

# 最新建筑安装工程标准规范 实用手册

(电子版)

# 第一篇

## 建筑通用机械 设备安装工程

# 第一部分 建筑通用机械设备安装工程施工技术

## 第一章 锻压机械安装工程施工技术

锻压机械包括机械压力机、液压机、线材成型机、锻锤、锻机及其附属装置（配套设备）的安装。

这里介绍的知识适用于下列锻压机械：

1. 整体和解体的曲轴传动机械压力机的安装。包括有：

- (1) 单柱偏心压力机 100 ~ 250t；
- (2) 双柱和单柱开式压力机 3.15 ~ 160t；
- (3) 闭式单点和双点压力机 100 ~ 3500t；
- (4) 拉伸压力机 55 ~ 1000t；
- (5) 双盘摩擦压力机 63 ~ 1250t；
- (6) 模锻压力机 1000 ~ 8000t；
- (7) 精压机 40 ~ 2000t；

2. 整体和解体的各种液压机（包括操纵装置）。

- (1) 锻造水压机 500 ~ 12500t；
- (2) 模锻水压机 500 ~ 8000t；
- (3) 立式挤压水压机 300 ~ 12500t；
- (4) 板冲压和弯曲油压机 30 ~ 4000t；
- (5) 通用和多层油压机 1250 ~ 8000t；
- (6) 矫正压装油压机。

3. 锻锤安装。

- (1) 蒸汽、空气两用模锻锤 1 ~ 16t；
- (2) 蒸汽、空气两用自由锻锤 1 ~ 5t；
- (3) 空气锤 40 ~ 750kg；

4. 机械传动的剪切机安装。

## 一、设备基础检查验收

1. 根据施工图结合设备图和建设单位（业主）提供安装的基础检验记录，核对基础的几何尺寸、标高等是否符合要求。
2. 基础表面应无蜂窝、裂纹及露筋等缺陷，用 50N 重的手锤敲击基础，检查密实度，不得有空洞声音。地脚螺栓预留孔中应无油污、碎石、泥土和积水等杂物。
3. 对大型锻压设备或高精度锻压设备的基础，建设单位（业主）应提供基础预压记录及沉降观测点。
4. 设备基础的验收，必须填写设备基础验收记录。

## 二、锻压设备的基础、垫铁和地脚螺栓应符合下列要求

1. 基础的几何尺寸及标高应按基础设计图进行验收，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50204—92）的相应要求。
2. 对冲击和振动较大的锻压设备的底座或垫铁相接触的基础表面，应铲平或磨平，不得采用灰浆抹平。
3. 垫铁的规格、数量和放置位置，应符合设备技术文件的规定；当设备技术文件无规定时，应按国家现行行业标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》（JB123—96）的有关规定执行。
4. 中小型锻压设备的垫铁可选用减震座代替。据了解国内 63t 以下锻压设备已有采用减震座，北京某厂在日本 2000t 闭式单点压力机上采用 4 个板式减震座。

## 三、设备搬运与开箱

1. 搬运前要熟悉有关专业规程、设计和设备技术文件对设备搬运的要求，了解箱体的重量及设备结构、捆扎点等，并根据运输道路确定搬运方案，对大型长体设备要明确支承点和吊运捆扎点。
2. 搬运前应做好下述工作：
  - （1）熟悉掌握有关建筑物和运输道路的路面、弯道、承载能力等情况以及路途中的隧道和管道、电缆沟等位置；
  - （2）准备搬运所需的材料及运输和装卸机具等；
  - （3）根据设备安装顺序和现场施工、道路情况确定搬运顺序和方法；
  - （4）做好设备运输途中的安全技术措施；
  - （5）施工区域和设备堆放地应清扫干净，以免妨碍设备搬运和堆放。
3. 设备搬运装卸前要向起重人员讲清搬运顺序和设备的大小、重量及绑扎点部位。
4. 设备搬运中各工种必须密切配合，遵守起重操作规程和安全技术措施，且应统一指挥。

5. 设备开箱应在有关人员参加下做好下述准备工作：
  - (1) 查对箱号与设备型号，检查包装情况；
  - (2) 清除箱板上的灰尘、泥土等污物；
  - (3) 开箱时应从顶板开始拆除，查明箱内情况后，再采取适当方式拆除其他箱板。
  - (4) 如顶板不能先拆，可拆除少数箱板，观察箱内情况，确定开箱方法后，再进行开箱。
6. 开箱时必须遵守下列事项：
  - (1) 开箱时采用起钉器和撬杠，严禁用大锤向内猛打箱板；
  - (2) 拆卸箱板时，应注意周围环境，拆下的箱板应将钉子技出或打平、妥善堆放，防止箱板倒下碰坏设备和操作人员；
  - (3) 暂不开箱的设备，应用势木垫平，以免产生变形。
7. 设备开箱后、在有关人员参加下，按下列项目进行检查，并做好设备开箱检查记录
  - (1) 箱号、箱数及包装情况；
  - (2) 设备名称、型号和规格与施工图纸是否符合；
  - (3) 装箱清单，随机技术文件、资料及专用工具；
  - (4) 设备有无变形，表面有无损伤和锈蚀情况；
  - (5) 其他需要记录的事项。
8. 设备开箱后应派专人保管并做好以下工作：
  - (1) 不能及时投入组装的零部件，应将检查时所擦去的油脂重新涂好；
  - (2) 对易碎、易散失和精密的零部件等，应单独登记编号，以免混淆或遗失。
9. 各种设备、零部件和专用工具等，施工中应妥善保管，防止变形、损坏，锈蚀、错乱和丢失，工程完工后，归还建设单位。
10. 设备表面或精加工面，不得撞击或敲打，设备的零部件和附件不直接放在地坪上。
11. 安装精密设备场所附近，不宜操作尘土飞扬的机具等。
12. 设备安装场所附近如有焊接或其他动火作业时，必须做好防火工作；如有粉尘、溅水、喷漆等作业时，要有防尘（水）措施及防止物体向下掉落的措施。
13. 设备箱内的电气、仪表件应由有关专业人员进行检查和保管。

## 四、机械压力机安装工艺

### 1. 定位

安装基准与建筑轴线、设备平面位置及标高的允许偏差应符合设备技术文件的规定。无规定时，可按表 1-1-1 的规定执行。

表 1-1-1 安装定位基准

项次	项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	安装	与建筑轴线距离	± 20	用钢卷尺检查
2	基准线	与设备	± 10	用水准仪和钢板尺检查
3		平面位置	+ 20 - 10	

## 2. 地脚螺栓和垫铁的放置

(1) 地脚螺栓放置应垂直，螺母应拧紧，扭力矩一致。螺母与垫圈和垫圈与设备底座的接触应紧密。冲击力大的机械压力机应用双螺母。检验时，用扳手拧试和观察检查。

(2) 垫铁放置应平稳，位置应正确，接触应紧密，0.2mm 塞尺局部拖入深度不应大于 15mm。每组垫铁不应超过 3 块。承受主要负荷的成对斜垫铁应点焊牢固。检验时，用小锤轻击，用塞尺插试和观察检查。

## 3. 工作台（或底座）的安装

工作台（或底座）纵、横向水平度的允许偏差和检验方法，可按表 1-1-2 的规定执行。

表 1-1-2 工作台（或底座）纵、横向水平度

项次	项 目		允许偏差	检验方法
1	闭式压力机	整体安装	0.5/1000	用水准仪、平尺在工作台或底座上检查。台面长度小于或等于 1.5m，在台面中央检查；台面长度大于 1.5m 至 3m，在台面长度大于 3m，在台面两端和中央检查
	拉伸压力机	解体安装（在托板面检查）	0.2/1000	
2	单柱偏心和双柱开式压力机		0.5/1000	
3	双盘磨擦压力机			
4	模锻压力机		0.3/1000	
5	精压机		0.2/1000	

## 4. 机身组装

(1) 滑块行程工作台面垂直度的允许偏差，必须符合设备技术文件的要求。检验时，在工作台面放一角尺，在滑块下平面固定一只百分表，令其触头顶在角尺垂直侧面上，上、下滑动检查。

(2) 滑块与两侧导轨间的间隙，必须符合设备技术文件的要求。检验时，用塞尺在上、下两个极限位置插试检查。

## 5. 传动系统的组装

(1) 曲轴或偏心轴与连杆轴瓦、主轴与轴承间的间隙应符合设备技术文件的规定。检验时，用压铅法、着色法和塞尺插试检查。

(2) 摩擦压力机摩擦盘与飞轮间的间隙应为 2~2.5mm。检验时，使水平轴处于中间位置，在飞轮的上、中及下限位置用塞尺插试检查。

(3) 飞轮轮缘的径向跳动和端面跳动, 应符合表 1-1-3 的规定。

表 1-1-3 飞轮轮缘的径向跳动和端面跳动

飞轮直径 (mm)	跳动不应超过 (mm)	
	径 向	端 面
≤1000	0.10	0.20
>1000 ~ 2000	0.15	0.30
>2000	0.20	0.40

## 6. 螺栓的热装

(1) 组装压力机时, 应先将一根立柱用键固定在底座上, 并将滑块吊放在工作台面上的等高垫块上 (垫块高度应等于或小于最大装模高度), 再将另一根立柱用键固定在底座上。

(2) 穿上拉紧螺栓, 将横梁放在立柱上用键固定, 然后拧紧拉紧螺栓螺母。螺母拧紧后与机身的接触应紧密。并用 0.05mm 塞尺检查底座与立柱, 立柱与横梁之间的间隙, 其局部插入深度不超过 30mm; 拉紧螺栓螺母上、下横梁接触面间, 塞尺插入深度不超过 15mm, 塞尺插入移动累计长度均不应超过其周长的 1/5。

(3) 螺母拧紧的程度应符合设备技术文件的要求。若无规定, 螺栓的伸长度应符合表参 1-1-4 的规定。检验时, 根据机身与螺母上的印记, 检查螺母的旋转角度。根据螺母旋转角度计算螺栓伸长度。

表 1-1-4 螺栓的伸长度

项次	项 目		螺栓伸长度
1	闭式压力机、拉伸压力机、 摩擦压力机	铸制机体	0.5/1000 ~ 0.6/1000
		钢板机体	0.7/1000 ~ 0.8/1000
2	模锻压力机		0.75/1000 ~ 1.0/1000
3	精 压 机		0.7/1000 ~ 0.8/1000

(4) 加热或液压加载拧紧前, 应先对角均匀地拧紧螺母;

(5) 加热或液压加载应对角同时进行, 拉紧螺栓的加热应均匀, 碳素钢加热最高温度不应超过 400℃。

## 7. 机械压力机立柱 (或螺栓) 热装的计算方法

立柱的加热温度, 立柱上被拉紧部分的伸长量和螺母的回转角度应按设备技术文件的规定执行, 无规定时, 可按下列公式计算确定。

(1) 立柱上被拉紧部分的伸长量, 按下式确定:

$$\lambda = \frac{\sigma L}{E} \quad (1-1-1)$$

式中  $\lambda$ ——伸长量 (cm);

$\sigma$ ——许用应力 (一般为 98 ~ 117MPa);

$L$ ——立柱被拉紧部分的长度 (cm);

$E$ ——立柱材料的弹性系数 (MPa);

(2) 立柱受热部分伸长后, 螺母的旋转角度按下式确定:

$$\alpha = \frac{360^{\circ}\lambda}{S} \quad (1-1-2)$$

式中  $\alpha$ ——螺母的旋转角 ( $^{\circ}$ );

$\lambda$ ——立柱伸长量 (cm);

$S$ ——立柱螺纹螺距 (cm);

(3) 立柱加热温度, 按下式确定:

$$t_1 = \frac{\lambda}{\mu L} + t_0 \quad (1-1-3)$$

式中  $t_1$ ——加热温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\lambda$ ——立柱伸长量 (cm);

$\mu$ ——立柱在温度每上升  $1^{\circ}\text{C}$  时的线膨胀系数 ( $1/^{\circ}\text{C}$ );

$L$ ——立柱被拉紧部分的长度 (cm);

$t_0$ ——环境温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

## 8. 清洗

(1) 整体安装的设备, 工作台和外表面应清洗干净。传动、风动和润滑系统, 如规定需要清洗应清 (吹) 洗干净。

(2) 解体安装的设备, 结合面、工作面、外表面、传动、风动和润滑系统均应清 (吹) 洗干净。检验时用观察检查的方法。

## 9. 机械压力机的试运转步骤和要求

机械压力机的试运转步骤和要求主要包括下列内容:

(1) 试运转前, 应对电气、液压、润滑、压缩空气、冷却系统以及安全保护和联锁装置等进行检查、调整, 工作良好, 符合试运转要求。

(2) 操纵装置应灵敏、正确、可靠。手轮、手柄的操纵力不应大于 50N; 脚踏装置的操纵力不应大于 80N。

(3) 试运转时应符合下列要求:

1) 润滑系统的油压和供油量应正常, 人工加油点应按规定加油;

2) 脱开离合器, 点动主电机, 检查转向符合要求后, 带动飞轮运转 5min, 飞轮和轴承等应无异常现象;

3) 平衡缸通入压缩空气, 启动主电机带动飞轮空转, 然后将主电机断电, 接通手动工作装置, 借助飞轮惯性带动压力机运转部分, 检查其动作是否协调, 有无卡住或碰撞现象;

4) 经上述各项检查无异常现象后, 即可按压力机的工作规范进行空运转试验, 试验时间一般不应少于 4h; 采用刚性离合器的开式压力机不应少于 2h。

(4) 无负荷试运转和调整, 应符合下列要求:

1) 调整 (包括机器寸动、封闭高度调整、气垫调节等) 应按设备技术文件进行;



2) 单次行程试验时间不应少于 1.5h (采用刚性离合器的开式压力机不应少于 0.5h), 其内容包括: 单人、双人对角和脚踏操作等;

3) 单项行程试验时, 离合器的接通频率应符合表 1-1-5 的规定。

表 1-1-5 离合器的接通频率

滑块行程次数 (次/min)	20	40	60	80	1000
每分钟接通频率不应低于 (%)	70	60	50	40	35

(5) 双盘摩擦压力机空运转试验时, 应在工作台上放置模具或垫木, 防止滑块移动超过下极限位置发生卡死现象。

(6) 试运转中应符合下列要求:

- 1) 各种工作规范、各运动部分的动作应正确、协调、可靠;
- 2) 无不正常的音响;
- 3) 滑动轴承温度不应高于 70℃, 温升不应超过 40℃;
- 4) 滑块不应有卡死和导轨表面拉伤现象; 导轨温升不应超过 15℃;
- 5) 离合器、制动器的摩擦片、摩擦块等不应有过热现象;
- 6) 螺栓、螺钉等连接件不应松动;
- 7) 运转中发生故障, 必须立即停止运转, 待故障排除后, 从头开始试验;
- 8) 试运转后, 应按设备技术文件的规定进行安装精度复查。

10. 机械压力机试运转应按表 1-1-6 规定要求检验开式压力机、闭式单、双点压力机, 双盘摩擦压力机的精度; 其他压力机应按设备技术文件的规定进行精度检验。

表 1-1-6 开式压力机、闭式单、双点压力机、双盘摩擦压力机精度检验

检验项目	检 验 方 法	开式压力机 偏差不应超过 (mm)	闭式单、双 点压力机偏 差不应超过 (mm)	双盘摩擦压力机	
				公称压力 (t)	偏差不应超过 (mm)
滑 块 下 平 面 对 工 作 台 面 ( 台 板 ) 的 不 平 行 度	在 工 作 台 面 ( 台 板 ) 上 放 平 尺 , 平 尺 上 放 百 分 表 , 使 其 测 头 顶 在 滑 块 下 平 面 上 , 当 滑 块 在 任 意 封 闭 高 度 ( 摩 擦 压 力 在 最 下 位 置 ) 时 , 在 通 过 滑 块 中 心 的 纵 横 两 方 向 上 测 量 偏 差 以 百 分 表 移 动 时 的 最 大 读 数 差 值 ( 闭 式 单 、 双 点 压 力 机 偏 差 以 最 大 可 能 测 量 长 度 两 端 点 读 数 差 值 ) 计 闭 式 双 点 压 力 机 尚 需 在 向 下 行 程 的 中 间 位 置 处 测 量	纵 向 : 1000 长 度 上 , 0.13 ( 滑 块 的 前 端 应 向 下 偏 ) 横 向 : 1000 长 度 上 , 0.10	1000 长 度 上 , 0.20	≤100	1000 长 度 上 , 0.25
				160 ~ 400	1000 长 度 上 , 0.3
				630 ~ 1600	1000 长 度 上 , 0.35
				> 1600	1000 长 度 上 , 0.40

续表

检验项目	检 验 方 法	开式压力机 偏差不应超 过 (mm)	闭式单、双 点压力机偏 差不应超过 (mm)	双盘摩擦压力机	
				公称压力 (t)	偏差不应超过 (mm)
滑 块 移 动 对 工 作 台 面 ( 台 板 ) 的 不 垂 直 度	在 工 作 台 面 ( 台 板 ) 上 放 平 尺 , 平 尺 上 放 角 尺 , 将 百 分 表 固 定 在 滑 块 上 , 使 其 测 头 顶 在 角 尺 的 检 验 面 上 , 滑 块 向 下 移 动 时 ( 滑 块 在 任 意 封 闭 高 度 ) 在 纵、横两方向上测量, 偏 差以百分表的 最大读数差 值计	纵 向 : 300 长 度 上 , 0.07 ( 滑 块 向 下 移 动 时 应 内 倾 ) 横 向 : 300 长 度 方 向 : 0.05	100 长 度 , 0.30	≤100	500 长 度 上 , 0.13
				160 ~ 400	500 长 度 上 , 0.15
				630 ~ 1600	500 长 度 上 , 0.20
				> 1600	500 长 度 上 , 0.25
滑 块 模 柄 孔 中 心 线 对 滑 块 移 动 轨 迹 的 不 平 行 度	在 滑 块 模 柄 孔 内 紧 密 地 插 入 一 根 检 验 棒 , 在 工 作 台 面 ( 台 板 ) 上 放 百 分 表 , 使 其 洲 头 顶 在 检 验 上 放 百 分 表 , 使 其 田 头 顶 在 检 验 棒 的 表 面 , 上 滑 块 向 下 移 动 时 在 纵、横两方向上测 量, 化差以百分表的 最大 读数差值计	纵 向 : 300 长 度 上 , 0.05 ( 检 验 棒 下 端 在 内 倾 ) 横 向 : 300 长 度 方 向 : 0.05		≤100	500 长 度 上 , 0.20
				160 ~ 1400	500 长 度 上 , 0.25
				630 ~ 1600	500 长 度 上 , 0.30
				≥1600	500 长 度 上 , 0.35

## 五、锻造液压机安装

1. 本条适用于单臂式、三梁四柱式、框架式和下拉式(侧装式)的锻造液压机的安装。

2. 以立柱机座作为支承的液压机, 其机座组装应符合下列要求:

(1) 机座组装前应检查立柱支承面的不平度;

(2) 机座纵、横向不水平度均不应超过 0.05/1000, 测量位置应在机座与立柱的接合面上; 两块机座的相对标高差不应超过 1mm。

(3) 相邻两块立柱机座中心线的位置偏差不应超过  $\pm 0.5\text{mm}$ ; 四立柱孔对角尺寸的相对偏差不应超过 0.7mm。

(4) 二次灌浆宜采用膨胀水泥。

3. 组装下列横梁应符合下列要求:

(1) 下横梁直接放在基础上的液压机, 纵横向不水平度不应超过 0.1/1000, 通过垫铁进行调整, 见图 1-1-1。

(2) 下横梁由立柱螺母支承的液压机, 纵、横向不水平度均不超过 0.1/1000; 通过立柱螺母进行调整, 见图 1-1-2。

(3) 单臂式液压机工作台的纵、横向不水平度均不应超过 0.1/1000, 见图 1-1-3。

(4) 下横梁放在机座上的液压机, 下横梁纵、横向的不水平度均不应超过 0.1/

1000，见图 1-1-4。

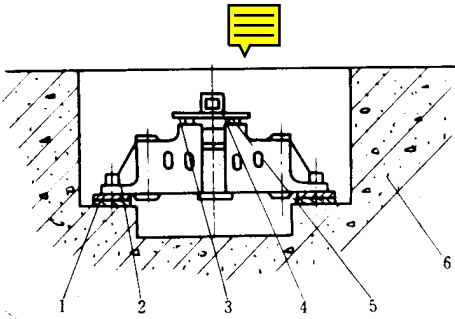


图 1-1-1 检验直接放在基础上的下横梁的不水平度

1—垫铁；2—下横梁；3—平尺；  
4—水平仪；5—等高块；6—基础

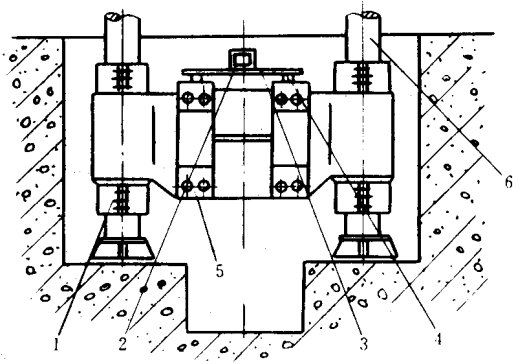


图 1-1-2 检验由立柱螺母支承的下横梁的不水平度

1—立柱螺母；2—水平仪；3—平尺；  
4—等高块；5—下横梁；6—立柱

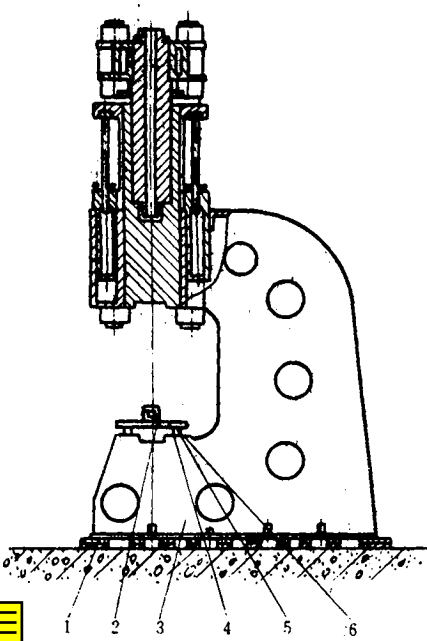


图 1-1-3 单臂式液压机

1—垫铁；2—水平仪；3—单臂式液压机；  
4—平；5—等高块；6—工作台

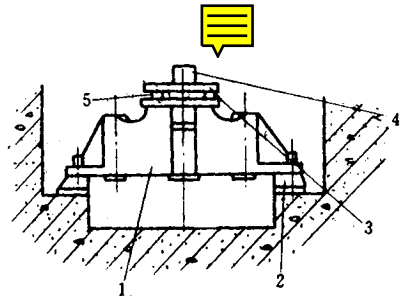


图 1-1-4 检验放在机座上的下横梁的不水平度

1—下横梁；2—机座；3—平尺；  
4—水平仪；5—等高块；

(5) 框架式和下顶式、(倒装式)的液压机，其固定梁上平面的纵、横向不水平度均不应超过 0.1/1000，见图 1-1-5，图 1-1-6。

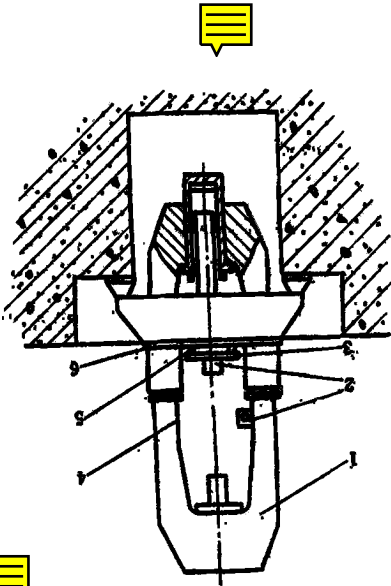


图 1-1-5 框架式液压机

1—液压机框架；2—水平仪；3—平尺；  
4—导轨；5—等高块；6—固定梁上平面

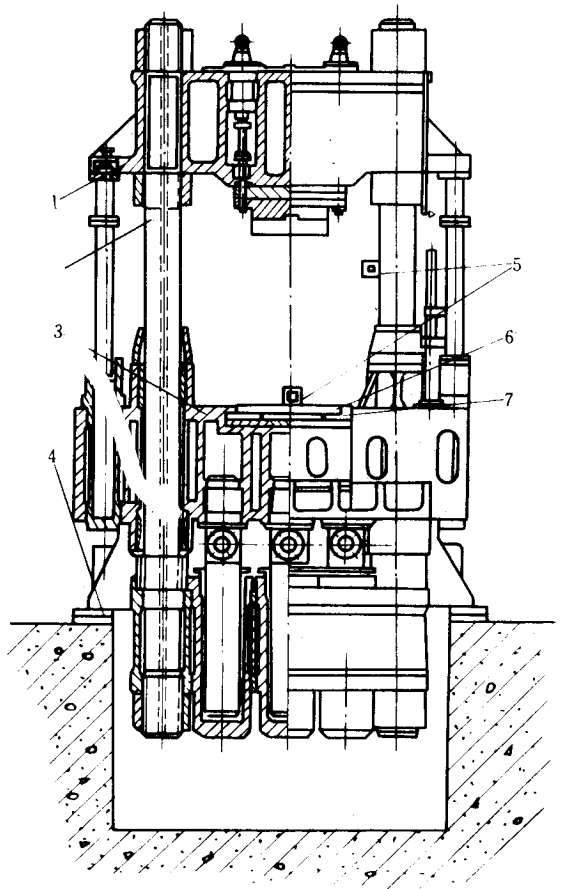


图 1-1-6 下拉式（倒装式）液压机

1—活动横梁；2—立柱；3—固定梁；  
4—垫铁；5—水平仪；6—平尺；7—等高块

(6) 下横梁由两块以上组成时，相邻两平面的高低差不应超过 0.05mm。

(7) 下横梁两端辅梁的纵、横向不水平均不应超过 0.1/1000，对下支承的结构，其圆柱面与支座的接触应均匀，接触面积应大于 50%。

(8) 有顶出器的液压机，顶出器柱塞对下横梁上平面的不垂直度不应超过 0.1/1000。

(9) 下横梁上平面滑板组装后，应在滑板上复查水平度，其纵、横向下水平度不应超过 0.1/1000，相邻两滑板的高低差，不应超过 0.1mm，两滑板接头处应打磨成圆弧。

4. 组装工作台应符合下列要求：

(1) 工作台与滑板（两滑板面）的接触应均匀，接触面积应大于 60%；

(2) 移动工作台的滑块与导轨的间隙应为 0.2~0.3mm；

(3) 移动缸柱塞的不水平度不应超过 0.15/1000；

(4) 工作台板由两块以上组成时，用工型加热装拉紧后，工作台板接合面间不应有间隙。

5. 组装立柱应符合下列要求：

(1) 检验立柱的不铅垂度，可用框式水平仪分别在立柱的工作面上。至少分上、中、下三处进行测量，沿圆周每  $90^\circ$  测量一点，取其平均值；亦可用吊钢丝线锤和其他方法进行测量，其不铅垂度不应超过  $0.1/1000$ ，见图 1-1-7；

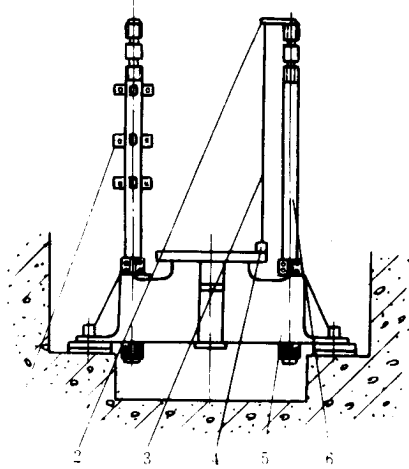


图 1-1-7 检验立柱的不铅垂度

1—水平仪；2—支架；3—钢丝；

4—重锤油桶；5—下横梁；6—立柱

(2) 立柱不铅垂度和上横梁不水平度调整合格后，对立柱与横梁间有偏心套者，应根据实测的数值配装偏心套，见图 1-1-8；

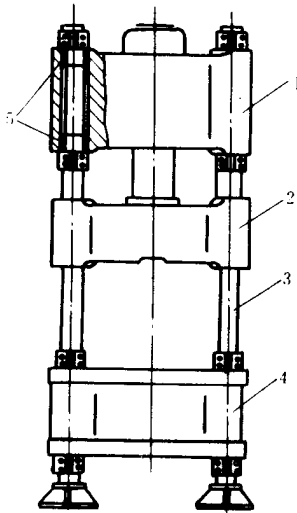


图 1-1-8 立柱与上下横梁间加偏心套

1—上横梁；2—活动横梁；3—立柱；

4—下横梁；5—偏心套；



(3) 两立柱的不平行度不应超过  $0.15/1000$ ；

(4) 框架式液压机的导轨的不铅垂度不应超过  $0.1/1000$ ；见图 1-1-5。

6. 组装活动横梁应符合下列要求：

(1) 活动横梁导套与立柱的配合间隙应符合设备技术文件的规定；内间隙  $S_1$ ；应大于外间隙  $S_2$ ，导套的偏心面应对准活动横梁的对角线，见图 1-1-9。

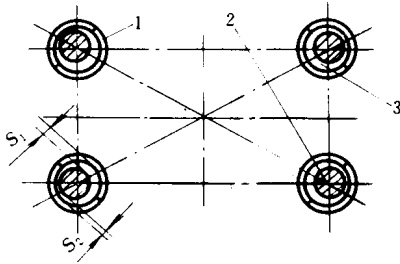


图 1-1-9 活动横梁导套与立柱间的间隙

1—导套；2—立柱；3—导套的偏心面

(2) 柱塞支承面的纵、横向不水平度均不应超过  $0.1/1000$ ；

(3) 中间柱塞与活动横梁为插入式连接时，柱塞以台阶作支承者，柱塞台阶与活动横梁上平面的接触应良好，局部间隙不应大于  $0.05\text{mm}$ ，间隙累计长度不应大于周长的  $1/5$ ；柱塞以下端面作支承者；柱塞下端与活动横梁的接触应均匀，接触面应大于  $60\%$ ；

(4) 工作缸柱塞与活动横梁为球铰连接者，其球面支承座与横梁的接触应良好，局部间隙不应大于  $0.1\text{mm}$ ；球面的接触应均匀，接触面积应大于  $70\%$ ；

(5) 活动横梁有球面导套者，球面的接触应均匀，接触面积应大于  $60\%$ ；

(6) 提升缸和平衡缸上悬挂活动横梁用的拉杆，其每对长度应一致，拉杆上、下螺母与横梁接合面的接触应良好；

(7) 活动横梁在最上位置时，应与上横梁的 4 个下螺母或凸台同时接触，在最下位置时，应与 4 个限位套同时接触。

7. 上横梁的纵、横向不水平度均不应超过  $0.1/10000$ 。

## 六、挤压液压机安装。

### 1. 立式挤压液压机

(1) 适用于立式有色金属挤压液压机（不包括冷挤压液压机），见图 1-1-10。

(2) 安装立式挤压液压机，除应按第五条有关要求执行外，尚应符合本条的规定。

(3) 组装机架应符合下列要求：

1) 机架的纵、横向不水平均不应超过  $0.1/1000$ ；

2) 导轨滑板组装前应成对配研，接触面积应大于  $80\%$ ；导轨滑板与活动横梁、机架接合面间的局部间隙不应大于  $0.1\text{mm}$ ，间隙长度超过  $200\text{mm}$  时，应进行刮研修整；

3) 活动横梁与机架导轨间的间隙应为  $0.07 \sim 0.17\text{mm}$ 。

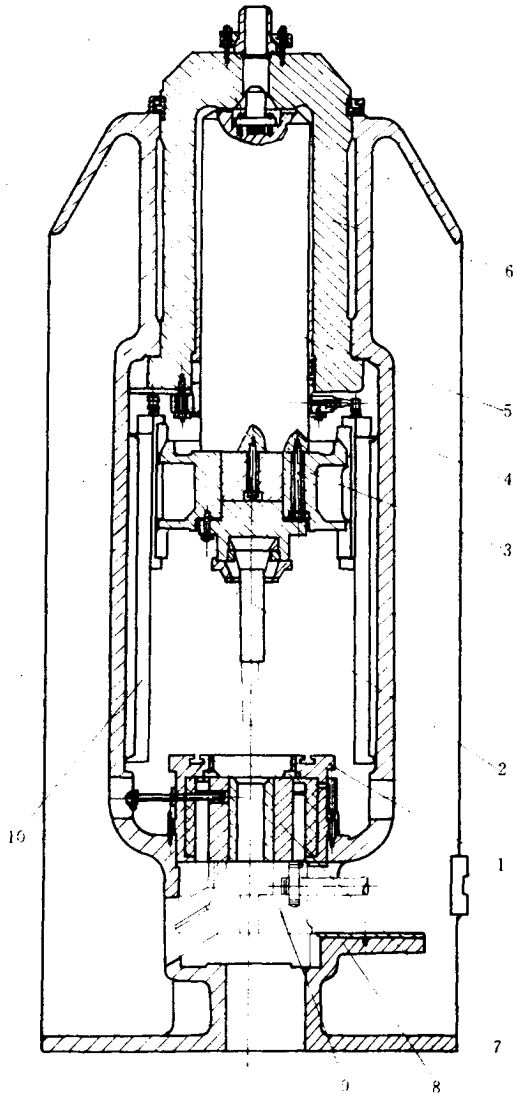


图 1-1-10 立式挤压液压机

1—工作台；2—挤压轴；3—活动横梁；

4—机架；5—柱塞；6—工作缸

7—挤压筒；8—机座；9—剪切模；10—导轨滑板

(4) 工作柱塞与机座的相互滑动面的接触图应均匀，滑动应灵活。

(5) 挤压轴与挤压筒的不同轴度不应超过  $0.15\text{mm}$ ，挤压轴应每回转  $30^\circ$  检验 1 次。

## 2. 卧式挤压液压机

(1) 本项适用于卧式有色金属和黑色金属挤压液压机的安装，见图 1-1-11 和图 1-1-12。(2) 组装机座应符合下列要求：

1) 纵、横向不水平度均不应超过  $0.05/1000$ ，用 V 垫块（或样板铁）在机座导轨面

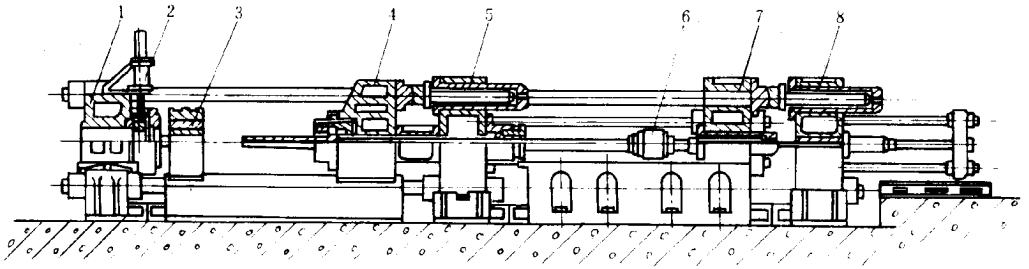


图 1-1-11 卧式外置式挤压液压机

- 1—前梁；2—锁键装置；3—挤压筒；4—活动梁；5—前后梁；  
6—穿孔动梁；7—穿孔梁；8—后梁

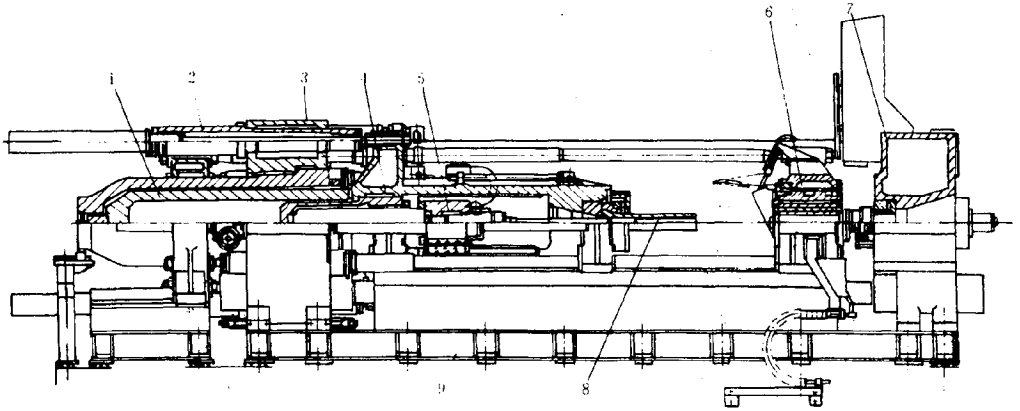


图 1-1-12 卧式内置式挤压液压机

- 1—工作柱塞；2—回程缸；3—后梁；4—活动梁；5—穿孔动梁；  
6—挤压筒；7—前架；8—挤压轴及穿孔针；9—机座

上测量，见图 1-1-13。

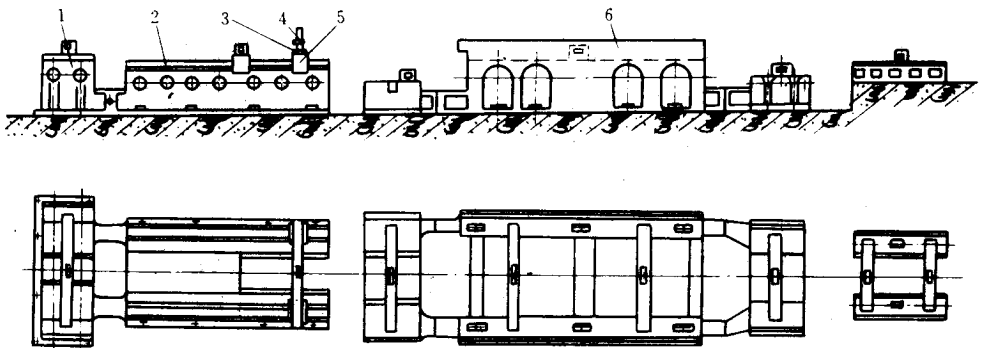


图 1-1-13 检验机座的不水平度

- 1—前梁机座；2—动梁机座；3—平尺；4—水平仪；5—V型块；6—穿孔动梁机座

2) 机座导板接头处高低差不应超过 0.05mm，两导板接头处应打磨成圆弧。



3) 各机座导板对接处的间隙不应大于 0.5mm, 固定导板的沉头螺钉孔在设备安装完后, 宜用铅压封或浇填轴承合金, 并应打磨至与导板相干。

4) 穿孔动梁以水平和铅垂两平面为导轨面的机座,  $g$  面对  $n$  面的不垂直度和  $g$  面对液压机中心线的平行度均不应超过 0.1/1000, 见 1-1-14。

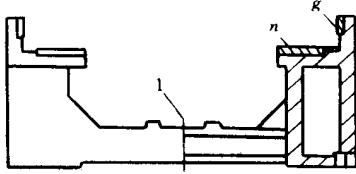


图 1-1-14 穿孔动梁机座

1—液压机中心线

5) 两块或两块以上的机座, 对穿孔梁、前梁、后梁的标高可用调整斜铁进行调整者, 其相对标高差不应超过 1mm; 对穿孔梁、前梁、后梁标高不可调整者, 其相对标高差不应超过 0.1mm。

6) 各机座连接处的接触应良好, 螺栓拧紧后, 局部间隙不应大于 0.05mm。

3. 组装后梁应符合下列要求:

(1) 后梁和后梁的纵向不水平度不应超过 0.1/1000;

(2) 后梁与底座压板和机座的接触良好, 其局部间隙不应大于 0.1mm, 间隙累计长度不应大于 100mm;

(3) 有球面势的拉塞, 其球面势与柱塞的接触应均匀, 接触面积应大于 70%;

(4) 在工作缸柱塞伸出长度至全行程的 1/3 ~ 2/3 时, 柱塞与机座导轨的不平行度不应超过 0.1/1000。

4. 组装前梁应符合下列要求:

(1) 前梁的纵、横向不水平度均不应超过 0.1/1000;

(2) 前梁与机座的接触应良好, 局部间隙不应大于 0.1mm, 间隙累计长度不应大于 100mm;

(3) 前梁与后梁应平行, 可用接长杆和百分表在前梁、后梁的上左、上右、下左、下右 4 处测量, 不平行度不应超过 0.1mm。

5. 组装有轴向移动工作台和锁链式模座装置的前梁, 应符合下列要求:

(1) 前梁挤压模滑块的纵向不水平度不应超过 0.1/1000;

(2) 锁键滑动面对前梁中心线的不垂直度不应超过 0.1/1000;

(3) 支承环端面“N”与前梁的接触应良好, 局部间隙不应大于 0.1mm, 间隙累计长度不应大于周长的 1/5。

6. 组装有滑动式模座装置的前梁 (见图 1-1-15) 应符合下列要求:

(1) 滑动模座滑动面对前梁中心线的不垂直度不应超过 0.1/1000;

(2) 模座支承块与前梁和滑动模座的接触应良好, 局部间隙不应大于 0.05mm。

7. 组装有旋转模架的前梁应符合下列要求:

(1) 模座垫端面对压机中心线的不垂直度不应超过 0.1/1000;

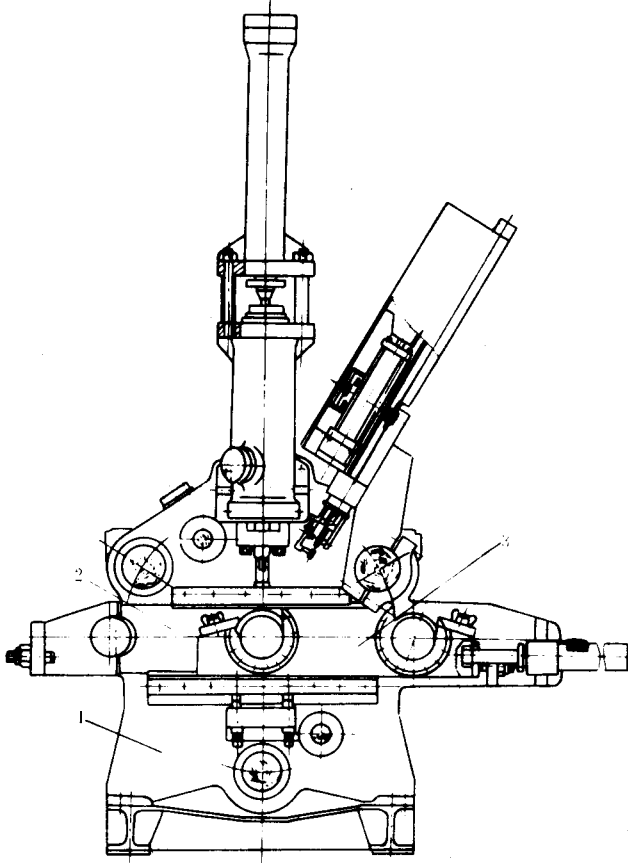


图 1-1-15 有滑动式模座装置的前梁

1—前梁；2—滑动式模座装置；3—滑动模架

(2) 模座中心线与压机中心线的不平行度不应超过  $0.1/1000$ ；

(3) 旋转模架转位时，定位应准确。

8. 组装动梁、穿孔梁、穿孔动梁应符合下列要求：

(1) 动梁、穿孔梁、穿孔动梁的纵、横向不水平度均不应超过  $0.1/1000$ 。

(2) 动梁、挤压筒、穿孔动梁的支承面与机座的导轨面，在全行程上的接触应均匀，接触面积应大于 80%。

(3) 挤压轴的穿孔装置的承压面的接触应均匀，接触面积应大于 70%。

(4) 挤压轴和穿孔针与机座的不平行度不应超过  $0.1/1000$ ；检查时，可在导轨 V 形块上放置百分表，使 V 形块沿左右两侧导轨各移动一次进行测量，见图 1-1-16。

9. 组装挤压筒应符合下列要求：

(1) 挤压筒的不水平度不应按过  $0.1/1000$ ；

(2) 有穿孔装置液压机的挤压筒与前梁、后梁中必孔的不同轴度：对 3500t 以下的液压机，不应超过 0.1mm；对 3500t 及其以上的液压机不应超过 0.2mm。

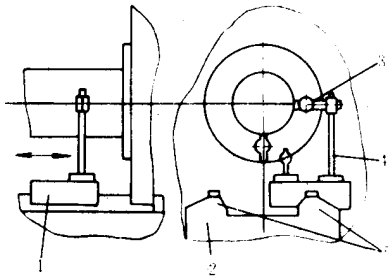


图 1-1-16 检验挤压机与  
机座导轨的不平行度

1—V形块；2—机座；3—百分表；  
4—百分表座；5—导轨

(3) 没有穿孔装置的液压机、挤压筒与前梁、后梁中心孔的不同轴度，对挤压筒与前梁、后梁可调整者，不应超过 0.5mm；不可调整者，不应超过 0.2mm，见图 1-1-17。

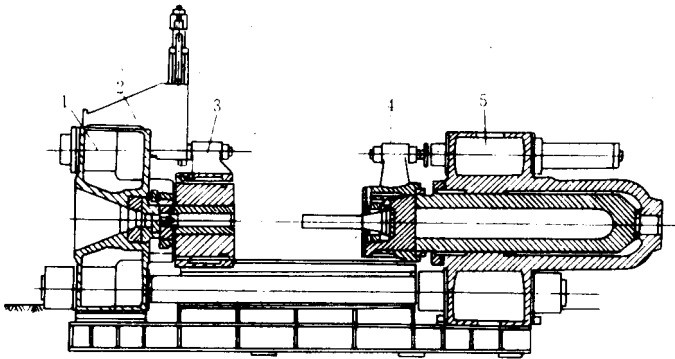


图 1-1-17 没有穿孔装置的挤压液压机

1—前梁；2—剪断装置；3—挤压机；4—活动梁；5—后梁

(4) 挤压轴与挤压筒、穿孔针与挤压模、挤压筒与模座的不同轴度均不应超过 0.1mm。

(5) 挤压筒与相关件的接触应均匀，接触面积应大于 70%。

10. 张力柱为活动梁的滑动导轨者，其不水平度和两张力柱的不平行度均不应超过 0.1/1000。

11. 各支承受压面的接触应均匀，接触面积应大于 70%。

12. 有相对滑动导轨者，在全行程上的接触应均匀，接触面积应大于 90%。

## 七、板料冲压液压机

1. 本条适用于单臂式、四柱和框架式冲压液压机的安装。

2. 组装液压机机座、下横梁、立柱（或机架）、活动横梁、上横梁等间隙应按第五

条的有关要求执行外，尚应符合本条的规定。

### 3. 组装机座和下横梁应符合下列要求：

- (1) 机座和下横梁的纵、横向不水平度均不应超过  $0.1/1000$ ；
- (2) 单臂式液压机的不水平度应在工作台上测量，并不超过  $0.1/1000$ ；
- (3) 液压垫托板的不水平度不应超过  $0.1/1000$ ，见图 1-1-18。

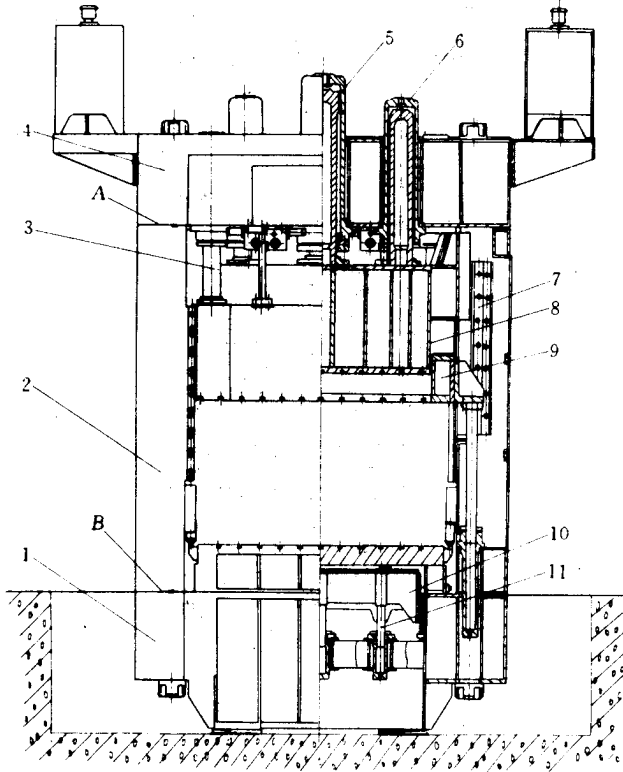


图 1-1-18 双动冲压液压机

1—下横梁；2—机架；3—压边工作缸；4—上横梁；5—中间工作缸；6—侧工作缸；  
7—导轨；8—拉伸滑块；9—压边滑块；10—液压垫托板；11—液压垫工作缸柱塞；

A、B—机架与上、下横梁的结合面

- (4) 液压垫工作缸柱塞的不铅垂度不应超过  $0.1/1000$ ；
- (5) 工作台移动缸柱塞的不水平度不应超过  $0.1/1000$ 。

### 4. 组装活动横梁应符合下列要求：

- (1) 活动横梁与工作台的平行度不应超过  $0.12/1000$ ；
- (2) 双动薄板冲压液压机的压边滑块与拉伸滑块的下平面的不平行度不应超过  $0.1/1000$ ；压边滑块和拉伸滑块的下平面与底座工作台面的不平行度不应超过  $0.1/1000$ ；可用接长表杆和百分表进行测量。

(3) 压边滑块、拉伸滑块与立柱（或机架导轨）间的间隙应符合设备技术文件的规定；

- (4) 活动横梁的中心线对工作台的不垂直度在全行程内不应超过  $0.12/1000$ ；
- (5) 压边缸柱塞球面支座与压边滑块、拉伸缸柱塞与拉伸滑块接合面的接触应良好，局部间隙不应大于  $0.5\text{mm}$ ；
- (6) 垫板与下横梁及活动横梁的接触应良好，局部间隙不应大于  $0.1\text{mm}$ ；
- (7) 双动冲压液压机有垫块者，所有垫块均应在同一水平面上，垫板与横梁的接触应良好，局部间隙不应大于  $0.1\text{mm}$ 。

5. 组装立柱或机架应符合下列要求：

- (1) 立柱或机架的不铅垂度和两立柱或机架的不平行度均不应超过  $0.1/1000$ ；
- (2) 两机架相对标高差不应超过  $0.2\text{mm}$ ；
- (3) 机架与上、下横梁的接合面  $A$ 、 $B$  的接触应良好，局部间隙不应大于  $0.05\text{mm}$ ，间隙累计长度不应大于周长的  $1/5$ ，见图 1-1-18。

6. 组装上横梁应符合下列要求：

- (1) 上横梁的不水平度不应超过  $0.1/1000$ ；
- (2) 拉伸缸柱塞、压边缸柱塞的不铅垂度和相互间的不平行度均不应超过  $0.1/1000$ 。

## 八、层压液压机安装

组装层压液压机（见图 1-1-19）的机座、下横梁、立柱（或机架）、上横梁等除应按第五条的有关规定执行外，尚应符合下列要求：

1. 上、下压板与垫压板压合后，其局部间隙不应大于  $0.1\text{mm}$ ；
2. 装卸机构的不水平度不应超过  $0.2/1000$ ；
3. 装卸机构的不铅垂度不应超过  $0.2/1000$ 。

## 九、电极挤压液压机安装

组装电极挤压液压机（见图 1-1-20）的前梁、后梁和张力柱等除按第六条的有关规定执行外，尚应符合下列要求：

1. 机座纵、横向不水平度均不应超过  $0.1/1000$ ；
2. 压料柱塞和主柱塞与活动梁的接触应均匀，接触面积应大于  $70\%$ ；
3. 压料柱塞的不水平度不应超过  $0.1/1000$ ；
4. 压料柱塞不水平度不应超过  $0.3\text{mm}$ ；
5. 嘴型接头、加料室与嘴型部分的接合应严密，不应有间隙。
6. 挤压头在料室行程中的间隙，应符合表 1-1-7 的规定。

表 1-1-7 挤压头在料室中的间隙（mm）

料室部位	料室口	中部	底部
上间隙	0.2~1.7	0.5~2.0	0.8~2.3

续表

料室部位	料室口	中部	底部
下间隙	0.8~2.3	0.5~2.0	0.2~1.7

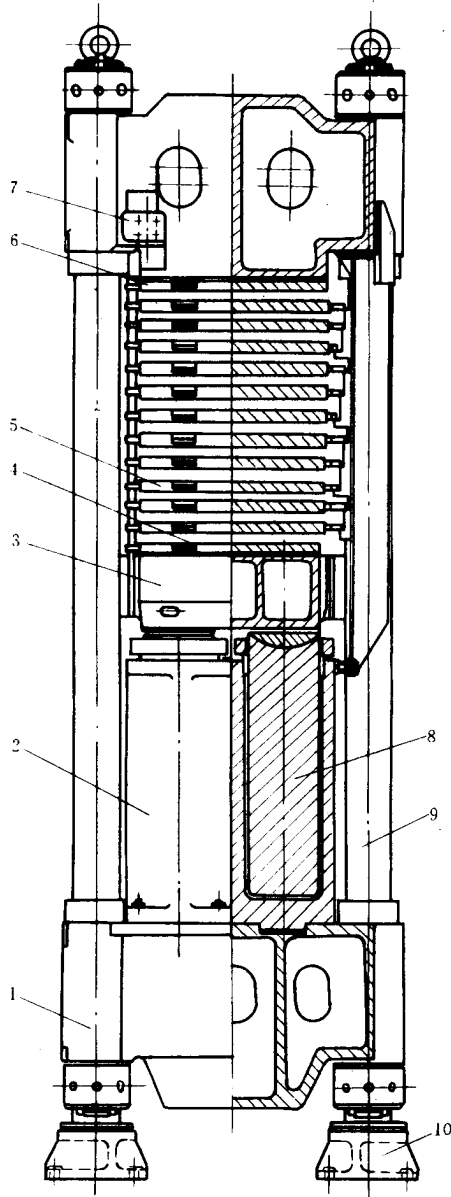


图 1-1-19 层压液压机

1—下横梁；2—工作缸；3—工作台；4—下压板；5—热压板；  
6—上压板；7—上横梁；8—工作缸柱塞；9—立柱；10—机座



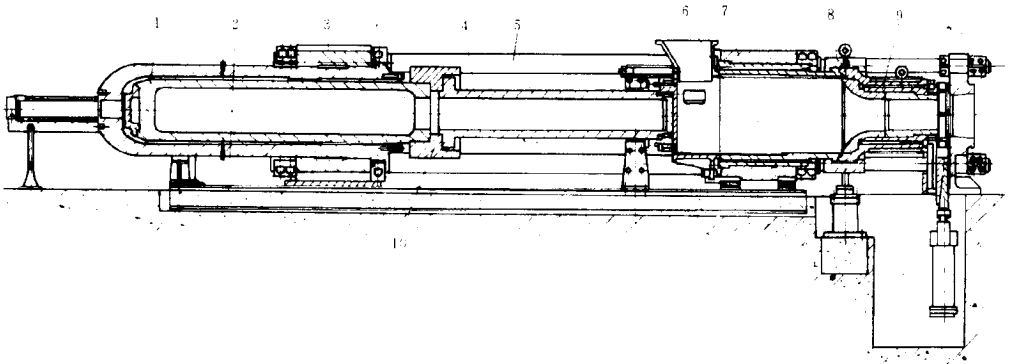


图 1-1-20 电极挤压液压机

1—主柱塞；2—机座；3—后梁；4—压料塞柱；5—张力柱；6—加料室；

7—前梁；8—嘴型接头部分；9—嘴型部分；10—活动梁

7. 旋转料室装入左、右机架后，在常压缸的作用下，下耳轴移动行程应为 5mm。

8. 料室旋转到垂直位置时，挤压头在料室行程中的单侧间隙，应大于或等于 0.20mm。

9. 前横梁的弧形座，与嘴套的弧形垫的贴合面的接触面积宜为 50% ~ 70%。

## 十、模锻液压机安装

安装模锻和多向模锻液压机应符合下列要求：

1. 液压机的机座，上、下横梁，活动横梁、立柱、工作台等的组装精度均应按第五条规定执行。

2. 四柱或八柱式模锻液压机各块机座的相对标高差，按其跨距每米不应超过 0.1mm。

3. 立柱与活动横梁导套间的间隙应符合设备技术文件的规定。

4. 工作台、上垫板和下垫板的纵、横向不水平度均不应超过 0.1/1000。

5. 下垫板与工作台面的接触应良好，局部间隙不应大于 0.15mm。

6. 上垫板与活动横梁的接触应良好，局部间隙不应大于 0.1mm。

7. 两水平工作缸的不同轴度不应超过 0.5mm。

8. 两水平工作缸的轴线与液压机中心线的不重合度不应超过 1mm。

## 十一、液压控制技术

任何一个复杂的液压油路控制系统，都可以看成是若干个典型环节和一些专用环节或单个元件组成的。只要掌握了典型环节的规律，就不难理解各种各样的液压系统图。

1. 压力控制的典型环节

(1) 保压环节。对加工或夹紧零件，则要求液压系统保持一定的压力，并使压力的

波动保持在最小限度内，这些就属于系统的保压环节。

图 1-1-21 所示为自动补油的保压回路。当换向阀 3 的右位接入回路时，泵 1 输出的压力油经液控单向阀 4 进入液压缸 6 的上腔。当压力达到预定值时，电接触式压力表发出信号，将换向阀移到中位，这时泵 1 卸荷，液压缸上腔由液控单向阀 4 保压。当液压缸上腔压力下降到某一规定值时，电接触式压力表又发出信号，使换向阀的有位又接入回路。泵 1 又向液压缸上腔供油，使压力回升，实现“补油保压”。当阀 3 的左位接入回路时活塞快速退回。

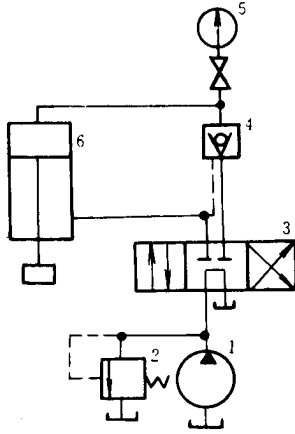


图 1-1-21 自动补油保压回路

1—泵；2—卸荷阀；3—换向阀；  
4—单向阀；5—压力表；6—液压缸

这种回路适用于保压时间长、对压力的稳定性有一定要求的高压系统，如液压机。

(2) 卸荷环节。在工作循环的某一时间内或在未工作的原始位置时，常常不需要大流量油泵继续供油，甚至不要任何油泵继续供油。这时如果切断电动机，停止油泵工作，则对于生产连续而且生产率高、辅助时间又短的生产过程，频繁关闭与启动油泵，电动机容易发热，还会影响正常工作。因此在这种情况下，常常采用油泵排油接回油箱的卸荷油路。这样，电动机虽不停，但油泵在低压下工作，功率消耗不大，油液发热也较少。

例如，用高压泵控制卸荷阀使低压泵卸荷。在有些机床中广泛地采用双联叶片泵，以满足运动机构的快速移动及加工过程或停靠时只需小流量供油的要求，从而节省功率和减少油液发热。如图 1-1-22 所示，泵 1 的流量较小，但压力较高，并由溢流阀 3 调定。泵 2 的流量较大，其压力较低并由卸荷阀 4 调定。当机构需要快速移动时，泵 1 与泵 2 排出的油，经单向阀 5 与 6 后汇合在一起向油缸供油，以满足机构快移的需要。当机构慢速进给或停靠时，因系统所需的流量少，只靠小流量的泵 1 供油就够了，还有余油从溢流阀 3 溢出。与此同时，利用较高的系统工作压力油控制卸荷阀 4，使大流量泵 2 排出的油直接流回油箱而卸荷。这时单向阀 6 起着把两泵隔开的作用。

(3) 顺序控制控制环节。在多缸液压系统中，往往需要按照一定要求顺序动作。例



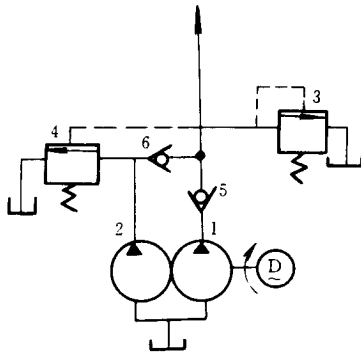


图 1-1-22 高压泵控制程序阀卸荷

1、2—泵；3—溢流阀；4—卸荷阀；5、6—单向阀

如自动车床中刀架的纵横向运动，夹紧机构的定位和夹紧等。在液压系统中，主要利用压力继电器和顺序阀来控制顺序动作的。

图 1-1-23 是用顺序阀控制的顺序回路，它用两个单向顺序阀的压力控制顺序动作回路。其中单向顺序阀 4 控制两液压缸前进时的先后顺序，单向顺序阀 3 控制两液压缸后退时的先后顺序。当电磁换向阀通电时，压力油进入液压缸 1 的左腔，右腔经阀 3 中的单向阀回油，此时由于压力较低，顺序阀 4 关闭，缸的活塞先动。当液压缸 1 的活塞运动至终点时，油压升高，达到单向顺序阀 4 的调定压力时，顺序阀开启，压力油进入液压缸 2 的左腔，右腔直接回液，缸 2 的活塞向右移动。

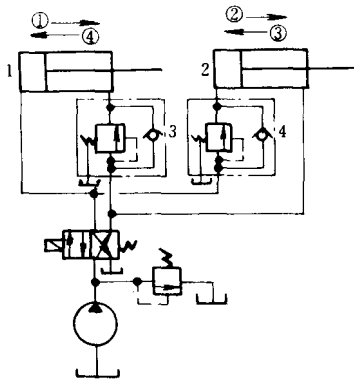


图 1-1-23 顺序阀控制的顺序回路

1、2—液压缸；3、4—顺序阀

当液压缸 2 的活塞右移到达终点后，电磁换向阀断电复位，此时压力油进入液压缸 2 的右腔，左腔经阀 4 中的单向阀回油，使缸 2 的活塞向左返回，到达终点时，压力油升高，打开顺序阀 3 再使液压缸 1 的活塞返回。

这种回路的可靠，在很大程度上取决于顺序阀的性能及其压力调整值。

(4) 减压环节。在单泵供油的液压系统中，当某个执行元件或某条支路所需要的工作压力低于溢流阀调定的系统压力，或要求有较稳定的工作压力时，要采用减压回路。比如夹紧回路、控制油路和润滑油路等的油压常低于主回路中的调定压力。

如图 1-1-24 所示是夹紧机构中常用的减压回路，在夹紧缸的油路中，串接一个减压阀，使夹紧缸能获得较低而又稳定的夹紧力。当系统压力有波动或负载有变化时。减压阀出口压力可以稳定不变。图中单向阀的作用是当系统压力下降到低于减压阀调定压力时，起到短时间保压作用。使夹紧缸保持夹紧力短时不变。为了确保安全，在夹紧回路中往往采用带定位的二位四通电磁换向阀。

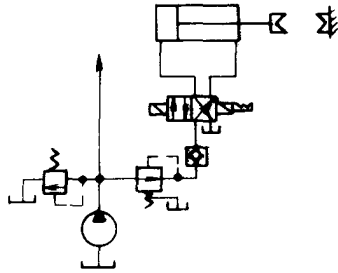


图 1-1-24 减压回路

(5) 增压和增力环节。为了使系统的压力能够局部提高，可以采用增压环节。此时，就可使油泵在低压下工作，从而减少功率消耗。

在增压回路中采用连续增压器，可使工作活塞在一个时间内获得连续高压。如图 1-1-25 所示，换向阀处于左端位置时，泵输出的油通过液控单向阀进入工作油缸上腔，推动活塞向下移动。活塞接触到工件后，油压上升，打开顺序阀，压力油通过减压阀进入连续增压器，将油压增加  $K$  倍后进入油缸上腔。当活塞返回行程时，换向阀处于右端位置，液控单向阀被压力油打开，油缸上腔的油经液控单向阀排回油箱。停车时，为了防止活塞因自重而下降，换向阀的滑阀机能采用“K”型连接方式。

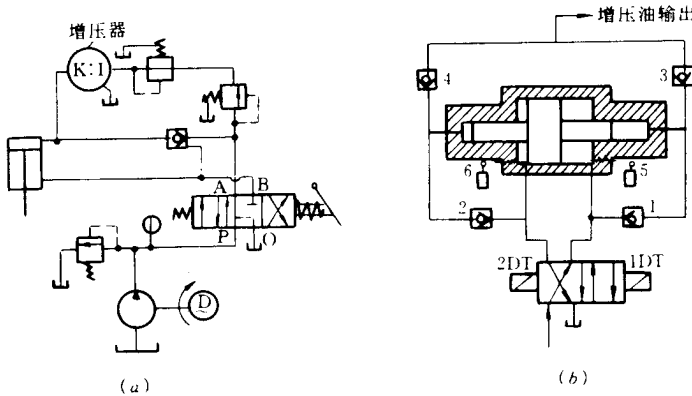


图 1-1-25 连续增压器示意图

(a) 连续增压回路；(b) 连续增压器增压原理

连续增压器的结构简图见图 1-1-25 (b) 为了连续地供给高压油，采用电气自动控制换向阀。图示位置时，压力油接通增压缸右端大、小活塞端油腔，左端大油腔的油通油箱，左端小油腔增压后的油经单向阀 4 输出。此时单向阀 3 关闭。当大活塞移动左端触动电触头 6，使 ZDT 断电而 1DT 通电，电磁阀换向，油路换向；大小活塞开始右

移。同理，增压油通过单向阀 3 输出。如此借换向阀左右换向，即可连续输出增压油。

## 2. 速度控制的典型环节

(1) 快速运动和工作进给的换接环节。机床工作部件在实现自动循环的工作过程中，需要进行速度转换。如从快速运动转换成慢速的工作进给。在速度换接的过程中，尽可能不出现前冲现象，换接要平稳。

用电磁阀的快慢速换接环节如图 1-1-26 所示。这种回路能实现快进→工进→慢退→停止的工作循环。当电磁铁 1DT 和 3DT 通电时，液压泵的流量通过止通阀全部进入液压缸，工作部件实现快速运动。当止通阀断电时，切断油路，则进入液压缸的流量便受到调速阀的控制，将快进转换成工作进给。当工作进给结束后，碰到死挡铁停留，液压缸工作腔压力升高，压力断电器发讯，指令电磁铁 1DT 断电，2DT 和 3DT 通电，工作部件快速退回。

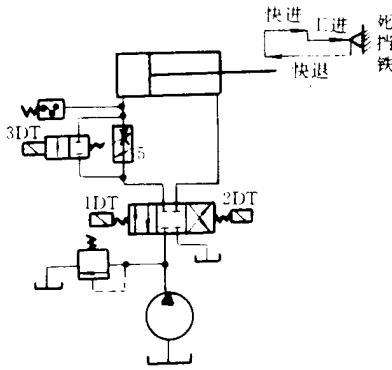


图 1-1-26 用电磁阀的快慢速换接环节

(2) 两种进给速度的换接环节。当被加工零件需要先加工后刮端面时，因两种加工的进给速度不一样，机床的进给液压系统就需要有二次进给的调速装置。

用调速阀串联环节如图 1-1-27 所示，调速阀 1 和 2 分别用于一次和二次节流进给。加工孔时，换向阀与电磁铁得电，油缸只通过调速阀 1 回油，因此，止通阀 3 应处于通位使油液不被流量小的调速阀 2 所阻，以实现一次进给。而刮端面时，应使回流通过调速阀 2，为此，止通阀 3 应该处于止位，迫使油液非通过调速阀 2 不可，油缸便实现二次进给。在二次进给回路中，调速阀 2 的开口必须小于调速阀 1 的开口，否则；在第二次进给时调速阀 2 将不起作用。当换向阀 5 处于常态位置时，压力油通过单向阀进入油缸左腔，右腔直接回油，实现快速退回。

(3) 双向进给环节。双向进给是使工作部件在前进和后退时，都能实现工作进给的环节。通常情况下，只要在泵的出口处或者在回油路中，设置一个调速阀或节流阀，控制进入液压缸的流量，便能实现双向进给速度的调节。

如图 1-1-28 所示，这种回路对单出杆液压缸不能适用，因为活塞后退速度比前进速度快，并且由于受到换向阀泄漏的影响，调节精度较低。

如图 1-1-29 所示，是进、退速度可以分别调节的双向进给环节。环节中调速阀装在液压缸和换向阀之间，工作速度不受换向阀泄漏的影响，因此调速精度较上一种回

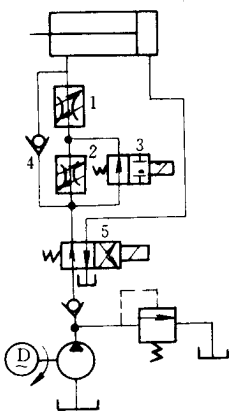


图 1-1-27 调速阀串联回路

1、2—调速阀；3—止通阀；4—顺序阀；5—换向阀

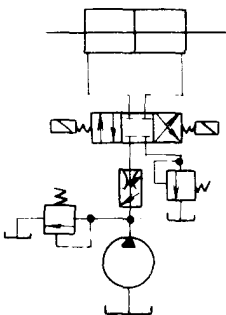


图 1-1-28 双向进给环节之一

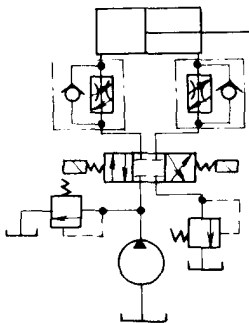


图 1-1-29 双向进给环节之二

双向进给环节还可采用四个单向阀一个调速阀组成桥式回路来实现。

(4) 同步控制环节。图 1-1-30 是两个并联的液压缸，分别用调速阀控制的同步环节。两个调速阀分别调节两缸活塞的运动速度。当两缸有效面积相等时，则流量也调整得相同，若两缸面积不等时，则改变调速阀的流量也能达到同步运动。

(5) 增速环节。在液压机的速度要求比较高的情况下，为了减小系统的结构尺寸及

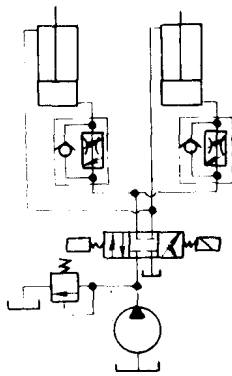


图 1-1-30 调速阀控制的同步环节

减少油泵的输油量，往往采用增速环节。增速的方法有许多种，可采用两套油缸，也可以采用蓄能器，还可采用差动油路等。

现在主要介绍利用差动油路实现增速的情况。如图 1-1-31 所示，用一个二位三通电磁铁能够很简单的控制油缸的差动。当电磁铁不带电时，来自油泵 1 的压力油由溢流阀 2 限压，经单向阀 3 以后就直接流入油缸 5 的左腔。右腔的油液经换向阀排回油箱。当电磁铁得电时，压力油进入油缸的右腔，此时左腔的油液排出后，又与来自油泵的油液汇合一起进入油缸的右腔。由于油缸的差动作用，使排油得以回用，这样便达到增速的目的。

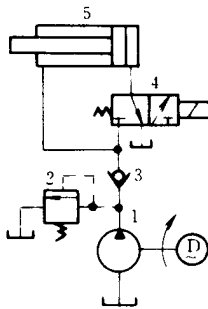


图 1-1-31 用二位三通阀实现差动增速

最后简单介绍一下缓冲环节。在液压系统中，由于运动部件高速运动时，突然停止或换向将使油液的流速和方向发生急剧变化，压力骤增，引起液压冲击，造成一系列不良后果。因此，要采取缓冲措施。目的是延长速度变化的时间。

例如用行程减速阀缓冲。行程减速阀是一种流量控制阀，可以直接串在油路中，以控制某一运动部件的减速，达到缓冲的目的。如图 1-1-32 所示。行程减速阀 1 可以控制油缸 2，满足它在任何位置都能实现减速的要求。它是利用移动的机械撞块（挡铁），在要求减速的位置，压下行程减速阀，通过油液节流来实现的。

这种阀在行程范围内可任意选择减速位置，其减速的大小也可根据需要随挡铁压下的深度任意调整。这种阀也能用机械操纵的止通阀与节流阀并联代替，不过，这时减速的大小一经调整就成为固定的了。

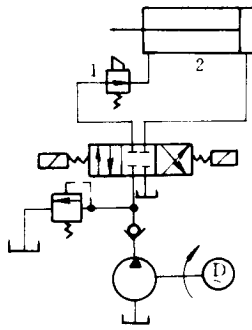


图 1-1-32 用行程减速阀缓冲

1—行程减速阀；2—油缸

### 3. 多种典型环节综合应用

液控技术在机械行业上应用较多，例如 C7620 型卡盘多刀半自动车床，液压系统适用于加工盘类零件。根据被加工零件的工艺流程，利用程控插销板，机床可以自动完成每一个加工循环。

如图 1-1-33 所示是 C7620 型卡盘多刀半自动车床的液压系统。组成及工作情况从略。

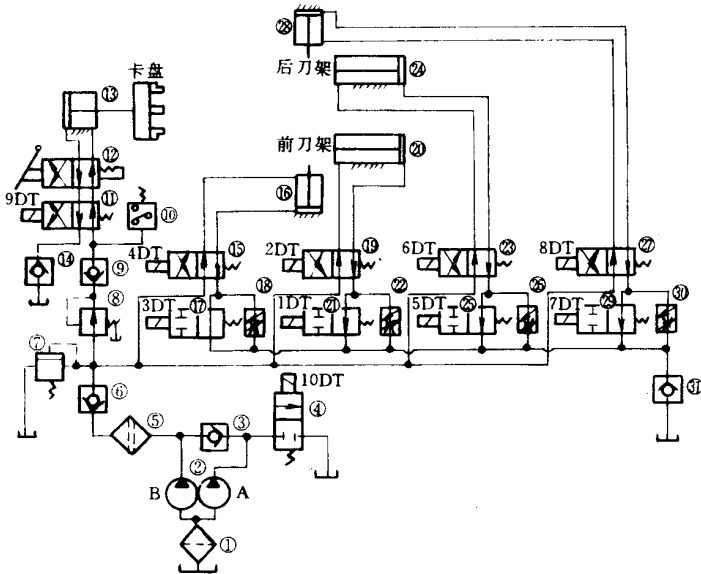


图 1-1-33 C7620 型卡盘多刀半自动车床的液压系统

## 十二、液压机操纵系统安装

1. 操纵接力器的手动双阀分配器的各空行程间隙均应为 0.1 ~ 0.35mm。

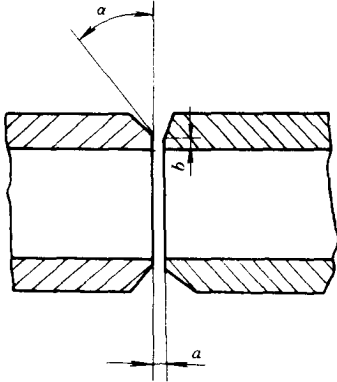
2. 分配器的不铅垂度不应超过  $0.5/1000$ ；空行程间隙为  $0.5 \sim 1\text{mm}$ 。
3. 组装电磁分配器时，电磁铁的铁心动作应灵活，吸合间隙应均匀，阀体与电磁铁装置应同心，电磁铁松开后，重锤与地面间的距离应大于  $30\text{mm}$ 。
4. 组装锥阀式分配器和其他阀应符合下列要求：
  - (1) 各阀的阀口应吻合，接触面应严密，并应用煤油作渗透试验，必要时应进行研磨，研磨时阀杆、阀座、阀杯应一起进行；
  - (2) 分配器在组装过程中，应检查卸压阀的行程，并将定位螺钉固定牢；
  - (3) 分配器和其他阀组装后，在未装入管路系统前均应作液压试验，试验压力应为额定压力的  $1.25 \sim 1.5$  倍，停压时间不应少于  $10\text{min}$ ，不应有泄漏现象，试压介质应与工作介质相同；
  - (4) 各分配器组装后，阀杆的行程应符合设备技术文件的规定；试压时，动作灵敏，试验次数不应少于 10 次。
5. 高压和低压安全阀应用试压泵试压，定压加铅封后，再装在设备上。安全阀的工作压力应为设备工作压力的  $105\% \sim 108\%$ 。在工作压力下试验时，安全阀的动作应灵活。
6. 组装增压器和高压缓冲器应符合下列要求：
  - (1) 增压器柱塞的不铅垂度不应超过  $0.1/1000$ ；
  - (2) 高压缓冲器滑动缸的不铅垂度不应超过  $0.1/1000$ 。
7. 组装低压缓冲器和充液罐应符合下列要求：
  - (1) 低压缓冲器的不水平度不应超过  $1/1000$ ；
  - (2) 充液罐的不铅垂度不应超过  $1/1000$ ；
  - (3) 充液罐安全阀排泄口不应接暗管。

### 十三、液压机管路安装

1. 高压管路的材质应符合设备技术文件的规定。
2. 管路应进行预装。预装时，管接头的密封垫应装上。
3. 管子的煨弯应符合下列要求：
  - (1) 外径小于  $20\text{mm}$  的管子，弯曲半径不应小于外径的 2 倍；外径为  $20 \sim 70\text{mm}$  的管子，弯曲半径不应小于外径的 3 倍；外径大于  $70\text{mm}$  的管子，弯曲半径不应小于外径的 4 倍；
  - (2) 管子煨弯后，不得有皱纹和裂纹。
4. 管子的焊接应符合下列要求：
  - (1) 焊条应根据管子的材质选用，焊接前应按规定进行干燥处理；
  - (2) 焊接前应取焊接试样进行检查和试验，合格后方得进行全面施工；
  - (3) 管子对口间隙应均匀，其间隙和坡口尺寸应符合设备技术文件的规定；无规定时，可按表 1-1-8 的规定执行。

表 1-1-8

管子坡口和对口尺寸

图 示	管壁厚度 (mm)	对口尺寸 $a$ (mm)	坡口尺寸	
			$b$ (mm)	$\alpha$
	$\leq 10$	1 ~ 1.5	1 ~ 1.5	$30^\circ \sim 35^\circ$
	$> 10$	1.2 ~ 2	1.5 ~ 2	$30^\circ \sim 35^\circ$

(4) 管子对口的偏移：外径小于 76mm 者不应超过 1mm；外径为 76mm 及其以上者不应超过 1.5 mm；

(5) 焊缝质量应符合有关技术文件的规定；

(6) 焊接前管子应预热，焊接时应保持层间温度，焊接后应将焊缝进行局部加热，消除内应力。

5. 管子的酸洗应符合下列要求：

(1) 酸洗应用浓度不超过 20% 的盐酸或硫酸溶液，必要时可添加六次甲基四胺（乌洛托平）、硫脲、硫化乙二醇等缓蚀剂；

(2) 酸洗时间应根据管壁的锈蚀程度、酸液的浓度和温度决定，一般以显出金属光泽为宜；

(3) 酸洗后，应用清水冲洗，然后用碱性溶液中和，再用清水冲洗洁净；

(4) 清洗后应吹干，喷涂机械油，然后封包管子两端；

(5) 上述操作应连续进行，不应间断。

6. 喷砂后的管子，应将管内的焊渣、砂粒和氧化铁皮等杂物清除洁净。

7. 法兰接头配合应合适，并能自由嵌合。

8. 管子接头所用的紫铜垫应经退火，厚薄应均匀，嵌入接头后外圆应有一定间隙，内径应较管内径略大，其厚度应按接头实际间隙选定，并应留一定压缩量。

9. 敷设管路应符合下列要求：

(1) 法兰接头和弯头应尽量减少，法兰接头应尽量留在经常拆卸的部位；

(2) 管路的标高偏差不应超过  $\pm 3\text{mm}$ ，并应有 1/500 的坡度；

(3) 管路敷设过程中，不应强制变形；

(4) 管路布置应整齐美观。



10. 装设管子的管夹和支架应符合下列要求：

(1) 管夹可用焊接或铸造管夹，也可用硬木。管夹宽度一般应为管径的 1.5 倍，长度应为管径的 2 倍；

(2) 管子与管夹配合应良好，用焊接或铸造管夹时，管夹与管子间应垫胶皮；

(3) 管夹一般应每隔 2~4m 设置 1 组，直线管段支架距离应取大值，弯曲段应取小值；

(4) 管子支架固定在基础预埋件或设备上时，应在管路找正后进行；直接固定在基础上的支架，应在管路调整后方得进行灌浆，不应使管子产生内应力；

(5) 支架、管路的固定应牢固可靠，支架上的连接螺栓应有防松装置。

11. 管路敷设后，应进行液压试验，试验时，应逐级升压，达到试验压力后应停压，试验压力和停压时间应符合表 1-1-9 的规定。

表 1-1-9 试验压力和停压时间

工作压力 (MPa)	试验压力 (MPa)	停历时间 (min)
2.5	3.8	5
4.0	6.0	5
6.3	9.6	5
10.0	15.0	10
16.0	24.0	10
20.0	30.0	10
32.0	43.0	10
40.0	52.0	10
50.0	62.5	10

12. 管路的涂色应符合下列要求：

(1) 高压管应为红色；

(2) 低压管应为绿色；

(3) 润滑管应为黄色；

(4) 空气管应为蓝色。

## 十四、液压机泵站和辅助设备安装

1. 安装高压泵和空气压缩机应按本分册相应的分类设备的规定执行。

2. 安装高压蓄势罐（水罐和气罐）应符合下列要求：

(1) 罐内的铁屑、泥沙等杂物应清洗洁净；

(2) 蓄势罐的不铅垂度不应超过 1/1000；

(3) 泵站内有两个以上水罐时，标高应尽量一致；

(4) 蓄势罐应作严密性试验,以液体为试验介质时,其试验压力应为额定压力的1.25~1.5倍。

3. 安装水泵站的木箱、金属支架、平台、乳化液搅拌箱等应符合设备技术文件的规定。

4. 安装泵站内的阀门应按第二条的规定执行。

## 十五、液压机锻造操作机安装

1. 敷设轨道应符合下列要求:

(1) 轨道的不水平度不应超过  $1/1000$ ;

(2) 两轨道的相对标高差不应超过  $1\text{mm}$ ;

(3) 轨距偏差不应超过  $\pm 2\text{mm}$ ;

(4) 固定轨道用的压板螺栓必须有防松装置;

(5) 轨道接头处的间隙不应大于  $2\text{mm}$ ;

(6) 两轨道端车挡与车上缓冲器接触时,其偏移不应超过  $3\text{mm}$ 。

2. 同侧前后车轮轮宽中心线应在同一直线上,其偏移不应超过  $1\text{mm}$ 。

3. 轮距偏差不应超过  $1.5\text{mm}$ 。

4. 钳杆前提升机构平衡架的不水平度不应超过  $2/1000$ 。

5. 钳杆后液压提升机构平衡架的不水平度不应超过  $0.8/1000$ 。

6. 钳杆提升导向板的间隙应为  $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 。

7. 液压提升柱塞与平衡架的不垂直度不应超过  $0.25/1000$ 。

8. 钳杆后部平衡器的弹簧装入后,其长度的相对差不应超过  $3\text{mm}$ 。

9. 操作机在全行程无负荷试运转  $3\text{h}$  合格后,应在额定负荷下进行锻造,锻造时间不应少于  $2\text{h}$ ,合格后再增加额定负荷的  $10\% \sim 15\%$  在全行程上进行超负荷试运转  $1$  次。

## 十六、液压机试运转

1. 液压机的试运转,除符合本条要求外,尚应符合国家现行标准《机械设备安装施工及验收通用规范》(JB/J23—96)的有关规定。

2. 液压机加注的液压油(液)、润滑剂、冷却液等,应符合设备技术文件的规定,当需用其他油(液)代替时,应经有关技术部门同意。

3. 液压机试运转的操作程序,必须符合设备技术文件的规定。

4. 空负荷连续运转时间不应少于  $2\text{h}$ ,其中驱动滑块或活动横梁作全行程往复运动时间不应少于  $1\text{h}$ ,单次全行程运转时间不应小于  $0.5\text{h}$ 。

5. 空负荷试运转应符合下列要求:

(1) 启动和停止试验应连续进行并不应少于  $3$  次,动作应灵敏、可靠;但不允许频繁启动的大功率设备,应按电网要求允许间隔时间启动。

(2) 滑块(活动横梁)运转试验应连续进行,并不应少于  $3$  次,动作应平稳、可

靠。

(3) 滑块(活动横梁)行程的调整和行程限位器试验;应按最大行程长度进行调整,动作平稳、准确、可靠;其行程长度应符合设计的规定值。

(4) 滑块行程速度调整试验,应按最大空行程速度进行调整,并应符合设计规定值;动作应准确、可靠。

(5) 压力调整试验,应从低压到高压分级调试,每个压力级的压力试验均应平稳。

(6) 保压与补压试验,应按额定压力进行,其保压性能应符合如下规定,补压试验应灵敏、可靠。

以单向阀和液压系统密封性保压的保压阀的保压性能试验,应符合表 1-1-10 的规定。

表 1-1-10 保压阀的保压性能试验

额定压力 (MPa)	公称压力 (kN)	保压 10min 时压力降 (MPa)
≤ 19.6	≤ 1000	≤ 3.43
	> 1000 ~ 2500	≤ 2.45
	> 2500	≤ 1.96
> 19.6	≤ 1000	≤ 3.92
	> 1000 ~ 2500	≤ 2.94
	> 2500	≤ 2.45

(7) 装有坯料(粉料)送进装置、制品送出装置、移动工作台、机械手、计数器以及其他附属装置的动作试验,均应协调、准确、可靠。

(8) 装有紧急停止和紧急回程、意外电压恢复保护、警铃、警告灯,以及光电保护装置的动作试验,均应安全、可靠。

(9) 安全阀试验,动作试验不应少于 3 次,可结合超负荷试验进行,并应灵敏、可靠;其开启压力不应大于额定压力的 1.1 倍。

6. 空负荷试运转中的检查,应符合下列要求:

(1) 滑动轴承的温升不应超过 35℃,最高温度不应超过 70℃;

(2) 滚动轴承的温升不应超过 40℃,最高温度不应超过 75℃;

(3) 滑块镶条与导轨的温升不应超过 15℃,最高温度不应超过 50℃;

(4) 液压泵的进口油温不应超过 60℃,不宜低于 15℃;

(5) 液压、润滑、冷却(加热)和气动系统的管路接头、法兰及其他连接处,密封应良好,并不得有介质向外渗漏和互相混合现象;

(6) 操作装置和手动控制机构的操纵应灵敏、正确、可靠。

## 十七、锻锤安装

本条适用于蒸汽、空气两用自由锻锤、模锻锤和高速锤的安装。

### 一、蒸汽、空气两用自由锻锤和模锻锤。

1. 垫层下面的基础表面应铲平、磨平，不水平度不应超过 0.5/1000。对于模锻锤垫层为胶垫的基础，其不水平度不应超过 0.2/1000。

2. 木垫的树种、抗压强度和弹性模量等应符合设备技术文件的规定，如木材品种项代用，其材质性能仍应符合规定；无规定时，可参照表 1-1-11 选用。

表 1-1-11 木垫物理力学性能

序号	树种	产地	容量 (全干) (g/cm <sup>3</sup> )	顺纹压力 极限强度 (kg/cm <sup>2</sup> )	横纹压力 极限强度 (kg/cm <sup>2</sup> )		静 曲 (弦向)		顺纹剪力 极限强度 (kg/cm <sup>2</sup> )	
					全部受压		极限强度 (kg/cm <sup>2</sup> )	弹性模量 (kg/cm <sup>2</sup> )	径向	弦向
					径向	弦向				
1	水曲柳	东北长白山、河南	0.636	525			1186	145	113	105
2	柞木	东北长白山	0.766	556			1240	151	118	129
3	小叶青冈	四川大渡河、沙坪	0.842	618	141	95	1182	134	120	134
4	青冈栎 (铁楮)	安徽歙县	0.900	624	107	86	1480	166	171	208
5	赤桉	广西宜山	0.804	613	75	53	1626	129	139	157
6	柠檬桉	广东广州	0.825	544			1033	114	125	138
7	铁 木 (穗子榆)	河南嵩县	0.797	493	88	57	1169	133	126	151
8	麻栎	安徽肥西	0.930	566	90	71	1302	171	141	160
9	小叶栎	湖南郴县	0.891	649	126	98	1266	156	128	155
10	高山栎	云南丽江	0.960	722	114	88	1558	196	159	193
11	板栗	江西武宁	0.689		65	54				
12	榆木	东北	0.548	317	59	45			75	83
13	榉木	江苏江宁	0.810	620	175	102	1220	101	140	158
14	槐木	北京	0.791	604	87	81	1268	127	121	131
15	落叶松	兴安岭	0.696	524	44	48	1170	129	91	92

### 3. 木垫的材质应符合下列要求：

- (1) 不应用枯木；
- (2) 不得有腐朽、夹皮、红斑、双心等弊病；
- (3) 允许侧面有开口不超过 2mm，上下面有开口不超过 5mm，长度不超过方木总长 1/3 的裂纹；
- (4) 木垫的平均含水率不应超过 30%，胶合木垫的含水率应根据胶粘工艺而定，

并应作防腐处理。

4. 砧座下垫层可采用木垫或胶垫。

5. 组合木垫排时，应符合下列要求：

(1) 同一层木垫排应全部采用一种木材；

(2) 如木垫排长料不够时，允许用两段短料拼成，但短料的长度不得小于木垫排长度的  $1/3$ ，而两侧应用整长木料夹住；如相隔一根垫木也是用两根短料拼成时，其接头应错开；

## 第二章 铸造机械安装工程施工技术

这里介绍的知识适用于一般通用的砂处理、造型制芯、落砂、清理、金属型铸造和熔模铸造等六类铸造设备的安装。

一、设备基础检查。设备基础应有确认基础已具备安装条件的资料。

1. 设备基础的尺寸极限偏差和水平度、铅垂度公差应符合表 1-2-1 的规定。

表 1-2-1 设备基础的尺寸极限偏差及水平度、铅垂度公差 (mm)

项次	项目		极限偏差	公差	
1	基础坐标位置 (纵、横向轴线)		$\pm 20$		
2	基础各不同平面的标高		0 -20		
3	基础上平面外形尺寸		$\pm 20$		
	凸台上平面外形尺寸		0 -20		
	凹穴尺寸		+20 0		
4	基础上平面的水平度 (包括地坪上需要安装设备的部分)	每米		5	
		全长		10	
5	铅垂度	每米		5	
		全高		20	
6	预埋地脚螺栓	标高 (顶部)	+20 0		
		中心距 (在根部和顶部两处测量)	$\pm 2$		
7	预留地脚螺栓孔	中心距	+10	10	
		深度	$\pm 20$ 0		
		孔壁的铅垂度			
8	预埋活动地脚螺栓锚板	标高	+20 0		
		中心距	$\pm 5$		
		水平度 (带槽的锚板)			5
		水平度 (带螺纹孔的锚板)			2

2. 设备基础表面预留孔内应清洁, 预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应防护完好。

3. 对需作沉陷观测的设备基础应有沉陷观测记录。

4. 基准点和基准线应根据设计、安装和检修的需要确定。需要保留的基准点和基准点应设置永久中心标板和水外基准点。

5. 基础检查要填写“设备基础验收记录”。

二、铸造设备就位时，应确保设备与设备间能相互准确配合，其偏差除有规定者外，一般应符合表 1-2-2 的规定。

表 1-2-2 铸造设备的位置和标高偏差

项次	设备位置情况	偏差不应超过 (mm)		
		平面位置	标高	相对标高
1	与其他设备无任何工艺或运输联系的单独设备	$\pm 10$	+20 -10	
2	与其他设备有工艺或运输联系的设备	$\pm 2$	$\pm 5$	2

三、铸造设备的水平度应符合各条要求和设备技术文件的规定；无规定时，应符合表 1-2-3 的规定。

表 1-2-3 铸造设备的不水平度

项次	设备名称	测量部位	不水平度不应超过
1	造型制芯机	振实工作台面、振实汽缸上平面、工作台面	0.1/1000
2	混砂机	底衬板上平面	0.5/1000
3	松砂机	机座、皮带轮、凸轮轴	0.5/1000
4	筛砂机	机座、传动轴	0.5/1000
5	搅拌机	传动轴、机座	0.5/1000

测量部位任选一处即可，选择时应尽可能选在精度较高和固定的表面上。

四、铸造设备装在金属结构上时，应符合下列要求：

1. 找平时，必须用垫铁；找平后，垫铁应与金属结构支座焊牢；

(1) 垫板组的位置和数量一般应符合下列要求：

1) 每个地脚螺栓的近旁至少应有 1 个垫板组，底座刚度较小或动负荷较大的设备，地脚螺栓的两侧近旁均应放置垫板组；无地脚螺栓处的设备主要受力部位亦放置垫板组。

2) 垫板组在放置平稳和不影响二次灌浆的情况下，应尽量靠近地脚螺栓和主要受力部位。

3) 相邻垫板组之间的距离直为 500 ~ 1000mm。

4) 垫板组由数块板叠推组成，也可以只是 1 块平垫板或 1 对斜垫板。

(2) 放置在混凝土基础上的垫板，其总承力面积应按下式计算：

$$A = C \frac{100(Q_1 + Q_2)}{R} \quad (1-2-1)$$

式中  $A$ ——垫板总承力面积 ( $\text{mm}^2$ )；

$C$ ——安全系数，可采用 1.5~3，采用座浆法放置垫板或采用无收缩混凝土进行二次灌浆时，取小值；

$Q_1$ ——采用普通混凝土二次灌浆时为设备及承载物的重量，采用无收缩混凝土二次灌浆时为设备重量 ( $\text{N}$ )；

$Q_2$ ——地脚螺栓紧固力（设备技术文件如无规定，可按表 1-2-4 确定）的总和 ( $\text{N}$ )；

$R$ ——基础混凝土的抗压强度 ( $\text{MPa}$ )。

(3) 地脚螺栓紧固力。

计算垫板总承力面积对地脚螺栓紧固力的确定，当设备技术文件未作规定时，每个地脚螺栓的紧固力应按下式计算：

$$Q_2 = [\sigma] A \quad (1-2-2)$$

式中  $Q_2$ ——地脚螺栓紧固力 ( $\text{N}$ )；

$[\sigma]$ ——地脚螺栓许用拉应力 ( $\text{MPa}$ )；

$A$ ——地脚螺栓螺纹部分的计算面积 ( $\text{mm}^2$ )。

材料为 Q235A 的地脚螺栓，许用应力  $[\sigma]$  取 70~100MPa，紧固力见表 1-2-4。

表 1-2-4 材料为 Q235A 的地脚螺栓紧固力

地脚螺栓公称直径 (mm)	螺纹部分计算面积 ( $\text{mm}^2$ )	紧固力 (kN)
M16	157	11 ~ 15.7
M20	245	17.20 ~ 24.50
M24	353	24.70 ~ 35.30
M30	561	39.30 ~ 56.10
M36	817	57.20 ~ 81.70
M42	1120	78.40 ~ 112.00
M48	1470	102.90 ~ 147.00
M56	2030	142.10 ~ 203.00
M64	2680	187.60 ~ 268.00
M72 × 6	3460	242.20 ~ 346.00
M80 × 6	4340	303.80 ~ 434.00
M90 × 6	5590	391.30 ~ 559.00
M100 × 6	7990	559.30 ~ 799.00
M110 × 6	8560	599.20 ~ 856.00



续表

地脚螺栓公称直径 (mm)	螺纹部分计算面积 (mm <sup>2</sup> )	紧固力 (kN)
M125×6	11190	783.30 ~ 1119.00
M140×6	14180	992.60 ~ 1418.00

(4) 垫板的规格一般应根据垫板的总承力面积和垫板组的数量参照以下选用:

- 1) 斜垫板的材料可采用普通碳素钢, 平垫板的材料可采用普通碳素钢或铸铁。
- 2) 斜垫板和平垫板的规格如下:

① 长度  $L$ 、宽度  $b$  等尺寸见表 1-2-5a 为参考尺寸。

表 1-2-5 垫板规格 (mm)

斜垫板									平垫板 (图 1-2-1(c))		
A 型 (图 1-2-1(a))				B 型 (图 1-2-1(b))							
代号	$L$	$b$	$c$ (最小)	$a$	代号	$L$	$b$	$c$ (最小)	代号	$L$	$b$
斜 1A	100	50	3	4	斜 1B	90	50	3	平 1	90	50
斜 2A	140	70	4	8	斜 2B	120	70	4	平 2	120	70
斜 3A	180	90	6	12	斜 3B	160	90	6	平 3	160	90
斜 4A	220	110	8	16	斜 4B	200	110	8	平 4	200	110
斜 5A	300	150	10	20	斜 5B	280	150	10	平 5	280	150
斜 6A	400	200	12	24	斜 6B	380	200	12	平 6	380	200

② 厚度  $h$  可根据实际需要和材料的材质和规格确定; 斜垫板的斜度宜为  $1/20 \sim 1/40$ 。

③ 采用斜垫板时, 斜垫板宜与同号平垫板配合使用, 即“斜 1A”(或“斜 1B”)配“平 1”, “斜 2A”(或“斜 2B”)配“平 2”等等, 依此类推。

④ 斜垫板成对使用, 成对的斜垫板必须采用同一斜度。

2. 震动较大或精度要求较高的铸造设备, 一般不应用垫铁; 金属结构支座上平面应平直, 其纵、横向不水平度不应超过  $1/1000$ , 全长不应超过  $1.5\text{mm}$ ;

3. 自身较重及具有震动或离心力的铸造设备, 应按需要在机座与金属结构之间垫以减震物(硬木、硬橡胶板或毛毡等)。

4. 金属结构支座上的地脚螺栓孔, 不应用气割。

### 五、混砂机安装。

1. 轱轮、摆轮、轱轮转子和逆流转子粘土砂混砂机安装。

(1) 混砂机的安装水平允许偏差, 应符合表 1-2-6 的规定。

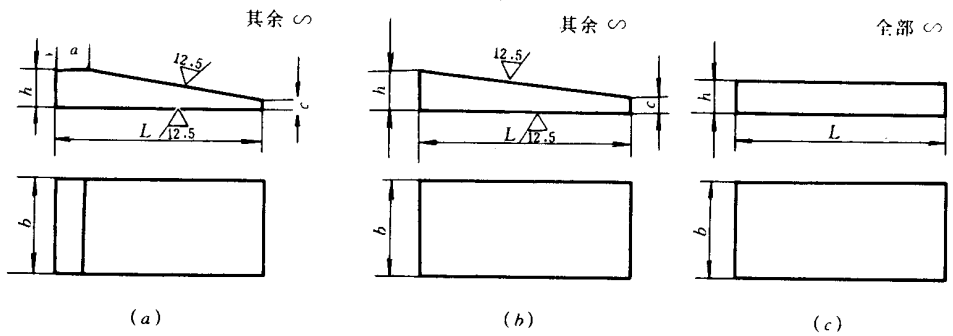


图 1-2-1 垫铁

(a) A 型斜垫铁 ; (b) B 型斜垫铁 ; (c) 平垫铁

表 1-2-6 混砂机务部件的安装允许偏差 (mm)

设备名称	测量部位	允许偏差	
各式混砂机	铸石底衬板灰缝宽度	6	
	金属底衬板接缝处间隙	1.5	
辊轮及辊轮转子混砂机	立轴轴线与底盘上平面垂直度 每 1000mm 测量长度上	0.7	
逆流转子混砂机	转子轴线与底板上平面的垂直度 每 1000mm 测量长度上	1	
辊轮及辊轮转子混砂机	内围圈衬板在 150mm 处对 立轴轴线的圆跳动	铸石	5.5
		金属	3.0
辊轮及辊轮转子混砂机	用水平仪在底板上平面上测量, 每 1000mm 测量长度上	1.5	
摆轮混砂机	用水平铁在底板上和鼓风机电动机架上测量, 每 1000mm 测量长度上	1.5	
逆流转子混砂机	用水平仪在机座上平面上测量, 每 1000mm 测量长度上	1.5	

(2) 混砂机有关部件的安装允许偏差, 应符合表 1-2-7 的规定。

表 1-2-7 混砂机各部件的安装允许偏差 (mm)

设备名称	测量部位	允许偏差
各式混砂机	铸石底衬板灰缝宽度	6
	金属底衬板接缝处间隙	1.5

续表

设备名称	测量部位	允许偏差	
辘轮及辘轮转子混砂机	立轴轴线与底盘上平面的垂直度, 每 1000mm 测量长度上	0.7	
逆流转子混砂机	转子轴线与底板上平面的垂直度, 每 1000mm 测量长度上	1	
辘轮及辘轮转子混砂机	内围圈衬板在 150mm 处对立轴轴线的圆跳动	铸石	5.5
		金属	3.0
辘轮混砂机	关闭后的出砂门低于底衬板上平面的距离	铸石	2.0
		金属	1.0
各式混砂机	关闭后的出砂门, 取样门的周边间隙	1.5	
逆流转子混砂机	关闭后的出砂门低于底衬板上平面的距离	2.0	

(3) 内、外刮砂板与底衬板上平面的间隙, 金属底衬板不得大于 4mm; 铸石底衬板不得大于 7mm。

(4) 外壁刮砂板与内围圈内壁的最大间隙, 应符合表 1-2-8 的规定。

表 1-2-8 刮砂板与内围圈内壁的最大间隙 (mm)

材料	盘径		
	< 1800	≥ 1800 ~ 2240	> 2240
	最大间隙		
铸石	7.0	7.5	8.0
金属	4.0	5.0	6.0

(5) 解体出厂的辘轮混砂机安装时, 其联轴节的安装应符合国家现行标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(JB1232-96) 的规定。

(6) 空负荷试运转应符合下列要求:

- 1) 混砂机立轴旋转方向应正确;
- 2) 卸砂门开关应灵活、可靠;
- 3) 辘轮与底衬板的间隙应按设备技术文件调至规定的最小值; 辘轮运转时, 应能灵活向上浮动 20mm;
- 4) 连续试运转时间小得少于 1h。

2. S20 系列间歇式碗形树脂砂混砂机和 S25 系列固定式双臂树脂砂混砂机的安装。

(1) S20 系列混砂机的安装, 应符合下列要求:

- 1) 混砂机的球体及运砂小车不得拆卸, 并不得作为起重运输的承力处 (图 1-2-2);

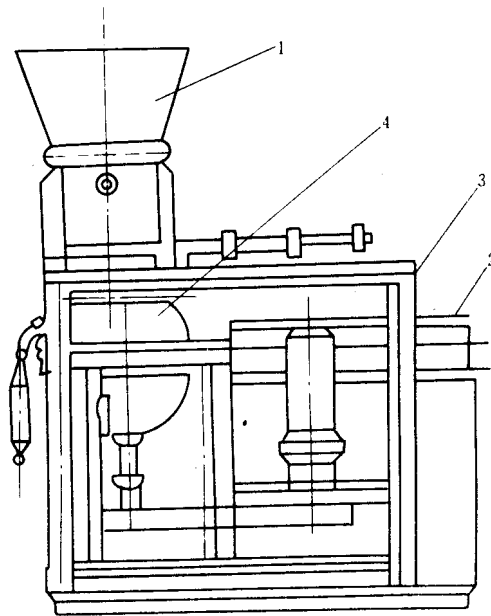


图 1-2-2 碗形树脂砂混砂机

1—砂斗；2—小车；3—机架；4—球体

2) 宜直接放在混凝土基础上，并用地脚螺栓固定；调平时，用平尺、水平仪在机架上测量，其安装水平不应大于  $0.2/1000$ 。

(2) S25 系列混砂机的安装，应符合下列要求：

1) 混砂装置的主机及除尘装置应装在混凝土基础上，并用地脚螺栓固定；其他装置可放置在地面上，见图 1-2-3。

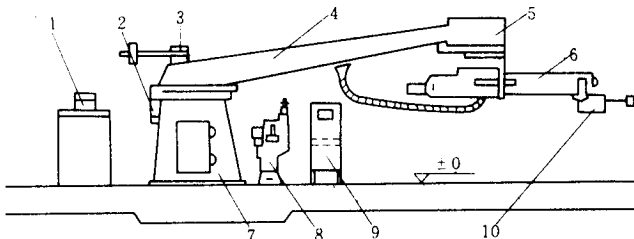


图 1-2-3 固定式双臂树脂砂混砂机

1—液料筒；2—大臂回转机构；3—定量计；4—大臂；5—混砂槽回转轴承；

6—混砂槽；7—主机及管路系统；8—除尘装置；9—电气柜；10—拉手

2) 调平时，应使大臂和小臂在作业范围内任意位置上停留，并应无自行移位现象；

3) 树脂砂混砂器叶片与壳体内壁的间隙不应大于  $3\text{mm}$ ，

(3) 空负荷试运转应符合下列要求：

1) 在碗形树脂砂混砂机试运转前，管路内部不得残留任何污物；

2) 砂斗内不应放砂，液料筒内不应放液料；

- 3) 启动混砂机，其运转方向应正确；给砂闸板的开闭应灵活、正确，树脂泵、固化剂泵等启动、停止应与给砂运动相符；
- 4) 排砂门开、闭不得有明显冲击现象及异常声响，动作应准确、可靠；
- 5) 双臂连续混砂装置水平螺旋混合器应回转自如，手动推力应小于 80N；
- 6) 混砂装置连续运转时间不应少于 1h。

## 六、碾轮式联合砂处理机

1. 混砂机身的水平度和试运转，应符合第五条的规定。
2. 加料机立柱中心线与混砂机横向中心线距离  $a$ （见图 1-2-4）的偏差不应超过  $\pm 5\text{mm}$ ；加料机与混砂机的纵向中心线应在同一直线  $OO$  上，其偏移不应超过  $3\text{mm}$ ；加料机对混砂机的相对标高不应超过  $5\text{mm}$ 。

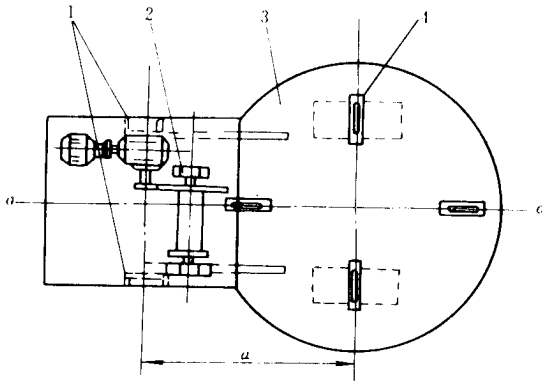


图 1-2-4 碾轮式联合砂处理机

1—加料机立柱；2—卷扬滚筒；3—混砂机；4—水平尺

3. 加料机的不铅垂度不应超过  $1/1000$ ，用吊线方法测量。不水平度不应超过  $0.5/1000$ ，在加料机卷扬滚筒上测量。

## 七、松砂机和筛砂机

1. 松砂机和筛砂机的不水平度应符合表 1-2-9 的规定。

表 1-2-9 松砂机、筛砂机电磁分离滚筒的不水平度

项次	设备名称	项目	偏差不应超过	附注
1	圆棒式松砂机	机身不水平度	0.15/1000	在轴上测量
2	叶片式松砂机	机身纵、横向不水平度	0.5/1000	在底座平面上测量
		电动机轴、凸轮轴与松砂机轴的不平行度		
3	滚洞松砂机	轴向不水平度	0.2/1000	
4	电磁分离滚洞或电磁皮带轮	轴向不水平度	0.2/1000	

2. 滚筒筛砂机的滚筒安在 4 个支承滚子上时，各滚筒表面应与滚筒接触均匀，任何一个不应有间隙。

#### 八、振实式造型机和振实式制芯机安装。

1. 造型机基础（造型机为分开的，则指振实台基础）应一次浇灌，不应分二次浇灌；基础的标高偏差、不水平度和预埋件位置的偏差应符合表 1-2-10 的规定。表中未包括的项目应符合设备技术文件的规定。

2. 混凝土基础面（翻台振实式造型机系指振实台的基础）的不平度每米不应超过 1mm，全长不应超过 2mm。修正不平度时，只许铲平或磨平，不应用砂浆抹平。

3. 造型机的固定均应使用具有套管的锚定式地脚螺栓；套管和铺板应在浇灌基础时埋入。

4. 造型机的减震木排制造时，应符合下列要求：

(1) 减震木排的材料应选用硬质木材；

(2) 减震木排的材料质量，应符合国家现行标准《机械设备安装工程施工及验收规范第三册》(TJ231—78 (三))“空气锤”部分的有关规定；

(3) 减震木排粗加工后，应进行防腐处理；

(4) 减震木排应用螺栓紧固，其各处接缝应紧密贴合，接缝处的局部间隙不应大于 1mm；

(5) 减震木排上、下两平面的不平行度不应超过 0.5/1000。

表 1-2-10 造型机基础的标高偏差、不水平度和预埋件位置偏差

项次	项 目	偏差不应超过
1	与机座接触的基础上平面（如造型机为分开的，则指振实台）的标高偏差	± 5mm
2	基础表面不水平度（设备底座轮廓范围内的基础面）	1/1000 全长 1.5mm
3	锚定式地脚螺栓预埋件的位置偏差	± 2mm

5. 造型机的减震垫，应采用优质油毡纸或硬橡胶板；油毡纸在使用前应将其表面粘附的砂粒、云母等彻底清理干净。

6. 减震木排或减震垫（硬橡胶板或油毡纸）与基础面和机座底面间，应紧密贴合。

7. 造型机（如造型机为分开的则指振实台）不得使用金属垫；找平时，应在减震层上进行调整。

8. 造型机组装时，应先装震实台，然后以振实台为基准，再装受模台和翻台机构，最后装管路、润滑系统和操纵装置。

9. 振实台活塞组装时，应符合下列要求：

(1) 各活塞环锁口应相互错开放置，并不应在进气口处；

(2) 导向间隙应一致；

(3) 各限位螺钉的限位距离应相等。

10. 翻台机构的连杆和翻台组装时，应确保侧板梯形槽与柱头梯形块的各处间隙符合设计规宁，左右两边间隙应相等。

11. 振实台（制芯机指工作台）的不水平度不应超过  $0.1/1000$ ，用平尺和水平仪按图 1-2-5 所示位置（I—I、II—II、III—III、IV—IV）测量；找平时应用不小平底座接触面积  $1/4$  的油毡纸进行调整，不得用拧紧地脚螺栓办法调整。

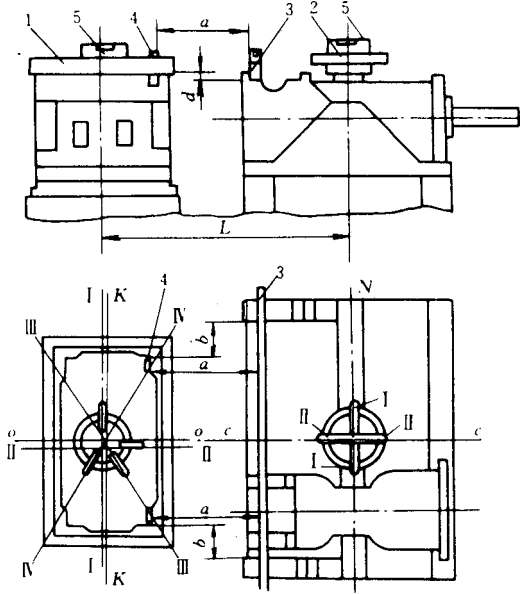


图 1-2-5 振实台与翻台机构找正、调平

1、2、3、4—平尺；5—水平仪  $a$ 、 $b$ —振实台与翻台侧面距离； $L$ —振实台与翻台中心距； $d$ —基准对翻台机上部的相对标高差； $o-o$ —振实台纵向中心线； $K-K$ —振实台横向中心线； $c-c$ —翻台纵向中心线； $N-N$ —翻台横向中心线

12. 翻台振实造型机有关工作机构的安装和检测要求，应符合表 1-2-11 和图 1-2-5、图 1-2-6、图 1-2-7 的要求。

表 1-2-11 翻台振实造型机有关机构的安装允许偏差和检测要求

设备部件名称	测量部位		允许偏差 (mm)	检测要求
振实台各缓冲器	相对标高	Z2320 及以上型号	0.3	用平尺、深度尺测量
		Z2320 以下型号	0.1	可用纤维纸板或钢板调整
振实台与翻台机构	中心线 $K-K$ 与中心线 $N-N$ 之间的平行度		0.5	用测量尺寸 $a$ 之差表示
振实台与翻台机构	中心线 $o-o$ 与中心线 $c-c$ 应在同一直线上		0.1	用测量尺寸 $b$ 之差表示
机座翻台机构与振实台	安装水平每 1000mm 测量长度上		0.1	—
振实台与翻台机构	以振实台机座上标高为基础对翻台机座上部的相对标高差 $d$		0.1	—

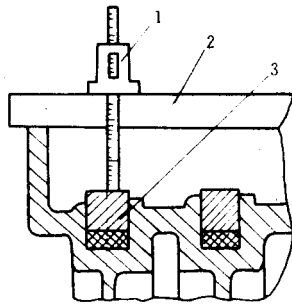


图 1-2-6 缓冲器相对标高测量  
1—深度尺；2—平尺；3—缓冲器

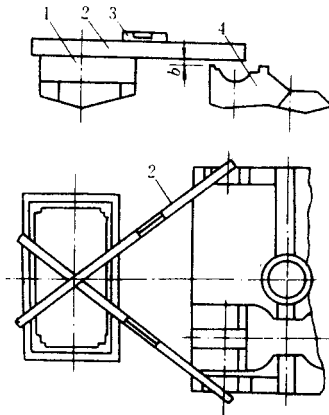


图 1-2-7 振实台与翻台机构的相对标高测量  
1—振实台；2—平尺；3—水平仪；4—翻台

13. 承受砂型的小车轨道安设时，两轨相对标高差不应超过 1mm，轨道倾斜度不应超过 1/1000，跨距偏差不应超过  $\pm 1\text{mm}$ 。

#### 九、多触头高压造型机安装

1. 造型机安装时，应使用同一标高基准点测各部分标高，主要标高允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

2. 整体出厂的造型机安装时，其底梁上平面纵横向安装水平偏差不应大于 0.5/1000，工作台面安装水平偏差不应大在 0.1/1000。

3. 解体出厂的造型机的组装，应符合表 1-2-12 的要求：

表 1-2-12 解体出厂的造型机组装的允许偏差

设备部件名称	测量部位	允许偏差 (mm)
底梁	上平面安装水平每 1000mm 测量长度上	0.5
工作台	台面安装水平每 1000mm 测量长度上	0.1
边辊	单排安装水平每 1000mm 测量长度上	0.1
	相对两排标高差	0.2



续表

设备部件名称	测量部位	允许偏差 (mm)
上机架	上平面安装水平每 1000mm 测量长度上	0.1
下机架	下平面安装水平每 1000mm 测量长度上	0.1
模板移动小车	安装水平每 1000mm 测量长度上	0.2

4. 压实机的液压系统管道的敷设应按国家现行标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的规定执行。

5. 空负荷试运转应符合下列要求:

- (1) 快速起模、慢速起模动作平稳,无阻滞、冲击现象;
- (2) 当采用标准砂箱沿边辊推送时,其运动应平稳、无跳动及卡阻现象;
- (3) 全机自动连续运转时间每次应不少在 15min。累计不应少于 1h。

十、水平分型脱箱压实造型机安装。本条适用于 Z32 系列水平分型脱箱压实造型机的安装。

1. 造型机安装时,应以转盘为基准,且标高允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ 。

2. 造型机的安装水平,在机身的基准面上测量,其纵、横向允许偏差不应大于  $0.05/1000$ 。

3. 整体出厂的造型机安装后,应按表 1-2-13 的要求进行复验。

表 1-2-13 整体出厂的造型机有关部分复检要求

设备部件名称	测量部位	允许偏差 (mm)	复检要求
四根方导轨	在导轨长度 1/2 处测量,其工作面的铅垂度每 1000mm 长度上	0.05	—
工作台	工作台落在停止杆上,测量台面的安装水平,每 1000mm 测量长度上	0.2	—
盖箱底面	安装水平,每 1000mm 测量长度上		—
底箱与工作台	底箱从升降辊道向上合箱时,与工作台的相对位置	模向	应朝砂箱推出方向
		纵向	

4. 空负荷试运转应符合下列要求:

- (1) 接通气源、电源,并装上试车胎模;
- (2) 按设备技术文件的规定,进行手动操纵各程序的动作。其运转应灵活、平稳、正确和可靠;

5. 在全自动连续运转 15min 内,循环次数不应少于 30 次,运转应平稳、灵活、正确和可靠。

十一、垂直分型无箱射压造型机的安装

1. 射压造型机的安装水平用等高块、平尺、水平仪在机座的 a、b、c、d、e、f6 点测量,见图 1-2-8。其允许偏差不应大于  $0.1/1000$ 。

2. 射压造型机砂型出口底板中心线与浇注台中心线应在同一直线上,其偏差不应

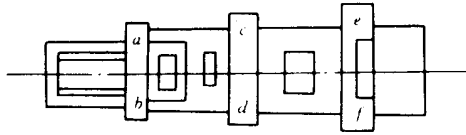


图 1-2-8 射压造型机机座测点

大于 0.5mm。

3. 射压造型机出口底板平面应高于浇注台上平面，但不应大于 0.1mm，其接口间隙不应大于 1mm。

4. 浇注台台面与输送机上平面应在同一平面上，其接口处的高低之差不应大于 1mm，且浇注台面直高于输送机上平面。

5. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 气动、液压、电气装置、控制机构等动作应协调、可靠；

(2) 运转中各运动部分的动作应准确、稳定、可靠，全部运转应正常，应无异常的现象；

(3) 连续空荷运转不应少于 2h。

## 十二、Z45 系列气流冲击造型机安装

1. 气冲造型机的安装水平在工作台的工作面上用水平仪测量，其纵、横向水平偏差均不应大于 0.1/1000。

2. 气冲造型机复检时，应符合下列要求：

(1) 当工作台在原位及上升到最高位置时，测量工作台的工作面与冲击头底面之间的平行度，在 1000mm 测量长度上，其偏差不应大于 1mm。

(2) 两起横滚道工作面构成的平面，对工作台工作面的平行度在 1000mm 测量长度上，其偏差不大于 0.15mm；

(3) 起模滚道工作面在垂直平面内的直线度在 1000mm 测量长度上，其偏差不应大于 0.5mm。

3. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 气动、液压、电气设备的动作应协调可靠，无卡阻、爬行及冲击现象；

(2) 在工作压力下连续试运转时间不应少于 1h。

## 十三、普通射芯机和热芯盒射芯机的安装

1. 单工位射芯机的安装水平，在工作台面测量，其纵、横向水平偏差不应大于 0.1/1000。

2. 双工位射芯机的安装水平，应在顶升活塞端面的 4 个凸台平面上测量，其纵、横水平偏差均不应大于 0.1/1000。

3. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 工作台升降动作应平稳，行程终止时，应无冲击现象；

(2) 射砂筒上部的闸板往复应自如、准确、可靠；

(3) 夹紧器和取芯机动作应平稳、灵活，无爬行现象；

(4) 手动操作，每次运转的时间不少于 10min，累计不少于 30min；自动连续运转

时间不少于 2h，其动作应正确、可靠。

#### 十四、惯性振实台安装

下述规定适用于树脂自硬砂、水玻璃砂以及合脂砂造型或制芯的惯性振实台的安装。

1. 振实台处于支架或辊道上平面时测量安装水平，其允许偏差不应大于  $0.3/1000$ ；工作台升起后上平面的安装水平的允许偏差不应大于  $0.8/1000$ 。

2. 振实台电机轴的偏心块应按设备技术文件的规定调整，且两轴端偏心块的夹角应一致，各弦差应小于  $1\text{mm}$ 。

3. 空负荷试运转应符合下列要求：

- (1) 工作台振动应均匀，无明显撞击声，且无摇晃现象；
- (2) 连续试运转时间不应少于 1h。

#### 十五、抛砂机的安装

下述规定适用于切向或轴向进砂的固定式和单轨移动式抛砂机的安装。

1. 抛砂机组装应符合下列要求：

- (1) 立柱的铅垂度每  $1000\text{mm}$  长度上，其偏差不应大于  $0.5\text{mm}$ ；
- (2) 大摇臂在左、右回转  $30^\circ$  位置上，应分别检测纵、横向水平度，其偏差不应大于  $0.5/1000$ ；大摇臂为单根圆柱时，可不测横向水平度；
- (3) 大、小摇臂成一直线或  $90^\circ$  时，抛砂头的下沉量应符合设备技术文件的规定。

2. 单轨移动式抛砂机上、下导轨的安装，应符合下列要求：

(1) 下导轨纵向安装水平不应大于  $0.5/1000$ ，应在全长每隔  $4\text{m}$  测量 1 次，全长上最大相对标高差不应大于  $7\text{mm}$ ；

(2) 下导轨和上导轨的面中心线在垂直平面内的直线度，每  $1000\text{mm}$  长度上，其偏差不应大于  $1\text{mm}$ ；每  $5000\text{mm}$  长度上，其偏差不应大于  $2\text{mm}$ ，全长上其偏差不应大于  $5\text{mm}$ ；

(3) 下导轨与上导轨在同一横截面上，其中心线之间的垂直距离 ( $a$ )，允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$  (图 1-2-9)。

(4) 导轨接头用联接板联接时，其间隙不应大于  $1\text{mm}$ ，接头处在左右偏移和工作面高低差均不应大于  $0.5\text{mm}$ ；用对接焊接联接，其焊缝应磨平。

3. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 大、小摇臂分别在左右方向，回转应灵活，当停止在任意位置时，应无自行回转现象；

(2) 大、小摇臂上的输送带运转时，不应跑偏；

(3) 液压传动的各机构动作应平稳，无冲击和爬行现象；

(4) 抛砂头的叶片运转方向应正确，且无剧烈震动及异常声响；

(5) 单轨移动式抛砂机在全程上移动时，应无卡住、自动滑行和机器晃动现象，启动、运行和停止时，应无冲击现象；与供砂皮带之间应无卡阻现象。

(6) 连续试运转时间不应少于 1h。

#### 十六、机械化造型线安装

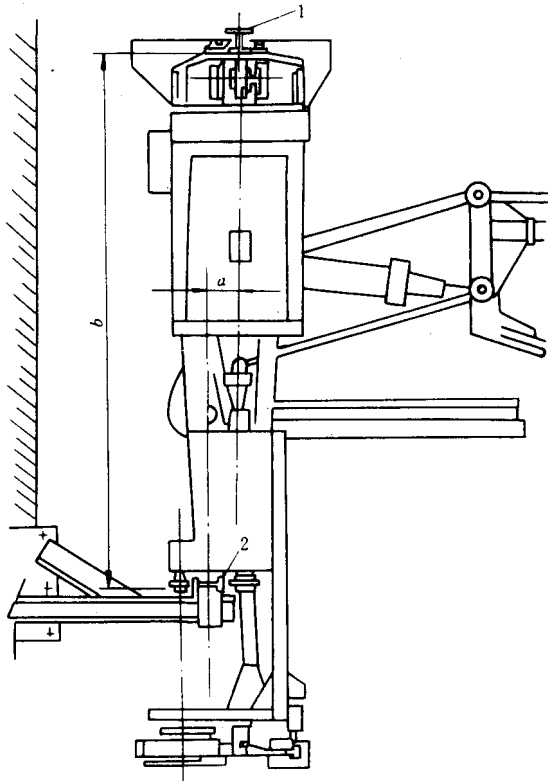


图 1-2-9 单轨移动式抛砂机示意图

1—上导轨；2—下导轨；a—上、下导轨中心垂直距离；  
b—上导轨水平中心面至下导轨轨顶距离

1. 机械化造型线的安装基准线和标高，应按造型线平面布置图的主要设备为基准，确定共同的安装基准线和基准标高点；必要时可按设备的具体要求，埋设一般的或永久性的中心标板或基准点。

2. 共同的安装基准线和基准标高与设计的设备位置允许偏差为  $\pm 20\text{mm}$ ；全线主要设备的定位中心线和基准点，均应以全线的共同基准线和基准标高为准，其位置及距离的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

3. 造型线主要设备的安装，应符合前列各条的有关规定；其辅助设备和配套设备的安装应符合现行国家标准的有关规定。

4. 辅助设备定位、找正和调平时，应以相应的主机为基准，其距离、位置和标高应符合设备技术文件的规定。

5. 与主要设备相连接或衔接的铸工输送机、辊道和吊链等输送设备的安装，应符合国家现行标准《连续运输设备工程施工及验收规范》的有关规定。

6. 造型线的空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 造型线的主要设备、辅助设备和有关的连续运输设备及其他设备，均应施工完毕，并经单独或分机组调试检查合格后，方可进行造型线的空负荷试运转。

(2) 按造型线的工艺流程,对各种机构的动作及其转换操作试验,不应少于3次,其运转应灵活、准确、可靠和平稳;互锁协调严密,无冲击、振动和阻滞现象;其中有速度调整变化要求的,还应按各种速度进行试验,试验时间不应少于30min,其中在最高高度下的运转时间不应少于10min。

(3) 运转中应进行下列各项检查,并应符合设备技术文件的规定:

- 1) 主要轴承温升和最高温度;
- 2) 液压、润滑、冷却系统介质的进、出口温度;
- 3) 自动线的工作循环周期时间;
- 4) 自动工作循环中的各部分动作,应相互协调,连续准确,信号正常,无异常声响。

(4) 一般机械化造型线的全线空负荷试运转不应少于30min。机械化自动造型线的全线空负荷试运转,应先进行手动控制,时间不应少于30min;再进行自动控制,时间不应少于2h。

## 十七、落砂设备安装

1. 落砂机。本条适用于惯性震动落砂机、惯性冲击落砂机和偏心震动落砂机的安装。

(1) 落砂机的安装应符合下列要求:

- 1) 落砂机安装水平。轴向不应大于 $0.5/1000$ ,在皮带轮面上测量;纵向不应大于 $1/1000$ ,在机座平面上测量或底架上测量。
- 2) 底架与基础之间宜垫硬木方。
- 3) 簧座平面与弹簧应均匀接触,同基面同组弹簧自由高度差不得大于2mm;两组弹簧高差不得大于3mm。

(2) 空负荷试运转应符合下列要求:

- 1) 机身沿轴向的偏摆量不应大于5mm;
  - 2) 空负荷试运转时间不应少于1h。
2. 风动型芯落砂机。
- (1) 落砂机的安装水平不应大于 $0.5/1000$ ,在导杆上用水平仪测量。
  - (2) 空负荷试运转应符合下列要求:
    - 1) 震动架沿导杆移动应平稳、自如,不应有卡住现象;
    - 2) 震动架未到达终点位置时,其震动活塞不应起作用;
    - 3) 震动活塞应震动自如,撞击有力;
    - 4) 空负荷试运转时间不应少于1h。
  3. 间歇电液压清砂室。用于清除芯砂和残余型砂的间隙电液压清砂室的安装。

(1) 清砂室的安装调整应符合下列要求:

- 1) 制动轮毂及锥形离心器与卷物机刹车带的接触面积不应小于接合面的80%,且接触均匀,摩擦片的离、合应灵活;
- 2) 高压放电回路的接地电阻应小于 $0.5M\Omega$ ,接地螺钉与机壳之间的电阻应小于 $0.1M\Omega$ 。

(2) 空负荷试运转应符合下列要求:

- 1) 电液工作温度应控制在  $5 \sim 40^{\circ}\text{C}$  之间;
- 2) 各机构的动作应灵活、可靠、运转平稳和无异常现象;
- 3) 运转循环次数不应少于 5 次。

4. 水力清砂装置。清理大型铸件的水力清砂装置的安装要求如下:

(1) 组装前, 金属构件和壁板等应进行校正, 金属大门的开启角度应大于  $90^{\circ}$ , 水力清砂装置安装的允许偏差见图 1-2-10, 并应符合表 1-2-14 的规定。

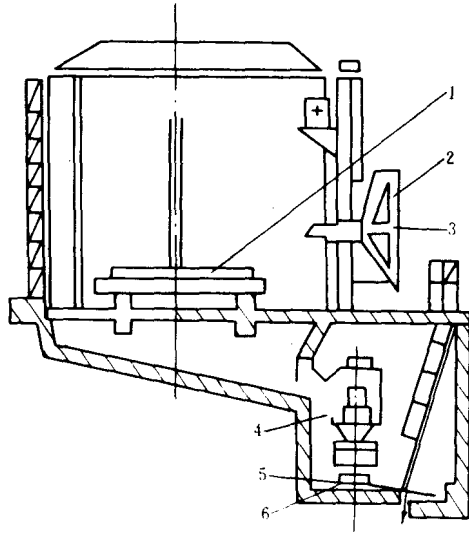


图 1-2-10 水力清砂装置

1—台车; 2—水枪操作室; 3—喷枪;  
4—振动筛; 5—高压泵; 6—落砂筒  
水力清砂装置的安装允许偏差

表 1-2-14

设备及部件名称	测量部位	允许偏差 (mm)	
台车 1 与水枪操作室 2	台车导轨跨距中心线与操作室中心线的距离	$\pm 10$	
	导轨直线度	每 1000mm 测量长度上	2
		全长每 25000mm 测量长度上	5
	两导轨跨度		$\pm 2$
喷枪 3 移动框架	安装水平每 1000mm 测量长度上	1	
振动筛 4 传动轴	安装水平每 1000mm 测量长度上	1	

续表

设备及部件名称	测量部位	允许偏差 (mm)
高压泵 5	安装水平, 三柱塞泵在柱活塞上测量, 双缸作用泵在联轴节上测量, 每 1000mm 测量长度上	0.1
泥浆泵主轴	安装水平每 1000mm 测量长度上	2
推行分离机		
离心机驱动电动机		
离心机筛网与转轴	筛网轴心线与转轴线, 同轴度	$\varphi 0.5$
离心机转动轴	铅垂度每 1000mm 测量长度上	0.1

(2) 现场安装的高压管路、阀件等, 应按工作压力的 1.25 倍压力进行强度试验, 试压时间不应少于 15min。

(3) 空负荷试运转应符合下列要求:

1) 高压泵、工作台车、螺旋分离机、离心机筛子、搅拌机和泥浆泵等单项设备, 应分别进行空负荷试运转;

2) 单项设备的空负荷试运转的要求应符合现行国家标准的有关规定; 试运转时间均不得少于 1h;

3) 水力清砂装置联合空负荷试运转时间不得少于 1h; 其水枪操作应灵活, 各部分的运转应平稳, 无异常现象。

十八、滚筒清理机安装。这里指圆形、四方形和六角形间歇式滚筒清理机的安装。

1. 滚筒机座的安装水平, 用等高块、平尺和水平仪在滚筒两轴承座上测量, 其允许偏差不应大于 0.5/1000。

2. 两空心轴颈的轴线对两轴瓦轴线在水平面内的位置允许偏差, 当滚筒内径小于或等于 1000mm 时, 不应大于 0.15mm, 当滚筒内径大于 1000mm 时, 不应大于 0.25mm。

3. 轴颈与轴瓦的接触点, 在每 25mm × 25mm 面积上, 上轴瓦接触点不应少于 2 个; 下轴瓦不应少于 4 个; 接触角应在 60° ~ 90° 范围内; 上轴瓦与空心轴颈之间的间隙直为空心轴颈的 1/1000 ~ 2/1000。

4. 装料口关闭后, 盖子侧面间隙不应大于 3mm。

5. 空负荷试运转的连续运转时间不得少于 1h。

十九、转台清理机安装。用于 Q25 和 Q35 系列喷丸或抛丸转台清理机的安装。

1. 清理机转台的安装水平, 采用水平仪在转台平面上测量, 其允许偏差不应大于 0.5/1000, 见图 1-2-11。

2. 橡胶护板与护廉应平整, 无卷曲现象。

3. 斗式提升机轴线与转台机身轴线的纵向距离 (a) 及横向距离 (b) 的允许偏差均为 ± 1mm。

4. 空负荷试运转连续运转时间不得少于 1h。

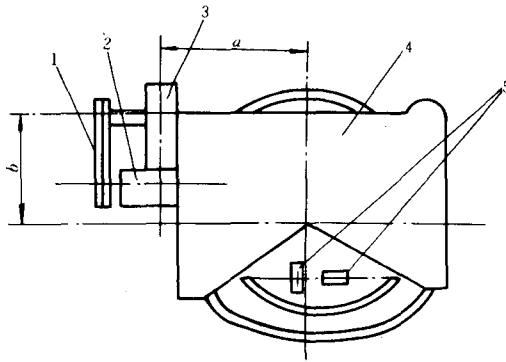


图 1-2-11 转台清理机安装示意图

1—链与链轮；2—螺旋输送机；3—斗式提升机  
4—清理转台；5—水平仪

## 二十、滚筒抛丸清理机安装。

本条适用于各种类型滚筒抛丸清理机的安装。

1. 抛丸清理机安装的允许偏差应符合表 1-2-15 的规定，且滚筒相邻护板间的间隙应小于 6mm，端盖相邻扇形板间的间隙应小于 2.5mm。

表 1-2-15 抛丸清理机安装的允许偏差 (mm)

设备及部件名称	测量部位	允许偏差
机器底座	安装水平，在托轮支架上纵、横向上测量，每 1000mm 测量长度上	0.5
主动轴与从动轴	平行度，在 1000mm 测量长度上	

2. 空负荷试运转应符合下列要求：

- (1) 自动停车计时装置的试验不应少于 3 次，其动作应准确可靠；
- (2) 试运转中，各运转机构的动作应准确、可靠及无异常现象；
- (3) 空负荷连续运转时间不得少于 1h

二十一、履带式抛丸清理机。履带式抛丸清理机的安装要求如下：

1. 机身不铅垂度不应超过 0.5/1000，用吊线法在机身四角和大皮带轮端面上测量。
2. 装料升降机的安装水平，在装料卷物滚筒上测量，偏差不应大于 0.5/1000；铅垂度用吊线法测量，每 1000mm 测量长度上，偏差不应大于 1mm。
3. 装料升降机的槽钢立柱轴线与抛丸室端盘轴线距离 ( $a$ ) 允许偏差为  $\pm 3$ mm，见图 1-2-12。
4. 装料升降机轴线与抛丸室纵向轴线应在同一直线  $oo$  上，其偏差不应大于 3mm。
5. 装料升降机与抛丸室的相对标高差不应大于 3mm。
6. 无负荷试运转应符合下列要求：
  - (1) 各限位开关位置和动作应正确；
  - (2) 斗式提升机和螺旋输送机的链轮与链条啮合良好，无异常声响；



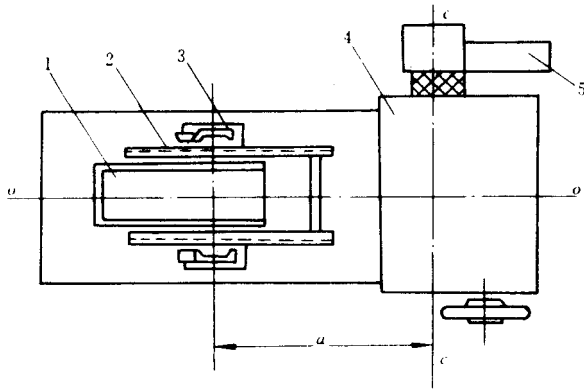


图 1-2-12 履带抛丸清理机安装

1—料斗；2—导轨；3—立柱；4—抛丸室；5—斗式提升机；

$o-o$ —抛丸室纵向轴线； $c-c$ —抛丸室端盘轴线；

$a$ —装料升降机立柱轴线至抛丸室墙面轴线的距离

(3) 料斗轮子在导轨上运转应自如，不应偏向一边，导轮两轴回转应灵活。

二十二、喷丸清理室安装。以 Q26 系列喷丸清理室为例，安装要求如下：

1. 喷丸清理室的金属物件和壁板组装前应进行校正。金属构架的安装水平，在机架上表面测量，允许偏差不应大于  $1/1000$ 。

2. 小车轨道安装时，应以金属构架轴线为基准，构架中心线与小车轨道跨距轴线应在同一直线上，允许偏差不应大于  $3\text{mm}$ ；小车轨道的安装允许偏差应符合表 1-2-16 的要求；且两轨道接头位置宜错开，其错开距离不应与轮距相等；焊缝应磨平。

表 1-2-16 小车、台车多轨道安装的允许偏差

设备部件名称	测量部位	允许偏差 (mm)
轨道与铸造设备	轨道轴线与相应铸造设备轴线的距离、平面位置及标高	$\pm 2$
轨道顶面	轨道顶面在水平面内的直线度，每 1000mm 长度上	1
	轨道顶面在垂直平面内的直线度或倾斜度，每 1000mm 长度上	
	两轨道顶面在同一横截面的相对标高差	2
轨道	两轨道跨距	$\pm 3$
轨道接头	轨道接头处上、下、左、右偏移	0.5

3. 回转工作台纵、横向安装水平不应大于  $1/1000$ 。

4. 螺旋输送机的轴向安装水平不应大于  $1/1000$ 。

5. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 运转时，各运动机构的动作应准确、灵活、可靠和无异常现象；

(2) 喷丸室的密封应良好，工作时严禁有弹丸飞出室外；

(3) 空负荷连续试运转时间不得小于 1h。

### 二十三、Q36 系列台车式抛丸清理室安装

1. 抛丸清理室的金属构件和壁板组装前应进行校正，其振动槽的安装水平，应在其上平面上测量，其允许偏差不应大于  $1/1000$ ；两振动槽轴线应平行，其与抛丸室纵向轴线距离（ $a$ ）的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ，见图 1-2-13。

2. 斗式提升机两轴线与抛丸室纵、横向轴线距离（ $b$ ）和（ $c$ ）的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ，见图 1-2-13。

3. 各皮带输送机轴线与抛丸室横向轴线距离（ $a$ ）的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ，见图 1-2-13。

4. 各皮带输送机传动轮轴线应在同一直线上，其允许偏差不应大于  $1\text{mm}$ ；与抛丸室纵向轴线距离（ $e$ ）的允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ ，见图 1-2-13。

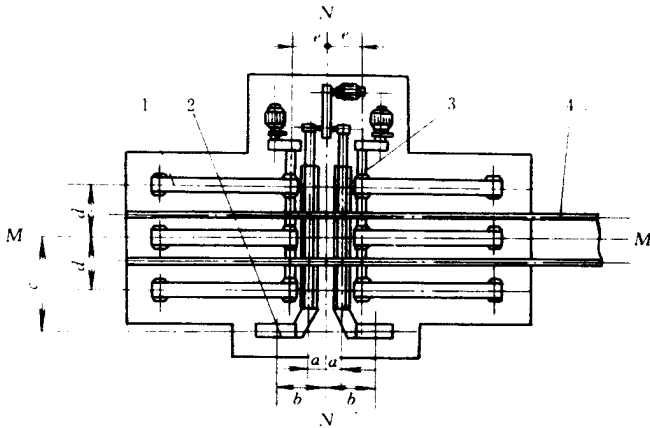


图 1-2-13 台车式抛丸清理室安装

1—皮带输送机；2—斗式提升机；3—振动槽；4—台车轨道；

$M-M$ —抛丸室槽向轴线； $N-N$ —抛丸室纵向轴线；

$a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ —各有关轴线间的距离

5. 抛丸室槽钢底座纵、横向安装水平，应在底座上平面测量，允许偏差不应大于  $2/1000$ 。

6. 台车轨道敷设及传动装置组装时，应符合国家现行标准《输送设备安装工程施工及验收规范》和第二十二条第 2 款的有关规定。

7. 钢丸斜槽出口轴线与皮带运输机轴线应在同一直线上，其允许偏差不应大于  $5\text{mm}$ 。

8. 抛丸器的安装调整应符合下列要求：

(1) 抛丸器叶片角度和调整范围、安装位置及方向应符合设备技术文件的规定，并应无损伤与缺陷。

(2) 电机与叶轮的皮带轮，其两轮的端面应在同一平面内。

(3) 抛丸器罩壳与抛出口座的接缝间隙不得大于  $1\text{mm}$ 。

(4) 叶片和螺栓应清洗洁净，螺栓必须拧紧；各叶片的重量之差不得大于  $5\text{g}$ ，对

称安装的两叶片的重量宜相等。

(5) 安装定向套时, 应将抛丸矩形窗口的安装位置处于能把弹丸均匀抛射到被清理件的工作面上的安装位置, 见图 1-2-14。

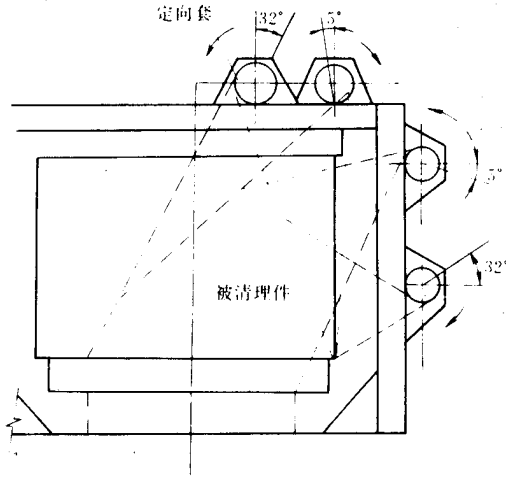


图 1-2-14 抛丸器定向套窗口安装位置

(6) 弹丸的抛射角度的调整, 其轴向散射角应为  $8^\circ$ , 定位角应为  $130^\circ$ , 径向散射角应为  $60^\circ$ , 抛射角应为  $40^\circ$ ; 抛出的轨迹应通过试验确定。

(7) 测试抛射轨迹方法: 可在一块木板上涂黑墨或铺上一层厚纸, 放在工件被清理位置, 在其上标出需被抛射的区域, 启动抛丸器, 向抛丸器漏斗中加入少量弹丸, 检查抛射带位置, 当不合适时, 应重调走向套窗口。当弹丸抛射在下护板上应将定向套窗口后调, 当抛向上护板时, 其窗口应向前调。

(8) 6 款中的定位角  $130^\circ$  指的是  $\phi 500\text{mm}$  的抛丸器的定位角, 随叶轮直径大小不同而变动。

8. 钢丸左右分离器与漏斗管的联接应紧密牢固, 导向挡板转动灵活, 与壁板之间的间隙不应大于  $3\text{mm}$ 。

9. 抛丸室金属大门及液压传动装置的组装, 应符合下列要求:

(1) 大门轴线与抛丸室轴线应重合, 其允许偏差不应大于  $3\text{mm}$ ; 大门转动应平稳、灵活, 转动角度不应小于  $90^\circ$ ;

(2) 液压传动装置的安装水平, 在导轨轴上测量, 允许偏差不应大于  $0.2/1000$ ;

(3) 两组滑轮装置的轴线应在同一直线上。

10. 空负荷试运转应符合下列要求:

(1) 室内各单项设备应先单独进行空负荷试运转, 符合要求后再进行整室的空负荷试运转。单项设备空负荷试运转的要求, 应符合相应的国家现行标准的有关规定;

(2) 各运动机构应运转灵活、准确、平稳、可靠和无异常现象;

(3) 单项设备空负荷试运转时间不应少于  $10\text{min}$ , 整室空负荷连续试运转时间不应少于  $1\text{h}$ 。

#### 二十四、Q76 系列抛丸清理室的安装？

1. 金属构件及壁板等组装前，应进行校正。

2. 抛丸清理室的组装应符合下列要求：

(1) 角钢焊成的底框架安装水平不应大于  $1/1000$ ；

(2) 振动输送机、提升机下部先安装在地坑内，找正找平，其安装水平不应大于  $0.5/1000$ ；

(3) 抛丸器的安装调整应符合第二十三条 7 款的规定；

(4) 斗式提升机安装时，上、下皮带轮轴平行度和两轴构成平面的铅垂度每  $1000\text{mm}$  长度上均不应大于  $1\text{mm}$ ；

(5) 喷丸操纵室在最大行程内升降，应无卡阻现象；升降距离应能满足生产，并能准确停留在任意位置；喷枪操作灵活、可靠、观察窗能见度好。

3. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 单项设备试运转时，台车往复运转不应少于 3 次；转台、振动筛、螺旋输送机、提升机、丸砂分离器、减速器均应分别连续运转不少于  $10\text{min}$ ；

(2) 整至连续试运转不应少于  $1\text{h}$ 。

#### 二十五、吊抛丸清理室的组装应符合下列要求？

1. 悬挂吊链中心线与清理室上方导向槽中心线应在同一直线上，其允许偏差不应大于  $2\text{mm}$ ；

2. 吊链自转装置的链轮与链条，悬挂输送机的锚头吊以及悬挂钩链轮，均应啮合良好，运行平稳，无卡住、撞击现象；

3. 吊链直线段轨道的直线度每米不应大于  $1.5\text{mm}$ ；

4. 轨道接头处应平整，错位不应大于  $1\text{mm}$ ；接头间隙不应大于  $2.5\text{mm}$ ；

5. 轨道弯曲段的平面度，安装前在平台上测量，每  $1000\text{mm}$  测量长度上不应大于  $2\text{mm}$ ；

6. 抛丸器的安装调试应符合第二十三条第 7 款的规定。

空负荷试运转应符合下列要求：

1. 螺旋输送机、丸砂分离器及斗式提升机等应进行单独试运转；运转时间均不应少于  $70\text{min}$ ；运转应平稳，无异常音响；

2. 整室连续运转时间不得少于  $1\text{h}$ ，各部分动作应协调，运转应正常。

#### 二十六、压铸机安装

本条适用于通用的卧式、立式冷室压铸机和热室压铸机的安装。

1. 压铸机的安装水平应在导轨面上采用水平仪测量，其纵、横向均不应大于  $0.2/1000$ 。

2. 大于  $6300\text{kN}$  的压铸机的组装应符合下列要求：

(1) 检验动、静型板工作表面的平行度时（图 1-2-15），应在静型极的工作表面上放置指示器，并使测头触及动型板的工作面上；当动型板处于合型位置时，（曲肘伸直）在距大杠内侧  $80\text{mm}$  处，分别测量  $A$ 、 $A_1$  和  $B$ 、 $B_1$  4 点，其平行度应以测量的最大

与最小读数之差值计，其值不应大于现行国家标准《形状和位置公差》的附表3的8级公差值。

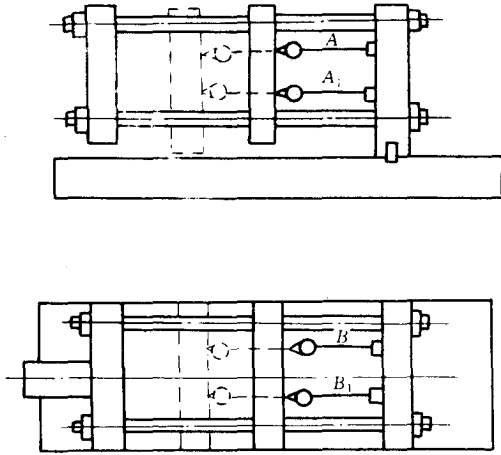


图 1-2-15 检验动、静型板工作表面间的平行度  
A、A<sub>1</sub>、B、B<sub>1</sub>—各测点位置

(2) 检验拉杠相互间的平行度时(图 1-2-16)，应使动型板处于最大开档位置，并采用指示器或内径百分尺，分别在距动、静型板座 80mm 处，测量拉柱内侧的 A、A<sub>1</sub>；B、B<sub>1</sub>；C、C<sub>1</sub>；D、D<sub>1</sub> 之间的距离，其平行度应以所测得的读数之最大差值计，其值不应大于现行国家标准《形状和位置公差》的附表3的7级公差值。

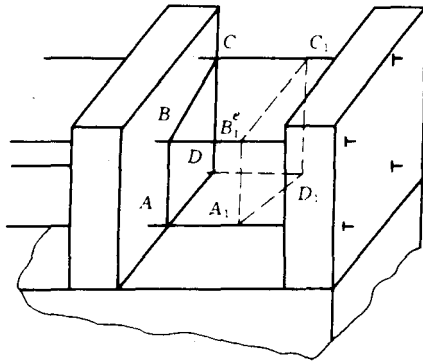


图 1-2-16 检验大杠相互间的平行度  
A、A<sub>1</sub>、B、B<sub>1</sub>、C、C<sub>1</sub>、D、D<sub>1</sub>—各测点的位置

(3) 检验压射室轴线与压射活塞杆轴线的重合度时，应在压射室孔内装个检验棒，棒上固定指示器，测头触及活塞杆的母线上，在 1/2 压射行程内任意点位置，旋转心轴进行测量；重合不应大于现行国家标准《形状和位置公差》的附表3的9级公差值；对立压铸机，其值不应大于8级公差值。设备无专用检验棒的，可不测此项。

3. 压铸机试运转前，应做充气、装模、合型机构调整，并应符合下列要求：

(1) 充氮和加油应符合设备技术文件的规定。

(2) 压铸模安装时,应按铸模的厚度调整合型机构的间距。

(3) 试运转前,应装上铸模或模垫,其面积应为模座端面面积的  $2/3$ ,厚度应大于铸模最小厚度。

(4) 压铸机合型时,型板的间距宜比铸模厚度小  $1 \sim 1.5\text{mm}$ ,但应使曲柄机构伸直,且达到临界点。其调整应按下述步骤进行:

- 1) 使机器开型,操纵压型厚度调整按钮,使两型板间距离增大;
- 2) 再合型,直至曲柄机构刚过临界点而伸直;
- 3) 合型力微调应使用拉杆螺母转动刻度进行调整。

4. 空负荷试运转应符合下列要求:

(1) 整体出厂的压铸机的试运转时间不得少于 2h,解体出厂的不得少于 4h;

(2) 调整安全阀,其开启压力应为工作压力的  $105\%$ ;

(3) 空负荷试压时,必须以慢动作进行;当以快动作压射时,应在压射室内放入软质衬垫;

(4) 冷却水和液压油温度应符合设备技术文件规定;当无规定时,冷却水进水温度不得超过  $55^{\circ}\text{C}$ 。

## 二十七、离心铸造机安装

适用于单工位和多工位离心铸造机的安装。

1. 离心铸造机安装允许偏差,应符合表 1-2-17 的要求。

表 1-2-17 离心铸造机安装的允许偏差

设备名称	测量部位	允许偏差 (mm)
卧式离心铸造机	底座安装水平在底座上平面测量,每 1000mm 测量长度上,并应前高后低	0.1
	传动轴安装水平在传动轴上测量,每 1000mm 测量长度上	0.06
托辊卧式离心铸造机	传动轴、辊轮安装水平在传动轴及辊轮上测量,每 1000mm 测量长度上	0.06
立式离心铸造机	工作转盘安装水平,每 1000mm 测量长度上	0.1
多工位离心铸造机	机座安装水平在主轴的两端轴上测量,每 1000mm 测量长度上	0.03

2. 空负荷试运转应符合下列要求:

(1) 工位定位应准确,顶出机构应灵活、可靠、主轴的制动时间:机动不得超过 3s,手动不得超过 5s;

(2) 单工位的离心铸造机连续运转时间不得少于 1h;多工位的,不得少于 2h。

## 二十八、熔模铸造成套设备安装

1. 熔模铸造设备安装允许偏差,应符合表 1-2-18 的要求

表 1-2-18

熔模铸造设备安装的允许偏差

设备名称	测量部位	允许偏差 (mm)	
		安装水平	铅垂度
制蜡模机	在压注推杆或底座处测量每 1000mm 测量长度上	0.2	
多工位制蜡模机			
震动脱壳机	在机座或震动杆处测量每 1000mm 测量长度上	0.5	
脉冲式悬挂制壳装置	在驱动链道上测量每 1000mm 测量长度上	0.5	—

2. 悬挂式制壳线的安装应符合国家现行标准《输送设备安装工程及验收规范》的有关规定。

### 二十九、熔炼设备—冲天炉安装

适用于焦炭燃料、有炉衬、熔化率为 2~10t/h 的普通冲天炉的安装。但不包括加料、配料设备及起重运输设备的安装。

1. 固定炉底冲天炉的安装应符合下列要求：

(1) 冲天炉纵、横向中心线位置偏差不应大于 5mm，标高偏差不应大于 2mm；

(2) 炉腿上平面安装水平不应大于 1/1000，4 条腿的上平面应在同一水平内，其标高差不应大于 2mm；

(3) 炉底架支于炉腿上，找正找平后，应将螺栓紧固，且其水平度应同炉腿一致；

(4) 炉体应固定在底架上，炉体中心线与炉体板中心线的铅垂度偏差，每 1000mm 长度上不应大于 1mm，在全长上不得大于 20mm，并应在加料口处测量；

(5) 炉体各段法兰接口处应垫 10~20mm 厚的石棉绳或硅酸铝耐火纤维等耐火的垫层；法兰螺栓应均匀紧固；

(6) 安装火花捕集器炉顶部分，应采用 3 根互成 120° 的金属拉索固定在屋面或屋顶上；当炉身高出屋面时，应装挡雨罩；

(7) 加料平台与炉体的联接，应符合设计要求。

2. 移动炉缸式冲天炉的安装应符合下列要求：

(1) 前炉轴线与移动炉缸轨道跨距轴线应在同一直线上，偏差不应大于 3mm；炉缸移动轨道的安装应符合第二十二条 2 款的规定；

(2) 炉缸总装后，应置于轨道上，并在全行程内来回移动，移动应灵活，不应有卡住、左右摇晃和倾覆现象；

(3) 将炉缸总成置于炉身安装轴线位置后，当与炉身联接时，应采用顶升机构将其顶起 10~30mm，并用 4 只斜楔垫于滚轮与轨道面之间，然后逐节装上炉身；炉身安装应符合第二十八条的规定。

3. 冲天炉烘风系统和冷却水系统的安装和试运转应符合国家现行标准《压缩机、风机泵安装工程施工及验收规范》的有关规定。

### 三十、工频无芯感应炉

本条适用于额定容量 0.5~10t 的金属熔化和保温用立式工频无芯感应炉的安装。

1. 炉体中心线与安装基准的位置偏差不应大于 5mm；标高偏差不应大于 2mm；炉体基准的纵、横安装水平，采用平尺测量。其偏差不应大于 2/1000。

2. 调整转动炉架的行程开关，应使转动炉架能围绕炉口旋转达到 95°；倾炉的角速度直限制在 2°/s ~ 4°/s 范围内，并防止发生倾炉事故。

3. 炉盖开启、关闭和转动灵活。

4. 冷却水系统安装应符合下列要求：

(1) 感应线圈的冷却系统应进行水压试验，其试验压力应为 1.5MPa，保压时间不应少于 10min，且不应有变形及渗漏现象；

(2) 调整温度继电器，其进水温度宜在 15 ~ 25℃ 范围内；出水温度不应大于 50℃。

### 三十一、工程验收

1. 铸造设备安装工程施工完毕，经空负荷试运转合格后，方可办理工程的验收。

2. 工程验收时，应具备下列资料：

(1) 竣工图；

(2) 设计变更文件和修改通知单；

(3) 主要材料出厂合格证、检验记录或试验资料；

(4) 重要焊接部位的焊接试验及检验记录；

(5) 隐蔽工程施工及检验记录；

(6) 混凝土工程、设备基础和钢结构工程验收记录；

(7) 重要工序的检验记录；

(8) 设备试运转记录；

(9) 重大问题及其处理文件；

(10) 其他有关资料。



## 第三章 起重运输机械安装工程施工技术

### 一、起重机轨道和车挡安装

1. 起重机轨道有轻轨、重轨、工字钢轨、方钢轨和起重机轨道。
2. 钢轨铺设前，应对钢轨的端面、直线度和扭曲进行检查，合格后方可铺设。
3. 吊装轨道前，应确定轨道的安装基准线；轨道的安装基准线宜为吊车梁的定位轴线。轨道的实际中心线对吊车梁的实际中心线的位置偏差不应大于 10mm；且不应大于吊车梁腹板厚度的一半，见图 1-3-1。

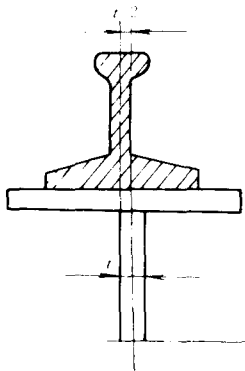


图 1-3-1 轨道实际中心线对吊车梁的实际中心线位置  
 $l$ —吊车梁腹板厚度

4. 轨道的实际中心线对安装基准线的水平位置的偏差：对于通用桥式起重机、通用门式起重机和装卸桥不应大于 5mm；对于梁式悬挂起重机不应大于 3mm。
5. 轨道安装。

吊装轨道一般可以在柱子牛腿磴上立小枪杆或利用屋架吊上去。轨道重量不大，用 2-2 或 3-3 小滑轮以人力就可以拉上去。

轨道安装属于高空作业，一定要有安全措施，根据施工实践证明：张安全网，搭架子的办法，对轨道安装来说都不方便。一般在柱子上顺着吊车梁全长拉一根钢丝绳，作为安全绳，将安全绳在柱子上绑牢，工作时将安全带挂在安全绳上，以防坠落。

吊车梁上安装轨道的顺序：

先在吊车梁上铺上橡皮垫；垫应该铺在吊车梁上所弹的中心线上，将轨道放在垫上，并用鱼尾板将轨道联成一体，大体上调成一直线，然后用压板，螺栓将轨道与吊车梁联结起来，如图 1-3-2 所示。再在吊车梁端头中心线同侧 100mm 左右处，以同等的距离各选一点，作为找直时挂线的依据。以所选的两点为准，顺着吊车梁全长以比轨

道略低一些的同等高度挂 1 根钢丝，用紧线器来张紧，即使有些垂度也关系不大，并不影响找直。当然垂度也不能大的过分。挂线的二基准点与吊车梁上所弹的中心线是等距离的，因而不问钢线下垂的程度如何，它在吊车梁上的投影与所弹的中心线总是平行的。所以只要钢丝到轨道侧面的距离沿着轨道长度保持不变，轨道就是直的。找直时先从轨道的一端找起，将轨道端部的中心线和吊车梁上所弹的中心线对正，用钢板尺测出钢丝到轨道侧面的距离，把紧第一对压板螺栓。然后以此距离为标准，沿轨道全长将钢丝到轨道侧面的距离调成一致，并把紧全部压板螺栓。这样轨道肯定是直的，而且它的中心线与吊车梁上所弹的中心线也是重合的，找直时最好是每把紧一对螺栓时就校正一次距离，螺栓按次序由一端把紧到另一端，同时距离的校正也按次序由一端直到另一端，一次就可以找直。

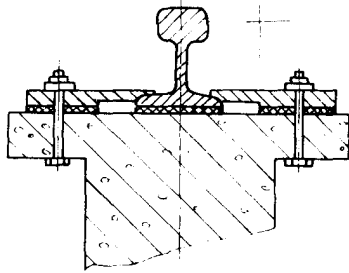


图 1-3-2 吊车梁剖面

轨道的水平度决定于吊车梁的上表面，所以在安装之前应对吊车梁的上表面进行仔细的检查，如水平误差超过允许的范围，就应该修理，设法补救。为了使轨道保持水平可以在轨道下面加垫调整。

#### 6. 起重轨道跨距调整。

两轨道安装好后，应检查两轨间的距离，即起重机轨道的跨度。

起重机轨道跨度的允许偏差应符合下列要求：

(1) 当起重机轨道跨度小于 10m 时，起重机轨道跨度的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ；

(2) 当起重机轨道跨度大于 10m 时，起重机轨道跨度的允许偏差按下式计算，但最大不应超过  $\pm 15\text{mm}$ 。

$$\Delta S = \pm [3 + 0.25(S - 10)] \quad (1-3-1)$$

式中  $\Delta S$ ——起重机的轨道跨度允许偏差 (mm)；

$S$ ——起重机轨道跨度 (m)。

跨度(轨道)每 6m 测量 1 次，用张紧的钢盘尺来测量，用弹簧秤来控制钢盘尺的张紧程度。张紧尺所需的拉力与跨距及钢盘尺每米的自重有关，不是一个定值，随轨距和盘尺的不同，所需的拉力需要计算。不过也可以从实际出发来确定究竟应该用多大的拉力才算合适，确定的办法是先测量一次车体上轮子中心的跨距。例如轮子中心距应该是 16.5m，我们就用钢盘尺的一端系上弹簧秤来测量；以钢盘尺的零点对正一个轮子的中心，不断地增加拉力张紧钢盘尺，直到钢盘尺上 16.5m 的刻度对正另一个轮子的中心时，记下弹簧秤上所显示的张力数值，以这个数值作为测量跨距时尺上施力的依据。这种作法是切合实际情况的，不会有大的出入。

7. 轨道顶面对其设计位置的纵向倾斜度：对于通用式起重机不应大于  $1/1\ 000$ ；对于通用门式起重机不应大于  $2/1\ 000$ ，应每 2m 测 1 点，全程内高低差不应大于 10mm。
8. 轨道顶面基准点的标高相对设计标高的允许偏差；对于通用桥式起重机、通用门式起重机和装卸桥为  $\pm 10\text{mm}$ ；对于梁式悬挂起重机为  $\pm 5\text{mm}$ 。
9. 同一截面内两平行轨道的标高相对差；通用桥式起重机、通用门式起重机和装卸桥不应大于 10mm；对于梁式悬挂起重机不应大于 5mm。
10. 用水平导向轮导向的起重机，其轨道沿长度方向在水平面内的弯曲，每 2m 测量长度物允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。
11. 两平行轨道的接头位置宜错开，其错开距离不应等于起重机前后车轮的基距。
12. 轨道接头应符合下列要求：
  - (1) 当接头采用对接焊时，焊条应符合钢轨母材的要求，焊接质量应符合电熔焊的有关规定；接头顶面及侧面焊缝处均应打磨平整光滑；
  - (2) 当接头采用鱼尾板联接时，轨道接头高低差及侧向错位不应大于 1mm；间隙不应大于 2mm；
  - (3) 伸缩缝处的间隙应符合设计规定，其允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ ；
  - (4) 用垫板支承的方钢轨道，接头处垫板的宽度（沿轨道长度方向）应比其他处增加 1 倍。
13. 通用门式起重机和装卸桥同一支腿下两根轨道的轨距允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；其相对标高差不应大于 1mm。
14. 混凝土吊车梁与轨道之间的混凝土灌浆层或找平层应符合设计规定。
15. 钢轨下用弹性垫板作垫层时，弹性垫板的规格和材质应符合设计规定；拧紧螺栓前，钢轨应与弹性垫板贴紧；当有间隙时，应在弹性垫板下加垫板垫实，垫板的长度和宽度均应比弹性垫板大 10~20mm。
16. 当钢吊车梁上铺轨时，钢轨底面应与钢吊车梁顶面贴紧；当有间隙，且其长度超过 200mm 时，应加垫板垫实，垫板长度不应小于 100mm；宽度应大于轨道底面 10~20mm；每组垫板不应超过 3 层，垫好后应与钢梁焊接固定。
17. 方钢和工字钢轨道的横向倾斜度不应大于轨道宽度的  $1/100$ 。
18. 轨道调整符合要求后，应全面复查各螺栓并应无松动现象。
19. 轨道上的车档宜在吊装起重机前装好；同一跨端两条轨道上的车档与起重机缓冲器均应接触。

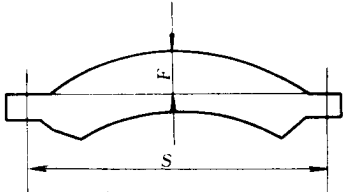
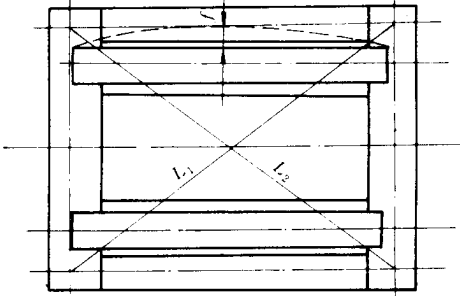
## 二、通用桥式起重机安装

本条适用于普通用途的桥式起重机的安装，其他类型的桥式起重机与通用桥式起重机相同的部分亦可按本条的有关规定执行。

### 1. 桥架组装

组装桥架时，应按表 1-3-1 的规定进行检查。表 1-3-1 中：

表 1-3-1 组装桥架的检查

名称代号		允许偏差 (mm)	简 图	
主梁上拱度 $F$		+0.4 $F$ -0.1 $F$		
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $	正轨箱形梁	5		
	偏轨箱形梁单腹板和桁架梁	10		
小车轨距 $K$	正轨箱形梁	跨端	±2	
		跨中	$S \leq 19.5\text{m}$	+5 +1
			$S > 19.5\text{m}$	+7 +1
	偏轨箱形梁、半单腹板梁、半偏轨箱形梁、桁架梁		±3	
同一截面 上小车轨 道高低差	$K \leq 2.0\text{m}$	3		
	$2\text{m} < K \leq 6.6\text{m}$	0.001 5 $K$		
	$K > 6.6\text{m}$	10		
主梁旁弯度 $f$	正轨箱形梁		$\frac{S}{2\ 000}$	
	偏轨箱形梁、单腹板梁和桁架梁	$S \leq 19.5\text{m}$	5	
		$S > 19.5\text{m}$	8	

(1) 主梁上拱度最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内, 测量方法应符合下列要求:

起重机主梁上拱度和悬臂上翘度的测量方法:

1) 测量条件: 室内起重机应水平放置, 并无强辐射和热源影响; 室外起重机应水平放置、并无风、无日照影响。其实测上拱值减去表 1-3-2 的修正值。

表 1-3-2 测量主梁上拱度的日照温度差扣除值

跨度 $S$ (m)	上下翼缘板的温度差 (°C)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	扣除值 (mm)										
10.5	0.35	0.7	1.05	1.4	1.75	2.10	2.45	2.80	3.15	3.5	3.85
13.5	0.45	0.9	1.35	1.80	2.25	2.70	3.15	3.60	4.05	4.5	4.95
16.5	0.53	1.06	1.59	2.13	2.65	3.18	3.71	4.24	4.73	5.30	5.88

续表

跨度 S (m)	上下翼缘板的温度差 (°C)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	扣除值 (mm)										
19.5	0.67	1.34	2.01	2.68	3.75	4.02	4.69	5.46	6.03	6.70	7.37
22.5	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00	8.80
25.5	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.80	7.20	8.10	9.00	9.00
28.5	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.0	11.0
31.5	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	9.90	11.0	12.1

跨度 S (m)	上下翼缘板的温度差 (°C)					
	12	13	14	15	16	17
	扣除值 (mm)					
10.5	4.20	4.55	4.80	5.25	5.70	5.95
13.5	5.40	5.85	6.30	6.75	7.20	7.65
16.5	6.36	6.89	7.42	7.85	8.48	9.01
19.5	8.05	8.71	9.38	10.00	10.72	11.89
22.5	9.50	10.40	11.20	12.00	12.80	13.60
25.5	10.80	11.70	12.80	13.50	14.40	15.80
28.5	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
31.5	13.20	14.30	15.40	16.50	17.60	18.70

注：(1) 上翼缘板的温度应在主梁中段位置的横筋板之间，受阳面轨道侧附近测量；

(2) 下翼缘板的温度应在主梁中段位置两横筋板间，翼缘板中心位置测量；

(3) 对起重量 30~50t 的起重机，表中数值应取 0.85；

(4) 非标准跨度的起重机，可以用比例插入法计算。

2) 上拱度应在跨中 1/10 区域内测量；悬臂上翘度应在悬臂全长处及最大有效悬臂处分别测量（后者为与测下挠度值比较）。

3) 计算上拱或上翘度值的基准点：当采用电动单梁起重机时应为两侧大车车轮中心向跨内约 500~600mm 处确定的基准点，当采用通用桥式起重机及通用门式起重机时，应为主梁上翼缘板的测量线与大车轮中心线垂线的交点。

4) 当有条件时可以用经纬仪、水准仪等测量标高的方法进行基准线测量，也可以张紧的钢丝进行基准线测量。

5) 测量时，宜清除小车自重的影响。

6) 电动单梁起重机主梁跨中上拱度的测量，见图 1-3-3，应采用 15kg 的重锤将直径为  $\phi 0.49\text{mm}$ ~ $\phi 0.52\text{mm}$  的钢丝拉好，测出上拱度测量值。

上拱度值，应按下式计算：

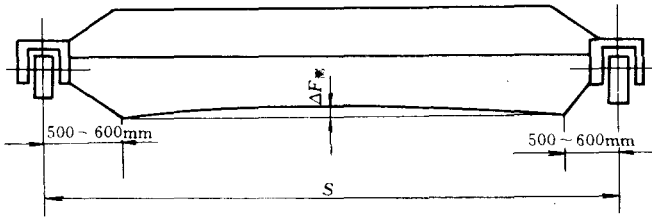


图 1-3-3 电动单梁起重机上拱度的测量

$$F = \Delta F - \Delta g \quad (1-3-2)$$

式中  $F$ ——上拱度值 (mm);

$\Delta F$ ——上拱度测量值 (mm);

$\Delta g$ ——钢丝下垂修正值 (mm), 按表 1-3-3 取值。

表 1-3-3 测量跨中上拱度时钢丝下垂修正值

起重机跨度 (m)	钢丝下垂修正值 (mm)
10, 10.5	1.5
13, 13.5	2.5
15.5, 16, 16.5	3.5
18.5, 19, 19.5	4.5
21.5, 22, 22.5	6
24.5, 25, 25.5	8
27.5, 28, 28.5	10
30.5, 31, 31.5	12
33.5, 34, 34.5	14

7) 通用桥式起重机主梁跨中上拱度的测量 (图 1-3-4), 应用 15kg 重锤将直径为  $\phi 0.49 \sim \phi 0.52$  的钢丝按图 1-3-4 拉好, 钢丝位置在主梁上翼缘板宽度中心, 如已铺好轨道时, 钢丝可稍偏离宽度中心, 并宜避开轨道压板, 再将两根长度为  $h$  的等高棒置于端梁中心处并垂直于端梁, 测量出主梁在跨中横筋板处的上翼缘板表面与钢丝间的距离, 找出拱度最高点即为上拱度检测值  $h_1$ 。上拱度值, 应按下式计算。

$$F = h - h_1 - \Delta g \quad (1-3-3)$$

式中  $F$ ——上拱度值 (mm);

$h$ ——上翼缘板至铜丝间距离 (mm);

$h_1$ ——上拱度测量值 (mm);

$\Delta g$ ——钢丝下垂修正值 (mm)。

8) 通用门式起重机和装卸桥的主梁跨中上拱度和悬臂端上翘度的测量, 见图 1-3-5。

① 主梁跨中上拱度测量, 常用方法宜采用垫架将主梁支承起来, 主梁调平后, 用水

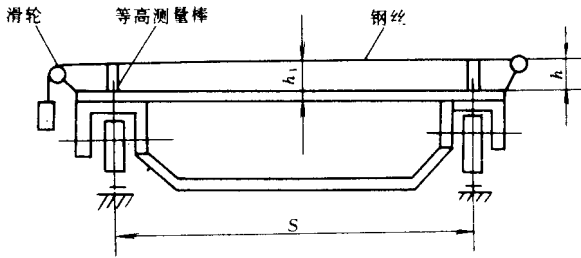


图 1-3-4 通用桥式起重机主梁跨中上拱度测量

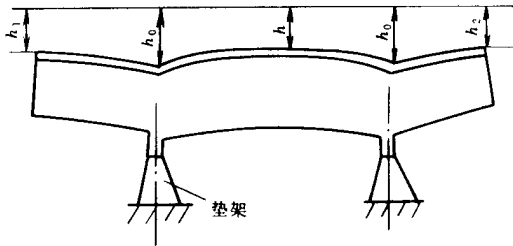


图 1-3-5 通用门式起重机和装卸  
桥跨中上拱度及悬臂上翘度测量

准仪测量。

垫架中心线应放在主梁座板外侧 700mm 处，两座板处的主梁上翼板的标高差不应大于 2mm，将水准仪支放在适当位置，将标尺分别放置于座板处主梁上翼缘板上的等高处，测得两基准零点处的值  $h_0$ ，再将标尺分别放置于跨中 3 个长筋板的上翼缘板处测量，其中最高点的测量值为  $h$ ，上拱度值按下式计算：

$$F = h_0 - h + \Delta K \tag{1-3-4}$$

式中  $F$ ——上拱度值 (mm)；

$h_0$ ——两基准零点处的值 (mm)；

$h$ ——上拱度测量值 (mm)；

$\Delta K$ ——为垫架位置对上拱度的影响值 (mm) 可按表 1-3-4 取值。

表 1-3-4 垫架位置对上拱度的影响值

起重量 (t)	跨 度 (m)				
	18	22	26	30	35
	影响值 (mm)				
5	5	6	8	9	10
10	3	4	6	7	8
15	2	3	4	5	6
20	2	3	4	5	6

②悬臂端上翘度的测量：按要求应测出结构悬臂端上翘度和有效悬臂处的上翘度。其测量方法，应将水准仪放在适当位置，标尺分别放置于跨中测上拱度所用的两个基准零点上，测得两零点的  $h_0$  值（ $h_0$  为零点处所测的平均值）。再将标尺置于梁的悬臂端或有效悬臂处的主腹板上，用水准仪分别在两边悬臂处，测得  $h_1$ 、 $h'_1$ 、 $h_2$  和  $h'_2$  4 个数，其上翘度值，应分别按下式计算：

悬臂上翘度：

$$F_{01} = h_0 - h_1 + \Delta F_{01} \quad (1-3-5)$$

$$F_{02} = h_0 - h_2 + \Delta F_{02} \quad (1-3-6)$$

最大有效悬臂处上翘度：

$$F'_{01} = h_0 - h'_1 + \Delta F'_{01} \quad (1-3-7)$$

$$F'_{02} = h_0 - h'_2 + \Delta F'_{02} \quad (1-3-8)$$

式中  $F_{01}$ 、 $F_{02}$ ——两端悬臂上翘度值（mm）；

$h_1$ 、 $h_2$ ——两端悬臂上翘度测量值（mm）；

$\Delta F_{01}$ 、 $\Delta F_{02}$ ——垫座对测量翘度的影响值（mm），可按表 1-3-5 取值（臂长以悬臂长度计算）；

表 1-3-5 垫架位置对翘度的影响值

悬臂长度 (m)	起重重量(t)			
	5	10	15	20
3~6	-2	-1	-1	-1
6.1~12	-4	-3	-2	-2

$F'_{01}$ 、 $F'_{02}$ ——两端最大有效悬臂处上翘度值（mm）；

$h'_1$ 、 $h'_2$ ——两端最大有效悬臂上翘度检测值（mm）；

$\Delta F'_{01}$ 、 $\Delta F'_{02}$ ——垫座对测量处翘度的影响值（mm），可按表 1-3-5 取，（臂长按最大有效长度计算）。

主梁上拱度  $F \frac{S}{1\ 000}$ 。

(2) 当现场组装桥架时，应检查对角线的相对差。

(3) 主梁旁弯度向外侧凸曲，在离上翼缘板 100mm 肢板上测量。

2. 组装大车运行机构时，应按表 1-3-8 的规定进行检查。表中：

(1) 起重跨度两侧都应测量，测量方法应符合下列要求。

起重机及其轨道跨度的测量方法：

1) 通用桥（门）式起重机测量条件应符合下列规定：

①室内起重机应水平放置，并无强辐射热源影响；室外起重机应水平放置，并在无风、无日照情况下测量；

②测量时，钢卷尺和起重机的温度应一致、钢卷尺不得摆动并自然下垂；

③钢卷尺应经省一级认可的计量部门检定合格，并在有效期内。



2) 起重机跨度的偏差应按下式计算：

$$\Delta S = S_{\text{测}} + \Delta_1 + \Delta_2 - S \quad (1-3-9)$$

式中  $\Delta S$ ——跨度的偏差 (mm)；

$S_{\text{测}}$ ——跨度实测值 (mm)；

$\Delta_1$ ——钢卷尺计量修正值 (mm)；

$\Delta_2$ ——钢卷尺修正值 (mm) 可按表 1-3-6 或表 1-3-7 取；表中的修正值已经扣除了按国家现行标准《钢卷尺检定规程》规定的 50N 力所产生的弹性伸长量。

$S$ ——跨度理论值 (mm)。

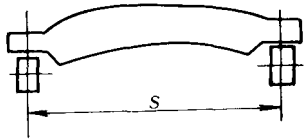
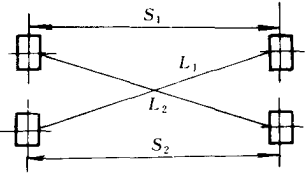
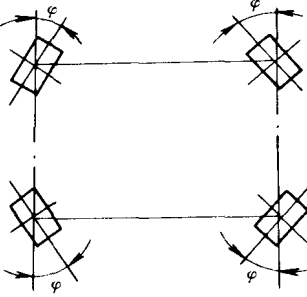
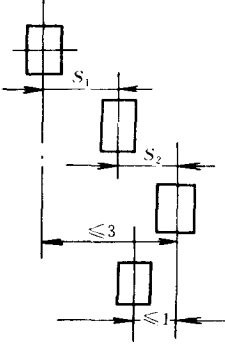
表 1-3-6 测量桥式起重机时钢卷尺修正值

跨 度 (m)	拉力值 (N)	钢卷尺截面尺寸 (mm <sup>2</sup> )			
		1.0×0.25	13×0.2	15×0.2	15×0.25
		修 正 值 (mm)			
10, 10.5	150	2.0	2.0	1.5	1.0
13, 13.5		2.5	2.5	2.0	1.5
15.5, 16, 16.5		3.0	2.5	2.0	1.5
18.5, 19, 19.5		3.5	3.0	2.5	1.5
21.5, 22, 22.5		3.5	3.5	2.5	1.0
24.5, 25, 25.5		4.0	3.5	2.5	0.5
27.5, 28, 28.5		4.0	3.5	2.5	0
30.5, 31, 31.5		4.0	3.5	2.0	-0.5
33.5, 34, 34.5		4.0	3.5	1.5	-1.5

表 1-3-7 测量门式起重机时钢卷尺修正值

跨 度 (m)	拉力值 (N)	钢卷尺截面尺寸 (mm <sup>2</sup> )			
		1.0×0.25	13×0.2	15×0.2	15×0.25
		修 正 值 (mm)			
10	150	2.0	2.0	1.5	1.5
14		2.5	2.5	2.0	1.5
18		3.0	3.0	2.5	1.5
22		3.5	3.5	2.5	1.0
26		4.0	3.5	2.5	0.5
30		4.0	3.5	2.0	-0.5
35		4.0	3.5	1.5	-2.0
40		3.5	2.5	0	-4.5
45		2.5	1.5	-1.5	-8.0
50		1.0	0	-4.5	-13.0
55		-1.0	-2.0	-7.5	-18.0
60		-3.0	-5.0	-11.5	-25.5

表 1-3-8 大车运行机构的检查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图	
起重机跨度 $S$	$S \leq 10\text{m}$	$\pm 2$		
	$S > 10\text{m}$	$\pm [2 + 0.1 \cdot (S - 10)]$		
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的 相对差 $ S_1 - S_2 $		5		
大车车轮的 水平偏斜 $\text{tg}\varphi$	机构 机别	$M_1$	$\leq 0.0010$	
		$M_2 \sim M_4$	$\leq 0.0008$	
		$M_5 \sim M_8$	$\leq 0.0006$	
同一端梁下大车车轮同位差		2		

3) 起重机跨度测量位置见 图 1-3-6~图 1-3-9。

4) 钢卷尺计量修正值由计量部门提供 (正或负)。

5) 起重机轨道跨度的偏差应按下式计算：

$$\Delta S_0 = S_0 \text{ 测} + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 - S_0 \quad (1-3-10)$$

式中  $\Delta S_0$ ——轨道跨度的偏差 (mm)；

$S_0 \text{ 测}$ ——轨道跨度实测值 (mm)；

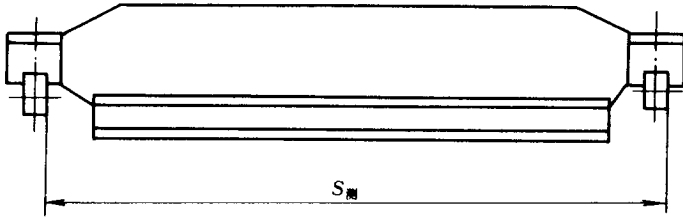


图 1-3-6 电动单梁起重机

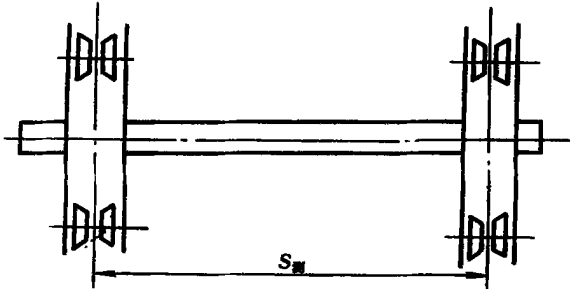


图 1-3-7 悬挂起重机

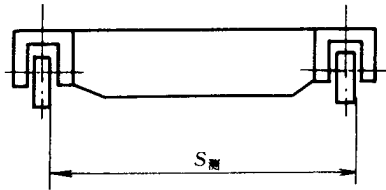


图 1-3-8 桥式起重机

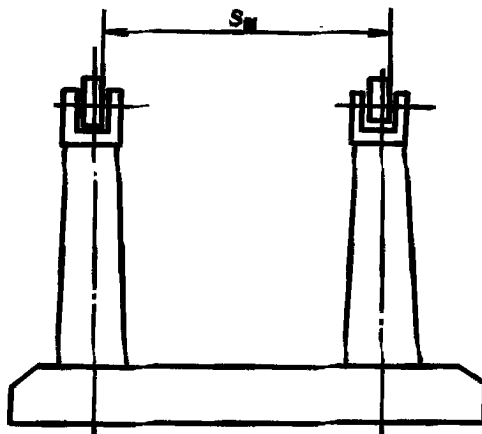


图 1-3-9 门式起重机

$\Delta_1$ ——钢卷尺计量修正值 (mm);

$\Delta_2$ ——钢卷尺修正值 (mm), 可按表 1-3-6 或表 1-3-7 取值;

$\Delta_3$ ——温度修正值 (mm)

温度修正值可按下式计算：

$$\Delta_3 = aS_0(t - 20) \tag{1-3-11}$$

式中  $a$ ——钢卷尺线膨胀系数  $11.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ；

$t$ ——测量时的实际温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

$S_0$ ——轨道跨度的理论值 (m)

6) 轨道跨度测量位置见图 1-3-10~图 1-3-14

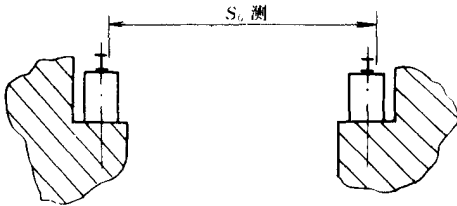


图 1-3-10 桥式起重机轨道

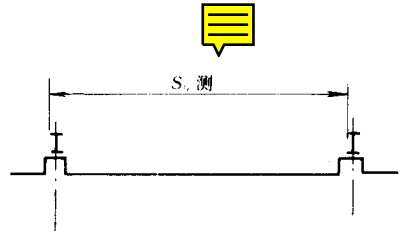


图 1-3-11 门式起重机轨道

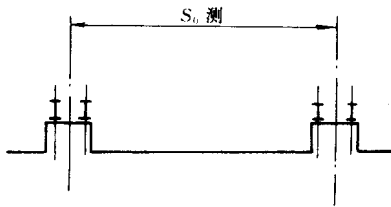


图 1-3-12 大型装卸桥

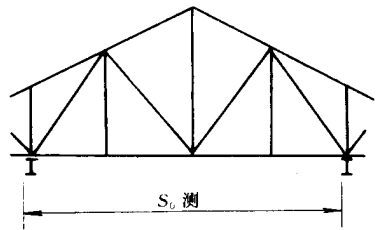


图 1-3-13 悬挂起重机

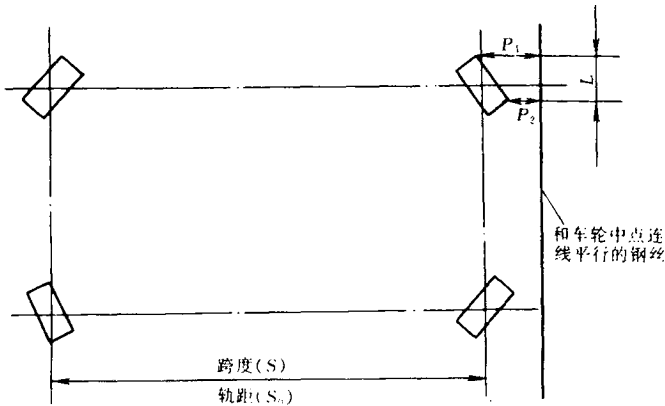


图 1-3-14 起重机车轮水平偏斜

7) 钢卷尺计量修正值由计量部门提供 (正或负)。

(2) 当现场组装时应检查起重机跨度的相对差。

(3) 当在现场组装四轮或多轮时, 应检查同一端梁下大车轮轮同位差, 测量方法应

符合如下要求：

起重机车轮水平偏斜的检测：

当端梁采用焊接连接及角型轴承装车轮的结构，且用测量车轮端面控制起重机车轮水平偏斜时（图 1-3-14）。其测量值  $|P_1 - P_2|$ ，对四个车轮的起重机和小车均不应大于表 1-3-9 的规定值，但在同一轴线上的两个车轮偏斜方向应相反，对多于四个车轮的起重机和小车，单个平衡梁下的两个车轮偏斜测量值应符合表 1-3-9 的规定，同一轨道上的所有车轮间偏斜测量值不得大于  $L/800$ ，且不控制车轮偏斜方向。

(4)  $M_1$ 、 $M_2$ 、…… $M_8$  为运行机构工作级别。

表 1-3-9 起重机车轮偏斜允许值

机构工作级别	$M_1$	$M_2 \sim M_5$	$M_6 \sim M_7$
水平偏斜测量 $ P_1 - P_2 $	$\leq L/800$	$\leq L/1\ 000$	$\leq L/1\ 200$

3. 现场组装小车运行机构、小车轨距和轨距的相对差，应符合设备技术文件的规定。

4. 起吊上位。

桥式起重机按上面 1 款所述组装、测量完毕后，各测量部位均符合要求时，就可以将小车放在大车上，并使小车处在抱杆距柱子较近的那一个区间。在小车的两端行车方向上分别挂上两个倒链，并分别挂到大车两端，以调整车体的平衡。将大车绑扎好，并在端部的两对角上分别挂上一根粗而长的棕绳，以便在吊到高空时在地面用绳牵引大车，使它转动调整方向。当起吊到吊车梁附近时，让车体转一个角度就避开吊车梁了。当超过吊车梁时，放松绳子，车体又回到原在位置。

将大车吊离地面，先检查一次绑扎情况及绳索的可靠程度，如大车不平，可调整小车的位置，使大车水平。大车调平，固定好小车后，继续起吊。吊到适当的高度时，将操纵室装在大车上，再次调整大车的水平，然后继续起吊。吊到接近吊车梁时，两面同时牵拉事先拴好的棕绳，使大车转一角度，避开吊车梁。大车继续升高，高于吊车梁时，松开拉紧的棕绳，使大车复位，同时慢慢的落下来。抱杆立的位置适当，吊装就很顺利，大车落下来时，车轮正好落在轨道上，如抱杆位置不当，大车落下时车轮不在轨道上，这就需要用松紧拖拉绳，使抱杆偏斜的办法，让大车车轮落在正确的位置上。所以抱杆位置正确与否非常重要，立抱杆时一定要认真考虑。大车就位后，装上其他附件，装上吊车梁上的车档（栏杆），清理好并接好电源，即可试车。

### 三、电动葫芦安装

1. 电动葫芦车轮轮缘内侧与工字钢轨道翼缘的间隙（图 1-3-15），应为 3~5mm。

2. 链式电动葫芦的链轮槽应保持在同一铅垂面上。链条在运行时不应有歪扭、卡住和严重磨损现象。

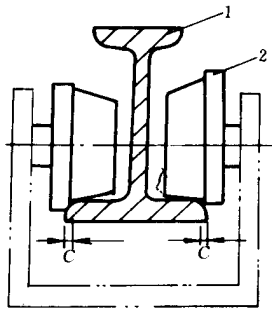


图 1-3-15 车轮轮缘内侧与轨道翼缘间的间隙

1—工字钢轨道；2—车轮

C—车轮轮缘内侧与工字钢轨道翼缘间的间隙

3. 空负荷试验时，电动葫芦小车制动距离应满足下列表达式要求：

(1) 吊运一般物品的电动葫芦：

$$S_i = \frac{V_i^2}{K_1} \quad (1-3-12)$$

(2) 吊运液态金属等危险品的电动葫芦：

$$S_i = \frac{V_i^2}{K_2} \quad (1-3-13)$$

式中  $S_i$ ——小车制动距离 (m)；

$V_i$ ——小车运行速度 (m/min)；

$K_1$ ——系数，宜为 2 800 ~ 3 900；

$K_2$ ——系数，宜为 700 ~ 1 400。

电动葫芦小车制动距离的测试目的是为了制动时发生打滑或冲击振动晃动现象，防止发生人身或设备事故。特别是吊运液态金属等更为重要。所以电动葫芦空负荷试运转时，应将小车的制动距离调整到规定的范围内。过长的制动距离将影响工作效率，过短的制动距离将产生振动和晃动。一般物品吊运的制动减速度为  $0.54 \sim 0.40 \text{ m/s}^2$ ；吊运液态金属等危险品的制动减速度为  $0.1 \sim 0.2 \text{ m/s}^2$ 。

4. 电动葫芦花进行额定负荷试验时，在制动时间内的下滑距离应按下式计算：

$$S_c = \frac{V_c}{100} \quad (1-3-14)$$

式中  $S_c$ ——下滑距离 (m)；

$V_c$ ——起升速度 (m/min)。

## 四、手动梁式起重机和手动梁式悬挂起重机安装

1. 手动单梁起重机在吊装前，应按表 1-3-10 的规定进行复查。

(1) 起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合第二条 2 款 (1) 项的要求；

(2) 当有特殊要求时应检查起重机跨度的相对差；

(3) 主梁上拱度的最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内，测量方法应符合第二条 1 款 (1) 项要求；

(4) 上拱度  $F$  为  $\frac{S}{1\ 000}$ 。

2. 手动单梁起重机，大多是整体出厂。该设备在运输保管过程中，容易发生变形；同时为了敷设起重机轨道，或核对起重机跨度和轨道的跨度是否一致等，故规定在起重吊装前应对其跨度、对角线的相对差和主梁上拱度进行复查。复查的目的是了解设备的有关主要数据是否在允许的范围内，以免造成返工损失；另一方面摸清设备在吊装前的原有状况，使吊装工作心中有数，便于鉴别是否安装中产生变形。复查中如发现起重设备吊装前有关尺寸已超差时，应请有关方面研究处理。

3. 手动双梁起重机在吊装前，应按表 1-3-10 的规定进行复查。

表 1-3-10 手动单梁起重机的复查标准

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$		$\pm 6$	<p>The diagram shows a side view of a crane beam with a span <math>S</math> and a deflection <math>F</math> at the center. It also shows a top view of a double-beam crane with spans <math>S_1</math> and <math>S_2</math> and diagonal lengths <math>L_1</math> and <math>L_2</math>.</p>
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $		6	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $		8	
主梁上拱度 $F$	为 $S/1\ 000$ 时	+2	
	$S \geq 10m$	+3	

表 1-3-11 手动双梁起重机的复查标准

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 S	$S \leq 14\text{m}$	$\pm 6$	
	$S > 14\text{m}$	$\pm 8$	
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的 相对差 $ S_1 - S_2 $	$S \leq 14\text{m}$	6	
	$S > 14\text{m}$	8	
主梁上拱度 $F$		+3	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的 相对差 $ L_1 - L_2 $		8	
小车轨距		$\pm 5$	
小车轨距 $K_1$ 、 $K_2$ 的 相对差 $ K_1 - K_2 $		5	

(1) 起重机跨度两侧都应测量，侧量方法应符合第二条 2 款 (1) 项的要求。

(2) 主梁上拱度最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内，测量方法应符合第二条 1 款 (1) 项的要求；主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ 。

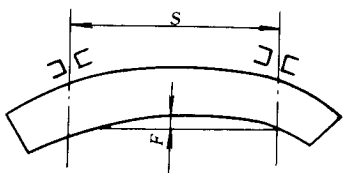
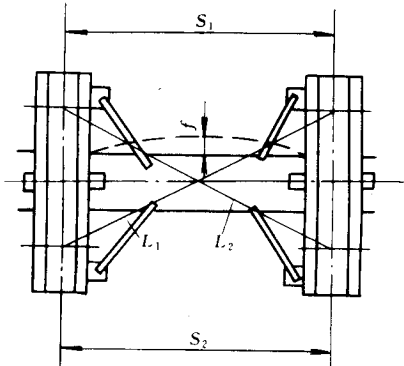
(3) 当有特殊要求时，应检查对角线的相对差。

4. 手动单梁悬挂起重机在吊装前，应按表 1-3-12 的规定进行复查。



表 1-3-12

手动单梁悬挂起重机的复查标准

名称及代号	允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$	$\pm 6$	
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的 相对差 $ S_1 - S_2 $	6	
主梁上拱度 $F$	$\pm 2$	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的 相对差 $ L_1 - L_2 $	8	
是梁旁弯度 $f$	$\frac{S}{2000}$	

(1) 起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合第二条 2 款 (1) 项的要求，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ；

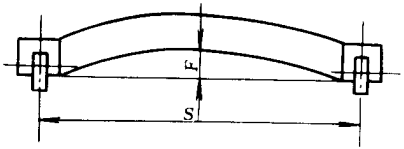
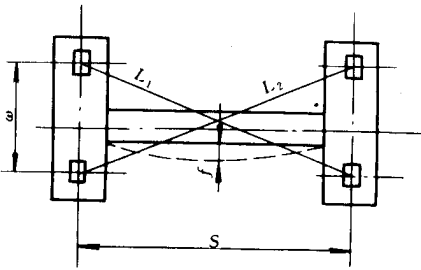
(2) 当有特殊要求时，应检查对角线的相对差；

(3) 当现场组装主梁时，应检查主梁旁弯度。

## 五、电动梁式起重机和电动梁式悬挂起重机安装

1. 电动梁式起重机在吊装前，应按表 1-3-13 的规定进行复查。

表 1-3-13 电动单梁起重机的复查标准

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$	$S \leq 10\text{m}$	$\pm 2$	
	$S > 10\text{m}$	$\pm [2 + 0.1(S - 10)]$	
主梁上拱度 $F$		$+0.3F$	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 相对差 $ L_1 - L_2 $	$\omega < 3\text{m}$	5	
	$\omega > 3\text{m}$	6	
主梁旁弯度 $f$		$\frac{S}{2000}$	

(1) 起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合第二条第 2 款 (1) 项的要求。

(2) 主梁上拱度最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  范围内，测量方法应符合第二条 1 款 (1) 项的要求；主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ 。

(3) 当现场组装主梁时，应检查主梁旁弯度。

(4) 起重机在吊装前复查的理由和原因：

1) 起重机跨度的复查，核对起重机跨度与轨道跨度是否在允许范围；且差跨方向一致；吊装后大车运行无卡轨或严重摩擦现象；

2) 主梁上拱度吊装前原始状况，在地面便于测量；该数值有了以后，便于分析吊装中是否产生变形；同时在试运转中测量起重设备的上拱度、静刚度等都是有力的原始参数，便于分析其中产生变化的原因。

3) 对角线相对差，主要是观察设备在运输和保管中是否产生变形，有此数值后便于分析吊装中是否产生变化。

4) 主梁旁弯度，也是观察主梁在现场组装者，组装是否合格，应检查的项目。对整体出厂的不是现场组装的主梁旁弯度可以不检；但有显著变形迹象者应进行复检。了解设备在运输和保管中是否产生变形。

通过以上的检查和复检，可以明确设备在运输和保管中是否产生变形，吊装过程是否产生变形，使安装施工心中有数而不是盲目进行，防止造成返工浪费。

2. 电动葫芦双梁起重机在吊装前，应按表 1-3-14 的规定进行复查。

表 1-3-14 电动葫芦双梁起重机的复查标准

名称代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$		$\pm 5$	
起重机跨度 $S_1 \cdot S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $		5	
大车车轮水平偏斜 $\text{tg}\phi$		0.001	
小车轨距 $K$	跨端	$\pm 2$	
	跨中 $S \leq 19.5\text{m}$	+5 +1	
	跨中 $S > 19.5\text{m}$	+7 +1	
主梁旁弯度 $f$	$S \leq 19.5\text{m}$	$\frac{S}{2000}$ 且 $< 5$	
	$S > 19.5\text{m}$	$\frac{S}{2000}$ 且 $< 8$	
同一横截面上小车轨道高低差 $C$	$K \leq 2.5$	3	
	$K > 2.5$	5	

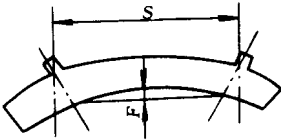
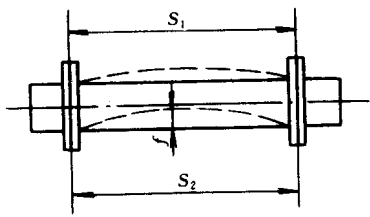
(1) 起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合第二条 2 款 (1) 项的要求；

(2) 主梁上拱度的最大上拱值应处在主梁跨度中部  $S/10$  范围内，测量方法应符合第二条 1 款 (1) 项的要求；主梁上拱度  $F = S/100$ ；

- (3) 对角线相对差, 必要时检查此项;
- (4) 大车车轮水平偏斜, 在同一端梁下两车轮的偏斜方向应相反;
- (5) 当现场组装主梁时, 应检查主梁旁弯度并应向两主梁外侧凸起。

3. 电动单梁悬挂起重机在吊装前, 应按表 1-3-15 的规定进行复查; 架设到轨道上以后, 其车轮轮缘内测与工字钢轨道翼缘的间隙 (见图 1-3-15) 宜为 3~5mm。

表 1-3-15 电动单梁悬挂起重机的复查标准

名称代号		允许偏差 (mm)	简 图	
起重机 跨度 $S$	主、端梁铰接	$\pm 4$		
	主、端 梁刚接	$S \leq 10\text{m}$		$\pm 2$
		$S > 10\text{m}$		$\pm [2 + 0.1(S - 10)]$
连接板间距差 $ S_1 - S_2 $	主、端梁铰接	2		
主梁上拱度 $F$		$0.3F$		
主梁旁弯度 $f$		$S/2\ 000$		

- (1) 当在现场组装主梁时, 应检查主梁旁弯度。
- (2) 主架上拱度  $F = S/1\ 000$ 。

## 六、冶金起重机安装

本条适用于冶金桥式加料起重机、铸造起重机、夹钳起重机、揭盖起重机、脱链起重机的安装。

1. 安装冶金桥式起重机时, 应按第二条的有关规定执行, 其中有导向轮的冶金起

重机的桥架和大车运行机构应符合表 1-3-16 的规定。

表 1-3-16 有导向轮的冶金起重机桥架和运行机构的检查标准

名称及代号		允许偏差	简 图
起重机跨度 S	有成对水平导向 轮导向的	$\pm [4 + 0.1 \cdot (S - 10)]$	
同一端梁下的两组水平导向 轮间距中心的连线与轨道中心 线的重合度		1	

(1) 起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合第二条 2 款 (1) 项的要求；

(2) 对有水平导向轮的大车运行机构，应检查同一端梁下两组水平导向轮间距中心的连线与轨道中心线的重合度。

2. 安装桥式加料起重机应符合下列要求：

(1) 导架与小车架连接时，导架中心线对小车车轮支承面的垂直度 (图 1-3-16) 不应大于导架总高度的  $1/2\ 000$ ；

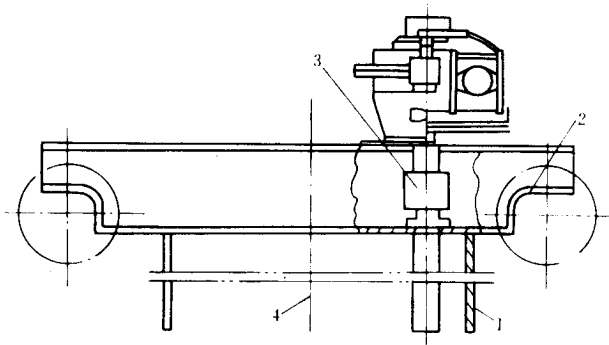


图 1-3-16 导架中心线对小车车轮轴承座支承面的垂直度

1—导架；2—小车车轮轴承座支承面；3—万向联轴器；4—导架中心线

(2) 导架中心的上、下支承孔的同轴度不应大于  $0.5\text{mm}$ ，上、下支承对支承孔轴线的垂直度不应大于  $0.5/1\ 000$ ；

(3) 上、下支承的导板与立柱的间隙，各边均应为  $1 \sim 1.5\text{mm}$ ；

(4) 导架上的两导向槽的平行度偏差，在全长上不应大于  $3\text{mm}$ ；

(5) 回转机构的万向联轴器装配后，其上、下位置的尺寸偏差，不应大于  $4\text{mm}$ ；

- (6) 主小车上的防倾覆的保险反滚轮与主梁下器缘板之间的间隙宜为 3~5mm；
- (7) 调整料杆锁紧机构中液压推动器弹簧，锁紧时应准确、可靠。

### 3. 安装铸造起重机时，应符合下列要求：

- (1) 安装后的铸造起重机，其上升限位器应能准确无误的动作；
- (2) 上部滑轮组平衡杆的水平度偏差，在全长上不应大于 40mm；
- (3) 组装两个主卷筒后，其轴向位移不应大于 3mm；
- (4) 钢丝绳在卷筒上固定并正确缠绕，经各滑轮后，吊钩横梁的水平度不应大于 2/1 000；
- (5) 起升机构双制动器应调整正确；
- (6) 吊钩横梁、主梁和司机室下面的隔热板应安装牢固正确；
- (7) 司机室的降温装置与电气设备的通风装置应完好；
- (8) 电子称量装置、起重量显示装置和起重量限制器等的安装应符合设计要求。

### 4. 安装脱锭起重机时，应符合下列要求：

- (1) 当导架与小车架联接时，导架中心线对小车车轮轴承座支承面的垂直度，不应大于导架高度的 1/2 000；
- (2) 导架中心线与导轨对称中心线应重合，其偏差不应大于 3mm；
- (3) 两导轨槽的平行度偏差，在全长上不应大于 3mm；
- (4) 组装顶出机构的方轴与轴承时，在全长上不应大于 3mm；
- (5) 顶出机构的方轴与蜗轮减速器中的小齿轮导板的间隙，在各边均宜为 0.4~0.7mm；
- (6) 夹钳上部变形架与套筒的导轨间隙各边均宜为 3~5mm；
- (7) 小钳操纵机构的钢丝绳固定后，横梁两端的高低差不应大于 5mm；
- (8) 大钳两臂与顶杆中心线应对称，其偏差不应大于 10mm；
- (9) 大钳和小钳的动作应协调，其开闭尺寸应符合设备技术文件的规定；
- (10) 导向管柱的铅垂度不应大于 1/2 000；平衡重应在导管柱上移动灵活，不应有阻滞现象；
- (11) 司机室内指示器指针位置的调整应与顶杆实际移动距离相符合。

### 5. 安装夹钳起重机时，应符合下列要求：

- (1) 当导架与小车架联接时，导架中心线与小车车轮轴承座支承面的垂直度，不应大于导架高度的 1/1 000；
- (2) 导架中心线与导轨对称中心线应重合，其偏差不应大于 10mm；
- (3) 两导轨的平行度差，在全长上不应大于 3mm；
- (4) 导轨与上、下横梁间的间隙，各边均直为 1~4mm；
- (5) 立柱与下梁导板的间隙，各边均直为 1~5mm；
- (6) 方轴与小齿轮导板的间隙，各边均宜为 0.37~0.7mm；
- (7) 主起升机构钢丝绳固定后，上横梁两端高低差不应大于 5mm；
- (8) 小车运行机构的防倾覆的保险反滚轮与主梁下翼缘板的间隙不应大于 10mm；
- (9) 大钳的转动点和滚动点应灵活，夹钳的开闭链条在钳架孔中不应有阻滞现象。

## 6. 安装刚性料耙起重机应符合下列要求：

- (1) 导架与小车架联接时，导架中心线对小车轮轴轴承座支承面的垂直度，不应大于导架高度的  $1/2\ 000$ ；
- (2) 导架与导轨的侧间隙，各边均应为  $1 \sim 1.4\text{mm}$ ，顶间隙为  $1.5 \sim 3\text{mm}$ ；
- (3) 钢丝绳固定后，横梁的水平度不应大于  $1/1\ 000$ ；
- (4) 上部运行小车的圆形轨道直径的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；
- (5) 圆形轨道的上表面对下部小车车轮底面所在平面的平行度偏差，不应大于  $3\text{mm}$ ；
- (6) 圆形轨道与小车架回转中心线的同轴度不应大于  $3\text{mm}$ ；
- (7) 导电滑环与小车架回转中心线的同轴度不应大于  $3\text{mm}$ ；
- (8) 大车运行机构的水平轮与轨道的侧间隙不应大于  $10\text{mm}$ ；
- (9) 回转机构水平与圆形轨道的侧向间隙不应大于  $1.5\text{mm}$ ；
- (10) 所有的耙齿工作面应在同一水平面上，其高低差不应大于  $3\text{mm}$ 。

## 7. 安装板坯搬运起重机应符合下列要求：

- (1) 钢丝绳固定后，板坯搬运起重机的挂钳横梁水平度不应大于  $2/1\ 000$ ；
- (2) 夹钳的各转动点和滚动点动作应灵活，相互间应无干涉现象；
- (3) 刚性伸缩导柱或升降导柱的中心线与小车架的基准平面的垂直度，不应大于  $1/2\ 000$ ；
- (4) 夹钳的开闭尺寸应符合设备技术文件的规定；两组夹钳的间距在设备允许范围内应能调节方便，其对称中心线与垂直导柱的中心线应重合，其偏差不应大于  $10\text{mm}$ ；
- (5) 板坯厚度或坯垛高度显示均应准确、清晰。

8. 回转挂钳或电磁起重机组装后，应符合设备技术文件的规定；钢丝绳固定后，其吊具上的平衡梁的水平度不应大于  $2/1\ 000$ 。

## 9. 安装锻造起重机应符合下列要求：

- (1) 组装松闸机构时，应调整上滑轮组的调整螺钉或制动器，当起重机在超过额定负荷的  $10\%$  时，应松开制动器；
- (2) 松闸装置各铁接点应转动灵活；
- (3) 用手转动翻料机构的制动轮，其链轮与链条应转动灵活；
- (4) 翻料机挂上额定负荷后，缓冲弹簧不应有永久变形，锥形摩擦联轴器的性能应良好。

## 10. 安装揭盖起重机应符合下列要求：

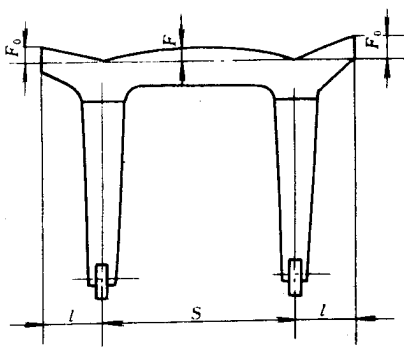
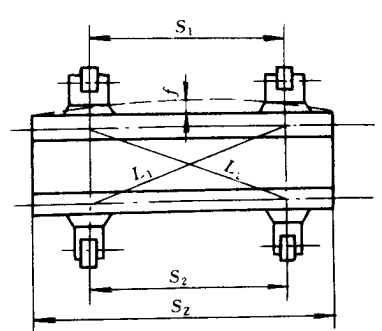
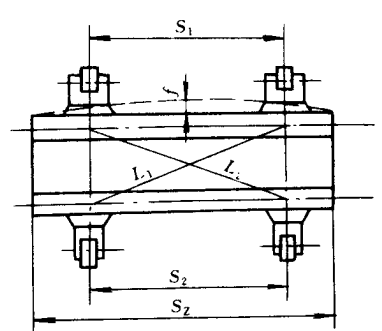
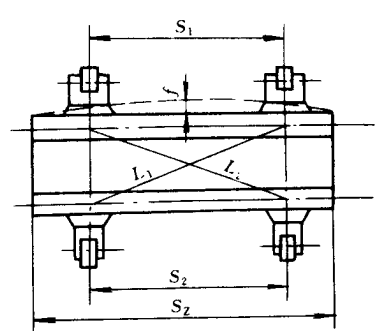
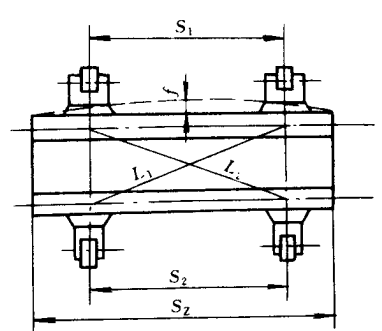
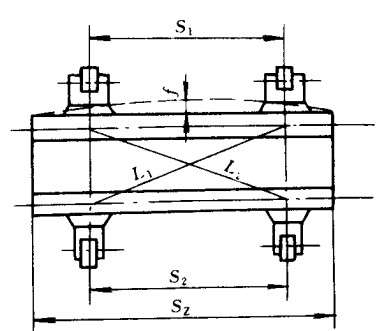
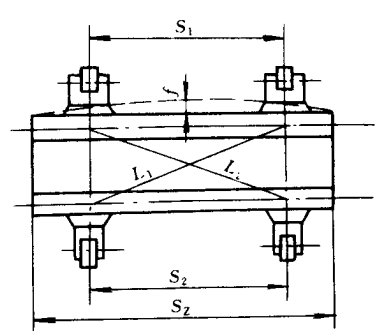
- (1) 组装后，曲柄、连杆和偏心轮的动作应协调，提升钳或吊环的动作应同步；
- (2) 自动停车器应调整到对位准确，使揭盖起重机能在任何一个炉子的主心线上自动停车。

## 七、通用门式起重机和装卸桥安装

本条适用于单主梁和双梁通用门式起重机和装卸桥的安装

1. 当双梁通用门式起重机和装卸桥的门架安装时, 应按设备技术文件和出厂装配标记进行; 组装后其偏差应符合表 1-3-17 的规定。

表 1-3-17 双梁通用门式起重机和装卸桥组装允许偏差

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$	$S \leq 26\text{m}$	$\pm 8$	
	$S > 26\text{m}$	$\pm 10$	
起重机跨度 $S_1 \cdot S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $	$S \leq 26\text{m}$	8	
	$S > 26\text{m}$	10	
主梁上拱度 $F$		$+0.4F$ $-0.1F$	
悬臂端上翘度 $F_0$		$+0.4F$ $-0.1F$	
对角线 $L_1 \cdot L_2$ 的相 对差 $ L_1 - L_2 $	$S \leq 26\text{m}$	5	
	$S > 26\text{m}$	10	
主梁旁 弯度 $f$	正轨箱形梁	$\frac{SZ}{1\ 000}$ 且 $\leq 20$	
	偏轨箱形梁、桁架 梁、单腹板梁	$\frac{SZ}{2\ 000}$ 且 $\leq 5$	
同一横截面上小车轨道高低差 $C$		3	
小车轨 距 $K$	正轨箱 形梁	端部	
		跨中	$+7$ $-1$
偏轨箱形深桁架梁		$\pm 3$	

(1) 起重机跨度两侧都应测量, 测量方法应符合第二条 2 款 (1) 项的要求。

(2) 主梁上拱度最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  范围内, 测量方法应符合第二条 1 款 (1) 项的要求; 主梁上拱度  $F = S/1\ 000$ 。

(3) 悬臂端上翘度的测量方法应符合第二条 1 款 (1) 项的要求; 悬臂端上翘度  $F_0 = L_0/350$ 。

(4) 当在现场组装桥架时, 检查对角线相对差。



(5) 主梁旁弯度应向外侧凸曲，并在上翼缘板距离 100mm 的腹板处测量。

(6) 由于双梁通用门式起重机和装卸桥均是现场组装的大型起重机，所以应检查起重机跨度、起重机跨度相对差、主梁上拱度、悬臂端上翘度、对角线相对差、主梁旁弯度、同一截面上小车轨道高低差和小车轨距 8 项内容。装配时必须按设备技术文件和出厂装配标记进行，机件位置许多是不能互换的，否则无法保障起重机的几何精度。

2. 单主梁门式起重机和装卸桥的门架安装时，应按设备技术文件和出厂装配标记的规定进行；当无规定时，安装后其偏差应符合表 1-3-18 的规定。

表 1-3-18 单主梁门式起重机和装卸桥的门架允许偏差

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$	$S \leq 26\text{m}$	$\pm 8$	
	$S > 26\text{m}$	$\pm 10$	
起重机跨度 $S_1 \cdot S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $	$S \leq 26\text{m}$	8	
	$S > 26\text{m}$	10	
主梁上拱度 $F$		$+0.4F$ $-0.1F$	
悬臂端上翘度 $F_0$		$+0.4F_0$ $-0.1F_0$	
主梁旁 弯度 $f$		$\frac{S_2}{2\ 000}$ 且 $\leq 15$	

(1) 起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本章第二第 2 款 (1) 项的要求；

(2) 主梁上拱度的最大值应处在跨度中部  $S/10$  范围内，测量方法应符合本章第二条 1 款 (1) 项的要求； $L_0$  为悬臂长度；主梁上拱度  $F = S/1\ 000$ 。悬臂梁上翘度  $F_0 = L_0/350$ 。

(3) 主梁旁弯度凸出方向应向吊钩侧，并应在距离上翼缘板 100mm 的腹板处测量。

(4) 单梁门式起重机的组装的几何精度主要检查起重机跨度、起重机跨度相对差、主梁上拱度、悬臂端上翘度和主梁旁弯度共 5 项。装配时必须按设备技术文件和出厂的装配标记进行，机件位置多是不能互换的，否则无法保障起重机的有关几何精度。

3. 组装小车运行机构时，应符合下列要求：

(1) 组装双梁通用门式起重机和装卸桥的小车运行机构，应符合设备技术文件的规

定。

(2) 组装单主梁通用门式起重机和装卸桥的小车运行机构时, 其偏差应符合表 1-3-19 的要求。

表 1-3-19 单主梁通用门式起重机和装卸小车组装允许偏差

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图	
主 车 轮 与 反 滚 轮 的 中 心 距 离	垂直反滚轮式小车	水平距离 $K$	$\pm 3$	
		垂直轨距 $K_1$	- 3	
		吊钩侧 $K_2$	- 3	
水平反滚轮式小车	走台侧 $K_1$	+ 3		
水平导向轮轴线对主车轮中心距离 $L_1$ 、 $L_2$ 的对称度		1		

(3) 小车运行时, 防止脱轨的安全保护装置不得与轨道发生摩擦现象。

(4) 带铰接缓冲装置的装卸桥运行机构小车架 (图 1-3-17) 无负荷时, 其端部上平面对车架平面应向下倾斜, 其倾斜量  $d$  不应大于 5mm。

4. 通用门式起重机和装卸桥安装后, 应即装上夹轨器, 并进行试验, 试验时, 夹轨器应符合下列要求:

(1) 夹轨器各节点应转动灵活, 夹钳、连杆、弹簧、螺杆和闸瓦不应有裂纹和变形;

(2) 夹轨器工作时, 闸瓦应在轨道的两侧夹紧, 钳口的开度应符合设备技术文件的规定, 张开时不应与轨道相碰。

1. 壁土起重机和柱式悬臂起重机安装。

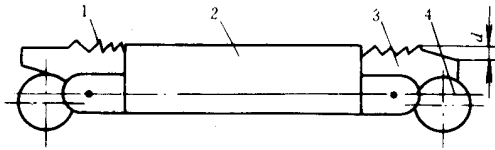


图 1-3-17 铰接小车架

1—铰接装置；2—起升机构小车架；

3—运行机构小车架；4—车轮组

本条适用于起重量为 0.5~5t 的壁上起重机和 1~5t 的柱式悬臂起重机的安装。

1. 铺设壁上起重机大车轨道（图 1-3-18）时，除应执行本章第七条的规定外，尚应符合下列要求：

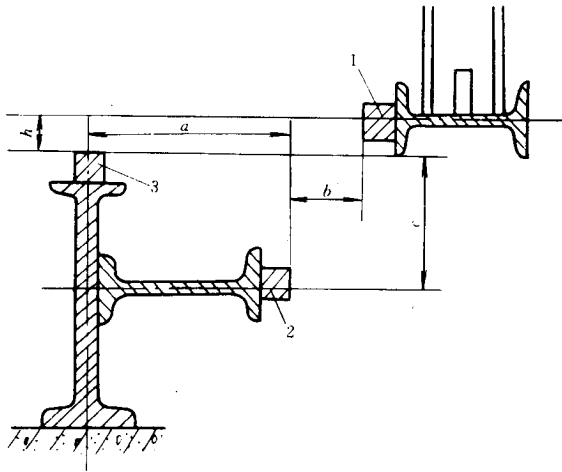


图 1-3-18 壁上运行式悬臂起重机轨道安装

1—上水平轮轨道；2—下水平轮轨道；

3—主车轮轨道

- (1) 大车车轮轨道实际中心线对吊车梁实际中心线的位置偏差不应大于 6mm；
- (2) 大车车轮轨道的纵向倾斜度不应大于 1/2 000，在全行程上不应大于 4mm；
- (3) 下水平轮轨道顶面至大车车轮轨道中心线距离（ $a$ ）的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ；
- (4) 下水平轮轨道与主车轮轨道顶面间距离（ $c$ ）的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ；
- (5) 上水平轮轨道中心线至大车车轮轨道顶面间的距离（ $h$ ）的允许偏差为  ${}^0_{-6}\text{mm}$ ；
- (6) 上、下水平轮轨道顶面间的距离（ $b$ ）的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

2. 组装壁上起重机臂架（见图 1-3-19）时，应符合表 1-3-20 的规定。

表 1-3-20 起重机臂架组装的允许偏差

名称及代号	允许偏差 (mm)
上、下水平轮间距 $H$	$\pm 2$
小车轨距 $K_0$	$\pm 1$

续表

名称及代号	允许偏差 (mm)
悬臂端翘度 $F_0$ (不装小车时测量)	+0.4 $F_0$ -0.1 $F_0$

注：悬臂端翘度  $E_0 = \frac{L_0}{350}$ 。

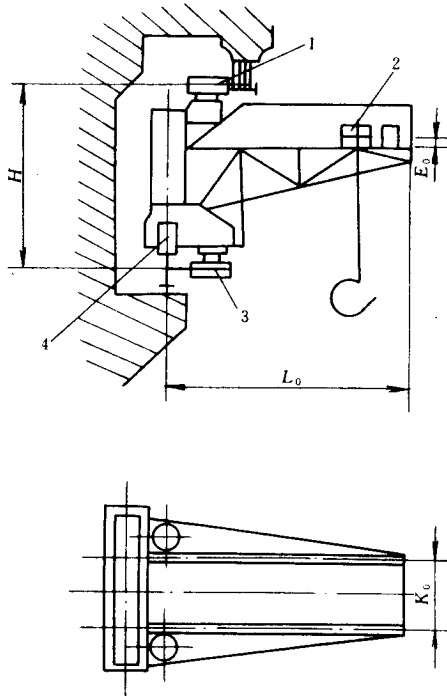


图 1-3-19 壁上起重机安装

1—上水平轮；2—小车；3—下水平轮；4—主车轮（垂直轮）

$L_0$ —悬臂长度； $H$ —上、下水平轮间距；

$E_0$ —悬臂端翘度； $K_0$ —小车轨距

3. 小车吊装前，检查其轨距的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

4. 当柱式悬臂起重机的空载小车位于悬臂上的最小幅度时，其立柱的中心线对地面的铅垂度不应大于  $1/2\ 000$ ；悬臂端的翘度  $E_0$  的  $1/350$  倍，其允许偏差为  $^{+0.4F_0}_{-0.1F_0}$ 。

5. 壁上起重机主车轮垂直偏斜的控制值，与壁行起重机轨道安装情况有关，所以在安装时必须测量。悬臂端的翘度按门式起重机的悬臂端翘度进行修改。

柱式悬臂起重机柱的垂直度是整机安装质量好坏的基础。参照冶金起重机下悬式导架或导柱的垂直度要求提出。一般是以电动葫芦在水平悬臂上作起吊小车，故水平臂架轨面应保持平直。柱式悬臂起重机上翘度及其偏差的要求，参照门式起重机悬臂端的上翘度提出。

## 九、起重机的试运转

1. 起重机的试运转应包括试运转前的检查、空负荷试运转、静负荷试验和动负荷试运转。在上一步骤未合格之前，不得进行下一步骤的试运转。

2. 起重机试运转前，应按下列要求进行检查：

(1) 电气系统、安全联锁装置、制动器、控制器、照明和信号系统等安装应符合要求，其动作应灵活和准确；

(2) 钢丝绳端的固定及其在吊钩、取物装置、滑轮组和卷筒上的缠绕应正确、可靠；

(3) 各润滑点和减速器所加的油、脂的性能、规格和数量应符合设备技术文件的规定；

(4) 盘动各运动机构的制动轮，均应使转动系统中最后一根轴（车轮轴、卷筒轴、立柱方轴、加料杆等）旋转一周不应有阻滞现象。

3. 起重机的空负荷试运转，应符合下列要求：

(1) 操纵机构的操作方向应与起重机的各机构运转方向相符。

(2) 分别开动各机构的电动机，其运转应正常，大车和小车运行时不应卡轨；各制动器能准确及时动作，各限位开关及安全装置动作应准确、可靠。

(3) 当吊钩下放到最低位时，卷筒上钢丝绳的圈数不应少于 2 圈（固定圈除外）。

(4) 用电缆导电时，放缆和收缆的速度应与相应的机构速度相协调，并应能满足工作极限位置的要求。

(5) 通用门式起重机和装卸桥的夹轨器、制动器、防风抗滑的锚定装置和大车防偏斜运行装置的动作应准确、可靠；起重机防撞装置、缓冲器等装置应能可靠的工作。

(6) 除第 5 项可作 1~2 次试验外，其余各项试验均不应少于 5 次，且动作应准确无误。

4. 起重机的静负荷试验应符合下列要求：

(1) 起重机应停在厂房柱子处。

(2) 有多个起升机构的起重机，应先对各起升机构分别进行静负荷试验；对有要求的，再作起升机构联合起吊的静负荷试验，其起升重量应符合设备技术文件的规定。

(3) 静负荷试验应按下列程序和要求进行：

1) 先开动起升机构，进行空负荷升降操作，并使小车在全行程上往复运行，此项空载试运转不少于 3 次，应无异常现象。

2) 将小车停在桥式类型起重机的跨中或悬臂起重机的最大有效悬臂处，逐渐的加负荷作启动运转，直至加到额定负荷后，使小车在桥架或悬臂全行程上往返运行数次，各部分应无异常现象，卸去负荷后桥架结构应无异常现象。

3) 将小车停在桥式类型起重机的跨中或悬臂起重机的最大有效悬臂处，无冲击地起升额定起重量的 1.25 倍的负荷，在离地面高度为 100~200mm 处，悬吊停留时间应不少于 10min，并应无失稳现象。然后卸去负荷将小车开到跨端或支腿处，检查起重机桥

架金属结构，且应无裂纹、焊缝开裂、油漆脱落及其他影响安全的损坏或松动等缺陷。

4) 第3)项试验不得超过3次，第3次应无永久变形。测量主梁的实际上拱度或悬臂的上翘度，其中，通用桥式起重机、冶金起重机、通用门式起重机和装卸桥的上拱度应大于  $0.7S/1\ 000\text{mm}$ ；悬臂起重机的上翘度应大于  $0.7L/350\text{mm}$ 。

5) 检查起重机的静刚度（主梁或悬臂下挠度）时，应将小车升至桥架跨中或悬臂最大有效处，起升额定起重量的负荷离地面  $200\text{mm}$ ，待起重机及负荷静止后，测出其上拱值或上翘值；此值与第4)项结果之差即为起重机的静刚度。起重机的静刚度允许值应符合设备技术文件或表 1-3-21 的规定。

表 1-3-21

起重机净刚度允许值

起重机类别		测量部位	允许偏差 (mm)
通用桥式起重机	$A_1 \sim A_3$	主梁跨中	$1/700S$
	$A_4 \sim A_6$	主梁跨中	$1/800S$
	$A_7 \sim A_8$	主梁跨中	$1/1\ 000S$
通用门式起重机和装卸桥	主梁跨中		$1/1\ 000$
	悬臂端部		$1/350L_0$
冶金起重机		主梁跨中	$1/1\ 000S$
电动葫芦单、双梁起重机		主梁跨中	$1/800S$
电动单梁悬挂起重机		主梁跨中	$1/700S$
手动单、双梁起重机		主梁跨中	$1/400S$
壁上起重机和悬臂起重机		悬臂端部	$1/350L_0$

注：(1)  $A_1 \sim A_8$  为起重机的工作级别；

(2) 起重机的静刚度，应在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内测量；

(3)  $L_0$  为最大有效悬臂的长度 (mm)，在最大有效悬臂处测量；

(4)  $S$  为起重机跨度 (mm)。

5. 起重机的动负荷试运转应符合下列要求：

(1) 各机构的动负荷试运转应分别进行。当有联合动作试运转要求时，应按设备技术文件的规定执行；

(2) 各机构的动负荷试运转应在全行程上进行，起重量应为额定起重量的 1.1 倍；累计启动及运行时间，对电动的起重机不应少于 1h；对手动的起重机不应少于 10min；各机构的动作应灵敏、平稳、可靠、安全保护、联锁装置和限位开关的动作应准确、可靠；

(3) 通用门式起重机大车运行时，载荷应在跨中；

(4) 有安全过载保护装置的冶金起重机，经动负荷试运转合格后，应按设备技术文件的规定，进行安全过载保护装置的试验，其性能应安全、可靠；

(5) 脱锭起重机顶出机构的顶出力，可用应力应变仪或液压装置测量，顶出力的大

小应符合设备技术文件的规定。

6. 抓斗应作张开、下降、抓取和倒空动作的试验，并应在连续2次空负荷和5次负荷试验中均应工作正常且无异常现象。其他专用吊具和电磁盘，均应按设备技术文件要求进行试运转。

7. 对整机抗倾覆稳定性有要求的起重机，应按设备技术文件的要求进行试验；当无具体要求时，应按国家现行标准《起重机试验规范和程序》的有关规定进行试验。

## 十、起重设备安装的工程验收

1. 起重设备施工完毕，应经空负荷、动负荷试运转和静负荷试验合格后，办理移交手续。空负荷、动负荷试运转和静负荷试验宜连续地进行；当因条件限制，不能将试运转工作连续进行时，可在空负荷试运转合格后办理临时交工手续。

2. 起重机安装工程验收时，应具备下列资料：

- (1) 设计变更和修改等有关资料；
- (2) 重要部位的焊接、高强螺栓连接的检验记录；
- (3) 起重机有关的几何尺寸复查和安装检查记录；
- (4) 轨道安装施工质量检查记录；
- (5) 起重机试运转和试验记录；
- (6) 工程质量评定资料；
- (7) 其他有关资料。

## 十一、固定带式输送机

本章适用于输送各种块状、粒状等松散物料及成件物品的固定带式输送机的安装。

1. 输送机纵向中心线与基础实际轴线距离的允许偏差为  $\pm 20\text{mm}$ 。
2. 组装头架、尾架、中间架及其支腿等机架（图 1-3-20）应符合下列要求：

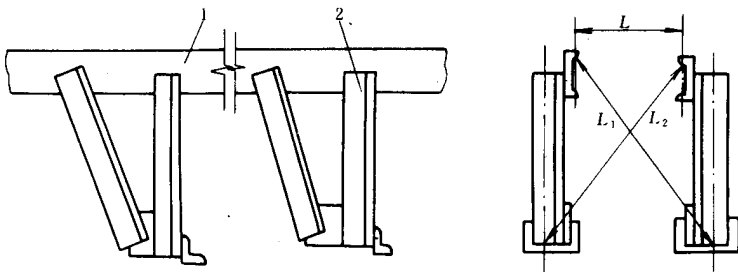


图 1-3-20 机架组装

1—中间架；2—中间架支腿；

$L_1$ 、 $L_2$ —机架横截面对角线长度（mm）； $L$ —中间架间距（mm）

- (1) 机架中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于  $3\text{mm}$ ；

(2) 机架中心线的直线度偏差在任意 25m 长度内不应大于 5mm；

(3) 在垂直于机架纵向中心线的平面内，机架横截面两对角线长度之差，不应大于两对角线长度平均值的  $3/1\ 000$ ；

(4) 机架支腿对建筑物地面的垂直度偏差不应大于  $2/1\ 000$ ；

(5) 中间架的间距，其允许偏差为  $\pm 1.5\text{mm}$ ，高低差不应大于间距的  $2/1\ 000$ ；

(6) 机架接头处的左右偏移偏差和高低差均不应大于 1mm。

3. 组装转动滚筒、改向滚筒和拉紧滚筒应符合下列要求：

(1) 滚筒横向中心线与输送机纵向中心线应重合，偏差不应大于 2mm；

(2) 滚筒轴线与输送机纵向中心线的垂直度偏差不应大于  $2/1\ 000$ ；

(3) 滚筒轴线的水平度偏差不应大于  $1/1\ 000$ ；

(4) 对于双驱动滚筒，两滚筒轴线的平行度偏差不应大于 0.4mm。

4. 组装托辊应符合下列要求：

(1) 托辊横向中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 3mm；

(2) 对于非用于调心或过渡的托辊辊子，其上表面母线应位于同一平面（“平面”指水平面或倾斜面）上或同一半径的弧面上，且相邻 3 组托辊辊子上表面母线的相对标高差不应大于 2mm；

(3) 输送机凸弧段或凹弧段上的托辊辊子母线具有弧线型。

5. 块式制动器在松闸状态下，闸瓦不应接触制动轮工作面。在额定制动力矩下，闸瓦与制动轮工作面的贴合面积，压制成型的每块不应小于设计面积的 50%；普通石棉的每块不应小于设计面积的 70%；盘式制动器在松闸状态下，闸瓦与制动盘的间隙宜为 1mm；制动时，闸瓦与制动盘工作面的接触面积不应小于 80%。

6. 拉紧滚筒在输送带连接后的位置，应按拉紧装置的形式、输送带带芯材料、带长和启、制动要求确定；并应符合下列要求：

(1) 垂直框架式或水平车式拉紧装置，往前松动行程应为全行程的 20% ~ 40%，其中，尼龙芯带、帆布芯带或输送机长度大于 200m 的，以及电动机直接启动和有制动要求者，松动行程应取小值；

(2) 绞车或螺旋拉紧装置，往前松动行程不应小于 100mm。

7. 卸料车、可逆配仓输送机和拉紧装置的轮子应与轨道面接触，卸料车、可逆配仓输送机其间隙不应大于 0.5mm；拉紧装置其间隙不应大于 2mm。

8. 绞车式拉紧装置装配后，其拉紧钢丝绳与滑轮绳槽的中心线及卷筒轴线的垂直线的偏斜偏差均应小于  $1/10$ 。

9. 刮板清扫器的刮板和回转清扫器的刷子，在滚筒轴线方向与输送带的接触长度不应小于带宽的 85%。

10. 带式逆止装置的工作包角（图 1-3-21）不应小于  $70^\circ$ ，滚柱逆止器的逆转角不应大于  $30^\circ$ ，安装后减速器应运转灵活。

11. 输送带的连接方法应符合设备技术文件或输送带制造厂的规定；当无规定时，可按第十二条的规定执行；输送带连接后应平直，其直线度允许偏差和检测要求应符合表 1-3-22 的规定。



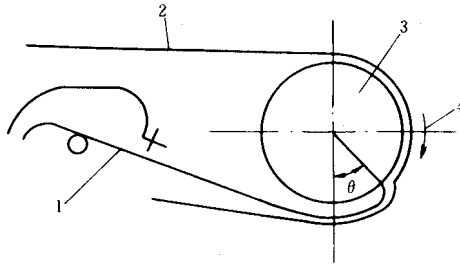


图 1-3-21 带式逆止装置的工作包角

1—逆止带；2—胶带；3—滚筒；  
4—皮带运输方向； $\theta$ —包角

表 1-3-22

输送带直线度允许偏差和检测要求

带宽与带长	允许偏差 (mm)	检测要求
带宽 > 500mm, 且带长 > 20m	25	测量长度为 7m
带宽 ≤ 500mm, 或带长 ≤ 20m	25	测量长度为 5m

12. 空负荷试运转应符合下列要求：

- (1) 当输送带接头强度达到要求后，方可进行空负荷试运转；
- (2) 拉紧装置调整应灵活，当输送机启动和运行时，滚筒均不应打滑；
- (3) 当输送带运行时，其边缘与托辊侧辊子端线的距离应大于 30mm。

13. 负荷试运转应符合下列要求：

- (1) 整机运行应平稳，应无不转动的辊子；
- (2) 清扫器清扫效果应良好，刮板式清扫器的刮板与输送带接触应均匀，并不应发生异常振动；
- (3) 卸料装置不应产生颤抖和撒料现象。

## 十二、带式输送机输送带连接方法

1. 橡胶输送带连接：

(1) 棉织物帆布、人造织物芯层橡胶输送带，可采用热流化法连接，亦可用常温法连接；其接头尺寸和胶浆等应按橡胶输送带制造厂的规定选择。

(2) 钢绳芯橡胶输送带应采用热硫化法连接；其硫化接头的型式、尺寸和硫化工艺，以及所用胶浆均应按橡胶输送带制造厂的规定选用。

(3) 热硫化法连接应符合下列规定：

1) 应将接头部位的纤维层和胶层按表 1-3-23 的要求及形式和尺寸剖切成对称的阶梯 (图 1-3-22)，亦可根据带宽和加热器的型式剖割成与胶带长度方向相垂直的线，并应涂以胶浆使其粘着，其后应用液压成螺栓施加 1.5~2.5MPa 的压力，并应在电或蒸汽加热到  $144.7^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$  温度时保温，经过硫化反应使生胶变成硫化橡胶，且其强度

应达到输送带本体强度的 85% ~ 90%。

表 1-3-23 胶带接头的剖制尺寸要求 (mm)

带宽	≤ 500	> 500 ~ 1 000	> 1 000 ~ 1 600
阶梯长度	≤ 200	≤ 250	≤ 300

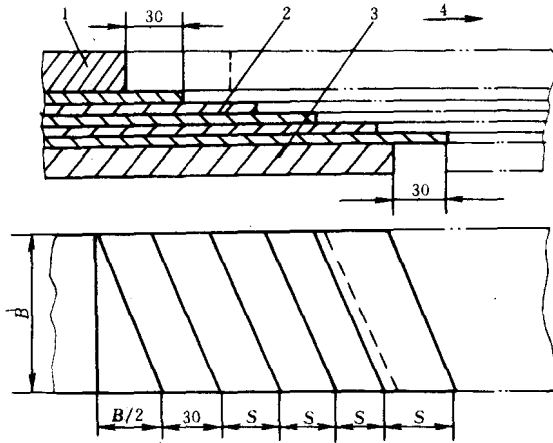


图 1-3-22 硫化连接剖面

1—上覆盖层；2—纤维层；3—下覆盖层；  
4—运动方向；B—带宽；5—阶梯长度

2) 粘接带芯用的胶浆应分为稀糊状胶浆；稠浆原料应与稀浆相同，但其汽油的数量应改为 3 份。接头时应先涂 1 层稀浆，待干后再涂稠浆。接头处覆盖胶的配方应与本体覆盖一致。

3) 保温时间宜符合下列要求：

① 当输送总厚度小于或等于 25mm 时，可按下式计算：

$$T = 1.4 (14 + 0.7i + 1.6A) \quad (1-3-15)$$

式中  $T$ ——保温时间 (min)；

$i$ ——纤维层数；

$A$ ——上胶与下胶的总厚度 (mm)。

② 当输送带总厚从大于 25mm 时，可按下式计算：

$$T = 1.4 (17 + 0.7i + 2A) \quad (1-3-16)$$

在正式硫化前应进行试验，并应校正温度和时间。

③ 硫化连接所需增加的输送带附加长度，可按下式计算：

$$L_0 = \frac{1}{2} B + S (i - 1) \quad (1-3-17)$$

式中  $L_0$ ——需增加的输送带长度 (mm)；

$B$ ——输送带宽度 (mm)；

$S$ ——剖制阶梯长度 (mm)；

$i$ ——纤维层数。

## 2. 塑料输送带塑化连接。

塑料输送带塑化连接，应符合下列要求：

- 1) 应先将两端面裁成与纵向中心线垂直并应从端部向内量 150mm，画出线，然后，应把两端 150mm 内的面、底层塑料剥去；
- 2) 应从两端面向内量 100mm，画出线，并应将两端 100mm 内纬线抽去，见图 1-3-23；

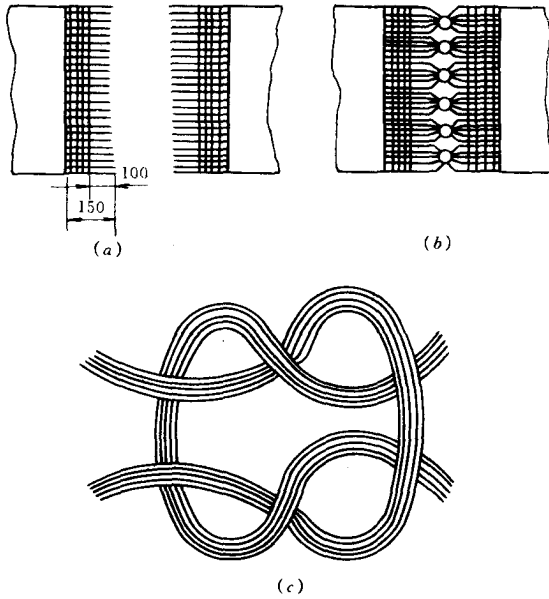


图 1-3-23 塑化连接

(a) 裁直、剥塑料、抽纬线；(b) 并束打结；(c) 结的形式

- 3) 打结：应将一端拆散后的经线每 5 束并在一起与另一端相对应的 5 束经线打结（图 1-3-23 (b)）；并应先结两侧，再结中间（图 1-3-23 (c)）。

(4) 应把多余的线剪掉，并应在上、下两面铺以塑料片，总厚度直比输送带厚 2mm；

(5) 塑化，应将电热板通电，待温升到 160℃ 时，切断电源，并应拧紧加压螺栓，再通电，当温度升至 170 ~ 175℃ 后，切断电源后让其自然冷却，当电热板温度降至 90℃ 以下时，方可卸压，并完成塑化。

## 3. 胶带的冷粘接。

带式输送机的胶带由覆盖胶层和多层棉织帘子布制成，各层间用硫化橡胶结合在一起，外包覆 1 层橡胶壳。张力主要靠帘子布层承受。

胶带的接头连接，多年来采用金属皮带扣或硫化连接。金属皮带扣连接其接头处重量大，工作不平稳，振动与噪声较大，接头强度也低，所以仅用于较短的输送机。流动连接克服了金属皮带扣接头的缺点，但工艺复杂，不容易掌握，不适用于施工现场。随着化工产品的日臻发展，用于胶带接头连接的粘合剂应运而生，并得到日益广泛的应用。粘合剂制品从热粘合发展到冷粘合，产品性能不断地改进、提高。

### (1) 粘合剂

这里介绍的是葛洲坝粘合剂开发公司研制生产的璜时得粘合剂，由 LDJ—243 胶粘剂与 450 固化剂（多异氰酸酯固化剂）组成。这种胶粘剂属于冷粘接型，具有耐油、耐热、耐化学腐蚀、耐老化、粘接力强和使用简便等特点，可用于橡胶、织物、皮带、硅酸盐以及塑料制品的粘合。该粘胶剂的涂胶使用温度  $20 \sim 60^{\circ}\text{C}$ ；剪切强度：固化 20min 为  $1.2 \sim 2\text{MPa}$ ，固化 48h 为  $3.5\text{MPa}$ ；附着力：牛皮正面与橡胶条件为  $90 \sim 147\text{N}/2.5\text{cm}^2$ ，猪皮正面与橡胶条件为  $107.8 \sim 150\text{N}/2.5\text{cm}^2$ ，帆布与橡胶为  $201.9 \sim 309.3\text{N}/2.5\text{cm}^2$ ，帆布与帆布之间为  $27.4 \sim 352.8\text{N}/2.5\text{cm}^2$ 。

### (2) 粘合工艺操作

1) 预制两块垫压钢板。垫压钢板尺寸为长 1m、宽 0.6m、厚 25mm（结合实际胶带定尺寸）。两侧边钻孔  $\text{O}20$ ，均匀分布，计 20 个，并准备好连接螺栓，见图 1-3-24。

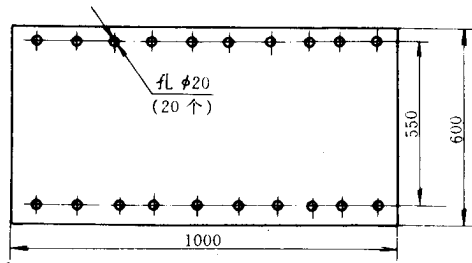


图 1-3-24 垫压钢板示意图

2) 拉紧输送胶带。接头粘接前将输送带从两端用 5kN 倒链拉紧，留出瑞部以便操作，见图 1-3-25。

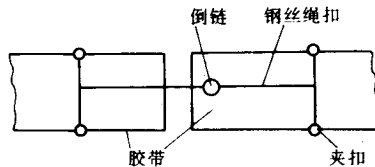


图 1-3-25 拉紧输送带示意图

3) 清扫擦拭胶带接口。将胶带接口两端头约 1m 段进行清扫灰尘，擦净油污。

4) 胶带接口剪裁。如工程胶带输送机用胶带：宽  $B = 0.5\text{m}$ ，厚  $\delta = 15\text{mm}$ 。通常求搭接长度  $L_1 \geq 0.5\text{m}$ ，先择定  $L_1 = 0.65\text{m}$ ，接口剪裁  $45^{\circ}$ 斜口。

两个待接的端头，除在其与中点对称的两个胶皮带进各保留 10mm 宽度不作剪裁外，其余剖段根据胶带内帘子布夹层分布情况，顺  $45^{\circ}$ 线作台阶形剪裁，接头段分 3 个台阶，需保证两头重叠后其总厚度均  $\geq 15\text{mm}$ ，如图 1-3-26 所示。

5) 待粘面锉毛并作洁净处理。在不损伤层间线芯的前提下，用角向磨光机将待粘面的帘子布锉毛，除去线芯层表面的残胶，并吹扫干净，再用汽油或四氯化碳甲苯冲洗干净。

6) 环境的温度应保证在  $20 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。如在冬季施工，搭设隔板并利用电加热设备进行局部环境加温，以保证操作环境高于  $20^{\circ}\text{C}$ ，并使粘接胶带表面干燥。

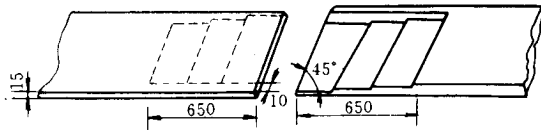


图 1-3-26 胶带接口剪剖示意图

7) 粘合剂混合配制。将粘胶剂与固化剂以 85% : 15% 重量比进行混合配制。

8) 涂沾。将两待粘端置于垫板上, 用毛刷子蘸着配制好的粘合剂胶液在待粘面涂刷, 一般涂刷分 4 道进行, 沿横向刷 1 道, 沿纵向刷 1 道, 沿左 45° 方向刷 1 道, 沿右 45° 方向刷 1 道, 以保证涂刷均匀。经晾置 10 ~ 15min, 用手触其不粘手时, 立即进行粘合。粘合由一边以线接触粘合开始, 沿着粘合线用 1 根圆钢或钢管向前滚压。待全部粘合后再用木榔头从接头中央向四周敲击 2 ~ 3 遍。压上压板, 拧紧螺栓, 置放 8h 以上即可。

4. 注意事项。

(1) 粘接所用材料均属有毒害物品, 挥发性强, 故操作时要戴防护手套和口罩。

(2) 450 固化剂易挥发, 使用后要及时加盖密封。该固化剂不得和水、碱、酸接触, 否则会失效。

(3) 冷粘接用胶料均属易燃品, 操作现场严禁明火。

(4) 对照国家现行规范、标准及设计资料, 如有违背之处, 要采取措施达到要求。

### 十三、板式输送机安装

1. 组装机架应符合下列要求:

(1) 机架中心线与输送机纵向中心线应重合, 偏差不应大于 2mm;

(2) 机架中心线的直线度偏差每米不应大于 1mm;

(3) 机架横截面两对角线长度之差, 不应大于两对角线平均长度的 1/1 000, 并不应大于 10mm;

(4) 支架对建筑物地面的垂直度偏差不应大于 2/1 000。

2. 组装导轨应符合下列要求:

(1) 导轨中心线与输送机纵向中心线应重合, 偏差不应大于 1mm,

(2) 轨距的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ;

(3) 导轨接头应平整, 左右偏移偏差不应大于 0.2mm, 高低差不应大于 1mm;

(4) 接头间隙不应大于 2mm;

(5) 导向面应平滑, 且铅垂度偏差不应大于 10/1 000。

3. 组装铸造小车输送机的拉紧装置应符合下列要求:

(1) 移动轨道与固定轨道的接头应平整, 左右偏移偏差不应大于 1mm, 高低差不应大于 0.3mm;

(2) 移动导轨与固定导轨的接头应平整, 左右偏移偏差不应大于 0.2mm, 高低差不应大于 1mm;

(3) 拉紧装置的滑块与滑道应配合良好, 局部间隙不应大于 1mm。

(4) 铸造小车输送机虽然不属板式输送机,按 JBJ32—96 规范考虑到仅此一项不宜单独成立一章,铸造小车输送机的牵引方式与板式输送机基本相同,其中移动轨道和固定轨道接头处可不加工成坡度,误差已可满足行走部件工作的要求。

## 十四、垂直斗式提升机安装

参照《垂直斗式提升机技术条件》(JB3926.2—85)明确本条的适用范围。斗式提升机分垂直式、倾斜式和环型三种;其中垂直式用量最大,且使用面广;而倾斜式和环型用量较小,且专用性强,故本条仅适用于垂直斗式提升机的安装。

1. 提升机组装应符合下列要求:

(1) 主轴的安装水平偏差不应大于  $0.3/1\ 000$ ;

(2) 单链和胶带提升机上、下轴安装的允许偏差(图 1-3-27、图 1-3-28)应符合表 1-3-24 的规定;

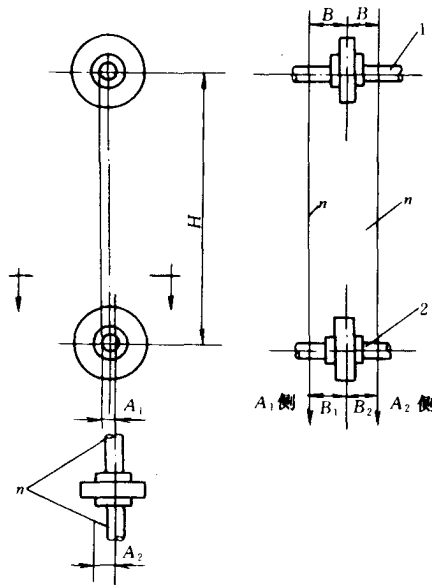


图 1-3-27 单链提升机上、下轴安装

1—上轴;2—下轴;*n*—测量铅垂线;

*B*—机壳内最大可测距离

表 1-3-24 单链和胶带提升机上、下轴安装的允许偏差

测量部位	允许偏差 (mm)	
	$H \leq 20$ (m)	$H > 20 \sim 40$ (m)
$A_1 - A_2$	4	6
$B_1 - B_2$	6	6

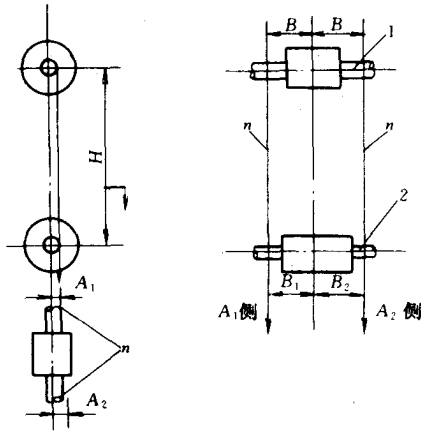


图 1-3-28 胶带提升机上、下轴安装

1—上轴；2—下轴； $n$ —测量铅垂线；

$B$ —机壳内最大可测距离（mm）

(3) 双链提升机上、下轴安装允许偏差（见图 1-3-29）应符合表 1-3-25 的规定；

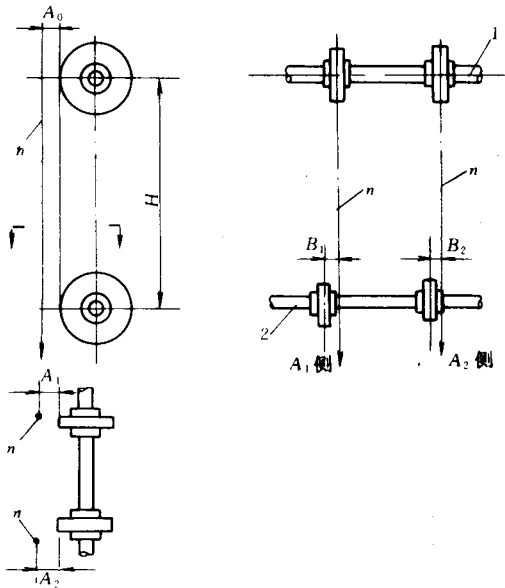


图 1-3-29 双链提升机上、下轴安装

1—上链轮轴；2—下链轮轴； $n$ —测量铅垂线

表 1-3-25

双链提升机上、下轴安装的允许偏差

测量部位	允许偏差 (mm)	
	$H \leq 20$ (m)	$H > 20 \sim 40$ (m)
$B_1$	3	3
$B_2$		
$ A_1 - A_2 $	4	6
$ A_0 - A_1 $		
$ A_0 - A_2 $		

(4) 上、下链轮或滚筒组装后，转动应轻便灵活；

(5) 双链提升机两牵引链条应适配，其长度应一致；

(6) 机壳铅垂度的允许偏差（图 1-3-30）应符合表 1-3-26 的规定；

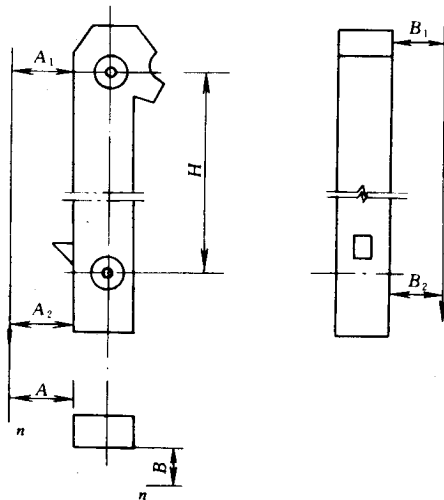


图 1-3-30 机壳组装

$n$ —测量铅垂线

表 1-3-26

机壳铅垂度的允许偏差

测量部位	允许偏差 (mm)		
	$H < 12$ (m)	$H = 12 \sim 24$ (m)	$H > 24 \sim 40$ (m)
$A_1 - A_2$	5	7	8
$B_1 - B_2$	5	7	8

(7) 机壳上部区段、中部区段、下部区段和检视门均应密封良好。

2. 料斗中心线与牵引胶带中心线重合，其偏差不应大于 5mm；料斗与牵引胶带的连接螺栓应切实锁紧。



3. 牵引胶带接头可采用搭接或硫化法连接。搭接长度应跨 3 个料斗，其联接螺栓轴线与胶带端部的距离（图 1-3-31）不应小于 50mm；硫化法连接的方法宜符合本章第十二条的规定。

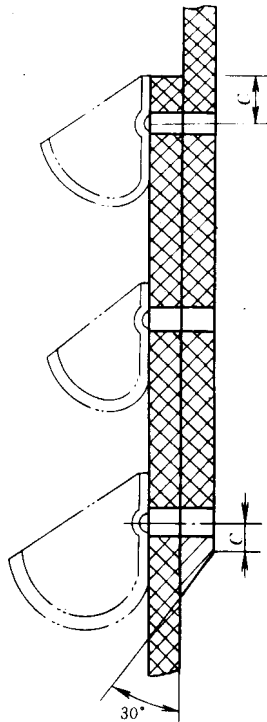


图 1-3-31 胶带接头螺栓连接

C—联接螺栓轴线与胶带  
端部间的距离

4. 拉紧装置的调整应灵活；牵引件安装调整好后，未被利用的行程不应小于全行程的 50%。

5. 提升机的上部、中部区段应设置牢固的支架；机壳不得偏斜，但不应限制机壳在铅垂方向的自由伸缩。

6. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 牵引件运转正常，且应无卡链、跳链、打滑和偏移现象；双列套筒滚子链提升机的两根链条应同时啮合；

(2) 连续运转 2h 以后，其轴承温升不得超过 40℃。

7. 负荷试运转应符合下列要求：

(1) 输送量允许偏差为额定输送量的  $\pm 10\%$ ；

(2) 卸料应正常，并应无显著回料现象；

(3) 满载运转时牵引件小应打滑，电动机小应超载；

(4) 逆止器应可靠，当停止运转时，应无明显的反向运转。

## 十五、螺旋输送机安装

本条适用于水平和倾斜角小于  $20^\circ$ ，且输送非粘结散状物料的螺旋输送机的安装。

1. 组装螺旋输送机应符合下列要求：

(1) 相邻机壳法兰面的连接应平整，其间隙不应大于  $0.5\text{mm}$ ，机壳内表面接头处错位不应大于  $1.4\text{mm}$ ；

(2) 机壳法兰之间宜采用石棉垫调整机壳和螺旋体长度之间的积累误差；

(3) 螺旋体外径与机壳之间的最小间隙应符合表 1-3-27 的规定；

表 1-3-27 螺旋体外径与机壳之间的最小间隙 (mm)

螺旋体公称直径	100	125	160	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250
最小间隙	3.75	5			6.25		7.5	10			

(4) 螺旋输送机各中间吊轴承应可靠的固定在机壳吊耳上；相邻螺旋体连接后，螺旋体转动应平稳、灵活，不得有卡住现象；螺旋体轴线的直线度偏差，宜在吊轴承底座与机壳吊耳之间加垫片调整，其直线度允许偏差应符合表 1-3-28 的规定。

表 1-3-28 螺旋体轴线的直线度允许偏差

螺旋输送机长度 (m)	3~15	>15~30	>30~50	>50~70
允许偏差 (mm)	$\phi 4$	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$

2. 进出口的连接法兰面应互相平行，并不应强行连接；连接后应紧密，不应有间隙。

3. 当螺旋输送机空负荷连续试运转 2h 以后，其轴承温升不得超过  $40^\circ\text{C}$ 。负荷试运转时，卸料应正常，应无明显的阻料现象。

## 十六、辊子输送机安装

1. 组装机架应符合下列要求：

(1) 机架中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于  $3\text{mm}$ ；

(2) 机架纵向水平度偏差不应大于  $1/1\ 000$ ；

(3) 机架支腿的铅垂度偏差不应大于  $2/1\ 000$ 。

2. 组装辊子应符合下列要求：

(1) 各辊子上母线均应在同一平面内，其高低差，输送砂型时不应大于  $0.5\text{mm}$ ；输送工件时不应大于  $1\text{mm}$ ；输送毛坯和砂箱时不应大于  $2\text{mm}$ ；

(2) 辊子的水平度偏差：输送砂型时不应大于  $0.5/1\ 000$ ；输送其他物品时不应大于  $1/1\ 500$ ；在辊子全长内不应大于  $1.5\text{mm}$ ；

(3) 辊子轴线对输送机纵向中心线的垂直度偏差不应大于  $1/1\ 000$ ；

(4) 转弯部分的辊子应按径向正确排列，其水平度应在允许偏差范围内，并应向内

侧倾斜。

## 十七、悬挂式输送机安装

1. 本条适用于通用悬挂输送机、积放式悬挂输送机、拖式悬挂输送机和单轨小车悬挂输送机的安装。

2. 组装金属构件应符合下列要求：

- (1) 吊架或立柱的铅垂度偏差不应大于  $1/1\ 000$ ；
- (2) 悬臂支架的水平度偏差不应大于  $3/1\ 000$ ；
- (3) 平台的纵、横向水平度偏差均不应大于  $3/1\ 000$ ；
- (4) 轨道支承处纵向中心线的偏移偏差不应大于  $3\text{mm}$ 。

3. 敷设轨道应符合下列要求：

- (1) 直线轨道段的直线度偏差，在  $6\text{m}$  长度上不应大于  $3\text{mm}$ ；全长不应大于  $7\text{mm}$ ；
- (2) 水平直线轨道的纵向水平度偏差不应大于  $1/1\ 500$ ，全长不应大于  $10\text{mm}$ ；
- (3) 积放式悬挂输送机，其积放段的纵向水平度偏差不应大于  $1/1\ 000$ ，且应沿输送机前进方向倾斜；

(4) 轨道不应偏斜或扭转，轨道纵向中心面的铅垂度偏差：直线轨道不应大于截面高度的  $1/100$ ，垂直弯轨道不应大于截面高度的  $2/100$ ，水平弯轨道不应大于截面高度的  $1.5/100$ ；

(5) 垂直弯轨道工作面应圆滑过渡，其表面轮廓度的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；

(6) 轨道接头处间隙不应大于  $1\text{mm}$ ，工作面的高低差不应大于  $0.5\text{mm}$ ，左右偏移偏差不应大于  $1\text{mm}$ 。

4. 组装水平回转装置应符合下列要求：

- (1) 水平弯轨下平面的平面度允许偏差，在  $1\ 000\text{mm}$  以内为  $\pm 2\text{mm}$ ；
- (2) 回转装置的链轮、光轮和滚子组应转动灵活，无卡阻现象；
- (3) 链轮的横向中心面与轨道下平面之间的距离的允许偏差为  ${}^0_{-1.5}$ ， $\text{mm}$ ；
- (4) 链轮或光轮轴线与轨道纵向中心线间的距离的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

5. 组装道岔应符合下列要求：

(1) 道岔舌应转动灵活、正确到位和无卡阻现象，道岔舌舌板与轨道接头处工作面的高低差不应大于  $1\text{mm}$ ，左右偏移偏差不应大于  $1\text{mm}$ ；

(2) 道岔的直轨和弯轨应符合本条 3 款和 4 款的有关规定；

(3) 弯轨处的链轮，光轮或滚子组应符合本条 4 款的有关规定。

6. 组装拉紧装置应符合下列要求：

(1) 拉紧装置的浮动架在其行程范围内应移动灵活，无卡阻和歪斜现象；

(2) 浮动架回滚轮在固定架内移动时，允许一个滚轮脱离接触，其间隙不应大于  $2\text{mm}$ ；

(3) 拉紧装置调整后，未被利用的行程不应小于全行程的  $50\%$ 。

7. 组装升降段应符合下列要求：

- (1) 立柱铅垂度偏差不应大于 5mm，双立柱两柱平行度偏差不应大于 3mm；
  - (2) 升降段活动轨与固定轨对接时，轨道工作面的高低差不应大于 1mm，接头处间隙不应大于 1.5mm，左右偏移偏差不应大于 1mm；
  - (3) 活动轨在升降过程中两端的高低差不应大于 5mm；
  - (4) 升降段顶端与屋架或行架应牢固连接，活动轨升降时应无晃动现象。
8. 组装悬具的导向装置应符合下列要求：
- (1) 导向板与轨道中心线或面的距离的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；
  - (2) 导向面应平整，圆弧处应均匀平滑。
9. 上、下捕捉器、反向挡杆的安装方向应符合设备技术文件的规定。
10. 空负荷试运转应符合下列要求：
- (1) 盘车运行距离不应小于 30m，牵引链条与驱动拨爪啮合应良好，牵引链条运行时不应有卡阻及异常声响；
  - (2) 应先点动数次，运行时间逐渐加长，无异常后面连续运转 2h，运转应平稳。
11. 负荷试运转应符合下列要求：
- (1) 负荷试运转时，载荷应逐渐增加，应分别在额定负荷的 1/3、1/2、1 和 5/4 下，各运转 1h；
  - (2) 轨道应无明显变形。

## 十八、振动输送机安装

1. 本条适用于水平振动输送机的安装。
2. 组装输送机应符合下列要求：
  - (1) 输送槽直线度偏差不应大于 3/1 000，横向水平度偏差不应大于 1/1 000；
  - (2) 输送槽法兰连接应紧密牢固，且与物料接触处的错位不应大于 0.5mm；
  - (3) 进料口、排料口的连接部分不得产生限制振动的现象；
  - (4) 支承弹簧装配后，其静变形量不应大于额定振幅的 1/10；驱动装置的安装角度应与振动方向角保持一致，其相位角度的允许偏差为  $\pm 1^\circ$ ；
  - (5) 所有紧固螺栓均应装设防松装置。
3. 空负荷试运转应符合下列要求：
  - (1) 启动应平稳、迅速，振动应稳定，并应无左右摆动、跳动、冲击和不正常声响；
  - (2) 振幅、振动方向角、振动频率的偏差均不应大于额定值的 10%；长度大于 15m 的振动输送机，其前、中、后段的振幅偏差均不应大于额定振幅的 10%；
  - (3) 橡胶弹簧温升不得超过 50℃，金属弹簧温升不得超过 70℃；偏心连杆式振动输送机的轴承和电动机温升均不得超过 50℃；电磁铁线圈的温升不得超过 65℃。
4. 负荷试运转应符合下列要求：
  - (1) 振幅下降量不应大于额定振幅的 10%；
  - (2) 物料在输送槽中应运动流畅，无明显阻料、跑偏、打旋和严重跳料现象；

(3) 输送量不应小于额定输送量的 90%。

#### 5. 几点说明。

(1) 输送槽直线度偏差比原规范 (JB32—96) 放大到 3/1 000, 横向水平度是指槽底部的要求, 防止物料跑偏; 纵向水平度不作规定, 不致影响使用。

(2) 局部突起对输送中的物料形成阻力, 并且为了与直线度要求不产生矛盾, 故本条对法兰连接处的错位偏差要求不应大于 0.5mm。

(3) 进、排料口处, 不论是密封软连接或承插式连接, 均不得产生限制振动振幅的现象。

(4) 因振动输送机的工作弹簧是处于支撑输送槽的位置, 故用“支撑弹簧”一词较准确, 控制支撑弹簧的静变形量是为了控制各支撑弹簧的弹力均匀程度、振动相位和振幅; 同时提高弹簧的使用寿命。

## 十九、埋刮板输送机的安装

本条适用于可连续输送散状物料的埋刮板输送机的安装。

### 1. 组装机槽应符合下列要求:

(1) 应按每段机槽上标出的连接序号依次组装;

(2) 输送机头、尾和中间机槽两侧对称中心面对输送机纵向中心面的对称度允许偏差应符合表 1-3-29 的规定;

表 1-3-29 输送机头、尾和中间机槽两侧对称中心面对输送机纵向中心面的对称度允许偏差

输送机总长度 (m)	允许偏差 (mm)	
	水平型、平面环型	垂直型、乙型、立面环型、扣环型
≤ 10	8	4
> 10 ~ 30	10	6
> 30 ~ 50	12	8
> 50	14	10

(3) 各段机槽法兰内口的连接应平正, 紧密贴合, 错位不应大于 2mm, 刮板链条运行前方的法兰口应稍低;

(4) 输送机头部应焊牢在平台或支架上, 各段机槽安装后, 只允许沿长度方向朝尾部伸缩, 其横向不应有移动或晃动现象。

### 2. 安装驱动装置应符合下列要求:

(1) 驱动装置应牢固地安装在基础或机架上, 运行中不应有位移或晃动现象;

(2) 大、小链轮的中心面应重合, 其偏差不应大于两链轮中心距的 2/1 000。

### 3. 组装刮板链条应符合下列要求:

(1) 刮板链条组装前, 应逐节清洗, 链条关节转动应灵活;

- (2) 刮板链条运行方向指示箭头应与头部头轮旋转方向的指示箭头一致；  
 (3) 刮板链条与机槽的最小侧间隙应符合表 1-3-30 的规定。

表 1-3-30 刮板链条与机槽的最小侧间隙 (mm)

机槽宽度	120	150	200	250	320	400	500	630	800	1 000
最小侧间隙	7.5	10	15				20			

4. 组装尾部张紧装置应符合下列要求：

(1) 张紧装置调节应灵活，刮板链条松紧应适度，尾部张紧装置已利用的行程不应大于全行程的 50%；

(2) 对于小车式张紧装置，小车滑动应自如；行走轨道的中心线与输送机机槽纵向中心线应重合，其偏差不应大于 4mm；

(3) 张紧链轮拉紧后，其轴线对输送机纵向中心线的垂直度偏差不应大于  $2/1\ 000$ 。

5. 耐磨型输送机内的耐磨材料在现场粘结时，应符合设备技术文件的规定，并且粘结应牢固、可靠。

6. 除刮板链条销轴处外，所有螺杆、滑轨、轴承、传动部件以及减速器内，均应按设备技术文件的规定加注润滑剂。

7. 热料型输送机，其水夹套应进行严密性试验，在 0.3MPa 压力下保持 5min 应无泄漏现象。

8. 对于气密型输送机，应进行整机气密性试验，壳体在 0.02MPa 的压力下 5min 内的气压降不应大于 50Pa。

9. 空负荷试运转应符合下列要求：

(1) 盘车或点动不应少于 3 个全行程；

(2) 刮板链条运行方向应与规定方向一致，进入头轮时啮合应良好，且离开头轮时不应有卡链、跳链现象；

(3) 刮板链条运行应平稳，不应有跑偏和异常尖叫声；运行速度的允许偏差为额定速度的  $\pm 5\%$ ；

(4) 在额定速度下连续运转不应少于 1h。

10. 负荷试运转应符合下列要求：

(1) 在额定输送量的 50% 和 100% 负载下，以额定速度连续运转的时间均不应少于 4h；

(2) 输送机不应满载启动，加料应均匀、连续，并不得骤然大量加料；

(3) 主机轴承温升不得超过 40℃；

(4) 物料在运输过程中应无泄漏；卸料口处应无堵塞现象；

(5) 尾部调节装置调整应灵活；

(6) 料层指示装置、料层高度调节装置、过载保护装置、断链报警装置、清扫装置和防护装置均应安全可靠。

## 二十、气力输送设备安装

本条适用于输送粉粒状物料的气力输送设备的安装。

1. 分离器、除尘器、加料器和发送器等的铅垂度偏差不应大于  $1/1\ 000$ 。
2. 水平输送管路的水平度偏差不应大于  $3/1\ 000$ ，全长不应大于 20mm；垂直输送管路的铅垂度偏差不应大于  $2/1\ 000$ ，全长不应大于 20mm。
3. 输送管路连接处应严密，内壁应平滑，法兰、垫片应无错位，管子轴心应对正。
4. 两平行输送管路之间的最小距离应符合设计规定，当无规定时，应符合表 1-3-31 的规定。

表 1-3-31 两平行输送管路之间的最小距离 (mm)

管子外径	$\leq 170$	$> 170$
最小距离	80	100

5. 有静电积聚可能的气力输送设备，应按规定接地。

## 第四章 搅拌、干燥、包装设备 安装工程施工技术

### 一、设备基础验收

1. 设备基础的位置、几何尺寸和质量要求，经检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB 50204—92）的规定（见表 1-4-1）；并应有验收资料或“设备基础验收记录”。设备安装前应按表 1-4-1 的要求进行复验。

表 1-4-1 混凝土设备基础的允许偏差（mm）

项 目		允许偏差
坐标位置（纵横轴线）		20
不同平面的标高		0 - 20
平面外形尺寸		± 20
凸台上平面外形尺寸		0 - 20
凹穴尺寸		+ 20 0
平面的水平度（包括地坪上需要安装设备的部分）		每米 5，且全长 10
垂 直 度		每米 5，且全长 10
预埋地脚螺栓	标高（顶端）	+ 20 0
	中心距（在根部和顶部两处测量）	± 2
预埋地脚螺栓孔	中心位置	10
	深度	+ 20 0
	孔壁铅垂度	10
预埋活动地脚螺栓锚板	标高	+ 20 0
	中心位置	5
	带槽的锚板与混凝土面的平整度	5
	带螺纹孔的锚板与混凝土面的平整度	2

2. 设备基础表面和地脚螺栓预留孔中的油污、碎石、泥土、积水等均应清除干净；



预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应保护完好；放置垫铁部位的表面应凿平。

## 二、设备清洗及装配，应遵守下列规定

1. 清洗设备及装配件，对设备及大、中型部件的局部清洗，宜采用符合国家标准的溶剂油、航空洗涤油、轻柴油、乙醇和金属清洗剂进行擦洗和涮洗；使用金属清洗剂应符合第 7.1.3 条的规定。

2. 对中、小型形状较复杂的装配件可采用相应的清洗液浸洗，浸洗时间随清洗液的性质、温度和装配件要求确定，宜为 2~20min，并采用多步清洗法或浸、涮结合清洗；采用加热浸洗时，必须控制清洗液温度，被清洗件不得接触容器壁。

3. 对形状复杂、污垢粘附严重的装配件宜采用溶剂油、蒸汽、热空气、金属清洗剂和三氯乙烯等清洗液进行喷洗。对精密零件、滚动轴承等不得用喷洗法。

4. 当对装配件进行最后清洗时，宜采用超声波装置，并用溶剂油、清洗汽油、轻柴油、金属清洗剂和三氯乙烯等进行超声波清洗。

5. 对形状复杂、油垢粘附严重、清洗要求高的装配件，宜采用溶剂油、清洗汽油、轻柴油、金属清洗剂、三氯乙烯和碱液等进行浸—喷联合清洗。

## 三、设备零、部件经清洗后的清洁度，应符合下列要求

1. 当采用目测法时，在室内白天或在 15~20W 日光灯下，肉眼观察表面应无任何残留污物；

2. 当采用擦拭法时，用清洁的白布（或黑布）擦拭清洗的检验部位，布的表面应无异物污染；

3. 当采用溶剂法时，用新溶液洗涤，观察或分析溶剂中应无污物、悬浮物或沉淀物；

4. 将清洗后的金属表面，用蒸馏水局部润湿，用精密 pH 试纸测定残留酸碱度，应符合其设备技术要求。

## 四、装配螺栓时，应符合下列要求

1. 紧固时，宜采用死扳手，不得使用打击法和超过螺栓许用应力。

2. 螺栓头、螺母与被联接件的接触应紧密，对接触面和接触面积间隙有要求的，尚应按规定要求进行检验。

3. 有预紧力要求的联接应按规定的预紧力进行预紧；可选用机械、液压拉伸法和加热法。钢制螺栓加热温度不得超过 400℃。

4. 螺栓与螺母拧紧后，螺栓应露出螺母 2~4 个螺距；沉头螺钉紧固后，针头应埋入机件内，不得外露。

5. 有锁紧要求的，拧紧后应按规定锁紧。用双螺母锁紧时，薄螺母应装在厚螺母

之下。每个螺母下面不得用两个相同的垫圈。

6. 不锈钢、铜、铝等材质的螺栓装配时，应在螺纹部分涂抹润滑剂。

## 五、键的装配应符合下列要求

1. 键的表面应无裂纹、浮锈、凹痕、条痕及毛刺，键和键槽的表面粗糙度、平面度和尺寸在装配前均应经检查符合规定。

2. 普通平键、导向键、薄型平键、半圆键，两侧面与键槽应紧密接触无间隙，与轮毂键槽底面有间隙。

3. 普通楔键、钩头楔键，上、下面应与轴的轮毂的键槽底面紧密接触无间隙。

4. 切向键的两斜面间以及键的侧面与轴和轮毂键槽的工作面间，均应紧密接触无间隙。装配后，相互位置应用销或其他适当方法固定。

5. 装配时，轴键槽及轮毂键槽轴心线的对称度，根据要求，可按现行国家标准《形状和位置公差、未注公差的规定》中对称度公差 7~9 级选取。

6. 现场配制的各种类型的键，均应符合国家现行标准《装配通用技术条件》规定的尺寸和精度，键用型钢的抗拉强度不应小于  $588\text{N}/\text{mm}^2$ 。

## 六、销的装配应符合下列要求

1. 检查销的形式、规格，应符合设计及设备技术文件的规定。

2. 有关联结机件及其几何精度经调整符合要求后，方可装销。

3. 装配销时，不宜使销承受载荷或所受载荷很小，并根据销的性质，选择相应的方法装入，销孔的位置正确。

4. 对定位精度要求高的销孔，装配前检查其接触面积，应符合设备技术文件的规定，当无规定时，宜为 50%~75%。

5. 装配中，当发现销和销孔不符合要求时，应铰孔，另配新销。对定位精度要求高的，应在设备的几何精度符合要求或空运转试验合格后进行。

## 七、其他工序安装

1. 基础检查与划线。

2. 无垫铁安装。

3. 滑动轴承装配。

4. 设备找正及二次灌浆。

5. 联轴节安装。

## 八、带搅拌容器安装

1. 本条适用于带搅拌器的磷酸搅拌机、主灰桶（槽）、预灰桶、渐进预灰桶、石灰孔搅拌机、糖膏分配槽、转化糖搅拌机、一（二）碳泥汁搅拌机、连续回溶机、糖糊混合机及相类似设备。

2. 卧式搅拌器（机）轴的水平度偏差不应大于  $1/1\ 000$ 。

3. 搅拌轴轴颈与轴瓦配合间隙、滑动轴承的接触面及斑点要求如下：

(1) 轴瓦（或轴套）与轴承座的接合面应紧密接触，并可用着色法检查，必要时应刮研。

(2) 轴瓦（或轴套）与轴颈间的间隙，接触弧面和单位接触面积内的接触点数，若设备技术文件或施工图无特殊规定应符合本条规定。

(3) 轴瓦与轴颈间隙可用以下方法测量：

1) 顶间隙可用压铅法测量（见图 1-4-1），并可按下述公式计算：

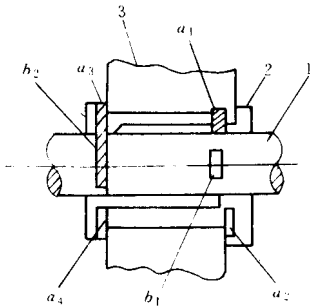


图 1-4-1 压铅法测量轴承间隙

1—轴；2—轴瓦；3—轴承座

$$S = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$$

式中  $S$ ——轴承的平均顶间隙（mm）；

$a_1, a_2, a_3, a_4$ ——轴瓦合缝处接合面上各段软铅丝压扁后的厚度（mm）；

$b_1, b_2$ ——轴颈上各段软铅丝压扁的厚度（mm）。

2) 侧向间隙可用塞尺沿着圆弧方向测量。

(4) 轴瓦合缝处放置垫片时，应符合下列要求：

1) 在调整顶间隙增减垫片时，两边垫片的总厚度应相等；

2) 垫片不应与轴接触，离轴瓦内径边缘一般不宜超过 1mm；

3) 薄壁轴瓦的垫片宜伸入轴承盖与轴承座的合缝处。

(5) 液体静压轴承装配，油孔、油腔应完好，油孔应畅通，节流器、轴承间隙不应堵塞，轴承两端的油封槽不应与其他部位穿通，静压轴承刚性调整应按设备技术文件规定执行。

(6) 含油轴套装入轴承座时，轴套端部应均匀受力，并不得直接敲打轴套，轴套与

轴颈间的间隙一般应为轴颈直径的 0.07% ~ 0.2%。

(7) 尼龙轴套与轴颈的间隙一般应为轴颈直径的 0.5% ~ 0.6%，装配时应涂以较多的润滑脂。

(8) 设备上支承的铜滑动轴承和轴颈间隙，除设备技术资料有特殊要求者外，应符合表 1-4-2 的规定。

表 1-4-2 轴瓦与轴瓦的间隙（上间隙）(mm)

轴承类别	间 隙				
	轴 颈 直 径				
	50 ~ 80	80 ~ 120	120 ~ 180	180 ~ 260	260 ~ 360
轻载高速轴承精密的皮带和齿轮传动设备的低速轴	0.15 ~ 0.20	0.20 ~ 0.28	0.28 ~ 0.35	0.35 ~ 0.45	0.45 ~ 0.62
空压机和固定式内燃机轴承	0.09 ~ 0.11	0.10 ~ 0.12	0.12 ~ 0.13	0.14 ~ 0.20	

(9) 表 1-4-2 中：

1) 整体轴瓦与轴颈间隙，按照下列公式决定：

$$S = 0.025 \sqrt[3]{d} \quad (1-4-1)$$

式中  $d$ ——轴颈 (mm)

2) 耐磨铸铁瓦的间隙，按表中所列尺寸放大 15%。

3) 侧间隙是上间隙的一半或相同。

(10) 曲柄连杆传动的轴承，轴与轴瓦接触面积，在刮削后，应不小于轴瓦总面积的 85%。

(11) 支承的滑动轴承，其承载轴瓦与轴颈接触包角应符合表 1-4-3 的规定。

表 1-4-3 承载轴瓦（轴套）与轴颈接触包角

高速轴承 (500r/min 以上)	接触角为 60°
低速轴承 (500r/min 以下)	接触角为 90°

(12) 支承的滑动轴承，其承载轴瓦与轴颈接触的刮削部分，其接触点应符合表 1-4-4 的规定。表中：受力较轻的轴瓦，接触点在 25mm × 25mm 的面积上，按表数值降低 1 个接触点。

表 1-4-4 轴瓦上的接触点数

$\alpha$ 角范围内接触点 (点数/25mm × 25mm)			
轴转速 $V_{\min}$	轴瓦内径 (mm)		
	≤ 180	> 180 ~ 360	> 360 ~ 500
≤ 300	4	3	2

续表

$\alpha$ 角范围内接触点(点数/25mm×25mm)			
> 300 ~ 500	5	4	3
> 500 ~ 1 000	6	5	4
> 1 000	8	6	5

4. 附有加热或冷却装置的搅拌容器,其加热或冷却装置应以 1.25 倍工作压力进行水压试验,不得有渗漏。

5. 电动机的转向应符合搅拌叶片转向的要求。

6. 开口搅拌容器应盛水试验,盛水试验时,须经 4h 后进行检查,均无渗漏为合格。

7. 无负荷试运转 2h。单机无负荷试运转及局部串水串汽,以施工单位为主,建设单位负责协调,保证试运转条件。

单机试运转:

(1) 单机试运转应包括下列内容:

- 1) 供水、供汽、物料、润滑、气动、液压、加热或冷却系统的调整试验;
- 2) 设备本体及附属设备的调整试验;
- 3) 电动机、电气开关或其他原动机的调整试验;
- 4) 按规定时间进行空负荷运转及串水、串汽。

(2) 单机试运转应具备的条件:

- 1) 土建工程已竣工,试运转场地已清理干净;
- 2) 水、电、汽源已接通;
- 3) 电动机、电气开关、设备及附属设备、仪表均已安装完毕,并经检查具备试机条件;

4) 机械、电气安全措施完备;

5) 供水、供汽、物料管路全部安装完毕;

6) 编制试运转方案,各项准备工作就绪。

(3) 单机试运转应按下列要求进行:

1) 试运转步骤应按“先驱动、后从动”,先附属设备、后主体设备,先低速、后高速的原则进行。上一步骤试验合格后,方可进行下一步骤。

2) 转动部件,应先用人力盘车,缓缓回转数周,如无异常,再用随开随停的办法,启动 1~2 次。观察各部正常时,方可启动,投入试运转。

3) 检查各手柄操作位置,开、停车按钮、调速按钮、显示仪表、讯号等动作或指示应符合设计要求,准确可靠。

4) 对轴承温度要求,除特殊规定外,一般滚动轴承温升不超过 313K (40℃),最高温度不超过 353K (80℃)。滑动轴承温升不超过 308K (35℃),最高温度不超过 343K (70℃)。减速器油箱温度不超过 333K (60℃)。

5) 试运转中如发现异常现象,应立即停车,检查处理。检修时必须切断电源,排

空物料，释放压力，降低温度，确认无机械、人身危险之后方可进行。

6) 试运转达到本条有关要求，并做好试运转记录。

7) 试运转结束后，必须切断电源和其他动力源，消除压力和负荷，检查紧固件，装好试运转中临时拆卸的部件或附属装置。

## 九、立式搅拌机安装

1. 搅拌机安装在金属槽罐顶盖上时，应随槽罐就位；安装在专用支架上时，纵、横向中心线极限偏差均为  $\pm 10\text{mm}$ 。搅拌机应垂直，在其支承面上检查，水平度公差为  $0.2/1\ 000$ 。

2. 立式搅拌机试运转应符合下列要求：

(1) 无负荷运转  $30\text{min}$ ，转轴下端径向振摆应符合设备技术文件的规定。

(2) 负荷试运转应在注水至容器容积的  $3/4$  时进行，连续运转  $1\text{h}$ ，搅拌机轴转动应平稳。

3. 其他未尽事宜参见第八条。

## 十、砂糖干燥机安装

滚筒式砂糖干燥机及滚筒式砂糖干燥冷却机的安装要求如下：

1. 底座纵、横向中心线与安装基准线偏差不应大于  $5\text{mm}$ ；标高允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ 。

2. 筒体的纵、横向水平度偏差不应大于  $0.5/1\ 000$ ，全长不大于  $3\text{mm}$ ，应向砂糖出口方向倾斜。

3. 托辊母线应与砂糖干燥机滚筒中心线平行，以保证与滚筒的滚圈接触宽度大于  $60\%$ ；各托辊与滚圈接触良好，不得有悬空现象。

4. 滚圈端面应垂直于滚筒中心线，滚圈与滚筒的同心度偏差不应大于  $3\text{mm}$ 。

5. 大齿圈端面应与滚筒中心垂直，大齿圈与滚筒同轴度偏差不应大于  $3\text{mm}$ ；转动滚筒时，齿圈径向跳动偏差不得大于  $0.25\text{mm}$ ，端面摆动偏差不得大于  $0.35\text{mm}$ 。

6. 传动装置的安装应符合本章第十一条有关规定的要求。

7. 安装完毕后，进行无负荷试车  $8\text{h}$ 。试运转应符合第八条 7 款及设备技术文件规定外，尚应符合下列要求：

1) 筒体无明显的轴向串动和径向跳动现象；

2) 转动平稳，主动齿轮与齿圈啮合良好，无振动，无其他异常声响。

## 十一、传动皮带、链条和齿轮装配

1. 皮革带和橡胶布带的接头用螺栓或胶合方法连接时，应符合下列要求：

(1) 皮革带的两端应削成斜面（见图 1-4-2 (a)）；橡胶布带的两端应按相应的帘子布层切割成阶梯形状（见图 1-4-2 (b)），接头长度（ $L$ ）宜为宽度（ $B$ ）的  $1\sim 2$

倍；

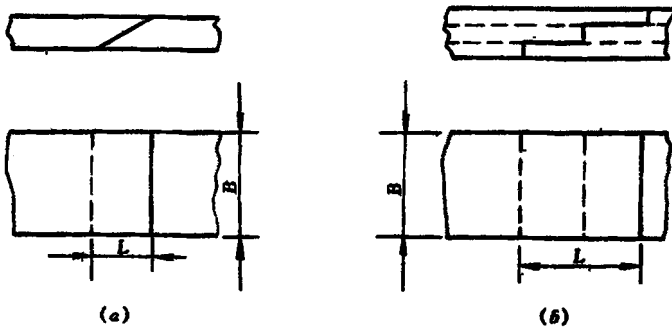


图 1-4-2 传动皮带胶合接头的剖剖形状

(a) 皮革带；(b) 橡胶皮带

- (2) 胶合剂的材质与皮带的材质应具有相同的弹性；
- (3) 接头应牢固、接头处增加的厚度。不应超过皮带厚度的 5%；
- (4) 橡胶布带胶合剂的硫化温度和硫化时间及常温胶接，应符合设备技术文件及胶合剂的要求；
- (5) 采用胶带螺栓或胶合接头时，应顺着皮带运转方向搭接（见图 1-4-3）。

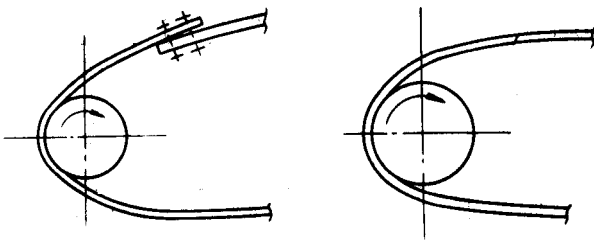


图 1-4-3 平带搭接方向与带轮转向

2. 传动皮带需要预拉时，预拉力宜为工作拉力的 1.5~2 倍；预拉持续时间宜为 24h。

3. 每对皮带轮或链轮的装配应符合下列要求：

- (1) 两轮的轮宽中央平面应在同一平面上；其偏移  $a$ （见图 1-4-4），三角皮带轮或链轮不应大于 1mm；平皮带轮不应大于 1.5mm；
- (2) 两轴的平行度（ $\text{tg}\theta$ ）（见图 1-4-4）不应大于 0.5/1 000；
- (3) 偏移和平行度的检查，宜以轮的边缘为基准。

4. 链轮与链条的装配应符合下列要求：

- (1) 装配前应清洗洁净；
- (2) 主动链轮与被动链轮齿的中心线应重合，其偏差不得大于两轮中心距的 2/1 000；

(3) 链条工作边拉紧时，非工作边的弛垂（ $f$ ）（见图 1-4-5）应符合设计规定，当无规定时，且链条与水平线夹角（ $\alpha$ ）小于  $60^\circ$  时，可按两链轮中心距（ $L$ ）的 1%~

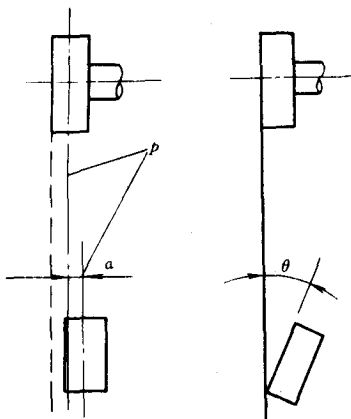


图 1-4-4 每对皮带轮或链轮的位置偏差  
 $\alpha$ —两轮偏移； $\theta$ —两轮夹角； $p$ —轮宽中央平面轴线



4.5% 调整。

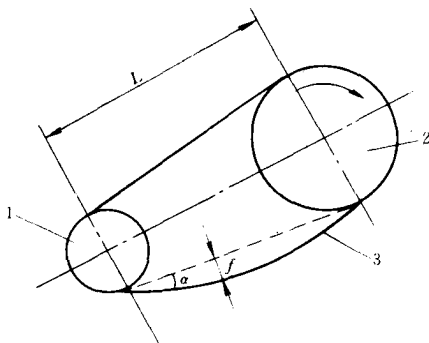


图 1-4-5 传动链条弛垂度

1—从动轮；2—主动轮；3—从动边链条



5. 装配轴心线平行且位置为可调结构的渐开线圆柱齿轮副，其中心距极限偏差 ( $\pm f_a$ ) 应按设备技术文件规定进行检查调整；当无规定时，应符合表 1-4-5 的规定。装配中心距可调整的蜗轮副，中心距的极限偏差 ( $\pm f_a$ ) 应符合表 1-4-6 的规定。同时对传动副的啮合侧间隙，应符合设备技术文件规定，当无规定时，可按表 1-4-7 的规定，进行检验和调整。圆柱、圆锥齿轮啮合侧间隙由设计根据工作条件，用最大极限侧隙与最小极限侧隙来规定。

表 1-4-5 渐开线圆柱齿轮副中心距极限偏差 ( $\pm f_a$ )

齿轮副公称中心距 (mm)	齿轮副 II 公差组精度等级					
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12
	中心距极限偏差 $\pm f_a$ ( $\mu\text{m}$ )					
>6~10	2	4.5	7.5	11	13	45



续表

齿轮副公称中心距 (mm)	齿轮副第Ⅱ公差组精度等级					
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12
	中心距极限偏差 $\pm f_a$ ( $\mu\text{m}$ )					
> 10 ~ 18	2.5	5.5	9	13.5	21.5	55
> 18 ~ 30	3	6.5	10.5	16.5	26	65
> 30 ~ 50	3.5	8	12.5	10.5	31	80
> 50 ~ 80	4	9.5	15	23	37	90
> 80 ~ 120	5	11	17.5	27	43.5	110
> 120 ~ 180	6	12.5	20	31.5	50	125
> 250 ~ 315	8	16	26	40.5	65	160
> 315 ~ 400	9	18	28.5	44.5	70	180
> 400 ~ 500	10	20	31.5	48.5	77.5	200
> 500 ~ 630	11	22	35	55	87	220
> 630 ~ 800	12.5	25	40	62	100	250
> 800 ~ 1 000	14.5	28	45	70	115	280
> 1 000 ~ 1 250	17	33	52	82	130	330
> 1 250 ~ 1 600	20	39	62	97	155	390
> 1 600 ~ 2 000	24	46	75	115	185	460
> 2 000 ~ 2 500	28.5	55	87	140	220	550
> 2 500 ~ 3 150	34.5	67.5	105	165	270	675

表 1-4-6 蜗轮副传动中心距极限偏差 ( $\pm f_a$ )

传动中心距 (mm)	精密等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	中心距极限偏差 ( $\mu\text{m}$ )											
$\geq 30$	3	5	7	11	17	26	42	65				
> 30 ~ 50	3.5	6	8	13	20	31	50	80				
> 50 ~ 80	4	7	10	15	23	37	60	90				
> 80 ~ 120	5	8	11	18	27	44	70	110				
> 120 ~ 180	6	9	13	20	32	50	80	125				
> 180 ~ 250	7	10	15	23	36	58	92	145				

续表

传动中心距 (mm)	精密等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	中心距极限偏差 ( $\mu\text{m}$ )											
> 250 ~ 315	8	12	16	26	40	65	105	160				
> 315 ~ 400	9	13	18	28	45	70	115	180				
> 400 ~ 500	10	14	20	32	50	78	125	200				
> 500 ~ 630	11	15	22	35	55	87	140	220				
> 630 ~ 800	13	18	25	40	62	100	160	250				
> 800 ~ 1 000	15	20	28	45	70	115	180	280				
> 1 000 ~ 1 250	17	23	33	52	82	130	210	330				
> 1 250 ~ 1 600	20	27	39	62	97	155	250	390				
> 1 600 ~ 2 000	24	32	46	75	115	185	300	460				
> 2 000 ~ 2 500	29	39	55	87	140	220	350	550				

表 1-4-7 蜗杆与蜗轮传动侧隙种类及最小法向间隙

传动中心距 (mm)	侧隙种类 ( $\mu\text{m}$ )							
	<i>h</i>	<i>g</i>	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>
< 30	0	9	13	21	33	52	84	130
> 30 ~ 50	0	11	16	25	39	62	100	160
> 50 ~ 80	0	13	19	30	46	74	120	190
> 80 ~ 120	0	15	22	35	54	87	140	220
> 120 ~ 180	0	18	25	40	63	100	160	250
> 180 ~ 250	0	20	29	46	72	115	185	290
> 250 ~ 315	0	23	32	52	81	130	210	320
> 315 ~ 400	0	25	36	57	89	140	230	360
> 400 ~ 500	0	27	40	63	97	155	250	400
> 500 ~ 630	0	30	44	70	110	175	280	440
> 630 ~ 800	0	35	50	80	125	200	320	500
> 800 ~ 1 000	0	40	56	90	140	230	360	560
> 1 000 ~ 1 350	0	46	66	105	165	260	420	660
> 1 250 ~ 1 600	0	54	78	125	195	310	500	780
> 1 600 ~ 2 000	0	65	92	150	230	370	600	920
> 2 000 ~ 2 500	0	77	110	175	280	440	700	1100

中心距极限偏差 ( $\pm f_a$ )，系指在齿壳的中间平面上实际中心距与公称中心距之差。

表 1-4-7 中：蜗杆传动最小法向侧隙大小分为 8 种， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$  和  $h$ ，以  $a$  为最大， $h$  为零，并依次减小，侧隙种类与精度等级无关。侧隙要求应根据工作条件和使用要求，由设计确定。

6. 用压铅法检查啮合间隙时，铅条直径不宜超过间隙的 3 倍，铅条的长度不应小于 5 个齿距，对于齿宽较大的齿轮，沿齿宽方向应均匀放置至少 2 根铅条。

7. 用着色法检查传动齿轮啮合的接触斑点（见图 1-4-6），应符合下列要求：

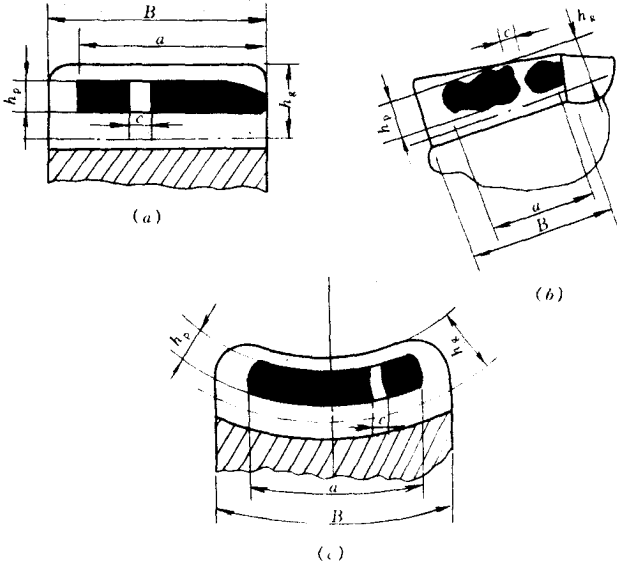


图 1-4-6 着色法检查传动齿啮合的接触斑点

(1) 将颜色涂在小齿轮（或蜗杆）上，在轻微制动下，用小齿轮驱动大齿轮，使大齿轮转动 3~4 转。

(2) 圆柱齿轮和蜗轮的接触斑点应趋于齿侧面的中部；圆锥齿轮的接触斑点趋于齿侧面的中部并接近小端。

(3) 接触斑点的百分率应按下列公式计算：

$$\text{齿长方向百分率} = \frac{a-c}{B} \times 100\% \quad (1-4-2)$$

$$\text{齿高方向百分率} = \frac{h_p}{h_g} \times 100\% \quad (1-4-3)$$

式中  $a$ ——接触痕迹极点间的距离 (mm)；

$c$ ——超过模数值的断开距离 (mm)；

$B$ ——齿全长 (mm)；

$h_p$ ——圆柱齿轮和蜗轮副的接触痕迹平均高度或圆锥齿轮副的齿长中部接触痕迹的高度 (mm)；

$h_g$ ——圆柱齿轮和蜗轮副齿的工作高度或圆锥齿轮副相应于  $h_p$  处的有效齿高

(mm)。

(4) 可逆转的齿轮, 齿的两面均应检查。

(5) 接触斑点的百分率, 不应小于表 1-4-8 的规定, 必要时可用透明胶带取样, 贴在坐标纸上保存, 备查。

表 1-4-8 传动接触斑点百分率 (%)

齿轮类别	测量部位	精度等级								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
		接触斑点百分率								
圆柱齿轮 (渐开线齿形)	齿高	65	60	55	50	45	40	30	25	20
	齿长	95	90	80	70	60	50	40	30	30
圆柱齿轮 (圆弧齿形)	齿高	—	—	60	55	50	45	40	—	—
	齿长	—	—	95	90	85	80	75	—	—
圆锥齿轮	齿高	—	—	75	70	60	50	40	30	30
	齿长	—	—	75	70	60	50	40	30	30
蜗杆蜗轮	齿高	70		65		55		45		30
	齿长	65		60		50		40		30

表 1-4-8 中: 圆弧齿形的圆柱齿轮, 齿长方向的接触痕迹应同时不小于一个轴节(轴向齿距); 齿高方向系指运转时达到额定负荷前, 应经过逐级加载走合, 其走合后的接触斑点不应小于上表所规定的百分率。

8. 齿轮与齿轮, 蜗杆与蜗轮装配后应盘动检查, 转动应平稳、灵活、无异常声响。

## 十二、卧式推杆型蔗渣打包机安装

1. 打包机纵、横向中心线对安装基准线的位置偏差不应大于 3mm; 标高偏差不应大于 5mm。

2. 机座的纵、横向水平度偏差不应大于 0.15/1 000。

3. 组装传动装置各轴承时, 应将轴瓦进行刮研, 使轴瓦与轴颈配合符合下列要求:

(1) 接触面应为 60°~90°;

(2) 接触面上的接触点, 在每 25mm×25mm 面积上, 铜衬套不应小于 3 个点, 合金衬套不应少于 2 个点;

(3) 顶间隙为轴颈直径的 0.12%~0.15%;

(4) 每侧的侧间隙为顶间隙的 50%。

4. 压头装置底板托梁的水平度偏差应不超过 0.2/1 000, 极限偏差不应大于 1.5mm, 两侧板平行度偏差不应大于 0.2/1 000。

5. 无负荷试运转不应少于 2h。

### 十三、热冷轧带钢卷打包机安装

钢卷打包机的安装应符合表 1-4-9 的规定。

表 1-4-9 钢卷打包机的安装规定

项 目	极 限 偏 差 (mm)	公 差
打包机底座标高	$\pm 1.00$	—
中心线	$\pm 1.00$	—
水平度	—	0.50/1 000

### 十四、工程验收

安装竣工后，应按规范（见本章第九节）进行工程验收。并且应具备以下资料：

1. 竣工图或按实际完成情况注明修改部分的施工图；
2. 设计修改文件；
3. 主要材料和用于重要部位材料的出厂合格证和检验记录或试验资料；
4. 重要焊接工作的焊接记录及检验记录；
5. 隐蔽工程记录；
6. 各重要工序的自检和交接记录；
7. 重要灌浆所用混凝土的配合比和强度试验记录；
8. 试运转记录；
9. 重大问题及其处理的文件；
10. 其他有关资料。

# 第二部分 建筑通用机械设备 安装工程标准规范

## 标准规范一 水泥机械设备安装 工程施工及验收规范

JCJ 03—90

### 第一章 总 则

#### 第一节 主题内容与适用范围及一般规定

##### 第 1.1.1 条 主题内容与适用范围

- 一、本规范规定了水泥厂的机械设备及计量设备的安装要求及试运转规定。
- 二、本规范适用于新建、扩建、改建的各类型水泥厂机械设备安装工程。

##### 第 1.1.2 条 一般规定

- 一、水泥厂机械设备安装工程应按本规范执行。
- 二、本规范未包括的、或有特殊要求的机构设备，其安装施工及验收按国家现行的《机械设备安装工程施工及验收规范》或按随机文件的有关规定执行。
- 三、在施工中，施工人员如发现设计有不合理和不符合实际之处，应及时向有关部门提出，经研究决定后，才能按修改后的设计施工，安装单位不得自行修改设计。
- 四、设备安装工程所采用的机械设备、大型零部件及重要材料，必须符合设计规定和产品标准，并具有出厂合格证。如无出厂合格证或对质量有怀疑时，应进行检验或试验，符合要求后，方可使用。
- 五、在施工中，除应按本规范的规定执行外，并应遵守国家颁布的建筑安装工程安全技术、劳动保护和防火等有关规定。
- 六、机械设备安装工程施工前，对临时建筑、运输道路、水源、电源、施工场地、安全措施、主要机具、材料和劳动力等应有充分准备，并作合理安排，以确保施工的顺利进行。
- 七、设备安装工序中，如有恒温、防震、防尘、防潮、防冻等要求时，在安装地点应具备或采取相应的措施后，方可进行该工序的施工。
- 八、利用建筑物作吊装搬运设备的承力点时，必须符合结构允许的负荷量。

九、设备安装施工中，一般设备安装和主要设备安装中的一般工序，应认真进行自检，并做好自检记录。对主要设备的主要工序，在自检合格的基础上，认真进行有施工单位、建设单位共同参加的会检，并作好双方确认后的会检记录。各工序的检查记录应完整、准确，并作为竣工、验收的资料。

十、隐蔽工程必须在工程隐蔽前检查合格，作出记录后方能隐蔽，主要隐蔽工程须经会检合格后方能隐蔽。

十一、机械设备的空载试运转，应由安装单位负责进行，建设单位参加；荷载试运转，应由建设单位负责，安装单位参加。试运转所需的动力、油料和设备、电气的零部件等应由建设单位提供。

十二、应严格按技术文件和图纸上的安装要求安装，如有问题应会同各方协商解决，并作好记录和签字手续。

十三、安装前会检的设备，由建设单位与安装单位共同协商确定。

十四、如有特别要求，用户和安装施工单位可通过协商作补充规定。

## 第二节 设备验收与设备搬运

### 第 1.2.1 条 设备验收

一、为了保证设备安装质量，加快工程进度，建设单位和安装单位必须严格执行设备验收制度，以便能事先发现问题，予以处理。

二、设备出库验收，分外观检查与开箱检查：

1. 裸装设备的外观检查，安装单位按照所需出库的设备明细表或设备装箱单，会同建设单位认真核对设备编号、规格、数量及设备外观有无缺陷等，并与建设单位办理出库手续和填写设备检查记录。

2. 设备的开箱检查在安装工地进行。箱装设备出库后，安装单位应会同建设单位，根据设备的安装图和生产厂家提供的装箱清单等，仔细清点和检查设备零、部件的数量和质量，并认真填写“设备开箱检查记录”，双方确认。安装单位不得自行开箱。

三、随机所带的技术文件（如产品说明书、出厂检查试验记录、装箱单等）及产品合格证，建设单位应及时提供给安装单位（原件或复制件），以作为安装单位安装的技术参考和交工资料，建设单位应保留原件。

四、随机带来的专用工具及多供应的易损、易丢件，在验收时应作记录，并先交安装单位使用。安装完毕后，专用工具及多余的零部件，安装单位应退还建设单位，并办理移交手续。

五、设备验收时，如发现设备数量和质量有问题，除作好设备检查记录外，建设单位应负责解决。

六、验收时，难以检查的设备内部零部件，在安装清洗、装配过程中，如发现缺件或质量等问题，应由建设单位负责解决，也可委托安装单位处理。

七、设备经验收出库后，应由安装单位负责保管。凡因工地保管不善或因安装过程中操作不良，所造成的设备锈蚀、变形、损坏、缺件等，应由安装单位负责，其处理办法，须经建设单位同意。

八、易丢、易损件（如压力表、温度计、油杯、紫铜管等），宜在设备试运转前安装，出库后应妥善保管，且安装部位的孔洞应及时暂予密封，不得进入灰尘和杂物。

九、开箱出库后对机加工零件，精密附件等备件上有防护物的，不宜过早拆除，如有损坏应及时修补防护，以免备件受损。

### 第 1.2.2 条 设备的起重和搬运

一、在施工前，所有起重搬运机具、钢丝绳和滑轮等，必须经过检验和验算，证明确实可靠后才能使用。

二、在利用各种起重搬运机具时，必须遵守下列规定：

1. 操作起重机械，必须严格遵守安全操作规程及有关施工安全规定。
2. 所有起重机具，不得超负荷使用。

三、设备搬运、吊装时必须注意下列事项：

1. 必须确定专人指挥，重大设备起重搬运时，应由经验丰富、技术水平较高的起重人员指挥。
2. 搬运设备时，应预先摸清装卸的场地情况、搬运的道路情况、设备的安装位置、方向及设备搬运的先后次序，以免造成返工。
3. 起吊设备时，必须按设备出厂标志的吊装位置起吊，无明显标志时，应事先找好重心，确定受力部位。
4. 吊装绳索不能与设备的加工面或棱角处直接接触，必须垫以木板、胶皮等物，以防损坏加工面和切断吊装绳索。
5. 起吊的设备重量接近吊装机械许用吊装能力时，起吊前必须试吊，认真检查吊物和机械有无异常变化，确认安全无误后方可起吊。
6. 用两根以上的钢丝绳起重时，每根钢丝绳受力应均匀，并与垂线所成的夹角不得大于  $30^\circ$ 。
7. 起重机在输电线路附近吊装时，机械及设备与输电线路最近的距离应符合表 1.2.2 的规定。

表 1.2.2 机械及设备与输电线路的距离

输电线路电压 (kV)	< 0.4	3 ~ 10	35 ~ 110	$\geq 220$
最近距离 (m)	1.5	2	4	6

8. 采用二台起重机抬吊设备时，起重机的允许荷载一般应按额定荷载降低 20% 使用。

### 第三节 基础验收与划线

#### 第 1.3.1 条 基础验收

一、在设备安装前，必须对照土建图、安装图和设备实际尺寸对设备基础进行验收，以便确认设备基础有无问题，使基础问题提前得以处理，保证安装的质量和进度。

二、设备基础验收工作的内容，包括以下各项：

1. 检查土建单位提供的中心线、标高点是否正确。
  2. 对照设备和工艺图检查基础的外形尺寸、基础标高尺寸、基础孔的几何尺寸及相互位置尺寸等。
- 三、提交安装设备的基础，必须达到下列要求：
1. 为了两次灌浆结合紧密，基础表面必须凿毛。
  2. 所有遗留的模板和露出混凝土外的钢筋等，必须清除，并将设备安装场地及地脚孔内碎料、脏物及积水等全部清除干净。
  3. 基础周围必须填平、夯实。
- 四、设备基础各部分的偏差应符合表 1.3.1 的要求。

表 1.3.1 设备基础各部分的偏差 (mm)

项目名称	偏差
基础外形尺寸	$\pm 30$



续表

项目名称		偏差
基础坐标位置 (纵、横中心线)		$\pm 20$
基础上平面标高		0 -20
中心线间的距离		1
基准点标高对车间零点标高		$\pm 3$
地脚孔	相互中心位置	$\pm 10$
	深度	+20 0
	垂直度	5/1000
预埋地脚螺栓	顶端标高	$\pm 10$ 10
	中心距	$\pm 2$
预埋钢板	标高	$\pm 10$ 0
	中心位置	$\pm 5$
	水平度	1/1000
	平行度	10/1000

五、基础验收方法应符合下列规定：

1. 基础验收应由建设单位召集土建单位和安装单位共同进行。
2. 土建单位应提供包括表 1.3.1 内容的技术资料及混凝土标号。

六、重大设备基础，土建单位应向安装单位和建设单位提供沉降观察点。

#### 第 1.3.2 条 基础划线

一、除窑、磨等设备基础划线另有规定外，一般设备基础划线应按下列规定进行：

##### 1. 测定基础纵横中心线：

(1) 单机设备应根据建筑结构的主要柱基中心线，按设计图纸坐标位置，用钢盘尺或经纬仪测量出设备基础中心线，并将纵横中心线固定在中心标板上或用墨线划在基础上。

(2) 与其他设备有关联的设备，应根据已安装好的其他设备纵横中心线来确定该设备的中心线位置，并参考设计图纸的坐标位置尺寸。

(3) 如设备的基础为多组基础组成，首先应确定两端基础中心位置，再根据两端中心位置来确定中间各基础的中心线，使纵向中心线在一条直线上。横向中心线测量的钢盘尺应用弹簧秤张紧，张紧拉力应为  $5 \sim 8N/m_0$ 。

(4) 同一基础，同一组设备，其附属设备的中心线应根据主机的中心线来确定。

## 2. 测量标高：

(1) 根据车间内基准线，按照设计图纸的规定，用水准仪测量出基础标高。

(2) 附属设备的标高应根据主机的标高来确定，与其他设备有关联的设备的标高，应根据已安装好的其他设备的标高来确定。

## 二、基础划线的质量要求：

1. 基础上同一中心线各中心标板上的中心点偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

2. 基础中心线与设计规定的位置，与其他设备无关联的设备偏差不应大于  $\pm 10\text{mm}$ ；与其他设备有关联的设备偏差不应大于  $\pm 20\text{mm}$ 。

3. 基础划线时，墨线宽度不得大于  $1.5\text{mm}$ 。

4. 多组基础时，各基础的中心间距偏差不应大于  $\pm 2\text{mm}$ ，横向中心线应相互平行，偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

5. 数组同样设备的中心间距偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

6. 基础上基准线的标高与永久性标高偏差不应大于  $\pm 0.3\text{mm}$ 。

## 第四节 设备定位与地脚螺栓孔灌浆

### 第 1.4.1 条 垫铁的放置

一、设备底座就位前，应根据底座的形状、尺寸、地脚螺栓直径及设备的重量等来确定垫铁的尺寸、组数和堆放位置。

二、垫铁的面积可按公式 (1.4.1) 计算：

$$A = C \frac{100(Q_1 + Q_2)}{R} \quad (1.4.1)$$

式中  $A$ ——垫铁面积 ( $\text{mm}^2$ )；

$C$ ——安全系数，一般采用  $1.5 \sim 3$ ；

$Q_1$ ——由于设备等的重量加在该垫铁组上的负荷 ( $\text{N}$ )；

$Q_2$ ——由于地脚螺栓拧紧（可采用地脚螺栓的许可抗拉强度）后，所分布在该垫铁组上的压力 ( $\text{N}$ )；

$R$ ——基础或地坪混凝土的抗压强度（可采用混凝土设计标号， $\text{N}/\text{cm}^2$ ）。

三、在设备无特殊要求的情况下，垫铁规格按附录一选择。

四、承受重载荷的设备，垫铁应放置在每个地脚螺栓的两侧各一组，承受轻载荷的设备，如风机、输送机、喂料机等，可在每个地脚螺栓旁放置一组垫铁，且垫铁应尽量靠近地脚螺栓。相邻两组垫铁间的距离，一般为  $500 \sim 1000\text{mm}$ 。

五、为保证设备安装质量，应尽量采用砂墩垫铁。砂墩垫铁的制作必须按附录二进行。

六、若未能采用砂墩垫铁，垫铁放置必须符合下列要求：

1. 放置垫铁处应铲平研磨，垫铁与混凝土接触应均匀、密实。

2. 垫铁上表面水平度为  $0.2\text{mm}/\text{m}$ 。

3. 垫铁总高度不应小于  $30\text{mm}$ 。

4. 每组垫铁不应超过四块，最厚的应放在下面，最薄的放在中间，找正完毕应点焊牢固。

5. 机座底下的斜垫铁露出机座外的长度应在  $10 \sim 30\text{mm}$ 。

七、垫铁与垫铁之间，垫铁与底座之间应紧密贴合，接触面积不得少于接触面的  $70\%$ ，不得有松动现象。垫铁组伸入设备底座底面的长度应超过地脚螺栓孔。

八、设备在二次灌浆前，全部垫铁应点焊牢固（铸铁垫铁不用点焊）。

#### 第 1.4.2 条 设备就位与地脚螺栓安装

一、设备就位前应先把地脚螺栓放入地脚孔内。

二、地脚螺栓放入前应作好以下准备工作：

1. 应清除地脚孔内杂物、油污和积水。

2. 地脚螺栓应除漆和除油。

三、设备就位前必须将设备底座底面的油污、泥土等杂物清洗干净，被设备覆盖的基础面应凿成毛面。

四、整体设备可以一次就位，解体设备先进行底座及主机的就位，然后进行传动和附件的就位，设备就位时，要认真对照图纸，注意设备方向，并应做到设备起落稳妥，防止震动和磕碰。

五、地脚螺栓安装应符合下列技术要求：

1. 地脚螺栓的垂直度为  $10\text{mm}/\text{m}$ 。

2. 地脚螺栓离孔壁的距离不应小于  $15\text{mm}$ 。

3. 地脚螺栓底端不应碰孔底。

4. 螺母与垫圈间和垫圈与设备间的接触均应紧密良好。

5. 拧紧螺母后，螺栓应露出螺母  $2\sim 3$  扣螺纹。

#### 第 1.4.3 条 设备的初步定位

一、测量设备中心线、标高和水平的工具，必须经计量部门确认合格后方能使用。

二、设备的纵横中心线与基础的纵横中心线偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

三、设备基础若为多组基础时，测量横向跨距的钢盘尺应用弹簧秤张紧，张紧的拉力为  $5\sim 8\text{N}/\text{m}$ ，设备的两横向中心线应平行，偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

四、设备标高的测量应在设备的轴或加工面上或其他能够准确确定设备标高的基准面、线或点上进行。

五、设备的实际安装标高与设计标高偏差：

1. 与其他设备无关联的设备偏差为  $\begin{matrix} +20 \\ -10 \end{matrix} \text{mm}$

2. 与其他设备有关联的设备偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

3. 多台同类规格设备安装时，相互标高偏差为  $\pm 5\text{mm}$ 。

六、设备的水平测点应选择如下部位：

1. 设备加工精度较高的面；

2. 机体的接触面、滑动面和主要工作面；

3. 加工轴的表面、轴承外套和轴承瓦口等；

4. 非标设备应为水平或垂直的主要轮廓面。

七、测定中心线、标高和水平时，应注意下列事项：

1. 测量部位和测量工具应清洗和擦拭干净，使其接触良好。

2. 应选择适宜气温，最好在  $15\sim 25^\circ\text{C}$  气温下测量，以避免温差过大所造成的测量偏差。

3. 在滚动轴承外套上测量时，轴承外套与瓦座之间应接触良好；在传动轴轴颈上测量时，应将轴转动几个位置，各测几次水平。

4. 测定面如为倾斜面时，应加同样斜度的斜度规进行测量。

八、分部安装的大型设备，应分部测量设备部件的标高和水平。

九、设备安装精度的偏差，不同设备、不同部位有不同的要求，应按照各类设备的具体要求进行，但一般直偏向下方面：

1. 能补偿受力或温度变化后所引起的偏差；

2. 能补偿使用过程中磨损所引起的偏差；
3. 不增加功率消耗；
4. 使运转平稳；
5. 使机件在负荷作用下受力较小；
6. 使有关的机件更好地连接配合；
7. 有利于产品数量和质量的提高。

#### 第 1.4.4 条 地脚螺栓孔灌浆及其养护

一、灌浆前，应将地脚孔壁用水淋湿，对设备进行初找正，并对地脚螺栓的安装质量进行确认，然后方能进行地脚孔灌浆。

二、灌浆一般宜用细碎石混凝土（碎石直径直为 10mm 左右），其标号应比基础的混凝土标号高一级。灌浆时，应捣固密实，并不应使地脚螺栓歪斜，以免影响设备的安装精度。

三、每个地脚孔的灌浆量应按图纸要求，图纸无要求时灌浆量应低于基础面 30 ~ 50mm，以便加水养护。

四、灌浆后须每天加水养护，直至混凝土强度达到规定强度 75% 以后，方可进行下道工序。

五、冬季灌浆和养护需采取保暖措施。

#### 第 1.4.5 条 设备的定位

一、设备定位必须在地脚螺栓灌浆后，且浇灌的混凝土强度达到规定强度的 75% 以后，方可进行。

二、拧紧地脚螺栓时，应使每个地脚螺栓均匀受力。

三、调整设备水平时，必须使用垫铁来调整，不得用拧紧或放松地脚螺栓的办法来调整。

四、设备定位的技术要求，同第 1.4.3 条。

五、认真做好设备安装最后确认的安装找正记录，主要设备的主要工序找正需经甲乙双方会检，并认真做好会检记录。

## 第五节 设备机件的拆卸、清洗与联接件装配

#### 第 1.5.1 条 设备机件的拆卸与清洗

一、进行拆卸、清洗的工作地点必须清洁，禁止在灰尘多、温度过高、湿度过大的地点进行，如在露天进行，必须采取防尘、防潮、防雨措施。

二、拆卸前必须熟悉图纸，拆卸时应对照图纸按步骤进行，并在相互配合的机件上作好明显标记。

三、形状相同而数量较多的零部件拆卸时，应绘制示意图，并按图上的编号作好明显标记，以免发生混乱。

四、拆卸下来的零部件必须妥善保管，不得受潮、损伤和丢失。

五、清洗零部件一般采用煤油，清洗后不易擦拭的零部件（如滚动轴承等），可用汽油清洗，使清洗剂迅速挥发，清洗时必须注意防火。

六、设备加工面和结合面上的防锈漆，应先采用除漆剂进行除漆，然后再用煤油（或汽油）清洗干净，不应采用砂布或刮削工具处理。

七、减速度器、齿轮箱等密封机械清洗后，应擦拭干净，其机壳内壁若有油漆剥落时，须查明原因处理后，再补刷油漆。

八、润滑油管路清洗，一般在装好后进行，清洗应按下列步骤进行：

1. 用压缩空气清除管内的尘土及杂物。

2. 在回油口安装过滤网,把轴承断开并用临时管路把全部安装管道连成回路。
3. 利用本体油泵或临时油泵(如滤油机等),对管路反复进行冲洗。
4. 反复检查,清洗各法兰口过滤网,直至油内无杂质为止。
5. 拆除临时管道将油管装入正式安装位置,在入轴承法兰处加过滤网。严格清洗清洁后拆除过滤网。

九、液压系统的管路清洗,一般在安装过程中进行,清洗应按下列步骤进行:

1. 把管路用活接头分成若干段,并用压缩空气清除管内的尘土及杂物。
2. 用浓度 6% 的硫酸或 10% 的盐酸对管路进行清洗,直至管内壁露出金属光泽后,倒出硫酸(或盐酸)。
3. 立即用清水反复冲洗,再用含有苛性钠 4g/l 或亚硝酸钠 2g/l 的水溶液进行中和,防止腐蚀。中和后再用清水反复冲洗,擦干后,涂上液压油。
4. 各段均用此方法清洗干净后,应尽快连接安装在设备上,以免灰尘及杂物进入。

#### 第 1.5.2 条 螺栓联接、键、定位销装配

一、螺栓联接件装配时,螺栓、螺母与联接件接触应紧密,螺栓露出螺母 2~3 扣螺纹,不锈钢螺栓联接的螺纹部分,应涂润滑剂。

二、固定部件用螺栓联接时,各螺栓应均匀地按对称顺序拧紧,以免部件产生扭曲或变形。

三、露天设备部件用螺栓联接时,螺栓应先涂油,并尽量使螺栓由上往下穿,以免雨水进入后螺栓锈蚀。

四、设备部件之间需加石棉绳时,石棉绳应放在螺栓的内侧,以防物料泄漏。

五、拧紧不同螺栓,应使用不同的扳手,用力应适当,重要部位的螺栓联接应按设计要求,采用力矩扳手。

六、键在装配前,应认真核对装配尺寸和键的实际尺寸,平键或半圆键与键槽的配合,应符合 GB 1095~GB 1099 的规定。楔键与轮毂键槽的斜面、每对切向键的两斜面,均应相吻合,且打入深度应适当。

七、各种定位销与销孔间的接触面积不应小于 65%,销装入孔的深度应符合规定,并能顺利取出,销装入孔后,需重新调整联接件时,不应使定位销受剪力。

#### 第 1.5.3 条 联轴器装配

一、凸缘联轴器的装配,两个半联轴器端面间(包括半圆配合圈)应紧密接触,两轴的径向位移不应大于 0.03mm。

二、十字滑块联轴器和挠性爪型联轴器的装配,其同轴度应符合表 1.5.3-1 的规定,端面间隙应符合表 1.5.3-2 的规定。

表 1.5.3-1

联轴器的同轴度

(mm)

联轴器外形最大直径 (D)	两轴的同轴度	
	径向位移	倾 斜
≤300	0.1	0.8/1000
300~600	0.2	1.2/1000

表 1.5.3-2

联轴器的端面间隙

(mm)

联轴器外形最大直径 ( $D$ )	端 面 间 隙	
	十字滑块联轴器	挠性爪型联轴器
$\leq 190$	0.5 ~ 0.8	$2 \pm 0.2$
$> 190$	1 ~ 1.5	$2 \pm 0.2$

三、蛇形弹簧联轴器的装配，其同轴度和端面间隙应符合表 1.5.3-3 的规定。

四、齿轮联轴器的装配，两轴的同轴度和外齿轴套端面处的间隙，应符合表 1.5.3-4 的规定。

表 1.5.3-3

联轴器的同轴度和端面间隙

(mm)

联轴器外形最大直径 ( $D$ )	两轴同轴度		端面间隙
	径向位移	倾斜	
$D \leq 200$	0.1	1.0/1000	1.0 ~ 1.5
$200 < D \leq 400$	0.2		1.5 ~ 2.0
$400 < D \leq 700$	0.3	1.5/1000	2.0 ~ 2.5
$700 < D \leq 1350$	0.5		2.5 ~ 3.0
$1350 < D \leq 2500$	0.7	2.0/1000	3.0 ~ 3.5
$D > 2500$	1.0		3.5 ~ 4.0

表 1.5.3-4

联轴器的同轴度及外齿轴套端面间隙

(mm)

联轴器外形最大直径 ( $D$ )	两轴同轴度		外齿轴套 端面间隙
	径向位移	倾斜	
$170 \leq D < 220$	0.30	0.5/1000	2.5 ~ 5.0
$220 \leq D < 290$	0.45		
$290 \leq D < 490$	0.65	1.0/1000	5.0 ~ 7.5
$490 \leq D < 680$	0.90	1.5/1000	
$680 \leq D < 900$	1.20		2.0/1000
$900 \leq D < 1250$	1.50	10.0 ~ 15.0	
$D \geq 1250$		15.0 ~ 20.0	

五、弹性圆柱销联轴器的装配，两轴的同轴度应符合表 1.5.3-5 的规定，两个半联轴器端面间隙，应符合表 1.5.3-6 的规定，且不应小于实测的轴向窜动。

表 1.5.3-5

联轴器的同轴度

(mm)

联轴器外形最大直径 (D)	两轴同轴度	
	径向位移	倾 斜
105 ~ 260	0.05	0.2/1000
290 ~ 500	0.10	

表 1.5.3-6

联轴器的端面间隙

(mm)

轴孔直径	标 准 型			轻 型		
	型号	外形最大直径	间隙	型号	外形最大直径	间隙
25 ~ 28	B <sub>1</sub>	120	1 ~ 5	Q <sub>1</sub>	105	1 ~ 4
30 ~ 38	B <sub>2</sub>	140		Q <sub>2</sub>	120	
35 ~ 45	B <sub>3</sub>	170		Q <sub>3</sub>	145	
40 ~ 55	B <sub>4</sub>	190	2 ~ 6	Q <sub>4</sub>	170	1 ~ 5
45 ~ 65	B <sub>5</sub>	220		Q <sub>5</sub>	200	
50 ~ 75	B <sub>6</sub>	260	2 ~ 8	Q <sub>6</sub>	240	2 ~ 6
70 ~ 95	B <sub>7</sub>	330	2 ~ 10	Q <sub>7</sub>	290	
80 ~ 120	B <sub>8</sub>	410	2 ~ 12	Q <sub>8</sub>	350	2 ~ 8
100 ~ 150	B <sub>9</sub>	500	2 ~ 15	Q <sub>9</sub>	440	2 ~ 10

六、尼龙柱销联轴器的装配，应符合下列要求：

1. 两个半联轴器连接后，端面间的间隙应符合表 1.5.3-7 的规定，且不应小于实测的轴向窜动。
2. 两轴的同轴度应符合表 1.5.3-5 的规定。

七、圆片摩擦离合器装配后，摩擦片应能灵活地沿花键轴移动。在接合的位置上，不应有打滑现象，在脱开位置时，不应有阻滞现象。

表 1.5.3-7

联轴器的端面间隙

(mm)

联轴器外形最大直径	端面间隙	联轴器外形最大直径	端面间隙
90 ~ 150	2 ~ 3	670	6 ~ 9
170 ~ 220	2.5 ~ 4	770	7 ~ 10
275 ~ 320	3 ~ 5		
340 ~ 490	4 ~ 7	850	8 ~ 12
560 ~ 610	5 ~ 8	880	9 ~ 14

八、闸瓦制动器的装配，应符合下列要求：

1. 闸瓦松开时, 摩擦片应与制动轮平行, 其平行度为制动轮宽度的  $1/1000$ 。
2. 制动时, 两闸瓦应同时均匀地压紧在制动轮上, 其摩擦片的接触面积不应小于  $75\%$ 。
3. 制动器的动作应平稳可靠。

九、联轴器同轴度的测量方法, 可参照附录三进行。

#### 第 1.5.4 条 滑动轴承的装配

一、轴承和轴瓦在装配前应进行下列检查:

1. 巴氏合金瓦应无变形、脱壳、裂纹、气孔、砂眼及损伤等缺陷, 瓦与轴的接触应符合设计要求。
2. 铜瓦应无变形、砂眼、气孔, 加工面应光洁, 瓦与轴配合及接触应符合设计要求。
3. 球面瓦应无砂眼、气孔、加工面应光洁。球面与瓦座凹面接触应符合设计要求。
4. 有水冷却套的轴承, 应做不低于  $0.4\text{MPa}$  的水压试验。

二、球面瓦与轴承座的凹面、瓦与轴颈的配合不符合设计要求时, 应进行刮研, 如设计无明确要求时, 应按下列要求进行:

1. 球面瓦与轴承座凹面, 受力部位应紧密贴合, 贴合角度应在  $60^\circ \sim 75^\circ$ , 接触点不应少于  $1 \sim 2$  点  $/2.5 \times 2.5\text{cm}^2$ , 球面在凹面内应活动自如, 不得有任何卡边、阻滞现象。
2. 下轴瓦与轴颈接触圆周的角度为  $60^\circ \sim 75^\circ$ , 接触点为  $1 \sim 2$  点  $/1 \times 1\text{cm}^2$ 。

3. 轴瓦与轴颈间的间隙:

侧间隙 (每侧) 为  $0.001 \sim 0.0015D$  ( $D$  为轴的直径)。

顶间隙为  $0.0015 \sim 0.002D$ 。

4. 检查瓦的接触斑点应用着色法检查。检查瓦的顶间隙应用压铅法测量。检查瓦的侧间隙, 应用塞尺沿瓦与轴接触的圆弧插入测量。

三、轴瓦端面与轴肩的轴向间隙量, 应符合设计图纸要求, 设计无明确要求时, 应符合下列规定:

1. 推力轴承的轴向, 两侧间隙量的总和不应大于  $0.2\text{mm}$ 。
2. 轴承的两侧间隙量, 按轴长的热胀量而定, 安装时应根据公式 (1.5.4) 计算出最冷态时的冷缩量, 和最热态时的热胀量, 以满足轴承热胀和冷缩时均与轴肩有一定间隙。

$$\Delta l = E l |C_1 - C_2| \quad (1.5.4)$$

式中  $\Delta l$ ——最冷态时的冷缩量或最热态时的热胀量 (mm);

$E$ ——轴的线胀系数 (钢:  $E = 1.2 \times 10^{-5} \text{mm/mm}^\circ\text{C}$ );

$l$ ——安装时轴的长度 (两端轴肩中心距的距离, mm);

$C_1$ ——安装时的温度 ( $^\circ\text{C}$ );

$C_2$ ——最冷态或最热态时的温度 ( $^\circ\text{C}$ )。

四、轴瓦合缝处放置垫片时应符合下列要求:

1. 在调整顶间隙增减垫片时, 两边垫片的总厚度应相等。
2. 垫片不得与轴接触, 但离轴瓦内径边缘一般不宜大于  $1\text{mm}$ 。
3. 薄壁轴瓦的垫片应伸入轴盖与轴承座的合缝处。
4. 轴瓦合缝处所垫的垫片, 应采用薄的紫铜片、油浸纸等制作, 不应采用铁片制作。

五、轴承两端应密封严密, 运转时不得有漏油现象。

六、轴承内的油孔、油腔和油槽, 应完好畅通、清洁、光滑无毛刺, 轴承两端的油封槽不应与其他部位穿通。

七、含油轴套装入轴承座时, 轴套端面应均匀受力, 并不得直接敲打轴套。轴套与轴颈间的间隙, 一般应为轴颈直径的  $0.0007 \sim 0.002$ 。



八、尼龙轴套与轴颈间的间隙，一般应为轴颈直径的 0.005 ~ 0.006。装配时应涂以较多的润滑脂。

#### 第 1.5.5 条 滚动轴承的装配

一、装配滚动轴承前，应认真检查轴承外径与轴承座、轴承盖的配合尺寸，并应对轴承及轴承座、轴承盖进行清洗。

二、滚动轴承装在对开式轴承座上时，轴承盖和轴承底座的接合面间应无间隙。外圈与轴承座两侧间应留出适当间隙，防止卡紧。

三、装配滚动轴承应符合下列要求：

1. 用热油加热轴承时，油温不应大于 100℃。

2. 轴承应与轴肩或轴承座挡肩靠紧，轴承盖和垫圈必须平整，并应均匀地紧贴在轴承端面上。如设备技术文件规定有间隙，应按规定留出。

四、向心推力轴承，推力轴承装在轴颈上和轴承座内后，应按轴承标准或设备技术文件的规定调整轴向游隙。

五、单列向心球轴承、向心推力圆锥滚子轴承、向心推力球轴承装在轴颈上和轴承座内后的轴向预紧程度（轴向预过盈量），应按轴承标准或设备技术文件的规定执行。

六、推力轴承的紧圈与活圈不得装反，紧圈装在靠转动零件的平面上，活圈装在靠静止零件的平面上。

#### 第 1.5.6 条 传动皮带、链条和齿轮装配

一、皮革带的接头用胶合方法连接时，两端头应削成方向相反，角度小于 45°的斜面。橡胶皮带的接头用胶接方法连接时，其胶接工艺和方法按本规范第 6.5.9 条执行。

二、每对皮带轮或链轮装配应符合下列要求：

1. 两轮的轮宽中央平面应在同一平面上（指两轴系平行者），其偏移量：

三角皮带轮或链轮不应大于 1mm；

平皮带轮不应大于 1.5mm。

2. 两轴的平行度为 0.5mm/m。

三、链条装在链轮上后，从动边的弛垂程度应符合下列要求：

1. 链条与水平线夹角大于 45°时，弛垂程度应为两链轮中心距离的 1% ~ 1.5%。

2. 链条与水平线夹角不大于 45°时，弛垂程度应为两链轮中心距离的 2%。

四、传动齿轮的啮合间隙，应符合齿轮标准或设备技术文件的规定，可用压铅法检查。

五、用着色法检查传动齿轮的啮合接触情况，应按下列步骤和要求进行：

1. 将颜色涂在小齿轮（或蜗杆）上，慢转小齿轮驱动大齿轮，使大齿轮转动 3 ~ 4 转。

2. 圆柱齿轮和蜗轮的接触斑点应趋于齿啮合面的中部，圆锥齿轮的接触斑点应趋于齿啮合面的中部并接近小端。

3. 接触长度百分值应按公式（1.5.6-1）计算。

$$\text{齿长方向工作齿长百分值} = \frac{a}{B} \times 100\% \quad (1.5.6-1)$$

式中  $a$ ——齿面接触的实际长度（减去中间断开长度）；

$B$ ——工作齿长。

4. 接触高度百分值应按公式（1.5.6-2）计算。

$$\text{齿高方向工作齿高百分值} = \frac{h_p}{h_g} \times 100\% \quad (1.5.6-2)$$

式中  $h_p$ ——齿面接触的平均高度（对圆柱齿轮和蜗轮）或齿长上接触痕迹中部的高度（对圆锥齿

轮)；

$h_g$ ——齿的工作高度(对圆柱齿轮或蜗轮)或相应于  $h_p$  处的有效齿高(对圆锥齿轮)。

5. 可逆传动的齿轮两面均应检查。

6. 齿面啮合接触的百分值应符合。

GB 10095 渐开线圆柱齿轮精度、GB 10089 圆柱蜗杆、蜗轮精度 GB 11365 锥齿轮和准双曲面齿轮精度等有关标准的规定。

#### 第 1.5.7 条 密封件装配

一、装配 O 形密封圈应正确选择预压量：

橡胶密封圈用于固定密封和法兰密封时，预压量为橡胶圆条直径的 25%。用于运动密封时，预压量为橡胶圆条直径的 15%。

二、装配成套的 V 形密封圈预压量应适当。如需搭接，应切成 45° 剖口，相邻两圈的接口应错开 90° 以上。

三、装配 V 形、Y 形、U 形密封圈，其唇边应对着被密封介质的压力方向。

四、压装盘根应符合下列要求：

1. 压装油浸石棉盘根，第一圈和最后一圈宜压装干石棉盘根，防止油渗出。
2. 压装铝箔或铝箔包石棉盘根，应在盘根内缘涂一层用滑润油脂调和的鳞片石墨粉。
3. 盘根圈的接口宜切成小于 45° 的剖口，相邻两圈的接口应错开 90° 以上。
4. 盘根不应压得过紧。

五、装配环形间隙密封、曲折(迷宫式)密封，应符合下列要求：

1. 环形间隙和曲折缝隙内应填满滑润脂(气封除外)。
2. 缝隙应均匀。

#### 第 1.5.8 条 滑润、液压系统的管路装配

一、装配滑润、液压系统的管路应符合下列要求：

1. 管子排列整齐、美观。
2. 并列或交叉的压力管路，其管壁之间应有适当的间距，防止振动干扰。
3. 弯管的弯曲半径应大于 3 倍管子外径，椭圆度不应大于原管径的 10%。
4. 管接头螺纹部分的密封填料，可用密封胶带或铅油麻丝，低压法兰密封可用耐油橡胶板等垫片。

二、装设吸油管应符合下列要求：

1. 吸油管应尽量短和减少弯曲。吸油高度应根据泵的类型而定。
2. 吸油管应连接紧密，不应漏气。吸油口应深入油下并离油箱底面有一定的距离。

三、装设回油管应符合下列要求：

1. 水平回油管的斜度为 3/1000 ~ 5/1000。
2. 回油管口应伸到油面下，管口宜为斜口，并朝向箱壁，使回油平稳。

四、装设橡胶软管应符合下列要求：

1. 弯曲半径不应小于软管外径的 10 倍。软管接头至开始弯曲处的最小距离，应大于软管外径的 6 倍。
2. 软管的长度应有一定余量，多根软管应尽量平行排列，并无交叉扭曲的情况。
3. 经常随件移动的软管与支架、设备及其他管路相接触处，应采取防护措施，以防磨损破裂。

五、有压力的滑润油管路及液压系统管路装配后，应进行试压，试验压力应高于工作压力。有储能器时为工作压力的 1.25 ~ 1.5 倍，无储能器时为工作压力的 1.5 ~ 2 倍。且应恒压 10min 以上，管路及各联接处不得有渗漏现象。

## 第六节 工程验收

第 1.6.1 条 机械设备安装工程竣工后应进行工程验收，除按本章规定执行外，尚应按分类设备各章节的规定执行。

第 1.6.2 条 设备安装工程验收时，安装单位应具备下列有关资料：

- 一、按实际施工情况注明修改部分的施工图；
- 二、修改设计的有关文件（如设计变更单，洽商单等）；
- 三、设备及用于重要部位的材料出厂合格证；
- 四、回转窑等设备的焊接检查报告；
- 五、隐蔽工程记录；
- 六、安装工程中的自检记录，安装找正记录，主机设备的会检记录；
- 七、主机设备地脚孔灌浆所用混凝土的配比记录；
- 八、空载单机及联动试运转记录；
- 九、其他有关材料。

## 第二章 烧成及烘干设备

### 第一节 回转窑安装

第 2.1.1 条 设备检查

一、回转窑的全部零件的检查，除按总则有关规定执行外，安装前还必须作好设备的检查和尺寸核对工作，如检查结果与设计不符时，安装单位、建设单位会同设计单位共同进行修正设计图纸。

二、底座检查

1. 检查底座有无变形，实测底座螺栓孔间距及底座厚度尺寸等。
2. 校核底座的纵横中心线。

三、托轮及轴承检查

1. 检查托轮及轴承的规格。
2. 检查托轮轴承座与球面接触情况。
3. 检查轴承底面上的纵横中心线。
4. 轴承的冷却水瓦应试压，试验压力为 0.6MPa，并保压 8min 不得有渗漏现象。

四、窑体检查

1. 圆度的检查——着重在每节筒体的两端检查：

圆度偏差（同一断面最大与最小直径差）不得大于  $0.002D$ （ $D$  为窑体直径），轮带下筒节和大齿圈下筒节不得大于  $0.0015D$ 。超过此限度者必须调圆，但不得采用热加工方法。

2. 圆周检查

两对接接口圆周长度应相等，偏差不得大于  $0.002D$ ，最大不得大于 7mm。

3. 窑体不应有局部变形，尤其是接口的地方。对于局部变形可用冷加工或热加工方法修复，加热次数不应超过二次。

4. 检查窑体的下列尺寸：

- (1) 窑体的长度尺寸；

- (2) 轮带中心线位置至窑体接口边缘的尺寸；
- (3) 大齿圈中心位置至窑体接口边缘的尺寸。

五、核对轮带与窑体的配合尺寸，一般窑体外径加上垫板尺寸，应符合图纸要求。

六、大齿圈及传动设备检查：

1. 核对大齿圈及弹簧板的规格尺寸，大齿圈内径应比窑体外径与弹簧板的高度的尺寸之和大  $3 \sim 5\text{mm}$ 。
2. 大齿圈接口处的周节偏差，最大不应大于  $0.005m$ （模数）。
3. 核对小齿轮的规格及齿轮轴和轴承配合尺寸。

七、加固圈及轮带挡圈检查：

加固圈与轮带挡圈不得有变形，其内径尺寸应比窑体加固板的外圈尺寸大  $2 \sim 3\text{mm}$ 。

### 第 2.1.2 条 基础划线

一、在基础上面应埋设纵横向中心标板和标高基准点（图 2.1.2）。

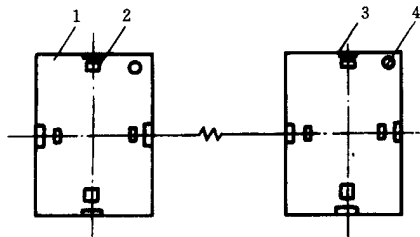


图 2.1.2 基础划线

1—基础；2—预埋中心标板；3—放线架；4—标高点

二、划出纵向中心线，偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

三、划出横向中心线，相邻两个基础横向中心距偏差不得大于  $\pm 1.5\text{mm}$ ，首尾两个基础中心距偏差不得大于  $\pm 6\text{mm}$ 。

四、根据已校正准确的窑中心线，作出传动部分的纵横十字线。

五、根据厂区标准水准点，测出基础上面基准点标高，作为安装设备的基准点，其偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

### 第 2.1.3 条 回转窑的安装

一、托轮的安装可采用分部吊装或组合吊装。

二、托轮清洗与轴瓦刮研

1. 把部件或零件清洗干净，按设备配合字码及编号核对无误后进行组装，无字码、编号则重新编号，打上相应钢印。

2. 检查轴瓦与轴颈的配合情况，不符合要求者则需要刮研。

(1) 轴瓦与轴颈的接触角度为  $60^\circ \sim 75^\circ$ ，接触点不应少于  $1 \sim 2$  点/ $\text{cm}^2$ 。

(2) 轴瓦与轴颈的侧间隙，每侧为  $0.001 \sim 0.0015D$ （ $D$  为轴的直径）。

(3) 轴瓦背与球面瓦接触点不应少于  $3$  点/ $2.5 \times 2.5\text{cm}^2$ 。

(4) 球面瓦和轴承底座接触点不应少于  $1 \sim 2$  点/ $2.5 \times 2.5\text{cm}^2$ 。

三、托轮组安装

1. 中心位置测量

(1) 中心位置找正，应以底座的中心十字线对准基础中心十字线（图 2.1.3-1）。

(2) 两托轮纵向中心线距底座纵向中心线应相等，偏差不得大于  $0.5\text{mm}$ （图 2.1.3-2）。

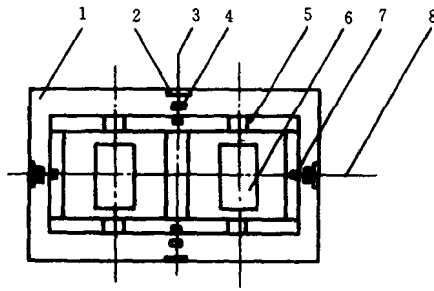


图 2.1.3-1 中心位置测量

- 1—基础；2—放线架；3—纵向中心钢丝；  
4—预埋中心铁板；5—底座；6—托轮；  
7—底座中心标板；8—横向中心钢丝

(3) 托轮横向中心线应与底座的横向中心线重合，偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ ，同时应使托轮两侧的串动量  $c$  相等（图 2.1.3-3）。

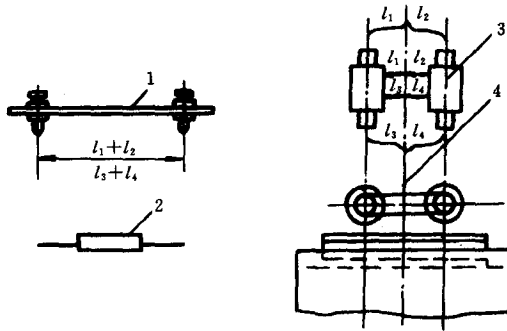
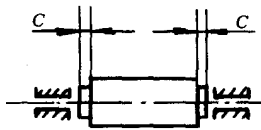


图 2.1.3-2 托轮中心线找正示意图

- 1—卡规；2—样杆；3—托轮中心线；4—底座纵向中心线

图 2.1.3-3 托轮与轴承  
两侧间隙量示意图

## 2. 标高及斜度测量

(1) 找正时，应以托轮顶面中心点为准，来测定托轮顶面的标高。

(2) 托轮的斜度测量应与测量标高同时进行（图 2.1.3-4），偏差不得大于  $0.1\text{mm}/\text{m}$ 。

(3) 两个托轮顶面（位于与纵向中心线垂直的两个铅垂面顶点）应呈水平，偏差不得大于  $0.05\text{mm}/\text{m}$ （图 2.1.3-5）。

3. 相邻两道托轮组横向中心跨距  $L$  的相对差不得大于  $1.5\text{mm}$ ， $L_1$ 、 $L_2$  相对差不得大于  $1\text{mm}$ ，对角线  $A$ 、 $B$  之差不得大于  $3\text{mm}$ （图 2.1.3-6）。

## 四、各道托轮组安装的总检查

### 1. 中心位置的总检查

#### (1) 纵向中心位置的复查

在窑头或窑尾用经纬仪检查各组托轮中心位直，或者在窑头窑尾纵向放线架上挂钢丝检查，纵向中心线偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

#### (2) 横向中心距的复查

以传动基础上的托轮组横向中心线为准，分别向窑头和窑尾测量相邻两托轮组的横向中心跨距尺寸  $L$ ，偏差不得大于  $\pm 1.5\text{mm}$ ，窑首尾两托轮的横向中心距偏差不得大于  $\pm 3\text{mm}$ ，相邻两托轮组横向中心跨距对角线之差不得大于  $\pm 3\text{mm}$ 。

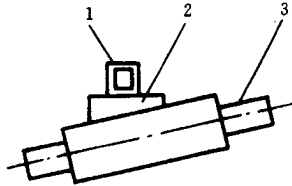


图 2.1.3-4 托轮斜度测量示意图

1—水平仪；2—斜度规；3—托轮

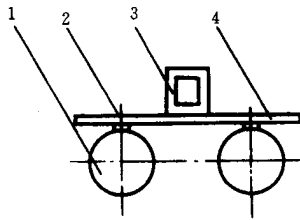


图 2.1.3-5 托轮顶面水平度测量示意图

1—托轮；2—斜度规；3—水平仪；4—平尺

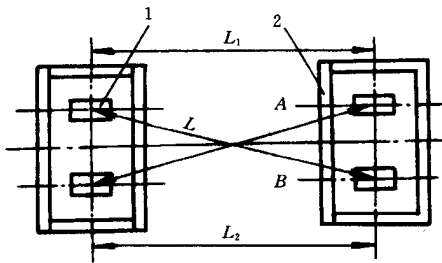


图 2.1.3-6 对角线之差

1—托轮；2—底座

### 2. 标高及斜度的总检查

相邻两道托轮组的相对标高，偏差不得大于  $0.5\text{mm}$ ，首尾两道托轮组的标高，（斜度形成高差不计）偏差不得大于相邻各挡相对标高偏差之和，其最大值不得大于  $2\text{mm}$ 。

五、各组托轮安装总复查完毕，应立即在底座和轴承的相互位置处打上标记，然后再进行下道工序。

六、清除地脚螺栓孔内的杂物，然后灌注混凝土，灌至距基础面  $200 \sim 300\text{mm}$  处。

七、挡轮安装

1. 安装前应将轴和轴承清洗干净，填满润滑脂，必要时应进行刮研。
2. 挡轮安装的位置应符合设计规定，挡轮与轮带的贴合应紧密。

#### 八、轮带装配

1. 轮带与窑体装配，一般在地面上初步定位。
2. 套装前应把轮带、套圈（挡块）和垫板上的漆、锈等除净，并涂上一层润滑脂。
3. 检查轮带与垫板的间隙，最后把轮带两面的挡圈装上（注意挡圈的字母码对好窑体上的字母码），轮带的挡圈与窑体垫板应紧密贴合，不得有间隙。轮带与垫板的间隙应符合设计规定，在设计没有规定时可按公式（2.1.3）计算。

$$S = aD(t_1 - t_2) + 1 \quad (2.1.3)$$

式中  $S$ ——间隙量（mm）；

$a$ ——热胀系数（ $0.000012\text{mm}/\text{mm}^\circ\text{C}$ ）；

$D$ ——窑体外径（mm）；

$t_1$ ——热窑时的窑体温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

$t_2$ ——热窑时轮带的温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

4. 轮带与挡圈的间隙一般为  $2 \sim 3\text{mm}$ 。

#### 九、窑体对接

1. 在对接前应清除飞边、毛刺、油漆、铁锈等污物，如有凸凹不平处须事先修理。
2. 窑的对接应符合下列要求：

纵向焊缝应互相错开，错开角度不应小于  $45^\circ$ ，窑体错边量不得大于  $2\text{mm}$ 。

十、窑体轴线检查——筒体接口经检查调整后，最后应转动窑体用激光经纬仪或其他检查方法，确定窑的安装质量。

1. 筒体中心的径向圆跳动不得大于如下数值；大齿圈及轮带处筒体中心为  $4\text{mm}$ ，其余部位筒体中心为  $12\text{mm}$ ，窑头及窑尾处为  $5\text{mm}$ ，调整合格后，方能焊接。
2. 轮带与托轮接触面长度不应小于其工作面的  $70\%$ 。
3. 窑体轴线调整后，检查轮带宽度中心线与托轮宽度中心线的距离（考虑了设计规定的膨胀量后），偏差不应大于  $\pm 3\text{mm}$ 。
4. 窑体检查合格后，对筒体焊缝立即进行点焊，焊接要求按本规范第二章第二节执行。
5. 筒体焊接后，如图 2.1.3-7 所示长度和轮带间距公差应符合下列规定：

- (1) 相邻两轮带中心距  $l_1$  的  $\Delta_1 = 0.25/1000l_1$ ；

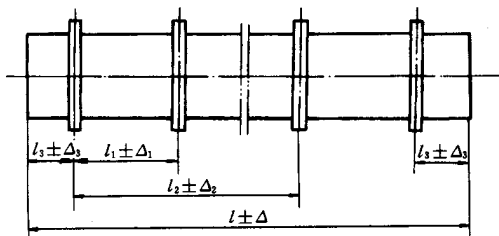


图 2.1.3-7 筒体长度及轮带间距测量示意图

- (2) 任意两轮带中心距  $l_2$  的  $\Delta_2 = 0.2/1000l_2$ ；
- (3) 首尾轮带中心到窑端面距离  $l_3$  的  $\Delta_3 = 0.3/1000l_3$ ；
- (4) 全长  $l$  的  $\Delta = 0.25/1000l$ 。

#### 十一、大齿圈安装

1. 大齿圈在吊装前须预组装，两半齿圈接合处应紧密贴合，接口四周用 0.04mm 厚塞尺检查，塞入区域不应大于周边长的  $1/5$ ，塞入深度不得大于 100mm。
2. 大齿圈吊装时，应注意将弹簧板和齿圈上的螺栓孔编号对好。
3. 转动窑体，调整大齿圈，测量大齿圈的径向、端面摆动值（图 2.1.3-8），偏差为：
  - (1) 径向摆动偏差不得大于 1.5mm；

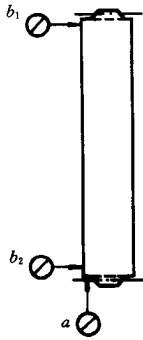


图 2.1.3-8 大齿圈找正示意

$a$ —径向摆动； $b$ —端面摆动

- (2) 端面摆动偏差 ( $b = |b_1 - b_2|$ ) 不得大于 1mm。
4. 大齿圈与相邻轮带的横向中心线偏差不得大于 3mm。
5. 切线弹簧板应在大齿圈吊装前安装好，顺切线方向固定在齿圈上，吊装调整后，将弹簧板临时固定于筒体上，复测径向、端面摆动偏差，符合要求后，才能钻眼铆接，大齿圈弹簧板铆接质量按 GBJ 205《钢结构工程施工及验收规范》中的有关规定执行。

## 十二、传动设备安装

1. 依据中心标板找正小齿轮中心位置，偏差不大于 2mm。小齿轮轴向中心线与窑纵向中心线应平行。
2. 调整大齿圈与小齿轮的接触情况和齿顶间隙，在确定齿顶间隙时，应考虑大齿圈的径向偏差量，其顶间隙一般规定为  $0.25m + (2 \sim 3\text{mm})$  范围内 ( $m$  为齿轮模数)。
3. 大小齿轮齿面的接触斑点，沿齿高不应少于 40%，沿齿长不应少于 50%。
4. 小齿轮轴和减速器联接，应根据小齿轮的位置来安装，各传动轴应平行，同轴度为 0.2mm。

## 十三、窑尾链条安装

1. 湿法窑的链条悬挂装置（格形板等）安装，应在砌砖之前进行，链条的安装应在砌砖之后进行。
2. 链条在安装前，对其质量、长度进行检查，链条不得有裂纹。
3. 链条的安装起点位置应按设计规定，一般从筒体的入料端开始，并查明接点按环形顺序依次进行，安完半圈后转窑再安另外半圈。
4. 链条与槽架用螺栓联接，螺栓拧紧后必须焊死，防止螺母松动。
5. 链条全部安装完后，将槽铁内填好材料。

## 第二节 窑体焊接——手工直流弧焊法

### 第 2.2.1 条 焊接前的准备工作

- 一、窑体焊接工作，必须在窑体找正合格后进行，最好在传动设备安装完毕，利用辅助电机转窑



施焊。

二、焊接前对焊工必须进行考试，考试内容应焊四块试样（试样的钢材应与窑体母材等同，焊条用焊接窑筒体的焊条。）通过透视检查、弯曲试验、抗拉强度试验，全部合格者，才允许参加窑体焊接工作。

三、窑体焊接所用焊条，应符合 GB 5117 和 Q/JCJ 05 的有关规定，其质量应保证焊缝的机械性能不低于母材机械性能。

四、焊条在使用前必须进行烘干，温度为  $250 \sim 300^{\circ}\text{C}$ ，干燥时间为 1h，烘干后降温至  $150^{\circ}\text{C}$  左右恒温保存，随用随取，避免在空气中停留较长时间。

五、焊接前对筒体的坡口形式、尺寸应进行检查，坡口处不得有分层、裂纹、夹渣等影响质量的缺陷，坡口的角度一般为  $60^{\circ}$ ，偏差不得大于  $\pm 5^{\circ}$ 。对接口间隙偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ ，坡口形式如下：

1. 单面双边坡口（V形坡口）如图 2.2.1 之 a。

2. 双面双边坡口（X形坡口）如图 2.2.1 之 b。

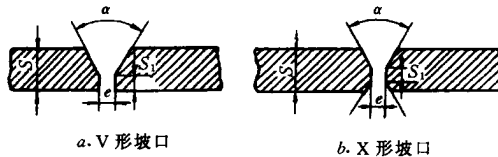


图 2.2.1 坡口形式示意图

$S$  为简体钢板厚度； $\alpha = 60^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ； $e = 2 \pm 1\text{mm}$ ；

$S_1 = 2 \pm 1\text{mm}$ 。注： $e$  的尺寸根据现场实测窑体长度

及托轮横向中心的跨距尺寸，可做适当调整。

六、两接口应按本规范第 2.1.3 条第九款执行。

### 第 2.2.2 条 窑体焊接

#### 一、点焊

窑体对接找正无误后，即可进行点焊。采用焊条应与焊窑焊条相同。

#### 二、接口焊接

为保证焊接质量，每焊完一层须用小尖锤、钢丝刷清除焊渣等，特高点用手砂轮打磨光滑。

#### 三、窑体焊接质量检查

##### 1. 焊缝外观检查

(1) 焊缝表面应呈平滑细鳞的形状，接点处无凹凸现象。

(2) 焊缝表面及热影响区域不得有裂纹。

(3) 焊缝咬边深度不得大于  $0.5\text{mm}$ ，咬边连续长度不得大于  $100\text{mm}$ ，焊缝咬边总长度不得大于该焊缝长度的  $10\%$ 。

(4) 焊缝高度：

筒体外部不得大于  $3\text{mm}$ ；筒体内部烧成带不得大于  $0.5\text{mm}$ ，其他区段不得大于  $1.5\text{mm}$ ；焊缝的最低点不得低于筒体表面，并应饱满。

##### 2. 焊缝的探伤检查

(1) 探伤检查人员必须持考试合格证。

(2) 采用超声波探伤时，每条焊缝均应检查，探伤长度为该焊缝的  $25\%$ 。质量评定达 JB 1152 中的 II 级为合格。对超声波探伤检查时发现的疑点，必须用射线探伤检查确定。

(3) 采用射线探伤时，每条焊缝均应检查，探伤长度为  $15\%$ ，其中焊缝交叉处必须重点检查。质

量评定达 GB 3323 中的Ⅲ级为合格。

(4) 焊缝不合格时,应对该焊缝加倍长度检查,若再不合格时则对其焊缝做 100% 检查。

(5) 焊缝的任何部位返修次数不得超过两次,超过两次须由技术总负责人批准,并且记录存档。

### 第三节 烘干机及单筒冷却机安装

第 2.3.1 条 烘干机及单筒冷却机的基础划线、设备清洗检查、设备安装找正和复查,以及二次灌浆等施工程序和方法,按回转窑安装有关部分规定执行,其余按下列规定执行。

第 2.3.2 条 底座与托轮安装质量要求

一、托轮底座标高偏差不得大于  $\pm 2\text{mm}$ 。

二、托轮底座十字中心线 and 设计位置的中心线(或中心标板)偏差不得大于  $\pm 2\text{mm}$ ,但两底座纵向中心线必须在同一直线上,其偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

三、两组托轮的标高偏差,不得大于  $0.5\text{mm}$ ,同组两个托轮的标高必须一致,偏差不得大于  $0.05\text{mm}$ 。

四、两组托轮的横向中心距偏差不得大于  $\pm 2\text{mm}$ 。

五、托轮的斜度应按图纸规定,其偏差不得大于  $\pm 0.1\text{mm}/m$ 。

六、托轮与轴瓦接触面  $60^\circ \sim 75^\circ$ ;轴瓦接触点应有  $1 \sim 2$  点/ $\text{cm}^2$ ,托轮轴上下串动量按设计规定,一般偏差为  $1\text{mm}$ 。

第 2.3.3 条 筒体安装质量要求

一、筒体轴线检查,筒体中心点径向圆跳动不得大于如下数值:

大齿圈处及轮带处为  $4\text{mm}$ ,进料端、出料端为  $5\text{mm}$ ,接口处为  $8\text{mm}$ 。

二、轮带与挡圈两侧的间隙,应按设计规定,偏差不得大于  $\pm 2\text{mm}$ 。

第 2.3.4 条 大齿圈和小齿轮的安装质量要求

一、大齿圈径向偏摆不得大于  $1.5\text{mm}$ ,端面偏摆不得大于  $1\text{mm}$ 。

二、大齿圈和小齿轮啮合顶间隙为  $0.25m(m \text{ 为齿轮模数}) + (2 \sim 3)\text{mm}$ 。

三、当轮带在挡轮中心时,大齿圈和小齿轮的径向中心线应重合,偏差不应大于  $1 \sim 2\text{mm}$ 。

第 2.3.5 条 挡风圈及下料罩安装

一、出入料端挡风圈的安装,应注意与筒体之间结合严密,并不得有局部摩擦现象。

二、如有润滑系统装置,安装时油管及油沟必须清洁畅通。

三、下料罩安装,其接口连接处要垫石棉垫或石棉绳,拧紧螺栓后接口处应严密不漏灰。

### 第四节 往复推动蓖式冷却机安装

第 2.4.1 条 冷却机的现场安装应根据设备总图、部件组装图及工艺设计图要求进行。

第 2.4.2 条 安装前应在基础上划出下列三条基准线:

一、在冷却机基础平面上划出一条与窑中心线水平投影平行的冷却机中心线,偏差不得大于  $\pm 1.5\text{mm}$ ;

二、以与冷却机相邻的窑墩横向中心线(垂直于地面)到冷却机第一根立柱(混凝土或钢)中心线的设计距离为间距,划出其冷却机第一立柱的横向中心线,偏差不得大于  $\pm 1.5\text{mm}$ ;

三、以埋入相关窑墩上的水准点为水平面基准,在冷却机基础立面适当可见位置上划出一条冷却机水平基准线,偏差不得大于  $\pm 1.5\text{mm}$ 。

上述三条线作为安装找正的基准线,直至安装完毕都应保持清晰可见。

第 2.4.3 条 以上述三条基准线为基准,在基础上标出其余各部分基础的中心线,各基础中心线

偏差不大于  $\pm 1\text{mm}$ ，各基础标高偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 2.4.4 条 侧框架安装找正，要求侧框架水平偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ ，垂直度为  $1\text{mm}/\text{m}$ ，且同一段温度两侧框架要求平行，对角线偏差不得大于  $4\text{mm}$ 。

第 2.4.5 条 侧框架与底板包括风室的密封板组装后，四周与底板接缝均为连续气密焊缝。

第 2.4.6 条 水平篦床的同一段托轮组（高温段或低温段）以及倾斜篦床的同一标高的左右托轮高差均不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。各托轮组应与篦冷机中心对称偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。同段托轮组相互平行，其中心对角连线偏差不得大于  $2\text{mm}$ 。

第 2.4.7 条 活动框架组装后，最大对角线尺寸偏差不得大于  $4\text{mm}$ 。

第 2.4.8 条 各托轮与固定在活动框架下的导轨安装后，应接触均匀，导轨与托轮接触应良好，不得有间隙，且活动框架运动时，每个托轮都应转动。

第 2.4.9 条 曲轴与滑块安装后的平面度为  $1\text{mm}$ 。

第 2.4.10 条 传动轴用垫片找正，调平轴承，其轴水平度  $0.2\text{mm}/\text{m}$ ，检查转动的灵活性，确认无误后，用垫片楔紧定位。

第 2.4.11 条 篦板安装间隙。安装前对篦板进行检查，应符合设计规定。

一、托板间的侧隙为  $3_{-1}^{+2}\text{mm}$ 。

二、篦板间的侧隙为  $3_{-1}^{+2}\text{mm}$ 。

三、活动篦板与固定篦板的间隙为  $5 \pm 1\text{mm}$ 。

第 2.4.12 条 熟料锤式破碎机旋转时，锤头外缘顶面与栅板的缝隙为  $25 \pm 5\text{mm}$ 。

## 第五节 预热器安装

第 2.5.1 条 基础检查与划线

一、根据回转窑中心线，划出喂料室支架及窑尾框架柱子的纵横向中心线。

二、根据框架柱子的中心线，划出每层预热器设备位置的纵横向中心线，并以回转窑中心线进行最后检查和校正。

第 2.5.2 条 设备检查

一、根据出库单，清查零、部件的规格和数量，对于结构相同而材质不同的零部件应仔细查对，分清其安装位置。

二、认真核对组对标记。

三、检查零部件有无变形或损坏。

1. 现场对接的两筒体，对接侧的两筒体圆周长偏差为：

直径大于  $5000\text{mm}$  的偏差不得大于  $\pm 6\text{mm}$ 。

直径小于  $5000\text{mm}$  的偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

2. 筒体对接纵焊缝处形成的棱角度，用长  $L = D/6$  且不应小于  $500\text{mm}$  不应大于  $800\text{mm}$  的样板检查（见图 2.5.2-1，凸不应大于  $4\text{mm}$ ，凹不应大于  $2\text{mm}$ 。镶砖内焊缝高度不得超过母体金属表面  $2\text{mm}$ ）。

3. 对接侧两筒体端面偏差不得大于  $2\text{mm}$ （见图 2.5.2-2）。

4. 各法兰端面平面度（见图 2.5.2-3）：

$$\phi L \leq 1.5\text{m}, a < 2\text{mm}$$

$$\phi L > 1.5\text{m}, a < 3\text{mm}$$

5. 各法兰侧面偏差（见图 2.5.2-4）：

$$\phi L \leq 1.5\text{m}, b < 2\text{mm}$$

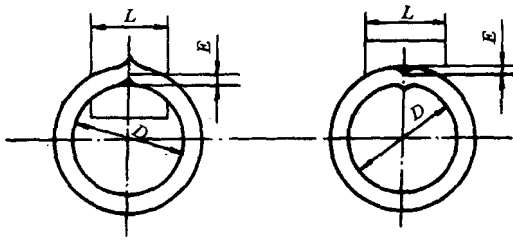


图 2.5.2-1 棱角度检查示意图

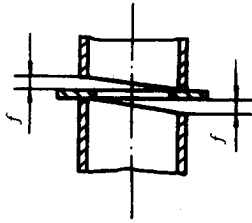


图 2.5.2-2 筒体端面偏差

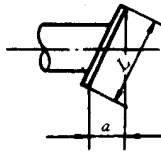


图 2.5.2-3 端面

$\phi L > 1.5m, b < 3mm$

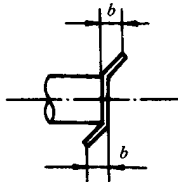


图 2.5.2-4 侧面

- 6. 筒体同一横断面上最大直径与最小直径之差不应大于  $0.3\% D$  ( $D$  为筒体内径)。
- 7. 旋风筒挂砖顶盖上工字钢中心线的平行度和工字钢纵向中心线与顶盖的垂直度均为  $1.5mm$ 。

### 第 2.5.3 条 预热器设备的安装

#### 一、喂料室的安装

- 1. 喂料室以回转窑中心线为准进行安装，喂料室端面的中心线与回转窑中心线的同轴度为  $2mm$ 。
- 2. 喂料室端面的倾斜度必须与窑体端面的倾斜度平行，两端面距离必须满足设计要求，偏差不大于  $\pm 1mm$ 。
- 3. 喂料室中心标高，必须满足设计要求，偏差不大于  $\pm 2mm$ 。

#### 二、旋风筒与风管的安装

- 1. 按以回转窑中心线进行最后检查和校正的设备位置的的中心线进行安装，偏差不应大于  $\pm 2.5mm$ 。
- 2. 旋风筒安装应水平，水平度  $0.5mm/m$ 。

3. 按设计要求提拉旋风筒顶盖, 提拉高度偏差不大于  $\pm 1\text{mm}$ 。
4. 旋风筒和风管底座下的垫铁应与底座全面接触, 并且应焊在楼面上, 不允许与底座焊接。
5. 两旋风筒的中心距离偏差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ 。
6. 旋风筒与风管的同轴度为  $5\text{mm}$ 。
7. 安装旋风筒内筒时, 应保证内筒与旋风筒的中心轴线一致。

### 三、膨胀节安装

1. 应仔细核对气流或料流方向, 不得装反。
  2. 安装前沿周边用调整螺母把膨胀节上、下法兰间距均匀地调整到设计尺寸。不允许用调节膨胀节法兰高度来补偿安装偏差。
  3. 安装过程中, 不允许随意把调整螺杆或螺母去掉, 待整套系统安装完毕, 必须把它们去掉。
  4. 膨胀节安装时, 与上、下连接部件的同轴度为  $4\text{mm}$ 。
- 四、排灰阀、播料闸板和缩口调节器在安装前应检查调整达到灵活可靠后, 方可安装。
- 五、安装时, 如有变形或超差, 应及时校正, 不允许强行组装。
- 六、焊缝不允许漏气, 有外保温处, 必须确认焊缝不漏气后再进行保温。
- 七、筒体组对时的错边量不得大于  $0.15\delta$  ( $\delta$  为钢板厚度), 但不应大于  $2\text{mm}$ 。
- 八、凡是设备上的混凝土浇注孔盖, 必须在砌衬烘干后, 方可焊于筒体上。

## 第六节 增湿塔安装

### 第 2.6.1 条 底座安装

- 一、将多块法兰拼成一体, 用垫铁调整高度, 并找平找正, 达到要求后焊接为一体。
- 二、安装地脚螺栓时, 应符合本规范第 1.4.2 条的规定。
- 三、上法兰安装筒体处的直径尺寸偏差见表 2.6.1。

表 2.6.1 法兰安装偏差 (mm)

筒体直径 (m)	偏差值
$D < 3$	$\pm 3$
$3 < D < 5$	$\pm 5$
$D > 5$	$\pm 7$

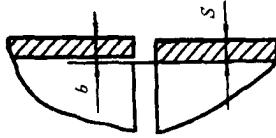
- 四、底座水平度为  $\pm 2\text{mm}$ 。
- 五、底座基础标高偏差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

### 第 2.6.2 条 筒体安装

- 一、单片筒体在组装前应进行检查, 如有变形应进行矫正。
- 二、安装时筒体和锥体两端平行度为  $2.5\text{mm}$ 。
- 三、筒体同一断面上最大直径和最小直径之差不应大于  $0.3\% D$  ( $D$  为筒体内径, 以下相同)。
- 四、筒体周长公差, 增湿塔直径  $D$ /小于  $3\text{m}$  时, 公差  $5\text{mm}$ , 直径  $D$  为  $3 \sim 5\text{m}$  时, 公差  $7\text{mm}$ ; 直径  $D$  大于  $5\text{m}$  时, 直径每增加  $1\text{m}$ , 公差值增加  $0.5\text{mm}$ 。
- 五、筒体钢板对接错边量  $b$  (环向和纵向) 不应大于  $1.5\text{mm}$  (见图 2.6.2-1, 图 2.6.2-2)。
- 六、棱角度不应大于  $3\text{mm}$ 。
- 七、筒体母线的直线度, 用  $1\text{m}$  长钢板尺测量不应大于  $1.5\text{mm}$ 。
- 八、安装后的塔体垂直度为  $H/1000\text{mm}$  ( $H$  为塔有效高度, 单位  $\text{mm}$ ), 但总高度的垂直度不得大



图 2.6.2-1 纵向焊缝



2.6.2-2 环向焊缝

于 20mm。

第 2.6.3 条 螺旋输送机的安装,应符合本规范第六章第四节的规定。

第 2.6.4 条 电动双板阀开闭应灵活、严密。

第 2.6.5 条 喷水装置中,喷嘴内外流管应连接正确,螺纹部分应紧固,并加密封橡胶带密封,法兰连接处应加紫铜垫密封,快速接头处不得漏水。

第 2.6.6 条 鼓风系统法兰连接处安装时垫 3mm 石棉垫,各焊口应焊接严密,不得有漏风现象。

第 2.6.7 条 所有检查门应关闭严密。

第 2.6.8 条 保温层敷设厚度应均匀,铁皮或铝皮外保护层应咬合严密。

## 第七节 预加水成球机安装

第 2.7.1 条 机架纵横中心线对安装基准纵横中心线的位置偏差不应大于  $\pm 2\text{mm}$ 。

第 2.7.2 条 机架水平度为  $0.2\text{mm}/\text{m}$ ,且全长不应大于  $0.5\text{mm}$ 。

第 2.7.3 条 机架标高偏差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 2.7.4 条 盘底面和盘内侧面对主轴轴线的跳动偏差不大于圆盘直径的  $1/1000$ 。

第 2.7.5 条 盘节与盘体圆周的最大间隙不应大于  $1.5\text{mm}$ ,并保证盘节调节灵活。

第 2.7.6 条 刮刀与盘底面的垂直度为刮刀杆长度的  $2/1000$ ,刮刀刀头与盘底面的间距应符合图纸要求,偏差不应大于  $\pm 1.5\text{mm}$ 。

第 2.7.7 条 倾角调整范围应符合图纸要求,角度指示应与盘角度一致,倾角调整机构应灵活,无卡滞现象。

第 2.7.8 条 双轴搅拌机中心线对安装基准中心线的位置偏差不大于  $\pm 1.5\text{mm}$ 。

第 2.7.9 条 搅拌槽的水平度全长上为  $1\text{mm}$ 。

第 2.7.10 条 搅拌轴中心线的直线度为  $0.6\text{mm}$ ,平行度为  $1.5\text{mm}$ 。

第 2.7.11 条 带式浆叶外径和搅拌槽内壁间隙为  $10\sim 15\text{mm}$ 。

第 2.7.12 条 齿轮传动安装应符合本规范第 1.5.6 条第五款规定。

第 2.7.13 条 三角皮带传动应符合本规范第 1.5.6 条第二款规定。

第 2.7.14 条 联轴器同轴度应符合本规范第 1.5.3 条第二款规定。

第 2.7.15 条 整机安装完毕转动应灵活,无卡滞现象。

## 第八节 盘式成球机安装

第 2.8.1 条 机架安装应符合本规范第 2.7.1 条至第 2.7.3 条规定。

第 2.8.2 条 盘底面及盘内侧面安装组对应平齐, 偏差不应大于 0.5mm。

第 2.8.3 条 刮刀与盘底和盘边的间隙应符合图纸要求。

第 2.8.4 条 整机安装完毕, 转动应灵活, 无卡滞现象。

第 2.8.5 条 倾角调整范围应符合图纸要求, 角度指示应与盘角度一致, 倾角调整机构应灵活, 无卡滞现象。

第 2.8.6 条 圆锥齿轮传动安装应符合本规范第 1.5.6 条第五款规定。

第 2.8.7 条 减速器安装应符合本规范第 1.5.1 条第七款规定。

第 2.8.8 条 三角皮带传动安装应符合本规范第 1.5.6 条第二款规定。

## 第九节 勺式喂料机和量浆桶安装

第 2.9.1 条 箱体、量浆桶纵横中心线与安装基准纵横中心线的位置偏差不应大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 2.9.2 条 箱体、量浆桶水平偏差不应大于 2mm。

第 2.9.3 条 箱体、量浆桶标高偏差不应大于  $\pm 3\text{mm}$ , 且两者的相对标高差不应大于 3mm。

第 2.9.4 条 勺轮轴水平度 0.2mm/m, 并应在箱体底部加垫调整。

第 2.9.5 条 勺式喂料机和量浆桶所有连接处, 应密封严密, 不得有漏浆现象。

第 2.9.6 条 进浆调节板和溢流插板的调节应轻快、灵活、无卡滞现象。

第 2.9.7 条 喂料指示装置和溢流指示装置应能自由摆动, 并使在摆板上的水银开关有通断的两个极限位置。

## 第十节 三次风管安装

第 2.10.1 条 安装前划出基础中心线, 并应符合下列要求:

一、轴向中心线偏差不得大于  $\pm 20\text{mm}$ 。

二、各支承基础中心跨距偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

三、各支承基础标高相对差不得大于  $\pm 3\text{mm}$ 。

第 2.10.2 条 根据实测的风管筒体长度尺寸, 得出各支承点的设备尺寸并加上热膨胀量, 对原设计图纸加以修正。

第 2.10.3 条 风管筒体组对时, 其同轴度为 5mm。

第 2.10.4 条 风管安装时, 其中心偏差为 10mm。

第 2.10.5 条 现场焊接的焊缝应严密, 不得漏气, 在膨胀节与风管连接的部件焊接时, 不得在膨胀节的波片上起弧, 飞溅物不得落到波片上。

第 2.10.6 条 膨胀节安装时, 根据热膨胀量, 预先拉伸并与筒体连接。

第 2.10.7 条 各支承点滑块、铰支点均不得有碰撞、卡死现象。

## 第十一节 喷煤管安装

第 2.11.1 条 喷煤管的设备清洗、检查、验收等按总则有关规定执行。

第 2.11.2 条 喷煤管行走小车导轨应符合下列要求:

一、两导轨的中心线与回转窑纵向中心线应重合, 其偏差不得大于  $\pm 3\text{mm}$ 。

二、两轨距偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

三、导轨的纵向水平度为 1mm/m, 全长上不得大于 10mm。

第 2.11.3 条 行走小车车轮的凸缘内侧与导轨侧面间的间隙  $c$  应为 3~5mm (图 2.11.3)。

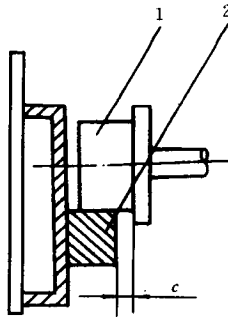


图 2.11.3 车轮凸缘内侧与导轨侧面间隙

1—车轮；2—导轨



第 2.11.4 条 安装调整后，喷煤管中心线与回转窑纵向中心线的偏差不得大于 2mm，中心标高不得大于  $\pm 2\text{mm}$ 。

第 2.11.5 条 喷煤管与风管、煤粉管等连接处应密封严密，不得泄漏。

## 第十二节 机械立窑安装

第 2.12.1 条 基础放线

一、下窑壳体基础中心与传动基础中心（蜗轮）水平投影的位置度为 1mm。

二、上窑壳体基础中心与下窑壳体基础中心水平投影的位置度为 4mm。

三、各层基础标高偏差不应大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 2.12.2 条 下窑体安装时，应与基础中心重合，位置度为 0.5mm。下窑壳体上平面水平度为 0.2mm/m。

第 2.12.3 条 下窑壳体定位后，蜗轮箱体与下窑壳体中心的位置度为 0.5mm，水平度 0.2mm/m。

第 2.12.4 条 风管、重心轴、主轴部分的相互连接均应处于自然状态，不得有扭劲现象，其同轴度为 0.5mm。

第 2.12.5 条 风管及各处法兰接合面必须密封良好。

第 2.12.6 条 下窑壳体与托盘间四周距离应一致，不得有卡碰现象。

第 2.12.7 条 卸料篦子回转中心与下窑壳体中心的位置度为 3mm。

第 2.12.8 条 用着色法检查传动齿轮啮合的接触斑点（蜗轮、蜗杆），其接触的百分值要求为：

沿齿高不应小于 65%；

沿齿长不应小于 60%。

第 2.12.9 条 传动部分安装，在下窑壳体卸料装置蜗轮定位完毕，依次进行。上窑壳体、窑罩与下窑壳体同轴度 4mm。

## 第三章 磨机及大型减速器

### 第一节 球磨机安装

第 3.1.1 条 主轴承的检查

一、实测底座地脚螺栓孔的距离、轴承与底座连接的螺栓孔距离及底座高度等主要尺寸，并按图



纸进行核对。

二、主轴承与轴承座的四周接触应均匀。一般局部间隙不应大于 0.1mm。滚子侧的主轴承底面与底座接触不应小于 80%。

三、对冷却水通道进行 0.6MPa 保压 8min 的水压试验，要求无渗漏现象。

四、轴承合金与球面瓦的铸合应严密、牢固，不得有脱壳、裂纹、气孔等缺陷，特别是在 90°接触区内不得有任何缺陷。

五、对需要刮研的球面瓦，检查球面瓦与所配中空轴轴颈的接触情况。要求在 60°包角和全瓦宽接触区形成连续均匀分布的接触带，接触斑点不应少于 1 点/10 × 10mm<sup>2</sup>。对不刮瓦的重力静压轴承，按图纸要求检查侧隙。

六、主轴承球面瓦与中空轴轴颈配合侧间隙见表 3.1.1 及图 3.1.1。

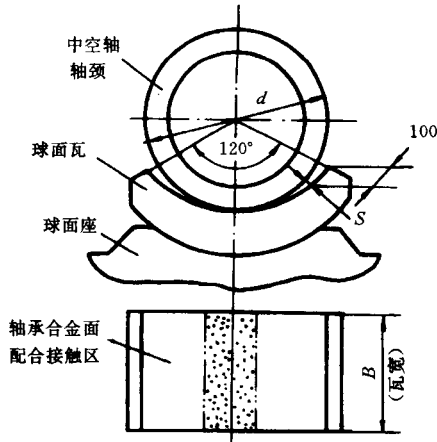


图 3.1.1 球面瓦与轴颈配合示意图

配合接触斑痕的分布区，应为一条连续的接触带，斑痕间距不应大于 5mm，且应均布于轴母线下部的全瓦宽，如仅在任何一边缘或仅在中间接触等斑痕分布不均时，则稍加刮削，达到上述要求。

表 3.1.1 配合侧间隙

中空轴直径 ( $d$ )	800	900	1000	1200	1400
侧隙 ( $S$ )	0.12 ~ 0.19	0.145 ~ 0.21	0.16 ~ 0.23	0.21 ~ 0.28	0.24 ~ 0.32
中空轴直径 ( $d$ )		1600	1800	2000	2240
侧隙 ( $S$ )		0.25 ~ 0.35	0.29 ~ 0.41	0.34 ~ 0.46	0.39 ~ 0.54

七、球面瓦与球面座的配合接触：

1. 球面接触带的周向接触包角应不小于  $45^\circ$ ；轴向接触宽度应不大于球面座宽度的  $1/3$ ，但不得小于  $10\text{mm}$ 。

2. 接触斑点的分布应均匀连续，间距应不大于  $5\text{mm}$ 。

### 第 3.1.2 条 筒体及中空轴的检查

一、实测筒体长度。

二、磨机两端中空轴（或滚圈）的同轴度，应在筒体装入主轴承后检查。检查应在两端轴颈（或滚圈外圆面）上的全长范围内进行，两中空轴（或滚圈外圆面）的相对径向圆跳动为  $0.2\text{mm}$ 。

三、中卸磨筒体卸料孔两侧的密封摩擦面，对中空轴轴颈的径向圆跳动偏差不得大于  $0.5\text{mm}$ 。

### 第 3.1.3 条 传动装置检查

一、边缘传动的磨机，大齿轮装配在筒体上后，大齿轮对两端中空轴轴颈或滚圈外圆的径向圆跳动和端面圆跳动公差值均为 GB 1184 的 8 级。

二、开式大小齿轮副的齿侧间隙，在设计文件中无规定时，按表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 齿侧间隙 (mm)

中心距	> 1250 ~ 1600	> 1600 ~ 2000	> 2000 ~ 2500	> 2500 ~ 3150	> 3150 ~ 4000
齿侧 间隙	0.85 ~ 1.05	1.06 ~ 1.30	1.32 ~ 1.55	1.60 ~ 1.90	1.92 ~ 2.17

三、中心传动磨机主减速器的输出轴与传动接管法兰旋转中心的同轴度，当无特殊规定时，不应大于  $0.4\text{mm}$ 。

四、检查设备时，应对检查结果进行详细记录，对不符合设计及本规范要求的部位，应会同有关方面研究确定处置意见。

### 第 3.1.4 条 基础划线

一、根据工艺布置图，在基础上划出磨机的纵横中心线，并确定基准点的标高。

二、在纵横中心线上便于安装找正的部位埋设中心标板。

三、基础划线应符合下列要求：

1. 中心标板上所指示的纵向中心线与设计图纸上的纵向中心线的偏差不得大于  $\pm 3\text{mm}$ 。
2. 两基础上横向中心线距离偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ 。对角线偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ 。
3. 基准点标高偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。
4. 边缘传动磨体中心线与传动中心线平行度为  $0.15\text{mm}/\text{m}$ 。

### 第 3.1.5 条 底座、主轴承安装

在基础上设置好垫铁，根据磨体的实测尺寸，确定两底座的位置（如图 3.1.5），并应满足下列要求：

1. 底座的十字中心线对准中心标板，其偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。
2. 两底座的标高偏差不应大于  $1\text{mm}$ ，且出料端不得高于进料端。
3. 底座水平度为  $0.04\text{mm}/\text{m}$ 。
4.  $|A - B| \leq 1\text{mm}$ ； $|C - D| \leq 1\text{mm}$ 。

二、底座找正完毕，拧紧地脚螺栓后，将轴承座吊到底座上，使轴承座的十字中心线对准底座十字中心线，偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

三、在轴承上测量两轴承的相对标高，偏差不得大于  $1\text{mm}$ ，且出料端不得高于进料端，水平度为  $0.04\text{mm}/\text{m}$ 。轴承的中心标高对基准点标高偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

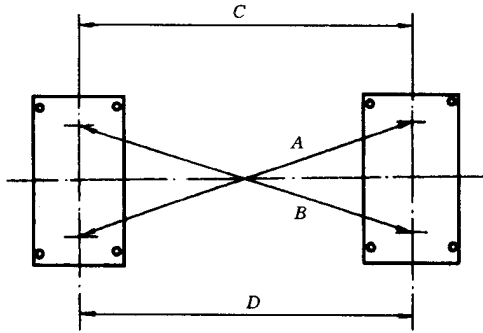


图 3.1.5 底座安装示意图

### 第 3.1.6 条 磨体安装

一、轴承安装找正完毕，所有螺栓拧紧后，才能进行筒体的安装。

二、磨简体落到轴承上后，检查下列部位：

1. 两中空轴的标高偏差值，应符合第 3.1.5 条第三款的要求。

2. 检查中空轴与主轴承的侧间隙及轴肩间隙，设计图纸如无规定时应符合下列要求（如图 3.1.6）：

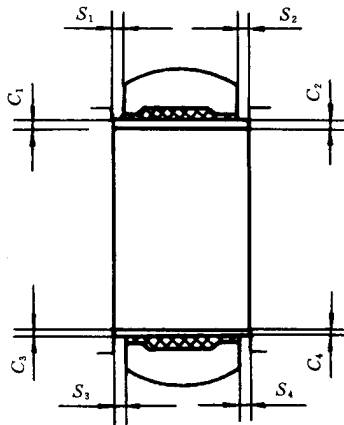


图 3.1.6 侧间隙示意图

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = 1\text{mm} ; C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 0.001D ;$$

$D$ ——中空轴直径。

3. 检查磨机滑动端的轴肩间隙，应符合设计图纸的要求。

三、盘车检查磨机轴颈的同轴度，其同轴度应符合第 3.1.2 条第二款规定。

### 第 3.1.7 条 衬板安装

一、安装衬板时应注意筒体回转方向，衬板与筒体接触应严密，如用水泥砂浆充填缝隙，应填实填满。

二、带螺栓的衬板在筒体内部的排列不应构成环形间隙，衬板与衬板的间隙应符合设计规定，一般为 5~10mm，不带螺栓的衬板，衬板与衬板之间不应有间隙，结合要紧密。

三、隔仓板安装时，隔仓板平面应与磨机筒体的中心线相垂直，垂直度为 0.5%。

### 第 3.1.8 条 传动装置安装

一、边缘传动的磨机，大齿轮的安装应符合下列要求：

1. 大齿轮与磨体法兰应结合严密。
2. 大齿轮对中空轴颈或滚圈外圆的径向跳动和端面圆跳动均为 GB1184 的 8 级。

二、传动轴的纵向中心线，应平行于磨体的纵向中心线，并符合下列要求：

1. 传动轴水平度为  $0.04\text{mm}/\text{m}$ 。
2. 传动轴的标高偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

三、大小齿轮副的齿侧间隙，在设计文件无规定时，按表 3.1.3 的数据。

四、传动轴与电动机或减速器轴的同轴度为  $0.2\text{mm}$ 。

五、大小齿轮的接触精度应不低于 GB10095 中的 8 级规定。

## 第二节 立式辊磨机安装

### 第 3.2.1 条 基础划线

一、根据工艺布置图，在基础上划出磨机的纵横向中心线，确定基准点标高，并应符合下列要求：

1. 基础纵横向中心线与设计图纸上的纵横向中心线偏差不应大于  $\pm 3\text{mm}$ 。
2. 基础基准点的标高偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

二、安装前，应在地基四周加  $100 \sim 200\text{mm}$  厚的卵石或其他隔振材料垫层。

### 第 3.2.2 条 主机基座安装

一、主机基座各构件应按标记安装，其安装中心与基础中心偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

二、主机基座的水平度，在全长上不应大于  $0.2\text{mm}$ 。

三、基座各分点应正确定位搭焊，焊接过程中不应出现扭曲应力，焊口应磨平。

### 第 3.2.3 条 减速器底座安装

一、安装前，应清除减速器底座加工表面的防锈漆及其他杂物。

二、为了防止挠曲，减速器底座应紧密地结合在主机基座上，其间隙用薄垫片调整。

三、减速器底座上平面的纵横中心线与基础中心线偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

四、在减速器底座的标记测量点上测其水平，其水平度见表 3.2.3。

表 3.2.3 水平度偏差 (mm)

磨型	MPS 2250	MPS 2450	MPS 2650	MPS 3150	MPS 3450
水平度	0.2	0.2	0.22	0.25	0.29

五、减速器底座与主机基底焊完后，应再次调平，如超差时，应进行表面磨光，最大偏差不大于  $0.15\text{mm}/\text{m}$  (算术平均值)。

### 第 3.2.4 条 磨机减速器安装

一、减速器吊装前，应保持底面清洁，减速器与底座的结合应均匀、紧密。

二、减速器中心线与基础中心线偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

三、减速器上部压盖轴向跳动偏差不得大于  $\pm 0.02\text{mm}$ 。

四、减速器与底座配铰的定位销，应在整个长度上接触良好。

### 第 3.2.5 条 下架体安装

一、下架体中心线与减速器中心线偏差不得大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

二、下架体上部水平度为  $0.2\text{mm}/\text{m}$ 。

三、主机基底上缘至下架体上缘的高度，应符合图纸设计尺寸。

四、下架体开口处的焊缝端部须磨光。

#### 第 3.2.6 条 磨盘座安装

一、在安装磨盘座绝热板时，应呈  $180^\circ$  对称布置刮板开口。

二、磨盘座装在减速器上之前，其接触表面应彻底清除杂物和油漆，并保证表面平整，对其止口直径尺寸再次检查测量。

三、当磨盘座放置在减速器上时，应保证在止口处不倾斜；磨盘与减速器应接触均匀、紧密，其间隙不应大于  $0.1\text{mm}$ 。

#### 第 3.2.7 条 磨盘（衬板与支座）安装

一、有衬板支座的结构，其衬板支座对磨盘座的外测定位面 and 磨盘衬板对衬板支座接触面的平面度为  $0.05\text{mm}$ 。衬板与衬板支座的接触率应大于  $75\%$ 。

二、无衬板支座的结构，其衬板与磨盘座的接触面的平面度为  $0.05\text{mm}$ ，衬板与磨盘座的接触率不应小于  $75\%$ 。

三、衬板支座在磨盘座上调整好后，其相互间隙应大致相等，并将调整板打入各衬板支座的间隙里，以便撑紧加固。

四、把磨盘衬板铺放好以后，将楔形垫圈楔入各磨盘衬板之间的空隙里。

#### 第 3.2.8 条 磨辊安装

一、一个磨辊放在主电机一侧，另外两个磨辊间隔  $120^\circ$  均布放置。

二、将磨辊放置在磨盘上倾斜  $15^\circ$ ，并使其轮缘中心与研磨轨道中心相一致。

三、三角形压力框架和张紧拉杆的悬挂结构，应确保三个磨辊承受均布压力。

四、压力框架的尺寸偏差不大于  $\pm 3\text{mm}$ 。

五、压力框架的调整衬板和上架体的硬化衬板之间的间隙应符合设计规定，可用薄垫片进行调整。

#### 第 3.2.9 条 分离器安装

一、依照出厂标记进行组装，叶片紧固螺栓不许松动。

二、安装时应保证旋转体与压力框架之间的距离，并进行中心调整。

三、分离器壳体内的立轴垂直度为  $0.1\text{mm}/\text{m}$ 。

#### 第 3.2.10 条 驱动装置安装

一、主电机底座水平度为  $0.1\text{mm}/\text{m}$ 。

二、主电机输出轴与减速器输入轴的同轴度为  $0.1\text{mm}$ 。

三、联轴器的径向跳动公差，应符合 GB5015—85 规定。

### 第三节 大型减速器安装

第 3.3.1 条 根据工艺图的要求和已经安装好的磨机中心线，在基础上划出减速器的纵横向中心线，并确定基准点标高，应符合下列要求：

一、减速器的纵向中心线与磨机的纵向中心线，应在同一直线上，偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

二、减速器横向中心线到传动接管端面的距离，应符合设计要求，其距离偏差设计无具体规定时，不应大于  $\pm 3\text{mm}$ 。

三、基准点标高的偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

四、在纵横中心线上适当的部位设置中心标板。

#### 第 3.3.2 条 垫铁设置及下机体安装

- 一、根据安装说明书的要求在基础上布置垫铁。当说明书无具体要求时，每根地脚螺栓两侧至少各一组，两根地脚螺栓之间适当部位根据需要增设。
- 二、减速器基础表面应全部铲成麻面，并清除表面的全部碎屑及杂物。
- 三、每组垫铁不能超过四块，斜垫铁的斜度应为  $1/25 \sim 1/30$ 。
- 四、将减速器下机体就位，其纵向中心线严格对准磨机中心线（如图 3.3.2-1）。
- 五、使减速器下机体的上表面与磨机的轴心在同一标高上，偏差不应大于  $0.5\text{mm}$ ，且减速器应低于磨机（如图 3.3.2-2）。

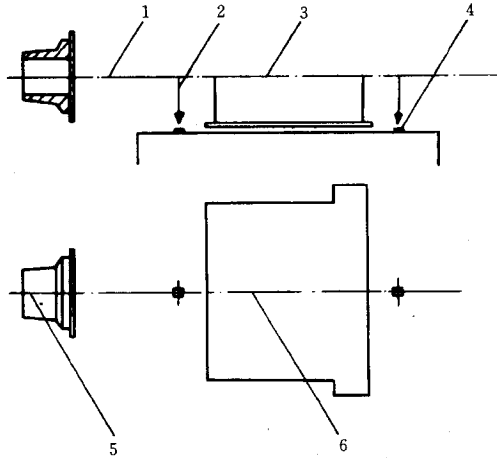


图 3.3.2-1 减速器与磨机中心线示意图

1—磨机中心线；2—线垂；3—钢丝；4—预埋板；  
5—磨机中心线；6—减速器中心线

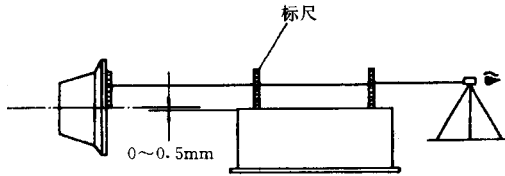


图 3.3.2-2 标高测量示意图

- 六、减速器横向中心与磨机出料端端面之间的距离及偏差，应符合设计要求，当设计无具体规定时，其偏差不应大于  $\pm 3\text{mm}$ 。
- 七、在下机体上表面测量水平度。如减速器出厂前制造厂进行过预组装，现场安装时其水平度与工厂提供的数据相比，偏差不应大于  $0.04\text{mm}/\text{m}$ 。如果制造厂未提供数据，现场安装时，减速器的水平度为  $0.04\text{mm}/\text{m}$ 。

### 第 3.3.3 条 齿轮的装配

- 一、减速器齿轮在进行装配之前，下机壳必须彻底清洗，保证清洁。齿轮表面出厂时涂的防腐材料也须彻底清洗干净。
- 二、必须严格按照安装说明书规定的顺序进行装配。
- 三、齿轮装配前应先将轴承装在机壳上，并清洗干净。
- 四、齿轮吊起并往机壳内装配时，应保证齿轮轴处于水平状态。
- 五、齿轮全部吊入机壳，齿轮轴在轴承内装妥后，测量齿轮轴与轴承的侧间隙，应符合设计要求

(如图 3.3.3)。

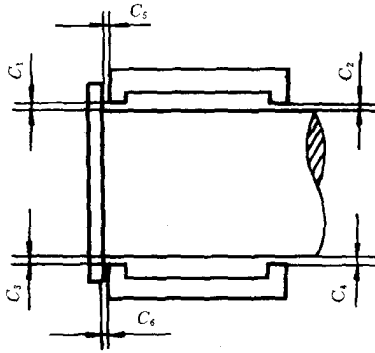


图 3.3.3 侧间隙示意图

( $C_1 + C_3$ ) 和 ( $C_2 + C_4$ ) 应等于制造厂数据  $\frac{+0.2}{-0.1}$ mm,  $C_5$  和  $C_6$  应等于制造厂数据  $\frac{+0.2}{-0.1}$ mm。

六、检查齿轮轴的水平, 水平度 0.04mm/m。

七、上述各项均达到要求后, 将全部齿轮轴的上轴承盖装上, 并拧紧螺钉。

八、盘车检查齿轮的接触状况、接触长度、接触高度及接触部位, 应达到出厂要求。如果齿轮接触状态未达到出厂要求, 而减速器设计的结构对齿轮接触情况又能进行调整时, 应进行调整。

1. 转动偏心轴承调整齿面的接触情况时, 转动的角度应按设计要求, 如设计无具体规定时, 转动角度一般不应大于  $5^\circ$ 。

2. 当齿面的接触是连续均匀的, 接触长度与出厂时提供的数据接近时, 把轴承的定位挡块用螺钉及止动垫片锁住, 并做好调整记录。

九、用压铅丝的方法, 测量齿轮的侧间隙, 并做好记录。被测齿的数量最好为 3~5 个。

十、齿轮全部装配并检查合格后, 再安装机座内的轴承供油管。供油管安装时, 首先检查管道内部有无铁粉、灰尘等污物。

十一、装配完毕, 在内部喷涂防锈油, 保证防锈油均匀地涂在整个内部, 特别注意齿面要喷涂充分。

第 3.3.4 条 上盖、润滑装置及其他安装

一、上盖就位前在整个接触法兰面上涂上液态密封胶。

二、上盖吊起后尽量保持水平, 就位后先用定位销定位, 然后按要求拧紧联接螺栓。

三、润滑站油箱安装时, 应彻底检查, 保证内部清洁, 无任何杂质。

四、所有润滑管道内部应保证清洁, 无任何灰尘及杂质。如果管道安装前经较长时间存放, 安装时应彻底清洗。

五、电机与高速端小齿轮轴的同轴度方 0.2mm。

## 第四章 破碎设备

### 第一节 锤式破碎机安装

第 4.1.1 条 本节适用于单转子和双转子的锤式破碎机安装, 对于 EV 型锤式破碎机可参照执行。

第 4.1.2 条 组装机座应符合下列要求:

一、接合面间的定位销必须全部装上。

二、接合面的接触应紧密，局部间隙不应大于 0.1mm，边缘间隙每段长度不应大于 150mm，累计长度不应大于接合面边缘总长的 10%。

三、机座的纵向水平度为 0.5mm/m。

四、机座的横向水平度为 0.15mm/m，且应在主轴上测量。

第 4.1.3 条 机座的纵横向中心线与安装基准线偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 4.1.4 条 机座中心标高偏差不应大于  $\pm 3\text{mm}$ 。

第 4.1.5 条 主轴水平度为 0.1mm/m。

第 4.1.6 条 如果主轴承为滑动轴承，应进行刮研，轴瓦与轴颈的配合应符合下列规定：

一、接触弧面应为  $70^\circ \sim 90^\circ$ 。

二、接触面上的接触点数，不应少于 3 点/ $25 \times 25\text{mm}^2$ 。

三、瓦口每侧的侧间隙，应为轴颈直径的 0.001 ~ 0.0012。

四、顶间隙应为每侧侧间隙的 1.5 倍。

第 4.1.7 条 如果主轴承为滚动轴承，其安装技术要求，应按总则有关规定执行。

第 4.1.8 条 转子上的锤头顶端与篦条之间和篦条与篦条之间的间隙，应符合设备技术文件的规定。

第 4.1.9 条 上罩与机座和检查孔盖板与机体的接合应严密，不得漏灰。

第 4.1.10 条 转子上的锤头一般不应拆卸，必须拆卸时，应按制造厂所注明的标记进行装配。如未注明标记，装配前必须进行称重和选配，使各排上的锤头在圆周方向和轴向重量的配制符合设备技术文件的规定。

第 4.1.11 条 飞轮安装不得摆动。

## 第二节 反击式破碎机安装

第 4.2.1 条 本节适用于单转子和双转子反击式破碎机的安装。

第 4.2.2 条 机座的纵横向中心线与安装基准线偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 4.2.3 条 机座中心标高偏差不应大于  $\pm 3\text{mm}$ 。

第 4.2.4 条 机座的横向（主轴方向）水平度为 0.1mm/m。纵向水平度为 0.5mm/m。

第 4.2.5 条 主轴水平度为 0.1mm/m。

第 4.2.6 条 转子上的板锤一般不应拆卸，必须拆卸时，应按制造厂的标记进行装配。未注明标记的板锤装配前必须进行选配，板锤间的重量偏差应符合设备技术文件的规定。

第 4.2.7 条 转子板锤顶端与反击板之间的间隙，应符合设备技术文件的规定。

第 4.2.8 条 如果上壳为液压顶升的，液压系统安装应符合有关技术文件的规定。

## 第三节 颚式破碎机安装

第 4.3.1 条 本节适用于简摆和复摆型的颚式破碎机安装。分段起动和液压保险颚式破碎机可参照执行。

第 4.3.2 条 组装机座参见第 4.1.2 条。

第 4.3.3 条 机座找正后，进行地脚螺栓基础灌浆，待混凝土达到强度后，拧紧地脚螺栓，复查无误后，方能进行下道工序。

第 4.3.4 条 用锚定式活动地脚螺栓时，应埋设合适的预留管。灌浆时应符合下列要求（如图 4.3.4）：



- 一、灌浆一般采用细碎石混凝土。
- 二、地脚螺栓孔内应先塞入厚度  $b$  约为 100mm 的浸油麻绳或全部灌满干砂。
- 三、灌入地脚螺栓孔内的混凝土的深度  $a$  宜为 200mm 左右。

第 4.3.5 条 组装动颚时，应将轴瓦进行刮研，使轴瓦与轴颈的配合符合下列要求：

- 一、接触弧面应为  $100^\circ \sim 120^\circ$ 。
- 二、接触面上的接触点数，不应少于 1 点/ $25 \times 25\text{mm}^2$ 。
- 三、顶间隙应符合本规范第 1.5.4 条规定。

第 4.3.6 条 主轴承、连杆上的冷却水管和润滑油管在安装前应吹洗干净。

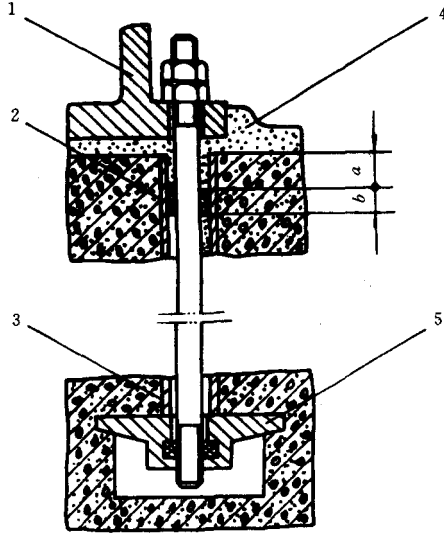


图 4.3.4 机座灌浆

- 1—机座；2—浸油麻绳；3—预埋钢管；  
4—细碎石混凝土；5—锚板

第 4.3.7 条 装配主轴承时，应将轴瓦进行刮研，使轴瓦与轴颈的配合符合下列要求：

- 一、接触弧面应为  $100^\circ \sim 120^\circ$ 。
- 二、接触弧面上的接触点数，在每  $25 \times 25\text{mm}$  面积内，铜瓦不应少于 3 点，轴承合金瓦不应少于 2 点。
- 三、顶间隙应为轴颈直径的  $0.0012 \sim 0.0015$ 。
- 四、每侧的侧间隙应为顶间隙的  $0.5 \sim 1$  倍。

第 4.3.8 条 筋板（或称推力板）与筋板座（或称支承滑块）间接触的总长不应小于筋板的 60%，如有局部间隙，每段长度不应大于板长的 10%。

#### 第四节 大型颚式破碎机安装

第 4.4.1 条 本节只适用于大型颚式破碎机安装。

第 4.4.2 条 为便于大型颚式破碎机组装，一般安装前在基础上面应铺设五根钢轨（如图 4.4.2），钢轨铺设应符合下列要求：

- 一、钢轨间距应符合设计要求，偏差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ 。
- 二、钢轨的标高偏差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

三、钢轨纵横方向水平度  $0.1\text{mm}/\text{m}_0$ 。

四、钢轨找平、找正后应立即灌浆。

五、钢轨顶面应平直，便于破碎机组装和找正。破碎机安装后把出料口的部分钢轨切除。

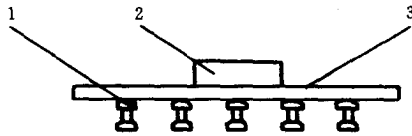


图 4.4.2 钢轨铺设示意图

1—钢轨；2—水平仪；3—平尺

第 4.4.3 条 颚式破碎机机座在轨道上组装时，应先安装下机座，后安装上机座。在吊装时，不应碰伤止口和楔槽，止口和楔头的连接处应涂上润滑脂，其安装必须符合下列技术要求：

一、楔头与楔槽应连接正确。

二、上侧壁与下侧壁的平行度和垂直度为  $1\text{mm}/\text{m}_0$ 。

三、机座中心位置偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}$ ，水平度为  $0.5\text{mm}/\text{m}_0$ 。

四、偏心轴中心标高偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}_0$ 。

五、偏心轴承应在同一中心线上，偏差不得大于  $0.5\text{mm}_0$ 。

第 4.4.4 条 底座找正后，进行地脚螺栓灌浆，待混凝土达到强度后，拧紧地脚螺栓，复查无误后，方能进行下道工序。

第 4.4.5 条 固定颚板与滑动颚板的衬板在安装时，需要在衬板背面衬水泥砂浆，且衬板应平整，其凹凸偏差不应大于  $\pm 10\text{mm}_0$ 。

第 4.4.6 条 活动颚板在安装时，应先将轴瓦清洗刮研好，并涂上润滑油，然后再安装活动颚板。

第 4.4.7 条 摇杆与偏心轴安装，应符合下列要求：

一、两端支承轴瓦在安装前应刮研，使其接触角度达到  $100^\circ \sim 120^\circ$ 。

二、摇杆轴瓦的安装方向与偏心轴的回转方向必须一致。

三、偏心轴水平度为  $0.05\text{mm}/\text{m}_0$ 。

四、轴瓦接口处需垫油浸纸或紫铜片，以防漏油。

第 4.4.8 条 调整板必须与设备装配图的位置相符，并把楔形螺栓装配固定。

第 4.4.9 条 壁板安装前，应先把壁板支承瓦刮研好，清洗干净，涂上润滑油，再从下部进行装配。

第 4.4.10 条 拉杆安装时，应先将拉杆穿过后壁下部，一端用螺栓固定在活动颚板上，另一端装上弹簧垫圈用螺母拧紧。

## 第五节 圆锥式破碎机安装

第 4.5.1 条 本书适用于弹簧保险和弹簧保险液压调整圆锥破碎机的安装。液压保险圆锥破碎机可参照执行。

第 4.5.2 条 机座纵横中心线与安装基准线偏差不得大于  $\pm 3\text{mm}_0$ 。

第 4.5.3 条 机座中心标高偏差不应大于  $\pm 3\text{mm}_0$ 。

第 4.5.4 条 机座水平度为  $0.05\text{mm}/\text{m}_0$ 。

第 4.5.5 条 机座内偏心套组装时，应符合下列要求：

一、偏心套、机座衬套和底托盘的接合面，应在组装前清洗干净。

二、底托盘上的调整垫片和止推垫，用专用工具按设备技术文件规定的顺序进行装配，装配时应涂上足够的润滑油。

三、偏心套及其底板用专用工具固定后，方可装入机座衬套内。

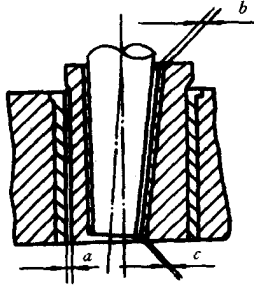


图 4.5.6 配合间隙示意图

第 4.5.6 条 锥形衬套与破碎圆锥主轴和偏心套与机座衬套之间的配合间隙（见图 4.5.6），应符合表 4.5.6 的规定。尼龙套的配合间隙，应符合设备技术文件的规定。

表 4.5.6 配合间隙 (mm)

设备规格	间 隙		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
600	2.0~2.5	2.2~2.7	6~7
900	2.2~2.7	2.3~2.8	7~8
1200	2.5~3.0	2.4~3.0	8~9
1750	3.0~3.6	2.9~3.6	9~10
2200	4.0~4.6	3.8~4.6	10~11

第 4.5.7 条 碗形轴承与底座连接，应按组对标记进行安装，并在圆周切线方向用键楔紧，冷却套应做 0.4MPa 的水压试验。

第 4.5.8 条 圆锥齿轮的装配应符合下列要求：

- 一、齿轮的啮合间隙应符合设备技术文件的规定。
- 二、齿轮啮合的接触斑点，沿齿高和齿长均不应小于 40%，并应趋于齿侧面的中部。
- 三、两啮合齿轮的外端面宜平齐。

第 4.5.9 条 碗形轴承和破碎圆锥主轴的油路、油孔装配前应吹洗干净。

第 4.5.10 条 搬运碗形轴承时，吊索不应压在挡油环上。

第 4.5.11 条 安装破碎圆锥时，不得损伤锥体。

第 4.5.12 条 破碎圆锥与碗形轴承的配合，应符合下列要求：

一、破碎圆锥的球面应与碗形轴瓦的外圆接触（见图 4.5.12），其接触宽度  $a$  应为  $0.3 \sim 0.5R$ ，并沿内圆周应保持  $0.5 \sim 1\text{mm}$  的楔形间隙  $c$ 。

二、接触面上的接触点数，不应少于 2 点/ $50 \times 50\text{mm}^2$ 。

第 4.5.13 条 碗形轴承的防尘圈与破碎圆锥的防尘环之间的间隙，不应大于 3mm，但不得接触。

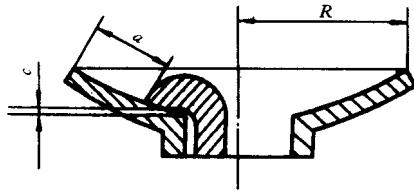


图 4.5.12 破碎圆锥与碗形轴承的配合

第 4.5.14 条 防尘密封装置中的水管，应敷设在不受物料打击和磨损的位置。

第 4.5.15 条 在装配调整环的同时，应将排矿口进行调整，当排矿口调整到最小尺寸时，破碎壁与轧臼壁在整个圆周上的排矿口尺寸应相等，其偏差应符合表 4.5.15 的规定。

表 4.5.15 排矿口尺寸偏差 (mm)

机器规格	标准型		中 型		短头型	
	排矿口尺寸	偏差不应大于	排矿口尺寸	偏差不应大于	排矿口尺寸	偏差不应大于
600	12~25	4			3~15	2
900	15~50	5	5~20	3	3~15	3
1200	20~50	6	8~25	4	3~15	3
1750	25~60	8	10~30	5	5~15	4
2200	30~60	10	10~30	6	5~15	4

第 4.5.16 条 防尘罩与进料斗，支承套与调整环之间，应垫上密封件，密封应严密。

第 4.5.17 条 液压推动缸、锁紧缸柱塞与导向套间的径向间隙，应符合设备技术文件的规定。

第 4.5.18 条 液压管路应做压力试压，试验压力不应低于额定压力的 1.5 倍。

## 第六节 辊式破碎机安装

第 4.6.1 条 本节适用于单辊、双辊和多辊的辊式破碎机安装。

第 4.6.2 条 机座的纵横向中心线与安装基准线偏差不得大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 4.6.3 条 机座的中心标高偏差为  $\pm 3\text{mm}$ 。

第 4.6.4 条 机座的水平度为  $0.1\text{mm}/\text{m}$ 。

第 4.6.5 条 辊与辊之间的距离，应符合设计要求，可动辊与固定辊的轴线应平行，其平行度为  $0.2\text{mm}/\text{m}$ ，两边的弹簧应受力均匀。

第 4.6.6 条 辊筒轴水平度为  $0.1\text{mm}/\text{m}$ 。

第 4.6.7 条 装配滑动轴承时，应将轴瓦和球面瓦进行刮研，使其配合符合下列规定：

一、轴瓦与轴颈的接触弧面为  $100^\circ \sim 120^\circ$ 。

二、接触面上的接触点数，铜瓦不应少于 3 点/ $25 \times 25\text{mm}^2$ ，轴承合金瓦不应少于 2 点/ $25 \times 25\text{mm}^2$ 。

三、轴瓦与轴颈之间的顶间隙，应为轴颈直径的  $0.0015 \sim 0.002$ 。每侧的侧间隙应为顶间隙的  $0.5 \sim 0.7$  倍。

四、球面瓦的接触面积不应小于球面瓦总面积的  $60\%$ ，并应集中在中间位置，接触面上的接触点数，不应少于 2 点/ $25 \times 25\text{mm}^2$ 。

## 第七节 辊压机安装

第 4.7.1 条 本节仅适用于洪堡型辊压机的安装。在开始安装之前，除按本规范执行外，还应参照本设备的安装操作说明书，以及有关的通用设备安装规范。

第 4.7.2 条 机架的纵横中心线与安装基准线偏差不得大于  $\pm 1.5\text{mm}$ 。

第 4.7.3 条 机架中心标高的偏差不得大于  $\pm 2\text{mm}$ 。

第 4.7.4 条 机架两底座的平行度为  $0.5\text{mm}$ ，其轨道平面的平行度  $1\text{mm}$ 。

第 4.7.5 条 机架两底座导轨的水平度为  $0.1\text{mm}/\text{m}$ 。

第 4.7.6 条 装在中心架上的两档铁端面的连线和装有橡胶支承的端部件的内端面的连线，对装有液压缸的端部件的内端面的连线的平行度均为  $0.2\text{mm}$ 。

第 4.7.7 条 装有液压缸的端部件的内端面的连线，对机架底座侧面的基准面的垂直度为  $0.3\text{mm}$ 。

第 4.7.8 条 两平行辊之间所形成的最小辊隙为  $10\text{mm}$ 。

第 4.7.9 条 使两压辊端面对齐，然后调节两夹板，使其与压辊端面相平行，并保持  $1\text{mm}$  间隙。

第 4.7.10 条 在拧紧套在行星减速器输出轴上的胀紧联结套时，应用力矩扳手对角、交叉、均匀地拧紧每个螺栓，螺栓的拧紧力矩  $M$  值，应符合该产品规定，并按下列步骤进行：

一、以  $1/3M$  值拧紧；

二、以  $1/2M$  值拧紧；

三、以  $M$  值拧紧；

四、以  $M$  值检查全部螺钉。

第 4.7.11 条 用电机底座上的螺杆来张紧三角皮带，使其张紧力满足要求。

第 4.7.12 条 液压系统安装后，应做耐压试验，试验压力为  $0.32\text{MPa}$ ，保压  $15\text{min}$ ，泄漏量不得大于规定值。

## 第五章 搅拌设备

### 第一节 淘泥机安装

第 5.1.1 条 中心立轴安装

一、复查基础上的十字中心线及基础标高。

二、立轴轴承标高应符合设计要求，偏差不应大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

三、立轴水平度  $0.05\text{mm}/\text{m}$ 。

四、大伞齿轮安装后，复查其水平，水平度  $0.05\text{mm}/\text{m}$ 。

第 5.1.2 条 搅拌架和搅拌梁应水平，水平度  $0.3\text{mm}/\text{m}$ 。

第 5.1.3 条 大横梁的三个支点的高度偏差不得大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 5.1.4 条 以大伞齿轮为基准安装小伞齿轮，其传动轴的水平度为  $0.1\text{mm}/\text{m}$ 。齿轮啮合面的接触斑点应符合设计要求。

第 5.1.5 条 各耙齿与池壁的距离应符合设计要求，偏差为  $\pm 5\text{mm}$ 。

### 第二节 搅拌机安装

第 5.2.1 条 基础检查与划线

一、池壁半径的偏差不得大于  $\begin{matrix} +10 \\ -0 \end{matrix}$  mm。

二、池壁的垂直度为 15mm。

三、中枢轴基础四周垂直度为 10mm，相对标高应符合设计要求。

四、测定中枢轴基础中心，并划出纵横中心线，中枢轴基础中心应与搅拌池中心同心，偏差不应大于 15mm。

五、以中枢轴基础上的中心为基点，划出轨道圆周曲线。

第 5.2.2 条 实测回转桥中心距尺寸，并与基础校对。

第 5.2.3 条 轨道敷设

一、轨道按已划出的圆周曲线进行铺设。轨道圆周半径的偏差不得大于  $\pm 3$ mm。

二、轨道标高按八等分测量，偏差不应大于  $\pm 2$ mm。

三、轨道接头处左、右、上三个方向偏移的偏差不大于  $\pm 1$ mm。

第 5.2.4 条 中枢轴安装

一、中枢轴底座的安装，按纵横中心线找正，偏差不大于  $\pm 1$ mm。

二、中枢轴的标高及水平，应在其加工面上测量，标高偏差不大于  $\pm 1$ mm，水平度 0.04mm/m。

第 5.2.5 条 回转桥安装

一、先将桥体与行走轮组装成一体，然后吊装就位。

二、桥体安装完毕，再进行铆接或拧紧螺栓。

三、行走轮中心与轨道中心偏差不应大于  $\pm 4$ mm。

四、桥体两端标高差不应大于 3mm。

五、进行两小时试运转，开式齿轮啮合面的接触斑点应保证沿齿长方向不小于 40%。沿齿高方向不小于 30%。

第 5.2.6 条 搅拌翅安装

一、先按顺序安装搅拌翅的传动部分，然后装配搅拌翅的传动立轴，立轴垂直度为 0.3mm/m。

二、所有压缩空气管路均应畅通，并应做 0.6MPa 的压力试验，保压时间 8min。

第 5.2.7 条 耙及刮板安装

一、先安耙架，再装耙子，并注意其斜度，斜度大的装在最外侧。

二、外刮板与池壁距离不得小于 30mm，内刮板与中枢轴基础边缘距离不应小于 40mm。

## 第六章 输送设备

### 第一节 堆取料机安装

第 6.1.1 条 堆料机安装

一、本条适用于皮带输送的堆料机安装。

二、在安装过程中，应注意各设备位置的衔接配合，施工时应以输送设备的纵向中心线作为安装基准线。

三、在施工现场组对金属构件时，应按施工图中的规定进行组对、焊接，无规定时应按《工程机械焊接件通用技术条件》JB/ZQ3011 的规定执行，其焊接接头的基本型式和尺寸应符合 GB 985 和 GB 986 的规定。

四、测量时应考虑日照、温度对测量数据的影响及由钢丝、钢尺的自重及拉力值所产生的修正值

的影响，其修正值见表 6.1.1-1、表 6.1.1-2 的规定。

表 6.1.1-1 测量上拱度时钢丝自重下垂扣除值

堆料机 跨度 (m)	10.0 10.5	13.0 13.5	16.0 16.5	19.0 19.5	22.0 22.5	25.0 25.5	28.0 28.5	31.0 34
钢丝直径 (mm)	0.49 ~ 0.52							
拉力值 (N)	150							
修正值 $\Delta$ (mm)	1.5	2.5	3.5	4.5	6	8	10	12

五、轨道敷设应符合下列要求：

1. 交付安装使用的轨道承重梁应符合《工程机械焊接件通用技术条件》JB/ZQ3011 及《钢筋混凝土工程施工及验收规范》GBJ204 的规定。

表 6.1.1-2 用钢尺测量跨度的修正值

跨度 (m)	拉力值 (N)	钢尺截面尺寸			
		10×0.25	13×0.2	15×0.2	15×0.25
		修正值 (mm)			
5、6	100	1	1	1	0.5
7、	100	1	1	1	1
8、9	100	1.5	1.5	1	1
10、10.5	100	2	2	1	1
13、13.5	100	2	2	2	1
16、16.5	100	2	2	2	0
19、19.5	100	3	2	2	0
22、22.5	150	6	5	4	2
25、25.5	150	6	6	4	2
28、28.5	150	7	6	4	2
31、31.5	150	7	6	4	1
34、	150	7	6	4	0

2. 每根钢轨敷设前，应先检查其直线度，直线度为 1mm/m，最大不应大于全长的 0.5‰。

3. 固定轨道用的紧固件安装应准确，密切贴合，切实锁紧，螺栓孔不能用火焰切割。

4. 轨道实际中心线对安装基础线的位置偏差不应大于  $\pm 6\text{mm}$ 。

5. 两条平行轨道的距离偏差应符合下列要求：

- (1) 轨距小于或等于 3.2m 时，不应大于  $\pm 4\text{mm}$ ；
- (2) 轨距大于 3.2mm 时，不应大于  $\pm 6\text{mm}$ 。
6. 轨道水平方向的直线度  $1\text{mm}/\text{m}$ ，全长不得大于  $15\text{mm}$ 。
7. 轨道纵向的水平度  $1\text{mm}/\text{m}$ ，全长高度差不应大于  $25\text{mm}$ 。
8. 两平行轨道上的任意同一横向截面上的轨道面高低差不应大于轨距的  $1\%$ ，最大不得大于  $5\text{mm}$ 。
9. 轨道底面与垫板（钢制承重梁）顶面应贴合，其贴合面不应小于  $60\%$ ，局部间隙不应大于  $1\text{mm}$ 。
10. 轨道接头按本规范第十章第五节中的有关规定执行。

六、轨道上的车档，应在轨道调整符合要求后立即装妥，同一跨端的两个车档应与堆料机缓冲器接触均匀。

七、在制造厂组装好的移动小车的运行机构或在现场组装的移动小车的运动机构，应符合表 6.1.1-3 中的规定。



# 标准规范二 起重设备安装 工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of  
cranes installation engineering

GB 50278—98

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为确保起重设备安装工程的质量和促进安装技术的进步，制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于电动葫芦、手（电）动梁式起重机、手（电）动梁式悬挂起重机、通用桥式起重机、冶金起重机、通用门式起重机与装卸桥、壁上起重机和柱式悬壁起重机的安装。

第 1.0.3 条 起重设备安装工程应从设备开箱起，至设备试运转合格办理工程验收为止。

第 1.0.4 条 对大型、特殊、复杂的起重设备的吊装，应制定完善的吊装方案；当利用建筑结构的柱、梁等作为吊装的重要承力点时，应经结构计算，并经有关部门同意后方可利用。

第 1.0.5 条 起重设备安装完毕，必须经负荷试运转合格办理工程验收手续后，方可投入生产使用。

第 1.0.6 条 起重设备安装工程施工及验收除应按本规范的规定执行外，尚应符合现行有关国家标准规范的规定。

## 第二章 一般规定

第 2.0.1 条 起重设备安装前，应按下列要求进行检查：

一、设备技术文件应齐全；

二、按设备装箱清单检查设备、材料及附件的型号、规格和数量，且应符合设计和设备技术文件的要求，并应有出厂合格证书及必要的出厂试验记录；

三、机、电设备应无变形、损伤和锈蚀，其中钢丝绳不得有锈蚀、损伤、弯折、打环、扭结、裂嘴和松散的现象；

四、起重机地面轨道基础、吊车梁和安装预埋件等的坐标位置、标高、跨度和表面的平面度均应符合设计和安装的要求；

五、通用桥式起重机、壁上起重机、冶金起重机等与建筑物之间相关的最小安全距离应符合表 2.0.1 的规定。

表 2.0.1 起重机与建筑物间的最小安全距离

起重机名称	上方最小距离 (mm)			侧方最小距离 (mm)		
	起重机额定起重量 (t)					
	≤25	25 ~ 125	125 ~ 250	≤50	50 ~ 125	125 ~ 250
桥式起重机	300	400	500	80	100	100
壁上起重机				80		

第 2.0.2 条 当现场装配联轴器时,其端面间隙、径向位移和轴向倾斜应符合设备技术文件的规定。设备技术文件无规定时,应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的规定。

第 2.0.3 条 制动器的调整应符合下列要求:

一、制动器应开闭灵活,制动应平稳可靠;

二、起升机构的制动器应为额定负荷的 1.25 倍,有特殊要求的为 1.4 倍,在静载下应无打滑现象;

三、运行机构的制动器,调整不应过松或过紧,以不发生溜车现象和冲击现象为宜。

第 2.0.4 条 当通用桥式和门式起重机空载时,小车车轮踏面与轨道面之间的最大间隙,电动的不应大于小车基距或小车轨距的 0.001 67 倍;手动的不应大于小车车轮基距或小车轨距的 0.002 5 倍(图 2.0.4)。

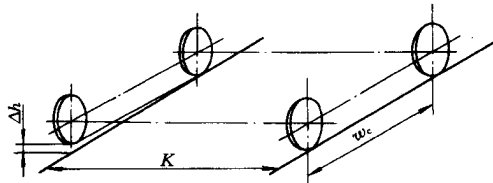


图 2.0.4 通用桥式起重机小车车轮与轨道面之间的间隙

$W_c$ —小车基距;  $K$ —小车轨距;

$\Delta h$ —车轮踏面与轨道之间的间隙

### 第三章 起重机轨道和车档

第 3.0.1 条 本章适用于轻轨、重轨、工字钢轨、方钢轨和起重机轨道的安装。

第 3.0.2 条 钢轨铺设前,应对钢轨的端面、直线度和扭曲进行检查,合格后方可铺设。

第 3.0.3 条 吊装轨道前,应确定轨道的安装基准线;轨道的安装基准线宜为吊车梁的定位轴线。

第 3.0.4 条 轨道的实际中心线对吊车梁的实际中心线的位置偏差不应大于 10mm;且不应大于吊车梁腹板厚度的一半(图 3.0.4)。

第 3.0.5 条 轨道的实际中心线对安装基准线的水平位置的偏差,对于通用桥式起重机、通用门式起重机和装卸桥不应大于 5mm;对于梁式悬挂起重机不应大于 3mm。

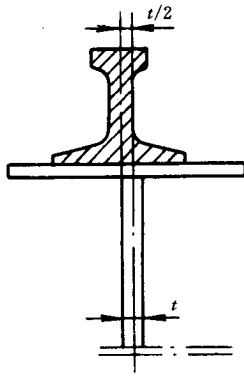


图 3.0.4 轨道实际中心线对吊车梁的实际中心线位置

$t$ —吊车梁腹板厚度

第 3.0.6 条 起重机轨道跨度的允许偏差应符合下列要求：

- 一、当起重机轨道跨度小于或等于 10m 时，起重机轨道跨度的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ；
- 二、当起重机轨道跨度大于 10m 时，起重机轨道跨度的允许偏差应按下式计算，但最大不应超过  $\pm 15\text{mm}$ 。

$$\Delta S = \pm [3 + 0.25(S - 10)] \quad (3.0.6)$$

式中  $\Delta S$ ——起重机跨度的允许偏差 (mm)；

$S$ ——起重机轨道跨度 (m)。

第 3.0.7 条 轨道顶面对其设计位置的纵向倾斜度，对于通用桥式起重机不应大于 1/1000；对于通用门式起重机不应大于 3/1000；每 2m 测一点，全程内高低差不应大于 10mm。

第 3.0.8 条 轨道顶面基准点的标高相对于设计标高的允许偏差，对于通桥式起重机、通用门式起重机和装卸桥为  $\pm 10\text{mm}$ ；对于梁式悬挂起重机为  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 3.0.9 条 同一截面内两平行轨道的标高相对差，通用桥式起重机、通用门式起重机和装卸桥不应大于 10mm；对于梁式悬挂起重机不应大于 5mm。

第 3.0.10 条 用水平导向轮导向的起重机，其轨道沿长度方向在水平面内的弯曲，每 2m 测量长度内允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$  (图 3.0.10)。

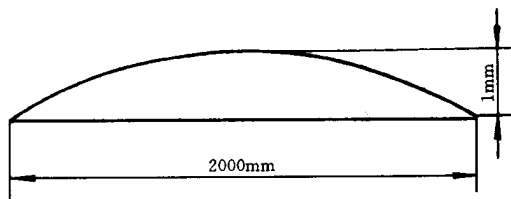


图 3.0.10 轨道在水平面内的弯曲

第 3.0.11 条 两平行轨道的接头位置宜错开，其错开距离不应等于起重机前后车轮的基距。

第 3.0.12 条 轨道接头应符合下列要求：

- 一、当接头采用对接焊时，焊条应符合钢轨母材的要求，焊接质量应符合电熔焊的有关规定，接头顶面及侧面焊缝处均应打磨平整光滑；
- 二、当接头采用鱼尾板连接时，轨道接头高低差及侧向错位不应大于 1mm，间隙不应大于 2mm；
- 三、伸缩缝处的间隙应符合设计规定，其允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ ；
- 四、用垫板支承的方钢轨道，接头处垫板的宽度（沿轨道长度方向）应比其他处增加一倍。

第 3.0.13 条 通用门式起重机和装卸桥同一支腿下两根轨道的轨距允许偏差应为  $\pm 2\text{mm}$ ，其相对标高差不应大于  $1\text{mm}$ 。

第 3.0.14 条 混凝土吊车梁与轨道之间的混凝土灌浆层或找平层应符合设计规定。

第 3.0.15 条 钢轨下用弹性垫板作垫层时，弹性垫板的规格和材质应符合设计规定。拧紧螺栓前，钢轨应与弹性垫板贴紧；当有间隙时，应在弹性垫板下加垫板垫实，垫板的长度和宽度均应比弹性垫板大  $10 \sim 20\text{mm}$ 。

第 3.0.16 条 当在钢吊车梁上铺钢轨时，钢轨底面应与钢吊车梁顶面贴紧；当有间隙，且其长度超过  $200\text{mm}$  时，应加垫板垫实，垫板长度不应小于  $100\text{mm}$ ，宽度应大于轨道底面  $10 \sim 20\text{mm}$ ，每组垫板不应超过 3 层，垫好后应与钢梁焊接固定。

第 3.0.17 条 方钢和工字钢轨道的横向倾斜度不应大于轨道宽度的  $1/100$ 。

第 3.0.18 条 轨道经调整符合要求后，应全面复查各螺栓并应无松动现象。

第 3.0.19 条 轨道上的车档宜在吊装起重机前装好，同一跨端两条轨道上的车档与起重机缓冲器均应接触。

## 第四章 电动葫芦

第 4.0.1 条 电动葫芦车轮轮缘内侧与工字钢轨道翼缘间的间隙（图 4.0.1），应为  $3 \sim 5\text{mm}$ 。

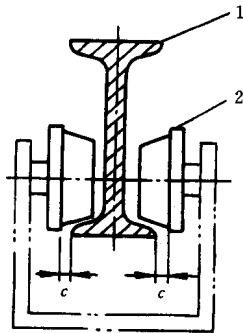


图 4.0.1 车轮轮缘内侧与轨道翼缘间的间隙

1—工字钢轨道；2—车轮

$c$ —车轮轮缘内侧与工字钢轨道翼缘间的间隙

第 4.0.2 条 链式电动葫芦的链轮槽应保持在同一铅垂面上。链条在运行时不应有歪扭、卡住和严重磨损现象。

第 4.0.3 条 空负荷试验时，电动葫芦小车制动距离应满足下列要求：

一、吊运一般物品的电动葫芦：

$$S_1 = \frac{V_1^2}{K_1} \quad (4.0.3-1)$$

二、吊运液态金属等危险品的电动葫芦：

$$S_1 = \frac{V_1^2}{K_2} \quad (4.0.3-2)$$

式中  $S_1$ ——小车制动距离（m）；

$V_1$ ——小车运行速度（m/min）；

$K_1$ ——系数，宜为  $2800 \sim 3900$ ；

$K_2$ ——系数，宜为 700~1400。

第 4.0.4 条 电动葫芦在进行额定负荷试验时，在制动时间内的下滑距离应按下式计算：

$$S_c = \frac{V_c}{100} \quad (4.0.4)$$

式中  $S_c$ ——下滑距离 (m)；

$V_c$ ——起升速度 (m/min)。

## 第五章 手动梁式起重机和手动梁式悬挂起重机

第 5.0.1 条 手动单梁起重机在吊装前，应按表 5.0.1 的规定进行复查。

表 5.0.1 手动单梁起重机的复查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$		$\pm 6$	
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $		6	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $		8	
主梁 上拱 度 $F$	$S < 10\text{m}$	+ 2	
	$S \geq 10\text{m}$	+ 3	

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；

②当有特殊要求时，应检查起重机跨度的相对差；

③主梁上拱度的最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内，测量方法应符合本规范附录二的要求；

④上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ 。

第 5.0.2 条 手动双梁起重机在吊装前，应按表 5.0.2 的规定进行复查。

表 5.0.2

手动双梁起重机的复查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机 跨度 $S$	$S \leq 14\text{m}$	$\pm 6$	
	$S > 14\text{m}$	$\pm 6$	
起重机 跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $	$S \leq 14\text{m}$	6	
	$S > 14\text{m}$	8	
主梁上拱度 $F$		+3	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $		8	
小车轨距 $K$		+5	
小车轨距 $K_1$ 、 $K_2$ 的相对差 $ K_1 - K_2 $		5	

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；

②主梁上拱度最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内，测量方法应符合本规范附录二的要求，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ；

③当有特殊要求时应检查对角线的相对差。

第 5.0.3 条 手动单梁悬挂起重机在吊装前，应按表 5.0.3 的规定进行复查。

表 5.0.3

手动单梁悬挂起重机的复查

名称及代号	允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨度 $S$	$\pm 6$	
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $	6	
主梁上拱度 $F$	$\pm 2$	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $	8	
主梁旁弯度 $f$	$\frac{S}{2000}$	

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ；

②当有特殊要求时，应检查对角线的相对差；

③当现场组装主梁时，应检查主梁旁弯度。

## 第六章 电动梁式起重机和电动梁式悬挂起重机

第 6.0.1 条 电动梁式起重机在吊装前，应按表 6.0.1 的规定进行复查。

表 6.0.1

电动单梁起重机的复查

名称及代号	允许偏差 (mm)	简 图
起重机 跨度 $S$	$S \leq 10\text{m}$	
	$S > 10\text{m}$	
主梁上拱度 $F$	$+0.3F$	

续表

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $	$\omega < 3m$	5	
	$\omega \geq 3m$	6	
主梁旁弯度 $f$	$\frac{S}{2000}$		

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；

②主梁上拱度最大值应在主梁跨度中部  $S/10$  范围内，测量方法应符合本规范附录二的要求，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ；

③当现场组装主梁时，应检查主梁旁弯度。

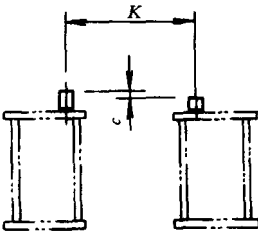
第 6.0.2 条 电动葫芦双梁双重机在吊装前，应按表 6.0.2 的规定进行复查。

表 6.0.2 电动葫芦双梁起重机的复查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图
起重机跨度 $S$		+5	
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $		5	
主梁上拱度 $F$		+0.4F -0.1F	
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $		5	
大车车轮水平 偏斜 $\text{tg}\phi$		0.001	
小 车 轨 距 K	跨端	±2	
	跨中 $S \leq 19.5m$	+5	
		+1	
	跨中 $S > 19.5m$	+7 +1	



续表

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图
主梁旁弯度 $f$	$S \leq 19.5m$	$\frac{S}{2000}$ 且 $< 5$	
	$S > 19.5m$	$\frac{S}{2000}$ 且 $< 8$	
同一横截面上小车轨道高低差 $c$	$K \leq 2.5m$	3	
	$K > 2.5m$	5	

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；

②主梁上拱度的最大上拱值应处在主梁跨度中部  $S/10$  范围内，测量方法应符合本规范附录

二的要求，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ；

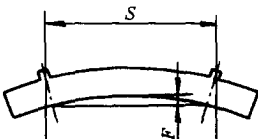
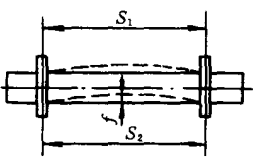
③有特殊要求时检查对角线相对差；

④大车车轮水平偏斜，在同一端梁下两车轮的偏斜方向应相反；

⑤当现场组装主梁时，应检查主梁旁弯度，并向两主梁外侧凸起。

第 6.0.3 条 电动单梁悬挂起重机在吊装前，应按表 6.0.3 的规定进行复查。架设到轨道上以后，其车轮轮缘内侧与工字钢轨道翼缘间的间隙（图 4.0.1），宜为 3~5mm。

表 6.0.3 电动单梁悬挂起重机的复查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图	
起重机跨度 $S$	主、端梁铰接	$\pm 4$		
	主、端梁刚接	$S \leq 10m$		$\pm 2$
		$S > 10m$		$\pm [2 + 0.1 \cdot (S - 10)]$
连接板间距差 $ S_1 - S_2 $	主、端梁铰接	2		
主梁上拱度 $F$		$0.3F$		
主梁旁弯度 $f$		$\frac{S}{2000}$		

注：①当在现场组装时，应检查主梁旁弯度；

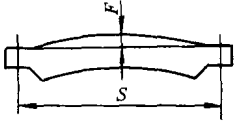
$$\textcircled{2} \text{主梁上拱度 } F = \frac{S}{1000}$$

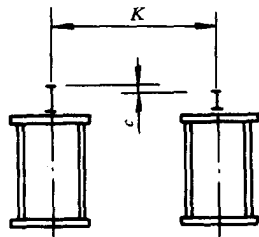
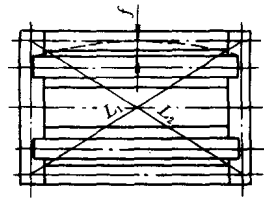
## 第七章 通用桥式起重机

第 7.0.1 条 本章适用于普通用途的桥式起重机的安装。其他类型的桥式起重机与通用桥式起重机相同的部分亦可按本章的有关规定执行。

第 7.0.2 条 组装桥架时，应按表 7.0.2 的规定进行检查。

表 7.0.2 组装桥架的检查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图	
主梁上拱度 $F$		$+0.4F$ $-0.1F$		
对角线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $	正轨箱形梁	5		
	偏轨箱形梁单腹板和桁架梁	10		
小车 轨距 $K$	跨端		$\pm 2$	
	正轨箱形梁	跨中	$S \leq 19.5\text{m}$	+5 +1
			$S > 19.5\text{m}$	+7 +1
			偏轨箱形梁、单腹板梁、半偏轨箱形梁、桁架梁	
	同一截面上小车轨道高低差	$K \leq 2.0\text{m}$		3
$2\text{m} < K \leq 6.6\text{m}$		$0.0015K$		
$K > 6.6\text{m}$		10		
主梁旁弯度 $f$	正跨箱形梁		$\frac{S_2}{2000}$	
	偏轨箱形梁、单腹板梁和桁架梁	$S \leq 19.5\text{m}$	5	
		$S > 19.5\text{m}$	8	



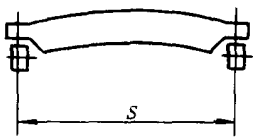
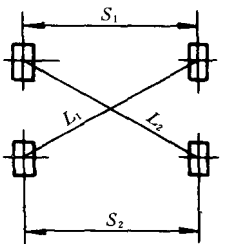
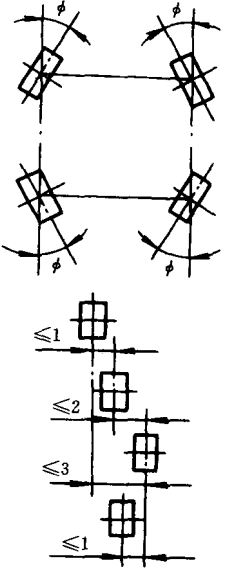
注：①主梁上拱度最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内，测量方法应符合本规范附录二的

要求，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ；

- ② 当在现场组装桥架时，应检查对角线的相对差；
- ③ 主梁旁弯度应向外侧凸曲，在离上翼缘板 100mm 的腹板上测量。 $S_z$  为第一块筋板之间的距离。

第 7.0.3 条 组装大车运行机构时，应按表 7.0.3 的规定进行检查。

表 7.0.3 大车运行机构的检查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图	
起重机 跨度 $S$	$S \leq 10m$	$\pm 2$		
	$S > 10m$	$\pm [2 + 0.1 \cdot (S - 10)]$		
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $				
大车 车轮 的水平 偏斜 $\text{tg}\phi$	机构 机制	$M_1$	$\leq 0.0010$	
		$M_2 \sim M_4$	$\leq 0.0008$	
		$M_5 \sim M_8$	$\leq 0.0006$	
同一端梁 下大车车 轮同位差		2		

- 注：① 起重跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；
- ② 当现场组装时，应检查起重机跨度的相对差；
  - ③ 当在现场组装的四轮或多轮时，应检查同一端梁下大车车轮同位差，测量方法应符合本规范附录三的要求；

④  $M_1$ 、 $M_2$ …… $M_8$ ，为运行机构工作级别。

第 7.0.4 条 现场组装小车运行机构时，小车轨距和轨距的相对差，应符合设备技术文件的规定。

## 第八章 冶金起重机

第 8.0.1 条 本章适用于冶金桥式加料起重机、铸造起重机、夹钳起重机、揭盖起重机、脱锭起重机、刚性料耙起重机、板坯搬运起重机、回转挂钳起重机和锻造起重机的安装。

第 8.0.2 条 安装冶金桥式起重机时，应按本规范第七章的有关规定执行。其中有导向轮的冶金起重机的桥架和大车运行机构应符合表 8.0.2 的规定。

表 8.0.2 有导向轮的冶金起重机桥架和运行机构的检查

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图
起重机 跨度 $S$	有成对水平导向轮导向的	$\pm [4 + 0.1 \cdot (S - 10)]$	
同一端梁下的两组水平导向轮间距中心的连线与轨道中心线的重合度		1	

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；

②对有水平导向轮的大车运行机构，应检查同一端梁下两组水平导向轮间距中心的连线与轨道中心线的重合度。

第 8.0.3 条 安装桥式加料起重机应符合下列要求：

一、导架与小车车架连接时，导架中心线对小车车轮支承面的垂直度（图 8.0.3）不应大于导架总高度的  $1/2000$ ；

二、导架中心的上、下支承孔的同轴度不应

大于  $0.5\text{mm}$ ，上、下支承对支承孔轴线的垂直度不应大于  $0.5/1000$ ；

三、上、下支承的导板与立柱的间隙，各边均宜为  $1 \sim 1.5\text{mm}$ ；

四、导架上的两导向槽的平行度偏差，在全长上不应大于  $3\text{mm}$ ；

五、回转机构的万向联轴器装配后，其上、下位置的尺寸偏差，不应大于  $4\text{mm}$ ；

六、主小车上的防倾覆的保险反滚轮与主梁下翼缘板之间的间隙宜为  $3 \sim 5\text{mm}$ ；

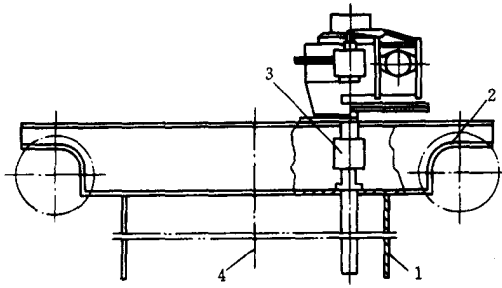


图 8.0.3 导架中心线对小车车轮  
轴承座支承面的垂直度

1—导架；2—小车车轮轴承座支承面；  
3—万向联轴器；4—导架中心线

七、调整料杆锁紧机构中液压推动器的弹簧，锁紧时应准确、可靠。

第 8.0.4 条 安装铸造起重机时，应符合下列要求：

- 一、安装后的铸造起重机，其上升限位器应能准确无误的动作；
- 二、上部滑轮组平衡杆的水平度偏差，在全长上不应大于 40mm；
- 三、组装两个主卷筒后，其轴向位移不应大于 3mm；
- 四、钢丝绳在卷筒上固定并正确缠绕，经各滑轮后，吊钩横梁的水平度不应大于 2/1000；
- 五、起升机构双制动器应调整正确；
- 六、吊钩横梁、主梁和司机室下面的隔热板应安装牢固正确；
- 七、司机室的降温装置与电气设备间的通风装置应完好；
- 八、电子称量装置、起重量显示装置和起重量限制器等的安装应符合设计要求。

第 8.0.5 条 安装脱锭起重机时，应符合下列要求：

- 一、当导架与小车架连接时，导架中心线对小车车轮轴承座支承面的垂直度，不应大于导架高度的 1/2000；
- 二、导架中心线与导轨对称中心线应重合，其偏差不应大于 3mm；
- 三、两导轨槽的平行度偏差，在全长上不应大于 3mm；
- 四、组装顶出机构的方轴与轴承时，轴颈与轴套的间隙在各边均不应小于 5mm；
- 五、顶出机构的方轴与蜗轮减速器中的小齿轮导板的间隙，在各边均宜为 0.4~0.7mm；
- 六、夹钳上部翼形架与套筒的导轨间隙各边均宜为 3~5mm；
- 七、小钳操纵机构的钢丝绳固定后，横梁两端的高低差不应大于 5mm；
- 八、大钳两臂与顶杆中心线应对称，其偏差不应大于 10mm；
- 九、大钳和小钳的动作应协调，其开闭尺寸应符合设备技术文件的规定；
- 十、导向管柱的铅垂度不应大于 1/2000；平衡重应在导管柱上移动灵活，不应有阻滞现象；
- 十一、司机室内指示器指针位置的调整应与顶杆实际移动距离相符合。

第 8.0.6 条 安装夹钳起重机时，应符合下列要求：

- 一、当导架与小车架连接时，导架中心线与小车车轮轴承座支承面的垂直度，不应大于导架高度的 1/2000；
- 二、导架中心线与导轨对称中心线应重合，其偏差不应大于 10mm；
- 三、两导轨的平行度偏差，在全长上不应大于 3mm；
- 四、导轨与上、下横梁间的间隙，各边均宜为 1~4mm；

- 五、立柱与下横梁导板的间隙，各边均宜为 1~5mm；
- 六、方轴与小齿轮导板的间隙，各边均宜为 0.37~0.7mm；
- 七、主起升机构的钢丝绳固定后，上横梁两端高低差不应大于 5mm；
- 八、小车运行机构的防倾覆的保险反滚轮与主梁下翼缘板的间隙不应大于 10mm；
- 九、大钳的转动点和滚点应灵活，夹钳的开闭链条在钳架孔中不应有阻滞现象。

第 8.0.7 条 安装揭盖起重机应符合下列要求：

- 一、组装后，曲柄、连杆和偏心轮的动作应协调；提升钳或吊环的动作应同步；
- 二、自动停车器应调整到对位准确，使揭盖起重机能在任何一个炉子的中心线上自动停车。

第 8.0.8 条 安装刚性料耙起重机应符合下列要求：

- 一、当导架与小车架连接时，导架中心线对小车车轮轴承座支承面的垂直度偏差，不应大于导架高度的 1/2000；
- 二、导架与导轨的侧间隙，各边均应为 1~1.4mm；顶间隙为 1.5~3mm；
- 三、钢丝绳固定后，横梁的水平度不应大于 1/1000；
- 四、上部运行小车的圆形轨道直径的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；
- 五、圆形轨道的上表面对下部小车车轮底面所在平面的平行度偏差，不应大于 3mm；
- 六、圆形轨道与小车架回转中心线的同轴度不应大于 3mm；
- 七、导电滑环与小车架回转中心线的同轴度不应大于 3mm；
- 八、大车运行机构的水平轮与轨道的侧间隙不应大于 10mm；
- 九、回转机构的水平轮与圆形轨道的侧间隙不应大于 1.5mm；
- 十、所有的耙齿工作面应在同一水平面上，其高低差不应大于 3mm。

第 8.0.9 条 安装板坯搬运起重机应符合下列要求：

- 一、钢丝绳固定后，板坯搬运起重机的挂钳横梁水平度不应大于 2/1000；
- 二、夹钳的各转动点和滚点动作应灵活，相互间应无干涉现象；
- 三、刚性伸缩导柱或升降导柱的中心线与小车架的基准平面的垂直度，不应大于 1/2000；
- 四、夹钳的开闭尺寸应符合设备技术文件的规定；两组夹钳的间距在设备允许范围内应能调节方便，其对称中心线与垂直导柱的中心线应重合，其偏差不应大于 10mm；
- 五、板坯厚度或坯垛高度显示均应准确、清晰。

第 8.0.10 条 回转挂钳或电磁起重机组装后，应符合设备技术文件的规定；钢丝绳固定后，其吊具上的平衡梁的水平度不应大于 2/1000。

第 8.0.11 条 安装锻造起重机应符合下列要求：

- 一、组装松闸机构时，应调整上滑轮组的调整螺钉或制动器，当起重机在超过额定负荷的 10% 时，应松开制动器；
- 二、松闸装置的各铰接点应转动灵活；
- 三、用手转动翻料机构的制动轮，其链轮与链条应转动灵活；
- 四、翻料机挂上额定负荷后，缓冲弹簧不应有永久变形，锥形摩擦联轴器的性能应良好。

## 第九章 通用门式起重机和装卸桥

第 9.0.1 条 本章适用于单主梁和双梁通用门式起重机和装卸桥的安装。

第 9.0.2 条 当双梁通用门式起重机和装卸桥的门架安装时，应按设备技术文件和出厂装配标记进行；组装后其偏差应符合表 9.0.2 的规定。

表 9.0.2

双梁通用门式起重机和装卸桥组装允许偏差

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图	
起重机跨度 $S$	$S \leq 26m$	$\pm 8$		
	$S > 26m$	$\pm 10$		
起重机跨度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $	$S \leq 26m$	8		
	$S > 26m$	10		
主梁上拱度 $F$		$+0.4F$ $-0.1F$		
悬臂端上翘度 $F_0$		$+0.4F_0$ $-0.1F_0$		
对象线 $L_1$ 、 $L_2$ 的相对差 $ L_1 - L_2 $	$S \leq 26m$	5		
	$S > 26m$	10		
主梁旁弯度 $f$	正轨箱形梁	$\frac{S_2}{2000}$ 且 $\leq 20$		
	偏轨箱形梁、桁架梁、单腹板梁	$\frac{S_2}{2000}$ 且 $\leq 15$		
同一横截面上小车轨道高低差 $c$		3		
小车轨距 $K$	正轨箱形梁	端部		$\pm 2$
		跨中		$+7$ $+1$
	偏轨箱形梁、桁架梁			$\pm 3$

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；

②主梁上拱度最大值应处在主梁跨度中部  $S/10$  范围内，测量方法应符合本规范附录二的要求，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ；

③悬臂端上翘度的测量方法应符合本规范附录二的要求，悬臂端上翘度  $F_0 = \frac{L_0}{350}$ ；

④当在现场组装桥架时，应检查对角线相对差；

⑤主梁旁弯度应向外侧凸曲，并应在上翼缘板距离 100mm 的腹板处测量。

表 9.0.3

单主梁门式起重机和装卸桥门架允许偏差

名称及代号		允许偏差 (mm)	简 图
起重机跨 度 $S$	$S \leq 26\text{m}$	$\pm 8$	
	$S > 26\text{m}$	$\pm 10$	
起重机跨 度 $S_1$ 、 $S_2$ 的相对差 $ S_1 - S_2 $	$S \leq 26\text{m}$	8	
	$S > 26\text{m}$	10	
主梁上拱度 $F$		$+0.4F$ $-0.1F$	
悬臂端上翘度 $F_0$		$+0.4F_0$ $-0.1F_0$	
主梁旁弯度 $f$		$\frac{S_2}{2000}$ 且 $\leq 15$	

注：①起重机跨度两侧都应测量，测量方法应符合本规范附录一的要求；

②主梁上拱度的最大值应处在跨度中部  $S/10$  范围内，测量方法应符合本规范附录二的要求；

$L_0$  为悬臂长度，主梁上拱度  $F = \frac{S}{1000}$ ，悬臂上翘度  $F_0 = \frac{L_0}{350}$ ；

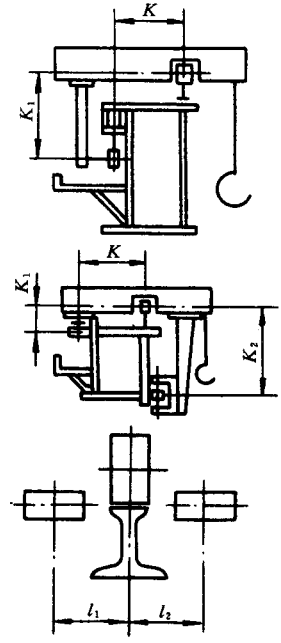
③主梁旁弯度凸曲方向应向吊钩侧，并应在距离上翼缘板 100mm 的腹板处测量。

第 9.0.3 条 当单主梁门式起重机和装卸桥的门架安装时，应按设备技术文件和出厂装配标记的规定进行；当无规定时，安装后，其偏差应符合表 9.0.3 的规定。



表 9.0.4 单主梁通用门式起重机和装卸桥小车的组装允许偏差

名称及代号		允许偏差 (mm)	简图
主车轮与反滚轮的中心距离	垂直反滚轮式小车	水平距离 $K$	$\pm 3$
		垂直轨距 $K_1$	$-3$
	水平反滚轮式小车	吊钩侧 $K_2$	$-3$
		走台侧 $K_1$	$+3$
水平导向轮轴线对主车轮中心距离 $L_1$ 、 $L_2$ 的对称度		1	



第 9.0.4 条 组装小车运行机构时，应符合下列要求：

- 一、组装双梁通用门式起重机和装卸桥的小车运行机构，应符合设备技术文件的规定；
- 二、组装单主梁通用门式起重机和装卸桥的小车运行机构时，其偏差应符合表 9.0.4 的要求；
- 三、小车运行时，防止脱轨的安全保护装置，不得与轨道发生摩擦现象；

四、带铰接缓冲装置的装卸桥运行机构的小车架（图 9.0.4）无负荷时，其端部上平面对车架平面应向下倾斜，其倾斜量  $d$  不应大于 5mm。

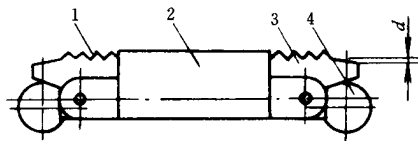


图 9.0.4 铰接小车架

- 1—铰接装置；2—起升机构小车架；
- 3—运行机构小车架；4—车轮组

第 9.0.5 条 通用门式起重机和装卸桥安装后，应即装上夹轨器，并进行试验；试验时，夹轨器应符合下列要求：

- 一、夹轨器各节点应转动灵活；夹钳、连杆、弹簧、螺杆和闸瓦不应有裂纹和变形；
- 二、夹轨器工作时，闸瓦应在轨道的两侧夹紧；钳口的开度应符合设备技术文件的规定，张开时不应与轨道相碰。

## 第十章 壁上起重机和柱式悬臂起重机

第 10.0.1 条 本章适用于起重量为 0.5~5t 的壁上起重机和 1~5t 的柱式悬臂起重机的安装。

第 10.0.2 条 当铺设壁上起重机大车轨道(图 10.0.2)时,除应执行本规范第三章的规定外,尚应符合下列要求:

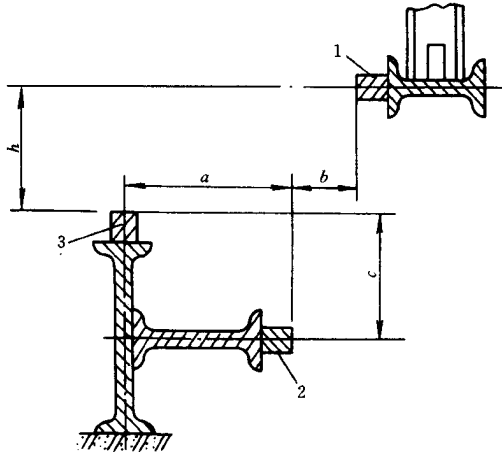


图 10.0.2 壁上运行式悬臂起重机轨道安装

1—上水平轮轨道;2—下水平轮轨道;3—主车轮轨道

- 一、大车车轮轨道实际中心线对吊车梁实际中心线的位置偏差不应大于 6mm;
- 二、大车车轮轨道的纵向倾斜度不应大于 1/2000,在全行程上不应大于 4mm;
- 三、下水平轮轨道顶面至大车车轮轨道中心线距离  $a$  的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ;
- 四、下水平轮轨道中心线至大车车轮轨道顶面间距离  $c$  的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ;
- 五、上水平轮轨道中心线至大车车轮轨道顶面间的距离 ( $h$ ) 的允许偏差为  $\pm {}^0_{-6}\text{mm}$ ;
- 六、上、下水平轮轨道顶面间的距离 ( $b$ ) 的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

第 10.0.3 条 当组装壁上起重机臂架(图 10.0.3)时,其偏差应符合表 10.0.3 的规定。

表 10.0.3 起重机臂架组装的允许偏差

名称及代号	允许偏差 (mm)
上、下水平轮间距 $H$	$\pm 2$
小车轨距 $K_0$	$\pm 1$
悬臂端翘度 $F_0$ (不装小车时测量)	$+0.4F_0$ $-0.1F_0$

第 10.0.4 条 小车吊装前,检查其轨距的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 10.0.5 条 当柱式悬臂起重机的空载小车位于悬臂上的最小幅度时,其立柱的中心线对地面的铅垂度偏差不应大于 1/2000;悬臂端的翘度  $F_0$  应为悬臂长度  $L_0$  的 1/350,其允许偏差为  ${}^{+0.4F_0}_{-0.1F_0}$ 。

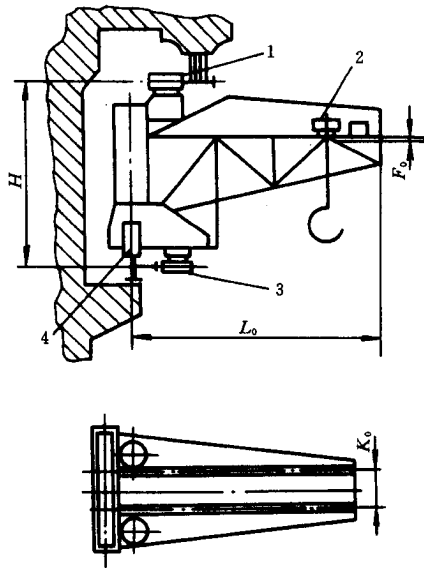


图 10.0.3 壁上起重机安装

1—上水平轮；2—小车；3—下水平轮；4—主车轮（垂直轮）；

$L_0$ —悬臂长度； $H$ —上、下水平轮间距；

$E_0$ —悬臂端翘度； $F_0$ —小车轨距

## 第十一章 起重机的试运转

第 11.0.1 条 起重机的试运转，除应按本章的规定执行外，尚应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的规定。

第 11.0.2 条 起重机的试运转应包括试运转前的检查、空负荷试运转、静负荷试验和动负荷试运转。在上一步骤未合格之前，不得进行下一步骤的试运转。

第 11.0.3 条 起重机试运转前，应按下列要求进行检查：

一、电气系统、安全联锁装置、制动器、控制器、照明和信号系锈等安装应符合要求，其动作应灵敏和准确；

二、钢丝绳端的固定及其在吊钩、取物装置、润轮组和卷筒上的缠绕应正确、可靠；

三、各润滑点和减速器所加的油、脂的性能、规格和数量应符合设备技术文件的规定；

四、盘动各运动机构的制动轮，均应使转动系统中最后一根轴（车轮轴、卷筒轴、立柱方轴、加料杆等）旋转一周不应有阻滞现象。

第 11.0.4 条 起重机的空负荷试运转，应符合下列要求：

一、操纵机构的操作方向应与起重机的各机构运转方向相符；

二、分别开动各机构的电动机，其运转应正常，大车和小车运行时不应卡轨；各制动器能准确、及时地动作，各限位开关及安全装置动作应准确、可靠；

三、当吊钩下放到最低位置时，卷筒上钢丝绳的圈数不应少于 2 圈（固定圈除外）；

四、用电缆导电时，放缆和收缆的速度应与相应的机构速度相协调，并能满足工作极限位置的要求；

五、通用门式起重机和装卸桥的夹轨器、制动器、防风抗滑的锚定装置和大车防偏斜运行装置的动作应准确、可靠；起重机防碰撞装置、缓冲器等装置应能可靠的工作；

六、除第五项可作一至二次试验外，其余各项试验均应不少于五次。且动作应准确无误。

第 11.0.5 条 起重机的静负荷试验应符合下列要求：

一、起重机应停在厂房柱子处。

二、有多个起升机构的起重机，应先对各起升机构分别进行静负荷试验；对有要求的，再做起升机构联合起吊的静负荷试验；其起升重量应符合设备技术文件的规定。

三、静负荷试验应按下列程序和要求进行：

1. 先开动起升机构，进行空负荷升降操作，并使小车在全行程上往返运行，此项空载试运转不应少于三次，应无异常现象。

2. 将小车停在桥式类型起重机的跨中或悬臂起重机的最大有效悬臂处，逐渐的加负荷做起升试运转，直至加到额定负荷后，使小车在桥架或悬臂全行程上往返运行数次各部分应无异常现象，卸去负荷后桥架结构应无异常现象。

3. 将小车停在桥式类型起重机的跨中或悬臂起重机的最大有效悬臂处，无冲击地起升额定起重量的 1.25 倍的负荷，在离地面高度为 100~200mm 处，悬吊停留时间不应小于 10min，并应无失稳现象，然后卸去负荷将小车开到跨端或支腿处，检查起重机桥架金属结构，且应无裂纹、焊缝开裂、油漆脱落及其他影响安全的损坏或松动等缺陷。

4. 第 3 项试验不得超过三次，第三次应无永久变形。测量主梁的实际上拱度或悬臂的上翘度，其中：通用桥式起重机、冶金起重机、通用门式起重机和装卸桥的上拱度应大于  $0.7S/1000\text{mm}$ ；悬臂起重机的上翘度应大于  $0.7L_0/350\text{mm}$ 。

5. 检查起重机的静刚度（主梁或悬臂下挠度）。将小车开至桥架跨中或悬臂最大有效处，起升额定起重量的负荷离地面 200mm，待起重机及负荷静止后，测出其上拱值或上翘值；此值与第 4 项结果之差即为起重机的静刚度。起重机的静刚度允许值应符合设备技术文件或表 11.0.5 的规定。

表 11.0.5 起重机静刚度允许值

起重机类别	测量部位	允许值 (mm)
通用桥式起重机	$A_1 \sim A_3$	$\frac{S}{700}$
	$A_4 \sim A_6$	$\frac{S}{800}$
	$A_7 \sim A_8$	$\frac{S}{1000}$
通用门式起重机和装卸桥	主梁跨中	$\frac{S}{1000}$
	悬臂端部	$\frac{L_0}{350}$
冶金起重机	主梁跨中	$\frac{S}{1000}$
电动葫芦单、双梁起重机	主梁跨中	$\frac{S}{800}$
电动单梁悬挂起重机	主梁跨中	$\frac{S}{700}$
手动单、双梁起重机	主梁跨中	$\frac{S}{400}$
壁上起重机和悬臂起重机	悬臂端部	$\frac{L_0}{350}$

注：①  $A_1 \sim A_8$  为起重机的工作级别；

② 起重机的静刚度，应在主梁跨度中部  $S/10$  的范围内测量；

③  $L_0$  为最大有效悬臂的长度 (mm)，在最大有效悬臂处测量；

④  $S$  为起重机跨度 (mm)。

第 11.0.6 条 起重机的动负荷试运转应符合下列要求：

一、各机构的动负荷试运转应分别进行，当有联合动作试运转要求时，应按设备技术文件的规定进行；

二、各机构的动负荷试运转应在全行程上进行。起重量应为额定起重量的 1.1 倍，累计启动及运行时间，对电动的起重机不应小于 1h；对手动的起重机不应小于 10min。各机构的动作应灵敏、平稳、可靠，安全保护，联锁装置和限位开关的动作应准确、可靠；

三、通用门式起重机大车运行时，载荷应在跨中；

四、有安全过载保护装置的冶金起重机，经动负荷试运转合格后，应按设备技术文件的规定进行安全过载保护装置的试验，其性能应安全、可靠；

五、脱锭起重机顶出机构的顶出力，可用应力应变仪或液压装置测量。顶出力的大小应符合设备技术文件的规定。

第 11.0.7 条 抓斗应作张开、下降、抓取和倒空动作的试验，并应在连续二次空负荷和五次负荷试验中均应工作正常且无异常现象。其他专用吊具和电磁盘均应按设备技术文件要求进行试运转。

第 11.0.8 条 对整机抗倾覆稳定性有要求的起重机，应按设备技术文件的要求进行试验；当无具体要求时，应按现行国家标准《起重机试验规范和程序》的有关规定进行试验。

## 第十二章 工程验收

第 12.0.1 条 起重设备施工完毕，应经空负荷、动负荷试运转和静负荷试验合格后，办理移交验收。空负荷、动负荷试运转和静负荷试验宜连续地进行；当因条件限制不能将试运转工作连续进行时，可在空负荷试运转合格后办理临时交工手续。

第 12.0.2 条 起重机安装工程验收时，应具备下列资料：

- 一、设计变更和修改等有关资料；
- 二、重要部位的焊接、高强螺栓连接的检验记录；
- 三、起重机有关的几何尺寸复查和安装检查记录；
- 四、轨道安装施工质量检查记录；
- 五、起重机试运转和试验记录；
- 六、工程质量评定资料；
- 七、其他有关资料。

### 附录一 起重机及其轨道跨度的测量方法

(一) 通用桥(门)式起重机检测条件应符合下列规定：

1. 室内起重机应水平放置，并无强辐射热源影响；室外起重机应水平放置，并在无风、无日照情况下测量；
2. 测量时，钢卷尺和起重机的温度应一致，钢卷尺不得摆动并自然下垂；
3. 钢卷尺应经省一级认可的计量部门检定合格，并在有效期内。

(二) 起重机跨度的偏差  $\Delta S$  应按下式计算：

$$\Delta S = S_{\text{测}} + \Delta_1 + \Delta_2 - S \quad (\text{附 1.1})$$

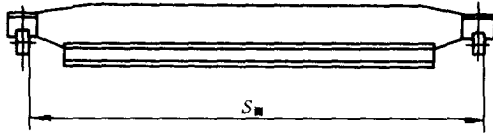
式中  $S_{\text{测}}$ ——跨度实测值 (mm)；

$\Delta_1$ ——钢卷尺计量修正值 (mm);

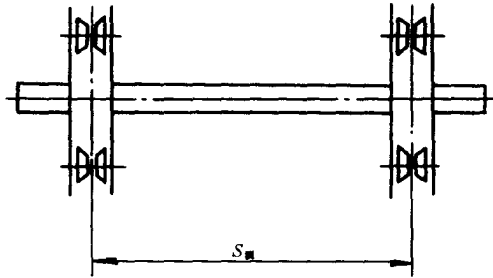
$\Delta_2$ ——钢卷尺的修正值 (mm), 可按附表 1.1 或附表 1.2 取值;

$S$ ——跨度理论值 (mm)。

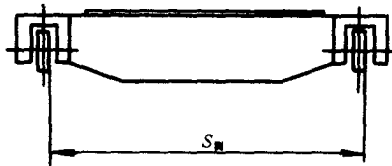
(三) 起重机跨度测量的位置宜按附图 1.1~附图 1.4 确定。



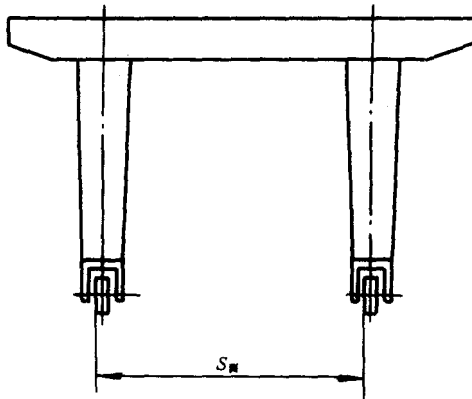
附图 1.1 电动单梁起重机



附图 1.2 悬挂起重机



附图 1.3 桥式起重机



附图 1.4 门式起重机

(四) 钢卷尺计算修正值由计量部门提供 (正或负)。

(五) 起重机轨道跨度的偏差  $\Delta S_0$  应按下式计算:

$$\Delta S_0 = S_{0\text{测}} + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 - S_0$$

(附 1.2)

式中  $\Delta_{0\text{测}}$ ——轨道跨度实测值 (mm);

$\Delta_1$ ——钢卷尺计量修正值 (mm);

$\Delta_2$ ——钢卷尺修正值 (mm), 按附表 1.1 或附表 1.2 取值;

$\Delta_3$ ——温度修正值 (mm);

温度修正值按下式计算:

$$\Delta_3 = \alpha S_0 (t - 20) \quad (\text{附 1.3})$$

式中  $\alpha$ ——钢卷尺线膨胀系数  $11.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ;

$t$ ——测量时的实际温度 ( $^\circ\text{C}$ );

$S_0$ ——轨道跨度的理论值 (m)

(六) 轨道跨度测量的位置宜按附图 1.5 ~ 附图 1.8 确定。

附表 1.1 测量桥式起重机时钢卷尺修正值

跨 度 (m)	拉力值 (N)	钢卷尺截面尺寸 (mm <sup>2</sup> )			
		1.0×0.25	13×0.2	15×0.2	15×0.25
		修 正 值 (mm)			
10、10.5	150	2.0	2.0	1.5	1.0
13、13.5		2.5	2.5	2.0	1.5
15.5、16、16.5		3.0	2.5	2.0	1.5
18.5、19、19.5		3.5	3.0	2.5	1.5
21.5、22、22.5		3.5	3.5	2.5	1.5
24.5、25、25.5		4.0	3.5	2.5	1.0
27.5、28、28.5		4.0	3.5	2.5	0
30.5、31、31.5		4.0	3.5	2.0	-0.5
33.5、34、34.5		4.0	3.5	1.5	-1.5

注：附表 1.1 的修正值已经扣除了按国家现行标准《钢卷尺检定规程》规定检定时 50N 力所产生的弹性伸长量。

# 标准规范三 铸造设备安装 工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of casting  
equipment installation engineering

GB 50277—98

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为确保铸造设备安装工程质量和安全运行，促进安装技术的进步，特制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于通用的砂处理、造型制芯、落砂、清理、金属型铸造、熔模制造和熔炼设备的安装工程的施工及验收。

第 1.0.3 条 铸造设备安装工程施工及验收规范除符合本规范规定外，尚应符合现行的有关国家标准、规范的规定。

## 第二章 一般规定

第 2.0.1 条 铸造设备安装前，应按工程设计和相应的施工及验收规范，对与设备安装相关的钢结构件、混凝土结构件及设备基础的尺寸进行复检，符合要求后，方可进行设备的安装。

第 2.0.2 条 铸造设备的开箱检查和清洗应符合下列要求：

一、应按设备装箱清单，清点设备的规格、数量并应符合设计的要求，其表面应无损伤等异常现象。

二、整体出厂的设备，应进行表面的清洗，不应拆卸和清洗设备的内部机件。

三、解体出厂的设备，应将解体件的表面清洗干净。出厂已组装好的机件、精密件、密封件等，均不得拆卸和清洗。

第 2.0.3 条 铸造设备就位时，其位置和标高的允许偏差应符合本规范相应各章的规定。当各章无规定时，应符合表 2.0.3 的规定。

表 2.0.3 铸造设备的位置和标高的允许偏差

设备位置情况	允许偏差 (mm)		
	平面位置	标高	相对标高
与其他设备有工艺或运输联系	±2	±5	±2



续表

设备位置情况	允许偏差 (mm)		
	平面位置	标高	相对标高
与其他设备无任何工艺或运输联系	$\pm 10$	$\pm 20$ $\pm 10$	

第 2.0.4 条 铸造设备安装在混凝土基础上时,应符合下列要求:

一、对自身较重或震动较大的震压式和震实式造型机等进行调平时,应铲平或磨平与垫铁或底座接触的基础面。

二、对产生震动离心力的惯性振动落砂机等,应在其底座与基础之间垫硬方木。

第 2.0.5 条 铸造设备安装在金属结构上时,应符合下列要求:

一、进行调平时,宜采用垫铁,调平后,垫铁应与金属结构支座焊牢。

二、震动较大或精度要求较高的铸造设备,不宜使用垫铁;其金属结构支座上平面应平直,纵向和横向安装水平偏差均不应大于  $1/1000$ 。

三、自身较重或具有震动离心力的铸造设备,应在支座与金属结构之间加垫硬木、硬橡胶板或毛毡等减震物。

第 2.0.6 条 铸造设备的金属结构、设备壳体、室门壁板、平台、扶梯等,安装前应按设计要求进行检查,当设备的技术指标超过允许偏差时,应进行校正;当不符合设备产品标准时,应由原制造部门负责返修或退换。其安装的几何尺寸、位置和标高等,应符合设计和设备技术文件的规定。

第 2.0.7 条 铸造设备组装时,在重要的固定结合面紧固后,应采用  $0.05\text{mm}$  塞尺检查,其局部间隙的插入深度应小于  $20\text{mm}$ ,移动长度应小于检验长度的  $10\%$ 。

第 2.0.8 条 铸造设备所附属的小车、台车等轨道安装的允许偏差,应符合表 2.0.8 的要求,且两轨道的接头位置宜错开,其错开距离不应与轮距相等,焊缝应磨平。

表 2.0.8 小车、台车轨道安装的允许偏差

设备部件名称	测量部位	允许偏差 (mm)
轨道与铸造设备	轨道轴线与相应铸造设备轴线的距离、平面位置及标高	$\pm 2$
轨道顶面	轨道顶面在水平面内的直线度每 $1000\text{mm}$ 长度上	1
	轨道顶面在垂直平面内的直线度或倾斜度每 $1000\text{mm}$ 长度上	
轨道顶面	两轨道顶面在同一横截面的相对标高差	2
轨道	两轨道的跨距	$\pm 3$
轨道接头	轨道接头处上下、左右偏移	0.5

第 2.0.9 条 抛丸器的安装应符合下列要求:

一、抛丸器叶片角度和调整范围、安装位置及方向均应符合设备技术文件的规定,并应无损伤与缺陷。

二、电机与叶轮的皮带轮,其两轮的端面应在同一平面内。

三、抛丸器罩壳与抛出口座的接缝间隙不得大于  $1\text{mm}$ 。

四、叶片和螺栓应清洗洁净,螺栓应拧紧;各叶片的重量之差不得大于  $5\text{g}$ ;对称安装的两叶片的

重量宜相等。

五、安装定向套时，应将抛丸矩形窗口的安装位置处于能把弹丸均匀抛射到被清理件的工作面上（图 2.0.9-1）。

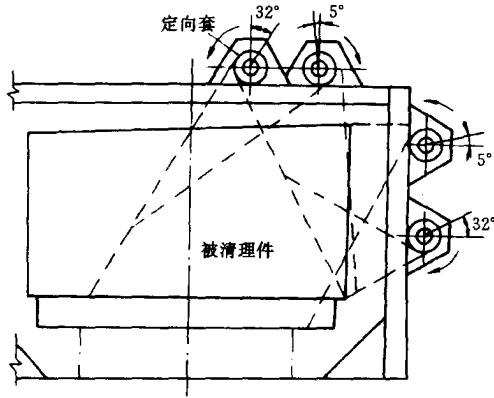


图 2.0.9-1 抛丸器走向套窗口安装位置

六、弹丸抛射角度的调整，其轴向散射角应为 8°，定位角应为 130°，径向散射角应为 60°，抛射角应为 40°，抛出的轨迹（图 2.0.9-2）应通过试验确定。

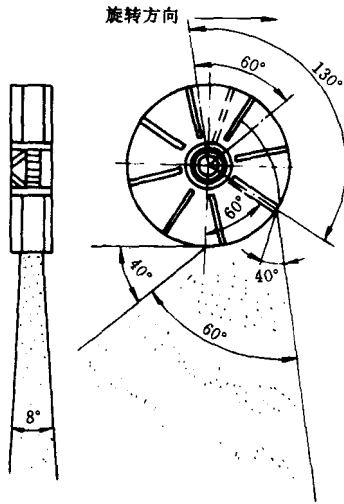


图 2.0.9-2 抛丸器弹丸轨迹

七、测试抛射轨迹方法：可在一块木板上涂黑墨或铺上一层厚纸，放在工件被清理位置，在其上标出需被抛射的区域，启动抛丸器，向抛丸器漏斗中加入少量弹丸，检查抛射带位置，当不合适时，应重调定向套窗口。当弹丸抛射在下护板上时，应将定向套窗口后调；当抛向上护板时，其窗口应向前调。

注：定位角 130°指的是  $\phi 500\text{mm}$  的抛丸器的定位角；其随叶轮直径大小不同而变动。

第 2.0.10 条 铸造设备空负荷试运转，除应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》和本规范的有关规定外，尚应符合下列要求：

一、试运转前铸造设备及其附属装置、管路电器控制等均应施工完毕，完全保护装置经检查应符合要求。

二、试运转的步骤和程序应先电器、液压、汽动、冷却等系统，后机械设备的工艺动作；先手动，后机动；先局部单机，后整机和成套联动地进行。当上一步骤未经试验检查合格时，不得进行下一步骤的试验工作。

三、试运转中各转动和移动部分光盘动检查，应灵活、无卡阻现象；后检查主运动机构的启动、运转、停止和制动、往复运动的行程、变速和限位等；其运转应平稳、正确、可靠，无爬行、停滞、异常振动和不正常的声响。

四、试运转中应进行下列各项检查，并应作实测记录：

1. 齿轮副、链条与链轮啮合应平稳，无不正常声响和磨损；传动皮带不应打滑，平皮带跑偏量应符合设计的规定。

2. 液压、润滑、冷却系统的进出口温度应正常，压力应符合设备技术文件的规定。

3. 滑动轴承温升不应大于 35℃。其温度不应高于 70℃；滚动轴承温升不应大于 40℃，其温度不应高于 80℃。

4. 各种仪表及控制工作应正常、正确、可靠。

5. 所用气压，应稳定在 0.55MPa，但有特殊要求的除外。

6. 空负荷连续试运转的时间应按本规范各章规定执行；当无规定时，宜采用 1~2h。

第 2.0.11 条 空负荷试运转结束后，应切断电源和其他动力源，并进行卸压、放气、排污或排水。应复查或复紧各紧固部分的螺栓，以及润滑剂的清洁度。

## 第三章 砂处理设备

### 第一节 粘土砂混砂机

第 3.1.1 条 本节适用于辗轮、摆轮、辗轮转子和逆流转子混砂机的安装。

第 3.1.2 条 混砂机的安装水平允许偏差应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 混砂机的安装水平允许偏差

设备名称	测量部位	允许偏差
辗轮及辗轮转子混砂机	用水平仪在底板上平面上进行测量	1.5/1000
摆轮混砂机	用水平仪在底板上和鼓风机电动机架上进行测量	1.5/1000
逆流转子混砂机	用水平仪在机座上平面上进行测量	1.5/1000

第 3.1.3 条 混砂机有关部件的安装允许偏差应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 混砂机各部件安装的允许偏差

设备名称	测量部位	允许偏差
各式混砂机	铸石底板灰缝宽度	6 (mm)
	金属底板接缝处间隙	1.5 (mm)

续表

设备名称	测量部位		允许偏差
辗轮及辗轮 转子混砂机	立轴轴线与底盘上平面的垂直角		0.7/1000
逆流转子 混砂机	转子轴线与底板上平面垂直度		1/1000
辗轮及辗轮 转子混砂机	内围圈衬板在 150mm 处对立轴轴 线的圆跳动	铸石	5.5 (mm)
		金属	3.0 (mm)
辗轮混砂机	关闭后的出砂门低于底衬板上平 面的距离	铸石	2.0 (mm)
		金属	1.0 (mm)
各式混砂机	关闭后的出砂门、取样门的周边间隙		1.5 (mm)
逆流转子 混砂机	关闭后的出砂门低于底衬板上平面的距 离		2.0 (mm)

第 3.1.4 条 内、外刮砂板与底衬板上平面的间隙，金属底衬板不得大于 4mm，铸石底衬板不得大于 7mm。

第 3.1.5 条 外壁刮砂板与内围圈内壁的最大间隙应符合表 3.1.5 的规定。

表 3.1.5 刮砂板与内围圈内壁最大间隙

材料	盘 径 (mm)		
	$D < 1800$	$1800 \leq D \leq 2400$	$D > 2240$
	最 大 间 隙 (mm)		
铸石	7.0	7.5	8.0
金属	4.0	5.0	6.0

第 3.1.6 条 解体出厂的辗轮混砂机安装时，其联轴器的安装应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的规定。

第 3.1.7 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、混砂机立轴旋转方向应正确。
- 二、卸砂门开关应灵活、可靠。
- 三、辗轮与底衬板的间隙应按设备技术文件的规定，调至规定的最小值；辗轮运转时，应能灵活向上浮动 20mm。
- 四、连续试运转时间不得小于 1h。

## 第二节 特种砂混砂装置

第 3.2.1 条 本节适用于 S20 系列间歇式碗形树脂砂混砂机和 S25 系列固定式双臂树脂砂混砂机的安装。

第 3.2.2 条 S20 系列混砂机的安装应符合下列要求：

- 一、混砂机的球体及运砂小车不得拆卸，并不得作为起重运输的承力处（图 3.2.2）。

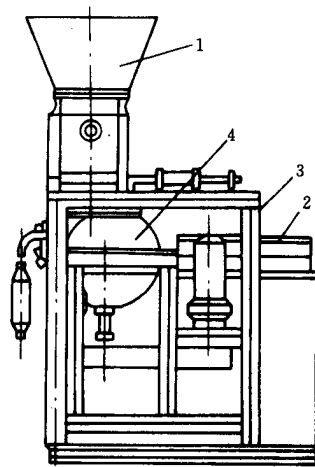


图 3.2.2 碗形树脂砂混砂机

1—砂斗；2—小车；3—机架；4—球体

二、宜直接放在混凝土基础上，并用地脚螺栓固定；调平时，应用平尺水平仪在机架上进行测量，其安装水平偏差不应大于  $0.2/1000$ 。

第 3.2.3 条 S25 系列混砂机的安装，应符合下列要求：

一、混砂装置的主机及除尘装置应装在混凝土基础上，并用地脚螺栓固定；其他装置可放置在地面上（图 3.2.3）。

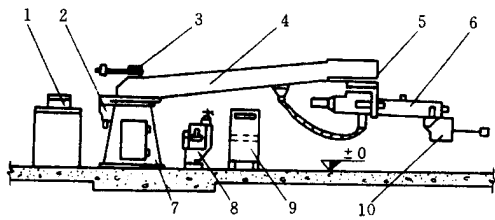


图 3.2.3 固定式双臂树脂砂混砂机

1—液料筒；2—大臂回转机构；3—定量计；4—大臂；  
5—混砂槽回转轴承；6—混砂槽；7—主机及管路系统；  
8—除尘装置；9—电气柜；10—拉手

二、调平时，应使大臂和小臂在作业范围内任意位置上停留，并应无自行位移现象。

三、树脂砂混砂器叶片与壳体内壁的间隙不应大于  $3\text{mm}$ 。

第 3.2.4 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、在碗形树脂砂混砂机试运转前，管路内部不得残留任何污物。

二、砂斗内不应放砂，液料筒内不应放液料。

三、起动混砂机，其运转方向应正确；给砂闸板的开闭应灵活、正确，树脂泵、固化剂泵等启动与停止应与给砂运动相符。

四、排砂门开闭不得有明显冲击现象及异常声响，动作应准确、可靠。

五、双臂连续混砂装置水平螺旋混合器应回转自如，手动推力应小于  $80\text{N}$ 。

六、混砂装置连续运转时间不应小于  $1\text{h}$ 。

### 第三节 松砂机和筛砂机

第 3.3.1 条 本节适用于叶片、双轮松砂机和多角形、滚筒形筛砂机的安装。

第 3.3.2 条 松砂机、筛砂机的纵向和横向安装水平偏差均不应大于  $0.5/1000$ 。

第 3.3.3 条 双轮松砂机的安装调整应符合下列要求：

一、松砂机应固定在支架上，并应位于带式输送机支架之上（图 3.3.3）。

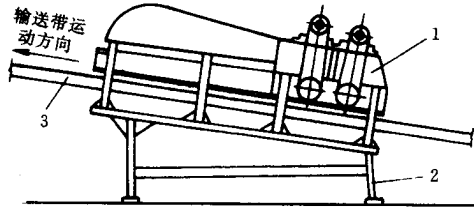


图 3.3.3 双轮松砂机安装

1—松砂机；2—支架；3—带式输送机支架

二、松砂机外壳的下缘与带式输送机的胶带上表面的距离宜为 20mm，并应调整外壳两侧的密封条，与胶带上表面轻微接触，使运转时不漏砂；松砂轮的外缘，与胶带上表面的距离宜为 10mm。

第 3.3.4 条 滚筒筛砂机的安装应符合下列要求：

一、筛砂机滚筒安装在四个支承滚子上时，各滚子表面均应与滚筒接触，不得有间隙。

二、滚轮轴心线和圆筒筛轴心线的安装水平偏差应符合设备技术文件规定。

第 3.3.5 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、各紧固连接部分应无松动现象。

二、滚筒筛的主轴转动应平稳，其轴向窜动不应大于 5mm。

三、连续试运转时间不得少于 1h。

## 第四章 造型制芯设备

### 第一节 震压和震实造型机

第 4.1.1 条 本节适用于各种震压和震实造型机的安装。

第 4.1.2 条 与造型机机座底面或翻台压实造型机的震实台机座底座接触的基础平面标高的允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ ，机座底面轮廓范围内的基础平面的水平度每 1000mm 长度上不应大于 1mm，全长不应大于 2mm。

第 4.1.3 条 造型机的工作台或震实台面纵向和横向安装水平偏差不应大于  $0.1/1000$ 。

第 4.1.4 条 翻台震实造型机有关机构安装的允许偏差，应符合表 4.1.4（图 4.1.4-1~4.1.4-3）的要求。

表 4.1.4 翻台震实造型机有关机构安装的允许偏差和检测要求

设备部件名称	测量部位		允许偏差	检测要求
震实台各缓冲器	相对标高	Z2320 及以上型号	0.3 (mm)	用平尺、深度尺测量,可用纤维纸板或钢板调整
		Z2320 以下型号	0.1 (mm)	
震实台与翻台机构	中心线 $KK$ 与中心线 $NN$ 之间的平行度		0.5 (mm)	用测量尺寸 $a$ 之差表示
震实台与翻台机构	中心线 $OO$ 与中心线 $cc$ 应在同一直线上		0.1 (mm)	用测量尺寸 $b$ 之差表示
机座翻台机构与震实台	安装水平		0.1/1000	
震实台与翻台机构	以震实台机座上部分标高为基准,对翻台机座上部的相对标高差 $d$		0.1 (mm)	

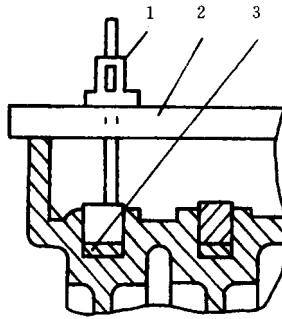


图 4.1.4-1 缓冲器相对标高测量  
1—深度尺;2—平尺;3—缓冲器

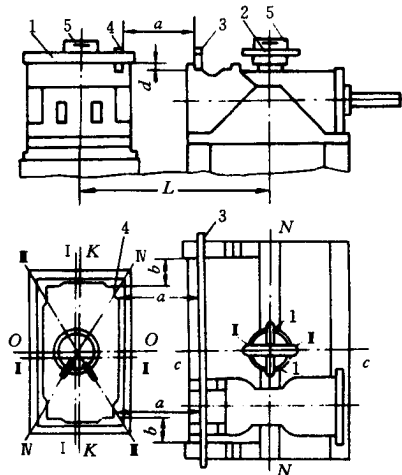


图 4.1.4-2 震实台与翻台机构找正调平  
1、2、3、4—平尺;5—水平仪

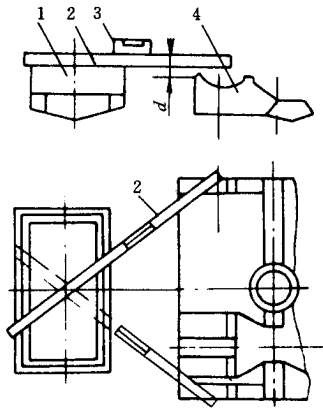


图 4.1.4-3 震实台与翻台机构的相对标高测量

1—震实台；2—平尺；3—水平仪；4—翻台

第 4.1.5 条 转台震实造型机的承受砂型小车轨道安装应符合本规范第 2.0.8 条的规定。

第 4.1.6 条 空负荷试运转时，其气压应稳定在 0.55MPa，液压系统油槽油液温度不应超过设备技术文件的规定；当无规定时，不应超过 55℃；并应符合下列要求：

一、震实部分：

1. 在震实台四角及中心应撒一些砂粒，震击时砂粒不应向同一方向移动；
2. 在震实台四角及中心应各放一平垫圈，震击时垫圈应贴在台面上，并无跳动和显著移动现象；
3. 每次应震击 15min，震击应平稳有力、无扭摆现象，所有紧固部分应无松动现象。

二、翻台震实造型机翻转机构部分：

1. 翻台在震实台上震击时，不应有相对跳动及纵向和横向移动，锥体和托架应无撞击现象；
2. 在大臂上升 10~20mm 范围内，翻台两端应同步升起；当翻台继续升起时，其连杆机构应无阻滞现象；当翻到 180°时，动作应缓慢停止，砂箱不应有震动。

三、摇臂回转应平稳灵活，当合入或离开时，不应有撞击现象。

四、起模机构部分：

1. 起模活塞在快慢速升降时，应平稳灵活，无阻滞现象；当下降到接近最低位置时，动作应缓慢。
2. 压实活塞升降应平稳灵活，最大行程应符合设备技术文件的规定。

## 第二节 多触头高压造型机

第 4.2.1 条 本节适用于多触头高压造型机的安装。

第 4.2.2 条 造型机安装时，应使用同一标高基准点测定各部分的标高，其主要标高允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 4.2.3 条 整体出厂的造型机安装时，其底梁上平面纵向和横向安装水平偏差不应大于 0.5/1000，工作台面安装水平偏差不应大于 0.1/1000。

第 4.2.4 条 解体出厂的造型机组装的允许偏差，应符合表 4.2.4 的要求：



表 4.2.4 解体出厂造型机组装的允许偏差

设备部件名称	测量部位	允许偏差
底梁	上平面安装水平	0.5/1000
工作台	台面安装水平	0.1/1000
边 辊	单排安装水平	0.1/1000
	相对两排标高差	0.2 (mm)
上机架	上平面安装水平	0.1/1000
下机架	上平面安装水平	0.1/1000
模板移动小车	安装水平	0.2/1000

第 4.2.5 条 压实机构的液压系统管道的敷设应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的规定。

第 4.2.6 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、快速起模和慢速起模动作应平稳，无阻滞、冲击现象。
- 二、当采用标准砂箱沿边辊推送时，其运动应平稳、无跳动及卡阻现象。
- 三、全机自动连续运转时间每次不应小于 15min，累计不应小于 1h。

### 第三节 水平分型脱箱压实造型机

第 4.3.1 条 本节适用于 Z32 系列水平分型脱箱压实造型机的安装。

第 4.3.2 条 造型机安装时，应以转盘为基准，其标高允许偏差为主  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 4.3.3 条 造型机的安装水平，应在机格的基准面上进行测量，其纵向和横向偏差均不应大于 0.05/1000。

第 4.3.4 条 整体出厂的造型机安装后，其有关部分复检的允许偏差应符合表 4.3.4 的要求。

表 4.3.4 脱箱压实造型机有关部分复检的允许偏差

设备部件名称	测量部位	允许偏差	复检要求
四根方导轨	在导轨长度 1/2 处测量其工作面铅垂度	0.05/1000	
工作台	工作台落在停止杆上，测量台面的安装水平	0.2/1000	
盖箱底面	安装水平	0.2/1000	
底箱与工作台	底箱从升降辊道向上合箱时，与工作台的相对位置	横 向	1 (mm)
		纵 向	0.75 $\pm$ 0.03 (mm)

第 4.3.5 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、应接通气源和电源，并应装上试车胎模。
- 二、应按设备技术文件的规定进行手动操纵各程序的动作，其运转应灵活、平稳、正确和可靠。

三、在全自动连续运转 15min 内，循环次数不应小于 30 次，运转应平稳、灵活、正确和可靠。

#### 第四节 垂直分型无箱射压造型机

第 4.4.1 条 本节适用于垂直分型无箱射压造型机的安装。

第 4.4.2 条 射压造型机的安装水平应采用等高块、平尺、水平仪在机座的 *a*、*b*、*c*、*d*、*e*、*f* 六点进行测量（图 4.4.2），其允许偏差不应大于 0.1/1000。

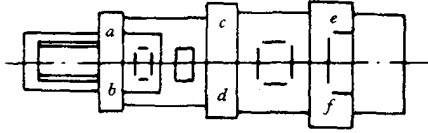


图 4.4.2 射压造型机机座测点

第 4.4.3 条 射压造型机砂型出口底板中心线与浇注台中心线应在同一直线上，其偏差不应大于 0.5mm。

第 4.4.4 条 射压造型机出口底板平面应高于浇注台上平面，但不应大于 0.1mm，其接口间隙不应大于 1mm。

第 4.4.5 条 浇注台台面与输送机上平面应在同一水平面上，其接口处的高低之差不应大于 1mm，且浇注台面宜高于输送机上平面。

第 4.4.6 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、气动、液压、电气装置、控制机构等动作应协调、可靠。
- 二、运转中各运动部分的动作应准确、稳定、可靠；全部运转应正常，并应无异常现象。
- 三、连续空负荷运转不应小于 2h。

#### 第五节 气流冲击造型机

第 4.5.1 条 本节适用于 Z45 系列的气流冲击造型机的安装。

第 4.5.2 条 气冲造型机的安装水平应在工作台的工作面上用水平仪进行测量，其纵向和横向水平偏差均不应大于 0.1/1000。

第 4.5.3 条 气冲造型机复检时，应符合下列要求：

一、当工作台在原位及上升到最高位置时，应测量工作台的工作面与冲击头底面之间的平行度，在 1000mm 测量长度上，其偏差不应大于 1mm。

二、两起模滚道工作面构成的平面，对工作台工作面的平行度，在 1000mm 测量长度上，其偏差不应大于 0.15mm。

三、起模滚道工作面在垂直平面内的直线度，在 1000mm 测量长度上，其偏差不应大于 0.5mm。

第 4.5.4 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、气动、液压、电气设备的动作应协调可靠，无卡阻、爬行及冲击现象。
- 二、在工作压力下连续试运转时间不应小于 1h。

#### 第六节 射芯机

第 4.6.1 条 本节适用于普通射芯机和热芯盒射芯机的安装。

第 4.6.2 条 单工位射芯机的安装水平，应在工作台上进行测量，其纵向和横向水平的允许偏差均不应大于 0.1/1000。

第 4.6.3 条 双工位射芯机的安装水平,应在顶升活塞端面的四个凸台平面上进行测量,其纵向和横向水平的偏差均不应大于  $0.1/1000$ 。

第 4.6.4 条 空负荷试运转应符合下列要求:

一、工作台升降动作应平稳;行程终止时,应无冲击现象。

二、射砂筒上部的闸板往复应自如、准确、可靠。

三、夹紧器和取芯机动作应平稳、灵活,无爬行现象。

四、手动操作,每次运转的时间不应小于  $10\text{min}$ ,累计不应小于  $30\text{min}$ ;自动连续运转的时间不应小于  $2\text{h}$ ,其动作应正确、可靠。

## 第七节 惯性振实台

第 4.7.1 条 本节适用于树脂自硬砂、水玻璃砂以及合脂砂造型或制芯的惯性振实台的安装。

第 4.7.2 条 应在振实台处于支架或辊道上平面时测量安装水平,其偏差不应大于  $0.3/1000$ ;工作台升起后上平面的安装水平的偏差不应大于  $0.8/1000$ 。

第 4.7.3 条 振动台电机轴的偏心块应按设备技术文件的规定调整,且两端偏心块的夹角应一致,各弦差应小于  $1\text{mm}$ 。

第 4.7.4 条 空负荷试运转应符合下列要求:

一、工作台振动应均匀,无明显撞击声,且无摇晃现象。

二、连续试运转的时间不应小于  $1\text{h}$ 。

## 第八节 抛砂机

第 4.8.1 条 本节适用于切向或轴向进砂的固定式和单轨移动式抛砂机的安装。

第 4.8.2 条 抛砂机组装应符合下列要求:

一、立柱的铅垂度每  $1000\text{mm}$  长度上,其偏差不应大于  $0.5\text{mm}$ 。

二、大摇臂在左、右回转  $30^\circ$  位置上,应分别检测纵向和横向水平度,其偏差不应大于  $0.5/1000$ ;当大摇臂为单根圆柱时,可不测横向水平度。

三、大、小摇臂成一直线或  $90^\circ$  时,抛砂头的下沉量应符合设备技术文件的规定。

第 4.8.3 条 单轨移动式抛砂机的上、下导轨安装,应符合下列要求:

一、下导轨纵向安装水平偏差不应大于  $0.5/1000$ ,应在全长上每隔  $4000\text{mm}$  测量一次;全长上最大的相对标高差不应大于  $7\text{mm}$ 。

二、下导轨和上导轨的轨面中心线在垂直平面内的直线度,每  $1000\text{mm}$  长度上,其偏差不应大于  $1\text{mm}$ ;每  $5000\text{mm}$  长度上,其偏差不应大于  $2\text{mm}$ ;全长上,其偏差不应大于  $5\text{mm}$ 。

三、下导轨与上导轨应在同一横截面上,其中心线之间的垂直距离  $a$  的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$  (图 4.8.3)。

四、导轨接头用联接板联接时,其间隙不应大于  $1\text{mm}$ ,接头处的左右偏移和工作面的高低差均不应大于  $0.5\text{mm}$ ;用对接焊联接的焊缝应磨平。

第 4.8.4 条 空负荷试运转应符合下列要求:

一、大、小摇臂分别在左右方向回转应灵活;当停止在任意位置时,应无自行回转现象。

二、大、小摇臂上的输送带运转时,不应跑偏。

三、液压传动的各机构动作应平稳,无冲击和爬行现象。

四、抛砂头的叶片运转方向应正确,且无剧烈震动及异常声响。

五、单轨移动式抛砂机在全程上移动时,应无卡住、自动滑行和机器晃动现象;起动、运行和停

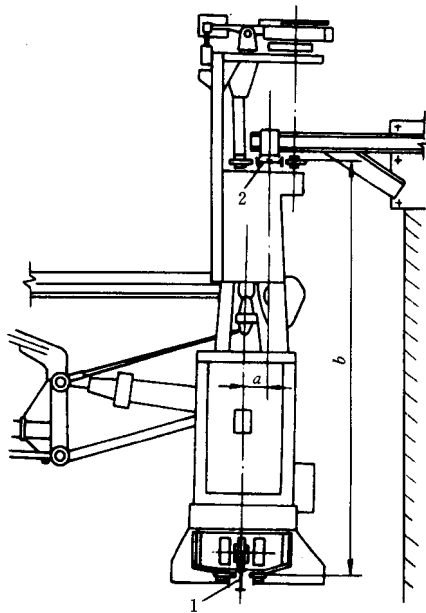


图 4.8.3 单轨移动式抛砂机示意图

1—下导轨；2—上导轨

止时，应无冲击现象；与供砂皮带之间应无卡阻现象。

六、连续试运转的时间不应小于 1h。

## 第九节 机械化造型线

第 4.9.1 条 机械化造型线的安装基准线和标高，应按造型线平面布置图的主要设备为基准，确定共同的安装基准线和基准标高点；必要时可按设备的具体要求，埋设一般的或永久性的中心标板或基准点。

第 4.9.2 条 共同的安装基准线和基准标高点与设计的设备位置之间，其允许偏差为  $\pm 20\text{mm}$ ；全线主要设备的定位中心线和基准点，均应以全线的共同基准线和基准标高为准，其位置及距离的允许偏差均为  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 4.9.3 条 造型线主要设备的安装，应符合本规范有关的规定。其辅助设备和配套设备的安装应符合现行国家标准的有关规定。

第 4.9.4 条 辅助设备定位、找正和调平时，应以相应的主机为基准，其距离、位置和标高差应符合设备技术文件的规定。

第 4.9.5 条 与主要设备相连接或衔接的铸工输送机、辊道和吊链等输送设备的安装，应符合现行国家标准《连续运输设备安装工程施工及验收规范》的有关规定。

第 4.9.6 条 造型线的空负荷试运转应符合下列要求：

一、造型线的主要设备、辅助设备和有关的连续运输设备及其他设备，均应施工完毕，并经单独或分机组调试检查合格后，方可进行造型线的空负荷试运转。

二、根据造型线的工艺流程，对各种机构的动作及其转换操作试验，不应少于三次，其运转应灵活、准确、可靠和运转平稳；互锁协调应严密，无冲击、振动和阻滞现象；其中有速度调整变化要求的，还应按各种速度进行试验，试验时间不应少于 3min，其中最高速度下的运转时间不应少于 10min。

三、运转中应进行下列各项检查，并应符合设备技术文件的规定和下列要求：

1. 主要轴承的温升和最高温度。
2. 液压、润滑、冷却系统介质的进口、出口温度。
3. 自动线的工作循环周期时间。
4. 自动工作循环中的各部分动作，应相互协调，连续准确，信号正常，无异常声响。

四、机械化造型线的全线空负荷试运转不应少于 30min。机械化自动造型线的全线空负荷试运转，应先进行手动控制，时间不应少于 30min；再进行自动控制，时间不应少于 2h。

## 第五章 落砂设备

### 第一节 落砂机

第 5.1.1 条 本节适用于惯性震动落砂机、惯性冲击落砂机和偏心震动落砂机的安装。

第 5.1.2 条 落砂机的安装应符合下列要求：

一、落砂机的安装水平偏差：轴向不应大于  $0.5/1000$ ，并应在皮带轮面上进行测量；纵向不应大于  $1/1000$ ，并应在机座平面上进行测量或底架上进行测量。

二、底架与基础之间宜垫硬木方。

三、簧座平面与弹簧应均匀接触；同基面同组弹簧自由高度之差不得大于 2mm；两组弹簧高度之差不得大于 3mm。

第 5.1.3 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、机身沿轴向的偏摆量不应大于 5mm。

二、空负荷试运转的时间不应小于 1h。

### 第二节 风动型芯落砂机

第 5.2.1 条 本节适用于风动型芯落砂机的安装。

第 5.2.2 条 落砂机的安装水平偏差不应大于  $0.5/1000$ ，并应在导杆上用水平仪进行测量。

第 5.2.3 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、震动架沿导杆移动应平稳、自如，并不应有卡住现象。

二、震动架未到达终点位置时，其震动活塞不应起作用。

三、震动活塞应震动自如，撞击有力。

四、空负荷试运转的时间不应小于 1h。

### 第三节 间歇电液压清砂室

第 5.3.1 条 本节适用于清除芯砂和残余型砂的间歇电液压清砂室的安装。

第 5.3.2 条 清砂室的安装调整应符合下列要求：

一、制动轮毂及锥形离心机与卷扬机刹车带的接触面积不应小于接合面的 80%，且接触点应均匀；摩擦片的离、合应灵活。

二、高压放电回路的接地电阻应小于  $0.5\Omega$ ；接地螺钉与机壳之间的电阻应小于  $0.1\Omega$ 。

第 5.3.3 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、电液工作温度应控制在  $5\sim 40^{\circ}\text{C}$  之间。

二、各机构的动作应灵活、可靠、运转平稳和无异常现象。

三、运转循环次数不应小于 5 次。

#### 第四节 水力清砂装置

第 5.4.1 条 本节适用于清理大型铸件的水力清砂装置的安装。

第 5.4.2 条 组装前，金属构件和壁板等应进行校正；金属大门的开启角度应大于  $90^\circ$ ，水力清砂装置安装的偏差（图 5.4.2）应符合表 5.4.2 的要求。

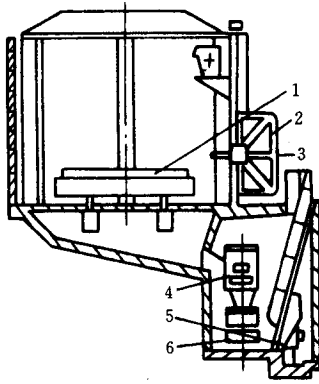


图 5.4.2 水力清砂装置

1—台车；2—水枪操作室；3—喷枪；4—振动筛；  
5—高压泵；6—废砂筒

表 5.4.2 水力清砂装置安装的允许偏差

设备及部件名称	测量部位	允许偏差
台车 1 与 操作室 2	台车导轨跨距中心线与操作室中心线的 距离	$\pm 10$ (mm)
	导轨有线度	2/1000 5/2500
	两导轨跨度	$\pm 2$ (mm)
喷枪 3 移动框架	安装水平	1/1000
振动筛 4 传动轴	安装水平	1/1000
高压泵 5	安装水平，三柱塞泵在柱活塞上测量， 双缸双作用泵在联轴器上测量	0.1/1000
泥浆泵主轴	安装水平	0.1/1000
锥行分离机	安装水平	2/1000
离心机驱动电动机	安装水平	0.1/1000
离心机筛网与转轴	筛网轴心线与转轴轴线的同轴度	$\phi 0.5$ (mm)
离心机转动轴	铅垂度	0.1/1000

第 5.4.3 条 现场安装的高压管路、阀件等，应按工作压力的 1.25 倍压力进行强度试验，试压时间不应少于 15min。

第 5.4.4 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、高压泵、工作台车、螺旋分离机、离心机筛子、搅拌机和泥浆泵等单项设备，应分别进行空

负荷试运转。

二、各单项设备的空负荷试运转的要求应符合现行国家标准的有关规定，试运转时间均不得少于 1h

三、水力清砂装置联合空负荷试运转时间不得少于 1h。其水枪操作应灵活，各部分的运转应平稳，无异常现象。

## 第六章 清理设备

### 第一节 滚筒清理机

第 6.1.1 条 本节适用于圆形、四方形和六角形间歇式滚筒清理机的安装。

第 6.1.2 条 滚筒清理机的安装应符合下列要求：

一、滚筒机座的安装水平，应采用等高块、平尺和水平仪在滚筒两轴承座上进行测量，其偏差不应大于  $0.5/1000$ 。

二、两空心轴颈的轴线对两轴瓦轴线在水平面内的位置偏差，当滚筒内径小于或等于 1000mm 时，不应大于 0.15mm；当滚筒内径大于 1000mm 时，不应大于 0.25mm。

三、轴颈与轴瓦的接触点，在  $25\text{mm} \times 25\text{mm}$  面积上，上轴瓦接触点不应少于 2 个，下轴瓦不应少于 4 个，其接触角应在  $60^\circ \sim 90^\circ$  范围内；上轴瓦与空心轴颈之间的间隙宜为空心轴颈的  $1/1000 \sim 2/1000$ 。

四、装料口关闭后，盖子侧面间隙不应大于 3mm。

第 6.1.3 条 空负荷试运转的连续运转时间不得少于 1h。

### 第二节 转台清理机

第 6.2.1 条 本节适用于 Q25 和 Q35 系列喷丸和抛丸转台清理机的安装。

第 6.2.2 条 转台清理机的安装应符合下列要求：

一、清理机转台的安装水平应采用水平仪在转台平面上进行测量，其允许偏差不应大于  $0.5/1000$  (图 6.2.2)。

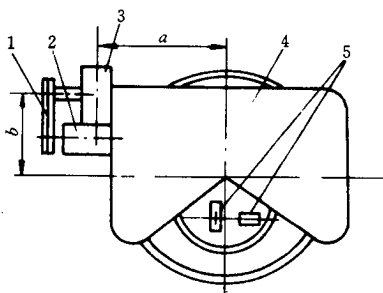


图 6.2.2 转台清理机安装示意图

1—链与链轮；2—螺旋输送机；3—斗式提升机；  
4—清理转台；5—水平仪

二、橡胶护板与护帘应平整，无扭曲现象。

三、斗式提升机轴线与转台机身轴线的纵向距离 ( $a$ ) 及横向距离 ( $b$ ) 的允许偏差均为  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 6.2.3 条 空负荷试运转连续运转的时间不得小于 1h。

### 第三节 滚筒抛丸清理机

第 6.3.1 条 本节适用于各种类型滚筒抛丸清理机的安装。

第 6.3.2 条 抛丸清理机安装的允许偏差应符合表 6.3.2 的规定，且滚筒相邻护板间的间隙应小于 6mm，端盖相邻扇形板间的间隙应小于 2.5mm。

表 6.3.2 抛丸清理机安装的允许偏差

项次	设备及部件名称	测量部位	允许偏差
1	机器底座	安装水平，在托轮支架上纵、横向上进行测量	0.5/1000
2	主动轴与从动轴	平行度	0.5/1000

第 6.3.3 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、自动停车计时装置的试验不应少于 3 次，其动作应准确、可靠。
- 二、试运转中，各运动机构的动作应准确、可靠及无异常现象。
- 三、空负荷连续运转的时间不得少于 1h。

### 第四节 履带式抛丸清理机

第 6.4.1 条 本节适用于履带抛丸清理机的安装。

第 6.4.2 条 机身的铅垂度，应采用吊线法在机身四角和大皮带轮端面上进行测量，其偏差在每 1000mm 测量长度上不应大于 0.5mm。

第 6.4.3 条 装料升降机的安装水平，应在装料卷扬滚筒上进行测量，其偏差不应大于 0.5/1000；铅垂度应采用吊线进行测量，其偏差在每 1000mm 测量长度上，不应大于 1mm。

第 6.4.4 条 装料升降机的组装应符合下列要求：

一、装料升降机的槽钢立柱轴线与抛丸室端盘轴线之间的距离  $a$ ，其允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ （图 6.4.4）。

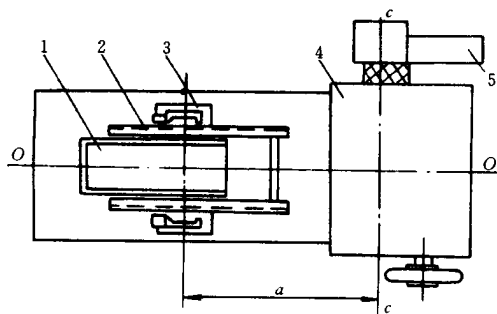


图 6.4.4 履带抛丸清理机安装

1—料斗；2—导轨；3—立柱；4—抛丸室；5—斗式提升机；

OO—抛丸室纵向轴线；cc—抛丸室端盘轴线；

$a$ —装料升降机立柱轴线至抛丸室端面轴线的距离



- 二、装料升降机轴线与抛丸室纵向轴线应在同一直线 ( $O-O$ ) 上, 其偏差不应大于  $3\text{mm}$ 。
- 三、装料升降机与抛丸室的相对标高差不应大于  $3\text{mm}$ 。

第 6.4.5 条 空负荷试运转应符合下列要求:

- 一、各限位开关位置和动作应正确。
- 二、斗式提升机和螺旋输送机的链轮与链条应啮合良好, 无异常声响。
- 三、料斗轮子在导轨上运转应自如, 并不应偏向一边; 导轮两轴回转应灵活。

## 第五节 喷丸清理室

第 6.5.1 条 本书适用于 Q26 系列喷丸清理室的安装。

第 6.5.2 条 喷丸清理室的金属构件和壁板组装前应进行校正。金属构架的安装水平, 应在机架上表面进行测量, 其偏差不应大于  $1/1000$ 。

第 6.5.3 条 小车轨道安装时, 应以金属构架轴线为基准, 构架中心线与小车轨道跨距轴线应在同一直线上, 其偏差不应大于  $3\text{mm}$ ; 小车轨道的安装应符合本规范第 2.0.8 条的规定。

第 6.5.4 条 回转工作台的纵向和横向安装水平偏差不应大于  $1/1000$ 。

第 6.5.5 条 螺旋输送机的轴向安装水平偏差不应大于  $1/1000$ 。

第 6.5.6 条 空负荷试运转应符合下列要求:

- 一、运转时, 各运动机构的动作应准确、灵活、可靠和无异常现象。
- 二、喷丸室的密封应良好, 工作时严禁有弹丸飞出室外。
- 三、空负荷连续试运转的时间不得少于  $1\text{h}$ 。

## 第六节 台车式抛丸清理室

第 6.6.1 条 本节适用于 Q36 系列台车式抛丸清理室的安装。

第 6.6.2 条 抛丸清理室的金属构件和壁板组装前应进行校正, 其振动槽 (图 6.6.2) 的安装水平, 应在其上平面上进行测量, 其偏差不应大于  $1/1000$ ; 两振动槽轴线应平行, 其与抛丸室纵向轴线距离  $a$  的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ 。

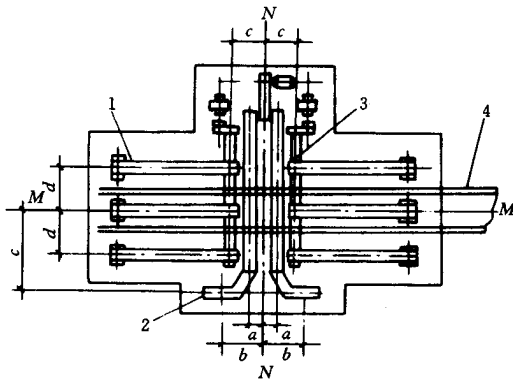


图 6.6.2 台车式抛丸清理室安装

1—皮带输送机; 2—斗式提升机;

3—振动槽; 4—台车轨道

MM—抛丸室横向轴线; NN—抛丸室纵向轴线

第 6.6.3 条 斗式提升机两轴线与抛丸室纵向和横向轴线的距离 ( $b, c$ ) 允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ 。

第 6.6.4 条 各皮带输送机轴线与抛丸室横向轴线距离  $d$  的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ 。

第 6.6.5 条 各皮带输送机传动轮轴线应在同一直线上, 其偏差不应大于  $1\text{mm}$ , 与抛丸室纵向轴线距离  $e$  的允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 6.6.6 条 抛丸室槽钢底座的纵向和横向安装水平, 应在底座上平面测量, 其偏差不应大于  $2/1000$ 。

第 6.6.7 条 台车轨道敷设及传动装置组装时, 应符合现行国家标准《输送设备安装工程施工及验收规范》和本规范第 2.0.8 条有关规定。

第 6.6.8 条 钢丸斜槽出口轴线与皮带输送机轴线应在同一直线上, 其偏差不应大于  $5\text{mm}$ 。

第 6.6.9 条 抛丸器的安装调整应符合本规范第 2.0.9 条的规定。

第 6.6.10 条 钢丸左右分离器与漏斗管的连接应紧密牢固。导向挡板转动应灵活, 其与壁板之间的间隙不应大于  $3\text{mm}$ 。

第 6.6.11 条 抛丸室金属大门及液压传动装置的组装, 应符合下列要求:

一、大门轴线与抛丸室轴线应重合, 其偏差不应大于  $3\text{mm}$ ; 大门转动应平稳、灵活, 转动角度不应小于  $90^\circ$ 。

二、液压传动装置的安装水平, 应在导轨轴上进行测量, 其偏差不应大于  $0.2/1000$ 。

三、两组滑轮装置的轴线应在同一直线上, 其偏差不应大于  $2\text{mm}$ 。

第 6.6.12 条 空负荷试运转应符合下列要求:

一、室内各单项设备应先单独进行空负荷试运转, 符合要求后再进行整室的空负荷试运转。单项设备空负荷试运转的要求, 应符合相应的现行国家标准的有关规定。

二、各运动机构应运转灵活、准确、平稳、可靠和无异常现象。

三、单项设备空负荷试运转的时间不应少于  $10\text{min}$ ; 整室空负荷连续试运转的时间不应少于  $1\text{h}$ 。

## 第七节 抛喷丸清理室

第 6.7.1 条 本节适用于 Q76 系列抛喷丸清理室的安装。

第 6.7.2 条 金属构件及壁板等组装前, 应进行校正。

第 6.7.3 条 抛喷丸清理室的组装应符合下列要求:

一、角钢焊成的底框架安装水平偏差, 不应大于  $1/1000$ 。

二、振动输送机、提升机下部应先安装在地坑内, 找正调平, 其安装水平偏差不应大于  $0.5/1000$ 。

三、抛丸器的安装调整应符合本规范第 2.0.9 条的规定。

四、斗式提升机安装时, 上、下皮带轮轴的平行度和两轴构成平面的铅垂度, 其偏差在每  $1000\text{mm}$  测量长度上均不应大于  $1\text{mm}$ 。

五、喷丸操纵室在最大行程内升降, 应无卡阻现象; 升降距离应能满足生产要求, 并能准确停留在任意位置; 喷枪操作应灵活、可靠, 其观察窗应有足够的能见度。

第 6.7.4 条 空负荷试运转应符合下列要求:

一、单项设备试运转时, 台车往复运转不应少于 3 次。转台、振动筛、螺旋输送机、提升机、丸砂分离器、减速器均应分别连续运转, 其时间不应少于  $10\text{min}$ 。

二、整室连续试运转的时间不应小于  $1\text{h}$ 。

## 第八节 吊链抛丸清理室

第 6.8.1 条 本节适用于 Q38 系列吊链抛丸清理室的安装。

第 6.8.2 条 吊链抛丸清理室的组装应符合下列要求：

- 一、悬挂吊链中心线与清理室上方导向槽中心线应在同一直线上，其偏差不应大于 2mm。
- 二、吊链自转装置的链轮与链条、悬挂输送机的锚头吊以及悬挂钩链轮，均应啮合良好，运行平稳，无卡住、撞击现象。
- 三、吊链直线段轨道的直线度偏差在每 1000mm 测量长度上不应大于 1.5mm。
- 四、轨道接头处应平整，错位不应大于 1mm，其接头间隙不得大于 2.5mm。
- 五、轨道弯曲段的平面度，安装前应在平台上进行测量；在每 1000mm 测量长度上不应大于 2mm。
- 六、抛丸器的安装调试应符合本规范第 2.0.9 条的规定。

第 6.8.3 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、螺旋输送机、丸砂分离器及斗式提升机等应进行单独试运转，运转时间均不应少于 10min，运转应平稳，无异常音响。
- 二、整室连续运转的时间不得少于 1h，各部分动作应协调，运转应正常。

## 第七章 金属型铸造设备

### 第一节 压铸机

第 7.1.1 条 本节适用于通用的卧式、立式冷室压铸机和热室压铸机的安装。

第 7.1.2 条 压铸机的安装水平应在导轨面上采用水平仪进行测量，其纵向和横向偏差均不应大于 0.2/1000。

第 7.1.3 条 大于 6300kN 的压铸机的组装应符合下列要求：

一、检验动、静型板工作表面的平行度时，应在静型板的工作表面上放置指示器，并使测头触及动型板的工作表面上。当动型板处于合型位置时（曲肘伸直），应在距大缸内侧 80mm 处分别测量  $A$ 、 $A_1$  和  $B$ 、 $B_1$  四点，其平行度应以测量的最大与最小读数之差值计，其偏差值不应大于现行国家标准《形状和位置公差》附表 3 的 8 级公差值（图 7.1.3-1）。

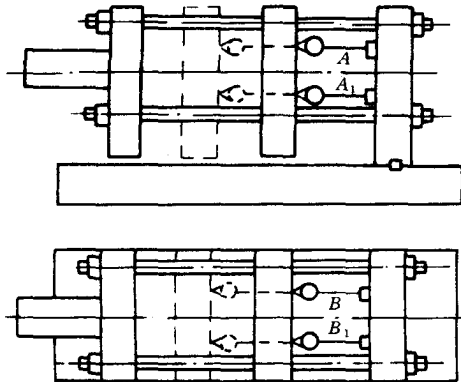


图 7.1.3-1 检验动、静型板  
工作表面间的平行度

二、检验拉杆相互间的平行度时（图 7.1.3-2），应使动型板处于最大开档位置，并用指示器或内径百分尺分别在距动、静型板座 80mm 处，测量拉杆内侧的  $A$ 、 $A_1$ 、 $B$ 、 $B_1$ 、 $C$ 、 $C_1$ 、 $D$ 、 $D_1$  之间

的距离，其平行度应以所测得的读数之最大差值计，其偏差值不应大于现行国家标准《形状和位置公差》附表3的7级公差值。

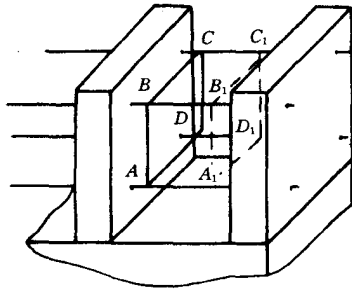


图 7.1.3-2 检验大杠相互间的平行度

三、检验压射室轴线与压射活塞杆轴线的重合度时，应在压射室孔内装一个检验棒，棒上应固定指示器，并使测头触及活塞杆的母线上，在  $1/2$  压射行程内任意点位置，旋转心轴进行测量。重合度应以指示器读数最大差值的  $1/2$  计，对卧式冷室压铸机，其偏差值不应大于现行国家标准《形状和位置公差》附表3的9级公差值；对立式压铸机，其偏差值不应大于8级公差值。设备无专用检验棒的，可不测此项。

第 7.1.4 条 压铸机试运转前，应充气、装模、合型机构调整，并应符合下列要求：

- 一、充氮和加油应符合设备技术文件的规定。
- 二、压铸模安装时，应按铸模的厚度调整合型机构的间距。
- 三、试运转前，应装上铸模或模垫，其面积应为模座端面面积的  $2/3$ ，其厚度应大于铸模最小厚度。

四、压铸机合型时，型板的间距应比铸模厚度小  $1 \sim 1.5\text{mm}$ ，应使曲柄机构伸直，且达到临界点。其调整应按下述步骤进行：

1. 应使机器开型，操纵压型厚度调整按钮，使两型板间的距离增大。
2. 然后，应再合型，直至曲柄机构刚过临界点再伸直。
3. 合型力微调应采用拉杆螺母转动刻度进行调整。

第 7.1.5 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、整体出厂的压铸机试运转的时间不得少于  $2\text{h}$ ；解体出厂的不得少于  $4\text{h}$ 。
- 二、调整安全阀，其开启压力应为工作压力的  $105\%$ 。
- 三、空负荷试验压射，应以慢动作进行；当以快动作压射时，应在压射室内放入软质衬垫。

四、冷却水和液压油温度应符合设备技术文件的规定；当无规定时，冷却水进水温度不得高于  $25^\circ\text{C}$ ；液压油温度不得超过  $55^\circ\text{C}$ 。

## 第二节 低压铸造机

第 7.2.1 条 本节适用于立式及卧式低压铸造机的安装。

第 7.2.2 条 铸造机的安装水平，立式应在模板工作面上进行测量，卧式应在导轨面上进行测量，其偏差不应大于  $1/1000$ 。

第 7.2.3 条 模板工作面间的平行度，应采用指示器在模板工作面上进行测量，其偏差在每  $1000\text{mm}$  长度上，不应大于  $0.28\text{mm}$ 。

第 7.2.4 条 卧式压铸机模板工作面与导轨面垂直度的偏差，在每  $1000\text{mm}$  长度上，不应大于

0.25mm。

第 7.2.5 条 大导柱间的平行度，应采用内径百分表或指示器在距两模板边沿 80mm 处进行测量，其偏差在每 1000mm 长度上，不应大于 0.25mm。

第 7.2.6 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、空负荷运转应在设备技术文件规定的压力下进行试验。
- 二、坩埚或炉体安装应密封严密，耐火密封元件的漏气率不应大于气压系统补充气的能力。
- 三、空负荷连续运转的时间不得少于 1h。

### 第三节 离心铸造机

第 7.3.1 条 本节适用于单工位和多工位离心铸造机的安装。

第 7.3.2 条 离心铸造机安装的允许偏差，应符合表 7.3.2 的要求。

表 7.3.2 离心铸造机安装的允许偏差

设备名称	测量部位	允许偏差
距式离心铸造机	底座安装水平在底座上平面测量，并应前高后低	0.1/1000
	传动轴安装水平在传动轴上测量	0.06/1000
托辊卧式离心铸造机	传动轴、辊轮安装水平在传动轴及辊轮上测量	0.06/1000
立式离心铸造机	工作转盘安装水平	0.1/1000
多工位离心铸造机	机座安装水平在主轴的两端轴上测量	0.03/1000

第 7.3.3 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、工位定位应准确，顶出机构应灵活、可靠。
- 二、制动装置应灵活、可靠；主轴的制动时间：机动不得超过 3s，手动不得超过 5s。
- 三、单工位的离心铸造机连续运转的时间不得少于 1h；多工位的，不得少于 2h。

## 第八章 熔模铸造设备

第 8.0.1 条 本规范适用于熔模铸造成套设备的安装。

第 8.0.2 条 熔模铸造设备安装的允许偏差应符合表 8.0.2 的要求。

表 8.0.2 熔模铸造设备安装的允许偏差

设备名称	测量部位	允许偏差	
		安装水平	铅垂度
制蜡模机	在压注推杆或底座处测量	0.2/1000	0.2/1000

续表

设备名称	测量部位	允许偏差	
		安装水平	铅垂度
多工位制蜡模机	在压注推杆或工作台上测量	0.2/1001	0.2/1000
震动脱壳机	在机座或震动杆处测量	0.5/1000	0.5/1000
脉冲式悬挂制壳装置	在驱动轨道上测量	0.5/1000	

第 8.0.3 条 悬挂式制壳线的安装应符合现行国家标准《输送设备安装工程施工及验收规范》的有关规定。

## 第九章 熔炼设备

### 第一节 冲天炉

第 9.1.1 条 本节适用于焦炭燃料、有炉衬、熔化率 2~10t/h 的普通冲天炉的安装。但不包括加料、配料设备及起重运输设备的安装。

第 9.1.2 条 固定炉底冲天炉的安装应符合下列要求：

一、冲天炉纵向和横向中心线的位置偏差不应大于 5mm，标高偏差不应大于 2mm。

二、炉腿上平面安装水平偏差不应大于 1/1000，四条腿的上平面应在同一水平面内，其标高差不应大于 2mm。

三、炉底架支于炉腿上，找正调平后，应将螺栓紧固，且其水平度应同炉腿一致。

四、炉体应固定在底架上。炉体中心线与炉底板中心线的铅垂度偏差在每 1000mm 长度上不应大于 1mm，在全长上不得大于 20mm，并应在加料口处测量。

五、炉体各段法兰接口处应垫 10~20mm 厚的石棉绳或硅酸铝耐火纤维等耐火的垫层，法兰螺栓应均匀紧固。

六、安装火花捕集器的炉顶部分，应采用三根互成 120° 的金属拉索固定在屋面或屋顶上。当炉身高出屋面时，应装挡雨罩。

七、加料平台与炉体的连接，应符合设计要求。

第 9.1.3 条 移动炉缸式冲天炉的安装应符合下列要求：

一、前炉轴线与移动炉缸轨道跨距轴线应在同一直线上，其偏差不应大于 3mm；炉缸移动轨道的安装应符合本规范第 2.0.8 条的规定。

二、炉缸总装后，应置于轨道上，其在全行程内来回移动，移动应灵活，不应有卡住、左右摇晃和倾覆现象。

三、炉缸总成应置于炉身安装轴线位置，其与炉身连接时，应采用顶升机构将其顶起 10~30mm，并用四只斜楔垫于滚轮与轨道面之间，然后逐节装上炉身；炉身安装应符合本章第 9.1.2 条的规定。

第 9.1.4 条 冲天炉供风系统和冷却水系统的安装和试运转应符合现行国家标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》的有关规定。

## 第二节 工频无芯感应电炉

第 9.2.1 条 本节适用于额定容量 0.5 ~ 10t 的金属熔化和保温用立式工频无芯感应电炉的安装。

第 9.2.2 条 炉体中心线与安装基准的位置偏差不应大于 5mm，标高偏差不应大于 2mm。炉体基准的纵向和横向安装水平，应采用平尺进行测量，其偏差不应大于 2/1000。

第 9.2.3 条 调整转动炉架的行程开关，应使转动炉架能围绕炉口旋转达到 95°。倾炉的角速度应限制在 2°/s ~ 4°/s 范围内，并防止发生倾炉事故。

第 9.2.4 条 炉盖开启、关闭和转动应灵活。

第 9.2.5 条 冷却水系统安装应符合下列要求：

一、感应线圈的冷却系统应进行水压试验，其试验压力应为 0.5MPa，保压时间不应少于 10min，且不应有变形及渗漏现象。

二、调整温度继电器，其进水温度直在 15 ~ 25℃ 范围内；出水温度不应高于 50℃。

## 第三节 电 弧 炉

第 9.3.1 条 本节适用于熔炼钢和特种铸铁的 0.5 ~ 20t 三相电弧炉的安装。

第 9.3.2 条 支承机构的安装应符合下列要求：

一、支承轨座的安装（图 9.3.2-1）：

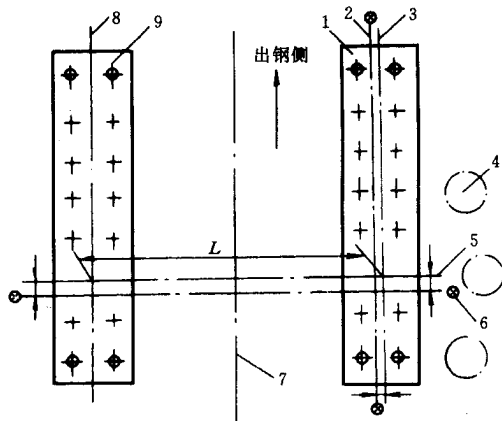


图 9.3.2-1 支承轨座的安装

1—电极立柱侧轨座；2—纵向基准线；3、8—轨座纵向中心线；

4—电极立柱；5—轨座横向中心线；6—横向基准线；

7—炉体纵向中心线；9—轨座

1. 两轨座的纵向和横向中心线与电弧炉纵向和横向中心线的距离，其允许偏差均为  $\pm 1\text{mm}$ ，两侧轨座横向中心线应在同一直线上。

2. 两轨座中心距 ( $L$ ) 允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

3. 两轨座纵向中心线平行度偏差在每 1000mm 测量长度上不应大于 0.3mm。

4. 轨座的全长标高允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。且同一横截面上的两轨座标高差不应大于 1mm，其电极立柱侧轨座宜偏高。

5. 轨座的纵向和横向安装水平：对于加工的轨座顶面的偏差不应大于 0.2/1000，对于非加工的轨

座顶面的偏差不应大于  $0.5/1000$ ，其轨座的横向安装水平的倾斜方向靠炉体侧宜偏低。

二、现场组装弧形架应符合下列要求（图 9.3.2-2）：

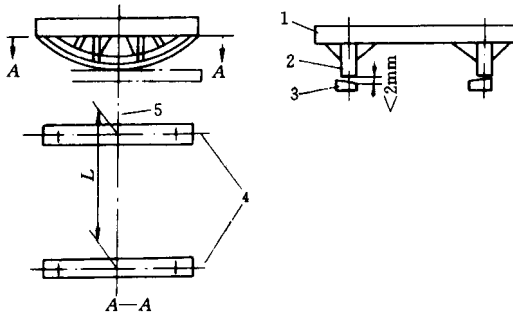


图 9.3.2-2 弧形架安装

1—框架；2—扇形轮；3—轨座；4—扇形轮纵向中心线；  
5—扇形轮横向中心线

1. 整体出厂的弧形架应按本条要求进行复检。

2. 两扇形轮 2 的中心距  $L$  允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ，且偏差方向应与两轨座 3 的中心距偏差方向一致。

3. 两扇形轮纵向中心线的平行度偏差，在每  $1000\text{mm}$  测量长度上不应大于  $0.3\text{mm}$ ，在全长上不应大于  $2\text{mm}$ ，且偏差方向应与两轨座平行度偏差一致。

4. 扇形轮侧面对框架 1 底面的垂直度偏差在每  $1000\text{mm}$  测量长度上不应大于  $0.5\text{mm}$ ，且两扇形轮的上端宜向离开炉心方向倾斜。

5. 扇形轮与轨座顶面内侧的间隙应小于  $2\text{mm}$ 。

6. 当弧形架处于“零”位时，炉盖旋转机构滚动轴承支承面的安装水平偏差不应大于  $0.2/1000$ ，支承炉体的各支承面的高低差不应大于支承面分布圆直径的  $1/1000$ 。

第 9.3.3 条 倾炉机构的安装应符合下列要求：

一、倾炉液压缸两底座的纵向和横向中心线位置允许偏差均应为  $\pm 1\text{mm}$ ，标高允许偏差为  $\pm 1.5\text{mm}$ ，纵向安装水平偏差不应大于  $0.2/1000$ 。

二、倾炉机构锁定定位装置的高低差不应大于  $0.5\text{mm}$ ；安装水平偏差不应大于  $0.2/1000$ 。

第 9.3.4 条 炉盖旋转、升降机构的安装应符合下列要求：

一、回转盘式炉盖旋转机构的向心推力滚动轴承的轴向游隙应为  $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ ，当弧形架处于“零”位时，旋转托架的铅垂度偏差在每  $1000\text{mm}$  测量长度上不应大于  $0.5\text{mm}$ ，支承托架安装水平偏差不应大于  $0.2/1000$ 。

二、立柱式炉盖旋转机构的顶升缸座纵向和横向中心线位置允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ，标高允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ，铅垂度偏差在每  $1000\text{mm}$  测量长度上不应大于  $0.2\text{mm}$ 。弧形架处于“零”位时，托架安装水平偏差不应大于  $0.2/1000\text{mm}$ ，其定位锥轴的铅垂度允许偏差每  $1000\text{mm}$  长度上不应大于  $0.2\text{mm}$ 。定位锥轴与锥套应吻合，锥轴、锥套的焊接应符合设备技术文件的规定。

三、炉盖升降机构在弧形架处于“零”位时，支承架的铅垂度偏差在每  $1000\text{mm}$  测量长度上不应大于  $1\text{mm}$ ，且上端应向离开炉心方向倾斜，炉缸轴线与链轮轮宽中心线应重合，其偏差不应大于  $1\text{mm}$ 。

第 9.3.5 条 电极升降、夹紧机构的安装要求：

一、电极立柱安装前，应检查直线度，其允许偏差应符合设备技术文件的规定。导轮与电极立柱导轨的总间隙  $a_1 + a_2$ （图 9.3.5）不应大于  $1\text{mm}$ 。有补偿装置的导轮应与电极立柱相接触，当弧形架



处于“零”位时，电极立柱的铅垂度偏差在每 1000mm 测量长度上不应大于 0.3mm，且上端宜向离开炉心方向倾斜。

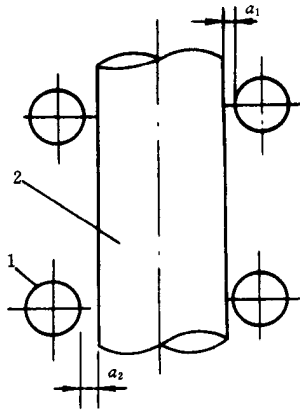


图 9.3.5 导轮与电极立柱总间隙

1—导轮；2—电极立柱；

$a_1$ 、 $a_2$ —导轮与导轨的间隙

二、电极夹持头中心位置在电极分布圆上的允许偏差为分布圆直径的 3/1000；夹紧缸与推拉杆的同轴度的偏差不应大于  $\phi 1\text{mm}$ ；电极在夹持头内夹紧后，电极轴线的下端应略向炉心倾斜。

第 9.3.6 条 现场组装炉壳应符合下列要求：

- 一、炉壳的直径允许偏差应符合设备技术文件的要求。
- 二、炉壳的焊接应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的规定。
- 三、当弧形架处于“零”位时，炉壳的纵向和横向中心线位置允许偏差均为  $\pm 2\text{mm}$ 。
- 四、炉壳与弧形架的接合面应接触紧密，其局部间隙不应大于 1mm。

第 9.3.7 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、试运转前，炉衬应预先干燥，干燥的时间不应少于 72h，并应装上三根电极。炉盖圈、水冷套、电极夹持头水压试验的压力应为工作压力的 1.5 倍。
- 二、倾炉的倾角，出渣侧应能达到  $12^\circ$ ，出钢侧应能达到  $42^\circ$ 。
- 三、各运动机构应分别进行动作调试，倾炉、炉盖提升、旋开的液压装置和电极升降等的运转应平稳、准确、可靠，且不得有颤动、冲击、卡死现象。

## 第十章 工程验收

第 10.0.1 条 铸造设备安装工程施工完毕，经空负荷试运转合格后，方可办理工程的验收。

第 10.0.2 条 工程验收时，应具备下列资料：

- 一、竣工图。
- 二、设计变更文件和修改通知单。
- 三、主要材料出厂合格证、检验记录或试验资料。
- 四、重要焊接部位的焊接试验及检验记录。
- 五、隐蔽工程施工及检验记录。
- 六、混凝土工程、设备基础和钢结构工程验收记录。
- 七、重要工序的检验记录。

八、设备试运转记录。

九、重大问题及其处理的文件。

十、其他有关资料。

# 标准规范四 锻压设备安装 工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of forging – press  
equipment installation engineering

GB 50272—98

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了提高锻压设备及其附属装置（配套设备）的安装工程的质量和促进安装技术的进步，制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于机械压力机、液压机、线材成形自动机、锻锤、锻机、剪切机和弯曲校正机及其附属装置（配套设备）的安装。

锻压设备安装工程的程序应从设备开箱起，经组装、调平、检验有关的几何精度，至空负荷试运转合格、工程验收为止。

第 1.0.3 条 本规范应与现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定配套执行。

第 1.0.4 条 锻压设备安装工程施工及验收除执行本规范规定外，尚应符合现行有关国家标准规范的规定。

## 第二章 一般规定

第 2.0.1 条 锻压设备的基础、垫铁和地脚螺栓应符合下列要求：

一、基础的几何尺寸及标高应按基础设计图进行验收，并应符合现行国家标准《钢筋混凝土工程施工及验收规范》的规定和锻压设备的安装施工要求。

二、对冲击和振动较大的锻压设备，与其底座或垫铁相接触的基础表面，应铲平或磨平，不得采用灰浆抹平。

三、垫铁的规格、数量和放置的位置，应符合设备技术文件的规定；当设备技术文件无规定时，应按现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定执行。

四、中小型锻压设备的垫铁可选用减振座代替。

第 2.0.2 条 锻压设备在进行几何尺寸精度检验前，应采用水平仪在本规范各章规定的位置上进行检验；其纵向和横向（左右、前后）的安装水平，不应大于 0.20/1000。

第 2.0.3 条 锻压设备组装前，应按下列要求进行清洗和检查：

一、对设备的外表面、组装结合面、滑动面、各种管道、油箱和压力容器进行清洗，出厂时已装配好的组合件，不应拆卸清洗；清洗方法及其清洁度的检查，应按现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》有关规定执行。

二、设备的外表应无碰撞、锈蚀和变形现象；需要装配的零、部件应检查其基本尺寸和配合公差。

三、压力容器、液压系统、润滑系统，经清洗洁净和组装后，应按有关规定进行严密性试验，并不得有渗漏现象。

第 2.0.4 条 锻压设备的组装应符合下列要求：

一、设备的清洁度应符合有关标准的规定。

二、装配的工艺规程应符合设备技术文件的规定。

三、重要固定接合面应紧密结合；紧固后应采用 0.05mm 塞尺检查，只许局部塞入，塞入的深度不应大于宽度的 20%，其塞入部分的累计移动长度不应大于可检长度的 10%；锻压设备的下列部位，宜为重要固定接合面：

1. 立柱台肩与工作台；
2. 立柱调节螺母、锁紧螺母与上横梁和工作台面；
3. 液压缸法兰台肩与上横梁或机身梁；
4. 活（柱）塞台肩与滑块；
5. 机身与导轨或滑块与镶条；
6. 组合式框架机身的横梁与支柱；
7. 工作台板与工作台或与横梁。

四、轴瓦与轴瓦座应紧密接触，其配合应符合设计的要求；轴瓦与轴颈的接触角度、长度、接触斑点、顶间隙、侧间隙和轴向间隙应符合设备技术文件的规定，出厂已组装好的可不进行此项检验，当设备技术文件无规定时，可按本规范附录一的计算方法确定。

五、应测量滑块（活动横梁）与导轨间（出厂时原有）的间隙值或现场组装的实际间隙值，并记录备查。

六、啮合齿轮安装后，其轴向错位允许偏差应符合表 2.0.4-1 的规定。

表 2.0.4-1 啮合齿轮轴向错位允许偏差 (mm)

小齿轮轮缘宽度	≤50	50~150	>150
中心错位允许偏差	2.5	4	6

七、飞轮现场组装后，其圆跳动允许偏差不应大于表 2.0.4-2 的规定。

表 2.0.4-2 飞轮的圆跳动允许偏差 (mm)

飞轮直径	圆跳动允许偏差	
	径 向	端 面
≤1000	0.10	0.20
1000~2000	0.15	0.30
>2000	0.20	0.40

八、现场组装的重要凸轮副，其辊轮和凸轮受力区段的实际接触线长度，不应小于总长度的 75%。

九、V 带的松紧程度应进行调整，每根 V 带的下压量和压力应符合有关技术文件的规定。

十、液压、润滑、冷却、空气系统的管路、管接头、法兰及其他固定与活动连接的密封处，均应连结可靠，密封良好；不得有介质向外渗漏和互相混合的现象。

第 2.0.5 条 组装胀紧联结套应符合下列要求：

一、检查有关联结件的基本尺寸和配合公差。

二、将联结件清洗洁净，在胀套表面和结合件的组合表面上，均匀地涂一层不含二硫化钼添加剂的薄润滑油。

三、将被联结件推至轴上，达到设计规定的位置；将拧松螺钉的胀套平滑地装入联结孔处，同时应防止结合件发生倾斜，用手将胀套螺钉拧紧。

四、胀套螺钉应用力矩扳手，按对角、交叉、均匀地拧紧；螺钉的拧紧力矩，应按现行国家标准《胀套联结套型式与基本尺寸》GB5867—86 的有关规定执行。

第 2.0.6 条 锻压设备的组装件用螺栓连接、且有预紧力要求时，其预紧力应符合设备技术文件的规定；当设备技术文件无规定时，其最大预紧力宜为 0.5~0.7 倍螺栓材料的屈服极限强度值。预紧方法可选用力矩扳手、液压螺栓拉伸器或加热法等；预紧后应将其锁紧，防止松动。

第 2.0.7 条 液压机的立柱或拉紧螺杆采用加热法预紧时，应符合下列要求：

一、立柱加热前的冷态预紧，应对称均匀地紧固，紧固后螺母与横梁的接合面应符合本规范第 2.0.4 条的规定。

二、立柱所需的伸长量、螺母的旋转角度和立柱的加热温度，均应符合设备技术文件的规定；当设备技术文件无规定时，对材料为 45 号钢的立柱，可按下列公式进行计算：

$$\lambda = k \frac{\sigma \cdot L}{E} \quad (2.0.7-1)$$

$$r = \frac{360 \cdot \lambda}{s} \quad (2.0.7-2)$$

$$t_1 = \frac{\lambda}{\alpha \cdot L} \quad (2.0.7-3)$$

$$t = t_1 + t_2 \quad (2.0.7-4)$$

式中  $\lambda$ ——立柱或拉紧螺杆所需的伸长量 (m)；

$\sigma$ ——许用应力，宜为 100~120MPa；

$L$ ——立柱或拉紧螺杆被拉紧部分长度，即上横梁之夹紧高度 (m)；

$E$ ——立柱或拉紧螺杆的弹性模数 ( $\text{N/m}^2$ )；

$k$ ——修正系数，宜为 1.3~1.5，中小型液压机取大值，大型液压机取小值；

$r$ ——螺母旋转角 ( $^\circ$ )；

$s$ ——立柱或拉紧螺杆螺纹螺距 (m)；

$t_1$ ——立柱 (或拉紧螺杆) 加热温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

$\alpha$ ——立柱材料的线膨胀系数 ( $1/^\circ\text{C}$ )；

$t$ ——测量温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

$t_2$ ——环境温度 ( $^\circ\text{C}$ )。

三、立柱加热预紧宜两个立柱对称并同时加热，加热预紧后应立即将开合螺母锁紧，防止松动。

第 2.0.8 条 锻压设备在施工中和施工完毕后。应按本规范有关章节的规定，检验与安装有关的几何精度；其检验的机具应符合《锻压机械精度检验通则》GB10923—89 的有关规定。

第 2.0.9 条 锻压设备安装施工完毕后，应按现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》第七章和本规范各章试运转的规定进行试运转，合格后方可办理工程验收。

### 第三章 液压系统

第 3.0.1 条 本章适用于与锻压设备配套的管路、泵站、操纵控制及其附属设备。

第 3.0.2 条 高压系统管路的管子、管路附件和密封材料的材质，应符合设计和设备技术文件的规定，并应具有产品合格证明书。

第 3.0.3 条 液压管路敷设前应先进行预装。

第 3.0.4 条 钢管弯制应符合下列要求：

一、钢管的最小弯曲半径（图 3.0.4）应符合表 3.0.4-1 的规定。

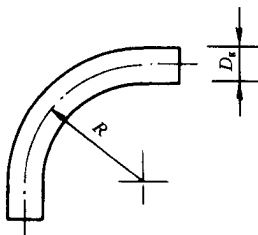


图 3.0.4 管子的弯曲半径  
弯管的最小弯曲半径

表 3.0.4-1

弯管的最小弯曲半径

管子类别	弯管制作方式		最小弯曲半径
中低压钢管	热 弯		$3.5D_w$
	冷 弯		$4.0D_w$
	压 制		$1.0D_w$
	热推弯		$1.5D_w$
	焊制	$D_g \leq 250\text{mm}$	$1.0D_w$
$D_g > 250\text{mm}$		$0.75D_w$	
高压钢管	冷、热弯		$5.0D_w$
	压 制		$1.5D_w$
有色金属管	冷、热弯		$3.5D_w$

注： $D_g$ —公称直径； $D_w$ —外径。

二、弯管不得有皱纹、裂纹、分层等缺陷，其弯管壁厚不应小于设计壁厚。其减薄率：高压管不应大于 10%；中低压管不应大于 15%。弯曲处管子的圆度允许偏差，应符合表 3.0.4-2 的规定。

表 3.0.4-2

弯曲处管子的圆度允许偏差

弯管类别	高压管	中、低压管	铜、铝管	铜合金、铝合金管	铅 管
圆度允许偏差 (外径的%)	5	8	9	8	10

第 3.0.5 条 管道焊接应符合现行国家标准《工业管道工程施工及验收规范》的有关规定。

第 3.0.6 条 管路的酸洗及清洗，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》第六章的规定。

第 3.0.7 条 管路敷设应符合下列要求：

一、弯头和接头数量宜减少；法兰接头应设置在便于拆卸的地方；管路布置应整齐美观，其标高和坡度应符合设计要求。

二、管子支架可按《管路附件》JB/ZQ4515~4518—86选用，支架应在管子找正后再固定在预埋件上或进行基础灌浆，并不得使管路产生内应力。管夹可按《管路附件》JB/ZQ4492~4514—86选用，管夹间的距离应符合表3.0.7的规定。管夹与管子配合应良好，并不得与管子焊接，不得损伤管子。焊接或铸造的管夹与管子之间应垫胶皮垫或木垫。

表 3.0.7 管夹间的距离 (mm)

管子外径	≤10	10~25	25~50	>50
管夹间距离	≤1000	≤1500	≤2000	2000~4000

三、管路的法兰和各种管接头的连接方法、密封方法和密封材料，均应符合设计的要求；不得自行改变和互相代替使用。

第 3.0.8 条 软管敷设应符合下列要求：

- 一、软管仅可用于设备的可动元件之间便于替换的更换处和抑制机械振动或噪声的传递处。
- 二、敷设软管，应防止敷设中产生严重弯曲或变形，其长度应尽量短。
- 三、软管易被磨损处应加保护措施；当软管损坏会引起危险处应加屏蔽。
- 四、软管应按现行国家标准《软管敷设规范》GB/ZQ 4398—86 的要求进行敷设。

第 3.0.9 条 液压系统管路和通道、铸造型芯孔、钻孔等，在组装前应清洗洁净，组装后还应进行吹洗、冲洗和循环冲洗，并应达到规定的清洁程度。

第 3.0.10 条 液压系统管路敷设后应进行液压试验，并应符合下列要求：

- 一、将洁净的工作液（油）充入管路。
- 二、所用压力表的精度不应低于 1.5 级，其量程应为试验压力的 1.5~2 倍，且应使用两只及以上经校验合格的压力表。

三、当额定压力小于 19.6MPa 时，试验压力应为额定压力的 1.5 倍；当额定压力大于或等于 19.6MPa 时，试验压力应为额定压力的 1.25 倍。试验时应逐步升压，达到规定的试验压力并保持压力 1min 后，再将压力降到额定压力，并保持压力 10min。管路不得有渗漏现象。

第 3.0.11 条 高压泵等辅助设备的安装，应符合现行有关国家标准的规定。

第 3.0.12 条 高低压蓄能器、缓冲器和充液罐等安装时，应符合下列要求：

- 一、应去除容器内的铁屑、泥砂等污物，彻底清洗洁净。
- 二、安装水平偏差不应大于 1/1000；铅垂度偏差不应大于 1/1000。
- 三、当压力容器存放时间超过保修期或有异常的缺陷时，安装前应进行压力试验。试验时，当额定压力小于 19.6MPa 时，试验压力应为额定压力的 1.5 倍，当额定压力大于或等于 19.6kPa 时，试验压力应为额定压力的 1.25 倍；保持压力不得少于 10min，并不得有渗漏和永久变形等现象。

四、非压力容器安装前应进行渗漏试验，不得有渗漏现象。

第 3.0.13 条 液压元件的安装应符合下列要求：

一、液压泵、液压马达和液压缸的进油管路和滤油器，不得吸入空气，并不应有聚集空气的死角。

二、各种阀件均应彻底清洗洁净，并应经单独试验符合规定后，方许进行安装。其中，安全阀（包括做安全阀用的溢流阀）的开启压力，不应大于额定压力的 1.1 倍；工作应灵敏、可靠；经调试合格后，应加以铅封。保压阀（以单向阀和液压系统密封性保压）的保压性能试验，应符合表 3.0.13 的规定。

表 3.0.13 保压阀的保压性能试验

额定压力 (MPa)	公称力 (kN)	保压 10min 时的压力降 (MPa)
≤ 19.6	≤ 1000	≤ 3.43
	1000 ~ 2500	≤ 2.45
	> 2500	≤ 1.96
> 19.6	≤ 1000	≤ 3.92
	1000 ~ 2500	≤ 2.94
	> 2500	≤ 2.45

第 3.0.14 条 管路的涂色应符合设计的规定。

## 第四章 机械压力机

### 第一节 一般要求

第 4.1.1 条 本章适用于开式压力机、闭式压力机、螺旋压力机和精压机的安装。

第 4.1.2 条 机械压力机安装水平的检验。当工作台(面)长度小于 1.5m 时,水平仪应放在工作台中央位置测量;当大于 1.5m 时,应在工作台两端测量;其纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

第 4.1.3 条 拉伸垫(气垫)托板的前后、左右方向的安装水平偏差,不应大于 0.20/1000;托板与底座导轨间的间隙应均匀;托板上平面与底座上平面(工作台面)的平行度和距离,以及多个拉伸垫(气垫)的同步性,均应符合设备技术文件的规定。

第 4.1.4 条 在检验矩形或方形工作台平面时,当边长  $L$  小于或等于 1000mm 时,在距边缘的  $0.1L$  的范围内为不检测区;当边长大于 1000mm 时,在距边缘 100mm 的范围内为不检测区。

### 第二节 开式压力机

第 4.2.1 条 本节适用于单柱固定台、开式固定台和开式可倾台压力机的安装

第 4.2.2 条 检验压力机的几何精度时,应符合下列要求:

一、检验几何精度前,应按本章第 4.1.2 条规定调整机床的安装水平,并使其平衡机构处于工作状态。

二、当检验滑块下平面对工作台板上平面的平行度时,应将滑块调至最上位置,并处于最大行程下死点;指示器应放在工作台板上(无工作台板则放在工作台上,下同),并将测头触及滑块下平面上(图 4.2.2-1),且按“口”字形移动指示器进行测量;平行度偏差应以指示器在各边读数的差值计,并不应大于表 4.2.2-1 的规定,且前、后方向(图中  $b$ )滑块下平面与工作台板面在  $A$  点的距离不得大于  $B$  点的距离。

注:被检平面的四周不检区的边缘尺寸,当被检长度小于或等于 500mm 时,应为 15mm;当被检长度大于 500mm 时,应为 30mm。

表 4.2.2-1 滑块下平面对工作台板上平面的平行度允许偏差

公称力 (kN)	≤ 630	630 ~ 2500
左、右方向, $a$	0.015/100	0.020/100



续表

公称力 (kN)	$\leq 630$	630 ~ 2500
前、后方向, <i>b</i>	0.020/100	0.030/100

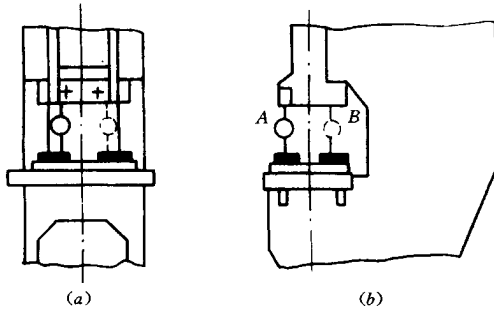


图 4.2.2-1 检验滑块下平面对工作台上平面的平行度  
(a) 左、右方向; (b) 前、后方向

三、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度 (图 4.2.2-2) 时, 应将直角尺放在工作台上, 指示器应固定在滑块下平面上, 并将测头触及角尺的检验面, 且按移动滑块在最大行程内, 并通过工作台中央的纵、横两个互相垂直的方向进行测量。当滑块行程大于 100mm 时, 应在下死点前 100mm 的行程上进行检验; 垂直度偏差应以指示器在测量长度上读数的最大差值计, 并不应大于表 4.2.2-2 的规定, 且在前后方向指示器的行程上部位置读数不应小于行程下部位置的读数。

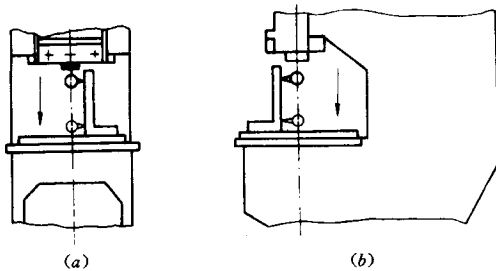


图 4.2.2-2 检验滑块行程对工作台上平面的垂直度  
(a) 左、右方向; (b) 前、后方向

表 4.2.2-2 滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度允许偏差

公称力 (kN)	$\leq 630$	630 ~ 2500
左、右方向, <i>a</i> 前、后方向, <i>b</i>	0.03/100	0.04/100

### 第三节 闭式压力机

第 4.3.1 条 本条适用于闭式单、双点压力机, 闭式单、双点切边压力机, 闭式单、双点双动拉伸压力机, 闭式多工位压力机, 闭式冷挤压压力机和底传动双动拉伸压力机的安装。

第 4.3.2 条 检验闭式单、双点压力机的几何精度应符合下列要求:

一、检验几何精度前，应按本章第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平，并使其平衡机构处于工作状态。

二、当检验滑块下平面与工作台板上平面的平行度（图 4.3.2-1）时，应在工作台上放一长度不大于 500mm 平尺，其上放指示器，并将测头触及滑块下平面上；当滑块在最大或最小装模高度、滑块位于行程下死点时，闭式单点压力机应按“口”字形，闭式双点压力机应按“∏”字形，移动指示器进行测量；平行度偏差应以指示器在图示各边两端点的读数差值或三点读数的最大差值计，并不应大于  $0.02 + 0.10L_1/100\text{mm}$ （ $L_1$  为实际测量长度）。闭式双点压力机，还应在行程的中间位置上，按同样方法进行测量，其平行度允许偏差值可比规定值增加一倍。

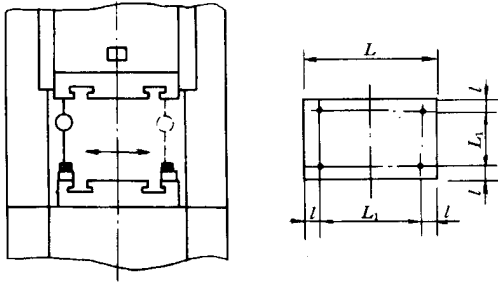


图 4.3.2-1 检验滑块下平面与工作台板上平面的平行度

三、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度（图 4.3.2-2）时，应在工作台上放一平尺，其上放一直角尺，并将指示器固定在滑块下平面上，使测头触及角尺的检验面上；当滑块在最大或最小装模高度时，滑块应向下运行，并应通过工作台板中央的纵、横两个相互垂直方向进行测量。但当装模高度调节量大于 500mm 时，还应在调节量的中间位置进行测量；垂直度偏差应以指示器在测量长度内读数的最大差值计，并不应大于  $0.05 + 0.02s/100\text{mm}$ （ $s$  为滑块行程的测量长度）。

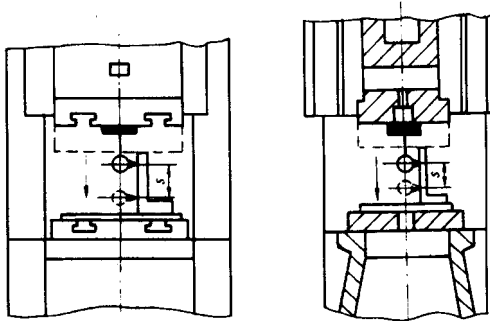


图 4.3.2-2 检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度

第 4.3.3 条 检验闭式单、双点切边压力机的几何精度应符合下列要求：

一、检验几何精度前，应按第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平，并使其平衡机构处于工作状态。

二、当检验滑块下平面与工作台板上平面的平行度（图 4.3.3-1）时，应在工作台上放一长度不大于 500mm 平尺，其上放指示器，并将测头触及滑块下平面；当滑块在任意一个装模高度时，应按“口”字形移动指示器进行测量；平行度偏差应以指示器在图示各边两端点读数的差值计，并不应大于  $0.06 + 0.14L_1/1000\text{mm}$ （ $L_1$  为实际测量长度）。对双点结构的切边压力机还应在向下行程的中间位置上，按同样方法进行测量。其平行度允许偏差值可比规定值增加 50%。

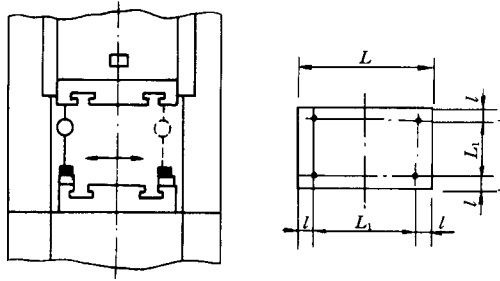


图 4.3.3-1 检验滑块下平面与工作台板上平面的平行度

三、当检验滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度(图 4.3.3-2)时,应在工作台板上放一平尺,其上放一直角尺,并将指示器固定在滑块下平面上,使测头触及角尺的检验面;当在任意一个装模高度时,滑块应向下运行,并应通过工作台板中央的纵、横两个互相垂直方向进行测量;垂直度偏差应以指示器在测量长度内读数的最大差值计,并不应大于  $0.03 + 0.04s/100\text{mm}$  ( $s$  为滑块行程的测量长度)。

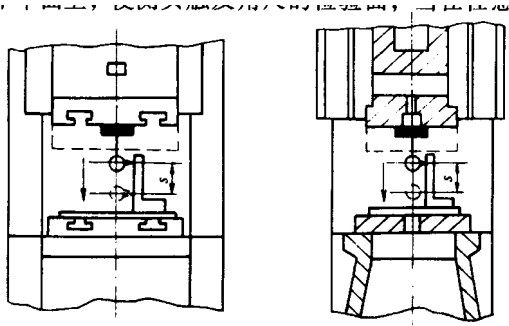


图 4.3.3-2 检验滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度

第 4.3.4 条 检验闭式双动拉伸压力机几何精度应符合下列要求:

一、检验几何精度前,应按本章第 4.1.2 条规定调整机床的安装水平,并使其平衡机构处于工作状态。

二、当检验外滑块下平面与工作台板上平面的平行度(图 4.3.4-1)时,应在工作台上放一长度不大于 500mm 平尺,其上放指示器,并将测头触及外滑块下平面;当滑块在最大或最小装模高度,滑块位于行程下死点时,应按“口”字形移动指示器进行测量;平行度偏差应以指示器在每边上读数的最大差值计,并不应大于  $0.02 + 0.10L_1/1000\text{mm}$  ( $L_1$  为实际测量长度)。但对双点、四点结构的闭式双动拉伸压力机,还应在向下行程的中间位置上,按同样方法进行测量,其平行度允许偏差值可比规定值增加一倍。

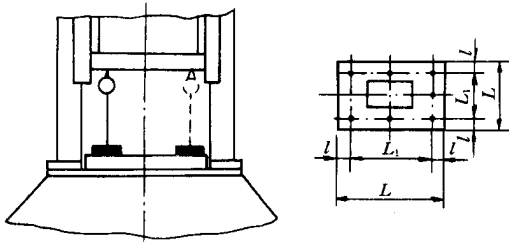


图 4.3.4-1 检验外滑块下平面与工作台板上平面的平行度

三、当检验内滑块下平面与工作台板上平面的平行度（图 4.3.4-2）时，应在工作台板上放一长度不大于 500mm 的平尺，其上放指示器，并将测头触及内滑块下平面；当内滑块在最大或最小装模高度时，滑块位于行程下死点时，应按“口”字形移动指示器进行测量；平行度偏差应以指示器在每边三点读数的最大差值计，并不应大于  $0.02 + 0.01L_2/1000\text{mm}$ （ $L_2$  为内滑块下平面实际测量长度）。但对双点、四点结构的闭式双动拉伸压力机，还应在向下行程的中间位置上按同样方法进行测量，其平行度允许偏差值可比规定值增加一倍；当装模高度调节量大于 400mm 时，应在最大、中间、最小三个装模高度上进行测量。

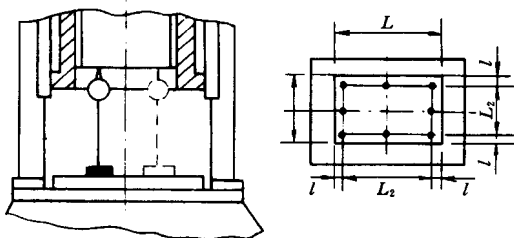


图 4.3.4-2 检验内滑块下平面与工作台板上平面的平行度

四、当检验外滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度（图 4.3.4-3）时，应在工作台板上放一平尺，其上放一直角尺，指示器应固定在外滑块下平面上，并将测头触及角尺检验面；当外滑块在最大或最小装模高度，滑块向下运行时，应通过工作台板中央的纵、横两个互相垂直的方向进行测量；垂直度偏差应以指示器在最大可测长度上的两端点读数的差值计，并不应大于  $0.08 + 0.03L_3/100\text{mm}$ （ $L_3$  为外滑块的测量长度）。

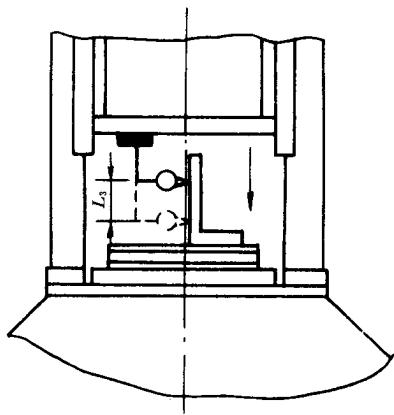


图 4.3.4-3 检验外滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度

五、当检验内滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度（图 4.3.4-4）时，应在工作台板上放一平尺，其上放一直角尺，指示器应固定在内滑块下平面上，并将测头触及角尺的检验面；当内滑块在最大或最小装模高度，滑块向下运行时，并应通过工作台板中央的纵、横两个互相垂直的方向进行测量；垂直度偏差应以指示器在最大可测量长度上读数的差值计，并不应大于  $0.08 + 0.03L_4/100\text{mm}$ （ $L_4$  为内滑块的测量长度）。

第 4.3.5 条 检验闭式多工位压力机的几何精度应符合下列要求：

一、检验几何精度前，应按本章第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平，并使其平衡机构处于工作状态。

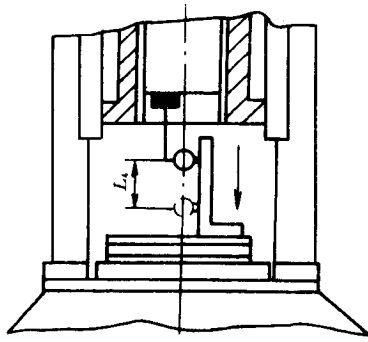


图 4.3.4-4 检验内滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度

二、当检验主滑块下平面与工作台板上平面的平行度（图 4.3.5-1）时，应在工作台板上放一长度不大于 300mm 的平尺，其上放指示器，并将测头触及主滑块下平面；当主滑块在最大或最小装模高度，及滑块位于行程下死点时应按“□□”字形移动指示器测量；平行度偏差应以指示器在图示各边的两端点和中点三点读数的最大差值计，并不应大于  $0.02 + 0.10L_1/1000\text{mm}$ （ $L_1$  为滑块下平面实际测量长度）；但在向下行程的中间位置上，应按同样方法进行测量，其平行度允许偏差值可比规定值增加一倍。

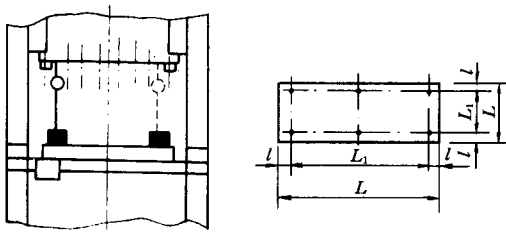


图 4.3.5-1 检验主滑块下平面与工作台板上平面的平行度

三、当检验小滑块下平面与工作台板上平面的平行度（图 4.3.5-2）时，应在工作台板上放一长度不大于 300mm 的平尺，其上放指示器，并将测头触及小滑块下平面；当小滑块在最大或最小装模高度时，应按“□”字形移动指示器，对小滑块逐个进行测量；平行度偏差应以指示器在各边两端点读数的差值计，并不应大于  $0.03 + 0.01L_2/100\text{mm}$ （ $L_2$  为小滑块下平面实际长度）。

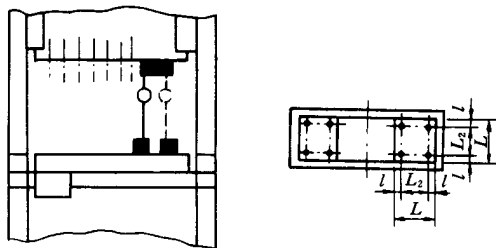


图 4.3.5-2 检验小滑块下平面与工作台板上平面的平行度

四、当检验主滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度（图 4.3.5-3）时，应在工作台板上放一平尺，其上放一直角尺，指示器应固定在主滑块下平面上，并将侧头触及角尺的检验面；当主滑块在最大或最小装模高度时，主滑块应向下运行，并应通过工作台板中央的纵横两个互相垂直的方向上进行测量；垂直度偏差应以最大测量长度上指示器读数的最大差值计，并不应大于  $0.04 + 0.02L_3/100\text{mm}$

( $L_3$  为主滑块行程的实际测量长度)。

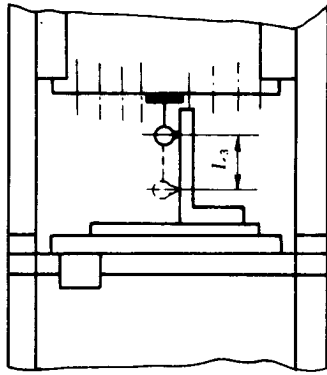


图 4.3.5-3 检验主滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度

五、检验送料装置的精度，应符合下列要求：

1. 检验两送料夹板内侧在夹紧状态和张开状态的平行度时，应用内径千分尺测量内侧间的距离；平行度偏差应以内径千分尺读数的最大差值计，其夹紧状态不应大于  $0.02L_6/1000\text{mm}$ ；张开状态不应大于  $0.90L_6/1000\text{mm}$  ( $L_6$  为夹板纵向最大的实际测量长度)。
2. 当检验夹板纵向送进位置精度时，应用指示器测量夹板上某一点，并在每次纵向送进时测量位置精度；其偏差应以测量 10 次读数中的最大差值计，并不应大于  $0.50\text{mm}$ 。
3. 当检验滚筒装置送料的精度时，应将滚筒进行调整，并用  $1/50\text{mm}$  游标卡尺测量滚筒每次送料长度的精度，其偏差不应大于  $\pm 0.30\text{mm}$ 。

第 4.3.6 条 检验闭式冷挤压压力机的几何精度，应符合下列要求：

一、检验几何精度前，应按本章第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平，并使平衡机构处于工作状态。

二、当检验滑块下平面与工作台板上平面的平行度 (图 4.3.6-1) 时，应在工作台板上放一平尺，其上放指示器，并将侧头触及滑块下平面；当滑块在任意装模高度时，应移动指示器按“口”字形测量；平行度偏差应以指示器在各边上的两端点的读数差值计，并当滑块处于行程的下死点时，不应大于  $0.02 + 0.08L_1/1000\text{mm}$ ，在行程中点时，不应大于  $0.04 + 0.16L_1/1000\text{mm}$  ( $L_1$  为滑块下平面实际测量长度)。

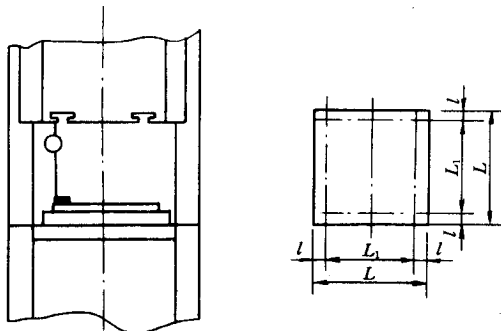


图 4.3.6-1 检验滑块下平面与工作台板上平面的平行度

三、当检验滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度 (图 4.3.6-2) 时，应在工作台板上放一平尺，其上放一直角尺，指示器应固定在滑块下平面上测头触及角尺检验面；当沿块在任意装模高度时，应在行

程下半段内上、下运行，并应通过工作台板中央的纵、横相互垂直两个方向进行测量；垂直度偏差应以指示器在行程内读数的最大差值计，并不应大于  $0.025 + 0.01s/100\text{mm}$ （ $s$  为滑块行程长度）。

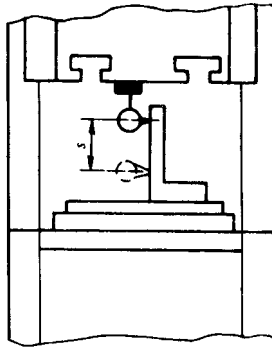


图 4.3.6-2 检验滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度

第 4.3.7 条 检验底传动双动拉伸压力机的几何精度，应符合下列要求：

一、检验几何精度前，应按本章第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平，并使其平衡机构处于工作状态。

二、当检验拉伸滑块运动轨迹对工作台板上平面的垂直度（图 4.3.7-1）时，应将工作台置于凸轮受压圆弧上，并在工作台板上放一平尺，其上放一直角尺，指示器应固定在主螺杆的下平面上，并将测头触及角尺的检验面；滑块向下运行，应通过工作台中央的纵、横相互垂直的两个方向进行测量；垂直度偏差应以指示器的最大差值计，并应符合表 4.3.7-1 的规定。

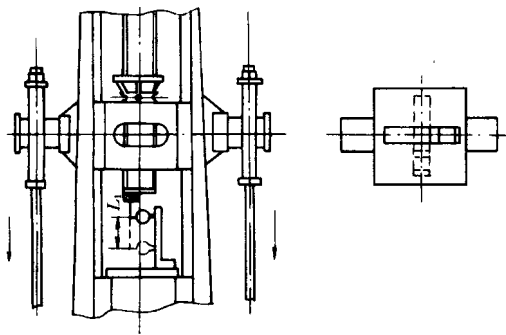


图 4.3.7-1 检验拉伸滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度

表 4.3.7-1 拉伸滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度允许偏差

公称力 (kN)	$\leq 500$	500 ~ 2500	$> 2500$
垂直度 允许偏差 (mm)	$0.09 + \frac{0.03}{100} L_1$	$0.10 + \frac{0.03}{100} L_1$	$0.11 + \frac{0.03}{100} L_1$

注： $L_1$  为拉伸滑块行程的实际检验长度（mm）。

三、当检验压边滑块下平面与工作台上平面的平行度(图4.3.7-2)时,应将工作台置于凸轮受压圆弧上,且压边滑块能上、下灵活移动;应在工作台上放一平尺,其上放一指示器,并将测头触及压边滑块的下平面;当压迫滑块在任意一个位置时,应通过工作台中央的纵、横相互垂直两个方向上进行测量;平行度偏差应以指示器最大差值计,并应符合表4.3.7-2的规定。

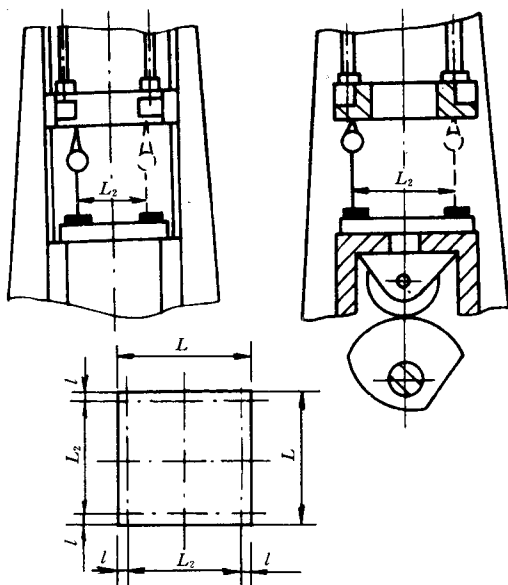


图 4.3.7-2 检验压边滑块下平面与工作台上平面的平行度

表 4.3.7-2

压边滑块下平面对工作台上平面的平行度允许偏差

公称力 (kN)	$\leq 500$	500 ~ 2500	> 2500
平行度 允许偏差 (mm)	$0.04 + \frac{0.09}{1000}L_2$	$0.06 + \frac{0.12}{1000}L_2$	$0.08 + \frac{0.15}{1000}L_2$

注： $L_2$  为压边滑块下平面的最大实际测量长度 (mm)。

#### 第四节 螺旋压力机

第 4.4.1 条 本节适用于双盘摩擦压力机(模锻型)和双盘摩擦压砖机的安装。

第 4.4.2 条 检验双盘摩擦压力机的几何精度,应符合下列要求:

一、检验几何精度前,应按本章第 4.1.2 条的规定,调整机床的安装水平。

二、当检验滑块下平面与工作台上平面的平行度(图 4.4.2-1)时,应将指示器放在工作台上,并将侧头触及滑块下平面的 A、B、C、D 四点,并应在滑块位于行程最下位置时进行测量;平行度偏差应以指示器在 A、B、C、D 四点的最大读数差值计,并应符合表 4.4.2-1 的规定。



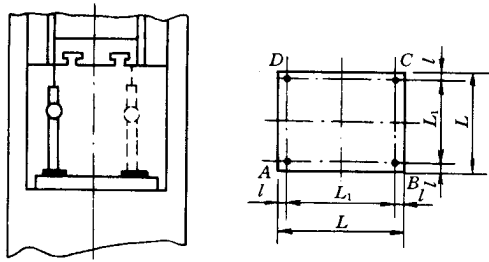


图 4.4.2-1 检验滑块下平面与工作台上平面的平行度

$L$ —滑块长度； $L_1$ —滑块实际测量长度；

$l$ —不检验区长度，当  $L \leq 1000\text{mm}$ ， $l = L/20$ ；

当  $L > 1000\text{mm}$ ， $l = 50\text{mm}$

表 4.4.2-1

滑块下平面与工作台上平面的平行度允许偏差

公称力 (kN)	测量长度 (mm)					
	> 160 且 ≤ 250	250 ~ 400	400 ~ 630	630 ~ 1000	1000 ~ 1600	1600 ~ 2500
	平行度允许偏差 (mm)					
≤ 2500	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20
2500 ~ 10000	0.10	0.12	0.14	0.17	0.25	0.30
> 10000	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50

三、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度（图 4.4.2-2）时，应在工作台上放平尺，其上放一直角尺；指示器应固定在滑块上，并将测头触及角尺检验面；移动滑块在全行程上、下运动，应通过工作台中央纵、横两个相互垂直的方向（ $A-A'$ 和 $B-B'$ ）上进行测量；垂直度偏差应以指示器的最大读数差值计，并应符合表 4.4.2-2 的规定。

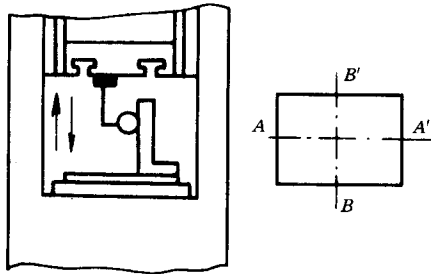


图 4.4.2-2 检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度

表 4.4.2.2

滑块运动轨迹对工作台面的垂直度允许偏差

公称力 (kN)	滑块行程长度 (mm)				
	> 100 且 ≤ 160	160 ~ 250	250 ~ 400	400 ~ 630	630 ~ 1000
	垂直度允许偏差 (mm)				
≤ 2500	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12
2500 ~ 10000	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20

续表

公称力 (kN)	滑块行程长度 (mm)				
	> 100 且 ≤ 160	160 ~ 250	250 ~ 400	400 ~ 630	630 ~ 1000
> 10000	垂直度允许偏差 (mm)				
	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30

第 4.4.3 条 检验双盘摩擦压砖机的几何精度时,应符合下列要求:

一、检验几何精度前,应按本规范第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平。

二、当检验滑块下平面与工作台上平面的平行度(图 4.4.3-1)时,应将指示器放在工作台上,并将测头分别触及滑块下平面 A、B、C、D 四点上,且应在滑块位于行程最下位置进行测量;平行度偏差应以指示器在 A、B、C、D 四点的读数最大差值计,并应符合表 4.4.3-1 的规定。

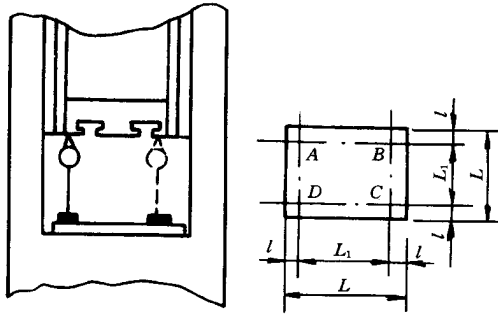


图 4.4.3-1 检验滑块下平面与工作台上平面的平行度

$L$ —滑块长度;  $L_1$ —滑块实际测量长度;

$l$ —不检验区长度,当  $L \leq 1000\text{mm}$  时,  $l = L/20$ ;

当  $L > 1000\text{mm}$ ,  $l = 50\text{mm}$

表 4.4.3-1

滑块下平面工作台面的平行度允许偏差

公称力 (kN)	测量长度 (mm)				
	≤ 400	400 ~ 630	630 ~ 1000	1000 ~ 1600	> 1600
	平行度允许偏差 (mm)				
≤ 4000	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40
> 4000	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60

三、当检验滑块运动轨迹对工作台面的垂直度(图 4.4.3-2)时,应在工作台上放一平尺,其上放一直角尺,指示器应固定在滑块上,并将测头触及角尺检验面;滑块在全行程上、下运动,应分别在工作台中央的纵、横两个互相垂直的方向(A-A'、B-B')上进行测量;垂直度偏差应以指示器的最大读数差值计,并应符合表 4.4.3-2 的规定。

表 4.4.3-2

滑块运动轨迹对工作台面的垂直度允许偏差

公称力 (kN)	测量长度 (mm)		
	≤ 400	400 ~ 630	> 630
	垂直度允许偏差 (mm)		
≤ 400	0.15	0.20	0.25
> 400	0.25	0.30	0.40

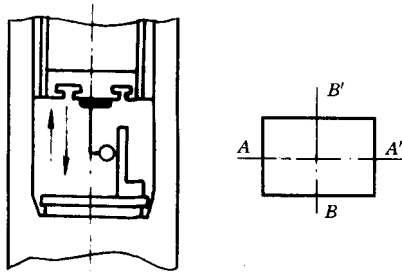


图 4.4.3-2 检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度

## 第五节 精压机

第 4.5.1 条 本节适用于精压机的安装。

第 4.5.2 条 检验精压机的几何精度时，应符合下列要求：

一、检验几何精度前，应按本规范第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平，并使平衡机构处于工作状态。

二、当检验滑块下平面与工作台上平面的平行度（图 4.5.2-1）时，应在工作台板上放一长度不大于 150mm 的垫块，其上放指示器，并将测头触及滑块下平面；当滑块在最大或最小装模高度时滑块位于行程下死点，应按“口”字形移动指示器进行测量；平行度偏差应以指示器在各边两端点读数差值计，并不应大于  $0.02 + 0.08L_1/1000\text{mm}$ （ $L_1$  为滑块下平面的实际测量长度）。

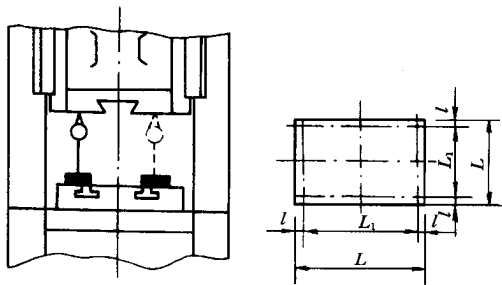


图 4.5.2-1 检验滑块下平面与工作台上平面的平行度

三、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度（图 4.5.2-2）时，应在工作台板上放一平尺，其上放一直角尺，指示器应固定在滑块下平面上，并将测头触及角尺检验面；当滑块在最大或最小装模高度时，滑块向下移动，应通过工作台板中央的纵、横两个互相垂直的方向进行测量；垂直度偏差应以指示器在测量长度上最大读数差值计，并不应大于  $0.015 + 0.015L_2/100\text{mm}$ （ $L_2$  为滑块行程的实际测量长度）。

第 4.5.3 条 检验曲柄肘杆式精压机（设有移动工作台和移动工具板）的几何精度时，应符合下列要求：

一、检验几何精度前，应按本规范第 4.1.2 条的规定调整机床的安装水平，并将沿块与机身导轨的总间隙调整为  $0.3 \sim 0.4\text{mm}$ ，平衡机构处于工作状态。

二、当检验冲垫下平面与工作台上平面的平行度（图 4.5.3-1）时，应将沿块位于行程下极限位置，并在工作台面的专用检具上放平尺，其上放指示器，将测头触及滑块冲垫下平面上，应分别在 A

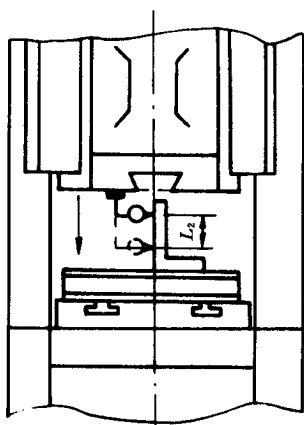
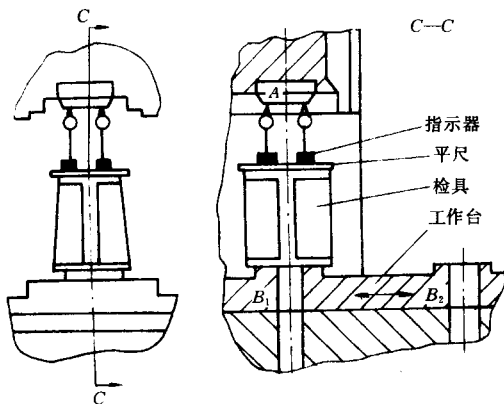


图 4.5.2-2 检验滑块运动轨迹

对工作台上平面的垂直度

与  $B_1$  和  $A$  与  $B_2$  位置上，移动指示器且按“口”字形进行测量；平行度偏差应以指示器在各边的读数最大差值计，并在 1000mm 测量长度上不应大于 0.12mm。

图 4.5.3-1 检验冲垫下平面与  
工作台上平面的平行度

三、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度（图 4.5.3-2）时，应在工作台专用检具上放一平尺，其上放一直角尺，指示器应固定在冲垫下平面上，并将测头触及角尺检验面，滑块由行程上死点运行到下死点，应分别在  $A$  与  $B_1$  和  $A$  与  $B_2$  位置，通过工作台中央的纵、横两个互相垂直的方向上进行测量；垂直度偏差应以指示器在测量长度上最大读数差值计，在 1000mm 测量长度上，不应大于 0.5mm。

四、当检验工具板孔  $A_1$ 、 $A_2$  分别与工作台孔（或凸圆） $B_1$ 、 $B_2$  的同轴度（图 4.5.3-3）时，应使滑块位于行程下极限位置，在工作台上平面放一专用检具，其上平面固定指示器；应旋转检具一周，分别在  $A_1$  与  $B_1$ 、 $A_1$  与  $B_2$ 、 $A_2$  与  $B_1$  和  $A_2$  与  $B_2$  四个位置上进行测量；同轴度偏差应以指示器最大读数差计，并应符合表 4.5.3-3 的规定。

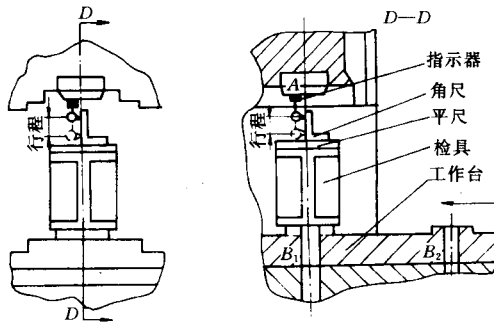


图 4.5.3-2 检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度

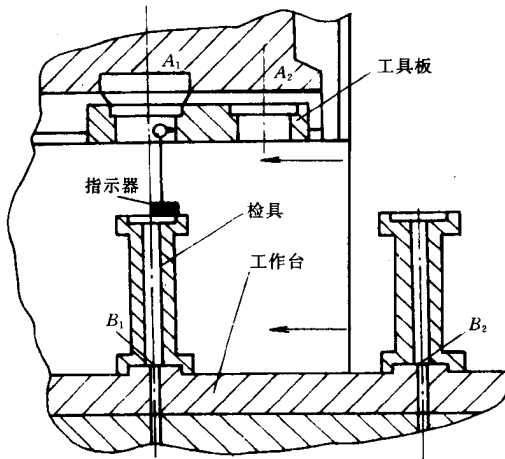


图 4.5.3-3 检验工具板孔与工作台的同轴度

表 4.5.3-3 工具板孔  $A_1$ 、 $A_2$  与工作台的孔  $B_1$ 、 $B_2$  的同轴度允许偏差

公称力 (kN)	$\leq 20000$	$> 20000$
同轴度允许偏差 (mm)	$\phi 0.3$	$\phi 0.4$

## 第六节 试运转

第 4.6.1 条 机械压力机的试运转除应按本节的规定外，还应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

第 4.6.2 条 空负荷试运转时间不应小于 2h。其中连续运转时间不应小于 1h，单次运转时间不应小于 0.5h。对于有单次行程工作要求的压力机，空运转时，其离合器、制动器每分钟接合次数不应小于表 4.6.2 的规定。

表 4.6.2 离合器、制动器单次行程接合次数

滑块行程次数 (次/min)	≤20	40	60
离合器、制动器接合次数 (次/min) 与滑块行程次数 (次/min) 之比 (%)	70	60	50

注:当滑块行程次数每分钟工作行程次数大于 60 次时,均以每分钟 30 次试验;表内相邻两档间的接合次数,可用插入法决定。

第 4.6.3 条 螺旋压力机连续打击试验不应小于 2h;试验时滑块行程长度不得小于全行程的 3/4,每分钟行程次数不应小于理论行程次数;打击试验时,可在工作台上垫柔性材料,其厚度不得超过滑块行程的 1.5%。

第 4.6.4 条 当空负荷试运转时,应对所有运动机构的动作进行检查,并应符合下列要求:

一、安全装置和联锁保护应正确、可靠,所有指示、计数、数字显示装置应可靠、灵敏、正确和稳定。

二、对各种动作进行试验,应包括调整装模高度、起动、寸动、单次、连续、手动和自动连续试验。

三、当在单次和自动连续运转停止运行时,滑块应可靠地停止在上死点位置,其曲轴转角的允许偏差为  $\pm 5^\circ$ 。对螺旋压力机,当滑块向下运行时,制动行程不应大于全行程的 1/2;当滑块上升时,在任一位置均可制动,且不得与横梁发生刚性撞击。

四、有温升和最高温度要求的部位应符合下列规定:

1. 滑动轴承的温升不应超过  $35^\circ\text{C}$ ,最高温度不应超过  $70^\circ\text{C}$ ;
2. 滚动轴承的温升不应超过  $40^\circ\text{C}$ ,最高温度不应超过  $70^\circ\text{C}$ ;
3. 滑块镶条与导轨的温升不应超过  $15^\circ\text{C}$ ,最高温度不应超过  $50^\circ\text{C}$ ;
4. 摩擦离合器与制动器(包括带式制动器)的温升不应超过  $60^\circ\text{C}$ ,并不宜低于  $15^\circ\text{C}$ 。

五、液压、润滑、冷却和气动系统的管路、管接头、法兰及其他固定与活动连接的密封处,均不得有介质向外渗漏和互相混合的现象。

六、当调节装模高度(或封闭高度)时,可在工作台上放置垫木,防止滑块超过限制位置和发生卡死现象。

七、操作机构应灵敏、准确、可靠。

八、对带有活动工作台的压力机,活动工作台应运行平稳,定位准确、可靠。

## 第五章 液 压 机

### 第一节 一 般 要 求

第 5.1.1 条 本章适用于锻造液压机、模锻液压机、单臂冲压液压机、立式金属挤压液压机、轻合金单、双动挤压液压机、电极挤压液压机、塑料制品液压机、粉末制品液压机、磨料制品液压机、四柱液压机、双动厚板冲压液压机、单柱液压机、双动薄板拉伸液压机和冷拔伸液压机的安装。

第 5.1.2 条 在现场组装的液压机,在组装前,应检查下列各主要零件和部件,其允许偏差应符合设备技术文件的规定:

一、上、下横梁或前、后梁的立柱孔与立柱或张力柱的基本尺寸和配合公差;上、下横梁立柱或前、后梁的孔轴线与其端面的垂直度。

二、活动横梁导套孔与导套、导套与立柱的基本尺寸和配合公差。

三、工作缸台肩与横梁配合面的接触均匀程度，工作缸与柱塞、导套、压套的基本尺寸和配合公差。

四、立柱或张力柱轴线与螺母端面的垂直度（与横梁结合面）基本尺寸和配合公差、螺母与立柱螺纹的配合间隙及接触均匀程度。

## 第二节 锻造液压机

第 5.2.1 条 本书适用于单臂式、三梁四柱式、框架式和下拉式锻造液压机的安装。

第 5.2.2 条 组装以立柱机座作为支承的液压机，应符合下列要求：

一、机座纵向和横向安装水平，在机座与立柱的接合面上测量，其偏差均不应大于  $0.10/1000$ ；两块机座的相对标高差，不应大于  $0.5\text{mm}$ 。

二、相邻 2 个立柱机座中心距偏差不应大于  $\pm 0.5\text{mm}$ ；4 个立柱孔对角中心距相对偏差不应大于  $0.7\text{mm}$ 。

第 5.2.3 条 组装下横梁或工作台应符合下列要求：

一、液压机下横梁上平面或工作台的纵向和横向安装水平，其偏差均不应大于  $0.20/1000$ 。

二、下横梁的纵向和横向的安装水平，应在下列位置上测量。

1. 下横梁直接放在基础上的液压机，将水平仪放在下横梁上平面上测量（图 5.2.3-1）；
2. 下横梁由螺母支承的液压机，将水平仪放在下横梁上平面上测量（图 5.2.3-2）；
3. 下横梁放在机座上的液压机，将水平仪放在下横梁上平面上测量（图 5.2.3-3）；
4. 单臂液压机将水平仪放在工作台面上测量（图 5.2.3-4）。
5. 框架式和下拉式的液压机，将水平仪放在固定梁上平面上测量（图 5.2.3-5 和图 5.2.3-6）。

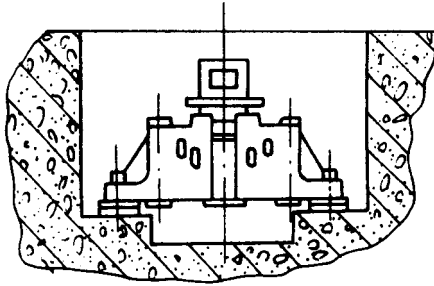


图 5.2.3-1 检验直接放在基础上的下横梁的安装水平

三、组合式下横梁接缝处上平面的高低差，不应大于  $0.05\text{mm}$ ；定位凸台、定位的键和键槽与梁的接触应均匀。

四、下横梁两端辅梁上平面的安装水平，纵向和横向偏差均不应大于  $0.20/1000$ ；其下支承的圆柱面与支承座的接触应均匀。

五、下横梁有顶出器的液压机，顶出器柱塞与下横梁上平面的垂直度，其偏差不应大于  $0.15/1000$ 。

六、下横梁上平面滑板组装后，滑板上平面纵向和横向安装水平偏差均不应大于  $0.20/1000$ ；相邻两滑板的高低差不应大于  $0.1\text{mm}$ ，两滑板接头处应打磨成圆弧。

第 5.2.4 条 组装工作台应符合下列要求：

一、工作台与滑板（两滑动面）的接触应均匀，其接触面积应大于  $60\%$ 。

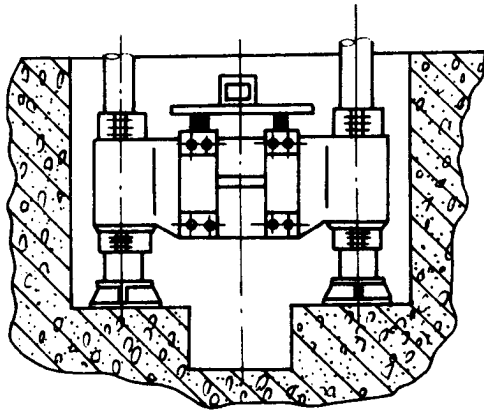


图 5.2.3-2 检验由立柱螺母支承的下横梁的安装水平

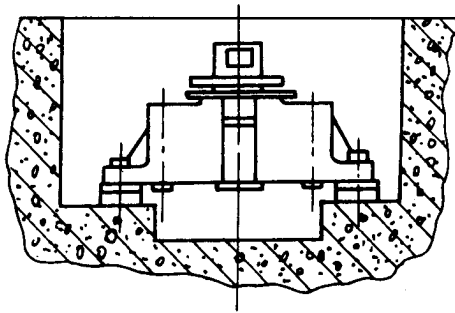


图 5.2.3-3 检验放在机座上的下横梁的安装水平

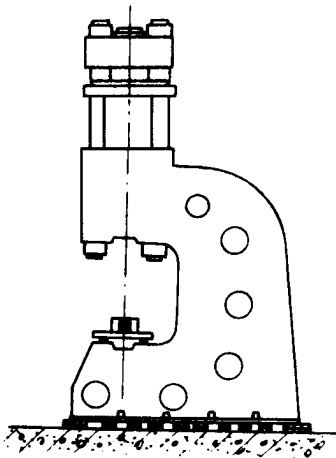


图 5.2.3-4 检验单臂式液压机的安装水平

- 二、移动工作台的滑块与导轨间的间隙宜为 0.2~0.3mm。
- 三、移动缸柱塞的纵向安装水平偏差，不应大于 0.15/1000。



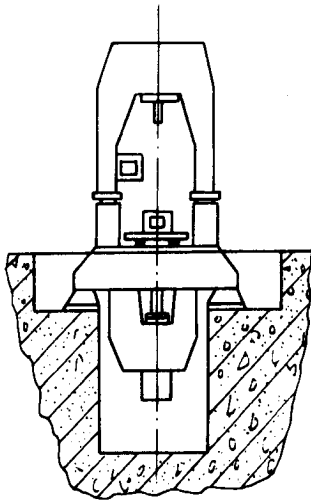


图 5.2.3-5 检验框架式液  
压机的安装水平

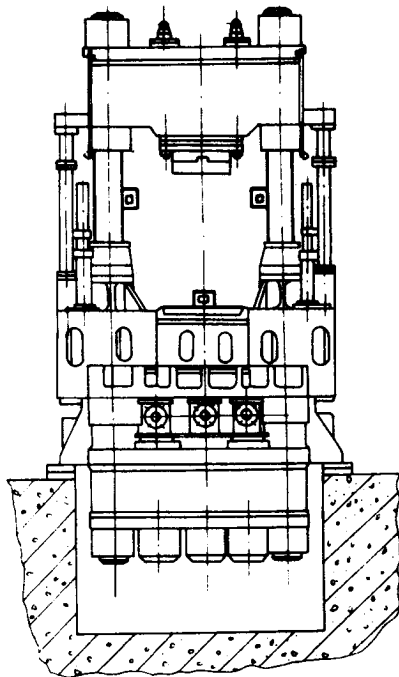


图 5.2.3-6 检验下拉式液压机  
的安装水平

四、工作台板由两块以上组成时，接合面之间应紧密接触。

第 5.2.5 条 组装立柱应符合下列要求：

一、检验立柱的铅垂度，可将水平仪放在立柱的工作面上，沿圆周每隔  $90^\circ$  测量一次，铅垂度偏差应以水平仪读数的平均值计算，并不应大于  $0.12/1000$ （图 5.2.5）。

二、两立柱轴线的平行度偏差不应大于  $0.15/1000$ ；其对角线长度应在图样公差范围之内。

三、在立柱装入下横梁立柱孔螺母紧固后，以及活动横梁和上横梁组装过程及组装后，立柱的铅垂度、立柱间的平行度和对角线长度，均应进行检查和复查。

四、在螺母拧紧后，立柱螺母端面与上、下横梁支承面应紧密贴合，与横梁的结合面应符合本规范第 2.0.4 条的规定；立柱螺母采用加热预紧时，应符合本规范第 2.0.7 条的规定。

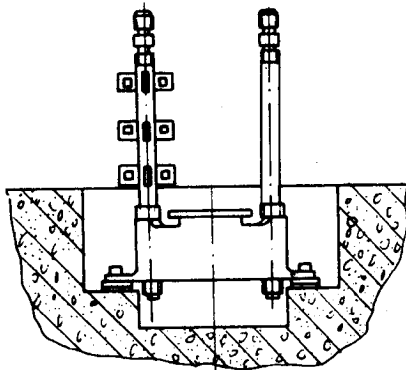


图 5.2.5 检验立柱的铅垂度

五、框架式液压机的导轨面铅垂度的偏差不应大于  $0.10/1000$ 。

第 5.2.6 条 组装活动横梁、上横梁、工作缸、提升缸、平衡缸和柱塞应符合下列要求：

一、活动横梁导套与立柱间的配合间隙，应符合设备技术文件的规定，其内侧间隙  $s_1$  宜大于外侧间隙  $s_2$ ；导套偏心的最大断面应对正活动横梁立柱孔的对角线（图 5.2.6）。

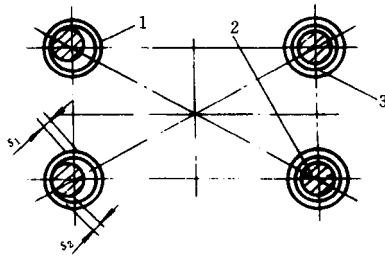


图 5.2.6 活动横梁导套与立柱间的间隙

1—导套；2—立柱；3—导套的偏心断面的最大间隙

二、上横梁的纵向和横向安装水平偏差，均不应大于  $0.12/1000$ 。

三、工作缸法兰与上横梁底面，柱塞与活动横梁的固定接合面应紧密贴合，并应符合本规范第 2.0.4 条的规定。

四、工作缸柱塞与活动横梁为球铰连接时，其球面支承座与横梁的接触应良好，局部间隙不应大于  $0.05\text{mm}$ ；球面的接触应均匀，其接触面积应大于 70%。

五、提升缸和平衡缸上悬挂活动横梁的拉杆，其每对长度应一致。

六、活动横梁在最上或最下位置时，均应与其 4 个限位套同时接触。

### 第三节 模锻液压机

第 5.3.1 条 机座、上下横梁、活动横梁、立柱和工作台等的组装及技术要求，均应按本章第二节“锻造液压机”的有关规定执行。

第 5.3.2 条 四柱或八柱式模锻液压机各块机座的相对标高差,按其跨距每 1000mm 长度上不应大于 0.1mm。

第 5.3.3 条 立柱与活动横梁导套间的间隙,应符合设备技术文件的规定。

第 5.3.4 条 工作台、上垫板和下垫板的纵向和横向安装水平偏差,均不应大于 0.10/1000。

第 5.3.5 条 下垫板与工作台的接触应均匀,局部间隙不应大于 0.15mm;上垫板与活动横梁的接触应均匀,局部间隙不应大于 0.1mm。

第 5.3.6 条 两水平工作缸的同轴度不应大于 0.5mm;两水平工作缸的轴线与液压机中心线应重合,其偏差不应大于 1mm。

#### 第四节 单臂冲压液压机

第 5.4.1 条 本节适用于油泵直接传动的单臂式液压机的安装。

第 5.4.2 条 工作台的安装水平,纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

第 5.4.3 条 检验液压机有关的几何精度应符合下列要求:

一、检验压头下平面与工作台面的平行度允许偏差应符合表 5.4.3-1 的规定。

表 5.4.3-1 压头下平面与工作台面的平行度允许偏差

垂直缸公称力 (MN)		1.6	3.15	5	8	12.5
平行度允许偏差 (mm)	全长上	0.16	0.29	0.34	0.39	0.54
	在 1000 测量长度上	0.20				

二、检验压头上、下运动对工作台面的垂直度允许偏差应符合表 5.4.3-2 的规定。

表 5.4.3-2 压头上下运动对工作台面的垂直度允许偏差

垂直缸公称力 (MN)	1.6	3.15	5	8	12.5
垂直度允许偏差 (mm)	0.16	0.19	0.21	0.24	0.27

#### 第五节 立式金属挤压液压机

第 5.5.1 条 本节适用于立式金属挤压液在机的安装。

第 5.5.2 条 工作台(板)的安装水平,纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

第 5.5.3 条 检验液压机的几何精度应符合下列要求:

一、当检验滑块下平面与工作台上平面的平行度(图 5.5.3-1)时,应在工作台上,用支撑棒支撑在滑块下平面的中心位置;支撑棒承受的载荷应为滑块的自重,其与滑块下面接触的端部应制成钢球式或铰链式,且能自由转动(下同);指示器应在前后、左右两个方向测量工作台上平面和滑块下平面之间的距离(对角不进行测量),并在行程终点及行程终点前 1/3 行程处进行测量;平行度偏差应以指示器读数的最大差值计,并不应大于  $0.03 + 0.08L_1/1000\text{mm}$  ( $L_1$  为实际测量长度),最小允许偏差值应为 0.06mm。当液压机滑块能自行停止在任意位置,可不使用支撑棒。

二、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度(图 5.5.3-2 时,应在工作台的中央位置放一直角尺,指示器应固定在滑块下平面上,并将测头触及角尺检验面,当滑块上、下运动时,应通过工

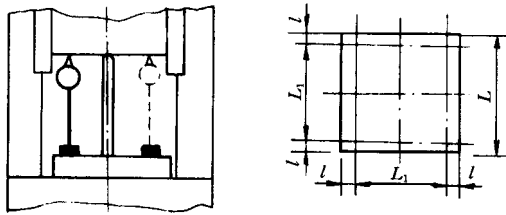


图 5.5.3-1 检验滑块下平面与工作  
台上平面的平行度

作台中央的纵、横两个相互垂直的方向，并在其行程终点前  $1/2$  行程处进行测量；垂直度误差应以指示器读数的最大差值计，并不应大于  $0.02 + 0.015L_2/100\text{mm}$  ( $L_2$  为滑块的行程长度)。最小允许偏差值为  $0.035\text{mm}$ 。

三、当检验滑块下平面对工作台上平面的倾斜时 (图 5.5.3-3)，应在工作台面上，用支撑棒支撑在滑块下平面，并距滑块中心距离为  $L_3$  处，应用指示器测量工作台上平面和滑块下平面间的距离 (对角不进行测量)，在滑块行程终点及行程终点前  $1/3$  行程处之间，任选一点进行测量；倾斜偏差应以指示器读数的最大差值计，并不应大于  $L_3/3000\text{mm}$ 。

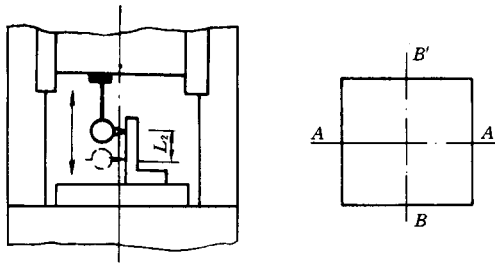


图 5.5.3-2 检验滑块运动轨迹对  
工作台上平面的垂直度

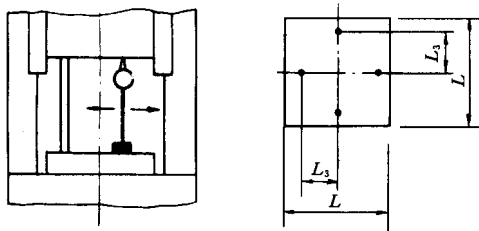


图 5.5.3-3 检验滑块下平面对  
工作台上平面的倾斜

$L$ —滑块的边长； $L_3$ —支撑棒与滑块中心  
的距离， $L_3$  等于  $L/3$

## 第六节 轻合金单、双动挤压液压机

第 5.6.1 条 本节适用于卧式油泵直接转动的轻合金单、双动挤压液压机的安装。

第 5.6.2 条 机架纵向和横向的安装水平偏差，单动挤压液压机不应大于  $0.10/1000$ ；双动挤压液压机不应

大于 0.05/1000。

第 5.6.3 条 单、双动挤压机组装后，其检查项目及要要求应符合表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 组装轻合金单、双动挤压机的检查项目及要要求

序号	检查项目	允许偏差 (mm)	
		单动	双动
1	工作缸、穿孔缸和穿孔回程缸的柱塞伸出至全行程后与机架导轨的平行度在 1000 测量长度上	0.06	0.06
2	挤压轴与挤压筒中心的同轴度	$\varphi 0.2$	$\varphi 0.2$
3	挤压筒与模立承中心的同轴度	$\varphi 0.2$	$\varphi 0.1$
4	穿孔针与模孔在穿孔全行程中的同轴度	—	$\varphi 0.1$
5	前梁端面与后梁端面的平行度在 1000 测量长度上	0.1	0.1
6	挤压轴、穿孔针与机架导轨的平行度在 1000 测量长度上	0.1	0.05
7	柱子台肩或螺母、各工作缸台肩与梁端面接触应均匀，其接触面积	> 80%	> 80%
	局部间隙在 1/5 圆周内	0.05	0.05
	插入深度	< 20	

## 第七节 电极挤压液压机

第 5.7.1 条 本节适用于 35000kN 旋转料室电极挤压机的安装。

第 5.7.2 条 机座上平面的安装水平，纵向和横向偏差均不应大于 0.10/1000。

第 5.7.3 条 主缸装入后横梁后，其台肩与后横梁的贴合面应紧密贴合，用 0.05mm 塞尺检查，局部间隙塞入深度不应大于 10mm，且累计移动长度不应大于可检长度的 1/5。

第 5.7.4 条 挤压头在料室行程中的间隙，应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4 挤压头在料室行程中的间隙 (mm)

料室部位	料室口	中部	底部
上间隙	0.2 ~ 1.7	0.5 ~ 2.0	0.8 ~ 2.3
下间隙	0.8 ~ 2.3	0.5 ~ 2.0	0.2 ~ 1.7

第 5.7.5 条 旋转料室装入左、右机架后，在常压缸的作用下，下耳轴移动行程应为 5mm。

第 5.7.6 条 料室旋转到垂直位置时，挤压头在料室行程中的单侧间隙，应大于或等于 0.20mm。

第 5.7.7 条 凉料机的筒体应与托轮贴合。

第 5.7.8 条 前横梁的弧形座，与咀套的弧形势的贴合面的接触面积直为 50% ~ 70%。

## 第八节 塑料制品液压机和粉末制品液压机

第 5.8.1 条 本节适用于塑料制品液压机和粉末制品液压机；不适用于注塑机和侧压式粉末制品液压机的安装。

第 5.8.2 条 工作台面的安装水平，纵向和横向偏差均不应大于  $0.20/1000$ 。

第 5.8.3 条 检验液压机的几何精度应符合下列要求：

一、当检验滑块下平面与工作台面的平行度（图 5.8.3-1）时，应在工作台面上放一平尺，其上放指示器，并将测头触及滑块下平面；当滑块在下极限位置和距下极限位置  $2/3$  的位置时，应分别在四角和四边的中点三处进行测量；平行度误差应以指示器在各边读数的最大差值计，并应符合表 5.8.3-1 的规定（允许用支撑棒支撑在滑块的中心进行测量）。

表 5.8.3-1 滑块下平面与工作台上平面的平行度允许偏差（mm）

液压机名称	粉末制品液压机	塑料制品液压机	
		$L \leq 1000$	$L > 1000$
平行度允许偏差	$0.06 + \frac{0.12}{1000} L_1$	$0.05 + \frac{0.20}{1000} L_1$	$0.07 + \frac{0.20}{1000} L_1$

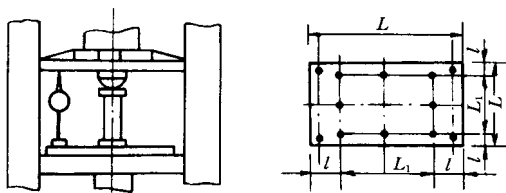


图 5.8.3-1 检验滑块下平面与工作台上平面的平行度

$L$ —滑块下平面的最大长度； $L_1$ —实际测量长度； $l$ —不检测区长度，

当  $L \leq 1000\text{mm}$  时， $l = L/20$ ；当  $L > 1000\text{mm}$  时， $l = 50\text{mm}$

二、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度（图 5.8.3-2）时，应在工作台面中央放一平尺，其上放一直角尺，将指示器固定在滑块下平面上，并将测头触及平尺检验面；将滑块在最大行程的下半段往复运动，并应通过工作合中央的纵向和横向两个互相垂直的方向（ $A-A'$ 和 $BB'$ ）进行测量；垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计，并应符合表 5.8.3-2 的规定。

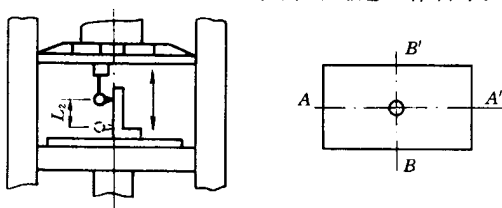


图 5.8.3-2 检验滑块运动轨迹  
对工作台上平面的垂直度

表 5.8.3-2 滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度允许偏差 (mm)

液压机名称	粉末制品液压机	塑料制品液压机	
		$L \leq 1000$	$L > 1000$
垂直度允许偏差	$0.02 + \frac{0.02}{100} L_2$	$0.02 + \frac{0.025}{100} L_2$	$0.03 + \frac{0.025}{100} L_3$

注:  $L$  为滑块下平面长度,  $L_2$  为滑块的最大实际测量长度。

## 第九节 双动厚板冲压液压机

第 5.9.1 条 本节适用于立式四柱上传动式双动厚板冲压液压机的安装。

第 5.9.2 条 工作台上平面的安装水平, 纵向和横向偏差均不应大于  $0.12/1000$ 。

第 5.9.3 条 组装前应检查上横梁、活动横梁和下横梁立柱孔的中心距, 活动横梁立柱孔轴线对其下平面的垂直度, 下横梁立柱孔轴线对其上平面的垂直度, 均应符合设备技术文件的要求。

第 5.9.4 条 检验液压机的几何精度应符合下列要求:

一、立柱轴线对立柱下横梁上平面的垂直度偏差在  $1000\text{mm}$  测量长度上, 不应大于  $0.15\text{mm}$ ; 4 根立柱的倾斜方向应一致, 其相互间的平行度误差在  $1000\text{mm}$  测量长度上, 不应大于  $0.15\text{mm}$ 。

二、主缸台肩与横梁支承面和立柱螺母与横梁接触面的接触应均匀, 用  $0.1\text{mm}$  塞尺检查, 局部间隙塞入深度不应大于  $10\text{mm}$ , 累计移动长度不应大于可检长度的  $1/10$ 。

三、当活动横梁在最上或最下位置时, 均应与立柱的 4 个限位套 (柱台肩) 同时接触。

四、工作台与滑块 (两滑动面) 的接触面接触应均匀, 其接触面积应大于  $75\%$ 。

五、活动横梁下平面对工作台上平面的平行度偏差, 在  $1000\text{mm}$  测量长度不应大于  $0.15\text{mm}$ ; 活动横梁导套与立柱的滑动工作面间的间隙, 应符合设备技术文件的规定。

## 第十节 磨料制品液压机和四柱液压机

第 5.10.1 条 本节适用于磨料制品液压机和四柱液压机的安装。

第 5.10.2 条 在工作台上平面用水平仪测量液压机的安装水平, 纵向和横向偏差均不应大于  $0.20/1000$ 。

第 5.10.3 条 检验液压机的几何精度应符合下列要求:

一、当检验活动横梁 (滑块) 下平面与工作台上平面的平行度 (图 5.10.3-1) 时, 应在工作台上放一平尺, 其上放指示器, 并将测头触及活动横梁 (滑块) 下平面; 磨料制品液压机活动横梁在行程终点和距行程终点  $2/3$  处, 四柱液压机滑块在最大行程距下限位置  $1/3$  处和下限位置处, 应分别在四角和四边的中点三处进行测量; 平行度偏差应以指示器在各边读数的最大差值计, 并应符合表 5.10.3-1 的规定 (允许用带铰链的支承棒支承在滑块中央处进行测量)。

表 5.10.3-1 活动横梁 (滑块) 下平面对工作台上平面的平行度允许偏差 (mm)

工作台面长度 $L$	$\leq 1000$	$1000 \sim 2000$	$> 2000$
平行度允许偏差	$0.04 + \frac{0.09}{1000} L_1$	$0.06 + \frac{1.12}{1000} L_1$	$0.08 + \frac{0.15}{1000} L_1$

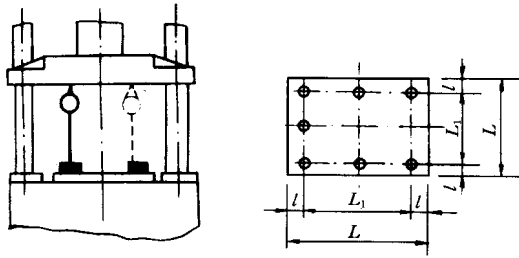


图 5.10.3-1 检验活动横梁（滑块）下平面与工作台上平面的平行度

$L$ —工作台面的最大长度； $L_1$ —实际测量长度；  
 $l$ —不检测区长度，当  $L < 1000\text{mm}$  时，磨料制品  
 液压机  $l = L/20$ ，四柱液压机  $l = 25\text{mm}$ ；  
 当  $L > 1000\text{mm}$  时， $l$  均等于  $50\text{mm}$

二、当检验活动横梁运动轨迹对工作台上平面的垂直度（图 5.10.3-2）时，应在工作台中央放一平尺，其上放一直角尺，将指示器固定在活动横梁（滑块）的下平面上，并将测头触及角尺的检验面；磨料制品液压机，当活动横梁在最大行程上往复运动，四柱液压机当滑块在最大行程的下半段往复运动时，应通过工作台中央的纵向和横向两个互相垂直方向（ $A-A'$  和  $B-B'$ ）进行测量；垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计，并应符合表 5.10.3-2 的规定。

表 5.10.3-2 活动横梁（滑块）运动轨迹对工作台上平面的垂直度允许偏差

工作台面长度 $L$ (mm)	$\leq 1000$	1000 ~ 2000	$> 2000$
磨料制品液压机垂直度允许偏差 (mm)	$0.09 + \frac{0.03}{100} L_2$	$0.10 + \frac{10.3}{100} L_2$	$0.11 + \frac{0.03}{100} L_2$
四柱液压机垂直度允许偏差 (mm)	$0.02 + \frac{0.025}{100} L_2$	$0.03 + \frac{0.025}{100} L_2$	$0.04 + \frac{0.025}{100} L_2$

注： $L_2$  为实际测量的行程长度 (mm)。

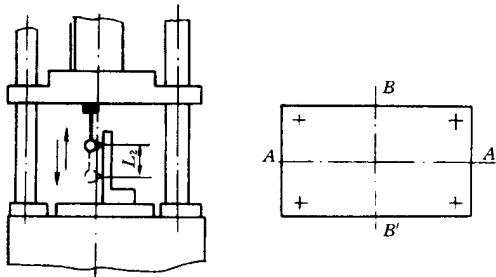


图 5.10.3-2 检验活动横梁（滑块）运动轨迹对工作台上平面的垂直度

三、当检验由偏载而引起的活动横梁（滑块）下平面对工作台上平面的倾斜（图 5.10.3-3）时，应在工作台上用支撑棒支撑在活动横梁下平面距横梁中心距离为  $L_3$  处，应用指示器在其对称点  $A-C$ 、 $B-D$  测量工作台面和活动横梁（滑块）下平面间的距离；磨料制品液压机应在活动横梁行程下限位置和距行程终点  $2/3$  行程处之间进行测量；四柱液压机应在滑块行程终点和距行程终点  $1/3$  处



之间进行测量；倾斜偏差应以指示器读数的最大差值计，并应符合表 5.10.3-3 的规定。

表 5.10.3-3 偏载引起活动横梁（滑块）下平面对工作台上平面的倾斜允许偏差（mm）

液压机名称	四柱液压机	磨料制品液压机
倾斜允许偏差	$\frac{1}{1000}L_3$	$\frac{1}{2000}L_3$

注： $L_3$  为支撑点距活动横梁（滑块）中心的距离； $L_3 = \frac{1}{3}L$ ，其中  $L$  工作台面最大长度。

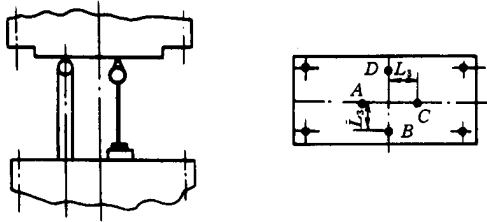


图 5.10.3-3 检验偏载引起活动横梁（滑块）下平面对工作台上平面的倾斜

## 第十一节 双动薄板拉伸液压机

第 5.11.1 条 本节适用于双动薄板拉伸液压机的安装。

第 5.11.2 条 液压机的安装水平，应用水平仪在其工作台上平面上测量，纵向和横向偏差均不应大于  $0.20/1000$ ；装有移动工作台板的双动薄板拉伸液压机，在检验安装水平及几何精度前，应将移动工作台板移至工作位置，并锁紧。

第 5.11.3 条 检验液压机的几何精度应符合下列要求：

一、当检验滑块下平面与工作台上平面的平行度（图 5.11.3-1）时，应在工作台面上放一平尺，其上放指示器，并将测头触及滑块下平面；当滑块在行程下限位置和距行程下限位置  $2/3$  行程处，拉伸滑块应在四角和四边中点三处测量（对角不进行测量）；压边滑块应在图示  $\frac{B}{2}$  和  $\frac{b}{2}$  中线的四角和四边中点三处测量（但对角不进行测量）；平行度偏差应以指示器在各边读数的最大差值计，并应符合表 5.11.3-1 的规定。测量中应使用支撑棒支撑，拉伸滑块应用一个支撑棒，支撑在中心位置；压边滑块应用两个支撑棒，分别支撑在左右方向  $\frac{B}{2}$  的中心位置。

表 5.11.3-1 滑块下平面与工作台上平面的平行应允许偏差（mm）

工作台面长度 $L$	$\leq 2000$	$> 2000$
平行度允许偏差	$0.03 + \frac{0.08}{1000}L_1$	$0.04 + \frac{0.10}{1000}L_1$
最小公差	0.06	0.12

二、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度（图 5.11.3-2）时，应在工作台面中央放一平尺，其上放一直角尺，将指示器固定在滑块下平面上，并将测头触及角尺的检验面；当滑块在最大

行程的下半段往复运动，拉伸滑块应在通过工作台面中央的纵向和横向两个互相垂直的方向  $A-A'$ 、 $B-B'$  进行测量；压边滑块应按图示  $\frac{B}{2}$  和  $\frac{b}{2}$  中线的两中点处进行测量；垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计，并应符合表 5.11.3-2 的规定。

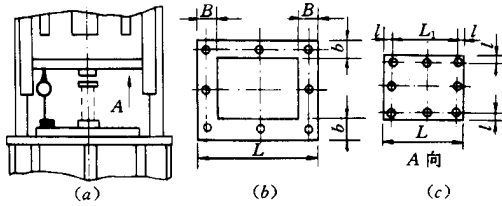


图 5.11.3-1 检验滑块下平面与工作台上平面的平行度

(a) 测量方法；(b) 压边滑块；(c) 拉伸滑块  
 $B$ —压边滑块左右检测面的宽度； $b$ —压边滑块前、后检测面的宽度（下同）； $L$ —滑块的长度； $L_1$ —滑块的实际测量长度

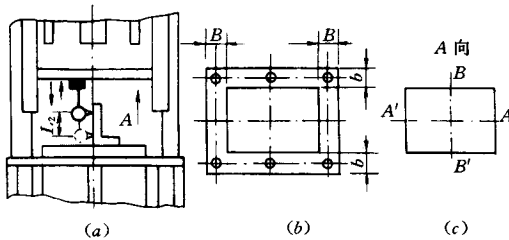


图 5.11.3-2 检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度

(a) 测量方法；(b) 压边滑块；(c) 拉伸滑块  
 $L_2$ —实际的测量长度

表 5.11.3-2 滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度允许偏差 (mm)

工作台面长度 $L$	$\leq 2000$	$> 2000$
垂直度允许偏差	$0.02 + \frac{0.015}{100} L_2$	$0.03 + \frac{0.015}{100} L_2$
最小公差	0.035	0.05

三、当检验由偏载而引起的滑块下平面对工作台上平面的倾斜（图 5.11.3-3）时，应在工作台上按图示用支撑棒支撑在滑块下平面上（拉伸滑块用 1 根，压边滑块用 2 根）；当滑块在最大行程的下限和下限前  $1/3$  行程处之间，在各支撑点旁及对称点上，应用指示器依次分别测量滑块下平面至工作台上平面的距离；倾斜偏差应以指示器读数的最大差值计，并不应大于  $L_3/3000$ 。

四、液压机拉伸垫（气垫）托板的安装水平，纵向和横向偏差均不应大于  $0.20/1000$ ；托板与底座导轨间的间隙应均匀；托板上平面与底座上平面的平行度和距离，应符合设备技术文件的规定。

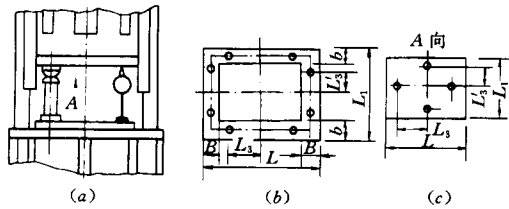


图 5.11.3-3 检验由偏载引起滑块下

平面对工作台上平面的倾斜

(a) 测量方法 ; (b) 压边滑块 ; (c) 拉伸滑块

 $L$ —压边滑块下平面长度 ;  $L_1$ —拉伸滑块长度 ; $L_3$  和  $L'_3$ —支撑点距滑块中心的距离 , $L_3$  等于  $L/3$  ,  $L'_3$  等于  $L_1/3$ 

## 第十二节 单柱液压机

第 5.12.1 条 本节适用于单柱液压机的安装。

第 5.12.2 条 液压机的安装水平,应用水平仪在工作台上测量,其纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

第 5.12.3 条 检验液压机的几何精度,应符合下列要求:

一、当检验滑块(活塞杆)下平面与工作台上平面的平行度(图 5.12.3-1)时,应在工作台上放一平尺,其上放指示器,并将侧头触及滑块(活塞杆)的下平面;当滑块(活塞杆)在工作行程的两个调节位置,在行程终点和距行程终点 2/3 行程处,应分别在纵向和横向两个互相垂直的方向进行测量;平行度偏差应以指示器读数的最大差值计,并且在 300mm 测量长度上不应大于 0.15mm;当实际测量长度小于 100mm 时,不应大于 0.05mm。

二、当检验滑块(活塞杆)运动轨迹对工作台上平面的垂直度(图 5.12.3-2)时,应在工作台上放一平尺,其上放一直角尺,将指示器固定在滑块(活塞杆)上,并将测头触及角尺检验面,滑块(活塞杆)在两个调节位置间移动,应在纵向和横向两个互相垂直的方向进行测量;垂直度偏差应以指示器在测量长度上的最大差值计,并且在 300mm 测量长度上,不应大于 0.20mm。

三、当检验顶杆运动轨迹对工作台上平面的垂直度时(图 5.12.3-3),应在工作台上放一平尺;其上放一直角尺,将指示器固定在顶杆上,并将测头触及角尺检验面;将顶杆升至极限位置,应分别在纵向和横向两个互相垂直的方向上测量;垂直度偏差应以指示器在全行程上读数的最大差值计,并且在 100mm 测量长度上,不应大于 0.10mm。

## 第十三节 冷拔伸液压机

第 5.13.1 条 本节适用于 WSB 型卧式双模座多模连续冷拔伸液压机的安装。

第 5.13.2 条 底座道轨面的安装水平,纵向和横向偏差均不应大于 0.02/1000。

第 5.13.3 条 重要固定结合面应紧密贴合,用 0.05mm 塞尺检查,局部间隙塞入深度不得大于 10mm,其累计移动长度不应大于可检长度的 1/5 (重要固定结合面包括:模座与底座,导向套架半平面,滑块与冲杆连接座,拉杆螺母与模座的结合面)。

第 5.13.4 条 滑块的导向面与导轨接触应均匀,其接触面积不应小于总面积的 70%。

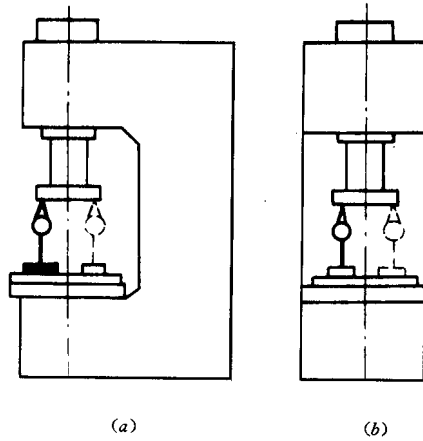


图 5.12.3-1 检验滑块（活塞杆）下平面与工作台上平面的平行度  
(a) 纵向；(b) 横向

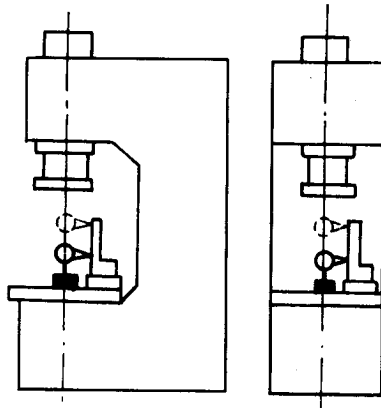


图 5.12.3-2 检验滑块（活塞杆）运动轨迹对工作台上平面的垂直度

第 5.13.5 条 模仓受力平面对模仓孔轴线的垂直度偏差应符合表 5.13.5 的规定。

表 5.13.5 模仓受力平面对模仓孔轴线的垂直度允许偏差 (mm)

液压机型号	WSB - $\frac{A}{B}$ 80	WSB - $\frac{A}{B}$ 120	WSB - $\frac{A}{B}$ 200	WSB - $\frac{A}{B}$ 300
垂直度允许偏差	0.015	0.020	0.025	0.025

第 5.13.6 条 滑块支承冲杆受力面对相应模座的模仓轴线的垂直度偏差，应符合表 5.13.6 的规定。

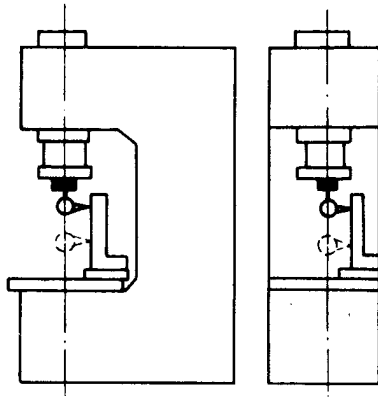


图 5.12.3-3 检验顶杆运动轨迹  
对工作台上平面的垂直度

表 5.13.6 滑块支承冲杆受力面对模座仓轴线垂直度允许偏差 (mm)

液压机型号	WSB - $\frac{A}{B}$ 80	WSB - $\frac{A}{B}$ 120	WSB - $\frac{A}{B}$ 200	WSB - $\frac{A}{B}$ 300
垂直度允许偏差	0.015	0.015	0.020	0.020

第 5.13.7 条 滑块上装冲杆定心孔  $D$  的轴线对相应模座的导向套架孔  $D_2$ 、 $D_3$  与模仓孔  $D_1$  公共轴线, 在全行程范围内的同轴度偏差, 应符合表 5.13.7 的规定 (图 5.13.7)。

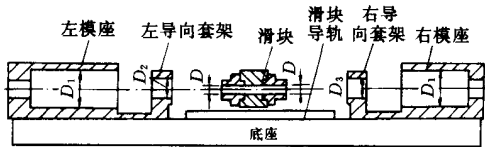


图 5.13.7 WSB -  $\frac{A}{B}$  型冷拔伸液机组装

表 5.13.7 冲杆定心孔  $D$ 、导向套架孔  $D_2$ 、 $D_3$  与模座仓  $D_1$  的同轴度允许偏差 (mm)

液压机型号	WSB - $\frac{A}{B}$ 80	WSB - $\frac{A}{B}$ 120	WSB - $\frac{A}{B}$ 200	WSB - $\frac{A}{B}$ 300
同轴度允许偏差	0.08	0.10	0.12	0.15

## 第十四节 试 运 转

第 5.14.1 条 液压机的试运转, 除符合本节规定外, 尚应符合《机械设备安装施工及验收通用规范》的有关规定。

第 5.14.2 条 液压机加注的液压轴 (液)、润滑剂、冷却液等, 应符合设备技术文件的规定, 当需用其他油 (液) 代替时, 应经有关技术部门同意。

第 5.14.3 条 液压机试运转的操作程序, 应符合设备技术文件的规定。

第 5.14.4 条 空负荷连续运转时间不应小于 2h。其中驱动滑块或活动横梁作全行程往复运动时

间不应小于 1h；单次全行程运转时间不应小于 0.5h。

第 5.14.5 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、启动和停止试验应连续进行，并不应少于 3 次，动作应灵敏、可靠；但不允许频繁启动的大功率设备，应按电网要求允许的间隔时间启动。

二、滑块（活动横梁）运转试验应连续进行，并不应少于 3 次，动作应平稳、可靠。

三、滑块（活动横梁）行程的调整和行程限位器试验，应按最大行程长度进行调整，动作应平稳、准确、可靠；其行程长度应符合设计的规定值。

四、滑块行程速度调整试验，应按最大空行程速度进行调整，并应符合设计的规定值；动作应准确、可靠。

五、压力调整试验，应从低压到高压分级调试，每个压力级的压力试验均应平稳。

六、保压与补压试验应按额定压力进行，其保压性能应符合本规范第 3.0.13 条的规定；补压试验应灵敏、可靠。

七、装有坯料（粉料）送进装置、制品送出装置、移动工作台、机械手、计数器以及其他附属装置的动作试验，均应协调、准确、可靠。

八、装有紧急停止和紧急回程、意外电压恢复保护、警铃、警告灯以及光电保护装置的动作试验，均应安全、可靠。

九、安全阀试验，动作试验不应少于 3 次（可结合超负荷试验进行），并应灵敏、可靠；其开启压力不应大于额定压力的 1.1 倍。

第 5.14.6 条 空负荷试运转中的检查，应符合下列要求：

一、滑动轴承的温升不应大于 35℃，最高温度不应大于 70℃。

二、滚动轴承的温升不应大于 40℃，最高温度不应大于 75℃。

三、滑块镶条与导轨的温升不应大于 15℃，最高温度不应大于 50℃。

四、液压泵的进口油温不应大于 60℃，不宜小于 15℃。

五、液压、润滑、冷却（加热）和气动系统的管路接头、法兰及其他连接处，密封应良好，并不得有介质向外渗漏和互相混合现象。

六、操作装置和手动控制机构的操纵应灵敏正确、可靠。

## 第六章 线材成形自动机

第 6.0.1 条 本章适用于自动墩锻机、钢球、滚柱自动冷墩机、多工位自动墩锻机和自动切边机（以下简称自动机）的安装。

第 6.0.2 条 自动机的安装水平，其纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

第 6.0.3 条 检验现场组装自动机的几何精度，应符合下列要求（整体安装的自动机不进行此项检验）：

一、当检验冲头夹持器上冲头扎的轴线与滑块行程的平行度（图 7.0.3-1）时，应在冲头的孔内紧密地插入一根检验棒；将指示器固定在机身上，并将测头分别触及检验棒的垂直平面和水平面的母线上（ $a$  和  $b$ ），应在滑块行程的极限位置内测量；平行度偏差应以指示器读数的最大差值计，并应符合表 6.0.3-1 的规定。但多工位自动冷墩机，应依次在每个冲头夹持器孔上进行测量。

表 6.0.3-1 冲头夹持器上冲头孔的轴线与滑块行程的平行度允许偏差 (mm)

自动机名称	自动冷墩机	自动切边机	单级钢球、滚柱自动冷墩机		双击和多工位滚柱自动冷墩机
			工件直径		
			≤ 16	> 16	
平行度允许偏差 (在 1000mm 行程长度上)	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02

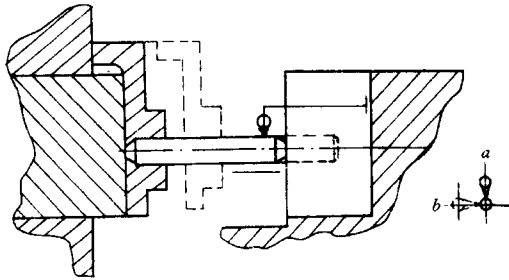


图 6.0.3-1 检验冲头夹持器上冲头孔的轴线与滑块行程的平行度

二、当检验滑块运动轨迹对机身上支承阴模座垂直面的垂直度 (图 6.0.3-2) 时, 应将一直角尺靠在机身上支承阴模座的垂直面上, 将指示器固定在滑块上, 并将测头触及角尺的检验面; 应在滑块行程的极限位置内, 在垂直平面和水平面内 ( $a$  和  $b$ ) 测量; 垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计, 并应符合表 6.0.3-2 的规定。

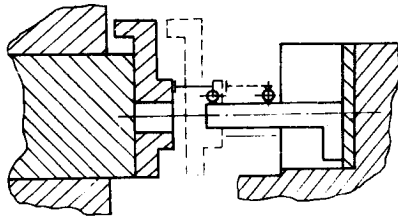


图 6.0.3-2 检验滑块行程对机身上支承阴模座垂直面的垂直度

表 6.0.3-2 滑块运动轨迹对机身上支承阴模座垂直面的垂直度允许偏差 (mm)

自动机名称	自动冷墩机	自动切边机	单级钢球、滚柱自动冷墩机		双击和多工位滚柱自动冷墩机
			工件直径		
			≤ 16	> 16	
垂直度允许偏差 (在每 100mm 行程长度上)	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02

第 6.0.4 条 自动机的空负荷试运转除应符合下列要求外，尚应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定：

一、在试运转中，自动机的各运动机构应运转平稳、动作协调、准确、可靠。

二、连续空负荷运转时间不应小于 2h，其中具有可调速的自动机应分档进行试验，最高速度运转时间不得少于 1h。

三、运转中有温升和最高温度要求的部位，应符合下列要求：

1. 滑动轴承温升不应超过 35℃，最高温度不应超过 70℃；

2. 滚动轴承温升不应超过 40℃，最高温度不应超过 80℃；

3. 滑块镶条与导轨的温升不应超过 15℃，最高温度不应超过 50℃；

4. 摩擦离合器与制动器（包括带式制动器）的温升不应超过 70℃，最高温度不应超过 100℃。

四、液压、润滑、冷却和气动系统的管路，接头、法兰及其他连接处，密封应良好，并不得有介质向外渗漏和互相混合现象。

## 第七章 锻 锤

### 第一节 一般要求

第 7.1.1 条 本章适用于空气锤和蒸汽、空气自由锻锤以及蒸汽、空气模锻锤的安装。

第 7.1.2 条 锻锤砧座下应按设计要求敷设木垫或橡胶垫减震层。减震层的抗压强度和弹性模量等性能，应符合设计的要求。其中木垫的树种，在不降低抗压强度和弹性模量条件下，可用其他树种代替。

第 7.1.3 条 木垫的材质应符合下列要求：

一、不得用枯木。

二、应无腐朽、夹皮、红斑、双心等缺陷。

三、应无直径大于 50mm 的活结。当活结直径为 20~5mm，死结直径小于 20mm 时，垫木 4 个侧面的每米长度内不应大于 2 个。

四、垫木方侧面允许有裂缝，但宽度不宜超过 2mm，上、下面的裂缝宽度不宜超过 5mm，且裂缝长度不应大于木方总长的 1/3。

五、木垫的平均含水率不宜大于 30%，并应作防腐处理。

六、当垫木有本条二~四款所列缺陷时，可采用粘结方法修补。或用小方木粘结拼成所需的木方，其垫木的胶合方法宜符合本规范附录二的规定。胶合木垫的含水率应随粘结工艺要求确定。

第 7.1.4 条 组装木质减震层时，应符合下列要求：

一、同一木垫排应全部采用同一树种。

二、拼接横放木垫排，短料的长度不应小于木排长度的 1/3，且两侧应用整长木料夹住，相邻两短料的接头应错开，不应位于同一垂直断面上。

三、木垫排应用螺栓紧固，螺栓间的距离不应大于 1m；当垫木排为两层以上时，应模放木垫排，其相邻两层应成 90°交错放置；横放木垫排和竖放木垫排应交错放置，且减震垫上表面的木垫排应为横向放置。

四、木垫排上、下两表面的平行度偏差，在 1000mm 测量长度上不应大于 1mm。

五、空气锤砧座、模锻锤砧座、自由锻锤立柱底座下木垫的安装水平，其偏差均不应大于 0.20/1000；自由锻锤砧座下木垫的安装水平，其偏差不应大于 0.5/1000。木垫与基础、木垫与砧座底面



(或立柱底座底面)均应接触均匀。

第 7.1.5 条 砧座组装后,砧座与基础和垫木与基础侧壁间的空隙,应用成对斜木契紧和用麻丝沥青将砧座四周空隙填实,并浇一层 50~100mm 的低标号的沥青,将木垫层全部封闭,然后再铺黄土夯实或沥青砂浆,最后在上面灌筑地坪。

## 第二节 空气锤

第 7.2.1 条 锤身标高应符合设备技术文件的规定;当无规定时,可将砧座实际标高提高 10~15mm。

第 7.2.2 条 当检验下砧块安装水平时,应将砧座、砧垫和下砧块组装后置于减震层上,用水平仪在下砧块工作面上测量,其纵向和横向偏差均不应大于 0.10/1000。

第 7.2.3 条 当检验气缸轴线对水平面的垂直度时,应符合下列要求:

一、将上砧块落到已调平的下砧块工作面上,用塞尺测量接触面间的间隙,其偏差不应大于 0.10mm (图 7.2.3-1)。

二、导板与锤杆两侧导向平面的最大间隙及最小间隙之差和导槽与锤杆两圆柱面(与导向平面成 90°处)的最大间隙及最小间隙之差,均不应大于实测平均间隙的 2/3 (图 7.2.3-2)。

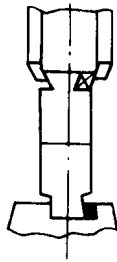


图 7.2.3-1 检验气缸轴线对水平面的垂直度

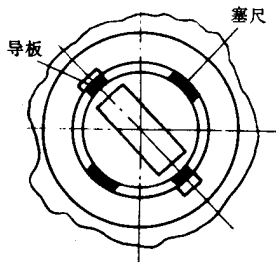


图 7.2.3-2 检验气缸轴线对水平面的垂直度

## 第三节 蒸汽、空气自由锻锤

第 7.3.1 条 组装砧座、底座,应符合下列要求:

一、自由锻锤砧座的实际标高宜较设计标高提高,对落下部分质量小于或等于 2t 的锻锤可提高 30mm;大于 2t 的锻锤可提高 40mm。

二、砧座应位于基础中心,其偏移量,落下部分质量小于或等于 3t 的自由锻锤不应大于 5mm;模

锻锤和落下部分质量大于 3t 的自由锻锤均不应大于 10mm。

三、砧座上平面的安装水平，其偏差不应大于 0.50/1000。

四、支承立柱的底座安装水平，其偏差不应大于 0.20/1000 (图 7.3.1-1)。

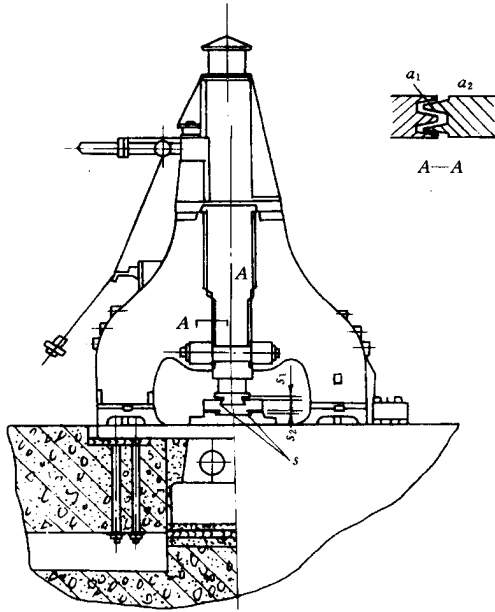


图 7.3.1-1 拱式自由锻锤

五、桥式锻锤的横梁的安装水平，其偏差不应大于 0.20/1000 (图 7.3.1-2)。

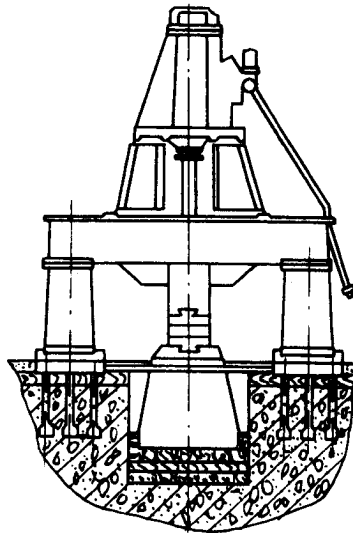


图 7.3.1-2 桥式蒸汽、空气两用自由锻锤

六、由多层组成的砧座，其接触面的接触应均匀，局部间隙不应大于 0.15mm；移动长度不应大于 150mm；间隙累计移动长度不应大于周长的 1/4。

七、砧座与砧接头、砧接头与砧接头接触面的两侧面应留有间隙，砧接头与砧接头占接触面间隙  $s_1$  为 0.5~1.5mm，砧座与砧接头接触面间隙  $s_2$  为 1~3mm，中心受力部分  $s$  应紧密结合 (图 7.3.1-1



3)

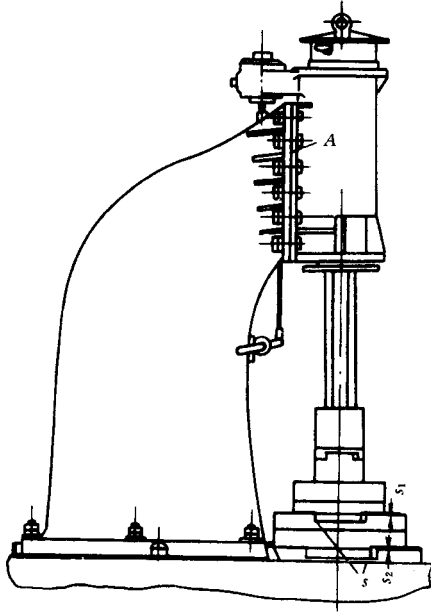


图 7.3.1-3 单臂自由锻锤

八、锻锤的上、下砧接触面间局部间隙不应大于 0.2mm，上、下砧应对正，在操作方向错位不应大于 1mm。

第 7.3.2 条 组装立柱，应符合下列要求：

一、立柱与底座、底座与砧座、立柱与横梁的结合面接触应均匀，用 0.05mm 塞尺检查，塞入深度不应大于 10mm，其累计移动长度不应大于周长的 1/4。

二、两立柱顶部平面的标高应一致，其安装水平偏差不应大于 0.20/1000。

三、立柱的铅垂度偏差不应大于 0.20/1000，在立柱导轨槽上检查；单臂自由锻锤在与汽缸的结合面 A 上检查（图 7.3.1-3）；偏差方向应为两立柱上端向外倾斜，单臂应向砧座方向倾斜。

四、两立柱的平行度，其偏差在 1000mm 测量长度上不应大于 0.20mm。

五、两导轨与锤头之间的间隙，应符合设备技术文件的规定；当技术文件无规定时，其间隙  $a_1$  与  $a_2$  之和应为 0.75~1mm；单边最小间隙应为 0.3mm（图 7.3.1-1）。

六、当拧紧立柱与锚板和底座与砧座（或底柱）的紧固螺栓时，弹簧压缩量应符合设备技术文件的规定；当无规定时，其压缩量宜为弹簧自由长度的 1/10；拧紧后应立即装上防松装置。

第 7.3.3 条 组装锚板、汽缸、锤杆，应符合下列要求：

一、锚板与汽缸、锚板与立柱、汽缸与立柱的接触应均匀，局部间隙不应大于 0.1mm，累计移动长度不应大于周长的 1/4。

二、汽缸的铅垂度偏差不应大于 0.20/1000。

三、当锤头在最下位置时，锤头轴线与汽缸轴线应重合，其允许偏差应为 0.3mm。

四、锤杆的铅垂度偏差不应大于 0.20/1000。

五、当组装活塞环时，其各切口应沿圆周等距离错开，且切口不应在排气口方向；活塞环在活塞槽内应能自由滑动和转动，不应有卡死现象。

第 7.3.4 条 组装操纵系统，应符合下列要求：

一、操纵系统各转动铰链的转动应灵活，不应有卡死现象。

二、滑阀与滑套间隙应符合设备技术文件的规定；当无规定且介质为压缩空气时，滑阀与阀套的间隙宜为 0.1~0.2mm；当介质为蒸汽时，其间隙应按下式计算：

$$\Delta S = \frac{D \cdot t}{2} \cdot 10^{-5} + (0.1 \sim 0.2) \quad (7.3.4)$$

式中  $\Delta S$ ——滑阀与阀套间隙 (mm)；

$D$ ——滑套外径 (mm)；

$t$ ——蒸汽温度 (°C)。

#### 第四节 ZHK 型模锻锤

第 7.4.1 条 本节适用于蒸汽与空气驱动的模锻锤的安装。

第 7.4.2 条 组装砧座和底座，应符合下列要求：

一、模锻锤砧座的实际标高，宜较设计标高提高 30mm。

二、砧座应位于基础中心，其偏移量不应大于 10mm。

三、砧座上平面的安装水平偏差，不应大于 0.20/1000。

第 7.4.3 条 组装模锻锤应符合下列要求：

一、当锤头在最下位置时，锤头燕尾槽底面与模座燕尾槽底面的平行度偏差在 1000mm 测量长度上不应大于 0.20mm。

二、锤头在最下位置时，锤头燕尾槽与模座燕尾槽侧面的位移和平行度偏差，应符合表 7.4.3-1 的规定。

表 7.4.3-1 锤头燕尾槽与模座燕尾槽侧面的位移和平行度允许偏差 (mm)

模锻锤型号	ZHK <sub>1</sub>	ZHK <sub>2</sub>	ZHK <sub>3</sub>	ZHK <sub>5</sub>	ZHK <sub>10</sub>	ZHK <sub>16</sub>
位移允许偏差	0.30		0.50		0.80	
平行度允许偏差 (在 500 测量长度上)	0.30					

三、当锤在最下位置时，锤头轴线与模座键槽中心的位移，应符合表 7.4.3-2 的规定。

表 7.4.3-2 锤头轴线与模座键槽中心的位移允许偏差 (mm)

模锻锤型号	ZHK <sub>1</sub>	ZHK <sub>2</sub>	ZHK <sub>3</sub>	ZHK <sub>5</sub>	ZHK <sub>10</sub>	ZHK <sub>16</sub>
位移允许偏差	1.5		2.0		3.0	

四、机架上下两导轨间的平行度偏差，不应大于 0.1/1000mm。

五、当锤头在最下位置时，导轨与锤头的侧间隙应符合表 7.4.3-3 的规定。

表 7.4.3-3 导轨与锤头的侧间隙 (mm)

模锻锤型号	ZHK <sub>1</sub>	ZHK <sub>2</sub>	ZHK <sub>3</sub>	ZHK <sub>5</sub>	ZHK <sub>10</sub>	ZHK <sub>16</sub>
单边侧间隙	0.20					0.25
两边侧间隙	0.40 ~ 0.60				0.40 ~ 0.80	0.50 ~ 1.00

六、气缸底板与气缸底面应紧密结合，紧固后，用 0.05mm 塞尺检查，应局部塞入，其塞入深度不得大于 10mm，其塞入部分的累计长度不得大于可检长度的 10%。

## 第五节 试 运 转

第 7.5.1 条 锻锤试运转除符合本节的规定外，尚应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

第 7.5.2 条 锻锤试运转前应进行检查，并应符合下列要求：

- 一、锤的附属设备（空气压缩机、油泵站操纵控制系统等）均应经单独试验合格。
- 二、各部分的连接螺栓、螺母、斜楔等应紧固，不得有松动现象。
- 三、操纵机构应轻便、灵活、准确、可靠。
- 四、操纵和配气机构与锤头的相互位置应正确、一致。
- 五、平模砧子、工作台均应垫上枕木。

六、锤头动作前，空气锤的锤头宜预热至 100~150℃，蒸汽、空气锻锤和模锻锤的锤头，宜预热至 60~80℃，锤杆宜加热至 100~150℃。

七、当传动介质为压缩空气时，汽缸、滑阀和节流阀应进行预热。

第 7.5.3 条 空负荷试运转，应符合下列要求：

- 一、润滑系统应充满润滑剂，并经检查各润滑点确有润滑剂后方可试锤。
- 二、锤头连续运转时间不应小于 1h，锤头行程不应小于工作行程的 3/4。
- 三、经连续运转后，应对锤的提锤、单次连续（自动）、轻打、重打、停锤、压锤等动作进行操作试验；锤的工作机构动作与操纵机构动作，均应互相协调、动作平稳、可靠，并无异常现象。

第 7.5.4 条 锻锤在空负荷试运转后，应进行复查，并应符合下列要求：

- 一、所有部件连接螺栓、斜楔和地脚螺栓等应无松动。
- 二、锤杆表面、导轨及锤头导向面等应无划伤。

## 第八章 锻 机

### 第一节 径 向 锻 机

第 8.1.1 条 本节适用于热锻、黑色和有色金属材料的径向锻机的安装。

第 8.1.2 条 径向锻机的安装水平，纵向和横向偏差均不应大于 0.10/1000。

第 8.1.3 条 当组装时，床身导轨上平面与夹头滑动面应紧密贴合，用 0.03mm 塞尺检查，不得塞入；床身导轨两侧面与夹头相应配合面之间的间隙，应符合表 8.1.3 的规定。

表 8.1.3 床身导轨两侧面与夹头相配合面之间的间隙（mm）

配合长度	≤1000	1000~1600	1600~2500
间隙值	0.40	0.50	0.80

第 8.1.4 条 检验径向锻机的几何精度，应符合下列要求：

- 一、当检验夹头主轴旋转轴线与锻造中心线的同轴度时（图 8.1.4-1），应用千斤顶将两对对应滑块分别顶住，并去除连接面间的间隙；应将检验棒夹紧在夹头内，将指示器架固定在检验棒上，并

将侧头触及锤头座的锤头支承面上,应转动夹头主轴进行测量;同轴度偏差应以夹头转动一周,指示器在所测各点读数的最大差值计,并应符合表 8.1.4-1 的规定。

表 8.4.4-1 夹头主轴旋转轴线与锻造中心线的同轴度允许偏差 (mm)

可锻毛坯最大直径	≤ 125	125 ~ 250	250 ~ 400
同轴度允许偏差 (指示器最大读数差值)	φ0.30	φ0.40	φ0.50

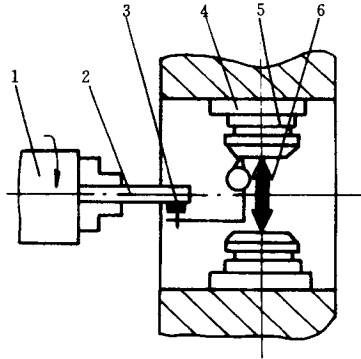


图 8.1.4-1 检验夹头主轴旋转  
轴线与锻造中心线的同轴度

1—夹头;2—检验棒;3—指示器;  
4—滑块;5—锤头座;6—千斤顶

二、当检验夹头运动轨迹与锻造中心线的平行度时,(图 8.1.4-2),应将两根检验棒分别夹紧在夹头和各锤头座的支承面内,将指示器架固定在检验棒上,并将测头触及检验棒的检验面;移动夹头,应在检验棒的水平和垂直两个平面内的母线上测量;平行度偏差应以指示器读数的最大差值计,并应符合表 8.1.4-2 的规定。

表 8.4.4-2 夹头运动轨迹与锻造中心线的平行度允许偏差 (mm)

可锻毛坯最大直径	≤ 125	125 ~ 250	250 ~ 400
平行度允许偏差 (在 500 测量长度上)	0.40	0.60	0.80

## 第二节 辊 锻 机

第 8.2.1 条 本节适用于辊锻机的安装。

第 8.2.2 条 检验辊锻机的安装水平,纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

第 8.2.3 条 检验辊锻机的几何精度,应符合下列要求:

一、检验几何精度前,除应将机身的安装水平调平外,尚应将上、下锻辊中心距调整至等于锻模公称直径。

二、当检验上、下锻辊在垂直平面内的平行度时(图 8.2.3-1),应在下锻辊表面上安置一检具,其上固定指示器,并将测头触及上锻辊下母线上,移动检具测量;平行度偏差应以指示器读数的最大

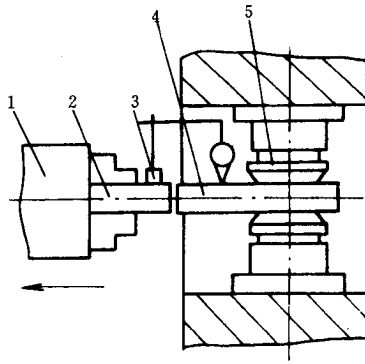


图 8.1.4-2 检验夹头运动轨迹  
与锻造中心线的平行度

1—夹头；2、4—检验棒；3—指示器；4—锤头座

差值计，在 500mm 测量长度上，并不应大于 0.10mm。

三、当检验上、下锻辊在水平面内的平行度时（图 8.2.3-1），应用检验平板触及上、下锻辊侧母线，用塞尺测量其间隙值；平行度偏差应以所测间隙值计，在 500mm 测量长度上，并不应大于 0.15mm。

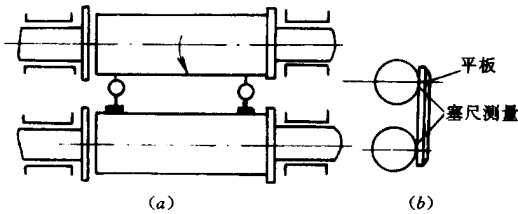


图 8.2.3-1 检验上、下锻辊的平行度  
(a) 在垂直平面内；(b) 在水平面内

四、当检验上、下锻辊固定模具定位面轴向错位（有轴向调整机构的锻压机不检此项），轴向定位面为平面时（图 8.2.3-2），应用平尺或角尺靠贴在上锻辊或下锻辊的定位面上，用塞尺测量平尺或角尺的检验面与另一锻辊定位面间的间隙；错位偏差应以所测间隙值计，并应符合表 8.2.3-2 的规定。

表 8.2.3-2 上、下锻辊固定模具定位面轴向错位允许偏差（mm）

锻模公称直径	≤250	250 ~ 630	630 ~ 1000	> 1000
轴向错位允许偏差	0.40	0.50	0.60	0.70

五、当检验上、下锻辊固定模具定位轴向错位（有轴向调整机构的不检此项），轴向定位面为锥面时（图 8.2.3-2），应在工作台上放一检验平板，使其与上锻辊和下锻辊的上母线或下母线平行，在平板上放等高块和角尺；应角塞尺测量钢球或样板与角尺检验面间的间隙值；错位偏差应以所测间隙值计，并应符合表 8.2.3-2 的规定。

第 8.2.4 条 RW 型锻压机上、下辊轴颈与支承轴瓦间的间隙，应符合表 8.2.4 的规定。

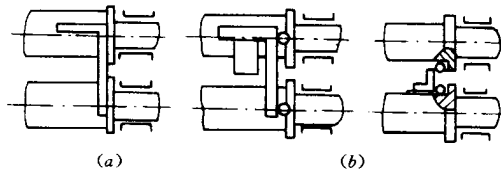


图 8.2.3-2 检验上、下辊固定模具  
定位面轴向错位

(a) 定位面为平面 ; (b) (c) 定位面为锥面

表 8.2.4

上、下辊轴颈与支承瓦间的间隙 (mm)

轴颈公称直径	$\geq 80$ , 且 $\leq 120$	120 ~ 180	180 ~ 250	250 ~ 315	315 ~ 400
轴承间隙	0.088 ~ 0.145	0.115 ~ 0.180	0.143 ~ 0.218	0.159 ~ 0.243	0.178 ~ 0.271

第 8.2.5 条 RW 型辊锻机上、下辊在滑动轴承的定位轴向间隙, 应符合表 8.2.5 的规定。

表 8.2.5

上、下辊在滑动轴承的定位轴向间隙 (mm)

辊锻机型号	RW <sub>1</sub> 370	WR <sub>1a</sub> 460	RW <sub>2</sub> 560	RW <sub>2a</sub> 680	RW <sub>3</sub> 930
上、下辊轴向间隙	0.10 ~ 0.20	0.15 ~ 0.20	0.20 ~ 0.25	0.25 ~ 0.30	0.30 ~ 0.40

第 8.2.6 条 检验 RW 型辊锻机的几何精度, 应符合下列要求:

一、当检验上、下辊的平行度时, 应用内径百分尺和平尺测量出  $x_1$  和  $x_2$  (图 8.2.6-1), 平行度误差应以  $x_1$  和  $x_2$  的差值计; 当被检长度小于或等于 800mm 时, 平行度允许偏差应为 0.15mm; 当被检长度大于 800mm 时, 平行度允许偏差应为 0.20mm。

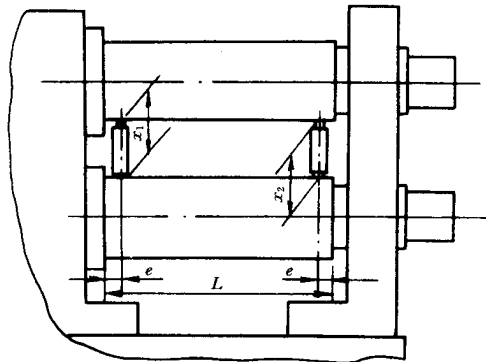


图 8.2.6-1 检验上、下辊的平行度

$L$ —被检验的长度;  $e$ —不检验的长度,

当  $L \leq 1000\text{mm}$  时,  $e = 0.1L$ ; 当  $L >$

$1000\text{mm}$  时,  $e = 100\text{mm}$  (下同)

二、当检验上、下辊挡板的平行度时, 应用内径百分尺和平尺测量出  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$  的值 (图 8.2.6-2), 平行度偏差应分别以  $x_1$  与  $x_2$  (上辊) 和  $x_3$  与  $x_4$  (下辊) 的差值计; 当被检长度小于或



等于 800mm 时，平行度允许偏差应为 0.20mm；当被检长度大于 800mm 时，平行度允许偏差应为 0.30mm。

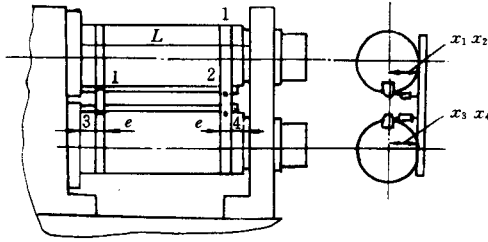


图 8.2.6-2 检验上、下辊挡板的平行度

三、当检验上、下辊挡板的错位时，应用内径百分尺和平尺测量  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$  和  $x_4$  的值（图 8.2.6-3）；挡板的错位值应以  $x_1$  与  $x_2$  的差值和  $x_3$  与  $x_4$  的差值中的大者计；当被检长度小于或等于 800mm 时，错位允许偏差应为 0.20mm；当被检长度大于 800mm 时，错位允许偏差应为 0.30mm。

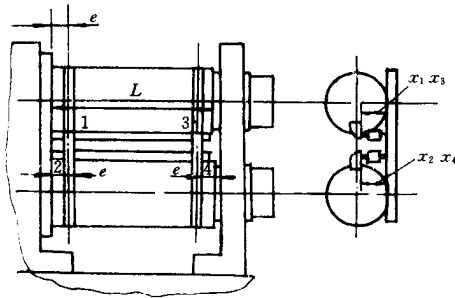


图 8.2.6-3 检验上、下辊挡板的错位

### 第三节 平 锻 机

第 8.3.1 条 本节适用于 SM 水平分模平锻机和垂直分模平锻机的安装。

第 8.3.2 条 检验平锻机机身和凹模座的纵向和横向安装水平，其偏差不应大于 0.20/1000。

第 8.3.3 条 检验 SM 型水平分模平锻机的几何精度，应符合下列要求：

一、检验模具接触面  $E$  与  $K$ 、 $D$  与  $K$ 、 $E$  与  $D$ 、 $L$  与  $M$  的相互间的共面度，应在  $M$ 、 $L$ 、 $E$ 、 $D$  和  $K$  接触面上（图 8.3.3-1）的不同方向，先在其一个平面上放两个等高块，平尺紧贴在两个等高块上，应用塞尺测量平尺与另一受检面的距离；共面度偏差应以所测距离值和等高块厚度的差值计，在 1000mm 测量长度上，并不应大于 0.15mm。

二、当检验模具室间上、下平面的平行度时（图 8.3.3-2），应在机架的模具接触平面上放一平尺，指示器放在平尺上，并将测头触及弓形钳梁模具室间接触的下平面，应按纵向  $a$  和横向  $b$  移动指示器测量；平行度偏差应以指示器读数的最大差值计，在 1000mm 测量长度上，并不应大于 0.12mm。

三、当检验滑块全行程内  $C$  与  $A$ 、 $K$  与  $B$  面的平行度时（图 8.3.3-3），应在机架模具接触面  $A$ 、 $B$  上放指示器，并将测头分别触及滑块冲头夹持器室间被测接触面  $C$ 、 $K$  平面上，应移动滑块由后死点到前死点的全行程上测量；平行度偏差应以指示器读数的最大差值计，在 100mm 测量长度上，并不应大于 0.03mm。

第 8.3.4 条 检验垂直分模平锻机的几何精度，应符合下列要求：

一、当检验机架夹紧滑块和主滑块水平支承面  $A$ 、 $B$  和  $C$  的平行度时（图 8.3.4-1），应将指示

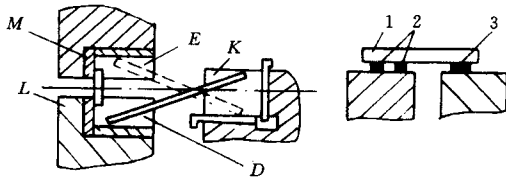


图 8.3.3-1 检验模具接触面相互间的共面度

1—平尺；2—等高块；4—塞尺

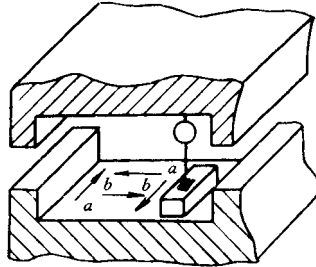


图 8.3.3-2 检验模具室间的上、下平面的平行度

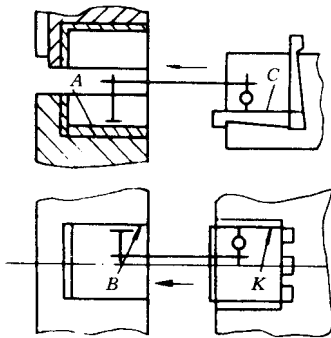


图 8.3.3-3 检验滑块行程内 C 与 A、K 与 B 面的平行度

器座放在主滑块的 C 面上，并将测头分别触及机架和夹紧滑块的 A 和 B 面上，应使指示器沿主滑块的水平支承面 C 的相互两个垂直的方向上移动测量；A 和 B 面对 C 面的平行度偏差应以指示器读数的最大差值计；但 A 面对 B 面的平行度偏差应以其对 C 面平行度相应方向的读数的最大差值计，并应符合表 8.3.4-1 的规定。

表 8.3.4-1 机架夹紧滑块和主滑块水平支承面 A、B 和 C 的平行度允许偏差 (mm)

支承面长度	≤ 250	250 ~ 500	500 ~ 800	800 ~ 1000	> 1000
平行度允许偏差	0.02	0.05	0.08	0.10	0.12

二、当检验机架夹紧滑块和主滑块的垂直支承面 D、E 和 F 的平行度时 (图 8.3.4-2)，应将指示器座固定在主滑块的 F 面上，并将测头分别触及机架和夹紧滑块的 D 和 E 面上，应使指示器沿垂

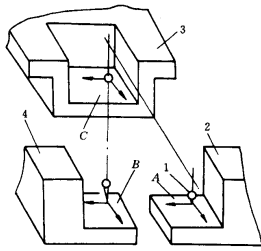


图 8.3.4-1 检验机架、夹紧滑块和主滑块水平支承面 A、B 和 C 的平行度  
1—指示器；2—机架；3—主滑块；  
4—夹紧滑块

直支承面 F 在相互两个垂直方向上移动测量；但 D、E 面对 F 面的平行度偏差，应以指示器读数的最大差值计；D 面对 E 面的平行度偏差，应以其与 F 面相应方向平行度的最大差值计，并应符合表 8.3.4-2 的规定。

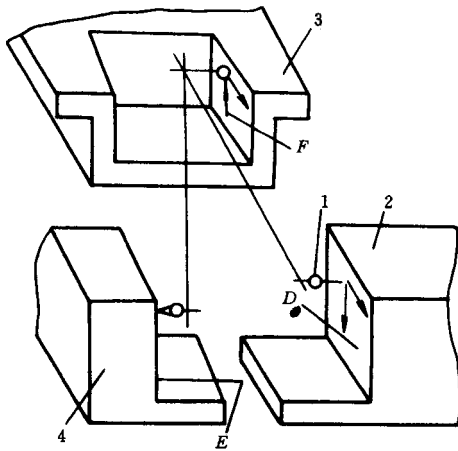


图 8.3.4-2 检验机架夹紧滑块和主滑块的垂直支承面 D、E 和 F 的平行度  
1—指示器；2—机架；3—主滑块；  
4—夹紧滑块

表 8.3.4-2 机架、夹紧滑块和主滑块的垂直支承面 D、E 和 F 的平行应允许偏差 (mm)

支承面长度	≤ 250	250 ~ 500	500 ~ 800	800 ~ 1000	> 1000
平行度允许偏差	0.03	0.06	0.10	0.13	0.16

三、当检验机架、夹紧滑块的支承面 A 的共面度和机架夹紧滑块与主滑块下支承面 B 和 C 的共面度时，应在机架和夹紧滑块的半凹模支承面 A 及机架夹紧滑块和主滑块的下支承面 BC 上，并在其中一个面上放两个等高块，平尺紧贴在等高块上，应用塞尺分别测量平尺和受检面间的距离（图 8.3.4-3）；共面度偏差应以所测距离和等高块厚度的最大差值计，并应符合表 8.3.4-3 的规定。

表 8.3.4-3 机架夹紧滑块支承面 A 和机架、夹紧滑块主滑块  
支承面 B 和 C 的共面度允许偏差 (mm)

支承面长度	≤250	250~500	500~800	800~1000	>1000
共面度允许偏差	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20

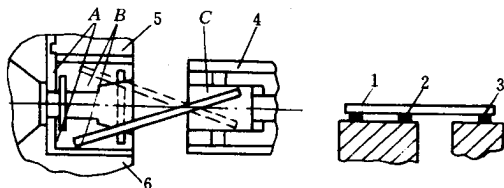


图 8.3.4-3 检验机架夹紧滑块支承面

A、机架、夹紧滑块和主滑块下支  
承面 B 和 C 的共面度

1—平尺；2—等高块；3—塞尺；4—主  
滑块；5—夹紧滑块；6—机架

四、当检验主滑块运动轨迹对机架支承面 A 的垂直度时 (图 8.3.4-4), 应将角尺紧贴在机架支承面 A 上, 指示器固定在主滑块上, 并将测头触及角尺的检验面上, 应移动主滑块在全行程上的垂直平面和水平面两个方向上测量; 垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计, 并应符合表 8.3.4-4 的规定。

表 8.3.4-4 主滑块运动轨迹对机架支承面 A 的垂直度允许偏差 (mm)

主滑块行程		≤250	250~400	400~500	500~600	>600
垂直度允许偏差	垂直平面内	0.08	0.12	0.16	0.20	0.25
	水平面内	0.10	0.16	0.20	0.25	0.30

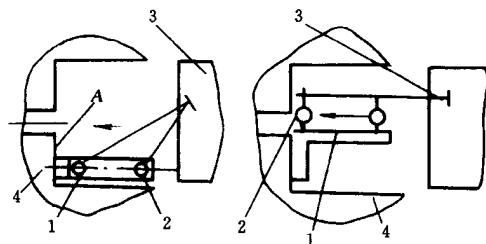


图 8.3.4-4 检验主滑块运动轨迹对  
机架支承面 A 的垂直度

(a) 垂直平面内; (b) 水平面内

1—角尺；2—指示器；3—主滑块；

4—机架

## 第四节 热模锻压力机

第 8.4.1 条 本节适用于热模锻压力机的安装。

第 8.4.2 条 组装底座时，应符合下列要求：

一、底座工作台面的安装水平，纵向和横向偏差均不应大于  $0.20/1000$ 。

二、底座下具有框架支座者，框架与底座接触应均匀，局部间隙不应大于  $0.05\text{mm}$ ，间隙累计长度不应大于可检长度的  $10\%$ 。

第 8.4.3 条 重要的固定接合面应紧密贴合；用  $0.05\text{mm}$  塞尺进行检查，塞尺应局部塞入，塞入深度不应大于宽度的  $20\%$ ，其可塞入部分累计长度不应大于可检长度的  $10\%$ 。

第 8.4.4 条 组装机架应符合下列要求：

一、立柱与底座、立柱与横梁的接触应均匀，用  $0.05\text{mm}$  塞尺进行检查，应符合本规范第 8.4.3 条的规定。

二、立柱的铅垂度、两立柱的平行度，其偏差不应大于设计的规定。

三、拉紧螺栓采用加热或液压加载预紧时，应符合设备技术文件的规定。当无规定时，应符合本规范第 2.0.6 条或 2.0.7 条的规定。

第 8.4.5 条 偏心轴与离心机摩擦盘的配合表面的接触面积不应小于  $80\%$ ；重要连接部位的钩头键刮研后，上、下面的接触面积不应小于总面积的  $80\%$ ，两个侧面应符合图样规定。

第 8.4.6 条 主要的滑动轴承处，轴颈与轴承之间的间隙应符合设备技术文件的规定；当无规定时，可按本规范附录一进行选择 and 计算确定。楔块、滑块与导轨间的间隙应符合图样的规定。

第 8.4.7 条 现场组装的飞轮，其圆跳动偏差应符合本规范第 2.0.4 条七款的规定。

第 8.4.8 条 检验压力机的精度前，其组装应符合下列规定：

一、工作台面的安装水平，纵向和横向偏差均不应大于  $0.20/1000$ 。

二、滑块应处于下极限位置，滑块调节装置应处于中间位置。

三、平衡机构应处于工作状态。

第 8.4.9 条 检验楔块式曲柄热模锻压力机（KP 型）的几何精度，应符合下列要求：

一、当检验滑块下平面与工作台上平面的平行度时（图 8.4.9-1），应在工作台上放一长度不大于  $500\text{mm}$  的平尺，其上放指示器，并将测头触及滑块下平面；当滑块调节在行程的下限位置时，应移动指示器，在工作台前、后、左、右及对角线方向进行测量；平行度偏差应以指示器读数的最大差值计，并应符合表 8.4.9-1 的规定。

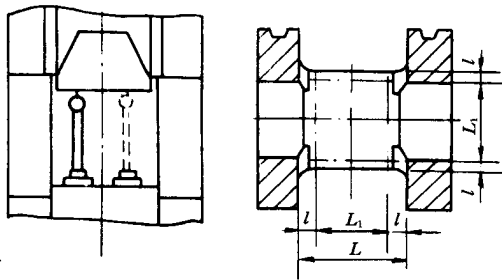


图 8.4.9-1 检验滑块下平面与工作台上平面的平行度

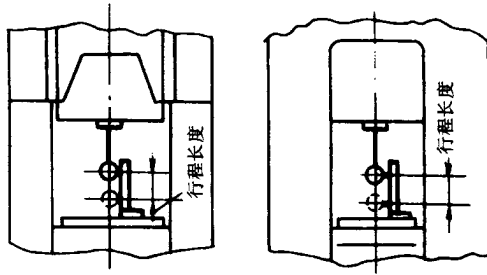
表 8.3.9-1 滑块下平面与工作台上平面的平行度允许偏差

压力机型号 KP	2500	4000	12500
	3150	6300 8000	
平行度允许偏差 (mm) (在 1000 测量长度上)	0.20	0.25	0.30

二、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度时 (图 8.4.9-2), 应在工作台面上放一平尺, 其上放一直角尺, 将指示器固定在滑块下平面上, 并将测头触及角尺的检验面, 当滑块由行程上死点位置运行到下死点位置, 应在工作台面中央的纵向和横向两个互相垂直方向上进行测量; 垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计, 并应符合表 8.4.9-2 的规定。

表 8.4.9-2 滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度允许偏差

压力机型号 KP	2500	4000	8000
	3150	6300	12500
垂直度允许偏差 (mm) (在 1000 测量长度上)	0.40	0.50	0.60

图 8.4.9-2 检验滑块运动轨迹  
对工作台上平面的垂直度

第 8.4.10 条 检验曲柄式热模锻压力机的几何精度, 应符合下列要求:

一、当检验滑块下平面对工作台上平面的平行度时 (图 8.4.10-1), 应在工作台面上放一长度不大于 500mm 的平尺, 其上放指示器, 并将测头触及滑块下平面; 当滑块调节在行程的下极限位置时, 应移动指示器按“口”字形测量; 平行度偏差应以指示器读数的最大差值计, 在 1000mm 测量长度上不应大于 0.16mm。

二、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度时 (图 8.4.10-2), 应在工作台面上放一平尺, 其上放一直角尺, 将指示器固定在滑块下平面上, 并将测头触及角尺的检验面; 当滑块由上死点运行到下死点, 应在工作台面中央的纵向和横向两个互相垂直方向上进行测量; 垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计, 在 1000mm 测量长度上不应大于 0.50mm。

## 第五节 试 运 转

第 8.5.1 条 锻机及其附属设备的空负荷试运转除符合本节的规定外, 尚应符合现行国家标准

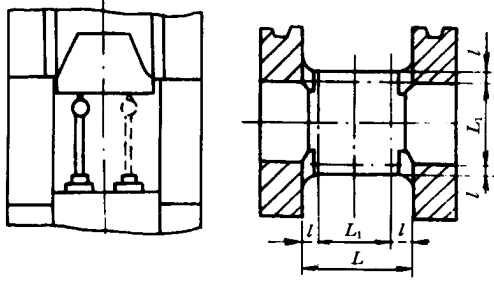


图 8.4.10-1 检验滑块下平面与工作台上平面的平行度

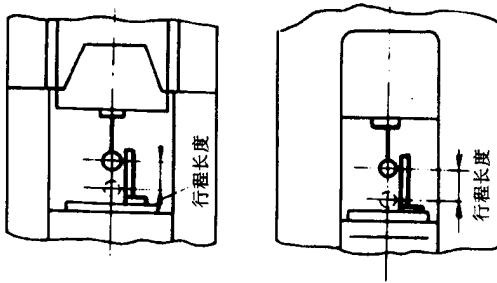


图 8.4.10-2 检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

第 8.5.2 条 锻机空负荷试运转，应符合下列要求：

一、空负荷试运转试验的时间和工作程序应符合下列要求：

1. 径向锻机空负荷试运转试验时间不应小于 2h，其中自动锻打三台阶轴的程序运转时间不应小于 1h。
2. 辊锻机空负荷运转试验时间不应小于 2h，其中带动上、下辊连续运转时间不应小于 0.5h，单次行程离合器、制动器每分钟运转接合次数不应小于表 8.5.2-1 的规定。

表 8.5.2-1 离合器、制动器单次行程接合次数

锻机名称	辊锻机			RW 型辊锻机		
	≤25	25~40	>40	≤40	40~60	60~80
离合器、制动器接合次数 (次/min) 与辊锻转数 (次/ min) 之比 (%)	55	45	35	80	60	40

注：表内相邻两档之间的接合次数计算方法，用插入法决定百分比。

3. 平锻机空负荷运转试验时间不应小于 2h，其中连续行程时间不应小于 1h，单次行程时间不应小于 0.5h；单次行程垂直分模平锻机离合器、制动器每分钟接合次数不应小于表 8.5.2-2 的规定；SM 型水平分模平锻机滑块每分钟行程次数不应小于表 8.5.2-2 的规定。

表 8.5.2-2 垂直分模平锻机离合器、制动器单次行程接合次数

主滑块行程次数 (次/min)	≤20	20 ~ 40	40 ~ 60
离合器、制动器接合次数 (次/min) 与滑块行程次数 (次/min) 之比 (%) 50	45	35	

注:主滑块行程次数大于 60 次/min, 其接合次数应按每分钟 22 次进行试验, 表中相邻两档之间的接合次数计算方法, 按主滑块行程次数多少以插入法决定百分比。

表 8.5.2-3 SM 型水平分模平锻机每分钟行程次数试验

机器型号	SM450	SM630	SM800
滑块行程次数 (次/min)	14	13	12
机器型号	SM1250	SM1600	SM2000
滑块行程次数 (次/min)	10	9	8

4. 热模锻压力机不带动滑块时的空运转时间不应少于 2h, 带动滑块连续单次空运转时间不应少于 4h; 滑块动作节拍在 1h 内不应少于 360 次。

二、各机构工作应平稳、动作协调、正确、可靠。

三、辊锻机在空负荷运转试验中, 尚应按设备技术文件规定调整其锻辊的中心距、转角、轴向位移; 在单次运转停止时, 锻辊应可靠地停止在规定位置, 其允许偏差应为  $\pm 5^\circ$ 。

四、当在单次运转停止时, 平锻机和 MP 型热模锻压力机的滑块应准确地停止在后 (上) 死点, 其曲柄转角允许偏差应为  $\pm 10^\circ$ ; KP 型热模锻压力机的滑块应准确地在上死点, 其曲柄转角允许偏差应为  $\pm 5^\circ$ 。

五、锻机有温升和最高温度要求的部件, 应符合下列要求:

1. 滑动轴承温升不应超过  $35^\circ\text{C}$ , 最高温度不应超过  $70^\circ\text{C}$ ;
2. 滚动轴承温升不应超过  $40^\circ\text{C}$ , 最高温度不应超过  $70^\circ\text{C}$ ;
3. 滑块镶条与导轨温升不应超过  $15^\circ\text{C}$ , 最高温度不应超过  $50^\circ\text{C}$ ;
4. 摩擦离合器与制动器 (包括带式制动器) 温升不应超过  $70^\circ\text{C}$ , 最高温度不应超过  $100^\circ\text{C}$ ;
5. 液压泵的进口油温不应超过  $60^\circ\text{C}$ , 但不宜低于  $15^\circ\text{C}$ 。

六、液压、润滑、冷却 (加热) 和气动系统管路、接头、法兰及其他连接处, 密封应良好, 并不得有介质向外渗漏和相互混合现象。

七、操作装置应灵敏、正确、可靠。

## 第九章 剪 切 机

### 第一节 摆式剪板机

第 9.1.1 条 本节适用于上刀架作摆动的剪板机的安装。

第 9.1.2 条 检验剪板机的安装水平, 应用水平仪在工作台面上测量, 其纵向和横向偏差不应大



于 0.20/1000。当剪板宽度小于 1.6m 时，在工作台面中央测量；当剪板宽度为 1.6~3.2m 时，在工作台面两端测量；当剪板宽度大于 3.2m 时，在工作台面两端和中间三个位置上测量。

第 9.1.3 条 检验剪板机的几何精度，应符合下列要求：

一、当检验上、下刀片刃口之间的间隙的均匀度时（图 9.1.3-1），应将上、下刀片移至相叠位置，用塞尺沿下刀片垂直方向测量上、下刀片刃口之间的间隙，在每 1000mm 长度上测点不应少于 3 点；间隙均匀度偏差应以塞尺读数的最大差值计，并应符合表 9.1.3-1 的规定。

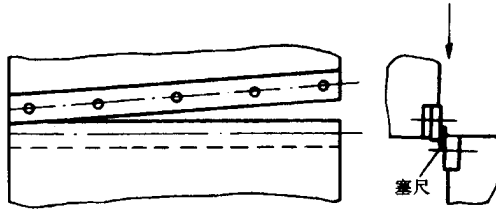


图 9.1.3-1 检验上、下刀片刃口之间的间隙均匀度

二、当检验下刀刃与挡料器之间的平行度时（图 9.1.3-2），挡料器应调节在最前及最后位置，在整个长度上用深度游标卡尺测量下刀刃和挡料器之间的距离；平行度偏差应以任意 1000mm 长度内游标卡尺的读数最大差值计，并应符合表 9.1.3-2 的规定。

表 9.1.3-1 上、下刀片刃口之间的间隙均匀度允许偏差（mm）

可剪板厚	≤4	6	10	12	16
间隙均匀度允许偏差	0.05	0.06	0.10	0.12	0.14
可剪板厚	20	25	32	40	
间隙均匀度允许偏差	0.18	0.22	0.26	0.32	

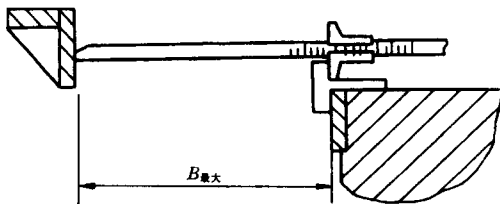


图 9.1.3-2 检验下刀刃与挡料器之间的平行度

表 9.1.3-2 下刀刃与挡料器之间的平行度允许偏差（mm）

机床精度级别	I	II	III
平行度允许偏差（在任意 1000mm 测量长度上）	0.10	0.20	0.50

## 第二节 剪板机

第 9.2.1 条 本节适用于刀架作往复运动剪板机的安装（摆式剪板机除外）。

第 9.2.2 条 检验剪板机安装水平，应用等高块、平尺和水平仪在工作台面上进行测量，纵向和横向偏差不应大于 0.20/1000（图 9.2.2）。

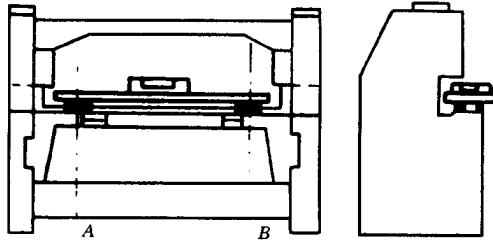


图 9.2.2 检验剪板机的安装水平

第 9.2.3 条 检验剪板机的几何精度，应符合下列要求：

一、当检验刀片间隙的均匀度时（图 9.2.3-1），应将刀片移至相叠位置，并将间隙调整为 0.05mm，从距刀片端部 50mm 起用塞尺每隔 150mm 测量一次刀片间的间隙，刀片间隙均匀度偏差应以塞尺读数的最大差值计，并应符合表 9.2.3-1 的规定。

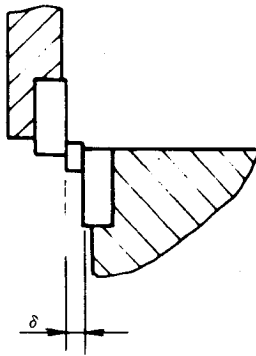


图 9.2.3-1 检验刀片  
间隙的均匀度

表 9.2.3-1 刀片间隙均匀度允许偏差（mm）

可剪板厚	≤2.5	2.5~8	8~16	>16
均匀度允许偏差	0.02	0.05	0.08	0.10

注：刀片平面不得凸起。

二、当检验下刀片与挡料器间的平行度时（图 9.2.3-2），应将挡料器分别调节至最小或最大位置，在整个长度上用内径千分尺测量挡料器和下刀片之间的距离，每 1000mm 长度上测点不得少于 3 点；平行度偏差应以任意 1000mm 长度内千分尺读数的最大差值计，并应符合表 9.2.3-2 的规定。

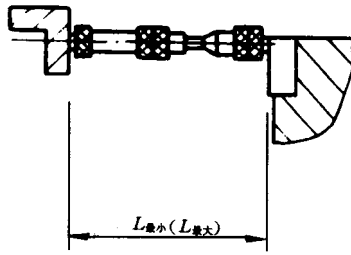


图 9.2.3-2 检验下刀片与挡料器间的平行度

表 9.2.3-2 下刀片与挡料器间的平行度允许偏差 (mm)

机床精度级别	I	II	III
平行度允许偏差 (在任意 1000mm 测量长度上)	0.10	0.20	0.50

### 第三节 棒料剪断机

第 9.3.1 条 本节适用于剪切圆形、方形、矩形断面钢材的棒料剪断机的安装。

第 9.3.2 条 检验剪断机的安装水平，其纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

第 9.3.3 条 当检验滑块运动轨迹对下刀片槽水平支承面的垂直度时 (图 9.3.3)，应将一直角尺放在下刀槽的水平支承面上，将指示器固定在滑块上，并将侧头触及角尺检验面，应向下移动滑块进行测量；垂直度偏差应以指示器在行程极限位置内读数的最大差值计，并应符合表 9.3.3 的规定。

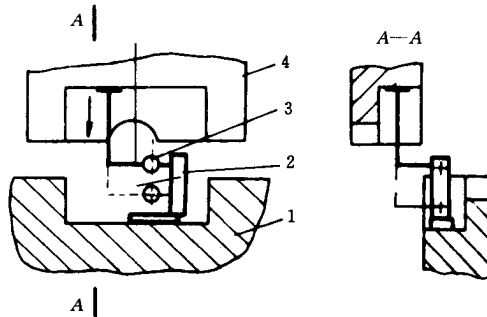


图 9.3.3 检验滑块运动轨迹对下刀槽水平支承面的垂直度

1—下刀槽；2—角尺；3—指示器；4—滑块

表 9.3.3 滑块运动轨迹对下刀槽水平面支承面的垂直度允许偏差

机床名称	棒料剪断机				
公称剪切力 (kN)	≤2500	2500 ~ 6300	> 6300		
垂直度允许偏差 (mm)	0.12	0.20	0.30		
机床名称	KS 型棒料剪断机				
公称剪切力 (kN)	5000	7000	9000	12500	16000
垂直度允许偏差 (mm)	0.16	0.20	0.24	0.28	0.30

第 9.3.4 条 当检验上刀槽水平支承面与下刀槽水平面的平行度时 (图 9.3.4), 应将指示器放在下刀槽的水平支承面上, 并将测头触及上刀槽的水平支承面, 应沿下刀槽水平支承面移动指示器测量; 平行度偏差应以指示器在极限位置内读数的最大差值计, 并应符合表 9.3.4 的规定。

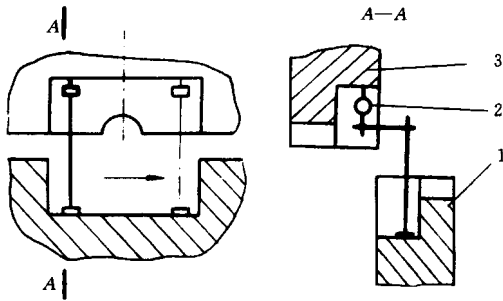


图 9.3.4 检验上刀槽水平支承面与  
下刀槽水平支承面的平行度

1—下刀槽; 2—指示器; 3—上刀槽

表 9.3.4 上刀槽水平面支承面与下刀槽水平支承面的平行度允许偏差

机床名称	棒料剪断机				
公称剪切力 (kN)	≤2500	2500 ~ 6300		> 6300	
平行度允许偏差 (mm)	0.12	0.20		0.30	
机床名称	KS 型棒料剪断机				
公称剪切力 (kN)	5000	7000	9000	12500	16000
平行度允许偏差 (mm)	0.12	0.20	0.24	0.28	0.30

第 9.3.5 条 当检验上刀槽与下刀槽的相对偏移时 (图 9.3.5), 应将平尺贴靠在上刀槽或下刀槽右侧垂直支承面上; 用塞尺测量平尺和上、下刀槽垂直支承面间的间隙, 再用同样方法测得刀槽左侧的间隙; 相对偏移偏差应以间隙最大值计, 并应符合表 9.3.5 的规定。

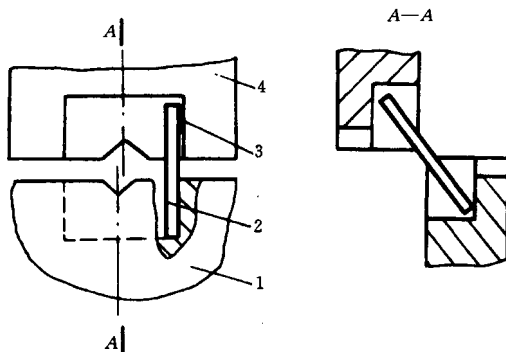


图 9.3.5 检验上刀槽与下刀槽的相对偏移

1—下刀槽; 2—平尺; 3—塞尺; 4—上刀槽

表 9.3.5 上刀槽与下刀槽的相对偏移允许偏差

机床名称	棒料剪断机				
公称剪切力 (kN)	< 2500	2500 ~ 6300		> 6300	
偏移允许偏差 (mm)	0.20	0.25		0.30	
机床名称	KS 型棒料剪断机				
公称剪切力 (kN)	5000	7000	9000	12500	16000
偏移允许偏差 (mm)	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50

## 第四节 试 运 转

第 9.4.1 条 剪切机试运转, 除按本节的规定外, 尚应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

表 9.4.2 离合器、制动器单次行程接合次数

上刀架行程次数 (次/min)	≤ 20	20 ~ 40	40 ~ 60
离合器和制动器接合次数 (次/min) 对上刀架行程次数 (次/min) 之比 (%)	70	60	50

注: 当上刀架每分钟工作行程次数大于 60 次时, 均以每分钟 30 次试验; 表内相邻两挡间接合次数, 可用插入法决定。

第 9.4.2 条 摆式剪板机和剪板机其带动下刀架运动的连续空负荷运转时间, 不应少于 2h; 其中连续行程的运转时间不应少于 1h, 单次行程运转时间不应少于 0.5h。对具有单次行程工作有要求的, 在进行单次行程运转试验时, 离合器和制动器每分钟的接合次数不应少于表 9.4.2 的规定; 液压传动的剪板机应按其工作要求进行空负荷运转试验。

第 9.4.3 条 棒料剪切机主动部分空负荷运转时间不应少于 1h, 带动滑块空负荷运转时间不应少于 4h; 其离合器和制动器每分钟的接合次数不应小于滑块空行程次数的 50%。

第 9.4.4 条 空负荷试运转中, 其检查试验应符合下列要求:

一、剪切机的工作机构和操纵机构等动作应相互协调, 所有工作机构的动作应平稳、可靠, 并无异常现象。

二、当刀架 (滑块) 停止运转时, 应停止在设计所规定的位置上。

三、操作装置的操纵应灵敏、正确、可靠。

四、当进行 KS 棒料剪断机空负荷运转试验时, 尚应检验其飞轮的惯性自停时间; 当飞轮达到额定转速时, 主电机应断电, 飞轮以其自身惯量带动主运动部分转动的自停时间, 应符合表 9.4.4 的规定。

表 9.4.4 飞轮的惯性自停时间 (mm)

型号 (KS)	500	700	900	1250	1600
自停时间	5 ~ 7	6 ~ 8	7 ~ 9	8 ~ 10	9 ~ 11

五、有温升和最高温度要求的部件, 应符合下列要求:

1. 滑动轴承温升不应超过 35℃, 最高温度不应超过 70℃;

2. 滚动轴承温升不应超过  $40^{\circ}\text{C}$ ，最高温度不应超过  $80^{\circ}\text{C}$ ；
3. 滑块镶条与滑动导轨的温升不应超过  $15^{\circ}\text{C}$ ，最高温度不应超过  $50^{\circ}\text{C}$ ；
4. 摩擦离合器与制动器（包括带式制动器）温升不应超过  $70^{\circ}\text{C}$ ，最高温度不应超过  $100^{\circ}\text{C}$ ；
5. 液压泵进口的最高油温不应超过  $60^{\circ}\text{C}$ ，不宜低于  $15^{\circ}\text{C}$ 。

六、安全保护联锁装置的动作应准确、可靠；在单次行程工作试验时，不得发生连续工作行程的现象。

七、液压、润滑、气动、冷却（加热）系统的管路、接头、法兰及其密封处，密封应良好，并不得有介质向外渗漏和相互混合现象。

## 第十章 弯曲校正机

### 第一节 卷板机

第 10.1.1 条 本节适用于三辊（图 10.1.1-1）和四辊（图 10.1.1-2）卷板机的安装。

第 10.1.2 条 检验卷板机的安装水平，其纵向和横向均不应大于  $0.20/1000$ （图 10.1.2）。

第 10.1.3 条 检验卷板机的几何精度时，应在辊子处于空载的条件下进行，并应符合下列规定：

一、当检验下辊或侧辊的水平度时，应将平尺和水平仪放在下辊或侧辊上（图 10.1.3-1），并在 A 和 B 处（图 10.1.3-2）进行测量，水平度偏差不应大于  $0.10/1000$ 。

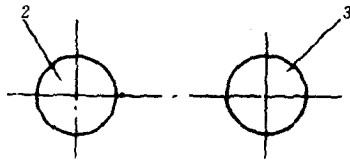
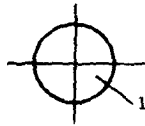


图 10.1.1-1 三辊卷板机三辊的排列及名称  
1—上辊；2、3—下辊（侧辊）

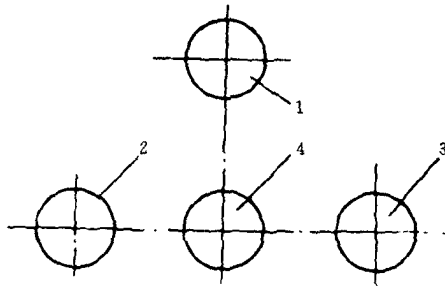


图 10.1.1-2 四辊卷板机四辊的排列及名称  
1—上辊；2、3—侧辊；4—下辊

二、当检验下辊或侧辊到上辊的等距度时（图 10.1.3.3），应将平尺放在下辊上，指示器放在平

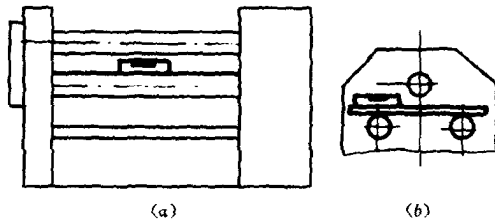


图 10.1.2 检验卷板机的纵向和横向安装水平

(a) 纵向; (b) 横向

尺上, 并将测头触及上辊下母线上, 在  $A$  和  $B$  处 (图 10.1.3-2) 测量下辊式侧辊与上辊的距离, 等距度偏差应以指示器在  $A$ 、 $B$  两处距离读数的差值计, 在 100mm 测量长度上不应大于 0.10mm。

第 10.1.4 条 检验卷板机的几何精度, 应在辊子处于静载条件下进行; 加载量立为满负荷的 10%, 加载方法应符合本规范附录三的规定, 其几何精度应符合下列要求;

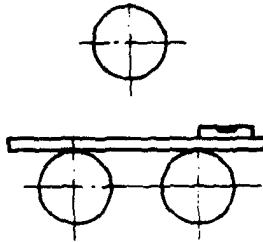


图 10.1.3-1 检验下辊或侧辊的水平度

注: 卷板机几何精度检验在  $A$  点和  $B$  点测量, 钢板加载位置在辊子端部  $L_2$  的内侧。其位置距辊子工作部分端部的距离, 当公称卷板宽度  $\leq 2000\text{mm}$  时,  $L_1 = 50 \pm 3\text{mm}$ ,  $L_2 = 70_0^{+5}\text{mm}$ ; 当公称卷板宽度  $> 2000\text{mm}$  时,  $L_1 = 100 \pm 3\text{mm}$ ,  $L_2 = 120_0^{+5}\text{mm}$ 。

一、当检验下辊或侧辊之间的等距度时 (图 10.1.4-1), 应在  $A$ 、 $B$  两处 (图 10.1.3-2) 用内径千分尺测量两下辊或侧辊的距离; 等距度偏差应以在  $A$ 、 $B$  两处测量距离的差值计, 并应符合表 10.1.4-1 的规定。

表 10.1.4-1 下辊或侧辊之间的等距度允许偏差 (mm)

下辊单独可调时		下辊固定啮合时	
上辊直径 $D$	等距度允许偏差	上辊直径 $D$	等距度允许偏差
$\leq 200$	0.80	$\leq 200$	0.40
200 ~ 500	1.20	200 ~ 500	0.60
$> 500$	1.50	$> 500$	0.80

二、当检验下辊或侧辊至上辊的等距度时 (图 10.1.4-2), 应在  $A$  和  $B$  处 (图 10.1.3-2) 用内径千分尺分别测量下辊或侧辊至上辊的距离; 等距度偏差应以在  $A$ 、 $B$  两处测量距离的差值计, 并应符合表 10.1.4-2 的规定。

表 10.1.4-2 下辊 (或侧辊) 至上辊之间的等距度允许偏差 (mm)

上辊直径 $D$	$\leq 200$	200 ~ 500	$> 500$
等距度允许偏差	1.00	1.30	1.60

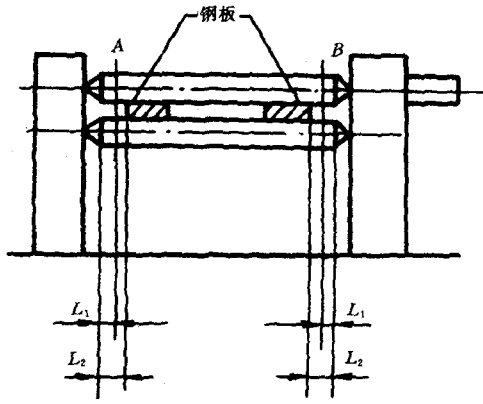


图 10.1.3-2 卷板机精度检验时的测量位置和加载位置

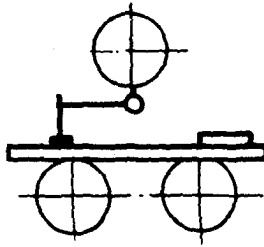


图 10.1.3-3 检验下辊（或侧辊）与上辊的等距度

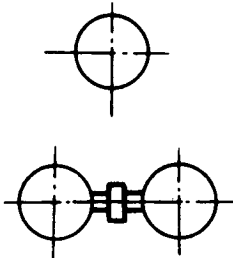


图 10.1.4-1 检验下辊或侧辊之间的等距度

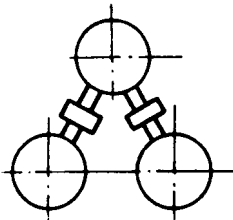


图 10.1.4-2 检验下辊或侧辊至上辊之间的等距度



## 第二节 折边机

第 10.2.1 条 本节适用于摆梁式各种折边机的安装。

第 10.2.2 条 检验折边机的安装水平，应用水平仪和直角尺在折边机左、右立柱的导轨上测量，其偏差均不应大于  $0.20/1000$ 。

## 第三节 板料折弯机

第 10.3.1 条 本节适用于板料折弯机的安装。

第 10.3.2 条 检验板料折弯机的安装水平（图 10.3.2），应用平尺等高块和水平仪纵向在工作台面中央，横向在工作台面距端面 50mm 处和中间进行测量，其偏差均不应大于  $0.20/1000$ 。

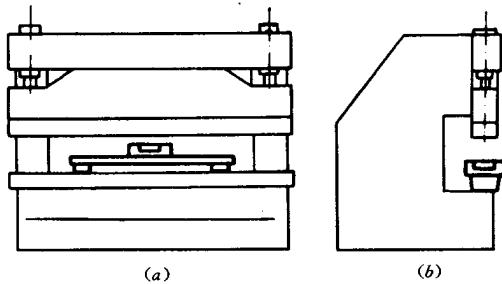


图 10.3.2 检验板料折弯机的安装水平  
(a) 纵向；(b) 横向

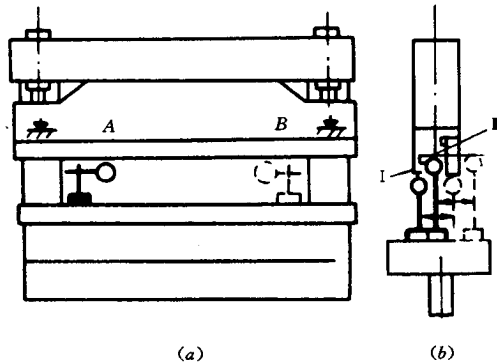


图 10.3.3-1 检验与上模贴合的水平支面对工作台面的平行度  
I、II—折弯机的结构型式。  
(a) 纵向；(b) 横向

第 10.3.3 条 检验板料折弯机的几何精度，应符合下列要求：

一、当检验上模的水平支面对工作台上平面的平行度时（图 10.3.3-1），应将滑块停靠在任意封闭高度，在工作台面 A 处放一指示器，并将测头触及上模的水平支面，测出一个读数，在 B 处同样测出一个读数，A 和 B 处应分别距工作台端面 50mm；平行度偏差应以指示器读数的差值计，纵向偏差应符合表 10.3.3-1 的规定，横向偏差应符合表 10.3.3-2 的规定。

表 10.3.3-1 上模的水平支承面与工作台面纵向的平行度允许偏差 (mm)

工作台长度	≤1600	1600~2500	2500~4000	4000~6300	6300~8000
平行度允许偏差	0.12	0.16	0.18	0.20	0.22

表 10.3.3-2 上模的水平支承面与工作台面横向的平行度允许偏差 (mm)

水平支承面宽度	≤50	50~100
平行度允许偏差	0.04	0.10

注:滑块前端只许向下偏。

二、当检验滑块运动轨迹对工作台上平面的垂直度时(图 10.3.3-2),应在工作台面 A 处放一直角尺,将指示器固定在滑块上,并将测头触及角尺检验面;应向下移动滑块在最大行程内测量,在 B 处用同样方法测量一次;A 和 B 处(图 10.3.3-1)应分别距工作台端面 50mm;垂直度偏差应以指示器读数的最大差值计,并应符合表 10.3.3-3 的规定。

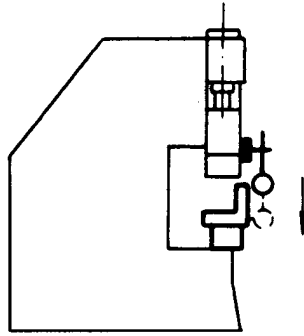


图 10.3.3-2 检验滑块运动轨迹对工作台面的垂直度

表 10.3.3-3 滑块运动轨迹对工作台面的垂直度允许偏差 (mm)

滑块行程	≤100	100~250	250~500
垂直度允许偏差	0.20	0.25	0.40

注:滑块向下运行时,只许滑块向内偏向机身方向。

## 第四节 弯管机

第 10.4.1 条 本节适用于金属管材在冷态下弯曲的缠绕式一般用途弯管机的安装。

第 10.4.2 条 弯管机的安装水平,其纵向和横向偏差均不应大于 0.20/1000。

## 第五节 辊式板材矫正机

第 10.5.1 条 本节适用于冷矫金属板辊式板材矫正机的安装。

第 10.5.2 条 工作辊与支承辊应均匀接触,接触数量不应小于支承辊总数的 80%,局部间隙不应大于 0.05mm。

第 10.5.3 条 支承辊不转动数量不应大于总数的 20%;在进料端的前 4 个辊子不得发生不转动现

象,且其与工作辊的最大间隙,当工作辊直径小于或等于 150mm 时,不得大于 0.15mm,当工作辊直径大于 150mm 时,不得大于 0.20mm。

第 10.5.4 条 当检验矫正机上排工作辊面与下排工作辊面的平行度时,其允许偏差应符合表 10.5.4 的规定。

表 10.5.4 上排工作辊面与下排工作辊面的平行度允许偏差 (mm)

工作辊直径 $\psi$	23 ~ 60	75 ~ 150	150 ~ 220	> 220
平行度允许偏差 (每 1000mm 测量长度上)	0.035	0.060	0.090	0.120

## 第六节 试运转

第 10.6.1 条 弯曲矫正机的试运转,除按本书的规定执行外,尚应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

第 10.6.2 条 弯曲矫正机空负荷连续运转时间不应小于 2h;具有单次行程工作规范的弯曲矫正机(板料折弯机),空负荷连续运转时间不应小于 1h;单次行程时间不应小于 0.5h;当板料折弯机单次行程时,离合器、制动器每分钟的接台次数不应小于表 10.6.2 的规定。

表 10.6.2 板料折弯机单次行程时离合器、制动器每分钟接合次数

滑块行程次数 (次/min)	< 20	20 ~ 40	40 ~ 60
离合器、制动器接合次数 (次/min) 与滑块行程次数 (次/min) 之比 (%)	70	60	50

注:表内相邻两挡间的接合次数计算法,按滑块行程次数以插入法计算百分比。

第 10.6.3 条 空负荷试运转中检查试验,应符合下列要求:

一、各运动机构应按其工作要求作数次操作试验;其工作机构运动作应协调、平稳、无振动和停滞现象;操纵机构应互相协调、同步、灵敏、可靠以及显示正确。

二、空负荷连续运转中,有温升和最高温度要求的部件应符合下列要求:

1. 滑动轴承温升不应超过 35℃,最高温度不应超过 70℃;
2. 滚动轴承温升不应超过 40℃,最高温度不应超过 80℃;
3. 滑块镶条与滑动导轨温升不应超过 15℃,最高温度不应超过 50℃;
4. 摩擦离合器与制动器(包括带式)温升不应超过 70℃,最高温度不应超过 100℃;
5. 液压泵的进口油温不应超过 60℃,且不宜低于 15℃。

三、液压、润滑、冷却、气动系统的管路、接头、法兰及其他连接处,密封应良好,并不得有介质向外渗漏和相互混合现象。

## 第十一章 工程验收

第 11.0.1 条 锻压设备安装工程施工完毕,经检验其几何精度和空负荷试运转合格后,方可办理工程验收手续。

第 11.0.2 条 锻压设备安装工程未经办理工程验收,不得进行负荷试运转和投入生产使用。

第 11.0.3 条 工程验收时,应具备下列资料:

- 一、设备开箱检查及交接记录；
- 二、基础工程几何尺寸复检记录；
- 三、设备清洗检查记录；
- 四、设计修改的有关文件和签证；
- 五、隐蔽工程（包括管线）施工记录；
- 六、重要焊接工作的焊接试验及检查记录；
- 七、安装水平、几何精度检验记录；
- 八、试运转记录；
- 九、其他有关资料。

第 11.0.4 条 应归还机床设备技术文件、专用工具、专用检具等，并办理工程验收的手续。

# 标准规范五 连续输送设备安装 工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of  
continuous conveyer equipment  
installation engineering

GB 50270—98

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为保证连续输送设备安装工程的施工质量,促进安装技术的进步,确保设备安全运行,制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于通用固定式带式输送机、板式输送机、垂直斗式提升机、螺旋输送机、辊子输送机、悬挂输送机、振动输送机、埋刮板输送机、气力输送设备、架空索道、矿井提升机和绞车等安装工程的施工及验收。

第 1.0.3 条 本规范是连续输送设备安装工程的专业技术规定,其通用技术要求应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的规定。

第 1.0.4 条 连续输送设备必须经试运转合格后,方可交付生产使用。

第 1.0.5 条 连续输送设备安装工程的施工及验收除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行标准、规范的有关规定。

## 第二章 一般规定

第 2.0.1 条 连续输送设备安装工程施工前的检查应符合下列要求:

- 一、设计和设备技术文件应齐全;
- 二、按设备装箱清单,检查设备、材料的型号、规格和数量,应符合设计和产品标准的要求,并应具有产品合格证书;
- 三、机电设备应无变形、损伤和锈蚀;包装应良好;钢丝绳不得有锈蚀、损伤、弯折、打环、扭结、裂嘴和松散现象;
- 四、钢结构构件应有规定的焊缝检查记录和预装检查记录等质量合格证明文件;
- 五、站房、基础、预埋件、预埋螺栓的尺寸和位置的允许偏差,除应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定外,尚应符合本规范附录一的规定。

第 2.0.2 条 设备就位前,应按施工图和有关基础、支承建筑结构的实测资料,确定连续输送主要设备的纵向和横向中心线以及基准标高点,作为设备安装的基准。

第 2.0.3 条 敷设轨道应符合下列要求:

- 一、钢轨敷设前，应按其制造标准检查直线度。扭曲和端面质量，合格后方可敷设；
- 二、固定钢轨用的压板、螺栓等紧固件，其安装位置应正确，并应与轨道密切贴合、切实锁紧；
- 三、轨道中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 2mm；
- 四、两平行轨道的接头位置宜错开，其错开的距离不应等于行走部分前、后两行走轮间的距离；
- 五、轨道的接头间隙不应大于 2mm，接头处工作面的高低差不应大于 0.5mm，左右偏移不应大于 1mm；
- 六、轨距的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；
- 七、轨道直线度偏差每米不应大于 2mm，在 25m 长度内不应大于 5mm，全长不应大于 15mm；
- 八、同一截面内两平行轨道轨顶的相对标高允许偏差应符合表 2.0.3 的规定，且轨道弯曲部分的偏差方向应向曲率中心一侧降低。

表 2.0.3 轨顶的相对标高允许偏差 (mm)

轨 距	$\leq 500$	$> 500$
允许偏差	1	2

第 2.0.4 条 组装驱动链轮和拉紧链轮应符合下列要求：

- 一、链轮横向中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 2mm；
- 二、两链轮轴线应平行，且与输送机纵向中心线的垂直度偏差不应大于  $1/1000$ ；
- 三、链轮轴的安装水平偏差不应大于  $0.5/1000$ 。

第 2.0.5 条 组装履带式驱动装置应符合下列要求：

- 一、两链轮横向中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 1mm；
- 二、链轮轴线至轨道面间的距离的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ ；
- 三、链轮轴线对输送机纵向中心的垂直度偏差不应大于  $1/1000$ ；
- 四、链轮轴的安装水平偏差不应大于  $0.3/1000$ ；
- 五、两履带轨道的轨距的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；
- 六、履带轨道的纵向倾斜度偏差不应大于  $1/1000$ ；
- 七、两履带轨道工作面的高低差不应大于 1mm；
- 八、两履带轨道中心线与两链轮横向中心线应重合，其偏差不应大于 1mm。

第 2.0.6 条 托辊、滚轮和辊子装配后，其转动均应灵活。

第 2.0.7 条 连续输送设备试运转前的检查应符合下列要求：

- 一、各润滑点和减速器内所加油、脂的牌号和数量应符合设备技术文件的规定；
- 二、连续输送设备的输送沿线及通道，应无影响试运转的障碍物；
- 三、所有紧固件应无松动现象；
- 四、电气系统、安全联锁装置、制动装置、操作控制系统和信号系统均应经模拟或操作检查，其工作性能应灵敏、正确、可靠；
- 五、盘动各运动机构，使传动系统的输入、输出轴旋转一周，不应有卡阻现象；电动机的转动方向与输送机运转方向应符合。

第 2.0.8 条 连续输送设备试运转除应按现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的规定执行外，尚应符合本规范的规定。试运转应由部件至组件，由组件至单机，由单机至全输送线；且应先手动后再机动，从低速至高速，由空负荷逐渐增加负荷至额定负荷按步骤进行。

第 2.0.9 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、驱动装置的运行应平稳；

- 二、链条传动的链轮与链条应啮合良好，运行平稳，无卡阻现象；
- 三、所有滚轮和行走轮在轨道上应接触良好，运行平稳；
- 四、运动部分与壳体不应有摩擦和撞击现象；
- 五、减速器油温和轴承温升均不应超过设备技术文件的规定，润滑和密封应良好。
- 六、空负荷试运转的时间不应小于 1h，且不应小于 2 个循环；可变速的连续输送设备，其最高速空负荷试运转时间不应小于全部试运转时间的 60%。

第 2.0.10 条 负荷试运转应符合下列要求：

- 一、空负荷试运转合格后，方可进行负荷试运转；
- 二、当数台输送机联合运转时，应按物料输送反方向顺序启动设备；
- 三、负荷应按设备技术文件规定的程序和方法逐渐增加，直到额定负荷为止；额定负荷下连续运转时间不应小于 1h，且不应小于一个工作循环；
- 四、各运动部分的运行应平稳，无晃动和异常现象；
- 五、润滑油温和轴承温度均不应超过设备技术文件的规定；
- 六、安全联锁保护装置和操作及控制系统应灵敏、正确和可靠；
- 七、输送量应符合设计规定；
- 八、停车前应先停止加料，待输送机卸料口无物料卸出后，方可停车；当数台输送机联合运转时，其停车顺序应与启动顺序方向相反。

### 第三章 固定式带式输送机

第 3.0.1 条 本章适用于输送各种块状、粒状等松散物料及成件物品的固定带式输送机的安装。

第 3.0.2 条 输送机纵向中心线与基础实际轴线距离的允许偏差为  $\pm 20\text{mm}$ 。

第 3.0.3 条 组装头架、尾架、中间架及其支腿等机架（图 3.0.3）应符合下列要求：

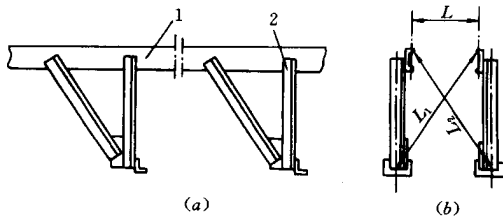


图 3.0.3 机架组装

1—中间架；2—中间架支腿；

$L_1$ 、 $L_2$ —机架横截面对角线长度； $L$ —中间架间距

- 一、机架中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 3mm；
  - 二、机架中心线的直线度偏差在任意 25m 长度内不应大于 25mm；
  - 三、在垂直于机架纵向中心线的平面内，机架横截面两对角线长度之差，不应大于两对角线长度平均值的 3/1000；
  - 四、机架支腿对建筑物地面的垂直度偏差不应大于 2/1000；
  - 五、中间架的间距，其允许偏差为  $\pm 1.5\text{mm}$ ，高低差不应大于间距的 2/1000；
  - 六、机架接头处的左、右偏移偏差和高低差均不应大于 1mm。
- 第 3.0.4 条 组装传动滚筒、改向滚筒和拉紧滚筒应符合下列要求：
- 一、滚筒横向中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 2mm；

- 二、滚筒轴线与输送机纵向中心线的垂直度偏差不应大于  $2/1000$ ；
- 三、滚筒轴线的水平度偏差不应大于  $1/1000$ ；
- 四、对于双驱动滚筒，两滚筒轴线的平行度偏差不应大于  $0.4\text{mm}$ 。

第 3.0.5 条 组装托辊应符合下列要求：

一、托辊横向中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于  $3\text{mm}$ ；

二、对于非用于调心或过渡的托辊辊子，其上表面母线应位于同一平面上或同一半径的弧面上，且相邻三组托辊辊子上表面母线的相对标高差不应大于  $2\text{mm}$ 。

注：①平面指水平面或倾斜面；

②输送机凸弧段或凹弧段上的托辊辊子母线具有弧线型。

第 3.0.6 条 块式制动器在松闸状态下，闸瓦不应接触制动轮工作面；在额定制动力矩下，闸瓦与制动轮工作面的贴合面积，压制成型的，每块不应小于设计面积的  $50\%$ ，普通石棉的，每块不应小于设计面积的  $70\%$ 。盘式制动器在松闸状态下，闸瓦与制动盘的间隙宜为  $1\text{mm}$ ；制动时，闸瓦与制动盘工作面的接触面积不应小于制动面积的  $80\%$ 。

第 3.0.7 条 拉紧滚筒在输送带连接后的位置，应按拉紧装置的形式、输送带带芯材料、带长和启、制动要求确定，并应符合下列要求：

- 一、垂直框架式或水平车式拉紧装置，往前松动行程应为全程的  $20\% \sim 40\%$ ，其中，尼龙芯带、帆布芯带或输送机长度大于  $200\text{m}$  的，以及电动机直接启动和有制动要求者，松动行程应取小值；
- 二、绞车或螺旋拉紧装置，往前松动行程不应小于  $100\text{mm}$ 。

第 3.0.8 条 卸料车、可逆配仓输送机、拉紧装置的轮子均应与轨道面接触，但允许其一个轮子与轨道面有间隙：卸料车、可逆配仓输送机其间隙不应大于  $0.5\text{mm}$ ，拉紧装置其间隙不应大于  $2\text{mm}$ 。

第 3.0.9 条 绞车式拉紧装置装配后，其拉紧钢丝绳与滑轮绳槽的中心线及卷筒轴线的垂直线的偏斜偏差均应小于  $1/10$ 。

第 3.0.10 条 刮板清扫器的刮板和回转清扫器的刷子，在滚筒轴线方向与输送带的接触长度不应小于带宽的  $85\%$ 。

第 3.0.11 条 带式逆止装置的工作包角  $\theta$  (图 3.0.11) 不应小于  $70^\circ$ ，滚柱逆止器的逆转角不应大于  $30^\circ$ ，安装后减速器应运转灵活。

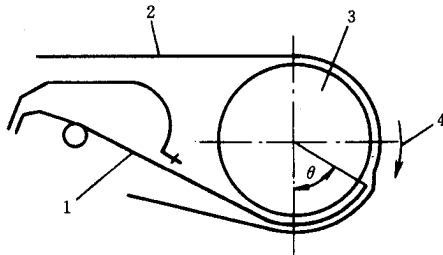


图 3.0.11 带式逆止装置的工作包角

1—逆止带；2—胶带；3—滚筒；

4—皮带运转方向； $\theta$ —包角

第 3.0.12 条 输送带的连接方法应符合设备技术文件或输送带制造厂的规定，当无规定时，可按本规范附录二的规定执行。输送带连接后应平直，其直线度允许偏差应符合表 3.0.12 的规定。



表 3.0.12 输送带接头的直线度允许偏差

带宽与带长	允许偏差 (mm)	检测要求
带宽 > 500mm, 且带长 > 20m	25	测量长度为 7m
带宽 ≤ 500mm, 或带长 < 20m	25	测量长度为 5m

第 3.0.13 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、当输送带接头强度达到要求后，方可进行空负荷试运转；
- 二、拉紧装置调整应灵活，当输送机启动和运行时，滚筒均不应打滑；
- 三、当输送带运行时，其边缘与托辊侧辊子端缘的距离应大于 30mm。

第 3.0.14 条 负荷试运转应符合下列要求：

- 一、整机运行应平稳，应无不转动的辊子；
- 二、清扫器清扫效果应良好，刮板式清扫器的刮板与输送带接触应均匀，并不应发生异常振动；
- 三、卸料装置不应产生颤抖和撒料现象。

## 第四章 板式输送机

第 4.0.1 条 组装机架应符合下列要求：

- 一、机架中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 2mm；
- 二、机架中心线的直线度偏差每米不应大于 1mm；
- 三、机架横截面两对角线长度之差，不应大于两对角线平均长度的 1/1000，并不应大于 10mm；
- 四、支架对建筑物地面的垂直度偏差不应大于 2/1000。

第 4.0.2 条 组装导轨应符合下列要求：

- 一、导轨中心线与输送机纵向中心线应重合，偏差不应大于 1mm；
- 二、轨距的允许偏差为 ± 2mm；
- 三、导轨接头应平整，左右偏移偏差不应大于 0.2mm，高低差不应大于 1mm；
- 四、接头间隙不应大于 2mm；
- 五、导向面应平滑，且铅垂度偏差不应大于 10/1000。

第 4.0.3 条 组装铸造小车输送机的拉紧装置应符合下列要求：

- 一、移动轨道与固定轨道的接头应平整，左右偏移偏差不应大于 1mm，高低差不应大于 0.3mm；
- 二、移动导轨与固定导轨的接头应平整，左、右偏移偏差不应大于 0.2mm，高低差不应大于 1mm；
- 三、拉紧装置的滑块与清道应配合良好，局部间隙不应大于 1mm。

## 第五章 垂直斗式提升机

第 5.0.1 条 本章适用于垂直提升的斗式提升机的安装。

第 5.0.2 条 提升机组装应符合下列要求：

- 一、主轴的安装水平偏差不应大于 0.3/1000；
- 二、单链和胶带提升机上、下轴安装的允许偏差（图 5.0.2-1）应符合表 5.0.2-1 的规定；

表 5.0.2.1 单链和胶带提升机上、下轴安装的允许偏差

测量部位	允许偏差 (mm)	
	$H \leq 20$ (m)	$20 < H \leq 40$ (m)
$ A_1 - A_2 $	4	6
$ B_1 - B_2 $	6	9

注：||为绝对值符号。

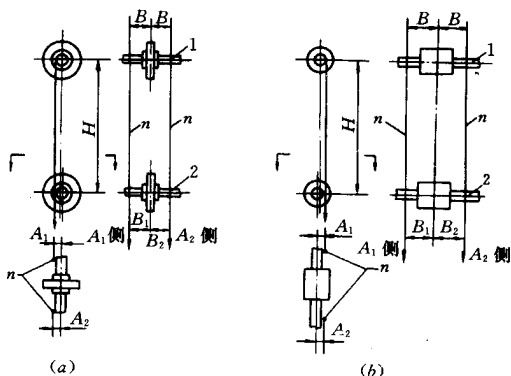


图 5.0.2-1 提升机上、下轴安装

(a) 单链提升机；(b) 胶带提升机

1—上轴；2—下轴；n—测量铅垂线；

B—机壳内最大可测距离

三、双链提升机上、下轴安装的允许偏差 (图 5.0.2-2) 应符合表 5.0.2-2 的规定；

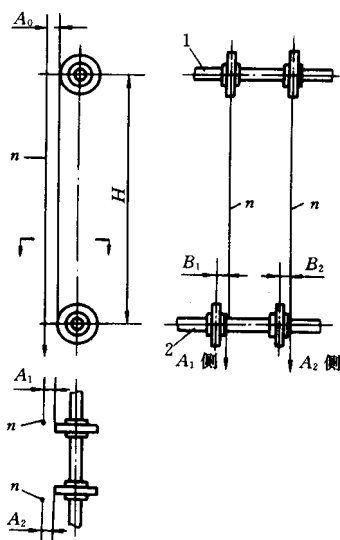


图 5.0.2-2 双链提升机上、下轴安装

1—上链轮轴；2—下链轮轴；n—测量铅垂线



表 5.0.2-2

双链提升机上、下轴安装的允许偏差

测量部位	允许偏差 (mm)	
	$H \leq 20$ (m)	$20 < H \leq 40$ (m)
$B_1$	3	5
$B_2$		
$ A_1 - A_2 $	4	6
$ A_0 - A_1 $		
$ A_0 - A_2 $		

四、上、下链轮或滚筒组装后，转动应轻便灵活；

五、双链提升机两牵引链条应选配，其长度应一致；

六、机壳铅垂度的允许偏差（图 5.0.2-3）应符合表 5.0.2-3 的规定；

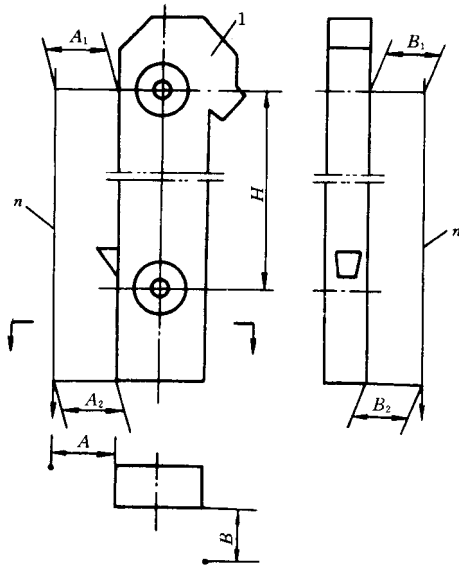


图 5.0.2-3 机壳组装

1—机壳； $n$ —测量铅垂线

机壳铅垂度的允许偏差

表 5.0.2-3

测量部位	允许偏差 (mm)		
	$H < 12$ (m)	$12 \leq H \leq 24$ (m)	$24 \leq H \leq 40$ (m)
$ A_1 - A_2 $	5	7	8
$ B_1 - B_2 $	5	7	8

七、机壳上部区段、中部区段、下部区段和检视门均应密封良好。

第 5.0.3 条 料斗中心线与牵引胶带中心线应重合，其偏差不应大于 5mm；料斗与牵引胶带的连接螺栓应切实锁紧。

第 5.0.4 条 牵引胶带接头可采用搭接或硫化法连接。搭接长度应跨 3 个料斗，其连接螺栓轴线与胶带端部的距离（图 5.0.4）不应小于 50mm；硫化法的连接方法应符合本规范附录 B 的规定。

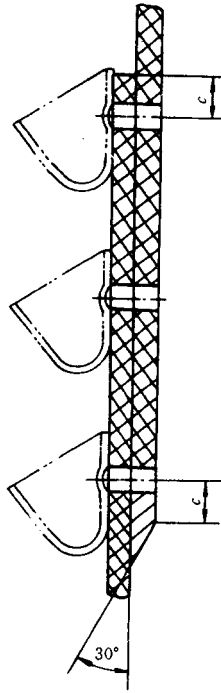


图 5.0.4 胶带接头螺栓连接

$c$ —连接螺栓中心线与胶带端部间的距离

第 5.0.5 条 拉紧装置的调整应灵活；牵引件安装调整后，未被利用的行程不应小于全程的 50%。

第 5.0.6 条 提升机的上部、中部区段应设置牢固的支架；机壳不得偏斜，但不应限制机壳在铅垂方向的自由伸缩。

第 5.0.7 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、牵引件运转应正常，且应无卡链、跳链、打滑和偏移现象；双列套筒滚子链提升机的两根链条应同时啮合；

二、连续运转 2h 以后，其轴承温升不得大于  $40^{\circ}\text{C}$ 。

第 5.0.8 条 负荷试运转应符合下列要求：

一、输送量允许偏差为额定输送量的  $\pm 10\%$ ；

二、卸料应正常，并应无显著回料现象；

三、满载运转时牵引件不应打滑，电动机不应超载；

四、逆止器应可靠，当停止运转时，应无明显的反向运行。

## 第六章 螺旋输送机

第 6.0.1 条 本章适用于水平和倾斜角小于  $20^{\circ}$ ，且输送非粘结散状物料的螺旋输送机的安装。

第 6.0.2 条 组装螺旋输送机应符合下列要求：

一、相邻机壳法兰面的连接应平整，其间隙不应大于  $0.5\text{mm}$ ，机壳内表面接头处错位不应大于  $1.4\text{mm}$ ；

- 二、机壳法兰之间宜采用石棉垫调整机壳和螺旋体长度之间的积累误差；  
三、螺旋体外径与机壳之间的最小间隙应符合表 6.0.2-1 的规定；

表 6.0.2-1 螺旋体外径与机壳之间的最小间隙 (mm)

螺旋公称直径	100	125	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250
最小间隙	3.75	5			6.25		7.5		10		

四、螺旋输送机各中间吊轴承应可靠的固定在机壳吊耳上，相邻螺旋体连接后，螺旋体转动应平稳、灵活，不得有卡住现象；螺旋体轴线的直线度偏差，宜在吊轴承底座与机壳吊耳之间加垫片调整，其直线度允许偏差应符合表 6.0.2-2 的规定。

表 6.0.2.2 螺旋体轴线的直线度允许偏差

螺旋机长度 (m)	3~15	> 15 且 ≤ 30	> 30 且 ≤ 50	> 50 且 ≤ 70
允许偏差 (mm)	φ4	φ6	φ8	φ10

第 6.0.3 条 进出料口的连接法兰面应互相平行，并不应强行连接；连接后应紧密，不应有间隙。

第 6.0.4 条 当螺旋输送机空负荷连续试运转 2h 以后，其轴承温升不得大于 40℃。负荷试运转时，卸料应正常，应无明显的阻料现象。

## 第七章 辊子输送机

第 7.0.1 条 组装机架应符合下列要求：

- 一、机架中心线与输送机纵向中心线应重合，其偏差不应大于 3mm；
- 二、机架纵向水平度偏差不应大于 1/1000；
- 三、机架支腿的铅垂度偏差不应大于 2/1000。

第 7.0.2 条 组装辊子应符合下列要求：

- 一、各辊子上母线均应在同一平面内，其高低差：输送砂型者不应大于 0.5mm，输送工件者不应大于 1mm，输送毛坯和砂箱者不应大于 2mm；
- 二、辊子的水平度偏差：输送砂型者不应大于 0.5/1000，输送其它物品者不应大于 1/1000；在辊子全长内不应大于 1.5mm；
- 三、辊子轴线对输送机纵向中心线的垂直度偏展差不应大于 1/1000；
- 四、转弯部分的辊子应按径向正确排列，其水平度应在允许偏差范围内，并应向内侧倾斜。

## 第八章 悬挂输送机

第 8.0.1 条 本章适用于通用悬挂输送机、积放式悬挂输送机、拖式悬挂输送机和单轨小车悬挂输送机的安装。

第 8.0.2 条 组装金属构件应符合下列要求：

- 一、吊架或立柱的铅垂度偏差不应大于 1/1000；
- 二、悬臂支架的水平度偏差不应大于 3/1000；
- 三、平台的纵向和横向水平度偏差均不应大于 3/1000；

四、轨道支承处纵向中心线对输送机纵向中心线的偏移偏差不应大于 3mm。

第 8.0.3 条 敷设轨道应符合下列要求：

- 一、直线轨道段的直线度偏差，在 6m 长度上不应大于 3mm，全长不应大于 7mm；
- 二、水平直线轨道的纵向水平度偏差不应大于 1/1500，全长标高差不应大于 10mm；
- 三、积放式悬挂输送机，其积放段的纵向水平度偏差不应大于 1/1000，且沿输送机前进方向倾斜；

四、轨道不应偏斜和扭转，轨道纵向中心面的铅垂度偏差：直线轨道不应大于截面高度的 1/100，垂直弯轨道不应大于截面高度的 2/100，水平弯轨道不应大于截面高度的 1.5/100；

五、垂直弯轨道工作面应圆滑过渡，其面轮廓度的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；

六、轨道接头处间隙不应大于 1mm，工作面的高低差不应大于 0.5mm，左右偏移偏差不应大于 1mm。

第 8.0.4 条 组装水平回转装置应符合下列要求：

- 一、水平弯轨下平面的平面度的允许偏差，在长度为 1000mm 以内为  $\pm 2\text{mm}$ ；
- 二、回转装置的链轮、光轮和滚子组应转动灵活，无卡阻现象；

三、链轮的横向中心面与轨道下平面之间的距离的允许偏差为  $\begin{matrix} 0 \\ -1.5 \end{matrix} \text{mm}$ ；

四、链轮或光轮轴线与轨道纵向中心线之间的距离的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ ；

五、滚子组回转装置的滚子外圆与轨道中心线之间的距离的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 8.0.5 条 组装道岔应符合下列要求：

一、道岔舌应转动灵活、正确到位和无卡阻现象。道岔舌舌板与轨道接头处工作面的高低差不应大于 1mm，左右偏移偏差不应大于 1mm；

二、道岔的直轨和弯轨应符合本规范第 8.0.3 条和第 8.0.4 条的有关规定；

三、弯轨处的链轮、光轮或滚子组应符合本规范第 8.0.4 条的有关规定。

第 8.0.6 条 组装拉紧装置应符合下列要求：

一、拉紧装置的浮动架在其行程范围内应移动灵活、无卡阻和歪斜现象；

二、浮动架四滚轮在固定架内移动时，允许一个滚轮脱离接触，其间隙不应大于 2mm；

三、拉紧装置调整后，未被利用的行程不应小于全行程的 50%。

第 8.0.7 条 组装升降段应符合下列要求：

一、立柱铅垂度偏差不应大于 5mm，双立柱两柱的平行度偏差不应大于 3mm；

二、升降段活动轨与固定轨对接时，轨道工作面的高低差不应大于 1mm，接头处间隙不应大于 1.5mm，左右偏移偏差不应大于 1mm；

三、活动轨在升降过程中两端的高低差不应大于 5mm；

四、升降段顶端与屋架或桁架应牢固连接，活动轨升降时应无晃动现象。

第 8.0.8 条 组装悬具的导向装置应符合下列要求：

一、导向板与轨道中心线或中心立面的距离的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；

二、导向面应平整，圆弧处应均匀平滑。

第 8.0.9 条 上、下捕捉器、反向挡杆的安装方向应符合设备技术文件的规定。

第 8.0.10 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、盘车运行距离不应小于 30m；牵引链条与驱动拔爪啮合应良好，牵引链条运行时应无卡阻及异常声响；

二、应先点动数次，运行时间逐渐加长，无异常后再连续运转 2h，运转应平稳。

第 8.0.11 条 负荷试运转应符合下列要求：

- 一、负荷试运转时,载荷应逐渐增加,应分别在额定负荷的 1/3、1/2、1 和 5/4 下,各运转 1h;
- 二、轨道应无明显变形。

## 第九章 振动输送机

第 9.0.1 条 本章适用于水平振动输送机的安装。

第 9.0.2 条 组装输送机应符合下列要求:

- 一、输送槽直线度偏差不应大于  $3/1000$ , 横向水平度偏差不应大于  $1/1000$ ;
- 二、输送槽法兰连接应紧密牢固, 且与物料接触处的错位不应大于  $0.5\text{mm}$ ;
- 三、进料口、排料口的连接部分不得产生限制振动的现象;
- 四、支承弹簧装配后, 其静变形量不应大于额定振幅的  $1/10$ ; 驱动装置的安装角度应与振动方向角保持一致, 其相位角度的允许偏差为  $\pm 1^\circ$ ;
- 五、所有紧固螺栓均应装设防松装置。

第 9.0.3 条 空负荷试运转应符合下列要求:

- 一、启动应平稳、迅速; 振动应稳定, 并应无左右摆动、跳动、冲击和不正常声响;
- 二、振幅、振动方向角、振动频率的偏差均不应大于额定值的  $10\%$ ; 长度大于  $15\text{m}$  的振动输送机, 其前、中、后段的振幅偏差均不应大于额定振幅的  $10\%$ ;
- 三、橡胶弹簧温升不得大于  $50^\circ\text{C}$ , 金属弹簧温升不得大于  $70^\circ\text{C}$ , 偏心连杆式振动输送机的轴承和电动机温升均不得大于  $50^\circ\text{C}$ , 电磁铁线圈的温升不得大于  $65^\circ\text{C}$ 。

第 9.0.4 条 负荷试运转应符合下列要求:

- 一、振幅下降量不应大于额定振幅的  $10\%$ ;
- 二、物料在输送槽中应运动流畅, 无明显阻料、跑偏、打旋和严重跳料现象;
- 三、输送量不应小于额定输送量的  $90\%$ 。

## 第十章 埋刮板输送机

第 10.0.1 条 本章适用于可连续输送散状物料的埋刮板输送机的安装。

第 10.0.2 条 组装机槽应符合下列要求:

- 一、应按每段机槽上标出的连接序号依次组装;
- 二、输送机头、尾和中间机槽两侧对称中心面对输送机纵向中心面的对称度允许偏差应符合表 10.0.2 的规定;

表 10.0.2 输送机头、尾和中间机槽两侧对称中心面对  
输送机纵向中心面的对称度允许偏差

输送机总长度 (m)	允许偏差 (mm)	
	水平型、平面环型	垂直型、乙型、立面环型扣环型
$\leq 10$	8	4
10 ~ 30	10	6
30 ~ 50	12	8
$> 50$	14	10

三、各段机槽法兰内口的连接应平正、紧密贴合，其错位不应大于 2mm，且刮板链条运行前方的法兰口应稍低；

四、输送机头部应焊牢在平台或支架上，各段机槽安装后，应沿长度方向朝尾部伸缩，其横向不应有移动或晃动现象。

第 10.0.3 条 安装驱动装置应符合下列要求：

- 一、驱动装置应牢固地安装在基础或机架上，运行中不应有位移或晃动现象；
- 二、大、小链轮的中心面应重合，其偏差不应大于两链轮中心距的 2/1000。

第 10.0.4 条 组装刮板链条应符合下列要求：

- 一、刮板链条组装前，应逐节清洗；链条关节转动应灵活；
- 二、刮板链条运行方向指示箭头应与头部头轮旋转方向的指示箭头一致；
- 三、刮板链条与机槽的最小侧间隙应符合表 10.0.4 的规定。

表 10.0.4 刮板链条与机槽的最小侧间隙 (mm)

机槽宽度	120	160	200	250	320	400	500	630	800	1000
最小侧间隙	7.5	10		15			20			

第 10.0.5 条 组装尾部张紧装置应符合下列要求：

一、张紧装置调节应灵活，刮板链条松紧应适度，尾部张紧装置已利用的行程不应大于全程的 50%；

二、对于小车式张紧装置，小车滑动应自如；行走轨道的中心线与输送机机槽纵向中心线应重合，其偏差不应大于 4mm；

三、张紧链轮拉紧后，其轴线对输送机纵向中心线的垂直度偏差不应大于 2/1000。

第 10.0.6 条 耐磨型输送机内的耐磨材料在现场粘结时，应符合设备技术文件的规定，且其粘结应牢固、可靠。

第 10.0.7 条 除刮板链条销轴处外，所有螺杆、滑轨、轴承、传动部件以及减速器内，均应按设备技术文件的规定加注润滑剂。

第 10.0.8 条 热料型输送机，其水夹套应进行严密性试验，在 0.3MPa 压力下保持 5min 应无泄漏现象。

第 10.0.9 条 对于气密型输送机，应进行整机气密性试验，壳体在 0.02MPa 的压力下 5min 内的气压降不应大于 50Pa。

第 10.0.10 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、盘车或点动不应少于 3 个全程；
- 二、刮板链条运行方向应与规定的方向一致；进入头轮时啮合应良好，且离开头轮时不应有卡链、跳链现象；
- 三、刮板链条运行应平稳，不应有跑偏和异常尖叫声；运行速度的允许偏差为额定速度的  $\pm 5\%$ ；
- 四、在额定速度下连续运转不应小于 1h。

第 10.0.11 条 负荷试运转应符合下列要求：

- 一、在额定输送量的 50% 和 100% 负载下，以额定速度连续运转的时间均不应小于 4h；
- 二、输送机不应满载启动，加料应均匀、连续，并不得骤然大量加料；
- 三、主机轴承温升不得大于 40℃；
- 四、物料在运输过程中应无泄漏，卸料口处应无堵塞现象；
- 五、尾部调节装置调整应灵活；



六、料层指示装置、料层高度调节装置、过载保护装置、断链报警装置、清扫装置和防护装置均应安全可靠。

## 第十一章 气力输送设备

第 11.0.1 条 本章适用于输送粉粒状物料的气力输送设备的安装。

第 11.0.2 条 分离器、除尘器、加料器和发送器等的铅垂度偏差不应大于  $1/1000$ 。

第 11.0.3 条 水平输送管路的水平度偏差不应大于  $3/1000$ ，全长不应大于  $20\text{mm}$ ；垂直输送管路的铅垂度偏差不应大于  $2/1000$ ，全长不应大于  $20\text{mm}$ 。

第 11.0.4 条 输送管路连接处应严密，内壁应平滑，法兰、垫片应无错位，管子轴心应对正。

第 11.0.5 条 两平行输送管路间的最小距离应符合设计规定，当无规定时，应符合表 11.0.5 的规定。

表 11.0.5 平行管路间的最小距离 (mm)

管子外径	$\geq 170$	$> 170$
最小距离	80	100

第 11.0.6 条 有静电积聚可能的气力输送设备，应接地。

## 第十二章 架空索道

### 第一节 一般要求

第 12.1.1 条 本章适用于单、双线循环式货运索道和单线循环式、双线往复式客运索道的安装。

第 12.1.2 条 钢丝绳存放时，绳盘应高出地面，其与地面的距离不得小于  $200\text{mm}$ ；绳盘支承应稳固，其上应覆盖防护物。

第 12.1.3 条 循环式索道的货车、客车、挂结器和脱开器安装前，应进行检查，合格后方可安装。

第 12.1.4 条 索道工程施工时，套筒的下列各项内容均应登记在册和记录备查：

- 一、承载索各种套筒连接的试验记录；
- 二、每个套筒的编号和分布位置；
- 三、套筒连接和牵引索接头编接的操作记录、检查结果、操作人员姓名和检查人员姓名。

### 第二节 钢结构和线路设备

第 12.2.1 条 钢结构安装应符合下列要求：

- 一、钢结构安装时，其允许偏差应符合表 12.2.1 的规定；

表 12.2.1 钢结构安装的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检测要求
-----	-----------	------

项 目		允许偏差 (mm)	检测要求	
钢支架或车站房顶面中心点对基础顶面的垂直线与该面设计中心点的偏移		$0.001H$ 但不得大于 50	应按钢结构高度 $H$ 计算	
钢支架横担纵向中心线或车站房站口桁架纵向中心线对索道中心线的偏移	双 线 货 运 索 道	$0.0002L$ 但不得大于 20	应按较小跨距 $L$ 计算	
	其 它 索 道	$0.0001L$ 但不得大于 10		
钢支架或车站房顶面的标高	跨距之和 在 200m 以内	50	应在鞍座底面或轨道顶面测量	
	跨 距 之 和 每 增 加 100m	增加 10		
车站房与同其直接连接的钢筋混凝土站房的高低差		15	在鞍座底面或轨道顶面测量	
钢支架横担或车站口桁架横向中心线对索道中心线的垂直度		$3/1000$		
钢支架横担或车站房站口桁架在索道横向中心线方向的水平度		$1/1000$		
构件的弯曲矢高		$0.001L$ 但不得大于 10	应按构件长度 $L$ 计算	单 件 吊 装 时 应 检 查
构件的水平度		$2/1000$		
构件的垂直度		$0.001h$	应按构件高度 $h$ 计算	
同一层水平格对角线长度的相对差		$L/1000$	分件吊装时应检查, 且不应连续出现同向偏差, 按对角线长度 $L$ 计算	

二、测量或校正钢结构的偏差时, 宜避免风力、日照和温度的影响;

三、钢结构调整后, 应采用强度等级比基础混凝土强度等级高一级的细石混凝土进行灌浆; 灌浆层应密实平整, 其厚度不宜小于 80mm。

第 12.2.2 条 安装摇摆鞍座应符合下列要求:

一、绳槽应清理干净, 并应均匀涂上润滑脂;

二、绳槽中心线与承载索中心线的偏移或偏斜的最大横向值，不得大于索距的  $1/2000$  和承载索直径的  $1/15$ ；

三、中心轴的水平度偏差不得大于  $2/1000$ ；

四、对于水平牵引式索道，其摇摆鞍座的托索轮绳槽中心线与牵引索中心线的偏移偏差不得大于  $1.5\text{mm}$ ，偏斜偏差不得大于  $1/1000$ 。

第 12.2.3 条 安装偏斜鞍座应符合下列要求：

一、绳槽的清理和安装要求应符合本规范第 12.2.2 条第一、二款的规定；

二、偏斜鞍座底面对设计平面的倾斜度偏差不得大于  $2/1000$ ；

三、扁轨中心线与承载索中心线的偏移偏差不应大于  $1.5\text{mm}$ ；

四、弹性轨道应无变形，并应校正其对称度；

五、销轴处应涂润滑脂。

第 12.2.4 条 安装固定鞍座应符合下列要求：

一、衬垫应镶嵌密实；绳槽应平整光滑，并应均匀涂上润滑脂；各润滑油路应畅通；

二、绳槽应符合本规范第 12.2.2 条第二款的规定；

三、托索轮组绳槽中心线与牵引索中心线的偏移或偏斜的最大横向值不应大于牵引索直径的  $1/10$ ；当牵引索运动时，托索轮组中每个托索轮均应随同转动；

四、对于双承载索的双线往复式客运索道，其每个轨道中的双固定鞍座的绳槽除应符合本规范第 12.2.2 条第二款的规定外，两绳槽的间距和平行度偏差均不应大于  $2\text{mm}$ ，且同一横截面绳槽中心标高的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

第 12.2.5 条 双线往复式货运索道的导索装置应安装在托索轮两侧；双线循环式货运索道的导索装置应安装在托索轮入绳侧；导索装置底口的安装宽度应小于托索轮轮缘宽度。

第 12.2.6 条 安装单线客、货运索道的托索轮组或压索轮组，应符合下列要求：

一、各托索轮或压索轮的绳槽中心应位于一条直线上。其直线度偏差不应大于托索轮组或压索轮组总长的  $1/1500$  和运载索直径的  $1/15$ ；

二、托索轮组或压索轮组的绳槽中心线与运载索中心线的偏移或偏斜的最大横向值不应大于索距的  $1/2000$  和运载索直径的  $1/15$ 。

第 12.2.7 条 安装单线客运索道的线路监控装置应符合下列要求：

一、带有滚轮的线路监控装置，滚轮对牵引索的靠贴力必须逐个测定，其调整应符合设备技术文件的规定；

二、针形开关应抽取  $10\%$ ，但不得少于 2 个，进行试验，其折断力短的允许偏差为额定值的  $\pm 20\%$ ；

三、必须进行模拟试验，当牵引索偏离规定值时，线路监控装置应准确动作，索道应紧急停车。

### 第三节 钢丝绳

第 12.3.1 条 钢丝绳的展开应符合下列要求：

一、钢丝绳应在绳盘架空后转动展开，不得在土壤、岩石、钢结构和钢筋混凝土构筑物上拖牵；

二、展开过程中，严禁钢丝绳受到磨损、擦伤、弯折、打结、裂嘴、鼓肚、露芯、松散等损伤和在水中浸泡。

第 12.3.2 条 承载索的连接应符合下列要求：

一、线路套筒与支架鞍座横向向中心线之间的距离，不得小于该支架鞍座总长的  $15$  倍；

二、各种套筒的连接工作，应由考试合格的人员担任；对于客运索道，初次操作时，应切一段相

同的钢丝绳，按相同的工艺连接一个套筒，并应进行拉力试验，其破断拉力不得小于钢丝绳破断拉力的 90%；

三、各种套筒受力三天后，承载索或拉紧索从套筒内拉出的长度：采用楔接的不得大于承载索直径的 1/4，采用铸接的不得大于承载索直径的 1/6；

四、当各种套筒采用铸接时，浇铸后的锥体，必须从套筒中抽出进行检查，并应符合有关规定；

五、重锤在导轨中移动到上、下极限位置时，过渡套筒与偏斜鞍座或拉紧索导向轮之间的净空距离均不得小于 500mm；

六、每个套筒均应编号。

第 12.3.3 条 承载索的起吊应符合下列要求：

一、起吊前应详细检查承载索表面的涂油情况，受到破坏的涂油层应进行补涂；

二、严禁单点起吊承载索；起吊过程中，承载索的弯曲半径不应小于钢丝绳允许的最小弯曲半径，表层丝之间不得产生裂嘴现象。

第 12.3.4 条 承载索的拉紧应符合下列要求：

一、采用夹块式、夹楔式和圆筒式锚具时，宜向锚固端拉紧；

二、拉紧顺序和拉紧力应符合设计规定；当无明确规定时，宜先将空车侧拉紧到设计值的 50%，再将重车侧拉紧到设计值的 50%，待无异常情况时，分别将重锤加大到设计值；

三、承载索拉紧到设计值时，重锤应处在设计位置。

第 12.3.5 条 承载索的锚固应符合下列要求：

一、必须将夹块式锚具、夹楔式锚具和承载索上与二者接触处的油污清除干净；

二、采用夹块式锚具时，相邻夹块应互相紧贴，夹紧方向彼此应错开 90°，并应按规定拧紧螺母；客运索道的双重锚固，工作夹块组的端面应紧贴支承面；备用夹块组的端面与支承面之间应留出约  $0.2d \sim 0.3d$  的观察间隙；

注： $d$  为钢丝绳直径。

三、采用夹楔式锚具时，应按设计要求将承载索楔紧；

四、采用圆筒式锚具时，承载索在圆筒上应紧密缠绕，其圈数必须符合设计规定，并应用夹块将承载索锚固在锚固桩上，夹块之间应紧贴，螺栓的拧紧和防松必须可靠；

五、承载索锚固后，在无载状态下，应在靠近重锤的跨距内测量每一拉紧区段承载索的垂度，其偏差不应大于设计值的 5%。

第 12.3.6 条 牵引索或运载索的编接与就位应符合下列要求：

一、被编接的两盘钢丝绳，其结构、规格、捻向和标准号，均必须相同；

二、编接过程中拉紧牵引余时，必须使用不损伤牵引索的专用夹具，严禁使用普通的 U 型绳夹；

三、编接接头的长度：货运索道不得小于  $1000d$ ，客运索道不应小于  $1200d$ ；

四、编接接头的外观应浑圆饱满、压头平滑、捻距均匀、松紧一致；编接接头的直径增大率，客运索道不宜大于 5%，货运索道不宜大于 6%；

五、编接接头的内部钢芯与纤维芯应互相衔接，其衔接长度直为  $5 \sim 10\text{mm}$ ；

六、两编接接头间的求编接牵引索的长度：货运索道不得小于  $2000d$ ，客运索道不得小于  $3600d$ ；

七、牵引索就位后，拉紧小车应位于设计给定的位置；当未给定位置时，拉紧小车宜位于距轨道前端  $1/3 \sim 2/5$  全行程处。

注： $d$  为钢丝绳直径。

第 12.3.7 条 单线客、货运索道的运载索，安装后应进行垂度测量，其偏差不宜大于设计值的 5%。

第 12.3.8 条 对于双牵引索的双线往复式客运索道，应准确测量每根牵引索和平衡索的长度，并

应确定其合适的连接长度，使每根牵引索的拉力接近相等。

#### 第四节 站内设备

第 12.4.1 条 吊梁和站内支架的支承梁的安装应符合下列要求：

一、吊梁和支承梁的平面位置对设计位置的偏差：位于站口段时，不得大于 5mm；非站口段时，不得大于 10mm；

二、吊梁和支承梁的标高的允许偏差均为  $\pm 5\text{mm}$ 。

第 12.4.2 条 吊钩和吊架的安装应符合下列要求：

一、吊钩和吊架与扁轨的结合面应平行于扁轨中心面，其间距偏差均不应大于 5mm；

二、吊钩和吊架与扁轨结合面的中心标高的允许偏差均为  $\pm 5\text{mm}$ ；

三、吊钩与扁轨结合面的垂直度偏差不得大于 10/1000。

第 12.4.3 条 扁轨、矩形轨和槽形轨轨道的安装应符合下列要求：

一、运行区段轨道安装的允许偏差应符合表 12.4.3 的规定；

表 12.4.3 运行区段轨道安装的允许偏差

项 目		允许偏差	检测要求
标高		$\pm 5$ (mm)	在轨道顶部测量
轨道中心线与相关设备中心线间的距离		$\pm 5$ (mm)	
直线轨道的直线度		1/1000	在轨道顶部和两侧测量
曲线轨道的曲率半径 $R$	与设备配套使用的	$\pm 5$ (mm)	
	其它曲线段	$0.005R$	
水平轨道的水平度		1/1000	在轨道顶部测量
坡形轨道的倾斜度		1.5/1000	在轨道顶部测量
轨道腹板的垂直度		5/1000	

二、站内轨道的接头间隙不得大于 2mm，接头处轨顶的高低差不得大于 0.5mm；

三、轨道接头处螺栓的头部，应安装在靠近客、货车吊架的一侧；

四、轨道接头至最近吊钩的距离：直线段不得大于 700mm，曲线段不得大于 500mm；

五、轨道工作面应涂油。

第 12.4.4 条 道岔的安装应符合下列要求：

一、搭接道岔的标高应与主轨的标高相适应，岔尖应与主轨紧贴，当货车通过道岔时，岔尖应无翘起和摇动现象；

二、平移道岔的轨道中心线对主轨中心线的偏移不得大于 0.5mm，接头间隙不得大于 2mm，接头处轨顶的高低差不得大于 0.5mm。

第 12.4.5 条 导向板、护轨和挡轨的安装应符合下列要求：

一、导向板、护轨和挡轨的坡度或曲率半径均应与轨道相适应；

二、导向板、护轨和挡轨与轨道之间的水平距离的允许偏差均为  $\pm 2.5\text{mm}$ ；

三、导向板、护轨和挡轨与轨道之间的垂直距离的允许偏差：当客、货车装有导向滚轮时，均为

$\pm 0.5\text{mm}$ ；无导向滚轮时，均为  $\pm 10\text{mm}$ ；

四、导向板、护轨和挡轨的接头应平整，喇叭口应平缓，工作面应涂油。

第 12.4.6 条 挂结器和脱开器的安装应符合下列要求：

一、挂结器和脱开器安装的允许偏差应符合表 12.4.6 的规定；

表 12.4.6 挂结器和脱开器安装的允许偏差

项 目		允许偏差
轨道工作面的标高		$\pm 2.0$ (mm)
轨道中心线与牵引索中心线之间的水平距离	货运索道	$\pm 1.5$ (mm)
	客运索道	$\pm 1.0$ (mm)
轨道工作面与抱索机构导轨工作面的高差	货运索道	$\pm 1.5$ (mm)
	客运索道	$\pm 1.0$ (mm)
轨道中心线与有关机构或设备中心线之间的水平距离	货运索道	$\pm 1.5$ (mm)
	客运索道	$\pm 1.0$ (mm)
坡形轨道的倾斜度	货运索道	1.5/1000
	客运索道	1/1000

二、循环式客运索道的挂结器轨道和脱开器轨道与站内轨道的连接应采用焊接；与挂结器轨道和脱开器轨道连接的站内轨道，在 5m 长度内不得设置用螺栓连接的轨道接头；

三、循环式客运索道的所有特征点的纵向定位尺寸和横剖面上的相关尺寸，以及各种设备和各种监控装置工作面与牵引索的相对位置，均必须符合设计要求；

四、挂结器和脱开器安装及校正后，必须检查其工作情况，严禁出现抱索失误、抱索不良和车辆出站产生异常摆动等现象。

第 12.4.7 条 驱动装置的安装应符合下列要求：

一、驱动轮和从动轮安装的允许偏差应符合表 12.4.7 的规定；

表 12.4.7 驱动轮和从动轮安装的允许偏差

项 目		允许偏差	检测要求
驱动轮纵、横向中心线对设计中心线的偏移	货运索道	2.0 (mm)	
	客运索道	1.0 (mm)	
卧式驱动装置驱动轮的中心标高	货运索道	$\pm 2.0$ (mm)	
	客运索道	$\pm 1.0$ (mm)	
卧式驱动装置驱动轮的水平度或立式驱动装置驱动轮的铅垂度	货运索道	0.3/1000	应在任意方向检测
	客运索道	0.15/1000	
单槽或双槽驱动轮的绳槽中心线与出侧或入侧牵引索或运载索中心线的	偏移	$d/20$	
	偏斜	1/1000	
从动轮绳槽中心与其对应的双槽驱动轮的绳槽中心的偏移		$d/10$	应用拉线法检测

续表

项 目	允许偏差	检测要求
立式驱动装置从动轮的铅垂度	0.3/1000	
卧式驱动装置从动轮的轴线对驱动轮横向向中心线方向的垂直剖面的平行度	0.5 (mm)	

注： $d$  为牵引索直径。

二、在承受牵引索或运载索的空索拉力后，开式齿轮的啮合间隙和接触斑点应符合设备技术文件或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

第 12.4.8 条 拉紧装置的安装应符合下列要求：

一、接紧小车轨道的实际中心线与设计中心线的偏移不得大于 2mm；

二、轨道工作面标高的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；

三、轨距的允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ ；

四、轨道的接头应平整光滑；

五、拉紧绳槽中心线与出侧和入侧牵引索中心线的偏移不得大于牵引索直径的  $1/20$ ，偏斜不得大于  $1/1000$ ；

六、拉紧索导向轮绳槽中心线与出侧和入侧拉紧索中心线的偏移不得大于拉紧索直径的  $1/20$ ，偏斜不得大于  $1/1000$ ；

七、拉紧装置安装后，拉紧小车的滚轮与轨道面接触应良好。

第 12.4.9 条 导向轮安装的允许偏差应符合表 12.4.9 的规定。

表 12.4.9 导向轮安装的允许偏差

项 目		允许偏差
导向轮中心标高	一般	$\pm 3.0$ (mm)
	当导向轮中心的标高直接影响挂结器或脱开器质量时	$\pm 1.0$ (mm)
导向轮绳槽中心线与牵引索或运载索中心线的	偏移	$d/15$
	偏斜	$1/1000$
垂直导向轮的垂直度		$0.5/1000$
水平导向轮的水平度		
倾斜导向轮的倾斜度		

注： $d$  为牵引索直径。

第 12.4.10 条 双线循环式货运索道迂回轮的安装应符合下列要求：

一、当直径为 5m 或 6m 的迂回轮，在现场组装后，其直径的允许偏差为  $\pm 6\text{mm}$ ，径向圆跳动不得大于 8mm，端面圆跳动不得大于 10mm；

二、迂回轮工作面与扁轨中心线之间的径向尺寸的允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ ；

三、当迂回轮调整校正合格后，应将底座焊牢在站内支座上。

第 12.4.11 条 双线循环式货运索道滚轮组安装的允许偏差应符合表 12.4.11 的规定，且滚轮组不得碰撞货车的任何突出部位，滚轮轮缘与货车运行小车之间的间隙不应小于 10mm。

表 12.4.11 双线循环式货运索道滚轮组安装的允许偏差

项 目	允许偏差
滚轮组的曲率半径,应采用弦长不得小于 1500mm 弧形样板检查,其间隙	2 (mm)
滚轮组曲率半径与扁轨轨道曲率半径径向偏差	$\pm 5$ (mm)
垂直滚轮组滚轮绳槽中心的直线度	$d/10$
垂直滚轮组绳槽中心线与牵引中心线的偏移或偏斜的最大横向值	$d/10$
水平浪轮组各滚轮绳槽中心平面对设计水平面的偏差	$d/10$
滚轮组处轨道顶部标高	$\pm 5$

注： $d$ 为牵引索直径。

第 12.4.12 条 滚子链的安装应符合下列要求：

- 一、施工中不得损伤导轨或滚子架的工作面；
- 二、导轨或滚子架工作面的曲率半径,应用弦长不小于 1500mm 的弧形样板检查,其间隙不得大于 1mm；
- 三、导轨任意横截面的槽底轮廓线或固定滚子的工作母线的水平度偏差不得大于  $3/1000$ ；
- 四、导轨或滚子架的接缝处间隙不得大于 1mm,高低差不得大于 0.5mm；
- 五、小链板滚轮中心线应与导轨及大链板导槽中心线吻合,滚轮运动时不得啃咬上、下导槽边缘；
- 六、大链板绳槽或固定滚子中心线与承载索中心线偏移或偏斜的最大横向值不得大于承载索直径的  $1/20$ ；
- 七、大链板绳槽中心或固定滚子工作面的标高的允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ ；
- 八、大链板绳槽与承载索表面,或固定滚子工作面与承载索保护面,均应普遍接触,个别未接触处的间隙不得大于 1mm；
- 九、滚子链安装合格后,应将扁钢或滚子架与预埋件焊在一起；
- 十、对于双承载索的双线往复式客运索道,每个轨路中的双滚子链,除应符合本条第一至九款的规定外,两个绳槽的间距偏差和平行度偏差均不得大于 2mm,且同一横截面绳槽中心标高的允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

第 12.4.13 条 重锤的安装应符合下列要求：

- 一、导轨实际中心线对设计中心线的偏移不得大于 2mm；
- 二、导轨铅垂度偏差,在全行程内不得大于 3mm；
- 三、导轨轨距的允许偏差为  ${}^+5_0$  mm；
- 四、导轨的接头应平整光滑；
- 五、整体混凝土重锤应按设计施工,并应取样测定密度和强度；
- 六、重锤或重锤箱上的导向块与导轨之间的间隙,上下、左右应均匀,重锤或重锤箱在导轨中应能自由升降；
- 七、牵引索重锤质量的偏差:货运索道不得大于设计值的  $8/1000$ ,客运索道不得大于设计值的  $4/1000$ ；



八、承载索重锤质量的偏差：货运索道不得大于设计值的  $12/1000$ ，客运索道不得大于设计值的  $6/1000$ 。

第 12.4.14 条 货车的安装应符合下列要求：

一、货箱的端板、侧板和底板应无显著变形，吊架、货箱的尺寸允许偏差应符合表 12.4.14 的规定；

表 12.4.14 吊架、货箱的尺寸允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
吊架在纵、横方向的弯曲、扭转或变形	5
吊耳间距	3
吊耳孔同轴度	2
货箱口对角经长度差	5
货箱两端销轴同轴度	2

二、对于双线索道的货车，每辆运行小车中的车轮、脱挂轮、转角轮、钳口等与轨道之间的相对尺寸，以及提升轮的行程和钳口的最小与最大开口尺寸均应符合设计规定；

三、对于单线索道的货车，每辆货车抱索器中的车轮、定位轮、支承轮、钳口等与轨道之间的相对尺寸，以及钳口的最小与最大开口尺寸均应符合设计规定；

四、货车悬挂在轨道上时，其翻转应灵活可靠；货箱上挡块的位置应符合设计要求；货箱的启闭机构应灵活可靠、开闭自如；

五、应检查货车与站内轨道、道岔、吊钩、护轨、挡轨、导向板、装载、卸载和复位等设施的适应性能。

第 12.4.15 条 客车的安装应符合下列要求：

一、双线往复式索道的客车：

1. 应先检查运行小车，各车轮绳槽中心直线度偏差不得大于运行小车总长的  $1/1500$  和承载索直径的  $1/20$ ；各车轮与小横梁，或各大、小横梁之间，均应无松动、窜动、碰刮和卡阻现象；

2. 客车与牵引索采用套筒连接时，应符合本章的有关规定；采用摩擦圆筒连接时，牵引索的缠绕方向和圈数应符合设计规定；末端压紧螺栓必须拧紧、防松且必须可靠；

3. 客车制动器、缓降器、减摆装置和承载索润滑装置等重要部件的安装，应符合设备技术文件的规定；

4. 客车制动器安装后，必须进行制动性能试验；

5. 采用双承载的客车，其运行小车的安装，除应符合本款第 1 项的规定外，两个运行小车的间距偏差和平行度偏差均不得大于  $3\text{mm}$ 。

二、单、双线循环式吊厢索道的客车：

1. 每辆客车抱索器中的车轮、定位轮、支承轮、摩擦板、抱索执行机构和钳口等与轨道之间的相对尺寸，以及钳口的最小与最大开口尺寸，均应符合设计规定；

2. 车门和车门机构动作应灵活，应与站内开关机构的动作相协调；

3. 减振器、导向器等重要部件的安装应符合设备技术文件的规定。

三、单线循环式吊椅索道的吊椅，其安全扶手、踏板和围栏的动作应灵活可靠；

四、各种客车或吊椅的导向器，应与线路和站口的导向装置动作协调；

五、应检查各种客车或吊椅与站内有关设施的适应性能。

## 第五节 试 运 转

第 12.5.1 条 架空索道试运转前，应按现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》及本规范第二章的有关规定进行检查，并应符合其要求；各站房、支架之间的通讯及信号应畅通。

第 12.5.2 条 空负荷试运转应符合下列要求：

一、单机试运转：

1. 应从部件至组件，组件至单机逐级调试，且上一步骤未合格前，不得进行下一步骤的试运转；
2. 驱动机等主要设备的连续运转时间不应小于 4h，其中额定速度下的运转时间不应小于 2.5h；
3. 驱动机等主要设备的液压控制和润滑系统应畅通，油压、油位和油温均应在规定的范围内。

二、机组联动连续试运转时间不应小于 4h，各设备的运转应正常，配合应良好，动作应协调；

三、挂牵引索试运转：

1. 应由慢速至额定速度进行试运转，且累计试运转时间不应小于 4h；
2. 牵引索在托、压索轮组上应稳定，不得有跳索现象；
3. 线路监控装置应灵敏可靠；
4. 驱动机启动、制动应平稳、可靠，安全保护设施动作应准确，试运转应无异常现象。

四、空车试运转：

1. 分别由端站和中间站各发一辆空车，以慢速、额定速度进行通过性能检查，不应有任何阻碍；
2. 循环式索道应以额定运行速度，按照 8 倍、4 倍、2 倍设计车距和设计车距，逐次将空车布满全线，进行试运转；在 8 倍、4 倍、2 倍设计车距时的试运转时间均不应小于一次全循环时间，在设计车距时的试运转时间不应小于 4h，全过程均应无异常现象。

第 12.5.3 条 负荷试运转应符合下列要求：

一、货运索道：

1. 应以额定运行速度，按照 8 倍、4 倍、2 倍设计车距和设计车距逐次将重车布满重车侧线路，进行试运转；在 8 倍、4 倍、2 倍设计车距时的试运转时间均不应小于一次全循环时间，在设计车距时的试运转时间不应小于 4h；

2. 在连续缺 5 个重车或空车的情况下，当驱动机启动和制动时，牵引索不应打滑，且电动机不应有过载和过热现象。

二、客运索道：

1. 客运索道负荷试运转必须采用模拟乘客有效载荷的重物进行；

2. 双线往复式客运索道应按设计载荷的 1/2、2/3、满载和超载 20% 分别进行试运转，全过程累计试运转时间不小于 4h；客车制动器与控制系统应进行多次检测，并应检查或试验超速、减速、过卷、速度同步等保护监控装置的联锁性能；

3. 单线循环式客运索道可按本条第一款第 1 项的要求进行负荷试运转，且应进行安全制动检测，并应检查各种监控装置的联锁性能；

4. 单线循环式客运索道还应进行重上轻下、轻上重下的负荷试运转；牵引索不应打滑，且制动性能应良好；

5. 营救设施应可靠。

## 第十三章 矿井提升机和绞车

### 第一节 一般要求

第 13.1.1 条 本章适用于矿井提升机和各类绞车的安装。

第 13.1.2 条 安设垫铁应符合下列要求：

一、轴承梁周围应均匀安设垫铁，其间距不应大于 600mm，且地脚螺栓两侧和轴承中心下面必须安设垫铁；

二、垫铁组的厚度应为 60~120mm，宽度应为 60~20mm；

三、斜垫铁应成对使用，其斜度不应大于 1/25；薄端厚度不应小于 5mm；斜、平整铁工作面的表面粗糙度不应低于  $\sqrt{25}$ ；当轴承梁或其它设备找正调平后，垫铁组应采用定位焊焊牢。

### 第二节 缠绕式矿井提升机和矿用提升绞车

第 13.2.1 条 主轴装置就位时，其位置应符合下列要求：

一、主轴轴线的水平位置偏差不应大于  $L/2000$ ；

注： $L$  为主轴轴线与井筒提升中心线或天轮轴线间的水平距离。

二、主轴轴线标高的允许偏差为  $\pm 50\text{mm}$ ；

三、提升中心线的位置偏差不应大于 5mm；

四、主轴轴线与提升中心线的垂直度偏差不应大于  $0.15/1000$ 。

第 13.2.2 条 组装主轴装置时，应按制造厂的标记进行。

第 13.2.3 条 轴承座的安装水平偏差沿主轴方向不应大于  $0.1/1000$ ；垂直于主轴方向不应大于  $0.15/1000$ ；轴承座与轴承梁应紧密接触，其间不应加垫片。

第 13.2.4 条 轴瓦与轴承座应接触良好。

第 13.2.5 条 装上卷筒的主轴，安装水平偏差不应大于  $0.1/1000$ ，且联轴器端宜偏低。

第 13.2.6 条 组装主轴时，轴须与轴瓦应符合下列要求：

一、主轴轴颈与下轴瓦的接触角宜为  $90^\circ \sim 120^\circ$ ；沿轴向接触长度不应小于轴瓦长度的  $3/4$ ，在接触范围内，每  $25\text{mm} \times 25\text{mm}$  面积内的接触点数不应少于 6 个；

二、主轴轴颈与轴瓦间的顶间隙应符合表 13.2.6 的规定，两侧的侧间隙直为顶间隙的 50%~75%；

表 13.2.6 轴颈与轴瓦间的顶间隙 (mm)

轴颈直径	顶间隙
$> 18, \text{且} \leq 30$	0.04~0.09
$> 30, \text{且} \leq 50$	0.05~0.11
$> 50, \text{且} \leq 80$	0.07~0.14
$> 80, \text{且} \leq 120$	0.08~0.16
$> 120, \text{且} \leq 180$	0.10~0.20

续表

轴颈直径	顶间隙
> 180, 且 ≤ 260	0.12 ~ 0.23
> 260, 且 ≤ 360	0.14 ~ 0.25
> 360, 且 ≤ 500	0.17 ~ 0.31
> 500, 且 ≤ 600	0.28 ~ 0.36
> 600, 且 ≤ 720	0.32 ~ 0.40

三、轴瓦与轴肩的间隙应符合设备技术文件的规定。

第 13.2.7 条 切向键与键槽的配合应紧密, 工作面的接触面积不应小于总面积的 60%, 挡键板应与键靠紧, 并不应有间隙。

第 13.2.8 条 组装卷筒应符合下列要求:

一、卷筒的出绳孔不应有棱角和毛刺;

二、高强度螺栓的连接应符合设备技术文件的规定;

三、两半轮毂连接时, 接合面对齐, 其接触应紧密, 接合面之间不得加垫片;

四、卷筒与轮毂的螺栓连接处应接触紧密、均匀, 不应有间隙, 其余结合面的间隙不应大于 0.5mm;

五、卷筒对接处的间隙不应大于 2mm, 螺栓应均匀拧紧;

六、游动卷筒组装后, 当离合器在脱开位置时, 卷筒应转动灵活, 无阻滞现象; 游动卷筒的轴向间隙应符合设备文件的规定;

七、固定卷筒与其两个支轮的连接摩擦面, 制动盘与卷筒的结合面均应清洗洁净; 当结合面涂有富锌漆增摩剂时, 严禁用汽油或煤油清洗, 且结合面不得沾染油污;

八、卷筒和制动盘现场焊接时, 焊条牌号和焊缝接头型式及等级应符合设备技术文件的规定, 接地线必须置于被焊接的卷筒上。

第 13.2.9 条 主轴装置组装和主轴调平合格后, 方可对轴承梁进行灌浆。

第 13.2.10 条 盘式制动器制动盘或瓦块式制动器制动轮摩擦面的表面粗糙度不应低于  $R_a 3.2$ ; 制动盘端面圆跳动不应大于 0.5mm; 制动轮的径向圆跳动的允许偏差应符合表 13.2.10 的规定。

表 13.2.10 制动轮的径向圆跳动允许偏差 (mm)

制动轮直径	允许偏差
≤ 2000	0.6
2000 ~ 2500	0.7
2500 ~ 3000	0.8
3000 ~ 4000	0.9
> 4000	1.0

第 13.2.11 条 组装调绳装置应符合下列要求:

一、齿轮或齿块啮合应良好, 工作时齿块应同时受力;

二、油缸或气缸的缸底与活塞间的间隙不应小于 5mm;

三、活塞杆与主轴轴线应平行, 活塞杆与拨动环连接后不应有阻滞现象;

四、蜗轮蜗杆式的调绳装置, 其连接和转动部分的销轴安装后应转动灵活; 蜗轮和蜗杆的固定圈和键应装配牢固, 不得有松动现象; 蜗轮副啮合应良好, 手动或电动时, 不应发生阻滞和卡住现象。

第 13.2.12 条 安装卷筒上的衬木应符合下列要求:

一、应选用经过干燥的硬木；  
二、衬木与卷筒应接触紧密，不应加垫；当固定衬木的螺栓紧固后，其螺栓孔应用同质木塞堵住，并应胶牢；

三、绳槽深度应为钢丝绳直径的 25% ~ 30%，相邻两绳槽的中心距应比钢丝绳直径大 2 ~ 3mm；

四、切削绳槽时，不宜产生锥度和凹凸不平；双卷筒提升的两卷筒直径之差不应大于 2mm。

第 13.2.13 条 减速器的安装应符合下列要求：

一、减速器纵向和横向的安装水平均不应大于 0.15/1000；

二、减速器的内部应检查或清洗，并不应有任何污物；

三、减速器内所加润滑油的牌号和数量应符合设备技术文件的规定，当减速器采用循环润滑时，其润滑管路的连接应符合规定；

四、减速器接合面处应严密，不得漏油。

第 13.2.14 条 开式齿轮的啮合间隙和接触斑点应符合设备技术文件的规定；当无规定时，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

第 13.2.15 条 联轴器的安装应符合设备技术文件的规定；当无规定时，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

第 13.2.16 条 装配瓦块式制动器（图 13.2.16）应符合下列要求：

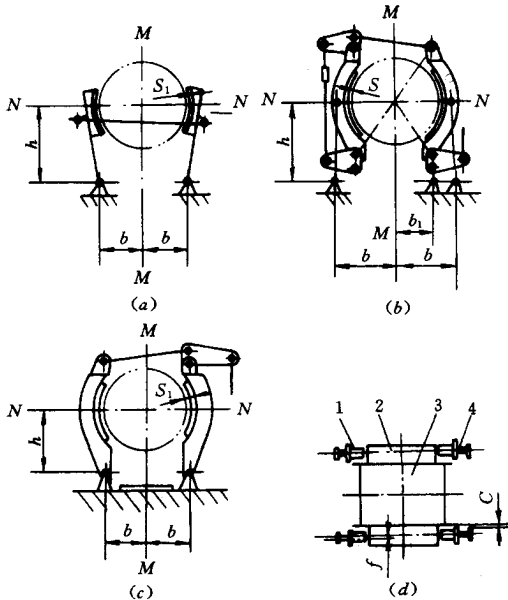


图 13.2.6 瓦块式制动器

(a) 角移制动器；(b) 平移制动器；

(c) 角移制动器；(d) 闸瓦和闸座位置

1—闸瓦；2—制动轮；3—卷筒；4—制动梁

一、销轴在装配前应清洗洁净，油孔应畅通，装配后应转动灵活，无阻滞现象；

二、同一制动轮的两闸瓦中心应在同一平面内，其偏差不应大于 2mm；闸瓦中心平面与制动轮工作面宽度中心平面应重合，其偏差  $f$  不应大于 2mm；

三、闸座各销轴轴线，与主轴轴线铅垂面  $MM$  间的水平距离  $b$ 、 $b_1$  的允许偏差，与主轴轴线水平面  $NN$  间的垂直距离  $h$  的允许偏差，均为  $\pm 1\text{mm}$ ；

四、木质闸瓦不应有木节，固定应牢固；闸瓦铆钉应低于闸皮表面 2mm；制动梁与挡绳板不应相碰，其间隙  $C$  不应小于 5mm；

五、当松开闸瓦时，平移式制动器的闸瓦间隙  $S$  应均匀，且不应大于 2mm；角移式制动器的闸瓦最大间隙  $S_1$  不应大于 2.5mm；

六、传动装置的杠杆中心线与制动拉杆中心线应重合，其偏差不应大于 0.5mm；

七、各滑阀或活塞应移动灵活，不应有阻滞现象；

八、气动传动装置工作制动时，工作制动缸的活塞与缸底间的间隙宜为 3~5mm；安全制动时，安全制动缸的活塞与缸底间的间隙不应小于 50mm。

第 13.2.17 条 装配盘式制动器应符合下列要求：

一、同一副制动器两间瓦工作面的平行度偏差不应大于 0.5mm；

二、同一副制动器的支架端面与制动盘中心平面间距离  $h$  (图 13.2.17-1) 的允许偏差为  $\pm 0.5\text{mm}$ ，制动器支架端面与制动盘中心平面的平行度偏差不应大于 0.2mm；

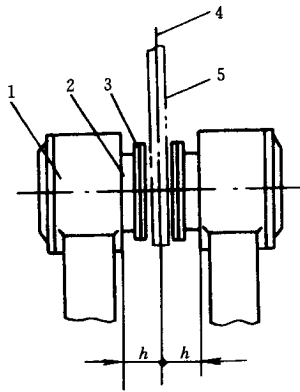


图 13.2.17-1 盘式制动器支架

1—支架；2—筒体；3—闸瓦；

4—制动盘中心平面；5—制动盘

三、闸瓦与制动盘的间隙应均匀，其值宜为 1mm；

四、各制动器制动缸的对称中心  $O$  与主轴轴心  $O_1$  在铅垂面内应重合，其偏差  $\Delta$  (图 13.2.17-2) 不应大于 3mm；

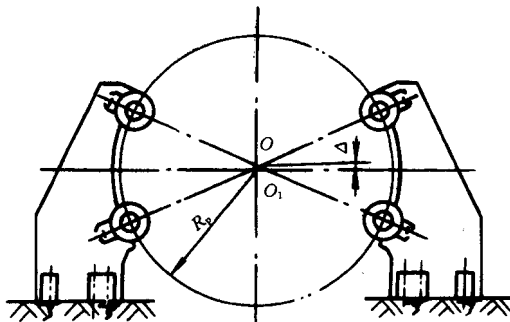


图 13.2.17-2 盘式制动器

五、各闸瓦均应与制动盘接触，其实际平均摩擦半径不应小于设计平均摩擦半径  $R_p$  (图 13.2.17

第 13.2.18 条 液压站的油泵、阀、内外部油管、油箱等必须清洗洁净，装配后不应漏油。

第 13.2.19 条 液压站用油应符合设备技术文件的规定，液压油必须洁净，其过滤精度不得低于  $20\mu\text{m}$ 。

第 13.2.20 条 电液调压装置中的磁钢装置不得敲打，并不宜拆卸，且应防止失磁。

第 13.2.21 条 组装深度指示器应符合下列要求：

- 一、传动轴应水平，齿轮啮合应良好；
- 二、指针行程应大于指示板量程的  $2/3$ ；指针移动不应与指示板相碰，传动装置应灵活可靠；
- 三、装配丝杠前，应检查其直线度，全长不应大于  $1\text{mm}$ ；
- 四、圆盘深度指示器及其传动装置的组装应正确，转动应灵活平稳；
- 五、牌坊式深度指示器传动装置的托梁应在组装卷筒前就位，待卷筒装好后，方可进行找正、调平和固定。

### 第三节 多绳提升机

第 13.3.1 条 主轴装置就位时应符合下列要求：

- 一、主轴轴线的水平位置偏差不得大于  $2\text{mm}$ ；
- 二、主导轮中心线的位置偏差不得大于  $2\text{mm}$ ；
- 三、主轴轴线与垂直于主轴的提升中心线在水平面内的垂直度偏差不应大于  $0.5/1000$ ；
- 四、主轴轴线标高允许偏差为  $\pm 50\text{mm}$ 。

第 13.3.2 条 轴承座的安装水平，沿主轴方向不应大于  $0.1/1000$ ，垂直于主轴方向不应大于  $0.15/1000$ 。

第 13.3.3 条 主轴的安装水平不应大于  $0.1/1000$ 。

第 13.3.4 条 制动轮的径向圆跳动应符合本范表 13.2.10 的规定，制动盘的端面圆跳动不应大于  $0.5\text{mm}$ 。

第 13.3.5 条 组装摩擦衬垫（图 13.3.5）应符合下列要求：

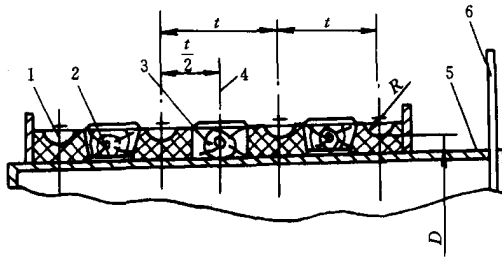


图 13.3.5 组装摩擦衬垫

1—摩擦衬垫；2—压块；3—固定块；

4—主导轮中心线；5—筒壳；6—制动盘

- 一、衬垫与衬垫、压块、固定块、筒壳间均应贴实靠紧；
- 二、绳槽半径  $R$  的允许偏差为  $\begin{matrix} 0 \\ -0.2\text{mm} \end{matrix}$ ；
- 三、主导轮中心线与其邻侧绳槽中心的距离  $l/2$  的允许偏差为  $\pm 0.8\text{mm}$ ；
- 四、相邻两绳槽中心距  $l$  的允许偏差为  $\pm 1.6\text{mm}$ ；
- 五、各绳槽的底圆直径  $D$  应在挂绳前测量，其最大与最小之差不应大于  $0.5\text{mm}$ ；
- 六、除增加摩擦系数的专用油外，摩擦衬垫表面严禁与其它任何油类物质接触。

第 13.3.6 条 减速器的安装应符合本规范第 13.2.13 条的规定；中心驱动弹簧基础的减速器的安装尚应符合下列要求；

一、安装减速器的基础弹簧应按制造厂的编号进行；

二、减速器放在基础弹簧上，加入定量的润滑油后，输出轴的轴线应比主轴轴线高 0.5mm，加上重物应使输出轴降低 0.5mm，然后，应按制造厂标记装配刚性联轴器，其偏差应符合设备技术文件的规定，且两个半联轴器的端面间隙应为 0.30~0.50mm，当拧紧螺栓后，应无间隙；

三、减速器与主轴装置连接后，盘动主导轮一圈，在离刚性联轴器最远处测量减速器机体，沿轴向和径向的偏摆均不应大于 0.15mm；

四、减速器纵向和横向安装水平偏差均不应大于 5/1000。

第 13.3.7 条 安装导向轮应符合下列要求：

一、导向轮装置的对称中心线与主导轮中心线应重合，其偏差不应大于 1mm；

二、导向轮轴线对安装基准线在水平面内的位置偏差不应大于 2mm；

三、导向轮轴线与主轴轴线在水平面内的平行度偏差不应大于 0.3/1000；

四、导向轮轴的安装水平偏差不应大于 0.2/1000。

第 13.3.8 条 安装车槽装置应符合下列要求：

一、安装水平偏差不应大于 0.2/1000；

二、对称中心线与主导轮中心线应重合，偏差不应大于 0.5mm；

三、相邻两车刀中心线间的距离的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

第 13.3.9 条 制动系统、深度指示器及其传动装置的组装应符合本章第二节的有关规定。

#### 第四节 其它绞车

第 13.4.1 条 本节适用于耙矿绞车、凿井绞车、调度绞车、无极绳绞车、回柱绞车、气动绞车、液压绞车和风门绞车的安装。

第 13.4.2 条 现场组装绞车时，应符合设备技术文件的规定；当无规定时，应符合本章第二节的有关规定。

第 13.4.3 条 带有基础的绞车，其机座的安装水平偏差不应大于 0.2/1000。

#### 第五节 试运转

第 13.5.1 条 矿井提升机和绞车试运转前，所有润滑系统和液压系统均应进行循环清洗，其清洁度应符合规定。

第 13.5.2 条 调整制动力矩应符合下列要求：

一、竖井和斜井的提升机或绞车的制动力矩应符合表 13.5.2 的规定；

表 13.5.2 竖井和斜井的提升机或绞车的制动力矩

倾角 (°)	5~15	20	25	30~90
制动力矩	$\geq 1.8M$	$\geq 2.0M$	$\geq 2.6M$	$\geq 3.0M$

注：①  $M$  为最大静力矩；

② 表内未列的角度可按比例计算；

③ 坡度变化的巷道控最大坡度确定。

二、凿井绞车提升或下放物料时的制动力矩，不应小于最大静力矩的 2 倍；



三、双卷筒提升机调绳或更换水平时，制动盘或制动轮上的制动力矩，不应小于容器和钢丝绳重量之和的最大静力矩的 1.2 倍。

第 13.5.3 条 调试瓦块式制动系统应符合下列要求：

- 一、系统的油压或气压在额定压力下，10min 内的压力降不应大于 0.02MPa；
- 二、工作制动和安全制动手把应操作灵活、正确、可靠；
- 三、当制动时，卷筒上的两付制动器应同时起作用；闸瓦与制动轮接触应良好、平稳；各闸瓦在长度和宽度方向与制动轮接触均不得小于其尺寸的 80%；
- 四、油压或气压高于额定压力 0.1MPa 时，保护系统的安全阀应及时起作用；
- 五、调压器、信号和警笛装置应能准确地起作用；
- 六、蓄压器油压的波动幅度不应大于 0.05MPa。

第 13.5.4 条 调试盘式制动系统应符合下列要求：

- 一、液压站的调试应符合设备技术文件的规定；
- 二、制动系统液压管路中的空气应排净；
- 三、各闸瓦的接触面积不应小于其制动面积的 60%；
- 四、制动手把在全制动位置时，电液调压装置的电流应接近于零，残压应低于 0.5MPa；
- 五、当制动手把在全松闸位置时，电液调压装置的电流应等于工作压力对应的电流值，其压力应等于实际使用负荷所确定的工作压力；
- 六、当制动手把在中间位置时，电液调压装置的电流，约为实际使用负荷所确定最大工作压力对应的电流值的 1/2，其压力宜为实际使用负荷所确定的工作压力的 1/2。

第 13.5.5 条 调试调绳装置应符合下列要求：

- 一、采用弹簧复位的调绳离合器，各弹簧的受力应均匀；
- 二、联锁装置应灵活、可靠；
- 三、调绳离合器在不同位置上的动作均应灵活；
- 四、离合器的三个气缸或油缸动作应一致，且不应有泄漏现象；
- 五、调绳离合器应能全部脱开和合上，其齿轮副的啮合应良好。

第 13.5.6 条 各种手把和脚踏板的动作应灵活、准确、可靠。

第 13.5.7 条 制动、操纵、调绳、润滑等系统调试合格后，可进行空负荷试运转。空负荷试运转前应作好下列工作：

- 一、卷筒、制动系统、操作系统和导向轮装置等各润滑点，均应按设备技术文件规定的牌号和数量加注润滑剂；
- 二、应脱开深度指示器的传动装置与主轴连接的部分；
- 三、应再次拧紧地脚螺栓和连接螺栓。

第 13.5.8 条 空负荷试运转应符合下列要求：

- 一、正、反方向连续运转时间均不应小于 4h；
- 二、安全制动中，由断电开始到闸瓦与制动盘或制动轮接触的空行程时间不应大于 0.5s；
- 三、安全制动时，杠杆和闸瓦不应有明显的跳动现象；
- 四、杠杆返回式块式制动器在全松开至安全制动时，制动手把的移动距离不应大于全行程的 3/4；
- 五、空气制动传动装置必须有两级制动，第一级制动压力应为 0.2~0.25MPa，第二级制动压力应为额定工作压力；

六、安全阀的动作应及时、准确，制动器的动作应灵敏；

七、减速器和主轴装置运转应平稳，密封处不应有漏油现象。

第 13.5.9 条 负荷试运转前，应检查齿轮、地脚螺栓、连接螺栓、键和焊缝等的情况，确认良好

后，方可进行负荷试运转。

第 13.5.10 条 负荷试运转应符合下列要求：

- 一、应合上深度指示器的传动装置与主轴连接的部分；
- 二、挂上钢丝绳和提升容器，在深度指示器的标尺板或指示圆盘上应作出标记并进行校正；在调绳时，应先将卷筒锁紧；
- 三、应试验并校正好过卷、减速开关和限速等保护装置；
- 四、制动器安全制动的减速度应符合下列要求：
  1. 在竖井和大于  $30^\circ$  的斜井中，下放重物时，减速度不应小于  $1.5\text{m/s}^2$ ；
  2. 在竖井和斜井中，提升重物时，减速度应符合表 13.5.10 的规定；

表 13.5.10 提升重物安全制动时的减速度

倾角 ( $^\circ$ )	5 ~ 15	20	25	30 ~ 90
减速度 ( $\text{m/s}^2$ )	$\leq 3.0$	$\leq 3.4$	$\leq 4.0$	$\leq 5.0$

注：①表内未列的角度可按比例计算；

②坡度变化的巷道按最小坡度计算。

3. 多绳提升机的减速度不应大于引起钢丝绳滑动的极限值。

五、应在井筒中部做短行程的超速保护试验，当速度超过限制速度的 15% 时，保护装置应起作用；

六、多绳提升机各钢丝绳的张力应调整均匀；

七、提升系统应在空容器下，按速度图连续运转 8h，但对于带平衡锤的提升系统，容器中应加入其额定负荷的 50%；

八、应将负荷加至设计规定最大值的  $1/3$ ，按速度图连续运转，时间不应小于 4h；

九、应将负荷加至设计规定最大值的  $2/3$ ，按速度图连续运转，时间不应小于 4h；

十、满负荷试运转不应小于 24h，每运转约 8h，应停机全面检查一次；

十一、滑动轴承温升不应大于  $35^\circ\text{C}$ ，最高温度不应大于  $70^\circ\text{C}$ ；滚动轴承温升不应大于  $40^\circ\text{C}$ ，最高温度不应大于  $80^\circ\text{C}$ ；

十二、试运转结束后，应检查减速器齿轮副的啮合情况，并应再次紧固地脚螺栓和各部分连接螺栓，再次打紧轮毂与轴的键。

注：①矿用提升绞车可进行设计负荷试运转，其运转时间不应小于 4h；

②机械限速装置制动时，最大减速度不应大于设备技术文件规定的减速度的 15%。

第 13.5.11 条 其它绞车的试运转时间应符合表 13.5.11 的规定。

表 13.5.11 其它绞车试运转时间

绞车类别	空负荷试运转时间 (min)	负荷试运转时间 (min)	试运转要求
无极绳绞车	$\geq 30$	$\geq 240$	夹钳式绞车，夹钳动作应灵活，无阻滞现象
耙矿绞车	$\geq 30$		空负荷试运转时，不应挂钢丝绳
气动绞车	$\geq 30$		正反转各 15min

续表

绞车类别	空负荷试运转时间 (min)	负荷试运转时间 (min)	试运转要求
风门绞车	≥ 30		正反转各 15min
回柱绞车	≥ 30		正反转各 15min
调度绞车	≥ 30		正反转各 15min
凿开绞车			按随机技术文件的规定执行
液压绞车			按随机技术文件的规定执行

第 13.5.12 条 试运转合格后，提升机和绞车及其附属设备应按规定重新涂漆，润滑点应涂红色，管路的涂漆颜色应符合表 13.5.12 的规定。

表 13.5.12 管路涂漆颜色

管路类别	涂漆颜色
空气管	浅蓝色
水管	绿色
稀油压油管	深黄色
稀油回油管	柠檬黄色
干油管	褐色

## 第十四章 工程验收

第 14.0.1 条 连续输送设备安装工程施工完毕，必须经空负荷及负荷试运转合格后，方可办理工程验收。试运转应连续进行，如无条件连续进行负荷试运转时，应在空负荷试运转合格后，办理临时交工手续。

第 14.0.2 条 工程验收时，应具备下列资料：

- 一、竣工图；
- 二、设计变更和修改的有关文件；
- 三、主要材料出厂合格证及试验报告；
- 四、钢结构工程验收记录及文件，重要焊接部位的焊接检查记录；
- 五、施工中使用的设备技术文件；
- 六、隐蔽工程施工及验收记录；
- 七、重要工序的施工记录及签证；
- 八、附属机、电设备及管线安装施工及验收记录；
- 九、试运转记录；
- 十、重大技术问题及处理的文件；
- 十一、其它有关资料。

# 标准规范六 机械设备安装工程 施工及验收通用规范

General code for construction and acceptance  
of mechanical equipment  
installation engineering

GB 50231—98

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了指导机械设备安装工程的施工及验收，确保质量和安全，促进技术进步，提高经济效益，制定本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于各类机械设备安装工程，从开箱起至设备的空负荷试运转为止的施工及验收，对必须带负荷才能试运转的设备，可至负荷试运转。

第 1.0.3 条 设备安装工程应按设计施工。当施工时发现设计有不合理之处，应及时提出修改建议，并经设计变更批准后，方可按变更后的设计施工。

第 1.0.4 条 安装的机械设备、主要的或用于重要部位的材料，必须符合设计和产品标准的规定，并应有合格证明。

第 1.0.5 条 设备安装中采用的各种计量和检测器具、仪器、仪表和设备，应符合国家现行计量法规的规定，其精度等级，不应低于被检对象的精度等级。

第 1.0.6 条 设备安装中的隐蔽工程，应在工程隐蔽前进行检验，并作出记录，合格后方可继续安装。

第 1.0.7 条 设备安装中，应进行自检、互检和专业检查，并应对每道工序进行检验和记录。工程验收时，应以记录为依据。

第 1.0.8 条 设备安装工程的施工，除应按本规范执行外，尚应符合国家现行标准规范的规定。

## 第二章 施 工 准 备

### 第一节 施 工 条 件

第 2.1.1 条 工程施工前，应具备设计和设备的技术文件；对大中型、特殊的或复杂的安装工程尚应编制施工组织设计或施工方案。

第 2.1.2 条 工程施工前，对临时建筑、运输道路、水源、电源、蒸汽、压缩空气、照明、消防设施、主要材料和机具及劳动力等，应有充分准备，并作出合理安排。

第 2.1.3 条 工程施工前,其厂房屋面、外墙、门窗和内部粉刷等工程应基本完工,当必须与安装配合施工时,有关的基础地坪、沟道等工程应已完工,其混凝土强度不应低于设计强度的 75%;安装施工地点及附近的建筑材料、泥土、杂物等,应清除干净。

第 2.1.4 条 当设备安装工序中有恒温、恒湿、防震、防尘或防辐射等要求时,应在安装地点采取相应的措施后,方可进行相应工序的施工。

第 2.1.5 条 当气象条件不适应设备安装的要求时,应采取相应措施。采取措施后,方可施工。

第 2.1.6 条 利用建筑结构作为起吊、搬运设备的承力点时,应对结构的承载力进行核算;必要时应经设计单位的同意,方可利用。

## 第二节 开箱检查和保管

第 2.2.1 条 设备开箱应在建设单位有关人员参加下,按下列项目进行检查,并应作出记录:

- 一、箱号、箱数以及包装情况;
- 二、设备的名称、型号和规格;
- 三、装箱清单、设备技术文件、资料及专用工具;
- 四、设备有无缺损件,表面有无损坏和锈蚀等;
- 五、其他需要记录的情况。

第 2.2.2 条 设备及其零、部件和专用工具,均应妥善保管,不得使其变形、损坏、锈蚀、错乱或丢失。

## 第三节 设备基础

第 2.3.1 条 设备基础的位置、几何尺寸和质量要求,应符合现行国家标准《钢筋混凝土工程施工及验收规范》的规定,并应有验收资料或记录。设备安装前应按本规范附录一的允许偏差对设备基础位置和几何尺寸进行复检。

第 2.3.2 条 设备基础表面和地脚螺栓预留孔中的油污、碎石、泥土、积水等均应清除干净;预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应保护完好;放置垫铁部位的表面应凿平。

第 2.3.3 条 需要预压的基础,应预压合格并应有预压沉降记录。

## 第三章 放线就位和找正调平

第 3.0.1 条 设备就位前,应按施工图和有关建筑物的轴线或边缘线及标高线,划定安装的基准线。

第 3.0.2 条 互有连接、衔接或排列关系的设备,应划定共同的安装基准线。必要时,应按设备的具体要求,埋设一般的或永久性的中心标板或基准点。

第 3.0.3 条 平面位置安装基准线与基础实际轴线或与厂房墙(柱)的实际轴线、边缘线的距离,其允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 。

第 3.0.4 条 设备定位基准的面、线或点对安装基准线的平面位置和标高的允许偏差,应符合表 3.0.4 的规定。

表 3.0.4 设备的平面位置和标高对安装基准线的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	
	平面位置	标 高
与其他设备无机械联系的	± 10	± 20 - 10
与其他设备有机械联系的	± 2	± 1

第 3.0.5 条 设备找正、调平的定位基准面、线或点确定后,设备的找正、调平均应在给定的测量位置上进行检验;复检时亦不得改变原来测量的位置。

第 3.0.6 条 设备的找正、调平的测量位置,当设备技术文件无规定时,宜在下列部位中选择:

- 一、设备的主要工作面;
- 二、支承滑动部件的导向面;
- 三、保持转动部件的导向面或轴线;
- 四、部件上加工精度较高的表面;
- 五、设备上应为水平或铅垂的主要轮廓面;
- 六、连续运输设备和金属结构上,宜选在可调的部位,两测点间距离不宜大于 6m。

第 3.0.7 条 设备安装精度的偏差,宜符合下列要求:

- 一、能补偿受力或温度变化后所引起的偏差;
- 二、能补偿使用过程中磨损所引起的偏差;
- 三、不增加功率消耗;
- 四、使转动平稳;
- 五、使机件在负荷作用下受力较小;
- 六、能有利于有关机件的连接、配合;
- 七、有利于提高被加工件的精度。

第 3.0.8 条 当测量直线度、平行度和同轴度采用重锤水平拉钢丝测量方法时,应符合下列要求:

- 一、宜选用直径为 0.35~0.5mm 的整根钢丝;
- 二、两端应用滑轮支撑在同一标高面上;
- 三、重锤质量的选择,应根据重锤产生的水平拉力和钢丝直径确定,重锤产生的水平拉力应按下式计算,或按本规范附录二的规定选配;

$$P = 756 \cdot 168 d^2 \quad (3.0.8-1)$$

式中  $P$ ——水平拉力 (N);

$d$ ——钢丝直径 (mm)。

- 四、测点处钢丝下垂度可按下式计算,或按本规范附录二的规定取值:

$$f_{\mu} = 40 \cdot L_1 \cdot L_2 \quad (3.0.8-2)$$

式中  $f_{\mu}$ ——下垂度 ( $\mu\text{m}$ );

$L_1$ 、 $L_2$ ——由两支点分别至测点处的距离 (m)。

## 第四章 地脚螺栓、垫铁和灌浆

### 第一节 地脚螺栓

第 4.1.1 条 埋设预留孔中的地脚螺栓应符合下列要求：

- 一、地脚螺栓在预留孔中应垂直，无倾斜。
- 二、地脚螺栓任一部分离孔壁的距离  $a$  应大于 15mm (图 4.1.1)；地脚螺栓底端不应碰孔底。

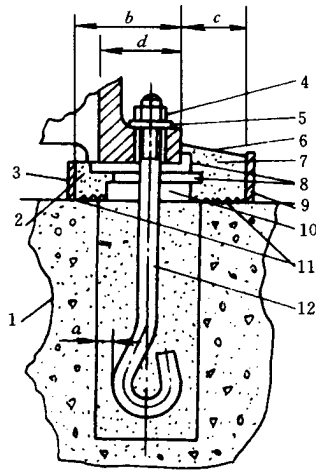


图 4.1.1 地脚螺栓、垫铁和灌浆

- 1—地坪或基础；2—设备底座底面；3—内模板；
- 4—螺母；5—垫圈；6—灌浆层斜面；7—灌浆层；
- 8—成对斜垫铁；9—外模板；10—平整铁；
- 11—麻面；12—地脚螺栓

三、地脚螺栓上的油污和氧化皮等应清理干净，螺纹部分应涂少量油脂。

四、螺母与垫圈、垫圈与设备底座间的接触均应紧密。

五、拧紧螺母后，螺栓应露出螺母，其露出的长度宜为螺栓直径的  $1/3 \sim 2/3$ 。

六、应在预留孔中的混凝土达到设计强度的 75% 以上时拧紧地脚螺栓，各螺栓的拧紧力应均匀。

第 4.1.2 条 当采用和装设 T 形头地脚螺栓 (图 4.1.2) 时，应符合下列要求：

一、T 形头地脚螺栓与基础板应按规格配套使用，其规格应符合国家现行标准《T 形头地脚螺栓》与《T 形头地脚螺栓基础板》的规定。

二、装设 T 形头地脚螺栓的主要尺寸，应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 装设 T 形头地脚螺栓的主要尺寸

螺栓直径 $d$	基础板厚度 $s$ (mm)	露出设备底座最小长度 $v$ (mm)	管状模板最大高度 $w$ (mm)
M24	20	55	800

续表

螺栓直径 $d$	基础板厚度 $s$ (mm)	露出设备底座 最小长度 $v$ (mm)	管状模板 最大高度 $w$ (mm)
M30	25	65	1000
M36	30	85	1200
M42	30	95	1400
M48	35	110	1600
M56	35	130	1800
M64	40	145	2000
M72 × 6	40	160	2200
M80 × 6	40	175	2400
M90 × 6	50	200	2600
M100 × 6	50	220	2800
M110 × 6	60	250	3000
M125 × 6	60	270	3200
M140 × 6	80	320	3600
M160 × 6	80	340	3800

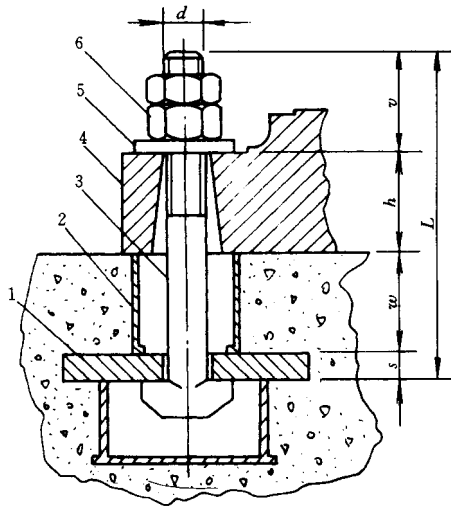


图 4.1.2 T形头地脚螺栓的安设

1—基础板；2—管状模板；3—T形头地脚螺栓；4—设备底座；5—垫板；6—螺母

$d$ —螺栓直径； $v$ —螺栓露出设备底座上表面长度； $s$ —基础板厚度；

$h$ —设备底座穿螺栓处的厚度； $w$ —管状模板高度； $L$ —T形头地脚螺栓

三、埋设 T 形头地脚螺栓基础板应牢固、平正；螺栓安装前，应加设临时盖板保护，并应防止油、水、杂物掉入孔内。



四、地脚螺栓光杆部分和基础板应刷防锈漆。

五、预留孔或管状模板内的密封填充物，应符合设计规定。

第 4.1.3 条 装设胀锚螺栓应符合下列要求：

一、胀锚螺栓的中心线应按施工图放线。

胀锚螺栓的中心至基础或构件边缘的距离不得小于胀锚螺栓公称直径  $d$  的 7 倍，底端至基础底面的距离不得小于  $3d$ ，且不得小于 30mm；相邻两根胀锚螺栓的中心距离不得小于  $10d$ 。

二、装设胀锚螺栓的钻孔应防止与基础或构件中的钢筋、预埋管和电缆等埋设物相碰；不得采用预留孔。

三、安设胀锚螺栓的基础混凝土强度不得小于 10MPa。

四、基础混凝土或钢筋混凝土有裂缝的部位不得使用胀锚螺栓。

五、胀锚螺栓钻孔的直径和深度应符合本规范附录三的规定，钻孔深度可超过规定值 5 ~ 10mm；成孔后应对钻孔的孔径和深度及时进行检查。

第 4.1.4 条 设备基础浇灌预埋的地脚螺栓应符合下列要求：

一、地脚螺栓的坐标及相互尺寸应符合施工图的要求，设备基础尺寸的允许偏差应符合本规范附录一的规定。

二、地脚螺栓露出基础部分应垂直，设备底座套入地脚螺栓应有调整余量，每个地脚螺栓均不得有卡住现象。

第 4.1.5 条 装设环氧树脂砂浆锚固地脚螺栓，应符合下列要求：

一、螺栓中心线至基础边缘的距离不应小于  $4d$ ，且不应小于 100mm；当小于 100mm 时，应在基础边缘增设钢筋网或采取其他加固措施；螺栓底端至基础底面的距离不应小于 100mm。

二、螺栓孔与基础受力钢筋和水电、通风管线等埋设物不应相碰。

三、当钻地脚螺栓孔时，基础混凝土强度不得小于 10MPa；螺栓孔应垂直，孔壁应完整，周围无裂缝和损伤，其平面位置偏差不得大于 2mm。

四、成孔后，应立即清除孔内的粉尘、积水，并应用螺栓插入孔中检验深度，深度适宜后，将孔口临时封闭；在浇注环氧树脂砂浆前，应使孔壁保持干燥，孔壁不得沾染油污。

五、地脚螺栓表面的油污、铁锈和氧化铁皮应清除，且露出金属光泽，并应用丙酮擦洗洁净，方可插入灌有环氧砂浆的螺栓孔中。

六、环氧树脂砂浆的调制程序和技术要求，应符合本规范附录四的规定。

## 第二节 垫 铁

第 4.2.1 条 找正调平设备用的垫铁应符合各类机械设备安装规范、设计或设备技术文件的要求；设备常用的斜垫铁和平垫铁可按本规范附录五选择。

第 4.2.2 条 当设备的负荷由垫铁组承受时，垫铁组的位置和数量，应符合下列要求：

一、每个地脚螺栓旁边至少应有一组垫铁。

二、垫铁组在能放稳和不影响灌浆的情况下，应放在靠近地脚螺栓和底座主要受力部位下方。

三、相邻两垫铁组间的距离宜为 500 ~ 1000mm。

四、每一垫铁组的面积，应根据设备负荷，按下式计算：

$$A \geq C \frac{(Q_1 + Q_2) \times 10^4}{R} \quad (4.2.2)$$

式中  $A$ ——垫铁面积 ( $\text{mm}^2$ )；

$Q_1$ ——由于设备等的重量加在该垫铁组上的负荷 (N)；

$Q_2$ ——由于地脚螺栓拧紧所分布在该垫铁组上的压力(N),可取螺栓的许可抗拉力;

$R$ ——基础或地坪混凝土的单位面积抗压强度(MPa),可取混凝土设计强度;

$C$ ——安全系数,宜取1.5~3。

五、设备底座有接缝处的两侧应各垫一组垫铁。

第4.2.3条 使用斜垫铁或平垫铁调平时,应符合下列规定:

一、承受负荷的垫铁组,应使用成对斜垫铁,且调平后灌浆前用定位焊焊牢,钩头成对斜垫铁(图4.2.3)能用灌浆层固定牢固的可不焊。

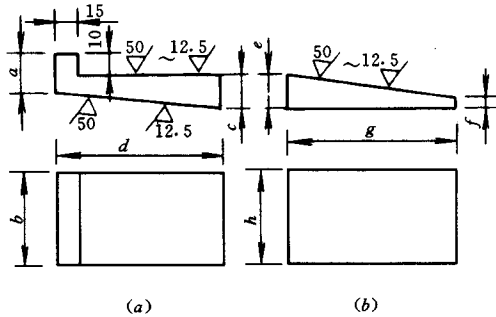


图4.2.3 钩头成对斜垫铁

(a) 上块;(b) 下块

二、承受重负荷或有较强连续振动的设备,宜使用平垫铁。

第4.2.4条 每一垫铁组宜减少垫铁的块数,且不宜超过5块,并不宜采用薄垫铁。放置平垫铁时,厚的宜放在下面,薄的宜放在中间且不宜小于2mm,并应将各垫铁相互用定位焊焊牢,但铸铁垫铁可不焊。

第4.2.5条 每一垫铁组应放置整齐平稳,接触良好。设备调平后,每组垫铁均应压紧,并应用手锤逐组轻击听音检查。对高速运转的设备,当采用0.05mm塞尺检查垫铁之间及垫铁与底座面之间的间隙时,在垫铁同一断面处以两侧塞入的长度总和不得超过垫铁长度或宽度的1/3。

第4.2.6条 设备调平后,垫铁端面应露出设备底座外缘;平垫铁宜露出10~30mm;斜垫铁宜露出10~50mm。垫铁组伸入设备底座底面的长度应超过设备地脚螺栓的中心。

第4.2.7条 安装在金属结构上的设备调平后,其垫铁均应与金属结构用定位焊焊牢。

第4.2.8条 设备用螺栓调整垫铁(图4.2.8)调平应符合下列要求:

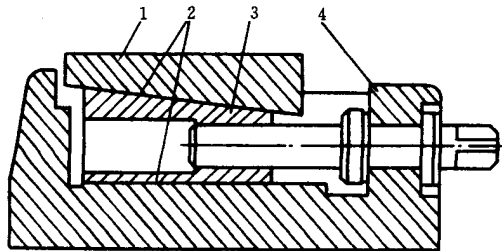


图4.2.8 螺栓调整垫铁

1—升降块;2—调整块滑动面;3—调整块;4—垫座

一、螺纹部分和调整块滑动面上应涂以耐水性较好的润滑脂。

二、调平应采用升高升降块的方法,当需要降低升降块时,应在降低后重新再作升高调整;调平

后，调整块应留有调整的余量。

三、垫铁垫座应用混凝土灌牢，但不得灌入活动部分。

第 4.2.9 条 设备采用调整螺钉调平时（图 4.2.9），应符合下列要求：

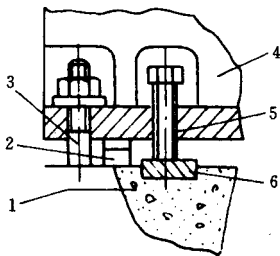


图 4.2.9 调整螺钉

1—基础或地坪；2—垫铁；3—地脚螺栓；  
4—设备底座；5—调整螺钉；6—支承板

一、不作永久性支承的调整螺钉调平后，设备底座下应用垫铁垫实，再将调整螺钉松开。

二、调整螺钉支承板的厚度宜大于螺钉的直径。

三、支承板应水平，并应稳固地装设在基础面上。

四、作为永久性支承的调整螺钉伸出设备底座底面的长度，应小于螺钉直径。

第 4.2.10 条 设备采用无垫铁安装施工时，应符合下列要求：

一、应根据设备的重量和底座的结构确定临时垫铁、小型千斤顶或调整顶丝的位置和数量。

二、当设备底座上设有安装用的调整顶丝（螺钉）时，支撑顶丝用的钢板放置后，其顶面水平度的允许偏差应为  $1/1000$ 。

三、采用无收缩混凝土灌注应随即捣实灌浆层，待灌浆层达到设计强度的 75% 以上时，方可松掉顶丝或取出临时支撑件，并应复测设备水平度，将支撑件的空隙用砂浆填实。

四、灌浆用的无收缩混凝土的配比应符合本规范附录六的规定。

第 4.2.11 条 当采用座浆法放置垫铁时，座浆混凝土配制的技术要求及施工方法，应符合本规范附录七的规定。

第 4.2.12 条 当采用压浆法放置垫铁时，其施工方法应符合本规范附录八的规定。

第 4.2.13 条 设备采用减震垫铁调平，应符合下列要求：

一、基础或地坪应符合设备技术要求；在设备占地范围内，地坪（基础）的高低差不得超出减震垫铁调整量的 30% ~ 50%；放置减震垫铁的部位应平整。

二、减震垫铁按设备要求，可采用无地脚螺栓或胀锚地脚螺栓固定。

三、设备调平时，各减震垫铁的受力应基本均匀，在其调整范围内应留有余量，调平后应将螺母锁紧。

四、采用橡胶垫型减震垫铁时，设备调平后经过 1 ~ 2 周，应再进行一次调平。

### 第三节 灌 浆

第 4.3.1 条 预留地脚螺栓孔或设备底座与基础之间的灌浆，应符合现行国家标准《钢筋混凝土工程施工及验收规范》的规定。

第 4.3.2 条 预留孔灌浆前，灌浆处应清洗干净；灌浆宜采用细碎石混凝土，其强度应比基础或地坪的混凝土强度高一级；灌浆时应捣实，并不应使地脚螺栓倾斜和影响设备的安装精度。

第 4.3.3 条 当灌浆层与设备底座面接触要求较高时,宜采用无收缩混凝土或水泥砂浆。

第 4.3.4 条 灌浆层厚度不应小于 25mm。仅用于固定垫铁或防止油、水进入的灌浆层,且灌浆无困难时,其厚度可小于 25mm。

第 4.3.5 条 灌浆前应敷设外模板。外模板至设备底座面外缘的距离  $c$  (图 4.1.1) 不宜小于 60mm。模板拆除后,表面应进行抹面处理。

第 4.3.6 条 当设备底座下不需全部灌浆,且灌浆层需承受设备负荷时,应敷设内模板。

## 第五章 装 配

### 第一节 一般规定

第 5.1.1 条 装配前应了解设备的结构、装配技术要求。对需要装配的零、部件配合尺寸、相关精度、配合面、滑动面应进行复查和清洗处理,并按按照标记及装配顺序进行装配。

第 5.1.2 条 当进行清洗处理时,应按具体情况及清洗处理方法先采取相应的劳动保护和防火、防毒、防爆等安全措施。

第 5.1.3 条 设备及零、部件表面当有锈蚀时,应进行除锈处理,其除锈方法可按本规范附录九选用。

第 5.1.4 条 装配件表面除锈及污垢清除宜采用碱性清洗液和乳化除油液进行清洗。碱性清洗液和乳化除油液应符合本规范附录十的规定。

第 5.1.5 条 清洗设备及装配件表面的防锈油脂,宜采用下列方法:

一、对设备及大、中型部件的局部清洗,宜采用现行国家标准《溶剂油》、《航空洗漆汽油》、《轻柴油》、乙醇和金属清洗剂进行擦洗和涮洗;金属清洗剂应符合本规范附录十一的规定。

二、对中、小型形状较复杂的装配件,可采用相应的清洗液浸泡,浸洗时间随清洗液的性质、温度和装配件的要求确定,宜为 2~20min,且宜采用多步清洗法或浸、涮结合清洗;采用加热浸洗时,应控制清洗液温度;被清洗件不得接触容器壁。

三、对形状复杂、污垢粘附严重的装配件宜采用溶剂油、蒸汽、热空气、金属清洗剂和三氯乙烯等清洗液进行喷洗;对精密零件、滚动轴承等不得用喷洗法。

四、当对装配件进行最后清洗时,宜采用超声波装置,并宜采用溶剂油、清洗汽油、轻柴油、金属清洗剂和三氯乙烯等进行超声波清洗。

五、对形状复杂、油垢粘附严重、清洗要求高的装配件,宜采用溶剂油、清洗汽油、轻柴油、金属清洗剂、三氯乙烯和碱液等进行浸—喷联合清洗。

第 5.1.6 条 设备加工表面上的防锈漆,应采用相应的稀释剂或脱漆剂等溶剂进行清洗。

第 5.1.7 条 在禁油条件下工作的零、部件及管路应进行脱脂,脱脂后应将残留的脱脂剂清除干净。脱脂剂应符合本规范附录十二的规定。

第 5.1.8 条 设备零、部件经清洗后,应立即进行干燥处理,并应采取防返锈措施。

第 5.1.9 条 清洗后,设备零、部件的清洁度,应符合下列要求:

一、当采用目测法时,在室内白天或在 15~20W 日光灯下,肉眼观察表面应无任何残留污物。

二、当采用擦拭法时,用清洁的白布(或黑布)擦拭清洗的检验部位,布的表面应无异物污染。

三、当采用溶剂法时,用新溶液洗涤,观察或分析溶剂中应无污物、悬浮或沉淀物。

四、将清洗后的金属表面用蒸馏水局部润湿,用精密 pH 试纸测定残留酸碱度,应符合其设备技术要求。

第 5.1.10 条 设备组装时，一般固定结合面组装后，应用 0.05mm 塞尺检查，插入深度应小于 20mm，移动长度应小于检验长度的 1/10；重要的固定结合面紧固后，用 0.04mm 塞尺检查，不得插入；特别重要的固定结合面，紧固前后均不得插入。

第 5.1.11 条 设备上较精密的螺纹连接或温度高于 200℃ 条件下工作的连接件及配合件等装配时，应在其配合表面涂上防咬合剂，防咬合剂应符合本规范附录十三的规定。

第 5.1.12 条 带有内腔的设备或部件在封闭前，应仔细检查和清理，其内部不得有任何异物。

第 5.1.13 条 对安装后不易拆卸、检查、修理的油箱或水箱，装配前应作渗漏检查。

## 第二节 螺栓、键、定位销装配

第 5.2.1 条 装配螺栓时，应符合下列要求：

一、紧固时，宜采用呆扳手，不得使用打击法和超过螺栓许用应力。

二、螺栓头、螺母与被连接件的接触应紧密，对接触面积和接触间隙有特殊要求的，尚应按技术规范要求进行检验。

三、有预紧力要求的连接应按装配规定的预紧力进行预紧，可选用机械、液压拉伸法和加热法；钢制螺栓加热温度不得超过 400℃。

四、螺栓与螺母拧紧后，螺栓应露出螺母 2~4 个螺距；沉头螺钉紧固后，针头应埋入机件内，不得外露。

五、有锁紧要求的，拧紧后应按其技术规范锁紧；用双螺母锁紧时，薄螺母应装在厚螺母之下；每个螺母下面不得用 2 个相同的垫圈。

第 5.2.2 条 不锈钢、铜、铝等材质的螺栓装配时，应在螺纹部分涂抹润滑剂。

第 5.2.3 条 有预紧力要求的螺栓连接，其预紧力可采用下列方法测定：

一、应利用专门装配工具中的扭力扳手、电动或气动扳手等，直接测得数值。

二、测量螺栓拧紧后伸长的长度  $L_m$ （图 5.2.3-1）应按下式计算：

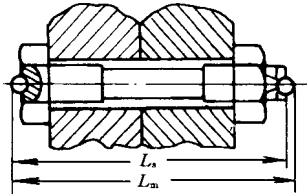


图 5.2.3-1 伸长后的螺栓

$$L_m = L_s + \frac{P_o}{C_L} \quad (5.2.3-1)$$

式中  $L_m$ ——螺栓伸长后的长度（mm）；

$L_s$ ——螺栓与被连接件间隙为零时的原始长度（mm）；

$P_o$ ——预紧力为设计或技术文件中要求的值（N）；

$C_L$ ——螺栓刚度，可按本规范附录十四的规定计算。

三、对于大直径的螺栓，靠拧螺母难以使螺栓伸长的，可采用液压拉伸法或加热法，螺栓伸长后的长度可按下式计算：

$$L_m = L_s + P_o \left( \frac{1}{C_L} + \frac{1}{C_F} \right) \quad (5.2.3-2)$$

式中  $C_F$ ——被连接件刚度，可按本规范附录十四的规定计算。

四、多拧进螺母角度达到预紧力数值(图 5.2.3-2), 其多拧进的角度值按下式计算:

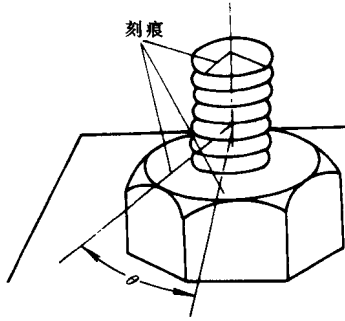


图 5.2.3-2 螺母多拧进角度

$$\theta = \frac{360}{t} \cdot \frac{P_0}{C_L} \quad (5.2.3-3)$$

式中  $\theta$ ——多拧进的角度值( $^{\circ}$ );

$t$ ——螺距(mm);

$P_0$ ——预紧力(N);

$C_L$ ——螺栓刚度(N/mm);

第 5.2.4 条 装配精制螺栓和高强螺栓前, 应按设计要求检验螺孔直径的尺寸和加工精度。

第 5.2.5 条 高强螺栓在装配前, 应按设计要求检查和处理被连接件的接合面; 装配时, 接合面应干燥, 不得在雨中装配。

第 5.2.6 条 高强螺栓及其紧固件应配套使用。旋紧时, 应分两次拧紧, 初拧扭矩值不得小于终拧扭矩值的 30%; 终拧扭矩值应符合设计要求, 并按下式计算:

$$M = K(P + \Delta P) \cdot d \quad (5.2.6)$$

式中  $M$ ——终拧扭矩值(N·m);

$P$ ——设计预拉力(kN);

$\Delta P$ ——预紧力损失值, 宜为预拉力值的 5%~10%(kN);

$K$ ——扭矩系数, 可取 0.11~0.15;

$d$ ——螺栓公称直径(mm);

第 5.2.7 条 装配扭剪型高强螺栓应分两次拧紧, 直至将尾部卡头拧掉为止, 其终拧扭矩可不进行核算。

第 5.2.8 条 现场配制的各种类型的键, 均应符合国家现行标准《装配通用技术条件》规定的尺寸和精度。键用型钢的抗拉强度不应小于  $588\text{N/mm}^2$ 。

第 5.2.9 条 键的装配应符合下列要求:

一、键的表面应无裂纹、浮锈、凹痕、条痕及毛刺, 键和键槽的表面粗糙度、平面度和尺寸在装配前均应检验。

二、普通平键、导向键、薄型平键和半圆键, 两个侧面与键槽应紧密接触, 与轮毂键槽底面不接触。

三、普通楔键和钩头楔键的上、下面应与轴和轮毂的键槽底面紧密接触。

四、切向键的两斜侧面间以及键的侧面与轴和轮毂键槽的工作面间, 均应紧密接触; 装配后, 相互位置应采用销固定。

第 5.2.10 条 装配时, 轴键槽及轮毂键槽轴心线的对称度应按现行国家标准《形状和位置公差、未注公差的规定》的对称度公差 7~9 级选取。

第 5.2.11 条 销的装配应符合下列要求：

- 一、检查销的型式和规格，应符合设计及设备技术文件的规定。
- 二、有关连接机件及其几何精度经调整符合要求后，方可装销。
- 三、装配销时不宜使销承受载荷，根据销的性质，宜选择相应的方法装入；销孔的位置应正确。
- 四、对定位精度要求高的销和销孔，装配前检查其接触面积，应符合设备技术文件的规定；当无规定时，宜采用其总接触面积的 50% ~ 75%。
- 五、装配中，当发现销和销孔不符合要求时，应铰孔，另配新销；对定位精度要求高的，应在设备的几何精度符合要求或空运转试验合格后进行。

### 第三节 联轴器装配

第 5.3.1 条 凸缘联轴器（图 5.3.1）装配时，两个半联轴器端面应紧密接触，两轴心的径向位移不应大于 0.03mm。

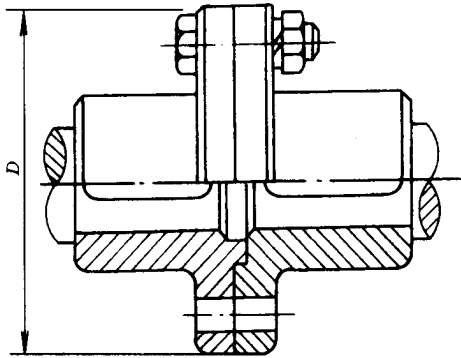


图 5.3.1 凸缘联轴器

第 5.3.2 条 弹性套柱销联轴器（图 5.3.2）装配时，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.2 的规定。

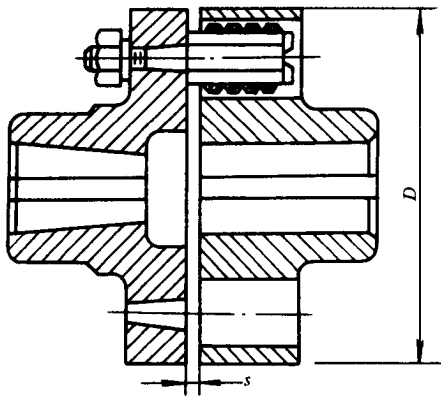


图 5.3.2 弹性套柱销联轴器

表 5.3.2 弹性套柱销联轴器装配允许偏差

联轴器外形最大尺寸 $D$ (mm)	两轴心径向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
71	0.04	0.2/1000	2~4
80			
95			
106			
130			
160	0.05		3~5
190			
224			
250			
315			
400	0.08	4~6	
475			
600			0.10

第 5.3.3 条 弹性柱销联轴器 (图 5.3.3) 装配时, 两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.3 规定。

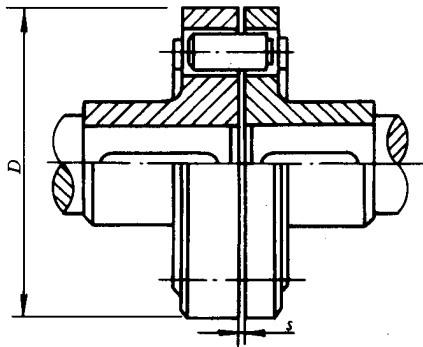


图 5.3.3 弹性柱销联轴器

表 5.3.3 弹性柱销联轴器装配允许偏差

联轴器外形最大直径 $D$ (mm)	两轴心径向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
90~160	0.05	0.2/1000	2~3
195~200			2.5~4
280~320	0.08		3~5
360~410			4~6
480	0.10		5~7
540			6~8
630			

第 5.3.4 条 弹性柱销齿式联轴器 (图 5.3.4) 装配时, 两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙



的允许偏差应符合表 5.3.4 的规定。

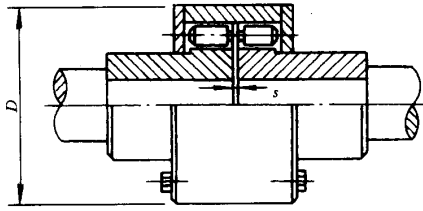


图 5.3.4 弹性柱销齿式联轴器  
弹性柱销齿式联轴器装配允许偏差

表 5.3.4

联轴器外形 最大直径 $D$ (mm)	两轴心径 向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
78 ~ 118	0.08	0.5/1000	2.5
158 ~ 260	0.1		4 ~ 5
300 ~ 515	0.15		6 ~ 8
560 ~ 770	0.2		10
860 ~ 1158	0.25		13 ~ 15
1440 ~ 1640	0.3		18 ~ 20

第 5.3.5 条 齿式联轴器 (图 5.3.5) 装配时应符合下列要求：

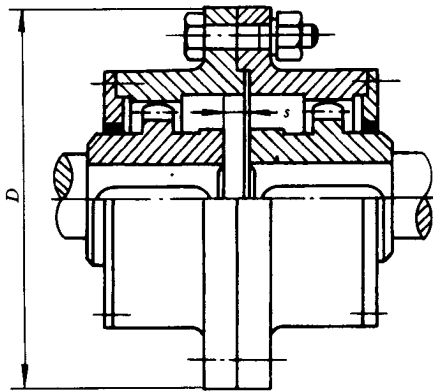


图 5.3.5 齿式联轴器

一、装配时两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.5 规定。

表 5.3.5

齿式联轴器装配允许偏差

联轴器外形 最大直径 $D$ (mm)	两轴心径 向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
170 ~ 185	0.30	0.5/1000	2 ~ 4
220 ~ 250	0.45		

续表

联轴器外形 最大直径 $D$ (mm)	两轴心径 向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
290 ~ 430	0.65	1.0/1000	5 ~ 7
490 ~ 590	0.90	1.5/1000	
680 ~ 780	1.20		

二、联轴器的内、外齿的啮合应良好，并在油浴内工作，其中小扭矩、低转速的应选用符合国家现行标准《锂基润滑脂》的 ZL-4 润滑脂，大扭矩、高转速的应选用符合国家现行标准《齿轮油》的 HL20、HL30 润滑油，并不得有漏油现象。

第 5.3.6 条 滑块联轴器（图 5.3.6）装配时，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.6 规定。

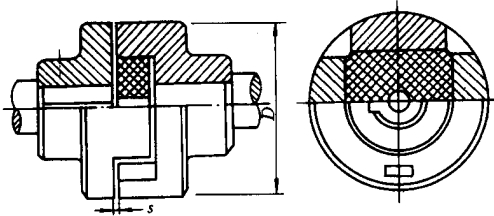


图 5.3.6 滑块联轴器

表 5.3.6 滑块联轴器装配允许偏差

联轴器外形 最大直径 $D$ (mm)	两轴心径 向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
$\leq 190$	0.05	0.3/1000	0.5 ~ 1
250 ~ 330	0.10	1/1000	1 ~ 2

第 5.3.7 条 蛇形弹簧联轴器（图 5.3.7）装配时，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.7 规定。

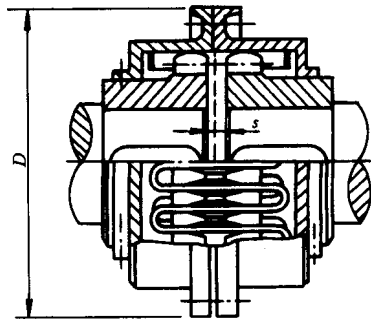


图 5.3.7 蛇形弹簧联轴器

表 5.3.7 蛇形弹簧联轴器装配允许偏差

联轴器外形最大直径 $D$ (mm)	两轴心径向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
$\leq 200$	0.1	0.1/1000	1 ~ 4
200 ~ 400	0.2		1.5 ~ 6
400 ~ 700	0.3	1.5/1000	2 ~ 8
700 ~ 1350	0.5		2.5 ~ 10
1350 ~ 2500	0.7	2/1000	3 ~ 12

第 5.3.8 条 梅花形弹性联轴器 (图 5.3.8) 装配时, 两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.8 的规定。

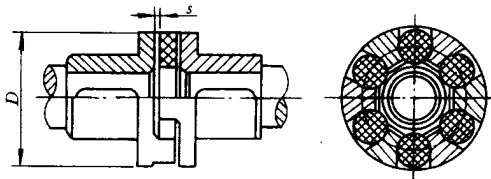


图 5.3.8 梅花形弹性联轴器

表 5.3.8 梅花形弹性联轴器装配允许偏差

联轴器外形最大直径 $D$ (mm)	两轴心径向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
50	0.10	1/1000	2 ~ 4
70 ~ 105	0.15		
125 ~ 170	0.20		3 ~ 6
200 ~ 230	0.30		
260	0.30	0.5/1000	6 ~ 8
300 ~ 400	0.35		7 ~ 9

第 5.3.9 条 滚子链联轴器 (图 5.3.9) 装配时应符合下列要求:

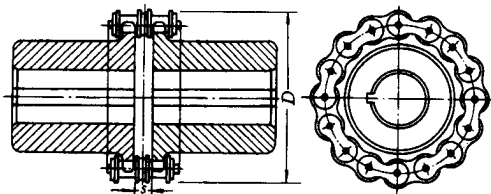


图 5.3.9 滚子联轴器

一、装配时, 两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.9 的规定。

表 5.3.9 滚子链联轴器装配允许偏差

联轴器外形 最大直径 $D$ (mm)	两轴心径 向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
51.06 57.08	0.04	0.5/1000	4.9
68.88 76.91	0.05		6.7
94.46 116.57	0.06		9.2
127.78	0.06		10.9
154.33 186.50	0.10		14.3
213.02	0.12		17.8
231.49	0.14		21.5
270.08	0.16		24.9
340.80 405.22	0.20		28.6
466.25	0.25		35.6

二、联轴器的滚子链应按要求加注润滑油。

第 5.3.10 条 轮胎式联轴器 (图 5.3.10) 装配时, 两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的允许偏差应符合表 5.3.10 的规定。

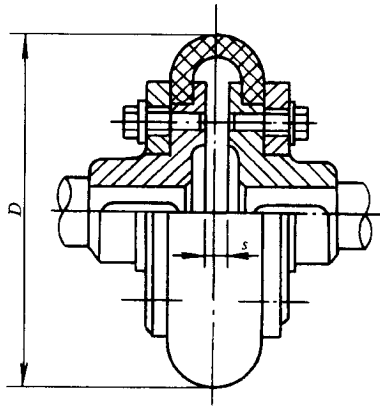


图 5.3.10 轮胎式联轴器

表 5.3.10 轮胎式联轴器装配允许偏差

联轴器外形 最大直径 $D$ (mm)	两轴心径 向位移 (mm)	两轴线 倾 斜	端面间隙 $s$ (mm)
120	0.5	1.0/1000	8 ~ 10
140			10 ~ 13
160			13 ~ 15
180			15 ~ 18

续表

联轴器外形最大直径 $D$ (mm)	两轴心径向位移 (mm)	两轴线倾斜	端面间隙 $s$ (mm)
200	1.0	1.5/1000	18 ~ 22
220			18 ~ 22
250			22 ~ 26
280			22 ~ 26
320 ~ 360			26 ~ 30

第 5.3.11 条 十字轴式万向联轴器 (图 5.3.11) 装配时应符合下列要求:

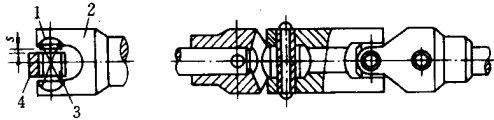


图 5.3.11 十字轴式万向联轴器

1—半圆滑块; 2—叉头; 3—销轴; 4—扁头

一、半圆滑块与叉头的虎口面或扁头平面的接触应均匀, 接触面积应大于 60%。

二、在半圆滑块与扁头之间所测得的总间隙  $s$  值, 应符合产品标准和技术文件的规定, 当联轴器可逆转时, 间隙应取小值。

第 5.3.12 条 联轴器装配时, 两轴心径向位移和两轴线倾斜的测量方法宜符合本规范附录十五的规定。

第 5.3.13 条 当测量联轴器端面间隙时, 应使两轴窜动到端面间隙为最小尺寸的位置。

#### 第四节 离合器、制动器装配

第 5.4.1 条 湿式多片摩擦离合器装配后, 摩擦片应能灵活地沿花键轴移动; 在接合位置超过规定扭力时, 应有打滑现象; 在脱开位置时, 不应有阻滞现象。

第 5.4.2 条 干式单片摩擦离合器装配时, 各弹簧弹力应均匀一致; 各连接销轴部分应灵活, 无卡住现象。摩擦片的连接铆钉头应低于表面 0.5mm 以上。

第 5.4.3 条 圆锥离合器的内外锥面应接触均匀, 其接触面积不应小于 85%。

第 5.4.4 条 牙嵌式离合器回程弹簧的活动应灵活; 其弹力应能使离合器脱开; 嵌齿部分应无毛刺。

第 5.4.5 条 滚柱超越离合器的内外环表面应光滑无毛刺, 其各调整弹簧弹力应均匀一致; 弹簧滑销应能在孔内自由滑动, 不得有卡住现象。

第 5.4.6 条 盘式制动器装配应符合下列要求:

一、制动盘的端面跳动不应大于 0.5mm。

二、同一副制动器两闸瓦工作面的平行度不应大于 0.5mm。

三、同一副制动器的支架端面与制动盘中心线平面间距离  $h$  (图 5.4.6-1) 的允许偏差为  $\pm 0.5\text{mm}$ ; 制动器支架端面与制动盘中心平面的平行度不得大于 0.2mm。

四、闸瓦与制动盘的间隙应均匀, 其值宜为 1mm。

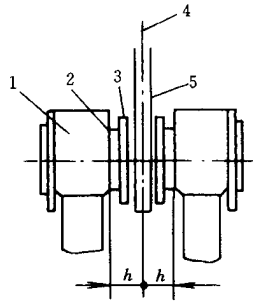


图 5.4.6-1 盘式制动器支架

1—支架；2—筒体；3—闸瓦；4—制动盘中心面；5—制动盘

五、各制动器制动缸的对称中心与主轴轴心在铅垂面内的重合度  $\Delta$  值不应大于 3mm (图 5.4.6-2)。

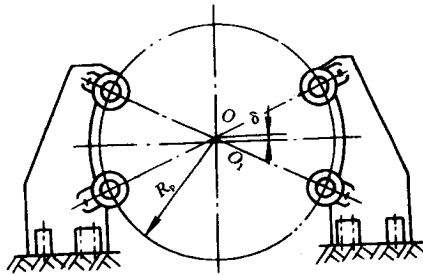


图 5.4.6-2 盘式制动器

第 5.4.7 条 瓦块式制动器 (图 5.4.7) 装配时, 应符合下列要求:

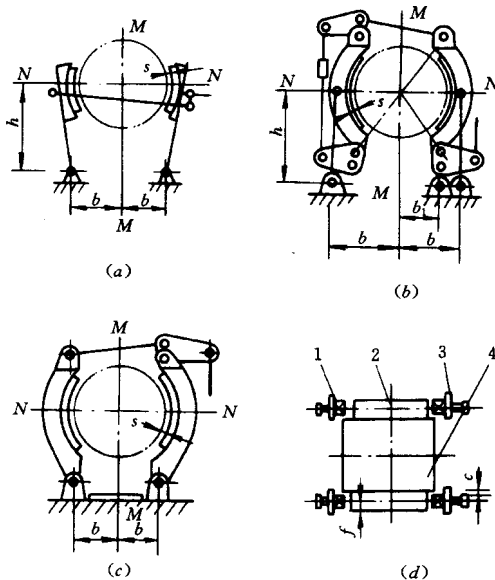


图 5.4.7 瓦块式制动器

1—闸瓦；2—制动轮；3—制动梁；4—卷筒

(a) 角移制动器；(b) 平移制动器；(c) 角移制动器；(d) 闸瓦和闸座位置

- 一、制动器各销轴应在装配前清洗洁净，油孔应畅通；装配后应转动灵活，无阻滞现象。
- 二、同一制动轮的两闸瓦中心应在同一平面内，其允许偏差不得大于 2mm。
- 三、闸座各销轴轴线与主轴轴线的铅垂面  $M-M$  间的水平距离  $b$  的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。
- 四、闸座各销轴轴线与主轴轴线水平面  $N-N$  的垂直距离  $h$  的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。
- 五、闸瓦铆钉应低于闸皮表面 2mm；制动梁与挡绳板不应相碰，其间隙  $c$  值应小于 5mm。
- 六、松开闸瓦时，制动器的闸瓦间隙  $s$  应均匀，且不应大于 2mm。
- 七、制动时，闸瓦与制动轮接触应良好、平稳；各闸瓦在长度和宽度方向与制动轮接触不得小于 80%。
- 八、油压或气压制动时，达到额定压力后，在 10min 内压力降不应大于 0.196MPa。

第 5.4.8 条 带式制动器（图 5.4.8）各连接销轴应灵活，无卡住现象；摩擦内衬与钢带铆接应牢固，不得松动。铆钉头应埋于内衬内，其铆钉头与内衬表面的距离不得小于 1mm；制动带退距  $\epsilon$  值应按表 5.4.8 选取。

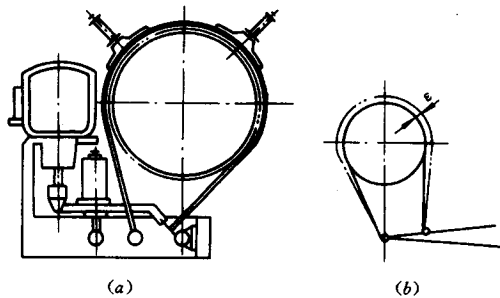


图 5.4.8 带式制动器  
(a) 外形；(b)  $\epsilon$  示意

表 5.4.8

带式制动器退距  $\epsilon$  值

制动轮直径 $D$ (mm)	制动带退距 $\epsilon$ (mm)
100 ~ 200	0.8
300	1.0
400 ~ 500	1.25 ~ 1.5
600 ~ 800	1.5

## 第五节 具有过盈的配合件装配

第 5.5.1 条 装配前应测量孔和轴的配合部位尺寸及进入端倒角角度与尺寸。根据实测的平均值，应按设计要求和本规范附录十六选择装配方法。

第 5.5.2 条 在常温下装配时应将配合面清洗洁净，并涂一薄层不含二硫化钼添加剂的润滑油；装入时用力应均匀，不得直接打击装配件。

第 5.5.3 条 纵向过盈连结的装配宜采用压装法。压装设备的压力，宜为压入力的 3.25 ~ 3.75 倍；压入或压出速度不宜大于  $5\text{mm}/\text{s}$ 。压入后 24h 内，不得承受负载。压入力可按下列公式计算：

$$P_{xi} = P_{\max} \cdot \pi \cdot d_f \cdot L_f \cdot \mu \quad (5.5.3-1)$$

$$P_{\text{fmax}} = \frac{\delta_{\text{max}}}{d_i \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)} \quad (5.5.3-2)$$

$$C_a = \frac{1 + q_a^2}{1 - q_a^2} + \gamma_a \quad (5.5.3-3)$$

$$C_i = \frac{1 + q_i^2}{1 - q_i^2} - \gamma_i \quad (5.5.3-4)$$

式中  $C_a$ 、 $C_i$ ——系数，或由现行国家标准《公差与配合过盈配合计算和选用》GB5371—85 表 4 中查得；

$q_a$ ——包容件直径比；

$P_{xi}$ ——压入力 (N)；

$P_{\text{fmax}}$ ——最大结合力 (N)；

$d_i$ ——结合直径 (mm)；

$L_f$ ——结合长度 (mm)；

$\mu$ ——摩擦系数，可按表 5.5.3-1 选取；

表 5.5.3-1 纵向过盈连接的摩擦系数

材 料	摩擦系数 $\mu$	
	无润滑	有润滑
钢 - 钢	0.07 ~ 0.16	0.05 ~ 0.13
钢 - 铸钢	0.11	0.08
钢 - 结构钢	0.10	0.07
钢 - 优质结构钢	0.11	0.08
钢 - 青铜	0.15 ~ 0.2	0.03 ~ 0.06
钢 - 铸铁	0.12 ~ 0.15	0.05 ~ 0.10
铸铁 - 铸铁	0.15 ~ 0.25	0.05 ~ 0.10

$q_i$ ——被包容件直径比；

$\gamma_a$ ——包容件泊松比，可按表 5.5.3-2 选取；

表 5.5.3-2 泊松比和线膨胀系数

材 料	弹性模量 $E$ ( $\text{kN/mm}^2$ )	泊松比 $\gamma$	线膨胀系数 $\alpha$ $10^{-6}/^\circ\text{C}$	
			加热 $\alpha_2$	冷却 $\alpha_1$
碳钢、低合金钢、 合金结构钢	200 ~ 235	0.3 ~ 0.31	11	-8.5
灰口铸铁 HT15 - 33 HT20 - 40	70 ~ 80	0.24 ~ 0.25	10	-8



续表

材 料	弹性模量 $E$ ( $\text{kN/mm}^2$ )	泊松比 $\gamma$	线膨胀系数 $\alpha$ $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	
			加热 $\alpha_2$	冷却 $\alpha_1$
灰口铸铁 HT25 - 47 HT30 - 54	105 ~ 130	0.24 ~ 0.26	10	- 8
可锻铸铁	90 ~ 100	0.25	10	- 8
非合金球墨铸铁	160 ~ 180	0.28 ~ 0.29	10	- 8
青铜	85	0.35	17	- 15
黄铜	80	0.36 ~ 0.37	18	- 16
铝合金	69	0.32 ~ 0.36	21	- 20
镁合金	40	0.25 ~ 0.30	25.5	- 25

$\gamma_i$ ——被包容件泊松比，可按表 5.5.3 - 2 选取；

$\delta_{\max}$ ——最大过盈量 (mm)；

$E_a$ ——包容件弹性模量 ( $\text{N/mm}^2$ )，可按表 5.5.3 - 2 选取；

$E_i$ ——被包容件弹性模量 ( $\text{N/mm}^2$ )，可按表 5.5.3 - 2 选取。

第 5.5.4 条 用液压充油法装卸配合件时，应先按技术要求检查配合面的表面粗糙度。当无规定时，其粗糙度应在  $R_a 1.6 \sim 0.8 \mu\text{m}$  之间。对油沟、棱边应刮修倒圆。

第 5.5.5 条 横向过盈连结的装配宜采用温差法，并应符合下列要求：

一、加热包容件时，加热应均匀，不得产生局部过热。未经热处理的装配件，加热温度应小于  $400^{\circ}\text{C}$ ；经过热处理的装配件，加热温度应小于回火温度。热装的最小间隙，可按表 5.5.5 选取。加热温度可按下式计算：

表 5.5.5 冷、热装的最小间隙

配合直径 $d$ (mm)	$\leq 3$	3 ~ 6	6 ~ 10	10 ~ 18	18 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 80
最小间隙 (mm)	0.003	0.006	0.010	0.018	0.030	0.050	0.059
配合直径 $d$ (mm)	80 ~ 120	120 ~ 180	180 ~ 250	250 ~ 315	315 ~ 400	400 ~ 500	> 500
最小间隙 (mm)	0.069	0.079	0.090	0.101	0.111	0.123	—

$$t_r = \frac{Y_{\max} + \Delta}{\alpha_2 \cdot d} + t \quad (5.5.5 - 1)$$

式中  $t_r$ ——包容件加热温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )；

$Y_{\max}$ ——最大过盈值 (mm)；

$\Delta$ ——最小装配间隙 (mm)，可按表 5.5.5 选取；

$\alpha_2$ ——加热线膨胀系数 ( $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )，可按本规范表 5.5.3 - 2 选取；

$d$ ——配合直径 (mm)。

二、冷却被包容件时，冷装的最小间隙可按表 5.5.5 选取，冷却温度可按下式计算：

$$t_1 = \frac{Y_{\max} + \Delta}{\alpha_1 \cdot d} + t \quad (5.5.5-2)$$

式中  $t_1$ ——被包容件冷却温度（℃）；

$\alpha_1$ ——冷却线膨胀系数（ $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ），可按本规范表 5.5.3-2 选取。

冷装所需的常用冷却剂可按本规范附录十七选取。

第 5.5.6 条 温差法装配时，应按设备技术文件规定检查装配件的相互位置及相对尺寸。加热或冷却均不得使其温度变化过快；并应采取防止发生火灾及人员被灼伤或冻伤的措施。

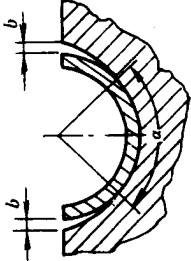
## 第六节 滑动轴承装配

第 5.6.1 条 轴瓦的合金层与瓦壳的结合应牢固紧密，不得有分层、脱壳现象。合金层表面和两半轴瓦的中分面应光滑、平整及无裂纹、气孔、重皮、夹渣和碰伤等缺陷。

第 5.6.2 条 厚壁轴瓦装配应符合下列要求：

一、上、下轴瓦瓦背与相关轴承孔应接触良好，并按设计文件规定检验接触要求；当无规定时，其接触要求应符合表 5.6.2-1 的规定。

表 5.6.2-1 上下轴瓦瓦背与相关轴承孔的接触要求

项 目		接触要求		简 图
		上轴瓦	下轴瓦	
接触角 $\alpha$	稀油润滑	130°	150°	
	油脂润滑	120°	140°	
$\alpha$ 角内接触率		60%	70%	
瓦侧间隙 $b$ (mm)		$D \leq 200$ 时，0.05mm 塞尺不得塞入 $D > 200$ 时，0.10 塞尺不得塞入		

注： $D$  为轴的公称直径。

二、上、下轴瓦的接合面应接触良好。未拧紧螺钉时，应采用 0.05mm 塞尺从外侧检查接合面，其塞入深度不得大于接合面宽度的 1/3。

三、动压轴承的顶间隙可按与滑动速度关系曲线（图 5.6.2）进行调整或按表 5.6.2-2、表 5.6.2-3 的规定进行调整。

表 5.6.2-2 直径  $\leq 250\text{mm}$  滑动轴承顶间隙 (mm)

基本尺寸 $d$	最小间隙	平均间隙	最大间隙
$30 < d \leq 50$	0.025	0.050	0.075
$50 < d \leq 80$	0.030	0.060	0.090
$80 < d \leq 120$	0.027	0.117	0.161

续表

基本尺寸 $d$	最小间隙	平均间隙	最大间隙
130	0.085	0.137	0.188
140	0.085	0.137	0.188
150	0.12	0.15	0.19
160	0.13	0.16	0.20
180	0.15	0.18	0.21
200	0.17	0.20	0.23
220	0.19	0.22	0.25
240	0.21	0.24	0.27
250	0.22	0.25	0.28

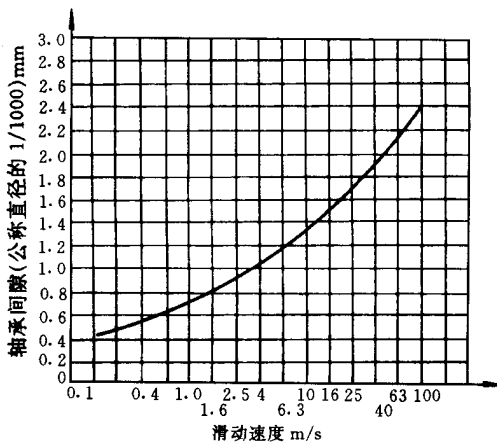


图 5.6.2 动压轴承间隙与滑动速度的关系曲线  
直径  $\geq 260\text{mm}$  滑动轴承顶间隙 (mm)

表 5.6.2-3

基本尺寸 $d$	最小间隙	平均间隙	最大间隙
260	0.23	0.26	0.29
280	0.25	0.28	0.31
300	0.27	0.30	0.33
320	0.28	0.32	0.36
340	0.30	0.34	0.38
360	0.32	0.36	0.40
380	0.34	0.38	0.42
400	0.36	0.40	0.44

续表

基本尺寸 $d$	最小间隙	平均间隙	最大间隙
420	0.38	0.42	0.46
450	0.41	0.45	0.49
480	0.44	0.48	0.52
500	0.46	0.50	0.54
530	0.49	0.53	0.57
560	0.52	0.56	0.60
600	0.56	0.60	0.64
630	0.59	0.63	0.67
670	0.62	0.67	0.72
710	0.66	0.71	0.76
750	0.70	0.75	0.80
800	0.75	0.80	0.85

注：注 5.6.2-2 和表 5.6.2-3 适用于活塞式发动机、油膜轴承、轴颈最大圆周速度为 10m/s，润滑油粘度不大于 16°E。

四、单侧间隙应为顶间隙的 1/2 ~ 2/3。

五、上、下轴瓦内孔与相关轴颈的接触应符合表 5.6.2-4 的要求。

表 5.6.2-4 上、下轴瓦内孔与相关轴颈的接触要求

接触角 $\alpha$		$\alpha$ 角范围内接触点 (点数/25mm × 25mm)			简 图	
稀油 润滑	油脂 润滑	轴转数 (r/min)	轴瓦内径 (mm)			
				$\leq 300$	$\leq 180$	180 ~ 360
4	3				2	
5	4				3	
90° ~ 120°	90°	500 ~ 1000	6	5	4	
		> 1000	8	6	5	

注：受力较小的轴瓦，接触点可在 25mm × 25mm 的面积上按表中数值降低 1 个接触点。

六、配制的瓦口垫片应与瓦口面的形状相同，其宽度应小于瓦口面 1 ~ 2mm；其长度应小于瓦口面 1mm；垫片应平整无棱刺。瓦口两侧垫片的厚度应一致；垫片在任何情况下都不得与轴颈相接触。

第 5.6.3 条 薄壁轴瓦装配应符合下列要求：

一、轴瓦与轴颈的配合间隙及接触状况应由机械加工精度保证，其接触面一般不允许刮研。检查薄壁轴瓦顶间隙时，应符合设备技术文件的要求；无规定时宜符合表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 薄壁轴瓦顶间隙

转速 (r/min)	< 1500	1500 ~ 3000	> 3000
顶间隙 (mm)	(0.8 ~ 1.2) $d/1000$	(1.2 ~ 1.5) $d/1000$	(1.5 ~ 2) $d/1000$

注： $d$  为轴颈的公称直径 (mm)。

二、瓦背与轴承座应紧密地均匀贴合，用着色法检查。轴瓦内径小于 180mm 的，其接触面积不应少于 85%；内径大于或等于 180mm 的，其接触面积不应少于 70%。

三、装配后，在中分面处采用 0.02mm 的塞尺检查，不得塞入。

第 5.6.4 条 轴颈与轴瓦的侧间隙可用塞尺检查；轴颈与轴瓦的顶间隙可用压铅法检查 (图 5.6.4)。铅丝直径不宜超过顶间隙的 3 倍。顶间隙可按下列公式计算：

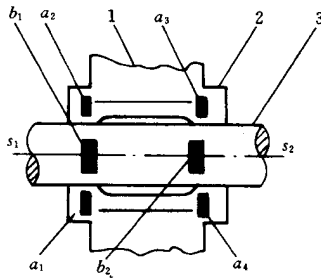


图 5.6.4 压铅法测量轴承间隙

1—轴承座；2—轴瓦；3—轴

$$s_1 = b_1 \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (5.6.4-1)$$

$$s_2 = b_2 \frac{a_3 + a_4}{2} \quad (5.6.4-2)$$

式中  $s_1$ ——端顶间隙 (mm)；

$s_2$ ——另端顶间隙 (mm)；

$b_1$ 、 $b_2$ ——轴颈上各段铅丝压扁后的厚度 (mm)；

$a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ ——轴瓦合缝处接合面上各垫片的厚度或铅丝压扁后的厚度 (mm)。

第 5.6.5 条 静压轴承的装配应符合下列要求：

一、液体静压轴承的装配，油孔、油腔应完好，油路应畅通。节油器、轴承间隙不应堵塞。轴承两端的油封槽不应与其他部位相通，并保持与主轴的配合间隙。

二、空气静压轴承装配前应检查。轴承内、外套的配合尺寸及精度应符合要求，两者应有 30' 的锥度。压入后应紧密无泄漏；外圆与轴承座孔的配合间隙应为 0.003 ~ 0.005mm。

第 5.6.6 条 含油轴套装入轴承座时，洗油宜与轴套所含的润滑油相同。轴套端部应均匀受力，并不得直接敲击轴套。轴套与轴颈的间隙宜为轴颈直径的 1/1000 ~ 2/1000。

第 5.6.7 条 尼龙、酚醛塑料、聚四氟乙烯、加强聚四氟乙烯、聚碳酸酯、醛缩醇、碳——石墨、橡胶、木材等非金属轴瓦的装配应符合设备技术文件的规定。

## 第七节 滚动轴承装配

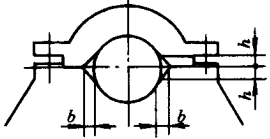
第 5.7.1 条 装配滚动轴承前，应测量轴承的配合尺寸，按轴承的防锈方式选择适当的方法清洗

洁净；轴承应无损伤，无锈蚀、转动应灵活及无异常声响。

第 5.7.2 条 采用温差法装配滚动轴承时，轴承被加热温度不得高于 100℃；被冷却温度不得低于 -80℃。

第 5.7.3 条 轴承外圈与轴承座或箱体孔的配合应符合设备技术文件的规定。对于剖分式轴承座或开式箱体，剖分接合面应无间隙；轴承外圈与轴承座在对称中心线的 120°范围内与轴承盖在对称中心线 90°范围内应均匀接触，并应采用 0.03mm 塞尺检查，塞入长度应小于外圈长度的 1/3。轴承外圈与轴承座或开式箱体的各半圆孔间不得有夹帮现象。各半圆孔的修帮尺寸应符合表 5.7.3 的规定。

表 5.7.3 滚动轴承装配修帮尺寸

轴承外径 $D$ (mm)	$b_{\max}$ (mm)	$h_{\max}$ (mm)	简 图
$\leq 120$	0.10	10	
120 ~ 260	0.15	15	
260 ~ 400	0.20	20	
> 400	0.25	30	

第 5.7.4 条 轴承与轴肩或轴承座档肩应靠紧；圆锥滚子轴承和向心推力球轴承与轴肩的间隙不得大于 0.05mm，与其他轴承的间隙不得大于 0.1mm。轴承盖和垫圈必须平整，并应均匀地紧贴轴承端面上。当设备技术文件有规定时，可按规规定留出间隙。

第 5.7.5 条 装配轴两端用径向间隙不可调的、且轴的轴向位移是以两端盖限定的向心轴承时，应留出间隙  $c$  (图 5.7.5)。当设备技术文件无规定时，留出间隙可取 0.2~0.4mm。当温差变化较大或两轴承中心距  $L$  大于 500mm 时，其留出间隙可按式计算：

$$c = L \cdot \alpha \cdot \Delta t + 0.15 \quad (5.7.5)$$

式中  $c$ ——轴承外圈与端盖间的间隙 (mm)；

$L$ ——两轴承中心距 (mm)；

$\alpha$ ——轴材料的线膨胀系数，宜取  $\alpha$  为  $12 \times 10^{-16}$  ( $1/^\circ\text{C}$ )；

$\Delta t$ ——轴工作时温度与环境温度差 ( $^\circ\text{C}$ )。

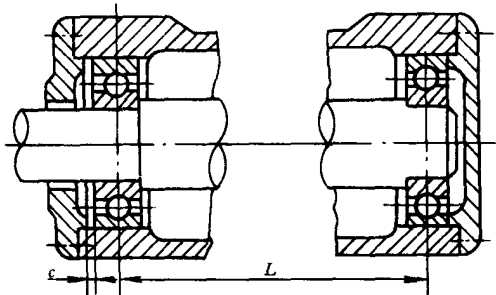


图 5.7.5 轴承装配间隙  $c$

第 5.7.6 条 单列圆锥滚子轴承、向心推力球轴承、双向推力球轴承的轴向游隙应按表 5.7.6-1 调整；双列和四列圆锥滚子轴承在装配时，均应检查其轴向游隙，并应符合表 5.7.6-2 或表 5.7.6-3 的要求。

表 5.7.6-1

滚动轴承的游隙

轴承内径 (mm)	向心推力球轴承轴向游隙 (mm)		单列圆锥滚子轴承轴向游隙 (mm)		双向推力球轴承轴向游隙 (mm)	
	轻系列	中及重系列	较系列	轻宽中及中宽系列	轻系列	中及重系列
≤30	0.02~0.06	0.03~0.09	0.03~0.10	0.04~0.11	0.03~0.08	0.05~0.11
30~50	0.03~0.09	0.04~0.10	0.04~0.11	0.05~0.13	0.04~0.10	0.06~0.12
50~80	0.04~0.10	0.05~0.12	0.05~0.13	0.06~0.15	0.05~0.12	0.07~0.14
80~120	0.05~0.12	0.06~0.15	0.06~0.15	0.07~0.18	0.06~0.15	0.10~0.18
120~150	0.06~0.15	0.07~0.18	0.07~0.18	0.08~0.20	—	—
150~180	0.07~0.18	0.08~0.20	0.09~0.20	0.10~0.22	—	—
180~200	0.09~0.20	0.10~0.22	0.12~0.22	0.14~0.24	—	—
200~250	—	—	0.18~0.30	0.18~0.30	—	—

表 5.7.6-2

双列圆锥滚子轴承的轴向游隙

轴承内径 (mm)	轴向游隙 (mm)	
	一般情况	内圈比外圈温度高 25~30℃
≤80	0.01~0.20	0.30~0.40
80~180	0.15~0.25	0.40~0.50
180~225	0.20~0.30	0.50~0.60
225~315	0.30~0.40	0.70~0.80
315~560	0.40~0.50	0.90~1.00

表 5.7.6-3

四列圆锥滚子轴承的轴向游隙

轴承内径 (mm)	轴向游隙 (mm)	轴承内径 (mm)	轴向游隙 (mm)
> 120, 且 ≤180	0.15~0.25	> 500, 且 ≤630	0.30~0.40
> 180, 且 ≤315	0.20~0.30	> 630, 且 ≤800	0.35~0.45
> 315, 且 ≤400	0.25~0.35	> 800, 且 ≤1000	0.35~0.45
> 400, 且 ≤500	0.32~0.40	> 1000, 且 ≤1250	0.40~0.50

第 5.7.7 条 向心轴承、滚针轴承、螺旋滚子轴承装配后应转动灵活。当采用润滑脂的轴承时，装配后在轴承空腔内应加注 65%~80% 空腔容积的清洁润滑脂，但稀油润滑的轴承，不得加注润滑脂。

第 5.7.8 条 单列向心球轴承、向心推力圆锥滚子轴承、向心推力球轴承装在轴颈上和轴承座内的轴向预紧程度（轴向预过盈量），应按轴承标准或设备技术文件的规定执行。

## 第八节 传动皮带、链条和齿轮装配

第 5.8.1 条 皮革带和橡胶布带的接头采用螺栓或胶合方法连接时，应符合下列要求：

一、皮革带的两端应削成斜面（图 5.8.1-1（a））；橡胶布带的两端应按相应的帘子布层割成

阶梯形状(图 5.8.1-1(b)), 接头长度  $L$  宜为带宽度  $B$  的 1~2 倍。

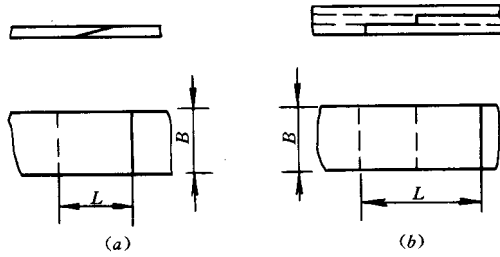


图 5.8.1 传动皮带胶合接头的剖剖形状

(a) 皮革带; (b) 橡胶布带

二、胶合剂的材质与皮带的材质应具有相同的弹性。

三、接头应牢固; 接头处增加的厚度不应超过皮带厚度的 5%。

四、橡胶布带胶合剂的硫化温度和硫化时间及常温胶接, 应符合设备技术文件及胶合剂的要求。

五、采用胶带螺栓或胶合接头时, 应顺着皮带运转方向搭接(图 5.8.1-2)。

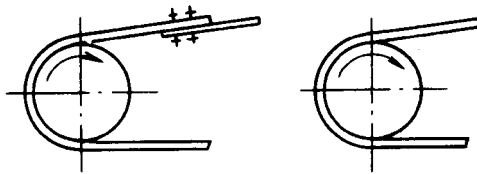


图 5.8.1-2 平带搭接方向与带轮转向

第 5.8.2 条 传动皮带需要预拉时, 预拉力宜为工作拉力的 1.5~2 倍; 预拉持续时间宜为 24h。

第 5.8.3 条 每对皮带轮或链轮的装配应符合下列要求:

一、两轮的轮宽中央平面应在同一平面上。其偏移  $a$  (图 5.8.3), 三角皮带轮或链轮不应超过 1mm, 平皮带轮不应超过 1.5mm。

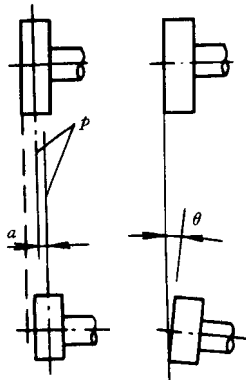


图 5.8.3 每对皮带轮或链轮的位置偏差

$a$ —两轮偏移;  $\theta$ —两轮夹角;  $p$ —轮宽中央平面

二、两轴的平行度  $\text{tg}\theta$  (图 5.8.3), 不应超过 0.5/1000。

三、偏移和平行度的检查, 宜以轮的边缘为基准。

第 5.8.4 条 链轮与链条的装配应符合下列要求:



一、装配前应清洗洁净。

二、主动链轮与被动链轮齿的中心线应重合，其偏差不得大于两链轮中心距的  $2/1000$ 。

三、链条工作边拉紧时，非工作边的弛垂度  $f$  (图 5.8.4) 应符合设计规定。当无规定且链条与水平线夹角  $\alpha$  小于  $60^\circ$  时，可按两链轮中心距  $L$  的  $1\% \sim 4.5\%$  调整。

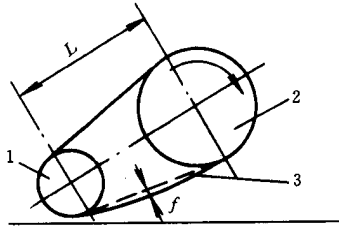


图 5.8.4 传动链条弛垂度

1—从动轮；2—主动轮；3—从动边链条

第 5.8.5 条 装配轴线平行且位置为可调结构的渐开线圆柱齿轮副，其中心距极限偏差  $\pm f_a$  应按设备技术文件规定进行检查调整；当无规定时，应符合表 5.8.5-1 规定。装配中心距可调整的蜗轮副，中心距的极限偏差  $\pm f_a$  应符合表 5.8.5-2 的规定。传动副的啮合侧间隙，应符合设备技术文件规定；当无规定时，可按表 5.8.5-3 的规定，进行检验和调整。圆柱、圆锥齿轮啮合侧间隙应由设计根据工作条件、最大极限侧隙与最小极限侧隙规定。

表 5.8.5-1 渐开线圆柱齿轮副中心距极限偏差  $\pm f_a$

齿轮副公称中心距 (mm)	齿轮副第 II 公差组精度等级					
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12
	中心距极限偏差 $\pm f_a$ ( $\mu\text{m}$ )					
6~10	2	4.5	7.5	11	18	45
10~18	2.5	5.5	9	13.5	21.5	55
18~30	3	6.5	10.5	16.5	26	65
30~50	3.5	8	12.5	19.5	31	80
50~80	4	9.5	15	23	37	90
80~120	5	11	17.5	27	43.5	110
120~180	6	12.5	20	31.5	50	125
180~250	7	14.5	23	36	57.5	145
250~315	8	16	26	40.5	65	160
315~400	9	18	28.5	44.5	70	180
400~500	10	20	31.5	48.5	77.5	200
500~630	11	22	35	55	87	220
630~800	12.5	25	40	62	100	250
800~1000	14.5	28	45	70	115	280
1000~1250	17	33	52	82	130	330
1250~1600	20	39	62	97	155	390
1600~2000	24	46	75	115	185	460
2000~2500	28.5	55	87	140	220	550
2500~3150	34.5	67.5	105	165	270	675

注：1. 中心距极限偏差  $\pm f_a$  系指在齿宽的中间平面上实际中心距与公称中心距之差。

2. 齿轮副第 II 公差组精度等级划分符合现行国家标准《渐开线圆柱齿轮精度》的规定。

表 5.8.5-2

蜗轮副传动中心距极限偏差  $\pm f_a$ 

传动中心距 (mm)	精密等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	中心距极限偏差 ( $\mu\text{m}$ )											
$\leq 30$	3	5	7	11	17	26	42	65				
30~50	3.5	6	8	13	20	31	50	80				
50~80	4	7	10	15	23	37	60	90				
80~120	5	8	11	18	27	44	70	110				
120~180	6	9	13	20	32	50	80	125				
180~250	7	10	15	23	36	58	92	145				
250~315	8	12	16	26	40	65	105	160				
315~400	9	13	18	28	45	70	115	180				
400~500	10	14	20	32	50	78	125	200				
500~630	11	15	22	35	55	87	140	220				
630~800	13	18	25	40	62	100	160	250				
800~1000	15	20	28	45	70	115	180	280				
1000~1250	17	23	33	52	82	130	210	330				
1250~1600	20	27	39	62	97	155	250	390				
1600~2000	24	32	46	75	115	185	300	460				
2000~2500	29	39	55	87	140	220	350	550				

表 5.8.5-3

蜗杆与蜗轮传动侧隙种类及最小法向侧隙值

传动中心距 (mm)	侧隙种类 ( $\mu\text{m}$ )							
	$h$	$g$	$f$	$e$	$d$	$c$	$b$	$a$
$\leq 30$	0	9	13	21	33	52	84	130
30~50	0	11	16	25	39	62	100	160
50~80	0	13	19	30	46	74	120	190
80~120	0	15	22	35	54	87	140	220
120~180	0	18	25	40	63	100	160	250
180~250	0	20	29	46	72	115	185	290
250~315	0	23	32	52	81	130	210	320
315~400	0	25	36	57	89	140	230	360
400~500	0	27	40	63	97	155	250	400
500~630	0	30	44	70	110	175	280	440
630~800	0	35	50	80	125	200	320	500
800~1000	0	40	56	90	140	230	360	560
1000~1250	0	46	66	105	165	260	420	660
1250~1600	0	54	78	125	195	310	500	780
1600~2000	0	65	92	150	230	370	600	920
2000~2500	0	77	110	175	280	440	700	1100

注：蜗杆传动最小法向侧隙大小分为八种： $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$ 和 $h$ 。以 $a$ 为最大， $h$ 为零，并依次减小。侧隙种类与精度等级无关。侧隙要求应根据工作条件和使用要求，由设计确定。

第 5.8.6 条 用压铅法检查啮合间隙时，铅条直径不宜超过间隙的 3 倍，铅条的长度不应小于 5 个齿距；对于齿宽较大的齿轮，沿齿宽方向应均匀放置至少 2 根铅条。

第 5.8.7 条 用着色法检查传动齿轮啮合的接触斑点（图 5.8.7），应符合下列要求：

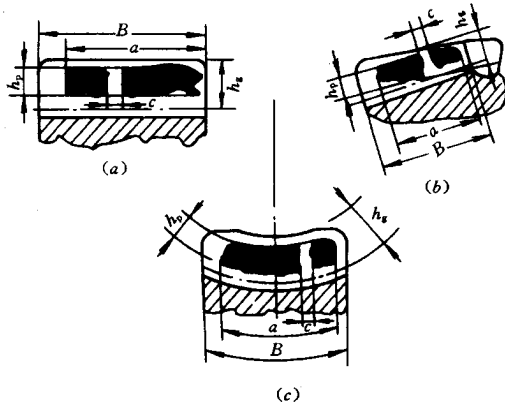


图 5.8.7 着色法检查传动齿轮啮合的接触斑点

(a) 圆柱齿轮；(b) 圆锥齿轮；(c) 蜗轮

一、应将颜色涂在小齿轮（或蜗杆）上，在轻微制动下，用小齿轮驱动大齿轮，使大齿轮转动 3 ~ 4 转。

二、圆柱齿轮和蜗轮的接触斑点应趋于齿侧面的中部；圆锥齿轮的接触斑点应趋于齿侧面的中部并接近小端。

三、接触斑点的百分率应按下列公式计算：

$$\text{齿长方向百分率} = \frac{a - c}{B} \times 100\% \quad (5.8.7-1)$$

$$\text{齿高方向百分率} = \frac{h_p}{h_g} \times 100\% \quad (5.8.7-2)$$

式中 a——接触痕迹极点间的距离（mm）；

c——超过模数值的断开距离（mm）；

B——齿全长（mm）；

$h_p$ ——圆柱齿轮和蜗轮副的接触痕迹平均高度或圆锥齿轮副的齿长中部接触痕迹的高度（mm）；

$h_g$ ——圆柱齿轮和蜗轮副齿的工作高度或圆锥齿轮副相应于  $h_p$  处的有效齿高（mm）。

四、可逆转的齿轮，齿的两面均应检查。

五、接触斑点的百分率，应符合表 5.8.7 的规定，必要时可用透明胶带取样，贴在坐标纸上保存，备查。

表 5.8.7 传动接触斑点百分率

齿轮类别	测量部位	精度等级								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
		接触斑点百分率，不应小于								
圆柱齿轮 (渐开线齿形)	齿高	65	60	55	50	45	40	30	25	20
	齿长	95	90	80	70	60	50	40	30	30

续表

齿轮类别	测量部位	精度等级								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
		接触斑点百分率, 不应小于								
圆柱齿轮 (圆弧齿形)	齿高			60	55	50	45	40		
	齿长			95	90	85	80	75		
圆柱齿轮 (渐开线齿形)	齿高	65	60	55	50	45	40	30	25	20
	齿长	95	90	80	70	60	50	40	30	30
圆锥齿轮	齿高			75	70	60	50	40	30	30
	齿长			75	70	60	50	40	30	30
蜗杆蜗轮	齿高	70		65		55		45		30
	齿长	65		60		50		40		30

注：圆弧齿形的圆柱齿轮：齿长方向的接触痕迹应同时不小于一个轴节（轴向齿距）；齿高方向系指运转时达到额定负荷前，应经过逐级加载走合，其走合后的接触斑点不应小于上表所规定的百分率。

第 5.8.8 条 齿轮与齿轮，蜗杆与蜗轮装配后应盘动检查，转动应平稳、灵活、无异常声响。

## 第九节 密封件装配

第 5.9.1 条 使用密封胶时，应将结合面上的油污、水分、铁锈及其他污物清除干净。

第 5.9.2 条 压装填料密封件时，应将填料圈的接口切成 45° 的剖口，相邻两圈的接口，应错开并大于 90°。填料圈不宜压得过紧，压盖的压力，应沿圆周均匀分布。

第 5.9.3 条 油封装配时，油封唇部应无损伤，应在油封唇部和轴表面涂以润滑剂；油封装配方向，应使介质工作压力把密封唇部紧压在主轴上（图 5.9.3），不得装反。油封在壳体内应可靠地固定，不得有轴向移动或转动现象。

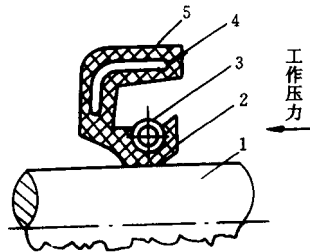


图 5.9.3 油封结构

1—主轴；2—密封唇部；3—拉紧弹簧；

4—金属骨架；5—橡胶皮碗

第 5.9.4 条 装配“O”形密封圈时，密封圈不得有扭曲和损伤，并正确选择预压量。当橡胶密封圈用于固定密封和法兰密封时，其预压量宜为橡胶圈条直径的 20% ~ 25%；当用于动密封时，其预压量宜为橡胶圈条直径的 10% ~ 15%。

第 5.9.5 条 装配 V、U、Y 形密封圈时，支承环、密封环和压环应组装正确，且不宜压得过紧；凹槽应对着压力高的一侧，唇边不得损伤。

第 5.9.6 条 机械密封（图 5.9.6）的装配应符合下列规定：

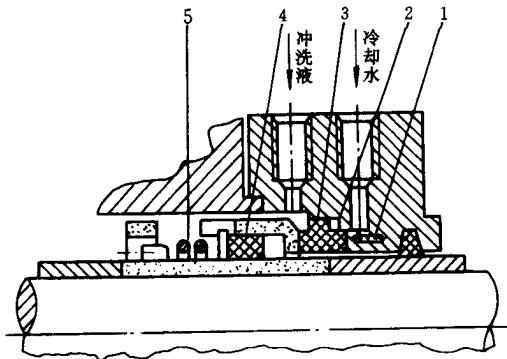


图 5.9.6 机械密封结构

1—防转销；2—静环密封圈；3—静环；4—动环；5—弹簧

一、机械密封零件不应有损坏、变形；密封面不得有裂纹、擦痕等缺陷。

二、装配过程中应保持零件的清洁，不得有锈蚀；主轴密封装置动、静环端面及密封圈表面等，应无异物、灰尘。

三、机械密封的压缩量应符合设备技术文件的规定。

四、装配后用手盘动转子应转动灵活。

五、动、静环与相配合的元件间，不得发生连续的相对转动，不得有泄漏。

六、机械密封的冲洗及密封系统，应保持清洁无异物。

第 5.9.7 条 防尘节流环密封、防尘迷宫密封（图 5.9.7）的装配，应符合下列规定：

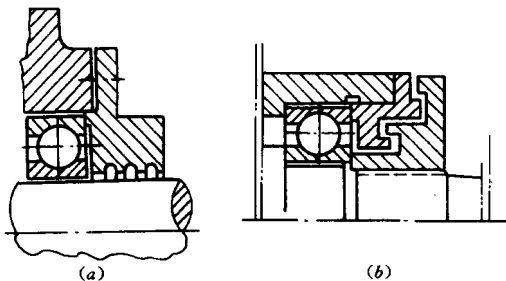


图 5.9.7 防尘节流环密封和防尘迷宫密封

(a) 防尘节流环密封；(b) 防尘迷宫密封

一、防尘节流环间隙、防尘迷宫缝隙内应填满润滑脂（气封除外）。

二、密封缝隙应均匀。

## 第六章 液压、气动和润滑管道的安装

本章适用于各类机械设备附属的或配套的液压、气动和润滑管道的安装。

## 第一节 管子的准备

第 6.1.1 条 液压、气动和润滑系统的管子及管路附件均应进行检查，其材质、规格与数量应符合设计的要求。

第 6.1.2 条 液压、气动和润滑系统的管子，宜用机械方法切割，切割的表面质量，管子焊接的坡口型式、加工方法和尺寸标准等，均应符合现行国家标准《工业管道工程施工及验收规范》的有关规定。

第 6.1.3 条 在管口需要加工螺纹时，螺纹应符合现行国家标准《管路旋入端用普通螺纹尺寸系列》；螺纹牙型应符合现行国家标准《普通螺纹基本牙型》、现行国家标准《普通螺纹基本尺寸》、现行国家标准《普通螺纹公差与配合》的规定。管端接头的加工，应符合卡套式、扩口式、插入焊接式等管接头的加工尺寸与精度的要求。

第 6.1.4 条 液压、润滑系统的管子，宜采用冷弯；气动系统的管子宜采用冷弯。对大直径、厚壁的管子必须采用热弯时，弯制后应保持管内的清洁度要求。

## 第二节 管道的焊接和安装

第 6.2.1 条 管道连接时，不得采用强力对口、加热管子、加偏心垫或多层垫等方法来消除接口端面的偏差。

第 6.2.2 条 工作压力等于或大于 6.3MPa 的管道，其对口焊缝的质量，不应低于 II 级焊缝标准；工作压力小于 6.3MPa 的管道，其对口焊缝质量不应小于 III 级焊缝标准。

第 6.2.3 条 壁厚大于 25mm 的 10 号、15 号和 20 号低碳钢管道在焊接前应进行预热，预热温度为 100~200℃；当环境温度低于 0℃时，其他低碳钢管道亦应预热至有手温感；合金钢管道的预热按设计规定进行。壁厚大于 36mm 的低碳钢、大于 20mm 的低合金钢、大于 10mm 的不锈钢管道，焊接后应进行与其相应的热处理。

第 6.2.4 条 采用氩弧焊接或用氩弧焊打底时，管内宜通保护气体。对下列焊缝，宜采用氩弧焊接或用氩弧焊打底，电弧焊填充：

- 一、液压伺服系统管道焊缝；
- 二、奥氏体不锈钢管道焊缝；
- 三、焊后对焊缝根部无法清理的液压、润滑系统管道的焊缝。

第 6.2.5 条 焊缝探伤抽查量应符合表 6.2.5 的规定。按规定抽查量探伤不合格者，应加倍抽查该焊工的焊缝，当仍不合格时，应对其全部焊缝进行无损探伤。

表 6.2.5 焊缝探伤抽查量

工作压力 (MPa)	抽查量 (%)
≤6.3	5
6.3~31.5	15
>31.5	100

第 6.2.6 条 管道敷设时，管子外壁与相邻管道的管件边缘距离不应小于 10mm；同排管道的法兰或活接头，应相互错开 100mm 以上；穿墙管道应加套管，其接头位置与墙面的距离宜大于 800mm。

第 6.2.7 条 管道支架安装，应符合下列规定：

一、现场制作的支架，其下料切割和螺栓孔加工，宜采用机械方法。

二、管道直管部分的支架间距，应符合表 6.2.7 的规定。弯曲部分的管道，应在起弯点附近增设支架。

表 6.2.7 直管支架间距

直管外径 (mm)	≤10	10~25	25~50	50~80	>80
支架间距 (mm)	500~1000	1000~1500	1500~2000	2000~3000	3000~5000

三、管子不得直接焊在支架上。不锈钢管道与支架间应垫入不锈钢的垫片、不含氯离子的塑料或橡胶垫片等，不得使不锈钢管与碳素钢直接接触。安装时，不得用铁质工具直接敲击管道。

第 6.2.8 条 管子与设备连接时，不应使设备承受附加外力，并不得使异物进入设备或元件内。

第 6.2.9 条 管道坐标位置、标高的安装允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ ；水平度或铅垂度允许偏差为  $2/1000$ ；同一平面上排管的管外壁间距及高低宜一致。

第 6.2.10 条 气动系统的支管宜从主管的顶部引出；长度超过  $5\text{m}$  的气动支管路，宜按沿气体流动方向布置，其坡度应大于  $10/1000$ ，并向下倾斜。

第 6.2.11 条 润滑油系统的回油管道，应向油箱方向布置，其坡度宜为  $12.5/1000 \sim 25/1000$ ，并向下倾斜。润滑油粘度高时，回油管道斜度取大值；粘度低时，取小值。

第 6.2.12 条 油雾系统管道应沿油雾流动方向布置，其坡度应大于  $5/1000$ ，并向上倾斜，且不得有下凹弯。

第 6.2.13 条 软管的安装应符合下列规定：

一、应避免急弯；外径大于  $30\text{mm}$  的软管，其最小弯曲半径，不应小于管子外径的 9 倍；外径小于等于  $30\text{mm}$  的软管，其最小弯曲半径，不应小于管子外径的 7 倍。

二、与管接头的连接处，应有一段直线过渡部分，其长度不应小于管子外径的 6 倍。

三、在静止及随机移动时，均不得有扭转变形现象。

四、当长度过长或受急剧振动时，宜用管卡夹牢。高压软管应少用管卡。

五、当自重会引起过大变形时，应设支托或按其自垂位置安装。

六、软管长度除满足弯曲半径和移动行程外，尚应留有 4% 的余量。

七、软管相互间及同其他物件不得摩擦，靠近热源时，应有隔热措施。

第 6.2.14 条 润滑脂系统的管路中，给油器或分配器与润滑点间的管道，在安装前应充满润滑脂，管内不得有空隙。

第 6.2.15 条 双线式润滑脂系统的主管与给油器及压力操纵阀连接后，应使系统中所有给油器的指示杆及压力操纵阀的触杆在同一润滑周期内，并应同时伸出或缩入。

第 6.2.16 条 双缸同步回路中两液压缸管道应对称敷设。

第 6.2.17 条 液压泵和液压马达的排放油管位置，应稍高于液压泵和液压马达本体的高度。

### 第三节 管道的酸洗、冲洗、吹扫和涂漆

第 6.3.1 条 液压、润滑管道的除锈，应采用酸洗法。管道的酸洗，应在管道配制完成，且已具备冲洗条件后进行。对涂有油漆的管子，在酸洗前应把油漆除净。

第 6.3.2 条 油库或液压站内的管道，宜采用槽式酸洗法；从油库或液压站至使用点或工作缸的管道，可采用循环酸洗法。酸洗液的配方可按本规范附录十八选取。

第 6.3.3 条 槽式酸洗法可按下述要求进行：

- 一、槽式酸洗的工序可按本规范附录十八（一）进行；
- 二、酸洗应严格按所选配方要求进行；
- 三、将管道放入酸洗槽时，宜小管在上，大管在下。

第 6.3.4 条 循环酸洗法可按下述要求进行：

一、循环酸洗的工序可按本规范附录十八（二）进行。

二、组成回路的管道长度，可根据管径、管压和实际情况确定，但不宜超过 300m；回路的构成，应使所有管道的内壁全部接触酸液。

三、回路的管道最高部位应设排气点；在酸洗进行前，应将管内空气排尽；最低部位应设排空点，在酸洗完成后，应将溶液排净。

四、在酸洗回路中应通入中和液，并使出口溶液不呈酸性为止。溶液的酸碱度可采用 pH 试纸检查。

五、可采用将脱脂、酸洗、中和、钝化四个工序合一的清洗液（四合一清洗剂）进行管道酸洗。

第 6.3.5 条 液压、润滑系统的管道在酸洗合格后，应采用工作介质或相当于工作介质的液体进行冲洗，且宜采用循环方式冲洗，并应符合下列要求：

一、液压系统管道在安装位置上组成循环冲洗回路时，应将液压缸、液压马达及蓄能器与冲洗回路分开，伺服阀和比例阀应用冲洗板代替。

二、润滑系统管道在安装位置上组成循环冲洗回路时，应将润滑点与冲洗回路分开。

三、在冲洗回路中，当有节流阀或减压阀时，应将其调整到最大开口度。

四、冲洗油加入油箱时，应经过滤。过滤器等级不应低于系统的过滤器等级。

第 6.3.6 条 管道冲洗完成后，当要拆卸接头时，应立即封口；当需对管口焊接处理时，对该管道应重新进行酸洗和冲洗。

第 6.3.7 条 管道冲洗后应检验冲洗的清洁度，并应符合下列要求，其等级标准可按本规范附录十九选取：

一、液压系统中的伺服系统和带比例阀的控制系统以及静压轴承的静压供油系统，管道冲洗后的清洁度，应采用颗粒计数法检测。液压伺服系统的清洁度不应低于 15/12 级；带比例阀的液压控制系统以及静压轴承的静压供油系统的清洁度，不应低于 17/14 级。

二、液压传动系统、动压及静压轴承的静压供油系统、润滑油系统和润滑脂系统可采用颗粒计数法或目测法检测。采用颗粒计数法检测时，不应低于 20/17 级；采用目测法检测时，应连续过滤 1h 后，在滤油器上应以无肉眼可见的固体物为合格。

第 6.3.8 条 气动系统管道安装完成后，应采用干燥的压缩空气进行吹扫。各种阀门及辅助元件不得投入吹扫。气缸和气动马达的接口，应封闭。

第 6.3.9 条 管道吹扫后的清洁度，应在排气口采用白布或涂有白漆的靶板检查。应在 5min 内，其白布或靶板上以无铁锈、灰尘及其他脏物为合格。

第 6.3.10 条 管道涂漆应符合下列要求：

一、管道涂防锈漆前，应除净管外壁的铁锈、焊渣、油垢及水分等。

二、管道涂面漆应在试压合格后进行，当需要在试压前涂面漆时，其焊缝部位不应涂漆，待试压合格后补涂。

三、涂漆施工宜在 5~40℃ 的环境温度下进行，漆后自然干燥。未干燥前应采取防冻、防雨、防止灰尘脏物落上的措施。

四、涂层厚度应符合设计规定；涂层应均匀、完整、无损坏和漏涂。

五、漆膜应附着牢固、无剥落、皱纹、气泡、针孔等缺陷。



## 第七章 试 运 转

第 7.0.1 条 设备试运转前应具备下列条件：

一、设备及其附属装置、管路等均应全部施工完毕，施工记录及资料应齐全。其中，设备的精平和几何精度经检验合格；润滑、液压、冷却、水、气（汽）、电气（仪器）控制等附属装置均应按系统检验完毕，并应符合试运转的要求。

二、需要的能源、介质、材料、工机具、检测仪器、安全防护设施及用具等，均应符合试运转的要求。

三、对大型、复杂和精密设备，应编制试运转方案或试运转操作规程。

四、参加试运转的人员，应熟悉设备的构造、性能、设备技术文件，并应掌握操作规程及试运转操作。

五、设备及周围环境应清扫干净，设备附近不得进行有粉尘的或噪音较大的作业。

第 7.0.2 条 设备试运转应包括下列内容和步骤：

一、电气（仪器）操纵控制系统及仪表的调整试验。

二、润滑、液压、气（汽）动、冷却和加热系统的检查和调整试验。

三、机械和各系统联合调整试验。

四、空负荷试运转，应在上述一～三项调整试验合格后进行。

第 7.0.3 条 电气及其操作控制系统调整试验应符合下列要求：

一、按电气原理图和安装接线图进行，设备内部接线和外部接线应正确无误。

二、按电源的类型、等级和容量，检查或调试其断流容量、熔断器容量、过压、欠压、过流保护等，检查或调试内容均应符合其规定值。

三、按设备使用说明书有关电气系统调整方法和调试要求，用模拟操作检查其工艺动作、指示、讯号和联锁装置应正确、灵敏和可靠。

四、经上述一～三项检查或调整后，方可进行机械与各系统的联合调整试验。

第 7.0.4 条 润滑系统调试应符合下列要求：

一、系统清洗后，其清洁度经检查应符合规定。

二、按润滑油（剂）性质及供给方式，对需要润滑的部位加注润滑剂；油（剂）性能、规格和数量均应符合设备使用说明书的规定。

三、干油集中润滑装置各部位的运动应均匀、平稳、无卡滞和不正常声响；给油量在 5 个工作循环中，每个给油孔、每次最大给油量的平均值，不得低于说明书规定的调定值。

四、稀油集中润滑系统，应按说明书检查和调整下列各项目：1. 油压过载保护；2. 油压与主机启动和停机的联锁；3. 油压低报警停机讯号；4. 油过滤器的差压讯号；5. 油冷却器工作和停止的油温整定值的调整；6. 油温过高报警信号。系统在公称压力下应无渗漏现象。

第 7.0.5 条 液压系统调试应符合下列要求：

一、系统在充液前，其清洁度应符合规定。

二、所充液压油（液）的规格、品种及特性等均应符合使用说明书的规定；充液时应多次开启排气口，把空气排除干净。

三、系统应进行压力试验。系统的油（液）马达、伺服阀、比例阀、压力传感器、压力继电器和蓄能器等，均不得参与试压。试压时应先缓慢升压到表 7.0.5 的规定值，保持压力 10min，然后降至公称压力，检查焊缝、接口和密封处等，均不得有渗漏现象。

表 7.0.5 液压试验压力

系统公称压力 $P$ (MPa)	$\leq 16$	16 ~ 31.5	$> 31.5$
试验压力	1.5 $P$	1.25 $P$	1.15 $P$

四、启动液压泵，进油（液）压力应符合说明书的规定；泵进口油温不得大于  $60^{\circ}\text{C}$ ，且不得低于  $15^{\circ}\text{C}$ ；过滤器不得吸入空气，调整溢流阀（或调压阀）应使压力逐渐升高到工作压力为止。升压中应多次开启系统放气口将空气排除。

五、应按说明书规定调整安全阀、保压阀、压力继电器、控制阀、蓄能器和溢流阀等液压元件，其工作性能应符合规定，且动作正确、灵敏和可靠。

六、液压系统的活塞（柱塞）、滑块、移动工作台等驱动件（装置），在规定的行程和速度范围内，不应有振动、爬行和停滞现象；换向和卸压不得有不正常的冲击现象。

七、系统的油（液）路应通畅。经上述调试后方可进行空负荷试运转。

第 7.0.6 条 气动、冷却或加热系统调试应符合下列要求：

- 一、各系统的通路应畅通并无差错；
- 二、系统应进行放气和排污；
- 三、系统的阀件和机构等的动作，应进行数次试验，达到正确、灵敏和可靠；
- 四、各系统的工作介质供给不得间断和泄漏，并保持规定的数量、压力和温度。

第 7.0.7 条 机械和各系统联合调试应符合下列要求：

一、设备及其润滑、液压、气（汽）动、冷却、加热和电气及控制等系统，均应单独调试检查并符合要求。

二、联合调试应按要求进行；不宜用模拟方法代替。

三、联合调试应由部件开始至组件、至单机、直至整机（成套设备），按说明书和生产操作程序进行，并应符合下列要求：

1. 各转动和移动部分，用手（或其他方式）盘动，应灵活，无卡滞现象。
2. 安全装置（安全连锁）、紧急停机和制动（大型关键设备无法进行此项试验者，可用模拟试验代替）、报警讯号等经试验均应正确、灵敏、可靠。
3. 各种手柄操作位置、按钮、控制显示和讯号等，应与实际动作及其运动方向相符；压力、温度、流量等仪表、仪器指示均应正确、灵敏、可靠。
4. 应按有关规定调整往复运动部件的行程、变速和限位；在整个行程上其运动应平稳，不应有振动、爬行和停滞现象；换向不得有不正常的声响。
5. 主运动和进给运动机构均应进行各级速度（低、中、高）的运转试验。其启动、运转、停止和制动，在手控、半自动化控制和自动控制下，均应正确、可靠、无异常现象。

第 7.0.8 条 设备空负荷试运转应符合下列要求：

一、应按本规范第 7.0.7 条规定机械与各系统联合调试合格后，方可进行空负荷试运转。

二、应按说明书规定的空负荷试验的工作规范和操作程序，试验各运动机构的启动，其中对大功率机组，不得频繁启动，启动时间间隔应按有关规定执行；变速、换向、停机、制动和安全连锁等动作，均应正确、灵敏、可靠。其中连续运转时间和断续运转时间无规定时，应按各类设备安装验收规范的规定执行。

三、空负荷试运转中，应进行下列各项检查，并应作实测记录：

1. 技术文件要求测量的轴承振动和轴的窜动不应超过规定。

2. 齿轮副, 链条与链轮啮合应平稳, 无不正常的噪声和磨损。
  3. 传动皮带不应打滑, 平皮带跑偏量不应超过规定。
  4. 一般滑动轴承温升不应超过  $35^{\circ}\text{C}$ , 最高温度不应超过  $70^{\circ}\text{C}$ ; 滚动轴承温升不应超过  $40^{\circ}\text{C}$ , 最高温度不应超过  $80^{\circ}\text{C}$ ; 导轨温升不应超过  $15^{\circ}\text{C}$ , 最高温度不应超过  $100^{\circ}\text{C}$ 。
  5. 油箱油温最高不得超过  $60^{\circ}\text{C}$ 。
  6. 润滑、液压、气(汽)动等各辅助系统的工作应正常, 无渗漏现象。
  7. 各种仪表应工作正常。
  8. 有必要和有条件时, 可进行噪音测量, 并应符合规定。
- 第 7.0.9 条 空负荷试运转结束后, 应立即作下列各项工作:
- 一、切断电源和其他动力来源。
  - 二、进行必要的放气、排水或排污及必要的防锈涂油。
  - 三、对蓄能器和设备内有余压的部分进行卸压。
  - 四、按各类设备安装规范的规定, 对设备几何精度进行必要的复查; 各紧固部分进行复紧。
  - 五、设备空负荷(或负荷)试运转后, 应对润滑剂的清洁度进行检查, 清洗过滤器; 需要时可更换新油(剂)。
  - 六、拆除调试中临时的装置; 装好试运转中临时拆卸的部件或附属装置。
  - 七、清理现场及整理试运转的各项记录。

## 第八章 工程验收

第 8.0.1 条 安装工程竣工后, 应按本规范和各类设备安装工程施工及验收规范进行工程验收。

第 8.0.2 条 工程验收时, 应具备下列资料:

- 一、竣工图或按实际完成情况注明修改部分的施工图;
- 二、设计修改的有关文件;
- 三、主要材料和用于重要部位材料的出厂合格证和检验记录或试验资料;
- 四、重要焊接工作的焊接试验记录及检验记录;
- 五、隐蔽工程记录;
- 六、各重要工序的自检和交接记录;
- 七、重要灌浆所用混凝土的配合比和强度试验记录;
- 八、试运转记录;
- 九、重大问题及其处理的文件;
- 十、其他有关资料。

第 8.0.3 条 应办理工程验收手续。

### 附录一 设备基础尺寸和位置的允许偏差

设备基础尺寸的允许偏差应符合附表 1 的规定。

## 第二篇

# 建筑电气安装工程

# 第一部分 建筑电气安装工程 工程施工技术

## 第一章 低压电器安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于一般型式的控制器、主令控制器、磁力接触器、磁力起动机（包括按钮）自动开关、刀开关、熔断器、变阻器及电磁铁等安装工程。

一、设备开箱检查，应符合下列要求。

1. 部件完整，瓷件应清洁，不应有裂纹和伤痕。制动部分动作灵活、准确。电器与支架应接触紧密。

检验方法：用手扳动，观察和做启闭检查。

2. 控制器及主令控制器应转动灵活，触头有足够的压力。

检验方法：做启闭检查。

3. 接触器、磁力启动器及自动开关的接触面应平拉，触头应有足够的压力，接触良好。

检验方法：做启闭检查。

4. 刀开关及熔断器的固定触头的钳口应有足够的压力。刀开关合闸时，各刀片的动作成一致。熔断器的熔丝或熔片应压紧，不应有损伤。

检验方法：用手扳动、观察和做启闭检查。

5. 变阻器的传动装置、终端开关及信号联锁接点的动作应灵活、准确。滑动触头与固定触头间应有足够的压力，接触良好。充油式变阻器油位应正确。

检验方法：用手扳动、观察和做启闭检查。

6. 电磁铁。制动电磁铁的铁芯表面应洁净，无锈蚀。铁芯吸至最终端时，不应有剧烈的冲击。交流电磁铁在带电时应无异常的响声。滚动式分离器的进线碳刷与集电环应接触良好。

检验方法：用耳听、观察和做启闭检查。

7. 低压电器与母线连接应紧密。

8. 油漆应完好。防腐处理应均匀、无遗漏。

二、低压电器的安装应与配线工作密切配合，尤其是配合土建预留、预埋工作，一定要保证设计位置、配管（线）到位。一般操作工艺流程如下：

开箱—预留（预埋）—摆位—划线—钻孔—固定—配线—检查—调试—通电试验。

### 三、安装支架或配电箱（板）

1. 核对预埋（留）线路所留的低压电器安装位置，要符合设计图纸的要求位置。
2. 制作（或订购的）支架或配电箱（板）进行就位安装。

四、低压电器的安装。低压电器及其操作机构的安装高度、固定方式，如设计无规定，可按下列要求进行：

1. 用支架或垫板（木板无绝缘板）固定在墙或柱子上；
2. 落地安装的电器设备，其底面一般应高出地面 50 ~ 100mm；
3. 操作手柄中心距离地面一般为 1200 ~ 1500mm；侧面操作的手柄距离建筑物或其它设备不宜小于 200mm。
4. 成排或集中安装的低压电器应排列整齐，便于操作和维护。
5. 紧固的螺栓规格应选配适当，电器固定要牢固，不得采用焊接。
6. 电器内部不应受到额外应力。
7. 有防震要求的电器要加设减震装置，紧固螺栓应有防松措施，如加装销紧螺母、锁钉等。

### 五、刀开关安装。

1. 刀开关应垂直安装在开关板上（或控制屏、箱上），并要使夹座位于上方。如夹座位于下方，则在刀开关打开的时候，如果支座松动，闸刀在自重作用下向下掉落而发生误动作，会造成严重事故。

2. 刀开关用作隔离开关时，合闸顺序为先合上刀开关，再合上其他用以控制负载的开关；分闸顺序则相反。

3. 严格按照产品说明书规定的分断能力来分断负荷，无灭弧罩的刀开关一般不允许分断负载，否则，有可能导致稳定持续燃弧，使刀开关寿命缩短，严重的还会造成电源短路，开关烧毁，甚至发生火灾。

4. 刀片与固定触头的接触良好，大电流的触头或刀片可适量加润滑油（脂）；有消弧触头的刀开关，各相的分闸动作应迅速一致。

5. 双投刀开关在分闸位置时，刀片应能可靠地接地固定，不得使刀片有自行合闸的可能。

### 6. 直流母线隔离开关安装。

（1）开关无论垂直或水平安装，刀片应垂直板面上，在混凝土基础上时，刀片底部与基础间应有不小于 50mm 的距离。

（2）开关动触片与两侧压板的距离应调整均匀。合闸后，接触面应充分压紧，刀片不得摆动。

（3）刀片与母线直接连接时，母线固定端必须牢固。

### 六、熔断器安装。

1. 熔断器及熔体的容量应符合设计要求：

- （1）对于变压器、电炉和照明等负载，熔体的额定电流应略大于或等于负载电流。
- （2）对于输配电线路，熔体的额定电流应略小于或等于线路的安全电流。

(3) 对电动机负载, 因为起动电流较大, 一般可按下列公式计算:

对于一台电动机负载的短路保护

$$I_{\text{熔体额定电流}} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{\text{电机额定电流}}$$

式中 (1.5~2.5) ——系数, 视负载性质和起动方式不同而选取; 对轻载起动、起动次数少、时间短或降压起动时, 取小值; 对重载起动、起动频繁、起动时间长或全压起动时, 取大值。

对于多台电动机负载的短路保护

$$I_{\text{熔体制定电流}} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{\text{最大电机额定电流}} + \text{其余电动机的计算负荷电流}$$

(4) 熔断器的选择: 额定电压应大于或等于线路工作电压; 额定电流应大于或等于所装熔体的额定电流。

2. 安装位置及相互间距应便于更换熔体; 更换熔丝时, 应切断电源, 更不允许带负荷换熔丝, 并应换上相同额定电流的熔丝。

3. 有熔断指示的熔芯, 其指示器的方向应装在便于观察侧。

4. 瓷质熔断器在金属底板上安装时, 其底座应垫软绝缘衬垫。安装螺旋式熔断器时, 应将电源线接至瓷底座的接线端, 以保证安全。如是管式熔断器应垂直安装。

5. 安装应保证熔体和插刀以及插刀和刀座接触良好, 以免因熔体温度升高发生误动作。安装熔体时, 必须注意不要使它受机械损伤, 以减少熔体截面积, 产生局部发热而造成误动作。

七、自动开关安装。

1. 自动开关一般应垂直安装, 其上下端导线接点必须使用规定截面的导线或母线连接。

2. 裸露在箱体外部, 且易触及的导线端子应加绝缘保护。

3. 自动开关与熔断器配合使用时, 熔断器应尽可能装于自动开关之前, 以保证使用安全。

4. 自动开关使用前应将脱扣器电磁铁工作面的防锈油脂擦去, 以免影响电磁机构的动作值。电磁脱扣器的整定值一经调好就不允许随意更动, 而且使用日久后要检查其弹簧是否生锈卡住, 以免影响其动作。

5. 自动开关的操作机构安装。

(1) 操作手柄或传动杠杆的开、合位置应正确, 操作力不应大于产品允许规定值。

(2) 电动操作机构的接线正确。在合闸过程中开关不应跳跃; 开关合闸后, 限制电动机或电磁铁通电时间的联锁装置应及时动作, 使电磁铁或电动机通电时间不超过产品允许规定值。

(3) 触头接触面应平整, 合闸后接触应紧密。

(4) 触头在闭合、断开过程中, 可动部分与灭弧室的零件不应有卡阻现象。

(5) 有半导体脱扣装置的自动开关, 其接线应符合相序要求, 脱扣装置动作应可靠。

6. 直流快速自动开关的安装。

(1) 开关极间中心距离及开关与相邻设备或建筑物的距离均不应小于 500mm, 小于

500mm 时，应加装隔弧板，隔弧板高度不小于单极开关的总高度。

在灭弧量上方应留有不小于 1000mm 的空间；无法达到时，应按开关容量在灭弧室上部 200 ~ 500mm 高度处装设隔弧板。

(2) 灭弧室内绝缘衬件应完好，电弧通道应畅通。

(3) 有极性快速开关的触头及线圈，其接线端应标出正、负极性，接线时应与主回路极性一致。

(4) 触头的压力、开距及分断时间等应进行检查，并符合出厂技术条件。

(5) 开关应按产品技术文件进行交流工频耐压试验，不得有击穿、闪络现象。

(6) 脱扣装置必须按设计整定值校验，动作应准确、可靠。在短路（或模拟短路）情况下合闸时，脱扣装置应能立即自由脱扣。

(7) 试验后，触头表面加有灼痕，可进行修整。

## 八、接触器与起动器安装。

### 1. 安装前检查：

(1) 电磁铁的铁芯表面应无锈斑及油垢，将铁心板面上的防锈油擦净，以免油垢粘住造成接触器断电不释放。触头的接触面应平整、清洁。

(2) 接触器、起动器的活动部件动作灵活，无卡阻；衔铁吸合后应无异常响声，触头接触紧密，断电后应能迅速脱开。

(3) 检查接触器铭牌及线圈上的额定电压、额定电流等技术数据是否符合使用要求；电磁起动器热元件的规格应按电动机的保护特性选配；热继电器的电流调节指示位置，应调整在电机的额定电流值上，如设计有要求时，尚应按整定值进行校验。

2. 安装时，接触器的底面与地面垂直，倾斜度不超过 5°。CJ0 系列接触器安装时，应使有孔的两面放在上下位置，以利散热，降低线圈的温度。

### 3. 自耦减压起动器的安装：

(1) 起动器应垂直安装；

(2) 油浸式起动器的油面不得低于标定的油面线；

(3) 减压抽头（65% ~ 80% 额定电压）应按负荷的要求进行调整，但起动时间不得超过自耦减压起动器的最大允许起动时间。

(4) 连续起动累计或一次起动时间接近最大允许起动时间时，应待其充分冷却后方可再起。

4. 可逆电磁起动器防止同时吸合的联锁装置动作正确、可靠。

5. 星—三角起动器，应在电动机转速接近运行转速时进行切换；自动转换的应按电动机负荷要求正确调节延时装置。

## 九、按钮安装。

### (一) 按钮选择

1. 根据使用场合、所需触头数及颜色来进行选择。

2. 电动葫芦不宜选用 LA18 和 LA19 系列按钮，最好采用 LA2 系列按钮。

3. 铸工车间灰尘较多，也不宜选用 LA18 和 LA19 系列按钮，最好选用 LA14 - 1 系列按钮。



## (二) 按钮安装

1. 按钮及按钮箱安装时，间距应为 50 ~ 100mm；倾斜安装时，与水平面的倾角不宜小于 30°。
2. 按钮操作应灵活、可靠，无卡阻。
3. 集中在一处安装的按钮应有编号或不同的识别标志，“紧急”按钮应有鲜明的标记。

## 十、控制器安装。

1. 控制器可用于改变主电路或激磁电路的接线，也可用于变换接在电路中的电阻值，控制电动机的起动、调速和反向。控制器分为：

平面控制器——转换位置是平面的；

鼓形控制器——转动装置是鼓形的；

凸轮控制器——转动装置是凸轮的。

2. 凸轮控制器及主令控制器应装在便于操作和观察的位置上；操作手柄或手轮安装高度一般为 1 ~ 1.2m。

3. 控制器安装：

(1) 控制器操作应灵活，档位准确。

(2) 操作手柄或手轮的動作方向应尽量与机械装置的動作方向一致。

(3) 操作手柄或手轮在各个不同位置时，触头分、合的顺序均应符合控制器的接线图。

(4) 控制器触头压力均匀，触头超行程不小于产品技术文件规定。凸轮换制器主触头的灭弧装置应完好。

(5) 控制器的转动部分及齿轮减速机构应润滑良好。

## 十一、变阻器安装。

1. 变阻器滑动触头与固定触头的接触应良好；触头间应有足够压力；在滑动过程中不得开路。

2. 变阻器的转换装置：

(1) 转换装置移动均匀平滑，无卡阻，并有与移动方向对应的指示阻值变化标志。

(2) 电动传动的转换装置，其限位开关及信号联锁接点动作应准确、可靠。

(3) 齿链传动的转换装置，允许有半个节距的窜动范围。

3. 频敏变阻器：

(1) 频敏变阻器在调整抽头及气隙时，应使电动机起动特性符合机械装置的要求。

(2) 用于短时间起动的频敏变阻器在电动机起动完毕后应短接切除。

## 十二、电磁铁安装。

1. 电磁铁的铁心表面应洁净无锈蚀，通电前应除去防护油脂。

2. 电磁铁的衔铁及其传动机构的动作应迅速、准确、无阻滞现象。直流电磁铁的衔铁上应有隔磁措施，以清除剩磁影响。

3. 制动电磁铁的衔铁吸合时，铁芯的接触面应紧密地与其固定部分接触，且不得有异常响声。

4. 有缓冲装置的制动电磁铁，应调节其缓冲器气道孔的螺钉，使衔铁动作至最终位置时平稳，无剧烈冲击。

5. 牵引电磁铁固定位置应与阀门推杆准确配合，使动作行程符合设备要求。

### 十三、接线。

1. 按电器的接线端头标志接线。

2. 一般情况下，电源侧导线应连接在进线端（固定触头接线端），负荷侧的导线应接在出线端（可动触头接线端）。

3. 电器的接线螺栓及螺钉应有防锈镀层，连接时，螺钉应拧紧。

4. 母线与电器连接时，接触面的要求应符合有关要求；连接处不同相母线的最小净距应不小于表 2-1-1 的规定。

表 2-1-1 不同相母线的最小净距

额 定 电 压 U (V)	最 小 净 距 (mm)
$U \leq 500$	10
$500 < U \leq 1200$	14

5. 胶壳闸刀开关接线时，电源进线与出线不能接反，否则更换熔丝时易发生触电事故。

6. 铁壳开关的电源进线不能接反，60A 以上开关的电源进线座在上方，60A 以下开关的电源进线座在下方。外壳必须有可靠的接地。

7. 电阻器接线：

(1) 电阻器与电阻元件间的连线应用裸导线，在电阻元件允许发热条件下，能可靠接触。

(2) 电阻器引出线夹板或螺钉有与设备接线图相应的标号；与绝缘导线连接时，不应由于接头处的温度升高而降低导线的绝缘强度。

(3) 多层叠装的电阻箱，引出导线应用支架固定，但不可妨碍更换电阻元件。

### 十四、低压电器绝缘电阻的测量。

1. 测量部位：

(1) 触头在断开位置时，同极的进线与出线端之间；

(2) 触头在闭合位置时，不同极的带电部件之间；

(3) 各带电部分与金属外壳之间。

2. 测量绝缘电阻使用的兆欧表电压等级及所测的绝缘电阻应符合《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB50150-91) 的规定。

十五、低压电器按其负荷性质（见第十六条）及安装场所的需要进行下列试验：

1. 电压线圈动作值校验：

(1) 吸合电压不大于  $85\%U$ ，释放电压不小于  $5\%U$ ；

(2) 短时工作的合闸线圈应在  $(85 \sim 110)\%U$  范围内，分励线圈应在  $(75 \sim 110)\%U$  范围内均能可靠工作（ $U$ ——额定工作电压）。

2. 用电动机或液压、气压传动方式操作的电器，除产品另有规定外，当电压、液压或气压在 85% 至 110% 额定值范围内，电器应可靠工作。

3. 各类过电流脱扣器、失压和分励脱扣器、延时装置等，应按设计要求进行整定，其整定值误差（%）不得超过产品的标准误差值。

十六、电力负荷性质。电力负荷应根据其重要性和中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度，分为下列三级：

#### （一）一级负荷

1. 中断供电将造成人身伤亡者。

2. 中断供电将在政治、经济上造成重大损失者。如：重大设备损坏、重大产品报废、用重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复等。

3. 中断供电将影响有重大政治、经济意义的用电单位的正常工作者。如：重要铁路枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆，经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等用电单位中的重要电力负荷

#### （二）二级负荷

1. 中断供电将在政治、经济上造成较大损失者。如：主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点企业大量减产等；

2. 中断供电将影响重要用电单位的正常工作者。如：铁路枢纽，通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷，以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等大量人员集中的重要的公共场所秩序混乱者。

#### （三）三级负荷

不属于一级和二级负荷者。

十七、低压电气装置在施工及交验时，应进行下列检查：

1. 竣工的工程是否符合设计。

2. 工程质量是否符合规定。

3. 调整、试验项目及其结果是否符合本规范要求。

4. 应提交的技术资料 and 文件：

（1）变更设计部分的实际施工图；

（2）变更设计证明文件；

（3）随产品提供的说明书、试验记录、产品合格证件、安装图纸；

（4）绝缘电阻和耐压试验记录；

（5）经调整、整定的低压电器调整记录。

## 第二章 高压开关安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于 3~10kV 的断路器、隔离开关及熔断器等安装工程。

### 一、电器设备开箱检查

1. 开箱检查清点, 电器规格应符合设计要求, 附件、备件应齐全;
2. 产品技术文件齐全;
3. 作外观检查, 设备应无机械损伤;
4. 填写“设备开箱检查记录”(见第四章表 2-4-2), 参加的甲、乙方代表签证存档。

### 二、基础验收

1. 基础的中心距离和高度误差不应大于 10mm。
2. 预留孔或预埋铁件中心线误差不应大于 10mm。
3. 预埋螺栓中心线的误差不应大于 2mm。
4. 填写“设备基础验收记录”第四章表 2-4-1。

## 第一节 少油断路器安装

本安装技术以 SN10-10 为代表型号叙述如下。

### 一、基础(或支架)应符合下列要求

1. 除符合上述“基础验收”部分所列各项尺寸要求外, 必须充分重视少油断路器基础(或支架)的强度和刚度, 不得随意降低混凝土标号或减少支架钢材的截面。确有必要变更时, 必须征得设计人的书面意见或办理“技术变更核定(洽商)单”(表 2-2-1)。

2. 支架在墙体上固定可采用:

(1) 打墙眼埋设支架;

(2) 打透眼埋设 M16 螺钉固定支架(垫圈应采用现场制作的 100×100×8mm 的方垫圈, 并配齐弹簧垫)。

不得用膨胀螺栓固定少油断路器开关支架。

3. 对 SN3 或 SN4 型少油断路器最好采用在混凝土基础上留洞，下地脚螺栓，采用二次灌浆法。

## 二、油断路器的组装应符合下列要求

1. 断路器应安装垂直，并固定牢靠，底座或支架与基础的垫片不直超过三片，其总厚度不应大于 10mm，各片间应焊接牢固。
2. 按产品的部件编号进行组装，不得混装。
3. 同相各支持瓷套的法兰面直在同一水平面上，各支柱中心线间距离的误差不应大于 5mm；三相联动的油断路器，其相间支持瓷套法兰面直在同一水平面上，三根底座或油箱中心线的误差不应大于 5mm。
4. 三相联动或同相各柱之间的连杆，其拐臂应在同一水平面上，拐臂角度应一致，并使连杆与机构工作缸的活塞杆在同一中心线上；连杆拧入深度应符合产品的技术规定，防松螺母应拧紧。
5. 支持瓷套内部应清洁，卡固弹簧应穿到底；法兰密封垫应完好，安放的位置正确且紧固均匀。

表 2-2-1

技术变更核定（洽商）单

编号：

工程名称	图纸编号
工程部位	核定管理单位
变更原因、变更内容及草图	
<p style="text-align: center;">提出单位（公章）      负责人：</p> <p style="text-align: right;">年    月    日</p>	
<p>核定单位意见：</p> <p style="text-align: right;">负责人：</p> <p style="text-align: right;">年    月    日</p>	

制表：

日期

年    月    日

6. 工作缸或定向三角架应固定牢固，工作缸的活塞杆表面应洁净，并有防雨、防尘罩。

7. 定位连杆应固定牢固，受力均匀。

手车式少油断路器的安装，除应符合本节有关各条规定外，还应符合下列要求：

1. 轨道应水平、平行，轨距应与手车轮距相配合，接地可靠，手车应能灵活轻便地推入或拉出，同型产品应具有互换性。

2. 制动装置应可靠且拆卸方便。

3. 手车操动时应灵活、轻巧。

4. 隔离静触头的安装位置准确，安装中心线应与触头中心线一致，接触良好，其接触行程和超行程应符合产品的技术规定。

5. 工作和试验位置的定位应准确可靠。

6. 电气和机械联锁装置应动作准确可靠。

### 三、少油断路器的解体情况和检查

#### （一）总则

油断路器一般均须解体检查，但油箱铅封，说明书规定不解体。外观检查合格且手动、电动合闸、分闸试验正常，四项全部满足要求者，可不解体。制造厂规定不作解体且有具体保证的 10kV 油断路器，可进行抽查。

铅封的少油断路器解体时，应有制造厂人员参加。

#### （二）解体准备工作

1. 熟悉设计资料及产品说明书要求。

2. 操作场地应打扫干净。

3. 油盘、油桶、漏斗、油抽子、绝缘强度合格的变压器油、泡沫塑料及拆卸调整专用工具等。

#### （三）解体清洗步骤

按次序拆卸顶罩及定触头、隔弧片、导电杆及传动机构、缓冲活塞及放油塞等。并依次按原配方位放在油盘中，用泡沫塑料蘸变压器油逐件清洗，并冲洗油箱。清洗时注意保持原来的次序和方位。

不得用棉丝或棉布清洗少油断路器。

#### （四）检查

1. 各部件应清洁，无油泥杂物。

2. 消弧筒及隔弧片完整，装配正确。

3. 导电杆无明显的弯曲，导电杆、定触头及导电滚轮的合金及镀银层完整，定触头弹力均匀，导电杆和定触头接触良好。

4. 传动拐臂、连杆动作灵活无卡涩，垫圈、开口销齐全，开口销（开口处）无裂纹。

- 油封及密封件完整无损。
  - 油缓冲器的油孔和活塞配合适宜，缓冲作用良好。
- 检查后，按解体相反的次序逐件按原方位装复，但顶罩与定触头暂不装上。

## 四、导电杆行程和超行程的测量

- 导电杆行程与超行程的测量用手动慢合闸慢分闸操作。
- 测量:测量合闸位置与分闸位置时，导电杆顶端的高度之差，即为导电杆的行程。其数值应与表 2-2-2 相符。

超行程的数值对 SN10-10 型断路器而言，不易直接测量，通常用合闸位置时导电杆顶端至某基准面的距离来控制行程。行程和超行程的调整可以变动合闸橡皮缓冲器的松紧或橡皮垫厚度，或适当调整绝缘拉杆长度。行程、超行程测量后，即可装上定触头和顶罩。

表 2-2-2 导电杆行程和超行程数据表

断路器型号	行程 (mm)	超行程	
		基准面	控制尺寸 (mm)
SN10-10 I	$145 \pm 3$	上出线端	$130 \pm 1.5$
SN10-10 II	$155 \pm 3$	上出线端	$110 \pm 1.5$
SN10-10 III	灭弧杆 $155 \pm 3$	上出线端	$122 \pm 2$
	主触头 $66 \pm 2$		$66 \pm 2$

## 五、三相合分闸同期性调整

- 三相合分闸同期性调整用手动慢合闸慢分闸操作进行。

采用 36V 单相工频电源，按图 2-2-1 接线，手动慢合闸或慢分闸时，三相灯泡应同时亮灭。相差较大时，可调整绝缘拉杆的长度使其尽量一致。如因传动机构间隙不均达不到同期合闸分闸时，以同期分闸（即灭灯）为主。

2. 合闸限位装置调整：合闸位置调整得是否合适，主要影响分合动作的可靠性，是通过保证死点机构的间隙和合闸位限位止钉的间隙来达到的。

3. 分合闸同期性调整：调整绝缘拉杆、绝缘提升杆或导电杆的长度，以使开关分合闸的同期性符合产品厂家的要求。在调整同期性时，会影响动触头的行程，所以，在保证同期性时还应注意复测行程值，两者均应兼顾。

4. 触头行程的调整：动触头总行程、动触头接触静触头的超行程、动静触头分断时的断开距离应符合产品厂家的要求。变动传动拉杆、水平连杆或绝缘提升杆的长度，可调整动触头的总行程，同时也调整了超行程。

5. 分合闸速度调整：断路器分合闸速度不符合要求时，可按产品说明对缓冲器的压缩行程进行调整。弹簧缓冲器用于断路器合闸缓冲。油断路器缓冲用于断路器分闸缓冲。

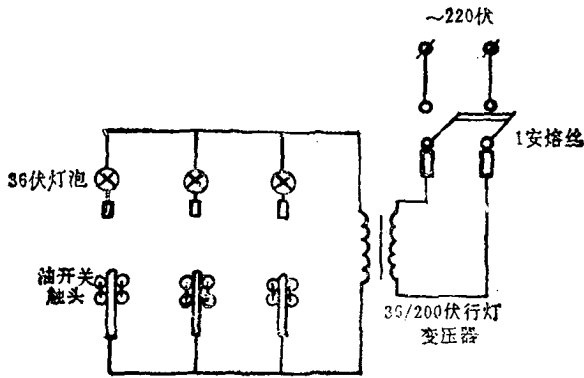


图 2-2-1 三相合闸分闸同期性调整

油缓冲器调整时，只需增减顶杆下的垫片或拧动顶杆以改变顶杆外伸长度即可。

调整弹簧缓冲器时，用手拧动弹簧两端的定位螺帽，或在弹簧与冲击板之间增减垫片以改变弹簧的长度即可达到调整的目的。

弹性缓冲器的调整可通过减少橡皮垫或金属片的数量即可达到调整的目的。

## 六、注 油

注油前，应检查断路器及其传动装置的所有连接部位应连接牢固；机构无变形，锁片销牢，防松螺母拧紧，闭口销张开；油断路器内部不得遗留任何杂物，顶盖及检查孔密封良好。注油的要求如下：

1. 注油的油箱及内部绝缘部件应用合格的绝缘油冲洗干净。
2. 所注的绝缘油的牌号和技术性能应符合制造厂的规定及国家标准的规定，并经试验合格后方可注入油断路器中。试验电压见表 2-2-3。

表 2-2-3 绝缘油试验电压要求表 (KV)

系统线电压	绝缘强度试验电压
< 6	25
6 ~ 10	30

3. 所用汽油工具如漏斗、油桶、油抽子等均必须擦净水分和污物，再用合格油冲洗 2~3 次，然后将油从顶罩排气孔处注入断路器中，直至油面和油标刻线相合。

4. 每组油断路器（三相）所需油量参见表 2-2-4。

表 2-2-4 油断路器注油量参考表

型号	每组断路器油量 (kg)
NS10-10 I	5~6
NS10-10 II 000-500	8
NS10-10 III 1250-750	8



续表

型号	每组断路器油量 (kg)
NS10 - 10Ⅲ <sup>2000</sup> <sub>3000</sub> - 750	12

5. 注油到规定油位，静置 25h，再取油样作耐压试验，断缘强度应符合规定。如不符合规定，必要时重新过滤，直到合格为止。

6. 未注油的油断路器，不得进行下述手动及电动合、分闸操作，以免油缓冲器无油而损坏。

## 七、手动合闸与分闸

1. 手动操作工具进行油开关慢速合、分闸操作各三次，传动机构应动作正确、灵活、无卡涩现象，合闸、分闸可靠。必要时，可调整操动机构的有关调整螺栓。
2. 用手动操作工具进行油断路器手动正常合闸、快速分闸及自由脱扣操作各三次，动作应正确、灵活、可靠，必要时加以调整。
3. 合、分闸指示牌的位置应正确。

## 八、电动合闸与分闸

1. 准备操作电源，其种类、电压、容量应符合操动机构的要求。
2. 用 5000V 摇表测量合闸、分闸线圈的绝缘电阻，不得低于 1MΩ。
3. 按施工图纸将操作电源接到油断路器控制电路的接线端子。
4. 电动操作合、分闸各三次，油断路器动作应正确、灵活、可靠。

## 九、油断路器试验

1. 试验项目：

- (1) 测量绝缘拉杆的绝缘电阻；
- (2) 交流耐压试验；
- (3) 测量每根导电回路的电阻；
- (4) 测量油断路器的分、合闸时间；
- (5) 测量油断路器的分、合闸速度；
- (6) 测量油断路器主触头分、合闸的同期性；
- (7) 测量油断路器合闸电阻的投入时间及电阻值；
- (8) 测量油断路器分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻及直流电阻；
- (9) 油断路器的操动机构试验；
- (10) 断路器电容器试验；

- (11) 绝缘油试验；  
 (12) 压力表及压力动作阀的校验。

2. 由有机物制成的绝缘拉杆的绝缘电阻值在常温下不应低于表 2-2-5 (1) 的规定。

表 2-2-5 有机物绝缘拉杆的绝缘电阻标准

额定电压 (kV)	3~15	20~35
绝缘电阻值 (MΩ)	1200	3000

3. 交流耐压试验，应符合下列规定：

- (1) 应在断路器合闸状态下进行，试验电压标准见表 2-2-6。

表 2-2-6 断路器绝缘的交流耐压试验电压标准 (kV)

额定电压	最高工作电压	交流耐压试验电压	
		出厂	交接
3	3.5	18	16
6	6.9	23	21
10	11.9	30	27

(2) 35kV 及以下的断路器应按相间及对地进行耐压试验；

(3) 对 35kV 及以下户内少油断路器及联络用的断路器，可在分闸状态下按上述标准进行断口耐压。

4. 测量每相导电回路电阻，应符合下列规定：

(1) 电阻值及测试方法应符合产品技术条件的规定；

(2) 主触头与灭弧触头并联的断路器，应分别测量其主触头和灭弧触头导电回路的电阻值。

5. 测量断路器的分、合闸时间应在产品额定操作电压、液压下进行。实测数值应符合产品技术条件的规定。

6. 测量断路器分、合闸速度，应符合下列规定：

(1) 测量应在产品额定操作电压、液压下进行。实测数值应符合产品技术条件的规定；

(2) 电压等级在 15kV 及以下的断路器，除发电机出线断路器和与发电机主母线相连的断路器应进行速度测量外，其余的可不进行。

7. 测量断路器主触头的三根或同相各断口分、合闸的同期性，应符合产品技术条件的规定。

8. 测量断路器合闸电阻的投入时间及电阻值，应符合产品技术条件的规定。

9. 测量断路器分闸电阻的投入时间及电阻值，应符合产品技术条件的规定。

10. 测量断路器分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻值不应低于 10MΩ，直流电阻值与产品出厂试验值相比应无明显差别。

11. 断路器操动机构的试验，应符合下列规定：

(1) 合闸操作。

a. 当操作电压、液压在表 2-2-7 范围内时，操动机构应可靠动作。

表 2-2-7 断路器操动机构合闸操作试验电压、液压范围

电压		液压
直流	交流	
35% ~ 110% $U_n$	85% ~ 110% $U_n$	按产品规定的最低、最高值

注：对电磁机构，当断路器关合电流峰值小于 50kA 时，直流操作电压范围为 80% ~ 110%  $U_n$ 。 $U_n$  为额定电压。

b. 弹簧、液压操动机构的合闸线圈以及电磁操动机构的合闸接触器的动作要求，均应符合上项的规定。

(2) 脱扣操作。

a. 直流或交流的分闸电磁铁，在其线圈端钮处测得的电压大于额定值的 65% 时，应可靠地分闸；当此电压小于额定值的 30% 时，不应分闸。

b. 附装失压脱扣器的，其动作特性应符合表 2-2-8 的规定。

表 2-2-8 附装失压脱扣器的脱扣试验

电源电压与额定电源电压的比值	小于 35% <sup>①</sup>	大于 65%	大于 85%
失压脱扣器的工作状态	铁芯应可靠地释放	铁芯不得释放	铁芯应可靠地吸合

注：①当电压缓慢下降至规定比值时，铁芯应可靠地释放。

c. 附装过电流脱扣器的，其额定电流规定不小于 2.5A，脱扣电流的等级范围及其准确度，应符合表 2-2-9 的规定。

表 2-2-9 附装过流脱扣器的脱扣试验

过流脱扣器的种类	延时动作的	瞬时动作的
脱扣电流等级范围 (A)	2.5 ~ 10	2.5 ~ 15
每级脱扣电流的准确度	± 10%	
同一脱扣器各级脱扣电流准确度	± 5%	

注：对于延时动作的过流脱扣器，应控制造厂提供的脱扣电流与动作时延的关系曲线进行核对。

另外，还应检查在预定延时终了前主回路电流降至返回值时，脱扣器不应动作。

(3) 模拟操动试验。

a. 当具有可调电源时，可在不同电压、液压条件下，对断路器进行就地或远控操作，每次操作断路器均应正确、可靠地动作，其联锁及闭锁装置回路的动作应符合产品及设计要求；当无可调电源时，只在额定电压下进行试验。

b. 直流电磁或弹簧机构的操动试验，应按表 2-2-10 的规定进行；液压机构的操动试验应按表 2-2-11 的规定进行。

表 2-2-10 直流电磁或弹簧机构的操动试验

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值 (%)	操作次数
合、分	110	3
合闸	85 (80)	3
分闸	65	3
合、分、重合	100	3

注:括号内数字运用于装有自动重合闸装置的断路器及表 2-2-7 “注” 的情况。

表 2-2-11 液压机构的操动试验

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值 (%)	操作液压	操作次数
合、分	110	产品规定的最高操作压力	3
合、分	100	额定操作压力	3
合	85 (80)	产品规定的最低操作压力	3
分	65	产品规定的最低操作压力	3
合、分、重合	100	产品规定的最低操作压力	3

注:①括号内数字适用于装有自动重合闸装置的断路器。

②模拟操动试验应在液压的自动控制回路能准确、可靠动作状态下进行。

③操作时，液压的压降允许值应符合产品技术条件的规定。

12. 断路器的电容器，应测量绝缘电阻、电容值。

13. 绝缘油试验，应按第四章第一节第二十六条执行。

对灭弧室、支柱瓷套等相互隔绝的断路器，应自各部件中分别取油样试验。

14. 压力动作阀的动作值，应符合产品技术条件的规定；压力表指示值的误差及其变差，均应在产品相应等级的允许误差范围内。

## 十、空气断路器安装与调整

1. 空气断路器及其附件安装前，应进行下列检查：

(1) 外表应完好，无影响其性能的损伤。

(2) 环氧玻璃钢导气管不得有裂纹、剥落和破损。

(3) 绝缘拉杆表面应清洁无损伤, 绝缘应良好, 端部连接部件应牢固可靠, 弯曲度不超过产品的技术规定。

(4) 瓷套与金属法兰间的粘合应牢固密实, 法兰结合面应平整, 无外伤或铸造砂眼。

(5) 灭弧室、分合闸阀、启动阀、主阀、中间阀、控制阀和排气阀及触头的传动活塞等应作部分或整体的解体检查, 制造厂规定不作解体且具体保证的部件除外。

(6) 均压电容器的检查应符合下列规定:

- a. 套管芯律应无弯曲或滑扣。
- b. 引出线端连接用的螺母、垫圈应齐全。
- c. 外壳应无显著变形, 外表无锈蚀, 所有接缝不应有裂缝或渗油。

(7) 高强度支柱瓷套外观检查有疑问时, 应经探伤试验, 不得有裂纹、损伤, 并不得修补。

2. 空气断路器的基础或支架应符合前面所述的“基础验收”的要求。

3. 空气断路器的安装应在无雨雪及无风沙天气下进行; 部件的解体检查宜在室内或棚内进行。

4. 空气断路器部件的解体检查, 应符合下列要求:

(1) 从动阀、主阀、中间阀、控制阀、排气阀等阀门系统及灭弧动触头的传动活塞;

a. 活塞、套筒、弹簧、胀圈等零件应完好、清洁、无锈蚀; 滑动工作面涂以产品规定的润滑剂;

b. 橡皮密封垫(圈)应无扭曲、变形、裂纹、毛刺, 并应具有良好的弹性; 密封垫(圈)应与法兰面或法兰面上的密封槽的尺寸配合;

c. 阀门的排气孔、控制延时用的气孔以及阀门进出气管的承接口应通畅;

d. 阀门的金属法兰面应清洁、平整、无砂眼;

e. 组装时, 活塞胀圈的张口应互相错开; 活塞运动灵活, 无卡阻; 弹簧应保持原有的压缩程度。

(2) 灭弧室的主、辅灭弧触头、并联电阻、均压电容:

a. 触头零件应紧固, 灭弧触指弹簧应完整, 位置准确, 触指上的镀银层应完好;

b. 灭弧室内部应清扫干净, 部件的装配尺寸及灭弧动触头传动活塞的行程应符合产品要求; 喷口的安装方向正确;

c. 测得的并联电阻、均压电容值应符合产品的规定。

(3) 传动部件:

a. 转轴清洁, 并涂以适合当地气候的润滑脂;

b. 传动机构系统应动作灵活可靠。

5. 空气断路器底座的安装, 应符合下列要求:

(1) 底座应安装稳固, 三相底座相间距离误差不应大于 5mm。

(2) 支持瓷套的法兰面应水平; 三相联动的空气断路器, 其相间瓷套法兰面宜在同一水平面上。

(3) 储气筒内部应无杂物, 并应用压缩空气吹净或吸尘器吹净。

6. 空气断路器的组装, 应符合下列要求:

(1) 瓷件、环氧玻璃钢导气管、绝缘拉杆等应保持清洁干燥。

(2) 所有部件的安装位置应正确, 并保持其应有的水平或垂直位置, 拉紧绝缘子的紧度应适当。

(3) 连接瓷套法兰所用的橡皮密封垫(圈)不应有变形、开裂或老化龟裂, 并应与密封槽尺寸相配合; 橡皮密封垫(圈)的压缩量不宜超过其厚度的  $1/3$  或按产品的技术规定执行。

(4) 灭弧室外接端子应光洁, 连接用软导线不应有断股。

(5) 空气断路器与其传动部分的连接应可靠, 防松螺母应拧紧, 转轴应涂以适合当地气候的润滑脂。

(6) 气管与部件的连接, 应使钢管的胀口与接头配合严密, 胀口不应有裂纹, 管子内部应洁净。

7. 控制柜、分相控制箱应封闭良好; 加热装置应完好。

8. 空气断路器的调整及操动试验, 应符合下列规定:

(1) 调整工作应包括下列内容:

a. 分、合闸及自动重合闸的最低动作气压及零气压闭锁。

b. 分、合闸及自动重合闸时的气压降。

c. 分、合闸及自动重合闸的动作时间。

(2) 调整及操动试验的要求:

a. 各项调整数据应符合产品要求; 阀门系统功能良好, 传动机构及缓冲器应动作灵活, 无卡阻。

b. 充气时应逐段增高压力, 并在各段气压下进行密封检查。升到最高工作气压时, 阀体、瓷套法兰、连接接头处应无漏气。

c. 各辅助开关接点应动作准确, 接触良好, 并应与空气断路器的分、合闸和自动重合闸的动作可靠地配合, 接点断开后的间隙应符合产品的技术规定。

d. 分、合闸位置指示器应动作灵活可靠, 指示正确。

(3) 调试完毕后, 应进行整组空气断路器的漏气量检查, 漏气量应符合产品的技术规定。在调整过程中, 应同时检查控制及通风干燥等低压系统, 气路应通畅。

## 十一、六氟化硫断路器的安装与调整

1. 六氟化硫断路器的基础或支架应符合前面所述的“基础验收”。

2. 安装前应进行下列检查:

(1) 零部件应齐全、清洁、完好。

(2) 灭弧室或罐体和绝缘支柱内预充的六氟化硫等气体的压力值和含水量应符合产品技术要求。

(3) 均压电容、合闸电阻值应符合制造厂的规定。

(4) 绝缘部件表面应无裂纹、无剥落或破损，绝缘应良好，绝缘拉杆端部连接部件应牢固可靠。

(5) 瓷套表面应光滑无裂纹、缺损，外观检查有疑问时应探伤检验；瓷套与法兰的接合面粘合应牢固，法兰结合面应平整、无外伤和铸造砂眼。

(6) 传动机构零件应齐全，轴承光滑无刺，铸件无裂纹或焊接不良。

(7) 组装用的螺栓、密封垫、密封脂、清洁剂和润滑脂等的规格必须符合产品的技术规定。

(8) 密度继电器和压力表应经检验。

3. 安装应在无风沙、无雨雪的天气下进行；灭弧密封检查组装时，空气相对湿度应小于 80%，并采取防尘、防潮措施。

4. 不应在现场解体检查，当有缺陷必须在现场解体时，应经制造厂同意，并在厂方人员指导下进行。

5. 组装要求如下：

(1) 按制造的部件编号和规定顺序进行组装，不可混装。

(2) 器身固定应牢固可靠、支架或底架与基础的垫片不宜超过三片，其总厚度不应大于 10mm；各片间应焊接牢固。

(3) 同相各支柱瓷套的法兰面宜在同一水平面上，各支柱中心线间距离的误差不应大于 5mm，相间中心距离的误差不应大于 5mm。

(4) 所有部件的安装位置正确，并按制造厂规定要求保持其应有的水平或垂直位置。

(5) 密封槽面应清洁，无划伤痕迹；已用过的密封垫（圈）不得使用；涂密封脂时，不得使其流入密封垫（圈）内侧面与六氟化硫气体接触。

(6) 应按产品的技术规定更换吸附剂。

(7) 应按产品的技术规定选用吊装器具、吊点和吊装程序。

(8) 密封部位的螺栓应使用力矩扳手紧固，其力矩值应符合产品的技术规定。

(9) 断路器调整后的各项动作参数，应符合产品的技术规定。

6. 断路器和操动机构的联合动作，应符合下列要求：

(1) 在联合动作前，断路器内必须充有额定压力的六氟化硫气体。

(2) 位置指示器动作应正确可靠，其分、合位置应符合断路器的实际分、合状态。

(3) 具有慢分、慢合装置者，在进行快速分、合闸前，必须先进行慢分、慢合操作。

## 十二、真空断路器的安装与调整

1. 安装应垂直，固定应牢靠，相间支持瓷件在同一水平面上。

2. 三相联动杠杆的拐臂应在同一水平面上，拐臂角度一致。

3. 安装完毕后，应先进行手动缓慢分、合闸操作，无不良现象时方可进行电动分、合闸操作。

4. 真空断路器的行程、压缩行程及三相同期性，应符合产品的技术规定。

## 十三、断路器操动机构的安装

操动机械的安装，应符合下列要求：

1. 操动机构固定应牢靠，底座或支架与基础间的垫片不宜超过 3 片，总厚度不应超过 20mm，并与断路器底座标高相配合，各片间应焊牢。
2. 操动机构的零部件应齐全，各转动部分应涂以适合气候条件的润滑脂。
3. 电动机转向应正确。
4. 各种接触器、断路器、微动开关、压力开关和辅助开关的动作应准确可靠，接点应接触良好，无烧损或锈蚀。
5. 分、合闸线圈的铁芯应动作灵活，无卡阻。
6. 加热装置的绝缘及控制元件的绝缘应良好。

## 第二节 隔离开关安装

### 一、隔离开关安装前，按下列要求进行检查

1. 开关型号、规格应符合设计要求。
2. 接线端子及载流部分应清洁，且接触良好，触头镀银层无脱落。
3. 绝缘子表面应清洁，无裂纹、破损、焊接残留斑点等缺陷；瓷体与铁件粘合应牢固。
4. 隔离开关的底座转动部分应灵活，并应涂以适合当地气候条件的润滑脂。
5. 操动机构的零部件应齐全，所有固定连接部分应紧固，转动部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

### 二、隔离开关可安装在墙上或钢构架上

安装在墙上应理好底脚螺栓或预埋铁件。安装在钢架上，应先在钢架上钻孔用紧固螺栓固定。

10kV 隔离开关和操作手柄在墙上安装见图 2-2-2。

安装操动机构时，应根据设计图纸来配制开关与机构之间的连杆。操动机构（图 2-2-3）固定在支架上并使其扇形板与隔离开关上的拐臂在同一垂直平面上。

连杆连接之前应将弯接头连接在开关的拐臂上，直接头连接在扇形板的舌头上，然后把调节元件拧入直接头。连杆应在开关和操动机构处于合闸位置时进行装配，测好连杆的长度再下料。连杆一般用 20mm 的钢管制作。连杆加工好后将其一端与



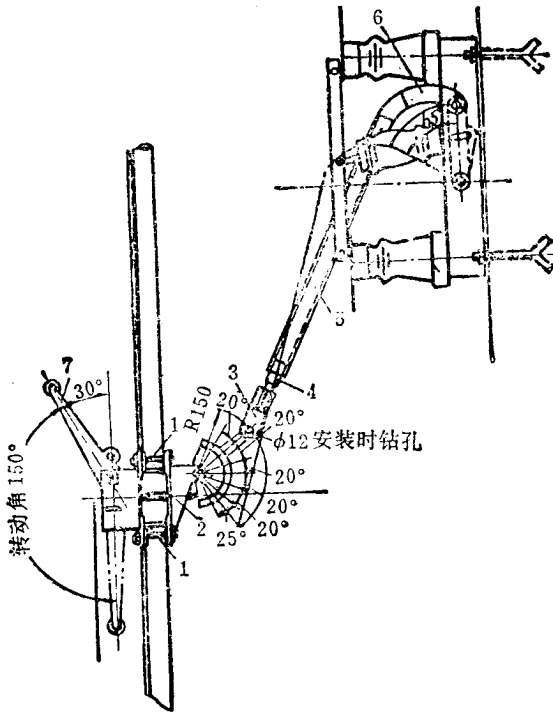


图 2-2-2 10kV 隔离开关在墙上安装图

1—角钢；2—操动机构；3—直连开关；4—调节元件，  
5—连杆，—6—弯连接头；7—操作手柄

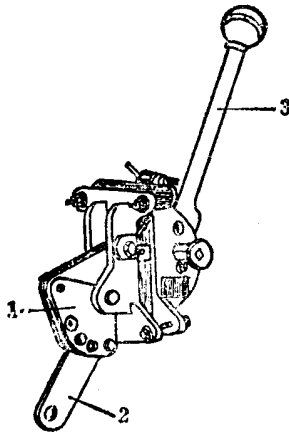


图 2-2-3 手操动机构图

1—扇形板；2—舌头；3—手柄

弯连接头焊接，另一端与调节元件焊接。

在室内间隔墙的两面，以共同的双头螺栓安装隔离开关时，应保证其中一组隔离开关拆除后，不影响另一侧隔离开关的固定。

### 三、隔离开关的组装应符合下列规定

1. 隔离开关的相间距离与设计要求之差不应大于 10mm；相间连杆应在同一水平线上。
2. 支柱绝缘子应垂直于底座平面（V 型隔离开关除外），且连接牢固；同一绝缘子柱的各绝缘子中心线应在同一垂直线上；向相各绝缘子柱的中心线应在同一垂直平面内。
3. 隔离开关的各支柱绝缘子间应连接牢固；安装时可用金属垫片校正其水平或垂直偏差，使触头相互对准、接触良好；其缝隙应用腻子抹平后涂以油漆。
4. 均压环（罩）和屏蔽环（罩）应安装牢固、平正。

### 四、安装隔离开关的有关规定

1. 隔离开关合闸后，触头间的相对位置、备用行程以及分闸状态时触头间的净距或拉开角度应符合产品的技术规定。
2. 具有引弧触头的隔离开关，由分到合时，主动触头接触前压弧触头应先接触；从合到分时，触头的断开顺序应相反。
3. 三相联动的隔离开关的触头接触时，其前后相差值应符合产品技术规定。
4. 隔离开关的导电部分应符合下列规定：
  - （1）以  $0.05\text{mm} \times 10\text{mm}$  的塞尺检查：对于线接触应塞不进去；对于面接触，其塞入深度：在接触表面宽度为 50mm 及以下时，不应超过 4mm；在接触表面宽度为 60mm 及以上时，不应超过 6mm。
  - （2）接触表面平整、清洁、无氧化膜，并应涂以落层中性凡士林或复合脂；载流部分的可挠连接不得有折损，载流部分表面应无严重的凹陷及锈蚀。
  - （3）触头间应接触紧密，两侧的接触压力应均匀。且符合产品技术规定。
  - （4）设备接线端子应涂以薄层电力复合脂。
5. 隔离开关的闭锁装置应动作灵活、准确可靠；带有接地刀刀的隔离开关，接地刀刀与主触头间的机械或电气闭锁应准确可靠。
6. 隔离开关及负荷开关的辅助开关应安装牢固，并动作准确，接触良好，其安装位置应便于检查；装于室外时，应有防雨措施。

### 五、调试步骤及要求

#### （一）调试步骤

在开关本体、操作机构，连杆全部装好后进行。步骤如下：

1. 第一次操作开关时，应慢慢合闸和分闸。合闸时应观察触刀有无侧向撞击，如有穿击现象，可用改变触头的位置使触刀片刚好插入触头。触刀插入触头的深度应不小

于 90%，但也不应过大，以免冲击绝缘子的端部。触刀与触头的底闸应保持 3~5mm 间隙，否则调整直连接头而改变连杆的长度，或调节开关轴上的制动螺丝，改变轴的旋转角度，都可以调整触刀插入的深度。

2. 调整三相触刀合闸的同期性，一般可借助于调整升降绝缘子连接螺丝的长度，这样可以改变触刀的位置，而使触刀能同时投入。

3. 调整触刀两边的弹簧压力，使接触情况符合第二节第四条的规定。

4. 隔离开关如果带有辅助接点时，应进行调试。调整接点转臂上的一排斜孔及手柄与辅助接点间的连杆长度，使之发出分闸信号的接点在触刀通过全部行程的 75% 后开始动作；而发出合闸信号的接点不得在触刀与静触头闭合之前动作。

5. 开关粗调完毕，应经 3~5 次的试操作，操作过程中再行细调，直至完全合格后，才将开关转轴上的拐臂位置固定，然后钻孔，并打入  $\phi 8 \sim 10\text{mm}$  的圆锥销，使转轴和拐臂永久紧固。

## （二）传动装置的安装及调整

传动装置安装及调整的要求如下：

1. 拉杆应校直，其与带电部分的距离应符合现行国家标准《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》的有关规定；当不符合规定时，允许弯曲，但应弯成与原杆平行。

2. 拉杆的内径应与动机构的直径相配合，两者间的间隙不应大于 1mm；连接部分的销子不应松动。

3. 当拉杆损坏或折断可能接触带电部分而引起事故时，应加装保护环。

4. 延长轴、轴承、联轴器、中间轴轴承及拐臂等传动部件，其安装位置应正确，固定应牢靠；传动齿轮应咬口准确，操作轻便灵活。

5. 定位螺钉应按产品的技术要求进行调整，并加以固定。

6. 所有传动部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

7. 接地刀刃转轴上的扭力弹簧或其它拉伸式弹簧应调整到操作力距最小，并加以固定；在垂直连杆上涂以黑色油漆。

## （三）操动机构的安装与调整

具体要求如下：

1. 操动机构应安装牢固，同一轴线上的操动机构安装位置应一致。

2. 电动或气动操作前，应先进行多次手动分、合闸，机构动作应正常。

3. 电动机的转向应正确，机构的分、合闸指示应与设备的实际分、合闸位置相符。

4. 相构动作应平稳，无卡阻、冲击等异常情况。

5. 限位装置应准确可靠，到达规定分、合极限位置时，应可靠地切除电源或气源。

6. 管路中的管接头、阀门、工作缸等不应有渗漏现象。

7. 机构箱密封垫应完整。

8. 气动机构的空气压缩机及空气管路还应符合有关规范的规定。

## 六、隔离开关试验项目与要求

1. 隔离开关试验项目，应包括下列内容。

- (1) 测量绝缘电阻；
- (2) 交流耐压试验；
- (3) 检查操动机构线圈的最低动作电压；
- (4) 操动机构的试验。

2. 隔离开关的有机材料传动杆的绝缘电阻值，在常温下不应低于  $1200\text{M}\Omega$  (3 ~ 15kV)。

3. 交流耐压试验标准见表 2-2-12。

表 2-2-12 隔离开关交流耐压试验标准

额定电压 (kV)	最高工作电压 (kV)	交流耐压试验值 (kV)	
		出厂	交接
3	3.5	25	25
6	6.9	32	32
10	11.5	42	42

4. 检查操动机构线圈的最低动作电压，应符合制造厂的规定。

5. 操动机构的试验，应符合下列规定：

(1) 动力式操动机构的分、合闸操作，当其电压或气压在下列范围时，应保证隔离开关的主闸刀或接地闸刀可靠地分闸和合闸。

a. 电动机操动机构：当电动机接线端子的电压在其额定电压的 80% ~ 110% 范围内时；

b. 压缩空气操动机构：当气压在其额定气压的 85% ~ 110% 范围内时；

c. 二次控制线圈和电磁闭锁装置：当其线圈接线端子的电压在其额定电压的 80% ~ 110% 范围内时。

(2) 开关的机械或电气闭锁装置应准确可靠。

注：(1) 1、(2) 项所规定的气压范围为操动机构的储气筒的气压数值。

(2) 具有可调电源时，可进行高于或低于额定电压的操动试验。

## 七、在验收时应提交下列资料文件

1. 变更设计的证明文件。
2. 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。
3. 电气安装施工记录 (表 2-2-13)。
4. 调整试验记录。

## 5. 备品、备件及专用工具清单。

### 第三节 负荷开关安装

一、负荷开关的安装调试同隔离开关。10kV 负荷开关及操作手柄在墙上安装见图 2-2-4。

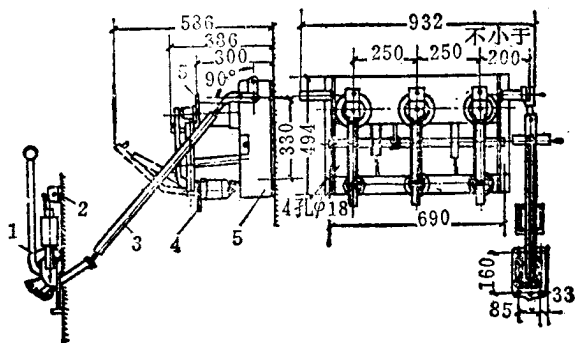


图 2-2-4 10kV 负荷开关在墙上安装图

1—操动机构；2—辅助开关；3—连杆；4—接线板；5—负荷开关

负荷开关的安装调整，还应符合下列规定：

1. 在负荷开关合闸时，主固定触头应可靠地与主刀刃接触；分闸时，三相的灭弧刀片应同时跳离固定灭弧触头。
2. 灭弧筒内产生气体的有机绝缘物应完整无裂纹，灭弧触头与灭弧筒的间隙应符合要求。
3. 负荷开关三相触头接触的同期性和分闸状态时触头间净距及拉开角度，应符合产品的技术规定。
4. 带油的负荷开关的外露部分及油箱应清理干净，油箱内应注入合格油并无渗漏。
5. 所有传动部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

## 二、负荷开关试验

1. 试验项目：

- (1) 测量绝缘电阻；
- (2) 测量负荷开关导电回路的电阻；
- (3) 交流耐压试验；
- (4) 检查操动机构线圈的最低动作电压；

表 2-2-13

电气安装施工记录

单位工程名称		分部、分项名称	
内容：(配线规格、施工方法、接头情况、安装位置、标高等)			

施工技术负责人

记录人： 年 月 日

(5) 操动机构的试验。

2. 负荷开关的有机材料传动杆的绝缘电阻值，不应低于  $1200M\Omega$ 。
3. 测量负荷开关导电回路的电阻值及测试方法应符合产品技术条件规定。
4. 交流耐压试验，应符合下述规定，三相同一流作的负荷开关，应按相间还相对地进行耐压试验，其余均按相对地或外壳进行。试验电压应符合表 2-2-12 的规定。此外，还应按产品技术条件规定进行每个断口的交流耐压试验。
5. 检查操动机构线圈的最低动作电压，应符合制造厂的规定。
6. 操动机构的试验，应符合第二十一条 5 的要求。

### 三、验收时应提交的文件同第二十二条

## 第四节 高压熔断器安装和人工接地开关安装

### 一、高压熔断器的安装，应符合下列要求

1. 带钳口的熔断器，其熔丝管应紧密地插入钳口内。
2. 装有动作指示路的熔断器，应便于检查指示器的动作情况。
3. 跌落式熔断器的熔管的有机绝缘物应无裂纹、变形；熔管轴线与铅垂线的夹角应为  $15^\circ \sim 30^\circ$ ，其转动部分应灵活；跌落时不应碰及其它物体而损坏熔管。
4. 熔丝的规格应符合设计要求，且无弯曲、压扁或损伤，熔体与尾线应压接紧密牢固。

### 二、高压熔断器试验项目与要求

1. 试验项目：

(1) 测量绝缘电阻；

- (2) 测量高压限流熔丝管熔丝的直流电阻；
  - (3) 交流耐压试验；
  - (4) 检查熔断器的安装接触情况。
2. 测量绝缘电阻，当电压为 3~15kV 时不低于 1200M $\Omega$ 。
  3. 测量高压限流熔丝管熔丝的直流电阻值，与同型号产品相比不应有明显差别。
  4. 交流耐压试验应按表 2-2-12 的规定。
  5. 检查高压熔断器的安装应牢固，接触应良好。

### 三、人工接地开关安装

人工接地开关的安装与调整，除符合以上各节介绍的有关规定外，还应遵守下列规定：

1. 人工接地开关的动作应灵活可靠，其合闸时间应符合继电保护的要求；
2. 人工接地开关的缓冲器应经详细检查，其压缩行程应符合产品的技术规定。

## 第三章 电缆线路安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于电压为 10kV 及以下新建的一般工业与民用建筑电缆线路安装工程。

### 第一节 一般规定

一、电缆敷设时，不应破坏电缆沟和隧道的防水层。

二、在三相四线制系统中使用的电力电缆，不应采用三芯电缆另加一根单芯电缆或导线，以电缆金属护套等作中性线等方式。

在三相系统中，不得将三芯电缆中的一芯接地运行。

三、三相系统中使用的单芯电缆，应组成紧贴的正三角形排列（充油电缆及水底电缆可除外），并且每隔 1m 应用绑带扎牢。

四、并联运行的电力电缆，其长度应相等。

五、电缆敷设时，在电缆终端头与电缆接头附近可留有备用长度。直埋电缆尚应在全长上留出少量裕度，并作波浪形敷设。

六、电缆各支持点间的距离应按设计规定。当设计无规定时，则不应大于表 2-3-1 中所列数值。

表 2-3-1 电缆支持点间的距离 (m)

敷设方式 电缆种类		支 架 上 敷 设①		钢索上悬吊敷设	
		水 平	垂 直	水 平	垂 直
电 力 电 缆	无油电缆	1.5	2.0	—	—
	橡塑及其他油浸纸绝缘电缆	1.0	2.0	0.75	1.5
控制电缆		0.8	1.0	0.6	0.75

注：①包括沿墙壁、构架、楼板等非支架固定。

七、电缆的弯曲半径不应小于表 2-3-2 的规定。

表 2-3-2 电缆最小允许弯曲半径与电缆外径的比值 (倍数)

电 缆 种 类	电缆护层结构	单 芯	多 芯
油浸纸绝缘电力电缆	铠装或无铠装	20	15



续表

电 缆 种 类	电缆护层结构	单 芯	多 芯
橡皮绝缘电力电缆	橡皮或聚氯乙烯护套	—	10
	裸铅护套	—	15
	铅护套钢带铠装	—	20
塑料绝缘电力电缆	铠装或无铠装	—	10
控制电缆	铠装或无铠装	—	10

八、油浸纸绝缘电力电缆最高与最低点之间的最大位差不应超过表 2-3-3 的规定。

表 2-3-3 油浸纸绝缘电力电缆最大允许敷设位差 (m)

电压等级 (kV)		电缆护层结构	铅 套	铝 套
粘性油浸 纸绝缘电 力电缆	1~3	无 铠 装	20	25
		有 铠 装	25	25
	6~10	无铠装或有铠装	15	20
		20~36	无铠装或有铠装	5
充油电缆			按产品规定	—

注：①不滴流油浸纸绝缘电力电缆无位差限制；

②水底电缆线路的最低点是指最低水位的水平面。

当不能满足要求时，应采用适应于高位差的电缆，或在电缆中间设置塞止式接头。

九、电缆敷设时，电缆应从盘的上端引出，应避免电缆在支架上及地面摩擦拖拉。电缆上不得有未消除的机械损伤（如铠装压扁、电缆绞拧、护层拆裂等）。

十、用机械敷设电缆时的牵引强度不宜大于表 2-3-4 的数值。

表 2-3-4 电 缆 最 大 允 许 牵 引 强 度

牵引方式	牵 引 头		钢 丝 网 套	
	铜 芯	铝 芯	铅 套	铝 套
允许牵引强度 (MPa)	0.7	0.4	0.1	0.4

十一、油浸纸绝缘电力电缆在切断后，应将端头立即铅封；塑料绝缘电力电缆；也应有可靠的防潮封端。

充油电缆在切断后还应符合下列要求：

1. 在任何情况下，充油电缆的任一段都应设有压力油箱，以保持油压；
2. 连接油管路时，应排除管内空气，并采用喷油连接；
3. 充油电缆的切断处必须高于邻近两侧的电缆，避免电缆内进气；
4. 切断电缆时应防止金属屑及污物侵入电缆。

十二、敷设电缆时，如电缆存放地点在敷设前 24h 内的平均温度以及敷设现场的温度低于表 2-3-5 的数值时，应采取电缆加温措施，否则不宜敷设。

表 2-3-5 电缆最低允许敷设温度

电 缆 类 别	电 缆 结 构	最低允许敷设温度(℃)
油浸纸绝缘电力电缆	充油电缆	-10
	其他油浸纸绝缘电缆	0
橡皮绝缘电力电缆	橡皮或聚氯乙烯护套	-15
	裸铅套	-20
	铅护套钢带铠装	-7
塑料绝缘电力电缆		0
控制电缆	耐寒护套	-20
	橡皮绝缘聚氯乙烯护套	-15
	聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套	-10

十三、电力电缆接头盒的布置应符合下列要求：

1. 并列敷设电缆，其接头盒的位置应相互错开；
2. 电缆明敷时的接头盒，须用托板（如石棉板等）托置，并用耐电弧隔板与其他电缆隔开，托板及隔板应伸出接头两端的长度各不小于 0.6m；
3. 直埋电缆接头盒外面应有防止机械损伤的保护盒（环氧树脂接头盒除外）。位于冻土层内的保护盒，盒内宜注以沥青，以防水分进入盒内因冻胀而损坏电缆接头。

十四、电缆敷设时，不宜交叉，电缆应排列整齐，加以固定，并及时装设标志牌。

十五、标志牌的装设应符合下列要求：

1. 在下列部位，电缆上应装设标志牌：电缆终端头、电缆中间接头处；隧道及竖井的两端；人井内。
2. 标志牌上应注明线路编号（当设计无编号时，则应写明电缆型号、规格及起迄地点）；并联使用的电缆应有顺序号；字迹应清晰，不易脱落。
3. 标志牌的规格宜统一；标志牌应能防腐，且挂装应牢固。

十六、直埋电缆沿线及其接头处应有明显的方位标志或牢固的标桩。

十七、电缆固定时，应符合下列要求：

1. 在下列地方应将电缆加以固定：
  - (1) 垂直敷设或超过 45° 倾斜敷设的电缆，在每一个支架上；
  - (2) 水平敷设的电缆，在电缆首末两端及转弯、电缆接头两端处；
  - (3) 充油电缆的固定应符合设计要求。
2. 电缆夹具的形式宜统一。
3. 使用于交流的单芯电缆或分相铅套电缆在分相后的固定，其夹具的所有铁件不应构成闭合磁路。
4. 裸铅（铝）套电缆的固定处，应加软垫保护。

十八、沿电气化铁路或有电气化铁路通过的桥梁上明敷电缆的金属护层（包括电缆金属管道），应沿其全长与金属支架或桥梁的金属构件绝缘。

十九、电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物、盘（柜）以及穿入管子时，出入口应封闭，管口应密封。

二十、对于有抗干扰要求的电缆线路，应按设计规定作好抗干扰措施。

二十一、装有避雷针和避雷线的构架上的照明灯电源线，必须采用直埋地下的带金属护层的电缆或穿入金属管的导线。电缆护层或金属管必须接地，埋地长度应在 10m 以上，方可与配电装置的接地网相连或与电源线、低压配电装置相连接。

## 第二节 电缆直埋敷设

电缆直埋敷设是沿已选定的线路挖掘沟道，然后把电缆埋在地下沟道内。因电缆直埋在地下，不需要其他设施，故施工简便，造价低，电缆散热也好。一般在电缆根数较少、敷设距离较长时多用此法。

### 一、埋设要求

(一) 在电缆线路路径上有可能使电缆受到机械损伤、化学作用、地下电流、震动、热影响、腐植物质、虫鼠等危害的地段，应采用保护措施。

(二) 电缆埋设深度应符合下列要求：

1. 电缆表面距地面的距离不应小于 0.7m，穿越农田时不应小于 1m，66kV 及以上的电缆不应小于 1m；只有在引入建筑物、与地下建筑交叉及绕过地下建筑物处，可埋设浅些，但应采取保护措施。

2. 电缆应埋设于冻土层以下。当无法深埋时，应采取措施，防止电缆受到损坏。

(三) 电缆之间、电缆与其他管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小距离，应符合表 2-3-6 的规定。严禁将电缆平行敷设于管道的上面或下面。

表 2-3-6 电缆之间、电缆与管道、道路、建筑物之间  
平行和交叉时的最小允许净距

序号	项 目	最小允许净距 (m)		备 注
		平行	交叉	
1	电力电缆间及其与控制电缆间			①控制电缆间平行敷设的间距不作规定；序号 1、3 项，当电缆穿管或用隔板隔开时，平行净距可降低为 0.1m； ②在交叉点前后 1m 范围内，如电缆穿入管中或用隔板隔开，交叉净距可降低为 0.25m
	(1) 10kV 及以下	0.10	0.50	
	(2) 10kV 及以上	0.25	0.50	
2	控制电缆	—	0.50	
3	不同使用部门的电缆间	0.50	0.50	

续表

序号	项 目		最小允许净距 (m)		备 注
			平行	交叉	
4	热力管道 (管沟) 及热力设备		2.0	0.50	①虽净距能满足要求, 但检修管路可能伤及电缆时, 在交叉点前后 1m 范围内, 尚应采取保护措施; ②当交叉净距不能满足要求时, 应将电缆穿入管中, 则其净距可减为 0.25m; ③对序号第 4 项, 应采取隔热措施, 使电缆周围土壤的温升不超过 10℃; ④电缆与管径大于 800mm 的水管, 平行间距应大于 1m, 如不能满足要求, 应采取适当防电化腐蚀措施, 特殊情况下, 平行净距可酌减
5	油管道 (管沟)		1.0	0.50	
6	可燃气体及易燃液体管道 (管沟)		1.0	0.50	
7	其他管道 (管沟)		0.50	0.50	
8	铁路路轨		3.0	1.0	
9	电气化铁路路轨	交流	3.0	1.0	
		直流	10.0	1.0	
10	公 路		1.50	1.0	
11	城市街道路面		1.0	0.7	
12	电杆基础 (边线)		1.0	—	
13	建筑物基础 (边线)		0.3	—	
14	排水沟		1.0	0.5	
15	独立避雷针集中接地装置与电缆间		5.0		

注: 当电缆穿管或者其他管道有防护设施 (如管道保温层等) 时, 表中净距应从管壁或防护设施的外壁算起。

(四) 电缆与铁路、公路、城市街道、厂区道路交叉时, 应敷设于坚固的保护管 (钢管或水泥管) 或隧道内。管顶距轨道底或路面的深度不小于 1m, 管的两端伸出道路路基边各 2m; 伸出排水沟 0.5m; 在城市街道应伸出车道路面。管的内径应比电缆的外径大 1.5 倍。电缆钢保护管的直径可按表 2-3-7 选择。如选用钢管, 则应在埋设前将管口加工成喇叭形。

表 2-3-7 电统钢保护管管径选择表

钢管直径 (mm)	纸绝缘三芯电力电缆截面 (mm <sup>2</sup> )			四芯电力电缆截面 (mm <sup>2</sup> )
	1kV	6kV	10kV	
50	≤70	≤25	≤50	70 ~ 120 150 ~ 185 240
70	95 ~ 150	35 ~ 70	≤40	
80	185	95 ~ 150	70 ~ 120	
100	240	185 ~ 240	150 ~ 240	
			240	

电线与热力管线交叉或接近时，如不能满足表 2-3-6 所列数值要求，应在接近段或交叉点前后 1m 范围内作隔热处理，方法如图 2-3-1 所示。

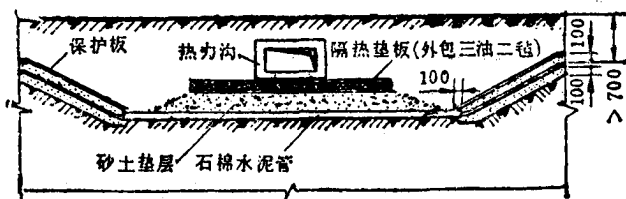


图 2-3-1 电缆与热力管线交叉隔热作法

(五) 直埋电缆的上、下方须铺以不小于 100mm 厚的软土或沙层，并盖以混凝土保护板，其覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm，也可用砖块代替混凝土盖板。

软土或沙子中不应有石块或其他硬质杂物。

(六) 堤坝上的电缆敷设，其要求与直埋电缆相同。

## 二、直埋电缆敷设程序

(一) 挖样洞。在设计电缆路线上先开挖试探样洞，以了解土壤情况和地下管线布置，如有问题，及时提出解决办法。样洞大小一般长为 0.4~0.5m，宽与深为 1m。开挖样洞的数量可根据地下管线的复杂程度决定，一般直线部分每隔 40m 左右开一个样洞；在线路转弯处、交叉路口和有障碍物的地方均需开挖样洞。开挖样洞时要仔细，不要损坏地下管线设备。

(二) 根据设计图纸及开挖样洞的资料决定电缆走向，用石灰粉画出开挖范围（宽度），一根电缆一般为 0.4~0.5m，两根电缆为 0.6m。

(三) 电缆需穿越道路或铁路时，应事先将过路导管全部敷设完毕，以便于敷设电缆顺利进行。

(四) 开挖电缆沟。挖土时应垂直开挖，不可上狭下宽，也不能掏空挖掘。挖出的土放在距沟边 0.3m 的两侧。如遇有坚石、砖块和腐植土则应清除，换填松软土壤。

施工地点处于交通道路附近或较繁华的地方，其周围应设置遮栏和警告标志（日间挂红旗、夜间挂红色桅灯）。电缆沟的挖掘深度一般要求为 800mm，还须保证电缆敷设后的弯曲半径不小于规定值。电缆接头的两端以及引入建筑物和引上电杆处，要挖出备用电缆的余留坑。

(五) 敷设电缆。要把准备工作作好，如整理土沟，在沟底上面铺上 100mm 厚筛过的软土或砂层作为电缆的垫层。然后在沟内放置滚柱，其间距与电缆单位长度的重量有关，一般每隔 3~5m 放置一个（在电缆转弯处应加放一个），以不使电缆下垂碰地为原则。然后按第（六）条所述的电缆拉引方法施工。

电缆放在沟底时，边敷设边检查电缆是否受伤。放电缆的长度不要控制过紧，应按全长预留 1.0%~1.5% 的裕量，并作波浪状摆放。在电缆接头处也要留出裕量。电缆铺设完后，再在电缆上面覆盖 100mm 的砂或软土，然后盖上保护板（或砖），覆盖宽度应超出电缆两侧各 50mm。极与板连接处应紧靠。在覆土前沟内有积水时应抽干。覆盖土要分层夯实，最后清理场地，做好电缆走向记录，并应在电缆引出端、终端、中间接

头、直线段每隔 100m 处和走向有变化的部位挂标志牌，注明线路编号、电压等级、电缆型号、截面、起止地点，线路长度等内容，以便维修。标志牌可采用 150\* 钢筋混凝土预制，安装方法见图 2-3-2。

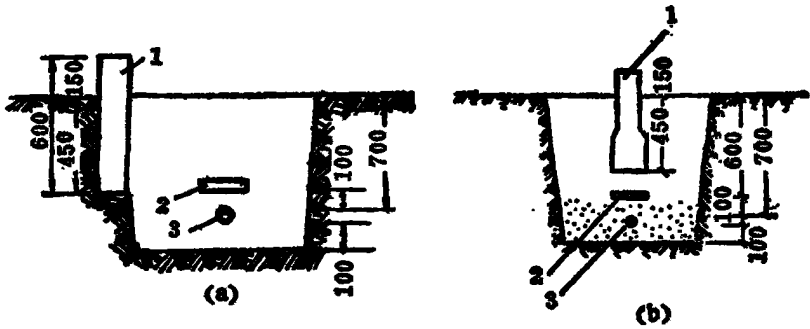


图 2-3-2 直埋电缆标志牌的装设

(a) 埋设于送电方向右侧；(b) 埋设于电缆沟中心

1—电缆标志牌；2—保护板；3—电缆

在含有酸碱、矿渣、石灰等场所，电缆不应直埋，如必须直埋，应采用缸瓦管、水泥管等防腐保护措施。

(六) 拉引电缆方法。拉引电缆可以参考使用以下两种方法：

1. 人力拉引

这种方法需要的施工人员较多，且人员要定位，电缆从盘的上端引出，见图 2-3-3。

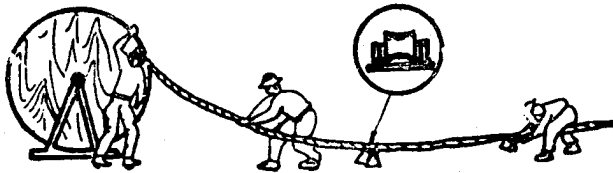


图 2-3-3 人力展放电缆

电缆展放中，在电缆盘两侧须有协助推盘及负责刹盘滚动的人员。为避免电缆受拖拉而损伤，可把电缆放在滚柱上。见图 2-3-4。

施工前先由指挥者做好施工交底工作。施工人员布局要合理，并要统一指挥，拉引电缆速度要均匀。电缆敷设行进的头人，必须对施工现场（电缆走向、顺序、排列、规格、型号、编号等）十分清楚，以防返工。拉引电缆时，可用特制的钢丝网套，套在电缆端头。

2. 机械拉引

当敷设大截面、重型电缆时，宜采用机械拉引方法。

机械拉引方法牵引动力有以下两种：

(1) 慢速卷扬机牵引：为保证施工安全，卷扬机速度在 8m/min 左右，不可过快，电缆也不宜太长，注意防止电缆行进时受阻而被拉坏。

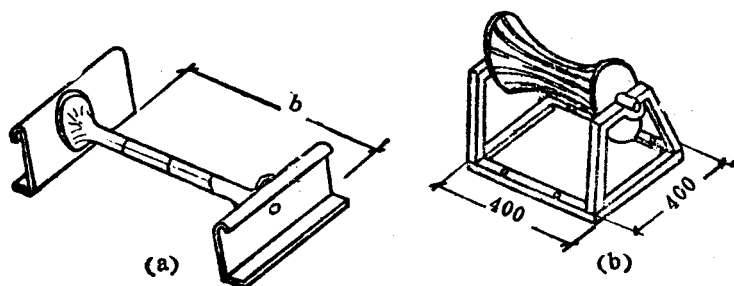


图 2-3-4 滚柱

(a) 金属；(b) 木质 b 可根据需要决定

(2) 拖拉机牵引旱船法：将电缆架在旱船上，在拖拉机牵引旱船骑沟行走的同时，将电缆放入沟内，见图 2-3-5。这种方法适用于冬季冻土、电缆沟及土质坚硬的场所。敷设前应先检查电缆沟，平整沟的顶面，沿沟行走一段距离，试验确无问题时方可进行。在电缆沟土质松软及沟的宽度较大时不宜采用。

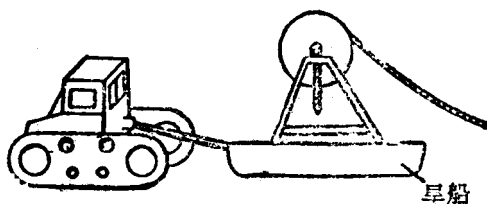


图 2-3-5 拖拉机牵引旱船展放电缆示意图

施工时，可用图 2-3-6 的做法，先将牵引端的线芯与铅（铝）包皮封焊成一体，以防线芯与外包皮之间相对移动。做法是将特制的拉杆插在电缆芯中间，用铜线绑扎后，再用焊料把拉杆、导体、铅（铝）包皮三者焊在一起（注意封焊严密，以防潮气入内）。

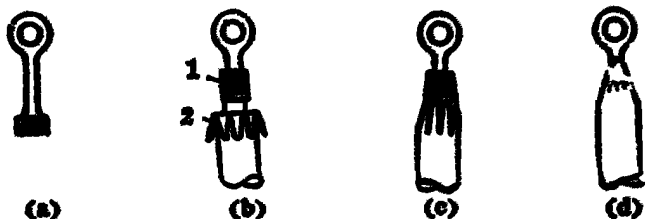


图 2-3-6 电缆末端封焊拉杆做法

(a) 拉杆；(b) 拉杆与电缆线芯绑扎在一起；(c) 封焊前；(d) 封焊后  
1—绑线；2—铅（铝）包

### 3. 机械化敷设电缆

在环境条件允许时，可采取机械化敷设电缆。现已有成套的设备可以使用，如无锡堰桥机械厂生产的 DLEJ-2 型电缆敷设机，由一个控制台、15 个电缆牵引机、120 个滑轮、15 个导向滑轮和两个电缆支架组成。各部分作用是：

控制台：电气控制台是电控主要设备，可同时控制 15 台牵引机的前进、后退、停

止动作，并装有音响信号装置。

牵引机：牵引机是敷设电缆的主要设备，基本上由上下排滚机构、电动变速箱、压紧机构、伞齿轮箱、支架外罩等组成（见图 2-3-7）。

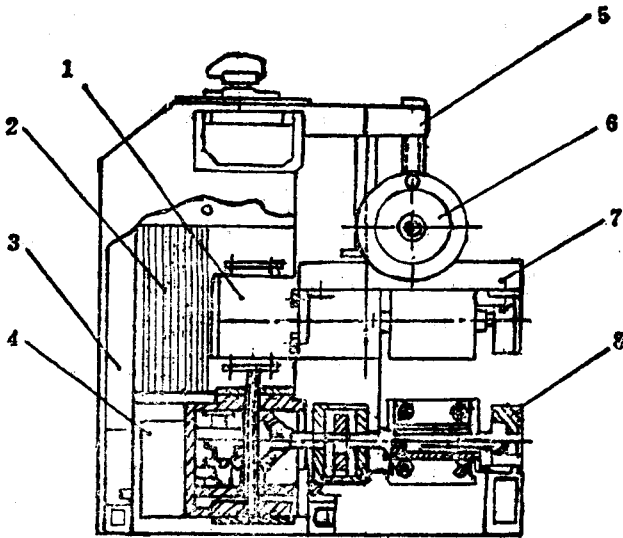


图 2-3-7 电缆牵引机

1—伞齿轮箱；2—电动机；3—框架；4—变速器；  
5—外罩；6—压紧机构；7—上排滚机构；8—下排滚机构

滑轮：滑轮主要用于撑托电缆，以减少敷设时电缆摩擦力，滑轮机构可以方便地固定在电缆支架上。

导向滑轮：导向滑轮固定在专用支架上，用于拐弯处的电缆导向，并确保电缆弯曲半径在允许范围内。电缆盘支架：电缆盘支架为机械式结构，靠丝杠的升降来托起或降落电缆盘，可承重 7t。该机的主要特性见表 2-3-8。

表 2-3-8 电缆牵引机主要特性

项 目	指 标
电动机	AT124 $P = 750W$ $n = 1400r/min$
牵引速度	15.8m/min
牵引机重量及牵引力	45kg/台, 1.5kN/台
敷设电缆外径	$\phi 15 \sim \phi 76mm$
传动比	$i = 19.45$
胶轮直径	$\phi 75mm$

牵引机：是电缆敷设机的主要设备。其工作原理是利用牵引机压紧机构，调节上下排滚之间的开合距离，使其距离略小于电缆外征。当敷设电缆时，启动牵引机带动上下排滚胶轮各自向相反的方向运动，只要把电线头穿入上下胶轮之间，电缆将随着胶轮的



转动沿着电缆敷设的方向往前运动。当电缆头穿出牵引机后，用人工将电缆放到滑轮上，由牵引机推向前进，实现电缆敷设的机械化。

电气控制台：敷设电缆过程中可在控制台上或任何一台牵引机上进行整套机组运转（前进、后退）及停止的操作，各牵引机上的转换开关（ZHK），可预置牵引机胶轮的转动方向。

该机设有短路保护、过负荷保护，同时控制台内的总电源开关采用漏电自动开关，当漏电或触电电流达 30mA 时，可在 0.1s 内切断总电源。

为保障电缆敷设中的人身安全，各牵引机通过电源线中所附的  $4\text{mm}^2$  导线，在控制台统一接地。

### 第三节 电缆在沟内敷设

就是先挖好一条电缆沟，沟的尺寸根据电缆多少而定（一般不宜超过 12 根），沟壁要用防水水泥砂浆抹面，电缆敷设在沟壁的角钢支架上，电缆间平行距离不小于 100mm，垂直距离不小于 15mm，如图 2-3-8 所示。最后盖上水泥板。这种敷设方式较直埋式投资高，但检修方便，能容纳较多的电缆。在厂区的变、配电所中应用很广。在容易积水的地方，应考虑开挖排水沟。

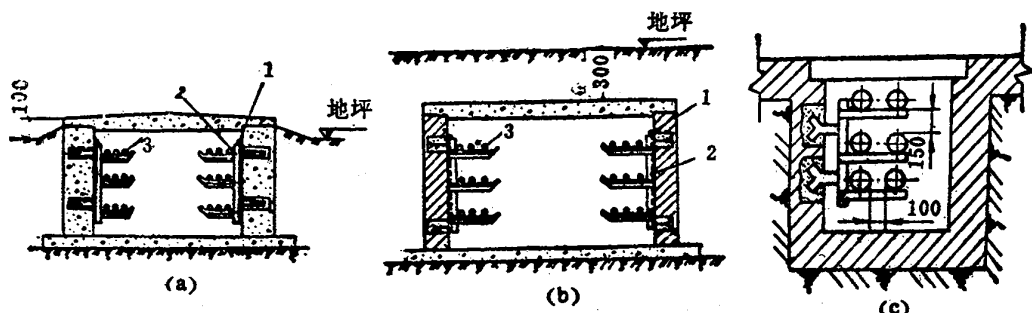


图 2-3-8 电缆沟敷设

(a) 室外电缆沟无覆盖层；(b) 室外电缆沟有覆盖层；(c) 室内电缆沟

1—接地线；2—支架；3—电缆

#### 沟内（隧道）敷设要求

一、电缆沟验收。电缆沟应平整，且有 1‰ 的坡度。沟内要保持干燥，并能防止地下水浸入。沟内应设置适当数量的积水坑，及时将沟内积水排出，一般每隔 50m 设一个，积水坑的尺寸以  $400 \times 400 \times 400\text{mm}$  为宜。

二、敷设在支架上的电缆，按电压等级排列，高压在上面，低压在下面，控制与通信电缆在最下面。如两侧装设电缆支架，则电力电缆与控制电缆、低压电缆应分别安装在沟的两边。电缆支架横撑间的垂直净距，无设计规定时，一般对电力电缆不少于 150mm；对控制电缆不小于 100mm。

三、在电缆沟内敷设电缆时，其水平间距不得小于下列数值：

1. 电缆敷设在沟底时，电力电缆间为 35mm，但不小于电缆外径尺寸；不同级电力电缆与控制电缆间为 100mm；控制电缆间距不作规定。
2. 电缆支架间的距离应按设计规定施工，当设计无规定时，则不应大于表 2-3-9 的规定值。

表 2-3-9 电缆支架之间的距离 (m)

电 缆 种 类	支 架 敷 设 方 式	
	水 平	垂 直
电力电缆 (橡胶及其他油浸纸绝缘电缆)	1.0	2.0
控制电缆	0.8	1.0

注：水平与垂直敷设包括沿墙壁、构架、楼板等处所非支架固定。

四、电缆支架自行加工时，钢材应平直，无显著扭曲。下料后长短差应在 5mm 范围内，切口无卷边、毛刺。钢支架采用焊接时，不要有显著的变形。支架上各横撑的垂直距离，其偏差不应大于 2mm。支架应安装牢固，横平竖直，同一层的横撑应在同一水平面上，其高低偏差不应大于 5mm。在有坡度的电缆沟内，其电缆支架也要保持同一坡度（此项也适用于有坡度的建筑物上的电缆支架）。

五、室内电缆沟盖应与地面相平，对地面容易积水的地方，可用水泥砂浆将盖间的缝隙境实。室外电缆沟无覆盖时，盖板高出地面不小于 100mm（图 2-3-8 (a)）；有覆盖层时，盖板在地面下 300mm（图 2-3-8 (b)）。盖板搭接应有防水措施。

六、沟内钢支架必须经过防腐处理。

## 第四节 电缆在排管内敷设

排管内敷设电缆就是将预制好的管块，见图 2-3-9，按需要的孔数以一定的形式排列，再用水泥浇成一个整体，适用于敷设塑料护套或裸铅包的电缆。

一、混凝土电缆管块的安装，应符合下列规定：

1. 管块顶部距地面不应小于 0.7m。
2. 管块沟底垫平夯实后，应铺设不小于 80mm 厚度的混凝土垫层。
3. 管块排列前，应清除孔内积灰，孔边应无毛刺。
4. 管块连接时，管孔应对正，接口封实，牢固可靠，承重地段应采用加强型做法。

二、挖沟、下排管。挖沟、下排管要先选好路线，按设计挖沟至要求深度后，在沟底垫以素土夯实，再铺以 1:3 水泥砂浆的垫层垫平。下排管之前，先清除管块内积灰、杂物，打磨孔的边缘毛刺，使管块内壁光滑。流通管孔的方法可用有两端柄铁制心轴（见图 2-3-10），心轴的直径比管块内径略小，用绳子拉住心轴的两端柄，在排管内来回拖动。

下排管时应使管块排列整齐，并朝电缆人井方向有一个不小于 1‰ 的坡度，以防管

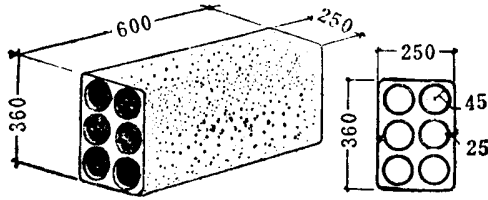
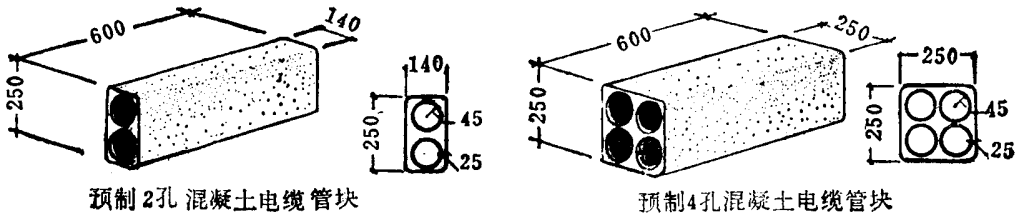


图 2-3-9 电缆管块



图 2-3-10 疏通排管的心轴



内积水。排管连接时，管孔应对正，接口处缠上纸条或塑料粘胶布（防砂浆进入），再用 1:3 水泥砂浆封实。在承重地段排管外侧可用 100 号混凝土作 80mm 厚的保护层，见图 2-3-11。

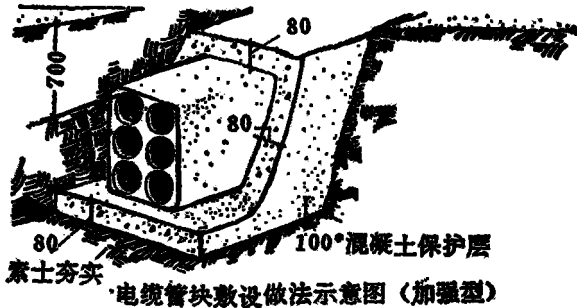
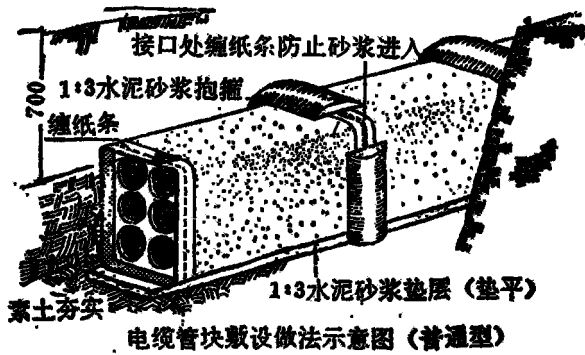


图 2-3-11 电缆管块敷设法

三、敷设电缆。将电缆盘放在电缆人孔井口的外边（井底较高一侧，先用表面无毛刺的钢丝绳与电缆的一端连接，钢丝绳的另一端穿过排管，引至另一人孔井的机械设备上，见图 2-3-12。拖拉电缆力量要均匀，也可在排管内壁或电缆护层上涂无腐蚀性的润滑剂。

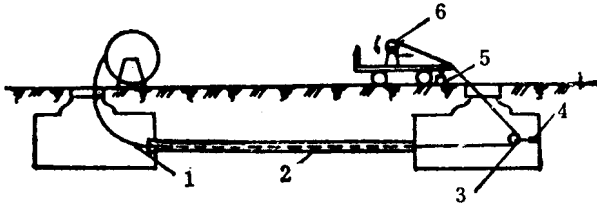


图 2-3-12 排管内电缆敷设方法

- 1—电缆；2—钢丝绳；3—滑轮；4—墙环；
- 5—千斤顶；6—卷扬机转轴

四、管块内径要求。敷设电缆的管块内径不应小于电缆外径的 1.5 倍，且不得小于 100mm。

每一根电力电缆应单独穿入一根管孔内。同一管孔内可穿入 3 根控制电缆，但裸铠装控制电缆不得与其他护层的电缆穿入同一管孔内。

五、电缆人孔井。电缆在管块内敷设时，为了抽拉电缆或做电缆连接，或是在排管分支、转弯处，均须安设电缆人孔井。电缆人孔井之间的距离，应按设计要求设置，无资料时，一般直线部分每隔 50~100m 设置一个，排管转弯、分支处也设人孔井。人孔井做法见图 2-3-13 和图 2-3-14。

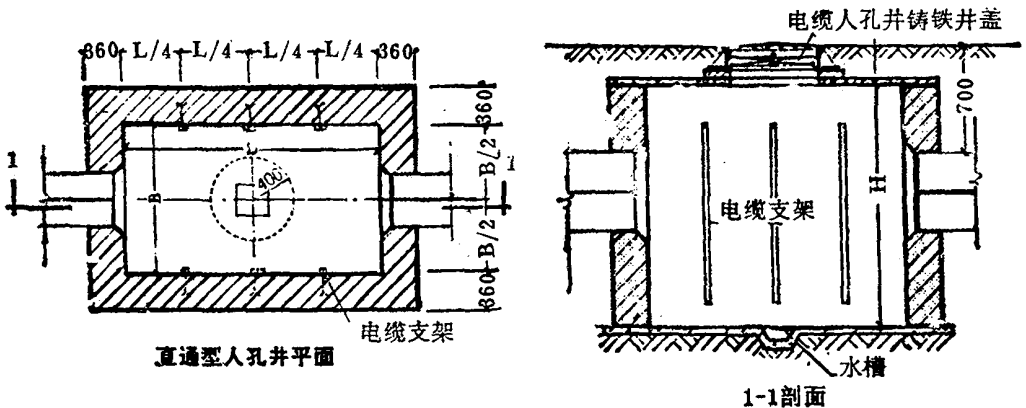


图 2-3-13 电缆人孔井图

图中的 A、B、C、L……等由具体的设计图纸给定。

### 第五节 电缆的明敷设

在土质具有较强腐蚀性（如化工厂附近）或电缆较多的地方，常采用在地面上建造

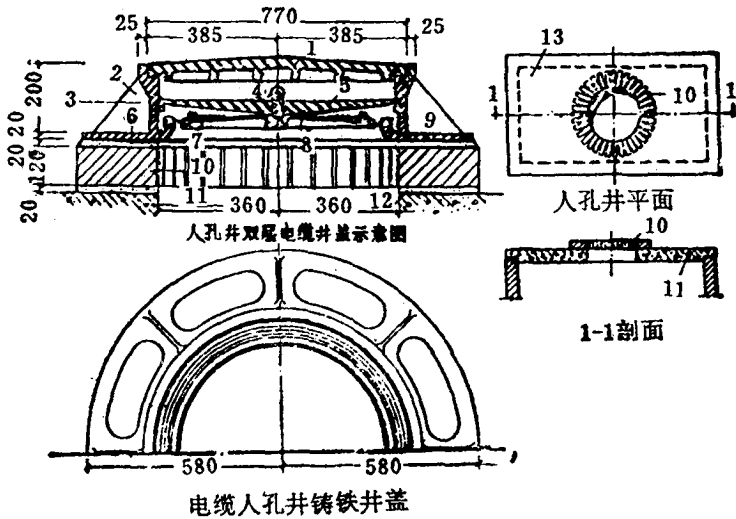


图 2-3-14 人孔井盖图

- 1—外盖；2—肋；3—横梁档；4—螺丝；5—横梁；6—水泥砂浆；7—拉手环；8—内盖；  
9—橡皮条；10—砖圈；11—钢筋混凝土板；12—水泥砂浆；13—钢筋混凝土板

电缆桥架的办法进行电缆明敷设。这种方法在室内、外均可使用，但在室外应尽量避免太阳直接照射。图 2-3-15 是电缆沿柱的敷设方法。电缆在构架上应按规定间距（与电缆沟内电缆间距离相同）排列。

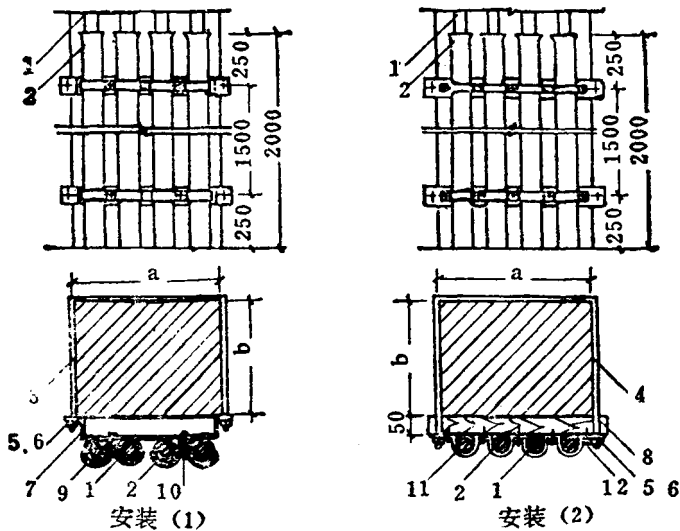


图 2-3-15 电缆支架沿柱安装

- 1—电缆；2—保护管；3、4—抱箍；5—螺母；6—垫圈；7—钢支架；  
8—木垫；9、11—管卡子；10—螺栓；12—木螺丝

a、b 尺寸由设计图纸给定。

敷设与安装要求。电缆明敷设所用的支架加工与安装要求、支架的间距，参阅电缆沟支架有关部分。

安装电缆时，在裸铝包。裸铅包、全塑电缆的固定卡子处，应垫以软衬垫保护，如毡条、泡沫塑料等。

1. 对单根电缆应采用简易方便的钢索敷设方法，见图 2-3-16 (1)，电缆固定点间的距离  $L$  应符合设计要求，无规定时，不应超过下列规定：

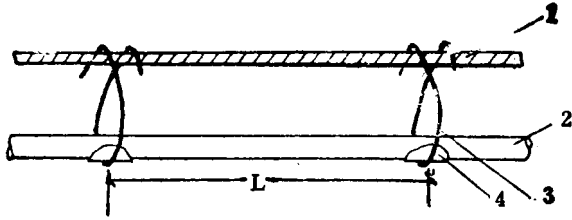


图 2-3-16 电缆在钢索上的安装

1—钢索；2—电缆；3—钢索挂勾；4—铁托片；

水平敷设：电力电缆为 0.75m，控制电缆为 0.6m；

垂直敷设：电力电缆为 1.5m，控制电缆为 0.75m。

2. 电缆支架沿梁安装见图 2-3-17。

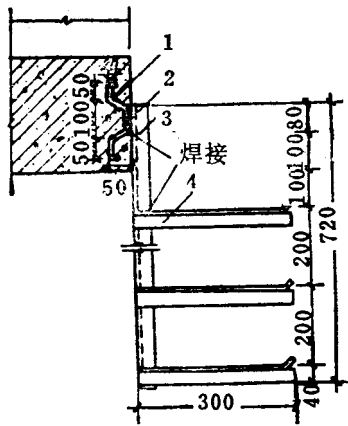


图 2-3-17 电缆支架沿梁安装

1—固定条（预埋）；2—连接板；3—主架；4—横撑

3. 电缆支架沿墙明装见图 2-3-18。

4. 电缆支架沿楼板下安装见图 2-3-19。

电缆穿过伸缩缝时，安装方式见图 2-3-20。

5. 电缆沿电缆架安装见图 2-3-21。

## 第六节 管道内电缆敷设

一、在下列地点，电缆应有一定机械强度的保护管或加装保护罩：

1. 电线进入建筑物、隧道、穿过楼板及墙壁处，见图 2-3-22 和图 2-3-23。

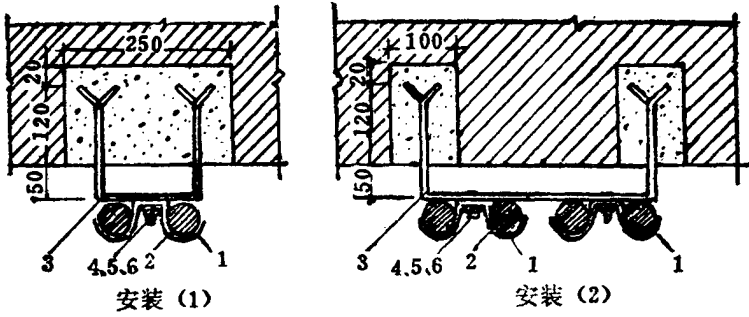


图 2-3-18 电缆支架沿墙安装

1—卡子；2—电缆；3—支架；4—螺栓；5—螺母；6—垫圈

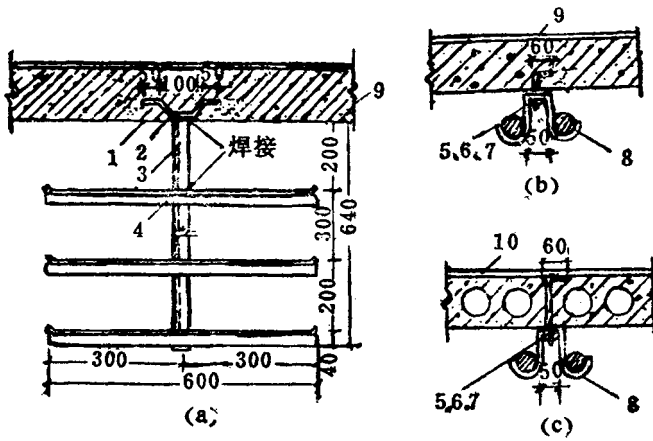


图 2-3-19 电缆支架在楼板下的安装

(a) 现浇板吊架安装；(b) 现浇板吊钩安装；(c) 预制板吊钩安装

1—固定条（预埋）；2—连接板；3—主架；4—横撑；5—螺栓；6—螺母；7—垫圈；8—管卡子；9—现浇板；10—预制板

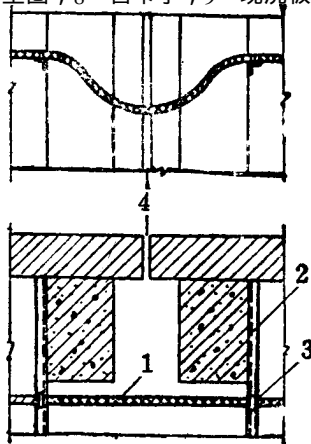


图 2-3-20 电缆过伸缩缝安装

1—电缆；2—固定架；3—电缆卡子；4—伸缩缝

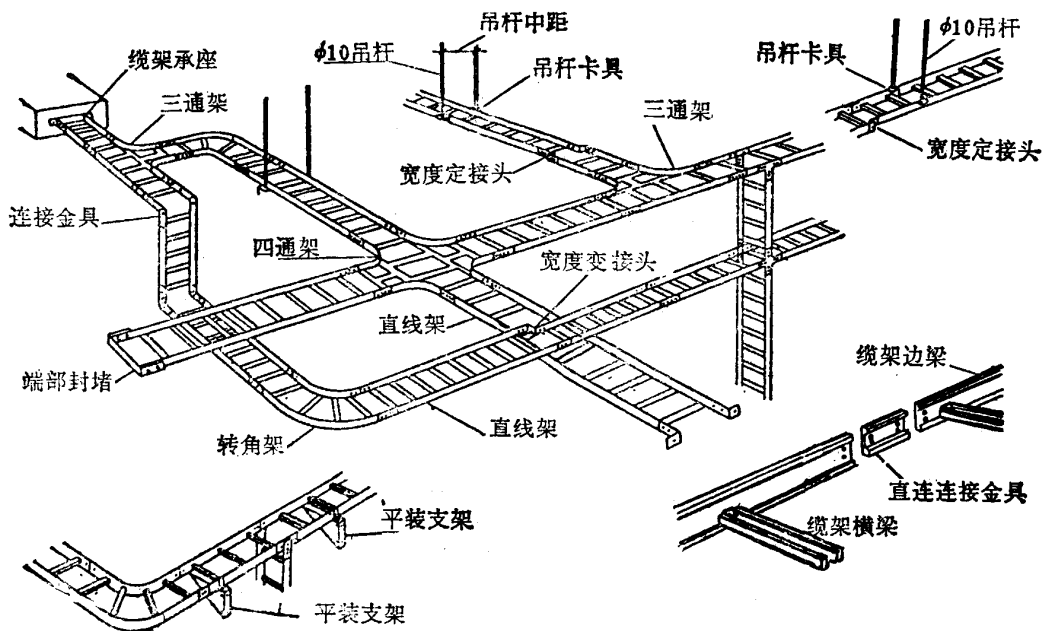


图 2-3-21 电缆架组装图

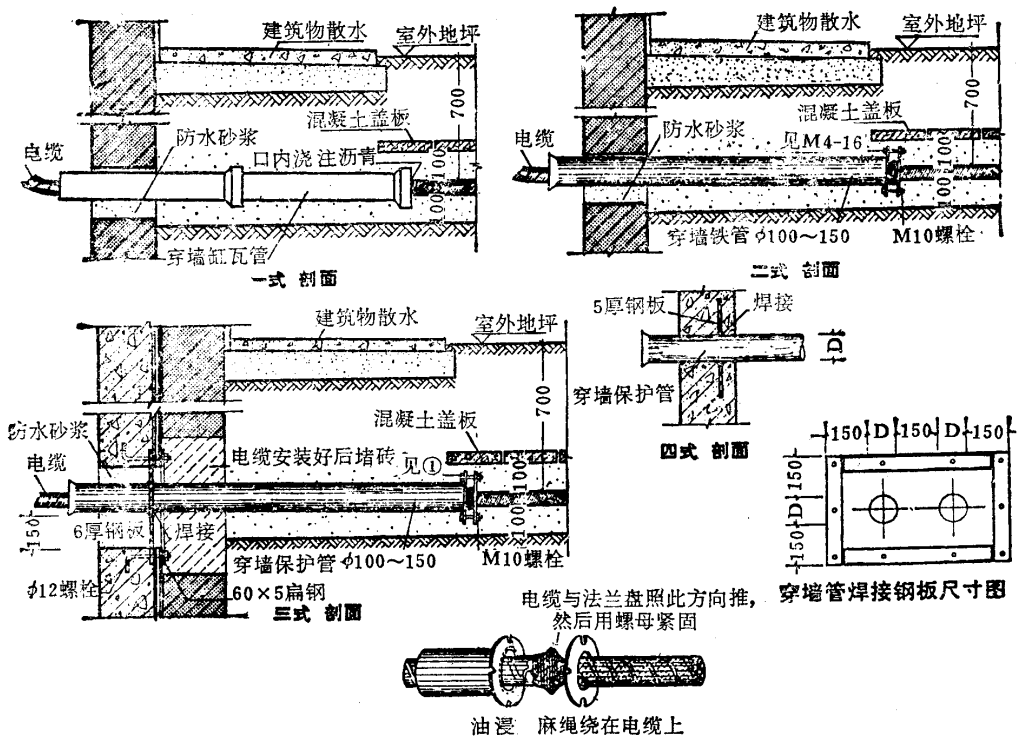


图 2-3-22 直埋电缆进入建筑物做法

2. 从沟道引至电杆、设备、墙外表面或房屋内行人容易接近处的电缆，距地面高



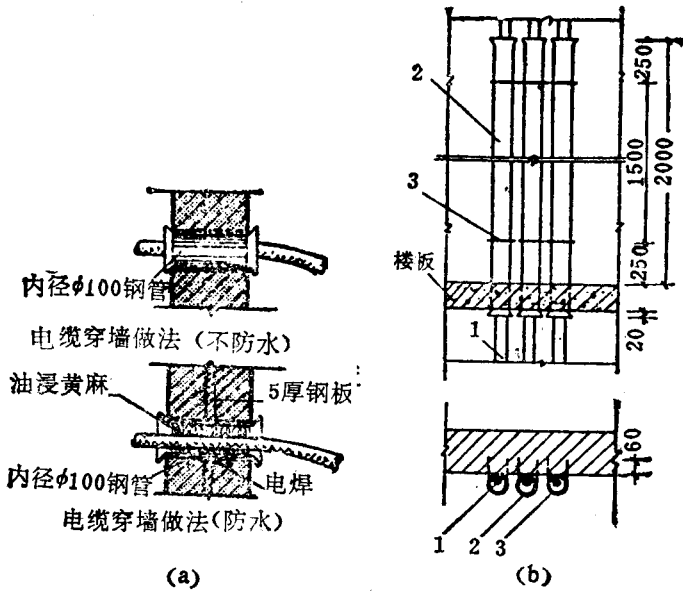


图 2-3-23 电缆穿墙、穿楼板做法图

(a) 电缆穿墙；(b) 电缆穿楼板

1—电缆；2—保护管；3—U型卡子

度 2m 以下的一段，见图 2-3-23 和图 2-3-24。

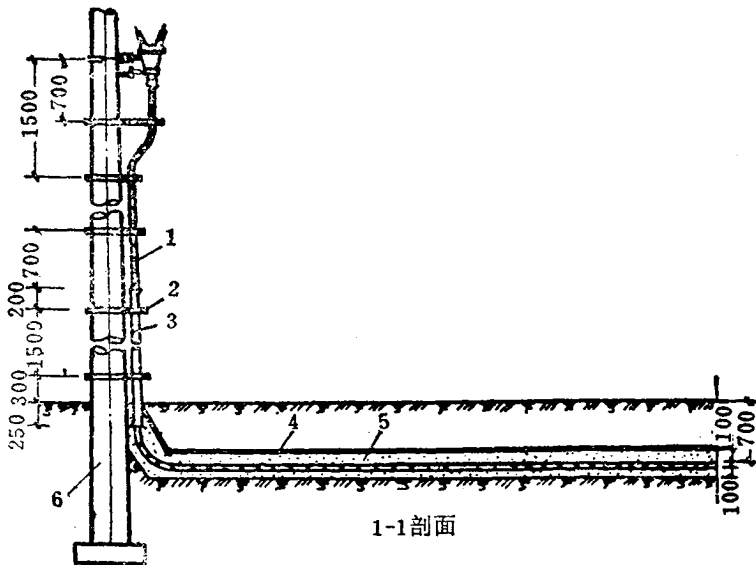


图 2-3-24 直埋电缆引至电杆做法

1—电缆；2—抱箍；3—保护管；4—保护板；5—砂或软土；6—电杆

3. 其他可能受到机械损伤的地方。如电缆保护管埋入地面的深度不应小于 100mm (埋入混凝土内的不作规定)，伸出建筑物散水坡的长度不应小于 250mm。保护罩根部应

与地面取平。

二、管道内部应无积水，且无杂物堵塞。穿电缆时，为避免护层损伤，可采用无腐蚀性的润滑剂。

三、电缆穿管时，应符合下列规定：

1. 每根电力电缆应单独穿入一根管内，但交流单芯电力电缆不得单独穿入钢管内；
2. 裸铠装控制电缆不得与其它外护层的电缆穿入同一根管内；
3. 敷设在混凝土管、陶土管、石棉水泥管内的电缆，宜使用塑料护套的电缆。

## 第七节 水底电缆的敷设

一、水底电缆应是整根的，但可有软接头。

二、通过河流的电缆，应敷设于河底坚固及河岸很少受到冲损的地方。在码头、停泊所、港湾、渡口及经常停船处敷设电缆时，应采取可靠的保护措施。

三、敷设于水中的电缆，必须贴于水底，有条件时宜埋于河床（海底）0.5m 以下，电缆间距按埋设方式或埋设机的工作活动能力而定。

四、水底电缆引至架空电力线路时，引出地面处离纤道不应小于 10m。

引到岸上的部分应加以保护（如穿入管中、加盖保护板等），保护范围为：下端应为最低水位时船只搁浅及撑篙达不到之处，上端高于最高洪水位。在保护范围的下端，电缆应固定。

五、在河床及河岸容易遭到冲刷的地方，不宜敷设电缆，如必须在此敷设时，应采取保护措施，防止损伤电缆。

六、电缆线路与小河或小溪交叉时，应置于金属或钢筋混凝土的电缆桥上，或穿入管内埋在河床下足够深处通过。

## 第八节 桥梁上电缆敷设

一、敷设于木桥上的电缆应穿在钢管中。敷设于其他结构的桥上的电缆，应放在人行道下的电缆沟中或穿在用耐火材料制成的管道中。如无人接触者，电缆也可裸露敷设在桥上，但应避免太阳直接照射，必要时可加装遮阳罩。

二、悬吊架设的电缆与桥架构架间应有不小于 0.5m 的净距，以免影响桥梁的维修作业。

三、敷设在经常受到震动的桥梁上的电缆，应有防震措施。桥墩两端和伸缩缝处的电缆，应留有松弛段，以防由于温度变化时结构胀缩而使电缆受到损坏。

四、交流电缆的裸金属护层应与桥梁的钢架及桁架有金属的连接。

## 第九节 电缆头制作

### 一、一般规定

1. 电缆终端头或电缆接头制作工作，应由经过培训有熟练技巧的技工担任；或在前述人员的指导下进行工作。

2. 电缆终端头及电缆接头制作时，应严格遵守制作工艺规程；充油电缆还应遵守油务及真空工艺等有关规程。

3. 室外制作电缆终端头及电缆中接头时，应在气候良好的条件下进行，并应有防止尘土和外来污染的措施。

在制作充油电缆终端头及电缆中接头时，对周围空气的相对湿度条件应严格控制。

4. 在制作电缆终端头与电缆中接头前应作好检查工作，并符合下列要求：

(1) 相位正确；

(2) 绝缘纸应未受潮，充油电缆的油样应合格；

(3) 所用绝缘材料应符合要求；

(4) 电缆终端头与电缆中接头的配件应齐全，并符合要求。

5. 不同牌号的高压绝缘胶或电缆油，不宜混合使用。如需混合使用时，应经过理化及电气性能试验，符合使用要求后方可混合。

6. 电力电缆的终端头、电缆中接头的外壳与该处的电缆金属护套及铠装层均应良好接地。接地线应采用铜绞线，其截面不宜小于  $10\text{mm}^2$ 。

单芯电力电缆金属护层的接地应按设计规定进行。

### 二、制作要求

1. 电缆头从开始剥切到制作完毕必须连续进行，一次完成，以免受潮。

2. 剥切电缆时不得伤及线芯绝缘。包缠绝缘时应注意清洁，防止污秽与潮气侵入绝缘层。

3. 高压电缆在绕包绝缘时，与电缆屏蔽应有不小于  $5\text{mm}$  间隙；绕包屏蔽时，与电缆屏蔽应有不小于  $5\text{mm}$  的重叠。

绝缘纸（带）的搭叠应均匀，层间应无空隙及抗皱。

4. 电缆终端头的出线应保持必要的电气间距，其带电引上部分之间及至接地部分的距离应符合表 2-3-10 的规定。终端头引出线的绝缘长度应符合表 2-3-11 的规定。

表 2-3-10 电缆头带电部分之间及至接地部分的距离

电 压 (kV)		最小距离 (mm)
户 内	6	100
	10	125
户 外		6~10
		200

表 2-3-11 电缆头引出线最小绝缘长度

电 压 (kV)	最 小 绝 缘 长 度 (mm)
6	270
10	315

5. 电缆终端头、电缆中间接头的铅封工作应符合下列要求：

- (1) 搪铅时间不宜过长，在铅封未冷却前不得撬动电缆；
- (2) 铝护套电缆搪铅时，应先涂擦铝焊料；
- (3) 充油电缆的铅封应分两层进行，以增加铅封的密封性。铅封和铅套均应加固。

6. 灌胶前，应将电缆终端头或电缆中间接头的金属（瓷）外壳预热去潮，避免灌胶后有空隙。

环氧树脂电缆终端头或电缆中间接头所用环氧复合物应搅拌均匀，浇灌时应防止气泡产生。

7. 直埋电缆中间接头盒的金属外壳及电缆的金属护套应作防腐处理。

8. 充油电缆供油系统的安装应符合下列要求：

- (1) 供油系统与电缆间应装有绝缘管接头；
- (2) 表计应安装牢固，室外表计应有防雨措施；施工结束后应进行整定；
- (3) 调整压力油箱的油压，使其在任何情况下都不应超过电缆允许的压力范围。

9. 电缆终端头、电缆中间接头及充油电缆的供油管路均不应有渗漏。

10. 按设计要求作好象鼻式电缆终端头的防震措施。

11. 单芯电缆护层保护器应密封良好，并应装在不与接触且易观察的地方，否则，应装设防护遮栏。

12. 电缆芯线连接时，所用连接管和接线端子的规格应相符。采用焊锡焊接铜芯线时，不应使用酸性焊膏。

13. 控制电缆在下列情况下可有电缆接头，但必须连接牢固，并不应受到机械拉力：

- (1) 当敷设的长度超过其制造长度时；
- (2) 必须延长已敷设竣工的控制电缆时；
- (3) 当消除使用中的电缆故障时。

14. 控制电缆终端头可采用干封或环氧树脂浇铸，制作方法同电力电缆终端头。其制作步骤如下：

(1) 按实际需要长度, 量出切割尺寸, 打好接地卡子, 即可剥去钢带和铅包;

(2) 剥除铅包后, 先将线芯间的填充物用刀割去, 分开线芯, 穿好塑料套管, 在铅包切口处向上 30mm 一段线芯上, 用聚氯乙烯带包缠 3~4 层, 边包边涂聚氯乙烯胶, 然后套上聚氯乙烯控制电缆终端套。

(3) 套好聚氯乙烯终端套以后, 其上口与线芯按合处再用聚氯乙烯带包缠 4~5 层, 边包边刷聚氯乙烯胶。如果在同一个配电柜内有许多控制电缆终端头, 则应保持剥切高度一致, 以利美观。

15. 环氧树脂浇注剂和涂料配方较多, 一般按表 2-3-12 和表 2-3-13 配制。

表 2-3-12 环氧树脂浇注剂配方

材料名称		配方编号	浇注剂配比(重量比)				
			1	2	3	4	5
环氧树脂	E-44 (E-51, E-42)		100	100	100	100	100
固化剂	聚酰胺树脂 651* (650*)	40 (80)		20	16~18	12~15	11~13
	$\beta$ -羟乙基乙二胺						
	多乙烯多胺						
	四乙烯五胺						
增韧剂	邻苯二甲酸二丁酯			15~20	15~20	15~20	15~20
	(聚酯树脂 304*)						
填料	石英粉 (180~270 目)	100~150	100~150	100~150	100~150	100~150	100~150
加入固定化剂时, 环氧树脂混合物的温度(℃)			50~70	30~50	48~55	48~55	48~55

注: 表中所列两种增韧剂, 配制时可任选其中一种。

表 2-3-13 环氧涂料配方

材料名称		配方编号	浇注剂配比(重量比)				
			1	2	3	4	5
环氧树脂	E-44 (E-51, E-42)		100	100	100	100	100
固化剂	聚酰胺树脂 651* (650*)	40 (80)		16	15~17	10~12	9~10
	$\beta$ -羟乙基乙二胺						
	多乙烯多胺						
	四乙烯五胺						
增韧剂	邻苯二甲酸二丁酯			10~15	10~15	10~15	10~15
	(聚酯树脂 304*)						

续表

材料名称		配方编号	浇注剂配比(重量比)				
			1	2	3	4	5
填 料	石英粉(180~270目)						
加入固定化剂时,环氧树脂混合物的温度(℃)			30~50	20~40	30~50	30~50	30~50

注:表中所列两种增韧剂,配制时任选其中一种。

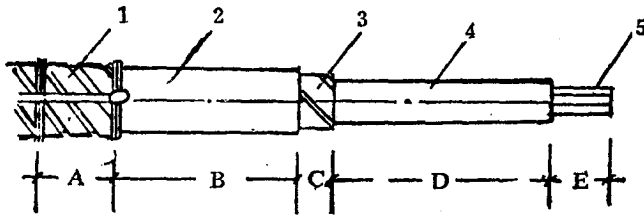
16. 封铅用的铅锡合金应采用 65% 铅、35% 锡(重量比)的比例配制。

### 三、NTH 型室内冷浇注环氧树脂电缆头。

1. NTH 型室内电缆终端头采用聚丙烯外壳和环氧树脂冷浇注工艺制作,主要工艺要求如下:

(1) 检验潮气:详见第四条 1。

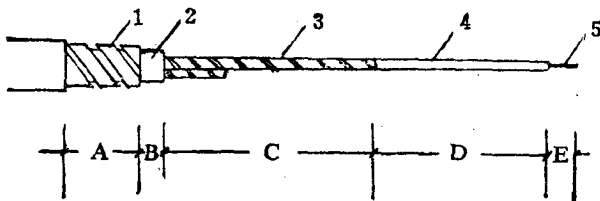
(2) 电缆剥剥:电缆终端头和中间接头应根据图 2-3-25 进行剥切。剥切尺寸应符合表 2-3-14、2-3-15、2-3-16 的规定。



(a)

(a) 纸绝缘电缆头剥切尺寸图

1—铠装, 2—铅包, 3—统包绝缘, 4—芯线绝缘, 5—芯线



(b)

(b) 全塑电缆头剥切尺寸图

1—铠装, 2—塑料内护套, 3—铜屏蔽层, 4—芯线绝缘, 5—芯线

图 2-3-25 电缆头剥切尺寸图

表 2-3-14 纸绝缘电力电缆终端头剥切尺寸 (mm)

电缆头型式	A	B	C	D	E
NTH 型	50	100	25	由安装位置决定	接线端子孔深加 5
NTN 型	50	150	25		
室内干包头	50	100	50		
WDC 型	50	200	25	420—接线端子孔深	
热缩电缆头	50	130	25	L—25	

表 2-3-15 全塑电缆终端头剥切尺寸 (mm)

电 压	A	B	C	D	E
6kV	20	5	0	325	线鼻子孔深 + 5
10kV	20	5	100 + 手套指长	500	

表 2-3-16 电缆中间接头的剥切尺寸 (mm)

中 间 接 头 型 式		A	B	C	D	E
铅 套 管 纸 绝 缘 电 缆 对 接 头	6kV, 10 ~ 150mm <sup>2</sup> 10kV, 16 ~ 120mm <sup>2</sup>	50	100	25	215—E	连接管 1/2 长度加 5
	6kV, 185 ~ 240mm <sup>2</sup> 10kV, 150 ~ 240mm <sup>2</sup>					
塑料盒全塑电缆对接头		20	5 ~ 10			

注：剥切尺寸参照图 2-3-24

(3) 绝缘涂包：按表 2-3-17 规定进行。

表 2-3-17 NTH 型室内电缆终端头附件和涂包材料

序号	名 称	材 料	附 注
1	外 壳	聚丙烯电缆终端盒	按表 2-3-18
2	浇 注 体	环氧树脂冷浇注剂	随电缆附件配套提供
3	统包涂包层	无碱玻璃丝带 (涂环氧涂料)	2 + 4 层
4	芯线涂包层 (壳内)	透明聚氯乙烯带	1 层
		耐油橡胶管	1 根/每芯
		无碱玻璃丝带 (涂环氧涂料)	4 层

续表

序号	名称	材料	附注
5	芯线包垫层(壳外)	透明聚氯乙烯带	1层
		(耐油橡胶管)	与序号4为同一根
		黑玻璃漆带	2层
		相色聚氯乙烯带	2层
		透明聚氯乙烯带	2层
6	端部涂包层	无碱玻璃丝带(涂环氧涂料)	充填(芯线与接线端子联接处)
		锡箔	填充(接线端子压坑)
		无碱玻璃丝带(涂环氧涂料)	4层
7	风车		1~2个

(4) 环氧树脂冷浇注剂和涂料: 环氧冷浇注剂和环氧冷涂料一般由电缆附件厂配套提供, 操作简便, 应优先采用。冷浇注剂也可按表 2-3-19 配方自行配制。

表 2-3-18 NTN 型终端头聚丙烯外壳

壳体型号	壳体高度 H (mm)	适用电缆芯线截面 (mm <sup>2</sup> )	
		0kV	10kV
1	148	10~25	—
2	167	35~70	16~50
3	190	95~185	70~150
4	210	240	185~240

表 2-3-19 环氧冷浇注剂配方

材料名称		配方编号	冷浇注剂配比(重量比)	
			1	2
环氧树脂	E-44(6101)		100	100
固化剂	聚酰胺树脂 651(650) $\beta$ -羟乙基乙二胺		40(80)	20
增韧剂	苯二甲酸二辛脂			15
稀释剂	501 <sup>#</sup>			15
发热剂	662 甘油环氧树脂			15
填料	石英粉(180~270目)		100~150	100

2. NTH 型室内电缆终端头结构见图 2-3-26。

注: 图中 H 为壳体高度。



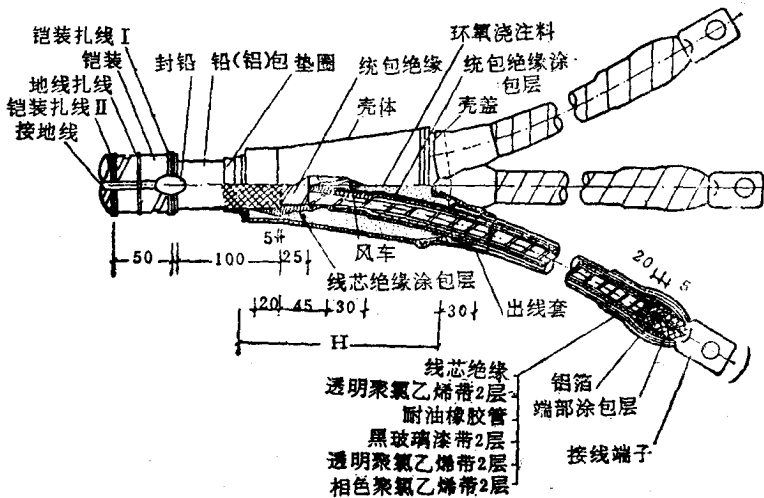


图 2-3-26 NTH 型室内聚丙烯电缆终端头

四、NTN 型室内沥青绝缘胶电缆终端头。NTN 型室内电缆终端头采用尼龙电缆终端盒和沥青绝缘胶浇注工艺制作。

1. 检验潮气：在电缆末端用清洁、干燥的工具，将贴近铅（铝）包皮的绝缘纸及贴近线芯的绝缘纸撕下几条作验潮试验，验潮方法有火检法和油检法两种，将撕下的绝缘纸用火点燃或浸入 150 ~ 160℃ 的电缆油中，如产生白色泡沫或有“嘶、嘶”声，表明绝缘已受潮。如已受潮则将受潮部位割除，直到无潮部位为止。

2. 电缆切割：按第三条 1.（2）进行。

3. 外壳选择：NTN 型终端头尼龙外壳见表 2-3-20。

表 2-3-20 NTN 型终端头尼龙外壳

壳体型号	壳体高度 H (mm)	适用电缆芯线截面 (mm <sup>2</sup> )	
		6kV	10kV
NTN-31	235	10 ~ 25	—
NTN-32	255	35 ~ 70	16 ~ 50
NTN-33	310	95 ~ 185	70 ~ 150
NTN-34	315	240	185 ~ 240

4. 绝缘包扎：NTN 型室内电缆终端头附件和包扎材料见表 2-3-21。

表 2-3-21 NTN 型室内电缆终端头附件和包扎材料

序号	名称	材料	备注
1	外壳	尼龙电缆终端盒	按第四条
2	浇注剂	沥青绝缘胶	按表 2-3-22

续表

序号	名称	材料	备注
3	统包包扎层	聚氯乙烯带 (风车 1 个)	5 层 (3+2)
		自粘性橡胶带 (风车 1 个)	5 层 (2+3)
		黑玻璃漆带 (风车 1 个)	5 层 (2+3)
4	芯线包扎层	透明聚氯乙烯带	1 层
		耐油橡胶管	1 根/每芯
		黑玻璃漆带	2 层
		相色聚氯乙烯带	2 层
		透明聚氯乙烯带	2 层
		自粘性橡胶带	10 层
5	芯线端部包扎层	透明聚氯乙烯带	填充 (芯线与接线端子联接处)
		锡箔	填充 (接线端子压坑)

5. 沥青绝缘胶应根据它的使用范围按表 2-3-22 选用。

表 2-3-22 沥青绝缘胶使用范围

产品编号	击穿电压 (kV)	软化点 (°C)	冻裂点 (°C)	浇灌温度 (°C)	使用范围
1 号	≥40	45~55	≤-45	140~150	严寒地区
2 号	≥40	55~65	≤-35	150~160	寒冷地区
3 号	≥15	65~75	≤-30	160~170	较冷地区
4 号	≥30	75~85	≤-25	170~180	温暖地区
5 号	≥30	85~95	≤-25	180~190	南方或有高温设备室区

6. NTN 型室内电缆终端头结构, 见图 2-3-27。

五、10kV 交联聚乙烯电缆头。交联聚乙烯电缆终端头采用绝缘带包绕工艺制作。

1. 检验潮气: 参见第四条 1。
2. 电缆切剥: 按图 2-3-25 和表 2-3-25。
3. 绝缘包缠: 10kV 交联聚乙烯电缆终端头附件和包装材料见表 2-2-23。

表 2-3-23 10kV 交联聚乙烯电缆终端头附件和包绕材料

序号	名称	材料	备注
1	统包层	自粘性橡胶带 塑料手套 (防潮锥)	填充 (手套内) 1 只 手套袖筒下部和手指上部

续表

序号	名称	材料	备注
2	芯线层	塑料胶粘带 相色塑料胶粘带 (应力锥)	2层 1层
3	端部	(防潮锥) 塑料雨罩(室内电缆头不装)	1只/每芯
4	防潮层	自粘性橡胶带 塑料胶粘带	2层
5	应力锥	自粘性橡胶带 半导体布带 熔丝屏蔽层 塑料胶粘带	包绕或橄榄形 (电缆本身所有)  2层

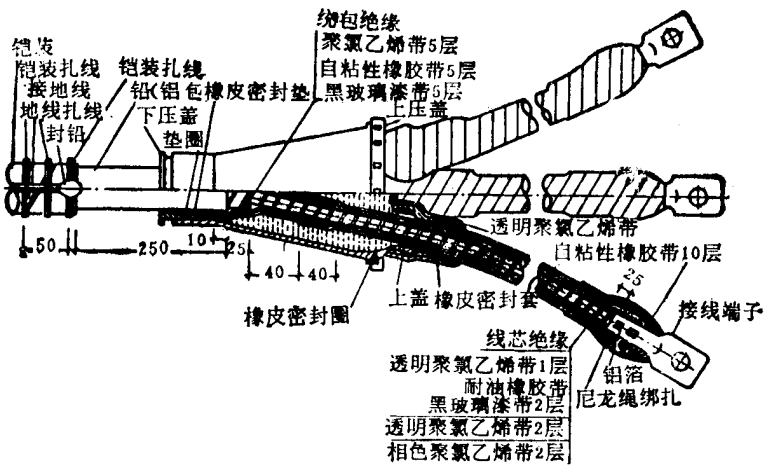


图 2-3-27 NTN 型室内绝缘胶电缆终端头

4. 附件选择：全塑电缆终端头附件见表 2-3-24、表 2-3-25。

表 2-3-24 三叉塑料手套

手套型号	尺寸(全长×手指长)(mm)	适用电缆截面(三芯 10kV)(mm <sup>2</sup> )
ST-35	160×75	16~35
ST-36	195×90	50~70
ST-37	215×100	95~150
ST-38	235×110	185~240

表 2-3-25

塑料雨罩

雨罩型号	适用电缆芯线截面 (10kV) (mm <sup>2</sup> )
YS-1	16~50
YS-2	70~240

5. 10kV 交联聚乙烯电缆头结构, 见图 2-3-28。

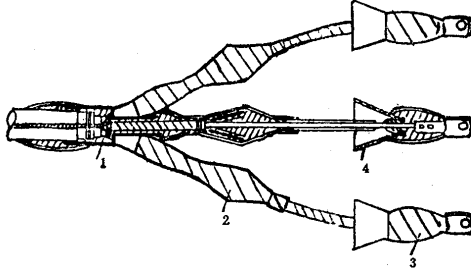


图 2-3-28 交联聚乙烯电缆终端头

1—统包层；2—芯线包绕层；3—端部包扎层；4—屏蔽罩

六、10kV 纸绝缘电缆热缩头。

1. 检验潮气：按第四条 1。

2. 电缆剥切：

(1) 按第三条 1、(2) 按规定进行切割, 表 2-3-14 中有关剥切尺寸应参照表 2-3-26 的推荐值,  $E = K$ 。焊接地线。

表 2-3-26

推荐尺寸

L (mm)				K (mm)
室内		室外		
95mm <sup>2</sup> 以下	120~240mm <sup>2</sup>	95mm <sup>2</sup> 以下	120~240mm <sup>2</sup>	接线端子孔 深加 5mm
300	350	550	600	

(2) 确定剥铅位置后, 对剥铅线以下 100mm 段的铅包用砂布或钢丝刷打毛、擦净并用塑料带包扎以防油污。

(3) 剥铅后除去尖刺, 使铅包口平整光滑 (不必胀口), 炭黑纸撕到铅包口平齐处, 不应留有丝毫残边。

(4) 从距铅包口 25mm 处剥切统包绝缘, 割除填料, 包扎临时包带, 扳弯线芯, 擦去多余油脂。

3. 10kV 纸电缆热缩头结构, 见图 2-3-29。

4. 制作步骤：

(1) 三相线芯同时套上绝缘隔油管, 下端应插到距铅包口 50mm 处。用喷灯从下端

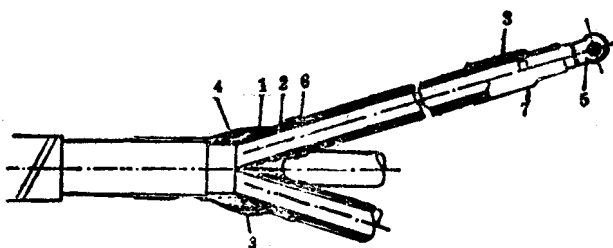


图 2-3-29 10kV 纸绝缘电缆热缩头结构图

1—隔油管；2—应力控制管；3—填充黄色胶；

4—分支手套；5—接线端子；6—绝缘外管；7—密封套

均匀加热三相，使同时从根部收缩，然后再逐相往上完全收缩。

(2) 套上三个应力管，下端距铅包口为 80mm，用微火缓慢加热，从下往上收缩。

(3) 拆除临时包带。绕包黄色填充胶。从铅包口到应力管呈苹果形，中部最大直径约为统包绝缘外径再加 15mm。黄胶与铅包口重叠 5mm 以确保隔油密封。线芯之间应填以适量的黄胶。

(4) 再次清洁铅包密封段并预热铅包。套上分支手套；分支手套应与铅包重叠 70mm。从铅包口位置开始收缩，再往下均匀收缩密封段，随后再往上收缩直至分支指套。完全收缩后的分支手套外形应呈平滑的锥形。

(5) 切剥端部线芯绝缘，压接防水密封接线端子；用黄色填充胶填堵绝缘端部的 5mm 间隙，与上下均匀重叠 5mm。

(6) 涂胶段向下套绝缘外管，从下往上缓慢收缩。切除多余部分，使其与端子重叠约 5mm。

(7) 预热接线端子，套上密封套，均匀收缩。室内头制做完毕。

(8) 将三孔雨裙套入线芯，自由就位进行收缩。按图 2-3-28 所示位置收缩各相的单孔雨裙。

室外封端头即制作完毕。

七、铅套管中间接头。所用的铅套管是指油浸纸绝缘电缆用铅套管。

(一) 准备工作

根据图 2-3-30 及表 2-3-27，在铅套管上开浇注孔，将套管两端敲成渐缩型，其内径要比电缆铅（铝）包外径略大，再将铅管纵向剖开，清理管内壁。

表 2-3-27

铅套管规格

电压等级 (kV)		铅套管尺寸 (mm)			
6	10	d	D	b	L
线芯截面 (mm <sup>2</sup> )					
10~50	16~25	90	98	4	550
70~90	35~50	100	108	4	550
120~185	70~120	120	128	4	550

续表

电压等级 (kV)		铅套管尺寸 (mm)			
6	10				
185 ~ 240	150 ~ 185	140	148	4	600
—	240	150	158	4	600

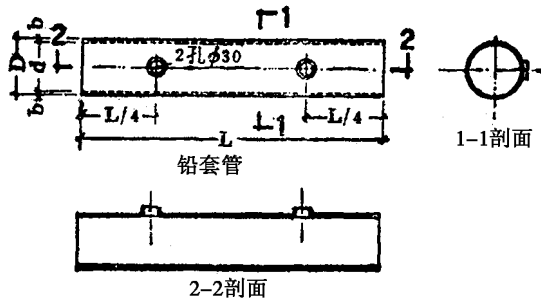


图 2-3-30 铅套管

(二) 检查潮气

按第四条 1 进行。

(三) 绑扎线、剥麻被护层及剥铠装

先将电缆调直并垫高，两电缆端头重迭约 200mm，定出接头中心位置后，放好水泥基础板。再按图 2-3-31 及表 2-3-28 绑扎线、剥切麻救护层及铠装，方法按图 2-3-24 和表 2-3-14、2-3-15、2-3-16 的规定。

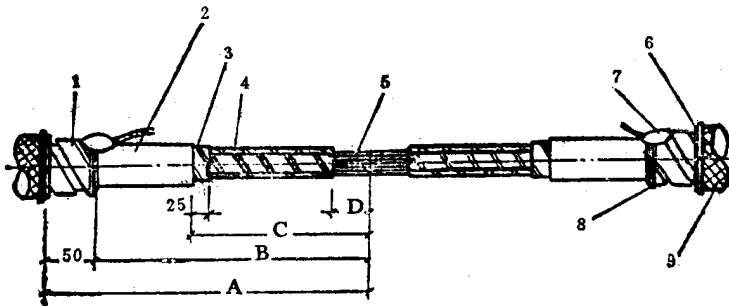


图 2-3-31 铅套管中间接头电缆剥切尺寸图

- 1—铠装；2—铅（铝）包；3—统包绝缘；4—线芯绝缘；
- 5—线芯；6—扎线Ⅱ；7—接地线封铅；8—扎线Ⅰ；9—麻被护层

表 2-3-28

铅套管中间对接头电缆剥切尺寸

电压等级 (kV)		电缆剥切尺寸 (mm)			
6	10	A	B	C	D
线芯截面 (mm <sup>2</sup> )					
10~50	16~25	390	340	240	连接管长度 一半加 5 (焊接时加 15)
70~95	35~50	390	340	240	
120~150	70~120	390	340	240	
185~240	150~185	420	370	270	
—	240	420	370	270	

#### (四) 撕内垫层

用喷灯将内垫层均匀烘烤至易剥除即可，然后逐层撕去，并用汽油将铅（铝）包擦拭干净，注意勿用火烧内垫层，以防铅（铝）包过热而损坏绝缘。

#### (五) 剥铅（铝）包

按图 2-3-31，在扎线Ⅱ向电缆末端方向 80mm 一段铅（铝）包上用白纱布包绕作临时保护，确定喇叭口位置，用剥铅（铝）刀沿铅（铝）包圆周切一环痕，其深度为铅（铝）包厚度的 1/2，不要损伤绕包绝缘，然后剥去至电缆末端的铅（铝）包。

#### (六) 撕去统包绝缘

由喇叭口至电缆末端方向的 25mm 范围内（统包绝缘长度），用油浸白纱布带顺绝缘包缠方向在屏蔽纸外包缠 5 层，最后一层包至喇叭口以下约 5mm 的铅（铝）包上作临时保护，然后撕去至电缆末端的屏蔽纸和绕包绝缘纸。

#### (七) 分线芯

将电缆线芯逐相分开，不能过分弯曲，摘去线芯填充物，摘时刀口朝外，避免损伤绝缘。然后，用油浸白纱布带沿芯线顺绝缘包缠方向包绕作临时保护。

#### (八) 连接线芯

将三根线芯稍加弯扭，使其成为等边三角形，尽量使两根线芯向上，一根向下，用三角木架临时支开三芯，由木架的外端距喇叭口 110~120mm 处用油浸白纱布带十字交叉扎紧，然后把三芯弯成一个操作间隙。间隙起始弯点距木架约 50mm 左右，见图 2-3-32。注意弯曲线芯时不应损伤绝缘。

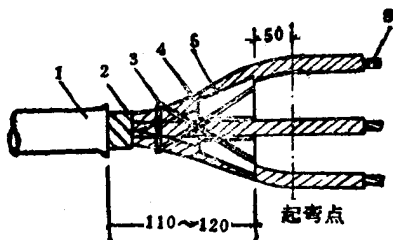


图 2-3-32 安装三角木架

1—铅包；2—带绝缘；3—油纱布带；4—芯线绝缘；5—三角木架；6—芯线

将两端同相序线芯的重迭部分用铜扎线绑齐扎紧，根据图 2-3-31，由中心处锯

剂三根线芯，锯断口要平直。

根据图 2-3-31 确定线芯的剥切长度，剥切线芯绝缘时不应损伤线芯，最里面三层用手撕掉。

根据表 2-3-29 选择与线芯截面相适应的连接管，将连接管内壁和线芯端部用棉丝擦拭干净，并清除氧化层和油渍，然后进行压接或焊接。

表 2-3-29 铝压接连接管尺寸表

缆芯截面 (mm <sup>2</sup> )	尺寸 (mm)			缆芯截面 (mm <sup>2</sup> )	尺寸 (mm)		
	内 径	外 径	长 度		内 径	外 径	长 度
16	5.2	10.0	65	70	11.2	18.0	80
25	6.8	12.0	65	95	13.1	21.0	85
35	7.9	14.0	65	120	15.0	23.0	90
50	9.5	16.5	75	150	16.5	24.5	95

铝芯电缆可采用压接或焊接。用汽油将连接部分擦拭干净后，拆去所有的临时保护带及三角支架，撕去厂标相序纸。

#### (九) 胀喇叭口和撕屏蔽纸

用白纱带在剥铅（铝）口处的屏蔽纸外，顺绝缘包缠方向包绕作临时保护，胀开喇叭口。

用胀铅器将铅（铝）包胀成喇叭形，胀口应光滑平整，无毛刺。铅（铝）包喇叭口的直径约为铅（铝）包直径的 1.2 倍。胀铝包喇叭口较困难，胀口可以适当大一些。应注意，在胀铅（铝）包时，不要损伤统包绝缘。

撕去屏蔽级外的临时保护带，将绕包绝缘外的屏蔽纸撕至喇叭口以下，要撕的整齐。

#### (十) 排潮

用汽油将线芯绝缘和统包绝缘擦拭干净，然后自喇叭口处向电缆末端方向来回浇烫 150℃ 的电缆油，直到无“嘶、嘶”声或不产生白色泡沫为止。

#### (十一) 包统增绕绝缘

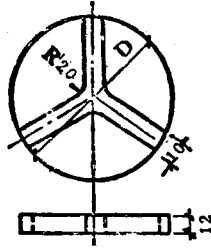
1. 包绕线芯增绕绝缘：用卡钳量取连接管的最大外径，从线芯根部起，两根连接电缆各用聚四氟乙烯带顺线芯绝缘方向半迭式包绕 3 层至连接管，并填平连接管两端与线芯绝缘的间隙。用锡箔纸将连接管上的压坑填平，再将两段包绕层在连接管段收紧，最后在距连接管两端各 90mm 的范围内，沿线芯和连接管用聚四氟乙烯带半迭式包绕，使接管部分增绕绝缘外径为连接管最大外径加 8mm，并使连接管两端的增绕绝缘层形成锥形，包绕包绝缘时必须层层包紧包平。

2. 包绕统包增绕绝缘：先在绕包绝缘上用聚四氟乙烯带包绕 5 层，然后用一个聚四氟乙烯带制作的风车点紧三叉口，再用聚四氟乙烯带自三叉口外至喇叭口在绕包绝缘和线芯增绕绝缘上顺绝缘包缠方向半迭包绕 10 层。

#### (十二) 装隔板



在线芯增绕绝缘的直线段两端装入瓷隔板，并用油浸白纱带绑扎固定。瓷隔板的外形及选择见图 2-3-33 及表 2-3-30。



三芯瓷隔板

表 2-3-30

三芯瓷隔板选择表

铅套管内径 (mm)	D	铅套管内径 (mm)	D
90	80	140	130
100	90	150	140
120	110		

### (十三) 装铅套管

将铅套管沿纵向裂纹用手掰开，在电缆接头上装好，应使浇注孔和纵向裂纹均处于偏垂直向上 45°位置，且铅套管两端渐缩口应紧贴靠在电缆铅（铝）包的周围。

### (十四) 封铅

1. 套管纵向裂纹封铅：先用喷灯均匀烤热套管的裂缝周围，涂硬脂酸，清除氧化层和油渍，然后用涂擦法封铅，将爆料用喷灯加热软化，在套管裂缝上涂擦，经多次涂擦后，使焊料有适当的堆集量，然后将堆集的焊料再次加热，并用浸渍过牛脂或羊脂的细布抹光。封铅表面应圆滑无砂眼。

2. 套管端部封铅：先用喷灯均匀烤热铅套管圆锥部分与电缆铅（铝）包的周围，涂上硬脂酸，清除氧化层和油渍，然后将焊料用喷灯加热软化，在套管的圆锥体与铅（铝）包上用涂擦法封铅。

### (十五) 浇注沥青绝缘胶

将沥青绝缘胶加热到规定温度，再冷却到 120~130℃即可浇注。在浇注孔上安装漏斗和滤网，将沥青胶从浇注孔注入铅套管内至浸没线芯为止，待冷却到 60℃时（一般以手能触及套管外壁即可），再补浇加满铅套管，最后待铅套管外壁冷却到周围环境温度时，再补浇一次，盖上两个浇注孔的封铅盖进行封焊。

### (十六) 焊接地线

焊接前，先将两道扎线间的铠装和被焊区的铅（铝）皮表面擦拭干净。

用低温反应蜡焊法对铝包进行处理。所用材料是 HL-734 铝焊药及铝焊条。焊药的熔点为 145~160℃，在 220~270℃即发生反应。反应时，能有效地去除氧化铝，并在铝表面生成锌锡合金层，以防氧化铝膜再生。焊接工艺按下述步骤进行：

1. 清除焊接处表面污垢，用钢丝刷把铝包表面刷亮。

2. 把焊药表面的保护蜡层及塑料壳削去一段，然后用喷灯沿铅包周围均匀预热 1 ~ 2min，使温度至 145 ~ 160℃左右，涂上焊药。温度掌握在焊药涂上后能立即熔触并呈现黄色胶水状为宜，焊药应均匀分布于焊肉表面。

3. 再继续加热，焊药即与铝反应开始起泡，随即大量冒白烟，此时温度约为 220 ~ 270℃。

4. 移去喷灯，待冒烟结束后，立即用干净抹布拭去反应后的残渣。焊接处应露出发亮而均匀的锌锡合金镀层，如镀层发亮不均匀，可用细纱布将其擦去，重新操作，直至发亮均匀为止。

5. 用 10 ~ 25mm<sup>2</sup> 的软铜绞线（末端经退火并除去氧化层）排列在铠装和铅（铝）包上，伸到铅（铝）包的长度约为 10 ~ 15mm，并在两道铠装扎线间绑扎接地线两圈。

6. 焊接：先将铠装、铅（铝）包的被焊面及接地线用喷灯稍稍加热，在铠装上涂焊锡膏并涂锡一层，在铅（铝）包上涂抹硬脂酸去除氧化层，再用配制好的焊料（焊料配制见第八条）用喷灯加热变软，在整个焊面上反复涂擦，使其有一定堆集量后再加热，使之变软而不流淌，以浸渍过牛脂或羊脂细布擦光，形似半个鸽蛋。上下两层铠装均应焊牢。

在地线跨过铅套管的中部，用同样方法封焊固定在铅套管上，最后拆除临时扎线。

(十七) 防腐处理

将铅套管和铅（铝）包表面用汽油擦拭干净，用细纱布除去氧化物，然后将须防护的裸露部分的表面用下述方法覆盖严密：热涂沥青 + 牛皮纸两层 + 热涂沥青。

(十八) 组装水泥保护盒

1. 在铅套管下面垫两块经防腐处理的木块，装上水泥保护盒的侧壁。
2. 两端进线口处的电缆用沥青黄麻带包绕，然后用经过防腐处理的木块将电缆垫起，使电缆中心处在一条水平线上，以防电缆的铅（铝）包扭折。
3. 在盒内填满细砂，盖上顶板，经验收后进行覆土。

铅套管中间接头见图 2-3-34。

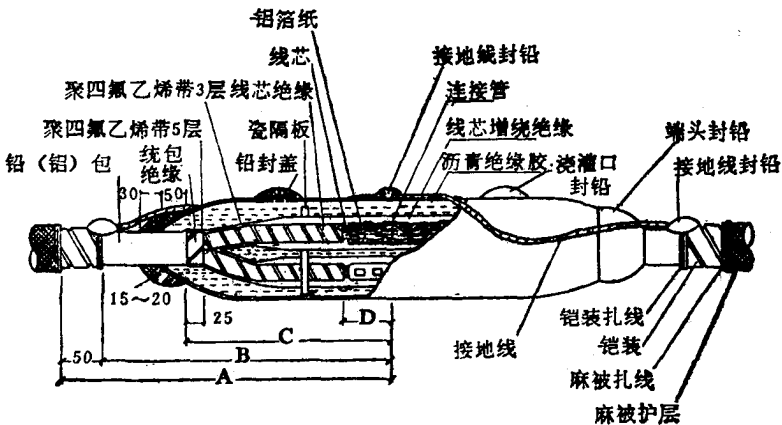


图 2-3-34 铅套管中间接头

A、B、C、D 值见表 2-3-28

## 八、焊锡的配制。

### (一) 材料及配比

纯铅与纯锡各占 50% (重量比)。配制时,其熔点约为 220℃,在 188~220℃ 之间呈糊状,此时即可使用。

### (二) 配制程序

先将铅与锡按比例量好(如铅利用电缆的铅皮时,铅的定量应考虑油污等杂质,并予以扣除),将铅放在铅缸内加热到 330℃ 左右(铅熔点为 327℃)使它全部熔化。熔缸宜用铸铁制成,厚 20mm,以利于恒温。燃料可用焦炭或煤,也可用座式打气炉或煤油炉。

待铅全部熔化后,投入锡于铅溶液中,将锡全部熔化,要求在 260℃ 左右恒温(锡熔点 232℃)静置。在合金熔化过程中,一般以目测及简易测试确定熔液温度。熔化开始,溶液表面呈紫色,随着温度升高,颜色逐渐变黄,此时温度大约为 260℃ 左右。也可用一张白纸放在溶液表面 1~2min,若纸表面变黄即可,如果纸被熏焦或燃烧,说明温度过高,应停止加热。

在熔液达到 260℃ 左右时,即可浇铸。在熔化后恒温时,必须用铁勺搅拌均匀。使铅锡混合好再进行浇铸。铸模最好专用,每条焊料重量以 2kg 左右为宜,长度约 700mm。待合金表面凝固,可在模具底面下加水冷却,全部凝固后即可从模具中倒出。

## 九、塑料电缆中间接头。

### (一) 准备工作

1. 检查:检查箱体、零部件应完好、齐全。零部件的规格和数量应与采用的电缆相符。

2. 清擦:用汽油布将箱体内壁及其部件清擦干净,并进行试组装。

### (二) 切割电缆端头

把电缆调直,将被连接的两电缆的端头,重迭 100mm 长,并用扎线绑紧,然后从重迭的中心处锯断电缆。

### (三) 剥电缆护套及铠装

1. 剥护套:按设计剥除电缆护套。护套端剥切成圆锥状;以便包绕密封。

2. 剥铠装;在距护套切口 20mm 处的铠装上用直径 2.1mm 经退火的铜线作临时绑扎。然后距扎线 3~5mm 处的电缆末端一侧的铠装上锯一环痕,其深度为铠装厚度的 1/2,剥去两层铠装。

### (四) 套塑料连接盒两端部件

1. 清擦:用汽油布清擦电缆护套。

2. 套接:将塑料连接盒及其一端的部件套在一根电缆的护套上,连接盒的另一端部件套在另一根电缆的护套上。

### (五) 剥电缆内护层

在铠装切口以上留出 5~10mm 的塑料带内护层,其余部分剥除。多余的电缆填充物不要切除,暂卷回到电缆根部备用。在剥铠装及内护层时不应损伤屏蔽带。

### (六) 切剥屏蔽带

1. 剥塑料带：分开线芯，剥去各线芯屏蔽带外层的塑料带。注意保护屏蔽带，以免松脱。

2. 切屏蔽带：在分相屏蔽带上用  $1.5\text{mm}^2$  的软铜线扎紧，并将扎线以上的屏蔽带切除，切断处的尖角度向外反折。

#### (七) 剥半导体布带

将切去屏蔽部分的半导体布带剥下，但不要切断，暂绕在根部备用。

#### (八) 连接线芯

1. 接绝缘：按设计切割末端线芯绝缘，并将线芯绝缘端剖削成阶梯状圆锥形，注意不要伤及线芯。

2. 选接管：选择好与线芯截面相适配的接管，将管孔内壁和线芯表面擦拭干净，并除去氧化层和油渍，然后进行压接或焊接。

3. 锉平：用锉刀把接管突起部分锉平，并用汽油布清擦干净。

#### (九) 清擦线芯绝缘

用汽油布将线芯绝缘表面清擦干净。

#### (十) 包绕线芯绝缘

1. 填平包绕：将压接的压坑用锡箔纸填平，然后用半导体布带将线芯连接处的裸露导体包绕一层。

2. 增绕绝缘层：用自粘性橡胶带从接管处开始以半迭包增绕绝缘层。

3. 布带包绕：将已剥下的半导体布带紧密地包绕在整个增绕绝缘的表面上，包绕时应保证半导体布带层是一个连续的整体。

4. 铝带包绕：用薄铝带（或锡箔）在半导体布带层上以半迭式包绕一层，铝带与两端线芯屏蔽重迭约  $20\text{mm}$ ，然后用  $1.5\text{mm}^2$  的铜线在重迭处紧扎 3 道，并在铝带外用相同的软铜线交叉绕扎，绕扎的软铜线在交叉处与两端软铜扎线宜相互焊接。焊接应用烙铁，禁止用喷灯。

5. 塑料粘胶带包绕：用塑料粘胶带半迭式包绕两层，其外再用白布带包绕一层。

#### (十一) 合拢线芯恢复原状

将包绕好的线芯合拢，并将原填充物复位填充，使恢复原来形状，然后用白布带统包扎紧，包至塑料带内护层上。

#### (十二) 焊接或绑扎连接铠装的接地线

首先拆去铠装上的临时扎线，并将铠装打毛，然后把接地软铜线平贴在白布带统包扎紧层上，用直径  $2.1\text{mm}$  的退火铜绑线将接地软铜线与两端铠装紧扎。接地线与铠装采用焊接时扎 3 道；绑接时扎 5 道。一般采用焊接，焊接时禁用喷灯。

#### (十三) 包绕塑料粘胶带与白布带

在白布带统包扎紧层外绕包塑料粘胶带 3 层，包至铠装以下约  $40\text{mm}$  的护套上。其外再半迭包绕白布带一层。

#### (十四) 装配塑料连接盒

预先套装于电缆连接部位两端的连接盒及其部件按设计尺寸移正并定位，然后安装螺纹接头及螺盖。安装时宜选用专用工具旋紧螺纹，以保证螺盖全面受力，以防塌

角。

(十五) 浇注沥青胶

选用适合本地区温度的沥青胶，加热至高于浇灌温度 10℃。从盒体的一个浇注口注入沥青胶，直到沥青胶从另一浇注口溢出为止，最后装上浇注口盖。注入时应过滤。

(十六) 中间接头制作

塑料盒 10kV 塑料电缆中间接头制作见图 2-3-35 和表 2-3-31。

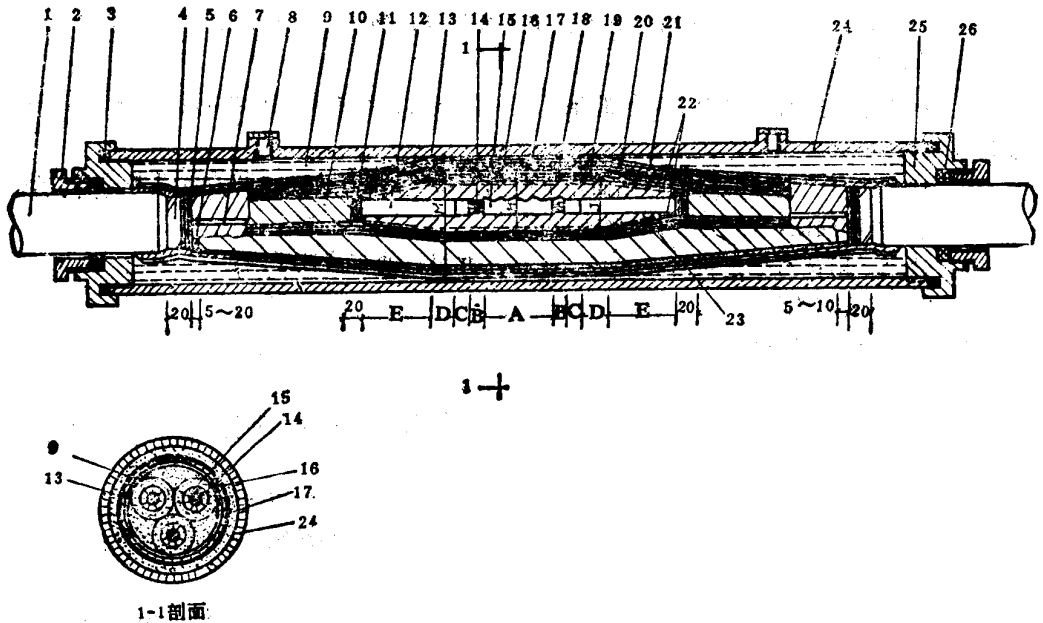


图 2-3-35 10kV 塑料电缆中间对接头

- 1—电缆护套；2—螺盖；3—橡皮圆环密封圈；4—铠装；5—铜绑扎线；6—塑料带内护层；
- 7—接地软铜线；8—浇注口；9—沥青绝缘胶；10—屏蔽带；11—软铜线绑扎；12—线芯绝缘；
- 13—白布带一层；14—线芯；15—连接管；16—塑料粘胶带 3 层；17—以填充物恢复原状，并用白布带包扎紧；18—白布带一层；19—塑料粘胶带 2 层；20—绕软铜线；
- 21—铝带一层；22—半导体白布带一层；23—自粘性橡胶带增绕绝缘层；
- 24—连接盒 (LSV 型)；25—螺纹连接头；26—橡皮垫圈

表 2-3-31

10kV 塑料电缆中间接头尺寸表

线芯截面 (mm <sup>2</sup> )	各部尺寸 (mm)								
	A	B	C	D	E	F	H	J	M
16	66	10	25	40	100	650	10	38	83
25	68	10	25	40	100	650	12	40	87
35	72	10	25	40	100	650	14	42	91
50	78	10	25	40	100	650	16	44	95
70	82	10	25	40	100	780	18	43	100

续表

线芯截面 (mm <sup>2</sup> )	各部尺寸 (mm)								
	A	B	C	D	E	F	H	J	M
95	83	10	25	40	100	780	21	49	106
120	92	15	30	40	110	780	23	51	111
150	95	15	30	40	110	910	25	53	115
185	100	15	30	40	110	910	27	55	120
240	110	15	30	40	110	910	31	59	128

## 第十节 电力电缆试验

一、测量电缆绝缘电阻。该试验是指电缆芯线对外皮或多芯电缆中的一个芯对其他芯线和外皮间的绝缘电阻。测量方法见图 2-3-36。

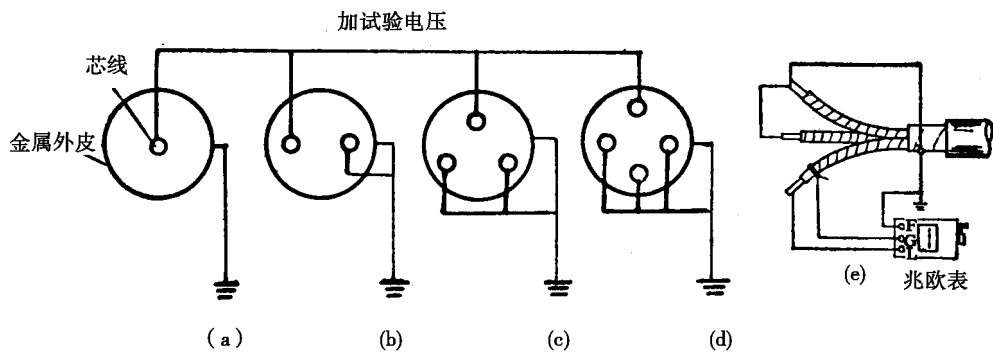


图 2-3-36 电力电缆绝缘电阻的测量方法

(a) 单芯 ; (b) 两芯 ; (c) 三芯 ; (d) 四芯 ; (e) 测量示意图

摇表选择 :

测量 1000V 以下电缆时, 用 1000V 摇表 ;

测量 1000V 以上电缆时, 用 2500V 摇表。

绝缘电阻值不作规定, 可与以前的测试结果比较, 但不能有明显的降低。手中无资料时, 可参考表 2-3-32 的数值。

表 2-3-32

绝缘电阻试验参考值

额定电压 (kV)	1	3	6 ~ 10
绝缘电阻值 (MΩ)	10	200	400

该项试验在交接时或耐压试验前后进行。

二、电缆直流耐压试验和直流泄漏试验。除了在交接验收或重包电缆头时进行该项试验外，运行中的电缆，对发、变、配电所的出线电缆段每年进行1次，其他三年进行1次。试验接线见图2-3-37，试验电压标准见表2-3-33。

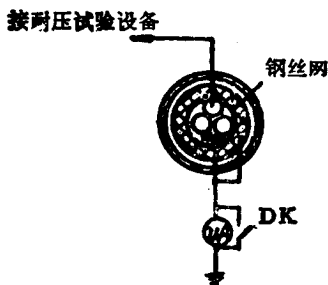


图 2-3-37 电力电缆直流耐压和直流泄漏试验接线

表 2-3-33

电力电缆直流耐压试验标准

项 目	电缆类型	粘油纸绝缘		橡胶、塑料绝缘		
	额定电压 $U$ (kV)	3~10	6	10	6	10
试验电压		6U	5U	3.5U	4U	3.5U
试验时间 (min)		10	5	5	15	15

注：交流单芯电缆的护层绝缘试验标准，按订货协议进行。

在实际操作中，直流耐压试验和直流泄漏试验可以同时进行。试验时，试验电压可分4~6段均匀升压，每段停留1min，并读取泄漏电流值。然后逐渐降低电压，断开电源，用放电棒对被试电缆芯进行放电。试完一相后，依上述步骤对其余两相缆芯进行试验。试验如发现泄漏电流很不稳定，或泄漏电流随试验电压升高而急剧上升，泄漏电流随试验时间延长有上升等现象时，电缆绝缘可能有缺陷，应找出缺陷部位，并予以处理。

泄漏电流应满足下列要求：

1. 粘性油浸纸绝缘电缆泄漏电流的三相不平衡系数（即最大值与最小值间的比值）不大于2。
2. 当10kV及以上电缆的泄漏电流小于 $20\mu\text{A}$ 和6kV及以下电缆的泄漏电流小于 $10\mu\text{A}$ 时，其不平衡系数不作规定。
3. 充油、橡胶、塑料绝缘电缆的不平衡系数不作规定，但做好记录。

泄漏电流试验结果只作为判断绝缘情况的参考，不作为决定能否投入运行的标准。

三、电缆相位检查。电缆敷设后两端相位应一致，特别是并联运行的电缆更为重要。检查相位可用图2-3-38的方法，其中图(a)是用摇表测试。当摇表接通时，则表示是同一相，否则就另换一相再试。每相都要试一次，做好标记。图(b)是用12~220V单相交流电的火线接到电灯处，灯亮表示同相；不亮则另换一相再试，也是每相

都要测试。

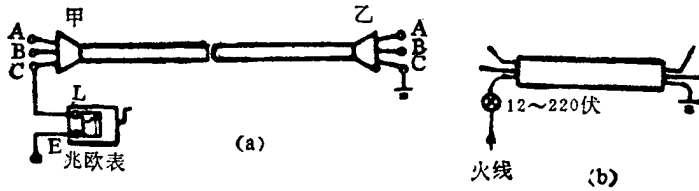


图 2-3-38 电缆相位检查方法

(a) 用摇表 ; (b) 用灯泡

四、在验收时，应提交下列技术资料 and 文件：

1. 电缆输电线路路径的协议文件。
2. 变通设计部分的实际施工图、电缆清册及变更设计的证明文件。
3. 直埋电缆输电线路的敷设位置图，比例为 1:500，地下管线密集的地段应为 1:100 (或大于 1:100)，只有在管线稀少、地形简单的地段才用 1:1000；平行敷设的电缆线路，尽可能合用一张图纸。图上必须标明各线路的相对位置，并有标明地下管线的剖面图。
4. 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。
5. 安装工程及隐蔽工程的技术记录。
6. 电缆输电线路的原始装置记录，内容包括：
  - (1) 电缆及电缆头（终端头及中间接头）的规格（型号、电压）及安装日期；电缆的实际敷设长度（总长度及分段长度）；
  - (2) 高压绝缘胶、电缆油的型号。
7. 有油压电缆的示警信号接线图。
8. 试验记录。

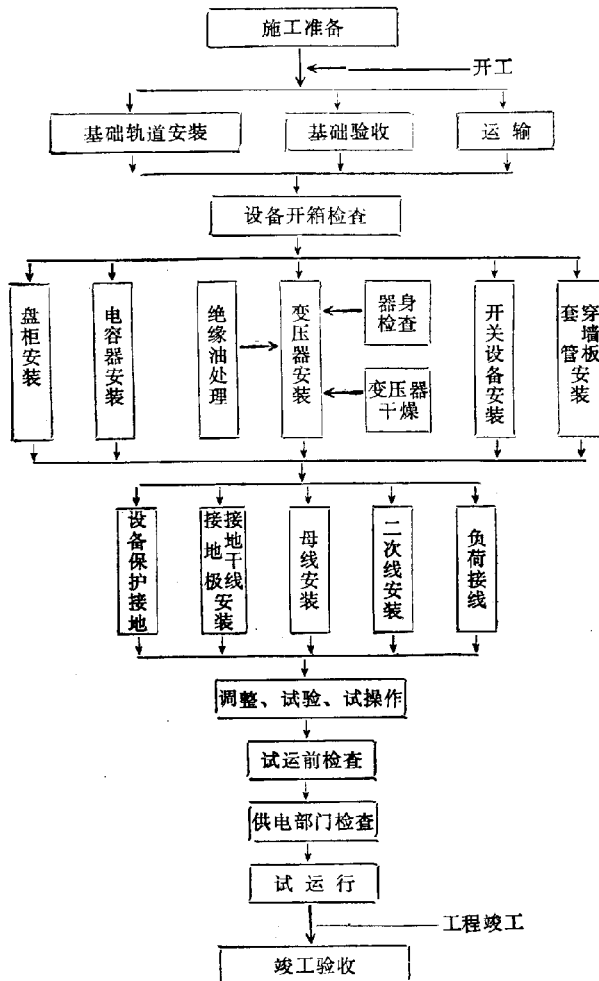


## 第四章 电力变压器、油浸电抗器、互感器安装工程施工技术

这时所介绍的施工技术适用于电压为 10kV 及以下的电力变压器、油浸电抗器、互感器安装工程。

### 第一节 变压器、电抗器安装

#### 一、电力变压器安装工艺流程图。



二、室外变压器安装。室外变压器安装方式有杆上和地上两种（图 2-4-1）一般要求如下：

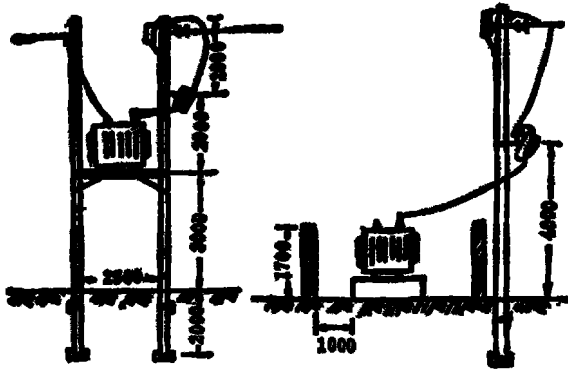


图 2-4-1 室外变压器安装示意图

1. 柱上（杆上）变压器的所有高低压引线均使用绝缘导线（低压也可使用裸母线作引线）。所用的软件均需镀锌。
2. 地上变压器安装的高度根据需要决定，一般使用情况是 500mm。变压器台用砖砌成或用混凝土构筑，并用 1:2 水泥砂浆抹面，台面上以扁钢或槽钢做变压器的轨道。轨道应水平，轨距与轮距应配合。
3. 地上变压器周围应装设围柵，高度不低于 1.7m，并与变压器台保持一定的距离。
4. 杆上或地上变压器的周围，应在明显部位悬挂警告牌。

三、室内变压器安装。在电力负荷比较集中的用电场所，如工厂的车间，常把变压器放在室内，即车间变电所。由于高压电源引入及低压引出的方向不同，变压器在室内布置的方式很多。图 2-4-2 所示为其中常用的两种。

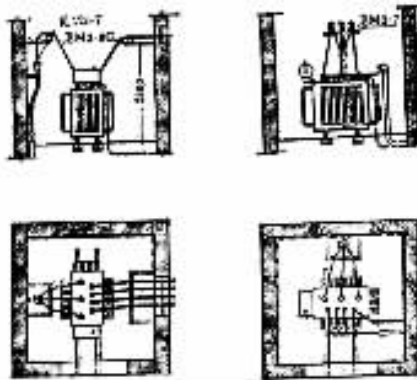


图 2-4-2 变压器室布置示意图

(a) 窄面推进, (b) 宽面推进

四、变压器、电抗器的装卸与运输。8000kVA 及以上变压器和 8000kVAR 及以上的电抗器的装卸与运输，必须对运输路径及两端装卸条件作充分调查，制定施工安全技术

措施，并应符合下列要求。

1. 水路运输时，应做好下列工作：

(1) 选择航道，了解吃水深度、水上及水下障碍物分布、潮汛情况以及沿途桥梁尺寸。

(2) 选择船舶，了解船舶运载能力与结构，验算载重时船舶的稳定性；

(3) 调查码头承重能力及起重能力，必要时应进行验算或荷重试验。

2. 陆路运输用机械直接拖运时，应做好下列工作：

(1) 了解道路及其沿途桥梁、涵洞、沟道等的结构、宽度、坡度、倾斜度、转角及承重情况，必要时应采取保护措施；

(2) 调查沿途架空线、通讯线等高空障碍物的情况；

(3) 变压器、电抗器利用滚轮在现场铁路专用线作短途运输时，应对铁路专用线进行调查与验算，其速度不应超过 0.2km/h。

(4) 公路运输速度应符合制造厂的规定；

(5) 干式变压器在运输途中，应有防雨及防潮措施。

3. 变压器或电抗器装卸时，应防止因车辆弹簧伸缩或船只沉浮而引起倾倒，应设专人观测车辆平台的升降或船只的沉浮情况。

卸车地点的土质、站台、码头必须坚实。

4. 变压器、电抗能在装卸和运输过程中，不应有严重冲击和震动。

5. 当利用机械牵引变压器、电抗器时，牵引的着力点应在设备重心以下。运输倾斜角不得超过  $15^{\circ}$ 。

6. 钟罩式变压器整体起吊时，应将钢丝绳系在下节油箱专供起吊整体的吊耳上，并且必须经钟罩上节相对应的吊耳导向。

7. 用千斤顶顶升大型变压器时，应将千斤顶放置在油箱千斤顶支架部位，升降操作应协调，各点受力均匀，并及时垫好垫块。

8. 充氮气或充干燥空气运输的变压器、电抗器，应有压力监视和气体补充装置。变压器、电抗器在运输途中应保持正压，气体压力应为  $0.01 \sim 0.03\text{MPa}$ 。

9. 大型变压器在运输或装卸前，应核对高低压侧方向，避免安装时调校方向发生困难。

五、基础验收。变压器就位前，要先对基础进行验收，并填写“设备基础验收记录”(表 2-4-1)。基础的中心与标高应符合工程设计需要，轨距应与变压器轮距互相吻合，具体要求：

表 2-4-1

设备基础验收记录

年 月 日

工程编号		工程名称	
分部分项工程		工程类别	
施工单位		交验日期	年 月 日
质量要求			
基础检查实况			
处 理 意 见			
安装技术人员：	土建单位代表：	建设单位代表：	

注。本表一式五份，填写后分送有关单位。

1. 轨道水平误差不应超过 5mm。
2. 实际轨距不应小于设计轨距，误差不应超过 + 5mm。
3. 轨面对设计标高的误差不应超过  $\pm 5\text{mm}$ 。

六、开箱检查。开箱后，应重点检查下列内容，并填写“设备开箱检查记录”（表 2-4-2）。

表 2-4-2

设备开箱检查记录

工程名称：

编 号：

年 月 日

设备名称				型号规格		
安装位号		台(套)数		净重		
制 造 厂		件(个)数		毛重		
设备所带资料						
	随 设 备 配 件 和 材 料 明 细 表					
序号	名 称	规 格	单 位	实收数	备 注	

建设单位代表：

施工单位代表：

注：此表做施工记录用，交工时附在竣工资料中。

1. 设备出厂合格证明及产品技术文件应齐全。
2. 设备应有铭牌，型号规格应和设计相符，附件、备件核对装箱单应齐全。
3. 变压器、电抗器外表无机械损伤，无锈蚀。
4. 油箱密封应良好，带油运输的变压器，油枕油位应正常，油液应无渗漏。

5. 变压器轮距应与设计相符。
6. 油箱盖或钟罩法兰联接螺栓齐全。
7. 充氮运输的变压器及电抗器，器身内应保持正压，压力值不低于 0.01MPa。

七、器身检查。变压器、电抗器到达现场后，应进行器身检查。

器身检查可分为吊罩（或吊器身）或不吊罩直接进入油箱内进行。

1. 当满足下列条件之一时，可不必进行器身检查。

(1) 制造厂规定可不作器身检查者。

(2) 容量为 1000kVA 及以下、运输过程中无异常情况者。

(3) 就地生产仅作短途运输的变压器、电抗器，如果事先参加了制造厂的器身总装，质量符合要求，且在运输过程中进行了有效的监督，无紧急制动、剧烈震动、冲撞或严重颠簸等异常情况者。

2. 器身检查应当遵守下列规定：

(1) 周围空气温度不宜低于 0℃，变压器器身温度不宜低于周围空气温度。当器身温度低于周围空气温度时，应加热器身，宜使其温度高于周围空气温度 10℃。

(2) 当空气相对湿度小于 75% 时，器身暴露在空气中的时间不得超过 16h。

(3) 调压切换装置吊出检查、调整时，暴露在空气中的时间应符合表 2-4-3 规定。

表 2-4-3 调压切换装置露空时间

环境温度 (℃)	> 0	> 0	> 0	< 0
空气相对湿度 (%)	< 65	65 ~ 75	75 ~ 85	不控制
持续时间不大于 (h)	24	16	10	8

- (4) 空气相对湿度或露空时间超过规定时，必须采取相应的可靠措施。

时间计算规定：带油运输的变压器、电抗器，由开始放油时算起；不带油运输的变压器、电抗器，由揭开顶盖或打开任一堵塞算起，到开始抽真空或注油为止。

(5) 器身检查时，场地四周应清洁和有防尘措施；雨雪天或雾天，不应在室外进行。

3. 钟罩起吊前，应拆除所有与其相连的部件。

器身或钟罩起吊时，吊索与铅锤线的夹角不宜大于 30°，必要时可使用控制吊梁。起吊过程中，器身与箱壁不得碰撞。

4. 器身检查的主要项目和要求应符合下列规定：

(1) 运输支撑和器身各部位应无移动现象，运输用的临时防护装置及临时支撑应予拆除，并经过清点作好记录以备查。

(2) 所有螺栓应紧固，并有防松措施；绝缘螺栓应无损坏，防松绑扎完好。

(3) 铁芯应无变形，铁轮与夹件间的绝缘垫应良好；铁芯应无多点接地；铁芯外引接地的变压器，拆开接地线后铁芯对地绝缘应良好，打开夹件与铁轮接地片后，铁轮螺杆与铁芯、铁轮与夹件、螺杆与夹件间的绝缘应良好，当铁轮采用钢带绑扎时，钢带对

铁轮的绝缘应良好，打开铁芯屏蔽按地引线，检查屏蔽绝缘应良好；打开夹件与线圈压板的连线，检查压钉绝缘应良好；铁芯拉板及铁轮拉带应紧固，绝缘良好（无法打开检查铁芯的可不检查）。

(4) 绕组绝缘后应完整，无缺损、变位现象；各绕组应排列整齐，间隙均匀，油路无堵塞，绕组的压钉应紧固，防松螺母应锁紧。

(5) 绝缘围屏绑扎牢固；围屏上所有线圈引出处的封闭应良好。

(6) 引出线绝缘包扎紧固，无破损、折弯现象；引出线绝缘距离应合格，固定牢靠，其固定支架应紧固；引出线的裸露部分应无毛刺或尖角，且焊接应良好；引出线与套管连接应牢靠，接线正确。

(7) 无励磁调压切换装置各分接点与线圈的连接应紧固正确；各分接头应清洁，且接触紧密，引力良好；所有接触到的部分，用规格为  $0.05\text{mm} \times 10\text{mm}$  塞尺检查，应塞不进去；转动接点应正确地停留在各个位置上，且与指示器所指位置一致；切换装置的拉杆、分接头凸轮、小轴、销子等应完整无损；转动盘应动作灵活，密封良好。

(8) 有载调压切换装置的选择开关、范围开关应接触良好，分接引线应连接正确、牢固，切换开关部分密封良好。必要时抽出切换开关芯子进行检查。

(9) 绝缘屏障应完好，且固定牢固，无松动现象。

(10) 检查强油循环管路与下轮绝缘接口部位的密封情况；检查各部位应无油泥、水滴和金属屑末等杂物。

注：变压器有围屏者，可不必解除围屏，由于围屏遮蔽而不能检查的项目，可不予检查。

5. 器身检查完毕后，必须用合格的变压器油进行冲洗，并清洗油箱底部，不得有遗留杂物。箱壁上的阀门应开闭灵活、指示正确。导向冷却的变压器还应检查和清理进油管接头和联箱。

6. 运输网的定位钉应予以拆除或反装，以免造成多点接地。

7. 充氮的变压器、电抗器需吊罩检查时，必须让器身在空气中暴露 15min 以上，使氮气充分扩散后方可进行，当须进入油箱中检查时，必须先打开顶部盖板，从油箱下面闸阀向油箱内吹入清洁干燥空气进行排气，待氮气排尽后方可进入箱内，以防窒息。

采用抽真空进行排氮时，排氮口应装设在空气流通处。破坏真空时应避免潮湿空气进入。当含氧量未达到 18% 以上时，人员不得入内。

## 八、干燥。

1. 新装变压器、电抗器是否需要干燥，应根据下列条件进行综合分析判断后确定：

(1) 带油运输的变压器及电抗器：

a. 绝缘油电气强度及微量水试验合格；

b. 绝缘电阻及吸收比（或极化指数）符合规定；

c. 介质损耗角正切值  $\text{tg}\delta$ （%）符合规定（电压等级在 35kV 以下及容量在 4000kVA 以下者，可不作要求）。

(2) 充气运输的变压器及电抗器：

a. 器身内压力在出厂至安装前均保持正压；

b. 残油中微量水不应大于 30ppm；

c. 变压器及电抗器注入合格绝缘油后：绝缘油电气强度及微量水应符合规定，绝缘电阻应符合规定；

上述规定指现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的相应规定。

(3) 当器身未能保持正压，而密封无明显破坏时，则应根据安装及试验记录全面分析作出综合判断，决走是否需要干燥。

2. 设备进行干燥时，必须对各部温度进行监控。

(1) 当为不带油干燥利用油箱加热时，箱壁温度不直超过 110℃，箱底温度不得超过 100℃，绕组温度不得超过 95℃；

(2) 带油干燥时，上层油温不得超过 85℃，

(3) 热风干燥时，进风温度不得超过 100℃。

(4) 干式变压器进行干燥时，其绕组温度应根据其绝缘等级而定：

A 级绝缘	80℃
B 级绝缘	100℃
E 级绝缘	95℃
F 级绝缘	120℃
H 级绝缘	145℃

(5) 干燥过程中，在保持温度不变的情况下，绕组的绝缘电阻下降后再回升，110kV 及以下的变压器、电抗器持续 6h 保持稳定，且无凝结水产生时，可认为干燥完毕。

(6) 变压器、电抗器干燥后应进行器身检查，所有螺栓压紧部分应无松动，绝缘表面应无过热等异常情况。如不能及时检查时，应先注以合格油，油温可预热至 50 ~ 60℃，绕组温度应高于油温。

3. 铁损干燥。

(1) 磁化线圈：用耐热绝缘导线缠绕在油箱上；线圈匝数的 60% 分布在油箱的下部，40% 分布在油箱的上部。在线圈上部或中部抽出 10% 作为温度调节之用。两部分线圈的间距约为箱体长度的 1/4。如油箱有保温隔热层，磁化线圈则缠绕在隔热层表面上。

(2) 加热电源：磁化线圈宜采用单相电源，电源容量可按下式计算。

$$S_g = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{\Delta P \cdot F_0}{\cos \varphi} = \frac{\Delta P \cdot HL}{\cos \varphi} \quad (\text{kVA})$$

式中  $F_0$ ——绕有磁化线圈的油箱侧面积 ( $\text{m}^2$ )；

$L$ ——油箱周长 (m)；

$H$ ——绕有磁化线圈的油箱高度 (m)；

$\Delta P$ ——有效单位面积 (绕有磁化线圈的油箱侧面) 的功率消耗 ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )，见表

2-4-4。



表 2-4-4 不保温油箱有效面积的功率消耗 ( $\Delta P$ ) (kW/m<sup>2</sup>)

油箱型式	环 境 温 度 (°C)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
平面油箱	2.03	1.94	1.85	1.75	1.66	1.57	1.48	1.38	1.29
管式油箱	2.70	2.58	2.46	2.34	2.22	2.09	1.97	1.85	1.72

注： $\cos\varphi = 0.7$ 。

### (3) 磁化线圈参数计算：

$$\text{匝数} \quad N = \alpha \cdot \frac{U}{L} \quad (\text{匝})$$

$$\text{电流} \quad I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \times 10^3 \quad (\text{A})$$

式中  $\alpha$ ——系数 (电位梯度), 按表 2-4-5 确定。

表 2-4-5 系数  $\alpha$  值

$\Delta P$ (kW/m <sup>2</sup> )	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
$\alpha$	2.26	2.02	1.84	1.74	1.65	1.59	1.59	1.49	1.44	1.41	1.38	1.34

(4) 升温干燥：开始干燥时，应打开油箱下部放油阀门和顶盖上的人孔盖板，保持油箱里面的空气流通。磁化线圈接通电源后，使芯部绝缘的温度逐渐升高，并限制每小时的升温速度不超过 5°C，最后稳定在 95°C。当绝缘电阻下降后再上升并稳定 6h 以上，即认为干燥合格。

为了提高干燥效率，在干燥过程中可以采取真空排潮措施，即当变压器芯部绝缘温度达到 80°C 以上时，开始抽真空，把油箱里蒸发的潮气抽出，冷凝后，加以排除。

### (5) 温度调节：加热温度可采用下列任一种方法进行调节：

a. 增减磁化线圈的匝数。在一定的外加磁化电压下，增加匝数减温，减少匝数增温。

b. 提高或降低磁化电压。

c. 适时开停电源。

### 4. 铜损干燥。

#### (1) 电源容量

$$S_g = 1.25 S_e U_d \% \quad (\text{kVA})$$

式中  $S_e$ ——被干燥变压器的额定容量 (kVA)；

$U_d$  %——被干燥变压器的短路电压 (阻抗电压) 的百分值。

#### (2) 电源电压

$$U_g = U_e \cdot U_d \% \quad (\text{V})$$

式中  $U_e$ ——加电源侧线圈的额定电压 (V)。

(3) 结线：被干燥的变压器一般均由低压侧加压，高压侧线圈短接。

(4) 升温操作：干燥开始时，可将电源电压提高，以 125% 的额定电流加热，控制

温升每小时不大于  $5^{\circ}\text{C}$ ，并打开油箱顶盖上的人孔，使潮气蒸发排出。当高压线圈温度达到  $80 \pm 5^{\circ}\text{C}$  时，保持此温度，持续 24 个小时，如各线圈的绝缘电阻、介质损失角正切值  $\tan \delta$  及油耐压强度无显著变化，干燥就可以结束。

干燥过程中，如采用真空排潮措施，应将油放出少许，使油面降至顶盖了 200mm，以免抽真空时将油抽出。

### 5. 零序电流干燥。

#### (1) 电源容量

$$S_g = \frac{P}{\cos \varphi}$$

式中  $P$ ——干燥时所需功率 (kW)，按表 2-4-6 查取；

$\cos \varphi$ ——功率因数，中小型变压器取 0.4~0.5 (大型变压器取 0.5~0.7)。

表 2-4-6 零序电流干燥法干燥变压器所需功率  
(环境温度  $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$ )

变压器容量 (kVA)	干燥所需功率 (kW)	
	油箱不保温	油箱保温
320 以下	2~4	1.5~3.5
560~1800	7~10	5~7.5
2400~5600	12~14	8~10

#### (2) 电源电压：

$$\text{三相并联接线} \quad U_g = \sqrt{\frac{P \cdot X_0}{3 \cos \varphi}} \quad (\text{V})$$

$$\text{开口三角接线} \quad U_g = \sqrt{\frac{3P \cdot X_0}{3 \cos \varphi}} \quad (\text{V})$$

式中  $P$ ——干燥功率 (kW)，按表 2-4-6 查取；

$X_0$ ——变压器零序电抗 ( $\Omega$ )，由设备说明书中查取，

$\cos \varphi$ ——功率因数，取 0.4~0.5。

#### (3) 干燥电源电流：

$$\text{三相并联接线} \quad I_g = 3I_0 = 3 \frac{U_0}{X_0}$$

$$\text{开口三角接线} \quad I_g = I_0 = \frac{U_0}{X_0}$$

(4) 接线：接电源侧为星形接线时，应将三相的引线端头联结在一起，在它们与中性点之间接进干燥电源，若为角形接线时，应将角形接线侧的一个联结点拆开，在拆开的端头之间接进干燥电源。干燥时，不通电线圈应开路；当不通电侧为角形接线，且为高压绕组时，宜将三个结点均拆开。

#### (5) 升温操作：

a. 变压器在无油干燥时，干燥过程与铁损操作工艺相同 (见第八条)。

b. 变压器在带油干燥时，干燥过程同铜损操作工艺（见第八条）。

6. 烘箱干燥。对小型变压器采用这种方法则很简单。干燥时只要将器身吊入烘箱，控制内部温度为 $95^{\circ}\text{C}$ ，每小时测一次绝缘电阻，干燥便可顺利进行。干燥过程中，烘箱上部应有出气孔以释放蒸发出来的潮气。

九、变压器、电抗器搬运、就位。变压器、电抗器搬运就位由起重工为主操作，电工配合。搬运最好采用吊车和汽车，如机具缺乏或距离很短而道路又有条件时，也可以用倒链吊装、卷扬机拖运、滚社运输等。

变压器在吊装时，索具必须检查合格。钢丝绳必须系在油箱的吊钩上，变压器顶盖上盘的吊环只可作吊芯用，不得用此吊环吊装整台变压器。

变压器就位时，应注意其方法和施工图相符，变压器距墙尺寸按施工图规定，允许偏差 $\pm 25\text{mm}$ 。图纸无标注时，纵向按轨道定位，横向距墙不小于 $800\text{mm}$ ，距门不小于 $1000\text{mm}$ 。并适当照顾到屋顶吊环的铅垂线位于变压器中心，以便于吊芯。

十、本体及附件安装。本体就位应符合下列要求：

1. 变压器、电抗器基础的轨道应水平，轮距与轨距应配合；装有气体继电器的变压器、电抗器，应使其顶盖沿气体继电器气流方向有 $1\% \sim 1.5\%$ 的升高坡度（制造厂规定不须安装坡度者除外）。当须与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线安装中心线相符。

2. 装有滚轮的变压器、电抗器，其滚轮应转动灵活。在设备就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

十一、密封处理。

1. 设备的所有法兰连接处，应用耐油密封垫（圈）密封；密封垫（圈）必须无扭曲、变形、裂纹和毛刺；密封垫（圈）应与法兰面的尺寸相配合。

2. 法兰连接面应平整、清洁；密封垫应擦拭干净，安装位置应准确，其搭接处的厚度应与其原厚度相同，橡胶密封垫的压缩量不宜超过其厚度的 $1/3$ 。

十二、有载调压切换开关的安装。有载调压切换开关的主要部件在制造厂已与变压器装配在一起，安装时只需进行检查和动作试验。如需进行安装应按制造厂说明书进行，并应符合下列要求：

1. 传动机构：（包括操动机构、电动机、传动齿轮和杠杆）应固定牢靠，连接位置正确，且操作灵活、无卡阻现象；传动机构的摩擦部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

2. 切换开关的触头及铜编织线应完整无损，且接触良好；其限流电阻应完整，无断裂现象。

3. 切换装置的工作顺序应符合产品出厂要求；切换装置在极限位置时，其机械联锁与极限开关的电气联锁动作应正确。

4. 位置指示器应动作正常，指示正确。

5. 切换开关油箱内应清洁，油箱应做密封试验且密封良好；注入油箱中的绝缘油，其绝缘强度应符合产品的技术要求。

十三、大中型变压器油箱安装。

1. 油箱安装之前应先安装底座。底座推放到变压器基础轨道上以后,应检查滚轮与轨距是否相符合。底座顶面应保持水平,允许偏差 5mm;如果误差太大,可以调整滚轮轴的高低位置。

2. 调理油箱的位置,使其方向正确并与基础轨道的中心线一致,然后落放到底座上,插入螺栓和压板组装起来。

#### 十四、冷却装置的安装。

1. 冷却器装置在安装前应按制造厂规定的压力值用气压或油压进行密封试验,并应符合下列要求:

(1) 散热器可用 0.05MPa 表压力的压缩空气检查,应无漏气;或用 0.07MPa 表压力的变压器油进行检查,持续 30min,应无渗漏现象;

(2) 强迫油循环风冷却器可用 0.25MPa 表压力的气压或油店,持续 30min 进行检查,应无渗漏现象;

(3) 强迫油循环水冷却器用 0.25MPa 表压力的气压或油压进行检查,持续 1h 应无渗漏;水、油系统应分别检查渗漏。

2. 冷却装置安装前应用合格的绝缘油经净油机循环冲洗干净,并将残油排尽。

3. 冷却装置安装完毕后应即注满油,以免由于阀门渗漏造成本体油位降低,使绝缘部分露出油面。

4. 风扇电动机及叶片应安装牢固,并应转动灵活,无卡阻现象;试转时应无震动、过热;叶片应无扭曲变形或与风筒擦碰等情况,转向应正确;电动机的电源配线应采用具有耐油性能的绝缘导线;靠近箱壁的绝缘导线应用金属软管保护;导线排列应整齐,接线盒密封良好。

5. 管路中的阀门应操作灵活,开闭位置应正确,阀门及法兰连接处应密封良好。

6. 外接油管在安装前,应进行彻底除锈并清洗干净,管道安装后,油管应涂黄漆,水管涂黑漆,并应有流向标志。

7. 潜油泵转向应正确,转动时应无异常噪音、震动和过热现象;其密封应良好,无渗油或进气现象;

8. 差压继电器、流速继电器应经校验合格,且密封良好,动作可靠;

9. 水冷却装置停用时,应将存水放尽,以防天寒冻裂。

#### 十五、储油柜(油枕)的安装。

1. 储油柜安装前应清洗干净,除去污物,并用合格的变压器油冲洗。隔膜式(或胶囊式)储油柜中的胶囊或隔膜式储油柜中的隔膜应完整无破损,并应和储油柜的长轴保持平行、不扭偏。胶囊在缓慢充气胀开后应无漏气现象。胶囊口的密封应良好,呼吸应畅通。

2. 储油柜安装前应先安装油位表;安装油位表时应注意保证放气和导油孔的畅通;玻璃管要完好。油位表动作应灵活,油位表或油标管的指示必须与储油柜的真实油位相符,不得出现假油位。油位表的信号接点位置正确,绝缘良好。

3. 储油柜利用支架安装在油箱顶盖上。油枕和支架、支架和油箱均用螺栓紧固。

#### 十六、套管的安装。

1. 套管在安装前要按下列要求进行检查：

- (1) 瓷套管表面应无裂缝、伤痕；
- (2) 套管、法兰颈部及均压球内壁应清擦干净；
- (3) 套管应经试验合格；
- (4) 充油套管的油位指示正常，无渗油现象。

2. 当充油管介质损失角正切值  $\tan\delta$  (%) 超过标准，且确认其内部绝缘受潮时，应予以干燥处理。

3. 高压套管穿缆的应力锥进入套管的均压罩内，其引出端头与套管顶部接线柱连接处应擦拭干净，接触紧密；高压套管与引出线接口的密封波纹管结构（魏德迈结构）的安装应严格按制造厂的规定进行。

4. 套管顶部结构的密封垫应安装正确，密封应良好，连接引线时，不应使顶部结构松扣。

十七、升高座的安装。

1. 升高座安装前，应先完成电流互感器的试验，电流互感器出线端子板绝缘良好，其接线螺栓和固定件的垫块应紧固，端子板应密封良好，无渗油现象；

2. 安装升高座时，应使电流互感器铭牌位置面向油箱外侧，放气塞位置应在升高座最高处。

3. 电流互感器和升高座的中心应一致。

4. 绝缘筒应安装牢固，其安装位置不应使变压器引出线与之相碰。

十八、气体继电器安装。

1. 气体继电器在安装前应经检验整定，以检验其严密性及绝缘性能并作流速整定。根据《气体继电器》(GB2107-77) 的规定，油速整定范围如下。

管径为 80mm 者为 0.7~1.5m/s；

管径为 50mm 者为 0.6~1.0m/s。

2. 气体继电器安装在油箱与储油柜联管之间。气体继电器顶盖上的箭头应指向储油柜。油箱和储油柜间的阀门应装于气体继电器和储油柜之间。

3. 安装气体继电器之前，应先装好两侧的联管，但各联结面的螺栓不要完全拧紧，然后装继电器，继电器应水平安装。继电器两侧的管路轴线应与变压器油箱盖相平，允许接往储油器的一端稍高，但其轴线与水平面的倾斜度不得超过 4%。

4. 气体继电器法兰和联管之间的耐油橡胶垫内孔径应稍大，保证故障气流畅通。

十九、安全气道（防爆管）的安装。

1. 安全气道安装前内壁应清拭干净，防爆隔膜应完整，其材质和规格应符合产品规定。

2. 安全气道斜装在油箱盖上，安装倾斜方向应按制造厂规定，厂方无明显规定时，宜斜向储油柜侧。

3. 安全气道应按产品要求与储油柜连通，但当采用隔膜式储油器和密封式安全气道时，二者不应连接。

4. 防爆隔膜信号接线应正确，接触良好。

## 二十、干燥器（吸湿器、防潮呼吸器、空气过滤器）安装。

1. 检查硅胶是否失效（对浅兰色硅胶，变为浅红色即已失效；对白色硅胶一律烘烤）。如已失效，应在 115 ~ 120℃ 温度下烘烤 8h，使其复原或换新。
2. 安装时，必须将干燥器盖子处的橡皮垫取掉，使其畅通，并在盖子中装适量的变压器油，起滤尘作用。
3. 干燥器与储气柜间管路的连接应密封良好，管道应通畅。
4. 干燥器油封油位应在油面线上，但隔膜式储油柜变压器应按产品要求处理（或不到油封，或少放油，以便胶囊易于伸缩呼吸）。

## 三十一、净油器安装。

1. 安装前先用合格的变压器油冲洗净油器，然后同安装散热器一样，将净油器与安装孔的法兰联结起来。其滤网安装方向应正确并在出口侧。
2. 将净油器容器内装满干燥的硅胶粒后充油。油流方向应正确。

## 二十二、温度计安装。

1. 温度计安装前均应进行校验，信号接点应动作正确，导通良好。绕组测温用的温度计（引进设备多装有）应根据制造厂的规定进行整定。
2. 变压器顶盖上的温度计座内应注以变压器油，且密封应良好，无渗漏现象。闲置的温度计座也应密封，不得进水。
3. 膨胀式信号温度计的细金属软管，其弯曲半径不得小于 50mm，且不得有压扁或急剧的扭曲。

## 二十三、压力释放装置安装。

1. 密封式结构的变压器、电抗器，其压力释放装置的安装方向应正确，使喷油口不要朝向邻近的设备，阀盖和升高座内部应清洁，密封良好；
2. 电接点应动作准确，绝缘应良好。

## 二十四、注油。

1. 绝缘油必须按第二十六条的规定试验合格后，方可注入变压器、电抗器中。不同牌号的绝缘油或同牌号的新油与旧油不宜混合使用，如必须混合时，应进行混油试验。
  2. 绝缘油取样：取样应在晴天、无风沙时进行，温度应在 0℃ 以上。取抽样用的大口玻璃瓶应洗刷干净，取样前用烘箱烘干。
- 混油试验取样应标明实际比例。油样应取自箱底或桶底。取样时，先开启放油阀，冲去阀口脏物，再将取样瓶冲洗两次，然后取样封好瓶口（如运往外地检验，瓶口宜蜡封）。
3. 绝缘油检验后，如绝缘强度（耐压）不合格，应进行过滤。
  4. 为防止注油时在变压器、电抗器的芯部凝结水分，要求注入绝缘油的温度在 10℃ 左右，芯部的温度与油温之差不宜超过 5℃，并应尽量使芯部温度高于油温。
  5. 注油应从油箱下部油阀进油，加补充油时应通过油枕注入。对导向强油循环的变压器，注油应按制造厂的规定执行。
  6. 胶囊式储油柜注油应按制造厂规定进行，一般采取油从变压器油箱逐渐注入，

慢慢将胶囊内空气排净，然后放油使储油柜内油面下降至规定油位。如果油位计也是带小胶囊结构时，应先向油表内注油，然后进行储油柜的排气和注油。

7. 冷却装置安装完毕后即应注油，以免由于阀门渗漏造成变压器绝缘部分露出油面。

8. 油注到规定油位，应从油箱、套管、散热器、防爆筒、气体继电器等处多次排气，直到排尽为止。

9. 注油完毕，在施加电压前，变压器、电抗器应进行静置，静置时间规定为：110kV 及以下 24h。

静置完毕后，应从变压器、电抗器的套管、升高座、冷却装置、气体继电器及压力释放装置等有关部位进行多次放气。

### 二十五、整体密封检查。

1. 变压器、电抗器安装完毕后，应在储油柜上用气压或油压进行整体密封试验，所加压力为油箱盖上能承受 0.03MPa 的压力，试验持续时间为 24h，应无渗漏。油箱内变压器油的温度不应低于 10℃。

整体运输的变压器、电抗器可不进行整体密封试验。

### 二十六、电力变压器试验。

#### (一) 电力变压器试验项目

1. 测量绕组连同套管的直流电阻；
2. 检查所有分接头的变压比；
3. 检查变压器的三相结线组别和单相变压器引出线的极性；
4. 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数；
5. 测量绕组连同套管的介质损耗角正切值  $\text{tg}\delta$ ；
6. 测量绕组连同套管的直流泄漏电流；
7. 绕组连同套管的交流耐压试验；
8. 绕组连同套管的局部放电试验；
9. 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻；
10. 非纯瓷套管的试验；
11. 绝缘油试验；
12. 有载调压切换装置的检查 and 试验；
13. 额定电压下的冲击合闸试验；
14. 检查相位；
15. 测量噪音。

上述试验项目，对 1600kVA 以上油浸式电力变压器应按全部项目的规定进行；1600kVA 及以下油浸式电力变压器的试验，可按本条所列的 1、2、3、4、7、9、10、11、12、14 款的规定进行；干式变压器的试验，可按本条的 1、2、3、4、7、9、12、13、14 款的规定进行；变流、整流变压器的试验，可按本条的 1、2、3、4、7、9、11、12、13、14 款的规定进行；电炉变压器的试验，可按本条的 1、2、3、4、7、9、10、11、12、13、14 款的规定进行。

## (二) 测量绕组连同套管的直流电阻

1. 测量应在各分接头的所有位置上进行。

2. 1600kVA 及以下三相变压器, 各相测得值的相互差值应小于平均值的 4%, 线间测得值的相互差值应小于平均值的 2%; 1600kVA 以上三相变压器, 各相测得值的相互差值应小于平均值的 2%; 线间测得值的相互差值应小于平均值的 1%。

3. 变压器的直流电阻, 与相同温度下产品出厂实测数值比较, 相应变化不应大于 2%。

4. 由于变压器结构等原因, 差值超过 (二) 2 中的规定时, 可只按 (二) 3 的规定进行比较。

## (三) 检查所有分接头的变压比

与制造厂铭牌数据相比应无明显差别, 且应符合变压比的规律。

## (四) 检查三相变压器的结线组别和单相变压器引出线的极性

必须与设计要求及铭牌上的标记和外壳上的符号相符。

## (五) 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数

1. 绝缘电阻应不低于产品出厂试验值的 70%。其最低允许值可参考表 2-4-7。

表 2-4-7 油浸式电力变压绝缘电阻的温度换算系数

高压绕组电压等级 (kV)	温 度 (°C)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
3~10	450	300	200	130	90	60	40	25

2. 当测量温度与产品出厂试验时的温度不符合时, 可按表 2-4-8 换算到同一温度时的数值进行比较。

表 2-4-8 油浸式电力变压器绝缘电阻的温度换算系数

温度差 K	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
换算系数 A	1.2	1.5	1.8	2.3	2.8	3.4	4.1	5.1	6.2	7.5	9.2	11.2

注: 表中 K 为实测温度减去 20°C 的绝对值。

当测量绝缘电阻的温度差不是表 2-4-8 中所列数值时, 其换算系数 A 可用线性插入法确定, 也可按下述公式计算:

$$A = 1.5k/10$$

校正到 20°C 时的绝缘电阻值可用下述公式计算:

当实测温度为 20°C 以上时:

$$R_{20} = AR_t$$

当实测温度为 20°C 以下时

$$R_{20} = R_t / A$$

式中  $R_{20}$ ——校正到 20°C 时的绝缘电阻值 (MΩ);

$R_t$ ——在测量温度下的绝缘电阻值 (MΩ)。



**(六) 绕组连同套管的交流耐压试验**

容量为 8000kVA 以下, 绕组额定电压在 110kV 以下的变压器, 应按表 2-4-9 所列标准进行交流耐压试验。

表 2-4-9 电力变压器工频耐压试验电压标准  
(1min 工频耐受电压 (kV) 有效值)

额定电压 (kV)	3	6	10
最高工作电压 (kV)	3.5	6.9	11.5
试验电压 (kV)	15	21	30

**(七) 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻**

1. 进行器身检查的变压器, 应测量可接触到的穿芯螺栓、轭铁夹件及绑扎钢带对铁轭、铁芯、油箱及绕组压环的绝缘电阻。
2. 采用 2500V 兆欧表测量, 持续时间为 1min, 应无闪络及击穿现象。
3. 当轭铁架及穿芯螺栓一端与铁芯连接时, 应将连接片断开后进行试验。
4. 铁芯必须为一点接地; 对变压器上有专用的铁芯接地线引出套管时, 应在注油前测量其对外壳的绝缘电阻。

**(八) 套管的试验**

1. 测量套管主绝缘的绝缘电阻, 采用 2500V 兆欧表测量, 绝缘电阻值不应低于 1000MΩ。
2. 交流耐压试验, 应符合下列规定。
  - (1) 试验电压应符合有关规定;
  - (2) 变压器套管、电抗器及消弧线圈套管, 均可随母线或设备一起进行交流耐压试验。

**(九) 绝缘油的试验**

绝缘油试验类别应符合表 2-4-10 的规定, 试验项目及标准应符合表 2-4-11 的规定。

表 2-4-10 电气设备绝缘油试验分类

试验类别	适用范围
电气强度试验	一、6kV 以上电气设备内的绝缘油或新注入上述设备前、后的绝缘油 二、对下列情况之一者, 可不进行电气强度试验: (1) 35kV 以下互感器, 其主绝缘试验已合格的 (2) 按本标准有关规定不需取油的
简化分析	准备注入变压器、电抗器、互感结、套管的新油, 应按表 2-4-11 中的第 5~11 项规定进行
全分析	对油的性能有怀疑时, 应按表 2-4-11 中的全部项目进行

表 2-4-11 绝缘油的试验项目及标准

序号	项 目	标 准				说 明
1	外观	透明, 无沉淀及悬浮物				5℃时的透明度
2	苛性钠抽出	不应大于 2 级				按 SY2651-77
	安 定 性	氧化后酸值	不应大于 0.2mg (KOH) /g 油			按 YS-27-1-84
		氧化后沉淀物	不应大于 0.05%			
4	凝 点 (℃)	(1) DB-10, 不应高于 -10℃ (2) DB-25, 不应高于 -25℃ (3) DB-45, 不应高于 -45℃				(1) 按 YS-25-1-84 (2) 户外断路器, 油浸电容式套管。 互感器用油气温不低于 -5℃的地区, 凝点不应高于 -10℃ 气温不低于 -20℃的地区, 凝点不应高于 -25℃ 气温低于 -20℃的地区, 凝点不应高于 -45℃ (3) 变压器用油: 气温不低于 -10℃的地区, 凝点不应高于 -10℃ 气温低于 -10℃的地区, 凝点不应高于 -25℃或 -45℃。
5	界面强力	不应小于 35mN/m				(1) 按 GB3541-87 或 YS-6-1-84 (2) 测试时温度为 25℃
6	酸值	不应大于 0.03mg (KOH) /g 油				按 GB7599-87
7	水溶性酸 (pH 值)	不应小于 5.4				按 GB7598-87
8	机械杂质	无				按 GB511-77
9	闪点	不低于 (℃)	DB-10 140	DB-25 140	DB-45 135	按 GB261-77 闭口法
10	电气强度试验	使用于 15kV 及以下者, 不应低于 25kV				(1) 按 GB507-86 (2) 油样应取自被试设备 (3) 试验油杯采用平板电极 (4) 对注入设备的新油均不应低于木标准
11	介质损耗角 正切值 $\text{tg}\delta$ (%)	90℃时不应大于 0.5				按 YS-30-1-84

注: 第 11 项为新油标准, 注入电气设备后的  $\text{tg}\delta$  (%) 标准为 90℃时, 不应大于 0.7%。

(十) 有载调压切换装置的检查 and 试验, 应符合下列规定:

1. 在切换开关取出检查时, 测量限流电阻的电阻值, 测得值与产品出厂数值相比, 应无明显差别。

2. 在切换开关取出检查时, 检查切换开关切换触头的全部动作顺序, 应符合产品技术条件的规定。

3. 检查切换装置在全部切换过程中, 应无开路现象, 电气和机械限位动作正确且符合产品要求, 在操作电源电压为额定电压的 85% 及以上时, 其全过程的切换中应可

靠动作。

4. 在变压器无电压下操作 10 个循环。在空载下按产品技术条件的规定检查切换装置的调压情况，其三相切换同步性及电压变化范围和规律，与产品出厂数据相比，应无明显差别。

5. 绝缘油注入切换开关油箱前，其电气强度应符合表 2-4-11 的规定。

#### (十一) 冲击合闸试验

在额定电压下应进行 5 次，每次间隔时间宜为 5min，无异常现象；冲击合闸宜在变压器高压侧进行；对中性点接地的电力系统，试验时变压器中性点必须接地；发电机变压器组中间连接无操作断开点的变压器，可不进行冲击合闸试验。

#### (十二) 相位检查

检查变压器的相位必须与电网相位一致。

二十七、变压器试运行前应进行全面的检查，确认其符合运行条件时，方可投入试运行。检查项目如下：

1. 本体、冷却装置及所有附件应无缺陷，且不渗油。
2. 轮子的制动装置应牢固。
3. 油漆应完整，相色标志正确。
4. 变压器顶盖上应无遗留杂物。
5. 事故排油设施应完好，消防设施齐全。
6. 储油柜、冷却装置、净油器等油系统上的油门均应打开，且指示正确。

7. 接地引下线及其与主接地网的连接应满足设计要求，接地应可靠。

铁芯和夹件的接地引出套管、套管的接地小套管及电压抽取装置不同时其抽出端子应接地；备用电流互感器二次端子应短接接地；套管顶部结构的接触及密封应良好。

8. 储油柜和充油套管的油位应正常。

9. 分接头的位置应符合运行要求；有载调压切换装置的远方操作应动作可靠，指示位置正确。

10. 变压器的相位及绕组的接线组别应符合并列运行要求。

11. 测温装置指示应正确，整定值符合要求。

12. 冷却装置试运行应正常，联动正确；水冷装置的油压应大于水压；强迫油循环的变压器、电抗器应起动全部冷却装置，进行循环 4h 以上，放完残留空气。

13. 变压器、电抗器的全部电气试验应合格，保护装置整定值符合规定；操作及联动试验正确。

二十八、变压器、电抗器开始带电，并带一定负荷（即可能的最大负荷）运行 24h。试运行时应按下列规定进行检查：

1. 接于中性点接地系统的变压器，在进行冲击合闸时，其中性点必须接地。

2. 变压器、电抗器第一次投入时，可全电压冲击合闸，如有条件时应从零起升压。冲击合闸时，变压器宜由高压侧投入；对发电机变压器组结线的变压器，当发电机与变压器间无操作开点时，可不作全电压冲击合闸。

3. 变压器、电抗器应进行五次空载全电压冲击合闸，应无异常情况；第一次受电



续表

用途：		图号：		制造厂：		型号：		厂号：	
8. 耐压试验						9. 瓦斯继电器检查：			
	试验电压 - ~ V	持续时间 (s)							
一次一									
二次一						10. 直流漏池电流 _____ $\mu\text{A}$			
二次一									
感应耐压试验		V	Hz	持续		s			
11. 接地装置检查				13. 测量噪音分贝数 dB				15. 结论及补充	
12. 额定电压下的冲击合闸试验次				14. 相位检查					
调试人员 _____		_____		_____		调试日期 _____		年 _____ 月 _____ 日	

## 第二节 互感器安装

### 一、一般规定。

1. 互感器在运输、保管期间应防止受潮、倾倒或遭受机械损伤；互感器的运输和放置应按产品技术要求执行。

2. 互感器整体起吊时，吊索应固定在规定的吊环上，不得利用瓷裙起吊，并不得碰伤瓷套。

3. 互感器到达现场后，还应作下列外观检查：

- (1) 互感器外观应完整，附件应齐全，无锈蚀或机械损伤。
- (2) 油浸式互感器油位应正常，密封应良好，无渗油现象。
- (3) 电容式电压互感器的电磁装置和谐振阻尼器的封铅应完好。

二、器身检查一般可不作，但发现有异常情况时，应按下列要求进行检查：

1. 螺栓应无松动，附件完整。
2. 铁芯应无变形，且清洁紧密，无锈蚀。
3. 绕组绝缘应完好，连接正确、紧固。
4. 绝缘支持物应牢固，无损伤，无分层开裂。
5. 内部应清洁，无油垢杂物。
6. 穿心螺栓应绝缘良好。
7. 制造厂有特殊规定时，还应符合制造厂的规定。

三、互感器安装。互感器安装时应进行下列检查：

1. 互感器的变比分接头的位置和极性应符合规定。
2. 二次接线板应完整，引线端子应连接牢固，绝缘良好，标志清晰。
3. 油位指示器、瓷套法兰连接处、放油阀均应无渗油现象。

4. 隔膜式储油柜的隔膜和金属膨胀器应完整无损，顶盖螺栓紧固。
5. 油浸式互感器安装面应水平；并列安装的应排列整齐，同一组互感器的极性方向应一致。
6. 具有等电位弹簧支点的母线贯穿式电流互感器，其所有弹簧支点应牢固，并与母线接触良好，母线应位于互感器中心。
7. 具有吸湿器的互感器，其吸湿器应干燥，油封油位正常。
8. 互感器的呼吸孔的塞子带有垫片时，应将垫片取下。
9. 电容器电压互感器必须根据产品成套供应的组件编号进行安装，不得互换。各组件达接处的接触面，应除去氧化层，并涂以电力复合脂；阻尼器装于室外时，应有防雨措施。
10. 具有均压环的互感器，均压环应安装牢固、水平，且方向正确。具有保护间隙的，应按制造厂规定调好距离。
11. 零序电流互感器的安装，不应使构架或其它导磁体与互感器铁芯直接接触，或与其构成分磁回路。
12. 互感器的下列各部位应予良好接地：
  - (1) 分级绝缘的电压互感器，其一次绕组的接地引出端子，电容式电压互感器应按制造厂的规定执行。
  - (2) 电容型绝缘的电流互感器，其一次绕组末屏的引出端子、铁芯引出接地端子。
  - (3) 互感器的外壳。
  - (4) 备用的电流互感器的二次绕组端子应先短路后接地。
  - (5) 倒装式电流互感器二次绕组的金属导管。
13. 互感器需补油时，应按制造厂规定进行。
14. 运输中附加的防爆膜临时保护应予拆除。

#### 四、工程交接验收。

1. 在验收时，应进行下列检查：
  - (1) 设备外观应完整无缺损。
  - (2) 油浸式互感器应无渗油，油位指示应正常。
  - (3) 保护间隙的距离应符合规定。
  - (4) 油漆应完整，相色应正确。
  - (5) 接地应良好。
2. 验收时，应移交下列资料与文件：
  - (1) 变更设计的证明文件。
  - (2) 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。
  - (3) 安装技术记录、器身检查记录、干燥记录（可用第二章表 2-2-13 填写）。
  - (4) 互感器试验报告（参考表 2-4-12）。

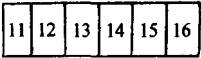








# 第二部分 建筑电气设备安装 工程概预算

## 第五章 电气设备安装工程施工 图常用图例及符号

### 一、配电箱、屏、控制台

配电箱、屏、控制台图形符号见表 2-5-1。

表 2-5-1 配电箱、屏、控制台图形符号

序号	图形符号	说 明	标 准
1		端子板 (表示带线端标记的端子板)	IEC <sup>①</sup>
2		屏、台、箱、柜一般符号	GB
3		动力或动力—照明配电箱 (需要时符号内可标示电流种类符号)	GB
4		信号板、信号箱 (屏)	GB
5		照明配电箱 (屏) (需要时允许涂红)	GB
6		事故照明配电箱 (屏)	GB
7		多种电源配电箱 (屏)	GB
8		直流配电盘 (屏)	GB
9		交流配电盘 (屏)	GB

续表



序号	图形符号	说 明	标 准
10		电源自动切换箱(屏)	GB
11		电阻箱	GB

①IEC 表示国际电工委员会标准。

## 二、插座、开关电器

插座、开关电器图形符号见表 2-5-2。

表 2-5-2 插座、开关电器图形符号




序号	图形符号	说 明	
1		单相插座	GB
2		暗装	
3		密闭(防水)	
4		防爆	
5		带保护接点插座 带接地插孔的单相插座	
6		暗装	GB
7		密闭(防水)	
8		防爆	
9		带接地插孔的三相插座	
10		带接地插孔的三相插座 暗装	
11		密闭(防水)	
12		防爆	
13		多个插座(示出三个)	IEC



续表

序号	图形符号	说 明	
14		具有护板的插座	IEC
15		具有单极开关的插座	IEC
16		具有联锁开关的插座	IEC
17		具有隔离变压器的插座（如电动剃刀用的插座）	IEC
18		插座箱（板）	GB
19		<p>电信插座的一般符号 注：可用文字或符号加以区别 如：TP 表示电话 TX 表示电传 TV 表示电视 R 表示扬声器 M 表示传声器 FM 表示调频</p>	IEC
20		带熔断器的插座	GB
21		开关一般符号	IEC
22		单极开关	GB
23		暗装	GB
24		密闭（防水）	
25		防爆	
26		双极开关	IEC
27		双极开关暗装	GB
28		密闭（防水）	
29		防爆	










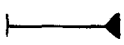



续表

序号	图形符号	说 明	
30		三极开关	GB
31		暗装	
32		密闭(防水)	
33		防爆	
34		单极拉线开关	IEC
35		单极双控拉线开关	GB
36		多拉开关(如用于不同照度)	IEC
37		单极限时开关	IEC
38		双控开关(单极三线)	IEC
39		双控开关(单极三线) 暗装	Z
40		密闭(防水)	Z
41		防爆	Z
42		具有指示灯的开关	IEC
43		定时开关	IEC
44		钥匙开关	IEC

## 三、照明灯具

常用照明灯具图形符号见表 2-5-3。

表 2-5-3 照明灯具图形符号

序号	图 形 符 号	说 明	标 准
1		灯或信号灯的一般符号 注：(1) 如果要求指示颜色，则在靠近符号处标出下列字母： RD 红、BU 蓝、YE 黄、WH 白、GN 绿 (2) 如要指出灯的类型，则在靠近符号处标出下列字母： Ne 氖、Xe 氙、Na 钠、Hg 汞、I 碘、IN 白炽、EL 电发光、ARC 弧光、FL 荧光、IR 红外线、UV 紫外线、LED 发光二极管	IEC
2		投光灯一般符号	IEC
3		聚光灯	IEC
4		泛光灯	IEC
5		示出配线的照明引出线位置	IEC
6		在墙上的照明引出线（示出配线在左边）	IEC
7		荧光灯一般符号	IEC
8		三管荧光灯	GB
9		五管荧光灯	GB
10		防爆荧光灯	GB
11		在专用电路上的事故照明灯	IEC
12		自带电源的事故照明灯装置（应急灯）	IEC
13		气体放电灯的辅助设备 注：仅用于辅助设备与光源不在一起时	IEC

续表


序号	图 形 符 号	说 明	标 准
14		探照型灯	GB
15		广照型灯 (配照型灯)	GB
16		防水防尘灯	GB
17		球形灯	GB
18		局部照明灯	GB
19		矿工灯	GB
20		安全灯	GB
21		隔爆灯	GB
22		天棚灯	GB
23		花灯	GB
24		弯灯	GB
25		壁灯	GB

## 四、电气线路

电气线路图形符号见表 2-5-4。

表 2-5-4


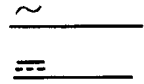

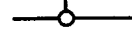


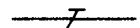

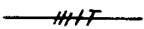










电气线路图形符号

序号	图形符号	说 明	标 准
1		<p>导线、导线阻、电线、电缆、电路、传输通路 (如微波技术) 线路、母线 (总线) 一般符号</p> <p>注: 当用单线表示一组导线时, 若需示出导线数可加小短斜线或画一条短斜线加数字表示</p>	IEC

续表

序号	图形符号	说 明	标 准
2		柔软导线	IEC
3		绞合导线	IEC
4		屏蔽导线	IEC
5		不需要示出电缆芯数的电缆终端头	GB
6		电缆直通接线盒 (示出带三根导线) 单线表示	IEC
7		电缆连接盒, 电缆分线盒 (示出带三根导线 T形连接) 单线表示	IEC
8		电话 电报和数据传输 视频通路 (电视) 声道 (电视或无线电广播) 示例: 电话线路或电话电路	IEC
9		地下线路	IEC
10		水下 (海底) 线路	IEC
11		架空线路	IEC
12		沿建筑物明敷设通信线路	GB
13		沿建筑物暗敷设通信线路	GB
14		挂在钢索上的线路	GB
15		事故照明线	GB
16		50V 及其以下电力及照明线路	GB
17		控制及信号线路 (电力及照明用)	GB
18		用单线表示的多种线路	GB
19		用单线表示的多回路线路 (或电缆管束)	GB









续表

序号	图形符号	说 明	标 准
20		母线一般符号 当需要区别交直流时： (1) 交流母线 (2) 直流母线	GB
21			
22		装在支柱上的封闭式母线	GB
23		装在吊钩上的封闭式母线	GB
24		滑触线	GB
25		中性线	IEC
26		保护线	IEC
27		保护和中性共用线	IEC
28		具有保护线和中性线的三相配线	IEC
29		向上配线	IEC
30		向下配线	IEC
31		垂直通过配线	IEC
32		电缆铺砖保护	GB
33		电线穿管保护 注：可加注文字符号表示其规格数量	GB
34		电缆预留	GB
35		母线伸缩接头	GB
36		人孔一般符号 注：需要时可按实际形状绘制	IEC
37		手孔的一般符号	GB
38		避雷线	Z

## 五、其他图形符号

除上述常用图形符号外，表 2-5-5 中的图形符号也经常使用。

表 2-5-5 其他常用图形符号

序号	图形符号	说 明	标 准
1		直流 注：电压可标注在符号在右边，系统类型可标注在符号的左边	IEC
2		交流 注：频率或频率范围以及电压的数值应标注在符号的右边，系统类型应标注在符号的左边	IEC
3		交直流	GB
4		正极、负极	IEC
5		电阻器一般符号	IEC
6		电容器一般符号	IEC
7		原电池或蓄电池 注：长线代表阳极，短线代表阴极，为了强调短线可画粗些	IEC
8		电阻加热装置	GB

## 六、施工图中常见标注和常用代号

### (一) 常见标注

施工图中常见标注形式和意义见表 2-5-6。

表 2-5-6 施工图中常见标注形式和意义

标注部位	标 注 形 式	意 义
用电设备或电动机出线口	$\frac{a}{b}$	a—设备编号 b—设备容量 (kW)

续表

标注部位	标注形式	意义
在动力或照明配电设备上	$a \frac{b}{c}$ 或 $a-b-c$	只注编号时： $a$ —设备编号， $a$ 一般用1, 2, 3, ……表示只注编号，为了便于区别，照明设备用用一，二，三，……表示 $b$ —设备型号 $c$ —设备容量 (kW)
配电线上	$a-b(c \times d)e-f$	末端支路只注编号时为： $a$ —回路编号 $b$ —导线编号 $c$ —导线根数 $d$ —导线截面 $e$ —敷设方式及穿管管径 $f$ —敷设部位
在电话线路上	$a-b(c \times d)e-f$	$a$ —编号 $b$ —型号 $c$ —导线对数 $d$ —导线芯径 (mm) $e$ —敷设方式及管径 $f$ —敷设部位
照明用变压器	$a - \frac{b}{c} - d$	$a$ —型号 $b$ —一次电压 $c$ —二次电压 $d$ —额定容量 (VA)
电话交接箱上	$\frac{a-b}{c}d$	$a$ —编号 $b$ —型号 $c$ —线序 $d$ —用户数
照明灯具	$a - b \frac{c \times d}{e} f$	$a$ —灯具数 $b$ —型号 $c$ —每盏灯的灯泡数或灯管数 $d$ —每个灯泡的功率 (W) $e$ —安装高度 (m) $f$ —安装方式
交流电	$m-f, u$	$m$ —相数 $f$ —频率 (Hz) $u$ —电压 (V)

## (二) 常用代号

施工图中常见的标注代号及意义见表 2-5-7。



表 2-5-7

施工图中常见的标注代号及意义

标注内容	代号及其意义
标注线路的代号	PG—配电干线 LG—电力干线 MG—照明干线 PFG—配电分干线 LFG—电力分干线 MFG—照明分干线 KZ—控制线
系统图中标注相序的代号	A—第一相（黄色） B—第二相（绿色） C—第三相（红色） N—中性线（黑色）
表达线路敷设部位的代号	S—沿钢索敷设 LM—沿屋架或屋架下弦 ZM—沿柱敷设 QM—沿墙敷设 PM—沿天棚敷设 PNM—在能进入的顶棚内敷设 LA—梁内暗敷 ZA—柱内暗敷 QA—墙内暗敷 PA—屋面或顶板内暗敷 DA—地面或地板内暗敷 PNA—暗敷在不能进入的吊顶内 GBVV—用轨型护套线敷设 VXC—塑料线槽敷设 VG—硬质塑料管敷设 VYG—半硬质塑料管敷设
表达线路敷设部位的代号	KRG—可挠型塑料管敷设 DG—薄电线管敷设 G—厚电线管敷设 GG—水煤气管敷设 GXG—金属线槽敷设

续表

标注内容	代号及其意义
表达照明灯具安装方式的代号	X—自在器线吊式 X <sub>1</sub> —固定线吊工 X <sub>2</sub> —防水线吊式 X <sub>3</sub> —吊线器式 L—链吊式 G—管吊式 B—壁装式 D—吸顶式 R—嵌入式 T—台上安装 DR—顶棚内安装 BR—墙内安装 J—支架上安装 Z—柱上安装 ZH—座装
其他代号	$P_e$ —设备容量 (kW) $P_{ic}$ —计算负荷 (kW) $I_{ic}$ —计算电流 (A) $I_z$ —整定电流 (A) $K_x$ —需要系数 $\Delta U\%$ —电压损失 $\cos\phi$ —功率因数

## 第六章 电气设备安装工程施工概 预算的有关规范和标准

### 一、低压电器

1. 低压电器的安装高度 低压电器安装高度在设计无规定时,应符合下列要求:

(1) 落地安装的低压电器,其底部应高出地面 50~100mm。

(2) 操作手柄转轴中心与地面的距离,应为 1200~1500mm;侧面操作的手柄与建筑物或设备的距离,不应小于 200mm。

2. 电器外部的接线 电器外部接线应符合下列要求:

(1) 接线应按接线端头标志进行。

(2) 接线应排列整齐、清晰、美观,导线绝缘应良好、无损伤。

(3) 电源侧进线应接在进线端,即固定触头接线端;负荷侧出线应接在出线端,即可动触头接线端。

(4) 电器的接线应采用铜质或有电镀金属防锈层的螺栓和螺钉,连接时应拧紧,且应有防松装置。

(5) 外部接线不得使电器内部受到额外应力。

(6) 母线与电器连接时,接触面应符合现行国家标准《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》的有关规定。连接处不同相的母线最小电气间隙,应符合表 2-6-1 的规定。

表 2-6-1 不同相的母线最小电气间隙

额定电压/V	最小电气间隙/mm
$U \leq 500$	10
$500 < U \leq 1200$	14

3. 低压电器绝缘电阻的测量 低压电器绝缘电阻在下列部位进行测量,对额定工作电压不同的电器,应分别进行测量。

(1) 主触头在断开位置时,同极的进线端及出线端之间。

(2) 主触头在闭合位置时,不同极的带电部件之间、触头与线圈之间以及主电路与同它不直接连接的控制和辅助电路(包括线圈)之间。

(3) 主电路、控制电路、辅助电路等带电部件与金属支架之间。

4. 加装隔弧板 断路器极间中心距离及与相邻设备或建筑物的距离,不应小于 500mm。当不能满足要求时,应加装高度不小于单极开关总高度的隔弧板。

在灭弧室上方应留有不小于 1000mm 的空间；当不能满足要求时，在开关电流 3000A 以下断路器的灭弧室上方 200mm 处应加装隔弧板；在开关电流 3000A 及以上断路器的灭弧室上方 500mm 处应加装隔弧板。

5. 凸轮控制器的安装 凸轮控制器及主令控制器，应安装在便于观察和操作的位置上；操作手柄或手轮的安装高度，应为 800 ~ 1200mm。

6. 按钮的安装 按钮安装应符合下列要求：

(1) 按钮之间的距离应为 50 ~ 80mm，按钮箱之间的距离应为 50 ~ 100mm；当倾斜安装时，其与水平的倾角不应小于 30°。

(2) 按钮操作应灵活、可靠、无卡阻。

(3) 集中在一起安装的按钮应有编号或不同的识别标志，“紧急”按钮应有明显标志，并设保护罩。

## 二、电力变流设备

(1) 变流装置的进口、出口水管与冷却系统之间，应采用绝缘管连接；当变流装置输出电压在 1000V 以下时，绝缘管长度不应小于 1.5m。

(2) 冷却系统的管道、阀门及管件，在安装前均应吹洗干净；当管道使用无镀层的普通钢管时，管内壁应按设计要求作防腐处理；安装后系统内部应冲洗干净。

(3) 电力变流设备水冷却系统的水质，应符合下列要求：

1) 设备额定直流电压在 630V 以下时，电导率不应大于 0.5mS/m。

2) 设备额定直流电压在 630 ~ 1000V 时，电导率不应大于 0.1mS/m。

注：自然水冷却的 50V 以下设备，电导率不应大于 0.04S/m，酸度（pH 值）6 ~ 9；溶解性总固体含量不应大于 1000mg/L，总硬度（以碳酸钙计）应小于 450mg/L。

(4) 电力变流设备各类装置的交接试验项目见表 2-6-2。

表 2-6-2 电力交流设备各类装置的交接试验项目

试 验 项 目	类 型			
	可控整流装置	整流装置	变频装置	逆变电源装置
绝缘试验	✓	✓	✓	✓
辅助装置的检验	✓	✓	✓	✓
轻载试验	✓	✓	✓	✓
电压均衡度试验	✓	✓	✓	—
低压大电流试验	✓	✓	✓	—
电流均衡度试验	✓	✓	✓	—
控制性能的检验	✓	—	✓	✓
保护系统的协调检验	✓	✓	✓	✓
稳定性能的检验	✓	—	✓	✓

续表

试 验 项 目	类 型			
	可控整流装置	整流装置	变频装置	逆变电源装置
音频噪声测量	✓	✓	✓	✓

注：1. 表中符号“✓”为需做的试验项目。

2. 制造厂在出厂试验未进行表中的试验项目，应在现场交接试验时，由订货单位协调制造厂与安装单位共同进行。
3. 电力电子开关的试验，可按表中逆变电源装置的试验项目进行。

### 三、起重机电气装置

(1) 司机室与起重机本体用螺栓连接时，应进行电气跨接；其跨接点不应少于两处。跨接宜采用多股软铜线，其截面面积不得小于  $16\text{mm}^2$ ，两端压接接线端子应采用镀锌螺栓固定；当采用圆钢或扁钢进行跨接时，圆钢直径不得小于  $12\text{mm}$ ，扁钢截面的宽度和厚度不得小于  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。

(2) 滑接线的布置应符合设计要求；当设计无规定时，应符合下列要求：

(1) 滑接线距离地面的高度不得低于  $3.5\text{m}$ ；在有汽车通过部分滑接线距离地面的高度不得低于  $6\text{m}$ 。

2) 滑接线与设备和氧气管道的距离不得小于  $1.5\text{m}$ ；与易燃气体、液体管道的距离不得小于  $3\text{m}$ ；与一般管道的距离不得小于  $1\text{m}$ 。

3) 裸露式滑接线应与司机室同侧安装；当工作人员上下有碰触滑接线危险时，必须设有遮拦保护。

(3) 额定电压为  $0.5\text{kV}$  以下的滑接线，其相邻导电部分和导电部分对接地部分之间的距离不得小于  $30\text{mm}$ ；户内  $3\text{kV}$  滑接线其相间和对地的距离不得小于  $100\text{mm}$ ；当不能满足以上要求时，滑接线应采取绝缘隔离措施。

(4) 型钢滑接线长度超过  $50\text{m}$  或跨越建筑物伸缩缝时，应装设伸缩补偿装置。

(5) 辅助导线宜沿滑接线敷设，且应与滑接线进行可靠的连接；其连接点之间的距离不应大于  $12\text{m}$ 。

(6) 型钢滑接线在支架上应能伸缩，并宜在中间支架上固定。

(7) 型钢滑接线除接触面外，表面应涂以红色的油漆或相色漆。

(8) 悬挂式软电缆安装应符合下列要求：

1) 悬挂装置的电缆夹应与软电缆可靠固定，电缆夹间的距离不应大于  $5\text{m}$ 。

2) 软电缆移动段的长度应比起重机移动距离长  $15\% \sim 20\%$ ，并应加装牵引绳，牵引绳长度应短于软电缆移动段的长度。

(9) 安全式滑接线安装，当滑接线长度大于  $200\text{mm}$  时，应加装伸缩装置。

(10) 安全式滑接线支架夹间距应小于  $3\text{m}$ 。

(11) 起重机上电缆的敷设应符合下列要求：

1) 应按电缆引出的先后顺序排列整齐, 不宜交叉; 强电与弱电电缆宜分开敷设, 电缆两端应有标牌。

2) 固定敷设的电缆应卡固, 支持点距离不应大于 1m。

3) 电缆固定敷设时, 其弯曲半径应大于电缆外径的 5 倍; 电缆移动敷设时, 其弯曲半径应大于电缆外径的 8 倍。

## 四、爆炸和火灾危险环境的电气装置

### 1. 爆炸危险环境的电气线路

(1) 爆炸危险环境除本质安全电路外, 采用的电缆或绝缘导线, 其铜、铝线芯最小截面应符合表 2-6-3 的规定。

表 2-6-3 爆炸危险环境电缆和绝缘导线线芯最小截面

爆炸危险环境	线芯最小截面面积/mm <sup>2</sup>					
	铜			铝		
	电力	控制	照明	电力	控制	照明
1 区	2.5	2.5	2.5	×	×	×
2 区	1.5	1.5	1.5	4	×	2.5
10 区	2.5	2.5	2.5	×	×	×
11 区	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5

注: 表中符号“×”表示不适用。

(2) 电缆线路在爆炸危险环境内, 电缆间不应直接连接。在非正常情况下, 必须在相应的防爆接线盒或分线盒内连接或分路。

(3) 电缆线路穿过不同危险区域或界壁时, 必须采取下列隔离密封措施:

1) 在两级区域交界处的电缆沟内, 应采取充砂、填阻火堵料或加设防火隔墙。

2) 电缆通过与相邻区域共用的隔墙、楼板、地面及易受机械损伤处, 均应加以保护; 留下的孔洞, 应堵塞严密。

3) 保护管两端的管口处, 应将电缆周围用非燃性纤维堵塞严密, 再填塞密封胶泥, 密封胶泥填塞深度不得小于管子内径, 且不得小于 40mm。

### 2. 爆炸危险环境内的钢管配线

(1) 管径为 50mm 及以上的管路在距引入的接钱箱 450mm 以内及每距 15m 处, 应装设一隔离密封件。

(2) 钢管配线应在下列各处装设防爆挠性连接管:

1) 电动机的进线口。

2) 钢管与电气设备直接连接有困难处。

3) 管路通过建筑物的伸缩缝、沉降缝处。

(3) 防爆挠性连接管应无裂纹、孔洞、机械损伤、变形等缺陷, 其安装时应符合下

列要求：

1) 在不同的使用环境条件下，应采用相应材质的挠性连接管。

2) 弯曲半径不应小于管外径的 5 倍。

(4) 电气设备、接线盒和端子箱上多余的孔应采用丝堵堵塞严密。当孔内垫有弹性密封圈时，则弹性密封圈的外侧应设钢质堵板，其厚度不应小于 2mm，钢质堵板应经压盘或螺母压紧。

3. 当爆炸危险区内的非金属构架上平行安装的金属管道相互之间的净距离小于 100mm 时，宜每隔 20m 用金属线跨接；金属管道相互交叉的净距离小于 100mm 时，应采用金属线跨接。

## 五、1kV 及其以下的配线工程

### 1. 配管

(1) 当线路暗配时，电线保护管宜沿最近的路线敷设，并应减少弯曲。埋入建筑物、构筑物内的电线保护管，与建筑物、构筑物表面的距离不应小于 15mm。

(2) 进入落地式配电箱的电线保护管排列应整齐，管口宜高出配电箱基础面 50 ~ 80mm。

(3) 电线保护管不应穿过设备或建筑物、构筑物的基础，当必须穿过时，应采取保护措施。

(4) 电线保护管的弯曲处不应有折皱、凹陷和裂缝，且弯扁程度不应大于管外径的 10%。

(5) 电线保护管的弯曲半径应符合下列规定：

1) 当线路明配时，弯曲半径不宜小于管外径的 6 倍，当两个接线盒间只有一个弯曲时，其弯曲半径不宜小于管外径的 4 倍。

对当线路暗配时，弯曲半径不应小于管外径的 6 倍，当埋设于地下或混凝土内时，其弯曲半径不应小于管外径的 10 倍。

(6) 当电线保护管遇下列情况之一时，中间应增设接线盒或拉线盒，且接线盒或拉线盒的位置应便于穿线：

1) 管长度每超过 30m，无弯曲。

2) 管长度每超过 20m，有一个弯曲。

3) 管长度每超过 15m，有二个弯曲。

4) 管长度每超过 8m，有三个弯曲。

(7) 垂直敷设的电线保护管遇下列情况之一时，应增设固定导线用的拉线盒：

1) 管内导线截面为  $50\text{mm}^2$  及其以下，长度每超过 30m。

2) 管内导线截面为  $70 \sim 95\text{mm}^2$ ，长度每超过 20m。

3) 管内导线截面为  $120 \sim 240\text{mm}^2$ ，长度每超过 18m。

(8) 明配钢管应排列整齐，固定钢管管卡间的最大距离应符合表 2-6-4 的规定。管卡与终端、弯头中点、电气器具或盒（箱）边缘的距离宜为 150 ~ 500mm。

表 2-6-4 钢管管卡间的最大距离

敷设方式	钢管种类	钢管直径/mm			
		15~20	25~32	40~50	65以上
		管卡间最大距离/m			
吊架、支架 或沿墙敷设	厚壁钢管	1.5	2.0	2.5	3.5
	薄壁铜管	1.0	1.5	2.0	—

(9) 钢管与电气设备、电气器具间的电线保护管宜采用金属软管或可挠金属电线保护管，金属软管的长度不宜大于 2m。

(10) 金属软管的安装应符合下列要求：

- 1) 弯曲半径不应小于软管外径的 6 倍。
- 2) 固定点间距不应大于 1m，管卡与终端、弯头中点的距离应为 300mm。
- 3) 与嵌入式灯具或类似器具连接的金属软管，其末端的固定管卡，宜安装在自灯具、器具边缘起沿软管长度的 1m 处。

(11) 明配硬塑料管应排列整齐，管卡间最大距离见表 2-6-5。管卡与终端、弯头中点、电气器具或盒（箱）边缘的距离应为 150~500mm。

表 2-6-5 硬塑料管管卡间最大距离 (m)

敷 设 方 式	管 内 径/mm		
	20 及 20 以下	25~40	50 及 50 以上
吊架、支架或沿墙敷设	1.0	1.5	2.0

(12) 敷设半硬塑料管或波纹管应减少弯曲，当直线段长度超过 15m 或直角弯超过三个时，应增设接线盒。

## 2. 配线

(1) 导线与设备、器具的连接应符合下列要求：

- 1) 截面为  $10\text{mm}^2$  及其以下的单股铜芯线和单股铝芯线可直接与设备、器具的端子连接。
- 2) 截面为  $2.5\text{mm}^2$  及其以下的多股铜芯线的线芯应先拧紧搪锡或压接端子后再与设备、器具的端子连接。
- 3) 多股铝芯线和截面大于  $2.5\text{mm}^2$  的多股铜芯线的终端，除设备自带插接式端子外，应焊接或压接端子后再与设备、器具的端子连接。

(2) 不同回路、不同电压等级和交流与直流的导线，不得穿在同一根管内，但下列几种情况或设计有特殊规定的除外：

- 1) 电压为 50V 及其以下的回路。
- 2) 同一台设备的电机回路和无抗干扰要求的控制回路。
- 3) 照明花灯的所有回路。
- 4) 同类照明的几个回路，可穿入同一根管内，但管内导线总数不应多于 8 根。



(3) 同一交流回路的导线应穿于同一钢管内。

(4) 导线在管内不应有接头和扭结，接头应设在接线盒（箱）内。

(5) 管内导线包括绝缘层在内的总截面面积不应大于管子内空截面积的 40%。常用绝缘电线与线管的配合可参考表 2-6-6 中的数据。

表 2-6-6 绝缘电线与线管的配合

导线截面积 mm <sup>2</sup>	最小管径/mm								
	DG	G	VG	DG	G	VG	DG	G	VG
	2 根			3 根			4 根		
1.5	15	15	15	20	15	20	25	20	20
2.5	15	15	15	20	15	20	25	20	25
4.0	20	15	20	25	20	20	25	20	25
6.0	20	15	20	25	20	25	25	25	25
10	25	20	25	32	25	32	40	32	40
16	32	25	32	40	32	40	40	32	40
25	40	32	32	50	32	40	50	40	50
35	40	32	40	50	40	50	50	50	50
50	50	40	50	50	40	50	70	50	70
70	70	50	70	80	70	70	80	80	80
95	70	70	70	80	70	80	—	80	—

注：DG—电线管；G—水煤气管；VG—塑料管。

(6) 当室外配线跨越人行道时，导线距地面高度不应小于 3.5m；室外配线跨越通车街道时，导线距地面的高度不应小于 6m。

(7) 裸导线之间及其与建筑物表面之间的最小距离应符合表 2-6-7 的规定。

表 2-6-7 裸导线之间及其与建筑物表面之间的最小距离

固定点间距/m	最小距离/mm
$l \leq 2$	50
$2 < l \leq 4$	100
$4 < l < 6$	150
$l \geq 6$	200

(8) 导线沿室内墙面或顶棚敷设时，固定点之间的最大距离应符合表 2-6-8 的规定。

表 2-6-8 固定点之间的最大距离 mm

配线方式	线 芯 截 面 /mm <sup>2</sup>				
	1~4	6~10	16~25	35~70	95~120
瓷夹配线	600	800	—	—	—

续表

配线方式	线 芯 截 面 /mm <sup>2</sup>				
	1 ~ 4	6 ~ 10	16 ~ 25	35 ~ 70	95 ~ 120
瓷柱配线	1500	2000	3000	—	—
瓷瓶配线	2000	2500	3000	6000	6000

(9) 钢索配线的零件间和线间距离应符合表 2-6-9 的规定。

表 2-6-9 钢索配线的零件间和线间距离 mm

配线类型	支持件之间最大间距	支持件与灯头盒之间最大距离	线间最小距离
钢管	1500	200	—
硬塑料管	1000	150	—
塑料护套线	200	100	—
瓷柱配线	1500	100	35

(10) 配线工程施工中，电气线路与管道间最小距离应符合表 2-6-10 的规定。

表 2-6-10 电气线路与管道间最小距离 mm

管道名称	配线方式	穿管配线	绝缘导线明配线	裸导线配线	
蒸汽管	平行	管道上	1000	1000	1500
		管道下	500	500	1500
	交叉	300	300	1500	
暖气管、热水管	平行	管道上	300	300	1500
		管道下	200	200	1500
	交叉	100	100	1500	
通风、给排水及压缩空气管	平行	100	200	1500	
	交叉	50	100	1500	

注：1. 对蒸汽管道，当在管外包隔热层后，上下平行距离可减至 200mm。

2. 暖气管、热水管应设隔热层。

3. 对裸导线，应在裸导线处加装保护网。

(11) 配线工程施工中，室外绝缘导线与建筑物、构筑物之间的最小距离应符合表 2-6-11 规定。

表 2-6-11 室外绝缘导线与建筑物、构筑物之间的最小距离 (mm)

敷 设 方 式	最小距离	
水平敷设的垂直距率	距阳台、平台、屋顶	2500
	距下方窗户上口	300
	距上方窗户下口	800

续表

敷 设 方 式	最小距离
垂直敷设时至阳台窗户的水平距离	750
导线至墙壁和构架的距离（挑檐下除外）	50

(12) 配线工程施工中，室内、室外绝缘导线之间的最小距离应符合表 2-6-12 的规定。

表 2-6-12 室内、室外绝缘导线之间的最小距离 (mm)

固定点间距/m	导线最小间距		固定点间距/m	导线最小间距	
	室内配线	室外配线		室内配线	室外配线
1.5 及以下	35	100	3.0~6.0	70	100
15~3.0	50	100	6.0 以上	100	150

(13) 配线工程施工中，室内、室外绝缘导线与地面之间的最小距离应符合表 2-6-13 的规定。

表 2-6-13 室内、室外绝缘导线与地面之间的最小距离 (m)

敷 设 方 式		最小距离	敷 设 方 式		最小距离
水平敷设	室 内	2.5	垂直敷设	室 内	1.8
	室 外	2.7		室 外	2.7

(14) 配线工程施工中，不同敷设方式导线线芯的最小截面应符合表 2-6-14 的规定。

表 2-6-14 不同敷设方式导线线芯的最小截面 (mm<sup>2</sup>)

敷 设 方 式			线芯最小截面		
			铜芯软线	铜 线	铝 线
敷设在室内绝缘支持件上的裸导线			—	2.5	4.0
敷设在绝缘支持件上的绝缘导线其支持点间距/m	$L \leq 2$	室内	—	1.0	2.5
		室外	—	1.5	2.5
	$2 < L \leq 6$		—	2.5	4.0
	$6 < L \leq 12$		—	2.5	6.0
穿管敷设的绝缘导线			1.0	1.0	2.5
槽板内敷设的绝缘导线			—	1.0	2.5
塑料护套线明敷			—	1.0	2.5

3. 导线型式及敷设方式的选择 导线型式及敷设方式应根据环境条件选择，当设

计无规定时，可参考表 2-6-15 进行选择。

表 2-6-15

导线型式及敷设方式选择

敷设种类	导线型式 <sup>①</sup>	敷设特点	房间特性										
			正常干燥环境		微潮湿	潮湿	特别潮湿	有尘	有化学活性介质	有火灾危险	有爆炸危险	室外配线	顶楼内
			行政生活福利房间	生产房间									
在绝缘支柱上明敷	BXS	在瓷珠上	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BLX, BX BLX, BX, BLV,	在瓷珠上	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	-	-	-	-	(-)	(-)
	BV	在绝缘子上	(-)	+	+	+	+	×	+	×	④	-	×
	裸导线 <sup>②</sup>	在绝缘子上	-	×	×	×	×	-	×	-	-	-	-
悬索明敷	XLV, XV, XLHF, XHF	沿悬索	(-)	×	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	BLX, BX	在大的悬索上	(-)	+	×	×	×	×	×	×	×	-	+
直接沿建筑结构明敷	BLX, BX	在导线管内	(-)	×	-	-	-	×	-	×	-	-	×
	BLXG, BXG, BLX, BX, BLV, BV	在钢管内	(-)	×	×	×	×	×	×	×	×	+	×
	XLV, XV, XLHF, XHF	在木槽板内	×	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BLVV, BVV	在线夹上	(-)	×	×	+	+	+	+	+	(-)	+	+
		在线夹上或用卡钉固定	+	+	+	+	×	+	-	-	-	-	-
暗敷	BLX, BX	在导线管内	(-)	×	(-)	-	-	×	-	×	-	-	×
	BLXG, BXG	在硬橡胶管内	×	×	(-)	-	-	×	-	×	-	-	(-)
		在玻璃管内	×	×	(-)	-	-	×	-	(-)	-	-	(-)
		在钢管内	(-)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	BLVV, BVV, BLV, BV	在建筑结构的沟道中	+	+	+	×	-	×	-	×	-	-	×
	在建筑抹灰层的沟槽中	+	+	+	×	-	×	-	×	-	-	×	

注：表中“+”表示推荐的，“×”表示允许的，“(-)”表示必要时允许的，“-”表示禁止的。

①在气温高的场所，导线温升不超过允许值时可采用普通绝缘线，否则用耐热线。

②裸导线敷设高度为离地 3.5m 以上。

③悬吊线应能防腐蚀。

④导线应距可燃物集中的地方远些，并使其不易受机械作用。

⑤XLV、XV 电缆外皮应加以保护，防止阳光的直接作用。

⑥导线应敷设在绝缘子上。

⑦根据爆炸危险等级有条件地允许。

4. 线路敷设方式与导线型号选配 若设计无规定时，可参考表 2-6-16 进行选配。

表 2-6-16

线路敷设方式与导线型号选配

线路类别	线路敷设方式	导线型号	额定电压/kV	产品名称	允许最小截面/mm <sup>2</sup>	备注
吊灯用软线	瓷珠, 瓷夹板, 圆型线夹	BXH	0.25	橡皮花线	2.5	见注 1
		BLX BLV		铝芯橡皮绝缘棉纱编织涂蜡电线 铝芯塑料绝缘电线		
500V 以下交直流配电线	管内配线或短段保护用木槽板	BLXG、 BLX、BLV	0.5	铝芯橡皮绝缘电线 铝芯塑料绝缘电线	2.5	见注 1 塑料电线不适用瓷夹板
	电缆在室内明设或敷设在保护管内	XLQ XLV	0.5	铝芯橡皮绝缘裸铅包电力电缆 铝芯橡皮绝缘聚氯乙烯护套电力电缆	4	见注 1
	敷设在土壤中或穿保护管	XLO <sub>2</sub>  XLV <sub>2</sub>	0.5	铝芯橡皮绝缘铅包钢带铠装电力电缆 铝芯橡皮绝缘聚氯乙烯护套带铠装电力电缆	4	
	架空线路	LJ				硬铝绞线
	架空引入线	BLX	0.5	铝芯橡皮绝缘绞线	10	长度不应超过 25m
500V 以上交直流配电线	敷设在沟道中或穿保护管	ZLQ <sub>1</sub>	1~10	铝芯纸绝缘铅包麻被电力电缆	1. 额定电压为 1kV 最小截面为 4 2. 额定电压为 3kV 最小截面为 6 3. 额定电压为 6kV 最小截面为 10 4. 额定电压为 10kV 最小截面为 16	
	敷设在土壤中或穿保护管	ZLQ <sub>2</sub>	1~10	铝芯纸绝缘铅包钢带铠装电力电缆		
	架空线路	LJ		硬铝绞线	35	杆距不超过 40m, 可用 25mm <sup>2</sup>
	架空引入线				25	长度不应超过 25m

- 注：1. 设计图中对导线型号未注明特殊要求时，两种型号均可采用，但同一工程必须采用一种型号，明配时导线颜色须一致。
2. 除设计图中另有要求外，一般采用铝芯导线。

## 第七章 照明器具安装常用资料

照明器具安装包括灯具、开关、按钮、插座、电铃和电扇等的安装。

### 一、照明器具常用安装方式

照明器具及其他器具安装方式若设计无要求，可按表 2-7-1 确定。

表 2-7-1 照明器具常用安装方式

序号	名 称	安 装 方 式
1	软线吊灯、圆球吸顶灯、半圆球吸顶灯、座灯光、吊链灯、日光灯	在空心楼板上打洞用丁字螺栓固定
2	一般弯脖灯、墙壁灯	在墙上打眼埋木螺钉固定
3	直杆、吊链、吸顶、弯杆式工厂灯、防水、防尘、防潮灯、腰型舱顶灯	在现浇混凝土楼板、混凝土柱上用圆头机螺钉固定
4	悬挂式吊灯	在钢结构上焊接吊钩固定
5	投光灯、高压水银灯镇流器	墙上埋支架固定
6	管型氙灯，碘钨灯	在塔架上固定
7	烟囱和水塔指示灯	在围栏上焊接固定
8	安全防爆灯、防爆高压水银灯、防爆荧光灯	在现浇混凝土楼板上预埋螺栓
9	病房指示灯、暗脚灯	在墙上嵌入安装
10	无影灯	在现浇混凝土楼板上预埋螺栓
11	艺术花灯	在现浇混凝土楼板上预埋吊钩、螺栓
12	庭院路灯	用开脚螺栓固定底座
13	明装开关、插销、按钮	在墙上打眼，缠埋木螺钉
14	暗装开关、插销、按钮	在砖结构接线盒上固定
15	防爆开关、插销	在钢结构上安装
16	安全变压器	墙上埋支架 1000W 以上支架加支撑
17	电铃及号牌铃箱	在墙上埋木砧，安装固定
18	吊风扇	现浇混凝土楼板上预埋吊钩
19	快慢开关	墙上缠埋木螺钉
20	壁扇	墙上打眼，埋螺栓

### 二、照明安装预留管线长度

照明安装预留管线长度见表 2-7-2。

表 2-7-2

照明安装预留管线长度

序号	名称	内容	管/m	线/m	说明
1	由低压配电盘来电源线	地下进出线	0.5	1.5	已包括管子在地下埋设深度
2	照明配电箱	地下进线安装高度顶端距地 2m	1.5	1.0	已包括管子在地下埋设深度
3	照明配电箱	顶端进线(标高~2m)二立管长度	0.5	1.0	
4	干式变压器箱	地下进线安装高度顶端距地 2m	1.8	0.5	已包括管子在地下埋设深度
5	各种小开关(包括 $\Delta K-10$ , $\Delta K-25$ 组合开关)	地下进线安装高度顶端距地 1.5m	1.6	0.2	已包括管子在地下埋设深度(不分明暗装)
6	插座	地下进线安装高度顶端距地 1m	1.1	0.2	已包括管子在地下埋设深度(不分明暗装),如安装高度不同,另按长度计算
7	电扇、号牌		—	0.5	根据安装高度计算管子
8	灯光线、接线头		—	0.3	
9	日光灯镇流器、电容器集中安装		—	1.0	
10	千瓦时计用铁箱		—	0.5	
11	铁壳熔断器		—	0.2	
12	进户线	铁管伸出建筑物外	0.2	1.0	
13	进户线	地下铁管伸出防水坡	0.5	1.0	

注: 1. 钢管敷设中的接线盒、灯头盒、开关盒如已包括在定额内, 不另计算。

2. 定额中磁瓶配线如未包括支架、螺栓、抱箍, 则在套用定额时应增加该项材料。

### 三、灯具引下线长度

灯具引下线长度见表 2-7-3。

表 2-7-3

灯具引下线长度

名 称	规 格	长度/m
软线吊灯	花线 2×21/0.15	2
吊链灯	花线 2×21/0.15	1.5
半圆球吸顶灯	BLX—2.5	0.4
一般弯脖灯	BLX—2.5	1
一般壁灯	BLX—2.5	1.2
吊链式日光灯	花线 2×21/0.15	1.5
吊管式日光灯	BLX—2.5	2.4
嵌入式日光灯	BLX—2.5	2
吸顶式日光灯	BXL—2.5	0.4
直杆吊链式工厂灯	BLX—2.5	2.4
吸顶式工厂灯	BLX—2.5	0.5
弯杆式工厂灯	BLX—2.5	2
悬挂式工厂灯	BLX—2.5	1.3
投光灯、碘钨灯	BLX—4	2
烟囱、水塔指示灯	BX—2.5	5.6
直杆式密闭灯具	BX—2.5	2.4
弯杆式密闭灯具	BX—2.5	2
病房指示灯	BLX—2.5	0.5
暗脚灯	BLX—2.5	0.3
无影灯	BLX—2.5	3
面包灯(大方口罩)	BLX—2.5	0.4
面包灯(二联方口罩)	BLX—2.5	2
面包灯(四联方口罩)	BLX—2.5	4

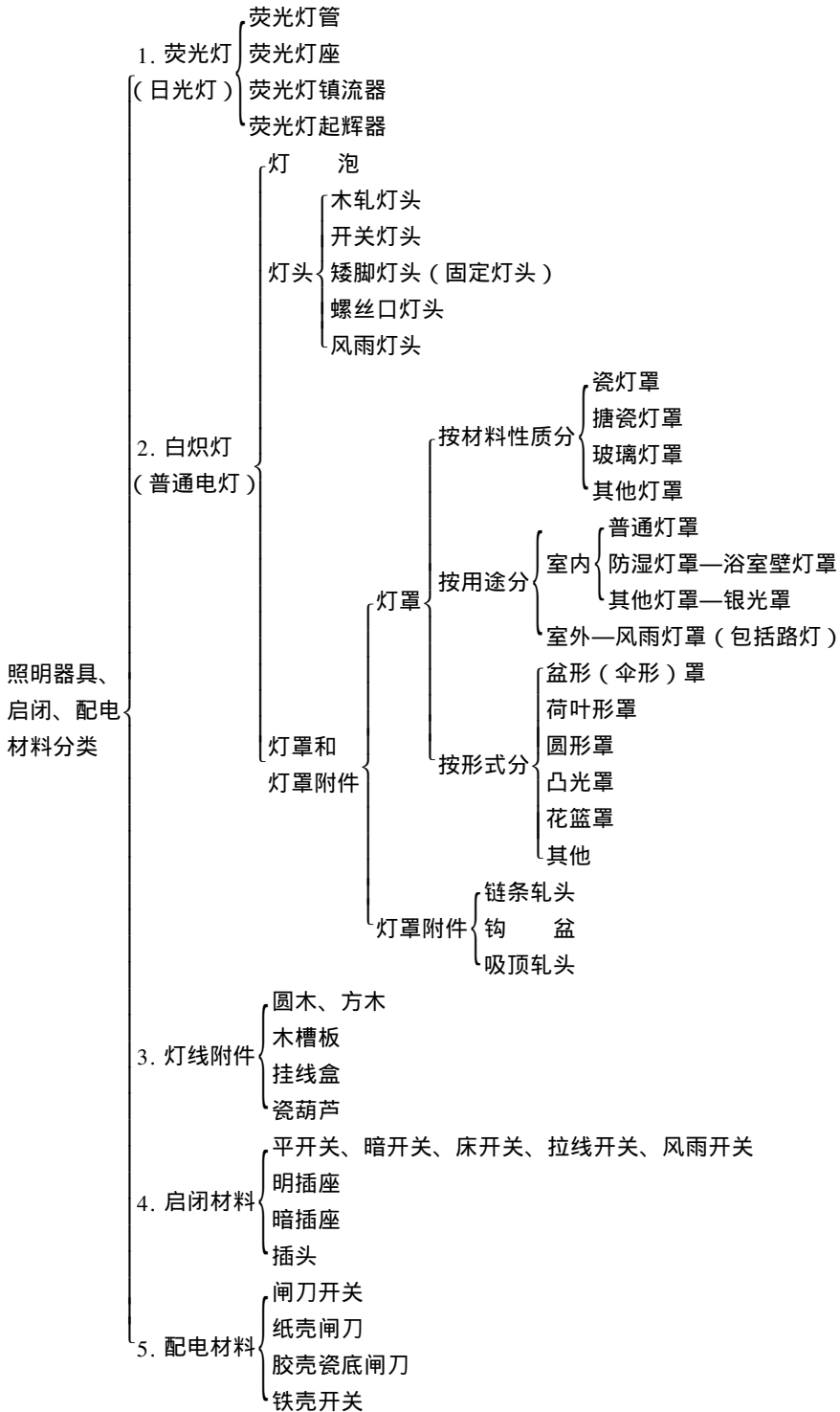
#### 四、灯具安装用料品种

灯具安装用料品种见表 2-7-4。



表 2-7-4

灯具安装用料品种



## 五、灯具安装高度

室外安装的灯具距地面的高度不应小于 3m；当在墙上安装时，距地面的高度不应小于 2.5m。室内灯具安装高度可参照表 2-7-5 的规定。

表 2-7-5 照明灯具距地面的最低悬挂高度规定

光源种类	灯具型式	光源功率/W	最低悬挂高度/m
白炽灯	有反射罩	≤ 60	2.0
		100 ~ 150	2.5
		100 ~ 300	3.5
		≥ 500	4.0
	有乳白玻璃漫反射罩	≤ 100	2.0
		150 ~ 200	2.5
300 ~ 500		3.0	
碘钨灯	有反射罩	≤ 500	6.0
		1000 ~ 2000	7.0
荧光灯	无反射罩	< 40	2.0
		> 40	3.0
	有反射罩	≥ 40	2.0
荧光高压汞灯	有反射罩	≤ 125	3.5
		250	5.0
		≥ 400	6.0
高压汞灯	有反射罩	≤ 125	4.0
		250	5.5
		≥ 400	6.5

采用钢管作灯具的吊杆时，钢管内径不应小于 10mm；钢管壁厚不应小于 1.5mm。

## 六、灯具安装导线线芯最小截面

根据灯具的安装场所及用途，引向每个灯具的导线线芯最小截面应符合表 2-7-6 的规定。

表 2-7-6 导线线芯最小截面 (mm<sup>2</sup>)

灯具的安装场所及用途		线芯最小截面		
		铜芯软线	铜 线	铝 线
灯 头 线	民用建筑室内	0.4	0.5	2.5
	工业建筑室内	0.5	0.8	2.5
	室 外	1.0	1.0	2.5

续表

灯具的安装场所及用途		线芯最小截面		
		铜芯软线	铜 线	铝 线
移动用电 设备的导线	生 活 用	0.4	—	—
	生 产 用	1.0	—	—

## 七、其他有关规定

1. 灯具的固定 固定每个灯具的螺钉或螺栓不应少于 2 个，当绝缘台直径为 75mm 及其以下时，可采用 1 个螺钉或螺栓固定。

2. 插座安装的高度 插座安装的高度应符合下述规定：

(1) 一般距地面高度不应小于 1.3m；托儿所、幼儿园及小学校不应小于 1.8m。

(2) 车间及试验室的插座不应小于 0.3m；特殊场所暗装插座不应小于 0.15m。

3. 开关安装的位置与高度

(1) 开关安装的位置应便于操作，开关边缘距门框距离应为 0.15 ~ 0.2m。

(2) 开关安装的高度距地面宜为 1.3m，拉线开关距地面高度宜为 2.3m。

4. 电扇安装高度

(1) 吊扇 吊扇安装，扇叶距离地面高度不应小于 2.5m。

(2) 壁扇 壁扇安装，下侧边缘距地面高度不应小于 1.8m。

5. 照明配电箱（板）的安装高度

(1) 照明配电箱 配电箱底边距地面高度应为 1.5m。

(2) 照明配电板 配电板底边距地面高度不应小于 1.8m。

## 第八章 灯具安装定额适用范围 和电缆敷设常用资料

### 一、灯具安装定额适用范围

全国统一安装工程预算定额规定了灯具安装定额的适用范围，见表 2-8-1。

表 2-8-1 灯具安装定额适用范围

定额名称	灯具种类
软线吊灯	材质为玻璃、塑料、搪瓷、灯罩形状如碗、伞、平盘的各式软线吊灯
圆球吸顶灯	螺口、卡口圆球吸顶灯
半圆球吸顶灯	半圆球吸顶灯、扁圆罩吸顶灯、平圆形吸顶灯
吊链灯	五星罩、和平鸽罩、水晶罩、明月罩、喇叭罩、花篮罩等玻璃罩吊链灯
一般弯脖灯	圆球弯脖灯、马路弯灯、风雨壁灯
一般墙壁灯	单双圆筒壁灯、鞍形壁灯、玉柱形壁灯
投光灯	TG1、TG2、G5、TG7、TG14 型室外投光灯
高压水银灯镇流器	外附式镇流器 125~450W
安全灯	$\left( \begin{matrix} 1 \\ AOB-2 \\ 3 \end{matrix} \right)$ 、 $\left( AOC-\frac{1}{2} \right)$ 型安全灯
防爆灯	CB3 C—200 型防爆灯
高压水银防爆灯	CB4 C— $\frac{125}{300}$ 型高压水银防爆灯
防爆荧光灯	CB4 C— $\frac{1}{2}$ 单管防爆型荧光灯
病房指示灯	病房指示灯、影剧院太平门灯
病房暗脚灯	病房或其他建筑物暗脚灯
无影灯	3~12 孔管式无影灯
艺术花吊灯	各型（如：橄榄、纱罩、玉兰、荷花、碗形罩）普通艺术花灯
艺术壁灯	各型（如：橄榄、纱罩、玉兰、荷花、碗形罩）普通艺术花灯
面包灯	面包灯罩、大小口橄榄罩等
大口方罩	大小口方罩、大小矩形罩顶灯
庭院路灯	圆球柱灯、高压水银柱灯、玉兰花柱灯

续表

定额名称	灯具种类
荧光灯	荧光灯、紫外线灯
直杆工厂吊灯	配照 (GC1—A)、广照 (GC3—A)、深照 (GC5—A)、斜照 (GC7—A)、圆球 (GC17—A)、双罩 (GC19—A)
吊链式工厂灯	配照 (GC1—B)、广照 (GC3—B)、深照 (GC5—B)、斜照 (GC7—B)、圆球 (GC17—B)、双罩 (GC19—B)
吸顶式工厂灯	配照 (GC1—C)、广照 (GC3—C)、深照 (GC5—C)、斜照 (GC7—C)、双罩 (GC19—C)
弯杆式工厂灯	配照 $(GC1-\frac{D}{E})$ 、广照 $(GC3-\frac{D}{E})$ 、深照 $(GC5-\frac{D}{E})$ 、斜照 $(GC7-\frac{D}{E})$ 、双罩 (GC19—C)、局部深罩 $(GC26-\frac{F}{H})$
悬挂式工厂灯	配照 $(21-\frac{1}{2})$ 、深照 $(GC23-\frac{1}{3})$
防水防尘灯	广照 $(GC9-\frac{A}{B})$ 、广照有保护网 $(GC11-\frac{A}{B/C})$ 、散照 (GC15、A、B、C、D、E、F、G)
防潮灯	扁形防潮灯 (GC—31)、防潮灯 (GC—33)
腰形舱顶灯	腰形舱顶灯 CCD2—1
碘钨灯	DW 型、220V300 ~ 1000W

## 二、电缆敷设常用资料

### (一) 电缆敷设预留裕度

电缆敷设定额中，均未考虑波形长度增加量和预留长度等富余裕度，该长度应计入工程量内。电缆敷设预留裕度见表 2-8-2，电缆附加长度见表 2-8-3。

表 2-8-2 电缆敷设预留裕度

序号	名称	内容	预留裕度	备注
1	沟内敷设松弛度	松弛占全长	1% ~ 1.5%	包括弯曲敷设时的裕度
2	电缆进入建筑物处	预留长度	2m	
3	电缆中间接头处	两端各预留长度	2m	
4	变电所进线	高压电缆头终端	1.5m	
5	高压开关柜和低压配线盘	下面出线	1.5m	
6	电缆交叉，低压在上，高压在下	敷设在下面的	1m	

表 2-8-3 电缆附加长度 (m)

序号	项目名称		附加长度
1	电缆头制作		0.5
2	电缆接头盒的制作		0.5
3	检修电缆头用的预留量		1
4	电缆接头盒检修备用量		1
5	由地坪引至设备余量	电动机	实际高度
		配电屏	1
		车间动力箱	1.5
		控制屏	2
		厂用变压器	3
		主变压器	5
6	由厂区引入建筑物 直埋电缆考虑上下左右转弯 进入沟内或吊架时引上、引下余值 进入隧道引上寻呼余值	磁力起动器或事故按钮	1.5
			1.5
			全长 1%
			1
			2

## (二) 电缆沟尺寸和土方开挖量

详见表 2-8-4。

表 2-8-4 电缆沟尺寸和土方开挖量

电缆根数	电缆沟宽/mm		电缆沟深/mm	每米电缆沟土方量/(m <sup>3</sup> /m)
	上口	下口		
1~2	600	400	900	0.45
3	770	570	900	0.603
4	940	740	900	0.756
5	1110	910	900	0.909

注：若设计或当地无具体规定时，此表可供参考。若设计或当地有规定，则按设计或当地规定执行。

## (三) 每米电缆沟砂、砖、保护板消耗量

每米电缆沟砂、砖、保护板消耗量见表 2-8-5。

表 2-8-5 每米电缆沟砂、砖、保护板消耗量

电缆根数	砂/m <sup>3</sup>	砖/块	保护板/mm		砼标桩/ (个/100m)
			300×250×30	300×150×30	
1~2	0.097	8.32	3.74	—	3.02
3	0.134	12.48	3.74	3.24	3.02
4	0.170	16.64	3.74	6.48	3.02
5	0.206	20.80	3.74	9.72	3.02
6	0.243	24.96	3.74	12.96	3.02

续表

电缆根数	砂/m <sup>3</sup>	砖/块	保护板/mm		砼标桩/ (个/100m)
			300 × 250 × 30	300 × 150 × 30	
7	0.279	29.12	3.74	16.20	3.02
8	0.316	33.28	3.74	19.44	3.02

# 第三部分 建筑电气安装工程标准规范

## 标准规范一 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范

Code for construction and acceptance of low-voltage  
apparatus electrical equipment installation engineering

GB50254 - 96

### 1 总 则

- 1.0.1 为保证低压电器的安装质量，促进施工安装技术的进步，确保设备安装后的安全运行，制订本规范。
- 1.0.2 本规范适用于交流 50Hz 额定电压 1200V 及以下、直流额定电压为 1500V 及以下且在正常条件下安装和调整试验的通用低压电器。不适用于无需固定安装的家用电器、电力系统保护电器、电工仪器仪表、变送器、电子计算机系统及成套盘、柜、箱上电器的安装和验收。
- 1.0.3 低压电器的安装，应按已批准的设计进行施工。
- 1.0.4 低压电器的运输、保管，应符合现行国家有关标准的规定；当产品有特殊要求时，应符合产品技术文件的要求。
- 1.0.5 低压电器设备和器材在安装前的保管期限，应为一年及以下；当超期保管时，应符合设备和器材保管的专门规定。
- 1.0.6 采用的设备和器材，均应符合国家现行技术标准的规定，并应有合格证件，设备应有铭牌。
- 1.0.7 设备和器材到达现场后，应及时做下列验收检查：
- 1.0.7.1 包装和密封应良好。
  - 1.0.7.2 技术文件应齐全，并有装箱清单。
  - 1.0.7.3 按装箱清单检查清点，规格、型号，应符合设计要求；附件、备件应齐全。
  - 1.0.7.4 按本规范要求做外观检查。
- 1.0.8 施工中的安全技术措施，应符合国家现行有关安全技术标准及产品技术文件的规定。
- 1.0.9 与低压电器安装有关的建筑工程的施工，应符合下列要求：



1.0.9.1 与低压电器安装有关的建筑物、构筑物的建筑工程质量，应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。当设备或设计有特殊要求时，尚应符合其要求。

1.0.9.2 低压电器安装前，建筑工程应具备下列条件：

- (1) 屋顶、楼板应施工完毕，不得渗漏。
- (2) 对电器安装有妨碍的模板、脚手架等应拆除，场地应清扫干净。
- (3) 室内地面基层应施工完毕，并应在墙上标出抹面标高。
- (4) 环境湿度应达到设计要求或产品技术文件的规定。
- (5) 电气室、控制室、操作室的门、窗、墙壁、装饰棚应施工完毕，地面应抹光。
- (6) 设备基础和构架应达到允许设备安装的强度；焊接构件的质量应符合要求，基础槽钢应固定可靠。

(7) 预埋件及预留孔的位置和尺寸，应符合设计要求，预埋件应牢固。

1.0.9.3 设备安装完毕，投入运行前，建筑工程应符合下列要求：

- (1) 门窗安装完毕。
- (2) 运行后无法进行的和影响安全运行的施工工作完毕。
- (3) 施工中造成的建筑物损坏部分应修补完整。

1.0.10 设备安装完毕投入运行前，应做好防护工作。

1.0.11 低压电器的施工及验收除按本规范的规定执行外，尚应符合国家现行的有关标准、规范的规定。

## 2 一般规定

2.0.1 低压电器安装前的检查，应符合下列要求：

2.0.1.1 设备铭牌、型号、规格，应与被控制线路或设计相符。

2.0.1.2 外壳、漆层、手柄，应无损伤或变形。

2.0.1.3 内部仪表、灭弧罩、瓷件、胶木电器，应无裂纹或伤痕。

2.0.1.4 螺丝应拧紧。

2.0.1.5 具有主触头的低压电器，触头的接触应紧密，采用  $0.05\text{mm} \times 10\text{mm}$  的塞尺检查，接触两侧的压力应均匀。

2.0.1.6 附件应齐全、完好。

2.0.2 低压电器的安装高度，应符合设计规定；当设计无规定时，应符合下列要求：

2.0.2.1 落地安装的低压电器，其底部宜高出地面  $50 \sim 100\text{mm}$ 。

2.0.2.2 操作手柄转轴中心与地面的距离，宜为  $1200 \sim 1500\text{mm}$ ；侧面操作的手柄与建筑物或设备的距离，不宜小于  $200\text{mm}$ 。

2.0.3 低压电器的固定，应符合下列要求：

2.0.3.1 低压电器根据其不同的结构，可采用支架、金属板、绝缘板固定在墙、柱或其它建筑构件上。金属板、绝缘板应平整；当采用卡轨支撑安装时，卡轨应与低压电器匹配，并用固定夹或固定螺栓与壁板紧密固定，严禁使用变形或不合格的卡轨。

2.0.3.2 当采用膨胀螺栓固定时，应按产品技术要求选择螺栓规格；其钻孔直径和埋设深度应与螺栓规格相符。

2.0.3.3 紧固件应采用镀锌制品，螺栓规格应选配适当，电器的固定应牢固、平稳。

2.0.3.4 有防震要求的电器应增加减震装置；其紧固螺栓应采取防松措施。

2.0.3.5 固定低压电器时，不得使电器内部受额外应力。

2.0.4 电器的外部接线，应符合下列要求：

2.0.4.1 接线应按接线端头标志进行。

2.0.4.2 接线应排列整齐、清晰、美观，导线绝缘应良好、无损伤。

2.0.4.3 电源侧进线应接在进线端，即固定触头接线端；负荷侧出线应接在出线端，即可动触头接线端。

2.0.4.4 电器的接线应采用钢质或有电镀金属防锈层的螺栓和螺钉，连接时应拧紧，且应有防松装置。

2.0.4.5 外部接线不得使电器内部受到额外应力。

2.0.4.6 母线与电器连接时，接触面应符合现行国家标准《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》的有关规定。连接处不同相的母线最小电气间隙，应符合表 2.0.4 的规定。

表 2.0.4 不同相的母线最小电气间隙

额定电压 (V)	最小电气间隙 (mm)
$U \leq 500$	10
$500 < U \leq 1200$	14

2.0.5 成排或集中安装的低压电器应排列整齐；器件间的距离，应符合设计要求，并应便于操作及维护。

2.0.6 室外安装的非防护型的低压电器，应有防雨、雪和风沙侵入的措施。

2.0.7 电器的金属外壳、框架的接零或接地，应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》的有关规定。

2.0.8 低压电器绝缘电阻的测量，应符合下列规定：

2.0.8.1 测量应在下列部位进行，对额定工作电压不同的电路，应分别进行测量。

(1) 主触头在断开位置时，同极的进线端及出线端之间。

(2) 主触头在闭合位置时，不同极的带电部件之间、触头与线圈之间以及主电路与同它不直接连接的控制和辅助电路（包括线圈）之间。

(3) 主电路、控制电路、辅助电路等带电部件与金属支架之间。

2.0.8.2 测量绝缘电阻所用兆欧表的电压等级及所测量的绝缘电阻值，应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的有关规定。

2.0.9 低压电器的试验，应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的有关规定。

### 3 低压断路器

3.0.1 低压断路器安装前的检查，应符合下列要求：

3.0.1.1 衔铁工作面上的油污应擦净。

3.0.1.2 触头闭合、断开过程中，可动部分与灭弧室的零件不应有卡阻现象。

3.0.1.3 各触头的接触平面应平整；开合顺序、动静触头分闸距离等，应符合设计要求或产品技术文件的规定。

3.0.1.4 受潮的灭弧室，安装前应烘干，烘干时应监测温度。

3.0.2 低压断路器的安装，应符合下列要求：

3.0.2.1 低压断路器的安装，应符合产品技术文件的规定；当无明确规定时，宜垂直安装，其倾斜度不应大于 $5^{\circ}$ 。

3.0.2.2 低压断路器与熔断器配合使用时，熔断器应安装在电源侧。

3.0.2.3 低压断路器操作机构的安装，应符合下列要求：

(1) 操作手柄或传动杠杆的开、合位置应正确；操作力不应大于产品的规定值。

(2) 电动操作机构接线应正确；在合闸过程中，开关不应跳跃；开关合闸后，限制电动机或电磁铁通电时间的联锁装置应及时动作；电动机或电磁铁通电时间不应超过产品的规定值。

(3) 开关辅助接点动作应正确可靠，接触应良好。

(4) 抽屉式断路器的工作、试验、隔离三个位置的定位应明显，并应符合产品技术文件的规定。

(5) 抽屉式断路器空载时进行抽、拉数次应无卡阻，机械锁闭应可靠。

3.0.3 低压断路器的接线，应符合下列要求：

3.0.3.1 裸露在箱体外部且易触及的导线端子，应加绝缘保护。

3.0.3.2 有半导体脱扣装置的低压断路器，其接线应符合相序要求，脱扣装置的动作应可靠。

3.0.4 直流快速断路器的安装、调整和试验，尚应符合下列要求：

3.0.4.1 安装时应防止断路器倾倒、碰撞和激烈震动；基础槽钢与底座间，应按设计要求采取防震措施。

3.0.4.2 断路器极间中心距离及与相邻设备或建筑物的距离，不应小于500mm。当不能满足要求时，应加装高度不小于单极开关总高度的隔弧板。

在灭弧室上方应留有不小于1000mm的空间；当不能满足要求时，在开关电流3000A以下断路器的灭弧室上方200mm处应加装隔弧板；在开关电流3000A及以上断路器的灭弧室上方500mm处应加装隔弧板。

3.0.4.3 灭弧室内绝缘衬件应完好，电弧通道应畅通。

3.0.4.4 触头的压力、开距、分断时间及主触头调整后灭弧室支持螺杆与触头间的绝缘电阻，应符合产品技术文件要求。

3.0.4.5 直流快速断路器的接线，应符合下列要求：

(1) 与母线连接时，出线端子不应承受附加应力；母线支点与断路器之间的距离，不应小于1000mm。

(2) 当触头及线圈标有正、负极性时，其接线应与主回路极性一致。

(3) 配线时应使控制线与主回路分开。

3.0.4.6 直流快速断路器调整和试验，应符合下列要求：

(1) 轴承转动应灵活，并应涂以润滑剂。

(2) 衔铁的吸、合动作应均匀。

(3) 灭弧触头与主触头的动作顺序应正确。

(4) 安装后应按产品技术文件要求进行交流工频耐压试验，不得有击穿、闪络现象。

(5) 脱扣装置应按设计要求进行整定值校验，在短路或模拟短路情况下合闸时，脱扣装置应能立即脱扣。

## 4 低压隔离开关、刀开关、转换开关及熔断器组合电器

4.0.1 隔离开关与刀开关的安装，应符合下列要求：

4.0.1.1 开关应垂直安装。当在不切断电流、有灭弧装置或用于小电流电路等情况下，可水平安

装。水平安装时，分闸后可动触头不得自行脱落，其灭弧装置应固定可靠。

4.0.1.2 可动触头与固定触头的接触应良好；大电流的触头或刀片宜涂电力复合脂。

4.0.1.3 双投刀闸开关在分闸位置时，刀片应可靠固定，不得自行合闸。

4.0.1.4 安装杠杆操作机构时，应调节杠杆长度，使操作到位且灵活；开关辅助接点指示应正确。

4.0.1.5 开关的动触头与两侧压板距离应调整均匀，合闸后接触面应压紧，刀片与静触头中心线应在同一平面，且刀片不应摆动。

4.0.2 直流母线隔离开关安装，应符合下列要求：

4.0.2.1 垂直或水平安装的母线隔离开关，其刀片均应位于垂直面上；在建筑构件上安装时，刀片底部与基础之间的距离，应符合设计或产品技术文件的要求。当无明确要求时，不宜小于 50mm。

4.0.2.2 刀体与母线直接连接时，母线固定端应牢固。

4.0.3 转换开关和倒顺开关安装后，其手柄位置指示应与相应的接触片位置相对应；定位机构应可靠；所有的触头在任何接通位置上应接触良好。

4.0.4 带熔断器或灭弧装置的负荷开关接线完毕后，检查熔断器应无损伤，灭弧栅应完好，且固定可靠；电弧通道应畅通，灭弧触头各相分闸应一致。

## 5 住宅电器、漏电保护器及消防电气设备

5.0.1 住宅电器的安装应符合下列要求：

5.0.1.1 集中安装的住宅电器，应在其明显部位设警告标志。

5.0.1.2 住宅电器安装完毕，调整试验合格后，宜对调整机构进行封锁处理。

5.0.2 漏电保护器的安装、调整试验应符合下列要求：

5.0.2.1 按漏电保护器产品标志进行电源侧和负荷侧接线。

5.0.2.2 带有短路保护功能的漏电保护器安装时，应确保有足够的灭弧距离。

5.0.2.3 在特殊环境中使用的漏电保护器，应采取防腐、防潮或防热等措施。

5.0.2.4 电流型漏电保护器安装后，除应检查接线无误外，还应通过试验按钮检查其动作性能，并应满足要求。

5.0.3 火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾报警控制器、消防控制设备等的安装，应按现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》执行。

## 6 低压接触器及电动机起动器

6.0.1 低压接触器及电动机起动器安装前的检查，应符合下列要求：

6.0.1.1 衔铁表面应无锈斑、油垢；接触面应平整、清洁。可动部分应灵活无卡阻；灭弧罩之间应有间隙；灭弧线圈绕向应正确。

6.0.1.2 触头的接触应紧密，固定主触头的触头杆应固定可靠。

6.0.1.3 当带有常闭触头的接触器与磁力起动器闭合时，应先断开常闭触头，后接通主触头；当断开时应先断开主触头，后接通常闭触头，且三相主触头的动作应一致，其误差应符合产品技术文件的要求。

6.0.1.4 电磁起动器热元件的规格应与电动机的保护特性相匹配；热继电器的电流调节指示位置应调整在电动机的额定电流值上，并按设计要求进行定值校验。

6.0.2 低压接触器和电动机起动器安装完毕后，应进行下列检查：

6.0.2.1 接线应正确。

6.0.2.2 在主触头不带电的情况下，起动线圈间断通电，主触头动作正常，衔铁吸会后应无异常响声。

6.0.3 真空接触器安装前，应进行下列检查：

6.0.3.1 可动衔铁及拉杆动作应灵活可靠、无卡阻。

6.0.3.2 辅助触头应随绝缘摇臂的动作可靠动作，且触头接触应良好。

6.0.3.3 按产品接线图检查内部接线应正确。

6.0.4 采用工频耐压法检查真空开关管的真空度，应符合产品技术文件的规定。

6.0.5 真空接触器的接线，应符合产品技术文件的规定，接地应可靠。

6.0.6 可逆起动器或接触器，电气联锁装置和机械连锁装置的动作均应正确、可靠。

6.0.7 星、三角起动器的检查、调整，应符合下列要求：

6.0.7.1 起动器的接线应正确；电动机定子绕组正常工作应为三角形接线。

6.0.7.2 手动操作的星、三角起动器，应在电动机转速接近运行转速时进行切换；自动转换的起动器应按电动机负荷要求正确调节延时装置。

6.0.8 自耦减压起动器的安装、调整，应符合下列要求：

6.0.8.1 起动器应垂直安装。

6.0.8.2 油浸式起动器的油面不得低于标定油面线。

6.0.8.3 减压抽头在 65% ~ 80% 额定电压下，应按负荷要求进行调整；起动时间不得超过自耦减压起动器允许的起动时间。

6.0.9 手动操作的起动器，触头压力应符合产品技术文件规定，操作应灵活。

6.0.10 接触器或起动器均应进行通断检查；用于重要设备的接触器或起动器尚应检查其起动值，并应符合产品技术文件的规定。

6.0.11 变阻式起动器的变阻器安装后，应检查其电阻切换程序、触头压力、灭弧装置及起动值，并应符合设计要求或产品技术文件的规定。

## 7 控制器、继电器及行程开关

7.0.1 控制器的安装应符合下列要求：

7.0.1.1 控制器的工作电压应与供电电源电压相符。

7.0.1.2 凸轮控制器及主令控制器，应安装在便于观察和操作的位置上；操作手柄或手轮的安装高度，宜为 800 ~ 1200mm。

7.0.1.3 控制器操作应灵活；档位应明显、准确。带有零位自锁装置的操作手柄，应能正常工作。

7.0.1.4 操作手柄或手轮的动作方向，宜与机械装置的动作方向一致；操作手柄或手轮在各个不同位置时，其触头的分、合顺序均应符合控制器的开、合图表的要求，通电后应按相应的凸轮控制器件的位置检查电动机，并应运行正常。

7.0.1.5 控制器触头压力应均匀；触头超行程不应小于产品技术文件的规定。凸轮控制器主触头的灭弧装置应完好。

7.0.1.6 控制器的转动部分及齿轮减速机构应润滑良好。

7.0.2 继电器安装前的检查，应符合下列要求：

7.0.2.1 可动部分动作应灵活、可靠。

7.0.2.2 表面污垢和铁芯表面防腐剂应清除干净。

7.0.3 按钮的安装应符合下列要求：

7.0.3.1 按钮之间的距离宜为 50 ~ 80mm，按钮箱之间的距离宜为 50 ~ 100mm；当倾斜安装时，其与水平的倾角不宜小于 30°。

7.0.3.2 按钮操作应灵活、可靠、无卡阻。

7.0.3.3 集中在一起安装的按钮应有编号或不同的识别标志，“紧急”按钮应有明显标志，并设保护罩。

7.0.4 行程开关的安装、调整，应符合下列要求：

7.0.4.1 安装位置应能使开关正确动作，且不妨碍机械部件的运动。

7.0.4.2 碰块或撞杆应安装在开关滚轮或推杆的动作轴线上。对电子式行程开关应按产品技术文件要求调整可动设备的间距。

7.0.4.3 碰块或撞杆对开关的作用力及开关的动作行程，均不应大于允许值。

7.0.4.4 限位用的行程开关，应与机械装置配合调整；确认动作可靠后，方可接入电路使用。

## 8 电阻器及变阻器

8.0.1 电阻器的电阻元件，应位于垂直面上。电阻器垂直叠装不应超过四箱；当超过四箱时，应采用支架固定，并保持适当距离；当超过六箱时应另列一组。有特殊要求的电阻器，其安装方式应符合设计规定。电阻器底部与地面间，应留有间隔，并不应小于 150mm。

8.0.2 电阻器与其它电器垂直布置时，应安装在其它电器的上方，两者之间应留有间隔。

8.0.3 电阻器的接线，应符合下列要求：

8.0.3.1 电阻器与电阻元件的连接应采用铜或钢的裸导体，接触应可靠。

8.0.3.2 电阻器引出线夹板或螺栓应设置与设备接线图相应的标志；当与绝缘导线连接时；应采取防止接头处的温度升高而降低导线的绝缘强度的措施。

8.0.3.3 多层叠装的电阻箱的引出导线，应采用支架固定，并不得妨碍电阻元件的更换。

8.0.4 电阻器和变阻器内部不应有断路或短路；其直流电阻值的误差应符合产品技术文件的规定。

8.0.5 变阻器的转换调节装置，应符合下列要求：

8.0.5.1 转换调节装置移动应均匀平滑、无卡阻，并应有与移动方向相一致的指示阻值变化的标志。

8.0.5.2 电动传动的转换调节装置，其限位开关及信号联锁接点的动作应准确和可靠。

8.0.5.3 齿链传动的转换调节装置，可允许有半个节距的串动范围。

8.0.5.4 由电动传动及手动传动两部分组成的转换调节装置，应在电动及手动两种操作方式下分别进行试验。

8.0.5.5 转换调节装置的滑动触头与固定触头的接触应良好，触头间的压力应符合要求，在滑动过程中不得开路。

8.0.6 频敏变阻器的调整，应符合下列要求：

8.0.6.1 频敏变阻器的极性和接线应正确。

8.0.6.2 频敏变阻器的抽头和气隙调整，应使电动机起动特性符合机械装置的要求。

8.0.6.3 频敏变阻器配合电动机进行调整过程中，连续起动次数及总的起动时间，应符合产品技术文件的规定。

## 9 电 磁 铁

- 9.0.1 电磁铁的铁芯表面，应清洁、无锈蚀。
- 9.0.2 电磁铁的衔铁及其传动机构的动作应迅速、准确和可靠，并无卡阻现象。直流电磁铁的衔铁上，应有隔磁措施。
- 9.0.3 制动电磁铁的衔铁吸合时，铁芯的接触面应紧密地与其固定部分接触，且不得有异常响声。
- 9.0.4 有缓冲装置的制动电磁铁，应调节其缓冲器道孔的螺栓，使衔铁动作至最终位置时平稳、无剧烈冲击。
- 9.0.5 采用空气隙作为剩磁间隙的直流制动电磁铁，其衔铁行程指针位置应符合产品技术文件的规定。
- 9.0.6 牵引电磁铁固定位置应与阀门推杆准确配合，使动作行程符合设备要求。
- 9.0.7 起重电磁铁第一次通电检查时，应在空载（周围无铁磁物质）的情况下进行，空载电流应符合产品技术文件的规定。
- 9.0.8 有特殊要求的电磁铁，应测量其吸合与释放电流，其值应符合产品技术文件的规定及设计要求。
- 9.0.9 双电动机抱闸及单台电动机抱闸电磁铁动作应灵活一致。

## 10 熔 断 器

- 10.0.1 熔断器及熔体的容量，应符合设计要求，并核对所保护电气设备的容量与熔体容量相匹配；对后备保护、限流、自复、半导体器件保护等有专用功能的熔断器，严禁替代。
- 10.0.2 熔断器安装位置及相互间距离，应便于更换熔体。
- 10.0.3 有熔断指示器的熔断器，其指示器应装在便于观察的一侧。
- 10.0.4 瓷质熔断器在金属底板上安装时，其底座应垫软绝缘衬垫。
- 10.0.5 安装具有几种规格的熔断器，应在底座旁标明规格。
- 10.0.6 有触及带电部分危险的熔断器，应配齐绝缘抓手。
- 10.0.7 带有接线标志的熔断器，电源线应按标志进行接线。
- 10.0.8 螺旋式熔断器的安装，其底座严禁松动，电源应接在熔芯引出的端子上。

## 11 工程交接验收

- 11.0.1 工程交接验收时，应符合下列要求：
  - 11.0.1.1 电器的型号、规格符合设计要求。
  - 11.0.1.2 电器的外观检查完好，绝缘器件无裂纹，安装方式符合产品技术文件的要求。
  - 11.0.1.3 电器安装牢固、平正，符合设计及产品技术文件的要求。
  - 11.0.1.4 电器的接零、接地可靠。
  - 11.0.1.5 电器的连接线排列整齐、美观。
  - 11.0.1.6 绝缘电阻值符合要求。
  - 11.0.1.7 活动部件动作灵活、可靠，联锁传动装置动作正确。
  - 11.0.1.8 标志齐全完好、字迹清晰。

11.0.2 通电后，应符合下列要求：

- 11.0.2.1 操作时动作应灵活、可靠。
- 11.0.2.2 电磁器件应无异常响声。
- 11.0.2.3 线圈及接线端子的温度不应超过规定。
- 11.0.2.4 触头压力、接触电阻不应超过规定。

11.0.3 验收时，应提交下列资料 and 文件：

- 11.0.3.1 变更设计的证明文件。
- 11.0.3.2 制造厂提供的产品说明书、合格证件及竣工图纸等技术文件。
- 11.0.3.3 安装技术记录。
- 11.0.3.4 调整试验记录。
- 11.0.3.5 根据合同提供的备品、备件清单。



# 标准规范二 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范

GB 50168—92

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为保证电缆线路安装工程的施工质量,促进电缆线路施工技术水平的提高,确保电缆线路安全运行,制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于 500kV 及以下电力电缆、控制电缆线路安装工程的施工及验收。

矿山、船舶、冶金、化工等有特殊要求的电缆线路的安装工程尚应符合专业规程的有关规定。

第 1.0.3 条 电缆线路的安装应按已批准的设计进行施工。

第 1.0.4 条 电缆及其附件的运输、保管,应符合本规范要求。当产品有特殊要求时,并应符合产品的要求。

第 1.0.5 条 电缆及其附件在安装前的保管,其保管期限应为一年及以下。当需长期保管时,应符合设备保管的专门规定。

第 1.0.6 条 采用的电缆及附件,均应符合国家现行技术标准的规定,并应有合格证件。设备应有铭牌。

第 1.0.7 条 施工中的安全技术措施,应符合本规范及现行有关安全技术标准及产品的技术文件的规定。对重要的施工项目或工序,尚应事先制定安全技术措施。

第 1.0.8 条 与电缆线路安装有关的建筑工程的施工应符合下列要求:

一、与电缆线路安装有关的建筑物、构筑物的建筑工程质量,应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。

二、电缆线路安装前,建筑工程应具备下列条件:

1. 预埋件符合设计,安置牢固;

2. 电缆沟、隧道、竖井及人孔等地的地坪及抹面工作结束;

3. 电缆层、电缆沟、隧道等处的施工临时设施、模板及建筑废料等清理干净,施工用道路畅通,盖板齐全;

4. 电缆线路敷设后,不能再进行的建筑工程工作应结束;

5. 电缆沟排水畅通,电缆室的门窗安装完毕。

三、电缆线路安装完毕后投入运行前,建筑工程应完成由于预埋件补遗、开孔、扩孔等需要而造成的建筑工程修饰工作。

第 1.0.9 条 电缆及其附件安装用的钢制紧固件,除地脚螺栓外,应用热镀锌制品。

第 1.0.10 条 对有抗干扰要求的电缆线路,应按设计要求采取抗干扰措施。

第 1.0.11 条 电缆线路的施工及验收,除按本规范的规定执行外,尚应符合国家现行的有关标准规范的规定。

## 第二章 运输与保管

第 2.0.1 条 在运输装卸过程中，不应使电缆及电缆盘受到损伤。严禁将电缆盘直接由车上推下。电缆盘不应平放运输、平放贮存。

第 2.0.2 条 运输或滚动电缆盘前，必须保证电缆盘牢固，电缆绕紧。充油电缆至压力油箱间的油管应固定，不得损伤。压力油箱应牢固，压力指示应符合要求。

滚动时必须顺着电缆盘上的箭头指示或电缆的缠紧方向。

第 2.0.3 条 电缆及其附件到达现场后，应按下列要求及时进行检查：

- 一、产品的技术文件应齐全。
- 二、电缆型号、规格、长度应符合订货要求，附件应齐全；电缆外观不应受损。
- 三、电缆封端应严密。当外观检查有怀疑时，应进行受潮判断或试验。
- 四、充油电缆的压力油箱、油管、阀门和压力表应符合要求且完好无损。

第 2.0.4 条 电缆及其有关材料如不立即安装，应按下列要求贮存：

一、电缆应集中分类存放，并应标明型号、电压、规格、长度。电缆盘之间应有通道。地基应坚实，当受条件限制时，盘下应加垫，存放处不得积水。

- 二、电缆终端瓷套在贮存时，应有防止受机械损伤的措施。
- 三、电缆附件的绝缘材料的防潮包装应密封良好，应根据材料性能和保管要求贮存和保管。
- 四、防火涂料、包带、堵料等防火材料，应根据材料性能和保管要求贮存和保管。
- 五、电缆桥架应分类保管，不得因受力变形。

第 2.0.5 条 电缆在保管期间，电缆盘及包装应完好，标志应齐全，封端应严密。当有缺陷时，应及时处理。

充油电缆应经常检查油压，并作记录，油压不得降至最低值。当油压降至零或出现真空时，应及时处理。

## 第三章 电缆管的加工及敷设

第 3.0.1 条 电缆管不应有穿孔，裂缝和显著的凹凸不平，内壁应光滑；金属电缆管不应有严重锈蚀。硬质塑料管不得用在温度过高或过低的场所。在易受机械损伤的地方和在受力较大处直埋时，应采用足够强度的管材。

第 3.0.2 条 电缆管的加工应符合下列要求：

- 一、管口应无毛刺和尖锐棱角，管口直做成喇叭形。
- 二、电缆管在弯制后，不应有裂缝和显著的凹瘪现象，其弯扁程度不宜大于管子外径的 10%；电缆管的弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径。

三、金属电缆管应在外表涂防腐漆或涂沥青，镀锌管锌层剥落处也应涂以防腐漆。

第 3.0.3 条 电缆管的内径与电缆外径之比不得小于 1.5；混凝土管、陶土管、石棉水泥管除应满足上述要求外，其内径尚不宜小于 100mm。

第 3.0.4 条 每根电缆管的弯头不应超过 3 个，直角弯不应超过 2 个。

第 3.0.5 条 电缆管明敷时应符合下列要求：

- 一、电缆管应安装牢固；电缆管支持点间的距离，当设计无规定时，不宜超过 3m。
- 二、当塑料管的直线长度超过 30m 时，宜加装伸缩节。

第 3.0.6 条 电缆管的连接应符合下列要求：

一、金属电缆管连接应牢固，密封应良好，两管口应对准。套接的短套管或带螺纹的管接头的长度，不应小于电缆管外径的 2.2 倍。金属电缆管不宜直接对焊。

二、硬质塑料管在套接或插接时，其插入深度宜为管子内径的 1.1~1.8 倍。在插接面上应涂以胶合剂粘牢密封；采用套接时套管两端应封焊。

第 3.0.7 条 引至设备的电缆管管口位置，应便于与设备连接并不妨碍设备拆装和进出。并列敷设的电缆管管口应排列整齐。

第 3.0.8 条 利用电缆的保护钢管作接地线时，应先焊好接地线；有螺纹的管接头处，应用跳线焊接，再敷设电缆。

第 3.0.9 条 敷设混凝土、陶土、石棉水泥等电缆管时，其地基应坚实、平整，不应有沉陷。电缆管的敷设应符合下列要求：

一、电缆管的埋设深度不应小于 0.7m；在人行道下面敷设时，不应小于 0.5m。

二、电缆管应有不小于 0.1% 的排水坡度。

三、电缆管连接时，管孔应对准，接缝应严密，不得有地下水和泥浆渗入。

## 第四章 电缆支架的配制与安装

第 4.0.1 条 电线支架的加工应符合下列要求：

一、钢材应平直，无明显扭曲。下料误差应在 5mm 范围内，切口应无卷边、毛刺。

二、支架应焊接牢固，无显著变形。各横撑间的垂直净距与设计偏差不应大于 5mm。

三、金属电缆支架必须进行防腐处理。位于湿热、盐雾以及有化学腐蚀地区时，应根据设计作特殊的防腐处理。

第 4.0.2 条 电缆支架的层间允许最小距离，当设计无规定时，可采用表 4.0.2 的规定。但层间净距不应小于两倍电缆外径加 10mm，35kV 及以上高压电缆不应小于 2 倍电缆外径加 50mm。

表 4.0.2 电缆支架的层间允许最小距离值 mm

电缆类型和敷设特征		支（吊）架	桥架
控制电缆		120	200
电力电缆	10kV 及以下（除 6~10kV 交联聚乙烯绝缘外）	150~200	250
	6~10kV 交联聚乙烯绝缘	200~250	300
	35kV 单芯		
	35kV 三芯	300	350
	110kV 及以上，每层多于 1 根		
110kV 及以上，每层 1 根		250	300
电缆敷设于槽盒内		$h + 80$	$h + 100$

注：h 表示槽盒外壳高度。

第 4.0.3 条 电缆支架应安装牢固，横平竖直；托架支吊架的固定方式应按设计要求进行。各支架的同层横档应在同一水平面上，其高低偏差不应大于 5mm。托架支吊架沿桥架走向左右的偏差不应

大于 10mm。

在有坡度的电缆沟内或建筑物上安装的电缆支架，应有与电缆沟或建筑物相同的坡度。

电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离，当设计无规定时，不宜小于表 4.0.3 的数值。

表 4.0.3 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离 mm

敷设方式	电线隧道及夹层	电缆沟	吊架	桥架
最上层至沟顶或楼板	300 ~ 350	150 ~ 200	150 ~ 200	350 ~ 450
最下层至沟底或地面	100 ~ 150	50 ~ 100	—	100 ~ 150

第 4.0.4 条 组装后的钢结构竖井，其垂直偏差不应大于其长度的 2/1000；支架横撑的水平误差不应大于其宽度的 2/1000；竖井对角线的偏差不应大于其对角线长度的 5/1000。

第 4.0.5 条 电缆桥架的配制应符合下列要求：

一、电缆梯架（托盘）、电缆梯架（托盘）的支（吊）架、连接件和附件的质量应符合现行的有关技术标准。

二、电缆梯架（托盘）的规格、支吊跨距、防腐类型应符合设计要求。

第 4.0.6 条 梯架（托盘）在每个支吊架上的固定应牢固；梯架（托盘）连接板的螺栓应紧固，螺母应位于梯架（托盘）的外侧。

铝合金梯架在钢制支吊架上固定时，应有防电化腐蚀的措施。

第 4.0.7 条 当直线段钢制电缆桥架超过 30m、铝合金或玻璃钢制电缆桥架超过 15m 时，应有伸缩缝，其连接直采用伸缩连接板；电缆桥架跨越建筑物伸缩缝处应设置伸缩缝。

第 4.0.8 条 电缆桥架转弯处的转弯半径，不应小于该桥架上的电缆最小允许弯曲半径的最大者。

第 4.0.9 条 电缆支架全长均应有良好的接地。

## 第五章 电缆的敷设

### 第一节 一般规定

第 5.1.1 条 电缆敷设前应按下列要求进行检查：

一、电缆通道畅通，排水良好。金属部分的防腐层完整。隧道内照明、通风符合要求。

二、电缆型号、电压、规格应符合设计。

三、电缆外观应无损伤、绝缘良好，当对电缆的密封有怀疑时，应进行潮湿判断；直埋电缆与水底电缆应经试验合格。

四、充油电缆的油压不宜低于 0.15MPa；供油阀门应在开启位置，动作应灵活；压力表指示应无异常；所有管接头应无渗漏油；油样应试验合格。

五、电缆放线架应放置稳妥，钢轴的强度和长度应与电缆盘重量和宽度相配合。

六、敷设前应按设计和实际路径计算每根电缆的长度，合理安排每盘电缆，减少电缆接头。

七、在带电区域内敷设电缆，应有可靠的安全措施。

第 5.1.2 条 电缆敷设时，不应损坏电缆沟、隧道、电缆井和人井的防水层。

第 5.1.3 条 三相四线制系统中应采用四芯电力电缆，不应采用三芯电缆另加一根单芯电缆或以导线、电缆金属护套作中性线。

第 5.1.4 条 并联使用的电力电缆其长度、型号、规格宜相同。

第 5.1.5 条 电力电缆在终端头与接头附近宜留有备用长度。

第 5.1.6 条 电缆各支持点间的距离应符合设计规定。当设计无规定时，不应大于表 5.1.6 中所列数值。

表 5.1.6 电缆各支持点间的距离 mm

电 缆 种 类		敷 设 方 式	
		水 平	垂 直
电 力 电 缆	全 塑 型	400	1000
	除全塑型外的中低压电缆	800	1500
	35kV 及以上高压电缆	1500	2000
控 制 电 缆		800	1000

注：全塑型电力电缆水平敷设沿支架能把电缆固定时，支持点间的距离允许为 800mm。

第 5.1.7 条 电缆的最小弯曲半径应符合表 5.1.7 的规定。

第 5.1.8 条 粘性油浸纸绝缘电缆最高点与最低点之间的最大位差，不应超过表 5.1.8 的规定，当不能满足要求时，应采用适应于高位差的电缆。

表 5.1.7 电缆最小弯曲半径

电 缆 型 式		多 芯	单 芯
控 制 电 缆		10D	
橡 皮 绝 缘 电 力 电 缆	无铅包、钢铠护套	10D	
	裸铅包护套	15D	
	钢铠护套	20D	
聚 氯 乙 烯 绝 缘 电 力 电 缆		10D	
交 联 聚 乙 烯 绝 缘 电 力 电 缆		15D	20D
油 浸 纸 绝 缘 电 力 电 缆	铅 包		30D
	铅 包	有 铠 装	20D
		无 铠 装	20D
自 容 式 充 油 ( 铅 包 ) 电 缆		20D	

注：表中  $D$  为电缆外径。

表 5.1.8 粘性油浸纸绝缘铅包电力电缆的最大允许敷设位差

电压 (kV)	电缆护层结构	最大允许敷设位差 (m)
1	无铠装	20
	铠装	25
6~10	铠装或无铠装	15
35	铠装或无铠装	5

第 5.1.9 条 电缆敷设时, 电缆应从盘的上端引出, 不应使电缆在支架上及地面摩擦拖拉。电缆上不得有铠装压扁、电缆绞扭、护层折裂等未消除的机械损伤。

第 5.1.10 条 用机械敷设电缆时的最大牵引强度应符合表 5.1.10 的规定。充油电缆总拉力不应超过 27kN。

表 5.1.10 电缆最大牵引强度  $N/mm^2$ 

牵引方式	牵引头		钢丝网套		
	铜芯	铝芯	铅套	铝套	塑料护套
允许牵引强度	70	40	10	40	7

第 5.1.11 条 机械敷设电缆的速度不宜超过 15m/min, 110kV 及以上电缆或在较复杂路径上敷设时, 其速度应适当放慢。

第 5.1.12 条 在复杂的条件下用机械敷设大截面电缆时, 应进行施工组织设计, 确定敷设方法、线盘架设位置、电缆牵引方向, 校核牵引力和侧压力, 配备敷设人员和机具。

第 5.1.13 条 机械敷设电缆时, 应在牵引头或钢丝网套与牵引钢缆之间装设防捻器。

第 5.1.14 条 110kV 及以上电缆敷设时, 转弯处的侧压力不应大于 3kN/m。

第 5.1.15 条 油浸纸绝缘电力电缆在切断后, 应将端头立即铅封; 塑料绝缘电缆应有可靠的防潮封端; 充油电缆在切断后尚应符合下列要求:

- 一、在任何情况下, 充油电缆的任一段都应有压力油箱保持油压。
- 二、连接油管路时, 应排除管内空气, 并采用喷油连接。
- 三、充油电缆的切断处必须高于邻近两侧的电缆。
- 四、切断电缆时不应有金属屑及污物进入电缆。

第 5.1.16 条 敷设电缆时, 电缆允许敷设最低温度, 在敷设前 24h 内的平均温度以及敷设现场的温度不应低于表 5.1.16 的规定; 当温度低于表 5.1.16 规定值时, 应采取保护措施。

表 5.1.16 电缆允许敷设最低温度

电缆类型	电 缆 结 构	允许敷设最低温度 (°C)
油浸纸绝缘 电力电缆	充油电缆	-10
	其他油纸电缆	0
橡皮绝缘电 力电缆	橡皮或聚氯乙烯护套	-15
	裸铅套	-20
	铅护套铜带铠装	-7

续表

电缆类型	电 缆 结 构	允许敷设 最低温度(℃)
塑料绝缘电力电缆		0
控制电缆	耐寒护套	-20
	橡皮绝缘聚氯乙烯护套	-15
	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套	-10

第 5.1.17 条 电力电缆接头的布置应符合下列要求：

一、并列敷设的电缆，其接头的位置直相互错开。

二、电缆明敷时的接头，应用托板托置固定。

三、直埋电缆接头盒外面应有防止机械损伤的保护盒（环氧树脂接头盒除外）。位于冻土层内的保护盒，盒内宜注以沥青。

第 5.1.18 条 电缆敷设时应排列整齐，不宜交叉，加以固定，并及时装设标志牌。

第 5.1.19 条 标志牌的装设应符合下列要求：

一、在电缆终端头、电缆接头、拐弯处、夹层内、隧道及竖井的两端、人井内等地方，电缆上应装设标志牌。

二、标志牌上应注明线路编号。当无编号时，应写明电缆型号、规格及起迄地点；并联使用的电缆应有顺序号。标志牌的字迹应清晰不易脱落。

三、标志牌规格宜统一。标志牌应能防腐，挂装应牢固。

第 5.1.20 条 电缆的固定，应符合下列要求：

一、在下列地方应将电缆加以固定：

1. 垂直敷设或超过 45° 倾斜敷设的电缆在每个支架上；桥架上每隔 2m 处；

2. 水平敷设的电缆，在电缆首末两端及转弯、电缆接头的两端处；当对电缆间距有要求时，每隔 5~10m 处；

3. 单芯电缆的固定应符合设计要求。

二、交流系统的单芯电线或分相后的分相铅套电缆的固定夹具不应构成闭合磁路。

三、裸铅（铝）套电缆的固定处，应加软衬垫保护。

四、护层有绝缘要求的电缆，在固定处应加绝缘衬垫。

第 5.1.21 条 沿电气化铁路或有电气化铁路通过的桥梁上明敷电缆的金属护层或电缆金属管道，应铅其全长与金属支架或桥梁的金属构件绝缘。

第 5.1.22 条 电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物、盘（柜）以及穿入管子时，出入口应封闭，管口应密封。

第 5.1.23 条 装有避雷针的照明灯塔，电缆敷设时尚应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》的有关要求。

## 第二节 生产厂房内及隧道、沟道内电缆的敷设

第 5.2.1 条 电缆的排列，应符合下列要求：

一、电力电缆和控制电缆不应配置在同一层支架上。

二、高低压电力电缆，强电、弱电控制电缆应按顺序分层配置，一般情况宜由上而下配置；但在

含有 35kV 以上高压电缆引入柜盘时,为满足弯曲半径要求,可由下而上配置。

第 5.2.2 条 并列敷设的电力电缆,其相互间的净距应符合设计要求。

第 5.2.3 条 电缆在支架上的敷设应符合下列要求:

- 一、控制电缆在普通支架上,不宜超过 1 层;桥架上不宜超过 3 层。
- 二、交流三芯电力电缆,在普通支吊架上不宜超过 1 层;桥架上不宜超过 2 层。
- 三、交流单芯电力电缆,应布置在同侧支架上。当按紧贴的正三角形排列时,应每隔 1m 用绑带扎牢。

第 5.2.4 条 电缆与热力管道、热力设备之间的净距,平时时不应小于 1m,交叉时不应小于 0.5m,当受条件限制时,应采取隔热保护措施。电缆通道应避开锅炉的看火孔和制粉系统的防爆门;当受条件限制时,应采取穿管或封闭槽盒等隔热防火措施。电缆不宜平行敷设于热力设备和热力管道的上部。

第 5.2.5 条 明敷在室内及电缆沟、隧道、竖井内带有麻护层的电缆,应剥除麻护层,并对其铠装加以防腐。

第 5.2.6 条 电缆敷设完毕后,应及时清除杂物,盖好盖板。必要时,尚应将盖板缝隙密封。

### 第三节 管道内电缆的敷设

第 5.3.1 条 在下列地点,电缆应有一定机械强度的保护管或加装保护罩:

- 一、电线进入建筑物、隧道、穿过楼板及墙壁处。
- 二、从沟道引至电杆、设备、墙外表面或屋内行人容易接近处,距地面高度 2m 以下的一段。
- 三、其它可能受到机械损伤的地方。

保护管入非混凝土地面的深度不应小于 100mm;伸出建筑物散水坡的长度不应小于 250mm。保护罩根部不应高出地面。

第 5.3.2 条 管道内部应无积水,且无杂物堵塞。穿电缆时,不得损伤护层,可采用无腐蚀性的润滑剂(粉)。

第 5.3.3 条 电缆排管在敷设电缆前,应进行疏通,清除杂物。

第 5.3.4 条 穿入管中电缆的数量应符合设计要求;交流单芯电线不得单独穿入钢管内。

### 第四节 直埋电缆的敷设

第 5.4.1 条 在电缆线路路径上有可能使电缆受到机械性损伤、化学作用、地下电流、振动、热影响、腐植物质、虫鼠等危害的地段,应采取保护措施。

第 5.4.2 条 电缆埋置深度应符合下列要求:

一、电缆表面距地面的距离不应小于 0.7m。穿越农田时不应小于 1m。在引入建筑物、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处,可浅埋,但应采取保护措施。

二、电缆应埋设于冻土层以下,当受条件限制时,应采取防止电缆受到损坏的措施。

第 5.4.3 条 电缆之间,电缆与其它管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小净距,应符合表 5.4.3 的规定。严禁将电缆平行敷设于管道的上方或下方。特殊情况应按下列规定执行:



表 5.4.3 电缆之间、电缆与管道、道路、建筑物之间  
平行和交叉时的最小净距

m

项 目		最小净距 (m)	
		平 行	交 叉
电力电缆间及其与 控制电缆间	10kV 及以下	0.10	0.50
	10kV 以上	0.25	0.50
控制电缆间		—	0.50
不同使用部门的电缆间		0.50	0.50
热管道 (管沟) 及热力设备		2.00	0.50
油管道 (管沟)		1.00	0.50
可燃气体及易燃液体管道 (沟)		1.00	0.50
其它管道 (管沟)		0.50	0.50
铁路路轨		3.00	1.00
电气化铁路路轨	交 流	3.00	1.00
	直 流	10.0	1.00
公 路		1.50	1.00
城市街道路面		1.00	0.70
杆基础 (边线)		1.00	—
建筑物基础 (边线)		0.60	—
排水沟		1.00	0.50

注：①电缆与公路平行的净距，当情况特殊时可酌减；

②当电缆穿管或者其它管道有保温层等防护设施时，表中净距应从管壁或防护设施的外壁算起。

一、电力电缆间及其与控制电缆间或不同使用部门的电缆间，当电缆穿管或用隔板隔开时，平行净距可降低为 0.1m。

二、电力电缆间、控制电缆间以及它们相互之间，不同使用部门的电缆间在交叉点前后 1m 范围内，当电缆穿入管中或用隔板隔开时，其交叉净距可降为 0.25m。

三、电缆与热管道 (沟)、油管道 (沟)、可燃气体及易燃液体管道 (沟)、热力设备或其它管道 (沟) 之间，虽净距能满足要求，但检修管路可能伤及电缆时，在交叉点前后 1m 范围内，尚应采取保护措施；当交叉净距不能满足要求时应将电缆穿入管中，其净距可减为 0.25m。

四、电缆与热管道 (沟) 及热力设备平行、交叉时，应采取隔热措施，使电缆周围土壤的温升不超过 10℃。

五、当直流电缆与电气化铁路路轨平行、交叉其净距不能满足要求时，应采取防电化腐蚀措施。

第 5.4.4 条 电缆与铁路、公路、城市街道、厂区道路交叉时，应敷设于坚固的保护管或隧道内。电缆管的两端宜伸出道路路基两边各 2m；伸出排水沟 0.5m；在城市街道应伸出车道路面。

第 5.4.5 条 直埋电缆的上、下部应铺以不小于 100mm 厚的软土或沙层，并加盖保护板，其覆盖

宽度应超过电缆两侧各 50mm, 保护板可采用混凝土盖板或砖块。

软土或沙子中不应有石块或其它硬质杂物。

第 5.4.6 条 直埋电缆在直线段每隔 50 ~ 100m 处, 电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处, 应设置明显的方位标志或标桩。

第 5.4.7 条 直埋电缆回填土前, 应经隐蔽工程验收合格。回填土应分层夯实。

## 第五节 水底电缆的敷设

第 5.5.1 条 水底电缆应是整根的。当整根电缆超过制造厂的制造能力时, 可采用软接头连接。

第 5.5.2 条 通过河流的电缆, 应敷设于河床稳定及河岸很少受到冲损的地方。在码头、锚地、港湾、渡口及有船停泊处敷设电缆时, 必须采取可靠的保护措施。当条件允许时, 应深埋敷设。

第 5.5.3 条 水底电缆的敷设, 必须平放水底, 不得悬空。当条件允许时, 宜埋入河床(海底) 0.5m 以下。

第 5.5.4 条 水底电缆平行敷设时的间距不宜小于最高水位水深的 2 倍; 当埋入河床(海底) 以下时, 其间距按埋设方式或埋设机的工作活动能力确定。

第 5.5.5 条 水底电缆引到岸上的部分应穿管或加保护盖板等保护措施, 其保护范围, 下端应为最低水位时船只搁浅及撑篙达不到之处; 上端高于最高洪水位。在保护范围的下端, 电缆应固定。

第 5.5.6 条 电缆线路与小河或小溪交叉时, 应穿管或埋在河床下足够深处。

第 5.5.7 条 在岸边水底电缆与陆上电缆连接的接头, 应装有锚定装置。

第 5.5.8 条 水底电缆的敷设方法、敷设船只的选择和施工组织的设计, 应按电缆的敷设长度、外径、重量、水深、流速和河床地形等因素确定。

第 5.5.9 条 水底电缆的敷设, 当全线采用盘装电缆时, 根据水域条件, 电缆盘可放在岸上或船上。敷设时可用浮筒浮托, 严禁使电缆在水底拖拉。

第 5.5.10 条 水底电缆不能盘装时, 应采用散装敷设法, 其敷设程序应先将电缆圈绕在敷设船仓内, 再经仓顶高架、滑轮、刹车装置至入水槽下水, 用拖轮绑拖, 自航敷设或用钢缆牵引敷设。

第 5.5.11 条 敷设船的选择, 应符合下列条件:

一、船仓的容积、甲板面积、稳定性等应满足电缆长度、重量、弯曲半径和作业场所等要求。

二、敷设船应配有刹车装置、张力计量、长度测量、入水角、水深和导航、定位等仪器, 并配有通讯设备。

第 5.5.12 条 水底电缆敷设应在小潮流、憩流或枯水期进行, 并应视线清晰, 风力小于五级。

第 5.5.13 条 敷设船上的放线架应保持适当的退扭高度。敷设时根据水的深浅控制敷设张力, 应使其入水角为  $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ; 采用牵引顶推敷设时, 其速度直为  $20 \sim 30\text{m}/\text{min}$ ; 采用拖轮或自航牵引敷设时, 其速度直为  $90 \sim 150\text{m}/\text{min}$ 。

第 5.5.14 条 水底电缆敷设时, 两岸应按设计设立导标。敷设时应定位测量, 及时纠正航线和校核敷设长度。

第 5.5.15 条 水底电缆引到岸上时, 应将余线全部浮托在水面上, 再牵引至陆上。浮托在水面上的电缆应按设计路径沉入水底。

第 5.5.16 条 水底电缆敷设后, 应作潜水检查, 电缆应放平, 河床起伏处电缆不得悬空。并测量电缆的确切位置。在两岸必须按设计设置标志牌。

## 第六节 桥梁上电缆的敷设

第 5.6.1 条 木桥上的电缆应穿管敷设。在其它结构的桥上敷设的电缆, 应在人行道下设电缆沟

或穿入由耐火材料制成的管道中。在人不易接触处，电缆可在桥上裸露敷设，但应采取避免太阳直接照射的措施。

第 5.6.2 条 悬吊架设的电缆与桥梁架构之间的净距不应小于 0.5m。

第 5.6.3 条 在经常受到震动的桥梁上敷设的电缆，应有防震措施。桥墩两端和伸缩缝处的电缆，应留有松弛部分。

## 第六章 电缆终端和接头的制作

### 第一节 一般规定和准备工作

第 6.1.1 条 电缆终端与接头的制作，应由经过培训的熟悉工艺的人员进行。

第 6.1.2 条 电缆终端及接头制作时，应严格遵守制作工艺规程；充油电缆尚应遵守油务及真空工艺等有关规程的规定。

第 6.1.3 条 在室外制做 6kV 及以上电缆终端与接头时，其空气相对湿度宜为 70% 及以下；当湿度大时，可提高环境温度或加热电缆。110kV 及以上高压电缆终端与接头施工时，应搭临时工棚，环境湿度应严格控制，温度宜为 10~30℃。制做塑料绝缘电力电缆终端与接头时，应防止尘埃、杂物落入绝缘内。严禁在雾或雨中施工。

在室内及充油电缆施工现场应备有消防器材。室内或隧道中施工应有临时电源。

第 6.1.4 条 35kV 及以下电缆终端与接头应符合下列要求：

- 一、型式、规格应与电缆类型如电压、芯数、截面、护层结构和环境要求一致。
- 二、结构应简单、紧凑，便于安装。
- 三、所用材料、部件应符合技术要求。

四、主要性能应符合现行国家标准《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本性能要求》的规定。

第 6.1.5 条 采用的附加绝缘材料除电气性能能满足要求外，尚应与电缆本体绝缘具有相容性。两种材料的硬度、膨胀系数、抗张强度和断裂伸长率等物理性能指标应接近。橡塑绝缘电缆应采用弹性大、粘接性能好的材料作为附加绝缘。

第 6.1.6 条 电缆线芯连接金具，应采用符合标准的连接管和接线端子，其内径应与电缆线芯紧密配合，间隙不应过大；截面直为线芯截面的 1.2~1.5 倍。采用压接时，压接钳和模具应符合规范要求。

第 6.1.7 条 控制电缆在下列情况下可有接头，但必须连接牢固，并不应受到机械拉力。

- 一、当敷设的长度超过其制造长度时。
- 二、必须延长已敷设竣工的控制电缆时。
- 三、当消除使用中的电缆故障时。

第 6.1.8 条 制作电缆终端和接头前，应熟悉安装工艺资料，做好检查，并符合下列要求：

一、电缆绝缘状况良好，无受潮；塑料电缆内不得进水；充油电缆施工前应对电缆本体、压力箱、电缆油桶及纸卷桶逐个取油样，做电气性能试验，并应符合标准。

二、附件规格应与电缆一致；零部件应齐全无损伤；绝缘材料不得受潮；密封材料不得失效。壳体结构附件应预先组装，清洁内壁；试验密封，结构尺寸符合要求。

三、施工用机具齐全，便于操作，状况清洁，消耗材料齐备，清洁塑料绝缘表面的溶剂直遵循工艺导则准备。

四、必要时应进行试装配。

第 6.1.9 条 电力电缆接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线，其截面面积不应小于表 6.1.9 的规定。110kV 及以上电缆的截面面积应符合设计规定。

表 6.1.9 电缆终端接地线截面

电缆截面 (mm <sup>2</sup> )	接地线截面 (mm <sup>2</sup> )
120 及以下	16
150 及以下	25

第 6.1.10 条 电缆终端与电气装置的连接，应符合现行国家标准《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》的有关规定。

## 第二节 制作要求

第 6.2.1 条 制作电缆终端与接头，从剥切电缆开始应连续操作直至完成，缩短绝缘暴露时间。剥切电缆时不应损伤线芯和保留的绝缘层。附加绝缘的包绕、装配、热缩等应清洁。

第 6.2.2 条 充油电缆线路有接头时，应先制作接头；两端有位差时，应先制作低位终端头。

第 6.2.3 条 电缆终端和接头应采取加强绝缘、密封防潮、机械保护等措施。6kV 及以上电力电缆的终端和接头，尚应有改善电缆屏蔽端部电场集中的有效措施，并确保外绝缘相间和对地距离。

第 6.2.4 条 35kV 及以下电缆在剥切线芯绝缘、屏蔽、金属护套时，线芯沿绝缘表面至最近接地点（屏蔽或金属护套端部）的最小距离应符合表 6.2.4 的要求。

表 6.2.4 电缆终端和接头中最小距离

额定电压 (kV)	最小距离 (mm)	额定电压 (kV)	最小距离 (mm)
1	50	10	125
6	100	35	250

第 6.2.5 条 塑料绝缘电缆在制作终端头和接头时，应彻底清除半导体屏蔽层。对包带石墨屏蔽层，应使用溶剂擦去碳迹；对挤出屏蔽层，剥除时不得损伤绝缘表面，屏蔽端部应平整。

第 6.2.6 条 三芯油纸绝缘电缆应保留统包绝缘 25mm，不得损伤。剥除屏蔽碳黑纸，端部应平整。弯曲线芯时应均匀用力，不应损伤绝缘纸；线芯弯曲半径不应小于其直径的 10 倍。包缠或灌注、填充绝缘材料时，应消除线芯分支处的气隙。

第 6.2.7 条 充油电缆终端和接头包绕附加绝缘时，不得完全关闭压力箱。制作中和真空处理时，从电缆中渗出的油应及时排出，不得积存在瓷套或壳体内。

第 6.2.8 条 电缆线芯连接时，应除去线芯和连接管内壁油污及氧化层。压接模具与金具应配合恰当。压缩比应符合要求。压接后应将端子或连接管上的凸痕修理光滑，不得残留毛刺。采用锡焊连接铜芯，应使用中性焊锡膏，不得烧伤绝缘。

第 6.2.9 条 三芯电力电缆接头两侧电缆的金属屏蔽层（或金属套）铠装层应分别连接良好，不得中断，跨接线的截面不应小于本规范表 6.1.8 接地线截面的规定。直埋电缆接头的金属外壳及电缆的金属护层应做防腐处理。

第 6.2.10 条 三芯电力电缆终端处的金属护层必须接地良好；塑料电缆每相铜屏蔽和钢铠应锡

焊接地线。电缆通过零序电流互感器时，电缆金属护层和接地线应对地绝缘，电缆接地点在互感器以下时，接地线应直接接地；接地点在互感器以上时，接地线应穿过互感器接地。

第 6.2.11 条 装配、组合电缆终端和接头时，各部件间的配合或搭接处必须采取堵漏、防潮和密封措施。铅包电缆铅封时应擦去表面氧化物；搪铅时间不宜过长，铅封必须密实无气孔。充油电缆的铅封应分两次进行，第一次封堵油，第二次成形和加强，高位差铅封应用环氧树脂加固。

塑料电缆宜采用自粘带、粘胶带、胶粘剂（热熔胶）等方式密封；塑料护套表面应打毛，粘接表面应用溶剂除去油污，粘接应良好。

电缆终端、接头及充油电缆供油管路均不应有渗漏。

第 6.2.12 条 充油电缆供油系统的安装应符合下列要求：

- 一、供油系统的金属油管与电缆终端间应有绝缘接头，其绝缘强度不低于电缆外护层。
- 二、当每相设置多台压力箱时，应并联连接。
- 三、每相电缆线路应装设油压监视或报警装置。
- 四、仪表应安装牢固，室外仪表应有防雨措施，施工结束后应进行整定。
- 五、调整压力油箱的油压，使其在任何情况下都不应超过电缆允许的压力范围。

第 6.2.13 条 电缆终端上应有明显的相色标志，且应与系统的相位一致。

第 6.2.14 条 控制电缆终端可采用一般包扎，接头应有防潮措施。

## 第七章 电缆的防火与阻燃

第 7.0.1 条 对易受外部影响着火的电缆密集场所或可能着火蔓延而酿成严重事故的电缆回路，必须按设计要求的防火阻燃措施施工。

第 7.0.2 条 电缆的防火阻燃尚应采取下列措施：

- 一、在电线穿过竖井、墙壁、楼板或进入电气盘、柜的孔洞处，用防火堵料密实封堵。
- 二、在重要的电缆沟和隧道中，按要求分段或用软质耐火材料设置防火墙。
- 三、对重要回路的电缆，可单独敷设于专门的沟道中或耐火封闭槽盒内，或对其施加防火涂料、防火包带。
- 四、在电力电缆接头两侧及相邻电缆 2~3m 长的区段施加防火涂料或防火包带。
- 五、采用耐火或阻燃型电缆。
- 六、设置报警和灭火装置。

第 7.0.3 条 防火阻燃材料必须经过技术或产品鉴定。在使用时，应按设计要求和材料使用工艺提出施工措施。

第 7.0.4 条 涂料应按一定浓度稀释，搅拌均匀，并应顺电缆长度方向进行涂刷，涂刷厚度或次数、间隔时间应符合材料使用要求。

第 7.0.5 条 包带在绕包时，应拉紧密实，缠绕层数或厚度应符合材料使用要求。绕包完毕后，每隔一定距离应绑扎牢固。

第 7.0.6 条 在封堵电缆孔洞时，封堵应严实可靠，不应有明显的裂缝和可见的孔隙，孔洞较大者应加耐火衬板后再进行封堵。

第 7.0.7 条 防火墙上的防火门应严密，孔洞应封堵；防火墙两侧电缆应施加防火包带或涂料。

## 第八章 工程交接验收

第 8.0.1 条 在验收时，应按下列要求进行检查：

一、电缆规格应符合规定；排列整齐，无机械损伤；标志牌应装设齐全、正确、清晰。

二、电缆的固定、弯曲半径、有关距离和单芯电力电缆的金属护层的接线、相序排列等应符合要求。

三、电缆终端、电缆接头及充油电缆的供油系统应安装牢固，不应有渗漏现象；充油电缆的油压及表计整定值应符合要求。

四、接地应良好；充油电缆及护层保护器的接地电阻应符合设计。

五、电缆终端的相色应正确，电缆支架等的金属部件防腐层应完好。

六、电缆沟内应无杂物，盖板齐全，隧道内应无杂物，照明、通风、排水等设施应符合设计。

七、直埋电缆路径标志，应与实际路径相符。路径标志应清晰、牢固，间距适当，且应符合第 5.4.6 条的要求。

八、水底电缆线路两岸，禁锚区内的标志和夜间照明装置应符合设计。

九、防火措施应符合设计，且施工质量合格。

第 8.0.2 条 隐蔽工程应在施工过程中进行中间验收，并作好签证。

第 8.0.3 条 在验收时，应提交下列资料和技术文件：

一、电缆线路路径的协议文件。

二、设计资料图纸、电缆清册、变更设计的证明文件和竣工图。

三、直埋电缆输电线路的敷设位置图，比例宜为 1:500。地下管线密集的地段不应小于 1:100，在管线稀少、地形简单的地段可为 1:1000；平行敷设的电缆线路，宜合用一张图纸。图上必须标明各线路的相对位置，并有标明地下管线的剖面图。

四、制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

五、隐蔽工程的技术记录。

六、电缆线路的原始记录：

1. 电缆的型号、规格及其实际敷设总长度及分段长度，电缆终端和接头的型式及安装日期；

2. 电缆终端和接头中填充的绝缘材料名称、型号。

七、试验记录。

# 标准规范三 电气装置安装工程电力 变压器、油浸电抗器、互感 器施工及验收规范

GBJ 148—90

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为保证电力变压器、油浸电抗器（以下简称电抗器）电压互感器及电流互感器（以下简称互感器）的施工安装质量，促进安装技术的进步，确保设备安全运行，制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于电压为 50kV 及以下，频率为 50Hz 的电力变压器、电抗器、互感器安装工程的施工及验收。

消弧线圈的安装可按本规范第二章的有关规定执行；特殊用途的变压器、电抗器、互感器的安装，应符合制造厂和专业部门的有关规定。

第 1.0.3 条 电力变压器、电抗器、互感器的安装应按已批准的设计进行施工。

第 1.0.4 条 设备和器材的运输、保管，应符合本规范要求，当产品有特殊要求时，并应符合产品的要求。

变压器、电抗器在运输过程中，当改变运输方式时，应及时检查设备受冲击等情况，并作好记录。

第 1.0.5 条 设备及器材在安装前的保管，其保管期限应为一年及以下。当需长期保管时，应符合设备及器材保管的专门规定。

第 1.0.6 条 采用的设备及器材均应符合国家现行技术标准的规定，并应有合格证件。设备应有铭牌。

第 1.0.7 条 设备和器材到达现场后，应及时作下列验收检查：

- 一、包装及密封应良好。
- 二、开箱检查清点，规格应符合设计要求，附件、备件应齐全。
- 三、产品的技术文件应齐全。
- 四、按本规范要求作外观检查。

第 1.0.8 条 施工中的安全技术措施，应符合本规范和现行有关安全技术标准及产品的技术文件的规定。对重要工序，尚应事先制定安全技术措施。

第 1.0.9 条 与变压器、电抗器、互感器安装有关的建筑工程施工应符合下列要求：

一、与电力变压器、电抗器、互感器安装有关的建筑物、构筑物的建筑工程质量，应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。当设备及设计有特殊要求时，尚应符合其要求。

二、设备安装前，建筑工程应具备下列条件：

1. 屋顶、楼板施工完毕，不得渗漏；
2. 室内地面的基层施工完毕，并在墙上标出地面标高；
3. 混凝土基础及构架达到允许安装的强度，焊接构件的质量符合要求；
4. 预埋件及预留孔符合设计，预埋件牢固；

5. 模板及施工设施拆除，场地清理干净；
6. 具有足够的施工用场地，道路通畅。

三、设备安装完毕，投入运行前，建筑工程应符合下列要求：

1. 门窗安装完毕；
2. 地坪抹光工作结束，室外场地平整；
3. 保护性网门、栏杆等安全设施齐全；
4. 变压器、电抗器的蓄油坑清理干净，排油水管通畅，卵石铺设完毕；
5. 通风及消防装置安装完毕；
6. 受电后无法进行的装饰工作以及影响运行安全的工作施工完毕。

第 1.0.10 条 设备安装用的紧固件，除地脚螺栓外，应采用镀锌制品。

第 1.0.11 条 所有变压器、电抗器、互感器的瓷件表面质量应符合现行国家标准《高压绝缘子瓷件技术条件》的规定。

第 1.0.12 条 电力变压器、电抗器、互感器的施工及验收除按本规范的规定执行外，尚应符合国家现行的有关标准规范的规定。

## 第二章 电力变压器、油浸电抗器

### 第一节 装卸与运输

第 2.1.1 条 8000kVA 及以上变压器和 8000kVA 及以上的电抗器的装卸及运输，必须对运输路径及两端装卸条件作充分调查，制定施工安全技术措施，并应符合下列要求：

一、水路运输时，应做好下列工作：

1. 选择航道，了解吃水深度、水上及水下障碍物分布、潮汛情况以及沿途桥梁尺寸；
2. 选择船舶，了解船舶运载能力与结构，验等载重时船舶的稳定性；
3. 调查码头承重能力及起重能力，必要时应进行验算或荷重试验。

二、陆路运输用机械直接拖运时，应做好下列工作：

1. 了解道路及其沿途桥梁、涵洞、沟道等的结构、宽度、坡度、倾斜度、转角及承重情况，必要时应采取保护措施；
2. 调查沿途架空线、通讯线等高空障碍物的情况；
3. 变压器、电抗器利用滚轮在现场铁路专用线作短途运输时，应对铁路专用线进行调查与验算，其速度不应超过 0.2km/h；
4. 公路运输速度应符合制造厂的规定。

第 2.1.2 条 变压器或电抗器装卸时，应防止因车辆弹簧伸缩或船只沉浮而引起倾倒，应设专人观测车辆平台的升降或船只的沉浮情况。

卸车地点的土质、站台、码头必须坚实。

第 2.1.3 条 变压器、电抗器在装卸和运输过程中，不应有严重冲击和振动。电压在 220kV 及以上且容量在 150000kVA 及以上的变压器和电压为 330kV 及以上的电抗器均应装设冲击记录仪。冲击允许值应符合制造厂及合同的规定。

第 2.1.4 条 当利用机械牵引变压器、电抗器时，牵引的着力点应在设备重心以下。运输倾斜角不得超过 15°。

第 2.1.5 条 钟罩式变压器整体起吊时，应将钢丝绳系在下节油箱上供起吊整体的吊耳上，并必



须经钟罩上节相对应的吊耳导向。

第 2.1.6 条 用千斤顶顶升大型变压器时，应将千斤顶放置在油箱千斤顶支架部位，升降操作应协调，各点受力均匀，并及时垫好垫块。

第 2.1.7 条 充氮气或充干燥空气运输的变压器、电抗器，应有压力监视和气体补充装置。变压器、电抗器在运输途中应保持正压，气体压力应为  $0.01 \sim 0.03\text{MPa}$ 。

第 2.1.8 条 干式变压器在运输途中，应有防雨及防潮措施。

## 第二节 安装前的检查与保管

第 2.2.1 条 设备到达现场后，应及时进行下列外观检查：

一、油箱及所有附件应齐全，无锈蚀及机械损伤，密封应良好。

二、油箱箱盖或钟罩法兰及封板的联接螺栓应齐全，紧固良好，无渗漏；浸入油中运输的附件，其油箱应无渗漏。

三、充油套管的油位应正常，无渗油，瓷体无损伤。

四、充气运输的变压器、电抗器，油箱内应为正压，其压力为  $0.01 \sim 0.03\text{MPa}$ 。

五、装有冲击记录仪的设备，应检查并记录设备在运输和装卸中的受冲击情况。

第 2.2.2 条 设备到达现场后的保管应符合下列要求：

一、散热器（冷却器）连通管、安全气道、净油器等应密封。

二、表计、风扇、潜油泵、气体继电器、气道隔板、测温装置以及绝缘材料等，应放置于干燥的室内。

三、短尾式套管应置于干燥的室内，充油式套管卧放时应符合制造厂的规定。

四、本体、冷却装置等，其底部应垫高、垫平，不得水淹，干式变压器应置于干燥的室内。

五、浸油运输的附件应保持浸油保管，其油箱应密封。

六、与本体联在一起的附件可不拆下。

第 2.2.3 条 绝缘油的验收与保管应符合下列要求：

一、绝缘油应储藏在密封清洁的专用油罐或容器内。

二、每批到达现场的绝缘油均应有试验记录，并应取样进行简化分析，必要时进行全分析。

1. 取样数量：大罐油，每罐应取样，小桶油应按表 2.2.3 取样。

表 2.2.3 绝缘油取样数量

每批油的桶数	取样桶数	每批油的桶数	取样桶数
1	1	51 ~ 100	7
2 ~ 5	2	101 ~ 200	10
6 ~ 20	3	201 ~ 400	15
21 ~ 50	4	401 及以上	20

2. 取样试验应按现行国家标准《电力用油（变压器油、汽轮机油）取样》的规定执行。试验标准应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的规定。

三、不同牌号的绝缘油，应分别储存，并有明显牌号标志。

四、放油时应目测，用铁路油罐车运输的绝缘油，油的上部和底部不应有异样；用小桶运输的绝缘油，对每桶进行目测，辨别其气味，各桶的商标应一致。

第 2.2.4 条 变压器、电抗器到达现场后，当三个月内不能安装时，应在一个月内进行下列工

作：

#### 一、带油运输的变压器、电抗器：

1. 检查油箱密封情况；
2. 测量变压器内油的绝缘强度；
3. 测量绕组的绝缘电阻（运输时不装套管的变压器可以不测）；
4. 安装储油柜及吸湿器，注以合格油至储油柜规定油位，或在未装储油柜的情况下，上部抽真空后，充以 0.01 ~ 0.03MPa、纯度不低于 99.9%、露点低于 -40℃ 的氮气。

#### 二、充气运输的变压器、电抗器：

1. 应安装储油柜及吸湿器，注以合格油至储油柜规定油位；
2. 当不能及时注油时，应继续充与原充气体相同的气体保管，但必须有压力监视装置，压力应保持为 0.01 ~ 0.03MPa，气体的露点应低于 -40℃。

第 2.2.5 条 设备在保管期间，应经常检查。充油保管的应检查有无渗油，油位是否正常，外表有无锈蚀，并每六个月检查一次油的绝缘强度；充气保管的应检查气体压力，并做好记录。

### 第三节 排 氮

第 2.3.1 条 采用注油排氮时，应符合下列规定：

一、绝缘油必须经净化处理，注入变压器、电抗器的油应符合下列要求：

电气强度：  
500kV 不应小于 60kV；  
330kV 不应小于 50kV；  
63 ~ 220kV 不应小于 40kV。

含水量：  
50kV 不应大于 10ppm；  
220 ~ 330kV 不应大于 15ppm；  
110kV 不应大于 20ppm。

tgδ：  
(ppm 为体积比)  
不应大于 0.5% (90℃时)。

二、注油排氮前，应将油箱内的残油排尽。

三、油管宜采用钢管，内部应进行彻底除锈且清洗干净。如用耐油胶管，必须确保胶管不污染绝缘油。

四、绝缘油应经脱气净油设备从变压器下部阀门注入变压器内，氮气经顶部排出；油应注至油箱顶部将氮气排尽。最终油位应高出铁芯上沿 100mm 以上。油的静置时间应不小于 12h。

第 2.3.2 条 采用抽真空进行排氮时，排氮口应装设在空气流通处。破坏真空时应避免潮湿空气进入。当含氧量未达到 18% 以上时，人员不得进入。

第 2.3.3 条 充氮的变压器、电抗器需吊罩检查时，必须让器身在空气中暴露 15min 以上，待氮气充分扩散后进行。

### 第四节 器具检查

第 2.4.1 条 变压器、电抗器到达现场后，应进行器身检查。器身检查可为吊罩或吊器身，或者

不吊罩直接进入油箱内进行。当满足下列条件之一时，可不进行器身检查。

一、制造厂规定可不进行器身检查者。

二、容量为 1000kVA 及以下，运输过程中无异常情况者。

三、就地生产仅作短途运输的变压器、电抗器，如果事先参加了制造厂的器身总装，质量符合要求，且在运输过程中进行了有效的监督，无紧急制动、剧烈振动、冲撞或严重颠簸等异常情况者。

第 2.4.2 条 器身检查时，应符合下列规定：

一、周围空气温度不直低于 0℃，器身温度不应低于周围空气温度；当器身温度低于周围空气温度时，应将器身加热，宜使其温度高于周围空气温度 10℃。

二、当空气相对湿度小于 75% 时，器身暴露在空气中的时间不得超过 16h。

三、调压切换装置吊出检查、调整时，暴露在空气中的时间应符合表 2.4.2 的规定。

表 2.4.2 调压切换装置露空时间

环境温度 (℃)	> 0	> 0	> 0	< 0
空气相对湿度 (%)	55 以下	65 ~ 75	75 ~ 85	不控制
持续时间不大于 (h)	24	16	10	8

四、空气相对湿度或露空时间超过规定时，必须采取相应的可靠措施。

时间计算规定：带油运输的变压器、电抗器，由开始放油时算起；不带油运输的变压器、电抗器，由揭开顶盖或打开任一堵塞算起，到开始抽真空或注油为止。

五、器身检查时，场地四周应清洁和有防尘措施；雨雪天或雾天，不应在室外进行。

第 2.4.3 条 钟罩起吊前，应拆除所有与其相连的部件。

第 2.4.4 条 器身或钟罩起吊时，吊索与铅垂线的夹角不宜大于 30°，必要时可采用控制吊梁。起吊过程中，器身与箱壁不得有碰撞现象。

第 2.4.5 条 器身检查的主要项目和要求应符合下列规定：

一、运输支撑和器身各部位应无移动现象，运输用的临时防护装置及临时支撑应予拆除，并经过清点作好记录以备查。

二、所有螺栓应紧固，并有防松措施；绝缘螺栓应无损坏，防松绑扎完好。

三、铁芯检查：

1. 铁芯应无变形，铁轭与夹件间的绝缘垫应良好；
2. 铁芯应无多点接地；
3. 铁芯外引接地的变压器，拆开接地线后铁芯对地绝缘应良好；
4. 打开夹件与铁轭接地片后，铁轭螺杆与铁芯、铁轭与夹件、螺杆与夹件间的绝缘应良好；
5. 当铁轭采用钢带绑扎时，钢带对铁轭的绝缘应良好；
6. 打开铁芯屏蔽接地引线，检查屏蔽绝缘应良好；
7. 打开夹件与线圈压板的连线，检查压钉绝缘应良好；
8. 铁芯拉板及铁轭拉带应紧固，绝缘良好。

四、绕组检查：

1. 绕组绝缘层应完整，无缺损、变位现象；
2. 各绕组应排列整齐，间隙均匀，油路无堵塞；
3. 绕组的压钉应紧固，防松螺母应锁紧。

五、绝缘围屏绑扎牢固，围屏上所有线圈引出处的封闭应良好。

六、引出线绝缘包扎牢固，无破损、拧弯现象；引出线绝缘距离应合格，固定牢靠，其固定支架

应紧固；引出线的裸露部分应无毛刺或尖角，其焊接应良好；引出线与套管连接应牢靠，接线正确。

七、无励磁调压切换装置各分接头与线圈的连接应紧固正确；各分接头应清洁，且接触紧密，弹力良好；所有接触到的部分，用  $0.05 \times 10\text{mm}$  塞尺检查，应塞不进去；转动接点应正确地停留在各个位置上，且与指示器所指位置一致；切换装置的拉杆、分接头凸轮、小轴、销子等应完整无损；转动盘应动作灵活，密封良好。

八、有载调压切换装置的选择开关、范围开关应接触良好，分接引线应连接正确、牢固，切换开关部分密封良好。必要时抽出切换开关芯子进行检查。

九、绝缘屏障应完好，且固定牢固，无松动现象。

十、检查强油循环管路与下轭绝缘接口部位的密封情况。

十一、检查各部位应无油泥、水滴和金属屑末等杂物。

注：① 变压器有围屏者，可不必解除围屏，本条中由于围屏遮蔽而不能检查的项目，可不予检查。

② 铁芯检查时，其中的 3、4、5、6、7 项无法拆开的可不测。

第 2.4.6 条 器身检查完毕后，必须用合格的变压器油进行冲洗，并清洗油箱底部，不得有遗留杂物。箱壁上的阀门应开闭灵活、指示正确。导向冷却的变压器尚应检查和清理过油管节头和联箱。

## 第五节 干 燥

第 2.5.1 条 变压器、电抗器是否需要干燥，应根据本规范附录一“新装电力变压器、油浸电抗器不需干燥的条件”进行综合分析判断后确定。

第 2.5.2 条 设备进行干燥时，必须对各部温度进行监控。当为不带油干燥利用油箱加热时，箱壁温度不宜超过  $110^{\circ}\text{C}$ ，箱底温度不得超过  $100^{\circ}\text{C}$ ，绕组温度不得超过  $95^{\circ}\text{C}$ ；带油干燥时，上层油温不得超过  $85^{\circ}\text{C}$ ；热风干燥时，进风温度不得超过  $100^{\circ}\text{C}$ 。

干式变压器进行干燥时，其绕组温度应根据其绝缘等级而定。

第 2.5.3 条 采用真空加温干燥时，应先进行预热。抽真空时，将油箱内抽成  $0.02\text{MPa}$ ，然后按每小时均匀地增高  $0.0067\text{MPa}$  至表 2.5.3 所示极限允许值为止。

表 2.5.3 变压器、电抗器抽真空的极限允许值

电压 (kV)	容量 (kVA)	真空度 (MPa)
35	4 000 ~ 31500	0.051
63 ~ 110	16 000 及以下	0.051
	20 000 及以上	0.08
220 及 330		0.101
500		< 0.101

抽真空时应监视箱壁的弹性变形，其最大值不得超过壁厚的两倍。

第 2.5.4 条 在保持温度不变的情况下，绕组的绝缘电阻下降后再回升， $110\text{kV}$  及以下的变压器、电抗器持续 6h， $220\text{kV}$  及以上的变压器、电抗器持续 12h 保持稳定，且无凝结水产生时，可认为干燥完毕。

也可采用测量绝缘件表面的含水量来判断干燥程度，表面含水量应符合表 2.5.4 的规定。

表 2.5.4

绝缘件表面含水量标准

电压等级 (kV)	含水量标准 (%)
110 及以下	2 以下
220	1 以下
330 ~ 500	0.5 以下

第 2.5.5 条 干燥后的变压器、电抗器应进行器身检查，所有螺栓压紧部分应无松动，绝缘表面应无过热等异常情况。如不能及时检查时，应先注以合格油，油温可预热至 50~60℃，绕组温度应高于油温。

## 第六节 本体及附件安装

第 2.6.1 条 本体就位应符合下列要求：

一、变压器、电抗器基础的轨道应水平，轨距与轮距应配合；装有气体继电器的变压器、电抗器，应使其顶盖沿气体继电器气流方向有 1%~1.5% 的升高坡度（制造厂规定不须安装坡度者除外）。当与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线中心线相符。

二、装有滚轮的变压器、电抗器，其滚轮应能灵活转动，在设备就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

第 2.6.2 条 密封处理应符合下列要求：

一、所有法兰连接处应用耐油密封垫（圈）密封；密封垫（圈）必须无扭曲、变形、裂纹和毛刺，密封垫（圈）应与法兰面的尺寸相配合。

二、法兰连接面应平整、清洁；密封垫应擦拭干净，安装位置应准确；其搭接处的厚度应与其原厚度相同，橡胶密封垫的压缩量不宜超过其厚度的 1/3。

第 2.6.3 条 有载调压切换装置的安装应符合下列要求：

一、传动机构中的操作机构、电动机、传动齿轮和杠杆应固定牢靠，连接位置正确，且操作灵活，无卡阻现象；传动机构的摩擦部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

二、切换开关的触头及其连接线应完整无损，且接触良好，其限流电阻应完好，无断裂现象。

三、切换装置的工作顺序应符合产品出厂要求；切换装置在极限位置时，其机械联锁与极限开关的电气联锁动作应正确。

四、位置指示器应动作正常，指示正确。

五、切换开关油箱内应清洁，油箱应做密封试验，且密封良好；注入油箱中的绝缘油，其绝缘强度应符合产品的技术要求。

第 2.6.4 条 冷却装置的安装应符合下列要求：

一、冷却装置在安装前应按制造厂规定的压力值用气压或油压进行密封试验，并应符合下列要求：

1. 散热器、强迫油循环风冷却器，持续 30min 应无渗漏；

2. 强迫油循环水冷却器，持续 1h 应无渗漏，水、油系统应分别检查渗漏。

二、冷却装置安装前应用合格的绝缘油经净油机循环冲洗干净，并将残油排尽。

三、冷却装置安装完毕后应立即注满油。

四、风扇电动机及叶片应安装牢固，并应转动灵活，无卡阻；试转时应无振动、过热；叶片应无扭曲变形或与风筒碰擦等情况，转向应正确；电动机的电源配线应采用具有耐油性能的绝缘导线。

五、管路中的阀门应操作灵活，开闭位置应正确；阀门及法兰连接处应密封良好。

六、外接油管路在安装前，应进行彻底除锈并清洗干净；管道安装后，油管应涂黄漆，水管应涂黑漆，并应有流向标志。

七、油泵转向应正确，转动时应无异常噪声、振动或过热现象；其密封应良好，无渗油或进气现象。

八、差压继电器、流速继电器应经校验合格，且密封良好，动作可靠。

九、水冷却装置停用时，应将水放尽。

第 2.6.5 条 储油柜的安装应符合下列要求：

一、储油柜安装前，应清洗干净。

二、胶囊式储油柜中的胶囊或隔膜式储油柜中的隔膜应完整无破损；胶囊在缓慢充气胀开后检查应无漏气现象。

三、胶囊沿长度方向应与储油柜的长轴保持平行，不应扭偏；胶囊口的密封应良好，呼吸应通畅。

四、油位表动作应灵活，油位表或油标管的指示必须与储油柜的真空油位相符，不得出现假油位。油位表的信号接点位置正确，绝缘良好。

第 2.6.6 条 升高座的安装应符合下列要求：

一、升高座安装前，应先完成电流互感器的试验；电流互感器出线端子板应绝缘良好，其接线螺栓和固定件的势决应紧固，端子板应密封良好，无渗油现象。

二、安装升高座时，应使电流互感器铭牌位置面向油箱外侧，放气塞位置应在升高座最高处。

三、电流互感器和升高座的中心应一致。

四、绝缘筒应安装牢固，其安装位置不应使变压器引出线与之相碰。

第 2.6.7 条 套管的安装应符合下列要求：

一、套管安装前应进行下列检查：

1. 瓷套表面应无裂缝、伤痕；
2. 套管、法兰颈部及均压球内壁应清擦干净；
3. 套管应经试验合格；
4. 充油套管无渗油现象，油位指示正常。

二、充油套管的内部绝缘已确认受潮时，应予干燥处理；110kV 及以上的套管应真空注油。

三、高压套管穿缆的应力锥应进入套管的均压罩内，其引出瑞头与套管顶部接线柱连接处应擦拭干净，接触紧密；高压套管与引出线接口的密封波纹盘结构（魏德迈结构）的安装应严格按制造厂的规定进行。

四、套管顶部结构的密封垫应安装正确，密封应良好，连接引线时，不应使预部结构松扣。

五、充油套管的油标应面向外侧，套管末屏应接地良好。

第 2.6.8 条 气体继电器的安装应符合下列要求：

一、气体继电器安装前应经检验鉴定。

二、气体继电器应水平安装，其顶盖上标志的箭头应指向储油柜，其与连通管的连接应密封良好。

第 2.6.9 条 安全气道的安装应符合下列要求：

一、安全气道安装前，其内壁应清拭干净。

二、隔膜应完整，其材料和规格应符合产品的技术规定，不得任意代用。

三、防爆隔膜信号接线应正确，接触良好。

第 2.6.10 条 压力释放装置的安装方向应正确；阀盖和升高座内部应清洁，密封良好；电接点应

动作准确，绝缘应良好。

第 2.6.11 条 吸湿器与储油柜间的连接管的密封应良好；管道应通畅；吸湿剂应干燥；油封油位应在油面线上或按产品的技术要求进行。

第 2.6.12 条 净油器内部应擦拭干净，吸附剂应干燥；其滤网安装方向应正确并在出口侧；油流方向应正确。

第 2.6.13 条 所有导气管必须清拭干净，其连接处应密封良好。

第 2.6.14 条 测温装置的安装应符合下列要求：

一、温度计安装前应进行校验，信号接点应动作正确，导通良好；绕组温度计应根据制造厂的规定进行整定。

二、顶盖上的温度计座内应注以变压器油，密封应良好，无渗油现象；闲置的温度计座也应密封，不得进水。

三、膨胀式信号温度计的细金属软管不得有压扁或急剧扭曲，其弯曲半径不得小于 50mm。

第 2.6.15 条 靠近箱壁的绝缘导线，排列应整齐，应有保护措施；接线盒应密封良好。

第 2.6.16 条 控制箱的安装应符合现行的国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》的有关规定。

## 第七节 注 油

第 2.7.1 条 绝缘油必须按现行的国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的规定试验合格后，方可注入变压器、电抗器中。

不同牌号的绝缘油或同牌号的新油与运行过的油混合使用前，必须做混油试验。

第 2.7.2 条 注油前，220kV 及以上的变压器、电抗器必须进行真空处理，处理前宜将器身温度提高到 20℃ 以上。真空度应符合本规范第 2.5.3 条中的规定，真空保持时间：220 ~ 330kV，不得少于 8h；500kV，不得少于 24h。抽真空时，应监视并记录油箱的变形。

第 2.7.3 条 220kV 及以上的变压器、电抗器必须真空注油；110kV 者宜采用真空注油。当真空度达到本规范第 2.5.3 条规定值后，开始注油。注油全过程应保持真空。注入油的油温宜高于器身温度。注油速度不宜大于 100 L/min。油面距油箱顶的空隙不得少于 200mm 或按制造厂规定执行。注油后，应继续保持真空，保持时间：110kV 者不得少于 2h；220kV 及以上者不得少于 4h。500kV 者在注满油后可不继续保持真空。

真空注油工作不宜在雨天或雾天进行。

第 2.7.4 条 在抽真空时，必须将在真空下不能承受机械强度的附件，如储油柜、安全气道等与油箱隔离；对允许抽同样真空度的部件，应同时抽真空。

第 2.7.5 条 变压器、电抗器注油时，宜从下部油阀进油。对导向强油循环的变压器，注油应按制造厂的规定执行。

第 2.7.6 条 设备各接地点及油管道应可靠地接地。

## 第八节 热油循环、补油和静置

第 2.8.1 条 500kV 变压器、电抗器真空注油后必须进行热油循环，循环时间不得少于 48h。

热油循环可在真空往油到储油柜的额定油位后的满油状态下进行，此时变压器或电抗器不抽真空；当注油到离器身顶盖 200mm 处时，热油循环需抽真空。真空度应符合本规范第 2.5.3 条的规定。

真空净油设备的出口温度不应低于 50℃，油箱内温度不应低于 40℃。经过热油循环的油应达到现行的国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的规定。

第 2.8.2 条 冷却器内的油应与油箱主体的油同时进行热油循环。

第 2.8.3 条 往变压器、电抗器内加注补充油时，应通过储油柜上专用的添油阀，并经净油机注入，注油至储油柜额定油位。注油时应排放本体及附件内的空气，少量空气可自储油柜排尽。

第 2.8.4 条 注油完毕后，在施加电压前，其静置时间不应少于下列规定：

110kV 及以下，	24h；
220kV 及 330kV，	48h；
50kV，	72h。

第 2.8.5 条 按第 2.8.4 条静置完毕后，应从变压器、电抗器的套管、升高座、冷却装置、气体继电器及压力释放装置等有关部位进行多次放气，并启动潜油泵，直至残余气体排尽。

第 2.8.6 条 具有胶囊或隔膜的储油柜的变压器、电抗器必须按制造厂规定的顺序进行注油、排气及油位计加油。

## 第九节 整体密封检查

第 2.9.1 条 变压器、电抗器安装完毕后，应在储油柜上用气压或油压进行整体密封试验，其压力为油箱盖上能承受 0.03MPa 压力，试验持续时间为 24h，应无渗漏。

整体运输的变压器、电抗器可不进行整体密封试验。

## 第十节 工程交接验收

第 2.10.1 条 变压器、电抗器的起动试运行，是指设备开始带电，并带一定的负荷即可能的最大负荷连续运行 24h 所经历的过程。

第 2.10.2 条 变压器、电抗器在试运行前，应进行全面检查，确认其符合运行条件时，方可投入试运行。检查项目如下：

- 一、本体、冷却装置及所有附件应无缺陷，且不渗油。
- 二、轮子的制动装置应牢固。
- 三、油漆应完整，相色标志正确。
- 四、变压器顶盖上应无遗留杂物。
- 五、事故排油设施应完好，消防设施齐全。
- 六、储油柜、冷却装置、净油器等油系统上的油门均应打开，且指示正确。
- 七、接地引下线及其与主接地网的连接应满足设计要求，接地应可靠。

铁芯和夹件的接地引出套管、套管的接地小套管及电压抽取装置不用时其抽出端子均应接地；备用电流互感器二次端子应短接地；套管顶部结构的接触及密封应良好。

- 八、储油柜和充油套管的油位应正常。
- 九、分接头的位置应符合运行要求；有载调压切换装置的远方操作应动作可靠，指示位置正确。
- 十、变压器的相位及绕组的接线组别应符合并列运行要求。
- 十一、测温装置指示应正确，整定值符合要求。

十二、冷却装置试运行应正常，联动正确；水冷装置的油压应大于水压；强迫油循环的变压器、电抗器应起动全部冷却装置，进行循环 4h 以上，放完残留空气。

十三、变压器、电抗器的全部电气试验应合格；保护装置整定值符合规定；操作及联动试验正确。

第 2.10.3 条 变压器、电抗器试运行时应按下列规定进行检查：

- 一、接于中性点接地系统的变压器，在进行冲击合闸时，其中性点必须接地。



二、变压器、电抗器第一次投入时，可全电压冲击合闸，如有条件时应从零起升压；冲击合闸时，变压器宜由高压侧投入；对发电机变压器组结线的变压器，当发电机与变压器间无操作断开点时，可不作全电压冲击合闸。

三、变压器、电抗器应进行五次空载全电压冲击合闸，应无异常情况；第一次受电后持续时间不应少于 10min；励磁涌流不应引起保护装置的误动。

四、变压器并列前，应先核对相位。

五、带电后，检查本体及附件所有焊缝和连接面，不应有渗油现象。

第 2.10.4 条 在验收时，应移交下列资料 and 文件：

一、变更设计部分的实际施工图。

二、变更设计的证明文件。

三、制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

四、安装技术记录、器身检查记录、干燥记录等。

五、试验报告。

六、备品备件移交清单。

## 第三章 互 感 器

### 第一节 一 般 规 定

第 3.1.1 条 互感器在运输、保管期间应防止受潮、倾倒或遭受机械损伤；互感器的运输和放置应按产品技术要求执行。

第 3.1.2 条 互感器整体起吊时，吊索应固定在规定的吊环上，不得利用瓷裙起吊，并不得碰伤瓷套。

第 3.1.3 条 互感器到达现场后，除按本规范第 1.0.6 条进行检查外，尚应作下列外观检查：

一、互感器外观应完整，附件应齐全，无锈蚀或机械损伤。

二、油浸式互感器油位应正常，密封应良好，无渗油现象。

三、电容式电压互感器的电磁装置和谐振阻尼器的封铅应完好。

### 第二节 器 身 检 查

第 3.2.1 条 互感器可不进行器身检查，但在发现有异常情况时，应按下列要求进行检查：

一、螺栓应无松动，附件完整。

二、铁芯应无变形，且清洁紧密，无锈蚀。

三、绕组绝缘应完好，连接正确、紧固。

四、绝缘支持物应牢固，无损伤，无分层开裂。

五、内部应清洁，无油垢杂物。

六、穿心螺栓应绝缘良好。

七、制造厂有特殊规定时，尚应符合制造厂的规定。

第 3.2.2 条 互感器器身检查时，尚应符合本规范第 2.4.2 条的有关规定。

第 3.2.3 条 110kV 及以上互感器应真空注油。

### 第三节 安 装

第 3.3.1 条 互感器安装时应进行下列检查：

- 一、互感器的变比分接头的位置和极性应符合规定。
- 二、二次接线板应完整，引线端子应连接牢固，绝缘良好，标志清晰。
- 三、油位指示器、瓷套法兰连接处、放油阀均应无渗油现象。
- 四、隔膜式储油柜的隔膜和金属膨胀器应完整无损，顶盖螺栓紧固。

第 3.3.2 条 油浸式互感器安装面应水平；并列安装的应排列整齐，同一组互感器的极性方向应一致。

第 3.3.3 条 具有等电位弹簧支点的母线贯穿式电流互感器，其所有弹簧支点应牢固，并与母线接触良好，母线应位于互感器中心。

第 3.3.4 条 具有吸湿器的互感器，其吸湿剂应干燥，油封油位正常。

第 3.3.5 条 互感器的呼吸孔的塞子带有垫片时，应将垫片取下。

第 3.3.6 条 电容式电压互感器必须根据产品成套供应的组件编号进行安装，不得互换。各组件连接处的接触面，应除去氧化层，并涂以电力复合脂；阻尼器装于室外时，应有防雨措施。

第 3.3.7 条 具有均压环的互感器，均压环应安装牢固、水平，且方向正确。具有保护间隙的，应按制造厂规定调好距离。

第 3.3.8 条 零序电流互感器的安装，不应使构架或其它导磁体与互感器铁芯直接接触，或与其构成分磁回路。

第 3.3.9 条 互感器的下列各部位应予以良好接地：

一、分级绝缘的电压互感器，其一次绕组的接地引出端子，电容式电压互感器应按制造厂的规定执行。

二、电容型绝缘的电流互感器，其一次绕组末屏的引出端子、铁芯引出接地端子。

三、互感器的外壳。

四、备用的电流互感器的二次绕组端子应先短路后接地。

五、倒装式电流互感器二次绕组的金属导管。

第 3.3.10 条 互感器需补油时，应按制造厂规定进行。

第 3.3.11 条 运输中附加的防爆膜临时保护应予拆除。

### 第四节 工程交验收

第 3.4.1 条 在验收时，应进行下列检查：

- 一、设备外观应完整无缺损。
- 二、油浸式互感器应无渗油，油位指示应正常。
- 三、保护间隙的距离应符合规定。
- 四、油漆应完整，相色应正确。
- 五、接地应良好。

第 3.4.2 条 在验收时，应移交下列资料 and 文件：

- 一、变更设计的证明文件。
- 二、制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。
- 三、安装技术记录、器身检查记录、干燥记录。
- 四、试验报告。

# 标准规范四 电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范

GB 50257—96

## 1 总 则

1.0.1 为保证爆炸和火灾危险环境的电气装置的施工安装质量，促进施工安装技术的进步，确保设备的安全运行以及国家和人民生命财产的安全，制订本规范。

1.0.2 本规范适用于在生产、加工、处理、转运或贮存过程中出现或可能出现气体、蒸汽、粉尘、纤维爆炸性混合物和火灾危险物质环境的电气装置安装工程的施工及验收。

本规范不适用于下列环境：

1.0.2.1 矿井井下。

1.0.2.2 制造、使用、贮存火药、炸药、起爆药等爆炸物质的环境。

1.0.2.3 利用电能进行生产并与生产工艺过程直接关联的电解、电镀等电气装置区域。

1.0.2.4 使用强氧化剂以及不用外来点火源就能自行起火的物质的环境。

1.0.2.5 蓄电池室。

1.0.2.6 水、陆、空交通运输工具及海上油、气井平台。

1.0.3 爆炸和火灾危险环境的电气装置的安装，应按已批准的设计进行施工。

1.0.4 设备和器材的运输、保管，应符合国家有关物资运输、保管的规定；当产品有特殊要求时，尚应符合现行产品标准的要求。

1.0.5 采用的设备和器材，均应符合国家现行技术标准的规定，并应有合格证件。设备应有铭牌，防爆电气设备应有防爆标志。

1.0.6 设备和器材到达现场后，应及时作下列验收检查：

1.0.6.1 包装及密封应良好。

1.0.6.2 开箱检查清点，其型号、规格和防爆标志，应符合设计要求，附件、配件、备件应完好齐全。

1.0.6.3 产品的技术文件应齐全。

1.0.6.4 防爆电气设备的铭牌中，必须标有国家检验单位发给的“防爆合格证号”。

1.0.6.5 按本规范要求作外观检查。

1.0.7 施工中的安全技术措施，应符合本规范和现行有关安全技术标准及产品的技术文件的规定。在扩建与改建工程中，必须遵守生产厂安全生产（运行）规程中与施工有关的安全规定。对重要工序，必须事先制定专项安全技术措施。

1.0.8 与爆炸和火灾危险环境电气装置安装工程有关的建筑工程施工，应符合下列要求：

1.0.8.1 与爆炸和火灾危险环境电气装置安装有关的建筑物、构筑物的工程质量，应符合国家现行的建筑工程的施工及验收规范中的有关规定；当设计及设备有特殊要求时，尚应符合其要求。

1.0.8.2 设备安装前，建筑工程应具备下列条件：

- (1) 基础、构架应符合设计要求，并应达到允许安装的强度；
- (2) 室内地面基层施工完毕，并在墙上标出地面标高；
- (3) 预埋件、预留孔应符合设计要求，预埋的电气管路不得遗漏、堵塞，预埋件应牢固；
- (4) 有可能损坏或严重污染电气装置的抹面及装饰工程应全部结束；
- (5) 模板、施工设施应拆除，场地并应清理干净；
- (6) 门窗应安装完毕。

1.0.8.3 爆炸和火灾危险环境电气装置安装完毕，投入运行前，建筑安装工程应符合下列要求：

- (1) 缺陷修补及装饰工程应结束；
- (2) 二次灌浆和抹面工作应结束；
- (3) 防爆通风系统应符合设计要求并运行合格；
- (4) 受电后无法进行的和影响运行安全的工程应施工完毕，并验收合格；
- (5) 建筑照明应交付使用。

1.0.9 设备安装用的紧固件，除地脚螺栓外，应采用镀锌制品。

1.0.10 爆炸性气体环境、爆炸性粉尘环境和火灾危险环境的分区，应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》的有关规定。

1.0.11 爆炸和火灾危险环境的电气装置的施工及验收，除按本规范规定执行外，尚应符合国家现行的有关标准、规范的规定。

## 2 防爆电气设备的安装

### 2.1 一般规定

2.1.1 防爆电气设备的类型、级别、组别、环境条件以及特殊标志等，应符合设计的规定。

2.1.2 防爆电气设备应有“EX”标志和标明防爆电气设备的类型、级别、组别的标志的铭牌，并在铭牌上标明国家指定的检验单位发给的防爆合格证号。

2.1.3 防爆电气设备宜安装在金属制作的支架上，支架应牢固，有振动的电气设备的固定螺栓应有防松装置。

2.1.4 防爆电气设备接线盒内部接线紧固后，裸露带电部分之间及与金属外壳之间的电气间隙和爬电距离，不应小于附录 A 的规定。

2.1.5 防爆电气设备的进线口与电缆、导线应能可靠地接线和密封，多余的进线口其弹性密封垫和金属垫片应齐全，并应将压紧螺母拧紧使进线口密封。金属垫片的厚度不得小于 2mm。

2.1.6 防爆电气设备外壳表面的最高温度（增安型和无火花型包括设备内部），不应超过表 2.1.6 的规定。

表 2.1.6 防爆电气设备外壳表面的最高温度

温度组别	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$
最高温度（℃）	450	300	200	135	100	85

注：表中  $T_1 \sim T_6$  的温度组别应符合现行国家标准《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》的有关规定，该标准是将爆炸性气体混合物按引燃温度分为六组，电气设备的温度组别与气体的分组是相适应的。

2.1.7 塑料制成的透明件或其它部件，不得采用溶剂擦洗，可采用家用洗涤剂擦洗。

2.1.8 事故排风机的按钮，应单独安装在便于操作的位置，且应有特殊标志。

2.1.9 灯具的安装，应符合下列要求：

2.1.9.1 灯具的种类、型号和功率，应符合设计和产品技术条件的要求，不得随意变更。

2.1.9.2 螺旋式灯泡应旋紧，接触良好，不得松动。

2.1.9.3 灯具外罩应齐全，螺栓应紧固。

## 2.2 隔爆型电气设备的安装

2.2.1 隔爆型电气设备在安装前，应进行下列检查：

2.2.1.1 设备的型号、规格应符合设计要求；铭牌及防爆标志应正确、清晰。

2.2.1.2 设备的外壳应无裂纹、损伤。

2.2.1.3 隔爆结构及间隙应符合要求。

2.2.1.4 接合面的紧固螺栓应齐全，弹簧垫圈等防松设施应齐全完好，弹簧垫圈应压平。

2.2.1.5 密封衬垫应齐全完好，无老化变形，并符合产品的技术要求。

2.2.1.6 透明件应光洁无损伤。

2.2.1.7 运动部件应无碰撞和摩擦。

2.2.1.8 接线板及绝缘件应无碎裂，接线盒盖应紧固，电气间隙及爬电距离应符合要求。

2.2.1.9 接地标志及接地螺钉应完好。

2.2.2 隔爆型电气设备不宜拆装。需要拆装时，应符合下列要求：

2.2.2.1 应妥善保护隔爆面，不得损伤。

2.2.2.2 隔爆面上不应有砂眼、机械伤痕。

2.2.2.3 无电镀或磷化层的隔爆面，经清洗后应涂磷化膏、电力复合脂或 204 号防锈油，严禁刷漆。

2.2.2.4 组装时隔爆面上不得有锈蚀层。

2.2.2.5 隔爆接合面的紧固螺栓不得任意更换，弹簧垫圈应齐全。

2.2.2.6 螺纹隔爆结构，其螺纹的最少啮合扣数和最小啮合深度，不得小于表 2.2.2 的规定。

表 2.2.2 螺纹隔爆结构螺纹的最少啮合扣数和最小啮合深度

外壳净容积 $V$ ( $\text{cm}^3$ )	螺纹最小啮合深度 ( $\text{mm}$ )	螺纹最少啮合扣数	
		Ⅱ A、Ⅱ B	Ⅱ C
$V \leq 100$	5.0	6	试验安全扣数的 2 倍但至少为 6 扣
$100 < V \leq 2000$	9.0		
$V > 2000$	12.5		

注：表中Ⅱ A、Ⅱ B、Ⅱ C 的分级应符合现行国家标准《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》的有关规定，将爆炸性气体混合物按其最大试验安全间隙或最小点燃电流比将Ⅱ类（工厂用电设备）为分 A、B、C 三级。

2.2.3 隔爆型电机的轴与轴孔、风扇与端罩之间在正常工作状态下，不应产生碰擦。

2.2.4 正常运行时产生火花或电弧的隔爆型电气设备，其电气联锁装置必须可靠；当电源接通时壳盖不应打开，而壳盖打开后电源不应接通。用螺栓紧固的外壳应检查“断电后开盖”警告牌，并应完好。

2.2.5 隔爆型插销的检查和安装，应符合下列要求：

- 2.2.5.1 插头插入时，接地或接零触头应先接通；插头拔出时，主触头应先分断。
- 2.2.5.2 开关应在插头插入后才能闭合，开关在分断位置时，插头应插入或拔脱。
- 2.2.5.3 防止骤然拔脱的徐动装置，应完好可靠，不得松脱。

## 2.3 增安型和无火花型电气设备的安装

2.3.1 增安型和无火花型电气设备在安装前，应进行下列检查：

- 2.3.1.1 设备的型号、规格应符合设计要求；铭牌及防爆标志应正确、清晰。
- 2.3.1.2 设备的外壳和透光部分，应无裂纹、损伤。
- 2.3.1.3 设备的紧固螺栓应有防松措施，无松动和锈蚀，接线盒盖应紧固。
- 2.3.1.4 保护装置及附件应齐全、完好。

2.3.2 滑动轴承的增安型电动机和无火花型电动机应测量其定子与转子间的单边气隙，其气隙值不得小于表 2.3.2 中规定值的 1.5 倍；设有测隙孔的滚动轴承增安型电动机应测量其定子与转子间的单边气隙，其气隙值不得小于表 2.3.2 中的规定。

表 2.3.2 滚动轴承的增安型和无火花型电动机定子  
与转子间的最小单边气隙值  $\delta$  (mm)

极 数	$D \leq 75$	$75 < D \leq 750$	$D > 750$
2	0.25	$0.25 + (D - 75) / 300$	2.7
4	0.2	$0.2 + (D - 75) / 500$	1.7
6 及以上	0.2	$0.2 + (D - 75) / 800$	1.2

注：①  $D$  为转子直径；

② 变极电动机单边气隙按最少极数计算；

③ 若铁芯长度  $L$  超过直径  $D$  的 1.75 倍，其气隙值按上表计算值乘以  $L/1.75D$ ；

④ 径向气隙值需在电动机静止状态下测量。

## 2.4 正压型电气设备的安装

2.4.1 正压型电气设备在安装前，应进行下列检查：

- 2.4.1.1 设备的型号、规格应符合设计要求；铭牌及防爆标志应正确、清晰。
- 2.4.1.2 设备的外壳和透光部分，应无裂纹、损伤。
- 2.4.1.3 设备的紧固螺栓应有防松措施，无松动和锈蚀，接线盒盖应紧固。
- 2.4.1.4 保护装置及附件应齐全、完好。
- 2.4.1.5 密封衬垫应齐全、完好，无老化变形，并应符合产品技术条件的要求。

2.4.2 进入通风、充气系统及电气设备内的空气或气体应清洁，不得含有爆炸性混合物及其它有害物质。

2.4.3 通风过程排出的气体，不宜排入爆炸危险环境，当排入爆炸性气体环境 2 区时，必须采取防止火花和炽热颗粒从电气设备及其通风系统吹出的有效措施。

2.4.4 通风、充气系统的电气联锁装置，应按先通风后供电、先停电后停风的程序正常动作。在电气设备通电起动作前，外壳内的保护气体的体积不得小于产品技术条件规定的最小换气体积与 5 倍的相连管道容积之和。

2.4.5 微压继电器应装设在风压、气压最低点的出口处。运行中电气设备及通风、充气系统内的风压、气压值不应低于产品技术条件中规定的最低所需压力值。当低于规定值时，微压继电器应可靠动作，并应符合下列要求：

2.4.5.1 在爆炸性气体环境为 1 区时，应能可靠地切断电源。

2.4.5.2 在爆炸性气体环境为 2 区时，应能可靠地发出警告信号。

2.4.6 运行中的正压型电气设备内部的火花、电弧，不应从缝隙或出风口吹出。

2.4.7 通风管道应密封良好。

## 2.5 充油型电气设备的安装

2.5.1 充油型电气设备在安装前，应进行下列检查：

2.5.1.1 设备的型号、规格应符合设计要求；铭牌及防爆标志应正确、清晰。

2.5.1.2 电气设备的外壳，应无裂纹、损伤。

2.5.1.3 电气设备的油箱、油标不得有裂纹及渗油、漏油缺陷。油面应在油标线范围内。

2.5.1.4 排油孔、排气孔应通畅，不得有杂物。

2.5.2 充油型电气设备的安装，应垂直，其倾斜度不应大于  $5^\circ$ 。

2.5.3 充油型电气设备的油面最高温升，不应超过表 2.5.3 的规定。

表 2.5.3 充油型电气设备油面最高温升

温 度 组 别	油面最高温升 $^\circ\text{C}$
$T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$	60
$T_6$	40

## 2.6 本质安全型电气设备的安装

2.6.1 本质安全型电气设备在安装前，应进行下列检查：

2.6.1.1 设备的型号、规格应符合设计要求；铭牌及防爆标志应正确、清晰。

2.6.1.2 外壳应无裂纹、损伤。

2.6.1.3 本质安全型电气设备、关联电气设备产品铭牌的内容应有防爆标志、防爆合格证号及有关电气参数。本质安全型电气设备与关联电气设备的组合，应符合现行国家标准《爆炸性环境用防爆电气设备（本质安全型）》的有关规定。

2.6.1.4 电气设备所有零件、元器件及线路，应连接可靠，性能良好。

2.6.2 与本质安全型电气设备配套的关联电气设备的型号，必须与本质安全型电气设备铭牌中的关联电气设备的型号相同。

2.6.3 关联电气设备中的电源变压器，应符合下列要求：

2.6.3.1 变压器的铁芯和绕组间的屏蔽，必须有一点可靠接地。

2.6.3.2 直接与外部供电系统连接的电源变压器其熔断器的额定电流，不应大于变压器的额定电流。

2.6.4 独立供电的本质安全型电气设备的电池型号、规格，应符合其电气设备铭牌中的规定，严禁任意改用其它型号、规格的电池。

2.6.5 防爆安全栅应可靠接地，其接地电阻应符合设计和设备技术条件的要求。

2.6.6 本质安全型电气设备与关联电气设备之间的连接导线或电缆的型号、规格和长度，应符合设

计规定。

## 2.7 粉尘防爆电气设备的安装

2.7.1 粉尘防爆电气设备在安装前，应进行下列检查：

2.7.1.1 设备的防爆标志、外壳防护等级和温度组别，应与爆炸性粉尘环境相适应。

2.7.1.2 设备的型号、规格应符合设计要求；铭牌及防爆标志应正确、清晰。

2.7.1.3 设备的外壳应光滑、无裂纹、无损伤、无凹坑或沟槽，并应有足够的强度。

2.7.1.4 设备的紧固螺栓，应无松动、锈蚀。

2.7.1.5 设备的外壳接合面应紧固严密，密封垫圈完好，转动轴与轴孔间的防尘密封应严密。透明件应无裂纹。

2.7.2 设备安装应牢固，接线应正确，接触应良好，通风孔道不得堵塞，电气间隙和爬电距离应符合设备的技术要求。

2.7.3 设备安装时，不得损伤外壳和进线装置的完整及密封性能。

2.7.4 粉尘防爆电气设备的表面最高温度，应符合表 2.7.4 的规定。

表 2.7.4 粉尘防爆电气设备表面最高温度（℃）

温度组别	无过负荷	有认可的过负荷
$T_{11}$	215	190
$T_{12}$	160	145
$T_{13}$	120	110

注：表中温度组别，应符合现行国家标准《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》的有关规定。

2.7.5 粉尘防爆电气设备安装后，应按产品技术要求做好保护装置的调整和试操作。

## 3 爆炸危险环境的电气线路

### 3.1 一般规定

3.1.1 电气线路的敷设方式、路径，应符合设计规定。当设计无明确规定时，应符合下列要求：

3.1.1.1 电气线路，应在爆炸危险性较小的环境或远离释放源的地方敷设。

3.1.1.2 当易燃物质比空气重时，电气线路应在较高处敷设；当易燃物质比空气轻时，电气线路宜在较低处或电缆沟敷设。

3.1.1.3 当电气线路沿输送可燃气体或易燃液体的管道栈桥敷设时，管道内的易燃物质比空气重时，电气线路应敷设在管道的上方；管道内的易燃物质比空气轻时，电气线路应敷设在管道的正下方的两侧。

3.1.2 敷设电气线路时宜避开可能受到机械损伤、振动、腐蚀以及可能受热的地方；当不能避开时，应采取预防措施。

3.1.3 爆炸危险环境内采用的低压电缆和绝缘导线，其额定电压必须高于线路的工作电压，且不得低于 500V，绝缘导线必须敷设于钢管内。

电气工作中性线绝缘层的额定电压，应与相线电压相同，并应在同一护套或钢管内敷设。



3.1.4 电气线路使用的接线盒、分线盒、活接头、隔离密封件等连接件的选型，应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》的规定。

3.1.5 导线或电缆的连接，应采用有防松措施的螺栓固定，或压接、钎焊、熔焊，但不得绕接。铝芯与电气设备的连接，应有可靠的铜—铝过渡接头等措施。

3.1.6 爆炸危险环境除本质安全电路外，采用的电缆或绝缘导线，其铜、铝线芯最小截面应符合表 3.1.6 的规定。

表 3.1.6 爆炸危险环境电缆和绝缘导线线芯最小截面

爆炸危险环境	线芯最小截面面积 (mm <sup>2</sup> )					
	铜			铝		
	电力	控制	照明	电力	控制	照明
1 区	2.5	2.5	2.5	×	×	×
2 区	1.5	1.5	1.5	4	×	2.5
10 区	2.5	2.5	2.5	×	×	×
11 区	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5

注：表中符号“×”表示不适用。

3.1.7 10kV 及以下架空线路严禁跨越爆炸性气体环境；架空线路与爆炸性气体环境的水平距离，不应小于杆塔高度的 1.5 倍。当在水平距离小于规定而无法躲开的特殊情况下，必须采取有效的保护措施。

## 3.2 爆炸危险环境内的电缆线路

3.2.1 电缆线路在爆炸危险环境内，电缆间不应直接连接。在非正常情况下，必须在相应的防爆接线盒或分线盒内连接或分路。

3.2.2 电缆线路穿过不同危险区域或界壁时，必须采取下列隔离密封措施：

3.2.2.1 在两级区域交界处的电缆沟内，应采取充砂、填阻火堵料或加设防火隔墙。

3.2.2.2 电缆通过与相邻区域共用的隔墙、楼板、地面及易受机械损伤处，均应加以保护；留下的孔洞，应堵塞严密。

3.2.2.3 保护管两端的管口处，应将电缆周围用非燃性纤维堵塞严密，再填塞密封胶泥，密封胶泥填塞深度不得小于管子内径，且不得小于 40mm。

3.2.3 防爆电气设备、接线盒的进线口，引入电缆后的密封应符合下列要求：

3.2.3.1 当电缆外护套必须穿过弹性密封圈或密封填料时，必须被弹性密封圈挤紧或被密封填料封固。

3.2.3.2 外径等于或大于 20mm 的电缆，在隔离密封处组装防止电缆拔脱的组件时，应在电缆被拧紧或封固后，再拧紧固定电缆的螺栓。

3.2.3.3 电缆引入装置或设备进线口的密封，应符合下列要求：

(1) 装置内的弹性密封圈的一个孔，应密封一根电缆；

(2) 被密封的电缆断面，应近似圆形；

(3) 弹性密封圈及金属垫，应与电缆的外径匹配；其密封圈内径与电线外径允许差值为  $\pm 1\text{mm}$ ；

(4) 弹性密封圈压紧后，应能将电缆沿圆周均匀地被挤紧。

3.2.3.4 有电缆头腔或密封盒的电气设备进线口，电缆引入后应浇灌固化的密封填料，填塞深度不应小于引入口径的 1.5 倍，且不得小于 40mm。

3.2.3.5 电缆与电气设备连接时，应选用与电缆外径相适应的引入装置，当选用的电气设备的引入装置与电缆的外径不相适应时，应采用过渡接线方式，电缆与过渡线必须在相应的防爆接线盒内连接。

3.2.4 电缆配线引入防爆电动机需挠性连接时，可采用挠性连接管，其与防爆电动机接线盒之间，应按防爆要求加以配合，不同的使用环境条件应采用不同材质的挠性连接管。

3.2.5 电缆采用金属密封环式引入时，贯通引入装置的电缆表面，应清洁干燥；对涂有防腐层，应清除干净后再敷设。

3.2.6 在室外和易进水的地方，与设备引入装置相连接的电缆保护管的管口，应严密封堵。

### 3.3 爆炸危险环境内的钢管配线

3.3.1 配线钢管，应采用低压流体输送用镀锌焊接钢管。

3.3.2 钢管与钢管、钢管与电气设备、钢管与钢管附件之间的连接，应采用螺纹连接。不得采用套管焊接，并应符合下列要求：

3.3.2.1 螺纹加工应光滑、完整，无锈蚀，在螺纹上应涂以电力复合脂或导电性防锈脂。不得在螺纹上缠麻或绝缘胶带及涂其它油漆。

3.3.2.2 在爆炸性气体环境 1 区和 2 区时，螺纹有效啮合扣数，管径为 25mm 及以下的钢管不应少于 5 扣；管径为 32mm 及以上的钢管不应少于 6 扣。

3.3.2.3 在爆炸性气体环境 1 区或 2 区与隔爆型设备连接时，螺纹连接处应有锁紧螺母。

3.3.2.4 在爆炸性粉尘环境 10 区和 11 区时，螺纹有效啮合扣数不应少于 5 扣。

3.3.2.5 外露丝扣不应过长。

3.3.2.6 除设计有特殊规定外，连接处可不焊接金属跨接线。

3.3.3 电气管路之间不得采用倒扣连接；当连接有困难时，应采用防爆活接头，其结合面应密贴。

3.3.4 在爆炸性气体环境 1 区、2 区和爆炸性粉尘环境 10 区的钢管配线，在下列各处应装设不同型式的隔离密封件：

3.3.4.1 电气设备无密封装置的进线口。

3.3.4.2 管路通过与其它任何场所相邻的隔墙时，应在隔墙的任一侧装设横向式隔离密封件。

3.3.4.3 管路通过楼板或地面引入其它场所时，均应在楼板或地面的上方装设纵向式密封件。

3.3.4.4 管径为 50mm 及以上的管路在距引入的接线箱 450mm 以内及每距 15m 处，应装设一隔离密封件。

3.3.4.5 易积结冷凝水的管路，应在其垂直段的下方装设排水式隔离密封件，排水口应置于下方。

3.3.5 隔离密封的制作，应符合下列要求：

3.3.5.1 隔离密封件的内壁，应无锈蚀、灰尘、油渍。

3.3.5.2 导线在密封件内不得有接头，且导线之间及与密封件壁之间的距离应均匀。

3.3.5.3 管路通过墙、楼板或地面时，密封件与墙面、楼板或地面的距离不应超过 300mm，且此段管路中不得有接头，并应将孔洞堵塞严密。

3.3.5.4 密封件内必须填充水凝性粉剂密封填料。

3.3.5.5 粉剂密封填料的包装必须密封。密封填料的配制应符合产品的技术规定，浇灌时间严禁超过其初凝时间，并应一次灌足。凝固后其表面应无龟裂。排水式隔离密封件填充后的表面应光滑，

并可自行排水。

3.3.6 钢管配线应在下列各处装设防爆挠性连接管：

3.3.6.1 电机的进线口。

3.3.6.2 钢管与电气设备直接连接有困难处。

3.3.6.3 管路通过建筑物的伸缩缝、沉降缝处。

3.3.7 防爆挠性连接管应无裂纹、孔洞、机械损伤、变形等缺陷；其安装时应符合下列要求：

3.3.7.1 在不同的使用环境条件下，应采用相应材质的挠性连接管。

3.3.7.2 弯曲半径不应小于管外径的5倍。

3.3.8 电气设备、接线盒和端子箱上多余的孔，应采用丝堵堵塞严密。当孔内垫有弹性密封圈时，则弹性密封圈的外侧应设钢质堵板，其厚度不应小于2mm，钢质堵板应经压盘或螺母压紧。

### 3.4 本质安全型电气设备及其关联电气设备的线路

3.4.1 本质安全型电气设备配线工程中的导线、钢管、电缆的型号、规格以及配线方式、线路走向和标高、与关联电气设备的连接线等，除必须按设计要求施工外，尚应符合产品技术文件的有关规定。

3.4.2 本质安全电路关联电路的施工，应符合下列要求：

3.4.2.1 本质安全电路与关联电路不得共用同一电缆或钢管；本质安全电路或关联电路，严禁与其它电路共用同一电缆或钢管。

3.4.2.2 两个及以上的本质安全电路，除电缆线芯分别屏蔽或采用屏蔽导线者外，不应共用同一电缆或钢管。

3.4.2.3 配电盘内本质安全电路与关联电路或其它电路的端子之间的间距，不应小于50mm；当间距不满足要求时，应采用高于端子的绝缘隔板或接地的金属隔板隔离；本质安全电路、关联电路的端子排应采用绝缘的防护罩；本质安全电路、关联电路、其它电路的盘内配线应分开束扎、固定。

3.4.2.4 所有需要隔离密封的地方，应按规定进行隔离密封。

3.4.2.5 本质安全电路及关联电路配线中的电缆、钢管、端子板，均应有蓝色的标志。

3.4.2.6 本质安全电路本身除设计有特殊规定外，不应接地。电缆屏蔽层，应在非爆炸危险环境进行一点接地。

3.4.2.7 本质安全电路与关联电路采用非铠装和无屏蔽层的电缆时，应采用镀锌钢管加以保护。

3.4.3 在非爆炸危险环境中与爆炸危险环境有直接连接的本质安全电路及关联电路的施工，应符合本规范第3.4.2条的规定。

## 4 火灾危险环境的电气装置

### 4.1 电气设备的安装

4.1.1 火灾危险环境所采用的电气设备类型，应符合设计的要求。

4.1.2 装有电气设备的箱、盒等，应采用金属制品；电气开关和正常运行产生火花或外壳表面温度较高的电气设备，应远离可燃物质的存放地点，其最小距离不应小于3m。

4.1.3 在火灾危险环境内，不宜使用电热器。当生产要求必须使用电热器时，应将其安装在非燃材料的底板上，并应装设防护罩。

4.1.4 移动式 and 携带式照明灯具的玻璃罩，应采用金属网保护。

4.1.5 露天安装的变压器或配电装置的外廓距火灾危险环境建筑物的外墙，不宜小于 10m。当小于 10m 时，应符合下列要求：

4.1.5.1 火灾危险环境建筑物靠变压器或配电装置一侧的墙，应为非燃烧体。

4.1.5.2 在高出变压器或配电装置高度 3m 的水平线以上或距变压器或配电装置外廓 3m 以外的墙壁上，可安装非燃烧的镶有铁丝玻璃的固定窗。

## 4.2 电气线路

4.2.1 在火灾危险环境内的电力、照明线路的绝缘导线和电缆的额定电压，不应低于线路的额定电压，且不得低于 500V。

4.2.2 1kV 及以下的电气线路，可采用非铠装电缆或钢管配线；在火灾危险环境 21 区或 23 区内，可采用硬塑料管配线；在火灾危险环境 23 区内，远离可燃物质时，可采用绝缘导线在针式或鼓型瓷绝缘子上敷设。但在沿未抹灰的本质吊顶和木质墙壁等处及木质闷顶内的电气线路，应穿钢管明敷，不得采用瓷夹、瓷瓶配线。

4.2.3 在火灾危险环境内，当采用铝芯绝缘导线和电缆时，应有可靠的连接和封端。

4.2.4 在火灾危险环境 21 区或 22 区内，电动起重机不应采用滑触线供电；在火灾危险环境 23 区内，电动起重机可采用滑触线供电，但在滑触线下方，不应堆置可燃物质。

4.2.5 移动式 and 携带式电气设备的线路，应采用移动电缆或橡胶套软线。

4.2.6 在火灾危险环境内安装裸铜、裸铝母线，应符合下列要求：

4.2.6.1 不需拆卸检修的母线连接宜采用熔焊。

4.2.6.2 螺栓连接应可靠，并应有防松装置。

4.2.6.3 在火灾危险环境 21 区和 23 区内的母线宜装设金属网保护罩，其网孔直径不应大于 12mm。在火灾危险环境 22 区内的母线应有 IP5X 型结构的外罩，并应符合现行国家标准《外壳防护等级的分类》中的有关规定。

4.2.7 电缆引入电气设备或接线盒内，其进线口处应密封。

4.2.8 钢管与电气设备或接线盒的连接，应符合下列要求：

4.2.8.1 螺纹连接的进线口，应啮合紧密；非螺纹连接的进线口，钢管引入后应装设锁紧螺母。

4.2.8.2 与电动机及有振动的电气设备连接时，应装设金属挠性连接管。

4.2.9 10kV 及以下架空线路，严禁跨越火灾危险环境；架空线路与火灾危险环境的水平距离，不应小于杆塔高度的 1.5 倍。

## 5 接 地

### 5.1 保护接地

5.1.1 在爆炸危险环境的电气设备的金属外壳、金属构架、金属配线管及其配件、电缆保护管、电缆的金属护套等非带电的裸露金属部分，均应接地或接零。

5.1.2 在爆炸性气体环境 1 区或爆炸性粉尘环境 10 区内所有的电气设备以及爆炸性气体环境 2 区内除照明灯具以外的其它电气设备，应采用专用的接地线；该专用接地线若与相线敷设在同一保护管内时，应具有与相线相等的绝缘。金属管线、电缆的金属外壳等，应作为辅助接地线。

5.1.3 在爆炸性气体环境 2 区的照明灯具及爆炸性粉尘环境 11 区内的所有电气设备,可利用有可靠电气连接的金属管线系统作为接地线;在爆炸性粉尘环境 11 区内可采用金属结构作为接地线,但不得利用输送爆炸危险物质的管道。

5.1.4 在爆炸危险环境中接地干线宜在不同方向与接地体相连,连接处不得少于两处。

5.1.5 爆炸危险环境中的接地干线通过与其它环境共用的隔墙或楼板时,应采用钢管保护,并按本规范第 3.2.2 条的规定作好隔离密封。

5.1.6 电气设备及灯具的专用接地线或接零保护线,应单独与接地干线(网)相连,电气线路中的工作零线不得作为保护接地线用。

5.1.7 爆炸危险环境内的电气设备与接地线的连接,宜采用多股软绞线,其铜线最小截面面积不得小于  $4\text{mm}^2$ ,易受机械损伤的部位应装设保护管。

5.1.8 铠装电缆引入电气设备时,其接地或接零芯线应与设备内接地螺栓连接;钢带及金属外壳应与设备外接地螺栓连接。

5.1.9 爆炸危险环境内接地或接零用的螺栓应有防松装置;接地线紧固前,其接地端子及上述紧固件,均应涂电力复合脂。

## 5.2 防静电接地

5.2.1 生产、贮存和装卸液化石油气、可燃气体、易燃液体的设备、贮罐、管道、机组和利用空气干燥、掺合、输送易产生静电的粉状、粒状的可燃固体物料的设备、管道以及可燃粉尘的袋式集尘设备,其防静电接地的安装,除应按照国家现行有关防静电接地的标准规范的规定外,尚应符合下列要求:

5.2.1.1 防静电的接地装置可与防感应雷和电气设备的接地装置共同设置,其接地电阻值应符合防感应雷和电气设备接地的规定;只作防静电的接地装置,每一处接地体的接地电阻值应符合设计规定。

5.2.1.2 设备、机组、贮罐、管道等的防静电接地线,应单独与接地体或接地干线相连,除并列管道外不得互相串连接地。

5.2.1.3 防静电接地线的安装,应与设备、机组、贮罐等固定接地端子或螺栓连接,连接螺栓不应小于 M10,并应有防松装置和涂以电力复合脂。当采用焊接端子连接时,不得降低和损伤管道强度。

5.2.1.4 当金属法兰采用金属螺栓或卡子相紧固时,可不另装跨接线。在腐蚀条件下安装前,应有两个及以上螺栓和卡子之间的接触面去锈和除油污,并应加装防松螺母。

5.2.1.5 当爆炸危险区内的非金属构架上平行安装的金属管道相互之间的净距离小于 100mm 时,宜每隔 20m 用金属线跨接;金属管道相互交叉的净距离小于 100mm 时,应采用金属线跨接。

5.2.1.6 容量为  $50\text{m}^3$  及以上的贮罐,其接地点不应少于两处,且接地点的间距不应大于 30m,并应在罐体底部周围对称与接地体连接,接地体应连接成环形的闭合回路。

5.2.1.7 易燃或可燃液体的浮动式贮罐,在无防雷接地时,其罐顶与罐体之间应采用铜软线作不少于两处跨接,其截面不应小于  $25\text{mm}^2$ ,且其浮动式电气测量装置的电缆,应在引入贮罐处将铠装、金属外壳可靠地与罐体连接。

5.2.1.8 钢筋混凝土的贮罐或贮槽,沿其内壁敷设的防静电接地导体,应与引入的金属管道及电缆的铠装、金属外壳连接,并应引至罐、槽的外壁与接地体连接。

5.2.1.9 非金属的管道(非导电的)设备等,其外壁上缠绕的金属丝网、金属带等,应紧贴其表面均匀地缠绕,并应可靠地接地。

5.2.1.10 可燃粉尘的袋式集尘设备，织入袋体的金属丝的接地端子应接地。

5.2.1.11 皮带传动的机组及其皮带的防静电接地刷、防护罩，均应接地。

5.2.2 引入爆炸危险环境的金属管道、配线的钢管、电缆的铠装及金属外壳，均应在危险区域的进口处接地。

## 6 工程交接验收

6.0.1 防爆电气设备在安装完毕后，试运前、试运中、交接时除应按有关现行国家标准电气装置安装工程施工及验收规范相应的检查项目及要求进行检查外，尚应按本章各条规定进行检查。

6.0.2 防爆电气设备在试运行中，尚应符合下列要求：

6.0.2.1 防爆电气设备外壳的温度不得超过规定值。

6.0.2.2 正压型电气设备的出风口，应无火花吹出。当降低风压、气压时，微压继电器应可靠动作。

6.0.2.3 防爆电气设备的保护装置及联锁装置，应动作正确、可靠。

6.0.3 工程竣工验收时，尚应进行下列检查：

6.0.3.1 防爆电气设备的铭牌中，必须标明国家指定的检验单位发给的防爆合格证号。

6.0.3.2 防爆电气设备的类型、级别、组别，应符合设计。

6.0.3.3 防爆电气设备的外壳，应无裂纹、损伤；油漆应完好。接线盒盖应紧固，且固定螺栓及防松装置应齐全。

6.0.3.4 防爆充油型电气设备不得有渗油、漏油；其油面高度应符合要求。

6.0.3.5 正压型电气设备的通风、排气系统应通畅，连接正确，进口、出口安装位置符合要求。

6.0.3.6 电气设备多余的进线口，应按规定作好密封。

6.0.3.7 电气线路中密封装置的安装，应符合规定。

6.0.3.8 本质安全型电气设备的配线工程，其线路走向、高程，应符合设计；线路应标有天蓝色的标志。

6.0.3.9 电气装置的接地或接零、防静电接地，应符合设计要求，接地应牢固可靠。

6.0.4 在验收时，应提交下列文件和资料：

6.0.4.1 变更设计部分的实际施工图。

6.0.4.2 变更设计的证明文件。

6.0.4.3 制造厂提供的产品使用说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

6.0.4.4 除应按有关现行国家标准电气装置安装工程施工及验收规范相应规定提交有关设备的安装技术记录外，尚应提交有测隙孔的增安型电动机定子、转子间单边气隙的测量记录。

6.0.4.5 除应按有关现行国家标准电气装置安装工程施工及验收规范相应规定提交有关设备的调整、试验记录外，尚应提交正压型电气设备的风压、气压等继电保护装置的调整记录、电气设备试运行时外壳的最高温度记录和防静电接地的接地电阻值的测试记录等。

# 标准规范五 电气装置安装工程起重 机电气装置施工及验收规范

GB 50256—96

## 1 总 则

1.0.1 为保证起重机电气装置的施工安装质量,促进施工安装技术的进步,确保设备安全运行,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于额定电压 0.5kV 以下新安装的各式起重机、电动葫芦的电气装置和 3kV 及以下滑接线安装工程的施工及验收。

1.0.3 起重机电气装置的安装,应按已批准的设计及产品技术文件进行施工。

1.0.4 起重机电气设备的运输、保管,应符合国家现行标准的有关规定。当产品有特殊要求时,尚应符合产品的要求。

1.0.5 采用的设备及器材,均应符合国家现行技术标准的规定,并应有合格证件。设备应有铭牌。

1.0.6 设备及器材到达现场后,应作下列验收检查:

1.0.6.1 包装完整,密封件密封应良好。

1.0.6.2 开箱检查清点,规格应符合设计要求,附件、备件应齐全。

1.0.6.3 产品的技术文件应齐全。

1.0.6.4 外观检查应无损坏、变形、锈蚀。

1.0.7 施工中的安全技术措施,应符合本规范和现行有关安全技术标准及产品技术文件的规定。

1.0.8 与起重机电气装置安装有关的建筑工程施工,应符合下列要求:

1.0.8.1 与起重机电气装置安装有关的建筑物、构筑物的建筑工程质量,应符合国家现行的建筑工程的施工及验收规范中的有关规定。当设备及设计有特殊要求时,尚应符合其要求。

1.0.8.2 设备安装前,建筑工程应具备下列条件:

(1) 起重机上部的顶棚不应渗水;

(2) 混凝土梁上预留的滑接线支架安装孔和悬吊式软电缆终端拉紧装置的预埋件、预留孔位置应正确,孔洞无堵塞,预埋件应牢固。

(3) 安装滑接线的混凝土梁,应完成粉刷工作。

1.0.9 起重机电气装置的构架、钢管、滑接线支架等非带电金属部分,均应涂防腐漆或镀锌。

1.0.10 设备安装用的紧固件,除地脚螺栓外,应采用镀锌制品。

1.0.11 起重机非带电金属部分的接地,应符合下列要求:

1.0.11.1 装有接地滑接器时,滑接器与轨道或接地滑接线,应可靠接触。

1.0.11.2 司机室与起重机本体用螺栓连接时,应进行电气跨接;其跨接点不应少于两处。跨接宜采用多股软铜线,其截面面积不得小于  $16\text{mm}^2$ ,两端压接接线端子应采用镀锌螺栓固定;当采用圆钢或扁钢进行跨接时,圆钢直径不得小于  $12\text{mm}$ ,扁钢截面的宽度和厚度不得小于  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。

1.0.11.3 起重机的每条轨道，应设两点接地。在轨道端之间的接头处，宜作电气跨接；接地电阻应小于 $4\Omega$ 。

1.0.12 起重机电气装置的施工及验收，除按本规范的规定执行外，尚应符合国家现行的有关标准规范的规定。

## 2 滑接线和滑接器

2.0.1 滑接线的布置，应符合设计要求；当设计无规定时，应符合下列要求：

2.0.1.1 滑接线距离地面的高度，不得低于 $3.5\text{m}$ ；在有汽车通过部分滑接线距离地面的高度，不得低于 $6\text{m}$ 。

2.0.1.2 滑接线与设备和氧气管道的距离，不得小于 $1.5\text{m}$ ；与易燃气体、液体管道的距离，不得小于 $3\text{m}$ ；与一般管道的距离，不得小于 $1\text{m}$ 。

2.0.1.3 裸露式滑接钱应与司机室同侧安装；当工作人员上下有碰触滑接线危险时，必须设有遮拦保护。

2.0.2 滑接线的支架及其绝缘子的安装，应符合下列要求：

2.0.2.1 支架不得在建筑物伸缩缝和轨道梁结合处安装。

2.0.2.2 支架安装应平正牢固，并应在同一水平面或垂直面上。

2.0.2.3 绝缘子、绝缘套管不得有机械损伤及缺陷；表面应清洁；绝缘性能应良好；在绝缘子与支架和滑接线的钢固定件之间，应加设红钢纸垫片。

2.0.2.4 安装于室外或潮湿场所的滑接线绝缘子、绝缘套管，应采用户外式。

2.0.2.5 绝缘子两端的固定螺栓，宜采用高标号水泥砂浆灌注，并应能承受滑接线的拉力。

2.0.3 滑接线的安装，应符合下列要求：

2.0.3.1 接触面应平正无锈蚀，导电应良好。

2.0.3.2 额定电压为 $0.5\text{kV}$ 以下的滑接线，其相邻导电部分和导电部分对接地部分之间的净距不得小于 $30\text{mm}$ ；户内 $3\text{kV}$ 滑接线其相间和对地的净距不得小于 $100\text{mm}$ ；当不能满足以上要求时，滑接线应采取绝缘隔离措施。

2.0.3.3 起重机在终端位置时，滑接器与滑接线末端的距离不应小于 $200\text{mm}$ ；固定装设的型钢滑接线，其终端支架与滑接线末端的距离不应大于 $800\text{mm}$ 。

2.0.3.4 型钢滑接线所采用的材料，应进行平直处理，其中心偏差不宜大于长度的 $1/1000$ ，且不得大于 $10\text{mm}$ 。

2.0.3.5 滑接线安装后应平直；滑接线之间的距离应一致，其中心线应与起重机轨道的实际中心线保持平行，其偏差应小于 $10\text{mm}$ ；滑接线之间的水平偏差或垂直偏差，应小于 $10\text{mm}$ 。

2.0.3.6 型钢滑接线长度超过 $50\text{m}$ 或跨越建筑物伸缩缝时，应装设伸缩补偿装置。

2.0.3.7 辅助导线宜沿滑接线敷设，且应与滑接线进行可靠的连接；其连接点之间的间距不应大于 $12\text{m}$ 。

2.0.3.8 型钢滑接线在支架上应能伸缩，并宜在中间支架上固定。

2.0.3.9 型钢滑接线除接触面外，表面应涂以红色的油漆或相色漆。

2.0.4 滑接线伸缩补偿装置的安装，应符合下列要求：

2.0.4.1 伸缩补偿装置应安装在与建筑物伸缩缝距离最近的支架上。

2.0.4.2 在伸缩补偿装置处，滑接线应留有 $10\sim 20\text{mm}$ 的间隙，间隙两侧的滑接线端头应加工圆滑，接触面应安装在同一水平面上，其两端间高差不应大于 $1\text{mm}$ 。



2.0.4.3 伸缩补偿装置间隙的两侧，均应有滑接线支持点，支持点与间隙之间的距离，不宜大于150mm。

2.0.4.4 间隙两侧的滑接线，应采用软导线跨越，跨越线应留有裕量，其允许载流量不应小于电源导线的允许载流量。

2.0.5 滑接线的连接，应符合下列要求：

2.0.5.1 连接后应有足够的机械强度，且无明显变形。

2.0.5.2 接头处的接触面应平正光滑，其高差不应大于0.5mm，连接后高出部分应修整平正。

2.0.5.3 型钢滑接线焊接时，应附连接托板；用螺栓连接时，应加跨接软线。

2.0.5.4 轨道沿接线焊接时，焊条和焊缝应符合钢轨焊接工艺对材料和质量的要求，焊好后接触表面应平直光滑。

2.0.5.5 圆钢滑接线应减少接头。

2.0.5.6 导线与滑接线连接时，滑接线接头处应镀锡或加焊有电镀层的接线板。

2.0.6 分段供电滑接线的安装，应符合下列要求：

2.0.6.1 分段供电的滑接线，当各分段电源允许并联运行时，分段间隙应为20mm；不允许并联运行时，分段间隙应比滑接器与滑接线接触长度大40mm；3kV滑接线，应符合设计要求。

2.0.6.2 分段供电不允许并联运行的滑接线间隙处，应采用硬质绝缘材料的托板连接，托板与滑接线的接触面，应在同一水平面上。

2.0.6.3 滑接线分段间隙的两侧相位应一致。

2.0.7 3kV滑接线的安装除应符合本规范第2.0.1~2.0.6条的规定外，尚应符合下列要求：

2.0.7.1 高压绝缘子安装前应进行耐压试验，并应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的有关规定。

2.0.7.2 3kV滑接线固定装置的构件，铸铜长夹板、短夹板、托板、垫板、辅助连接板及接线板等在安装前，应按设计图制作完毕；当所采用的型钢、双沟铜线分段组装时，应按相编号，接缝应严密、平直。

2.0.8 软电缆的吊索和自由悬吊滑接线的安装，应符合下列要求：

2.0.8.1 终端固定装置和拉紧装置的机械强度，应符合要求，其最大拉力应大于滑接线或吊索的最大拉力。

2.0.8.2 当滑接线和吊索长度小于或等于25m时，终端拉紧装置的调节裕量不应小于0.1m；当滑接线和吊索长度大于25m时，终端拉紧装置的调节裕量不应小于0.2m。

2.0.8.3 滑接线或吊索拉紧时的弛度，应根据其材料规格和安装时的环境温度选定，滑接线间的弛度偏差，不应大于20mm。

2.0.8.4 滑接线与终端装置之间的绝缘应可靠。

2.0.9 悬吊式软电缆的安装，应符合下列要求：

2.0.9.1 当采用型钢作软电缆滑道时，型钢应安装平直，滑道应平正光滑，机械强度应符合要求。

2.0.9.2 悬挂装置的电缆夹，应与软电缆可靠固定，电缆夹间的距离，不宜大于5m。

2.0.9.3 软电缆安装后，其悬挂装置沿滑道移动应灵活、无跳动，不得卡阻。

2.0.9.4 软电缆移动段的长度，应比起重机移动距离长15%~20%，并应加装牵引绳，牵引绳长度应短于软电缆移动段的长度。

2.0.9.5 软电缆移动部分两端，应分别与起重机、钢索或型钢滑道牢固固定。

2.0.10 卷筒式软电缆的安装，应符合下列要求：

2.0.10.1 起重机移动时，不应挤压软电缆。

2.0.10.2 安装后软电缆与卷筒应保持适当拉力，但卷筒不得自由转动。

2.0.10.3 卷筒的放缆和收缆速度，应与起重机移动速度一致；利用重砣调节卷筒时，电缆长度和重砣的行程应相适应。

2.0.10.4 起重机放缆到终端时，卷筒上应保留两圈以上的电缆。

2.0.11 安全式滑接线的安装，应符合下列要求：

2.0.11.1 安全式滑接线的安装，应按设计规定或根据不同结构型式的要求进行，当滑接线长度大于200m时，应加装伸缩装置。

2.0.11.2 安全式滑接线的连接应平直，支架夹安装应牢固，各支架夹之间的距离应小于3m。

2.0.11.3 安全式滑接线支架的安装，当设计无规定时，宜焊接在轨道下的垫板上；当固定在其他地方时，应做好接地连接，接地电阻应小于 $4\Omega$ 。

2.0.11.4 安全式滑接线的绝缘护套应完好，不应有裂纹及破损。

2.0.11.5 滑接器拉簧应完好灵活，耐磨石墨片应与滑接线可靠接触，滑动时不应跳弧，连接软电缆应符合截流量的要求。

2.0.12 滑接器的安装，应符合下列要求：

2.0.12.1 滑接器支架的固定应牢靠，绝缘子和绝缘衬垫不得有裂纹、破损等缺陷，导电部分对地的绝缘应良好，相间及对地的距离应符合本规范第2.0.3条的有关规定。

2.0.12.2 滑接器应沿滑接线全长可靠地接触，自由无阻地滑动，在任何部位滑接器的中心线（宽面）不应超出滑接线的边缘。

2.0.12.3 滑接器与滑接线的接触部分，不应有尖锐的边棱；压紧弹簧的压力，应符合要求。

2.0.12.4 槽型滑接器与可调滑杆间，应移动灵活。

2.0.12.5 自由悬吊滑接线的轮型滑接器，安装后应高出滑接线中间托架，并不应小于10mm。

### 3 配 线

3.0.1 起重机上的配线，应符合下列要求：

3.0.1.1 起重机上的配线除弱电系统外，均应采用额定电压不低于500V的铜芯多股电线或电缆。多股电线截面面积不得小于 $1.5\text{mm}^2$ ；多股电缆截面面积不得小于 $1.0\text{mm}^2$ 。

3.0.1.2 在易受机械损伤、热辐射或有润滑油滴落部位，电线或电缆应装于钢管、线槽、保护罩内或采取隔热保护措施。

3.0.1.3 电线或电缆穿过钢结构的孔洞处，应将孔洞的毛刺去掉，并应采取保护措施。

3.0.1.4 起重机上电缆的敷设，应符合下列要求：

(1) 应按电缆引出的先后顺序排列整齐，不宜交叉；强电与弱电电缆宜分开敷设，电缆两端应有标牌；

(2) 固定敷设的电缆应卡固，支持点距离不应大于1m；

(3) 电缆固定敷设时，其弯曲半径应大于电缆外径的5倍；电缆移动敷设时，其弯曲半径应大于电缆外径的8倍。

3.0.1.5 起重机上的配线应排列整齐，导线两端应牢固地压接相应的接线端子，并应标有明显的接线编号。

3.0.2 起重机上电线管、线槽的敷设，应符合下列要求：

3.0.2.1 钢管、线槽应固定牢固。

3.0.2.2 露天起重机的钢管敷设，应使管口向下或有其他防水措施。

3.0.2.3 起重机所有的管口，应加装护口套。

3.0.2.4 线槽的安装，应符合电线或电缆敷设的要求，电线或电缆的进出口处，应采取保护措施。

## 4 电气设备及保护装置

4.0.1 起重机电气设备安装前，应核对设备尺寸；其设备安装的部位、方向及管线位置，应符合设计和设备技术条件的要求。

4.0.2 配电屏、柜的安装，应符合下列要求：

4.0.2.1 配电屏、柜的安装，应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》的有关规定。

4.0.2.2 配电屏、柜的安装，不应焊接固定，紧固螺栓应有防松措施。

4.0.2.3 户外式起重机配电屏、柜的防雨装置，应安装正确、牢固。

4.0.3 电阻器的安装，应符合下列要求：

4.0.3.1 电阻器直接叠装不应超过四箱，当超过四箱时应采用支架固定，并保持适当间距；当超过六箱时应另列一组。

4.0.3.2 电阻器的盖板或保护罩，应安装正确，固定可靠。

4.0.4 制动装置的安装，应符合下列要求：

4.0.4.1 制动装置的动作应迅速、准确、可靠。

4.0.4.2 处于非制动状态时，闸带、闸瓦与闸轮的间隙应均匀，且无摩擦。

4.0.4.3 当起重机的某一机构是由两组在机械上互不联系的电动机驱动时，其制动器的动作时间应一致。

4.0.5 行程限位开关、撞杆的安装，应符合下列要求：

4.0.5.1 起重机行程限位开关动作后，应能自动切断相关电源，并使起重机各机构在下列位置停止：

(1) 吊钩、抓斗升到离极限位置不小于 100mm 处；起重臂升降的极限角度符合产品规定；

(2) 起重机桥架和小车等，离行程末端不得小于 200mm 处；

(3) 一台起重机临近另一台起重机，相距不得小于 400mm 处。

4.0.5.2 撞杆的装设及其尺寸的确定，应保证行程限位开关可靠动作，撞杆及撞杆支架在起重机工作时不应晃动。撞杆宽度应能满足机械（桥架及小车）横向窜动范围的要求，撞杆的长度应能满足机械（桥架及小车）最大制动距离的要求。

4.0.5.3 撞杆在调整定位后，应固定可靠。

4.0.6 控制器的安装，应符合下列要求：

4.0.6.1 控制器的安装位置，应便于操作和维修。

4.0.6.2 操作手柄或手轮的安装高度，应便于操作与监视，操作方向宜与机构运行的方向一致，并应符合现行国家标准《控制电气设备的操作件标准运动方向》的规定。

4.0.7 照明装置的安装，应符合下列要求：

4.0.7.1 起重机主断路器切断电源后，照明不应断电。

4.0.7.2 灯具配件应齐全，悬挂牢固，运行时灯具应无剧烈摆动。

4.0.7.3 照明回路应设置专用零线或隔离变压器，不得利用电线管或起重机本身的接地线作零线。

4.0.7.4 安全变压器或隔离变压器安装应牢固，绝缘良好。

4.0.8 当起重机的某一机构是由两组在机械上互不联系的电动机驱动时，两台电动机应有同步运行 and 同时断电的保护装置。

4.0.9 起重机防止桥架扭斜的联锁保护装置，应灵敏可靠。

4.0.10 起重机的音响信号装置，应清晰可靠。

4.0.11 起重量限制器的调试，应符合下列要求：

4.0.11.1 起重限制器综合误差，不应大于 8%。

4.0.11.2 当载荷达到额定起重量的 90% 时，应能发出提示性报警信号。

4.0.11.3 当载荷达到额定起重量的 110% 时，应能自动切断起升机构电动机的电源，并应发出禁止性报警信号。

## 5 工程交接验收

5.0.1 起重机进行试运转前，电气装置应具备下列条件：

5.0.1.1 电气装置安装已全部结束。

5.0.1.2 电气回路接线正确，端子固定牢固、接触良好、标志清楚。

5.0.1.3 电气设备和线路的绝缘电阻值符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的有关规定。

5.0.1.4 电源的容量、电压、频率及断路器的型号、规格符合设计和使用设备的要求。

5.0.1.5 保护接地或接零良好。

5.0.1.6 电动机、控制器、接触器、制动器、电压继电器和电流继电器等电气设备经检查和调试完毕，校验合格。

5.0.1.7 安全保护装置经模拟试验和调整完毕，校验合格。声光信号装置显示正确、清晰可靠。

5.0.2 无负荷的试运，应符合下列要求：

5.0.2.1 操纵机构操作的方向与起重机各机构的运行方向，应符合设计要求。

5.0.2.2 分别开动各机构的电动机，运转应正常，并测取空载电流。

5.0.2.3 各安全保护装置和制动器的动作，应准确可靠。

5.0.2.4 配电屏、柜和电动机、控制器等电气设备，应工作正常。

5.0.2.5 各运行和起升机构沿全程至少往返三次，应无异常现象。

5.0.2.6 采用软电缆供电的机构，其放缆和收缆的速度应与运行机构的速度一致。

5.0.2.7 两台以上电动机传动的运行机构和起升机构运转方向正确，起动和停止应同步。

5.0.3 当进行静负荷试运时，电气装置应符合下列要求：

5.0.3.1 逐级增加到额定负荷，分别作起吊试验，电气装置均应正常。

5.0.3.2 当起吊 1.25 倍的额定负荷距地面高度为 100 ~ 200mm 处，悬空时间不得小于 10min，电气装置应无异常现象。

5.0.4 当进行动负荷试运时，电气装置应符合下列要求：

5.0.4.1 按操作规程进行控制，加速度、减速度应符合产品标准和技术文件的规定。

5.0.4.2 各机构的动负荷试运，应在 1.1 倍额定载荷下分别进行，在整个试验过程中，电气装置均应工作正常，并应测取各电动机的运行电流。

5.0.5 在验收时，应提交下列资料 and 文件：

5.0.5.1 竣工图。

- 5.0.5.2 设计变更证明文件、设备及材料代用单。
- 5.0.5.3 制造厂提供的产品合格证书、产品说明书、安装图纸等技术文件。
- 5.0.5.4 安装技术记录（包括设备检查、安装质量检查记录）。
- 5.0.5.5 调整试验记录（包括设备、线路绝缘电阻、接地电阻测试记录和试运转记录等）。
- 5.0.5.6 备品备件交接清单。

# 标准规范六 施工现场临时 用电安全技术规范

JGJ 46 - 88

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了贯彻国家安全生产的方针政策和法规，保障施工现场用电安全，防止触电事故发生，促进建设事业发展，特制定本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于全民、集体、个体单位的工业与民用建筑施工现场临时用电工程中的中性点直接接地的 380/220V 三相四线制的低压电力系统。

对 1kV 及以上的高压变配电工程，应按照国家有关标准、规范执行。

第 1.0.3 条 建筑施工现场临时用电中的其它有关技术问题尚应遵守现行的国家标准、规范或规程规定。

## 第二章 用 电 管 理

### 第一节 临时用电的施工组织设计

第 2.1.1 条 临时用电设备在 5 台及 5 台以上或设备总容量在 50kW 及 50kW 以上者，应编制临时用电施工组织设计。

第 2.1.2 条 临时用电设备在 5 台以下和设备总容量在 50kW 以下者，应制定安全用电技术措施和电气防火措施。

第 2.1.3 条 临时用电施工组织设计的内容和步骤应包括：

- 一、现场勘探；
- 二、确定电源进线，变电所、配电室、总配电箱、分配电箱等的位置及线路走向；
- 三、进行负荷计算；
- 四、选择变压器容量、导线截面和电器的类型、规格；
- 五、绘制电气平面图、立面图和接线系统图；
- 六、制定安全用电技术措施和电气防火措施。

第 2.1.4 条 临时用电工程图纸必须单独绘制，并作为临时用电施工的依据。

第 2.1.5 条 临时用电施工组织设计必须由电气工程技术人员编制，技术负责人审核，经主管部门批准后实施。

第 2.1.6 条 变更临时用电施工组织设计时必须履行第 2.1.5 条规定手续，并补充有关图纸资料。

### 第二节 专 业 人 员

第 2.2.1 条 安装、维修或拆除临时用电工程，必须由电工完成。电工等级应同工程的难易程度

和技术复杂性相适应。

第 2.2.2 条 各类用电人员应做到：

- 一、掌握安全用电基本知识和所用设备的性能；
- 二、使用设备前必须按规定穿戴和配备好相应的劳动防护用品；并检查电气装置和保护设施是否完好。严禁设备带“病”运转；
- 三、停用的设备必须拉闸断电，锁好开关箱；
- 四、负责保护所用设备的负荷线、保护零线和开关箱。发现问题，及时报告解决；
- 五、搬迁或移动用电设备，必须经电工切断电源并作妥善处理后进行。

### 第三节 安全技术档案

第 2.1.1 条 施工现场临时用电必须建立安全技术档案其内容应包括：

- 一、临时用电施工组织设计的全部资料；
- 二、修改临时用电施工组织设计的资料；
- 三、技术交底资料；
- 四、临时用电工程检查验收表；
- 五、电气设备的试、检验凭单和调试记录；
- 六、接地电阻测定记录表；
- 七、定期检（复）查表；
- 八、电工维修工作记录。

第 2.3.2 条 安全技术档案应由主管该现场的电气技术人员负责建立与管理。其中《电工维修工作记录》可指定电工代管，并于临时用电工程拆除后统一归档。

第 2.3.3 条 临时用电工程的定期检查时间：施工现场每月一次；基层公司每季一次。基层公司检查时，应复查接地电阻值。

第 2.3.4 条 检查工作应按分部、分项工程进行，对不安全因素，必须及时处理，并应履行复查验收手续。

## 第三章 施工现场与周围环境

### 第一节 在建工程与外电线路的安全距离

第 3.1.1 条 在建工程不得在高、低压线路下方施工，高低压线路下方，不得搭设作业棚、建造生活设施，或堆放构件、架具、材料及其它杂物等。

第 3.1.2 条 在建工程（含脚手架具）的外侧边缘与外电架空线路的边线之间必须保持安全操作距离。最小安全操作距离应不小于表 3.1.2 所列数值。

表 3.1.2 在建筑工程（含脚手架具）的外侧边缘与外电架空线路的边线之间的最小安全操作距离

外电路电压	1kV 以下	1 ~ 10kV	35 ~ 110kV	154 ~ 220kV	330 ~ 500kV
最小安全操作距离 (m)	4	6	8	10	15

注：上、下脚手架的斜道严禁搭设在有外电线路的一侧。

第 3.1.3 条 施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时，架空线路的最低点与路面的垂直距离应不小于表 3.1.3 所列数值。

表 3.1.3 施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时的最小垂直距离

外电线路压	1kV 以下	1kV ~ 10kV	35kV
最小垂直距离 (m)	6	7	7

第 3.1.4 条 旋转臂架式起重机的任何部位或被吊物边缘与 10kV 以下的架空线路边线最小水平距离不得小于 2m。

第 3.1.5 条 施工现场开挖非热管道沟槽的边缘与埋地外电缆沟槽边缘之间的距离不得小于 0.5m。

## 第二节 外电防护

第 3.2.1 条 对达不到第 3.1.2 条至第 3.1.4 条中规定的最小距离时，必须采取防护措施，增设屏障、遮栏、围栏或保护网，并悬挂醒目的警告标志牌。

在架设防护设施时，应有电气工程技术人员或专职安全人员负责监护。

第 3.2.2 条 对第 3.2.1 条的防护措施无法实现时，必须与有关部门协商，采取停电、迁移外电线路或改变工程位置等措施，否则不得施工。

第 3.2.3 条 在外电架空线路附近开挖沟槽时，必须防止外电架空线路的电杆倾斜、悬倒。或会同有关部门采取加固措施。

第 3.2.4 条 在有静电的施工现场内，在机械设备上的静电，应采取接地泄漏措施。

## 第四章 接地与防雷

### 第一节 一般规定

第 4.1.1 条 在施工现场专用的中性点直接接地的电力线路中必须采用 TN-S 接零保护系统。

电气设备的金属外壳必须与专用保护零线连接。专用保护零线（简称保护零线）应由工作接地线、配电室的零线或第一级漏电保护器电源侧的零线引出（例如图 4.1.1 所示）。

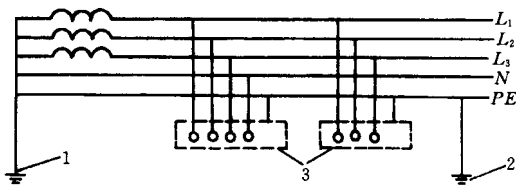


图 4.1.1 具有专用保护零线中性点直接接地系统示意图

1—工作接地；2—重复接地；3—电气设备外露导电部分；

$L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ —相线； $N$ —工作零线； $PE$ —保护零线

第 4.1.2 条 城防、人防、隧道等潮湿或条件特别恶劣施工现场的电气设备必须采用保护接零。

第 4.1.3 条 当施工现场与外电线路共用同一供电系统时，电气设备应根据当地的要求作保护接零，或作保护接地。不得一部分设备作保护接零，另一部分设备作保护接地。



第 4.1.4 条 作防雷接地的电气设备,必须同时作重复接地。同一台电气设备的重复接地与防雷接地可使用同一个接地体,接地电阻应符合重复接地电阻值的要求。

施工现场的电气设备和避雷装置可利用自然接地体接地,但应保证电气连接并校验自然接地体的热稳定。

第 4.1.5 条 在只允许做保护接地的系统中,因条件限制接地有困难时,应设置操作和维修电气装置的绝缘台,并必须使操作人员不致偶然触及外物。

第 4.1.6 条 一次侧由 50V 以上的接零保护系统供电,二次侧为 50V 及 50V 以下电压的降压变压器,如采用双重绝缘或有接地金属屏蔽层的变压器,此时二次侧不得接地。

如采用普通变压器,则应将二次侧中性线或一个相线就近直接接地。或通过专用接地线与附近变电所接地网相连。

第 4.1.7 条 施工现场的电力系统严禁利用大地作相线或零线。

第 4.1.8 条 保护零线不得装设开关或熔断器。

第 4.1.9 条 接地装置的设置应考虑土壤干燥或冻结等季节变化的影响(见表 4.1.9),接地电阻值在四季中均应符合本章第三节的要求,但防雷装置的冲击接地电阻值只考虑在雷雨季节中土壤干燥状态的影响。

表 4.1.9 接地装置的季节系数  $\psi$  值

埋深 (m)	水平接地体	长度 2~3m 的垂直接地体	备 注
0.5	1.4~1.8	1.2~1.4	深埋接地体
0.8~1.0	1.25~1.45	1.15~1.3	
2.5~3.0	1.0~1.1	1.0~1.1	

注:大地比较干燥时,则取表中的较小值,比较潮湿时,则取表中较大值。

第 4.1.10 条 保护零线应单独敷设,不作它用。重复接地线应与保护零线相连接。

第 4.1.11 条 保护零线的截面,应不小于工作零线的截面,同时必须满足机械强度要求。保护零线架空敷设的间距大于 12m 时,保护零线必须选择不小于 10mm<sup>2</sup> 的绝缘铜线或不小于 16mm<sup>2</sup> 的绝缘铝线。

第 4.1.12 条 与电气设备相连接的保护零线应为截面不小于 2.5mm<sup>2</sup> 的绝缘多股铜线。

保护零线的统一标志为绿/黄双色线。在任何情况下不准使用绿/黄双色线作负荷线。

## 第二节 保护接零

第 4.2.1 条 正常情况时,下列电气设备不带电的外露导电部分,应做保护接零;

- 一、电机、变压器、电器、照明器具、手持电动工具的金属外壳;
- 二、电气设备传动装置的金属部件;
- 三、配电屏与控制屏的金属框架;
- 四、室内、外配电装置的金属框架及靠近带电部分的金属围栏和金属门;
- 五、电力线路的金属保护管、敷线的钢索、起重机轨道、滑升模板金属操作平台等;
- 六、安装在电力线路杆(塔)上的开关、电容器等电气装置的金属外壳及支架。

第 4.2.2 条 正常情况时,下列电气设备不带电的外露导电部分,可不作保护接零;

- 一、在木质、沥青等不良导电地坪的干燥房间内,交流电压 380V 及其以下的电气设备金属外壳(当维修人员可能同时触及电气设备金属外壳和接地金属物件时除外);

二、安装在配电屏，控制屏金属框架上的电气测量仪表、电流互感器、继电器和其它电器外壳。

### 第三节 接地与接地电阻

第 4.3.1 条 电力变压器或发电机的工作接地电阻值不得大于  $4\Omega$ 。

单台容量不超过  $100\text{kV}\cdot\text{A}$  或使用同一接地装置并联运行且总容量不超过  $100\text{kVA}$  的变压器或发电机的工作接地电阻值不得大于  $10\Omega$ 。

在土壤电阻率大于  $1000\Omega\cdot\text{m}$  的地区，当达到上述接地电阻值有困难时，工作接地电阻值可提高到  $30\Omega$ ，但应采取第 4.1.5 条规定的措施。

第 4.3.2 条 保护零线除必须在配电室或总配电箱处作重复接地外，还必须在配电路的中间处和末端处做重复接地。电动机械的重复接地应符合第八章的规定。

保护零线每一重复接地装置的接地电阻值应不大于  $10\Omega$ 。

在工作接地电阻允许达到  $10\Omega$  的电力系统中，所有重复接地的并联等值电阻应不大于  $10\Omega$ 。

第 4.3.3 条 每一接地装置的接地线应采用二根以上导体，在不同点与接地装置做电气连接。

不得用铝导体做接地体或地下接地线。垂直接地体宜采用角钢、钢管或圆钢，不宜采用螺纹钢材。

第 4.3.4 条 电气设备应采用专用芯线作保护接零，此芯线严禁通过工作电流。

第 4.3.5 条 手持式用电设备的保护零线，应在绝缘良好的多股铜线橡皮电缆内。其截面不得小于  $1.5\text{mm}^2$ ，其芯线颜色为绿/黄双色。

第 4.3.6 条 I 类手持式用电设备的插销上应具备专用的保护接零（接地）触头。所用插头应避免将导电触头误作接地触头使用。

第 4.3.7 条 施工现场所有用电设备，除作保持接零外，必须在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置。

第 4.3.8 条 移动式发电机供电的用电设备，其金属外壳或底座，应与发电机电源的接地装置有可靠的电气连接。

第 4.3.9 条 移动式发电机的接地应符合固定式电气设备接地的要求。下列情况可不另做保护接零：

一、移动式发电机和用电设备固定在同一金属支架上，且不供给其他设备用电时；

二、不超过两台的用电设备由专用的移动式发电机供电，供、用电设备间距不超过  $50\text{m}$ ，且供、用电设备的外壳之间有可靠的电气连接时。

### 第四节 防 雷

第 4.4.1 条 在土壤电阻率低于  $200\Omega\cdot\text{m}$  处的电杆可不另设防雷接地装置。在配电室的进线或出线处应将绝缘子铁脚与配电室的接地装置相连接。

第 4.4.2 条 施工现场内的起重机，井字架及龙门架等机械设备，若在相邻建筑物、构筑物的防雷装置的保护范围以外，如在表 4.4.2 规定范围内，则应安装防雷装置。

表 4.4.2 施工现场内机械设备需安装防雷装置的规定

地区年平均雷暴日 (d)*	机械设备高度 (m)
$\leq 15$	$\geq 50$
$> 15 < 40$	$\geq 32$

续表

地区年平均雷暴日 (d)*	机械设备高度 (m)
$\geq 40 < 90$	$\geq 20$
$\geq 90$ 及雷害特别严重的地区	$\geq 12$

\* 见附录二、附录三

若最高机械设备上的避雷针,其保护范围按  $60^\circ$  计算能够保护其它设备,且最后退出现场,则其它设备可不设防雷装置。

第 4.4.3 条 施工现场内所有防雷装置的冲击接地电阻值不得大于  $30\Omega$ 。

第 4.4.4 条 各机械设备的防雷引下线可利用该设备的金属结构体,但应保证电气连接。

第 4.4.5 条 机械设备上的避雷外(接闪器)长度应为 1 至  $2m_0$ 。

第 4.4.6 条 安装避雷针的机械设备所用动力、控制、照明、信号及通信等线路,应采用钢管敷设。并将钢管与该机械设备的金属结构体作电气连接。

## 第五章 配电室及自备电源

### 第一节 配 电 室

第 5.1.1 条 配电室应靠近电源,并应设在无灰尘、无蒸汽、无腐蚀介质及无振动的地方。

第 5.1.2 条 成列的配电屏(盘)和控制屏(台)两端应与重复接地线及保护零线做电气连接。

第 5.1.3 条 配电室和控制室应能自然通风,并应采取防止雨雪和动物出入措施。

第 5.1.4 条 配电室应符合下列要求:

- 一、配电屏(盘)正面的操作通道宽度,单列布置不小于  $1.5m$ ,双列布置不小于  $2m$ ;
- 二、配电屏(盘)后面的维护通道宽度不小于  $0.8m$ ; (个别地点有建筑物结构凸出的部分,则此点通道宽度可不小于  $0.6m$ );
- 三、配电屏(盘)侧面的维护通道宽度不小于  $1m$ ;
- 四、配电室的天棚距地面不低于  $3m$ ;
- 五、在配电室内设值班或检修室时,该室距配电屏(盘)的水平距离大于  $1m$ ,并采取屏障距离;
- 六、配电室的门向外开,并配锁;
- 七、配电室内的裸母线与地面垂直距离小于  $2.5m$  时,采用遮栏隔离,遮栏下面通行道的高度不小于  $1.9m$ ;
- 八、配电室的围栏上端与垂直上方带电部分的净距,不小于  $0.075m$ ;
- 九、配电装置的上端距天棚不小于  $0.5m$ ;
- 十、母线均涂刷有色油漆(以屏(盘)的正面向为准),其涂色符合表 5.1.4 规定。

表 5.1.4 母线涂色表

相 别	颜 色	垂直排列	水平排列	引下排列
A	黄	上	后	左
B	绿	中	中	中

续表

相 别	颜 色	垂直排列	水平排列	引下排列
C	红	下	前	右
O	黑			

十一、配电室的建筑物和构筑物的耐火等级不低于3级，室内配置砂箱和绝缘灭火器。

第5.1.5条 配电屏（盘）应装设有功、无功电度表，并应分路装设电流、电压表。电流表与计费电度表不得共用一组电流互感器。

第5.1.6条 配电屏（盘）应装设短路、过负荷保护装置和漏电保护器。

第5.1.7条 配电屏（盘）上的各配电线路应编号，并标明用途标记。

第5.1.8条 配电屏（盘）或配电线路维修时，应悬挂停电标志牌。停、送电必须由专人负责。

## 第二节 电压为400/230V的自备发电机组

第5.2.1条 发电机组及其控制、配电、修理室等，在保证电气安全距离和满足防火要求的情况下可合并设置也可分开设置。

第5.2.2条 发电机组的排烟管道必须伸出室外。发电机组及其控制配电室内严禁存放贮油桶。

第5.2.3条 发电机组电源应与外电线路电源联锁，严禁并列运行。

第5.2.4条 发电机组应采用三相四线制中性点直接接地系统，并须独立设置，其接地电阻值应符合第4.3.1条要求。

第5.2.5条 发电机控制屏宜装设下列仪表：

- 一、交流电压表；
- 二、交流电流表；
- 三、有功功率表；
- 四、电度表；
- 五、功率因数表；
- 六、频率表；
- 七、直流电流表。

第5.2.6条 发电机组应设置短路保护和过负荷保护。

第5.2.7条 发电机并列运行时，必须在机组同期后再向负荷供电。

# 第六章 配 电 线 路

## 第一节 架空线路

第6.1.1条 架空线必须采用绝缘铜线或绝缘铝线。

第6.1.2条 架空线必须设在专用电杆上，严禁架设在树木、脚手架上。

第6.1.3条 架空线导线截面的选择应满足下列要求：

- 一、导线中的负荷电流不大于其允许载流量；
- 二、线路末端电压偏移不大于额定电压的5%；
- 三、单相线路的零线截面与相线面相同，三相四线制的工作零线和保护零线截面不小于相线截面

的 50%。

四、为满足机械强度要求，绝缘铝线截面小  $16\text{mm}^2$ ，绝缘铜线截面不小于  $10\text{mm}^2$ ；

跨越铁路、公路、河流、电力线路档距内的架空绝缘铝线最小截面不小于  $25\text{mm}^2$ ，绝缘铜线截面不小于  $16\text{mm}^2$ 。

第 6.1.4 条 在一个档距内每一层架空线的接头数不得超过该层导线条数的 50%，且一根导线只允许有一个接头，线路在跨越铁路、公路河流、电力线路档距内不得有接头。

第 6.1.5 条 架空线路相序排列应符合下列规定：

一、在同一横担架设时，导线相序排列是：面向负荷从左侧起为  $L_1$ 、N、 $L_2$ 、 $L_3$ ；

二、和保护零线在同一横担架设时，导线相序排列是：面向负荷从左侧起为  $L_1$ 、N、 $L_2$ 、 $L_3$ 、PE；

三、动力线、照明线在两个横担上分别架设时，上层横担，面向负荷从左侧起为  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ ；下层横担：面向负荷从左侧起为  $L_1$ 、( $L_2$ 、 $L_3$ )、N、PE；在两个以上横担上架设时，最下层横担面向负荷，最右边的导线为保护零线 PE。

第 6.1.6 条 架空城路的档距不得大于 35m；线间距离不得小于 0.3m，横担间的最小垂直距离不得小于表 6.1.6-1 所列数值；铁横担应按 6.1.6-2 选用，本横担截面应为  $80 \times 80\text{mm}$ ；横担长度应符合表 6.1.6-3 的规定。

表 6.1.6-1 横担间的最小垂直距离 (m)

排列方式	直线杆	分支或转角杆
高压与低压	1.2	1.0
低压与低压	0.6	0.3

表 6.1.6-2 铁横担角钢型号选用表

导线截面 ( $\text{mm}^2$ )	低压直线杆 角钢横担	低压承力杆角钢横担	
		二级及三线	四线及以上
16	L50 × 5	2 × L50 × 5	2 × L63 × 5
25			
35			
50	L3 × 5	2 × L63 × 5	2 × L70 × 6
70			
95			
120			

表 6.1.6-3 横担长度选用表 (m)

横 担 长 度		
二线	三线、四线	五线
0.7	1.5	1.8

第 6.1.7 条 架空线路与邻近线路或设施的距离应符合表 6.1.7 的规定。

表 6.1.7 架空线路与邻近线路或设施的距离

项目	邻近线路或设施类别						
最小净空距离 (m)	过引线、接下线与邻线	架空线与拉线电杆外缘			树梢摆动最大时		
	0.13	0.05			0.5		
最小垂直距离 (m)	同杆架设下方的广播线路通讯线路	最大弧垂与地面			最大弧垂与暂设工程顶端	与邻近线路交叉	
		施工现场	机动车道	铁路轨道		1kV 以下	1~10kV
	1.0	4.0	6.0	7.5	2.5	1.2	2.5
最小水平距离 (m)	电杆至路基边缘		电杆至铁路轨道边缘			边线与建筑物凸出部分	
	1.0		杆高 + 3.0			1.0	

第 6.1.8 条 架空线路宜采用混凝土杆或木杆，混凝土杆不得有露筋、环向裂纹和扭曲，木杆不得腐朽，其梢径应不小于 130mm。

第 6.1.9 条 电杆埋设深度直为杆长的 1/10 加 0.6m。但在松软土质处应适当加大埋设深度或采用卡盘等加固。

第 6.1.10 条 直线杆和 15° 以下的转角杆，可采用单横担，但跨越机动车道时应采用单横担双绝缘子；15° 至 45° 的转角杆应采用双横担双绝缘子；45° 以上的转角杆，应采用十字横担。

第 6.1.11 条 架空线路绝缘子应按下列原则选择：

- 一、直线杆采用针式绝缘子；
- 二、耐张杆采用蝶式绝缘子。

第 6.1.12 条 拉线宜用镀锌铁线，其截面不得小于  $3 \times \phi 4.0$ 。拉线与电杆的夹角应在 45° ~ 30° 之间。拉线埋设深度不得小于 1m。钢筋混凝土杆上的拉线应在高于地面 2.5m 处装设拉紧绝缘子。

第 6.1.13 条 因受地形环境限制不能装设拉线时，可采用撑杆代替拉线，撑杆埋深不得小于 0.8m，其底部应垫底盘或石块。撑杆与主杆的夹角直为 30°。

第 6.1.14 条 接户线在档距内不得有接头，进线处离地高度不得小于 2.5m。接户线最小截面应符合表 6.1.14-1 规定。接户线线间及与邻近线路间的距离应符合表 6.1.14-2 的要求。

表 6.1.14-1 接户线的最小截面

接户线架设方式	接户线长度 (m)	接户线截面 (mm <sup>2</sup> )	
		铜 线	铝 线
架空敷设	10 ~ 25	4.0	6.0
	≤ 10	2.5	4.0
沿墙敷设	10 ~ 25	4.0	6.0
	≤ 10	2.5	4.0

表 6.1.14-2 接户线线间及与邻近线路间的距离

架设方式	档距 (m)	线间距离 (mm)
架空敷设	≤ 25	150
	> 25	200

续表

架设方式	档距 (m)	线间距离 (mm)
沿墙敷设	$\leq 6$	100
	$> 6$	150
架空接户线与广播线、电话线交叉		接户线在上部 600 接户线在下部 300
架空或沿墙敷设的接户线零线和相线交叉		100

第 6.1.15 条 配电路采用熔断器作短路保护时，熔体额定电流应不大于电缆或穿管绝缘导线允许载流量的 2.5 倍，或明敷绝缘导线允许载流量的 1.5 倍。

第 6.1.16 条 配电路采用自动开关作短路保护时，其过电流脱扣器脱扣电流整定值，应小于线路末端单相短路电流，并应能承受短时过负荷电流。

第 6.1.17 条 经常过负荷的线路、易燃易爆物邻近的线路、照明线路，必须有过负荷保护。

第 6.1.18 条 装设过负荷保护的配电路，其绝缘导线的允许载流量，应不小于熔断器熔体额定电流或自动开关长延时过流脱扣器脱扣电流整定值的 1.25 倍。

## 第二节 电缆线路

第 6.2.1 条 电缆干线应采用埋地或架设敷设，严禁沿地面明设，并应避免机械损伤和介质腐蚀。

第 6.2.2 条 电缆类型应根据敷设方式，环境条件选择，电缆截面应根据允许载流量和允许电压损失确定。

第 6.2.3 条 电缆在室外直接埋地敷设的深度应不小于 0.6m，并应在电缆上下各均匀铺设不小于 50mm 厚的细砂，然后覆盖砖等硬质保护层。

第 6.2.4 条 电缆穿越建筑物、构筑物、道路、易受机械损伤的场所及引出地面从 2m 高度至地下 0.2m 处，必须加设防护套管。

第 6.2.5 条 电缆线路与其附近热力管道的平行间距不得小于 2m、交叉间距不得小于 1m。

第 6.2.6 条 埋地敷设电缆的接头应设在地面上的接线盒内，接线盒应能防水、防尘、防机械损伤并应远离易燃、易爆、易腐蚀场所。

第 6.2.7 条 橡皮电缆架空敷设时，应沿墙壁或电杆设置，并用绝缘子固定，严禁使用金属裸线作绑线。固定点间距应保证橡皮电缆能承受自重所带来的荷重，橡皮电缆的最大弧垂距地不得小于 2.5m。

第 6.2.8 条 电缆接头应牢固可靠；并应做绝缘包扎，保持绝缘强度，不得承受张力。

第 6.2.9 条 在建高层建筑的临时电缆配电必须采用电缆埋地引入。电缆垂直敷设的位置应充分利用在建工程的竖井、垂直孔洞等，并应靠近负荷中心，固定点每楼层不得少于一处。电缆水平敷设宜沿墙或门口固定，最大弧垂距地不得小于 1.8m。

## 第三节 室内配线

第 6.3.1 条 室内配线必须采用绝缘导线。采用瓷瓶、瓷（塑料）夹等敷设，距地面高度不得小于 2.5m。

第 6.3.2 条 进户线过墙应穿管保护，距地面不得小于 2.5m，并应采取防雨措施。

第 6.3.3 条 进户线的室外端应采用绝缘子固定。

第 6.3.4 条 室内配线所用导线截面，应根据用电设备的计算负荷确定，但铝线截面应不小于  $2.5\text{mm}^2$ ，铜线截面应不小于  $1.5\text{mm}^2$ 。

第 6.3.5 条 潮湿场所或埋地非电缆配线必须穿管敷设，管口应密封。采用金属管敷设时必须作保护接零。

第 6.3.6 条 钢索配线的吊架间距不宜大于 12m。采用瓷夹固定导线时，导线间距应不小于 35mm，瓷夹间距应不大于 800mm；采用瓷瓶固定导线时，导线间距应不小于 100mm，瓷瓶间距应不大于 1.5m；采用护套绝缘导线时，允许直接敷设于钢索上。

## 第七章 配电箱及开关箱

### 第一节 配电箱及开关箱的设置

第 7.1.1 条 配电系统应设置室内总配电屏和室外配电箱或设置室外总配电箱和分配电箱，实行分级配电。

室内总配电屏的装设应符合第五章第一节的规定。

室外总配电箱，分配电箱简称总配电箱、分配电箱（下同），如无特指，合称配电箱。

第 7.1.2 条 动力配电箱与照明配电箱宜分别设置，如合置在同一配电箱内，动力和照明线路应分路设置。

第 7.1.3 条 开关箱应由末级分配电箱配电。

第 7.1.4 条 总配电箱应设在靠近电源的地区，分配电箱应装设在用电设备或负荷相对集中的地区。分配电箱与开关箱的距离不得超过 30m。开关箱与其控制的固定式用电设备的水平距离不宜超过 3m。

第 7.1.5 条 配电箱、开关箱应装设在干燥、通风及常温场所；不得装设在有严重损伤作用的瓦斯、烟气、蒸汽、液体及其它有害介质中。不得装设在易受外来固体物撞击，强烈振动，液体浸溅及热源烘烤的场所。否则，须作特殊防护处理。

第 7.1.6 条 配电箱、开关箱周围应有足够二人同时工作的空间和通道。不得堆放任何妨碍操作、维修的物品；不得有灌木、杂草。

第 7.1.7 条 配电箱、开关箱应采用铁板或优质绝缘材料制作，铁板的厚度应大于 1.5mm。

第 7.1.8 条 配电箱、开关箱应装设端正、牢固，移动式配电箱、开关箱应装设在坚固的支架上。

固定式配电箱、开关箱的下底与地面的垂直距离应大于 1.3m，小于 1.5m，移动式分配电箱、开关箱的下底与地面的垂直距离宜大于 0.6m，小于 1.5m。

第 7.1.9 条 配电箱内的电器应首先安装在金属或非木质的绝缘电器安装板上，然后整体紧固在配电箱箱体内部。

金属板与铁质配电箱箱体应作电气连接。

第 7.1.10 条 配电箱、开关箱内的开关电器（含插座）应按其规定的位置紧固在电器安装板上，不得歪斜和松动。

第 7.1.11 条 配电箱、开关箱内的工作零线应通过接线端子板连接，并与保护零线接线端子板分设。



第 7.1.12 条 配电箱、开关箱内的连接线应采用绝缘导线，接头不得松动，不得有外露带电部分。

第 7.1.13 条 配电箱和开关箱的金属箱体、金属电器安装板以及箱内电器的不应带电金属底座，外壳等必须作保护接零。保护零线应通过接线端子板连接。

第 7.1.14 条 配电箱、开关箱必须防雨、防尘。

## 第二节 电器装置的选择

第 7.2.1 条 配电箱、开关箱内的电器必须可靠完好，不准使用破损、不合格的电器。

第 7.2.2 条 总配电箱应装设总隔离开关和分路隔离开关总熔断器和分路熔断器（或总自动开关和分路自动开关）以及漏电保护器。若漏电保护器同时具备过负荷和短路保护功能，则可不设分路熔断器或分路自动开关。总开关电器的额定值、动作整定值应与分路开关电器的额定值、动作整定值相适应。

第 7.2.3 条 总配电箱应装设电压表，总电流表、总电度表及其它仪表。

第 7.2.4 条 分配电箱应装设总隔离开关和分路隔离开关以及总熔断器和分路熔断器（或总自动开关和分路自动开关）。总开关电器的额定值、动作整定值应与分路开关电器的额定值、动作整定值相适应。

第 7.2.5 条 每台用电设备应有各自专用的开关箱，必须实行“一机一闸”制，严禁用同一个开关电器直接控制二台及二台以上用电设备（含插座）。

第 7.2.6 条 开关箱内的开关电器必须能在任何情况下都可以使用用电设备实行电源隔离。

第 7.2.7 条 开关箱中必须装设漏电保护器，漏电保护器的装设应符合第 4.3.7 条要求。

36V 及 36V 以下的用电设备如工作环境干燥可免装漏电保护器。

第 7.2.8 条 漏电保护器应装设在配电箱电源隔离开关的负荷侧和开关箱电源隔离开关的负荷侧。

第 7.2.9 条 漏电保护器的选择应符合国标 GB 6829—86《漏电电流动作保护器（剩余电流动作保护器）》的要求，开关箱内的漏电保护器其额定漏电动作电流应不大于 30mA，额定漏电动作时间应小于 0.1s。

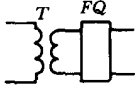
使用于潮湿和有腐蚀介质场所的漏电保护器应采用防溅型产品。其额定漏电动作电流应不大于 15mA，额定漏电动作时间应小于 0.1s。

第 7.2.10 条 总配电箱和开关箱中两级漏电保护器的额定漏电动作电流和额定漏电动作时间应作合理配合，使之具有分级分段保护的功能。

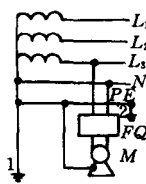
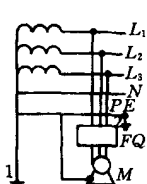
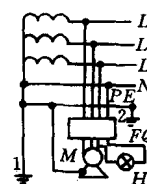
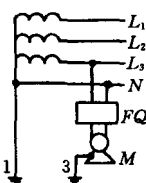
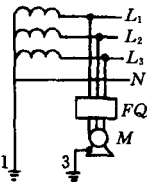
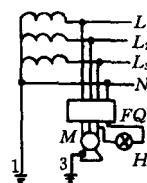
第 7.2.11 条 漏电保护器必须按产品说明书安装、使用。

对搁置已久重新使用和连续使用一个月的漏电保护器，应认真检查其特性，发现问题及时修理或更换，漏电保护器的正确接线方法见表 7.2.11。

表 7.2.11 漏电保护器的接线方法

极级 相数	二 级	三 极	四 极
单相 220V			

续表

极级		二 级	三 极	四 极
相数				
三 相 380V 220V 接 零保护	TN - S 系 统			
三 相 380V 220V 接 地 保 护	TT 系 统			

注： $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ —相线； $N$ —工作零线； $PE$ —保护零线；

1—工作接地；2—重复接地；3—保护接地； $M$ —电动机；

$H$ —灯； $FQ$ —漏电保护器； $T$ —隔离变压器

第 7.2.12 条 手动开关电器只许用于直接控制照明电路和容量不大于 5.5kW 的动力电路。容量大于 5.5kW 的动力电路应采用自动开关电器或降压启动装置控制。

第 7.2.13 条 各种开关电器的额定值应与其控制用电设备的额定值相适应。

第 7.2.14 条 配电箱、开关箱中导线的进线口和出线口应设在箱体的下底面，严禁设在箱体的上顶面、侧面、后面或箱门处。

进、出线应加护套分路成束并做防水弯，导线束不得与箱体进、出口直接接触。

移动式配电箱和开关箱的进、出线必须采用橡皮绝缘电缆。

第 7.2.15 条 进入开关箱的电源线，严禁用插销连接。

### 第三节 使用与维护

第 7.3.1 条 所有配电箱均应标明其名称、用途，并作出分路标记。

第 7.3.2 条 所有配电箱门应配锁，配电箱和开关箱应由专人负责。

第 7.3.3 条 所有配电箱、开关箱应每月进行检查和维修一次。检查、维修人员必须是专业电工。检查、维修时必须按规定穿、戴绝缘鞋、手套，必须使用电工绝缘工具。

第 7.3.4 条 对配电箱，开关箱进行检查、维修时，必须将其前一级相应的电源开关分闸断电，并悬挂停电标志牌，严禁带电作业。

第 7.3.5 条 所有配电箱、开关箱在使用过程中必须按照下述操作顺序。

一、送电操作顺序为：总配电箱——分配电箱——开关箱；

二、停电操作顺序为：开关箱——分配电箱——总配电箱（出现电气故障的紧急情况除外）。

第 7.3.6 条 施工现场停止作业一小时以上时,应将动力开关箱断电上锁。

第 7.3.7 条 开关箱的操作人员必须符合第 2.2.2 条要求,并熟悉开关电器的正确操作方法。

第 7.3.8 条 配电箱、开关箱内不得放置任何杂物,并应经常保持整洁。

第 7.3.9 条 配电箱、开关箱内不得挂接其他临时用电设备。

第 7.3.10 条 熔断器的熔体更换时,严禁用不符合原规格的熔体代替。

第 7.3.11 条 配电箱、开关箱的进线和出线不得承受外力,严禁与金属尖锐断口和强腐蚀介质接触。

## 第八章 电动建筑机械和手持电动工具

### 第一节 一般规定

第 8.1.1 条 施工现场中一切电动建筑机械和手持电动工具的选购、使用、检查和维修必须遵守下列规定:

一、选购的电动建筑机械、手持电动工具和用电安全装置,符合相应的国家标准、专业标准和安全技术规程;并且有产品合格证和使用说明书;

二、建立和执行专人专机负责制,并定期检查和维修保养;

三、保护零线的电气连接符合第 4.2.1 条要求,对产生振动的设备其保护零线的连接点不少于两处;

四、在做好保护接零的同时,还要按第 4.3.7 条、第 7.2.9 条和第 7.2.11 条要求装设漏电保护器。

第 8.1.2 条 塔式起重机、室外电梯、滑升模板的金属操作平台和需要设置避雷装置的井字架等,除应做好保护接零外,还必须按第 4.3.2 条规定做重复接地。设备的金属结构架之间应保证电气连接。

第 8.1.3 条 手持电动工具中的 II 类工具和 III 类工具可不作保护接零。

第 8.1.4 条 电动建筑机械或手持电动工具的负荷线,必须按其容量选用无接头的多股铜芯橡皮护套软电缆。其性能应符合国标 GB1169-74《通用橡套软电缆》的要求。其中绿/绿双色线在任何情况下只能用作保护零线或重复接地线。

第 8.1.5 条 每一台电动建筑机械或手持电动工具的开关箱内,除应装设过负荷、短路、漏电保护装置外,还必须按第 7.2.6 条要求装设隔离开关。

### 第二节 起重机械

第 8.2.1 条 塔式起重机的电气设备应符合国标 GB 5144-85《塔式起重机安全规程》中的要求。

第 8.2.2 条 塔式起重机与外电路的安全距离,应符合第 3.1.4 条要求。

第 8.2.3 条 塔式起重机的重复接地,应在轨道两端各设一组接地装置,两条轨道间应作环形电气连接。道轨的接头处,应做电气连接。对较长的轨道,每隔 30m 应加一组接地装置。

第 8.2.4 条 塔式起重机应按第四章第四节要求设置防雷装置。

第 8.2.5 条 塔式起重机的供电电缆不得拖地行走。

第 8.2.6 条 需要夜间工作的塔式起重机,应设置正对工作面的投光灯。塔身高于 30mm 时,应在塔顶和臂架端部装设防撞红色信号灯。

第 8.2.7 条 在强电磁波源附近工作的塔式起重机,应在吊钩与机体间采取隔离措施。

第 8.2.8 条 外用电梯轿厢内、外均应安装紧急停止开关。

第 8.2.9 条 外用电梯轿厢与楼层间应安装双向通讯系统。

第 8.2.10 条 外用电梯轿厢所经过的楼层,应设置机械或电气联锁装置的防护门或栅栏。

第 8.2.11 条 每日工作前必须对外用电梯的行程开关、限位开关、紧急停止开关、驱动机构和制动器等空载检查,正常后方可使用。检查时必须有防坠落的措施。

第 8.2.12 条 升降机的上下极限位置应设置限位开关。

### 第三节 桩工机械

第 8.3.1 条 潜水式钻孔机电机的密封性能,应符合国标 GB1498—79《电机低位电器外壳防护等级》中的 IP68 级规定。

第 8.3.2 条 潜水电机的负荷线应采用 YHS 型潜水电机用防水橡皮护套电缆,长度应不小于 1.5m,不得承受外力。

第 8.3.3 条 潜水式钻孔机所装设的漏电保护器应符合第 7.2.9 条对潮湿场所使用漏电保护器的要求。

### 第四节 夯土机械

第 8.4.1 条 夯土机械必须装设防溅型漏电保护器。其额定漏电动作电流不应大于 15mA,额定漏电动作时间应小于 0.1s。

第 8.4.2 条 夯土机械的负荷线应采用耐气候型的橡皮护套铜芯软电缆。

第 8.4.3 条 使用夯土机械必须按规定穿戴绝缘用品,应有专人调整电缆。电缆线长度应不大于 50m。严禁电缆缠绕、扭结和被夯土机械跨越。

多台夯土机械并列工作时,其间距不得小于 5m;串联工作时,不得小于 10m。

第 8.4.4 条 夯土机械的操作扶手必须采取绝缘措施。

### 第五节 焊接机械

第 8.5.1 条 焊接机械应放置在防雨和通风良好的地方。焊接现场不准堆放易燃易爆物品。

交流弧焊机变压器的一次侧电源线长度应不大于 5m,进线处必须设置防护罩。

第 8.5.2 条 使用焊接机械必须按规定穿戴防护用品,对发电机式直流弧焊机的换向器,应经常检查和维护。

第 8.5.3 条 焊接机械的二次线直采用 YHS 型橡皮护套铜芯多股软电缆。电缆的长度应不大于 30m。

### 第六节 手持式电动工具

第 8.6.1 条 一般场所应选用 II 类手持式电动工具,并应装设额定动作电流不大于 15mA,额定漏电动作时间小于 0.1s 的漏电保护器。

若采用 I 类手持式电动工具,还必须作保护接零。

第 8.6.2 条 露天、潮湿场所或在金属构架上操作时,必须选用 II 类手持式电动工具,并装设防溅的漏电保护器。严禁使用 I 类手持式电动工具。

第 8.6.3 条 狭窄场所(锅炉、金属容器、地沟、管道内等),宜选用带隔离变压器的 III 类手持

式电动工具；若选用 II 类手持式电动工具，必须装设防溅的漏电保护器。把隔离变压器或漏电保护器装在狭窄场所外面，工作时并应有人监护。

第 8.6.4 条 手持电动工具的负荷线必须采用耐气候型的橡皮护套铜芯软电缆，并不得有接头。

第 8.6.5 条 手持式电动工具的外壳、手柄、负荷线、插头、开关等必须完好无损，使用前必须作空载检查，运转正常方可使用。

## 第七节 其他电动建筑机械

第 8.7.1 条 平板振动器、地面抹光机、水磨石机、水泵等设备的漏电保护应符合第 7.2.9 条和第 8.6.2 条的要求。

第 8.7.2 条 平板振动器、地面抹光机、水磨石机的负荷线必须采用耐气候型的橡皮护套铜芯软电缆。

水泵的负荷线必须采用 YHS 型防水橡皮护套电缆，不得承受任何外力。

# 第九章 照 明

## 第一节 一般规定

第 9.1.1 条 在坑洞内作业、夜间施工或自然采光差的场所，作业厂房、料具堆放场、道路、仓库、办公室、食堂、宿舍等，应设一般照明、局部照明或混合照明。

在一个工作场所内，不得只装设局部照明。

停电后，操作人员需要及时撤离现场的特殊工程，必须装设自备电源的应急照明。

第 9.1.2 条 现场照明应采用高光效、长寿命的照明光源。对需要大面积照明的场所，应采用高压汞灯、高压钠灯或混光用的卤钨灯。

第 9.1.3 条 照明器的选择应按下列环境条件确定：

- 一、正常湿度时，选用开启式照明器；
- 二、在潮湿或特别潮湿的场所，选用密闭型防水防尘照明器或配有防水灯头的开启式照明器；
- 三、含有大量尘埃但无爆炸和火灾危险的场所，采用防尘型照明器；
- 四、对有爆炸和火灾危险的场所，必须接危险场所等级选择相应的照明器；
- 五、在振动较大的场所，选用防振型照明器；
- 六、对有酸碱等强腐蚀的场所，采用耐酸碱型照明器。

第 9.1.4 条 照明器具和器材的质量均应符合有关标准、规范的规定，不得使用绝缘老化或破损的器具和器材。

## 第二节 照明供电

第 9.2.1 条 照明灯具电源末端的电压偏移应符合下列数值：

一、一般工作场所（室内或室外）的电压偏移允许为额定电压值  $-5\% \sim 5\%$ 。远离电源的小面积工作场所，电压偏移值允许为额定电压值的  $-10\% \sim 5\%$ 。

二、道路照明、警卫照明或额定电压为  $12 \sim 36\text{V}$  的照明，电压偏移值允许为额定电压值的  $-10\% \sim 5\%$ 。

第 9.2.2 条 一般场所宜选用额定电压为  $220\text{V}$  的照明器。

对下列特殊场所应使用安全电压照明器：

一、隧道、人防工程，有高温、导电灰尘或灯具离地面高度低于 2.4m 等场所的照明，电源电压应不大于 36V；

二、在潮湿和易触及带电体场所的照明电源电压不得大于 24V。

三、在特别潮湿的场所、导电良好的地面、锅炉或金属容器内工作的照明电源电压不得大于 12V。

第 9.2.3 条 照明系统中的每一单相回路上，灯具和插座数量不宜超过 25 个，并应装设熔断电流为 15A 及 15A 以下的熔断器保护。

第 9.2.4 条 使用行灯应符合下列要求：

一、电源电压不超过 36V；

二、灯体与手柄应坚固、绝缘良好并耐热耐潮湿；

三、灯头与灯体结合牢固，灯头无开关；

四、灯泡外部有金属保护网；

五、金属网、反光罩、悬吊挂钩固定在灯具的绝缘部位上。

第 9.2.5 条 照明变压器必须使用双绕机组，严禁使用自耦变压器。

第 9.2.6 条 便携式变压器的一次侧电源引线应采用橡皮护套电缆或塑料护套软线。其中绿/黄双色线作保护零线用，中间不得有接头，长度不宜超过 3m，电源插销应选用有接地触头的插销。

第 9.2.7 条 工作零线截面应按下列规定选择：

一、单相及二相线路中，零线截面与相线截面相同；

二、三相四线制线路中，当照明器为白炽灯时，零线截面按相线载流量的 50% 选择；当照明器为气体放电灯时，零线截面按最大负荷相的电流选择；

三、在逐相切断的三相照明电路中，零线截面与相线截面相等；若数条线路共用一条零线时，零线截面按最大负荷相的电流选择。

第 9.2.8 条 室内、外照明线路的敷设应符合第六章要求。

### 第三节 照明装置

第 9.3.1 条 照明灯具的金属外壳必须作保护接零。单相回路的照明开关箱（板）内必须装设漏电保护器。

第 9.3.2 条 室外灯具距地面不得低于 3m，室内灯具不得低于 2.4m。

第 9.3.3 条 路灯的每个灯具应单独装设熔断器保护。灯头线应做防水弯。

第 9.3.4 条 荧光灯管应用管座固定或用吊链。悬挂镇流器不得安装在易燃的结构物上。

第 9.3.5 条 钠、铊、铟等金属卤化物灯具的安装高度宜在 5m 以上，灯线应在接线柱上固定，不得靠近灯具表面。

第 9.3.6 条 投光灯的底座应安装牢固，按需要的光轴方向将枢轴拧紧固定。

第 9.3.7 条 螺口灯头及接线应符合下列要求：

一、相线接在与中心触头相连的一端，零线接在与螺纹口相连的一端；

二、灯头的绝缘外壳不得有损伤和漏电。

第 9.3.8 条 灯具内的接线必须牢固。灯具外的接线必须做可靠的绝缘包扎。

第 9.3.9 条 暂设工程的照明灯具宜采用拉线开关。开关安装位置应符合下列要求：

一、拉线开关距地面高度为 2~3m，与出、入口的水平距离为 0.15~0.2m。拉线的出口应向下；

二、其它开关距地面高度为 1.3m，与出、入口的水平距离为 0.15~0.2m。

严禁将插座与搬把开关靠近装设；严禁在床上装设开关。

第 9.3.10 条 电器、灯具的相线必须经开关控制，不得将相线直接引入灯具。

第 9.3.11 条 对于夜间影响飞机或车辆通行的在建工程或机械设备，必须安装设置醒目的红色信号灯。其电源应设在施工现场电源总开关的前侧。

# 第三篇

## 建筑管道安装工程



# 第一部分 建筑管道安装工程 工程施工技术

## 第一章 室内给排水管道系统 安装工程施工技术

### 第一节 室内给水管道的安装施工技术

室内给水管道的安装包括引入管、干管、立管、支管的安装。

室内给水管道的安装有明装和暗装两种形式。明装管道一般沿墙、梁、柱、天花板下、地板旁暴露敷设。暗装管道敷设在天花板下吊顶中，管井、管槽、管沟中，常见于宾馆、酒店等要求较高的建筑。

#### 一、室内给水管道的安装原则和顺序

室内给水管道的安装应遵循先地下后地上，先大管后小管，先主管后支管的原则。若管道交叉发生矛盾时，应小管让大管，给水管让排水管，支管让主管。

室内给水管道安装应横平竖直，其偏差不应超过表 3-1-1 中规定的数值。

表 3-1-1 安装允许偏差

项目	内 容		允许偏差/mm	
1	水平管道纵横发现弯曲时	管长每 10m	$DN \leq 100\text{mm}$	5
			$DN > 100\text{mm}$	10
2	立管垂直度	横向全长 25m 以上		25
		每 1m		2
		5m 以上		$\leq 8$
3	成排管段或成排阀门	在同一直线上间距		3

室内给水管道的安装顺序是：安装前的准备工作、管道的预制加工、干管安装、立管安装、支管安装、管道的防腐与保温、管道试压、管道冲洗。

## 二、室内给水管道的安装

### 1. 安装前的准备工作

安装前的准备工作包括熟悉工程安装的内容，明确施工的质量要求，设备的种类、型号、数量、安装位置等，核实并了解现场情况，配合土建施工人员预留埋管道的墙洞，并检查和确认管道穿墙、基础、楼板时所预留的孔洞尺寸符合设计要求或表 3-1-2 的规定。

表 3-1-2 给水管预留孔洞的尺寸 (单位: mm)

项 目	管道名称	管 径	明 管	暗 管
			留孔尺寸 长×宽	墙槽尺寸 宽×深
1	单根给水立管	≤25	100×100	130×130
		32~50	150×150	150×130
		70~100	200×200	200×200
2	双根给水立管	≤32	150×100	200×130
3	给水支管	≤25	100×100	60×60
		32~40	150×130	150×100
4	给水引入管	≤100	300×200	-

### 2. 安装给水引入管

(1) 引入管的安装形式如图 3-1-1 所示，给水引入管是由总阀至距外墙皮 1m 处的管段  $L_1$ 、 $L_2$  组成。引入管底部用三通管件连接，三通底部装泄水阀或丝堵，以利于系统试压及冲洗水的排除。安装时经量尺或比量法下料，在地面上预制成整体后，一次性地穿入基础孔洞进行安装。必要时，引入管预制并经试压合格后再穿入基础孔洞，以确保引入管螺纹连接的严密性。

引入管在室外直接埋入地下时，通常敷设在冰冻线以下 200mm，覆土厚度不小于 0.7~1.0m，敷设坡度不小于 0.003，且应做防腐处理。

若给水引入管与排水管平行敷设时，其水平净距不得小于 1m；交叉敷设时，给水管在上，垂直净距为 150mm。

(2) 引入管进入室内部分的施工 引入管进入室内部分有两种情况：一种是由基础下面通过进入室内；另一种是穿过墙壁或建筑物的基础进入室内。

1) 引入管由基础下面通过如图 3-1-2 所示，引入管由基础下面通过敷设时，应尽量与建筑物外墙的轴线垂直。安装时，引入管下部及转弯处应设置支座，支座用 75

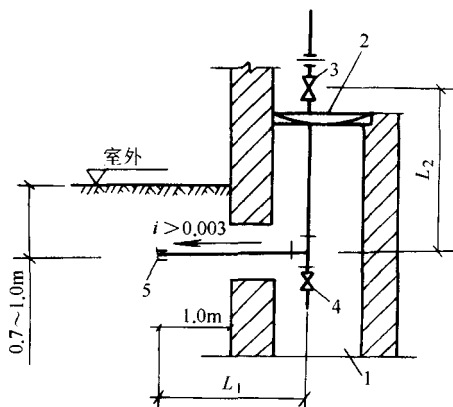


图 3-1-1 给水引入管的安装示意图

1—管道竖井 2—活动盖板 3—给水总阀

4—泄水阀 5—管接头管丝堵

号混凝土浇注，支座高度比引入管直径大 200mm，其间隙用土回填并压实。

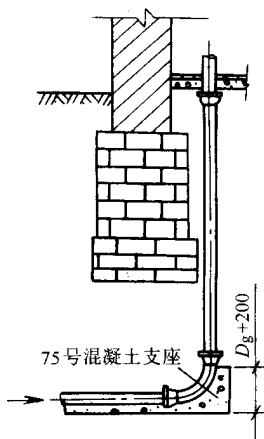


图 3-1-2 引入管由基础下面通过时的安装示意图

2) 引入管穿墙基础敷设如图 3-1-3 所示，敷设时应尽量与建筑物外墙的轴线垂直。在穿越建筑物基础时，为了防止建筑物下沉而破坏引入管，应配合土建施工预留孔洞或预埋套管，预留孔洞或预埋钢套管的直径应比引入管直径大 100~200mm。引入管敷设在预留孔内时，其管顶距孔壁的距离不小于 100mm，预留孔与管道间隙用粘土填实，两端用 1:2 的水泥砂浆封口。

(3) 水表节点的安装 引入管上一般要安装水表节点，水表的安装有设旁通管和不设旁通管两种形式。

1) 不设旁通管的水表安装 如图 3-1-4 所示，对用水量不大，用水可以间断的建筑，安装水表节点时一般不设旁通管，只需在水表前后安装阀门即可。其接口根据所选用水表已有的接口形式确定。

安装螺翼式水表时，表前与阀门间的直管段长度应不小于 8~10 倍的水表直径；安

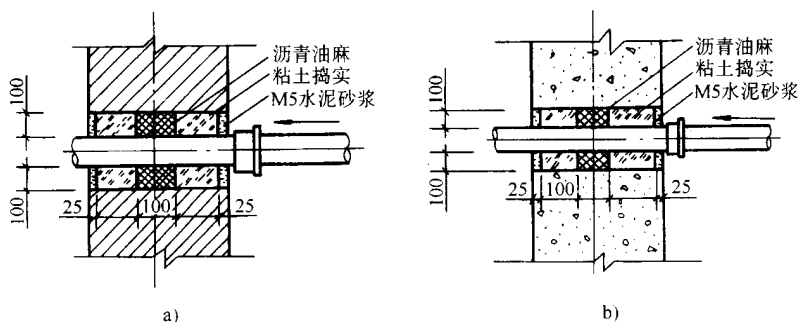


图 3-1-3 引入管穿墙基础的安装示意图

a) 给水管穿越砖基础 b) 给水管穿越混凝土基础

装其他水表时，表前后的直管段长度不应小于 300mm。另外，一定要注意表的方向性，以免装倒而损坏表件。

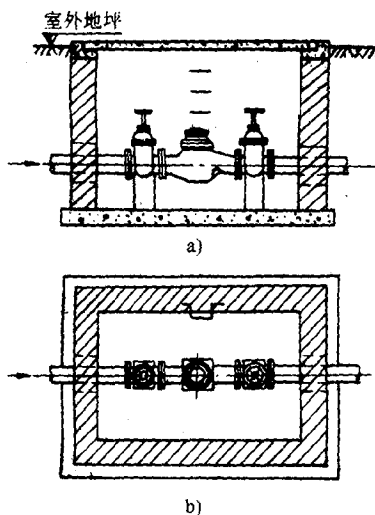


图 3-1-4 不设旁通管的水表安装示意图

a) 立面图 b) 平面图

2) 设旁通管的水表安装 如图 3-1-5 所示，对于用水要求较高的建筑物，安装水表节点时应设置旁通管。旁通管由阀门两侧的三通引出，中间加阀门进行连接。安装时，水表下面应设置红砖或混凝土预制块。若建筑物有两条引入管时，每条引入管上水表出口处均应装设止回阀。

### 3. 安装干管

室内给水干管的安装有埋地式安装和架空式安装两种形式。给水干管的安装应按照先装支架后装管道的原则进行。

给水干管上设置的阀门、排泄孔等处隐蔽安装时，均应设置活门以利于维护和使用。所有暗装管道均应经试压合格后方可隐蔽。

(1) 敷设埋地干管 埋地干管一般置于管沟内或直接埋设在地面下。安装时首先按照设计图样确定干管的位置、标高，并开挖土方至适宜的深度。布置管道的管沟尺寸如

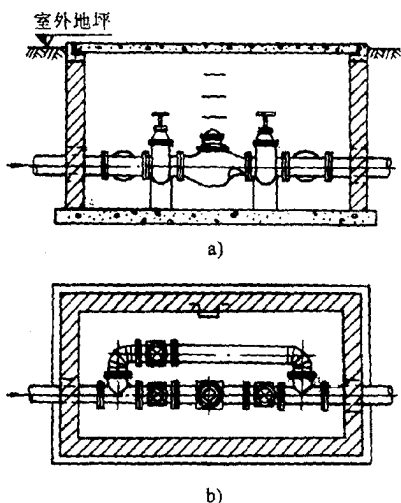


图 3-1-5 设旁通管的水表安装示意图

a) 立面图 b) 平面图



设计无要求时，按表 3-1-3 中的规定执行。

表 3-1-3

布置管道的管沟尺寸

(单位: mm)

	DN	25 ~ 40	50 ~ 70	80	100 ~ 125	150	200	250	300
	H	400	450	500	550	650	700	800	800
B	400	500	500	600	600	700	800	850	

埋地管道应有 0.002 ~ 0.005 的坡度坡向给水入口处，以便于在检查维修时泄空管内的水。管沟内的管道应尽量单层敷设，以便于安装和检修；若为双层或多层敷设时，一般将管径较小、阀门安装较多的管子安放在上层。

对于直接埋地的管道，可以采用涂防锈漆或按三油两布的方法进行防腐处理后再行安装。

## (2) 安装架空干管

### 1) 操作方法

① 确定干管安装位置、标高、坡度、使用卷尺、水平仪等工具，按照图样的设计要求确定干管的实际安装位置、标高、坡度等。确定管道中心线的位置时可以采用拉线法，即先确定管道两端的标高，然后以两端的标高拉直线，从而定出管道中心线的位置。

② 安装支架 根据安装管道的实际尺寸和位置制作并埋好支架。栽好的支架待埋固砂浆的强度达到要求后方可在上面安装管道。需要在墙上打洞的位置要打十字线，十

字线的长度要大于孔径，以便于校核管道的安装位置。

③ 预制组装干管 在主干管中心线上定出各立管分支的位置，然后测量各主管间的管段长度并在地面进行预制、组装和编号，组装长度以吊装方便为宜。

④ 安装干管 安装时从总进出口开始操作，将预制好的管道运到安装部位按编号依次排开，清扫管膛后按编号依次进行吊装。吊装上的管子应先用支架上的卡环固定，然后再进行紧固连接。

若干管是铸铁管时，安装前还应将承口内侧和插口外侧端头的沥青除掉，并将承口朝来水方向顺序排列，连接的对口间隙应不小于 3mm。

干管安装好以后还应进行拨正调直，使得从管子一端看过去在一条直线上。同时复核甩口的位置、方向及变径，检查无误后，所留管口均要加临时丝堵堵严，以防杂物进入管腔内。

## 2) 操作要领及注意事项

① 当两立管间干管管段较长时，可用管接头延长直线管段。干管经比量法下料后进行螺纹连接时，应使用两把管钳加力，保证已经安装就位的管件不再被扭动。

② 给水干管的分流用 T 形三通或四通管件。变径时，可在三通过后拧入管子补心变径，也可在三通过后拧入短管以同心大小头管件变径。当干管上装阀门时，阀前必须安装可拆卸的活接头，安装时若因阀杆阻挡而不能转动时，可将阀座与阀杆从压盖处卸掉以便螺纹连接时方便管子转动。

③ 给水干管应在支架安装时保证使管道具有不小于 0.003 的坡度，以利于冲洗和排空。地下干管在上管前，应将各分支口堵好，防止泥砂等杂物进入管内。在安装主管时，应将各管口清理干净，保证管路畅通。

④ 给水干管中部设固定支架，以保证管道系统的整体稳定性。每安装一段干管应使用活动支架的 U 形管卡相对固定，防止管道滚落伤人，同时保证下一段管子量尺的准确。

## 4. 安装立管

立管一般沿房间的墙角或墙、梁、柱敷设。立管与墙的净距随管径大小而异，当管径  $\leq 32\text{mm}$  时，净距为 25 ~ 35mm；管径  $> 32\text{mm}$  时，净距为 30 ~ 50mm。

### (1) 操作方法

1) 确定立管中心线位置 首先确定建筑物顶层楼板上立管中心线的位置，随后以中心线为圆心打一个直径约为 20mm 的小孔，用线锤依次向下层楼板吊线、打孔，并在墙上弹出垂直线。然后核对并修整各层上孔洞的位置和尺寸，使其比立管外径大 20 ~ 30mm。按照给水配件或卫生器具的安装高度确定每层立管上连接的支管位置并划线。

2) 埋设立管卡 根据墙上的划线和立管与墙面的尺寸埋好立管卡。建筑物层高小于或等于 5m 时，每层楼安装一个立管卡；层高大于 5m 时，每层楼至少安装 2 个立管卡。一个管卡的安装高度距地面 1.8m，2 个以上管卡应均匀安装。

3) 预制组装立管 立管的预制应以楼层管段长度为单元进行，如图 3-1-6 所示。先按照设计标高，自各楼层地面向上量出横支管的安装高度  $L'_1$ 、 $L'_2$ 、 $L'_3$ 、 $L'_4$ ，并在立管安装中心线上画出十字线，用皮尺穿过楼板洞，实测两楼层间横支管位置十字线间

的距离，测出各楼层预制立管的实际尺寸  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ （其中  $L_1$  包括阀门、活接头管件的尺寸）。按照尺寸对管子下料，在地面按照管道连接顺序预制、组装、检查调直后编号并运到现场进行安装。

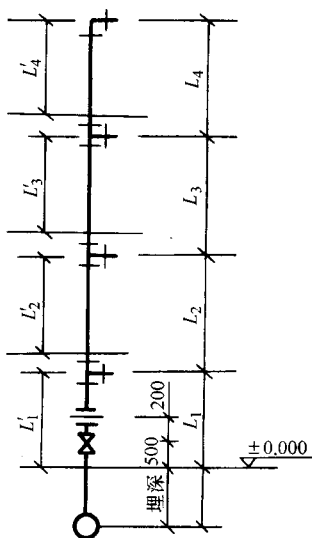


图 3-1-6 给水立管的预制和安装示意图

4) 安装立管 安装前先清除立管上横支管处的封堵物和泥砂等，然后按立管上的编号从一层干管用头处往上逐层进行安装。

操作时，应两人配合，一个人在下端托管，另一个人在上端上管。注意支管的接入方向。安装好后进行检查，保证立管的垂直度和管道距墙的距离符合设计要求，使其正面和侧面都在同一垂直线上，最后收紧管卡。

### (2) 操作要领及注意事项

1) 暗装管道施工时，应配合土建施工预留尺寸合适的管槽。管道安装、试压要在墙壁抹灰前完成，阀门及管道活接件不得埋入墙内。立管上在距地面 150mm 处应装设阀门及可拆卸的连接件。

2) 立管穿楼板时应加设套管，套管高出地面 10~20mm，拧紧螺纹后随即用立管卡固定于安装中心线上。立管周围楼板的孔隙，用不小于楼板混凝土强度等级的细石混凝土填实。支管的甩口均要加好临时丝堵。

3) 给水立管从干管上常常不能直接垂直接出，需配以 2~3 个弯管及短管方可引至立管的安装位置上。图 3-1-7 示为生活热水立管与干管的连接示意图，即生活热水立管通过三通、短管、弯头、阀门、活接头等和立管相连接，供安装时参照执行。

4) 给水立管与排水立管并行时，应置于排水立管外侧；与热水立管并行时，应置于热水立管的右侧；与热水支管竖向交叉时，给水立管上应装半圆弯。在管道穿越墙壁、楼板等处均应设置套管。多层及高层建筑每隔一层在立管上安装一个活接头。5.

### 安装支管

#### (1) 操作方法

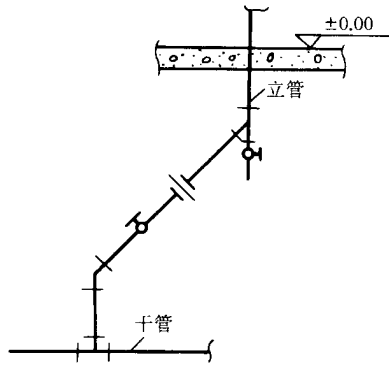


图 3-1-7 生活热水立管与干管的安装示意图

1) 划线与打孔 首先在墙上弹出水平支管的安装位置横线，并在横线上画出各分支支管或给水配件位置的中心线。同时找准穿墙孔洞的中心位置，用十字线标记在墙面上，然后用电钻打孔，使孔洞中心与管道中心对准，孔洞直径大于管道外径 20~30mm。支管暗装时，应在管道安装位置的墙上凿槽。

2) 预制管材和预组装 测出各支管的实际尺寸，根据尺寸进行预制组装并编号，检查调直后进行安装。

3) 安装支管 将预制好的支管按位置和编号进行安装，找平找正后，用钩钉或管卡进行固定，管卡或钩钉设在管件之间的中间位置。

接卫生器具的冷、热水预留口应设在明处并加丝堵。支管口在同一方向开出的配水点管头，应在同一轴线上，保证美观。支管安装完后，应检查并清除所有管内残留的污物，然后用管堵或管帽进行封闭，以防污物进入并为充水试压作好准备。

4) 支管上水表安装 为了节约用水和计量用水量，一般从给水立管上接出至室内的横支管入口处均安装水表。如图 3-1-8 所示，水表安装时应水平，水表前安装阀门，水表外壳距离墙面不得大于 30mm，表壳上的箭头方向必须与管道内的水流方向一致。水表的安装高度为 600~1200mm，水表前后直管长度为 300mm，管中心距离墙面 20~25mm。

在居民住宅内水表安装不能按要求的距离放置时，可以在水表的补心外设置弯管进行安装，如图 3-1-9 所示。若水表前后直管长度大于 300mm 时，其超出管段应用弯头引靠至墙面，沿墙面敷设。

## (2) 操作要领及注意事项

1) 给水、生活热水供应系统的横支管安装时应具有不小于 0.002 的坡度。冷、热水管道并行安装时应遵循“上热下冷”、“左热右冷”的原则，即冷、热水管平行安装时，热水管在上；垂直安装时，热水管在左。

2) 暗装的横支管与暗装的立管连接时，先将立管三通口朝外拧偏一个适当的角度，待与横支管连接后，再推动横支管使立管三通复位，横支管即可嵌入墙槽中。

3) 连接卫生器具的支管一般先安装到器具的进水阀处，待系统试压合格且卫生器具安装后，再与卫生器具接通，此后连接的短管可用通水试漏的方法检验。

4) 冷水管应以半圆跨越与其并行的横支管接至卫生器具，垂直安装的器具支管均



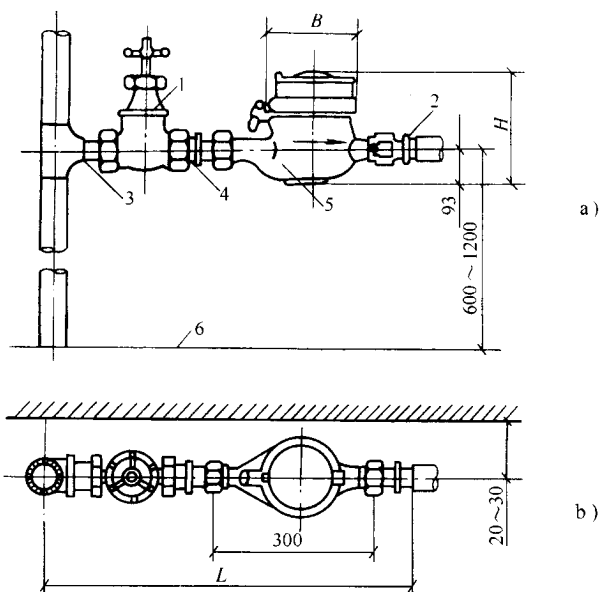


图 3-1-8 室内水表的安装示意图

a) 立面图 b) 平面图

1—阀门 2、4—补心 3—短管 5—水表 6—地面或楼板面

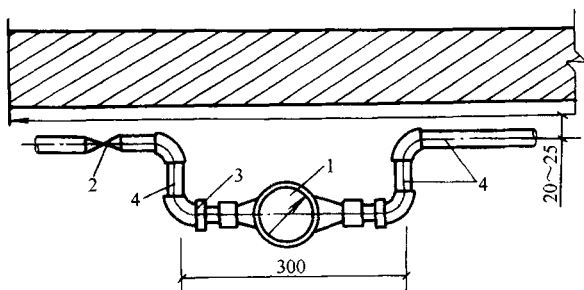


图 3-1-9 进户水表的安装示意图

1—水表 2—阀门 3—补心 4—镀锌管

应保证安装的垂直度。带半圆弯的支管与横支管跨越连接时，先将横支管上的三通口朝外拧偏一个适当的角度，待半圆弯管及阀门组装管段连接后，再使横支管上的三通复位，半圆弯即可安装到位。

### 6. 室内给水管道安装时的特殊处理

(1) 管道穿越伸缩缝和沉降缝 管道穿越伸缩缝和沉降缝时有柔性处理和刚性处理两种方法。

柔性处理是将管道的穿越部分采用钢丝编织橡胶软管进行连接，如图 3-1-10a 所示。

刚性处理是将穿越部分做成螺纹管件（螺纹弯头）连接的“U”形管段，利用螺纹管微小的旋动缓解由沉降不均引起对管道的剪切力，如图 3-1-10b 所示。

(2) 管道穿越地下室或地下构筑物外墙 管道穿越地下室或地下构筑物外墙时，除

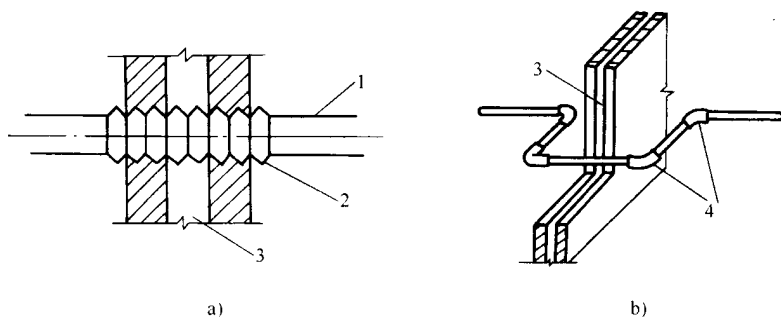


图 3-1-10 管道穿越伸缩缝的安装示意图

a) 柔性处理 b) 刚性处理

1—管道 2—软管 3—沉降缝 4—螺纹弯头

设置套管外，还应采取防水措施。

有振动或有严密防水要求的构筑物，应采用柔性防水套管，如图 3-1-11 所示。室内管道套管应随同管道一起安装。安装时，先将预制套管套在管道上，待调整管道时，再将其移到所需位置，管外壁与套管间的缝隙应均匀。固定好后，用水将孔洞冲洗干净、浸湿，然后灌砂浆抹平。柔性套管穿过混凝土墙厚  $L$  不应小于 300mm，否则应将浇注范围内的混凝土墙一边或两边加厚，加厚部分的直径应比翼环直径大 200mm。

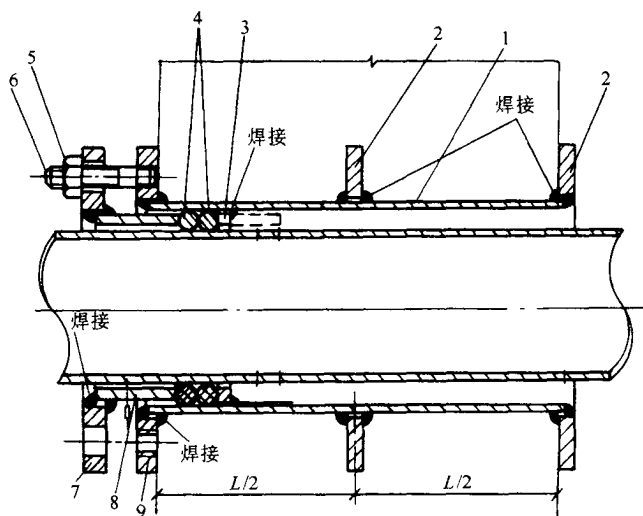


图 3-1-11 柔性防水套管的安装示意图

1—套管 2—翼环 3—挡圈 4—橡胶条 5—螺母

6—双头螺栓 7—法兰盘 8—短管 9—翼盘

无特殊要求时，可采用刚性防水套管，如图 3-1-12 所示。刚性防水套管处的混凝土墙厚  $L$  不应小于 200mm，否则应将墙壁一边或两边加厚，加厚部分的直径应比翼环直径大 200mm。室内管道与套管间的环形间隙用石棉绳填塞并捣实严密。

## 7. 给水管道系统的试压

室内给水管道安装完毕后需进行水压试验，其目的是为了检查管道及接口的强度和

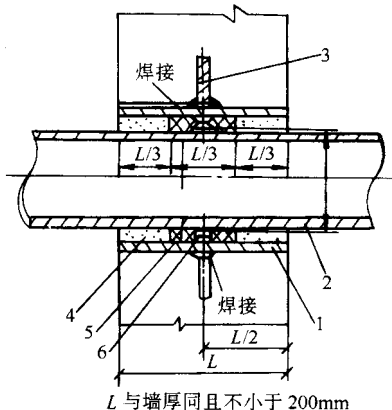


图 3-1-12 刚性防水套管的安装示意图

1—钢套管 2—钢管 3—翼环 4—石棉水 5—油麻 6—挡圈

严密性。试验压力应不小于  $0.6\text{MPa}$ 。生活饮用水和生产、消防合用的管道，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不得超过  $1\text{MPa}$ 。

根据工程的需要，可先分段试验，后全系统试验；也可以全系统只进行一次试验。

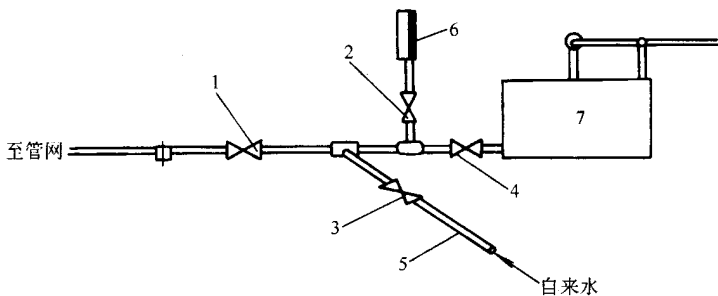


图 3-1-13 管道系统试压操作接管示意图

1、2、3、4—阀门 5—自来水管 6—压力表 7—手动试压泵

### (1) 操作方法

1) 连接试压系统 准备好试压泵、管材、管件、阀门、压力表等工具和器材，按图 3-1-13 所示进行接管。在试压系统的最高点设置排气阀，将室内引入管外侧用盲板堵死，系统中各配水设备一律不得安装，并将管口堵严。

2) 向试压系统注水 确认无敞口管头及遗漏项目时，即可向系统内通水。水压试验一般采用自来水。注水前，打开排气阀和阀门 1、2、3，使系统充满水，待放气阀连续出水时将其关闭。

3) 试压 用试压泵向系统中加压。升压不能太快，一般以 2~3 次升至试验压力为宜，然后关闭阀 4，10min 后观察压力表，以压力下降不大于  $0.05\text{MPa}$  为强度试验合格。然后将试验压力降至工作压力，对系统做外观检查，以无渗漏现象为严密性试验合格。最后，拆除试压系统，同时将系统中的水排尽。

### (2) 操作要领及注意事项

1) 使用压力表前需进行校验，在试压过程中压力表应始终保持开启状态。试压时，

管道系统中的空气一定要排干净。

2) 水压试验通常在环境温度 5℃ 以上进行。若气温低于 5℃ 时试压, 应使用温水并采取防冻措施, 在 5 ~ 10min 内使水充满管道系统并进行试验。试压合格后, 应及时泄空管网内的存水, 同时拆除试压设备, 以防管道冻裂。

3) 隐蔽管道要在隐蔽前进行试压, 且试压合格后方可进行隐蔽。

4) 试压过程中若发现螺纹或配件处有小的渗漏, 可上紧至不漏为合格。若有较大渗漏部位, 应及时采取措施进行修补, 直至系统再次试压合格后方可交付使用。一般容易渗漏的部位出现在管子的砂眼处, 由于套制的螺纹不符合质量要求、填料缠绕不当等原因使接口不严密处, 活接头连接部位, 管子焊接处, 法兰连接接口处等, 对上述部位应仔细检查。

### 8. 管道冲洗、消毒

新铺给水管道竣工或旧管道检修后, 均应进行冲洗消毒。操作时, 将管道中已安装的水表拆除, 以短管代替, 且在管道末端设置几个放水点以排除冲洗水。

#### 操作方法

(1) 配制消毒液 一般采用漂白粉配制消毒液新安装的给水管道冲洗消毒时, 每 100m 管道漂白粉及水的用量可参照表 3-1-4 内的要求选用。

表 3-1-4 每 100m 管道漂白粉用量及用水量

管径/mm	用水量 m <sup>3</sup>	漂白粉用量/kg	管径/mm	用水量/m <sup>3</sup>	漂白粉用量/kg
15 ~ 50	0.8 ~ 5	0.09	300	42	0.93
75	6	0.11	350	56	0.97
100	8	0.14	400	75	1.30
150	14	0.14	450	93	1.61
200	22	0.38	500	116	2.02
250	32	0.55	600	168	2.90

(2) 消毒 将配制好的消毒液随水流一起加入管中, 浸泡 24h 后再放水清洗。

(3) 冲洗 冲洗时用自来水连续进行, 要保证充足的流量。直至排出的水中无杂质, 且管内的含氯量和细菌量经检测后满足标准的要求。

## 第二节 室内排水管道安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于室内排水、雨水用的铸铁管、碳素钢管、石棉水泥管、预应力钢筋混凝土管、钢筋混凝土管、混凝土管、陶土管(缸瓦管)和硬聚氯乙烯塑料管的安装。

一、埋地铺设的管道宜分两段施工。第一段先作 ±0.00 以下的室内部分, 至伸出外墙为止。待土建施工结束后, 再铺设第二段, 从外墙接入检查井。如果埋地管为铸铁

管，地面以上为塑料管时，底层塑料管插入其承口部分的外侧应先用砂纸打毛。插入后用麻丝填嵌均匀，以石棉水泥捻口。操作时要防止塑料管变形。

二、按设计图纸上管道的位置确定标高并放线，经复核无误后，将管沟开挖至设计深度。

工业厂房内生活排水管理设深度如设计无要求时，不得小于表 3-1-5 中的规定。

表 3-1-5 工业厂房生活排水管由地面至管顶最小埋设深度 (m)

管 材	地 面 种 类	
	土地面、碎石地面、砖地面	混凝土地面、水泥地面、菱苦土地面
铸铁管、钢管	0.7	0.7
钢筋混凝土管	0.7	0.5
陶土管、石棉水泥管	1.0	0.6

注：① 厂房生活间和其它不受机械损坏的房间内，管道的埋设深度可酌减到 300mm；

② 在铁轨下铺设钢管或给水铸铁管，轨底至管顶埋设深度不得小于 1m；

③ 在管道有防止机械损伤措施或不可能受机械损坏的情况下，其埋设深度可小于表中及注②规定数值。

三、检查各预留孔洞的位置和尺寸并加以疏通。

四、按各受水口位置及管道走向进行测量，绘制实测小样图并详细注明尺寸。

五、埋地管道的管沟，应底面平整，无突出的尖硬物；对塑料管一般可做 100 ~ 150mm 砂垫层，垫层宽度应不小于管径的 2.5 倍，坡度与管道坡度相同。

六、清除管道及管件承口、插口的污物，铸铁管有沥青防腐层者要用气焊设备（或喷灯）将防腐层烤掉。

七、在管沟内安装的要按图纸和管材、管件的尺寸，先将承插口、三通、阀门等位置确定，并挖好操作坑；如管线较长，可逐段定位。

八、排水管安装，一般为承插管道接口，即以麻丝（用线麻在 5% 的 30 号石油沥青、95% 的汽油溶剂中浸泡后风干而成）填充，用水泥或石棉水泥打口（捻口），不得用一般水泥砂浆抹口。

九、断管一般采用人力钢锯断管。

十、排水管道的横管与横管、横管与立管的连接，应采用 45°三通或 45°四通和 90°斜三通或 90°斜四通。立管与排出管端部的连接，宜采用两个 45°弯头或弯曲半径不小于 4 倍管径的 90°弯头。管件见图 3-1-6。

表 3-1-6 生活污水管道敷设坡度

项 次	管 径 (mm)	标准坡度	最小坡度	项 次	管 径 (mm)	标准坡度	最小坡度
1	50	0.035	0.025	4	125	0.015	0.010
2	75	0.025	0.015	5	150	0.010	0.007

续表

项次	管径 (mm)	标准坡度	最小坡度	项次	管径 (mm)	标准坡度	最小坡度
3	100	0.020	0.012	6	200	0.008	0.005

十一、生活污水管敷设的坡度应符合表 3-1-6 的规定。悬吊式雨水管道的敷设坡度不得小于 0.005。埋地雨水管道敷设的最小坡度，应符合表 3-1-7 的规定。

表 3-1-7 地下埋设雨水排水管道敷设的最小坡度

项次	管径 (mm)	最小坡度	项次	管径 (mm)	最小坡度
1	50	0.020	4	125	0.006
2	75	0.015	5	150	0.005
3	100	0.008	6	200~400	0.004

十二、地面上的管道安装：按管道系统和卫生设备的设计位置，结合设备排水口的尺寸与排水管管口施工要求，在墙柱和楼地面上划出管道中心线，并确定排水管道预留管口坐标，作出标记。

十三、按管道走向及各管段的中心线标记进行测量，绘制实测小样图，详细注明尺寸。管道距墙柱尺寸为：立管承口外侧与饰面的距离应控制在 20~50mm 之间。

十四、按实测小样图选定合格的管材和管件，进行配管和断管。预制的管段配制完成后，应按小样图核对节点间尺寸及管件接口朝向。

十五、选定的支承件和固定支架的形式应符合设计要求。吊钩或卡箍应固定在承重结构上。

铸铁管的固定间距：横管不得大于 2m，立管不得大于 3m；居高小于或等于 4m，立管可安设一个固定件，立管底部的弯管处应设支墩。

塑料管支承件的间距：主管外径为 50mm 的应不大于 1.5m；外径为 75mm 及以上的应不大于 2m。横管应不大于表 3-1-8 中的规定。

表 3-1-8 塑料横管支承件的间距 (mm)

外 径	40	50	75	110	160
间 距	400	500	750	1100	1600

十六、将材料和预制管段运至安装地点，按预留管口位置及管道中心线，依次安装管道和伸缩节（塑料管），并连接各管口。管道安装一般自下向上分层进行，先安装立管，后横管，连续施工。

### 十七、立管安装。

1. 按设计要求设置固定支架或支承件后，再进行立管吊装。
2. 一般先将管段吊正，如果是塑料管再安装伸缩节；将管端插口平直插入承口中

(塑料管插入伸缩节承口橡胶圈中),用力应均匀,不可摇动挤入。安装完后,随即将立管固定。

3. 塑料主管承口外侧与饰面的距离应控制在 20~50mm 之间。

4. 立管安装完毕后,应由土建单位支模浇筑不低于楼板标号的细石混凝土堵洞。

5. 立管安装注意事项:

(1) 在立管上应按图纸要求设置检查口,如设计无要求时则应每两层设置一个检查口,但在最低层和卫生器具的最高层必须设置。如为五层建筑物,应在一、三、五层设置;如为六层建筑,应在一、四、六层或一、三、六层设置;如为二层建筑可在底层设置检查口。如有乙字管,则在该层乙字管上部设置检查口,其高度由地面至检查中心一般为 1m,允许偏差  $\pm 20\text{mm}$ ,并高于该层卫生器具上边缘的 150mm。检查口的朝向应便于检修,检查口盖的垫片一般选用厚度不小于 3mm 的橡胶板。

(2) 安装立管时,一定要注意将三通口的方向对准横托管方向,以免在安装横托管时由于三通口的偏斜而影响安装质量。三通口(采用  $45^\circ$ 三通时,以按三通的  $45^\circ$ 弯头口为准)的高度,要由横管的长度和坡度来决定,和楼板的相隔距离一般宜大于或等于 250mm,但不得大于 300mm。

(3) 透气管是为了使下水管网中有害气体排至大气中,并保证管网中不产生负压破坏卫生设备的水封而设置的。透气管的安装不得与风道或烟道连接,高出屋面不得小于 300mm,但必须大于积雪厚度。如在透气管出口 4m 以内有门窗,则透气管应高出门窗顶 600mm 或引向无门窗一侧。在经常有人停留的平面屋顶上,透气管应高出屋面 2m,并根据防雷要求设防雷装置,同时将透气球装在管口上。注意透气管出口不宜设在建筑物的檐口、阳台等挑出部分的下面。

十八、塑料排水管安装。塑料排水管安装与各种卫生设备的连接见图 3-1-14。

(一) 塑料管道上的伸缩节安装

塑料管伸缩节必须按设计要求的位置和数量进行安装。《采暖与卫生工程施工及验收规范》(GBJ242-82)中规定:必须按设计要求的位置和数量装设伸缩器。横干管应根据设计伸缩量确定;横支管上合流配件至立管超过 2m 应设伸缩节,但伸缩节之间的最大距离不得超过 4m。管端插入伸缩节处预留的间隙应为:夏季——5~10mm;冬季——15~20mm。

管道因环境温度和污水温度变化而引起的伸缩长度按下式计算:

$$\Delta L = L \cdot a \cdot \Delta t$$

式中  $L$ ——管道长度(m);

$\Delta L$ ——管道伸缩长度(m);

$a$ ——管道金属线膨胀系数,一般取  $a = 6 \sim 8 \times 10^{-5}$  (m/m· $^\circ\text{C}$ );

$\Delta t$ ——温度差( $^\circ\text{C}$ )。

伸缩节的最大允许伸缩量为:

DN50——10mm;

DN75——12mm;

DN100——15mm。

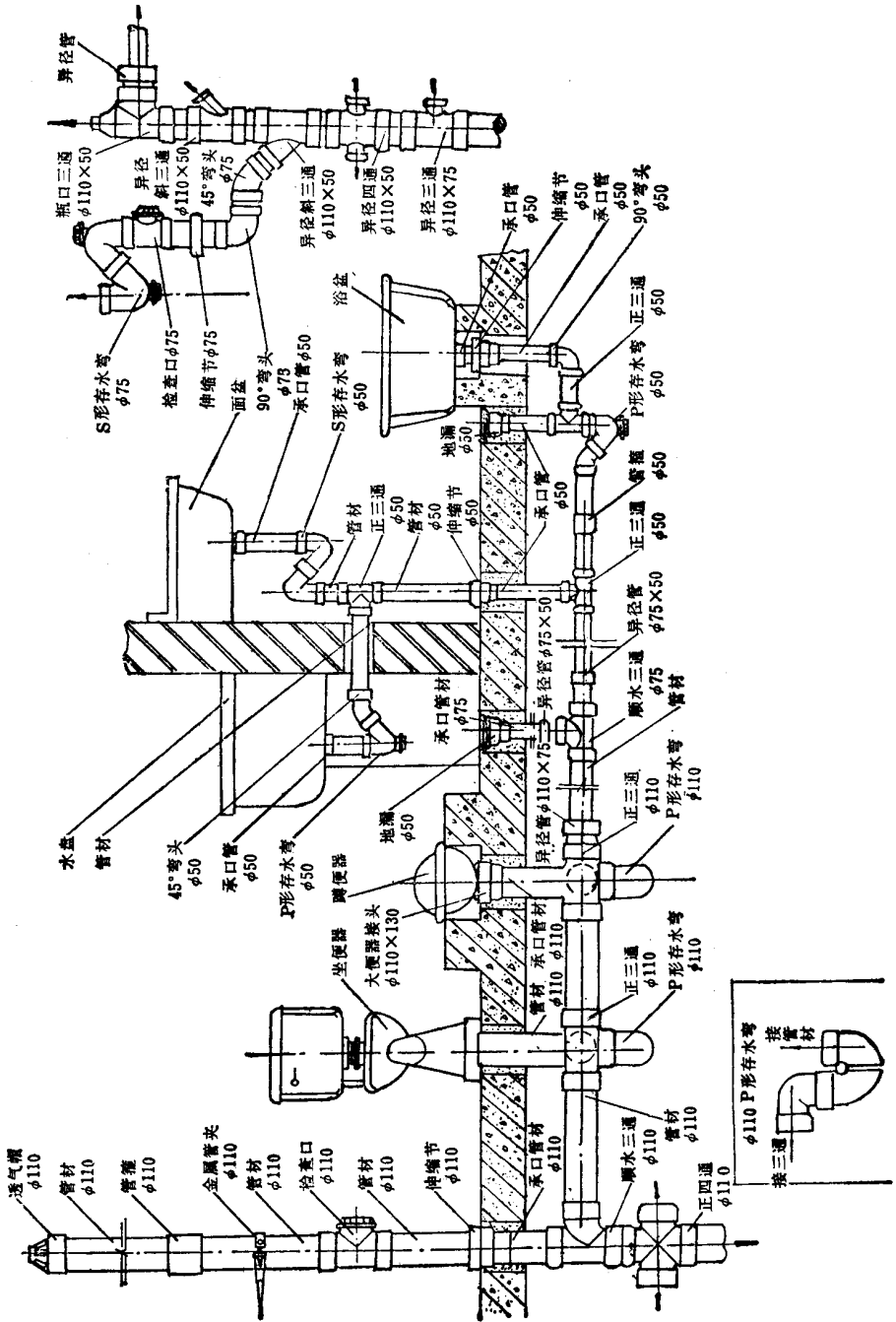


图 3-1-14 建筑排水用硬聚氯乙烯管安装示意图

## (二) 管道的配管及粘接工艺

### 1. 锯管及坡口：

(1) 锯管长度应根据实测并结合连接件的尺寸逐层决定；



(2) 锯管工具宜选用细齿锯、割刀和割管机等机具，断口平整并垂直于轴线，断面处不得有任何变形；

(3) 插口处可用中号锉刀锉成  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$  坡口，坡口厚度宜为管壁厚度的  $1/3 \sim 1/2$ ，长度一般不小于 3mm，坡口完成后，应将残屑清除干净。

#### 2. 粘合面的清理：

管材或管件在粘合前应用棉纱或干布将承口内侧和插口外侧擦拭干净，使被粘结面保持清洁，无尘砂与水迹。当表面粘有油污时，须用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净。

#### 3. 管端插入承口深度：

配管时，应将管材与管件承口试插一次，在其表面划出标记，管端插入的深度不得小于表 3-1-9 的规定。

表 3-1-9 塑料管管材插入管件承口深度 (mm)

代 号	管子外径	管端插入承口深度	代 号	管子外径	管端插入承口深度
1	40	25	4	110	50
2	50	25	5	160	60
3	75	40			

#### 4. 胶粘剂涂刷：

用油刷蘸胶粘剂涂刷被粘接插口外侧及粘接承口内侧时，应轴向涂刷，动作迅速，涂抹均匀，且涂刷的胶粘剂应适量，不得漏涂或涂抹过厚。冬季施工时尤须注意，应先涂承口，后涂插口。

#### 5. 承插口连接：

承插口清洁后涂胶粘剂，立即找正方向将管子插入承口，使其准直，再加以挤压。应使管端插入深度符合所划标记，并保证承插接口的直度和接口的位置正确，还应静置 2~3min，防止接口滑脱；预制管段节点间误差应不大于 5mm。

#### 6. 承插接口的养护：

承插接口插接完毕后，应将挤出的胶粘剂用棉纱或干布蘸清洁剂擦拭干净。根据胶粘剂的性能和气候条件静置至接口处固化为止。冬季施工时，固化时间应适当延长。

#### 7. 安装要求：

(1) 最低层排水横支管与排水立管连接处至排出管管底的垂直距离如小于下列数值时，最低层横支管应单独排出建筑物外：

四层以下建筑  $\geq 450\text{mm}$ ；

五、六层建筑  $\geq 750\text{mm}$ ；

七层以上建筑 底层单独排出。

如底层排水管不能单独排出时，则应将管底部和排出管的管径加大一级。

(2) 排水立管如转弯时，排水支管按图 3-1-15(2) 连接，图中所示 A 值同本条 7.(1) 的要求。

(3) 排水管的坡度 ( $i$ ), 根据各产品标准而定:

按国标 GB5836-86 生产的管材  $i=2.6\%$ ;

按四川省标川 Q916-86A 系列生产的管材  $i=2.6\%$ ;

按四川省标川 Q916-86B 系列生产的管材  $i=2.0\%$ ;

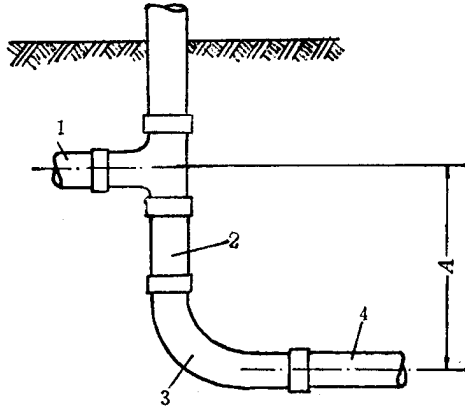


图 3-1-15 硬聚氯乙烯塑料排水立管底部转弯部分构造图

1—最低横支管; 2—立管; 3—立管底部; 4—排水管

## 十九、陶瓷管安装。

1. 陶瓷管机械强度低、脆性大, 安装时应使陶瓷管放置平稳, 不使其局部受力。
2. 吊装时采用软吊索, 不得使用铁链条或钢丝绳, 移动搬运时轻放轻拿。
3. 安装过程中, 不得使用铁撬棍或其它坚硬工具碰击和锤击设备及管道的安装部位; 不允许用火焰直接加热后焊接, 以免局部爆裂损坏。如不能避免时, 则应采取隔热措施。
4. 应根据需要, 在适当位置加装排气阀及泄水阀, 使气体或输送介质容易排出, 以减少阻力和便于检修。
5. 与其它管道同时敷设时, 应先敷设其它管道, 然后敷设陶瓷管道。
6. 陶瓷管不应敷设在走道或容易受到撞击的地面上, 一般应采取地下敷设或架空敷设。
7. 先安装好管托、支架和底座, 然后放上管道。
8. 水平敷设时, 在输送介质流动方向保持坡度约为  $0.001 \sim 0.005$ , 取值大小可根据输送介质决定。

架空敷设, 离地坪或接面  $\geq 2500\text{mm}$ ;

水平敷设, 每根管子应有两根枕木或管墩支承。

9. 垂直敷设时, 管道垂直度偏差要求  $\leq 0.005$ 。每根管子应有固定的管夹支撑。承插式的管夹支架位置应在承口下方; 法兰式的管夹支撑位置在法兰的下方。

10. 承插式接头: 承口及插口处使用耐酸水泥、浸渍水玻璃的石棉绳及沥青等胶结。承口的内壁和插口的外壁上应刻有数条沟槽, 用以增强胶结牢度。用于一般排水管道时, 把水泥和砂按 1:1 配合比拌成砂浆填实接口即可。

11. 套管式接头：用于调节管道长度，也可作为管道伸缩补偿器用。也有专供补偿陶瓷管因温度变化产生伸缩的伸缩补偿接头。

12. 支架：应架设牢靠，管卡与陶瓷管之间应垫以 3~5mm 厚的弹性衬垫，但不应将管道夹持过紧，使管道能做轴向运动。当管段有补偿器时，则允许将管子夹紧。

13. 敷设间距：与其它材质管道或装置交叉跨越时，陶瓷管安装在管道或设备的上方。两管壁间距应不小于 200mm，必要时陶瓷管外面加装保护罩。

## 二十、横管安装。

### (一) 铸铁排水管

先将安装横管尺寸测量记录好，按正确尺寸和安装的难易程度在地面进行预制（若横管过长或吊装有困难时可分段预制和吊装），然后将吊卡装在楼板上，并按横管的长度和规范要求的坡度调整好吊卡高度，再开始吊管。吊横托管时，要将横管上的三通口或弯头的方向及坡度调好后，再将吊卡收紧，然后打麻和捻口将其固定于立管上，并应随手将所有管口堵好。

横管与立管的连接和横管与横管的连接，应采用 45°三通或四通和 90°斜三通或斜四通，不得采用 90°正三通或四通连接。吊卡的间距不得大于 2m，且必须装在承口部位。

### (二) 塑料排水管

1. 一般作法是先将预制好的管段用铁丝临时吊挂，查看无误后再进行打口或粘接。

2. 打口或粘接后，应迅速摆正位置，按规定校正坡度。铸铁管紧固好承件，塑料管用木楔卡牢接口，绑紧铁丝，临时予以固定；待粘接固化后再紧固支承件，但不宜卡箍过紧。

3. 拆除临时绑固用铁丝，将接口临时封严。

4. 支模浇筑细石混凝土封堵支架洞口。

### (三) 横管安装注意事项

1. 一般横托管接口较多，要保证安装质量，各接口处不得产生“拱”、“塌”、曲扭和歪斜现象。应使其坡度一致，并保证三通口和弯头口在同一轴线上，严禁产生倒坡。若背对背开头子而使用两个三通时，要使背对背的三通口的上侧夹角是 180°，但不得大于 180°。

2. 在连接两个以上大便器或三个及三个以上的卫生器具的污水管应设置清扫口。当污水管在楼板下悬吊敷设时，可将清扫口设在上一层楼地面上。污水管起点的清扫口与管道相垂直的墙面距离不得小于 200mm。若污水管起点设置堵头代替清扫口，与墙面距离不得小于 400mm，在转角小于 135°的污水横管上，应设置检查口或清扫口（当采用门弯时不设置）。如横管托装有偏心导径管时，应使其凸肚朝下，保持管顶取平。

3. 污水横管的直线管，应按表 3-1-10 的距离设置检查口或清扫口。

表 3-1-10 污水横管的直线管段上检查口或清扫口之间的最大距离

管径 $DN$ (mm)	污 水 性 质			清除装置 的 种 类
	假定净水	生活粪便水和成分近似 生活粪便水的污水	含大量悬浮物的污水	
50~75	15	12	10	检查口
50~75	10	8	6	清扫口
100~150	15	10	8	清扫口
100~150	20	15	12	检查口
200	25	20	15	检查口

4. 吊卡一定要按横管的管径选用，不得大管用小卡或小管用大卡。吊杆必须采用相应的可调吊架：一种是从上面用螺母、螺杆调节好后将多余螺杆割掉；另一种是吊杆中间可调（如花篮螺丝），以保证横管的安装坡度。吊杆吊卡要垂直，下端不得偏向主管方向，以免横管受力后从主管承口中拔出。

5. 预制好的横托管应待其接口凝固后再进行吊装，一般在预制成组合件后的第三天吊装。吊装时不得碰撞，防止接口松动。因预制的横托管一般较重，所以在吊装时要注意安全，架设牢靠，防止事故的发生。

二十一、支立管安装。安装支立管前，应先按卫生器具和排水设备附件的种类及规格型号，检查预留孔洞的位置尺寸是否符合图纸和规范要求（规范规定预留孔洞见表 1.4.1）；如不符合，则应进行清洗和扩孔，直至符合要求。先在地面上按正确尺寸画出大于管径的十字线，修好孔洞后，可按此十字线中心尺寸配制支立管。若上层墙面和下层墙面在同一平面内时，可直接按标准图尺寸配制支立管。若上下墙面不在一平面或无法确定时，则应进行实际测量，按实际尺寸进行配制。

实测可按下列方法进行：

1. 制作一只测量用的十字尺；
2. 测量时先用角尺将十字尺校准成直角，放在要测的孔洞上，将尺的中点对准孔洞中心；

3. 将吊锤扶稳开始测量：

(1) 将钢卷尺插入管子承口颈部，使卷尺与垂线成  $90^\circ$  时，尺与垂线接触处即为可测的横尺寸（如将卷尺对着承口外沿，则需加上承口深度）；

(2) 将卷尺抵至十字尺中心处，测出支立管上的短管尺寸，加上（当钢卷尺在承口上）或减去（当钢卷尺在承口下） $1/2$  管径，则为所需短管的实际尺寸。如图 3-1-16 所示。

在配制支立管时，要和土建密切配合，并按卫生器具的种类增加或减少一定数量的尺寸。如地漏应低于地面  $5 \sim 10\text{mm}$ ，坐式大便器落水口处的铸铁管应高出地面  $10\text{mm}$  等。

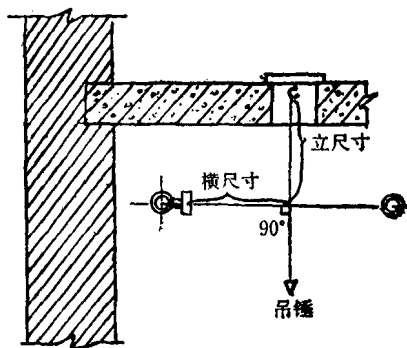


图 3-1-16 排水支立管安装尺寸测量

在吊装立管时，可在管件的承口位置绑上铁丝吊在楼板上作为临时吊卡，调整好坡度和垂直度后，捻口将其固定于横托管上，最后将楼板孔洞和墙洞用砖塞车，并填入水泥砂浆固定，使补洞的水泥砂浆表面低于建筑表面 10mm 左右，以利建筑最后完成表面装饰。

支立管安装注意事项：

1. 要保证支立管坡度和垂直度，不得有反坡或“扭头”现象。
2. 支立管露出地坪的长度一定要根据卫生器具和排水设备附件的种类决定，严禁地漏高出地坪和小便地落水高出池底。
3. 排水管道装妥并充分牢固后，应拆除一切临时支架（如吊管用的铁丝或打在墙上作临时固定件用的凿子等），并仔细检查以防止凿子等开洞工具遗留在横托管上落下伤人。
4. 应将所有管口堵好，特别是准备作水磨石地坪的卫生间要严防土建人员将水泥浆流入管内。如暂不装卫生器具的管口，可用适当大小的砖头堵在管口后，用石灰砂浆堵塞；但在装卫生器具时一定要清理干净。
5. 排水管道的刷油着色应根据设计说明或建设单位要求进行。刷油前，应认真清除残留在管子表面的污物，要求漆面光泽，且不可污染建筑物的饰面和其它器具等。

二十二、管道系统安装完毕后，应对管道的外观质量和安装尺寸进行复核检查，无误后再做通水试验。

试验时，先把卫生器具的排出口堵塞，然后把排水管灌满，仔细检查各接口是否有渗漏现象。暗装或埋地的排水管道，在隐蔽前必须做灌水试验，其灌水高度不低于底层地面高度。雨水管灌水高度必须到每根立管最上部的雨水漏斗。满水试验 15min 后，再灌满持续 5min，液面不下降为合格。

高层建筑的排水管安装完毕后须进行灌水试压，灌水高度不能超过 8m，接口不渗不漏为合格。其灌水试压方法如下：

下水铸铁管按规范要求每隔一层楼应设检查口一个，在两个检查口之间用塞子将管道堵住，可对两个检查口之间在两层楼的任一层楼做灌水试验，塞子承受的压力为管子的灌水高度与管子净断面的乘积。

所用塞子可采用微型汽车的内胎（管径  $DN \geq 150\text{mm}$ ）或自行车、摩托车内胎（管

径  $DN < 150\text{mm}$ ), 将内胎折叠后用绳捆法放入管道内充气至一定压力即可堵死管道。

塞子放入管道内的步骤如下:

1. 先打开灌水层上下两个检查口;
2. 从上面检查口放一根尼龙绳到下检查口; 尼龙绳直径为  $\phi 6 \sim 8\text{mm}$ ;
3. 将放下的尼龙绳和塞子上的尼龙绳接好;
4. 将塞子拉至所需位置(可以通过量其长度再量尼龙绳的方法测得所在位置);
5. 塞子拉至所需位置后充气至一定压力即可灌水(不同管径压力不同, 可先边充气边灌水至不漏, 以此压力为准);

对非金属管材接口完毕后, 可先灌水浸泡 12 个小时。

## 第二章 室外给排水管道系统 安装工程施工技术

### 第一节 室外给水管道的安装工程施工技术

室外给水管道管径小于 75mm 时，采用镀锌钢管螺纹连接。管径大于或等于 75mm 时，采用给水铸铁管承插连接。

因室外给水管道工程土方量太大，对于较长管线通常分段进行施工，并与后续工序紧密配合。

室外给水管一般采用埋设方式施工。其基础形式为：当土壤耐压较高和地下水位较低处，可直接埋在管沟内的原土层上；在岩石或半岩石地基处，须在管沟内铺垫厚度为 100mm 以上的中砂或粗砂，再在上铺设管道；在土壤松软的地基处，应有标号不小于 100 号的混凝土基础；当给水管道从流砂或沼泽地带通过时，管道的混凝土基础下还应设桩排架。

室外给水管道的安装顺序是：测量放线、开挖沟槽、清扫管膛、管子及其配附件就位、管道连接、灰口养护、水压试验、管道冲洗。

#### 1. 放线及开挖沟槽和工作坑

(1) 放线 首先按照图纸要求打桩放线，在管道改变方向的地方设置坐标桩，在管道变坡点设置水平桩，在坐标桩和水平桩处水平设龙门板，如图 3-2-1 所示。根据管沟的中心与宽度，在龙门板上钉三个钉子，标出管沟中心与沟边的位置，以便于拉线。在龙门板上标出开挖深度，便于挖沟时复查。然后用线绳分别系在龙门板的钉子上，用白灰沿着线绳放出开挖线。

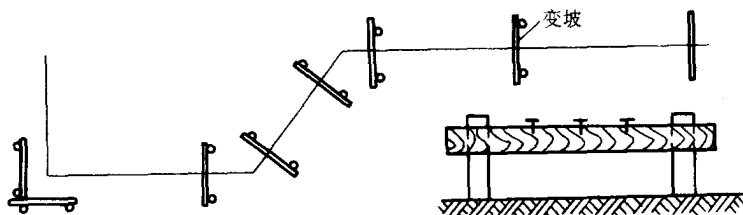


图 3-2-1 龙门板的设置

(2) 开挖沟槽 确定了沟槽的位置、宽度和深度后即可开挖沟槽。若设计无规定时，沟槽底的宽度应符合表 3-2-1 的要求。

表 3-2-1

沟槽底宽尺寸表

(单位: m)

管 材 名 称	管 径/mm				
	50 ~ 75	100 ~ 200	250 ~ 350	400 ~ 450	500 ~ 600
铸铁管、钢管、石棉水泥管	0.70	0.80	0.90	1.10	1.50
陶土管	0.80	0.80	1.00	1.20	1.60
钢筋混凝土管	0.90	1.00	1.00	1.30	1.70

开挖沟槽可以采用人工或机械开挖两种方式。机械开挖时,不能超挖,为了确保槽底土层结构不被扰动或破坏,应在基底标高以上留出 300mm 左右一层不挖,待铺管前用人工清挖。

为防止塌方,沟槽开挖后应留有一定的边坡,如图 3-2-2 所示。

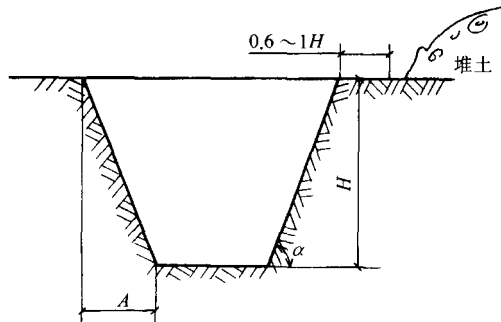


图 3-2-2 管沟的边坡

边坡的大小与土质和沟深有关。当设计无规定时,其尺寸可参考表 3-2-2。

表 3-2-2 深度 5m 以内的沟槽边坡尺寸与土质关系表  
(不加支撑)

土 壤 名 称	边坡坡度 $H:A$		
	人工挖土,并将土 抛于沟边上	机械挖土	
		在沟底挖土	在沟边挖土
砂土	1:1.0	1:0.75	1:1.0
亚砂土	1:0.67	1:0.50	1:0.75
亚粘土	1:0.50	1:0.33	1:0.75
粘土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
含砾石、卵石	1:0.67	1:0.50	1:0.75
泥炭岩白土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
干黄土	1:0.25	1:0.10	1:0.33

为便于下管,挖出的土应堆放在沟的一侧,且土堆底边与沟边应保持  $0.6 \sim 1H$  的



距离 ( $H$  为沟深, 单位是  $m$ ), 但不得小于  $0.8m$ 。堆土的高度不得超过  $1.5m$ 。

(3) 沟底处理 沟槽开挖好后, 需对沟底进行处理。沟底要求是坚实的自然土层, 对于松土应夯实, 对于砾石则应挖出  $200mm$  厚度的砾石层, 并用好土回填夯实或用黄砂铺平。

(4) 开挖工作坑 复核管沟位置、标高以及水平或垂直转弯的角度符合图纸和施工要求后, 即可开挖工作坑。根据图纸的设计要求确定管道接口、三通、阀门、消火栓等处的位置并做标记, 画出各工作坑的实挖位置。

工作坑的尺寸设计无要求时, 应符合表 3-2-3 中规定的要求。

表 3-2-3 工作坑尺寸

管 径/mm	工作坑尺寸/m			
	宽 度	长 度		深 度
		承口前	承口后	
75~250	管径+0.6	0.6	0.2	0.3
250 以上	管径+1.2	1.0	0.3	0.4

## 2. 下管

(1) 清扫管膛 管材运到现场后应检查管子有无缺陷, 如砂眼、破裂等。同时清理管子内部的杂物, 并用喷灯烧掉铸铁管承口内和插口外的沥青保护层。

(2) 散管 将检查并疏通好的管子沿管沟按设计要求排开, 使铸铁管的承口方向迎着水流方向, 插口顺着水流方向。管道配件也应按设计要求的位置放置。

(3) 下管 检查管沟坐标、标高及管道基础合格后即可进行下管。下管时可先将管件及阀门等配附件先安放就位。管径较大时, 采用机械吊装下管; 管径较小时, 采用人力配合小型机具进行下管。以下介绍两种常用的下管方法。

1) 人工压绳下管 如图 3-2-3 所示, 操作时, 人员分成两组, 用两根绳子套住管子。分别将绳子一端固定在地桩上, 拉住另一端, 用撬杠将管子移至沟边, 并控制绳索慢慢放下, 使管子沿沟壁慢慢滑入沟底。

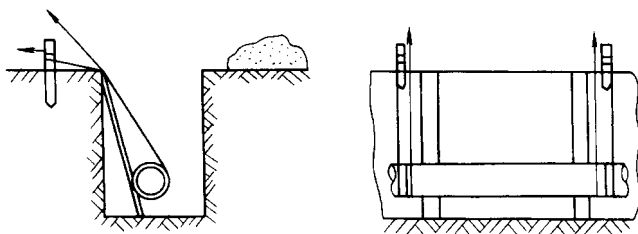


图 3-2-3 人工压绳下管操作示意图

此法适用于管径为  $400 \sim 600mm$  以下的铸铁管及分段预制的较长钢管。

操作时应使用坚固、无断股的大绳。吊装时应听从统一的指挥, 动作协调一致。管子吊起后, 沟内人员应避开。

2) 三脚架下管 如图 3-2-4 所示, 首先搭好三角架, 下管时将管子滚至三角架

下横跨沟槽的跳板上，后吊起管子，撤掉跳板，即可将管子下落到沟槽内。

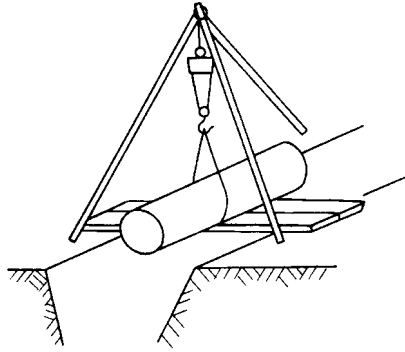


图 3-2-4 三脚架下管操作示意图

### 3. 管道连接

(1) 给水铸铁管连接 承插铸铁管通常采用油麻、石棉水泥的承插接口方式。放至沟底的铸铁管要及时进行对口连接和覆土。对口时，可利用撬杠或倒链将管子插口推入承口内，管子保持在一条直线上，接口间隙应均匀。承插铸铁管的管端插入承口底最小要留出 3mm 的间隙，最大间隙不得大于表 3-2-4 中的规定。管子敷设并调直后，应在除接口部分外的管子中部先进行覆土，这样就可以按设计标高和水平面位置将管道稳定。

表 3-2-4

铸铁管承插口对口的最大间隙

管 径/mm	沿直线铺设/mm	沿曲线铺设/mm
75	4	5
100~200	5	7~13
300~500	6	14~22

(2) 给水钢管连接 焊接钢管可先在沟边进行分段焊接，每段长度一般在 25~35m 范围内，这样可以减少沟内接口的焊接数量。镀锌钢管安装要全部采用镀锌钢管的管配件进行连接，不能采用加热的方法制作管件，这样会破坏镀锌层而腐蚀管道。

(3) 预应力、自应力钢筋混凝土管连接 预应力、自应力钢筋混凝土管的接口形式较多采用承插式柔性接口，如图 3-2-5 所示。接口时先选择合适的胶圈套在管子插口上，以安装好的一端为固定端，利用千斤顶、吊链等机具将插口顶入承口内进行连接。

操作要领及注意事项：

1) 铸铁管与镀锌钢管连接时，可将钢管端口等分成几部分后锯口，逐个翻边成相同的角度后与铸铁管相连。

2) 接口时，如果管道上设有阀门，应先将阀门与其配合的两侧短管安装好。两个插口相接时，采用双承短管连接。

3) 若管道接口形式为法兰连接时，其法兰盘应安装在检查井内，而不得埋设在土壤中；若必须埋在土壤中，则应进行防腐处理。

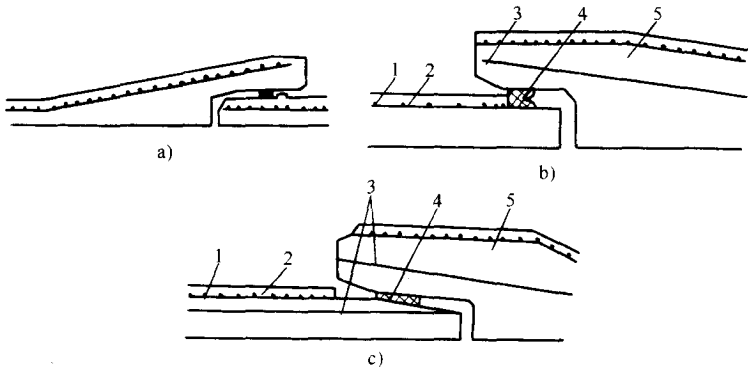


图 3-2-5 预应力、自应力钢筋混凝土管承插式柔性接口示意图

a) 圆形胶圈 b) 唇形胶圈 c) 楔形胶圈

1—环向钢筋 2—保护层 3—纵向钢筋 4—胶圈 5—管芯

#### 4. 水压试验

管道安装完毕，应对管道系统进行水压试验，其目的是检查管道系统的耐压强度和严密性。室外给水管道的试压一般分段进行操作，一般以 500~1000m 为一段。给水管道的试验压力应符合表 3-2-5 规定的要求。

表 3-2-5 给水管道水压试验压力

管 材	工作压力 $p_g$ /MPa	试验压力 $p_s$ /MPa
碳素钢管		$p_g + 0.5$ ，且不小于 0.9
铸铁管	$\leq 0.5$	$2p_g$
	$> 0.5$	$p_g + 0.5$
预应力、自应力钢筋混凝土管和钢筋混凝土管	$\leq 0.6$	$1.5p_g$
	$> 0.6$	$p_g + 0.3$

(1) 试压前的准备工作 准备好试压机具，并对试验系统进行检查。管道接口处有回填土时，应把覆土取出；消火栓、排气阀、泄水阀等附件一律不得安装；试压管段两端及所有支管甩头均不得用闸板代替堵板；试压管段两端均用堵板堵死，管道试压用钢堵板的厚度见表 3-2-6。

表 3-2-6 室外给水管道试压用钢板堵板厚度

管径 $DN$ /mm	堵板厚度/mm	备 注
$\leq 125$	6	
150~300	8	
350~450	11~14	
500~700	15~21	加焊槽钢或角钢肋

(2) 连接试压系统 按图 3-2-6 所示连接好堵板、试压泵、压力表、进水阀、放气阀等试压装置,并接通水源,挖好排水沟槽。

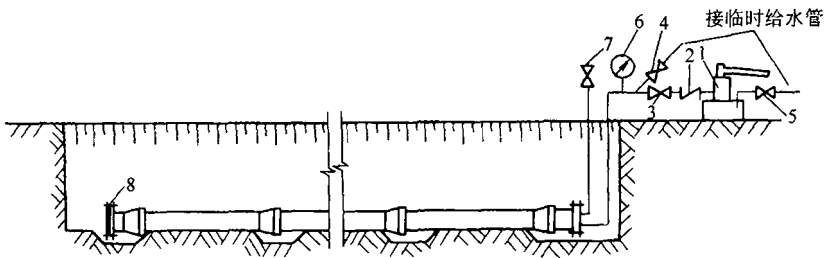


图 3-2-6 室外给水管道水压试验设备布置示意图

1—试压泵 2—止回阀 3—阀门 4、5—进水阀

6—压力表 7—放气阀 8—墙板

(3) 灌水 打开放气阀向管道系统内灌水,待放气阀连续出水时即可关闭。钢管可以直接进行打压试验。铸铁管和混凝土管需要浸泡,充水浸泡时间见表 3-2-7。

表 3-2-7 室外给水管道试压前充水浸泡时间

管道种类	管径/mm	浸泡时间/h
铸铁管		24
钢管		24
预(自)应力钢筋混凝土管	$DN \leq 1000$	48
	$DN > 1000$	72
硬聚氯乙烯管		48

(4) 打压 每次升压 0.2MPa,同时观察接口的渗漏情况,直至升到工作压力后停泵检查。继续加压至试验压力,观察压力表 10min 内压力降不大于 0.05MPa,管道附件和接口等未发生渗漏,然后降压至工作压力进行外观检查,以不漏为合格。

### 5. 管道冲洗消毒

新铺给水管道竣工后,或旧管道检修后,均应进行冲洗消毒。

冲洗消毒前,拆下水表以短管代替,并把需冲洗消毒的管道与其他正常供水的干管或支管断开。先用高速水流冲洗水管,在管道末端选择几处将冲洗水排出,当排出水中不含杂质时即可进行消毒处理。

消毒时首先将适量的漂白粉放入桶内使之溶解,然后随同管道内充水一起加入到管段中,浸泡 24h 后放水冲洗,并连续测定管内水的浓度和细菌含量,直至合格为止。

### 6. 回填土

管道试压完毕后应及时回填沟槽,若有积水,应排尽后方可进行回填。管道两侧及管顶以上 0.5m 部分应同时从管道两侧填土分层夯实,不得损坏管子及防腐层。位于道路下的管段,沟槽内管顶以上部分的回填应用砂土或分层夯实。用机械回填管沟时,机械不得在管道上方行走。距管顶 0.5m 范围内,回填土不允许含有直径大于 100mm 的块

石或冻结的大土块。

## 第二节 室外排水管道安装工程施工技术

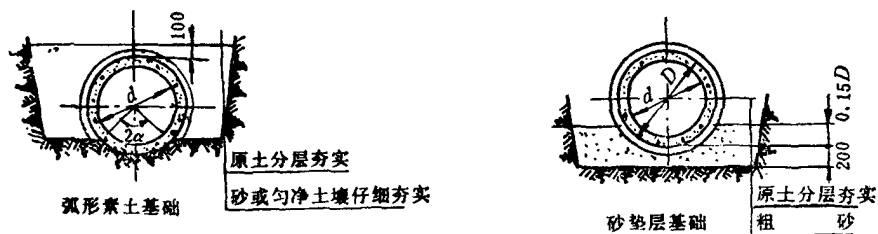
这里讲的施工技术适用于民用建筑群（小区）室外排水和雨水管网的预应力钢筋混凝土管、钢筋混凝土管、混凝土管、石棉水泥管、陶土管和缸瓦管等非金属管道安装工程。

### 一、混凝土管道安装。

#### （一）管道基础

排水管道基础好坏，对排水工程的质量有很大影响。目前常用的管道基础有三种：砂土基础、混凝土枕基、混凝土带形基础。

1. 砂土基础：砂土基础包括弧形素土基础及砂垫层基础两种，如图 3-2-7 所示。适用于套环及承插接口管道。



注：1. 适用于干燥土壤  
2. 陶土管时  $d < 450$ ；承插混凝土管时  $d < 600$   
3.  $2a$  按设计决定

注：1. 适用岩石或多石土壤  
2. 陶土管  $d < 450$ ；承插混凝土管  $d < 600$

图 3-2-7 砂土基础

弧形素土基础是在原土层上挖一弧形管槽，管子落在弧形管槽内。

砂垫层基础是在挖好的弧形槽内铺一层粗砂，砂垫层厚度通常为  $100 \sim 150\text{mm}$ 。

2. 混凝土枕基：混凝土枕基是设置在管接口处的局部基础，如图 3-2-8 所示。通常在管道接口下用 75 号混凝土做成枕状垫块，适用于管径  $d \leq 600\text{mm}$  的承插接口管道及管径  $d \leq 900\text{mm}$  的抹带接口管道。枕基长度取等于管子外径，宽度为  $200 \sim 300\text{mm}$ 。

3. 混凝土带形基础：混凝土带形基础是沿管道全长铺设的基础。按管座形式分为  $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$  三种。图 3-2-9 所示为  $90^\circ$  混凝土带形基础。施工时，先在基础底部垫  $100\text{mm}$  厚的砂砾石，然后在垫层上浇灌 100 号混凝土。混凝土带形基础的几何尺寸应按施工图的要求确定。

管道施工究竟选用哪种形式的基础，皆应根据施工图纸的要求而定。在管道基础施工时，同一直线管段上的各基础中心应在一直线上，并根据设计标高找好坡度。采用预制枕基时，其上表面中心的标高应低于管底皮  $10\text{mm}$ 。

#### （二）下管

下管前应检查管道基础标高和中心线位置是否符合设计要求，基础混凝土强度达到

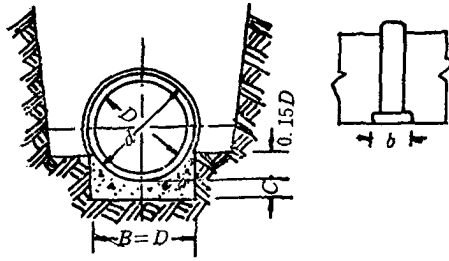


图 3-2-8 混凝土枕基

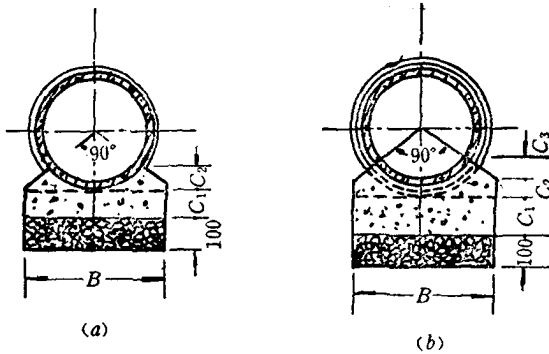


图 3-2-9 90°混凝土带形基础

(a) 抹带接口式；(b) 套环接口式或承插接口式

设计强度的 50%，且不小于 5MPa 时方可下管。

下管由两个检查井间的一端开始，管道应慢慢下落到基础上，防止下管绳索折断或突然冲击砸坏管基。管道进入沟槽内后，马上进行校正找直。校正时，管道接口间一般保留一定间隙：管径  $d \geq 600\text{mm}$  的平口或承插接口管道应留 10mm 间隙；管径  $d < 600\text{mm}$  时，应留有不小于 3mm 的对口间隙。待两检查井间的管道全部下完，对管道的设置位置、标高进行检查，确实无误后，才进行管道接口处理。

### (三) 接口

排水管道的接口形式有承插口、平口管子接口及套环接口三种。

1. 承插接口：带有承插接头的排水管道连接时，可采用沥青油膏或水泥砂浆填塞承口。沥青油膏的配合比（质量比）为：6 号石油沥青 100，重松节油 11.1，废机油 44.5，石棉灰 77.5，滑石粉 119。调制时，先把沥青加热至 120℃，加入其它材料搅拌均匀，然后加热至 140℃即可使用。施工时，先将管道承口内壁及插口外壁刷净，涂冷底子油一道，再填沥青油膏。采用水泥砂浆作为接口填塞材料时，一般用 1:2 水泥砂浆，施工时应将插口外壁及承口内壁刷净，然后将和好的水泥砂浆由下往上分层填入捣实，表面抹光后覆盖湿土或湿草袋养护。

敷设小口径承插管时，可在稳好第一节管段后，在下部承口上垫满灰浆，再将第二节管插入承口内稳好。挤入管内的灰浆用于抹平里口，多余的要清除干净。接口余下的

部分应填灰打严或用砂浆抹严。按上述程序将其余管段敷完。

2. 平口和企口管子接口：平口和企口管子均采用 1:2.5 水泥砂浆抹带接口。抹带工作必须在八字枕基或包接头混凝土浇注完后进行。操作前应将管接口处进行局部处理，管径  $d \leq 600\text{mm}$  时，应刷去抹带部分管口浆皮；管径  $d > 600\text{mm}$  时，应将抹带部分的管口凿毛刷净，管道基础与抹带相接处混凝土表面也应凿毛刷净，使之粘结牢固。抹带时，应使接口部位保持湿润状态，先在接口部位抹上一层薄薄的素灰浆，并分两次抹压，第一层为全厚的  $1/3$ ，抹完后在上面划划线槽使其表面粗糙，待初凝后再抹第二层，并赶光压实。抹好后，立即覆盖湿草袋并不断洒水养护，以防龟裂。

排水管道抹带接口操作中，如遇管端不平，应以最大缝隙为准；接口时不应往管缝内填塞碎石、碎砖，必要时塞麻绳或在管内加垫托，待抹完后再取出。抹带时，禁止在管上站人、行走或坐在管上操作。

3. 套环接口：采用套环接口的排水管道下管时，稳好一根管子，立即套上一个预制钢筋混凝土套环。接口一般采用石棉水泥作填充材料，接口缝隙处填充一圈油麻，形式如图 3-2-10 所示。接口时，先检查管子的安装标高和中心位置是否符合设计要求，管道是否稳定，然后调节套环，使管子接口处于套环正中，套环与管外壁间的环形间隙应均匀，套环和管子的接合面用水冲刷干净，将油麻填入套环中心，把和好的石棉灰用灰钎子自下而上填入套环缝内。石棉灰的配合比（质量比）为：水：石棉：水泥 = 1:3:7。水泥标号应不低于 325 号，且不得采用膨胀水泥，以防套环胀裂。打灰口时，应使每次灰钎子重迭一半。打好的灰口与套环边口取平。管径  $d > 700\text{mm}$  的管道，对口处缝隙较大时，应在管内临时用草绳填塞，待打完外部灰口后，再取出内部草绳，用 1:3 水泥砂浆将内缝抹严。打完的灰口应立即用潮湿草袋盖好，并定期洒水养护 2~3 天。

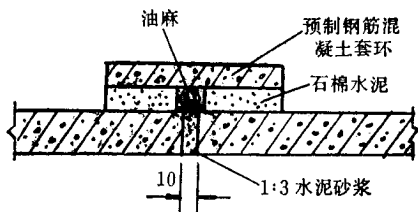


图 3-2-10 排水管预制套环接口

采用套环接口的排水管道应先作接口，后作接口处混凝土基础。

敷设在地下水水位以下且地基较差，可能产生不均匀沉陷地段的排水管，在用预制套环接口时，接口材料应采用沥青砂。沥青砂的配制及接口操作方法应按施工图纸要求。

排水管道接口完毕，填料强度达到要求后，即可进行充水试验及回填。在安装过程中，一定要作好管道安装标高和位置检查及充水试验记录，以便于交工验收及存档。

二、GBJ242—82 标准中规定：“承插或套箍接口，应采用水泥砂浆或沥青胶泥填塞。环形间隙应均匀，填料凹入承口边缘不得大于 5mm。”在有浸蚀性土壤或水中，应使用耐腐蚀性的水泥。

三、承插排水管和管件的承口（带有双承的管件除外），应与水流方向相反。

四、对生活污水、生产废水、雨水、生产污水管道敷设坡度的要求，应满足表 3-

2-8 的要求。

表 3-2-8 排水管道的最小坡度

管径 $DN$ (mm)	生 活 污 水		生产废水、雨水	生产污水
	标准坡度	最小坡度		
50	0.035	0.025	0.020	0.030
75	0.025	0.015	0.015	0.020
100	0.020	0.012	0.008	0.012
125	0.015	0.010	0.006	0.010
150	0.010	0.007	0.005	0.006
200	0.008	0.005	0.004	0.004
250	—	—	0.0035	0.0035
300	—	—	0.003	0.003

五、管道埋设深度。排水管的埋设深度包括覆土厚度及埋设深度两种含意，如图 3-2-11 所示。覆土厚度指管道外壁顶部到地面的距离；埋设深度指管道内壁底到地面的距离。排水管道施工图中所列的管道安装标高均指管道内底标高。

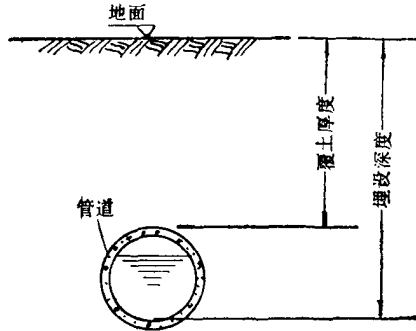


图 3-2-11 埋设深度与覆土厚度

六、石棉水泥管安装。管道连接与混凝土管道一样，使用套管填水泥砂浆。

七、陶土管（缺瓦管）安装。陶土管采取承插连接，把水泥和砂浆按 1:1 配合比（质量比）拌成砂浆填塞接口。第一章第二节的第十九条。

八、室外排水管道闭水试验。室外生活排水管道施工完毕，按规范要求应作闭水试验，就是在管道内加适当压力，观察管接头处及管材上有没有渗水情况。

闭水试验的程序如下：

1. 将被试验的管段起点及终点检查井（又称为上游井及下游井）的管子两端用钢制堵板堵好；

2. 在上游井的管沟边设置一试验水箱，如管道设在干燥型土层内，要求试验水位高度应当高出上游井管顶 4m；

3. 将进水管接至堵板的下侧，下游井内管子的堵板下侧应设泄水管，并挖好排水



沟。管道应严密，并从水箱向管内充水，管道充满水后，一般应浸泡 1~2 昼夜再进行试验；

4. 量好水位，观察管口接头处是否严密不漏，如发现漏水应及时返修，作闭水试验，观察时间不应少于 30min，水渗入和渗出量应不大于表 3-2-9 的规定。

表 3-2-9 1000m 长的管道在一昼夜内允许的渗出或渗入水量 (t)

管径 DN (mm)	< 150	200	250	300	350	400	450	500	600
钢筋混凝土管、混凝土管、石棉水泥管	7.0	20	24	28	30	32	34	36	40
陶土管 (缸瓦管)	7.0	12	15	18	20	21	22	23	23

测量渗水量时，可根据表 3-2-9 计算出 30min 的渗水量是多少，然后求出试验段下降水位的数值 (事先已标记出的水位为起点) 即为渗水量；

5. 闭水试验完毕应及时将水排出；

6. 如污水管道排出有腐蚀性水时，管道不允许有渗漏；

7. 雨水管和与其性质相似的管道，除湿陷性黄土及水源地区外，可不作渗水量试验；

8. 排出腐蚀性污水管道，不允许有渗漏。

九、管沟回填土。在闭水试验完成，并办理“隐蔽工程验收记录”后，即可进行回填土。

1. 管顶上部 500mm 以内不得回填直径大于 100mm 的块石和冻土块；500mm 以上部分回填块石或冻土不得集中；用机械回填，机械不得在管沟上行驶。

2. 回填土应分层夯实。虚铺厚度如设计无要求，应符合下列规定：

(1) 机械夯实 不大于 300mm；

(2) 人工夯实 不大于 200mm。

(3) 管子接口坑的回填必须仔细夯实。

十、井室。

1. 井室的尺寸应符合设计要求，允许偏差为  $\pm 20\text{mm}$  (圆形井指其直径；矩形井指内边长)。

2. 安装混凝土预制井圈，应将井圈端部洗干净并用水泥砂浆将接缝抹光。

3. 砖砌井室。地下水位较低，内壁可用水泥砂浆勾缝；水位较高，井室的外壁应用防水砂浆抹面，其高度应高出最高水位 200~300mm。含酸性污水检查井，内壁应用耐酸水泥砂浆抹面。

4. 排水检查井内需作流槽，应用混凝土浇筑或用砖砌筑，并用水泥砂浆抹光。流槽的高度等于引入管中的最大管径，允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ 。流槽下部断面为半圆形，其直径同引入管管径相等。流槽上部应作垂直墙，其顶面应有 0.05 的坡度。排出管同引入管直径不相等，流槽应按两个不同直径作成渐扩形。弯曲流槽同管口连接处应有 0.5 倍直径的直线部分，弯曲部分为圆弧形，管端应同井壁内表面齐平。管径大于 500mm，弯曲流槽同管口的连接形式应由设计确定。

5. 在高级和一般路面上，井盖上表面应同路面相平，允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ 。无路面时，井盖应高出室外设计标高  $50\text{mm}$ ，并应在井口周围以  $0.02$  的坡度向外作护坡。如采用混凝土井盖，标高应以井口计算。

6. 安装在室外的地下消火栓、给水表井和排水检查井等用的铸铁井盖，应有明显区别，重型与轻型井盖不得混用。

7. 管道穿过井壁处，应严密、不漏水。

## 第三章 室内采暖与热水供应管道系统安装工程施工技术

室内供暖系统的安装顺序是：供暖总管→散热设备→供暖干管→供暖立管→供暖支管。

### 一、室内供暖管道安装的技术要求

(1) 室内供暖系统中所用材料及设备的规格、型号均应符合设计要求，满足规范规定，对与规范要求有出入者，应及时与设计单位，建设单位协商解决，妥善处理。

(2) 管道穿越基础、墙和楼板时，应配合土建预留孔洞。孔洞尺寸如设计无明确规定时，可参照表 3-3-1 进行预留。

表 3-3-1 预留孔洞尺寸 mm

管道名称及规格	明管留孔尺寸 (长×宽)	暗管墙槽尺寸 (宽×深)	管外壁与墙面 最小净距
供热立管	DN ≤ 25	100 × 100	25 ~ 30
	DN = 32 ~ 50	150 × 150	35 ~ 50
	DN = 70 ~ 100	200 × 200	55
	DN = 125 ~ 150	300 × 300	60
二根立管 DN ≤ 32	150 × 100	200 × 130	
散热器支管	DN ≤ 25	100 × 100	15 ~ 25
	DN = 32 ~ 40	150 × 130	30 ~ 40
供热主干管	DN ≤ 80	300 × 250	—
	DN = 100 ~ 150	350 × 300	—

(3) 热水供暖管道及汽水同向流动的蒸汽和凝结水管道、坡度一般为 0.003，不得小于 0.002，汽水逆向流动的蒸汽管道，坡度不得小于 0.005。

(4) 管道和设备安装前，必须清除内部杂物，安装中断或完毕后，敞口处应当封闭，以免进入杂物堵塞管道。

(5) 管道安装过程中，多种管道交叉时管道的避让原则见表 3-3-2。

表 3-3-2 管道避让原则

避 让 原 则	避 让 理 由
小管让大管	小管绕弯容易，且造价低
有压管让无压管	无压管改变坡度和流向，对流动影响较大
冷水管让热水管	热水管绕弯要考虑排气和放水等

续表

避 让 原 则	避 让 理 由
给水管让排水管	排水管道管径较大, 不易绕弯, 排水管属无压管, 且杂质多
低压管让高压管	高压管道造价高, 且强度要求也高
气管让液管	液管流动的动力消耗大
金属管让非金属管	金属管易弯曲, 易加工
常温管让高温或低温管	高温管、低温管造价高, 强度高, 加工难度大
辅助管让主物料管	主物料管造价高, 强度高
一般管让易结晶沉淀管	易结晶, 沉淀介质一旦绕弯, 增加了介质结晶、沉淀的机会
一般管让通风管	通风管道体积大, 绕弯困难

(6) 管道穿墙和楼板时应加套管, 套管应符合如下规定:

1) 穿越一般房间的楼板套管应采用铁皮套管, 套管底部与楼板面相平, 套管上部应高出装饰地面 20mm。

2) 穿越卫生间、盥洗间、厕所间、厨房、楼梯间等易积水的房间楼板时, 应加设钢套管, 套管下端应与楼板底面平齐, 套管上端应高出装饰地面 50mm。

3) 穿墙套管两端底与墙饰面平齐。

套管内径一般比被套管外径大 8~12mm, 其间隙内应均匀塞石棉绳或油麻, 套管外壁一定要卡牢、塞紧, 不允许随管道窜动。

(7) 供暖管道的最高点应加放气阀, 最低点加泄水阀。

(8) 室内供暖管道应采用低压流体输送用非镀锌焊接钢管,  $DN \leq 32\text{mm}$  时, 宜采用螺纹连接;  $DN > 32\text{mm}$  时, 应采用焊接或法兰连接, 若采用 PP-R、PB 等塑料管时, 应采用热熔焊。

(9)  $DN \leq 32\text{mm}$  时, 不保温的供暖双立管应做到:

1) 两管中心距应为 80mm, 允许偏差为 5mm;

2) 供热或供蒸汽的管道应置于面向的右侧。

(10) 水平管道纵、横弯曲, 立管垂直度应符合表 3-3-3 的要求。

表 3-3-3 采暖管道安装的允许偏差和检验方法

顶次	项 目		允许偏差	检验方法	
1	横管道纵、横方向弯曲 (mm)	每 1m	管径 $\leq 100\text{mm}$	1	用水平尺、直尺、拉线和尺量检查
			管径 $> 100\text{mm}$	1.5	
		全长 (25m 以上)	管径 $\leq 100\text{mm}$	$\nlessgtr 13$	
			管径 $> 100\text{mm}$	$\nlessgtr 25$	
2	立管垂直度 (mm)	每 1m	2	吊线和尺量检查	
		全长 (5m 以上)	$\nlessgtr 10$		

续表

顶次	项 目		允许偏差	检验方法	
3	弯管	椭圆率	管径 ≤ 100mm	10%	用外卡钳和尺量检查
		$\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max}}$	管径 > 100mm		
		折皱不平度 (mm)	管径 ≤ 100mm	4	
			管径 > 100mm	5	

注： $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 分别为管子最大外径及最小外径。

(11) 金属管道立管管卡的安装。建筑物层高小于等于 5m 时，每层安装 1 个，安装高度距地面为 1.5~1.8m，层高大于 5mm 时，每层不得少于 2 个，且应对称安装。

## 二、室内供暖管道的安装

### 1. 总管安装

室内供暖管道以入口阀门为界。室内供暖总管由供水（汽）总管和回水（凝结水）总管组成，一般是并行穿越基础预留洞引入室内。按供水方向看，右侧是供水总管，左侧是回水总管，两条总管上均应设置总控制阀或入口装置（如减压、调压、疏水、测温、测压等装置），以利启闭和调节。

(1) 总管在地沟内安装。图 3-3-1 为热水供暖总管在地沟内安装的示意。在总管入口处，入口供回水总管底部用三通接出室外，安装时可用比重法下料进行预测，连成整体。

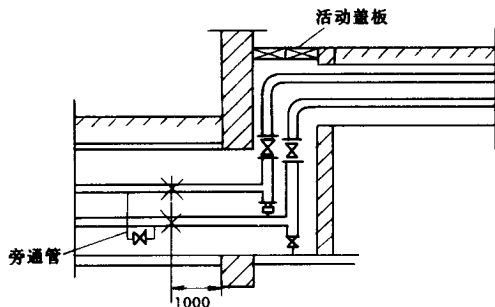


图 3-3-1 热水供暖入口总管安装示意图

(2) 供暖入口装置安装。入口设平衡阀的安装见图 3-3-2，入口设调节阀的安装见图 3-3-3。

### 2. 立管的安装

总立管安装前，应检查楼板预留孔洞的位置和尺寸是否符合要求。其方法是由上至下穿过孔洞挂铅垂线，弹画出总管安装的垂直线，作为总立管定位与安装的基准线。

总立管应自下而上逐层安装，应尽可能使用长管，以减少接口数量，为便于焊接接口应置于楼板上 0.4~1.0m 处为宜。高层建筑的供暖总立管底都应设刚性支座支撑，如图 3-3-4 所示。

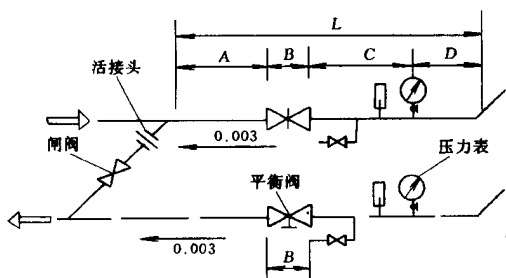


图 3-3-2 入口设平衡阀的安装

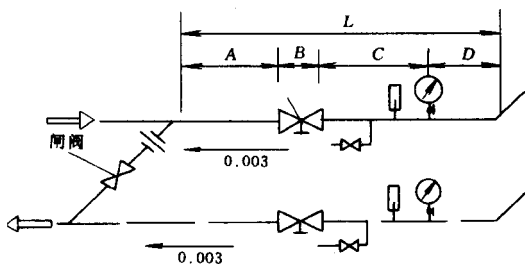


图 3-3-3 入口设调节阀的安装

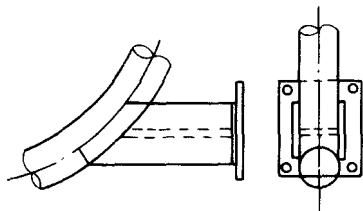


图 3-3-4 总支管底部刚性支座

每安装一层总立管，应用角钢、U形管卡或立管卡固定，以保证管道的稳定及各层立管的垂直度。

主立管顶部分为两个水平分支干管时，应按图 3-3-5 所示的方法连接，而且两侧分支干管上第一个支架应距主立管 2m 以下。

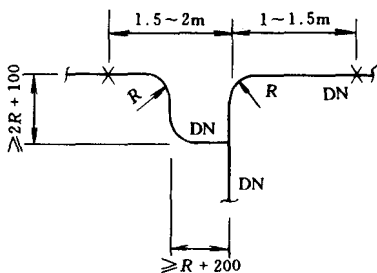


图 3-3-5 总立管与分支干管连接

### 3. 干管安装

室内供暖干管的安装程序是：定位、划线、安装支架、管道就位、对口连接、找好

坡度、固定管道。

(1) 确定干管位置、划线、安装支架。根据施工图所要求的干管走向、位置、标高和坡度，检查预留孔洞，挂线弹出管子安装位置线，再根据施工现场的实际情况，确定出支架的类型和数量，即可安装支架。

(2) 管道就位。管道就位前应进行检查，检查管子是否弯曲，表面是否有重皮、裂纹及严重的锈蚀等。对于有严重缺陷的管子不得使用，对于有弯曲、挤扁的管子应进行调直、整圆、除锈后，管道就位。

(3) 对口连接。管道就位后，应进行对口连接，对口应对齐、对正、并留有对口间隙（一般为  $1 \sim 1.50\text{mm}$ ），先点焊，待校正坡度后再进行全部焊接，最后固定管道。

(4) 干管安装的其他技术要求：

1) 干管变径。干管变径如图 3-3-6 所示。蒸汽管变径采用下偏心大小头便于凝结水的排除，热水管变径采用上偏心大小头便于空气的排除。

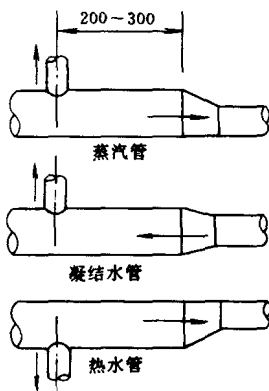


图 3-3-6 干管变径

2) 干管分支。干管分支应做成如图 3-3-7 所示的连接形式。

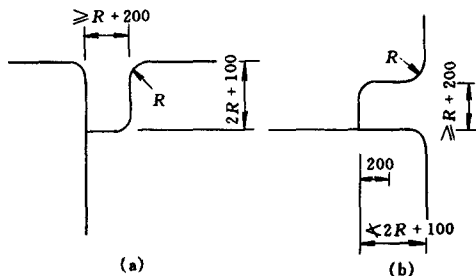


图 3-3-7 干管与分支干管连接

(a) 水平连接；(b) 垂直连接

3) 回水干管过门。回水干管过门应做成如图 3-3-8 所示的形式。

#### 4. 立管安装

室内供暖管有单、双管两种形式；立管按敷设方式分为明敷设和暗敷设；立管与散热器支管的连接又分为单侧连接和双侧连接两种类型，因此，安装时应对照图纸予以明

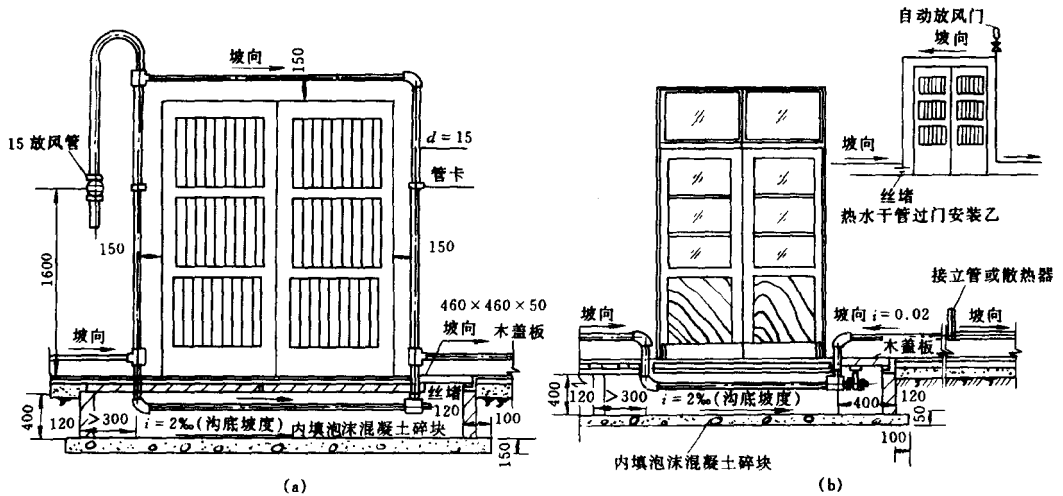


图 3-3-8 回水干管过门的安装

(a) 蒸汽干管 ; (b) 热水干管

确。

(1) 立管位置的确定。立管的安装位置是由设计确定的。立管与后墙的净距是： $DN \leq 25\text{mm}$  时，净距为 25 ~ 35mm； $DN > 25\text{mm}$  时，净距为 30 ~ 50mm。同时一侧墙保持便于操作的位置，一般左侧墙不小于 150mm，右侧墙不小于 300mm，且应避开窗帘盒，立管的位置见图 3-3-9。立管的具体安装位置确定后，自顶层向底层吊通线，用线锤控制直度，把立管中心线弹画在后墙上，作为立管安装的基准线。再根据立管与墙面的净距，确定立管卡子的位置，栽埋好管卡。

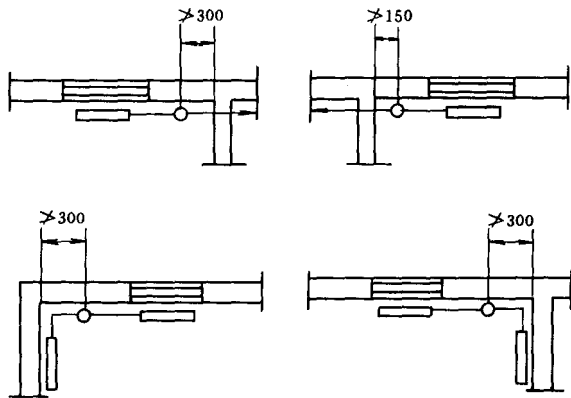


图 3-3-9 供暖立管安装位置的确定

(2) 立管的预制与安装。供暖立管的预制与安装应在散热器就位并经调整稳固后进行。这样可以用散热器接管中心的实际位置，作为实测各楼层管段的可靠基础。预制前，自各层散热器下接管中心引水平线至立管洞口处，以便于实测楼层间的管段长度。

1) 单管立管的预制。单管垂直顺序如图 3-3-10 下半部图形所示，管段长度  $L =$



$l + l_0$ ，即实际的预制中，管段长度  $l$  等于实际量得的楼层管段长度  $L$  减去  $l_0$ 。预制管段  $L$  在进行制作时，若是单侧连接，则两个弯头加填料拧紧后的中心距；若是双侧连接，则两个 T 形三通连接完毕后的中心距。

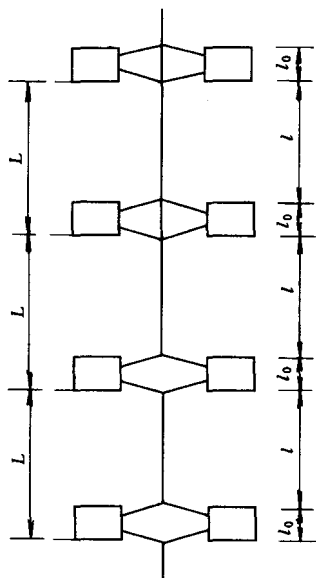


图 3-3-10 单管供暖立管预制

单管跨越如图 3-3-10 上半部图形所示，实际楼层管段长度  $L = l + l_0$ ，预制管段长度就等于实际楼层管段长度  $L$ 。预制时，若是单侧连接，则用三个三通比量下料，组装拧紧后，顶部与中部三通中心距为  $L$ ；若为双侧连接，则用三个四通比量下料，组装拧紧后，顶部与中部四通中心为  $L$ ，其中  $l_0$  为散热器的中心距加坡度高。

2) 双管立管的预制如图 3-3-11 所示，其楼层管段长度  $L = l + l_0$ 。

其中， $l_0$  由四通（单侧连接为三通）及抱弯组成，预制时应把  $l$  和  $l_0$  加工成一根管段，使上部为四通（三通），下部为裸露的管螺纹。 $l_0$  值应为散热器接口中心距加坡度高。

立管预制后，即可由底层到顶层（或由顶层到底层）逐层进行各楼层预制管段的连接安装，每安装一层管段时均应穿入套管，并在安装后逐层用管卡固定。对于无跨越管的单管串联式系统，则应和散热器支管同时安装。

(3) 立管与干管的连接。当回水干管在地沟内接出供暖立管时，一般由 2~3 个连接，并在立管底部安装泄水阀（或丝堵）如图 3-3-12 所示。供热干管在顶棚下接立管时，为保证主管与后墙的安装，净距应用弯管连接，热水管可以从干管底部引出，蒸汽立管应从干管的侧部（或顶部）引出，如图 3-3-13 所示。

施工时，供暖立管与干管连接所用的来回弯管以及立管跨越供暖支管所用的抱弯均在安装前集中加工预制，弯管制作如图 3-3-14 所示，表 3-3-4 给出了制作抱弯时各部位的几何尺寸，供施工安装时参考。

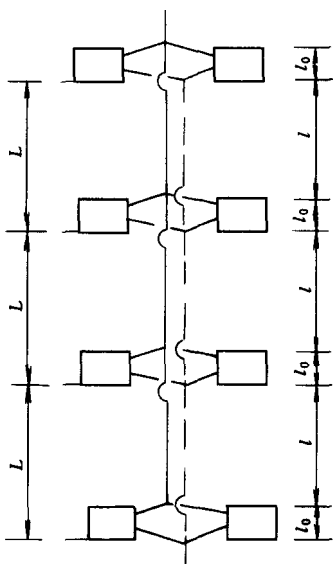


图 3-3-11 双管供暖立管预制

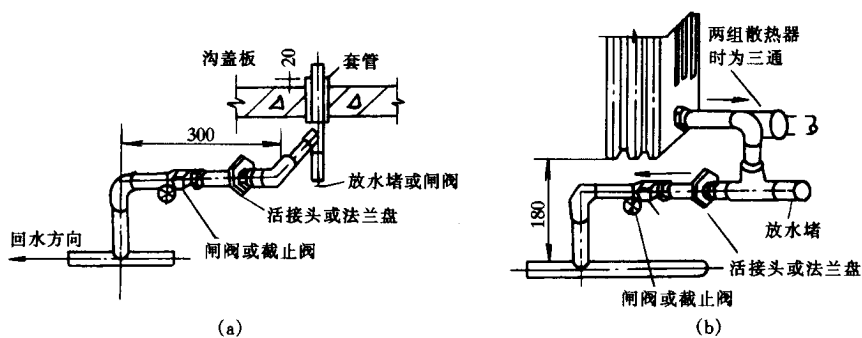


图 3-3-12 供暖立管与下端干管的连接

(a) 地沟内立、干管的连接 ;(b) 明装(拖地)干管与立管的连接

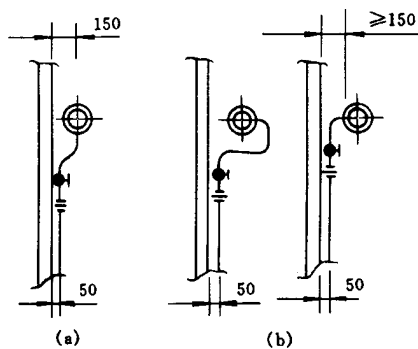


图 3-3-13 供暖立管与顶部干管的连接

(a) 供暖供水管 ;(b) 蒸汽管

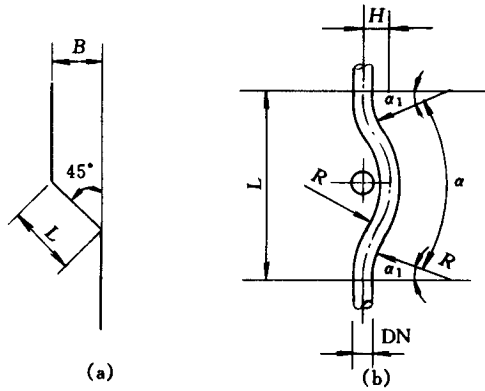


图 3-3-14 弯管尺寸  
(a) 来回弯管 ; (b) 抱弯

表 3-3-4 弯管尺寸表

DN	$\alpha$	$\alpha_1$	R	L	H	DN	$\alpha$	$\alpha_2$	R	L	H
15	94	47	50	146	32	25	72	36	85	198	38
20	82	41	65	170	35	32	72	36	105	244	42

注：此表适用供暖、给水、生活热水管道， $\alpha$  和  $\alpha_1$  单位为度 ( $^{\circ}$ )。

立管安装完毕后，应对穿越楼板的各层套管充填石棉绳或沥清油麻，石棉绳或沥清油麻应填充均匀，并调整其位置，使套管固定。

### 5. 散热器支管安装

散热器支管安装一般是在立管和散热器安装完毕后进行（单管顺序式无跨越管时应与立管安装同时进行）。

连接散热器的支管应有坡度，当支管全长小于等于 500mm 时，坡度值为 5mm，大于 500mm 时，坡度值为 10mm。当一根立管连接两根支管时，任意一根超过 500mm，其坡度值均为 10mm。

散热器立管和支管相交，立管应煨弯绕过支管。长度大于 1.5m 时，应在中间安装管卡或托钩。所有散热器的支管，都应安装可拆卸管件。支管与散热器连接时，对于暗装的散热器应用直管段连接，对明装和全暗装的连接应用灯叉弯进行连接，尽量避免用弯头连接。散热器的连接形式如图 3-3-15 所示。

## 三、散热器安装

散热器的种类较多，常用的散热器有铸铁散热器和钢制散热器，按其形状不同又分为翼型散热器、柱形散热器、钢串片散热器、板式和扁管式散热器、排管散热器等，不同的散热器其安装方法也不同。

### 1. 散热器的质量检查

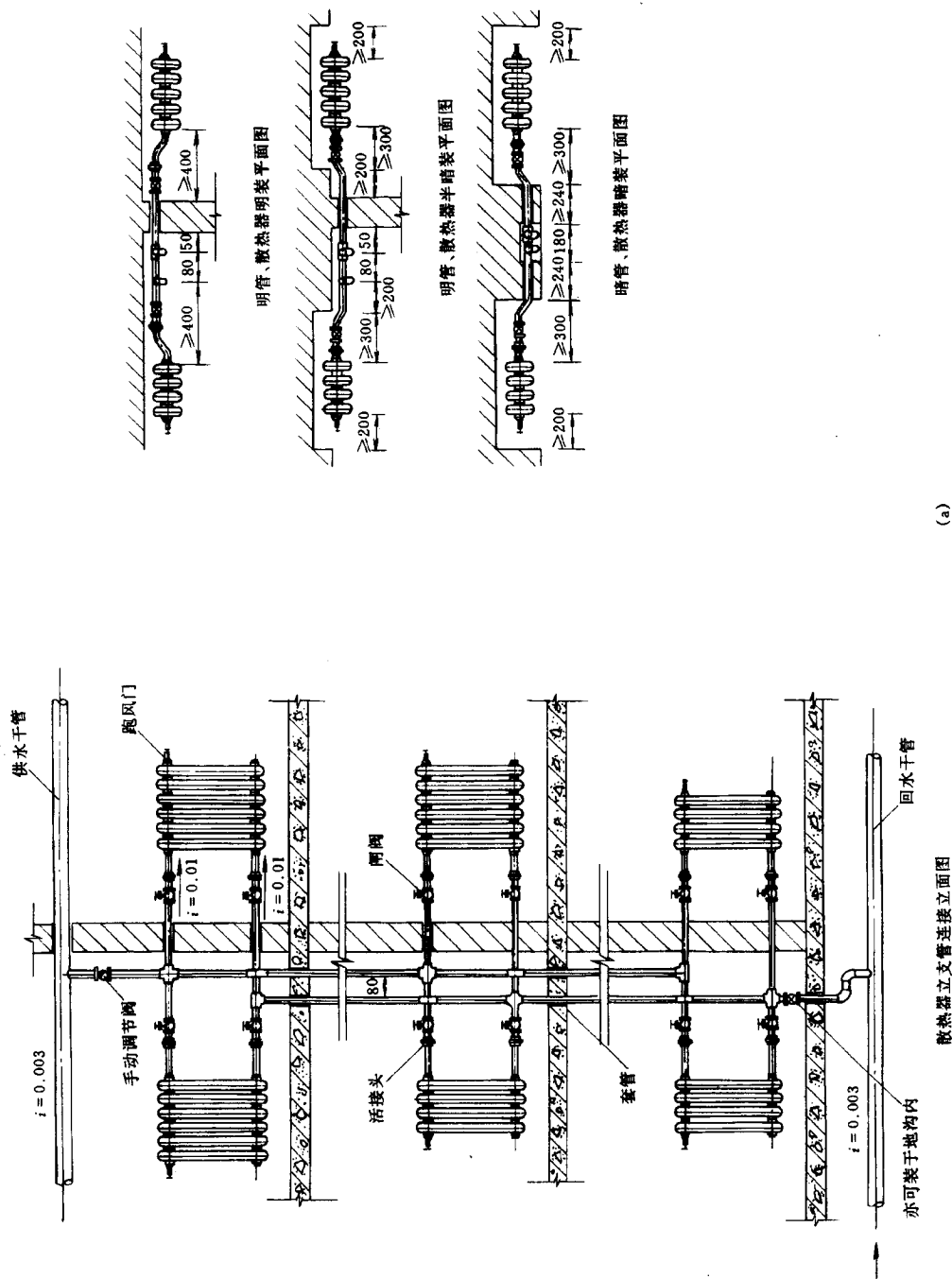
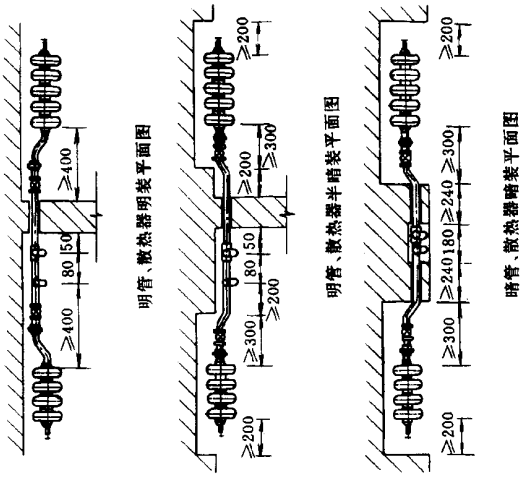


图 3-3-15 散热器连接形式(一)

(a) 热水双管系统散热器支管连接图；

- (1) 散热器应无裂纹、可见砂眼、外部伤损。
- (2) 大 60 散热器顶部掉翼数，只允许 1 个，其长度不得超过 50mm，侧面掉翼数不



(a)

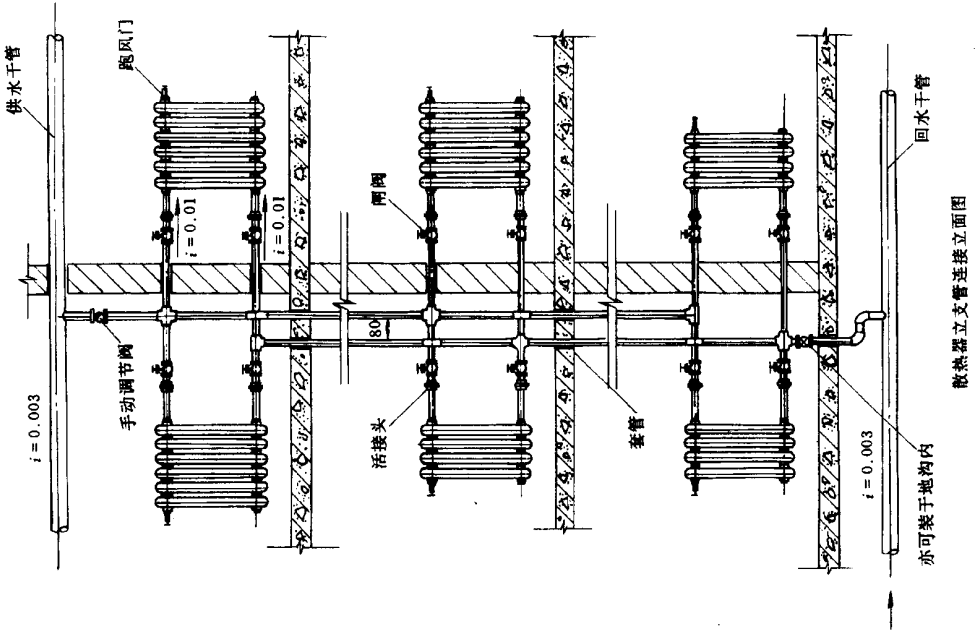


图 3-3-15 散热器连接形式 (二)  
(b) 热水单管系统散热器立管连接图

得超过 2 个，其累计长度不得超过 200mm。安装时，掉翼面应朝墙安装。对于圆翼型散热器掉翼数不得超过 2 个，累计长度不得大于翼片的长度，安装时掉翼面应向下或朝墙安装。

(3) 散热器的加工面要平整、光滑,丝扣螺纹要完好。检查方法是用连接对丝在内螺纹接口上拧试,如果能较顺利的用手拧入,则内螺纹完好。

(4) 散热器上下接口应在同一平面,检查的方法是用拉线检查,如上下接口端面各点都与拉线紧贴,则接口端面平整。

## 2. 散热器的组对

散热器的组对是按设计要求的片数,将单片散热器组装成组的操作。

### (1) 每组散热器应准备的材料。

1) 散热片。应按设计图纸中的要求准备片数( $n$ ),对于挂装的柱型散热器,应为中片组装,如果采用落地安装,每组至少用2个足片;超过14片的,应用3个足片,且有一足片置于散热器组中间。

2) 对丝。对丝是散热器的组对连接件,其数量为 $2(n-1)$ 个( $n$ 为散热器设计片数),对丝的规格为DN40。

3) 垫片。为保证散热器接口的严密性,在对丝的中部(正反螺纹的分界处)加设的零部件,有石棉橡胶垫和耐热橡胶垫,其数量为 $2(n-1)$ 个。

4) 散热器补心。散热器组与接管的连接件叫散热器补心,其规格有DN40×32、DN40×25、DN40×20、DN40×15四种,并有正丝和反丝补心两种,每组散热器用2个补心,其正、反按设计图纸清点标明。当支管与散热器组同侧连接时,每组散热器组同侧连接时,均用正丝补心;异侧连接时,用正、反扣补心各1个。

5) 散热器丝堵。又称为散热器堵头,散热器组不接管的接口处所用的件称为散热器丝堵,其规格为DN40,也分正丝和反丝,每组散热器用2个丝堵。当供暖支管与散热器同侧连接时,用2个反丝散热器丝堵;异侧连接时,用1个正丝丝堵,1个反丝丝堵。在散热器丝堵上钻孔攻制螺纹,安装手动放风阀。

### (2) 散热器组对使用的工具。

1) 组对架。组对散热器用的支撑架。

2) 钥匙。组对散热器时扭动对丝的工具,如图3-3-16所示。散热器钥匙为螺纹钢或优质圆钢打制的组对工具,其中环形一端供插入加力杆用,另一端打扁打平,锉成棱角分明的钥匙,以利于插入对丝内孔扭动对丝。钥匙长度为有25mm、400mm、500mm等几种。

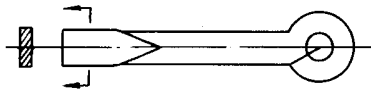


图 3-3-16 组对散热器用的钥匙

### (3) 散热器组对。

1) 散热片上架。对柱型散热器应为足片(或中片)。将端片平放入组对架上,使散热器正丝面朝上,对于长翼型散热器,应使散热片平放,接口的反螺纹朝右侧。

2) 上对丝。将刷有白厚漆的垫片套到对丝上,用对丝正扣拧入散热片,如手拧入轻松,则可退回,使其仅拧入2扣即可。

3) 合片。将第二片的反丝面端正地放在上下接口对丝上,应注意散热片顶面、底

面和边片一致。

4) 组对。从散热片接口上方插入钥匙进行组对, 先轻轻地按加力的反方向扭动钥匙, 当听到有入扣的响声时, 表示正、反面方向对丝已入扣, 此时, 改变加力方向继续扭动钥匙, 使接口正、反两方向对丝同时进扣, 直至用手扭不动后, 再插入加力杠 (DN25 钢管, 长为 0.8~1.0m) 加力, 直到垫圈压紧。

组对时, 应特别注意使上下 (左右) 两接扣均匀进扣, 不可在一个接扣上加力过快, 否则除操作困难外, 常常会扭碎对丝。

5) 上堵头及补心。当组对最后一边片后, 应进行上堵头、上补心、上口堵头、补心加垫片及拧入散热器边片等工作。

### 3. 散热器试压

散热器组对完毕后, 应进行单组试压, 以检验散热器组对的严密性, 单组试压装置如图 3-3-17 所示。试验压力如设计无要求时应为工作压力的 1.5 倍, 但图不小于 0.6MPa, 其数值见表 3-3-5, 试验时应缓慢将压力升至试验压力, 试验时间为 2~3min, 以压力不降且不渗不漏为合格。

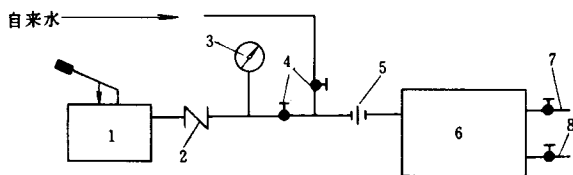


图 3-3-17 散热器单组试压装置

1—手压泵; 2—止回阀; 3—压力表; 4—截止阀; 5—活节;

6—散热器组; 7—放气管; 8—放水管

散热器水压试验合格后, 即可除锈刷油, 一般刷防锈漆两遍, 面漆一遍, 待安装好后, 系统水压试验合格后, 刷第二道面漆。

表 3-3-5

散热器的试验压力

MPa

散热器名称 压力	MPa							
	四柱 813	M-132	大 60	小 60	圆翼	钢柱 640×120	管板式	钢串片
工作压力	0.4 (0.60)	0.4 (0.60)	0.33	0.33	0.4	0.8	1.3~3.0	1.0~1.2
试验压力	0.8 (1.2)	0.8 (1.2)	0.6	0.6	0.6	1.2	1.6~4.5	1.5~1.8

(1) 散热器的安装要求。散热器的安装要求见表 3-3-6。

表 3-3-6

散热器安装要求

散热器的型号	散热器支托架数量/个				散热器中心与墙抹灰面距离 (mm)	散热器正面全长内弯曲		安装允许偏差 (mm)		
	每组片数 (片)	上部托钩或卡架数	下部托钩或卡架数	总计个数		片数 (片)	允许偏差 (mm)	内表面与墙	与窗口中心线	散热器中心线垂直度
大小 60	1	2	1	3	115	2~4	4	6	20	3
	2~4	1	2	3						
	5	2	2	4		5~7	6			
	6	2	3	5						
	7	2	4	6						
圆翼	1	—	—	2	115	2m 以内	3	6	20	3
	2	—	—	3						
	3~4	—	—	4		3~4m				
M132	3~8	1	2	3	115	3~14	4	6	20	3
	9~12	1	3	4						
	13~16	2	4	6						
	17~20	2	5	7						
	21~24	2	6	8						
柱型	3~8	1	2	3	130	15~24	6	6	20	3
	9~12	1	3	4						
	13~16	2	4	6						
	17~20	2	5	7						
	21~24	2	6	8						
扁管板式	1	2	2	4	30			6	20	3
串片式	平放 (多根) 竖放	1. 每根长度小于 1.4m			95			6	20	3
		2. 长度在 1.6~2.4m								
		3. 串联托钩间距不大于 1m			60					

(2) 散热器安装。散热器一般安装于建筑物外墙的窗下，并应使其垂直中心线与窗的垂直中心线相重合。散热器的安装分明装、暗装、半暗装三种形式，明装为散热器全部裸露于内墙面的安装；半暗装为散热器的一半嵌入墙槽内的安装；暗装为散热器全部嵌入墙槽内的安装。

散热器的安装应看重强调其稳固性和端美性，从其安装的支撑方式分：有直立安装和托架安装两种形式。其中，直立安装有两种情况，其一，对柱型散热器靠其足片直立于地面上安装，但在距散热器底部处，应设一卡件，以控制其不会倾倒，如图 3-3-3



18(a)所示；其二，当散热器安装所依托的建筑物为轻型结构，不足以支撑散热器组自重时，采用底部用支撑座，中上部用卡件的安装方式，如图3-3-19所示。

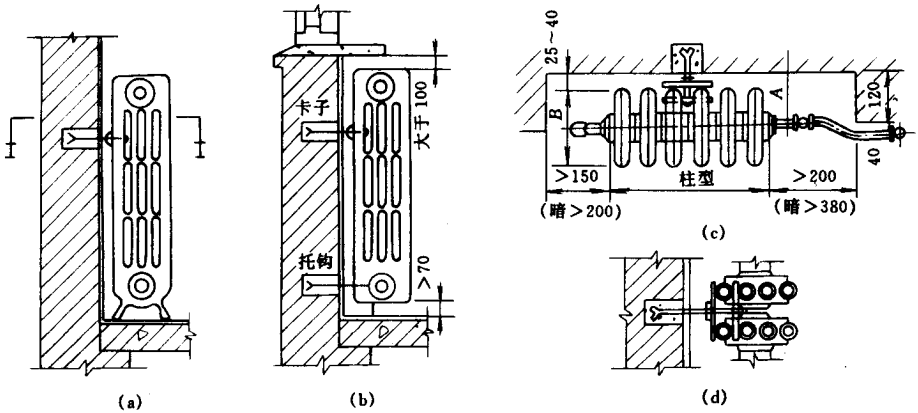


图3-3-18 散热的安装

(a)一直立安装；(b)一托架安装；(c)一半暗装；(d)一卡件安装

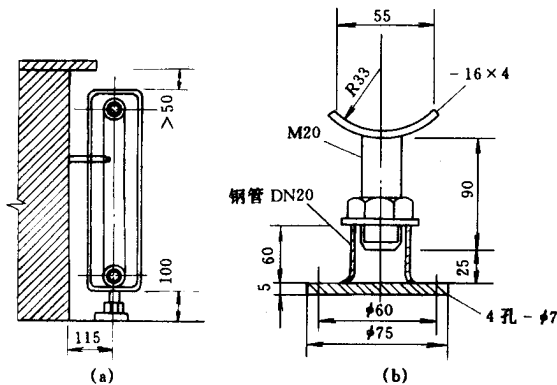


图3-3-19 支座、卡件固定散热器

(a)一安装示意；(b)一支架结构

托架安装时，可用托钩支撑散热器组重量，也可在散热器组底部安托钩，中上部设卡件以固定散热器组，如图3-3-18(b)所示。散热器安装时，一般用控制散热器中心与墙表面距离的方法，进行散热器支撑件的施工及散热器挂装位置的检测。

散热器安装时应注意以下几个问题：

1) 散热器的安装位置应正确、端正、美观。

2) 散热器安装必须牢固、平整，为此，散热器的支撑件（托钩、卡件、支座等）必须有足够的数量和强度，且以支撑件安装位置确保散热器安装位置的准确。常用柱型、长翼型散热器所需托钩的数量和安装位置见图3-3-20，托钩和卡件尺寸见图3-3-21。

3) 散热器暗装、半暗装时，应由建筑施工留出墙槽，并经抹灰装饰后方可挂装散

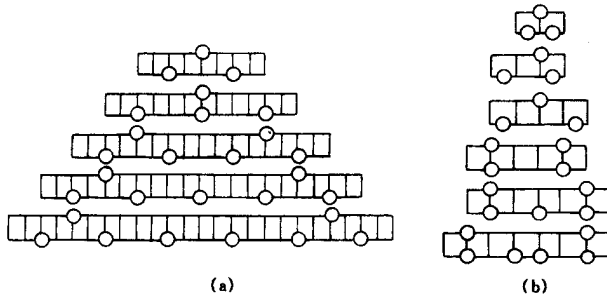


图 3-3-20 柱型、长翼型挂装托钩的数量及安装位置  
(a) 柱型 ; (b) 长翼型

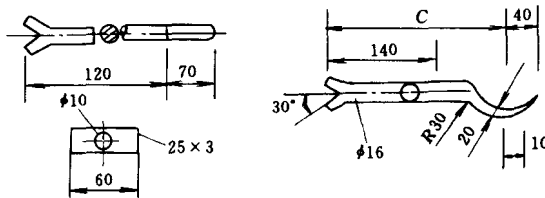


图 3-3-21 托钩和卡件的加工尺寸

热器。常用柱型散热器暗装、半暗装墙槽的宽度应符合表 3-3-7 的规定。

表 3-3-7 柱型散热器半暗装时墙槽尺寸 mm

槽宽 型号	1000	1200	1400	1600	1800	2000
四柱 813	11 片以下	12~14 片	15~18 片	19~20 片	21~24 片	
M-132	8 片以下	9~11 片	12~13 片	14~15 片	16~17 片	18~24 片

- 注 1. 柱型散热器半暗装墙槽深度为 120mm  
2. 长翼型散热器半暗装墙槽深度为 80mm。

4) 直立于地面安装的柱型散热器，当一组散热器的片数为 3~14 片时，每组应组装 2 个足片，并将其组装在散热器组的两个边侧，当片数为 15~24 片时应组装 3 个足片，除散热器组的两个边侧各组装 1 片足片外，另一片应组装在散热器组的中间位置。

5) 对长翼型、圆翼型散热器安装时，应使其掉翼片的一面朝向墙里挂装；圆翼型散热器组合时，应使其加固筋在同一直线上，并使加固筋处于垂直上下的位置上，以保证美观。

6) 圆翼型散热器安装时，每根应设两个托钩支撑，当圆翼型散热器水平安装，热媒为热水时，两端应使用偏心法兰接管，使供水管偏上，回水管偏下连接；热媒为蒸汽时，进汽管用上心法兰，凝结水管用偏心法兰偏下连接。

## 四、供暖系统附属设备的安装

### 1. 膨胀水箱的安装

膨胀水箱在热水供暖系统中起着容纳膨胀水，排除系统中空气，为系统补水，稳定系统压力的作用，是热水供暖系统重要的附属设备。

膨胀水箱从外形上可分为圆形和方形，圆形水箱从受力的角度看受力更合理，承压能力较方形水箱高，也节省材料，但制作难度大；方形水箱易于制作，在低温热水供暖系统中，膨胀水箱都做成与大气相通的开式水箱。

水箱一般是由  $\delta = 4 \sim 5\text{mm}$  的钢板焊制而成，水箱上设有膨胀管、信号管、溢流管、循环管、排水管等。膨胀水箱从构造上可分为有补给水箱和无补给水箱的两种，带补给水箱的膨胀箱如图 3-3-22 所示，不带补给水箱的膨胀水箱如图 3-3-23 所示。

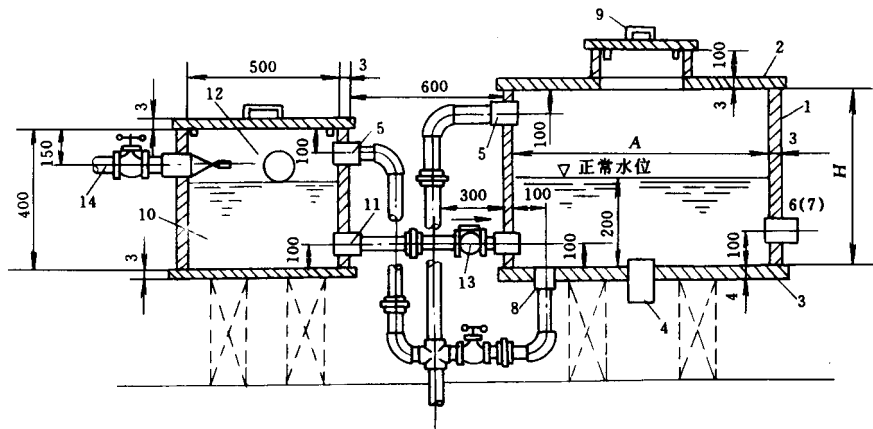


图 3-3-22 带补给水箱的方形膨胀水箱

- 1—水箱壁；2—水箱盖；3—水箱底；4—膨胀管；5—溢水管；
- 6—检查管；7—循环管；8—排污管；9—人孔盖；10—补水水箱；
- 11—补水水箱；12—浮球阀；13—止回阀；14—给水管

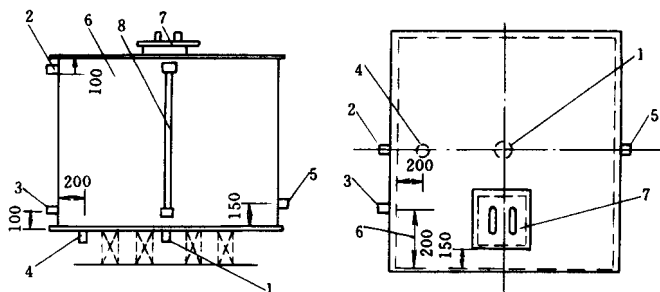


图 3-3-23 方形膨胀水箱

- 1—膨胀管；2—溢流管；3—循环管；4—排水管
- 5—信号管；6—箱体；7—人孔；8—水位计

膨胀水箱通常都是在施工现场制作，根据标准图选取材质规格相应的型材，除锈后进行加工制作，制作完毕后再进行试漏，试漏合格后采取防腐措施。

膨胀水箱要安装在系统的最高点，要高于系统最高点（或散热器）0.5~1.0m，一般安装在承重墙的槽钢支架上，箱底和支架间垫上方木以防止滑动，箱底距地面高度应

不小于 400mm。安装在不供暖的房间时，箱体应保温，保温材料及厚度由设计确定。

膨胀水箱上的配管规格应由设计确定，当设计无明确规定时，可参照表 3-3-8 进行安装。

表 3-3-8 膨胀水箱各连接管管径

序号	名称	方 形		圆 形	
		1~8 号	9~12 号	1~4 号	5~16 号
1	膨胀管	DN25	DN32	DN25	DN32
2	循环管	DN20	DN25	DN20	DN25
3	信号管	DN20	DN20	DN20	DN20
4	溢水管	DN40	DN50	DN40	DN50
5	排水管	DN32	DN32	DN32	DN32

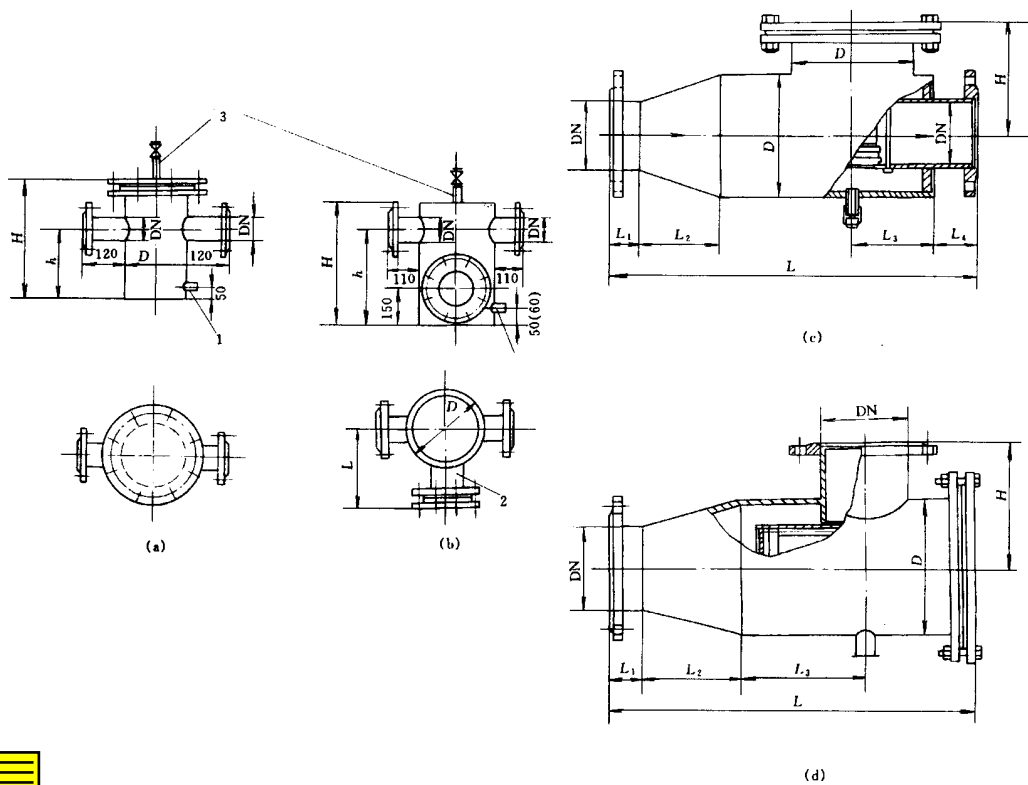


图 3-3-24 除污器

(a) 立式直通除污器 DN40~DN80；(b) 立式直通除污器 DN100~DN200；

(c) 卧式直通除污器；(d) 卧式角通除污器

1—排水管 DN20；2—手孔短管 D159×4.5；3—排气管 DN15

注：图中(60)为 DN200 的尺寸。

膨胀水箱的所有连接管均应以法兰或活接头与水箱相连，以便于拆卸。接管的开孔工作应在现场进行，以便于选择最方便的开孔和接管位置，开孔应用气割方式进行。焊接的管道开孔后应焊上一截带法兰的短管，用于同法兰阀门或管道的连接、螺纹连接的管道。开孔后焊上一截带螺纹的短管，以便于丝扣阀门或活接头的连接。

### 2. 除污器与过滤器的安装

(1) 除污器的安装。除污器的作用是为了过滤清除系统中的泥砂，铁锈等机械杂质，减少阻力，避免阻塞并防止水中杂物进入水泵等设备。除污器一般应置于供暖用户入口调压装置前、锅炉房循环水泵的吸入口和热交换设备前。除污器的形式有立式直通除污器和卧式除污器两种，如图 3-3-24 所示，一般为圆形钢制筒体，热水由供水管进入除污器内，水流速度突然减小，使水中的杂质沉降到筒体的底部，清洁水由带有许多小孔的出水管流出。除污器安装有直通式和角式两种，如图 3-3-25 所示。除污器安装时应有牢固的支撑（支撑件为砖支墩、混凝土支墩、型钢支架等），除污器上所连接的阀门均为法兰阀门，便于连接、拆卸和检修。立式除污器顶部设排气阀，底部设排污阀。

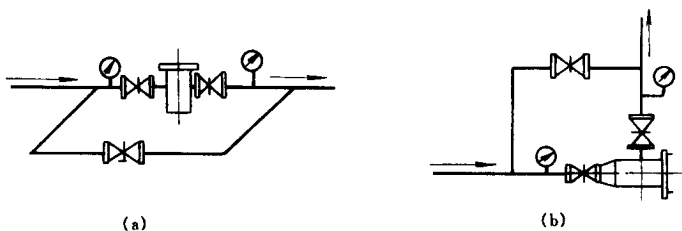


图 3-3-25 除污器的安装

(a) 直通式；(b) 角通式

(2) 过滤器的安装。过滤器的作用是起积存和定期清除系统中的污物，过滤器按连接方式的不同分为丝扣过滤器和法兰过滤器，如图 3-3-26 所示，过滤器安装如图 3-3-27 所示。

### 3. 集气罐和自动排气阀的安装

(1) 集气罐的安装。集气罐是热水供暖系统定期排除空气的装置，集气罐的有效容积应为膨胀水箱容积的 1%，它的直径  $D$  应大于或等于干管直径的 1.5~2 倍，使水在其中的流速不超过 0.05m/s。热水进入集气罐后，断面扩大，流速降低，空气自动从水中逸出。施工过程中，集气罐是现场制作的，通常用 DN100、DN150、DN200、DN250 钢管焊制而成，也可用钢板卷焊而成，集气罐的规格尺寸见表 3-3-9。

表 3-3-9 集气罐的规格尺寸

规格	型号				国际图号
	1	2	3	4	
DN	100	150	200	250	T903
L(H)	300	300	320	430	
质量(kg)	4.39	6.95	13.76	29.29	

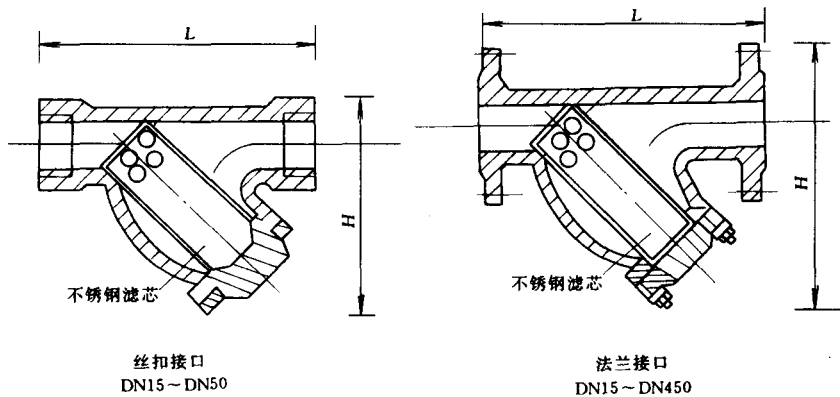


图 3-3-26 过滤器

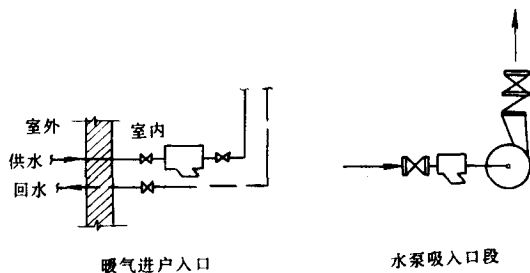


图 3-3-27 过滤器安装

集气罐分立和卧式两种如图 3-3-28 所示。

集气罐要安装在管路的最高点能汇集空气的地方，其高度要低于膨胀水箱 0.3m，保证集气罐处于 300mmH<sub>2</sub>O 的净水压力之下，能顺利排除空气。

(2) 自动排气阀的安装。自动排气阀是安装在热水供暖系统中能自动排除空气的一种阀门，它具有安装方便，结构紧凑，不需要专人开启排气阀而自动调整排气。自动排气阀如图 3-3-29 所示，自动排气阀的安装方法如图 3-3-30、图 3-3-31 所示。

## 五、室内供暖系统的试压与清洗

### 1. 室内供暖系统的试压

室内供暖系统在安装完毕后应进行压力试验，以检验系统的机械性强度和严密性能。室内供暖系统的试压包括两部分，即隐蔽性试验和最终试验。一切需要隐蔽的管道及其附件在隐蔽前必须进行压力试验，这个试验称为隐蔽性试验，而整个供暖系统安装完毕后进行的试验称为最终试验。

#### (1) 试压前的准备工作

- 1) 进行全面检查，检查整个系统是否符合设计要求及有关技术规范；
- 2) 检查各类接口及连接点质量是否合格；

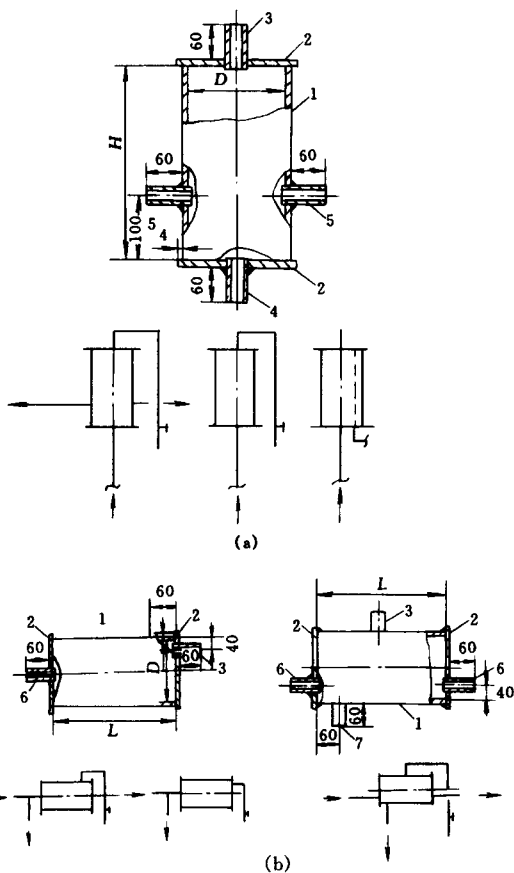


图 3-3-28 集气罐及接管方式

(a) 立式集气罐及接管方式；(b) 卧式集气罐及接管方式

1—外壳；2—盖板；3—放空气管；4—供水立管

5—供水干管；6—热水干管；7—排污管

3) 将不宜和管道一起试压的阀门、附件、仪表等全部拆下；

4) 系统上所有开口应进行封闭，系统内的阀门应全部开启，不宜连同管道一起试压的设备或系统应加设盲板隔离，且应作好标记，以便试压后拆除；

5) 系统最高点加放气阀，最低点加泄水阀；

6) 系统应装有两只经校验合格并具有铅封的压力表，压力表刻度应为被测压力最大值的 1.5~2 倍，精确度等级不应低于 1.5 级。

### (2) 试压

1) 系统连接。将试压用的设备、阀门、仪表等与系统连接。

2) 灌水。关闭系统最低点的泄水阀，打开最高点的放气阀，向系统灌水，待放气阀连续不断地出水时，表明系统充水已满，这时关闭放气阀。

3) 试压。系统充满水后，不要急于打压，而应先进行检查，看看系统是否有渗水。漏水现象，若有，应放水检修，若无，可升压试验。打压过程中，要注意升压节奏不要

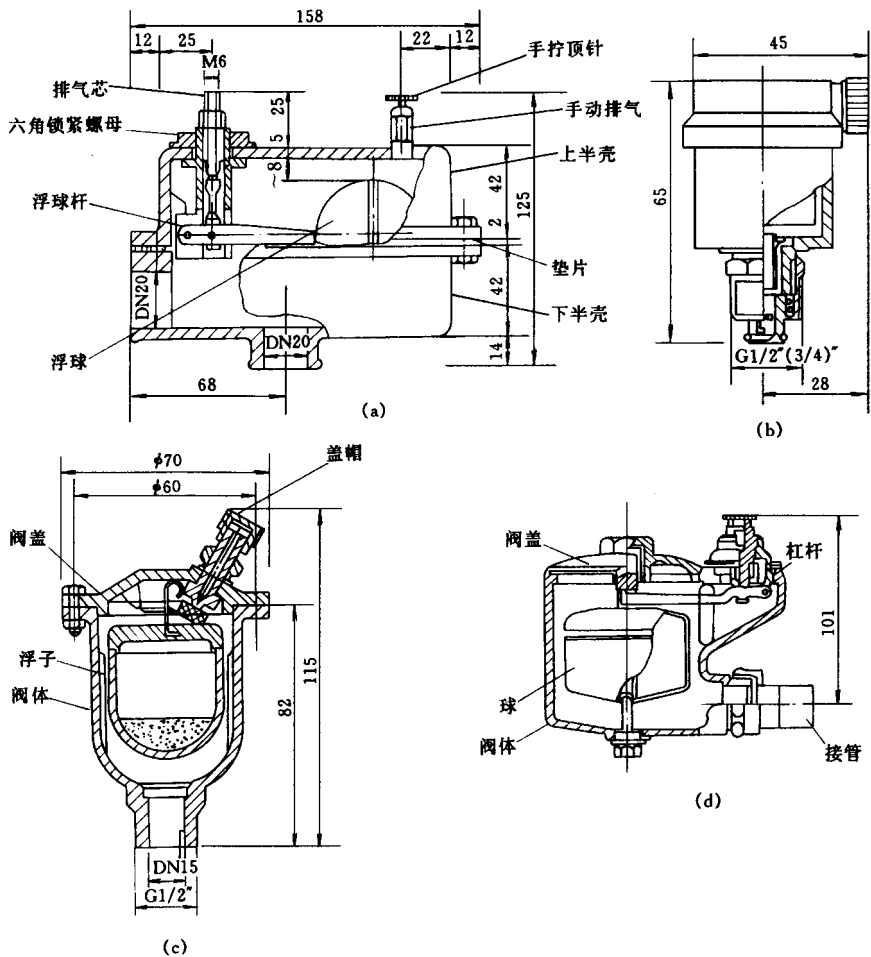


图 3-3-29 常用的几种自动排气阀

(a) ZP-I、II、ZPT-C型自动排气阀；(b) ZP88-1型立式自动排气阀；  
(c) PQ-R-S型自动排气阀；(d) PZ1T-4立式自动排气阀

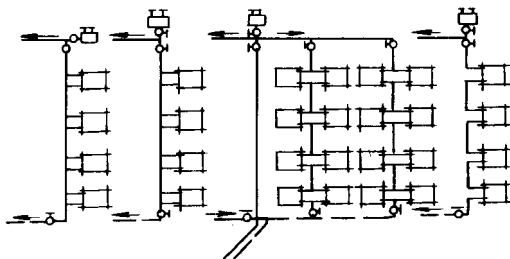


图 3-3-30 自动排气阀用于热水供暖系统

太快，要慢慢升压，待压力升至试验压力的 1/2 时，应停止打压，进行一次全面的检查。若系统有渗水、漏水现象，应泄水修理，不得带压修理，修理完毕后，再继续升压



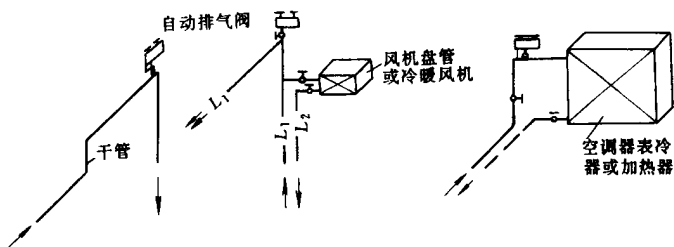


图 3-3-31 自动排气阀用于冷水及空调加热系统

试验，一般分 2~3 次升至试验压力，试验压力按表 3-3-10 执行。

表 3-3-10 室内供暖系统水压试验的试验压力 MPa

管道系统类别	试验压力 $p_s$ 及要求
蒸汽热水供暖系统	以系统顶点工作压力加 0.1MPa 作水压试验，同时要求系统顶点的试验压力不小于 0.3MPa
高温热水供暖系统	试验压力为系统顶点工作压力加 0.4MPa
塑料管及复合管的热水供暖系统	应以系统顶点工作压力加 0.2MPa，同时系统顶点的试验压力不小于 0.4MPa

4) 持压。使用钢管及复合管的供暖系统应在试验压力下 10min 内压力降不大于 0.02MPa，然后降至工作压力的 1.5 倍，稳压 2h，压力降不大于 0.03MPa，同时各连接处不渗、不漏。

注意：

(1) 系统试压时，系统中安装仪表因试压拆下，待试压合格后，再将仪表复位。

(2) 若系统中有疏水阀、减压阀流量计时，应将这些附件的前后阀门关闭，打开旁通阀，不让这些附件参与试验，以防污物堵塞。

## 2. 供暖系统的清（吹）洗

水压试验合格后，即可对系统进行清（吹）洗，清洗的目的就是清除管道内的污泥。铁锈、焊渣、泥沙等杂物。根据管道的使用要求，可选用水、蒸汽或空气等不同介质进行清洗。工程上用水作介质清除管道系统的污物称为清洗，若用蒸汽、空气或其他气体清除管道系统的污物叫吹洗。

管道在清洗前，应编制详细的清洗方案，并按系统分段进行清洗，不允许清洗的附件如孔板、调节阀、过滤器等应拆下用临时短管代替；为防止污物进入阀门或设备内，应在其进口处留有吹出口，以排除吹洗段污物，不允许吹洗的管道及设备应用盲板隔开。

管道的吹洗顺序是：主管 → 干管 → 支管，如支管较多时，可暂时将某些支管隔断，逐根进行清（吹）洗，对于管径较小的支管，可将几根支管同时清（吹）洗，操作时，所有管道都应清（吹）洗到，不得留有死角。管道清（吹）洗时，应有足够的流量、压力和流速；管道固定可靠，一些不能满足清（吹）洗的管道系统可加设临时支撑件；排放管应能保证安全可靠顺利排放。

(1) 清洗。清洗前应将管道内的流量孔板、温度计、流量计、减压阀、疏水阀、调节阀芯、止回阀芯等拆下，待清洗合格后再重新装上。

清洗时，以系统内可能达到的最大压力和流量进行，以保证水的流速不小于  $1.0 \sim 1.5\text{m/s}$ ，排水管截面积不应小于被清洗管截面积的  $60\%$ ，并接至排水井或排水沟内，保证能顺利安全排泄。清洗应连续进行，直到出口处的水色和透明度与入口处相同，且无粒状物和悬浮物。

(2) 蒸汽吹洗。蒸汽管道应使用蒸汽吹洗，其他管道采用蒸汽吹洗时，应考虑管道系统及支架等结构是否承受高温和热膨胀，凝结水能否顺利排除等因素。

管子在蒸汽吹洗前应进行预热，预热时应开小阀门，使蒸汽缓缓进入管道，注意检查固定支架是否牢固可靠，管道伸缩是否自如，管道的各部件、连接件、各类连接点是否出现异常。如有，应迅速关闭蒸汽阀门，待故障彻底排除后，再重新预热，待预热至管段末端温度与始端的温度相等或接近时，再逐渐开大阀门增大蒸汽流量进行冲洗。

冲洗应从总汽阀开始，沿蒸汽的流向逐段地进行，一般每次只用一个排汽口，排汽口附近的管道应进行加固，排汽管应接至室外安全的地方，管口朝上倾斜，并设置醒目标志，严禁无关人员靠近。排汽管的截面积应不小于被吹洗管截面的  $75\%$ 。

蒸汽管道在吹洗前，应关闭疏水器和减压阀的前后阀门，打开减压阀前的泄水阀和疏水阀前的冲洗管进行吹洗。吹洗总管用总汽阀控制流量，吹洗支管用管路中分支处的阀门控制流量。在开启汽阀前，应将管道中的凝结水由启动疏水管放掉，在吹洗管路的初始阶段，启动疏水管不应关闭。吹洗压力尽量控制在管道设计工作压力的  $75\%$  左右，最低不能低于工作压力的  $25\%$ ，吹洗流量为设计流量的  $40\% \sim 60\%$ 。每一排汽口的吹洗次数不应少于两次，每次吹洗时间为  $15 \sim 20\text{min}$ 。吹洗应按照预热  $\rightarrow$  暖管  $\rightarrow$  恒温  $\rightarrow$  吹洗的顺序反复进行，蒸汽阀的开启应缓慢，千万不可操之过急，以免引起水锤，导致管道变形，阀件破裂。

蒸汽吹洗的检验，可用刨光的木板置于排汽口检查，以板上无锈点和脏物为合格。对可能留存污物的部件，应当用人工加以清除。在吹洗过程中不应使用疏水器来排除系统中的凝结水，在吹洗工作结束时，对疏水器进行调整方可投入运行。

(3) 空气吹洗。用压缩空气对管道进行清洗称为空气吹洗，又称空气吹扫，空气吹洗的方法与蒸汽吹洗方法相似，空气连续吹洗的时间为  $7 \sim 8\text{h}$ ，气流速度约为  $20 \sim 30\text{m/s}$ 。空气吹洗的检验是用一块贴有白纸的靶板放在气体排出口，停放  $3 \sim 5\text{min}$ 。以靶板上无脏物和污水为合格，用空气吹洗，必须采取安全措施，以确保人身安全。

## 六、供热系统的试运行

供热系统的安装全部完成，并经过试压和清洗合格后，即可进行供热系统的试运行。供热系统的试运行是检验设计和施工质量的重要技术环节。

为了使整个供热系统能够正常运行，达到设计所需要的室内温度，必须对供热系统进行调节。调节分为对供热系统投入运行初期的初调节和根据室外气象的变化而进行的运行调节两种。

## 1. 供热系统运行前的准备工作

为使供热系统的试运行能够顺利进行,必须做好运行前的检查和准备工作。

(1) 运行前的检查。供热系统在运行前应对系统进行一次全面的检查。包括热源、室外供热管网和室内供暖系统。检查设备、装置、支架是否完整无缺;检查各类阀门启闭是否灵活、操作是否方便;检查各类仪表的灵敏度是否保证;检查管道系统各类接口及连接点是否严密;检查系统中的部件、配件是否满足试运行的要求。

(2) 编制试运行方案。一个比较大的供热系统,试运行前应编制试运行方案,而且要统一择样,分工明确,并对所有操作人员进行技术交底。

(3) 人、材、物的准备。根据编制的试运行方案,做好运行所用材料、机具、仪表的准备,所用人员的工种、数量应组织好。试运行过程中所用的水、电、各类燃料等能正常供给,维护修理人员所用材料、工具、仪表等应准备齐全,通水通汽的操作人员和监护人员应落实清楚,并能随时调用。

(4) 应考虑环境对供热试运行的影响。供热系统运行前应关注天气预报,注意天气在试运行期间是否有大风、大雨、大雪,是否有低温,并根据天气情况,做好各项准备、防护工作。

## 2. 供热系统的通热与调节

(1) 供热系统的通热试验。供热系统的通热试验,包括锅炉的试运行、室外热网和室内供暖系统的通热试验。按供应热媒的不同分为热水供暖系统的通热试验和蒸汽供暖系统的通热试验。

在通热试验时,锅炉房内及各用户人口处应设专人负责,室内系统可分环路或分处包干负责。在通热进入正常状况前,工作人员不得擅离岗位,而且应不断巡视,如发现问题应及时报告并迅速抢修。

1) 热水供热系统的通热试验,由系统充水、升温、正常循环等几个环节组成。

单独锅炉房集中热水供热系统通热时,先向锅炉充水,待锅炉满水后,即可向室外管网充水。此时,应关闭各用户的供回水阀门,打开旁通管上的阀门,使外网单独循环。当外网内空气排净满水后,即可逐个向用户充水。如在非采暖季节或室外气温高于 $5^{\circ}\text{C}$ 的气候条件下通热时,也要同时由水总管向整个系统内充水。充水时可根据系统的不同形式从回水管或供水管向系统充水,且流速不宜过大,以利于空气的及时分离与排出。满水后 $1\sim 2\text{h}$ ,应再次打开高点排气阀,直至空气排净为止。系统充满水后,锅炉点头升温。待水泵、风机运转正常后,锅炉中水温达到 $50^{\circ}\text{C}$ 左右,即可向系统供热。通热的顺序是先室外管网、后室内系统;光远用户、后近用户;先大用户、后小用户。

室外管网通热前,应先关闭各用户入口处供、回水干管的阀门,开启旁通管阀门,使室外管网热水循环预热,并不断向系统补水且排除空气,使水温和流速达到要求,同时要检查管网有无渗漏堵塞和不热等现象,如有故障应立即排除。

室外管网运行正常后,可按由远到近的顺序向用户通热。室内供暖系统的通热顺序是:先远环路,后近环路,分环路逐个进行。通热时先开启用户供、回水管总阀门,再将干管末端立、支管的供水管阀门开启 $2\sim 3$ 组,形成环路。待环路中所有散热器都热了后,且未发现渗漏及堵塞现象,再逐一对立、支管进行通热检查,直至所有环路均正

常供热，且无渗漏堵塞等现象，则系统供热完成。待所有用户供热完成后，可进行系统的初调节。

2) 蒸汽供热系统的供热试验。蒸汽供热系统的供热，也应按先通室外管网，无问题后，再由远到近向各用户室内系统通汽，并经过暖管、通汽等程序进行。在暖管供热前应先关闭疏水器的旁通管阀门（或启动疏水管阀门）打开，以便及时排掉启动时的大量凝结水，待通汽正常后再关闭旁通管阀门启用疏水器。通汽时蒸汽阀的开启应缓慢，先开启1~2圈，以小流量蒸汽预热管道，待管道加热后，再逐渐加大蒸汽流量，避免因管道急剧受热膨胀和汽流冲击，使管件、阀门和设备等破损。室外管网供热正常后，升压至工作压力，开始向用户送汽。

室内送汽的方法及顺序与热水供暖系统基本相同，但也应按先暖管后通汽的正常步骤进行。控制送汽阀门的缓慢开启，使蒸汽量逐渐增大，对管道及设备有暖管、减少和防止产生水击（水锤）现象的良好效果，是蒸汽供热系统供热及运行中应予以重视的操作环节。

(2) 供热系统的初调节。供热系统在投入运行时，由于各种因素的影响，尽管有良好的设计和正确的施工，但总会有某些用户的室温不符合设计要求，为了保证建筑物的室内温度，特别是每个房间内的温度都能达到设计的温度值，使系统均衡运行，必须对供热系统进行正确的调节。

在系统供热后，交工验收之前，由施工单位负责进行的首次投入运行的调节，称为初调节，此时系统的运行称为试运行。在运行过程中，随着季节和室外气象条件的变化而进行的系统调节，称为运行调节，由使用单位负责进行调节。

供热系统的调节分为集中调节和局部调节两种方式。运行调节以集中调节为主，是以改变热网的流量和温度，调节热源的供热总量来实现的。其基本方法有：只改变热媒温度的质调节；只改变热媒流量的量调节；同时改变热媒流量和温度的综合调节和改变供暖时间的间歇调节等。初调节就是在热网正式运行前，将各用户的热媒流量调配至理想流量（即满足用户实际热负荷需求的流量），解决热力工况的失调问题。

1) 热水供热系统的初调节分室外管网和室内系统两个程序进行。

室外管网的调节是利用各热用户入口安装的流量调节装置进行的，如手动流量调节阀、平衡阀、调配阀及节流孔板等。调节时，可根据热水的进出口温度和压力进行，从距热源最近的用户开始，调小进、出管总阀门，使其达到设计需要的压力和温度，然后由近及远对各用户逐一调节，以此反复调节，由近到远逐渐开大用户阀门，使距热源远近不同的用户达到平衡。待运行一段时间稳定后，即可对用户室内系统进行调节。

室内供热系统的初调节，是靠临时挂设在各房间内的温度计的计量调节立支管上的阀门，使房间内的温度达到设计要求。各立管阀门的开启程度是由近到远逐渐开大进行调节的。对于同程式系统，中间部分立管流量可能偏小，调节时应适当关小主管最远和最近立管上的阀门；对双立管系统，往往要关小上层散热器支管阀门的开启度，因下层散热器处于不利状态，其支管阀门应越往下开启度越大，以消除自然压力的影响。

2) 蒸汽供热系统的调节。蒸汽供热系统初调节是在通汽、吹扫后，系统供汽阀门处于全开启（并回转1~2圈）的状态下进行的。初调节和正式运行调节方法相同，即

分为压力调节与供热调节两种方法，且调节多在室内供暖系统上。

·压力调节。压力调节靠用户入口处装设减压器，以消除室外管网的剩余压力，从而控制蒸汽的入口压力符合设计压力而不超压。调节的方法是：先开启减压阀后阀门，关闭旁通管阀门，再缓慢开启减压前阀门，使蒸汽经减压器进入室内系统，待减压器前后阀门全开后，观察压力表读数，先调节减压装置的安全阀，使超压后能及时启动，以保证供暖系统能够安全运行，然后调节减压器使之达到设计压力。当减压器检修时，关闭其前后阀门，开启旁通管上旁通阀短期通汽运行。旁通阀开启也应缓慢进行，并注意压力表读数，保证系统不超压。

·供热调节。供热调节是利用系统中分支干管、立管、散热器支管上的阀门，调节其开启度的大小，使系统的分支系统、立管环路及散热器组的散热达到均衡。调节时应及时排除系统中的空气，并检查疏水器的工作情况，以保证系统的正常运行。

供热系统试运行的初调节结果，均应做出详细的记录，如室外管网上各阀门开启度的调节情况、各环路散热器的散热工况（不热、热的不够、热的不均匀）、各供暖房间的室温情况等，以做为交工验收及正式运行管理的原始资料和依据。如有必要，可将室内各主要调节阀的手轮（手柄）卸掉，以保持初调节的效果。

## 七、热水供热系统的不热故障及其排除

用户系统的散热器不热，是供热系统中常见的故障。

供热系统通过供热管道将热源生产的热媒输送到各热用户。因此，热用户的散热器不热，首先要在热源上找原因，其次是在热网上找，再在热力入口处找，最后在用户系统找。

### 1. 外部管网的缺陷引起用户系统的不热

(1) 外部管网没有按照设计指定的保温材料和要求的保温厚度进行管道保温，或保温层施工质量低劣，保温层受水浸袭或遭其他破坏等都将会使用户达不到要求的温度或者蒸汽压力达不到用户的需求。

(2) 随意在外网上连接新用户。供热系统的供热量基本上是一个定值，当供热系统在满负荷运行时，若在它上面随便连接新的热用户，必然会引起用户的供热量不足。因此在没有以旧有的供热系统事先验算，弄清它是否具有增添新用户的能力之前，不能在原有的供热系统中增加新的用户。

(3) 初调节遭到人为破坏。热力管网初调节后，所有用户系统的热力入口处阀门的开启度已固定好，当初调节被破坏时，必然使整个供热系统的水力工况遭到破坏，从而引起一些用户不热或供热量不足等现象。

(4) 地沟敷设深度过浅。地沟覆土层过薄，地沟间大气的散热量增大，相应地管道的散热损失也就增大。

(5) 管道上污物堵塞，系统热力入口处阀瓣脱落等也会使用户不热。

### 2. 室内供暖系统空气滞留形成气塞引起的不热

(1) 集气罐的安装和操作不当。集气罐应装在离弯头三通等产生局部阻力部位的一

定距离(500~800mm),以免由于局部阻力所形成的涡流妨碍气泡从水中分离,使集气罐不能有效地发挥作用。

在使用集气罐时,如果集气罐安装有较长的排气管,当刚打开排气管上的阀门时,排气管向外流水,这并不说明集气罐没有空气。因为在上一次的排气之后关上阀门,这个排气管就充满了水,而空气聚集在集气罐顶部的空间内。只有把管下部的水放出来,集气罐内的空气才能排除。因此,在刚打排气管上的阀门向外流水时,不要以为集气罐内无空气而关闭阀门。

(2) 管道或散热器中的气囊。室内供暖系统在施工时,由于技术方面的原因造成水平敷设时管道反坡、弯曲、局部凸起等,都会使空气在某处集聚,形成气囊,从而使管道形成气塞,破坏了系统的正常循环。使用过程中,散热器内存有空气,而空气又不能及时排除。对于热水供暖和蒸汽供暖使用圆翼型散热器时,要注意连接应采用偏心法兰,否则也会在散热器内形成气囊。

(3) 管道或散热器堵塞引起的不热。管道在施工过程中,难免有泥砂、钢屑、焊渣、油麻、铁锈等杂物进入系统,一旦这些污物过多,则会形成堵塞。这些阻塞物最易堵塞的地方有:阀门、三通、弯头、四通、活接头、异径管等处。

(4) 安装不当引起的不热。

1) 双管热水供暖系统在供水支管上漏装调节用阀门。这样将不能消除上层环路的自然循环作用压力,而造成上层散热器过热,下层散热器不热或热得不够。

2) 管道连接不当造成的不热。如图3-3-32(a)所示,立管与散热器支管连接处伸出的螺纹使立管的水流阻力增大,热媒流量减少,从而造成散热器不热或不太热。甚至由于支管连接处伸出的螺纹段过大,使立管过流断面变小,流速提高,造成支管处产生负压或引射,使散热器不热,干管与主管也会出现这种情况,如图3-3-32(b)所示,导致整个主管不热或完全不热。

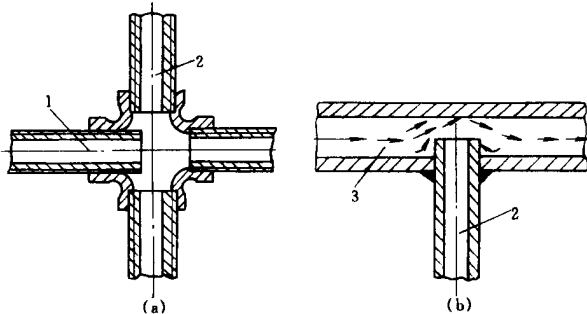


图3-3-32 支管同立管、立管同干管的不当连接  
(a)支管同立管的不当连接;(b)立管同干管的不当连接

1—支管;2—立管;3—干管

(5) 初调节遭到人为破坏,室内供暖系统通热运行时,为解决环路平衡,各立管、支管上的阀门的开启度已调整好并固定,一旦初调节被破坏,整个供暖系统的水力工况将遭到破坏,引起垂直热失调和水平热失调。

(6) 阀门安装不当造成的不热, 供暖系统采用截止阀时, 如果截止阀装反了, 也会造成系统不热。

(7) 热水供暖系统开始运行时, 由于充水过快或充水不够造成不热。系统充水过快, 系统中的空气将不能彻底排除, 从而使系统充水不足。在检查整个系统时, 应重点检查膨胀水箱是否有水, 系统的最高处的集气罐是否有水。

(8) 膨胀水箱与系统故障导致不热。膨胀水箱安装高度不够, 水箱自动控制装置失灵, 补水不及时造成系统顶部不满水使循环遭到破坏, 膨胀管与系统连接不当等都将造成系统散热器不热。

## 八、蒸汽供热系统故障的检查

蒸汽供热系统常见的故障有散热器散热故障、水击故障及系统泄漏故障等。

### 1. 散热器散热故障

散热器散热故障有上半部不热、下半部不热、整个散热器不热三种情况。整个散热器不热可能是供汽支管堵塞, 也可能是供汽支管上阀门阀瓣脱落; 散热器上半部不热可能是散热器内充满了空气; 下半部不热可能是疏水器坏了, 散热器下半部充满了凝结水而不能顺利排除。

### 2. 水击故障

蒸汽供热系统产生水击, 会出现振动、噪声, 影响周围环境, 严重时可导致管道产生变形、阀门破裂、散热器破裂等。

水击故障产生的原因是:

(1) 开始送汽时, 供汽阀开启过快, 来不及暖管, 即凝结水排除不及时, 随蒸气流动引起水击故障。

(2) 开始送汽时, 不经暖管未启动疏水器旁通阀流水, 造成疏水器来不及排除大量的凝结水, 形成水塔塞。

(3) 施工过程中管道逆坡导致运行中产生水击。

(4) 安装过程中管道变径处理不当, 水平敷设的供汽管道变径时应做成下偏心大小头面(底平大小头), 却做成了正心大小头或上偏心大小头。

(5) 管道在敷设过程中遇有抬高、翻身、变向等, 施工工艺不妥导致水击。

(6) 供汽管局部支架松动, 造成管道局部凹陷而坡度不良, 运行中形成凝结水在局部集聚而形成的水击。

(7) 由多种原因造成的管道局部凸起、凹陷而形成的气囊、液囊导致系统运行时产生的水击。

### 3. 系统的泄漏

蒸汽供热系统的泄漏是指系统运行过程中产生跑、冒、滴、漏等现象, 跑、冒、滴、漏主要发生在管道与阀门设备、管件等连接处, 导致系统发生跑、冒、滴、漏的原因有:

(1) 施工质量。有些管道施工质量不过关, 导致管道系统出现泄漏。施工质量留下

的泄漏隐患，在交工验收时表现不出来，待系统运行一段时间后将出现泄漏。

(2) 系统运行。系统运行过程中的违规操作，不文明生产导致管道系统出现水击、振动，使得管道连接处产生松动、变形、导致泄漏。

(3) 系统维护。系统运行过程中，应对系统进行维护、保养，如对阀门的阀杆定期加注机油，一些密封填料应定期更换，系统通热调整后，应对螺栓予以热紧等。



## 第四章 整体锅炉安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于工作压力不大于 0.8MPa、热水温度不超过 150℃ 的采暖和热水供应的整体锅炉安装工程。

### 一、基础验收放线。

1. 将锅炉房及设备基础清理打扫干净；再将全部地脚螺栓孔内的杂物清理干净，并用皮风箱（皮老虎）吹扫。

2. 锅炉设备的基础尺寸、位置等的质量要求应符合表 15.5.1 中“允许偏差”项 1 的规定。

3. 根据锅炉房设计平面图和锅炉基础图应放出以下几条安装基准线：

(1) 锅炉纵向中心基线，或锅炉支架纵向中心基准线。

(2) 锅炉炉排前轴基准线，或锅炉前面板基准线；如有多台锅炉时应一次放出基准线。

(3) 液压传动装置的纵向中心和横向中心基准线。

(4) 省煤器纵向中心基准线。

(5) 鼓风机、引风机的纵向中心和横向中心基准线。

(6) 锅炉基础标高基准线，在锅炉基础上或基础四周选有关若干地点分别作标记，各标记间相对偏移不应超过 1mm。

4. 基础的各部分尺寸及座标位置的质量不符合设计图纸和安装要求时，必须经过修整达到安装要求后再进行安装。

5. 基础验收放线应有记录（见第三章表 3.4.1（1）），并作为交工的技术资料。

### 二、锅炉本体安装。

1. 锅炉在水平运输时，必须使道木高于锅炉基础，保证基础不受损坏。

2. 当锅炉运到基础上位以后，快装锅炉可以不撤滚杠进行初步找正，并应达到下列要求：

(1) 锅炉炉排前轴中心线应与基础前轴中心基准线相吻合，允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

(2) 锅炉纵向中心线应与基础纵向中心基准线相吻合；或锅炉支架纵向中心线与条形基础纵向中心线相吻合，允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ 。

3. 撤出滚杠使锅炉就位。

(1) 撤滚杠时，应分步进行，逐步使锅炉平稳落在基础上。

(2) 锅炉就位后的校正：锅炉在就位过程中可能产生位移，应进行复查用千斤顶校正，达到找正的允许偏差。

4. 锅炉找平；经水准仪测量锅炉基础的纵向和横向水平度，其不水平度小于或等于 4mm 时，可免去锅炉的找平。

(1) 锅炉纵向找平：用水平尺（水平尺的长度不小于 600mm）间接放在炉排的纵排

面上，检查炉排面的水平度。检查点最少为炉排前后两处。水平度要求为：炉排面纵向应水平或炉排面略坡向锅筒排污管一侧为合格。

(2) 锅炉横向找平：用水平尺（水平尺长度不小于 600mm）间接放在炉排的横排面上，检查点最少为炉排前、后两处，炉排的横向倾斜度不得大于 5mm 为合格，炉排的横向倾斜过大会导致炉排跑偏。

5. 炉底风量的密封要求：

(1) 锅炉支架底板与基础之间必须用水泥砂浆堵严。

(2) 锅炉底座与基础之间的密封砖墙应砌筑严密，两侧抹水泥砂浆。

(3) 基础的预留孔洞安装完毕后也应砌筑严密，用水泥砂浆抹严。

三、平台、扶梯安装。

1. 长短支撑安装：先将支撑座孔中的杂物清理干净，然后安装长、短支撑。支撑安装要平正，螺栓应涂机油石墨后拧紧。

2. 平台安装：平台应调整到基本水平，螺栓连接应牢固。

3. 平台扶手和栏杆安装：扶手柱应垂直平台，螺栓连接要牢固。栏杆煨弯处应一致美观。

4. 爬梯、扶手及栏杆安装：先把爬梯上端与平台边框用螺栓连接，找正爬梯后将下端焊在锅炉支架钢板上；扶手柱及栏杆安装要求与平台、扶手相同。

四、螺旋出渣机安装。

1. 先将出渣机从安装孔斜放在基础坑内。

2. 将漏灰接口板安装在锅炉底板下部。

3. 安装锥形渣斗，上好渣斗与炉体的螺栓后，再将漏灰板与渣斗的连接螺栓上好。

4. 吊起出渣机的筒体与锥形渣斗连接好。锥形渣斗的长方形法兰与筒体长方形成法兰之间一定要加橡胶垫或浸油石棉盘根，不得漏水。

5. 安装出渣机的吊耳和轴承底座；在安装轴承座时，要使螺旋轴保持同心并形成一条直线。

6. 把安全离合器的弹簧调好，用扳手扳转蜗杆方形螺旋轴使其转动灵活。油箱内应注入符合要求的机械油。

7. 安装稳妥后接通电源和水源，检查旋转方向是否正确，离合器弹簧是否跳动，冷态试车 2 小时，无异常声响和不漏水为合格。应作好试运转记录。

五、电气开关箱安装。

1. 开关箱的四个地脚螺栓（M12×220）的位置要正确，灌注要牢固，开关箱安装时要找平找正。

2. 开关箱安装好后，可敷设开关箱到各个附属电机的配管和导线。开关箱及电气设备外壳应有良好的保护接地。待各个辅机安装完毕，最后接通电源。

六、省煤器安装。

1. 快装锅炉的省煤器均为整体组件出厂，因此安装时比较简单。安装前，要认真检查省煤器管周围嵌填的石棉绳是否严密牢固，外壳箱板是否平整，有无损坏，确认无问题可进行安装。

2. 省煤器支架安装：将支架上好地脚螺栓放在基础上。当烟管为现场制作时，支架可按基础图找平找正；当烟管为成品组件时，应等省煤器就位后，按照实际烟管位置尺寸找平找正。

### 3. 省煤器安装：

(1) 省煤器安装前应进行水压试验。试验压力为  $1.25PN + 5$ ， $PN$  为锅炉工作压力。无渗漏再进行安装。同时可以进行省煤器安全阀调整。省煤器安全阀的开启压力应为装置点工作压力的 1.1 倍，或为锅炉工作压力的 1.1 倍。

(2) 用人字扒杆或其它吊装设备将省煤器安装在支架上，并检查省煤器的进口位置、标高是否与锅炉烟气出口相符；以及两口的距离和螺栓孔是否相符。通过调整支架的位置和标高达到烟管的安装要求。

(3) 一切妥当后可将省煤器下部的槽钢与支架板焊在一起。

4. 灌注混凝土：支架的位置和标高找好后灌注混凝土。混凝土的标号应比基础标号高一级，应捣实和养护。

5. 当混凝土强度达到 75% 时，可将地脚螺栓紧固。

### 七、液压传动装置的安装。

1. 对预埋板应进行清理和除锈。

2. 检查和调整使绞链架纵横中心线与滑轨纵横中心线相符，以确保有较大的调节量；并将铰链架的固定螺栓稍加紧固。

3. 把活塞杆全部提出（最大行程），并将活塞杆的长拉脚与摆轮连接好，再将活塞缸与铰链架连接好。然后根据摆轮的位置和图纸的要求把滑轨位置找好、焊牢。最后要认真调整一下铰链架的位置并把螺栓紧固。

4. 液压箱安装：油压箱只需按设计位置放好即可。油箱内要清洗干净，经加油器，向油箱内加入 10 号（冬季）、20 号（夏季）机械油。

5. 地下油管安装：地下油管采用  $\phi 22\text{mm} \times 3.5\text{mm}$  的低压流体用无缝钢管，在现场煨弯和焊接管接头。钢管内要除锈，用破布拉拽干净。

6. 高压软管安装：高压软管应安装在油缸与地下油管之间。安装高压软管时，应将丝头和管接头内的铁屑毛刺清除干净。为避免损坏油缸和油泵丝头连接处，应用聚四氟乙烯薄膜或麻丝白铅油作填料，将高压软管上好。

7. 高压铜管安装：先将铜管截成适当长度。然后退火煨弯，用扩口工具扩口；再把管接头分别上在油箱和地下油管的管口上，最后把铜管上好。

8. 电气部分安装：先将行程撞块安好，再安装行程开关。上行程开关的位置应是在摆轮拨爪略超过棘轮槽为宜，下行程开关的位置应定在能使炉排前进 80mm 或活塞不达到缸底为宜。最后进行电气配管、布线，压接线鼻子及油泵电机接线。

9. 油路管的冲洗和试压：把高压软管与油缸相接的一端卸开放在空油筒内，然后启动油泵调节溢流阀调压手轮，反时针旋转使油压维持在 0.2MPa 水平，再通过人工方法控制行程开关使油能对两条油管进行冲洗。冲洗时间为 15 ~ 20 分钟，每条油管至少冲洗 2 ~ 3 次，冲洗完毕后将高压软管与油缸连好。

油管试压，利用液压箱的油泵即可。启动油泵通过调压手轮使油压逐步升至 3MPa，

在此压力下活塞动作一个行程，检查油管及接头、油缸等处不漏油为合格。立即将油压调整到炉排工作压力，因油泵不得长时间超载。1~2t/h 链条炉排油压为 1.2MPa；4t/h 链条炉排油压为 1.5MPa。

10. 摆轮内部应擦洗后加入适量的 20# 机油。

11. 油压传动装置冲洗试压时应作好记录。

#### 八、烟囱安装。

1. 每节烟囱之间用  $\phi 10\text{mm}$  的石棉扭绳作垫料，连接头要严密牢固。组装好的烟囱应基本成直线。

2. 当烟囱的高度超过周围建筑物时应安装避雷针。

3. 在烟囱的适当高度处安装拉紧绳，最少三根。拉紧绳的固定装置焊接或安装要牢固。在拉紧绳距地面一定高度（不少于 3m）处安装绝缘球。拉紧绳与地锚之间用花兰螺栓拉紧，锚点的位置要合理。

4. 用吊装设备把烟囱吊装就位，用拉紧绳调整烟囱的垂直度；垂直度要求达到 1mm/m，全高不超过 21mm。最后检查拉紧绳的松紧绳卡和基础螺栓。

#### 九、管道、阀门、仪表安装。

1. 管道、阀门、仪表安装要严格按图进行。

2. 阀门应经试压合格并填写“阀门试压记录”（表 3-4-1）后才能安装。

表 3-4-1

阀门试验记录

日期 年 月 日

工程项目			安装工程部位			制造厂名称							
试验单位			来料单位			合格证号							
编号	名称	规格	型号	公称压力 (MPa)	强度试验			严密试验			合格或 合格率	备注	
					压力	时间	降压	压力	时间	降压			

部门负责人：

质量检查人：

试验人员：

填表：

注：此表每个阀门试验填一行，每项工程每份资料一至数张（每项工程应报三份资料）。

(1) 强度试验：试验压力应为公称压力的 1.5 倍，阀件和填料处无渗漏为合格。

(2) 严密性试验：试验压力为公称压力，阀芯密封面不漏为合格。

3. 法兰所用垫料及螺栓丝头应涂以机油石墨。

4. 排污管安装时,注意排污阀的开关手柄应在外侧,确保操作方便。当锅炉的蒸发量大于或等于  $1\text{t/h}$  或工作压力大于或等于  $0.69\text{MPa}$  时,每个排污管上应安装两个串联的排污阀。排污阀排出口应安装到室外安全处(排污井或排污膨胀箱上),明管部分应在必要位置加固定支架,排污管应坡向室外。

5. 温度计安装:温度计的螺纹部分应涂白铅油。密封垫应涂机油石墨,温度计标尺应朝着便于观察的方向。温度计的底部应放入适量的导热性能好、不易挥发的液体(如机油)。

6. 省煤器循环水管接到水箱;省煤器安全阀排水管应接到室外安全处。

#### 十、水压试验。

##### (一) 水压试验前的准备工作

1. 将锅筒、集箱清洗干净后封闭人孔。

2. 检查锅炉本体管道、阀门有无漏加垫片,漏装螺栓或未紧固等现象。

3. 应关闭排污阀、主汽阀、上水阀。

4. 安全阀的管座应用盲板封闭,并在每一个管座的盲板上安装放气管和放气阀;放气管的长度应超出锅炉的保护壳。

5. 锅炉的试压管和进水管应设在锅炉的附气阀上为宜。

6. 应把锅炉的前、后烟箱和烟道检查孔打开,待试压时便于检查。把压力表的旋塞转到相通位置。打开附气阀和放气阀。

##### (二) 水压试验时环境温度的要求

1. 水压试验应在周围气温(室内)高于  $+5^{\circ}\text{C}$  时进行。

2. 在气温低于  $5^{\circ}\text{C}$  的环境中进行水压试验时,必须采取可靠的防冻措施。

##### (三) 水压试验时对水温的要求

1. 水温一般应在  $20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$  ;

2. 当施工现场无热源时,可用自来水试压;但是要等锅筒内水温与周围气温较接近,没有结露,能进行检查时再进行水压试验。

##### (四) 锅炉水压试验压力的规定

锅炉本体水压试验,工作压力小于或等于  $0.6\text{MPa}$ ,试验压力为工作压力的  $1.5$  倍,但不得小于  $0.2\text{MPa}$ ;工作压力为  $0.6 \sim 0.8\text{MPa}$ ,试验压力为工作压力加  $0.3\text{MPa}$ 。

##### (五) 水压试验的步骤和验收标准

1. 向炉内上水:打开自来水阀门向炉内上水,待锅炉最高点的放气管见水气后关闭放气阀,最后把自来水阀门关闭。

2. 用试压泵先升至工作压力,停压检查,然后再升至试验压力,5分钟内压力降不超过  $0.05\text{MPa}$  为合格。

3. 水压试验完毕应填写水压试验签证书(表 3-4-2),经有关各方签字盖章后存档。按“劳人锅(1983)3号”文件规定:“锅炉水压试验,应有劳动部门参加。”

表 3-4-2

## 水压试验签证书

工作名称：

试验日期：

部件名称		工作压力	
超压倍率		试验压力	
环境温度		进水温度	
<p>试验经过情况：</p> <p>1. 自 时 分开始升压，至 时 分至工作压力 MPa ( kgf/cm<sup>2</sup> ) 稳压检查，未发现异常。</p> <p>2. 经检查（或处理后），自 时 分升压作超压试验，至 时 分，升到试验压力 MPa ( kgf/cm<sup>2</sup> )，保持 5 分钟后，降为 MPa ( kgf/cm<sup>2</sup> )。</p> <p>3. 自 时 分，由试验压力降至工作压力，平均压降每分钟 MPa ( kgf/cm<sup>2</sup> ) 至 时 分进行全面检查， 时 分试验结束。</p>			
缺陷及处理意见：			
备			质量
注			评定
参 加 签 证 单 位		会 签 单 位 及 代 表	
建设单位代表	施 工 单 位		
	技术负责人	质 检 员	

十一、烘炉前的准备。当炉体有耐火砖砌体时，就需要烘炉。

1. 将炉膛内清理干净，尤其是容易卡住炉排的铁块、焊渣、焊条头和铁钉等必须清理干净，然后打开炉前的两个检查门和炉前两侧的一字形检查孔。炉排各部位的油杯应加满油。

2. 炉排冷态试运转不小于 8 小时，速度最少应在二级以上，经检查和调整应达到以下要求：

(1) 检查炉排有无卡住现象。如炉排拱起卡阻，可通过调整炉排前轴的拉紧螺栓消除拱起现象。

(2) 检查炉排跑偏现象。要进炉膛内检查后轴炉排主汽与两侧板的距离是否基本相等,如不等说明跑偏。有跑偏时,可调整前轴相反一侧的拉紧螺栓(拧紧),使炉排走正;如拧紧到一定程度后还不能纠偏时,还可以稍松另一侧的拉紧螺栓,使炉排走正。

(3) 检查炉排长销轴与两侧板的距离是否大致相等。通过一字形检查孔用 头间接打击,过长者使长销轴与两侧板的距离相等;同时还要检查有无漏装垫圈和开口销。如有等炉排转到炉前时停转装好再转。

(4) 检查主炉排片与链轮啮合是否良好。各链轮齿是否同位。如有严重不同位时应与制造厂洽商解决。

(5) 检查其它项目:检查炉排片有无断裂。如有断裂片时,应等炉排转到一字形检查孔位置时停车,把备片换上。

检查煤闸板两端到炉排面的距离是否相等。如不等时可通过调整吊链的长短达到相等。检查各风室的调节阀是否灵活。

3. 锅炉房内与锅炉有关的管道系统应安装完毕并经水压试验合格,防腐及保温工程完毕。

4. 锅炉的附属设备,如水软化设备、化验设备、水泵等都已达到使用要求。

5. 锅炉的辅机,如鼓风机、引风机、除渣机等都已试运完毕达到使用要求。

6. 应对所有设备的油箱、油杯加满油。

7. 每台锅炉应准备适量的木柴和煤炭。

## 十二、烘炉和煮炉。

1. 关闭排污阀、主汽阀、附汽阀和水位表的泄水阀系。打开上水系统的阀门。开启一只安全阀。启动水泵向锅炉内上软水至正常水位停止上水。水位稳定后检查有无漏水现象。

2. 打开上部人孔盖或用漏斗从安全阀管座将煮炉药品的溶液一次加入炉内。

煮炉时所用药品配方见表 3-4-3。

表 3-4-3 煮 炉 药 品 配 方 表

药 品 名 称	加 药 量 (kg/m <sup>3</sup> (水))	
	铁 锈 较 薄	铁 锈 较 厚
氢氧化钠 (NaOH)	2~3	3~4
磷酸三钠 (Na <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> ·12H <sub>2</sub> O)	2~3	2~3

注:①药品按 100%纯度计算。

②无磷酸三钠时,可用碳酸钠代替,数量为磷酸三钠的 1.5 倍。

③单独使用碳酸钠煮炉,其数量为 6kg/m<sup>3</sup> (水)。

3. 加药时,炉水加至低水位。煮炉后期应使蒸汽压力保持工作压力的 75% 左右,煮炉时间一般应为 2~3 天,如蒸汽压力较低,可适当延长煮炉时间;

4. 打开炉前点火门。在炉排前部 1.5m 范围内铺上厚度为 30~50mm 的炉渣。在炉渣上放置木柴和引火用的易燃物。打开锅炉自然通风门或风室调节阀和引风机的调节阀点火;

5. 点燃后，应适当增添木柴，使炉膛缓慢升温。绝不允许大量增添木柴使炉膛温度急剧升高顶裂炉墙。用木柴连续烘炉应不少于 12 小时，炉墙较湿时，烘炉时间应适当延长。烘炉期间锅炉不升压。

6. 木柴烘炉 12 小时后，可加煤燃烧并适量鼓风和间断引风使炉膛温度和锅炉压力逐步升高进入升压煮炉阶段。当压力升至 0.4MPa 时连续煮炉 12 小时煮炉结束停火。

7. 当锅炉压力降至零时，水温低于 70℃ 时才可将炉火熄掉。待锅炉冷却后，打开人孔和手孔，冲洗检查锅筒、集箱内壁直至无油垢、锈斑为合格。

8. 砖砌炉墙利用火焰烘炉，一般不少于 4 天，后期烟温不应高于 150℃，砌筑砂浆含水率应降到 10% 以下。

9. 煮炉合格后，应用水对锅炉和接触过药液的阀门等进行冲洗，并应清除沉积物。

10. 封闭人孔和手孔，关闭排污阀。将锅炉上满软化水，防止锅炉生锈准备试运行。锅炉上水时打开一支安全阀排气，完后关闭。

11. 烘煮炉过程中，注意填写“炉墙烘炉记录及签证”(表 3-4-4)和“煮炉记录及签证”(表 3-4-5)。

表 3-4-4

炉墙烘炉记录及签证

工程名称：

年 月 日

记录时间	测 点 温 度				记录时间	测 点 温 度			
	1	2	3	4		1	2	3	4

本炉炉墙自 年 月 日 时开始点火烘炉，烘炉前取耐火砖灰浆含水率为 %；至 年 月 日 时经 小时烘炉后取耐火砖墙灰浆含水率为 %，在规定以下，双方一致认为烘炉合格。

参 加 签 证 单 位

建设单位代表	施 工 单 位		
	技术负责人	质 检 员	班 组 长

附：1. 烘炉曲线；2. 灰浆取样试验报告。



表 3-4-5

煮炉记录及签证

工程名称：

年 月 日

一、计划与实际煮炉升压曲线：								
二、加药量：								
锅炉锈蚀程度	锅炉容积	理论加药量 (kg)		药品纯度 (%)		实际加入量 (kg)		
三、煮炉记录：								
时 间	碱 度 ( )	磷酸根 ( )	时 间	碱 度 ( )	磷酸根 ( )	时 间	碱 度 ( )	磷酸根 ( )
本锅炉 年 月 日 时开始煮炉至 年 月 日 时止经 小时。煮炉后经过 次排污，炉水氢氧化钠含量已基本趋於稳定。清洗后经检查，双方一致认为煮炉合格。								
参 加 签 证 单 位								
建 设 单 位 代 表			施 工 单 位					
			技 术 负 责 人		质 检 员		班 组 长	

12. 锅炉作烘炉、煮炉或试运行前，应编制安全技术方案。

十三、锅炉试运行和调整安全阀。

1. 锅炉试运行，应具备下列条件：

- (1) 热水锅炉注满水，蒸汽锅炉达到规定水位，应为最低水位；
- (2) 循环水泵、给水泵、注水器、鼓风机、引风机运转正常；
- (3) 与室外供热管道隔断；
- (4) 安全阀全部开启；
- (5) 锅炉水质符合标准。

2. 打开点火门。在炉排前端放好木柴并点燃。开大引风机的调节阀使木柴引燃后，关小引风机的调节阀间断开启引风机使火燃烧旺盛。然后手工加煤并开启鼓风机。当煤

层燃烧旺盛可关闭点火门向煤斗加煤。间断开动炉排。此时应观察燃烧情况进行适当的拨火使煤能连续燃烧，煤连续燃烧后应调整鼓风量和引风量使炉膛内维持 2 ~ 3mm 水柱 (20 ~ 30Pa) 的负压，使煤逐步正常燃烧。

3. 升火时炉膛温升不宜太快，避免锅炉受热不均产生较大的热应力，影响锅炉寿命。一般情况，从升火至锅炉达到工作压力历时不应小于 3 ~ 4 小时。

4. 升火以后应注意水位变化，炉水受热后水位上升。当超过最高水位时应排污使水位正常。

5. 当锅炉有压力时，可进行压力表弯管和水位计的冲洗工作。当压力升至 0.3 ~ 0.4MPa 时对锅炉范围内的法兰、人孔、手孔和其它连接部位进行一次检查和热状态下的紧固。无问题后升至工作压力。在工作压力下再进行一次检查。人孔、手孔、阀门、法兰和填料应严密。锅炉、集箱、管道和支架的膨胀应正常。

#### 6. 调整安全阀：

(1) 安全阀开后的压力规定：锅炉压力 0.8MPa，安全阀开启压力 0.82MPa ~ 0.85MPa。

(2) 弹簧安全阀调整方法：先拆下安全阀上盖的开口销，松开顶丝取下上盖，用扳手松开六角锁紧螺母，然后拧动调节螺杆使弹簧放松或压紧来实现规定的开启压力。在调整时，观察压力表的人要和调整的人配合好，当调整好后可将六角螺母拧紧，装妥其它零件。调整后的安全阀应无漏汽和冲击现象。

(3) 如果按实际运行压力调整安全阀的开启压力时，应注意以下问题：当使用单位定货单上未提出对安全阀弹簧的工作压力要求时，随锅炉带来的安全阀的弹簧工作压力应为：安全阀的公称压力为 1MPa 时，弹簧的工作压力为 0.6 ~ 1MPa。这就可以看出，公称压力为 1MPa 的安全阀最低开启压力为 0.6MPa。当调整不了更低压力时，不是安全阀的问题，应更换适当工作压力的弹簧就行了。

7. 锅炉连续 72 小时试运转：安全阀调整完毕后，锅炉应全负荷连续试运转 72 小时，以运行正常为合格。当限于条件时，应与有关单位确定最大负荷运行。试运转完毕应办理试运转验收记录 (表 3-4-6)。

表 3-4-6 72 小时整体试运转记录

建 设 单 位		安 装 单 位	
试机内容：72 小时试运转		参加试机部位：锅炉整体	
承装负责人		试车负责人	记录员
需观察的部位	要 求	实际达到	备 注
锅 炉 本 体	膨胀部位正常 严密性应良好 轴承温度应正常 转动部位振动低于 0.1mm 燃烧情况达到设计要求		年 月 日

续表

建 设 单 位		安 装 单 位	
辅 助 机 械	机械振动低于 0.1mm 齿轮箱各部位正常 轴承温度正常 各传动部位正常		
附 属 管 路	无漏水、跑气现象 各阀门启闭灵活 各仪表灵活准确 其他正常		
其 它 装 置	压力表应符合“规程”要求并指示准确 <sup>①</sup> 安全阀应开启灵活准确 水位表应符合“规范”要求并易于观察 <sup>②</sup> 排污装置应开启灵活并符合“规范”要求 <sup>③</sup>		
建设单位技术负责人	施工单位技术、质量负责人	备 注	

注：①见第八条 8。

②见第八条 6。

③见第八条 5。

十四、由于锅炉型号繁多，构造各异，本操作工艺按快管锅炉为例列出，在施工中根据实际安装锅炉的结构，参照本工艺或第十五条中的有关工艺要求进行安装。

十五、快装卧式内燃三回程锅炉安装工艺。

1. 安装前应先检查锅炉、附属设备和附件是否齐全，锅炉型号与设计图纸上的规定是否一致，各部件是否好用，然后对照设备说明书逐个验收，并与建设单位办理设备移交验收手续。

2. 安装锅炉前在现场放置地点，应尽量靠近锅炉房，并考虑到安装的搬运方便。锅炉放置的地方要防雨。保管人员要经常检查各部件设备有无损坏等。

3. 安装锅炉前，应用水平仪对锅炉基础面找平，然后在基础面上标明锅炉安装的位置，锅炉基础可以是素混凝土地坪面。

4. 根据锅炉本身重量选用钢丝绳，并绑扎在预先选好的部位上，用绞磨滑轮等搬动锅炉至安装位置。移动时在锅炉底部放置钢管以便于滚动减少搬动时所需要的动力。

5. 锅炉的后烟箱、煤闸门及后烟箱检查门等所需异形砖均由锅炉设备随带，在安装其它设备前应先砌筑，砌筑按锅炉的图纸技术要求进行，并注意砌筑必须严密。

6. 安装锅炉时，应尽量堵塞一切漏风的部位。水、汽管路应正确、通畅，各个阀门要灵活好用，如果阀门漏水和漏汽应该更换合格的阀门，对不合格的阀门要进行研磨，直至密封圈严密为止。当发现阀门压盖漏水时，要修理压盖并加垫盘根。

7. 锅炉安装完毕，要对锅炉的各部分进行检查，无误后才可以上水，水位上到低

水位时为止，同时开启排气阀门。

8. 进行试炉。先装入木柴引火，微开引风，待火烧旺后在引火柴上加煤，到拱烧红时放下煤门，启动炉排，并逐步加大引风、鼓风和加快炉排速度，注意不要出现断火和把煤引燃到煤斗箱里去。同时开启引风机冷却水门。

当锅炉压力升到  $0.05 \sim 0.1\text{MPa}$  时，冲洗水位表；压力升到  $0.3\text{MPa}$  时，进行排污，排污时应不低于低水位。

9. 试炉完毕。应将隐蔽工程记录、设备开箱检查记录、仪表校验记录、试运转记录等资料整理好，与建设单位（并通知当地劳动部门）办理验收交工手续，将锅炉交付使用。

## 第五章 室内燃气管道系统 安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于工作压力不大于 0.005MPa 的室内低压煤气管道及器具安装工程。

一、根据设计图纸标出穿楼板及穿墙的洞眼位置。室外引入管位置标在外墙面上，防止打错洞眼。如果为预面孔洞，检查孔洞尺寸是否符合安装要求。

二、剔凿洞眼。在标出洞眼的位置，可用电锤或手锤和钢钻剔凿洞眼。在打洞时，应注意防止伤人或损坏其它物件，同时注意切不可将建筑结构主筋打断。洞眼大小应根据穿越燃气管外径而定，见表 3-5-1；洞眼不宜过大，以免堵塞洞眼时造成困难。

表 3-5-1 燃气管穿越建筑物孔洞尺寸 (mm)

燃气管公称直径 $DN$	洞孔直径 $\phi$	燃气管公移直径 $DN$	洞孔直径 $\phi$
15	45	50	90
20~25	50	65	115
32	60	80	140
40	75	100	165

三、绘制安装草图。在剔凿洞眼的全部工作完成后，即可绘制安装草图，在现场实测出管道的建筑长度。所谓建筑长度指的是管道系统中零件与零件间或零件与设备间的尺寸（如：干管上支管间的中心距离、立管上三通与三通中心距离、管件与阀门间中心距离、管件与设备间的中心距离等）。见图 3-5-1。

建筑长度是加工管道部件的基础数据，度量精确与否，将影响整个管道系统的安装质量和施工进度，因此在实测时应注意以下几个问题：

1. 测量时宜使用钢卷尺；
2. 由两人丈量，每次拉尺松紧要一致；
3. 读数要准确，精确度为毫米 (mm)；
4. 记录要及时，应边测边记取数据；
5. 草图可先画后测，也可边测边画。总的实测完毕，草图也随之完成。

四、配管。管道配制前，如使用黑铁管必须经过除锈、刷防锈漆后方可使用。配制的顺序通常按管径由大到小，由干管到支管，直至灶前。

根据安装房间的具体情况，相同布置的房间多的，可采取集中加工、现场安装，这样可以使套丝机，提高工作效率。如果各个房间的管道布置都有变化，只好采取就地加工，逐段安装。

加工尺寸都是以安装草图中心建筑长度为依据，如图 3-5-2 所示。

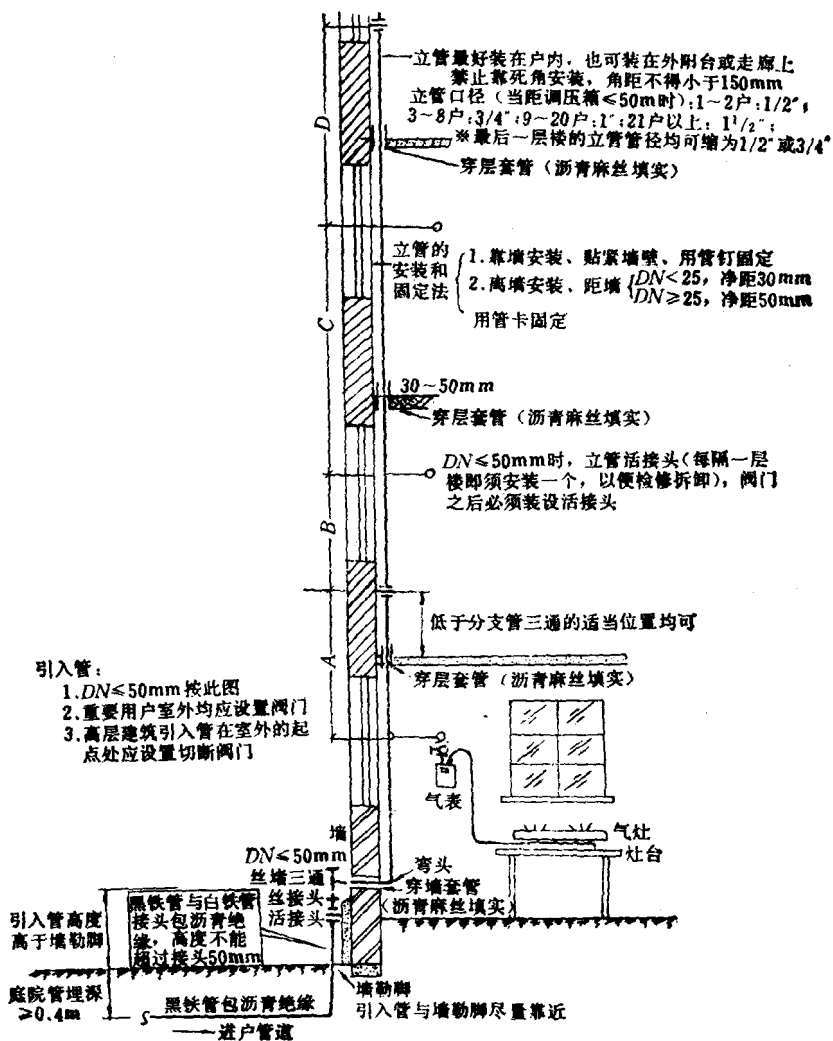


图 3-5-1 室内立管安装图

A、B、C、D 指建筑长度

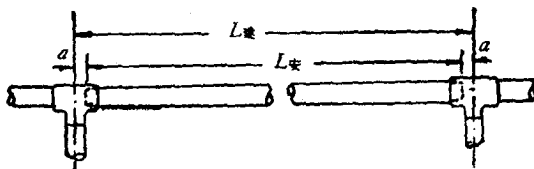


图 3-5-2 安装长度与建筑长度关系图

安装长度计算公式如下：

$$L_{安} = L_{建} - 2a$$

式中  $L_{安}$ ——管道的安装长度 (mm)；

$L_{建}$ ——管道的建筑长度 (mm)，参见图 3-5-1；

$a$ ——管道预留量 (mm)

### (一) 配管过程中应注意的问题

1. 管子配制前, 应仔细检查, 不符合质量要求的不可使用, 并且需要经过调直和清堵。

2. 管子切割可以手工锯割或机械锯割, 但是要求锯口端面与管子轴线垂直, 不允许有毛刺。

3. 管子螺纹, 可用扳板手工套制或机械套制。但无论采取哪种方法, 一次进刀量不宜过大, 套一遍调整标盘增加进刀量再套, 一般要求为:  $DN > 25\text{mm}$  可一次套成;  $DN 25 \sim 40\text{mm}$  宜两次套成;  $DN \geq 50\text{mm}$  分三次套成。套成的丝扣不得有乱丝、偏丝、毛刺等缺陷, 断口和缺口部分不得超过整个丝扣的 10%, 丝扣松紧程度要适宜。

4. 丝扣上填料及装配管件。丝扣加工完毕应涂抹或缠绕填料, 可在内外螺纹之间加麻丝或聚四氟乙烯填料带、白厚漆等填料; 缠绕应按逆螺纹方向, 以便在旋转螺纹入扣时, 填料越旋越紧, 一般缠 4~5 圈, 缠少了作用小, 缠多了会被挤出来; 铅油的作用是可以提高接头的严密性。装管件时, 应根据管径不同选用管钳。管件装紧后, 外露丝扣 2~3 扣。

5. 管螺纹的规格。管螺纹有圆柱形和圆锥形两种。管道多采用圆锥形外螺纹连接形式, 管接头、阀件和管件等多采用圆柱形内螺纹。如: 可锻铸铁管接头 (YB230-63) 就规定了低压流体输送钢管用的可锻铸铁管接头有圆柱形螺纹可锻铸铁管接头和圆锥形螺纹可锻铸铁管接头两种。再如《可锻铸铁管路连接件型式尺寸》(GB3289.1~3289.39-82) 中, 除《通丝外接头》(GB3289.29-82) 和《锁紧螺母》(GB3289.30-80) 为圆柱管螺纹外, 其余连接件全为圆锥形管螺纹。

这样, 圆锥形管螺纹和圆柱形管螺纹连接就有三种形式;

(1) 圆柱形管螺纹接圆柱形管螺纹。例如外螺纹管件与内螺纹管件的连接, 这种连接形式由于存在配合公差, 所以两接头的螺纹间隙要靠填料达到密封严密。

(2) 圆柱形管螺纹接圆锥形管螺纹。例如管道的外螺纹与管件的內螺纹连接, 随着管子拧入管件的深度, 螺纹间的挤压将越来越紧, 因此接口比圆柱螺纹之间的连接要严密。但是, 管子螺纹的末端与管件螺纹之间仍有空隙, 所以还要使用填料。

(3) 圆锥形管螺纹接圆锥形管螺纹。这种连接形式使全部螺纹表面相挤压, 因此从理论上讲没有填料也能保证严密, 这就要求尽量选用圆锥螺纹管件。

### (二) 配管过程中管道调直

管道逐段配制后, 需要进行全管段 (由各分管段装配而成) 的“假”连接 (即管件连接处一端不加填料的连接), 目的是为了进行全管段的调直。因为有的管件螺纹不够标准, 有偏丝情况, 这样连接后, 有可能在管件处出现折角, 造成管段弯曲。操作时, 应由两人进行, 将管子依正式安装一样连接后, 一人持管段一端, 掌握方向指挥, 一人用锤击管身法进行调直。锤去部位一般应距管件 10~20cm 处。锤击时不要用力过猛, 也不要集中在一处, 否则使管子产生凹坑; 尤其是阀门处, 锤击时更应注意, 否则会将阀门震坏。管段调直后, 把“假”连接拆开, 但应注意在“假”连接拆开前, 在连接处相邻两管段的端部均做出连接位置的轴向标记, 以便于在室内实际安装时管道找中。同

时在“假”连接拆开时，管段应带有管件，每根管段就可以在室内就位安装了。

五、室内管道安装。室内管道安装一般应先安装引入管，后安装立管、水平管、支管、煤气表、下垂管（表后管）灶具。

室内水平管道遇到障碍物，直管不能通过时，可采取煨弯或使用管件绕过障碍物，例如鸭颈弯、抢弯，90°、45°弯头。

当两层楼的墙面不再同一平面上时（例如“缩墙”、“错层”），应采用“来回弯”形式敷设。安装的具体要求如下：

1. 燃气引入管不得敷设在卧室、浴室、地下室；严禁敷设在易燃、易爆品的仓库、有腐蚀性介质的房间、配电间、变电室、电缆沟、烟道和进风道等部位。
2. 引入管的引入位置应与室内立管位置相适应，并应符合下列要求：
  - (1) 公称直径  $DN \leq 50\text{mm}$  的引入管，一般由地上引入室内；
  - (2) 居民用户应尽量直接引入厨房内，也可由楼梯间引入；
  - (3) 室外长立管引入室内时，其高度应与煤气表进口管高度相适应；
  - (4) 从地上引入室内的室外短立管，具高度应高于外墙勒脚；
  - (5) 引入管穿过建筑物基础、墙壁或管沟时，应置于套管中，与室外管道连接方式应考虑建筑物的沉降，套管穿墙孔洞应与建筑物沉降量相适应，套管尺寸可按表 3-5-2 选用。

表 3-5-2 穿墙套管尺寸 (mm)

燃气管公称直径 $DN$	15	20	25	32	40	50	70
套管公称直径 $DN$	32	40	50	50	70	80	100

3. 燃气立管一般敷设在厨房内或楼梯间，也可设在外走廊、外墙壁便于操作的部位。

4. 室内水平管敷设在楼梯间或外走廊时，距室内地坪不低于 2.2m，距顶棚不小于 0.15m。

5. 室内燃气管道与其它室内管道、建筑设备的最小平行或交叉净距应符合表 3-5-3 和表 3-5-4 的规定。

表 3-5-3 室内燃气管道与其它管道及设备间的平行净距 (m)

其它管道及设备	给排水管	蒸汽管	电缆引入管、进线箱	照明电线		电表、保险器、闸刀开关
				明设	暗设	
距 离	0.1	0.1	1.3	0.1	0.05	0.3

表 3-5-4 室内燃气管道与其它管道及设备间的交叉净距 (m)

其它管道及设备	给排水管	蒸汽管	明敷照明线路	明敷动力线路	电表、保险器、闸刀开关
距 离	0.01	0.01	0.015	0.15	0.3



当平行或交叉净距达不到上述要求时，应作防护或绝缘处理。埋地燃气管与其它相邻的管道、电缆等的最小水平、垂直距离见表 3-5-5 和表 3-5-6、表 3-5-7。

表 3-5-5 埋地燃气管与其它相邻管道及电缆间的最小水平净距 (m)

序号	项 目		水 平 净 距
1	与给、排水管道		1
2	与供热管的管沟外壁		
3	与电力电缆		
4	与通讯电缆	直 埋	
		敷设在导管内	

表 3-5-6 埋地燃气管与其它相邻管道及电缆间的最小垂直净距 (mm)

序号	项 目		垂 直 净 距 (当有套管时，以套管计)
1	与给、排水管道		150
2	与供热管的管沟底或顶部		150
3	电 缆	直 埋	600
		敷设在导管内	150

表 3-5-7 燃气管与其它相邻管道及电线、电表箱、电气开关间的安全距离 (m)

类 别 走 向	燃气管与给、排水、 采暖和热水供应管 道的 间 距	燃气管与电气线路 的 间 距	燃气管与配电盘的 距 离	燃气管与电气开关 和接头的距离
	同一平面	≥0.05	≥0.05	≥0.3
不同平面	≥0.01	≥0.02	≥0.3	≥0.15

6. 当室内立管管径不大于 50mm 时，一般每隔一层楼装设一个活接头 (图 3-5-1)，阀门之后必须装设。

7. 管道穿墙或楼板时，应置于套管中，套管内不得有接头。穿墙套管的长度应与墙的两侧平齐，穿楼板套管上部应高出楼板 30~50mm，下部与楼板平齐。

8. 管道固定一般用管卡，其间距应符合表 3-5-8 的规定。

表 3-5-8 煤 气 管 卡 间 距 (m)

煤 气 管 管 径 (mm)	水 平 管 道	垂 直 管 道
DN25	2.0	3.0
DN32 ~ DN50	3.0	4.0

9. 高层建筑（凡十层和十层以上的住宅和建筑物高度超过 24m 的其它民用建筑）引入管在室外的起点应设置切断阀门，在室内终点宜设置紧急切断阀门。

10. 高层建筑立管应每层或间隔 1~2 层设一个固定管卡，立管上、下端可设固定支座。

#### 六、气表安装。

1. 居民家庭每户应装一只气表，集体、营业、事业用户，每个独立核算单位最少应装一只表。

2. 气表安装过程中不准碰撞、倒置、敲击，不允许有铁锈、杂物、油污等物质掉入仪表内。

3. 皮膜表安装必须平正，下部应有支撑。气表与周围设施的水平净距按表 3-5-9 所列规定。

表 3-5-9 气装与周围设施水平净距 (m)

设施名称	低压电器	家庭灶	食堂灶	开水处	金属烟囱	砖烟囱
水平净距	1.0	0.3	0.7	1.5	0.6	0.3

4. 安装皮膜表时，应遵循以下规定。

(1) 皮膜表安装高度可分为：

高位表安装：表底距地面净距不小于 1.8m；

中位表安装：表底距地面净距不小于 1.4~1.7m；

低位表安装：表底距地面净距不小于 0.15m。

(2) 在走道上安装皮膜表时必须按高表位安装；室内皮膜表安装以中位表为主，低位表为辅。

(3) 皮膜表背面距墙净距 10~50mm。

(4) 多个皮膜表安装在一个墙面上时，表与表之间的净距不少于 150mm。

(5) 一只皮膜表一般只在表前安装一个旋塞。

5. 公共建筑用户煤气表安装要点如下。

(1) 安装程序：安装引入管并固定，然后安装立管及总阀门，再作旁通管及煤气表两侧的配管。

(2) 干式皮膜表安装方法：流量为 20m<sup>3</sup>/h、34m<sup>3</sup>/h 的煤气表可安装在墙上，表下面用型钢（如 ∠40×4 角钢）支架固定。流量大于 57m<sup>3</sup>/h 的煤气表可安装在地面的砖台上，砖台高 0.1~0.2m，应设旁通管。表两侧配管及旁通管的连接为丝接，也可采用焊接。

(3) 罗茨表（腰鼓表）的安装方法：有一块 300m<sup>3</sup>/h 从罗茨表安装，两块 300m<sup>3</sup>/h 罗茨表安装，三块 300m<sup>3</sup>/h 罗茨表安装等等。

安装前，必须洗掉表计量室内的防锈油，其方法是用汽油从表的进口端倒进去，出口端用容器盛接，反复数次，直至除尽为止。

罗茨表必须垂直安装，高进低出。并应将过滤器与表直接连接。过滤器和罗茨表两端的防尘盖在安装前不应卸掉。

罗茨表计量需进行压力和温度修正时，其取压和测温点一般设置在仪表之前。

安装完毕，先通气检查管道、阀门、仪表等安装连接部位有无渗漏现象，确认各处密封良好后，再拧下表上的加油螺塞，加入润滑油（油位不能超过指定窗口上的刻线），拧紧螺塞，然后慢慢地开启阀门，使表运转，同时观察表的指针是否均匀地平稳地运转，如无异常现象就可正常工作。

七、室内燃气管道试验。室内低压管道只进行严密性试验。有关试验要求如下：

1. 试验介质为空气；
2. 试验压力为 5MPa；
3. 试验范围：自调压箱出口起，至灶前倒齿管止或引入管上总阀（或“T”型接头）起，至灶前倒齿管接头；
4. 试验温度为常温；
5. 试验仪表：压力测量采用最小刻度为 1mm 的充水 U 型压力计；
6. 稳压 10 分钟，压降不超过 40Pa 为合格。

八、居民用灶具安装。

1. 居民生活用气应采用低压燃气。低压燃烧器的额定压力为：天然气 2kPa；人工煤气 1kPa。

2. 安装燃气灶具的房间应满足以下条件。

(1) 不应安装在卧室、地下室。若利用卧室套间当厨房时，应设门隔开。厨房应具有自然通风和自然采光，有直接通室外门窗或排风口，房间高度不低于 2.2m。

(2) 耐火等级不低于二级，当达不到此标准时，可在灶上 800mm 两侧及下方 100mm 范围内，加贴不可燃材料。

3. 新建居民住宅内厨房允许的容积热负荷指标，一般取  $580\text{W}/\text{m}^3$ 。对旧建筑物的厨房，其允许的容积热负荷指标可根据表 3-5-10 选用。

表 3-5-10 厨房容积热负荷指标

厨房换气次数	1	2	3	4	5
容积热负荷指标 ( $\text{W}/\text{m}^3$ )	465	580	700	810	930

一般平房换气次数按 1~2 次，楼房为 3~5 次。

4. 民用灶具安装，应满足以下条件：

(1) 灶具应水平放置在耐火台上，灶台高度一般为 650mm。

(2) 当灶和气表之间硬接时，其连接管道的管径不小于  $DN15\text{mm}$ ，并应装活接头一只。

(3) 灶具如为软连接时，连接软管长度不得超过 2m，软胶管与波纹管接头间应用卡箍固定，软管内径不得小于 8mm，且不应穿墙。软管接头。图 3-5-2。

(4) 公用厨房内当几个灶具并列安装时，灶与灶之间的净距不应小于 500mm。

(5) 安装在有足够光线的地方，但应避免穿堂风直吹灶具。

(6) 灶具背后与墙的净距不小于 100mm，侧面与墙或水池的净距不小于 250mm。

九、公共建筑用户灶具安装。

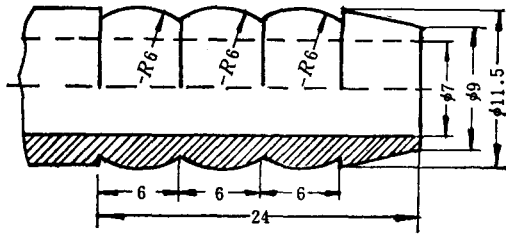


图 3-5-3 软管接头

### (一) 灶具结构分类

1. 钢结构组合灶具：如上海煤气表具厂生产的爆炒灶、铁板台面灶、水管式蒸饭灶、火管式蒸饭灶、铁皮饭灶；北京市煤气用具厂生产的三眼灶、六眼灶、开水炉、煎饼炉等，这类灶具大多由生产厂家将灶体及燃烧器组成整体，安装时根据设计位置现场就位，配管即可。

2. 混合结构灶具：如大型西餐灶、外壳为钢（或不锈钢）及铸铁成品结构，灶的内部按设计要求现场砌筑砖砌体，并作隔热保温设施，安装燃烧器并配管。

3. 砖结构灶：主要有蒸锅（大锅灶）、高灶（炒菜灶），这类炉灶的灶体需现场砌筑，然后根据需要配制不同规格的燃烧器。

### (二) 燃烧器前配管

1. 高灶燃烧器前的配管如图 3-5-4 所示，如选用 8 管（作次火用）、13 管（作主火用）的立管燃烧器，这两种燃烧器都是单进气管，口径分别为  $DN15$ 、 $DN20$ mm 螺纹连接，连接形式如图 3-5-2。

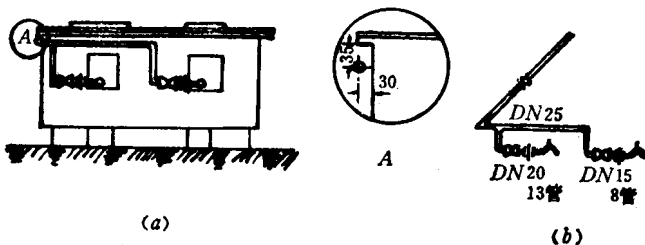


图 3-5-4 高灶燃烧器前的配管

(a) 高灶立面图；(b) 高灶燃烧器前配管

安装时，应将活接头放在燃烧器进灶口的外侧，阀门与活接头之间应栽卡子，灶前管一般在高灶灶沿下方。

2. 蒸锅燃烧器的配管如图 3-5-5 所示，如选用 18 管、24 管燃烧器头部内外圈隔开，双进气管，口径都是  $DN20$ mm 螺纹连接。分别设阀门控制开关，其连接形式如图 3-5-5 (a) 所示。

30 管、33 管立管燃烧器为单进气管，口径为  $DN25$ mm 螺纹连接，连接形式如图 3-5-5 (b) 所示。燃烧器的开关为联锁器式旋塞，分别控制燃烧器及燃烧器的长明小火。燃烧器的配管口径为  $DN25$ mm，小火的配管口径为  $DN10$ mm，并引至燃烧器头部，并要求小火出火孔高出燃烧器立管火孔  $1 \sim 2$ cm，使用时先开启长明小火开关，点燃长

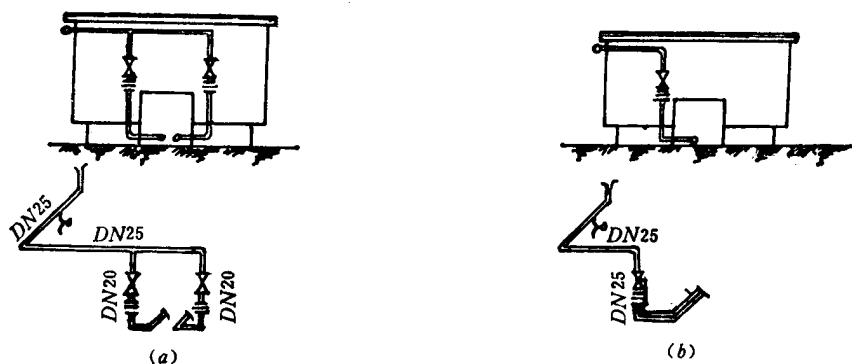


图 3-5-5 蒸锅燃烧器前的配管

(a) 18 管、24 管立管燃烧器前的配管；(b) 30 管、33 管立管燃烧器前的配管

明小火，再开启连锁旋塞的大火开关，使燃烧器自动引燃。

### (三) 立管燃烧器的安装要求

1. 燃烧器头部中心应与锅的中心上下对中，误差一般不应超过 1cm，以保证不烧偏锅。
2. 燃烧器头部应保持水平，以保证火焰垂直向上燃烧。
3. 控制好燃烧器出火孔表面跑锅底距离。北京地区高灶的立管燃烧器一般距锅底距离为 13~14cm；蒸锅的此距离值一般为 17~19cm。总的应以火焰的外焰接触锅底为宜。

### (四) 燃烧器安装注意事项

1. 燃烧器的材质如为铸铁，配管时丝扣要符合要求，上管时用力要均匀，以防进气管撑裂。
2. 燃烧器前的旋塞一般选用拉紧式旋塞，安装时应使旋塞的轴线方向与灶体表面平行，便于松紧尾部螺母，以利维修。
3. 由于这类燃烧器本身进气管前不带阀门，而灶前燃烧器配管上的旋塞是管道系统的最后一道控制旋塞，旋塞至燃烧器间的管段与丝扣无法试压检查，只有燃烧通气后方能检验是否漏气，因而这段安装时尤其应注意安装质量，以防通气后发生事故。

### (五) 灶具对排烟道的要求

1. 这个带有排烟口的燃气灶具，宜采用单独烟道，楼房多台设备合用一个竖烟道时，为防止排烟时相互干扰，应每隔一层楼接一台用具，用具接向水平烟道时，应顺烟气流动方向设置导向装置。
2. 连接燃气灶具的排烟管的设计与安装要求如下：
  - (1) 排烟管的直径应进行计算，最小不得小于燃气灶具排烟口的直径；
  - (2) 排烟管不得通过卧室，
  - (3) 安装不低于 0℃ 房间内的金属排烟管应作保温；
  - (4) 用具上的排烟管应有不小于 0.5m 的垂直烟道后，方可接向水平烟道；
  - (5) 水平排烟管段应具有不小于 1% 的坡度，坡向燃气灶具，长度一般不得超过 3m，如经计算证明抽力可靠，水平烟道长度可大于 3m；

(6) 排烟管与难燃墙面的净距应不小于 10cm，与抹灰天花板的净距不小于 25cm，排烟管在房屋易燃物件和屋顶通过时，应根据防火要求妥善处理；

(7) 排烟管的出口应加设风帽。

### 3. 砖砌烟道技术要点：

(1) 新砌烟道必须经过计算，旧有烟道要经过核算；

(2) 烟道应严密结实，内壁平滑，

(3) 烟道要有足够的抽力，保证燃烧室的真空度不小于  $5\text{Pa}$  ( $0.5\text{mmH}_2\text{O}$ )；

(4) 砌在墙内的烟道，不得有水平部分，必要时可以装一段与水平线至少成  $60^\circ$  角的斜烟道，两垂直烟道的中心线距不得大于 2m，如图 3-5-6 所示。

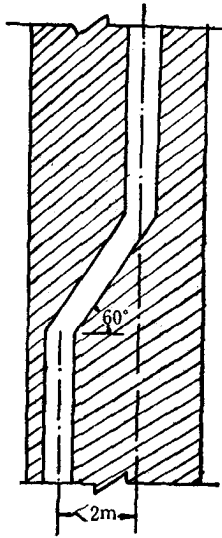


图 3-5-6 两垂直烟道的中心线距

(5) 由炉膛至总烟道的每个单独水平烟道，在总烟道入口处应互相隔开，以免互相窜气，影响抽力。

4. 烟道须高出屋顶 1.0m 以上，对于起脊房屋安装烟道时，应按烟囱的高度进行处理。

5. 若在烟道附近有更高的建筑物而影响排烟时，可考虑使用机械排烟措施。

6. 直径大于 125mm 的排烟管，当水平烟道长度大于 3m 或烟道上容易积聚燃气的部位，应设置爆破点。

### 十、热水器安装。

热水器不宜直接设置在浴室内，可装在厨房或其它房间内，也可以装在通风良好的过道里，但不宜装在室外。

1. 安装热水器的房间应符合下列要求：

(1) 房间高度应大于 2.5m。

(2) 房间容积应符合第八条 3 的要求。

(3) 热水器的排烟应符合下列规定：

1) 安装直接排气式热水器的房间外墙或窗的上部应有排气孔，如图 3-5-7；

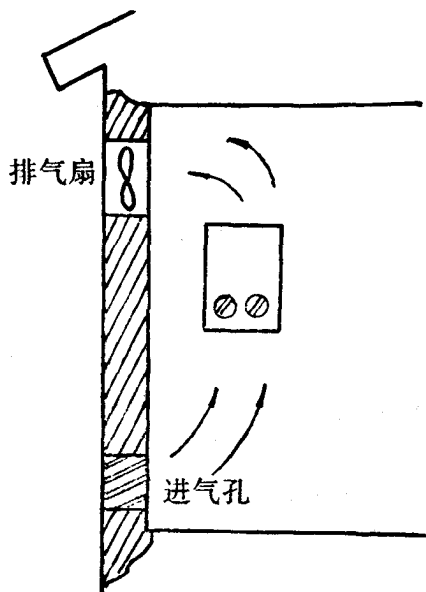


图 3-5-7 直接排气式热水器安装

2) 安装烟道排气式热水器的房间内应有排烟道，如图 3-5-8；

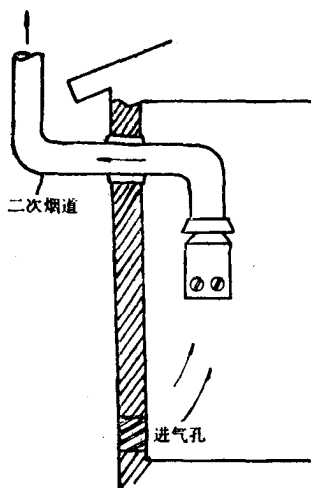


图 3-5-8 烟道排气式热水器安装

3) 安装平衡式热水器的房间外墙上，应有进排气筒接口，如图 3-5-9。

(4) 房间门或墙的下部应预留有断面积不小于  $0.2\text{m}^2$  的百叶窗，或在门与地面之间留有高度不小于 30mm 的间隙。

2. 直接排气式热水器严禁安装在浴室内，烟道排气式和平衡式热水器可安装在浴室内。安装烟道排气式热水器必须符合下列要求：

(1) 浴室容积应大于  $7.5\text{m}^3$ ；

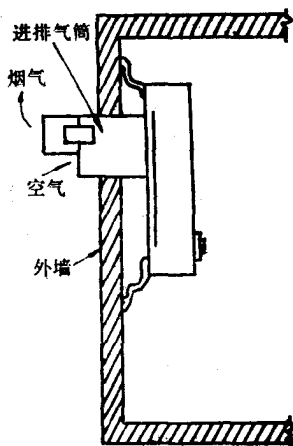


图 3-5-9 平衡式热水器安装

(2) 浴室的烟道、送排气管接口和门应符合本条 1 款 (3) (4) 项要求。

3. 热水器的安装位置应符合下列要求：

(1) 热水器主要装在操作检修方便、不易被碰撞的部位，热水器前的空间宽度应大于 0.8m。

(2) 热水器的安装高度以热水器的观火孔与人眼高度相齐为宜，一般距地面 1.5m。

(3) 热水器应安装在耐火的墙壁上，热水器外壳距墙的净距不得小于 20mm，如果安装在非耐火的墙壁上时应垫以隔热板，隔热板每边应比热水器外壳尺寸大 100mm。

(4) 热水器的供气、供水管道宜采用金属管道连接，也可采用软管连接。当采用软管连接时，燃气管应采用耐油管，水管应采用耐压管。软管长度不得超过 2m。软管与接头应用卡箍固定。

(5) 直接排气式热水器的排烟口与房间顶棚的距离不得小于 600mm。

(6) 热水器与煤气表、煤气灶的水平净距不得小于 300mm。

(7) 热水器的上部不得有电力明线、电气设备和易燃物，热水器与电气设备的水平净距应大于 300mm。

4. 烟道式热水器的自然排烟装置应符合下列要求：

(1) 在民用建筑中，安装热水器的房间应有单独的烟道，当设置单独烟道有困难时，也可设共用烟道，但排烟能力和抽力应满足要求。

(2) 热水器的安全排气罩上部，应有不小于 0.25m 的垂直上升烟气导管，导管直径不得小于热水器排烟口的直径。

(3) 烟道应有足够的抽力和排烟能力；热水器安全排气罩出口处的抽力（真空度）不得小于 3Pa (0.3mmH<sub>2</sub>O)。

(4) 热水器的烟道上不得设置闸板。

(5) 水平烟道应有 1% 的坡向热水器的坡度。水平烟道总长不得超过 3m。

(6) 烟囱出口的排烟温度不得低于露点温度。



(7) 烟囱出口应设置风帽，其高度应高出建筑物的正压区。

(8) 烟囱出口均应高出屋面 0.5m，并应防止雨雪灌入。

#### 十、埋地钢管防腐层。

一般采用石油沥青防腐层，其等级与结构见表 3-5-11。

表 3-5-11 石油沥青涂层等级与结构

等 级	结 构	每层沥青厚度 (mm)	总厚度 (mm)
普通防腐	沥青底漆—沥青—玻璃布— 沥青—玻璃布—沥青—外保护层	≈ 1.5	≥ 4.0
加强防腐	沥青底漆—沥青—玻璃布— 沥青—玻璃布—沥青—玻璃布— 沥青—外保护层	≈ 1.5	≥ 5.5
特加强防腐	沥青底漆—沥青—玻璃布— 沥青—玻璃布—沥青—玻璃布— 沥青—玻璃布—沥青—外保护层	≈ 1.5	≥ 7.0

石油沥青涂层施工要求如下：

1. 除锈：必须除去浮鳞屑、铁锈及其它污垢，然后将表面清除干净，露出金属本色。

2. 涂底漆：经除锈后的管子表面应干燥、无尘方能涂刷底漆，底漆涂刷应均匀、无气泡、凝块、流痕、空白等缺陷。

3. 熔化沥青：脱净水、不含杂质，三项指标（针入度、延度、软化点）合格。

熬制沥青温度一般在 200℃ 左右，最高不得超过 240℃。

4. 浇涂沥青：底漆干后方可浇涂沥青。

5. 包扎玻璃布：包扎时，必须使用干燥的玻璃布。玻璃布压边为 10~15mm，搭接长为 50~80mm。玻璃布浸透率应达 95% 以上，严禁出现 50×50mm<sup>2</sup> 以上面积的空白。管子两端按管径预留出一定长度不浇涂沥青，作为现场焊接后补口用，预留头的各层沥青应作成阶梯状接茬。

6. 外保护层：包扎应紧密适度，无折皱、脱壳等现象，压力均匀。

7. 涂层质量检查：

(1) 外观：用目视逐根逐层检查，表面应平整、无气泡、麻面、皱纹、瘤子等缺陷。

(2) 厚度：按设计防腐等级要求，总厚度应符合表 3-5-11 的规定。

检查时，每 20 根抽查一根，每根测三个截面，每个截面应测上、下、左、右四个点，并以最薄点为准。若不合格，再抽查两根。其中一根仍不合格时，全部为不合格。

(3) 粘结力：在防腐层上切一夹角为 45°~60° 的切口，从角尖端撕开涂层，撕开面积为 30~50cm<sup>2</sup>，不易撕开而且撕开后粘附在钢管表面的第一层沥青占撕开面积的 100%，为合格。

按上述方法每 20 根抽查一根，每根测一点，若不合格，再抽查两根，其中一根还

不合格时，全部为不合格。

(4) 涂层的绝缘性：用电火花检漏仪进行检测，以不打火花为合格，最低检漏电压按下列公式计算：

$$U = 7840\sqrt{\delta}$$

式中  $U$ ——检漏电压 (V)；

$\delta$ ——涂层厚度 (取实测数字的算术平均值) (mm)。

1) 每 20 根抽查一根，从管道一端测至另一端，若不合格，再抽查一根，其中有一根不合格时，则全部不合格，

2) 回填土前，对施工摆放好的防腐涂层管道再进行一次检查，从管道首端至末端，发现有打火点时，必须修补。

(5) 补口、补伤：补口、补伤的防腐涂层结构及所用材料均应与原管道防腐涂层相同。补口时，每层玻璃布应将原管端沥青涂层接茬处指接长 50mm 以上；补伤时对于损伤面直径大于 100mm 以上时，应按防腐层结构进行补伤，小于 100mm 时，可用沥青修补。

(6) 对于石油沥青防腐绝缘涂层管道，回填土后必须用防腐层检漏仪进行一次涂层检漏，查出有损伤处，必须修补合格。

(7) 对上述各项质量标准，必须列表记录，并保存备查。

## 第六章 消防管道及设备安装工程施工技术

### 一、消防管道的安装

为满足消防系统的压力要求和耐温要求，消防给水管道常采用钢管。其中消火栓系统给水管，采用非镀锌钢管或给水铸铁管；自动喷洒消防系统给水管采用镀锌钢管或镀锌无缝钢管。管道安装时，采用螺纹连接、法兰连接、焊接连接等方式进行。

在一般建筑物内，消防给水管道采用统一规格的管道明装。施工时，按自下而上顺序安装，并及时固定好管道支架。

### 二、消火栓系统的安装

#### 1. 室内消火栓的安装

(1) 消火栓箱的安装 如图 3-6-1 所示，消火栓箱分明装、半明装及暗装三种形式。无论何种形式，安装时，其箱底边距地面高度均为 1.08m。

采用暗装或半明装时，可在土建砌墙时，预留好消火栓箱洞，也可事先钉一个比消火栓箱尺寸稍大一些的木盒，按设计要求的位置、标高，预埋在墙体中。正式安装时，拆除木盒，镶入消火栓箱，根据高度及位置找平找正，使箱边沿与抹灰墙面保持水平，再用水泥砂浆塞满箱的四周空隙，将箱固定。

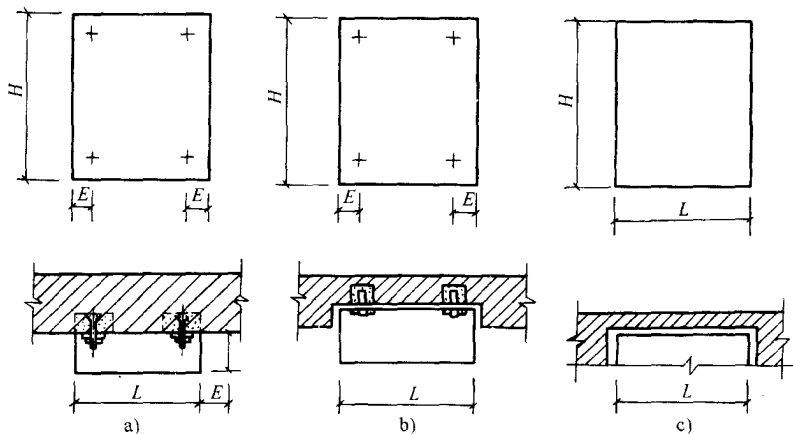


图 3-6-1 消火栓箱安装固定图

a) 明装 b) 半明装 c) 暗装

采用明装时，先在墙上栽好螺栓，按螺栓的位置，在消火栓箱背部钻孔，将箱子就位、加垫，拧紧螺帽固定。

消火栓箱安装在轻质隔墙上时，应有加固措施。

消火栓箱的安装尺寸见表 3-6-1。

表 3-6-1

消火栓箱的安装尺寸表

(单位: mm)

箱体尺寸 ( $L \times H$ )	箱宽 $C$	安装孔距离 $E$
650 × 800	00、240、320 三种规格	50
700 × 1000		50
750 × 1200		50
1000 × 700		250

(2) 室内消火栓的安装 如图 3-6-2 所示，消火栓安装时，栓口必须朝外。消火栓阀门中心距地面为 1.2m，允许偏差为 20mm；距箱侧面为 140mm；距箱后内表面为 100mm，允许偏差为 5mm。

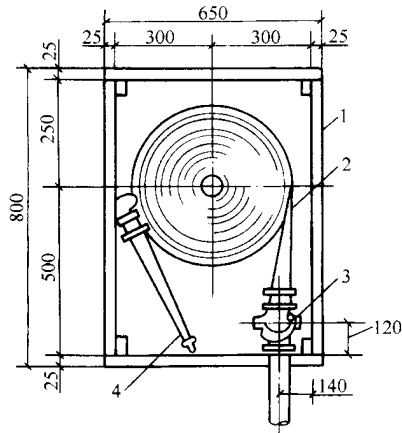


图 3-6-2 室内消火栓安装简图

1—消火栓箱 2—水带 3—消火栓 4—消防水枪

消防水带、消防水枪等消防配件的安装应在交工前进行。消防水带折好放在挂架上或卷实、盘紧放在箱内，消防水枪竖放在箱体内侧，自救式水枪和软管应置于挂钩上或放在箱底。消防水带与水枪、快速接头连接时，采用 14 号铅丝缠 2 道，每道不少于 2 圈；使用卡箍连接时，在里侧加一道铅丝。若设置电控按钮，注意与电气专业配合施工。

消火栓安装应平整牢固，各零件齐全可靠。安装完毕后，按规定进行强度试验和严密性试验。

## 2. 消防水泵接合器的安装

消防水泵接合器组装时，按接口、本体、连接管、止回阀、安全阀、放空管、控制阀的顺序进行。止回阀的安装方向应使消防用水能从消防水泵接合器进入系统，安全阀需按系统工作压力定压，防止消防车加压过高破坏室内管网和部件。

(1) 墙壁式消防水泵接合器的安装 如图 3-6-3 所示，墙壁式消防水泵接合器安装在建筑物外墙上，其安装高度距地面为 1.1m，与墙面上的门、窗、孔、洞的净距离

不应小于 2.0m，且不应安装在玻璃幕墙下方。墙壁式水泵接合器应设明显标志，使其与地上式消火栓有明显区别。

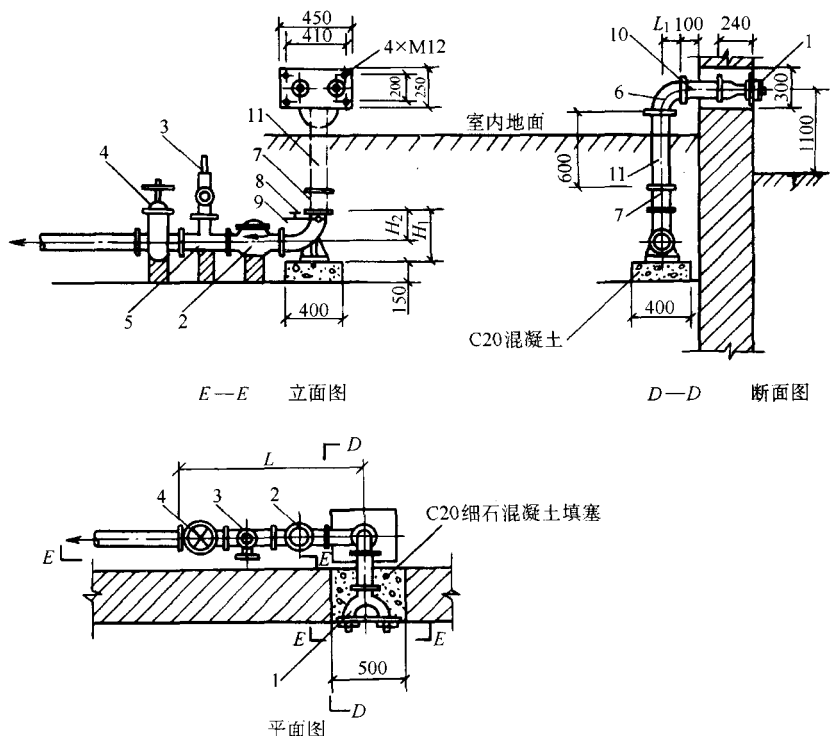


图 3-6-3 墙壁式消防水泵接合器的安装

1—消防接口、本体 2—止回阀 3—安全阀 4—闸阀 5—三通 6—90°弯头  
7—法兰接管 8—截止阀 9—镀锌管 10、11—法兰直管

(2) 地上式消防水泵接合器的安装 如图 3-6-4 所示，地上式消防水泵接合器一部分安装在阀门井中，另一部分安装在地面上。为防止阀门井内部件锈蚀，对积水坑内积水应定期排除，对阀门内活动部件进行防腐处理。在接合器入口处注意设置与消火栓区别的固定标志。

(3) 地下式消防水泵接合器的安装 如图 3-6-5 所示，地下式消防水泵接合器设在建筑物附近的专用井室内，采用铸有“消防水泵接合器”标志的铸铁井盖，并在附近设置指示其位置的固定标志，以便说别。与地上式消防水泵接合器一样，为防止部件锈蚀，应定期排除坑内积水，对阀门井内活动部件应进行防腐处理。安装时，注意使地下消防水泵接合器进水口与井盖底面的距离大于井盖的半径且小于 0.4m。

### 3. 室外消火栓的安装

室外消火栓分地上式和地下式两种。一般沿道路设置，当道路宽度超过 60m 时，宜在道路两边设置消火栓。地上式消火栓设置一个直径为 150mm 或 100mm 和两个直径为 65mm 的栓口，地下式消火栓设置直径为 100mm 和 65mm 的栓口各一个，并有明显标志。

(1) 室外地上式消火栓的安装 如图 3-6-6 所示，室外地上式消火栓设在阀门井

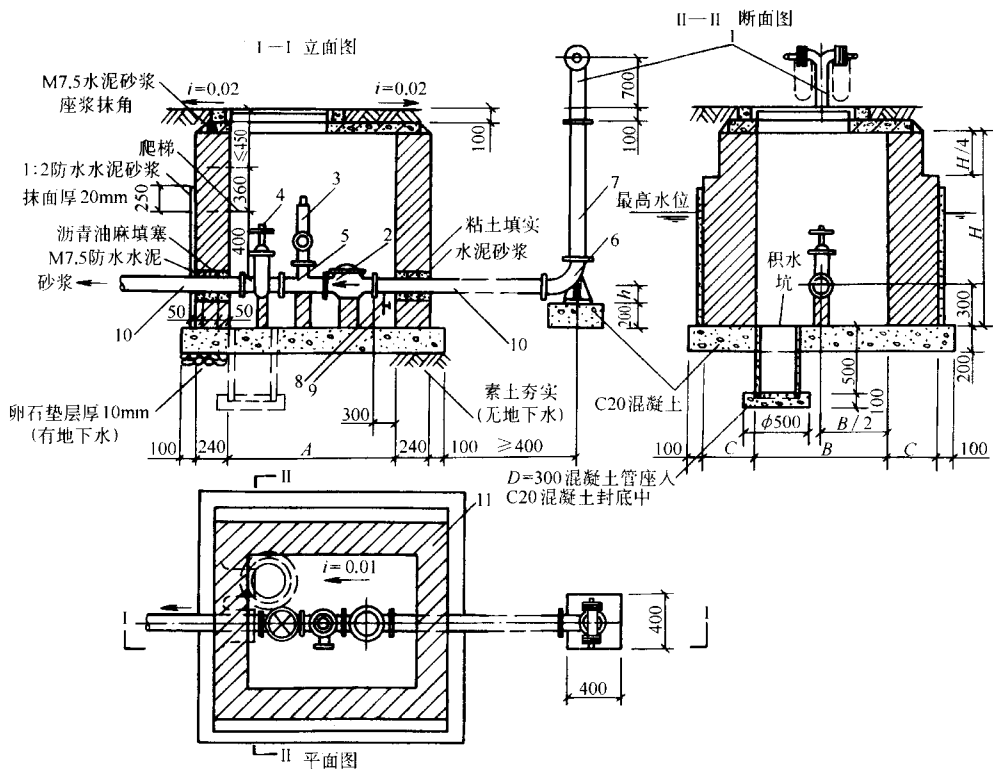


图 3-6-4 地上式水泵接合器的安装

- 1—消防接口、本体 2—止回阀 3—安全阀 4—闸阀 5—三通 6—90°弯头  
7—法兰接管 8—截止阀 9—镀锌管 10—法兰直管 11—阀门井

内。因阀门井内潮湿，井内活动部件应采取防锈措施。对埋入土中的法兰接口应进行特别处理，具体做法是：在法兰接口处先涂沥青冷底子油及热沥青各两道，再用沥青麻布或塑料薄膜包严。安装时，根据管道埋深的不同，可选用不同长度的法兰接管。

(2) 室外地下式消火栓的安装 如图 3-6-7 所示，室外地下式消火栓设置在阀门井内。因阀门井内潮气较重，活动部件必须采取防锈措施。安装时，根据管道埋深不同，选用不同长度的法兰接管。

### 三、自动喷洒消防系统的安装

自动喷洒消防系统是目前世界上应用最广泛的一种固定式大型自动消防设备，它具有较高的灵敏度和优良的灭火功效，能有效地扑救初期火灾，成为消防安全的主要保障措施。

#### 1. 喷头的安装

喷头的安装在系统试压、冲洗合格后进行。根据溅水盘的不同，将喷头分为直立型、下垂型、边墙型和通用型四种。不同型式的喷头，它的向上、向下喷水量是不一样的，不同的建筑场所要求相应形式的喷头，安装时注意核对。

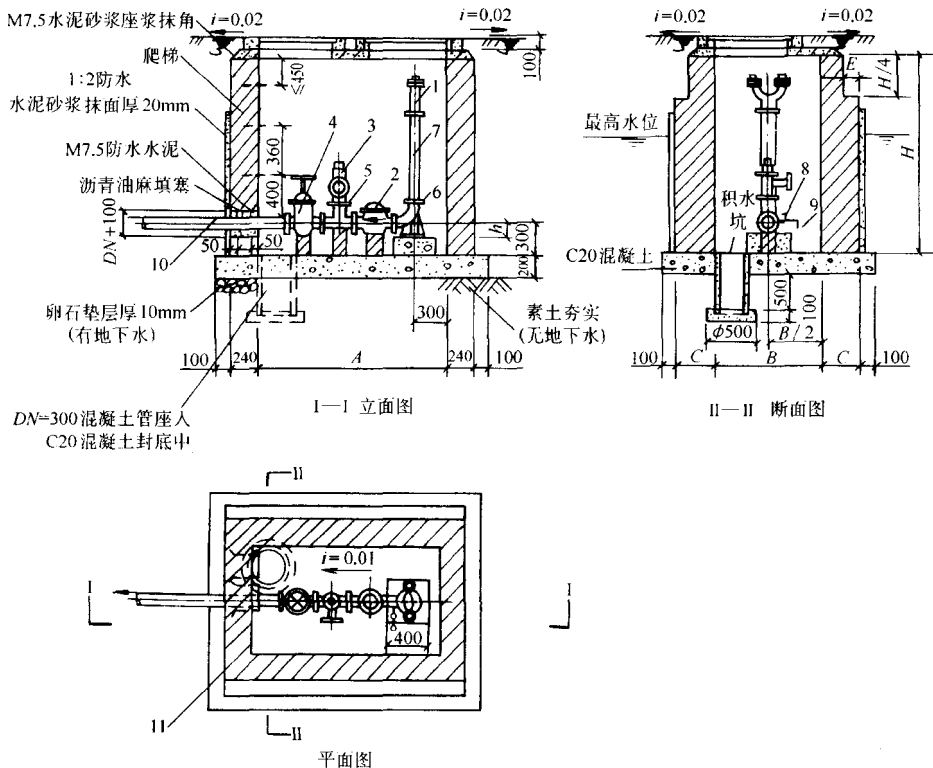


图 3-6-5 地下式消防水泵接合器的安装

1—消防接口、本体 2—止回阀 3—安全阀 4—闸阀 5—三通 6—90°弯头  
7—法兰接管 8—截止阀 9—镀锌管 10—法兰直管 11—阀门井

喷头的安装如图 3-6-8 所示，具体形式见表 3-6-2。

表 3-6-2 喷头的安装形式

安装方式	喷头形式	安装位置
方式 I	直立型	管道、喷头均暗装于吊顶内
方式 II		喷头安装在吊顶内，而管道明装于吊顶下
方式 III	边墙型	喷头沿墙下垂安装于吊顶内
方式 IV	下垂型	喷头安装在吊顶下
方式 V	通用型	通用型喷头安装在集热罩下

喷头安装时，其操作要点和注意事项如下：

- 1) 喷头溅水盘与楼板或屋面板的距离不宜大于 300mm。
- 2) 边墙型喷头在其两侧 1m 范围内和墙面垂直方向 2m 内，均不得有障碍物。
- 3) 安装喷头时，不得对喷头进行拆装、改动，并严禁给喷头附加任何装饰性涂层。

在施工安装中，用塑料薄膜包裹喷头，以防止涂料覆盖玻璃球，影响喷头的感温动作性能，系统通水调试前，再将塑料薄膜取下。

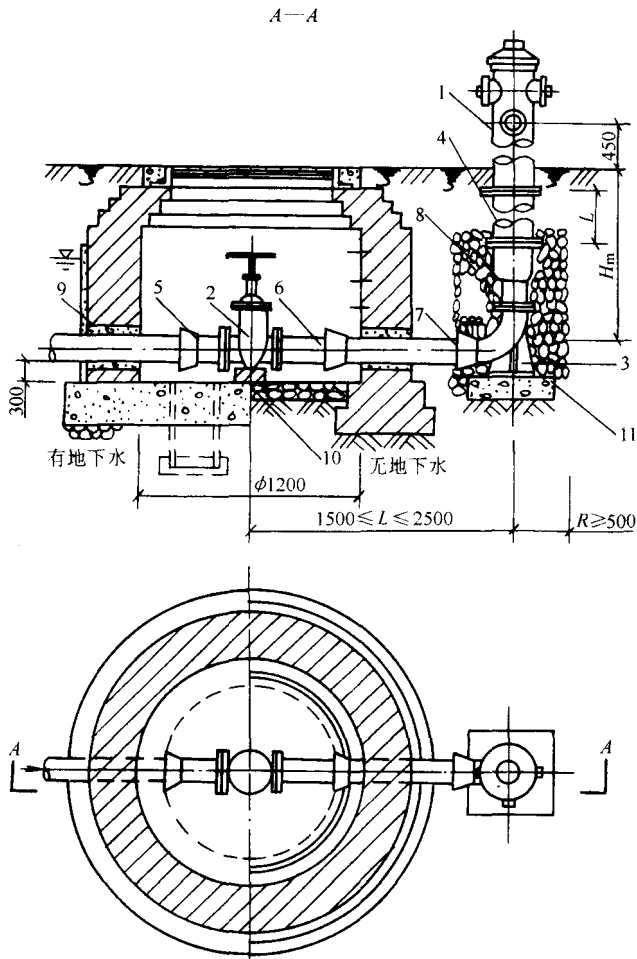


图 3-6-6 室外地下式消火栓的安装

- 1—地下式消火栓 2—阀门 3—弯管底座 4—法兰接管  
5—短管甲 6—短管乙 7—铸铁管 8—排水口  
9—圆形阀门井 10、11—支墩

4) 喷头安装应使用专用扳手, 严禁利用喷头的框架施拧; 喷头的框架、溅水盘产生变形或释放原件受损时, 应采用规格、型号相同的喷头更换。

5) 当喷头的公称直径小于 10mm 时, 应在配水平管或配水支管上安装过滤器。

6) 安装在易受机械损伤处的喷头, 应加设喷头防护罩。

## 2. 报警阀组的安装

自动喷水消防系统中, 采用湿式报警阀组、干式报警阀组或雨淋阀组等多种报警阀组。

报警阀组应安装在便于操作的明显位置, 距室内地面高度为 1.2m, 两侧与墙的距离不应小于 0.5m; 正面与墙的距离不应小于 1.2m。下面以应用较广的湿式报警阀组为例, 说明报警阀组的安装。

如图 3-6-9 所示, 湿式报警阀组的操作要点和注意事项如下:



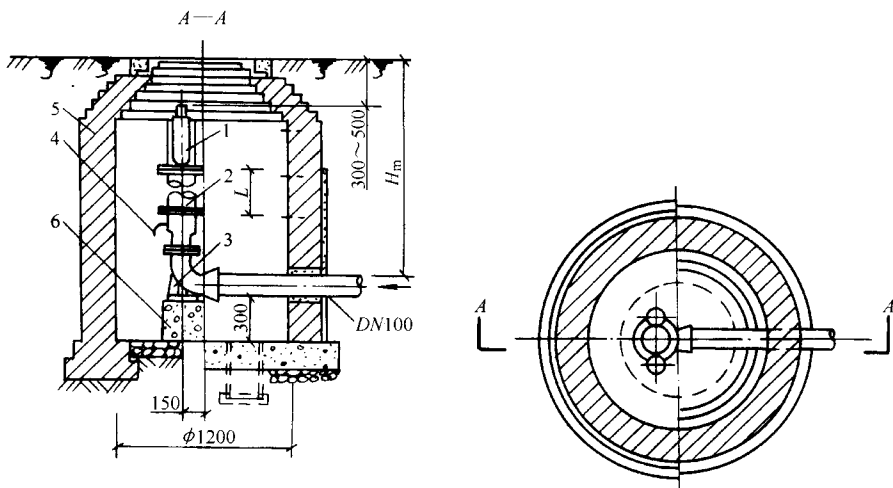


图 3-6-7 室外地下式消火栓的安装

1—地下式消火栓 2—弯管底座 3—法兰接管  
4—排水口 5—圆形阀门井 6—支墩

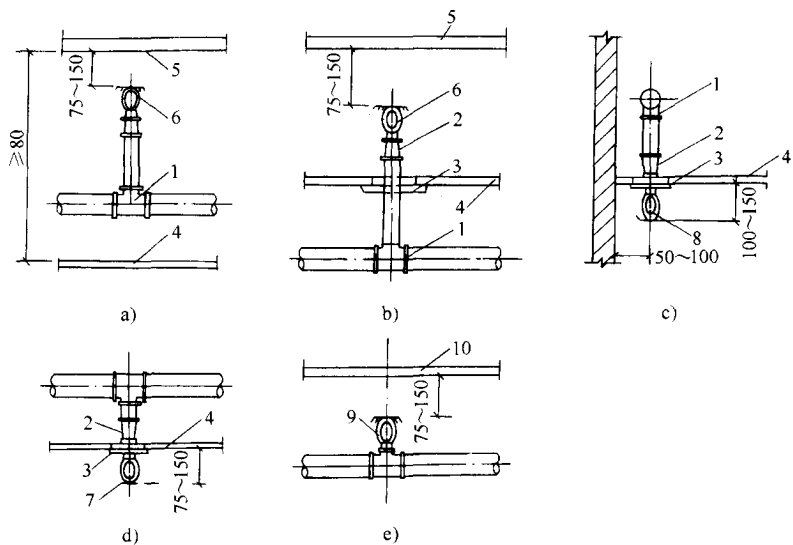


图 3-6-8 喷头的安装

a) 方式 I b) 方式 II c) 方式 III d) 方式 IV e) 方式 V

1—三通 2—异径管接头 3—装饰板 4—吊顶 5—楼面或屋面板 6—直立型喷头  
7—下垂型喷头 8—边墙型喷头 9—通用型喷头 10—集热罩

1) 在进水方向安装水源控制阀，控制进水。其安装位置应便于操作，并设置明显开闭标志和可靠的锁定设施。

2) 安装湿式报警阀。

3) 连接延迟器、压力表等各种配件。报警水流通路上，延迟器前应安装过滤器。

4) 连接排水管、试验阀等。排水管和试验阀应安装在便于操作的位置。

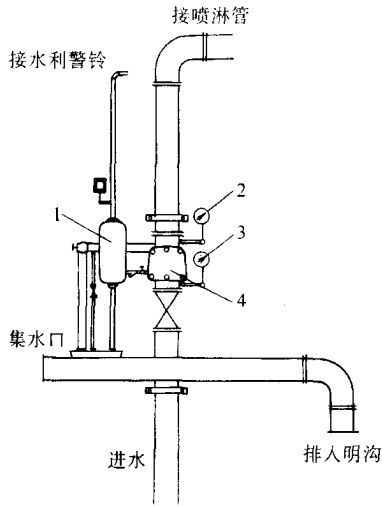


图 3-6-9 湿式报警阀组安装

1—延迟器 2、3—压力表 4—报警阀检查口

### 3. 其他组件的安装

(1) 水力警铃的安装 如图 3-6-10 所示，水力警铃主要由水轮机、传动轴和铃身三部分组成。水力警铃和报警阀的连接采用镀锌钢管。当镀锌钢管的公称直径为 15mm 时，其长度不大于 6m；当镀锌钢管的公称直径为 20mm 时，其长度不应大于 20m。安装后的水力警铃启动压力不应小于 0.05MPa。

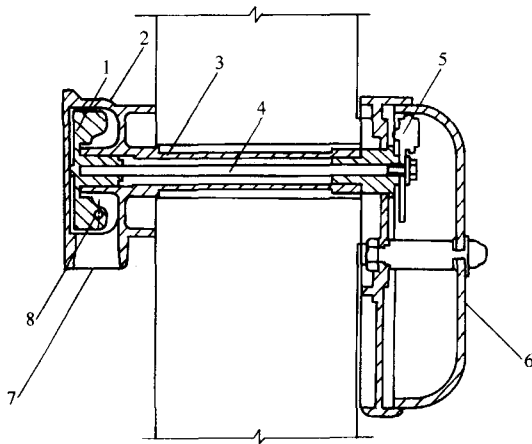


图 3-6-10 水力警铃的安装

1—传动轮 2—水马达外壳 3—支持管  
4—传动杆 5—警报臂 6—铃身  
7—排水口 8—进水口

操作要点及注意事项：

- 1) 确定墙面开孔位置，按规定孔径在墙上开孔。
- 2) 安装水轮机进水和排水管道。安装时，注意区分水轮机进水口和排水口，排水口正对水轮机轴，进水口则在切线方向。
- 3) 连接支持管及传动杆。
- 4) 安装铃身。

(2) 水流指示器安装 如图 3-6-11 所示，水流指示器的安装在管道试压和冲洗合格后进行。安装时，先开孔，再安装其余部件，具体开孔尺寸，可参照表 3-6-3 选择。

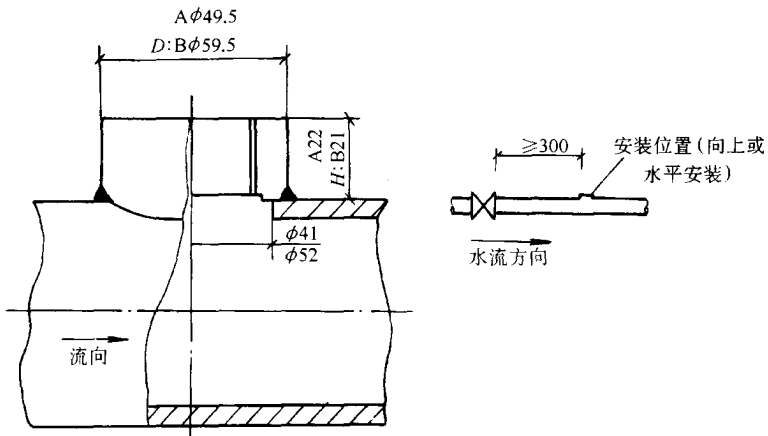


图 3-6-11 水流指示器安装  
水流指示器开孔尺寸表

表 3-6-3

水流指示器类型	管道开孔尺寸/mm
WD20 - 35	32
WD50 - 80	41
WD100 - 150	52

水流指示器安装的操作要点和注意事项如下：

- 1) 水流指示器一般竖直安装在水平管道上方，安装位置应以有检修空间的水平干管为宜。
- 2) 吊顶内的水流指示器处应设检修孔。
- 3) 水流指示器安装方向应正确。
- 4) 安装后的水流指示器浆片、膜片应动作灵活，不得与管壁发生碰擦。

## 四、消防系统的安装质量通病

### 1. 消火栓系统的安装质量通病

- (1) 消防水池上未安装浮球阀。

(2) 消防水泵吸水管上的阀门采用蝶阀, 吸水管采用同心变径。出水管上无压力表、放水阀门、泄压阀等。

(3) 消防水箱出水管上的单向阀安装在立管上, 消防水箱无水位指示器。

(4) 消防水泵接合器距室外消火栓或消防水池的取水口较远, 未位于通道旁; 水泵接合器安装在玻璃幕墙下, 未标明所属系统; 止回阀的方向不正确, 检修阀未处于常开状态。

(5) 对公称直径不大于 100mm 的管道采用焊接, 管道防晃支架偏少, 室外管道未做保温措施, 管道穿过墙体或楼板时未加设套管, 管道的试压、冲洗和严密性试验未严格按照规范要求执行。

## 2. 自动喷洒消防系统的安装质量通病

(1) 报警阀距地面的高度不是 1.2m。在报警阀以后的管路上安装室内消火栓。

(2) 压力开关可靠性差。

(3) 管道未设置伸缩器。

(4) 水力警铃未设在公共通道或有人值守的值班室内。

(5) 管道的试压、冲洗和严密性试验未严格按照规范要求执行。

(6) 末端放水处未设检修口, 将末端试验装置等同于排水管, 末端试验装置管径小于 25mm, 未设置压力表等。

# 五、消防系统的维护保养

## 1. 喷淋头的维护保养

每月对喷头 (不少于总数的 10%) 进行一次外观检查, 及时清除喷头上的油污、涂料等异物, 对不正常的喷头应及时更换。

## 2. 管路系统的维护保养

(1) 观察稳压泵的启动频率, 确定管网有无渗漏现象。

(2) 对管路系统进行外观检查, 主要检查管道有无机械损伤、油漆脱落、锈蚀现象和管道的固定是否牢固, 发现问题应及时处理。

(3) 清除堵塞。系统管道中, 可能因施工疏忽残留有砂、石、木屑或水源带来的垃圾、铁锈等, 这样会造成喷头堵塞、报警阀关闭不严、水力警铃输水管堵塞等, 维护保养中应注意清除。

(4) 每月需对不少于 20% 的管道末端进行放水, 确保管道内的水质良好。检查水流指示器, 确保其工作正常。

## 3. 报警阀组的维护保养

(1) 对报警阀进行开阀试验, 保证阀门开启性能和密封性能良好。

(2) 检查报警阀组各部件, 确保其处于正常工作状态。

(3) 每季度对报警阀旁的放水试验阀进行一次放水试验, 验证系统的供水能力, 压力开关的报警功能是否正常。

(4) 定期检查压力表, 确保报警前、后压力表指示工作正常。

## 第七章 阀门安装工程施工技术

阀门从产品出厂到安装使用，往往要经过多次运输和较长时期的存放，故安装前的检查是阀门安装的一项重要内容。

### 一、阀门安装前检查

- (1) 核对阀门的型号、规格是否与设计相符。
- (2) 检查阀门是否损坏，是否开启灵活，阀杆是否弯曲，螺纹有无损坏。
- (3) 检查填料及压盖螺栓有无足够的节余量。
- (4) 检查填料、垫片、螺栓是否适合介质使用温度的要求。

### 二、阀门安装的一般要求

阀门的种类很多，对于不同形式的阀门，安装的一般要求如下：

(1) 阀门应安装在维修、检查和操作方便的地方，同时应考虑到组装外观的美观。

(2) 在水平管道上安装阀门时，阀杆应尽量垂直向上，也可向上倾斜一定角度，但不允许阀杆向下安装。

(3) 安装螺纹连接阀门时，为便于阀门的拆卸和维修，最好在阀门的出口（或两端）设置活接头，其安装位置如图 3-7-1 所示（图中为出口处设置活接头，两端设置时，方法类似）。连接时，在螺纹上缠油麻、涂白厚漆或缠聚四氟乙烯生料带。拧入、旋紧后，切忌回旋，否则易渗漏。注意不要把麻丝或生料带挤到阀门里面去，引起阀门堵塞。对铸铁和非金属阀门，螺母不能拧得太紧，以免胀破阀门。

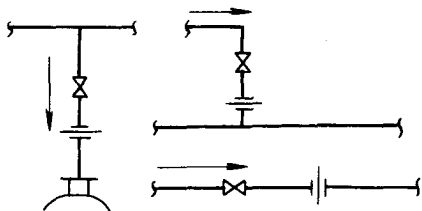


图 3-7-1 螺纹连接阀门活接头的设置位置

(4) 安装法兰连接阀门时，应保持两法兰端面相互平行和同心。法兰间的垫片应放置正中，不能偏斜，螺栓按照图 3-7-2 所示的顺序轮流拧紧，不可过紧或过松。

(5) 阀门焊接连接时，阀门与管道接口要对准，管道应能够微量移动，避免阀门受到管道的制约，引起阀体变形。阀门与管道对准后点焊好，全开启闭件，按照焊接规范施焊，整体焊牢，不能有气孔、夹渣、咬肉、裂纹等缺陷。焊接完毕后，检查焊缝，对

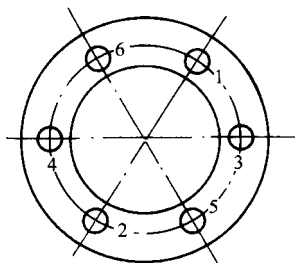


图 3-7-2 螺栓拧紧的顺序

一些重要部位的阀门焊接处还应进行 X 射线检查。检查合格后，对管道和阀门进行吹扫、冲洗。

(6) 阀门在搬运时，不允许随手抛掷，以免损坏；同时，因阀体材料多用铸铁制作，性脆，不得受重物撞击。

(7) 公称直径大于 100mm 的阀门，应有起吊工具和设备。阀门的吊装如图 3-7-3 所示。正确的方法应该用绳索捆牢在阀体的法兰下面（见图 3-7-3a）；对闸阀则用绳索穿在阀门支架内（见图 3-7-3b），但用这种方法起吊时，适用于直起直落，不宜摇晃；用绳索套在手轮上吊装（见图 3-7-3c）是很危险的，在运输过程中容易使阀门松脱而破损。

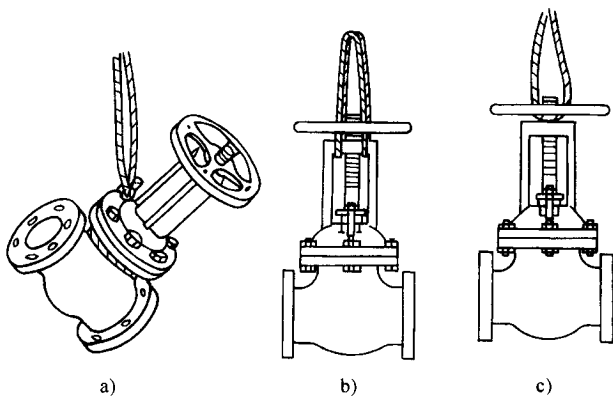


图 3-7-3 阀门的吊装

a) 正确 b) 正确 c) 错误

(8) 安装在重要部位或使用压力、温度较高的阀门，必须进行强度试验和严密性试验。

### 三、阀门的安装

阀门检验合格后即可安装。各种阀门的使用目的和结构类型不同，在安装上有不同的要求，下面介绍几种常见阀门的安装。

#### 1. 闸阀的安装

闸阀可装在管道或设备的任何位置，且一般没有规定介质的流向。

闸阀的安装姿态，依闸阀的结构而定。对于双闸板结构的闸阀，应直立安装，即阀杆处于铅垂位置，手轮在上面；对于单闸板结构的闸阀，可在任意角度上安装，但不允许倒装，若倒装，介质将长期存于阀体提升空间，检修不方便；对明杯闸阀必须安装在地面上，以免引起阀杆锈蚀。

小直径的闸阀在螺纹连接中，若安装空间有限，需拆卸压盖和阀杆手轮时，应略微开启阀门，再加力拧动和拆卸压盖。如果闸板处于全闭状态时，加力拧动压盖，易将阀杆拧断。

## 2. 截止阀的安装

截止阀可安装在设备或管道的任意位置。安装时，应使其阀杆尽量铅垂，若阀杆水平安装，会使阀瓣与阀座不同轴线，形成位移，易发生泄漏。

截止阀的安装，有着严格的方向限制，其原则是“低进高出”，即首先看清两端阀孔的高低，使进口管接入低端，出口管接于高端。这种方式安装时，其流动阻力小，开启省力，关闭后，填料不与介质接触，易于检修。

## 3. 止回阀的安装

止回阀的安装，必须特别注意介质的流向，才能保证阀盘能自动开启。

为保证止回阀阀盘的启闭灵活，工作可靠，对卧式升降式止回阀，只能水平安装在管道上，立式升降式和旋启式止回阀可水平安装在管道上，也可安装在介质自下而上流动的垂直管道上。

## 4. 安全阀的安装

安全阀的安装如图 3-7-4 所示。设备的安全阀应装在设备容器的开口上。如有困难时，则应装设在接近容器出口的管路上，但管路的直径应不小于安全阀进口直径。

安全阀的定压是安装安全阀的重要环节。定压时，用水压或气压试验的方法，按工作压力 + 30kPa 进行。不同构造的安全阀，其调压方式不同。对弹簧式安全阀，通过用旋具调整弹簧的压紧程度的方式进行；对重锤式（杠杆式）安全阀，通过重锤在杠杆上滑动的方式进行。调整安全阀至压力表达达到指示定压压力时，能开始泄放介质为止。定压后，应画出定压标记线（油漆线或锯痕线）。

操作要点和注意事项：

(1) 安全阀应垂直安装，阀杆与水平面应保持良好的垂直度，有偏斜时必须校正，以保证容器或管道与安全阀间畅通无阻，杠杆式安全阀应使杠杆保持水平。

(2) 安全阀的安装应注意其方向性。安装时，介质的流向应从阀瓣下向上流动，如果反向安装，将会酿成重大事故。

(3) 对于单独排入大气的安全阀，应在其入口处装设一个常开的截断阀，并采用铅封。对于排入密闭系统或用集气管排入大气的安全阀，则应在它的入口和出口各装一个常开的截断阀，并用铅封。截断阀应选用明杆闸阀、球阀或密封好的旋塞阀。

(4) 若安全阀的排出管过长应予固定，以防止振动。

(5) 安全阀排放系统应经常试排放，以检查管路系统有无障碍，当排液管可能发生冻结时，则应加保温或伴热管。

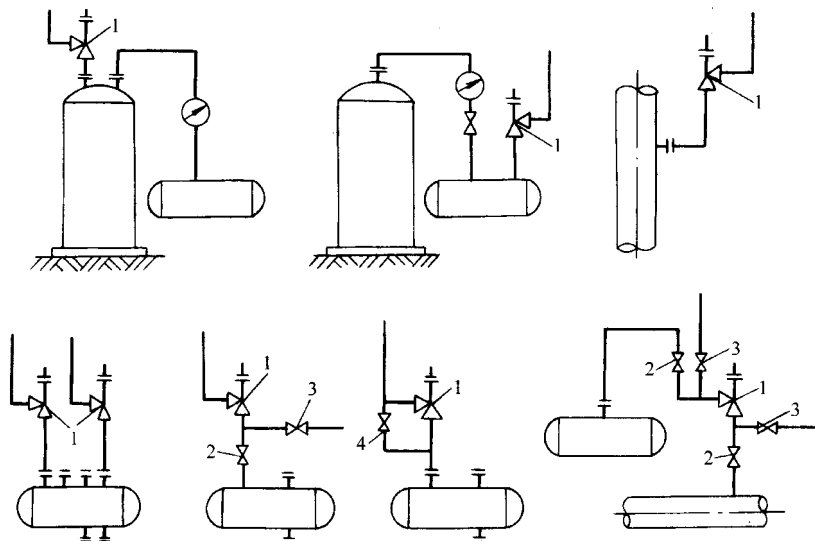


图 3-7-4 安全阀的安装

1—安全阀 2—截止阀 3—检查阀 4—旁通阀

### 5. 减压器的安装

减压器即减压阀组，包括减压阀、压力表、安全阀等部件。施工中，减压器大多经预装而成。预装时，配以三通、弯头、活接头等管件以螺纹连接方式进行。

减压阀组的安装形式见图 3-7-5，其参考尺寸参照表 3-7-1。

表 3-7-1

减压器安装参考尺寸

(单位：mm)

直径 (DN)	方案 a			方案 b			方案 c				方案 d			方案 e		
	A	C	H	A	C	H	A	C	H	I	A	B	D	E	F	C
25	1760	450	600	1500	450	300	950	500	300	170	1100	400	200	1350	250	200
32	1830	500	600	1560	500	300	1000	500	300	190	1100	400	200	1350	250	200
40	1960	550	650	1670	550	300	1070	550	300	200	1300	500	250	1500	300	250
50	2200	600	650	1890	600	300	1240	650	300	220	1400	500	250	1600	300	250
65	2350	650	650	1900	650	300	1320	710	300	240	1400	500	300	1650	350	300
80	2500	700	700	2150	700	300	1400	830	300	250	1500	550	350	1750	350	350
100	2840	920	700	2430	820	350	1460	960	350	250	1600	550	400	1850	400	400
125	3015	950	700	2580	950	350	1820	1000	350	280	1800	600	450	—	—	—
150	3290	1000	750	2900	1000	400	2120	1150	400	300	2000	600	500	—	—	—

对于用汽量较小的小型采暖系统，若散热器耐压较高或外网供汽压力不高于散热器所能承受的压力时，采用图 3-7-6 所示的由两个截止阀组成的简易装置减压。其中一个截止阀作减压用，另一个截止阀则作关闭用。



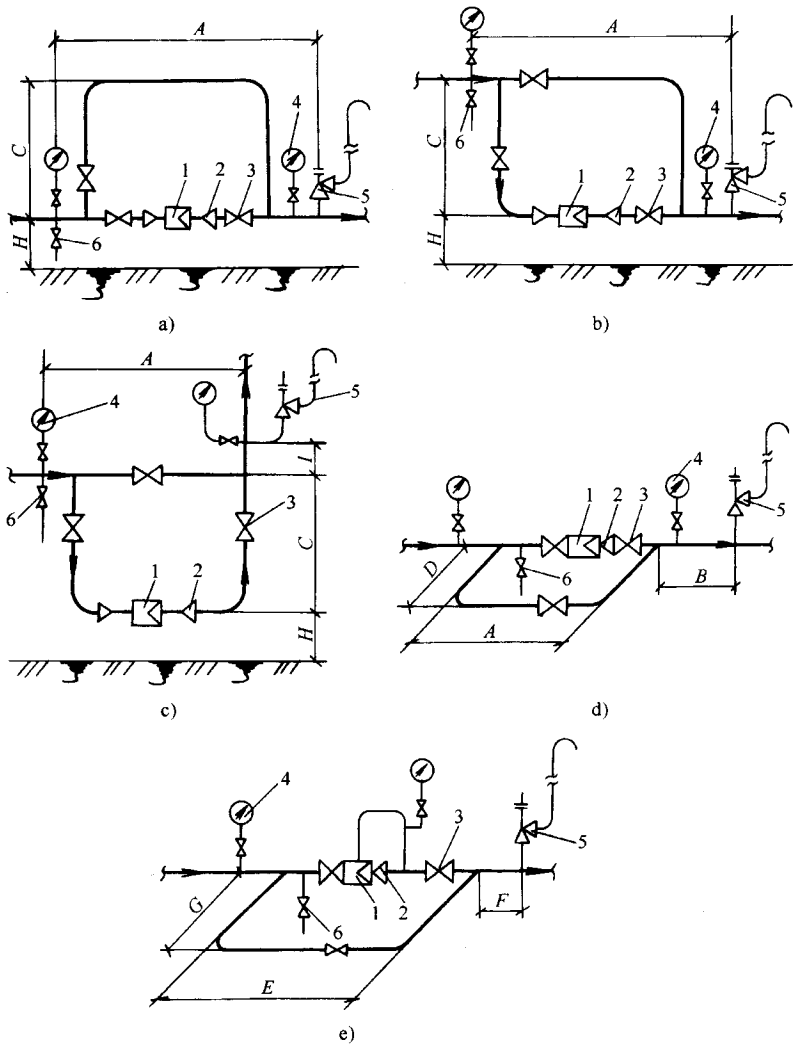


图 3-7-5 减压器的安装形式

a) b) c) 活塞式立式安装 d) 活塞式水平安装 e) 薄膜式、波纹管式安装  
 1—减压阀 2—大小头 3—截止阀 4—压力表 5—安全阀 6—泄水阀

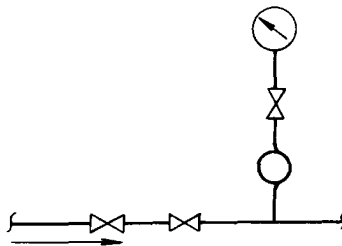


图 3-7-6 简易减压装置示意图



减压装置应设在振动较小、有足够空间和便于检修的位置，不能设置在临近移动设备或容易受冲击的部位。沿墙敷设时，安装在离地面 1.2m 处，平台敷设时，安装在离永久性操作平台 1.2m 处。

操作要点和注意事项：

(1) 减压阀均应安装在水平管道上，波纹管式减压阀用于蒸汽管道时，波纹管应朝下安装。

(2) 减压阀有方向性，安装时不得反装。阀体上的箭头方向应与介质流向一致。

(3) 减压阀的两侧应安装阀门，最好采用法兰截止阀，以便于维修。

(4) 减压阀前的管径与减压阀的公称直径相同。当设计无明确规定时，减压阀的出口管径比阀前管径大 1~2 号，并设旁通管便于检修。

(5) 如系统中介质带渣物时，应在减压阀前设过滤器。

(6) 减压阀的前后应分别安装高、低压压力表，以观察压力变化。

(7) 蒸汽系统的减压阀前，应设疏水阀。

(8) 减压阀的低压管上应配以弹簧式或杠杆式安全阀，安全阀的管径通常应比减压阀小 2 号，其排气管应接至室外。

(9) 减压阀安装后，必须根据使用压力进行调试，并作好调试后的标志。

施工完毕，应对系统进行试压。试压结束后，关闭进口阀，打开冲洗阀对系统进行冲洗。

## 6. 疏水器的安装

疏水器即疏水阀阀组，包抱疏水阀、过滤器、止回阀、截止阀等部件。施工中，可参照如图 3-7-7 所示的组装示意图装配后再进行安装。

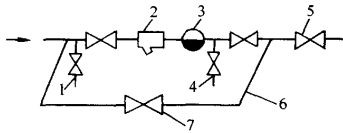


图 3-7-7 疏水器的组装示意图

1—冲洗管 2—过滤器 3—疏水阀 4—检查管  
5—止回阀 6—旁通管 7—截止阀

(1) 不带旁通管疏水器的安装 图 3-7-8 所示为不带旁通管的疏水器的安装形式，其安装尺寸见表 3-7-2。

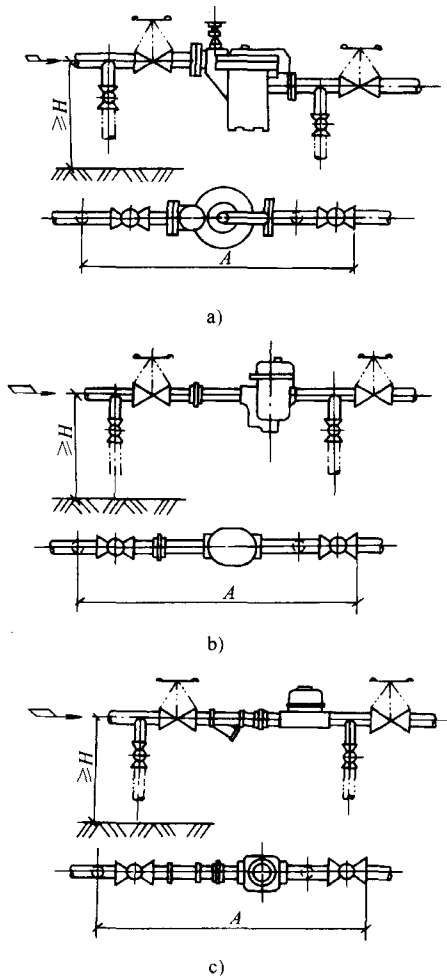


图 3-7-8 不带旁通管疏水器的安装

a) 浮筒式 b) 倒吊桶式 c) 热动力式 (脉冲式)

表 3-7-2

不带旁通管疏水器安装尺寸

(单位: mm)

型号	规格	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
浮筒式	A	680	740	840	930	1070	1340
	H	190	210	260	380	380	460
倒吊桶式	A	680	740	830	900	960	1140
	H	180	190	210	230	260	290
热动力式	A	790	860	940	1020	1130	1360
	H	170	170	180	190	210	230

续表

型号	规格	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
脉冲式	A	750	790	870	960	1050	1260
	H	170	180	180	190	210	230

(2) 带旁通管疏水器的安装 图 3-7-9 所示为带旁通管疏水器的安装形式, 其安装尺寸见表 3-7-3。

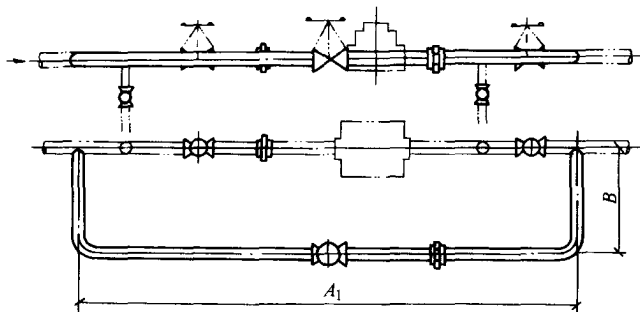


图 3-7-9 带旁通管疏水器的安装

表 3-7-3

疏水器旁通管安装尺寸表

(单位: mm)

型号	规格	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
浮筒式	A <sub>1</sub>	800	860	960	1050	1190	1500
	B	200	200	220	240	260	300
倒吊桶式	A <sub>1</sub>	800	860	950	1020	1080	1300
	B	200	200	220	240	260	300
热动力式	A <sub>1</sub>	910	980	1060	1140	1250	1520
	B	200	200	220	240	260	300
脉冲式	A <sub>1</sub>	870	910	990	1080	1170	1420
	B	200	200	220	240	260	300

(3) 疏水器并联安装 如图 3-7-10 所示, 当排水量较大时, 可将疏水器并联使用。疏水装置一般靠墙布置, 其中心离墙不应小于 150mm。安装时, 在疏水器两侧阀门以外适当位置处设置托架, 托架栽入墙内的深度不得小于 120mm。找平找正, 将支架埋设牢固后, 将其放置在托架上就位。有旁通管时, 旁通管朝室内侧卡在支架上。

(4) 蒸汽干管变坡处疏水器的设置 图 3-7-11 所示为蒸汽干管变坡“翻身”处的疏水器设置方法。

疏水器中, 疏水阀是最重要的组件。疏水阀安装的操作要点和注意事项如下:

1) 疏水阀一般应直立安装在水平管道上, 不可倾斜安装, 以免影响疏水阀动作。热动力式流水阀方位可任意选择, 但应尽量水平安装。

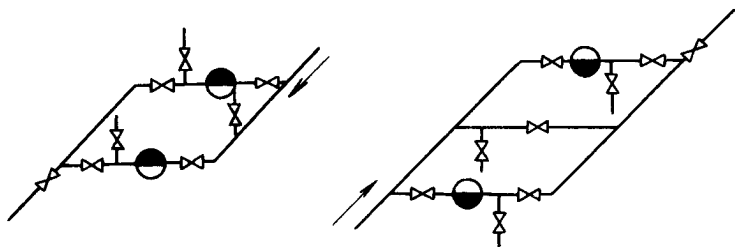


图 3-7-10 疏水器并联安装

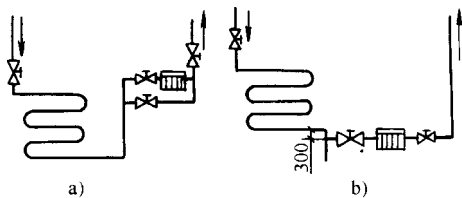


图 3-7-11 蒸汽干管变坡处疏水器的设备  
a) 错误 b) 正确

- 2) 疏水阀有方向性。安装时，应使介质流向与阀体上的箭头方向一致，不得反装。
- 3) 疏水阀管道水平敷设时，管道应坡向疏水阀，以免出现水击。
- 4) 疏水阀前后都设置截止阀，但冷凝水不需回收而直接排放时，疏水阀后可不设置。
- 5) 疏水阀的进口端应装有过滤器，防止水中的污物堵塞疏水阀。热动力式流水阀本身带过滤器，可不另装。
- 6) 流水阀前可设置放气管，以排放空气或不凝结气体，减少系统内的气堵现象。
- 7) 疏水阀和后截止阀间设检查管，用于检查流水阀工作是否正常。如打开检查管大量冒汽，则说明疏水阀已坏，需检修。

## 四、阀门的修理

### 1. 阀门常见故障及维修方法

阀门的常见故障及维修方法见表 3-7-4。

表 3-7-4

阀门的常见故障及维修方法

故障现象	故障原因	维修方法
密封圈不严密	密封圈与阀座、阀瓣配合不严	修理密封圈
	阀座与阀体螺纹加工不良, 阀座倾斜	如无法修理, 则应更换
	关闭时用力不当	缓慢、反复启闭几次
密封面损坏	阀门内腔有污物	取出杂物, 研磨密封面
填料函泄漏	填料装填不正确	正确装填填料
	填料老化	更换填料
	阀杆变形或腐蚀生锈	修理或更换
	操作不当或用力过猛	缓开缓闭, 操作平稳
阀杆升降不灵活	阀杆损伤、腐蚀、脱扣	更换阀杆
	阀杆弯扭	修理或更换阀杆
	阀杆螺母倾斜	更换阀件或阀门
	螺纹磨损	更换阀杆衬套
垫圈泄漏	垫圈材质不当或失效	更换合适垫圈
阀门开裂	冻坏	保温防冻
	螺纹阀门安装时用力过大	安装时用力均匀
压盖断裂	紧压盖时用力不均	对称拧紧螺母
闸板失灵	模形闸板因腐蚀而关不严	定期研磨
	双闸板顶楔损坏	更换顶楔
安全阀或减压阀弹簧损坏	弹簧材料选择不当	更换弹簧材料
	弹簧制造质量不佳	采用质量优良的弹簧

## 2. 阀门的修理

1) 阀体与阀盖修理 阀体和阀盖的缺陷, 一般采用补焊的办法, 视材质选用焊条和焊接工艺。对于受力不大, 温度不高的部位或陶瓷、玻璃之类的阀门, 可用环氧树脂胶合剂粘接。阀门拆卸时, 对埋入阀体、阀盖的螺栓, 万一锈死, 可用煤油或防锈油浸泡后旋出。若难奏效, 可用敲击或加热法将其取出。

对于断头螺栓, 可用如图 3-7-12 所示的方法拧出。

若阀门或阀盖上缺陷较大, 出现孔洞, 而孔型基本上为直孔时, 可用如图 3-7-13 所示的方法修补。修补时, 用钻头钻除缺陷, 再用螺钉或销钉将孔洞堵塞, 进行铆接、粘接或焊接。

2) 填料函 阀门运行一段时期后填料会老化变硬, 易造成压盖漏汽、漏水, 故必须更换填料函中的填料。

填料拆卸的工具如图 3-7-14 所示。

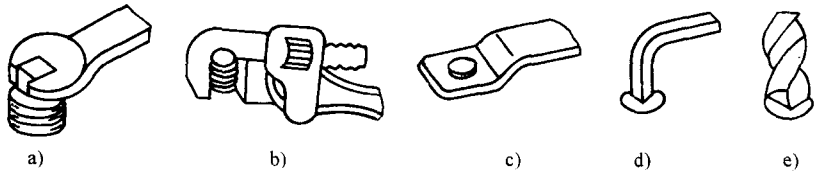


图 3-7-12 断头螺栓拧出法

- a) 锉方棒拧出法 b) 管钳拧出法 c) 点焊拧出法  
d) 方孔楔拧出法 e) 钻孔攻丝恢复法

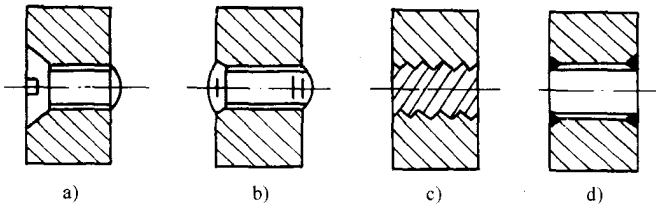


图 3-7-13 螺钉修补法

- a) 单头铆接 b) 双头铆接 c) 螺钉粘接 d) 螺钉焊接

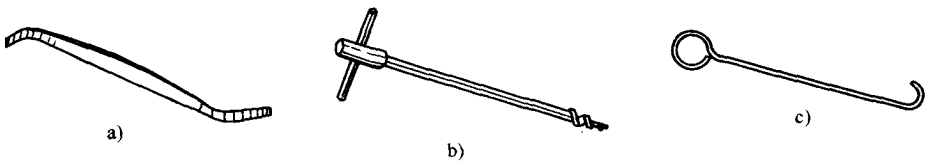


图 3-7-14 填料拆卸工具

- a) 拨压器 b) 钻具 c) 钩具

填料拆卸方法如图 3-7-15 所示。

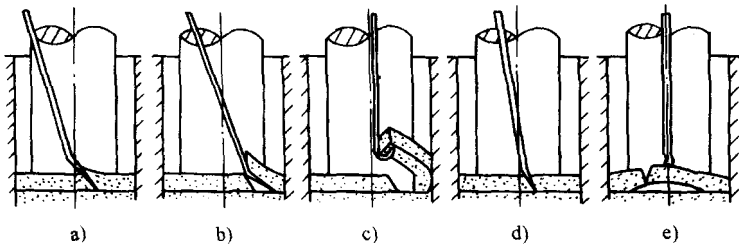


图 3-7-15 填料拆卸方法

- a) 搭接头拨松 b) 挑出 c) 钩起 d) 切口 e) 钻接提起

更换填料前，对搭接填料应按图 3-7-16 所示的方法预制。预制时，不允许切口有松散的线头、齐口、张口等缺陷。

对于小型阀门更换填料可按图 3-7-17 所示的方法进行。将绳状填料按顺时针方向顺阀杆装入填料函内，上紧压盖螺母即可。

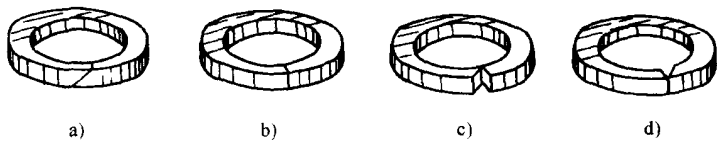


图 3-7-16 搭接填料的预制  
a) 正确 b) 齐口 c) 外张口 d) 内张口

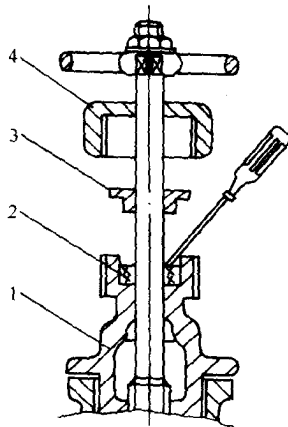


图 3-7-17 小型阀门填料更换  
1—阀盖 2—填料 3—压盖 4—压盖螺母

对于较大规格（公称直径 50mm 以上）的阀门，应按图 3-7-18 所示的方法装填填料。放入填料圈时，圈与圈接缝要相互错开 120°或 180°。在装填过程中，每装 1~2 圈应转动阀杆，避免因阀杆与填料卡阻而影响阀门的启闭。

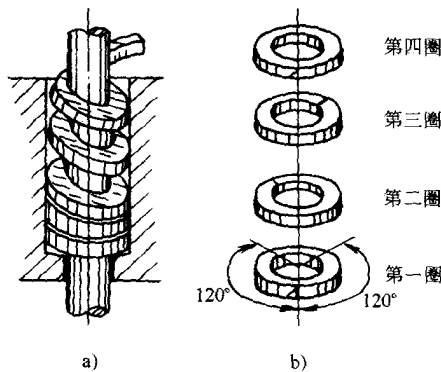


图 3-7-18 填料的装填方法  
a) 错误 b) 正确

垫片的拆卸、安装较为简单，这里不再赘述。但不能出现图 3-7-19 所示的偏口、错口、张口、双垫、佩垫、咬垫等缺陷，影响阀门的使用。3) 关闭件的修理 关闭件的故障，主要是密封面的磨损所致。密封面如有严重刻痕或磨损，应先车去一层，再研磨；也可堆焊，车平后再研磨。微小刻痕或轻微不平，可用图 3-7-20 所示的平面密



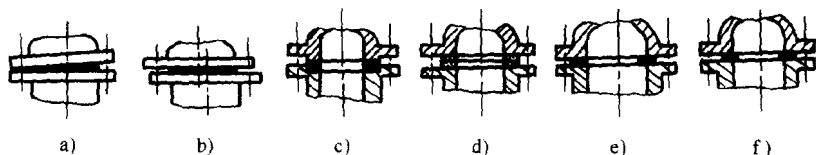


图 3-7-19 垫片安装质量通病

a) 偏口 b) 错口 c) 张口 d) 双垫 e) 偏垫 f) 咬垫

封面研磨法直接研磨。

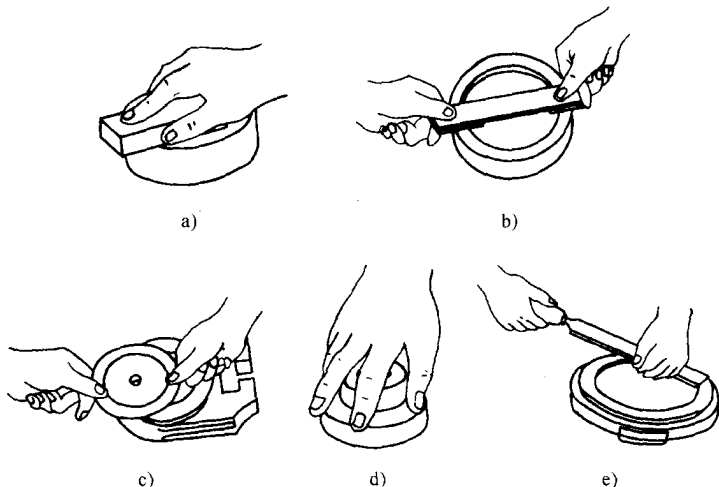


图 3-7-20 平面密封面研磨法

a) 油石法 b) 砂布法 c) 砂轮片法 d) 研磨剂法 e) 铲刀刮研法

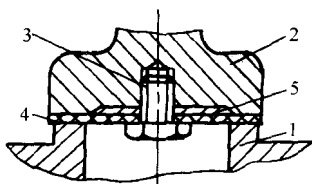


图 3-7-21 密封面修补法

1—阀座 2—阀瓣 3—螺栓 4—聚四氟乙烯板 5—金属垫片或弹簧垫

若没有研磨工具，可用图 3-7-21 所示的密封面修补法进行修补。3. 阀门的堵漏技术

堵漏技术是一门方兴未艾的新型技术。常用的堵漏方法有顶压法、螺栓法、卡箍法、压盖法、捻堵法、塞堵法、螺堵法、塞子焊法、直接粘堵法等。

(1) 顶压法 图 3-7-22 所示为顶压法堵漏示意图。该法适用于砂眼、小孔、短缝等漏点。其工作原理是利用固定螺杆直接或间接顶住阀门泄漏处止漏。

(2) 卡箍法 图 3-7-23 所示为卡箍法堵漏示意图，该法适用于砂眼、孔洞、腐蚀缺陷、裂纹等处。其工作原理是利用卡箍压紧密封垫止漏。

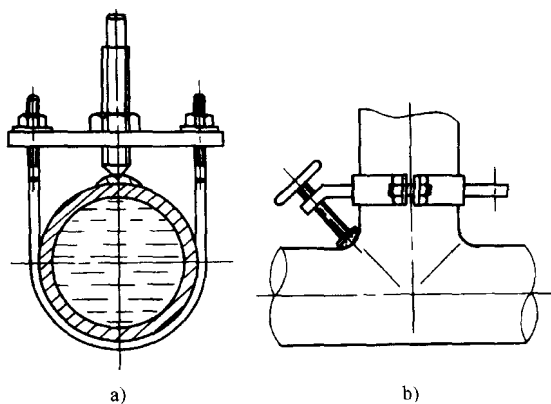


图 3-7-22 顶压法

a) 半卡顶 b) 全卡顶

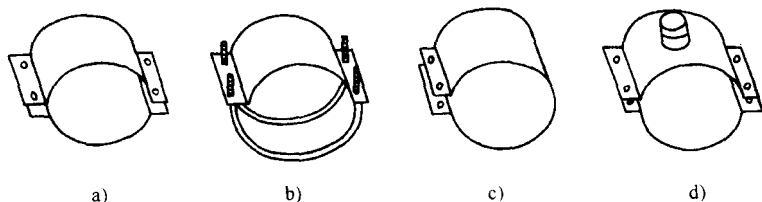


图 3-7-23 卡箍法

a) 整卡式 b) 半卡式 c) 软卡式 d) 堵头卡式

(3) 压盖法 图 3-7-24 所示为压盖法堵漏示意图。该法适用于孔洞大，压力低处。其工作原理是利用压盖和密封垫堵住孔洞。

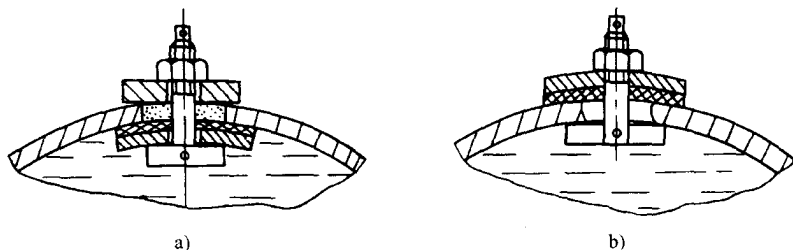


图 3-7-24 压盖法

a) 内盖堵漏法 b) 外盖堵漏法

(4) 冲子捻缝法 图 3-7-25 所示为冲子捻缝法堵漏工具。该法适用于砂眼处。其工作原理是利用冲子使金属本体产生塑性变形，以堵死砂眼。

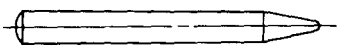


图 3-7-25 冲子捻缝法堵漏工具



(5) 塞塔法 图 3-7-26 所示为塞塔法堵漏示意图。该法适用于低压阀门的砂眼、孔洞处。其工作原理是利用塞子扎入泄漏点中止漏。

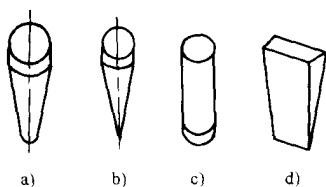


图 3-7-26 塞塔法

a) 大圆锥塞 b) 小圆锥塞 c) 圆柱塞 d) 楔式塞

(6) 螺塞法 图 3-7-27 所示为螺塞法堵漏示意图。该法适用于压力低，本体壁厚缺陷处。其工作原理在泄漏孔中攻丝，然后用螺塞压紧垫片止漏（垫片可用聚四氟乙烯生料带缠绕代替）。

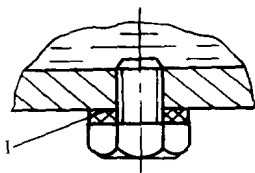


图 3-7-27 螺塞法

1—聚四氟乙烯生料带

(7) 塞子焊法 图 3-7-28 所示为塞子焊法堵漏示意图。该法适用于压力低的孔洞和缺陷大的部位。其工作原理是利用塞子和焊接进行堵漏。

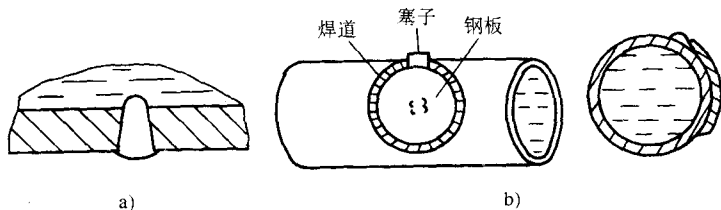


图 3-7-28 塞子焊法

a) 直接塞堵 b) 间接塞堵

(8) 直接粘堵法 图 3-7-29 所示为直接粘堵法堵漏示意图。该法适用于泄漏量小，压力低的部位。其工作原理是直接粘堵法堵漏。

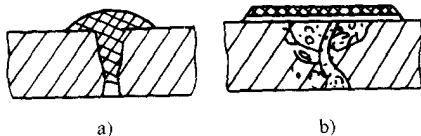


图 3-7-29 直接粘堵法

a) 直塞法 b) 粘贴法

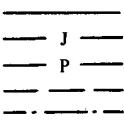
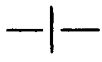


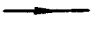
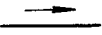
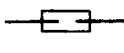
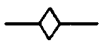
# 第二部分 建筑管道系统安装工程概预算

## 第八章 管道系统安装工程 施工图常用图例

### 一、管道及附件

管道及附件图例见表 3-8-1。

表 3-8-1 管道及附件图例

序号	名称	图例	说明
1	管道		用于一张图内只有一种管道 用汉语拼音字头表示管道类别 用图例表示管道类别
2	交叉管		指管道交叉不连接，在下方和后面的管道应断开
3	三通联接		
4	四通联接		
5	流向		
6	坡向		
7	套管伸缩器		
8	波形伸缩器		

续表

序号	名称	图例	说明
9	弧形伸缩器		
10	方形伸缩器		
11	防水套管		
12	软管		
13	可挠曲橡胶接头		
14	管道固定支架		
15	管道滑动支架		
16	保温管		也适用于防结露管
17	多孔管		
18	拆除管		
19	地沟管		
20	防护套管		
21	管道立管		X 为管道类别代号
22	排水明沟		
23	排水暗沟		
24	弯折管		表示管道向后弯 90°
25	弯折管		表示管道向前弯 90°
26	存水弯		
27	检查口		

续表

序号	名称	图例	说明
28	清扫口		
29	通气帽		
30	雨水斗		
31	排水漏斗		
32	图形地漏		
33	方形地漏		
34	自动冲洗水箱		
35	阀门套筒		
36	挡墩		

## 二、管道联接

管道连接图例见表 3-8-2。

表 3-8-2

管道联接图例

序号	名称	图例
1	法兰联接	
2	承插联接	
3	螺纹联接	
4	活接头	
5	管堵	
6	法兰堵盖	
7	偏心异径管	

续表

序号	名称	图例
8	异径管	
9	乙字管	
10	喇叭口	
11	转动接头	
12	弯管	
13	正三通	
14	斜三通	
15	正四通	
16	斜四通	

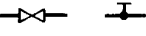



















### 三、阀门

阀门图例见表 3-8-3。

表 3-8-3 阀门图例

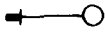











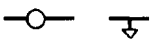
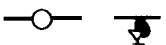

序号	名称	图例	说明
1	阀门		用于一张图内只有一种阀门
2	角阀		
3	三通阀		
4	四通阀		
5	闸阀		

续表

序号	名 称	图 例	说 明
6	截 止 阀		
7	电 动 阀		
8	液 动 阀		
9	气 动 阀		
10	减 压 阀		
11	旋 塞 阀		
12	底 阀		
13	球 阀		
14	隔 膜 阀		
15	气开隔膜间		
16	气闭隔膜阀		
17	温度调节阀		
18	压力调节阀		
19	电 磁 阀		
20	止 回 阀		
21	消声止回阀		
22	蝶 阀		
23	弹簧安全阀		
24	平衡锤安全阀		
25	自动排气阀		




续表

序号	名称	图例	说明
26	浮球阀		
27	延时自闭冲洗阀		
28	放水龙头		
29	皮带龙头		
30	洒水龙头		
31	化验龙头		
32	肘式开关		
33	脚踏开关		
34	室外消火栓		
35	室内消火栓 (单口)		
36	室内消火栓 (双口)		
37	水泵接合器		
38	消防喷头(开式)		
39	消防喷头(闭式)		
40	消防报警阀		







#### 四、卫生器具及水池

卫生器具及水池图例见表 3-8-4。









表 3-8-4 卫生器具及水池图例

序号	名称	图例	说明
1	水盆、水池		用于一张图内只有一种水盆或水池

续表

序 号	名 称	图 例	说 明
2	洗 脸 盆		
3	立式洗脸盆		
4	浴 盆		
5	化验盆、洗涤盆		
6	带篦洗涤盆		
7	盥 洗 槽		
8	污 水 池		
9	妇女卫生盆		
10	立式小便器		
11	挂式小便器		
12	蹲式大便器		
13	坐式大便器		
14	小 便 槽		
15	饮 水 器	 	
16	淋浴喷头	 	
17	矩形化粪池	 HC	HC 为化粪池代号
18	圆形化粪池	 HC	
19	除 油 池	 YC	YC 为除油池代号
20	沉 淀 池	 CC	CC 为沉淀池代号
21	降 温 池	 JC	JC 为降温池代号



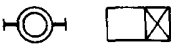
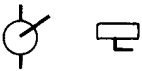


续表

序号	名称	图例	说明
22	中和池		ZC 为中和池代号
23	雨水口		
24	阀门井、检查井		
25	放气井		
26	泄水井		
27	水封井		
28	跌水井		
29	水表井		本图例与流量计相同















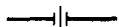
## 五、设备和仪表

设备和仪表图例见表 3-8-5。

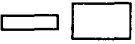


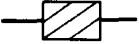
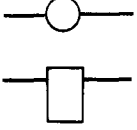
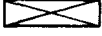
表 3-8-5 设备和仪表图例

序号	名称	图例	说明
1	泵		用于一张图内只有一种泵
2	离心水泵		
3	真空泵		
4	手摇泵		
5	定量泵		
6	管道泵		

续表

序号	名称	图例	说明
7	热交换器		
8	水—水热交换器		
9	开水器		
10	喷射器		
11	磁水器		
12	过滤器		
13	水锤消除器		
14	浮球滚位器		
15	搅拌机		
16	温度计		
17	水流指示器		
18	压力表		
19	自动记录压力表		
20	电接点压力表		
21	流量计		
22	自动记录流量计		
23	转子流量计		
24	减压孔板		

续表

序号	名称	图 例	说 明
25	散 热 器		左图：平面 右图：立面
26	集 气 罐		
27	管 道 泵		
28	过 滤 器		
29	除 污 器		上图：平面 下图：立面
30	暖 风 机		

# 第九章 给排水安装工程概预算 的有关规范和标准

## 一、沟槽开挖土方量计等

### 1. 沟槽开挖宽度计算公式

沟槽底部的开挖宽度按下式计算，即

$$B = D_1 + 2(b_1 + b_2 + b_3)$$

式中  $B$ ——沟槽底部开挖宽度 (mm)；

$D_1$ ——管道结构的外缘宽度 (mm)；

$b_1$ ——管道一侧的工作面宽度 (mm)，见表 3-9-1；

$b_2$ ——管道一侧的支撑厚度，150~200mm；

$b_3$ ——浇筑砼管渠一侧模板的厚度 (mm)。

表 3-9-1 管道一侧的工作面宽度 (mm)

管道结构的外缘宽度 $D_1$	管道一侧的工作面宽度 $b_1$	
	非金属管道	金属管道
$D_1 \leq 500$	400	300
$500 < D_1 \leq 1000$	500	400
$1000 < D_1 \leq 1500$	600	600
$1500 < D_1 \leq 3000$	800	800

注：1. 槽底需设排水沟时，工作面宽度  $b_1$  应适当增加。

2. 管道有现场施工的外防水层时，每侧工作面宽度宜取 800mm。

### 2. 沟槽边坡的规定

深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度见表 3-9-2。

表 3-9-2 深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

土的类别	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土(充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25

续表

土的类别	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
硬塑的轻亚粘土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土(充填物为粘性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的亚粘土、粘土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土(经并点降水后)	1:1.00	—	—

注:1. 当有成熟施工经验时,可不受本表限制。

2. 在软土沟槽坡顶不宜设置静载或动载;需要设置时,应对土的承载力和边坡的稳定性进行验算。

### 3. 槽底高程允许偏差

开挖土方时槽底高程允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ ;开挖石方时为 $\pm 20\text{mm}$ ,  $-200\text{mm}$ 。

## 二、沟槽支撑

沟槽支撑可采用钢材或木材支撑,也可钢材和木材混合使用。

### 1. 采用木材支撑

采用木材支撑时,撑板厚度不宜小于 $50\text{mm}$ ,长度不宜大于 $4\text{m}$ ;横梁或纵梁宜为方木,其断面不宜小于 $150\text{mm} \times 15\text{mm}$ ;横撑宜为圆木,其梢径不宜小于 $100\text{mm}$ 。每根横梁或纵梁不得少于2根横撑;横撑的水平间距直为 $1.5 - 2.0\text{m}$ ;横撑的垂直间距不宜大于 $1.5\text{m}$ 。

### 2. 采用钢板桩支撑

采用钢板桩支撑时,钢板桩支撑可采用槽钢、工字钢或定型钢板桩;钢板桩支撑按具体条件可设计为悬臂、单锚或多层横撑的钢板桩支撑,并应通过计算确定钢板桩的入土深度和横撑的位置与断面;钢板桩支撑采用槽钢作横梁时,横梁与钢板桩之间的孔隙应采用木板垫实,并应将横梁和横撑与钢板桩联接牢固。

## 三、预制管安装与铺设

### 1. 施工现场管节堆放层高的规定

施工现场堆放管节,必须遵守表3-9-3中的规定。

表 3-9-3

管节堆放层高

管 材 种 类	管 径/mm							
	100~150	200~250	300~400	500~600	400~500	600~800	800~1200	≥1400
自应力混凝土管	7层	5层	4层	3层	—	—	—	—
预应力混凝土管	—	—	—	—	4层	3层	2层	1层
铸铁管	≤3m							

## 2. 接口工作坑开挖尺寸

接口工作坑开挖尺寸应符合表 3-9-4 中的规定。

表 3-9-4

接口工作坑开挖尺寸

(mm)

管 材 种 类	管 径	宽 度	长 度		深度		
			承口前	承口后			
刚性接口铸铁管	75~300	$D_1 + 800$	800	200	300		
	400~700	$D_1 + 1200$	1000	400	400		
	800~1200	$D_1 + 1200$	1000	450	500		
预应力、自应力混凝土管，滑入式柔性接口铸铁和球墨铸铁管	≤500	承口外径加	800	200	承口长度加200	200	
	600~1000					1000	400
	1100~1500					1600	450
	>1600					1800	500

注：1.  $D_1$  为管外径 (mm)。

2. 柔性机械式接口铸铁、球墨铸铁管接口工作坑开挖各部尺寸，按照预应力、自应力混凝土管一栏的规定，但表中承口前的尺寸宜适当放大。

## 四、管道防腐

## 1. 埋地钢管道外防腐层的构造

埋地钢管道防腐层的构造应符合设计要求，无设计要求时按表 3-9-5 和表 3-9-6 中的规定施工。



表 3-9-5

石油沥青涂料外防腐层构造

(mm)

材 料 种 类	三油二布		四油三布		五油四布	
	构 造	厚度	构 造	厚度	构 造	厚度
石油 沥青 涂 料	1. 底漆一层 2. 沥青 3. 玻璃布一层 4. 沥青 5. 玻璃布一层 6. 沥青 7. 聚氯乙烯工业薄 膜一层	≥4.0	1. 底漆一层 2. 沥青 3. 玻璃布一层 4. 沥青 5. 玻璃布一层 6. 沥青 7. 玻璃布一层 8. 沥青 9. 聚氯乙烯工业 薄膜一层	≥5.5	1. 底漆一层 2. 沥青 3. 玻璃布一层 4. 沥青 5. 玻璃布一层 6. 沥青 7. 玻璃布一层 8. 沥青 9. 玻璃布一层 10. 沥青 11. 聚氯乙烯工业 薄膜一层	≥0.7

表 3-9-6

环氧煤沥青涂料外防腐层构造

(mm)

材 料 种 类	二油		三油一布		四油二布	
	构 造	厚度	构 造	厚度	构 造	厚度
环 氧 煤 沥 青 涂 料	1. 底漆 2. 面漆 3. 面漆	≥0.2	1. 底漆 2. 面漆 3. 玻璃布 4. 面漆 5. 面漆	≥0.4	1. 底漆 1. 面漆 3. 玻璃布 4. 面漆 5. 玻璃布 6. 面漆 7. 面漆	≥0.6

## 2. 冬雨季施工的规定

在冬雨季施工时有以下规定：

当环境温度低于 5℃ 时，不宜采用环氧煤沥青涂料，当采用石油沥青涂料时，应采取冬期施工措施；当环境温度低于 -15℃ 或相对湿度大于 85% 时，未采取措施不得进行施工。

不得在雨、雾、雪或 5 级以上大风中露天施工；已涂石油沥青防腐层的管道，炎热天气下，不宜直接受阳光照射；冬季当气温等于或低于沥青涂料脆化温度时，不得起吊、运输和铺设。脆化温度试验应符合现行国家标准《石油沥青脆点测定法》的规定。

## 3. 外防腐层材料质量要求

外防腐层材料必须满足下述要求：

沥青应采用建筑 10 号石油沥青；玻璃布应采用干燥、脱腊、无捻、封边、网状平纹、中碱的玻璃布；当采用石油沥青涂料时，其经纬密度应根据施工环境温度选用 8 × 8 根/cm ~ 12 × 12 根/cm 的玻璃布；当采用环氧煤沥青涂料时，应选用经纬密度为 10 ×

12 根/cm ~ 12 × 12 根/cm 的玻璃布；外保护层应采用可适应环境温度变化的聚氯乙烯工业薄膜，其厚度应为 0.2mm，拉伸强度应大于或等于 14.7N/mm<sup>2</sup>，断裂伸长率应大于或等于 200%。

#### 4. 石油沥青涂料的配制

石油沥青涂料配制应采用同一标号的沥青，沥青与汽油的比例（体积比）应为 1:2 ~ 3。

#### 5. 防腐层施工的技术要求

防腐层施工应按下述技术要求操作：

涂沥青后应立即缠绕玻璃布，玻璃布的压边宽度应为 30 ~ 40mm；接头搭接长度不得小于 100mm，各层搭接接头应相互错开，玻璃布的油浸透率应达到 95% 以上，不得出现大于 50mm × 50mm 的空白；管端或施工中断处应留出长 150 ~ 25mm 的阶梯形搭接；阶梯宽度应为 50mm。当沥青涂料温度低于 100℃ 时，包扎聚氯乙烯工业薄膜保护层，不得有褶皱、脱壳现象，压边宽度应为 30 ~ 40mm，搭接长度应为 100 ~ 150mm。

## 五、卫生器具安装

### 1. 卫生器具的安装高度

卫生器具的安装高度应符合表 3-9-7 中的规定。

表 3-9-7 卫生器具的安装高度 (mm)

序号	卫生器具名称	卫生器具边缘离地面高度	
		居住和公共建筑	幼儿园
1	架空式污水盆（池）（至上边缘）	800	800
2	落地式污水盆（池）（至上边缘）	500	500
3	洗涤盆（池）（至上边缘）	800	800
4	洗手盆（至上边缘）	800	500
5	洗脸盆（至上边缘）	800	500
6	盥洗槽（至上边缘）	800	500
7	浴盆（至上边缘）	480	—
8	蹲、坐式大便器（从台阶面至高水箱底）	1800	1800
9	蹲式大便器（从台阶面至低水箱底）	900	900
10	坐式大便器（至低水箱底）		
	外露排出管式	510	—
	虹吸喷射式	470	370
11	坐式大便器（至上边缘）		
	外露排出管式	400	—
	虹吸喷射式	380	—
12	大便槽（从台阶面至冲洗水箱底）	不低于 2000	—
13	立式小便器（至受水部分上边缘）	100	—
14	挂式小便器（至受水部分上边缘）	600	450

续表

序号	卫生器具名称	卫生器具边缘离地面高度	
		居住和公共建筑	幼儿园
15	小便槽（至台阶面）	200	150
16	化验盆（至上边缘）	800	—
17	净身器（至上边缘）	360	—
18	饮水器（至上边缘）	1000	—

2. 卫生器具给水支管管径

卫生器具给水支管管径见表 3-9-8。

表 3-9-8 卫生器具给水支管管径 (mm)

序号	给水配件名称	额定流量/(L/s)	当量	支管管径
1	污水盆（池）水龙头	0.20	1.0	15
2	住宅厨房洗涤盆（池）水龙头	0.20 (0.14)	1.0 (0.7)	15
3	食堂厨房洗涤盆（池）水龙头	0.20 (0.24)	1.6 (1.2)	15
	普通水龙头	0.44	2.2	20
4	住宅集中给水龙头	0.30	1.5	20
5	洗手盆水龙头	0.15 (0.10)	0.75 (0.5)	15
6	洗脸盆水龙头、盥洗槽水龙头	0.20 (0.16)	1.0 (0.8)	15
7	浴盆 水龙头	0.30 (0.20)	1.5 (1.0)	15
		0.30 (0.20)	1.5 (1.0)	20
8	淋浴器	0.15 (0.10)	0.75 (0.5)	15
9	大便器 冲洗水箱浮球阀	0.10	0.5	15
	自闭式冲洗阀	1.20	6.0	25
1	大便槽冲洗水箱进水阀	0.10	0.5	15
11	小便器 手动冲洗阀	0.05	0.25	0.10
	自闭式冲洗阀	0.10	0.5	0.5
	自动冲洗水箱进水阀	0.10	15	15
12	小便槽多孔冲洗管（每 1m 长）	0.05	0.25	15~20
13	实验室化验龙头（鹅颈） 单联	0.07	0.35	15
	双联	0.15	0.75	15
	三联	0.20	1.0	15

续表

序号	给水配件名称	额定流量/(L/s)	当量	支管管径
14	净身器冲洗水龙头	0.10 (0.07)	0.5 (0.35)	15
15	饮水器喷嘴	0.05	0.25	15
16	洒水栓	0.40 0.70	2.0 3.5	20 25
17	室内洒水龙头	0.20	1.0	15
18	家用洗衣机给水龙头	0.24	1.2	15

### 3. 卫生器具的排水管管径和坡度

卫生器具的排水管管径和最小坡度见表 3-9-9。

表 3-9-9 卫生器具的排水管管径和最小坡度

序号	卫生器具名称	排水流量 (L/s)	当量	排水管	
				管径/mm	最小坡度
1	污水盆(池)	0.33	1.0	50	0.025
2	单格洗涤盆(池)	0.67	2.0	50	0.025
3	双格洗涤盆(池)	1.00	3.0	50	0.025
4	洗手盆、洗脸盆(无塞)	0.10	0.3	32~50	0.020
5	洗脸盆(有塞)	0.25	0.75	32~50	0.020
6	浴盆	1.00	3.0	50	0.020
7	淋浴器	0.15	0.45	50	0.020
8	大便器				
	高水箱	1.5	4.5	100	0.012
	低水箱				
	冲落式	<u>1.50</u>	<u>4.50</u>	<u>100</u>	<u>0.012</u>
	虹吸式	<u>2.00</u>	<u>6.0</u>	<u>100</u>	<u>0.012</u>
	自闭式冲洗阀	1.50	4.50	100	0.012
9	小便器				
	手动冲洗阀	0.05	0.15	40~50	0.02
	自闭式冲洗阀	0.10	0.30	40~50	0.02
	自动冲洗水箱	0.17	0.50	40~50	0.02
10	小便槽(每米长)				
	手动冲洗阀	0.05	0.15	—	—

续表

序号	卫生器具名称	排水流量 (L/s)	当量	排水管	
				管径/mm	最小坡度
11	自动冲洗水箱	0.17	0.50	—	—
	化验盆(无塞)	0.02	0.60	40~50	0.025
12	净身器	0.10	0.30	40~50	0.02
13	饮水器	0.50	0.15	25~50	0.01~0.02
14	家用洗衣机	0.50	1.5	50	

注：家用洗衣机排水软管直径为3mm。

## 六、排水系统敷设施工

### 1. 生活污水管道和工业废水管道的最小坡度

生活污水管道和工业废水管道的最小坡度分别见表3-9-10和表3-9-11。

表3-9-10 生活污水管道的最小坡度

管径/mm	通用坡度	最小坡度	管径/mm	通用坡度	最小坡度
50	0.035	0.025	125	0.015	0.010
75	0.025	0.015	150	0.010	0.007
100	0.020	0.012	200	0.008	0.005

表3-9-11 工业废水管道的最小坡度

管径/mm	生产废水 管道坡度	生产污水 管道坡度	管径/mm	生产废水 管道坡度	生产污水 管道坡度
50	0.200	0.030	150	0.005	0.006
70	0.015	0.020	200	0.004	0.004
100	0.008	0.012	250	0.0035	0.0035
125	0.006	0.010	300	0.003	0.003

### 2. 大便槽的冲洗管和排水管管径

大便槽的冲洗管和排水管管径见表3-9-12。

表3-9-12 大便槽的冲洗管和排水管管径 (mm)

蹲位数	每蹲位冲洗水量/L	冲洗管管径	排水管管径
3~4	12	40	100
5~8	10	50	150

续表

蹲位数	每蹲位冲洗水量/L	冲洗管管径	排水管管径
9~12	9	70	150

### 3. 地漏直径

淋浴室地漏直径应符合表 3-9-13 的要求,当采用排水沟排水时,8 个淋浴器可设置一个直径为 100mm 的地漏。

表 3-9-13 淋浴室地漏直径 (mm)

地漏直径	淋浴器数量/个
50	1~2
75	3
100	4~5

### 4. 厂房内排水管的最小埋设深度

厂房内排水管的埋深应按设计要求,如无设计要求,可按表 3-9-14 的规定施工。

表 3-9-14 厂房内排水管的最小埋设深度 (m)

管 材	地面至管顶的距离	
	素土夯实、缸砖、木砖地面	水泥、混凝土、沥青混凝土、菱苦土地面
排水铸铁管	0.70	0.40
混凝土管	0.70	0.50
带釉陶土管	1.00	0.60
硬聚氯乙烯管	1.00	0.60

注:1. 在铁路下应敷设钢管或给水铸铁管,管道的埋设深度从轨底至管顶距离不得小于 1.0m。

2. 在管道有防止机械损坏措施或不可能受机械损坏的情况下,其埋设深度可小于本表及注 1 的规定值。

### 5. 有关检查口与清扫口设置的规定

(1) 污水管起点的清扫口与污水横管相垂直的墙面距离,不得小于 0.15m。

(2) 污水管起点设置堵头,代替清扫口时,堵头与墙面应有不小于 0.4m 的距离。

(3) 污水横管的直线管段上检查口或清扫口之间的最大距离不得超过表 3-9-15 中的数值。

表 3-9-15 污水横管的直线管段上检查口或清扫口之间的最大距离 (m)

管径/ mm	清扫设备 种类	距 离		
		生产废水	生活污水及与生活污水 成份接近的生产污水	含有大量悬浮物和 沉淀物的生产污水
50~75	检查口	15	12	12
	清扫口	10	8	6
100~150	检查口	20	15	12
	清扫口	15	10	3
200	检查口	25	20	15

(4) 排出管与室外排水管道连接处, 应设检查井。检查井中心至建筑物外墙的距离, 不宜小于 3.0m。从污水立管或排出管上的清扫口至室外检查井中心的最大长度不得超过表 3-9-16 中的数值。

表 3-9-16 污水立管或排出管上的清扫口至室外检查井中心的最大长度 (m)

管径/mm	50	75	100	100 以上
最大长度	10	12	15	20

## 6. 有关通气管设置的规定

通气管管径不宜小于排水管管径的 1/2, 其最小管径不得小于表 3-9-17 中的数值。

表 3-9-17 通气管最小直径 (mm)

通气管名称	排水管管径						
	32	40	50	75	100	125	150
器具通气管	32	32	32	—	50	50	—
环形通气管	—	—	32	40	50	50	—
通气立管	—	—	40	50	75	100	100

注: 1. 通气立管长度在 50m 以上者, 其管径应与排水立管管径相同。

2. 两个及两个以上排水立管同时与一根通气立管相连时, 应以最大一根排水立管按本表确定通气立管管径, 且管径不宜小于其余任何一根排水立管管径。

3. 结合通气管的管径不宜小于通气立管管径。

## 7. 其他有关规定

(1) 公共食堂厨房内的污水采用管道排除时, 其管径应比计算管径大一級, 但干管管径不得小于 100mm, 支管管径不得小于 75mm。

(2) 多层住宅厨房的立管管径不宜小于 75mm。

- (3) 医院污物洗涤间内洗涤盆(池)和污水盆(池)的排水管管径不得小于 75mm。  
 (4) 小便槽或连接 3 个及 3 个以上的小便器,其污水支管管径不宜小于 75mm。  
 (5) 生活排水立管管径不得小于所连横支管管径。

## 七、膨胀管设置要求和管径选择

- (1) 膨胀管上严禁装阀门。  
 (2) 膨胀管如有冻结可能时,应采取保温措施。  
 (3) 膨胀管管径不得小于表 3-9-18 中的数值。

表 3-9-18 膨胀管最小管径 (mm)

锅炉或水加热器传热面积/m <sup>2</sup>	< 10	≥ 10 且 < 15	≥ 15 且 < 20	≥ 20
膨胀管最小管径	25	32	40	50

注:对多台锅炉或水加热器,宜分设膨胀管。

## 八、管沟回填土方量计算

回填上按夯填和松填分别以 m<sup>3</sup> 为单位计算。

### 1. 回填土计算方法

回填土体积 = 挖土体积 - 设计室外地坪以下建(构)筑物被埋置部分所占的体积。

2. 在计算管沟回填土时,管径小于 500mm 的情况下,管道所占体积不扣除;管径大于 500mm 时,应减去管道所占体积,每米管道扣减体积数量按表 3-9-19 的规定计算。

表 3-9-19 大于 500mm 管径每米管道扣减体积表 (m<sup>3</sup>)

项 目	管 道 直 径		
	500 ~ 600	700 ~ 800	900 ~ 1000
钢 管	0.24	0.44	0.71
铸铁管	0.24	0.49	0.77
管	0.33	0.60	0.92

若地区另有规定时,按地区规定计算。

## 九、管道支架间距

### (一) 钢管管道支架最大间距

钢管管道支架间距无设计要求时,可参照表 3-9-20 规定。



表 3-9-20 钢管管道支架最大间距 (m)

公称直径/mm		15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
定架的最大 间距	保温管	1.5	2	2	2.5	3	3	4	4	4.5	5	6	7	8	8.5
	不保温管	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	6	6.5	7	8	9.5	11	12

(二) 塑料排水横管支架间距

塑料排水横管支架间距无设计要求时,可参照表 3-9-21 确定。

表 3-9-21 塑料排水横管支架间距 (m)

公称直径/mm	50	75	100
支架间距	0.6	0.8	1.0

(三) 地沟内管道支架间距

地沟内管道支架间距无设计要求时,可参照表 3-9-22 确定。

表 3-9-22 地沟内管道支架最大间距 (m)

公称直径/mm		15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200
支架间距	不保温管	2.5	2.5	3	3	3.5	3.5	4.5	4.5	5	5.5	5.5	6
	保温管	2	2	2.5	2.5	3	3.5	4	4	4.5	5	5.5	5.5

## 附录 管道接头零件取定

### 一、钢管接头零件取定

(一) 室外镀锌(焊接)钢管。

室外镀锌(焊接)钢管接头零件含量见表 3-9-23。

表 3-9-23 室外镀锌(焊接)钢管接头零件含量 (个/10m)

零件名称	接头零件规格										
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN70	DN80	DN100	DN125	DN150
三通	—	—	—	—	0.20	0.18	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
弯头	0.75	0.75	0.75	0.75	0.81	0.75	0.70	0.65	0.51	0.45	0.31
管箍	1.15	1.15	1.15	1.15	0.83	0.90	0.90	0.90	0.95	0.95	1.00
补芯	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.06

(二) 室内镀锌钢管

室内镀锌钢管接头零件含量见表 3-9-24。

表 3-9-24

室内镀锌钢管接头零件含量

(个/10m)

零件名称	接头零件规格										
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN70	DN80	DN100	DN125	DN150
三通	3.17	3.82	3.00	2.19	1.37	1.85	1.62	0.71	1.00	0.40	0.40
弯头	11.00	3.46	3.82	3.00	2.77	3.06	1.67	1.50	0.66	0.51	0.51
补芯	—	2.77	1.51	1.28	1.40	0.59	0.37	0.16	0.20	0.25	0.25
管箍	2.2	1.42	1.41	1.54	1.61	1.00	0.59	1.54	0.81	1.14	1.14
四通	—	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01	—	—	0.01	—	—

## (三) 室内焊接钢管

室内焊接钢管接头零件含量见表 3-9-25。

表 3-9-25

室内焊接钢管接头零件含量

(个/10m)

零件名称	接头零件规格										
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN70	DN80	DN100	DN125	DN150
三通	0.83	2.50	3.29	3.14	2.14	1.58	1.63	1.08	1.02	0.70	0.70
弯头	3.20	3.00	2.64	2.41	2.64	2.85	1.26	0.98	1.20	0.80	0.80
补芯	—	0.83	2.46	2.02	0.96	0.59	0.58	0.45	0.33	0.20	0.20
四通	—	0.14	0.34	0.63	0.43	0.16	—	—	—	—	—
管箍	6.40	4.90	3.39	1.91	1.67	1.03	0.88	1.03	0.95	0.90	0.90
根母	6.26	4.76	2.95	0.77	—	—	—	—	—	—	—
丝堵	0.27	0.06	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—

## (四) 燃气室外镀锌(焊接)钢管

燃气室外镀锌(焊接)钢管接头零件含量见表 3-9-26。

表 3-9-26

燃气室外镀锌(焊接)钢管接头零件含量

(个/10m)

零件名称	接头零件规格			
	DN25	DN32	DN40	DN50
三通	2.24	2.24	1.61	1.61
弯头	1.12	1.12	0.84	0.84
管箍	1.12	1.12	0.89	0.89
活接头	1.12	1.12	0.59	0.59
六角外丝	2.24	2.24	1.99	1.99
丝堵	2.24	2.24	1.86	1.86

## (五) 燃气室内镀锌(焊接)钢管

燃气室内镀锌(焊接)钢管接头零件含量见表 3-9-27。

表 3-9-27 燃气室内镀锌(焊接)钢管接头零件含量 (个/10m)

零件名称	接头零件规格								
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN70	DN80	DN100
四通	—	0.01	0.27	—	0.01	0.27	0.43	0.43	0.43
三通	0.74	1.79	2.84	3.89	3.48	3.03	3.12	2.26	1.40
弯头	5.65	4.61	3.58	1.03	1.68	3.07	2.07	2.07	2.07
六角外丝	1.97	1.29	0.64	0.97	0.59	0.39	0.30	0.30	0.30
丝堵	—	1.34	0.60	0.05	0.35	0.03	0.79	0.79	0.79
管箍	—	0.05	0.29	0.33	0.33	0.44	0.09	0.09	0.09
活接头	1.49	0.07	0.76	0.40	0.56	0.48	0.01	0.01	0.01
补芯	—	—	—	1.30	1.57	0.74	0.02	0.02	0.02
帽堵	—	—	—	0.77	0.06	0.07	—	—	—

## 二、室内排水铸铁管

室内排水铸铁管接头零件含量见表 3-9-28。

表 3-9-28 室内排水铸铁管接头零件含量 (个/10m)

零件名称	接头零件规格				
	DN50	DN75	DN100	DN150	DN200
三通	1.09	1.85	4.27	2.36	2.04
四通	—	0.13	0.24	0.17	—
弯头	5.28	1.52	3.93	1.27	1.71
扫除口	0.20	2.66	0.77	0.01	—
接轮	—	2.72	1.04	0.92	—
异径管	—	0.16	0.30	0.34	—

## 三、室内排水承插塑料管

室内排水承插塑料管接头零件含量见表 3-9-29。

表 3-9-29

室内排水承插塑料管接头零件含量

(个/10m)

零件名称	接头零件规格			
	DN50	DN75	DN100	DN150
承插三通	1.15	1.93	4.48	3.45
承插弯头	5.55	1.59	4.14	1.33
承插四通	—	0.13	0.25	0.11
承插接轮	2.00	2.86	1.04	1.44
承插扫除口	0.21	2.72	0.81	0.10
承插异径管	—	0.17	0.25	0.14
承插伸缩节	0.11	1.36	0.41	0.41

# 第三部分 建筑管道系统安 装工程标准规范

## 标准规范一 建筑排水用硬聚氯乙 烯螺旋管管道工程设计、 施工及验收规程

CECS94:97

1998 年版

### 1 总 则

- 1.0.1 为了在建筑排水管道工程设计、施工及验收中做到技术先进、经济合理、便于施工、安全适用、确保质量，特制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于立管采用具有增大流量、降低噪音性能的硬聚氯乙烯（UPVC）螺旋管材及其配套连接管件的生活排水管道的设计、施工及验收
- 1.0.3 本规程适用于工业及民用建筑物内部连续排放温度不大于 40℃，瞬时排放温度不大于 80℃的生活排水管道。
- 1.0.4 建筑排水管道工程应按设计文件和施工图施工。变更设计应经设计单位同意。
- 1.0.5 建筑排水管道工程用的管材、管件、密封圈、胶粘剂等应符合现行的国家标准或相应的行业标准。
- 1.0.6 建筑排水管道工程施工必须遵守国家和地方有关安全、劳动保护、防火、环保等方面的规定。
- 1.0.7 应用本规程时，除执行本规程外，还应符合国家现行的其他有关规范或规程中的规定。

### 2 引用标准

- GB/T 5836.1—92 建筑排水用硬聚氯乙烯管材
- GB/T 5836.2—92 建筑排水用硬聚氯乙烯管件
- GBJ 15—88 建筑给水排水设计规范
- CJJ 29—97 建筑排水硬聚氯乙烯管道工程技术规程

### 3 术 语

#### 3.0.1 硬聚氯乙烯螺旋管 UPVC spin pipe

以氯乙烯树脂单体为主,用挤压成型的内壁有数条凸出三角形螺旋肋的圆管,其三角形肋具有引导水流沿管内壁螺旋状下落的功能,是一种建筑物内部生活排水管道系统上用作立管的专用管材。

#### 3.0.2 侧向进水型管件 turn-around typed fitting

一种接入支管与立管但中线不在同一平面上的三通和四通管件,具有侧向导流使进水沿立管内壁螺旋状下落的功能,是横管接入螺旋管立管的专用管件

#### 3.0.3 螺母挤压密封圈接头,螺纹胶圈接头 nut compressed gasket joint

一种由螺母、弹性密封圈等组成的管接头,可用螺母拧紧管端丝扣来压缩管口弹性密封圈达到密封作用,是属于管端可在一定范围内伸缩并不渗漏的滑动接头。

#### 3.0.4 立管 vertical pipe, stack

指用硬聚氯乙烯螺旋管竖向安装的排水管道。

### 4 管材及管件

4.0.1 排水立管用 UPVC 螺旋管(图 4.0.1),其规格尺寸可按表 4.0.1 采用。

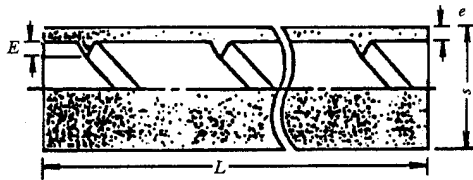


图 4.0.1

表 4.0.1 UPVC 螺旋管排水立管规格尺寸 (mm)

公称外径 $d_c$		壁厚 $e$		螺旋高 $E$		长度 $l$	
基本尺寸	公差	基本尺寸	公差	基本尺寸	公差	基本尺寸	公差
75	+0.3	2.3	+0.4	3.0	+0.4	4,000	± 10
110	+0.4	3.2	+0.6	3.0	+0.4	或	
160	+0.5	4.0	+0.6	3.0	+0.4	6,000	

4.0.2 排水横管管材应采用挤出成型的建筑排水用 UPVC 管(图 4.0.2),其规格尺寸可按表 4.0.2 采用。

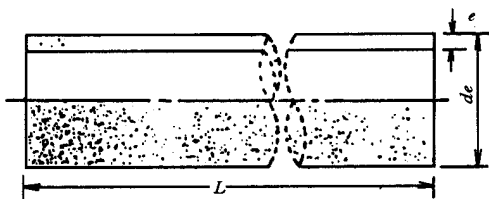


图 4.0.2

表 4.0.2 UPVC 螺旋管排水横管规格尺寸 (mm)

公称外径 $d_e$	平均外径 极限偏差	壁厚 $e$		长度 $l$	
		基本尺寸	允许偏差	基本尺寸	允许偏差
40	+0.3	2.0	+0.4	4,000 或 6,000	±10
50	+0.3	2.0	+0.4		
75	+0.3	2.3	+0.4		
110	+0.4	3.2	+0.6		
160	+0.5	4.0	+0.6		
200	+0.6	4.9	+0.8		

4.0.3 管道系统采用的连接管件及配件应采用注塑成型的 UPVC 管件。

- 1 用于接入立管的 6 种侧向进水型三通及 1 种侧向进水型四通规格尺寸按附录 1 采用。
- 2 用于横管系统的螺母挤压密封圈接头的弯头、三通、四通、异径管等管件规格尺寸按附录 2 采用。

4.0.4 管材及管件的物理机械性能应符合表 4.0.4 的规定。

表 4.0.4 管材及管件的物理机械性能

项 目	管材指标	管件指标	试验方法
拉伸屈服强度 MPa	≥43	≥77	GB8904.1—88
断裂伸长率 %	≥80		GB8804.1—88
维卡软化温度 °C	≥79		GB8802—88
扁平试验 (压至外径的 1/2)	无破裂裂纹 无明显异样		
落锤冲击试验 TLR %	≤10	合格 无破裂	GB/T14152
20°C 纵向回缩率 %	≤5		GB6671.1—86
烘箱试验			GB8803
坠落试验			GB8801
密度 $g/cm^2$	≤1.5		

4.0.5 密封胶圈

- 1 螺母挤压密封胶圈接头应采用与管材配套供应的带止水翼的圆形截面，其规格尺寸可按表 4.0.5 采用。

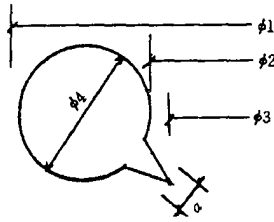


图 4.0.5 胶圈截面

表 4.0.5 螺母挤压密封胶圈接头规格尺寸 (mm)

管材公称外径 $d_e$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_4$	$a$
50	72.8	60.2	58	6.3	1.2
75	102.9	89.1	86.1	6.9	1.4
110	126.6	111.5	108	7.5	1.5
160	177.5	161.5	157	8	1.8

2 密封胶圈应采用耐油橡胶模压制作，其物理力学性能应符合下列规定。

硬度 (邵尔 A)	55 ~ 62
拉伸强度 MPa	> 13
拉断伸长率 %	> 300
使用温度范围 °C	- 40 ~ + 60
脆性温度 °C	- 35
老化系数 70°C × 72h	0.8

4.0.6 管托、立管卡、吊顶等支承件，紧固件宜采用注塑成型的塑料产品或铁制产品，其规格应由厂方提供。

4.0.7 防火套管宜采用无机耐火材料和化学阻燃剂制作；阻火圈宜采用阻燃膨胀剂制作，其规格尺寸及防火性能由厂方提供。

## 5 基本设计规定

5.0.1 每根硬聚氯乙烯排水立管与各层接入的横管应为独立的单立管排水系统，并由排出管接出到室外埋地污水管道。

5.0.2 螺旋立管通过设计流量时，在室内环境噪音为 37dB(A) 时，其噪音增量不大于 2dB(A)，且不大于铸铁排水管通过设计流量时的噪音。

5.0.3 设计流量计算：

1 卫生器具的排水流量、当量及同时排水百分数，排水管道管径可按表 5.0.3 确定。

2 住宅、集体宿舍、旅馆、医院、幼儿园、办公楼、学校等建筑生活污水管道的设计秒流量应按公式 5.0.3-1 计算：



表 5.0.3-1 卫生器具的排水流量、当量及同时使用百分数

卫生器具名称	流量 <i>l/s</i>	当量	同时排水百分数 <i>b</i>							排水管 公称外 径 <i>d<sub>e</sub></i> (mm)
			工业企 业生 活间	公共 浴室	共 室	洗衣房	影剧院	体 育 场 馆	公共饮 食业	
洗涤、污水盆	0.33	1.0	33	15	33	50	50	50	40	50
洗脸盆	0.25	0.75	80	80	60	50	70	60	—	40~50
浴盆	1.00	3.0	—	50	—	—	—	—	—	50
淋浴器	0.15	0.45	100	100	100	100	100	100	100	100
大便器(高水箱、低水箱冲 落式、自闭式冲洗阀)	1.5	4.5	12	12	12	12	12	12	12	110
低水箱大便器(虹吸式)	2.0	6.0	12	12	12	12	12	12	12	110
≤4 蹲位大便槽水箱冲洗	2.5	7.5	30	—	—	30	30	—	—	110
>4 蹲位大便槽水箱冲洗	3.0	9.0	30	—	—	30	30	—	—	160
自动冲洗水箱小便器	0.17	0.5	100	—	—	100	100	—	—	40~50
自闭式冲洗阀小便器	0.1	0.3	10	10	10	20	20	10	10	40~50
小便槽水箱冲洗(每米长)	0.17	0.5	40	—	—	40	40	—	40	110
小便槽冲洗阀冲洗(每米 长)	0.05	0.15	100	100	100	100	100	100	100	110
化验盆(三联龙头)	0.2	0.6	—	—	—	—	—	—	30	50
家用洗衣机	0.5	1.5	—	—	—	—	—	—	—	50
盥洗槽(每龙头)	0.2	0.6	80	80	60	50	80	60	30	50~75

$$q_u = 0.12\alpha \sqrt{N_p} + q_{\max} \quad (5.0.3-1)$$

式中  $q_u$ ——计算管段污水设计秒流量；

$N_p$ ——计算管段的卫生器具排水当量总数；

$\alpha$ ——根据建筑物用途而定的系数，按表 5.0.3-2 确定；

$q_{\max}$ ——计算管段排水流量最大的一个卫生器具的排水流量 ( $l/s$ )

表 5.0.3-2 根据建筑物用途而定的系数  $\alpha$  值

建筑物名称	集体宿舍、旅馆和其他公共建筑的 盥洗室和卫生间	住宅、旅馆、医院、疗 养所的卫生间
$\alpha$ 值	1.5	2.0~2.5

注：如计算所得流量大于该管段上段按卫生器具排水流量累加值时，应按卫生器具排水流量累加值计。

3 工业企业生活间、公共浴室、洗衣房、公共食堂、实验室、影剧院、体育场等的生活污水的设计秒流量按公式 5.0.3-2 计算。

$$q_u = \sum \frac{q_p n_o b}{100} \quad (5.0.3-2)$$

式中  $q_u$ ——计算管段污水设计秒流量 ( $l/s$ )；

$q_p$ ——同类型的一个卫生器具排水量 ( $l/s$ )；

$n_o$ ——同类型卫生器具数；

$b$ ——卫生器具的同时排水百分数，按表 5.0.3-1 确定。

注：当计算排水量小于一个大便器排水流量时，应按一个大便器的排水流量计算

#### 5.0.4 螺旋管立管的通水能力：

1 立管的通水量不得大于表 5.0.4-1 的规定：

表 5.0.4-1 排水立管的通水能力

公称外径	最大通水能力 $[Q]$ , $l/s$
75	3.0
110	6.0
160	13.0

2 立管的当量负荷可按表 5.0.4-2 采用。

表 5.0.4-2 立管的当量负荷

$d_c$	$[Q]$ $l/s$	$q_{max}$ $l/s$	$\{ ([Q] - q_{max}) / 0.12\alpha \}^2$		$[Q] / 0.33$
			集体宿舍、旅馆等公共 建筑的公共卫生间	住宅、旅馆、医院、疗养院 的卫生间	工业企业生活 间等公共建筑
			$\alpha = 15$	$\alpha = 2.0 \sim 2.5$	
75	3.0	0.5	193	109 ~ 69.4	9.1
		1.0	123	69.4 ~ 44.4	
110	6.0	1.5	625	352 ~ 225	18.2
		2.0	494	278 ~ 178	
160	13.0	1.5	4082	2296 ~ 1496	39.4
		2.0	3735	2101 ~ 1344	

#### 5.0.5 横管的通水能力：

1 横管坡度不得小于表 5.0.5-1 的规定。

表 5.0.5-1 横管坡度表

公称外径 $d_c$	坡度	公称外径 $d_c$	坡度
50	0.025	160	0.007
75	0.015	200	0.005
110	0.012		

2 横管最大计算充满度应按下列规定：

$d_c \leq 110$ , 0.5;  $d_c = 160 \sim 200$ , 0.6。

3  $d_c 50 \sim 200$ mm 横管的流量  $Q$  ( $l/s$ ) 和流速  $v$  ( $m/s$ ) 可按表 5.0.5-2 采用。

表 5.0.5-2

排水横管流量  $Q$  ( $l/s$ ) 和流速  $v$  ( $m/s$ ) 表

坡度	充满度 0.5						充满度 0.6			
	$d_e 50$		$d_e 75$		$d_e 110$		$d_e 160$		$d_e 200$	
	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$
0.005	—	—	—	—	2.90	0.69	10.82	0.95	19.58	1.10
0.006	—	—	—	—	3.18	0.75	11.86	1.04	21.36	1.20
0.007	—	—	1.22	0.63	3.43	0.81	12.81	1.13	23.14	1.30
0.008	—	—	1.31	0.67	3.67	0.87	13.69	1.20	24.74	1.39
0.009	—	—	1.39	0.71	3.89	0.92	14.52	1.28	26.34	1.48
0.01	—	—	1.46	0.75	4.10	0.97	15.31	1.35	27.77	1.56
0.012	0.52	0.63	1.60	0.82	4.49	1.07	16.77	1.48	30.26	1.70
0.015	0.58	0.70	1.79	0.92	5.02	1.19	18.75	1.65	34.00	1.91
0.02	0.67	0.81	2.07	1.06	5.80	1.38	21.65	1.90	39.16	2.20
0.025	0.74	0.89	2.31	1.19	6.48	1.54	24.21	2.13	43.79	2.46
0.3	0.81	0.97	2.53	1.30	7.10	1.68	26.52	2.33	47.88	2.69
0.035	0.88	1.06	2.74	1.41	7.67	1.82	28.64	2.52	51.80	2.91
0.04	0.94	1.13	2.93	1.51	8.20	1.95	30.62	2.69	55.36	3.11
0.045	1.00	1.20	3.10	1.59	8.70	2.06	32.47	2.86	58.74	3.30
0.05	1.05	1.26	3.27	1.68	9.17	2.18	34.23	3.01	61.94	3.48
0.06	1.15	1.38	3.58	1.84	10.04	2.38	37.50	3.30	67.82	3.81

注：表中计算采用粗糙系数  $n = 0.009$ 。

## 6 管道系统的布置及连接

### 6.0.1 明设管道的布置应按下列规定：

- 1 管道不得布置在食堂、食品贮藏间、烹调灶具及操作部位的上方。
- 2 管道不得穿越卧室、贮藏柜、烟道、风道、沉降缝、伸缩缝、防火墙等设施
- 3 工业建筑中，管道不得布置在遇水会引起燃烧、爆炸或损坏的原料、产品和设备的厂房或车间内，在管道可能受机械撞击部位，应采取保护措施。
- 4 排水立管宜设置在排水量大的器具附近的墙边、墙角或立柱处，立管距灶边净距不得小于 400mm，与供暖管道的净距不得小于 200mm，且不得因热辐射使管外壁温度高于 40℃。
- 5 立管连接管件螺丝帽外侧与墙饰面的距离不得小于 25mm。

### 6.0.2 高层建筑中管道布置应符合下列规定：

- 1 立管宜敷设在建筑物的管道井内，并靠近一端的井墙。
- 2 管径等于或大于 110mm 的明设立管，在穿越井内楼层楼板处应有防止火灾贯穿的措施。
- 3 管径等于或大于 110mm 的明设排水横管接入管道井内立管时，在穿越井壁处应有防止火灾贯

穿的措施。当管道井内每层在楼板处有防火分隔时，上述横管在穿越井壁处可不设防火措施。

6.0.3 排出管以上立管不得设置转弯管段。

6.0.4 排水立管底部和排出管应比立管大一号管径。

6.0.5 接入立管的横管管径不得大于立管管径。

6.0.6 房屋最底层横支管接入立管处至立管管底排出管的垂直距离不得小于表 6.0.6 的规定。层数超过 12 层，不能满足表中的要求时底层应单独排出。

表 6.0.6 最低横支管接入立管处至排出管的垂直距离

立管连接卫生用具的层数（层）	垂直距离（m）
≤6	0.45
7~12	0.75
13~19	1.20
≥20	3.00

注：表中垂直距离指横支管中心与排出管管底距离。

#### 6.0.7 管道连接

1 横管接入立管的三通及四通管件必须采用 4.0.3 条中的螺母挤压密封圈接头的侧向进水型管件。

2 横管接头宜采用螺母挤压密封圈接头，亦可采用粘接接头。

## 7 伸缩节的设置

7.0.1 当层高不大于 4m 时，螺旋管立管可不设置伸缩节。

7.0.2 横管采用可伸缩的螺母挤压密封圈接头，且其直线管段不大于 4m 时，可不设置伸缩节。

7.0.3 横管采用粘接接头时，其伸缩节的设置应按下列规定：

1 横管上固定支承到立管距离小于 4m 时，可不设置伸缩节。

2 横管上固定支承（或三通、弯头等连接管件）之间直线距离大于 2m 时应设置伸缩节，二个伸缩节之间最大距离不宜大于 4m。

3 横管上直线距离大于 4m 时应根据管道设计伸缩量和伸缩节最大允许伸缩量由计算确定。

4 管道设计伸缩量不得大于伸缩节的最大允许伸缩量。

5 明设管道受内外介质温度变化产生的伸缩量可按（7.0.3）式计算：

$$\Delta l = 0.07 \Delta t l \quad (7.0.3)$$

式中  $l$ ——管段长度（m）；

$\Delta t$ ——温差（℃）；

0.07——UPVC 管线膨胀系数（mm/m℃）；

$\Delta l$ ——由温差引起的伸缩量（mm）。

注：式中  $\Delta t$  为闭合差，可采用安装时大气温度与使用中可能出现的最高和最低大气温度的温差，可取 ±25℃。

6 横管伸缩节宜设在水流汇合管件上游端。

7.0.4 埋地排出管上一般不设置伸缩节。

7.0.5 埋设于混凝土墙或柱内的管道不应设置伸缩节。

## 8 伸顶通气管

8.0.1 房屋每组单位管排水系统最高层立管在接入横管处必须设置向上延伸至屋顶外与大气层连通的伸顶通气管。在最冷月平均气温低于  $-13^{\circ}\text{C}$  地区，管径  $\leq 110\text{mm}$  时，宜从室内顶棚下  $0.3\text{m}$  处将管径放大 1 级。

8.0.2 伸顶通气管管径不得小于立管管径

8.0.3 伸顶通气管顶端管口伸出屋顶的高度不得小于下列规定：

- 1 不上人屋顶不得小于  $300\text{mm}$ 。
- 2 上人屋顶不得小于  $2000\text{mm}$ 。
- 3 应比屋顶最大积雪或积灰厚度高出  $300\text{mm}$ 。

8.0.4 通气管顶端必须设通气帽。

## 9 清扫口和检查口

9.0.1 房屋底层的立管上必须设置检查口（清扫口）。高层建筑宜每隔 6 层设检查口，最冷月平均气温低于  $-13^{\circ}\text{C}$  的地区，立管还应在最高层离室内顶棚  $0.5\text{m}$  处设检查口。

9.0.2 检查口中心位置可设在离地面  $1\text{m}$  处。

9.0.3 横管的直线管段上设置检查口（清扫口）之间的最大距离不宜大于表 9.0.3 的规定。

表 9.0.3 横管在直管段上检查口（清扫口）之间的最大距离

$d_c$ (mm)	50	75	110	160
距离 m	10	12	15	20

9.0.4 横管水流转角小于  $135^{\circ}$  时必须设清扫口。

9.0.5 横管连接 4 个及 4 个以上的大便器时宜设清扫口。

9.0.6  $d_c \leq 110\text{mm}$  横管上清扫口的管径应与横管管径相同。清扫口应设置在便于检修的位置。

9.0.7 底层埋地横管上接出安装在地面上的清扫口顶部必须与地面做平。

9.0.8 设置在管道井内的立管和设置在吊顶内的横管，在其检查口或清扫口位置应设检修门。

## 10 管道支座

10.0.1 立管支座可按下列规定。

1 立管穿越楼板处应按固定支座设计。建筑物管道井内的立管固定支座，应支承在每层楼板处在井内设置的刚性平台或支架上。

2 层高  $\leq 4\text{m}$  时，立管每层可设一个滑动支座；层高  $\geq 4\text{m}$  时，滑动支座间距不宜大于  $2\text{m}$ 。

10.0.2 横管支座可按下列规定：

1 横管最大支座间距可按表 10.0.2 规定。

表 10.0.2 横管最大支座间距

$d_c$ (mm)	40	50	75	110	160
最大间距 (m)	0.4	0.5	0.75	1.1	1.6

2 横管上设置伸缩节时, 每个伸缩节两端必须设置固定支座。

3 模管穿越承重墙处可按固定支座设计。

10.0.3 管托的管卡或管箍的内壁应光滑。管道在活动支座处的管卡或管箍与管壁之间应留有微隙; 在固定支座处应箍紧管壁并保持符合要求的固定度。

10.0.4 固定支座的支架应用型钢制作并锚固在墙或柱上; 悬吊在楼板、梁或屋架下的横管的固定支座的吊架应用型钢制作并锚固在支承结构内。

10.0.5 悬吊在地下室的架空排出管, 在立管底部时管管托的吊架或托架应考虑管内落水时的冲击影响。在高层建筑中, 当  $d_c \leq 100\text{mm}$  时, 不宜小于 30kN;  $d_c = 160\text{mm}$  时, 不宜小于 60kN。

## 11 埋地管道敷设

11.0.1 室内外地坪以下埋地立管及排出管应敷设在原状土上或地坪回填夯实重新开挖的槽内。

11.0.2 室内外排出管开槽底宽不宜小于管外径  $d_c + 300\text{mm}$ 。管道基础采用不小于  $90^\circ$  弧形土 (砂) 基, 管底以下砂基厚度不得小于  $100\text{mm}$ 。

11.0.3 排水立管底部排出管连接弯头下应采用混凝土基础, 混凝土等级不低于 C15, 平面尺寸的长、宽不得小于 3 倍管外径, 管底以下厚度不得小于  $100\text{mm}$ , 高度应浇筑至管中心平面, 基础中心应位于立管中心。

11.0.4 排出管穿墙基处, 在砖墙内应埋预留套管, 套管可用钢、铸铁、混凝土等材料制作; 在混凝土墙内可预留洞。套管或预留洞内径不得小于穿越管外径加  $100\text{mm}$ 。

## 12 管道穿越墙板构造要求

12.0.1 立管穿越混凝土楼板时宜设带止水环的专用套管, 如为预留洞, 则直径不得小于管外径加  $100\text{mm}$ 。预留洞、套管与管道间缝隙可用无收缩快硬硅酸盐水泥 (浇筑水泥) 或 C20 细石混凝土分二次浇筑密实。并结合地面找平层或铺装层在管道周围筑成厚度不小于  $20\text{mm}$ , 宽度不小于  $30\text{mm}$  的阻水圈。

12.0.2 立管穿越屋面混凝土层时必须预埋套管, 套管高出屋面不得小于  $50\text{mm}$ , 再在其上做防水面层。

12.0.3 横管穿越承重墙时, 如为固定支承, 其构造与 12.0.1 条同, 如为活动支承, 应采用套管, 套管至少比穿越管大一级管径, 其缝隙可用柔性嵌缝材料填实, 有防水要求时还应在穿墙处迎水面上用防水材料做止水环。穿越地下室外墙时, 穿墙处防水应结合地下室外墙防水采取相应防水措施。

12.0.4 高层建筑内明设管道, 当设计要求采取防止火灾贯穿措施时, 应符合下列要求:

1 立管管径  $\geq 110\text{mm}$  时, 在楼板贯穿部位应设置防火套管或阻火圈。防火套管套在穿越楼板处上、下端管的外壁, 其长度不小于  $0.5\text{m}$ 。阻火圈一般设在楼板穿越处板底部。

2 模管管径  $\geq 110\text{mm}$  时, 穿越管道井并墙的贯穿部位应设置防火套管或阻火圈。可设在墙的外侧, 防火套管长度不小于  $0.3\text{m}$ 。

3 横管穿越防火分区隔墙时, 管道穿越墙体两侧均应设置防火套管或阻火圈。

## 13 施工准备

13.0.1 管道工程施工安装前应具备下列条件：

- 1 设计图纸及其他技术文件齐全，并由设计单位进行设计交底。
- 2 批准的施工方案或施工组织设计并已进行技术交底。

3 材料、施工力量、施工机具及施工现场的用水、电、材料贮放场地等条件能满足施工需要，保证正常施工。

13.0.2 施工安装前应了解建筑物的结构并根据设计图纸和施工方案制定与土建工程及其他工种的配合措施。安装人员必须熟悉硬聚氯乙烯螺旋管及其配套管材管件的性能，掌握其基本操作要求，严禁盲目施工。

13.0.3 在整个建筑物结构工程施工过程中，应配合土建作好管道穿越墙壁、楼板等结构的预留洞、预埋套管、预埋件及凿洞等工序，孔洞尺寸应按设计规定做到标高和位置正确，如设计无规定时，应由现场技术负责人确定。

13.0.4 应对管材及管件的外观和接头配合的公差进行仔细检查，应清除管材及管件外污垢和杂物。

## 14 材 料

14.0.1 管材、管件应标有生产厂名称、规格及执行标准号，检验部门测试报告和出厂合格证。包装上应标有批号、数量和生产日期、检验代号。

14.0.2 管材与管件的外观质量应符合下列规定：

- 1 管材和管件的颜色应一致，无色泽不均及分解变色线。
- 2 管材和管件内外壁应光滑，平整，无气泡，无裂口和裂纹、脱皮和严重的冷斑及明显的痕纹、凹陷。
- 3 管材轴向不得有异向弯曲，其直线度偏差应小于1%；端口必须平整并垂直于轴线。
- 4 管件应完整无损、变形，浇口及溢边应修除平整，无开裂。内外表面平滑。
- 5 管材在同一截面的壁厚偏差不得超过14%，其外径、壁厚及公差应符合表4.0.1及表4.0.2的规定。

14.0.3 管材和管件的物理力学性能应符合表4.0.5规定。

14.0.4 密封胶圈的物理力学性能应符合第4.0.5条第2款的规定。

14.0.5 胶粘剂

1 胶粘剂应标有生产厂名称、生产日期和使用年限，并应有出厂合格证和说明书。

2 胶粘剂应呈自由流动状态，不得为凝胶体，应无异味，色度 $<1^{\circ}$ ，混浊度 $<0.5^{\circ}$ 。在未搅拌的情况下不得有分层现象和析出物出现；胶粘剂内不得含有团块、不溶颗粒和其他杂质。

3 胶粘剂的剪切强度应 $\geq 5.0\text{MPa}$ （ $23^{\circ}\text{C}$ ，固化时间72h）。

4 寒冷地区使用的胶粘剂，其性能应适应当地的气候条件。

14.0.6 管托、管卡、管箍等支承件，紧固件宜采用生产厂配套制作的标准件。当采用金属材料制作时，应符合相应的精度要求，并应作相应的防腐处理。

14.0.7 防火套管、阻火圈必须采用由权威单位许可的工厂生产的产品。

14.0.8 长期存放的材料，在使用前必须进行相应的外观检查和必要的技术鉴定和复查。当施工现场与库存管材温差较大时，应在安装前将所用管材在现场放置一定时间，使其温度接近环境温度。

## 15 贮 运

- 15.0.1 管材应按不同规格分别进行捆扎，每捆长度应一致、重量不宜超过 50kg。
- 15.0.2 管材和管件在运输、装卸和搬动时应小心轻放、排列整齐、避免油污。不得受到剧烈撞击、尖锐物品碰触，不得抛、摔、滚、拖。
- 15.0.3 管材和管件均应存放在温度不超过 40℃ 有良好通风的库房或棚内，不得露天存放，距热源不得小于 1m。
- 15.0.4 管材应水平堆放在平整的地面上，支垫物宽度不得小于 75mm，间距不得大于 1m，外悬端部不得超过 0.5m，堆放高度不得超过 1.5m。
- 15.0.5 管件不得叠置过高。凡能立放的管件，均逐层码放整齐。不能立放的管件，亦应顺向使其承插口相对地整齐排列。
- 15.0.6 与管件配套供应的密封胶圈不得与管件分开放置，其贮存条件与管件相同。
- 15.0.7 胶粘剂、丙酮等易燃品，宜存放于危险品仓库中。在存放、运输和使用时必须远离火源，存放处应阴凉干燥、安全可靠、严禁明火。

## 16 管道安装及敷设

- 16.0.1 地面以上管道必须在埋地管道铺设完毕并验收后进行。
- 16.0.2 埋地管道的铺设可按下列规定：
- 1 室内外地坪以下管道铺设应在土建工程回填土夯实以后，重新开挖进行。严禁在回填土之前或未经夯实的土层中铺设。
  - 2 铺设管道槽宽可按 11.0.2 条规定，沟槽底应平整，不得有突出尖硬物体，管底上孤基础铺砂厚度夯实后不得小于 100mm，铺管后管底肋角下填砂厚度夯实后不得小于管外径的 1/4。
  - 3 管道应按设计标高和坡度敷设，经复核无误后，应进行灌水试验。
  - 4 灌水试验高度不得低于底层地面高度，满水 15min 后若水面下降，再灌满延续 5min，以液面不下降为合格。放水后应将存水弯水封内水沾出。
  - 5 灌水试验前应将各受水管口封闭，填堵孔洞。
  - 6 灌水试验由施工单位主持，邀请有关方面人员参加，试验合格后，应办理隐蔽工程验收。
  - 7 管两侧沟槽回填土应分层夯实，回填土最佳密实度不得小于 90%，如现场土质不能满足密实度要求时，可用粗砂回填至管顶以上至少 200mm 处，踩实后再回填到设计标高，其最佳密实度不得小于 85%。严防夯坏已铺设的管道。如用机械回填，则管顶以上应有 300mm 以上已踩实的土层。
  - 8 管道穿墙构造要求应按设计图纸施工，如设计无规定时，可按第 12 章中规定。立管离墙面较近时，其混凝土支墩可紧贴墙基浇筑并应支承在墙基础上。
  - 9 埋地管道可先敷设室内部分到伸出外墙为止。如室外排水管道尚未修建，其伸出长度不宜小于 1m；如外部排水管道已建成，则可待建筑土建施工结束后，再从外墙出口处接入已建管道检查井。
  - 10 墙外排水管在穿越街坊道路时，若复土高小于 700mm，应采取相应的保护措施。
- 16.0.3 埋地管与室外检查井的连接应按设计图纸施工，如设计无规定时，可按下列规定：
- 1 接入井壁处管端外侧应涂刷胶接剂后滚粘干燥粗砂，宽度不得小于井壁厚度。
  - 2 相接部位缝隙应用 M7.5 标号水泥砂浆分二次嵌缝，先填实至离井壁外皮 30mm 处，待水泥砂浆初凝后，再填实预留的缝隙，并在井外壁沿管壁周围抹一圈突出止水环。



3 位于软土地基或低洼、沼泽、地下水位高的地点，接入管端与井壁应采用柔性连接或采用短管接入井壁后，在管道上设置能适应沉降的柔性连接接头，其连接要求及构造应符合设计规定。

#### 16.0.4 室内管道安装。

1 室内明设管道安装宜在土建墙面粉饰完成后连续进行，安装前应复核预留孔洞的标高及位置，发现不符合要求时，应在安装前采取相应措施，满足安装要求。

2 安装前应按土建实测尺寸，绘制实测小样图，选定合格的管子和管件，进行配管和断管。预制管段配制完成后应按小样图核对节点尺寸及管件接口朝向。

3 选定支管道的滑动支座及固定支座应符合设计要求，除应采用定型规格的注塑支承件外，也可采用其他材料制作的支承件，支承件应按设计要求位置锚固在墙或板内，安装应平整牢固，管卡与管箍等紧固件与管道外壁的紧密度应按活动或固定支座要求控制，但不得损伤管道表面。

4 钢制支承件应作防腐处理。与塑料管间应采用塑料、橡胶等弹性物质隔填，不得用硬物隔垫。

5 管道安装宜自下向上分层进行，先安装立管，后安装横管，连续施工，安装间断时，敞口处应临时封闭。

#### 16.0.5 立管安装可按下列规定：

1 应先按设计要求设置固定支座和滑动支座，后进行立管吊装。

2 立管用侧向进水型管件，连接管管端插入深度应按施工现场温度计算确定，可按表 17.0. 正采用。

3 安装时先将管段吊正，即将立管固定在预设的支座上。立管管件螺丝帽外侧与饰面的距离不得小于 25mm，不宜大于 50mm。

4 立管安装完毕后，应配合土建按设计图纸将其穿楼板处孔洞封严。

5 立管顶端伸出屋顶通气管安装后，应立即安装通气帽。

#### 16.0.6 横管的安装可按下列规定：

1 应先按设计要求设置固定支座和滑动支座。楼板上悬吊管设置固定吊架和吊杆。

2 先将配制好的管段用铁丝临时吊挂在已预埋的支承件或临时设置的吊件，查看无误后再进行伸缩节的安装及管段间的连接。

3 管道连接后应及时调正位置，其坡度不得小于设计规定的坡度。当设计无规定时，坡度可采用 0.02~0.025。

4 采用粘接接头的管道可采取临时固定措施，待粘接固化后再紧固支座上的管卡，拆除铁丝。

5 采用螺纹胶圈接头连接的管道，管端插入深度应按施工现场温度计算确定。可按表 17.0.1 的规定。

#### 16.0.7 配管应符合下列规定：

1 锯管长度应根据实测并结合各连接管件的尺寸逐层确定。

2 锯管工具宜采用细齿锯、割刀或专用断管机具。

3 断口应平整并垂直于轴线，断面处不得有任何变形，并除去断口处的毛刺和毛边。

4 对粘接连接的插口管端应削坡口（外角），切削角度可为 15°~30°，其预留尖端厚度宜为 1/3~1/2 管壁厚，削角可用板锉，完成后应将残屑清除干净。

5 应对承插口的配合程度进行检验。可将承插口进行试插。对粘接连接的承口与插口的紧密程度应符合规定公差要求，用力插入，试插深度宜为承口长度的 1/2~2/3，合格后作出标号，进行对号入座安装。

## 17 管道接头的连接工艺

### 17.0.1 螺纹胶圈滑动接头可按下列规定：

- 1 应采用注塑螺纹管件，不得在管件上车制螺纹。
- 2 密封圈止水翼位置应正确。
- 3 清除管子及管件上的油污杂物，接头上应保持洁净，管端插入接头允许滑动部分的伸缩量应按闭合温差计算确定，可按表 17.0.1 规定。

表 17.0.1 管长为 4m 时管口伸缩量表

施工现场温度	设计最大升温	设计最大降温	伸量 mm	缩量 mm
10℃ ~ 25℃	30℃	35℃	8.4	9.2
20 ~ 35℃	20℃	45℃	5.6	12.6
0℃ ~ 15℃	40℃	25℃	11.2	7.0

注：①表中以室内最高温度 40℃，最低温度 - 10℃ 的温度差计算。

②长度小于 4m，可按长度比例增减。

③温差小的地区可按实际温差计算伸缩量。

- 4 插入深度确定后应试插一次，并按插入深度要求在管口表面划出标记。
- 5 组装时，在确认密封圈、螺帽等位置方向正确无误后，可将管端平直插入承口到底，再拔出到管壁划出标记的位置，螺帽先用手拧紧后再用专用工具。要用力适当，防止螺帽胀裂。

17.0.2 粘接工艺应按下列规定执行：

- 1 管道粘接不宜在湿度很大的环境下进行，操作场所应远离火源，防止撞击。
- 2 管子和管件在粘接前应用清洁棉纱或干布将承口内侧和插口外侧擦拭干净，保持粘接面洁净，无尘土与水迹。当表面沾有油污时，应用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净。
- 3 用油刷涂抹胶粘剂时，应先涂承口内侧，后涂插口外侧。涂抹承口时应顺轴向由里向外，涂抹均匀、适量，不得漏涂或涂抹过厚。
- 4 承插口涂刷胶粘剂后，宜在 20s 内对准轴线一次连续用力插入。管端插入承口深度应根据实测承口深度，在插入管端表面划出插入深度标记。插入后可旋转 90°。
- 5 插接完毕，应即刻将接头外部挤出的胶粘剂擦指干净，应避免受力，静置至接口固化为止，待接头牢固后方可继续安装。
- 6 粘接接头不宜在环境温度 0℃ 以下操作，应防止胶粘剂结冻。不得采用明火或电炉等设施加热胶粘剂。

## 18 安装质量要求

18.0.1 管道系统安装完毕后应对管道的外观质量和安装尺寸进行复核检查，其质量要求如下。

- 1 管道和实测尺寸，应符合设计要求。
- 2 立管应垂直，横管坡度应均匀一致且不小于规定的坡度，管道安装不得半明半暗。
- 3 固定及滑动支座、管卡等支撑件位置应正确牢固。与管身的接触应平整，不得嵌有杂物。
- 4 立管和横管的检查口、清扫口均应装在便于检修的位置。
- 5 螺母挤压密封圈接头的插入深度是否符合规定，螺帽安装是否符合要求，粘接接头是否牢固可靠。
- 6 伸缩节安装位置与插入深度以及固定支座的位置应符合设计及第 7 章的规定。
- 7 与横管连接的各卫生器具的受水管口和立管口均应采取妥善可靠的固定措施。
- 8 立管和横管内杂物均应清除干净，管道应畅通，管道堵塞时，不得使用带有锐边尖口的机具

疏通。

9 管道穿越楼板和墙的孔洞的土建补洞应按规定严密堵实，接合部位的防渗漏措施是否牢固可靠，严禁接合部门出现渗水漏水现象。

18.0.2 管道安装允许偏差及检验方法应符合表 18.0.2 规定。

表 18.0.2 管道检验项目及方法

检查项目	允许偏差	检验方法	注
立管直度	①每 1m 高不大于 3mm ② $H < 5m$ ，全高 $< 10mm$ ③ $H > 5m$ ，全高 $< 30mm$	挂线锤和用钢尺量	$H$ 为立管高度； $L$ 为横管长度；必须全部符合三种情况
横管弯曲度	①每 1m 长不大于 2mm ② $L < 10m$ ，全高 $< 8mm$ ③ $L > 10m$ ，每 10m $< 8mm$	用水平尺量	
卫生器具的排水管口及横支管的纵横坐标	单独器具不大于 $\pm 10mm$ 成排器具不大于 $\pm 5mm$	用钢卷尺量	
卫生设备接口标高	单独器具不大于 $\pm 10mm$ 成排器具不大于 $\pm 5mm$	用水平尺和钢卷尺量	

18.0.3 施工完毕的管道应严格进行通水试验。高层建筑可根据管道布置分层、分段做通水试验。

18.0.4 通水试验应按给水系统的 1/3 配水点同时开放，检查排水管道系统是否畅通，有无渗漏。

## 19 工程验收

19.0.1 排水管道工程应按分项、分部工程及单位工程验收。分项、分部工程应由施工单位会同建设单位共同验收。单位工程应由主管单位组织施工、设计、建设和其他有关单位联合验收。验收应做好记录、签署文件、立案归档。

19.0.2 分项、分部工程的验收，可根据管道系统的施工情况，分为中间验收和竣工验收。单位工程的竣工验收应在分项分部工程的验收基础上进行。

19.0.3 验收时应具备下列文件：

- 1 施工图、竣工图及设计变更文件。
- 2 主要材料、零配件、制品的出厂合格证或试验记录。
- 3 中间试验记录和隐蔽工程验收记录。
- 4 灌水和通水试验记录。
- 5 工程质量事故处理记录。
- 6 分项、分部、单位工程质量检验评定记录。

19.0.4 工程验收时应检查下列项目：

- 1 立管垂直度、横管弯曲度、卫生洁具排水管接口的纵横坐标是否符合表 18.0.2 的规定。
- 2 连接点或接头的整洁、牢固和密封性。

- 3 固定和活动支架、吊架、管托等支承件安装位置的正确性和牢固性。
- 4 穿越楼板、墙等孔洞的牢固性和密封性。
- 5 伸缩节设置与安装的正确性，伸缩节、螺母挤压密封圈接头预留伸缩量的准确性。

## 20 安全生产

- 20.0.1 胶粘剂及清洁剂等易燃物品的存放处必须远离火源、热源和电源，室内严禁明火。
- 20.0.2 胶接剂及清洁剂的瓶盖应随用随开，不用时应随即盖紧，严禁非操作人员使用。
- 20.0.3 管道粘接操作场所，禁止明火，场内通风要求良好。集中操作场所，宜设置排风设施。
- 20.0.4 管道粘接时，操作人员应站在上风向，并应配戴防护手套、眼镜和口罩等劳保用具，避免皮肤、眼睛等与胶粘剂直接接触。
- 20.0.5 冬季施工应采取防寒防冻措施，操作场所应保持室内空气流通，不得密闭。
- 20.0.6 管道严禁攀踏，系安全绳，搁搭脚手板，用作支撑或借作它用。

# 标准规范二 压力钢管制造 安装及验收规范

DL 5017—93

## 中华人民共和国能源部关于发布《压力钢管制造 安装及验收规范》电力行业标准的通知

能源水电 [ 1993 ] 142 号

各电管局，各省（自治区、直辖市）电力局，各直属水电勘测设计院，各建设单位，各水电工程局，各有关制造厂，各有关科研单位：

为适应水电建设蓬勃发展，高水头、大容量的大型水电站不断兴建的需要，确保工程质量，部决定对原《水工建筑物金属结构制造、安装及验收规范》（SLJ DLJ201—80）进行修订。为便于实施，将原规范分为下述三项规范修编：

1. 压力钢管制造安装及验收规范；
2. 闸门、拦污栅制造安装及验收规范；
3. 启闭机安装及验收规范。

修订后的电力行业标准《压力钢管制造安装及验收规范》编号为 DL 5017—93，经审查、批准，现予发布，自发布之日起实施。由水利电力出版社负责出版发行。

考虑到其他两项标准现正在修编，原规范暂不废止，但压力钢管制造、安装及验收部分应以本规范为准。

一九九三年二月十八日

### 1. 主题内容与适用范围

本规范规定了水利水电工程压力钢管制造、安装及交接验收的技术要求。

本规范适用于大、中型水利水电工程压力钢管的制造、安装及交接验收，小型水利水电工程亦应参照使用。

### 2. 引用标准

- SD 144—85《水电站压力钢管设计规范》  
ZBJ74 003—88《压力容器用钢板超声波探伤》  
GB 3323—87《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》  
GB 11345—89《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》  
JB 3965—85《钢制压力容器磁粉探伤》  
GB 150—89《钢制压力容器》附录 H《钢制压力容器渗透探伤》

GB 8923—88《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》

GB 2649 ~ 2654—89《焊接接头机械性能试验方法》

## 3. 一般规定

### 3.1 技术资料

3.1.1 压力钢管的制造、安装应具备下列资料：

- a. 压力钢管制造、安装的图样和有关的技术文件；
- b. 主要材料出厂质量证明书；
- c. 有关水工建筑物的布置图。

3.1.2 压力钢管的制造、安装必须按设计图样和有关的技术文件进行，如有修改应有设计修改通知书或经设计部门书面同意。

### 3.2 材 料

3.2.1 压力钢管使用的钢板和焊接材料必须符合图样规定，钢板性能和表面质量应符合附录 A 中的现行有关标准和图样或设计文件中的有关规定，并应具有出厂质量证明书，如无出厂质量证明书或标号不清、有疑问者应予复验，复验合格，方可使用。

3.2.2 采用国外钢板，其钢号可参照附录 B。

3.2.3 钢板的厚度允许偏差应符合 GB 709—88《热轧钢板和钢带的尺寸、外形及允许偏差》的规定，见附录 C。

3.2.4 钢板，如需经超声波探伤，则应按 ZBJ 74003—88《压力容器用钢板超声波探伤》标准进行探伤。碳素钢应符合该标准规定的Ⅳ级要求，低合金钢应符合Ⅲ级要求。

3.2.5 焊接材料必须具有出厂质量证明书，其化学成分、机械性能和扩散氢含量等各项指标应符合 GB 5117—85《碳钢焊条》、GB 5118—85《低合金钢焊条》、GB 5293—85《碳素钢埋弧焊用焊剂》和 GB 1300—77《焊接用钢丝》的规定。

### 3.3 对测量工具和基准点的要求

3.3.1 钢管制造、安装所用的钢卷尺和测量仪器应不低于下列精度，且应经计量检定机构检定。

- a. 精度为万分之一的钢卷尺；
- b. J2 型经纬仪；
- c. S3 型水准仪。

测量温度、电流用的仪表亦应定期检查。划线所用样板，其误差不应大于 0.5mm。

3.3.2 用于测量高程和安装轴线的基准点及安装用的控制点，均应明显、牢固和便于使用，应由测量部门在现场向安装单位和质量检查部门交清，并提供简图。

## 4 压力钢管制造

### 4.1 直管、弯管和渐变管的制造

4.1.1 钢板划线应满足下列要求：

- a. 钢板划线的极限偏差应符合表 4.1.1 的规定；

表 4.1.1

序 号	项 目	极限偏差 (mm)
1	宽度和长度	$\pm 1$
2	对角线相对差	2
3	对应边相对差	1
4	矢高 (曲线部分)	$\pm 0.5$

- b. 明管的纵缝位置与明管的垂直轴和水平轴所夹的圆心角应符合图样规定的范围；  
 c. 相邻管节的纵缝距离应大于板厚的 5 倍且不小于 100mm；  
 d. 在同一管节上相邻纵缝间距不应小于 500mm。

4.1.2 钢板划线后应用钢印、油漆和冲眼标记分别标出钢管分段、分节、分块的编号，水流方向，水平和垂直中心线，灌浆孔位置，坡口角度以及切割线等符号。

4.1.3 高强度钢板上（指钢板标准抗拉强度的下限值在 550~610MPa 范围的低合金调质钢，以下简称高强度钢），严禁用锯或凿子、钢印作标记，不得在卷板外侧表面打冲眼。但在下列情况，轻微的冲眼标记允许使用：

- a. 在卷板内侧表面，用于校核划线准确性的冲眼；  
 b. 卷板后的外测表面。

4.1.4 钢板切割应用自动、半自动切割机切割或刨边机刨边，切割面的熔渣、毛刺和由于切割造成的缺口应用砂轮机磨去。切割后坡口尺寸极限偏差应符合 GB 985—88《气焊、电弧焊及气体保护焊缝坡口的基本型式与尺寸》、GB 986—88《埋弧焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》或图样的规定。

4.1.5 钢板卷板应满足下列要求：

- a. 卷板方向应和钢板的压延方向一致；  
 b. 卷板后，将瓦片以自由状态立于平台上，用样板检查弧度，其间隙应符合表 4.1.5-1 的规定；

表 4.1.5-1

序 号	钢管内径 $D$ (m)	样板弦长 (m)	样板与瓦片的极限间隙 (mm)
1	$D \leq 2$	$0.5D$ (且不小于 500mm)	1.5
2	$2 < D \leq 5$	1.0	2.0
3	$D > 5$	1.5	2.5

c. 当钢管内径和壁厚关系符合表 4.1.5-2 的规定时, 瓦片允许冷卷, 否则应热卷或冷卷后进行热处理;

d. 卷板时, 不许锤击钢板, 应防止在钢板上出现任何伤痕;

e. 高强度调质钢卷板后, 严禁用火焰校正弧度。

表 4.1.5-2

序 号	钢 板 牌 号	钢管内径 ( $D$ ) 与 壁厚 ( $\delta$ ) 关系
1	碳素钢、16Mn、16MnR	$D \geq 33\delta$
2	15MnV、15MnVR、15MnTi	$D \geq 40\delta$

注: 1. 高强度调质钢应冷卷或冷压成型;

2. 高强度调质钢冷卷或冷压成型后, 要求作热处理的管径与壁厚的关系和热处理的规范应按图样和设计文件执行。

4.1.6 钢管对圆应在平台上进行, 其管口平面度应符合表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6

序 号	钢管内径 $D$ (m)	极限偏差 (mm)
1	$D \leq 5$	2
2	$D > 5$	3

4.1.7 钢管对圆后, 其周长差应符合表 4.1.7 的规定。

表 4.1.7

(单位: mm)

项 目	板厚 $\delta$	极 限 偏 差
实测周长与设计周长差		$\pm 3D/1000$ , 且不大于 $\pm 24$
相邻管节周长差	$\delta < 10$	6
	$\delta \geq 10$	10

4.1.8 钢管纵、环缝对口错边量的极限偏差应符合表 4.1.8 的规定。

表 4.1.8

(单位: mm)

焊缝类别	板厚 $\delta$	极 限 偏 差
纵 缝	任意厚度	$10\% \delta$ , 且不大于 2
环 缝	$\delta \leq 30$	$15\% \delta$ , 且不大于 3
	$\delta > 30$	$10\%$ , $\delta$
	$\delta \geq 60$	$\leq 6$

4.1.9 纵缝焊接后, 用样板检查纵缝处弧度, 其间隙应符合表 4.1.9 的规定。



表 4.1.9

钢管内径 $D$ (m)	样板弦长 (mm)	样板与纵缝的极限间隙 (mm)
$D \leq 5$	500	4
$5 < D \leq 8$	$D/10$	4
$D > 8$	1200	6

4.1.10 钢管圆度（指同端管口相互垂直两直径之差的<sup>最大值</sup>）的偏差不应大于  $3D/1000$ ，最大不应大于 30mm，每端管口至少测两对直径。

4.1.11 单节钢管长度与设计值之差不应超过  $\pm 5.0\text{mm}$ ，如经设计部门同意，认为单节长度的偏差对钢管总长度和钢管受力状态没有影响，则允许长度有所变化。

4.1.12 钢管安装的环缝，如采用带垫板的 V 型坡口，管口插入垫板处的钢管周长、圆度和纵缝焊后弧度等的极限偏差应符合下列规定。

a. 钢管对圆后，其周长差应符合表 4.1.12 的规定。

表 4.1.12

(单位：mm)

项 目	板厚	极 限 偏 差
实测周长与设计周长差		$\pm 3D/1000$ ，且不大于 $\pm 12$
相邻管节周长差	$\delta < 10$	6
	$\delta \geq 10$	8

b. 如钢管焊有加劲环，安装加劲环时，其同端管口实测最大和最小直径之差，不应大于 4mm，每端管口至少应测 4 对直径。

c. 纵缝焊后，用 4.1.9 条规定的样板检查纵缝弧度，其间隙不应大于 2mm。

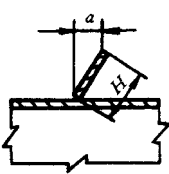
4.1.13 加劲环、支承环和止水环的内圈弧度应用样板检查，其间隙应符合表 4.1.5-1 的规定。

4.1.14 加劲环、支承环和止水环与钢管外壁的局部间隙，不应大于 3mm。

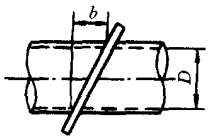
4.1.15 直管段的加劲环和支承环组装的极限偏差应符合表 4.1.15 的规定。

表 4.1.15

(单位：mm)

序号	项 目	支承环的 极限偏差	加劲环的 极限偏差	简 图
1	支承环或 加劲环与 管壁的垂 直 度	$a \leq$ $0.01H$ 且不 大于 3	$a \leq$ $0.02H$ 且不 大于 5	

续表

序号	项 目	支承环的 极限偏差	加劲环的 极限偏差	简 图
2	支承环或加劲环所组成的平面与管轴线的垂直度	$b \leq 2$ $D/1000$ 且不大 于 6	$b \leq 4$ $D/1000$ 且不大 于 12	
3	相邻两环的间距偏差	$\pm 10$	$\pm 30$	

4.1.16 加劲环、支承环和止水环的对接焊缝应与钢管纵缝错开 100mm 以上。

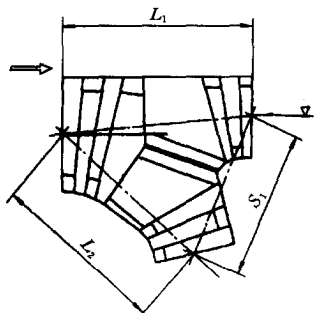
## 4.2 岔管和伸缩节制造

4.2.1 岔管和伸缩节的划线、切割、卷板的要求应遵守 4.1 节中的有关规定。

4.2.2 肋梁系岔管应在厂内进行整体组装或组焊，组装或组焊后岔管的各项尺寸应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2

mm

序号	项目名称	尺寸和板厚 $\delta$	极限偏差	简 图
1	管长 $L_1$ 、 $L_2$		$\pm 5$	
2	主、支管圆度 ( $D$ 为主、支管内径)		$3D/1000$ 且不 大于 30	
3	主、支管口实测 周长与设计周长差		$\pm 3D/1000$ 且 不大于 $\pm 24$ , 相邻管节周长 差 $\leq 10$	
4	支管中心距离 $S_1$		$\pm 5$	
5	主、支管中心高 差	$D \leq 2m$ $2 < D \leq 5m$ $D > 5m$	$\pm 4$ $\pm 6$ $\pm 8$	
6	主、支管管口垂 直度	$D \leq 5m$ $D > 5m$	2 3	

续表

序号	项目名称	尺寸和板厚 $\delta$	极限偏差	简图
7	纵缝对口错边量	任意厚度	$10\% \delta$ 且不大于 2	
8	环缝对口错边量	$\delta \leq 30$ $\delta > 30$ $\delta \geq 60$	$15\%$ 且不大于 31 $0\% \delta \leq 6$	

4.2.3 球形岔管的球壳板尺寸应符合下列要求。

- a. 球壳板曲率的权限偏差应符合表 4.2.3-1 的规定。
- b. 球壳板几何尺寸极限偏差应符合表 4.2.3-2 的规定。

表 4.2.3-1

球壳板弦长 $L$ (m)	应采用的样板弦长 (m)	任何部位样板与球壳板的 极限间隙 (mm)
$L < 1.5$	1	3
$1.5 \leq L < 2$	1.5	
$L \geq$	2	

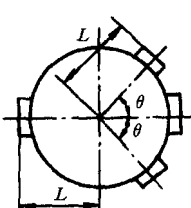
表 4.2.3-2

mm

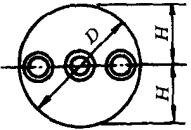
序号	项 目	极 限 偏 差
1	长度方向和宽度方向弦长	$\pm 2.5$
2	对角线相对差	4

4.2.4 球形岔管应在厂内进行整体组装或组焊，组装或组焊后球岔各项尺寸的极限偏差除应符合表 4.2.2 中有关规定外，还应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4

序号	项 目	直径 $D$ (m)	极限偏差 (mm)	简图
1	主、支管 管口至球 岔中心距 离 $L$		+ 10 - 5	
2	分岔角 度 $\theta$		$\pm 30'$	

续表

序号	项 目	直径 $D$ (m)	极限偏差 (mm)	简 图
3	球壳圆度	$D \leq 2$ $2 < D \leq 5$ $D > 5$	$8D/1000$ $6D/1000$ $5D/1000$	
4	球岔顶、 底至球 岔中心 距离 $H$	$D \leq 2$ $2 < D \leq 5$ $D > 5$	$\pm 4D/1000$ $\pm 3D/1000$ $\pm 2.5D/1000$	

4.2.5 伸缩节的内、外套管和止水环焊接后的弧度，应用样板检查（样板长度见表 4.1.5-1），其间隙在纵缝处不应大于 2mm；其他部位不应大于 1mm。在套管的全长范围内，检查上、中、下三个断面。

4.2.6 伸缩节内、外套管和止水环的实测直径与设计直径的极限偏差不应超过  $\pm D/1000$ ，且不超过  $\pm 2.5\text{mm}$ ，每端管口测量直径不应少于 4 对。

4.2.7 伸缩节的内、外套管间的最大和最小间隙与平均间隙之差不应大于平均间隙的 10%。伸缩行程与设计行程的极限偏差不得超过  $\pm 4\text{mm}$ 。

4.2.8 伸缩节的止水盘根可以采用橡胶或油麻盘根或两者组合使用。橡胶盘根应粘接成整圈，每圈接头应斜接，相邻两圈接头应错开 500mm 以上。

## 5 压力钢管安装

### 5.1 埋管安装

5.1.1 钢管支墩应有足够的强度和稳定性，以保证钢管在安装过程中不发生位移和变形。

5.1.2 埋管安装中心的极限偏差应符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2

钢管内径 $D$ (m)	始装节管口中心的 极限偏差 (mm)	与蜗壳、伸缩节、蝴蝶阀、球 阀、岔管连接的管节及弯管起 点的管口中心极限偏差 (mm)	其他部位管节的管口 中心极限偏差 (mm)
$D \leq 2$	5	6	15
$2 < D \leq 5$		10	20
$D > 5$		12	25

始装节的里程偏差不应超过  $\pm 5\text{mm}$ 。弯管起点的里程偏差不应超过  $\pm 10\text{mm}$ 。始装节两端管口垂直

度偏差不应超过  $\pm 3\text{mm}$ 。

5.1.3 钢管安装后，管口圆度（指相互垂直两直径之差的最大值）偏差不应大于  $5D/1000$ ，最大不应大于  $40\text{mm}$ 。至少测量 2 对直径。

5.1.4 环缝焊接除图样有规定者外，应逐条焊接，不得跳越，不得强行组装。管壁上不得随意焊接临时支撑或脚踏板等构件，不得在混凝土浇筑后再焊接环缝。

5.1.5 拆除钢管上的工卡具、吊耳、内支撑和其他临时构件时，严禁使用锤击法，应用碳弧气刨或氧—乙炔火焰在其离管壁  $3\text{mm}$  以上处切除，严禁损伤母材。切除后钢管内壁（包括高强钢管外壁）上残留的痕迹和焊疤应再用砂轮磨平，并认真检查有无微裂纹。对高强钢在施工初期和必要时应用磁粉或渗透探伤检查。如发现裂纹应用砂轮磨去，并复验确认裂纹已消除为止。同时应改进工艺，使不再出现裂纹，否则应继续进行磁粉或渗透探伤。

5.1.6 钢管安装后，必须与支墩和锚栓焊牢，防止浇筑混凝土时位移。

5.1.7 钢管内、外壁的局部凹坑深度不超过板厚  $10\%$ ，且不大于  $2\text{mm}$ ，可用砂轮打磨，平滑过渡，凹坑深度超过  $2\text{mm}$  的应按 6.5.5 条规定进行焊补。

5.1.8 灌浆孔应在钢管厂卷板后钻孔，并按预热和焊接等有关工艺焊接补强板。堵焊灌浆孔前应将孔口周围积水、水泥浆、铁锈等清理干净，焊后不得有渗水现象。高强钢钢板上不宜钻灌浆孔，如确需钻孔则在堵焊高强钢灌浆孔前应预热，堵焊后应用超声波和磁粉或渗透探伤按不少于  $5\%$  个数的比例进行抽查，不允许出现裂纹。

5.1.9 土建施工和机电安装时，未经允许不得在钢管管壁上焊接任何构件。

## 5.2 明管安装

5.2.1 鞍式支座的顶面弧度，用样板（样板长度见表 4.1.5-1）检查，其间隙不应大于  $2\text{mm}$ 。

5.2.2 滚轮式和摇摆式支座支墩垫板的高程和纵、横向中心的偏差，不应超过  $\pm 5\text{mm}$ ，与钢管设计轴线的平行度不应大于  $2/1000$ 。但垫板高程偏差如图样另有规定，则应按图样规定执行。

5.2.3 滚轮式和摇摆式支座安装后，应能灵活动作，不应有任何卡阻现象，各接触面应接触良好，局部间隙不应大于  $0.5\text{mm}$ 。

5.2.4 明管安装中心极限偏差应符合表 5.1.2 的规定，明管安装后，管口圆度应符合 5.1.3 条规定。

5.2.5 环缝的压缝、焊接和内支撑、工卡具、吊耳等的清除检查以及钢管内、外壁表面凹坑的处理、焊补应遵守 5.1 节钢管安装中的有关规定。

# 6 压力钢管焊接

## 6.1 焊接工艺评定

6.1.1 施工单位对所焊接钢管的钢板，未作过焊接工艺评定的，应进行焊接工艺评定（以下简称“评定”）。

6.1.2 “评定”参数分为重要参数，附加重要参数和次要参数。

- 重要参数是指影响焊接接头机械性能（冲击韧性除外）的焊接条件。
- 附加重要参数是指影响焊接接头冲击韧性的焊接条件。
- 次要参数是指不影响焊接接头机械性能的焊接条件。

6.1.3 符合下列情况之一者，可不再作焊接工艺评定。

- a. 对过去评定合格的“评定”报告，经批准“评定”报告的单位验证合格后，可不再作“评定”。
- b. 在同类别的钢材中，高级别钢材的“评定”适用于低级别钢材。
- c. 同级别牌号钢材的“评定”可互相替代。

## 6.1.4 钢材分类见表 6.1.4。

表 6.1.4

钢 种	类 别	级 别	牌 号
碳素钢	I	1	Q235 20R
低合金钢	II	1	16Mn 16MnR
		2	15MnV 15MnVR 15MnTi
高强度	III	1	

注：高强度钢材牌号、性能和使用的板厚见附录 A。

6.1.5 已进行过“评定”的对接接头工艺试件厚度 ( $\delta$ )，适用于焊件母材厚度的范围见表 6.1.5。

表 6.1.5

钢 种	试件母材厚度 $\delta$ (mm)	适用于焊件母材 厚度的范围	
		下限值	上限值
碳素钢低合金钢	$8 \leq \delta \leq 130$	$0.75\delta$	$1.5\delta$
高 强 钢		$0.75\delta$	$1.0\delta$

## 6.1.6 已进行过“评定”，但改变下列重要参数之一者，应重新进行“评定”：

- a. 钢材类别改变，或厚度超过表 6.1.5 规定的适用范围；
- b. 焊条牌号（焊条牌号中第三位数字除外）、焊丝钢号、焊剂牌号改变；
- c. 当焊条牌号不变，但用非低氢型药皮焊条代替低氢型药皮焊条时；
- d. 预热温度比评定合格值降低  $50^{\circ}\text{C}$  以上时；
- e. 改变保护气体种类、混合保护气体比例以及减少原定流量 10% 以上时。

## 6.1.7 要求做冲击韧性试验的焊件，如与做过的某个“评定”的重要参数相同，只是增加或改变下列一个或几个附加重要参数，则可按原“评定”的重要参数加上增加或改变的焊接条件，焊一个作为补充评定的试件，此试件仅做冲击韧性试验：

- a. 改变焊后消除应力热处理温度范围和保温时间；
- b. 最高层间温度比所评定的层间温度高  $50^{\circ}\text{C}$  以上；
- c. 改变电流的种类或极性；
- d. 焊接线能量超出已评定的范围；
- e. 采用摆动焊接时，改变摆动幅度、频率和两端停留的时间；
- f. 每层多道焊改为每层单道焊；
- g. 单丝焊改为多丝焊或反之。

## 6.1.8 不同类别钢材组成的焊接接头，即使两者分别进行过“评定”，仍应进行“评定”。

## 6.1.9 变更次要参数只需修订焊接工艺规程，而不必重新进行“评定”。

## 6.1.10 “评定”用的焊接设备和仪表应处于正常工作状态，施焊者应由理论水平和实际操作技能较

高的焊工担任。

6.1.11 “评定”中所取的焊接位置应包含现场作业中所有的焊接位置。

6.1.12 “评定”用的钢材和焊接材料应与实际使用的相同。

6.1.13 “评定”前应根据规范和设计技术文件要求,针对采用的钢板牌号、厚度、焊接方法、焊接材料牌号以及坡口型式,拟定包括诸如坡口加工、组对、清理、预热温度、层间温度、后热温度、时间、焊接参数、焊接位置、焊接层数和道数、线能量范围、焊后消除应力热处理规范和全部检查、试验的项目和程序的评定方案。对某种钢种或某个厚度较薄的钢板,在规范和设计技术文件上若对某些技术要求未作规定,则这些技术要求的检查和试验项目就可省略。

6.1.14 对接接头试样机械性能评定项目和试样数量见表 6.1.14。

表 6.1.14

接头型式	试样厚度 $\delta$ (mm)	机械性能试验			
		拉伸	面弯	背弯	侧弯
对接	$8 \leq \delta < 20$	2	2	2	-
	$\delta \geq 20$	2	-	-	4

注:当设计要求作常温或低温冲击试验时,应作 9 个试样,焊缝、熔合线、热影响区各 3 个。

6.1.15 焊接工艺评定机械性能试验的试件、样坯的制备,试样尺寸、试验方法和合格标准见附录 D。

6.1.16 根据“评定”方案的规定和各项试验的原始报告和实测记录,由负责“评定”的焊接工程师作综合评定,并填写“焊接工艺评定报告”,再结合实践经验,制订“焊接工艺规程”作为指导焊接生产的依据,“焊接工艺评定报告”推荐格式见附录 E。

## 6.2 焊工资格

6.2.1 从事钢管一、二类焊缝焊接的焊工必须持有劳动人事部门发给的锅炉、压力容器焊工考试合格证书或者通过能源部、水利部颁发的适用于水利水电工程压力钢管制造、安装的焊工考试规则规定的考试,并持有有效合格证书。

6.2.2 焊工在钢管上焊接的钢材种类、焊接方法和焊接位置等均应与焊工本人考试合格的项目相符。

## 6.3 焊接的基本规定和工艺要求

6.3.1 焊缝按其重要性分为三类:

一类焊缝:

a. 钢管管壁纵缝,厂房内明管(指不埋于混凝土内的钢管,下同)环缝,凑合节合拢环缝;

b. 岔管管壁纵、环缝,岔管分岔处加强板的对接焊缝,加强板与管壁相接处的对接和角接的组合焊缝;

c. 闷头与管壁的连接焊缝。

二类焊缝:

a. 钢管管壁环缝;

b. 人孔颈管的对接焊缝,人孔颈管与顶盖和管壁的连接焊缝;

c. 支承环对接焊缝和主要受力角焊缝。

三类焊缝:

不属于一、二类的其他焊缝。

6.3.2 钢管一、二类焊缝焊接宜采用手工焊和埋弧焊。首次采用气体保护焊，应在现场经过一段时间试用，证实其焊接设备和焊接材料性能优良、稳定，能满足焊接工艺要求，可以保证焊缝质量后，方可采用。

6.3.3 焊接钢管各类焊缝所选用的焊条、焊丝、焊剂应与所施焊的钢种相匹配，可参照表 6.3.3 选用。

6.3.4 异种钢板焊接时，应采用强度高钢板的焊接工艺施焊。焊接材料按图样规定，并应经焊接工艺试验评定。

6.3.5 遇有穿堂风或风速超过  $8\text{m/s}$  的大风和雨天、雪天以及环境温度在  $-5^{\circ}\text{C}$  以下、相对湿度在 90% 以上时，焊接处应有可靠的防护措施，保证焊接处有所需的足够温度，焊工技能不受影响，方可施焊。

表 6.3.3

序号	钢种	牌 号	手 工 焊			埋 弧 焊			
			焊条 牌 号	符合国 标型号	相当于 AWS 型号	钢丝 牌 号	焊 剂		
							牌 号	符合国 标型号	相当于 AWS 型号
1	碳素钢	Q235 Q20R	J426 J427	E4316 E4315	E6016 E6015	H08A	HJ431	HJ401	F6AZ - EL12
2		16Mn 16MnR	J506	E5016	E7016	H08MnA	HJ431	HJ401	F6AZ - EL12
			J507 J507H	E5015 E5015	E7015 E7015	H10MnSi H10Mn2	HJ350	HJ402	F6A0 - EH14
3	低合金钢	15MnV 15MnVR 15MnTi	J506	E5016	E7016	H08MnA	HJ431	HJ401	F6AZ - EL12
			J507	E5015	E7015	H10MnSi	HJ350	HJ402	F6A0 - EH14
			J507H	E5015	E7015	H10Mn2			
			J556 J557	E5516 - G E5515 - G	E8016 - G E8015 - G				
4	高强度钢	-	J607RH	E6015 - G	E9015 - G	-	-	-	-

6.3.6 钢管一、二类焊缝，应经检查合格，方准施焊。

6.3.7 施焊前，应将坡口及其两侧  $10\sim 20\text{mm}$  范围内的铁锈、熔渣、油垢、水迹等清除干净。

6.3.8 焊接材料应按下列要求进行烘焙和保管：

a. 焊条、焊剂应放置于通风、干燥和室温不低于  $5^{\circ}\text{C}$  的专设库房内，设专人保管、烘焙和发放。并应及时作好实测温度和焊条发放记录。烘焙温度和时间应严格按厂家说明书的规定进行。

b. 烘焙后的焊条应保存在  $100\sim 150^{\circ}\text{C}$  的恒温箱内，药皮应无脱落和明显的裂纹。

c. 现场使用的焊条应装入保温筒，焊条在保温筒内的时间不宜超过 4h，超过后，应重新烘培，重复烘培次数不宜超过 2 次。

d. 埋弧焊焊剂中如有杂物混入，应对焊剂进行清理，或全部更换。

e. 焊丝在使用前应清除铁锈和油污。

6.3.9 焊缝（包括定位焊）焊接时，应在坡口上引弧、熄弧，严禁在母材上引弧，熄弧时应将弧坑



填满，多层焊的层间接头应错开。

6.3.10 定位焊焊接应符合下列规定：

- a. 一、二类焊缝的定位焊焊接工艺和对焊工要求与主缝（即一、二类焊缝，下同）相同；
- b. 对需要预热焊接的钢板，焊定位焊时应以焊接处为中心，至少应在 150mm 范围内进行预热，预热温度较主缝预热温度高出 20~30℃；
- c. 定位焊位置应距焊缝端部 30mm 以上，其长度应在 50mm 以上，间距为 100~400mm，厚度不宜超过正式焊缝高度的二分之一，最厚不宜超过 8mm；
- d. 施焊前应检查定位焊质量，如有裂纹、气孔、夹渣等缺陷均应清除。

6.3.11 工卡具、内支撑、外支撑、吊耳及其他临时构件的焊接和拆除应符合下列规定：

- a. 对需要预热焊接的钢板，焊接工卡具等构件时，应按 6.3.10 条中 b 的规定执行；
- b. 工卡具等构件焊接时，严禁在母材上引弧和熄弧；
- c. 工卡具等构件拆除应按 5.1.5 条规定执行。

6.3.12 一、二类焊缝预热应符合下列规定：

- a. 手工焊预热温度可进行斜 Y 型焊接裂纹试验，当板厚拘束度大时，还应增作窗形拘束裂纹试验，加以确定，裂纹率应为零，也可参照表 6.3.12 的规定。

表 6.3.12

(℃)

钢板牌号 板厚( mm)	Q235 20R	16Mn 16MnR	15MV 15MnVR 15MnTi	高强钢
> 25 ~ 30	-	-	60 ~ 80	60 ~ 80
> 30 ~ 38	-	80 ~ 100	80 ~ 100	80 ~ 100
> 38 ~ 50	80 ~ 120	100 ~ 120	100 ~ 150	100 ~ 150

注：1. 环境气温低于 5℃应采用较高的预热温度；

2. 对不需预热的焊缝当环境气温低于 0℃时，也应适当预热；

3. 手工焊条应采用低氢型焊条。

b. 预热时必须均匀加热。预热区的宽度应为焊缝中心线两侧各 3 倍板厚，且不小于 100mm。其温度测量应用表面测温计，在距焊缝中心线各 50mm 处对称测量，每条焊缝测量点不应少于 3 对。

6.3.13 在需要预热焊接的钢板上，焊接加颈环、止水环、人孔门等附属构件时，应按焊接工艺评定确定的预热温度或按和焊接主缝相同的预热温度进行预热。

6.3.14 焊接层间温度和后热消氢处理温度应由焊接工艺评定确定，也可参照下列要求执行：

- a. 厚度大于 38mm 的高强钢和低合金钢应作后热消氢处理；
- b. 后热温度：低合金钢宜为 250~350℃，高强钢直为 150~200℃，保温时间为 1h 以上；
- c. 层间温度应不低于预热温度，且不高于 230℃。

6.3.15 高强钢和厚度大于 38mm 的碳素钢，厚度大于 25mm 的低合金钢焊接时应按焊接工艺试验评定的线能量范围进行测定和控制，并应作出记录。

6.3.16 双面焊接时，单侧焊接后应用碳弧气刨或砂轮进行背面清根，将焊在清根侧的定位焊缝金属清除。如用碳弧气刨清根，清根后应用砂轮修整刨槽，对高强钢应磨除渗碳层并认真检查，保证无缺陷。对需预热焊接的钢板，清根前应预热。

6.3.17 焊缝组装局部间隙超过 5mm，但长度不大于该焊缝长的 15% 时，允许在坡口两侧或一侧作堆

焊处理，但应符合下列规定：

- a. 严禁在间隙内填入金属材料；
- b. 堆焊后应用砂轮修整；
- c. 根据堆焊长度和间隙大小，对堆焊部位的焊缝应酌情进行无损探伤检查。

6.3.18 纵缝埋弧焊在焊缝两端设置引弧板和熄弧板，引弧板和熄弧板不得用锤击落，应用氧-乙炔火焰或碳弧气刨切除，并用砂轮修磨成原坡口型式。

6.3.19 焊接完毕，焊工应进行自检。一、二类焊缝自检合格后，应在焊缝附近用钢印打上代号，作好记录。高强度不打钢印，但应当场作好记录并由焊工签名。

## 6.4 焊缝检验

6.4.1 所有焊缝均应进行外观检查，外观质量应符合表 6.4.1 的规定。

表 6.4.1

(单位：mm)

序号	项 目		焊 缝 类 别		
			一	二	三
			允许缺陷尺寸		
1	裂 纹		不 允 许		
2	表面夹渣		不 允 许		深不大于 $0.1\delta$ ，长不大于 $0.3\delta$ 且不大于 10
3	咬 边		深不超过 0.5，连续长度不超过 100，两侧咬边累计长度不大于 10% 全长焊缝		深不大于 1，长度不限
4	未焊满		不 允 许		不超过 $0.2 + 0.02\delta$ 且不超过 1，每 100 焊缝内缺陷总长不大于 25
5	表面气孔		不 允 许		每 50 长的焊缝内允许有直径为 $0.3\delta$ ，且不大于 2 的气孔 2 个，孔间距不小于 6 倍孔径
6	焊缝余高 $\Delta h$	手工焊	$12 < \delta < 25 \Delta h = 0 \sim 2.5$ $25 < \delta \leq 50 \Delta h = 0 \sim 3$		-
		埋弧焊	0 ~ 4		-
7	对接接头焊缝宽度	手工焊	盖过每边坡口宽度 2 ~ 4，且平缓过渡		
		埋弧焊	盖过每边坡口宽度 2 ~ 7，且平缓过渡		
8	飞 溅		清除干净		

续表

序号	项 目		焊 缝 类 别		
			一	二	三
			允许缺陷尺寸		
9	焊 瘤		不允许		
10	角焊缝厚度不足 (按设计焊缝厚度计)		不允许	不超过 $0.3 + 0.05\delta$ 且不超过 1 每 100 焊缝长度内缺陷总长度不大于 25	不超过 $0.3 + 0.05\delta$ 且不超过 2 每 100 焊缝长度内缺陷总长度不大于 25
11	角焊缝 焊脚 $K$	手工焊	$K < 12^{+3}$ $K > 12^{+4}$		
		埋弧焊	$K < 12^{+4}$ $K > 12^{+5}$		

6.4.2 无损检测人员应经部有关主管部门批准的无损检测人员技术资格鉴定考试委员会考试合格，并持有工业部门技术资格证书。评定焊缝质量应由Ⅱ级或Ⅱ级以上的检测人员担任。

6.4.3 焊缝内部缺陷探伤可选用射线探伤或超声波探伤，任选一种。表面裂纹检查可选用渗透或磁粉探伤。

6.4.4 焊缝无损探伤长度占焊缝全长的百分比应不少于表 6.4.4 中的规定，但如图样和设计文件另有规定，则按图样和设计文件规定执行。

表 6.4.4

钢 种	板 厚 (mm)	射线探伤 (%)		超声波探伤 (%)	
		一类	二类	一类	二类
碳素钢	$\geq 38$	20	10	100	50
	$< 38$	15	8	50	30
低合金钢	$\geq 32$	25	10	100	50
	$< 32$	20	10	50	30
高强钢	任意厚度	40	20	100	50

注：1. 钢管的一类焊缝，用超声波探伤时，根据需要可使用射线探伤复验，复验长度高强钢为 10%，其余为 5%；二类焊缝只有超声波探伤有可疑波形、不能准确判断时，才用射线复验。

2. 局部探伤部位应包括全部丁字焊缝及每个焊工所焊焊缝的一部分。

3. 支承环的主要受力角焊缝确有困难无法探伤时，应严格按二类焊缝焊接工艺施焊，以确保焊缝质量。

6.4.5 无损探伤应在焊接完成 24h 以后进行。

6.4.6 射线探伤按 GB 3323—87《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》标准评定，一类焊缝Ⅱ级合格，二类焊缝Ⅲ级合格；超声波探伤按 GB11345—89《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果的分

级》标准评定，一类焊缝 B I 级为合格，二类焊缝 B II 级为合格。

6.4.7 在焊缝局部探伤时，如发现有不允许缺陷，应在缺陷方向或在可疑部位作补充探伤，如经补充探伤仍发现有不允许缺陷，则应对该焊工在该条焊缝上所施焊的焊接部位或整条焊缝进行探伤。

## 6.5 缺陷的处理和焊补

6.5.1 焊缝内部或表面发现有裂纹时，应进行分析，找出原因，制订措施后，方可焊补。

6.5.2 焊缝内部缺陷应用碳弧气刨或砂轮将缺陷清除并用砂轮修磨成便于焊接的凹槽，焊补前要认真检查。如缺陷为裂纹，则应用磁粉或渗透探伤，确认裂纹已经消除，方可焊补。

6.5.3 当焊补的焊缝需要预热、后热时，则焊补前应按 6.3.10 条中 b 的规定进行预热，焊补后按 6.3.14 条中 a 和 b 的规定进行后热。

6.5.4 返修后的焊缝，应用射线探伤或超声波探伤复查，同一部位的返修次数不直超过 2 次，超过 2 次后焊补时，应制订可靠的技术措施，并经施工单位技术负责人批准，方可焊补，并作出记录。

6.5.5 管壁表面凹坑深度大于板厚 10% 或超过 2mm 的，焊补前应用碳弧气刨或砂轮将凹坑刨成和修磨成便于焊接的凹槽，再行焊补。如需预热、后热，则按 6.5.3 条规定进行。焊补后应用砂轮将焊补处磨平，并认真检查，有无微裂纹。对高强钢还应用磁粉或渗透检查。

6.5.6 在母材上严禁有电弧探伤，焊接电缆接头不许裸露金属丝，如有擦伤应用砂轮将擦伤处作打磨处理，并认真检查有无微裂纹，对高强钢在施工初期和必要时应用磁粉或渗透检查。

## 7 压力钢管焊后消除应力热处理

### 7.1 基本规定

7.1.1 钢管和岔管需否进行焊后消除应力热处理和采用热处理方法应按图样或设计技术文件规定执行。

### 7.2 热处理工艺

7.2.1 碳素钢、低合金钢、高强钢焊后热处理温度应按图样规定或焊接工艺评定的温度，也可参照表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1

钢板牌号	热处理温度 (°C)	备注
Q235 20R	600 ~ 650	
16Mn 16MnR	600 ~ 650	
15MnV 15MnVR	550 ~ 590	
高强钢	550 ~ 580	参考值，应经试验后确定

7.2.2 碳素钢、低合金钢钢管、岔管在炉内作整体热处理时，工件入炉或出炉时，炉内温度应低于 300°C，其加热速度、恒温时间及冷却速度，应按下列要求控制：

- a. 加热速度：升温至 300℃后，加热速度不应超过  $220 \times \frac{25}{\delta}$  °C/h，且不大于 220°C/h，不小于 50°C/h；
- b. 恒温时间：碳素钢每毫米壁厚需  $2 \sim 2 \frac{1}{2}$  min，且不少于 30min，保温时各部温差不得超过 50°C；
- c. 冷却速度：恒温后的冷却速度不应超过  $275 \times \frac{25}{\delta}$  °C/h，且不大于 275°C/h，不小于 50°C/h。300°C以下可自然冷却。

上面式中  $\delta$  为焊接接头的最大板厚 (mm)。

7.2.3 碳素钢、低合金钢钢管、岔管在炉内作整体热处理确有困难时，允许采用局部热处理。一类焊缝加热宽度应从焊缝中心算起，两侧应为各焊接区板厚的 6 倍以上；二类焊缝加热宽度应从焊缝侧算起，两侧宽度各不小于板厚 3 倍。加温、保温、降温速度和时间与炉内整体热处理相同，内外壁温度应力求均匀，在加热带以外部位应予保温，以减少温度梯度，防止产生更大的热应力和影响母材的组织及性能。

7.2.4 高强钢钢管、岔管热处理前应作严格试验，确定热处理规范，热处理后钢材性能应满足设计要求，不得出现回火脆性和再热裂纹。

7.2.5 整体或局部热处理后，均应提供热处理曲线。采用同一焊接工艺焊接的同一牌号钢材的钢管和岔管，用同一规范进行热处理。作局部热处理后至少应提供一次热处理后消应效果和硬度测定记录；作整体热处理后，至少应提供一块随炉试板，试板的机械性能应符合设计要求。高强钢试板应酌量增加。

## 8 压力钢管防腐蚀

### 8.1 表面预处理

8.1.1 钢管表面预处理前应将油污、焊渣等污物清除干净。

8.1.2 表面预处理应采用喷射或抛射除锈，所用的磨料应清洁干燥，喷射用的压缩空气应经过滤，除去油水。

8.1.3 明管、埋管内壁经喷射或抛射除锈后，除锈等级应符合 GB 8923—88《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》标准中规定的 Sa2  $\frac{1}{2}$  级，应用照片目视比较评定。GB 8923—88 标准中的各除锈等级的要求内容见附录 F。表面粗糙度应达到 Ra40 ~ 70 $\mu$ m，用样板目视比较评定或仪器测定。

8.1.4 明管、埋管外壁经喷射或抛射除锈后，其除锈等级根据设计规定采用水泥浆防腐蚀或涂料防腐蚀的不同，达到表 8.1.4 中所规定的除锈等级标准。

表 8.1.4

部 位	防腐蚀手段	应达到的除锈等级
明管外壁	喷涂涂料	Sa2 $\frac{1}{2}$
埋管外壁	喷涂水泥浆	Sa1

8.1.5 钢管除锈后，应用干燥的压缩空气吹净，或用吸尘器清除灰尘，涂装前如发现钢板表面污染或返锈，应重新处理到原除锈等级。

8.1.6 当空气中相对湿度超过 85%、环境气温低于 5℃和钢板表面温度预计将低于大气露点以上 3℃时,不得进行除锈。

## 8.2 涂料涂装

8.2.1 经除锈后的钢材表面应尽快涂装,一般宜在 4h 内涂装,晴天和正常大气条件下,最长不应超过 24h。

8.2.2 使用的涂料应符合图样规定,涂装层数、每层厚度、逐层涂装间隔时间、涂料调配方法和涂装注意事项,应按设计文件或厂家说明书规定进行。

8.2.3 在环缝两侧各 200mm 范围内,应先涂装焊接时不会对焊缝质量产生不良影响的车间底漆,以免坡口生锈。环缝焊后,对焊缝区进行二次除锈,用人工涂刷或小型高压喷漆机喷涂涂料,达到规定厚度。

8.2.4 当空气中相对湿度超过 85%、钢板表面温度低于大气露点以上 3℃或高于 60℃以及环境温度低于 10℃时,均不得进行涂装。

## 8.3 涂料涂层质量检查

8.3.1 涂装时如发现漏涂、流挂、皱皮等缺陷应及时处理,并用湿膜测厚仪测定湿膜厚度。每层涂装前应对上一层涂层外观进行检查。

8.3.2 涂装后进行外观检查,应表面光滑,颜色一致,无皱皮、起泡、流挂、漏涂等缺陷。水泥浆涂层,厚度应基本一致,沾着牢固,不起粉状。

8.3.3 涂层内部质量应符合下列规定:

a. 漆膜厚度用磁性测厚仪测定,在单节钢管的两端和中间的圆周上每隔 1.5m 测一点,漆膜厚度应满足两个 85%,即 85%的测点厚度应达到设计要求,达不到厚度的测点,其最小厚度值应不低于设计厚度的 85%;

b. 用针孔检测仪,按设计规定的电压值检测针孔,发现针孔,用砂纸砂轮机打磨补涂;

c. 漆膜厚度不足或有针孔,返修固化后,应复查,不合格的要再次返修,直至合格;

d. 附着力检查,使用硬质刀具在涂层上划一个尖角为 60°(即 60°形)的切口进行抽查,应划透涂层直达基材,用胶带粘划口部分,撕掉胶带后观察划痕处,涂层应无剥落。也可用在同一条件下喷涂的样板上进行检查。

## 8.4 金属喷涂

8.4.1 金属喷涂用的锌丝、铝丝应符合下列要求:

a. 锌丝纯度宜为 99.99%,不得低于 99.95%,铝丝纯度不得低于 99.5%;

b. 锌丝、铝丝应光洁、无锈、无油、无折痕,直径为 2.0~3.0mm。

8.4.2 喷涂厚度:喷铝层直为 120~150 $\mu\text{m}$ ,喷锌层宜为 120~250 $\mu\text{m}$ ,如图样另有规定,则按图样规定执行。

8.4.3 经除锈后,钢材表面应尽快喷涂,一般宜在 2h 内喷涂,在晴天和正常大气条件下最长不应超过 12h。

8.4.4 当空气中相对湿度超过 85%,钢板表面温度低于大气露点以上 3℃以及环境温度低于 5℃时均不得进行喷涂。

8.4.5 喷涂应力求均匀,一般宜分二次喷涂,二次喷涂的喷束应垂直交叉覆盖。

- 8.4.6 喷涂完，涂层经检查合格，应及时用图样规定的涂料进行封闭；涂装前将涂层表面灰尘清理干净，涂装宜在涂层尚有一定温度时进行，如涂层已冷却，可将涂料适当加温。
- 8.4.7 金属喷涂完应进行外观检查，涂层表面应均匀，无杂物、起皮、鼓泡、孔洞、凹凸不平、粗颗粒、掉块及裂纹等现象。遇有少量夹杂可用刀具剔刮，如缺陷面积较大，应铲除重喷。
- 8.4.8 金属涂层的厚度测定，结合性能检查方法见附录 G。

## 9 水压试验

### 9.1 基本规定

- 9.1.1 水压试验的试验压力值应按图样或设计技术文件规定执行。
- 9.1.2 明管或岔管试压时，应缓缓升压至工作压力，保持 10min；对钢管进行检查，情况正常，继续升至试验压力，保持 5min，再下降至工作压力，保持 30min，并用 0.5 ~ 1.0kg 小锤在焊缝两侧各 15 ~ 20mm 处轻轻敲击，整个试验过程中应无渗水和其他异常情况。

### 9.2 岔管水压试验

- 9.2.1 下列岔管应作水压试验：
- 首次使用新钢种制造的岔管；
  - 新型结构的岔管；
  - 高水头岔管；
  - 高强度钢制造的岔管。
- 9.2.2 一般常用岔管需否作水压试验按设计规定执行。

### 9.3 明管水压试验

- 9.3.1 明管应作水压试验，可作整条或分段水压试验。分段长度和试验压力由设计单位提供。
- 9.3.2 明管安装后，作整体或分段水压试验确有困难，当采用的钢板性能优良、低温韧性高，施工时能严格按评定的焊接工艺施焊，纵、环缝按 100% 无损探伤，应焊后热处理的焊缝进行了热处理，并经上级主管部门批准可不作水压试验。
- 9.3.3 单节明管如符合 9.3.2 条规定也可不作水压试验。
- 9.3.4 试压时水温应在 5℃ 以上。

## 10 包装、运输

- 10.0.1 钢管瓦片应成节配套、运输，并绑扎牢固，防止倾倒。支承环、加劲环、连接板等应绑扎成捆运输，并用油漆标明名称及编号。
- 10.0.2 为防止瓦片在运输过程中变形，可加临时支撑。支撑不得直接焊于瓦片上，应通过工具卡和螺栓等连接件加以固定。

## 11 交接验收

- 11.0.1 压力钢管工程竣工后，应进行工程验收，制造与安装的质量应符合图样和本规范的规定。

11.0.2 交接验收时，施工单位应提供下列资料：

- a. 压力钢管工程竣工图样；
- b. 主要材料出厂质量证明书；
- c. 制造、安装时最终检查和试验的测定记录；
- d. 参加压力钢管一、二类焊缝焊接的焊工名单及代号；
- e. 设计修改通知单；
- f. 焊缝无损探伤报告；
- g. 重大缺陷处理记录和有关会议纪要。



# 标准规范三 建筑给水硬聚氯乙烯 管道设计与施工验收规程

CECS41:92

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了在建筑给水硬聚氯乙烯管道工程设计、施工及验收中，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，特制订本规程。

第 1.0.2 条 本规程适用于工业与民用建筑内生活给水管道系统的设计、施工及验收。给水温度不得大于  $45^{\circ}\text{C}$ ，给水压力不得大于  $0.60\text{MPa}$ 。给水管道不得用于消防给水管道，不得在建筑物内与消防给水管道相连。

第 1.0.3 条 给水管道的管材、管件应符合国家标准《给水用硬聚氯乙烯管材》和《给水用硬聚氯乙烯管件》的要求。用于建筑内部的管道宜采用  $1.0\text{MPa}$  等级的管材。胶粘剂应符合有关技术标准。

第 1.0.4 条 管道系统的设计、施工及验收除执行本规程外，还应符合国家标准《建筑给水排水设计规范》、《采暖与卫生工程施工及验收规范》和其他有关标准、规范或规定。

## 第二章 设 计

### 第一节 管道布置和敷设

第 2.1.1 条 管道一般宜明设，但在管道可能受到碰撞的场所，宜暗设或采取保护措施。

第 2.1.2 条 明敷的给水立管宜布置在给水量大的卫生器具或设备附近的墙边、墙角或立柱处。

第 2.1.3 条 给水管道不得穿越卧室、贮藏室，不得穿越烟道、风道。

第 2.1.4 条 给水管道敷设于室外明露和寒冷地区室内不采暖的房间内时，在有可能冰冻或阳光照射处应采用轻质材料隔热保温。

第 2.1.5 条 水箱（池）的进水管、出水管、排污管、自水箱（池）至阀门间的管段应采用金属管。

第 2.1.6 条 管道穿过地下室的外墙处应设金属防水柔性套管。

第 2.1.7 条 管道穿过屋面处，应采取有效的防水措施。

第 2.1.8 条 明敷管道与给水栓连接处应采取加固措施。

第 2.1.9 条 给水管道与其他管道内沟（架）平行敷设时，宜沿沟（架）边布置；上下平行敷设时，不得敷设在热水或蒸汽管的上面，且平面位置应错开；与其他管道交叉敷设时，应采取保护措施或用金属套管保护。

第 2.1.10 条 给水管道应远离热源，立管距灶边净距不得小于  $400\text{mm}$ ，与供暖管道的净距不得小于  $200\text{mm}$ ，且不得因热源辐射使管外壁温度高于  $40^{\circ}\text{C}$ 。

第 2.1.11 条 工业建筑和公共建筑中管道直线长度大于 20m 时,应采取补偿管道胀缩的措施。

第 2.1.12 条 支管与干管、支管与设备容器的连接应利用管道折角自然补偿管道的伸缩,最小自由臂的长度可按第 2.1.15 条计算确定。

第 2.1.13 条 管道伸缩长度可按式 2.1.13 确定:

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha \quad (2.1.13)$$

式中  $\Delta L$ ——管道伸缩长度 (mm);

$\Delta T$ ——计算温差 (°C);

$L$ ——管段长度 (m);

$\alpha$ ——线膨胀系数 (mm/m·°C),一般可取 0.07。

第 2.1.14 条 管道计算温差可按式 2.1.14 确定:

$$\Delta T = 0.65\Delta t_s + 0.10\Delta t_g \quad (2.1.14)$$

式中  $\Delta T$ ——管道计算温差 (°C);

$\Delta t_s$ ——管道内水的最大变化温差 (°C);

$\Delta t_g$ ——管道外空气的最大变化温差 (°C)。

第 2.1.15 条 最小自由臂长度可按式 2.1.15 确定:

$$L_z = K \cdot \sqrt{\Delta L \cdot d} \quad (2.1.15)$$

式中  $L_z$ ——自由臂最小长度 (mm);

$\Delta L$ ——自固定支点起管道伸缩长度 (mm),可按本规程式 2.1.13 计算确定;

$d$ ——管道外径 (mm);

$K$ ——材料比例系数,一般可取 33。

第 2.1.16 条 建筑物内立管穿越楼板和屋面处应为固定支承点。

## 第二节 管道水力计算

第 2.2.1 条 给水管道沿程水头损失可按图 2.2.1 确定;局部水头损失可按沿程水头损失的 25% 计。

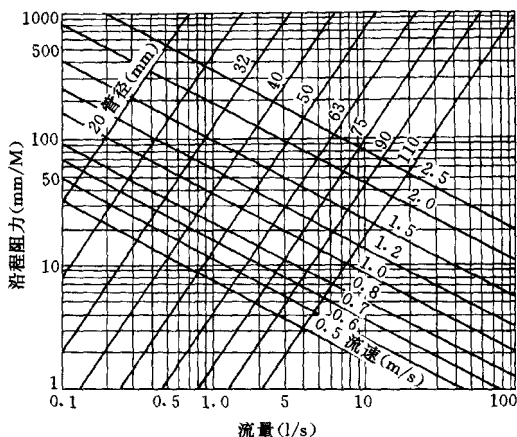


图 2.2.1 建筑给水硬聚氯乙烯管道水力计算图 (公称压力 1.0MPa)

## 第三章 材 料

### 第一节 一般规定

第 3.1.1 条 生活饮用水塑料管道选用的管材和管件应具备卫生检验部门的检验报告或认证文件。

第 3.1.2 条 管材和管件应具有质量检验部门的质量合格证，并应有明显标志标明生产厂的名称和规格。包装上应标有批号、数量、生产日期和检验代号。

第 3.1.3 条 胶粘剂必须标有生产厂名称、出厂日期、有效使用期限、出厂合格证和使用说明书。

### 第二节 质量要求与检验

第 3.2.1 条 管材与管件的外观质量应符合下列规定：

- 一、管材和管件的颜色应一致，无色泽不均及分解变色线；
- 二、管材和管件的内外壁应光滑、平整、无气泡、裂口、裂纹、脱皮和严重的冷斑及明显的痕迹、凹陷；
- 三、管材轴向不得有异向弯曲，其直线度偏差应小于 1%；管材端口必须平整，并垂直于轴线；
- 四、管件应完整，无缺损、变形，合模缝、浇口应平整，无开裂。

第 3.2.2 条 管材和管件的物理力学性能应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 管材、管件的物理力学性能

项 目	单 位	指 标	
		管 材	管 件
比 重		1.35 ~ 1.46	1.35 ~ 1.46
拉伸强度	MPa	≥45.0	
维卡软化温度	℃	≥76	≥72
液压试验		4.2 倍公称压力	4.2 倍公称压力
纵向回缩率	%	≤5	
扁平试验		无裂缝	
丙酮浸泡		无分层及碎裂	
落锤冲击试验		1.0℃，10 次冲击无破裂 2.0℃，冲击 TIR * < 5% 20℃，冲击 TIR < 10%	
吸水性	g/m <sup>2</sup>	≤40.0	≤40.0

续表

项 目	单 位	指 标	
		管 材	管 件
坠落试验			试样无破裂
烘箱试验			无任何起泡或拼缝线开裂现象

注：① \* TIR 为实际冲击率；

②表中项目检测方法参照国家标准《给水用硬聚氯乙烯管材》和《给水用硬聚氯乙烯管件》执行。

第 3.2.3 条 管材在同一截面的壁厚偏差不得超过 14%；管材的外径、壁厚及其公差应符合表 3.2.3-1 的规定。

表 3.2.3-1 管材尺寸及公差 (mm)

外 径 ( $d_e$ )		壁 厚			
		公称压力 0.63MPa		公称压力 1.0MPa	
基本尺寸	公 差	基本尺寸	公 差	基本尺寸	公 差
20	+ 0.30 0.00	1.6	+ 0.40 0.00	1.9	+ 0.40 0.00
25	+ 0.30 0.00	1.6	+ 0.40 0.00	1.9	+ 0.40 0.00
32	+ 0.30 0.00	1.6	+ 0.40 0.00	1.9	+ 0.40 0.00
40	+ 0.30 0.00	1.6	+ 0.40 0.00	1.9	+ 0.40 0.00
50	+ 0.30 0.00	1.6	+ 0.40 0.00	2.4	+ 0.50 0.00
63	+ 0.30 0.00	2.0	+ 0.40 0.00	3.0	+ 0.50 0.00
75	+ 0.30 0.00	2.3	+ 0.50 0.00	3.6	+ 0.60 0.00
90	+ 0.30 0.00	2.8	+ 0.50 0.00	4.3	+ 0.70 0.00
110	+ 0.40 0.00	3.4	+ 0.60 0.00	5.3	+ 0.80 0.00

表 3.2.3-2 塑料管外径与公称直径对照关系

塑料管外径 (mm)	20	25	32	40	50	63	75	90	110
公称直径 (in)	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
公称直径 (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100

第 3.2.4 条 管件的壁厚不得小于相应管材的壁厚。

第 3.2.5 条 管材和管件的承插粘接面，必须表面平整、尺寸准确，以保证接口的密封性能。其承口尺寸应符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 管材、管件承口尺寸 (mm)

承口内径	承口长度	承口中部的平均内径	
		最小值	最大值
20	16.0	20.1	20.3
25	18.5	25.1	25.3
32	22.0	32.1	32.3
40	26.0	40.1	40.3
50	31.0	50.1	50.3
63	37.5	63.1	63.3
75	43.5	75.1	75.3
90	51.0	90.1	90.3
110	61.0	110.1	110.4

第 3.2.6 条 塑料管道与金属管配件连接的塑料转换接头所承受的强度试验压力不应低于管道的试验压力，其所能承受的水密性试验压力不应低于管道系统的工作压力；其螺纹应符合现行国家标准《可锻铸铁管路连接件型式尺寸管件结构尺寸表》的规定，螺纹应完整，如有断丝或缺丝，不得大于螺纹全扣数的 10%。不得在塑料管材及管件上直接套丝。

第 3.2.7 条 胶粘剂应呈自由流动状态，不得为凝胶体，在未搅拌的情况下，不得有分层现象和析出物出现；不宜稀释。

第 3.2.8 条 胶粘剂内不得有团块、不溶颗粒和其他影响胶粘剂粘接强度的杂质。

第 3.2.9 条 胶粘剂中不得含有毒和利于微生物生长的物质，不得对饮用水的味、嗅及水质有任何影响。

第 3.2.10 条 胶粘剂的性能必须符合下列规定：

一、管径  $\leq 63\text{mm}$ ；粘度  $\geq 0.09\text{Pa}\cdot\text{s}$  (23℃)；

管径  $\geq 75\text{mm}$ ；粘度  $\geq 0.5\text{Pa}\cdot\text{s}$  (23℃)。

二、剪切强度  $\geq 6.1\text{MPa}$  (23℃，固化 72h 后)。

三、最低静压水密性强度：4.2 + 0.20 倍公称压力下保持 15min 不漏水。

第 3.2.11 条 管材和管件应在同一批中抽样进行规格尺寸及必要的外观性能检查。如不能达到规定的质量要求，应按国家标准《给水用硬聚氯乙烯管材》和《给水用硬聚氯乙烯管件》，由指定的检测单位进行检验。

第 3.2.12 条 不得使用有损坏迹象的材料。长期存放的材料，在使用前必须进行外观检查，若发现异常，应进行技术鉴定或复检。

### 第三节 贮 运

第 3.3.1 条 管材应按不同规格分别进行捆扎，每捆长度应一致，且重量不宜超过 50kg；管件应

按不同品种、规格分别装箱，均不得散装。

第 3.3.2 条 搬运管材和管件时，应小心轻放，避免油污。严禁剧烈撞击、与尖锐物品碰触、抛摔滚拖。在寒冷地区的冬季，需特别注意。

第 3.3.3 条 管材和管件应存放在通风良好、温度不超过 40℃ 的库房或简易棚内，不得露天存放；距离热源不小于 1m。

第 3.3.4 条 管材应水平堆放在平整的支垫物上。支垫物宽度不应小于 75mm，间距不应大于 1m；外悬端部不应超过 0.5m，堆置高度不得超过 1.5m。管件应逐层码放，不得叠置过高。

第 3.3.5 条 胶粘剂和丙酮等清洁剂应存放于危险品仓库中。现场存放处应阴凉干燥，安全可靠，严禁明火。

## 第四章 施 工

### 第一节 一般规定

第 4.1.1 条 管道的安装工程，施工前应具备下列条件：

- 一、设计图纸及其他技术文件齐全，并业经会审；
- 二、按批准的施工方案或施工组织设计，已进行技术交底；
- 三、材料、施工力量、机具等能保证正常施工；
- 四、施工场地及施工用水、用电、材料贮放场地等临时设施，能满足施工需要。

第 4.1.2 条 管道安装前，应了解建筑物的结构，熟悉设计图纸、施工方案及其他工种的配合措施。安装人员必须熟悉硬聚氯乙烯管的一般性能，掌握基本的操作要点，严禁盲目施工。

第 4.1.3 条 施工现场与材料存放处温差较大时，应于安装前将管材和管件在现场放置一定的时间，使其温度接近施工现场的环境温度。

第 4.1.4 条 管道系统安装前，应对材料的外观和接头配合的公差进行仔细的检查，必须清除管材及管件内外的污垢和杂物。

第 4.1.5 条 管道系统安装过程中，应防止油漆、沥青等有机污染物与硬聚氯乙烯管材、管件接触。

第 4.1.6 条 管道系统安装间断或完毕的敞口处，应随时封堵。

第 4.1.7 条 管道穿墙壁、楼板及嵌墙暗敷时，应配合土建预留孔槽。其尺寸设计无规定时，应按下列规定执行：

- 一、预留孔洞尺寸宜较管外径大 50 ~ 100mm；
- 二、嵌墙暗管墙槽尺寸的宽度宜为  $d_c + 60\text{mm}$ ，深度宜为  $d_c + 30\text{mm}$ ；
- 三、架空管顶上部的净空不宜小于 100mm。

第 4.1.8 条 管道穿过地下室或地下构筑物外墙时，应采取严格的防水措施。

第 4.1.9 条 塑料管道之间的连接宜采用胶粘剂粘接；塑料管与金属管配件、阀门等的连接应采用螺纹连接或法兰连接。

第 4.1.10 条 管道的粘接接头应牢固，连接部位应严密无孔隙；螺纹管件应清洁不乱丝，螺接应紧固，并留有 2 ~ 3 扣螺纹。

第 4.1.11 条 管道系统的横管宜有 2‰ ~ 5‰ 的坡度坡向泄水装置。

第 4.1.12 条 管道系统的坐标、标高的允许偏差应符合表 4.1.12 的规定。

表 4.1.12 管道的坐标和标高的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差	
坐标	室 外	埋 地	50
		架空或地沟	20
	室 内	埋 地	15
		架空或地沟	10
标高	室 外	埋 地	± 15
		架空或地沟	± 10
	室 内	埋 地	± 10
		架空或地沟	± 5

第 4.1.13 条 水平管道的纵、横方向的弯曲，立管垂直度，平行管道和成排阀门的安装应符合表 4.1.13 的规定。

第 4.1.14 条 饮用水管道在使用前应采用每升水中含 20 ~ 30mg 的游离氯的清水灌满管道进行消毒。含氯水在管中应静置 24h 以上。消毒后，再用饮用水冲洗管道，并经卫生部门取样检验符合现行的国家标准《生活饮用水卫生标准》后，方可使用。

表 4.1.13 管道和阀门安装允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	
1	水平管道纵、横方向弯曲	每 米	5
		每 10 米	≠ 10
		室外架空、地沟、埋地每 10 米	≠ 15
2	立管垂直度	每 米	3.0
		高度超过 5 米	≠ 10
		10 米以上，每 10 米	≠ 10
3	平行管道和成排阀门	在同一直线上间距	3

## 第二节 塑料管道配管与粘接

第 4.2.1 条 管道系统的配管与管道粘接应按下列步骤进行：

- 一、按设计图纸的坐标和标高放线，并绘制实测施工图；
- 二、按实测施工图进行配管，并进行预装配；
- 三、管道粘接；
- 四、接头养护。

第 4.2.2 条 配管应符合下列规定：

- 一、断管工具宜选用细齿锯、割刀或专用断管机具；
- 二、断管时，断口应平整，并垂直于管轴线；
- 三、应去掉断口处的毛刺和毛边，并倒角。倒角坡度宜为 10° ~ 15°，倒角长度宜为 2.5 ~ 3.0mm；

四、配管时，应对承插口的配合程度进行检验。将承插口进行试插，自然试插深度以承口长度的1/2~2/3为宜，并作出标记。

第4.2.3条 管道的粘接连接应符合下列规定：

一、管道粘接不宜在湿度很大的环境下进行，操作场所应远离火源、防止撞击和阳光直射。在-20℃以下的环境中不得操作；

二、涂抹胶粘剂应使用鬃刷或尼龙刷。用于擦揩承插口的干布不得带有油腻及污垢；

三、在涂抹胶粘剂之前，应先用干布将承、插口处粘接表面擦净。若粘接表面有油污，可用干布蘸清洁剂将其擦净。粘接表面不得沾有尘埃、水迹及油污；

四、涂抹胶粘剂时，必须先涂承口，后涂插口。涂抹承口时，应由里向外。胶粘剂应涂抹均匀，并适量；

五、涂抹胶粘剂后，应在20s内完成粘接。若操作过程中，胶粘剂出现干涸，应在清除干涸的胶粘剂后，重新涂抹；

六、粘接时，应将插口轻轻插入承口中，对准轴线，迅速完成。插入深度至少应超过标记。插接过程中，可稍做旋转，但不得超过1/4圈。不得插到底后进行旋转；

七、粘接完毕，应即刻将接头处多余的胶粘剂擦揩干净。

第4.2.4条 初粘接好的接头，应避免受力，须静置固化一定时间，牢固后方可继续安装。

第4.2.5条 在零度以下粘接操作时，不得使胶粘剂结冻。不得采用明火或电炉等加热装置加热胶粘剂。

### 第三节 塑料管与金属管配件的螺接

第4.3.1条 塑料管与金属管配件采用螺纹连接的管道系统，其连接部位管道的管径不得大于63mm。

第4.3.2条 塑料管与金属管配件连接采用螺接时，必须采用注射成型的螺纹塑料管件。其管件螺纹部分的最小壁厚不得小于表4.3.2的规定。

表4.3.2 注射塑料管件螺纹处最小壁厚尺寸(mm)

塑料管外径	20	25	32	40	50	63
螺纹处厚度	4.5	4.8	5.1	5.5	6.0	6.5

第4.3.3条 注射成型的螺纹塑料管件与金属管配件螺接时，宜将塑料管件作为外螺纹，金属管配件为内螺纹，若塑料管件作为内螺纹，则宜使用在注射螺纹端外部嵌有金属加固圈的塑料连接件。

第4.3.4条 注射成型的螺纹塑料管件与金属管配件螺接，宜采用聚四氟乙烯生料带作为密封填充物，不宜使用厚白漆、麻丝。

### 第四节 室内管道的敷设

第4.4.1条 室内明敷管道应在土建粉饰完毕后进行安装。安装前应首先复核预留孔洞的位置是否正确。

第4.4.2条 管道安装前，宜按要求先设置管卡。位置应准确；理设应平整、牢固；管卡与管道接触应紧密，但不得损伤管道表面。

第4.4.3条 若采用金属管卡固定管道时，金属管卡与塑料管间应采用塑料带或橡胶物隔垫，不



得使用硬物隔垫。

第 4.4.4 条 在金属管配件与塑料管连接部位，管卡应设置在金属管配件一端，并尽量靠近金属管配件。

第 4.4.5 条 塑料管道的立管和水平管的支撑间距不得大于表 4.4.5 的规定。

表 4.4.5 塑料管道的最大支撑间距 (mm)

外径	20	25	32	40	50	63	75	90	110
水平管	500	550	650	800	950	1100	1200	1350	1550
立管	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400

第 4.4.6 条 塑料管道穿过楼板时，必须设置套管，套管可采用塑料管；穿屋面时必须采用金属套管。套管应高出地面、屋面不小于 100mm，并采取严格的防水措施。

第 4.4.7 条 管道敷设严禁有轴向扭曲。穿墙或楼板时不得强制校正。

第 4.4.8 条 塑料管道与其他金属管道并行时，应留有一定的保护距离。若设计无规定时，净距不宜小于 100mm。并行时，塑料管道宜在金属管道的内侧。

第 4.4.9 条 室内暗敷的塑料管道墙槽必须采用 1:2 水泥砂浆填补。

第 4.4.10 条 在塑料管道的各配水点、受力点处，必须采取可靠的固定措施。

## 第五节 埋地管道的铺设

第 4.5.1 条 室内地坪  $\pm 0.00$  以下塑料管道铺设宜分为两段进行。先进行地坪  $\pm 0.00$  以下室基础墙外壁段的铺设；待土建施工结束后，再进行户外连接管的铺设。

第 4.5.2 条 室内地坪以下管道铺设应在土建工程回填土夯实以后，重新开挖进行。严禁在回填土之前或未经夯实的土层中铺设。

第 4.5.3 条 铺设管道的沟底应平整，不得有突出的尖硬物体。土壤的颗粒径不宜大于 12mm，必要时可铺 100mm 厚的砂垫层。

第 4.5.4 条 埋地管道回填时，管周回填土不得夹杂尖硬物直接与塑料管壁接触。应先用砂土或颗粒径不大于 12mm 的土壤回填至管顶上侧 300mm 处，经夯实后方可回填原土。室内埋地管道的埋置深度不宜小于 300mm。

第 4.5.5 条 塑料管出地坪处应设置护管，其高度应高出地坪 100mm。

第 4.5.6 条 塑料管在穿基础墙时，应设置金属套管。套管与基础墙预留孔上方的净空高度，若设计无规定时不应小于 100mm。

第 4.5.7 条 塑料管道在穿越街坊道路，覆土厚度小于 700mm 时，应采取严格的保护措施。

## 第六节 安全生产

第 4.6.1 条 胶粘剂及清洁剂的封盖应随用随开，不用时应立即盖严；严禁非操作人员使用。

第 4.6.2 条 管道粘接操作场所，禁止明火和吸烟；通风必须良好。集中操作场所，宜设置排风设施。

第 4.6.3 条 管道粘接时，操作人员应站在上风向，并应配戴防护手套、眼镜和口罩等，避免皮肤、眼睛与胶粘剂直接接触。

第 4.6.4 条 冬季施工，应采取防寒、防冻措施。操作场所应保持室内空气流通，不得密闭。

第 4.6.5 条 管道严禁攀踏、系安全绳、搁搭脚手板、用作支撑或借作他用。

## 第五章 检验与验收

第 5.0.1 条 管道系统,应根据工程施工的特点,进行中间验收和竣工验收。中间验收应由施工单位会同建设单位进行;竣工验收应由主管单位组织施工、设计、建设和有关单位联合进行。并应做好记录、签署文件、立卷归档。

第 5.0.2 条 隐蔽工程在隐蔽之前,必须进行水压试验。施工完毕的管道系统,必须进行严格的水压试验和通水能力检验。冬季进行水压试验和通水能力检验时,应采取可靠的防冻措施。

第 5.0.3 条 管道系统的水压试验应符合下列规定:

- 一、试验压力应为管道系统工作压力的 1.5 倍,但不得小于 0.6MPa。
- 二、对粘接连接的管道,水压试验必须在粘接连接安装 24h 后进行。
- 三、水压试验之前,对试压管道应采取安全有效的固定和保护措施,但接头部位必须明露。
- 四、水压试验步骤:

1. 将试压管道末端封堵,缓慢注水,同时将管道内气体排出;
2. 充满水后,进行水密性检查;
3. 加压宜采用手动泵缓慢升压,升压时间不得小于 10min;
4. 升至规定试验压力后,停止加压,稳压 1h,观察接头部位是否有漏水现象;
5. 稳压 1h 后,补压至规定的试验压力值,15min 内的压力降不超过 0.05MPa 为合格。

第 5.0.4 条 竣工验收时,应具备下列文件:

- 一、施工图、竣工图及设计变更文件;
- 二、主要材料、制品、零件的出厂合格证或检验记录;
- 三、隐蔽工程验收记录和中间试验记录;
- 四、水压试验和通水能力检验记录;
- 五、生活饮用水管道的通水清洗和消毒记录;
- 六、工程质量事故处理记录;
- 七、工程质量检验评定记录。

第 5.0.5 条 竣工质量应符合设计要求和本规程的有关规定。竣工验收时,应重点检查和检验下列项目:

- 一、坐标、标高和坡度的正确性;
- 二、连接点或接口的整洁、牢固和密封性;
- 三、支承件和管卡的安装位置和牢固性;
- 四、给水系统的通水能力检验,按设计要求同时开放的最大数量的配水点是否全部达到额定流量;
- 五、对有特殊要求的建筑物,可根据管道布置,分层、分段进行通水能力检验;
- 六、仪表的灵敏度和阀门启闭的灵活性。

# 标准规范四 给水排水管道 工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of  
water supply and sewerage pipelines

GB 50268—97

## 关于发布国家标准《给水排水管道工程 施工及验收规范》的通知

建标 [ 1997 ] 279 号

根据国家计委计综合 [ 1990 ] 160 号文的要求,由建设部会同有关部门共同制订的《给水排水管道工程施工及验收规范》,已经有关部门会审。现批准《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268—97)为强制性国家标准,自 1998 年 5 月 1 日起施行。

本规范由建设部负责管理,具体解释等工作由北京市市政工程局负责,出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部

1997 年 10 月 5 日

### 编 制 说 明

本规范是根据国家计委计综合 [ 1990 ] 160 号和建设部 ( 90 ) 建标技字第 9 号文的要求,由我部城市建设司主管,由北京市市政工程局主编,会同上海市市政工程管理局长、天津市市政工程局、西安市市政工程管理局长、上海市自来水公司、天津市自来水公司、天津市自来水工程公司、武汉市自来水公司、北京建筑工程学院、铁道部第四工程局、冶金部包头冶金建筑研究所、吉林市自来水公司共同编制而成。

在本规范的编制过程中,规范编制组进行了广泛的调查研究,认真总结我国各地区给水排水管道工程施工的实践经验,参考了有关国内和国外标准,广泛征求了全国有关单位的意见,邀请了有关部门的专家进行函审,在函审的基础上,在北京召开审定会议。最后,由我部会同有关部门审查定稿。

鉴于本规范系初次编制,在执行过程中,希望各单位结合工程实践和科学研究,认真总结经验,注意积累资料。如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄交北京市市政工程局(地址:北京市复兴门外南礼士路 17 号,邮政编码:100045),以供今后修订时参考。

中华人民共和国建设部

1997 年 6 月 24 日

## 1 总 则

- 1.0.1 为加强给水排水管道工程的施工管理，提高技术水平，确保工程质量，安全生产，节约材料，提高经济效益，特制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于城镇和工业区的室外给水排水管道工程的施工及验收。
- 1.0.3 给水排水管道工程应按设计文件和施工图施工。变更设计应经过设计单位同意。
- 1.0.4 给水排水管道工程的管材、管道附件等材料，应符合国家现行的有关产品标准的规定，并具有出厂合格证。用于生活饮用水的管道，其材质不得污染水质。
- 1.0.5 给水排水管道工程施工，应遵守国家和地方有关安全、劳动保护、防火、防爆、环境和文物保护等方面的规定。
- 1.0.6 给水排水管道工程施工及验收除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行的有关标准、规范的规定。

## 2 施 工 准 备

- 2.0.1 给水排水管道工程施工前应由设计单位进行设计交底。当施工单位发现施工图有错误时，应及时向设计单位提出变更设计的要求。
- 2.0.2 给水排水管道工程施工前，应根据施工需要进行调查研究，并应掌握管道沿线的下列情况和资料：
- 2.0.2.1 现场地形、地貌、建筑物、各种管线和其他设施的情况；
- 2.0.2.2 工程地质和水文地质资料；
- 2.0.2.3 气象资料；
- 2.0.2.4 工程用地、交通运输及排水条件；
- 2.0.2.5 施工供水、供电条件；
- 2.0.2.6 工程材料、施工机械供应条件；
- 2.0.2.7 在地表水水体中或岸边施工时，应掌握地表水的水文和航运资料。在寒冷地区施工时，尚应掌握地表水的冻结及流冰的资料；
- 2.0.2.8 结合工程特点和现场条件的其他情况和资料。
- 2.0.3 给水排水管道工程施工前应编制施工组织设计。施工组织设计的内容，主要应包括工程概况、施工部署、施工方法、材料、主要机械设备的供应、保证施工质量、安全、工期、降低成本和提高经济效益的技术组织措施、施工计划、施工总平面图以及保护周围环境的措施等。对主要施工方法，尚应分别编制施工设计。
- 2.0.4 施工测量应符合下列规定：
- 2.0.4.1 施工前，建设单位应组织有关单位向施工单位进行现场交桩；
- 2.0.4.2 临时水准点和管道轴线控制桩的设置应便于观测且必须牢固，并应采取保护措施。开槽铺设管道的沿线临时水准点，每200m不宜少于1个；
- 2.0.4.3 临时水准点、管道轴线控制桩、高程桩，应经过复核方可使用，并应经常校核；
- 2.0.4.4 已建管道、构筑物等与本工程衔接的平面位置和高程，开工前应校测。
- 2.0.5 施工测量的允许偏差，应符合表2.0.5的规定。

表 2.0.5

施工测量允许偏差

项 目		允许偏差
水准测量高程闭合差	平地	$\pm 20\sqrt{L}$ (mm)
	山地	$\pm 6\sqrt{n}$ (mm)
导线测量方位角闭合差		$\pm 40\sqrt{n}$ (")
导线测量相对闭合差		1/3000
直接丈量测距两次较差		1/5000

注：1.  $L$  为水准测量闭合路线的长度 (km)；

2.  $n$  为水准或导线测量的测站数。

### 3 沟槽开挖与回填

#### 3.1 施工排水

3.1.1 施工排水应编制施工设计，并应包括以下主要内容：

3.1.1.1 排水量的计算；

3.1.1.2 排水方法的选定；

3.1.1.3 排水系统的平面和竖向布置，观测系统的平面布置以及抽水机械的选型和数量；

3.1.1.4 排水井的构造，井点系统的组合与构造，排放管渠的构造、断面和坡度；

3.1.1.5 电渗排水所采用的设施及电极。

3.1.2 施工排水系统排出的水，应输送至抽水影响半径范围以外，不得影响交通，且不得破坏道路、农田、河岸及其他构筑物。

3.1.3 在施工排水过程中不得间断排水，并应对排水系统经常检查和维护。当管道不具备抗浮条件时，严禁停止排水。

3.1.4 施工排水终止抽水后，排水井及拔除井点管所留的孔洞，应立即用砂、石等材料填实；地下水静水位以上部分，可采用粘土填实。

3.1.5 冬期施工时，排水系统的管路应采取防冻措施；停止抽水后应立即将泵体及进出水管内的存水放空。

3.1.6 采取明沟排水施工时，排水井宜布置在沟槽范围以外，其间距不宜大于 150m。

3.1.7 在开挖地下水水位以下的土方前，应先修建排水井。

3.1.8 排水井的井壁宜加支护；当土层稳定、井深不大于 1.2m 时，可不加支护。

3.1.9 当排水井处于细砂、粉砂或轻亚粘土等土层时，应采取过滤或封闭措施。封底后的井底高程应低于沟槽槽底，且不宜小于 1.2m。

3.1.10 配合沟槽的开挖，排水沟应及时开挖及降低深度。排水沟的深度不宜小于 0.3m。

3.1.11 沟槽开挖至设计高程后宜采用盲沟排水。当盲沟排水不能满足排水量要求时，宜在排水沟内埋设管径为 150~200mm 的排水管。排水管接口处应留缝。排水管两侧和上部宜采用卵石或碎石回填。

3.1.12 排水管、盲沟及排水井的结构布置及排水情况，应作施工记录。

3.1.13 井点降水应使地下水水位降至沟槽底面以下，并距沟槽底面不应小于 0.5m。

3.1.14 井点孔的直径应为井点管外径加 2 倍管外滤层厚度。滤层厚度宜为 10~15cm。井点孔应垂

直，其深度应大于井点管所需深度，超深部分应采用滤料回填。

3.1.15 井点管的安装应居中，并保持垂直。填滤料时，应对井点管口临时封堵。滤料应沿井点管四周均匀灌入；灌填高度应高出地下水静水位。

3.1.16 井点管安装后，可进行单井或分组试抽水。根据试抽水的结果，可对井点设计进行调整。

3.1.17 轻型井点的集水总管底面及水泵基座的高程宜尽量降低。滤管的顶部高程，宜为井管处设计动水位以下不小于 0.5m。

3.1.18 井壁管长度的允许偏差应为  $\pm 100\text{mm}$ ；井点管安装高程的允许偏差应为  $\pm 100\text{mm}$ 。

## 3.2 沟槽开挖

3.2.1 管道沟槽底部的开挖宽度，宜按下式计算：

$$B = D_1 + 2(b_1 + b_2 + b_3) \quad (3.2.1)$$

式中  $B$ ——管道沟槽底部的开挖宽度 (mm)；

$D_1$ ——管道结构的外缘宽度 (mm)；

$b_1$ ——管道一侧的工作面宽度 (mm)，可按表 3.2.1 采用；

$b_2$ ——管道一侧的支撑厚度，可取 150~200mm；

$b_3$ ——现场浇筑混凝土或钢筋混凝土管渠一侧模板的厚度 (mm)；

表 3.2.1 管道一侧的工作面宽度 (mm)

管道结构的外缘宽度 $D_1$	管道一侧的工作面宽度 $b_1$	
	非金属管道	金属管道
$D_1 \leq 500$	400	300
$500 < D_1 \leq 1000$	500	400
$1000 < D_1 \leq 1500$	600	600
$1500 < D_1 \leq 3000$	800	800

注：1. 槽底需设排水沟时，工作面宽度  $b_1$  应适当增加；

2. 管道有现场施工的外防水层时，每侧工作面宽度宜取 800mm。

3.2.2 当地质条件良好、土质均匀，地下水位低于沟槽底面高程，且开挖深度在 5m 以内边坡不加支撑时，沟槽边坡最陡坡度应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

土的类别	边坡坡度 (高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土 (充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的轻亚粘土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土 (充填物为粘性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75

续表

土的类别	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
硬塑的亚粘土、粘土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土(经井点降水后)	1:1.00	—	—

注:1. 当有成熟施工经验时,可不受本表限制;

2. 在软土沟槽坡顶不宜设置静载或动载;需要设置时,应对土的承载力和边坡的稳定性进行验算。

3.2.3 当沟槽挖深较大时,应合理确定分层开挖的深度,并应符合下列规定:

3.2.3.1 人工开挖沟槽的槽深超过 3m 时应分层开挖,每层的深度不宜超过 2m;

3.2.3.2 人工开挖多层沟槽的层间留台宽度:放坡开槽时不应小于 0.8m,直槽时不应小于 0.5m,安装井点设备时不应小于 1.5m;

3.2.3.3 采用机械挖槽时,沟槽分层的深度应按机械性能确定。

3.2.4 沟槽每侧临时堆土或施加其他荷载时,应符合下列规定:

3.2.4.1 不得影响建筑物、各种管线和其他设施的安全;

3.2.4.2 不得掩埋消火栓、管道闸阀、雨水口、测量标志以及各种地下管道的井盖,且不得妨碍其正常使用;

3.2.4.3 人工挖槽时,堆土高度不宜超过 1.5m,且距槽口边缘不宜小于 0.8m。

3.2.5 采用坡度板控制槽底高程和坡度时,应符合下列规定:

3.2.5.1 坡度板应选用有一定刚度且不易变形的材料制作,其设置应牢固;

3.2.5.2 平面上呈直线的管道,坡度板设置的间距不宜大于 20m,呈曲线管道的坡度板间距应加密,井室位置、折点和变坡点处,应增设坡度板;

3.2.5.3 坡度板距槽底的高度不宜大于 3m。

3.2.6 当开挖沟槽发现已建的地下各类设施或文物时,应采取保护措施,并及时通知有关单位处理。

3.2.7 沟槽的开挖质量应符合下列规定:

3.2.7.1 不扰动天然地基或地基处理符合设计要求;

3.2.7.2 槽壁平整,边坡坡度符合施工设计的规定;

3.2.7.3 沟槽中心线每侧的净宽不应小于管道沟槽底部开挖宽度的一半;

3.2.7.4 槽底高程的允许偏差:开挖土方时应为  $\pm 20\text{mm}$ ;开挖石方时应为  $+20\text{mm}$ 、 $-200\text{mm}$ 。

### 3.3 沟槽支撑

3.3.1 沟槽支撑应根据沟槽的土质、地下水位、开槽断面、荷载条件等因素进行设计。支撑的材料可选用钢材、木材或钢材木材混合使用。

3.3.2 撑板支撑采用木材时,其构件规格应符合下列规定:

3.3.2.1 撑板厚度不宜小于 50mm,长度不宜大于 4m;

3.3.2.2 横梁或纵梁宜为方木,其断面不宜小于  $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ;

3.3.2.3 横撑宜为圆木,其梢径不宜小于 100mm。

3.3.3 撑板支撑的横梁、纵梁和横撑的布置应符合下列规定:

- 3.3.3.1 每根横梁或纵梁不得少于 2 根横撑；
- 3.3.3.2 横撑的水平间距宜为 1.5~2.0m；
- 3.3.3.3 横撑的垂直间距不宜大于 1.5m。
- 3.3.4 撑板支撑应随挖土的加深及时安装。
- 3.3.5 在软土或其他不稳定土层中采用撑板支撑时，开始支撑的开挖沟槽深度不得超过 1.0m；以后开挖与支撑交替进行，每次交替的深度宜为 0.4~0.8m。
- 3.3.6 撑板的安装应与沟槽槽壁紧贴，当有空隙时，应填实。横排撑板应水平，立排撑板应顺直，密排撑板的对接应严密。
- 3.3.7 横梁、纵梁和横撑的安装，应符合下列规定：
- 3.3.7.1 横梁应水平，纵梁应垂直，且必须与撑板密贴，联接牢固；
- 3.3.7.2 横撑应水平并与横梁或纵梁垂直，且应支紧，联接牢固。
- 3.3.8 采用横排撑板支撑，当遇有地下钢管道或铸铁管道横穿沟槽时，管道下面的撑板上缘应紧贴管道安装；管道上面的撑板下缘距管道顶面不宜小于 100mm。
- 3.3.9 采用钢板桩支撑，应符合下列规定：
- 3.3.9.1 钢板桩支撑可采用槽钢、工字钢或定型钢板桩；
- 3.3.9.2 钢板桩支撑按具体条件可设计为悬臂、单锚，或多层横撑的钢板桩支撑，并应通过计算确定钢板桩的入土深度和横撑的位置与断面；
- 3.3.9.3 钢板桩支撑采用槽钢作横梁时，横梁与钢板桩之间的孔隙应采用木板垫实，并应将横梁和横撑与钢板桩联接牢固。
- 3.3.10 支撑应经常检查。当发现支撑构件有弯曲、松动、移位或劈裂等迹象时，应及时处理。雨期及春季解冻时期应加强检查。
- 3.3.11 支撑的施工质量应符合下列规定：
- 3.3.11.1 支撑后，沟槽中心线每侧的净宽不应小于施工设计的规定；
- 3.3.11.2 横撑不得妨碍下管和稳管；
- 3.3.11.3 安装应牢固，安全可靠；
- 3.3.11.4 钢板桩的轴线位移不得大于 50mm；垂直度不得大于 1.5%。
- 3.3.12 上下沟槽应设安全梯，不得攀登支撑。
- 3.3.13 承托翻土板的横撑必须加固。翻土板的铺设应平整，其与横撑的联接必须牢固。
- 3.3.14 拆除支撑前，应对沟槽两侧的建筑物、构筑物和槽壁进行安全检查，并应制定拆除支撑的实施细则和安全措施。
- 3.3.15 拆除撑板支撑时应符合下列规定：
- 3.3.15.1 支撑的拆除应与回填土的填筑高度配合进行，且在拆除后应及时回填；
- 3.3.15.2 采用排水沟的沟槽，应从两座相邻排水井的分水岭向两端延伸拆除；
- 3.3.15.3 多层支撑的沟槽，应待下层回填完成后再拆除其上层槽的支撑；
- 3.3.15.4 拆除单层密排撑板支撑时，应先回填至下层横撑底面，再拆除下层横撑，待回填至半槽以上，再拆除上层横撑。当一次拆除有危险时，宜采取替换拆撑法拆除支撑。
- 3.3.16 拆除钢板桩支撑时应符合下列规定：
- 3.3.16.1 在回填达到规定要求高度后，方可拔除钢板桩；
- 3.3.16.2 钢板桩拔除后应及时回填桩孔；
- 3.3.16.3 回填桩孔时应采取措施填实。当采用砂灌填时，可冲水助沉；当控制地面沉降有要求时，宜采取边拔桩边注浆的措施。



### 3.4 管道交叉处理

3.4.1 给水排水管道施工时若与其他管道交叉，应按设计规定进行处理；当设计无规定时，应按本节规定处理并通知有关单位。

3.4.2 混凝土或钢筋混凝土预制圆形管道与其上方钢管道或铸铁管道交叉且同时施工，当钢管道或铸铁管道的内径不大于 400mm 时，宜在混凝土管道两侧砌筑砖墩支承。砖墩的砌筑应符合下列规定（图 3.4.2）：

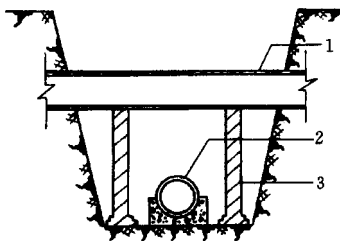


图 3.4.2 圆形管道两侧砖墩支承

1—铸铁管道或钢管道；2—混凝土圆形管道；3—砖砌支墩

3.4.2.1 应采用粘土砖和水泥砂浆，砖的强度等级不应低于 MU7.5；砂浆不应低于 M7.5；

3.4.2.2 砖墩基础的压力不应超过地基的允许承载力；

3.4.2.3 砖墩高度在 2m 以内时，砖墩宽度宜为 240mm；砖墩高度每增加 1m，宽度宜增加 125mm；砖墩长度不应小于钢管道或铸铁管道的外径加 300mm；砖墩顶部应砌筑管座，其支承角不应小于 90°；

3.4.2.4 当覆土高度不大于 2m 时，砖墩间距宜为 2~3m；

3.4.2.5 对铸铁管道，每一管节不应少于 2 个砖墩。

当钢管道或铸铁管道为已建时，应在开挖沟槽时按本规范第 3.2.6 条处理后再砌筑砖墩支承。

3.4.3 混合结构或钢筋混凝土矩形管渠与其上方钢管道或铸铁管道交叉，当顶板至其上方管道底部的净空在 70mm 及以上时，可在侧墙上砌筑砖墩支承管道（图 3.4.3-1）。

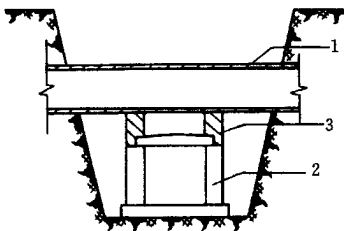


图 3.4.3-1 矩形管渠上砖墩支承

1—铸铁管道或钢管道；2—混合结构或钢筋混凝土矩形管道；3—砖砌支墩

当顶板至其上方管道底部的净空小于 70mm 时，可在顶板与管道之间采用低强度等级的水泥砂浆或细石混凝土填实，其荷载不应超过顶板的允许承载力，且其支承角不应小于 90°（图 3.4.3-2）。

3.4.4 圆形或矩形排水管道与其下方的钢管道或铸铁管道交叉且同时施工时，对下方的管道宜加设套管或管廊，并应符合下列规定（图 3.4.4）：

3.4.4.1 套管的内径或管廊的净宽，不应小于管道结构的外缘宽度加 300mm；

3.4.4.2 套管或管廊的长度不宜小于上方排水管道基础宽度加管道交叉高差的 3 倍，且不宜小于

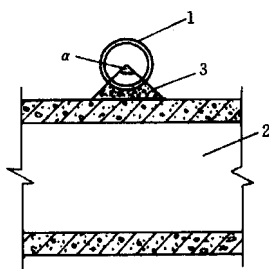


图 3.4.3-2 矩形管渠上填料支承

- 1—铸铁管道或钢管道；2—混合结构或钢筋混凝土矩形管渠；  
3—低强度等级的水泥砂浆或细石混凝土； $\alpha$ —支承角

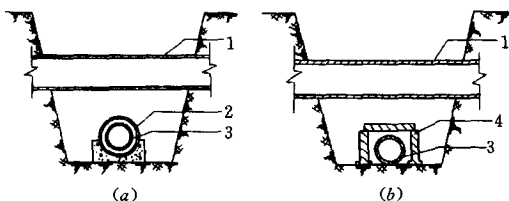


图 3.4.4 套管和管廊

(a) 套管；(b) 管廊

- 1—排水管道；2—套管；3—铸铁管道或钢管道；4—管廊

基础宽度加 1m；

3.4.4.3 套管可采用钢管、铸铁管式钢筋混凝土管；管廊可采用砖砌或其他材料砌筑的混合结构；

3.4.4.4 套管或管廊两端与管道之间的孔隙应封堵严密。

3.4.5 当排水管道与其上方的电缆管块交叉时，宜在电缆管块基础以下的沟槽中回填低强度等级的混凝土、石灰土或砌砖。其沿管道方向的长度不应小于管块基础宽度加 300mm，并应符合下列规定：

3.4.5.1 排水管道与电缆管块同时施工时，可在回填材料上铺一层中砂或粗砂，其厚度不宜小于 100mm（图 3.4.5）；

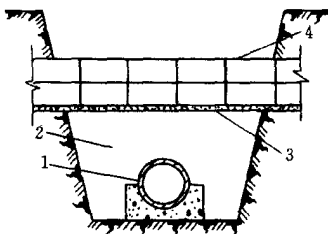


图 3.4.5 电缆管块下方回填

- 1—排水管道；2—回填材料；3—中砂或粗砂；4—电缆管块

3.4.5.2 当电缆管块已建时，应符合下列规定：

(1) 当采用混凝土回填时，混凝土应回填到电缆管块基础底部，其间不得有空隙。

(2) 当采用砌砖回填时，砖砌体的顶面宜在电缆管块基础底面以下不小于 200mm，再用低强度等级的混凝土填至电缆管块基础底部，其间不得有空隙。

### 3.5 沟槽回填

3.5.1 给水排水管道施工完毕并经检验合格后，沟槽应及时回填。回填前，应符合下列规定：

3.5.1.1 预制管铺设管道的现场浇筑混凝土基础强度，接口抹带或预制构件现场装配的接缝水泥砂浆强度不应小于  $5\text{N/mm}^2$ ；

3.5.1.2 现场浇筑混凝土管渠的强度应达到设计规定；

3.5.1.3 混合结构的矩形管渠或拱形管渠，其砖石砌体水泥砂浆强度应达到设计规定；当管渠顶板为预制盖板时，并应装好盖板；

3.5.1.4 现场浇筑或预制构件现场装配的钢筋混凝土拱形管渠或其他拱形管渠应采取措施，防止回填时发生位移或损伤。

3.5.2 压力管道沟槽回填前应符合下列规定：

3.5.2.1 水压试验前，除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于  $0.5\text{m}$ ；水压试验合格后，应及时回填其余部分；

3.5.2.2 管径大于  $900\text{mm}$  的钢管道，应控制管顶的竖向变形。

3.5.3 无压管道的沟槽应在闭水试验合格后及时回填。

3.5.4 沟槽的回填材料，除设计文件另有规定外，应符合下列规定：

3.5.4.1 回填土时，应符合下列规定：

(1) 槽底至管顶以上  $50\text{cm}$  范围内，不得含有机物、冻土以及大于  $50\text{mm}$  的砖、石等硬块；在抹带接口处、防腐绝缘层或电缆周围，应采用细粒土回填；

(2) 冬期回填时管顶以上  $50\text{cm}$  范围以外可均匀掺入冻土，其数量不得超过填土总体积的  $15\%$ ，且冻块尺寸不得超过  $100\text{mm}$ 。

3.5.4.2 采用石灰土、砂、砾石等材料回填时，其质量要求应按设计规定执行。

3.5.5 回填土的含水量，宜按土类和采用的压实工具控制在最佳含水量附近。

3.5.6 回填土的每层虚铺厚度，应按采用的压实工具和要求的压实度确定。对一般压实工具，铺土厚度可按表 3.5.6 中的数值选用。

表 3.5.6 回填土每层虚铺厚度

压实工具	虚铺厚度 (cm)
木夯、铁夯	$\leq 20$
蛙式夯、火力夯	20 ~ 25
压路机	20 ~ 30
振动压路机	$\leq 40$

3.5.7 回填土每层的压实遍数，应按要求的压实度、压实工具、虚铺厚度和含水量，经现场试验确定。

3.5.8 当采用重型压实机械压实或较重车辆在回填土上行驶时，管道顶部以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应按压实机械的规格和管道的设计承载力，通过计算确定。

3.5.9 沟槽回填时，应符合下列规定：

3.5.9.1 砖、石、木块等杂物应清除干净；

3.5.9.2 采用明沟排水时，应保持排水沟畅通，沟槽内不得有积水；

3.5.9.3 采用井点降低地下水位时，其动水位应保持在槽底以下不小于  $0.5\text{m}$ 。

3.5.10 回填土或其他回填材料运入槽内时不得损伤管节及其接口，并应符合下列规定：

3.5.10.1 根据一层虚铺厚度的用量将回填材料运至槽内，且不得在影响压实的范围内堆料；

3.5.10.2 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内，不得直接扔在管道上；回填其他部位时，应均匀运入槽内，不得集中推入；

3.5.10.3 需要拌和的回填材料，应在运入槽内前拌和均匀，不得在槽内拌和。

3.5.11 沟槽回填土或其他材料的压实，应符合下列规定：

3.5.11.1 回填压实应逐层进行，且不得损伤管道；

3.5.11.2 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内，应采用轻夯压实，管道两侧压实面的高差不应超过 30cm。

3.5.11.3 管道基础为土弧基础时，管道与基础之间的三角区应填实。压实时，管道两侧应对称进行，且不得使管道位移或损伤；

3.5.11.4 同一沟槽中有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时，管道之间的回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行；

3.5.11.5 同一沟槽中有双排或多排管道但基础底面的高程不同时，应先回填基础较低的沟槽；当回填至较高基础底面高程后，再按前款规定回填；

3.5.11.6 分段回填压实时，相邻段的接茬应呈接梯形，且不得漏夯；

3.5.11.7 采用木夯、蛙式夯等压实工具时，应夯夯相连；采用压路机时，碾压的重叠宽度不得小于 20cm；

3.5.11.8 采用压路机、振动压路机等压实机械压实时，其行驶速度不得超过 2km/h。

3.5.12 管道沟槽位于路基范围内时，管顶以上 25cm 范围内回填土表层的压实度不应小于 87%，其他部位回填土的压实度应符合表 3.5.12 的规定。

表 3.5.12 沟槽回填土作为路基的最小压实度

由路槽底算起的深度范围 (cm)	道路类别	最低压实度 (%)	
		重型击实标准	轻型击实标准
≤ 80	快速路及主干路	95	98
	次干路	93	95
	支路	90	92
> 80 ~ 150	快速路及主干路	93	95
	次干路	90	92
	支路	87	90
> 150	快速路及主干路	87	90
	次干路	87	90
	支路	87	90

注：1. 表中重型击实标准的压实度和轻型击实标准的压实度，分别以相应的标准击实试验法求得的最大干密度为 100%；

2. 回填土的要求压实度，除注明者外，均为轻型击实标准的压实度（以下同）。

3.5.13 管道两侧回填土的压实度应符合下列规定：

3.5.13.1 对混凝土、钢筋混凝土和铸铁圆形管道，其压实度不应小于 90%；对钢管道，其压实度不应小于 95%；

3.5.13.2 矩形或拱形管渠的压实度应按设计文件规定执行；设计文件无规定时，其压实度不应小于 90%；

3.5.13.3 有特殊要求管道的压实度，应按设计文件执行；

3.5.13.4 当沟槽位于路基范围内，且路基要求的压实度大于上述有关款的规定时，按本规范第 3.5.12 条执行。

3.5.14 当管道覆土较浅，管道的承载力较低，压实工具的荷载较大，或原土回填达不到要求的压实度时，可与设计单位协商采用石灰土、砂、砂砾等具有结构强度或可以达到要求的其他材料回填。

为提高管道的承载力，可采取加固管道的措施。

3.5.15 没有修路计划的沟槽回填土，在管道顶部以上高为 50cm，宽为管道结构外缘范围内应松填，其压实度不应大于 85%；其余部位，当设计文件没有规定时，不应小于 90%（图 3.5.15）。

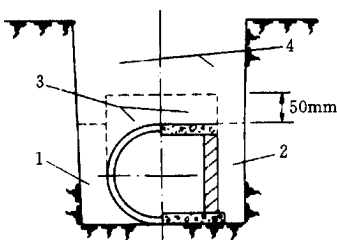


图 3.5.15 没有修路计划的沟槽回填土部位划分

1—圆形管道两侧；2—矩形或拱形管渠两侧；

3—管道顶部以上松填部位；4—其余部位

处于绿地或农田范围内的沟槽回填土，表层 50cm 范围内不宜压实，但可将表面整平，并宜预留沉降量。

3.5.16 管道沟槽回填土，当原土含水量高且不具备降低含水量条件不能达到要求压实度时，管道两侧及沟槽位于路基范围内的管道顶部以上，应回填石灰土、砂、砂砾或其他可以达到要求压实度的材料。

3.5.17 检查井、雨水口及其他井室周围的回填，应符合下列规定：

3.5.17.1 现场浇筑混凝土或砌体水泥砂浆强度应达到设计规定；

3.5.17.2 路面范围内的井室周围，应采用石灰土、砂、砂砾等材料回填，其宽度不宜小于 40cm；

3.5.17.3 井室周围的回填，应与管道沟槽的回填同时进行；当不便同时进行时，应留台阶形接茬；

3.5.17.4 井室周围回填压实时应沿井室中心对称进行，且不得漏夯；

3.5.17.5 回填材料压实后应与井壁紧贴。

3.5.18 新建给水排水管道与其他管道交叉部位的回填应符合要求的压实度，并使回填材料与支承管道紧贴。

## 4 预制管安装与铺设

### 4.1 一般规定

4.1.1 管及管件应采用兜身吊带或专用工具起吊，装卸时应轻装轻放，运输时应垫稳、绑牢，不得相互撞击；接口及钢管的内外防腐层应采取保护措施。

4.1.2 管节堆放宜选择使用方便、平整、坚实的场地；堆放时必须垫稳，堆放层高应符合表 4.1.2 的规定。使用管节时必须自上而下依次搬运。

表 4.1.2 管节堆放层高

管材种类	管 径 ( mm )							
	100 ~ 150	200 ~ 250	300 ~ 400	500 ~ 600	400 ~ 500	600 ~ 800	800 ~ 1200	≥1400
自应力混凝土管	7 层	5 层	4 层	3 层	—	—	—	—
预应力混凝土管	—	—	—	—	4 层	3 层	2 层	1 层
铸铁管	≤3m							

4.1.3 橡胶圈贮存运输应符合下列规定：

4.1.3.1 贮存室内温度宜为  $-5 \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，湿度不应大于 80%，存放位置不宜长期受紫外线光源照射，离热源距离不应小于 1m；

4.1.3.2 橡胶圈不得与溶剂、易挥发物、油脂和可产生臭氧的装置放在一起；

4.1.3.3 在贮存、运输中不得长期受挤压。

4.1.4 管道安装前，宜将管、管件按施工设计的规定摆放，摆放的位置应便于起吊及运送。

4.1.5 起重机下管时，起重机架设的位置不得影响沟槽边坡的稳定；起重机在高压输电线路附近作业与线路间的安全距离应符合当地电业管理部门的规定。

4.1.6 管道应在沟槽地基、管基质量检验合格后安装，安装时宜自下游开始，承口朝向施工前进的方向。

4.1.7 接口工作坑应配合管道铺设及时开挖，开挖尺寸应符合表 4.1.7 的规定。

表 4.1.7 接口工作坑开挖尺寸 ( mm )

管材种类	管径	宽度	长 度		深度
			承口前	承口后	
刚性接口铸铁管	75 ~ 300	$D_1 + 800$	800	200	300
	400 ~ 700	$D_1 + 1200$	1000	400	400
	800 ~ 1200	$D_1 + 1200$	1000	450	500

续表

管材种类	管径	宽度		长度		深度
				承口前	承口后	
预应力、自应力混凝土管，滑入式柔性接口铸铁和球墨铸铁管	≤500	承口外径加	800	200	承口长度加 200	200
	600~1000		1000			400
	1100~1500		1600			450
	>1600		1800			500

注：1.  $D_1$  为管外径 (mm)；

2. 柔性机械式接口铸铁、球墨铸铁管接口工作坑开挖各部尺寸，按照预应力、自应力混凝土管一栏的规定，但表中承口前的尺寸宜适当放大。

4.1.8 管节下入沟槽时，不得与槽壁支撑及槽下的管道相互碰撞；沟内运管不得扰动天然地基。

4.1.9 管道地基应符合下列规定：

4.1.9.1 采用天然地基时，地基不得受扰动；

4.1.9.2 槽底为岩石或坚硬地基时，应按设计规定施工，设计无规定时，管身下方应铺设砂垫层，其厚度应符合表 4.1.9 的规定；

表 4.1.9 砂垫层厚度 (mm)

管材种类	管 径		
	≤500	>500, 且 ≤1000	>1000
金属管	≥100	≥150	≥200
非金属管	150~200		

注：非金属管指混凝土、钢筋混凝土管，预应力、自应力混凝土管及陶管。

4.1.9.3 当槽底地基土质局部遇有松软地基、流砂、溶洞、墓穴等，应与设计单位商定处理措施；

4.1.9.4 非永冻土地区，管道不得安放在冻结的地基上；管道安装过程中，应防止地基冻胀。

4.1.10 合槽施工时，应先安装埋设较深的管道，当回填土高程与邻近管道基础高程相同时，再安装相邻的管道。

4.1.11 管道安装时，应将管节的中心及高程逐节调整正确，安装后的管节应进行复测，合格后方可进行下一工序的施工。

4.1.12 管道安装时，应随时清扫管道中的杂物，给水管道暂时停止安装时，两端应临时封堵。

4.1.13 雨期施工应采取以下措施：

4.1.13.1 合理缩短开槽长度，及时砌筑检查井，暂时中断安装的管道及与河道相连通的管口应临时封堵；已安装的管道验收后应及时回填土；

4.1.13.2 做好槽边雨水径流疏导路线的设计、槽内排水及防止漂管事故的应急措施；

4.1.13.3 雨无不宜进行接口施工。

4.1.14 冬期施工不得使用冻硬的橡胶圈。

4.1.15 当冬期施工管口表面温度低于  $-3^{\circ}\text{C}$ ，进行石棉水泥及水泥砂浆接口施工时，应采取以下措施：

4.1.15.1 刷洗管口时宜采用盐水；

4.1.15.2 砂及水加热后拌和砂浆，其加热温度应符合表 4.1.15-1 的规定；

表 4.1.15-1 材料加热温度（℃）

接口材料	加热材料	
	水	砂
水泥砂浆	≤80	≤40
石棉水泥	≤50	—

4.1.15.3 有防冻要求的素水泥砂浆接口，应掺食盐，其掺量应符合表 4.1.15-2 的规定；

表 4.1.15-2 食盐掺量（占水的重量%）

接口材料	日最低温度（℃）		
	0 ~ -5	-6 ~ -10	-10 ~ -15
水泥砂浆	3	5	8

4.1.15.4 接口材料填充打实、抹平后，应及时覆盖保温材料进行养护。

4.1.16 新建管道与已建管道连接时，必须先核查已建管道接口高程及平面位置后，方可开挖。

4.1.17 当地面坡度大于 18%，且采用机械法施工时，施工机械应采取稳定措施。

4.1.18 安装柔性接口的管道，当其纵坡大于 18% 时，或安装刚性接口的管道，当其纵坡大于 36% 时，应采取防止管道下滑的措施。

4.1.19 压力管道上采用的闸阀，安装前应进行启闭检验，并宜进行解体检验。

4.1.20 已验收合格入库存放的管、管件、闸阀，在安装前应进行外观及启闭等复验。

4.1.21 钢管内、外防腐层遭受损伤或局部未做防腐层的部位，下管前应修补，修补后的质量应符合本规范第 4.3.4 条和第 4.3.11 条的规定。

4.1.22 露天或埋设在对柔性接口橡胶圈有腐蚀作用的土质及地下水时，应采用对橡胶圈无影响的柔性材料，封堵住外露橡胶圈的接口缝隙。

4.1.23 管道保温层的施工应符合下列规定：

4.1.23.1 管道焊接、水压试验合格后进行；

4.1.23.2 法兰连接处应留有空隙，其长度为螺栓长加 20~30mm；

4.1.23.3 保温层与滑动支座、吊架、支架处应留有空隙；

4.1.23.4 硬质保温结构，应留伸缩缝；

4.1.23.5 施工期间，不得使保温材料受潮；

4.1.23.6 保温层允许偏差应符合表 4.1.23 的规定；

表 4.1.23 保温层允许偏差

项 目	允 许 偏 差	
厚度（mm）	瓦块制品	+5%
	柔性材料	+8%

4.1.23.7 保温层变形缝宽度允许偏差应为 ±5mm。

## 4.2 钢管安装

4.2.1 钢管质量应符合下列要求：

4.2.1.1 管节的材料、规格、压力等级、加工质量应符合设计规定；



- 4.2.1.2 管节表面应无斑疤、裂纹、严重锈蚀等缺陷；
- 4.2.1.3 焊缝外观应符合本规范表 4.2.17 的规定；
- 4.2.1.4 直焊缝卷管管节几何尺寸允许偏差应符合表 4.2.1 的规定；

表 4.2.1 直焊缝卷管管节几何尺寸允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	
周 长	$D \leq 600$	$\pm 2.0$
	$D > 600$	$\pm 0.0035D$
圆 度	管端 $0.005D$ ；其他部位 $0.01D$	
端面垂直度	$0.001D$ ，且不大于 1.5	
弧 度	用弧长 $\pi D/6$ 的弧形板量测于管内壁或外壁纵缝处形成的间隙，其间隙为 $0.1t + 1$ ，且不大于 4；距管端 200mm 纵缝处的间隙不大于 2	

注：1.  $D$  为管内径 (mm)， $t$  为壁厚 (mm)；

2. 圆度为同端口相互垂直的最大直径与最小直径之差。

4.2.1.5 同一管节允许有两条纵缝，管径大于或等于 600mm 时，纵向焊缝的间距应大于 300mm；管径小于 600mm 时，其间距应大于 100mm。

4.2.2 管道安装前，管节应逐根测量、编号，宜选用管径相差最小的管节组对对接。

4.2.3 下管前应先检查管节的内外防腐层，合格后方可下管。

4.2.4 管节组成管段下管时，管段的长度、吊距，应根据管径、壁厚、外防腐层材料的种类及下管方法确定。

4.2.5 弯管起弯点至接口的距离不得小于管径，且不得小于 100mm。

4.2.6 管节焊接采用的焊条应符合下列规定。

4.2.6.1 焊条的化学成分、机械强度应与母材相同且匹配，兼顾工作条件和工艺性；

4.2.6.2 焊条质量应符合现行国家标准《碳钢焊条》、《低合金焊条》的规定；

4.2.6.3 焊条应干燥。

4.2.7 管节焊接前应先修口、清根，管端端面的坡口角度、钝边、间隙，应符合表 4.2.7 的规定；不得在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊。

表 4.2.7 电弧焊管端修口各部尺寸

修口形式		间隙 $b$ (mm)	钝边 $p$ (mm)	坡口角度 $\alpha$ ( $^\circ$ )
图 示	壁厚 $t$ (mm)			
	4~9	1.5~3.0	1.0~1.5	60~70
	10~26	2.0~4.0	1.0~2.0	60±5

4.2.8 对口时应使内壁齐平，当采用长 300mm 的直尺在接口内壁周围顺序贴靠，错口的允许偏差应

为 0.2 倍壁厚，且不得大于 2mm。

4.2.9 对口时纵、环向焊缝的位置应符合下列规定：

4.2.9.1 纵向焊缝应放在管道中心垂线上半圆的 45°左右处；

4.2.9.2 纵向焊缝应错开，当管径小于 600mm 时，错开的间距不得小于 100mm，当管径大于或等于 600mm 时，错开的间距不得小于 300mm；

4.2.9.3 有加固环的钢管，加固环的对焊焊缝应与管节纵向焊缝错开，其间距不应小于 100mm；加固环距管节的环向焊缝不应小于 50mm；

4.2.9.4 环向焊缝距支架净距不应小于 100mm；

4.2.9.5 直管管段两相邻环向焊缝的间距不应小于 200mm；

4.2.9.6 管道任何位置不得有十字形焊缝。

4.2.10 不同壁厚的管节对口时，管壁厚度相差不宜大于 3mm。不同管径的管节相连时，当两管径相差大于小管管径的 15% 时，可用渐缩管连接。渐缩管的长度不应小于两管径差值的 2 倍，且不应小于 200mm。

4.2.11 管道上开孔应符合下列规定：

4.2.11.1 不得在干管的纵向、环向焊缝处开孔；

4.2.11.2 管道上任何位置不得开方孔；

4.2.11.3 不得在短节上或管件上开孔。

4.2.12 直线管段不宜采用长度小于 800mm 的短节拼接。

4.2.13 组合钢管固定口焊接及两管段间的闭合焊接，应在无阳光直照和气温较低时施焊。当采用柔性接口代替闭合焊接时，应与设计单位协商确定。

4.2.14 在寒冷或恶劣环境下焊接应符合下列规定：

4.2.14.1 清除管道上的冰、雪、霜等；

4.2.14.2 当工作环境的风力大于 5 级、雪天或相对湿度大于 90% 时，应采取保护措施施焊；

4.2.14.3 焊接时，应使焊缝可自由伸缩，并应使焊口缓慢降温；

4.2.14.4 冬期焊接时，应根据环境温度进行预热处理，并应符合表 4.2.14 的规定。

表 4.2.14 冬期焊接预热的规定

钢 号	环境温度 (°C)	预热宽度 (mm)	预热达到温度 (°C)
含碳量 ≤ 0.2% 碳素钢	≤ -20	焊口每侧不小于 40	100 ~ 150
0.2% < 含碳量 < 0.3%	≤ -10		
16Mn	≤ 0		100 ~ 200

4.2.15 钢管对口检查合格后，方可进行点焊，点焊时，应符合下列规定：

4.2.15.1 点焊焊条应采用与接口焊接相同的焊条；

4.2.15.2 点焊时，应对称施焊，其厚度应与第一层焊接厚度一致；

4.2.15.3 钢管的纵向焊缝及螺旋焊缝处不得点焊；

4.2.15.4 点焊长度与间距应符合表 4.2.15 的规定；

表 4.2.15 点焊长度与间距

管径 (mm)	点焊长度 (mm)	环向点焊点 (处)
350 ~ 500	50 ~ 60	5
600 ~ 700	60 ~ 70	6
≥ 800	80 ~ 100	点焊间距不宜大于 400mm

4.2.16 管径大于 800mm 时, 应采用双面焊。

4.2.17 管道对接时, 环向焊缝的检验及质量应符合下列规定:

4.2.17.1 检查前应清除焊缝的渣皮、飞溅物;

4.2.17.2 应在油渗、水压试验前进行外观检查;

4.2.17.3 管径大于或等于 800mm 时, 应逐口进行油渗检验, 不合格的焊缝应铲除重焊;

4.2.17.4 焊缝的外观质量应符合表 4.2.17 的规定;

表 4.2.17 焊缝的外观质量

项 目	技 术 要 求
外观	不得有熔化金属流到焊缝外未熔化的母材上, 焊缝和热影响区表面不得有裂纹、气孔、弧坑和灰渣等缺陷; 表面光顺、均匀, 焊道与母材应平缓过渡
宽度	应焊出坡口边缘 2 ~ 3mm
表面余高	应小于或等于 1 + 0.2 倍坡口边缘宽度, 且不应大于 4mm
咬边	深度应小于或等于 0.5mm, 焊缝两侧咬边总长不得超过焊缝长度的 10%, 且连续长不应大于 100mm
错边	应小于或等于 0.2t, 且不应大于 2mm
未焊满	不允许

注: t 为壁厚 (mm)。

4.2.17.5 当有特殊要求, 进行无损探伤检验时, 取样数量与要求等级应按设计规定执行;

4.2.17.6 不合格的焊缝应返修, 返修次数不得超过三次。

4.2.18 钢管采用螺纹连接时, 管节的切口断面应平整, 偏差不得超过一扣, 丝扣应光洁, 不得有毛刺、乱丝、断丝, 缺丝总长不得超过丝扣全长的 10%。接口紧固后宜露出 2 ~ 2 扣螺纹。

4.2.19 管道法兰连接应符合下列规定:

4.2.19.1 法兰接口平行度允许偏差应为法兰外径的 1.5%, 且不应大于 2mm; 螺孔中心允许偏差应为孔径的 5%;

4.2.19.2 应使用相同规格的螺栓; 安装方向应一致, 螺栓应对称紧固, 紧固好的螺栓应露出螺母之外;

4.2.19.3 与法兰接口两侧相邻的第一至第二个刚性接口或焊接接口, 待法兰螺栓紧固后方可施工;

4.2.19.4 法兰接口埋入土中时, 应采取防腐措施。

4.2.20 钢管道安装允许偏差应符合表 4.2.20 的规定。

表 4.2.20 钢管道安装允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差	
	无压力管道	压力管道
轴线位置	15	30
高 程	± 10	± 20

### 4.3 钢管道内外防腐

4.3.1 钢管道水泥砂浆内防腐层施工前应符合下列规定：

4.3.1.1 管道内壁的浮锈、氧化铁皮、焊渣、油污等，应彻底清除干净；焊缝突起高度不得大于防腐层设计厚度的 1/3；

4.3.1.2 先下管后作防腐层的管道，应在水压试验、土方回填验收合格，且管道变形基本稳定后进行；

4.3.1.3 管道竖向变形不得大于设计规定，且不应大于管道内径的 2%。

4.3.2 水泥砂浆内防腐层的材料质量应符合下列规定：

4.3.2.1 不得使用对钢管道及饮用水水质造成腐蚀或污染的材料；使用外加剂时，其掺量应经试验确定；

4.3.2.2 砂应采用坚硬、洁净、级配良好的天然砂，除符合国家现行标准《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》外，其含泥量不应大于 2%，其最大粒径不应大于 1.2mm，级配应根据施工工艺、管径、现场施工条件，在砂浆配合比设计选定；

4.3.2.3 水泥宜采用 425 号以上的硅酸盐、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥；

4.3.2.4 拌和水应采用对水泥砂浆强度、耐久性无影响的洁净水。

4.3.3 钢管道水泥砂浆内防腐层施工应符合下列规定：

4.3.3.1 水泥砂浆内防腐层可采用机械喷涂、人工抹压、拖筒或离心预制法施工；采用预制法施工时，在运输、安装、回填土过程中，不得损坏水泥砂浆内防腐层；

4.3.3.2 管道端点或施工中断时，应预留搭茬；

4.3.3.3 水泥砂浆抗压强度标准值不应小于 30N/mm<sup>2</sup>；

4.3.3.4 采用人工抹压法施工时，应分层抹压；

4.3.3.5 水泥砂浆内防腐层成形后，应立即将管道封堵，终凝后进行潮湿养护；普通硅酸盐水泥养护时间不应少于 7d，矿渣硅酸盐水泥不应少于 14d；通水前应继续封堵，保持湿润。

4.3.4 水泥砂浆内防腐层的质量，应符合下列规定：

4.3.4.1 裂缝宽度不得大于 0.8mm，沿管道纵向长度不应大于管道的周长，且不应大于 2.0m；

4.3.4.2 防腐层厚度允许偏差及麻点、空窝等表面缺陷的深度应符合表 4.3.4 的规定，缺陷面积每处不应大于 5cm<sup>2</sup>；

表 4.3.4 防腐层厚度允许偏差及表面缺陷的允许深度 (mm)

管径 (mm)	防腐层厚度 允许偏差	表面缺陷 允许深度
≤1000	±2	2
>1000, 且 ≤1800	±3	3
>1800	+4 -3	4

4.3.4.3 防腐层平整度：以 300mm 长的直尺，沿管道纵轴方向贴靠管壁，量测防腐层表面和直尺间的间隙应小于 2mm；

4.3.4.4 防腐层空鼓面积每平方米不得超过 2 处，每处不得大于 100cm<sup>2</sup>。

4.3.5 埋地钢管道外防腐层的构造应符合设计规定，当设计无规定时其构造应符合表 4.3.5-1 及表 4.3.5-2 的规定。

表 4.3.5-1 石油沥青涂料外防腐层构造

材料种类	三油二布		四油三布		五油四布	
	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)
石油 沥青 涂料	1. 底漆一层 2. 沥青 3. 玻璃布一层 4. 沥青 5. 玻璃布一层 6. 沥青 7. 聚氯乙烯工 业薄膜一层	≥4.0	1. 底漆一层 2. 沥青 3. 玻璃布一层 4. 沥青 5. 玻璃布一层 6. 沥青 7. 玻璃布一层 8. 沥青 9. 聚氯乙烯工 业薄膜一层	≥5.5	1. 底漆一层 2. 沥青 3. 玻璃布一层 4. 沥青 5. 玻璃布一层 6. 沥青 7. 玻璃布一层 8. 沥青 9. 玻璃布一层 10. 沥青 11. 聚氯乙烯工 业薄膜一层	≥7.0

表 4.3.5-2 环氧煤沥青涂料外防腐层构造

材料种类	三 油		三油一布		四油二布	
	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)
环 氧 煤 沥 青 涂 料	1. 底漆 2. 面漆 3. 面漆	≥0.2	1. 底漆 2. 面漆 3. 玻璃布 4. 面漆 5. 面漆	≥0.4	1. 底漆 2. 面漆 3. 玻璃布 4. 面漆 5. 玻璃布 6. 面漆 7. 面漆	≥0.6

4.3.6 钢管道石油沥青及环氧煤沥青涂料外防腐层，雨期、冬期施工应符合下列规定：

4.3.6.1 当环境温度低于 5℃时,不宜采用环氧煤沥青涂料,当采用石油沥青涂料时,应采取冬期施工措施;当环境低于 -15℃或相对湿度大于 85%时,未采取措施不得进行施工。

4.3.6.2 不得在雨、雾、雪或 5 级以上大风中露天施工;

4.3.6.3 已涂石油沥青防腐层的管道,炎热天气下,不宜直接受阳光照射;冬期当气温等于或低于沥青涂料脆化温度时,不得起吊、运输和铺设。脆化温度试验应符合现行国家标准《石油沥青脆点测定法》的规定。

4.3.7 外防腐层的材料质量应符合下列规定:

4.3.7.1 沥青应采用建筑 10 号石油沥青;

4.3.7.2 玻璃布应采用干燥、脱腊、无捻、封边、网状平纹、中碱的玻璃布;当采用石油沥青涂料时,其经纬密度应根据施工环境温度选用 8×8 根/cm~12×12 根/cm 的玻璃布;当采用环氧煤沥青涂料时,应选用经纬密度为 10×12 根/cm~12×12 根/cm 的玻璃布;

4.3.7.3 外包保护层应采用可适应环境温度变化的聚氯乙烯工业薄膜,其厚度应为 0.2mm,拉伸强度应大于或等于 14.7N/mm<sup>2</sup>,断裂伸长率应大于或等于 200%;

4.3.7.4 环氧煤沥青涂料,宜采用双组份,常温固化型的涂料,其性能应符合国家现行标准《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》中规定的指标。

4.3.8 石油沥青涂料的配制应符合下列规定:

4.3.8.1 底漆与面漆涂料应采用同一标号的沥青配制,沥青与汽油的体积比例应为 1:2~3;

4.3.8.2 涂料应采用建筑 10 号石油沥青熬制,其性能应符合表 4.3.8 的规定。

表 4.3.8 石油沥青涂料性能

项 目	性 能 指 标
软化点 (环球法)	95℃
针入度	5~20 (1/10m)
延 度	>1cm

注:软化点、针入度、延度,其试验方法应符合现行国家标准的规定。

4.3.9 钢管道石油沥青涂料外防腐层施工应符合下列规定:

4.3.9.1 涂底漆前管子表面应清除油垢、灰渣、铁锈,氧化铁皮采用人工除锈时,其质量标准应达 St3 级;喷砂或化学除锈时,其质量标准应达 Sa2.5 级;

注:St3 级及 Sa2.5 级应符合国家现行标准《涂装前钢材表面处理规范》的规定。

4.3.9.2 涂底漆时基面应干燥,基面除锈后与涂底漆的间隔时间不得超过 8h。应涂刷均匀、饱满,不得有凝块、起泡现象,底漆厚度直为 0.1~0.2mm,管两端 150~250mm 范围内不得涂刷;

4.3.9.3 沥青涂料熬制温度宜在 230℃左右,最高温度不得超过 250℃,熬制时间不大于 5h,每锅料应抽样检查,其性能应符合表 4.3.8 的规定;

4.3.9.4 沥青涂料应涂刷在洁净、干燥的底漆上,常温下刷沥青涂料时,应在涂底漆后 24h 之内实施;沥青涂料涂刷温度不得低于 180℃。

4.3.9.5 涂沥青后应立即缠绕玻璃布,玻璃布的压边宽度应为 30~40mm;接头搭接长度不得小于 100mm,各层搭接接头应相互错开,玻璃布的油浸透率应达到 95% 以上,不得出现大于 50mm×50mm 的空白;管端或施工中断处应留出长 150~250mm 的阶梯形搭接;阶梯宽度应为 50mm;

4.3.9.6 当沥青涂料温度低于 100℃时,包扎聚氯乙烯工业薄膜保护层,不得有褶皱、脱壳现象,压边宽度应为 30~40mm,搭接长度应为 100~150mm;

4.3.9.7 沟槽内管道接口处施工,应在焊接、试压合格后进行,接茬处应粘结牢固、严密。

4.3.10 环氧煤沥青外防腐层施工应符合下列规定：

4.3.10.1 管节表面应符合本规范第 4.3.9.1 款的规定；焊接表面应光滑无刺、无焊瘤、棱角；

4.3.10.2 涂料配制应按产品说明书的规定操作；

4.3.10.3 底漆应在表面除锈后的 8h 之内涂刷，涂刷应均匀，不得漏涂；管两端 150 ~ 250mm 范围内不得涂刷。

4.3.10.4 面漆涂刷和包扎玻璃布，应在底漆表干后进行，底漆与第一道面漆涂刷的间隔时间不得超过 24h。

4.3.11 外防腐层质量应符合表 4.3.11 的规定。

表 4.3.11 外防腐层质量标准

材料种类	构造	检查项目			
		厚度 (mm)	外观	电火花试验	粘附性
石油 沥青 涂料	三油二布	≥4.0	涂层 均匀	18kV	以夹角为 45 ~ 60° 边长 40 ~ 50mm 的切口，从角尖端 撕开防腐层；首层沥青层应 100% 地粘附在管道的外表面
	四油三布	≥5.5		22kV	
	五油四布	≥7.0		26kV	
环氧 煤沥 青涂 料	二油	≥0.2	皱、 空泡、 凝块	2kV	以小刀割开一舌形切口，用力撕开切口处的防腐层， 管道表面仍为漆皮所覆盖，不得露出金属表面
	三油一布	≥0.4		3kV	
	四油二布	≥0.6		5kV	

## 4.4 铸铁、球墨铸铁管安装

4.4.1 铸铁管、球墨铸铁管及管件的外观质量应符合下列规定：

4.4.1.1 管及管件表面不得有裂纹，管及管件不得有妨碍使用的凹凸不平的缺陷；

4.4.1.2 采用橡胶圈柔性接口的铸铁、球墨铸铁管，承口的内工作面和插口的外工作面应光滑、轮廓清晰，不得有影响接口密封性的缺陷；

4.4.1.3 铸铁管、球墨铸铁管及管件的尺寸公差应符合现行国家产品标准的规定。

4.4.2 管及管件下沟前，应清除承口内部的油污、飞刺、铸砂及凹凸不平的铸瘤；柔性接口铸铁管及管件承口的内工作面。插口的外工作面应修整光滑，不得有沟槽、凸脊缺陷；有裂纹的管及管件不得使用。

4.4.3 沿直线安装管道时，宜选用管径公差组合最小的管节组对连接，接口的环向间隙应均匀，承插四间的纵向间隙不应小于 3mm。

4.4.4 管道沿曲线安装时，接口的允许转角，不得大于表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 沿曲线安装接口的允许转角

接口种类	管径 (mm)	允许转角 (°)
刚性接口	75 ~ 450	2
	500 ~ 1200	1

续表

接口种类	管径 (mm)	允许转角 (°)
滑入式 T 形、梯唇形橡胶圈接口及柔性机械式接口	75 ~ 600	3
	700 ~ 800	2
	≥900	1

4.4.5 刚性接口材料应符合下列规定：

4.4.5.1 水泥宜采用 425 号水泥；

4.4.5.2 石棉应选用机选 4F 级温石棉；

4.4.5.3 油麻应采用纤维较长、无皮质、清洁、松软、富有韧性的油麻；

4.4.5.4 圆形橡胶圈应符合国家现行标准《预（自）应力、自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈》

的规定；

4.4.5.5 铅的纯度不应小于 99%。

4.4.6 刚性接口填料应符合设计规定。设计无规定时，应符合表 4.4.6 的规定。

表 4.4.6 刚性接口填料的规定

接口种类	内层填料		外层填料	
	材料	填打深度	材料	填打深度
刚性接口	油麻辫	约占承口总深度的 1/3，不得超过承口水线里缘；当采用铅接口时，应距承口水线里缘 5mm	石棉水泥	约占承口深度的 2/3，表面平整一致，凹入端面 2mm
	橡胶圈	填打至插口小台或距插口端 10mm	石棉水泥	填打至橡胶圈，表面平整一致，凹入端面 2mm

注：1. 油麻辫直径为 1.5 倍接口环向间隙；环向搭接宜为 50 ~ 100mm 填打严实。

2. 橡胶圈细部尺寸应按本规范第 4.5.10 条规定选用。

4.4.7 石棉水泥应在填打前拌和，石棉水泥的重量配合比应为石棉 30%，水泥 70%，水灰比宜小于或等于 0.20；拌好的石棉水泥应在初凝前用完；填打后的接口应及时潮湿养护。

4.4.8 热天或昼夜温差较大地区的刚性接口，宜在气温较低时施工，冬期宜在午间气温较高时施工，并应采取保温措施。

4.4.9 采用石棉水泥做接口外层填料时，当地下水对水泥有侵蚀作用时，应在接口表面涂防腐层。

4.4.10 刚性接口填打后，管道不得碰撞及扭转。

4.4.11 当柔性接口采用滑入式 T 形、梯唇形及柔性机械式接口时，橡胶圈的质量、性能、细部尺寸，应符合现行国家铸铁管、球墨铸铁管及管件标准中有关橡胶圈的规定。每个橡胶圈的接头不得超过 2 个。

4.4.12 橡胶圈安装就位后不得扭曲。当用探尺检查时，沿圆周各点应与承口端面等距，其允许偏差应为 ±3mm。

4.4.13 安装滑入式橡胶圈接口时，推入深度应达到标记环，并复查与其相邻已安好的第一至第二个接口推入深度。

4.4.14 安装柔性机械接口时，应使插口与承口法兰压盖的纵向轴线相重合；螺栓安装方向应一致，



并均匀、对称地紧固。

4.4.15 当特殊需要采用铅接口施工时，管口表面必须干燥、清洁，严禁水滴落入铅锅内；灌铅时铅液必须沿注孔一侧灌入，一次灌满，不得断流；脱膜后将错打实，表面应平整，凹入承口宜为 1~2mm。

4.4.16 铸铁、球墨铸铁管安装偏差应符合下列规定：

4.4.16.1 管道安装允许偏差应符合表 4.1.16 的规定；

表 4.4.16 铸铁、球墨铸铁管安装允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差	
	无压力管道	压力管道
轴线位置	15	30
高程	± 10	± 20

4.4.16.2 闸阀安装应牢固、严密，启闭灵活，与管道轴线垂直。

## 4.5 非金属管安装

4.5.1 非金属管外观质量及尺寸公差应符合现行国家产品标准的规定。

4.5.2 混凝土及钢筋混凝土管刚性接口的接口材料除应符合本规范第 4.4.5 条的有关规定外，应选用料径 0.5~1.5mm，含泥量不大于 3% 的洁净砂及网格 10mm×10mm、丝径为 20 号的钢丝网。

4.5.3 管节安装前应进行外观检查，发现裂缝、保护层脱落、空鼓、接口掉角等缺陷，使用前应修补并经鉴定合格后，方可使用。

4.5.4 管座分层浇筑时，管座平基混凝土抗压强度应大于 5.0N/mm<sup>2</sup>，方可进行安管。管节安装前应将管内外清扫干净，安装时应使管节内底高程符合设计规定，调整管节中心及高程时，必须垫稳，两侧设撑杠，不得发生滚动。

4.5.5 采用混凝土管座基础时，管节中心、高程复验合格后，应及时浇筑管座混凝土。

4.5.6 砂及砂石基础材料应震实，并应与管身和承口外壁均匀接触。

4.5.7 管道暂时不接支线的预留孔应封堵。

4.5.8 混凝土管座的模板，可一次或两次支设，每次支设高度定略高于混凝土的浇筑高度。

4.5.9 浇筑混凝土管座，应符合下列规定：

4.5.9.1 清除模板中的尘渣、异物，核实模板尺寸；

4.5.9.2 管座分层浇筑时，应先将管座平基凿毛冲净，并将管座平基与管材相接触的三角部位，用同强度等级的混凝土砂浆填满、捣实后，再浇混凝土；

4.5.9.3 采用垫块法一次浇筑管座时，必须先从一个侧灌注混凝土，当对侧的混凝土与灌注一侧混凝土高度相同时，两侧再同时浇筑，并保持两侧混凝土高度一致；

4.5.9.4 管座基础留变形缝时，缝的位置应与柔性接口相一致；

4.5.9.5 浇筑混凝土管座时，应留混凝土抗压强度试块，留置数量及强度评定方法应按本规范第 5.3.22 条及第 5.3.23.1 款进行。

4.5.10 当柔性接口采用圆形橡胶圈时，其材质应符合本规范第 4.4.5.4 款的规定，圆形橡胶圈的细部尺寸应按下列公式计算确定：

$$d_0 = \frac{e}{\sqrt{K_R \cdot (1 - \rho)}} \quad (4.5.10 - 1)$$

$$D_R = K_R \cdot D_W \quad (4.5.10 - 2)$$

- 式中  $d_0$ ——橡胶圈截面直径 (mm);  
 $e$ ——接口环向间隙 (mm);  
 $\rho$ ——压缩率, 铸铁管取 34% ~ 40%, 预应力、自应力混凝土管取 35% ~ 45%;  
 $D_R$ ——安装前橡胶圈环向内径 (mm);  
 $K_R$ ——环径系数, 取 0.85 ~ 0.90;  
 $D_W$ ——插口端外径 (mm)

4.5.11 橡胶圈使用前必须逐个检查, 不得有割裂、破损、气泡、大飞边等缺陷。

4.5.12 陶管、混凝土及钢筋混凝土管沿直线安装时, 管口间的纵向间隙应符合表 4.5.12 的规定。

表 4.5.12 管口间的纵向间隙 (mm)

管材种类	接口类型	管 径	纵向间隙
混凝土及钢筋混凝土管	平口、企口	< 600	1.0 ~ 5.0
		$\geq 700$	7.0 ~ 15
	承插式甲型口	500 ~ 600	3.5 ~ 5.0
	承插式乙型口	300 ~ 1500	5.0 ~ 1.5
陶管	承插式接口	< 300	3.0 ~ 5.0
		400 ~ 500	5.0 ~ 7.0

4.5.13 预应力管、自应力混凝土管安装应平直、无突起、突弯现象。沿曲线安装时, 管口间的纵向间隙最小处不得小于 5mm, 接口转角不得大于表 4.5.13 的规定。

表 4.5.13 沿曲线安装接口允许转角

管材种类	管径 (mm)	转角 ( $^{\circ}$ )
预应力混凝土管	400 ~ 700	1.5
	800 ~ 1400	1.0
	1600 ~ 3000	0.5
自应力混凝土管	100 ~ 800	1.5

4.5.14 预应力、自应力混凝土管及乙型接口的钢筋混凝土管安装时, 承口内工作面、插口外工作面应清洗干净; 套在插口上的圆形橡胶圈应平直、无扭曲。安装时, 橡胶圈应均匀滚动到位, 放松外力后回弹不得大于 10mm, 就位后应在承、插口工作面上。

4.5.15 预应力、自应力混凝土管不得截断使用。

4.5.16 当预应力、自应力混凝土管道采用金属管件连接时, 管件应进行防腐处理。

4.5.17 当采用水泥砂浆填缝及抹带接口时, 落入管道内的接口材料应清除。管径大于或等于 700mm 时, 应采用水泥砂浆将管道内接口纵向间隙部位抹平、压光; 当管径小于 700mm 时, 填缝后应立即拖平。

4.5.18 钢丝网水泥砂浆及水泥砂浆抹带接口施工应符合下列规定:

4.5.18.1 抹带前应将管口的外壁凿毛、洗净, 当管径小于或等于 400mm 时, 水泥砂浆抹带可一次抹成; 当管径大于 400mm 时, 应分两层抹成;

4.5.18.2 钢丝网端头应在浇筑混凝土管座时插入混凝土内，在混凝土初凝前，分层抹压钢丝网水泥砂浆抹带；

4.5.18.3 抹带完成后，应立即用平软材料覆盖，3~4h后洒水养护。

4.5.19 承插式甲型接口，采用水泥砂浆填缝时，安装前应将接口部位清洗干净。插口进入承口后，应将管节接口环向间隙调整均匀，再用水泥砂浆填满、捣实、表面抹平。

4.5.20 水泥砂浆抹带及接回填缝时，水泥砂浆配合比应符合设计规定。当设计无规定时水泥砂浆配合比应符合表 4.5.20 的规定。

表 4.5.20 水泥砂浆配合比

使用范围	重量配合比		
	水泥	砂浆	水灰比
甲型接口填缝	1	2.0	≤0.5
抹带	1	2.5	

4.5.21 非金属管道接口安装质量应符合下列规定：

4.5.21.1 承插式甲型接口、套环口、企口应平直，环向间隙应均匀，填料密实、饱满，表面平整，不得有裂缝现象；

4.5.21.2 钢丝网水泥砂浆抹带接口应平整，不得有裂缝、空鼓等现象，抹带宽度、厚度的允许偏差应为 0~+5mm；

4.5.21.3 预应力混凝土管及钢筋混凝土管乙型接口，对口间隙应符合本规范表 4.5.12 及第 4.5.13 条的规定，橡胶圈应位于插口小台内，并应无扭曲现象。

4.5.22 非金属管道基础及安装的允许偏差应符合表 4.5.22 的规定。

表 4.5.22 非金属管道基础及安装的允许偏差

项 目			允许偏差	
			无压力管道	压力管道
垫 层			中线每侧宽度	不小于设计规定
			高 程	0 -15 (mm)
管道基础	混凝土	管座平基	中线每侧宽度	0 -15 (mm)
			高 程	0 -15 (mm)
			厚 度	不小于设计规定
	管座	肩 宽	$\frac{+10}{-5}$ (mm)	
		肩 高	±20 (mm)	
		抗压强度	不低于设计规定	
		蜂窝麻面面积	两井间每侧 ≤1.0%	
	土弧、砂或砂砾		厚 度	不小于设计规定
			支承角侧边高程	不小于设计规定

续表

项 目			允许偏差	
			无压力管道	压力管道
管道 安装 (mm)	轴线位置		15	30
	管道内 底高程	$D \leq 1000$	$\pm 10$	$\pm 20$
		$D > 1000$	$\pm 15$	$\pm 30$
	刚性接口相邻 管节内底错口	$D \leq 1000$	3	3
		$D > 1000$	5	5

注：D 为管道内径 (mm)。

## 5 管 渠

### 5.1 一 般 规 定

5.1.1 管渠施工设计应包括以下主要内容：

- 5.1.1.1 施工平面及剖面布置图；
- 5.1.1.2 确定分段施工顺序；
- 5.1.1.3 降水、支撑及地基处理措施；
- 5.1.1.4 砌筑、现浇及装配等施工方法的设计；
- 5.1.1.5 安全施工及保证质量的措施。

注：管渠可采用砖、石及混凝土砌块砌筑、钢筋混凝土现场浇筑的以及采用钢筋混凝土预制构件装配的圆形、矩形、拱形等异形截面的输水管道。

5.1.2 管渠施工宜按变形缝分段进行。墙体、拱圈、顶板的变形缝与底板的变形缝应对正，缝宽应符合设计要求。

5.1.3 砌筑或装配式钢筋混凝土管渠应采用水泥砂浆。水泥标号不应低于 325 号；砂宜采用质地坚硬、级配良好而洁净的中粗砂，其含泥量不应大于 3%；掺用防水剂或防冻剂时，应符合国家现行有关防水剂或防冻剂标准的规定。

5.1.4 水泥砂浆配制和应用应符合下列要求：

- 5.1.4.1 砂浆应按设计配合比配制；
- 5.1.4.2 砂浆应搅拌均匀，稠度符合施工设计规定；
- 5.1.4.3 砂浆拌和后，应在初凝前使用完毕。使用中出現泌水时，应拌和均匀后再用。

5.1.5 砂浆试块的留置与抗压强度试块的评定应符合下列要求：

5.1.5.1 每砌筑  $100\text{m}^3$  砌体，或每砌筑段、安装段，留取砂浆试块不得少于一组，每组 6 块。当砌体不足  $100\text{m}^3$  时，亦应留取一组试块，6 个试块应取自同盘砂浆；

5.1.5.2 试块抗压强度的评定：同标号砂浆各组试块强度的平均值不应低于设计规定；任意一组试块强度不得低于设计抗压强度标准值的 0.75 倍。

5.1.5.3 当每单位工程中仅有一组试块时，其测得强度值不应低于砂浆设计抗压强度标准值。

注：①砂浆有抗渗、抗冻要求时，应在配合比设计中予以保证。施工中应取样检验，配合比变更时应增留试块；

②每一砌筑或安装段系指按变形缝分段的段长。

5.1.6 配制现浇混凝土的水泥应符合下列要求：

5.1.6.1 水泥宜采用普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥，当选用矿渣硅酸盐水泥时，应掺用适宜品种的外加剂；

5.1.6.2 冬期施工宜采用普通硅酸盐水泥，有抗冻要求的混凝土不宜采用火山灰质硅酸盐水泥；

5.1.6.3 管渠主体结构的同一浇筑段内应使用同一品种同一标号的水泥；

5.1.6.4 环境水对混凝土管渠有侵蚀时，应按设计要求选用水泥。

5.1.7 配制管渠混凝土所用骨料除应符合国家现行有关标准的规定外，尚应符合下列要求：

5.1.7.1 粗骨料最大粒径不得大于结构截面最小尺寸的  $1/4$ ，不得大于钢筋最小净距的  $3/4$ ，且不得大于  $40\text{mm}$ 。其含泥量不得大于  $1\%$ ，吸水率不应大于  $1.5\%$ ；当采用多级配时，其规格及级配应通过试验确定；

5.1.7.2 细骨料宜选用质地坚硬、级配良好的中粗砂，其含泥量不应大于  $3\%$ ；

5.1.7.3 当发现骨料中含无定形二氧化硅，且可能引起碱-骨料反应时，应通过试验决定是否取用。

5.1.8 配制混凝土时，应根据施工设计要求掺入适宜品种的外加剂，选用外加剂的应用条件、掺量范围应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》的有关规定。钢筋混凝土中不得掺入氯盐，给水管渠混凝土中不得掺入亚硝酸钠及六价铬盐等有毒掺剂。

5.1.9 混凝土配合比的选择，应根据抗压强度、抗渗、抗冻等要求指标和施工和易性，并通过计算和试验确定。

5.1.10 管渠的水压试验应符合本规范第 10 章的有关规定。

## 5.2 砌筑管渠

5.2.1 管渠砌筑材料应符合下列要求：

5.2.1.1 砌筑用砖应采用机制普通粘土砖，其强度等级不应低于  $\text{MU}7.5$ ，并应符合国家现行标准《普通粘土砖》的规定；

5.2.1.2 石料应采用质地坚实、无风化和裂纹的料石或块石，其强度等级不应低于  $\text{MU}20$ ；

5.2.1.3 混凝土砌块的抗压强度、抗渗、抗冻指标应符合设计要求。

5.2.2 砌筑管渠应按变形缝分段施工，当段内砌筑需间断时，应预留阶梯型斜茬；接砌时，应将斜茬冲净并铺满砂浆，墙转角和交接处应与墙体同时砌筑。

5.2.3 砌筑管渠变形缝的施工应符合下列要求：

5.2.3.1 变形缝内应清除干净，缝的两侧应刷冷底子油一道；

5.2.3.2 缝内填料应填塞密实；

5.2.3.3 灌注沥青等填料应待灌注底板缝的沥青冷却后，再灌注墙缝，并应连续灌满灌实；

5.2.3.4 缝外墙面铺贴沥青卷材时，应将底层抹平，铺贴平整，不得有拥包现象。

5.2.4 砖砌管渠砌筑前应将砖用水浸透，当混凝土基础验收合格，抗压强度达到  $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ ，基础面处理平整和洒水湿润后，方可铺浆砌筑。

5.2.5 砖砌管渠砌筑应符合下列规定：

5.2.5.1 砖砌管渠砌筑应铺满满挤、上下搭砌，水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度宜为  $10\text{mm}$ ，并不得有竖向通缝；曲线段的竖向灰缝，其内侧灰缝宽度不应小于  $5\text{mm}$ ，外侧灰缝不应大于  $13\text{mm}$ ；

5.2.5.2 墙体宜采用五顺一丁砌法，但底皮与顶皮均应用丁砖砌筑；

5.2.5.3 墙体有抹面要求时，应在砌筑时将挤出的砂浆刮平；墙体为清水墙时，应在砌筑时搂出

深度 10mm 的凹缝。

#### 5.2.6 砖砌拱圈应符合下列要求：

- 5.2.6.1 拱胎模板尺寸应符合施工设计要求，并留出模板伸胀缝，板缝应严实平整；
- 5.2.6.2 拱胎安装应稳固，高程准确，拆装简易；
- 5.2.6.3 砌筑前拱胎应充分湿润，冲洗干净，并均匀涂刷隔离剂；
- 5.2.6.4 砌筑应自两侧向拱中心对称进行，灰缝匀称，拱中心位置正确，灰缝砂浆饱满严密；
- 5.2.6.5 拱圈应采用退茬法，每块砌块退半块留茬，拱圈应在 24h 内封顶，两侧拱圈之间应满铺砂浆，拱顶上不得堆置器材。

5.2.7 采用混凝土砌块砌筑拱形管渠或管渠的弯道时，宜采用楔形或扇形砌块。当砌体垂直灰缝宽度大于 30mm 时，应采用细石混凝土灌实。混凝土强度等级不应小于 C20。

#### 5.2.8 石砌管渠砌筑应符合下列规定：

- 5.2.8.1 石块应清除表面的污垢等杂质，并用水湿润；
  - 5.2.8.2 砌筑应采用铺浆法分层卧砌，上下错缝，内外搭砌，并应在每 0.7m<sup>2</sup> 墙面内至少设置拉结石一块，拉结石在同层内的中距不应大于 2m，每日砌筑高度不宜超过 1.2m；
  - 5.2.8.3 灰缝宽度应均匀，嵌缝应饱满密实。
- 5.2.9 石砌拱圈，相邻两行拱石的砌缝应错开，砌体必须错缝，咬茬紧密，不得采用外贴侧立石块、中间填心的砌筑方法。

5.2.10 拱形管渠砌筑时，拱的外面、墙体和渠底的灰缝，宜在砌筑时用水泥砂浆勾平，并使其与砌体齐平，拱内面的灰缝应在拆除拱胎后立即勾抹。采用石砌时，拱外及侧墙外面宜根据要求抹成凸缝或平缝。

#### 5.2.11 反拱砌筑应符合下列规定：

- 5.2.11.1 砌筑前应按设计要求的弧度制作反拱的样板，沿设计轴线每隔 10m 设一块；
  - 5.2.11.2 根据样板挂线，先砌中心的一列砖、石，并找准高程后接砌两侧，灰缝不得凸出砖面，反拱砌筑完成后，应待砂浆强度达到设计抗压强度标准值的 25% 时，方准踩压；
  - 5.2.11.3 反拱表面应光滑平顺，高程允许偏差应为  $\pm 10\text{mm}$ 。
- 5.2.12 拱形管渠侧墙砌筑完毕，并经养护后，在安装拱胎前，两侧墙外回填土时，墙内应采取措施，保持墙体稳定。
- 5.2.13 砌筑后的砌体应及时进行养护，并不得遭受冲刷、震动或撞击。当砂浆强度达到设计抗压强度标准值的 25% 时，方可在无震动条件下拆除拱胎。

#### 5.2.14 砌筑渠体抹面应符合下列规定：

- 5.2.14.1 渠体表面粘接的杂物应清理干净，并洒水湿润；
- 5.2.14.2 水泥砂浆抹面宜分两道抹成，第一道抹成后应刮平并使表面造成粗糙纹，第二道砂浆抹平后，应分两次压实抹光；
- 5.2.14.3 抹面应压实抹平，施工缝留成阶梯形；接茬时，应先将留茬均匀涂刷水泥浆一道，并依次抹压，使接茬严密；阴阳角应抹成圆角；
- 5.2.14.4 抹面砂浆终凝后，应及时保持湿润养护，养护时间不宜少于 14d。

#### 5.2.15 水泥砂浆抹面质量应符合下列要求：

- 5.2.15.1 砂浆与基层及各层间应粘结紧密牢固，不得有空鼓及裂纹等现象；
  - 5.2.15.2 抹面平整度不应大于 5mm；
  - 5.2.15.3 接茬应平整，阴阳角清晰顺直。
- 5.2.16 矩形管渠的钢筋混凝土盖板，应按设计吊点起吊、搬运和堆放，不得反向放置。
- 5.2.17 矩形管渠钢筋混凝土盖板的安装应符合下列要求：

5.2.17.1 盖板安装前，墙顶应清扫干净，洒水湿润，而后铺浆安装；

5.2.17.2 盖板安装的板缝宽度应均匀一致，吊装时应轻放，不得碰撞；

5.2.17.3 盖板就位后，相邻板底错台不应大于 10mm，板端压墙长度，允许偏差应为  $\pm 10\text{mm}$ ，板缝及板端的三角灰，应采用水泥砂浆填抹密实。

5.2.18 管渠砌筑质量允许偏差应符合表 5.2.18 的要求。

表 5.2.18 管渠砌筑质量允许偏差 (mm)

项 目		砌体允许偏差			
		砖	料石	块石	混凝土块
轴线位置		15	15	20	15
渠底	高程	$\pm 10$		$\pm 20$	$\pm 10$
	中心线每侧宽	$\pm 10$	$\pm 10$	$\pm 20$	$\pm 10$
墙高		$\pm 20$	$\pm 20$		$\pm 20$
墙厚		不小于设计规定			
墙面垂直度		15	15		15
墙面平整度		10	20	30	10
拱圈断面尺寸		不小于设计规定			

5.2.19 各期施工砌筑材料应符合下列要求；

5.2.19.1 砖、石及混凝土砌块不得用水湿润，应将冰雪或粘结的泥土等杂物清除干净，并应增大砂浆的流动性；

5.2.19.2 砂浆宜选用普通硅酸盐水泥拌制。

5.2.20 冬期砌筑管渠，应采用抗冻砂浆，抗冻砂浆的食盐掺量应符合表 5.2.20 的规定。

5.2.21 冬期施工应防止地基遭受冻结，砂浆砌体不得在冻结土基上砌筑。

5.2.22 冬期砂浆抹面应符合下列规定：

5.2.22.1 砂浆可按最低气温掺入食盐，掺量范围应符合表 5.2.20 的规定；

表 5.2.20 抗冻砂浆食盐掺量 (占水重%)

类 别	最低气温		
	0 ~ -5℃	-6 ~ -10℃	-10℃ 以下
砖及混凝土块	2	4	5
料石及块石	5	8	10

注：1. 最低气温，系指一昼夜中最低的大气温度；

2. 当砌体中配置钢筋时，钢筋应做防腐处理。

5.2.22.2 抹面前宜采用热盐水将墙面刷净；

5.2.22.3 抹面应在气温 0℃ 以上进行；

5.2.22.4 外露抹面应覆盖养护，有顶盖的内墙抹面应堵住风口。

### 5.3 现浇钢筋混凝土管渠

5.3.1 现浇钢筋混凝土管渠的施工，应根据管渠的结构形式、施工方法和振捣成型的设施等进行模

板和钢筋的施工设计。

5.3.2 矩形管渠的直墙侧模，当不采取螺栓固定时，其两侧模板间应加临时支撑杆；浇筑时，在混凝土面接近撑杆时，应将撑杆拆除。

管渠顶板的底模，当跨度等于或大于 4m 时，其底模应预留拱度，预留拱度宜为跨长的 2‰~3‰。

5.3.3 拱形管渠模板支设时，其拱架结构应简单、坚固，便于制作与拆装；倒拱形渠底流水面部分，应使内模略低于设计高程，且拱面模板应圆整光滑。采用木模时，拱面中心宜设八字缝板一块。

5.3.4 现浇圆形钢筋混凝土管渠模板的支设应符合下列规定：

5.3.4.1 浇筑混凝土基础时，应埋设固定钢筋骨架的架立筋、内模箍筋地锚和外模地锚；

5.3.4.2 当基础混凝土抗压强度达到  $1.2\text{N}/\text{mm}^2$  后，应固定钢筋骨架及管内模；

5.3.4.3 管内模尺寸不应小于设计规定，并便于拆装；当采用木模时，应在圆内对称位置各设八字缝板一块；浇筑前模板应洒水湿透；

5.3.4.4 管外模直面部分和堵头板应一次支设，直面部分应设八字缝板，弧面部分宜在浇筑过程中支设；当外模采用框架固定时，应防止整体结构的纵向扭曲变形。

5.3.5 固定模板的支撑不得与脚手架相联。侧墙模板与顶模板、拱模板的支设应分开。

5.3.6 现浇钢筋混凝土管渠，其变形缝内止水带的设置位置应准确牢固，与变形缝垂直，与墙体中心对正。架立止水带的钢筋应预先制作成型。

5.3.7 现浇钢筋混凝土管渠中钢筋骨架安装的允许偏差应符合表 5.3.7 的规定。

表 5.3.7 管渠钢筋骨架安装的允许偏差

项 目	允 许 偏 差
环筋同心度	± 10mm
环筋内底高程	± 5mm
倾斜度	1% D

注：D 为钢筋骨架的直径（mm）。

5.3.8 现浇钢筋混凝土管渠模板安装允许偏差应符合表 5.3.8 的规定。

表 5.3.8 现浇钢筋混凝土管渠模板安装允许偏差（mm）

项 目		允许偏差
轴线位置	整础	10
	墙板、管、拱	5
相邻两板表面高低差	刨光模板、钢模	2
	不刨光模板	4
表面平整度	刨光模板、钢模	3
	不刨光模板	5
垂直度	墙、板	0.1% H, 且不大于 6
截面尺寸	基础	+ 10、- 20
	墙、板	+ 3、- 8
	管、拱	不小于设计断面



续表

项 目		允许偏差
中心 位置	预埋管、件及止水带	3
	预留孔洞	5

注：H 为墙的高度（mm）。

5.3.9 现浇钢筋混凝土管渠模板的拆除应符合下列规定：

5.3.9.1 应在混凝土强度能保证其表面及棱角不受损伤时，拆除侧模板。

5.3.9.2 现浇钢筋混凝土拱或矩形管渠顶部的底模，应在与结构同条件养护的混凝土试块达到表 5.3.9 规定的抗压强度时进行。

表 5.3.9 底模拆除时混凝土的抗压强度值

结构类型	结构跨度（m）	达到设计强度标准值（%）
板、拱	$\leq 2$	50
	$> 2$ 且 $\leq 8$	75

注：根据实测抗压强度验算结构安全有保障时，可不受此限制。

5.3.9.3 现浇钢筋混凝土管渠的内模，应待混凝土达到设计强度标准值的 75% 以后，方可拆除。预留孔洞的内模，在混凝土强度能保证构件和孔洞表面不发生坍塌和裂缝时拆除。

5.3.10 管渠钢筋骨架的安设与定位，应在基础混凝土抗压强度达到规定要求后，将钢筋骨架放在预埋架立筋的预定位置，使其平直后与架立筋焊牢。

钢筋骨架的段与段之间的纵向钢筋的焊接与绑扎应相间进行。

5.3.11 管渠基础下的砂垫层铺平拍实后，混凝土浇筑前不得踩踏。

5.3.12 浇筑管渠基础垫层时，基础面高程宜低于设计基础面，其允许偏差应为 0 ~ -10mm。

5.3.13 管渠混凝土的浇筑应连续进行；分层浇筑的压茬间隙时间，当环境温度低于 25℃ 时，不应超过 3h，环境温度在 25℃ 及以上时，不应超过 2.5h。

5.3.14 现浇钢筋混凝土矩形管渠的施工缝应留在墙底腋角以上不小于 20cm 处。墙与顶板宜连续浇筑，当浇筑至墙顶时，宜停留 1 ~ 1.5h 的沉降时间，再继续浇筑顶板。

5.3.15 混凝土浇筑不得发生离析现象，管渠两侧应对称浇筑，高差不宜大于 30cm。

5.3.16 圆形管渠两侧混凝土的浇筑，当浇筑到管径之半的高度时，宜间歇 1 ~ 1.5h 后再继续浇筑。

5.3.17 现浇钢筋混凝土管渠，除应遵守常规的混凝土浇筑与养护要求外，并应符合下列规定：

5.3.17.1 管顶及拱顶混凝土的坍落度宜降低 1 ~ 2cm；

5.3.17.2 宜选用碎石作混凝土的粗骨料；

5.3.17.3 增加二次振捣，顶部厚度不得小于设计值；

5.3.17.4 初凝后抹平压光。

5.3.18 浇筑管渠混凝土时，应经常观察模板、支撑、钢筋骨架预埋件和预留孔洞，当有变形或位移时，应立即修整。

5.3.19 采用钢筋混凝土板桩支护并与现浇钢筋混凝土内衬组成排水管渠主体结构时，其板桩施工应符合下列规定：

5.3.19.1 在平面上纵向直线允许偏差为  $\pm 50$ mm；

5.3.19.2 垂直度允许偏差为 1%。

5.3.20 现浇混凝土管渠每段宜采用同一方法养护，使覆盖厚度、养护温度及洒水等条件保持一致。

5.3.21 冬期施工混凝土管渠采用蒸汽养护时,可在管渠内通低压饱和蒸汽养护,其蒸汽温度不宜大于 $30^{\circ}\text{C}$ ,升温速度不宜大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,降温速度不宜大于 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,混凝土的内外温差不应大于 $20^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.22 混凝土质量应以配合比设计作保证,检验混凝土质量的试块应在浇筑地点制作,其试块留置应符合下列规定:

5.3.22.1 抗压强度试块:

(1) 标准养护试块:每工作班不应少于一组,每组3块;

每浇筑 $100\text{m}^3$ 或每段长不大于 $100\text{m}$ 时,不应少于一组,每组3块;

(2) 与结构同条件养护试块:根据施工设计规定按拆模、施工预应力和施工期间临时荷载等的需要数量留置;

5.3.22.2 抗渗试块:每浇 $500\text{m}^3$ 混凝土不得少于一组,每组6块;

5.3.22.3 抗冻试块留置组数应按抗冻标号规定留置,每浇 $500\text{m}^3$ 混凝土留置一组。

注:①当浇筑混凝土数量不足 $500\text{m}^3$ 时,抗渗、抗冻试块也应按上述规定留置;

②当配合比和施工条件发生变化时,应增加留置组数。

5.3.23 现浇钢筋混凝土管渠质量应符合下列要求:

5.3.23.1 混凝土的抗压强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》进行评定,抗渗、抗冻试块应按现行国家有关标准评定,并不得低于设计规定;

5.3.23.2 现浇钢筋混凝土管渠允许偏差应符合表5.3.23的规定。

表 5.3.23 现浇钢筋混凝土管渠允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差
轴线位置	15
渠底高程	$\pm 10$
管、拱圈断面尺寸	不小于设计规定
盖板断面尺寸	不小于设计规定
墙高	$\pm 10$
渠底中线每侧宽度	$\pm 10$
墙面垂直度	15
墙面平整度	10
墙厚	$\pm 10$ 0

## 5.4 装配式钢筋混凝土管渠

5.4.1 装配式钢筋混凝土管渠的预制构件的外观、几何尺寸及抗压强度等,应按现行国家有关标准检验合格后方可进入施工现场,构件应按装配顺序编号组合。

5.4.2 短形或拱形管渠构件的运输、堆放及吊装,不得使构件受损。

5.4.3 当装配式管渠的基础与墙体等上部构件采用杯口连接时,杯口宜与基础一次连续浇筑。当采用分期浇筑时,其基础面应凿毛并清洗干净后方可浇筑。

5.4.4 矩形或拱形构件的安装应符合下列要求:

5.4.4.1 基础杯口混凝土达到设计强度标准值的75%以后,方可进行安装;

5.4.4.2 安装前应将与构件连接部位凿毛清洗，杯底应铺设水泥砂浆；

5.4.4.3 安装时应使构件稳固、接缝间隙符合设计的要求，并将上、下构件的竖向企口接缝错开。

5.4.5 当管渠采用现浇底板后装配墙板法施工时，安装墙板应位置准确，相邻墙板板顶平齐。当采用钢管支撑器临时固定时，支撑器应待板缝及杯口混凝土达到规定强度，并盖好盖板后方可拆除。

5.4.6 管渠侧墙两板间的竖向接缝应采用设计规定的材料填实；当设计无规定时，宜采用细石混凝土或水泥砂浆填实。

5.4.7 后浇杯口混凝土的浇筑，宜在墙体构件间接缝填筑完毕，杯口钢筋绑扎后进行。后浇杯口混凝土达到设计抗压强度标准值的 75% 以后方可回填土；

5.4.8 短形或拱形构件进行装配施工时，其水平接缝应铺满水泥砂浆，使接缝咬合，且安装后应及时勾抹压实接缝内外面。

5.4.9 矩形或拱形构件的填缝或勾缝应先做外缝，后做内缝，并适时洒水养护。内部填缝或勾缝，应在管渠外部回填土后进行。

5.4.10 管渠顶板的安装应轻放，不得震裂接缝，并使顶板缝与墙板缝错开。

5.4.11 矩形或拱形管渠顶部的内接缝，当采用石棉水泥填缝时，宜先填入 3/5 深度的麻辫后，方可填打石棉水泥至缝平。

5.4.12 装配式钢筋混凝土管渠构件安装允许偏差应符合表 5.4.12 的规定。

表 5.4.12 装配式钢筋混凝土管渠构件安装允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差
轴线位置	10
高程 (墙板、拱)	± 5
垂直度 (墙板)	5
墙板、拱构件间隙	± 10
杯口底、顶宽度	+ 10 - 5

## 6 顶管施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 顶管的施工设计应包括以下主要内容：

6.1.1.1 施工现场平面布置图；

6.1.1.2 顶进方法的选用和顶管段单元长度的确定；

6.1.1.3 工作坑位置的选择及其结构类型的设计；

6.1.1.4 顶管机头选型及各类设备的规格、型号及数量；

6.1.1.5 顶力计算和后背设计；

6.1.1.6 洞口的封门设计；

6.1.1.7 测量、纠偏的方法；

6.1.1.8 垂直运输和水平运输布置；下管、挖土、运土或泥水排除的方法；

- 6.1.1.9 减阻措施；
- 6.1.1.10 控制地面隆起、沉降的措施；
- 6.1.1.11 地下水排除方法；
- 6.1.1.12 注浆加固措施；
- 6.1.1.13 安全技术措施。

6.1.2 管道顶进方法的选择，应根据管道所处土层性质、管径、地下水位、附近地上与地下建筑物、构筑物和各种设施等因素，经技术经济比较后确定，并应符合下列规定：

- 6.1.2.1 在粘性土或砂性土层，且无地下水影响时，宜采用手掘式或机械挖掘式顶管法；当土质为砂砾土时，可采用具有支撑的工具管或注浆加固土层的措施；
- 6.1.2.2 在软土层且无障碍物的条件下，管顶以上土层较厚时，宜采用挤压式或网格式顶管法；
- 6.1.2.3 在粘性土层中必须控制地面隆陷时，宜采用土压平衡顶管法；
- 6.1.2.4 在粉砂土层中且需要控制地面隆陷时，宜采用加泥式土压平衡或泥水平衡顶管法；
- 6.1.2.5 在顶进长度较短、管径小的金属管时，宜采用一次顶进的挤密土层顶管法。

6.1.3 采用手掘式顶管时，应将地下水位降至管底以下不小于 0.5m 处，并应采取措施，防止其他水源进入顶管管道。

6.1.4 顶管施工中的测量，应建立地面与地下测量控制系统，控制点应设在不易扰动、视线清楚、方便校核、易于保护处。

## 6.2 工 作 坑

6.2.1 顶管工作坑的位置应按下列条件选择：

- 6.2.1.1 管道井室的位置；
- 6.2.1.2 可利用坑壁土体作后背；
- 6.2.1.3 便于排水、出土和运输；
- 6.2.1.4 对地上与地下建筑物、构筑物易于采取保护和安全施工的措施；
- 6.2.1.5 距电源和水源较近，交通方便；
- 6.2.1.6 单向顶进时宜设在下游一侧。

6.2.2 采用装配式后背墙时应符合下列规定：

- 6.2.2.1 装配式后背墙宜采用方木、型钢或钢板等组装，组装后的后背墙应有足够的强度和刚度；
- 6.2.2.2 后背土体壁面应平整，并与管道顶进方向垂直；
- 6.2.2.3 装配式后背墙的底端宜在工作坑底以下，不宜小于 50cm；
- 6.2.2.4 后背土体壁面应与后背墙贴紧，有孔隙时应采用砂石料填塞密实；
- 6.2.2.5 组装后背墙的构件在同层内的规格应一致，各层之间的接触应紧贴，并层层固定。

6.2.3 工作坑的支撑宜形成封闭式框架，矩形工作坑的四角应加斜撑。

6.2.4 顶管工作坑及装配式后背墙的墙面应与管道轴线垂直，其施工允许偏差应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 工作坑及装配式后背墙的施工允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差
工作坑每侧	宽 度	不小于施工设计规定
	长 度	
装配式后背墙	垂直度	0.1% H
	水平扭转度	0.1% L

注：1.  $H$  为装配式后背墙的高度 (mm)；

2.  $L$  为装配式后背墙的长度 (mm)。

6.2.5 当无原土作后背墙时，应设计结构简单、稳定可靠、就地取材、拆除方便的人工后背墙。

6.2.6 利用已顶进完毕的管道作后背时，应符合下列规定：

6.2.6.1 待顶管道的顶力应小于已顶管道的顶力；

6.2.6.2 后背钢板与管口之间应衬垫缓冲材料；

6.2.6.3 采取措施保护已顶入管道的接口不受损伤。

6.2.7 当顶管工作坑采用地下连续墙时，应符合现行国家标准《地基与基础工程施工及验收规范》的规定，并应编制施工设计。施工设计应包括以下主要内容；

6.2.7.1 工作坑施工平面布置及竖向布置；

6.2.7.2 槽段开挖土方及泥浆处理；

6.2.7.3 墙体混凝土的连接形式及防渗措施；

6.2.7.4 预留顶管洞口设计；

6.2.7.5 预留管、件及其与内部结构连接的措施；

6.2.7.6 开挖工作坑支护及封底措施；

6.2.7.7 墙体内面的修整、护衬及顶管后背的设计；

6.2.7.8 必要的试验研究内容。

6.2.8 地下连续墙墙段间宜采用接头箱法连接，且其接缝位置应与井室内部结构相接处错开。

6.2.9 槽段开挖成形允许偏差应符合表 6.2.9 的规定。

表 6.2.9 槽段开挖成形允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差
轴线位置	30
成槽垂直度	$< H/300$
成槽深度	清孔后不小于设计规定

注：1. 轴线位置指成槽轴线与设计轴线位置之差；

2.  $H$  为成槽深度 (mm)。

6.2.10 采用钢管作预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环，且周围应采用钢制框架，按设计位置与钢筋骨架的主筋焊接牢固；钢管内宜采用具有凝结强度的轻质胶凝材料封堵；钢筋骨架与井室结构或顶管后背的连接筋、螺栓、连接挡板锚筋，应位置准确，联接牢固。

6.2.11 槽段混凝土浇筑的技术要求应符合表 6.2.11 的规定。

表 6.2.11 槽段混凝土浇筑的技术要求

项 目		技术要求指标
混凝土配合比	水灰比	$\leq 0.80$
	灰砂比	1:2 ~ 1:2.5
	水泥用量	$\geq 370\text{kg/m}^3$
	坍落度	$20 \pm 2\text{cm}$
混凝土浇筑	拼接导管检漏压力	$> 0.3\text{MPa}$
	钢筋骨架就位后到浇筑开始	$< 4\text{h}$
	导管间距	$\leq 3\text{m}$
	导管距槽端距离	$\leq 1.50\text{m}$
	导管埋置深度	$> 1.00\text{m}, < 6.00\text{m}$
	混凝土面上升速度	$> 400\text{m/h}$
	导管间混凝土面高差	$< 0.50\text{m}$

- 注：1. 工作坑兼做管道构筑物时，其混凝土施工尚应满足结构要求；  
 2. 导管埋置深度系指开浇后正常浇筑时，混凝土面距导管底口的距离；  
 3. 导管间距系指当导管管径为 200~300mm 时，导管中心至中心的距离。

6.2.12 地下连续墙的顶管后背部位，应按施工设计采取加固措施。

6.2.13 开挖工作坑，应按施工设计规定及时支护，可采用与墙体连接的钢筋混凝土圈梁和支撑梁的方法支护，也可采用钢管支撑法支护。支撑应满足便于运土、提吊管件及机具设备等的要求。

6.2.14 地下连续墙施工允许偏差应符合表 6.2.14 的规定。

表 6.2.14 地下连续墙施工允许偏差

项 目		允许偏差
轴线位置		100mm
墙面平整度	粘土层	100mm
	砂土层	200mm
预埋管	中心位置	100mm
混凝土抗渗、抗冻及弹性模量		符合设计要求

注：墙面平整度允许偏差值系指允许凸出设计墙面的数值。

6.2.15 矩形工作坑的底部宜符合下列公式要求：

$$B = D_1 + S \quad (6.2.15-1)$$

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \quad (6.2.15-2)$$

式中  $B$ ——矩形工作坑的底部宽度 (m)；

$D_1$ ——管道外径 (m)；

$S$ ——操作宽度 (m)，可取 2.4~3.2m；

$L$ ——矩形工作坑的底部长度 (m)；

$L_1$ ——工具管长度 (m)，当采用管道第一节管作为工具管时，钢筋混凝土管不宜小于 0.3m；钢管不宜小于 0.6m；

$L_2$ ——管节长度 (m)；

$L_3$ ——运土工作间长度 (m)；

$L_4$ ——千斤顶长度 (m);

$L_5$ ——后背墙的厚度 (m);

6.2.16 工作坑深度应符合下列公式要求:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 \quad (6.2.16-1)$$

$$H_2 = h_1 + h_3 \quad (6.2.16-2)$$

式中  $H_1$ ——顶进坑地面至坑底的深度 (m);

$H_2$ ——接受坑地面至坑底的深度 (m);

$h_1$ ——地面至管道底部外缘的深度 (m);

$h_2$ ——道外缘底部至导轨底面的高度 (m);

$h_3$ ——基础及其垫层的厚度。但不应小于该处井室的基础及垫层厚度 (m)。

6.2.17 顶管完成后的工作坑应及时进行下步工序, 经检验后及时回填。

## 6.3 设备安装

6.3.1 导轨应选用钢质材料制作, 其安装应符合下列规定:

6.3.1.1 两导轨应顺直、平行、等高, 其纵坡应与管道设计坡度一致;

6.3.1.2 导轨安装的允许偏差应为:

轴线位置: 3mm

顶面高程: 0~ +3mm

两轨内距:  $\pm 2$ mm

6.3.1.3 安装后的导轨应牢固, 不得在使用中产生位移, 并应经常检查校核。

6.3.2 千斤顶的安装应符合下列规定:

6.3.2.1 千斤顶宜固定在支架上, 并与管道中心的垂线对称, 其合力的作用点应在管道中心的垂线上;

6.3.2.2 当千斤顶多于一台时, 宜取偶数, 且其规格宜相同; 当规格不同时, 其行程应同步, 并将同规格的千斤顶对称布置;

6.3.2.3 千斤顶的油路应并联, 每台千斤顶应有进油、退油的控制系统。

6.3.3 油泵安装和运转应符合下列规定:

6.3.3.1 油泵宜设置在千斤顶附近, 油管应顺直、转角少;

6.3.3.2 油泵应与千斤顶相匹配, 并应有备用油泵; 油泵安装完毕, 应进行试运转;

6.3.3.3 顶进开始时, 应缓慢进行, 待各接触部位密合后, 再按正常顶进速度顶进;

6.3.3.4 顶进中若发现油压突然增高, 应立即停止顶进, 检查原因并经处理后方可继续顶进;

6.3.3.5 千斤顶活套退回时, 油压不得过大, 速度不得过快。

6.3.4 分块拼装式顶铁的质量应符合下列规定:

6.3.4.1 顶铁应有足够的刚度;

6.3.4.2 顶铁宜采用铸钢整体浇铸或采用型钢焊接成型; 当采用焊接成型时, 焊缝不得高出表面, 且不得脱焊;

6.3.4.3 顶铁的相邻面应互相垂直;

6.3.4.4 同种规格的顶铁尺寸应相同;

6.3.4.5 顶铁上应有锁定装置;

6.3.4.6 顶铁单块放置时应能保持稳定。

6.3.5 顶铁的安装和使用应符合下列规定:

- 6.3.5.1 安装后的顶铁轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁与导轨和顶铁之间的接触面不得有泥土、油污；
- 6.3.5.2 更换顶铁时，应先使用长度大的顶铁；顶铁拼装后应锁定；
- 6.3.5.3 顶铁的允许联接长度，应根据顶铁的截面尺寸确定。当采用截面为  $20\text{cm} \times 30\text{cm}$  顶铁时，单行顺向使用的长度不得大于  $1.5\text{m}$ ；双行使用的长度不得大于  $2.5\text{m}$ ，且应在中间加横向顶铁相联；
- 6.3.5.4 顶铁与管口之间应采用缓冲材料衬垫，当顶力接近管节材料的允许抗压强度时，管端应增加 U 形或环形顶铁；
- 6.3.5.5 顶进时，工作人员不得在顶铁上方及侧面停留，并应随时观察顶铁有无异常迹象。
- 6.3.6 采用起重设备下管时应符合下列规定：
- 6.3.6.1 正式作业前应试吊，吊离地面  $10\text{cm}$  左右时，检查重物捆扎情况和制动性能，确认安全后方可起吊；
- 6.3.6.2 下管时工作坑内严禁站人，当管节距导轨小于  $50\text{cm}$  时，操作人员方可近前工作；
- 6.3.6.3 严禁超负荷吊装。

## 6.4 顶 进

- 6.4.1 开始顶进前应检查下列内容，确认条件具备时方可开始顶进。
- 6.4.1.1 全部设备经过检查并经过试运转；
- 6.4.1.2 工具管在导轨上的中心线、坡度和高程应符合第 6.3.1 条的规定；
- 6.4.1.3 防止流动性土或地下水由洞口进入工作坑的措施；
- 6.4.1.4 开启封门的措施。
- 6.4.2 拆除封门时应符合下列规定：
- 6.4.2.1 采用钢板桩支撑时，可拔起或切割钢板桩露出洞口，并采取措施防止洞口上方的钢板桩下落；
- 6.4.2.2 采用沉井时，应先拆除内侧的临时封门，再拆除井壁外侧的封板或其他封填措施；
- 6.4.2.3 在不稳定土层中顶管时，封门拆除后应将工具管立即顶入土层。
- 6.4.3 工具管开始顶进  $5 \sim 10\text{m}$  的范围内，允许偏差应为：轴线位置  $3\text{mm}$ ，高程  $0 \sim +3\text{mm}$ 。当超过允许偏差时，应采取纠偏措施。
- 在软土层中顶进混凝土管时，为防止管节飘移，可将前  $3 \sim 5$  节管与工具管联成一体。
- 6.4.4 采用手工掘进顶管法时，应符合下列规定（图 6.4.4）；

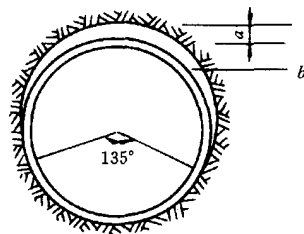


图 6.4.4 超挖示意

$a$ —最大超挖量； $b$ —允许超挖范围

- 6.4.4.1 工具管接触或切入土层后，应自上而下分层开挖；工具管迎面的超挖量应根据土质条件确定；
- 6.4.4.2 在允许超挖的稳定土层中正常顶进时，管下部  $135^\circ$  范围内不得超挖；管顶以上超挖量不



得大于 1.5cm；管前超挖应根据具体情况确定，并制定安全保护措施；

6.4.4.3 在对顶施工中，当两管端接近时，可在两端中心先掏小洞通视调整偏差量。

6.4.5 采用网格式水冲法顶管时，应符合下列规定：

6.4.5.1 网格应全部切入土层后方可冲碎土块；

6.4.5.2 进水应采用清水；

6.4.5.3 在地下水位以下的粉砂层中的进水压力宜为 0.4~0.6MPa；在粘性土层中，进水压力宜为 0.7~0.9MPa；

6.4.5.4 工具管内的泥浆应通过筛网排出管外。

6.4.6 采用挤压式顶管时，应符合下列规定：

6.4.6.1 喇叭口的形状及其收缩量应根据土层情况确定，且应与其形心的垂线左右对称；

6.4.6.2 每次顶进的长度，应根据车斗的容积、起吊能力和地面运输条件综合确定；

6.4.6.3 工具管开始顶进和接近顶完时，应采用手工挖土缓慢顶进；

6.4.6.4 顶进时，应防止工具管转动；

6.4.6.5 临时停止顶进时，应将喇叭口全部切入土层。

6.4.7 采用挤压土层法顶管时，应符合下列规定：

6.4.7.1 管前应安装管尖或管帽。当采用管尖时，其中心角宜为：砂性土层，不宜大于 60°；粉质粘土，不宜大于 50°；粘土，不宜大于 40°；

6.4.7.2 为防止相邻管道损坏及地面隆起，应根据施工设计控制与相邻管道间的净距及距地面的深度。

6.4.8 顶管的顶力可按下式计算，亦可采用当地的经验公式确定：

$$P = f\gamma D_1 [2H + (2H + D_1) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\Phi}{2}\right) + \frac{\omega}{\gamma D_1}] L + P_f \quad (6.4.8)$$

式中  $P$ ——计算的总顶力 (kN)；

$\gamma$ ——管道所处土层的重力密度 (kN/m<sup>3</sup>)；

$D_1$ ——管道的外径 (m)；

$H$ ——管道顶部以上覆盖土层的厚度 (m)；

$\Phi$ ——管道所处土层的内摩擦角 (°)；

$\omega$ ——管道单位长度的自重 (kN/m)；

$L$ ——管道的计算顶过长度 (m)；

$f$ ——顶进时，管道表面与其周围土层之间的摩擦系数，其取值可按表 6.4.8-1 所列数据选用；

$P_f$ ——顶进时，工具管的迎面阻力 (kN)，其取值，宜按不同顶进方法由表 6.4.8-2 所列公式计算。

表 6.4.8-1 顶进管道与其周围土层的摩擦系数

土 类	湿	干
粘土、亚粘土	0.2~0.3	0.4~0.5
破土、亚砂土	0.3~0.4	0.5~0.6

6.4.9 顶进钢管采用钢丝网水泥砂浆和肋板保护层时，焊接后应补做焊口处的外防腐层。

6.4.10 采用钢筋混凝土管时，其接口处理应符合下列规定：

6.4.10.1 管节未进入土层前,接口外侧应垫麻丝、油毡或木垫板,管口内侧应留有 10~20mm 的空隙;顶紧后两管间的孔隙宜为 10~15mm;

表 6.4.8-2 顶进工具管迎面阻力 ( $P_F$ ) 的计算公式

顶进方法		顶进时,工具管迎面阻力 ( $P_F$ ) 的计算公式 (kN)
手工掘进	工具管顶部及两侧允许超挖	0
	工具管顶部及两侧不允许超挖	$\pi D_{av} \cdot t \cdot R$
挤压法		$\pi \pi D_{av} \cdot t \cdot R$
网格挤压法		$\alpha \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \cdot R$

注:  $D_{av}$ ——工具管刃脚或挤压喇叭口的平均直径 (m);

$t$ ——工具管刃脚厚度或挤压喇叭口的平均宽度 (m);

$R$ ——手工掘进顶管法的工具管迎面阻力,或挤压、网格挤压顶管法的挤压阻力。前者可采用  $500\text{kN/m}^2$ ,后者可按工具管前端中心处的被动土压力计算 ( $\text{kN/m}^2$ );

$\alpha$ ——网格截面参数,可取 0.6~1.0。

6.4.10.2 管节入土后,管节相邻接口处安装内胀圈时,应使管节接口位于内胀圈的中部,并将内胀圈与管道之间的缝隙用木楔塞紧。

6.4.11 采用 T 形钢套环橡胶圈防水接口时,应符合下列规定:

6.4.11.1 混凝土管节表面应光洁、平整,无砂眼、气泡;接四尺寸符合规定;

6.4.11.1 橡胶圈的外观和断面组织应致密、均匀,无裂缝、孔隙或凹痕等缺陷;安装前应保持清洁,无油污,且不得在阳光下直晒;

6.4.11.3 钢套环接口无疵点,焊接接缝平整,肋部与钢板平面垂直,且应按设计规定进行防腐处理;

6.4.11.4 木衬垫的厚度应与设计顶力相适应。

6.4.12 采用橡胶圈密封的企口或防水接口时,应符合下列规定:

6.4.12.1 粘结木衬垫时凹凸口应对中,环向间隙应均匀;

6.4.12.2 插入前,滑动面可涂润滑剂;插入时,外力应均匀;

6.4.12.3 安装后,发现橡胶圈出现位移、扭转或露出管外,应拔出重插。

6.4.13 顶管结束后,管节接口的内侧间隙应按设计规定处理;设计无规定时,可采用石棉水泥、弹性密封膏或水泥砂浆密封。填塞物应抹平,不得凸入管内。

6.4.14 工具管进入土层后的管端处理应符合下列规定:

6.4.14.1 进入接收坑的工具管和管端下部应设枕垫;

6.4.14.2 管道两端露在工作坑中的长度不得小于 0.5m,且不得有接口;

6.4.14.3 钢筋混凝土管道端部应及时浇筑混凝土基础。

6.4.15 在管道顶进的全部过程中,应控制工具管前进的方向,并根据测量结果分析偏差产生的原因和发展趋势,确定纠偏的措施。

6.4.16 管道顶进过程中,工具管的中心和高程测量应符合下列规定:

6.4.16.1 采用手工掘进时,工具管进入土层过程中,每顶进 30cm,测量不应少于一次;管道进入土层后正常顶进时,每顶进 100cm,测量不应少于一次,纠偏时应增加测量次数;

6.4.16.2 全段顶完后，应在每个管节接口处测量其轴线位置和高程；有错口时，应测出相对高差；

6.4.16.3 测量记录应完整、清晰。

6.4.17 纠偏时应符合下列规定：

6.4.17.1 应在顶进中纠偏；

6.4.17.2 应采用小角度逐渐纠偏；

6.4.17.3 纠正工具管旋转时，宜采用挖土方法进行调整或采用改变切削刀盘的转动方向，或在管内相对于机头旋转的反向增加配重。

6.4.18 顶管穿越铁路或公路时，除应遵守本规范外，并应符合铁路或公路有关技术安全规定。

6.4.19 管道顶进应连续作业。管道顶进过程中，遇下列情况时，应暂停顶进，并应及时处理：

6.4.19.1 工具管前方遇到障碍；

6.4.19.2 后背墙变形严重；

6.4.19.3 顶铁发生扭曲现象；

6.4.19.4 管位偏差过大且校正无效；

6.4.19.5 顶力超过管端的允许顶力；

6.4.19.6 油泵、油路发生异常现象；

6.4.19.7 接缝中漏泥浆。

6.4.20 当管道停止顶进时，应采取防止管前塌方的措施。

6.4.21 顶进管道的施工质量应符合下列规定：

6.4.21.1 管内清洁，管节无破损；

6.4.21.2 允许偏差应符合表 6.4.21 的规定；

表 6.4.21 顶进管道允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差
轴线位置		50
管道内底高程	$D < 1500$	+ 30 - 40
	$D \geq 1500$	+ 40 - 50
相邻管间错口	钢管道	$\leq 2$
	钢筋混凝土管道	15%壁厚且不大于 20
对顶时两端错口		50

注：D 为管道内径 (mm)。

6.4.21.3 为严密性要求的管道应按本规范第 10 章的有关规定进行检验；

6.4.21.4 钢筋混凝土管道的接口应填料饱满、密实，且与管节接口内侧面齐平，接口套环对正管缝、贴紧，不脱落；

6.4.21.5 顶管时地面沉降或隆起的允许量应符合施工设计的规定。

6.4.22 采用中继间时应符合下列规定：

6.4.22.1 中继间千斤顶的数量应根据该段单元长度的计算顶力确定，并应有安全贮备；

6.4.22.2 中继间的外壳在伸缩时，滑动部分应具有止水性能；

6.4.22.3 中继间安装前应检查各部件，确认正常后方可安装；安装完毕应通过试运转检验后方

可使用；

6.4.22.4 中继间的启动和拆除应由前向后依次进行；

6.4.22.5 拆除中继间时，应具有对接接头的措施；中继间外壳若不拆除时，应在安装前进行防腐处理。

## 6.5 触变泥浆及注浆

6.5.1 采用触变泥浆减阻措施时，应编制施工设计，并应包括以下主要内容：

6.5.1.1 泥浆配合比压浆数量及压力的确定；

6.5.1.2 制备和输送泥浆的设备及其安装规定；

6.5.1.3 注浆工艺、注浆系统及注浆孔的布置；

6.5.1.4 顶进洞口封闭泥浆的措施；

6.5.1.5 泥浆的置换。

6.5.2 触变泥浆的压浆泵，宜采用活塞泵或螺杆泵。管路接头宜选用拆卸方便、密封可靠的活接头。

6.5.3 注浆孔的布置应符合下列规定：

6.5.3.1 注浆孔的布置宜按管道直径的大小确定，每个断面可设置3~5个，并具备排气功能；

6.5.3.2 相邻断面上的注浆孔可平行布置或交错布置。

6.5.4 触变泥浆的配合比，应按管道周围土层的类别、膨润土的性质以及触变泥浆的技术指标确定。

6.5.5 触变泥浆的注浆量，宜按管道与其周围土层之间环形间隙的1~2倍估算。

6.5.6 触变泥浆的灌注应符合下列规定：

6.5.6.1 搅拌均匀的泥浆应静置一定时间后方可灌注；

6.5.6.2 注浆前，应通过注水检查注浆设备，确认设备正常后方可灌注；

6.5.6.3 注浆压力可按不大于0.1MPa开始加压，在注浆过程中的注浆流量、压力等施工参数，应按减阻及控制地面变形的量测资料调整。

6.5.6.4 每个注浆孔宜安装阀门，注浆遇有机械故障、管路堵塞、接头渗漏等情况时，经处理后方可继续顶进。

6.5.7 触变泥浆的置换应符合下列规定：

6.5.7.1 可采用水泥砂浆或粉煤灰水泥砂浆置换触变泥浆；

6.5.7.2 拆除注浆管路后，应将管道上的注浆孔封闭严密；

6.5.7.3 注浆及置换触变泥浆后，应将全部注浆设备清洗干净。

6.5.8 在不稳定土层中顶管采用注浆加固法时，应通过技术经济比较确定加固方案。

## 7 盾构施工

7.0.1 给水排水管道采用盾构施工时，施工设计应包括以下主要内容：

7.0.1.1 盾构的选型、制作与安装方案；

7.0.1.2 工作室结构形式、位置的选择及封门设计；

7.0.1.3 管片的制作、运输、拼装、防水及注浆方案；

7.0.1.4 施工现场临时给水、排水、照明、供电、消防、通风、通讯等设计；

7.0.1.5 施工机械设备的选型、规格及数量；

7.0.1.6 垂直运输及水平运输布置；

7.0.1.7 盾构的入土、出土、穿越土层的条件以及掘进与运土方案；

7.0.1.8 测量与监控；

7.0.1.9 施工现场平面布置图；

7.0.1.10 安全保护措施。

7.0.2 盾构施工的供电应设置两个变电所的两路电源，并能自动切换。

7.0.3 应建立地面、地下控制测量系统，测定导轨和管道的轴线和高程。

7.0.4 根据土层性质、邻近建筑物及地表的允许沉降要求，应采用降低地下水位、土壤加固及保护等措施。

7.0.5 盾构形式应根据盾构推进沿线的工程地质和水文地质条件，地上与地下建筑物、构筑物情况，运土条件及地表沉降要求，经综合考虑后确定，并确保开挖面的土体稳定。

7.0.6 盾构施工中，应对沿线地面、主要建筑物和设施设置观测点，发现问题及时处理。

7.0.7 盾构工作室宜设在管道上检查井的位置。

7.0.8 盾构工作室应根据具体情况选择沉井、地下连续墙、钢板桩等方法修建。后背墙应坚实平整，能有效地传递顶力。

7.0.9 盾构工作室的尺寸应符合下列规定：

7.0.9.1 宽度及长度应能满足盾构安装和拆卸、洞门拆除、后背墙设置、施工车架或临时平台、测量及垂直运输等要求；

7.0.9.2 深度应满足盾构基座安装、洞口防水处理、工作室与管道联接及处理等要求，距洞底的最小处应大于 60cm；

7.0.9.3 周壁顶部应高出地面 20~50cm，并应设置安全护栏，底板应设集水坑；

7.0.10 盾构制作应符合设计、加工和工艺精度的要求，并应进行质量检验及试运转。

7.0.11 根据运输和进入工作室吊装条件，盾构可整体或解体运入现场，并应采取防止变形的措施。

7.0.12 盾构在工作室内安装应达到工厂安装的精度指标，经复验及试运转局，根据施工要求就位基座导轨上。

7.0.13 盾构推进前，应对推进、拼装、运土、压浆、运输、供电、照明、通风、消防、通讯及监控等系统进行检查。

7.0.14 洞口封门应拆除方便，缩短土层暴露时间。

7.0.15 当盾构出入土层的位置处于不稳定土层时，应按洞口允许沉降要求加固土层，并排除洞口外各种障碍。封门拆除前，应将盾构紧靠洞口；拆除后，将盾构迅速推入洞内。

7.0.16 盾构推进时，应符合下列规定：

7.0.16.1 确保前方土体的稳定，在软土地层，应根据盾构类型采取不同的正面支护方法；

7.0.16.2 盾构推进轴线应按设计要求控制质量，推进中每环测量一次；

7.0.16.3 纠偏时应在推进中逐步进行；

7.0.16.4 推进千斤顶的编组应根据地层情况、设计轴线、埋深、胸板开孔等因素确定。

7.0.16.5 推进速度应根据地质、埋深、地面的建筑设施及地面的隆沉值等情况，调整盾构的施工参数；

7.0.16.6 盾构推进中，遇有停止推进且间歇时间较长时，应做好正面封闭、盾尾密封并及时处理；

7.0.16.7 在拼装管片或盾构推进停歇时，应采取防止盾构后退的措施；

7.0.16.8 当推进中盾构旋转时，应采取纠正的措施。

7.0.17 根据盾构选型、施工现场环境，应合理选择土方输送方式和机械设备。

7.0.18 预制钢筋混凝土管片应符合设计强度及抗渗规定，并不得有影响工程质量的缺损；管片应进行整环拼装检验；衬砌后的几何尺寸应符合质量标准。

7.0.19 管片安装应符合下列规定：

7.0.19.1 管片下井前应编组编号，进行防水处理，管片与联接件等应有专人检查，配套送至工作面；

7.0.19.2 千斤顶顶出长度应大于管片宽度 20cm；

7.0.19.3 拼装前应清理盾尾底部，并检查举重设备运转是否正常；

7.0.19.4 拼装每环中的第一块时，应准确定位，拼装次序应自下而上，左右交叉对称安装，最后封顶成环；

7.0.19.5 拼装时应逐块初拧环向和纵向螺栓，成环后环面平整时，复紧环向螺栓；继续推进时，复紧纵向螺栓；

7.0.19.6 拼装成环后应进行质量检测，并记录填写报表。

7.0.20 管片接缝防水施工应符合下列规定：

7.0.20.1 进行管片表面防水处理；

7.0.20.2 螺栓与螺栓孔之间应加防水垫圈并拧紧螺栓；

7.0.20.3 当管片沉降稳定后，应将管片填缝槽填实，如有渗漏现象，应及时封堵，注浆处理；

7.0.20.4 拼装时，应防止损伤管片防水涂料及衬垫；当有损伤或衬垫挤出环面时，应进行处理。

7.0.21 衬砌脱出盾尾后应及时进行壁后注浆，注浆应多点进行，压浆量需与地面测量相配合，宜大于环形空隙体积的 150%。压力宜为 0.2~0.5MPa，使空隙全部填实。注浆完毕后，压浆孔应在规定时间内封闭。

7.0.22 盾构法施工的管道，内衬施工前，应对初期衬砌进行检查，发现渗漏应处理；当内衬采用混凝土时，宜采用台车滑模浇筑。

7.0.23 盾构法施工的管道监控内容包括：地表隆陷监测、分层土体变位、孔隙水压力、地下管道保护、地面建筑物、构筑物变形和管道结构的内力量测等。施工监测情况应及时反馈。

7.0.24 盾构法施工的给水排水管道，允许偏差应符合表 7.0.24 的规定。

表 7.0.24 盾构法施工的给水排水管道允许偏差

项 目		允许偏差
高 程	排水管道	+ 15 - 15 <sup>mm</sup>
	套管或管廊	± 100mm
轴线位置		150mm
圆环变形		80‰
初期衬砌相邻环高差		≤ 20mm

注：圆环变形等于圆环水平及垂直直径差值与标准内径的比值。

7.0.25 盾构法施工的排水管道的严密性标准及试验方法，应按本规范第 10.3 节规定执行。

## 8 倒虹管施工

### 8.1 一般规定

8.1.1 倒虹管施工前，应编制施工设计，并宜包括以下主要内容：

- 8.1.1.1 倒虹管施工平面布置图及沟槽开挖断面图；
- 8.1.1.2 导流或断流工程施工图；
- 8.1.1.3 施工机械设备数量与型号；
- 8.1.1.4 施工场地临时供电、供水、通讯等设计；
- 8.1.1.5 沟槽开挖与回填的方法；
- 8.1.1.6 管道的制作与组装方法；
- 8.1.1.7 管道运输方法与浮力计算；
- 8.1.1.8 水上运输航线的确定；
- 8.1.1.9 管基的打桩方法；
- 8.1.1.10 管道铺设方法；
- 8.1.1.11 安全保护措施。

8.1.2 倒虹管的施工场地布置、土石方堆弃及排泥等，不得影响航运、航道及水利灌溉。施工中，对危及堤岸和建筑物应采取保护措施。

8.1.3 倒虹管施工前，应对施工范围内的河道地形进行校测。设置在河道两岸的管道中线控制桩及临时水准点，每侧不应少于2个，应设在稳固地段和便于观测的位置，并采取保护措施。

8.1.4 沟槽土基超挖时，应采用砂或砾石填补。

8.1.5 在斜坡地段的倒虹管现浇混凝土基础时，应自下而上进行浇筑，并采取防止混凝土下滑的措施。

8.1.6 倒虹管水平段与斜坡段交接处应采用弯头连接。钢管弯头处的加强措施应符合设计规定；排水倒虹管的混凝土弯头可现浇或预制，混凝土等级和抗渗标号不应低于设计规定。

8.1.7 倒虹管竣工后，应进行水压试验。给水倒虹管应进行冲洗消毒。

8.1.8 穿越通航河道的倒虹管竣工后，应按国家航运部门有关规定设置浮标或在两岸设置标志牌，标明水下管线的位置。

## 8.2 水下铺设管道

8.2.1 施工船舶的停靠、锚泊、作业及管道浮运、沉放等，应符合航政、航道等部门的有关规定。

8.2.2 采用拖运法或浮运法铺设倒虹管时，应根据河道水位情况确定施工时间，不宜在洪水季节进行。

8.2.3 沟槽底宽应根据管道结构的宽度、开挖方法和水底泥土流动性确定。成槽后，管道中心线距边坡下角处每侧开挖宽度应符合下式规定：

$$\frac{B}{2} \geq \frac{D_1}{2} + b + 500 \quad (8.2.3)$$

式中  $B$ ——管道沟槽底部的开挖宽度 (mm)；

$D_1$ ——管外径 (mm)；

$b$ ——管道保护层及沉管附加物等宽度 (mm)。

8.2.4 沟槽边坡应根据土质情况、水流速度、方向、沟槽深度及开挖方法确定，并应满足管道下沉就位时的要求。

8.2.5 开挖沟槽的泥土应抛在与河流相交沟槽断面的下游。回填后，多余的土不得堆积在河道内。

8.2.6 岩石沟槽开挖前，应进行试爆。爆破时，应有专人指挥，并制订操作安全及保护施工机械设备的措施。

8.2.7 沟槽挖好后，应测量槽底高程和沟槽横段面，其测量间距应根据沟槽开挖方法及地质情况等

确定，在全管道沟槽范围内不得小于设计断面。

8.2.8 水下开挖沟槽的允许偏差应符合表 8.2.8 的规定。

表 8.2.8 水下开挖沟槽允许偏差

项 目	允 许 偏 差	
	土	石
槽底高程	+ - 300mm	0 - 500mm
槽底中心线每侧宽度	不小于设计规定	
沟槽边坡	不陡于设计规定	

8.2.9 倒虹管基础施工时，投料位置应准确，沟槽两侧定位桩上应设置基础高程标志，由潜水员下水检验和整平。

8.2.10 沟槽挖至槽底或基础施工完成后，经检验合格应及时铺设管道。

8.2.11 钢制倒虹管的制作成型宜与开挖沟槽同时进行或提前制作与组装。

8.2.12 倒虹管采用钢管组装时，应选择溜放方便的场地。组装时可制作平台，平台的结构宜简易牢固，其高度应在管节施焊过程中不被水淹没，并没有滑移装置。

8.2.13 组装的钢管段应逐段进行水压试验，合格后方可进行管段防腐处理。其试验压力应符合设计规定，设计无规定时，应为工作压力的 2 倍，且不得小于 1.0MPa，试压达到规定压力后 10min 不得降压，并不得有渗水现象。

8.2.14 倒虹管整体浮运时，下水前管道两端管口应采用堵板封堵，并在堵板上设置进水管、排气管和阀门。当采用分段浮运在水上连接时，管段两端管口可采用橡胶球等堵塞。

8.2.15 当倒虹管整体或分段浮运所承受浮力不足以使管漂浮时，可在管两旁系结刚性浮筒、柔性浮囊或捆绑竹、木材等。

8.2.16 钢制倒虹管在水中采用浮运或在岸上、冰上采用拖运时，应有保护外防腐层不受损坏的措施，当外防腐层局部损坏时应及时修补。

8.2.17 倒虹管浮运至下沉位置时，在下沉前应做好下列准备工作：

- 8.2.17.1 设置管道下沉定位标志；
- 8.2.17.2 沟槽断面及槽底高程符合规定；
- 8.2.17.3 管道和施工船舶采用缆绳绑扎牢固，船体保持平稳；
- 8.2.17.4 牵引起重设备布置及安装完毕，试运转良好；
- 8.2.17.5 灌水设备及排气阀门齐全完好；
- 8.2.17.6 潜水员装备完毕，做好下水准备。

8.2.18 钢制倒虹管吊装前应正确选用吊点，并进行吊装应力与变形验算，吊装的吊环宜焊在钢制包箍上，再用紧固件固定在管段的吊点位置上。

8.2.19 倒虹管下沉时应符合下列规定：

- 8.2.19.1 测量定位准确，并在下沉中经常校测；
- 8.2.19.2 管道充水时同时排气；
- 8.2.19.3 下沉速度不得过快；
- 8.2.19.4 两端起重设备在吊装时应保持管道水平，并同步沉放于槽底就位，将管道稳固后，再撤走起重设备。

8.2.20 倒虹管在水中采用浮箱法分段连接时，浮箱应止水严密。管道接口应作防腐处理。



8.2.21 倒虹管铺设后，应检查下列项目，并作好记录。

8.2.21.1 检查管底与沟底接触的均匀程度和紧密性，管下如有冲刷，应采用砂或砾石铺填；

8.2.21.2 检查接口情况；

8.2.21.3 测量管道高程和位置。

8.2.22 水下铺设管道的允许偏差应符合表 8.2.22 的规定。

表 8.2.22 水下铺设管道允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差	
	轴线位置	高 程
给水管道	50	0 -200
排水管道	50	0 -100

8.2.23 管道验收合格后应及时回填沟槽。回填时，应投抛砂砾石将管道拐弯处固定后，再均匀回填沟槽。水下部位的沟槽应连续回填满槽；水上部位应分层回填务实。

### 8.3 明挖铺设管道

8.3.1 采用导流法或断流法铺设倒虹管时，宜在枯水时期进行。当与水利灌溉、取水水源、通航河道等有关时，应事先经过有关部门同意和协商办理。

8.3.2 采用导流法施工时，可分段进行围堰和铺设管道。围堰施工应符合现行国家标准《给水排水构筑物施工及验收规范》和《地基与基础工程施工及验收规范》的有关规定。

当采用断流法碾压式土石坝施工时，应符合国家现行标准《碾压式土石坝施工技术规范》的有关规定。

8.3.3 坝或围堰的背水面坡底与沟槽边的安全距离，应根据坝、堰体高度和迎水面水深、沟槽深度、水下地质情况及施工时的运输、堆土、排水设施等因素确定。

8.3.4 坝和围堰填筑前，应清除基底淤泥、石块及杂物等。当遇有透水性较强地基时，应作好防渗处理。

8.3.5 倒虹管竣工后，应将坝或围堰拆除干净，不得影响航运和污染临近取水水源。

## 9 附属构筑物

### 9.1 检查井及雨水口

9.1.1 检查井及雨水口的施工除应遵守本规范第 5.2 节的有关规定外，尚应符合本节所规定的各项要求。

9.1.2 井底基础应与管道基础同时浇筑。

9.1.3 排水管检查井内的流槽，宜与井壁同时进行砌筑。当采用砖石砌筑时，表面应采用砂浆分层压实抹光，流槽应与上下游管道底部接顺，管道内底高程应符合本规范表 4.5.22 的规定。

9.1.4 给水管道的井室安装间阀时，井底距承口或法兰盘的下缘不得小于 100mm，井壁与承口或法兰盘外缘的距离，当管径小于或等于 400mm 时，不应小于 250mm；当管径大于或等于 500mm 时，不应小

于 350mm。

9.1.5 在井室砌筑时，应同时安装踏步，位置应准确，踏步安装后，在砌筑砂浆或混凝土未达到规定抗压强度前不得踩踏。混凝土井壁的踏步在预制或现浇时安装。

9.1.6 在砌筑检查井时应同时安装预留支管，预留支管的管径、方向、高程应符合设计要求，管与井壁衔接处应严密，预留支管管口宜采用低强度等级砂浆砌筑封口抹平。

9.1.7 检查井接入圆管的管口应与井内壁平齐，当接入管径大于 300mm 时，应砌砖圈加固。

9.1.8 砌筑圆形检查井时，应随时检测直径尺寸，当四面收口时，每层收进不应大于 30mm；当偏心收口时，每层收进不应大于 50mm。

9.1.9 砌筑检查井及雨水口的内壁应采用水泥砂浆勾缝，有抹面要求时，内壁抹面应分层压实，外壁应采用水泥砂浆搓缝挤压密实。

9.1.10 检查井采用预制装配式构件施工时，企口座浆与竖缝灌浆应饱满，装配后的接缝砂浆凝结硬化期间应加强养护，并不得受外力碰撞或震动。

9.1.11 检查井及雨水口砌筑或安装至规定高程后，应及时浇筑或安装井圈，盖好井盖。

9.1.12 雨季砌筑检查井或雨水口，井身应一次砌起。为防止漂管，可在检查井的井室侧墙底部预留进水孔，回填土前应封堵。

9.1.13 冬期砌筑检查井应采取防寒措施，并应在两管端加设风档。

9.1.14 检查井及雨水口的周围回填前应符合下列规定：

9.1.14.1 井壁的勾缝、抹面和防渗层应符合质量要求；

9.1.14.2 井壁同管道连接处应采用水泥砂浆填实；

9.1.14.3 闸阀的启闭杆中心应与井口对中。

9.1.15 检查井允许偏差应符合表 9.1.15 的规定。

表 9.1.15 检查井允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差	
井身尺寸	长度、宽度	± 20
	直 径	± 20
井盖与路面高程差	非路面	± 20
	路 面	± 5
井底高程	$D \leq 1000$	± 10
	$D > 1000$	± 15

注：表中  $D$  为管内径 (mm)。

9.1.16 雨水口施工质量应符合下列规定：

9.1.16.1 位置应符合设计要求，不得歪扭；

9.1.16.2 井圈与井墙吻合，允许偏差应为 ± 10mm；

9.1.16.3 井圈与道路边线相邻边的距离应相等，其允许偏差应为 10mm；

9.1.16.4 雨水支管的管口应与井墙平齐。

9.1.17 雨水口与检查井的连管应直顺、无错口；坡度应符合设计规定；雨水口底座及连管应设在坚实土质上。

## 9.2 进出水口构筑物

9.2.1 进出水口构筑物宜在枯水期施工。

- 9.2.2 进出水口构筑物的基础应建在原状土上，当地基松软或被扰动时，应按设计要求处理。
- 9.2.3 进出水口的泄水孔应畅通，不得倒坡。
- 9.2.4 翼墙变形缝应位置准确、安设直顺、上下贯通，其宽度允许偏差应为 $0\sim 5\text{mm}$ 。
- 9.2.5 翼墙背后填土应满足下列要求：
- 9.2.5.1 在混凝土或砌筑砂浆达到设计抗压强度标准值后，方可进行；
  - 9.2.5.2 填土时墙后不得有积水；
  - 9.2.5.3 墙后反滤层与填土应同时进行，反滤层铺筑断面不得小于设计规定；
  - 9.2.5.4 填土应分层压实，其压实度不得小于 $95\%$ 。
- 9.2.6 管道出水口防潮闸门井的混凝土浇筑前，应将防潮闸门框架的预埋件固定，预埋件中心位置允许偏差应为 $3\text{mm}$ 。
- 9.2.7 护坦干砌时，嵌缝应严密，不得松动；浆砌时，灰缝砂浆应饱满，缝宽均匀，无裂缝，无起鼓，表面平整。
- 9.2.8 护坡砌筑的施工顺序应自下而上，石块间相互交错，使砌体缝隙严密，砌块稳定，坡面平整，并不得有通缝。
- 9.2.9 干砌护坡应使砌体边沿封砌整齐、坚固。
- 9.2.10 砌筑护坡、护坦允许偏差应符合下列规定：
- 9.2.10.1 护坡坡度不应陡于设计规定；
  - 9.2.10.2 坡度及坡底应平整；
  - 9.2.10.3 坡脚顶面高程应为 $\pm 20\text{mm}$ ；
  - 9.2.10.4 砌体厚度不应小于设计规定。

## 9.3 支 墩

- 9.3.1 管道及管道附件的支墩和锚定结构应位置准确，锚定应牢固。
- 9.3.2 支墩应在坚固的地基上修筑。当无原状土做后背墙时，应采取保证支墩在受力情况下，不致破坏管道接口。当采用砌筑支墩时，原状土与支墩间应采用砂浆填塞。
- 9.3.3 管道支墩应在管道接口做完、管道位置固定后修筑。管道安装过程中的临时固定支架，应在支墩的砌筑砂浆或混凝土达到规定强度后拆除。

# 10 管道水压试验及冲洗消毒

## 10.1 一般规定

- 10.1.1 当管道工作压力大于或等于 $0.1\text{MPa}$ 时，应按第10.2节的规定，进行压力管道的强度及严密性试验。当管道工作压力小于 $0.1\text{MPa}$ 时，除设计另有规定外，应按第10.3节的规定，进行无压力管道严密性试验。
- 10.1.2 管道水压、闭水试验前，应做好水源引接及排水疏导路线的设计。
- 10.1.3 管道灌水应从下游缓慢灌入。灌入时，在试验管段的上游管顶及管段中的凸起点应设排气阀，将管道内的气体排除。
- 10.1.4 冬期进行管道水压及闭水试验时，应采取防冻措施。试验完毕后应及时放水。

## 10.2 压力管道的强度及严密性试验

10.2.1 压力管道全部回填土前应进行强度及严密性试验，管道强度及严密性试验应采用水压试验法试验。

10.2.2 管道水压试验前，应编制试验设计，其内容应包括：

- 10.2.2.1 后背及堵板的设计；
- 10.2.2.2 进水管路、排气孔及排水孔的设计；
- 10.2.2.3 加压设备、压力计的选择及安装的设计；
- 10.2.2.4 排水疏导措施；
- 10.2.2.5 升压分段的划分及观测制度的规定；
- 10.2.2.6 试验管段的稳定措施；
- 10.2.2.7 安全措施。

10.2.3 管道水压试验的分段长度不且大于 1.0km。

10.2.4 试验管段的后背应符合下列规定：

- 10.2.4.1 后背应设在原状土或人工后背上；土质松软时，应采取加固措施；
- 10.2.4.2 后背墙面应平整，并应与管道轴线垂直。

10.2.5 管道水压试验时，当管径大于或等于 600mm 时，试验管段端部的第一个接口应采用柔性接口，或采用特制的柔性接口堵板。

10.2.6 水压试验时，采用的设备、仪表规格及其安装应符合下列规定：

- 10.2.6.1 当采用弹簧压力计时精度不应低于 1.5 级，最大量程宜为试验压力的 1.3~1.5 倍，表壳的公称直径不应小于 150mm，使用前应校正；
- 10.2.6.2 水泵、压力计应安装在试验段下游的端部与管道轴线相垂直的支管上。

10.2.7 管道水压试验前应符合下列规定：

- 10.2.7.1 管道安装检查合格后，应按本规范第 3.5.2.1 款规定回填土；
- 10.2.7.2 管件的支墩，锚固设施已达设计强度；未设支墩及锚固设施的管件，应采取加固措施；
- 10.2.7.3 管渠的混凝土强度，应达到设计规定；
- 10.2.7.4 试验管段所有敞口应堵严，不得有渗水现象；
- 10.2.7.5 试验管段不得采用闸阀做堵板，不得有消火栓、水锤消除器、安全阀等附件。

10.2.8 试验管段灌满水后，宜在不大于工作压力条件下充分浸泡后再进行试压，浸泡时间应符合下列规定：

- 10.2.8.1 铸铁管、球墨铸铁管、钢管：
  - 无水泥砂浆衬里，不少于 24h；
  - 有水泥砂浆衬里，不少于 48h；
- 10.2.8.2 预应力、自应力混凝土管及现浇钢筋混凝土管渠；
  - 管径小于或等于 1000mm，不少于 48h；
  - 管径大于 1000mm，不少于 72h。

10.2.9 管道水压试验时，应符合下列规定：

- 10.2.9.1 管道升压时，管道的气体应排除，升压过程中，当发现弹簧压力计表针摆动、不稳，且升压较慢时，应重新排气后再升压；
- 10.2.9.2 应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，当无异常现象时，再继续升压；

10.2.9.3 水压试验过程中，后背顶撑，管道两端严禁站人；

10.2.9.4 水压试验时，严禁对管身、接口进行敲打或修补缺陷，遇有缺陷时，应作出标记，卸压后修补。

10.2.10 管道水压试验的试验压力应符合表 10.2.10 的规定。

表 10.2.10 管道水压试验的试验压力 (MPa)

管材种类	工作压力 $P$	试验压力
钢管	$P$	$P + 0.5$ 且不应小于 0.9
铸铁及球墨铸铁管	$\leq 0.5$	$2P$
	$> 0.5$	$P + 0.5$
预应力、自应力混凝土管	$\leq 0.6$	$1.5P$
	$> 0.6$	$P + 0.3$
现浇钢筋混凝土管渠	$\geq 0.1$	$1.5P$

10.2.11 水压升至试验压力后，保持恒压 10min，检查接口、管身无破损及漏水现象时，管道强度试验为合格。

10.2.12 管道严密性试验，应按本规范附录 A 放水法或注水法进行。

10.2.13 管道严密性试验时，不得有漏水现象，且符合下列规定时，严密性试验为合格。

10.2.13.1 实测渗水量小于或等于表 10.2.13 规定的允许渗水量；

10.2.13.2 当管道内径大于表 10.2.13 规定时，实测渗水量应小于或等于按下列公式计算的允许渗水量；

表 10.2.13 压力管道严密性试验允许渗水量

管道内径 (mm)	允许渗水量 (L / (min·km))		
	钢管	铸铁管、球墨铸铁管	预(自)应力混凝土管
100	0.28	0.70	1.40
125	0.35	0.90	1.56
150	0.42	1.05	1.72
200	0.56	1.40	1.98
250	0.70	1.55	2.22
300	0.85	1.70	2.42
350	0.90	1.80	2.62
400	1.00	1.95	2.80
450	1.05	2.10	2.96
500	1.10	2.20	3.14
600	1.20	2.40	3.44

续表

管道内径 (mm)	允许渗水量 (L / (min·km))		
	钢管	铸铁管、球墨铸铁管	预(自)应力混凝土管
700	1.30	2.55	3.70
800	1.35	2.70	3.96
900	1.45	2.90	4.20
1000	1.50	3.00	4.42
1100	1.55	3.10	4.60
1200	1.65	3.30	4.70
1300	1.70	—	4.90
1400	1.75	—	5.00

钢管：

$$Q = 0.05 \sqrt{D} \quad (10.2.13-1)$$

铸铁管、球墨铸铁管：

$$Q = 0.1 \sqrt{D} \quad (10.2.13-2)$$

预应力、自应力混凝土管：

$$Q = 0.14 \sqrt{D} \quad (10.2.13-3)$$

式中  $Q$ ——允许渗水量 (L / (min·km))； $D$ ——管道内径 (mm)。

10.2.13.3 现浇钢筋混凝土管渠实测渗水量应小于或等于按下式计算的允许渗水量；

$$Q = 0.014D \quad (10.2.13-4)$$

10.2.13.4 管道内径小于或等于 400mm，且长度小于或等于 1km 的管道，在试验压力下，10min 降压不大于 0.05MPa 时，可认为严密性试验合格；

10.2.13.5 非隐蔽性管道，在试验压力下，10min 压力降不大于 0.05MPa，且管道及附件无损坏，然后使试验压力降至工作压力，保持恒压 2h，进行外观检查，无漏水现象认为严密性试验合格。

### 10.3 无压力管道严密性试验

10.3.1 污水、雨污水合流及湿陷土、膨胀土地区的雨水管道，回填土前应采用闭水法进行严密性试验。

10.3.2 试验管段应按井距分隔，长度不宜大于 1km，带井试验。

10.3.3 管道闭水试验时，试验管段应符合下列规定：

10.3.3.1 工管道及检查井外观质量已验收合格；

10.3.3.2 管道未回填土且沟槽内无积水；

10.3.3.3 全部预留孔应封堵，不得渗水；

10.3.3.4 管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力；除预留进出水管外，应封堵坚固，不得渗水。

10.3.4 管道闭水试验应符合下列规定：

10.3.4.1 当试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游管顶内壁加 2m 计；

10.3.4.2 当试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；

10.3.4.3 当计算出的试验水头小于 10m，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准；

10.3.4.4 管道闭水试验应按本规范附录 B 闭水法试验进行。

10.3.5 管道严密性试验时，应进行外观检查，不得有漏水现象，且符合下列规定时，管道严密性试验为合格；

10.3.5.1 实测渗水量小于或等于表 10.3.5 规定的允许渗水量；

10.3.5.2 管道内径大于表 10.3.5 规定的管径时，实测渗水量应小于或等于按下式计算的允许渗水量；

表 10.3.5 无压力管道严密性试验允许渗水量

管材	管道内径 (mm)	允许渗水量 ( $\text{m}^3 / (24\text{h} \cdot \text{km})$ )
混凝土 钢筋混凝土管	200	17.60
	300	21.62
	400	25.00
	500	27.95
	600	30.60
	700	33.00
	800	35.35
	900	37.50
陶管及管渠	1000	39.52
	1100	41.45
	1200	43.30
	1300	45.00
	1400	46.70
	1500	48.40
	1600	50.00
	1700	51.50
	1800	53.00
	1900	54.48
2000	55.90	

$$Q = 1.25 \sqrt{D} \quad (10.3.5)$$

式中  $Q$ ——允许渗水量 ( $\text{m}^3 / (24\text{h} \cdot \text{km})$ )

$D$ ——管道内径 (mm)

10.3.5.3 异形截面管道的允许渗水量可按周长折算为圆形管道计。

10.3.6 在水源缺乏的地区，当管道内径大于 700mm 时，可按井段数量抽验 1/3。

## 10.4 冲洗消毒

10.4.1 给水管道水压试验后，竣工验收前应冲洗消毒。

10.4.2 冲洗时应避开用水高峰，以流速不小于 1.0m/s 的冲洗水连续冲洗，直至出水口处浊度、色度

与入水口处冲洗水浊度、色度相同为止。

10.4.3 冲洗时应保证排水管路畅通安全。

10.4.4 管道应采用含量不低于 20mg/L 氯离子浓度的清洁水浸泡 24h，再次冲洗，直至水质管理部门取样化验合格为止。

## 11 工程验收

11.0.1 给水排水管道工程施工应经过竣工验收合格后，方可投入使用。隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一工序施工。

11.0.2 验收下列隐蔽工程时，应填写中间验收记录表，其格式应符合本规范附录 C 中表 C.0.1 的规定。

11.0.2.1 管道及附属构筑物的地基和基础；

11.0.2.2 管道的位置及高程；

11.0.2.3 管道的结构和断面尺寸；

11.0.2.4 管道的接口、变形缝及防腐层；

11.0.2.5 管道及附属构筑物防水层；

11.0.2.6 地下管道交叉的处理。

11.0.3 竣工验收应提供下列资料：

11.0.3.1 竣工图及设计变更文件；

11.0.3.2 主要材料和制品的合格证或试验记录；

11.0.3.3 管道的位置及高程的测量记录；

11.0.3.4 混凝土、砂浆、防腐、防水及焊接检验记录；

11.0.3.5 管道的水压试验及闭水试验记录；

11.0.3.6 中间验收记录及有关资料；

11.0.3.7 回填土压实度的检验记录；

11.0.3.8 工程质量检验评定记录；

11.0.3.9 工程质量事故处理记录；

11.0.3.10 给水管道的冲洗及消毒记录。

11.0.4 竣工验收时，应核实竣工验收资料，并进行必要的复验和外观检查。对下列项目应作出鉴定，并填写竣工验收鉴定书，其格式应符合本规范附录 C 中表 C.0.2 的规定。

11.0.4.1 管道的位置及高程；

11.0.4.2 管道及附属构筑物的断面尺寸；

11.0.4.3 给水管道配件安装的位置和数量；

11.0.4.4 给水管道的冲洗及消毒；

11.0.4.5 外观。

11.0.5 给水排水管道工程竣工验收后，建设单位应将有关设计、施工及验收的文件和技术资料立卷归档。



# 标准规范五 城镇燃气输配 工程施工及验收规范

GJJ 33—89

## 主要符号

$a$ ——沟槽底宽度 (m)

$b$ ——沟槽上口宽度 (m)

$h$ ——沟槽深度 (m)

$n$ ——沟槽边坡率

$\Delta P$ ——允许压力降 (Pa)

$\Delta P'$ ——实测压力降 (Pa)

$B_1$ 、 $B_2$ ——试验开始和结束时的气压计读数 (Pa)

$H_1$ 、 $H_2$ ——试验开始和结束时的压力计读数 (Pa)

$D$ ——管段外径 (m)

$d$ ——管段内径 (m)

$D_1$ 、 $D_2$ ... $D_n$ ——各条管外径 (m)

$d_1$ 、 $d_2$ ... $d_n$ ——各管段内径 (m)

$L_1$ 、 $L_2$ ... $L_n$ ——各管段长度 (m)

$T$ ——试验时间 (h)

$t_1$ 、 $t_2$ ——试验开始和结束时的管内温度 (°C)

$U$ ——检漏电压 (V)

$\delta$ ——涂层厚度 (mm)

$s$ ——两管之间的设计净距 (m)

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为指导城镇燃气输配工程施工及验收工作,确保安全供气,特制定本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于压力不大于 0.8MPa。

(8kgf/cm<sup>2</sup>) 的城镇燃气(不包括液态输送的液化石油气)输配工程的新建、改建或扩建的施工及验收。

第 1.0.3 条 凡进行城镇燃气输配工程施工的单位,必须具有当地主管部门批准或认可的施工许可证。

第 1.0.4 条 城镇燃气输配工程施工应按基本建设程序进行,具备下列条件方可开工:

一、设计及其他技术文件齐全,施工图纸业经审定;

二、施工方案业经批准，技术交底和必要的技术培训已经完成；

三、材料、劳动力、机具基本齐全，施工现场环境符合要求，施工用水、电、气等可以满足需要，并能保证连续施工。

第 1.0.5 条 城镇燃气输配工程施工应按设计进行，修改设计或材料代用应经原设计部门同意。

第 1.0.6 条 城镇燃气输配工程施工和检验的安全技术、劳动保护应按有关规定执行。

## 第二章 土方工程

### 第一节 一般规定

第 2.1.1 条 施工单位应作好管沟开挖前的一切准备工作并会同建设、设计及其它有关单位共同核对有关地下管线及构筑物的资料，必要时开挖探坑核实。

第 2.1.2 条 在施工区域内，有碍施工的已有建筑物和构筑物、道路、沟渠、管线、电杆、树木等，应在施工前，由建设单位与有关单位协商处理。

第 2.1.3 条 管沟必须按设计图纸放线。

第 2.1.4 条 在地下水位较高的地区或雨季施工时，应采取降低水位或排水措施，及时清除沟内积水。

### 第二节 开 槽

第 2.2.1 条 管道沟槽应按设计所定平面位置和标高开挖。人工开挖且无地下水时，槽底预留值宜为 0.05~0.10m；机械开挖或有地下水时，槽底预留值不应小于 0.15m。管道安装前应人工清底至设计标高。

第 2.2.2 条 管沟沟底宽度应符合下列要求：

一、铸铁管、钢管（单管沟边组装）宜遵守表 2.2.2 的规定；

表 2.2.2 沟底宽尺寸

管的公称直径 (mm)	50~80	100~200	250~350	400~450	500~600	700~800	900~1000	1100~1200	1300~1400
沟底宽度 (m)	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2

二、钢管（单管沟边组装）可按下式计算：

$$a = D + 0.3 \quad (2.2.2-1)$$

三、钢管（双管同沟敷设）可按下式计算：

$$a = D_1 + D_2 + s + c \quad (2.2.2-2)$$

式中  $a$ ——沟底宽度 (m)；

$D$ ——管外径 (m)；

$D_1$ ——第一条管外径 (m)；

$D_2$ ——第二条管外径 (m)；

$s$ ——两管之间的设计净距 (m)；

$c$ ——工作宽度，当在沟底组装时， $c = 0.6$ ，当在沟边组装时， $c = 0.3$  (m)。

第 2.2.3 条 梯形槽（如图 2.2.3 所示）上口宽度可按下列公式确定：

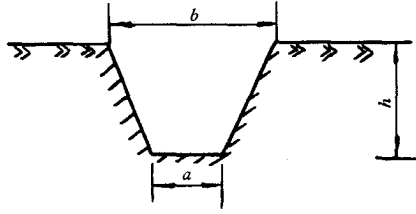


图 2.2.3 梯形槽横断面

$$b = a + 2nh$$

(2.2.3)

式中  $b$ ——沟槽上口宽度 (m)；

$a$ ——沟槽底宽度（按表 2.2.2 确定）(m)；

$n$ ——沟槽边坡率（边坡的水平投影与垂直投影的比值）；

$h$ ——沟槽深度 (m)。

第 2.2.4 条 在无地下水的天然湿度土壤中开挖沟槽时，如沟深不超过下列规定，沟壁可不设边坡。

- 一、填实的砂土和砾石土 1m；
- 二、亚砂土和亚粘土 1.25m；
- 三、粘土 1.5m；
- 四、特别密实的土 2m。

第 2.2.5 条 土壤具有天然湿度、构造均匀、无地下水、水文地质条件良好、挖深小于 5m 且不加支撑的沟槽，其边坡坡度可按表 2.2.5 确定。

表 2.2.5 深度在 5m 以内的沟槽最大边坡坡度（不加支撑）

土壤名称	边坡坡度 (1:n)		
	人工开挖并将土抛于沟边上	机械开挖	
		在沟底挖土	在沟边上挖土
砂土	1:1.00	1:0.75	1:1.00
亚砂土	1:0.67	1:0.50	1:0.75
亚粘土	1:0.50	1:0.33	1:0.75
粘土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
含砾土卵石土	1:0.67	1:0.50	1:0.75
泥炭岩白垩土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
干黄土	1:0.25	1:0.10	1:0.33

注：①如人工挖土不把土抛于沟槽上边而随时运走时，则可采用机械在沟底挖土的坡度。

②弃土堆置高度不宜超过 1.5m。靠房屋墙壁堆土时，其高度要求不超过墙高的 1/3。弃土与沟边应有安全距离。

第 2.2.6 条 在无法达到第 2.2.5 条的要求时，应用支撑加固沟壁。对于不坚实的土壤应作连续支撑，支撑物应有足够的强度。

第 2.2.7 条 局部超挖部分应回填夯实，当沟底无地下水时，超挖在 0.15m 以内者，可用原土回填夯实，其密实度不应低于原地基天然土的密实度，超挖在 0.15m 以上者，可用石灰土或沙处理，其

密实度不应低于 95%。当沟底有地下水或沟底土层含水量较大时,可用天然砂回填。

第 2.2.8 条 对于湿陷性黄土地区的开挖,不宜在雨季施工,或在施工时切实排除沟内积水,开挖中应在槽底预留 0.03~0.06m 厚的土层进行夯实处理,夯实后,沟底表层土的干容重一般不小于  $1.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

第 2.2.9 条 沟底遇有废旧构筑物、硬石、木头、垃圾等杂物时,必须清除,然后铺一层厚度不小于 0.15m 的砂土或素土并整平夯实。

第 2.2.10 条 对软弱管基及特殊性腐蚀土壤,应按设计要求处理。

### 第三节 回 填 土

第 2.3.1 条 沟槽的回填,应先填实管底,再同时投填管道两侧,然后回填至管顶以上 0.5m 处(未经检验的接口应留出)。如沟内有积水,必须全部排尽后,再行回填。

沟槽未填部分在管道检验合格后应及时回填。

第 2.3.2 条 沟槽的支撑应在保证施工安全的情况下,按回填进度依次拆除,拆除竖板桩后,应以砂土填实缝隙。

第 2.3.3 条 管道两侧及管顶以上 0.5m 内的回填土,不得含有碎石、砖块、垃圾等杂物。不得用冻土回填。距离管顶 0.5m 以上的回填土内允许有少量直径不大于 0.1m 的石块。

第 2.3.4 条 回填土应分层夯实,每层厚度 0.2~0.3m,管道两侧及管顶以上 0.5m 内的填土必须人工夯实,当填土超出管顶 0.5m 时,可使用小型机械夯实,每层松土厚度为 0.25~0.4m。

第 2.3.5 条 回填土应分层检查密实度。沟槽各部位的密实度应符合下列要求(见图 2.3.5):

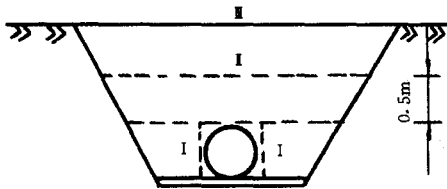


图 2.3.5 回填土横断面

- 一、胸腔填土 ( I ) 95% ;
- 二、管顶以上 0.5m 范围内 ( II ) 85% ;
- 三、管顶 0.5m 以上至地面 ( III ) :
  1. 在城区范围内的沟槽 95% ;
  2. 耕地 90%。

## 第三章 材料的性能及检验

### 第一节 一般规定

第 3.1.1 条 燃气输配工程所使用的管子、管件、管道附件、密封填料应符合国家现行有关标准,凡非标准产品,均应参照相应的标准作性能试验或检验。

第 3.1.2 条 管子、管件、管道附件及其他材料应具出厂合格证,无合格证时,应经检查试验,证明合格后,方准使用。

## 第二节 钢管及钢制管件

第 3.2.1 条 燃气输配工程所采用的钢管性能及其检验应符合下列国家现行标准的要求：

- 一、GB 3091《低压输送流体镀锌焊接钢管》；
- 二、GB 3092《低压流体输送用焊接钢管》；
- 三、YB 231《无缝钢管》；
- 四、SY 5036《承压流体输送用螺旋焊缝埋弧焊钢管》；
- 五、SY 5037《一般低压流体输送用螺旋焊缝埋弧焊钢管》；
- 六、SY 5038《承压流体输送用螺旋缝高频焊钢管》；
- 七、SY 5039《一般低压流体输送用螺旋缝高频焊钢管》；

八、工作温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 的钢管及钢制管件应有低温冲击韧性试验结果，否则应按 YB 19《金属低温冲击韧性试验法》的要求进行试验，其指标不得低于规定值的下限。

## 第三节 铸铁管及铸铁管件

第 3.3.1 条 铸铁管及铸铁管件的性能和检验应符合下列国家现行标准的要求：

- 一、GB 3420《灰口铸铁管件》；
- 二、GB 3421《砂型离心铸铁管》；
- 三、GB 3422《连续铸铁管》；
- 四、GB 6433《柔性机械接口灰口铸铁管》。

第 3.3.2 条 铸铁管及铸铁管件在出厂前应做气密性试验。

## 第四节 铸铁管接口材料

第 3.4.1 条 普通铸铁管承插接口使用水泥作密封填料时，应采用 425 标号以上硅酸盐水泥或硅酸盐膨胀水泥；在寒冷季节施工时，宜采用 325 标号以上的早期强度高水泥；当管道接口可能受化学腐蚀时应按设计要求采用 325 标号以上耐蚀水泥。所采用水泥的品质要求和检验，应符合现行有关标准的要求。

第 3.4.2 条 在有效保管期内的水泥，使用前应确保不受潮、不变质、不混杂其它物质。

第 3.4.3 条 在使用铅作密封填料时，要求含铅量大于 99.9%，其技术要求及检验应符合国家现行标准 GB 469《铅锭》的规定。

第 3.4.4 条 接口密封使用的油麻丝，应采用不含杂质、纤维长、柔性好的亚麻、线麻、白麻，浸没于柴油或性质类似的矿物油内，取出后风干而成。

第 3.4.5 条 在使用橡胶密封圈密封时，其性能必须符合燃气输送管的使用要求。

# 第四章 管道及附属设备安装

## 第一节 一般规定

第 4.1.1 条 管道应在沟底标度和管基质量检查合格后，方准安装。

第 4.1.2 条 管子、管件及附属设备在安装前应按设计要求核对无误，并进行外观检查，符合

要求方准使用。

第 4.1.3 条 安装前应将管子、管件及阀门等内部清理干净，不得存有杂物。

第 4.1.4 条 管道安装时，管沟积水应抽净，每次收工时，管端应临时封堵。

第 4.1.5 条 管道附属设备（不包括凝水器）的安装，在自由状态下应与管道同轴。

## 第二节 钢管道安装

第 4.2.1 条 钢管的焊接应符合下列要求：

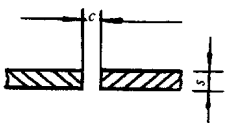
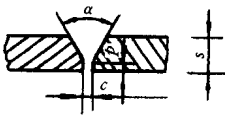
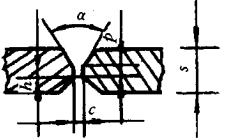
一、对焊工的要求：

1. 凡参加燃气管道焊接的焊工，必须经过考试合格，并取得当地劳动局颁发的焊工合格证件；
2. 凡中断焊接工作六个月以上的焊工在正式复焊前，应重新参加焊工考试。

二、焊条必须具有说明书和质量保证书，并按说明书的要求使用；

三、管子、管件的坡口和尺寸，当设计无规定时，应符合表 4.2.1 的要求；

表 4.2.1 焊接常用的坡口型式和尺寸

序号	坡口名称	坡口型式	手工焊坡口尺寸 (mm)				备注
			单面焊	<i>s</i> <i>c</i>	$1.5 \sim 2$ $0+0.5$	$>2 \sim 3$ $0+1.0$	
1	I 型坡口		单面焊	<i>s</i> <i>c</i>	$1.5 \sim 2$ $0+0.5$	$>2 \sim 3$ $0+1.0$	
			双面焊	<i>s</i> <i>c</i>	$3 \sim 3.5$ $0+1.0$	$>3.6$ $\sim 6$ $1 + 1.5$ $- 1.0$	
2	V 型坡口		<i>s</i>		$3 \sim 9$	$79 \sim 26$	
			<i>a</i>		$70^\circ \pm 5^\circ$	$60^\circ \pm 5^\circ$	
			<i>c</i>		$1 \pm 1$	$2 + \frac{1}{2}$ $- 2$	
			<i>p</i>		$1 \pm 1$	$2 + \frac{1}{2}$ $- 2$	
					$s \geq 12 \sim 60$ $c = 2 + \frac{1}{2}$ $- 2$ $p = 2 + \frac{1}{2}$ $- 2$ $a = 60^\circ \pm 5^\circ$		

四、等壁厚对接焊件，应做到内壁齐平。内壁错边量要求：

1. II 级焊缝不应超过管壁厚的 10%，且不大于 1mm；
2. VI 级焊缝不应超过管壁厚度的 20%，且不大于 2mm。

五、不等壁厚对接焊件的组对要求应符合 GB 236《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》中第 2.2.9 条的规定；

六、管子、管件组对时，应检查坡口的质量，坡口表面上不得有裂纹、夹层等缺陷。并应对坡口及其两侧 10mm 范围内的油、漆、锈、毛刺等污物进行清理，清理合格后应及时施焊。

第 4.2.2 条 焊缝质量检验应符合下列要求：

一、管道焊后必须对焊缝进行外观检查，检查前应将妨碍检查的渣皮、飞溅物清理干净。

外观检查应在无损探伤、强度试验及气密性试验之前进行。焊缝表面质量应符合 GBJ 23 的 III 级焊缝标准。焊缝的宽度以每边超过坡口边缘 2mm 为宜；

二、焊缝内部质量应符合 GB 236 的Ⅲ级焊缝标准；

三、管道焊缝的无损探伤数量，应按设计规定执行。当设计无规定时，抽查数量应不少于焊缝总数的 15%；

四、抽查的焊缝中，不合格者超过 30%，则应加倍探伤，若加倍探伤仍不合格时，则应全部探伤；

五、对于穿越铁路、公路、河流、城市主要道路及人口稠密地区的管道焊缝，均必须进行 100% 的无损探伤；

六、进行无损探伤的焊缝，其不合格部位必须返修，返修后仍需按原规定方法进行探伤。

第 4.2.3 条 管道法兰连接应符合下列要求：

一、法兰螺孔应对正，螺孔与螺栓直径应配套。法兰连接螺栓长短应一致，螺帽应在同一侧，螺栓拧紧后宜伸出螺帽 1~3 扣；

二、法兰接口不宜埋入土中，而宜安设在检查井或地沟内，如必须将其埋入土中时，应采取防腐措施；

三、平焊钢法兰与管道装配时，管道外径与法兰内孔的间隙不得大于 2mm；

四、平焊钢法兰焊接时，管子应插入法兰厚度的 1/2~2/3，并在互为 90° 角的两个方向进行垂直度检查。

### 第三节 铸铁管安装

第 4.3.1 条 铸铁管安装前，应清除承插部位的粘砂、铸瘤、毛刺、沥青块等，并烤去其沥青涂层。

第 4.3.2 条 管道安装就位时，应用测量工具检查管段的坡度。

第 4.3.3 条 机械接口应符合下列要求：

一、管道接合时，两管中心线应保持成一直线；

二、应使用扭力扳手拧紧螺栓，压轮上的螺栓应以圆心为准对称地逐渐拧紧至其规定的扭矩，并要求螺栓受力均匀；

三、宜采用可锻铸铁螺栓，当采用钢螺栓时，应采取防腐措施。

第 4.3.4 条 承插式接口应符合下列要求：

一、沿直线敷设的铸铁管道，承插接口环形间隙应均匀，其值及允许偏差应符合表 4.3.4-1 的规定：

表 4.3.4-1 承插口环形间隙及允许偏差

公称直径 (mm)	环形间隙 (mm)	允许偏差 (mm)
75~200	10	+3
250~450	11	-2
500~900	12	+4
1000~1200	13	-2

二、承插式接口型式、打口次序和适用范围应符合表 4.3.4-2 的规定；

表 4.3.4-2

承插式接口型式

接口型式	性能	打口次序				适用范围
		第一道	第二道	第三道	第四道	
水泥接口	刚性	麻丝	525 <sup>#</sup> 水泥	麻丝	525 <sup>#</sup> 水泥	≤0.05 MPa
水泥接口	刚性	燃气用橡胶圈	525 <sup>#</sup> 水泥	麻丝	525 <sup>#</sup> 水泥	≤0.15 MPa
青铅接口	柔性	油麻丝	青铅	—	—	≤0.05 MPa
青铅接口	柔性	燃气用橡胶圈	青铅	—	—	≤0.15 MPa

三、油麻辫的粗细宜为接口缝隙的 1.5 倍。每圈麻辫的首尾应互相搭接，两道麻的搭接处应错开；

四、所有水泥接口必须及时有效地进行湿养护。

第 4.3.5 条 铸铁管的借转应符合下列要求：

一、直管允许水平最大借转距离应符合表 4.3.5-1 的要求：

表 4.3.5-1 直管允许水平最大借转距离

管径 (mm)	100	150	200	300	500	700
借转距离 (mm)	30	22	15	12	10	9

注：管长以 6m 计。

二、垂直借转距离为水平允许借转距离的一半；

三、采用两根相同角度的弯管相接时，借高距离可按表 4.3.5-2 选用。

表 4.3.5-2

弯管借高距离

公称内径 (mm)	弯管				
	借高 (mm)				
	90°	45°	22°31'	11°5'	1 根乙字管
75	592	405	195	124	200
100	592	405	195	124	200
150	742	465	226	124	250
200	943	524	258	162	250
250	995	525	259	162	300
300	1297	585	311	162	300
400	1400	203	343	202	400
500	1604	822	418	242	400
600	1855	941	478	242	
700	2057	1060	539	243	



## 第四节 管道穿(跨)越

第 4.4.1 条 管道穿越工程采用顶管施工时,必须保证穿越段周围的建筑物、构筑物不发生沉降、位移和破坏。

第 4.4.2 条 用拖运法或浮架法敷设水下管段时,在管段与夹箍或绳索接触处必须采取保护措施,以保护防腐层不受损伤。

## 第五节 附属设备安装

第 4.5.1 条 阀门安装前应作气密性检验,不渗漏为合格,不合格者不得安装。

第 4.5.2 条 凝水器安装应符合下列要求:

- 一、凝水器安装前应将其内部清理干净,并确保芯管完好;
- 二、凝水器应按设计要求进行保护和组装。

第 4.5.3 条 波形补偿器安装应符合下列要求:

- 一、波形补偿器安装时,应按设计规定的补偿量进行预拉伸(压缩);
- 二、波形补偿器内套有焊缝的一端,应安装在燃气流入端。并采取防止波纹补偿器内积水的措施。

# 第五章 钢管道的防腐

## 第一节 一般规定

第 5.1.1 条 钢管的防腐绝缘涂层要有足够的机械强度及良好的电绝缘性和稳定性。

第 5.1.2 条 做好防腐绝缘涂层的管子,在堆放、拉运、装卸、安装时,必须采取有效措施,以保证涂层不受损伤。

## 第二节 石油沥青防腐绝缘涂层

第 5.2.1 条 材料应符合下列要求:

一、石油沥青,可采用 5# (10#) 及 4# (30# 甲) 建筑石油沥青,其质量指标应符合国家现行标准 GB 494《建筑石油沥青》的有关规定;

二、沥青底漆:

沥青底漆配比(体积比):

沥青:汽油 = 1:2.5 ~ 3.5

沥青底漆相对密度(25℃) 0.82 ~ 0.77

注:①配制底漆应使用与防腐涂层相同牌号的沥青。

②汽油为工业汽油。

三、中碱玻璃布(以下简称玻璃布)性能及规格应符合表 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 中碱玻璃布性能及规格

项目	含碱量 (%)	原纱号数 $x$ 股数 (公制支数/股数)		单纤维公称 直径 (mm)		
		经纱	纬纱	经纱	纬纱	
性能及 规格	不大 于 12	22 × 8 (45.4/8)	22 × 2 (45.4/2)	7.5	7.5	
项目	厚度 (mm)	密度 (根/cm)		布边	长度 (m)	组织
		经纱	纬纱			
性能及 规格	0.100 ± 0.010	8 ± 1 (9 ± 1)	8 ± 1 (12 ± 1)	两边 均为 独边	200 ~ 250 (带轴芯 φ40 × 3mm)	网状 平纹 布

四、外保护层可用牛皮纸或聚氯乙烯工业膜。

第 5.2.2 条 涂层等级及结构应符合表 5.2.2 的要求：

表 5.2.2 石油沥青涂层等级及结构

等级	结 构	每层沥青 厚度 (mm)	总厚度 (mm)
普通 防腐	沥青底漆—沥青—玻璃布—沥青—玻璃布—沥青— —外保护层	≈ 1.5	≥ 4.0
加强 防腐	沥青底漆—沥青—玻璃布—沥青—玻璃布—沥青— —玻璃布—沥青—外保护层	≈ 1.5	≥ 5.5
特加 强防 腐	沥青底漆—沥青—玻璃布—沥青—玻璃布—沥青— —玻璃布—沥青—玻璃布—沥青—外保护层	≈ 1.5	≥ 7.0

第 5.2.3 条 石油沥青防腐涂层施工要求应符合附录一的规定。

### 第三节 环氧煤沥青防腐绝缘涂层

第 5.3.1 条 涂料所使用的底漆、面漆、稀释剂和固化剂应按设计配方由出厂厂家配套供应。

第 5.3.2 条 涂层等级及结构应符合表 5.3.2 的要求：

表 5.3.2 环氧煤沥青涂层等级及结构

等级	结 构	总厚度 (mm)
普通	底漆—面漆—玻璃布—两层面漆	≥ 0.4
加强	底漆—面漆—玻璃布—面漆—玻璃布—两层面漆	≥ 0.6
特加强	底漆—面漆—玻璃布—面漆—玻璃布—面漆—玻璃布—两层面漆	≥ 0.8

第 5.3.3 条 环氧煤沥青涂层施工要求应符合附录二的规定。

## 第四节 阴极保护（牺牲阳极法）

第 5.4.1 条 本节适用于埋地钢质管道的镁合金牺牲阳极和锌合金牺牲阳极（以下简称镁阳极、锌阳极）保护。

第 5.4.2 条 牺牲阳极应储存在室内仓库里，严禁沾染油污、油漆和接触酸、碱、盐等化工产品。

第 5.4.3 条 埋入地下的牺牲阳极必须具有厂方提供的质量保证书，该保证书应归入技术档案。

第 5.4.4 条 对采用的牺牲阳极，应对外观、重量、钢芯与阳极的接触电阻等进行检查。

第 5.4.5 条 牺牲阳极的化学成分应符合 SYJ 19《镁合金牺牲阳极应用技术标准》及 SYJ 20《锌合金牺牲阳极应用技术标准》中第 2.0.1 条的要求。

第 5.4.6 条 牺牲阳极的电化学性能应符合 SYJ 19 及 SYJ 20 中第 2.0.2 条的要求。

第 5.4.7 条 牺牲阳极规格的选用及牺牲阳极布置按设计要求执行。

第 5.4.8 条 镁阳极施工要求应符合附录三的规定，锌阳极施工要求可参考附录三的规定。

第 5.4.9 条 埋地牺牲阳极填包料应符合 SYJ 19 及 SYJ 20 中第 3.0.2 条及第 3.4.2 条的要求。

## 第六章 储配与调压

### 第一节 一般规定

第 6.1.1 条 储配站与调压站的施工应遵守设备安装要求。

第 6.1.2 条 站内设备、仪表的安装应按产品说明书和有关规定进行。

第 6.1.3 条 储配站与调压站的消防、电气、采暖与卫生、通风与空气调节等配套工程的施工与验收应符合有关国家现行标准的要求。

### 第二节 储配站

第 6.2.1 条 储配站内的各种运转设备在安装前应进行润滑保养及检验。

第 6.2.2 条 储配站各设备的工艺管道，经分别检验后再连接。管道连接之后，应按系统进行总体试压及验收，其内容应符合本规范第七章的要求。

第 6.2.3 条 储气设备的安装应符合国家现行的 GBJ 94《球形储罐施工及验收规范》、HGJ 210《圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》、HGJ 212《金属焊接结构式气柜施工及验收规范》等有关规范。

第 6.2.4 条 压缩机室内，压缩机、鼓风机及起重设备的安装应符合国家现行的 TJ 231《机械设备安装工程及验收规范》的有关规定。

### 第三节 调压设施

第 6.3.1 条 调压器、安全阀、过滤器、检测仪表及其它设备，均应具有产品合格证，安装前应进行检查。

第 6.3.2 条 调压站内所有非标准设备应按设计要求制造和检验。

除设计另有规定外，一切设备均按制造厂说明书进行安装与调试。

第 6.3.3 条 调压站内管道安装应符合下列要求：

一、焊缝、法兰和螺纹等接口，均不得嵌入墙壁与基础中。管道穿墙或基础时，应设置在套管内。焊缝与套管一端的间距不应小于 30mm；

二、对于干燃气，站内管道应横平竖直，对于湿燃气，进、出口管道应分别坡向室外，仪表管座全部坡向干管。

第 6.3.4 条 箱式调压器的安装应在进出口管道吹扫、试压合格后进行，并应牢固平正，严禁强力连接。

## 第七章 试验与验收

### 第一节 一般规定

第 7.1.1 条 燃气管道安装完后，均应进行试验，钢管道在试验前还应进行吹扫，吹扫与试验介质宜采用压缩空气。

第 7.1.2 条 钢管道吹扫应满足下列要求：

一、吹扫口应设在开阔地段并加固；

二、每次吹扫管道的长度，应根据吹扫介质、压力和气量来确定，不宜超过 3km；

三、调压设施不得与管道同时进行吹扫；

四、吹扫应反复进行数次，确认吹净为止，同时做好记录。

第 7.1.3 条 当使用清管球清扫时，发球次数以达到管道清洁为准，并应遵守下列规定：

一、管段直径必须是同一规格；

二、凡影响清管球通过的管件、设施，在清管前应采取必要措施。

第 7.1.4 条 试验用的压力表，应在校验有效期内，其量程不得大于试验压力的 2 倍。弹簧压力计精度不得低于 0.4 级。

第 7.1.5 条 强度试验可由施工单位会同建设单位进行；气密性试验应由燃气管理单位、施工单位、建设单位等联合进行。

第 7.1.6 条 试验时所发现的缺陷，应在试验压力降至大气压时进行修补，修补后应进行复试。

### 第二节 强度试验

第 7.2.1 条 燃气管道的强度试验压力应为设计压力的 1.5 倍，但钢管不得低于 0.3MPa (3kgf/cm<sup>2</sup>)，铸铁管不得低于 0.05MPa。

第 7.2.2 条 调压器两端的附属设备及管道的强度试验压力应为设计压力的 1.5 倍。

第 7.2.3 条 进行强度试验时，达到试验压力后，稳压 1h，然后仔细进行检查。

### 第三节 气密性试验

第 7.3.1 条 气密性试验应在强度试验合格后进行。试验压力值应遵守下列规定：

一、设计压力  $P \leq 5\text{kPa}$  ( $P \leq 0.05\text{kgf/cm}^2$ ) 时，试验压力应为 20kPa (0.2kgf/cm<sup>2</sup>)；

二、设计压力  $P > 5\text{kPa}$  时，试验压力应为设计压力的 1.15 倍，但不小于 100kPa。

第 7.3.2 条 埋入地下燃气管道的气密性试验宜在回填至管顶以上 0.5m 后进行。

第 7.3.3 条 在气密性试验开始前，应向管道内充气至试验压力，保持一定时间，达到温度、压

力稳定。

第 7.3.4 条 燃气管道的气密性试验时间宜为 24h, 压力降不超过下式计算结果则认为合格。

一、设计压力为  $P \leq 5\text{kPa}$  时

同一管径  $\Delta P = 40T/d$

不同管径

$$\Delta P = \frac{40T(d_1 L_1 + d_2 L_2 + \dots + d_n L_n)}{d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n}$$

二、设计压力  $P > 5\text{kPa}$  时

同一管径

$$\Delta P = 6.47T/d$$

不同管径

$$\Delta P = 6.47 \frac{T(d_1 L_1 + d_2 L_2 + \dots + d_n L_n)}{d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n}$$

式中  $\Delta P$ ——允许压力降 (Pa);

$T$ ——试验时间 (h);

$d$ ——管段内径 (m);

$d_1、d_2、\dots、d_n$ ——各管段内径 (m);

$L_1、L_2、\dots、L_n$ ——各管段长度 (m)

第 7.3.5 条 试验实测的压力降, 应根据在试压期间管内温度和大气压的变化按下式予以修正:

$$\Delta P' = (H_1 + B_1) - (H_2 + B_2) \frac{273 + t_1}{273 + t_2} \quad (7.3.5)$$

式中  $\Delta P'$ ——修正压力降 (Pa);

$H_1、H_2$ ——试验开始和结束时的压力计读数 (Pa);

$B_1、B_2$ ——试验开始和结束时的气压计读数 (Pa);

$t_1、t_2$ ——试验开始和结束时的管内温度 (°C)

计算结果  $\Delta P' \leq \Delta P$  为合格

第 7.3.6 条 管道穿越河流、铁路、公路与重要的城市道路时, 下管前, 宜做强度试验。

第 7.3.7 条 调压器两端的附属设备及管道应分别按其设计压力进行气密性试验, 合格后将调压器与管道连通, 涂皂液检查, 不漏为合格。

## 第四节 验 收

第 7.4.1 条 在工程验收时, 施工单位应提交以下资料:

一、开工报告;

二、各种测量记录;

三、隐蔽工程验收记录;

四、材料、设备出厂合格证, 材质证明书, 安装技术说明书以及材料代用说明书或检验报告;

五、管道与调压设施的强度和气密性试验记录;

六、焊接外观检查记录和无损探伤检查记录;

七、防腐绝缘措施检查记录;

八、管道及附属设备检查记录;

九、设计变更通知单;

十、工程竣工图和竣工报告；

十一、储配与调压各项工程的程序验收及整体验收记录；

十二、其它应有的资料。

第 7.4.2 条 验收机构审阅第 7.4.1 条的资料，并现场检查，作出结论。

# 标准规范六 工业金属管道 工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of  
industrial metallic piping

GB 50235—97

## 1 总 则

- 1.0.1 为了提高工业金属管道工程的施工水平，保证工程质量，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于设计压力不大于 42MPa，设计温度不超过材料允许的使用温度的工业金属管道（以不简称“管道”）工程的施工及验收。
- 1.0.3 本规范不适用于核能装置的专用管道、矿井专用管道、长输管道。
- 1.0.4 管道的施工应按设计文件施行。当修改设计时，应经原设计单位确认，并经建设单位同意。
- 1.0.5 现场组装的机器或设备所属管道，应按制造厂的技术文件施行，但质量标准不得低于本规范的规定。
- 1.0.6 管道的施工除应执行本规范的规定外，尚应执行国家现行有关标准、规范的规定。

## 2 术 语

- 2.0.1 管道 piping  
由管道组成件和管道支承件组成，用以输送、分配、混合、分离、排放、计量、控制或制止流体流动的管子、管件、法兰、螺栓连接、垫片、阀门和其他组成件或受压部件的装配总成。
- 2.0.2 管道组成件 piping components  
用于连接或装配管道的元件。它包括管子、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门以及膨胀接头、挠性接头、耐压软管、疏水器、过滤器和分离器等。
- 2.0.3 管道支承件 pipe-supporting elements  
管道安装件和附着件的总称。
- 2.0.4 安装件 fixtures  
将负荷从管子或管道附着件上传递到支承结构或设备上的元件。它包括吊杆、弹簧支吊架、斜拉杆、平衡锤、松紧螺栓、支撑杆、链条、导轨、锚固件、鞍座、垫板、滚柱、托座和滑动支架等。
- 2.0.5 附着件 structural attachments  
用焊接、螺栓连接或夹紧等方法附装在管子上的零件，它包括管吊、吊（支）耳、圆环、夹子、吊夹、紧固夹板和裙式管座等。
- 2.0.6 剧毒流体 lethal fluid

如有极少量这类物质泄漏到环境中,被人吸入或与人体接触,即使迅速治疗,也能对人体造成严重的和难以治疗的伤害的物质。相当于现行国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》中Ⅰ级危害程度的毒物。

#### 2.0.7 有毒流体 toxic fluid

这类物质泄漏到环境中,被人吸入或与人体接触,如治疗及时不致于对人体造成不易恢复的危害。相当于现行国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》中Ⅱ级及以下危害程度的毒物。

#### 2.0.8 可燃流体 flammable fluid

在生产操作条件下,可以点燃和连续燃烧的气体或可以气化的液体。

#### 2.0.9 流体输送管道 fluid transportation piping

系指设计单位在综合考虑了流体性质、操作条件以及其它构成管理设计等基础因素后,在设计文件中所规定的输送各种流体的管道。流体可分为剧毒流体、有毒流体、可燃流体、非可燃流体和无毒流体。

#### 2.0.10 热弯 hot bending

温度高于金属临界点  $AC_1$  时的弯管操作。

#### 2.0.11 冷弯 cold bending

温度低于金属临界点  $AC_1$  时的弯管操作。

#### 2.0.12 热态紧固 tightening in hot condition

防止管道在工作温度下,因受热膨胀招致可拆连接处泄漏而进行的紧固操作。

#### 2.0.13 冷态紧固 tightening in cold condition

防止管道在工作温度下,因冷缩招致可拆连接处泄漏而进行的紧固操作。

#### 2.0.14 100%射线照相检验 100% radiographic examination

对指定的一批管道的全部环向对接焊缝所作的全圆周射线检验和对纵焊缝所作的全长度射线检验。

#### 2.0.15 抽样射线照相检验 random radiographic examination

在一批指定的管道中,对某一规定百分比的环向对接焊缝所作的全圆周的射线检验。它只适用于环向对接焊缝。

#### 2.0.16 压力试验 pressure test

以液体或气体为介质,对管道逐步加压,达到规定的压力,以检验管道强度和严密性的试验。

#### 2.0.17 泄漏性试验 leak test

以气体为介质,在设计压力下,采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他专门手段等检查管道系统中泄漏点的试验。

#### 2.0.18 复位 recovering the original state

已安装合格的管道,拆开后再重新恢复原有状态的过程。

#### 2.0.19 单线图 isometric diagram

将每条管道按照轴侧投影的绘制方法,画成以单线表示的管道空视图。

#### 2.0.20 自由管段 pipe - segments to be prefabricated

在管道预制加工前,按照单线图选择确定的可以先行加工的管段。

#### 2.0.21 封闭管段 pipe - segments for dimension adjustment

在管道预制加工前,按照单线图选择确定的、经实测安装尺寸后再行加工的管段。

## 3 管道组成件及管道支承件的检验

3.0.1 管道组成件及管道支承件必须具有制造厂的质量证明书,其质量不得低于国家现行标准的规



定。

3.0.2 管道组成件及管道支承件的材质、规格、型号、质量应符合设计文件的规定，并按国家现行标准进行外观检验，不合格者不得使用。

3.0.3 合金钢管道组成件应采用光谱分析或其他方法对材质进行复查，并应做标记。合金钢阀门的内件材质应进行抽查，每批（同制造厂、同规格、同型号、同时到货，下同）抽查数量不得少于 1 个。

3.0.4 防腐衬里管道的衬里质量应符合国家现行标准《工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》的规定。

3.0.5 下列管道的阀门，应逐个进行壳体压力试验和密封试验。不合格者，不得使用。

3.0.5.1 输送剧毒流体、有毒流体、可燃流体管道的阀门；

3.0.5.2 输送设计压力大于 1MPa 或设计压力小于等于 1MPa 且设计温度小于  $-29^{\circ}\text{C}$  或大于  $186^{\circ}\text{C}$  的非可燃流体、无毒流体管道的阀门。

3.0.6 输送设计压力小于等于 1MPa 且设计温度为  $-29 \sim 186^{\circ}\text{C}$  的非可燃流体，无毒流体管道的阀门，应从每批中抽查 10%，且不得少于 1 个，进行壳体压力试验和密封试验。当不合格时，应加倍抽查，仍不合格时，该批阀门不得使用。

3.0.7 阀门的壳体试验压力不得小于公称压力的 1.5 倍，试验时间不得少于 5min，以壳体填料无渗漏为合格；密封试验宜以公称压力进行，以阀瓣密封面不漏为合格。

3.0.8 试验合格的阀门，应及时排尽内部积水，并吹干。除需要脱脂的阀门外，密封面上应涂防锈油，关闭阀门，封闭出入口，做出明显的标记，并按本规范附录 A 第 A.0.1 条规定的格式填写“阀门试验记录”。

3.0.9 公称压力小于 1MPa，且公称直径大于或等于 600mm 的闸阀，可不单独进行壳体压力试验和闸板密封试验。壳体压力试验宜在系统试压时按管道系统的试验压力进行试验，闸板密封试验可采用色印等方法进行检验，接合面上的色印应连续。

3.0.10 安全阀应按设计文件规定的开启压力进行试调。调压时压力应稳定，每个安全阀启闭试验不得少于 3 次。调试后应按本规范附录 A 第 A.0.2 条规定的格式填写“安全阀最初调试记录”。

3.0.11 带有蒸汽夹套的阀门，夹套部分应以 1.5 倍的蒸汽工作压力进行压力试验。

3.0.12 设计文件要求进行低温冲击韧性试验的材料，供货方应提供低温冲击韧性试验结果的文件，其指标不得低于设计文件的规定。

3.0.13 设计文件要求进行晶间腐蚀试验的不锈钢管子及管件，供货方应提供晶间腐蚀试验结果的文件，其指标不得低于设计文件的规定。

3.0.14 管道组成件及管道支承件在施工过程中应妥善保管，不得混淆或损坏，其色标或标记应明显清晰。材质为不锈钢、有色金属的管道组成件及管道支承件，在储存期间不得与碳素钢接触。暂时不能安装的管子，应封闭管口。

## 4 管道加工

### 4.1 管子切割

4.1.1 管子切断前应移值原有标记。低温钢管及钛管，严禁使用钢印。

4.1.2 碳素钢管、合金钢管宜采用机械方法切割。当采用氧乙炔火焰切割时，必须保证尺寸正确和表面平整。

4.1.3 不锈钢管、有色金属管应采用机械或等离子方法切割。不锈钢管及钛管用砂轮切割或修磨时，应使用专用砂轮片。

4.1.4 镀锌钢管宜用钢锯或机械方法切割。

4.1.5 管子切口质量应符合下列规定：

4.1.5.1 切口表面应平整，无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等。

4.1.5.2 切口端面倾斜偏差 $\Delta$ （图 4.1.5）不应大于管子外径的 1%，且不得超过 3mm。

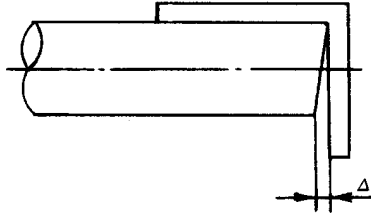


图 4.1.5 管子切口端面倾斜偏差

## 4.2 弯管制作

4.2.1 弯管宜采用壁厚为正公差的管子制作。当采用负公差的管子制作弯管时，管子弯曲半径与弯管前管子壁厚的关系宜符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 弯曲半径与管子壁厚的关系

弯曲半径 (R)	弯管前管子壁厚
$R \geq 6DN$	$1.06 T_m$
$6DN > R \geq 5DN$	$1.08 T_m$
$5DN > R \geq 4DN$	$1.14 T_m$
$4DN > R \geq 3DN$	$1.25 T_m$

注：DN——公称直径； $T_m$ ——设计壁厚。

4.2.2 高压钢管的弯曲半径宜大于管子外径的 5 倍，其他管子的弯曲半径宜大于管子外径的 3.5 倍。

4.2.3 有缝管制作弯管时，焊缝应避免受拉（压）区。

4.2.4 钢管应在其材料特性允许范围内冷弯或热弯。

4.2.5 有色金属管加热制作弯管时，其温度范围应符合表 4.2.5 的规定：

表 4.2.5 有色金属管加热温度范围

管道材质	加热温度范围 (°C)
铜	500 ~ 600
铜合金	600 ~ 700
铝 11 ~ 17	150 ~ 260
铝合金 LF2、LF3	200 ~ 310
铝锰合金	< 450

续表

管道材质	加热温度范围(℃)
钛	< 350
铅	100 ~ 130

4.2.6 采用高合金钢管或有色多属管制作弯管,宜采用机械方法;当充砂制作弯管时,不得用铁锤敲击。铅管加热制作弯管时,不得充砂。

4.2.7 钢管热弯或冷弯后的热处理,应符合下列规定:

4.2.7.1 除制作弯管温度自始至终保持在 900℃ 以上的情况外,壁厚大于 19mm 的碳素钢管制作弯管后,应按表 4.2.7 的规定进行热处理。

表 4.2.7 常用管材热处理条件

管材类别	名义成份	管材牌号	热处理温度(℃)	加热速率	恒温时间	冷却速率
碳素钢	C	10、15、 20、25	600 ~ 650	当加热温度升至 400℃ 时,加热速率不应大于 $25 \times \frac{25}{T}$ °C/h	恒温时间应为每 25mm 壁厚 1h,且不得少于 15min,在恒温期间为最高与最低温差应低于 65℃	恒温后的冷却速率不应超过 $260 \times \frac{25}{T}$ °C/h,且不得大于 260°C/h,400℃ 以下可自然冷却
中 低 合 金 钢	C - Mn	16Mn、16MnR	600 ~ 650			
	C - Mn - V	09MnV	600 ~ 700			
		15MnV	600 ~ 700			
	C - Mo	16Mo	600 ~ 650			
	C - Cr - Mo	12CrMo	600 ~ 650			
		15CrMo	700 ~ 750			
		12Cr2Mo	700 ~ 760			
		5Cr1Mo	700 ~ 760			
	C - Cr - Mo - V	9Cr1Mo	700 ~ 760			
		12Cr1MoV	700 ~ 760			
C - Ni	2.25Ni	600 ~ 650				
	3.5Ni	600 ~ 630				

注:  $T$ ——管材厚度。

4.2.7.2 当表 4.2.7 所列的中、低合金钢管进行热弯时,对公称直径大于或等于 100mm,或壁厚大于或等于 13mm 的,应按设计文件的要求进行完全退火、正火加回火或回火处理。

4.2.7.3 当表 4.2.7 所列的中、低合金钢管进行冷弯时,对公称直径大于或等于 100mm,或壁厚大于或等于 13mm 的,应按表 4.2.7 的要求进行热处理。

4.2.7.4 奥氏体不锈钢管制作的弯管,可不进行热处理;当设计文件要求热处理时,应按设计文件规定进行。

4.2.8 弯管质量应符合下列规定:

4.2.8.1 不得有裂纹(目测或依据设计文件规定)。

4.2.8.2 不得存在过烧、分层等缺陷。

4.2.8.3 不宜有皱纹。

4.2.8.4 测量弯管任一截面上的最大外径与最小外径差,当承受内压时其值不得超过表 4.2.8 的规定。

表 4.2.8 弯管最大外径与最小外径之差

管子类别	最大外径与最小外径之差
输送剧毒流体的钢管或设计压力 $P \geq 10\text{MPa}$ 的钢管	为制作弯管前管子外径的 5%
输送剧毒流体以外或设计压力小于 $10\text{MPa}$ 的钢管	为制作弯管前管子外径的 8%
钛管	为制作弯管前管子外径的 8%
铜、铝管	为制作弯管前管子外径的 9%
铜合金、铝合金管	为制作弯管前管子外径的 8%
铅管	为制作弯管前管子外径的 10%

4.2.8.5 输送剧毒流体或设计压力  $P$  大于或等于  $10\text{MPa}$  的弯管,制作弯管前、后的壁厚之差,不得超过制作弯管前管子壁厚的 10%;其他弯管,制作弯管前、后的管子壁厚之差,不得超过制作弯管前管子壁厚的 15%,且均不得小于管子的设计壁厚。

4.2.8.6 输送剧毒流体或设计压力  $P$  大于或等于  $10\text{MPa}$  的弯管,管端中心偏差值  $\Delta$  不得超过  $1.5\text{mm/m}$ ,当直管长度  $L$  大于  $3\text{m}$  时,其偏差不得超过  $5\text{mm}$ 。

其他类别的弯管,管端中心偏差值  $\Delta$  (图 4.2.8) 不得超过  $3\text{mm/m}$ ,当直管长度  $L$  大于  $3\text{m}$  时,其偏差不得超过  $10\text{mm}$ 。

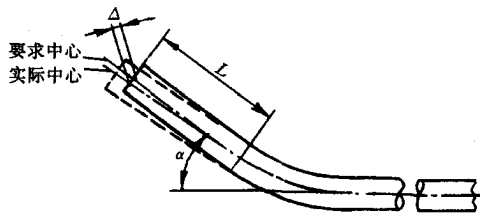


图 4.2.8 弯曲角度及管端中心偏差

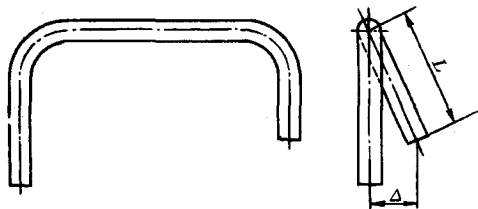


图 4.2.9 U形弯管平面度

4.2.9 U形弯管的平面度允许偏差  $\Delta$  (图 4.2.9) 应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 II 形弯管的平面度允许偏差 (mm)

长度 $L$	< 500	500 ~ 1000	> 1000 ~ 1500	> 1500
平面度 $\Delta$	$\leq 3$	$\leq 4$	$\leq 6$	$\leq 10$

4.2.10 高压钢管制作弯管后, 应进行表面无损探伤, 需要热处理的应在热处理后进行; 当有缺陷时, 可进行修磨。修磨后的弯管壁厚不得小于管子公称壁厚的 90%, 且不得小于设计壁厚。

4.2.11 高压钢管弯管加工合格后, 应按本规范附录 A 第 A.0.3 条规定的格式填写“高压管件加工记录”。

### 4.3 卷管加工

4.3.1 卷管的同一筒节上的纵向焊缝不宜大于两道; 两纵缝间距不宜小于 200mm。

4.3.2 卷管组对时, 两纵缝间距应大于 100mm。支管外壁距焊缝不宜小于 50mm。

4.3.3 卷管对接焊缝的内壁错边量应符合本规范第 5.0.7 条的规定。

4.3.4 卷管的周长偏差及圆度偏差应符合表 4.3.4 的规定。

表 4.3.4 周长偏差及圆度偏差 (mm)

公称直径	< 800	800 ~ 1200	1300 ~ 1600	1700 ~ 2400	2600 ~ 3000	> 3000
周长偏差	$\pm 5$	$\pm 7$	$\pm 9$	$\pm 11$	$\pm 13$	$\pm 15$
圆度偏差	外径的 1% 且不应大于 4	4	6	8	9	10

4.3.5 卷管的校圆样板的弧长应为管子周长的  $1/6 \sim 1/4$ ; 样板与管内壁的不贴合同隙应符合下列规定:

4.3.5.1 对接纵缝处不得大于壁厚的 10% 加 2mm, 且不得大于 3mm。

4.3.5.2 离管端 200mm 的对接纵缝处不得大于 2mm。

4.3.5.3 其他部位不得大于 1mm。

4.3.6 卷管端面与中心线的垂直偏差不得大于管子外径的 1%, 且不得大于 3mm。平直度偏差不得大于 1mm/m。

4.3.7 焊缝不能双面成型的卷管, 当公称直径大于或等于 600mm 时, 宜在管内进行封底焊。

4.3.8 在卷管加工过程中, 应防止板材表面损伤。对有严重伤痕的部位必须进行修磨, 使其圆滑过渡, 且修磨处的壁厚不得小于设计壁厚。

4.3.9 卷管的加工规格、尺寸应符合设计文件的规定, 质量应符合本规范第 7 章中相应质量等级的规定。

### 4.4 管口翻边

4.4.1 翻边连接的管子, 应每批抽 1%, 且不得少于两根进行翻边试验。当有裂纹时, 应进行处理, 重做试验。当仍有裂纹时, 该批管子应逐根试验, 不合格者, 不得使用。

4.4.2 铝管管口翻边使用胎具时可不加热, 当需要加热时, 温度应为 150 ~ 200℃; 铜管管口翻边加热温度应为 300 ~ 350℃。

4.4.3 管口翻边后, 不得有裂纹、豁口及指皱等缺陷, 并应有良好的密封面。

4.4.4 翻边端面与管中心线应垂直, 允许偏差为 1mm; 厚度减薄率不应大于 10%。

4.4.5 管口翻边后的外径及转角半径应能保证螺栓及法兰自由装卸。法兰与翻边平面的接触应均匀、良好。

## 4.5 夹套管加工

4.5.1 夹套管预制时，应预留调整管段，其调节裕量宜为 50~100mm。

4.5.2 夹套管的加工，应符合设计文件的规定。当主管有焊缝时，该焊缝应按相同类别管道的探伤比例进行射线照相检验，并经试压合格后。方可封入夹套。

4.5.3 套管与主管间隙应均匀，并按设计文件规定焊接交承块。支承块不得妨碍主管与套管的胀缩。

4.5.4 主管加工完毕后，焊接部位应裸露进行压力试验。试验压力应以主管的内部或外部设计压力大者为基准进行压力试验，稳压 10min，经检验无泄漏，目测无变形后降至设计压力，停压 30min，以不降压、无渗漏为合格。

4.5.5 夹套管加工完毕后，套管部分应按设计压力的 1.5 倍进行压力试验。

4.5.6 弯管的夹套组焊，应在主管弯曲完毕并经探伤合格后进行。

4.5.7 输送熔融介质管道的内表面焊缝。应平整光滑，不得有突出的焊瘤。其质量应符合设计文件的规定。

4.5.8 当夹套管组装有困难时，套管可采用剖分组焊的形式，其复原焊接应保证质量。

4.5.9 夹套管的主管管件，应使用无缝或压制对接管件，不得使用斜接弯头。

4.5.10 夹套弯管的套管和主管，应保证其同轴度，偏差不得超过 3mm。

## 5 管道焊接

5.0.1 管道焊接应按本章和现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的有关规定进行。

5.0.2 管道焊缝位置应符合下列规定：

5.0.2.1 直管段上两对接焊口中心面间的距离，当公称直径大于或等于 150mm 时，不得小于 150mm；当公称直径小于 150mm 时，不应小于管子外径。

5.0.2.2 焊缝距离弯管（不包括压制、热推或中频弯管）起弯点不得小于 100mm，且不得小于管子外径。

5.0.2.3 卷管的纵向焊缝应置于易检修的位置，且不宜在底部。

5.0.2.4 环焊缝距支、吊架净距不应小于 50mm；需热处理的焊缝距支、吊架不得小于焊缝宽度的 5 倍，且不得小于 100mm。

5.0.2.5 不宜在管道焊缝及其边缘上开孔。

5.0.2.6 有加固环的卷管，加固环的对接焊缝应与管子纵向焊缝错开，其间距不应小于 100mm。加固环距管子的环焊缝不应小于 50mm。

5.0.3 管子、管件的坡口形式和尺寸应符合设计文件规定，当设计文件无规定时，可按本规范附录 B 第 B.0.1 条~第 B.0.6 条的规定确定。

5.0.4 管道坡口加工宜采用机械方法，也可采用等离子弧、氧乙炔焰等热加工方法。采用热加工方法加工坡口后，应除去坡口表面的氧化皮、熔渣及影响接头质量的表面层，并应将凹凸不平处打磨平整。

5.0.5 管道组件组对时，对坡口及其内外表面进行的清理应符合表 5.0.5 的规定；清理合格后应及

时焊接。

表 5.0.5 坡口及其内外表面的清理

管道材质	清理范围 (mm)	清理物	清理方法
碳素钢 不锈钢合金钢	$\geq 10$	油、漆、锈、 毛刺等污物	手工或机械等
铝及铝合金	$\geq 50$	油垢、氧化膜等	有机溶剂除净油污，化 学或机械法除净氧化膜
铜及铜合金	$\geq 50$		
钛	$\geq 50$		

5.0.6 除设计文件规定的管道冷拉伸或冷压缩焊口外，不得强行组对。

5.0.7 管道对接焊口的组对应做到内壁齐平，内壁错边量应符合表 5.0.7 的规定。

表 4.0.7 管道组对内壁错边量

管道材质		内壁错边量
钢		不宜超过壁厚的 10%，且不大于 2mm
铝及铝合金	壁厚 $\leq 5\text{mm}$	不大于 0.5mm
	壁厚 $> 5\text{mm}$	不宜超过壁厚的 10%，且不大于 1mm
铜及铜合金、钛		不宜超过壁厚的 10%，且不大于 1mm

5.0.8 不等厚管道组成件组对时，当内壁错边量超过表 5.0.7 的规定或外壁错边量大于 3mm 时，应进行修整（图 5.0.8）。

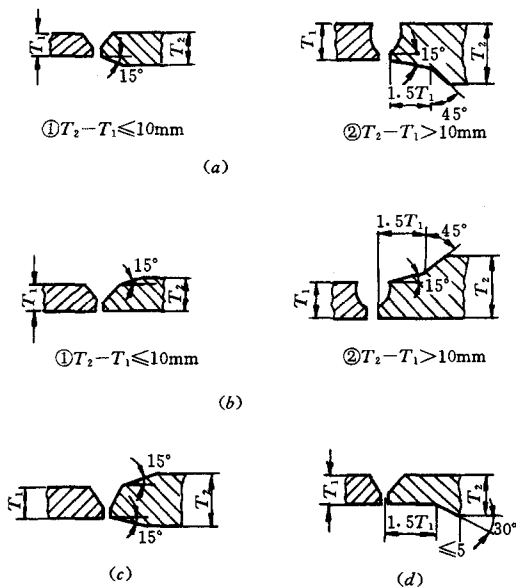


图 5.0.8 焊件坡口形式

(a) 内壁尺寸不相等；(b) 外壁尺寸不相等；

(c) 内外壁尺寸均不相等；(d) 内壁尺寸不相等的削薄

注：用于管件且受长度条件限制时，图 (a) ①、

(b) ①和 (c) 中的 15°角可改用 30°角。



- 5.0.9 在焊接和热处理过程中，应将焊件垫置牢固。
- 5.0.10 当对螺纹接头采用密封焊时，外露螺纹应全部密封。
- 5.0.11 对管内清洁要求较高且焊接后不易清理的管道，其焊缝底层应采用氩弧焊施焊。机组的循环油、控制油、密封油管道，当采用承插焊时，承口与插口的轴向不宜留间隙。
- 5.0.12 需预拉伸或预压缩的管道焊口，组对时所使用的工具应待整个焊口焊接及热处理完毕并经焊接检验合格后方可拆除。

## 6 管道安装

### 6.1 一般规定

6.1.1 管道安装应具备下列条件：

6.1.1.1 与管道有关的土建工程已检验合格，满足安装要求，并已办理交接手续。

6.1.1.2 与管道连接的机械已找正合格，固定完毕。

6.1.1.3 管道组成件及管道支承件等已检验合格。

6.1.1.4 管子、管件、阀门等，内部已清理干净，无杂物。对管内有特殊要求的管道，其质量已符合设计文件的规定。

6.1.1.5 在管道安装前必须完成的脱脂、内部防腐与衬里等有关工序已进行完毕。

6.1.2 法兰、焊缝及其他连接件的设置应便于检修，并不得紧贴墙壁、楼板或管架。

6.1.3 脱脂后的管道组成件，安装前必须进行严格检查，不得有油迹污染。

6.1.4 管道穿越道路、墙或构筑物时，应加套管或砌筑涵洞保护。

6.1.5 埋地管道试压防腐后，应及时回填土，分层夯实，并应按本规范附录 A 第 A.0.4 条规定的格式填写“隐蔽工程（封闭）记录”，办理隐蔽工程验收。

### 6.2 管道预制

6.2.1 管道预制，宜按管道系统单线图施行。

6.2.2 管道预制应按单线图规定的数量、规格、材质选配管道组成件，并按单线图标明管道系统号和按预制顺序标明各组成件的顺序号。

6.2.3 自由管段和封闭管段的选择应合理，封闭管段应按现场实测后的安装长度加工。

6.2.4 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 自由管段和封闭管段加工尺寸允许偏差（mm）

项 目		允 许 偏 差	
		自由管段	封闭管段
长 度		± 10	± 1.5
法兰面与管子中心垂直度	$DN < 100$	0.5	0.5
	$100 \leq DN \leq 300$	1.0	1.0
	$DN > 300$	2.0	2.0
法兰螺栓孔对称水平度		± 1.6	± 1.6

6.2.5 管道组成件的焊接、组装和检验，应符合本规范第 5~7 章的有关规定。

6.2.6 预制完毕的管段，应将内部清理干净，并应及时封闭管口。



## 6.3 钢制管道安装

6.3.1 预制管道应按管道系统号和预制顺序号进行安装。

6.3.2 管道安装时,应检查法兰密封面及密封垫片,不得有影响密封性能的划痕、斑点等缺陷。

6.3.3 当大直径垫片需要拼装时,应采用斜口搭接或迷宫式拼接,不得平口对接。

6.3.4 软垫片的周边应整齐,垫片尺寸应与法兰密封面相符,其允许偏差应符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 软垫片尺寸允许偏差 (mm)

法兰密封面形式 公称直径	平面型		凸凹型		榫槽型	
	内径	外径	内径	外径	内径	外径
< 125	+ 2.5	- 2.0	+ 2.0	- 1.5	+ 1.0	- 1.0
≥ 125	+ 3.5	- 3.5	+ 3.0	- 3.0	+ 1.5	- 1.5

6.3.5 软钢、铜、铝等金属垫片,当出厂前未进行退火处理时,安装前应进行退火处理。

6.3.6 法兰连接应与管道同心,并应保证螺栓自由穿入。法兰螺栓孔应跨中安装。法兰间应保持平行,其偏差不得大于法兰外径的 1.5‰,且不得大于 2mm。不得用强紧螺栓的方法消除歪斜。

6.3.7 工作温度低于 200℃ 的管道,其螺纹接头密封材料宜选用聚四氟乙烯带。拧紧螺纹时,不得将密封材料挤入管内。

6.3.8 法兰连接应使用同一规格螺栓,安装方向应一致。螺栓紧固后应与法兰紧贴,不得有楔缝。需加垫圈时,每个螺栓不应超过一个。紧固后的螺栓与螺母宜齐平。

6.3.9 当管道安装遇到下列情况之一时,螺栓、螺母应涂以二硫化钼油脂、石墨机油或石墨粉:

6.3.9.1 不锈钢、合金钢螺栓和螺母。

6.3.9.2 管道设计温度高于 100℃ 或低于 0℃。

6.3.9.3 露天装置。

6.3.9.4 处于大气腐蚀环境或输送腐蚀介质。

6.3.10 高温或低温管道的螺栓,在试运行时应按下列规定进行热态紧固或冷态紧固:

6.3.10.1 管道热态紧固、冷态紧固温度应符合表 6.3.10 的规定。

表 6.3.10 管道热态紧固、冷态紧固温度 (℃)

管道工作温度	一次热、冷紧固温度	二次热、冷紧固温度
250 ~ 350	工作温度	—
> 350	350	工作温度
- 20 ~ - 70	工作温度	—
< - 70	- 70	工作温度

6.3.10.2 热态紧固或冷态紧固应在保持工作温度 2h 后进行。

6.3.10.3 紧固管道螺栓时,管道最大内压应根据设计压力确定。当设计压力小于或等于 6MPa 时,热态紧固最大内压应为 0.3MPa;当设计压力大于 6MPa 时,热态紧固最大内压应为 0.5MPa。冷态紧固应卸压进行。

6.3.10.4 紧固应适度,并应有安全技术措施,保证操作人员安全。

6.3.11 管子对口时应在距接口中心 200mm 处测量平直度(图 6.3.11),当管子公称直径小于 100mm

时,允许偏差为 1mm;当管子公称直径大于或等于 100mm 时,允许偏差为 2mm。但全长允许偏差均为 10mm。

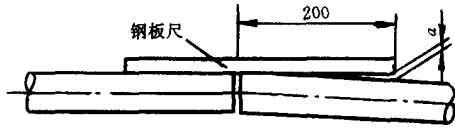


图 6.3.11 管道对口平直度

6.3.12 管道连接时,不得用强力对口、加偏垫或加多层垫等方法来消除接口端面的空隙、偏斜、错口或不同心等缺陷。

6.3.13 合金钢管进行局部弯度矫正时,加热温度应控制在临界温度以下。

6.3.14 在合金钢管道上不应焊接临时支撑物。

6.3.15 管道预拉伸(或压缩,下同)前应具备下列条件:

6.3.15.1 预拉伸区域内固定支架间所有焊缝(预拉口除外)已焊接完毕,需热处理的焊缝已作热处理,并经检验合格。

6.3.15.2 预拉伸区域支、吊架已安装完毕,管子与固定支架已固定。预拉口附近的支、吊架已预留足够的调整裕量,支、吊架弹簧已按设计值压缩,并临时固定,不使弹簧承受管道载荷。

6.3.15.3 预拉伸区域内的所有连接螺栓已拧紧。

6.3.16 当预拉伸管道的焊缝需热处理时,应在热处理完毕后,方可拆除在预拉伸时安装的临时卡具。

6.3.17 排水管的支管与主管连接时,宜按介质流向稍有倾斜。

6.3.18 管道上仪表取源部件的开孔和焊接应在管道安装前进行。

6.3.19 穿墙及过楼板的管道,应加套管,管道焊缝不宜置于套管内。穿墙套管长度不得小于墙厚。穿楼板套管应高出楼面 50mm。穿过屋面的管道应有防水肩和防雨帽。管道与套管之间的空隙应采用不燃材料填塞。

6.3.20 当管道安装工作有间断时,应及时封闭敞开的管口。

6.3.21 安装不锈钢管道时,不得用铁质工具敲击,并应符合本规范第 4.1.3 条的规定。

6.3.22 不锈钢管道法兰用的非金属垫片,其氯离子含量不得超过  $50 \times 10^{-6}$  (50ppm)。

6.3.23 不锈钢管道与支架之间应垫入不锈钢或氯离子含量不超过  $50 \times 10^{-6}$  (50ppm) 的非金属垫片。

6.3.24 管道膨胀指示器应按设计文件规定装设,管道吹洗前应将指针调至零位。

6.3.25 蠕胀测点和监察管段的安装位置应按设计文件规定设在便于观测的部位,并应符合下列要求:

6.3.25.1 监察管段应选用同批同规格钢管中壁厚负偏差最大的管子。

6.3.25.2 监察管段上不得开孔或安装仪表取源部件及支、吊架。

6.3.25.3 监察管段安装前,应从其两端各截取长度为 300~500mm 的管段,连同监察备用管,做好标记后,一并移交给建设单位。

6.3.25.4 蠕胀测点的焊接应在管道冲洗前进行,每组测点应在管道的同一横断面上,并沿圆周等距分布。

6.3.25.5 同一直径管子的各对蠕胀测点,其径向尺寸应一致,偏差值不应大于 0.1mm。

6.3.26 监察管段及蠕胀测点的测量内容应符合下列规定:

6.3.26.1 监察管段两端的壁厚。

6.3.26.2 各对蠕胀测点的径向尺寸。

6.3.26.3 蠕胀测点两旁管子的外径。

6.3.27 合金钢管道系统安装完毕后，应检验材质标记，发现无标记时必须查验钢号。

6.3.28 埋地钢管的防腐层应在安装前做好，焊缝部位未经试压合格不得防腐，在运输和安装时应防止损坏防腐层。

6.3.29 管道安装的允许偏差应符合表 6.3.29 的规定。

表 6.3.29 管道安装的允许偏差 (mm)

项 目			允许偏差
坐标	架空及地沟	室外	25
		室内	15
	埋 地		60
标高	架空及地沟	室外	± 20
		室内	± 15
	埋 地		± 25
水平管道平直度		$DN \leq 100$	2‰, 最大 50
		$DN > 100$	3‰, 最大 80
立管铅垂度			5‰, 最大 30
成排管道间距			15
交叉管的外壁或绝热层间距			20

注：L——管子有效长度；DN—管子公称直径。

## 6.4 连接机器的管道安装

6.4.1 连接机器的管道，其固定焊口应远离机器。

6.4.2 对不允许承受附加外力的机器，管道与机器的连接应符合下列规定：

6.4.2.1 管道与机器连接前，应在自由状态下，检验法兰的平行度和同轴度，允许偏差应符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 法兰平行度、同轴度允许偏差

机器转速 (r/min)	平行度 (mm)	同轴度 (mm)
3000 ~ 6000	≤ 0.15	≤ 0.50
> 6000	≤ 0.10	≤ 0.20

6.4.2.2 管道系统与机器最终连接时，应在联轴节上架设百分表监视机器位移。当转速大于 6000r/min 时，其位移值应小于 0.02mm；当转速小于或等于 6000r/min 时，其位移值应小于 0.05mm。

6.4.3 管道安装合格后，不得承受设计以外的附加载荷。

6.4.4 管道经试压、吹扫合格后，应对该管道与机器的接口进行复位检验，其偏差值应符合第 6.4.2 条的规定。

## 6.5 铸铁管道安装

6.5.1 铸铁管铺设前,应清除粘砂、飞刺、沥青块等,并烤去承插部位的沥青涂层。

6.5.2 承插铸铁管对口的最小轴向间隙,应符合表 6.5.2 的规定。

表 6.5.3 承插铸铁管对口最小轴向间隙 (mm)

公称直径	轴向间隙	公称直径	轴向间隙
< 75	4	600 ~ 700	7
100 ~ 250	5	800 ~ 900	8
300 ~ 500	6	1000 ~ 1200	9

6.5.3 沿直线铺设的铸铁管道,承插接口环形间隙应均匀。

6.5.4 在昼夜温差较大或负温下施工时,管子中部两侧应填土夯实,顶部应填上覆盖。

6.5.5 填塞用麻应有韧性、纤维较长和无麻皮,并应经石油沥青浸透,晾干。

6.5.6 油麻辫的粗细应为接口缝隙的 1.5 倍。每圈麻辫应互相搭接 100 ~ 150mm,并经历实打紧。打紧后的麻辫填塞深度应为承插深度的 1/3,且不应超过承口三角凹槽的内边。

6.5.7 用石棉水泥和膨胀水泥作接口材料时,其填塞深度应为接口深度的 1/2 ~ 2/3。

6.5.8 石棉水泥应自下而上填塞,并应分层填打,每层填打不应少于两遍。填口打实后表面应平整严实,并应湿养护 1 ~ 2 昼夜,寒冷季节应有防冻措施。

6.5.9 膨胀水泥应配比正确、及时使用、分层捣实、压平表面,表面凹入承口边缘不宜大于 2mm,并应及时充分进行湿养护。

6.5.10 管道接口所用的橡胶圈不应有气孔、裂缝、重皮或老化等缺陷。装填时橡胶圈应平展、压实,不得有松动、扭曲、断裂等。橡胶圈的外部宜抹水泥砂浆,其高度应与承口平齐。

6.5.11 搬运、安装铸铁管或硅铁管时,应轻放。硅铁管堆放高度不得超过 1m。

6.5.12 安装法兰铸铁管道时,应采用不同长度的管子调节,不得强行连接。

6.5.13 安装硅铁管道,可采用厚度不大于 50mm 的硅铁垫圈调整,管道平直度可用磨削硅铁垫圈的方法处理。

6.5.14 在易碰撞的地方安装硅铁管道时,应采取加护栏等保护措施。

6.5.15 工作介质为酸、碱的铸铁、硅铁管道,在泄漏性试验合格后,应及时安装法兰处的安全保护设施。

## 6.6 有色金属管道安装

6.6.1 有色金属管道安装除应符合本规范第 6.3 节中有关规定外,还应符合本节的要求。

6.6.2 有色金属管道安装时,应防止其表面被硬物划伤。

6.6.3 铜、铝、钛管调直,宜在管内充砂,用调直器调整,不得用铁锤敲打。调直后,管内应清理干净。

6.6.4 铜管连接时,应符合下列规定:

6.6.4.1 翻边连接的管子,应保持同轴,当公称直径小于或等于 50mm 时,其偏差不应大于 1mm;当公称直径大于 50mm 时,其偏差不应大于 2mm。

6.6.4.2 螺纹连接的管子,其螺纹部分应涂以石墨甘油。

- 6.6.5 安装铜波纹膨胀节时，其直管长度不得小于 100mm。
- 6.6.6 铝管的加固圈及其拉条，装配前应经防腐处理，加固圈直径允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ ，间距允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ 。
- 6.6.7 安装铅制法兰的螺栓时，螺母与法兰间应加置钢垫圈。
- 6.6.8 用钢管保护的铅、铝管，在装入钢管前应经试压合格。
- 6.6.9 钛管宜采用尼龙带搬运或用装，当使用钢丝绳、卡扣时，钢丝绳、卡扣等不得与钛管直接接触，应采用橡胶、石棉或木板等予以隔离。
- 6.6.10 钛管安装后，不得再进行其他管道焊接和钛离子污染。当其他管道需要焊接时，严禁将焊渣等焊接飞溅物撒落在钛管上。

## 6.7 伴热管及夹套管安装

- 6.7.1 伴热管应与主管平行安装，并应自行排液。当一根主管需多根伴热管伴热时，伴热管之间的距离应固定。
- 6.7.2 水平伴热管宜安装在主管下方或靠近支架的侧面。铅垂伴热管应均匀分布在主管周围。不得将伴热管直接点焊在主管上，可采用绑扎带或镀锌铁丝等固定在主管上。弯头部位的伴热管绑扎带不得少于三道，直伴热管绑扎点间距应符合表 6.7.2 的规定。

表 6.7.2 直伴热管绑扎点间距 (mm)

伴热管公称直径	绑扎点间距
10	800
15	1000
20	1500
> 20	2000

- 6.7.3 对不允许与主管直接接触的伴热管，在伴热管与主管间应有隔离垫。当主管为不锈钢管，伴热管为碳钢管时，隔离垫宜采用氯离子含量不超过  $50\text{m} \times 10^{-6}$  (50ppm) 的石棉垫，并应采用不锈钢丝等不引起渗碳的物质绑扎。
- 6.7.4 伴热管经过主管法兰时，伴热管应相应设置可拆卸的连接件。
- 6.7.5 从分配站到各被伴热主管和离开主管到收集站之间的伴热管安装，应排列整齐，不宜互相跨越和就近斜穿。
- 6.7.6 夹套管安装除应符合本规范第 4.5 节、第 6.1 节、第 6.2 节和第 6.3 节的有关规定外，还应符合下列规定：
- 6.7.6.1 当夹套管经剖切后安装时，纵向焊缝应置于易检修部位。
- 6.7.6.2 夹套管的连通管安装，应符合设计文件的规定，当设计文件无规定时，连通管应防止存液。
- 6.7.6.3 夹套管的支承块不得妨碍管内介质流动。支承块的材质应与主管材质相同。

## 6.8 防腐蚀衬里管道安装

- 6.8.1 搬运和堆放衬里管段及管件时，应避免强烈震动或碰撞。
- 6.8.2 衬里管道安装前，应检查衬里层的完好情况并保持管内清洁。

6.8.3 橡胶、塑料、玻璃钢、涂料等衬里的管道组成件，应存放在温度为 5~40℃ 的室内，并应避免阳光和热源的辐射。

6.8.4 衬里管道的安装应采用软质或半硬质垫片。当需要调整安装长度误差时，宜采用更换同材质垫片厚度的方法，垫片的厚度不宜超过设计厚度的 20%。

6.8.5 衬里管道安装时，不得施焊、加热、扭曲或敲打。

## 6.9 阀门安装

6.9.1 阀门安装前，应检查填料，其压盖螺栓应留有调节裕量。

6.9.2 阀门安装前，应按设计文件核对其型号，并按介质流向确定其安装方向。

6.9.3 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装。

6.9.4 当阀门与管道以焊接方式连接时，阀门不得关闭；焊缝底层宜采用氩弧焊。

6.9.5 水平管道上的阀门，其阀杆及传动装置应按设计规定安装，动作应灵活。

6.9.6 安装铸铁、硅铁阀门时，不得强力连接，受力应均匀。

6.9.7 安装高压阀门前，必须复核产品合格证和试验记录。

6.9.8 安装安全阀时，应符合下列规定：

6.9.8.1 安全阀应垂直安装。

6.9.8.2 在管道投入试运行时，应及时调校安全阀。

6.9.8.3 安全阀的最终调校宜在系统上进行，开启和回座压力应符合设计文件的规定。

6.9.8.4 安全阀经调校后，在工作压力下不得有泄漏。

6.9.8.5 安全阀经最终调校合格后，应做铅封，并按本规范附录 A 第 A.0.5 条规定的格式填写“安全阀最终调试记录”。

## 6.10 补偿装置安装

6.10.1 安装“Π”形或“Ω”形膨胀弯管，应符合下列规定：

6.10.1.1 应按设计文件规定进行预拉伸或压缩，允许偏差为 ±10mm，并按本规范附录 A 第 A.0.6 条规定的格式填写“管道补偿装置安装记录”。

6.10.1.2 水平安装时，平行臂应与管线坡度相同，两垂直臂应平行。

6.10.1.3 铅垂安装时，应设置燃气及疏水装置。

6.10.2 安装填料式补偿器，应符合下列规定：

6.10.2.1 应与管道保持同心，不得歪斜。

6.10.2.2 导向支座应保证运行时自由伸缩，不得偏离中心。

6.10.2.3 应按设计文件规定的安装长度及温度变化，留有剩余的收缩量。剩余收缩量可按下式计算，其允许偏差为 ±5mm（图 6.10.2）：

$$S = S_0 \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} \quad (6.10.2)$$

式中  $S$ ——插管与外壳挡圈间的安装剩余收缩量（mm）；

$S_0$ ——补偿器的最大行程（mm）；

$t_0$ ——室外最低设计温度（℃）；

$t_1$ ——补偿器安装时的温度（℃）；

$t_2$ ——介质的最高设计温度（℃）。

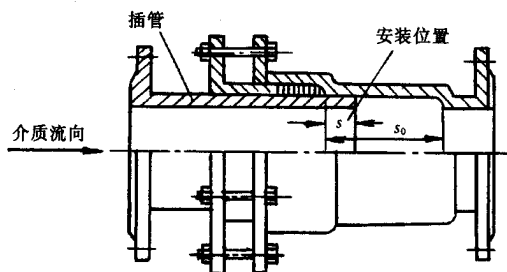


图 6.10.2 填料式补偿器安装剩余收缩量

6.10.2.4 插管应安装在介质流入端。

6.10.2.5 填料石棉绳应涂石墨粉，并应逐圈装入，逐圈压紧，各圈接口应相互错开。

6.10.3 安装波纹膨胀节，应符合下列规定：

6.10.3.1 波纹膨胀节应按设计文件规定进行预拉伸，受力应均匀。

6.10.3.2 波纹膨胀节内套有焊缝的一端，在水平管道上应迎介质流向安装，在铅垂管道上应置于上部。

6.10.3.3 波纹膨胀节应与管道保持同轴，不得偏斜。

6.10.3.4 安装波纹膨胀节时，应设临时约束装置，待管道安装固定后再拆除临时约束装置。

6.10.4 安装球型补偿器，应符合下列规定：

6.10.4.1 球型补偿器安装前，应将球体调整到所需角度，并与球心距管段组成一体（图 6.10.4-1）。

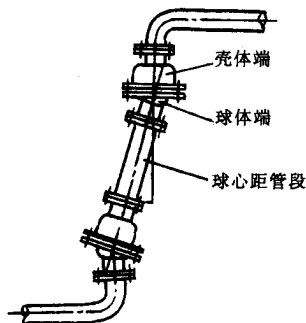


图 6.10.4-1 球形补偿器与球心距管段的组合

6.10.4.2 球型补偿器的安装应紧靠弯头，使球心距长度大于计算长度（图 6.10.4-2）。

6.10.4.3 球型补偿器的安装方向，宜接介质从球体端进入，由壳体端流出安装（图 6.10.4-3）。

6.10.4.4 垂直安装球型补偿器时，壳体端应在上方。

6.10.4.5 球形补偿器的固定支架或滑动支架，应按照设计规定施行。

6.10.4.6 运输、装卸球型补偿器时，应防止碰撞，并保持球面清洁。

6.11.1 管道安装时，应及时固定和调整支、吊架。支、吊架位置应准确，安装应平整牢固，与管子接触应紧密。

6.11.2 无热位移的管道，其吊杆应垂直安装。有热位移的管道，吊点应设在位移的相反方向，按位移值的 1/2 偏位安装（图 6.11.2）。两根热位移方向相反或位移值不等的管道，不得使用同一吊杆。

6.11.3 固定支架应按设计文件要求安装，并应在补偿器预拉伸之前固定。

6.11.4 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整，不得有歪斜和卡涩现象。其安装位置应从支承面

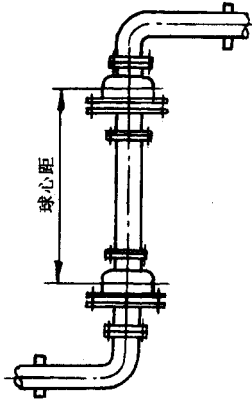


图 6.10.4-2 球心距的安装长度

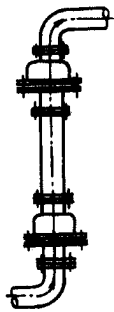


图 6.10.4-3 球形补偿器的安装方向

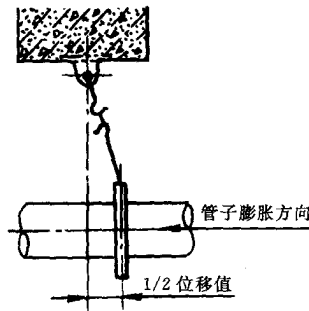


图 6.11.2 有热位移管吊架安装



中心向位移反方向偏移，偏移量应为位移值的  $1/2$  (图 6.11.4) 或符合设计文件规定，绝热层不得妨碍其位移。

6.11.5 弹簧支、吊架的弹簧高度，应按设计文件规定安装，弹簧应调整至冷态值，并做记录。弹簧的临时固定件，应待系统安装、试压、绝热完毕后方可拆除。

6.11.6 支、吊架的焊接应由合格焊工施焊，并不得有漏焊、欠焊或焊接裂纹等缺陷。管道与支架焊接时，管子不得有咬边、烧穿等现象。

6.11.7 铸铁、铅、铝及大口径管道上的阀门，应设有专用支架，不得以管道承重。

6.11.8 管架紧固在槽钢或工字钢翼板斜面上时，其螺栓应有相应的斜垫片。

6.11.9 管道安装时不宜使用临时支、吊架。当使用临时支、吊架时，不得与正式支、吊架位置冲突，



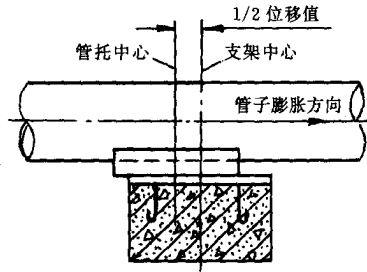


图 6.11.4 滑动支架安装位置

并应有明显标记。在管道安装完毕后应予拆除。

6.11.10 管道安装完毕后，应按设计文件规定逐个核对支、吊架的形式和位置。

6.11.11 有热位移的管道，在热负荷运行时，应及时对支、吊架进行下列检查与调整：

- 6.11.11.1 活动支架的位移方向、位移值及导向性能应符合设计文件的规定。
- 6.11.11.2 管托不得脱落。
- 6.11.11.3 固定支架应牢固可靠。
- 6.11.11.4 弹簧支、吊架的安装标高与弹簧工作荷载应符合设计文件的规定。
- 6.11.11.5 可调支架的位置应调整合适。

## 6.12 静电接地安装

6.12.1 有静电接地要求的管道，各段管子间应导电。当每对法兰或螺纹接头间电阻值超过  $0.03\Omega$  时，应设导线跨接。

6.12.2 管道系统的对地电阻值超过  $100\Omega$  时，应设两处接地引线。接地引线宜采用焊接形式。

6.12.3 有静电接地要求的钛管道及不锈钢管道，导线跨接或接地引线不得与钛管道及不锈钢管道直接连接，应采用钛板及不锈钢板过渡。

6.12.4 用作静电接地的材料或零件，安装前不得涂漆。导电接触面必须除锈并紧密连接。

6.12.5 静电接地安装完毕后，必须进行测试，电阻值超过规定时，应进行检查与调整。

## 7 管道检验、检查和试验

### 7.1 一般规定

7.1.1 施工单位应通过其质检人员对施工质量进行检验。

7.1.2 建设单位或其授权机构，应通过其质检人员对施工质量进行监督和检查。

### 7.2 外观检验

7.2.1 外观检验应包括对各种管道组成件、管道支承件的检验以及在管道施工过程中的检验。

7.2.2 管道组成件及管道支承件、管道加工件、坡口加工及组对、管道安装的检验数量和标准应符合本规范第 3~6 章的有关规定。

7.2.3 除焊接作业指导书有特殊要求的焊缝外，应在焊完后立即除去渣皮、飞溅，并应将焊缝表面

清理干净,进行外观检验。

7.2.4 管道焊缝的外观检验质量应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的有关规定。

### 7.3 焊缝表面无损检验

7.3.1 焊缝表面应按设计文件的规定,进行磁粉或液体渗透检验。

7.3.2 有热裂纹倾向的焊缝应在热处理后进行检验。

7.3.3 磁粉检验和液体渗透检验应按国家现行标准《压力容器无损检测》的规定进行。

7.3.4 当发现焊缝表面有缺陷时,应及时消除,消除后应重新进行检验,直至合格。

### 7.4 射线照相检验和超声波检验

7.4.1 管道焊缝的内部质量,应按设计文件的规定进行射线照相检验或超声波检验。射线照相检验和超声波检验的方法和质量分级标准应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的规定。

7.4.2 管道焊缝的射线照相检验或超声波检验应及时进行。当抽样检验时,应对每一焊工所焊焊缝按规定的比例进行抽查,检验位置应由施工单位和建设单位的质检人员共同确定。

7.4.3 管道焊缝的射线照相检验数量应符合下列规定:

7.4.3.1 下列管道焊缝应进行100%射线照相检验,其质量不得低于Ⅱ级:

(1) 输送剧毒流体的管道;

(2) 输送设计压力大于等于10MPa或设计压力大于等于4MPa且设计温度大于等于400℃的可燃流体、有毒流体的管道;

(3) 输送设计压力大于等于10MPa且设计温度大于等于400℃的非可燃流体、无毒流体的管道;

(4) 设计温度小于-29℃的低温管道。

(5) 设计文件要求进行100%射线照相检验的其他管道。

7.4.3.2 输送设计压力小于等于1MPa且设计温度小于400℃的非可燃流体管道、无毒流体管道的焊缝,可不进行射线照相检验。

7.4.3.3 其他管道应进行抽样射线照相检验,抽检比例不得低于5%,其质量不得低于Ⅲ级。抽检比例和质量等级应符合设计文件的要求。

7.4.4 经建设单位同意,管道焊缝的检验可采用超声波检验代替射线照相检验,其检验数量应与射线照相检验相同。

7.4.5 对不要求进行内部质量检验的焊缝,质检人员应按本章第7.2节的规定全部进行外观检验。

7.4.6 当检验发现焊缝缺陷超出设计文件和本规范规定时,必须进行返修,焊缝返修后应按原规定方法进行检验。

7.4.7 当抽样检验未发现需要返修的焊缝缺陷时,则该次抽样所代表的一批焊缝应认为全部合格;当抽样检验发现需要返修的焊缝缺陷时,除返修该焊缝外,还应采用原规定方法按下列规定进一步检验:

7.4.7.1 每出现一道不合格焊缝应再检验两道该焊工所焊的同一批焊缝。

7.4.7.2 当这两道焊缝均合格时,应认为检验所代表的这一批焊缝合格。

7.4.7.3 当这两道焊缝又出现不合格时,每道不合格焊缝应再检验两道该焊工的同一批焊缝。

7.4.7.4 当再次检验的焊缝均合格时,可认为检验所代表的这一批焊缝合格。

7.4.7.5 当再次检验又出现不合格时,应对该焊工所焊的同一批焊缝全部进行检验。

7.4.8 对要求热处理的焊缝，热处理后应测量焊缝及热影响区的硬度值，其硬度值应符合设计文件规定。当设计文件无明确规定时，碳素钢不宜大于母材硬度的 120%；合金钢不宜大于母材硬度的 125%。检验数量不应少于热处理焊口总数的 10%。

7.4.9 需要热处理的管道焊缝，应按本规范附录 A 第 A.0.7 条规定的格式填写“热处理报告”。

## 7.5 压力试验

7.5.1 管道安装完毕，热处理和无损检验合格后，应进行压力试验。压力试验应符合下列规定：

7.5.1.1 压力试验应以液体为试验介质。当管道的设计压力小于或等于 0.6MPa 时，也可采用气体为试验介质，但应采取有效的安全措施。脆性材料严禁使用气体进行压力试验。

7.5.1.2 当现场条件不允许使用液体或气体进行压力试验时，经建设单位同意，可同时采用下列方法代替：

(1) 所有焊缝（包括附着件上的焊缝），用液体渗透法或磁粉法进行检验。

(2) 对接焊缝用 100% 射线照相进行检验。

7.5.1.3 当进行压力试验时，应划定禁区，无关人员不得进入。

7.5.1.4 压力试验完毕，不得在管道上进行修补。

7.5.1.5 建设单位应参加压力试验。压力试验合格后，应和施工单位一同按本规范附录 A 第 A.0.8 条规定的格式填写管道系统压力试验记录。

7.5.2 压力试验前应具备下列条件：

7.5.2.1 试验范围内的管道安装工程涂漆、绝热处，已按设计图纸全部完成，安装质量符合有关规定。

7.5.2.2 焊缝及其他待检部位尚未涂漆和绝热。

7.5.2.3 管道上的膨胀节已设置了临时约束装置。

7.5.2.4 试验用压力表已经校验，并在周检期内，其精度不得低于 1.5 级，表的满刻度值应为被测最大压力的 1.5~2 倍，压力表不得少于两块。

7.5.2.5 符合压力试验要求的液体或气体已经备齐。

7.5.2.6 按试验的要求，管道已经加固。

7.5.2.7 对输送剧毒流体的管道及设计压力大于等于 10MPa 的管道，在压力试验前，下列资料已经建设单位复查：

(1) 管道组成件的质量证明书。

(2) 管道组成件的检验或试验记录。

(3) 管子加工记录。

(4) 焊接检验及热处理记录。

(5) 设计修改及材料代用文件。

7.5.2.8 待试管道与无系统已用盲板或采取其他措施隔开。

7.5.2.9 待试管道上的安全阀、爆破板及仪表元件等已经拆下或加以隔离。

7.5.2.10 试验方案已经过批准，并已进行了技术交底。

7.5.3 液压试验应遵守下列规定：

7.5.3.1 液压试验应使用洁净水，当对奥氏体不锈钢管道或对连有奥氏体不锈钢管道或设备的管道进行试验时，水中氯离子含量不得超过  $25 \times 10^{-6}$  (25ppm)。当采用可燃液体介质进行试验时，其闪点不得低于 50℃。

7.5.3.2 试验前，注液体时应排尽空气。

7.5.3.3 试验时,环境温度不宜低于 5℃,当环境温度低于 5℃时,应采取防冻措施。

7.5.3.4 试验时,应测量试验温度,严禁材料试验温度接近脆性转变温度。

7.5.3.5 承受内压的地上钢管道及有色金属管道试验压力应为设计压力的 1.5 倍,埋地钢管道的试验压力应为设计压力的 1.5 倍,且不得低于 0.4MPa。

7.5.3.6 当管道与设备作为一个系统进行试验,管道的试验压力等于或小于设备的试验压力时,应按管道的试验压力进行试验;当管道试验压力大于设备的试验压力,且设备的试验压力不低于管道设计压力的 1.15 倍时,经建设单位同意,可按设备的试验压力进行试验。

7.5.3.7 当管道的设计温度高于试验温度时,试验压力应按下式计算:

$$P_s = 1.5P [ \sigma ] / [ \sigma ]_t \quad (7.5.3)$$

式中  $P_s$ ——试验压力(表压)(MPa);

$P$ ——设计压力(表压)(MPa);

$[ \sigma ]$ ——试验温度下,管材的许用应力(MPa);

$[ \sigma ]_t$ ——设计温度下,管材的许用应力(MPa)。

当  $[ \sigma ] / [ \sigma ]_t$  大于 6.5 时,取 6.5。

当  $P_s$  在试验温度下,产生超过屈服强度的应力的,应将试验压力  $P_s$  降至不超过屈服强度时的最大压力。

7.5.3.8 承受内压的埋地铸铁管道的试验压力,当设计压力小于或等于 0.5MPa 时,应为设计压力的 2 倍;当设计压力大于 0.5MPa 时,应为设计压力加 0.5MPa。

7.5.3.9 对位差较大的管道,应将试验介质的静压计入试验压力中。液体管道的试验压力应以最高点的压力为准,但最低点的压力不得超过管道组成件的承受力。

7.5.3.10 对承受外压的管道,其试验压力应为设计、外压力之差的 1.5 倍,且不得低于 0.2MPa。

7.5.3.11 夹套管内管的试验压力应按内部或外部设计压力的高者确定。夹套管外管的试验压力应按第 7.5.3.5 款的规定进行。

7.5.3.12 液压试验应缓慢升压,待达到试验压力后,稳压 10min,再将试验压力降至设计压力,停压 30min,以压力不降、无渗漏为合格。

7.5.3.13 试验结束后,应及时拆除盲板、膨胀节限位设施,排尽积液。排液时应防止形成负压,并不得随地排放。

7.5.3.14 当试验过程中发现泄漏时,不得带压处理。消除缺陷后,应重新进行试验。

7.5.4 气压试验应遵守下列规定:

7.5.4.1 承受内压钢管及有色金属管的试验压力应为设计压力的 1.15 倍,真空管道的试验压力应为 0.2MPa。当管道的设计压力大于 0.6MPa 时,必须有设计文件规定或经建设单位同意,方可用气体进行压力试验。

7.5.4.2 严禁使试验温度接近金属的脆性转变温度。

7.5.4.3 试验前,必须用空气进行预试验,试验压力宜为 0.2MPa。

7.5.4.4 试验时,应逐步缓慢增加压力,当压力升至试验压力的 50% 时,如未发现异状或泄漏,继续按试验压力的 10% 逐级升压,每级稳压 3min,直至试验压力。稳压 10min,再将压力降至设计压力,停压时间应根据查漏工作需要而定。以发泡剂检验不泄漏为合格。

7.5.5 输送剧毒流体、有毒流体、可燃流体的管道必须进行泄漏性试验。泄漏性试验应按下列规定进行:

7.5.5.1 泄漏性试验应在压力试验合格后进行,试验介质宜采用空气。

7.5.5.2 泄漏性试验压力应为设计压力。

7.5.5.3 泄漏性试验可结合试车工作，一并进行。

7.5.5.4 泄漏性试验应重点检验阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等。以发泡剂检验不泄漏为合格。

7.5.5.5 经气压试验合格，且在试验后未经拆卸过的管道可不进行泄漏性试验。

7.5.6 真空系统在压力试验合格后，还应按设计文件规定进行 24h 的真空度试验，增压率不应大于 5%。

7.5.7 当设计文件规定以卤素、氨气、氮气或其他方法进行泄漏性试验时，应按相应的技术规定进行。

## 8 管道的吹扫与清洗

### 8.1 一般规定

8.1.1 管道在压力试验合格后，建设单位应负责组织吹扫或清洗（简称吹洗）工作，并应在吹洗前编制吹洗方案。

8.1.2 吹洗方法应根据对管道的使用要求、工作介质及管道内表面的脏污程度确定。公称直径大于或等于 600mm 的液体或气体管道，宜采用人工清理；公称直径小于 600mm 的液体管道宜采用水冲洗；公称直径小于 600mm 的气体管道宜采用空气吹扫；蒸汽管道应以蒸汽吹扫；非热力管道不得用蒸汽吹扫。

对有特殊要求的管道，应按设计文件规定采用相应的吹洗方法。

8.1.3 不允许吹洗的设备及管道应与吹洗系统隔离。

8.1.4 管道吹洗前，不应安装孔板、法兰连接的调节阀、重要阀门、节流阀、安全阀、仪表等，对于焊接的上述阀门和仪表，应采取流经旁路或卸掉阀头及阀座加保护套等保护措施。

8.1.5 吹洗的顺序应按主管、支管、疏排管依次进行，吹洗出的脏物，不得进入已合格的管道。

8.1.6 吹洗前应检验管道支、吊架的牢固程度，必要时应予以加固。

8.1.7 清洗排放的脏液不得污染环境，严禁随地排放。

8.1.8 吹扫时应设置禁区。

8.1.9 蒸汽吹扫时，管道上及其附近不得放置易燃物。

8.1.10 管道吹洗合格并复位后，不得再进行影响管内清洁的其他作业。

8.1.11 管道复位时，应由施工单位会同建设单位共同检查，并按本规范附录 A 第 A.0.9 条及第 A.0.4 条规定的格式填写“管道系统吹扫及清洗记录”及“隐蔽工程（封闭）记录”。

### 8.2 水冲洗

8.2.1 冲洗管道应使用洁净水，冲洗奥氏体不锈钢管道时，水中氯离子含量不得超过  $25 \times 10^{-6}$  (25ppm)。

8.2.2 冲洗时，宜采用最大流量，流速不得低于  $1.5\text{m/s}$ 。

8.2.3 排水应引入可靠的排水井或沟中，排放管的截面积不得小于被冲洗管截面积的 60%。排水时，不得形成负压。

8.2.4 管道的排水支管应全部冲洗。

8.2.5 水冲洗应连续进行,以排出口的水色和透明度与入口水目测一致为合格。

8.2.6 当管道经水冲洗合格后暂不运行时,应将水排净,并应及时吹干。

### 8.3 空气吹扫

8.3.1 空气吹扫应利用生产装置的大型压缩机,也可利用装置中的大型容器蓄气,进行间断性的吹扫。吹扫压力不得超过容器和容道的设计压力,流速不宜小于 20m/s。

8.3.2 吹扫忌油管道时,气体中不得含油。

8.3.3 空气吹扫过程中,当目测排气无烟尘时,应在排气口设置贴白布或涂白漆的木制靶板检验,5min 内靶板上无铁锈、尘土、水分及其他杂物,应为合格。

### 8.4 蒸汽吹扫

8.4.1 为蒸汽吹扫安设的临时管道应按蒸汽管道的技术要求安装,安装质量应符合本规范的规定。

8.4.2 蒸汽管道应以大流量蒸汽进行吹扫,流速不应低于 30m/s。

8.4.3 蒸汽吹扫前,应先行暖管、及时排水,并应检查管道热位移。

8.4.4 蒸汽吹扫应按加热—冷却—再加热的顺序,循环进行。吹扫时宜采取每次吹扫一根,轮流吹扫的方法。

8.4.5 通往汽轮机或设计文件有规定的蒸汽管道,经蒸汽吹扫后应检验靶片。当设计文件无规定时,其质量应符合表 8.4.5 的规定。

表 8.4.5 吹扫质量标准

项 目	质量标准
靶片上痕迹大小	$\Phi 0.6\text{mm}$ 以下
痕 深	$< 0.5\text{mm}$
粒 数	1 个/ $\text{cm}^2$
时 间	15min (两次皆合格)

注:靶片宜采用厚度 5mm,宽度不小于排汽管道内径的 8%,长度略大于管道内径的铝板制成。

8.4.6 除本规范第 8.4.5 条规定的蒸汽管道检验外,蒸汽管道还可用刨光木板检验,吹扫后,木板上无铁锈、脏物时,应为合格。

### 8.5 化学清洗

8.5.1 需要化学清洗的管道,其范围和质量要求应符合设计文件的规定。

8.5.2 管道进行化学清洗时,必须与无关设备隔离。

8.5.3 化学清洗液的配方必须经过鉴定,并曾在生产装置中使用过,经实践证明是有效和可靠的。

8.5.4 化学清洗时,操作人员应着专用防护服装,并应根据不同清洗液对人体的危害佩带护目镜、防毒面具等防护用具。

8.5.5 化学清洗合格的管道,当不能及时投入运行时,应进行封闭或充氮保护。

8.5.6 化学清洗后的废液处理和排放应符合环境保护的规定。

## 8.6 油 清 洗

8.6.1 润滑、密封及控制油管道，应在机械及管道酸洗合格后、系统试运转前进行油清洗。不锈钢管道，宜用蒸汽吹净后进行油清洗。

8.6.2 油清洗应以油循环的方式进行，循环过程中每 8h 应在 40~70℃ 的范围内反复升降油温 2~3 次，并应及时清洗或更换滤芯。

8.6.3 当设计文件或制造厂无要求时，管道油清洗后应采用滤网检验，合格标准应符合表 8.6.3 的规定。

表 8.6.3 油清洗合格标准

机械转速 (r/min)	滤网规格 (目)	合格标准
≥ 6000	200	目测滤网，无硬颗粒及粘稠物；每平方米范围内，软杂物不多于 3 个
< 6000	100	

8.6.4 油清洗应采用适合于被清洗机械的合格油，清洗合格的管道，应采取有效的保护措施。试运转前应采用具有合格证的工作油。

## 9 管道涂漆

9.0.1 管道及其绝热保护层的涂漆应符合本章和国家现行标准《工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》的规定。

9.0.2 涂料应有制造厂的质量证明书。

9.0.3 有色金属管、不锈钢管、镀锌钢管、镀锌铁皮和铝皮保护层，不宜涂漆。

9.0.4 焊缝及其标记在压力试验前不应涂漆。

9.0.5 管道安装后不易涂漆的部位应预先涂漆。

9.0.6 涂漆前应清除被除表面的铁锈、焊渣、毛刺、油、水等污物。

9.0.7 涂料的种类、颜色，涂敷的层数和标记应符合设计文件的规定。

9.0.8 涂漆施工宜在 15~30℃ 的环境温度下进行，并应有相应的防火、防冻、防雨措施。

9.0.9 涂层质量应符合下列要求：

9.0.9.1 涂层应均匀，颜色应一致。

9.0.9.2 漆膜应附着牢固，无剥落、皱纹、气泡、针孔等缺陷。

9.0.9.3 涂层应完整、无损坏、流淌。

9.0.9.4 涂层厚度应符合设计文件的规定。

9.0.9.5 涂刷色环时，应间距均匀，宽度一致。

## 10 管道绝热

10.0.1 管道绝热工程的施工及质量要求应符合本章和现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工及验收规范》的规定。

10.0.2 管道绝热工程的施工应在管道涂漆合格后进行。施工前，管道外表面应保持清洁干燥。冬、雨季施工应有防冻、防雨雪措施。

- 10.0.3 管道绝热工程材料应有制造厂的质量证明书或分析检验报告，种类、规格、性能应符合设计文件的规定。
- 10.0.4 管道绝热层施工，除伴热管道外，应单根进行。
- 10.0.5 需要蒸汽吹扫的管道，宜在吹扫后进行绝热工程施工。

## 11 工程交接验收

- 11.0.1 当施工单位按合同规定的范围完成全部工程项目后，应及时与建设单位办理交接手续。
- 11.0.2 工程交接验收前，建设单位应对工业金属管道工程进行检查，确认下列内容：
  - 11.0.2.1 施工范围和内容符合合同规定。
  - 11.0.2.2 工程质量符合设计文件及本规范的规定。
- 11.0.3 工程交接验收前，施工单位应向建设单位提交下列技术文件：
  - 11.0.3.1 管道组成件及管道支承件的质量证明书或复验、补验报告。
  - 11.0.3.2 施工记录和试验报告：
    - (1) 阀门试验记录。
    - (2) 高压管件加工记录。
    - (3) 隐蔽工程（封闭）记录。
    - (4) 安全阀最终调试记录。
    - (5) 管道补偿装置安装记录。
    - (6) 热处理报告。
    - (7) 管道系统压力试验记录。
    - (8) 管道系统吹扫及清洗记录。
    - (9) 射线照相检验报告。
    - (10) 超声波检验报告。
    - (11) 磁粉检验报告。
    - (12) 渗透检验报告。
    - (13) 其他检验报告。
  - 11.0.3.3 设计修改文件及材料代用报告。
  - 11.0.3.4 要求100%射线照相检验的管道，应在单线图上准确标明焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、无损检验方法、焊缝补焊位置、热处理焊口编号。对抽样射线照相检验的管道，其焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、无损检验方法、焊缝补焊位置、热处理焊口编号等应有可追溯性记录。
    - 11.0.4.1 工程交接验收时确因客观条件限制未能全部完成的工程，在不影响安全试车的条件下，经建设单位同意，可办理工程交接验收手续，但遗留工程必须限期完成。
- 11.0.5 工程交接验收应按本规范附录A第A.0.14条规定的格式填写“工程交接检验书”。



# 第四篇

## 建筑通用空 调安装工程

# 第一部分 建筑通风空调安装工程施工技术

## 第一章 除尘器制作与安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于通风与空调工程中的除尘器安装工程。

一、对除尘器制作的要求。除尘器是净化空气的一种设备，一般由专业工厂生产，有时安装单位也进行制作。

除尘器制作时，规格和形状必须按设计图的要求，外形尺寸偏差不大于5%。为减少筒体内气流的阻力，提高除尘效率，筒体内外表面应平整光滑、弧度均匀。为减少除尘器与风管连接时的偏差，除尘器的进出风口应平直，筒体排出管与锥体下口应同轴，其偏差不得大于2mm。除尘器制作属于非标工件铆焊作业，壳体板材的拼接应平整，拼接缝应错开，焊缝表面不应有砂眼、气孔、夹渣及裂纹等缺陷。

旋风除尘器的进风口短管与筒体内壁形成切线，螺旋导流板应垂直于筒体，螺距要均匀一致。扩散除尘器的反射屏与筒体应保持一致，反射屏上口与排气管的中心偏差不大于2mm。

自激式除尘器的S形通道是由不同曲率半径构成的，见图4-1-1。

二、双级涡旋除尘器制作。双级涡旋除尘器是惯性蜗壳与旋风除尘器的组合作，靠离心力与惯性力双重除尘。

蜗壳惯性分离器中关键的部件是中间固定叶片，它是由数十片固定叶片构成，排列不完全等距，在加工制作时应注意与图纸对照，因为这部分容易被疏忽，装入蜗壳时应注意其方向和位置，叶片的弯曲方向应该与气流方向一致。

在第二级除尘器中，有一条通向旁路分离室的狭缝泄灰口，见图4-1-2，对除尘效率起着很重要的作用，若缝隙小，容易堵塞，若缝隙大，将会降低除尘效率，故制作时必须保证狭缝尺寸的正确并光滑，无毛刺。开缝太大或太小都影响除尘效率。一般取狭缝面积等于第二级进口断面积的10%，效果最为理想。

在制作过程中要加强工序检查，以免制作完成后无法检验。三、旋筒式水膜除尘器制作。旋筒式水膜除尘器也叫卧式旋风水膜除尘器，是湿式除尘器的一种。这种除尘器是由横卧的倒卵形的内筒和外筒构成，内外筒之间有螺旋形导流片，含尘气体由一端沿切线方向进入，在内外筒之间沿螺旋形导流片作旋转运动，使水在外筒内壁上形成一层

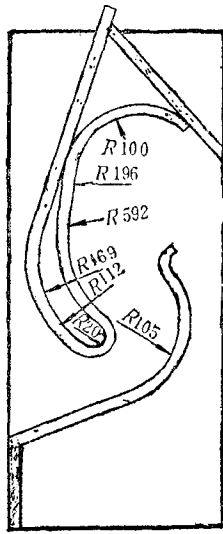


图 4-1-1 自激式除尘器 S 形通道示意图

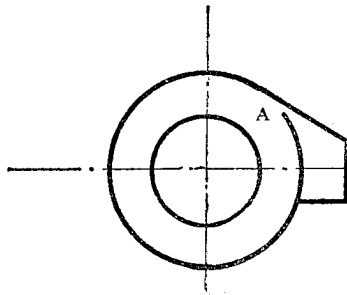


图 4-1-2 旁路分离室剖面图

A—泄灰口狭缝

约 3 ~ 5mm 厚不断流动的水膜。含尘气体旋转进入除尘器后被筒壁上不断流动的水膜冲洗，而得到净化。由此看出，旋筒式除尘器外壳内壁形成的水膜是该除尘器的关键部位，所以制作时，导流片应垂直于筒体内且筒内壁光滑，不能有凸出的横向接缝，焊接时应将焊缝设在壁外。

四、过滤式除尘器制作。过滤式除尘器制作应注意下列问题：

1. 滤材与相邻部件连接必须严密，不能使含尘气流短路。
2. 对于袋式滤材，起毛的一面必须迎气方向。组装后的滤袋，垂直度与张紧力必须保持一致。
3. 清灰机构动作应灵活。

五、洗涤除尘器制作。洗涤除尘器加工制作时应注意以下问题：

1. 水膜除尘器的喷嘴应同向等距离排列；喷嘴与水管连接要严密；液位控制装置可靠。
2. 旋筒式水膜除尘器的外筒体内壁不得有突出的横向接缝。

六、电除尘器制作。

1. 沉降极应平整光滑，极板纵向变形不大于 4mm，极板长度超出 6m 允许误差为 6mm；任何长度的横向变形允许误差不大于 5mm。极板表面要无锈无油，组装后各极间距均匀，相互平行。

2. 放电极部分的零件表面应无尖刺、焊疤，电晕线的张紧力均匀一致；放电极平面的最大变形不大于 3mm；纵向弯曲度不大于全长的 1%。组装后的放电极与两侧沉降极的间距保持一致。

3. 应具有良好的气密性，不应有漏气现象；高压电源必须绝缘良好。

七、除尘器安装要求如下：

1. 除尘器安装，分为整体式和组装式。在工厂加工的中、小型除尘器一般出厂时为一整体成品。

除尘器在工厂制作应有产品合格证。除尘器运往安装现场后应按图纸查对型号、规格；检查除尘器本体和配套件是否齐全、完整；并对外观进行检查，确认后并填写“设备开箱检查记录”后方可安装。如有损坏应修复合格，如果损坏严重应更换。

2. 除尘器安装时，要弄清进、出口方向，因除尘器有时设计在风机负压端，有时在正压端，不能装反。并且对照图纸验收基础。

3. 各类除尘器的结构不同，安装要求也不同，但均需用支架或其他建筑结构固定。如布袋除尘器属机组整体安装，安装要牢固，各部尺寸要正确。而旋风除尘器和水膜除尘器的安装则需要制作支架，将支架固定在基础上才能安装除尘器。

4. 除尘器涡旋方向要与风机涡旋方向配套一致，即右旋除尘器配用右旋引风机，左旋除尘器配用左旋引风机。

5. 安装连接各部法兰时密闭垫应加在螺栓内侧，以保证密封。

八、除尘器支架（座）。除尘器安装时需要用支架或其他结构物来固定。支架按除尘器的类型、安装位置不同而异，分为墙上、柱上、立架上安装用三类。

(一) 在砖墙上安装

如果没有在墙上安装的结构件设计，在砖墙上安装支架之前应首先办理“工程施工变更核定单”(表 4-1-1)，由建设、设计单位人员签字盖公章后方可施工。一般为根据墙壁所能承受力的情况来确定，墙厚 240mm 及其以上方能设支架。支架的形式见图 4-1-3。支架应平整牢固，待水泥达到规定的强度后方可安装除尘器。

表 4-1-1 工程施工变更核定单

工程名称		分项工程	
工程编号		图纸编号	
变更内容及草图：			

续表

工程名称		分项工程	
审核意见		公 章：	
		负责人：	
建设单位意见		设计单位意见	
公 章：		公 章：	
负责人：		负责人：	

变更提出单位：

负责人：

填表：

说明：本表一式伍份，填报有关单位。

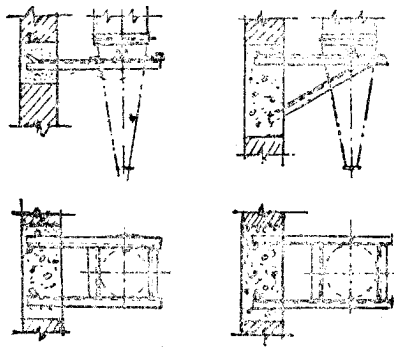


图 4-1-3 墙上安装支架

(二) 在混凝土柱及钢柱上安装

一般用抱箍或长螺栓把型钢紧固在柱上，见图 4-1-4。在钢柱上固定采用焊接还是螺栓连接的方式，应按设计要求进行。

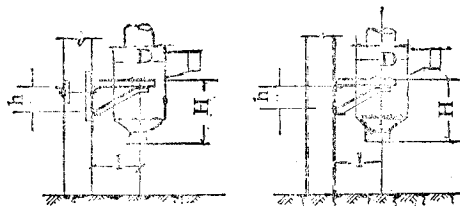


图 4-1-4 柱上安装支架

(三) 除尘器在砖砌支座（包括储尘室）或键筑结构如平台、楼板等处安装均应在

除尘器固定部位设置预埋上（或预埋圈），预埋件上的螺孔位置和直径应与除尘器一致，并在预埋前加工好。砖砌结构支座及除灰门等的缝隙应严密。见图 4-1-5。

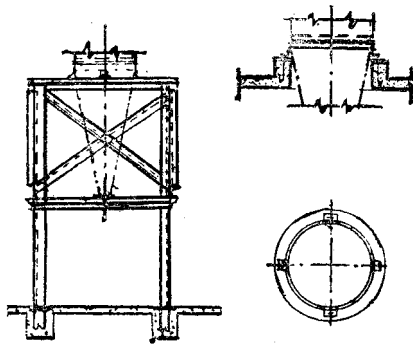


图 4-1-5 混凝土楼板上安装支架

（四）立架安装

用立架固定除尘器，见图 4-1-6。这类支架一般用于安装在室外的除尘器，支架的设置应便于泄水，泄灰和清理杂物。支架的底脚下面常设有砖砌或混凝土浇注的基础，支架应用地脚螺栓固定在基础上。中小型除尘器可整体安装，大型除尘器可以分段组装。

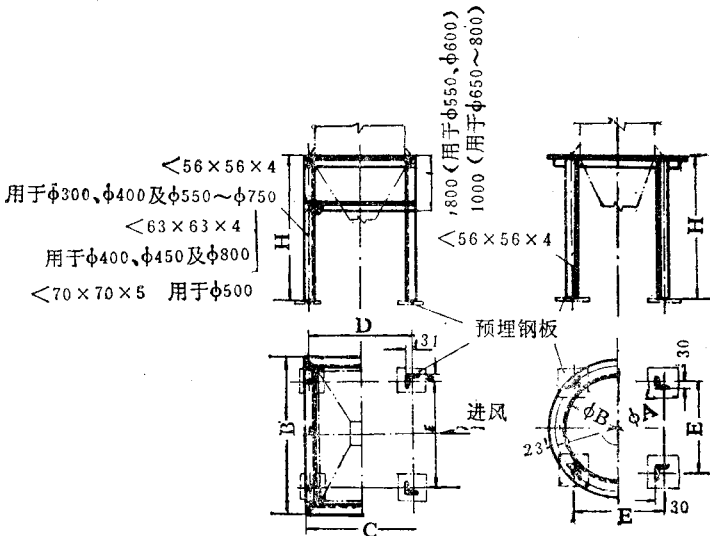


图 4-1-6 地面上安装钢支架

九、湿式除尘器的水系统。湿式除尘器是利用水清除含尘气体中的粉尘。常用水膜式除尘器（CLS 型、CCJ/A 型等）对水系统的共同要求是水管连接处和存水部位必须严密不漏，排水畅通。尤其对水位有一定要求的除尘器，在筒体下部盛水，赖以捕集灰尘。保持水位稳定，是保证除尘效率稳定的关键。如自激式除尘器根据试验，当水位高一点，阻力和效率都随之增大，水位如进一步提高，则效率的增加就不显著，但阻力却

增加较多，而且净化后排出的气体因水位过高而带出水。反之除尘效率也降低。

十、现场组装的布袋除尘器应符合下列规定：

1. 各部件的连接处必须严密；
2. 布袋应松紧适当，接头处应牢固；
3. 脉冲除尘器喷吹管的孔眼，应对准文字管的中心，同轴的允许偏差不应大于2mm；
4. 震打或脉冲吹刷系统，应正常可靠。

十一、除尘器的排灰阀、卸料阀、排泥阀的安装必须严密，并便于操作和维修。

十二、除尘器制作、安装要保证严密不漏。除尘器有一个共同的要求，就是要保持严密不漏，它的严密程度直接影响除尘效率，是个关键问题。尤其在排灰口处，应特别注意不能有漏风现象，因为这个部位是负压区。例如：旋风除尘器底部如果不严密，空气从底部渗入，形成一股上升气流，把已经降下的粉尘重新带走。据资料介绍，底部漏风1%，除尘效率降低5%~10%；漏风5%，降低30%；漏风15%时，除尘效率趋近于零。因此，除尘器组装及各部件的连接处必须严密。各连接法兰的密封垫料厚度不小于5mm，宽度同法兰，以保证密封。

对于湿式除尘器的水系统，应灌水检查水位高度和是否渗漏。同时填写“（ ）试水记录”（表4-1-2）。

表4-1-2 （ ）试水记录

单位工程名称		施工单位	
分部分项工程名称		试验日期	
试验方法及内容：			
结 论：			

续表

单位工程名称	施工单位		
参加试验单位 及 人 员：	建设单位：	施工单位：	质监人员：

技术负责人：

记录人：

年 月 日

### 十三、电除尘器安装后的电气交接试验标准。

#### 1. 电除尘器的试验项目，应包括下列内容：

- (1) 测量整流变压器及直流电抗器铁芯穿芯螺栓的绝缘电阻；
- (2) 测量整流变压器高压绕组及其直流电抗器绕组的绝缘电阻及直流电阻；
- (3) 测量整流变压器低压绕组的绝缘电阻及其直流电阻；
- (4) 油箱中绝缘油的试验；
- (5) 绝缘子及瓷套管的绝缘电阻测量和交流耐压试验；
- (6) 测量电力电缆绝缘电阻；
- (7) 电力电缆直流耐压试验及泄漏电流测量；
- (8) 空载升压试验；
- (9) 电除尘器振打装置的电气设备试验；
- (10) 测量接地电阻。

2. 测量整流变压器及直流电抗器铁芯螺栓的绝缘电阻，在器身检查时按下列进行：  
测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻，应符合下列规定：

(1) 进行器身检查的变压器，应测量可接触到的穿芯螺栓、轭铁夹件及绑扎钢带对铁轭、铁芯、油箱及绕组压环的绝缘电阻。

(2) 采用 2500V 兆欧表测量，持续时间为 1min，应无闪络及击穿现象。

(3) 当轭铁梁及穿芯螺栓一端与铁芯连接时，应将连接片断开后进行试验。

(4) 铁芯必须为一点接地；对变压器上有专用的铁芯接地线引出套管时，应在注油前测量其对外壳的绝缘电阻。

3. 在器身检查时测量整流变压器高压绕组及直流电抗器绕组的绝缘电阻和直流电阻。其直流电阻值应与产品技术条件的规定或同型号产品的电阻值相比无明显差别。

4. 测量整流变压器低压绕组的绝缘电阻和直流电阻，其直流电阻值应与产品技术条件的规定或同型号产品的电阻值相比无明显差别。

5. 油箱中绝缘油的试验，应符合表 4-1-3 的规定。



表 4-1-3 绝缘油的试验项目及标准

序号	项 目	标 准			说 明
1	外 观	透明，无沉淀及悬浮物			5℃时的透明度
2	苛性钠抽出	不应大于 2 级			按 SY2651-77
3	安全性	氧化后酸值	不应大于 0.2mg (KOH) g 油		按 YS-27-1-84
		氧化后沉淀物	不应大于 0.05%		
4	凝点 (℃)	(1) DB-10, 不应高于 -10℃ (2) DB-25, 不应高于 -25℃ (3) DB-45, 不应高于 -45℃			(1) 按 YS-25-1-84 (2) 户外断路器、油浸电容式套管、互感器用油：气温不低于 -5℃ 的地区：凝点不应高于 -10℃；气温不低于 -20℃ 的地区：凝点不应高于 -25℃；气温低于 -20℃ 的地区：凝点不应高于 -45℃
5	界面张力	不应小于 35mN/m			(1) 按 GB3541-87 或 YS-6-1-84 (2) 测量时温度为 25℃
6	酸 值	不应小于 0.03mg (KOH) g 油			按 GB7599-87
7	水溶性酸 (pH 值)	不应小于 5.4			
8	机械杂质	无			按 GB511-77
9	闪 点	不低于 (℃)	DB-10	DB-25	按 GB261-77 闭口法
			140	140	
10	电气强度试验	(1) 使用于 15kV 及以下者：不应低于 25kV (2) 使用 20~35kV 者：不应低于 35kV (3) 使用于 60~220kV 者：不应代于 40kV (4) 使用于 330kV 者：不应低于 50kV (5) 使用于 500kV 者：不应低于 60kV			(1) 按 GB507-86 (2) 抽样应取自被试设备 (3) 试验油杯采用平板电极 (4) 对注入设备的新油均不应低于本标准
11	介质损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ (%)	90°时不应大于 0.5			按 YS-30-1-84

注：第 11 项为新油标准，注入电气设备后的  $\text{tg}\delta$  (%) 标准为 90℃ 时，不应大于 0.7%。

6. 绝缘子及瓷套管的绝缘电阻测量和交流耐压试验，应符合下列规定：

- (1) 采用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻；
- (2) 交流耐压试验电压应符合产品技术文件的规定。

7. 测量电缆线芯对地的绝缘电阻。
8. 电力电缆直流耐压试验及泄漏电流测量，应符合下列规定：
  - (1) 直流耐压试验应根据选用的电缆型号及规格，按产品技术文件的规定进行。
  - (2) 对工作电压为直流 75kV 的电除尘器使用的电缆，现场试验电压值可为直流 150kV，即 2 倍电缆工作电压，试验时持续时间 10min。
9. 空载升压应能达到产品技术条件规定的允许值，且无放电现象。
10. 电除尘振打装置的电气设备试验，可按 GB50150 - 91 有关章节的规定进行。
11. 测量电除尘器本体的接地电阻不应大于  $1\Omega$ 。

## 第二章 通风、空调、洁净系统的测定与调整

### 一、职责与测定调整要求

《通风与空调施工及验收规范》(GBJ243-82)第10.0.6条规定:通风、空调系统带生产负荷的综合效能试验的测定与调整,应由建设单位负责,设计、施工单位配合。

《洁净室施工及验收规范》(JGJ71-90)第5.3.1条规定:综合性能全面评定的性能检测应由有经验的单位承担,必须使用符合要求的、经过计量检定合格并在有效期内的仪表,按本规范的方法检测,最后提交的检测报告应符合本规范的有关规定。

### 二、测定与调整项目

(一) GBJ243-82中规定的测定调整项目为:

1. 室内空气温度、相对湿度的测定和调整;
2. 室内气流组织的测定;
3. 室内洁净度和正压的测定;
4. 室内噪声的测定;
5. 通风除尘车间内空气中含尘浓度与排放浓度的测定;
6. 自动调节系统应作参数整定和联动试调。

(二) JGJ71-90中对洁净室测试的规定为:综合性能全面评定检测项目应按表4-2-1中排定的内容顺序确定,检测工作在系统调整好至少运行24h之后再行。

表4-2-1 综合性能全面评定检测项目和顺序

序号	项 目	单向流(层流)洁净室		乱流洁净室
		洁净度高于100级	100级	洁净度1000级及低于1000级
1	室内送风量,系统总新风量(必要时系统总送风量),有排风时的室内排风量	检 测		
2	静 压 差	检 测		
3	截面平均风速	检 测		不 测
4	截面风速不均匀度	检测	必要时测	不 测
5	洁净度级别	检 测		
6	浮游菌和沉降菌	必要时测		

续表

序号	项 目	单向流（层流）洁净室		乱流洁净室
		洁净度高于100级	100级	洁净度1000级及低于1000级
7	室内温度和相对温度	检 测		
8	室温（或相对温度）波动范围和区域温差	必要时测		
9	室内噪声级	检 测		
10	室内倍频程声压级	必要时测		
11	室内照度和照度均匀度	检 测		
12	室内微振	必要时测		
13	表面导静电性能	必要时测		
14	室内气流流型	不 测		必要时测
15	流线平行性	检 测	必要时测	不 测
16	自净时间	不 测	必要时测	必要时测

表 4-2-1 中 1~3 项必须按表中顺序，其他各项顺序可以稍作变动，14~16 项宜放在最后。

### 三、系统总风压、风量及风机转数的测定

（一）总风量测定。系统总风量与风机风量有极为密切的关系，只有风机的风量达到规定，系统风量才能得到保证，因此必须首先测出风机的风压、风量和转数，再调节系统阀门使之达到系统的要求。

（二）测定截面选择。测定截面一般应考虑设在气流均匀而稳定的部位，即应在直管段上，按气流方向位于局部阻力之后，大于或等于 4 倍直径（矩形风管大边）的直管段上。

（三）测点布置。矩形风管的测点布置，一般要求各小截面积不要太大，并尽量形成方形。圆形风管截面上测点分布，是将圆面积分成等面积的几个圆环。

（四）风机风压、风量的测定，一般使用皮托管和微压计测定，风速小的系统也可用热球风速仪测定风速。测定时，系统阀门、风口全开，三通调节阀处于中间位置，此时管网阻力最小，风量最大。先测风机出口及吸口的全压、静压、动压。

（五）风量计算。

1. 由动压求风速，首先将测动压值取其平均值可用算术平均值  $P_v$ 。

2. 由动压求风速按下式：

$$v = \sqrt{\frac{2gP_v}{\gamma}} \quad (\text{m/s})$$

$$v = 4.04 \sqrt{P_v} \quad (\text{m/2})$$

3. 求风量按下式计算：

$$L = 3600 \cdot v \cdot F \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

(六) 风量调节的分析与比较。实测总风最值与设计值相比，如偏差大于 10% (指正负)，应进行分析，找出原因。若测定结果比设计要求少得多，则必须在风机允许的转速下，改变皮带轮大小以增加风机转速。

风机转速的测定，可在风机叶轮的皮带盘中心孔位置用转速表测出。

## 四、系统与风口的风量平衡

(一) 流量等比分配法 (即动压等比分配法) 平衡各支管的风量。用皮托管和微压计在各支管内测定动压，并通过调节支管之间三通调节阀或调节阀来改变各管段的阻力，以达到调节风量的目的。调节是从最不利环路开始，逐步调向风机。

此法能节省调试时间，但必须在每个管段上打测孔，在实际执行中尚有困难，从而限制了使用。

(二) 基准风口调整法。由于“流量等比分配法”受使用条件限制，为了减少好管壁测孔的工作量，一般现场测定多采用“基准风口调整法”，即先将全部风口普测一遍风速 (阀门、风口全部处于开启状态) 列表排出实测风量与原设计值相比，以比值最小的风口为准，调相邻风口的风量，使  $\frac{L_{\text{基}}}{L_{\text{邻}}} \approx \frac{L_{\text{基设}}}{L_{\text{邻设}}}$ ，并以同样方法依次调节其他风口与基准风口的风量比值，使之接近设计比值。

图 4-2-1 所示为送风系统。该系统有三条支干管路，支干管 I 上带有 1# ~ 4# 风口，支干管 II 上带有风口 5# ~ 8#，支干管 IV 上带有 9# ~ 12# 风口。调整前，先用校验过的风速仪将全部风口的送风量初测一遍，并将计算出的各个风口的实测风量与设计风量比值的百分数列入表 4-2-2 中。

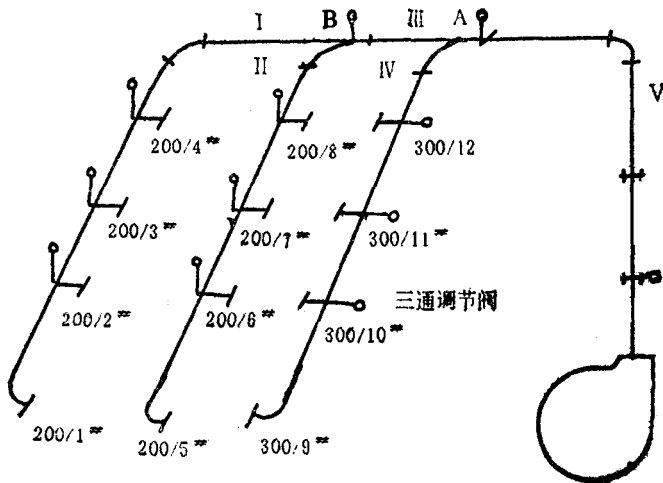


图 4-2-1 送风系统图

表 4-2-2 各风口设计风量与实测风量

风口编号	设计风量 (m <sup>3</sup> /h)	最初实测风量 (m <sup>3</sup> /h)	$\frac{\text{最初实测风量}}{\text{设计风量}} \times 100\%$
1	200	160	80
2	200	180	90
3	200	220	110
4	200	250	125
5	200	210	105
6	200	230	115
7	200	190	95
8	200	240	120
9	300	240	80
10	300	270	90
11	300	330	110
12	300	360	120

从 4-2-2 中可以看出, 最小比值的风口分别是支干管 I 上的 1# 风口, 支干管 II 上的 7# 风口, 支干管 IV 上的 9# 风口, 所以就选取 1#、7#、9# 风口作为调整各分支干管上风口风量的基准风口。

风量测定调整一般应从离心通风机最远的支干管 I 开始。

为了加快调整速度, 使用两套仪器同时测量 1#、2# 风口的风量, 此时借助三通调节阀, 使 1#、2# 风口的实测风量与设计风量的比值百分数近似相等, 即:

$$\frac{L_{2\text{实}}}{L_{2\text{设}}} \times 100\% = \frac{L_{1\text{实}}}{L_{1\text{设}}} \times 100\%$$

经过这样的调节, 1# 风口的风量必然有所增加, 其比值数要大于 80%, 2# 风口的风量有所减少, 其比值小于原来的 90%, 但 1# 风口原来的比值数 80% 大一些, 假设调节后的比值数为:

$$\frac{L_{2\text{实}}}{L_{2\text{设}}} = 83.7\% \approx \frac{L_{1\text{实}}}{L_{1\text{设}}} = 83.5$$

这说明两个风口的阻力已经达到平衡。根据风量平衡原理可知, 只要不变动已调节过的三通阀位置, 无论前面管段的风量如何变化, 1#、2# 风口的风量总是按新比值数等比地进行分配。

1# 风口处的仪器不动, 将另一套仪器放到 3# 风口处, 同时测量 1#、3# 风口的风量, 并用三通阀调节, 使

$$\frac{L_{3\text{实}}}{L_{3\text{设}}} \times 100\% \approx \frac{L_{1\text{实}}}{L_{1\text{设}}} \times 100\%$$

此时, 1# 风口的  $\frac{L_{1\text{实}}}{L_{1\text{设}}} \times 100\%$  已经大于 83.5%, 3# 风口的  $\frac{L_{3\text{实}}}{L_{3\text{设}}} \times 100\%$  已经小于原来

的 110%，新设的比值数为：

$$\frac{L_{2\text{实}}}{L_{2\text{设}}} = 92\% \approx \frac{L_{1\text{实}}}{L_{1\text{设}}} = 92.2\%$$

自然，2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup> 风口的比值数也随着增大到 106.2%。至此，支干管 I 上的四个风口均调整平衡，其比值数近似相等。

对于支干管 II、IV 上的风口量也按上述方法调节到平衡。虽然 7<sup>#</sup> 风口不在支干管的末端，仍以 7<sup>#</sup> 风口作为基准风口，从 5<sup>#</sup> 风口开始向前逐步调节。

各支干管上的风口调整平衡后，就需要调整支干管上的总风量。此时，从最远处的支干管开始向前调节。

选取 4<sup>#</sup>、8<sup>#</sup> 风口为 I、II 支干管的代表风口，调节节点 B 处的三通阀使 4<sup>#</sup>、8<sup>#</sup> 风口风量的比值数相等，即：

$$\frac{L_{4\text{实}}}{L_{4\text{设}}} \times 100\% \approx \frac{L_{8\text{实}}}{L_{8\text{设}}} \times 100\%$$

调节后，1<sup>#</sup> ~ 3<sup>#</sup>、5<sup>#</sup> ~ 7<sup>#</sup> 风口的风量比值数也相应地变化到 4<sup>#</sup>、8<sup>#</sup> 风口的比值数。那么，证明支干管 I、II 的总风量已经调整平衡。

选取 12<sup>#</sup> 风口为支干管 IV 的代表风口，选取支干管 I、II 上的任一个风口（例如选 8<sup>#</sup> 风口）为管段 III 的代表风口。利用节点 A 处的三通阀进行调节，使 12<sup>#</sup>、8<sup>#</sup> 风口风量的比值数近似相等，即：

$$\frac{L_{12\text{实}}}{L_{12\text{设}}} \times 100\% \approx \frac{L_{8\text{实}}}{L_{8\text{设}}} \times 100\%$$

于是，其他风口风量的比值数也随着变化到新的比值数。则支干管 IV、管段 III 的总风量也调整平衡。但此时所有风口的风量都不等于设计风量。

将总干管 V 的风量调节到设计风量，则各支干管和各风口的风量将按照最后调整的比值数自动进行等比分配达到设计风量。

试调中经常会碰到风口的形状、规格相同，且风量相同的侧送风口，此时可以将同样大小的纸条分别贴在各进风口的同一位置上，观察送风时纸条是否被吹起达到相同的倾斜角度，以判断各送风口风量是否均匀。如果有明显的不均匀，就要进行调整，直到基本均匀后再用仪器测量风量值，这样可以减少测定工作量，从而加快了调试进度。

（三）允许偏差值的规定。各风口风量实测值与设计值偏差不大于 15%。

## 五、绘制系统测定图

（一）按测试调整结果绘制系统测定图。在图上标明系统（风机）的实测风压、风量和风机转速；标明系统与风口的风量平衡情况，并在每个风口上标明实测风量值。

（二）整个调试工作结束后，由有资格的调试单位及时填写通风空调系统“风口风量试验调整报告”（表 4-2-4），与分项工程质量检验评定表一同上报。

## 六、室内温度、相对湿度测定

(一) 室内空气温度和相对湿度测定之前, 净化空调系统应已连续运行至少 24h。对有恒温要求的场所, 根据对温度和相对湿度波动范围的要求, 测定宜连续进行 8 ~ 48h, 每次测定间隔不大于 30min。

(二) 室内测点一般布置在以下各处:

1. 送、回风口处;
2. 恒温工作区内具有代表性的地点 (如沿着工艺设备周围布置或等距离布置);
3. 室中心位置 (设有恒温要求的系统, 温、湿度只测此一点);
4. 敏感元件处。

所有测点宜设在同一高度, 离地面 0.8m 处。也可以根据恒温区的大小, 分别布置在离地不同高度的几个平面上。测点距外墙表面应大于 0.5m。

(三) 根据温度和相对湿度的波动范围, 应选相应的具有足够精度的仪表进行测定。

(四) 测点数按表 4-2-3 确定。

表 4-2-3 温、湿度测点数

波 动 范 围	室面积 $\leq 50\text{m}^2$	每增加 20 ~ 50 $\text{m}^2$
$\pm 0.5 \sim \pm 2^\circ\text{C}$ $\pm 5\% \sim \pm 10\% \text{RH}$	5 个	增加 3 ~ 5 个
$\leq 10.51^\circ\text{C}$ $\leq 151\% \text{RH}$	点间距不应大于 2m, 点数不应少于 5 个	

表 4-2-4 风口风量试验调整报告

工程名称 \_\_\_\_\_ 测定日期 \_\_\_\_\_  
 系统 \_\_\_\_\_ 测定人员 \_\_\_\_\_  
 室内温湿度 \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$  \_\_\_\_\_ % 测定仪器 \_\_\_\_\_

房间或风口编号	风口型式	风口面积 ( $\text{m}^2$ )	实测风速 ( $\text{m}/\text{s}$ )								平均	实测风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	设计风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
			1	2	3	4	5	6	7	8			

试验单位:

审核:

试验人员:



## 七、室内洁净度的检测

(一) 测定室内洁净度的最低限度采样点数按表 4-2-5 的规定确定。每点采样次数不少于 3 次, 各点采样次数可以不同。

表 4-2-5 最低限度采样点数

面积 (m <sup>2</sup> )	洁 净 度			
	100 级及高于 100 级	1000 级	10000 级	100000 级
< 10	2~3	2	2	2
10	4	3	2	2
20	8	6	2	2
40	16	13	4	2
100	40	32	10	3
200	80	63	20	6
400	160	126	40	13
1000	400	316	100	32
2000	800	633	200	63

表 4-2-5 中面积的含义是: 对于单向流(层流)洁净室, 是指送风面面积; 对于乱流洁净室, 是指房间面积。

(二) 测定洁净度的最小采样量按表 4-2-6 的规定确定。

表 4-2-6 每次采样的最小采样量 (L)

级 别	粒 径 (μm)				
	0.1	0.2	0.3	0.5	5
1	17	85	198	566	
10	2.83	8.5	19.8	56.6	
100		2.83	2.83	5.66	
1000				2.83	85
10000				2.83	8.5
100000				2.83	8.5

(三) 对于单向流洁净室, 采样口应对着气流方向; 对于乱流洁净室, 采样口宜向上。采样速度均应尽可能接近室内气流速度。

(四) 洁净度测点布置原则是:

1. 多于 5 点时可分层布置, 但每层不少于 5 点;

2. 2.5 点或 5 点以下时可布置在离地 0.8m 高平面的对角线上(图见 4-2-2), 或该平面上的两个过滤器之间的地点, 也可以设在认为需要布点的其他地方。

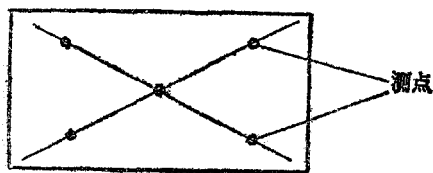


图 4-2-2 5 点布置

(五) 室内洁净度的检测也可根据建设单位或设计的要求, 按现行国家标准《洁净厂房设计规范》(GBJ73) 附录二的规定执行。

## 八、室内噪声的检测

(一) 测噪声仪器为带倍频程分析仪的声级计。一般只测 A 声级的数值, 必要时测倍频程声压级。

(二) 测点位置。测点位置宜按图 14.8.4 的 5 点设置, 面积在  $15\text{m}^2$  以下者, 可用室中心 1 点; 测点高度距地面  $1.1\text{m}$ 。

## 第三章 空气处理室制作与 安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于空气处理室的金属外壳、档水板、喷水排管、密闭檢視门的制作与安装,以及表面式热交换器、风机盘管、诱导器、空气过滤器(也包括安装在风管等处的空气过滤器)、窗台式空调器等安装工程。以上内容金属外壳除外,同样适用于非金属处理室。

空气处理室有干式和湿式之别。干式空气处理室是用表面式冷却器或加热器使经过空气进行热湿交换达到所需的温度和湿度;而湿式空气处理室是通过喷淋段使空气直接与水接触进行热交换,以达到所需室内空气状态。这两种处理室,除以上区别外,其他各段都是同样的。

一、湿式空气处理室中空气的处理流程如下:

1. 需处理的空气先通过挡水板,均匀地进入喷水室后与喷嘴喷出的水滴相接触,进行热、湿交换。
2. 再经后档水板送入系统,使空气达到设计所需的状态。
3. 空气通过以上一、二流程得到简单的热、湿交换,其效果好坏与档水板的制作、安装都有一定的关系。

二、干式空气处理室是利用加热器或表面式冷却器对空气进行热、湿交换来达到设计所需的状态。表面式冷却器在运行时必然有冷凝水产生。为避免把冷凝水带走,故在表面式冷却器的后面装有档水板,下部设有水盘,并有引流管使凝结水能畅通排出。

三、金属空气处理室。金属空气处理室一般由空调机厂生产。为了适应空气处逆的不同要求和便于运输及安装,生产时将空气处理室按空气处理功能分成各个段体。如新风回风混合段、过滤段、加热段、喷淋段、表冷段、加湿段、中间段、消声段、送风机段、回风机段等段体,见图4-3-1。由设计人员根据空气处理的要求选用,在现场组合安装。金属空气处理室的壁板是在两层薄钢板中间装填有聚苯乙烯泡沫塑料板或用聚氨酯泡沫塑料整体发泡制成,因此具有隔热性能。这种空气处慢根据国家现行标准图,按空气处理量的大小,可分为下列规格:

立式:3000和6000m<sup>3</sup>/h;

叠式:10000和15000m<sup>3</sup>/h;

卧式:10000、15000、20000、30000、40000m<sup>3</sup>/h。

金属空气处理室的制作。应保证喷淋段的水池不得渗漏,壁板拼接必须顺水流方向。为此,喷淋段中的水池焊接后,用煤油作渗漏试验。壁板的连接形式如图4-3-2所示。铆按时应在塔口处涂以白厚漆压紧铆接。

焊接加工时。拼接焊缝经留有1mm间隙,焊缝要严密不漏,焊接时要防止变形。水池制作各进山水管开孔要准确,焊接完毕后,清除药渣,对渗漏试验,用煤油涂在焊

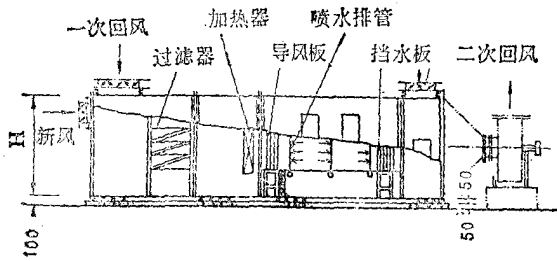


图 4-3-1 卧式金属空气调节器图

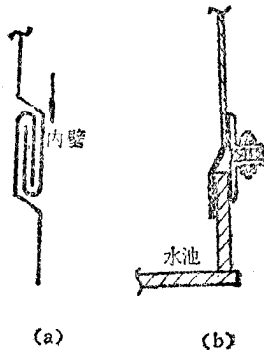


图 4-3-2 金属空气处理室壁板连接

(a) 咬口连接；(b) 板壁与水池连接



缝的一边，另一边涂上石灰粉或灌水观察检查，合格后再进行油漆。

空气处理室的制作，都注意是左式还是右式，不要把门与水管等的孔开反了。水池与外壳组对必须垫以橡皮条，还应有泛水封牢，见图 4-3-2 中的 (b)，各级相互连接的法兰应配对钻孔，以便安装。

四、非金属空气处理室。非金属空气处理室最现场用钢筋混凝土或砖砌成的，现行国家标准图中，接处理空气量大小，分为 6 种规格，即 27000 ~ 81000m<sup>3</sup>/h。外壳由于是混凝土或砖，一般由土建施工单位完成，安装工人按照设计的要求在内部安装过滤器、加热器、表冷器、加湿器、喷淋水管、分风板、档水板等设备和部件，见图 4-3-3。根据它们对空气的处理功能，也可以划分成和金属空气处理室相似的各种处理段。

#### 五、空气处理室各个处理段的主要作用：

1. 空气过滤段：装有初效或中效过滤器，以滤除新风和回风中的尘粒，满足空调房间对空气洁净度的要求。

2. 空气一次加热段：也叫预热段，装有蒸气或热水加热器，用来将新风预热到 5℃ 以上或是加热新风与一次回风的混合风。在温暖及炎热地区不设一次加热段。

3. 一次回风混合段：它的作用是使一次回风与新风相混合，目的是为了节约热量（冬季）和冷量（夏季）。

4. 喷淋段或天冷段：喷淋段是在分风板和档水板之间装有喷淋水管。表冷段内装有表面冷却器。一台空调机只装其中的一种。它们的作用是对空气进行冷却、减湿、减

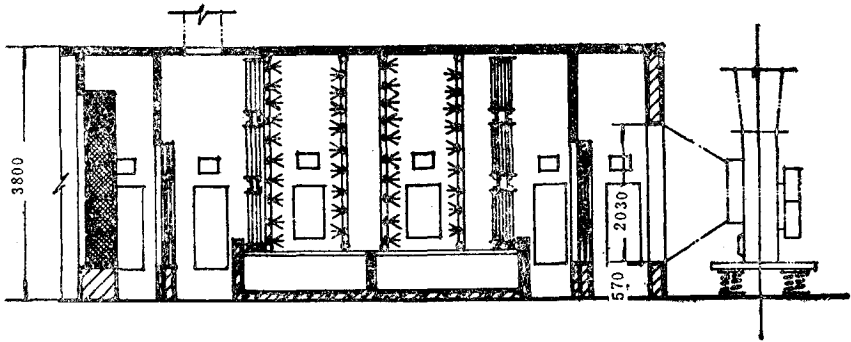


图 4-3-3 非金属空气处理室

焓和加湿处理。

5. 二次回风混合段：是将经过喷水或表面冷却处理后的空气与从空调房间抽回的第二次回风相混合，目的也是为了节省热量或冷量。

6. 空气二次加热段：段内装有蒸气或热水加热器，主要作用是保证送风温度或直接保证室内温度。

7. 空气加湿段：一般是与表冷段配套的空气处理段，内部装有电加湿器或蒸气加湿器，用来在冬季对空气进行加湿。

8. 中间段；连接在某些空气处理段之间，以便管理人员进入空气处理室进行维护、检修和管理。

## 六、空气过滤器安装

### (一) 浸油金属网格过滤器

浸油金属网格过滤器起净化空气的作用，其原理是当含尘空气流过波形金属网结构时，由于气流系统的曲折运动，灰尘在惯性作用下偏离气流方向，碰在网格上的浸油而将灰粘住。网格孔径小，层数越多，其滤尘效果越好，但增大气流的阻力。

LWP 型金属网格浸油过滤器（T521）由数层波浪形的金属网格交错重叠装在一个金属匣内制成。浸上粘性油以后，将若干个同时装在一个固定框架上使用。这种过滤器的特点是制造方便，但是过滤效率低，清洗麻烦。

制作浸油金属网格空气过滤器时，应使相互连接的波状网纹互相垂直，网孔尺寸沿着气流方向逐渐缩小。

### (二) 干式纤维空气过滤器

干式纤维空气过滤器的滤料有玻璃纤维、人造纤维等。过滤器过滤原理较为复杂，是由惯性作用（或称撞击作用）、扩散作用、静电作用及接触阻留作用等综合因素过滤灰尘。但惯性和扩散作用是主要的。

影响过滤器过滤效率因素有：灰尘颗粒直径、滤料纤维的粗细和密实性及过滤器的迎风速度。因此在加工制作时，除要求框架平整、垂直外，滤料的厚度和密实性应符合设计要求；滤料与框架连接严密，防止漏气。常用滤料见表 4-3-1 和表 4-3-2。

YB 型玻璃纤维过滤器是在两层平行的金属网框体内，填充玻璃纤维毡（YB 型）组

成。根据过滤面积大小分为大、小两种型号，可以分别组合使用。

### (三) 聚氨酯泡沫塑料空气过滤器

聚氨酯泡沫塑料必须用化学处理方法将内部薄膜穿透才能做滤料用。处理的方法是将聚氨酯泡沫塑料浸泡在浓度为 5% 的 NaOH 水溶液中 20~30min，然后用清水冲洗，再放入肥皂水溶液中进行揉洗，最后用清水冲洗阴干备用。

M 型泡沫塑料过滤器为增大过滤面积，缩小过滤的体积，将泡沫塑料绕成 M 形状，并用 3mm 粗的钢筋支撑起来，固定在角钢上。

WL 型泡沫塑料过滤器的框架是用 0.15mm 厚的镀锌钢板压制成的。用  $\phi 0.75 \sim 1.2\text{mm}$  的尼龙丝，将 25mm 厚的粗孔泡沫塑料夹持在框架中。根据过滤器过滤风量的大小，共有四种型号可供选用。

### (四) 自动油浸过滤器

LWZ-12 型自动清洗浸油过滤器是金属网格滤网在电动机带动下，沿两根转轴以极慢的速度 (50mm/min) 作回传运动，滤掉空气中的灰尘后，翻转到下部油槽内自动清洗、上油。油槽下部有孔，用来定时排除沉积在底部的尘泥及换油。自动清洗浸油过滤器不会因为滤网上积尘过多影响过滤效果，管理方便。

### (五) 自动卷绕式空气过滤器

TJ-3 型自动卷绕式空气过滤器由上、下箱、立柱、挡料栏、压料栏、传动机构、微差自动控制装置及滤料几部分组成，见图 4-3-4。滤料为涤纶纺布，每卷长 20m，大约可以使用两个月。用过的滤料可以用水冲洗，晾干后重复使用几次。微差自动控制有三个主要部件。Y 压差传感器、控制电路和执行机构。当滤料由于积尘使阻力增大时，自动控制装置使自动卷绕更换洁净的滤料，见图 4-3-4。

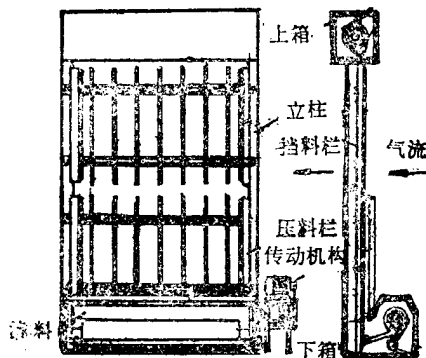


图 4-3-4 TJ-3 自动卷绕式空气过滤器

ZJK-1 型自动卷绕式人字形空气过滤器由箱体、滤料和滤料固定部分、传动机构、控制部分等组成，见图 4-3-5。滤料采用化纤组合游料。当滤料面上积尘到一定程度时，由自控系统自动更换洁净的滤料。每卷滤料一般可以使用半年以上，用过的滤料可以清洗。一次，但是洗过的滤料过滤效率比新滤料降低 3%~5%。

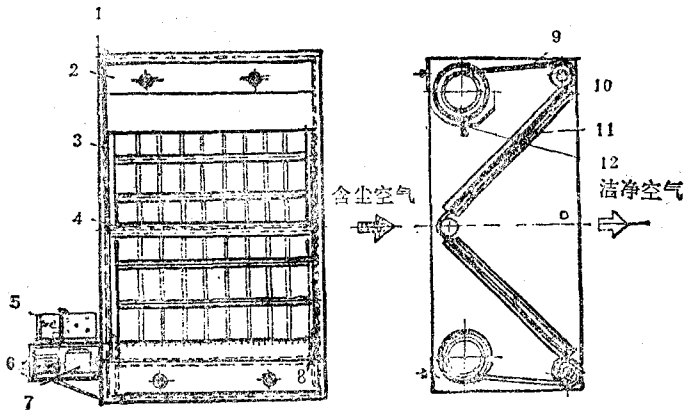


图 4-3-5 ZJK-1 型自动卷绕式空气过滤器结构

1—连接法兰；2—上箱；3—滤料滑槽；4—改向棍；5—自动控制箱；6—支架；  
7—双极涡轮减速器；8—下箱；9—滤料；10—挡料栏；11—压料栏；12—限位器

#### (六) 静电过滤器

它由尼龙网层、电过滤器、高电压发生器和控制盒四部分组成，见图 4-3-6。除了控制盒单独安装外，其余三个部分都装在同一个外壳内。静电过滤器的过滤效率较高，空气阻力较低，积尘后可以用水定期冲洗。这种过滤器适用于无易燃、易爆性气体，相对湿度不大于 70% 的空调系统。常用的型号有 JKG-2A 型（图 4-3-6 和 JKQ-8 型两种）。

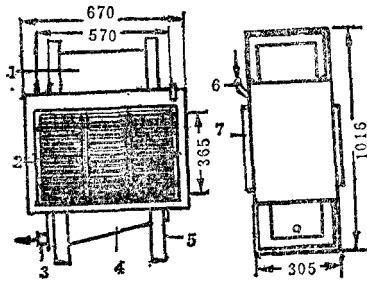


图 4-3-6 JKG-2A 型静电过滤器外形

1—高电压发生器；2—电过滤器；3—清洗用排水管；  
4—排水槽；5—支架；6—清洗用进水管；7—接风管法兰

#### (七) 网状过滤器安装

可以单个或多个组合在一起安装在通风室内，对送入室内的空气进行除尘，见图 4-3-7。安装时先按图纸的数量，做好角钢框、底架和油槽。过滤器可以从安装框中取下。把安装框和角钢框及底架用铆钉加以固定，并用 3mm 厚的石棉橡胶板或毛毡做衬垫，垫在安装框之间，以保证严密性。

角钢框架在空气处理室内，可以焊接在预埋铁件上，或用水螺钉固定在预埋的水砖上，也可用膨胀螺栓固定。角钢框架与洞口墙面接触处，要用浸过铅油的麻丝、腻子或

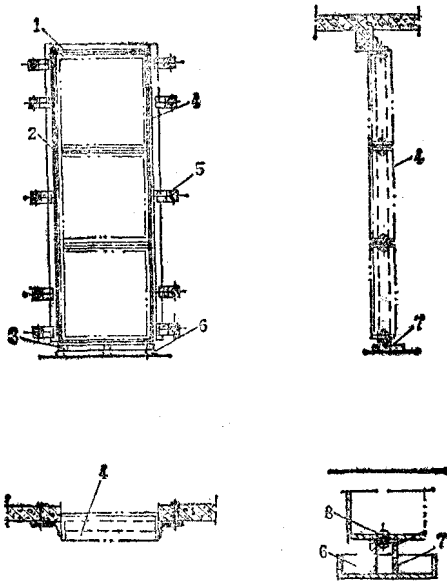


图 4-3-7 网状过滤器安装

1—上边框；2—边框；3—底架；4—过滤器外框；  
5—固定卡子；6—油槽；7—支架；8—铆钉

砂浆填塞严密。

角钢框安装牢固后，把过滤器安装在框内，并用压紧螺丝上好压板。

网状过滤器安装完后交工前，将铁锈及杂物清除干净后，放在 70% 的热碱水中清洗，经清水冲净、晾干后浸 12 号或 20 号机油，淋去过多的油后，再装入安装框内使用。

#### (八) 自动浸油过滤器安装

这种过滤器一般安装在通风室内，并与墙连接，见图 4-3-8。在土建浇筑通风室时，应留好安装孔，以便过滤器出入。并在连接的墙上预埋好角钢预埋件。

把过滤器固定好，仔细擦净油槽，并检查轴和搅拌器的旋转情况。把金属滤网放在煤油中用钢丝刷洗刷两遍，用布擦干。然后把滤网卷起，用绳捆住，抬到过滤网上面，解开绳索，慢慢转动网卷，把滤网挂在轴上，同时纳入导槽。把搭在外侧的网板下放到 1~1.2m，固定在构架上。轴里侧的网板绕过下轴后，向上绕到与上网衔接处。取下网端对接处的销钉，把网板两端接在一起，成为连续网带。

装好网板后，检查网边在导槽里的位置是否合适，再用拉紧螺丝将网板拉紧。开动电动机检查网板应自上向下移动，否则可能增加带出油量。在油槽内加满机油，将过滤器开动 1h，再停车 0.5h，使余油流下，随后将油加满到规定油位。

过滤器用螺栓固定在预埋的角钢框上。连接要紧密，可衬入 10mm 厚的耐油橡胶或毛毡做衬垫。角钢框和墙的漏风处，用浸过铅油的麻丝、腻子或砂浆填塞。

两台或三台过滤器并排安装时，过滤器之间也应用毛毡衬垫，并加扁钢用螺栓连接，其传动轴中心线应成一条直线。



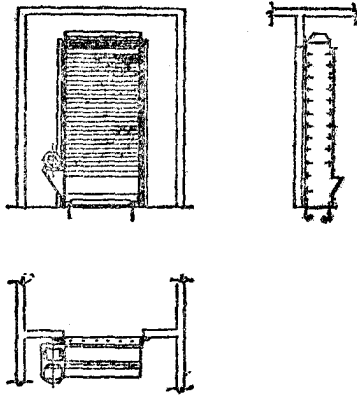


图 4-3-8 自动浸油过滤器安装

### (九) 自动卷绕式空气过滤器安装

自动卷绕式空气过滤器目前有 TJ-3 型、ZJK-1 型自动卷绕式空气过滤器等。安装这种过滤器，应根据过滤器框架的安装要求，在洞口墙面和支承过滤器的混凝土底座上，做好预埋角钢和铁件。安装时，首先把框架与预埋件用螺栓连接牢固，框架与预埋件之间要垫入 10mm 厚的橡皮（或耐油橡胶）、毛毡做衬垫。框架安装应平整，上下卷筒要平行。

自动卷绕式空气过滤器安装好后，应检查转动是否灵活，控制部分是否灵敏，滤料松紧要适当。浸油滤网迎风而应向上移动，TJ-3 型和 ZJK-1 型过滤器的滤料应向下卷绕。

### (十) 静电过滤器安装

一般均采用整体安装。要安装平稳，接地要可靠，接地电阻应在  $4\Omega$  以下。当与通风机或风管连接时，连接部位应装柔性短管。为便于定期进行清洗积尘，还兴安装进水管和排水管，进入压力为  $20 \sim 60\text{kPa}$ 。

七、高效过滤器安装。高效过滤器用于洁净系统，是使用超细玻璃棉和超细石棉纤维为滤料的过滤器。由于高效过滤器是洁净空调系统的主要设备，所以它在出厂前都经过严格的检验。进场安装前，要作详细的检查。

安装高效、亚高效过滤器应注意以下各方面：

1. 按出厂标志竖向搬运和存放，防止剧烈震动和碰撞。
2. 安装前必须检查过滤器的质量，确认无损坏，方能安装。
3. 安装时发现安装用的过滤器框架尺寸不对或不平整，为了保证连接严密，只能修改框架，使其符合安装要求。不得修改过滤器。更不能发生因为框架不平整而强行连接，致使过滤器的木框损裂。

4. 过滤器的框架之间必须作密封处理，一般采用闭孔海棉橡胶板或氯丁橡胶板密封垫，也有的不用密封垫，而用硅橡胶涂抹密封。密封垫料厚度为  $6 \sim 8\text{mm}$ 。定位粘贴在过滤器边框上，安装后的压缩率应大于 50%。密封垫的拼接方法采用榫形或梯形。若用硅橡胶密封时，涂抹前应先清除过滤器和框架上的粉尘，再饱满均匀地涂抹硅橡

胶。

另外，高效过滤器的保护网（扩散板）在安装前应擦拭干净。

5. 高效过滤器的安装条件：洁净空调系统必须全部安装完毕，调试合格。并运转一段时间，吹净系统内的浮尘。洁净空房间还需全面清扫后，方能安装。

6. 对空气洁净度有严格要求的空调系统，在送风口前常用高效过滤器来消除空气中的微尘。为了延长使用寿命，高效过滤器一般都与低效与中效（中效过滤器是一种填充纤维滤料的过滤器，其滤料一般为直径 $\leq 18\mu\text{m}$ 的玻璃纤维）过滤器串联使用。

7. 高效过滤器的密封垫的漏风，是造成过滤总效率下降的主要原因之一。密封效果的好坏与密封垫材料的种类、表面状况、断面大小、拼接方式、安装的好坏、框架端面加工精度和光洁度等都有密切关系。实验资料证明；带有表皮的海棉密封垫的泄漏量比无表皮的海棉密封垫泄漏量要大得多。

八、挡水板安装。挡水板安装在空调机喷淋室的两端，顺气流方向，前挡水板除了能挡住喷水过程中可能飞溅起来的水滴外，还能使空气均匀地流过喷淋室整个断面，所以挡水板也称为分风板或导风板。

1. 挡水板一般用镀锌钢板或玻璃板制作，前挡水板为2~3折，总宽度150~200mm；后挡水板为4~6折，总宽度约350~500mm。折板间距25~50mm，折角 $90^\circ \sim 120^\circ$ 。全国通用建筑标准设计图集：T704-9为钢挡水板；T704-10为玻璃挡水板。

2. 安装前应配合土建在喷淋室的侧壁上预埋好铁件。安装时先把挡水板的槽钢支座，连接支撑角钢的短角钢和侧壁上的边框角钢，焊在倒壁的预埋铁件上。再把靠侧壁的两块挡水板，用螺丝固定在角钢进框上，再把一边的支撑角钢，用螺栓将它们与焊在侧壁上的短角钢连接起来，然后把挡水板放在槽钢支座上，并把另一边的支撑角钢用螺栓与侧壁上的短角钢连接，最后，用梳形板把挡水板压住，并用螺栓将梳形板固定在支撑角钢上，见图4-3-9。

3. 金属挡水板应按制作图用机械成型。挡水板的折角应符合设计要求。长度和宽度的允许偏差不得大于2mm，片距应均匀，挡水板与梳形固定板的综合松紧适当。挡水板与喷淋段的壁板交接处在迎风侧应设泛水，见图4-3-10。

4. 挡水板的固定件应做防腐处理。挡水板和喷淋水池的水面如有缝隙，将使挡水板分离的水滴吹过，增大过水量，因此挡水板不允许露出水面，挡水板与水面接触处应设伸入水中的挡板。分层组装的挡水板分离的水滴容易被空气带走，每层应设排水装置，使分离的水滴沿挡水板流入水池。其排水装置见图4-3-11。

九、喷水排管安装。喷淋室是湿式空气处理室的主要设备之一，它的作用是用喷嘴将不同温度的水喷成雾滴，使空气与水之间进行强烈热湿交换，从而达到特定的处理效果。而这效果，还取决于喷嘴的排列形式。喷嘴的排列应正确，同一排喷淋管上的喷嘴方向一致。溢流管的高度正确。但是，有些安装单位在设置喷淋排管上的喷嘴方向时很不一致，有的向上，有的向下，也有缺档的。这些现象会减少正气与水的接触面积，影响喷淋室热湿交换效果。

十、密闭门（密闭检视门）安装。密闭门有喷雾室密闭门（T704-7/2，见图4-3-12）和钢板密闭门（T704-7/7）之分。

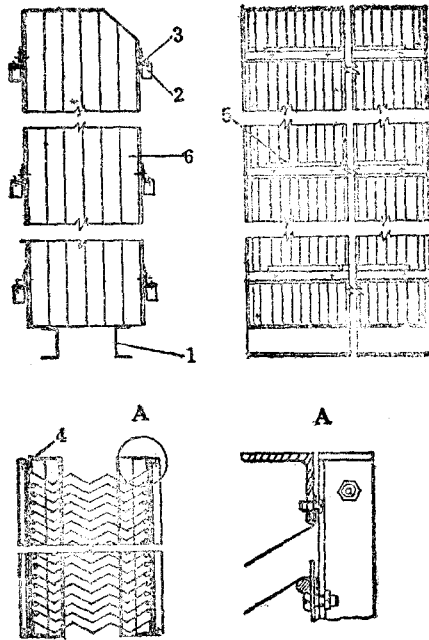


图 4-3-9 钢板挡水板的安装

1—槽钢支座；2—短角钢；3—支撑角钢；  
4—边框角钢；5—连接板；6—挡水板

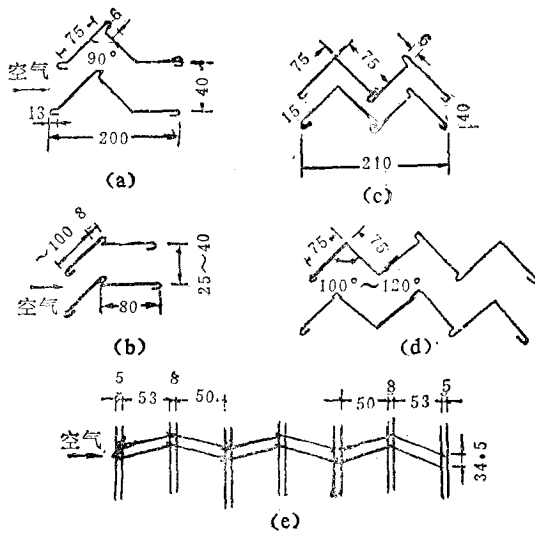


图 4-3-10 挡水板制作

密闭门安装时首先检查密闭门与图纸要求的规格型号尺寸是否符合。安装时密闭门支架与空调器的门洞周边预埋扁钢焊接。门框与门外平板的铆钉孔应配合钻孔；喷雾室密闭门观察玻璃窗的玻璃周围要用油灰嵌严。

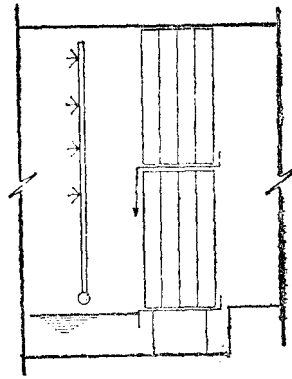


图 4-3-11 分层组装挡水板排水装置

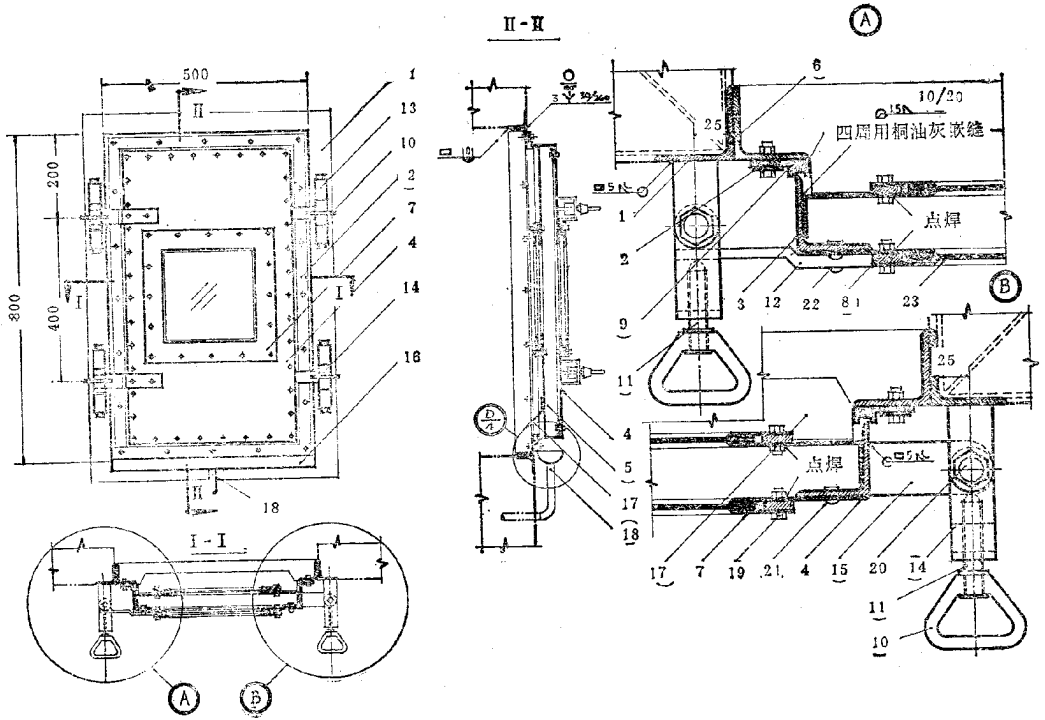


图 4-3-12 喷雾室闭门 (B<sub>1</sub>)

B<sub>1</sub> 材料明细表

件号	名称	材料规格	材料	数量	计量单位	计量	重量 (kg)		备注
							个重	共重	
1	支架	└50×50×5	钢	1	m	2.80	—	13.45	T704-7/3
2	压条框	-20×3	钢	1	m	2.44	—	1.15	T704-7/3
3	门框	└50×50×5	钢	1	m	2.26	—	8.75	T704-7/3

续表

件号	名 称	材料规格	材料	数量	计量单位	计量	重 量 (kg)		备 注
							个重	共重	
4	门外平板	钢板 $\delta = 1.5$	钢	1	$m^2$	0.26	—	3.06	T704 - 7/3
5	门内平板	钢板 $\delta = 1.5$	钢	1	$m^2$	0.28	—	3.30	T704 - 7/3
6	支 座 架	L <sub>50</sub> × 50 × 5	钢	1	m	2.40	—	9.05	T704 - 7/3
7	观察孔框	钢板 $\delta = 2$	钢	2	$m^2$	0.05	0.78	1.56	T704 - 7/3
8	观察孔框垫	- 20 × 5	钢	2	$m^2$	1.20	0.95	1.90	T704 - 7/3
9	衬 垫		橡皮	1	m	2.44	—	1.05	T704 - 7/4
10	闭锁式翼形螺母	M12	钢	4	个	—	0.09	0.38	GB63 - 58
11	压紧螺栓	M12 × 74	铜	4	个	—	0.07	0.28	T704 - 7/15
12	压 板	- 40 × 8	钢	2	m	0.185	0.48	0.96	T704 - 7/15
13	圆孔折页		钢	8	个	—	0.56	4.48	T704 - 7/15
14	卡 板		钢	4	个	—	0.36	1.44	T704 - 7/15
15	长孔折页		钢	2	个	—	0.86	1.72	T704 - 7/15
16	接 水 槽	钢板 $\delta = 1$	钢	1	$m^2$	0.07	—	0.57	T704 - 7/4
17	披 水 板	钢板 $\delta = 1$	钢	1	$m^2$	0.04	—	0.32	T704 - 7/4
18	泄 水 管	DN15	钢	1	m	0.15	—	0.19	T704 - 7/4
19	带帽螺栓	M6 × 25	钢	52	个	—	—	0.40	GB18 - 58
20	带帽螺栓	M12 × 180	钢	4	个	—	0.19	0.76	GB - 18 - 58
21	铆 钉	$\varphi 4 \times 9$	钢	38	个	—	—	0.08	GB107 - 58
22	铆 钉	$\varphi 4 \times 18$	钢	4	个	—	—	—	GB107 - 58
23	玻 璃	270 × 270 × 3	玻璃	2	$m^2$	0.07	0.52	1.04	T704 - 7/2
总 重 (kg)			55.89						

密闭门在制作时,应设凝结水的引流槽或引流管,密封要粘结实牢固,使门关紧时能吻合,不致漏水,压紧螺栓与柄应开关灵活。应注意检视孔的接合部分,不使检视玻璃或有机玻璃碎掉,而又要保证密闭,不漏水。

安装时,除了设置引流管或槽外,还应将水通向室外的排水沟或排水管处。因为有的施工单位没有这样作,或者排水口被堵塞,造成喷淋段有大量积水。

安装好后,密闭门内外刷两道红丹防锈漆后再刷灰色厚漆两道。

## 十一、空气加热器安装

### (一) 表面式热交换器安装前检查

1. 表面式热交换器的散热面应保持清洁、完整。
2. 表面式热交换器凡具有合格证明,并在技术文件规定的期限内,外壳无损伤,

安装前可不作水压试验，否则应作水压试验。试验压力等于系统最高工作压力的 1.5 倍，同时不得小于 0.4MPa，水压试验的观测时间为 2~3min，压力不得下降。

## (二) 空气加热器安装

空气加热器一般安装在通风室内，见图 4-3-13。安装前应配合土建留好预埋角钢，并安装好加热器底座。底座可用角钢焊成或用砖砌成，在安装配合土建砌筑时，应注意要便于蒸气和回水管的安装。

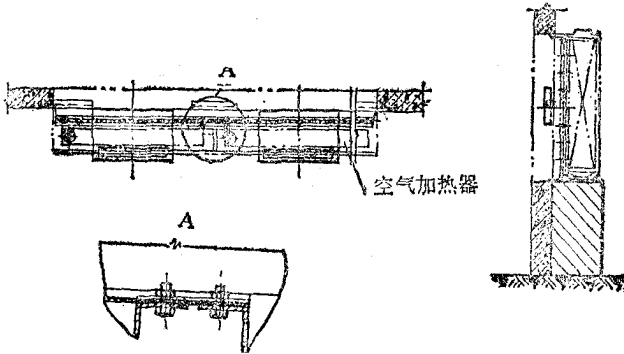


图 4-3-13 空气加热器

安装时，用螺栓把加热器和预先加工好的角钢框连接起来。中间垫以 3mm 厚的石棉板，以保持严密，然后把加热器连同角钢框一起放在支架上，再用电焊把角钢框焊在墙上的预埋角钢上。角钢框与混凝土之间的缝隙用砂浆填塞、抹平。

安装时，应用水平尺校正找平，包括框架均应平整、牢固。如果表面式热交换器用于冷却空气时，应按设计要求，在下部设置滴水盘和排水管。并联安装时，各加热器之间的缝隙，应用铁皮加石棉板用螺栓连接。表面式热交换器与围护结构的缝隙，以及表面式热交换器之间的缝隙，应用耐热材料堵严。

## (三) 电加热器

电加热器常用的有两种类型：

1. 裸线式电加热器：由外壳、抽屉两部分组成。在抽屉内的绝缘瓷珠上绕上电热丝，并接线端子与电源相连接。这种电加热器结构简单、加热迅速，但安全性较差。
2. 管状电加热器；由若干管状电热元件组成。一般也制造成抽屉式，以便安装和检修。管状电热元件不容易漏电，电热丝的使用寿命长，加热均匀，但热惯性较大。

安装电加热器，应有良好的接地装置。连接电加热器前后风管的法兰垫料，应采用耐热防火材料。

十二、旁通阀。为了调节经过空气加热器送入室内的空气温度，一般设有旁通阀，见图 4-3-14。

旁通阀由阀框、阀板及调节手柄等组成。阀框可用螺栓固定在角钢框上并与加热器贴平。与加热器之间的缝隙应用铁皮加石棉板用螺栓连接，不应漏风。

## 十三、风机盘管空调系统

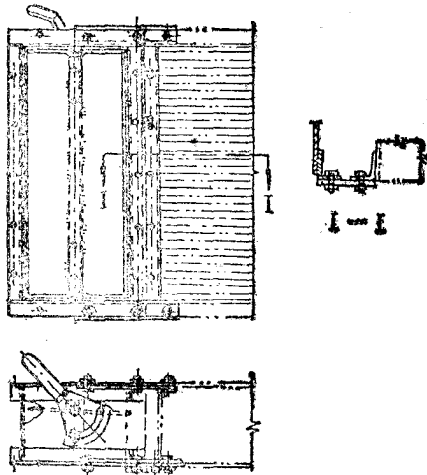


图 4-3-14 空气加热器旁通阀

### (一) 风机盘管空调系统的组成

1. 风机盘管机组：由风机和冷却、加热两用换热金管组成。机组安装在空调房间内，通过使室内空气反复循环的方法，将室内空气冷却或加热，再配合新风系统来达到空气调节的目的。

2. 新风供给系统：新风的供给有以下几种方式；

(1) 靠室外空气渗入和室内通过浴室、厕所机械排风来补给新风。这种方式经济，但卫生条件差，并且室内温度不均匀。

(2) 由墙洞引入新风直接进入机组，新风口可以调节，还可以增设简易的过滤装置。这种方式能保证新风量，但是随着新风负荷的变化，室内参数要受影响。

(3) 设置独立的新风供给系统，把新风处理到一定的参数再送入室内。这种方案提高了系统运转和调节的灵活性，进入风机盘管的冷水温度可以适当提高，改善水管的结露现象。

3. 水系统：水系统用来供给风机盘管机组所需的冷冻水或热水。系统形式分两管、三管、四管式。国内目前多采用双管系统，一根供水管和一根回水管分别于冬、夏季供给热水和冷冻水；在过渡季的某一室外温度时，进行冷热水转换。

4. 室温自动调节装置：由感温元件、双位调节器和小型电动三通分流阀组成。用来控制断续间机组供水或启停风机，从而达到调节室温的目的。

### (二) 风机盘管系统的特点

1. 布置灵活：同一系统可以采用不同形式的机组；可以和新风联合使用，也可以分开。

2. 使用灵活；各房间可以根据需要随意开停风机盘管机组，单独调节室温而不影响其他房间。

3. 省去了回风道：缩小了送风道的断面，如采用卧式机组就不占用建筑面积和有用空间。

4. 运行费用比集中式空调低 20% ~ 30%。
5. 选用、安装方便。
6. 剩余压头很小，以致气流分布受到限制，只适用于进深小于 6m 的房间。
7. 机组的旋转部分对加工质量要求高，水系统保温要求严格。

### (三) 风机盘管机组的组成

风机盘管机组由箱体、出风格栅、吸声材料、循环风口及过滤器、前向多翼离心风机或轴流风机、必却加热两用换热盘管、单相电容调速低噪声电机、控制器和滴水盘等组成，见图 4-3-15。

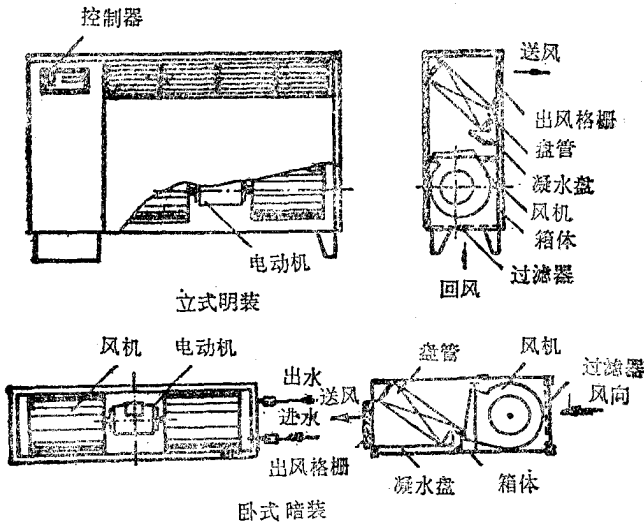


图 4-3-15 风机盘管构造示意图

机组一般分为立式和卧式两种形式，可按要求在接地面上立装或悬吊安装，同时根据室内装修的需要可以明装和暗装。通过自耦变压器调节电机输入电压，以改变风机转速变换成高、中、低三档风量。

### (四) 风机盘管机安装

除电气和自动调节系统按电气安装分册和自控仪表安装分册的有关方法安装外，应符合下列规定：

1. 暗装卧式的风机盘管应由支、吊架固定，并使其便于拆卸和维修。
2. 水管与风机盘管连接宜采用软管，接管应平直，严禁渗漏。或者设紫铜管接头，以免接管时损坏盘管，同时也便于维修。
3. 风机盘管与风管、回风室及风口连接处应严密。
4. 排水坡度应正确，凝结水应畅通地流到指定位置。
5. 风机盘管同冷热煤管道应在管道清洗排污后连接，以免堵塞热交换器。

## 十四、诱导空调系统

### (一) 诱导空调系统的组成 (图 4-3-16)

1. 一次风系统：由新风或新风与回风的混合风，经过集中式空气处理室处理后，



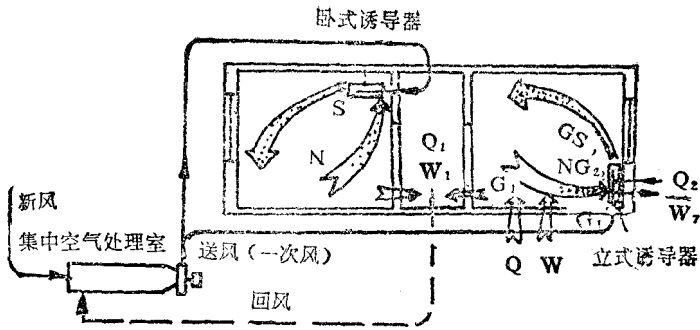


图 4-3-16 诱导空调系统

输送到诱导器。输送风管可以是单管，也可以为双管。为了防止漏风和产生噪声，风管制作应保证严密。

2. 诱导器：诱导器是诱导系统的末端装置，用来对一次风和二次风（室内空气）进行混合加热或冷却处理。

3. 二次水系统：处理一次风的水系统，接入诱导器处理一、二次风混合风的水系统称为二次水系统。我国目前采用建设投资较省的双管系统。安装过程中应注意管道的坡度和安设集中排气装置；连接支管上应安设阀门，以便于调节和拆修诱导器；为了防止盘管堵塞、结垢，初运行冲洗干管时水不应通过盘管（应装旁通管，系统中的水须用软水，并装有滤水装置；为了保证凝结水顺利排除，应注意凝结水盘、凝结水管的坡度及泄水孔的清洁度。

### （二）诱导系统的主要特点

1. 空气处理室及风管断面小，空调机房占地面积与耗电量少。
2. 当一次风全部用室外新风时，具有防爆和卫生的优越性。
3. 使用立式诱导器的系统，冬季不送一次风，只送热水便成了自然对流的供暖系统。因此诱导系统更适宜于夏季需要空调，冬季仅需要供暖的建筑。
4. 诱导系统的建设投资高，管道系统较复杂。
5. 噪声较大。

### （三）诱导空调系统的应用

诱导系统适用于多层、多房间而且是同时使用的办公楼、旅馆、医院、商场等公共建筑及某些工业建筑。也适用于空间有限的改造工程、地下工程及各房间的空气不允许互相串通的地方。

### （四）诱导器的结构

诱导器是诱导系统的“末端装置”。诱导式空调系统是将空气集中处理和局部处理结合起来的混合式空调系统中的一种型式。这种系统一定程度上兼有集中式和局部式空调系统的优点。诱导器可分为单面回风和双面回风以及立式和卧式。根据不同的诱导比，有不同型号的喷嘴。诱导器的结构示意图如图 4-3-17 所示。

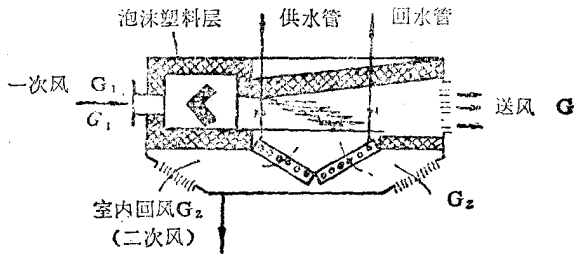


图 4-3-17 诱导器结构示意图

### （五）诱导器安装前检查

诱导器安装前必须逐台进行质量检查，检查的内容如下：

1. 诱导器各联结部分不能有松动、变形和破裂等现象。
2. 喷嘴不能脱落和堵塞。
3. 静压箱封头的缝隙密封材料，不应有裂痕和脱落。
4. 一次风调节阀必须灵活可靠，并调至全开位置，便于安装后的系统调试。

### （六）诱导器安装

1. 按设计要求的型号就位安装，并注意喷嘴型号。

2. 诱导器与一次风管连接处要密闭，防止漏风。

3. 诱导器水管接头方向和回风面朝向符合设计要求。立式双面回风诱导器，应将靠墙一面留 50mm 以上的空间，以利回风；卧式双面回风诱导器，要保证靠楼板一面留有足够的空间。

4. 诱导器的出风口或回风口的百叶格栅有效通风面积不能小于 80%。凝结水盘要有足够的排水坡度，保证排水畅通。

5. 诱导器的进出水管接头设紫铜管接头较好。以免损坏盘管。接头（包括排水管接头）不得漏水。进出水管必须保温，防止产生凝结水。

十五、窗式空调器安装。窗式空调器越来越多地进入家庭、办公室、会议室、医用房间等。由于家庭用的最多，所以也叫家庭空调器。主要用于调节室内的温度、湿度和过滤空气中的灰尘。

1. 按工作的方式分

压缩机式；是最常用的一种。

半导体式：目前只能用于小型卧室或汽车里。

2. 按功能分

冷气型：仅能放出冷气。

冷气兼除湿：冷气加上除湿在阴雨天可除湿，但基本不降温。

冷暖气型：即可制冷，又可产热（有热泵式和电热式两种。热泵式即将制冷循环换向，室外制冷，室内制热，效率高；电热式的耗电是热泵式的 1 倍以上）。

3. 按结构分

分离式空调器：即将蒸发器、离心风机等组成的空调箱放在室内，将压缩机、轴流

风机和冷凝器组成的室外机组放在室外，用铜管连接两部分。空调箱又可分为挂壁式、落地式、悬吊式三种。特点是噪声低，安装较难，价格贵。

安装时，要注意下列要求：

- (1) 室内机与室外机距离要小于 5~10m。
- (2) 室内机与室外机的高差小于 5m。
- (3) 要安装在背阴处，要有遮阳板，避免太阳直射。
- (4) 对于 KFL<sub>1</sub>-30Rd 型，在试运转时，大于 21℃ 要制冷，小于 21℃ 开始制热。

窗式空调器噪声大，价格低，安装方便，其分类及安装详见项 4。

#### 4. 窗式空调器

##### (1) 分类：

窗台型：为横式，占两格窗。

单窗型：为竖式。占一格窗。

(2) 安装：窗式空调器一般装于窗口、隔墙或有稳固支撑的地方，具体要求如下：

- a. 一般安装在西北方向的窗框或阳台上，应远离热源和门，避免阳光直射。
- b. 安装平稳，上口水平方向偏差不大于 3mm，安装时应注意把机身后半部分露出，不使阻挡冷凝器排风和压缩机散热。
- c. 凝结水盘应向外侧倾斜，外侧的高度比内侧约低 10mm，使冷凝水流向室外排水管，并可防止雨水向室内渗入。
- d. 空调器工作电流大，要用大容量电表。

十六、窗帘盒式空调器。窗帘盒式空调器简称帘式空调器或帘盒式空调器，这是美国爱德华公司近几年推荐的一种构造简单的新式空调器，目前在国内已经开始应用。

##### (一) 构造

帘式空调器由盘管串片和滴水盘组成。它既可以安装在窗户的上部、天棚下的外墙角处，也可以沿内墙角敷设。外形就好像窗帘盒，把热交换器藏在其中，底部带一个滴水盘，见图 4-3-18。

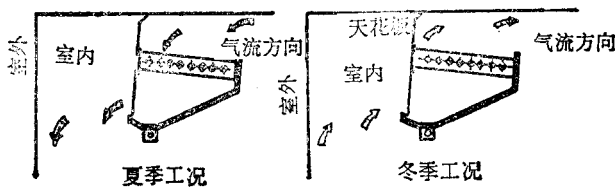


图 4-3-18 窗帘盒式空调器工作原理图

##### (二) 使用

帘式空调器作为空调系统的末端装置，既没有风机盘管的风机，也没有诱导器所具有的喷嘴。在供暖时，热水通入空调器的热交换器，室内空气从它的下口进入与换热器接触受热后，从上口流出，热空气加热天棚，被加热的天棚反过来向室内辐射热量。

在供冷时，冷冻水通入热交换器，将四周的空气冷却。冷气流从上而下通过带式空

调器，沿着窗或墙面向下作对流运动，跨过地板，沿着对面的墙壁向上经过天棚返回到帘式空调器。房间的温度由恒温控制器和水管上的自动控制阀门控制。

(三) 特点

1. 空调房间内没有吹风的感觉，人在活动范围内，没有局部受热或受冷的感觉。
2. 空气冷却过程中，空调器同时起除湿作用。
3. 运转时没有机械和气流的噪声，特别适用于噪声控制要求较高的高级旅馆客房、广播电视演播室等建筑。
4. 与风机盘管空调器相比，帘式空调器节省了通风机消耗的能量。据统计，大约三年节约下来的运转费就可补偿空调器本身的造价。
5. 安装方便，维护管理简单。
6. 帘式空调器的金属耗量比其他空调器大。
7. 安装后如果装饰不当，便显得庞大不雅观。
8. 仅适用于冷热负荷不太大的房间。

十七、立柜式空气调节器。立柜式空气调节器应安装位置正确，机组与弹簧减振器、橡胶减振块，应按设计数量及位置布置。机组减振器与基础之间出现有悬空状态的，应用钢板垫块垫实。两台以上柜式空调机并列安装，其沿墙中心线应在同一直线上。凝结水盘应有坡度，其出水口应设在水盘最低处。

立柜式空气调节器应安装平稳。

空调机组分为整体式和分离式两种。按冷却方法不同，有水冷式（见图 4-3-19）和风冷式（图 4-3-20）两种方式。按照使用功能不同，又有冷风机组和恒温恒湿机组两种类型。空调机组可按以下顺序进行安装：

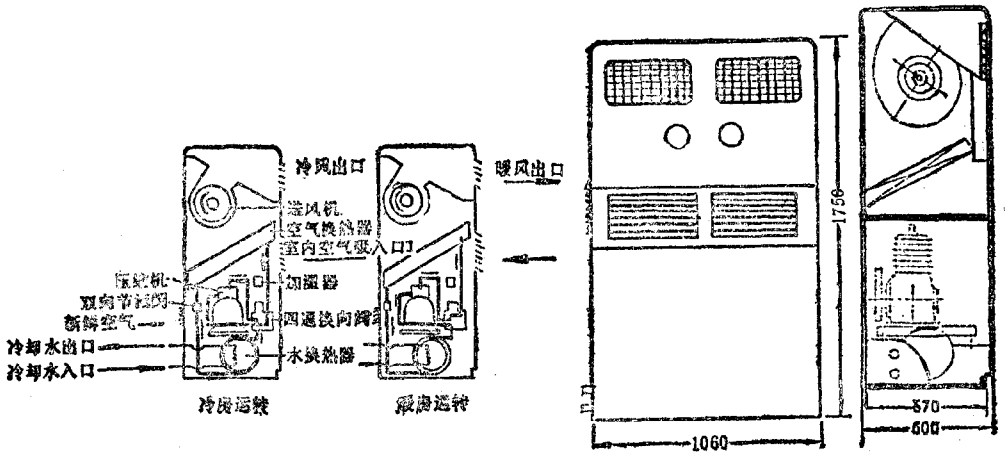


图 4-3-19 水冷式空调机组内部结构示意图

1. 由于空调机组的技术性较强，因此在安装以前，应认真熟悉图纸、设备说明书以及有关的技术资料。
2. 空调机组安装的地方必须平整，一般应高出地面 100~150mm。

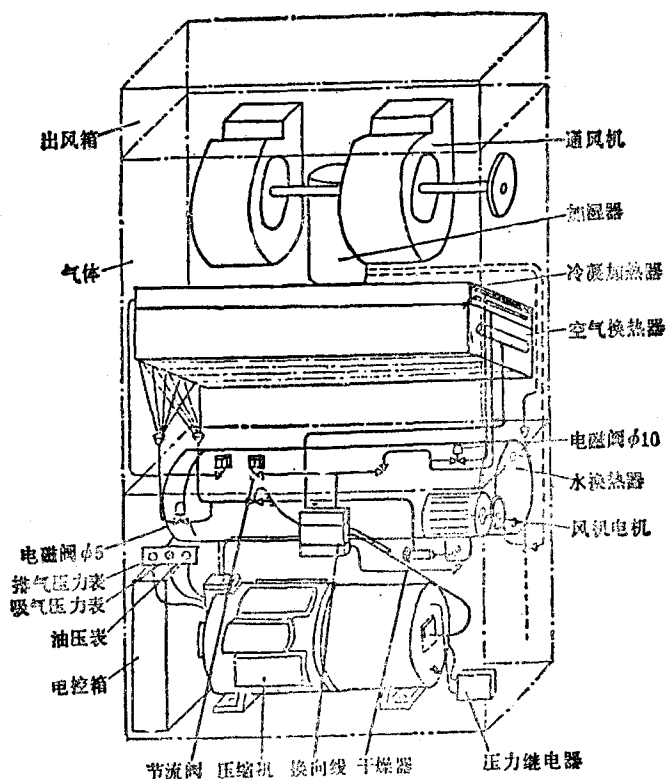


图 4-3-20 风冷式空调机组内部结构示意图

3. 空调机组在设计没有防振要求时，可以放在一般木底座或混凝土基础上。在有防振要求时，需按设计要求安装在防振基础上或垫以 10mm 厚的橡皮垫，安装减振器、减振垫等。

4. 空调机组如需要减振器，应严格按设计的减振器型号、数量和安装位置进行安装。安装后应检查空调机组是否水平，如果不平，应适当调整减振器的位置。

5. 空调机组制冷机组如果没有充注氟利昂，应在高级工指导厂，按有关技术要求进行充注。

6. 电加热器如果安装在风管上，与风管连接的衬垫材料、加热器及加热器前后各 800mm 风管的保温材料都要使用石棉板和石棉泥等耐热材料。加热器要可靠接地。

#### 十八、装配式洁净室安装

1. 装配式洁净室的安装，应在装饰工程完成后的室内进行。室内空间必须清洁、无积尘，并在施工安装过程中对零部件和场地随时清扫、擦净。

2. 施工安装时，应首先进行吊挂、锚固件等与主体结构和楼面、地面的连接件的固定。

3. 壁板安装前必须严格放线，墙角应垂直交接，防止累积误差造成壁板倾斜扭曲，壁板的垂直度偏差不应大于 0.2%。

4. 吊顶应按房间宽度方向起拱，使吊顶在受荷载后的使用过程中保持平整。吊顶周边应与墙体交接严密。

5. 需要粘贴面层的材料、嵌填密封胶的表面和沟槽必须严格清扫清洗，除去杂质和油污，确保粘贴密实，防止脱落和积灰。

6. 装配式洁净室的安装缝隙，必须用密封胶密封。

十九、空气净化设备和装置的安装。这里主要指空气吹淋室、气闸室、传递窗、余压阀、层流罩、洁净工作台、洁净烘箱、空气自净器、新风净化机组、净化空调器、生物安全柜等设备。其他有特殊要求的设备，其安装施工应按设备技术文件，如说明书、装配图、技术要求等进行安装。

1. 与洁净室围护结构相连的设备（如新风净化机组、余压阀、传递窗、空气吹淋室、气闸室等）或其排风、排水（如排风洁净工作台、生物安全柜、洁净工作台和净化空调器的地漏等）管道在必须与围护结构同时施工安装时，与围护结构连接的接缝应采取密封措施，做到严密而清洁；设备或其管道的送、回、排风（水）口应暂时封闭，每台设备安装完毕后，洁净室投入运行前，均应将设备的送、回、排风口封闭。

2. 设备在安装就位后应保持其纵轴垂直、横轴水平。

3. 带风机的气闸室或空气吹淋室与地面之间应垫隔振层。

4. 凡有机锁或电气联锁的设备（如传递窗、空气吹淋室、气闸室、排风洁净工作台、生物安全柜等），安装调试后应保证联锁处于正常状态。

5. 凡有风机的设备，安装完毕后风机应进行试运转，试运转时叶轮旋转方向必须正确；试运转时间按设备的技术文件要求确定，当无规定时，则不应少于 2h。

6. 安装生物安全柜时应符合下列规定：

（1）生物安全柜在安装搬运过程中，严禁将其横倒放置和拆卸，宜在搬入安装现场后拆开包装。

（2）生物安全柜安装位置在设计未指明时应避开人流频繁处，并应避免房间气流对操作口空气幕的干扰。

（3）安装的生物安全柜背面、侧面离墙距离应保持在 80 ~ 300mm 之间。对于底面和底边紧贴地面的安全柜，所有沿地边缝应加以密封。

（4）生物安全柜的排风管道的连接方式，必须以更换排风过滤器方便确定。

（5）生物安全柜在每次安装、移动之后，必须进行现场试验，并符合设计要求；当设计无规定时，Ⅱ级生物安全柜的试验应符合下列规定：

a. 压力渗漏试验，应确认所有接缝的气密性及整个设备没有漏气。

b. 高效空气过滤器的渗漏试验，应确认高效过滤器本身及其安装接缝没有渗漏。

c. 操作区气流速度试验，应确认整个操作区气流速度均满足规定的要求。

d. 操作气流速度试验，应确认整个操作口的气流速度均满足规定的要求。

e. 操作口负压试验，应确认整个操作口的气流流向均指向柜内。

f. 洗涤盆漏水程度试验，应确认盛满水的洗涤盆经过 1h 后无漏水现象。

g. 接地装置的接地线路电阻试验，应确认接地分支线路在接线及插座处的电阻不超过规定值。

二十、洁净室竣工验收。竣工验收应在对各分部工程做外观检查、单机试运转、系统联合试运转，空态或静态条件下的洁净室性能检测和调整以及对有关的施工检查记录

审查合格后进行。

1. 洁净室各分部工程的外观检查应符合下列要求：

(1) 各种管道、自动灭火装置及净化空调设备（空调器、风机、净化空调机组、高效空气过滤器和空气吹淋室等）的安装应正确、牢固、严密，其偏差符合有关规定。

(2) 高、中效空气过滤器与风管连接及风管与设备的连接处应有可靠密封。

(3) 各类调节装置应严密、调节灵活、操作方便。

(4) 净化空调器、静压箱、风管系统及送、回风口无灰尘。

(5) 洁净室的内墙面、吊顶表面和地面，应光滑、平整、色泽均匀，不起灰尘；地板无静电现象。

(6) 送、回风口及各类末端装置、各类管道、照明及动力线配管以及工艺设备等穿越洁净室时，穿越处的密封处理应可靠严密。

(7) 洁净室内各类配电盘、柜和进入洁净室的电线管线管口应可靠密封。

(8) 各种刷涂保温工程应符合有关规定。

2. 净化空调器或空调器，排风系统，局部净化设备（各类洁净工作台、静电自净器、洁净干燥箱等），空气吹淋室，余压阀，真空吸尘清扫设备，烟感、温感火灾自动报警装置，自动灭火装置，净化空调自动调节装置和其他有试运转要求的设备的单机试运转应符合设备技术文件的有关规定，属于机械设备的共同要求，还应符合 TJ305 的规定和机械设备施工安装方面有关行业标准的规定。

3. 单机试运转合格后，必须进行带冷（热）源的系统正常联合试运转，并不少于 8h。系统中各项设备部件联动运转必须协调，动作正确，无异常现象。

4. 竣工验收的检测结果应全部符合设计要求，其检坝项目应符合下列规定：

(1) 通风机的风量及转数的检测。

(2) 风量的测定和平衡。

(3) 室内静压的检测调整。

(4) 自动调节系统联动运转。

(5) 高效过滤器的检漏。

(6) 室内洁净度级别。

5. 洁净室竣工验收时，施工（安装）单位应提出下列文件：

(1) 设计文件或设计变更证明文件及有关协议和竣工图。

(2) 主要材料、设备和调节仪表的出厂合格证书或检验文件。

(3) 单位工程、分部分项工程质量自检检验评定表。

(4) 开工、竣工报告，土建隐蔽工程系统和管线隐蔽工程系统封闭记录，设备开箱检查记录。管道压力试验记录，管道系统吹洗（脱脂）记录，风管漏风检查记录，中间验收单和竣工验收单。

(5) 各单机试运转、系统联合试运转和前 4 项所列的调整检测记录。

## 第四章 制冷设备安装工程施工技术

这里介绍的施工技术主要讲授空调用制冷设备安装与调试,以及制冷管道安装的特殊注意事项。

制冷系统的安装形式一般分为三种:单体安装式、整体安装式、分离安装式。在安装制冷系统时,必须注意施工的各个环节,严格按照有关规范及产品说明书中的技术要求施工,确保工程质量。

设备运到现场后,由建设单位与施工单位有关人员共同对设备进行开箱检查,其内容包括:

- (1) 设备型号是否符合设计要求,随机所带的技术文件是否齐全,并做验收记录。
- (2) 根据设备装箱清单逐项核对零部件、附属材料和专用工具是否完好齐备。
- (3) 检查主机充填的保护气体有无泄漏,油封是否完好等。
- (4) 如设备出厂时间过长,或在运输过程中受到损伤,发现问题应及时处理。
- (5) 设备在开箱检查后确认完好无损,如不立即安装则仍应采取防护措施,由施工单位负责保管以免设备部件损坏或丢失。
- (6) 安装前,技术人员必须对制冷机设备的基础进行认真检查。

### 第一节 设备安装

#### 一、活塞式制冷机组安装

##### (一) 活塞式制冷机主体设备安装

制冷机安装在混凝土基础上,为了防止振动和噪声通过基础和建筑结构传入室内,影响周围环境,应设置减振基础或在机器的底脚下垫以隔振垫,见图 4-4-1。

活塞式制冷压缩机的安装步骤如下:

(1) 将基础表面清理干净,按平面坐标位置,以车间轴线为准在基础上放出纵横中心线,地脚螺孔中心线及设备底座边缘线等见图 4-4-2。

(2) 将压缩机搬运到基础旁,准备好设备就位的起吊工具,选择好绳索绑扎位置。绳索与设备表面接触处应垫以软木或旧布等加以保护。在压缩机起吊座落到基础上之前穿上地脚螺栓,使压缩机对准基础上纵横中心线上,徐徐地下落到基础上。此时将地脚螺栓置于基础地脚螺栓孔内。

压缩机就位后,它的中心线应与基础中心重合。若出现纵横偏差(见图 4-4-3 所示  $a$ 、 $b$  偏差),可用撬棍进行拨正。



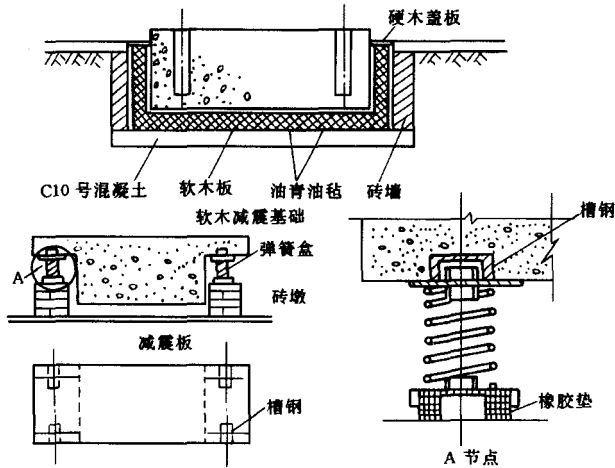


图 4-4-1 减振基础

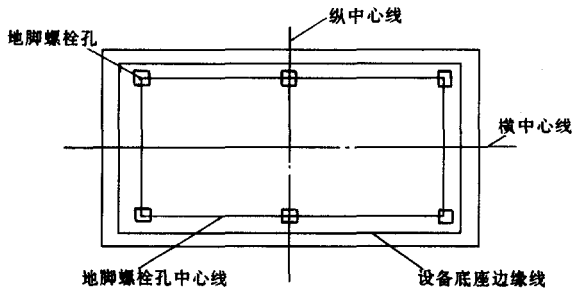


图 4-4-2 基础放线

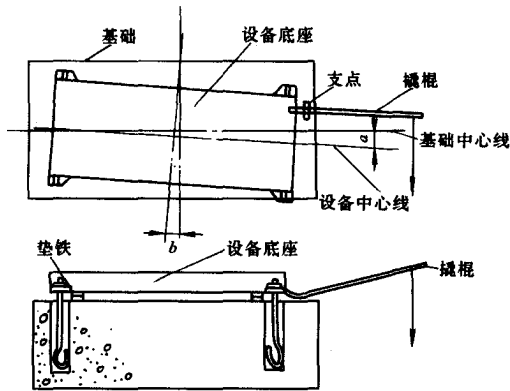


图 4-4-3 设备拨正

(3) 用水平仪测量压缩机的纵横水平度。压缩机纵横向不水平度的偏差小于  $0.1\text{‰}$ ，不符合要求时，用斜垫铁调整。当水平达到要求后，用强度高于基础一级的混凝土将地脚螺栓孔灌实，待混凝土强度达到 75% 后，再做一次校核，符合要求后将垫铁点焊固定，然后拧紧地脚螺栓，最后进行二次灌浆。

如果压缩机与电动机不在一个共用底座上，还需进行传动装置的安装。常用的传动装置有联轴器和皮带轮两种形式。在小型活塞式制冷压缩机中，一般都不单独设置飞轮，因此，联轴器和皮带轮既是能量传动装置，又起蓄放能量的飞轮作用，以达到压缩机和电动机运转均匀平稳和电流波动小的目的。所以，它安装的好坏也直接影响到压缩机的正常运行。

**联轴器安装:**在中小型活塞式制冷压缩机中，一般都采用弹性联轴器，见图 4-4-4。这种联轴器由一副联轴器（压缩机轴上装 1 个联轴器，电动机轴上装 1 个联轴器）组成，中间插入几只上面套有橡皮弹性圈的柱形销子，橡皮弹性圈柱销能起缓冲减振作用，压缩机轴上的半副联轴器的外圈就是一个飞轮。

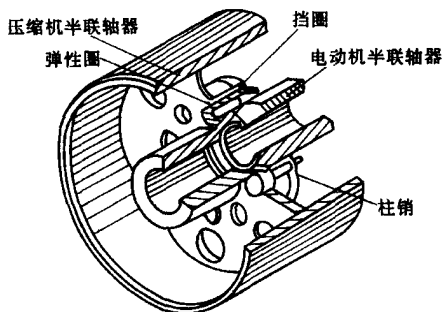


图 4-4-4 弹性联轴器

联轴器的安装关键是要保证压缩机和电动机的两轴同心，否则弹性橡皮容易损坏，并引起压缩机振动。在安装调整时，先固定压缩机，然后再调整电动机位置。检查时，将千分表的支架固定在电动机半联轴器的柱销上，见图 4-4-5。

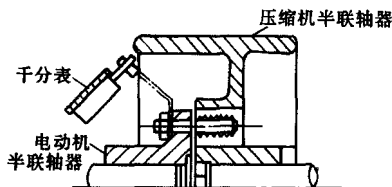


图 4-4-5 找两轴同心度

千分表的测头触在飞轮的内侧角上，旋转一周，如果两轴不同心，在转动过程中，由于橡皮的弹性，千分表指针必然出现摆动，我们就可以根据指针摆动的大小和方向来判定两轴不同心度的偏差大小和偏差方向。不断调整电动机的位置来使两轴同心。从理论上讲，在转动过程中，千分表的指针应无摆动为最好，但实际两轴绝对同心不易做到，同时弹性连接不同于刚性连接，即使两轴绝对同心，转动时千分表的指针也会出现轻微摆动。所以，在实际工作中，千分表的摆动在  $\pm 0.3\text{mm}$  的范围内时，即可认为符合要求。

为了提高校正精度，也可用两只千分表同时进行校正。将一只千分表的测头触在联轴器端面的垂直方向，另一只千分表的测头触在水平方向。这种校正方法比单表校正麻烦一些，但比较精确。

皮带轮安装:中小型活塞式制冷压缩机一般都采用三角皮带传动。三角皮带有 O、A、B、C、D、E、F 七种型号。O 型传递功率最小,后面几种型号传递功率依次递增,各型号三角皮带适用的功率范围及推荐的三角皮带型号见表 4-4-1。

安装皮带轮时应注意电动机皮带轮与压缩机皮带轮之间的相对位置和皮带的拉紧程度。两轮之间的相对位置偏差过大,会造成皮带自行滑脱,并加速皮带的磨损;皮带拉的过紧,会造成压缩机轴或电动机轴发生弯曲,加速主轴承过早地发生磨偏;且皮带处于大的张力下会缩短寿命,张得过松又会因打滑影响功率的传递。

检查两轮之间相互位置偏差可用直尺或拉线的方法进行(见图 4-4-6),用调整电动机位置的方法使两轮位于同一直线上。

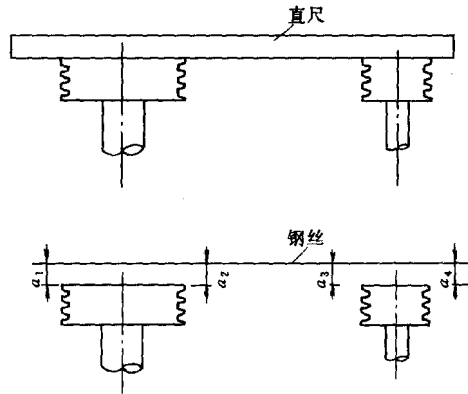


图 4-4-6

表 4-4-1

三角皮带型号选用表

传递功率	0.4~0.75	0.75~2.2	2.2~3.7	3.7~7.5	7.5~20	20~40	40~75	75~150	150 以上
推荐三角皮带型号	O	O、A	O、A、B	A、B	B、C	C、D	D、E	E、F	F

检查皮带的拉紧程度,经验做法是用食指压两轮中间的一条皮带,能压下 20mm 为宜。

另外,在固定电动机滑轨时,应留出皮带使用伸延后调整电动机的余量,以便于调整皮带的松紧度。

对于一般活塞式制冷机的拆卸与清洗问题,一般认为在技术文件规定的期限内,如外观完整、机体无损伤和锈蚀等情况则不必全面拆洗。仅要求拆卸缸盖,清洗油塞、气缸内壁、连杆、吸排气阀,以及打开曲轴箱盖,清洗油路系统,更换箱内润滑油等。

## (二) 活塞式制冷机辅助设备安装

活塞式制冷机辅助设备在安装前或就位后,应用 0.6MPa 的压缩空气将内部彻底吹洗干净,不得有污物、铁屑等存留在设备内。

对冷凝器、贮液器、蒸发器、油分离器等受压容器,还应进行强度试验和严密性试验。如果同时具备下列三个条件时,可不做强度试验,仅做严密性试验。一是在制造厂

已做过强度试验，并且有合格证；二是无损伤和锈蚀现象；三是在技术文件规定的期限内安装。如果在运输、装卸途中有损伤或有意外情况不符合上述三个条件时，需做强度试验。

强度试验以水为介质。试验压力应按技术文件规定的压力值进行。若无规定，可按表 4-4-2 的压力值进行。

表 4-4-2 试验压力值 mPa

工作压力 $p$	试验压力 $P_s$	工作压力 $p$	试验压力 $P_s$
$p < 0.6$	$P_s = 1.5p$	$p > 1.2$	$P_s = 1.25p$
$p = 0.6 \sim 1.2$	$P_s = p + 0.3$		

水压试验装置见图 4-4-7，试验时先打开阀门 5、6、7 和排气阀 8，由自来水管 11 向水槽和设备内充水，当水槽内的水足够试压用时，关闭阀门 5，当设备内水位至阀门 8 处，见水后，再将阀门 6、8 关闭，然后开启阀门 4，启动试压泵 1 对设备加压。

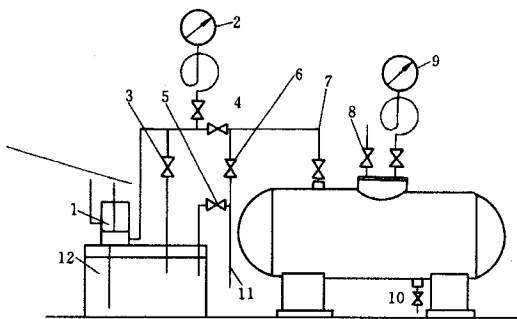


图 4-4-7 水压试验装置

- 1—试验泵；2、9—压力表；3、6—阀门；7—进水阀门；  
8—出气阀门；10—排水阀门；11—自来水管；12—水槽

强度试验压力值（MPa）在加压过程中，压力应缓慢均匀地上升，一般每分钟不超过 0.15MPa。当压力升至 0.3-0.4MP 时，应进行一次检查。如果有漏水处，应泄压排水进行修补，然后继续试压，当压力达到试验压力时，停加压，关闭阀门 4，使设备在试验压力下维持 5min，此时可不做详细检查，然后稍启阀门 4、3，使压力降至工作压力时进行检查。检查时用小锤沿焊缝两旁 150mm 处轻轻敲击，如果没有渗漏和变形，同时压力表上的压力值也无下降，则水压试验合格。

若严密性试验的介质为干燥空气或氮气，其方法可参照系统的严密性试验进行。对于卧式壳管式冷凝器，进行严密性试验时，应将筒体两端的封盖拆下以便检漏。为防止系统停止运行后，卧式蒸发器及卧式冷凝水侧的冷冻水或冷却水渗漏到制冷剂系统内，严密性试验合格后，最好用 0.5MPa 的自来水对水倒作水压试验，稳压 15min 后，压力无下降为合格，方法与强度试验一样。

### 1. 冷凝器与贮液器的安装

(1) 立式冷凝器安装。立式冷凝器一般安装在室外冷却水池上部的槽钢上或钢筋混凝土水池盖面上。

安装于槽钢上(见图4-4-8)的安装方法是,先在混凝土水池口上预埋长300mm,宽度与池壁厚相同,厚度为10mm的钢板预埋件。

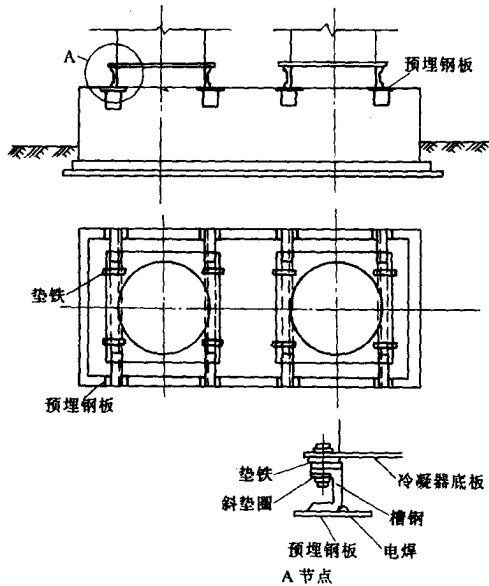


图4-4-8 立式冷凝器安装

安装时先将槽钢按冷凝器底板地脚螺栓孔尺寸及位置钻上孔,将槽钢放在预埋钢板上,再将冷凝器吊装到槽钢上,并用螺栓固定,然后对冷凝器找垂直,不符合要求时用垫铁调整,达到要求后将槽钢、垫铁及预埋钢板用电焊固定。

安装于钢筋混凝土水地盖上的安装方法是,先将混凝土水池盖上按冷凝器地脚螺栓位置预埋地脚螺栓,待牢固后将冷凝器吊装就位。冷凝器就位前应在四脚地脚螺栓旁放上垫铁,以调整冷凝器的垂直度,找垂直后拧紧地脚螺栓,即将冷凝器固定。垫铁留出的空间应用混凝土填塞。

立式冷凝器安装后应使其垂直,允许偏差不得大于 $1/1000$ 。测量偏差的方法是在冷凝器顶部吊一线锤,测量筒体上、中、下三点距锤线的距离, $X$ 、 $Y$ 方向各测一次(见图4-4-9), $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 的差值不大于 $1/1000$ 为合格。

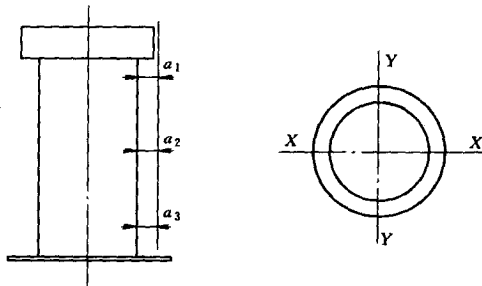


图4-4-9 立式冷凝器找垂直

吊装冷凝器时，不允许将绳索绑扎在连接管上，应绑扎在筒体上。立式冷凝器的重心较高，就位后应采取措施防止其摇摆或倾倒。

待冷凝器牢固地固定后，再安装梯子、平台、顶部水槽等附件。

(2) 卧式冷凝器与贮液器安装。卧式冷凝器与贮液器一般安装于室内。为满足两者的高差要求，卧式冷凝器可用型钢支架安装于混凝土基础上，也可直接安装于高位的基础。为充分节省机房面积，通常的方法是将卧式冷凝器与贮液器一起安装于钢架上（见图 4-4-10）。

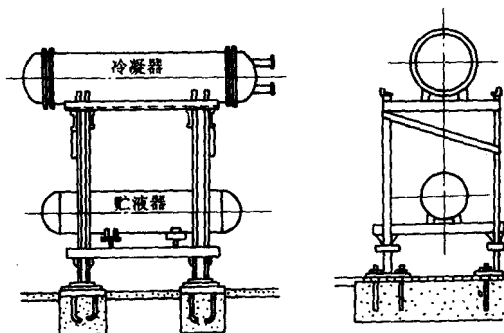


图 4-4-10 卧式冷凝器与贮液器安装

卧式冷凝器与贮液器一起安装于钢架上时，钢架必须垂直，应用吊垂线的方法进行测量。设备的水平度主要取决于钢架的水平度，焊接钢架的横向型钢时，要求用水平仪进行测量。因型钢不是机加工面，仅测一处，误差较大，应多选几处进行测量，取其平均值。

卧式冷凝器与贮液器对水平度的要求，一般情况下，当集油罐在设备中部或无集油罐时，设备应水平安装，允许偏差不大于  $1/1000$ 。当集油罐在一端时，设备应设  $1/1000$  的坡度，坡向集油罐。

冷凝器与贮液器之间都有一定的高差要求，安装时应严格按照设计要求进行，不得任意更改高度，一般情况下，冷凝器的贮液回应比贮液器的进液口至少高 200mm（见图 4-4-11）。

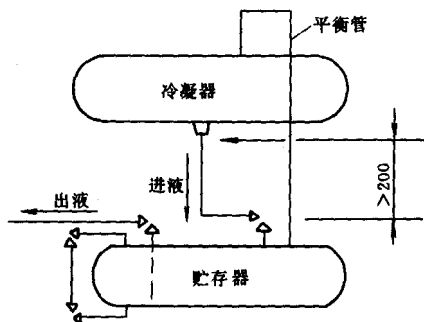


图 4-4-11 冷凝器与贮液器的高差要求

卧式高压贮液器顶部的管接头较多，安装时不要接错，特别是进、出液管更不得接

错。因进液管是焊在设备表面的，而出液管多由顶部表面插入筒体下部，接错了不能供液，还会发生事故。因此应特别注意，一般进液管直径大于出液管的直径。

## 2. 蒸发器的安装

(1) 立式蒸发器的安装。立式蒸发器一般安装于室内保温基础上，见图 4-4-12。

蒸发器水箱基础在设计无规定时可按下述方法施工：先将基础表面清理平整，尘土清除干净，然后在基础上刷一道沥青底漆，用热沥青将油毡铺在基础上；在油毡上每隔 800~1200mm 处放一根与保温层厚度相同的防腐枕木，并以 1/1000 的坡度坡向泄水口，枕木之间用保温材料填满，最后用油毡热沥青封面。

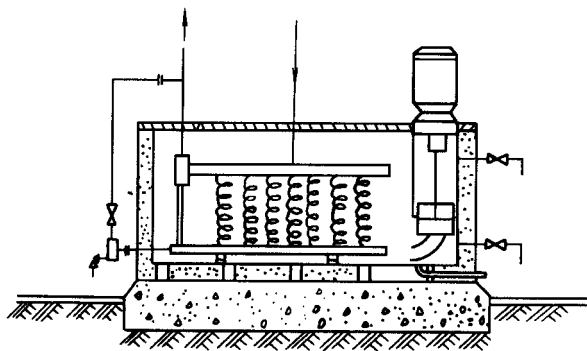


图 4-4-12 立式蒸发器安装

基础保温施工完后，即可按装水箱。水箱就位前应作渗漏试验，具体作法是：将水箱各处管接头堵死，然后灌满水，经 8~12h 不渗漏为合格。吊装水箱时，为防止水箱变形，可在水箱内支撑木方或其他支撑物。

水箱就位后，将各排蒸发管组吊入水箱内，并用集气管和供液管连成一个大组，然后垫实固定。要求每排管组间距相等，并以 1/1000 的坡度坡向集油器。

安装立式搅拌器时，应先将刚性联轴器分开，取下电动机轴上的平键，用油砂布、汽油或煤油将其内孔和轴进行仔细的除锈和清洗。清除干净后再用刚性联轴器将搅拌器和电动机连接起来，用手转动电动机轴以检查两轴的同心度。转动时搅拌器不应有明显的摆动，然后调整电动机的位置，使搅拌器叶轮外圆和导流筒的间隙一致。调整后应将安装电动机的机架型钢与蒸发器水箱用电焊固定。

由制造厂供货的立式蒸发器均不带水箱盖板，为减少冷损失，必须设置盖板。通常的方法是用 5cm 厚，并经过刷油防腐的木板做成活动盖板。

(2) 卧式蒸发器的安装。卧式蒸发器一般安装于室内的混凝土基础上，用地脚螺栓与基础连接。为防止冷桥的产生，蒸发器支座与基础之间应垫以 50mm 厚的防腐垫木。垫木的面积不得小于蒸发器支座的面积。

卧式蒸发器的水平度要求与卧式冷凝器及高压贮液器相同。可用水平仪在筒体上直接测量，一般在筒体的两端和中部共测三点（见图 4-4-13），取三点的平均值作为设备的实际水平度。不符合要求时用平垫铁调整，平垫铁应尽量与垫木纹的方向垂直。

## 3. 油分离器的安装

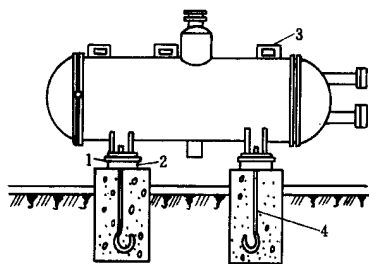


图 4-4-13 卧式蒸发器安装

1—平垫铁；2—垫木；3—水平仪；4—地脚螺栓

油分离器多安装于室内或室外的混凝土基础上，用地脚螺栓固定，垫铁调整，见图 4-4-14。

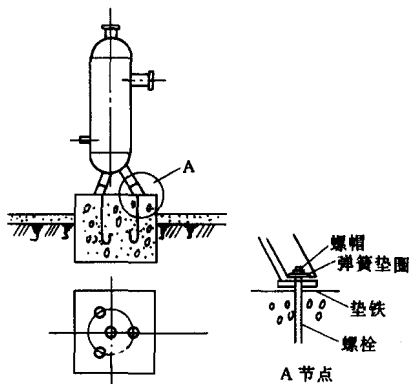


图 4-4-14 油分离器的安装

安装油分离器时，应弄清油分离器的型式（洗涤式、离心式或填料式），进、出口接管位置，以免将管接口接错。对于洗涤式油分离器，安装时应特别注意与冷凝器的相对高度，一般情况下，洗涤式油分离器的进液口应比冷凝器的出液口低 200~250mm，见图 4-4-15。

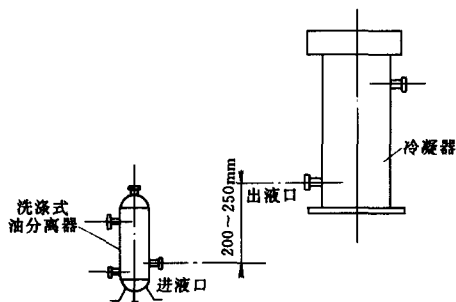


图 4-4-15 洗涤式油分离器

油分离器应垂直安装，允许偏差不大于 1.5/1000，可用吊垂线的方法进行测量，也可直接将水平仪放置在油分离器顶部接管的法兰盘上测量。符合要求后拧紧地脚螺栓将油分离器固定在基础上，然后将垫铁点焊固定，最后用混凝土将垫铁留出的空间镇实



(即二次灌浆)。

#### 4. 空气分离器的安装

目前常用的空气分离器有立式和卧式两种形式，一般安装在距地面 1.2m 左右的墙壁上，用螺栓与支架固定，见图 4-4-16。

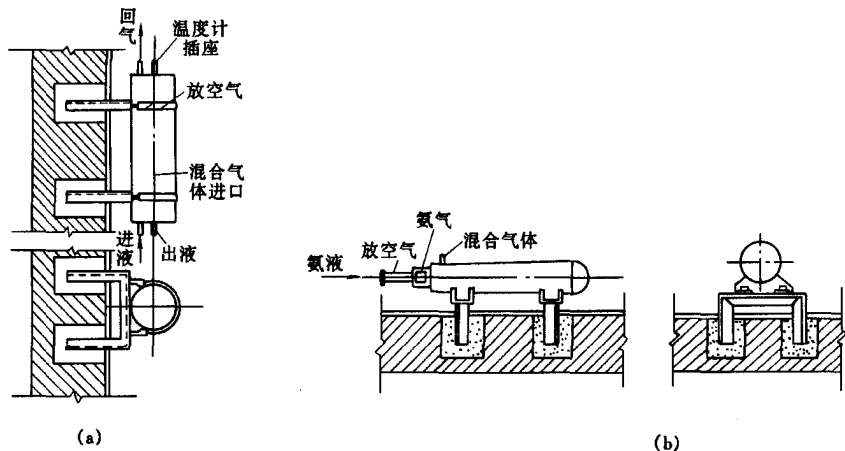


图 4-4-16 空气分离器的安装

(a) 立式空气分离器安装；(b) 卧式空气分离器安装

安装的方法是：先做支架，然后在安装位置放好线，打出埋设支架的孔洞，将支架安装在墙壁上。待埋设支架的混凝土达到强度后，将空气分离器用螺栓固定在支架上。

#### 5. 集油器及紧急泄氨器的安装

集油器一般安装于地面的混凝土基础上，其高度应低于系统各设备，以便收集各设备中的润滑油，其安装方法与油分离器相同。

紧急泄氨器一般垂直地安装于机房门口便于操作的外墙壁上，用螺栓、支架与墙壁连接，其安装方法与立式空气分离器相同。

紧急泄氨器的阀门高度一般不应超过 1.4m。进氨管、进水管、排出管均不得小于设备的接管直径。排出管必须直接通入下水管中。

## 二、溴化锂吸收式制冷机组安装

溴化锂吸收式制冷机组主要用于大型中央空调及需制取低温水的地方提供冷源，如大型办公大楼、旅馆、饭店、百货商场、影剧院、工厂、油田等空调及低温水制取。机组的特点是：体积小、重量轻、占地面积小。

现在机组采用高效强化传热铜管新材料，由于传热系数大幅度提高，体积重量可大幅度减小，机组比原产品体积约减小 50%，占地面积约减少 40%，重量减少 25%，减小了用户机房面积和机组溶液的充填量。

设备到货后，开箱前首先要核对设备名称、型号、规格和箱号，确认无误后，方可开箱检查。开箱时，不得损坏箱内设备或零部件。

开箱后，对设备进行清点检查，作出记录和鉴定，并填写《设备开箱检查记录单》，作为移交凭证。

主要清点机组的零件、部件、附件。附属材料以及设备的出厂合格证和技术文件是否齐全。如发现缺陷、损坏、锈蚀、变形、缺件等情况，应填入记录单中，并进行研究和处理。

根据设备实际尺寸，检查基础制做是否符合要求，在基础上画出设备就位的纵横基准线。

机组在搬运及安装时，要注意不要碰坏设备上的阀门，管线及电气箱等部件。

图 4-4-17 为上海冷冻机厂生产的 SXZ6-36D、SXZ6-60D、SXZ6-84D、SXZ6-115D 高效传热管 SXZ 系列溴化锂吸收式冷水机组外形尺寸及配管图。

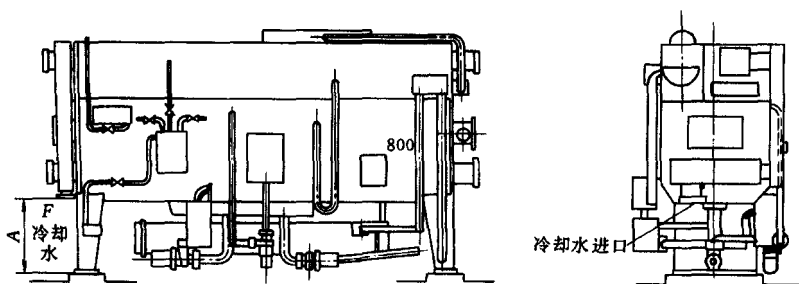


图 4-4-17 溴化锂吸收式冷水机组外形及配管图

### 三、螺杆冷水机组安装

螺杆制冷压缩机是近年来发展的一种新型制冷设备，主要应用在低温加工贮藏、运输和低温试验；以及大型建筑的空气调节等。机组基础尺寸见图 4-4-18。

冷水机组由压缩机、电动机、联轴器、油分离器、油冷却器、油泵、油过滤器、吸气过滤器、控制台等组成，安装在同一底座上。图 4-4-19 为 LSLGF500 型螺杆冷水机组外形尺寸图。

该机组的特点是转速高、体积小、重量轻、效率高、占地面积小；震动小、运转平稳、操作方便、宜于维护管理，安装方便等特点。

在安装前，首先核对基础尺寸是否正确，地脚螺栓孔的位置、尺寸、深度是否对。并清理螺栓孔，其余开箱检查，放线等内容同溴化锂吸收式制冷机组。

### 四、直燃式溴化锂冷温水机组安装

主要以溴化锂为冷媒，以燃料（轻油、重油、燃气）为动力，可同时应用在空调制冷、采暖及热水供应等方面。图 4-4-20 为 V 型直燃机外形尺寸图。

(1) 设备到位之前应做完粗坯基础。机组就位水平度及机脚与基础面的接触方法很重要。水平校核测量要求：前后水平度以煎后管板顶端为测点；左右水平度以中隔板为

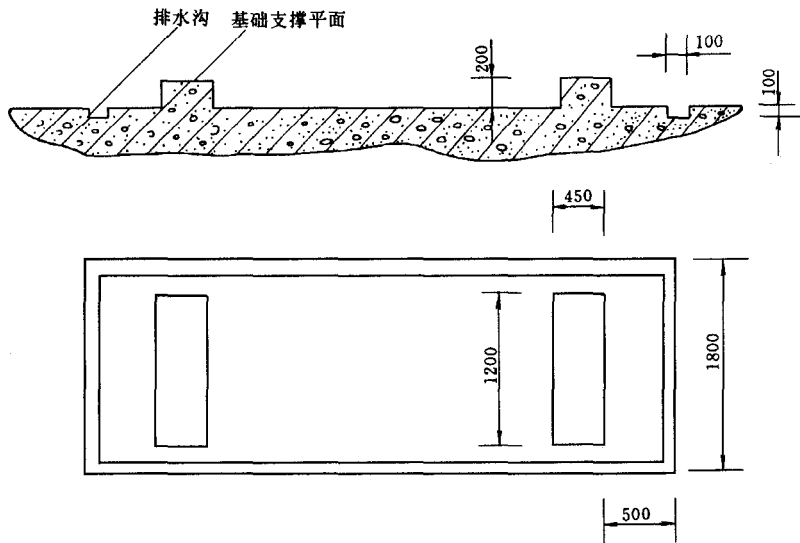


图 4-4-18 机组基础尺寸图

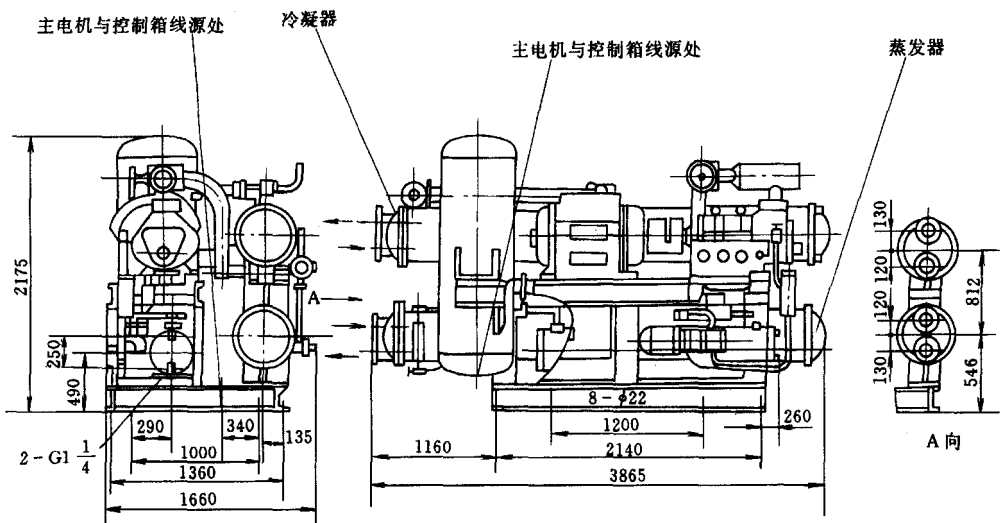


图 4-4-19 LSLGF500 型外形尺寸图

测点, 允许最大不平度 0.8%。(即每米不平度 0.8mm)。机脚与基础面接触要求先在基础上垫一块与基脚尺寸相当的钢板(厚  $\delta 5 \sim 10$ ), 然后在钢板上垫同样大的工业橡胶板(原  $\delta 5 \sim 10$ ), 最后将机脚落上去。经过水平校核, 将低的地方抬高, 塞入垫铁, 至完全水平后, 填满混凝土, 洒水保养, 见图 4-4-21。

### (2) 水系统施工注意事项。

- 1) 机组冷温水、冷却水入口处必须设橡胶软接头或金属软管。
- 2) 管路及阀门安装位置应不妨碍揭开水盖清洗换热器时必须的空间; 不宜从机组的上部穿过, 以免管路施工及维修时损伤机组。
- 3) 管径应等于或大于机组接口管径(以流速不超过  $3\text{m/s}$  为限), 弯管的曲率半径

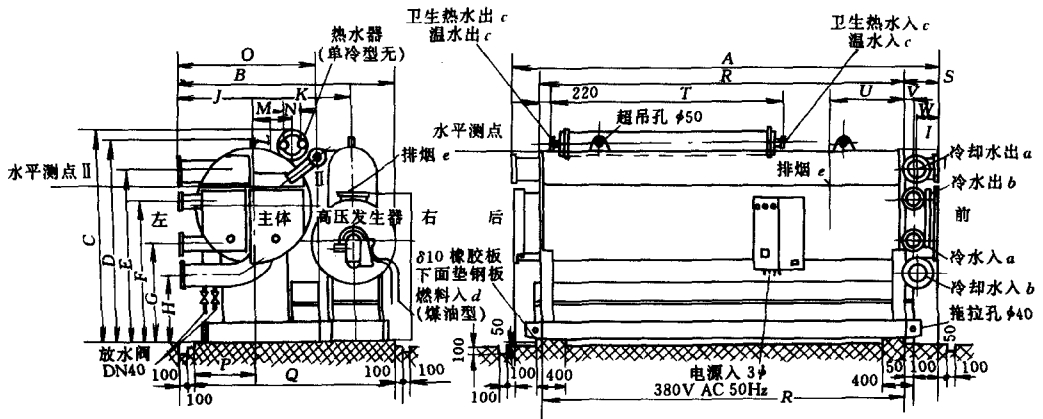


图 4-4-20 V 型直燃机组外形尺寸图

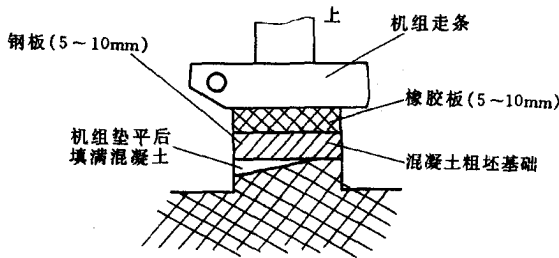


图 4-4-21

应大些，不宜拐直角弯，以减少管内流动阻力。

4) 管路最低处应设排水阀，最高处应设自动排气阀（排气阀不能设于水泵入口段）。

5) 应在机组外接管口附近设置压力表和温度计，其方位应便于观察（压力表盘面应在机组电控柜前能观看到）。应在冷却水主管上设置流量计，以便于掌握机组负荷状况。

6) 所有机外管路阀门应设承重支架式吊架。不允许其重量加到机组上。

7) 冷却水管路、阀门应在试压合格后进行保温和防凝水处理。

### (3) 机房施工注意事项。

1) 机房通风应良好。通风不良将导致机组运转所需空气量不足（必要空气量  $18\text{m}^3/10^4\text{kcal}$ ）（ $10^4\text{kcal} = 4.1868 \times 10^4\text{kJ}$ ），并会引起机房潮湿，腐蚀机组。

2) 机房应有排水设施。因为机组接管处不可避免的会产生凝结水，且外部系统管路阀门可能产生渗漏。遇到停电等紧急情况时，还必须从水盖排出大量的冷却水，一旦机房集水，将引发电路故障和机组锈蚀。

### (4) 排气系统施工注意事项。

1) 可以与同种燃料的直燃机、锅炉共用烟道，但不能与非同种燃料或其他类型设备（如发电机）共用烟道。

2) 共用烟道截面尺寸之和应乘以 1.2 以上的系数。

3) 共用烟道联接必须采用插入式。每台机组排气口应设风门和防爆门。

4) 烟道材料应耐用 20 年以上, 宜采用  $\delta 3 \sim 4$  普通钢板 (如用不锈钢板, 则可减薄一半)。烟囱最好采用砖、混凝土制作, 在其内侧衬以耐火混凝土 (由矾土水泥、耐火砖渣配成), 如因条件限制, 须采用钢制烟囱, 其钢板厚度应不少于  $\delta 4\text{mm}$ 。

5) 钢制烟道、烟囱应予保温, 室外部分应予以防水。保温材料按耐热  $400^{\circ}\text{C}$  进行设计, 厚度  $30 \sim 50\text{mm}$  可用硅酸铝棉、玻璃纤维棉、岩棉等。外包玻璃纤维布; 防水材料最好用铝箔或不锈钢板、镀锌钢板, 在其接口处填树脂胶等材料密封。

6) 在直管段较长处设伸缩器, 在法兰口垫石棉绳。切不可让膨胀力压在机组上。

7) 附件。

· 烟囱口务必设防风罩, 防雨帽及避雷针。

· 共同烟道必须设置防爆门, 设置在风门与机组之间, 以免机组误起动造成意外。烟道内不可避免的会产生凝结水, 如不及时排除, 会造成钢板腐蚀及烟道结垢, 排水管直采用水封弯结构, 连续排除凝水。

· 在立式烟囱底部应设除灰门, 在横向烟道适当部位应设置检查门。在所有检查门及法兰处, 以石棉带密封。穿越屋顶的烟囱应在烟囱壁上焊接挡水罩。

· 穿越屋顶或墙壁的烟道、烟囱应用石棉绳或岩棉保温, 以免膨胀和导热影响建筑物。烟道重量应由支吊架承受, 不能压到机组上。

· 排气口方位选择。距冷却塔  $12\text{m}$  以上或高于塔顶  $2\text{m}$  以上, 尽可能不暴露于商业、文化区, 以免影响市容。尽可能让机房人员方便观察, 以便于及时观察排烟情况。并且比周围  $1\text{m}$  以内的建筑物高出  $0.6\text{m}$  以上。

· 烟道焊缝必须严密, 烟道上所有螺母、螺栓的丝扣均应涂上石墨粉以利拆卸。排气系统见图 4-4-22。

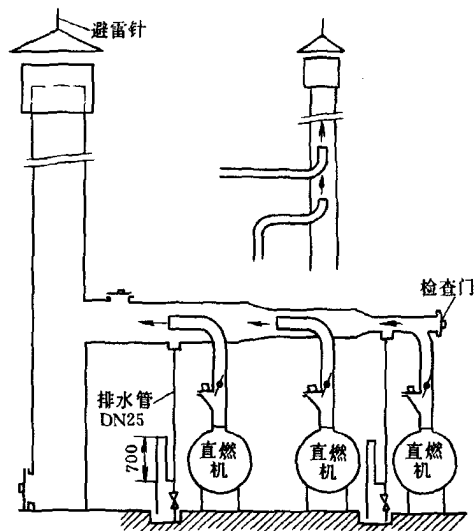


图 4-4-22 排气系统简图

(5) 燃气系统施工要领。

1) 燃气包括天然气、城市煤气、液化石油气、油制气等, 由于其使用方便、成本低、环境污染小正逐步被广泛应用。

2) 在机房内设有 3 台以上机组时 (或地下室机房), 一定要安装泄漏检测报警器。

3) 所有连接管应进行气密性试验, 以 0.4MPa 压缩空气试压, 用肥皂液检漏。

4) 机房一定要有良好的通风条件, 保持 24h 通风。

(6) 燃油系统施工要领。

1) 在燃油系统与常规燃油锅炉供油系统基本一致, 可参照有关规范进行施工。

2) 过滤器选型和设置位置非常重要, 如果杂物流入燃烧机, 将导致燃烧恶化、爆燃、熄火, 会在短时间内使燃烧机油泵、电磁阀损坏。

3) 至少设置 2 级过滤器, 油箱处设“中燃油过滤器”(30 目/in,  $d = 0.25$ ) 燃烧机入口处设“细燃油过滤器”(60 目/in,  $d = 0.14$ ); 如果设有双级油箱, 则应在贮油箱与日用油间设一个“中燃油过滤器”。

4) 切不可用不规格的过滤器代用 (滤网孔径不能大于 0.25mm)。

5) 油输送管路宜采用无缝钢管焊接, 进行 0.8MPa 水压试验, 确保不漏。施工前应彻底除尽管内锈渣。

6) 管子管径一般采用 DN5 或 DN20。

7) 在施工中应避免形成集气弯和集污弯, 在管道最低处应设排污阀。

8) 多机组共用管道, 尽可能采用单管系统, 如只能采用双管, 则回流管不能共用, 应分别回到油箱。

9) 双管系统适合于油箱无法高于机组的场合, 双管系统回流管绝不能设任何阀门。

10) 单管系统适合于油箱较高场合, 在燃烧机附近, 应设自动排气阀。

11) 大于  $5\text{m}^3$  贮油箱应设于室外, 可以埋在地下。油箱应设置检查孔 (人孔), 通向地面, 亦应设呼吸阀和油位探针。油泵设置场所应有良好通风且应避免阳和避雨。

12) 油箱附近 6m 范围内不允许有火源,

油箱周围应通风良好。油箱房应备灭火器。图 4-4-23、图 4-4-24 为燃油系统示意图。

(7) 机组保温

1) 应在机组调试后进行保温施工。高压发生器、热水器、溶液热交换器及相关管道需要保温, 保温材料耐热 (长期耐热能力) 应大于或等于  $180^\circ\text{C}$ 。

2) 蒸发器及相关管道、水泵、水槽盖板需要保冷, 保冷材料应具有不吸水、不透气性, 外表应贴一层防潮胶布。

3) 保温施工注意事项。

·不能在机组上施焊, 应以胶粘方式固定保温销钉 (保温板通常直接粘贴于机体)。

·不能损伤机身电气线路器材。

·不能遮盖视镜、测温管、阀门、排污丝堵。

·外表应整洁美观。

(8) 安装运输注意事项。

1) 机组搬运时, 要在机下垫滚杠, 拖拉时只能挂走条拖拉孔, 注意避免走条变形。

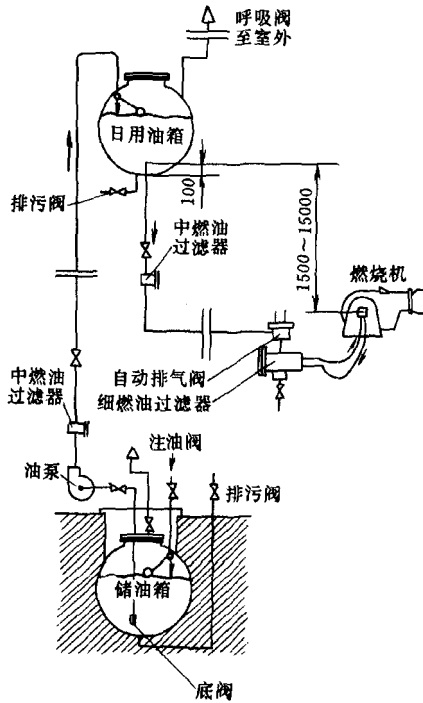


图 4-4-23

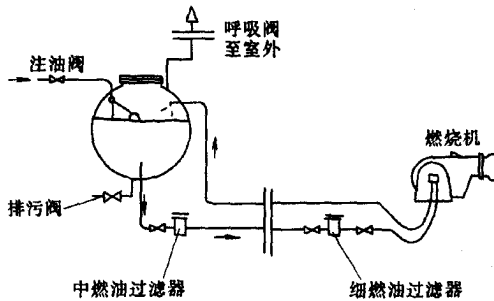


图 4-4-24 双管系统

要使整个机组着力均匀。避免将机组扭伤变形。

2) 吊装时以机组顶部吊耳为着力点，起吊张角必须小于  $90^\circ$ 。

3) 搬运、吊装时，安装人员切勿乱动阀门或碰伤、拉伤机身，如造成泄漏将引起机组腐蚀。

## 第二节 制冷管道及阀门安装

### 一、常用管材

目前,氨制冷系统普遍采用无缝钢管,氟利昂系统普遍采用紫铜管,表4-4-3所示为常用紫铜管规格。当氟利昂系统所需管径较大( $\geq 25\text{mm}$ 时),为了节省有色金属,则应采用无缝钢管。

表 4-4-3 常用紫铜管规格

公称直径 (mm)	外径×壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)	公称直径 (mm)	外径×壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)
1.5	$\phi 3.2 \times 0.8$	0.05	14	$\phi 16 \times 1$	0.419
2	$\phi 4 \times 1$	0.084	16	$\phi 19 \times 1.5$	0.734
4	$\phi 6 \times 1$	0.14	19	$\phi 22 \times 1.5$	0.859
8	$\phi 10 \times 1$	0.252	22	$\phi 25 \times 1.5$	0.983
10	$\phi 12 \times 1$	0.307			

### 二、管道与阀门清洗

制冷管道内如果有细小杂物存在,会被带入压缩机的气缸内,磨损活塞和气缸壁或堵塞节流阀。所以在安装前要将管道内外壁的铁锈、污物清除干净,由于制冷机在运行过程中不允许有水分,制冷系统内应保持干燥。

由于制冷阀门出厂前涂有防锈油,为防止其污染系统内润滑油及制冷剂,影响制冷效果,故各种阀门(除安全阀外)均应在安装前用煤油或工业气油清洗,除去油污。清洗完毕后将内外壁擦干,封闭进出口,妥善保存,等待安装。但如在技术文件规定的期限内可不进行解体清洗及强度和严密性试验。

### 三、制冷管道安装

总的要求:一是工艺管道不宜长,使系统的阻力尽可能小,阻力增大则吸排气管道压力降会增加,导致压缩机制冷量下降,运转费用增加;二是保证设备运转安全可靠。具体规定如下:

(1) 管路内不能产生气囊或液囊,即输液的水平管不能向上凸成 $\Omega$ 形,吸气水平管上不能下凹成呈U形,否则会造成气阻和液囊,见图4-4-25。



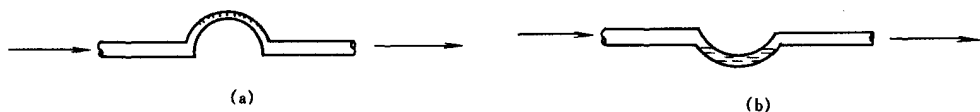


图 4-4-25

(a) 气囊 ; (b) 液塞

(2) 从液体干管中接出支管, 应从干管的底部或侧面接出; 从气体干管引出支管, 应从干管顶部或倒部接出。这样就可以避免产生气囊或液塞。

(3) 系统内尽量减少弯管, 若要使用弯管, 其弯曲半径宜为  $3.5 \sim 4D$ , 椭圆率不大于  $8\%$ , 不得用焊接弯管 (虾壳弯) 及褶皱弯管或弯曲半径为  $1 \sim 1.5D$  的压制弯管。三通支管应以  $90^\circ$  弯管顺着流动方向由干管接出, 见图 4-4-26。

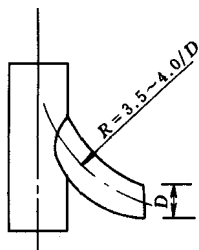


图 4-4-26 弯管弯曲半径

(4) 管道与压缩机或其他设备相接时, 不得因下料尺寸不准确而强制对口, 以减少附加在设备上的内应力, 气管的连接应注意防止开车时有湿蒸汽进入气缸; 且须防止润滑油从蒸发器也跟着流进压缩机。

由于制冷剂与润滑油的互溶性不同, 吸气管应根据所用制冷剂确定不同坡向。如 R12 为良溶类, R22 为可溶类, 因此氟里昂吸气管水平段坡向应与气体流动方向一致, 即坡向压缩机, 使润滑油能顺利流回压缩机的曲轴箱内, 但为了阻止大量的氟里昂液体及润滑油冲入压缩机, 在吸气立管前应设 U 形管, 见图 4-4-27。

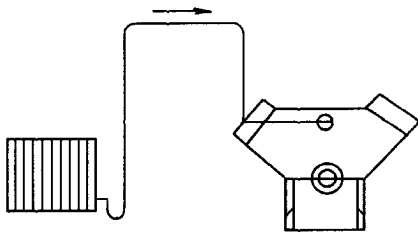


图 4-4-27 吸气管前

R717 属于难溶类, 所以吸气管水平段应坡向蒸发器 (逆向), 防止液氮流入气缸而引起冲缸。

(5) 采用密封垫料应注意氟里昂能使天然橡胶溶解、膨胀, 所以氟里昂管道不能用天然橡胶作法兰垫料, 否则会引起制冷剂泄漏。应采用氯丁橡胶或丁腈橡胶等合成橡胶。丝扣部分宜采用聚四氟乙烯生料带。

(6) 接压缩机的吸、排气管道必须设单独支架, 这样压缩机可不承受管道重力。管径大于或等于 20mm 的铜管由于管径小、刚性差, 若管段跨距较大易产生挠度, 尤其在设置阀门的部位更会产生管段弯曲变形, 因此, 在阀门处也应增设支架。

## 四、制冷阀门安装

制冷阀门, 由于用途不同, 在安装时有以下特殊要求:

(1) 有方向性的阀门应按规定的流动方向安装, 不得装反。如截止阀应是“低进高出”, 这样流动阻力较小, 易于开关。阀口上方的填料部分, 无论是开启还是关闭总是处于流体压力较低的一侧, 不易发生泄漏。而热力膨胀阀根据它的构造原理则要求上进下出, 见图 4-4-28。如接反了会发生故障。所以在安装时要注意阀门上标注的指示方向应与系统流动方向一致。

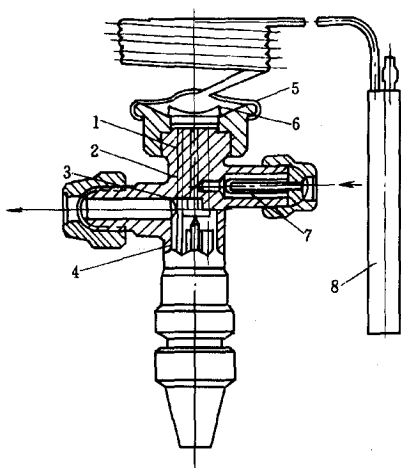


图 4-4-28 热力膨胀阀示意图

1—阀体; 2—传动杆; 3—阀座; 4—阀针; 5—气箱盖;

6—波纹薄膜; 7—过滤网; 8—感温包

(2) 有手柄的阀门, 手柄不得向下安装, 向上安装启闭操作, 维修更换填料均较方便和安全可靠。由于氟里昂制冷剂渗透能力特别强, 所以氟里昂专用阀门一般不用手柄, 而是用扳手调节后, 用阀帽将阀的顶部封住, 这样可以有效地增强防漏效果。

(3) 热力膨胀阀是制冷系统中的重要阀件之一。热力膨胀阀设于蒸发器进口处的供液管上, 依靠附着于蒸发器出口端回气管上的感温包, 根据蒸发器回气过热度大小, 自动调节阀门的开启度, 以调节进入蒸发器的制冷剂流量, 与此同时, 并将高压液态制冷剂膨胀, 压力降到与蒸发压力相同的低温、低压状态。

安装时, 感温包的位置应低于热力膨胀阀本体, 感温包所感受的过热度饱和压力可以通过毛细管传递到膜片上方。如感温包高于膨胀阀时, 会使感温包内的流体倒流入膨胀阀的薄膜上方, 则薄膜上方承受的力是液体重量, 而温包内液体减少, 就不能正确反映回气管过热度的变化。所以热力膨胀阀的位置应高于感温包。

空调系统感温包一般是扎在蒸发器出口水平及平直的回气管段四，但要注意不能放在有集液的吸气管处，否则会引起膨胀阀的误操作，而且应尽可能接近蒸发器。另外，为了提高感温包的灵敏度，感温包用金属片固定在吸气管上以后，用不吸水的隔热材料将两管扎紧，使之与环境隔热。

(4) 电磁阀是以电磁力作为动力的一种自动阀门，它安装在输液管上，通常与压缩机同步工作，配合压缩机停、开而自动切断或接通。压缩机停车时，切断液体进入蒸发器，以防再开车时，低温蒸汽吸入压缩机而产生液击。要求电磁阀垂直安装在水平管上，以防止铁芯被卡住。

### 第三节 制冷系统试验及试运转

主要分为单机试运转、系统试验及系统试运转。活塞式压缩机为单体安装型式（即集中式配套型式）的制冷设备，一般要进行单机试运转及系统试验与试运转。分离组装型式或整体组装式制冷设备，如出厂已充注规定压力的氮气密封，且机组内压力没有变化时可仅作系统试验中的真空试验，充控制冷剂及进行系统试运转。整体组装式制冷设备，如出厂已充注制冷剂，且机组内压力无变化时，可只作系统试运转。

#### 一、单机试运转

分无负荷试运转与空气负荷试运转两个部分。单机试运转前，应检查设备安装质量、机体各紧固件是否拧紧、仪表和电气设备是否调试合格。各项都符合要求后才能试车，并做好记录。

无负荷试运转不少于 2h；空气负荷试运转不少于 4h（排气压力 0.25MPa）；油位正常，油压比低气压力高 0.15~0.29MPa；气缸套的冷却水的进水温度应低于 35℃，出水温度应低于 45℃；排气温度不超过 130℃；油温及各摩擦部位温度应符合各机的规定要求。

#### 二、系统试运转

分为系统吹污、气密性试验、真空试验、充注制冷剂四个阶段进行。

##### (一) 系统吹污

虽然管路系统在安装前已经过清洗，但为了避免整个系统内残存杂质而影响运转，故需对整个系统进行吹污。吹污时，所有阀门（除安全阀外）处于开启状态。氨系统吹污介质为干燥空气，氟里昂系统可用氮气。吹污压力为 0.58MPa。一般选择最低点作为排污口，用白布放置在排污口 300mm 至 500mm 处观察，5min 内白布上无污物，则认为合格。吹污时难免有少量杂物滞留在阀门里，因此吹污结束后将阀芯拆下清洗，并吹干。

## (二) 气密性试验

试验压力见表 4-4-4。试验时间共计 24h，应前 6h 压降不大于 0.03MPa，后 18h 压力无变化（除去因环境温度变化而引起的误差外）为合格。

表 4-4-4 系统气密性试验压力 MPa

系统压力	活塞式制冷机			离心式制冷机
	R <sub>717</sub>	R <sub>22</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>11</sub>
低压系统	1.18		0.91	0.091
高压系统	1.77		1.57	0.091

环境温度变化而影响的压差可按式修正

$$p_2 = p_1 \frac{273 + t_2}{273 + t_1} \text{MPa}$$

式中  $p_1$ 、 $t_1$ ——试验开始时的压力及温度；

$p_2$ 、 $t_2$ ——试验终了时的压力及温度。

## (三) 真空试验

以剩余压力表示，保持时间也是 24h。氨系统的试验压力不 0.0080MPa，24h 后压力基本无变化，氟系统的试验压力不高于 0.0053MPa，24h 后回升不大于 0.0005MPa 为合格。

## (四) 充注制冷剂

首先充适量制冷剂检漏。氨系统加压到 0.1~0.2MPa，用酚酞试纸检漏。氟系统加压到 0.2~0.29MPa，用卤素喷灯或卤素检漏仪检漏。经检查无渗漏方可继续加液（如有渗漏则抽尽所注制冷剂，修补后再试）。充注时，防止吸入空气和杂质。因空气中有水分，进入系统后会加剧对金属的腐蚀，氟系统还会造成“冰塞”现象，破坏系统正常运转，重者会损坏压缩机。对氨系统虽不会产生“冰塞”，也会产生蒸发压力和蒸发温度升高，冷冻水温不易下降，冷量下降，功耗增加等现象。所以，充注时要防止吸入空气。防止空气和水分吸入，可采取以下方法：

(1) 先利用少量制冷剂将临时连接管冲洗一下，以排出管内的空气。

(2) 在充注时，管路中临时串接一只特制的干燥过滤器，容积要大一些（约比全系统大一倍）。让制冷剂先通过干燥过滤器，再进入系统而除去水分。

当第一次灌注氟里昂时，一般采用高压段充灌。在真空试验停车后系统仍处于真空状态，将充液铜管接到压缩机排气截止阀旁通孔上，靠钢瓶内的氟里昂与系统之间的压力差与高度差而自行进入系统。充注氟里昂液体时，切不可启动压缩机，以防发生事故。

## (五) 系统试运转

在系统内充注了额定的制冷剂后才可进行系统试运转。运转前，应首先启动冷凝器的冷却水泵及蒸发器的冷冻水泵或风机，并检查供水量、风量是否满足要求。凡有油泵

设备的应先启动油泵，检查压缩机油面高度、压缩机电机运转方向等，确认无误后方可运转。

正常试运转应不少于 8h。在运转过程中要注意油温、油压、水温是否符合要求。由于带制冷剂与单机试运转不同，不同的制冷剂其排气温度的控制值不同。制冷剂为 R717、R22 时排气温度不得超过 150℃；如为 R12 时，则不得超过 130℃。如果不注意这一点会造成系统试运转正常后，停车时必须按照下列顺序进行；先停制冷机、油泵（离心制冷系统应在主机停车 2min 后停油泵），再停冷冻水泵、冷凝水泵。虽然有些工程在设计时已对电气开关采取了程序控制措施，但施工或管理人员还是应该了解这一程度。

试运转结束后，应清洗滤油器、滤网，必要时更换润滑油。对于氟利昂系统尚需更换干燥过滤器中的硅胶。

整修完毕后，将有关装置调整到准备启动状态。

# 第二部分 通风空调安装工程概预算






## 第五章 通风空调安装工程施工图常用图例和符号

### 一、通风空调设备




通风空调设备图例见表 4-5-1。

表 4-5-1

通风空调设备图例

序号	名称	图例	说明
1	通风空调设备		<p>1. 本图例适用于一张图内只有序号 2 至 9、11、13、14 中的一种设备</p> <p>2. 左图适用于带转动部分的设备，右图适用于不带转动部分的设备</p>
2	空气过滤器		
3	加湿器		
4	电加热器		
5	消声器		

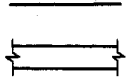
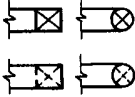
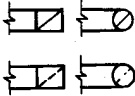

续表

序号	名 称	图 例	说 明
6	空气加热器		
7	空气冷却器		
8	风机盘管		
9	窗式空调器		
10	风机		流向：自三角形的底边至顶点
11	压缩机		
12	减振器		
13	离心式通风机		
14	轴流式通风机		
15	喷嘴及 喷雾排管		
16	挡水板		
17	喷雾室 滤水器		

## 二、通风管道及管件



1. 通风管道 通风管道图例如表 4-5-2 示。

表 4-5-2 通风管道图例

序号	名称	图例	说明
1	风管		
2	送风管		上图为可见剖面 下图为不可见剖面
3	排风管		上图为可见剖面 下图为不可见剖面
4	砖、混凝土风道		




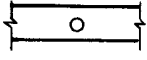
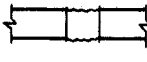


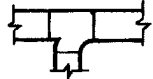
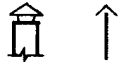


2. 通风管件 通风管件图例见表 4-5-3。

表 4-5-3 通风管件图例

序号	名称	图例	说明
1	导径管		
2	异形管 (天圆地方)		



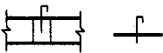

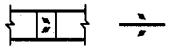


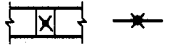

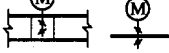
续表

序号	名称	图例	说明
3	带导流片弯头		
4	消声弯头		
5	风管检查孔		
6	风管测定孔		
7	柔性接头		中间部分 也适用于软风管
8	弯头		
9	圆形三通		
10	矩形三通		
11	伞形风帽		
12	筒形风帽		
13	锥形风帽		

### 三、通风空调阀门和风口

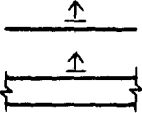
1. 通风空调阀门 通风空调阀门图例见表 4-5-4。

表 4-5-4 通风空调阀门图例

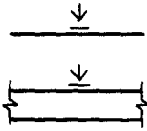
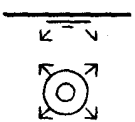
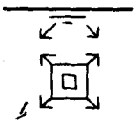

序号	名称	图例	说明
1	插板阀		本图例也适用于斜插板
2	蝶阀		
3	对开式多叶调节阀		
4	光圈式启动调节阀		
5	风管止回阀		
6	防火阀		
7	三通调节阀		
8	电动对开多叶调节阀		

2. 风口 风口图例见表 4-5-5。

表 4-5-5 风口图例

序号	名称	图例	说明
1	送风口		








续表

序号	名称	图例	说明
2	回风口		
3	圆型散流器		上图为剖面
4	方型散流器		下图为平面
5	百叶窗		










## 四、空调用水管道系统

1. 管道及附件 空调用水管道系统及附件图例见表 4-5-6。

表 4-5-6 空调用水管道及附件图例

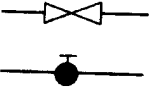
序号	名称	图例	说明
1	管道		用于一张图内，只有一种管道
			用汉语拼音字母表示管道类别
			用图例表示管道类别
2	采暖供水(汽)管 回(凝结)水管		
			
3	保温管		可用说明代
4	软管		

续表





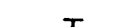

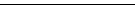
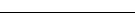
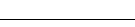



序号	名称	图例	说明
5	方形伸缩器		
6	套管伸缩器		
7	波形伸缩器		
8	弧形伸缩器		
9	球形伸缩器		
10	流向		
11	丝堵		
12	滑动支架		
13	固定支架		左图、单管 右图、多管

2. 阀门 空调用水管路阀门图例 (含采暖) 见表 4-5-7。



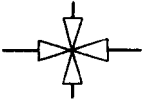
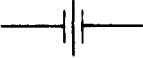
表 4-5-7 空调用水管路阀门图例 (含采暖)

序号	名称	图例	说明
1	截止阀		

续表

序 号	名 称	图 例	说 明
2	闸 阀		
3	止回阀		
4	安全阀		
5	疏水器		
6	散热器三通阀		
7	球 阀		
8	电磁阀		
9	减压阀		
10	膨胀阀		
11	散热器放风门		
12	手动排气阀		
13	自动排气阀		

续表







序号	名称	图例	说明
14	角阀		
15	三角阀		
16	四通阀		
17	节流孔板		

## 五、控制和调节系统




1. 控制和调节执行机构 控制和调节执行机构图例见表 4-5-8。

表 4-5-8

控制和调节执行机构图例

序号	名称	图例	说明
1	手动元件	T	本图例是通用图例
2	自动元件		
3	弹簧执行机构		
4	膜片执行机构		
5	电动执行机构		
6	重力执行机构		
7	浮动执行机构		

续表

序号	名称	图例	说明
8	活塞执行机构		
9	电磁执行机构		
10	遥控		


2. 传感元件 传感元件图例见表 4-5-9。

表 4-5-9 传感元件图例




序号	名称	图例	说明
1	温度传感元件		
2	压力传感元件		
3	流量传感元件		
4	湿度传感元件		
5	液位传感元件		

3. 仪表 仪表图例见表 4-5-10。

表 4-5-10 仪表图例

序号	名称	图例	说明
1	指示器(计)		
2	记录仪		

续表

序 号	名 称	图 例	说 明
3	温度计		
4	压力表		
5	流量计		

## 六、常用符号及其意义

常用符号及其意义见表 4-5-11。

表 4-5-11 常用符号及其意义

符 号	意 义
SF	送风系统
PF	排风系统
XF	回风系统



## 第六章 通风空调安装工程施工技术标准

### 一、风管和配件钢板厚度

#### (一) 钢板风管和配件

制作钢板风管和配件，若无设计要求时，板材厚度应符合表 4-6-1 的规定。

表 4-6-1 钢板风管和配件板材厚度 (mm)

圆形风管直径或矩形风管大边长	钢板厚度	
	一般风管	除尘风管
100 ~ 200	0.5	1.5
220 ~ 500	0.75	1.5
530 ~ 1400	-	2.0
560 ~ 1120	1.0	-
1250 ~ 2000	1.2 ~ 1.5	-
1500 ~ 2000	-	3.0

#### (二) 不锈钢板风管和配件

制作不锈钢板和配件，若设计无要求时，板材厚度应符合表 4-6-2 的规定。

表 4-6-2 不锈钢板风管和配件板材厚度 (mm)

圆形风管直径或矩形风管大边长	不锈钢板厚度
100 ~ 500	0.5
560 ~ 1120	0.75
1250 ~ 2000	1.0

#### (三) 铝板风管和配件

制作铝板风管和配件，若无设计要求时，板材厚度应符合表 4-6-3 的规定。

表 4-6-3 铝板风管和配件板材厚度 (mm)

圆形风管直径或矩形风管大边长	铝板厚度
100 ~ 320	1.0
360 ~ 630	1.5
700 ~ 2000	2.0

(四) 塑料风管和配件

制作塑料风管，若无设计要求时，板材厚度应符合表 4-6-4 的规定。

表 4-6-4 塑料风管和配件板材厚度 (mm)

圆形风管		矩形风管	
风管直径	板材厚度	风管大边	板材厚度
100 ~ 320	3	120 ~ 320	3
300 ~ 630	4	400 ~ 500	4
700 ~ 1000	5	630 ~ 800	5
1120 ~ 2000	6	1000 ~ 1250	6
		1600 ~ 2000	8

二、风管法兰用料规格

(一) 矩形风管法兰

矩形风管法兰用料规格见表 4-6-5。

表 4-6-5 矩形风管法兰用料规格 (mm)

矩形风管大边长	法兰用料规格
≤ 630	└25 × 3
800 ~ 1250	└30 × 4
1600 ~ 2000	└40 × 4

(二) 圆形风管法兰

圆形风管法兰用料见表 4-6-6。

表 4-6-6 圆形风管法兰用料规格 (mm)

风管直径	法兰用料规格	
	扁 钢	角 钢
≤ 140	- 20 × 4	-
150 ~ 280	- 25 × 4	-
300 ~ 500	-	└25 × 3
530 ~ 1250	-	└30 × 4
1320 ~ 2000	-	└40 × 4

## (三) 不锈钢和铝板风管法

制作不锈钢和铝板风管法兰，若无设计要求时，用料规格应符合表 4-6-7 的规定。

表 4-6-7 不锈钢和铝板风管法兰用料规格 (mm)

风管种类	风管规格 (直径或大边长)	法兰用料规格		
		角 钢	不锈钢板	扁 铝
圆、矩形不锈 钢风管	≤280	-	—25×4	-
	320~560	-	—30×4	-
	630~1000	-	—35×4	-
	1120~2000	-	—40×4	-
圆、矩形铝板 风管	≤280	└30×4	-	—30×6
	320~560	└35×4	-	—35×8
	630~1000	-	-	—40×10
	1120~2000	-	-	—40×12
		-	-	-

## (四) 塑料风管法兰和加固圈

制作塑料风管法兰，若无设计要求时，用料规格可按表 4-6-8 执行。为了增加风管的机械强度和刚度，应对风管进行加固，若无设计要求时，可按表 4-6-9 的规定执行。

表 4-6-8 塑料风管法兰用料规格 (mm)

风管类型	风管规格 (直径或大边长)	法兰用塑料板规格 (宽×厚)
矩形风管	120~160	—35×6
	200~250	—35×8
	320	—35×8
	400	—35×8
	500	—35×10
	630	—40×10
	800	—40×10
	1000	—45×12
	1250	—45×12
	1600	—50×15
	2000	—60×18
圆形风管	100~160	—35×6

续表

风管类型	风管规格 (直径或大边长)	法兰用塑料板规格 (宽×厚)
	180	—35×6
	200~220	—35×8
	250~320	—35×8
	360~400	—35×8
	450	—35×10
	500	—35×10
	560~630	—40×10
圆形风管	700~800	—40×10
	900	—45×12
	1000~1250	—45×12
	1400	—45×12
	1600	—50×15
	1800~2000	—60×15

表 4-6-9

塑料风管加固圈规格

(mm)

圆 形 风 管				矩 形 风 管			
直径	管壁厚	加固圈		大边长	管壁厚	加固圈	
		宽×厚	间距			宽×厚	间距
100~320	3	-	-	120~320	3	-	-
360~500	4	-	-	400	4	-	-
560~630	4	40×8	800	500	4	35×8	800
700~800	5	40×8	800	630×800	5	40×8	800
900×1000	5	45×10	800	1000	6	45×10	400
1120×1400	6	45×10	800	1250	6	45×10	400
1600	6	50×12	400	1600	8	50×12	400
1800×2000	6	60×12	400	2000	8	60×15	400

### 三、风管支吊架间距

风管支吊架间距若无设计要求时，不保温风管可按表 4-6-10 确定，保温风管可按表 4-6-10 中的要求值乘以 0.85 确定。塑料风管支吊架按表 4-6-11 确定。

表 4-6-10 风管支吊架间距

风管直径或大边长/mm	水平风管间距/m	垂直风管间距/m	最少吊架数/副
≤400	≤4	≤4	2
≤1000	≤3	≤3.5	≤2
>1000	≤2	≤2	2

表 4-6-11 塑料风管支吊架 (mm)

风管直径或大边长	支架角钢	吊环螺栓	支架最大间距/m
≤500	30×30×4	φ8	3.0
510~1000	40×40×5	φ8	3.0
1010~1500	50×50×6	φ10	3.0
1510~2000	50×50×6	φ10	2.0
2010~3000	60×60×7	φ10	2.0

## 四、风管法兰垫料的选用

风管法兰垫料若无设计要求时，可按表 4-6-12 选用。

表 4-6-12 风管法兰垫料的选用

应用系统	输送介质特点	垫料材质和厚度/mm		
		8501 密封带	软橡胶板	闭孔海绵橡胶板
一般空调系统	洁净空气或含尘含湿， t < 70℃	3	2.5~3	4~5
		石棉绳	石棉橡胶板	-
高温系统	t > 70℃、空气、烟气	φ8	3	-
		耐酸橡胶板	软聚氯乙烯板	-
化工系统	有腐蚀性介质	2.5~3	2.5~3	-
		橡胶板	闭孔海绵橡胶板	-
洁净系统	有等级要求	5	5	-
		-	软聚氯乙烯板	-
塑料风管	含腐蚀性介质	-	3~6	-
		-	-	-

## 五、风管保温的保温钉粘接密度

对于风管保温，保温钉粘接若无设计要求时，可按表 4-6-13 确定粘接密度。钉距 $\leq 450\text{mm}$ ，保温钉与风管边距离不大于 75mm，保温钉粘接后要等 12~24h 后再铺保温材料。

表 4-6-13

保温钉粘接密度

(只/m<sup>2</sup>)

保温材料名称	粘 接 部 位	风管侧、下面	风管上面
	岩棉保温板		20
玻璃棉保温板		12	9

## 六、制冷管道主吊架间距

制冷管道支吊架间距若无设计要求时，可按表 4-6-14 确定。

表 4-6-14

制冷管道支吊架间距

(m)

管道规格/mm	不保温管道		保温管道	
	气体管	液体管	气体管	液体管
10×2	-	1.05	-	0.27
14×2	-	1.35	-	0.45
18×2	-	1.55	-	0.6
22×2	1.95	1.85	0.75	0.76
32×2.5	2.6	2.35	1.02	1.02
38×2.5	2.85	2.5	1.2	1.16
45×2.5	3.25	2.8	1.42	1.4
57×3.5	3.8	3.33	1.92	1.9
76×3.5	4.6	3.94	2.6	2.42
89×3.5	5.15	4.32	2.75	2.6
108×4	5.75	4.25	3.1	3
133×4	6.8	5.4	3.8	3.65

续表

管道规格/mm	不保温管道		保温管道	
	气体管	液体管	气体管	液体管
159×4.5	7.65	6.1	4.65	4.3
219×6	9.4	7.38	5.9	—
273×7	10.9	8.4	7.35	—
325×8	12.25	9.4	8.66	—
377×10	13.4	10.4	10	—

# 第七章 通风管道统一规格和除尘设备重量

## 第一节 通风管道统一规格

### 一、圆形通风管道

圆形通风管道统一规格见表 4-7-1。

表 4-7-1 圆形通风管道统一规格 (mm)

外径 $D$	钢板制风管		塑料制风管		外径 $D$	除尘管		气密性风管	
	外径允差	壁厚	外径允差	壁厚		外径允差	壁厚	外径允差	壁厚
100	± 1	0.5	± 1	3.0	80	± 1	1.5	± 1	2.0
					90				
					100				
120					110				
					120				
140					130				
					140				
160					150				
					160				
180					170				
	180								



续表

外径 $D$	钢板制风管		塑料制风管		外径 $D$	除尘管		气密性风管		
	外径允差	壁厚	外径允差	壁厚		外径允差	壁厚	外径允差	壁厚	
200		0.5	$\pm 1$	3.0	190	$\pm 1$	1.5	$\pm 1$	2.0	
220		0.75			4.0					200
250										210
280										220
320										240
360										250
400				260						
450		4.0		5.0	280					
500					300					
560					320					
630					340					
700					360					
800	380									
900	1.0	5.0	400	$\pm 1$	2.0	3.0~ 4.0				
1000			420							
1120			450							
1250			480							
1400			500							
1600			530							
1800	1.2~ 1.5	6.0	560	$\pm 1$	3.0	4.0~ 6.0				
2000			600							
			630							
			670							
			700							
			750							
			800							
			850							
			900							
			950							
			1000							
			1060							
			1120							
			1180							
			1250							
			1320							
			1400							
			1500							
			1600							
			1700							
			1800							
			1900							
			2000							

## 二、矩形通风管道

矩形通风管道短形通风管道统一规格见表 4-7-2。

表 7-4-2 矩形通风管统一规格 (mm)

外边长 $A \times B$	钢板制风管		塑料制风管		外边长 $A \times B$	钢板制风管		塑料制风管		
	边长允差	壁厚	边长允差	壁厚		边长允差	壁厚	边长允差	壁厚	
120 × 120	- 2	0.5	- 2	3.0	630 × 500	- 2	10	- 3	5.0	
160 × 120					630 × 630					
160 × 160					800 × 320					
200 × 120					800 × 400					
200 × 160					800 × 500					
250 × 200					800 × 630					
250 × 120					800 × 800					
250 × 160					1000 × 320					
250 × 200					1000 × 400					
320 × 250					1000 × 500					
320 × 160					1000 × 630					
320 × 200					1000 × 800					
320 × 250					1000 × 1000					
300 × 320					1250 × 400					
400 × 200		1250 × 500								
400 × 250		1250 × 630								
400 × 320		1250 × 800								
400 × 400		1250 × 1000								
500 × 200		1600 × 500								
500 × 250		1600 × 630								
500 × 320		1600 × 800								
500 × 400		1600 × 1000								
500 × 500		1600 × 1250								
630 × 250		1.0	- 3	5.0	2000 × 800	- 2	1.2	- 3	6.0	
630 × 320					2000 × 1000					
630 × 400					2000 × 1250					
										8.0

## 三、说 明

(1) 上述圆形、矩形通风管道统一规格是经“通风管道定型化”审查会议通过的规格，它作为通用规格在全国使用。

(2) 表 4-7-1 中的除尘管和气密性风管分为基本系列与辅助系列，应优先采用基本系列。基本系列规格（外径，mm）即：80、90、100、110、120、140、160、180、

200、220、250、280、320、360、400、450、500、560、630、700、800、900、1000、1120、1250、1400、1600、1800、2000。

(3) 实际工程中所使用的规格并不仅限于上述表(表4-7-1、表4-7-2)中的规格。

## 第二节 除尘设备重量

除尘设备重量见表4-7-3。

表4-7-3

除尘设备重量表

(一)										
名称	GLG 多管除尘器		CLS 水膜除尘器		CLT/A 旋风式除尘器					
图号	T501		T503		T505					
序号	型 号	重量/ (kg/个)	尺寸 φ/mm	重量/ (kg/个)	尺寸 φ/mm		重量/ (kg/个)	尺寸 φ/mm		重量/ (kg/个)
1	9 管	300	315	83	300	单筒 双筒	106	430	三筒 四筒 六筒	927
2	12 管	400	443	110	350	单筒 双筒 三筒 四筒				
3	16 管	500	570	190			400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒	132	500
4	-	-	634	227	450	单筒 双筒			280	
5	-	-	730	288			400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒	540	500
6	-	-	793	337	400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒			615	
7	-	-	888	398			400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒	175	500
8	-	-	-	398	400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒			358	
9	-	-	-	-			400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒	688	500
10	-	-	-	-	400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒			805	
11	-	-	-	-			400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒	1428	500
12	-	-	-	-	400	单筒 双筒 三筒 四筒 六筒			213	
13	-	-	-	-			450	单筒 双筒	449	500

续表

(二)																					
名称	CLT/A 旋风式除尘器				XLP 旋风除尘器				卧式旋风水膜除尘器												
图号	T505				T513				CT531												
序号	尺寸 $\phi$ /mm		重量/ (kg /个)	尺寸 $\phi$ / mm	重量/ (kg /个)	尺寸 $\phi$ / mm		重量/ (kg /个)	尺寸 L/型号 mm		重量/ (kg /个)										
1	600	单筒	432	750	单筒	645	300	A 型	52	檐板脱水	1420/1	193									
2		双筒					双筒	420					A 型	1430/2							
3		三筒					三筒						B 型	1680/3							
4		四筒					四筒	540					A 型	1980/4							
5		六筒					六筒						B 型	2285/5							
6	650	单筒	3524	800	单筒	5577	700	A 型	134	旋风脱水	2620/6	503									
7		双筒						双筒					B 型	3140/7							
8		三筒					三筒	820					A 型	3850/8							
9		四筒					四筒						B 型	4155/9							
10		六筒					六筒	940					A 型	4740/10							
11		-					-						B 型	5320/11							
12		-					-	-					940	A 型	450	893					
13		单筒					-	-						B 型			397				
14		双筒					1244	-					-	1060	A 型	601	498	旋风脱水	3150/7	1125	
15		三筒					2400	-					-						B 型	3820/8	1504
16		四筒					3189	-					-						-	4235/9	2264
17	六筒	4883	-	-	-	-	-	-	-	4760/10	2636										
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5200/11	-										

(三)							
名称	CLK 扩散式除尘器			CCJ/A 机组式除尘器		MC 脉冲袋式除尘器	
图号	CT533			CT534		CT536	
序号	尺寸 D/mm	重量/ (kg/个)	型号	重量/ (kg/个)	型号	重量/ (kg/个)	
1	150	31	CCJ/A-5	791	24-I	904	
2	200	49	CCJ/A-7	956	36-I	1172	
3	250	71	CCJ/A-10	1196	48-I	1328	
4	300	98	CCJ/A-14	2426	60-I	1633	
5	350	136	CCJ/A-20	3277	72-I	1850	

续表

(三)						
名称	CLK 扩散式除尘器		CCJ/A 机组式除尘器		MC 脉冲袋式除尘器	
图号	CT533		CT534		CT536	
序号	尺寸 D/mm	重量/ (kg/个)	型号	重量/ (kg/个)	型号	重量/ (kg/个)
6	400	214	CCJ/A-30	3954	84-I	2106
7	450	266	CCJ/A-40	3989	96-I	2264
8	500	330	CCJ/A-60	6764	120-I	2702
9	600	583	-	-	-	-
10	700	780	-	-	-	-
(四)						
名称	XCX 型旋风除尘器		XNX 型旋风式除尘器		XP 型旋风除尘器	
图号	CT537		CT538		T501	
序号	尺寸 $\phi$ /mm	重量/ (kg/个)	尺寸 $\phi$ /mm	重量/ (kg/个)	尺寸 $\phi$ /mm	重量/ (kg/个)
1	200	20	400	62	200	20
2	300	36	500	95	300	39
3	400	63	600	135	400	66
4	500	97	700	180	500	102
5	600	139	800	230	600	141
6	700	184	900	288	700	193
7	800	234	1000	456	800	250
8	900	292	1100	546	900	307
9	1000	464	1200	646	1000	379
10	1100	555	-	-	-	-
11	1200	653	-	-	-	-
12	1300	761	-	-	-	-

注：1. 除尘器均不包括支架重量。

2. 除尘器中分 X 型、Y 型或 I 型、II 型者，其重量按同一型号计算，不再细分。

## 第八章 通风管道板材用量计算表

### 一、编制计算表所依据的基本公式

#### 1. 每米风管所需板材面积

$$\text{板材面积} \quad (\text{m}^2/\text{m}) = \pi D \times (1 + \text{板材损耗率})$$

$$\text{或：板材面积} \quad (\text{m}^2/\text{m}) = 2(A + B) \times (1 + \text{板材损耗率})$$

式中  $D$ ——风管直径 (m);

$A$ 、 $B$ ——风管边长 (m)。

#### 2. 每米风管所需板材重量

$$\text{板材重量} (\text{kg}/\text{m}) = \pi D \times (1 + \text{板材损耗率}) \times \text{每平方米板材重量}$$

$$\text{或：板材重量} (\text{kg}/\text{m}) = 2(A + B) \times (1 + \text{板材损耗率}) \times \text{每平方米板材重量}$$

式中  $D$ ——风管直径 (m);

$A$ 、 $B$ ——风管边长 (m)。

### 二、几点说明

(1) 用本节板材用量计算表计算出的板材用量为实际消耗数量，包括净用量和损耗量。

(2) 编制各计算表所依据的公式均由上述基本计算公式导出。

(3) 各表的依据公式、板材损耗率和板材每平方米重量见各表表注。

### 三、通风管道板材用量计算表

见表 4-8-1 ~ 4-8-10

表 4-8-1 常用咬口连接圆形风管钢板用量 (含管件)

风管直径/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.00	1.20
110	0.393	1.54	2.31	3.09	3.70
115	0.411	1.61	2.42	3.23	3.87
120	0.429	1.68	2.53	3.37	4.04

续表

风管直径/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.00	1.20
130	0.465	1.83	2.74	3.65	4.38
140	0.500	1.96	2.94	3.93	4.71
150	0.536	2.10	3.16	4.21	5.05
160	0.572	2.25	3.37	4.49	5.39
165	0.590	2.32	3.47	4.63	5.56
175	0.625	2.45	3.68	4.91	5.89
180	0.643	2.52	3.79	5.05	6.06
195	0.697	2.74	4.10	5.47	6.57
200	0.715	2.81	4.21	5.61	6.74
215	0.768	3.01	4.52	6.03	7.23
220	0.786	3.09	4.63	6.17	7.40
235	0.840	3.30	4.95	6.59	7.91
250	0.893	3.51	5.26	7.01	8.41
265	0.947	3.72	5.58	7.43	8.92
280	1.001	3.93	5.89	7.86	9.43
285	1.018	4.00	5.99	7.99	9.59
295	1.054	4.14	6.21	8.27	9.93
320	1.143	4.49	6.37	8.97	10.77
325	1.161	4.56	6.84	9.11	10.94
360	1.286	5.05	7.57	10.10	12.11
375	1.340	5.26	7.89	10.52	12.62
395	1.411	5.54	8.31	11.08	13.29
400	1.429	5.61	8.41	11.22	13.46
440	1.572	6.17	9.26	12.34	14.81
450	1.608	6.31	9.47	12.62	15.15
495	1.769	6.94	10.42	13.89	16.66
500	1.787	7.01	10.52	14.03	16.83
545	1.947	7.64	11.46	15.28	18.34
560	2.001	7.85	11.78	15.71	18.85

续表

风管直径/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.00	1.20
595	2.126	8.34	12.52	16.69	20.03
600	2.144	8.42	12.62	16.83	20.20
625	2.233	8.76	13.15	17.53	21.03
630	2.251	8.84	13.25	17.67	21.20
660	2.358	9.26	13.88	18.51	22.21
695	2.483	9.75	14.62	19.49	23.39
700	2.501	9.82	14.73	19.63	23.56
770	2.751	10.80	16.20	21.60	25.91
775	2.769	10.87	16.30	21.74	26.08
795	2.841	11.15	16.73	22.30	26.76
800	2.858	11.22	16.83	22.44	26.92
825	2.948	11.57	17.36	23.14	27.77
855	3.055	11.99	17.99	23.98	28.78
880	3.144	12.34	18.51	24.68	29.62
885	3.162	12.41	18.62	24.82	29.79
900	3.216	12.62	18.94	25.25	30.29
945	3.376	13.25	19.88	26.50	31.80
985	3.519	13.81	20.72	27.62	33.15
995	3.555	13.95	20.93	27.91	33.49
1000	3.573	14.02	21.04	28.05	33.66
1025	3.662	14.37	21.56	28.75	34.50
1100	3.930	15.43	23.14	30.85	37.02
1120	4.002	15.71	23.56	31.42	37.70
1200	4.288	16.83	25.25	33.66	40.39
1250	4.466	17.53	26.30	35.06	42.07
1325	4.734	18.58	27.87	37.16	44.59
1400	5.002	19.63	29.45	39.27	47.12
1425	5.092	19.99	29.98	39.97	47.97
1540	5.502	21.60	32.40	43.19	51.83



续表

风管直径/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.00	1.20
1600	5.717	22.44	33.66	44.88	53.85
1800	6.431	25.24	37.87	50.48	60.58
2000	7.146	28.05	42.08	56.10	67.32

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 每米风管钢板用量 (m<sup>2</sup>/m) = 3.573D；

(2) 每米风管钢板用量 (kg/m) = 3.573D × 每平方米钢板重量。

2. 上式中，D 为风管直径。

3. 每平方米钢板重量：3.925kg/m<sup>2</sup> (δ = 0.5mm)；7.85kg/m<sup>2</sup> (δ = 1mm)；5.888kg/m<sup>2</sup> (δ = 0.75mm)；9.24kg/m<sup>2</sup> (δ = 1.2mm)。

4. 钢板损耗率为 13.8%。

表 4-8-2 咬口连接矩形风管钢板用量 (含管件)

风管规格/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.0	1.2
120 × 120	0.546	2.14	3.22	4.29	5.14
160 × 120	0.637	2.50	3.75	5.00	6.00
160 × 160	0.728	2.86	4.29	5.71	6.86
200 × 120	0.728	2.86	4.29	5.71	6.86
200 × 160	0.819	3.21	4.82	6.43	7.57
200 × 200	0.910	3.57	5.36	7.14	8.57
250 × 120	0.842	3.30	4.96	6.61	7.93
250 × 160	0.933	3.66	5.49	7.32	8.79
250 × 200	1.024	4.02	6.03	8.04	9.65
250 × 250	1.138	4.47	6.70	8.93	10.72
320 × 160	1.092	4.29	6.43	8.57	10.29
320 × 200	1.184	4.65	6.97	9.29	11.15
320 × 250	1.297	5.09	7.64	10.18	12.22
320 × 320	1.457	5.72	8.58	11.44	13.72
400 × 200	1.366	5.36	8.40	10.72	12.87
400 × 250	1.479	5.81	8.71	11.61	13.93

续表

风管规格/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.0	1.2
400×320	1.639	6.43	9.65	12.87	15.44
400×400	1.821	7.15	10.72	14.29	17.15
500×200	1.593	6.25	9.38	12.51	15.01
500×250	1.707	6.70	10.05	13.40	16.08
500×320	1.866	7.32	10.99	14.65	17.58
500×400	2.048	8.04	12.06	16.08	19.29
500×500	2.276	8.93	13.4	17.87	21.44
630×250	2.003	7.86	11.79	15.72	18.87
630×320	2.162	8.49	12.73	16.97	20.37
630×400	2.334	9.20	13.80	18.40	22.08
630×500	2.572	10.10	15.14	20.19	24.23
630×630	2.868	11.26	16.89	22.51	27.02
800×320	2.549	10.00	15.01	20.01	24.01
800×400	2.731	10.72	16.08	21.44	25.73
800×500	2.959	11.61	17.42	23.23	27.87
800×630	3.255	12.78	19.17	25.55	30.66
800×800	3.642	14.29	21.44	28.59	34.31
1000×320	3.004	11.93	17.69	23.58	28.30
1000×400	3.186	12.51	18.76	25.01	30.01
1000×500	3.414	13.40	20.10	26.80	32.16
1000×630	3.710	14.56	21.84	29.12	34.59
1000×800	4.097	16.08	24.12	32.16	38.69
1000×1000	4.552	17.87	26.80	35.73	42.88
1250×400	3.755	14.74	22.11	29.48	35.37
1250×500	3.983	15.63	23.45	31.27	37.52
1250×630	4.279	16.80	25.19	33.59	39.54
1250×800	4.666	18.31	27.47	36.63	43.95
1250×1000	5.121	20.10	30.15	40.20	48.24
1600×500	4.780	18.76	28.14	37.52	45.03

续表

风管规格/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.0	1.2
1600×630	5.075	19.92	29.88	39.84	47.81
1600×800	5.462	21.44	32.16	42.88	51.45
1600×1000	5.918	23.23	34.85	46.46	55.75
1600×1250	6.487	25.46	38.20	50.92	61.11
2000×800	6.373	25.01	37.52	50.03	60.03
2000×1000	6.828	26.80	40.20	53.60	64.32
2000×1250	7.397	29.03	43.55	58.07	69.68

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 每米风管钢板用量 (m<sup>2</sup>/m) = 2.276 (A + B)；

(2) 每米风管钢板用量 (kg/m) = 2.276 (A + B) × 每平方米钢板重量。

2. 上式中，A、B 为风管边长。

3. 每平方米钢板重量见表 4-8-1 表注。

4. 钢板损耗率为 13.8%。

表 4-8-3

圆形焊接风管钢板用量

风管直径/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		1.5	2.0	2.5	3.0
110	0.373	4.394	5.856	7.322	8.784
115	0.390	4.594	6.123	7.656	9.185
130	0.441	5.195	6.924	8.657	10.386
140	0.475	5.596	7.458	9.324	11.186
150	0.509	5.996	7.991	9.992	11.987
165	0.560	6.597	8.792	10.993	13.188
175	0.593	6.986	9.310	11.641	13.965
195	0.661	7.787	10.378	12.975	15.567
215	0.729	8.588	11.445	14.310	17.168
235	0.797	9.389	12.513	15.645	18.769
265	0.899	10.590	14.114	17.647	21.171
280	0.949	11.179	14.899	18.629	22.349

续表

风管直径/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		1.5	2.0	2.5	3.0
285	0.966	11.379	15.166	18.963	22.749
295	1.000	11.780	15.700	19.630	23.55
320	1.085	12.781	17.035	21.299	25.552
325	1.102	12.982	17.301	21.632	25.952
375	1.272	14.984	19.970	24.969	29.956
395	1.339	15.773	21.022	26.285	31.533
440	1.492	17.576	23.424	29.288	35.137
495	1.679	19.779	26.360	32.959	39.540
545	1.848	21.769	29.014	36.276	43.520
595	2.018	23.772	31.683	39.613	47.524
600	2.035	23.972	31.950	39.947	47.924
625	2.119	24.962	33.268	41.596	49.902
660	2.238	26.364	35.137	43.932	52.705
695	2.357	27.765	37.005	46.268	55.507
770	2.611	30.758	40.993	51.254	61.489
775	2.628	30.958	41.260	51.588	61.889
795	2.696	31.759	42.327	59.922	63.491
825	2.798	32.960	43.929	54.925	65.893
855	2.899	34.150	45.514	56.907	68.271
880	2.984	35.152	46.849	58.576	70.273
885	3.001	35.352	47.116	58.910	70.674
945	3.204	37.743	50.303	62.895	75.454
985	3.340	39.345	52.438	65.564	78.657
995	3.374	39.746	52.972	66.232	79.458
1025	3.475	40.936	54.558	68.214	81.836
1100	3.730	43.939	48.561	73.220	87.842
1200	4.069	47.933	63.883	79.874	95.825
1250	4.239	49.935	66.552	83.212	99.828
1325	4.493	52.928	70.540	88.198	105.810

续表

风管直径/ mm	风管钢板用量/(kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		1.5	2.0	2.5	3.0
1425	4.832	56.921	75.862	94.852	113.794
1540	5.222	61.515	81.985	102.508	122.978

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 每米风管钢板用量 (m<sup>2</sup>/m) = 3.391D；

(2) 每米风管钢板用量 (kg/m) = 3.391D × 每平方米钢板重量。

2. 上式中，D 为风管直径。

3. 每平方米钢板重量：11.78kg/m<sup>2</sup> (δ = 1.5mm)、15.7kg/m<sup>2</sup> (δ = 2mm)；19.63kg/m<sup>2</sup> (δ = 2.5mm)；23.55kg/m<sup>2</sup> (δ = 3mm)。

4. 钢板损耗率为 8%。

表 4-8-4

矩形焊接风管钢板用量

风管规格/ A × B mm	风管钢板用量 (kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		1.5	2.0	2.5	3.0
120 × 120	0.518	6.102	8.133	10.168	12.199
160 × 120	0.605	7.127	9.499	11.876	14.248
160 × 160	0.691	8.140	10.849	13.564	16.273
200 × 120	0.691	8.140	10.849	13.564	16.273
200 × 160	0.778	9.165	12.215	15.272	18.322
200 × 200	0.864	10.178	13.565	16.960	20.347
250 × 120	0.799	9.412	12.544	15.684	18.816
250 × 160	0.886	10.437	13.910	17.392	20.865
250 × 200	0.972	11.450	15.260	19.080	22.891
250 × 250	1.080	12.722	16.956	21.200	25.434
320 × 160	1.037	12.216	16.281	20.356	24.421
320 × 200	1.123	13.229	17.631	22.044	26.447
320 × 250	1.231	14.501	19.327	24.165	28.990
320 × 320	1.382	16.280	21.697	27.129	32.546
400 × 200	1.296	15.267	20.347	25.440	30.521
400 × 250	1.404	16.539	22.043	27.561	33.064
400 × 320	1.555	18.318	24.414	30.525	36.620

续表

风管规格/ $A \times B$ mm	风管钢板用量 (kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		1.5	2.0	2.5	3.0
400 × 400	1.728	20.356	27.130	33.921	40.694
500 × 200	1.512	17.811	23.738	29.681	35.608
500 × 250	1.620	19.084	25.434	31.801	38.151
500 × 320	1.771	20.862	27.805	34.765	41.707
500 × 400	1.944	22.900	30.521	38.161	45.781
500 × 500	2.160	25.445	33.912	42.401	50.868
630 × 250	1.901	22.394	29.846	37.317	44.769
630 × 320	2.052	24.173	32.216	40.281	48.325
630 × 400	2.225	26.211	34.933	43.677	52.399
630 × 500	2.441	28.755	38.324	47.917	57.486
630 × 630	2.722	32.065	42.735	53.433	64.103
800 × 320	2.419	28.496	37.978	47.485	56.967
800 × 400	2.592	30.534	40.694	50.881	61.042
800 × 500	2.808	33.078	44.086	55.121	66.128
800 × 630	3.089	36.388	48.497	60.637	72.746
800 × 800	3.456	40.712	54.259	67.841	81.389
1000 × 320	2.851	33.585	44.761	55.965	67.141
1000 × 400	3.024	35.623	47.477	59.361	71.215
1000 × 500	3.240	38.167	50.868	63.601	76.302
1000 × 630	3.521	41.477	55.280	69.117	82.920
1000 × 800	3.888	45.801	61.042	76.321	91.562
1000 × 1000	4.320	50.890	67.824	84.802	101.736
1250 × 400	3.564	41.984	55.955	69.961	83.932
1250 × 500	3.780	44.528	59.346	74.201	89.019
1250 × 630	4.061	47.839	63.758	79.717	95.637
1250 × 800	4.428	52.162	69.520	86.922	104.279
1250 × 1000	4.860	57.251	76.302	95.402	114.453
1600 × 500	4.536	53.434	71.215	89.042	106.823
1600 × 630	4.817	56.744	75.627	94.558	113.440

续表

风管规格/ $A \times B$ mm	风管钢板用量 (kg/m)				
	$(\text{m}^2/\text{m})$	钢板厚度/mm			
		1.5	2.0	2.5	3.0
1600 × 800	5.184	61.068	81.389	101.762	122.083
1600 × 1000	5.616	66.156	88.171	110.242	132.257
1600 × 1250	6.156	72.518	96.649	120.842	144.974
2000 × 800	6.048	71.245	94.954	118.722	142.430
2000 × 1000	6.480	76.334	101.736	127.202	152.604
2000 × 1250	7.020	82.696	110.214	137.803	165.32

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 风管钢板用量  $(\text{m}^2/\text{m}) = 2.16 (A + B)$ ；

(2) 风管钢板用量  $(\text{kg}/\text{m}) = 2.16 (A + B) \times$  每平方米钢板重量。

2. 上式中， $A$ 、 $B$  为风管边长。

3. 每平方米钢板重量和钢板损耗率见表 4-8-3 表注。

表 4-8-5

净化风管钢板用量

风管规格/mm	风管钢板用量 (kg/m)				
	$(\text{m}^2/\text{m})$	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.0	1.2
120 × 120	0.552	2.17	3.25	4.33	5.20
160 × 120	0.643	2.52	3.79	5.05	6.06
160 × 160	0.735	2.88	4.33	5.77	6.92
200 × 120	0.735	2.88	4.33	5.77	6.92
200 × 160	0.827	3.25	4.87	6.49	7.79
200 × 200	0.919	3.61	5.41	7.21	8.66
250 × 120	0.850	3.34	5.00	6.67	8.01
250 × 160	0.942	3.70	5.55	7.39	8.87
250 × 200	1.034	4.06	6.09	8.12	9.74
250 × 250	1.149	4.51	6.77	9.02	10.82
320 × 160	1.103	4.33	6.49	8.66	10.39
320 × 200	1.195	4.69	7.04	9.38	11.26
320 × 250	1.310	5.14	7.71	10.28	12.34
320 × 320	1.471	5.77	8.66	11.55	13.86

续表

风管规格/mm	风管钢板用量 (kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.0	1.2
400×200	1.379	5.41	8.12	10.83	12.99
400×250	1.494	5.86	8.80	11.73	14.07
400×320	1.655	6.50	9.74	12.99	15.59
400×400	1.838	7.21	10.82	14.43	17.31
500×200	1.609	6.32	9.47	12.63	15.16
500×250	1.724	6.77	10.15	13.53	16.24
500×320	1.884	7.39	11.09	14.79	17.75
500×400	2.068	8.12	12.18	16.23	19.48
500×400	2.068	8.12	12.18	16.23	19.48
500×500	2.298	9.02	13.53	18.04	21.65
630×250	2.022	7.94	11.91	15.87	19.05
630×320	2.183	8.57	12.85	17.14	20.56
630×400	2.370	9.30	13.95	18.60	22.33
630×630	2.895	11.36	17.05	22.73	27.27
630×500	2.597	10.19	15.29	20.39	24.46
800×320	2.574	10.10	15.16	20.21	24.25
800×400	2.758	10.83	16.24	21.65	25.98
800×500	2.987	11.72	17.59	23.45	28.14
800×630	3.286	12.90	19.35	25.80	30.95
800×800	3.677	14.43	21.65	28.86	34.64
1000×320	3.033	11.90	17.86	23.81	28.57
1000×400	3.217	12.63	18.94	25.25	30.30
1000×500	3.447	13.53	20.30	27.06	32.47
1000×630	3.746	14.70	22.06	29.41	35.29
1000×800	4.136	16.23	24.35	32.47	38.96
1000×1000	4.596	18.04	27.06	36.08	43.29
1250×400	3.792	14.88	22.33	29.77	35.72
1250×500	4.022	15.79	23.68	31.57	37.89
1250×630	4.320	16.96	25.44	33.91	40.69



续表

风管规格/mm	风管钢板用量 (kg/m)				
	(m <sup>2</sup> /m)	钢板厚度/mm			
		0.5	0.75	1.0	1.2
1250 × 800	4.711	18.49	27.74	36.98	44.38
1250 × 1000	5.171	20.30	30.45	40.59	48.71
1600 × 500	4.826	18.94	28.42	37.88	45.46
1600 × 630	5.125	20.12	30.18	40.23	48.28
1600 × 800	5.515	21.65	32.47	43.29	51.95
1600 × 1000	5.975	23.45	35.18	46.90	56.28
1600 × 1250	6.549	25.70	38.56	51.41	61.69
2000 × 800	6.434	25.25	37.88	50.51	60.61
2000 × 1000	6.894	27.06	40.59	54.12	64.94
2000 × 1250	7.469	29.32	43.98	58.63	70.36

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 每米风管钢板用量 (m<sup>2</sup>/m) = 2.298 (A + B)；

(2) 每米风管钢板用量 (kg/m) = 2.298 (A + B) × 每平方米钢板重量。

2. 上式中，A、B 为风管边长。

3. 每平方米钢板重量见表 4-8-1 表注。

4. 钢板损耗率为 14.9%。

表 4-8-6 不锈钢风管钢板用量 (焊接)

风管直径/ mm	风管钢板用量/		
	(m <sup>2</sup> /m)	(kg/m)	钢板厚度/mm
100	0.339	5.32	2
110	0.373	5.86	
115	0.390	6.12	
120	0.407	6.39	
130	0.441	6.92	
140	0.475	7.46	
150	0.509	7.99	
160	0.543	8.53	
165	0.560	8.79	
175	0.593	9.31	

续表

风管直径/ mm	风管钢板用量/		
	( $m^2/m$ )	( $kg/m$ )	钢板厚度/mm
180	0.610	9.58	2
195	0.661	10.38	
200	0.678	10.64	
215	0.729	11.45	
220	0.746	11.71	
235	0.797	12.51	
250	0.848	13.31	
265	0.899	14.11	
280	0.949	14.90	
285	0.966	15.17	
295	1.000	15.70	
320	1.085	17.03	
325	1.102	17.30	
360	1.221	19.17	
375	1.272	19.97	
395	1.339	21.02	
400	1.356	21.29	
440	1.492	23.42	
450	1.526	23.96	
495	1.679	26.36	
500	1.696	26.63	
545	1.848	43.52	3
560	1.899	44.72	
595	2.018	47.52	
600	2.035	47.92	
625	2.119	49.90	
630	2.136	50.30	
660	2.238	52.70	
695	2.357	55.51	

续表

风管直径/ mm	风管钢板用量/		
	( $\text{m}^2/\text{m}$ )	( $\text{kg}/\text{m}$ )	钢板厚度/mm
700	2.374	55.91	3
770	2.611	61.49	
775	2.628	61.89	
795	2.696	63.49	
800	2.713	63.89	
825	2.798	65.89	
855	2.899	68.27	
880	2.984	70.27	
885	3.001	70.67	
900	3.052	71.87	
945	3.204	75.45	
985	3.340	78.66	
995	3.374	79.46	
1000	3.391	79.86	
1025	3.476	81.86	
1100	3.730	87.84	
1120	3.798	89.44	
1200	4.069	95.82	
1250	4.239	99.83	
1325	4.493	105.81	
1400	4.747	111.79	
1425	4.832	113.79	
1540	5.222	122.98	
1600	5.426	127.78	
1800	6.104	143.75	
2000	6.782	159.72	

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 每米风管钢板用量 ( $\text{m}^2/\text{m}$ ) =  $3.391D$ ；

(2) 每米风管钢板用量 ( $\text{kg}/\text{m}$ ) =  $3.391D \times$  每平方米钢板重量。

2. 上式中， $D$  为风管直径。

3. 每平方米不锈钢板重量为： $15.7\text{kg}/\text{m}^2$  ( $\delta = 2\text{mm}$ )； $23.55\text{kg}/\text{m}^2$  ( $\delta = 3\text{mm}$ )。

4. 板材损耗率为 8%。

表 4-8-7

风管铝板用量

风管直径/mm	风管铝板用量/(kg/m)		
	(m <sup>2</sup> /m)	铝板厚度/mm	
		2	3
100	0.339	1.90	2.85
110	0.373	2.09	3.31
115	0.390	2.18	3.28
120	0.407	2.28	3.42
130	0.441	2.47	3.70
140	0.475	2.66	3.99
150	0.509	2.85	4.28
160	0.543	3.04	4.56
165	0.560	3.14	4.70
175	0.593	3.32	4.98
180	0.610	3.42	5.12
195	0.661	3.70	5.55
200	0.678	3.80	5.70
215	0.729	4.08	6.12
220	0.746	4.18	6.27
235	0.797	4.46	6.69
250	0.848	4.75	7.12
265	0.899	5.03	7.55
280	0.949	5.31	7.97
285	0.966	5.41	8.11
295	1.000	5.60	8.40
320	1.085	6.08	9.11
325	1.102	6.17	9.26
360	1.221	6.84	10.26
375	1.272	7.12	10.68
395	1.339	7.50	11.25
400	1.356	7.59	11.39

续表

风管直径/mm	风管铝板用量/(kg/m)		
	(m <sup>2</sup> /m)	铝板厚度/mm	
		2	3
440	1.492	8.36	12.53
450	1.526	8.55	12.82
495	1.679	9.40	14.10
500	1.696	9.50	14.25
545	1.848	10.35	15.52
560	1.899	10.63	15.95
595	2.018	11.30	16.95
600	2.035	11.40	17.09
625	2.119	11.87	17.80
630	2.136	11.96	17.94
660	2.238	12.53	18.80
695	2.357	13.20	19.80
700	2.374	13.29	19.94
770	2.611	14.62	21.93
775	2.628	14.72	22.08
795	2.696	15.10	22.65
800	2.713	15.19	22.79
825	2.798	15.67	23.50
855	2.899	16.23	24.35
880	2.984	16.71	25.07
885	3.001	16.81	25.21
900	3.052	17.09	25.64
945	3.204	17.94	26.91
985	3.340	18.70	28.06
995	3.374	18.89	28.34
1000	3.391	18.99	28.48
1025	3.476	19.47	29.20
1100	3.73	20.89	31.33
1120	3.798	21.27	31.90

续表

风管直径/mm	风管铝板用量/(kg/m)		
	(m <sup>2</sup> /m)	铝板厚度/mm	
		2	3
1200	4.069	22.79	34.18
1250	4.239	23.74	35.61
1325	4.493	25.16	37.74
1400	4.747	26.58	39.87
1425	4.832	27.06	40.59
1540	5.222	29.24	43.86
1600	5.426	30.39	45.58
1800	6.104	34.18	51.27
2000	6.782	37.98	56.97

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 每米风管铝板用量 (m<sup>2</sup>/m) = 3.391D；

(2) 每米风管铝板用量 (kg/m) = 3.391D × 每平方米铝板重量。

2. 上式中，D 为风管直径。

3. 每平方米铝板重量为：5.6kg/m<sup>2</sup> (δ = 2mm)；8.4kg/m<sup>2</sup> (δ = 3mm)。

4. 铝板损耗率为 8%。

表 4-8-8

铝板矩形风管铝板用量

风管规格/mm	铝板用量/(kg/m)		
	(m <sup>2</sup> /m)	铝板厚度/mm	
		2	3
120 × 120	0.518	2.90	4.35
160 × 120	0.605	3.39	5.08
160 × 160	0.691	3.87	5.80
200 × 120	0.691	3.87	5.80
200 × 160	0.778	4.36	6.54
200 × 200	0.864	4.84	7.26
250 × 120	0.799	4.47	6.71
250 × 160	0.886	4.96	7.44
250 × 200	0.972	5.44	8.16
250 × 250	1.080	6.05	9.07

续表

风管规格/mm	铝板用量/(kg/m)		
	(m <sup>2</sup> /m)	铝板厚度/mm	
		2	3
320×160	1.037	5.81	8.71
320×200	1.123	6.29	9.43
320×250	1.231	6.89	10.34
320×320	1.382	7.74	11.61
400×200	1.296	7.26	10.89
400×250	1.404	7.86	11.79
400×320	1.555	8.71	13.06
400×400	1.728	9.68	14.52
500×200	1.512	8.47	12.70
500×250	1.620	9.07	13.61
500×320	1.771	9.92	14.88
500×400	1.944	10.89	16.33
500×500	2.160	12.10	18.14
630×250	1.901	10.65	15.97
630×320	2.052	11.49	17.24
630×400	2.225	12.46	18.69
630×500	2.441	13.67	20.50
800×320	2.419	13.55	20.32
800×400	2.592	14.52	21.77

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 铝板用量 (m<sup>2</sup>/m) = 2.16 (A + B)；

(2) 铝板用量 (kg/m) = 2.16 (A + B) × 每平方米铝板重量。

2. 上式中，A、B 为风管边长。

3. 每平方米铝板重量和铝板损耗率见表 4-8-7 表注。

表 4-8-9

塑料风管板材用量

风管直径/mm	板材用量/		板材厚度/mm
	(m <sup>2</sup> /m)	(kg/m)	
100	0.364	1.62	3
110	0.401	1.78	3

续表

风管直径/mm	板材用量/		板材厚度/mm
	( $\text{m}^2/\text{m}$ )	( $\text{kg}/\text{m}$ )	
115	0.419	1.86	3
120	0.437	1.94	3
130	0.473	2.10	3
140	0.510	2.26	3
150	0.546	2.42	3
160	0.583	2.59	3
165	0.601	2.67	3
175	0.637	2.83	3
180	0.656	2.91	3
195	0.710	3.15	3
200	0.728	3.23	3
215	0.783	3.48	3
220	0.801	3.56	3
235	0.856	3.80	3
250	0.911	4.04	3
265	0.965	4.28	3
280	1.020	4.53	3
285	1.038	4.61	3
295	1.074	4.77	3
320	1.165	6.90	4
325	1.184	7.01	4
360	1.311	7.76	4
375	1.366	8.09	4
395	1.439	8.52	4
400	1.457	8.63	4
440	1.602	9.48	4
450	1.639	9.70	4
495	1.803	10.67	4
500	1.821	10.78	4
545	1.985	11.75	4



续表

风管直径/mm	板材用量/		板材厚度/mm
	( $\text{m}^2/\text{m}$ )	( $\text{kg}/\text{m}$ )	
560	2.040	12.08	4
595	2.167	12.83	4
600	2.185	12.94	4
625	2.276	13.47	4
630	2.294	13.58	4
660	2.404	17.79	5
695	2.531	18.73	5
700	2.549	18.86	5
770	2.804	20.75	5
775	2.823	20.89	5
795	2.895	21.42	5
800	2.914	21.56	5
825	3.005	22.24	5
855	3.114	23.04	5
880	3.205	23.72	5
885	3.223	23.85	5
900	3.278	24.26	5
945	3.442	25.47	5
985	3.587	26.54	5
995	3.624	26.82	5
1000	3.642	26.95	5
1025	3.733	33.15	6
1100	4.006	35.57	6
1120	4.079	36.22	6
1200	4.370	38.81	6
1250	4.553	40.43	6
1325	4.826	42.85	6
1400	5.099	45.28	6
1425	5.190	46.09	6
1540	5.609	49.81	6

续表

风管直径/mm	板材用量/		板材厚度/mm
	(m <sup>2</sup> /m)	(kg/m)	
1600	5.827	51.74	6
1800	6.556	58.22	6
2000	7.284	64.68	6

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 塑料板用量 (m<sup>2</sup>/m) = 3.642D；

(2) 塑料板用量 (kg/m) = 3.642D × 每平方米塑料板重量。

2. 上式中，D 为风管直径

3. 每平方米塑料重量按硬质聚氯乙烯板取值，具体数值为：4.44kg/m<sup>2</sup> (δ = 3mm)；5.92kg/m<sup>2</sup> (δ = 4mm)；7.4kg/m<sup>2</sup> (δ = 5mm)；8.88kg/m<sup>2</sup> (δ = 6mm)；11.84kg/m<sup>2</sup> (δ = 8mm)。

4. 塑料板损耗率为 16%。

表 4-8-10

塑料矩形风管板材风量

风管规格/mm	板材用量/		板材厚度/mm
	(m <sup>2</sup> /m)	(kg/m)	
120 × 120	0.557	2.47	3
160 × 120	0.650	2.89	3
160 × 160	0.724	3.29	3
200 × 120	0.724	3.29	3
200 × 160	0.835	3.71	3
200 × 200	0.928	4.12	3
250 × 120	0.858	3.81	3
250 × 160	0.951	4.22	3
250 × 200	1.044	4.64	3
250 × 250	1.160	5.15	3
320 × 160	1.114	4.95	3
320 × 200	1.206	5.35	3
320 × 250	1.322	5.87	3
320 × 320	1.485	6.59	3
400 × 200	1.392	6.18	3
400 × 250	1.508	6.70	3
400 × 320	1.670	9.89	3

续表

风管规格/mm	板材用量/		板材厚度/mm
	( $\text{m}^2/\text{m}$ )	( $\text{kg}/\text{m}$ )	
400 × 400	1.856	10.99	4
500 × 200	1.624	9.61	4
500 × 250	1.740	10.30	4
500 320	1.902	11.26	4
500 400	2.088	12.36	4
500 500	2.320	13.73	4
630 × 250	2.042	12.09	4
630 × 320	2.204	13.05	4
630 × 400	2.390	17.69	6
630 × 500	2.622	19.40	5
630 × 630	2.923	21.63	5
800 × 320	2.598	19.23	5
800 × 400	2.784	20.60	5
800 × 500	3.016	22.32	5
800 × 630	3.318	24.55	5
800 × 800	3.712	27.47	5
1000 × 320	3.062	22.66	5
1000 × 400	3.248	24.04	5
1000 × 500	3.480	25.75	5
1000 × 630	3.782	33.58	6
1000 × 800	4.176	37.08	6
1000 × 1000	4.640	41.20	6
1250 × 400	3.828	33.99	6
1250 × 500	4.060	36.05	6
1250 × 630	4.362	38.73	6
1250 × 800	4.756	42.23	6
1250 × 1000	5.220	46.35	6
1600 × 500	4.872	43.26	6
1600 × 630	5.174	45.95	6
1600 × 800	5.568	65.93	8

续表

风管规格/mm	板材用量/		板材厚度/mm
	( $\text{m}^2/\text{m}$ )	( $\text{kg}/\text{m}$ )	
1600 × 1000	6.032	71.42	8
1600 × 1250	6.612	78.29	8
2000 × 800	6.496	76.91	8
2000 × 1000	6.960	82.41	8
2000 × 1250	7.540	89.27	8

注：1. 本表依据下列公式编制：

(1) 塑料板用量 ( $\text{m}^2/\text{m}$ ) =  $2.32(A + B)$ ;

(2) 塑料板用量 ( $\text{kg}/\text{m}$ ) =  $2.32(A + B) \times$  每平方米塑料板重量。

2. 上式中,  $A$ 、 $B$  为风管边长。

3. 每平方米塑料板重量和塑料损耗率见表 9-8-9 表注。

# 第三部分 建筑通风空调安 装工程标准规范

## 标准规范一 制冷设备、空气分离设 备安装工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of refrigeration and air  
seperating equipment installation engineering

GB 50274—98

### 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为确保制冷设备和空气分离设备的安装质量和安全运行,促进安装技术的进步,制  
订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于制冷设备和空气分离设备的安装工程施工及验收。

第 1.0.3 条 制冷设备和空气分离设备的安装应按工程设计进行施工。

第 1.0.4 条 制冷设备和空气分离设备安装工程施工及验收除应执行本规范外,尚应符合现行国  
家标准规范的规定。

### 第二章 制 冷 设 备

#### 第一节 一 般 规 定

第 2.1.1 条 本章适用于活塞式、螺杆式、离心式压缩机为主机的压缩式制冷设备(制冷剂为  
R717、R22、R502、R12、R11),及溴化锂吸收式制冷机组和组合冷库的安装。

第 2.1.2 条 整体出厂的制冷机组或压缩机组在规定的防锈保证期内安装时,油封、气封应良好  
且无锈蚀,其内部可不拆洗;当超过防锈保证期或有明显缺陷时,应按设备技术文件的要求对机组内  
部进行拆卸、清洗。

第 2.1.3 条 整体出厂的制冷机组安装时,应在底座的基准面上找正和调平;有减振要求的应按

设计要求进行。

第 2.1.4 条 制冷设备安装时，配制与制冷剂氨（R717）接触的零件，不得采用铜和铜合金材料；与制冷剂接触的铝密封垫片应使用纯度高的铝材。

第 2.1.5 条 制冷设备安装时，所采用的阀门和仪表应符合相应介质的要求；法兰、螺纹等处的密封材料，应选用耐油橡胶石棉板、聚四氟乙烯膜带、氯丁橡胶密封液等。

第 2.1.6 条 输送制冷剂管道的焊接，除应符合本规范的规定外，宜采用氩弧焊封底、电弧焊盖面的焊接工艺。

第 2.1.7 条 制冷设备试运转过程中，应避免向周围环境排放氟利昂制冷剂，防止污染环境。

## 第二节 活塞式制冷压缩机和压缩机组

第 2.2.1 条 本节适用于整体出厂的单台制冷压缩机和带有公共底座的压缩机组的安装。解体出厂的活塞式制冷压缩机的安装，应按现行国家标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》的有关规定执行。

第 2.2.2 条 压缩机和压缩机组的纵向和横向安装水平偏差均不应大于 1/1000，并应在曲轴的外露部位、底座或与底座平行的加工面上测量。

第 2.2.3 条 压缩机与电动机的连接，对无公共底座的应以压缩机为准，按设备技术文件的要求调整联轴器或皮带轮，找正电动机；对有公共底座的，其联轴器的找正应进行复检。

第 2.2.4 条 开启式压缩机出厂试验记录中的无空负荷试运转、空气负荷试运转和抽真空试验，均应在试运转时进行。

第 2.2.5 条 压缩机和压缩机组试运转前应符合下列要求：

一、气缸盖、吸排气阀及曲轴箱盖等应拆下检查，其内部的清洁及固定情况应良好；气缸内壁面应加少量冷冻机油，再装上气缸盖等；盘动压缩机数转，各运动部件应转动灵活，无过紧及卡阻现象；

二、加入曲轴箱冷冻机油的规格及油面高度，应符合设备技术文件的规定；

三、冷却水系统供水应畅通；

四、安全阀应经校验、整定，其动作应灵敏可靠；

五、压力、温度、压差等继电器的整定值应符合设备技术文件的规定；

六、点动电动机的检查，其转向应正确，但半封闭压缩机可不检查此项。

第 2.2.6 条 压缩机和压缩机组的空负荷试运转应符合下列要求：

一、应先拆去气缸盖和吸、排气阀组并固定气缸套；

二、启动压缩机并应运转 10min，停车后检查各部位的润滑和温升，应无异常。而后应再继续运转 1h；

三、运转应平稳，无异常声响和剧烈振动；

四、主轴承外侧面和轴封外侧面的温度应正常；

五、油泵供油应正常；

六、油封处不应有油的滴漏现象；

七、停车后，检查气缸内壁面应无异常的磨损。

第 2.2.7 条 压缩机的空气负荷试运转应符合下列要求：

一、吸、排气阀组安装固定后，应调整活塞的止点间隙，并应符合设备技术文件的规定；

二、压缩机的吸气口应加装空气滤清器；

三、启动压缩机，当吸气压力为大气压力时，其排气压力，对于有水冷却的应为 0.3MPa（绝对压

力), 对于无水冷却的应为 0.2MPa (绝对压力), 并应连续运转且不得少于 1h;

四、油压调节阀的操作应灵活, 调节的油压宜比吸气压力高 0.15~0.3MPa;

五、能量调节装置的操作应灵活、正确;

六、压缩机各部位的允许温升应符合表 2.2.7 的规定;

表 2.2.7 压缩机各部位的允许温升值

检查部位	有水冷却 (°C)	无水冷却 (°C)
主轴承外侧面	≤40	≤60
轴封外侧面		
润滑油	≤40	≤50

七、气缸套的冷却水进口水温不应大于 35°C, 出口温度不应大于 45°C;

八、运转应平稳, 无异常声响和振动;

九、吸、排气阀的阀片跳动声响应正常;

十、各连接部位、轴封、填料、气缸盖和阀件应无漏气、漏油、漏水现象;

十一、空气负荷运转后, 应拆洗空气滤清器和油过滤器, 并更换润滑油。

第 2.2.8 条 压缩机和压缩机组的抽真空试验应符合下列要求:

一、应关闭吸、排气截止阀, 并开启放气通孔, 开动压缩机进行抽真空;

二、曲轴箱压力应迅速抽至 0.015MPa (绝对压力);

三、油压不应低于 0.1MPa (绝对压力)。

第 2.2.9 条 压缩机和压缩机组的负荷试运转应在系统充灌制冷剂后进行。试运转中除应符合本规范第 2.2.7 条中第四至第十款的规定外 (油温除外), 尚应符合下列要求:

一、对使用氟利昂制冷剂的压缩机, 启动前应按设备技术文件的要求将热曲轴箱中的润滑油加热;

二、运转中润滑油的油温, 开启式机组不应大于 70°C; 半封闭机组不应大于 80°C;

三、最高排气温度应符合表 2.2.9 的规定;

表 2.2.9 压缩机的最高排气温度

制 冷 剂	最高排气温度 (°C)
R717	150
R12	125
R22	145
R502	145

四、开启式压缩机轴封处的渗油量不应大于 0.5mL/h。

### 第三节 螺杆式制冷压缩机组

第 2.3.1 条 本节适用于压缩机、电动机、油分离器及油冷却器等部件在同一底座上的螺杆式制冷压缩机组的安装。

第 2.3.2 条 压缩机组的纵向和横向安装水平偏差均不应大于 1/1000, 并应在底座或与底座平行的加工面上测量。

第 2.3.3 条 压缩机组试运转前应符合下列要求：

一、脱开联轴器，单独检查电动机的转向应符合压缩机要求；连接联轴器，其找正允许偏差应符合设备技术文件的规定；

二、盘动压缩机应无阻滞、卡阻等现象；

三、应向油分离器、贮油器或油冷却器中加注冷冻机油，油的规格及油面高度应符合设备技术文件的规定；

四、油泵的转向应正确；油压宜调节至 0.15 ~ 0.3MPa (表压)；调节四通阀至增、减负荷位置；滑阀的移动应正确、灵敏，并将滑阀调至最小负荷位置；

五、各保护继电器、安全装置的整定值应符合技术文件的规定，其动作应灵敏、可靠。

第 2.3.4 条 压缩机组的负荷试运转应符合下列要求：

一、应按要求供给冷却水；

二、制冷剂为 R12、R22 的机组，启动前应接通电加热器，其油温不应低于 25℃；

三、启动运转的程序应符合设备技术文件的规定；

四、调节油压宜大于排气压力 0.15 ~ 0.3MPa；精滤油器前后压差不应高于 0.1MPa；

五、冷却水温度不应大于 32℃，压缩机的排气温度和冷却后的油温应符合表 2.3.4 的规定；

表 2.3.4 压缩机的排气温度和冷却后的油温

制冷剂	排气温度 (℃)	油温 (℃)
R12	≤90	30 ~ 55
R22、R17	≤105	30 ~ 65

六、吸气压力不宜低于 0.05MPa (表压)；排气压力不应高于 1.6MPa (表压)；

七、运转中应无异常声响和振动，并检查压缩机轴承体处的温升应正常；

八、轴封处的渗油量不应大于 3mL/h。

#### 第四节 离心式制冷机组

第 2.4.1 条 本节适用于整体出厂的离心式制冷机组（以下简称机组）的安装。

解体出厂的离心式制冷压缩机的安装应按现行国家标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》的有关规定执行。

第 2.4.2 条 离心式制冷机组的纵向和横向安装水平偏差均不应大于 1/1000，并应在底座或与底座平行的加工面上测量。

第 2.4.3 条 机组试运转前应符合下列要求：

一、应按设备技术文件的规定冲洗润滑系统；

二、加入油箱的冷冻机油的规格及油面高度应符合技术文件的要求；

三、抽气回收装置中压缩机的油位应正常，转向应正确，运转应无异常现象；

四、各保护继电器的整定值应整定正确；

五、导叶实际开度和仪表指示值，应按设备技术文件的要求调整一致。

第 2.4.4 条 机组的空气负荷试运转应符合下列要求：

一、应关闭压缩机吸气口的导向叶片，拆除浮球室盖板和蒸发器上的视孔法兰，吸排气口应与大气相通；

二、应按要求供给冷却水；



三、启动油泵及调节润滑系统，其供油应正常；

四、点动电动机的检查，转向应正确，其转动应无阻滞现象；

五、启动压缩机，当机组的电机为通水冷却时，其连续运转时间不应小于 0.5h；当机组的电机为通氟冷却时，其连续运转时间不应大于 10min；同时检查油温、油压，轴承部位的温升，机器的声响和振动均应正常；

六、导向叶片的开度应进行调节试验；导叶的启闭应灵活、可靠；当导叶开度大于 40% 时，试验运转时间宜缩短。

第 2.4.5 条 应按本规范第 2.6.2 条的规定充灌制冷剂。

第 2.4.6 条 机组的负荷试运转应符合下列要求：

一、接通油箱电加热器，将油加热至 50~55℃；

二、按要求供给冷却水和载冷剂；

三、启动油泵、调节润滑系统，其供油应正常；

四、按设备技术文件的规定启动抽气回收装置，排除系统中的空气；

五、启动压缩机应逐步开启导向叶片，并应快速通过喘振区，使压缩机正常工作；

六、检查机组的声响、振动，轴承部位的温升应正常；当机器发生喘振时，应立即采取措施予以消除故障或停机；

七、油箱的油温宜为 50~65℃，油冷却器出口的油温宜为 35~55℃。滤油器和油箱内的油压差，制冷剂为 R11 的机组应大于 0.1MPa，R12 机组应大于 0.2MPa；

八、能量调节机构的工作应正常；

九、机组载冷剂出口处的温度及流量应符合设备技术文件的规定。

## 第五节 附属设备及管道

第 2.5.1 条 本节适用于以活塞式、螺杆式离心式压缩机为主机的压缩式制冷系统中附属设备及管道的安装。

第 2.5.2 条 制冷系统的附属设备如冷凝器、贮液器、油分离器、中间冷却器、集油器、空气分离器、蒸发器和制冷剂泵等就位前，应检查管口的方向与位置、地脚螺栓孔与基础的位置并应符合设计要求。

第 2.5.3 条 附属设备的安装除应符合设计和设备技术文件的规定外，尚应符合下列要求：

一、附属设备的安装，应进行气密性试验及单体吹扫；气密性试验压力，当设计和设备技术文件无规定时，应符合表 2.5.3 的规定；

表 2.5.3 气密性试验压力（绝对压力）

制冷剂	高压系统试验压力 (MPa)	低压系统试验压力 (MPa)
R717、R502	2.0	1.8
R22	2.5 (高冷凝压力) 2.0 (低冷凝压力)	1.8
R12	1.6 (高冷凝压力) 1.2 (低冷凝压力)	1.2
R11	0.3	0.3

二、卧式设备的安装水平偏差和立式设备的铅垂度偏差均不宜大于 1/1000；

三、当安装带有集油器的设备时，集油器的一端应稍低；

四、洗涤式油分离器的过渡口的标高宜比冷凝器的出液口标高低；

五、当安装低温设备时，设备的支撑和与其他设备接触处应增设垫木，垫木应预先进行防腐处理，垫木的厚度不应小于绝热层的厚度；

六、与设备连接的管道，其进、出口方向及位置应符合工艺流程和设计的要求。

第 2.5.4 条 制冷剂泵的安装，除应符合现行国家标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》的有关规定外，尚应符合下列要求：

一、泵的轴线标高应低于循环贮液桶的最低液面标高，其间距应符合设备技术文件的规定；

二、泵的进、出口连接管管径不得小于泵的进出口直径；两台及两台以上泵的进液管应单独敷设，不应并联安装；

三、泵不得空运转或在有气蚀的情况下运转。

第 2.5.5 条 制冷系统管道安装之前，应将管子内的氧化皮、污染物和锈蚀除去，使内壁出现金属光泽面后，管子的两端方可封闭。

第 2.5.6 条 管道的法兰、焊缝和管道附件等不应埋于墙内或不便检修的地方；排气管穿过墙壁处，应加保护套管，其间宜留 10mm 的间隙，间隙内不应填充材料。有绝热层的管道在管道与支架之间应衬垫木，其厚度不应小于绝热层的厚度。

第 2.5.7 条 在液体管上接支管，应从主管的底部或侧部接出；在气体管上接支管，应从主管的上部或侧部接出。供液管不应出现上凸的弯曲。吸气管除氟系统中专门设置的回油弯外，不应出现下凹的弯曲。

第 2.5.8 条 吸、排气管道敷设时，其管道外壁之间的间距应大于 200mm；在同一支架敷设时，吸气管宜装在排气管下方。

第 2.5.9 条 设备之间制冷剂管道连接的坡向及坡度，当设计或设备技术文件无规定时，应符合表 2.5.9 的规定。

表 2.5.9 制冷设备管道敷设坡向及坡度

管道名称	坡 向	坡 度
压缩机进气水平管（氨）	蒸发器	$\geq 3/1000$
压缩机进气水平管（氟利昂）	压缩机	$\geq 10/1000$
压缩机排气水平管	油分离器	$\geq 10/1000$
冷凝器至贮液器的水平供液管	贮液器	1/1000 ~ 3/1000
油分离器至冷凝器的水平管	油分离器	3/1000 ~ 5/1000
机器间调节站的供液管	调节站	1/1000 ~ 3/1000
调节站至机器间的加气管	调节站	1/1000 ~ 3/1000

第 2.5.10 条 设备和管道绝热保温的材料、保温范围及绝热层的厚度应符合设计规定。

第 2.5.11 条 润滑系统和制冷剂管道上的阀门应符合下列要求：

一、对进、出口封闭性能良好、具有合格证并在保证期限内安装的阀门，可只清洗密封面；对不符合上述条件的阀门，应拆卸、清洗，并按阀门的要求更换填料和垫片；

二、每个阀门均应进行单体气密性试验，某试验压力，当设计和设备技术文件无规定时，应按本规范表 2.5.3 的规定执行。

第 2.5.12 条 阀门及附件的安装应符合下列要求：

- 一、单向阀门应按制冷剂流动的方向装设；
- 二、带手柄的阀门，手柄不得向下；电磁阀、热力膨胀阀、升降式止回阀等的阀头均应向上竖直安装；
- 三、热力膨胀阀的安装位置宜靠近蒸发器，以便于调整和检修；感温包的安装应符合设备技术文件的要求。

## 第六节 压缩式制冷系统试运转

第 2.6.1 条 制冷系统的设备及管道组装完毕后，应按下列程序充灌制冷剂：

- 一、系统的吹扫排污；
- 二、气密性试验；
- 三、抽真空试验；
- 四、氨系统保温前的充氨检漏；
- 五、系统保温后充灌制冷剂。

第 2.6.2 条 出厂未充灌制冷剂的制冷机组，应按设备技术文件的规定充灌制冷剂。当无规定时，应按本规范第 2.6.1 条第二、三、五款规定的顺序充灌制冷剂。

第 2.6.3 条 制冷系统的吹扫排污应符合下列要求：

- 一、应采用压力为 0.5~0.6MPa（表压）的干燥压缩空气或氮气按系统顺序反复多次吹扫，并应在排污口处设靶检查，直至无污物为止；
- 二、系统吹扫洁净后，应拆卸可能积存污物的阀门，并应清洗洁净，重新组装。

第 2.6.4 条 制冷系统的气密性试验应符合下列要求：

- 一、气密性试验应采用干燥压缩空气或氮气进行；试验压力，当设计和设备技术文件无规定时，应符合本规范表 2.5.3 的规定。
- 二、当高、低压系统区分有困难时，在检漏阶段，高压部分应按高压系统的试验压力进行；保压时，可按低压系统的试验压力进行。
- 三、系统检漏时，应在规定的试验压力下，用肥皂水或其他发泡剂刷抹在焊缝、法兰等连接处检查，并应无泄漏；系统保压时，应充气至规定的试验压力，在 6h 以后开始记录压力表读数，经 24h 以后再检查压力表读数，其压力降按下式计算，并不应大于试验压力的 1%；当压力降超过以上规定时，应查明原因消除泄漏，并应重新试验，直至合格。

$$\Delta P = P_1 - \frac{273 + t_1}{273 + t_2} P_2 \quad (2.6.4)$$

式中  $\Delta P$ ——压力降（MPa）；

$P_1$ ——开始时系统中气体的压力（MPa，绝对压力）；

$P_2$ ——结束时系统中气体的压力（MPa，绝对压力）；

$t_1$ ——开始时系统中气体的温度（℃）；

$t_2$ ——结束时系统中气体的温度（℃）。

第 2.6.5 条 制冷系统的抽真空试验应符合设备技术文件的规定。

第 2.6.6 条 氨系统的充氨检漏应符合下列要求：

- 一、抽真空试验后，对氨制冷系统，应利用系统的真空度向系统充灌少量的氨；当系统内的压力升至 0.1~0.2MPa（表压）时，应停止充氨，对系统进行全面检查并应无泄漏。
- 二、当发现有泄漏需要补焊修复时，必须将修复段的氨气放净，通大气后方可进行。

第 2.6.7 条 充灌制冷剂，应遵守下列规定：

一、制冷剂应符合设计的要求；

二、应先将系统抽真空，其真空度应符合设备技术文件的规定，然后将装制冷剂的钢瓶与系统的注液阀接通，氟利昂系统的注液阀接通前应加干燥过滤器，使制冷剂注入系统，在充灌过程中按规定向冷凝器供冷却水或蒸发器供载冷剂；

三、当系统内的压力升至 $0.1 \sim 0.2\text{MPa}$ （表压）时，应进行全面检查，无异常情况，再继续充制冷剂，R11制冷剂除外；

四、当系统压力与钢瓶压力相同时，方可开动压缩机，加快制冷剂充入速度；

五、制冷剂充入的总量应符合设计或设备技术文件的规定。

第2.6.8条 制冷系统负荷试运转前的准备工作应符合下列要求：

一、系统中各安全保护继电器、安全装置应经整定，其整定值应符合设备技术文件的规定，其动作应灵敏、可靠；

二、油箱的油面高度应符合规定；

三、按设备技术文件的规定开启或关闭系统中相应的阀门；

四、冷却水供给应正常；

五、蒸发器中载冷剂液体的供给应正常；

六、压缩机能量调节装置应调到最小负荷位置或打开旁通阀。

第2.6.9条 制冷系统的负荷试运转应符合下列要求：

一、制冷压缩机的启动和运转，应符合本规范第2.2.9条、第2.3.4条和第2.4.5条规定；

二、对双级制冷系统应先启动高压级的制冷压缩机；

三、压缩机启动后应缓缓开启吸气截止阀，调节系统的节流装置，其系统工作应正常；

四、系统经过试运转，系统温度应能够在最小的外加热负荷下，降低至设计或设备技术文件规定的温度；

五、运转中应按要求检查下列项目，并做记录：

1. 油箱的油面高度和各部位供油情况；

2. 润滑油的压力和温度；

3. 吸、排气压力的温度；

4. 进、排水温度和冷却水供给情况；

5. 载冷剂的温度；

6. 贮液器、中间冷却器等附属设备的液位；

7. 各运动部件有无异常声响，各连接和密封部位有无松动、漏气、漏油、漏水等现象；

8. 电动机的电流、电压和温升；

9. 能量调节装置的动作应灵敏，浮球阀及其他液位计的工作应稳定；

10. 各安全保护继电器的动作应灵敏、准确；

11. 机器的噪声和振动。

六、停止运转应符合下列要求：

1. 应按设备技术文件规定的顺序停止压缩机的运转；

2. 压缩机停机后，应关闭水泵或风机以及系统中相应的阀门，并应放空积水。

第2.6.10条 试运转结束后，应拆洗系统中的过滤器并应更换或再生干燥过滤器的干燥剂。

## 第七节 溴化锂吸收式制冷机组

第2.7.1条 本节适用于以蒸汽或热水为热源的单、双效溴化锂吸收式制冷机组的安装。

第 2.7.2 条 机组就位后,其安装水平应在设备技术文件规定的基准面上测量,其纵向和横向安装水平偏差不应大于  $1/1000$ 。

第 2.7.3 条 真空泵安装时,应符合下列要求:

- 一、抽气连接管应采用真空胶管,并宜缩短设备与真空泵间的管长;
- 二、真空泵运转前,采用真空泵油的规格及加油量应符合设备技术文件的规定;
- 三、应进行真空泵抽气性能的检验;在泵的吸入管上应装真空度测量仪,并关闭真空泵与制冷系统连接的阀门,启动真空泵,并应将压力抽至  $0.0133\text{kPa}$  以下;然后,停泵观察真空度测量仪,应无泄漏。当有泄漏时,应消除故障。

第 2.7.4 条 管道的连接应符合设计或设备技术文件的要求;机组内部管道连接前,应将所有接管及阀门的铁锈、油脂及污物清除洁净,并应保持清洁和干燥;连接时,宜在管内加衬圈或在管外加套管焊接,并应防止焊渣及其他污物掉入设备内部。

第 2.7.5 条 系统的气密性试验应符合下列要求:

- 一、当采用氮气或干燥压缩空气进行试验时,试验压力应为  $0.2\text{MPa}$  (表压);检查设备及管道有无泄漏时,应保持压力  $24\text{h}$ ;按本规范公式 (2.6.4) 计算,压力降不应大于  $0.0665\text{kPa}$ ;
- 二、采用氟利昂进行试验时,应先将系统抽真空至  $0.265\text{kPa}$ ,并充入氟利昂气体至  $0.05\text{MPa}$  (表压)。然后,再充入氮气或干燥压缩空气至  $0.15\text{MPa}$  (表压),并用电子卤素检漏仪进行检查,其泄漏率不应大于  $2.03\text{PamL}/\text{so}$ 。

第 2.7.6 条 系统抽真空试验应在气密性试验合格后进行;试验时,应将系统内绝对压力抽至  $0.0665\text{kPa}$ ,关闭真空泵上的抽气阀门,保持压力  $24\text{h}$ ;按本规范公式 (2.6.4) 计算,压力的上升不应大于  $0.0266\text{kPa}$ 。

第 2.7.7 条 系统气密性试验和抽真空试验后,应按设备技术文件规定进行系统内部的冲洗。

第 2.7.8 条 机组和管道绝热保温的材料、保温范围及绝热层的厚度应符合设计或设备技术文件的规定。

第 2.7.9 条 制冷系统的加液应符合下列要求:

- 一、按设备技术文件规定配制溴化锂溶液;配制后,溶液应在容器中进行沉淀,并应保持洁净,不得有油类物质或其他杂物混入;
- 二、开动真空泵,应将系统抽真空至  $0.0665\text{kPa}$  以下绝对压力;当系统内部冲洗后有残留水分时,可将系统抽至环境温度相对应的水的饱和蒸汽压力,其压力可采用本规范附录一;
- 三、加液连接管应采用真空胶管,连接管的一端应与规定的阀门连接,接头密封应良好;管的另一端插入加液桶与桶底的距离不应小于  $100\text{mm}$ ,且应浸没在溶液中;
- 四、开启加液阀门,应将溶液注入系统;溴化锂溶液的加入量应符合设备技术文件的规定,加液过程中,应防止将空气带入系统。

第 2.7.10 条 制冷系统的试运转应符合下列要求:

- 一、启动运转应按下列要求进行:
  1. 应向冷却水系统和冷水系统供水,当冷却水低于  $20^{\circ}\text{C}$  时,应调节阀门减少冷却水供水量;
  2. 启动发生器泵、吸收器泵,应使溶液循环;
  3. 应慢慢开启蒸汽或热水阀门,向发生器供水,对以蒸汽为热源的机组,应使机组先在较低的蒸汽压力状态下运转,无异常现象后,再逐渐提高蒸汽压力至设备技术文件的规定值;
  4. 当蒸发器冷剂水液囊具有足够的积水后,应启动蒸发器泵,并调节制冷机,应使其正常运转;
  5. 启动运转过程中,应启动真空泵,抽除系统内的残余空气或初期运转产生的不凝性气体。
- 二、运转中检查的项目和要求应符合下列规定:
  1. 稀溶液、浓溶液和混合溶液的浓度、温度应符合设备技术文件的规定;

2. 冷却水、冷媒水的水量和进、出口温度差应符合设备技术文件的规定；
3. 加热蒸汽的压力、温度和凝结水的温度、流量或热水的温度及流量应符合设备技术文件的规定；
4. 混有溴化锂的制冷剂水比重不应超过 1.04；
5. 系统应保持规定的真空度；
6. 屏蔽泵的工作应稳定，并无阻塞、过热、异常声响等现象；
7. 各安全保护继电器的动作应灵敏、正确，仪表的指示应准确。

## 第八节 组合冷库

第 2.8.1 条 本节适用于以硬质聚氨酯泡沫塑料和聚苯乙烯泡沫塑料为隔热层，金属材料为面板的组合冷库的安装。

第 2.8.2 条 冷库的制冷系统设备的安装应符合本规范的有关规定。

第 2.8.3 条 组合冷库的库体安装前，应对库板进行检查。库板的表面应平整，并应无翘曲、无明显的划伤碰伤和凹凸不平。库板板芯泡沫塑料的物理机械性能应符合表 2.8.3 的规定。

表 2.8.3 库板板芯泡沫塑料的物理机械性能

项 目	芯 层 材 料	
	硬质聚氨酯 泡沫塑料	聚苯乙烯 泡沫塑料
密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	32 ~ 50	< 20
压缩强度 (kPa)	$\geq 196$	$\geq 147$
弯曲强度 (kPa)	$\geq 245$	$\geq 177$
导热系数 ( $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ )	$\leq 0.024$	$\leq 0.044$
吸水性 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	$\leq 0.2$	$\leq 0.08$
尺寸稳定性 ( $\pm \%$ )	0.5	0.5
自熄性 (s)	3	2

第 2.8.4 条 组合冷库的库体安装应符合下列要求：

- 一、组装后的库板接缝错位不得大于 1.5mm，接缝应均匀、严密、表面平整；
- 二、库板接缝处应采用规定的密封材料；现场配制的发泡剂，其配合比应符合规定；
- 三、总装后，库体外观应无明显缺陷；库门开闭应灵活，并不得有变形，密封性能应良好。

第 2.8.5 条 气调冷库的气调系统设备安装应符合设备技术文件的规定，并应符合下列要求：

一、管道及阀门的接头和密封处，不得有漏气、滴水等现象；管道上不应设置下垂的 U 形弯管；管道应坡向气调间内；管道与气调机的连接处应采用软管连接；

二、气调设备的断水报警装置应灵敏、可靠。

第 2.8.6 条 气调冷库在库体安装后，应进行库体气密性试验，试验应符合下列要求：

- 一、将库门打开，库内外空气应充分交换，其时间不应小于 24h；
- 二、应堵塞所有与库外相通的孔洞，并应用密封胶密封；
- 三、关闭气密门，其密封应良好；
- 四、应启动鼓风机，当库内压力达到 100Pa（表压）后停机，并应开始计时；
- 五、库内压力值应每隔 1min 记录一次，读数应准确到 5Pa；
- 六、当试验至 10min 时，库内剩余压力应大于 50Pa（表压）；

七、应绘制库内压力随时间变化的曲线。

第 2.8.7 条 气调冷库的气调试验应符合下列要求：

一、气调系统的管线及阀门应畅通，非气调间阀门应关严；

二、启动气调设备，并应开始计时；

三、试验开始后，库内  $O_2$ 、 $CO_2$  的含量应每隔 1h 记录一次，测试精度应为 0.1/100；

四、当库内  $O_2$  含量达到 3%， $CO_2$  含量达到 5% 后，应关闭气调设备，并记录试验结束的时间，其气调试验时间应符合表 2.8.7 的规定；

气调试验的试验时间表

表 2.8.7 气调试验的试验时间

单间库容 ( $m^3$ )	气调时间 (h)
500 ~ 800	$\geq 96$
801 ~ 1000	$\geq 120$

五、应绘制库内气体含量值随时间变化的曲线。

第 2.8.8 条 组合冷库的空库降温应符合下列要求：

一、地坪表层为混凝土的大、中型组合冷库空库降温时，宜先将库温缓慢地降至  $1 \sim 3^\circ C$ ；高温库、气调库可直接降至设计温度，并应保持 24h。当地坪与库板结合处、地坪面等处无异常变化后，方可将库温降至设计温度；

二、地坪表层为非混凝土的小型组合冷库，空库降温时，可将库温直接降至设计温度；

三、库温降至设计温度后，应检查库体外表面，并应无结露、结霜等现象；

四、规定要求考核空库降温时间的组合冷库，其空库降温时间应符合表 2.8.8-1 的规定；组合冷库库温分类可按表 2.8.8-2 划分；

表 2.8.8-1 组合冷库空库降温时间

单间库容 ( $m^3$ )		降温时间 (h)			
		G	Z	D	J
冷冻冷藏	$\leq 100$	$\leq 1.0$	$\leq 1.5$	$\leq 2.5$	$\leq 3.5$
	101 ~ 500	$\leq 2.0$	$\leq 2.5$	$\leq 3.5$	$\leq 5.0$
	501 ~ 1000	$\leq 3.0$	$\leq 3.5$	$\leq 4.5$	—
气调	500 ~ 800	$\leq 3.0$	$\leq 3.5$	$\leq 4.0$	—
	501 ~ 1000	$\leq 4.0$	$\leq 4.5$	$\leq 5.0$	—

表 2.8.8-2 组合冷库库温分类

库温分类		高温	中温	低温	冻结
代号		G	Z	D	J
库温 ( $^\circ C$ )	冷冻冷藏	$-2 \sim 12$	$-10 \sim -2$	$-20 \sim -10$	$-30 \sim -20$
	气调	$8 \sim 15$	$0 \sim 8$	$-2 \sim 0$	—

五、组合冷库空库降温试验的方法应按下列要求进行：

1. 库体周围应无各种人为热流的影响；

2. 应关闭库体, 熄灭库内照明灯, 用电加热器预热; 当库内温度达到 32℃、并稳定 1h 后方可进行测试;
3. 应保持库内温度为  $32 \pm 1^\circ\text{C}$ , 测定 1h 内加热器的输入热量, 并保持这个输入热量;
4. 测试时间内, 输入热量的波动值不应大于 1%;
5. 应启动制冷机对冷库进行降温, 同时记录降温起始时间;
6. 空库降温开始后, 应记录库内初始温度, 并应每隔 10min 记录一次;
7. 测试过程中环境温度发生变化时, 向库内输入热量应每隔 30min 修正一次; 单位时间的热量修正值应按下式计算:

$$\Delta Q = \frac{Q_0}{32 - t_0} \cdot \Delta t \quad (2.8.8)$$

式中  $\Delta Q$ ——单位时间热量修正值 (W);

$Q_0$ ——试验初始时间输入热量 (W);

$t_0$ ——试验初始时环境温度 ( $^\circ\text{C}$ );

$\Delta t$ ——环境温度变化值 ( $^\circ\text{C}$ );

8. 当库温达到设计温度时, 应记录降温结束时间, 并计算降温时间;
9. 应绘制库温随时间而变化的降温试验曲线。

## 第三章 空气分离设备

### 第一节 一般规定

第 3.1.1 条 本章适用于以深度冷冻方法制取气态的氧、氮和稀有气体的空气分离设备 (以下简称空分设备) 的安装。

第 3.1.2 条 空分设备在开箱检查时, 应按发送清册和装箱清单进行设备、材料及资料的清点、检查和验收, 并做好详细记录。随设备带来的材料规格、材质和数量, 当与设备技术文件不符时, 应有制造厂的代用许可证明方可使用。

第 3.1.3 条 分馏塔的抗冻基础应具有检验合格记录; 当采用膨胀珍珠岩 (珠光砂) 混凝土时, 其抗压强度不应小于  $7.5\text{MPa}$ , 导热系数不应大于  $0.23\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 并不应有裂纹。

第 3.1.4 条 吸附剂、绝热材料的规格和性能应符合设备技术文件的规定; 无规定时, 吸附剂和绝热材料应按国家现行标准《大中型空气分离设备技术条件》的规定选用。

第 3.1.5 条 空分设备的黄铜制件不得接触氨气; 铝制件不得接触碱液; 充氮气密封的部分, 在保管期间高压腔压力宜保持  $10 \sim 20\text{kPa}$ , 低压腔压力 (装平盖板一方) 应保持  $1\text{kPa}$ 。

第 3.1.6 条 空分设备的脱脂应符合下列要求:

一、分馏塔内部各设备、管路、阀门, 分馏塔外部凡与氧或富氧介质接触的设备、管路、阀门和各忌油设备均应进行脱脂。脱脂应按现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》及国家现行标准《大中型空气分离设备技术条件》的有关规定执行;

二、当制造厂已作过脱脂处理, 且未被油脂污染时, 可不再脱脂; 当被油脂污染时, 应再作脱脂处理;

三、压力容器、阀门、管路中铝制件的脱脂应采用全氯乙烯或三氯乙烯溶剂, 不得使用四氯化碳溶剂; 压力容器、阀门、管路中非铝制件及各忌油设备均采用四氯化碳及其他脱脂剂进行脱脂。

四、不得使用已经变质的脱脂剂。



第 3.1.7 条 受压设备就位前,应按下列规定进行强度试验和气密性试验:

一、制造厂已作过强度试验并有合格证的可不作强度试验,但必须作气密性试验;当发现设备有损伤或在现场作过局部改装时,仍应作强度试验;

二、强度试验应采用水为介质进行;对不宜用水作介质或结构复杂的设备(精馏塔、板翅式换热器、吸附过滤器等)宜采用洁净、干燥、无油的气体进行,但必须有可靠的安全措施;

三、强度试验和气密性试验压力与保压时间应按设备技术文件的规定执行;当无规定时,应符合表 3.1.7 的规定,且试验压力不得小于 0.1MPa。

表 3.1.7 试验压力与保压时间

项 目		试验压力 (MPa, 表压)	保压时间 (min)
强度 试验	液 压	1.25P	10~30
	气 压	1.15P	10~30
	板翅式换热器 切换通道	2P	5
气密性试验		1P	30~60

注: P——设计压力。

四、液压试验应采用洁净的水或液体。当受压设备内充满液体后,应排出滞留在其内的气体,待内外壁温接近时,方可缓慢升至设计压力;当无泄漏后应继续升至试验压力,并根据受压设备大小保压 10~30min;而后,降至设计压力,其保压时间不应少于 30min,经检查应无泄漏、异常现象。液压试验后,应采用干燥、无油的压缩空气将其内部吹干、吹净。对奥氏体不锈钢压力容器以水为介质进行液压试验时,宜控制水中氯离子含量,并不应超过百万分之二十五(25ppm)。

五、气压试验应采用洁净、干燥、无油的空气或惰性气体;对碳素钢和低合金钢制造的压力容器,其试验气体温度不得小于 15℃;其他材料制造的压力容器,试验气体的温度,应符合设计的规定。当进行气压试验时,应先缓慢升压至试验压力的 10%,保压 5~10min;当无泄漏后,应继续升至试验压力的 50%;当无异常现象后,应继续升压至试验压力,并按受压设备大小保压 10~30min;而后应降至设计压力,保压时间不少于 30min,经检查应无泄漏和异常现象。

第 3.1.8 条 阀门应按系统压力作气密性试验,其泄漏量不应超过设备技术文件的规定;自动阀的密封面可采用煤油作渗漏检查,并保持 5min 后,无渗漏现象。

第 3.1.9 条 调整安全阀应符合下列要求:

一、安全阀的开启压力应按设备技术文件规定的整定值进行调整,当无规定时,应按设计压力或系统最高工作压力进行调整;

二、调整达到要求后,应进行铅封。

第 3.1.10 条 管路上波纹节组装时,应按设备技术文件规定的预压量进行预压,并不应有拉伸、扭曲和错位。

第 3.1.11 条 当忌油设备进行试压和吹扫时,所用的介质应为清洁、干燥、无油的空气或氮气;当采用氮气时,应采取防窒息措施。当进行吹扫时宜将气流吹在白色滤纸或白布上,经 10min 后观察,在纸或白布上应无油污和杂质。

第 3.1.12 条 现场组装焊接铝制空分设备,铝及铝合金管道应按设备技术文件和国家现行有关焊接标准、规程的规定执行。

第 3.1.13 条 与空分设备配套的压缩机、风机、泵安装应按现行国家标准《压缩机、风机、泵安

装工程施工及验收规范》的规定执行。

## 第二节 分馏塔组装

第 3.2.1 条 直接安放整体分馏塔的基础，其表面水平度不应大于  $1.5/1000$ 。

第 3.2.2 条 现场组装分馏塔的基础，其表面水平度不应大于  $5/1000$ 。全长上的标高偏差不应大于  $15\text{mm}$ 。

第 3.2.3 条 保冷箱基础框架的纵、横向安装水平均不应大于  $1/1000$ ，并应在型钢水平面上测量。

第 3.2.4 条 吊装有色金属的设备和管子时，应防止损伤其表面；当有伤痕时，其深度不应大于壁厚的负公差值。

第 3.2.5 条 设备的就位、找正和调平应符合下列要求：

一、应将选定的主管口中心与基础面上的基准线对准，其允许偏差为  $3\text{mm}$ 。

二、精馏塔现场拼装的几何尺寸、允许偏差和焊接质量的要求，应符合制造的图样及其焊接的技术要求。

三、各种精馏塔（上塔、下塔、精氩塔、粗氩塔）的铅垂度不应大于  $1/1000$ ；当采用设备本身的校直器校正铅垂度时，其允许偏差为：

上塔： $\leq 2\text{mm}$

下塔： $\leq 1.5\text{mm}$

精氩塔： $\leq 1\text{mm}$

粗氩塔： $\leq 1\text{mm}$

四、其余设备的铅垂度不应大于  $2/1000$ 。

五、整体分馏塔调平时，外筒壳的上下标记应对准所挂的铅垂线。

第 3.2.6 条 保冷箱的组装应符合下列要求：

一、冷箱面板每片对角线长度及四边垂直度的允许偏差应符合表 3.2.6 的规定。

表 3.2.6 冰箱面板每片对角线长度及四边垂直度的允许偏差

面板尺寸 (mm)	$> 1000$ 且 $\leq 2000$	2000 ~ 4000	4000 ~ 8000	8000 ~ 12000
允许偏差 (mm)	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 5$	$\pm 6$
面板尺寸 (mm)	12000 ~ 16000	16000 ~ 20000	$> 20000$	
允许偏差 (mm)	$\pm 7$	$\pm 8$	$\pm 9$	

二、外表面的连续焊缝应无漏焊，并经外观检查应合格和无漏水现象；

三、安装立式液体泵的法兰，其平面的安装水平不应大于  $1/1000$ 。

第 3.2.7 条 分馏塔平台标高的允许偏差不应大于  $10\text{mm}$ ；各立柱的铅垂度不应大于  $1/1000$ ，全长上的标高偏差不应大于  $10\text{mm}$ 。

第 3.2.8 条 冷箱内的配管应符合下列要求：

一、配管前，应加工焊缝坡口，管件应清洗洁净，并应严格脱脂；

二、配管的顺序应为先大管、后小管，先主管、后辅管，先下部管，后上部管。为了防止产生外加应力，不得强行配管；直径大于  $45\text{mm}$  的管道进行配接或预装时，应留一段作为最终接管，待其他管道连接焊好后方可单独接管；

三、管路上的温度计、压力表和分析管等接头应先开口，不得在配管后再开口；施工中，各容器和管道的开口应封闭，防止杂物掉进设备和管道内；

四、各管路不应相碰，其管间的最小距离应符合下列要求：

1. 冷热管道的外壁间距不应小于 200mm；
2. 热管道外壁距液体容器表面的间距不应小于 300mm；
3. 冷管外壁距保冷箱面板的间距不应小于 400mm；
4. 冷管外壁距分馏塔基础表面的间距不应小于 300mm；

五、液体排放管与设备连接后，宜向上倾斜，并在靠近保冷箱壁约 300mm 范围内的热区部分弯成倒 U 形通向排放阀，倒 U 形的高度宜为管子外径的 6~10 倍，并应防止阀门结霜；与液体容器连接的加热管、吹除管和安全阀管亦可按上述方法配管；

六、气体吹除管的坡度应符合设备技术文件的规定；当无规定时，应设 1/10 的坡度向吹除阀方向下降倾斜，并应无下凹死区，防止水份在管内冻结。

七、直径  $D_g \geq 25\text{mm}$  的铝管应在焊接缝处加内衬圈；直径  $D_g < 25\text{mm}$  的铝管，应加外套圈。

第 3.2.9 条 装配计器管应符合设备技术文件的规定；当无规定时，应符合下列要求：

一、计器管应作脱脂处理，并宜在试压后进行装配；

二、气体计器管、压力表管、液面计气侧管、分析仪表管等应从测点向上倾斜引出，至倒 U 形弯处，并应高于测点 500mm 以上。计器管不应与设备或冷管接触，其外壁间距不应小于 100mm；

三、当液面计液侧管阀门高于测点时，计器管应从容器测点向上倾斜 5% 引至保冷箱壁面，再沿保冷箱壁面水平方向敷设大于 1m 的管子通向阀内；当阀门低于测点时，应从容器测点向上倾斜 5% 引至保冷箱壁面，再沿保冷箱壁面水平方向敷设大于 1m 的管子，而后向上弯成 1m 高的倒 U 形，通向阀门；

四、所有计器管应安置在保护架内，并用管卡或带子固定，严禁焊接固定；保护架应固定牢固和防止积水。

第 3.2.10 条 装配分馏塔外部管路时，管内应无锈蚀、杂物和油污。

第 3.2.11 条 管路装配完毕后，阀门应开闭灵活，无阻滞现象，并应将阀门关闭。

### 第三节 吹 扫

第 3.3.1 条 吹扫前后的准备工作应符合下列要求：

一、在吹扫系统中，当没有与大气相通的吹扫阀时，可在适当部位开设吹扫孔，待吹扫结束后，应用盲板封堵；

二、膨胀机和液氧泵的进、出口管应断开，其入口管过滤器芯子应拆除；

三、所有的流量计孔板应卸下，待吹扫后应按原样装复；

四、吹扫可逆式换热器时，应将自动阀箱人孔打开，其低压侧自动阀孔应用盲板封堵；吹扫后即应将自动阀装上，并检漏和将人孔封闭。

第 3.3.2 条 分馏塔的吹扫应先吹塔外系统，后吹塔内系统，防止脏物带入塔内；塔外管道吹扫时，凡与冷箱内相连接的阀门应关闭，以免脏物重新吹入塔内。

第 3.3.3 条 吹扫塔内系统时，应先吹板式换热器及其上的计器管，后吹其他设备和管路。

第 3.3.4 条 吹扫时的空气压力，中压系统宜为 0.25~0.4MPa（表压）；低压系统宜为 0.04~0.05MPa（表压）。

第 3.3.5 条 各系统的吹扫应反复多次冲击进行（精馏塔除外）。吹扫时间不应小于 4h；采用沾湿的白色滤纸或白布放在吹扫出口处，经 5min 后观察，在纸或白布上应无机械杂质。

## 第四节 整体试压

第 3.4.1 条 分馏塔吹扫洁净后,各压力系统应用盲板分开并进行气密性试验。

第 3.4.2 条 解体出厂现场组装的分馏塔气密性试验压力、保压时间和残留率的要求应符合设备技术文件的规定;当无规定时,应符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 气密性试验压力、保压时间和残留率

项 目	设计压力 (MPa, 表压)	试验压力 (MPa, 表压)	保压时间 (h)	残留率 $\Delta$ (%)
中压系统	0.60	0.60	12	$\geq 95$
低压系统	0.10	0.10	12	$\geq 95$
液氧循环系统	0.30	0.30	12	$\geq 97$

残留率  $\Delta$  应按下式计算:

$$\Delta = \frac{P_2 (273 + t_1)}{P_1 (273 + t_2)} \times 100\% \quad (3.4.2)$$

式中  $\Delta$ ——系统中气体的残留率(%);

$P_1$ ——开始时系统中气体的绝对压力(MPa);

$P_2$ ——结束时系统中气体的绝对压力(MPa);

$t_1$ ——开始时系统中气体的温度( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_2$ ——结束时系统中气体的温度( $^{\circ}\text{C}$ )。

第 3.4.3 条 气密性试验方法应符合下列要求:

一、试验的压缩空气应洁净、干燥、无油;升压应缓慢平稳,并无异常现象,并应逐步升压至试验压力;

二、应采用无脂肥皂液或二丁基萘硫酸钠溶液检漏,检漏后,应立即用热水将皂液或溶液擦洗干净;

三、气密性试验应在检漏后进行,并应在试验压力稳定 30min 后开始记录起点压力和起点温度,并准时记录终点压力和终点温度,其残留率应按本规范公式(3.4.2)计算,并应符合本规范表 3.4.2 的规定;

四、气密性试验合格后,应将盲板拆除复原,并按工作压力进行整体通气检查。

第 3.4.4 条 分馏塔内需切换再生操作的设备(如吸附过滤器、液氧循环吸附器等)应单独作气密性试验,停压 4h,其进、出口阀门范围内的残留率不应小于 99%。

第 3.4.5 条 整体安装的分馏塔就位和装完附件后,应按下列规定进行气密性试验:

一、应按设备技术文件的规定对分馏塔内、外系统进行吹扫,达到畅通无阻和洁净的要求;

二、在安全阀前不应加盲板;

三、应按高压、中压、低压系统分别试压及检漏;

四、分馏塔内、外的各主要设备气密性试验允许压力降应符合表 3.4.5 的规定;

表 3.4.5 分馏塔气密性试验允许压力降

试验压力 (MPa, 表压)		保压时间 (h)	允许压力降 (MPa, 表压)
高压系统	20	1	0.4
	10	1	0.2
	5	1	0.1
中压系统	2.5	1	0.075
	1.2	2	0.050
	0.6	4	0.020
低压系统	0.06	8	0.010

五、压力降  $\Delta P$  应按下式计算：

$$\Delta P = P_1 - \frac{273 + t_1}{273 + t_2} P_2 \quad (3.4.5)$$

式中  $\Delta P$ ——压力降 (MPa)；

$P_1$ ——开始时系统中气体的绝对压力 (MPa)；

$P_2$ ——结束时系统中气体的绝对压力 (MPa)；

$t_1$ ——开始时系统中气体的温度 (°C)；

$t_2$ ——结束时系统中气体的温度 (°C)。

## 第五节 整体裸冷试验

第 3.5.1 条 设备运行操作人员应熟练掌握本岗位的操作规程；分馏塔的操作人员还应熟悉成套空分设备的工艺流程；经培训合格方可上岗操作。

第 3.5.2 条 试验前，应对分馏塔进行全面加温和吹冷；空压机、膨胀机、切换阀和仪表控制系统、电气控制系统及安全保护装置，应作好运转的准备工作。

第 3.5.3 条 试验应按设备技术文件的规定进行，并依次将精馏塔、冷凝蒸发器等主要设备冷却到尽量低的温度，保持 1~2h，而后冷却整个分馏塔，所有的设备、管路外表面上结白霜，再保持 3~4h。

第 3.5.4 条 设备启动后，应密切监视各工况的变化情况，整个操作中各个环节有无异常，并应每隔 0.5h 作一次有关记录（压力、温度等）。在冷态下，应检查各部位有无变形，并可根据结霜的情况判断有无泄漏，并将泄漏点的位置作出标记。

第 3.5.5 条 在裸冷试验后和化霜前，应将保冷箱内所有法兰及阀门的连接螺栓再紧固一次。

第 3.5.6 条 分馏塔恢复到常温后，应以工作压力对整个系统通气检查，当有泄漏时应消除故障。

第 3.5.7 条 整体冷试后，当有补焊、密封面处理和局部改装时，必要时应再进行裸冷试验。

## 第六节 装填绝热材料

第 3.6.1 条 装填绝热材料应在整体裸冷试验合格后进行，并使分馏塔和基础上表面保持干燥。

第 3.6.2 条 装填绝热材料应符合下列要求：

一、绝热材料内不应混有可燃物；

- 二、绝热材料不得受潮，并不得在雨、雪天装填；
- 三、不应损伤计器管和电缆；
- 四、装填应密实，并不应有空穴；
- 五、应采取安全防护措施。

第 3.6.3 条 当装填绝热材料时，分馏塔内各设备、管路均应充气，充气压力宜为 45 ~ 50kPa (表压)；并应微开各计器管阀门通气，同时使各铂热电阻通电，观察计器管和电缆有无故障。

## 第七节 稀有气体提取设备

第 3.7.1 条 稀有气体提取设备的调平、配管和试压等应按本章相应各节的有关规定执行。

第 3.7.2 条 除润滑油、冷却水、蒸汽加热系统的管路外，其余管路均应作脱脂处理。

第 3.7.3 条 安装真空容器前，应进行外观检查；当有明显损伤时，应作真空度检查。

第 3.7.4 条 纯化和分离系统中需抽真空的区段，其气密性试验和真空检查应按设备技术文件的规定执行；无规定时，应符合下列要求：

- 一、应按工作压力采用氮气进行气密性试验，保压 24h 后，应无泄漏；
- 二、真空试验应在停泵后保持 24h，其泄漏率不应大于  $1.33 \times 10^{-2} \text{Pa} \cdot \text{L/s}$ ；
- 三、泄漏率  $Q$  应按下式计算：

$$Q = \frac{\Delta P \cdot V}{\Delta t} \quad (3.7.4)$$

式中  $Q$ ——泄漏率 ( $\text{Pa} \cdot \text{L/s}$ )；

$\Delta P$ ——两次测量的绝对压力差 ( $\text{Pa}$ )；

$V$ ——真空腔容积 ( $\text{L}$ )；

$\Delta t$ ——两次测量的时间间隔 ( $\text{s}$ )。

第 3.7.5 条 吸附器(纯化器)、催化器在装填吸附剂、催化剂前应采用干燥无油的热空气吹干、吹净；热空气的排出温度宜为 60 ~ 80℃。

第 3.7.6 条 吸附剂和催化剂在装填前应按设备技术文件的规定进行活化处理。当无规定时，可按本规范附录二常用吸附剂、催化剂的活化条件进行。

## 第八节 透平膨胀机

第 3.8.1 条 不得使用膨胀机的蜗壳或箱盖的吊环进行整台吊装。

第 3.8.2 条 膨胀机的清洗和装配应符合下列要求：

- 一、机件的装配程序、方法和间隙等，均应符合设备技术文件的规定，并应作记录；
- 二、组装工作轮和风机轮的转子部件应按制造厂的标记进行；工作轮、风机轮和转轴的锁紧装置应可靠；
- 三、电机、齿轮轴、转子轴连接时，其同轴度应符合设备技术文件的规定；
- 四、润滑系统和冷却系统应清洗洁净，并保持畅通。

第 3.8.3 条 膨胀机的纵、横向安装水平应符合设备技术文件的规定。电机制动的膨胀机应在高速齿轮轴上测量。

第 3.8.4 条 膨胀机裸冷试验前应进行检查，并应符合下列要求：

- 一、制动风机阀门应处于全开位置；
- 二、加注润滑油的规格、性能和数量，应符合设备技术文件的规定；
- 三、润滑系统和冷却系统应清洗洁净并畅通；

- 四、接通密封气体，压力应符合设备技术文件的规定；
- 五、电机的转向应符合膨胀机的转向；
- 六、安全装置应准确、可靠；
- 七、运动部件和导流叶片的调节机构应灵活，无阻滞现象；
- 八、仪表和电气装置的调整应正确。

第 3.8.5 条 膨胀机裸冷试验应符合下列要求：

- 一、在装填绝热材料前应配合分馏塔进行；
- 二、每次裸冷试验前应加温吹扫，试验后应加温解冻吹扫；
- 三、膨胀机轴承的垂直双向振幅值，应符合设备技术文件的规定；
- 四、膨胀机的超速控制宜采用模拟方法试验，经连续三次试验，其动作应正确无误；
- 五、应进行紧急切断阀的关闭试验；
- 六、转动导流叶片的调节机构，应灵活，无卡阻现象。

第 3.8.6 条 膨胀机在成套空分设备试运转中应按下列项目进行检查，并应作记录：

- 一、润滑油的压力和温度；
- 二、轴承温度；
- 三、进、出口压力和温度；
- 四、喷嘴后压力；
- 五、流量；
- 六、电机制动功率。

## 第九节 活塞式膨胀机

第 3.9.1 条 活塞式膨胀机安装前，应进行清洗和检查，并应符合下列要求：

一、活塞式膨胀机应在出厂的防锈保证期内安装时，除拆卸、检查和清洗气阀外，其余部分可不进行拆卸、清洗和检查；超过防锈保证期安装时，应对活塞、连杆、气阀和填料等进行拆卸、清洗与检查；其中气阀和填料不得用蒸汽清洗。

二、进、排气阀杆与顶杆间的间隙，气缸的余隙应符合设备技术文件的规定。

三、润滑系统应清洗洁净，并保持畅通。

第 3.9.2 条 膨胀机的纵、横向安装水平均不应大于 0.1/1000。

第 3.9.3 条 膨胀机应进行气密性试验，管路和接头应无泄漏；进、排气阀杆和活塞杆的填函处均不宜泄漏。

第 3.9.4 条 膨胀机裸冷试验前，除应符合本规范第 3.8.4 二至八款的规定外，，应检查进、排气管路，并不应存有压缩空气。

第 3.9.5 条 膨胀机的空负荷试运转应在装填绝热材料前进行；超速控制试验（防飞车装置试验）宜采用模拟方法试验，经连续三次试验，其动作应正确无误。

第 3.9.6 条 膨胀机的裸冷试验时，除进、排气阀杆填函处可有微量泄漏外，其余各处均不得有泄漏。排除泄漏应在停机、解冻、卸压后进行。

第 3.9.7 条 膨胀机在成套空分设备试运转中应检查润滑油，进、排气口的压力和温度以及膨胀机的转速，并应符合规定，同时作记录。

第 3.9.8 条 试运转完毕后，应及时进行加温吹扫，使各受潮部分完全干燥。

## 第十节 离心式低温液体泵

第 3.10.1 条 泵的清洗、装配和试运转应按设备技术文件的规定执行；脱脂应按本规范第 3.1.6

条的规定执行。

第 3.10.2 条 贮槽到泵的进液管应向泵的吸入口方向下降倾斜,防止泵内产生汽蚀;液体进贮槽的管路应向上倾斜,使气体流入贮槽内。

第 3.10.3 条 脱开联轴器检查电动机的转向应符合泵的转向;工作条件不具备时,不得随意启动泵。

第 3.10.4 条 泵在试运转前应充分预冷,预冷后应盘动数转,不应有轻重不匀或卡阻现象,严禁强行盘车。

第 3.10.5 条 试运转时,应检查泵的进、出口压力、密封气体压力和轴承温度,并作记录。

### 第十一节 柱塞式低温液体泵

第 3.11.1 条 泵就位前应按设备技术文件规定进行清洗和脱脂。脱脂方法应按现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》第五章的规定进行。

第 3.11.2 条 泵的纵、横向安装水平均不应大于  $0.1/1000$ 。

第 3.11.3 条 泵的柱塞与气缸顶部的间隙应符合设备技术文件的规定;各运动部件应灵活、无阻滞现象。

第 3.11.4 条 装设泵的吸入管和排出管应符合本规范第 3.10.2 条的规定。

第 3.11.5 条 泵启动前应进行检查,并应符合下列要求:

- 一、按设备技术文件的规定加注低温润滑油;
- 二、电动机的转向应符合泵的转向;
- 三、吸入液体前,气缸内应进行干燥处理;
- 四、柱塞和气缸应充分预冷;预冷后,运动部件应灵活、无阻滞现象。

第 3.11.6 条 泵试运转时,出口压力和润滑油的温升应符合规定,并作记录。

第 3.11.7 条 泵停止运转后,应及时进行干燥处理。

### 第十二节 回热式制冷机

第 3.12.1 条 本节适用于供空气分离或液化设备配套用的回热式制冷机的安装。

第 3.12.2 条 制冷机外部表面的油封应清洗洁净,其余部分不宜拆卸和清洗;加注润滑油应符合设备技术文件的规定。

第 3.12.3 条 制冷机的气封压力低于  $0.05\text{MPa}$  (表压) 时,应及时充入干燥惰性气体。

第 3.12.4 条 制冷机用的冷却水应为清洁软化水,其压力不应低于  $0.16\text{MPa}$  (表压)。

第 3.12.5 条 试运转前应检查电动机转向,应从电动机尾部向制冷机看,其转向应为顺时针方向。

第 3.12.6 条 制冷机试运转应符合设备技术文件的规定。

### 第十三节 其他设备

第 3.13.1 条 吸附器的安装应符合下列要求:

- 一、油封防锈的阀门安装前,应作脱脂处理;
- 二、应在管路、阀门装配完毕后,吸附剂装填前进行气密性试验;试验应保压 1h 无泄漏;
- 三、吸附剂应过筛活化处理后装填密实。活化处理条件在设备技术文件无规定时,吸附剂、催化剂的活化,可按本规范附录二的规定进行;



四、设备在吸附剂装填后和使用前应进行吹扫，并应防止留有粉末和碎粒。

第 3.13.2 条 安装冷却塔和二氧化碳洗涤塔应符合下列要求：

- 一、塔体的错垂度不应大于 1/1000；
- 二、管路、设备装配完毕后应以工作压力和无脂肥皂液进行泄漏检查；连接处和密封处应无气泡。

第 3.13.3 条 贮气囊的安装应符合下列要求：

- 一、就位前应除去内部滑石粉；
- 二、以工作压力进行气密性试验，保压 24h 应无泄漏。

第 3.13.4 条 灌充器的安装应符合下列要求：

- 一、以工作压力进行气密性试验，保压 1h 应无泄漏；
- 二、氧灌充器经脱脂、试压和干燥处理后，各接头应包封良好。

第 3.13.5 条 低温液体贮槽的安装应符合下列要求：

- 一、卧式贮槽的安装水平和立式贮槽的铅垂度均不应大于 1/1000；
- 二、粉末真空结构的贮槽，应检查其夹层内的真空度，并应高于 1.33Pa；
- 三、按工作压力进行气密性试验，保压不应少于 30mm，并应无泄漏和异常变形。

## 第十四节 试 运 转

第 3.14.1 条 参加空分设备试运转的人员，应经培训，并应熟悉成套空分设备的工艺流程，熟练掌握本岗位操作规程，合格后方可上岗操作。

第 3.14.2 条 成套空分设备试运转前，应具备下列条件：

- 一、分馏塔应经整体裸冷试验合格；
- 二、空压机应经试运转，其排气量、压力和温度应符合分馏塔的要求；
- 三、各配套的机组、仪表控制系统、电气控制系统和安全保护装置等应符合试运转的要求。

第 3.14.3 条 成套空分设备的负荷试运转应符合下列要求：

- 一、在规定的介质、状态下进行；
- 二、无明显的漏气和漏液；
- 三、各机组运转正常；
- 四、安装单位应配合建设单位进行成套空分设备的负荷试运转，直到系统工况稳定后连续测定 4h。

## 第四章 工 程 验 收

第 4.0.1 条 制冷设备、空气分离设备经系统负荷试运转合格后，方可办理工程验收。

第 4.0.2 条 工程未办理工程验收，设备不得投入使用。

第 4.0.3 条 工程验收应具备下列资料：

- 一、设备开箱检查记录；
- 二、基础复检记录；
- 三、主要材料和用于重要部位材料的出厂合格证和检验记录或试验资料；
- 四、隐蔽工程施工记录；
- 五、设备安装重要工序施工记录；
- 六、管道焊接检验记录；
- 七、试运转记录；
- 八、设计修改通知单、竣工图及其他有关资料。

# 标准规范二 通风与空调工程施工质量验收规范

Code of acceptance for construction quality of  
ventilation and air conditioning works

GB50243 - 2002

## 1 总 则

- 1.0.1 为了加强建筑工程质量管理,统一通风与空调工程施工质量的验收,保证工程质量,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于建筑工程通风与空调工程施工质量的验收。
- 1.0.3 本规范应与现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300-2001 配套使用。
- 1.0.4 通风与空调工程施工中采用的工程技术文件、承包合同文件对施工质量的要求不得低于本规范的规定。
- 1.0.5 通风与空调工程施工质量的验收除应执行本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准规范的规定。

## 2 术 语

- 2.0.1 风管 airduct  
采用金属、非金属薄板或其他材料制作而成,用于空气流通的管道。
- 2.0.2 风道 airchannel  
采用混凝土、砖等建筑材料砌筑而成,用于空气流通的通道。
- 2.0.3 通风工程 ventilation works  
送风、排风、除尘、气力输送以及防、排烟系统工程统称。
- 2.0.4 空调工程 airconditioning works  
空气调节、空气净化与洁净室空调系统的总称。
- 2.0.5 风管配件 ductfittings  
风管系统中的弯管、三通、四通、各类变径及异形管、导流叶片和法兰等。
- 2.0.6 风管部件 duct accessory  
通风、空调风管系统中的各类风口、阀门、排气罩、风帽、检查门和测定孔等。
- 2.0.7 咬口 seam  
金属薄板边缘弯曲成一定形状,用于相互固定连接的构造。
- 2.0.8 漏风量 airleakage rate

风管系统中,在某一静压下通过风管本体结构及其接口,单位时间内泄出或渗入的空气体积量。

#### 2.0.9 系统风管允许漏风量 air system permissible leakage rate

按风管系统类别所规定平均单位面积、单位时间内的最大允许漏风量。

#### 2.0.10 漏风率 airtystem leakage ratio

空调设备、除尘器等,在工作压力下空气潜入或泄漏量与其额定风量的比值。

#### 2.0.11 净化空调系统 aircleaning system

用于洁净空间的空气调节、空气净化系统。

#### 2.0.12 漏光检测 air leak check with lighting

用强光源对风管的咬口、接缝、法兰及其他连接处进行透光检查,确定孔洞、缝隙等渗漏部位及数量的方法。

#### 2.0.13 整体式制冷设备 packaged refrigerating unit

制冷机、冷凝器、蒸发器及系统辅助部件组装在同一机座上,而构成整体形式的制冷设备。

#### 2.0.14 组装式制冷设备 assembling refrigerating unit

制冷机、冷凝器、蒸发器及辅助设备采用部分集中、部分分开安装形式的制冷设备。

#### 2.0.15 风管系统的工作压力 design working pressure

指系统风管总风管处设计的最大的工作压力。

#### 2.0.16 空气洁净度等级 air cleanliness class

洁净空间单位体积空气中,以大于或等于被考虑粒径的粒子最大浓度限值进行划分的等级标准。

#### 2.0.17 角件 corner pieces

用于金属薄钢板法兰风管四角连接的直角型专用构件。

#### 2.0.18 风机过滤器单元 (FFU、FMU) fanfilter (module) unit

由风机箱和高效过滤器等组成的用于洁净空间的单元式送风机组。

#### 2.0.19 空态 as - built

洁净室的设施已经建成,所有动力接通并运行,但无生产设备、材料及人员在场。

#### 2.2.20 静态 at - rest

洁净室的设施已经建成,生产设备已经安装,并按业主及供应商同意的方式运行,但无生产人员。

#### 2.0.21 动态 operational

洁净室的设施以规定的方式运行及规定的人员数量在场,生产设备按业主及供应商双方商定的状态下进行工作。

#### 2.0.22 非金属材料风管 nonmetallic duct

采用硬聚氯乙烯、有机玻璃钢、无机玻璃钢等非金属材料制成的风管。

#### 2.0.23 复合材料风管 foil - insulant composite duct

采用不燃材料面层复合绝热材料板制成的风管。

#### 2.0.24 防火风管 refractory duct

采用不燃、耐火材料制成,能满足一定耐火极限的风管。

## 3 基本规定

3.0.1 通风与空调工程施工质量的验收,除应符合本规范的规定外,还应按照被批准的设计图纸、合同约定的内容和相关技术标准的规定进行。施工图纸修改必须有设计单位的设计变更通知书或技术核定签证。

3.0.2 承担通风与空调工程项目的施工企业，应具有相应工程施工承包的资质等级及相应质量管理体系。

3.0.3 施工企业承担通风与空调工程施工图纸深化设计及施工时，还必须具有相应的设计资质及其质量管理体系，并应取得原设计单位的书面同意或签字认可。

3.0.4 通风与空调工程施工现场的质量管理应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300—2001第3.0.1条的规定。

3.0.5 通风与空调工程所使用的主要原材料、成品、半成品和设备的进场，必须对其进行验收。验收应经监理工程师认可，并应形成相应的质量记录。

3.0.6 通风与空调工程的施工，应把每一个分项施工工序作为工序交接检验点，并形成相应的质量记录。

3.0.7 通风与空调工程施工过程中发现设计文件有差错的，应及时提出修改意见或更正建议，并形成书面文件及归档。

3.0.8 当通风与空调工程作为建筑工程的分部工程施工时，其子分部与分项工程的划分应按表3.0.8的规定执行。当通风与空调工程作为单位工程独立验收时，子分部上升为分部，分项工程的划分同上。

表 3.0.8 通风与空调分部工程的子分部划分

子分部工程	分项工程	
送、排风系统	风管与配件制作	通风设备安装，消声设备制作与安装
	部件制作	排烟风口、常闭正压风口与设备安装
防、排烟系统	风管系统安装	除尘器与排污设备安装
	风管与设备防腐	空调安装、消声设备制作与安装，风管与设备绝热
除尘系统	风机安装	空调设备安装，消声设备制作与安装，风管与设备绝热，高效过滤器安装，净化设备安装
空调系统	系统调试	
净化空调系统		
制冷系统	制冷机组安装，制冷剂管道及配件安装，制冷附属设备安装，管道及设备的防腐与绝热，系统调试	
空调水系统	冷热水管道系统安装，冷却水管道系统安装，冷凝水管道系统安装，阀门及部件安装，冷却塔安装，水泵及附属设备安装，管道与设备的防腐与绝热，系统调试	

3.0.9 通风与空调工程的施工应按规定的程序进行，并与土建及其他专业工种互相配合；与通风与空调系统有关的土建工程施工完毕后，应由建设或总承包、监理、设计及施工单位共同会检。会检的组织直由建设、监理或总承包单位负责。

3.0.10 通风与空调工程分项工程施工质量的验收，应按本规范对应分项的具体条文规定执行。子分部中的各个分项，可根据施工工程的实际情况一次验收或数次验收。

3.0.11 通风与空调工程中的隐蔽工程，在隐蔽前必须经监理人员验收及认可签证。

3.0.12 通风与空调工程中从事管道焊接施工的焊工，必须具备操作资格证书和相应类别管道焊接的

考核合格证书。

3.0.13 通风与空调工程竣工的系统调试，应在建设和监理单位的共同参与下进行，施工企业应具有专业检测人员和符合有关标准规定的测试仪器。

3.0.14 通风与空调工程施工质量的保修期限，自竣工验收合格日起计算为二个采暖期、供冷期。在保修期内发生施工质量问题的，施工企业应履行保修职责，责任方承担相应的经济责任。

3.0.15 净化空调系统洁净室（区域）的洁净度等级应符合设计的要求。洁净度等级的检测应按本规范附录 B 第 B.4 条的规定，洁净度等级与空气中悬浮粒子的最大浓度限值（ $C_n$ ）的规定，见本规范附录 B 表 B.4.6-1。

3.0.16 分项工程检验批验收合格质量应符合下列规定：

- 1 具有施工单位相应分项合格质量的验收记录；
- 2 主控项目的质量抽样检验应全数合格；
- 3 一般项目的质量抽样检验，除有特殊要求外，计数合格率不应小于 80%，且不得有严重缺陷。

## 4 风管制作

### 4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于建筑工程通风与空调工程中，使用的金属、非金属风管与复合材料风管或风道的加工、制作质量的检验与验收。

4.1.2 对风管制作质量的验收，应按其材料、系统类别和使用场所的不同分别进行，主要包括风管的材质、规格、强度、严密性与成品外观质量等内容。

4.1.3 风管制作质量的验收，按设计图纸与本规范的规定执行。工程中所选用的外购风管，还必须提供相应的产品合格证明文件或进行强度和严密性的验证，符合要求的方可使用。

4.1.4 通风管道规格的验收，风管以外径或外边长为准，风道以内径或内边长为准。通风管道的规格宜按照表 4.1.4-1、表 4.1.4-2 的规定。圆形风管应优先采用基本系列。非规则椭圆形风管参照矩形风管，并以长径平面边长及短径尺寸为准。

表 4.1.4-1

圆形风管规格（mm）

风管直径 D			
基本系列	辅助系列	基本系列	辅助系列
100	80	250	240
	90	280	260
120	110	320	300
140	130	360	340
160	150	400	380
180	170	450	420
200	190	500	480
220	210	560	530

续表

风管直径 D			
基本系列	辅助系列	基本系列	辅助系列
630	600	1250	1180
700	670	1400	1320
800	750	1600	1500
900	850	1800	1700
1000	950	2000	1900
1120	1060		

表 4.1.4-2 矩形风管规格 (mm)

风管边长				
120	320	800	2000	4000
160	400	1000	2500	—
200	500	1250	3000	—
250	630	1600	3500	—

4.1.5 风管系统按其系统的工作压力划分为三个类别，其类别划分应符合表 4.1.5 的规定。

表 4.1.5 风管系统类别划分

系统类别	系统工作压力 $P$ (Pa)	密封要求
低压系统	$P \leq 500$	接缝和接管连接处严密
中压系统	$500 < P \leq 1500$	接缝和接管连接处增加密封措施
高压系统	$P > 1500$	所有的拼接缝和接管连接处，均应采取密封措施

4.1.6 镀锌钢板及各类含有复合保护层的钢板，应采用咬口连接或铆接，不得采用影响其保护层防腐性能的焊接连接方法。

4.1.7 风管的密封，应以板材连接的密封为主，可采用密封胶嵌缝和其他方法密封。密封胶性能应符合使用环境的要求，密封面宜设在风管的正压侧。

## 4.2 主控项目

4.2.1 金属风管的材料品种、规格、性能与厚度应符合设计和现行国家产品标准的规定。当设计无规定时，应按本规范执行。钢板或镀锌钢板的厚度不得小于表 4.2.11 的规定；不锈钢板的厚度不得小于表 4.2.1-2 的规定；铝板的厚度不得小于表 4.2.1-3 的规定。

表 4.2.1-1

钢板风管板材厚度 (mm)

风管直径 $D$ 或长边尺寸 $b$	类别 圆形风管	矩形风管		除尘系统风管
		中、低压系统	高压系统	
$D(b) \leq 320$	0.5	0.5	0.75	1.5
$320 < D(b) \leq 450$	0.6	0.6	0.75	1.5
$450 < D(b) \leq 630$	0.75	0.6	0.75	2.0
$630 < D(b) \leq 1000$	0.75	0.75	1.0	2.0
$1000 < D(b) \leq 1250$	1.0	1.0	1.0	2.0
$B1250 < D(b) \leq 2000$	1.2	1.0	1.2	按设计
$2000 < D(b) \leq 4000$	按设计	1.2	按设计	

- 注：1 螺旋风管的钢板厚度可适当减小 10% ~ 15%。  
 2 排烟系统风管钢板厚度可按高压系统。  
 3 特殊除尘系统风管钢板厚度应符合设计要求。  
 4 不适用于地下人防与防火隔墙的预埋管。

表 4.2.1-2

高、中、低压系统不锈钢板风管板材厚度 (mm)

风管直径或长边尺寸 $b$	不锈钢板厚度
$b \leq 500$	0.5
$500 < b \leq 1120$	0.75
$1120 < b \leq 2000$	1.0
$2000 < b \leq 4000$	1.2

表 4.2.1-3

中、低压系统铝板风管板材厚度 (mm)

风管直径或长边尺寸 $b$	铝板厚度
$b \leq 320$	1.0
$320 < b \leq 630$	1.5
$630 < b \leq 2000$	2.0
$2000 < b \leq 4000$	按设计

检查数量：按材料与风管加工批数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，尺量、观察检查。

4.2.2 非金属风管的材料品种、规格、性能与厚度应符合设计和现行国家产品标准的规定。当设计无规定时，应按本规范执行。硬聚氯乙烯风管板材的厚度，不得小于表 4.2.2-1 或表 4.2.2-2 的规定；有机玻璃钢风管板材的厚度，不得小于表 4.2.2-3 的规定；无机玻璃钢风管板材的厚度应符合

表 4.2.2-4 的规定,相应的玻璃布层数不应少于表 4.2.2-5 的规定,其表面不得出现返卤或严重泛霜。

用于高压风管系统的非金属风管厚度应按设计规定。

表 4.2.2-1 中、低压系统硬聚氯乙烯圆形风管板材厚度 (mm)

风管直径 $D$	板材厚度
$D \leq 320$	3.0
$320 < D \leq 630$	4.0
$630 < D \leq 1000$	5.0
$1000 < D \leq 2000$	6.0

表 4.2.2-2 中、低压系统硬聚氯乙烯矩形风管板材厚度 (mm)

风管长边尺寸 $b$	板材厚度
$b \leq 320$	3.0
$320 < b \leq 500$	4.0
$500 < b \leq 800$	5.0
$800 < b \leq 1250$	6.0
$1250 < b \leq 2000$	8.0

表 4.2.2-3 中、低压系统有机玻璃钢风管板材厚度 (mm)

圆形风管直径 $D$ 或矩形风管长边尺寸 $b$	壁厚
$D (b) \leq 200$	2.5
$200 < D (b) \leq 400$	3.2
$400 < D (b) \leq 630$	4.0
$630 < D (b) \leq 1000$	4.8
$1000 < D (b) \leq 2000$	6.2

表 4.2.2-4 中、低压系统无机玻璃钢风管板材厚度 (mm)

圆形风管直径 $D$ 或矩形风管长边尺寸 $b$	壁厚
$D (b) \leq 300$	2.5~3.5
$300 < D (b) \leq 500$	3.5~4.5
$500 < D (b) \leq 1000$	4.5~5.5
$1000 < D (b) \leq 1500$	5.5~6.5
$1500 < D (b) \leq 2000$	6.5~7.5



续表

圆形风管直径 $D$ 或矩形风管长边尺寸 $b$	壁厚
$D(b) > 2000$	7.5~8.5

表 4.2.2-5 中、低压系统无机玻璃钢风管玻璃纤维布厚度与层数 (mm)

圆形风管直径 $D$ 或矩形风管长边 $b$	风管管体玻璃纤维布厚度		风管法兰玻璃纤维布厚度	
	0.3	0.4	0.3	0.3
	玻布层数			
$D(b) \leq 300$	5	4	8	7
$300 < D(b) \leq 500$	7	5	10	8
$500 < D(b) \leq 1000$	8	6	13	9
$1000 < D(b) \leq 1500$	9	7	14	10
$1500 < D(b) \leq 2000$	12	8	16	14
$D(b) > 2000$	14	9	20	16

检查数量：按材料与风管加工批数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，尺量、观察检查。

4.2.3 防火风管的本体、框架与固定材料、密封垫料必须为不燃材料，其耐火等级应符合设计的规定。

检查数量：按材料与风管加工批数量抽查 10%，不应少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，观察检查与点燃试验。

4.2.4 复合材料风管的覆面材料必须为不燃材料，内部的绝热材料应为不燃或难燃 B1 级，且对人体无害的材料。

检查数量：按材料与风管加工批数量抽查 10%，不应少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，观察检查与点燃试验。

4.2.5 风管必须通过工艺性的检测或验证，其强度和严密性要求应符合设计或下列规定：

1 风管的强度应能满足在 1.5 倍工作压力下接缝处无开裂；

2 矩形风管的允许漏风量应符合以下规定：

低压系统风管  $Q_L \leq 0.1056P^{0.65}$

中压系统风管  $Q_M \leq 0.0352P^{0.65}$

高压系统风管  $Q_H \leq 0.0117P^{0.65}$

式中  $Q_L$ 、 $Q_M$ 、 $Q_H$ ——系统风管在相应工作压力下，单位面积风管单位时间内的允许漏风量 [ $\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ];

$P$ ——指风管系统的工作压力 (Pa)。

3 低压、中压圆形金属风管、复合材料风管以及采用非法兰形式的非金属风管的允许漏风量，应为矩形风管规定值的 50%；

4 砖、混凝土风道的允许漏风量不应大于矩形低压系统风管规定值的 1.5 倍；

5 排烟、除尘、低温送风系统按中压系统风管的规定，1~5 级净化空调系统按高压系统风管的规定。

检查数量：按风管系统的类别和材质分别抽查，不得少于 3 件及  $15\text{m}^2$ 。

检查方法：检查产品合格证明文件和测试报告，或进行风管强度和漏风量测试（见本规范附录 A）。

4.2.6 金属风管的连接应符合下列规定：

- 1 风管板材拼接的咬口缝应错开，不得有十字型拼接缝。
- 2 金属风管法兰材料规格不应小于表 4.2.6-1 或表 4.2.6-2 的规定。中、低压系统风管法兰的螺栓及铆钉孔的孔距不得大于 150mm；高压系统风管不得大于 100mm。矩形风管法兰的四角部位应设有螺孔。

当采用加固方法提高了风管法兰部位的强度时，其法兰材料规格相应的使用条件可适当放宽。无法兰连接风管的薄钢板法兰高度应参照金属法兰风管的规定执行。

表 4.2.6-1 金属圆形风管法兰及螺栓规格（mm）

风管直径 $D$	法兰材料规格		螺栓规格
	扁钢	角钢	
$D \leq 140$	20 × 4	—	M6
$140 < D \leq 280$	24 × 4	—	
$280 < D \leq 630$	—	25 × 3	
$630 < D \leq 1250$	—	30 × 4	M8
$1250 < D \leq 2000$	—	40 × 4	

表 4.2.6-2 金属矩形风管法兰及螺栓规格（mm）

风管长边尺寸 $b$	法兰材料规格（角钢）	螺栓规格
$b \leq 630$	25 × 3	M6
$630 < b \leq 1500$	30 × 3	M8
$1500 < b \leq 2500$	40 × 4	
$2500 < b \leq 4000$	50 × 5	M10

检查数量：按加工批数量抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

4.2.7 非金属（硬聚氯乙烯、有机、无机玻璃钢）风管的连接还应符合下列规定：

- 1 法兰的规格应分别符合表 4.2.7-1、4.2.7-2、4.2.7-3 的规定，其螺栓孔的间距不得大于 120mm；矩形风管法兰的四角处，应设有螺孔；

表 4.2.7-1 硬聚氯乙烯圆形风管法兰规格（mm）

风管直径 $D$	材料规格（宽 × 厚）	连接螺栓	风管直径 $D$	材料规格（宽 × 厚）	连接螺栓
$D \leq 180$	35 × 6	M6	$800 < D \leq 1400$	45 × 12	M10
$180 < D \leq 400$	35 × 8	M8	$1400 < D \leq 1600$	50 × 15	
$400 < D \leq 500$	35 × 10		$1600 < D \leq 2000$	60 × 18	
$500 < D \leq 800$	40 × 10		$D > 2000$	按设计	

表 4.2.7-2 硬聚氯乙烯矩形风管法兰规格 (mm)

风管边长 $b$	材料规格 (宽×厚)	连接螺栓	风管边长 $b$	材料规格 (宽×厚)	连接螺栓
$b \leq 160$	35×6	M6	$800 < b \leq 1250$	45×12	M10
$160 < b \leq 400$	35×8	M8	$1250 < b \leq 1600$	50×15	
$400 < b \leq 500$	35×10		$1600 < D \leq 2000$	60×18	
$500 < b \leq 800$	40×10	M10	$b > 200$	按设计	

表 4.2.7-3 有机、无机玻璃钢风管法兰规格 (mm)

风管直径 $D$ 或风管边长 $b$	材料规格 (宽×厚)	连接螺栓
$D (b) \leq 400$	30×4	M8
$400 < D (b) \leq 1000$	40×6	
$1000 < D (b) \leq 2000$	50×8	M10

2 采用套管连接时,套管厚度不得小于风管板材厚度。

检查数量:按加工批数量抽查 5%,不得少于 5 件。

检查方法:尺量、观察检查。

4.2.8 复合材料风管采用法兰连接时,法兰与风管板材的连接应可靠,其绝热层不得外露,不得采用降低板材强度和绝热性能的连接方法。

检查数量:按加工批数量抽查 5%,不得少于 5 件。

检查方法:尺量、观察检查。

4.2.9 砖、混凝土风道的变形缝,应符合设计要求,不应渗水和漏风。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查。

4.2.10 金属风管的加固应符合下列规定:

1 圆形风管(不包括螺旋风管)直径大于等于 800mm,且其管段长度大于 1250mm 或总表面积大于  $4\text{m}^2$  均应采取加固措施;

2 矩形风管边长大于 630mm、保温风管边长大于 800mm,管段长度大于 1250mm 或低压风管单边平面积大于  $1.2\text{m}^2$ 、中、高压风管大于  $1.0\text{m}^2$ ,均应采取加固措施;

3 非规则椭圆风管的加固,应参照矩形风管执行。

检查数量:按加工批抽查 5%,不得少于 5 件。

检查方法:尺量、观察检查。

4.2.11 非金属风管的加固,除应符合本规范第 4.2.10 条的规定外还应符合下列规定:

1 硬聚氯乙烯风管的直径或边长大于 500mm 时,其风管与法兰的连接处应设加强板,且间距不得大于 450mm;

2 有机及无机玻璃钢风管的加固,应为本体材料或防腐性能相同的材料,并与风管成一整体。

检查数量:按加工批抽查 5%,不得少于 5 件。

检查方法:尺量、观察检查。

4.2.12 矩形风管弯管的制作,一般应采用曲率半径为一个平面边长的内外同心弧形弯管。当采用其

他形式的弯管，平面边长大于 500mm 时，必须设置弯管导流片。

检查数量：其他形式的弯管抽查 20%，不得少于 2 件。

检查方法：观察检查。

4.2.13 净化空调系统风管还应符合下列规定：

- 1 矩形风管边长小于或等于 900mm 时，底面板不应有拼接缝；大于 900mm 时，不应有横向拼接缝；
- 2 风管所用的螺栓、螺母、垫圈和铆钉均应采用与管材性能相匹配、不会产生电化学腐蚀的材料，或采取镀锌或其他防腐措施，并不得采用抽芯铆钉；
- 3 不应在风管内设加固框及加固筋，风管无法兰连接不得使用 S 形插条、直角形插条及立联合角形插条等形式；
- 4 空气洁净度等级为 1~5 级的净化空调系统风管不得采用按扣式咬口；
- 5 风管的清洗不得用对人体和材质有危害的清洁剂；
- 6 镀锌钢板风管不得有镀锌层严重损坏的现象，如表层大面积白花、锌层粉化等。

检查数量：按风管数抽查 20%，每个系统不得少于 5 个。

检查方法：查阅材料质量合格证明文件和观察检查，白绸布擦拭。

### 4.3 一般项目

4.3.1 金属风管的制作应符合下列规定：

- 1 圆形弯管的曲率半径（以中心线计）和最少分节数量应符合表 4.3.1-1 的规定。圆形弯管的弯曲角度及圆形三通、四通支管与总管夹角的制作偏差不应大于 3°；

表 4.3.1-1 圆形弯管曲率半径和最少节数

弯管直径 D (mm)	曲率半径 R	弯管角度和最少节数							
		90°		60°		45°		30°	
		中节	端节	中节	端节	中节	端节	中节	端节
80 ~ 220	$\leq 1.5D$	2	2	1	2	1	2	—	2
220 ~ 450	$D \sim 1.5D$	3	2	2	2	1	2	—	2
450 ~ 800	$D \sim 1.5D$	4	2	2	2	1	2	1	2
800 ~ 1400	$D$	5	2	3	2	2	2	1	2
1400 ~ 2000	$D$	8	2	5	2	3	2	2	2

- 2 风管与配件的咬口缝应紧密、宽度应一致；折角应平直，圆弧应均匀；两端面平行。风管无明显扭曲与翘角；表面应平整，凹凸不大于 10mm；

- 3 风管外径或外边长的允许偏差：当小于或等于 300mm 时，为 2mm；当大于 300mm 时，为 3mm。管口平面度的允许偏差为 2mm，矩形风管两条对角线长度之差不应大于 3mm；圆形法兰任意正交两直径之差不应大于 2mm；

- 4 焊接风管的焊缝应平整，不应有裂缝、凸瘤、穿透的夹渣、气孔及其他缺陷等，焊接后板材的变形应矫正，并将焊渣及飞溅物清除干净。

检查数量：通风与空调工程控制作数量 10% 抽查，不得少于 5 件；净化空调工程按制作数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：查验测试记录，进行装配试验，尺量、观察检查。

#### 4.3.2 金属法兰连接风管的制作还应符合下列规定：

1 风管法兰的焊缝应熔合良好、饱满，无假焊和孔洞；法兰平面度的允许偏差为 2mm，同一批量加工的相同规格法兰的螺孔排列应一致，并具有互换性。

2 风管与法兰采用铆接连接时，铆接应牢固、不应有脱铆和漏铆现象；翻边应平整、紧贴法兰，其宽度应一致，且不应小于 6mm；咬缝与四角处不应有开裂与孔洞。

3 风管与法兰采用焊接连接时，风管端面不得高于法兰接口平面。除尘系统的风管，宜采用内侧满焊、外侧间断焊形式，风管端面距法兰接口平面不应小于 5mm。

当风管与法兰采用点焊固定连接时，焊点应融合良好，间距不应大于 100mm；法兰与风管应紧贴，不应有穿透的缝隙或孔洞。

4 当不锈钢板或铝板风管的法兰采用碳素钢时，其规格应符合本规范表 4.2.6-1、4.2.6-2 的规定，并根据设计要求做防腐处理；铆钉应采用与风管材质相同或不产生电化学腐蚀的材料。

检查数量：通风与空调工程按制作数量抽查 10%，不得少于 5 件；净化空调工程按制作数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：查验测试记录，进行装配试验，尺量、观察检查。

#### 4.3.3 无法兰连接风管的制作还应符合下列规定：

1 无法兰连接风管的接口及连接件，应符合表 4.3.3-1、表 4.3.3-2 的要求。圆形风管的芯管连接应符合表 4.3.3-3 的要求：

表 4.3.3-1 圆形风管无法兰连接形式

无法兰连接形式	附件板厚 (mm)	接口要求	使用范围
承插连接	—	插入深度 $\geq 30\text{mm}$ 有密封要求	低压风管，直径 $< 700\text{mm}$
带加强筋承插	—	插入深度 $\geq 20\text{mm}$ ，有密封要求	中、低压风管
角钢加固承插	—	插入深度 $\geq 20\text{mm}$ ，有密封要求	中、低压风管
芯管连接	$\geq$ 管板厚	插入深度 $\geq 20\text{mm}$ ，有密封要求	中、低压风管
立筋抱箍连接	$\geq$ 管板厚	翻边与楞筋匹配一致，紧固严密	中、低压风管
抱箍连接	$\geq$ 管板厚	对口尽量靠近不重叠，抱箍应居中	中、低压风管宽度 $\geq 100\text{mm}$

表 4.3.3-2 矩形风管无法兰连接形式

无法兰连接形式	附件板厚 (mm)	使用范围
S 形插条	$\geq 0.7$	低压风管单独使用连接处必须有固定措施
C 形插条	$\geq 0.7$	中、低压风管
立插条	$\geq 0.7$	中、低压风管

续表

无法兰连接形式		附件板厚 (mm)	使用范围
立咬口		$\geq 0.7$	中、低压风管
包边立咬口		$\geq 0.7$	中、低压风管
薄钢板法兰插条		$\geq 1.0$	中、低压风管
薄钢板法兰弹簧夹		$\geq 1.0$	中、低压风管
直角形平插条		$\geq 0.7$	低压风管
立联合角形插条		$\geq 0.8$	低压风管

注：薄钢板法兰风管也可采用铆接法兰条连接的方法。

表 4.3.3-3

圆形风管的芯管连接

风管直径 $D$ (mm)	芯管长度 $l$ (mm)	自攻螺丝或抽芯铆钉数量 (个)	外径允许偏差 (mm)	
			圆管	芯管
120	120	$3 \times 2$	-1 ~ 0	-3 ~ -4
300	160	$4 \times 2$		
400	200	$4 \times 2$	-2 ~ 0	-4 ~ -5
700	200	$6 \times 2$		
900	200	$8 \times 2$		
1000	200	$8 \times 2$		

2 薄钢板法兰矩形风管的接口及附件，其尺寸应准确，形状应规则，接口处应严密；

薄钢板法兰的折边（或法兰条）应平直，弯曲度不应大于  $5/1000$ ；弹性插条或弹簧夹应与薄钢板法兰相匹配；角件与风管薄钢板法兰四角接口的固定应稳固、紧贴，端面应平整、相连处不应有缝隙大于  $2\text{mm}$  的连续穿透缝；

3 采用  $c$ 、 $S$  形插条连接的矩形风管，其边长不应大于  $630\text{mm}$ ；插条与风管加工插口的宽度应匹配一致，其允许偏差为  $2\text{mm}$ ；连接应平整、严密，插条两端压倒长度不应小于  $20\text{mm}$ ；

4 采用立咬口、包边立咬口连接的矩形风管，其立筋的高度应大于或等于同规格风管的角钢法兰宽度。同一规格风管的立咬口、包边立咬口的高度应一致，折角应倾角、直线度允许偏差为  $5/1000$ ；咬口连接铆钉的间距不应大于  $150\text{mm}$ ，间隔应均匀；立咬口四角连接处的铆固，应紧密、无孔洞。

检查数量：按制作数量抽查  $10\%$ ，不得少于 5 件；净化空调工程抽查  $20\%$ ，均不得少于 5 件。

检查方法：查验测试记录，进行装配试验，丈量、观察检查。

#### 4.3.4 风管的加固应符合下列规定：

- 1 风管的加固可采用楞筋、立筋、角钢（内、外加固）、扁钢、加固筋和管内支撑等形式，如图 4.3.4
- 2 楞筋或楞线的加固，排列应规则，间隔应均匀，板面不应有明显的变形；
- 3 角钢、加固筋的加固，应排列整齐、均匀对称，其高度应小于或等于风管的法兰宽度。角钢、加固筋与风管的铆接应牢固、间隔应均匀，不应大于 220mm；两相交处应连接成一体；
- 4 管内支撑与风管的固定应牢固，各支撑点之间或与风管的边沿或法兰的间距应均匀。不应大于 950mm；
- 5 中压和高压系统风管的管段，其长度大于 1250mm 时，还应有加固框补强。高压系统金属风管的单咬口缝，还应有防止咬口缝胀裂的加固或补强措施。






检查数量：控制作数量抽查 10%，净化空调系统抽查 20%，均不得少于 5 件。

检查方法：查验测试记录，进行装配试验，观察和丈量检查。

#### 4.3.5 硬聚氯乙烯风管除应执行本规范第 4.3.1 条第 1、3 款和第 4.3.2 条第 1 款外，还应符合下列规定：

- 1 风管的两端面平行，无明显扭曲，外径或外边长的允许偏差为 2mm；表面平整、圆弧均匀，凹凸不应大于 5mm；
- 2 焊缝的坡口形式和角度应符合表 4.3.5 的规定；

表 4.3.5 焊缝形式及坡口

焊缝形式	焊缝名称	图形	焊缝高度 (mm)	板材厚度 (mm)	焊缝坡口张角 $\alpha$ ( $^{\circ}$ )
对接焊缝	V 形单面焊		2~3	3~5	70~90
	V 形双面焊		2~3	5~8	70~90
对接焊缝	X 形双面焊		2~3	$\geq 8$	70~90
搭接焊续	搭接焊		$\geq$ 最小板厚	3~10	—
填角焊缝	填角焊无坡角		$\geq$ 最小板厚	6~18	—
			$\geq$ 最小板厚	$\geq 3$	—
对角焊缝	V 形对角焊		$\geq$ 最小板厚	3~5	70~90
	V 形对角焊		$\geq$ 最小板厚	5~8	70~90
	V 形对角焊		$\geq$ 最小板厚	6~15	70~90

3 焊缝应饱满，焊条排列应整齐，无焦黄、断裂现象；

4 用于洁净室时，还应按本规范第 4.3.11 条的有关规定执行。

检查数量：按风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：丈量、观察检查。

#### 4.3.6 有机玻璃钢风管除应执行本规范第 4.3.1 条第 1~3 款和第 4.3.2 条第 1 款外，还应符合下列规定：

- 1 风管不应有明显扭曲、内表面应平整光滑，外表面应整齐美观，厚度应均匀，且边缘无毛刺，并无气泡及分层现象；

2 风管的外径或外边长尺寸的允许偏差为 3mm，圆形风管的任意正交两直径之差不应大于 5mm；矩形风管的兩对角线之差不应大于 5mm；

3 法兰应与风管成一整体，并应有过渡圆弧，并与风管轴线成直角，管口平面度的允许偏差为 3mm；螺孔的排列应均匀，至管壁的距离应一致，允许偏差为 2mm；

4 矩形风管的边长大于 900mm，且管段长度大于 1250mm 时，应加固。加固筋的分布应均匀、整齐。

检查数量：按风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

4.3.7 无机玻璃钢风管除应执行本规范第 4.3.1 条第 1~3 款和第 4.3.2 条第 1 款外，还应符合下列规定：

1 风管的表面应光洁、无裂纹、无明显泛霜和分层现象；

2 风管的外形尺寸的允许偏差应符合表 4.3.7 的规定；

表 4.3.7 无机玻璃钢风管外形尺寸 (mm)

直径或大边长	矩形风管外表平面度	矩形风管管口对角线之差	法兰平面度	圆形风管两直径之差
≤300	≤3	≤3	≤2	≤3
301~500	≤3	≤4	≤2	≤3
501~1000	≤4	≤5	≤2	≤4
1001~1500	≤5	≤6	≤3	≤5
1501~2000	≤5	≤7	≤3	≤5
>2000	≤6	≤8	≤3	≤5

4.3.8 砖、混凝土风道内表面水泥砂浆应抹平整、无裂缝，不渗水。

3 风管采用法兰的规定与有机玻璃钢法兰相同。

检查数量：按风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

检查数量：按风道总数抽查 10%，不得少于一段。

检查方法：观察检查。

4.3.9 双面铝箔绝热板风管除应执行本规范第 4.3.1 条第 2、3 款和第 4.3.2 条第 2 款外，还应符合下列规定：

1 板材拼接宜采用专用的连接构件，连接后板面平面度的允许偏差为 5mm；

2 风管的折角应平直，拼缝粘接应牢固、平整，风管的粘结材料宜为难燃材料；

3 风管采用法兰连接时，其连接应牢固，法兰平面度的允许偏差为 2mm；

4 风管的加固，应根据系统工作压力及产品技术标准的规定执行。

检查数量：扶风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

4.3.10 铝箔玻璃纤维板风管除应执行本规范第 4.3.1 条第 2、3 款和第 4.3.2 条第 2 款外，还应符合下列规定：

1 风管的离心玻璃纤维板材应干燥、平整；板外表面的铝箔隔气保护层应与内芯玻璃纤维材料粘牢牢固；内表面应有防纤维脱落的保护层，并应对人体无危害。



2 当风管连接采用插入接口形式时, 接缝处的粘接应严密、牢固, 外表面铝箔胶带密封的每一边粘贴宽度不应小于 25mm, 并应有辅助的连接固定措施。

当风管的连接采用法兰形式时, 法兰与风管的连接应牢固, 并能防止板材纤维逸出和冷桥。

3 风管表面应平整、两端面平行, 无明显凹穴、变形、起泡, 铝箔无破损等。

4 风管的加固, 应根据系统工作压力及产品技术标准的规定执行。

检查数量: 按风管总数抽查 10%, 不得少于 5 件。

检查方法: 尺量、观察检查。

4.3.11 净化空调系统风管还应符合以下规定:

1 现场应保持清洁, 存放时应避免积尘和受潮。风管的咬口缝、折边和铆接等处有损坏时, 应做防腐处理:

2 风管法兰铆钉孔的间距, 当系统洁净度的等级为 1~5 级时, 不应大于 65mm; 为 6~9 级时, 不应大于 100mm;

3 静压箱本体、箱内固定高效过滤器的框架及固定件应做镀锌、镀镍等防腐处理;

4 制作完成的风管, 应进行第二次清洗, 经检查达到清洁要求后应及时封口。

检查数量: 按风管总数抽查 20%, 法兰数抽查 10%, 不得少于 5 件。

检查方法: 观察检查, 查阅风管清洗记录, 用白绸布擦拭。

## 5 风管部件与消声器制作

### 5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于通风与空调工程中风口、风阀、排风罩等其他部件及消声器的加工制作或产成品质量的验收。

5.1.2 一般风量调节阀按设计文件和风阀制作的要求进行验收, 其他风阀按外购产品质量进行验收。

### 5.2 主控项目

5.2.1 手动单叶片或多叶片调节风阀的手轮或扳手, 应以顺时针方向转动为关闭, 其调节范围及开启角度指示应与叶片开启角度相一致。

用于除尘系统间歇工作点的风阀, 关闭时应能密封。

检查数量: 按批抽查 10%, 不得少于 1 个。

检查方法: 手动操作、观察检查。

5.2.2 电动、气动调节风阀的驱动装置, 动作应可靠, 在最大工作压力下工作正常。

检查数量: 按批抽查 10%, 不得少于 1 个。

检查方法: 核对产品的合格证明文件、性能检测报告, 观察或测试。

5.2.3 防火阀和排烟阀(排烟口)必须符合有关消防产品标准的规定, 并具有相应的产品合格证明文件。

检查数量: 按种类、批抽查 10%, 不得少于 2 个。

检查方法: 核对产品的合格证明文件、性能检测报告。

5.2.4 防爆风阀的制作材料必须符合设计规定, 不得自行替换。

检查数量: 全数检查。

检查方法：核对材料品种、规格，观察检查。

5.2.5 净化空调系统的风阀，其活动件、固定件以及紧固件均应采取镀锌或作其他防腐处理（如喷塑或烤漆）；阀体与外界相通的缝隙处，应有可靠的密封措施。

检查数量：按批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：核对产品的材料，手动操作、观察。

5.2.6 工作压力大于 1000Pa 的调节风阀，生产厂应提供（在 1.5 倍工作压力下能自由开关）强度测试合格的证书（或试验报告）。

检查数量：按批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：核对产品的合格证明文件、性能检测报告。

5.2.7 防排烟系统柔性短管的制作材料必须为不燃材料。

检查数量：全数检查。

检查方法：核对材料品种的合格证明文件。

5.2.8 消声弯管的平面边长大于 800mm 时，应加设吸声导流片；消声器内直接迎风面的布质覆面层应有保护措施；净化空调系统消声器内的覆面应为不易产尘的材料。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查、核对产品的合格证明文件。

### 5.3 一般项目

5.3.1 手动单叶片或多叶片调节风阀应符合下列规定：

- 1 结构应牢固，启闭应灵活，法兰应与相应材质风管的相一致；
- 2 叶片的搭接应贴合一致，与阀体缝隙应小于 2mm；
- 3 截面积大于 1.2m<sup>2</sup> 的风阀应实施分组调节。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：手动操作，尺量、观察检查。

5.3.2 止回风阀应符合下列规定：

- 1 启闭灵活，关闭时应严密；
- 2 阀叶的转轴、铰链应采用不易锈蚀的材料制作，保证转动灵活、耐用；
- 3 阀片的强度应保证在最大负荷压力下不弯曲变形；
- 4 水平安装的止回风阀应有可靠的平衡调节机构。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：观察、尺量，手动操作试验与核对产品的合格证明文件。

5.3.3 插板风阀应符合下列规定：

- 1 壳体应严密，内壁应作防腐处理；
- 2 插板应平整，启闭灵活，并有可靠的定位固定装置；
- 3 斜插板风阀的上下接管应成一直线。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：手动操作，尺量、观察检查。

5.3.4 三通调节风阀应符合下列规定：

- 1 拉杆或手柄的转轴与风管的结合处应严密；
- 2 拉杆可在任意位置上固定，手柄开关应标明调节的角度；
- 3 阀板调节方便，并不与风管相碰擦。

检查数量：按类别、批分别抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：观察、尺量，手动操作试验。

#### 5.3.5 风量平衡阀应符合产品技术文件的规定。

检查数量：按类别、批分别抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：观察、尺量，核对产品的合格证明文件。

#### 5.3.6 风罩的制作应符合下列规定：

1 尺寸正确、连接牢固、形状规则、表面平整光滑，其外壳不应有尖锐边角；

2 槽边侧吸罩、条缝抽风罩尺寸应正确，转角处弧度均匀、形状规则，吸入口平整，罩口加强板分隔间距应一致；

3 厨房锅灶排烟罩应采用不易锈蚀材料制作，其下部集水槽应严密不漏水，并坡向排放口，罩内油烟过滤器应便于拆卸和清洗。

检查数量：每批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：尺量、观察检查。

#### 5.3.7 风帽的制作应符合下列规定：

1 尺寸应正确，结构牢靠，风帽接管尺寸的允许偏差同风管的规定一致；

2 伞形风帽伞盖的边缘应有加固措施，支撑高度尺寸应一致；

3 锥形风帽内外锥体的中心应同心，锥体组合的连接缝应顺水，下部排水应畅通；

4 筒形风帽的形状应规则、外筒体的上下沿口应加固，其不圆度不应大于直径的 2%。伞盖边缘与外筒体的距离应一致，挡风圈的位置应正确；

5 三叉形风帽三个支管的夹角应一致，与主管的连接应严密。主管与支管的锥度应为  $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。

检查数量：按批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：尺量、观察检查。

5.3.8 矩形弯管导流叶片的迎风侧边缘应圆滑，固定应牢固。导流片的弧度应与弯管的角度相一致。导流片的分布应符合设计规定。当导流叶片的长度超过 1250mm 时，应有加强措施。

检查数量：按批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：核对材料，尺量、观察检查。

#### 5.3.9 柔性短管应符合下列规定：

1 应选用防腐、防潮、不透气、不易霉变的柔性材料。用于空调系统的应采取防止结露的措施；用于净化空调系统的还应是内壁光滑、不易产生尘埃的材料；

2 柔性短管的长度，一般宜为 150~300mm，其连接处应严密、牢固可靠；

3 柔性短管不宜作为找正、找平的异径连接管；

4 设于结构变形缝的柔性短管，其长度宜为变形缝的宽度加 100mm 及以上。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：尺量、观察检查。

#### 5.3.10 消声器的制作应符合下列规定：

1 所选用的材料，应符合设计的规定，如防火、防腐、防潮和卫生性能等要求；

2 外壳应牢固、严密，其漏风量应符合本规范第 4.2.5 条的规定；

3 充填的消声材料，应按规定的密度均匀铺设，并应有防止下沉的措施。消声材料的覆面层不得破损，搭接应顺气流，且应拉紧，界面无毛边；

4 隔板与壁板结合处应紧贴、严密；穿孔板应平整、无毛刺，其孔径和穿孔率应符合设计要求。

检查数量：按批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：尺量、观察检查，核对材料合格的证明文件。

5.3.11 检查门应平整、启闭灵活、关闭严密，其与风管或空气处理室的连接处应采取密封措施，无明显渗漏。

净化空调系统风管检查门的密封垫料，宜采用成型密封胶带或软橡胶条制作。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 1 个。

检查方法：观察检查。

5.3.12 风口的验收，规格以颈部外径与外边长为准，其尺寸的允许偏差值应符合表 5.3.12 的规定。风口的外表装饰面应平整、叶片或扩散环的分布应匀称、颜色应一致、无明显的划伤和压痕；调节装置转动应灵活、可靠，定位后应无明显自由松动。

表 5.3.12 风口尺寸允许偏差 (mm)

圆 形 风 口			
直 径	≤250	> 250	
允许偏差	0 ~ -2	0 ~ -3	
矩 形 风 口			
边 长	< 300	300 ~ 800	> 800
允许偏差	0 ~ -1	0 ~ -2	0 ~ -3
对角线长度	< 300	300 ~ 500	> 500
对角线长度之差	≤1	≤2	≤3

检查数量：按类别、批分别抽查 5%，不得少于 1 个。

检查方法：尺量、观察检查，核对材料合格的证明文件与手动操作检查。

## 6 风管系统安装

### 6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于通风与空调工程中的金属和非金属风管系统安装质量的检验和验收。

6.1.2 风管系统安装后，必须进行严密性检验，合格后方可交付下道工序。风管系统严密性检验以主、干管为主。在加工工艺得到保证的前提下，低压风管系统可采用漏光法检测。

6.1.3 风管系统吊、支架采用膨胀螺栓等胀锚方法固定时，必须符合其相应技术文件的规定。

### 6.2 主控项目

6.2.1 在风管穿过需要封闭的防火、防爆的墙体或楼板时，应设预埋管或防护套管，其钢板厚度不应小于 1.6mm。风管与防护套管之间，应用不燃且对人体无危害的柔性材料封堵。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

6.2.2 风管安装必须符合下列规定：

- 1 风管内严禁其他管线穿越；
- 2 输送含有易燃、易爆气体或安装在易燃、易爆环境的风管系统应有良好的接地，通过生活区

或其他辅助生产房间时必须严密，并不得设置接口；

3 室外立管的固定拉索严禁拉在避雷针或避雷网上。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 1 个系统。

检查方法：手扳、尺量、观察检查。

6.2.3 输送空气温度高于 80℃ 的风管，应按设计规定采取防护措施。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 1 个系统。

检查方法：观察检查。

6.2.4 风管部件安装必须符合下列规定：

1 各类风管部件及操作机构的安装，应能保证其正常的使用功能，并便于操作；

2 斜插板风阀的安装，阀板必须为向上拉启；水平安装时，阀板还应为顺气流方向插入；

3 止回风阀、自动排气活门的安装方向应正确。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查，动作试验。

6.2.5 防火阀、排烟阀（口）的安装方向、位置应正确。防火分区隔墙两侧的防火阀，距墙表面不应大于 200mm。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查，动作试验。

6.2.6 净化空调系统风管的安装还应符合下列规定：

1 风管、静压箱及其他部件，必须擦拭干净，做到无油污和浮尘，当施工停顿或完毕时，端口应封好；

2 法兰垫料应为不产尘、不易老化和具有一定强度和弹性的材料，厚度为 5~8mm，不得采用乳胶海绵；法兰垫片应尽量减少拼接，并不允许直缝对接连接，严禁在垫料表面涂涂料；

3 风管与洁净室吊顶、隔墙等围护结构的接缝处应严密。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 1 个系统。

检查方法：观察、用白绸布擦拭。

6.2.7 集中式真空吸尘系统的安装应符合下列规定：

1 真空吸尘系统弯管的曲率半径不应小于 4 倍管径，弯管的内壁面应光滑，不得采用褶皱弯管；

2 真空吸尘系统三通的夹角不得大于 45°；四通制作应采用两个斜三通的做法。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 2 件。

检查方法：尺量、观察检查。

6.2.8 风管系统安装完毕后，应按系统类别进行严密性检验，漏风量应符合设计与本规范第 4.2.5 条的规定。风管系统的严密性检验，应符合下列规定：

1 低压系统风管的严密性检验应采用抽检，抽检率为 5%，且不得少于 1 个系统。在加工工艺得到保证的前提下，采用漏光法检测。检测不合格时，应按规定的抽检率做漏风量测试。

中压系统风管的严密性检验，应在漏光法检测合格后，对系统漏风量测试进行抽检，抽检率为 20%，且不得少于 1 个系统。

高压系统风管的严密性检验，为全数进行漏风量测试。

系统风管严密性检验的被抽检系统，应全数合格，则视为通过；如有不合格时，则应再加倍抽检，直至全数合格。

2 净化空调系统风管的严密性检验，1~5 级的系统按高压系统风管的规定执行；6~9 级的系统按本规范第 4.2.5 条的规定执行。

检查数量：按条文中的规定。

检查方法：按本规范附录 A 的规定进行严密性测试。

#### 6.2.9 手动密闭阀安装，阀门上标志的箭头方向必须与受冲击波方向一致。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、核对检查。

### 6.3 一般项目

#### 6.3.1 风管的安装应符合下列规定：

1 风管安装前，应清除内、外杂物，并做好清洁和保护工作；

2 风管安装的位置、标高、走向，应符合设计要求。现场风管接口的配置，不得缩小其有效截面；

3 连接法兰的螺栓应均匀拧紧，其螺母宜在同一侧；

4 风管接口的连接应严密、牢固。风管法兰的垫片材质应符合系统功能的要求，厚度不应小于 3mm。垫片不应凸入管内，亦不宜突出法兰外；

5 柔性短管的安装，应松紧适度，无明显扭曲；

6 可伸缩性金属或非金属软风管的长度不宜超过 2m，并不应有死弯或塌凹；

7 风管与砖、混凝土风道的连接接口，应顺着气流方向插入，并应采取密封措施。风管穿出屋面处应设有防雨装置；

8 不锈钢板、铝板风管与碳素钢支架的接触处，应有隔绝或防腐绝缘措施。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

#### 6.3.2 无法兰连接风管的安装还应符合下列规定：

1 风管的连接处，应完整无缺损、表面应平整，无明显扭曲；

2 承插式风管的四周缝隙应一致，无明显的弯曲或褶皱；内涂的密封胶应完整，外粘的密封胶带，应粘贴牢固、完整无缺损；

3 薄钢板法兰形式风管的连接，弹性插条、弹簧夹或紧固螺栓的间隔不应大于 150mm，且分布均匀，无松动现象；

4 插条连接的矩形风管，连接后的板面应平整、无明显弯曲。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.3 风管的连接应平直、不扭曲。明装风管水平安装，水平度的允许偏差为 3/1000，总偏差不应大于 20mm。明装风管垂直安装，垂直度的允许偏差为 2/1000，总偏差不应大于 20mm。暗装风管的位置，应正确、无明显偏差。

除尘系统的风管，宜垂直或倾斜敷设，与水平夹角宜大于或等于 45°，小坡度和水平管应尽量短。

对含有凝结水或其他液体的风管，坡度应符合设计要求，并在最低处设排液装置。

检查数量：按数量抽查 10%，但不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

#### 6.3.4 风管支、吊架的安装应符合下列规定：

1 风管水平安装，直径或长边尺寸小于等于 400mm，间距不应大于 4m；大于 400mm，不应大于 3m。螺旋风管的支、吊架间距可分别延长至 5m 和 3.75m；对于薄钢板法兰的风管，其支、吊架间距不应大于 3m。

2 风管垂直安装，间距不应大于 4m，单根直管至少应有 2 个固定点。

3 风管支、吊架宜按国标图集与规范选用强度和刚度相适应的形式和规格。对于直径或边长大于 2500mm 的超宽、超重等特殊风管的支、吊架应按设计规定。

4 支、吊架不宜设置在风口、阀门、检查门及自控机构处，离风口或插接管距离不宜小于 200mm。

5 当水平悬吊的主、干风管长度超过 20m 时，应设置防止摆动的固定点，每个系统不应少于 1 个。

6 吊架的螺孔应采用机械加工。吊杆应平直，螺纹完整、光洁。安装后各副支、吊架的受力应均匀，无明显变形。

风管或空调设备使用的可调隔振支、吊架的拉伸或压缩量应按设计的要求进行调整。

7 抱箍支架，折角应平直，抱箍应紧贴并箍紧风管。安装在支架上的圆形风管应设托座和抱箍，其圆弧应均匀，且与风管外径相一致。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.5 非金属风管的安装还应符合下列的规定：

1 风管连接两法兰端面应平行、严密，法兰螺栓两侧应加镀锌垫圈；

2 应适当增加支、吊架与水平风管的接触面积；

3 硬聚氯乙烯风管的直段连续长度大于 20m，应按设计要求设置伸缩节；支管的重量不得由干管来承受，必须自行设置支、吊架；

4 风管垂直安装，支架间距不应大于 3m。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.6 复合材料风管的安装还应符合下列规定：

1 复合材料风管的连接处，接缝应牢固，无孔洞和开裂。当采用插接连接时，接口应匹配、无松动，端口缝隙不应大于 5mm；

2 采用法兰连接时，应有防冷桥的措施；

3 支、吊架的安装宜按产品标准的规定执行。

检查数量：按数量抽查 10%，但不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.7 集中式真空吸尘系统的安装应符合下列规定：

1 吸尘管道的坡度宜为 5/1000，并坡向立管或吸尘点；

2 吸尘嘴与管道的连接，应牢固、严密。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.8 各类风阀应安装在便于操作及检修的部位，安装后的手动或电动操作装置应灵活、可靠，阀板关闭应保持严密。

防火阀直径或长边尺寸大于等于 630mm 时，宜设独立支、吊架。

排烟阀（排烟口）及手控装置（包括预埋套管）的位置应符合设计要求。预埋套管不得有死弯及瘪陷。

除尘系统吸入管段的调节阀，宜安装在垂直管段上。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.9 风帽安装必须牢固，连接风管与屋面或墙面的交接处不应渗水。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.10 排、吸风罩的安装位置应正确，排列整齐，牢固可靠。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.11 风口与风管的连接应严密、牢固，与装饰面相紧贴；表面平整、不变形，调节灵活、可靠。条形风口的安装，接缝处应衔接自然，无明显缝隙。同一厅室、房间内的相同风口的安装高度应一致，排列应整齐。

明装无吊顶的风口，安装位置和标高偏差不应大于 10mm。

风口水平安装，水平度的偏差不应大于 3/1000。

风口垂直安装，垂直度的偏差不应大于 2/1000。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统或不少于 5 件和 2 个房间的风口。

检查方法：尺量、观察检查。

6.3.12 净化空调系统风口安装还应符合下列规定：

1 风口安装前应清扫干净，其边框与建筑顶棚或墙面间的接缝处应加设密封垫料或密封胶，不应漏风；

2 带高效过滤器的送风口，应采用可分别调节高度的吊杆。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 1 个系统或不少于 5 件和 2 个房间的风口。

检查方法：尺量、观察检查。

## 7 通风与空调设备安装

### 7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于工作压力不大于 5kPa 的通风机与空调设备安装质量的检验与验收。

7.1.2 通风与空调设备应有装箱清单、设备说明书、产品质量合格证书和产品性能检测报告等随机文件，进口设备还应具有商检合格的证明文件。

7.1.3 设备安装前，应进行开箱检查，并形成验收文字记录。参加人员为建设、监理、施工和厂商等方单位的代表。

7.1.4 设备就位前应对其基础进行验收，合格后方能安装。

7.1.5 设备的搬运和吊装必须符合产品说明书的有关规定，并应做好设备的保护工作，防止因搬运或吊装而造成设备损伤。

### 7.2 主控项目

7.2.1 通风机的安装应符合下列规定：

1 型号、规格应符合设计规定，其出口方向应正确；

2 叶轮旋转应平稳，停转后不应每次停留在同一位置上；

3 固定通风机的地脚螺栓应拧紧，并有防松动措施。

检查数量：全数检查。

检查方法：依据设计图核对、观察检查。



7.2.2 通风机传动装置的外露部位以及直通大气的进、出口，必须装设防护罩（网）或采取其他安全设施。

检查数量：全数检查。

检查方法：依据设计图核对、观察检查。

7.2.3 空调机组的安装应符合下列规定：

1 型号、规格、方向和技术参数应符合设计要求；

2 现场组装的组合式空气调节机组应做漏风量的检测，其漏风量必须符合现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 的规定。

检查数量：按总数抽检 20%，不得少于 1 台。净化空调系统的机组，1~5 级全数检查，6~9 级抽查 50%。

检查方法：依据设计图核对，检查测试记录。

7.2.4 除尘器的安装应符合下列规定：

1 型号、规格、进出口方向必须符合设计要求；

2 现场组装的除尘器壳体应做漏风量检测，在设计工作压力下允许漏风率为 5%，其中离心式除尘器为 3%；

3 布袋除尘器、电除尘器的壳体及辅助设备接地应可靠。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台；接地全数检查。

检查方法：按图核对、检查测试记录和观察检查。

7.2.5 高效过滤器应在洁净室及净化空调系统进行全面清扫和系统连续试车 12h 以上后，在现场拆开包装并进行安装。

安装前需进行外观检查和仪器检漏。目测不得有变形、脱落、断裂等破损现象；仪器抽检检漏应符合产品质量文件的规定。

合格后立即安装，其方向必须正确，安装后的高效过滤器四周及接口，应严密不漏；在调试前应进行扫描检漏。

检查数量：高效过滤器的仪器抽检检漏按批抽 5%，不得少于 1 台。

检查方法：观察检查、按本规范附录 B 规定扫描检测或查看检测记录。

7.2.6 净化空调设备的安装还应符合下列规定：

1 净化空调设备与洁净室围护结构相连的接缝必须密封；

2 风机过滤器单元（FFU 与 FMU 空气净化装置）应在清洁的现场进行外观检查，目测不得有变形、锈蚀、漆膜脱落、拼接板破损等现象；在系统试运转时，必须在进风口处加装临时中效过滤器作为保护。

检查数量：全数检查。

检查方法：按设计图核对、观察检查。

7.2.7 静电空气过滤器金属外壳接地必须良好。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：核对材料、观察检查或电阻测定。

7.2.8 电加热器的安装必须符合下列规定：

1 电加热器与钢构架间的绝热层必须为不燃材料；接线柱外露的应加设安全防护罩；

2 电加热器的金属外壳接地必须良好；

3 连接电加热器的风管的法兰垫片，应采用耐热不燃材料。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：核对材料、观察检查或电阻测定。

7.2.9 干蒸汽加湿器的安装，蒸汽喷管不应朝下。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

7.2.10 过滤吸收器的安装方向必须正确，并应设独立支架，与室外的连接管段不得泄漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察或检测。

### 7.3 一般项目

7.3.1 通风机的安装应符合下列规定：

1 通风机的安装，应符合表 7.3.1 的规定，叶轮转子与机壳的组装位置应正确；叶轮进风口插入风电机壳进风口或密封圈的深度，应符合设备技术文件的规定，或为叶轮外径值的 1/100；

表 7.3.1 通风机安装的允许偏差

项次	项 目	允许偏差	检验方法
1	中心线的平面位移	10mm	经纬仪或拉线和尺量检查
2	标高	± 10mm	水准仪或水平仪、直尺、拉线和尺量检查
3	皮带轮轮宽中心平面偏移	1mm	在主、从动皮带轮端而拉线和尺量检查
4	传动轴水平度	纵向 0.2/1000 横向 0.3/1000	在轴或皮带轮 0°和 180°的两个位置上，用水平仪检查
5	联轴器	两轮芯径向位移 0.05mm 两轴线倾斜 0.2/1000	在联轴器互相垂直的四个位置上，用百分表检查

2 现场组装的轴流风机叶片安装角度应一致，达到在同一平面内运转，叶轮与筒体之间的间隙应均匀，水平度允许偏差为 1/1000；

3 安装隔振器的地面应平整，各组隔振器承受荷载的压缩量应均匀，高度误差应小于 2mm；

4 安装风机的隔振钢支、吊架，其结构形式和外形尺寸应符合设计或设备技术文件的规定；焊接应牢固，焊缝应饱满、均匀。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：尺量、观察或检查施工记录。

7.3.2 组合式空调机组及柜式空调机组的安装应符合下列规定：

1 组合式空调机组各功能段的组装，应符合设计规定的顺序和要求；各功能段之间的连接应严密，整体应平直；

2 机组与供水管的连接应正确，机组下部冷凝水排放管的水封高度应符合设计要求；

3 机组应清扫干净，箱体内应无杂物、垃圾和积尘；

4 机组内空气过滤器（网）和空气热交换器翅片应清洁、完好。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：观察检查。

7.3.3 空气处理室的安装应符合下列规定：

1 金属空气处理室壁板及各段的组装位置应正确，表面平整，连接严密、牢固；

- 2 喷水段的本体及其检查门不得漏水，喷水管和喷嘴的排列、规格应符合设计的规定；
- 3 表面式换热器的散热面应保持清洁、完好。当用于冷却空气时，在下部应设有排水装置，冷凝水的引流管或槽应畅通，冷凝水不外溢；
- 4 表面式换热器与围护结构间的缝隙，以及表面式热交换器之间的缝隙，应封堵严密；
- 5 换热器与系统供水管的连接应正确，且严密不漏。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：观察检查。

#### 7.3.4 单元式空调机组的安装应符合下列规定：

- 1 分体式空调机组的室外机和风冷整体式空调机组的安装，固定应牢固、可靠；除应满足冷却风循环空间的要求外，还应符合环境卫生保护有关法规的规定；
- 2 分体式空调机组的室内机的位置应正确、并保持水平，冷凝水排放应畅通。管道穿墙处必须密封，不得有雨水渗入；
- 3 整体式空调机组管道的连接应严密、无渗漏，四周应留有相应的维修空间。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：观察检查。

#### 7.3.5 除尘设备的安装应符合下列规定：

- 1 除尘器的安装位置应正确、牢固平稳，允许误差应符合表 7.3.5 的规定；

表 7.3.5 除尘器安装允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	平面位移		$\leq 10$	用经纬仪或拉线、尺量检查
2	标高		$\pm 10$	用水准仪、直尺、拉线和尺量检查
3	垂直度	每米	$\leq 2$	吊线和尺量检查
		总偏差	$\leq 10$	

- 2 除尘器的活动或转动部件的动作应灵活、可靠，并应符合设计要求；
- 3 除尘器的排灰阀、卸料阀、排泥阀的安装应严密，并便于操作与维护修理。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：尺量、观察检查及检查施工记录。

#### 7.3.6 现场组装的静电除尘器的安装，还应符合设备技术文件及下列规定：

- 1 阳极板组合后的阳极排平面度允许偏差为 5mm，其对角线允许偏差为 10mm；
- 2 阴极小框架组合后主平面的平面度允许偏差为 5mm，其对角线允许偏差为 10mm；
- 3 阴极大框架的整体平面度允许偏差为 15mm，整体对角线允许偏差为 10mm；
- 4 阳极板高度小于或等于 7m 的电除尘器，阴、阳极间距允许偏差为 5mm。阳极板高度大于 7m 的电除尘器，阴、阳极间距允许偏差为 10mm；

5 振打锤装置的固定，应可靠；振打锤的转动，应灵活。锤头方向应正确；振打锤头与振打砧之间应保持良好的线接触状态，接触长度应大于锤头厚度的 0.7 倍。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 组。

检查方法：尺量、观察检查及检查施工记录。

#### 7.3.7 现场组装布袋除尘器的安装，还应符合下列规定：

- 1 外壳应严密、不漏，布袋接口应牢固：

2 分室反吹袋式除尘器的滤袋安装，必须平直。每条滤袋的拉紧力应保持在  $25 \sim 35\text{N/m}$ ；与滤袋连接接触的短管和袋帽，应无毛刺；

3 机械回转扁袋袋式除尘器的旋臂，转动应灵活可靠，净气室上部的顶盖，应密封不漏气，旋转应灵活，无卡阻现象；

4 脉冲袋式除尘器的喷吹孔，应对准文氏管的中心，同心度允许偏差为  $2\text{mm}$ 。

检查数量：按总数抽查  $20\%$ ，不得少于  $1$  台。

检查方法：丈量、观察检查及检查施工记录。

7.3.8 洁净室空气净化设备的安装，应符合下列规定：

1 带有通风机的气闸室、吹淋室与地面间应有隔振垫；

2 机械式余压阀的安装，阀体、阀板的转轴均应水平，允许偏差为  $2/1000$ 。余压阀的安装位置应在室内气流的下风侧，并不应在工作面高度范围内；

3 传递窗的安装，应牢固、垂直，与墙体的连接处应密封。

检查数量：按总数抽查  $20\%$ ，不得少于  $1$  件。

检查方法：丈量、观察检查。

7.3.9 装配式洁净室的安装应符合下列规定：

1 洁净室的顶板和壁板（包括夹芯材料）应为不燃材料；

2 洁净室的地面应干燥、平整，平整度允许偏差为  $1/1000$ ；

3 壁板的构配件和辅助材料的开箱，应在清洁的室内进行，安装前应严格检查其规格和质量。壁板应垂直安装，底部宜采用圆弧或钝角交接；安装后的壁板之间、壁板与顶板间的拼缝，应平整严密，墙板的垂直允许偏差为  $2/1000$ ，顶板水平度的允许偏差与每个单间的几何尺寸的允许偏差均为  $2/1000$ ；

4 洁净室吊顶在受荷载后应保持平直，压条全部紧贴。洁净室壁板若为上、下槽形板时，其接头应平整、严密；组装完毕的洁净室所有拼接缝，包括与建筑的接缝，均应采取密封措施，做到不脱落，密封良好。

检查数量：按总数抽查  $20\%$ ，不得少于  $5$  处。

检查方法：丈量、观察检查及检查施工记录。

7.3.10 洁净层流罩的安装应符合下列规定：

1 应设独立的吊杆，并有防晃动的固定措施；

2 层流罩安装的水平度允许偏差为  $1/1000$ ，高度的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ ；

3 层流罩安装在吊顶上，其四周与顶板之间应设有密封及隔振措施。

检查数量：按总数抽查  $20\%$ ，且不得少于  $5$  件。

检查方法：丈量、观察检查及检查施工记录。

7.3.11 风机过滤器单元（FFU、FMU）的安装应符合下列规定：

1 风机过滤器单元的高效过滤器安装前应按本规范第 7.2.5 条的规定检漏，合格后进行实装，方向必须正确；安装后的 FFU 或 FMU 机组应便于检修；

2 安装后的 FFU 风机过滤器单元，应保持整体平整，与吊顶衔接良好。风机箱与过滤器之间的连接，过滤器单元与吊顶框架间应有可靠的密封措施。

检查数量：按总数抽查  $20\%$ ，且不得少于  $2$  个。

检查方法：丈量、观察检查及检查施工记录。

7.3.12 高效过滤器的安装应符合下列规定：

1 高效过滤器采用机械密封时，须采用密封垫料，其厚度为  $6 \sim 8\text{mm}$ ，并定位贴在过滤器边框上，安装后垫料的压缩应均匀，压缩率为  $25\% \sim 50\%$ ；

2 采用液槽密封时，槽架安装应水平，不得有渗漏现象，槽内无污物和水分，槽内密封液高度宜为 $2/3$ 槽深。密封液的熔点宜高于 $50^{\circ}\text{C}$ 。

检查数量：按总数抽查 $20\%$ ，且不得少于5个。

检查方法：尺量、观察检查。

7.3.13 消声器的安装应符合下列规定：

1 消声器安装前应保持干净，做到无油污和浮尘；

2 消声器安装的位置、方向应正确，与风管的连接应严密，不得有损坏与受潮。两组同类型消声器不宜直接串联；

3 现场安装的组合式消声器，消声组件的排列、方向和位置应符合设计要求。单个消声器组件的固定应牢固；

4 消声器、消声弯管均应设独立支、吊架。

检查数量：整体安装的消声器，按总数抽查 $10\%$ ，且不得少于5台。现场组装的消声器全数检查。

检查方法：手扳和观察检查、核对安装记录。

7.3.14 空气过滤器的安装应符合下列规定：

1 安装平整、牢固，方向正确。过滤器与框架、框架与围护结构之间应严密无穿透缝；

2 框架式或粗效、中效袋式空气过滤器的安装，过滤器四周与框架应均匀压紧，无可见缝隙，并应便于拆卸和更换滤料；

3 卷绕式过滤器的安装，框架应平整、展开的滤料，应松紧适度、上下筒体应平行。

检查数量：按总数抽查 $10\%$ ，且不得少于1台。

检查方法：观察检查。

7.3.15 风机盘管机组的安装应符合下列规定：

1 机组安装前应进行单机三速试运转及水压检漏试验。试验压力为系统工作压力的 $1.5$ 倍，试验观察时间为 $2\text{min}$ ，不渗漏为合格；

2 机组应设独立支、吊架，实装的位置、高度及坡度应正确、固定牢固；

3 机组与风管、回风箱或风口的连接，应严密、可靠。

检查数量：按总数抽查 $10\%$ ，且不得少于1台。

检查方法：观察检查、查阅检查试验记录。

7.3.16 转轮式换热器安装的位置、转轮旋转方向及接管应正确，运转应平稳。

检查数量：按总数抽查 $20\%$ ，且不得少于1台。

检查方法：观察检查。

7.3.17 转轮去湿机安装应牢固，转轮及传动部件应灵活、可靠，方向正确；处理空气与再生空气接管应正确；排风水平管须保持一定的坡度，并坡向排出方向。

检查数量：按总数抽查 $20\%$ ，且不得少于1台。

检查方法：观察检查。

7.3.18 蒸汽加湿器的安装应设置独立支架，并固定牢固；接管尺寸正确、无渗漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

7.3.19 空气风幕机的安装，位置方向应正确、牢固可靠，纵向垂直度与横向水平度的偏差均不应大于 $2/1000$ 。

检查数量：按总数 $10\%$ 的比例抽查，且不得少于1台。

检查方法：观察检查。

7.3.20 变风量末端装置的安装，应设单独支、吊架，与风管连接前宜做动作试验。

检查数量：按总数抽查 10%，且不得少于 1 台。

检查方法：观察检查、查阅检查试验记录。

## 8 空调制冷系统安装

### 8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于空调工程中工作压力不高于 2.5MPa，工作温度在  $-20 \sim 150^{\circ}\text{C}$  的整体式、组装式及单元式制冷设备（包括热泵）、制冷附属设备、其他配套设备和管路系统安装工程施工质量的检验和验收。

8.1.2 制冷设备、制冷附属设备、管道、管件及阀门的型号、规格、性能及技术参数等必须符合设计要求。设备机组的外表应无损伤、密封应良好，随机文件和配件应齐全。

8.1.3 与制冷机组配套的蒸汽、燃油、燃气供应系统和蓄冷系统的安装，还应符合设计文件、有关消防规范与产品技术文件的规定。

8.1.4 空调用制冷设备的搬运和吊装，应符合产品技术文件和本规范第 7.1.5 条的规定。

8.1.5 制冷机组本体的安装、试验、试运转及验收还应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 有关条文的规定。

### 8.2 主控项目

8.2.1 制冷设备与制冷附属设备的安装应符合下列规定：

1 制冷设备、制冷附属设备的型号、规格和技术参数必须符合设计要求，并具有产品合格证书、产品性能检验报告：

2 设备的混凝土基础必须进行质量交接验收，合格后方可安装；

3 设备安装的位置、标高和管口方向必须符合设计要求。用地脚螺栓固定的制冷设备或制冷附属设备，其垫铁的放置位置应正确、接触紧密；螺栓必须拧紧，并有防松动措施。

检查数量：全数检查。

检查方法：查阅图纸核对设备型号、规格；产品质量合格证书和性能检验报告。

8.2.2 直接膨胀表面式冷却器的外表应保持清洁、完整，空气与制冷剂应呈逆向流动；表面式冷却器与外壳四周的缝隙应堵严，冷凝水排放应畅通。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

8.2.3 燃油系统的设备与管道，以及储油罐及日用油箱的安装，位置和连接方法应符合设计与消防要求。

燃气系统设备的安装应符合设计和消防要求。调压装置、过滤器的安装和调节应符合设备技术文件的规定，且应可靠接地。

检查数量：全数检查。

检查方法：按图纸核对、观察、查阅接地测试记录。

8.2.4 制冷设备的各项严密性试验和试运行的技术数据，均应符合设备技术文件的规定。对组装式的制冷机组和现场充注制冷剂的机组，必须进行吹污、气密性试验、真空试验和充注制冷剂检漏试

验，其相应的技术数据必须符合产品技术文件和有关现行国家标准、规范的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：旁站观察、检查和查阅试运行记录。

#### 8.2.5 制冷系统管道、管件和阀门的安装应符合下列规定：

- 1 制冷系统的管道、管件和阀门的型号、材质及工作压力等必须符合设计要求，并应具有出厂合格证、质量证明书；
- 2 法兰、螺纹等处的密封材料应与管内的介质性能相适应；
- 3 制冷剂液体管不得向上装成“Ω”形。气体管道不得向下装成“■”形（特殊回油管除外）；液体支管引出时，必须从于管底部或侧面接出；气体支管引出时，必须从干管顶部或侧面接出；有两根以上的支管从干管引出时，连接部位应错开，间距不应小于2倍支管直径，且不小于200mm；
- 4 制冷机与附属设备之间制冷剂管道的连接，其坡度与坡向应符合设计及设备技术文件要求。当设计无规定时，应符合表8.2.5的规定；

表 8.2.5 制冷剂管道坡度、坡向

管道名称	坡 向	坡 度
压缩机吸气水平管（氟）	压缩机	$\geq 10/1000$
压缩机吸气水平管（氨）	蒸发器	$\geq 3/1000$
压缩机排气水平管	油分离器	$\geq 10/1000$
冷凝器水平供液管	贮液器	$(1 \sim 3) / 1000$
油分离器至冷凝器水平管	油分离器	$(3 \sim 5) / 1000$

5 制冷系统投入运行前，应对安全阀进行调试校核，其开启和回座压力应符合设备技术文件的要求。

检查数量：按总数抽检20%，且不得少于5件。第5款全数检查。

检查方法：核查合格证明文件、观察、水平仪测量、查阅调校记录。

8.2.6 燃油管道系统必须设置可靠的防静电接地装置，其管道法兰应采用镀锌螺栓连接或在法兰处用铜导线进行跨接，且接合良好。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：观察检查、查阅试验记录。

8.2.7 燃气系统管道与机组的连接不得使用非金属软管。燃气管道的吹扫和压力试验应为压缩空气或氮气，严禁用水。当燃气供气管道压力大于0.005MPa时，焊缝的无损检测的执行标准应按设计规定。当设计无规定，且采用超声波探伤时，应全数检测，以质量不低于Ⅱ级为合格。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：观察检查、查阅探伤报告和试验记录。

8.2.8 氨制冷剂系统管道、附件、阀门及填料不得采用铜或铜合金材料（磷青铜除外），管内不得镀锌。氨系统的管道焊缝应进行射线照相检验，抽检率为10%，以质量不低于Ⅲ级为合格。在不易进行射线照相检验操作的场合，可用超声波检验代替，以不低于Ⅱ级为合格。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：观察检查、查阅探伤报告和试验记录。

8.2.9 输送乙二醇溶液的管道系统，不得使用内镀锌管道及配件。

检查数量：按系统的管段抽查20%，且不得少于5件。

检查方法：观察检查、查阅安装记录。

8.2.10 制冷管道系统应进行强度、气密性试验及真空试验，且必须合格。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：旁站、观察检查和查阅试验记录。

## 8.3 一般项目

8.3.1 制冷机组与制冷附属设备的安装应符合下列规定：

1 制冷设备及制冷附属设备安装位置、标高的允许偏差，应符合表 8.3.1 的规定；

表 8.3.1 制冷设备与制冷附属设备安装允许偏差和检验方法

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	平面位移	10	经纬仪或拉线和尺量检查
2	标高	±10	水准仪或经纬仪、拉线和尺量检查

2 整体安装的制冷机组，其机身纵、横向水平度的允许偏差为 1/1000，并应符合设备技术文件的规定；

3 制冷附属设备安装的水平度或垂直度允许偏差为 1/1000，并应符合设备技术文件的规定；

4 采用隔振措施的制冷设备或制冷附属设备，其隔振器安装位置应正确；各个隔振器的压缩量，应均匀一致，偏差不应大于 2mm；

5 设置弹簧隔振的制冷机组，应设有防止机组运行时水平位移的定位装置。

检查数量：全数检查。

检查方法：在机座或指定的基准面上用水平仪、水准仪等检测、尺量与观察检查。

8.3.2 模块式冷水机组单元多台并联组合时，接口应牢固，且严密不漏。连接后机组的外表，应平整、完好，无明显的扭曲。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量、观察检查。

8.3.3 燃油系统油泵和蓄冷系统载冷剂泵的安装，纵、横向水平度允许偏差为 1/1000，联轴器两轴芯轴向倾斜允许偏差为 0.2/1000，径向位移为 0.05mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：在机座或指定的基准面上，用水平仪、水准仪等检测，尺量、观察检查。

8.3.4 制冷系统管道、管件的安装应符合下列规定：

1 管道、管件的内外壁应清洁、干燥；铜管管道支吊架的型式、位置、间距及管道安装标高应符合设计要求，连接制冷机的吸、排气管道应设单独支架；管径小于等于 20mm 的铜管道，在阀门处应设置支架；管道上下平行敷设时，吸气管应在下方；

2 制冷剂管道弯管的弯曲半径不应小于 3.5D（管道直径），其最大外径与最小外径之差不应大于 0.08D，且不应使用焊接弯管及皱褶弯管；

3 制冷剂管道分支管应按介质流向弯成 90°弧度与主管连接，不宜使用弯曲半径小于 1.5D 的压制弯管；

4 铜管切口应平整、不得有毛刺、凹凸等缺陷，切口允许倾斜偏差为管径的 1%，管口翻边后应保持同心，不得有开裂及皱褶，并应有良好的密封面；

5 采用承插钎焊焊接连接的铜管，其插接深度应符合表 8.3.4 的规定，承插的扩口方向应迎介质



流向。当采用套接钎焊焊接连接时，其插接深度应不小于承插连接的规定。

表 8.3.4 承插式焊接的铜管承口的扩口深度表 (mm)

铜管规格	≤ DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65
承插口的扩口深度	9 ~ 12	12 ~ 15	15 ~ 18	17 ~ 20	21 ~ 24	24 ~ 26	26 ~ 30

采用对接焊缝组对管道的内壁应齐平，错边量不大于 0.1 倍壁厚，且不大于 1mm。

6 管道穿越墙体或楼板时，管道的支吊架和钢管的焊接应按本规范第 9 章的有关规定执行。

检查数量：按系统抽查 20%，且不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

8.3.5 制冷系统阀门的安装应符合下列规定：

1 制冷剂阀门安装前应进行强度和严密性试验。强度试验压力为阀门公称压力的 1.5 倍，时间不得少于 5min；严密性试验压力为阀门公称压力的 1.1 倍，持续时间 30s 不漏为合格。合格后应保持阀体内干燥。如阀门进、出口封闭破损或阀体锈蚀的还应进行解体清洗；

2 位置、方向和高度应符合设计要求；

3 水平管道上的阀门的手柄不应朝下；垂直管道上的阀门手柄应朝向便于操作的地方；

4 自控阀门安装的位置应符合设计要求。电磁阀、调节阀、热力膨胀阀、升降式止回阀等的阀头均应向上；热力膨胀阀的安装位置应高于感温包，感温包应装在蒸发器末端的回气管上，与管道接触良好，绑扎紧密；

5 安全阀应垂直安装在便于检修的位置，其排气管的出口应朝向安全地带，排液管应装在泄水管上。

检查数量：按系统抽查 20%，且不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查、旁站或查阅试验记录。

8.3.6 制冷系统的吹扫排污应采用压力为 0.6MPa 的干燥压缩空气或氮气，以浅色布检查 5min，无污物为合格。系统吹扫干净后，应将系统中阀门的阀芯拆下清洗干净。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、旁站或查阅试验记录。

## 9 空调水系统管道与设备安装

### 9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于空调工程水系统安装子分部工程，包括冷（热）水、冷却水、凝结水系统的设备（不包括末端设备）、管道及附件施工质量的检验及验收。

9.1.2 镀锌钢管应采用螺纹连接。当管径大于 DN100 时，可采用卡箍式、法兰或焊接连接，但应对焊缝及热影响区的表面进行防腐处理。

9.1.3 从事金属管道焊接的企业，应具有相应项目的焊接工艺评定，焊工应持有相应类别焊接的焊工合格证书。

9.1.4 空调用蒸汽管道的安装，应按现行国家标准《建筑给水、排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242—2002 的规定执行。

## 9.2 主控项目

9.2.1 空调工程水系统的设备与附属设备、管道、管配件及阀门的型号、规格、材质及连接形式应符合设计规定。

检查数量:按总数抽查 10%,且不得少于 5 件。

检查方法:观察检查外观质量并检查产品质量证明文件、材料进场验收记录。

9.2.2 管道安装应符合下列规定:

1 隐蔽管道必须按本规范第 3.0.11 条的规定执行;

2 焊接钢管、镀锌钢管不得采用热煨弯;

3 管道与设备的连接,应在设备安装完毕后进行,与水泵、制冷机组的接管必须为柔性接口。柔性短管不得强行对口连接,与其连接的管道应设置独立支架;

4 冷热水及冷却水系统应在系统冲洗、排污合格(目测:以排出口的水色和透明度与入水口对比相近,无可见杂物),再循环试运行 2h 以上,且水质正常后才能与制冷机组、空调设备相贯通;

5 固定在建筑结构上的管道支、吊架,不得影响结构的安全。管道穿越墙体或楼板处应设钢制套管,管道接口不得置于套管内,钢制套管应与墙体饰面或楼板底部平齐,上部应高出楼层地面 20~50mm,并不得将套管作为管道支撑。

保温管道与套管四周间隙应使用不燃绝热材料填塞紧密。

检查数量:系统全数检查。每个系统管道、部件数量抽查 10%,且不得少于 5 件。

检查方法:尺量、观察检查,旁站或查阅试验记录、隐蔽工程记录。

9.2.3 管道系统安装完毕,外观检查合格后,应按设计要求进行水压试验。当设计无规定时,应符合下列规定:

1 冷热水、冷却水系统的试验压力,当工作压力小于等于 1.0MPa 时,为 1.5 倍工作压力,但最低不小于 0.6MPa;当工作压力大于 1.0MPa 时,为工作压力加 0.5MPa。

2 对于大型或高层建筑垂直位差较大的冷(热)媒水、冷却水管道系统宜采用分区、分层试压和系统试压相结合的方法。一般建筑可采用系统试压方法。

分区、分层试压:对相对独立的局部区域的管道进行试压。在试验压力下,稳压 10min,压力不得下降,再将系统压力降至工作压力,在 60min 内压力不得下降、外观检查无渗漏为合格。

系统试压:在各分区管道与系统主、干管全部连通后,对整个系统的管道进行系统的试压。试验压力以最低点的压力为准,但最低点的压力不得超过管道与组成件的承受压力。压力试验升至试验压力后,稳压 10min,压力下降不得大于 0.02MPa,再将系统压力降至工作压力,外观检查无渗漏为合格。

3 各类耐压塑料管的强度试验压力为 1.5 倍工作压力,严密性工作压力为 1.15 倍的设计工作压力;

4 凝结水系统采用充水试验,应以不渗漏为合格。

检查数量:系统全数检查。

检查方法:旁站观察或查阅试验记录。

9.2.4 阀门的安装应符合下列规定:

1 阀门的安装位置、高度、进出口方向必须符合设计要求,连接应牢固紧密;

2 安装在保温管道上的各类手动阀门,手柄均不得向下;

3 阀门安装前必须进行外观检查,阀门的铭牌应符合现行国家标准《通用阀门标志》GB 12220 的规定。对于工作压力大于 1.0MPa 及在主干管上起到切断作用的阀门,应进行强度和严密性试验,

合格后方准使用。其他阀门可不单独进行试验，待在系统试压中检验。

强度试验时，试验压力为公称压力的 1.5 倍，持续时间不少于 5min，阀门的壳体、填料应无渗漏。

严密性试验时，试验压力为公称压力的 1.1 倍；试验压力在试验持续的时间内应保持不变，时间应符合表 9.2.4 的规定，以阀瓣密封面无渗漏为合格。

表 9.2.4 阀门压力持续时间

公称直径 DN (mm)	最短试验持续时间 (s)	
	严密性试验	
	金属密封	非金属密封
≤50	15	15
65 ~ 200	30	15
250 ~ 450	60	30
≥500	120	60

检查数量: 1、2 款抽查 5%，且不得少于 1 个。水压试验以每批（同牌号、同规格、同型号）数量中抽查 20%，且不得少于 1 个。对于安装在主干管上起切断作用的闭路阀门，全数检查。

检查方法: 按设计图核对、观察检查；旁站或查阅试验记录。

9.2.5 补偿器的补偿量和安装位置必须符合设计及产品技术文件的要求，并应根据设计计算的补偿量进行预拉伸或预压缩。

设有补偿器（膨胀节）的管道应设置固定支架，其结构形式和固定位置应符合设计要求，并在补偿器的预拉伸或预压缩前固定；导向支架的设置应符合所安装产品技术文件的要求。

检查数量: 抽查 20%，且不得少于 1 个。

检查方法: 观察检查，旁站或查阅补偿器的预拉伸或预压缩记录。

9.2.6 冷却塔的型号、规格、技术参数必须符合设计要求。对含有易燃材料冷却塔的安装，必须严格执行施工防火安全的规定。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 按图纸核对，监督执行防火规定。

9.2.7 水泵的规格、型号、技术参数应符合设计要求和产品性能指标。水泵正常连续试运行的时间，不应少于 2h。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 按图纸核对，实测或查阅水泵试运行记录。

9.2.8 水箱、集水缸、分水缸、储冷罐的满水试验或水压试验必须符合设计要求。储冷罐内壁防腐涂层的材质、涂抹质量、厚度必须符合设计或产品技术文件要求，储冷罐与底座必须进行绝热处理。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 尺量、观察检查，查阅试验记录。

## 9.3 一般项目

9.3.1 当空调水系统的管道，采用建筑用硬聚氯乙烯（PVC-U）、聚丙烯（PP-R）、聚丁烯（PB）与交联聚乙烯（PEX）等有机材料管道时，其连接方法应符合设计和产品技术要求的規定。

检查数量:按总数抽查 20%,且不得少于 2 处。

检查方法:尺量、观察检查,验证产品合格证书和试验记录。

### 9.3.2 金属管道的焊接应符合下列规定:

1 管道焊接材料的品种、规格、性能应符合设计要求。管道对接焊口的组对和坡口形式应符合表 9.3.2 的规定;对口的平直度为 1/100,全长不大于 10mm。管道的固定焊口应远离设备,且不宜与设备接口中心线相重合。管道对接焊缝与支、吊架的距离应大于 50mm;

表 9.3.2 管道焊接坡口形式和尺寸

项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 C (mm)	钝边 P (mm)	坡口角度 $\alpha$ (°)	
1	1~3	I 型坡口		0~1.5	—	—	内壁错边量 $\leq 0.1T$ , 且 $\leq 2\text{mm}$ ; 外壁 $\leq 3\text{mm}$
	3~6			1~2.5			
2	6~9	V 型坡口		0~2.0	0~2	65~75	
	9~26			0~3.0	0~3	55~65	
3	2~30	T 型坡口		0~2.0	—	—	

2 管道焊缝表面应清理干净,并进行外观质量的检查。焊缝外观质量不得低于现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中第 11.3.3 条的 IV 级规定(氩管为 III 级)。

检查数量:按总数抽查 20%,且不得少于 1 处。

检查方法:尺量、观察检查。

9.3.3 螺纹连接的管道,螺纹应清洁、规整,断丝或缺丝不大于螺纹全扣数的 10%;连接牢固;接口处根部外露螺纹为 2~3 扣,无外露填料;镀锌管道的镀锌层应注意保护,对局部的破损处,应做防腐处理。

检查数量:按总数抽查 5%,且不得少于 5 处。

检查方法:尺量、观察检查。

9.3.4 法兰连接的管道,法兰面应与管道中心线垂直,并同心。法兰对接应平行,其偏差不应大于其外径的 1.5/1000,且不得大于 2mm;连接螺栓长度应一致、螺母在同侧、均匀拧紧。螺栓紧固后不应低于螺母平面。法兰的衬垫规格、品种与厚度应符合设计的要求。

检查数量:按总数抽查 5%,且不得少于 5 处。

检查方法:尺量、观察检查。

### 9.3.5 钢制管道的安装应符合下列规定:

1 管道和管件在安装前,应将其内、外壁的污物和锈蚀清除干净。当管道安装间断时,应及时封闭敞开的管口;

2 管道弯制弯管的弯曲半径,热弯不应小于管道外径的 3.5 倍、冷弯不应小于 4 倍;焊接弯管不应小于 1.5 倍;冲压弯管不应小于 1 倍。弯管的最大外径与最小外径的差不应大于管道外径的 8/100,管壁减薄率不应大于 15%;

3 冷凝水排水管坡度,应符合设计文件的规定。当设计无规定时,其坡度宜大于或等于 8‰;软管连接的长度,不宜大于 150mm;

4 冷热水管道与支、吊架之间,应有绝热衬垫(承压强度能满足管道重量的不燃、难燃硬质绝热材料或经防腐处理的木衬垫),其厚度不应小于绝热层厚度,宽度应大于支、吊架支承面的宽度。衬垫的表面应平整、衬垫接合面的空隙应填实;

5 管道安装的坐标、标高和纵、横向的弯曲度应符合表 9.3.5 的规定。在吊顶内等暗装管道的位置应正确,无明显偏差。

表 9.3.5 管道安装的允许偏差和检验方法

项 目			允许偏差 (mm)	检查方法
坐标	架空及地沟	室外	25	按系统检查管道的起点、终点、分支点和变向点及各点之间的直管 用经纬仪、水准仪、液体连通器、水平仪、拉线和尺量检查
		室内	15	
	埋地		60	
标高	架空及地沟	室外	± 20	
		室内	± 15	
	埋地		± 25	
水平管道平直度		DN ≤ 100mm	2‰, 最大 40	用直尺、拉线和尺量检查
		DN > 100mm	3‰, 最大 60	
立管垂直度			5‰, 最大 40	用直尺、拉线和尺量检查
成排管段间距			15	用直尺尺量检查
成排管段或成排阀门在同一平面上			3	用直尺、拉线和尺量检查
注:L—管道的有效长度 (mm)				

检查数量:按总数抽查 10%,且不得少于 5 处。

检查方法:尺量、观察检查。

9.3.6 钢塑复合管道的安装,当系统工作压力不大于 1.0MPa 时,可采用涂(衬)塑焊接钢管螺纹连接,与管道配件的连接深度和扭矩应符合表 9.3.6-1 的规定;当系统工作压力为 1.0~2.5MPa 时,可采用涂(衬)塑无缝钢管法兰连接或沟槽式连接,管道配件均为无缝钢管涂(衬)塑管件。

沟槽式连接的管道,其沟槽与橡胶密封圈和卡箍套必须为配套合格产品;支、吊架的间距应符合表 9.3.6-2 的规定。

表 9.3.6-1 钢塑复合管螺纹连接深度及紧固扭矩

公称直径 (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100
螺纹连接深度 (mm)	11	13	15	17	18	20	23	27	33
	牙数	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0	10.0	11.5
扭矩 (N·m)	40	60	100	120	150	200	250	300	400

表 9.3.6-2 沟槽式连接管道的沟槽及支、吊架的间距

公称直径 (mm)	沟槽深度 (mm)	允许偏差 (mm)	支、吊架的间距 (m)	端面垂直度允许偏差 (mm)
65 ~ 100	2.20	0 ~ +0.3	3.5	1.0
125 ~ 150	2.20	0 ~ +0.3	4.2	1.5
200	2.50	0 ~ +0.3	4.2	
225 ~ 250	2.50	0 ~ +0.3	5.0	
300	3.0	0 ~ +0.5	5.0	

注:1 连接管端面应平整光滑、无毛刺;沟槽过深,应作为废品,不得使用。

2 支、吊架不得支承在连接头上,水平管的任意两个接头之间必须有支、吊架。

检查数量:按总数抽查 10%,且不得少于 5 处。

检查方法:尺量、观察检查、查阅产品合格证明文件。

9.3.7 风机盘管机组及其他空调设备与管道的连接,宜采用弹性接管或软接管(金属或非金属软管),其耐压值应大于等于 1.5 倍的工作压力。软管的连接应牢固、不应有强扭和瘪管。

检查数量:按总数抽查 10%,且不得少于 5 处。

检查方法:观察、查阅产品合格证明文件。

9.3.8 金属管道的支、吊架的型式、位置、间距、标高应符合设计或有关技术标准的要求。设计无规定时,应符合下列规定:

1 支、吊架的安装应平整牢固,与管道接触紧密。管道与设备连接处,应设独立支、吊架;

2 冷(热)媒水、冷却水系统管道机房内总、于管的支、吊架,应采用承重防晃管架;与设备连接的管道管架宜有减振措施。当水平支管的管架采用单杆吊架时,应在管道起始点、阀门、三通、弯头及长度每隔 15m 设置承重防晃支、吊架;

3 无热位移的管道吊架,其吊杆应垂直安装;有热位移的,其吊杆应向热膨胀(或冷收缩)的反方向偏移安装,偏移量按计算确定;

4 滑动支架的滑动面应清洁、平整,其安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移 1/2 位移值或符合设计文件规定;

5 竖井内的立管,每隔 2~3 层应设导向支架。在建筑结构负重允许的情况下,水平安装管道支、吊架的间距应符合表 9.3.8 的规定;

表 9.3.8 钢管道支、吊架的最大间距

公称直径 (mm)	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300	
支架的最大间距 (m)	L <sub>1</sub>	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.0	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
	L <sub>2</sub>	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	6.5	6.5	7.5	7.5	9.0	9.5	10.5
对大于 300mm 的管道可参考 300mm 管道															

注:1 适用于工作压力不大于 2.0MPa,不保温或保温材料密度不大于 200kg/m<sup>3</sup> 的管道系统。

2 L<sub>1</sub> 用于保温管道, L<sub>2</sub> 用于不保温管道。

6 管道支、吊架的焊接应由合格持证焊工施焊，并不得有漏焊、欠焊或焊接裂纹等缺陷。支架与管道焊接时，管道侧的咬边量，应小于 0.1 管壁厚。

检查数量：按系统支架数量抽查 5%，且不得少于 5 个。

检查方法：尺量、观察检查。

9.3.9 采用建筑用硬聚氯乙烯（PVC-U）、聚丙烯（PP-R）与交联聚乙烯（PEX）等管道时，管道与金属支、吊架之间应有隔绝措施，不可直接接触。当为热水管道时，还应加宽其接触的面积。支、吊架的间距应符合设计和产品技术要求的規定。

检查数量：按系统支架数量抽查 5%，且不得少于 5 个。

检查方法：观察检查。

9.3.10 阀门、集气罐、自动排气装置、除污器（水过滤器）等管道部件的安装应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 阀门安装的位置、进出口方向应正确，并便于操作；连接应牢固紧密，启闭灵活；成排阀门的排列应整齐美观，在同一平面上的允许偏差为 3mm；

2 电动、气动等自控阀门在安装前应进行单体的调试，包括开启、关闭等动作试验；

3 冷冻水和冷却水的除污器（水过滤器）应安装在进机组前的管道上，方向正确且便于清污；与管道连接牢固、严密，其安装位置应便于滤网的拆装和清洗。过滤器滤网的材质、规格和包扎方法应符合设计要求；

4 闭式系统管路应在系统最高处及所有可能积聚空气的高点设置排气阀，在管路最低点应设置排水管及排水阀。

检查数量：按规格、型号抽查 10%，且不得少于 2 个。

检查方法：对照设计文件尺量、观察和操作检查。

9.3.11 冷却塔安装应符合下列规定：

1 基础标高应符合设计的规定，允许误差为  $\pm 20\text{mm}$ 。冷却塔地脚螺栓与预埋件的连接或固定应牢固，各连接部件应采用热镀锌或不锈钢螺栓，其紧固力应一致、均匀；

2 冷却塔安装应水平，单台冷却塔安装水平度和垂直度允许偏差均为  $2/1000$ 。同一冷却水系统的多台冷却塔安装时，各台冷却塔的水面高度应一致，高差不应大于 30mm；

3 冷却塔的出水口及喷嘴的方向和位置应正确，积水盘应严密无渗漏；分水器布水均匀。带转动布水器的冷却塔，其转动部分应灵活，喷水出口按设计或产品要求，方向应一致；

4 冷却塔风机叶片端部与塔体四周的径向间隙应均匀。对于可调整角度的叶片，角度应一致。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量、观察检查，积水盘做充水试验或查阅试验记录。

9.3.12 水泵及附属设备的安装应符合下列规定：

1 水泵的平面位置和标高允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ ，安装的地脚螺栓应垂直、拧紧，且与设备底座接触紧密；

2 垫铁组放置位置正确、平稳，接触紧密，每组不超过 3 块；

3 整体安装的泵，纵向水平偏差不应大于  $0.1/1000$ ，横向水平偏差不应大于  $0.20/1000$ ；解体安装的泵，纵向、横向安装水平偏差均不应大于  $0.05/1000$ ；

水泵与电机采用联轴器连接时，联轴器两轴芯的允许偏差，轴向倾斜不应大于  $0.2/1000$ ，径向位移不应大于  $0.05\text{mm}$ ；

小型整体安装的管道水泵不应有明显偏斜。

4 减震器与水泵及水泵基础连接牢固、平稳、接触紧密。

检查数量：全数检查。

检查方法：扳手试拧、观察检查，用水平仪和塞尺测量或查阅设备安装记录。

9.3.13 水箱、集水器、分水器、储冷罐等设备的安装，支架或底座的尺寸、位置符合设计要求。设备与支架或底座接触紧密，安装平正、牢固。平面位置允许偏差为 15mm，标高允许偏差为  $\pm 5\text{mm}$ ，垂直度允许偏差为 1/1000。

膨胀水箱安装的位置及接管的连接，应符合设计文件的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量、观察检查，旁站或查阅试验记录。

## 10 防腐与绝热

### 10.1 一般规定

10.1.1 风管与部件及空调设备绝热工程施工应在风管系统严密性检验合格后进行。

10.1.2 空调工程的制冷系统管道，包括制冷剂和空调水系统绝热工程的施工，应在管路系统强度与严密性检验合格和防腐处理结束后进行。

10.1.3 普通薄钢板在制作风管前，宜预涂防锈漆一遍。

10.1.4 支、吊架的防腐处理应与风管或管道相一致，其明装部分必须涂面漆。

10.1.5 油漆施工时，应采取防火、防冻、防雨等措施，并不应在低温或潮湿环境下作业。明装部分的最后一遍色漆，宜在安装完毕后进行。

### 10.2 主控项目

10.2.1 风管和管道的绝热，应采用不燃或难燃材料，其材质、密度、规格与厚度应符合设计要求。如采用难燃材料时，应对其难燃性进行检查，合格后方可使用。

检查数量：按批随机抽查 1 件。

检查方法：观察检查、检查材料合格证，并做点燃试验。

10.2.2 防腐涂料和油漆，必须是在有效保质期内的合格产品。

检查数量：按批检查。

检查方法：观察、检查材料合格证。

10.2.3 在下列场合必须使用不燃绝热材料：

1 电加热器前后 800mm 的风管和绝热层；

2 穿越防火隔墙两侧 2m 范围内风管、管道和绝热层。

检查数量：全数检查。

检查方法观察、检查材料合格证与做点燃试验。

10.2.4 输送介质温度低于周围空气露点温度的管道，当采用非闭孔性绝热材料时，隔汽层（防潮层）必须完整，且封闭良好。

检查数量：按数量抽查 10%，且不得少于 5 段。

检查方法：观察检查。

10.2.5 位于洁净室内的风管及管道的绝热，不应采用易产尘的材料（如玻璃纤维、短纤维矿棉等）。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。



## 10.3 一般项目

10.3.1 喷、涂油漆的漆膜,应均匀、无堆积、皱纹、气泡、掺杂、混色与漏涂等缺陷。

检查数量:按面积抽查 10%。

检查方法:观察检查。

10.3.2 各类空调设备、部件的油漆喷、涂,不得遮盖铭牌标志和影响部件的功能使用。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 2 个。

检查方法:观察检查。

10.3.3 风管系统部件的绝热,不得影响其操作功能。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 2 个。

检查方法:观察检查。

10.3.4 绝热材料层应密实,无裂缝、空隙等缺陷。表面应平整,当采用卷材或板材时,允许偏差为 5mm;采用涂抹或其他方式时,允许偏差为 10mm。防潮层(包括绝热层的端部)应完整,且封闭良好;其搭接缝应顺水。

检查数量:管道按轴线长度抽查 10%;部件、阀门抽查 10%,且不得少于 2 个。

检查方法:观察检查、用钢丝刺入保温层、丈量。

10.3.5 风管绝热层采用粘结方法固定时,施工应符合下列规定:

1 粘结剂的性能应符合使用温度和环境卫生的要求,并与绝热材料相匹配;

2 粘结材料宜均匀地涂在风管、部件或设备的外表面上,绝热材料与风管、部件及设备表面应紧密贴合,无空隙;

3 绝热层纵、横向的接缝,应错开;

4 绝热层粘贴后,如进行包扎或捆扎,包扎的搭接处应均匀、贴紧;捆扎的应松紧适度,不得损坏绝热层。

检查数量:按数量抽查 10%。

检查方法:观察检查和检查材料合格证。

10.3.6 风管绝热层采用保温钉连接固定时,应符合下列规定:

1 保温钉与风管、部件及设备表面的连接,可采用粘接或焊接,结合应牢固,不得脱落;焊接后应保持风管的平整,并不应影响镀锌钢板的防腐性能;

2 矩形风管或设备保温钉的分布应均,尤其数量底面每平方米不应少于 16 个,侧面不应少于 10 个,顶面不应少于 8 个。首行保温钉至风管或保温材料边沿的距离应小于 120mm。

3 风管法兰部位的绝热层的厚度,不应低于风管绝热层的 0.8 倍;

4 带有防潮隔汽层绝热材料的拼缝处,应用粘胶带封严。胶粘带的宽度不应小于 50mm。粘胶带应牢固地粘贴在防潮层面上,不得有胀裂和脱落。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 5 处。

检查方法:观察检查。

10.3.7 绝热涂料作绝热层时,应分层涂抹,厚度均匀,不得有气泡和漏涂等缺陷,表面固化层应光滑,牢固无缝隙。

检查数量:按数量抽查 10%。

检查方法:观察检查。

10.3.8 当采用玻璃纤维布作绝热保护层时,搭接的宽度应均匀,宜为 30~50mm,且松紧适度。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 10m<sup>2</sup>。

检查方法: 尺量、观察检查。

#### 10.3.9 管道阀门、过滤器及法兰部位的绝热结构应能单独拆卸。

检查数量: 按数量抽查 10%, 且不得少于 5 个。

检查方法: 观察检查。

#### 10.3.10 管道绝热层的施工, 应符合下列规定:

1 绝热产品的材质和规格, 应符合设计要求, 管壳的粘贴应牢固、铺设应平整; 绑扎应紧密, 无滑动、松弛与断裂现象;

2 硬质或半硬质绝热管壳的拼接缝隙, 保温时不应大于 5mm、保冷时不应大于 2mm, 并用粘结材料勾缝填满; 纵缝应错开, 外层的水平接缝应设在侧下方。当绝热层的厚度大于 100mm 时, 应分层铺设, 层间应压缝;

3 硬质或半硬质绝热管壳应用金属丝或难腐织带捆扎, 其间距为 300~350mm, 且每节至少捆扎 2 道;

4 松散或软质绝热材料应按规定的密度压缩其体积, 疏密应均匀。毡类材料在管道上包扎时, 搭接处不应有空隙。

检查数量: 按数量抽查 10%, 且不得少于 10 段。

检查方法: 尺量、观察检查及查阅施工记录。

#### 10.3.11 管道防潮层的施工应符合下列规定:

1 防潮层应紧密粘贴在绝热层上, 封闭良好, 不得有虚粘、气泡、褶皱、裂缝等缺陷;

2 立管的防潮层, 应由管道的低端向高端敷设, 环向搭接的缝口应朝向低端; 纵向的搭接缝应位于管道的侧面, 并顺水;

3 卷材防潮层采用螺旋形缠绕的方式施工时, 卷材的搭接宽度宜为 30~50mm。

检查数量: 按数量抽查 10%, 且不得少于 10m。

检查方法: 尺量、观察检查。

#### 10.3.12 金属保护壳的施工, 应符合下列规定:

1 应紧贴绝热层, 不得有脱壳、褶皱、强行接口等现象。接口的搭接应顺水, 并有凸筋加强, 搭接尺寸为 20~25mm。采用自攻螺丝固定时, 螺钉间距应匀称, 并不得刺破防潮层。

2 户外金属保护壳的纵、横向接缝, 应顺水; 其纵向接缝应位于管道的侧面。金属保护壳与外墙或屋顶的交接处应加设泛水。

检查数量: 按数量抽查 10%。

检查方法: 观察检查。

#### 10.3.13 冷热源机房内制冷系统管道的外表面, 应做色标。

检查数量: 按数量抽查 10%。

检查方法: 观察检查。

## 11 系统调试

### 11.1 一般规定

11.1.1 系统调试所使用的测试仪器和仪表, 性能应稳定可靠, 其精度等级及最小分度值应能满足测定的要求, 并应符合国家有关计量法规及检定规程的规定。

11.1.2 通风与空调工程的系统调试, 应由施工单位负责、监理单位监督, 设计与建设单位参与

和配合。系统调试的实施可以是施工企业本身或委托给具有调试能力的其他单位。

11.1.3 系统调试前,承包单位应编制调试方案,报送专业监理工程师审核批准;调试结束后,必须提供完整的调试资料和报告。

11.1.4 通风与空调工程系统无生产负荷的联合试运转及调试,应在制冷设备和通风与空调设备单机试运转合格后进行。空调系统带冷(热)源的正常联合试运转不应少于8h,当竣工季节与设计条件相差较大时,仅做不带冷(热)源试运转。通风、除尘系统的连续试运转不应少于2h。

11.1.5 净化空调系统运行前应在回风、新风的吸入口处和粗、中效过滤器前设置临时用过滤器(如无无纺布等),实行对系统的保护。净化空调系统的检测和调整,应在系统进行全面清扫,且已运行24h及以上达到稳定后进行。

洁净室洁净度的检测,应在空态或静态下进行或按合约规定。室内洁净度检测时,人员不宜多于3人,均必须穿与洁净室洁净度等级相适应的洁净工作服。

## 11.2 主控项目

11.2.1 通风与空调工程安装完毕,必须进行系统的测定和调整(简称调试)。系统调试应包括下列项目:

- 1 设备单机试运转及调试;
- 2 系统无生产负荷下的联合试运转及调试。

检查数量:全数。

检查方法:观察、旁站、查阅调试记录。

11.2.2 设备单机试运转及调试应符合下列规定:

1 通风机、空调机组中的风机,叶轮旋转方向正确、运转平稳、无异常振动与声响,其电机运行功率应符合设备技术文件的规定。在额定转速下连续运转2h后,滑动轴承外壳最高温度不得超过70℃;滚动轴承不得超过80℃;

2 水泵叶轮旋转方向正确,无异常振动和声响,紧固连接部位无松动,其电机运行功率值符合设备技术文件的规定。水泵连续运转2h后,滑动轴承外壳最高温度不得超过70℃;滚动轴承不得超过75℃;

3 冷却塔本体应稳固、无异常振动,其噪声应符合设备技术文件的规定。风机试运转按本条第1款的规定;

冷却塔风机与冷却水系统循环试运行不少于2h,运行应无异常情况:

4 制冷机组、单元式空调机组的试运转,应符合设备技术文件和现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274的有关规定,正常运转不应少于8h;

5 电控防火、防排烟风阀(口)的手动、电动操作应灵活、可靠,信号输出正确。

检查数量:第1款按风机数量抽查10%,且不得少于1台;第2、3、4款全数检查;第5款按系统中风阀的数量抽查20%,且不得少于5件。

检查方法:观察、旁站、用声级计测定、查阅试运转记录及有关文件。

11.2.3 系统无生产负荷的联合试运转及调试应符合下列规定:

- 1 系统总风量调试结果与设计风量的偏差不应大于10%;
- 2 空调冷热水、冷却水总流量测试结果与设计流量的偏差不应大于10%;

3 舒适空调的温度、相对湿度应符合设计的要求。恒温、恒湿房间室内空气温度、相对湿度及波动范围应符合设计规定。

检查数量:按风管系统数量抽查10%,且不得少于1个系统。

检查方法:观察、旁站、查阅调试记录。

11.2.4 防排烟系统联合试运行与调试的结果(风量及正压),必须符合设计与消防的规定。

检查数量:按总数抽查10%,且不得少于2个楼层。

检查方法:观察、旁站、查阅调试记录。

11.2.5 净化空调系统还应符合下列规定:

1 单向流洁净室系统的系统总风量调试结果与设计风量的允许偏差为0~20%,室内各风口风量与设计风量的允许偏差为15%。

新风量与设计新风量的允许偏差为10%。

2 单向流洁净室系统的室内截面平均风速的允许偏差为0~20%,且截面风速不均匀度不应大于0.25。

新风量和设计新风量的允许偏差为10%。

3 相邻不同级别洁净室之间和洁净室与非洁净室之间的静压差不应小于5Pa,洁净室与室外的静压差不应小于10Pa;

4 室内空气洁净度等级必须符合设计规定的等级或在商定验收状态下的等级要求。

高于等于5级的单向流洁净室,在门开启的状态下,测定距离门0.6m室内侧工作高度处空气的含尘浓度,亦不应超过室内洁净度等级上限的规定。

检查数量:调试记录全数检查,测点抽查5%,且不得少于1点。

检查方法:检查、验证调试记录,按本规范附录B进行测试校核。

## 11.3 一般项目

11.3.1 设备单机试运转及调试应符合下列规定:

1 水泵运行时不应有异常振动和声响、壳体密封处不得渗漏、紧固连接部位不应松动、轴封的温升应正常;在无特殊要求的情况下,普通填料泄漏量不应大于60mL/h,机械密封的不应大于5mL/h;

2 风机、空调机组、风冷热泵等设备运行时,产生的噪声不宜超过产品性能说明书的规定值;

3 风机盘管机组的三速、温控开关的动作应正确,并与机组运行状态一一对应。

检查数量:第1、2款抽查20%,且不得少于1台;第3款抽查10%,且不得少于5台。

检查方法:观察、旁站、查阅试运转记录。

11.3.2 通风工程系统无生产负荷联动试运转及调试应符合下列规定:

1 系统联动试运转中,设备及主要部件的联动必须符合设计要求,动作协调、正确,无异常现象;

2 系统经过平衡调整,各风口或吸风罩的风量与设计风量的允许偏差不应大于5%。

3 湿式除尘器的供水与排水系统运行应正常。

11.3.3 空调工程系统无生产负荷联动试运转及调试还应符合下列规定:

1 空调工程水系统应冲洗干净、不含杂物,并排除管道系统中的空气;系统连续运行应达到正常、平稳;水泵的压力和水泵电机的电流不应出现大幅波动。系统平衡调整后,各空调机组的水流量应符合设计要求,允许偏差为20%;

2 各种自动计量检测元件和执行机构的工作应正常,满足建筑设备自动化(BA、FA等)系统对被测定参数进行检测和控制的要求;

3 多台冷却塔并联运行时,各冷却塔的进、出水量应达到均衡一致;

4 空调室内噪声应符合设计规定要求;

5 有压差要求的房间、厅堂与其他相邻房间之间的压差，舒适性空调正压为 0 ~ 25Pa；工艺性的空调应符合设计的规定；

6 有环境噪声要求的场所，制冷、空调机组应按现行国家标准《采暖通风与空气调节设备噪声声功率级的测定——工程法》GB 9068 的规定进行测定。洁净室内的噪声应符合设计的规定。

检查数量：按系统数量抽查 10%，且不得少于 1 个系统或 1 间。

检查方法：观察、用仪表测量检查及查阅调试记录。

11.3.4 通风与空调工程的控制和监测设备，应与系统的检测元件和执行机构正常沟通，系统的状态参数应能正确显示，设备联锁、自动调节、自动保护应能正确动作。

检查数量：按系统或监测系统总数抽查 30%，且不得少于 1 个系统。

检查方法：旁站观察，查阅调试记录。

## 12 竣工验收

12.0.1 通风与空调工程的竣工验收，是在工程施工质量得到有效监控的前提下，施工单位通过整个分部工程的无生产负荷系统联合试运转与调试和观感质量的检查，按本规范要求将质量合格的分部工程移交建设单位的验收过程。

12.0.2 通风与空调工程的竣工验收，应由建设单位负责，组织施工、设计、监理等单位共同进行，合格后即应办理竣工验收手续。

12.0.3 通风与空调工程竣工验收时，应检查竣工验收的资料，一般包括下列文件及记录：

- 1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- 2 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；
- 3 隐蔽工程检查验收记录；
- 4 工程设备、风管系统、管道系统安装及检验记录；
- 5 管道试验记录；
- 6 设备单机试运转记录；
- 7 系统无生产负荷联合试运转与调试记录；
- 8 分部（子分部）工程质量验收记录；
- 9 观感质量综合检查记录；
- 10 安全和功能检验资料的核查记录。

12.0.4 观感质量检查应包括以下项目：

- 1 风管表面应平整、无损坏；接管合理，风管的连接以及风管与设备或调节装置的连接，无明显缺陷；
- 2 风口表面应平整，颜色一致，安装位置正确，风口可调节部件应能正常动作；
- 3 各类调节装置的制作和安装应正确牢固，调节灵活，操作方便。防火及排烟阀等关闭严密，动作可靠；
- 4 制冷及水管系统的管道、阀门及仪表安装位置正确，系统无渗漏；
- 5 风管、部件及管道的支、吊架型式、位置及间距应符合本规范要求；
- 6 风管、管道的软性接管位置应符合设计要求，接管正确、牢固，自然无强扭；
- 7 通风机、制冷机、水泵、风机盘管机组的安装应正确牢固；
- 8 组合式空气调节机组外表平整光滑、接缝严密、组装顺序正确，喷水室外表面无渗漏；
- 9 除尘器、积尘室安装应牢固、接口严密；

- 10 消声器安装方向正确，外表面应平整无损坏；
- 11 风管、部件、管道及支架的油漆应附着牢固，漆膜厚度均匀，油漆颜色与标志符合设计要求；
- 12 绝热层的材质、厚度应符合设计要求；表面平整、无断裂和脱落；室外防潮层或保护壳应顺水搭接、无渗漏。

检查数量：风管、管道各按系统抽查 10%，且不得少于 1 个系统。各类部件、阀门及仪表抽检 5%，且不得少于 10 件。

检查方法：尺量、观察检查。

12.0.5 净化空调系统的观感质量检查还应包括下列项目：

- 1 空调机组、风机、净化空调机组、风机过滤器单元和空气吹淋室等的安装位置应正确、固定牢固、连接严密，其偏差应符合本规范有关条文的规定；
- 2 高效过滤器与风管、风管与设备的连接处应有可靠密封；
- 3 净化空调机组、静压箱、风管及送回风口清洁无积尘；
- 4 装配式洁净室的内墙面、吊顶和地面应光滑、平整、色泽均匀、不起灰尘，地板静电值应低于设计规定；
- 5 送回风口、各类末端装置以及各类管道等与洁净室内表面的连接处密封处理应可靠、严密。

检查数量：按数量抽查 20%，且不得少于 1 个。

检查方法：尺量、观察检查。

## 13 综合效能的测定与调整

13.0.1 通风与空调工程交工前，应进行系统生产负荷的综合效能试验的测定与调整。

13.0.2 通风与空调工程带生产负荷的综合效能试验与调整，应在已具备生产试运行的条件下进行，由建设单位负责，设计、施工单位配合。

13.0.3 通风、空调系统带生产负荷的综合效能试验测定与调整的项目，应由建设单位根据工程性质、工艺和设计的要求进行确定。

13.0.4 通风、除尘系统综合效能试验可包括下列项目：

- 1 室内空气中含尘浓度或有害气体浓度与排放浓度的测定；
- 2 吸气罩罩口气流特性的测定；
- 3 除尘器阻力和除尘效率的测定；
- 4 空气油烟、酸雾过滤装置净化效率的测定。

13.0.5 空调系统综合效能试验可包括下列项目：

- 1 送回风口空气状态参数的测定与调整；
- 2 空气调节机组性能参数的测定与调整；
- 3 室内噪声的测定；
- 4 室内空气温度和相对湿度的测定与调整；
- 5 对气流有特殊要求的空调区域做气流速度的测定。

13.0.6 恒温恒湿空调系统除应包括空调系统综合效能试验项目外，尚可增加下列项目：

- 1 室内静压的测定和调整；
- 2 空调机组各功能段性能的测定和调整；
- 3 室内温度、相对湿度场的测定和调整；

4 室内气流组织的测定。

13.0.7 净化空调系统除应包括恒温恒湿空调系统综合效能试验项目外，尚可增加下列项目：

1 生产负荷状态下室内空气洁净度等级的测定；

2 室内浮游菌和沉降菌的测定；

3 室内自净时间的测定；

4 空气洁净度高于 5 级的洁净室，除应进行净化空调系统综合效能试验项目外，尚应增加设备泄漏控制、防止污染扩散等特定项目的测定；

5 洁净度等级高于等于 5 级的洁净室，可进行单向气流流线平行度的检测，在工作区内气流流向偏离规定方向的角度不大于  $15^{\circ}$ 。

13.0.8 防排烟系统综合效能试验的测定项目，为模拟状态下安全区正压变化测定及烟雾扩散试验等。

13.0.9 净化空调系统的综合效能检测单位和检测状态，宜由建设、设计和施工单位三方协商确定。

# 第五篇

## 建筑自控仪 表安装工程



# 第一部分 建筑自控仪表安装工程施工技术

## 第一章 仪表支架、汇线槽、桥架制作安装工程施工技术

### 一、电缆桥架的选择

#### (一) 目前状况

目前, 电缆桥架制造行业产品型号命名仍系各生产厂家自定, 产品结构形式多样, 技术数据、外形尺寸、标准符号字样也不一致。

#### (二) 选择依据

1. 电缆的外径和重量, 电缆桥架的载荷曲线。
2. 电缆在桥架内填充率, 电力电缆不应大于 40%, 控制电缆不应大于 50%, 并应留有一定的备用空间, 以便今后增添电缆用。
3. 桥架的结构与材质应满足环境和电缆安装的要求。常用的有托盘式和梯架式两种; 一般条件下均采用钢质桥架(表面热镀锌或喷塑)。
4. 所选托盘或梯架的承载能力应满足规定, 即其工作均布载荷不应大于允许的均布载荷。
5. 工作均布荷载下的相对挠度不宜大于 1/200, 可根据桥架载荷曲线图计算、校核。

#### (三) 宽度计算公式

单层布置, 电缆桥架宽度  $b$  的计算公式为:

$$b \geq N_1 (d_1 + k_1) + N_2 (d_2 + k_2) + \dots + N_n (d_n + k_n) = \sum_{i=1}^n N_i (d_i + k_i)$$

式中  $N_1$ 、 $N_2$ …… $N_n$  为各相应直径电缆的根数;  $d_1$ 、 $d_2$ …… $d_n$  为电缆直径;  $k_1$ 、 $k_2$ …… $k_n$  为电缆间的净距。

多层布置, 桥架宽度的计算公式为:

$$b \geq S_0 / (h\eta\lambda)$$

式中  $S_0$ ——电缆总截面积， $S_0 = N_1\pi(d_1/2)^2 + N_2\pi(d_2/2)^2 + \dots + N_n\pi(d_n/2)^2$   
 $= \sum_{i=1}^n N_i(d_i/2)^2$

$\eta$ ——填充系数；

$h$ ——电缆桥架的边高。

## 二、电缆桥架安装

### (一) 外观检查

电缆桥架进入施工现场，应提交下列资料：产品出厂合格证、省（市）级质检站定期检验报告及有关技术鉴定文件等。电缆桥架板材厚度应满足表 5-1-1 的规定。热镀锌的电缆桥架镀层表面应均匀，无过烧、挂灰、局部未镀锌（直径 2mm 以上）等缺陷，不得有影响安装的锌瘤。螺纹的镀层应光滑，螺栓连接件应能拧入。静电喷塑应平整、光滑、均匀、不起皮、无气泡、水泡。桥架本身应平整、无扭曲变形，内壁应光滑、无毛刺。桥架焊缝表面均匀，不得有漏焊、裂纹、烧穿等缺陷。螺栓连接孔的孔距允许偏差：同一组内相邻两孔间距  $\pm 0.7\text{mm}$ ；同一组内任意两孔间距  $\pm 1\text{mm}$ ；相邻两孔的端孔间距  $\pm 1.2\text{mm}$ 。

表 5-1-1 电缆桥架允许最小板材厚度

电缆桥架宽度 (mm)	允许最小厚度 (mm)
< 400	1.5
400 ~ 800	2.0
> 800	2.5

### (二) 电缆桥架的敷设位置

电缆桥架应尽可能在建（构）筑物（如墙、柱、梁、楼板等）上安装，总平面布置应尽量做到距离最短，经济合理，安全运行，并应满足施工安装、维修的要求。桥架水平敷设时距地高度一般不宜低于 2.5m；垂直敷设时，在距地 1.8m 以下易触及部位应加金属盖保护，但敷设在电气专用房间（如配电室、电气竖井、技术层等）内时除外。电缆桥架多层敷设时，为了散热和维护及防干扰的需要，桥架层间应留有一定的距离：桥架上部距离顶棚或其他障碍物不应小于 0.3m，弱电电缆与电力电缆间不应小于 0.5m，如有屏蔽盖板可减少到 0.3m；控制电缆间不应小于 0.2m；电力电缆间不宜小于 0.3m。几种电缆桥架在同一高度中平行或交叉敷设时，各相邻电缆桥架间应考虑维护、检修距离，一般不宜小于 0.6m。电缆桥架与各种管道平行敷设时，其净距应符合表 5-1-2 的规定。电缆桥架就敷设在管道上方，若空间位置有限，当无法避免敷设在管道下方时，在交叉处应用盖板将电缆桥架保护起来。

表 5-1-2 电缆桥架与各种管道的最小净距

管道类别		平行净距 (m)	交叉净距 (m)
一般工艺管道		0.4	0.3
腐蚀性液体 (或气体) 管道		0.5	0.5
热力管道	有保温层	0.5	0.5
	无保温层	1.0	1.0

### (三) 支、吊架的设置

电缆桥架的支(吊)架质量应符合现行的有关技术标准,支(吊)架的防腐类型应符合设计要求。电缆桥架水平敷设时,支撑跨距一般为 1.5~3m;垂直敷设时,固定点间距不宜大于 2m。桥架转弯处弯曲半径  $R \leq 300\text{mm}$  时,应在距离弯曲段与直线段接合处 300~600mm 的直线段侧设置一个支(吊)架。在分支处和端部也应设置支架。电缆架在每个支(吊)架上应固定牢固,桥架的支(吊)架沿桥架走向左右的偏差不应大于 10mm。

### (四) 电缆桥架安装注意事项

1. 电缆桥架连接板的螺栓应紧固,螺母应位于电缆桥架的外侧,桥架接口应平直,盖板齐全、平整,无翘角。
2. 由电缆桥架引出的配管应使用钢管,当托盘式桥架需要开孔时,应用开孔机开孔,开孔应切口整齐,管孔径吻合,严禁用气、电焊割孔。钢管与桥架连接时,应使用管接头固定。
3. 当直线段钢制电缆桥架超过 30m,铝合金或玻璃钢电缆桥架超过 15m 时,应有伸缩缝,其连接宜采用伸缩连接板(伸缩板);电缆桥架跨越建筑物伸缩缝处应设置好伸缩板。
4. 电缆桥架转弯处应采用成品配件。若空间位置有限,成品配件无法使用时,自制的桥架转弯处弯曲半径不应小于该桥架的电线最小允许弯曲半径。
5. 电气竖井内电缆桥架在穿过楼板或墙壁处,应以防火隔板、防火堵料等材料作好密封隔离。建筑物高度  $h \leq 100\text{m}$  时,应在每层楼板处作防火分隔,电缆桥架穿竖井做法见图 5-1-1。

## 三、支架安装

1. 制作支架时应将材料矫正、平直。切口处不应有卷边和毛刺。制作好的支架应牢固、平正、尺寸准确。
2. 安装支架时,应符合下列规定:

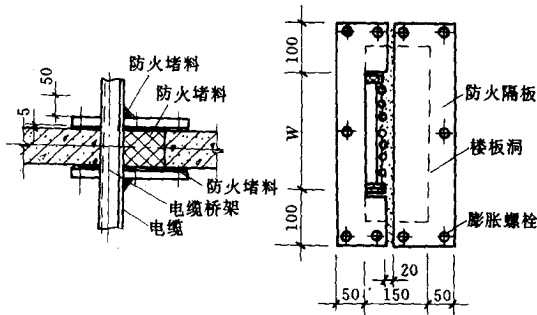


图 5-1-1 电缆桥架穿竖井做法

- (1) 在金属结构和混凝土构筑物的预埋件上，应采用焊接固定。
- (2) 在混凝土上，宜采用膨胀螺栓固定。
- (3) 在不允许焊接支架的工艺管道上，应采用“U”型螺栓或卡子固定。
- (4) 在允许焊接支架的金属工艺设备、管道上，可采用焊接固定。当工艺设备、管道与支架不是同一种材质或需要增加强度时，应预先焊接一块与工艺设备、管道材质相同的加强板后，再在其上面焊接支架。
- (5) 支架应固定牢固、横平竖直、整齐美观。在同一直线段上的支架间距应均匀。
- (6) 支架安装在有坡度的电缆沟内或建筑物构架上时，其安装坡度应与电缆沟或建筑物构架的坡度相同；安装在有弧度的设备或构架上时，其安装弧度应与设备或构架的弧度相同。
- (7) 支架不应安装在具有较大振动、热源、腐蚀性液滴及排污管道的位置；也不宜安装在具有高温、高压、腐蚀性及易燃易爆等介质的工艺设备、管道以及能移动的构筑物上。
- (8) 水平安装的汇线槽及保护管用的金属支架间距宜为 2m；在拐弯处、终端处及其他需要的位置可适当减小间距；垂直安装时可适当增大间距。

## 四、电缆槽的敷设

购买成品或者加工好的电缆槽送到现场进行敷设时，应注意下列事项：

1. 为防止电缆被覆层遭受机械损伤，在敷设电缆前，必须除去电线槽内的焊渣和毛刺。
2. 电缆槽支架的间隔不得超过 3m。
3. 电缆槽的敷设径路应远离大量散热的物体，在无法避开时，必须用石棉板或其他隔热材料隔绝，以防烤坏电缆。
4. 在振动大的地方敷设电缆槽时，要适当安装缓冲装置，桥内的电缆要用夹子加以固定。
5. 电缆槽长度超过 50m 时，要进行钢板的热膨胀计算，并在适当的位置设置膨胀节。
6. 电缆槽垂直安装时，为防止电缆由于自重而拉断，应将电缆固定，在电缆槽内

应设有固定电缆的夹子。

7. 原则上希望电缆接地，由于管架本身已经接地，电缆槽又是焊接在管架上，所以一般不再另行接地。

敷设电缆槽时，要与工艺的配管人员密切联系，选取适当的施工时间。因为电缆槽与直径大的管道相比其强度很低，施工中很容易被碰弯或碰坏，一定要加以注意。

## 第二章 仪表供液系统安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于压力不大于  $16 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $16 \text{ kgf/cm}^2$ ) 的液压调节供液系统的安装。

一、为使液体能顺利地流回贮液箱，贮液箱的安装位置应低于回液集管，回液集管与贮液箱上回液管接头间最小高差，宜为  $0.3 \sim 0.5 \text{ m}$ 。

二、为防止油管泄漏，油滴在高温表面而引起火灾，油压管路不应平行敷设在高温工艺设备、管道的上方。与热表面绝热层间距离应大于  $150 \text{ mm}$ 。

三、为保证液体能自然地流回贮液箱，因此管路应有  $1:10$  以上的坡度或足够大的管径。但是如果回流的落差太大又容易产生泡沫，为了避免泡沫过多，在进入贮液箱以前敷设一段水平管段或加一个“U”形弯，以减少回流液体的流动速度。

四、为保证支管内的回流液体能顺利地流回总管，回流管路的各分支管与总管连接时，支管应顺介质流动方向与总管成锐角连接。

五、液压流体流回贮液箱后，溶解在液体内的气体将因液体的压力降低而释放出来。为了将气体排放到大气中，应在箱上设置放空阀。为安全起见，放空管的上端应向下弯曲  $180^\circ$ 。

六、为保证供给合格的液体和液压系统安全供液，供液系统用的过滤器，安装前应检查其滤网是否符合产品规定标准，并应清洗干净。进口与出口方向不得装错，排污阀与地面间，应留有便于操作的距离。

七、为减少液体在管内的阻力，减少调节系统的滞后时间，管路的长度不宜过长，内径也不宜过小。可是采用管小的规格与敷设长度属于设计问题。在安装中应注意的是不应使管路有可能增大液流阻力的环形弯成曲折弯。

八、通过安装实践，采用金属耐压软管，在具有振动及经常移动位置的接头上作挠性连接，要比刚性连接安全可靠。

九、在液压流体系统中的逆止阀或闭锁阀，其作用是当系统发生事故时，保证系统中的液压流体不发生倒流，仍充满系统。因此在安装前应对逆止阀或闭锁阀进行清洗、检查和试验。

十、供液系统的压力试验。

1. 管路系统的压力试验，宜采用液压；  
2. 液压试验压力为  $1.25$  倍设计压力，当达到试验压力后，停压  $5 \text{ min}$ ，无泄漏为合格。

3. 当工艺系统规定进行真空度或泄漏量试验时，其内的仪表管路系统应随同工艺系统一起进行试验。

4. 液压试验介质应用洁净的水，当管路材质为奥氏体不锈钢时，水的氯离子含量不得超过  $0.0025\%$ 。试验后应将液体排净。在环境温度  $5^\circ \text{C}$  以下进行试验时，应采取防

冻措施。

5. 压力试验用压力表应检验合格，其精度不应低于 1.5 级，刻度上限值宜为试验压力的 1.5~2 倍。

6. 压力试验过程中，若发现有泄漏现象，应泄压后再修理。修理后，应重新试验。

7. 试验合格后，宜在管路另一端泄压，检查管路是否堵塞，并应拆除压力试验用的临时盲板。

#### 十一、管道油清洗。

1. 润滑、密封及控制油管道，应在机械及管道酸洗合格后、系统试运转前进行油清洗。不锈钢管道，宜用蒸汽吹净后进行油清洗。

2. 油清洗应以油循环的方式进行，循环过程中每 8h 应在 40~70℃ 的范围内反复升降油温 2~3 次，并应及时清洗或更换滤芯。

3. 当设计文件或制造厂无要求时，管道油清洗后应采用滤网检验，合格标准应符合表 5-2-1 的规定。

表 5-2-1 油清洗合格标准

机械转速 (r/min)	滤网规格 (目)	合格标准
≥ 6 000	200	目测滤网，无硬颗粒及粘稠物；每平方厘米范围内，软杂物不多于 3 个
< 6 000	100	

4. 油清洗应采用适合于被清洗机械的合格油，清洗合格的管道，应采取有效的保护措施。试运转前应采用具有合格证的工作用油。

十二、供液系统的调试按设计及设备安装使用说明书的规定进行。

## 第三章 仪表供气系统安装工程施工技术

### 一、供给气源方法。

1. 由无油润滑式空气压缩机将空气压缩到  $0.35 \sim 0.7\text{MPa}$  后, 根据不同地区, 用干燥器把露点降到  $-20 \sim 10^{\circ}\text{C}$ , 经过滤器过滤后, 供给各工厂和装置, 这部分属于空压站本身的施工内容, 仪表施工只负责进入各装置界区后到仪表的配管。

2. 气源通常减压到  $0.14\text{MPa}$  送到仪表和阀门定位器。大口径阀、高压阀及气缸阀等操作压力要高一些, 这些阀的阀门定位器的气源压力一般为  $0.25 \sim 0.4\text{MPa}$ 。

3. 每台仪表分别减压 (图 5-3-1), 这种方法可满足各种仪表的不同压力要求, 在大型装置中几乎都采用这种方式。

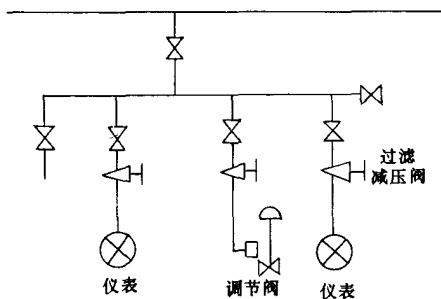


图 5-3-1 分别减压方式

4. 整套装置采用集中减压 (图 5-3-2), 这种方法的缺点在于:

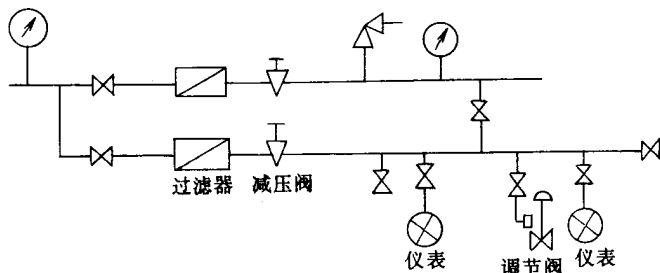


图 5-3-2 集中减压方式

- (1) 减压装置的故障将影响全部仪表的正常工作;
- (2) 无法克服减压装置后面管道压力降的影响;
- (3) 无法适应不同仪表对不同压力等级气源的要求;
- (4) 由于仪表前不再有过滤器, 为防止总过滤器与仪表间的管道生锈, 还必须选取相应的管材。

如果不需使用特殊管材, 则这种方式的施工费用比一法要省, 故常用于小型装置。



5. 按不同压力或装置内的不同区域分别减压 (图 5-3-3), 这是前两者相结合的方式, 兼有它们的长处, 只是配管略为复杂, 施工费用比一法略省, 但相差不大, 因此不常采用。

集中减压方式

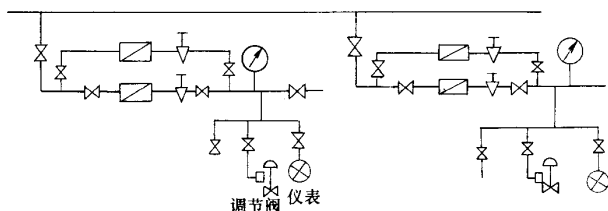


图 5-3-3 按不同压力或装置内的不同区域分别减压

## 二、按供气方式须考虑的问题

### (一) 有无备用气源 (重点仪表用气源)

仪表 (包括调节阀) 在停电时会失去气源, 因此, 在设计时应使装置在这种情况下处于安全状态。其中如有一部分重点仪表还需继续工作时, 就必须使用备用汽源 (或称重点仪表用的气源), 这种气源由压缩机或氮气瓶供给。它的减压方式同一, 备用气源进入重点仪表的气源阀门应涂上颜色以示区别。

### (二) 配管的分工

气源配管通常分工为: 装置内的一次阀门及阀前的主管和支管由工艺管道专业负责施工, 阀后由仪表专业施工。

### (三) 气源管的设计

工厂或装置的气源配管, 应便于仪表的日常维修, 并为日后改造或增设留有余地, 下面介绍一个气源管的实例。

图 5-3-4 为某厂的气源配管, 其主管道的一次阀门以后属于仪表专业施工, 通过

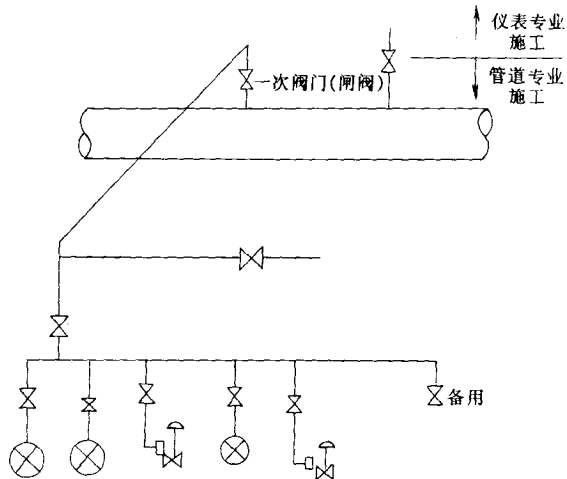


图 5-3-4 某厂的气管示意图

二次阀门接到各仪表的气源阀，原则上每十台仪表设一个二次阀门，每五台仪表设一个备用气源阀。这样对日后仪表的增设和改造就容易得多，维修也方便。

#### 4. 气源管径及其供给仪表的数量

气源管的尺寸应按流速及压力损失来决定，流速一般按 5 ~ 10m/s 考虑，末端的管道应适当加粗。

对长距离管道，在确定其配管尺寸时，必须考虑包括将来可能增加仪表的用气量。仪表平均耗气量列于表 5-3-1，更具体的数据可参考仪表厂的产品说明书。

表 5-3-1 各种仪表平均耗气量

仪 表 种 类	空气消耗量 (Nm <sup>3</sup> /h)
调节器	0.8 ~ 1.0
变送器	0.8 ~ 0.9
过滤减压阀	0.2
定位器	1.0 ~ 2.0
I/P 转换器	0.8 ~ 2.0

压力 0.25MPa 时，配管尺寸可能供给仪表数量的关系如表 5-3-2 所示。

表 5-3-2 气源管尺寸选择

管道尺寸	所能供给仪表数量
1/4"	1 ~ 2
1/2"	2 ~ 5
3/4"	6 ~ 15
1"	16 ~ 25
1 $\frac{1}{2}$ "	26 ~ 60
2"	61 ~ 150

三、气源管安装。气源管应当根据施工图进行施工，但由于变送器、转换器的安装位置有时直到现场施工时才能最终确定（如果采用模型设计，就可以在设计中决定下来），故管道的路径、支架的位置等也只能根据施工中的实际情况来决定。一般在施工

中必须注意到如下几点：

1. 支管应从总导气管上引出，以防止冷凝液与脏物进入仪表。
2. 管道应避免以下场所：
  - (1) 有强烈振动；
  - (2) 高温或低温；
  - (3) 预定的工艺管道径路及其保温保冷部分；
  - (4) 建筑物的防火墙。
3. 镀锌管弯头必须使用弯头零件。截断螺纹部分要用切割机加工，以免弄坏丝扣，加工后断面不应带有毛刺。
4. 螺纹连接处可用聚四氟乙烯密封带密封，但在工程结束后，必须充分吹扫，以防碎屑堵塞仪表。从过滤减压阀到仪表之间尽量不用密封带。
5. 为使螺纹连接的管道装拆方便，在适当的地方需要装设活接头或法兰，并要为它们留有充分的操作空间。
6. 仪表和管道不应承受过大的应力，因此仪表管道经过建筑物和工艺管道时，应有足够的支架（但不应在已完成保温和保冷的工艺管道上安装支架）。气管支架的安装按以下标准施工：

- (1) 《管道支架 第1部分：技术规范》（GB/T 17116.1—1997）。
- (2) 《管道支架 第2部分：管道连接件》（GB/T 17116.2—1997）。
- (3) 《管道支架 第3部分：中间连接件和建筑结构连接件》（GB/T 17116.3—1997）。

在考虑设置上述支架的同时，最好也能统一考虑气动讯号管线和仪表电线保护管支架的施工。

7. 同一控制系统的仪表、调节阀的气源最好自同一根支管取出。
8. 气源配管径路不妨碍装置维修，并应尽量避免设备的运输途径及设备的保温层，若做不到这一点，则应采用后接头或法兰连接形式，以便在维修或运输设备时，可以临时拆装仪表气源管线。

四、供气管采用镀锌钢管时，应用螺纹连接（因采用焊接连接时，焊接处的镀锌层会被破坏），连接处必须密封；缠绕密封带或涂抹密封胶时，不应使其进入管内。采用无缝钢管时可采用焊接，焊接时焊渣不应落入管内。

五、控制室内的供气总管应有不小于1:500的坡度，并在其集液处安装排污阀，排污管口应远离仪表、电气设备及接线端子。装在过滤器下面的排污阀与地面间，应留有便于操作的空间。

六、供气系统安装完毕后应进行吹扫，并应符合下列规定：

1. 吹扫前，应将控制室供气总管入口、分部供气总入口和接至各仪表供气入口处的过滤减压阀断开并敞口，先吹总管，然后依次吹各支管及接至各仪表的管路。
2. 应使用符合仪表空气质量标准、压力为 $5 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5 \text{ Pa}$ （ $5 \sim 7 \text{ kgf/cm}^2$ ）的压缩空气。
3. 当排出的吹扫气体内固体尘粒及油、水等杂质的含量，不高于进入供气系统前

的含量时，即为吹扫合格。填写“管道系统吹扫及清洗记录”（见表 5-3-3）。

表 5-3-3 管道系统吹扫及清洗记录表

项目：		装置：				I 号：			
管线号	材质	吹 洗				化学清洗			管线复位 (含垫法盲板等) 检查
		压力 (MPa)	介质	流速 (m/s)	鉴定	介质	方法	鉴定	
建设单位		_____ 单位				施工单位：			
年 月 日		年 月 日				检验人员：			
						试验人员： 年 月 日			

仪表用空气的质量对于气动仪表及调节系统的工作影响极大，因此，国内外对仪表用空气的质量要求较高。

在原化工部 1977 年关于《仪表空压站定型设计》中规定：“进仪表的空气含固体粒子直径不应大于  $10\mu\text{p}$ ，要求严格的场合不应大于  $5\mu\text{p}$ ”。《冶金自动化设计参考资料》第四分册中指出：一些资料统计表明，气动仪表的故障 80% 以上是由空气不清洁所造成的。空气不清洁的最大原因是含尘、含油或含水过多，因此该资料还对仪表空气净化提出以下两点要求：1. 含少量微粒杂质，其颗粒不大于  $5 \sim 10\mu\text{m}$ ；2. 保持仪表空气的露点温度比整个供气系统所在地区环境的最低温度低  $5^\circ\text{C}$ 。《氮肥厂自控设计技术规定》

中规定：“进气动仪表的气源应滤去  $10 \sim 20\mu\text{m}$  的尘粒，进射流元件的气源应滤去  $3 \sim 5\mu\text{m}$  的尘粒，含油量均不应高于  $15\text{ppm}$ ”。在国家标准《工业自动化仪表气源压力范围和质量标准》中规定：“气源中含尘粒径不应大于  $3\mu\text{m}$ ，油份含量不应大于  $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，且应无明显有害气体或蒸汽”；日本石油学会《仪表供气系统设计资料》中规定：在仪表的供气口，其中含灰尘等固体物最大直径在  $3\mu\text{m}$  以下”。美国《炼油厂仪表及调节系统安装手册》第三版第一分册中规定：“空气应干燥到它的露点（在分配压力下测量），至少低于已知最低温度  $10^\circ\text{F}$ ”；“建议吸附型的油的初滤器用于所有的装置，甚至用于那些采用无油压缩机的地方，以除去全部油气，所有干燥剂型干燥器应配置  $5\mu\text{m}$  的后过滤器，以防尘埃微粒进入分配系统。”美国工业标准《仪表用空气质量标准》中规定：“在仪表中的空气流内，最大的夹带微粒规格尺寸应为  $3\mu\text{m}$ ，含油份为 0”。前苏联国家标准《气动仪表和自动化装置用压缩空气站的型号、主要参数和技术要求》中规定仪表空气固体杂质含量不大于  $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，杂质粒子尺寸不大于  $5\mu\text{m}$ ，油蒸气及焦油含量不大于  $15\text{mg}/\text{m}^3$ 。国际电工委员会《工业过程测量和控制装置的工作条件第二部分——动力》中规定仪表空气固体微粒含量应小于  $0.1\text{g}/\text{m}^3$ ，粒子直径应不大于  $3\mu\text{m}$ 。我们认为除空气压缩机、过滤装置外，供气管网的高度清洁也是保证仪表空气质量的一个重要条件，因此在安装工作中应予特别注意，除事先清洁管子、管件外，在安装完毕后，必须进行管路的吹扫。吹扫完毕如何检查管路是否清洁呢？这就有必要提出一个清洁指标，例如要求在吹出的空气中含尘埃粒径不大于  $3\mu\text{m}$ ，含油量不高于  $10\text{mg}/\text{m}^3$  等，而这些指标又如何施工现场检验？在实验室内可采用光散射原理计数法测试尘埃粒径，采用分光光度法测量含油量。但就目前我国安装部门的技术和设备条件来看，要在施工现场用仪器进行测试困难较大，所以规定用杂质含量的“对比法”进行检验。

### 七、供气系统的压力试验。

1. 当试验压力小于  $16 \times 10^5 \text{Pa}$  ( $16\text{kgf}/\text{cm}^2$ ) 且管路内介质为气体时，可采用气压进行。
2. 气压试验压力为 1.15 倍设计压力，当达到试验压力后，停压 5min，压力下降值不大于试验压力的 1% 为合格。
3. 当工艺系统规定进行真空度或泄漏试验时，其内的仪表管路系统应随同工艺系统一起进行试验。
4. 气压试验介质应用空气或惰性气体。
5. 压力试验用压力表应校验合格，其精确度不应低于 1.5 级，刻度上限值宜为试验压力的 1.5~2 倍。
6. 压力试验过程中，若发现有泄漏现象，应泄压后再修理。修理后，应重新试验。
7. 压力试验合格后，宜在管路的另一端泄压，检查管路是否堵塞，并应拆除压力试验用的临时盲板。
8. 管道系统试压应填写“管道系统试验记录”，见表 5-3-4。

表 5-3-4

管道系统试验记录

工程名称：

分部名称：

日 月	管道(系统) 设计编号	材质	设计参数			强度试验		严密性试验		试验情况
			介质	压力(MPa)	温度(℃)	介质	压力(MPa)	介质	压力(MPa)	
试验 结论							建设—监 理单位		(签章)	
							施工单位		(签章)	
							试验人员		(签章)	

记录人：

年 月 日

## 第四章 仪表供电设备安装工程施工技术

一、为使设备安装后整齐美观，体现文明生产和便于操作维修，设备安装应牢固、整齐、美观、设备位号、端子编号、用途标牌、操作标志及其他标记，应完整无缺，书写正确清楚。

二、固定供电设备时，应使设备受力均匀。

三、盘上安装的供电设备，其裸露带电体相互间或与其他裸露导体之间的距离，不应小于 4mm，当无法满足时，相互间必须可靠绝缘。

四、供电箱安装在混凝土墙上、柱上或基础上时，宜采用膨胀螺栓固定，并应符合下列规定：

1. 箱体中心距地面的高度宜为 1.3 ~ 1.5m；

2. 成排安装的供电箱，应排列整齐、美观。

五、金属供电箱应有明显的接地标记；接地线连接应牢固可靠。

六、整流器在使用前检查其输出电压，电压值应符合安装使用说明书的规定。

七、稳压器在使用前应检查其稳压特性，电压波动值应符合安装使用说明书的规定。

八、不间断电源安装完毕，应检查其自动切换装置的可靠性，切换时间及切换电压值应符合设计规定。

电力瞬时扰动（电源瞬时中断）对仪表测量和控制系统的正常工作有重大影响，国际电工委员会对其定义为：“持续时间等于或小于 0.2s 的扰动”。目前国内外对允许的瞬间中断时间值，没有统一规定，多数是按使用的仪表、执行器、电气器件等有关电气特性，给予综合考虑。仪表安装工作应保证不间断电源系统在电源故障时，其切换时间（允许最小的瞬时电源中断时间）符合设计要求，同时还应保证在允许的电压波动限值内可靠地切换。

九、供电设备的带电部分与金属外壳间的绝缘电阻，用 500V 兆欧表测量时，不应小于 5MΩ。当安装使用说明书中有特殊规定时，应符合其规定。绝缘电阻的测试，应填写“电气工程绝缘试验记录”（见表 5-4-1）。

表 5-4-1

绝缘电阻测试记录

工程名称：

分部名称：

分项名称	工作电压 (V)		仪表型号及电压等级			
绝 缘 电 阻 (MΩ)						
单元 (层次)						日 / 月
设备名称						
回路编号						

续表

分项名称		工作电压 (V)			仪表型号及电压等级				
A—B									
B—C									
C—A									
A—N									
B—N									
C—N									
A—PE									
B—PE									
C—PE									
测试结论					建设单位 (签章)				
					施工单位 (签章)				
					试验单位 (签章)				

记录人：                      年    月    日

十、供电系统送电前，系统内所有的开关，均应置于“断”的位置，并应检查熔断器容量。

#### 十一、低压接触器安装。

1. 低压接触器安装前的检查，应符合下列要求：

(1) 衔铁表面应无锈斑、油垢；接触面应平整、清洁。可动部分应灵活无卡阻；灭弧罩之间应有间隙；灭弧线圈绕向应正确。

(2) 触头的接触应紧密，固定主触头的触头杆应固定可靠。

(3) 当带有常闭触头的接触器与磁力起动器闭合时，应先断开常闭触头，后接通主触头，当断开时应先断开主触头，后接通常闭触头，且三相主触头的动作一致，其误差应符合产品技术文件的要求。

2. 低压接触器安装完毕后，应进行下列检查：

(1) 接线应正确。

(2) 在主触头不带电的情况下，起动线圈间断通电，主触头动作正常，衔铁吸合后应无异常响声。

3. 真空接触器安装前，应进行下列检查：

(1) 可动衔铁及拉杆动作应灵活、可靠、无卡阻。

(2) 辅助触头应随绝缘摇臂的动作可靠动作，且触头接触应良好。

(3) 按产品接线图检查内部接线应正确。

4. 真空接触器的接线，应符合产品技术文件的规定，接地应可靠。

5. 接触器，电气联锁装置和机械联锁装置的动作均应正确、可靠。

6. 接触器应进行通断检查；用于重要设备的接触器尚应检查其起动值，并应符合



产品技术文件的规定。

## 十二、控制器安装。

1. 控制器的工作电压应与供电电源电压相符。
2. 凸轮控制器及主令控制器，应安装在便于观察和操作的位置上；操作手柄或手轮的安装高度，宜为 800 ~ 1 200mm。
3. 控制器操作应灵活；档位应明确、准确。带有零位自锁装置的操作手柄，应能正常工作。
4. 操作手柄或手轮的转动方向，宜与机械装置的动作方向一致；操作手柄或手轮在各个不同位置时，其触头的分、合顺序均应符合控制器的开、合图表的要求，通电后应按相应的凸轮控制器件的位置检查电动机，并应运行正常。
5. 控制器触头压力应均匀；触头超行程不应小于产品技术文件的规定。凸轮控制器主触头的灭弧装置应完好。
6. 控制器的转动部分及齿轮减速机构应润滑良好。

## 十三、继电器安装前的检查，应符合下列要求：

1. 可动部分应动作灵活、可靠。
2. 表面污垢和铁芯表面防腐剂应消除干净。

## 第五章 流量仪表安装工程施工技术

一、孔板和喷嘴的安装应符合下列规定：

1. 孔板或喷嘴安装前应进行外观检查，孔板的入口和喷嘴的出口边缘应无毛刺和圆角，并按现行的国家标准《流量测量节流装置的设计安装和使用》的规定复验其加工尺寸。

2. 安装前进行清洗时不应损伤节流件。

3. 孔板的锐边或喷嘴的曲面侧应迎着被测介质的流向。

4. 在水平或倾斜的工艺管道上安装的孔板或喷嘴，若有排泄孔时，排泄孔的位置对液体介质应在工艺管道的正上方，对气体及蒸汽介质应在工艺管道的正下方。

5. 孔板或喷嘴与工艺管道的同轴度及垂直度，应符合下列规定：

(1) 法兰面应与工艺管道轴线相垂直，垂直度允许偏差为  $1^\circ$

(2) 法兰应与工艺管道同轴，同轴度允许偏差不得超过下式规定：

$$t \leq 0.015D (1/\beta - 1) \quad (5-5-1)$$

式中  $t$ ——同轴度允许偏差；

$D$ ——工艺管道内径；

$\beta$ ——工作状态下节流件的内径与工艺管道内径之比。

6. 环室上有“+”号的一侧应在被测介质流向的上游侧，当用箭头标明流向时，箭头的指向应与被测介质的流向一致。

7. 垫片的内径不应小于工艺管道的内径。

二、节流装置的安装要求。

节流件安装在管道中，必须保证其开孔与管道同心，其允许的最大不同心度不得超过  $0.015D(1-\beta-1)$ 。

在节流件前后长度为  $2D$  的管道内壁上不应有任何突出部分（如凸出的垫片，粗糙的焊缝和温度计套管等），而且在  $2D$  范围内其圆度要求甚为严格。在节流件前  $2D$  范围内，至少测 16 个内径值，其平均直径即为管道内径，任意单测值与平均值之差不得超过  $\pm 0.3\%$ ，在节流件的  $2D$  范围内至少测 8 个内径值，任意单测值与节流件前内径平均值之差不得超过  $\pm 2\%$ 。

节流件安装在管道中，必须保证受热时节流件能自由膨胀而防止变形。

为满足流体在流经节流件前，其流束必须与管道平行而不得有旋转流的条件，故在节流件前后应有足够长的直管，直管段的长度与节流件前的局部阻力的形式与  $\beta$  值有关，表示位于标准节流件上游和下游的局部阻力件与节流体本身之间所要求的最小管段长度。该长度应从节流件的上游端面量起。表中所列数字为管道内径  $D$  的倍数；括号外的数字为“附加极限相对误差为  $\pm 0.5\%$  的数，即  $(\frac{T_M}{M} + 0.5)\%$ 。”

导压管应按被测流体的性质和参数使用耐压、耐腐蚀的材质制造，其内径不得小于6mm，敷设长度应有最短距离，最好在16mm以内，视被测流体性质而定。为了不致在敷设的导压管中积聚气体和水分，导压管应垂直或倾斜敷设，其倾斜度不得小于1:12。

在靠近节流件的信号管路上应装截断阀，当差压计发生故障，或者导压管被堵塞，则可用截断阀切断工艺管道以利排除故障。为防止截断阀集聚气体或液体，建议采用直孔式截断阀。

被测流体为液体时，在导压管的各最高点上应装设集气器或排气阀，以便收集和定期排出信号管路中气体。

对于各种流体，在预压管的最低点应装设沉降器或排污阀，以便收集和定期排出信号管路中的污物和气体信号管路中的积水。

对于高粘度、腐蚀性、易冻结、易析出固体物的被测流体，应采用隔离液和隔离器，使被测流体不与差压计或差压变送器接触。

对于高温液体或蒸汽，应装冷凝器，以便使导压管中的蒸汽冷凝，并使正负压导压管中的冷凝面有相等的高度且保持恒定。

根据被测流体的性质和节流装置与差压计或差压变送器的相对位置，差压信号管路应有不同的安装方式。

差压计或差压变送器正、负压室与测量管路的连接必须正确。

三、椭圆齿轮流量计和腰轮流量计的安装、使用和维护。

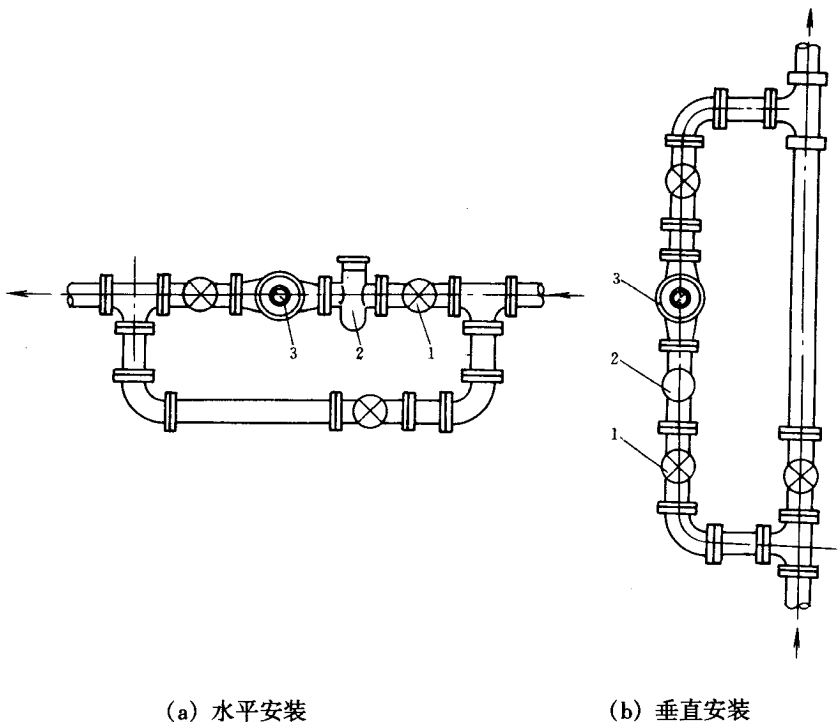
#### (一) 安装

1. 仪表的安装应保证流体流向和流量指示箭头一致。
2. 仪表安装场合的环境温度应是常温，仪表周围不得有有害气体和强烈的热辐射，以免损坏积算器。
3. 椭圆齿轮和腰轮都应处于水平位置工作，标度盘应处于垂直位置（分度“0”应在上面）；以减少转动部件的磨损。
4. 在连续运行的管路中安装仪表时，需另设旁路或旁路阀。以便清洗和维修。
5. 仪表可以安装在水平、垂直和倾斜管道上，它不受流体上、下、左、右流向的影响，但安装的位置应便于读数。
6. 仪表安装前必须清洗管路并在仪表前安装过滤器，免使仪表遭受固体颗粒或其他杂质的阻塞或损坏。当被测液体或管道中含有气体时，应在仪表前安装消气器。
7. 仪表前应安装逆止阀，保证管道内流体的单向流动，以免积算器遭损坏。
8. 仪表应安装在泵的输出端。

仪表典型的安装方式如图5-5-1所示。

#### (二) 使用与维护

1. 应按管道直径、管内流量、压力、温度和被测流体物性等，来选择合适的仪表规格和制造仪表采用的材料。
2. 仪表启停时，启闭阀门应缓慢，以免因管道内流量的急剧增减所造成的管道振动、水力冲击和压力急剧波动等现象产生。
3. 管道内的流量应严格保持在仪表规定的流量范围内。流量过大会加剧转动部件



(a) 水平安装

(b) 垂直安装

图 5-5-1 仪表典型安装方式

1—阀；2—过滤器；3—容积式热交换器

的磨损和压力损失增大；流量过小会影响计量精确度。

4. 使用过程中，管道内流体不得反向流入仪表。
5. 当仪表用于测量液体时，应在仪表内充满被测液体且不得含有气体。
6. 被测流体的温度不得超过仪表规定的温度范围，免得因温度过高所引起的转动部件材料热膨胀而造成卡死现象，或因温度变化太大引起被测流体粘度变化而造成误差。
7. 用于测量高粘度流体时，需对流体进行加热，以降低粘度和增加流动性。当仪表停止运行后，仪表内留存的液体因降温而变粘稠凝固时，应马上对管路进行蒸汽清扫，对仪表排放存液或在下一次启动前用蒸气对仪表内存液加热降低粘度后，才可以使用，免损传动部件。

8. 应定期清扫过滤器，以免堵塞而影响管道内流量和增加压力损失。

9. 应定期对仪表积算器的传动零部件加注润滑油，以减小磨损。

四、涡轮式流量计安装。涡轮式流量计是一种容积式的流体流量仪表，它具有一个脉冲序列输出，输出的频率与流量成线性关系，这个脉冲信号在输送前，由一个直接安装在仪表上或靠近仪表处的前置放大器调制放大。为减少干扰，前置放大器应安装在变送器附近，其距离应小于 3m，且信号线应采用屏蔽线。

涡轮流量变送器安装方式：其典型安装方式见图 5-5-2。

过滤器可使被测流体洁净，保证变送器的精确度和延长使用寿命。消气器可清除被

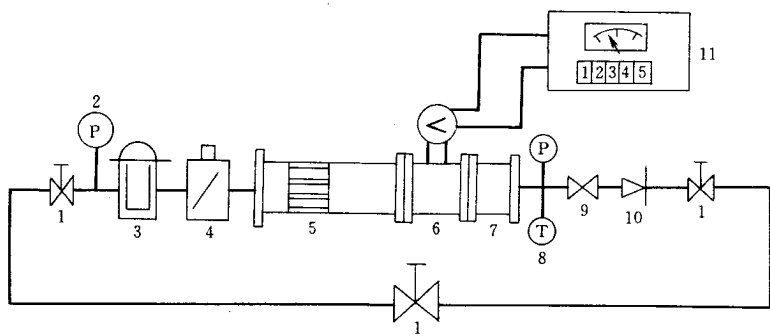


图 5-5-2 涡轮流量变送器典型安装图

- 1—截止阀；2—压力表；3—过滤器；4—消气器；5—整流器；6—变送器（连前置放大器）；  
7—后直管段；8—温度计；9—调节阀；10—单向阀；11—显示仪

测液体内含的游离气体和搜集管道中的气体并加以排除，避免气液双相进入变送器而带来误差。整流器可以导致流束和消除涡流，以保证变送器的精确度。

五、电磁流量计安装。美国《炼油厂仪表及调节系统安装手册》第三版第一分册中介绍：“电磁流量计可以安装在任何位置上（垂直的、水平的、倾斜的），但是它必须充满液体，以保证精确测量。如果流量计垂直安装时，流体流向应自下而上，并保证充满管道。当变送器水平安装时，应使两电极不在垂直平面上，（流体管线顶部有一连串的气泡移动，会妨碍顶部的电极和流体的接触）”。并指出：“管线应始终接地。流动着的液体、管线和电磁流量计之间必须用导线连接成相同的地电位。如果液体的导电性低，这一点就特别重要。”“通常，口径在 12 英寸以下的电磁流量计，不必予以支撑……，对尺寸较大的电磁流量计，必须有支撑架……”。

电磁流量计的安装应符合下列规定：

1. 流量计、被测介质及工艺管道三者之间应连成等电位，并应接地。
2. 在垂直的工艺管道上安装时，被测介质的流向应自下而上，在水科和倾斜的工艺管道上安装时，两个测量电极不应在工艺管道上方和正下方位置。
3. 口径大于 300mm 时，应有专用支架。
4. 周围有强磁场时，应采取防干扰措施。

六、直接安装在工艺管道上的仪表，如节流装置、各种直接测量的流量计（转子流量计、靶式流量计、椭圆齿轮流量计、涡轮流量计、旋翼式流量计等）以及测温元件、调节阀等，都直接与工艺管道或设备连接，这些连接处（法兰或丝扣处）的接缝必须经过压力试验合格。如未经试验或试验不合格，则在试运行生产时就有产生泄漏的可能，这样就会造成事故或被迫停车检修，造成经济上损失。因为此处直接与工艺系统连接，压力试验时涉及到整个工艺系统，无法单独对仪表与工艺管道或设备的连接口进行压力试验，因此这些仪表必须在工艺系统压力试验以前安装完毕，工艺系统压力试验时随同工艺系统一起进行试验。

七、阿牛巴（ANNUBAR）流量计的安装。阿牛巴流量计是本世纪 60 年代发展起来的一种差压式流量仪表，由于它具有价格低、安装方便、压损小和被测介质管道要求低

等优点,使其应用日益广泛。我国的大庆石油化工厂丁辛酸生产装置中,采用了英国提供的这种仪表。江苏扬中机械仪表厂生产的这种仪表,已使用在某核动力厂的直径 1420mm 蒸汽管道上。

阿牛巴流量计可应用在气体、蒸汽和液体介质管道上,最高使用压力为 19.6MPa ( $200\text{kgf/cm}^2$ );最高使用温度为  $450^\circ\text{C}$ 。

### (一) 结构与工作原理

阿牛巴流量计的一次仪表是由四个部分组成的传感器(图 5-5-3 所示)。

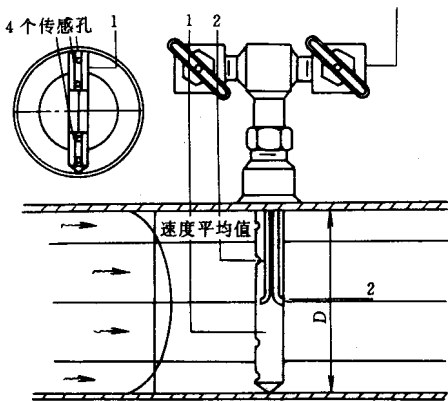


图 5-5-3 阿牛巴流量计的传感器

1. 正压传感孔。是由四个迎着介质流束方向的传感孔组成,它们分别测量在管道横截面各等环面积上的介质全压值。

2. 背压传感孔。是设在正压传感孔背面,背向介质流束方向的一个传感孔,它用来测量介质的静压。

3. 内插管。内插管是插在传感器中间的导管,分别传导四个正压传感孔测量的全压连续平均值和背压传感孔测量的静压值。

4. 仪表接头。它把内插管导出的全压和静压经导压管传递到流量计的二次仪表,直接显示流量的大小或传递给差压变送器,再输出统一的电信号,进行记录或控制。

### (二) 对传感器安装的要求

阿牛巴流量计传感器的安装正确与否,会直接影响测量精度。因此,对传感器的安装要提出一定的要求。

1. 传感器应垂直并通过取压部位的管道轴线,允许偏差如图 5-5-4 所示,或以图示的  $BC \leq 0.1087D$  ( $D$  为管道直径)来控制。

2. 传感器上传感孔的位置是按一定管道内径与壁厚、根据截面上流速对称分析特性,以数学方法来确定的。所以在安装时,传感孔也必须定位在管道横断面要求的位置上,其中背压传感孔应在管道中心线上。为使安装准确,管径的实际值与设计值的偏差应不大于  $\pm 0.005D$ 。

3. 管道上的阀门、弯头或变径管等局部阻力部件,都会对介质的流动形成扰动,破坏管道横截面上流速的对称分布。因此,传感器安装部位上游(正压传感孔一侧)应

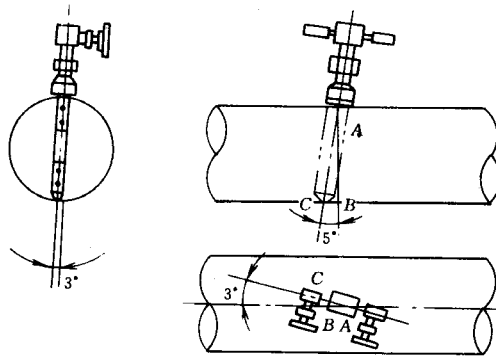


图 5-5-4 传感器安装的允许偏差

有足够长度的直管段。在传感器前后  $2D$  范围内的管道内壁上不得有突出物。在测量精度要求较高时，直管段的长度可按表 5-5-1 选择。

表 5-5-1 直管段长度选择表

上游长度					下游长度 $B$
没有阻件		有阻件			
在平面内	在平面外	$A'$	$C$	$C'$	
7	9				3
		6	3	3	
9	14				3
		8	4	5	
19	24				4
		9	4	4	
8	8				3
		8	4	4	
8	8				3
		8	4	4	
24	24				4
		9	4	5	

表 5-5-1 所列的尺寸，对在实验室或要求高精度的情况下，须加 25% 的余量。调节阀要安装在阿牛巴传感器的后面。

4. 传感器导出的全压和静压差值不大，通常要小于  $7\text{kPa}$  ( $714\text{ mmH}_2\text{O}$ )，若一、二次仪表间的导压管稍不严密，均会影响差压输出值。若高压侧泄漏，则差压示值偏低；若低压侧泄漏，则示值偏高。尤其在低压差的情况下，影响将会更大。

5. 流动介质的温度、密度、流速和压力等参数有显著改变时，都必将造成测量误

差。一般使用这种流量计时，气体介质的流速限制为 10m/s 以上，液体介质流速限制为 3~5m/s 以上。当介质的粘度超过 0.3 Pa·s (300 厘珀) 时或液——气、液——固、气——固两相流动工况时，则不应使用阿牛巴流量计了。

### (三) 阿牛巴流量计传感器的清洗

阿牛巴流量计的优点之一是它的传感器能在带有润滑脂等污物的介质中工作，在传感器的外围不会积聚污物。但某些传感孔也会被完全阻塞，使测量产生误差。此时应停止工作，清洗传感器。清洗方法有两种：

1. 机械清洗法。机械清洗法可靠，但需拆下传感器，以软钢丝刷或用压缩空气以及某些溶剂去除污物。为不影响介质的流动，可在传感器插入管道的接管座处装一闸阀。在抽出传感器时把闸阀关闭。

2. 外加压力清洗法。把外界流体压力源接至导压管，以清洗积聚的污物，此法对于污物积聚得不太紧密的情况较为有效。此外，还可利用介质的压力进行吹扫。

在清洗时应注意，须以阀门把二次仪表与压力源隔开，以保证不受高压介质的冲击，见图 5-5-5。

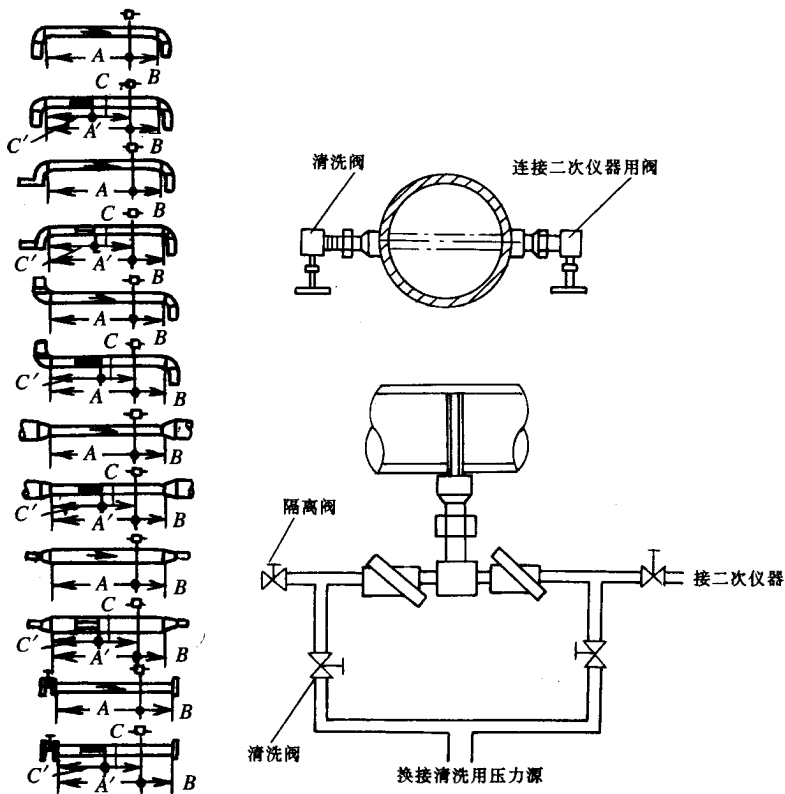


图 5-5-5 外加压力清洗法示意图

为防止较长的传感器在介质的冲击下发生震动，可在其另一端加设防震装置。

使用阿牛巴流量计时，差压信号的取源点及导压管的安装要点与节流式流量计的安装要求相同。



## 八、电磁流量计安装。

1. 电磁流量计在水平管道上安装时，管线要有约 3% 的坡度，以便于排放气泡，由于极间的假想中心线应该在水平面上，即电极不是在管道的正上方和正下方，如图 5-5-6 所示。工作状态时，管道内应该是充满（100%）介质。

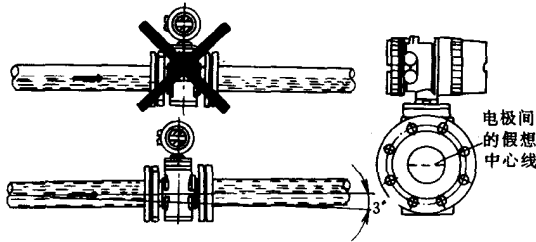


图 5-5-6 电磁流量计在水平管道上安装

2. 电磁流量计在倾斜管道上安装时，应打开管道尾部的封堵部分；在垂直管道上安装时，介质应是自下而上地流动，这样在工作状态时，管线内才能充满液体。电磁流量计不能安装在管线的最高端或出口端。

3. 用于测量高粘度的液体时应加设旁路，以便用来冲洗电磁流量计。

4. 如果电磁流量计靠近泵或其他有振动的设备安装时，应有防振补偿措施。

5. 当管道口径大于 300mm 时，要有专用的支架支撑。

6. 根据（GBJ 93—86）的规定：流量计、被测介质及工艺管道三者之间应连成等电位，并应接地。因为三者等电位的情况下，才可能得到一个精确的测量值；可靠接地是保证流量计内部不受损伤的一种措施。

7. 流量计的接地方式。

（1）一般金属管道。在 4 片法兰上分别钻出一个 M6 的螺栓孔，用螺栓及附带的 4mm<sup>2</sup> 的软偏铜线将各部分连接起来，见图 5-5-7（a）。

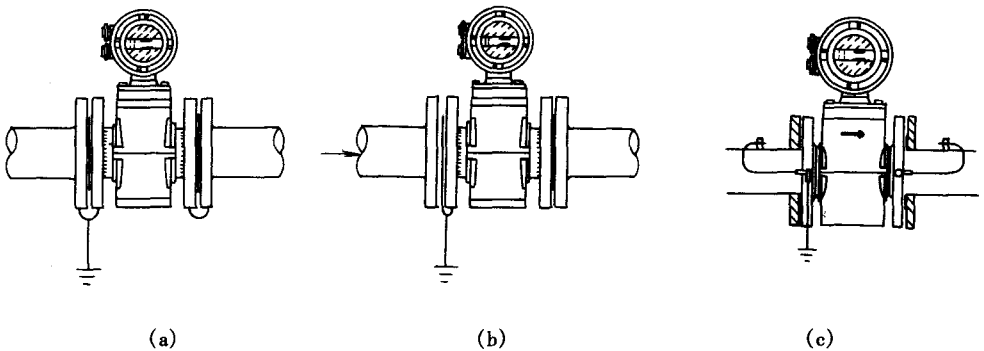


图 5-5-7 电磁流量计接地

（2）带活套法兰的金属管道。在管道上游侧和下游侧的直管段上分别焊一个 M6 × 20 的螺栓，然后和流量计上的接地端子连接起来，见图 5-5-7（b）。

（3）塑料管、陶瓷管及其他绝缘材质管道。在临近电磁流量计接地端子一例安装一

个接地环，然后用螺栓和铜线将接地端子和接地环连接起来，如图 5-5-7(c)。

8. 安装电磁流量计时不能使用石墨垫片，流量计内部的导电层有可能因为使用石墨垫片而被损坏。

## 第六章 仪表盘（箱、操作台） 安装工程施工技术

一、仪表室。仪表室中的控制盘、操作台、仪表支架、非标准结构和其他设备应划分成部件。当供应到工地上时，它们的电气线路和管路应当已经完成，带有安装结构，完全准备好与外部路线和管路连接。在这种情况下，这些部件具有以下条件：

1. 每个部件均是一个可以独立运输的单位。
2. 控制盘上的板在部件中不是不可拆结构（构架底座应为不可拆结构）。
3. 所有构架元件均选用通用零件和制品。
4. 控制盘的包扎应采用先进材料。
5. 控制盘下面的结构框架应能和控制盘一起运输，框架的接头应保证互换。
6. 电缆最好从下面进入控制盘；管道最好从上面进入控制盘。
7. 操作板上应有厚木板制的或由钢板和型钢制成的面板。在面板下面，敷设电缆和操作板与后支架（后板）之间的接地跨接线。
8. 当仪表室中有操作台时，它与控制盘之间的连接电缆应敷设在保护管或地坪上的电缆槽内。
9. 电气线路和气压管路必须通过引入仪表室，其结构和位置应由仪表室的性质决定。

二、关于仪表盘（箱、操作台）的安装位置，一般来讲设计图纸中应该有明确的规定。但是对于安装在现场的小仪表盘（箱），特别是保温箱、保护箱等，就有可能在图纸内不作规定，如设计没有规定时，应按：“仪表盘（箱、操作台）的安装位置，应处在光线充足、通风良好、操作维修方便的地方”的条件来选择其安装位置。

三、仪表盘安装的减振措施，一般采用在盘底与盘座间加厚度为 10mm 的橡皮垫。在某些引进装置中，有的采用在基础与盘底间加装若干个磁状的弹簧垫的办法来防振。总之，减振方法不一，只要能达到减小仪表振动的目的即可。

四、仪表盘（操作台）型钢底座的尺寸，是保证仪表盘（箱、操作台）安装质量的一个主要条件，因此其尺寸应与仪表盘（操作台）相符。仪表盘安装的允许偏差，在化工专业现行规范中规定为：“1. 外形偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；2. 不直度偏差不大于  $5\text{mm}$ ；3. 角度偏差不大于  $30'$ ；4. 水平倾斜度不大于  $0.1\%$ ，其最大水平高差不大于  $3\text{mm}$ 。”

现行国家标准《建筑安装工程质量检验评定标准自动化仪表工程》中对基础型钢安装的不直度、水平倾斜度允许偏差的规定如表 5-6-1 所列。

表 5-6-1

项次	项 目		允许偏差 (mm)
1	不直度	每米	1
		全长	5
2	水平倾斜度	每米	1
		全长	3

现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》(GB 50171—92)对基础型钢安装的允许偏差规定如表 5-6-2 所列。

原机械工业部颁布的《工业自动化仪表盘技术条件》中规定的仪表盘及操纵台的有关制造误差见表 5-6-3。

《QIS 日本仪表检查标准》中对仪表盘外形尺寸与图纸所示尺寸的允许偏差规定见表 5-6-4、表 5-6-5。

表 5-6-2

(mm)

项 目	允 许 偏 差	
	mm/m	mm/全长
不直度		< 5
水平度	< 1	< 5
位置误差及不平行度	< 1	< 5

注：环形布置按设计要求。

表 5-6-3

盘高公称尺寸	长宽高尺寸 误差	盘面不 平度	各边不 直度	直角交接面 间不垂直度	非直角交接面 角度误差
< 1 000	± 1.0	± 1.0	± 1.0	± 1.0	± 30'
≥ 1 000 ~ < 1 500	± 1.5	± 2.0	± 2.0	± 1.5	
≥ 1500 ~ < 2 000	± 2.0	± 2.5	± 2.5	± 2.5	
≥ 2 000	± 2.5	± 3.0	± 3.0	± 2.5	

表 5-6-4

单块安装 (mm)

公称尺寸范围	仪表盘主体尺寸的允许偏差	槽钢基础宽度尺寸允许偏差
≤ 63	± 0.7	0
> 63 ~ 250	± 1.2	
> 250 ~ 1 000	± 2.0	-5
> 1 000 ~ 4 000	± 3.2	

表 5-6-5 多块组合安装 (mm)

总宽公称尺寸范围 (m)	仪表盘总宽尺寸允许偏差	槽钢基础总宽尺寸允许偏差
$\leq 4$	$\pm 3.2$ 0	0 -5
$> 4 \sim \leq 6.3$	+5 0	0 -5
$> 6.3 \sim \leq 10$	+8 0	0 -5
$> 10 \sim \leq 16$	+13 0	0 -13

综合上述标准资料：基础槽钢外形尺寸偏差，化工系统现行规范规定为  $\pm 2\text{mm}$ ；国家标准 GBJ 131—90 及 GB 50171—92 中未作规定。《QIS 日本仪表检查标准》规定依盘宽而定，但要求为负公差：单块安装时最大偏差为  $-5\text{mm}$ ；多块组合安装时最大偏差为  $-13\text{mm}$ 。机械系统现行的《工业自动化仪表盘技术条件》中规定，对于盘高大于  $2\text{m}$  的。其长、宽、高尺寸的制造误差为  $\pm 2.5\text{mm}$ 。总之，仪表盘（操作台）型钢底座的制作尺寸，应与仪表盘（操作台）的尺寸相符合。允许偏差：每米  $< 1\text{mm}$ ；全长  $< 5\text{mm}$ ；水平倾斜度的允许偏差：每米  $< 1\text{mm}$ ，全长  $< 5\text{mm}$ 。

五、仪表盘（操作台）的型钢底座应在二次抹面前做好稳装找正。为防止水进入盘内，规定其上表面应高出地面。鉴于各地区施工习惯不同，往盘内进线进管的方式不同，因此，型钢底座高出地面的数值，需在现场根据具体条件确定。

六、仪表箱（板）的安装适用于小型的箱式仪表盘、板式盘、板式挂盘，以及落地式的仪表箱。其安装要求与保温箱、保护箱的安装要求相同。其垂直度本条中规定允许偏差为  $3\text{mm}$  的指标对于高度小于  $1.2\text{m}$  以下的是合适的，各部门过去也都是这样做的。但是随着仪表箱高度的增加（如  $\times \times$  仪表厂生产的  $\text{PW} \times 6$  保温箱和  $\text{APFX}-6\text{A}$  保护箱，高度已达  $1.8\text{m}$ ），那么，规定允许偏差为  $3\text{mm}$  的指标就过高，所以对高度大于  $1.2\text{m}$  的仪表箱（板）其垂直度允许偏差放宽至  $4\text{mm}$ 。

七、关于仪表盘（操作台）单独安装或成排安装时的允许偏差问题，主要是一个美观和文明生产的问题，它并不影响仪表的正常工作，在调研中发现实际的做法有的要求较严格，有的则较松，做法不一。考虑到国家标准的统一，我们采用了现行的国家标准 GB 50171—92《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》中对电气箱盘安装的允许偏差规定。见表 5-6-6。

表 5-6-6 盘、柜安装的允许偏差 (GB 50171—92)

项 目	允许偏差 (mm)
垂直度 (每 m)	$< 1.5$

续表

项 目		允许偏差 (mm)
水平偏差	相邻两盘顶部	< 2
	成列盘顶部	< 5
盘面偏差	相邻两盘边	< 1
	成列盘面	< 5
盘间接缝		< 2

#### 八、仪表盘（箱、架）内配线。

1. 考虑到盘内电线的接点多，接线端子多，为避免无意中由于金属扎带与其碰触而造成短路的危险，故规定宜采用绝缘材料制做的扎带或固定卡子将电线固定牢固。

2. 为防止本质安全型仪表的线路与非本质安全型仪表的线路互相接触，造成能量混触，使非本质安全线路的能量进入本质安全线，而破坏其安全工作的性能，在仪表盘内配线时必须将它们分隔开，以保证运行的安全。

3. 接线端子上用作接线的螺丝的大小有限，如果连接的芯线太多，就会造成接触不好或脱落的现象。

4. 接线端子板的安装应牢固；当其在仪表盘（箱、架）底部时，距离基础面的高度宜为 250mm。在顶部或侧面时，与盘（箱、架）边缘的距离宜为 100mm。多组接线端子板并列安装时，其间隔净距离宜为 200mm。

5. 为了保护橡皮绝缘层免受机械损伤，不使接地线或屏蔽线有多点接地的可能，在这些导线上都应加设绝缘护套。

6. 导线与接线端子板、仪表、电气设备等连接时，应留有适当余度。

#### 九、仪表盘（箱、架）内的配管。

1. 为了不妨碍仪表盘（箱、架）上安装的仪表及电气设备的操作和维修，保证其正常运行而规定。管路应敷设在不妨碍操作和维修的位置。

2. 考虑到仪表盘（箱、架）内的整齐美观，保证内部配管的质量，管路应集中成排敷设，做到整齐、美观，固定牢固。

3. 考虑到仪表系统的安全运行和线路及管路的维修方便。管路与线路及盘（箱）壁之间应保持一定的距离。

4. 如果管子连接到仪表上以后，在仪表接头上因接管时的附加力而产生机械应力，则就会影响连接的质量而造成渗漏，严重的会损坏仪表接头，因此必须注意配管尺寸准确，不应因过长、过短或弯曲而使仪表承受机械应力。

5. 玻璃管微压计是以管内液柱的高度来显示压力大小的，管路与仪表之间用软管连接，以免损坏玻璃管，为了防止压力波动时仪表内的液体冲入管路内，管路与软管的接头应适当的高出仪表接头 150 ~ 200mm。

6. 为防止易燃、易爆、有毒及有腐蚀性的气体或液体进入仪表盘（箱）内，腐蚀仪表或引起事故，因此仪表盘（箱）上的管路引入孔处应做密封处理。

## 第七章 压力仪表安装工程施工技术

一、关于就地安装仪表的安装位置问题，一般来讲，在施工图中应有明确的规定，但有时也可能未作规定，如无规定时，按仪表的工作条件、操作和维修方便等方面的综合考虑应符合下列规定：

1. 光线充足，操作和维修方便；不宜安装在振动、潮湿、易受机械损伤、有强磁场干扰、高温、温度变化剧烈和有腐蚀性气体的地方。

2. 仪表的中心距地面的高度宜为 1.2~1.5m。

二、测压元件的安装。测压元件安装的正确与否，不仅会影响测量结果的准确性，还会降低仪表的使用寿命。因此在安装时必须注意下列问题：

1. 测压元件的取压点必须在能正确反映被测压力实际大小的地方。例如安装在介质流动平稳的部位，不应太靠近局部阻力或有其他干扰的地方；取压管内端面的管道或设备连接处的内壁保持平齐，不应有凸出处或毛刺，以避免影响流体的平稳流动。

2. 测压元件的位置与被测压力的取压点不在同一水平时，应考虑静压对压力指示值的影响。

3. 安装地点力求避免振动和高温的影响。

4. 测量压力时，应加装凝液管，以防高温蒸汽与测压元件直接接触；对于腐蚀性的介质，应加装有中性介质隔离罐，如图 5-7-1 所示。总之，针对被测介质的不同性质（高温、低温、腐蚀、脏污、结晶、沉淀、粘稠等），采取相应的防潮、防腐、保温、防堵等措施。

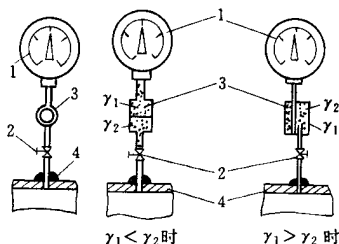


图 5-7-1 压力计安装示意图

1—压力计；2—切断阀门；3—凝液及隔离罐；4—取压容器

5. 取压口到压力计之间应装有切断阀门，以备检修压力计时使用。切断阀应安装在靠近取压口的地方。

6. 需要进行现场校验和经常冲洗引压管的情况下，切断阀可改用三通阀。

7. 引压管不宜过长，以减少压力指示的迟缓。如超过 50m 时，应选用其他能远距离传示的压力计。

三、压力表附件。压力表附件按功能可分为五类。

(一) 接头

包括带螺栓接头、带焊头螺母、中间接头、两端锁母、普通接头以及供实验室用的快速接头等，用以将压力表固定在测量点上。

(二) 阀

包括截止阀、三通阀等。一般装在压力表与测量点之间。供压力表安装、修理、更换及现场校验或故障切断等使用。

(三) 环形管

供测量 60℃ 以上流体介质（如过热蒸汽等）的压力用。由于环形管充满冷凝水。避免了高温介质与弹性元件的直接接触，保护了仪表，使测量能正常进行。

(四) 隔离器

当用非耐腐蚀的压力表测量腐蚀性介质时，加装隔离器见图 5-7-2 (g)，可使弹性元件免受腐蚀。

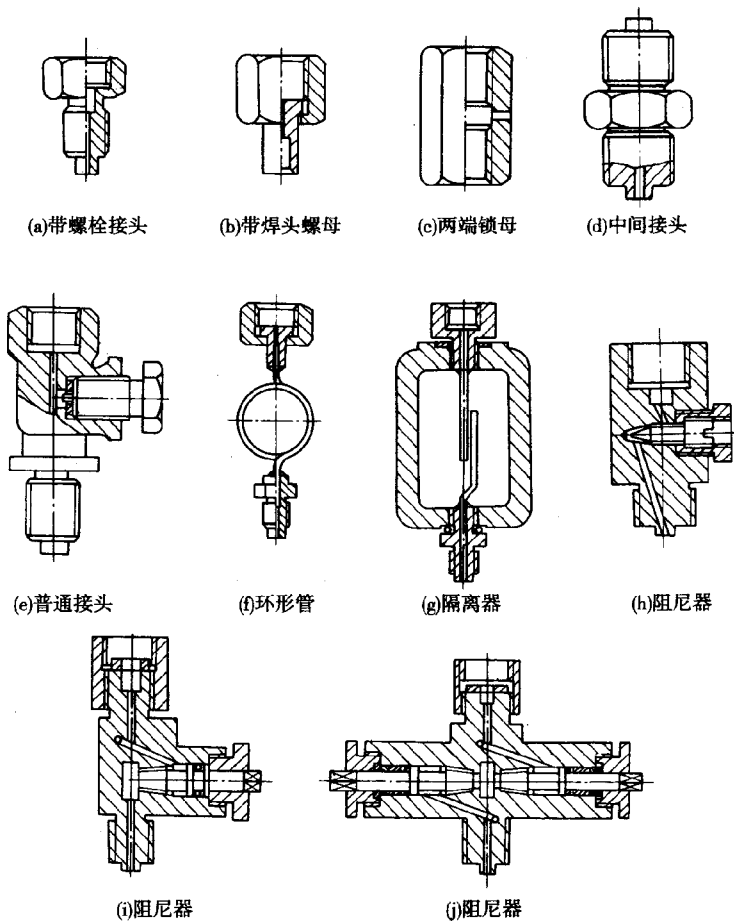


图 5-7-2 常用压力表附件结构图



### (五) 阻尼器

供测量脉动压力用。当剧烈脉动的压力表突然卸载时，因阻尼器的阻尼作用使流体流速受到抑制，指针摆幅减少，脉动频率降低，便于操作者读数，延长了仪表寿命。

常用的附件结构见图 5-7-2。

四、变送器的安装。变送器应在不影响测量精度和增加延时的原则下，即管路长度不大于表 5-7-1 规定的情况下，集中布置在便于维修和设有振动的地方，例如将锅炉的汽水系统的变送器集中布置，在运转层上的变送器室内。变送器小间应满足以下要求。

1. 变送器到墙，变送器之间均应保持适当距离，变送器室中有一定的维修面积，如图 5-7-3。

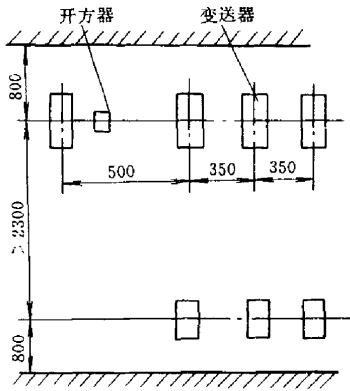


图 5-7-3 送变送器小间布置图

2. 温度变送器可以采取 2~3 排高层布置方式，如图 5-7-4。

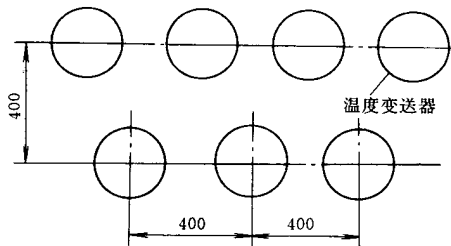


图 5-7-4 温度送变送器布置图

3. 变送器室一般应考虑防尘、照明、通风和电源等必要的设施。净高一般在 3.0~3.5m。

对少数不便于布置在变送器室的变送器，可以考虑就近布置在条件较好的地方，或采取必要的防护措施。

表 5-7-1

管路允许长度

测量类别		允许最大长度 (m)
压力		~ 150
微压、真空		~ 100
水位、流量		~ 50
成分	氧量 (烟气)	~ 5
	盐量	~ 50
	其他	30

# 第二部分 建筑自控仪表安装工程标准规范

## 标准规范一 自动化仪表安装工程 工程质量检验评定标准

GBJ 131—90

### 第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了统一工业和民用建筑的自动化仪表（以下简称仪表）安装工程质量检验方法，促进企业加强管理，确保工程质量，特制定本标准。

第 1.0.2 条 本标准适用于工业仪表和民用建筑的仪表安装工程质量的检验评定。

本标准不适用于矿井井下和制造、贮存、使用爆炸物质的场所以及矿用、交通、地质、气象仪表、计算机和其它智能仪表等安装工程。

第 1.0.3 条 本标准主要指标和要求是根据《工业自动化仪表工程施工及验收规范》（GBJ 93—86）的规定提出的，作为仪表安装工程施工检验和评定工程质量的统一标准。

### 第二章 质量检验评定方法与质量等级的划分

第 2.0.1 条 质量检验评定应按分项工程、分部工程、单位工程的顺序逐级进行。

第 2.0.2 条 分项工程、分部工程、单位工程的划分应符合下列规定：

一、分项工程：在厂房、车间、工段、各类动力站、独立控制室（操作室）和厂区内，根据仪表的类别和用途以及连接管路、线路所形成的一个独立检测系统、调节系统、联锁报警系统等仪表安装工程；在大、中型民用建筑物内，按楼层或跨间划分区域内的仪表安装工程。

二、分部工程：在厂房、车间、工段、各类动力站、独立控制室（操作室）内或按生产工艺划分的厂区内全部仪表安装工程；在大、中型民用建筑物内，几个相关的分项工程划分成一个分部工程。

三、单位工程：在各类动力站、独立控制室（操作室）、厂区、工业建筑物内的全部安装工程（包括仪表、工业管道、电气、空调、通风、给排水、通用机械设备、容器、工业窑炉砌筑等安装工程）；在大、中型民用建筑物内的全部建筑工程和安装工程。

第 2.0.3 条 本标准分项、分部、单位工程的质量检验评定，应分为合格与优良两个等级。

第 2.0.4 条 分项工程质量等级的评定应符合下列规定：

一、合格。在规定的检验数量中，全部主要“检验项目和 80% 及其以上的“一般”检验项目，必须符合本标准的规定。

二、优良。在规定的检验数量中，全部“主要”检验项目和全部“一般”检验项目，必须符合本标准规定。

注：主要检验项目指被检验项目对仪表安装工程质量有较大影响者，如压力式温度计安装中毛细管敷设和温包的安装。

第 2.0.5 条 分部工程质量等级的评定应符合以下规定：

一、合格。所含分项工程的质量全部达到合格标准。

二、优良。所含分项工程的质量全部合格，其中有 50% 及其以上达到优良标准。

第 2.0.6 条 单位工程质量等级的评定应符合以下规定：

一、合格。

1. 各类动力站、独立控制室（操作室）和厂区、工业建筑物内仪表安装工程与工业管道、电气、空调、通风、给排水、通用机械设备、容器、工业窑炉砌筑等分部工程一同评定，各项试验记录和施工技术文件齐全，在该单位工程中全部分部工程达到合格标准。

2. 民用建筑物内建筑工程和安装工程组成为一个单位工程，仪表安装工程应与其所含全部分部工程一同评定。在该单位工程中，各项试验记录和施工技术文件齐全，全部分部工程合格，质量综合评分得分率达到 70% 及其以上者，评为合格。

二、优良。

1. 各类动力站、独立控制室（操作室）和厂区、工业建筑物内仪表安装工程与工业管道、电气、空调、通风、给排水、通机械设备、容器、工业窑炉砌筑等分部工程一同评定，各项试验记录和施工技术文件齐全，在该单位工程中全部分部工程合格，且其中有 50% 及其以上为优良（其中主要分部工程的质量必须优良），可评为优良。

注：主要分部工程是根据各类动力站、独立控制室（操作室）和厂区、工业建筑等的生产性质，在工业管道、电气、空调、通风、给排水、通用机械设备、容器、工业窑炉砌筑等工程中，确定其为主的工程，例如石油、化工厂房为工业管道或容器或通用机械设备安装工程，变电站（所、室）为电气工程，独立控制室（操作室）为仪表工程等。

2. 民用建筑物内建筑工程和安装工程组成为一个单位工程，仪表安装工程应与其所含全部分部工程一同评定。在该单位工程中，各项试验记录和施工技术文件齐全，全部分部工程合格，质量综合评分得分率达到 85% 及其以上者，可评为优良。

第 2.0.7 条 当分项工程质量不符合规定的合格标准时，必须及时返工，返工后可重新评定质量等级，但必须经质量监督部门、统计部门、法定检测部门共同鉴定合格。当其虽可满足安全和使用功能的要求，但具有永久性缺陷时，不能评为优良。

第 2.0.8 条 因设计错误、设备制造质量低劣以及供应的设备和材料不符合设计规定，致使工程质量无法达到本标准时，经建设、设计、施工单位等有关方面共同确认后，该项目可以不参加质量评定。

第 2.0.9 条 质量检验评定工作应在工程施工完毕（隐蔽工程应在施工过程中），施工人员自检合格并填写自检记录之后进行。

第 2.0.10 条 工程质量检验评定的程序应符合下列规定：

一、分项工程的质量应在施工班组自检的基础上，由施工员和组长组织有关人员进行检验评定，并经专职质量检验员核定。

二、分部工程的质量应由施工队一级的技术负责人和施工队长组织有关人员进行检验评定，并经专职质量检验员核定，企业技术和质量管理部门认定。

三、单位工程的质量应由企业技术负责人和行政领导组织有关部门进行检验评定，质量管理部门核定后报上级主管部门认定。

第 2.0.11 条 检验工程质量使用的工具和仪器，应符合本标准附录一的规定。

第 2.0.12 条 质量检验评定应填写质量检验评定表。分项工程和分部工程质量检验评定表的格式应分别符合本标准附录二和附录三的规定。

## 第三章 取源部件的安装

### 第一节 检验数量

第 3.1.1 条 取源部件安装的检验数量应符合下列规定：

- 一、用于高压、负压、高温、易燃、易爆、有毒、有害介质的取源部件，必须全部检验。
- 二、用于中低压、常温等无害介质的取源部件，必须按取源的种类分别抽检 30%，并不应少于一个。

### 第二节 温度取源部件

第 3.2.1 条 温度取源部件安装的质量标准和检验方法，应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 温度取源部件安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	材 质	主要	符合设计要求	核对产品合格证
	位 置	主要	符合设计要求和 GBJ 93—86 第 2.2.1、第 2.2.2 条的规定	观 察
	垂直安装	主要	管道与取源部件两轴线垂直相交	观察，用角尺测量
	在管道拐弯处安装	主要	管道与取源部件两轴线相重合	观察，用尺测量
	倾斜安装	主要	逆介质流向	观 察
	加扩大管安装	主要	符合 GBJ 93—86 第 2.2.4 条的规定	观察，对高压、高温等管道应核对探伤记录
	严密性	主要	无渗漏	核对试漏记录
	耐 压	主要	符合 GBJ 93—86 第八章第六节的规定	核对试压记录

注：GBJ 93—86 是指国家标准《工业自动化仪表工程施工及验收规范》。

### 第三节 压力取源部件

第 3.3.1 条 压力取源部件安装的质量标准的检验方法，应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 压力取源部件安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
	材 质		主要	符合设计要求	核对产品合格证
	位 置		主要	符合设计要求或选择介质流束稳定处	核对设计, 观察
安 装	在水平和倾斜管道上取源方位	气体介质	主要	在管道水平中心线以上	观 察
		液体介质	主要	在管道水平中心线以下 45°平角内	观 察
		蒸汽介质	主要	在管道水平中心线以上或以下 45°夹角内	观 察
	带有灰尘或沉淀物等混浊介质管道上安装	垂直	主要	倾斜向上	观 察
		水平	主要	在管道上方顺介质流向成锐角	观 察
	与温度取源孔相邻部位		主要	在温度取源孔上游	观 察
	取源短管端伸入管道或设备内壁		主要	不应超出内壁	施工中观察
	严密性		主要	无渗漏	核对试漏记录
	耐 压		主要	符合 GBJ 93—86 第八章第六节的规定	核对试压记录

## 第四节 流量取源部件

第 3.4.1 条 流量取源部件安装的质量标准和检验方法, 应符合表 3.4.1 的规定。

表 3.4.1 流量取源部件安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
节 流 元 件 安 装 前 检 查	材质、规格型号		主要	符合设计要求	核对产品说明书和合格证
	外 观		一般	光洁、平整	观 察
	孔板与环室取压口方向		一般	“ + ”“ - ”一致	观 察
	环室内径 ( $D_1$ )		主要	$D \leq D_1 \leq 1.02D$	用卡尺测量
	孔径偏差		主要	符合设计要求	用卡尺测量, 核对设计
	孔板入口及喷嘴出口边缘		主要	无毛刺、无圆角	观 察

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
取源部件安装	材 质		主要	符合设计要求	核对产品合格证
	节流元件前后直管段最小长度		主要	符合设计要求和 GBJ 93—86 第 2.4.1、第 2.4.2 条的规定	用尺测量
取源部件安装	温度 计装在 节流元 件上游 距 离 (L)	温度 计套 管 直 径 $\leq 0.03D$	一般	$L \geq 5D$	用尺测量
		温度 计套 管 直 径 在 $0.03D$ 到 $0.13D$ 之 间	一般	$L \geq 20D$	用尺测量
	温度 计安 装 在 节 流 元 件 下 游 距 率 ( $L_1$ )		一般	$L_1 \geq 5D$	用尺测量
	夹 紧 节 流 元 件 用 的 法 兰 安 装	法 兰 与 管 道 焊 接	主要	管口与法兰面平齐	观察, 核对安装记录
		法 兰 面 与 管 道 轴 线 垂 直 度	主要	允许偏差 $1^\circ$	用万能角尺测量
		法 兰 与 管 道 同 轴 度	主要	符合 GBJ 93—86 第 2.4.5 条第三款的规定	观察, 核对安装记录
		对 焊 法 兰 内 径 ( $D_2$ )	一般	$D_2 = D$	观察, 核对安装记录
	在 水 平 和 倾 斜 管 道 上 取 源 方 位	气 体 介 质	一般	在管道水平中心线以上	观察
		液 体 介 质	一般	在管道水平中心线以下 $45^\circ$ 夹角内	观察
		蒸 汽 介 质	主要	在管道水平中心线以上 $45^\circ$ 夹角内	观察
	单 钻 角 取 源	上、下 游 取 源 也 直 径 ( $D_3$ )	一般	相 等	用尺测量
		上、下 游 取 源 孔 轴 线 与 节 流 元 件 上、下 侧 端 面 距 离 ( $L_2$ )	主要	$L_2 = 0.5D_3$	用尺测量
		取 源 孔 轴 线 与 工 艺 管 道 轴 线 垂 直 度	一般	允许偏差 3	用万能角尺测量
取 源 部 件 安 装	法 兰 取 源	上、下 游 取 源 孔 轴 线 与 孔 板 上、下 游 侧 端 面 距 离 ( $L_3$ )	主要	$L_3 = 25.4 \pm 0.8\text{mm}$	用卡尺测量
		上、下 游 取 源 孔 直 径	一般	相 等	用尺测量
		取 源 孔 轴 线 与 工 艺 管 道 轴 线	一般	垂 直 相 交	观察, 用角尺测量

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
取源部件安装	D和D/2取源	上游取源孔轴线与孔板上游侧端面距离( $L_4$ )	主要	$L_4 = D \pm 0.1D$	用卡尺测量
		下游取源孔轴线与孔板上游侧端面距离( $L_5$ )	主要	$\beta \leq 0.6$ $L_5 = 0.5D \pm 0.02D$ $\beta > 0.6$ $L_5 = 0.5D \pm 0.01D$	用卡尺测量
		取源孔轴线与管道轴线	一般	垂直相交	观察,用角尺测量
		上、下游取源孔直径	一般	相等	用尺测量
	均压环取源		主要	上、下游取源孔数相等且在同一截面上	观察
	冷凝器安装		主要	两个冷凝器标高一致	用尺测量
	皮托管和均速管等	取源部件轴线与管道轴线	主要	垂直相交	观察,用尺测量
		上、下游直管段最小长度	主要	符合产品说明	用尺测量,核对产品说明书
	节流元件进出口		主要	方向正确	施工中检验
	严密性		主要	无渗漏	核对试漏记录
耐压		主要	符合 GBJ 93—86 第八章第六节的规定	核对试压记录	

注： $\beta$ 为孔板内径与管道内径之比值。

$D$ 为管道内径。

## 第五节 物位取源部件

第 3.5.1 条 物位取源部件安装的质量标准和检验方法,应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 物位取源部件安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	材 质	主要	符合设计要求	核对产品合格证
	位 置	主要	符合设计要求或选择能反映物位变化处	核对设计或观察
	浮子液位计导向装置	一般	垂直、导内装置内液流通	观 察



续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	双 衡 室 容 平 器	容器本体	一般	垂 直	观察,用角尺测量
		中心点	主要	与正常液位重合,允许偏差 2mm	用尺测量
安 装	单 衡 室 容 平 器	容器本体	一般	垂 直	观察,用角尺测量
		标 高	主要	符合设计要求	用尺测量,核对设计
	补偿式平衡容器		一般	有防热膨胀装置	观 察
	定位安装的浮子液位计法兰与工艺设备连接管		主要	保证浮子能在全量程范围内自由活动	观 察
	严 密 性		主要	无渗漏	核对试漏记录
	耐 压		主要	符合 GBJ 93—86 第八章第六节的规定	核对试压记录

## 第六节 分析取源部件

第 3.6.1 条 分析取源部件安装的质量标准和检验方法,应符合表 3.6.1 的规定。

表 3.6.1 分析取源部件安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	材 质		主要	符合设计要求	核对产品合格证
	位 置		主要	符合设计要求或选择压力稳定且能灵敏反映介质真实成分处	核对设计或观察
	在水平 和倾斜 管道上 取源 方位	气体介质	一般	在管道水平中心线以上	观 察
		液体介质	一般	在管道水平中心线以下 45°夹角内	观 察
		蒸汽介质	一般	在管道水平中心线以上及其以下 45°夹角内	观 察
	含有固体或液体杂质的气体取源装置仰角( $\theta$ )		主要	$\theta > 15^\circ$	用样板尺测量
	严 密 性		主要	无 渗 漏	核对试漏记录
	耐 压		主要	符合 GBJ 93—86 第八章第六节的规定	核对试压记录

## 第四章 仪表盘（箱、操作台）的安装

### 第一节 检验数量

第 4.1.1 条 仪表盘（箱、操作台）安装的检验数量，应符合下列规定：

- 一、成排安装的仪表盘（操作台）及其型钢底座必须全部检验，并作整体检查。
- 二、单独安装的仪表盘（操作台）及其型钢底座应抽检 30%，并不应少于一个。
- 三、仪表箱（板）、保温箱，保护箱均应抽检 20%，并不应少于一个。

### 第二节 仪表盘（操作台）型钢底座

第 4.2.1 条 仪表盘（操作台）型钢底座安装的质量标准和检验方法，应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 仪表盘（操作台）型钢底座安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
制	材质、规格型号		一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	外形尺寸		一般	与盘（操作台）相符	用尺测量
制	直线度	每 米	主要	允许偏差 1mm	拉线，用尺测量最大偏差处
		总长大于 5mm	主要	允许偏差 5mm	
安	位 置		一般	符合设计要求	用尺测量，核对设计
	底座上表面		一般	水平，高出地面	观 察
	水平 倾斜度	每 米	主要	允许偏差 1mm	拉线，用水平尺或水准仪测量
		总长度大于 5mm	主要	允许偏差	
	固 定		主要	牢 固	观察，用扳手试紧
	油 漆		一般	完 好	观 察
接 地		主要	符合设计要求	核对设计	

### 第三节 单独仪表盘（操作台）

第 4.3.1 条 单独仪表盘（操作台）安装的质量标准和检验方法，应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 单独仪表盘（操作台）安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安	垂直度（每米）	主要	允许偏差 1.5mm	在盘面、侧面用吊线和尺测量
	水平倾斜度（每米）	主要	允许偏差 1mm	在盘顶拉线用尺测量或用水平尺测量
装	固 定	主要	牢 固	观察、用扳手试紧

续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	油 漆	一般	完 好	观 察
	接 地	主要	符合设计要求	核对设计
	螺 栓	一般	有防锈层	观 察
	减 振	一般	符合设计要求	核对设计
	密 封	一般	符合设计要求	核对设计

#### 第四节 成排仪表盘（操作台）

第 4.4.1 条 成排仪表盘（操作台）安装的质量标准和检验方法，应符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 成排仪表盘（操作台）安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法	
安 装	垂直度（每米）	主要	允许偏差 1.5mm	在盘面、侧面用吊线和尺测量	
	相邻两盘（台）顶部高差	主要	允许偏差 2mm	在盘顶拉线或用水平尺和尺测量	
	盘顶最大高差（盘间连接多于两处）	主要	允许偏差 5mm	在盘顶拉线或用水平尺和尺测量	
	盘 正 面 平 面 度	相 邻 两 盘 （ 台 ） 接 缝 处	主要	允许偏差 1mm	从盘面上、中、下用拉线的方法测量
		盘 间 连 接 （ 多 于 五 处 ）	主要	允许偏差 5mm	从盘面上、中、下用拉线的方法测量
	盘间接缝间隙	主要	允许偏差 2mm	用塞尺测量	
	固 定	一般	牢 固	观察，用扳手试紧	
	油 漆	一般	完 好	观 察	
	接 地	一般	符合设计要求	核对设计	
	螺 栓	一般	有防锈层	观 察	
	减 振	一般	符合设计要求	核对设计	
密 封	一般	符合设计要求	核对设计		

#### 第五节 仪表箱（板）、保温箱、保护箱

第 4.5.1 条 仪表箱（板）、保温箱、保护箱安装的质量标准和检验方法，应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 仪表箱（板）保温箱、保护箱安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	垂直度	高度等于或 小于 1.2m	主要	允许偏差 3mm	用吊线和尺测量
		高度大于 1.2m	主要	允许偏差 4mm	用吊线和尺测量
	倾斜度	单 个	主要	允许偏差 3mm	用水平尺测箱顶
		5 个以上	一般	允许偏差 5mm	用水平尺、拉线测量
	集中安装		一般	整 齐	观察
	保温箱的保温层		一般	完整无损	观察
	固 定		一般	牢 固	观察，用扳手试紧
	油 漆		一般	完 好	观察
	接 地		一般	符合设计要求	核对设计
	密 封		一般	符合设计要求	核对设计
固定支架		一般	符合设计要求	核对设计	

## 第五章 仪表设备的安装

### 第一节 检验数量

第 5.1.1 条 仪表设备安装的检验数量，应符合下列规定：

一、用于高压、负压、高温、易燃、易爆、有毒、有害介质的仪表设备，必须全部检验。

二、用于中低压、常温等无害介质的仪表设备，应按系统和用途分别抽检 30%，并不应少于一个系统或一台仪表。

### 第二节 温度、湿度仪表

第 5.2.1 条 测温元件安装的质量标准和检验方法，应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 测温元件安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计
	位 置	主要	符合设计要求或 GBJ 93—86 第 4.1.1 条的规定	核对设计或观察
	保护措施	一般	符合 GBJ 93—86 第 4.2.1 第 4.2.2 条的规定	观 察

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安	垫片材质		主要	符合设计要求	核对设计
	严密性		主要	无渗漏	观察, 核对试漏记录
装	插入深度	管道上	主要	符合设计要求	用尺测量, 核对设计
		设备上	主要	符合设计要求	用尺测量, 核对设计
	接线		主要	正确, 整齐	观察

第 5.2.2 条 压力式温度计安装的质量标准和检验方法, 应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 压力式温度计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	仪表位置		一般	符合设计要求或 GBJ 93—86 第 4.1.1 条的规定	核对设计或观察
	温包安装		主要	全部浸入被测介质中	观 察
装	毛细管敷设		主要	有保护措施, 当周围温度变化剧烈时有隔热措施	观 察
	毛细管弯曲半径 ( $r$ )		一般	$r \geq 50\text{mm}$	用尺测量
	严密性		主要	无渗漏	观察, 核对试漏记录

第 5.2.3 条 表面温度计安装的质量标准和检验方法, 应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 表面温度计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		主要	符合设计要求	核对设计
装	测温元件固定		主要	与被测表面接触紧密, 牢固	用扳手试紧, 观察
	接 线		主要	正确、整齐	观 察

第 5.2.4 条 温度变送器安装的质量标准和检验方法, 应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 温度变送器安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	位 置		主要	符合设计要求或 GBJ 93—86 第 4.1.1 条的规定	核对设计或观察
	附 件		一般	齐 全	核对产品说明书
	固 定		一般	牢固、平正	用扳手试紧，观察
	集中安装		一般	排列整齐	观察
	接 线	规格型号	一般	符合设计要求	核对设计
连 接		主要	正 确	观察，用万用表检查	
安 装	线端连接		主要	牢固、导电良好	观察，用螺丝刀试紧，用万用表测试
	接线盒引入口		一般	方向不应朝上且密封	观察
	线号标志		一般	正确清晰	观察

第 5.2.5 条 测湿元件安装的质量标准和检验方法，应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 测湿元件安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		一般	符合设计要求	核对设计
	防护措施		一般	应防止热辐射、剧烈振动和水滴	观 察
	与局部冷、热、湿源和其它检测元件的距离		主要	符合设计要求	用尺测量，核对设计
	风 管 内 安 装	掠过风速	主要	符合产品说明书	核对安装位置的设计风速
		防凝结水措施	主要	符合产品说明书	核对产品说明书
		补充水装置	主要	符合产品说明书	核对产品说明书
	固 定		一般	牢固、平正	用扳手试紧，观察
	接 线		主要	正确、整齐	观 察

### 第三节 压力仪表

第 5.3.1 条 压力仪表安装的质量标准和检验方法，应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 压力仪表安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		一般	操作维修方便, 无剧烈振动	观 察
	取 源 接 头	连 接	主要	不使仪表承受机械应力	观察, 必要时卸开接头检查
		严密性	主要	无渗漏	核对试漏记录
	垫片材质		主要	符合设计要求	核对设计
	固 定		一般	牢固、平正	用扳手试紧, 观察
	接 线		主要	正 确	观察, 用万用表检查
	安 装 高 度	测低压	一般	仪表中心距地面高度为 1.2~1.5m	用尺测量
测高压		主要	仪表中心距地面高度大于 1.8m 或加防护罩	用尺测量	

第 5.3.2 条 压力变送器安装的质量标准和检验方法, 应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 压力变送器安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		主要	符合设计要求或 GBJ 93—86 第 4.1.1 条的规定	核对设计或观察
	附 件		一般	齐 全	核对产品说明书
	固 定		一般	牢固、平正	用扳手试紧, 观察
	取 源 接 头	连 接	主要	不使仪表承受机械应力	观察, 必要时卸开接头检查
		严密性	主要	无渗漏	核对试漏记录
	集中安装		一般	排列整齐	观 察
	空气管路连接或接线		主要	无渗漏、正确	观察, 试漏或用万用表检查
	线端连接		主要	牢固, 导电良好	观察, 用螺丝刀试紧, 用万用表测试
线号标志		一般	正确、清晰	观 察	

## 第四节 流量仪表

第 5.4.1 条 差压计、差压变送器安装的质量标准和检验方法，应符合表 5.4.1 的规定。

表 5.4.1 差压计、差压变送器安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		主要	符合设计要求或 GBJ 93—86 第 4.1.1 条的规定	核对设计或观察
	附 件		一般	齐 全	核对产品说明书
	固 定		一般	牢固、平正	用扳手试紧，观察
	引压管倾斜方向和坡度		主要	符合设计要求	核对设计
	负 压 室 和 取 源 接 头	连接位置	主要	正 确	观 察
		连 接	主要	不使仪表承受机械压力	观 察
		严密性	主要	无渗漏	观察，核对试漏记录
	隔离器、沉降器、冷凝器、集气器的安装		一般	符合设计要求	核对设计
空气管路连接或接线		主要	无渗漏、正确	观察，试漏或用万用表检查	

第 5.4.2 条 旋涡流量计安装的质量标准和检验方法，应符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 旋涡流量计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	外观检查		一般	完整无损	观 察
	位 置		一般	符合设计要求	核对设计
	安装方向		主要	水 平	观 察
	工艺管道内径		一般	不小于流量计内径	用尺测量
	直管段长度		主要	符合设计要求	核对设计
	前置放大器与流量计距离 ( $L_1$ )		一般	$L_1 < 20m$	用尺测量
	工艺管道内壁		一般	清洁无毛刺	手摸、观察
	接 线	规格型号	一般	符合设计要求	核对设计
连 接		主要	正 确	观察，用万用表检查	



续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	线端连接	主要	牢固、导电良好	观察,用螺丝刀试紧,用万用表测试
	线号标志	一般	正确、清晰	观 察

第 5.4.3 条 转子流量计安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 转子流量计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计
	外观检查	一般	完整无损	观 察
	位 置	一般	符合设计要求或 GBJ 93—86 第 4.1.1 条的规定	核对设计或观察
	锥形管垂直度	主要	允许偏差为 2mm	用尺测量
	固 定	一般	牢固、平正、不使仪表承受机械应力	用扳手试紧,观察
	空气管路连接或接线	主要	无渗漏,正确	观察、试漏或用万用表检查
	上游侧直管段长度 ( $L_2$ )	一般	$L_2 \geq 5D$	用尺测量

注:  $D$  为管道内径。

第 5.4.4 条 靶式流量计安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.4.4 的规定。

表 5.4.4 靶式流量计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计
	位 置	一般	符合设计要求	核对设计
	安装方向	主要	靶面与流向垂直,方向箭头与流向一致,在垂直管道上应使流体自下而上	用角尺检验安装法兰与管道垂直度,核对设计
	直管段长度	主要	符合设计要求	核对设计,用尺测量
	靶中心轴线	主要	与工艺管道同轴	检验连接法兰与管道同轴度
	过滤器安装	一般	符合设计要求	核对设计
	空气管路连接或接线	主要	无渗漏、正确	观察,试漏或用万用表检查

第 5.4.5 条 涡轮流量计安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 涡轮流量计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		一般	符合设计要求	核对设计
	直管段长度		主要	符合设计要求	用尺测量, 核对设计
	安装方向		主要	水平, 如在垂直管道上应作补偿校正	观察, 用水平尺检查核对校正记录
	过滤器安装		一般	符合设计要求	核对设计
	消气器安装		一般	符合设计要求	核对设计
	接 线	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
		连 接	主要	正 确	观察, 用万用表检查
	线端连接		主要	牢固、导电良好	观察, 用螺丝刀试紧, 用万用表测试
线号标志		一般	正确、清晰	观察	

第 5.4.6 条 电磁流量计安装的质量标准和检验方法, 应符合表 5.4.6 的规定。

表 5.4.6 电磁流量计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		一般	符合设计要求	核对设计
	衬里检查		一般	完整无损	观 察
	固 定		一般	牢固、平正、不使仪表承受机械应力	用扳手试紧, 观察, 必要时卸开检查
	接 线	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
		连 接	主要	正 确	观察、用万用表检查
	线端连接		主要	牢固、导电良好	观察, 用螺丝刀试紧, 用万用表测试
	垂直管道上安装		一般	应使流体自下而上	观察, 核对设计
	水平或倾斜管道上安装		一般	两个测量电极不应在工艺管道的正上方和正下方	观 察
	接 地		主要	流体、连接法兰、表壳, 接成同一地电位	观察, 用万用表检查
	线号标志		一般	正确、清晰	观 察

第 5.4.7 条 椭圆齿轮流量计安装的质量标准和检验方法, 应符合表 5.4.7 的规定。

表 5.4.7 椭圆齿轮流量计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		一般	符合设计要求	核对设计
	安装方向		主要	水平（刻度盘与地面垂直）方向箭头与流体流向一致	观察，用水平尺检查
	固 定		一般	牢固，不使仪表承受机械应力	用扳手试紧，观察，必要时卸开检查
	过滤器安装		一般	符合设计要求	核对设计
	接 线	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
		连 接	主要	正 确	观察、用万用表检查
	线端连接		主要	牢固、导电良好	观察，用螺丝刀试紧，用万用表测试
	线号标志		一般	正确、清晰	观 察

第 5.4.8 条 超声波流量计安装的质量标准和检验方法，应符合表 5.4.8 的规定。

表 5.4.8 超声波流量计安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 置		一般	符合设计要求	核对设计
	直管段长度		主要	前 10D、后 5D	用尺测量
	工艺管道内壁		主要	无厚的结垢层，不能涂水泥层	观 察
	探头安装		主要	符合设计要求	核对设计
	接 线	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
		连 接	主要	正 确	观察、用万用表检查
		电缆长度	主要	屏蔽电缆长度不大于 150m	用尺测量
	线端连接		一般	牢固、导电良好	观察，用螺丝刀试紧，用万用表测试
线号标志		一般	正确、清晰	观 察	

注：D 为管道内径。

## 第五节 物 位 仪 表

第 5.5.1 条 浮子式（浮筒式、浮球式、浮标式）液位计安装的质量标准和检验方法，应符合表

5.5.1 的规定。

表 5.5.1 浮子式（浮筒式、浮球式、浮标式）液位计安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计
	浮子安装高度	主要	符合设计要求	核对设计
	浮球法兰中心高度	主要	符合设计要求	核对设计
	浮子导向装置垂直度	一般	允许偏差每米 2mm。 全长不大于 20mm	观察，用吊线和尺测量
	浮子活动状况	主要	灵活不卡	观察、试动
	外浮筒垂直度	主要	允许偏差 2mm	观察，用吊线和尺测量
	空气管路连接或接线	主要	无渗漏、正确	观察、试漏或用万用表检查
	严密性	主要	无渗漏	观察，核对试漏记录
	耐 压	一般	符合 GBJ 93—86 第八章第六节的规定	观察，核对试压记录

第 5.5.2 条 放射性同位素仪表安装的质量标准和检验方法，应符合表 5，5.2 的规定。

表 5.5.2 放射性同位素仪表安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法	
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计	
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计	
	放射源屏蔽和包装检查	一般	完好无损、严密	观察，用射线强度检验器检查	
	放射源安装	一般	符合产品说明	观察，核对产品说明书	
	衰变率定位	一般	正 确	观 察	
	射线照射区的标记	主要	明 显	观 察	
	接 线	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
		连 接	主要	正 确	观察，用万用表检查
	线端连接	主要	牢固、导电良好	观察，用螺丝刀试紧，用万用表测试	
	线号标志	一般	正确、清晰	观 察	

## 第六节 分析仪表

第 5.6.1 条 分析仪表安装的质量标准和检验方法，应符合表 5.6.1 的规定。

表 5.6.1 分析仪表安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	固 定		一般	牢 固	观察, 用扳手试紧
	管路连接		主要	符合设计要求	核对设计
	与传送器距离		一般	尽量靠近	观 察
	预 处 理 装 置	含 灰 尘、杂 质的介质	主要	净化装置齐全	核对设计
		高温介质	主要	冷却装置齐全	核对设计
		高压介质	主要	减压、稳压装置齐全	核对设计
分 析 器 安 装	规格型号		一般	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	外观检查		一般	完整无损	观 察
	附 件		一般	齐全完好	核对产品说明书
	固 定		一般	牢固、平正	用扳手试紧, 观察
	管路连接		主要	正确、无渗漏、不使 仪表承受机械应力	观察, 核对试漏记录, 必要时卸开检查
	接 线	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
		连 接	主要	正 确	观察, 用万用表检查
	接 地		主要	符合设计要求	核对设计
	信号线长度		一般	符合设计要求	核对设计
	线端连接		主要	牢固、导电良好	观察, 用螺丝刀试紧, 用万用表测试
	线号标志		一般	正确、清晰	观 察
	排放管		主要	与排放总管连接畅通 无渗漏	观 察

第 5.6.2 条 可燃气体检测器安装的质量标准和检验方法, 应符合表 5.6.2 的规定。

表 5.6.2 可燃气体检测器安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计
	位 号		一般	符合设计要求	核对设计
	环境条件		一般	不含有毒气体, 无 强磁场	观察, 必要时进行分析
	位 置		主要	符合设计要求	核对设计
	防爆等级		主要	符合设计要求	核对设计

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安	接线	规格型号	一般	符合设计要求	核对设计
		连接	一般	正 确	观察,用万用表检查
装	线端连接		主要	牢固、导电良好	观察,用万用表测试
	线号标志		一般	正确、清晰	观 察

## 第七节 调节阀、执行机构和电磁阀

第 5.7.1 条 调节阀安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.7.1 的规定。

表 5.7.1 调节阀安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计
	附 件	一般	齐全、完好	观 察
	固 定	一般	牢 固	观察,用扳手试紧
	位 置	一般	符合设计要求	核对设计
	进出口方向	主要	正确、标志清楚	观 察
	空气管路连接或接线	主要	无渗漏、正确	观察,试漏或用万用表检查
	法兰垫片	一般	符合设计要求	核对设计
严密性	主要	无渗漏	观察,核对试漏记录	

第 5.7.2 条 电动(气动)执行机构安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.7.2 的规定。

表 5.7.2 电动(气动)执行机构安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计
	附 件	一般	齐全、完好	观 察
	固 定	一般	牢固、平正	用扳手试紧,观察
	空气管路连接或接线	主要	无渗漏、正确	观察,试漏或用万用表检查
	终端开关动作	主要	灵活、正确	试动检查
	机械传动机构动作	一般	灵 活、平 稳、正 确, 无空行程	试动检查

续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	开关方向	一般	与调节机构一致,标志清楚	试动检查
	行程	主要	与调节阀匹配	试动、检查
	高温位置	一般	有热补偿装置	观察

第 5.7.3 条 液压执行机构安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.7.3 的规定。

表 5.7.3 液压执行机构安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位号	一般	符合设计要求	核对设计
	附件	一般	齐全、完好	观察
	安装高度	主要	低于调节器,当必须高于调节器时,两者间的高度差不应超过 10m	观察,用尺测量
	接管	主要	正确	观察
	固定	一般	牢固	观察,用扳手试紧
	严密性	主要	无渗漏	核对试漏记录
	排气阀	主要	位于液体管路集气处	观察

第 5.7.4 条 电磁阀安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4 电磁阀安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位号	一般	符合设计要求	核对设计
	进出口方向	主要	正确	观察
	固定	一般	牢固、平正	用扳手试紧,观察
	严密性	主要	无渗漏	观察,核对试漏记录
	空气管路连接或接地	主要	无渗漏,正确	观察,试漏或用万用表检查
	防爆等级	主要	符合设计要求	核对设计

## 第八节 盘装仪表

第 5.8.1 条 盘装仪表安装的质量标准和检验方法,应符合表 5.8.1 的规定。

表 5.8.1 盘装仪表安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	位 号	一般	符合设计要求	核对设计
	位 置	一般	符合设计要求	核对设计
	排 列	一般	整 齐	观 察
	固 定	主要	牢固、平正	用螺丝刀试紧, 观察
	空气管路连接或接线	主要	无渗漏、正确	观察, 试漏或用万用表检查
	管号或线号标志	主要	正确、清晰	观 察

## 第六章 仪表供电设备及供气、供液系统的安装

### 第一节 检 验 数 量

第 6.1.1 条 仪表供电设备及供气、供液系统的检验数量, 应符合下列规定。

- 一、仪表供电设备必须全部检验。
- 二、供气、供液系统应按系统抽检 50%, 并不应少于一个系统。

### 第二节 供 电 设 备

第 6.2.1 条 供电设备安装的质量标准和检验方法, 应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 供电设备安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 查	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观检查	一般	无损伤	观 察
	内部检查	一般	元器件齐全无损伤	观察, 必要时拆检
	绝缘电阻 ( $R$ )	主要	$R \geq 5M\Omega$ 或符合产品说明	用兆欧表测量 (半导体、集成电路元件除外)
	线圈 (或一、二次线圈)	主要	无短路, 无断路	用万用表测试
	接点 (或闸刀) 接触	一般	良 好	用万用表测试
	接线端子 (或紧固件)	一般	无损坏、无锈蚀	观 察
	备用电源切换时间、电压值	一般	符合设计要求	核对产品说明书, 必要时试动作
	整流电压	主要	符合设计要求	核对产品说明书



续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
检 查	稳压值		主要	符合设计要求	核对产品说明书
	熔断器规格		主要	符合设计要求	核对产品说明书
	防爆设备密封垫、填料		主要	完整、密封	观 察
	拆 封		一般	作拆封记录	结合产品说明书检验 拆封记录
安 装	位 置		一般	符合设计要求	核对设计
	安 装	单 个	一般	端 正	观 察
		成 排	一般	整 齐	观 察
	固 定		一般	牢 固	手试动观察,用扳手 试紧
	接 线	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
		连 接	主要	正 确	观察,用万用表检查
	线端连接		主要	牢固、导电良好	观察,用螺丝刀试紧, 用万用表测试
	线号标志		一般	正确、清晰	观 察
	操作标志		一般	正确、清晰	观 察
	端子编号		一般	符合设计要求	核对设计
	用途标牌		一般	正确、清晰,排列整齐	观 察
	带电裸导体间距 ( $L_1$ )		一般	$L_1 \geq 4\text{mm}$ 或采取隔离 绝缘	用尺测量,观察
	接 地		主要	符合设计要求	观察,用接地摇表测试
位 号		一般	符合设计要求	核对设计	
供 电 箱 安 装	位 置		一般	符合设计要求和 GBJ 93—86 第 5.1.2、第 5.1.3 条的规定	核对设计
	固 定		一般	牢 固	手试动观察,用扳手 试紧
	箱体中心至地距离 ( $L_2$ )		一般	$L_2 = 1.3 \sim 1.5\text{m}$	用尺测量
	接 地		主要	符合设计要求	用接地摇表测试,核 对设计

### 第三节 供气系统

第 6.3.1 条 供气系统安装的质量标准和检验方法,应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 供气系统安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
检 查	材质、规格		一般	符合设计要求	核对设计
	管子、管件、阀门清 洁度		一般	无油、水、锈等污物	观察,用漂白布擦拭 检验
安 装	控制室供气总管的坡度		一般	不小于 1/500	拉线用尺测量
	干、支管的排列		一般	整齐、美观	观 察
	水平干线管上的支管 出口位置		一般	在干线管上方	观 察
	管弯曲半径 ( $r$ )		一般	$r \geq 3D$	用样板尺测量
	排 污 装 置	排污阀位置	一般	在干管末端或积液处, 且便于操作	观 察
		排污管口位置	一般	远离仪表及其它设备	观 察
	供气减压位置		一般	靠近供气入口	观 察
	干 燥 器 再 生 装 置	切换周期	主要	符合设计要求	核对设计并试动
切换阀动作		主要	灵活、正确	试动检查	
户外安装		主要	加防护措施	观 察	
安 装	供 气 管 连 接	镀锌钢管	主要	螺纹连接,连接处加 密封胶或密封带	观 察
		无缝钢管	主要	焊接应符合国家标准 《现场设备、工业管道焊 接工程施工及验收规范》 的有关规定	观 察
		严密性	主要	无渗漏	核对试漏记录或试漏
		耐 压	主要	符合设计要求和 GBJ 93—86 第八章第六节的 规定	核对试压记录
		系统清洁度	主要	出口空气中含水、油、 污物等不高于干燥器出 口空气中的相应含量	对比法观察或专业部 门检验

注  $D$  为管道外径。

## 第四节 供液系统

第 6.4.1 条 供液系统安装的质量标准和检验方法,应符合表 6.4.1 的规定。

表 6.4.1 供液系统安装质量标准 and 检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	过 滤 器	滤 网	一般	符合产品标准	核对产品说明书
		进出口方向	主要	正 确	观 察
		排污阀距地面距离	一般	留有便于操作的距离	观 察

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法	
安 装	逆止阀或闭锁阀		一般	内部清洁, 动作灵活	观察、试动	
	系统管路敷设		主要	禁止平行敷设在热表面上方, 距绝热层间距应大于 150mm	用尺测量及观察	
	自然流动回液管坡度		主要	不小于 1:10	拉线用尺测量	
	回液管连接总管角度		主要	顺介质流向成锐角	观 察	
	执行机构与供液管、回液管的连接		一般	用金属耐压软管时, 不应有环形弯曲和折弯	观 察	
	泵出口		一般	安装逆止阀或闭锁阀	观 察	
	集气处		一般	有放空阀、放空管、上端下弯 180°	观 察	
	清 洗		主要	符合 GBJ 93—86 第 5.3.12 条的规定	观察并核对清洗记录	
	贮液箱	位 置		主要	低于回液集管	观 察
		回液集管与贮液箱上回液管接头的最小高差 ( $L_2$ )		一般	$L_2 = 0.3 \sim 0.5m$	用尺测量
	贮液箱	放空阀	一般	在回液箱上方或系统最高处	观 察	
	供液系统耐压		主要	符合 GBJ 93—86 第八章第六节的规定	核对试压记录	
	供、回液阀(执行器和总管连接管的切断阀)标志		一般	有“未经许可不得关闭”标志	观 察	

## 第七章 仪表用电气线路的敷设

### 第一节 检验数量

第 7.1.1 条 仪表用电气线路敷设的检验数量应符合下列规定：

- 一、有爆炸和火灾危险场所内敷设的仪表用电气线路, 必须按回路或系统全部检验。
- 二、非爆炸和火灾危险场所内敷设的仪表用电气线路, 应按回路或系统抽检 30%。
- 三、生活用辅助工程的仪表用电气线路, 应按回路或系统抽检 10%, 并不应少于一个回路或系统。

### 第二节 支架、汇线槽、桥架制作及安装

第 7.2.1 条 支架、桥架制作的质量标准和检验方法, 应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 支架、桥架制作质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
制 作	材质、规格型号		一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	单个几何尺寸	宽度	一般	允许偏差 0.5%	拉线用尺测量
		长度	一般	允许偏差 0.5%	拉线用尺测量
		对角线	一般	允许偏差 0.5%	拉线用尺测量
		层间距离	一般	允许偏差 3mm	用尺测量
		角度	一般	一致	用角度尺测量
	组 装		主要	横平竖直	观察,用角度尺测量
	焊 接		主要	符合国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的有关规定	观 察
	防 护		一般	涂漆完好	观 察

第 7.2.2 条 支架安装的质量标准和检验方法,应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 支架安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法	
安 装	支架间距 (L)	水平敷设	电 缆	一般	$L = 0.4 \sim 0.8\text{m}$ , 允许不均匀误差 50mm	用尺测量
			汇线槽及保护管	一般	L 不大于 2m, 允许不均匀误差 50mm	用尺测量
		垂直敷设	电 缆	一般	$L = 0.8 \sim 1.2\text{m}$ , 允许不均匀误差 50mm	用尺测量
			汇线槽及保护管	一般	L 不大于 2m, 允许不均匀误差 50mm	用尺测量
	垂直度(每米)		一般	允许偏差 2mm	用尺测量	
	成排支架 顶部高差	每 米	一般	允许偏差 2mm	拉线用尺测量	
		总长大于 5m	一般	允许偏差 10mm	拉线用尺测量	
	固 定		主要	牢 固	观察,用扳手试紧	
	焊 接		主要	符合国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的有关规定	观 察	

第 7.2.3 条 汇线槽、桥架安装的质量标准和检验方法,应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 汇线槽、桥架安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
检 查	外形		一般	无扭曲变形	核对设计
	规格		一般	符合设计要求	核对设计
	镀层或涂漆		一般	完好	观察
	位置		一般	符合 GBJ 93—86 第 6.2.3 条的规定	观察
安 装	水 倾 斜 平 度	每 米	一般	允许偏差 2mm	拉线用尺测量
		总长大于 5m	一般	允许偏差 10mm	拉线用尺测量
	垂 直 度	每 米	一般	允许偏差 2mm	拉线用尺测量
		总长大于 5m	一般	允许偏差 10mm	拉线用尺测量
	拐 弯		主要	内侧无直角弯,成排时弧度一致	观察
	补偿装置		一般	直线长度超过 50m 时有热膨胀补偿措施	观察
	不同宽(高)汇线槽线接		一般	平缓过渡	观察
	对 口		一般	无错边	观察
	盖板安装		一般	牢固、拆卸方便	观察,用手试动
	固 定	螺 柱	主要	螺母应在槽外侧	观察
焊 接		主要	牢固、无变形	观察,用手试动	

### 第三节 电线(缆)保护管敷设

第 7.3.1 条 电线(缆)保护管的明敷设质量标准和检验方法,应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 电线(缆)保护管明敷设质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
加 工	材质、规格型号		主要	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	弯 曲 半 径( $r$ )	无铠装	主要	$r \geq 6D$	用样板尺测量
		铠 装	主要	$r \geq 10D$	用样板尺测量
	弯成角度( $\theta$ )		一般	$\theta \geq 90^\circ$	用角度尺测量
	弯曲处表面		一般	无裂纹无凹陷	观察
	单根管直角弯数量		一般	不超过两个	观察
	管口光洁度		主要	光滑、无毛刺	观察,用手触检查

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
敷 设	经过高温区的敷设		主要	有隔热措施	观 察
	穿墙管段伸出墙面长度 ( $L_1$ )		一般	$L_1 \geq 30\text{mm}$	用尺测量
	保护管段高出楼板(平台)高度 ( $h$ )		一般	$h \geq 1\text{m}$	用尺测量
	管口距设备距离 ( $L_2$ )		一般	$L_2 = 200 \sim 300\text{mm}$	用尺测量
	成 排 敷 设	高 度	一般	一 致	观 察
		弯 曲 弧 度	一般	一 致	观 察
		排 列	一般	横平、竖直、整齐	观 察
	普通管连接		主要	牢固并保证电气连续性	观察,用万用表测试
	防爆管连接		主要	符合本标准第八章的有关规定	核对标准
	支架卡子距离		一般	均 匀	观 察
固 定		主要	牢 固	用手试动或用扳手试紧	
防 护		一般	有防腐和防水措施	观 察	

注:  $D$  为管道外径。

第 7.3.2 条 电线(缆)保护管的暗敷设质量标准和检验方法,应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 电线(缆)保护管暗敷设质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
加 工	材质、规格型号		一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	弯 曲 半 径 ( $r$ )	电 线 管	主要	$r \geq 6D$	用样板尺测量
		电 缆 管	主要	$r \geq 10D$	用样板尺测量
	弯成角度 ( $\theta$ )		主要	$\theta \geq 90^\circ$	用角度尺测量
敷 设	埋 设 深 度 ( $L_3$ )	管 顶 距 墙 表 面	一般	$L_3 \geq 15\text{mm}$	用尺测量
		管 顶 距 公 路 路 面	一般	$L_3 \geq 1\text{m}$	用尺测量
		管 顶 距 铁 路 轨 底	一般	$L_3 \geq 1\text{m}$	用尺测量
		管 顶 距 排 水 沟 底	一般	$L_3 \geq 0.5\text{m}$	用尺测量
	埋 设 宽 度 ( $B$ )	伸 出 路 基	一般	$B \geq 1\text{m}$	用尺测量
		伸 出 排 水 沟	一般	$B \geq 1\text{m}$	用尺测量

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
敷 设	与易燃介质管道距离 ( $L_4$ )	平行敷设	主要	$L_4 \geq 1\text{m}$	用尺测量
		交叉敷设	一般	$L_5 \geq 0.5$	用尺测量
	与热力管道距 率 ( $L_5$ )	平行敷设	主要	$L_5 \geq 2\text{m}$	用尺测量
		交叉敷设	一般	$L_5 > 0.5\text{m}$	用尺测量
	引出地坪高度 ( $h_1$ )	出地面	一般	$h_1 \geq 0.2\text{m}$	用尺测量
		进入盘内	一般	$h_1 \geq 50\text{mm}$	用尺测量
	与电力电缆距离		主要	符合设计要求	核对设计
	补偿装置		主要	经建筑物伸缩缝和沉降缝时,有补偿措施	观 察
	焊 接		主要	牢固,焊口严密,有防腐处理	观 察
	管 口	光洁度	主要	光滑、无毛刺	用手触摸,观察
密 封		主要	严 密	观 察	

注： $D$ 为管道外径。

第 7.3.3 条 硬质塑料保护管的敷设质量标准和检验方法,除应符合表 7.3.2 的规定外,尚应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 硬质塑料保护管敷设质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
敷 设	材质、规格型号		一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	弯曲半径 ( $r$ )		主要	$r \geq 10D$	用样板尺测量
	管表面		一般	无凹凸,无烧焦	观 察
	支架管卡间距 ( $L_6$ )		一般	$L_6 = 0.8 \sim 1.5\text{m}$ , 允许不均匀误差 50mm	用尺测量
	离热表面距离 ( $L_7$ )		一般	$L_7 \geq 500\text{mm}$	用尺测量
	固 定		主要	牢 固	用手试动或用扳手试紧
	用套管连接插入深度 ( $d$ )		一般	$d \geq 1.5D$	连接时用尺测量
	用粘合剂连接插入深度 ( $d$ )		一般	$d \geq 1.1D$	连接时用尺测量

注：D 为管道外径。

第 7.3.4 条 金属软管安装的质量标准和检验方法，应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 金属软管安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	材质、规格型号	一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	外观	一般	无裂缝、无扁瘪	观察
	连接件	一般	齐全、完整	观察
	丝扣配合	一般	合适、严密	观察
	松紧度	一般	适中	观察
	防水弧度	一般	有	观察
	连接	主要	牢固	用手试动、观察
	防爆	主要	符合本标准第八章的有关规定	核对标准

#### 第四节 电缆敷设、电缆头制作和接线

第 7.4.1 条 电缆的明敷设质量标准和检验方法，应符合表 7.4.1 的规定。

表 7.4.1 电缆明敷设质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法		
检 查	规格型号	一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证		
	外观	主要	无扁瘪、无损伤	观察		
查	绝缘电阻 (R)	主要	$R \geq 5M\Omega$ 或符合产品说明	核对记录和产品说明书，用兆欧表测量		
敷 设	敷设环境温度 ( $t$ )	交链聚乙烯电缆	一般	$t \geq 0^{\circ}\text{C}$	核对记录	
		低压塑料电缆	一般	$t \geq -20^{\circ}\text{C}$	核对记录	
		橡皮绝缘电缆	橡皮和聚乙烯护套	一般	$t \geq -15^{\circ}\text{C}$	核对记录
			裸铅包	一般	$t \geq -20^{\circ}\text{C}$	核对记录
			其它护套	一般	$t \geq -7^{\circ}\text{C}$	核对记录
电缆距隔热层表面距离 ( $L_8$ )	主要	$L_8 \geq 200\text{mm}$	用尺测量			



续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法	
敷 设	电缆与其它工艺管道 (设备)表面距离 ( $L_9$ )		一般	$L_9 \geq 150\text{mm}$	用尺测量	
	信号电缆与 强电磁场设备 距离 ( $L_0$ )	屏蔽	主要	$L_0 \geq 0.8\text{mm}$	用尺测量	
		无屏蔽	主要	$L_0 \geq 1.5\text{mm}$	用尺测量	
	信号电缆与 电力电缆距离	交叉	主要	成直角	观 察	
		平行	主要	符合设计要求	核对设计	
	经过高温区的整设		一般	有隔热措施	观 察	
	架空敷设		一般	进入室内前应有防水 措施	观 察	
	通过障碍物敷设		一般	有保护措施	观 察	
	进入室内的敷设		一般	入口处有密封措施	观 察	
	不同电缆同槽敷设		一般	不同电压等级电缆应 隔离	观 察	
	在有爆炸和火灾危险 场所敷设		主要	符合本标准第八章规 定	核对标准	
	电缆排列		一般	整齐、无扭绞	观 察	
	成排电缆拐弯弧度		一般	一 致	观 察	
电缆敷设松紧度		一般	适 度	观 察		
敷 设	电 缆 排 列 顺 序	信号线路		主要	上 层	观 察
		安全连锁线路		主要	中 层	观 察
		交直流供电线路		主要	下 层	观 察
	固 定 点 位 置	垂直和倾斜 敷设		一般	每一个支架上	观 察
		水 平 敷 设	单个 支架上	一般	每隔一个支架	观 察
			托架上	一般	始末端和转弯处	观 察
		通过保护管		一般	保护管前、后	观 察
		引入盘内		一般	在盘前 300 ~ 400mm	用尺测量
		引入接线盒 和分线箱		一般	在盒(箱)前 150 ~ 300mm	用尺测量
		拐弯、分支		一般	拐弯处、分支处	观 察
		标志牌		一般	齐全、正确、清晰	观 察
		电缆接地位置		主要	符合本标推第八章规定	核对标准
		电缆敷设记录		主要	齐 全	观 察

第 7.4.2 条 电缆的暗敷设质量标准和检验方法,应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 电缆暗敷设质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
检	规格型号		一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	外观		主要	无扁瘪、无损伤	观察
查	绝缘电阻 (R)		主要	$R \geq 5M\Omega$ 或符合产品说明	核对记录和产品说明书,用兆欧表测量
敷 设	电缆与其它物体间距 ( $L_{11}$ )	建筑物地下基础	一般	$L_{11} \geq 0.6m$	核对记录,必要时用尺测量
		电力电缆	主要	$L_{11} \geq 0.5m$	核对记录,必要时用尺测量
	电缆与易燃易爆管道间距 ( $L_{12}$ )	侧平行敷设	主要	$L_{12} \geq 1m$	核对记录,必要时用尺测量
		交叉敷设	主要	$L_{12} \geq 0.5m$	核对记录,必要时用尺测量
	电缆与热力管道间距 ( $L_{13}$ )	平行敷设	主要	$L_{13} \geq 2m$	核对记录,必要时用尺测量
		交叉敷设	主要	$L_{13} \geq 0.5m$	核对记录,必要时用尺测量
	电缆与其它工艺管道间距 ( $L_{14}$ )	平行敷设	主要	$L_{14} \geq 0.5m$	核对记录,必要时用尺测量
		交叉敷设	主要	$L_{14} \geq 0.5m$	核对记录,必要时用尺测量
	埋入深度		一般	冻土层以下,并不应小于 700mm	核对记录,必要时用尺测量
	上下铺砂厚度		一般	不应小于 100mm	核对记录,必要时用尺测量
	覆盖护板宽度		一般	超过电缆两侧边缘 50mm	核对记录,必要时用尺测量
	标志桩		主要	正确、明显、字迹清晰	观察

第 7.4.3 条 电缆头的制作质量标准和检验方法,应符合表 7.4.3 的规定。

表 7.4.3 电缆头制作质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
制 作	铠装电缆端部箍	主要	紧 固	用手试动,观察
	包 扎	主要	清洁、紧密、干燥	用手触,观察
	多个头包扎长度	一般	一 致	观 察
	排 列	一般	整 齐	观 察
	固 定	主要	牢 固	观 察
	卡子螺丝	一般	齐 全	观 察

第 7.4.4 条 电缆的接线质量标准和检验方法，应符合表 7.4.4 的规定。

表 7.4.4 电缆接线质量检验标准

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
接线	芯线表面质量	主要	无伤痕及氧化层	观察
	芯线弯圈方向	一般	应为螺钉旋紧方向	观察
	线端连接	主要	螺钉、垫圈齐全，正确、牢固、导电良好	用手试动，用万用表测量
	接线	主要	正确	用万用表测量
	导线排列	一般	整齐	观察
	线号标志	一般	正确、清晰	观察
	绝缘电阻 (R)	主要	$R \geq 5M\Omega$ 或符合产品说明	核对记录和产品说明书，用兆欧表测量

### 第五节 电线和补偿导线的敷设

第 7.5.1 条 电线和补偿导线的敷设质量标准和检验方法，应符合表 7.5.1 的规定。

表 7.5.1 电线、补偿导缆敷设质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法	
敷设	规格型号	一般	符合设计要求	核对设计和产品合格证	
	绝缘电阻 (R)	电线	主要	$R \geq 5M\Omega$ 或符合产品说明	核对记录和产品说明书，用兆欧表测量
		补偿导线	主要	符合产品说明	核对记录和产品说明书，用兆欧表测量
	线路敷设	一般	无扭绞，通过高温区有隔热措施	观察	
	线端连接	一般	螺钉、垫圈齐全，正确、牢固、导电良好	用手试动，用万用表测量	
	线号标志	一般	正确、清晰	观察	
	信号线路与电力线路交叉敷设	一般	成直角	观察	

### 第六节 仪表盘 (箱、操作台) 内配线

第 7.6.1 条 仪表盘 (箱、操作台) 内的配线质量标准和检验方法，应符合表 7.6.1 的规定。

表 7.6.1 仪表盘（箱、操作台）内配线质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法	
端子板安装	固 定	主要	牢 固	用手试动，观察	
	与基础面距离（ $L_{15}$ ）	一般	$L_{15} \geq 250\text{mm}$	用尺测量	
	与盘边缘距离（ $L_{16}$ ）	一般	$L_{16} \geq 100\text{mm}$	用尺测量	
	并列安装间距（ $L_{17}$ ）	一般	$L_{17} \geq 200\text{mm}$	用尺测量	
汇线槽安装	汇线槽内外光洁度	一般	光滑无毛刺	用手触试	
	水平倾斜度	一般	允许偏差 2mm	用尺测量	
	垂直度	一般	允许偏差 2mm	吊线用尺测量	
	固 定	主要	牢 固	用手试动	
配 线	规格 型号	主要	符合设计要求	核对设计	
	固定卡林质	一般	使用绝缘材料	观 察	
	芯线绝缘护套	主要	无损伤	观 察	
	敷设长度	一般	留有适当余度	观 察	
	绝缘电阻（ $R$ ）	主要	$R \geq 5\text{M}\Omega$ 或符合产品说明	核对记录和产品说明书，用兆欧表测量	
	本质安全与非本质安全信号线路	主要	分隔敷设	观 察	
	不同电压等级线路	主要	分隔敷设	观 察	
	绑扎间距（ $L_{18}$ ）	一般	$L_{18} = 100\text{mm}$	用尺测量	
	电线弯曲半径（ $r$ ）	一般	$r \geq 3\phi$	用样板尺测量	
	成束电线	绑 扎	一般	紧 实	观 察
		排 列	一般	整齐、横平、竖直	观 察
		固 定	主要	牢 固	用手试动
	接 线	主要	正 确	用万用表或校线器等检验	
	线号标志	主要	正确、清晰	观 察	
接地线	主要	有绝缘护套	观 察		

注： $\phi$ 为电线外径。

## 第八章 防爆和接地

### 第一节 检验数量

第 8.1.1 条 防爆和接地安装工程的检验数量应符合下列规定：

- 一、有爆炸和火灾危险场所内的仪表防爆安装工程必须全部检验。
- 二、仪表接地安装工程应按系统抽检 50%。

## 第二节 防 爆

第 8.2.1 条 仪表防爆安装工程质量标准和检验方法，除应符合第七章的有关规定外，尚应符合表 8.2.1 的规定。

表 8.2.1 仪表防爆安装工程质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
检 查	规格型号		主要	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	外 观		一般	无损伤和裂纹	观察
	附 件		一般	齐全	清点
	铭牌标志		主要	清晰	观察
	出厂合格证		主要	齐全	核对
	防爆技术鉴定文件		主要	齐全	核对
安 装	保护管与其它管路、管件、设备的连接		主要	螺纹连接，螺纹有效啮合 6 扣以上，密封良好，有良好的电气连续性	观察，用扳手试紧，用万用表测量
	防爆密封管件	密封材质	主要	符合设计要求	核对设计
		充填密封	主要	密实完好	观察，用手触试
		与密封设备间距 (L)	一般	$L < 0.45m$	用尺测量
	通过分隔间壁用防爆管件充填密封		主要	密实完好	观察
	保护管固定		主要	牢固	观察，用手试动，用扳手试紧
	防爆仪表设备及附件安装	隔离密封	主要	密实完好	观察
		余孔的防爆密封	主要	密实完好	观察
		“电源未切断不得打开”的标志	一般	清楚，明显	观察
	有爆炸危险场所的接线	压接	主要	接头紧固	观察，用手试动
		螺钉连接	主要	紧固，有防松脱装置	用螺丝刀等工具试紧
	正压通风防爆装置	风管	主要	畅通	用气体吹验
		风压	主要	符合设计要求	核对设计和试验记录
有爆炸危险场所的线路敷设方位		一般	符合设计要求和 GB93—86 第 7.1.5 条的规定	核对设计、观察	

第 8.2.2 条 本质安全型仪表安装的质量标准和检验方法,除符合表 8.2.1 的有关规定外,尚应符合表 8.2.2 的规定

表 8.2.2 本质安全型仪表安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
仪表安装 及线路敷 设	本质安全线路及附件 标记		一般	耐久性,兰色	观察
	不同系列本质安全仪 表及本质安全关联设备 相互代用		主要	应有国家级的相容性 技术鉴定	核对鉴定书
	本质安全线路与非本 质安全线路敷设		主要	不共用一根电缆,不 共穿一根保护管	观察
	本质安全线路绝缘强 度		主要	符合设计要求	核对试验记录
	本质安全线路长度和 敷设形式		主要	符合产品说明	观察,核对设计和产 品说明
	本质安全线路总电阻 值		主要	小于仪表最大负载值	用电桥测量
	本质安全线路与非本 质安全线路共用汇线槽、 电缆沟		主要	用接地金属板隔离或 分开排列敷设,间距大 于 50mm	观察,用尺测量
	本质安全线 路与非本质安 全线路端子间 距(L)	分线 箱内	主要	用接地金属板隔开	观察
		仪表盘 (箱)内	主要	$L \geq 50\text{mm}$	观察,用尺测量
	本质安全线路最后 一个固定点		一般	靠近仪表或接线端子	观察
	本质安全关联设备安 装位置		一般	在非爆炸和火灾危险 场所,并应可靠接地	观察
	本质安全产品防爆合 格证编号后有“×”字 样者的连接		主要	电气连接件、紧固件、 导体和接地体禁止使 用镉、锌、镁、铝材质 及其镀层的金属件	核对设计,观察

### 第三节 接 地

第 8.3.1 条 接地极安装的质量标准和检验方法,应符合表 8.3.1 的规定。

表 8.3.1 接地极安装质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
安 装	接地极材质、规格、 长度	主要	符合设计要求	核对设计和产品合格 证
	接地母线材质、规格	一般	符合设计要求	核对设计

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法	
安	接地母线连接	焊接	外观	主要	焊缝平整, 无裂纹	观察, 用手试动
			搭接长度	主要	2 倍宽度 (扁钢) 6 倍直径 (圆钢)	用尺测量
		螺栓连接		主要	紧密、牢固	观察, 用手试动
装	接地极与母线埋深		一般	符合设计要求	核对记录	
	隐蔽工程记录		主要	附图清晰, 尺寸标注准确	核对记录	

第 8.3.2 条 保护接地、屏蔽接地、信号回路接地和本质安全系统接地、接地线安装的质量标准和检验方法, 应符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 接地线安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安  装	保护接地		主要	与保护接地网连接牢固, 不与防雷接地连接, 不用单股线, 不串联连接, 接地线有绝缘层	观察, 用手试动或用扳手试紧
	屏蔽接地	屏蔽层的电气连续性	主要	无间断绝缘	用万用表测量
		接地线与屏蔽层的连接	一般	同一回路屏蔽层一端接地, 焊接牢固	观察, 用手试动
		屏蔽层与线芯间的绝缘电阻	主要	符合产品说明	用兆欧表测量
		屏蔽层与其它接地线间绝缘电阻 ( $R$ )	主要	$R \geq 5M\Omega$	用兆欧表测量
	信号回路接地	与公共接地点的连接	主要	牢固、紧密	观察, 用万用表测量
		接地极与其它接地极间距	一般	符合设计要求	核对隐蔽工程记录和设计
		与其它接地线间绝缘电阻 ( $R$ )	主要	$R \geq 5M\Omega$	用兆欧表测量

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
安 装	本质安全系统接地	仪表系统接地位置	一般	接至信号回路接地极或采用独立接地极	观察
		接地线路连接	主要	牢固、紧密	观察，用手试动
		本质安全关联设备接地	主要	符合设计要求	核对设计
		保护接地	主要	当产品说明要求接地时，直接连接到其关联设备同一接地极	核对产品说明书，观察
		分线箱	主要	接到信号接地母线或接地式安全栅的接地母线上，接地线和屏蔽连接线应有绝缘层	观察
	接地颜色		一般	符合设计要求	观察

第 8.3.3 条 接地电阻的数值应符合设计，安装时应采用接地电阻测试仪测量，或安装后逐组核对测试记录。

## 第九章 仪表用管路的敷设

### 第一节 检验数量

第 9.1.1 条 仪表用管路敷设的检验数量，应符合下列规定：

- 一、用于高压、负压、高温、易燃、易爆、有毒、有害介质和重要工艺参数的仪表管路系统，计量和安全、联锁、报警仪表管路系统，以及仪表盘（箱、操作台）内配管，必须全部检验。
- 二、用于无害介质和一般工艺参数的仪表管路系统，应按系统抽检 30%。
- 三、生活用辅助工程仪表管路系统，应按系统抽检 10%。

### 第二节 管路敷设

第 9.2.1 条 管路的敷设质量标准和检验方法，应符合表 9.2.1 的规定。

表 9.2.1 管路敷设质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 查	材质、规格	主要	符合设计要求	核对设计和产品合格证
	外观	一般	无裂纹、无伤痕、无重皮	观察
	内部	主要	清洁畅通	观察
	脱脂	主要	符合设计要求	核对脱脂记录



续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
敷 设	管子与工艺设备管道或建筑物表面距离 ( $L$ )		一般	$L \geq 50\text{mm}$	用尺测量
	油、易燃易爆介质管路与热表面距离 ( $L_1$ )		主要	$L_1 \geq 150\text{mm}$	用尺测量
	坡度		主要	1:10 ~ 1:100	拉线用尺测量
	排气装置		主要	在管路集气处	观察
	排液装置		主要	在管路集液处	观察
	埋地保护		主要	作防腐处理	核对隐蔽工程记录, 必要时现场检验
	穿墙保护	非爆炸和火灾危险厂房	一般	加保护管段或保护罩	观察
		有爆炸、火灾毒害等危险厂房	主要	加密封的保护管段或保护罩	观察
	位置	一般管路	一般	符合设计要求	观察, 核对设计
		差压管路	主要	两管环境温度一致	观察
	弯曲半径 ( $r$ )	金属管	一般	$r \geq 3D$	用样板尺测量
		塑料管	一般	$r \geq 4.5D$	用样板尺测量
	弯曲后表面质量		主要	无裂纹和凹陷	观察
	焊 接		主要	符合国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的有关规定	观察, 高压管必要时做射线拍片检验
	同径管对口焊		一般	两管轴线一致	观察
	承插焊 (直径小于 10mm 铜管)		一般	插入方向顺介质流向	观察
	镀锌管连接		主要	丝扣连接	观察
	高压管路分支		主要	三通连接	观察
	与高温工艺设备、管道连接		主要	用补偿热膨胀措施	观察
	固 定	高压管路法兰连接	主要	符合国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的有关规定	观察
成排管路		主要	牢固, 间距均匀一致	观察, 用手试动, 用扳手试紧	
有振动管路		主要	牢固, 管子与支架间加软垫	观察, 用手试动, 用扳手试紧	

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法	
敷 设	固 定	不锈钢管路	主要	牢固, 不与碳钢直接接触	观察, 用手试动, 用扳手试紧	
		单板管路	主要	牢固、平直	观察, 用手试动, 用扳手试紧	
	支架制作		一般	牢固、平直、尺寸准确	观察, 用尺测量	
	支 架 间 距 ( $L_2$ )	水 平 敷 设	钢管	一般	$L_2 = 1 \sim 1.5\text{m}$ 均匀布设	用尺测量
			铜、铝、 塑料管及 管缆	一般	$L_2 = 0.5 \sim 0.7\text{m}$ 均匀布设	用尺测量
		垂 直 敷 设	钢管	一般	$L_2 = 1.5 \sim 2\text{m}$ 均匀布设	用尺测量
			铜、铝、 塑料管及 管缆	一般	$L_2 = 0.7 \sim 1\text{m}$ 均匀布设	用尺测量
	畅通试验		主要	无堵塞、无错接	试验、观察	
	吹除		主要	清洁, 无水无油等污物	观察, 用漂白布擦拭检验	
	管路、管件、阀门等 检查和试压		主要	符合 GBJ93—86 第 2.1.6 条和第八章第六节 的规定	核对试压记录, 必要 时试压检验	
	敷 设	标志牌		一般	按设计管号标志清楚 无误	观察
		防护		一般	涂漆完好, 按设计规 定做绝热、伴热	观察

注:  $D$  为管道外径。

### 第三节 仪表盘(箱、操作台)内配管

第 9.3.1 条 仪表盘(箱、操作台)内的配管质量和检验方法, 除应符合表 9.2.1 的有关规定外, 尚应符合表 9.3.1 的规定。

表 9.3.1 仪表盘(箱、操作台)内配管质量和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
配 管	位置	一般	不妨碍操作与维修	观察
	排列	一般	集中、成排、整齐	观察
	与仪表连接	主要	无渗漏, 不使仪表承 受机械应力	观察, 必要时卸下接 头检验

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
配	引入仪表箱的密封	非爆炸和火灾危险场所	一般	引入孔有防水装置	观察
		有爆炸和火灾危险场所	主要	引入孔密封	观察
管	接头, 阀门连接		主要	严密, 无渗漏	核对试漏记录, 必要时试漏检验
	固定		主要	牢固	用手试动, 观察

## 第十章 脱脂和防护

### 第一节 检验数量

第 10.1.1 条 脱脂和防护工程的检验数量应符合下列规定：

- 一、脱脂和隔离、吹洗防护工程必须全部检验。
- 二、绝热、伴热、涂漆防护工程，应按系统抽检 30%。
- 三、生活用辅助工程仪表及其系统绝热、伴热、涂漆防护工程，应按系统抽检 10%。

### 第二节 脱脂

第 10.2.1 条 脱脂的质量标准和检验方法，应符合表 10.2.1 的规定。

表 10.2.1 脱脂质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
准 备 工 作	脱脂件的内容		一般	符合设计要求	核对设计
	有机溶剂 含油量 (M)	净脱脂	主要	$M \leq 50\text{mg/l}$	核对合格证书
		粗脱脂	一般	$M = 50 - 500\text{mg/l}$	核对记录
	脱脂溶剂选用		一般	符合设计要求和 GBJ93—86 第 9.1.3 条的规定	核对设计或 GBJ93—86
	脱脂现场		主要	通风良好, 防护用具齐全	观察
	脱脂使用器具		一般	器具应进行预脱脂	用白滤纸或白布检验油迹
	脱脂溶剂保管		一般	标志清楚, 妥善保管	观察
	脱脂后脱脂件的保管		主要	脱脂件干燥无味并封闭良好	观察
	脱脂废液		一般	妥善处理	观察
脱脂件的油污及锈蚀		一般	作原始记录	核对记录	

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
脱脂	部件拆卸		一般	记录整体脱脂或拆卸脱脂	核对记录
	浸泡溶剂		一般	记录溶剂名称、浓度、温度等参数	核对记录
	浸泡时间		一般	记录所用时间	核对记录
	脱脂记录		一般	完整	核对记录
	脱脂件检验	白色滤纸擦拭	主要	纸上无油迹	核对脱脂记录,必要时用清洁干燥的白滤纸擦拭脱脂件内外
		紫外光灯照射	主要	无紫兰荧光	紫外线灯照射脱件表面
		脱脂件的蒸汽冷凝液	主要	樟脑丸不停旋转	用粒度小于 1mm 的纯樟脑丸
		硝酸脱脂液	主要	浓度不应大于 0.03%	用分析法检验酸中所含有机物的总量
		脱脂件表面	主要	无纤维、无杂质	观察

### 第三节 防 护

第 10.3.1 条 隔离、吹洗、伴热、绝热、涂漆防护工程的质量标准和检验方法,应符合表 10.3.1 的规定。

表 10.3.1 隔离、吹洗、伴热、绝热、涂漆防护工程安装质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
隔离器 吹洗装置安装	位置	膜片式	主要	紧靠检测点	观察
		隔离液式	主要	垂直,成对隔离器标高应一致	吊线用尺测量
		吹洗法	主要	吹洗介质入口接近检测点	观察
	隔离介质	膜片	主要	符合设计要求	核对设计和产品合格证,必要时作分析检查
		隔离液	主要	符合设计要求	核对设计和产品合格证,必要时作分析检查
		吹洗介质	主要	符合设计要求	核对设计,观察

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法	
伴热与绝热	蒸汽伴热管路	连接	主要	无渗漏,单回路供汽和回水时各回路不串联	观察,核对试压记录	
		液面计,隔离器伴热管连接	一般	用活接头,无渗漏	观察,核对试压记录	
		现场仪表调节阀伴热管连接	一般	无渗漏,便于拆卸和维修	观察,核对试压记录	
		位置	重伴热管	主要	与测量管路紧密接触	观察
			轻伴热管	主要	与测量管路稍有间距	观察
		固定	主要	不过紧,可自由伸缩	观察	
		排液装置	主要	在伴热管路集液处	观察	
	电伴热	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计	
		绝缘电阻值(R)	主要	$R > 1M\Omega$	用兆欧表测量	
		位置	电热线	主要	均匀,紧贴管路	观察
			电热器	一般	在保温箱内底部或后壁	观察
			保温箱内调温器	一般	在保温箱内侧壁	观察
		防爆等级	主要	符合设计要求	核对设计和产品合格证	
	固定	主要	牢固	用手试动,观察		
绝热层	主要	符合设计要求	核对设计			
涂漆	部位	主要	符合设计要求	核对设计		
	漆规格与颜色	主要	符合设计要求	核对设计和产品合格证		
	涂层数量	主要	符合设计要求	观察,核对设计和记录		
	涂件表面	主要	无锈蚀、焊渣、毛刺等污物	观察		
	涂刷时间	一般	仪表管路涂刷应在系统试压后进行	核对记录,观察		
	涂刷质量	主要	涂层均匀、牢固,无漏涂	观察		

## 第十一章 仪表调校

### 第一节 检验数量

第 11.1.1 条 仪表调校工程的检验数量应符合下列规定：

一、用于高压、负压、高温、易燃、易爆、有毒、有害介质和重要工艺参数的仪表，计量和安全联锁报警的仪表，必须全部检验。

二、用于中低压、常温等无害介质和一般工艺参数的仪表，应按系统抽检 30%，并不应少于一个系统。

### 第二节 单体检校

第 11.2.1 条 指示仪表的单体检校质量标准和检验方法，应符合表 11.2.1 的规定。

表 11.2.1 指示仪表单体检校质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 验	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观	一般	完整无损	观察
	调零	一般	灵活，有足够的调节幅度	核对调校记录，必要时作调零检验
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录，必要时用兆欧表测量（半导体、集成电路元件除外）
	严密性（气动管路）	主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
	液柱修正值	一般	正确	核对调校记录
调 校	可动部分平衡	一般	指示值改变不应大于允许基本误差绝对值	用信号发生器输入气或电信号，在刻度 20%、70% 分度线上，前后左右倾 30° 检验
	基本误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录，必要时用信号发生器输入信号检验
	回差值	主要	符合产品说明	核对调校记录，必要时用信号发生器输入信号检验
	指针移动	一般	平稳，无跳动或卡涩现象	观察

续表

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
调校	信号动作	报警偏差值	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器改变输入信号,检验动作值
		给定指针动作	主要	灵活、可靠	观察
		接点通断	主要	正常	用万用表检查
	调校记录		主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.2.2 条 记录仪表的单体调校质量标准和检验方法,应符合表 11.2.2 的规定。

表 11.2.2 记录仪表单体调校质量标准和检验方法

工序	检验项目		性质	质量标准	检验方法
检 查	规格型号		主要	符号设计要求	核对设计
	外观		一般	完整无损,零件齐全	观察
	指针移动		一般	平稳,无卡涩现象	观察
	绝缘电阻		主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用兆欧表检验(半导体、集成电路元件除外)
	严密性(气动管路)		主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
调 校	打印记录		一般	符号字迹清晰	观察
	划线记录		一般	线条均匀、清晰	观察
	记录纸移动和走速		主要	平稳、无卡涩现象, 符合产品说明	核对调校记录,必要时用秒表测量
	指针通过全程时间		主要	符合产品说明	用秒表测量
	指示值基本误差		主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	记录误差值		主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	回差值		主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	阻 尼 特 性	多点打印记录		一般	符合产品说明
划线记录		一般	符合产品说明	观察	

续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
调校	信号动作误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验动作值
	接点接触	主要	导电良好	用万用表测量
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

表 11.2.3 条 变送器的单体调校质量标准和检验方法,应符合表 11.2.3 的规定。

表 11.2.3 变送器单体调校质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 查	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观	一般	完整无损,零件齐全	观察
	防爆等级	主要	符合设计要求	核对设计
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用兆欧表测量(半导体、集成电路元件除外)
	严密性(气动管路)	主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
	杠杆传动和力平衡系统	一般	灵活、可靠	观察
	动圈的动作	一般	无卡涩现象	观察
	调零	一般	灵敏,有足够的调节幅度	核对调校记录,必要时作调零检验
调 校	恒流性能	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时改变负载电阻,观察输出电流变化
	静压试验(当工作压力大于 $100 \times 10^5$ Pa 时)	一般	在额定工作压力下输出信号变化符号产品说明	核对调校记录,必要时向正负压室加额定工作压力检验
	基本误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	回差值	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验



续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
调校	开方性能	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	小信号切除	一般	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	迁移量	主要	符合设计要求	核对调校记录
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.2.4 条 调节仪表的单体调校质量标准和检验方法,应符合表 11.2.4 的规定。

表 11.2.4 调节仪表单体调校质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
调校	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观	一般	完整无损,零件齐全	观察
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用兆欧表测量(半导体、集成电路元件除外)
	严密性(气动管路)	主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
	手动、自动双向转换试验(软硬手动双向转换)和正反作用试验	主要	转换灵活,无扰动,符合产品说明	核对调校记录,必要时实测检验
	检测基本误差值	主要	符合产品说明	核对调试记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	回差值	主要	符合产品说明	核对调校记录,必要时用信号发生器输入信号检验
	手动操作误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录
	闭环跟踪误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录
	控制点偏差值	主要	符合产品说明	核对调校记录
	比例带刻度误差值	一般	符合产品说明	核对调校记录
	积分时间刻度误差值	一般	符合产品说明	核对调校记录
	微分时间刻度误差值	一般	符合产品说明	核对调校记录
输出保持试验	一般	符合产品说明	核对调校记录	

续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
调 校	附加机构动作误差	主要	符合产品说明	核对调校记录
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.2.5 条 调节阀、执行机构和电磁阀的单体调校质量标准和检验方法，应符合表 11.2.5 的规定。

表 11.2.5 调节阀、执行机构和电磁阀单体调校质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
调 校	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观	一般	完整无损，零件齐全	观察
	可动部分动作	一般	灵活，无卡涩现象	观察
	减速箱油位	一般	不低于油标下限	观察
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录，必要时用兆欧表测量
	严密性（气、液动管路）	主要	无渗漏	观察或试漏
	位置反馈电流误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录必要时用标准电流表测量
	阀门定位器调整	主要	符合设计要求	观察，必要时用信号发生器输入信号检验
	阀泄漏量（用于事故切断的阀）	一般	符合产品说明	核对调校记录
	全行程及其时间	一般	符合产品说明	核对调校记录，必要时用秒表测量
调 校	阀强度试验（当工作压力大于 $100 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时）	一般	符合产品说明	核对调校记录
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.2.6 条 报警装置的单体调校质量标准和检验方法，应符合表 11.2.6 的规定。

表 11.2.6 报警装置单体调校质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 验	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观	一般	完整无损, 零件齐全	观察
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录, 必要时用兆欧表测量(半导体、集成电路元件除外)
调 校	灯光试验	主要	信号灯全亮	观察
	报警试验	主要	信号灯闪、亮, 伴有音响	观察
	消音试验	主要	信号灯常亮, 音响消失	观察
	复位试验	主要	信号灯熄灭(检测点正常时)	观察
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.2.7 条 运算和辅助单元的单体调校质量标准和检验方法, 应符合表 11.2.7 的规定。

表 11.2.7 运算和辅助单元单体调校质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 验	规格 型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观	一般	完整无损, 零件齐全	观察
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录, 必要时用兆欧表测量(半导体、集成电路元件除外)
	严密性(气动管路)	主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
调 校	管路连接	主要	符合设计要求	核对设计
	线路连接	主要	符合设计要求	核对设计
	运算基本误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录, 必要时用信号发生器输入运算信号检验
	回差值	主要	符合产品说明	核对调校记录, 必要时用信号发生器输入信号检验
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.2.8 条 分析仪表的单体检校质量标准和检验方法，应符合表 11.2.8 的规定。

表 11.2.8 分析仪表单体检校质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 验	规格型号	主要	符合设计要求	核对设计
	外观	一般	完整无损，零件齐全	观察
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录，必要时用兆欧表测量（半导体、集成电路元件除外）
	管路严密性	主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
调 校	线路连接	主要	符合产品说明	核对产品说明书
	管路连接	主要	符合设计要求	核对设计
	反应时间	一般	符合产品说明	秒表测量
	重现性	一般	符合产品说明	核对调校记录，必要时用相同样品检验
	非线性误差	一般	符合产品说明	核对调校记录，必要时加入标准样品试验
	恒流性能	一般	符合产品说明	核对调校记录
	比值精度	一般	符合产品说明	核对调校记录
	基本误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录，必要时加入标准样品检验
	附属装置调试	主要	符合产品说明	核对调校记录
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

### 第三节 系统调试

第 11.3.1 条 检测系统的调试质量标准和检验方法，应符合表 11.3.1 的规定。

表 11.3.1 检测系统调试质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 验	线路连接	主要	符合设计要求	核对设计, 用万用表或校线器等检验
	管路连接	主要	符合设计要求	核对设计
	严密性(气动管路)	主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录, 必要时用兆欧表测量(半导体、集成电路元件除外)
	线路补偿电阻配制误差	一般	$\pm 0.1\Omega$	用电桥测量
调 校	仪表零点	一般	正确	观察
	检测系统误差(指示记录、累积)	主要	不大于系统内各单元仪表允许基本误差平方和平方根值	核对调校记录, 必要时在检测端用信号发生器输入信号检验
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.3.2 条 调节系统的调试质量标准和检验方法, 应符合表 11.3.2 的规定。

表 11.3.2 调节系统调试质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检 查	线路连接	主要	符合设计要求	核对设计, 用万用表或校线器等检验
	管路连接	主要	符合设计要求	核对设计
	严密性(气动管路)	主要	无渗漏	观察或用肥皂水试漏
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录, 必要时用兆欧表测量(半导体、集成电路元件除外)
	调节器、执行器、调节阀动作方向	一般	符合设计要求	观察
调 校	检测基本误差值	主要	不大于系统内各单元仪表允许基本误差平方和的平方根值	核对调校记录, 必要时在检测端用信号发生器输入信号检验
	软手动输出特性	主要	符合产品说明	核对调校记录
	比例、积分、微分	主要	设定值基本符合工况要求	观察

续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
调校	手动、自动双向转换性能	主要	符合产品说明	核对调校记录
	控制点偏差值	主要	符合产品说明	核对调校记录
	执行器全行程动作(包括阀门定位器)	一般	灵活、无卡涩现象	观察
	手动操作机构输出信号	主要	与执行器动作和行程匹配	观察, 核对调校记录, 必要时作手动输出检验
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.3.3 条 报警系统的调试质量标准和检验方法, 应符合表 11.3.3 的规定。

表 11.3.3 报警系统调试质量检验标准

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检查	线路连接	主要	符号设计要求	核对设计, 用万用表或校线器等检验
	绝缘电阻	主要	符合产品说明	核对调校记录, 必要时用兆欧表测量(半导体、集成电路元件除外)
	灯光试验	主要	信号灯全亮	作试验、观察
灯光音响试验	报警试验	主要	信号灯闪、亮, 伴有音响	作试验、观察
	消音试验	主要	信号灯常亮, 音响消失	作试验、观察
	复位试验	主要	信号灯熄灭(检测点正常时)	作试验、观察
信号模拟试验	各回路报警试验	主要	相应信号灯闪、亮, 伴有音响	核对调校记录, 在相应检测点输入模拟信号检验
	消音试验	一般	相应信号灯常亮, 音响消失	按消音按钮检验
	各回路复位试验	一般	相应信号灯熄灭	在相应检验点输入正常值模拟信号检验

续表

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
信号模拟试验	给定值	主要	符合设计要求	核对设计, 观察
	信号光字牌	一般	书写正确、清晰、显示正确	观察
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

第 11.3.4 条 连锁系统的调试质量标准和检验方法, 应符合表 11.3.4 的规定。

表 11.3.4 连锁系统调试质量标准和检验方法

工序	检验项目	性质	质量标准	检验方法
检查	线路连接	主要	符合设计要求	核对设计, 用万用表或校线器等检验
	绝缘电阻	主要	符合产品说明或设计	核对调校记录, 必要时用兆欧表测量 (半导体、集成电路元件除外)
调试	连锁接点动作程序	主要	符合设计要求	观察, 核对设计
	给定值	主要	符合设计要求	观察, 核对设计
	给定值动作误差值	主要	符合产品说明	核对调校记录, 在检测点输入模拟信号检验
	调校记录	主要	字迹清楚 数据准确 项目齐全 责任明确	观察

# 标准规范二 工业自动化仪表 工程施工及验收规范

GBJ 93—86

## 第一章 总 则

第 1.0.1 条 本规范适用于工业自动化仪表（以下简称仪表）工程的施工及验收。

第 1.0.2 条 仪表工程的施工，应按照设计施工图纸和仪表安装使用说明书的规定进行；当设计无规定时，应符合本规范的规定；设备和材料的型号、规格和材质应符合设计规定；修改设计必须经过原设计部门的同意。

第 1.0.3 条 仪表工程的施工，应做好与建筑、电气及工艺设备、管道等专业的配合工作。

第 1.0.4 条 仪表工程中的电气设备、电气线路以及电气防爆和接地工程的施工，在本规范内未作规定的部分，应符合现行的国家标准《电气装置安装工程施工及验收规范》中的有关规定。

第 1.0.5 条 仪表工程中的焊接工作，应符合现行的国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的规定。

第 1.0.6 条 仪表工程中供气系统的吹扫、供液系统的清洗、管子的切割方法、采用螺纹法兰连接高压管的螺纹和密封面的加工以及管路的连接等应符合现行的国家标准《工业管道工程施工及验收规范》的规定。

第 1.0.7 条 仪表工程所采用的设备及主要材料应符合现行的国家或部颁标准的有关规定。

第 1.0.8 条 待安装的仪表设备，应按其要求的保管条件分类妥善保管，仪表工程用的主要材料，应按其材质、型号及规格，分类保管。

第 1.0.9 条 仪表工程应具备下列条件方可施工：

- 一、设计施工图纸、有关技术文件及必要的仪表安装使用说明书已齐全；
- 二、施工图纸已经过会审；
- 三、已经过技术交底和必要的技术培训等技术准备工作；
- 四、施工现场已具备仪表工程的施工条件。

第 1.0.10 条 仪表工程的施工除应按本规范执行外尚应按现行的有关标准、规范的规定执行。

## 第二章 取源部件的安装

### 第一节 一般规定

第 2.1.1 条 取源部件的安装，应在工艺设备制造或工艺管道预制、安装的同时进行。

第 2.1.2 条 安装取源部件的开孔与焊接工作，必须在工艺管道或设备的防腐、衬里、吹扫和压力试验前进行。

第 2.1.3 条 在高压、合金钢、有色金属的工艺管道和设备上开孔时，应采用机械加工的方法。



第 2.1.4 条 在砌体和混凝土浇注体上安装的取源部件应在砌筑或浇注的同时埋入，当无法做到时，应预留安装孔。

第 2.1.5 条 安装取源部件不宜在焊缝及其边缘上开孔及焊接。

第 2.1.6 条 取源阀门应按现行的国家标准《工业管道工程施工及验收规范》的规定检验合格后，才能安装。

第 2.1.7 条 取源阀门与工艺设备或管道的连接不宜采用卡套式接头。

## 第二节 温度取源部件

第 2.2.1 条 温度取源部件的安装位置应选在介质温度变化灵敏和具有代表性的地方，不宜选在阀门等阻力部件的附近和介质流束呈死角处以及振动较大的地方。

第 2.2.2 条 热电偶取源部件的安装位置，宜远离强磁场。

第 2.2.3 条 温度取源部件在工艺管道上的安装应符合下列规定：

- 一、与工艺管道垂直安装时，取源部件轴线应与工艺管道轴线垂直相交。
- 二、在工艺管道的拐弯处安装时，宜逆着介质流向，取源部件轴线应与工艺管道轴线相重合。
- 三、与工艺管道倾斜安装时，宜逆着介质流向，取源部件轴线应与工艺管道轴线相交。

第 2.2.4 条 设计规定取源部件需要安装在扩大管上时，扩大管的安装应符合现行的国家标准《工业管道工程施工及验收规范》中关于异径管安装的规定。

## 第三节 压力取源部件

第 2.3.1 条 压力取源部件的安装位置应选在介质流束稳定的地方。

第 2.3.2 条 压力取源部件与温度取源部件在同一管段上时，应安装在温度取源部件的上游侧。

第 2.3.3 条 压力取源部件的端部不应超出工艺设备或管道的内壁。

第 2.3.4 条 测量带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等混浊介质的压力时，取源部件应倾斜向上安装。在水平的工艺管道上宜顺流束成锐角安装。

第 2.3.5 条 当测量温度高于 60℃ 的液体、蒸汽和可凝性气体的压力时，就地安装的压力表的取源部件应带有环形或 U 型冷凝弯。

第 2.3.6 条 压力取源部件在水平和倾斜的工艺管道上安装时，取压口的方位应符合下列规定：

- 一、测量气体压力时，在工艺管道的上半部。
- 二、测量液体压力时，在工艺管道的下半部与工艺管道的水平中心线成 0~45 度夹角的范围内。
- 三、测量蒸汽压力时，在工艺管道的上半部及下半部与工艺管道水平中心线成 0~45 度夹角的范围内。

## 第四节 流量取源部件

第 2.4.1 条 孔板、喷嘴和文丘利管上、下游侧直管段的最小长度，当设计无规定时，应符合本规范附录一的规定。

第 2.4.2 条 安装节流件所规定的最小直管段，其内表面应清洁、无凹坑。

第 2.4.3 条 在节流件的上游侧安装温度计时，温度计与节流件间的直管距离应符合下列规定：

- 一、当温度计套管直径小于或等于 0.03 倍工艺管道内径时，不小于 5（或 3）倍工艺管道内径。
- 二、当温度计套管的直径在 0.03 到 0.13 倍工艺管道内径之间时，不小于 20（或 10）倍工艺管道内径。

注：采用括号内的数字时，流量的附加极限相对误差为 $\pm 0.5\%$ 。

第 2.4.4 条 在节流件的下游侧安装温度计时，温度计与节流件间的直管距离不应小于 5 倍工艺管道内径。

第 2.4.5 条 夹紧节流件用的法兰的安装应符合下列规定：

- 一、法兰与工艺管道焊接后管口与法兰密封面应平齐。
- 二、法兰面应与工艺管道轴线相垂直，垂直度允许偏差为 1 度。
- 三、法兰应与工艺管道同轴，同轴度允许偏差不得超过下式规定；

$$t \leq 0.015D (1/\beta - 1) \quad (2.4.5)$$

式中  $t$ ——同轴度允许偏差；

$D$ ——工艺管道内径；

$\beta$ ——工作状态下节流件的内径与工艺管道内径之比。

四、采用对焊法兰时，法兰内径必须与工艺管道内径相等。

第 2.4.6 条 节流装置在水平和倾斜的工艺管道上安装时，取压口的方位应符合下列规定：

- 一、测量气体和液体流量时，符合本规范第 2.3.6 条的一和二款的规定。
- 二、测量蒸汽流量时，在工艺管道的上半部与工艺管道水平中心线成  $0 \sim 45$  度夹角的范围内。

第 2.4.7 条 孔板或喷嘴采用单独钻孔的角接取压时，应符合下列规定：

一、上、下游测取压孔的轴线，分别与孔板或喷嘴、下游侧端面间的距离应等于取压孔直径的一半；

- 二、取压孔的直径宜在  $4 \sim 10\text{mm}$  之间，上、下游侧取压孔的直径应相等；
- 三、取压孔的轴线、与孔板或喷嘴、下游侧端面形成的夹角应小于或等于 3 度。

第 2.4.8 条 孔板采用法兰取压时，应符合下列规定：

- 一、上、下游侧取压孔的轴线，分别与孔板上、下游侧端面间的距离应等于  $25.4 \pm 0.8\text{mm}$ ；
- 二、取压孔的直径宜在  $6 \sim 12\text{mm}$  之间，上、下游侧取压孔的直径应相等；
- 三、取压孔的轴线，应与工艺管道轴线相垂直。

第 2.4.9 条 孔板采用  $D$  和  $D/2$  取压时，应符合下列规定：

一、上游侧取压孔的轴线与孔板上游侧端面间距离应等于  $D \pm 0.1D$ ；下游侧取压孔的轴线与孔板上游侧端面间的距离应等于：

当  $\beta \leq 0.6$  时， $0.5D \pm 0.02D$ ；

当  $\beta > 0.6$  时， $0.5D \pm 0.01D$ 。

二、取压孔的轴线，应与工艺管道轴线相垂直，上、下游侧取压孔的直径应相等。

第 2.4.10 条 用均压环取压时，取压孔应在同一截面上均匀设置，且上、下游侧取压孔的数量必须相等。

第 2.4.11 条 测量蒸汽流量设置冷凝器时，两个冷凝器的安装标高必须一致。

第 2.4.12 条 皮托管、文丘利式皮托管和均速管等流量检测元件的取源部件的轴线，必须与工艺管道轴线垂直相交；其上、下游侧直管段的最小长度应符合仪表安装使用说明书的规定。

## 第五节 物位取源部件

第 2.5.1 条 物位取源部件的安装位置，应选在物位变化灵敏，且不使检测元件受到物料冲击的地方。

第 2.5.2 条 内浮筒液面计及浮球液面计采用导向管或其他导向装置时，导向管或导向装置必须垂直安装；并应保证导向管内液流畅通。

第 2.5.3 条 双室平衡容器的安装应符合下列规定：

- 一、安装前应复核制造尺寸，检查内部管路的严密性；
- 二、应垂直安装，其中心点应与正常液体相重合。

第 2.5.4 条 单室平衡容器的安装应符合下列规定：

- 一、平衡容器宜垂直安装；
- 二、安装标高应符合设计规定。

第 2.5.5 条 补偿式平衡容器的安装，当固定平衡容器时，应有防止因工艺设备的热膨胀而被损坏的措施。

第 2.5.6 条 安装浮球液位报警器用的法兰与工艺设备之间连接管的长度，应保证浮球能在全量程范围内自由活动。

## 第六节 分析取源部件

第 2.6.1 条 分析取源部件的安装位置，应选在压力稳定、灵敏反映真实成分、具有代表性的被分析介质的地方。

第 2.6.2 条 在水平和倾斜的工艺管道上安装的分析取源部件，其安装方位应符合本规范第 2.3.6 条的规定。

第 2.6.3 条 被分析的气体内含有固体或液体杂质时，取源部件的轴线与水平线之间的仰角应大于 15 度。

# 第三章 仪表盘（箱、操作台）的安装

## 第一节 一般规定

第 3.1.1 条 仪表盘（箱、操作台）的安装位置，应选在光线充足，通风良好，操作维修方便的地方。

第 3.1.2 条 仪表盘（箱、操作台）安装在有振动影响的地方时，应采取减振措施。

第 3.1.3 条 盘间及盘各构件间应连接紧密、牢固，安装用的紧固件应有防锈层（镀锌、镀镍或烤兰）。

第 3.1.4 条 仪表盘（箱、操作台）在安装前应作检查，并应符合下列规定：

- 一、盘面平整，内外表面漆层完好；
- 二、盘的外形尺寸和仪表安装孔尺寸、盘上安装的仪表和电气设备的型号及规格符合设计规定。

## 第二节 仪表盘（箱、操作台）安装

第 3.2.1 条 仪表盘（操作台）型钢底座的制作尺寸，应与仪表盘（操作台）相符，其直线度允许偏差为每米 1mm，当型钢底座的总长超过 5m 时，全长允许偏差为 5mm。

第 3.2.2 条 仪表盘（操作台）的型钢底座安装时，其上表面应保持水平，水平方向的倾斜度允许偏差为每米 1mm，当型钢底座的总长超过 5m 时，全长允许偏差为 5mm。

第 3.2.3 条 仪表盘（操作台）的型钢底座应在二次抹面前安装找正，其上表面应高出地面。

第 3.2.4 条 仪表箱（板）、保温箱、保护箱的安装应符合下列规定：

- 一、应垂直、平正、牢固；

- 二、垂直度允许偏差为 3mm；箱（板）的高度大于 1.2m 时，垂直度允许偏差为 4mm；
- 三、水平方向的倾斜度允许偏差为 3mm。

第 3.2.5 条 单独的仪表盘（操作台）的安装应符合下列规定：

- 一、应垂直、平正、牢固；
- 二、垂直度允许偏差为每米 1.5mm；
- 三、水平方向的倾斜度允许偏差为每米 1mm。

第 3.2.6 条 成排的仪表盘（操作台）的安装，除应符合本规范第 3.2.5 条的规定外，还应符合下列规定：

- 一、相邻两盘（操作台）顶部高度允许偏差为 2mm；
- 二、当盘间的连接处超过两处时，其顶部高度最大允许偏差为 5mm；
- 三、相邻两盘（操作台）接缝处盘正面的平面度允许偏差为 1mm；
- 四、当盘间的连接超过 5 处时，盘正面的平面度最大允许偏差为 5mm；
- 五、相邻两盘（操作台）间接缝的间隙，不大于 2mm。

## 第四章 仪表设备的安装

### 第一节 一般规定

第 4.1.1 条 就地安装仪表的安装位置，应符合下列规定：

一、光线充足，操作和维修方便；不宜安装在振动、潮湿、易受机械损伤、有强磁场干扰、高温、温度变化剧烈和有腐蚀性气体的地方。

二、仪表的中心距地面的高度宜为 1.2~1.5m。

就地安装的显示仪表应安装在手动操作阀门时便于观察仪表示值的位置。

第 4.1.2 条 仪表安装前应外观完整、附件齐全，并按设计规定检查其型号、规格及材质。

第 4.1.3 条 仪表安装时不应敲击及振动，安装后应牢固、平正。

第 4.1.4 条 设计规定需要脱脂的仪表，应经脱脂检查合格后方可安装。

第 4.1.5 条 直接安装在工艺管道上的仪表，宜在工艺管道吹扫后压力试验前安装，当必须与工艺管道同时安装时，在工艺管道吹扫时应将仪表拆下。仪表外壳上箭头的指向应与被测介质的流向一致。仪表与工艺管道连接时，仪表上法兰的轴线应与工艺管道轴线一致，固定时应使其受力均匀。

第 4.1.6 条 直接安装在工艺设备或管道上的仪表安装完毕，应随同工艺系统一起进行压力试验。

第 4.1.7 条 仪表及电气设备上接线盒的引入口不应朝上，以避免油、水及灰尘进入盒内，当不可避免时，应采取密封措施。

第 4.1.8 条 仪表和电气设备标志牌上的文字及端子编号等，应书写正确、清楚。

第 4.1.9 条 仪表及电气设备的接线应符合下列规定：

- 一、接线前应校线并标号。
- 二、剥绝缘层时不应损伤线芯。
- 三、多股线芯端头宜烫锡或采用接线片。采用接线片时，电线与接线片的连接应压接或焊接，连接处应均匀牢固、导电良好。
- 四、锡焊时应使用无腐蚀性焊药。
- 五、电缆（线）与端子的连接处应固定牢固，并留有适当的余度。

六、接线应正确，排列应整齐、美观。

七、仪表及电气设备易受振动影响时，接线端子上应加弹簧垫圈。

八、线路补偿电阻应安装牢固，拆装方便，其阻值允许误差为 $\pm 0.1\Omega$ 。

## 第二节 温度仪表

第 4.2.1 条 在多粉尘的工艺管道上安装的测温元件，应采取防止磨损的保护措施。

第 4.2.2 条 热电偶或热电阻安装在易受被测介质强烈冲击的地方，以及当水平安装时其插入深度大于 1m 或被测温度大于 700℃ 时，应采取防弯曲措施。

第 4.2.3 条 表面温度计的感温面应与被测表面紧密接触，固定牢固。

第 4.2.4 条 压力式温度计的温包必须全部浸入被测介质中，毛细管的敷设应有保护措施，其弯曲半径不应小于 50mm，周围温度变化剧烈时应采取隔热措施。

## 第三节 压力仪表

第 4.3.1 条 测量低压的压力表或变送器的安装高度，宜与取压点的高度一致。

第 4.3.2 条 就地安装的压力表不应固定在振动较大的工艺设备或管道上。

第 4.3.3 条 测量高压的压力表安装在操作岗位附近时，宜距地面 1.8m 以上，或在仪表正面加保护罩。

## 第四节 流量仪表

第 4.4.1 条 孔板和喷嘴的安装应符合下列规定：

一、孔板或喷嘴安装前应进行外观检查，孔板的入口和喷嘴的出口边缘应无毛刺和圆角，并按现行的国家标准《流量测量节流装置的设计安装和使用》的规定复验其加工尺寸；

二、安装前进行清洗时不应损伤节流件；

三、孔板的锐边或喷嘴的曲面侧应迎着被测介质的流向；

四、在水平和倾斜的工艺管道上安装的孔板或喷嘴，若有排泄孔时，排泄孔的位置对液体介质应在工艺管道的正上方，对气体及蒸汽介质应在工艺管道的正下方；

五、孔板或喷嘴与工艺管道的同轴度及垂直度，应符合本规范第 2.4.5 条的规定；

六、环室上有“+”号的一侧应在被测介质流向的上游侧，当用箭头标明流向时，箭头的指向应与被测介质的流向一致；

七、垫片的内径不应小于工艺管道的内径。

第 4.4.2 条 差压计或差压变送器正、负压室与测量管路的连接必须正确。

第 4.4.3 条 转子流量计的安装应呈垂直状态，上游侧直管段的长度不宜小于 5 倍工艺管道内径，其前后的工艺管道应固定牢固。

第 4.4.4 条 靶式流量计靶的中心，应在工艺管道的轴线上。

第 4.4.5 条 涡轮流量计的前置放大器与变送器间的距离不宜大于 3m。

第 4.4.6 条 电磁流量计的安装应符合下列规定：

一、流量计、被测介质及工艺管道三者之间应连成等电位，并应接地；

二、在垂直的工艺管道上安装时，被测介质的流向应自下而上，在水平和倾斜的工艺管道上安装时，两个测量电极不应在工艺管道的正上方和正下方位置；

三、口径大于 300mm 时，应有专用的支架支撑；

四、周围有强磁场时，应采取防干扰措施。

第 4.4.7 条 椭圆齿轮流量计的刻度盘面应处于垂直平面内。

## 第五节 物位仪表

第 4.5.1 条 浮筒液面计的安装应使浮筒呈垂直状态。其安装高度宜使仪表全量程的  $\frac{1}{2}$  处为正常液位。

第 4.5.2 条 用差压计或差压变送器测量液位时，仪表安装高度不应高于下部取压口。

注：用双法兰式差压变送器、吹气法及利用低沸点液体汽化传递压力的方法测量液位时，不受此规定限制。

第 4.5.3 条 双法兰式差压变送器毛细管的敷设应符合本规范第 4.2.4 条的规定。

第 4.5.4 条 放射性同位素物位计的安装应符合下列规定：

- 一、安装前应制订施工方案，并严格执行；
- 二、安装中的安全防护措施必须符合现行的国家标准《放射防护规定》的规定；
- 三、在仪表安装地点应有明显的警戒标志。

第 4.5.5 条 负荷传感器的安装应符合下列规定：

- 一、传感器的安装应呈垂直状态，各个传感器的受力应均匀；
- 二、当有冲击性负载时应有缓冲措施。

## 第六节 分析仪表

第 4.6.1 条 预处理装置应单独安装，并宜靠近变送器。

第 4.6.2 条 被分析样品的排放管应直接与排放总管连接，总管应引至室外安全场所，其集液处应有排液装置。

## 第七节 调节阀、执行机构和电磁阀

第 4.7.1 条 阀体上箭头的指向应与介质流动的方向一致。

注：当有特殊要求时，可不受此规定限制。

第 4.7.2 条 安装用螺纹连接的小口径调节阀时，必须装有可拆卸的活动连接件。

第 4.7.3 条 执行机构应固定牢固，操作手轮应处在便于操作的位置。

第 4.7.4 条 执行机构的机械传动应灵活，无松动和卡涩现象。

第 4.7.5 条 执行机构连杆的长度应能调节，并应保证调节机构在全开到全关的范围内动作灵活、平稳。

第 4.7.6 条 当调节机构能随同工艺管道产生热位移时，执行机构的安装方式应能保证其和调节机构的相对位置保持不变。

第 4.7.7 条 气动及液动执行机构的信号管应有足够的伸缩余度，不应妨碍执行机构的动作。

第 4.7.8 条 液动执行机构的安装位置应低于调节器。当必须高于调节器时，两者间最大的高度差不应超过 10m，且管路的集气处应有排气阀，靠近调节器处应有逆止阀或自动切断阀。

第 4.7.9 条 电磁阀在安装前应按安装使用说明书的规定检查线圈与阀体间的绝缘电阻。

## 第五章 仪表供电设备及供气、供液系统的安装

### 第一节 供电设备

第 5.1.1 条 安装前应检查设备的外观和技术性能并应符合下列规定；

一、继电器、接触器及开关的触点，接触应紧密可靠，动作灵活，无锈蚀、损坏；

二、固定和接线用的紧固件、接线端子，应完好无损，且无污物和锈蚀；

三、防爆设备、密封设备的密封垫、填料函，应完整、密封；

四、设备的电气绝缘、输出电压值、熔断器的容量以及备用供电设备的切换时间，应符合安装使用说明书的规定；

五、设备的附件齐全，不应缺损。

第 5.1.2 条 不宜将设备安装在高温、潮湿、多尘、有爆炸及火灾危险、有腐蚀作用、振动及可能干扰其附近仪表等场所。当不可避免时，应采取相应的防护措施。

第 5.1.3 条 设备的安装位置应选在便于检查、维修、拆卸，通风良好，且不影响人行和邻近设备安装与解体的场所。

第 5.1.4 条 设备的安装应牢固、整齐、美观，设备位号、端子编号、用途标牌、操作标志及其他标记，应完整无缺，书写正确清楚。

第 5.1.5 条 检查、清洗或安装设备时，不应损伤设备的绝缘、内部接线和触点部分。无特殊原因时，不应将设备上已密封的可调装置及密封罩启封。当必须启封时，启封后应重新密封，并做好记录。

第 5.1.6 条 固定设备时，应使设备受力均匀。

第 5.1.7 条 盘上安装的供电设备，其裸露带电体相互间或与其他裸露导体之间的距离，不应小于 4mm，当无法满足时，相互间必须可靠绝缘。

第 5.1.8 条 供电箱安装在混凝土墙、柱或基础上时，宜采用膨胀螺栓固定，并应符合下列规定：

一、箱体中心距地面的高度宜为 1.3 ~ 1.5m。

二、成排安装的供电箱，应排列整齐、美观。

第 5.1.9 条 金属供电箱应有明显的接地标记，接地线连接应牢固可靠。

第 5.1.10 条 整流器在使用前应检查其输出电压，电压值应符合安装使用说明书的规定。

第 5.1.11 条 稳压器在使用前应检查其稳压特性，电压波动值应符合安装使用说明书的规定。

第 5.1.12 条 不间断电源系统安装完毕，应检查其自动切换装置的可靠性，切换时间及切换电压值应符合设计规定。

第 5.1.13 条 供电设备的带电部分与金属外壳间的绝缘电阻，用 500V 兆欧表测量时，不应小于 5MΩ。当安装使用说明书中有特殊规定时，应符合其规定。

第 5.1.14 条 供电系统送电前，系统内所有的开关，均应置于“断”的位置，并应检查熔断器容量。

### 第二节 供气系统

第 5.2.1 条 供气管采用镀锌钢管时，应用螺纹连接，连接处必须密封；缠绕密封带或涂抹密封

胶时,不应使其进入管内。采用无缝钢管时可用焊接,焊接时焊渣不应落入管内。

第 5.2.2 条 控制室内的供气总管应有不小于 1:500 的坡度,并在其集液处安装排污阀,排污管口应远离仪表、电气设备及接线端子。装在过滤器下面的排污阀与地面间,应留有便于操作的空间。

第 5.2.3 条 供气系统内安全阀的动作压力应按规定值整定。

第 5.2.4 条 空气干燥器再生切换装置的切换阀应清洗干净,不应堵塞,动作应正确、灵活,并应按照规定的操作周期进行整定。

第 5.2.5 条 供气系统采用的管子、阀门、管件等,在安装前均应进行清洗,不应有油、水、锈蚀等污物。

第 5.2.6 条 供气系统的配管应整齐、美观,其末端和集液处应有排污阀。在水平干管上支管的引出口,应在干管的上方。

第 5.2.7 条 供气系统的压力试验,应符合本规范第八章第六节的规定。

第 5.2.8 条 供气系统安装完毕后应进行吹扫,应符合下列规定:

一、吹扫前,应将控制室供气总管入口、分部供气总入口和接至各仪表供气入口处的过滤减压阀断开并敞口,先吹总管,然后依次吹各支管及接至各仪表的管路;

二、应使用符合仪表空气质量标准、压力为  $5 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $5 \sim 7 \text{ kgf/cm}^2$ ) 的压缩空气。

三、当排出的吹扫气体内固体尘粒以及油、水等杂质的含量,不高于进入供气系统前的含量时,即为吹扫合格。

第 5.2.9 条 供气系统吹扫完毕,控制室、现场供气总管的入口阀和干燥器及空气贮罐的入口、出口阀,均应有“未经许可不得关闭”的标志。

第 5.2.10 条 供气装置使用前,应按设计规定整定供气压力值。

### 第三节 供液系统

第 5.3.1 条 本节规定仅适用于压力不大于  $16 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $16 \text{ kgf/cm}^2$ ) 的液压调节供液系统的安装。

第 5.3.2 条 贮液箱的安装位置应低于回液集管,回液集管与贮液箱上回液管接头间的最小高差,宜为  $0.3 \sim 0.5 \text{ m}$ 。

第 5.3.3 条 油压管路不应平行敷设在高温工艺设备、管道的上方。与热表面绝热层间的距离,应大于  $150 \text{ mm}$ 。

第 5.3.4 条 液压泵的自然流动回液管的坡度不应小于 1:10,否则应将回液管的管径加大。当回液落差较大时,为减少泡沫,应在集液箱之前安装一个水平段或“U”型弯管。

第 5.3.5 条 回液管路的各分支管与总管连接时,支管应顺介质流动方向与总管成锐角连接。

第 5.3.6 条 贮液箱及液压管路的集气处应有放空阀;放空管的上端应向下弯曲  $180^\circ$ 。

第 5.3.7 条 供液系统用的过滤器,安装前应检查其滤网是否符合产品规定标准,并应清洗干净。进口与出口方向不得装错,排污阀与地面间,应留有便于操作的距离。

第 5.3.8 条 接至液压调节器的液压流体管路,不应有环形弯或曲折弯。

第 5.3.9 条 液压调节器与供液管和回液管连接时,应采用金属耐压软管。

第 5.3.10 条 供液系统内的逆止阀或闭锁阀,在安装前应清洗、检查和试验。

第 5.3.11 条 供液系统的压力试验,应符合本规范第八章第六节的规定。

第 5.3.12 条 供液系统应进行清洗,并按设计及设备安装使用说明书的规定进行调试,合格后方可使用。

第 5.3.13 条 供液系统清洗完毕,液压装置的供液阀和回液阀以及执行器和总管之间的切断阀,应有“未经许可不得关闭”的标志。



## 第六章 仪表用电气线路的敷设

### 第一节 一般规定

第 6.1.1 条 电缆(线)敷设前,应做外观及导通检查,并用直流 500V $\Omega$  表测量绝缘电阻,其电阻值不应小于 5M $\Omega$ ;当有特殊规定时,应符合其规定。

第 6.1.2 条 线路应按最短途径集中敷设、横平竖直、整齐美观,不宜交叉。

第 6.1.3 条 线路不应敷设在易受机械损伤、有腐蚀性介质排放、潮湿以及有强磁场和强静电场干扰的区域。当无法避免时,应采取保护或屏蔽措施。

第 6.1.4 条 线路不应敷设在影响操作,妨碍设备检修、运输和人行人的位置。

第 6.1.5 条 当线路周围环境温度超过 65℃时,应采取隔热措施;处在有可能引起火灾的火源场所时,应加防火措施。

第 6.1.6 条 线路不宜平行敷设在高温工艺设备、管道的上方和具有腐蚀性液体介质的工艺设备、管道的下方。

第 6.1.7 条 线路与绝热的工艺设备、管道绝热层表面之间的距离应大于 200mm,与其他工艺设备、管道表面之间的距离应大于 150mm。

第 6.1.8 条 架空敷设的线路从户外进入室内时,应有防水措施。

第 6.1.9 条 线路的终端接线处以及经过建筑物的伸缩缝和沉降缝处,应留有适当的余度。

第 6.1.10 条 线路不应有中间接头,当无法避免时,应在分线箱或接线盒内接线,接头宜采用压接;当采用焊接时应用无腐蚀性的焊药。补偿导线宜采用压接。同轴电缆及高频电缆应采用专用接头。

第 6.1.11 条 敷设线路时,不宜在混凝土梁、柱上凿安装孔,在防腐蚀的厂房内不应破坏防腐层。

第 6.1.12 条 线路敷设完毕,应进行校线及标号,并按本规范第 6.1.1 条的规定,测量绝缘电阻。

第 6.1.13 条 测量线路绝缘电阻时,必须将已连接上的仪表设备及元件断开。

第 6.1.14 条 在线路的终端处和地下入并处,应加标志牌;地下埋设的线路,应在其正上方地面上加标桩;标志牌和标桩应坚固、明显、防腐蚀,其上的字迹应清晰、不易脱落。

### 第二节 支架的安装

第 6.2.1 条 制作支架时应将材料矫正、平直。切口处不应有卷边和毛刺。

制作好的支架应牢固、平正、尺寸准确。

第 6.2.2 条 安装支架时,应符合下列规定:

一、在金属结构和混凝土构筑物的预埋件上,应采用焊接固定。

二、在混凝土上,宜采用膨胀螺栓固定。

三、在不允许焊接支架的工艺管道上,应采用“U”型螺栓或卡子固定。

四、在允许焊接支架的金属工艺设备、管道上,可采用焊接固定。当工艺设备、管道与支架不是同一种材质或需要增加强度时,应预先焊接一块与工艺设备、管道材质相同的加强板后,再在其上面焊接支架。

五、支架应固定牢固、横平竖直、整齐美观。在同一直线段上的支架间距应均匀。

六、支架安装在有坡度的电缆沟内或建筑物构架上时，其安装坡度应与电缆沟或建筑物构架的坡度相同；安装在有弧度的设备或构架上时，其安装弧度应与设备或构架的弧度相同。

第 6.2.3 条 支架不应安装在具有较大振动、热源、腐蚀性液滴及排污沟道的位置；也不宜安装在具有高温、高压、腐蚀性及易燃易爆等介质的工艺设备、管道以及能移动的构筑物上。

第 6.2.4 条 水平安装的汇线槽及保护管用的金属支架间距宜为 2m；在拐弯处、终端处及其他需要的位置可适当减小间距；垂直安装时可适当增大间距。

第 6.2.5 条 电缆支架间距宜为：当电缆水平敷设时为 0.8m，垂直敷设时为 1.0m。

### 第三节 汇线槽的安装

第 6.3.1 条 制作好的汇线槽应平整，内部光洁、无毛刺，加工尺寸准确。

第 6.3.2 条 汇线槽采用焊接连接时应牢固，不应有显著变形。

第 6.3.3 条 汇线槽采用螺栓连接或固定时，宜用平滑的半圆头螺栓，螺母应在汇线槽的外侧，固定应牢固。

第 6.3.4 条 汇线槽的安装应横平竖直，排列整齐，其上部与天花板（或楼板）之间应留有便于操作的空间。垂直排列的汇线槽拐弯时，其弯曲弧度应一致。

第 6.3.5 条 槽与槽之间、槽与仪表盘（箱）之间、槽与盖之间、盖与盖之间的连接处，应对合严密。

第 6.3.6 条 汇线槽安装在工艺管架上时，宜在工艺管道的侧面或上方。

注：对于高温管道，不应在其上方。

第 6.3.7 条 汇线槽拐直角弯时，其最小的弯曲半径不应小于槽内最粗电缆外径的 10 倍。

第 6.3.8 条 当直接由汇线槽内引出电缆时，应用机械加工方法开孔，并采用合适的护圈保护电缆。

第 6.3.9 条 汇线槽应有排水孔。

第 6.3.10 条 汇线槽的直线长度超过 50m 时，宜采取热膨胀补偿措施。

### 第四节 电缆（线）保护管的敷设

第 6.4.1 条 保护管不应有变形及裂缝，其内部应清洁、无毛刺，管口应光滑、无锐边。

第 6.4.2 条 埋入混凝土内的保护管，管外不应涂漆。

第 6.4.3 条 弯制保护管时，应符合下列规定：

一、保护管的弯成角度不应小于 90 度；

二、保护管的弯曲半径：当穿无铠装的电缆且明敷设时，不应小于保护管外径的 6 倍；当穿铠装电缆以及埋设于地下或混凝土内时，不应小于保护管外径的 10 倍；

三、保护管弯曲处不应有凹陷、裂缝和明显的弯扁；

四、单根保护管的直角弯不宜超过两个。

第 6.4.4 条 当保护管的直线长度超过 30m 或弯曲角度的总和超过 270 度时，应在其中间加装拉线盒。

第 6.4.5 条 保护管的两端管口应带护线箍或打成喇叭形。

第 6.4.6 条 金属保护管的连接应符合下列规定：

一、明敷设时宜采用螺纹连接，管端螺纹长度不应小于管接头的  $\frac{1}{2}$ 。

二、埋设时宜采用套管焊接，管子的对口处应处于套管的中心位置；焊接应牢固，焊口应严密，并应做防腐处理。

三、镀锌管及薄壁管应采用螺纹连接。

四、在有爆炸和火灾危险的场所，以及可能有粉尘、液体、蒸汽、腐蚀性或潮湿气体进入管内的地方敷设的保护管，其两端管口应密封。

五、保护管连接后应保证整个系统的电气连续性。

第 6.4.7 条 保护管与检测元件或就地仪表之间，应用金属软管连接，并有防水弯。与就地仪表箱、分线箱、接线盒、拉线盒等连接时应密封，并用锁紧螺母将管固定牢固。

第 6.4.8 条 埋设的保护管应选最短途径敷设，埋入墙或混凝土内时，离表面的净距离不应小于 15mm。

第 6.4.9 条 保护管应排列整齐、固定牢固。用管卡固定时，管卡间距应均匀。

第 6.4.10 条 保护管有可能受到雨水或潮湿气体浸入时，应在其可能积水的位置安装排水设施。

第 6.4.11 条 埋设的保护管与公路或铁路交叉时，管顶埋入深度不应小于 1m；与排水沟交叉时，离沟底净距离不应小于 0.5m；并应延伸出路基或排水沟外 1m 以上；与地下管道之间的净距离，应符合本规范第 6.5.12 条的规定。

第 6.4.12 条 穿墙保护管段（或保护罩）两端延伸出墙面的长度，不应大于 30mm。

第 6.4.13 条 穿过楼板（或平台）继续向前明敷设电缆的保护管段，宜高出楼板（或平台）1m。

第 6.4.14 条 埋设的保护管引出地面时，管口宜高出地面 200mm；当从地下引入落地式仪表盘（箱）时，宜高出盘（箱）内地面 50mm。

第 6.4.15 条 敷设在电缆沟道内的保护管，不应紧靠沟壁。

第 6.4.16 条 在户外和潮湿场所敷设的保护管，引入分线箱或仪表盘（箱）时，宜从底部进入。

第 6.4.17 条 现场分线箱的安装，应符合下列规定：

一、周围环境温度不宜高于 45℃；

二、到各检测点的距离应当适当，箱体中心距地面的高度宜为 1.5m；

三、不应影响操作、通行和设备维修。

第 6.4.18 条 拉线盒、接线盒和分线箱均应密封，分线箱应标明编号。

第 6.4.19 条 采用硬质塑料管作保护管时，应符合下列规定：

一、弯管时加热应均匀，管子不应有明显变表与烧焦。

二、用套管加热连接时，管子插入套管内的深度宜大于其外径的 1.5 倍；当使用粘合剂连接时，应大于 1.1 倍。

三、支架的间距不宜大于 1.5m，对直径小于 25mm 的管子不宜大于 1m。

四、在管端及连接部件的两侧 300mm 处应加以固定。

五、管的直线长度大于 30m 时，应采取热膨胀补偿措施。

六、与未绝热的高温工艺设备、管道表面间的距离，不应小于 500mm。当无法满足要求时，应采取隔热措施。

第 6.4.20 条 采用混凝土排管作保护管时，应符合下列规定：

一、排管的内壁和管口应光滑；

二、排管应有不小于 1:1000 的泄水坡；

三、排管对口连接时，相对两孔中心线的偏差不宜大于 5mm；接口处应用水泥密封；

四、排管在改变方向、分支及进出口处，应筑电缆井，并应垫砂；

五、埋入地下的深度及与地下管道之间的净距离，应符合本规范第 6.4.11 条的规定，埋在人行道下时不应小于 500mm；

六、排管上表面宜涂红色耐腐蚀的颜料作为明显标记。

## 第五节 电缆的敷设

第 6.5.1 条 敷设电缆时的环境温度不应低于下列规定：

- 一、交链聚乙烯电缆 0℃。
- 二、低压塑料电缆 - 20℃。
- 三、橡皮及聚氯乙烯保护套橡皮绝缘电缆 - 15℃。
- 四、裸铅包橡皮绝缘电缆 - 20℃。
- 五、其它外护套层橡皮绝缘电缆 - 7℃。

第 6.5.2 条 敷设电缆应合理安排，不宜交叉；敷设时应防止电缆之间及电缆与其他硬物体之间的摩擦；固定时，松紧应适度。

第 6.5.3 条 塑料绝缘、橡皮绝缘多芯电缆的弯曲半径，不应小于下列规定值：

- 一、有铠装的电缆为其外径的 10 倍；
- 二、无铠装的电缆为其外径的 6 倍。

第 6.5.4 条 仪表信号电缆（线）与电力电缆（线）交叉敷设时，宜成直角；当平行敷设时，其相互间的距离应符合设计规定。

第 6.5.5 条 在同一汇线槽内的不同信号、不同电压等级的电缆，应分类布置；对于交流仪表电源线路和安全连锁线路，应用隔板与无屏蔽的仪表信号线路隔开敷设。

第 6.5.6 条 电缆引入或引出建筑物、隧道、地面、穿过铁路、公路、沟渠、楼板、墙壁时，应安装一段保护管，保护管的安装，应符合本规范第 6.4.11、6.4.12、6.4.13 和 6.4.14 条的规定。

第 6.5.7 条 电缆沿支架或在汇线槽内敷设时，应在下列各处固定牢固：

- 一、当电缆倾斜坡度超过 45 度或垂直排列时，在每一个支架上。
- 二、当电缆倾斜坡度不超过 45 度且水平排列时，在每隔 1~2 个支架上。
- 三、在线路拐弯处和补偿余度两侧以及保护管两端的第一、二两个支架上。
- 四、在引入仪表盘（箱）、供电盘（箱）前 300~400mm 处。
- 五、在引入接线盒及分线箱前 150~300mm 处。

第 6.5.8 条 数条汇线槽垂直分层安装时，电缆应按下列规定顺序从上至下排列：

- 一、仪表信号线路；
- 二、安全连锁线路；
- 三、仪表用交流和直流供电线路。

第 6.5.9 条 明敷设的仪表信号线路与具有强磁场和强静电场的电气设备之间的净距离，宜大于 1.5m；当采用屏蔽电缆或穿金属保护管以及在汇线槽内敷设时，宜大于 0.8m。

第 6.5.10 条 电缆直接埋地敷设时，其上下应铺 100mm 厚的砂子，砂子上面盖一层砖或混凝土护板，覆盖宽度应超过电缆边缘两侧 50mm；电缆应埋在冻土层以下，当无法满足要求时，应采取防止损坏电缆的措施，但埋入深度不应小于 700mm。

第 6.5.11 条 直接埋地敷设的电缆与建筑物地下基础间的最小净距离宜为 0.6m，与电力电缆间的最小净距离应为 0.5m。

第 6.5.12 条 直接埋地敷设的电缆不应沿任何地下管道的上方或下方平行敷设。当沿地下管道两侧平行敷设或与其交叉时，最小净距离应符合下列规定：

- 一、与易燃、易爆介质的管道平行时为 1.0m、交叉时为 0.5m。
- 二、与热力管道平行时为 2.0m，交叉时为 0.5m，当电缆周围土壤温升超过 10℃时，应采取隔热

措施。

三、与水管道或其他工艺管道平行或交叉时均为 0.5m。

第 6.5.13 条 电缆在隧道或沟道内敷设时，应敷设在支架上或汇线槽内，当电缆进入建筑物后，电缆沟道与建筑物间应隔离密封。

第 6.5.14 条 电缆敷设后，两端应做电缆头。

第 6.5.15 条 制作电缆头时，绝缘带应干燥、清洁、无折皱、层间无空隙，抽出屏蔽接地线时，不应损坏绝缘；在潮湿或有油污的场所，应有相应的防潮、防油措施。

## 第六节 补偿导线和电线的敷设

第 6.6.1 条 补偿导线应穿保护管或在汇线槽内敷设，不应直接埋地敷设。

第 6.6.2 条 当补偿导线和测量仪表之间不采用切换开关或冷端温度补偿器时，宜将补偿导线直接和仪表连接。

第 6.6.3 条 当补偿导线进行中间和终端接线时，严禁接错极性。

第 6.6.4 条 补偿导线不应与其他线路在同一根保护管内敷设。

第 6.6.5 条 电线宜穿保护管敷设。

第 6.6.6 条 补偿导线和电线穿管前应清扫保护管，穿管时不应损伤导线。

第 6.6.7 条 仪表信号线路、仪表供电线路、安全连锁线路、本质安全型仪表线路以及有特殊要求的仪表信号线路，应分别采用各自的保护管。

## 第七节 仪表盘（箱、架）内的配线

第 6.7.1 条 仪表盘（箱、架）内的线路可敷设在小型汇线槽内，也可明敷设；当明敷设时，电缆、电线束应用由绝缘材料制成的扎带扎牢，扎带间距宜为 100mm。

第 6.7.2 条 电线的弯曲半径不应小于其外径的 3 倍。

第 6.7.3 条 本质安全型仪表的信号线和非本质安全型仪表的信号线应加以分隔。当仪表有特殊要求时，应按仪表安装使用说明书的规定进行配线。

第 6.7.4 条 仪表盘（箱、架）内的线路不应有中间接头，其绝缘护套不应有损伤。

第 6.7.5 条 仪表盘（箱、架）内端子板两端的线路，均应按施工图纸标号。

第 6.7.6 条 每一个接线端上最多允许接两根芯线。

第 6.7.7 条 接线端子板的安装应牢固；当其在仪表盘（箱、架）底部时，距离基础面的高度宜为 250mm。在顶部或侧面时，与盘（箱、架）边缘的距离宜为 100mm。多组接线端子板并列安装时，其间隔净距离宜为 200mm。

第 6.7.8 条 剥去外部护套的橡皮绝缘芯线及接地线、屏蔽线，应加设绝缘护套。

第 6.7.9 条 导线与接线端子板、仪表、电气设备等连接时，应留有适当余度。

# 第七章 电气防爆和接地

## 第一节 防 爆

第 7.1.1 条 本节规定不适用于矿井井下和制造、使用、贮存爆炸物质的场所。

第 7.1.2 条 安装在爆炸和火灾危险场所的仪表、电气设备和材料，必须具有符合现行国家或部

颁防爆质量标准的鉴定文件和“防爆产品出厂合格证书”；其外部应无损伤或裂纹。

第 7.1.3 条 当汇线槽或电缆沟道通过不同等级的爆炸和火灾危险场所的分隔间壁时，在分隔间壁处必须做充填密封。

第 7.1.4 条 敷设在爆炸和火灾危险场所的电缆（线）保护管，应符合下列规定：

一、保护管之间及保护管与接线盒、分线箱、拉线盒之间，应采用圆柱管螺纹连接，螺纹有效啮合部分应在 6 扣以上，螺纹处直涂导电性防锈脂，并用锁紧螺母锁紧，不宜缠麻、涂铅油。连接处应保证良好的电气连续性；

二、保护管穿过不同等级爆炸和火灾危险场所的分隔间壁时，分界处必须用防爆管件做充填密封；

三、保护管与现场仪表、检测元件、电气设备、仪表箱、分线箱、接线盒及拉线盒连接时，应安装隔爆密封管件并做充填密封；密封管件与仪表箱、分线箱、接线盒及拉线盒间的距离不应超过 0.45m；密封管件与现场仪表、检测元件和电气设备间，应按其所在危险场所和区域的类、级别的不同，分别采用隔爆型、安全防爆型或防尘型金属软管连接，金属软管的长度不应超过 0.45m；

四、全部保护管系统必须确保密封；

五、保护管应采用管卡固定牢固，不应采用焊接固定。

第 7.1.5 条 线路沿工艺管架敷设时，其位置应在爆炸和火灾危险性较小的一侧；当工艺管道内爆炸和火灾危险介质的密度大于空气时，应在工艺管道的上方；反之，应在其下方。

第 7.1.6 条 线路在现场接线或分线时，必须按危险场所和区域的类、级别的不同，分别采用防爆型或隔爆密闭型分线箱或接线盒，接线必须牢固可靠，接触良好，并应加防松和防拔脱装置。

第 7.1.7 条 采用正压通风防爆仪表箱的通风管必须保持畅通，且不宜安装切断阀。

第 7.1.8 条 采用正压通风防爆的仪表箱，安装后应保证箱内能维持不低于设计规定的压力值；当有低压力联锁或报警装置时，其动作应准确、可靠。

第 7.1.9 条 在爆炸和火灾危险场所安装的仪表箱、分线箱、接线盒及防爆仪表、电气设备引入电缆时，应采用防爆密封填料函进行密封；外壳上多余的孔应做防爆密封。

第 7.1.10 条 在爆炸和火灾危险场所安装的仪表箱以及仪表和电气设备，应有“电源未切断不得打开”的标志。

第 7.1.11 条 本质安全型仪表的安装和线路敷设，除应按本规范第 7.1.2、7.1.3、7.1.5 条和第 7.1.4 条二款的规定执行外，尚应符合下列规定：

一、本质安全线路和非本质安全线路，不应共用一根电缆或穿同一根保护管。

二、当采用芯线无屏蔽的电缆或无屏蔽的电线时，两个及其以上不同系列的本质安全线路，不应共用同一根电缆或穿同一根保护管。

三、本质安全线路敷设完毕，应采用 50 赫兹正弦交流电压进行一分钟的绝缘强度试验，不应击穿。试验电压值应符合下列规定：

1. 本质安全线路对地之间为本质安全线路工作电压值的两倍。当其值小于 500V 时为 500V。

2. 本质安全线路与非本质安全线路之间为本质安全线路工作电压值与非本质安全线路工作电压值之和的两倍加 1000V。当其值小于 1500V 时为 1500V。

四、本质安全线路及其附件，应具有耐久性蓝色标记。

五、本质安全线路与非本质安全线路在同一汇线槽或同一沟道内敷设时，应用接地的金属隔板或具有足够耐压强度的绝缘板隔离；或分开排列敷设，其间距应大于 50mm 并分别固定牢固。

六、本质安全线路与非本质安全线路共用一个分线箱时，本质安全线路与非本质安全线路接线端子之间，应用接地的金属板隔开。

七、仪表盘（箱、架）内的本质安全线路与非本质安全线路所使用的接线端子板带电部分相互间

的距离不应小于 50mm；当不能满足要求时，应用沿板面的延长距离不小于 50mm 的绝缘板隔离；线路应走各自的路径，分开敷设，绑扎牢固。

八、凡有本质安全线路的仪表盘（箱、架）内的配线，线路的最末一个绑扎固定点离仪表或端子板间的距离，应尽可能短，端子上宜加绝缘盖板。

九、仪表盘（箱、架）以及本质安全线路等的接地端子与接地线的连接应牢固，并应加防松和防拔脱装置。

十、本质安全关联设备（如各种类型的安全栅、电流隔离器等）的安装位置应在安全场所一侧，并应可靠接地。

十一、采用屏蔽电缆（线）时，屏蔽层不应接到电路接地式安全栅（如并联二级管安全栅等）的接地端子上。

十二、线路敷设完毕，回路内线路的电阻和设备的电阻的总值，不应超过仪表最大负载电阻值。

十三、本质安全线路内的接地线和屏蔽连接线，应有绝缘层。

十四、本质安全线路不应受到其他电路的强电磁感应和强静电感应；线路的长度和敷设形式应符合仪表安装使用说明书的规定。

十五、不同系列的本质安全型仪表及本质安全关联设备，必须经国家有关部门鉴定，确认其技术性能具有相容性，并取得设计单位的同意后，方可相互代替。

十六、本质安全产品防爆合格证编号后有“×”字样者，禁止使用镉、锌、镁、铝材质及其镀层的金属件作为电气连接件、紧固件、导体和接地体。

## 第二节 接 地

第 7.2.1 条 在正常情况下不带电但有可能接触到危险电压的裸露金属部件，均应做保护接地。本质安全型仪表金属外壳当仪表使用说明书无接地规定时，不做保护接地，当规定接地时，应直接与其关联设备接地的接地极连接。

第 7.2.2 条 保护接地可接到电气工程低压电气设备的保护接地网上，连接应牢固可靠，不应串联接地。

第 7.2.3 条 保护接地的接地电阻值应符合设计规定。

第 7.2.4 条 在建筑物上安装的汇线槽及电缆（线）保护管，当设计不规定只能一点接地时，可以多点接地。

第 7.2.5 条 信号回路接地与屏蔽接地可共用一个单独的接地极。同一信号回路或同一路径的屏蔽层，只能有一个接地点。接地电阻值应符合设计规定。

第 7.2.6 条 信号回路的接地点应在显示仪表侧，当采用接地型热电偶和检测部分已接地的仪表时，不应再在显示仪表侧接地。

第 7.2.7 条 屏蔽电缆（线）屏蔽层的接地应符合本规范第 7.2.6 条的规定；同一路径的屏蔽层应具有可靠的电气连续性。

第 7.2.8 条 当有防干扰要求时，多芯电缆中的备用芯线应在一点接地。屏蔽电缆的备用芯线与电缆屏蔽层，应在同一侧接地。

第 7.2.9 条 仪表盘（箱、架）内的保护接地、信号回路接地、屏蔽接地和本质安全型仪表系统接地，应分别接到各自的接地母线上；各接地母线，各接地总干线、分干线之间，应彼此绝缘。

第 7.2.10 条 分线箱的接地应符合下列规定：

一、非本质安全线路分线箱的接地，应接到保护接地网或已接地的钢结构上。

二、本质安全线路分线箱的接地，应接到信号接地干线或接地式安全栅的接地母线上。

三、本质安全线路与非本质安全线路共用一个分线箱时，应将本质安全系统接地母线、非本质安全系统接地母线及分线箱外壳接地线三者，互相绝缘地接至各自的接地干线上。

第 7.2.11 条 本质安全线路本身不接地，但仪表功能要求接地时，应按仪表安装使用说明书的规定执行。

第 7.2.12 条 本质安全型仪表系统的接地，宜采用独立的接地极或接至信号接地极上，其接地电阻值应符合设计规定。

第 7.2.13 条 接地线的颜色应符合设计规定。

## 第八章 仪表用管路的敷设

### 第一节 一般规定

第 8.1.1 条 管路敷设的位置，应按现场情况决定，不宜敷设在有碍检修、易受机械损伤、腐蚀、振动及影响测量之处。

第 8.1.2 条 管路不宜直接埋地敷设。必须直接埋地时，应经试压合格和防腐处理后方可埋入。直接埋地的管路连接时必须采用焊接，在穿过道路及进出地面处应穿保护管。

第 8.1.3 条 管路敷设前，管内应清扫干净，需要脱脂的管路，应经脱脂检查合格后再进行敷设。

### 第二节 管路的敷设

第 8.2.1 条 测量管路在满足测量要求的条件下，应按最短路径敷设。

第 8.2.2 条 测量管路沿水平敷设时，应根据不同的介质及测量要求，有 1:10 ~ 1:100 的坡度，其倾斜方向应保证能排除气体或冷凝液。当不能满足要求时，应在管路的集气处安装排气装置，集液处安装排液装置。

第 8.2.3 条 管路在穿墙或过楼板处，应加装保护管段或保护罩，管子的接头不应在保护管段或保护罩内。穿过不同等级的爆炸和火灾危险场所以及有毒厂房的分隔间壁时，保护管段或保护罩应密封。

第 8.2.4 条 当管路与高温工艺设备、管道连接时应采取补偿热膨胀的措施。

第 8.2.5 条 测量差压用的正压管及负压管应敷设在环境温度相同的地方。

第 8.2.6 条 管缆的敷设应符合下列规定：

- 一、外观不应有明显的变形和损伤；
- 二、敷设管线时的环境温度不应低于产品规定的最低允许温度；
- 三、敷设时，应防止管缆受机械损伤及交叉摩擦；
- 四、敷设后的管缆应留有适当的余度。

第 8.2.7 条 管路与工艺设备、管道或建筑物表面间的距离不宜小于 50mm。油及易燃、易爆介质的管路与热表面间的距离不宜小于 150mm，且不应平行敷设在其上方。当管路需要绝热时，应适当增大距离。

### 第三节 弯管及连接

第 8.3.1 条 金属管子的弯制宜采用冷弯。高压管宜一次弯成。



第 8.3.2 条 管子的弯曲半径应符合下列要求：

一、金属管：不小于管子外径的 3 倍。

二、塑料管：不小于管子外径的 4.5 倍。

第 8.3.3 条 管子弯制后，应无裂纹和凹陷。

第 8.3.4 条 当高压管路分支时，应采用三通连接。三通的材质必须与管路相同。

第 8.3.5 条 管子连接时，其轴线应一致。

第 8.3.6 条 直径小于 10mm 的铜管，宜采用卡套式中间接头连接。也可以采用承插法或套管法焊接。承插法焊接时，其插入方向应顺着介质流向。

第 8.3.7 条 镀锌钢管应采用螺纹连接，连接用的管件也应采用镀锌件。

## 第四节 管路的固定

第 8.4.1 条 管子应采用管卡固定在支架上。当管子与支架间有频繁的相对运动时，应在管子与支架间加木块或软垫。成排敷设的管路，间距均应一致。

第 8.4.2 条 支架的制作和安装，除应符合本规范第六章第二节的规定外，还应满足管路坡度的要求。

第 8.4.3 条 管路支架的间距应符合下列规定：

一、钢管

水平敷设：1~1.5m；

垂直敷设：1.5~2m。

二、铜管、铝管、塑料管及管缆：

水平敷设：0.5~0.7m；

垂直敷设：0.7~1m。

三、需要绝热的管路，应适当缩小支架间距。

第 8.4.4 条 不锈钢管固定时，不应与碳钢直接接触。

## 第五节 仪表盘（箱、架）内的配管

第 8.5.1 条 管路应敷设在不妨碍操作和维修的位置。

第 8.5.2 条 管路应集中成排敷设，做到整齐、美观，固定牢固。

第 8.5.3 条 管路与线路及盘（箱）壁之间应保持一定的距离。

第 8.5.4 条 管子与仪表连接时，不应使仪表承受机械应力。

第 8.5.5 条 管路与玻璃管微压计连接时，应采用软管。管路与软管的连接处，应高出仪表接头 150~200mm。

第 8.5.6 条 当管路引入安装在有爆炸和火灾危险、有毒及有腐蚀性介质场所的仪表盘（箱）时，其引入孔处应密封。

## 第六节 仪表用管路系统的压力试验

第 8.6.1 条 敷设完毕的管路，必须无漏焊、堵塞和错接的现象。

第 8.6.2 条 管路系统的压力试验，宜采用液压；当试验压力小于  $16 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $16 \text{ kgf/cm}^2$ ) 且管路内介质为气体时，可采用气压进行。

第 8.6.3 条 液压试验压力为 1.25 倍设计压力，当达到试验压力后，停压 5min，无泄漏为合格。

第 8.6.4 条 气压试验压力为 1.15 倍设计压力,当达到试验压力后,停压 5min,压力下降值不大于试验压力的 1%为合格。

第 8.6.5 条 当工艺系统规定进行真空度或泄漏量试验时,其内的仪表管路系统应随同工艺系统一起进行试验。

第 8.6.6 条 液压试验介质应用洁净的水,当管路材质为奥氏体不锈钢时,水的氯离子含量不得超过 0.0025%。试验后应将液体排净。在环境温度 5℃ 以下进行试验时,应采取防冻措施。

第 8.6.7 条 气压试验介质应用空气或惰性气体。

第 8.6.8 条 压力试验用的压力表应校验合格,其精确度不应低于 1.5 级,刻度上限值宜为试验压力的 1.5~2 倍。

第 8.6.9 条 压力试验过程中,若发现有泄漏现象,应泄压后再修理。修理后,应重新试验。

第 8.6.10 条 压力试验合格后,宜在管路的另一端泄压,检查管路是否堵塞,并应拆除压力试验用的临时盲板。

## 第九章 脱 脂

### 第一节 一般规定

第 9.1.1 条 需要脱脂的仪表、调节阀、阀门和管子,必须按照设计规定进行脱脂处理。

第 9.1.2 条 用干净脱脂的有机溶剂内的含油量不应大于 50mg/L。含油量 50~500mg/L 的溶剂可用于粗脱脂。含油量大于 500mg/L 的溶剂必须经过再生处理合格后方可使用。

第 9.1.3 条 脱脂溶剂可按下列原则选用:

一、工业用二氯乙烷,适用于金属件的脱脂。

二、工业用四氯化碳,适用于黑色金属、铜和非金属件的脱脂。

三、工业用三氯乙烯,适用于黑色金属和有色金属的脱脂。

四、工业酒精(浓度不低于 95.6%),适用于要求不高的仪表、调节阀、阀门和管子的脱脂,也可作为脱脂件的补充擦洗液用。

五、浓度为 98% 的浓硝酸,适用于工作介质为浓硝酸的仪表、调节阀、阀门和管子的脱脂。

六、碱性脱脂液(配方见附录二),适用于形状简单、易清洗的零部件和管子的脱脂。

第 9.1.4 条 脱脂溶剂不得混合使用,且不得与浓酸、浓碱接触。

第 9.1.5 条 采用四氯化碳和二氯乙烷、三氯乙烯脱脂时,脱脂件应干燥、无水分。

第 9.1.6 条 接触脱脂件的工具、量具及仪器,必须按脱脂件同样的要求预先进行脱脂。

第 9.1.7 条 仪表、调节阀、阀门和管子经脱脂后,必须封闭保存,安装时必须保持干净无油污。

第 9.1.8 条 已由制造厂脱脂合格并封闭的仪表及附件,安装时可不再脱脂,但应进行外观检查,如发现油迹等有机杂质时,应重新脱脂。

第 9.1.9 条 脱脂合格后的仪表和管路,在压力试验及仪表调校时,必须使用不含油脂的介质。

第 9.1.10 条 脱脂溶剂必须妥善保管。脱脂后的废液应妥善处理。

### 第二节 脱脂方法

第 9.2.1 条 有明显油污或锈蚀的管子,应先清除油污及铁锈后再进行脱脂。

第 9.2.2 条 易拆卸的仪表、调节阀及阀门进行脱脂时,应将需脱脂的部件、附件及填料拆下一并放入脱脂溶剂中浸泡,浸泡时间为 1~2h。

第 9.2.3 条 不易拆卸的仪表进行脱脂时,可采用灌注脱脂溶剂的方法,灌注后浸泡时间不应小于 2h。

第 9.2.4 条 管子内表面脱脂时,可采用浸泡的方法,浸泡时间为 1~1.5h;也可采用白布浸蘸脱脂溶剂擦洗的方法,直至脱脂合格为止。

第 9.2.5 条 采用擦洗法脱脂时,不应使用棉纱,应用不易脱落纤维的布和丝绸。脱脂后必须仔细检查,严禁纤维附着在脱脂表面上。

第 9.2.6 条 经过脱脂的仪表、调节阀、阀门和管子应进行自然通风或用清洁无油、干燥的空气或氮气吹干,直至无溶剂味为止。当允许用蒸汽吹洗时,可用蒸汽吹洗。

### 第三节 检 验

第 9.3.1 条 仪表、调节阀、阀门和管子脱脂后,必须经检验合格。

第 9.3.2 条 当采用直接法检验时,符合下列规定之一的应视为合格:

- 一、当用清洁干燥的白滤纸擦洗脱脂表面时,纸上应无油迹。
- 二、当用紫外线灯照射脱脂表面时,应无紫兰荧光。

第 9.3.3 条 当采用间接法检验时,符合下列之一规定者应视为合格:

- 一、当用蒸汽吹洗脱脂件时,盛少量蒸汽冷凝液于器皿内,放入数颗粒度小于 1mm 的纯樟脑,樟脑应不停旋转。
- 二、当用浓硝酸脱脂时,分析其酸中所含有机物的总量,应不超过 0.03%。

## 第十章 防 护

### 第一节 隔离与吹洗

第 10.1.1 条 采用膜片隔离时,膜片式隔离器的安装位置宜紧靠检测点。

第 10.1.2 条 采用隔离液隔离时,隔离器应垂直安装。成对隔离器的安装标高必须一致。

第 10.1.3 条 隔离液应符合下列规定:

- 一、与被测介质不相互混合及溶解;
- 二、密度与被测介质相差较大,且有良好的流动性;
- 三、与被测介质不起化学反应;
- 四、被测介质处于正常工作条件时,隔离液不挥发,不蒸发。

第 10.1.4 条 采用吹洗法隔离时,吹洗介质的入口应接近检测点。吹洗用的介质(气体或液体)应符合下列规定:

- 一、清洁干净,不与被测介质起化学反应,不污染被测介质,在检测点的温度下不闪蒸;
- 二、能连续供给;
- 三、吹洗压力略高于被测介质在工艺过程中可能达到的最高压力;
- 四、吹洗流量稳定。

### 第二节 伴热与绝热

第 10.2.1 条 当采用蒸汽伴热时,应符合下列规定:

- 一、蒸汽伴热管路应采用单回路供汽和回水，不应串联连接。
- 二、重伴热的伴热管路与测量管路应紧密接触，轻伴热的伴热管路与测量管路间应留有间距。
- 三、伴热管路的集液处应加排液装置。
- 四、伴热管路的连接宜焊接，固定时不应过紧，应能自由伸缩。
- 五、液面计、隔离器等处的伴热管路，应采用活接头连接。

第 10.2.2 条 当采用电伴热时，应符合下列规定：

- 一、电热线在敷设前应进行外观和绝缘检查，绝缘电阻值不应小于  $1M\Omega$ 。
- 二、电热线应均匀敷设，且紧贴管路，固定牢固。
- 三、敷设电热线时，不应破坏绝缘层，芯线裸露部分应尽量短。
- 四、仪表箱内的电热管（板）应安装在箱底或后壁上。
- 五、仪表箱内的温度调节装置应安装在侧面箱壁上。

### 第三节 涂 漆

第 10.3.1 条 碳钢的管路、支架、仪表盘（箱、操作台）底座、汇线槽以及需要防腐的保护管内、外壁无防腐层时，均应按设计规定涂漆。

第 10.3.2 条 涂漆前应清除被涂表面的铁锈、焊渣、毛刺及污物。

第 10.3.3 条 涂漆施工的环境温度宜为  $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

第 10.3.4 条 仪表管路面漆的涂刷，应在管路系统压力试验合格后进行。

第 10.3.5 条 多层涂刷时，应在漆膜完全干燥后才能涂刷下一层。

第 10.3.6 条 漆的涂层应均匀，无漏涂，漆膜附着应牢固。

## 第十一章 仪表调校

### 第一节 一般规定

第 11.1.1 条 仪表的单体调校宜在安装前进行。

第 11.1.2 条 仪表系统在使用前必须进行系统调试。

第 11.1.3 条 仪表调校室应具备下列条件：

一、清洁、安静、光线充足或有良好的工作照明，不应在振动大、灰尘多、噪音大、潮湿和有强磁场干扰的地方设置调校室；

二、室内温度在  $10\sim 35^{\circ}\text{C}$  之间，空气相对湿度不大于  $85\%$ ，无腐蚀性气体；

三、有上、下水设施。

第 11.1.4 条 仪表调校用电源应稳定。 $50\text{Hz}220\text{V}$  交流电源和  $48\text{V}$  直流电源，电压波动不应超过额定值的  $\pm 10\%$ ； $24\text{V}$  直流电源，不应超过  $\pm 5\%$ 。

第 11.1.5 条 仪表调校用气源应清洁、干燥，露点至少比最低环境温度低  $10^{\circ}\text{C}$ ，气源压力应稳定，波动不应超过额定值的  $\pm 10\%$ 。

第 11.1.6 条 调校用标准仪器、仪表应具备有效的鉴定合格证书，其基本误差的绝对值，不宜超过被校仪表基本误差绝对值的  $\frac{1}{3}$ 。

第 11.1.7 条 仪表的调校点应在全刻度范围内均匀选取，其数量为：单体调校时不少于 5 点；系统调试时不少于 3 点。

第 11.1.8 条 弹簧管压力表、双金属温度指示计经调校合格后，应加封印。

## 第二节 单体调校

第 11.2.1 条 被校仪表应外观及封印完好，附件齐全，表内零件无脱落和损坏，铭牌清楚完整，型号、规格及材质符合设计规定。

第 11.2.2 条 被校仪表在调校前，应按下列规定进行性能试验：

一、电动仪表在通电前应先检查其电气开关的操作是否灵活可靠。电气线路的绝缘电阻值，应符合国家仪表专业标准或仪表安装使用说明书的规定。

二、被校仪表的阻尼特性及指针移动速度，应符合国家仪表专业标准或仪表安装使用说明书的规定。

仪表的指示和记录部分应：

1. 仪表的面板和刻度盘整洁清晰；
2. 指针移动平稳，无摩擦、跳动和卡针现象；
3. 记录机构的划线或打印点清晰，没有断线、漏打、乱打现象；
4. 记录纸上打印点的号码（或颜色）与切换开关及接线端子上标志的输入信号的编号相一致。

三、报警器应进行报警动作性能试验。

四、电动执行器、气动执行器及气动薄膜调节阀应进行全行程时间试验。

五、调节阀应按本规范第 2.1.6 条规定进行阀体强度试验。

六、有小信号切除装置的开方器及开方积算器，应进行小信号切除性能试验。

七、调节器应进行手动和自动操作的双向切换试验，具有软手动功能的电动调节器还应进行下列试验：

1. 软手动时，快速及慢速两个位置输出指示仪表走完全行程所需时间的试验；
2. 软手动输出为 4.960V（19.8mA）时的输出保持特性试验；
3. 软、硬手动操作的双向切换试验。

第 11.2.3 条 被校仪表或调节器应进行下列项目的精确度调校：

一、被校仪表应进行死区（即灵敏限）、正行程和反行程基本误差及回差调校。

二、被校调节器应按下列要求进行：

1. 手动操作误差试验；
2. 电动调节器的闭环跟踪误差调校；气动调节器的控制点偏差调校；
3. 比例带、积分时间、微分时间刻度误差试验；
4. 当有附加机构时，应进行附加机构的动作误差调校。

## 第三节 系统调试

第 11.3.1 条 系统调试应在工艺试车前且具备下列条件后进行：

一、仪表系统安装完毕，管道清扫及压力试验合格，电缆（线）绝缘检查合格，附加电阻配制符合要求；

二、电源、气源和液压源已符合仪表运行的要求。

第 11.3.2 条 检测系统的调试，应符合下列规定：

一、在系统的信号发生端（即变送器或检测元件处）输入模拟信号，检查系统的误差，其值不应超过系统内各单元仪表允许基本误差平方和的平方根值；

二、当系统的误差超过上述规定时，应单独调校系统内各单元仪表及检查线路或管路。

第 11.3.3 条 调节系统的调试应符合下列规定：

- 一、按照设计的规定，检查并确定调节器及执行器的动作方向；
- 二、在系统的信号发生端，给调节器输入模拟信号，检查其基本误差、软手动时的输出保持特性和比例、积分、微分动作以及自动和手动操作的双向切换性能；
- 三、用手动操作机构的输出信号，检查执行器从始点到终点的全行程动作。如有阀门定位器时，则应连同阀门定位器一起检查。

第 11.3.4 条 报警系统的调试应符合下列要求：

- 一、系统内的报警给定器及仪表、电气设备内的报警机构，应按设计规定的给定值进行整定；
- 二、在系统的信号发生端输入模拟信号，检查其音响和灯光信号是否符合设计规定。

第 11.3.5 条 连锁系统的调试应符合下列要求：

- 一、系统内的报警给定器及仪表、电气设备内的报警机构的整定及试验，应符合本规范第 11.3.4 条的规定；
- 二、连锁系统除应进行分项试验外，还应进行整套联动试验。

## 第十二章 工程验收

### 第一节 试运行

第 12.1.1 条 取源部件，仪表管路，仪表供电、供气和供液系统，仪表和电气设备及其附件，均已按设计和本规范的规定安装完毕，仪表设备已经过单体调校合格后，即可进行试运行。

第 12.1.2 条 仪表系统经调试完毕，并符合设计和本规范的规定，即为无负荷试运行合格。

第 12.1.3 条 经无负荷试运行合格的仪表系统，已对工艺参数起到检测、调节、报警和连锁作用，并经 48h 连续正常运行后，即为负荷试运行合格。

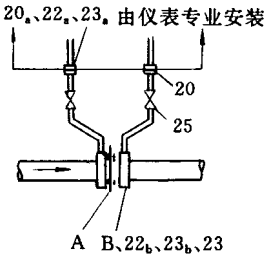
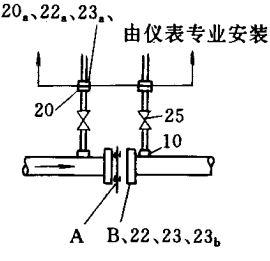
### 第二节 交工及验收

第 12.2.1 条 仪表系统经负荷试运行合格后，施工单位应向生产单位交工，生产单位应组织验收。

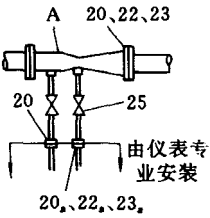
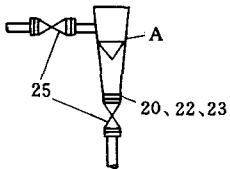
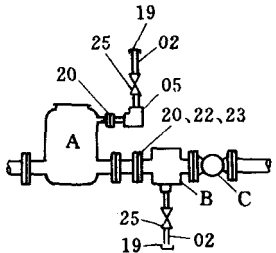
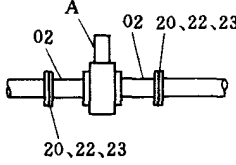
第 12.2.2 条 交工验收时应交验下列文件：

- 一、工程竣工图；
- 二、隐蔽工程记录；
- 三、孔板、喷嘴、文丘利管及流量检测元件安装记录；
- 四、电缆（线）绝缘电阻测定记录；
- 五、接地电阻测定记录；
- 六、管路压力试验、脱脂记录；
- 七、高压、高温、低温和特殊材料管路的管子、管件及阀门的材质合格证；
- 八、焊接高压、高温、低温和特殊材料焊件的焊条合格证；
- 九、设计变更通知书，设备、材料代用单和合理化建议；
- 十、仪表设备交接清单；
- 十一、未完工程项目明细表；
- 十二、仪表调校记录。

## 标准规范三 仪表和其他专业的分工界限图示

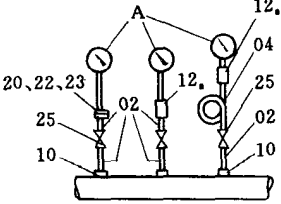
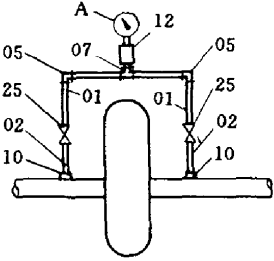
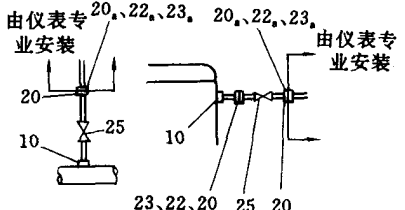
流量计	安装图	仪表专业负责准备	工艺管道专业负责准备	施工范围
孔板 (法兰取压)		A 孔板 B 孔板法兰 20a 法兰 (二次侧) 22a、22b 螺栓及螺母 23a 垫片 23b 孔板 用环形垫片	从孔板法兰到第一法兰 20 之间 25 阀门 20 法兰 23 垫片 (孔板用环形垫片除外)注:使用螺纹型或法兰型阀门的场合到第一阀门为止	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工,其他由工艺管道专业施工
孔板 (管道取压)		A 孔板 20a 法兰 (二次侧) 22a 螺栓及螺母 23a 垫片 23b 孔板 用环形垫片	从主管道到第一法兰 20 为止 25 阀门 20 法兰 10 焊接型管箍 22 螺栓及螺母 23 垫片 (孔板用环形垫片除外) B 孔板法兰 注:使用螺纹型或法兰型阀门的场合到第一阀门为止	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工,其他由工艺管道专业施工

续表

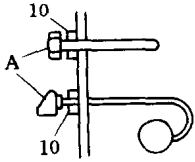
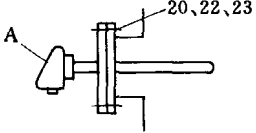
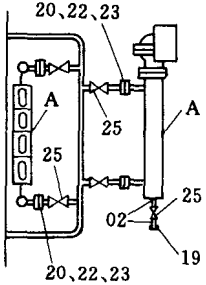
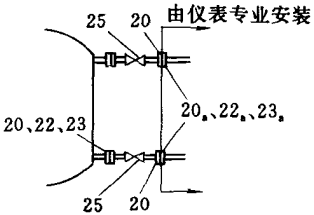
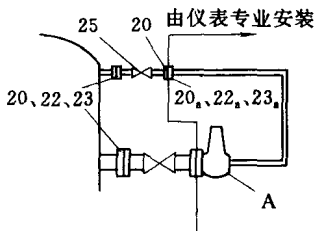
流量计	安装图	仪表专业负责准备	工艺管道专业负责准备	施工范围
文丘里管		A 文丘里管 20a 法兰 (二次侧) 22a 螺栓及螺母 23a 垫片	从文丘里管到第一法兰 20 为止 25 阀门 20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片 注：使用螺纹型或法兰型阀门的场合到第一阀门为止	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工
面积式流量计		A 仪表本体	20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片 25 阀门	由工艺管道专业施工
容积式流量计 (带温度补偿器)		A 气体分离器 B 过滤器 C 流量计	20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片 25 阀门 19 管帽 02 短管 05 弯头	由工艺管道专业施工
内藏孔板差压变送器		A 仪表	20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片 02 短管	由工艺管道专业施工



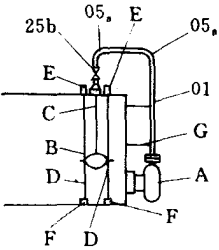
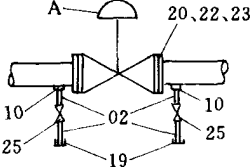
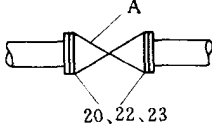
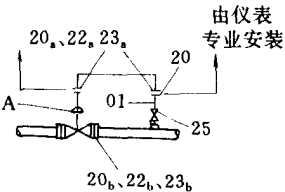
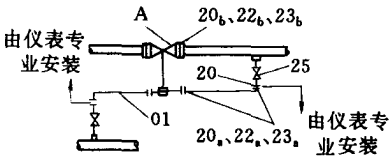
续表

压力表	安装图	仪表专业负责准备	工艺管道专业负责准备	施工范围
压力表		<p>A 仪表 12a 压力表接头脉动阻尼器</p>	<p>02 短管 04 冷凝圈 10 焊接型管箍 20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片 25 阀门</p>	<p>由工艺管道专业施工(包括仪表安装),但在有蒸汽伴热的场合,其蒸汽伴热由仪表专业施工 注:是否有脉动阻尼器、冷凝虹吸管、蒸汽伴热,应记入规格书中</p>
压力表		<p>A 仪表 12a 压力表接头脉动阻尼器</p>	<p>02 短管 05 弯头 07 三通 10 焊接型管箍 25 阀门 01 管子</p>	<p>由工艺管道专业施工(包括仪表安装),但是,蒸汽伴热由仪表专业施工</p>
压力变送器(压力表除外)		<p>20a 法兰及螺母 22a 螺栓及螺母 23a 垫片</p>	<p>从主管或设备到第一法兰20之间 20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片 25 阀门 10 焊接型管箍 注:使用螺纹型或法兰型阀门的场合,到第一阀门为止</p>	<p>第一法兰的二次侧以后属仪表专业施工,其他由工艺管道专业施工</p>

续表

温度计	安装图	仪表专业负责准备	工艺管道专业负责准备	施工范围
螺纹连接式		测温元件 A 保护管	10 焊接型管箍	保护管由工艺管道专业安装（包括管外壳的焊接）
法兰连接式		测温元件 A 保护管	20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片	保护管由工艺管道专业施工
液面计  LG、LC（浮筒式或浮球式）		A 仪表 浮筒式或浮球式液面计	仪表本体除外 20 法兰 22 螺栓及螺母 23 垫片 25 阀门 25 排水阀 19 管帽 02 短管	
差压式（导压管）		20a 法兰（二次侧） 22a 螺栓及螺母 23a 垫片	从设备到第一法兰 20 之间 20 法兰 25 阀门 22 螺栓及螺母 23 垫片	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工
差压式（法兰）		A 仪表 20a 法兰（二次侧） 22a 螺栓及螺母 23a 垫片	从设备到第一法兰 20 之间 20 法兰 25 阀门 22 螺栓及螺母 23 垫片	第一法兰的二次侧以后为仪表专业施工，其他由工艺管道专业施工

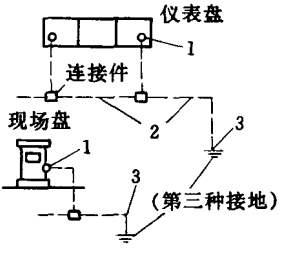
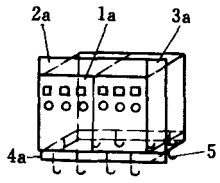
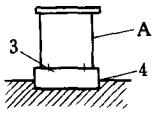
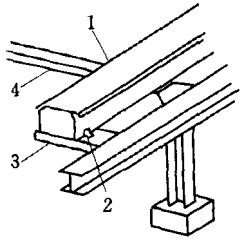
续表

温度计	安装图	仪表专业负责准备	工艺管道专业负责准备	施工范围
液面计 浮子式		A 仪表 B 浮子 C 条带 D 钢丝 E 导向旋 钮 F 钩 05a 弯头 25b 制动 阀门	01 引管 G 支架	由工艺管道专业施工, 但条带的安装由仪表专业施工
调节阀		A 调节阀	19 管帽 20 法兰 22 螺栓及 螺母 23 垫片 25 排水阀 02 短管 10 焊接型 管箍	由工艺管道专业施工
自力阀		A 减压阀	20 法兰 22 螺栓及 螺母 23 垫片	由工艺管道专业施工
自力阀 (单压)	 <p>由仪表专业安装</p>	A 自力阀 01 导压 管 20a 法兰 22a 螺栓 及螺母 23a 垫片	20b 法兰 22b 螺栓及 螺母 23b 垫片 25 阀门 20 法兰	仅导压管 由仪表专业 施工
自力阀 (差压)	 <p>由仪表专业安装</p>	A 自力阀 01 导压 管 20a 法兰 22a 螺栓 及螺母 23a 垫片	20b 法兰 22b 螺栓及 螺母 23b 垫片 25 阀门 20 法兰	仅导压管 由仪表专业 施工

续表

温度计	安装图	仪表专业负责准备	工艺管道专业负责准备	施工范围
蒸汽伴热及夹套		A 疏水器 03a 异径接头 26a 阀门 71a 铜管 74a 终端接头 76a 中间接头	01 导管 20 法兰螺母 22 螺栓及螺母 23 垫片 26 阀门	在蒸汽伴热施工时, 蒸汽管由工艺管道专业施工到距导压管取压口1米以内。异径接头以后由仪表专业施工 注: 有无蒸汽伴热要记入规格书
气源		11a 活接头	气源主管 07 三通 25 阀门 02 短管 A 主过滤器和气源设备	第一阀门25以后随仪表施工
保温涂漆	1. 仪表施工范围内的管道、设备等的保温, 全部由工艺管道专业施工 注: 把有无保温记入规格书 2. 仪表专业施工范围内的管道、设备等的涂漆, 仅是防锈漆由仪表专业施工			
配线 电源 (控制室内)	<p>(控制室内)</p>	3a 二次侧电缆	1 一次侧电缆 2 配电盘	配电盘的一次侧接线由电气专业施工
信号 (控制室内)		3a 仪表端子板(仪表盘上) 4a 电缆	1 电气端子板 2 电缆	仪表端子与电气端子间的配线由电气专业施工
信号 (现场回路)		1a 仪表	2 电缆 3 电气设备(开关台等)	仪表和电气设备之间由电气专业施工

续表

温度计	安装图	仪表专业负责准备	工艺管道专业负责准备	施工范围
安全接地		1 接地端子	2 电缆和连接件 3 接地极	接地由电气专业施工
仪表盘		仪表专业负责准备	土建专业负责准备	施工范围
现场仪表盘		仪表专业负责准备	电气专业负责准备	施工范围
电缆主径路 电缆槽		1 电缆槽 2 定位块 3 小型支架	4 钢结构	电缆槽和定位块由仪表专业施工

续表

仪表盘	安装图	仪表专业 负责准备	土建专业 负责准备	施工范围
电缆沟	<p>1 混凝土电 2 混凝土盖 3 砂 4 抹砂浆 仪表电缆</p>	3 砂	1 混凝土电 2 混凝土盖 3 砂 4 抹砂浆	以下由仪 表专业施工： 砂子垫底 → 电缆敷设 → 砂子充填 → 装电缆沟 盖

# 标准规范四 消防设施图形符号

( GB 4327—84 )

本标准中所确定的符号适用于建筑、工程建设、消防等部门的消防方案设计。

本标准不适用于船舶。





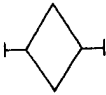


本标准参照 E/ISO/DIS 6790 消防设施图形符号，并适当收入近年来国内常用的一些图形符号。

本标准的第 1、2 章为基本符号和辅助符号，其他各章所列的消防设施符号的构成大部分是由基本符号和辅助符号配合而成的。





本标准的符号尺寸不作规定，尺寸大小根据图的比例来确定。

这些符号在使用时，如果需要进一步用字母、数字等加以补充时应另行注明。











## 1 基本符号

编号	符 号	名 称
1.1		手提式灭火器
1.2		推车式灭火器
1.3		固定式灭火系统（全淹没）
1.4		固定式灭火系统（局部应用）
1.5		固定式灭火系统（指出应用区）
1.6		消防用水立管
1.7		灭火设备安装处所

续表











编号	符 号	名 称
1.8		控制和指示设备
1.9		报警启动装置
1.10		火灾警报装置
1.11		消防通风口

## 2 辅助符号





编号	符 号	名 称
2.1		水
2.2		泡沫或泡沫液
2.3		无水
2.4		BC 类干粉
2.5		ABC 类干粉
2.6		卤代烷
2.7		二氧化碳
2.8		阀
2.9		出口
2.10		入口



续表

编号	符 号	名 称
2.11		热
2.12		烟
2.13		火焰
2.14		易爆气体
2.15		手动启动
2.16		电铃
2.17		发声器
2.18		扬声器
2.19		电话
2.20		光信号




### 3 灭火器符号

编号	符 号	名 称
3.1		清水灭火器
3.2		泡沫灭火器
3.3		BC 类干粉灭火器
3.4		ABC 类干粉灭火器





续表

编号	符 号	名 称
3.5		卤代烷灭火器
3.6		二氧化碳灭火器
3.7		推车式泡沫灭火器
3.8		推车式 BC 类干粉灭火器
3.9		推车式 ABC 类干粉灭火器
3.10		推车式卤代烷灭火器
3.11		水桶
3.12		砂桶


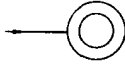
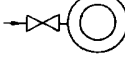
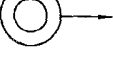




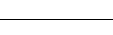
#### 4 固定式灭火系统符号

编号	符 号	名 称
4.1		水灭火系统 (全淹没)
4.2		泡沫灭火系统 (全淹没)
4.3		BC 类干粉灭火系统

续表

编号	符 号	名 称
4.4		ABC 类干粉灭火系统
4.5		卤代烷灭火系统
4.6		二氧化碳灭火系统
4.7		手动控制的灭火系统

## 5 消防管路及配合符号

编号	符 号	名 称
5.1		干式立管
5.2		干式立管
5.3		干式立管
5.4		干式立管
5.5		干式立管
5.6		湿式立管
5.7		泡沫混合液立管
5.8		消防水管线
5.9		消防混合液管线


续表

编号	符 号	名 称
5.10		消火栓
5.11		消防泵
5.12		泡沫比例混合器
5.13		泡沫产生器
5.14		泡沫液罐
5.15		消防水罐(池)
5.16		报警阀
5.17		开式喷头
5.18		闭式喷头
5.19		水泵接合器

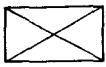
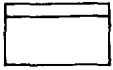
## 6 灭火设备安装处所符号

编号	符 号	名 称
6.1		二氧化碳瓶站(间)
6.2		BC干粉灭火罐(间)
6.3		ABC干粉罐站(间)
6.4		消防泵站(间)
6.5		泡沫罐站(间)







续表

编号	符 号	名 称
6.6		卤代烷灭火瓶站(间)

## 7 控制和指示设备符号

编号	符 号	名 称
7.1		消防控制中心
7.2		火灾报警装置

## 8 报警启动装置符号

编号	符 号	名 称
8.1		感温探测器
8.2		感烟探测器
8.3		感光探测器
8.4		气体探测器
8.5		手动报警装置
8.6		报警电话

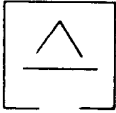
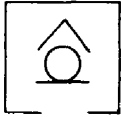

## 9 火灾警报装置符号

编号	符 号	名 称
9.1	—	火灾警铃
9.2	—	火灾警报发声器
9.3	—	火灾警报扬声器
9.4	—	火灾光信号装置

## 10 消防泄放口符号

编号	符 号	名 称
10.1	—	热启动消防泄放口
10.2	—	手动消防泄放口
10.3	—	爆炸泄压口

## 11 火灾、爆炸危险区符号

编号	符 号	名 称
11.1		有易燃物场所
11.2		有氧化剂场所
11.3		有爆炸材料场所

# 标准规范五 火灾报警设备图形符号

ZBC 80001—84

本标准规定的图形符号适用于火灾报警设备（火灾探测器、火灾报警装置和火灾警报装置及其附属装置）的科研、设计、教学、出版、建筑、施工等部门的消防系统图。

## 1 概 述

1.1 本标准规定有基本图形符号、一般图形符号和明细图形符号三种。

1.1.1 基本图形符号用于表示火灾报警设备的基本特征或不独立的基本部件。

1.1.2 一般图形符号用于表示某一类的部件、装置或设备，或用于与基本图形符号、文字符号相结合派生出明细图形符号。

1.1.3 明细图形符号用于表示具体部件、装置或设备。






1.2 本标准中规定的图形符号均按无电压、无外力作用时的状态示出。

1.3 使用本标准中规定的图形符号绘制消防系统图时，应注意：

a. 符号的大小，线条的粗细可以与本标准中的图形符号相同，也可按比例放大或缩小；

b. 按图面布置的需要，允许将本标准中的图形符号旋转 90°或 180°绘制。但不得将其中的文字符号倒置。

## 2 基本图形符号

编号	符 号	名 称
2.1		热（温）
2.2		烟
2.3		光（火焰）
2.4		易爆气体
2.5		手动启动

续表

编号	符 号	名 称
2.6		电铃
2.7		发声器
2.8		扬声器
2.9		光信号
2.10		指示灯
2.11		电话

### 3 附加文字符号


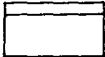

编号	符 号	名 称
3.1	W	感温火灾探测器
3.2	Y	感烟火灾探测器
3.3	G	感光火灾探测器
3.4	Q	可燃气体探测器
3.5	F	复合式火灾探测器
3.6	WD	定温火灾探测器
3.7	WC	差温火灾探测器
3.8	WCD	差定温火灾探测器
3.9	YLZ	离子感烟火灾探测器
3.10	YGD	光电感烟火灾探测器
3.11	YDR	电容感烟火灾探测器
3.12	YHW	红外光束感烟火灾探测器
3.13	GZW	紫外火焰探测器
3.14	GHW	红外火焰探测器
3.15	QQB	气敏半导体可燃气体探测器
3.16	QCH	催化型可燃气体探测器
3.17	FGW	复合式感光感温火灾探测器





续表

编号	符 号	名 称
3.18	FYW	复合式感烟感温火灾探测器
3.19	FHW	红外光束感烟感温火灾探测器
3.20	FGY	复合式感光感烟火灾探测器
3.21	ⓑ	防爆型火灾探测器
3.22	㉞	带终端的火灾探测器
3.23	B	火灾报警控制器
3.24	B-Q	区域火灾报警控制器
3.25	B-J	集中火灾报警控制器
3.26	B-T	通用火灾报警控制器
3.27	TB	火灾探测-报警控制器
3.28	DY	电源



































#### 4 一般图形符号

编号	符 号	名 称
4.1		报警启动装置
4.2		火灾报警装置
4.3		火灾报警装置


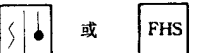
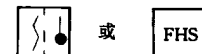








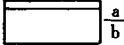
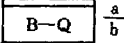
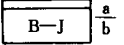
#### 5 明细图形符号

编号	符 号	名 称
5.1		报警启动装置
5.2		感温火灾探测器

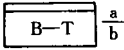

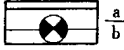









续表

编号	符 号	名 称
5.3	 或 	定温火灾探测器
5.4	 或 	差温火灾探测器
5.5	 或 	差定温组合式火灾探测器
5.6	 或 	感烟火灾探测器
5.7	 或 	离子感烟火灾探测器
5.8	 或 	光电感烟火灾探测器
5.9	 或 	电容感烟火灾探测器
5.10	 或 	红外光束感烟火灾探测器（发射部分）
5.11	 或 	红外光束感烟火灾探测器（接收部分）
5.12	 或 	感光火灾探测器（火焰探测器）
5.13	 或 	紫外火焰探测器
5.14	 或 	红外火焰探测器
5.15	 或 	可燃气体探测器
5.16	 或 	气敏半导体可燃气体探测器
5.17	 或 	催化型可燃气体探测器
5.18	 或 	复合式火灾探测器
5.19	 或 	复合式感光感温火灾探测器





续表

编号	符 号	名 称
5.20		复合式感烟感温火灾探测器
5.21		红外光束感烟感温火灾探测器 (发射部分)
5.22		红外光束感烟感温火灾探测器 (接收部分)
5.23		复合式感光感烟火灾探测器
5.24		对三种火灾参数变化响应的复合式火灾探测器 (无产品, 名称暂不定)
5.25		对四种火灾参数变化响应的复合式火灾探测器 (无产品, 名称暂不定)
5.26		防爆型火灾探测器 <sub>注</sub>
5.27		带终端的火灾探测器 <sub>注</sub>
5.28		火灾报警按钮
5.29		火灾报警装置
5.30		火灾报警控制器
5.31		单路火灾报警控制器 a—型号; b—容量 (b=1)
5.32		区域火灾报警控制器 a—型号; b—容量 (路数)
5.33		集中火灾报警控制器 a—型号; b—容量 (路数)

续表



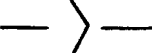
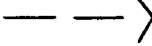
编号	符 号	名 称
5.34		通用火灾报警控制器 a—型号； b—容量（路数）
5.35		火灾探测——报警控制器
5.36		火灾部位显示盘 a—型号； b—容量
5.37		诱导灯
5.38		专用火警电源 a—型号； b—输出电压； c—容量
5.39		专用火警电源（交流） a—型号； b—输出电压； c—容量
5.40		专用火警电源（直流） a—型号； b—输出电压； c—容量
5.41		专用火警电源（交直流） a—型号； b—输出电压； c—容量
5.42		火灾警报装置
5.43		报警电话
5.44		火灾警报器
5.45		火灾显示器（光信号）

续表

编号	符 号	名 称
5.46		火灾显示器 (声、光信号)
5.47		火警电铃
5.48		紧急事故广播
5.49		警戒区域界限

注：在一般图形符号内填画基本图形符号或附加文字符号，即是相应的防爆型火灾探测器和带终端的火灾探测器。

## 6 疏散通道符号

编号	符 号	名 称
6.1		疏散通道干线
6.2		疏散通道备用线
6.3		疏散方向
6.4		疏散通道终端出口

# 第六篇

## 建筑钢结构与电梯 安装工程施工技术

# 第一部分 建筑钢结构与电梯 安装工程施工技术

## 第一章 钢结构安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于钢结构的主体及围护系统、吊车梁和平台、梯子、栏杆等安装工程。本分项的质量评定，应在该工程焊接或螺栓连接质量检验评定符合标准规定后进行。

### 一、焊工考试的一般规定

1. 从事建筑钢结构制作、安装的焊工，均应按本条的规定进行焊工技术考试。
2. 本规定适用于手工电弧焊、明弧半自动焊、埋弧自动焊和半自动焊的技术考核。对于电渣焊等焊接方法，企业可根据设计和工作条件，在工艺试验的基础上制定相应的焊工考试标准。从事定位焊的其它工种，应按本章定位点焊的标准考试。
3. 焊工考试委员会，宜由下列人员组成：
  - (1) 企业的总工程师；
  - (2) 焊接技术负责人；
  - (3) 技术质量检验部门的代表；
  - (4) 焊接工程师或有经验的焊接技术人员；
  - (5) 企业劳资、教育部门的代表；
  - (6) 焊接技师或有经验的焊工。
4. 考试委员会应报省、自治区、直辖市或有关主管建设部门批准，凡不具备成立考试委员会条件的企业，可委托其它单位的焊工考试委员会负责监督考试。
5. 考试委员会的任务是：编制考试计划；审查焊工资格；确定考试内容；组织考试工作，评定考试成绩；颁发焊工合格证书及发放焊工代号（钢印）；审定和办理具有合格证书的焊工免试签证。
6. 对焊接质量一贯低劣或因操作不当发生重大质量事故的焊工，由企业技术、质量部门提出意见，考试委员会有权分别作出以下处理：
  - (1) 降低焊接工作级别；

(2) 停止焊接资格, 责成培训并重新考试;

(3) 吊销合格证书。

7. 焊工合格证书有效期为 3 年。在有效期内, 焊工焊接质量一贯优良, 并有质量检查记录, 经质量部门建议, 考试委员会审定后, 可免试延长合格证的有效期 3 年, 并报主管部门备案。

8. 焊工在有效期内, 连续中断焊工工作达 6 个月以上时, 合格证书即失效; 如再参加焊接工作, 应重新考试, 合格后方可继续从事焊接工作。

9. 考试应在委员会监督之下进行。监督人员应认真做好监督工作, 填写考试记录, 并有权停止违犯考试规则的焊工进行考试。

10. 焊工考试包括基础知识和操作技能两个部分, 基础知识考试合格后方可进行操作技能考试。

11. 焊工的基础知识考试应包括以下范围:

(1) 结构钢材的有关知识;

(2) 焊接材料(焊条、焊丝、焊剂、保护气体等)的牌号、性能及选用;

(3) 焊接工艺: 焊接方法、焊接参数、热输入量、预热、层间温度、后热、焊后热处理以及焊接程序等;

(4) 焊接质量标准: 焊接缺陷产生的原因和危害, 预防焊接缺陷的措施及缺陷处理的方法;

(5) 焊接接头的力学性能及其影响因素;

(6) 焊接应力与变形及其影响的因素, 减少焊接应力与变形的措施;

(7) 焊接设备和检测仪器的种类及其使用和维护;

(8) 常用的焊接型式, 焊缝代号及图纸识别;

(9) 焊缝常用的检验方法;

(10) 焊接安全技术。

12. 操作技能考试使用的钢材及焊接材料应符合表 6-1-1 的规定。

表 6-1-1 操作技能考试使用的钢材及焊接材料

钢材类别			不同焊接方法相应的焊接材料		
			手工电弧焊	埋弧自动焊	CO <sub>2</sub> 气体保护半自动焊
钢 材	普通碳素结构钢	A3F A3 A3R A3y 20g	E422	焊丝 H08A + 焊剂 431 或焊剂 430	焊丝 H08Mn2Si CO <sub>2</sub> 气体纯度: 含水量小于 0.05%
	低合金结构钢	16Mn 16Mny 16MnR 16Mn	E506 或 E507	焊丝 H08MnA 或焊丝 H0Mn Af 焊剂 431 或焊剂 430	
管 材	普通结构钢	20 20g	E426 或 E427		



13. 操作技能考试焊件分类和质量检验项目见表 6-1-2。

表 6-1-2 操作技能考试焊件分类和质量检验项目

焊件类型	板厚或管径 (mm)	焊接方法	接头型式	焊接位置	检 验 项 目				
					外观	无损探伤	断口	冷 弯	
								面弯	背弯
板 材	12~16	手工电弧焊, CO <sub>2</sub> 气体保护半自动焊	┘型	水平贴角焊	✓		✓		
			对 接	平 焊	✓	✓		✓	✓
	立 焊	✓		✓		✓	✓		
	横 焊	✓		✓		✓	✓		
	16~25	埋弧自动焊	接	仰 焊	✓	✓		✓	✓
对接				平焊	✓	✓	✓		✓
管 材	32~60	手工电弧焊	对接	水平	✓		✓	✓	✓
				垂直	✓		✓	✓	✓
	133~273	手工电弧焊	对接	水平	✓			✓	✓
				垂直	✓			✓	✓

14. 考试的焊件焊完后, 由监考人会同焊工在试件上打上焊工编号、焊接方法和焊接置代号的钢印。若焊件中一件焊缝外观质量达不到要求时, 允许补焊一件。

15. 对同样焊接方法、接头型式、焊接位置的焊接普通低合金结构钢的考试合格者, 可免去普通碳素结构钢的考试; 使用低氢型焊条考试合格者, 可免去酸性焊条的考试。申请从事其它焊接方法考试者, 必须具有手工平焊合格证的资格。

16. 焊工合格证内容。焊工合格的内容见表 6-1-3 至表 6-1-8。焊工合格证封面为塑料封面。

表 6-1-3

建 筑 钢 结 构
焊
工
合
格
证

表 6-1-4

姓名 _____	照 片
姓别 _____	
焊工代号 _____	企业单位钢印 或公章 (压照片左侧) 焊工考试委员会签章
编 号	年      月      日

表 6-1-5

焊接质量事故记录表		
年月日	质量事故内容	检验员

表 6-1-6

注意事项
1. 此证应妥善保管，只限本人使用
2. 此证记载各项，不得私自涂改，有效工作范围，应与考试合格时内容基本一致
3. 合格证的有效期为三年

表 6-1-7

焊接方法		考试种类	
钢材种类		板厚或管径	
焊丝 焊条 牌号		直径	
焊剂牌号	(CO <sub>2</sub> 气体纯度)		
外观检查		无损探伤	
冷弯试验			
其它检查			
理论考试		总 评	
技能考试			
负责人签字	填发日期		

表 6-1-8

免 试 证 明	
该焊工在	年  月至
年  月	月期间从事焊接工作，质量
共  项	的有效期限延长至  年  月  日
焊工考试委员会主任委员	
	年  月  日

## 二、焊接工艺试验

1. 焊接工艺试验是制造工艺技术文件的依据，凡以下情况应进行工艺试验：

- (1) 结构钢材系首次应用。
- (2) 焊条、焊丝、焊剂的型号改变。
- (3) 焊接方法改变，或由于焊接设备的改变而引起焊接参数改变。
- (4) 焊接工艺需改变：
  - 1) 双面对接焊改为单面焊；
  - 2) 单面对接电弧焊增加或去掉垫板，埋弧焊的单面焊反面成型；
  - 3) 坡口型式改变，变更钢板厚度，要求焊透的 T 型接头。
- (5) 需要预热、后热或焊后要做热处理。

2. 工艺试验的钢材和焊接材料，应与工程上所用材料相同。

3. 工艺试验一般以对接接头为主。试验前应根据钢材的可焊性和设计要求，拟定试件的焊接工艺、焊后处理、检验程序和质量要求。

要求焊透的 T 型接头，宜用与实际构件刚度相当的试件进行试验。

4. 工艺试验应包括现场作业中所遇到的各种焊接位置，当现场有妨碍焊接操作的障碍时，还应做模拟障碍的焊接试验。

5. 工艺试验的焊条，应由持合格证的焊工操作。

6. 试验焊缝的外观及内部质量无损探伤检测，应按《建筑钢结构焊接规格》JGJ81-91 第六章或参考本分册有关章节进行检查及评定。

7. 焊接接头的力学性能试验以拉伸和冷弯（面弯、背弯）为主，冲击试验按设计要求确定，有特殊要求时应做侧弯试验。每个焊接位置的试验件数应为：

- (1) 拉伸、面弯、背弯及侧弯各 2 件；
- (2) 冲击试验 9 件（焊缝、熔合线、热影响区各 3 件）。

试件的截取、加工及试验方法均按国家标准《焊缝金属及焊接接头力学性能试验》（GB2649~2656）的规定执行。

8. 焊接接头力学性能试验合格标准。

(1) 拉伸试验：接头焊缝的强度不低于母材强度的最低保证值。

(2) 冷弯试验：应符合表 6-1-9 的要求。表中  $t$  为试样厚度。

冷弯试验达到合格角度时，焊缝受拉面上裂缝或缺陷长度不得大于 3.0mm，如超过 3.0mm，应补做一件，重新评定。

表 6-1-9 冷弯试验弯曲合格角度

焊接方法	钢材种类	弯心直径	支座间距	弯曲角度
电弧焊	Q235 类（屈服强度 235MPa 级）低碳钢	$2t$	$4.2t$	$150^\circ$
	16 锰类（屈服强度 343MPa 级）低合金钢	$3t$	$5.2t$	$100^\circ$
	15 锰钒类（屈服强度 411MPa 级）低合金钢	$3t$	$5.2t$	$100^\circ$
电渣焊	Q235（屈服强度 235MPa 级）低碳钢	$2t$	$4.2t$	$150^\circ$
	16 锰类（屈服强度 343MPa 级）低合金钢	$3t$	$5.2t$	$100^\circ$
	15 锰钒类（屈服强度 411MPa 级）低合金钢	$3t$	$5.2t$	$100^\circ$

(3) 冲击试验：应符合设计要求。

9. T 型接头，应做磨片检查熔合情况。埋弧焊缝的试件需测定成型系数。其值应大

于 1.1。

### 三、安装准备

1. 复验安装定位所使用的轴线控制点和测量标高使用的水准点。
2. 放出金属结构标高控制线和座标轴线，钢屋架还要放出屋架轴线的吊装辅助轴线。
3. 复验金属结构支座及支撑系统的预埋件，其轴线、标高、水平度、预埋螺栓位置及伸出长度，超过允许偏差时，应做好技术处理。
4. 清理检查吊装机械及吊具，按照施工组织设计要求搭设操作平台或脚手架。
5. 屋架等金属结构成品、半成品的吊装，应编制吊装方案。钢屋架腹杆设计为拉杆，但吊装时由于吊点位置使其受力改变成压杆时，为防止杆件失稳、变形，必要时采取在平行于屋架上下弦方向通长用杉槁或方木临时加固措施。
6. 测量所用的量具，如钢尺应与钢结构制造用的钢尺校对，并需取得计量单位的检定证明。
7. 对金属结构、构件的几何尺寸与设计、现场基础或预埋件的尺寸进行核对无误。
8. 应做的各种试验和工艺评定要得出符合规范、标准、图纸及有关规定的要求。

### 四、安装顺序

1. 按施工组织设计要求，一般采用综合安装方法从建筑物一端开始，向另一端推进，由下而上进行。顺序安装时要特别注意错误的累计所造成的质量问题或事故。
2. 对于一般厂房的安装顺序：钢柱→柱间支撑→屋架→天窗架→垂直、水平支撑系统→檩条→屋面板。
3. 每一独立单元构件安装完之后，应具有空间刚度和可靠的稳定性。

### 五、起重吊装

安装工作要能做到保质保量，既安全、又快速地顺利进行，首先取决于吊装机具的合理选用。应视安装件的种类、重量、安装高度、现场的自然条件等情况，来选择吊装机具。

如果现场吊装作业面积能满足吊车行走和起重臂旋转半径距离要求时，可采用履带式起重机进行吊装。

对于吊装件重量很轻、吊装的高度低（一般在 4~5m 高度以下），可利用简单的起重机械，如链式起重机等吊装。

如果现场土建已安装有塔式起重机（塔吊），可根据吊装地点位置、安装件的高度及吊件重量等条件且符合塔吊吊装性能时，可以利用现有的塔吊进行吊装。

起重机具的选择应用，除了安装件的技术条件和现场的自然条件外，更主要是起重

机械本身具备的应用技术条件。主要是起重机的起重能力。要以此为依据选择合适的吊装机械进行吊装。日常安装工作对起重机械的起重能力,是以起重重量( $t$ )、起重高度( $m$ )和回转半径( $m$ )三个基本条件来确定的。

这三个基本条件互相之间是密切相联的。起重机的起重臂长度一定,起重臂角度 $\alpha$ 以 $75^\circ$ 为起重机的起重正常角度。起重机的起重重量是随着起重半径的增加,相应的起重重量也减少。

### (一) 起重重量

为了保证吊装安全起见,起重机的起重重量,必须大于吊装件的重量,其中包括绑扎索具的重量和临时加固材料的重量。

用公式表示如下:

$$T > T_1 + T_2 \quad (6-1-1)$$

式中  $T$ ——起重机额定重量( $t$ );

$T_1$ ——吊装最重的构件重量( $t$ );

$T_2$ ——索具和加固材料重量( $t$ )。

### (二) 起重高度

起重机的起重高度,必须满足所需安装件的最高构件的吊装高度要求。在施工现场,实际安装是以安装件的标高为依据。吊车起重杆吊装构件的总高度,必须大于安装件的最高标高的高度。如图6-1-1所示。

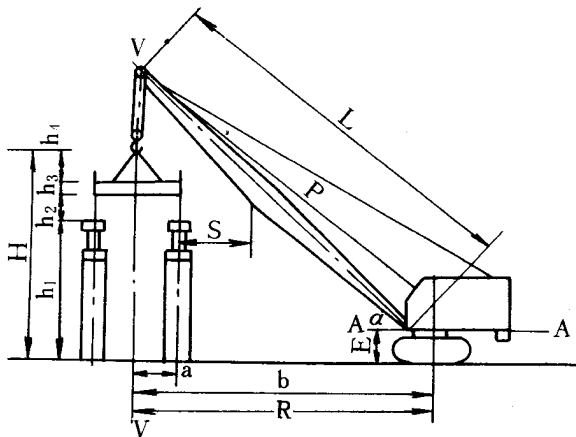


图 6-1-1 起重高度示意图

用公式表示:

$$H > h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (6-1-2)$$

式中  $H$ ——起重机的起重高度( $m$ ),以起重机(吊车)的停机机面中心算起至吊钩间距离( $m$ );

$h_1$ ——安装支座上表面高度( $m$ );

$h_2$ ——安装调整间隙,一般不小于 $0.2 \sim 0.3m$ ;

$h_3$ ——绳索绑扎吊点到构件底面距离( $m$ ),即构件本身的厚度或高度尺寸;

$h_4$ ——索具高度 (m), 绑扎吊点至吊钩 (构件上平面至吊钩) 的距离。

### (三) 起重半径

起重半径也叫吊装回转半径, 如图 6-1-1 所示。它是从起重视起重臂上的吊钩向下垂直于地面一点至吊车中心间的距离。图中  $b = R$  为起重半径。

图 6-1-1 中车体下方 A—A 平面与起重臂夹角  $\alpha$  处, 就是起重机的起重臂仰角。仰角越大, 起重半径越小, 而起重的重量越大。相反起重臂向下降, 仰角减小, 起重半径增大, 则起重量就相对减少。

因而, 一般起重机的起重量是根据起重臂的角度、起重半径和起重臂高度确定。所以在实际吊装时, 要根据吊装的重量, 确定起重半径和起重臂仰角及起重臂长度。

实际安装现场, 在吊装高度较高、截面较宽的构件时, 应注意起重臂从吊起途中到安装就位, 构件不能与起重臂相碰。应在图 6-1-1S 处保持 0.9~1m 的距离。对固定位置和固定角度的吊装, 应在吊装前测准所需距离。

## 六、基础验收及处理

1. 构件安装前, 必须取得基础验收的合格资料 (行一列线和标高), 见基础验收记录表 (表 6-1-10)。基础施工单位可分批或一次交给, 但每批所交的合格资料, 应是一个安装单元的全部柱基基础。

表 6-1-10

基础验收记录

年 月 日

工程编号	工程名称	年 月 日
分部分项工程	工程类别	
施工单位	交验日验	年 月 日
质量要求		
基础检查实况		

续表

工程编号		工程名称	
分部分项工程		工程类别	
施工单位		交验日期	年 月 日
处 理 竟 见			
安装技术人员：	土建单位代表：	建设单位代表：	

说明：本表一式五份，填写后分送有关单位

填表：

2. 安装前，应根据基础验收资料复核各项数据，并标注在基础表面上。支承面、支座和地脚螺栓的位置、标高等的偏差应符合表 6-1-11 的规定。

表 6-1-11 支承面、支座和地脚螺栓的允许偏差

项 次	项 目	允许偏差
1	支承面 (1) 标高 无吊车梁的柱基 有吊车梁的柱 (2) 不水平度 无吊车梁的柱基 有吊车架的柱基	$\pm 3.0\text{mm}$ $\pm 2.0\text{mm}$ $1/750$ $1/1000$
2	支承表面 (1) 标高 (2) 不水平度	$\pm 1.5\text{mm}$ $1/15000$
3	地脚螺栓位置（任意截取）： (1) 在支座范围内 (2) 在支座范围外	$\pm 5.0\text{mm}$ $\pm 10.0\text{mm}$
4	地脚螺栓伸出支承面的长度	$\pm 20.0\text{mm}$
5	地脚螺栓的螺纹长度	只允许加长

3. 复核定位应使用轴线控制点和测量标高的基准点。

4. 钢柱脚下面的支承构造，应符合设计要求。需要填垫钢板时，每迭不得多于三块。

5. 钢柱脚底板面与基础间的空隙，应用细石混凝土浇筑密实。

## 七、钢结构的运输和堆放

1. 装卸、运输和堆存，均不得损坏构件和防止变形。堆放应放置在垫木上。已变形的构件应予矫正，并重新检验。
2. 钢结构运送到安装地点的顺序，应符合安装程序，并应成套供应。堆存时，应考虑扩大拼装和安装程序的要求。

## 八、安装和校正的规定

1. 构件安装宜采用扩大拼装和综合安装的方法施工。
2. 扩大拼装时，对容易变形的构件应作强度和稳定性验算。需要时，应采取加固措施。
3. 采用综合安装方法时，其结构必须能划分成若干独立体系或单元，每一体系（单元）的全部构件安装完后，均应具有足够的空间刚度和可靠的稳定性。
4. 需要利用已安装好的结构吊装其它构件和设备时，应征得设计单位的同意，同时应采取防止损坏结构的措施。
5. 确定几何位置的主要构件（柱、刚架等）应吊装在设计位置上，在松开吊钩前应作初步校正并固牢。
6. 多层框架构件的安装，每完成一个层间的柱后，必须按表 6-1-12 做好中间验收，填清楚调整后的测量数据。

表 6-1-12

钢结构验收记录

工程名称			结构型式，层数	
验收部位			建筑面积 (m <sup>2</sup> )	
检查内容			存在质量问题	处理结果
质量保证资料项目名称			份数	检查情况



续表

工程名称		结构型式, 层数			
结论					
业主 (含监理)	代表: 其它: 年 月 日	施工 单位	技术: 质检: 记录:	质监	代表: 年 月 日

年 月 日

7. 已安装的结构单元, 在检测调整时, 应考虑外界环境影响 (如风力、温差和日照) 出现的自然变形。吊车梁和轨道的调整应在主要构件固定后进行。

8. 设计要求顶紧的节点, 相接触的两个平面必须保证有 70% 紧贴, 用 0.3mm 的塞尺检查, 插入深度的面积之和不得大于总面积的 30%。边缘最大间隙不得大于 0.8mm。

## 九、钢柱的安装

钢柱安装时, 先将基础清理干净, 并调整基础标高, 然后进行安装。柱子安装层次包括: 基础放线、绑扎、吊装、校正、固定等。

### (一) 放线

安装前, 用木工墨斗放好基础平面的纵、横轴向基准线作为柱底板安装定位线。

### (二) 确定吊装机械

根据现场实际件选择好吊装机械后, 方可进行吊装。吊装时, 要将安装的柱子按位置、方向放到吊装 (起重半径) 位置。

目前, 安装所用的吊装机械, 大部分用履带式起重机、轮胎式起重机及轨道式起重机吊装柱子。如果场地狭窄, 不能采用上述机械吊装, 可采用抱杆或架设走线滑车进行吊装。

### (三) 柱子吊装

柱子起吊前, 应从柱底板向上 500 ~ 1000mm 处, 划一水平线, 以便安装固定前后作复查平面标高基准用。

柱子安装属于竖向垂直吊装, 为使吊起的柱子保持下垂, 便于就位, 需根据柱子的种类和高度确定绑扎点。具有牛腿的柱子, 绑扎点应靠牛腿下部, 见图 6-1-2 所示。无牛腿的柱子按其高度比例, 绑扎点设在柱子全长  $2/3$  的上方位置处, 见图 6-1-2 所示。防止柱边缘的锐利棱角, 在吊装时损伤吊绳, 应用适宜规格的钢管割开一条缝, 套在棱角吊绳处, 或用方形木条垫护。注意绑扎牢固, 并易拆除。

钢柱柱脚套入地脚螺栓, 防止其损伤螺纹, 应用铁皮卷成筒套到螺栓上, 钢柱就位

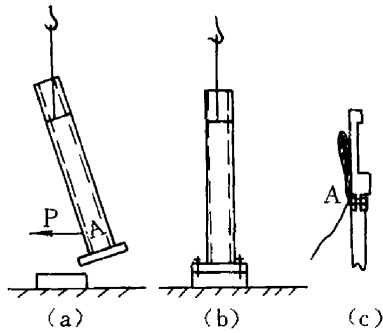


图 6-1-2 钢柱吊装就位示意图

(a) 吊装调整 ; (b) 就位 ; (c) 牛腿柱

A—溜绳绑扎位置



后，取去套筒。

为避免吊起的柱子自由摆动，应在柱底上部（见图 6-1-2）用麻绳绑好，作为牵制溜绳的调整方向。吊装前的准备工作就绪后，首先进行试吊，吊起一端高度为 100 ~ 200mm 时应停吊，检查索具牢固和吊车稳定板位于安装基础时，可指挥吊车缓慢下降，当柱底距离基础位置 40 ~ 100mm 时，调整柱底与基础两基准线达到准确位置，指挥吊车下降就位，并拧紧全部基础螺栓螺母，临时将柱子加固，达到安全方可摘除吊钩。

如果多排柱子安装，可继续按此做法吊装其余所有的柱子。钢柱吊装调整与就位如图 6-1-2 所示。

钢柱的吊装方法与钢筋混凝土柱的吊装方法基本相同。不同点是钢柱基础是凸起地面，用螺栓固定柱子。而钢筋混凝土柱的基础形状是方杯口型，安装就位后，用混凝土浇筑固定柱子。

#### （四）柱子校正

柱子的校正工作一般包括平面位置、标高及垂直度这三个内容。

钢柱和钢筋混凝土柱的平面位置在吊装就位时，属一次对位，一般不需平面再校正。对于柱子的标高，有时低于安装标高，就位后，需用垫铁调整准确标高。因此钢柱校正工作和钢筋混凝土柱子一样，主要是校正垂直度和复查标高。

柱子校正工作需用测量工具同时进行，常用的观测柱子垂直度的工具是经纬仪或线坠。

1. 经纬仪测量。校正柱子垂直度需用两台经纬仪观测，见图 6-1-3 (b)。首先，将经纬仪放在柱子一侧，使纵中丝对准柱子座的基线，然后固定水平度盘的各螺丝。

测柱子的中心线，由下而上观测。若纵中心线对准，即是柱子垂直，不对准则需调整柱子，直到对准经纬仪纵中丝为止。

以同样方法测横线，使柱子另一面中心线垂直于基线横轴。柱子准确定位后，即可对柱子进行固定工作。

2. 线坠测量 [见图 6-1-3 (c)]。用线坠测量垂直度时，因柱子较高，应采用 1 ~ 2kg 重量的线坠。其测量方法是在柱的适宜高度位置；把型钢头事先焊在柱子侧面上

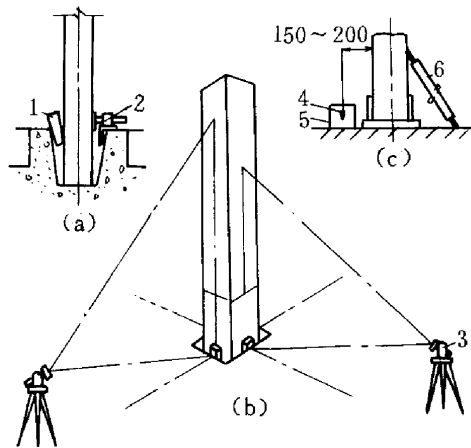


图 6-1-3 柱子校正示意图

(a) 就位调整；(b) 用两台经纬仪测量；(c) 线坠测量

1—楔块；2—螺丝顶；3—经纬仪；4—线坠；5—水桶；6—调整螺杆千斤顶

(也可用磁力吸盘)，将线坠上线头拴好，量得柱子侧面和线坠吊线之间距离，如上下一致则说明柱子垂直，相反则说明有误差。测量时，需设法稳住线坠，其做法是将线坠放入空水桶或盛水的水桶内，注意坠尖与桶底间保持悬空距离，方能测得准确。

柱子校正除采用上述测量方法外，还可用增加或减换垫铁来调整柱子垂直度以及求取倾斜值的计算方法进行校正，如图 6-1-4 所示。

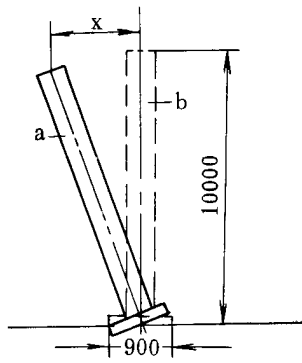


图 6-1-4 计算法校正柱子

a—倾斜位置；b—垂直位置

例：有一柱子高度为 10m，底座板宽为 0.9m，求柱子倾斜值。

做法：现将 a 柱右边的垫板撤去 1mm，则倾斜值为  $x$ ，可用下式计算：

$$\frac{1}{450} = \frac{x}{10000}$$

$$x = \frac{10000}{450} = 22.2 \text{ (mm)}$$

由此可见，只要将倾斜柱子右方再垫上 1mm 厚垫板，即可达到校正的目的。柱子校正应先校偏差大的，后校偏差小的。

### 钢柱校正和固定：

铜柱吊装柱脚穿入基础螺栓就位后，柱子校正工作主要是对标高进行调整和垂直度进行校正；它的校正方法可选用缆风绳、千斤顶、正反螺纹撑杆、大型撬杠等工具，对钢柱施加拉、顶、撑或撬的垂直力和侧向力，同时采用不等厚垫铁，在柱底板与基础之间调整校正后用螺栓固定，并加双重螺母防松。

#### （五）钢柱找正对垫铁的要求

用垫铁方法校正垂直度和调整柱子标高时，需注意以下几点要求：

1. 柱子校正和调整标高，垫不同厚度垫铁或偏心垫铁的重叠数量不准多于 2 块，一般要求厚板在下面、薄板在上面。每块垫板要求伸出柱底板外 5~10mm，以备焊成一体，保证柱底板与基础板平稳牢固结合，如图 6-1-5。

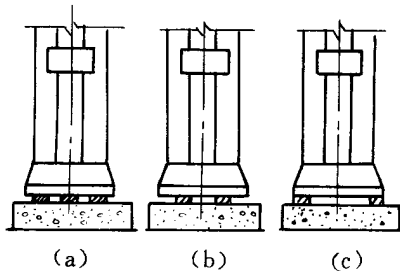


图 6-1-5 钢柱垫铁示意图

(a) (b) 正确；(c) 不正确

2. 垫板之间的距离要以柱底板的宽为基准；要做到合理恰当，使柱体受力均匀，避免柱底板局部压力过大产生变形。

#### （六）校正柱子注意风力和温度影响

校正柱子操作或柱子校正后，在风力和温度影响下，会阻碍柱子校正，又会使校正后的柱子自动产生偏斜。

1. 风力影响。风力对柱面产生压力，柱面的宽度越宽，柱子高度越高，受风力影响也就越大，影响柱子的侧向弯曲也就越甚。因此，柱子校正操作时，当柱子高度在 8m 以上，风力超过 5 级时不能进行。经校正达到垂直度的柱子应抓紧时间，进入下一步柱间侧向支撑的安装，以达到整体连接；增加其刚度，防止风力作用再变形。

2. 温度影响。温度的变化会引起柱子侧向弯曲，使柱顶移位。由于受阳光照射的一面温度比没照射的一面高，阳面的膨胀程度也就越大，使柱子向阴面弯曲；温度越高，使柱子阴阳面的温差就越大，影响柱子的弯曲程度也就越严重。因此，在炎热季节校正柱子操作，应在早晨或阴天进行较好。

往往对已校正达到垂直度的柱子，在温度影响下也会自动偏斜。因此，对校正完成的柱子避免再偏斜，在下一步安装支撑或吊车梁前，应作复测。检查柱子侧向弯曲程度的数值，是由柱底平面到柱顶的这一段距离内的水平位移来确定的，其水平位移的数值，可用经纬仪观测。

## 十、屋架安装方法。

1. 吊点必须在屋架三汇交节点上。屋架起吊时离地 50cm 时检查无误后再继续起吊。
2. 安装第一榀屋架时，在松开吊钩前，做初步校正，对准屋架基座中心线与定位轴线就位，并调整屋架垂直度并检查屋架侧向弯曲。
3. 第二榀屋架同样吊装就位好后，不要松钩，用杉槁临时与第一榀屋架固定，跟着安装支撑系统及部分檩条，最后校正固定的整体。
4. 从第三榀开始，在屋架脊点及上弦中点装上檩条即可将屋架固定，同时将屋架校正好。
5. 屋架分片运至现场组装时，拼装平台应平整，组拼时保证屋架总长及起拱尺寸要求。焊接时一面检查合格后再翻身焊另一面。做好拼焊施工记录，全部验收后方准吊装。屋架及天窗架也可以在地面上组装好，进行综合吊装。但要临时加固以保证有足够的刚度。

## 十一、连接和固定

1. 各类构件的连接接头，必须经过检查合格后，方可紧固和焊接。
2. 安装用的临时螺栓和冲钉，今每个节点上穿入的数量必须由计算决定，并应符合下列规定：
  - (1) 不得少于安装孔总数的  $1/3$ ；
  - (2) 应穿两个临时螺栓；
  - (3) 冲钉穿入数量不宜多于临时螺栓的  $30\%$ ；
  - (4) 扩钻后的精制螺栓的孔不得使用冲钉。
3. 永久性的普通螺栓的连接应符合下列规定：
  - (1) 每个螺栓不得垫两个以上的垫圈，或用大螺母代替垫圈。螺栓拧紧后，外露丝扣应不少于  $2\sim 3$  扣，并应防止螺母松动；
  - (2) 任何安装孔均不得随意用气割扩孔。
4. 安装焊缝的质量标准应符合设计要求和第三章的有关规定。
5. 安装定位焊缝，需承受荷载者的点焊长度，不得小于设计焊缝长度的  $10\%$ ，并不小于 50mm。
6. 采用高强度螺栓连接，需在工地处理构件摩擦面时，其摩擦系数值必须符合设计要求。

制造厂处理好的构件摩擦面，安装前，应逐组复验所附试件的摩擦系数，合格后方可安装。
7. 高强度螺栓连接副（即高强度螺栓带有配套的螺母和垫圈），应在同一包装箱中配套使用。施工有剩余时，必须按批号分别存放，不得混放混用。在储存运输和施工过

程中应防止受潮生锈、沾污和碰伤。

8. 安装高强度螺栓时，构件的摩擦面应保持干燥；不得在雨中作业。

9. 高强度螺栓应顺畅穿入孔内，不得强行敲打。穿入方向宜一致，便于操作，并不得作临时安装螺栓用。

10. 安装高强度螺栓必须分两次（即初拧和终拧）拧紧。初拧扭矩值不得小于终拧扭矩值的 30%，终拧扭矩值应符合设计要求，并按下式计算：

$$M = (P + \Delta P) \cdot K \cdot d \quad (6-1-3)$$

式中  $M$ ——终拧扭矩值 (N·m)；

$P$ ——设计预拉力 (kN)；

$\Delta P$ ——预拉力损失值，一般为设计预拉力值的 5% ~ 10%；

$K$ ——扭矩系数；

$d$ ——螺栓公称直径 (mm)。

11. 每组高强度螺栓的拧紧顺序应从节点中心向边缘施拧。当天安装的螺栓应在当天终拧完毕，其外露丝扣不得少于 2 扣。

12. 扭剪型高强度螺栓，以拧掉尾部梅花卡头为终拧结束。

13. 采用转角法施工，初拧结束后应在螺母与螺杆端面同一处刻划出终拧角的起始线和终止线以待检查。

14. 扭矩法施工：

(1) 机具应有班前和班后进行标定检查；

(2) 检查时，应将螺母回退 30° ~ 50° 再拧至原位；测定终拧扭矩值，其偏差不得大于 ± 10%。

15. 大六角头高强度螺栓终拧结束后，检查时；如发现欠拧、漏拧应补拧；超拧应更换。欠拧、漏拧直用 0.3 ~ 0.5kg 重的小锤逐个敲检。

## 十二、网架安装

网架是一种新型结构，《钢网架》(JGJ75.1 ~ 75.3 - 91) 标准在 1991 年 6 月发布，1991 年 12 月实施。钢网架不仅具有跨度大、覆盖面积大、结构轻、省料经济等特点，同时还有良好的稳定性和安全性。因而网架结构一出现就引起人们极大的兴趣和注目，越来越多的为工程建设所采用。尤其是大型的文化体育中心多数采用网架结构。国内如上海体育馆、上海游泳馆和辽宁体育馆，都别具风采。不但是结构新颖，造型雄伟壮观，而且场内没有一根柱子，视野开阔，使人心旷神怡。

网架结构的形式较多，如双向正交斜放网架、三向网架、星期四角锥网架和蜂窝形三角锥网架等。网架的选型可视工程平面形状和尺寸、支撑情况、跨度、荷载大小、制作和安装情况等因素，综合分析确定。

### (一) 杆件

网架的杆件一般采用普通型钢和薄壁型钢，有条件时应尽量采用薄壁管形截面。其截面尺寸应满足下列要求：

1. 普通型钢一般不宜采用小于  $\angle 45\text{mm} \times 3\text{mm}$  或  $\angle 56\text{mm} \times 36\text{mm} \times 3\text{mm}$  的角钢。
2. 薄壁型钢厚度不应小于  $2\text{mm}$ ；杆件的下料、加工宜采用机加工方法进行。

## (二) 节点

网架的节点分为焊接钢板节点、焊接空心球节点和螺栓球节点等。

1. 焊接钢板节点。焊接钢板节点，一般由十字节点板和盖板组成。十字节点板可用两块带企口的钢板对插焊接而成，也可由三块焊成，如图 6-1-6 所示。

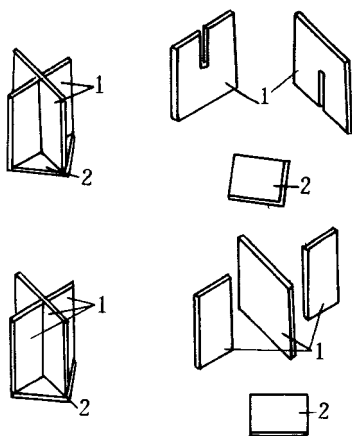


图 6-1-6 焊接钢板节点

1—十字节点板；2—盖板

焊接钢板节点多用于双向网架和四角锥体组成的网架。焊接钢板节点常用的结构形式如图 6-1-7 所示。

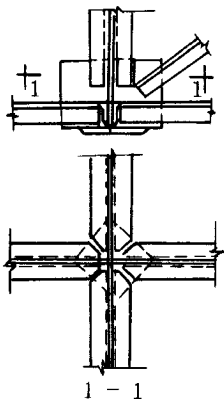


图 6-1-7 双向网架的节点构造

2. 焊接空心球节点。空心球是由两个压制的半球焊接而成的。分为加肋和不加肋两种，如图 6-1-8 所示。适用于连接钢管杆件的连接（见第一章第 1.4.19 条）。

当空心球的外径等于或大于  $300\text{mm}$  时，且内力较大，需要提高承载能力时，球内可加环肋，其厚度不应小于球壁厚，同时焊件应连接在环肋的平面内。

球节点与杆件相连接时，两杆件在球面上的距离不得小于  $20\text{mm}$ 。如图 6-1-9 所

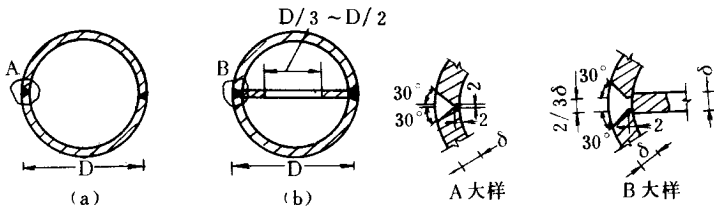


图 6-1-8 空心球剖面图

(a) 不加肋 ;(b) 加肋

示。

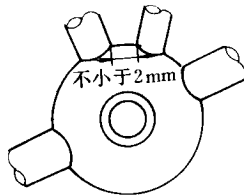


图 6-1-9 空心球节点示意图



焊接球节点的半圆球，宜用机床加工成坡口。焊接后的成品球的表面应光滑平整，不得有局部凸起或折皱，其几何尺寸和焊接质量应符合设计要求。成品球应按 1% 作抽样进行无损检查。

3. 螺栓球节点。螺栓球节点系通过螺栓将管形截面的杆件和钢球连接起来的节点，一般由螺栓、钢球、销子、套管和锥头或封板等零件组成，如图 6-1-10 所示。

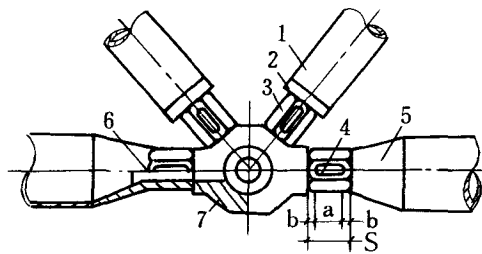


图 6-1-10 螺栓球节点图

1—钢管；2—封板；3—套管；4—销子；5—锥头；6—螺栓；7—钢球

螺栓球节点毛坯不圆度的允许制作误差为 2mm，螺栓按 3 级精度加工，其检验标准按 GB1228 ~ 1231 规定执行。



### (三) 支座节点

1. 常用的压力支座节点有下列四种：

1. 平板压力支座节点，如图 6-1-11 所示。一般适用于较小跨度的支座。

2. 单面弧形压力支座节点，如图 6-1-12 所示。弧形支座板的材料一般用铸钢，也可以用厚钢板加工而成，适用于大跨度网架的压力支座。

3. 双面弧形压力支座节点，如图 6-1-13 所示。适用于跨度大，下部支承结构刚



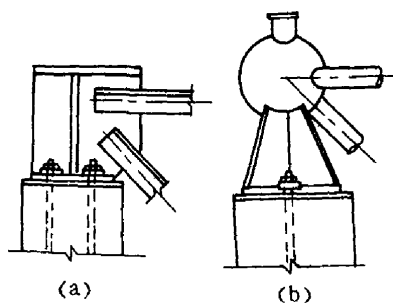


图 6-1-11 网架平板支座节点图

(a) 角钢杆件(拉)力支座;(b) 钢管杆件平板压(拉)力支座

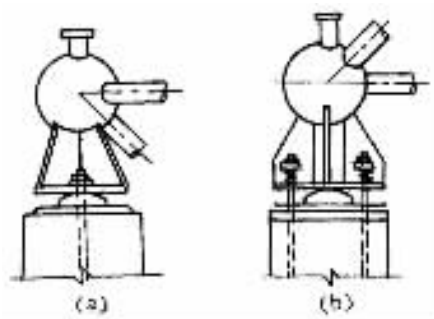


图 6-1-12 单面弧形压力支座节点图

(a) 两个螺栓连接;(b) 四个螺栓连接

度大的网架压力支座。

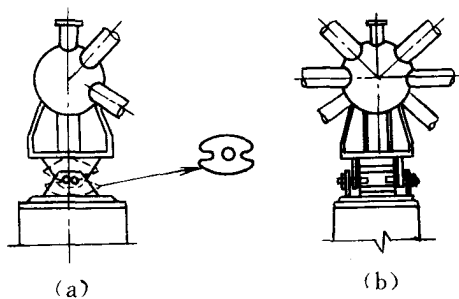


图 6-1-13 双面弧形压力支座

(a) 侧视图;(b) 正视图

4. 球形铰压力支座节点,适用于多支点的大跨度网架的压力支座。单面弧形支座,适用于较大的跨度网架受拉力的支座,如图 6-1-14 所示。

以上各式支座用螺栓固定后,应加副螺母等防松,螺母下面的螺纹段的长度不宜过长,避免网架受力时,产生反作用力,即向上翘起及产生侧向拉力而使螺母松脱和由螺纹部分断裂。

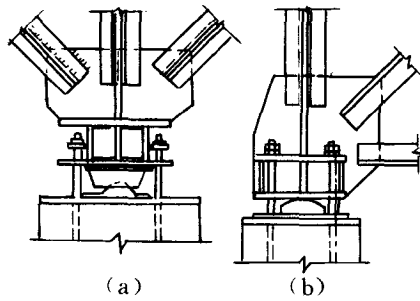


图 6-1-14 球形支座图

(a) 球铰压力支座 ;(b) 单面弧形拉力支座

#### (四) 网架的制作与拼装

网架的拼装应根据网架跨度、平面形状、网架结构形状和吊装方法等因素，综合分析确定网架制作的拼装方案。

网架的拼装一般可采用整体拼装，小单元拼装（分条或分块单元拼装）等。不论选用哪种拼装方式，拼装时均应在拼装模架上进行，要严格控制各部分尺寸。对于小单元拼装的网架，为保证高空拼装节点的吻合和减少积累误差，一般应在地面预装。

拼装时要选择合理的焊接工艺，尽量减少焊接变形和焊接应力。拼装的焊接顺序应从中间开始，向两端或向四周延伸展开进行。

焊接节点的网架点拼后，对其所有的焊缝均应作全面的检查，对大中跨度的钢管网架的对接焊缝，应作无损检验。

用高强度螺栓连接的网架，要按有关规定处理。

#### (五) 网架安装

网架的安装方法较多，如高空散装法、分条或分块安装法、高空滑移法、整体吊装法、整体提升或顶升法等。一般的是按不同的拼装方式来选择安装方法。

网架的整体吊装法，是指网架在地面经拼装和焊接后，采用单根或多根抱杆或一台或多台起重机进行吊装就位的施工方法。采用多根抱杆整体吊装网架的就位，是利用每根抱杆两侧起重滑轮组中产生水平分力不等的原理，见图 6-1-15，推动网架移动或转动来实现的。

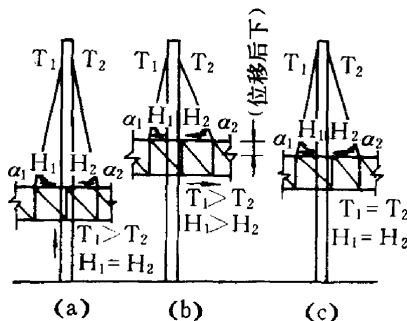


图 6-1-15 吊装网架空中移位示意图

(a) 提升阶段 ;(b) 移位阶段 ;(c) 就位阶段

网架吊装时设备受力分析：吊装进行中，设备受力情况，可按提升阶段和就位阶段综合考虑。分别按下式进行计算：

1. 提升阶段 [图 6-1-15 (a)]:

$$T_1 = T_2 = \frac{G}{2\sin\alpha_1} \quad (6-1-4)$$

2. 就位阶段 [图 6-1-15 (c)];

$$T_1 \sin\alpha_1 + T_2 \sin\alpha_2 = G_1 \quad [\text{见图 } 6-1-15 (a)] \quad (6-1-5)$$

$$T_1 \cos\alpha_1 + T_2 \cos\alpha_2 \quad [\text{见图 } 6-1-15 (b)] \quad (6-1-6)$$

式中  $G_1$ ——每根抱杆所担负的网架、索具等荷载；

$T_1$ 、 $T_2$ ——起重滑轮组拉力；

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ ——起重滑轮钢丝绳与水平面的夹角。

### (六) 网架安装 (整体吊装) 实例

有一座体育馆，采用三向网架结构，其跨度为 91m，圆形，周边等距 24 根钢筋混凝土柱支承网架重 450t，其安装过程如下：

1. 吊装方案选择。根据该网架的结构，平面形状、跨度和设备等情况进行综合分析，确定选用整体吊装方案。整体吊装的核心是在吊装的过程中，必须保证网架在保持自身平衡的情况下，在空中准确无误地完成三个规定动作，即提升、旋转和就位。

整体吊装方案是使用三根 50m 高的独脚抱杆将网架整体吊起来。为使网架在起吊状态中受力尽量分散，故每个抱杆设 8 个吊点，每 4 个吊点穿成一组连通滑轮组，以使其在起吊过程中自找平衡，保持每一吊点受力基本相等。

起吊滑车组用 H140×9D 滑子，双抽头，故每台抱杆配 4 台卷扬机，共计 12 台卷扬机。卷扬机选用同一型号 8t 卷扬机，卷筒上预备的钢丝绳的圈数要保持相同，以确保 12 台卷扬机同步工作。同时，为使网架能保持自身的平衡，特设计一套自找平衡的绳索系统。

为协调 3 台抱杆的提升速度，在 3 台抱杆对应的外周围挑沿处各悬挂 30m 的钢卷尺，将其零点挂在同一水平位置，供随时检查网架的水平度。

2. 试吊。按要求在正式起吊前，先进行试吊，将网提升到 1m 高，停车按各项技术要求进行全面检查，然后归位。

3. 起吊。起吊开始，第一次升高 7m，第二次升高到 14m，第三次升高到 21m，中间各停车一次，检查网架的水平度，分别用卷扬机调整，而后继续起吊。

4. 旋转。旋转动作是在网架提升到 21m 时停车开始 (钢筋混凝土柱高为 20.20m)。旋转动作是靠每台抱杆同侧的起吊滑车组绳索同时放松，即 6 台卷扬机同时回车，此时网架开始向一侧所要求的方向旋转。当转到钢筋混凝土柱子上方时，工作的 6 台卷扬机同时停止工作，即旋转结束。

5. 就位。就位时，12 台卷扬机应同时回车。当支座回降到距柱头 100mm 时，停车再做就位前的最后一次调整工作。其中括转向位置和网架水平等。此时应多工种同时进入所在的位置工作。为避免有新问题出现。要迅速准确指挥 12 台卷扬机同时回车，将

网架落到所在的位置上。于是网架整体吊装（安装）结束。余下的就是对个别的柱头进行局中的调整工作。

### 十三、钢结构工程验收

1. 钢结构工程的竣工验收，应在建筑物全部或具有空间刚度单元部分安装工作完成后进行。

2. 钢结构安装工程的质量必须符合表 6-1-13 ~ 表 6-1-17 的规定。

表 6-1-13 钢柱安装允许偏差（mm）

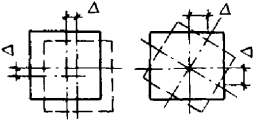
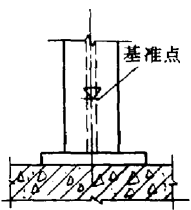
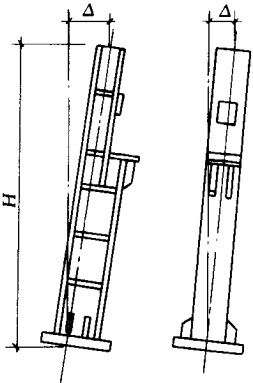
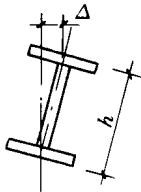
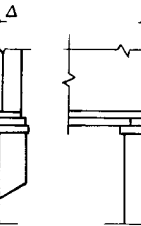
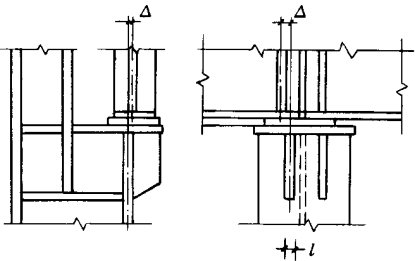
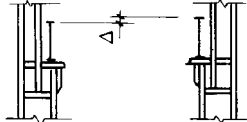
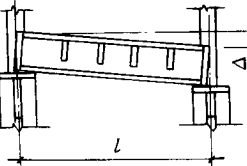
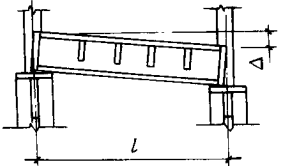
项 目		允许偏差	图 例	
柱脚底座中心线对定位轴线的偏移		5.0		
柱基准点标高	有吊车梁的柱	+ 3.0 - 5.0		
	无吊车梁的柱	+ 5.0 - 8.0		
挠曲矢高		$H/1000$ 15.0		
柱轴线垂直度	单层柱	$H \leq 10.0\text{m}$	10.0	
		$H > 10\text{m}$	$H/1000$ 25.0	
	多节柱	底层柱	10.0	
		柱全高	35.0	

表 6-1-14

钢吊车梁安装的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差	图 例
梁跨中垂直度		$h/500$	
挠 曲	侧向	$L/1000$ 10.0	
	垂直方向	+ 10.0 0	
两端支座中心位移 ( $\Delta$ )	安装在钢柱上, 对牛腿中心的偏 移	5.0	
	安装在混凝土 柱上, 对定位轴 线偏移	5.0	
吊车梁支座加劲板中心与柱子承压加 劲板中心偏移 ( $\Delta_1$ )		$t/2$	
同跨间内同一横 截面吊车梁顶面高 差	支座处	10.0	
	其它处	15.0	
同列相邻两柱间吊车梁顶面高差		$L/1500$ 10.0	
同跨间任一截面的吊车梁中心跨距		$\pm 10.0$	
同跨间任一截面的吊车梁中心跨距		$\pm 10.0$	

续表

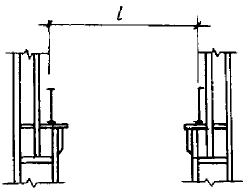
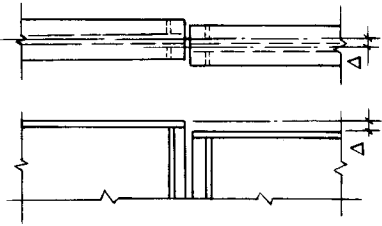
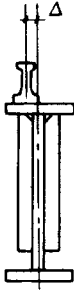
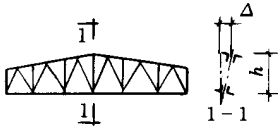
项 目		允许偏差	图 例
			
相邻两吊车梁接头部位	中心错位	3.0	
	顶面高差	1.0	
轨道中心对吊车梁腹板轴线偏移		10.0	

表 6-1-15

钢桁架安装的允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差	图 例
跨中的垂直度	$h/250$ 15.0	

续表

项 目	允许偏差	图 例
桁架及其受压弦杆的侧向弯曲失高 ( $f$ )	$l/1000$ 10.0	
当安装在混凝土柱上时, 支座中心对定位轴线偏移	10.0	
桁架间距 (采用大型混凝土屋面板时)	$\pm 10.0$	

表 6-1-16 钢平台、钢梯和防护钢栏杆安装的允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差
平台标高	$\pm 10.0$
平台梁水平度	$l/1000$ 20.0
平台支柱垂直度	$H/1000$ 15.0
承重平台梁侧向弯曲	$l/1000$ 10.0
承重平台架垂直度	$h/250$ 15.0
栏杆高度	$\pm 10.0$
栏杆立柱间距	$\pm 10.0$

续表

项 目	允 许 偏 差
直梯垂直度	$l/1000$ 15.0

表 6-1-17 钢网架结构安装的允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差	
纵横向长度 $l$	$l/2000$ 30.0	
支座中心偏移	$l/3000$ 30.0	
周边 支承 网架	相邻支座 (距离为 $l_1$ ) 高差	$l/400$ 15.0
	支座最大高差	30.0
多点支承网架相邻支 座 (距离为 $l_1$ ) 高差	$l_1/800$ 30.0	
杆件轴线直线度	$l/1000$ 5.0	

3. 竣工验收, 应提交下列文件:

- (1) 钢结构竣工图、施工图和设计更改文件;
- (2) 在安装过程中所达成的协议文件;
- (3) 安装所用的钢材和其它材料的质量证明书或试验报告;
- (4) 隐蔽工程中间验收记录, 构件调整后的测量资料以及整个钢结构工程 (单元) 的安装质量评定资料。

如金属结构加工厂制作的金属构件或成品, 应提供“钢构件出厂合格证”, 见表 6-1-18。



表 6-1-18

## 钢构件出厂合格证

19 年 月 日

编号

构件厂名		企业级别		企业性质		营业执照牌号	
单位工程名称		建设单位		委托加工单位		合同编号	
构件名称	规格型号	单位数量	构件结构形式 (图示)		质量鉴定情况		
					1. 采用图号 ;		
					2. 焊条、焊剂牌号 ;		
					3. 焊件试验编号和焊工钢印号 ;		
					4. 制品外观检查记录编号		
					钢材材质出厂合格证编号		
					序号	规格	编号
					1		6
					2		7
					3		8
					4		9
					5		10
					构件管理员		签章 年 月 日
					企业技术负责人		签章 年 月 日
					质量检查员		签章 年 月 日
					质检章		

(5) 焊缝质量检验资料 (表 6-1-19) 等)、焊工编号或标志 (见表 6-1-3 ~ 表 6-1-8 等);



## 十四、工业企业中生产用钢直梯

《固定式钢直梯、钢斜梯安装技术条件》(GB4053—93)有如下规定：

1. 钢直梯应采用性能不低于 Q235—A·F 的钢材。
2. 梯梁应采用不小于  $L_{50\text{mm}} \times 50\text{mm} \times 5\text{mm}$  角钢或  $L_{60\text{mm}} \times 8\text{mm}$  扁钢。
3. 踏棍宜采用不小于  $\varnothing 20\text{mm}$  的圆钢，间距直为 300mm 等距离分布。
4. 支撑应采用角钢、钢板或钢板组焊成 T 型钢制作，埋设或焊接时必须牢固可靠。
5. 无基础的钢直梯，至少焊两对支撑，支撑竖向间距，不宜大于 3000mm，最下端的踏棍距基准面距离不宜大于 450mm。
6. 钢直梯每级踏棍的中心线与建筑物或设备外表面之间的净距离不得小于 150mm。
7. 侧进式钢直梯中心线至平台或屋面的距离为 380 ~ 500mm，梯梁与平台或屋面之间的净距离为 180 ~ 300mm。
8. 梯段高度超过 300mm 时应设护笼，护笼下端距基准面为 2000 ~ 2400mm，护笼上端高出基准面应与 GB4053.3 中规定的栏杆高一一致。
9. 护笼直径为 700mm，其圆心距踏棍中心线为 350mm。水平圈采用不小于  $-40\text{mm} \times 4\text{mm}$  扁钢，间距为 450 ~ 750mm，在水平圈内侧均布焊接 5 根不小于  $-25\text{mm} \times 4\text{mm}$  扁钢垂直条。
10. 钢直梯最佳宽度为 500mm。由于工作面所限，攀登高度在 5000mm 以下时，梯宽可适当缩小，但不得小于 300mm。
11. 钢直梯上端的踏板应与平台或屋面平齐，其间隙不得大于 300mm，并在直梯上端设置高度不低于 1050mm 的扶手。
12. 梯段高不宜大于 9m。超过 9m 时应设梯间平台，以分段交错设梯。攀登高度在 15m 以下时，梯间平台的间距为 5 ~ 8m；超过 15m 时，每 5 段设一个梯间平台。平台应设安全防护栏杆。
13. 钢直梯全部采用焊接连接，焊接要求应符合《钢结构工程施工及验收规范》(GB50205—95)。所有构件表面应光滑无毛刺。安装后的钢直梯不应有歪斜、扭曲、变形及其它缺陷。
14. 固定在平台上的钢直梯，应下部固定，其上部的支撑与平台梁固定，在梯梁上开设长圆孔，采用螺栓连接。
15. 钢直梯安装后必须认真除锈并做防腐涂装。
16. 荷载规定：
  - (1) 踏棍按在中点承受 1kN 集中活荷载计算。容许挠度不大于踏棍长度的 1/250。
  - (2) 梯梁按组焊后其上端承受 2kN 集中活荷载计算（高度按支撑间距选取，无中间支撑时按两端固定点距离选取）。容许长细比不宜大于 200。

## 十五、工业企业中生产用固定钢斜梯安装

《固定式钢斜梯安装技术条件》(GB4053.2—93)规定：

1. 不同坡度的钢斜梯，其踏步高  $R$ 、踏步宽  $t$  的尺寸如表 6-1-21，其它坡度按直线插入法取值。

表 6-1-21 钢斜梯踏步尺寸

$\alpha$	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°
$R$ (mm)	160	175	185	200	210	225	235	245	255	265
$t$ (mm)	280	250	230	200	180	150	135	115	95	75

2. 常用的坡度和高跨比 ( $H:L$ ) 如表 6-1-22。

表 6-1-22 钢斜梯常用坡度和高跨比

$\alpha$	45°	51°	55°	59°	73°
高坡度跨比 $H:L$	1:1	1:0.8	1:0.7	1:0.6	1:0.3

3. 梯梁钢材采用性能不低于 Q235—A·F 钢材。其截面尺寸应通过计算确定。

4. 踏板采用厚度不得小于 4mm 的花纹钢板，或经防滑处理的普通钢板，或采用由 -25mm × 4mm 扁钢和小角钢组焊成的格子板。

5. 扶手高应为 900mm，或与 GB4053.3 中规定的栏杆高度一致，采用外径为 30 ~ 50mm，壁厚不小于 2.5mm 的管材。

6. 立柱宜采用截面不小于 L<sub>40</sub> × 40 × 4mm 角钢或外径为 30 ~ 50mm 的管材，从第一级踏板开始设置，间距不宜大于 1000mm，横杆采用直径不小于 16mm 圆钢或 30mm × 4mm 扁钢，固定在支柱中部。

7. 梯宽宜为 700mm。最大不宜大于 1100mm，最小不得小于 600mm。

8. 梯高不宜大于 5m，大于 5m 时，宜设梯间平台，分段设梯。

9. 钢斜梯应全部采用焊接连接。焊接要求符合《钢结构工程施工及验收规范》(GB50205—95)。

10. 所有构件表面应光滑无毛刺，安装后的钢斜梯不应有歪斜、扭曲、变形及其它缺陷。

11. 钢斜梯安装后，必须认真除锈并做防腐涂装。

12. 荷载规定。钢斜梯活荷载应按实际要求采用，但不得小于下列数值：

(1) 钢斜梯水平投影面上的活荷载标准取 3.5kN/m<sup>2</sup>。

(2) 踏板中点集中活荷载取 1.5kN/m<sup>2</sup>。

(3) 扶手顶部水平集中活荷载取 0.5kN/m<sup>2</sup>。

(4) 挠度不大于受弯构件跨度的 1/250。

## 十六、钢结构或网架分部（或单位）工程交工技术档案文件资料

## （一）图纸会审

图纸会审用表参见表 6-1-23。

表 6-1-23

图纸会审和设计交底记录

工程日期		会审日期		年	月	日			
参加人员	建设监理单位								
	设计单位								
	施工单位								
	监督部门								
	其它单位								
主持人									
主要内容及决定									
建设单位代签章				年	年	日			
设计单位代表签章				年	月	日			
施工单位签章				年	月	日			
监理签章			年	月	日	其它单位代表签章	年	月	日
记录人：				年	日	日			



## (六) 开工报告

开工报告见表 6-1-25。

表 6-1-25

## 开(竣)工报告

日期 年 月 日

工程名称		施工单位	
工程地点		建设单位	
计划开工日期		计划竣工日期	
实际开工日期		实际竣工日期	
工 程 简 要 说 明			
施 工 单 位	建 设 单 位	审 批 单 位	
(公章):	(公章):	审批意见:	
负责人:	负责人:	负责人:	
		审批日期 年 月 日	

注:此表每项工程每份资料填报一张(每项工程应填报三份资料)。





表 6-1-27

## 普钢产品质量证明书(抄件)

生产厂: \_\_\_\_\_

收货单位 \_\_\_\_\_

拨单号 \_\_\_\_\_

供货单位: \_\_\_\_\_

发货日期: 年 月 日

入库号 \_\_\_\_\_

品名		规格		钢号		炉号		
化 学 成 分 ( % )								
碳 C	硅 Si	锰 Mn	硫 S	磷 P	铬 Cr	镍 Ni	铜 Cu	
机 械 性 能								
抗拉强度 (MPa)	延伸率 (MPa)	屈服点 (MPa)	收缩率 (%)	冷弯 180°	冲击值 (N·m/cm <sup>2</sup> )	压扁	水压	扩口

## (十) 材料、半成品试验检查报告

见“钢材复验综合报告”(表 6-1-28)等。

表 6-1-28

## 钢材复验综合报告

年 月 日

建设单位	工程名称						施工单位
	按 标准鉴定						
材料名称	规格	炉号	批号				来源
根据化学分析报告单 号, 化学成分(%)为:							
试样编号	碳	锰	硅	硫	磷		
根据机械性能试验报告单, 机字 号, 机械性能为:							
试样编号	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	断面收缩率 (%)	冲击值 (J)	硬度 (HB)	
根据无损探伤报告单, 号, 可计缺陷为:							
材料编号	主要缺陷尺寸: mm				其它缺陷尺寸: mm		
	裂纹长度(mm)		夹层面积(mm <sup>2</sup> )				
	单个长	总长	单个面积	总面积			
复验结果							

续表

建设单位	工程名称	标准鉴定	施工单位
	按		
原始报告单附后：化学分析 张，机械性能 张，无损探伤 张，共 张			
试验室技术负责人： 审核人： 编制人：			
单位工程技术负责人验收意见：  签章			

## (十一) 无损探伤检验报告

见表 6-1-29 “射线探伤报告” 和表 6-1-30 “超声波探伤报告”。

表 6-1-29 射线探伤报告

工程名称：					工程编号：							
试验单位：					试验日期： 年 月 日							
试验单编号：					发表日期： 年 月 日							
检件名称			设备编号									
检验部位			材质		厚度		mm					
射线种类及型号		射线 型			射线面积 mm × mm							
透照条件	电压	kV	电流	μA		时间	焦距		mm			
胶片型号			增感方式			冲洗方式						
胶片尺寸			mm		有效长度		mm		透度计型号			
总焊口数			缺陷种类						判定结论			
抽查率	%		裂纹	未熔合	未焊透	密集气孔	点状夹渣	条状夹渣	表面凹陷	不合格	合格	级别
检件编号	片位号	透照日期										
备注：												
试验室技术负责人：				审核人：				试验人				



结构和混凝土的预制梁、板、柱、钢、屋架等吊装工程。

表 6-1-31

吊装工程验收记录

单位工程名称				建设单位		
施工部位或名称				施工单位		
检 查 内 容						
建 设 单 位 验 核 意 见		参 加 检 查 人 员 意 见	建设单位代表： 监理代表： 吊装单位技术负责人： 质量检查员：	构 件 出 厂 合 格 证 编 号		







(十五) 质量事故处理报告

见表 6-1-35。

表 6-1-35

工程质量事故报告表

填报日期：

工程名称		发生事故部位			
分项工程名称		发生事故时间			
发生工程质量事故的原因		返工（或报废）损失			
		材料	人工	其他	总计（元）
		补救措施 和 处理意见			

填报单位：

填报人：

注：发生重大质量事故，应电话报司再处理。

(十六) 分部工程质量评定表

见表 6-1-36 “分部工程质量评定表”。





## (十七) 竣工报告

见表 6-1-25 “开(竣)工报告”。

## (十八) 竣工验收证明

见表 6-1-37 “工程竣工验收总表”。

表 6-1-37

工程竣工验收报告

工程名称		工程地址	
工程结构		层数和面积 (或规格)	(m <sup>2</sup> )
预算造价		工程质量总评 或核定等级	
开工日期	年 月 日	竣工日期	年 月 日
工程范围及 主要内容			
竣工验收情况及验收结论			
其它			
建设(监理)单位	设计单位	施工单位	质监站
名称 (公章) 负责人(签章)	名称 (公章) 负责人(签章)	名称 (公章) 负责人(签章)	名称 (公章) 负责人(签章)

验收交接日期 年 月 日

## (十九) 单位工程质量综合评定表

见表 6-1-38

表 6-1-38

单位工程质量综合评定表

工程名称：

施工单位：

开工日期： 年 月 日

建筑面积：

结构类型：

竣工日期： 年 月 日

项次	项 目	评 定 情 况	核 定 情 况
1	分部工程评定汇总	共 分部，其中优良 分部，优良率 % 主体分部质量等级 装饰分部质量等级 安装主要分部质量等级	
2	质量保证资料	共核查 项，其中符合要求项，经鉴定符合要求 项	
3	观感评定	应得 分 实得 分 得分率 %	
4	企业评定等级：  企业经理 企业技术负责人  公章  年 月 日		建筑工程质量监督 站或主管部门  核定结果：  站 长 主管部门负责人： 公章  年 月 日

## (二十) 竣工图

按设计图施工，无变动者，将原图加盖竣工图章作为竣工图，如有部分变动的，将变动部分在施工图作修改后加盖竣工图章作为竣工图；如果实际施工与设计图变动量大，应重新绘制竣工图。

## 第二章 曳引装置组装技术

这里介绍的组装技术适用于额定载重量 5000kg (50kN) 以下、额定速度 3m/s 及以下各类国产电梯的曳引装置安装工程。

### 一、学习图纸资料

首先学习电梯制造厂提供的电梯安装图、安装说明书、使用维护说明书、电气原理图、电气接线图、部件组装图及电梯调试大纲等。

表 6-2-1

施工技术交底记录

工程名称		施工班组	
分部分项工程名称		参加人	
工程数量		计划完成时间	
1. 质量标准要求:			
2. 安全操作事项:			
3. 操作技术方法及措施:			
4. 其他注意事项:			

技术负责人：      交底人：      交底日期：      年 月 日





组合段是指一层楼高的中段、混凝土坑、机房混凝土地板或装配良好的机房整体。显然，这种安装法要与结构施工同步配合进行。

### (三) 散装安装法

这是最常用的一种方法。此法是逐个地安装电梯零件及组件，分别在电梯井内、井坑、机房中直接安装所在位置的电梯部件和零件。

大件安装法和组合段安装法要求设计、制造和施工单位密切合作才能实现。

## 四、电梯安装工艺流程

电梯安装施工工艺流程如图 6-2-1 所示。

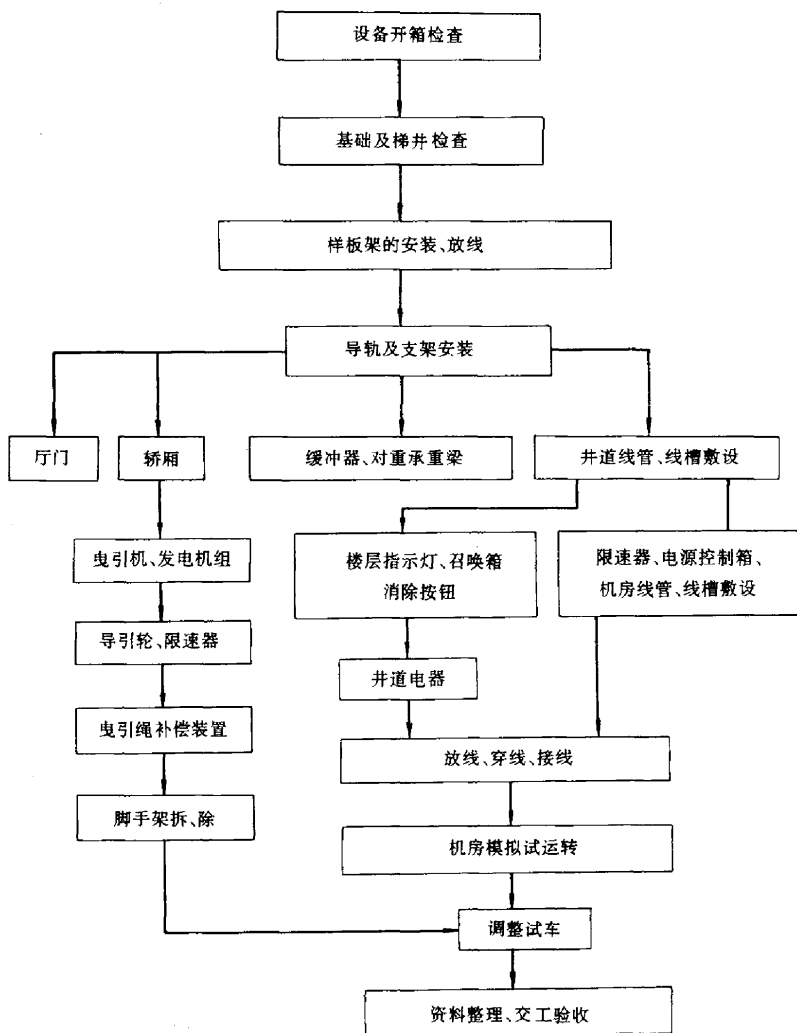


图 6-2-1 电梯安装施工工艺流程



## 五、承重钢架

曳引机一般都设在井道顶部的机房中。此时，电梯运动部分的全部重量均悬挂在曳引轮上。因此在曳引轮安装位置处，必须架设承重钢梁。

### (一) 承重钢梁位置

每部电梯的曳引机都要用三根钢架架设。钢梁的位置有的架在机房的楼板上（地板上），有的埋设在楼板中或悬吊在楼板下，详见示意图（图 6-2-2）。

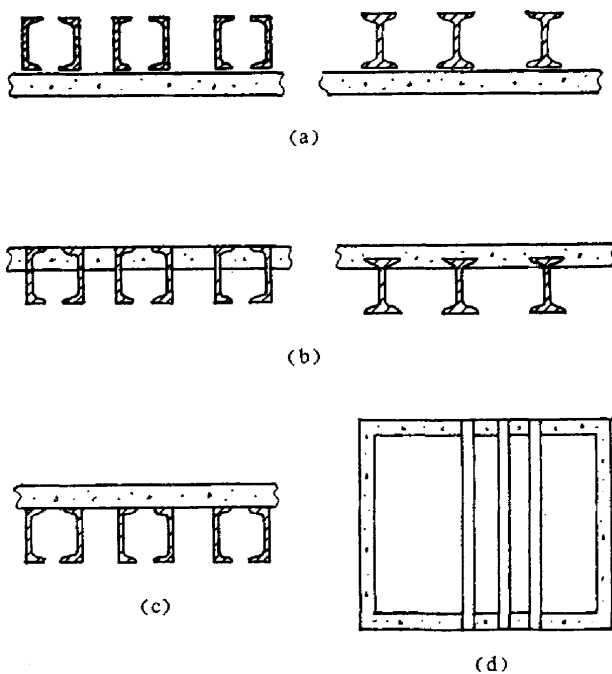


图 6-2-2 钢梁架设在机房楼板的位置示意图

(a) 钢梁在楼板上；(b) 钢梁在楼板中；(c) 钢梁在楼板下；  
 (d) 钢梁在井道墙壁上

1. 当梯井顶层高度及上缓冲距离符合规范设计要求时，承重钢梁必须安装在楼板下面，以使机房整洁和便于维修，图 6-2-2 中的 (b) 或 (c)。
2. 电梯井顶高度应符合图纸要求，图纸无要求时执行表 6-2-4 所列规定。

表 6-2-4 电梯顶层高度

电梯运行速度 (m/s)	0.5~1	1.5	1.75~2	2.5	3
顶层高 (m)	4.8	5	5.3	5.7	6

3. 当对重将缓冲器完全压缩时，轿厢上方的空程严禁小于  $h$  (m)

$$h = 0.6 + 0.035v^2 \text{ (m)}$$

式中  $h$ ——空程最小高度 (m)；

$v$ ——电梯额定速度 (m/s)

小型杂物电梯的轿厢和对重的空程严禁小于 0.3m。

4. 承重钢梁位置是参照放线图以轿厢中心到对重中心的联结线, 以及机器底盘的螺孔位置来确定, 不允许运行时发生曳钢丝绳蹭钢梁和为防止发生此问题而损坏钢梁的情况。

5. 承重钢梁必须放在梯井的承重结构上, 例如圈梁和承重墙上, 不允许放在无梁楼板上或不承重的井壁上。

6. 承重钢梁两端埋入墙内时, 其埋入深度应超过墙厚中心 20mm, 且不应小于 75mm。对砖墙、梁下应承垫能承受其重量的钢筋混凝土过梁或金属过梁, 见图 6-2-3。

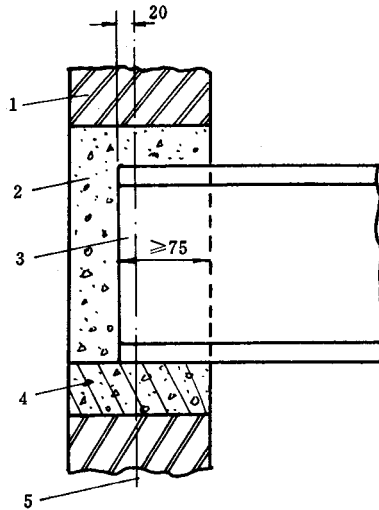


图 6-2-3 承重钢梁的埋没深度

1—砖墙; 2—混凝土; 3—承重梁; 4—钢筋混凝土过梁或金属过梁; 5—墙中心线

7. 承重钢梁本身水平误差不应大于  $1.5/1000$ , 两根相邻高度误差不大于 2mm, 总平行度以轿厢和对重中心联结线为准, 误差不大于 6mm, 见图 6-2-4。

## (二) 承重钢梁规格

承重钢梁规格根据电梯额定载重量进行选择, 一般按表 6-2-5 确定。

表 6-2-5 曳引机和承重钢梁选配表

额定载重量 (kN)	曳引机额定速度 (m/s)	曳引机型号	承重钢梁型号
50	1.0	BWL-500	20a
75~100	1.0	BWL-1000	27a
75~100~150	1.5	BWL-1500	30a
70~100	1.75	BWL-1500	30a

续表

额定载重量 (kN)	曳引机额定速度 (m/s)	曳引机型号	承重钢梁型号
200	0.5	BWL - 1000	27a
150 ~ 200	1.0	BWL - 1500	30a

对重中心线与轿厢中心线连接

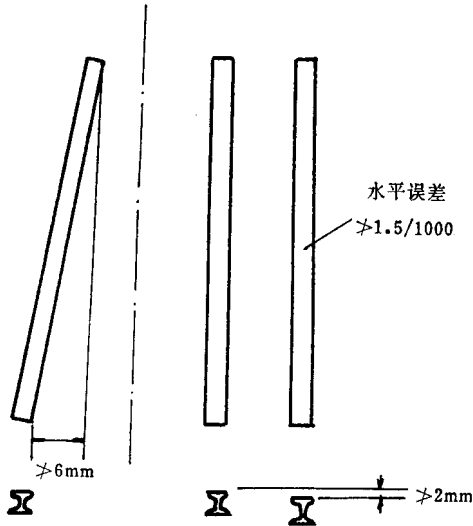


图 6-2-4 承重钢梁安装平行度误差

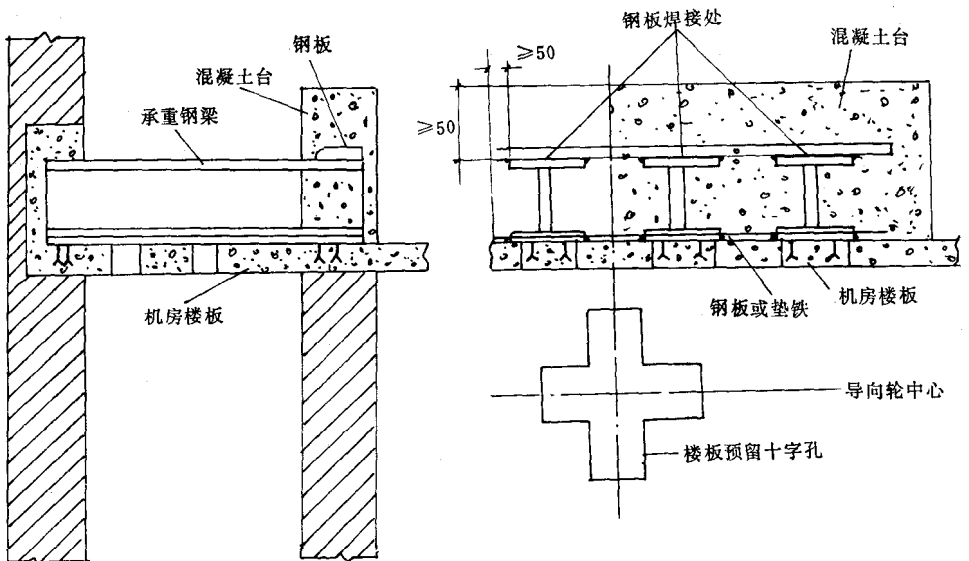


图 6-2-5 钢梁沿地面安装方法示意图

### (三) 承重钢梁安装

1. 承重钢梁安装在楼板下。此方法由土建施工负责。承重钢梁必须与楼板浇筑成

一体，如图 6-2-3 所示。

2. 承重钢梁安装在机房楼板上。由于土建施工时承重钢梁未能及时埋设，或梯井上缓冲距离不符合要求的情况下，可采取将承重钢梁安装在楼板上的方法。这种方法首先采取承重钢梁沿地面安装，图 6-2-2 中 (a)。如仍不能满足要求时，允许采取将承重钢梁架起的安装方法，架起的高度应以抗绳轮底面与机房楼板底面取平的限度，不可再高，一般以 30cm 为限，但无论采取哪种方法。均应事先对曳引机的检修高度要求进行审核。钢梁两端必须架于承重结构上。沿地坪安装时两端用钢板焊成一体，并浇混凝土台与楼板连成一体，见图 6-2-5。

3. 机房高度在 2.5m 以上时，还可以把三根钢梁预先组成一个整体，放在预先做好的两端的混凝土台座上，台座高度以 500mm 左右为宜，台座内的钢筋要与楼板内的钢筋连接，参见图 6-2-6，这种做法施工简便，有利于曳引机安装位置的调整，减少安装误差，还可以采取预制方法安装。但此种做法在机房高度为 2.5m 以下者不宜采用。

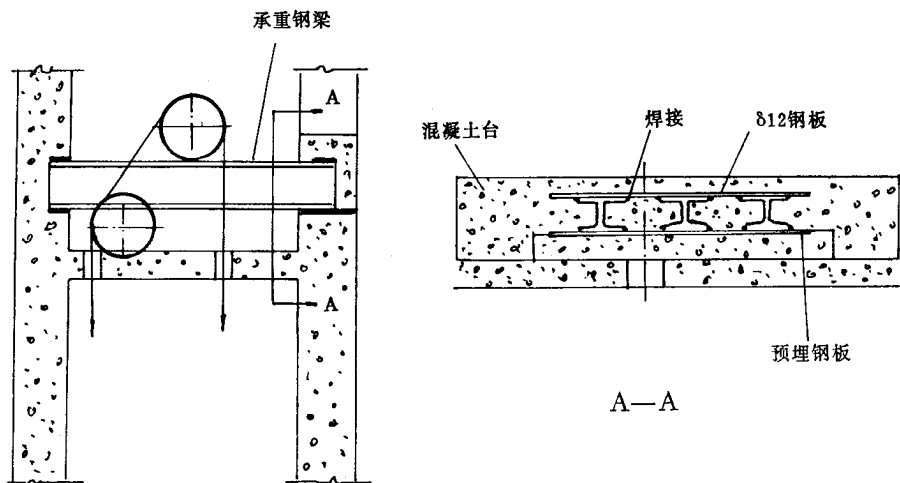


图 6-2-6 用混凝土台架设钢梁方法示意图

4. 无齿轮变速的高速电梯（一般在 2m/s 以上），承重钢梁可放在楼板下边或上边，也可放在楼板内，见图 6-2-2。但必须符合以上有关的要求。

5. 型钢架设钢梁。由于某种原因，现场浇灌混凝土台确有困难时，可以采用型钢架设钢梁的做法，见图 6-2-7。

6. 金属构架架设钢梁。如果因型钢高度与垫起高度不相适应，或垫起高度不适宜采用型钢时，可以在现场制作金属构架架设钢梁，见图 6-2-8。

根据垫起的高度，所用型钢及钢板尺寸见表 6-2-6。

表 6-2-6 选用型钢及钢板尺寸 (mm)

垫起高度	选用型钢名称	型钢规格	钢板宽度
300	等边角钢	100 × 100 × 10	300
450	槽钢	$h = 160$	450
600	槽钢	$h = 200, \delta = 9$	同构架长度

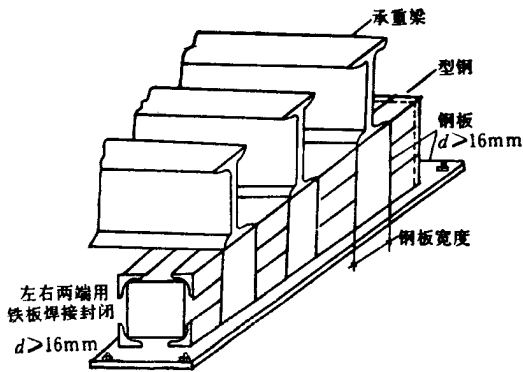


图 6-2-7 钢梁架设在型钢上的做法

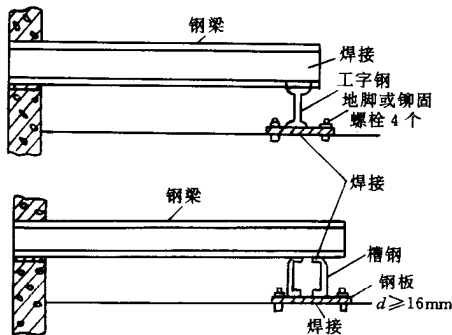


图 6-2-8 用金属构架架设钢梁

## 六、机房与滑轮间

1. 曳引机及其附属设备应放在一个专用的房间里，该房间应有实体的墙壁、房顶门板或活板门。

2. 机房内钢丝绳与梯板孔洞每边间隙均应为 20~40mm；通向井道的孔洞四周应筑一高 50mm 以上、宽度适当的台阶。

3. 对上述“1”项的例外情况：

(1) 导向滑轮可以安装在井道的顶部空间，其条件是它们位于轿顶凸出部分外面，并且检查和测试、维修工作能够完全地从轿顶或从井道外面进行。

但是，单绕或复绕的导向滑轮可以安装在轿顶上方，以便导向对重方向，其条件是从轿顶上能够完全安全地触及它们的轮轴。

(2) 曳引轮可以安装在井道内，其条件是：

- 1) 能够从机房进行检验、测试工作；
- 2) 机房与井道间的开孔应尽可能小。

(3) 如果检验、测试和维修工作能够在井道外进行，则限速器可以安装在井道内。

(4) 在井道内的导向滑轮和曳引轮必须设置避免发生下列情况的装置：

- 1) 伤害人体；
- 2) 曳引绳或链条如果松弛时会脱离轮槽；
- 3) 杂物落入绳或绳槽的间隙。

(5) 所采用的装置不得妨碍检查、测试或维修工作。这些装置只有在下述情况下才必须拆卸：

- 1) 更换绳子；
- 2) 更换绳轮；
- 3) 重新切削绳轮槽。

4. 曳引机及其附属设备和滑轮可以设置在做其它用途的房间里，如通往屋顶平台的专用通道。但必须有一个高度至少为 1.8m 的围封与房间的其他部分隔开，围封上应有一个带锁的通道门。

5. 机房或滑轮间或“4”中所述及的围封内，不得作为电梯以外的其它用途，也不得放有非电梯用的线槽、电缆或装置。但这些房间可以放置：

- (1) 杂物电梯或自动扶梯的曳引机；
- (2) 这些房间的空调设备或采暖设备，但不包括热水或蒸气采暖设备；
- (3) 具有高的动作温度、适用于电气设备、在一段时期内稳定且有防止意外碰撞的火灾探测器和灭火器。

6. 机房最好设置在井道的上面。

7. 机房的结构。

(1) 机械强度、地板表面和隔音要求：

1) 机房必须能承受正常状况下所受的载荷和力（一般为：机房地板要求承受 6kPa、杂物梯为 4kPa 的均布载荷）。机房要用经久耐用和不易产生灰尘的材料建造。

2) 机房地板应采用防滑材料。

3) 当建筑的功能有专门要求时（如住宅、旅馆、医院、学校、图书馆等），机房的墙壁、地板和房顶应能大量吸收电梯运行时产生的噪音。

(2) 尺寸：

1) 机房的尺寸必须足够大，以允许维修人员安全并易于接近所有装置的部件，特别是电气设备。具体地说，应提供下列必要的空间：

① 在控制屏和控制柜前面的一块水平净空面积，此面积规定如下：

深度。从围壁的外表面测定时至少为 0.7m，在凸出装置（拉手）的前面时，此距离可以减少到 0.6m；

宽度。取下列数值中的较大者：0.5m 或者控制屏、控制柜的全宽度。

② 为了对各运动部件进行维修和检查，在必要的地点以及需要进行人工紧急操作（如果向上移动具有额定载荷的轿厢，所需的手操作力不超过 400N。曳引机应装设手动紧急操作装置，以便借用平滑的盘车手轮可将轿厢移动到一个层站。）的地方，要有一块至少为 0.5×0.6（m）的水平净空面积。

③ 通往净空场地的宽度，至少应为 0.5m。对没有运动部件的地方，此值可减少到 0.4m。

2) 供活动和工作的净高度在任何情况下不应小于 1.8m。

供活动和工作的净高度从屋顶结构横梁下面算起测量到:

①通道场地的地面;

②工作场地的地面。

3) 曳引机旋转部件的上方至少应有 0.3m 的净空距离。

4) 当机房地面包括几个不同高度并相差大于 0.5m 时, 应设置楼梯或台阶和护栏。

5) 当机房地面有任何深度大于 0.5m, 宽度小于 0.5m 的凹坑或任何槽坑时, 均应盖严。

6) 机房面积一般至少为井道截面积的 2 倍以上, 具体规定如下:

交流电梯: 2 ~ 2.5 倍左右;

直流电梯: 3 ~ 3.5 倍左右。

7) 机房地面至顶板的垂直距离一般为:

客梯、病房梯: 2.2 ~ 2.8m 以上;

货梯: 2.2 ~ 2.4m 以上。

(3) 门和活板门:

1) 通道门的宽度最小为 0.6m, 高度最低为 1.8m。这些门不得向房内开启。

2) 供人员进出的活板门, 其净通道至少应为  $0.8 \times 0.8$  (m), 并应予以平衡。

当活板门关闭后, 应能支撑两个人的重量, 即在该门的任何位置上, 均能承受 2000N 的垂直作用力而不产生永久变形。

活板门不得朝下开启, 除非它们与可伸缩的梯子连接。如果门上装有铰链, 应使用不能脱钩形式的铰链。

当活板门在开启位置时, 应采取预防措施 (如设置护栏) 防止人员或材料从中坠落。

3) 门或活板门应装带有钥匙的锁, 可以从房间内不用钥匙而将门打开。

只供运送器材用的活板门, 只能在房间内部锁住。

(4) 通风和温度:

1) 机房必须通风, 以保护电动机、设备以及电缆等, 尽可能地不受灰尘及有害气体和潮气的损害。

从建筑物其它部分抽出的陈腐空气, 不得排入机房内。

2) 机房内的环境温度应保持在  $+5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$  之间。

(5) 照明和电源插座:

机房应设有固定式电气照明。地板表面上的照度应不小于 200lx。机房照明电源要与曳引机电源分开。

(6) 在曳引机的上方, 机房顶板或横梁上, 应设吊钩, 以便在安装和维修及更新设备时, 吊运重的设备。钩的承重能力如下:

对额定载重 3 ~ 5kN 的电梯, 应 20kN;

对额定载重 50kN 的电梯, 应不小于 30kN。

8. 机房标高位置

机房位于电梯井道的最上方或最下方，供装设曳引机、控制柜、限速器、选层器、地震检测仪、配线板、总电源开关及通风设备等。

(1) 机房设在井道底部:这种方式称为下置式曳引方式，见图 6-2-9。由于结构复杂，钢丝绳弯折次数较多，缩短了使用期限，增加了井道承重，且保养困难，故一般不采用。只有机房不可能设在井道顶部时才采用。

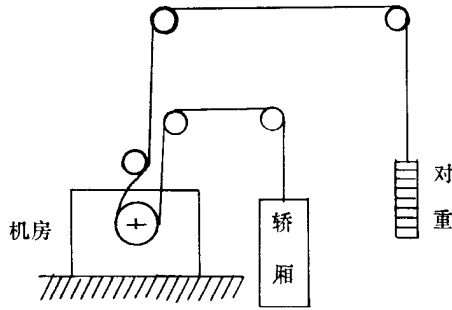


图 6-2-9 机房下置式

(2) 机房上置式曳引方式:见图 6-2-10，因设备简单，钢丝绳弯曲次数少，因而成本低，维护简单，故较多采用这种方法。

(3) 机房侧置式:如果机房既不能设置在底部，也不可能设置在顶部时，可考虑选用液压式电梯，即机房为侧置式，见图 6-2-11。

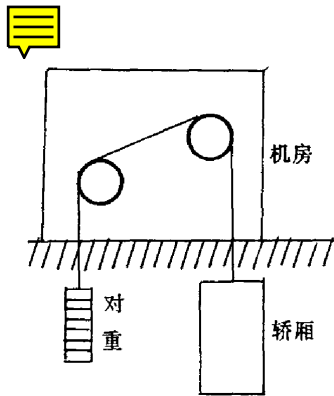


图 6-2-10 机房上置式

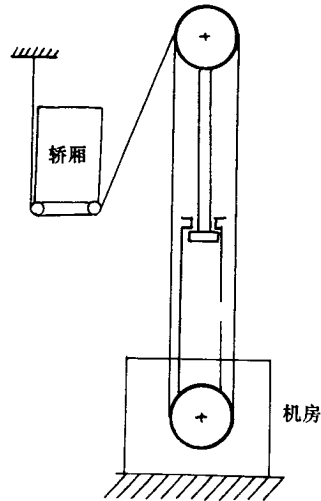


图 6-2-11 机房侧置式

## 七、曳引钢丝绳绕法分类

### (一) 半绕式

钢丝绳在曳引轮槽上最大包角为 180°，又可分为：



1.1:1 绕法。轿厢速度 = 曳引钢丝绳速度，如图 6-2-12 (a) (d) (f)。

2.2:1 绕法。轿厢速度 = 1/2 曳引钢丝绳速度。如图 6-2-12 (g)。

### (二) 全绕式

钢丝绳在曳引轮上的包角为  $360^\circ$ ，除可分为图 6-2-12 (b) (f) 所示的 1:1 和图 6-2-12、(c) (e) 所示 2:1 两种绕法外，还有 3:1，如图 6-2-12 (h)。全绕式常采用于载重量较大的电梯传动。

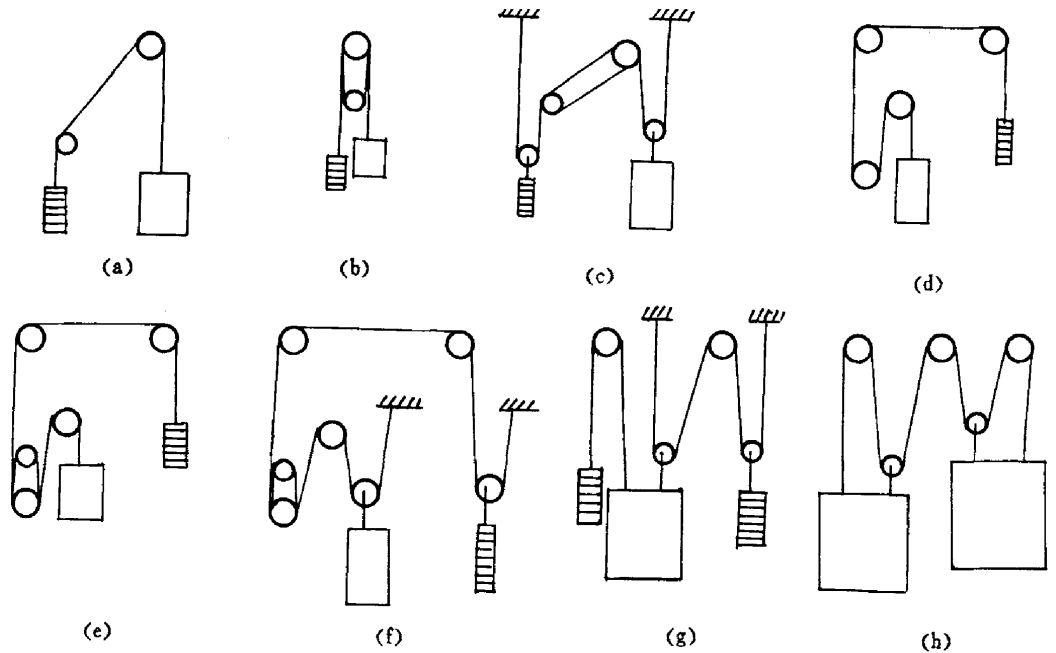


图 6-2-12 曳引钢丝绳绕法示意图

### (三) 曳引钢丝绳绕法分类

参见图 6-2-12 及表 6-2-7。

表 6-2-7

曳引钢丝绳绕法分类表

分图号	绕法	钢丝绳绕式	曳引机位置	曳引机承受的动载荷比	用途
(a)	1:1	半绕式	上部	1	速度 0.5m/s 以上有齿轮电梯
(b)	1:1	全绕式	上部	2	速度 3m/s 以上无齿轮电梯
(c)	2:1	全绕式	上部	1	速度 3m/s 以下无齿轮电梯
(d)	1:1	半绕式	下部	1	同 (a)
(e)	2:1	全绕式	下部	1	同 (c)
(f)	1:1	全绕式	下部	2	同 (b)
(g)	2:1	半绕式	上部	$\frac{1}{2} (W_1 + W_2 - W_3)$	减少曳引机轴承所承受的重量
(h)	3:1	半绕式	上部	1/3	用于大载重、低速度电梯

## 八、曳引机的固定方法

### 1. 刚性固定

曳引机直接与承重钢梁或楼板接触，用螺栓固定。此种方法简单方便，但曳引机工作时，其振动值直接传给楼板。由于工作时振动和噪音较大，只限于用于低速电梯。

### 2. 弹性固定

常见的形式是曳引机先装在用槽钢焊制的钢架上，在机架与承重梁或楼板之间加有减震的橡胶垫（见图 6-2-13 和图 6-2-14），能有效地减小曳引机的振动及其传布，使其工作平稳。因此这种方法应用广泛。

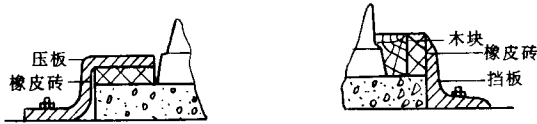
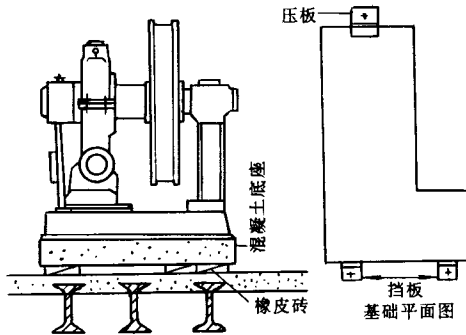


图 6-2-13 曳引机弹性固定之一

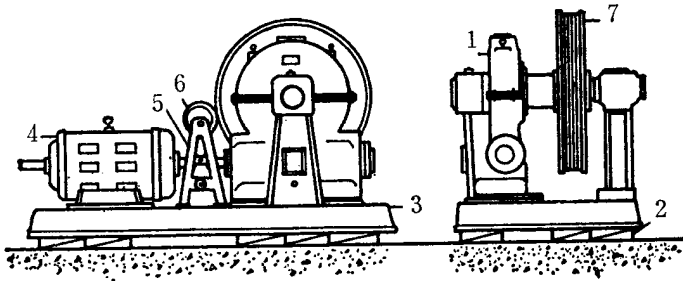


图 6-2-14 曳引机弹性固定之二

- 1—蜗轮、蜗杆减速机；2—减震器（橡皮砖）；3—机架；4—电动机；
- 5—制动器（直流抱闸）；6—制动电磁铁；7—主绳轮



## 九、承重钢梁在楼板上的曳引机安装

1. 按第五条将承重钢梁安装好，钢梁安装水平度误差不超过  $1.5/1000$ 。

2. 安装曳引机：将曳引机吊到承重钢梁，把铅垂线挂在曳引轮中心绳槽内。若电梯为单绕式有导向轮时，调整机座，使图 2-6-15 中 A 点对准轿厢中线，B 点对准轿厢与对重的中心连线。再用钢尺测量，使之在前后（向着对重）方向上偏差不超过  $\pm 2\text{mm}$ ；左右偏差不超过  $\pm 1\text{mm}$ 。校正完后，在承重钢梁上画出机座固定螺栓孔的位置。开螺孔的误差不大于  $1\text{mm}$ 。也不得损坏承重钢梁的主筋。

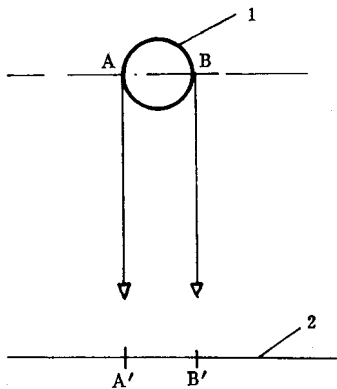


图 6-2-15 单绕式有导向轮吊线方法

A'—轿厢中心；1—曳引绳轮；2—轿厢和对重的中心线连线

3. 将螺栓、垫铁、垫圈及橡胶垫垫好，并戴上螺母。待导向轮安装好后，再紧固螺栓，见图 6-2-16。

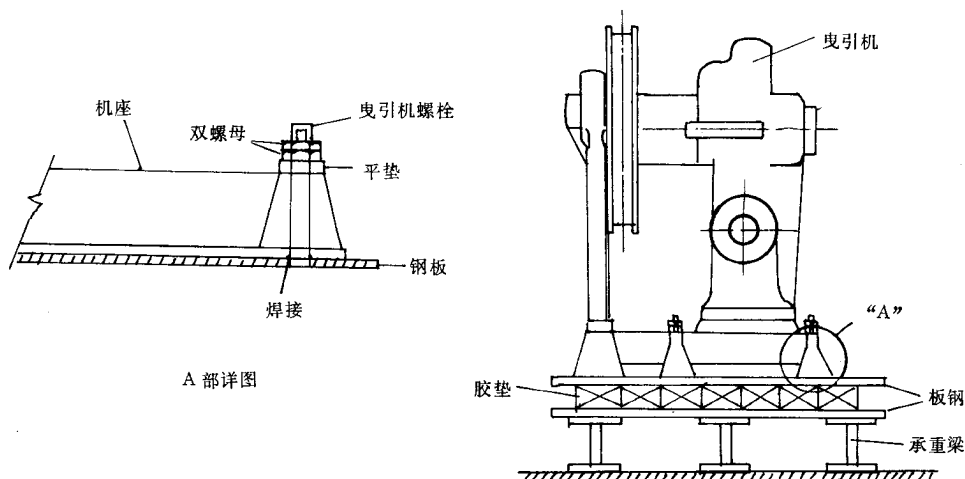


图 6-2-16 曳引机在钢梁上安装

4. 若电梯为复绕式无导向轮时，其吊线方法见图 6-2-17 所示。

5. 若电梯为复绕式有导向轮时，其吊线方法见图 6-2-18 所示。

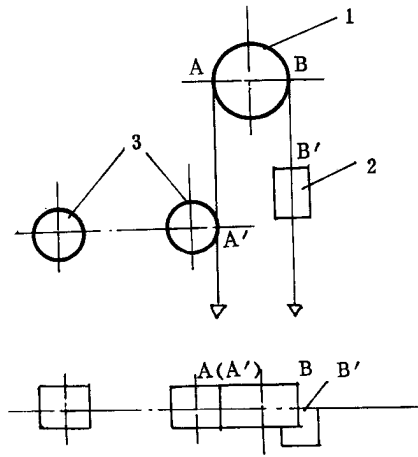


图 6-2-17 复绕式无导向轮曳引机吊线方法

1—曳引轮；2—对重轮；3—轿厢轮

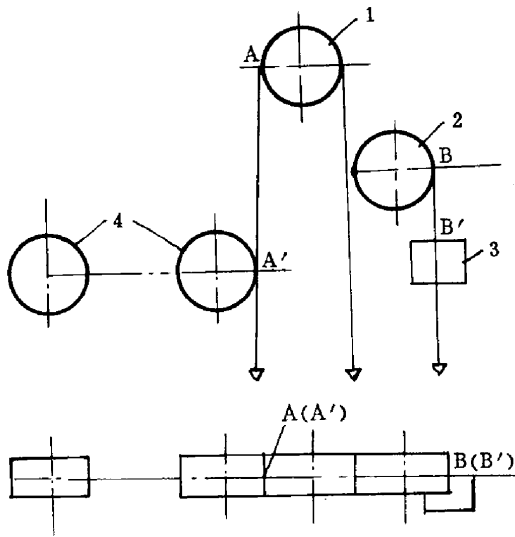


图 6-2-18 复绕式有导向轮曳引机吊线方法

1—曳引轮；2—导向轮；3—对重轮；4—轿厢轮

6. 安装导向轮时，其端面平行度误差不得超过  $\pm 1\text{mm}$ 。根据铅垂线调整导向轮，使其垂直度误差不超过  $0.5\text{mm}$ 。前后方向（向着对重）不应超过  $\pm 3\text{mm}$ ，左右方向不应超过  $1\text{mm}$ 。

### 十、曳引机在混凝土台上安装

当曳引机承重钢梁在机房楼板中或楼板下方时（图 6-2-2），可在机房楼板钢梁的位置上方按曳引机的外轮廓做一个高  $250 \sim 300\text{mm}$  的混凝土台座；台座上按曳引机底盘上的固定螺栓孔预留好地脚螺栓（也有的是现绕地脚螺栓）孔。台座下面按图纸上分

布点垫好橡皮砖（见图 6-2-13 和图 6-2-14），找好平正（见第八条和第十一条）。在机房顶板吊钩上挂好吊具（倒链等），将曳引机吊起就位，稳装在混凝土台座上。经校正（见第八条和第十一条），上好地脚螺栓，使台座和曳引机连成一体，最后再用裁好地脚螺栓的挡扳、压扳，垫以橡皮砖将台座整体固定，见图 6-13、6-2-14。

## 十一、曳引机安装应符合下列要求

1. 曳引轮的位置偏差，在前、后（向着对重）方向不应超过  $\pm 2\text{mm}$ ，在左、右方向不应超过  $\pm 1\text{mm}$ （第二条 2 项）。

2. 曳引轮位置与轿厢中心，及轿厢中心线左、右、前、后误差应符合表 6-2-8 的要求。参见图 6-2-19。

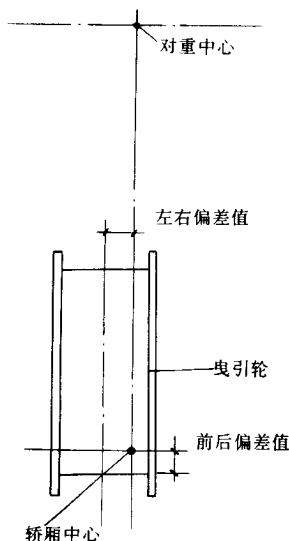


图 6-2-19 曳引轮位置偏差  
曳引轮位置偏差 (mm)

表 6-2-9

轿厢运行速度范围	2m/s 以上	1 ~ 1.75m/s	1m/s 以下
前后方向误差	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$
左右方向误差	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 2$

3. 曳引轮垂直方向偏摆度最大偏差应不大于 0.5mm。图 6-2-20。

4. 在曳引轮轴方向和蜗杆方向的不水平度均不应超过 1/1000。

蜗杆与电动机联结后的不同心度，刚性联结为 0.02mm，弹性联结为 0.1mm，径向跳动不超过制动轮直径的 1/3000。如发现不符合本要求，必须严格检查测试，并调整电动机垫片以达到要求，见图 6-2-21。

调整方法：拆开联结器螺栓，用专用工具测试，将专用工具固定在电机法兰盘上，调节两个测试螺栓，使尖端对准刹车制动轮，间隙为  $A_1$ 、 $A_2$ ，旋转电机轴（同时旋转

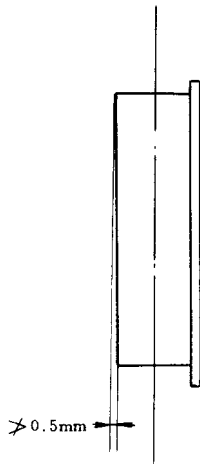


图 6-2-20 曳引轮垂直偏摆度

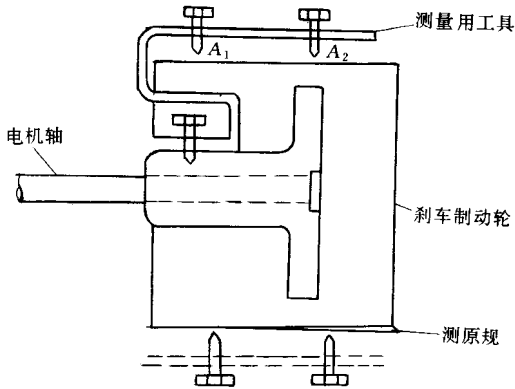


图 6-2-21 曳引轮轴校平

联轴节) 在  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$  四个不同位置时, 误差要在允许范围内。

5. 制动器闸瓦和制动轮间隙均匀, 当闸瓦松开后间隙应均匀, 应不大于  $0.7\text{mm}$ , 动作灵敏可靠。制动器上各转动轴两端的垫圈及销钉必须装好, 并将销钉尾部劈开; 弹簧调整后, 轴端双母必须背紧。

6. 曳引机横向水平度可结合测定曳引轮垂直误差及曳引轮横向水平度的同时进行找平, 纵向水平度可测铸铁座露出的基准面或蜗轮箱上、下端盖分割处, 使其误差不超过底座长和宽的  $1/1000$ , 然后紧固螺栓。见图 6-2-22。

7. 曳引轮在水平面内的扭转(偏摆)(a、b 之间的差值, 见图 6-2-23) 不应超过  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

8 导向轮、复绕轮垂直度偏差不得大于  $0.5\text{mm}$ , 且曳引轮与导向轮或复绕轮的平行度偏差不得大于  $1\text{mm}$ 。

9. 复引电机及其风机应工作正常; 轴承应使用规定的润滑油。

10. 制动器动作灵活可靠, 销轴润滑良好; 制动器闸瓦与制动轮工作表面须清洁。

11. 制动器制动时, 两闸瓦紧密、均匀地贴靠在制动轮工作面上; 松闸时两侧闸瓦

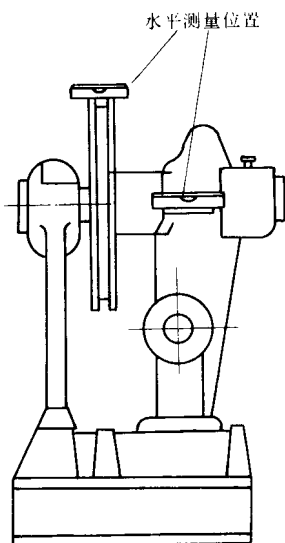


图 6-2-22 曳引机横向水平度校验

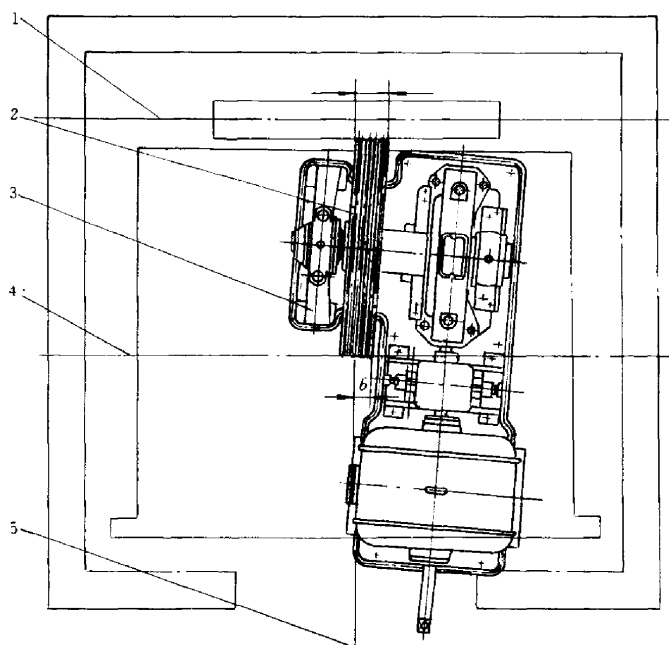


图 6-2-23 曳引轮在水平面内的扭转

1—对重中心线；2—曳引轮；3—曳引机；4—轿厢中心线；

5—轿厢架中心至对重中心的中心连线

应同时离开，其间隙不大于  $0.7\text{mm}$ 。

12. 制动器手动开闸扳手应挂在容易接近的墙上；松闸时两侧闸瓦应同时离开，其间隙不大于  $0.7\text{mm}$ 。

13. 在曳引机或反绳轮上应有与电梯升降方向相对应的标志。

## 十二、曳引轮与导向轮安装

### (一) 单绕式曳引机、导向轮位置确定

在机房上方沿对重中心和轿厢中心拉一水平线，见图 6-2-24。在这根线上的 A、B 两点对准样板上的轿厢中心和对重中心分别吊下两根垂线。并在 A' 点吊下另一垂线 (AA' 距离为曳引轮两边线槽中心 C 点及 C' 点的相切点)，则曳引机位置确定，并予固定。将导向轮就位，使垂线 BP 与导向轮中心 D' (相切处) 吊一垂线 D'S，转动导向轮，使此垂线垂直于对重中心及轿厢中心的连线上的交点，则导向轮位置确定，并加以固定。

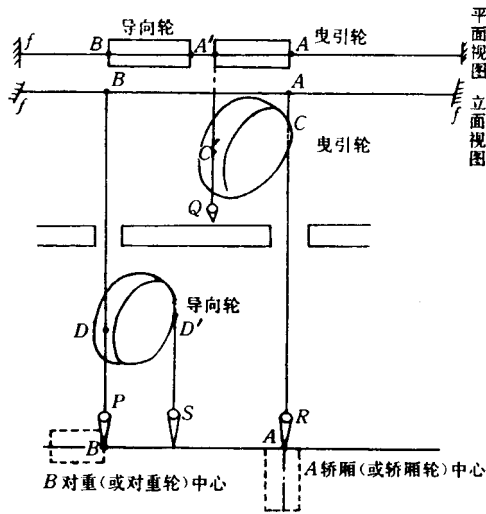


图 6-2-24 单绕式曳引机、导向轮位置的确定

### (二) 复绕式曳引机和导向轮安装位置确定

1. 首先确定曳引轮和导向轮的拉力作用中心点。需根据引向轿厢或对重的绳槽而定，如图 6-2-25 中引向轿厢的绳槽 2、4、6、8、10，因曳引轮的作用中心点是在这 5 个绳槽的中心位置，即第 6 槽的中心 A' 点。导向轮的作用中心点是在 1、3、5、7、9 绳槽的中心位置，即第 5 绳槽的中心点 B'。

#### 2. 安装位置的确定

(1) 若导向轮及曳引机已由制造厂家组装在同一底座上时，确定安装位置则极为方便，只要移动底座使曳引轮作用中心点 A' 吊下的垂线对准轿厢 (或轿轮) 中心点 A；导向轮作用中心点 B' 吊下的垂线对准对重 (或对重轮) 中心 B，这项工作即可完成。然后将底座固定。见图 6-2-26。

这种情况在电梯出厂时，轿厢与对重中心距已完全确定，放线时应与图纸尺寸核对。



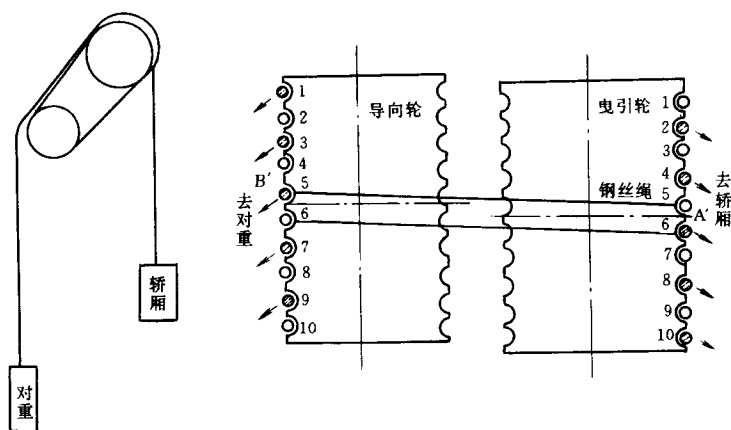


图 6-2-25 复绕式曳引机和导向轮安装位置的确定

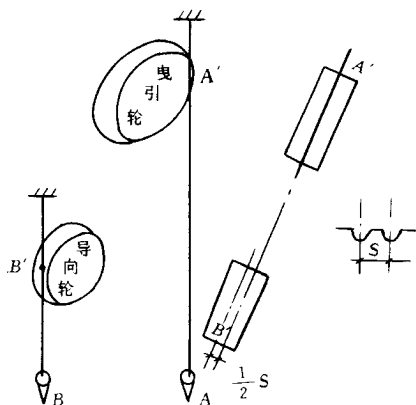


图 6-2-26 导向轮、曳引轮位置确定

(2) 若曳引机与导向轮需在工地组装成套时, 曳引机与导向轮的安装定位需要同时进行(如分别定位时, 非常困难)。方法为: 当曳引机及导向轮上位后, 使由曳引轮作用中心点  $A'$  吊下的垂线对准轿厢(或轿轮)中心点  $A$ , 使由导向轮作用中心点  $B'$  吊下的垂线对准对重(或对重轮)中心点  $B$ , 并且始终保持不变, 然后水平转动曳引机及导向轮, 使两个轮平行, 且相距  $S/2$ , 并进行固定, 见图 6-2-26。

(3) 若曳引轮与导向轮的宽度及外形尺寸完全一样时, 此项工作也可以通过找两轮的侧面延长线进行, 见图 6-2-27。

### 十三、安装限速器

1. 先检查预留孔洞是否符合要求, 如不合适, 在剔接板时要注意孔洞不可过大, 防止破坏楼板的强度。

2. 用厚度不小于 12mm 的钢板定作一个底座, 如图 6-2-28。将限速器和底座用螺丝相连。

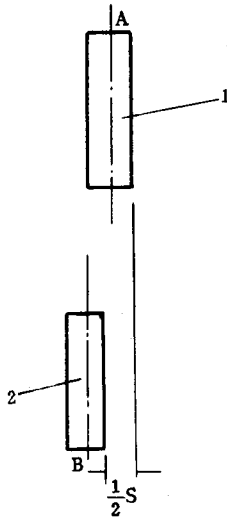


图 6-2-27 曳引轮、导向轮侧线定位  
1—曳引轮；2—导向轮

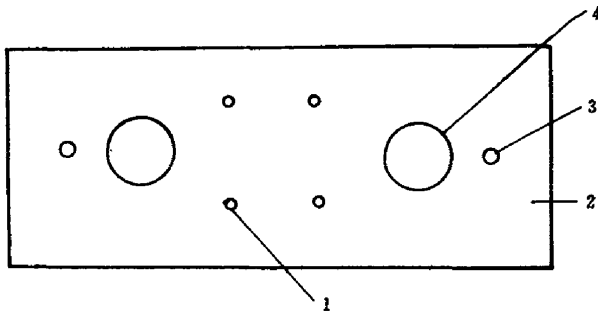


图 6-2-28 限位器钢板底座

1—螺丝孔（联接限速器）；2—钢板；3—膨胀螺丝孔；4—绳孔

3. 按安装图要求的座标位置，将限速器就位，由限速轮绳槽中心向轿厢拉杆上绳头中心吊一垂线，同时由限速轮另一边绳槽中心直接向张紧轮相应的绳槽中心吊一垂线，调整限速器位置，使上述两对中心在相应的垂线上，位置即可确定。然后在机房楼板对应的位置上打入膨胀螺栓，将限速器就位，再一次进行测校，使限速器位置和底座的水平度均符合要求：限速器绳轮垂直度不大于 0.5mm。然后将膨胀螺栓上的螺母紧固。如果楼板厚度小于 12cm，应在楼板下再加一块钢板，与底座采用穿钉螺栓固定。若限速轮的垂直误差  $d > 0.5\text{mm}$ ，可在限速器底面与底座间加垫片进行调整。

## 十四、钢带轮安装

1. 用厚度不小于 12mm 的钢板或型钢制作钢带轮底座。在底座相应的位置上开好钢带轮安装螺孔和膨胀螺栓孔，把钢带轮用螺丝固定在底座上。

2. 根据安装图上所示位置将钢带轮就位，同时用线坠测量钢带轮中心切点 A（图 6

-2-29) 张紧轮中心切点  $B$ 、轿厢固定点  $C$ ，检查三点是否在同一垂线上。钢带轮另一边中心切点  $D$  及张紧轮中心切点  $E$  是否在同一垂线上，调整钢带轮位置使偏差在要求范围内。

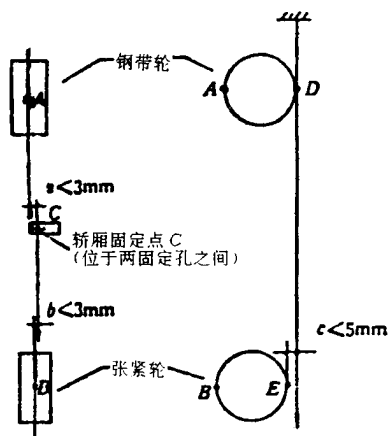


图 6-2-29 钢带轮安装

3. 根据确定的位置，在机房地面上打入膨胀螺栓。然后对钢带轮再一次按上述要求进行调整；并用膨胀螺栓的螺母进行固定。

4. 钢带轮的垂直度应不大于  $0.5\text{mm}$ 。

## 十五、对重安装

1. 对重导轨安装、调整、验收合格后，在底层拆除局部脚手架排档，以对重能进入井道就位为准。

2. 吊装前准备工作：

(1) 在脚手架上相应位置（以方便吊装对重框架和装入砣块为准）搭设操作平台，见图 6-2-30。

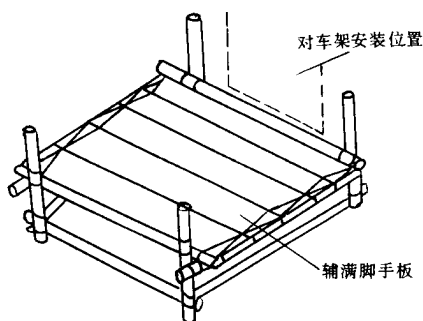


图 6-2-30 对重安装平台

(2) 在适当高度（以方便吊装对重为准）的两个相对的对重导轨支架上拴好钢丝绳扣，在钢丝绳扣中点悬挂一倒链。钢丝绳扣应拴在导轨支架上，不可直接拴在导轨上，

以免导轨受力后移位变形。

(3) 在对重缓冲器两侧各支一根  $100 \times 100$  (mm) 木方。木方高度  $C = A + B +$  越程距离, 见图 6-2-31。越程距离见表 6-2-9。

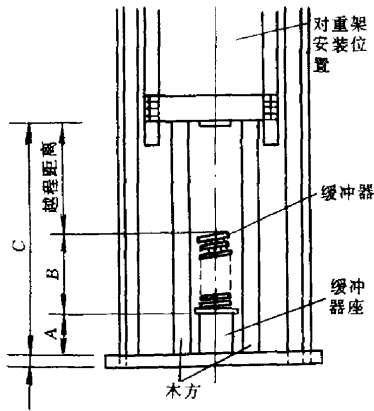


图 6-2-31 越程距离  
越程距离

表 6-2-9

电梯额定速度 (m/s)	缓冲器型式	越程距离 (mm)
0.5 ~ 1.0	弹簧	200 ~ 350
1.5 ~ 3.0	油压	150 ~ 400

(4) 若导轨为滚轮式, 要将 4 个导轮都拆下。若导轨为弹簧式或固定式的, 要将同一侧的两导轨拆下。

### 3. 对重框架吊装就位:

(1) 将对重框架运到操作平台上, 用钢丝绳扣将对重绳头板和倒链钩连在一起, 见图 6-2-32。

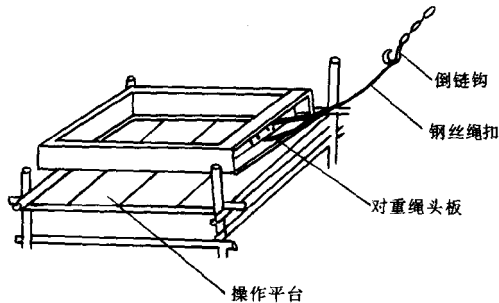


图 6-2-32 对重绳头与倒链钩的连接

(2) 操作倒链, 缓缓将对重框架吊起到预定高度。对于一侧装有弹簧式或固定式导轨的对重框架, 移动对重框架, 使其导轨与该侧导轨吻合并保持接触, 然后轻轻放松倒链, 使对重架平稳牢固地安放在事先支好的木方上, 未装导轨的对重框架固定在木方上

时，应使框架两侧面与导轨端面的距离相等。

#### 4. 对重导靴的安装、调整：

(1) 固定式导靴安装时，要保证内衬与导轨端面间隙上、下一致，若达不到要求要用垫片进行调整。

(2) 在安装弹簧式导靴前，应将导靴调整螺母紧到最大限度，使导靴和导靴架之间没有间隙，这样便于安装，见图 6-2-33。

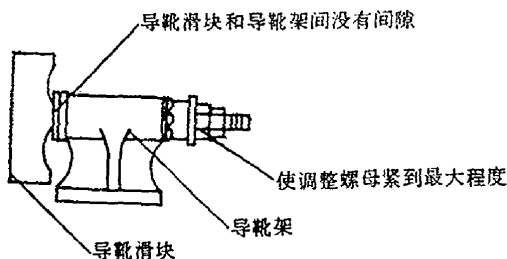


图 6-2-33 弹簧式导靴

(3) 若导靴滑块内衬上、下方与轨道端面间隙不一致，则在导靴座和对重框架之间用垫片进行调整，调整方法同固定式导靴。

(4) 滚轮式导靴安装要平整，两侧滚轮对导轨压紧后两滚轮压缩量应相等，压缩尺寸应按制造厂规定。如无规定则根据使用情况调整压力适中，正面滚轮应与轨道面压紧，滚轮中心只对准导轨中心，如图 6-2-34。

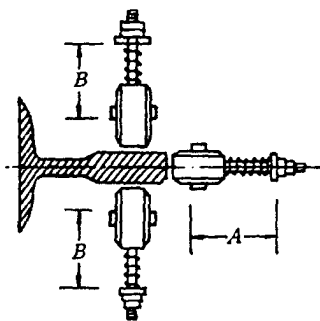


图 6-2-34 滚轮式导靴安装

#### 5. 对重砣块的安装及固定：

(1) 装入相应数量的对重砣块。对重砣块数量应根据式 (6-2-1) 求出：

$$\text{装入的对重块数} = \frac{(\text{轿厢自重} + \text{额定荷重}) \times 0.5 - \text{对重架重}}{\text{每个砣块的重量}} \quad (6-2-1)$$

(2) 按厂家设计要求装上对重砣块防震装置。图 6-2-35 为挡板式防震装置。

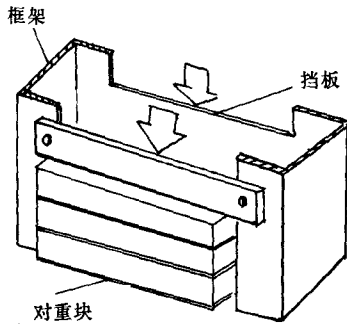


图 6-2-35 挡板式防震装置

## 十六、钢丝绳安装

### (一) 钢丝绳长度的确定

按轿厢位于顶站，对重位于底层距缓冲器  $S_2$  值的地方，见图 6-2-36。根据曳引方式（曳引比、有无导向轮、复绕轮、反绳轮等）进行计算。

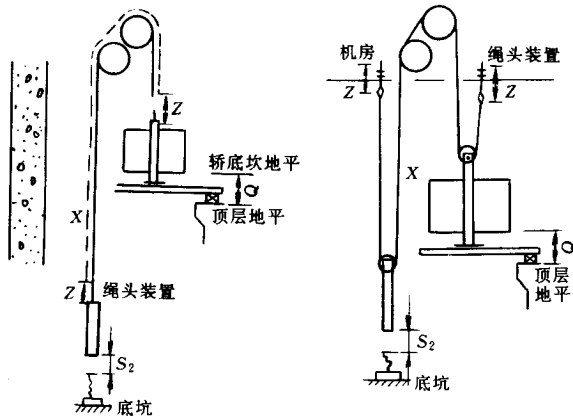


图 6-2-36 钢丝绳长度测量

在轿厢及对重的绳头板上相应的位置分别装好一个绳头装置。绳头杆上装配双螺母，以刚好能装上开口销为准。提起绳头杆（使绳头杆上的弹簧向压缩方向受力），用  $2.5\text{mm}^2$  以上的铜线按图 6-2-36 所示的方法测量轿厢绳头锥体出口至对重绳头锥体出口的长度  $X$ 。则绳长  $L$  用下式确定：

$$\text{单绕式: } L = 0.996 \times (X + 2Z + Q) \quad (6-2-2)$$

$$\text{复绕式: } L = 0.996 \times (X + 2Z + 2Q) \quad (6-2-3)$$

式中  $Z$ ——钢丝绳在锥体内的长度（包括钢丝绳在绳头套内回弯部分）；

$Q$ ——轿厢高出厅门地坎高度，见图 6-2-36。

### (二) 钢丝绳下料

选一清洁宽敞的地方放开钢丝绳，检查钢丝绳有无死弯、锈蚀、断丝等情况。按公

式(6-2-2)或(6-2-3)确定的钢丝绳长度 $L$ 下料,从距剁口两端5mm处用0.7~1mm的镀锌铁丝将钢丝绳绑扎15mm的宽度,然后留出钢丝绳在锥体内的长度 $A$ ,再按要求进行绑扎,见图6-2-37。然后用剃子剃断钢丝绳。

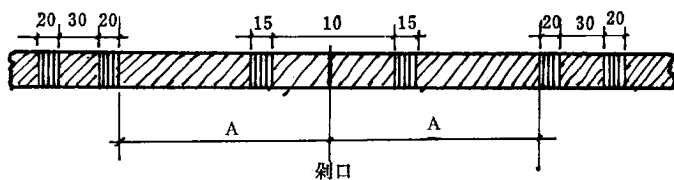


图 6-2-37 钢丝绳绑扎

### (三) 挂钢丝绳、做绳头

1. 挂钢丝绳之前,先将钢丝绳放开,使其自由悬挂于井道内,消除内应力。在挂绳前,若发现钢丝绳上油污、灰土较多,可用棉纱浸蘸煤油,拧干后对钢丝绳进行擦拭,禁用煤油直接对钢丝绳进行冲洗,防止润滑脂被洗掉。

2. 单绕式电梯先做绳头后挂钢丝绳。复绕式电梯由于绳头穿过复绕轮比较困难,所以要先挂钢丝绳后做绳头。或先做好一侧绳头,待挂好钢丝绳后再做另一侧绳头。

3. 将钢丝绳剃断后,穿入锥体,将剁口处绑扎的镀锌铁丝拆去,松开绳股,除去麻芯,用汽油将绳股清洗干净,按要求尺寸弯回,将弯好的绳股用力拉入锥套内,将浇口处用石棉布或水泥袋纸包扎好,下口用石棉绳或棉丝扎严。见图6-2-38。

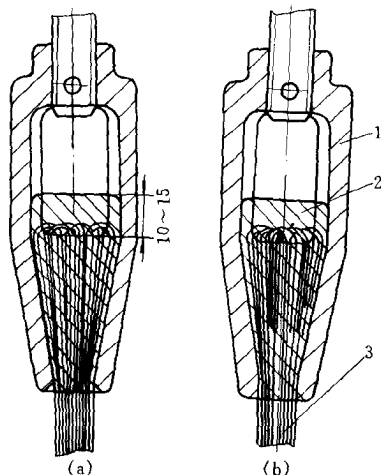


图 6-2-38 曳引绳头

(a) 钢丝绳花结弯曲;(b) 钢丝绳回环弯曲;

1—锥套;2—轴承合金;3—钢丝绳

4. 绳头浇灌前,应将绳头锥套内部油质杂物清洗干净,浇灌前应采取缓慢加热的办法使锥套温度达到 $100^{\circ}\text{C}$ 左右。再行浇灌。

5. 钨金浇灌温度以 $350^{\circ}\text{C}$ 为宜,钨金采取间接加热熔化,温度采取热电偶测量或当放入水泥袋纸立即焦黑但不燃烧为宜。浇灌时,清除钨金表面杂质,浇灌必须一次完成,浇灌时轻击绳头,使钨金灌实,灌后未冷却前不可移动。

#### (四) 调整钢丝绳张力

调整钢丝绳张力可采用以下两种方法；

1. 测量调整绳头弹簧高度，使其一致，其高度误差不可大于 2mm。

采用这种方法时，应先对弹簧进行挑选，使同一绳头板装置上的弹簧高度一致，绳头装置见图 6-2-39。

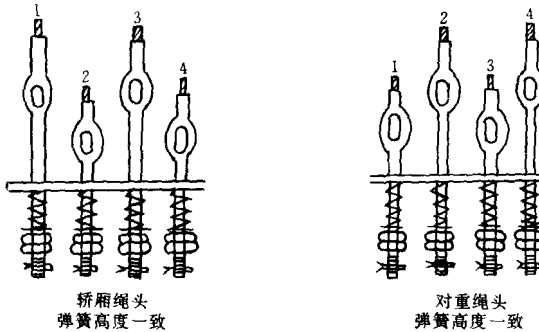


图 6-2-39 绳头装置

2. 用 100~150N 的弹簧秤在梯井 3/4 高处（人站在轿厢顶上）将各钢丝绳横拉出同等距离，其相互的张力差不得超过 5%，达不到要求时进行调整。

钢丝绳张力调整后，绳头上的双螺母必须拧紧，销钉穿好劈好尾。绳头紧固后，绳头杆上的丝扣需留有 1/2 的调整量。

### 十七、安装曳引绳补偿装置

1. 若补偿装置为平衡链时，安装前应于自然悬挂，松劲后再进行安装。其固定方法见图 6-2-40。

2. 若电梯用补偿绳来补偿时，除按施工图施工外，还应注意使补偿轮的导靴与补偿轮的导轨之间间隙为 1~2mm（图 6-2-41）。

### 十八、电梯机房机械安装记录

电梯机房机械安装记录见表 6-2-10。

表 6-2-10

电梯机房机械安装记录

年 月 日

建筑单位		单位工程名称			施工日期		月 日至 月 日	
安装单位		制造厂		型号规格			位号	
序	项	检查内容			规定值	允许偏差 (mm)		实测值



续表

建筑单位		单位工程名称		施工日期		月 日至 月 日					
1	承 重 梁 安 装	两端部埋入墙内深度		> 75mm							
2		两端部超过墙厚中心		> 20mm							
3		有隔音设备应现浇在机房楼板内				15 ~ 20					
4	曳 引 机 安 装	曳引轮的位置偏差	向着对重方向前、后		± 2						
5			左、右		± 1						
6		曳引轮在水平面内的扭转 $a$ 、 $b$ 值之差			± 0.5						
7		曳引轮轴方向和蜗杆轴方向的不水平度			< 1/1000						
8		蜗轮减速机的油位、油质		油质	符合要求						
9				油量	充足						
10				油杯	齐全						
11		隔音基础水泥板应按制造厂要求施工			按图施工						
12	隔音橡皮分布位置			按图布置							
13	制动器闸瓦与制动轮表面之间间隙			< 0.7mm							
14	向 导 复 绕 轮 安 装	导向轮与曳引轮二端面的平行度公差		< ± 1							
15		导向轮不铅垂度		< ± 0.5							
16		导向轮的位置偏差	向着对重方向前、后		± 3						
17			左、右		± 1						
18	限 速 器 安 装	限速器绳轮不铅垂度		< 0.5mm							
19		绳索至导轨的距离 $a$ 、 $b$ 的偏差		$a$		± 5					
20				$b$		± 5					
21		绳索张紧装置底面距底坑的高度		甲 750mm 乙 550mm 丙 400mm		± 50					
22	选 层 器 安 装	选层器钢带轮不铅垂度		< 0.5mm							
23		带钢至导轨的距离 $a$ 、 $b$ 的偏差		$a$		± 5					
24				$b$		± 5					
25		钢带张紧装置底面距底坑的高度		甲 750mm 乙 550mm 丙 400mm		± 50					
26	钢带在轿厢上固定的不平行度		< 0.5mm								

质检员：                      施工负责人：                      组长：

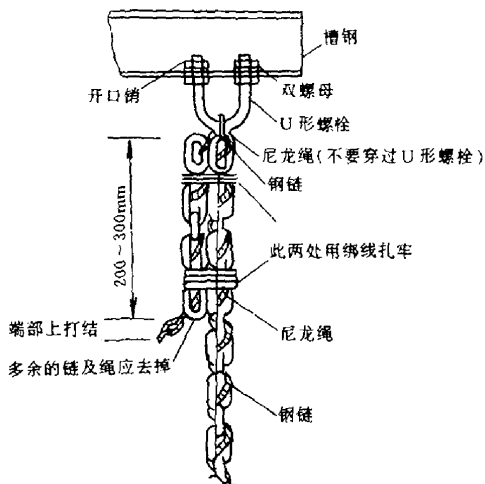


图 6-2-40 平衡链固定图

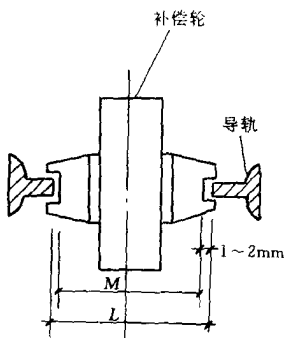


图 6-2-41 补偿轮导轨与导轨的间隙



### 第三章 导轨组装技术

这里介绍的组装技术适用于额定载重量 5000kg (50kN) 以下、额定速度 3m/s 及以下各类国产曳引驱动电梯导轨安装工程。

#### 一、稳装样板

样板是按照放线图、轿厢、安全钳和导轨等实样制做的，是确定轿厢位置的依据；电梯的导轨架、导轨位置和厅门口距离等都要严格地根据样板放下来的垂线进行安装。

1. 首先对井道进行检查复测，见表 6-3-1。

表 6-3-1 电梯井道复测记录  
年 月 日

建设单位	单位工程名称			施工日期	月 日至 月 日
安装单位	制造厂	型号规格		位号	

适用左边__号示意图 单位 mm											
建筑物 轴与 X 轴距离						建筑物__轴与 y 轴距离					
x <sub>1</sub>		x <sub>2</sub>		y <sub>1</sub>		y <sub>2</sub>					
代号	A	B	C	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
			C <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>		
层	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
次	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

图例

- 导轨端面中心线
- ✱ 轿厢踏板边线间 x 轴缩 50mm
- 对重中心线

建设单位代表：

质检员：

施工负责人：

组长：

2. 制作样板架的木板应干燥, 不易变形, 四面刨平, 互成直角, 其断面尺寸可参照表 6-3-2 的规定。提升高度越高木条厚度应相应增大, 或用角钢制作。

表 6-3-2 样板架木条尺寸

提升高度 (m)	厚 (mm)	宽度 (mm)
≤20	40	80
>20	50	100

3. 样板架上轿厢中心线、门中心线、门口净宽线、导轨中心线的位置偏差不应超过 0.30mm。

4. 在井道顶板下面 1.2m 左右处用膨胀螺栓将角钢水平牢固地固定于井道壁上, 见图 6-3-1。

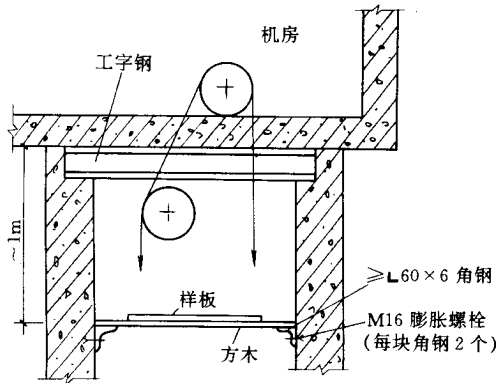


图 6-3-1 样板架安装

5. 若井道壁为砖墙, 应在井道顶板约下 1.1m 处沿水平方向剔洞, 稳放样板木支架, 两根方木的截面不应小于 100 × 100 (mm), 两端应伸入砖墙孔内稳固, 见图 6-3-2。

6. 样板支架方木端部应垫实、找平, 水平度误差不得大于 3/1000。

7. 样板架的不水平度不应超过 5mm; 顶、底部样板架间的水平偏移不应超过 1mm。

## 二、放 线

1. 自井道预放两根厅门口线测量井道。一般两线间距为门净开度。

2. 根据井道测量结果来确定基准线时, 应注意的问题如下:

(1) 井道内安装的部件对轿厢运行有无妨碍, 如限速器钢绳、选层器钢带、限位开关、中线盒、随线架等。同时要考虑到轿门上滑道及地坎等与井壁距离, 对重与井壁距离, 必须保证在轿厢及对重上下运行时其运动部分与井道内静止的部件及建筑结构净距离不小于 30mm。

(2) 确定轿厢轨道线位置时, 要根据道架高度要求, 考虑安装位置有无问题。

道架高度计算方法如下 (图 6-3-3):

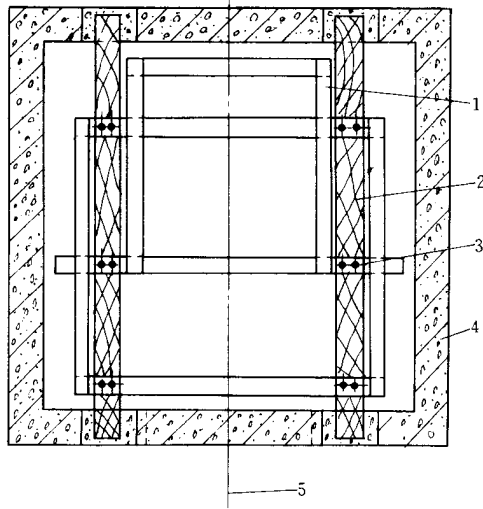


图 6-3-2 固定样板架示意图

1—样板架 2—方木 3—固定样板架的铁钉；  
4—电梯井道 5—厅门入口处

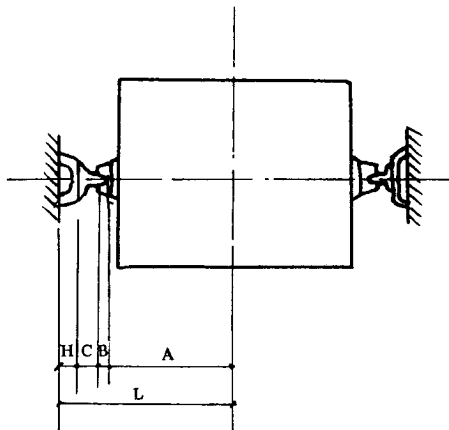


图 6-3-3 道架高度示意图

$$H = L - A - B - C$$

(6-3-1)

式中  $H$ ——道架高(左)；  
 $L$ ——轿厢中心至墙面(左)距离；  
 $A$ ——轿厢中心至安全钳内表面距离；  
 $B$ ——安全钳与导轨面距离(3~4mm)；  
 $C$ ——导轨高度及垫片厚度之和。

(3) 对重对轨道中心线确定时应考虑对重宽度(包括对重块最突出部分), 距墙壁及轿厢应有不小于 50mm 的间隙。

(4) 对于前后门(贯通门)的电梯, 井道深度  $\geq$  厅门地坎宽度  $\times 2$  + 厅门地坎与轿厢地坎间隙  $\times 2$  + 轿厢深度。并应考虑井壁垂直情况是否满足安装要求。

(5) 各层厅门地坎位置确定,应根据所放的厅门线测出每层牛腿与该线的距离,经过计划,应做到照顾多数,既要考虑少剔牛腿或墙面,又要做到离墙最远的地坎稳装后,其上的门立柱与墙面的间隙小于 30mm 而定。

(6) 对两台或多台并列电梯安装时应注意各电梯中心距与建筑图是否相符。应根据井道建筑情况,对所有厅门指示灯、按钮盒位置进行通盘考虑,使其与建筑物协调一致,外表美观。

(7) 对多台相对并列电梯确定基准线时,除上述应注意的事项外,应根据建筑及门套施工尺寸考虑做到电梯候梯厅两边宽度一致,两列电梯厅门口相对一致,以保证电梯门套施工或土建大理石门套施工的美观要求,见图 6-3-4。

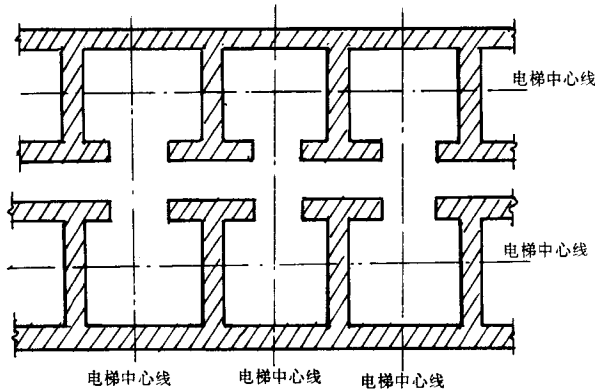


图 6-3-4 多台相对电梯平面图

(8) 确定基准线时,还应复核机房的平面布置。

3. 作好井道轨道安装的放线记录。见表 6-3-3。

### 三、样板就位及挂基准线

1. 梯板制造:样板的加工制造见图 6-3-5。木条应四面刨光、平直,按图纸进行组装,胶粘牢固,然后将样板就位(见图 6-3-1 和图 6-3-2)。

基准垂线共计 10 根,其中:

轿厢导轨基准线,4 根;

对重、导轨基准线,4 根;

厅门地坎基准线,2 根。

为了简化施工,挂基准线也可以不采用整体样板,而采用木方上直接钉木条法。

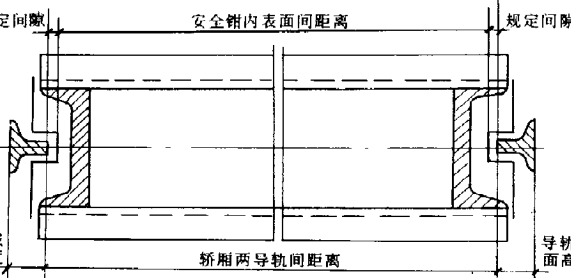
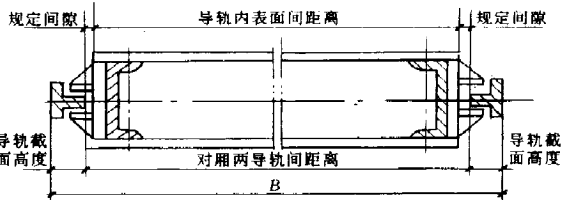
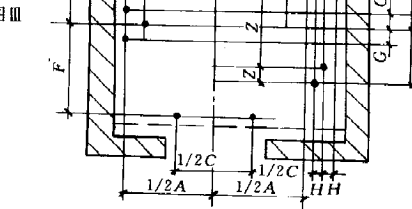
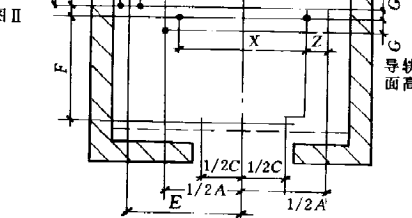
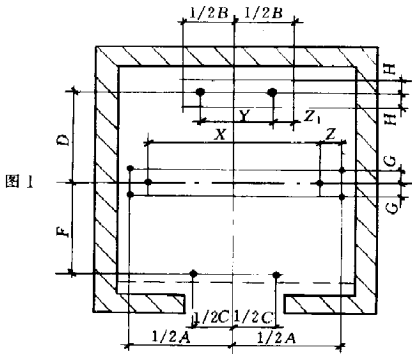
2. 无论采用样板法或直钉木条法,都要按第二条要求全面考虑,确定梯井中心线、轿厢架中心线、对重中心线(图 6-3-5),进而确定出各基准垂线的放线点。划线时使用细铅笔,核对无误后,再复合各对角线尺寸是否相等,偏差不大于 0.3mm。样板或木方上木条的水平度在全平面内不得大于 3mm。

表 6-3-3

电梯安装放线记录

年 月 日

建设单位	单位工程名称	施工日期	月 日至 月 日
安装单位	制造厂	型号规格	位号



适用图 安装导轨支架时放线的各种尺寸表

钢线间距	A B C D E F G H							
	样板、地坑							
按图要求								
实际样板								
地坑								

适用图 工正导轨时放线的各种尺寸表

换算后的要求	X Y Z Z1			
	实际样板			
地坑				

注: A = X + 2 × 导轨截面高度 + 2 × 间隙 + 2 × 测量工具高度  
 B = Y + 2 × 导轨截面高度 + 2 × 间隙 + 2 × 测量工具高度  
 2G = 轿厢导轨支架孔外边线  
 2H = 对重导轨支架孔外边线

建设单位代表:

质检员:

施工负责人:

组长:

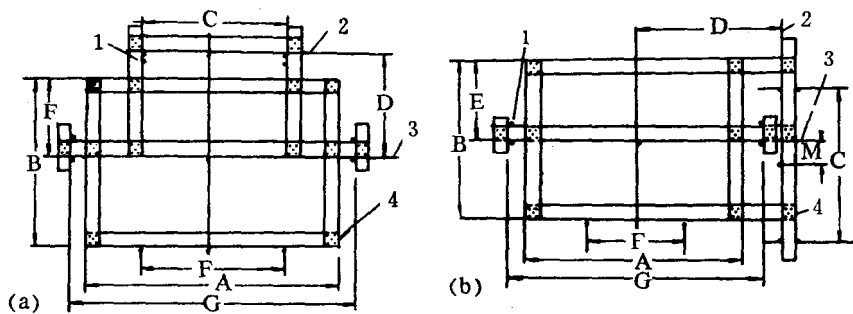


图 6-3-5 样板加工示意图

(a) 对重在轿厢左面放置；(b) 对重在轿厢侧面放置

A—轿厢宽；B—轿厢深；C—对重导轨架距离；D—轿厢架中心线至对重中心线的距离；  
E—轿厢架中心线至距底后沿；F—开门净宽；G—轿厢导轨架距离；H—轿厢与对重偏心距离  
1—铅垂线；2—对重中心线；3—轿厢架中心线；4—连接铁钉

3. 在样板处，将钢丝一端悬挂一个较轻的物体，顺序缓缓放下至底坑。垂直线中间不能与脚手架或其它物体接触，并不能使钢丝（0.7~1.0mm 镀锌铁丝或钢丝）有死结现象。

4. 在放线点处，用锯条或电工刀，垂直锯成 V 型小槽，使 V 型槽顶点为放线点，将线放入，以防基准线移位造成误差，并在放线处注明此线的名称，把尾线固定在铁钉上绑牢（图 6-3-6）。

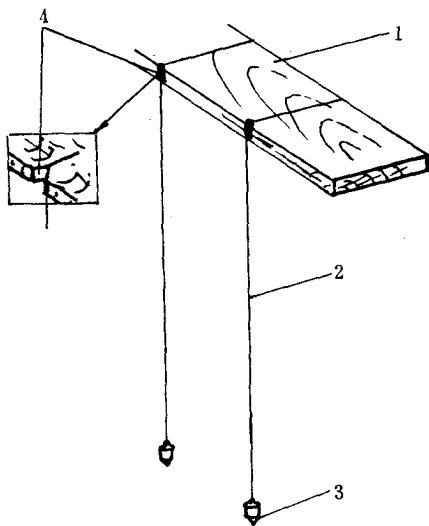


图 6-3-6 用钢丝放线

1—放线木板；2—钢丝；3—线坠；  
4—用钢锯或电工刀开的三角挂线口

5. 线放到底坑后，用线坠（10~20kg 重）替换放线时悬挂的物体，使其自然垂直静止。如行程较高或有风，线坠不易静止时，可在底坑放一水桶，将线坠置入水或机油



中，使其尽快静止。

6. 在底坑上 600~1000mm 处用木方支撑固定下样板，见图 6-3-7，待基准线静止后用 U 型卡钉将线固定于样板上。然后再查样板上各放线点的固定点的各部尺寸、对角线等尺寸有无差别，无误后，可进行下道工序。

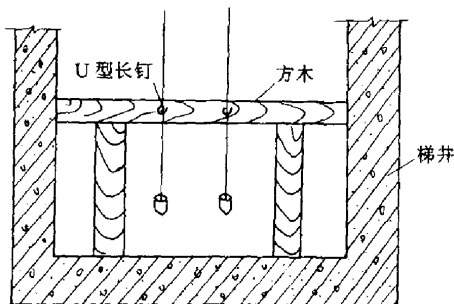


图 6-3-7 木方支撑固定下样板及放线示意图

#### 四、导轨支架位置的确定

1. 没有预埋铁件的电梯井壁，要按设计图纸要求的支架间距尺寸及安装导轨支架的垂线来确定导轨支架在井壁上的位置。

2. 当图纸上没有最下和最上一排导轨支架的位置时，应按下列规定确定：

最下一排导轨支架安装在底坑装饰地面上方 1000mm 的相应位置。最上一排导轨支架安装在井道顶板下面不大于 500mm 的位置。

3. 在确定导轨支架位置的同时，还要考虑导轨连接板（接道板）与导轨支架不能相碰。错开的净距离不小于 30mm，见图 6-3-8。

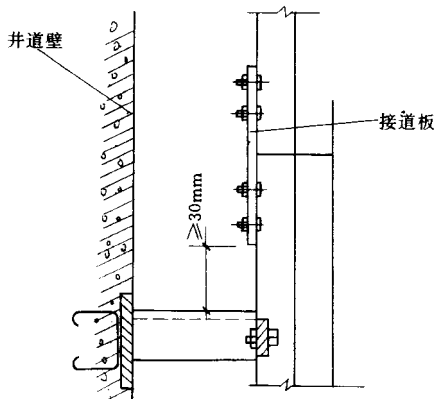


图 6-3-8 导轨连接板与导轨支架间距

4. 若图纸没有明确规定时，以最下层导轨支架为基点，往上每隔 2000mm 为一排导轨支架。个别处有特殊情况时，如遇到接道板，间距可适当放大，但不应大于 2500mm。

5. 长度为 4m 及以上的轿厢导轨，每根至少有两个导轨支架。一般情况下支架间距

不得大于 2m。

### 五、埋设支架

1. 固定支架可预留孔或现场凿孔，其孔洞尺寸见图 6-3-9，要做成内大外小。

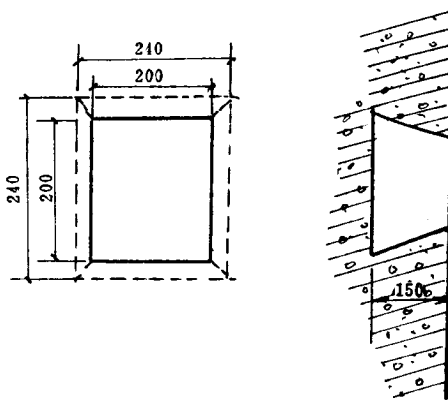


图 6-3-9 导轨架预留孔

2. 将支架表面清扫干净。预埋支架的形状做成图 6-3-10 所示形状埋入墙内部分的端部要加工成燕尾形。

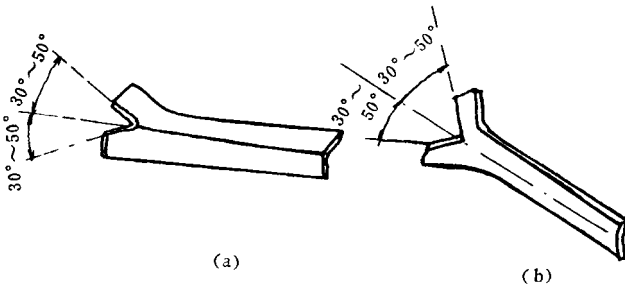


图 6-3-10 导轨埋设支架

(a) 角钢支架 ; (b) 扁钢支架

3. 根据井道顶及木样板的铅垂线位置，埋好最上面的一个支架。先用水冲洗洞内壁，将尘渣清理并冲出，使洞壁润湿。

4. 用混凝土（水泥：砂子：豆石 = 1：2：2）将定位放置好支架的孔洞填实抹平。

5. 以最上面一个轿厢支架为吊线基准，将两根铅垂线上端固定在最上面支架的导轨支承面宽度线上，下端用线锤一直放到坑底，埋设最下面一个支架。

6. 待上下两端支架的水泥砂浆（豆石混凝土）达到一定强度后（一般为干燥后），再以上下两端导轨支承面宽度线为基准，拉两根平行线，埋设其余支架。

7. 对重导轨支架的埋设方法同上述。

8. 由于待混凝土完全干固后才能进行导轨安装，因此这种方法存在工效低的缺点。

## 六、地脚螺栓法安装导轨支架

这种方法是预先将尾部开叉的地脚螺栓埋入井壁中，如图 6-3-11 所示。为了保证牢固，螺栓埋入深度一般不应小于 120mm。这类方法要求螺栓埋入位置应准确，施工麻烦，因此已逐渐被膨胀螺栓法代替。

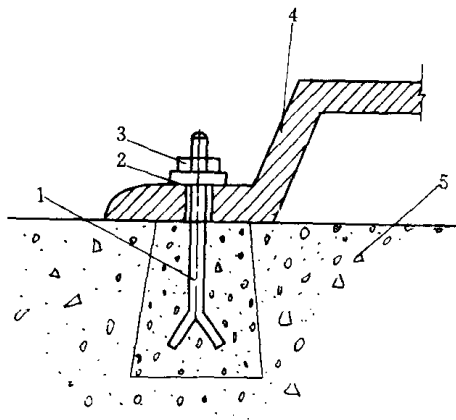


图 6-3-11 地脚螺栓安装法

1—地脚螺栓；2—垫圈；3—螺母；  
4—机座；5—混凝土基础

## 七、膨胀螺栓法

这种方法用膨胀螺栓代替了地脚螺栓。它不需预先埋入，只需在安装时现场打孔（孔的大小按膨胀螺栓的直径查表 2.1.3），放入膨胀螺栓后拧紧固死即可。这种方法具有简单、方便和灵活可靠的特点，是目前常用的方法。

使用膨胀螺栓的规格要符合图纸要求。若厂家没有要求，膨胀螺栓规格不小于  $\text{Ø}16\text{mm}$ 。

1. 钻膨胀螺栓孔，位置要准确且要垂直于墙面，深度要适当。一般以膨胀螺栓被固定后，护套外端面和墙表面相平为宜。

2. 墙面垂直度误差较大时，可采取局部剔修方法，使之和导轨支架接触面间隙不大于 1mm，然后用薄钢垫片垫实。

3. 对导轨支架、按实际情况进行编号加工。

4. 导轨支架按号就位，找平找正。将膨胀螺栓紧固。

## 八、预埋钢板法

这种方法与预埋地脚螺栓法相似。它是预先将钢板按照导轨架的安装位置埋在井壁

上,然后将导轨支架焊在钢板上,见图6-3-8。为了保证连接强度,焊缝应双面焊。采用这种方法,可随着预埋钢板的大小,有一定的位置调整余地。这是一种较好的方法,因此,应用较多。

## 九、对穿螺栓法

1. 若电梯井壁较薄,不宜用膨胀螺栓固定导轨支架,又没有预埋件,可采用井壁打透眼,用穿针固定钢板,钢板厚度 $\geq 16\text{mm}$ 。穿钉处井壁外侧靠墙壁面加 $100 \times 100 \times 12$ (mm)的垫铁,以增加强度,见图6-3-12,将导轨支架焊接在钢板上。

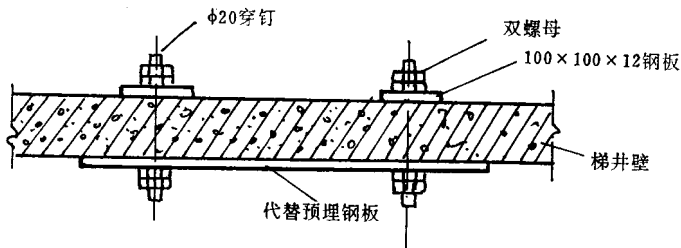


图6-3-12 井壁薄时用对穿螺栓加钢板过渡法

2. 当井壁厚度小于 $100\text{mm}$ 时,采用图6-3-13所示的对穿螺栓法。将螺栓穿过井壁,在外部加垫尺寸不小于 $100 \times 100 \times 10$ (mm)的钢板。

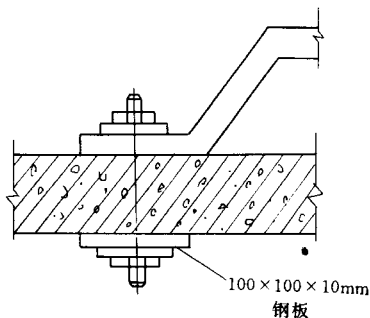


图6-3-13 井壁薄时直接用对穿螺栓法

## 十、安装导轨架应符合下列要求

1. 导轨架不水平度  $a$  (见图6-3-14) 不应超过 $5\text{mm}$ ;
2. 导轨架的埋入深度不应小于 $120\text{mm}$ ;
3. 地脚螺栓埋入深度不应小于 $120\text{mm}$ ;
4. 导轨架与墙面间允许加垫等于导轨架宽度的方形金属板调整高度,垫板厚度超过 $10\text{mm}$ 时,应与导轨架焊接;
5. 焊接导轨架时,应双面焊牢。

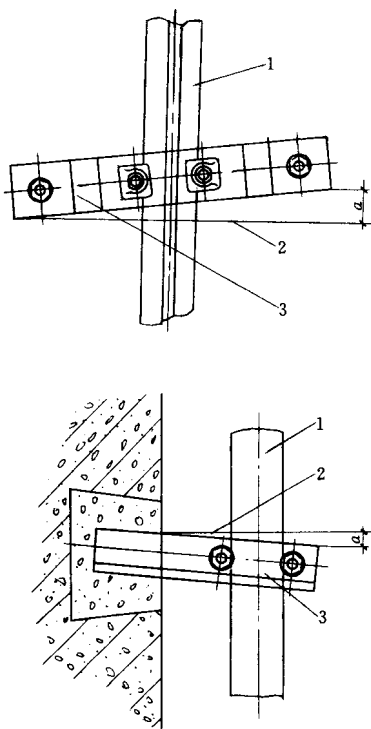


图 6-3-14 导轨架的不水平度  
1—导轨；2—水平线；3—导轨架

## 十一、导轨安装

1. 由样板放基准线至底坑，基准线距导轨端面中心  $2 \sim 3\text{mm}$ ，并进行固定，见图 6-3-15。

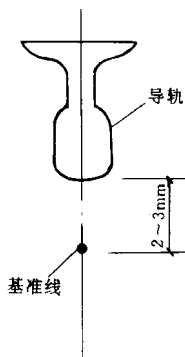


图 6-3-15 导轨与基准线

2. 底坑架设导轨槽钢基础座时，必须找平垫实，其水平误差不大于  $1/1000$ 。槽钢基础位置确定后，用混凝土将其四周灌实抹平。槽钢基础座两端用来固定导轨的角钢架，先用导轨基准线找正后，再进行固定，见图 6-3-16。



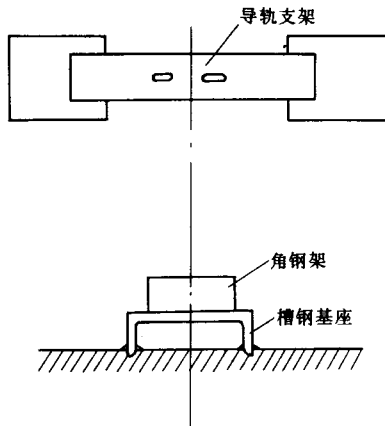


图 6-3-16 底坑槽钢基础座

3. 若导轨下无槽钢基础座,可在导轨下边垫一块厚度  $\delta \geq 12\text{mm}$ 、面积为  $200 \times 200$  (mm) 的钢板,并与导轨用电焊点焊。

4. 对于用油润滑且无槽钢底座的导轨,需在立基础导轨前将其下端距地坪 40mm 高的一段工作面部分锯掉,以留出接油盒的位置,见图 6-3-17。



图 6-3-17 油盒位置图

5. 在梯井顶层楼板下挂一滑轮并固定牢固。在顶层厅门口安装并固定一台 0.5t 的卷扬机,见图 6-3-18。

6. 吊装导轨时要采用双钩勾住导轨连接板,见图 6-3-19。

若导轨较轻,且提升高度又不大,可采用人力吊装,使用  $\varnothing \geq 16$  尼龙绳代替用卷扬机吊装钢轨。

7. 采用人力提升时,须由下而上逐根立起。若采用小型卷扬机(图 6-3-18)提升,可将导轨提升到一定高度(使能方便地连接导轨),连接另一根导轨。采用多根导轨整体吊装就位的方法时,要注意吊装用具的承载能力,一般吊装总重不超过  $3\text{kN}$  ( $\approx 300\text{kg}$ )。整条轨道可分几次吊装就拉。

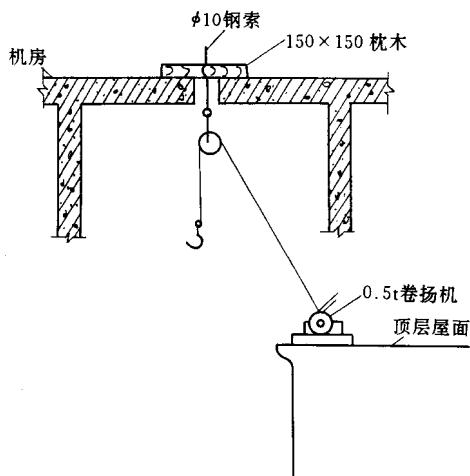


图 6-3-18 吊装导轨卷扬机

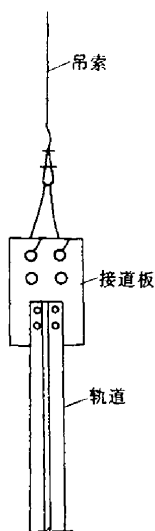


图 6-3-19 导轨吊装

## 十二、导轨调整

1. 用钢板尺检查导轨端面与基准线的间距和中心距离，如不符合要求，应调整导轨前后距离和中心距离，然后再用找道尺进行仔细找正。

2. 用找道尺检查：

(1) 扭曲调整：将找道尺端平，并使两指针尾部侧面和导轨侧工作面贴平、贴严，两端指针尖端指在同一水平线上，说明无扭曲现象。如贴不严或指针偏离相对水平线，说明有扭曲现象，则用专用垫片调整导轨支架与导轨之间的间隙（垫片不允许超过三片），使之符合要求。为了保证测量精度，用上述方法调整以后，将找道尺反向  $180^\circ$ ，

用同一方法再进行测量调整，直至符合要求。见图 6-3-20。

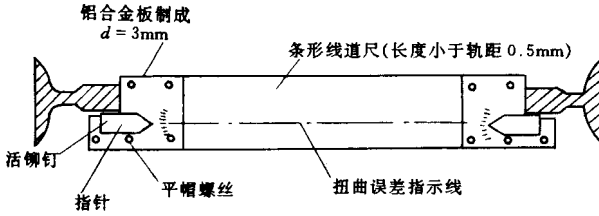


图 6-3-20 扭曲调整用找道尺

(2) 调整导轨垂直度和中心位置：调整导轨位置，使其端面中心与基准线相对，并保持规定间隙。

3. 轨距及两根导轨的平行度检查：两根导轨全部校直好后，自下而上或者自上而下，采用图 6-3-21 所示的检查工具进行检查。T 型导轨的两导轨内表面距离  $L$  (图 6-3-21) 的偏差在整个高度上均应符合表 6-3-4 的规定。

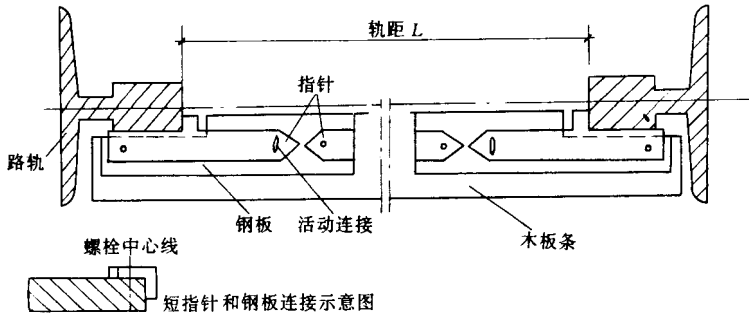


图 6-3-21 导轨测距卡板

表 6-3-4

两导轨距离偏差

导轨用途	轿厢导轨	对重导轨
偏差不得超过 (mm)	+2 0	+3 0

### 十三、安装 T 型导轨应符合下列要求

1. 当导轨蹲底或撞顶时，导轨不应越出导轨。
2. 每根导轨至少应有两个支架，其间距不大于 2.5m；导轨支架水平度偏差不大于 5mm；导轨支架或地脚螺栓的埋入深度不应小于 120mm。如采用焊接支架，其焊缝应是连续的，并应双面焊牢。
3. 每根导轨侧工作面对安装基准线的偏差，每 5m 不应超过 0.7mm，相互偏差在整个高度上不应超过 1mm。
4. 导轨接头处允许台阶 ( $a$ ) 不大于 0.05mm；如超过 0.05mm 则应修平。其导轨接头处的修光长度 ( $b$ ) 为 250~300mm，见图 6-3-22。修平、修光采用手砂轮或油石



磨。

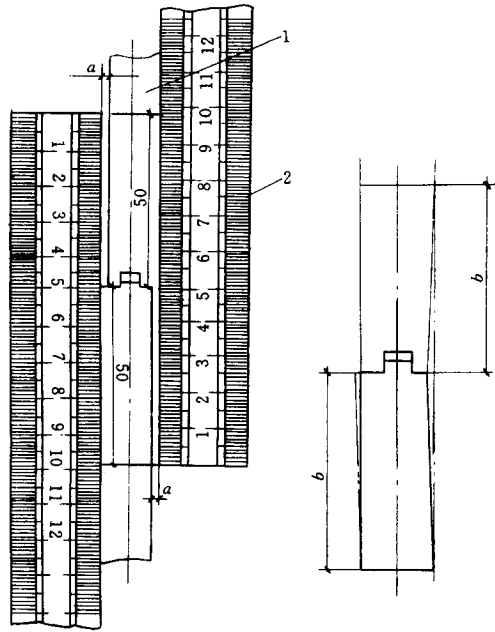


图 6-3-22 导轨接头处台阶及修光长度

1—导轨；2—300mm 钢尺

5. 导轨工作面接头处不应有连续缝隙，且局部缝隙不大于 0.5mm。
6. 导轨应用压板固定在导轨支架上，不应采用焊接或螺栓连接。
7. 两根轿厢导轨接头不应在同一水平面上，并且两根轿厢导轨下端距底坑地平面应有 60 ~ 80mm 悬空。

## 十四、电梯导轨安装记录

电梯导轨安装记录见表 6-3-5。

表 6-3-5

电梯导轨安装记录

年 月 日

建设单位		单位工程名称		施工日期		月 日至 月 日	
安装单位		制造厂		型号规格		位号	
序	项	检查内容		规定值	允许偏差 (mm)	实测部位及数据	
1	预留孔板	导轨架预留孔应内大外小		200 × 200 × 150 (mm)			
2		预埋件钢板厚度		> 15mm			

续表

建设单位		单位工程名称		施工日期	月 日至 月 日										
3	导轨架安装	直埋式或螺栓式埋入深度		> 120mm											
4		轿厢导轨架的间距		< 2500mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
					11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
5		对重导轨架的间距		< 2500mm											
6		轿厢、对重导轨架的水平度		< 5mm											
7		导轨安装	轿厢导轨内表面间距		甲类 ± 0.5 乙、丙类 ± 1										
8	对重导轨内表面间距		甲类 ± 1 乙、丙类 ± 2												
9	T型导轨接头处局部间隙		< 0.5mm												
10	T型导轨接头处修光长度 200 ~ 300mm 允许台阶		< 0.05mm												
11	两导轨的侧工作面		垂铅度		0.7/5000										
12			在整个高度上相互偏差		< 1mm										
13	缓冲器	与轿厢下梁、对重底碰板距离	弹簧	200 ~ 350 (mm)											
14			油压	150 ~ 400 (mm)											
15		中心与轿厢、对重碰板中心差		< 20											
16		弹簧式顶面不水平度		4/1000											
17		油压式柱塞不铅垂度		± 0.5											
18		同一基础上两个之间顶面偏差		< 2mm											

质检员：

施工负责人：

组长：

## 第四章 轿厢和层门组装技术

这里介绍的组装技术适用于额定载重量 5000kg (50kN) 以下、额定速度 3m/s 及以下各类曳引驱动电梯的轿厢、层门的安装工程。

一、轿厢的组装，一般多在顶层进行。因为顶层距机房较近，对于起吊部件、核对尺寸、与机房联系等都有方便条件。在组装前，要先拆除顶站层的脚手架。

二、在顶层的层门口对面的混凝土井壁相应位置上安装两个角钢托架（ $100 \times 100 \times 10$  (mm)）每个托架用三个  $\phi 16$  膨胀螺栓固定。在层门口牛腿处横放一根木方。在角钢托架和横木上架设两根  $200 \times 200$  (mm) 木方（或两根 20# 工字钢）。然后把木方端部固定好，见图 6-4-1。

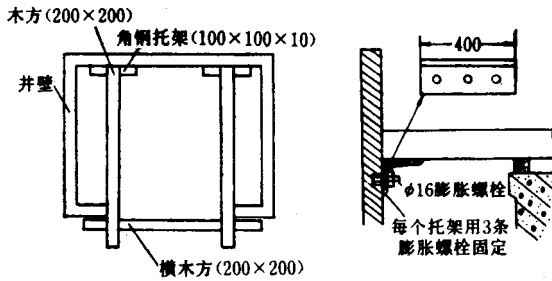


图 6-4-1 轿厢安装前准备

大型客梯及货梯，要根据梯井尺寸进行计算来确定方木及型钢的尺寸、型号。

三、如果井壁系砖结构，则应在层门口对面的井壁相应的位置上剔两个与方木大小相适应的洞，用以支撑木方一端，见图 6-4-2。

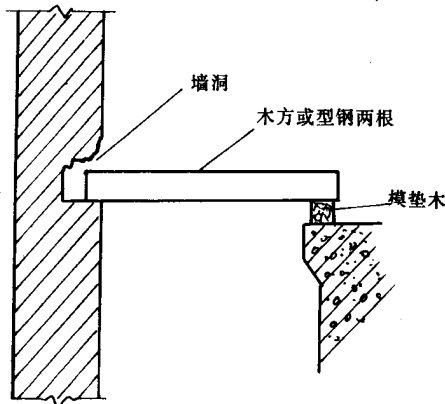


图 6-4-2 砖井壁剔洞支撑方木

四、在机房的承重钢梁上相应的位置横门固定一根  $\phi 75 \times 4$  的钢管，见图 6-4-3 (a)。如果承重钢梁在楼板下，则在轿厢绳孔旁设置这根钢管，见图 6-4-3 (b)。由

轿厢绳孔处放下不小于  $\varnothing 13\text{mm}$  的钢丝绳扣，并挂一个 3t 重的倒链，安装轿厢时使用。

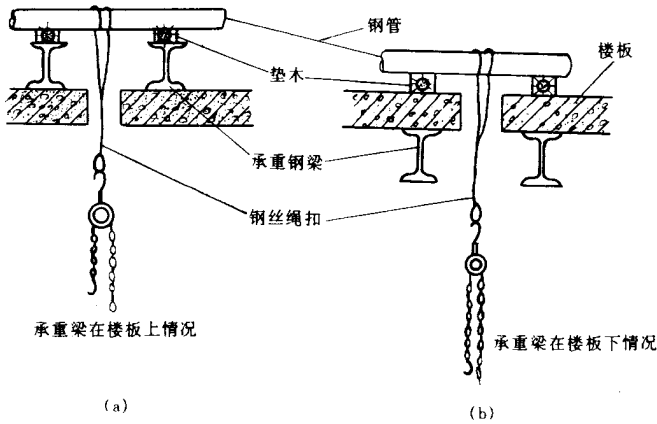


图 6-4-3 吊装用倒链的位置

五、底梁安装。用倒链将底梁吊放在架设好的木方或工字钢上。调整安全钳钳口 (老虎口) 与导轨面间隙，见图 6-4-4，使安全钳口和轨道面的间隙  $a = a'$ ， $b = b'$ 。如果电梯的图纸有具体尺寸规定，须按图纸要求调整。同时要调整底梁的水平度，使其横、纵间不水平度均不大于 1/1000。

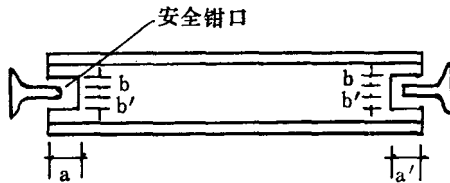


图 6-4-4 调整安全钳钳口

安装安全钳楔块，楔齿距导轨侧工作面的距离调整到 3~4mm，安装说明书有规定时按具体说明执行，且四个楔块距导轨侧工作面间隙应一致，然后用厚垫片塞于导轨侧面与楔块之间，按图 6-4-5 固定，同时把老虎口和导轨端面用木楔塞紧。

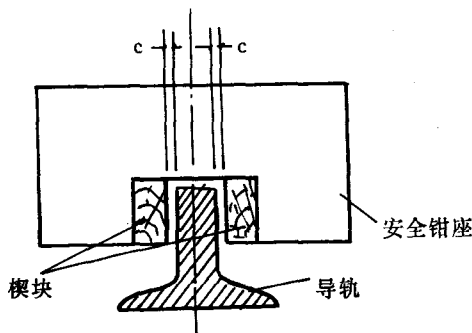


图 6-4-5 安全钳楔块

六、安装立柱。将立柱与底梁连接，其不铅垂度在整个高度上不大于 1.5mm，并不得扭曲。可用垫片进行调整，见图 6-4-6。

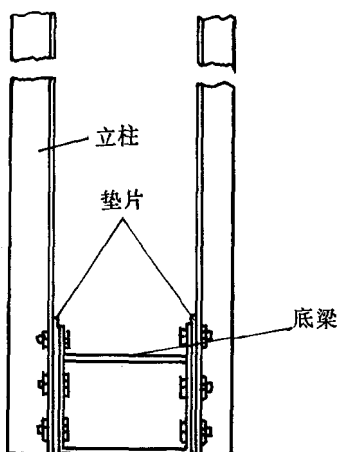


图 6-4-6 立柱安装垫片调整

### 七、上梁安装。

1. 用倒链将上梁吊至立柱上与立柱相连接的部位，将所有的连接螺栓装好。
2. 调整上梁的横、纵向水平度，使不水平度不大于  $1/2000$ 。然后紧固连接螺栓。
3. 如果上梁有绳轮时，要调整绳轮与上梁的间隙， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ （图 6-4-7）要相等，其相互尺寸误差小于等于  $1\text{mm}$ ，绳轮自身垂直偏差小于等于  $0.5\text{mm}$ 。

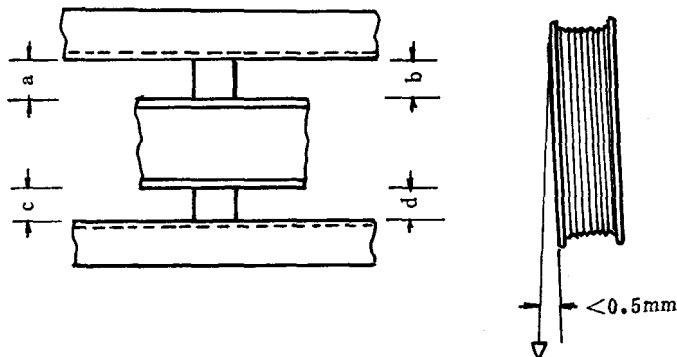


图 6-4-7 上梁带有绳轮的调整

### 八、轿厢底盘安装。

1. 用倒链将轿厢的底盘吊起平稳地放到下梁上，将轿厢底盘与立柱、底梁用螺丝联接，但不要将螺丝拧紧。将斜拉杆装好，调整拉杆螺母，使底盘安装水平误差不大于  $2/1000$ ，然后将斜拉杆用双螺母拧紧。把底盘、下梁及拉杆用螺母联结牢固。见图 6-4-8。

2. 如果轿底为活动结构时，先按上述要求将轿厢底盘托架安装好，且将减震器安装在轿厢底盘托架上。

3. 用倒链将底盘吊起，缓缓就位。使减震器的螺丝逐个插入轿底盘相应的螺丝孔中，然后调整轿厢底盘的水平度。使其不水平度不大于  $2/1000$ 。若达不到要求则在减震器的部位加垫片进行调整。

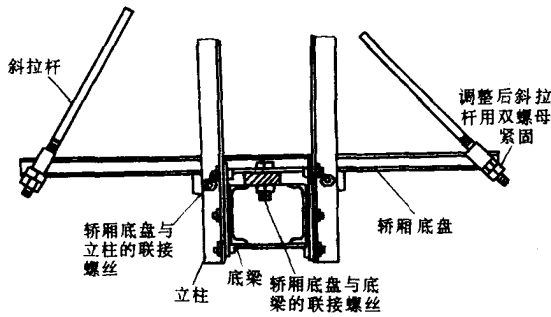


图 6-4-8 轿厢底盘安装

调整轿底定位螺栓，使其在电梯满载时与轿底保持 1~2mm 的间隙，见图 6-4-9。调整完毕，将各连接螺栓拧紧。

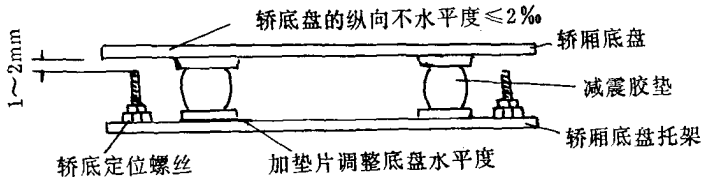


图 6-4-9 轿底定位螺栓调整

4. 安装、调整安全钳拉杆，达到要求后，拉条顶部要用双螺母拧紧。

#### 九、导靴安装。

1. 导靴安装，上、下应在同一垂直线上，不应有歪斜、扭曲现象。如果安装位置不合适，应进行处理，不可用外力对导靴强行安装就位，以保持安全钳的正确间隙。

2. 固定导靴时间隙应一致，内衬与轨道顶面间隙之和为 2.5 + 1.5mm。

3. 滑动导靴应随载重不同根据表 6-4-1 所示改变  $b$  尺寸，使内部弹簧受力不同。

表 6-4-1 弹性滑动导靴  $b$  值调整表

电梯额定载重量 (kg)	500	750	1000	1500	2000~3000	5000
调整量 $b$ (mm)	42	34	30	25	25	20

4. 调整轿厢导靴  $a$  和  $c$  间隙应为 2mm，对重导靴  $a$  间隙应为 3mm， $c$  间隙为 2mm。

5. 导靴顶面内衬和轨道端面间不应有间隙。

6. 如为滚轮导靴，每个滚轮不应歪斜，整个胶轮平面应和轨道工作面均匀接触。

7. 安装前应调整好，每副滚轮导靴的弹簧拉力应一致。

8. 调整张紧轮限位螺栓使顶面滚轮水平移动范围为 2mm，左右水平移动为 1mm。

#### 十、围扇安装。

1. 围扇底座和轿厢底盘的连接及围扇与底座之间的连接要紧密。各连接螺丝要加相应的弹簧垫圈（以防因电梯的震动而使连接螺丝松动）。

若因轿厢底盘局部不平而使围扇底座下有缝隙时，要在缝隙处加调整垫片垫实，见图 6-4-10。

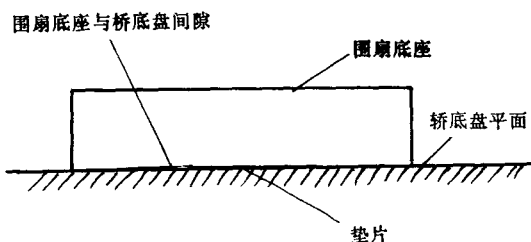


图 6-4-10 轿底盘与围扇底座缝隙处理

2. 若围扇直接安装在轿底盘上，其间若有缝隙，处理方法同上。

3. 安装围扇，可逐扇进行安装，也可根据情况将几扇先拼在一起再安装。围扇安装好后再安装轿顶。但要注意轿顶和围扇穿好联接螺丝后不要紧固，要在调整围扇垂度偏差不大于  $1/1000$  的情况下逐个将螺丝紧固。

安装完后要求接缝紧密，间隙一致，夹条整齐，扇面平整一致，各部位螺丝必须齐全，紧固牢靠。

#### 十一、轿箱门的安装。

1. 将带悬挂架的轿箱门的上梁安装到悬臂式角钢上的轿厢钢架前立柱上，悬挂架则装在导杆 1 上，见图 6-4-11。梁的位置根据放到导杆上的水准器进行检测。导杆的水平度允许偏差为每米长度  $1\text{mm}$  以下，导杆的侧面应保持垂直。此项检测可以利用框形水准仪检查，也可用专用工具检查。

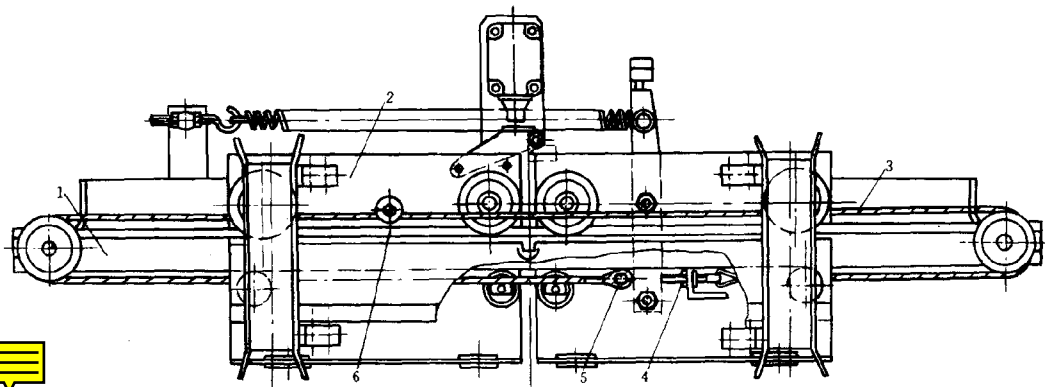


图 6-4-11 带悬挂架的轿箱门上梁

1—导杆；2—悬挂架；3—钢绳；4—张紧螺栓；

5—扎固钢绳用的绳钩；6—压紧用的垫圈

2. 轿厢门的上梁安装好并调整导杆的位置后，就开始着手吊装轿厢的门扇。轿厢门在《电梯制造 GB7588—87 与安装安全规范》中有如下规定：

(1) 轿门应是无孔的。

特殊情况：货客梯和非商业用的汽车梯，可以采用向上开启的垂直滑动轿门，这种门可以是网状的或带孔板型的。网孔或板孔尺寸，水平方向不得超过  $10\text{mm}$ ，垂直方向不得超过  $60\text{mm}$ 。

(2) 除必要的间隙外，轿厢门关闭时应将轿厢入口完全封闭。

特殊情况：对于专供经批准且受过训练的人员使用的电梯，其轿厢入口高度大于 2.5m 时，如果同时满足下面的条件，则轿门高度可限定到 2m。

1) 垂直滑动门；

2) 电梯的额定速度不超过 0.63m/s。

(3) 门关闭后，门扇之间和门扇与门柱、门楣或地坎之间的间隙应尽可能小。

当间隙不超过 6mm 时，可认为满足此要求，如果有凹处，间隙的测量应从凹底算起。

本条 1 项述及的垂直滑动门特殊情况除外。

(4) 对于铰链门，为防止其摆动到轿厢外面，需设置冲撞限位挡块。

(5) 装于轿门上的任何窥视窗应满足《电梯制造与安装安全规范》GB 2588—87 中的 7.6.2.2 (a) 的要求。如果层门上装有观察轿厢是否在本站的窥视窗，则轿门上就必须装设窥视窗。当轿厢处于层站水平时，两个窥视窗的位置应重合，如轿门是自动的且当轿厢停在层站水平处时，它保持在开启位置，则轿门上不需设置窥视窗。

(6) 轿门地坎、导向装置、门的悬挂机构应遵守第 3.1.2 条 4 项中的有关层门的规定。

(7) 机械强度。处于关闭位置的轿门，应具有足够的机械强度，即：当施加一个 300N 的力，从轿厢内向外垂直作用于门的任何位置，并使该力均匀分布在面积为 5cm<sup>2</sup> 的圆形或方形截面上时，轿门能够：

1) 承受住而没有永久变形；

2) 承受住，而没有大于 15mm 的弹性变形；

3) 经这样的试验后，功能正常。

3. 安装轿厢底上的门的传动装置，并安装联锁装置。传动装置安装在橡皮减震器上。拉杆轴线应位于与右悬挂架的横梁插头轴线的同一个垂直平面内。牵引拉杆与横梁插头相连，使其在左端位置时，门则关闭，而拉杆减震器与牵引杆（拉杆穿过牵引杆上的孔）的空隙应符合设计要求。应使此空隙只在触轮与相应的凸轮同时关闭且轿厢门锁打开时，门才开始打开。

4. 凸轮的开与闭在安装时应符合下列要求：

(1) 当门全闭时，凸轮切断常闭触点，而当门全开时，打开凸轮则断开常开触点

(2) 当轿厢门打开时，关门开关的终端触点要比门的对口缝处的常开触点早些闭合。

(3) 调整凸轮，沿着牵引杆的扇形槽按所需方向使其移位，并以止动螺栓固定在需要的位置上。

(4) 每个门扇的关闭控制联锁触点均安装在上梁。其位置应调整到当任何一扇门打开超过 7mm 时，触点动作而切断控制电路。

5. 轿厢门与梯井门的动力联系在整定电梯的过程中进行调节。其间的联系是由固定在轿厢和梯井门扇上的断电装置实现的。轿厢门扇上的断电装置须严格成垂直状。

6. 断电装置（图 6-4-12）1 的辊轮（或断电装置的角钢）和断电装置 2 的内表面之间的空隙要对称配置，允差为 ±1mm。间隙值从轿厢门扇的断电装置两端测量。



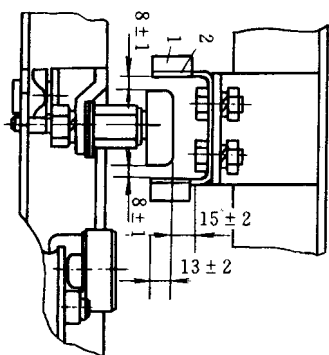


图 6-4-12 梯井门与轿厢门断电装置间的空隙示意图

1—轿厢门断电装置；2—梯井门断电装置

7. 起重量为 500kg (5kN) 的电梯轿厢门具有两扇不同宽度的门扇。在调整这些门的门扇的反衬辊轮位置时，反衬辊轮与导杆间的空隙应遵守下述要求：

(1) 宽门扇的反衬辊轮为 0.1~0.2mm，窄门扇的反衬辊轮为 0.02~0.05mm，间隙以塞规测定。

(2) 宽门扇打开使用的力值不超过 10N，窄门扇则不超过 40N。

(3) 施力点在门扇最高点以下 500mm。

8. 门的传动装置安装：图 6-4-13 是门的传动装置中的一种，当宽门扇关闭时，拉杆 3 角钢与牵引杆 2 的轴承之间的空隙不得超过 1mm。牵引杆的配置应垂直于拉杆轴心。门的传动装置装配好后，应使牵引杆的轴承在整个工作行程长度内不触及拉杆工作面的端口。

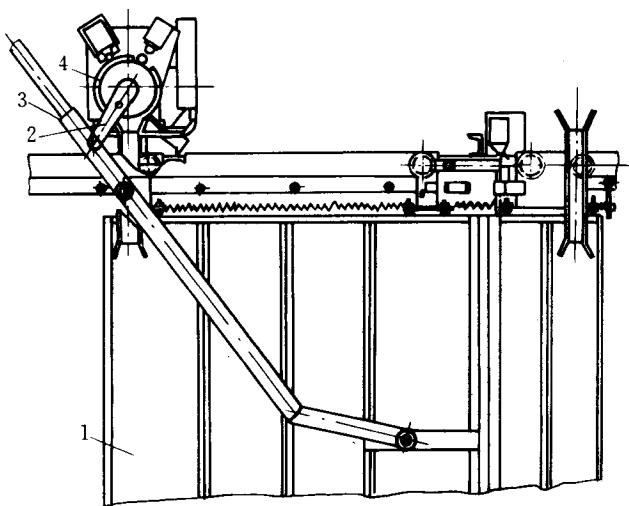


图 6-4-13 从宽侧入口的起重量 500kg (5kN) 电梯轿厢门的传动装置

1—宽门扇；2—牵引杆；3—拉杆；4—扇形轮

9. 安装门锁：安装宽门扇 1 (见图 6-4-13) 上的门锁时，应使拉杆 3 与悬挂架支柱间的空隙保持在 2~3mm 范围内。在悬挂架上转动立柱以调整间隙值。扇形轮 4 的位

置（开门锁用）应作调整，使门扇打开动作开始前锁能打开。

同样地，要调整作用在门的开锁触点和闭锁触点上的扇形轮。当扇形轮处于正确位置时，牵引杆须停止活动，此时，门扇距减震器 1~5mm 处止动。当每扇门打开 10mm 或开锁时，对口缝的常闭触点应可靠地打开（间隙不少于 3mm）。间隙可以把接触电器向需要的一侧移动以进行调整。

10. 在轿门扇和开关门机构安装调整完毕，安装开门刀。开门刀端面和侧面的垂直偏差全长均不大于 0.5mm，并且达到厂家规定的其它要求。

## 十二、安装轿厢顶装置。

1. 轿厢顶接线盒、线槽、电线管、安全保护开关等要按厂家安装图安装。若无安装图则根据便于安装和维修的原则进行布置。

2. 安装、调整开门机构和传动机构使其符合厂家的有关设计要求，若厂家无明确规定则按其传动灵活、功能可靠的原则进行调整。

3. 护身栏各联接螺丝要加弹簧垫圈紧固，以防松动。护身栏的高度不得超过上梁高度。

4. 平层感应器和开门感应器要根据感应铁的位置定位调整。要求横平竖直，各侧面应在同一垂直平面上，其垂直度偏差不大于 1mm。

## 十三、安装层门地坎。

1. 放线：按要求由样板放两根层门安装基准线（高层梯最好放三条线，即门中一条线，门口的两边两条线），在层门地坎上划出净门口的宽度线及层门中心线，在相应的位置打上三个卧点，以基准线及此标志确定地坎、牛腿及牛腿支架位置，见图 6-4-14。

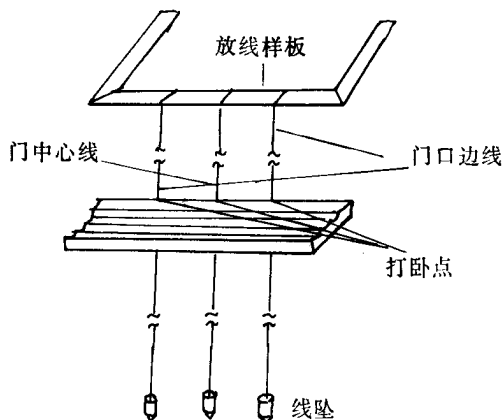


图 6-4-14 层门放线

2. 若地坎牛腿为混凝土结构，用清水冲洗干净，将地脚爪装在地坎上。然后用细石混凝土浇注，水泥的标号不小于 325#，水泥、沙子、石子的容积比为 1:2:2。安装地坎时要用水平尺找平，同时三个卧点分别对正三条基准线，并找好与线的距离。

地坎安装好后，应高于装修完工地面 2~3mm，若完工装修的地面为混凝土地面，则应高出 5~10mm，且应按 1:50 坡度将混凝土地面与地坎平面抹平。见图 6-4-15。

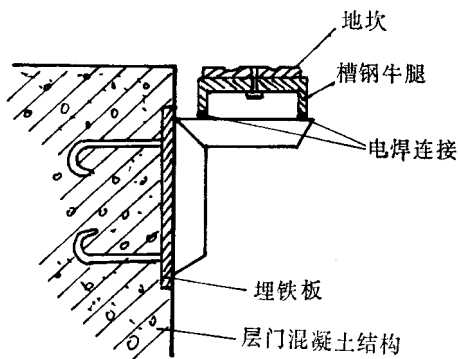


图 6-4-15 混凝土地面上安层门门坎



3. 如果层门无混凝土牛腿, 要在预埋铁上焊支架, 安装钢牛腿以便于安装地坎。分两种情况:

(1) 额定载重量在 1000kg (10kN) 及以下的各类电梯, 可用不小于 65mm 等边角钢做支架, 进行焊接, 并稳装地坎, 见图 6-4-16。

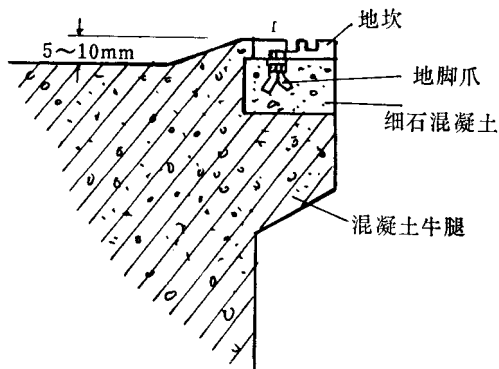


图 6-4-16 地坎牛腿角钢支架



(2) 额定载重量在 1000kg (10kN) 以上的各类电梯 (不包括 1000kg (10kN)) 可采用  $\delta = 10$  的钢板及槽钢制做牛腿支架, 进行焊接, 并稳装地坎。牛腿支架不少于 5 个。见图 6-4-17。

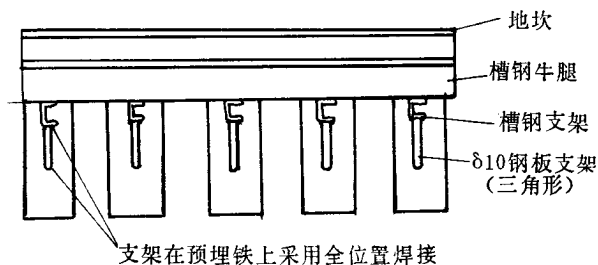


图 6-4-17 槽钢牛腿支架做法



4. 额定载重量在 1000kg (10kN) 以下 (包括 1000kg) 的各类电梯, 若厅门地坎处既无混凝土牛腿又无预埋铁, 可采用 M14 以上的膨胀螺栓固定牛腿支架来稳装地坎,

见图 6-4-18。

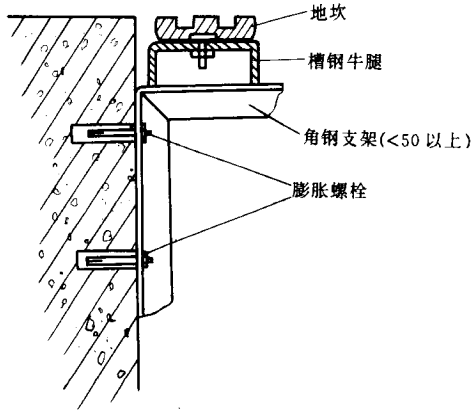


图 6-4-18 用膨胀螺栓安装

5. 对于高层电梯，为防止基准线被碰造成误差，可以先安装和调整好导轨。然后以轿厢导轨为基准来确定地坎的安装位置，方法如下：

(1) 在层门地坎中心  $M$  两侧的  $1/2L$  ( $L$  是轿厢导轨间距) 处的  $M_1$  及  $M_2$  点分别做上标记。

(2) 稳装地坎时，用直角尺测量尺寸，使层门地坎距离轿厢两导轨前侧面尺寸均为：

$$B + H - d/2$$

式中  $B$ ——轿厢导轨中心线到轿厢地坎外边缘尺寸；

$H$ ——轿厢地坎与层门地坎距离（一般是 25mm 或 30mm）；

$d$ ——轿厢导轨工作端面宽度。

(3) 左右移动层门地坎，使  $M_1$ 、 $M_2$  与直角尺的外角对齐，这样地坎的位置就确定了，见图 6-4-19。但为了复核层门中心点是否正确，可测量层门地坎中心点  $M$  距轿厢两导轨外侧棱角距离， $S_1$  与  $S_2$  应相等。

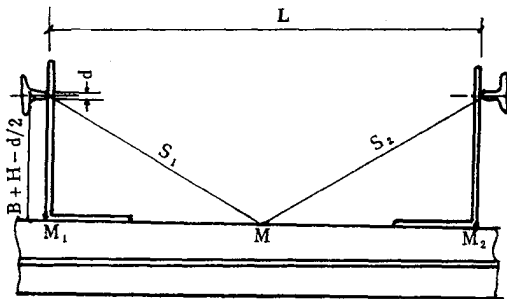


图 6-4-19 导轨与地坎间关系安装法

#### 十四、门立柱、上滑道、门套的安装。

1. 在砖墙上安装：采用剔墙眼埋固地脚螺栓的方法，见图 6-4-20。
2. 混凝土结构墙上安装：

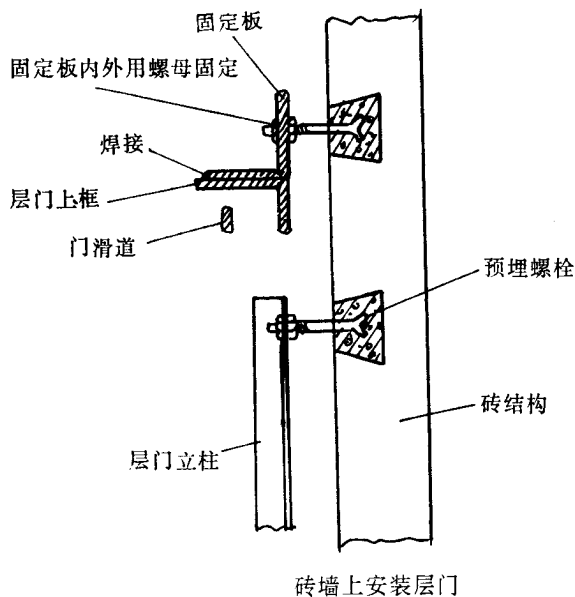


图 6-4-20 砖墙上安装层门

(1) 有预埋铁：可将固定螺栓直接焊于预埋铁上。

(2) 混凝土结构墙上如没有预埋铁，可在相应的位置用 M12 膨胀螺栓安装  $150 \times 100 \times 10$  (mm) 的钢板做为预埋铁使用，见图 6-4-21。其它同上。

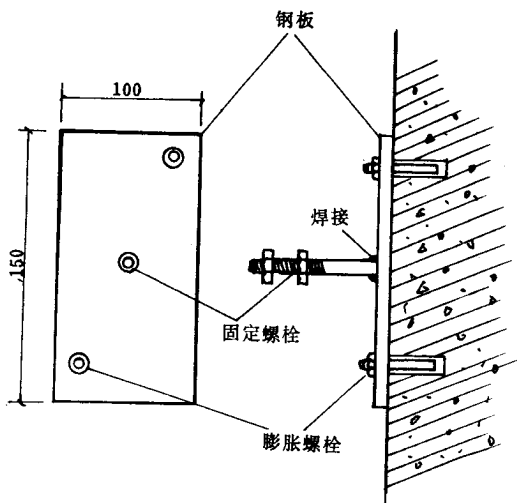


图 6-4-21 用膨胀螺栓安装在混凝土墙上

3. 若门滑道、门立柱离墙超过 30mm 应加垫圈固定，若垫圈较高宜采用厚铁管两端加焊铁板的方法加工制成，以保证其牢固。

4. 用水平尺测量门滑道安装是否水平。如侧开门，两根滑道上端面应在同一水平面上，并用线坠检查上滑道与地坎槽两垂面水平距离和两者之间的平行度。

5. 钢门套安装调整后，用钢筋棍将门套内筋与墙内钢筋焊接固定。

6. 层门安装要求：层门上滑道外侧垂直面与地坎槽内侧垂直面的距离  $a$ ，见图 6-4-22，应符合图纸要求。在上滑道两端和中间三点（图 6-4-22 中 1、2、3）吊线测量相对偏差均应不大于 1mm。上滑道与地坎的平行度误差应不大于 1mm。导轨本身的不铅垂度  $a'$  应不大于 0.5mm。

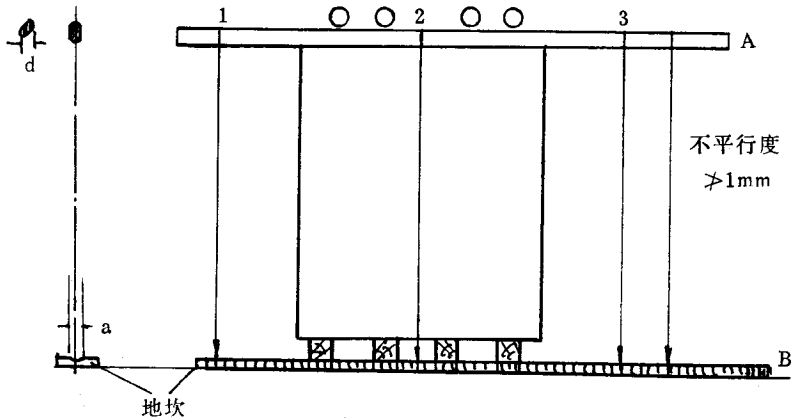


图 6-4-22 层门安装吊线检查

### 十五、层门安装。

1. 将门底导脚、门滑轮装在上门扇上，把偏心轮调到最大值（和滑道距离最大）。然后将门底导脚放入地坎槽，门轮挂到滑道上。

2. 在门扇和地坎间垫上 6mm 厚的支撑物。门滑轮架和门扇之间以专用垫片进行调整，使之达到要求，然后将滑轮架与门扇的连接螺丝进行调整，将偏心轮调回到与滑道间距小于 0.5mm，撤掉门扇和地坎间所垫之物，进行门滑行试验，达到轻快自如为合格。

### 十六、轿厢、层门安装记录。

1. 电梯轿厢安装记录见表 6-4-2。

表 6-4-2

电梯轿厢安装记录

年 月 日

建设单位		单位工程名称		施工日期		月 日至 月 日	
安装单位		制造厂		型号规格		位号	
序	项	检 查 内 容		规定值	允许偏差 (mm)	实 测 值	
1	轿 厢 架	轿底盘不水平度		< 2/1000			
2		未装上梁前，轿厢架两侧立柱不铅垂度		< 1.5mm			
3		反绳轮与轿厢架上梁的间隙 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 差值		< 1mm			
4		反绳轮不铅垂度		< 1.5mm			

续表

建设单位		单位工程名称		施工日期		月 日至 月 日				
5	轿门	有轿门一面的轿壁不铅垂度		< 1/1000						
6		轿门门套的不铅垂度		< 1/1000						
7		轿门横梁的不水平度		< 1/1000						
8	安全钳	安全钳楔块与导轨两侧面间隙(双楔)		2~3mm						
9		安全钳座与导轨侧面的间隙(单楔块)		0.5mm						
10		瞬时安全钳装置的提拉力		150~300N						
11	导靴	滑动式导靴应规定值作 a、b、c 三数据调整	弹簧的压缩程度 b 值							
12			导靴与导靴架间隙 a 值		2mm					
13			螺母与螺母间隙 c 值		2mm					
14		对重弹性导靴应作 a、c 三数据调整	导靴与导靴架间隙 a 值		3mm					
15			螺母与螺母间隙 c 值		2mm					
16		固定式导靴与导轨端面间的间隙		1mm						
17	曳引绳	曳引钢丝绳表面洁净、无打结、扭曲、松股								
18		制作绳头时分股将钢丝作回弯、其回弯前长度	D13	100mm						
19			D16	125mm						
20		轴承合金浇灌高度,锥体线以上		10~15mm						
21		曳引绳头组合螺母应调整至各绳张力相近		5%						
22	补偿绳装置	补偿绳砵框导轨不铅垂度		< 1mm						
23		补偿绳砵框导轨内表面间距偏差				+2 0				
24		导靴与导轨端面间隙		1~2mm						
25		砵框至地面槽钢的距离		> 200mm						
26	导轨上端突出导靴距离		> 200mm							

记录： 质检员： 施工负责人： 组长：

2. 电梯层门安装记录见表 6-4-3。

表 6-4-3 电梯层门安装记录  
年 月 日

建设单位		单位工程名称		施工日期		月 日至 月 日								
安装单位		制造厂	型号规格		位号									
序号	检查内容		规定值	允许偏差 (mm)	实测层次及数据									
	层 次				-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9

续表

建设单位		单位工程名称		施工日期				月日至月日				
1	地坎不水平度		< 1/1000									
2	地坎高出最终地面		3mm	+2	-1							
3	门套立柱的垂直误差		< 1/1000									
4	框架立柱的垂直误差		< 1/1000									
5	横梁的水平误差		< 1/1000									
6	导轨与地坎槽的间距左、中、右相对偏差	左端点		± 1								
7		中间点										
8		右端点										
9	导轨与地坎的不平行度		< 1mm									
10	导轨侧成不铅垂度		< 0.5mm									
11	门扇下端与地坎的间隙		6mm	± 2								
12	门扇偏心档轮与导轨下端间隙		< 0.5mm									
13	门扇自由状态牵引力		< 3N									
14	门扇与门套之间的间隙		6mm	± 2								
15	门扇与门扇之间的间隙		6mm	± 2								
16	中分式门的门扇对口处不平度		1mm									
17	中分式门的门扇对口处门缝		2mm									
18	开门刀与厅门地坎间的间隙		6mm	+2	-1							
19	厅门滚动轮与轿厢地坎间隙		6mm	+2	-1							
20	轿门、厅门两地坎的间隙		25mm	± 1								

附注：

质检员：

施工负责人：

组长：



## 第五章 电梯电气装置安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于额定速度不大于  $2.5\text{m/s}$  的电力拖动和曳引驱动的各类电梯电气装置安装工程。

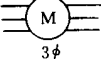



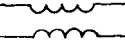
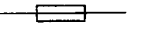
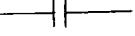
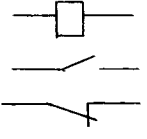
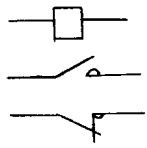
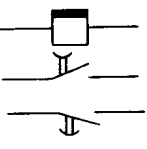
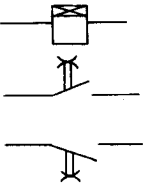
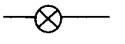
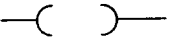
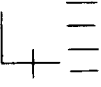
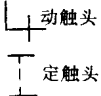
### 一、熟悉电梯安装图纸。

电梯控制电路原理图中常用电器元件图形符号，如表 6-5-1。


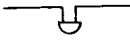
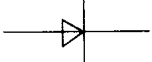
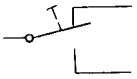
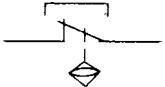
表 6-5-1 电器元件图形符号

序号	元件名称		图形符号	备注
1	极限开关			三相铁壳开关改制
2	照明总开关			二相铁壳开关
3	电抗器			
4	限位开关	常闭接点 常开接点		
5	安全钳、断绳……开关			非自动复位
6	钥匙开关			
7	单刀单投手指开关			
8	热继电器	热元件 辅助接点		调整到自动复位
9	电阻器	固定式 可调式		
10	急停按钮			非自动复位
11	按钮			不闭锁

续表

序号	元件名称		图形符号	备注
12	交流曳引、原动机			
13	永磁式测速发电机			
14	直流电动机			
15	励磁绕组			
16	变压器			
17	熔断器			
18	电容器			
19	继电器	电磁线圈 常开接点 常闭接点		
20	接触器	电磁线圈 常开接点 常闭接点		
21	快速动作, 延时复位继电器	电磁线圈 常开接点 常闭接点		
22	缓吸合、快复位继电器	电磁线圈 常开接点 常闭接点		
23	照明、指示灯			
24	二相插头			
25	层楼指示器、选层器接点组			

续表

序号	元件名称	图形符号	备注
26	警铃		
27	蜂鸣器		
28	二极管		
29	单刀双投手指开关		
30	传感器干簧管常闭接头		

## 二、安装控制柜（屏）

1. 控制柜跟随曳引机，一般位于井道上端的机房内。确定控制柜位置时，应便于操作和维修，便于进出电线管、槽的敷设。为了便于操作和维修，控制柜周围应有比较大的空地，维修侧与墙壁的距离必须在 600mm 以上，其封闭侧宜不小于 50mm。而且最好把控制柜稳固在高约 50~100mm 的水泥墩上。双面维修的屏、柜成排安装时，当宽度超过 5m 时，两端均应留有出入通道，通道宽度不应小于 600mm。屏、柜与机械设备距离不应小于 500mm。

稳固控制柜时，一般先用砖块把控制柜垫到需要的高度，然后敷设电线管或电线槽，待电线管或电线槽敷设完后再浇灌水泥墩子，把控制柜固定在混凝土墩子上。

2. 控制柜的过线盒要按安装图的要求用膨胀螺栓固定在机房地面上。若无控制柜过线盒，则要制作控制柜型钢底座或混凝土底座，见图 6-5-1。

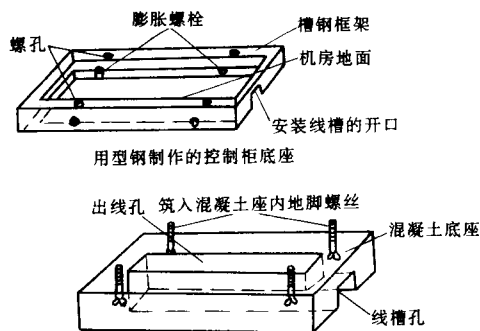


图 6-5-1 控制柜底座

控制柜与型钢底座采用螺丝连接固定。控制柜与混凝土底座采用地脚螺丝连接固定。

3. 控制柜安装固定要牢固。其垂直度偏差不应大于  $1.5/1000$ 。多台柜并排安装时，其间应无明显缝隙，且柜面应在同一平面上。

4. 小型的励磁柜安装在距地面高 1200mm 以上的金属支架上（以便调整）。

5. 电梯主开关安装应符合下列规定：

(1) 每台电梯均应设置能切断该电梯最大负荷电流的主开关；

(2) 主开关不应切断下列供电线路：

1) 轿厢照明、通风和报警；

2) 机房、隔层和井道照明；

3) 机房、轿顶和底坑电源插座；

(3) 主开关的位置应能从机房入口处方便、迅速地接近；

(4) 在同一机房安装多台电梯时，各台电梯主开关的操作机构应装设识别标志。

三、安装中间接线盒（箱）

1. 中间接线盒设在梯井内，其高度按下式确定：

$$\text{高度（最底层层门地坎至中间接线盒底的垂直距离）} = \frac{1}{2} \text{电梯正常提升高度} + 1500 + 200 \text{（mm）}$$

若中间接线盒设在夹层或机房内，其高度（盒底）距夹层或机房地面不低于 300mm。

2. 中间接线盒水平位置要根据随缆既不能碰轨道支架又不能碰层门地坎的要求来确定。

若梯井较小，轿门地坎和中间接线盒在水平位置上的距离较近时，要统筹计划，其间距不得小于 40mm，见图 6-5-2。

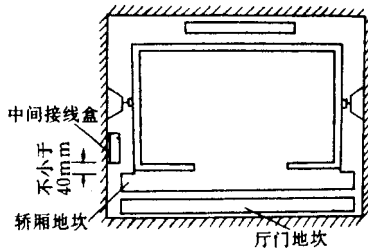


图 6-5-2 中间接线盒安装位置

3. 中间接线盒用膨胀螺栓固定于墙壁上。

四、配管、配线槽。

根据随机技术文件中电气安装管路和接线图的要求，控制柜至极限开关、曳引电动机、制动器线圈、层楼指示器或选层器、限位开关、干簧管换速传感器、井道中间接线箱、井道内各层站分接线箱、各层站分接线箱至各层站召唤箱、指层灯箱、层门电联锁等等均需敷设电线槽或电线管，如图 6-5-3 所示。

在电梯安装过程中，常采用电线槽和金属软管、电线管和金属软管，或电线槽和电线管以及金属软管等三种不同混合方式敷设的电气控制线路。敷设主干线时采用电线槽或电线管，由主干电线槽或电线管至各电器部件则采用金属软管。在一般情况下，常在

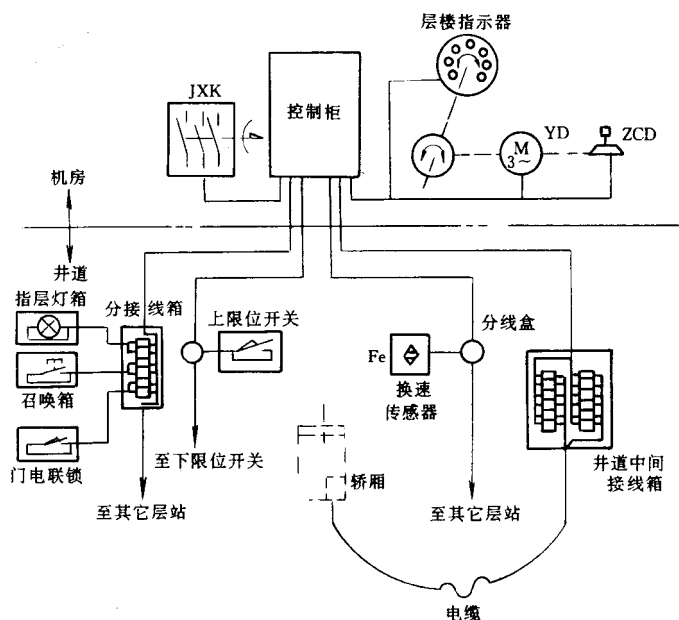


图 6-5-3 交流双速梯电气管路安装示意图

层门两侧的井道壁各敷设一路主干电线槽或电线管，分别敷设由控制柜至井道中间接线箱、分接线箱、召唤箱、指层灯箱、层门电联锁开关、限位开关、换速传感器等。

1. 机房配管除图纸规定沿墙敷设明管外，均要敷设暗管，梯井允许敷设明管。电线管的规格要根据敷设导线的数量决定。电线管安装要横平竖直，其水平和垂直度偏差应符合下列要求：

- (1) 机房内不应大于 2‰；
- (2) 井道内不应大于 5‰，全长不应大于 50mm。

2. 配  $\varnothing 20$  以下的线管采用丝扣管箍连接。 $\varnothing 25$  以上的线管可采用焊接连接。管子接口、出线口要用钢锉锉光，以免划伤导线。

管子焊接接口要齐，不能有缝隙或错口（图 6-5-4）。如果焊工不能保证管内焊缝处不出现焊瘤，或者在安装位置允许的条件下，最好采用加套管焊。

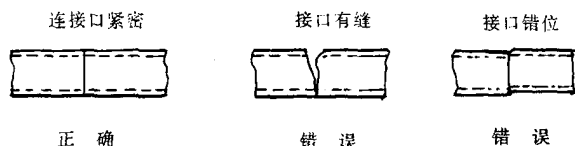


图 6-5-4 管子对接接口

3. 进入落地式配电箱（柜）的电线管路，应排列整齐，管口高于基础面不小于 50mm。

4. 明配管以下各处需设支架：直管每隔 2~2.5m，横管不大于 1.5m，金属软管不大于 1m，拐弯处及出入箱盒两端为 150mm。每根电线管不少于 2 个支架，支架可直埋在墙内或用膨胀螺栓固定。如用管卡固定：固定点间距均匀，且不应大于 3m。

5. 钢管进入接线盒及配电箱，暗配管可用焊接固定，管口露出盒（箱）小于 5mm，明配管应用锁紧螺母固定，露出锁母的丝扣为 2~4 扣。暗敷时，保护层厚度不应小于 15mm。

6. 钢管与设备连接，要把钢管敷设到设备外壳的进线口内，如有困难，可采用下述两种方法：

(1) 在钢管出线口处加软塑料管引入设备，但钢管出线口与设备进线口距离应在 200mm 以内。

(2) 设备进线口和管子出线口用配套的金属软管和软管接头连接，软管应用管卡固定。

与电线槽连接，应用锁紧螺母锁紧，管口应装设护口。

7. 设备表面上的明配管或金属软管应随设备外形敷设，以求美观，如抱闸配管，见图 6-5-5。

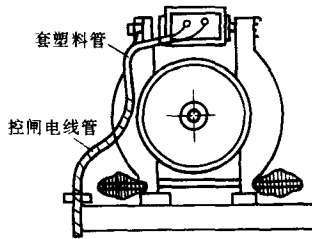


图 6-5-5 抱闸电气配管

8. 井道内敷设电线管时，各层应装分支接线盒（箱），并根据需要加端子板。

9. 管盒要用开孔器开孔，孔径不大于管外径 1mm。

10. 机房配线槽除设计选定的厚线槽外，均应沿墙、梁或梯板下面敷设，线槽敷设应横平竖直，接口严密，槽盖齐全、平整、无翘角；其水平和垂直偏差应符合本条 1、(1) (2) 的规定。

11. 梯井线槽到每层的分支导线较多时，应设分线盒并考虑加端子板。

12. 由线槽引出分支线，如果距指示灯、按钮盒较近，可用金属软管敷设；若距离超过 2m，应用钢管敷设。出线口应无毛刺，位置正确。

13. 线槽应有良好的接地保护，线槽接头应严密并作跨接地线（图 6-5-6）。

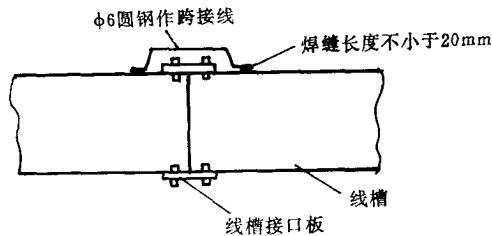


图 6-5-6 线槽跨接地线

14. 切断线槽需用手锯操作（不能用气焊），拐弯处不允许锯直口，应沿穿线方向弯成 90°保护口，以防伤线（图 6-5-7）。

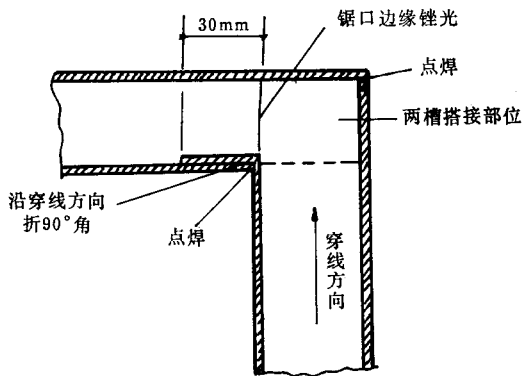


图 6-5-7 线槽转弯做法

15. 线槽采用射钉或膨胀螺栓固定。每根电线槽固定点不少于 2 点。并列安装时，应使槽盖便于开启。

16. 线槽安装完后补刷沥青漆一道，以防锈蚀。

17. 金属软管安装应符合下列规定：

- (1) 无机械损伤和松散，与箱、盒、设备连接处应使用专用接头；
- (2) 安装应平直，固定点均匀，间距不应大于 1m，端头固定应牢固。

#### 五、随行电缆

1. 电缆支架的安装应符合：

(1) 应避免随行电缆与限速器钢丝绳、选层器钢带、限位、被限等开关、井道传感器及对重装置等交叉；

(2) 应保证随行电缆在运行中不得与电线槽、管发生卡阻；

(3) 轿底电缆支架应与井道电缆支架平行，并使电梯电缆处于井道底部时能避开缓冲器，并保持一定距离。

2. 在中间接线盒底面下方 200mm 处安装随缆架。固定随缆架要用不小于  $\varnothing 16$  的膨胀螺栓两条以上（视随缆重量而定），以保证其牢度（图 6-5-8）。

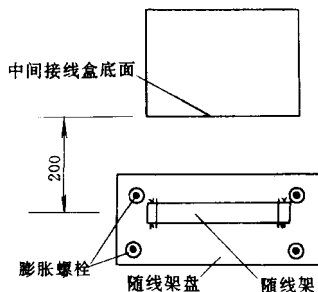


图 6-5-8 在中间接线盒下方安装随缆架

3. 随行电缆的长度应使轿厢缓冲器完全压缩后略有剩余，但不得拖地。或根据中接线盒及轿厢底接线盒实际位置；加上两头电缆支架绑扎长度及接线余量确定。保证在轿厢蹲底或撞顶时不使随缆拉紧，在正常运行时不蹭轿厢和地面，蹲底时随缆距地面 100

~200mm 为宜。多根并列时，长度应一致。

4. 轿底电缆支架和井道电缆支架的水平距离不小于：8 芯电缆为 500mm，16~24 芯电缆为 800mm。

5. 挂随缆前应将电缆自由悬垂，使其内应力消除。随行电缆不应有打结和波浪扭曲现象。多根随缆不宜绑扎成排。

6. 用塑料绝缘导线（BV1.5mm<sup>2</sup>）将随缆牢固地绑扎在随缆支架上（图 6-5-9）。

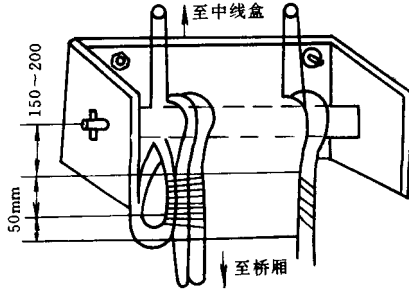


图 6-5-9 随行电缆绑扎固定

7. 随行电缆两端以及不运动部分应可靠固定。电缆入接线盒应留出适当余量，压接牢固，排列整齐。

8. 随行电缆在运动中有可能与井道内其它部件挂、碰时，必须采取防护措施。当随缆距导轨支架过近时，为了防止随缆损坏，可自底坑沿导轨支架焊  $\varnothing 6$  圆钢至高于井道中部 1.5m 处，或设保护网。

9. 当设中线箱时，随行电缆架应安装在电梯正常提升高度的 1/2 加高 1.5m 处的井道壁上；

10. 圆型随行电缆应绑扎固定在轿底和井道电缆架上，绑扎长度应为 30~70mm。绑扎处应离开电缆架钢管 100~150mm（图 6-5-10）；

圆型随行电缆的芯数不宜超过 40 芯。

11. 扁平随行电缆的敷设方式见图 6-5-11。

## 六、导线敷设及接、焊、包、压头。

1. 穿线前将钢管或线槽内清扫干净，不得有积水、污物。

2. 根据管路的长度留出适当余量进行断线。穿线时不能出现损伤线皮及扭结等现象，并留适当备用线（10 至 20 根备 1 根，20 至 50 根备 2 根，50 至 100 根备 3 根）。

3. 导线要按布线图敷设，电梯的供电电源必须单独敷设，并应由建筑物配电间直接送至机房。动力和控制线路宜分别敷设。微信号及电子线路应按产品要求单独敷设或采取抗干扰措施。若在同一线槽中敷设，其间要加隔板。

4. 截面 6mm<sup>2</sup> 以下铜线连接时，按第七条操作，也可本身自缠不少于 5 圈。缠绕后涮锡。多股导线（10mm<sup>2</sup> 及以上）与电气设备连接，使用连接卡或接线鼻子，使用连接卡时，多股铜线应先涮锡。

5. 接头先用橡胶布包严，再用黑胶布包好放在盒内。

6. 设备及盘柜压线前应将导线沿接线端子方向整理成束，然后用小线或尼龙卡子



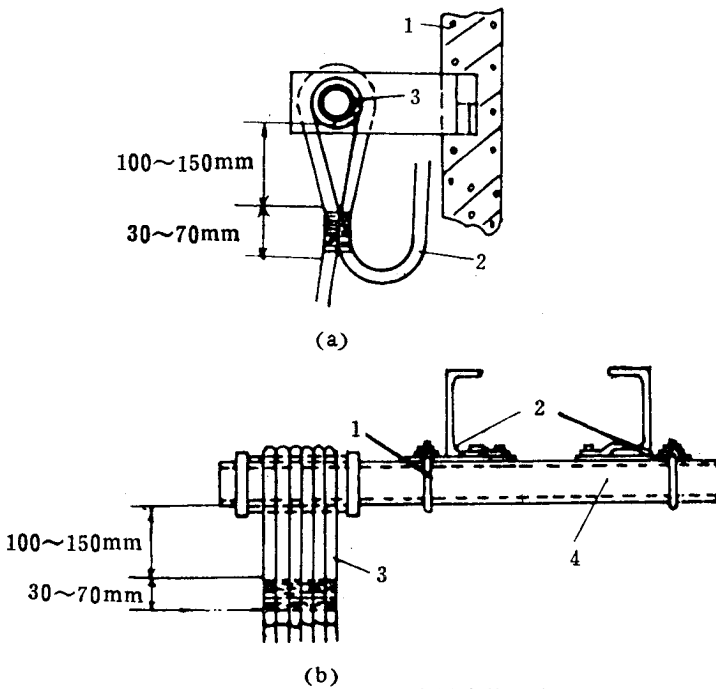


图 6-5-10 圆型随行电缆绑扎固定

- (a) 井道内随行电缆绑扎 1—井道壁；2—随行电缆；3—电缆架钢管  
 (b) 轿底随行电缆绑扎 1—轿底电缆架；2—电缆底梁；3—随行电缆；4—电缆架钢管

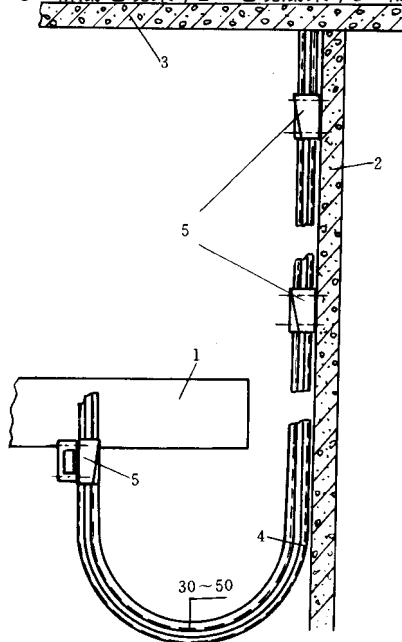


图 6-5-11 扁平随行电缆安装

- 1—轿厢底梁；2—井道壁；3—机房地板；4—扁平电缆；5—楔形插座

绑扎，以便故障检查。

7. 导线终端应设方向套或标记牌，并注明该线路编号。
  8. 导线压接要严、实，不能有松脱、虚接现象。
  9. 动力线和控制线应隔离敷设。有抗干扰要求的线路应符合产品要求。
  10. 配线应绑扎整齐，并有清晰的接线编号。保护线端子和电压为 220V 及以上的端子应有明显的标记。
  11. 接地保护线宜采用黄绿相间的绝缘导线。
  12. 电线槽弯曲部分的导线、电缆受力处，应加绝缘衬垫，垂直部分应可靠固定。
  13. 敷设于电线槽内的导线总截面积不应超过电线管内截面积的 40%，敷设于电线槽内的导线总截面积不应超过电线槽内截面积的 60%。
  14. 线槽配线时，应减少中间接头。中间接头宜采用冷压端子，端子的规格应与导线匹配，压接可靠，绝缘处理良好。
  15. 配线应留有备用线，其长度应与箱、盒内最长的导线相同。
- 七、小截面铜导线接头冷压技术。

### (一) 安全型压接帽

外壳用高级工程尼龙注塑成型，挤压不会断裂，延伸性好，尼龙绝缘性能高于导线包皮，内层用紫铜镀银而成，导电性能好，钳压后接触点不会氧化。该产品是理想的更新换代产品，与 IEC/TC64 国际电工委员会推行的新型导线连接器标准接轨。据介绍，这种压接帽经上海电器技术研究所、公安部上海消防研究所测定的各种指标符合国家标准。在使用时，要购买具有合格证和检验证的产品，目前成都铝材厂、温州莲池电器厂、温州磁化电器厂等均生产这种压接帽。

安全型压接帽的结构见图 6-5-12。据介绍，美国采用内嵌金属层做成螺纹的形式。这样在使用时连压接钳都不用了，但目前我国还未了解到有这种产品出售。

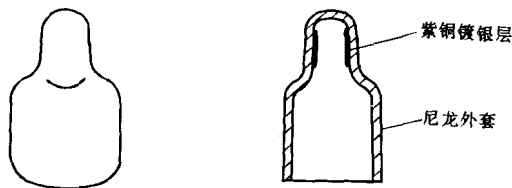


图 6-5-12 安全型压接帽结构图

按《电气装置工程施工及验收规范》GBJ 232—82 规定：“铜（铝）芯导线的中间连接和分支连接应使用熔焊、钎焊、线夹、瓷接头或压接法连接。”传统作法为绕接、焊锡、然后包缠绝缘带（塑料带和黑胶布），实践证明这种接法不好。所以推荐使用“小截面铜导线接头冷压接工艺”，介绍如下：

### (二) 适用范围

1. 截面为  $0.5 \sim 4\text{mm}^2$  的单股，多股铜导线连接。
2. 各种电器屏、开关柜、配电箱、接线盒（箱）的接头。
3. 家用电器内导线的中间、分支、闭端联接。

### (三) 压接工具

电工快速压接钳 DG-6 型，一把这种钳可分别压安全型压线帽的大、中、小号，又是冷态压接铝套管的配套钳，自锁装置可靠，是目前国内较先进的工具。见图 6-5-13。

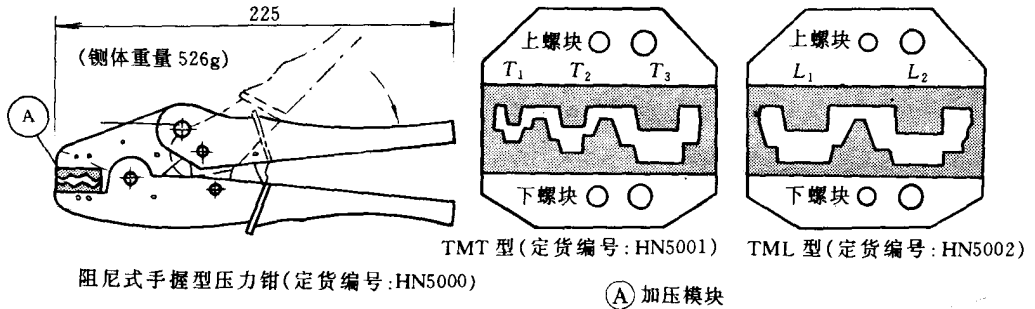


图 6-5-13 电工快速压接钳

### (四) 压接工艺

1. 压接前应正确选择线帽规格，以芯线能塞满接线孔为宜，当连接导线根数较少时，用断线填充，但其线头不得外露。
2. 接线盒内线头应留一定余量，在切除导线绝缘层后应立即压接，如果芯线表面有氧化层时应用细砂布或电工刀背清除。
3. 芯线的剥削长度与线帽内铜套管深度相匹配，不宜过长。
4. 初次使用压接钳应先熟读使用说明，掌握性能后再进行操作，严禁使用不配套的钳子压接。接头压接完毕后，要抽动各根导线，看其是否有松动滑脱现象，并且检查外壳有无断裂。
5. 每个接头为单压坑，坑位在铜套管中部为宜，见图 6-5-14。压接后这种线帽不再包绝缘带层。

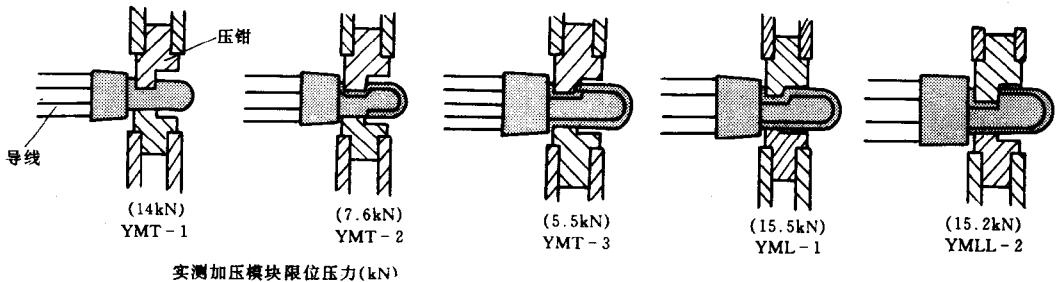


图 6-5-14 单芯导线用压接帽压接

6. 压接帽配选，要求导线、压线帽、压接钳三者要配套，详见表 6-5-2。

表 6-5-2 小截面铜导线、压线帽、压接钳选配表

压接钳口	压线帽规格	可放导线 (mm <sup>2</sup> )	备注
第一道压口	小号	4×1	也可按线帽孔径 选配导线根数、 截面不够时,用 短节芯线填充
第二道压口	中号	4×1.5	
第三道压口	大号	4×2.5 3×4	

### 八、安装极限开关、限位开关或端站强迫减速装置。

极限开关、限位开关或端站强迫减速装置都是设在两端站的安全保护装置,极限开关和限位开关均用于交流双速梯。极限开关主要包括经改制的铁壳开关,上端站和下端站的滚轮组,连接铁壳开关和上、下滚轮组的钢丝绳,碰上、下滚轮组的打板等构成。经改制的铁壳开关一般安装在机房入口附近距地面 1.3~1.5m 处,上、下滚轮组按电梯安装平面布置图的要求,装在井道内两端站的轿厢导轨上,铁壳开关和上、下滚轮组之间通过直径为 4mm 左右的钢丝绳连接起来,轿厢超越两端站楼面的预定距离时,固定在桥架立梁上的打板,碰上、下滚轮组的滚轮,通过钢丝绳把铁壳开关的闸刀拉开,从而切断电梯的总电源。

限位开关包括上第一、二限位开关和下第一、二限位开关等四只限位开关。四只限位开关按安装平面布置图的要求,和极限开关的上、下滚轮组同装在井道内两端站轿厢导轨的一个方位上。经安装调整校正后,两者滚轮的外边缘应在同一垂直线上,使打板能可靠地碰打两者的滚轮,确保限位开关和极限开关均能灵活可靠地动作,见图 6-5-15。

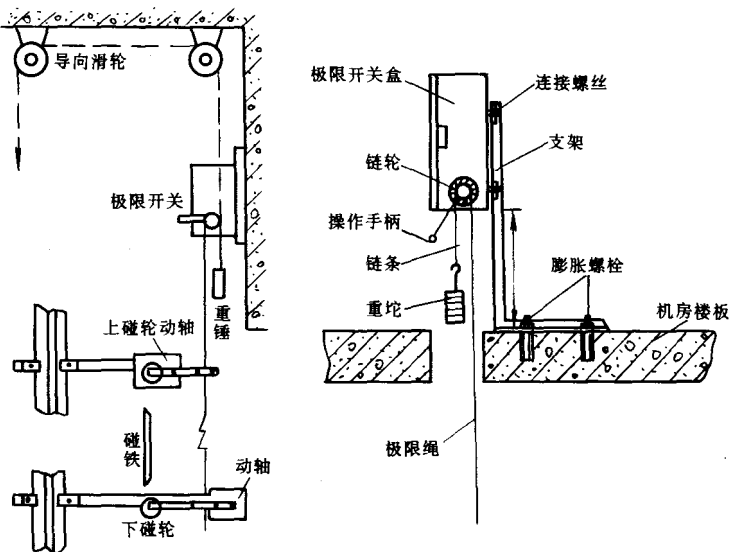


图 6-5-15 限位开关

端站强迫减速装置用于直流快速梯和直流高速梯。端站强迫减速装置包括一个开关箱和碰压开关箱的两副打板构成。安装时,根据安装平面图的要求,把开关箱固定在轿

厢顶上，碰打开关箱滚轮的两副打板安装在井道内两站的轿厢导轨上。轿厢上、下运行时，开关箱的滚轮左或右碰打上、下打板，强迫电梯到上、下端站时提前一定距离自动将快速运行切换为慢速运行。经调整校正后，上、下两副打板中心应对开关箱的滚轮中心，滚轮按预定距离碰打上、下打板，滚轮通过连杆推动开关箱内的两套接点组，按预定距离准确可靠地断开预定的控制电路。

### 九、安装层楼指示器、选层器。

用于货、病床电梯电气控制系统的层楼指示器，跟随曳引机位于机房内。通过装在曳引机主轴上的链轮及链条，带动层楼指示器的电刷跟随轿厢上、下运行而左右转动，使电刷上的动触头依次碰触指示器头板上的触头，实现自动消除外召唤记忆信号，自动接通或断开指层灯的电路。层楼指示器可以通过地脚螺栓稳装在机房楼板上，也可以固定在与承重梁连接在一起的支架上。

用于客梯的选层器有机械选层器、数控选层器、微机选层器等多种。选层器一般安装在机房内。数控选层器和微机选层器在机房内的安装位置不受严格限制。安装机械选层器时应按电梯安装平面布置图的要求正确确定位置，并用砖块把选层器向上垫至要求的高度，然后从钢带主动轮两侧的轮缘中心处放下两根铅垂线，并使铅垂线对准轿厢和对重装置卡带机件的中心。校正校平后穿好稳固选层器的地脚螺栓，制作混凝土基础模板并浇灌混凝土砂浆，把选层器固定在混凝土墩子上。待混凝土凝固后可以挂装钢带。

层楼指示器和选层器的调整校正工作，可以在电梯安装工作基本结束后，使电梯在慢速运行状态下进行。

机械选层器安装应符合下列要求：

1. 位置合理，便于维修检查；
2. 固定牢固，其垂直偏差不应大于  $1/1000$ ；
3. 应按机械速比和楼层高度比检查调整动、静触头位置，使之与电梯运行、停层的位置一致；
4. 换速触头的提前应按电梯减速时间和平层距离调节；
5. 触头动作和接触应可靠，接触后应留有压缩余量。

### 十、安装召唤箱、指层灯箱、干簧管换速平层装置。

根据安装平面布置图的要求，把各层站的召唤箱和指层灯箱稳固安装在各层站层门外。一般情况下，指层灯箱装在层门正上方距离门框  $0.25 \sim 0.30\text{m}$  处。召唤箱装在层门右侧，距离门框  $0.20 \sim 0.30\text{m}$  处，距离地面约  $1.3\text{m}$  处。也有把指层灯箱和召唤箱合并为一个部件装在层门侧面的。指层灯箱的召唤箱经安装调整校正校平后，面板应垂直水平，凸出墙壁  $2 \sim 3\text{mm}$ 。

换速干簧管传感器和隔磁板允许在开动电梯后，使电梯在慢速运行状态下，边安装边调整校正。经调整后，隔磁板应位于干簧管传感器盒凹形口中心，与底面的距离应为  $4 \sim 6\text{mm}$ ，确保传感器中的干簧管安全可靠地动作。

层门召唤盒、指示灯盒及开关盒的安装应符合下列规定：

1. 盒体应平正、牢固，不变形；埋入墙内的盒口不应突出装饰面；
2. 面板安装后应与墙面贴实，不得有明显的凹凸变形和歪斜；

3. 安装位置当无设计规定时，应符合下列规定（图 6-5-16、图 6-5-17）：

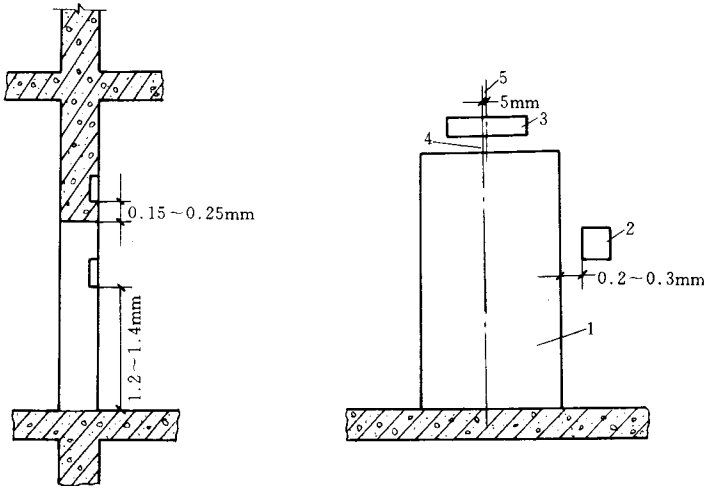


图 6-5-16 单梯层门装置位置

1—层门（厅门）；2—召唤盒；3—层门指示灯盒；4—层门中心线；5—指示灯盒中心线

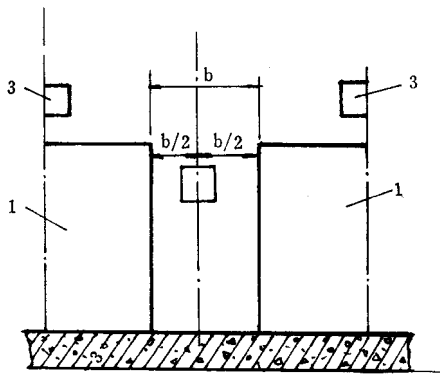


图 6-5-17 并联、群控电梯召唤盒

1—层门；2—召唤盒；3—层门指示灯盒

(1) 层门指示灯盒应装在层门口以上 0.15~0.25m 的层门中心处，指示灯在召唤盒内的除外；

(2) 层门指示灯盒安装后，其中心线与层门中心线的偏差不应大于 5mm；

(3) 召唤盒应装在层门右侧距地 1.2~1.4m 的墙壁上，且盒边与层门边的距离应为 0.2~0.3m；

(4) 并联、群控电梯的召唤盒应装在两台电梯的中间位置；

4. 在同一候梯厅有 2 台及 2 台以上电梯并列或相对安装时，各层门对应安装位置的对应位置应一致，并应符合下列规定（图 6-5-18、图 6-5-19）：

(1) 并列梯各层门指示灯盒的高度偏差不应大于 5mm；

(2) 并列梯各召唤盒的高度偏差不应大于 2mm；

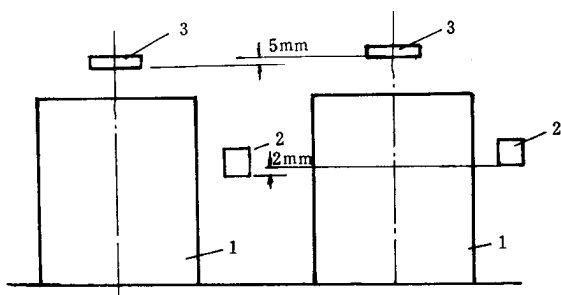


图 6-5-18 并列梯层门装置相应位置差  
1—层门；2—召唤盒；3—层门指示灯盒

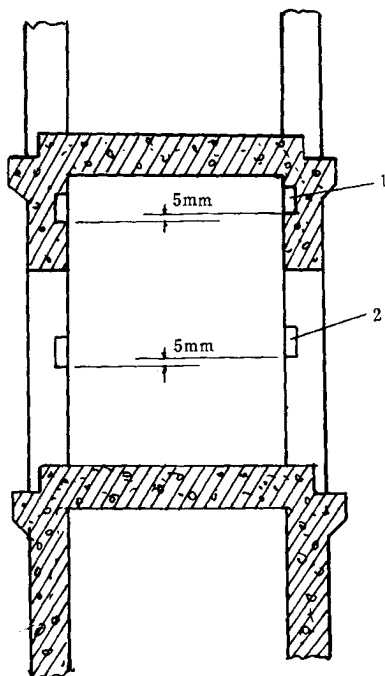


图 6-5-19 同一候梯厅层门装置对应高差  
1—层门指示灯盒；2—召唤盒

(3) 各召唤盒距离偏差不应大于 10mm；

(4) 相对安装的电梯，各层门指示灯盒偏差和各召唤盒的高度偏差均不应大于 5mm。

#### 十一、按钮、操纵盘安装。

1. 按钮盒、操纵盘箱安装应横平竖直，其误差应不大于 4‰，见图 6-5-20。

2. 按钮、操纵盘的面板应盖平，遮光罩良好，不应有漏光和串光现象。

3. 按钮及开关应灵活可靠，不应有阻塞现象。

#### 十二、安装底坑检修盒。

1. 底坑检修盒的安装位置应选择在距线槽或接线盒较近、操作方便、不影响电梯

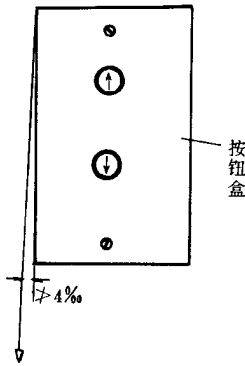


图 6-5-20 按钮盒安装偏差

运行的地方。图 6-5-21 为检修盒安装在靠线槽较近一侧的地坎下面。

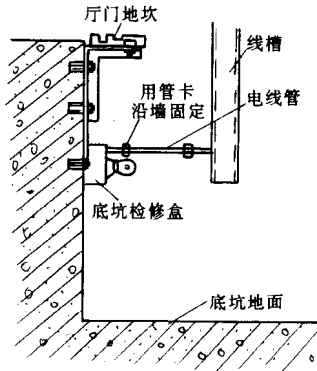


图 6-5-21 检修盒安装在地坎下面

2. 底坑检修盒用膨胀螺栓固定在井壁上。检修盒电线管、线槽之间都要跨接地线。

### 十三、电气控制系统的保护接地或接零。

保护接地就是把电气设备的金属外壳、框架等用接地装置与大地可靠连接，这一做法适用于电源中性点不接地的低压电气系统中。

保护接零就是在电源中性点接地的低压系统中，把电气设备的金属外壳、框架与中性线相连接。

接地和接零都具有当电气设备的绝缘电阻损坏，造成设备的外壳带电时，防止人体碰触外壳而发生触电伤亡事故。

但是采用保护接地时，接地电阻不得大于  $4\Omega$ ，而且采用保护接零的电气设备不应又作保护接地。

电梯的电气设备也必须作接地保护。其接地线必须用不小于  $5.5\text{mm}^2$  的铜线或 8# 镀锌铁丝。机房内的接地线必须穿管敷设，与电气设备的连接必须采用线接头，并设有防松脱的弹簧垫圈。井道内的电器部件、接线箱、四路过线盒与电线槽或电线管之间可用  $\text{Ø}1.6\text{mm}$  的铜线或 8# 镀锌铁丝焊成一体。轿厢的接地线可根据软电缆的结构形式决定，采用钢芯支持绳的电缆可利用钢芯支持绳作接地线，采用尼龙芯的电缆则可把若干根电缆芯线合股作为接地线，但其截面应不小于  $5.5\text{mm}^2$ 。每台电梯的各部分接地设施应连



成一体，并可靠接地，如图 6-5-22 所示。明敷接地线的表面应涂以用 15~100mm 宽度相等的绿色和黄色相间的条纹。在每个导体的全部长度上或只在每个区间或每个可接触到的部位上宜作出标志。当使用胶带时，应使用双色胶带。

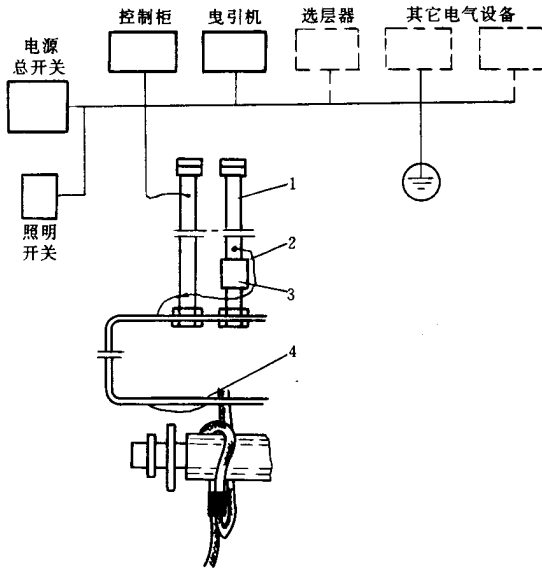


图 6-5-22 电气部件接地示意图

- 1—电线管或电线槽；2— $\varnothing 1.6\text{mm}$  铜线；  
3—电线管接头；4—电缆钢芯或铜芯线

中性线宜涂淡蓝色标志。

#### 十四、PLC 在电梯上的应用。

可编程控制器即 PLC，是采用微型计算机技术制造的通用自动控制设备。由于它体积小、能耗低、运算速度快、控制精度高、可靠性高，又具有较大的灵活性和自诊断功能，因此被广泛地应用于工业自动控制领域。下面简述 PLC 在旧式电梯改造上的应用。

旧式的电梯，大部分以继电器逻辑进行控制，但由于其动作速度慢、可靠性差、能耗高、维护不便等缺点，所以逐渐被淘汰。随着微电子技术和微型计算机的发展，微机控制电梯正逐渐取代继电器控制电梯，旧式电梯的改造也纳入了技改项目。

##### (一) 主机和扩展机的选择

根据原电梯的控制方式、功能和层站数，确定所需的输入输出 (I/O) 点数和内存容量，据此选择经济合理的 PLC 主机和扩展机。

##### (二) 软件的编制

根据原电梯的继电器逻辑控制原理图及用户对被改造电梯性能的要求，编写与之相对应的梯形图，进一步编译成与 PC 机可以进行对话的程序。

##### (三) 软件的键入和单机调试

在应用软件编制好并经审核无误后，用编程器输入 PC 机，在程序输入完毕后应进行初步调试。

此时，应在 PC 机外部模拟电梯的各种功能和用户的要求，并对不合要求的部分程序进行改进，最终应使 PC 机完全能够完成原电梯的功能和用户的要求。

#### (四) 整机调试

在 PC 机和扩展机安装和配线完毕后，检查配线和电源接线；在正确无误的情况下，检查机械安全和电气安全设施动作灵活性，便可进行整体调试。

用 PC 机改造后的旧式电梯，与原继电器电梯相比，具有能耗低、运行噪声低、故障率低、运行效率高、稳定性好、维护方便等优点。

十五、电梯电气设备安装记录。在电梯电气装置安装过程中，应按规范要求，检查各有关项目，并做记录。电梯电气设备安装记录见表 6-5-3。

表 6-5-3 电梯电气设备安装记录  
年 月 日

建设单位		单位工程名称		施工日期	月 日至 月 日		
安装单位		制造厂	型号规格		位号		
序	项	检 查 内 容		规定值	允许偏差 (mm)	实测值	
1	盘 柜 屏 的 安 装	电梯的供电电源应设专用开关单独供电					
2		电源总开关设在机房入口处便于操作位置，手柄中心距地		1200 ~ 1500mm			
3		每台电梯应分别设有各自的动力和照明开关					
4		屏、柜应尽量远离门或窗，与门、窗正面的距离		> 600mm			
5		屏、柜的维护侧与墙壁的距离	手柄操作和信号控制		> 600mm		
6			群控、集选电梯		> 700mm		
7		屏、柜的封闭侧与墙壁的距离		> 50mm			
8		屏、柜与墙和屏与屏、柜与柜之间出入通道宽度		> 600mm			
9		屏、柜与机械设备的距离		> 500mm			
10		电源盘、控制柜、信号屏、选层器的不铅垂度		< 1.5 mm/m			
11		同一规格相邻两屏、柜顶部不平度		< 2mm			
12	选 层 器	选层器动、静触头的位置，应与电梯运行、停层的位置一致					
13		选层器触头组的排列应横平竖直，触头组的水平偏差	速比在 40:1 以下	< 1.5mm			
14			速比在 40:1 以上	< 1mm			
15		选层器快、慢车（单、多层）换速触头的提前量，应按减速时间平层距离调节适宜					
16	触头动作、接触应可靠，接触后应略有压缩余量						

续表

建设单位		单位工程名称	施工日期	月	日至	月	日
17	感应器 感应板	感应器和感应板安装时应固定牢固, 感应板不铅垂度	< 0.5/1000				
18		感应板插入感应器时两侧间隙应尽量一致	$a/2$				
19		感应器插口端面与感应板的间隙 $b$ 为	10mm	$\pm 2$			
20		平层感应器在电梯平层于每层楼面地槛时, 上、下平层感应器离感应板中间位置应一致		$< \pm 3$ mm			
21		提前开门或开门区域感应器应装于感应板的中间位置		$< \pm 2$			
22		减速、层楼指示感应器在电梯平于每层楼面地槛时感应器应在感应板的中心位置, 其偏差		$< \pm 5$ mm			
23		感应器和感应板均应可以有上、下、左、右调节余地					

质检员：

施工负责人：

组长：

### 十六、电梯照明安装。

1. 机房照明电源应与电梯电源分开, 并应在机房内靠近入口处设置照明开关。
2. 电梯机房内应有足够的照明, 其地面照度不应低于 200lx。
3. 轿厢照明和通风电路的电源可由相应的主开关进线侧获得, 并在相应的主开关近旁设置电源开关进行控制。
4. 井道照明应符合下列规定：
  - (1) 电源宜由机房照明回路获得, 且应在机房内设置具有短路保护功能的开关进行控制；
  - (2) 照明灯具应固定在不影响电梯运行的井道壁上, 其间距不应大于 7m；
  - (3) 在井道的最高和最低点 0.5m 以内各装设一盏照明灯。

### 十七、井道和轿顶传感器（感应器）的安装应符合下列规定：

1. 安装位置应符合图纸要求, 配合间隙按产品说明进行调整；
2. 支架应用螺栓固定, 不得焊接；
3. 应能上下、左右调整, 调整后必须可靠锁紧, 不得松动；
4. 安装后应紧固、垂直、平整, 其偏差不宜大于 1mm。

十八、层门闭锁装置应采用机械 - 电气联锁装置, 其电气触点必须有足够的断开能力, 并能使其在触点熔接的情况下可靠断开。

### 层门闭锁装置的安装应符合下列规定：

1. 固定可靠, 驱动机构动作灵活, 且与轿门的开锁元件有良好的配合；
2. 层门关闭后, 锁紧元件应可靠锁紧, 其最小啮合长度不应小于 7mm；
3. 层门锁的电气触点接通时, 层门必须可靠地锁紧在关闭位置上；
4. 层门闭锁装置安装后, 不得有影响安全运行的磨损、变形和断裂。

### 十九、井道内电器安装位置。

井道内的电器安装位置一览表见表 6-5-4。

表 6-5-4 井道内的电器安装位置

名 称	安 装 触 动 位 置	功 能
上下强行减速行程开关	两端站平层前 300mm <sup>①</sup>	强行减速
基站开门行程开关	基站平层前 200mm	为基站厅外电锁开门作准备
上下限位行程开关	两端站超程 50mm	倾向切断控制电源
轿顶平层永磁继电器	平层后离永磁板端头 20 ~ 50mm <sup>②</sup>	平 层
开门永磁继电器	在两个平层永磁继电器正中	为自动开门作准备
层楼永磁继电器	平层后处于轿箱遮磁板正中	快车转慢车并连动指层灯等
极限开关撞板	轿箱或对重与缓冲器触前 150mm	用机械力强行拉下极限开关

注：①在随机技术文件中规定为 100mm，经试验改 300mm 后，在故障情况下能更有效地防止底和撞顶；

②该距离与速度和抱闸松紧度有关。对于 0.5m/s 的电梯取 25mm，1m/s 电梯取 50mm，试车时再细调。

## 第六章 安全保护装置安装工程施工技术

这里介绍的施工技术适用于额定载重量 5000kg (50kN) 及以下, 额定速度 3m/s 及以下各类国产曳引驱动电梯的安全保护装置安装工程。

### 一、层门锁、安全开关安装。

1. 安装前应对锁钩、锁臂、滚轮、弹簧等按要求进行调整, 使其灵活可靠。

2. 门锁和门安全开关要按图纸规定的位置进行安装。若设备上安装螺丝孔不符合图纸要求要进行修改。

3. 调整层门门锁和门安全开关, 使其达到:

(1) 只有当两扇门(或多扇)关闭达到有关要求后才能使门锁电接点和门安全开关接通。

(2) 层门关好后, 机锁应立即将门锁住, 为使其动作灵活, 钩头处有 1mm 的活动量, 见图 6-1-1。机锁钩头锁住后在层门外, 不可将门扒开。

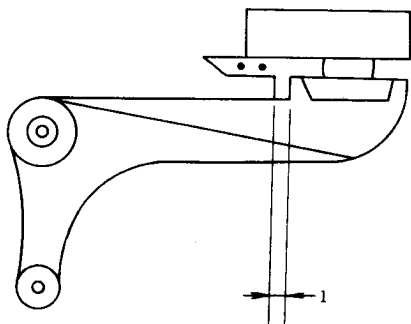


图 6-6-1 机锁钩头

(3) 如门锁固定螺孔为可调者, 门锁安装调整就位后, 必须加定位螺丝, 防止门锁移位。

4. 当轿门与层门联动时, 钩锁应无脱钩及夹刀现象, 在开关门时应运行平稳, 无抖动和撞击声。

5. 电梯的各种安全保护开关必须可靠固定, 不得采用焊接固定; 安装后不得因电梯正常运行时的碰撞和钢绳、钢带、皮带的正常摆动使开关产生位移、损坏和误动作。

6. 与机械配合的各安全保护开关, 在下列情况时应可靠断开, 使电梯不能起动或立即停止运行:

(1) 选层器钢带(钢绳、链条)张紧轮下落大于 50mm 时;

(2) 限速器配重轮下落大于 50mm 时;

(3) 限速器速度接近其动作速度的 95% 时。对额定速度 1m/s 及以下电梯最迟可在限速器达到其动作速度时;

- (4) 安全钳拉杆动作时；
- (5) 任一曳引绳断开时；
- (6) 电梯载重量超过额定载重量的 10% 时；
- (7) 任一厅门、轿门未关闭或未锁紧时；
- (8) 安全窗开启时；
- (9) 液压缓冲器被压缩时。

## 二、限速器安装。

见第二章第十二条。

## 三、安装限速绳张紧装置及限速绳。

1. 安装限速绳张紧装置，其底部距底坑地平距离可根据表 6-6-1 确定。

表 6-6-1 张紧装置底部距底坑地平距离

电梯速度 (m/s)	2~3	1~1.75	0.5~1
距底坑尺寸 (mm)	750±50	550±50	400±50

2. 根据表 6-6-1 规定及安装图尺寸将张紧轮上位。由轿厢拉杆下绳头中心向其对应的张紧轮绳槽中心点  $a$  吊一垂线  $A$  (见图 6-6-2) (机房限速器至轿厢拉杆上绳头中心点的垂直度校定，已于限速器安装时完成)，同时由限速器绳槽中心向张紧轮另一端绳槽中心向张紧轮另一端绳槽中心  $b$  吊垂线  $B$ ，调整张紧轮位置，使垂线  $A$  与其对应中心点  $a$  误差小于 5mm，使垂线  $B$  与其对应中心点  $b$  误差小于 15mm，则张紧装置位置确定。

3. 直接把限速绳挂在限速轮和张紧轮上进行测量，根据所需长度断绳，做好绳头。做绳头方法与主钢绳绳头相同，然后将绳头与轿厢拉杆板固定，见图 6-6-2。

## 四、安全钳安装。

1. 将安全钳楔块装入轿厢架或对重架上的安全钳座内 (钳座一般出厂时已装好)。
2. 将楔块和楔块拉杆，楔块拉杆和上梁拉杆拨架连接。调整各楔块拉杆上端螺母，调整楔块工作面与导轨侧面间隙。
3. 调整上梁的安全钳联动机构的非自动复位开关，使之当安全钳动作瞬间，即能断开电气控制回路。
4. 安全钳安装应符合下列要求；
  - (1) 安全钳楔块面与导轨侧面间的间隙应为 2~3mm；双楔块式的两侧间隙应相近；单楔块式的安全钳座与导轨侧面间的间隙应为 0.5mm；
  - (2) 瞬时式安全钳装置的提拉力，即绳头拉手的提拉力应为 147~294.4N；恒值自动力安全钳装置动作应灵活可靠；
  - (3) 轿厢安全钳在动态试验过程中，动作可靠，使轿厢支承在导轨上。在试验之后，未出现影响电梯正常使用的损坏；
  - (4) 由限速器操纵的对重安全钳，等同轿厢安全钳进行试验，无限速器操纵的对重安全钳，应进行动态试验。
  - (5) 安全钳试验方法：试验应在轿厢下行期间进行；

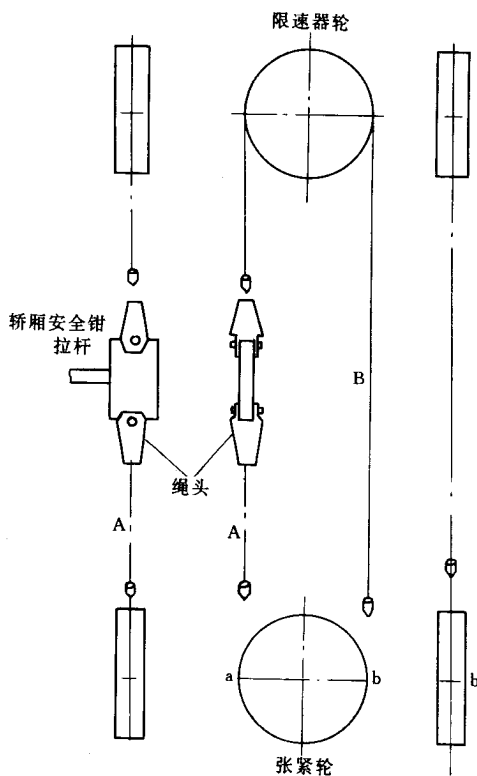


图 6-6-2 限速绳张紧装置安装

1) 瞬时式安全钳或具有缓冲作用的瞬时式安全钳, 轿厢应载有均匀分布的额定载荷并在额定速度时进行;

2) 渐进式安全钳, 轿厢应载有均匀分布 125% 的额定载荷, 在平层速度或检修速度下进行。

### 五、缓冲器安装。

#### (一) 安装缓冲器底座

安装前, 要检查缓冲器底座与缓冲器是否配套, 并进行组装。无问题时, 方可将缓冲器底座安装在导轨底座上。对于设有导轨底座的电梯, 宜采用加工方法增装导轨底座。如采用混凝土底座, 要保证不破坏井道底的防水层, 避免渗水后患, 且需采取措施, 使混凝土底座与井道底连成一体。

#### (二) 安装缓冲器

1. 要同时考虑缓冲器中心位置、垂直偏差和水平偏差等指标。

确定缓冲器中心位置: 在轿厢 (或对重) 碰击板中心放一线坠, 移动缓冲器, 使其中心对准线坠来确定缓冲器的位置, 其偏移不得超过 20mm, 见图 6-6-3。

2. 用水平尺测量缓冲器顶面, 要求其水平误差小于  $4s/1000$ , 见图 6-6-4。

3. 如果作用于轿厢 (或者对重) 的缓冲器由两个组成一套时, 两个缓冲器顶面应

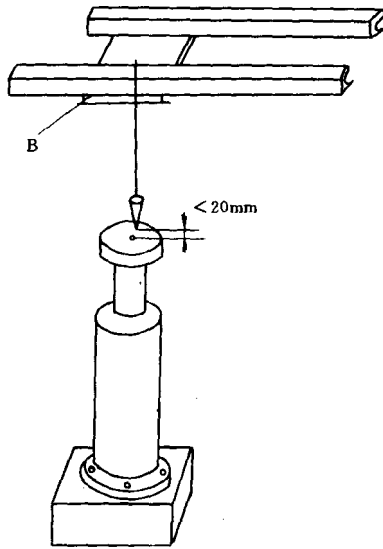


图 6-6-3 缓冲器中心位置找正

B—碰击板

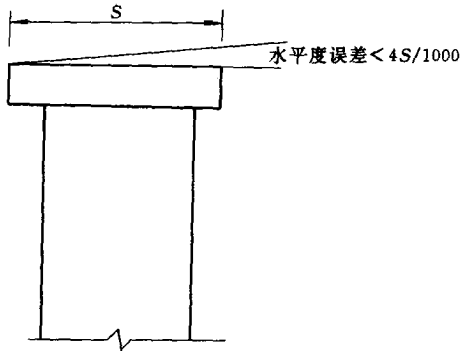


图 6-6-4 缓冲器顶面水平度

在一个水平面上，相差不应大于 2mm。

4. 油压缓冲器活塞柱垂直度的测量：见图 6-6-5，其中  $a$  和  $b$  两个尺寸的差不得大于 1mm。测量时，应于相差  $90^\circ$  的两个方向进行测量。

5. 调整缓冲器时，需在缓冲器底部基座间垫金属片。垫入垫片的面积不得小于缓冲器底部面积的  $1/2$ 。调整后要将地脚螺栓紧固，地脚螺栓要求加弹簧型圈或以双螺母紧固。螺纹要露出螺母之上 3~5 扣。

### 六、安装感应开关和感应板。

1. 无论装在轿厢上的平层感应开关及开门感应开关，还是装在轨道上的选层、载车感应开关（用于没有选层器的电梯），其形式基本相同。安装应横平竖直，各侧面应在同一垂直面上，其垂直偏差不大于 1mm。

2. 感应板安装应垂直，插入感应器时宜位于中间，若感应器灵敏度达不到要求，可适当调整感应板，但与感应器内各侧间隙不小于 7mm（如图 6-6-6 所示）。



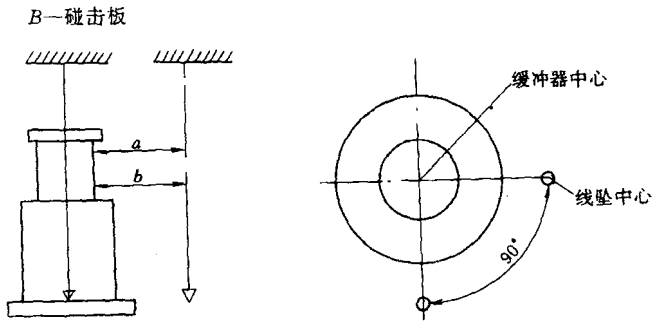


图 6-6-5 缓冲器活塞垂直度测量

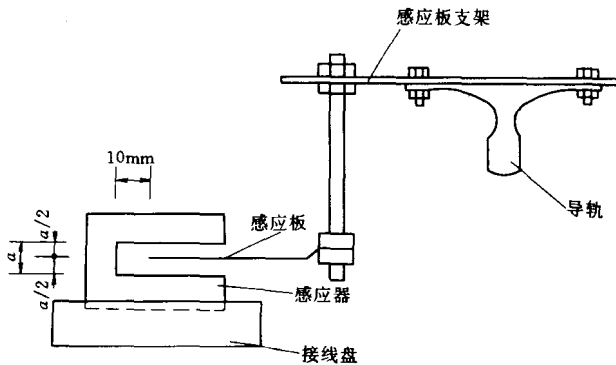


图 6-6-6 感应板安装

3. 感应板应能上下、左右调节；调节后螺栓应可靠锁紧。电梯正常运行时不得与感应器产生摩擦，严禁碰撞。

#### 七、安装、调整超载满载开关。

1. 对超、满载开关进行检查，其动作应灵活，功能可靠。安装要牢固。
2. 调整满载开关，应在轿厢额定载重量时可靠动作。调整超载开关，应在轿厢的额定载重量 110% 时可靠动作。

#### 八、安装缓速开关、限位开关及其磁铁。

1. 磁铁应无扭曲、变形，开关碰轮动作灵活；安装后调整其垂直度偏差不大于长度的 1%，最大偏差不大于 3mm（磁铁的斜面除外）。

2. 缓速开关、限位开关的位置按下述要求确定：

(1) 一般交流低速电梯（1m/s 及以下），开关的第一级做为强迫减速，将快速转换为慢速运行。第二级应做为限位用，当轿厢因故超过上下端站 50~100mm 时，即切断顺方向控制电路。

(2) 端站强迫减速装置有一级或多级减速开关，这些开关的动作时间略滞后于同极正常减速动作时间。当正常减速失效时，装置按照规定级别进行减速。

3. 开关、磁铁应安装牢固，安装后要进行调整，使碰轮与磁铁可靠接触，开关触点可靠动作，碰轮沿磁铁全长移动不应有卡阻，且碰轮应略有压缩余量。碰轮距磁铁边不小于 5mm，见图 6-6-7。

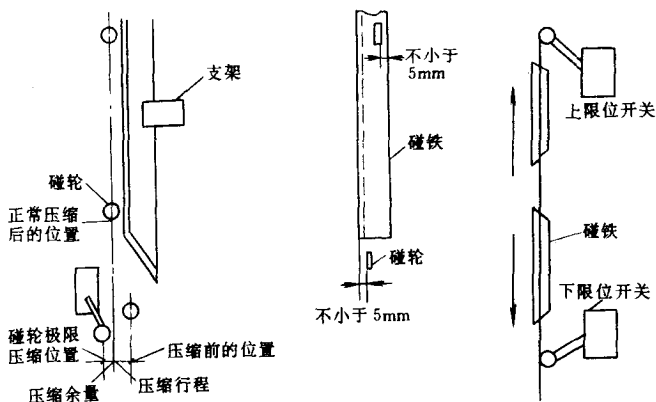


图 6-6-7 碰轮与磁铁安装

4. 开关碰轮的安装方向应符合要求，以防损坏，见图 6-6-7。
5. 强迫缓速开关的安装位置应按产品设计要求安装。

### 九、极限开关（打头开关）

极限开关（打头开关）的作用是当电梯控制线路失灵，电梯轿厢冲过了平层、缓速和限位开关时，就会碰到极限开关的拉绳滚轮，这时就把主电源切断（停电），造成曳引机抱闸停车。极限开关的拉绳滚轮有两个，分别装在底坑和顶站末端，它的滚轮和连杆与来自机房的拉闸钢绳连接。电梯正常运行时不会碰及滚轮，在发生事故碰及滚轮的情况下，连杆动作拉下通往机房滑轮接到总电源开关闸柄上的钢绳，在拉力作用下，很快切断总电源，见图 6-6-8。

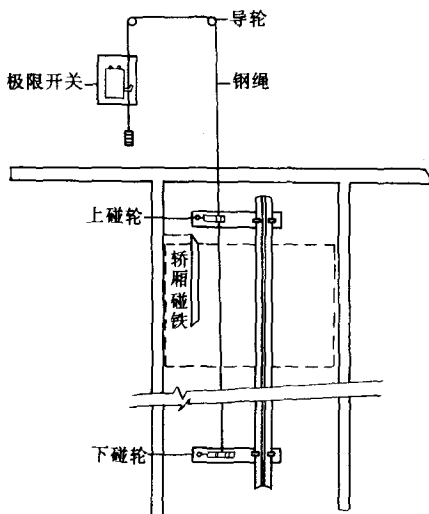


图 6-6-8 极限开关

1. 极限和限位开关的安装位置应符合设计要求，当设计无要求时，磁铁应在轿厢地槛超越上、下端站地槛 50~200mm 范围内接触碰轮，使开关迅速断开，且在缓冲器被压缩期间开关始终保持断开状态。
2. 交流电梯极限开关的安装应符合下列规定：

- (1) 钢绳应横平竖直，导向轮不应超过 2 个。轮槽应对成一条直线，且转动灵活。导向轮架加装延长杆时，延长杆应有足够的强度；
- (2) 上、下极限碰轮应与牵动钢绳可靠固定；
- (3) 牵动钢绳应沿开关断开方向在闸轮上复绕不少于 2 圈，且不得重叠；
- (4) 安装后应连续试验 5 次，均应动作灵活可靠。

#### 十、电梯安全保护装置安装记录。

电梯安全保护装置安装记录见表 6-6-2。

表 6-6-2 电梯安全保护装置安装记录  
年 月 日

建设单位	单位工程名称	施工日期	月 日至 月 日	
安装单位	制造厂	型号规格	位号	
序号	检查内容	规定值	允许偏差 (mm)	实测值
1	各种保护开关固定牢靠，不得因正常运行时的碰撞和钢绳、钢带、皮带的正常摆动使开关产生位移、损坏和误动作			
2	电气系统中应有欠电压、过电流、过载、弱磁、超速、倒相、断相、分速度保护			
3	机组、控制、信号屏、柜、导轨、厅门、轿厢等不带电金属均应接地			
4	轿顶、轿底和底坑设 36V 和 220V 电源插座和检视灯			
5	电气线路绝缘试验	标准	检查结果	正常否
	(1) 主回路	> 0.5MΩ		
	(2) 控制回路	> 0.25MΩ		
	(3) 信号电路	> 0.25MΩ		
	(4) 照明电路	> 0.25MΩ		
	(5) 门机电路	> 0.25MΩ		
	(6) 整流电路	> 0.25MΩ		
6	与机械配合的各种安全保护开关的动作范围	选层器钢带（钢绳链条）松弛或钢带张紧轮下落	> 50mm	
7		限速器配重下落	> 50mm	
8		限速器动作速度的百分比	95%	
9		限速器钢绳夹住，轿厢上安全钳拉杆动作（不能自动复位）	瞬间	
10		任一厅门、轿门未关闭或锁紧（按下应急按钮时除外）		
11		电梯载重超过额定载重的百分比	10%	
12		轿厢安全窗开启距离	> 50mm	
13		缓冲器试验		
		盘车手轮操作		

续表

建设单位		单位工程名称	施工日期	月	日至	月	日	
14	继电器 接触器按钮, 开关 等的安全 保护要求	开门和主方向继电器、接触器等的机械, 电气连锁灵活可靠						
15		急停、检修程序转换等按钮和开关标志明显灵活可靠						
16		轿顶和轿内及底坑应设有非自动复位的安全开关(急停开关)						
17		轿厢内和轿厢顶设的检修开关要求:	一个开关操纵电梯时, 另一个不起作用					
18			开门运行只能在检修速度, 上下行只能点动					
19		轿厢自动门的安全触板动作时门应自动返回, 其碰撞力		< 5 N				
20		终端限位开关动作						
21		限速开关动作						
22		选层器张紧开关动作						
23		急停开关动作						
24		检修开关动作						
25		极限、 限位、减 速开关, 碰轮、碰 铁的安装 要求	碰铁应无扭曲变形, 开关碰轮转动灵活					
26			碰铁安装的垂直偏差, 全长不铅垂度		< 1/1000	< 2		
27			碰轮与碰铁接触后在全行程移动时的要求	碰轮边与碰铁边的距离		> 5mm		
28	开关接点可靠动作, 无卡阻, 应略有压缩余量							
29	限位、极限开关的碰轮接触碰铁使开关迅速断开的位置, 应是轿厢地坎超越上、下端站地坎距离		限位	50 ~ 100 mm				
30			极限	100 ~ 200 mm				
31	强迫减速开关的动作应在电梯正常减速装置的作用后			20 ~ 50mm				
32	极限开关钢绳应横平竖直, 导向轮不超过两个轮槽对直开关应手动复位							
33	极限开关钢绳应沿开关断开方向复绕圈数		> 2					

建设单位代表:                      质检员:                      施工负责人:                      组长

### 十一、电气设备接地应符合下列规定:

1. 所有电气设备的外露可导电部分应可靠接地或接零;
2. 电气设备保护线的连接应符合供电系统接地型式的设计要求;
3. 在采用三相四线制供电的接零保护(即 TN)系统中, 严禁电梯电气设备单独接

地。

## 十二、电梯电气保护线。

1. 电梯轿厢可利用随行电缆的钢芯或芯线作保护线。当采用电缆芯线作保护线时不得少于 2 根。

2. 采用计算机控制的电梯，其“逻辑地”应按产品要求处理。当产品无要求时，可按下列方式之一进行处理：

(1) 接到供电系统的保护线（PE）上。

当供电系统的保护线与中性线为合用时（TN-C 系统），应在电梯电源进入机房后将保护线与中性线分开（TN-C-S 系统，图 6-6-9），该分离点（A 点）的接地电阻值不应大于  $4\Omega$ ；

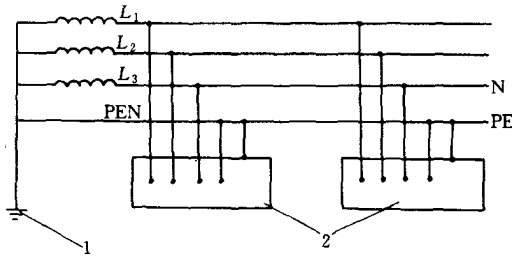


图 6-6-9 TN-C-S 系统

1—电源接地极；2—外露可导电部分

(2) 悬空“逻辑地”；

(3) 与单独的接地装置连接。该装置的对地电阻值不得大于  $4\Omega$ 。

## 十三、安全可靠性的检查方法。

### (一) 限速器与安全钳的检查

轿厢处于空载状态，从低层楼（一般在三层以下）开始以检修慢车速度下行。

1. 对于设有超速开关的限速器，人为操纵超速开关，此时电梯应立即被曳引机上的电磁制动器制动。

2. 用手扳动限速器，使连接钢丝绳的提杆提起。这时连杆系统通过提杆带动安全钳楔块上提，迫使轿厢停止下降，同时与安全钳联动的限位开关动作，切断控制回路电源。

3. 将安全开关人工复位（或短路），以慢车速度将轿厢向上行驶，松开安全钳楔块，检查导轨上被楔块卡住的痕迹（应均匀对称）。

4. 检验后，应将导轨上的痕迹，用平砂轮、锉刀、油石及砂布等修复。

运行中，安全钳若发生误动作，应先查明原因并排除后方可复位，同时检查与安全钳相连接的拉杆、弹簧、连杆等传动机构有无变形、受损等情况。若各部件均正常，方可试车运行。

### (二) 电气线路绝缘强度的检查

使用 500V、100M $\Omega$  的绝缘电阻计测量，应符合下列要求：主电路绝缘电阻不应小于  $0.5M\Omega$ ，控制回路、信号电路、照明电路、门机电路及整流电路的绝缘电阻不应小于

0.25MΩ。

### (三) 终端超越保护

1. 将正常端站停止控制回路跨接，在机房操纵电梯以快车速度向上、下端站楼层运行，电梯在预定位置被强迫换速和停止，限位开关动作。

2. 限位开关线路短接后，以检修慢车速度向端站继续运行，在缓冲器动作前，终端极限开关动作，强迫电梯停止运行。

### (四) 钢丝绳磨损及松紧度的检查

电梯以慢车检修速度下行，每降 1m 检查一次（在机房或轿顶均可）。

1. 钢丝绳有无断丝爆股、扭曲、生锈等情况，严重时要及时更换。检查各钢丝绳松紧度是否一致，发现张力不一致时，应通过绳头组合螺母加以调整。

2. 检查缆绳与曳引轮的接触情况，缆轮轮槽的磨蚀情况。保持曳引钢丝绳的表面清洁，当发现表面有油污和砂粒等异物时，须及时用煤油擦净，以防磨损加重。

3. 检查绳头组合螺丝及开口销有无脱落，曳引钢丝绳和限速器钢丝绳的长度是否适宜。对重底至油压缓冲器面的距离至少保持 0.15m，对重底至弹簧缓冲器面的距离至少为 0.3m，但也不能太大。限速器平衡重块与地面保持一定距离。支承臂应平衡，否则会失去张力或磨损钢丝绳。检查锥形套筒浇注的巴氏合金有无开裂和掉渣。

4. 使用打击法检查钢丝绳的松紧度。将轿厢停在井道的中间层（轿厢和对重侧可同时测定），用手锤逐一击绳或用手提绳，并以秒表计时，读取五次往复周波数据，如果不符下列情况时，要及时调整，以免因各根钢丝绳受力不均而磨损加快。

$$\frac{\text{最大往复时间} - \text{最小往复时间}}{\text{最小往复时间}} \leq 0.2$$

## 五、载重可靠性的检查

1. 静载试验：将轿厢停在底层端站，陆续平稳地加入载荷。试验后检查承重构件，应无损坏；曳引绳在槽内滑动，制动器能可靠地刹紧。对客梯、病床梯和额定载荷不超过 2000kg（20kN）的货梯，我国规定载荷为额定载荷的 200%，其余各类电梯载荷为额定载荷的 150%，历时 10min。

2. 运行试验：轿厢内分别以空载、50% 的额定载荷和额定载荷，在通电持续率为 40% 的情况下各进行历时 1.5h 的往复升降。电梯能平稳运行，制动可靠，整个过程中无剧烈振动和冲击，各件均工作正常。电压、电流实测最大值符合相应的规定。

3. 超载试验：断开超载控制回路，轿厢以额定载荷的 110%。在通电持续率为 40% 的情况下，运行 0.5h。电梯能安全起动运行和停止，曳引机工作正常，制动器动作可靠。超载试验结束后，电梯能自动恢复正常工作。

# 第二部分 建筑钢结构与电梯 安装工程标准规范

## 标准规范一 钢结构加固技术规范

CECS 77:96

### 1 总 则

- 1.0.1 为使钢结构的加固做到技术可靠、经济适用、施工简便和确保质量，特制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于工业与民用建筑和一般构筑物的钢结构因设计、施工、使用管理不当，材料质量不符合要求，使用功能改变，遭受灾害损坏以及耐久性不足等原因而需要对钢结构进行加固的设计、施工和验收。对有特殊要求和特殊情况下的钢结构加固，尚应符合相应的专门技术标准的规定。
- 1.0.3 钢结构加固前，应按照《工业厂房可靠性鉴定标准》和《民用建筑可靠性鉴定标准》等进行可靠性鉴定。
- 1.0.4 钢结构的加固设计、施工及验收，除本规范规定外，尚应符合《钢结构设计规范》、《钢结构工程施工及验收规范》的规定。

### 2 术语、符号与代号

#### 2.1 术 语

- 2.1.1 钢结构的加固  
对已有钢结构进行加强以提高其承载力、耐久性和满足使用要求。
- 2.1.2 待加固的钢结构  
经可靠性鉴定需要进行但尚未实施加固的钢结构。
- 2.1.3 加固前的结构、构件或原结构、构件实施加固前的现有结构、构件。
- 2.1.4 加固后的结构、构件  
实施加固竣工后的结构、构件。
- 2.1.5 结构的名义应力

按规范规定或由材料力学一般方法算得的结构应力。

### 2.1.6 有效净截面、净截面

扣除孔洞、锈蚀和损伤削弱失效后的截面。

### 2.1.7 摩擦型高强度螺栓连接

仅考虑由板件间摩擦力传递板件间作用力的高强度螺栓连接。

### 2.1.8 扩展性裂纹

长度或深度有可能不断增加的裂纹。

### 2.1.9 脆断倾向性裂纹

有使钢结构可能发生突然脆性断裂的裂纹。

## 2.2 符号与代号

### 2.2.1 作用和作用效应符号

$F$ ——集中荷载；

$M$ ——弯矩；

$M_0$ ——构件加固前的弯矩；

$N$ ——轴心力；

$N_0$ ——构件加固前的轴心力；

$P$ ——高强度螺栓的预拉力；

$V$ ——剪力；

$V_0$ ——构件加固前的剪力。

### 2.2.2 计算指标

$E$ ——钢材的弹性模量；

$G$ ——钢材的剪切模量；

$N_E$ ——欧拉临界力；

$f$ ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

$f_y$ ——钢材屈服强度（或屈服点）标准值；

$f_v$ ——钢材抗剪强度设计值；

$f_0$ ——原结构钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

$f_s$ ——加固用钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

$f^*$ ——加固后结构构件钢材抗拉、抗压和抗弯换算强度设计值；

$f_t^*$ ——角焊缝的抗拉、抗压和抗剪强度设计值；

$\sigma$ ——正应力；

$\sigma_c$ ——局部压应力；

$\sigma_0$ ——构件加固时的正应力；

$\sigma_t$ ——垂直于角焊缝长度方向，按角焊缝有效截面计算的焊缝正应力；

$\tau$ ——剪应力；

$\tau_t$ ——沿角焊缝长度方向，按角焊缝有效截面计算的焊缝剪应力。

### 2.2.3 几何参数

$A$ ——毛截面面积或全部截面面积；

$A_n$ ——有效净截面面积，净截面面积；



$A_o$ ——原构件的毛截面面积；

$A_{on}$ ——原构件的净截面面积；

$A_s$ ——构件加固部分的截面面积；

$A_t$ ——构件加固后的总截面面积，即  $A_o$  与  $A_s$  之和；

$I$ ——毛截面惯性矩；

$I_o$ ——原构件毛截面惯性矩；

$I_s$ ——构件加固部分的截面惯性矩；

$W$ ——毛截面抵抗矩；

$W_n$ ——有效净截面抵抗矩；

$W_{on}$ ——原构件净截面面积抵抗矩；

$L$ ——长度；

$L_o$ ——构件的计算长度；

$L_w$ ——焊缝长度；

$L_{ws}$ ——加固焊缝实际施焊段的长度；

$L_s$ ——加固焊缝延续的总长度；

$a$ ——间距；

$d$ ——直径；

$e_o$ ——等效偏心距；

$h_e$ ——角焊缝有效厚度；

$h_f$ ——角焊缝焊脚尺寸；

$t$ ——板件厚度；

$\lambda$ ——长细比；

$\lambda_o$ ——换算长细比；

$\omega$ 、 $\omega_o$ ——挠度、初始挠度；

$\omega_w$ ——焊接残余挠度；

$\omega_T$ ——总挠度；

$\Delta\omega$ ——挠度增量。

#### 2.2.4 计算系数及其它

$\alpha_N$ ——压弯构件的弯矩增大系数；

$\beta_{mx}$ 、 $\beta_{my}$ ——压弯构件稳定计算的等效弯矩系数；

$\gamma$ ——截面塑性发展系数；

$\delta$ ——焊缝连续性系数；

$\xi$ ——焊接残余挠度影响系数；

$\eta_N$ ——轴心受力加固构件的强度降低系数；

$\eta_M$ ——受弯加固构件的强度降低系数；

$\eta_{EM}$ ——压（拉）弯加固构件的强度降低系数；

$\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数；

$\varphi_b$ ——梁或受弯构件的整体稳定系数；

$\Psi$ ——系数。

## 3 加固基本原则及一般方法

### 3.1 一般规定

3.1.1 钢结构经可靠性鉴定需要加固时,应根据可靠性鉴定结论和委托方提出的要求,由专业技术人员按本标推进行加固设计。加固设计的内容和范围,可以是结构整体,亦可以是指定的区段、特定的构件或部位。

3.1.2 加固后的钢结构的安全等级应根据结构破坏后果的严重程度、结构的重要性和下一个使用期的具体要求,由委托方和设计者按实际情况商定。

3.1.3 钢结构加固设计应与实际施工方法紧密结合,并应采取有效措施,保证新增截面、构件和部件与原结构连接可靠,形成整体共同工作。应避免对需加固的部分或构件造成不利的影响。

3.1.4 在钢结构加固前应对其作用荷载进行实地调查,其荷载取值应符合下规定:

3.1.4.1 对符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》的荷载应按此规范的规定取值;

3.1.4.2 对不符合《建筑结构荷载规范》规定或未作规定的永久荷载,可根据实际情况进行抽样实测确定。抽样数应根据实际情况确定,但不得少于五年,且应以其平均值乘以1.2系数作为该永久荷载的标准值;

对未作规定的工艺、吊车等使用荷载,应根据使用单位提供的资料和实际情况取值。

3.1.5 加固钢结构可按下列原则进行承载能力及正常使用极限状态验算;

3.1.5.1 结构的计算简图应根据结构作用的荷载和实际状况确定;

3.1.5.2 结构的计算截面,应采用实际有效截面积,并考虑结构在加固时的实际受力状况,即原结构的应力超前和加固部分的应变滞后特点,以及加固部分与原结构共同工作的程度;

3.1.5.3 加固后如改变传力路线或使结构重量增大,应对相关结构构件及建筑物地基基础进行必要的验算。

3.1.6 对于高温、腐蚀、冷脆、振动、地基不均匀沉降等原因造成的结构损坏,应提出其相应的处理对策后再进行加固。

3.1.7 钢结构的加固设计应综合考虑其经济效益。应不损伤原结构,避免不必要的拆除或更换。

3.1.8 钢结构在加固施工过程中,若发现原结构或相关工程隐蔽部位有未预计的损伤或严重缺陷时,应立即停止施工,并会同加固设计者采取有效措施进行处理后再继续施工。

3.1.9 对于加固时可能出现倾斜、失稳或倒塌等不安全因素的钢结构,在加固施工前,应采取相应的临时安全措施,以防止事故的发生。

3.1.10 焊接钢结构加固时,原有构件或连接的实际名义应力值应小于 $0.55f_y$ ,且不得考虑加固构件的塑性变形发展;非焊接钢结构加固时,其实际名义应力值应小于 $0.7f_y$ 。当现有结构的名义应力值大于上述及本标准第5.1.4条规定时,则不得在负荷状态下进行加固。

### 3.2 加固工程序

3.2.1 加固工作应按图3.2.1程序进行。

3.2.2 根据结构可靠性鉴定结论和有关资料,由设计人员会同施工人员选择适当的方案。

3.2.3 按选择的适当方案进行加固设计,应考虑合适的施工方法及合理的构造措施并根据结构上的实际作用,进行承载能力、正常使用极限状态方面的验算。

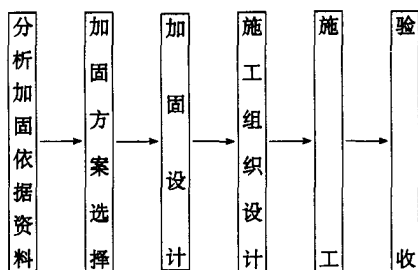


图 3.2.1

3.2.4 按照加固设计进行施工组织设计，施工时应采取有效措施确保质量和安全，并应遵照本标准及现行有关规范进行施工和验收。

### 3.3 加固一般方法及其选择

3.3.1 钢结构加固的主要方法有：减轻荷载、改变计算图形、加大原结构构件截面和连接强度、阻止裂纹扩展等。当有成熟经验时，亦可采用其它的加固方法。

3.3.2 钢结构加固时的施工方法有：负荷加固、卸荷加固和从原结构上拆下加固或更新部件进行加固。加固施工方法应根据用户要求、结构实际受力状态，在确保质量和安全的前提下，由设计人员和施工单位协商确定。

3.3.3 钢结构加固施工需要拆下或卸荷时，必须措施合理、传力明确、确保安全。主要方法有：

3.3.3.1 梁式结构，例如屋架，可以在屋架下弦节点下设临时支柱（图 3.3.3-1）或组成撑杆式结构（图 3.3.3-2）张紧其拉杆对屋架进行改变应力卸荷。此时，屋架应根据千斤顶或撑杆压力进行承载力验算，且应注意杆件内力是否变号或增大，如个别杆件、节点承载力不足时，卸荷前应对其进行加固。

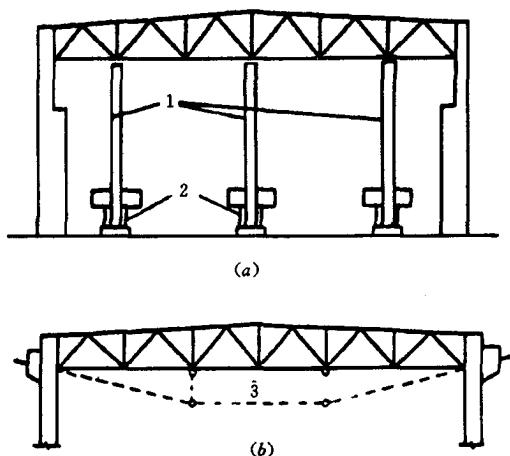


图 3.3.3-1, 2 屋架卸荷示意图

(a) 用临时支柱卸荷；(b) 用撑杆式构架卸荷

注：1—临时支柱；2—千斤顶；3—拉杆

3.3.3.2 柱子，可采用设置临时支柱（图 3.3.3-3）或“托梁换柱”（图 3.3.3-4）。采用“托梁换柱”时，应对两侧相邻柱进行承载力验等。

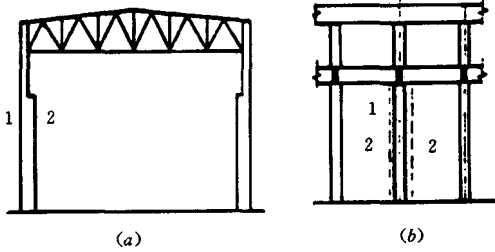
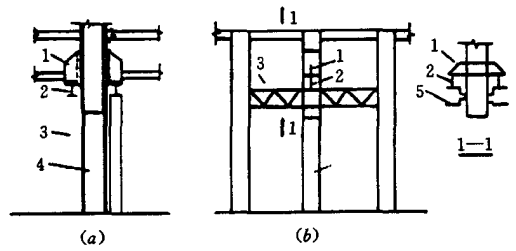


图 3.3.3-3 柱子的卸荷

(a) 支撑屋架;(b) 支撑吊车梁

注:1—被加固柱;2—临时支柱

图 3.3.3-4 下部柱的加固及截断拆除  
(a) 下部柱的加固;(b) 下部柱的截断拆除注:1—牛腿;2—千斤顶;3—临时支柱;  
4—柱子被加固部分;5—永久性特制桁架

3.3.4 钢结构加固一般宜采用焊缝连接、摩擦型高强度螺栓连接,有依据时亦可采用焊缝和摩擦型高强度螺栓的混合连接。当采用焊缝连接时,应采用经评定认可的焊接工艺及连接材料。

## 3.4 材 料

3.4.1 待加固的钢结构,应对其材料质量状况进行评价:

3.4.1.1 根据设计文件、钢材质量证明书、施工记录、竣工报告、可靠性鉴定报告等文档资料或样品试验报告,对于待加固钢结构的原材料性能指标给出评价;

3.4.1.2 如果没有充足的文档资料,或者给出的数据不充分、不完全、有疑虑,或者发现有影响结构和材料性能的缺陷或损伤时,应按国家现行有关标准进行抽样检验;

3.4.1.3 对于符合现行国家标准规定的钢材,其强度设计值应按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)规定取值,否则应按本标准的 3.4.1.1 和 3.4.1.2 确定的屈服强度数值除以抗力分项系数  $\gamma_R$  取值:  $f = f_y / \gamma_R$ , 且抗力分项系数取 1.1;

3.4.1.4 对于气相腐蚀的钢结构构件,当其截面积损失大于 25%,或其板件剩余厚度小于 5mm 时,其材料强度设计值尚应根据腐蚀程度乘以表 3.4.1.4 所列相应的降低系数。对于特殊环境中腐蚀钢结构加固应专门研究确定。

表 3.4.1.4 腐蚀程度降低系数

腐蚀程度(按 GBJ46—82 分类)	降低系数
Ⅳ类(弱腐蚀)	0.90
Ⅴ类(中等腐蚀)	0.85
Ⅵ类(强腐蚀)	0.80

3.4.2 与待加固的钢结构匹配的连接的强度设计值,应按本标准 3.4.1 规定对结构材料的评定结果,按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)的表 3.2.1—4 至表 3.2.1—6 取值),并应考虑其第 3.2.2 条规定的相应折减系数。

3.4.3 钢结构加固材料的选择,应按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)规定并在保证设计意图的前提下,便于施工,使新老截面、构件或结构能共同工作,并应注意新老材料之间的强度、塑性、韧性及焊接性能匹配,以利于充分发挥材料的潜能。

## 4 改变结构计算图形的加固

### 4.1 一般规定

4.1.1 改变结构计算图形的加固方法是指采用改变荷载分布状况、传力途径、节点性质和边界条件，增设附加杆件和支撑、施加预应力、考虑空间协同工作等措施对结构进行加固的方法。

4.1.2 改变结构计算图形的加固过程（包括施工过程中），除应对被加固结构承载能力和正常使用板限状态进行计算外，尚应注意对相关结构构件承载能力和使用功能的影响，考虑在结构、构件、节点以及支座中的内力重分布，对结构（包括基础）进行必要的补充验算，并采取切实可行的合理构造措施。

4.1.3 采用改造结构计算图形的加固方法，设计与施工应紧密配合，未经设计允许，不得擅自修改设计规定的施工方法和程序。

4.1.4 采用调整内力的方法加固结构时，应在加固设计中规定调整内力（应力）或规定位移（应变）的数值和允许偏差，及其检测位置和检验方法。

### 4.2 改变结构计算图形的一般方法

4.2.1 对结构可采用下列增加结构或构件的刚度的方法进行加固；

4.2.1.1 增加支撑形成空间结构并按空间结构进行验算，例如图 4.2.1-1；

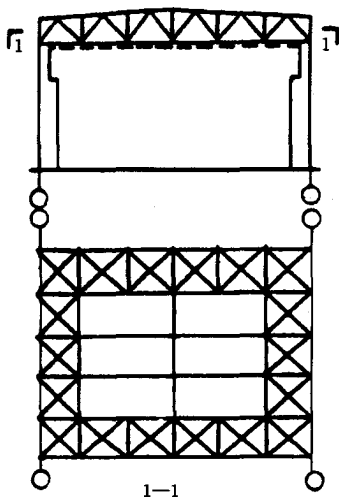


图 4.2.1-1

4.2.1.2 加设支撑增加结构刚度，或调整结构的自振频率等以提高结构承载力和改善结构动力特性，例如图 4.2.1-2；

4.2.1.3 增设支撑或辅助杆件使构件的长细比减少以提高其稳定性，例如图 4.2.1-3；

4.2.1.4 在排架结构中重点加强某一列柱的刚度，使之承受大部分水平力，以减轻其它柱列负荷，例如图 4.2.1-4；

4.2.1.5 在塔架等结构中设置拉杆或适度张紧的拉索以加强结构的刚度，如图 4.2.1-5。

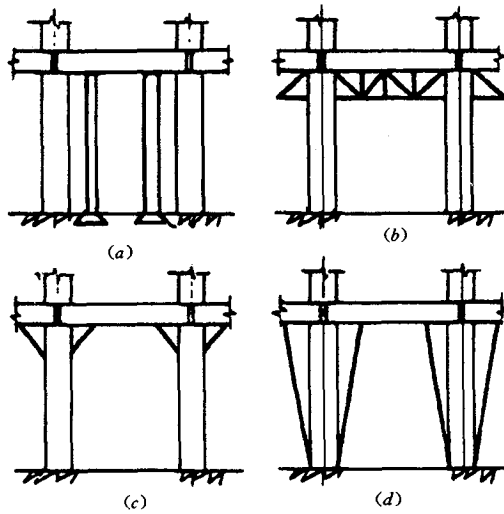


图 4.2.1-2

(a) 增设梁支柱 ; (b) 增设梁撑杆  
 (c) 梁下加角撑 ; (d) 梁下加斜立柱

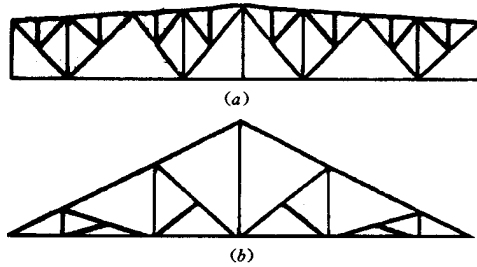


图 4.2.1-3 用再分杆加固桁架  
 (a) 上弦加固 (平面内稳定性);  
 (b) 斜腹杆加固 (平面内稳定性)

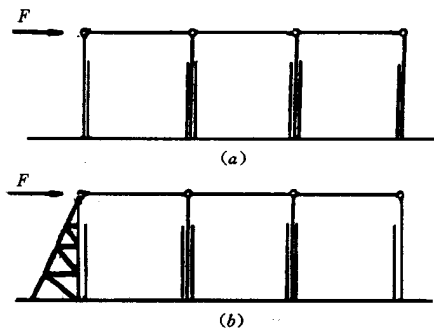


图 4.2.1-4 加强某一列柱  
 (a) 加固前 ; (b) 加固后

4.2.2 对受弯构件可采用下列改变其截面内力的方法进行加固 :

4.2.2.1 改变荷载的分布, 例如将一个集中荷载转化为多个集中荷载 ;

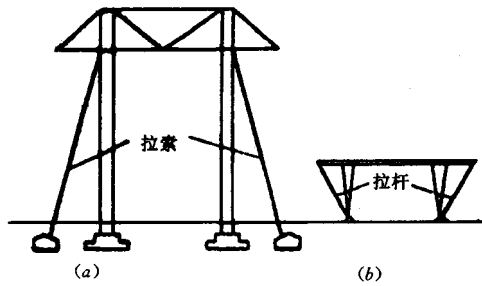


图 4.2.1-5 设置拉杆加强结构刚度

(a) 加强输电线支架的刚度；

(b) 减小悬臂挠度

4.2.2.2 改变端部支承情况，例如变铰接为刚接，参见图 4.2.2-2；

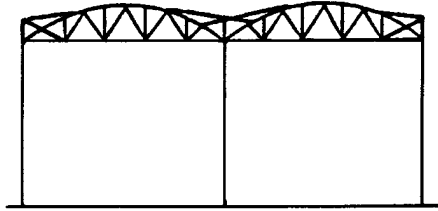


图 4.2.2-2 屋架支座处由铰接改变为刚接

4.2.2.3 增加中间支座或将简支结构端部连接成为连续结构，参见图 4.2.2-3；

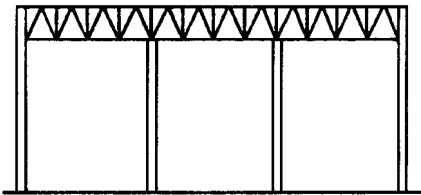


图 4.2.2-3 托架支座处由铰接改变为刚接

4.2.2.4 调整连续结构的支座位置；

4.2.2.5 将构件变为撑杆式结构，例如图 4.2.2-5；

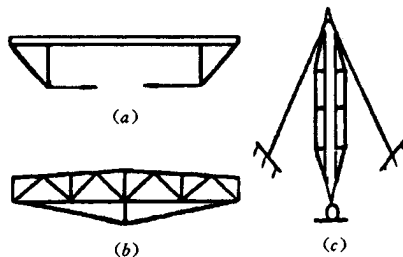


图 4.2.2-5 构件变为撑杆式结构

(a) 简支梁下设撑杆；(b) 屋架下设置撑杆

(c) 立柱横向设撑杆

4.2.2.6 施加预应力，例如图 4.2.2-6。

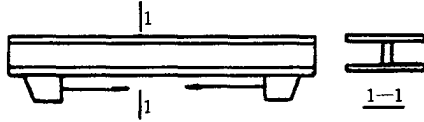


图 4.2.2-6 板梁施加预应力加固

4.2.3 对桁架可采用下列改变其杆件内的方法进行加固：

4.2.3.1 增设撑杆变桁架为撑杆式构架，例如图 4.2.3-1；

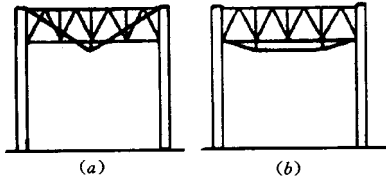


图 4.2.3-1 桁架下设撑杆

(a) 单下撑；(b) 双下撑

4.2.3.2 加设应力拉杆，参见图 4.2.3-2。

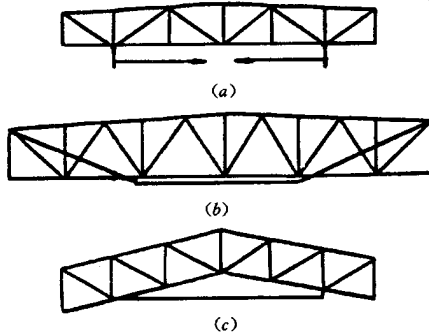


图 4.2.3-2 在桁架中加设预应力拉杆

(a) 桁架下加直线预应力；

(b) 桁架下加折线预应力；

(c) 平行弦桁架加直线预应力

4.2.4 必要时可采取措施使加固构件与其它构件共同工作或形成组合结构进行加固，例如使钢屋架与天窗架共同工作，参见图 4.2.4；又如，在钢平台梁上增设剪力键使其与混凝土铺板形成组合结构等。

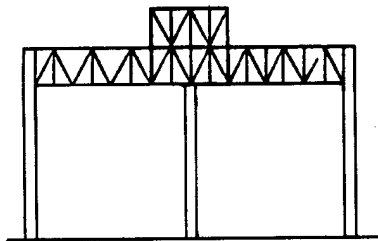


图 4.2.4 使天窗架与屋架连成整体共同受力



## 5 加大构件截面的加固

### 5.1 一般规定

5.1.1 采用加大截面加固钢构件时,所选截面形式应有利于加固技术要求并考虑已有缺陷和损伤的状况。

5.1.2 加固的构件受力分析的计算简图,应反映结构的实际条件,考虑损伤及加固引起的不利变形,加固期间及前后作用在结构上的荷载及其不利组合。对于超静定结构尚应考虑因截面加大,构件刚度改变使体系内力重分布的可能。必要时应分阶段进行受力和计算。

5.1.3 被加固构件的设计工作条件分类见表 5.1.3

表 5.1.3 构件的设计工作条件类别

类别	使用条件
I	特繁重动力荷载作用下的焊接结构
II	除 I 外直接承受动力荷载或振动荷载的结构
III	除 IV 外仅承受静力荷载或间接动力荷载作用的结构
IV	受有静力荷载并允许按塑性设计的结构

5.1.4 负荷下焊接加固结构,其加固时的最大名义应力  $\sigma_{\max}$  应按表 5.1.3 划分的结构类别予以限制:对于 I、II 类结构分别为  $|\sigma_{\max}| \leq 0.2f_y$  和  $|\sigma_{\max}| \leq 0.4f_y$ ; 对于 III、IV 类结构为  $|\sigma_{\max}| \leq 0.55f_y$ 。一般情况下,对于受有轴心压(拉)力和弯矩的构件,其  $\sigma_{\max}$  可按下列公式确定:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_o}{A_{\text{on}}} \pm \frac{M_{\text{ox}} + N_o \omega_{\text{oy}}}{\alpha_{N_x} W_{\text{oxn}}} \pm \frac{M_{\text{oy}} + N_o \omega_{\text{ox}}}{\alpha_{N_y} W_{\text{oyn}}} \quad (5.1.4-1)$$

式中  $N_o, M_{\text{ox}}, M_{\text{oy}}$ ——原构件的轴力,绕  $x$  轴和  $y$  轴的弯矩。

$A_{\text{on}}, W_{\text{oxn}}, W_{\text{oyn}}$ ——原构件的净截面积,对  $x$  轴和  $y$  轴的净截面抵抗矩。

$\alpha_{N_x}, \alpha_{N_y}$ ——弯矩增大系数。对拉弯构件取  $\alpha_{N_x} = \alpha_{N_y} = 1.0$ ; 对压弯构件按式 (5.1.4-2) 和 (5.1.4-3) 计算

$$\alpha_{N_x} = \frac{N_o \lambda_x^2}{\pi^2 EA_o} \quad (5.1.4-2)$$

$$\alpha_{N_x} = 1 - \frac{N_o \lambda_y^2}{\pi^2 EA_o} \quad (5.1.4-3)$$

其中  $A_o, \lambda_x, \lambda_y$ ——分别为原构件的毛截面面积、对  $x$  轴和  $y$  轴的长细比。

$\omega_{\text{ox}}, \omega_{\text{oy}}$ ——原构件对  $x$  轴和  $y$  轴的初始挠度,其值取实测值与按式 (5.1.4-4) 或 (5.1.4-5) 计算的等效偏心距  $e_{\text{ox}}$  (或  $e_{\text{oy}}$ ) 之和。

$$e_{\text{ox}} = \frac{M_{\text{ox}} (N_{\text{oy}} - N_o) (N_{\text{oEx}} - N_o)}{N_o N_{\text{oy}} N_{\text{oEx}}} \quad (5.1.4-4)$$

$$e_{\text{oy}} = \frac{M_{\text{oy}} (N_{\text{ox}} - N_o) (N_{\text{oEy}} - N_o)}{N_o N_{\text{ox}} N_{\text{oEy}}} \quad (5.1.4-5)$$

其中  $N_o$  为原构件轴力;  $N_{\text{oy}}, N_{\text{oEx}}, N_{\text{oEy}}$ ;  $M_{\text{ox}}$  和  $M_{\text{oy}}$  分别用下列各式计算:

$$N_{\text{oy}} = A_o \cdot f_y \quad (5.1.4-6)$$

$$N_{\text{oEx}} = \frac{\pi^2 EA_0}{\lambda_x} \quad (5.1.4-7)$$

$$N_{\text{oEy}} = \frac{\pi^2 EA_0}{\lambda_y} \quad (5.1.4-8)$$

$$M_{\text{onx}} = W_{\text{onx}} \cdot f_y \quad (5.1.4-9)$$

$$M_{\text{ony}} = W_{\text{ony}} \cdot f_x \quad (5.1.4-10)$$

其中  $A_0$  为原构件的毛截面面积。

5.1.5 加固后的 I、II 类构件，必要时应对其剩余疲劳寿命进行专门研究和计算。

5.1.6 对负荷下加固后钢构件的计算，按本规范第 5.2、5.3 节的规定进行。对非负荷下加固后钢构件的计算可参照本规范并按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 规定进行。

## 5.2 受弯构件的加固

5.2.1 在主平面内受弯的加固受弯构件，应按下式计算其抗弯强度：

$$\frac{M_x}{\gamma_x W_{\text{nx}}} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{\text{ny}}} \leq \eta_m f \quad (5.2.1)$$

式中  $M_x, M_y$ ——绕加固后截面形心  $x$  轴和  $y$  轴的加固前弯矩与加固后增加的弯矩之和；

$W_{\text{nx}}, W_{\text{ny}}$ ——对加固后截面  $x$  轴和  $y$  轴的净截面抵抗矩；

$\gamma_x, \gamma_y$ ——截面塑性发展系数，对 I、II 类结构取  $\gamma_x = \gamma_y = 10$ ；对 III、IV 类结构，根据截面形状按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)，表 5.2.1 采用；

$\eta_m$ ——受弯构件加固强度折减系数；对 I、II 类焊接结构取  $\eta_m = 0.85$ ，对其他结构取  $\eta_m = 0.9$ ；

$f$ ——截面中最低强度级别钢材的抗弯强度设计值。

5.2.2 I、II、III 类结构的受弯构件截面的抗剪强度  $\tau$ ，组合梁腹板计算高度边缘处的局部承压强度  $\sigma_c$  和折算应力可分别按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 第 4.1.2 条、第 4.1.3 条、第 4.1.4 条计算；按塑性设计的 IV 类构件，可按其第 9.2.2 条的规定计算腹板的抗剪强度，计算时钢材强度值取计算部位钢材强度设计值。

5.2.3 主平面内受弯的加固构件，当不符合《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 第 4.2.1 和 4.2.4 条规定时，可按其第 4.2.2 和 4.2.3 条的规定计算其整体稳定性，但应将钢材的抗弯强度设计值  $f$  改取钢材换算强度设计值  $f^*$ （按 5.3.6 条规定取值）并乘以折减系数  $\eta_m$ 。

5.2.4 组合截面板梁的翼缘和腹板应按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 第四章第三节的规定设计和计算其局部稳定，对按塑性设计的第 IV 类结构构件，其宽厚比尚应符合其第九章第 9.1.4 条表 9.1.4 的规定。

5.2.5 所加固结构构件的总挠度  $\omega_T$  一般可按下式确定：

$$\omega_T = \omega_0 + \omega_w + \Delta\omega \quad (5.2.5)$$

式中  $\omega_0$ ——初始挠度，按实测资料或加固时荷载由加固前的截面特性计算确定；

$\omega_w$ ——焊接加固时的焊接残余挠度，可按第 5.2.6 条确定；

$\Delta\omega$ ——挠度增量，按加固后增加荷载标准值和已加固截面特征计算确定。

总的  $\omega_T$  值不应超过《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 第 3.3.3 条表 3.3.2 规定的限值。

5.2.6 焊接残余挠度  $\omega_w$  应专门研究或接近似由下式确定：

$$\omega_w = \frac{\delta h_f^2 L_s (2L_0 - L_s)}{200I_0} \sum_{i=1}^m \xi_i \psi_i \gamma_i \quad (5.2.6)$$

式中  $\delta$ ——考虑加固件间断焊缝连续性的系数，当为连续焊缝时，取

$\delta = 1.0$ ，当为间断焊缝时，取加固焊缝实际施焊段长度与延续长度之比；

$h_f$ ——焊脚尺寸；

$L_s$ ——加固件焊缝延续的总长度；

$L_o$ ——受弯构件在弯曲平面内的计算长度，简支单跨梁时取梁的跨度；

$I_o$ ——原构件截面的惯性矩；

$y_i$ ——第  $i$  条加固焊缝至构件截面形心的距离；

$\xi$ ——与加固焊缝处结构应力水平  $\sigma_o$  有关的系数，按表 5.2.6 取值；

表 5.2.6

$\sigma_o/f_y$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
$\xi$	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	3.00	3.50

$f_y$ ——为原构件钢材的屈服强度标准值；

$\psi_i$ ——系数，结构构件受拉和受压区均有加固焊缝时取 1.0，仅拉或压区有加固焊缝时取 0.8，计算稳定性时取 0.7。

### 5.3 轴心受力和拉弯、压弯构件的加固

5.3.1 轴心受拉或轴心受压构件宜采用对称的或不改变形心位置的加固截面形式，其强度应按下列规定计算：

$$\frac{N}{A_n} \leq \eta_n f \quad (5.3.1-1)$$

式中  $A_n$ ——加固后构件净截面积；

$f$ ——截面中最低强度级别钢材的强度设计值；

$\eta_n$ ——轴心受力加固构件的强度降低系数。对非焊接加固的轴心受拉或焊接加固的轴心受拉 I、II 类构件取  $\eta_n = 0.85$ ；III、IV 类构件取  $\eta_n = 0.9$ 。对焊接加固的受压构件按公式 (5.3.1-2) 取值。

$$\eta_n = 0.85 - 0.23\sigma_o/f_y \quad (5.3.1-2)$$

其中： $\sigma_o$  为构件未加固时的名义应力。

当采用非对称或形心位置改变的截面加固时，应按第 5.3.2 条公式 (5.3.2) 计算。

5.3.2 拉弯或压弯构件的截面加固应根据原构件的截面特性，受力性质和初始几何变形状况等条件，综合考虑选择适当的加固截面形式，其截面强度应按下列规定计算：

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x + N\omega_{Tx}}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y + N\omega_{Ty}}{\gamma_y W_{ny}} \leq \eta_{EM} f \quad (5.3.2)$$

式中  $N, M_x, M_y$ ——分别为构件承受的总轴心力，绕  $x$  轴和  $y$  轴的总最大弯矩；

$A_n, W_{nx}, W_{ny}$ ——分别为计算截面净截面面积，对  $x$  轴和  $y$  轴的净截面抵抗矩；

$\omega_{Tx}, \omega_{Ty}$ ——构件对  $x$  轴和  $y$  轴的总挠度，按公式 (5.2.5) 计算；

$\gamma_x, \gamma_y$ ——塑性发展系数，对 I、II 类结构构件，取  $\gamma_x = \gamma_y = 1.0$  对 III、IV 类结构构件按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 中表 5.2.1 采用；

$\eta_{EM}$ ——拉弯或压弯加固构件的强度降低系数，对 I、II 类结构构件取  $\eta_{EM} = 0.85$ ；III、IV 类结构构件取  $\eta_{EM} = 0.9$ ；当  $N/A_n \geq 0.55f_y$  时，取  $\eta_{EM} = \eta_n$  ( $\eta_n$  见第

5.3.1 条);

$f$ ——截面中最低强度级别钢材的强度设计值。

5.3.3 实腹式轴心受压构件,当无初弯曲和损伤且对称或形心位置不改变加固截面时,其整体稳定性按下列规定计算:

$$\frac{N}{\varphi_A} \leq \eta_0 f^* \quad (5.3.3)$$

式中  $N$ ——加固时和加固后构件所受总轴心压力;

$\varphi_A$ ——轴心受压构件稳定系数,按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)附录三相应屈服强度钢材的 C 类截面系数表格查取,或按其表后所附公式计算(计算时取  $f_y = 1.1f^*$ );

$A$ ——构件加固后的截面面积;

$\eta_0$ ——轴心受力加固构件强度降低系数,按第 5.3.1 条的规定采用;

$f^*$ ——钢材换算强度设计值,按第 5.3.6 条采用。

当构件有初始弯曲等损伤或非对称或形心位置改变的加固截面引起的附加偏心力时,应按第 5.3.4 条加固的压弯构件计算其稳定。

5.3.4 加固实腹式压弯构件,弯矩作用在对称平面内的稳定性,应按下列规定计算:

(1) 弯矩作用平面内的稳定性:

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x + N\omega_x}{\gamma_x W_{ix} (1 - 0.8N/N_{EX})} \leq \eta_{EM} f^* \quad (5.3.4-1)$$

式中  $N$ ——所计算构件段范围内轴心压力;

$\varphi_x$ ——弯矩作用平面内的轴心受力构件的稳定系数,按第 5.3.3 条规定采用;

$M_x$ ——所计算构件段范围内最大弯矩;

$\gamma_x$ ——截面塑性发展系数,对 I、II 类构件取  $\gamma_x = 1.0$ ,对 III、IV 类构件按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)表 5.2.1 采用;

$W_{ix}$ ——弯矩作用平面内较大受压纤维的毛截面抵抗矩;

$\eta_{EM}$ ——压弯加固构件的强度折减系数,按第 5.3.2 条规定采用;

$\omega_x$ ——构件对  $x$  轴的初始挠度  $\omega_0$  及焊接加固残余挠度  $\omega_w$  之和,  $\omega_w$  按第 5.2.6 条确定;

$\beta_{mx}$ ——等效弯矩系数,按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)第 5.2.2 条的规定采用;

$f^*$ ——钢材换算强度设计值,按第 5.3.6 条规定采用。

$N_{EX}$ ——欧拉临界力,按公式(5.3.4-2)计算;

$$N_{EX} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda_x^2} \quad (5.3.4-2)$$

其中  $A$ ——加固后构件的截面面积;

$\lambda_x$ ——加固后构件对截面  $x$  轴的长细比。

对于轧制或组合成的 T 形和槽形单轴对称截面,当弯矩作用在对称轴平面且使较大受压翼缘受压时,除按公式(5.3.4-1)计算外,尚应按下列式计算:

$$\frac{N}{A} - \frac{\beta_{1x} M_x + N\omega_x}{\gamma_x W_{2x} (1 - 1.25N/N_{EX})} \leq \eta_{EM} f^* \quad (5.3.4-3)$$

式中  $W_{2x}$ ——对较小翼缘或腹板边缘的毛截面抵抗矩。

(2) 弯矩作用平面外的稳定性:

$$\frac{N}{\psi_y A} + \frac{\beta_{1x} M_x + N\omega_x}{\varphi_b W_{ix}} \leq \eta_{EM} f^* \quad (5.3.4-4)$$

式中  $N$ ——构件所受轴心压力;

$\varphi_y$ ——弯矩作用平面外的轴心受压构件稳定系数，参照第 5.3.3 条规定采用；

$A$ ——加固后构件的截面面积；

$\varphi_b$ ——均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数，按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)附录一第(五)项规定计算(计算时取  $f_y = 1.1f^*$ )，对箱形截面可取  $\varphi_b = 1.4$

$M_x$ ——所计算构件段范围内最大弯矩；

$\beta_{1x}$ ——等效弯矩系数，按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)第 5.2.2 条第二项的规定采用；

$\omega_x$ ——构件对  $x$  轴的初始挠度  $\omega_{ox}$  与焊接残余挠度  $\omega_w$  之和。

5.3.5 弯矩作用在两个主平面内的双轴对称加固实腹式工字形和箱形截面压弯构件，其稳定性按下式计算：

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{1x} M_x + N\omega_x}{\gamma_x W_{1x} (1 - 0.8N/N_{Ex})} + \frac{\beta_{1y} M_y + N\omega_y}{\varphi_y W_{1y}} \leq \eta_{EM} f^* \quad (5.3.5-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A} + \frac{\beta_{1y} M_y + N\omega_y}{\gamma_y W_{1y} (1 - 0.8N/N_{Ey})} + \frac{\beta_{1x} M_x + N\omega_x}{\varphi_{bx} W_{1x}} \leq \eta_{EM} f^* \quad (5.3.5-2)$$

式中  $\varphi_x$ 、 $\varphi_y$ ——对强轴和弱轴的轴心受压构件稳定系数，参照第 5.3.3 条的规定确定；

$\varphi_{bx}$ 、 $\varphi_{by}$ ——均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数；对箱形截面取  $\varphi_{bx} = \varphi_{by} = 1.4$ ；对工字形截面，取  $\varphi_{by} = 1.0$ ， $\varphi_{bx}$  可按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)附录一第(五)项规定计算(计算时取  $f_y = 1.1f^*$ )；

$M_x$ 、 $M_y$ ——所计算构件段范围内对强轴和弱轴的最大弯矩；

$N_{Ex}$ 、 $N_{Ey}$ ——构件分别对  $x$  轴和  $y$  轴的欧拉临界力；

$\omega_x$ ——构件对  $x$  轴的初始挠度  $\omega_{ox}$  与焊接残余挠度  $\omega_w$  之和；

$\omega_y$ ——构件对  $y$  轴的初始挠度  $\omega_{oy}$  与焊接残余挠度  $\omega_w$  之和；

$W_{1x}$ 、 $W_{1y}$ ——对强轴和弱轴的毛截面抵抗矩；

$\beta_{1x}$ 、 $\beta_{1y}$ ——等效弯矩系数，按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)第 5.2.2 条一款的规定采用；

$\beta_{1x}$ 、 $\beta_{1y}$ ——等效弯矩系数，按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)第 5.2.2 条二款的规定采用。

5.3.6 加固构件整体稳定计算时，钢材换算强度设计值可按下列规定采用：

当  $f_o \leq f_s \leq 1.15f_o$  时，取  $f^* = f_o$ ；

当  $1.15f_o < f_s$  时，按式(5.3.6)计算确定：

$$f^* = \sqrt{\frac{(A_s f_s + A_o f_o)(I_s f_s + I_o f_o)}{(A_s + A_o)(I_s + I_o)}} \quad (5.3.6)$$

式中  $f_o$ 、 $f_s$ ——分别为构件原来用钢材和加固用钢材的强度设计值；

$A_o$ 、 $A_s$ ——分别为加固构件原有截面和加固的截面面积；

$I_o$ 、 $I_s$ ——分别为加固构件原有截面和加固截面对加固后截面形心主轴的惯性矩。

5.3.7 加固的格构式轴心受压构件，当无初弯曲且对称加固截面时，可按第 5.3.1 条规定计算其强度；按第 5.3.3 条规定计算其稳定性，但对虚轴的长细比应按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)第 5.1.3 条计算取用换算长细比。

当构件有初始弯曲损伤或非对称加固截面引起的附加偏心(包括焊接残余挠度  $\omega_w$ )时，应根据损伤和附加偏心的实际情况，考虑为加固的格构式压弯构件，分别按第 5.3.8 条、第 5.3.9 条、第 5.3.10 条或第 5.3.11 条计算其稳定性。

5.3.8 仅有绕虚轴( $X$ 轴)作用弯矩和初弯曲，附加偏心( $\omega_x$ )的加固格构式压弯构件，其弯矩作用平面内的整体稳定性按下式计算：

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x + N\omega_x}{W_{ix} (1 - \varphi_x N/N_{Ex})} \leq \eta_{EM} f^* \quad (5.3.8)$$

$W_{ix} = I_x / y_0$ ,  $I_x$  为加固后截面对  $x$  轴的毛截面惯性矩,  $y_0$  为由  $x$  轴到压力较大分肢的轴线距离或者到压力较大分肢的腹板边缘的距离, 二者取较大者;  $\varphi_x$ 、 $N_{Ex}$  由换算长细比确定, 其它符号同公式 (5.3.4-1)。

弯矩作用平面外的整体稳定性可不计算, 但应计算分肢的稳定性。分肢的轴力可按桁架的弦杆, 并考虑构件所受轴力、弯矩和弯曲损伤, 附加偏心算得; 对于缀板式构件的分肢尚应考虑由剪力引起的弯矩。

5.3.9 弯矩绕实轴作用, 且无弯矩作用平面外的初始弯曲损伤、附加偏心的格构式压弯构件, 其弯矩作用平面内和平面外的稳定性计算均与加固的实腹式压弯构件的相同, 但在计算弯矩作用平面外的稳定性时, 长细比应取换算长细比且  $\varphi_0$  取 1.0。

5.3.10 弯矩作用在两个主平面和有双向初弯曲和附加偏心 ( $\omega_x$ 、 $\omega_y$ ) 的加固的双肢格构式压弯构件, 其稳定性按以下规定计算:

(1) 按整体计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x + N\omega_x}{W_{ix} (1 - \varphi_x N/N_{Ex})} + \frac{\beta_{my} M_y + N\omega_y}{W_{iy}} \leq \eta_{EM} f^* \quad (5.3.10-1)$$

$\varphi_x$ 、 $N_{Ex}$  按换算长细比并参照第 4.3.3 条中关于轴心受压稳定系数的规定确定, 其它符号同公式 (5.3.5-1)。

(2) 按分肢计算:

在  $N$  和  $M_y$  作用下, 将分肢作为桁架弦杆计算其轴心力,  $M_y$  可按公式 (5.3.10-2) 和公式 (5.3.10-3), 分配给两肢 (图 5.3.10), 然后按第 5.3.4 条的规定计算分肢的稳定性。

分肢 1:

$$M_{y1} = \frac{I_1 / y_1}{I_1 / y_1 + I_2 / y_2} M_y \quad (5.3.10-2)$$

分肢 2:

$$M_{y2} = \frac{I_2 / y_2}{I_1 / y_1 + I_2 / y_2} M_y \quad (5.3.10-3)$$

式中  $I_1$ 、 $I_2$ ——分肢 1, 分肢 2 对  $y$  轴的惯性矩;

$y_1$ 、 $y_2$ —— $M_y$  作用的主轴平面至分肢 1、分肢 2 轴线的距离。

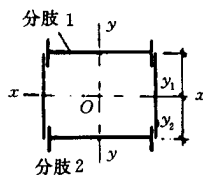


图 5.3.10 格构式构件截面

5.3.11 对实腹式轴心受压、压弯构件和格构式构件单肢的板件应按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 第五章第四节有关规定验算局部稳定性。

## 5.4 构造与施工要求

5.4.1 加大截面加固结构构件时, 应保证加固件与被加固件能够可靠地共同工作、断面的不变形和板件的稳定性, 并且要可能施工。

加固件的切断位置应尽可能减小应力集中并保证未被加固处截面在设计荷载作用下处于弹性工作阶段。

5.4.2 在负荷下进行结构加固时,其加固工艺应保证被加固件的截面因焊接加热,附加钻、扩孔洞等所引起的削弱影响尽可能的小,为此必须制定详细的加固施工工艺过程和要求的技术条件,并据此按隐蔽工程进行施工验收。

5.4.3 在负荷下进行结构构件的加固,当 $|\sigma_{\max}| \leq 0.3f_y$ ,且采用焊接加固件加大截面法加固结构构件时,可将加固件与被加固件沿全长互相压紧;用长20~30mm的间断(300~500mm)焊缝定位焊接后,再由加固件端向内分区段(每段不大于70mm)施焊所需要的连接焊缝,依次施焊区段焊缝应间歇2~5min。对于截面有对称的成对焊缝时,应平行施焊;有多条焊缝时,应交错顺序施焊;对于两面有加固件的截面,应先施焊受拉侧的加固件,然后施焊受压侧的加固件;对一端为嵌固的受压杆件,应从嵌固端向另一端施焊,若其为受拉杆,则应从另一端向嵌固端施焊。

当采用螺栓(或铆钉)连接加固加大截面时,加固与被加固板件相互压紧后,应从加固件端向中间逐次做孔和安装拧紧螺栓(或铆钉),以便尽可能减少加固过程中截面的过大削弱。

5.4.4 加大截面法加固有两个以上构件的静不定结构(框架、连续梁等)时,应首先将全部加固与被加固构件压紧和点焊定位,然后从受力最大构件依次连续地进行加固连接,并考虑第5.4.2条和第5.4.3条的规定。

## 6 连接的加固与加固件的连接

### 6.1 一般规定

6.1.1 钢结构加固连接方法,即焊缝、铆钉、普通螺栓和高强度螺栓连接方法的选择,应根据结构需要加固的原因、目的、受力状态、构造及施工条件,并考虑结构原有的连接方法确定。

6.1.2 在同一受力部位连接的加固中,不宜采用刚度相差较大的,如焊缝与铆钉或普通螺栓共同受力的混合连接方法,但仅考虑其中刚度较大的连接(如焊缝)承受全部作用力时除外。如有根据可采用焊缝和摩擦型高强螺栓共同受力的混合连接。

6.1.3 加固连接所用材料应与结构钢材和原有连接材料的性质匹配,其技术指标和强度设计值应符合《钢结构设计规范》(GBJ17—88)中第2.0.5条、第3.2.1条和第3.2.2条的规定。

6.1.4 负荷下连接的加固,尤其是采用端焊缝或螺栓的加固而需要拆除原有连接,和扩大、增加钉孔时,必须采取合理的施工工艺和安全措施,并作核算以保证结构(包括连接)在加固负荷下具有足够的承载力。

### 6.2 焊缝连接的加固

6.2.1 焊缝连接的加固,可依次采用增加焊缝长度、有效厚度或两者同时增加的办法实现。

6.2.2 新增加固角焊缝的长度和焊脚尺寸或熔焊层的厚度,应由连接处结构加固前后设计受力改变的差值,并考虑原有连接实际可能的承载力计算确定。计算时应对焊缝的受力重新进行分析并考虑加固前后的焊缝的共同工作、受力状态的改变以及6.2.5条和6.2.6条的规定。

6.2.3 负荷下用焊缝加固结构时,应尽量避免采用长度垂直于受力方向的横向焊缝,否则应采取专门的技术措施和施焊工艺,以确保结构施工时的安全。

6.2.4 负荷下用增加非横向焊缝长度的办法加固焊缝连接时,原有焊缝中的应力不得超过该焊缝的

强度设计值，加固处及其邻区段结构的最大初始名义应力  $\sigma_{\max}$  不得超过 5.1.4 条的规定。焊缝施焊时采用的焊条直径不大于 4mm；焊接电流不超过 220A；每焊道的焊脚尺寸不大于 4mm；前一焊道温度冷却至 100℃ 以下后，方可施焊下一焊道；对于长度小于 200mm 的焊缝增加长度时，首焊道应从原焊缝端点以外至少 20mm 处开始补焊，加固前后焊缝可考虑共同受力，按 6.2.6 条规定进行强度计算。

6.2.5 负荷下用堆焊增加角焊缝有效厚度的办法加固焊缝连接时，应按下式计算和限制焊缝应力：

$$\sqrt{\sigma_f^2 + \tau_f^2} \leq \eta_f f_f^w \quad (6.2.5)$$

式中  $\sigma_f$ ， $\tau_f$ ——分别为角焊缝有效面积 ( $h_e L_w$ ) 计算的垂直于焊缝长度方向的应力和沿焊缝长度方向的剪应力；

$\eta_f$ ——焊缝强度影响系数，可按表 6.2.5 采用。

表 6.2.5 焊缝强度影响系数  $\eta_f$

加固焊缝总长度 (mm)	≥600	300	200	100	50	≤30
$\eta_f$	1.0	0.9	0.8	0.65	0.25	0

6.2.6 加固后直角角焊缝的强度按下列公式计算，并可考虑新增和原有焊缝的共同受力作用：

6.2.6.1 在通过焊缝形心的拉力、压力或剪力作用下：

当力垂直于焊缝长度方向时

$$\sigma_f = \frac{N}{h_e L_w} \leq f_f^w \quad (6.2.6-1)$$

当力平行于焊缝长度方向时

$$\sigma_f = \frac{V}{h_e L_w} 0.85 f_f^w \quad (6.2.6-2)$$

6.2.6.2 在各种力综合作用下， $\sigma_f$  和  $\tau_f$  共同作用处：

$$\sqrt{\sigma_f^2 + \tau_f^2} \leq 0.95 f_f^w \quad (6.2.6-3)$$

在公式 (6.2.6-1) 至公式 (6.2.6-3) 中：

$\sigma_f$ ——按角焊缝有效截面 ( $h_e L_w$ ) 计算，垂直于焊缝长度方向的应力；

$\tau_f$ ——按角焊缝有效截面计算，沿焊缝长度方向的剪应力；

$h_e$ ——角焊缝的有效厚度，对于直角角焊缝等于  $0.7h_f$ ， $h_f$  为较小焊脚尺寸；

$L_w$ ——角焊缝的计算长度，对每条焊缝其实际长度减去 10mm；

$f_f^w$ ——角焊缝的强度设计值，根据加固结构原有和加固用钢材强度较低的钢材，按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 表 3.2.1-4 确定。

6.2.7 当仅用增加焊缝长度，有效厚度或两者共同的办法不能满足连接加固的要求时，可采用附加连接板 (图 6.2.7) 的办法，附加连接板可以用角焊缝与基本构件相连 (图 6.2.7a)；也可用附加节点板与原节点板对接 (图 6.2.7b、c)，不论采用何种方法，都需进行连接的受力分析并保证连接 (包括焊缝及附加板件、节点板等) 能够承受各种可能的作用力。

## 6.3 螺栓和铆钉连接的加固

6.3.1 螺栓或铆钉需要更换或新增加固其连接时，应首先考虑采用适宜直径的高强度螺栓连接。当负荷下进行结构加固，需要拆除结构原有受力螺栓、铆钉或增加、扩大钉孔时，除应设计计算结构原有和加固连接件的承载能力外，还必须校核板件的净截面面积的强度。



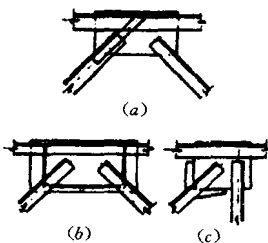


图 6.2.7 用附加连接板加固

(a) 角钢上贴附加连接板；

(b) 加大节点板长和宽；

(c) 局部加大节点板



6.3.2 当用摩擦型高强度螺栓部分地更换结构连接的铆钉，从而组成高强度螺栓和铆钉的混合连接时，应考虑原有铆钉连接的受力状况，为保证连接受力的匀称，宜将缺损铆钉和与其相对应布置的非缺损铆钉一并更换。

6.3.3 当用高强度螺栓更换有缺损的铆钉或螺栓时，可选用直径比原钉孔小 1~3mm 的高强度螺栓，但其承载力必须满足加固设计计算的要求。

6.3.4 用摩擦型高强度螺栓加固铆钉连接的混合，可考虑两种连接的共同受力工作，但高强度螺栓的承载力设计值可按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 第 7.2.1 条至第 7.2.5 条的有关规定计算确定。

6.3.5 用焊缝连接加固螺栓或铆钉连接时，应按焊缝承受全部作用力设计计算其连接，不考虑焊缝与原有连接件的共同工作，且不宜拆除原有连接件。

## 6.4 加固件的连接

6.4.1 为加固结构而增设的板件(加固件)，除须有足够的承载能力和刚度外，还必须与被加固结构有可靠的连接以保证二者良好的共同工作。

6.4.2 加固件与被加固结构间的连接，应根据设计受力要求经计算并考虑构造和施工条件确定。对于轴心受力构件，可根据公式(6.4.2)计算；对于受弯构件，应根据可能的最大设计剪力计算；对于压弯构件，可根据以上二者中的较大值计算。

对于仅用增设中间支承构件(点)来减少受压构件自由长度加固时，支承杆件(点)与加固构件间连接受力，可按公式(6.4.2)计算，其中  $A_1$  取原构件的截面面积：

$$V = \frac{A_1 f}{50} \sqrt{f_y / 235} \quad (6.4.2)$$

式中  $A_1$ ——构件加固后的总截面面积；

$f$ ——构件钢材强度设计值，当加固件与被加固构件钢材强度不同时，取较高钢材强度的值；

$f_y$ ——钢材的屈服强度，当加固件与被加固件钢材强度不同时，取较高钢材强度的值。

6.4.3 加固件的焊缝、螺栓、铆钉等连接的计算可按《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 第 7.1.1 条至第 7.1.4 条和第 7.2.1 条至第 7.2.3 条的规定进行，但计算时，对角焊缝强度设计值应乘以 0.85，其它强度设计值或承载力设计值应乘以 0.95 的折减系数。

## 6.5 构造与施工要求

6.5.1 焊缝连接加固时，新增焊缝应尽可能地布置在应力集中最小、远离原构件的变截面以及缺口、

加劲肋的截面处；应该力求使焊缝对称于作用力，并避免使之交叉；新增的对接焊缝与原构件加劲肋、角焊缝、变截面等之间的距离不宜小于 100mm；各焊缝之间的距离不应小于被加固板件厚度的 4.5 倍。

6.5.2 对用双角钢与节点板角焊缝连接加固焊接时（如图 6.5.2），应先从一角钢一端的肢尖端头 1 开始施焊，继而施焊同一角钢另一端 2 的肢尖端焊缝，再按上述顺序和方法施焊角钢的肢背焊缝 3、4 以及另一角钢的焊缝 5、6、7、8。

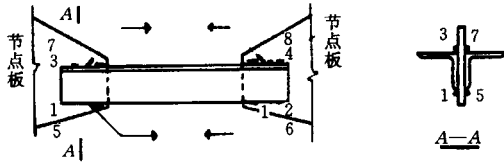


图 6.5.2

6.5.3 用盖板加固受有动力荷载作用的构件时，盖板端应采用平缓过渡的构造措施，尽可能地减少应力集中和焊接残余应力。

6.5.4 摩擦型高强度螺栓连接的板件连接接触面处理应按设计要求和《钢结构设计规范》及《钢结构工程施工及验收规范》的规定进行，当不能满足要求时，应征得设计人同意，进行摩擦面的抗滑移系数试验，以便确定是否需要修改加固连接的设计计算。

6.5.5 结构的焊接加固，必须由有效高焊接技术级别的焊工施焊；施焊镇静钢板的厚度不大于 30mm 时，环境空气温度不应低于  $-15^{\circ}\text{C}$ ，当厚度超过 30mm 时，温度不应低于  $0^{\circ}\text{C}$ ，当施焊沸腾钢板时，应高于  $5^{\circ}\text{C}$ 。

## 7 裂纹的修复与加固

### 7.1 一般规定

7.1.1 结构因荷载反复作用及材料选择、构造、制造、施工安装不当等产生具有扩展性或脆断倾向性裂纹损伤时，应设法修复。在修复前，必须分析产生裂纹的原因及其影响的严重性，有针对性地采取改善结构实际工作或进行加固的措施，对不宜采用修复加固的构件，应予拆除更换。在对裂纹构件修复加固设计时，应按《钢结构设计规范》（GBJ17—88）第 6.2.1 条至 6.2.3 条规定进行疲劳验算，必要时专门研究，进行抗脆断计算。

7.1.2 为提高结构的抗脆性断裂和疲劳破坏的性能，在结构加固的构造设计和制造工艺方面应遵循下列原则：降低应力集中程度，避免和减少各类加工缺陷，选择不产生较大残余拉应力的制作工艺和构造形式，以及采用厚度尽可能小的轧制板件等。

7.1.3 在结构构件上发现裂纹时，作为临时应急措施之一，可于板件裂纹端外  $(0.5 \sim 1.0)t$  ( $t$  为板件厚) 处钻孔（图 7.1.3），以防止其进一步急剧扩展，并及时根据裂纹性质及扩展倾向再采取恰当措施修复加固。

### 7.2 修复裂纹的方法

7.2.1 修复裂纹时应优先采用焊接方法，一般按下述顺序进行：

7.2.1.1 清洗裂纹两边 80mm 以上范围内板面油污至露出洁净的金属面；

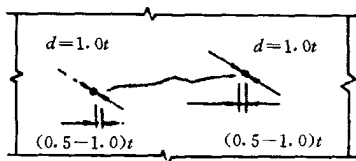


图 7.1.3 裂纹两端钻止裂孔

7.2.1.2 用碳弧气刨、风铲或砂轮将裂纹边缘加工出坡口，直达纹端的钻孔，坡口的形式应根据板厚和施工条件按现行《气焊、手工电弧焊及气体保护焊缝坡口的基本型式与尺寸》的要求选用；

7.2.1.3 将裂纹两侧及端部金属预热至  $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，并在焊接过程中保持此温度；

7.2.1.4 用与钢材相匹配的低氢型焊条或超低氢型焊条施焊；

7.2.1.5 尽可能用小直径焊条以分段分层逆向施焊，焊接顺序参见图 7.2.1，每一焊道焊完后宜即进行锤击；

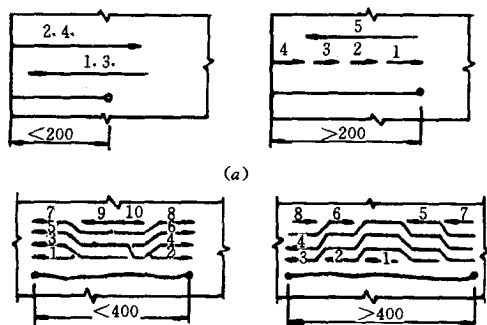


图 7.2.1 堵焊焊道顺序

(a) 裂纹由板端开始

7.2.1.6 按设计要求检查焊缝质量；

7.2.1.7 对承受动力荷载的构件，堵焊后其表面应磨光，使之与原构件表面齐平，磨削痕迹线应大体与裂纹切线方向垂直；

7.2.1.8 对重要结构或厚板构件，堵焊后应立即进行退火处理。

7.2.2 对网状、分叉裂纹区和有破裂、过烧或烧穿等缺陷的梁、柱腹板部位，宜采用嵌板修补，修补顺序为：

7.2.2.1 检查确定缺陷的范围；

7.2.2.2 将缺陷部位切除，宜切带圆角的矩形孔，切除部分的尺寸均应比缺陷范围的尺寸大  $100\text{mm}$  (图 7.2.2a)；

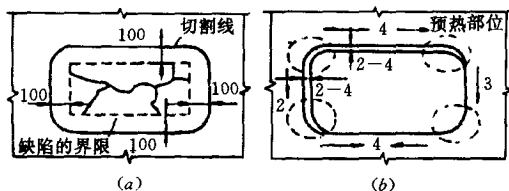


图 7.2.2 缺陷切除后的修补

(a) 缺陷部位的切除；(b) 预热部位及焊接顺序

7.2.2.3 用等厚度同材质的嵌板嵌入切除部位，嵌入板的长宽边缘与切除孔间二个边应留有  $2 \sim 4\text{mm}$  的间隙，并将其边缘加工成对接焊缝要求的坡口形式；

7.2.2.4 嵌板定位后,将孔口四角区域预热至  $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ,并按图 7.2.2b 所示顺序采用分段分层逆向焊法施焊;

7.2.2.5 检查焊缝质量,打磨焊缝余高,使之与原构件表面齐平。

7.2.3 用附加盖板修补裂纹时,一般宜采用双层盖板,此时裂纹两端仍须钻孔。当盖板用焊接连接时,应设法将加固盖板压紧,其厚度与原板等厚,焊脚尺寸等于板厚,盖板的尺寸和焊接顺序可参照第 7.2.2 条执行。当用摩擦型高强度螺栓连接时,在裂纹的每侧用双排螺栓,盖板宽度以能布置螺栓为宜,盖板长度每边应超出纹端 150mm。

7.2.4 当吊车梁腹板上部出现裂纹时,应检查和先采取必要措施如调整轨道偏心等,再按 7.2.1 修补裂纹,此外尚应根据裂纹的严重程度和吊车工作制类别分别参照选用图 7.2.4 中的加固措施。

## 8 施工安全与工程验收

### 8.1 施工安全

8.1.1 钢结构加固工作开始前,应按设计要求采取卸荷或支顶措施,确保施工安全。

8.1.2 钢结构加固时,必须保证结构的稳定,应事先检查各连接点是否牢固,必要时可先加固连接点或增设临时支撑,待加固完毕后再行拆除。

8.1.3 托梁换柱施工过程中应采取下列安全措施;

8.1.3.1 检查和加设支撑应确保顶升时屋架的稳定;

8.1.3.2 顶升屋盖结构时,全部千斤顶应同步工作;

8.1.3.3 顶起屋架后,拆柱安装托架过程中,应设置防止千斤顶回落的安全装置(图 8.1.3);

8.1.3.4 应采取的措施保证顶升后临时支柱的侧向稳定。

8.1.4 对于钢结构加固工程施工时的安全技术、劳动保护、防火防爆等,必须符合有关规定。

### 8.2 工程验收

8.2.1 钢结构加固工程的验收,除应满足本标准的规定外,尚应符合《钢结构施工及验收规范》及其它有关规范的要求。

8.2.2 钢结构加固工程的竣工验收,应在全部加固施工完毕后进行。当设有卸荷装置时,应在卸荷装置拆除以后再进行。

8.2.3 对原材料、半成品的质量标准和检验、实验方法,凡本标准有规定者,应按本标准执行;如本标准无规定者,应按有关的现行国家或部颁标准执行。

8.2.4 钢结构加固工程验收,应提供下列文件备查和归档:

8.2.4.1 委托任务书及加固过程有关协议文件;

8.2.4.2 可靠性鉴定报告及有关文件;

8.2.4.3 钢结构施工图、加固设计及修改设计等有关文件;

8.2.4.4 加固所用钢材、连接材料(焊接材料及紧固件)、油漆等材料的质量证明书或试验报告;

8.2.4.5 焊缝外观质量检查及无损探伤报告;

8.2.4.6 设计要求的其它相关资料;

8.2.4.7 钢结构加固工程的竣工验收报告。

8.2.5 采用托梁换柱加固方法时,相邻柱的偏移、基础沉降、屋架倾斜等不得超过现行有关规范的

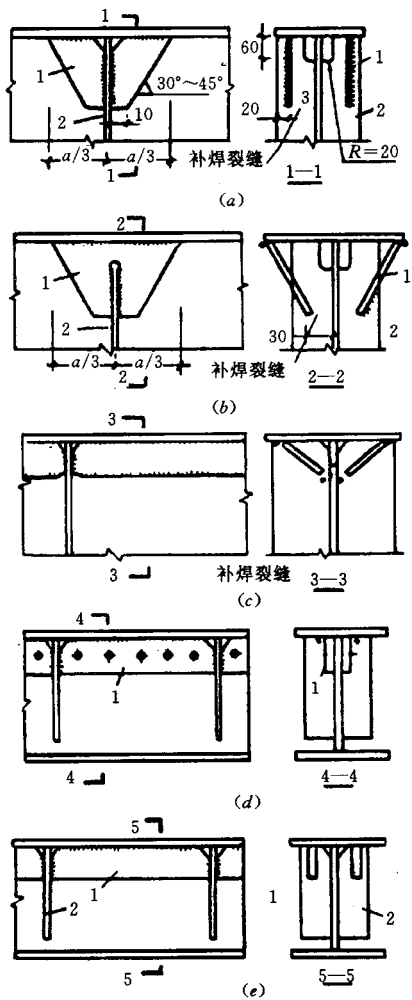


图 7.2.4 吊车梁加固方案

- (a) 翼缘附加焊接局部垂直肋板；
- (b) 翼缘附加焊接局部斜肋板；
- (c) 翼缘附加焊接全长斜肋板；
- (d) 翼缘附加栓焊全长垂直肋板；
- (e) 翼缘附加焊接全长垂直肋板

注：1—附加肋；2—原有肋

规定。

8.2.6 经质量检验或试验，加固工程的质量满足本标准及现行有关规范的规定时，方能认可验收。

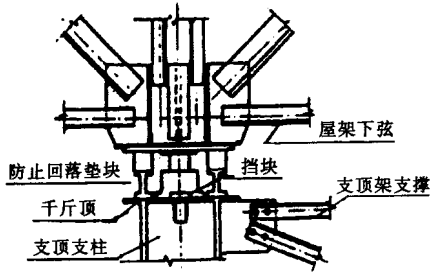


图 8.1.3 防止回落装置

# 标准规范二 钢结构制作安装施工规程

Code for manufacturing and erecting  
steel construction

YB 9254—95

## 1 总 则

- 1.0.1 本规程适用于冶金工业厂房和一般构筑物钢结构工程的施工与验收。
- 1.0.2 本规程是依据国家标准《钢结构工程施工及验收规范》(GB50205),并结合冶金工业的特点编制的。
- 1.0.3 钢结构制作应按设计要求和本规程规定编制施工详图,修改设计应取得原设计单位同意,并应签署设计变更文件。
- 1.0.4 钢结构制作和安装应按设计要求和本规程的规定编制制作工艺和安装施工组织设计。
- 1.0.5 钢结构制作和安装应执行制作工艺和安装施工组织设计,并应进行工序检查。
- 1.0.6 钢结构施工使用的量具、仪器、仪表等,应按期送计量部门检定,合格后方可使用。必要时,制造单位与安装单位应互相校对。
- 1.0.7 在钢结构工程施工中,除执行本规程的规定外,还应遵循国家现行法规和有关标准的规定。

## 2 术语、符号、代号

### 2.1 术 语

- 2.1.1 材料质量证明书:由材料生产单位出具的或由材料销售单位委托有资格的质量检测部门出具的材料质量证明文件。
- 2.1.2 零件:组成部件或构件的最小单元,如节点板、翼缘板等。
- 2.1.3 部件:由两个以上零件组成的单元,如焊接H型钢、牛腿等。
- 2.1.4 构件:由零件或部件组成的钢结构的基本单元,如梁、柱、屋架、支撑等。
- 2.1.5 相贯线:面与面的相交线。
- 2.1.6 高强度螺栓连接副:高强度螺栓和与之配套的螺母、垫圈的总称。
- 2.1.7 抗滑移系数:高强度螺栓连接中,使连接件摩擦面产生滑动瞬间的外力与垂直施加于摩擦面间的高强度螺栓预拉力之和的比值。
- 2.1.8 预拼装:为检验构件满足安装质量要求而进行的安装前拼装。
- 2.1.9 空间刚度单元:由构件构成的、基本的稳定空间体系。

- 2.1.10 翘曲：包括线位移和角位移的钢结构构件的组合变形。
- 2.1.11 环境温度：制作或安装现场的温度。
- 2.1.12 组合焊缝：对接和角接的组合焊缝的简称。

## 2.2 符号、代号

2.2.1 符号和代号应符合表 2.2.1 的规定。

表 2.2.1 符号和代号

1	$A$	面积
2	$a$	间距
3	$b$	宽度或板的自由外伸宽度
4	$d$	直径
5	$e$	偏心距
6	$f$	挠度、弯曲矢高
7	$H$	柱高度
8	$H_n$	各楼层高度
9	$h$	截面高度
10	$K$	高强螺栓连接副扭矩系数
11	$L$	长度、跨度
12	$p$	高强度螺栓设计预拉力
13	$\Delta p$	预拉力损失值
14	$Ra$	表面粗糙度参数，轮廓算术平均偏差
15	$r$	半径
16	$T_c$	高强度螺栓终拧扭矩
17	$T_{ch}$	高强度螺栓检查扭矩
18	$T_o$	高强度螺栓初拧扭矩
19	$t$	板、壁的厚度
20	$\Delta$	偏差值、增量
21	$\alpha$	角度
22	$\mu$	高强度螺栓摩擦面的抗滑移系数
23	$G$	气割表面割纹深度
24	$B$	气割表面平面度公差
25	$S$	气割表面上边缘熔化程度



## 3 材 料

### 3.1 钢 材

3.1.1 制作钢结构的钢材应符合下列规定：

3.1.1.1 Q235 钢：应符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB700)的规定。

3.1.1.2 16Mn 钢、15MnV 钢：应符合现行国家标准《低合金结构钢》(GB1591)的规定。

3.1.1.3 16Mnq 钢、15MnVq 钢：应符合国家现行标准桥梁用结构钢》(YB(T)10)的规定。

3.1.2 钢结构工程所采用的钢材，应附有钢材的质量证明书，各项指标应符合设计文件的要求。

当对钢材的质量有异议时，应按国家现行有关标准的规定进行抽样检验。

3.1.3 钢材表面质量除应符合国家现行有关标准的规定外，尚应符合下列规定：

3.1.3.1 当其表面有锈蚀、麻点或划痕等缺陷时，其深度不得大于该钢材厚度负偏差值的 1/2。

3.1.3.2 钢材表面锈蚀等级按现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》(GB8923)应优先适用 A、B 级。使用 C 级应彻底除锈，当钢材断口处发现分层、夹渣缺陷时，应会同有关单位研究处理。

3.1.4 进口的钢材，应以供货国标准或根据订货合同条款进行检验，不合格者不得使用。

3.1.5 对于混炉号、批号的钢材应符合下列规定：

3.1.5.1 钢材为同一强度等级者，应按质量证明书中材质较差者使用。

3.1.5.2 钢材为不同强度等级者，应逐张（根）进行光谱或力学性能试验，确定等级。

3.1.6 钢结构用钢材性能应符合下列规定：

3.1.6.1 承重结构选用的钢材应有抗拉强度、屈服强度（或屈服点）、伸长率和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构用钢，尚应具有碳含量的合格保证。

3.1.6.2 对重要承重结构的钢材，还应有冷弯试验的合格保证。

3.1.6.3 对于重级工作制和吊车起重量等于或大于 50t 的中级工作制焊接吊车梁、吊车桁架或类似结构的钢材，除应有以上性能合格保证外，还应有常温冲击韧性的合格保证。当计算温度等于或低于 -20℃ 时，对于 Q235 钢应有 -20℃ 冲击韧性的合格保证；对于 16Mn 钢、16Mnq 钢、15MnV 钢、15-MnVq 钢，还应有 -40℃ 冲击韧性的合格保证。

3.1.6.4 对于重级工作制的非焊接吊车梁、吊车桁架或类似结构的钢材，必要时亦要求有冲击韧性的合格保证。

3.1.7 质量证明书上的炉号、批号应与实物相符。当质量证明书的保证项目少于设计要求时，在征得设计单位同意可对所缺项目不多于两项的钢材，每批抽样两张（根）补做所缺项目试验，合格后方可使用。

3.1.8 钢材代用应征得设计单位同意，并应符合本章 3.1.1 的规定。

3.1.9 钢材应按种类、材质、炉号（批号）、规格等分类平整堆放，并作好标记，堆放场地应有排水设施。

3.1.10 钢材入库和发放应有专人负责，并及时记录验收和发放情况。

3.1.11 钢结构制作的余料，应按种类、钢号和规格分别堆放，做好标记，记入台账，妥善保管。

### 3.2 焊 接 材 料

3.2.1 焊条、焊丝应符合现行国家标准《碳钢焊条》(GB5117)、《低合金焊条》(GB5118)、《碳钢药芯

焊丝》(GB10045)、《熔化焊用钢丝》(GB/T14957—94)及《二氧化碳气体保护焊用钢焊丝》(GB8110)的规定。焊剂应符合现行国家标准《碳素钢埋弧焊用焊剂》(GB5293)、《低合金钢埋弧焊用焊剂》(GB12470)的规定,并应有出厂质量证明书,如有异议应进行复验,合格后方可使用。选用的焊条型号应与构件钢材的强度相适应。药皮类型应按构件的重要性选用,对重级工作制吊车梁,吊车桁架或类似构件应采用低氢型焊条;其它构件宜采用非低氢型的普通焊条。

焊接材料应在干燥通风良好的室内仓库中存放,并按按种类、牌号、批号、规格、入库时间等分类堆放,每垛应有明确的标志,不得混放。焊接材料不得沾染尘土、油污,焊丝宜采用镀铜焊丝。药芯焊丝应在烘干之前开包,不要求烘干的,则应在使用前开包。

3.2.2 焊接材料的选用应符合设计图纸及有关技术文件的要求。当设计无要求时,一般焊接材料可参照表 3.2.2 选用。

表 3.2.2 一般焊接材料选用

钢材强度等级 $\sigma_s$ (MPa)	钢号	手弧焊 焊条	埋弧焊		电渣焊		CO <sub>2</sub> 气体保护焊
			焊丝	焊剂	焊丝	焊剂	焊丝
235	Q235 (A <sub>3</sub> ) Q235F (A <sub>3</sub> F)	E4303	H08A	HJ431	H08A	HJ431	H10MnSi
		E4301	H08MnA		H08MnA		H08Mn2Si
		E4316		HJ350	H10MnMoA		HJ360
		E4315 E4310					
345	16Mn	E5016	不开坡口对接 H08A	HJ431	H10MnMoA	HJ431	H08Mn2Si
		E5015	中板开坡口对接				
	H08MnA						
	H10Mn2 H10MnSi 厚板深坡口 H10Mn2						
16Mnq	E5015	H10Mn2	HJ350	HJ360			
390	15MnV	E5016	不开坡口对接 H08A	HJ431	H08MnMoVA	HJ431 HJ360	H08Mn2Si
		E5015	中板开坡口对接				
	E5516 E5515	H10Mn2	HJ350				
		H08Mn2Si					
		H10MnSi					
		厚板深坡口 H08MnMoA		HJ250			

3.2.3 不得使用药皮脱落或焊芯生锈的焊条和受潮结块或熔烧过的焊剂。焊剂和瓷环焊条应经过烘干,当天剩余的焊条、焊剂应分别放入保温箱内贮存,不得露天过夜存放。

烘干焊条时,不应将焊条突然放进高温炉内,或从高温炉中突然取出冷却。焊条、焊剂的烘干温度可参照表 3.2.3 进行。

表 3.2.3

焊条、焊剂烘干温度

名 称		烘干温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	烘干时间 (h)	备 注
焊条	一般焊条	100 ~ 150	1 ~ 2	恒温箱贮存温度 80 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$
	低氢型焊条	300 ~ 400	1 ~ 2	
焊剂	HJ431	250	2	恒温箱贮存温度 80 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$
	HJ350	300 ~ 400	2	
	HJ230	250	2	

3.2.4 保护气体的纯度应符合工艺要求。当采用二氧化碳气体保护焊时，二氧化碳气体纯度不应低于 99.5%，且其含水量应小于 0.05%，焊接重要结构时，其含水量应小于 0.005%。

### 3.3 其他连接材料

3.3.1 钢结构工程的其他连接材料（普通螺栓、焊钉、铆钉、高强度螺栓），应有出厂质量证明书，其质量应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

3.3.1.1 普通螺栓可采用现行国家标准《碳素结构钢》（GB700）中规定的 Q235 钢制成。

3.3.1.2 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈型式尺寸与技术条件》（GB1228 ~ GB1231）或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副型式尺寸与技术条件》（GB3632 ~ GB3633）的规定。

3.3.1.3 铆钉应采用现行国家标准《普通碳素钢铆螺用热轧圆钢技术条件》中规定的 ML2 或 ML3 号钢制成。

3.3.1.4 焊钉应采用现行国家标准《碳素结构钢》中规定的 Q235 钢或《低合金结构钢》中规定的 16Mn 钢制作。

## 4 钢构件的制作

### 4.1 生产准备

4.1.1 钢构件在制作前，应进行设计图纸的自审和互审工作，并按工艺规程做好各道工序的工艺准备工作。

制造所需的材料、机具和工艺装备应符合工艺规程的规定。

4.1.2 上岗操作人员应进行培训和考核，特殊工种应进行资格确认，并做好各道工序的技术交底工作。

### 4.2 放样和号料

4.2.1 放样前应该对施工图并熟悉工艺要求。

对施工图中结构或构件的重要节点尺寸可放实样或计算校核。

4.2.2 样板、样杆可采用厚度为 0.3 ~ 0.5mm 的薄钢板制作。制成的样板、样杆应经过检查确认。

样板、样杆制作尺寸的允许偏差应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 样板、样杆制作尺寸的允许偏差

项 目		允 许 偏 差
样板	长 度	0 - 0.5mm
	宽 度	0 - 0.5mm
	两对角线长度差	1.0mm
样杆	长 度	± 1.0mm
	两最外排孔中心线距离	± 1.0mm
同组内相邻两孔中心线距离		± 0.5mm
相邻两组端孔间中心线距离		± 1.0mm
加工样板的角度		± 20'

4.2.3 号料前应核对钢材规格、材质、批号，并应清除钢材表面油污、泥土等脏物，钢材应进行矫正，且表面质量应符合表 4.4.3 的规定。

4.2.4 钢材采用划针划线号料时，划线宽度不宜大于 0.3mm。较长的直线段宜采用 0.8mm 弹簧钢丝配合直尺和角尺联合划线。

4.2.5 号料时预留的焊接收缩余量及切割、边缘加工等加工余量应符合附录 A 和附录 B 的规定。

4.2.6 板材号料应号出基准检查线和规孔线。号料后应在零件上注明生产号、零件号、数量、加工方法等，并应根据零件不同的材质，采用不同颜色标注。

## 4.3 切 割

4.3.1 厚度等于或大于 8mm 的板材可采用自动或半自动气割；厚度小于 12mm 的板材可采用剪板机剪切，大于 90×10 的角钢或其它型材可采用锯床切割；小于或等于 90×10 的角钢可采用剪切。手工气割宜采用靠模、圆规等辅助工具，型材手工气割时，切割面需用砂轮打磨处理。吊车梁或 H 型钢的翼缘板应采用精密切割方法切割。

4.3.2 碳素结构钢在环境温度低于 -20℃ 时、低合金结构钢在环境温度低于 -15℃ 时，不得剪切和冲孔。

4.3.3 气割用氧气纯度应在 99.5% 以上，乙炔纯度应在 96.5% 以上，丙烷纯度应在 98% 以上。

4.3.4 板材气割应在专用平台上进行，平台与板材的接触应为线状或点状接触。

4.3.5 切割前应将钢材表面距切割边缘约 50mm 范围内的铁锈、油污等清除干净。对高强度大厚度钢板的切割，在环境温度较低时应进行预热。切割后断口上不得有裂纹，并应清除边缘上的熔瘤和飞溅物。

4.3.6 切割后钢材不得有分层。

4.3.7 气割后零件尺寸的允许偏差应符合下列规定：

手工气割： ± 3.0mm

自动、半自动气割： ± 2.0mm

4.3.8 机械剪切后的零件尺寸允许偏差应为 ± 3mm，断口处截面上不得有裂纹和大于 1.0mm 的缺棱，

并应清除边缘上的毛刺。

4.3.9 机械剪切的型钢，其端部垂直允许偏差不得大于 2.0mm。

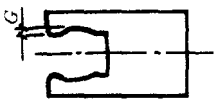
4.3.10 零件气割面的表面割纹深度（ $G$ ）、平面度（ $B$ ）、上边缘熔化程度（ $S$ ）的质量级别应符合表 4.3.10 的规定。

表 4.3.10 切割面质量级别的规定

类 型		项目级别		
		G	B	S
型材		3	3	2
板材		2	2	2
型钢《包括焊接成的型钢》制成的牛腿、柱、梁等不受外力作用的自由端部		3	3	2
焊接处及坡口的气割加工（不包括 U 型坡口）		3	2	2
对埋弧自动焊的坡口，丁字接头腹板切割		3	1	2
吊车梁、H 型钢上、下翼缘		2	2	1
承压的切割面		2	1	1
板结构中的人孔（包括加焊补强筋的人孔丁字接头）	直线部分	2	2	2
	圆弧部分	3	3	2
组装后构件切割面		3	3	2
工地安装切割面		3	3	2
手工切割面		4	3	2
柱子、檩条、一般结构及节点板、柱子度板外露非承压的切割面		3	2	3


4.3.10.1 气割面表面割纹深度（ $G$ ）：指切割面波纹峰与谷之间的距离（取任意 5 点的平均值），其等级划分应符合表 4.3.10.1 的规定。

表 4.3.10.1 表面割纹深度

等级	波纹高度（ $G$ ）	图 例
1	$\leq 30\mu\text{m}$	
2	$30\mu\text{m} < G \leq 50\mu\text{m}$	
3	$50\mu\text{m} < G \leq 100\mu\text{m}$	
4	$100\mu\text{m} < G \leq 200\mu\text{m}$	

4.3.10.2 气割面平面度（ $B$ ）：指沿切割方向垂直于切割面上的凸凹程度，按被切割钢板厚度计算。其等级划分应符合表 4.3.10.2 的规定。

表 4.3.10.2 气割面平面度的公差等级

板厚 $t$ (mm)	平面度 (B)			图 例
	1 级	2 级	3 级	
$> 25$	$\leq 0.5\% t$	$\leq 1.0\% t$	$\leq 1.5\% t$	
$\leq 25$	$\leq 1\% t$	$\leq 2.0\% t$	$\leq 3\% t$	

4.3.10.3 气割面上边缘熔化程度 (S): 指气割过程中烧塌状况, 表明是否产生塌角及形成间断后连续性的熔滴及熔化条状物。其等级划分应符合表 4.3.10.3 的规定。

表 4.3.10.3 气割面上边缘熔化程度等级

等级	熔 化 程 度 (S)
1	基本清角塌边宽度 $\leq 0.5\text{mm}$
2	上缘有圆角塌边宽度 $\leq 1.0\text{mm}$
3	上缘有明显圆角塌边宽度 $\leq 1.5\text{mm}$ ; 边缘有熔融金属

4.3.11 气割时应控制切割工艺参数。自动、半自动气割工艺参数可采用表 4.3.11 的规定。

表 4.3.11 自动、半自动气割工艺参数

割嘴号码	板厚 (mm)	氧气压力 (MPa)	乙炔压力 (MPa)	气割速度 (mm/min)
1	6 ~ 10	0.69 ~ 0.78	$\geq 0.3$	650 ~ 450
2	10 ~ 20	0.69 ~ 0.78	$\geq 0.3$	500 ~ 350
3	20 ~ 30	0.69 ~ 0.78	$\geq 0.3$	450 ~ 300
3	30 ~ 40	0.69 ~ 0.78	$\geq 0.3$	400 ~ 300
4	40 ~ 60	0.69 ~ 0.78	$\geq 0.4$	350 ~ 250
5	60 ~ 100	0.69 ~ 0.78	$\geq 0.4$	300 ~ 200

## 4.4 矫正、弯曲和边缘加工

4.4.1 钢材和零件的矫正应采用平板机或型材矫直机进行, 较厚钢板亦可采用压力机或火焰加热进行, 采用手工锤击矫正时应加锤垫, 防止凹痕和损伤。

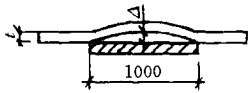
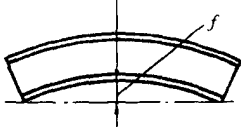
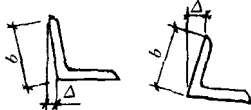
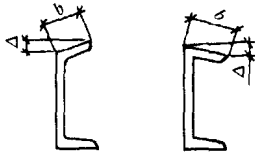
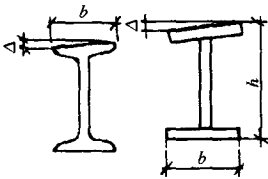
4.4.2 碳素结构钢在环境温度低于  $-16^{\circ}\text{C}$ 、低合金结构钢在环境温度低于  $-12^{\circ}\text{C}$  时, 不得冷矫正和冷弯曲。

矫正后的钢材表面不应有明显的凹痕和损伤, 表面划痕深度不得大于  $0.5\text{mm}$ 。

4.4.3 钢材矫正后的允许偏差应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3

钢材矫正后的允许偏差

序号	项 目	示 意 图	允许偏差 (mm)
1	钢板的局部平面度 ( $\Delta$ ) $t \leq 14$ $t \geq 14$		(在 1m 范围内) 1.5 1.0
2	型钢弯曲 矢高 ( $f$ )		1/1000 5.0
3	角钢肢的垂直度 ( $\Delta$ )		$b/1000$ 双肢栓接角钢的 角度不得大于 $90^\circ$
4	槽钢翼缘的倾斜度 ( $\Delta$ )		$b/80$
5	工字钢、H 型钢翼缘的 倾斜度 ( $\Delta$ )		$b/100$ 2.0

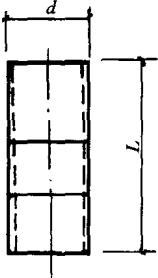
4.4.4 当设计对冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高无规定时，可参照附录 C 的规定进行加工。

4.4.5 零件热加工成形时,加热温度应为 900~1000℃,碳素结构钢在温度下降到 700℃之前、低合金结构钢在温度下降到 800℃之前,应结束加工,并缓慢冷却。

4.4.6 弯曲成形的零件,应用弧形样板检查,当其弦长等于或小于 1500mm 时,样板的弦长应与零件的弦长相等;弯曲零件的弦长大于 1500mm 时,样板的弦长不应小于 1500mm,且其成形部位与样板的间隙不得大于 2.0mm。

4.4.7 管构件外形尺寸的允许偏差应符合表 4.4.7 的规定。

表 4.4.7 管构件外形尺寸的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	示意图
直径 ( $d$ )	$\pm d/500$ $\pm 5.0$	
构件长度 ( $L$ )	$\pm 3.0$	
管口圆度	$d/500$ 5.0	

4.4.8 边缘加工面的允许偏差应符合表 4.4.8 的规定。

表 4.4.8 边缘加工面的允许偏差

项 目	允许偏差
零件宽度、长度	$\pm 1.0\text{mm}$
加工边直线度	$L/3000$ 且不大于 2.0mm
相邻两边夹角	$\pm 6'$
加工面垂直度	$0.025t$ 且不大于 0.5mm
加工表面粗糙度	$\frac{50}{\sqrt{\quad}}$

4.4.9 箱型截面构件中的隔板周边应采用刨(铣)的方法加工,其单块隔板外形尺寸的允许偏差应符合表 4.4.9 的规定。

表 4.4.9 箱型截面构件梁隔板外形尺寸的允许偏差

序 号	项 目	允许偏差 (mm)
1	宽度 $B$	$+0.5$ $0$
2	高度 $H$	$\pm 0.5$
3	对角线长度差	$< 2.0$

4.4.10 焊接坡口加工尺寸和允许偏差按工艺要求确定。



## 4.5 制 孔

4.5.1 采用钻模和板叠套钻制孔应用夹具固定。采用手电钻制孔时，钻杆与工件应保持垂直。采用钻模制孔应符合下列规定：

4.5.1.1 钻套应采用碳素钢或合金钢如 T8、GCr13、GCr15 等制作，热处理后钻套硬度应高于钻头硬度 HRC2~3。

4.5.1.2 钻模板上下两平面应平行，其偏差不得大于 0.2mm，钻孔套中心与钻模板平面应保持垂直，其偏差不得大于 0.15mm，整体钻模制作允许偏差应符合下列规定：

- (1) 相临两孔中心距： $\pm 0.2\text{mm}$
- (2) 两最外排孔中心距： $\pm 0.3\text{mm}$
- (3) 两对角线孔中心距： $\pm 0.45\text{mm}$

4.5.2 A、B 级螺栓孔（Ⅰ类孔）应具有 H12 的精度，孔壁表面粗糙度  $Ra$  不应大于  $12.5\mu\text{m}$ ，其允许偏差应符合表 4.5.2 的规定。

表 4.5.2 A、B 级螺栓孔径的允许偏差（mm）

序号	螺栓公称直径、 螺栓孔直径	螺栓杆公称直径 允许偏差	螺栓孔直径 允许偏差
1	10~18	0 -0.21	+0.18 0
2	18~30	0 -0.21	+0.21 0
3	30~50	0 -0.25	+0.25 0

4.5.3 高强度螺栓等 C 级螺栓和铆钉，孔和直径应比螺栓杆、铆钉杆公称直径大 1.0~3.0mm，孔壁表面粗糙度  $Ra \leq 25\mu\text{m}$ ，孔的允许偏差应符合表 4.5.3 的规定。

表 4.5.3 高强度螺栓和铆钉制孔的允许偏差

序号	名 称		公称直径及允许偏差（mm）						
			12	16	20	(22)	24	(27)	30
1	螺栓	公称直径	12	16	20	(22)	24	(27)	30
		允许偏差	$\pm 0.43$		$\pm 0.52$			$\pm 0.84$	
	螺栓孔	直 径	13.5	17.5	22	(24)	26	(30)	33
		允许偏差	$\begin{matrix} +1 \\ 0 \end{matrix}$						
2	铆钉	公称直径	16		20	(22)	24	30	
		允许偏差	$\pm 0.30$		0.35				
	铆钉孔	直 径	17		21	(23)	25	31	
		允许偏差	$\begin{matrix} +0.5 \\ -0.2 \end{matrix}$			$\begin{matrix} +0.6 \\ -0.2 \end{matrix}$			

续表

序号	名称	公称直径及允许偏差 (mm)	
3	圆度 (最大和最小直径之差)	1.00	1.50
4	垂直度	不得大于 $0.03t$ 且不得大于 2.0 多层板叠组合不得大于 3.0	

4.5.4 零件、部件孔的位置,在编制施工图时,可按照国家标准《形状和位置公差》(GB1184)计算标注;如设计无要求时,孔距的允许偏差应符合表 4.5.4 的规定。

表 4.5.4 孔距的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)			
		$\leq 500$	$> 500 \sim 1200$	$> 1200 \sim 3000$	$> 3000$
1	同一组内相邻两孔间	$\pm 0.7$			
2	同一组内任意两孔间	$\pm 1.0$	$\pm 1.2$		
3	相邻两组的端孔间	$\pm 1.2$	$\pm 1.5$	$\pm 2.0$	$\pm 3.0$

4.5.5 孔的分组应符合下列规定:

4.5.5.1 在节点中连接板与一根杆件相连的所有连接孔划为一组;

4.5.5.2 接头处的孔;

平接头——半个拼接板上的孔为一组;阶梯接头为两接头之间的孔为一组;

4.5.5.3 在两相邻节点或接头间的连接孔为一组,但不包括 4.5.5.1、4.5.5.2 所指的孔。

4.5.5.4 受弯构件翼缘上的连续孔,每 1m 长度内的孔为一组。

4.5.6 制孔后应用磨光机清除孔边毛刺,并不得损伤母材。

## 4.6 组 装

4.6.1 组装的零件、部件应经检查合格,连接面和沿焊缝边缘约 50mm 范围内的铁锈、毛刺、污垢和冰雪等应清除干净。

4.6.2 钢材的拼接应在组装前进行。构件的组装应在部件组装、焊接并矫正后进行。

4.6.3 组装可采用胎夹具方法。当在平台上组装时,平台的平面高低差不得超过 4mm。

4.6.4 构件的组装应根据结构型式、焊接方法和焊接顺序等因素,确定合理的组装顺序。

4.6.5 除工艺要求外零件组装的间隙不得大于 1.0mm。对顶紧接触面应有 75% 以上的面积紧贴,用 0.3mm 塞尺检查,其塞入面积不得大于 25%,边缘最大间隙不得大于 0.8mm。

4.6.6 板叠上所有螺栓孔、铆钉孔等应采用量规检查,其通过率应符合下列规定:

4.6.6.1 用比孔的直径小 1.0mm 量规检查,应通过每组孔数的 85%;

4.6.6.2 用比螺栓公称直径大 0.2~0.3mm 的量规检查应全部通过;

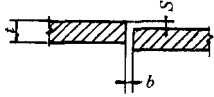
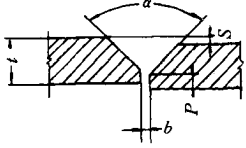
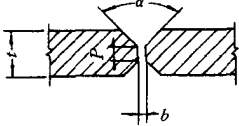
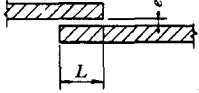
4.6.6.3 量规不能通过的孔,应经施工图编制单位同意后,方可扩钻或补焊后重新钻孔。扩钻后的孔径不得大于原设计孔径 2.0mm;补孔应制定焊补工艺方案并经过审查批准,用与母材强度相应的

焊条补焊，不得用钢块填塞，处理后应做出记录。

4.6.7 铆接的板叠应平直，无毛刺和卷边（铆接的铆钉尺寸和外形应符合附录 D 的规定）。



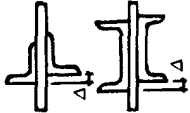
4.6.8 焊接接头组装的允许偏差应符合表 4.6.8 的规定。

表 4.6.8 焊接接头组装的允许偏差

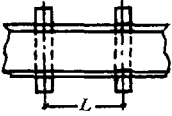
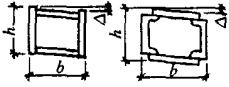
序号	项 目	允许偏差	示 意 图
1	根部间隙 ( $b$ )	$\pm 1.0\text{mm}$	
	错边量 ( $S$ ) $4 < t \leq 8\text{mm}$ $8 < t \leq 20\text{mm}$ $t > 20\text{mm}$	1.0mm 2.0mm $t/10\text{mm}$ 3.0mm	
	坡口角度 ( $\alpha$ ) 钝边 ( $P$ )	$\pm 50^\circ$ $\pm 1.0\text{mm}$	
2	搭接长度 ( $L$ ) 间隙 ( $e$ )	$\pm 5\text{mm}$ 1.0mm	

4.6.9 部件组装的允许偏差不得超过表 4.6.9 的规定。

表 4.6.9 部件组装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	接头间隙 ( $b$ )	1.0	
2	H 型钢： 高度 ( $h$ ) 宽度 ( $b$ ) 偏心 ( $e$ ) 翼缘倾斜 ( $\Delta$ )	$\pm 2.0$ $b/100$ 不大于 2.0 $\pm 2.0$ $b/100$ 不大于 2.0	
3	型钢组合错位 ( $\Delta$ ) 连接处 其它处	1.0 2.0	

续表

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
4	型钢组合缀板 间距 ( $L$ )	$\pm 5.0$	
5	箱型结构： 翼缘倾斜 ( $\Delta$ ) 组装高度 ( $h$ ) 宽度 ( $b$ )	$\Delta < b/100$ 2.0 $\pm 2.0$ $\pm 2.0$	

4.6.10 卷管纵向接缝的两接缝间距离应大于 300mm。

4.6.11 组装定位焊应符合 5.3.7 的规定。在拆除夹具时不得损伤母材，并应对残留的焊疤进行打磨修整。

4.6.12 组装的隐蔽部位应在焊接和涂装检查合格后方可封闭。

4.6.13 组装后应对构件进行检查，合格后方可焊接。

4.6.14 当采用火焰矫正组焊后的变形时，同一部位加热不宜超过两次，加热温度不得超过正火温度，低合金钢加热矫正后应缓慢冷却。

4.6.15 钢柱组装时，柱底面到牛腿支承面间应预留焊接收缩量。

4.6.16 箱型吊车梁宜先组装隔板与上翼缘板（必要时尚应增加工艺隔板），定位并焊接后再组装两侧腹板，最后组装下翼缘板。

4.6.17 标准钢屋架可采用仿形复制法组装，组装前应对样模进行检查确认。

## 5 焊 接

### 5.1 一 般 规 定

5.1.1 焊接设备应具有参数稳定、调节灵活、满足焊接工艺要求和安全可靠的性能。

5.1.2 焊工应经过考试并取得合格证后，方可从事钢结构工程的焊接。

合格证中应注明施焊条件、有效期限。停焊时间达 6 个月及以上，应重新考核。

5.1.3 低氢型焊条经烘干后应放入焊工保温筒内，随用随取。

5.1.4 焊丝和焊钉在使用前应清除油污与铁锈。

5.1.5 施焊前焊工应复查构件接头质量和焊区的处理情况，如不符合要求，应在修整合格后方能施焊。

### 5.2 焊接工艺评定

5.2.1 焊接工艺评定应符合下列规定：

5.2.1.1 首次使用的钢材应进行工艺评定，但当该钢材与已评定过的钢材具有同一强度等级和类似的化学成分时，可不进行焊接工艺评定；

- 5.2.1.2 首次采用的焊接方法；
- 5.2.1.3 采用新的焊接材料施焊；
- 5.2.1.4 首次采用的重要焊接接头型式；
- 5.2.1.5 需要进行预热、后热或焊后热处理的构件。

5.2.2 工艺评定用的钢材、焊接材料和焊接方法应与工程所使用的相同；对于要求熔透的 T 型接头焊缝试件，应与工程实物相当。

5.2.3 焊接工艺评定应由较高技能的焊工施焊。

5.2.4 试件焊缝尺寸的允许偏差应符合表 5.4.4 的规定。焊缝的外观缺陷和超声波探伤检验应符合表 5.4.5 中相应等级标准的规定。对 T 型接头的组合焊缝应做低倍金相试片，检查熔合情况，对埋弧焊试件应测定焊缝成形系数，其值应大于 1.2。

5.2.5 焊接接头的力学性能试验应符合《焊缝金属及焊接接头力学性能试验》(GB2649 ~ 2656) 的规定。

5.2.5.1 焊接接头的力学性能试验应以拉伸和冷弯为主，其它试验应符合设计要求。试件的弯曲试验应做面弯（或背弯）试验，有特殊规定时应做侧弯和冲击试验，每一个焊接试板试件数量应符合下列规定：

- (1) 拉伸试验：2 个；
- (2) 面弯试验：2 个；
- (3) 背弯试验：2 个；
- (4) 侧弯试验：2 个；
- (5) 冲击试验：9 个（焊缝、熔合线、热影响区各 3 个）。

5.2.5.2 力学性能试验的合格标准应符合下列规定：

- (1) 拉伸试验焊接接头的强度不得低于母材强度的最低规定值；
- (2) 冷弯试验合格标准见表 5.2.5.2。

表 5.2.5.2 冷弯试验合格角度

焊接方法	钢材种类	弯心直径	支座间距	弯曲角度
手弧焊	Q235 类	$3a$	$5.2a$	$180^\circ$
	16 锰类	$3a$	$5.2a$	$100^\circ$
	15 锰钒类	$3a$	$5.2a$	$100^\circ$
埋弧焊	Q235 类	$2a$	$4.2a$	$180^\circ$
	16 锰类	$3a$	$5.2a$	$100^\circ$
电渣焊	Q235 类	$2a$	$4.2a$	$150^\circ$
	16 锰类	$3a$	$5.2a$	$100^\circ$

注： $a$  为试样厚度，冷弯试样达到规定角度时，受拉面上的裂纹和缺陷长度不得大于 3.0mm。

5.2.6 栓钉焊接工艺试验应符合下列规定：

5.2.6.1 栓钉焊接部位的拉伸试验，其强度应满足设计要求；

5.2.6.2 栓钉焊焊后应进行弯曲试验检查，锤击栓焊钉头，其焊钉弯曲至  $30^\circ$  时焊缝和热影响区没有肉眼可见裂纹。

5.2.6.3 拉伸与弯曲试验各为 3 个试件（图 5.2.6.3）。

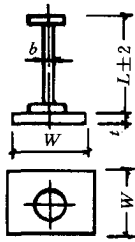


图 5.2.6.3 栓钉焊接工艺评定试件

$W$ —80mm； $t$ —16mm； $L$ —焊后栓钉长度

## 5.3 焊接工艺

5.3.1 钢构件焊接前应根据焊接工艺评定编制焊接工艺指导书，焊接工艺指导书应包括母材、焊接材料、焊接方法、焊接接头型式、组装要求及允许偏差、焊接工艺参数和焊接顺序、预热（包括层间温度）、后热和焊后热处理工艺和焊接检验方法及合格标准等主要内容。

5.3.2 施焊电源的网路电压波动值应在  $\pm 5\%$  范围以内，超过时应增设专用变压器或稳压装置。

5.3.3 焊接过程中应严格按照焊接工艺指导书规定的工艺参数和焊接顺序进行施焊。

5.3.4 对接接头、T型接头、角接接头、十字接头等对接焊缝及组合焊缝应在焊缝的两端设置引弧和引出板，其材料和坡口形式应与焊件相同。引弧和引出的焊缝长度：埋弧焊应大于 50mm；手弧焊及气体保护焊应大于 20mm。焊接完毕应采用气割切除引弧和引出板，并修磨平整，不得用锤击落。

5.3.5 角焊缝转角处宜连续绕角施焊。起落弧点距焊缝端部宜大于 10mm（图 5.3.5a）；角焊缝端部不设引弧和引出板的连续焊缝，起落弧点距焊缝端部宜大于 10mm（图 5.3.5b），弧坑应填满。

5.3.6 下雪或下雨时不得露天施焊。构件焊接区表面潮湿或有冰雪应清除干净。风速超过或等于  $8\text{m/s}$ （二氧化碳保护焊风速  $> 2\text{m/s}$ ）时，应采取挡风措施。

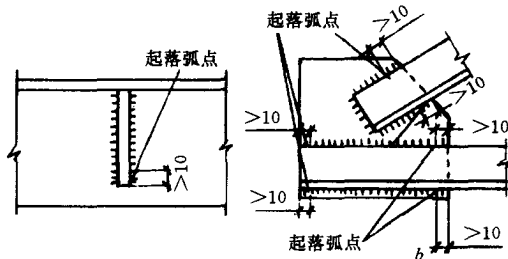


图 5.3.5 起落弧点位置

5.3.7 定位焊工应有焊工合格证，定位焊所使用的焊接材料应与焊件材质相匹配；焊缝厚度不宜超过设计焊缝厚度的  $2/3$  且不应大于 8mm；焊缝长度不宜小于 25mm；定位焊应在焊道以内；定位焊缝不得有裂纹、气孔、夹渣等缺陷。

5.3.8 不得在焊道以外的母材表面引弧、熄弧。在吊车梁、吊车桁架及设计上有特殊要求的其它重要受力构件承受拉应力的区域内，不得焊接临时支架、卡具及吊环等。

5.3.9 多层焊接宜连续施焊，每一层焊道焊完后应及时清理并检查，如发现影响焊接质量的缺陷，应清除后再施焊。焊道层间接头应平缓过渡并错开。

5.3.10 焊缝同一部位的返修次数，不宜超过两次。当超过两次时，应经过焊接技术负责人核准后，按返修工艺进行。

- 5.3.11 焊缝坡口和间隙超差时,不得采用填加金属块或焊条的方法处理。焊缝出现裂纹时,焊工不得擅自处理,应查清原因,订出修补工艺,方可处理。
- 5.3.12 对接和 T 型接头要求熔透的组合焊缝,当采用手弧焊和手弧焊封底,自动焊盖面时,反面应进行清根。
- 5.3.13 要求熔透的焊缝当采用埋弧焊时宜选用直流电源,并应符合下列规定:
- 5.3.13.1 T 型接头要求熔透的组合焊缝,应采用船形埋弧焊或双丝埋弧自动焊;
- 5.3.13.2 厚度  $t \leq 8\text{mm}$  的薄壁构件宜采用二氧化碳气体保护焊;
- 5.3.13.3 厚度大于 50mm 板的对接立焊缝宜采用电渣焊。
- 5.3.14 栓钉焊接前应用角向磨光机对焊接部位进行打磨,彻底清除轧制氧化皮、锈和油污。焊完之后,焊接处未完全冷却之前,不得打碎瓷环。
- 5.3.15 栓钉的穿透焊,应使压型钢板与钢梁上翼缘紧密相贴,其间隙不得大于 1mm。
- 5.3.16 轨道间采用手弧焊焊接时,应符合下列规定:
- 5.3.16.1 轨道焊接宜采用厚度大于或等于 12mm,宽度大于或等于 100mm 的紫铜板弯制成与轨道外形相吻合的垫模;
- 5.3.16.2 焊接的顺序由下向上,先焊轨底后焊轨腰及轨头,最后修补周围;
- 5.3.16.3 施焊轨底的第一层焊道时使用电流稍大些,以保证焊透和便于排渣;
- 5.3.16.4 每焊完一层焊道,必须把熔渣清除干净后才能继续施焊,前后两层焊道的施焊方向应相反;
- 5.3.16.5 钢轨焊接应采取预热、保温和缓冷措施,预热温度为 200 ~ 300℃,保温可采用石棉灰等;
- 5.3.16.6 轨道焊接应选用低氢型焊条施焊。接头的表面层焊缝应采用耐磨焊条施焊。
- 5.3.17 当压轨器的轨板与吊车梁采用焊接时,应采用小直径焊条、小电流跳焊法施焊。
- 5.3.18 柱与柱、柱与梁的焊接接头,当采用大间隙加垫板的接头型式时,第一层焊道应熔透。
- 5.3.19 焊接前预热及层间温度的控制,宜采用测温器具测量(点温计、热电偶温度计等)。钢材的预热温度应符合表 5.3.19 的规定。

表 5.3.19 常用钢材焊前预热温度

强度等级 $\sigma$ (MPa)	钢 号	预 热	
		板厚 (mm)	预热温度 (°C)
235	Q235	> 50	100 ~ 150
345	16Mn	> 36	100 ~ 150
	16Mnq		
390	15MnV	> 36	100 ~ 150
	15MnVq		

预热区在焊道两侧,其宽度应各为焊件厚度的 2 倍以上,且不小于 100mm。环境温度低于 0℃ 时,预(后)热温度应通过工艺试验确定。

5.3.20 焊接 H 型钢,其翼缘板和腹板应采用半自动或自动气割机进行切割,翼缘板只允许在长度方向拼接;腹板则长度、宽度均可拼接,拼接缝可为“十”字形或“T”形,上下翼缘板和腹板的拼接缝应错开 200mm 以上;拼接焊接应在 H 型钢组装前进行。

5.3.21 对需要进行后热处理的焊缝,应在焊接结束后焊缝金属没有完全冷却的时候立即进行,后热

温度为 200~300℃,保温时间可按板厚每 30mm1h 计算,但不得少于 2h。

5.3.22 手弧焊的焊接电流宜符合表 5.3.22 的规定。

表 5.3.22 焊条直径与电流匹配参照

焊条直径 (mm)	φ1.6	φ2.0	φ2.5	φ3.2	φ4	φ5	φ5.8
电 流 (A)	25~40	40~60	50~80	100~130	160~210	200~270	260~300

注:立、横、仰焊电流应比平焊电流小 10%左右,低氢型焊条电流比普通焊条电流大 10%左右。

5.3.23 埋弧焊不同坡口型式的焊接工艺参数宜符合表 5.3.23-1~3 的规定。

表 5.3.23-1 T型接头单道自动埋弧焊工艺参数

焊脚高度 (mm)	焊线直径 (mm)	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	焊接速度 (mm/min)	备 注
6	φ4	600~650	34~36	500~600	船 形 焊
8	φ4	600~650	34~36	400~450	
10	φ4	670~720	33~35	300~350	
	φ5	750~800	34~36	320~400	
12	φ4	670~720	33~35	230~280	
	φ5	750~800	34~36	260~320	


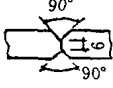
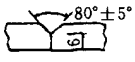
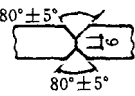
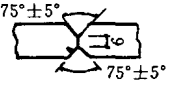
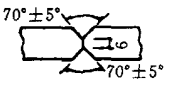
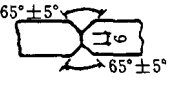
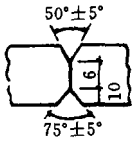
表 5.3.23-2 T型熔透接头自动埋弧焊工艺参数

坡口型式	焊接顺序	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	焊接速度 (mm/min)	备 注
	正	500~550	34~36	250~350 250~350	焊丝 φ4.0; 腹板与水平面 夹角为 30°~40°; 随板厚减小调 节焊接速度和堆 焊层数
	反	720~780	33~35		
	堆焊层	650~700	36~38		
	正	500~550	34~36	250~350 250~350	焊丝 φ4.0; 腹板与水平面 夹角为 30°; 根据实际情况 调节堆焊层数及 焊速
	反	720~780	33~35		
	堆焊层	650~700	36~38		

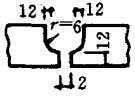
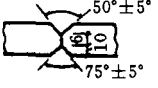
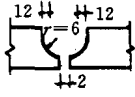


表 5.3.23-3

对接自动埋弧焊工艺参数

板厚 (mm)	焊丝 (mm)	接头型式	焊接 顺序	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	焊接速度 (mm/min)	备注
8	$\phi 4.0$		正 反	480 ~ 530 480 ~ 550	32 ~ 34 30 ~ 32	300 ~ 400	
10	$\phi 4.0$		正 反	500 ~ 580 550 ~ 650	32 ~ 34 30 ~ 32	300 ~ 400	
12	$\phi 4.0$		正 反	480 ~ 530 550 ~ 650	32 ~ 34 30 ~ 32	300 ~ 400	
			正 反	420 ~ 480 600 ~ 650	30 ~ 32 32 ~ 35	300 ~ 400	反面清根
14 ~ 18	$\phi 4.0$		正 反	600 ~ 650 700 ~ 750	33 ~ 36 32 ~ 35	250 ~ 350	
20 ~ 24	$\phi 4.0$		正 反	620 ~ 670 730 ~ 780	32 ~ 34 30 ~ 34	200 ~ 300	
28 ~ 32	$\phi 4.0$		正 1 正 2 反 1 反 2	650 ~ 700 650 ~ 720 750 ~ 800 650 ~ 720	30 ~ 34 34 ~ 37 30 ~ 34 34 ~ 38	200 ~ 250 250 ~ 300	
36	$\phi 4.0$		正 1	650 ~ 700	30 ~ 34	200 ~ 250	
			正 2	760 ~ 720	34 ~ 37	250 ~ 300	
			反 1	750 ~ 800	30 ~ 34		
			反 2	650 ~ 720	34 ~ 38		
			正 1	650 ~ 700	30 ~ 34	250 ~ 300	
			正 2	650 ~ 720	34 ~ 37		
			正 3	650 ~ 720	34 ~ 37		
			反 1	750 ~ 800	30 ~ 34		
反 2	650 ~ 720	34 ~ 37					
40	$\phi 4.0$		正 1	650 ~ 700	30 ~ 34	200 ~ 250 250 ~ 300	反面清根
			正 2	650 ~ 750	32 ~ 34		
			正 3—1	650 ~ 700	30 ~ 34		
			正 3—2	650 ~ 700	30 ~ 34		
			反 1	750 ~ 800	34 ~ 38		
			反 2	650 ~ 700	30 ~ 34		
			反 3—1	650 ~ 750	30 ~ 34		
			反 3—2	650 ~ 750	30 ~ 34		

续表

板厚 (mm)	焊丝 (mm)	接头型式	焊接 顺序	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	焊接速度 (mm/min)	备注
40	$\phi 4.0$		正 1 正 2 正 3 正 4—1 正 4—2 反 1 反 2	700 ~ 750 700 ~ 750 700 ~ 750 700 ~ 750 700 ~ 750 650 ~ 750 650 ~ 750	34 ~ 38 34 ~ 38 34 ~ 38 36 ~ 39 36 ~ 39 30 ~ 34 34 ~ 38	200 ~ 250 150 ~ 200    180 ~ 250 250 ~ 350	反面清根
40	$\phi 5.0$		正 1 其余 各层 反 1 其余 各层	750 ~ 850 800 ~ 850 800 ~ 900 800 ~ 850	34 ~ 37 36 ~ 40 34 ~ 37 36 ~ 40	300 ~ 400   300 ~ 400	反面清根
			正 1 其余 各层 反 1 反 2	750 ~ 850 800 ~ 850 800 ~ 900 800 ~ 850	34 ~ 37 36 ~ 40 34 ~ 37 36 ~ 40	300 ~ 400  300 ~ 400	反面清根

5.3.24 管焊条熔嘴电渣焊工艺参数宜符合表 5.3.24 的规定。

表 5.3.24 管焊条熔嘴电渣焊工艺参数

板厚 (mm)	装配间隙 (mm)	焊条钢管 规格	焊丝直径 (mm)	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	引弧焊剂量 (g)	备注
20	22 ~ 24	$\phi 12 \times 4$	$\phi 3.2$	500 ~ 550	40 ~ 42	150	双管单丝 双管单丝
30	24 ~ 26	$\phi 12 \times 4$	$\phi 3.2$	500 ~ 600	40 ~ 46	200	
40	24 ~ 26	$\phi 12 \times 4$	$\phi 3.2$	500 ~ 600	40 ~ 46	200	
50	26 ~ 28	$\phi 12 \times 4$	$\phi 3.2$	500 ~ 600	40 ~ 46	250	
60	28 ~ 30	$\phi 12 \times 4$	$\phi 3.2$	750 ~ 800	40 ~ 47	300	
70	28 ~ 30	$\phi 12 \times 4$	$\phi 3.2$	750 ~ 850	43 ~ 50	300	
				750 ~ 850	43 ~ 50	300	

5.3.25 碳弧气刨工应经过培训,合格后方可操作。碳弧气刨工艺参数宜符合表 5.3.25 的规定。

表 5.3.25 碳弧气刨工艺参数

碳棒直径 (mm)	电弧长度 (mm)	空气压力 (MPa)	电 流 (A)
$\phi 6.0$	1 ~ 3	0.4 ~ 0.5	230 ~ 300
$\phi 7.0$	1 ~ 3	0.4 ~ 0.5	280 ~ 350

续表

碳棒直径 (mm)	电弧长度 (mm)	空气压力 (MPa)	电 流 (A)
$\phi 8.0$	1~3	0.5~0.6	330~400
$\phi 10.0$	1~3	0.5~0.6	420~500

注：本表适用于碳素结构钢和低合金结构钢直流反接，气刨速度应根据电流和刨槽深度决定。

## 5.4 焊接检验

5.4.1 焊接完毕，焊工应清理焊缝区的熔渣和飞溅物，并检查焊缝外表质量，合格后应在工艺规定的焊缝及部位打上焊工钢印。

5.4.2 碳素结构钢应在焊缝冷却到环境温度、低合金结构钢应在焊接完成 24h 以后进行焊缝外观及内部质量的检验，无损检验应在外观检验合格后进行。

局部探伤的焊缝，有不允许的缺陷时，应在该缺陷两端的延伸部位增加探伤长度，增加的长度应为此焊缝长度的 10%，且不小于 200mm，若仍有不允许的缺陷时，应对该焊缝进行 100% 探伤检查。

5.4.3 根据结构件承受荷载的特点、产生脆断倾向的大小及危害性，将对接焊缝分为三级，并应符合下列规定：

5.4.3.1 一级焊缝应符合下列规定：

(1) 重级工作制和起重量  $Q \geq 50t$  的中级工作制吊车梁腹板和翼缘板以及吊车桁架上下弦杆的拼接焊缝；

(2) 母材板厚：Q235 钢  $t > 38mm$ ，16Mn 钢  $t > 30mm$ ；16Mnq、15MnVq 钢  $t > 25mm$ ，且要求熔敷金属在  $-20^{\circ}C$  的冲击功  $A_{kv} \geq 27J$ ，承受动载或静载结构的全焊透对接焊缝。

5.4.3.2 除上款规定外的其它全焊透对接焊缝及吊车梁腹板和翼缘板间组合焊缝为二级焊缝。

5.4.3.3 承载焊接实腹梁和桁架等重要构件上的角焊缝其表面缺陷应符合二级焊缝的规定。

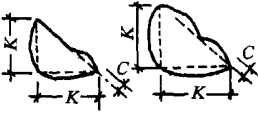
5.4.3.4 非承载的不要求焊透或部分焊透的对接焊缝、组合焊缝以及角焊缝为三级焊缝。

5.4.4 角焊缝的焊脚尺寸应符合设计要求，角焊缝外形尺寸允许偏差应符合表 5.4.4-1 的规定。要求焊透的对接焊缝和组合焊缝的外形尺寸及允许偏差应符合表 5.4.4-2 的规定。

表 5.4.4-1 非熔透组合焊缝和角焊缝外形尺寸的允许偏差

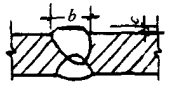
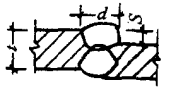
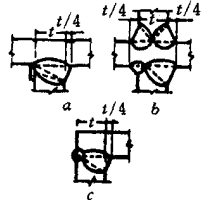
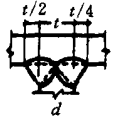
序号	项目	示 意 图	允许偏差 (mm)	
			$K \leq 6$	$K > 6$
1	焊脚尺寸 (K)		+1.5 0	+3.0 0

续表

序号	项目	示意图	允许偏差 (mm)	
			$K \leq 6$	$K > 6$
2	角焊缝 余高 (C)		+1.5 0	+3.0 0

注： $K > 8.0\text{mm}$ 的角焊缝其局部焊脚尺寸允许低于设计要求值 $1.0\text{mm}$ ，但总长度不得超过焊缝长度的 $10\%$ 。焊接梁的腹板与翼缘板间焊缝的两端，在其两倍翼缘板宽度范围内，焊缝的焊脚尺寸不得低于设计要求值。

表 5.4.4-2 对接焊缝和组合焊缝的外形尺寸及允许偏差 (mm)

序号	项目	质量标准		示意图
		一、二级	三 级	
1	对接焊缝 余高 (c)	$b < 20$ $c = 1.5 \begin{matrix} +1.5 \\ -1 \end{matrix}$ $b \geq 20$ $c = 2.0 \begin{matrix} +1.0 \\ -1.5 \end{matrix}$	$b < 20$ $c = 2.0 \pm 1.5$ $b \geq 20$ $c = 2.5 \begin{matrix} +1.5 \\ -2 \end{matrix}$	
2	对接焊缝 错边 (S)	$d < 0.1t$ 但不得大于 2.0	$d < 0.15t$ 但不得大于 3.0	
3	焊透的组合 焊缝 (K)	$K \geq \frac{t}{4} \begin{matrix} +4 \\ 0 \end{matrix}$ $\leq 10$		
4	吊车梁翼缘 板和腹板的 组合焊缝 (K)	$K \leq \frac{t}{2} \begin{matrix} +3 \\ 0 \end{matrix}$ $\leq 10$		

注：重级工业制和起重量  $Q \geq 50\text{t}$  的中级工作制吊车梁腹板上翼缘的组合焊缝焊脚应为  $t/2$  且不大于  $10\text{mm}$ 。

5.4.5 焊缝内部缺陷分级应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB11345)的规定,焊缝质量等级及缺陷分级应符合表 5.4.5 的规定。板厚小于等于 10mm,应采用射线进行内部探伤检验,内部缺陷分级应符合现行国家标准《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》(GB3323) II 级和 III 级的规定。

5.4.6 焊缝金属表面应平缓过渡,焊波应均匀,焊缝表面缺陷应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 焊缝质量等级及缺陷分级

焊缝质量等级		一级	二 级	三 级
内部缺陷超 声波探伤	评定等级	II	III	
	检验等级	B 级	B 级	
	探伤比例	100%	20%	
外观缺陷	未焊满	不允许	$\leq 0.2 + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ 每 100mm 焊缝内缺陷 总长 $\leq 25\text{mm}$	$\leq 0.2 + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$ 每 100mm 焊缝内缺陷 总长 $\leq 25\text{mm}$
	根部收缩	不允许	$\leq 0.2 + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$	$\leq 0.2 + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$  长 度 不 限
	咬 边	不允许	$\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$ 连续长度 $\leq 100\text{mm}$ 且 焊缝两侧咬边总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长	$\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ 长度不限
	裂 纹	不 允 许		
	电弧探伤	不允许		个别电弧擦伤允许存在
	飞 溅	清 除 干 净		
	接头不良	不允许	缺口深度 $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$ 每 1m 焊缝不得超过 1 处	缺口深度 $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ 每 1m 焊缝不得超过 1 处
表面气孔	不 允 许		每 50mm 长度焊缝内 允许直径 $\leq 0.4t$ 且 $\leq 3\text{mm}$ 气孔 2 个 孔距 $\geq 6$ 倍孔径	

注:(1) 超声波探伤用于全熔透焊缝,其探伤比例按每条焊缝长度的百分数计,且不小于 200mm;

(2) 咬边如经磨削修整并平滑过渡,则只按焊缝最小允许厚度值评定;

(3) 表内  $t$  为连接处较薄的板厚。

5.4.7 栓钉焊应进行弯曲试验检查,检查数量为 1%;当用锤击焊钉头,使其弯曲至  $30^\circ$  时,焊缝和热影响区不得有肉眼可见裂纹。

## 6 涂装、编号

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 钢构件的除锈和涂装应在制作质量检验合格后进行。
- 6.1.2 钢构件的涂装应编制作业设计或工艺卡，并应作施工及检验记录。
- 6.1.3 涂装前应对涂装施工人员进行专业培训，熟悉有关涂料的性能和涂层作业要领后，方可施工。

### 6.2 涂装前表面处理

- 6.2.1 除锈前，应将钢材表面的毛刺、杂物和焊疤清除干净。
- 6.2.2 钢构件除锈完成后应于 24h 内涂好第一道防锈底漆。
- 6.2.3 构件表面的除锈方法和除锈等级应符合表 6.2.3 的规定，其质量要求应符合现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》(GB8923) 的规定。

表 6.2.3 除锈质量等级

除锈方法	喷射或抛射除锈			手工和动力工具除锈	
除锈等级	Sa2	Sa2 $\frac{1}{2}$	Sa3	St2	St3

除锈方法应采用喷射或抛射的方法进行，无条件采用以上方法时，可采用手工机械除锈。

构件表面除锈方法与质量等级应与设计选用的涂料种类相适应，当设计无要求时，除锈等级不得低于 Sa2 或 St3 级。

### 6.3 涂料管理

- 6.3.1 各种涂装材料的品种规格，应符合设计要求。

其技术条件应符合国家现行有关标准的规定。对超过使用保管期限的涂料，应进行复验，合格后方可使用。

- 6.3.2 涂料的存放和保管要有专人负责，作业现场不宜贮存过多的涂料，并应有严禁烟火的警示牌和防火器具。

### 6.4 涂装及编号

- 6.4.1 涂装环境温度应符合涂料产品说明书的规定，无规定时，环境温度应在 5~35℃ 之间，相对湿度不应大于 85%。构件表面有结露或油污等，不得作业。涂装后 4h 内不得淋雨。

- 6.4.2 施工图中注明不涂装的部位和安装焊缝处的 30~50mm 宽范围内以及高强螺栓摩擦连接面不得涂装。

- 6.4.3 涂料使用前应搅拌均匀，配好的涂料应当天用完，涂装时不得任意添加稀释剂。

- 6.4.4 涂层的厚度应符合设计要求。当设计无要求时，宜涂装 4~5 遍，干漆膜总厚度应符合表 6.4.4 规定，其允许偏差为  $-25\mu\text{m}$ 。涂装工程由工厂和安装单位共同承担时每遍涂层干漆膜厚度的允许偏差为  $-5\mu\text{m}$ 。

表 6.4.4

干漆膜总厚度

名 称	室内 ( $\mu\text{m}$ )	室外 ( $\mu\text{m}$ )
干漆膜总厚度	$\geq 120$	$\geq 140$
底漆漆膜厚度	$\geq 50$	$\geq 75$

设计要求涂装防火涂料的钢结构,应执行国家现行有关标准规定。

6.4.5 涂层应均匀饱满,不得漏涂、误涂,表面不应有起泡、脱皮和返锈,并应无明显皱皮、流坠等缺陷。

6.4.6 面漆的颜色应符合设计要求。前一涂层干燥后方可涂下一道涂层。

6.4.7 当漆膜局部损伤时,应清理损伤的漆膜,按原涂装工艺进行补涂。

6.4.8 构件涂装后,应按图纸进行编号。对大型或重要的构件还应标注重量、重心、吊装位置和定位标记等记号。

## 6.5 涂装检验

6.5.1 需最终涂装或补漆的钢结构,应在结构安装质量检查合格后进行。采用的涂料应符合设计要求。

6.5.2 最终涂装前应清除结构表面的泥砂、灰尘和油污等。

6.5.3 烘烤或机械损伤的涂层,应重新进行基层处理,并按原涂装工艺进行补涂。

6.5.4 最终涂装作业时,应注意保留重要构件的编号和定位标记。

6.5.5 高强度螺栓安装完后,应将连接板周围封闭,再进行涂装工作。对腐蚀性严重的车间,应用防腐腻子将螺栓、螺母、垫圈及连接板周围封闭后,方可进行防腐涂装施工。

6.5.6 钢结构的最终涂装色标应符合设计要求,涂装厚度应符合 6.4.4 的规定。

## 7 构件验收

### 7.1 验收前的工作

7.1.1 构件验收应在成品矫正合格后进行。

7.1.2 成品构件应经制作单位检查符合设计要求和本规程的规定,并提交构件质量自检记录表后由质检部门组织检验,合格后签发构件出厂合格证。

### 7.2 构件验收标准

7.2.1 构件验收标准应符合表 7.2.1-1~7.2.1-8 的规定。

表 7.2.1-1

单层钢柱外形尺寸的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图	
1	柱底面到柱端与桁架连接的最上一个安装孔的距离 ( $L$ )	$\pm L/1500$ $\pm 15.0$		
2	柱底面到牛腿支承面距离 ( $L_1$ )	$\pm L_1/2000$ $\pm 5.0$		
3	连接同一构件的安装孔, 任意两组孔距	$\pm 2.0$		
4	受力支托板表面到第一个安装孔距离 ( $a$ )	$\pm 1.0$		
5	牛腿面的翘曲 ( $\Delta$ )	2.0		
6	柱身弯曲矢高 ( $f$ )	$H/1000$ 12.0		
7	柱身扭曲: 牛腿处 其它处	3.0 8.0		
8	柱截面几何尺寸的偏差: 连接处 其它处	$\pm 2.0$ $\pm 3.0$		
9	柱脚底板平面度	5.0		
10	柱脚螺栓孔对底板中心轴线的距离 ( $a$ )	$\pm 1.5$		
11	翼缘板腹板垂直度: 连接处 其它处	1.5 $b/100$ 5.0		



表 7.2.1-2

多节钢柱外形尺寸的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	一节柱长度 ( $L$ )	+3.0	
2	两端最外侧安装孔距离 ( $L_3$ )	$\pm 2.0$	
3	柱底刨平面到牛腿支承面的距离 ( $L_1$ )	$\pm 2.0$	
4	柱底铣平面到第一安装孔距离 ( $a$ )	$\pm 1.0$	
5	柱身弯曲矢高 ( $f$ )	$f = L/1500$ 5.0	
6	一节柱的柱身扭曲	$H/250$ 5.0	
7	牛腿端孔到柱轴线距离 ( $L_2$ )	+3.0	
8	牛腿的翘曲 $L_2 \leq 1000\text{mm}$ $L_2 > 1000\text{mm}$	2.0 3.0	
9	柱截面几何尺寸： 连接处 其它处	$\pm 2.0$ $\pm 3.0$	
10	柱腿底板平面底 柱脚螺栓孔对底板中心轴线 距离	5.0 $\pm 1.5$	
11	翼缘板垂直度： 连接处 其它处	1.5 $b/100$ 5.0	
12	箱型截面连接处对角线差	3.0	
13	柱身板平面度	$h(b)/150$ 5.0	

表 7.2.1-3

焊接吊车梁的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	梁跨度 $L$ 的偏差： 端部刀板封头 凸缘支座板 其他形式	0 -5.0 $\pm L/2500$ $\pm 10.0$	
2	$H \leq 2m$ 端部高度 ( $H$ ) $H > 2m$	$\pm 2.0$ $\pm 3.0$	
3	两端最外侧安装孔距离 ( $L_1$ )	$\pm 3.0$	
4	$L < 24m$ $f = 5.0$ $L \geq 24m$ $f = 8.0$	$\pm 3$ 不得 $\pm 4$ 下挠	
	上翼缘焊接压轨器 $L < 24m$ $f = 5.0$ $L \geq 24m$ $f = 8.0$	$\pm 3$ 0 不得 $\pm 4$ 下挠 0	
5	翼缘板倾斜度 ( $q$ ) 翼缘板宽度 ( $b$ )	$b/100$ 2.0 $\pm 2.0$	
6	吊车梁上翼缘与轨道接触面平直度	1.0	
7	腹板中心线偏移 ( $e$ )	2.0	
8	侧弯矢高 ( $f_1$ )	$L/2000$ 10.0	
	扭曲 (梁高 $h$ )	$h/250$ 10.0	
9	腹板局部平面度 ( $f_2$ ) (1m 范围内)		
	$t \leq 14mm$ $t > 14mm$	5.0 4.0	

表 7.2.1-4

箱型吊车梁的允许偏差

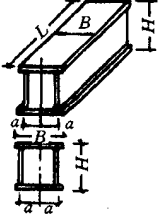
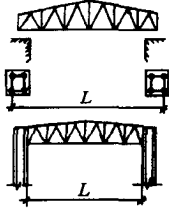
序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	梁高 ( $H$ ) $H \leq 2\text{m}$ $H > 2\text{m}$	$\pm 2.0$ $\pm 4.0$	
2	跨度 $L$ (两端孔中心距)	$\pm 0.15L$ $\pm 5.0$ ( $L$ 以 m 为单位)	
3	全长	$\pm L/2500$ $\pm 10.0$	
4	两腹板到箱型截面中心线距离 ( $a$ ): 连接处 其他处	1.0 1.5	
5	盖板宽 ( $B$ )	$\pm 3.0$	
6	连接处对角线差	3.0	
7	起拱度 ( $f$ ) $L < 24\text{m}$ $f = 5.0$ $L \geq 24\text{m}$ $f = 8.0$	$\pm 3.0$ 不得下挠 $\pm 4.0$	

表 7.2.1-5

屋架、屋架梁及其他桁架外形尺寸的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	桁架跨度 $L$ 最外端距离的两个孔、或两端支承面最外侧 $L$ 距离 ( $L$ ) $L \leq 24\text{m}$ $L > 24\text{m}$	+3.0 -7.0 +5.0 -10.0	
2	桁架或天窗中点高度	$\pm 5.0$	
3	桁架按设计要求起拱不要求起拱	$\pm L/5000$ +10.0 吊车桁架 不得下挠	

续表

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
4	固定其他构件的孔中心距离 偏差 ( $\Delta$ ) $L_1$ $L_2$	$\pm 3.0$ $\pm 1.5$	
5	在支点处、固定桁架上下弦 杆的安装孔距离 ( $L_3$ )	$\pm 2.0$	
6	支承面到第一个安装孔距离 ( $a$ )	$\pm 1.0$	
7	桁架弦杆在相邻节间不平直 度	$L/1000$ 5.0	
8	杆件轴线交点错位	3.0	
9	檩条连接支座间距 ( $L$ )	$\pm 5.0$	

表 7.2.1-6

钢平台和钢梯外形尺寸的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	平台长度和宽度	$\pm 4.0$	
2	平台两对角线差 $ L_1 - L_2 $	6.0	
3	平台表面平面度 (1m 范围内)	5.0	
4	钢梯长度	$\pm 5.0$	
5	钢梯宽度	$\pm 3.0$	
6	钢梯上安装孔距离	$\pm 3.0$	
7	钢梯纵向翘起矢高	$< L/1000$	
8	钢梯踏步间距 ( $a_1$ )	$\pm 5.0$	
9	钢梯踏步板不平直度	$L/100$	

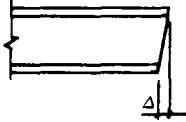
续表

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
10	钢梯栏杆高度	$\pm 5.0$	
11	栏杆间立柱间距	$\pm 10.0$	

表 7.2.1-7 墙梁、联结系构件外形尺寸的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	构件两端最外侧安装孔距离 ( $L_1$ )	$\pm 3.0$	
2	构件长度 ( $L$ )	$\pm 5.0$	
3	构件弯曲矢高	$L/1000$ 10.0	

表 7.2.1-8 钢轨的允许偏差

1	全长弯曲矢高 (两个方向)	$L/1000$ 3.0	
2	端面倾斜	2.0	

7.2.2 焊接 H 型钢的验收标准应符合国家现行标准《焊接 H 型钢》(YB3301) 的规定。

## 7.3 构件验收资料

7.3.1 钢构件出厂时,应提交下列资料:

- 7.3.1.1 产品合格证;
- 7.3.1.2 施工图的设计变更文件;
- 7.3.1.3 制作中技术问题处理的协议文件;
- 7.3.1.4 钢材连接材料和涂装材料的质量证明或试验报告;
- 7.3.1.5 焊接工艺评定报告;
- 7.3.1.6 高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验报告,焊缝无损检验报告及涂层检测资料;
- 7.3.1.7 主要构件检验记录;
- 7.3.1.8 预拼装记录;
- 7.3.1.9 构件发运和包装清单。

# 8 高强度螺栓连接

## 8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于扭剪型高强度螺栓和高强度大六角头螺栓的摩擦连接的施工与验收。

钢结构工程用高强度螺栓的承压连接和受拉连接，以及高强度螺栓除扭矩法外的其他紧固方法，应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

## 8.2 高强度螺栓连接副

8.2.1 高强度螺栓连接副（以下简称高强度螺栓）的型式、规格及技术条件应符合设计要求和现行国家标准的规定，生产厂应出具质量证明书。

8.2.2 螺栓的储运应符合下列规定：

8.2.2.1 螺栓存放应防潮、防雨、防粉尘，并按类型和规格分类存放。

8.2.2.2 螺栓应轻拿轻放，防止撞击、损坏包装和损伤螺纹。

8.2.2.3 螺栓应在使用时方可打开包装箱，并按当天使用的数量领取。使用剩余的螺栓应当天回收，并按批号和规格保管。

8.2.2.4 螺栓的发放和回收应作记录。

8.2.3 对长期保管或保管不善而造成螺栓生锈及沾染脏物等可能改变螺栓的扭矩系数或性能的螺栓，应视情况进行清洗、除锈和润滑等处理，并对螺栓进行扭矩系数或预拉力检验，合格后方可使用。

## 8.3 高强应螺栓连接的构件

8.3.1 高强度螺栓连接构件的孔径、孔距应符合设计要求，其制作允许偏差应符合本规程 4.5 的有关规定。

8.3.2 螺栓摩擦面应平整、干燥，表面不得有氧化铁皮、毛刺、焊疤、油漆和油污等。

## 8.4 高强度螺栓连接的现场试验

8.4.1 高强度螺栓连接应于施工前进行摩擦面的抗滑移系数试（复）验、扭矩系数试（复）验或螺栓预拉力复验，其结果符合标准规定时方可施工。

8.4.2 螺栓连接面的抗滑移系数试验应符合下列规定：

8.4.2.1 试件应符合下列规定：

(1) 在每个单位工程中，制作和安装前，应按每种构件钢号及表面处理工艺的实际组合，进行连接面的抗滑移系数试验和复验；

(2) 每次试（复）验各为 3 组试件，应在构件制作的同时制备，宜采用双盖板双螺栓直线排列的试件，如图 8.4.2 和表 8.4.2 所示。



图 8.4.2 抗滑移系数试件

注： $L_1$  长度由试验机夹具而定

表 8.4.2 抗滑移试件规格 (单位 mm)

螺栓规格	芯板	侧板	板宽	边距	孔距
$d$	$\delta_1$	$\delta_2$	$b$	$a_1$	$a$
16	16	8	75	40	60
20	20	10	100	50	70
22	22	12	105	55	80
24	25	14	110	60	90

8.4.2.2 试验在拉力试验机上进行,应按下式计算抗滑移系数:

$$\mu = \frac{F}{n_f \cdot \sum P_t}$$

式中  $F$ ——试件开始滑动时的拉力荷载 (kN);

$n_f$ ——摩擦面数,当采用标准试件时 ( $n_f = 2$ );

$\sum P_t$ ——试件滑移侧螺栓预拉力之和 (kN)。

试验应符合下列规定:

- (1) 试件所用高强度螺栓的安装和紧固应符合高强度螺栓施工的有关规定;
- (2) 宜采用合格的高强度螺栓连接副 (变异系数  $\leq 10\%$ ) 进行试验;
- (3) 宜采用能直接测得试件滑移侧滑移时螺栓预拉力的装置进行试验,测得滑移荷载精度应为  $\pm 5\%$ 。

8.4.2.3 3组试件抗滑移系数值均应大于或等于设计值。试验合格试件的摩擦面表面状态应作为工程实际高强度螺栓摩擦面表面状态质量控制的样板。

8.4.2.4 抗滑移系数试验不合格的构件,其摩擦面应重新进行处理,并采用钢号与构件相同、表面经过重新处理的试件进行抗滑移系数试验。

8.4.3 高强度大六角头螺栓施工前进行扭矩系数试 (复) 验,应符合下列规定:

8.4.3.1 扭矩法施工的高强度大六角头螺栓施工前应进行扭矩系数试验,以确定其连接副的扭矩系数。对制造厂保证扭矩系数的螺栓应进行扭矩系数复验。

8.4.3.2 扭矩系数试验方法应符合下列规定:

- (1) 在同一批高强度大六角头螺栓连接副中,随机抽样 8 个;
- (2) 逐颗在轴力计上使用扭矩扳手紧固螺栓,当轴力计显示出的螺栓预拉力在表 8.4.3.2 范围内时 (10.9 级),记录扭矩  $M$  和螺栓预拉力  $P$ ;

表 8.4.3.2 高强度大六角头螺栓扭矩系数试验轴力范围

螺栓公称直径 (mm)	12	16	20	(22)	24	(27)	30
最大值 (kV)	59	113	177	216	250	324	397
(t)	6.0	(11.5)	(18.0)	(22.0)	(25.5)	(33.0)	(40.5)

续表

螺栓公称直径 (mm)	12	16	20	(22)	24	(27)	30
最小值 (kV) (t)	49 (5.0)	93 (9.5)	142 (14.5)	177 (18.0)	206 (21.0)	265 (27.0)	329 (33.9)

(3) 计算螺栓连接副扭矩系数平均值和标准偏差。

当螺栓为保证扭矩系数供货时,同批螺栓连接副的扭矩系数平均值应在 0.11~0.15 范围内,标准偏差( $\sigma$ )不应大于 0.01。

8.4.4 扭剪型高强度螺栓连接副的预拉力复验应符合下列规定:

8.4.4.1 试验方法应符合下列规定:

(1) 在同一批高强度螺栓连接副中随机抽样 5 个;

(2) 逐颗在轴力计上使用专用终拧扳手紧固,直至将螺栓的梅花卡头拧掉,记录螺栓预拉力值  $P$ ;

(3) 计算螺栓预拉力平均值  $\bar{P}$  和变异系数  $\lambda = \sigma / \bar{P}$ 。

8.4.4.2 试验结果应符合表 8.4.4.2 的规定。不合格的螺栓,应交螺栓制造厂处理。

表 8.4.4.2 高强度扭剪型螺栓预拉力标准

公称直径 (mm)		16	20	(22)	24
每批紧固轴力的 平均值 (kV) (t)	公称	109 (11.1)	169.5 (17.4)	211 (21.5)	245 (25)
	最大	119.5 (12.2)	186 (19)	231 (23.6)	269.5 (27.5)
	最小	99 (10.1)	154 (15.7)	191 (19.5)	222.5 (22.5)
紧固轴力变异系数 ( $\lambda$ )		$\leq 10\%$			

8.4.4.3 对因螺栓长度短而不能进行预拉力复验的螺栓,可用强度或硬度试验代替。

## 8.5 高强度螺栓的安装

8.5.1 高强度螺栓的长度应按下式计算:

$$L = L' + ns + m + 3P$$

式中  $L'$ ——被连接的板叠厚度 (mm);

$n$ ——垫圈数,扭剪型螺栓  $n = 1$ ,大六角头螺栓  $n = 2$ ;

$s$ ——垫圈公称厚度 (mm);

$m$ ——螺母公称厚度 (mm);

$P$ ——螺纹螺距 (mm)(见表 8.5.1)。



表 8.5.1 螺纹螺距  $P$ 




螺栓公称直径 (mm)	12	16	20	(22)	24	(27)	30
螺距 (mm)	1.75	2	2.5	2.5	3	3	3.5

经计算螺栓长度  $L < 100\text{mm}$  时, 对个位数按 2 舍 3 进的原则取 5 的整数; 当  $L > 100\text{mm}$  时按 4 舍 5 进的原则取 10 的整倍数。

8.5.2 采用表面处理生锈工艺的摩擦面, 应用细钢丝刷清除表面的浮锈, 并应符合 8.3.2 的规定。

8.5.3 板叠间隙的处理, 应符合表 8.5.3 的规定。

表 8.5.3 板叠间隙处理

序号	示意图	处理方法
1		$d \leq 1.0\text{mm}$ 不处理
2		$1.0 < d \leq 3.0\text{mm}$ 将厚板一侧磨成 1:10 的缓坡, 使间隙小于 1.0mm
3		$d > 3.0\text{mm}$ 加垫板、垫板上下摩擦面的处理应与构件相同

8.5.4 高强度螺栓连接的接头, 当对结构进行组装和校正时, 应采用临时螺栓和冲钉作临时连接, 每个节点所需用的临时螺栓和冲钉数量应按安装时可能产生的荷载计算确定, 并应符合下列规定:

8.5.4.1 所用临时螺栓与冲钉之和不应少于节点螺栓总数的  $1/3$ 。

8.5.4.2 临时螺栓不应少于 2 颗。

8.5.4.3 所用冲钉数不宜多于临时螺栓的 30%。

8.5.5 结构安装精度校正符合本规程的有关规定后, 方可安装高强度螺栓。高强度螺栓的安装应符合下列规定:

8.5.5.1 螺栓穿入方向应力求一致, 并便于操作。

8.5.5.2 螺栓连接副安装时, 螺母凸台一侧应与垫圈有倒角的一面接触, 大六角头螺栓的第二个垫圈有倒角的一面应朝向螺栓头。

8.5.5.3 螺栓应自由穿入螺栓孔, 对不能自由穿入的螺栓孔, 应用铰刀或挫刀进行修整, 不得将螺栓强行装入或用火焰切割螺栓孔。修整后的螺栓孔最大直径不得大于  $1.2D$  ( $D$  为螺栓孔的公称直径), 修孔时应将周围螺栓全部拧紧, 使板叠密贴, 防止切屑落入板叠间。

8.5.5.4 不得在雨中安装高强度螺栓。

8.5.6 焊接和高强度螺栓连接并用, 当设计无要求时, 应按先栓后焊原则施工。

## 8.6 高强度螺栓的紧固

8.6.1 高强度螺栓紧固用的扭矩扳手，班前和班后应进行校核，对误差大于5%的扭矩扳手要更换或重新标定。

8.6.2 高强度螺栓的紧固应分初拧和终拧两次进行，对初拧后仍不能使板叠密贴的大型节点还应进行复拧，直到板叠密贴方可进行终拧。大六角头高强度螺栓的初拧和复拧扭矩值宜为终拧扭矩值的50%；终拧扭矩应按下式计算：

$$T_c = k \cdot P_c \cdot d \quad (8.6.2-1)$$

$$P_c = P + \Delta P \quad (8.6.2-2)$$

式中  $T_c$ ——终拧扭矩 (N·m)；

$P_c$ ——螺栓施工预拉力 (kN)，大六角头螺栓施工预拉力应符合表 8.6.2-1 的规定；

$P$ ——高强螺栓设计预拉力 (kN)，见表 8.6.2-2；

$\Delta P$ ——预拉力损失值 (kN)，一般取  $P$  的 10%；

$k$ ——高强度螺栓连接副扭矩系数，按 8.4.3 规定试验确定；

$d$ ——螺栓公称直径 (mm)。

表 8.6.2-1 大六角头螺栓施工 (标准) 预拉力 (kN)

螺栓的性能等级	螺栓公称直径 (mm)						
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8s	50	75	120	150	170	225	275
10.9s	60	110	170	210	250	320	390

表 8.6.2-2 高强度螺栓设计预拉力 (kN)

螺栓的性能等级	螺栓公称直径 (mm)						
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8s	45	70	110	135	155	205	250
10.9s	55	100	155	190	220	290	355

扭剪型高强度螺栓的初拧扭矩值宜按公式 (8.6.2-3) 计算。

$$T_0 = 0.065 P_c \cdot d \quad (8.6.2-3)$$

式中  $T_0$ ——初拧扭矩 (N·m)。

其他符号含义同公式 (8.6.2-2)。

$$P_c = P + \Delta P \quad (8.6.2-2)$$

8.6.3 高强度螺栓应在螺母上施加扭矩，其紧固顺序一般应由接头中心顺序向外侧进行 (三个方向)。初拧、复拧和终拧后螺栓应用不同颜色的涂料在螺母上作出标记。

8.6.4 经初拧和复拧后的扭剪型高强度螺栓应采用专用扳手终拧，直至梅花卡头被扳手拧掉。对不能使用专用扳手进行终拧的扭剪型高强度螺栓，应采用扭矩法 (同高强度大六角头螺栓) 紧固，并在螺栓尾部梅花卡头上作标记。

## 8.7 高强度螺栓连接的检查验收

8.7.1 高强度螺栓连接的检查应提供下列资料：

- 8.7.1.1 高强度螺栓质量保证书；
- 8.7.1.2 高强度螺栓连接面抗滑移系数试验报告；
- 8.7.1.3 高强度大六角头螺栓扭矩系数试（复）验报告；
- 8.7.1.4 扭剪型高强度螺栓预拉力复验报告；
- 8.7.1.5 扭矩扳手标定记录；
- 8.7.1.6 高强度螺栓施工记录；
- 8.7.1.7 高强度螺栓连接工程质量检验评定表。

8.7.2 高强度大六角头螺栓紧固检查应符合下列规定：

8.7.2.1 用 0.3~0.5kg 的小锤逐颗敲击螺栓，检查其紧固程度，防止螺栓漏拧；

8.7.2.2 紧固扭矩的检查应符合下列规定：

(1) 检查数量：每个节点螺栓数的 10%，但不少于 1 颗应进行扭矩抽检。

(2) 测得的扭矩应在  $0.9T_{ch} \sim 1.1T_{ch}$  范围内， $T_{ch}$  按下式计算：

$$T_{ch} = K \cdot P \cdot d$$

式中  $T_{ch}$ ——检查扭矩 (N·m)；

$K$ ——高强度螺栓连接副扭矩系数 (同 8.6 节)；

$P$ ——高强度螺栓设计预拉力 (kN)；

$d$ ——螺栓公称直径 (mm)。

(3) 对扭矩扳手班前班后必须进行校核，其误差不得大于 3%。

(4) 如有不符合上述规定的节点，应扩大 10% 进行抽检，如仍有不符合规定者，则整个节点应重新紧固并检查；

8.7.2.3 对扭矩低于下限值的螺栓应进行补拧；对超过上限值的应更换螺栓；

8.7.2.4 扭矩检查应在终拧 1h 后进行，并应在 24h 以内检查完毕。

8.7.3 扭剪型高强度螺栓紧固检查应符合下列规定：

8.7.3.1 目视确认螺栓梅花卡头被专用扳手拧掉，即判终拧合格；

8.7.3.2 对不能采用专用扳手紧固的螺栓，应按高强度大六角头螺栓检验方法检查。不得采用专用扳手以外的方法将螺栓的梅花卡头取掉。

## 8.8 封闭和涂装

8.8.1 经检查合格的高强度螺栓节点，应及时用厚涂料或腻子封闭，对于接触腐蚀介质的接头，应用防腐腻子封闭。

8.8.2 节点的除锈和涂装应符合本规程 6 的规定进行。

## 9 钢结构安装

### 9.1 一般规定

9.1.1 钢结构安装前，应按构件明细表核对进场的构件，核查质量证明书、设计更改文件、构件交

工所必需的技术资料以及大型构件预装排版图。

构件应符合设计要求和本规程的规定，对主要构件（柱子、吊车梁和屋架等）应进行复检。

9.1.2 构件在运输和安装中应防止涂层损坏。

9.1.3 构件在安装现场进行制孔、组装、焊接和螺栓连接时，应符合本规程的有关规定。

9.1.4 构件安装前应清除附在其表面上的灰尘、冰雪、油污和泥土等杂物。

9.1.5 钢结构需进行强度试验时，应按设计要求和有关标准规定进行。

9.1.6 钢结构的安装工艺，应保证结构稳定性和不致造成构件永久变形。对稳定性较差的构件，起吊前应进行稳定性验算，必要时应进行临时加固。

大型构件和细长构件的吊点位置和吊环构造应符合设计或施工组织设计的要求。对大型或特殊构件吊装前应进行试吊，确认无误后方可正式起吊。

9.1.7 钢结构的柱、梁、屋架、支撑等主要构件安装就位后，应立即进行校正、固定。对不能形成稳定的空间体系的结构，应进行临时加固。

9.1.8 钢结构安装、校正时，应考虑外界环境（风力、温差、日照等）和焊接变形等因素的影响，由此引起的变形超过允许偏差时，应对其采取调整措施。

## 9.2 施工准备

9.2.1 钢结构安装应具备下列设计文件：

9.2.1.1 钢结构设计图；

9.2.1.2 建筑图；

9.2.1.3 有关基础图；

9.2.1.4 钢结构施工详图；

9.2.1.5 其他有关图纸及技术文件。

9.2.2 钢结构安装前，应进行图纸自审和会审，并符合下列规定：

9.2.2.1 图纸自审应符合下列规定：

- (1) 熟悉并掌握设计文件内容；
- (2) 发现设计中影响构件安装的问题；
- (3) 提出与土建和其他专业工程的配合要求。

9.2.2.2 图纸会审应符合下列规定：

(1) 专业工程之间的图纸会审，应由工程总承包单位组织，各专业工程承包单位参加，并符合下列规定：

- a. 基础与柱子的坐标应一致，标高应满足柱子的安装要求；
- b. 与其他专业工程设计文件无矛盾；
- c. 确定与其他专业工程配合施工程序。

(2) 钢结构设计、制作与安装单位之间的图纸会审，应符合下列规定：

- a. 设计单位应作设计意图说明和提出工艺要求；
- b. 制作单位介绍钢结构主要制作工艺；
- c. 安装单位介绍施工程序和主要方法，并对设计和制作单位提出具体要求和建议；
- d. 协调设计、制作和安装之间的关系。

9.2.3 钢结构安装应编制施工组织设计、施工方案或作业设计。

9.2.3.1 施工组织设计和施工方案应由总工程师审批，其内容应符合下列规定：

- (1) 工程概况及特点介绍；

- (2) 施工总平面布置、能源、道路及临时建筑设施等的规划；
- (3) 施工程序及工艺设计；
- (4) 主要起重机械的布置及吊装方案；
- (5) 构件运输方法、堆放及场地管理；
- (6) 施工网络计划；
- (7) 劳动组织及用工计划；
- (8) 主要机具、材料计划；
- (9) 技术质量标准；
- (10) 技术措施降低成本计划；
- (11) 质量、安全保证措施。

9.2.3.2 作业设计由专责工程师审批，其内容应符合下列规定：

- (1) 施工条件情况说明；
- (2) 安装方法、工艺设计；
- (3) 吊具、卡具和垫板等设计；
- (4) 临时场地设计；
- (5) 质量、安全技术实施办法；
- (6) 劳动力配合。

9.2.4 施工前应按施工方案（作业设计）逐级进行技术交底。交底人和被交底人（主要负责人）应在交底记录上签字。

## 9.3 构件运输和堆放

9.3.1 大型或重型构件的运输应根据行车路线和运输车辆性能编制运输方案。

9.3.2 构件的运输顺序应满足构件吊装进度计划要求。

9.3.3 运输构件时，应根据构件的长度、重量、断面形状选用车辆；构件在运输车辆上的支点、两端伸出的长度及绑扎方法均应保证构件不产生永久变形、不损伤涂层。

9.3.4 构件装卸时，应按设计吊点起吊，并应有防止损伤构件的措施。

9.3.5 构件堆放场地应平整坚实，无水坑、冰层，并应有排水设施。构件应按种类、型号、安装顺序分区堆放；构件底层垫块要有足够的支承面。相同型号的构件叠放时，每层构件的支点要在同一垂直线上。

9.3.6 变形的构件应矫正，经检查合格后方可安装。

## 9.4 基础验收

9.4.1 安装钢结构的基础应符合下列规定：

- 9.4.1.1 一个以上安装单元的柱基基础；
- 9.4.1.2 基础混凝土强度达到设计强度的75%以上；
- 9.4.1.3 基础周围回填完毕；
- 9.4.1.4 基础的行、列线标志和标高基准点齐全准确；
- 9.4.1.5 基础顶面平整，预留孔应清洁，地脚螺栓应完好；
- 9.4.1.6 基础行列线、标高、地脚螺栓位置等测量资料齐全；
- 9.4.1.7 二次浇灌处的基础表面应凿毛。

9.4.2 安装前，复查基础与结构安装有关尺寸，其结果应符合下列规定：

9.4.2.1 基础顶面标高应低于柱底面安装标高 40~60mm；

9.4.2.2 预埋地脚螺栓和螺栓锚板的允许偏差应符合表 9.4.2.2 的规定；

表 9.4.2.2 预埋地脚螺栓和螺栓锚板的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	
		预埋地脚螺栓	螺栓锚板
1	螺栓中心至基础中心距离偏移	±2	±5
2	螺栓露长	+20 ~ +50	
3	螺栓的螺纹长度	+20 ~ +50	

9.4.2.3 地脚螺栓预留孔的允许偏差应符合表 9.4.2.3 的规定。

表 9.4.2.3 地脚螺栓预留孔的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)
1	预留孔中心偏差	±10
2	预留孔壁垂直度	$L/100$
3	预留孔深度较螺栓埋入长度	+50

注：L 为预留孔深度。

9.4.3 测量用的轴线标板和标高基准点，应符合国家现行标准规定。

## 9.5 垫板设置

9.5.1 柱底板下设置的支承垫板应符合下列规定：

9.5.1.1 垫板应设置在靠近地脚螺栓（锚栓）的柱脚底板加劲板或柱肢下，每根地脚螺栓（锚栓）侧应设 1~2 组垫板。垫板与基础面的接触应平整、紧密。二次浇灌混凝土前垫板组间应点焊固定；

9.5.1.2 每组垫板板叠不宜超过 5 块，垫板宜外露出柱底板 10~30mm；

9.5.1.3 垫板与基础面应紧贴、平稳，其面积大小应根据基础的抗压强度和柱脚底板二次浇灌前，柱底承受的荷载及地脚螺栓（锚栓）的紧固预拉力计算确定。垫板布置应符合图 9.5.1 的规定；

9.5.1.4 垫板边缘应清除氧化铁渣和毛刺，每块垫板间应贴合紧密，每组垫板都应承力；

9.5.1.5 使用成对斜垫板时，两块垫板斜度应相同，且重合长度不应少于垫板长度的 2/3。

9.5.2 采用座浆垫板应符合下列规定：

9.5.2.1 座浆垫板的设置位置、数量和面积应符合图 9.5.1 的规定；

9.5.2.2 宜根据测得的柱底面至牛腿距离决定每个基础垫板的顶面标高，座浆垫板的标高、水平度和定位的允许偏差应符合表 9.5.2.2 的规定；

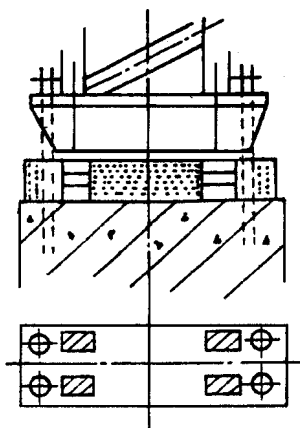


图 9.5.1 垫板设置

座浆垫板的允许偏差

表 9.5.2.2

序号	项 目	允许偏差 (mm)
1	顶面标高	0 -3.0
2	水平度	$L/1000$
3	位 移	20.0

注： $L$ 为垫板长度。

9.5.2.3 采用座浆垫板时，应采用无收缩砂浆。柱子吊装前砂浆试块强度应高于基础混凝土强度一个等级。

## 9.6 柱子安装

9.6.1 柱子安装前应设置标高观测点和中心线标志，同一工程的观测点和标志设置位置应一致，并应符合下列规定：

9.6.1.1 标高观测点的设置应符合下列规定：

- (1) 标高观测点的位置应以牛腿（肩梁）支承面为基准，设在柱的便于观测处；
- (2) 无牛腿（肩梁）柱，应以柱顶端与桁架连接的最上一个安装孔中心为基准。

9.6.1.2 中心线标志的设置应符合下列规定：

- (1) 在柱底板上表面上行线方向设一个中心标志，列线方向两侧各设一个中心标志；
- (2) 在柱身表面上行线和列线方向各设一个中心线，每条中心线在柱底部、中部（牛腿或肩梁部）和顶部各设一处中心标志；

- (3) 双牛腿（肩梁）柱在行线方向两个柱身表面分别设中心标志。

9.6.2 多节柱安装时，宜将组装整体吊装。

9.6.3 钢柱安装校正应符合下列规定：

9.6.3.1 应排除阳光侧面照射所引起的偏差。

9.6.3.2 应根据气温（季节）控制柱垂直度偏差，并应符合下列规定：

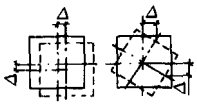
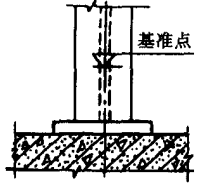
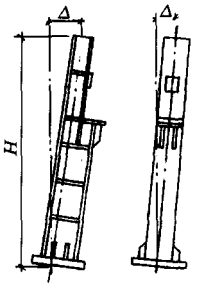
- (1) 气温接近当地年平均气温时（春、秋季），柱垂直偏差应控制在“0”附近。

(2) 当气温高于或低于当地平均气温时,应符合下列规定:

- 应以每个伸缩段(两伸缩缝间)设柱间支撑的柱子为基准(垂直度校正至接近“0”),行线方向多跨厂房应以与屋架刚性连接的两柱为基准;
- 气温高于平均气温(夏季)时,其他柱应倾向基准点相反方向;
- 气温低于平均气温(冬季)时,其他柱应倾向基准点方向;
- 柱倾斜值应根据施工时气温与平均温度的温差和构件(吊车梁、垂直支撑和屋架等)的跨度或基准点距离决定。

9.6.3.3 柱子安装的允许偏差应符合表 9.6.3.3 的规定。吊车梁、屋架安装和吊车梁调整、固定连接后,柱子尚应进行复测,超差的应进行调整。

表 9.6.3.3 钢柱安装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	柱脚底座中心线对定位轴线的偏移 ( $\Delta$ )	5.0	
2	柱子基准点标高 ( $\Delta$ ): (1) 有吊车梁的柱 (2) 无吊车梁的柱	+3.0 -5.0 +5.0 -8.0	
3	柱的挠曲矢高	$H/1000$ 15.0	
4	柱轴线垂直度 ( $\Delta$ ): (1) 单层柱 $H \leq 10m$ $H > 10m$ (2) 多节柱 底层柱 柱全高	10.0 $H/1000$ 25.0 10.0 35.0	

9.6.4 对长细比较大的柱子,吊装后应增加临时固定措施。

9.6.5 柱间支撑的安装应在柱子找正后进行,应在保证柱垂直度的情况下安装柱间支撑,支撑不得弯曲。

## 9.7 吊车梁安装

9.7.1 吊车梁的安装应在柱子第一次校正和柱间支撑安装后进行。

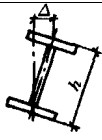
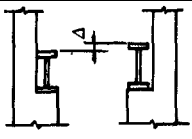
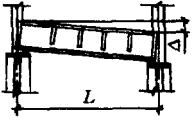
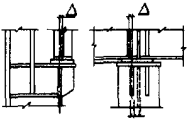
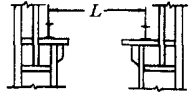
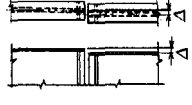
9.7.2 吊车梁的安装应从有柱间支撑的跨间开始,吊装后的吊车梁应进行临时固定。

9.7.3 吊车梁的校正应在屋面系统构件安装并永久连接后进行,其允许偏差应符合表 9.7.3 的规定。



表 9.7.3

吊车梁安装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	梁跨中垂直度	$h/500$	
2	侧弯	$L/1000$ 10.0	
3	在房屋跨间同一截面内吊车梁顶面高差： (1) 支座处 (2) 其他处	10.0 15.0	
4	在相邻两柱间内，吊车梁顶面高差 ( $\Delta$ )	$L/1500$ 10.0	
2	两端支座中心位移： (1) 安装在钢柱上，对牛腿中心的偏移 ( $\Delta$ )； (2) 安装在混凝土柱上，对定位轴线偏移 ( $\Delta$ )； (3) 加劲板中心偏移	5.0 5.0 $t/2$	
6	吊车梁拱度	不得下挠	
7	同跨间任一截面的吊车梁中心跨距	$\pm 10.0$	
8	相邻两吊车梁接头部位： (1) 中心错位； (2) 顶面高差	3.0 1.0	

吊车梁须面标高校正应符合下列规定：

9.7.3.1 调整柱底板下垫板厚度；

9.7.3.2 调整吊车梁与柱牛腿支承面间垫板厚度，调整后垫板应焊接牢固。

9.7.4 吊车梁下翼缘与柱牛腿连接应符合下列规定：

9.7.4.1 吊车梁为靠制动桁架传给柱子制动力的简支梁（梁的两端留有间隙，下翼缘的一端为长螺栓连接孔）连接螺栓不应拧紧，所留间隙应符合设计要求，并将螺母与螺栓焊固；

9.7.4.2 纵向制动由吊车梁和辅助桁架共同传给柱的吊车梁，连接螺栓应拧紧后将螺母焊固。

9.7.5 吊车梁与辅助桁架的安装宜采用拼装后整体吊装。

吊车梁结构拼装，应校正各部尺寸，其允许偏差应符合下列规定：

9.7.5.1 吊车梁和辅助桁架的侧向弯曲、扭曲和垂直度应符合表 9.7.3 的规定；

9.7.5.2 拼装吊车梁结构的其他尺寸的允许偏差应符合表 9.7.5.2 的规定。

表 9.7.5.2 拼装吊车梁结构其他尺寸的允许偏差

序号	拼装形式	检查项目	允许偏差 (mm)	示意图
1	吊车梁与辅助桁架或吊车梁与吊车梁拼装	中心距 ( $a$ )	$\pm 2.0$	
2		平面对角线 ( $L_1$ 、 $L_2$ )	5.0	
3		端立面对角线 ( $l_1$ 、 $l_2$ )	2.0	

9.7.6 当制动板与吊车梁为高强度螺栓连接、与辅助桁架为焊接连接时，应符合下列规定：

9.7.6.1 安装或拼装时制动板与吊车梁应用冲钉和临时安装螺栓连接，制动板与辅助桁架用点焊临时固定；

9.7.6.2 检查各部尺寸，其结果符合本规程有关规定后，焊接制动板之间的拼接缝；

9.7.6.3 安装并紧固制动板与吊车梁连接的高强度螺栓；

9.7.6.4 焊接制动板与辅助桁架的连接焊缝，安装或组装吊车梁时，中部宜弯向辅助桁架，并采取防止产生变形的焊接工艺措施施焊。

## 9.8 吊车轨道安装

9.8.1 吊车轨道的安装应在吊车梁安装符合规定后进行。

9.8.2 吊车轨道的规格和技术条件应符合设计要求和国家现行有关标准的规定，如有变形应经矫正后方可安装。

9.8.3 吊车轨道安装应设安装基准线，安装基准线可采用拉设钢线，亦可采用在吊车梁顶面上弹出的墨线。

9.8.4 轨道安装应按制作“排版图”的顺序进行。

9.8.5 轨道接头采用鱼尾板连接时，应符合下列规定：

9.8.5.1 轨道接头应顶紧，中间检查和交工时，接头间隙不应大于 3mm，接头错位（两个方向）不应大于 1mm；

9.8.5.2 伸缩缝应符合设计要求，其允许偏差应为  $\pm 3\text{mm}$ 。

9.8.6 轨道采用压轨器与吊车梁连接时，应符合下列规定：

9.8.6.1 压轨器与吊车梁上翼缘应密贴，其间隙不得大于 0.5mm，且长度不得大于压轨器长度的 1/2。

9.8.6.2 压轨器固定螺栓紧固后螺纹露长不应少于 2 倍螺距。

9.8.6.3 当设计要求压轨器底座焊接在吊车梁上翼缘时，应采取适当焊接工艺，减少对吊车梁拱度的影响。


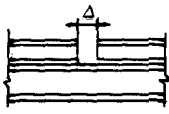
压轨器底座对吊车梁定位轴线的允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ 。

9.8.6.4 压轨器由螺栓连接在吊车梁上翼缘时，特别垫圈安装应符合设计要求。

9.8.7 轨道端头与车挡之间的间隙应符合设计要求。当设计无要求时，应根据温度留出轨道自由膨胀的间隙。两车挡应与起重机缓冲器同时接触。

9.8.8 轨道安装的允许偏差应符合表 9.8.8 的规定。

表 9.8.8 吊车梁轨道安装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	轨道中心对吊车梁腹板轴线的偏差 ( $t$ 为腹板厚度)	$t/2$ 10.0	
2	在房屋跨间的同一横截面的跨距	$\pm 5.0$	
3	轨道中心线的不平直度(但不允许有折线)	3.0	
4	用鱼尾板接头的轨道，轨道接头缝隙： 安装时 其它时间	0 3.0	
5	轨道端部两相邻连接的高度差和平面偏差	1.0	

## 9.9 屋面系统结构安装

9.9.1 屋架的安装应在柱子校正符合规定后进行。

9.9.2 对分段出厂的大型桁架，现场组装时应符合下列规定：

9.9.2.1 现场组装的平台支承点高度差不应大于  $L/1000$ ，且不超过 10mm ( $L$  为支点间距离)；

9.9.2.2 构件组装应按制作单位的编号和顺序进行，不得随意调换；

9.9.2.3 桁架组装，应先用临时螺栓和冲钉固定，腹杆应同时连接，经检查达到桁架尺寸的允许偏差后，方可进行节点的永久连接。

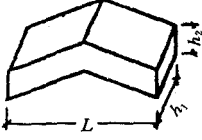
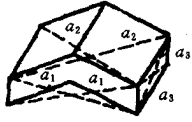
9.9.3 屋面系统结构可采用扩大组合拼装后吊装，扩大组合拼装单元宜为自成或经加固后形成具有空间刚度的结构体系。

9.9.4 屋面系统结构的扩大组合拼装应符合下列规定：

9.9.4.1 扩大拼装应在拼装台架上进行，台架应有足够的刚度，台架上可设置标准定位胎具，拼装台架应方便移动；

9.9.4.2 扩大拼装后结构的允许偏差应符合表 9.9.4.2 的规定。

表 9.9.4.2 扩大拼装后结构的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	单元结构 几何尺寸 $L$ $h_1$ $h_2$	$\pm 10.0$ $\pm 7.0$ $\pm 3.0$	
2	单元结构 $a_1$ $a_2$ $a_3$	$\leq 7.0$ $\leq 10.0$ $\leq 5.0$	

9.9.5 屋面系统结构吊装应符合下列规定：

9.9.5.1 安全网、脚手架、临时栏杆等施工设施，可在吊装前装设在构件上；

9.9.5.2 每跨第一、第二榀屋架及构件安装形成的结构单元，是其他屋面结构安装的基准，应适当提高其安装质量标准；

9.9.5.3 屋面垂直、水平支撑、檩条（梁）和屋架角撑的安装应在屋架找正后进行，角撑安装应在屋架两侧对称进行并应自由对位；

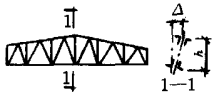
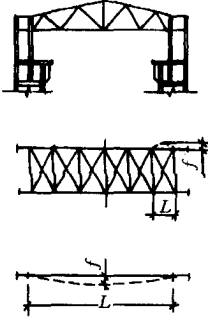
9.9.5.4 有托架且上部为重屋盖的屋面结构，应将一个柱间的全部屋面结构构件连接固定后再吊装屋盖；

9.9.5.5 天窗架安装可组装在屋架上一同起吊。

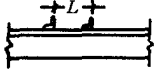
9.9.5.6 安装屋面天沟应保证排水坡度。当天沟侧壁设计为屋面板的支承点时，侧壁板顶面应与屋面板其他支承点标高相配合。

9.9.6 屋面系统结构安装的允许偏差应符合表 9.9.6 的规定。

表 9.9.6 屋面系统结构安装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
1	跨中的垂直度 ( $\Delta$ )	$h/250$ 15.0	
2	桁架及其受压弦杆的侧向弯曲矢高 ( $f$ )	$L/1000$ 10.0	

续表

序号	项 目	允许偏差 (mm)	示 意 图
3	天窗架垂直度 ( $H$ 为天窗高度)	$H/250$ 15.0	
4	天窗架结构侧向弯曲 ( $L$ 为天窗架长度)	$L/750$ $\pm 10.0$	
5	檩条间距	$\pm 5.0$	
6	檩条的弯曲 (两个方向) ( $L$ 为檩条长度)	$L/750$ 20.0	
7	当安装在混凝土柱上时, 支座中心对定位轴线偏移	10.0	
8	桁架间距 (采用大型混凝土屋面面板时)	10.0	

## 9.10 围护系统结构安装

9.10.1 本书适用于墙板与主体结构之间的支承压件, 如间柱、墙面檩条或桁架、门窗框架、檩条拉杆等构件的安装。

9.10.2 间柱安装应与基础连系, 如暂无基础时应采取临时支撑措施, 保证间柱按要求找正, 当间柱设计为吊挂在其他结构 (如吊车梁辅助桁架等) 上时, 安装时不得造成被吊挂的结构超差。

9.10.3 墙面檩条等构件安装应在间柱调整定位后进行, 间柱的安装允许偏差应符合主柱的规定。墙面檩条安装后应用拉杆螺栓调整平直度, 其允许偏差应符合表 9.10.3 的规定。

表 9.10.3 墙面系统钢结构安装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)
1	墙柱垂直度 ( $H$ 为立柱高度)	$H/500$ 35.0
2	立柱侧向弯曲 ( $H$ 为立柱高度)	$H/750$ 15.0
3	桁架垂直度 ( $H$ 为桁架高度)	$H/250$ 15.0
4	墙面檩条间距	$\pm 5.0$
5	墙筋、檩条侧向弯曲 (两个方向)	$L/750$ 15.0

9.10.4 围护结构可采用地面扩大拼装后组合吊装, 可以一个柱间厂房全高为组合单元。

## 9.11 平台、梯子及栏杆安装

9.11.1 钢平台、钢梯、栏杆安装应符合现行国家标准《固定式钢直梯》(GB4053.1)、《固定式钢斜梯》(GB4053.2)、《固定式防护栏杆》(GB4053.3)和《固定式钢平台》(GB4053.4)的规定。

9.11.2 平台钢板应铺设平整,与承梁或框架密贴、连接牢固,表面有防滑措施。

9.11.3 栏杆安装连接应牢固可靠,扶手转角应光滑。

9.11.4 平台、梯子和栏杆安装的允许偏差应符合表 9.11.4 的规定。

表 9.11.4 钢平台、钢梯、栏杆安装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)
1	平台标高	$\pm 10.0$
2	平台支柱垂直度	$H/1000$
	( $H$ 为支柱高度)	15.0
3	平台梁水平度	$L/1000$
	( $L$ 为梁长度)	15.0
4	承重平台梁侧向弯曲	$L/1000$
	( $L$ 为梁长度)	10.0
5	承重平台梁垂直度	$h/250$
	( $h$ 为平台梁高度)	15.0
6	平台表面平直度 (1m 范围内)	6.0
7	直梯垂直度	$H/1000$
	( $H$ 为直梯高度)	15.0
8	栏杆高度	$\pm 10.0$
9	栏杆立柱间距	$\pm 10.0$

9.11.5 梯子、平台和栏杆应与主要构件同步安装。

## 9.12 钢结构工程验收

9.12.1 钢结构安装工程的验收包括:钢结构安装工程的中间交接验收、隐蔽工程验收和竣工验收。

9.12.2 钢结构安装工程的中间交接验收是工序(分项工程)完成后的交接验收。其原则是上道工序符合规定后,下道工序才能施工。

9.12.3 钢结构安装工程的隐蔽工程验收应符合下列规定:

9.12.3.1 柱子垫铁和地脚螺栓的施工;

9.12.3.2 高强度螺栓连接摩擦面和高强度螺栓施工;

9.12.3.3 其他隐蔽部位。

9.12.4 钢结构安装工程的竣工验收,应在结构的全部或具有空间刚度单元部分的安装工作完成后进行。

9.12.5 钢结构安装工程竣工验收,应提交下列资料:

9.12.5.1 钢结构竣工图、施工详图和设计文件;

9.12.5.2 安装过程中所达成的与工程技术有关的文件;

9.12.5.3 安装所用的钢材和其他材料的质量证明书或试验报告；

9.12.5.4 隐蔽工程验收记录，构件校正后的安装测量资料以及整个钢结构工程（或单元）的安装质量评定资料；

9.12.5.5 焊接工艺评定报告、焊缝质量检验资料、焊工编号或标志；

9.12.5.6 高强度螺栓的抗滑移系数试验报告、施工记录和检查记录及钢结构安装后涂装检测资料；

9.12.5.7 设计要求的钢构件试验报告；

9.12.5.8 工厂制作构件的出厂合格证；

9.12.5.9 中间交接验收资料。

# 标准规范三 冷弯薄壁型钢结构技术规范

Technical code of cold - formed thin - wall steel structures

GB 50018—2002

## 1 总 则

- 1.0.1 为使冷弯薄壁型钢结构的设计和施工贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，特制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于建筑工程的冷弯薄壁型钢结构的设计与施工。
- 1.0.3 本规范未考虑直接承受动力荷载的承重结构和受有强烈侵蚀作用的冷弯薄壁型钢结构的特殊要求。
- 1.0.4 本规范的设计原则是根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 制定的。
- 1.0.5 设计冷弯薄壁型钢结构时，应结合工程实际，合理选用材料、结构方案和构造措施，保证结构在运输、安装和使用过程中满足强度、稳定性和刚度要求，符合防火、防腐要求。
- 1.0.6 冷弯薄壁型钢结构的设计和施工，除应符合本规范外，尚应符合现行有关国家标准的规定。

## 2 术语、符号

### 2.1 术 语

- 2.1.1 板件 elements  
薄壁型钢杆件中相邻两纵边之间的平板部分。
- 2.1.2 加劲板件 stiffened elements  
两纵边均与其他板件相连接的板件。
- 2.1.3 部分加劲板件 partially stiffened elements  
一纵边与其他板件相连接，另一纵边由符合要求的边缘卷边加劲的板件。
- 2.1.4 非加劲板件 unstiffened elements  
一纵边与其他板件相连接，另一纵边为自由的板件。
- 2.1.5 均匀受压板件 uniformly compressed elements  
承受轴心均匀压力作用的板件。
- 2.1.6 非均匀受压板件 non - uniformly compressed elements  
承受线性非均匀分布应力作用的板件。
- 2.1.7 子板件 sub - elements



—纵边与其他板件相连接，另一纵边与符合要求的中间加劲肋相连接或两纵边均与符合要求的中间加劲肋相连接的板件。

#### 2.1.8 宽厚比 width - to - thickness ratio

板件的宽度与厚度之比。

#### 2.1.9 有效宽厚比 effective width - to - thickness ratio

考虑受压板件利用屈曲后强度时，为了简化计算，将板件的宽度予以折减，折减后板件的计算宽度与板厚之比。

#### 2.1.10 冷弯效应 effect of cold forming

因冷弯引起钢材性能改变的现象。

#### 2.1.11 受力蒙皮作用 stressed skin action

与支承构件可靠连接的压型钢板体系所具有的抵抗板自身平面内剪切变形的能力。

#### 2.1.12 喇叭形焊缝 flare groove welds

连接圆角与圆角或圆角与平板间隙处的焊缝。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 作用及作用效应

$B$ ——双力矩；

$F$ ——集中荷载；

$M$ ——弯矩；

$N$ ——轴心力；

$N_t$ ——一个连接件所承受的拉力；

$N_v$ ——一个连接件所承受的剪力；

$P$ ——高强度螺栓的预拉力；

$V$ ——剪力。

### 2.2.2 计算指标

$E$ ——钢材的弹性模量；

$G$ ——钢材的剪变模量；

$N_v^s$ ——电阻点焊每个焊点的抗剪承载力设计值；

$N_t^b$ ——一个螺栓的抗拉承载力设计值；

$N_v^b$ ——一个螺栓的抗剪承载力设计值；

$N_c^b$ ——一个螺栓的承压承载力设计值；

$N_t^f$ ——一个自攻螺钉或射钉的抗拉承载力设计值；

$N_v^f$ ——一个连接件的抗剪承载力设计值；

$f$ ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

$f_{ce}$ ——钢材的端面承压强度设计值；

$f_v$ ——钢材的抗剪强度设计值；

$f_y$ ——钢材的屈服强度；

$f_c^b, f_t^b, f_v^b$ ——螺栓的承压、抗拉和抗剪强度设计值；

$f_c^w, f_t^w, f_v^w$ ——对接焊缝的抗压、抗拉和抗剪强度设计值；

$f_f^w$ ——角焊缝的抗压、抗拉和抗剪强度设计值。

$\sigma$ ——正应力；

$\tau$ ——剪应力。

### 2.2.3 几何参数

$A$ ——毛截面面积；

$A_n$ ——净截面面积；

$A_e$ ——有效截面面积；

$A_{en}$ ——有效净截面面积；

$H$ ——柱的高度；

$H_0$ ——柱的计算高度；

$I$ ——毛截面惯性矩；

$I_n$ ——净截面惯性矩；

$I_t$ ——毛截面抗扭惯性矩；

$I_w$ ——毛截面扇性惯性矩；

$I_{es}$ ——压型钢板边加劲肋的惯性矩；

$I_{is}$ ——压型钢板中加劲肋的惯性矩；

$S$ ——毛截面面积矩；

$W$ ——毛截面模量；

$W_n$ ——净截面模量；

$W_w$ ——毛截面扇性模量；

$W_e$ ——有效截面模量；

$W_{en}$ ——有效净截面模量；

$a$ ——卷边的高度；格构式檩条上弦节间长度；连接件的间距；

$a_{\max}$ ——连接件的最大容许间距；

$b$ ——截面或板件的宽度；

$b_0$ ——截面的计算宽度（或高度）；

$b_s$ ——压型钢板中子板件的宽度；

$b_e$ ——板件的有效宽度；

$c$ ——与计算板件邻接的板件的宽度；

$d$ ——直径；

$d_0$ ——构件中孔洞的直径；

$d_e$ ——螺栓螺纹处的有效直径；

$e$ ——偏心距；

$e_a$ ——荷载作用点到弯心的距离；

$e_0$ ——截面弯心在对称轴上的坐标（以形心为原点）；

$e_x$ ——等效偏心距；

$h$ ——截面或板件的高度；

$h_0$ ——腹板的计算高度；

$h_f$ ——角焊缝的焊脚尺寸；

$i$ ——回转半径；

$l$ ——长度或跨度；侧向支承点间的距离；型钢截面中心线长度；

- $l_w$ ——焊缝的计算长度；  
 $l_0$ ——计算长度；  
 $l_w$ ——扭转屈曲的计算长度；  
 $r_i$ ——截面第  $i$  个棱角内表面的弯曲半径；  
 $t$ ——厚度；  
 $\theta$ ——夹角；  
 $\lambda$ ——长细比；  
 $\lambda_0$ ——换算长细比；  
 $\lambda_w$ ——弯扭屈曲的换算长细比。

#### 2.2.4 计算系数

- $k$ ——受压板件的稳定系数；  
 $k_1$ ——板组约束系数；  
 $n$ ——连接处的螺栓数；两侧向支承点间的节间总数；  
 $n_c$ ——内力为压力的节间数；  
 $n_v$ ——每个螺栓的剪切面数；  
 $n_1$ ——同一截面处的连接件数；  
 $\alpha, \beta$ ——构件的约束系数；  
 $\beta_m$ ——等效弯矩系数；  
 $\gamma$ ——钢材抗拉强度与屈服强度的比值；  
 $\gamma_R$ ——抗力分项系数；  
 $\xi_1, \xi_2$ ——计算受弯构件整体稳定系数时采用的系数；  
 $\eta$ ——计算受弯构件整体稳定系数时采用的系数；计算考虑冷弯效应的强度设计值时采用的系数；截面系数；  
 $\zeta$ ——计算受弯构件整体稳定系数时采用的系数；  
 $\mu$ ——刚架柱的计算长度系数；  
 $\mu_b$ ——梁的侧向计算长度系数；  
 $\rho$ ——质量密度；受压板件有效宽厚比计算系数；  
 $\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数；  
 $\varphi_b, \varphi'_b$ ——受弯构件的整体稳定系数；  
 $\Psi$ ——应力分布不均匀系数。

## 3 材 料

3.0.1 用于承重结构的冷弯薄壁型钢的带钢或钢板，应采用符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的 Q235 钢和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定的 Q345 钢。当有可靠根据时，可采用其他牌号的钢材，但应符合相应有关国家标准的要求。

3.0.2 用于承重结构的冷弯薄壁型钢的带钢或钢板，应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度、冷弯试验和硫、磷含量的合格保证；对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证。

3.0.3 在技术经济合理的情况下，可在同一构件中采用不同牌号的钢材。

3.0.4 焊接采用的材料应符合下列要求：

1 手工焊接用的焊条,应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的规定。选择的焊条型号应与主体金属力学性能相适应。

2 自动焊接或半自动焊接用的焊丝,应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957 的规定。选择的焊丝和焊剂应与主体金属相适应。

3 二氧化碳气体保护焊接用的焊丝,应符合现行国家标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110 的规定。

4 当 Q235 钢和 Q345 钢相焊接时,宜采用与 Q235 钢相适应的焊条或焊丝。

3.0.5 连接件(连接材料)应符合下列要求:

1 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 的规定,其机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能、螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3059.1 的规定。

2 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈与技术条件》GB/T 1228 ~ 1231 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 ~ 3633 的规定。

3 连接薄钢板或其他金属板采用的自攻螺钉应符合现行国家标准《自钻自攻螺钉》GB/T 15856.1 ~ 4、GB/T 3098.11 或《自攻螺栓》GB/T 5282 ~ 5285 的规定。

3.0.6 在冷弯薄壁型钢结构设计图纸和材料订货文件中,应注明所采用的钢材的牌号和等级、拱货条件等以及连接材料的型号(或钢材的牌号)。必要时应注明对钢材所要求的机械性能和化学成分的增加保证项目。

## 4 基本设计规定

### 4.1 设计原则

4.1.1 本规范采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以分项系数设计表达式进行计算。

4.1.2 冷弯薄壁型钢承重结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

4.1.3 设计冷弯薄壁型钢结构时的重要性系数应根据结构的安全等级、设计使用年限确定。

一般工业与民用建筑冷弯薄壁型钢结构的安全等级取为二级,设计使用年限为 50 年时,其重要性系数不应小于 1.0;设计使用年限为 25 年时,其重要性系数不应小于 0.95。特殊建筑冷弯薄壁型钢结构安全等级、设计使用年限另行确定。

4.1.4 按承载能力极限状态设计冷弯薄壁型钢结构,应考虑荷载效应的基本组合,必要时应考虑荷载效应的偶然组合,采用荷载设计值和强度设计值进行计算。荷载设计值等于荷载标准值乘以荷载分项系数;强度设计值等于材料强度标准值除以抗力分项系数,冷弯薄壁型钢结构的抗力分项系数  $\gamma_R = 1.165$ 。

4.1.5 按正常使用极限状态设计冷弯薄壁型钢结构,应考虑荷载效应的标准组合,采用荷载标准值和变形限值进行计算。

4.1.6 计算结构构件和连接时,荷载、荷载分项系数、荷载效应组合和荷载组合值系数的取值,应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定。

注:对支承轻屋面的构件或结构(屋架、框架等),当仅承受一个可变荷载,其水平投影面积超过  $60\text{m}^2$  时,屋面均布活荷载标准值宜取  $0.3\text{kN/m}^2$ 。

4.1.7 设计刚架、屋架、檩条和墙梁时,应考虑由于风吸力作用引起构件内力变化的不利影响,此时永久荷载的荷载分项系数应取 1.0。

4.1.8 结构构件的受拉强度应按净截面计算;受压强度应按有效净截面计算;稳定性应按有效截面

计算。

4.1.9 构件的变形和各种稳定系数可按毛截面计算。

4.1.10 当采用不能滑动的连接件连接压型钢板及其支承构件形成屋面和墙面等围护体系时，可在单层房屋的设计中考虑受力蒙皮作用，但应同时满足下列要求：

- 1 应由试验或可靠的分析方法获得蒙皮组合体的强度和刚度参数，对结构进行整体分析和设计；
- 2 屋脊、檐口和山墙等关键部位的模条、墙梁、立柱及其连接等，除了考虑直接作用的荷载产生的内力外，还必须考虑由整体分析算得的附加内力进行承载力验算；
- 3 必须在建成的建筑物的显眼位置设立永久性标牌，标明在使用和维护过程中，不得随意拆卸压型钢板，只有设置了临时支撑后方可拆换压型钢板，并在设计文件中加以规定。

## 4.2 设计指标

4.2.1 钢材的强度设计值应按表 4.2.1 采用。

表 4.2.1 钢材的强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

钢材牌号	抗拉、抗压和抗弯 $f$	抗剪 $f_v$	端面承压 (磨平顶紧) $f_{ce}$
Q235 钢	205	120	310
Q345 钢	300	175	400

4.2.2 计算全截面有效的受拉、受压或受弯构件的强度，可采用按本规范附录 C 确定的考虑冷弯效应的强度设计值。

4.2.3 经退火、焊接和热镀锌等热处理的冷弯薄壁型钢构件不得采用考虑冷弯效应的强度设计值。

4.2.4 焊缝的强度设计值应按表 4.2.4 采用。

表 4.2.4 焊缝的强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

构件钢材牌号	对接焊缝			角焊缝
	抗压 $f_c^w$	抗拉 $f_t^w$	抗剪 $f_v^w$	抗压、抗拉和抗剪 $f_f^w$
Q235 钢	205	175	120	140
Q345 钢	300	255	175	195

注：1 当 Q235 钢与 Q345 钢对接焊接时，焊缝的强度设计值应按表 4.2.4 中 Q235 钢栏的数值采用；  
2 经 X 射线检查符合一、二级焊缝质量标准的对接焊缝的抗拉强度设计值采用抗压强度设计值。

4.2.5 C 级普通螺栓连接的强度设计值应按表 4.2.5 采用。

表 4.2.5 C 级普通螺栓连接的强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

类别	性能等级	构件钢材的牌号	
	4.6 级、4.8 级	Q235 钢	Q345 钢
抗拉 $f_t^b$	165	—	—
抗剪 $f_v^b$	125	—	—
承压 $f_c^b$	—	290	370

4.2.6 电阻点焊每个焊点的抗剪承载力设计值应按表 4.2.6 采用。

表 4.2.6 电阻点焊的抗剪承载力设计值

相焊板件中外层较薄板件的厚度 $t$ (mm)	每个焊点的抗剪承载力设计值 $N_v^s$ (KN)	相焊板件中的外层较薄板件的厚度 $t$ (mm)	每个焊点的抗剪承载力设计值 $N_v^s$ (KN)
0.4	0.6	2.0	5.9
0.6	1.1	2.5	8.0
0.8	1.7	3.0	10.2
1.0	2.3	3.5	12.6
1.5	4.0	—	—

4.2.7 计算下列情况的结构构件和连接时, 本规范 4.2.1 至 4.2.6 条规定的强度设计值, 应乘以下列相应的折减系数。

- 1 平面格构式檩条的端部主要受压腹杆: 0.85;
- 2 单面连接的单角钢杆件:
  - 1) 按轴心受力计算强度和连接: 0.85;
  - 2) 按轴心受压计算稳定性:  $0.6 + 0.0014\lambda$ ;

注: 对中间无联系的单角钢压杆,  $\lambda$  为按最小回转半径计算的杆件长细比。

- 3 无垫板的单面对接焊缝: 0.85;
- 4 施工条件较差的高室安装焊缝: 0.90;
- 5 两构件的连接采用搭接或其间填有垫板的连接以及单盖板的不对称连接: 0.90。上述几种情况同时存在时, 其折减系数应连乘。

4.2.8 钢材的物理性能应符合表 4.2.8 的规定。

表 4.2.8 钢材的物理性能

弹性模量 $E$ ( $\text{N/mm}^2$ )	剪变模量 $G$ ( $\text{N/mm}^2$ )	线膨胀系数 $\alpha$ (以每 $^{\circ}\text{C}$ 计)	质量密度 $\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )
$206 \times 10^3$	$79 \times 10^3$	$12 \times 10^{-6}$	7850

## 4.3 构造的一般规定

4.3.1 冷弯薄壁型钢结构构件的壁厚不宜大于 6mm, 也不宜小于 1.5mm (压型钢板除外), 主要承重结构构件的壁厚不宜小于 2mm。

4.3.2 构件受压部分的壁厚尚应符合下列要求:

- 1 构件中受压板件的最大宽厚比应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 受压板件的宽厚比限值

板件类别	钢材牌号	Q235 钢	Q345 钢
	非加劲板件		45
部分加劲板件		60	50
加劲板件		250	200

2 圆管截面构件的外径与壁厚之比,对于 Q235 钢,不宜大于 100;对于 Q345 钢,不宜大于 68。

4.3.3 构件的长细比应符合下列要求:

1 受压构件的长细比不宜超过表 4.3.3 中所列数值;

表 4.3.3 受压构件的容许长细比

项次	构件类别	容许长细
1	主要构件(如主要承重柱、刚架柱、桁架和格构式刚架的弦杆及支座压杆等)	150
2	其他构件及支撑	200

2 受拉构件的长细比不宜超过 350,但张紧的圆钢拉条的长细比不受此限。当受拉构件在永久荷载和风荷载组合作用下受压时,长细比不宜超过 250;在吊车荷载作用下受压时,长细比不宜超过 200。

4.3.4 用缀板或缀条连接的格构式柱宜设置横隔,其间距不宜大于 2~3m,在每个运输单元的两端均应设置横隔。实腹式受弯及压弯构件的两端和较大集中荷载作用处应设置横向加劲肋,当构件腹板高厚比较大时,构造上宜设置横向加劲肋。

## 5 构件的计算

### 5.1 轴心受拉构件

5.1.1 轴心受拉构件的强度应按下式计算:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \quad (5.1.1-1)$$

式中  $\sigma$ ——正应力;

$N$ ——轴心力;

$A_n$ ——净截面面积;

$f$ ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值。

高强度螺栓摩擦型连接处的强度应按下列公式计算:

$$\sigma = (1 - 0.5 \frac{n_1}{n}) \frac{N}{A_n} \leq f \quad (5.1.1-2)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq f \quad (5.1.1-3)$$

式中  $n_1$ ——所计算截面(最外列螺栓)处的高强度螺栓数;

$n$ ——在节点或拼接处,构件一端连接的高强度螺栓数;

$A$ ——毛截面面积。

5.1.2 计算开口截面的轴心受拉构件的强度时,若轴心力不通过截面弯心(或不通过 Z 形截面的扇性零点),则应考虑双力矩的影响。

注:本条规定也适用于轴心受压、拉弯、压弯构件。

### 5.2 轴心受压构件

5.2.1 轴心受压构件的强度应按下式计算:

$$\sigma = \frac{N}{A_{en}} \leq f \quad (5.2.1)$$

式中  $A_{en}$ ——有效净截面面积。

5.2.2 轴心受压构件的稳定性应按下列公式计算：

$$\frac{N}{\varphi A_e} \leq f \quad (5.2.2)$$

式中  $\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数，应按本规范表 A.1.1-1 或表 A.1.1-2 采用；

$A_e$ ——有效截面面积。

5.2.3 计算闭口截面、双轴对称的开口截面和截面全部有效的不卷边的等边单角钢轴心受压构件的稳定系数时，其长细比应取按下列公式算得的较大值：

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} \quad (5.2.3-1)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} \quad (5.2.3-2)$$

式中  $\lambda_x$ 、 $\lambda_y$ ——构件对截面主轴  $x$  轴和  $y$  轴的长细比；

$l_{ox}$ 、 $l_{oy}$ ——构件在垂直于截面主轴  $x$  轴和  $y$  轴的平面内的计算长度；

$i_x$ 、 $i_y$ ——构件毛截面对其主轴  $x$  轴和  $y$  轴的回转半径。

5.2.4 计算单轴对称开口截面（如图 5.2.4 所示）轴心受压构件的稳定系数时，其长细比应取按公式 5.2.3 和下列公式算得的较大值：

$$\lambda_w = \lambda_x \sqrt{\frac{s^2 + i_0^2}{2s^2} + \sqrt{\left(\frac{s^2 + i_0^2}{2s^2}\right)^2 - \frac{i_0^2 - ae_0^2}{s^2}}} \quad (5.2.4-1)$$

$$s^2 = \frac{\lambda_x^2}{A} \left( \frac{I_w}{I_x^2} + 0.039 I_t \right) \quad (5.2.4-2)$$

$$i_0^2 = e_0^2 + i_x^2 + i_y^2 \quad (5.2.4-3)$$

式中  $\lambda_w$ ——弯扭屈曲的换算长细比；

$I_w$ ——毛截面扇性惯性矩；

$I_t$ ——毛截面抗扭惯性矩；

$e_0$ ——毛截面的弯心在对称轴上的坐标；

$l_w$ ——扭转屈曲的计算长度；

$l$ ——无缀板时，为构件的几何长度；有缀板时，取两相邻缀板中心线的最大间距；

$\alpha$ 、 $\beta$ ——约束系数，按表 5.2.4 采用。

表 5.2.4 开口截面轴心受压和压弯构件的约束系数

项次	构件两端的支承情况	无缀板		有缀板	
		$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
1	两端铰接，端部截面可以自由翘起	1.00	1.00	—	—
2	两端嵌固，端部截面的翘曲完全受到约束	1.00	0.50	0.80	1.00
3	两端铰接，端部截面的翘曲完全受到约束	0.72	0.50	0.80	1.00

5.2.5 有缀板的单轴对称开口截面轴心受压构件弯扭屈曲的换算长细比  $\lambda_w$  可按公式 5.2.4-1 计算，约束系数  $\alpha$ 、 $\beta$  按表 5.2.4 采用，但扭转屈曲的计算长度  $l_w = \beta \cdot a$ ， $a$  为缀板中心线的最大间距。

构件两支支点间至少应设置 2 块缀板（不包括构件支点处的缀板或封头板在内）。



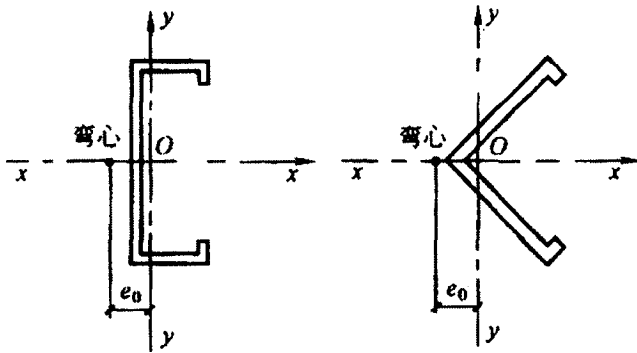


图 5.2.4 单轴对称开口截面示意图

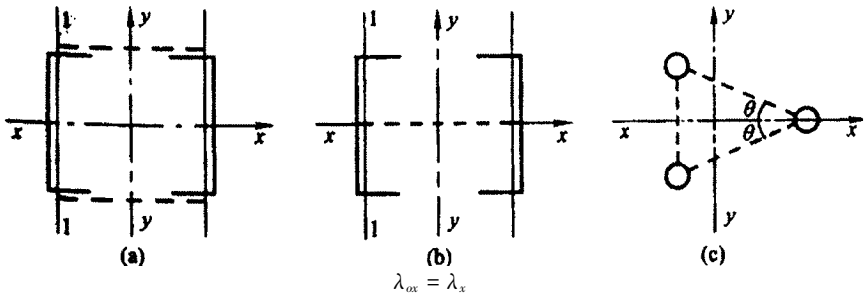
5.2.6 格构式轴心受压构件的稳定性应按公式 5.2.2 计算，其长细比应按下列规定取  $\lambda_{ox}$  和  $\lambda_{oy}$  中的较大值：

- 1 缀板连接的双肢格构式构件（如图 5.2.6a 所示）

$$\lambda_{ox} = \lambda_x \quad (5.2.6-1)$$

$$\lambda_{oy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad (5.2.6-2)$$

- 2 缀条连接的双肢格构式构件（如图 5.2.6b 所示）



$$\lambda_{ox} = \lambda_x$$

$$\lambda_{oy} = \sqrt{\lambda_y^2 + 27 \frac{A}{A_1}} \quad (5.2.6-3)$$

- 3 缀条连接的三肢格构式构件（如图 5.2.6c 所示）

$$\lambda_{ox} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{42A}{A_1 (1.5 - \cos^2 \theta)}} \quad (5.2.6-4)$$

$$\lambda_{oy} = \lambda_y^2 + \frac{42A}{A_1 \cdot \cos^2 \theta} \quad (5.2.6-5)$$

式中  $\lambda_{ox}$ 、 $\lambda_{oy}$ ——格构式构件的换算长细比；

$\lambda_x$ ——整个构件对  $x$  轴的长细比；

$\lambda_y$ ——整个构件对虚轴（ $y$  轴）的长细比；

$\lambda_1$ ——单肢对其自身主轴（ $1$  轴）的长细比，计算长度取缀板间净距；

$A$ ——所有单肢毛截面的面积之和；

$A_1$ ——构件横截面所截各斜缀条毛截面面积之和。

格构式轴心受压构件，当缀材为缀条时，其分肢的长细比  $\lambda_1$  不应大于构件最大长细比  $\lambda_{max}$  的 0.7 倍；当缀材为缀板时， $\lambda_1$  不应大于 40，且不应大于  $\lambda_{max}$  的 0.5 倍（当  $\lambda_{max} < 50$  时，取  $\lambda_{max} = 50$ ），此时可不计算单肢的强度和稳定性。

斜缀条与构件轴线间的夹角宜不小于  $40^\circ$  不大于  $70^\circ$ 。

5.2.7 格构式轴心受压构件的剪力应按下式计算：

$$V = \frac{FA}{80} \sqrt{\frac{f_y}{235}} \quad (5.2.7)$$

式中  $V$ ——剪力；

$A$ ——构件所有单肢毛截面面积之和；

$f_y$ ——钢材的屈服强度，Q235 钢的  $f_y = 235\text{N/mm}^2$ ，Q345 钢的  $f_y = 345\text{N/mm}^2$ 。

剪力  $V$  值沿构件全长不变，由承受该剪力的有关缀板或缀条分担。

### 5.3 受弯构件

5.3.1 荷载通过截面弯心并与主轴平行的受弯构件（如图 5.3.1 所示）的强度和稳定性应按下列公式计算：

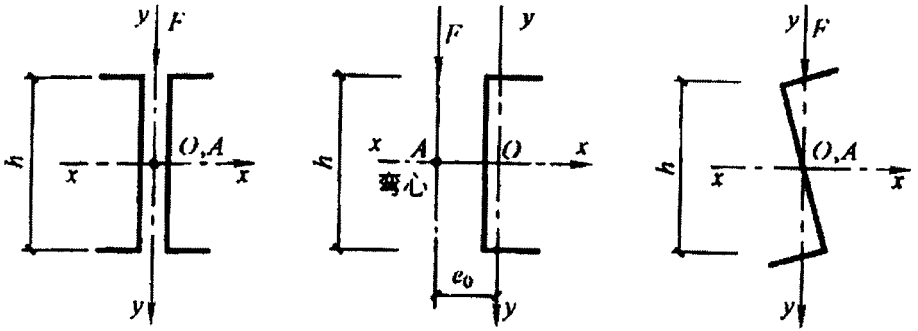


图 5.3.1 荷载通过弯心并与主轴平行的受弯构件截面示意图

强度 
$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_{\text{enx}}} \leq f \quad (5.3.1-1)$$

$$\tau = \frac{V_{\max} S}{It} \leq f_v \quad (5.3.1-2)$$

稳定性：
$$\frac{M_{\max}}{\varphi_{\text{bx}} W_{\text{ex}}} \leq f \quad (5.3.1-3)$$

式中  $M_{\max}$ ——跨间对主轴  $x$  轴的最大弯矩；

$V_{\max}$ ——最大剪力；

$W_{\text{enx}}$ ——对主轴  $x$  轴的较小有效净截面模量；

$\tau$ ——剪应力；

$S$ ——计算剪应力处以上截面对中和轴的面积矩；

$I$ ——毛截面惯性矩；

$t$ ——腹板厚度之和；

$\varphi_{\text{bx}}$ ——受弯构件的整体稳定系数，应按本规范附录 A 中 A.2 的规定计算；

$W_{\text{ex}}$ ——对截面主轴  $x$  轴的受压边缘的有效截面模量；

$f_v$ ——钢材抗剪强度设计值。

5.3.2 荷载偏离截面弯心但与主轴平行的受弯构件（如图 5.3.2 所示）的强度和稳定性应按下列公式计算：

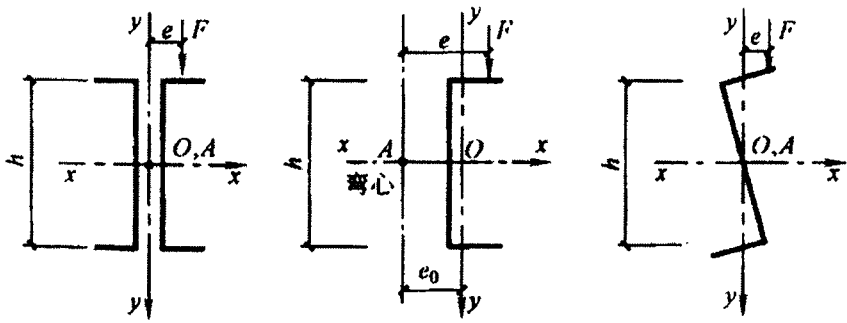


图 5.3.2 荷载偏离弯心但与主轴平行的受弯构件截面示意图

$$\text{强度: } \sigma = \frac{M}{W_{enx}} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (5.3.2-1)$$

$$\text{稳定性: } \frac{M_{\max}}{\varphi_{bx} W_{ex}} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (5.3.2-2)$$

式中  $M$ ——计算弯矩；

$B$ ——与所取弯矩同一截面的双力矩，当受弯构件的受压翼缘上有铺板，且与受压翼缘牢固相连并能阻止受压翼缘侧向变位和扭转时， $B=0$ ，此时可不验算受弯构件的稳定性。其他情况， $B$ 可按本规范附录 A 中 A.4 的规定计算；

$W_w$ ——与弯矩引起的应力同一验算点处的毛截面扇性模量。

剪应力可按公式 5.3.1-2 验算。

5.3.3 荷载偏离截面弯心且与主轴倾斜的受弯构件（如图 5.3.3 所示），当在构造上能保证整体稳定性时，其强度可按式 5.3.3-1 计算：

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{enx}} + \frac{M_y}{W_{eny}} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (5.3.3-1)$$

式中  $M_x$ 、 $M_y$ ——对截面主轴  $x$ 、 $y$  轴的弯矩（图 5.3.3 所示的截面中， $x$  轴为强轴， $y$  轴为弱轴）；

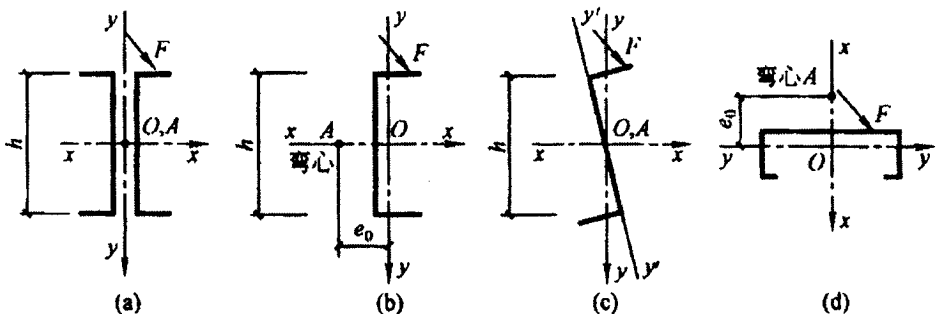


图 5.3.3 荷载偏离弯心且与主轴倾斜的受弯构件截面示意图

$W_{eny}$ ——对截面主轴  $y$  轴的有效净截面模量。

$x$  轴和  $y$  轴方向的剪应力可分别按公式 5.3.1-2 验算。

上述受弯构件，当不能在构造上保证整体稳定性时，可按公式 5.3.3-2 计算其稳定性：

$$\frac{M_x}{\varphi_{bx} W_{ex}} + \frac{M_y}{W_{ey}} + \frac{B}{W_w} \quad (5.3.3-2)$$

式中  $W_{ey}$ ——对截面主轴  $Y$  轴的受压边缘的有效截面模量。

5.3.4 受弯构件支座处的腹板，当有加劲肋时应按公式 5.2.2 计算其平面外的稳定性，计算长度取受

弯构件截面的高度，截面积取加劲肋截面积及加劲肋两侧各  $15t\sqrt{235/f_y}$  宽度范围内的腹板截面积之和（ $t$  为腹板厚度）。

支座处无加劲肋时，应按第 7.1.7 条的规定验算局部受压承载力。

## 5.4 拉弯构件

5.4.1 拉弯构件的强度应按下列公式计算：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{W_{nx}} \pm \frac{M_y}{W_{ny}} \leq f \quad (5.4.1)$$

式中  $W_{nx}$ 、 $W_{ny}$ ——对截面主轴  $x$ 、 $y$  轴的净截面模量。

若拉弯构件截面内出现受压区，且受压板件的宽厚比大于第 5.6.1 条规定的有效宽厚比时，则在计算其净截面特性时应按图 5.6.5 所示位置扣除受压板件的超出部分。

## 5.5 压弯构件

5.5.1 压弯构件的强度应按下列公式计算：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{W_{enx}} \pm \frac{M_y}{W_{eny}} \leq f \quad (5.5.1)$$

5.5.2 双轴对称截面的压弯构件，当弯矩作用于对称平面内时，应按公式 5.5.2-1 计算弯矩作用平面内的稳定性：

$$\frac{N}{\varphi A_e} + \frac{\beta_m M}{\left(1 - \frac{N}{N'_E}\right) W_e} \leq f \quad (5.5.2-1)$$

式中  $M$ ——计算弯矩，取构件全长范围内的最大弯矩；

$\beta_m$ ——等效弯矩系数；

$N'_E$ ——钢材的弹性模量；

$E$ ——钢材的弹性模量。

$\lambda$ ——构件在弯矩作用平面内的长细比；

$W_e$ ——对最大受压边缘的有效截面模量。

当弯矩作用在最大刚度平面内时（如图 5.5.2 所示），尚应按公式 5.5.2-2 计算弯矩作用平面外的稳定性：

$$\frac{N}{\varphi_y A_e} + \frac{\eta M_y}{\varphi_{bx} W_{ex}} \leq f \quad (5.5.2-2)$$

式中  $\eta$ ——截面系数，对闭口截面  $\eta = 0.7$ ，对其他截面  $\eta = 1.0$ ；

$\varphi_y$ ——对  $y$  轴的轴心受压构件的稳定系数，其长细比应按公式 5.2.3-2 计算；

$\varphi_{bx}$ ——当弯矩作用于最大刚度平面内时，受弯构件的整体稳定系数，应按本规范附录 A 中 A.2 的规定计算，对于闭口截面可取  $\varphi_{bx} = 1.0$ 。

$M_x$  应取构件计算段的最大弯矩。

5.5.3 压弯构件的等效弯矩系数  $\beta_m$  应按下列规定采用：

1 构件端部无侧移且无中间横向荷载时：

$$\beta_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_2}{M_1} \quad (5.5.3)$$

式中  $M_1$ 、 $M_2$ ——分别为绝对值较大和较小的端弯矩，当构件以单曲率弯曲时  $\frac{M_2}{M_1}$  取正值，当构件以

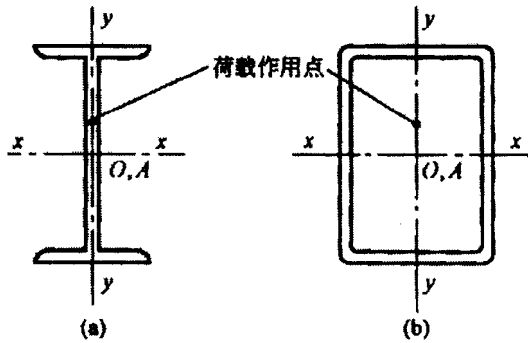


图 5.5.2 双轴对称截面示意图

双轴率弯曲时,  $\frac{M_2}{M_1}$  取负值。

2 构件端部无侧移但有中间横向荷载时:

$$\beta_m = 1.0$$

3 构件端部有侧移时:

$$\beta_m = 1.0$$

5.5.4 单轴对称开口截面(如图 5.2.4 所示)的压弯构件,当弯矩作用于对称平面内时,除应按第 5.5.2 条计算弯矩作用平面内的稳定性外,尚应按公式 5.2.2 计算其弯矩作用平面外的稳定性,此时,公式 5.2.2 中的轴心受压构件稳定系数  $\varphi$  应按公式 5.5.4-1 算得的弯扭屈曲的换算长细比  $\lambda_w$  由本规范表 A.1.1-1 或表 A.1.1-2 查得。

$$\lambda_w = \lambda_x \sqrt{\frac{s^2 + a^2}{2s^2} + \sqrt{\left(\frac{s^2 + a^2}{2s^2}\right)^2 - \frac{a^2 - a(e_0 - e_x)}{s^2}}} \quad (5.5.4-1)$$

$$a^2 = e_0^2 + i_x^2 + 2e_x \left( \frac{U_y}{2I_y} - e_0 - \xi_2 e_a \right) \quad (5.5.4-2)$$

$$U_y = \int_A x(x^2 + y^2) dA \quad (5.5.4-3)$$

式中  $e_x$ ——等效偏心距,  $e_x = \pm \frac{\beta_m M}{N}$  当偏心力在截面弯心一侧时  $e_x$  为负,当偏心力在与截面弯心相对的

另一侧时  $e_x$  为正。 $M$  取构件计算段的最大弯矩;

$\xi_2$ ——横向荷载作用位置影响系数,查表 A.2.1;

$s$ ——计算系数,按公式 5.2.4-2 计算;

$e_a$ ——横向荷载作用点到弯心的距离:对于偏心压杆或当横向荷载作用在弯心时  $e_a = 0$ ;当荷载不作用在弯心且荷载方向指向弯心时  $e_a$  为负,而离开弯心时  $e_a$  为正。

若  $l_{ox} \leq l_{oy}$  当压弯构件采用本规范表 B.1.1-3 或表 B.1.1-4 中所列型钢或当  $e_x + \frac{e_0}{2} \leq 0$  时,可不计算其弯矩作用平面外的稳定性。

当弯矩作用在对称平面内(如图 5.2.4 所示),且使截面在弯心一侧受压时,尚应按下式计算:

$$\left| \frac{N}{A_e} - \frac{\beta_{my} M_y}{\left(1 - \frac{N}{N'_{EY}}\right) W'_{ey}} \right| \leq f \quad (5.5.4-4)$$

式中  $\beta_{my}$ ——对  $y$  轴的等效弯矩系数,应按第 5.5.3 条的规定采用;

$W'_{ey}$ ——截面的较小有效截面模量;

$N'_{EY}$ ——系数,  $N'_{EY} = \frac{\pi^2 EA}{1.65\lambda_y^2}$ 。

5.5.5 单轴对称开口截面压弯构件, 当弯矩作用于非对称主平面内时 (如图 5.5.5 所示), 除应按公式 5.5.5-1 计算其弯矩作用平面内的稳定性外, 尚应按公式 5.5.5-2 计算其弯矩作用平面外的稳定性。

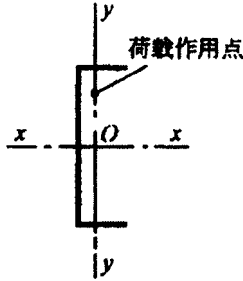


图 5.5.5 单轴对称开口截面对称轴弯曲示意图

$$\frac{N}{\varphi_x A_c} + \frac{\beta_m M_x}{\left(1 - \frac{N}{N'_{EX}} \varphi_x\right) W_{ex}} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (5.5.5-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A_c} + \frac{M_x}{\varphi_{bx} W_{ex}} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (5.5.5-2)$$

式中  $\varphi_x$ ——对  $x$  轴的轴心受压构件的稳定系数, 其长细比应按公式 5.2.4-1 计算;

$N'_{EX}$ ——系数,  $N'_{EX} = \frac{\pi^2 EA}{1.165\lambda_x^2}$ 。

5.5.6 双轴对称截面双向压弯构件的稳定性应按下列公式计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A_c} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\left(1 - \frac{N}{N'_{EX}} \varphi_x\right) W_{ex}} + \frac{\eta M_y}{\varphi_{by} W_{ey}} \leq f \quad (5.5.6-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_x A_c} + \frac{\eta M_x}{\varphi_{lx} W_{ex}} + \frac{\beta_{my} M_y}{\left(1 - \frac{N}{N'_{EY}} \varphi_y\right) W_{ey}} \leq f \quad (5.5.6-2)$$

式中  $\varphi_{by}$ ——当弯矩作用于最小刚度平面内时, 受弯构件的整体稳定系数, 应按本规范附录 A 中 A.2 的规定计算;

$\beta_{my}$ ——对  $x$  轴的等效弯矩系数, 应按第 5.5.3 条的规定采用。

5.5.7 格构式压弯构件, 除应计算整个构件的强度和稳定性外, 尚应计算单肢的强度和稳定性。

计算缀板或缀条内力用的剪力, 应取构件的实际剪力和按第 5.2.7 条算得的剪力中的较大值。

5.5.8 格构式压弯构件, 当弯矩绕实轴 ( $X$  轴) 作用时, 其弯矩作用平面内和平面外的整体稳定性计算均与实腹式构件相同, 但在计算弯矩作用平面外的整体稳定性时, 公式 5.5.2-2 中的  $\varphi_y$ , 应按第 5.2.6 条中的换算长细比  $\lambda_{0y}$  确定,  $\varphi_b$  应取 1.0; 当弯矩绕虚轴 ( $Y$  轴) 作用时, 其弯矩作用平面内的整体稳定性应按下式计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A_c} + \frac{\beta_{my} M_y}{\left(1 - \frac{N}{N'_{EY}} \varphi_y\right) W_{ey}} \leq f \quad (5.5.8)$$

式中  $\varphi_y$ 、 $N'_{EY}$  均应按换算长细比  $\lambda_{0y}$  确定, 弯矩作用平面外的整体稳定性可不计算, 但应计算分肢的稳定性。

## 5.6 构件中的受压板件

5.6.1 加劲板件、部分加劲板件和非加劲板件的有效宽厚比应按下列公式计算：当  $\frac{b}{t} \leq 18\alpha\rho$  时：

$$\frac{b_c}{t} = \frac{b_c}{t} \quad (5.6.1-1)$$

当  $18\alpha\rho < \frac{b}{t} < 38\alpha\rho$  时：

$$\frac{b_c}{t} = \left[ \sqrt{\frac{21.8\alpha\rho}{\frac{b}{t}} - 0.1} \right] \frac{b_c}{t} \quad (5.6.1-2)$$

当  $\frac{b}{t} \geq 38\alpha\rho$  时：

$$\frac{b_c}{t} = \frac{25\alpha\rho}{\frac{b}{t}} \cdot \frac{b_c}{t} \quad (5.6.1-3)$$

式中  $b$ ——板件宽度；

$t$ ——板件厚度；

$b_c$ ——板件有效宽度；

$\alpha$ ——计算系数， $\alpha = 1.15 - 0.15\Psi$ ，当  $\Psi < 0$  时，取  $\alpha = 1.15$ ；

$\Psi$ ——压应力分布不均匀系数， $\Psi = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$ ；

$\sigma_{\max}$ ——受压板件边缘的最大压应力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )，取正值；

$\sigma_{\min}$ ——受压板件另一边缘的应力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )，以压应力为正，拉应力为负；

$b_c$ ——板件受压区宽度，当  $\Psi \geq 0$  时， $b_c = b$ ；当  $\Psi < 0$  时， $b_c = \frac{b}{1 - \Psi}$ ；

$\rho$ ——计算系数， $\rho = \sqrt{\frac{205k_1k}{\sigma_1}}$  其中  $\sigma_1$  按本规范第 5.6.7 条、5.6.8 条的规定确定；

$k$ ——板件受压稳定系数，按第 5.6.2 条的规定确定；

$k_1$ ——板组约束系数，按第 5.6.3 条的规定采用；若不计相邻板件的约束作用，可取  $k_1 = 1$ 。

5.6.2 受压板件的稳定系数可按下列公式计算：

1 加劲板件。

当  $1 > \Psi > 0$  时：

$$k = 7.8 - 8.15\Psi + 4.35\Psi^2 \quad (5.6.2-1)$$

当  $0 \geq \Psi \geq -1$  时：

$$k = 7.8 - 6.29\Psi + 9.78\Psi^2 \quad (5.6.2-2)$$

2 部分加劲板件。

1) 最大压应力作用于支承边 (如图 5.6.2a 所示)

当  $\Psi \geq -1$  时：

$$k = 5.89 - 11.59\Psi + 6.68\Psi^2 \quad (5.6.2-3)$$

2) 最大压应力作用于部分加劲边 (如图 5.6.2b 所示)

当  $\Psi \geq -1$  时：

$$k = 1.15 - 0.22\Psi + 0.045\Psi^2 \quad (5.6.2-4)$$

## 3 非加劲板件。

1) 最大压应力作用于支承边 (如图 5.6.2c 所示)。

当  $1 \geq \Psi > 0$  时:

$$k = 1.70 - 3.025\Psi + 1.75\Psi^2 \quad (5.6.2-5)$$

当  $0 \geq \Psi - 0.4$  时:

$$k = 1.70 - 1.75\Psi + 55\Psi^2 \quad (5.6.2-6)$$

当  $-0.4 \geq \Psi - 1$  时:

$$k = 6.07 - 9.51\Psi + 8.33\Psi^2 \quad (5.6.2-7)$$

2) 最大压应力作用于自由边 (如图 5.6.2d 所示)。

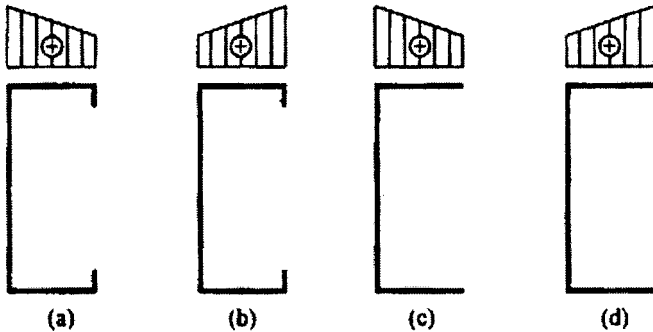


图 5.6.2 部分加劲板件和非加劲板件的应力分布示意图

当  $\Psi \geq -1$  时:

$$k = 0.567 - 0.213\Psi + 0.071\Psi^2 \quad (5.6.2-8)$$

注: 当  $\Psi < -1$  时, 以上各式的  $k$  值按  $\Psi = -1$  的值采用。

## 5.6.3 受压板件的板组约束系数应按下列公式计算:

当  $\xi \leq 1.1$ 

$$k_1 = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \quad (5.6.3-1)$$

当  $\xi > 1.1$  时

$$k_1 = 0.11 + \frac{0.93}{(\xi - 0.05)^2} \quad (5.6.3-2)$$

$$\xi = \frac{c}{b} \sqrt{\frac{k}{k_c}} \quad (5.6.3-3)$$

式中  $b$ ——计算板件的宽度; $c$ ——与计算板件邻接的板件的宽度, 如果计算板件两边均有邻接板件时, 即计算板件为加劲板件时, 取压应力较大一边的邻接板件的宽度; $k$ ——计算板件的受压稳定系数, 由第 5.6.2 条确定; $k_c$ ——邻接板件的受压稳定系数, 由第 5.6.2 条确定。

当  $k_1 > k'_1$  时, 取  $k_1 = k'_1$ ,  $k'_1$  为  $k_1$  的上限值。对于加劲板件  $k'_1 = 1.7$ ; 对于部分加劲板件  $k'_1 = 2.4$ ; 对于非加劲板件  $k'_1 = 3.0$ 。当计算板件只有一边有邻接板件, 即计算板件为非加劲板件或部分加劲板件, 且邻接板件受拉时, 取  $k_1 = k'_1$ 。

5.6.4 部分加劲板件中卷边的高厚比不宜大于 12, 卷边的最小高厚比应根据部分加劲板的宽厚比按表 5.6.4 采用。



表 5.6.4 卷边的最小高厚比

$\frac{b}{t}$	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$\frac{a}{t}$	5.4	6.3	7.2	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0

注：a——卷边的高度；  
b——带卷边的板件的宽度；  
t——板厚。

5.6.5 当受压板件的宽厚比大于第 5.6.1 条规定的有效宽厚比时，受压板件的有效截面应自截面的受压部分按图 5.6.5 所示位置扣除其超出部分（即图中不带斜线部分）来确定，截面的受拉部分全部有效。

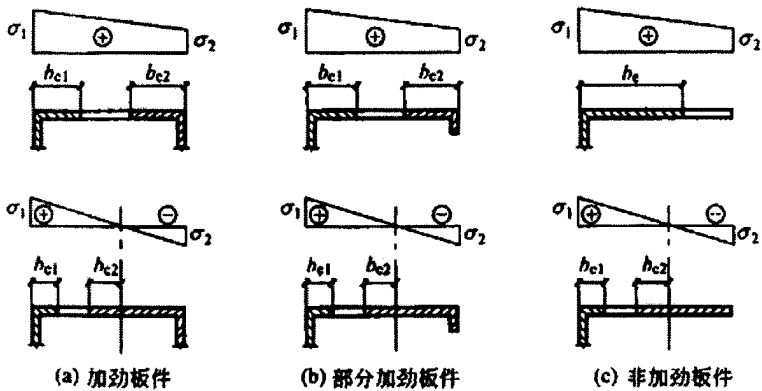


图 5.6.5 受压板件的有效截面图

图 5.6.5 中的  $b_{e1}$  和  $b_{e2}$  按下列规定计算：

对于加劲板件：

当  $\Psi \geq 0$  时：

$$b_{e1} = \frac{2b_c}{5 - \Psi}, \quad b_{e2} = b_c - b_{e1} \quad (5.6.5-1)$$

当  $\Psi < 0$  时：

$$b_{e1} = 0.4b, \quad b_{e2} = 0.6b_c \quad (5.6.5-2)$$

对于部分加劲板件及非加劲板件：

$$b_{e1} = 0.4b_c, \quad b_{e2} = 0.6b_c \quad (5.6.5-3)$$

式中  $b_c$  按第 5.6.1 条确定。

5.6.6 圆管截面构件的外径与壁厚之比符合第 4.3.2 条的规定时，在计算中可取其截面全部有效。

5.6.7 在轴心受压构件中板件的有效宽厚比应根据由构件最大长细比所确定的轴心受压构件的稳定系数与钢材强度设计值的乘积 ( $\eta f$ ) 作为  $\sigma_1$ ，按第 5.6.1 条的规定计算。

5.6.8 在拉弯、压弯和受弯构件中板件的有效宽厚比应按下列规定确定：

1 对于压弯构件，截面上各板件的压应力分布不均匀系数  $\Psi$  应由构件毛截面按强度计算，不考虑双力矩的影响。最大压应力板件的  $\sigma_1$  取钢材的强度设计值  $f$  其余板件的最大压应力按  $\Psi$  推算。有效宽厚比按第 5.6.1 条的规定计算。

2 对于受弯及拉弯构件，截面上各板件的压应力分布不均匀系数  $\psi$  及最大压应力应由构件毛截面按强度计算，不考虑双力矩的影响。有效宽厚比按第 5.6.1 条的规定计算。

3 板件的受拉部分全部有效。

## 6 连接的计算与构造

### 6.1 连接的计算

6.1.1 对接焊缝和角焊缝的强度应按下列公式计算：

1 对接焊缝轴心受拉。

$$\sigma = \frac{N}{l_w t} \leq f_t^w \quad (6.1.1-1)$$

2 对接焊缝轴心受压。

$$\sigma = \frac{N}{l_w t} \leq f_c^w \quad (6.1.1-2)$$

3 对接焊缝受弯同时受剪。

拉应力：

$$\sigma = \frac{M}{W_f} \leq f_t^w \quad (6.1.1-3)$$

剪应力：

$$\tau = \frac{VS_f}{I_f t} \leq f_v^w \quad (6.1.1-4)$$

对接焊缝中剪应力  $\tau$  和正应力  $\sigma$  均较大处：

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1.0f_t^w \quad (6.1.1-5)$$

4 正面直角角焊缝受剪（作用力垂直于焊缝长度方向）

$$\sigma_f = \frac{N}{0.7h_f l_w} \leq 1.22f_f^w \quad (6.1.1-6)$$

5 侧面直角角焊缝受剪（作用力平行于焊缝长度方向）

$$\tau_f = \frac{N}{0.7h_f l_w} \leq f_f^w \quad (6.1.1-7)$$

6 在垂直于角焊缝长度方向的应力  $\sigma_f$  和沿角焊缝长度方向的剪应力  $\tau_f$  共同作用处。

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_f}{1.22}\right)^2 + \tau_f^2} \leq f_f^w \quad (6.1.1-8)$$

式中  $l_w$ ——焊缝计算长度之和。采用引弧板或引出板施焊的对接焊缝，每条焊缝的计算长度可取其实际长度  $l$ ；不符合上述施焊方法的对接焊缝和所有角焊缝，每条焊缝的计算长度均取实际长度  $l$  减去  $2h_f$ ；

$h_f$ ——角焊缝的焊脚尺寸；

$t$ ——连接构件中较薄板件的厚度；

$W_f$ ——焊缝截面模量；

$S_f$ ——焊缝截面的最大面积矩；

$I_f$ ——焊缝截面惯性矩；

$\sigma_f$ ——垂直于焊缝长度方向的应力，按焊缝有效截面  $(0.7h_f l_w)$  计算；

$\tau_f$ 沿焊缝长度方向的剪应力，按焊缝有效截面 ( $0.7h_f l_w$ ) 计算；

$f_c^w$ 、 $f_t^w$ ——对接焊缝的抗压、抗拉强度设计值；

$f_v^w$ ——对接焊缝的抗剪强度设计值；

$f_f^w$ ——角焊缝的抗压、抗拉和抗剪强度设计值。

6.1.2 喇叭形焊缝的强度应按下列公式计算：

1 当连接板件的最小厚度小于或等于 4mm 时，轴力  $N$  垂直于焊缝轴线方向作用的焊缝（如图 6.1.2-1 所示）的抗剪强度应按下列公式计算：

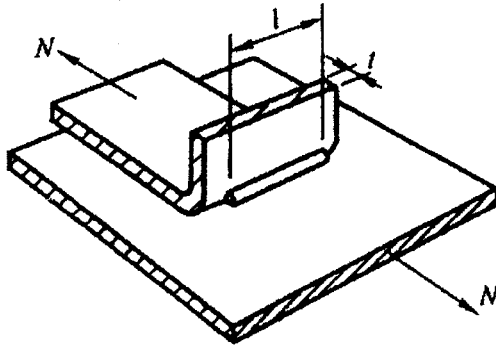


图 6.1.2-1 端缝受剪的单边喇叭形焊缝

$$\tau = \frac{N}{l_w t} \leq 0.8f \quad (6.1.2-1)$$

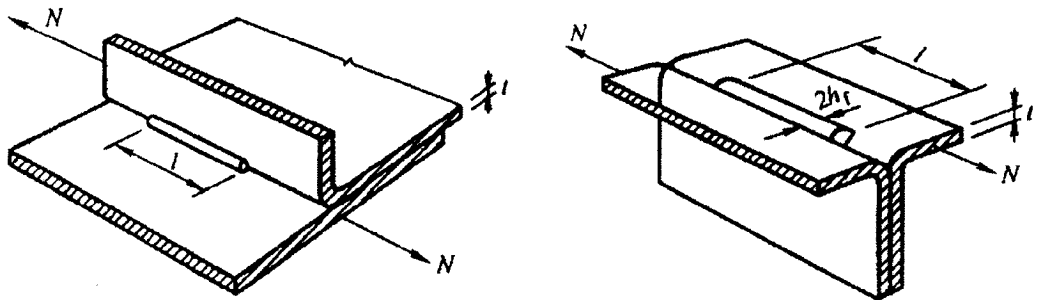
轴力  $N$  平行于焊缝轴线方向作用的焊缝（如图 6.1.2-2 所示）的抗剪强度应按下列公式计算：

$$\tau = \frac{N}{l_w t} \leq 0.7f \quad (6.1.2-2)$$

式中  $t$ ——连接钢板的最小厚度；

$l_w$ ——焊缝计算长度之和，每条焊缝的计算长度均取实际长度  $l$  减去  $2h_f$ ， $h_f$  应按图 6.1.2-3 确定；

$f$ ——连接钢板的抗拉强度设计值。



(a) 单边喇叭形焊缝

(b) 喇叭形焊缝

图 6.1.2-2 纵向受剪的喇叭形焊缝

2 当连接板件的最小厚度大于 4mm 时，纵向受剪的喇叭形焊缝的强度除按公式 6.1.2-2 计算外，尚应按公式 6.1.1-7 做补充验算，但  $h_f$  应按图 6.1.2-2b 或图 6.1.2-3 确定。

6.1.3 电阻点焊可用于构件的缀合或组合连接，每个焊点所承受的最大剪力不得大于本规范表 4.2.6

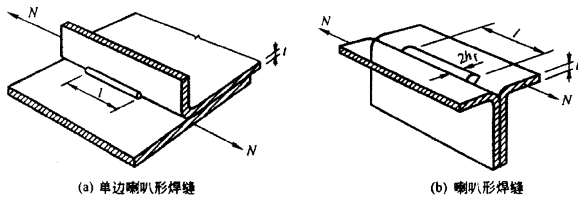


图 6.1.2-3 单边喇叭形焊缝

中规定的抗剪承载力设计值。

6.1.4 普通螺栓的强度应按下列规定计算：

1 在普通螺栓杆轴方向受拉的连接中，每个螺栓所受的拉力不应大于按下式计算的抗拉承载力设计值  $N_t^b$ 。

$$N_t^b = \frac{\pi d_c^2}{4} f_t^b \quad (6.1.4-1)$$

式中  $d_c$ ——螺栓螺纹处的有效直径；

$f_t^b$ ——螺栓的抗拉强度设计值。

2 在普通螺栓的受剪连接中，每个螺栓所受的剪力不应大于按下列公式计算的抗剪承载力设计值  $N_v^b$  和承压承载力设计值  $N_c^b$  的较小者。

抗剪承载力设计值：

$$N_v^b = n_v \frac{\pi d^2}{4} f_v^b \quad (6.1.4-2)$$

承压承载力设计值：

$$N_c^b = d \sum t f_c^b \quad (6.1.4-3)$$

式中  $n_v$ ——剪切面数；

$d$ ——螺杆直径，对于全螺纹螺栓，取  $d = d_c$ ；

$\sum t$ ——同一受力方向的承压构件的较小总厚度；

$f_c^b$ 、 $f_v^b$ ——螺栓的承压、抗剪强度设计值。

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力的普通螺栓连接，应符合下列公式要求：

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1 \quad (6.1.4-4)$$

$$N_v \leq N_c^b \quad (6.1.4-5)$$

式中  $N_v$ 、 $N_t$ ——每个螺栓所承受的剪力和拉力。

6.1.5 高强度螺栓摩擦型连接中，高强度螺栓的强度应按下列公式计算：

1 每个螺栓所受的剪力不应大于按下式计算的抗剪承载力设计值  $N_v^b$ 。

$$N_v^b = \alpha \cdot n_f \cdot \mu \cdot P \quad (6.1.5-1)$$

式中  $\alpha$ ——系数，当最小板厚， $t < 6\text{mm}$  时取 0.8，当最小板厚， $t > 6\text{mm}$  时取 0.9；

$n_f$ ——传力摩擦面数；

$\mu$ ——抗滑移系数，应按表 6.1.5-1 采用；

$P$ ——高强度螺栓的预拉力，应按表 6.1.5-2 采用。

表 6.1.5-1

抗滑移系数  $\mu$  值

连接处构件接触面的处理方法	构件的钢材牌号	
	Q235	Q345
喷砂(丸)	0.40	0.45
热轧钢材轧制表面清除浮锈	0.30	0.35
冷轧钢材轧制表面清除浮锈	0.25	—

注：除锈方向应与受力方相垂直

表 6.1.5-2

高强度螺栓的预拉力  $P$  值 (KN)

螺栓的性能等级	螺栓公称直径 (mm)		
	M12	M14	M16
8.8 级	45	60	80
10.9 级	55	75	100

2 每个螺栓所受的沿螺栓杆轴方向的拉力不应大于按下式计算的抗拉承载力设计值  $N_t^b$ 。

$$N_t^b = 0.8P \quad (6.1.5-2)$$

3 同时承受摩擦面间的剪力  $N_v$  和沿螺栓杆轴方向的拉力  $N_t$  作用的高强度螺栓应符合下列公式要求：

$$N_v = N_v^b = \alpha \cdot n_f \cdot \mu \cdot (P - 1.25N_t) \quad (6.1.5-3)$$

$$N_t \leq 0.8P \quad (6.1.5-4)$$

6.1.6 在构件的节点处或拼接接头的一端，当螺栓沿受力方向的连接长度  $l_b$  大于  $15d_0$  时，应将螺栓的承载力设计值乘以折减系数  $(1.1 - \frac{l_b}{150d_0})$ ；当  $l_b$  大于  $60d_0$  时，折减系数为 0.7， $d_0$  为孔径。

6.1.7 用于压型钢板之间和压型钢板与冷弯型钢构件之间紧密连接的抽芯铆钉（拉铆钉）、自攻螺钉和射钉连接的强度可按下列规定计算：

1 在压型钢板与冷弯型钢等支承构件之间的连接件杆轴方向受拉的连接中，每个自攻螺钉或射钉所受的拉力应不大于按下式计算的抗拉承载力设计值。

当只受静荷载作用时：

$$N_t^f = 17tf \quad (6.1.7-1)$$

当受含有风荷载的组合荷载作用时：

$$N_t^f = 8.5tf \quad (6.1.7-2)$$

式中  $N_t^f$ ——一个自攻螺钉或射钉的抗拉承载力设计值 (N)；

$t$ ——紧挨钉头侧的压型钢板厚度 (mm)，应满足  $0.5\text{mm} \leq t \leq 1.5\text{mm}$ ；

$f$ ——被连接钢板的抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )。

当连接件位于压型钢板波谷的一个四分点时 (如图 6.1.7b 所示)，其抗拉承载力设计值应乘以折减系数 0.9；当两个四分点均设置连接件时 (如图 6.1.7c 所示) 则应乘以折减系数 0.7。

自攻螺钉在基材中的钻入深度  $t_c$  应大于 0.9mm，其所受的拉力应不大于按下式计算的抗拉承载力设计值。

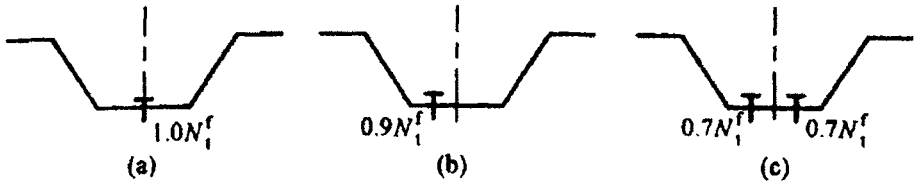


图 6.1.7 压型钢板连接示意图

$$N_1^f = 0.75 t_c d f \quad (6.1.7-3)$$

式中  $d$ ——自攻螺钉的直径 (mm);

$t_c$ ——钉杆的圆柱状螺纹部分钻入基材中的深度 (mm);

$f$ ——基材的抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

2 当连接件受剪时, 每个连接件所承受的剪力应不大于按下列公式计算的抗剪承载力设计值。

抽芯铆钉和自攻螺钉:

当  $\frac{t_1}{t} = 1$  时:

$$N_v^f = 3.7 \sqrt{t^3 d f} \quad (6.1.7-4)$$

且

$$N_v^f \leq 2.4 t d f \quad (6.1.7-5)$$

当  $\frac{t_1}{t} \geq 2.5$  时:

$$N_v^f = 2.4 t d f \quad (6.1.7-6)$$

当  $\frac{t_1}{t} \geq$  介于 1 和 2.5 之间时,  $N_v^f$  可由公式 6.1.7-4 和 6.1.7-6 插值得得。

式中  $N_v^f$ ——一个连接件的抗剪承载力设计值 (N);

$d$ ——铆钉或螺钉直径 (mm);

$t$ ——较薄板 (针头接触侧的钢板) 的厚度 (mm);

$t_1$ ——较厚板 (在现场形成钉头一侧的板或钉尖侧的板) 的厚度 (mm);

$f$ ——被连接钢板的抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

射钉:

$$N_v^f = 3.7 t d f \quad (6.1.7-7)$$

式中  $t$ ——被固定的单层钢板的厚度 (mm);

$d$ ——射钉直径 (mm);

$f$ ——被固定钢板的抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

当抽芯铆钉或自攻螺钉用于压型钢板端部与支承构件 (如檩条) 的连接时, 其抗剪承载力设计值应乘以折减系数 0.8。

3 同时承受剪力和拉力作用的自攻螺钉和射钉连接, 应符合下式要求:

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^f}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^f}\right)^2} \leq 1 \quad (6.1.7-8)$$

式中  $N_v$ 、 $N_t$ ——一个连接件所承受的剪力和拉力;

$N_v^f$ 、 $N_t^f$ ——一个连接件的抗剪和抗拉承载力设计值。

6.1.8 由两槽钢 (或卷边槽钢) 连接而成的组合工形截面 (如图 6.1.8 所示), 其连接件 (如焊缝、点焊、螺栓等) 的最大纵向间距  $a_{\max}$  应按下列规定采用:

1 对于压弯构件, 应取按下列公式算得之较小者。

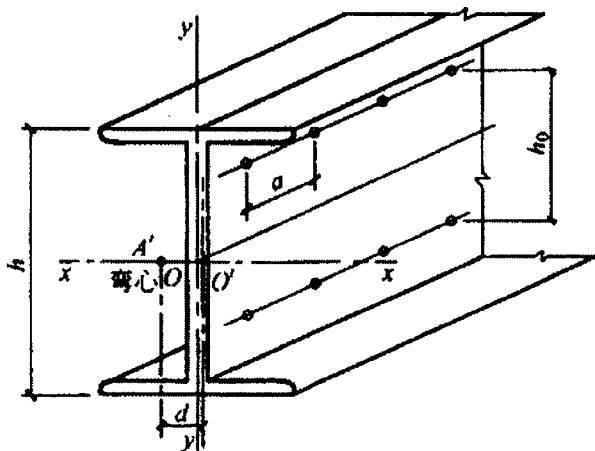


图 6.1.8 组合工形截面示意图

注：A'系单个槽钢的弯心；

O'系单个槽钢腹板中心线与对称轴 x 的交点。

$$a_{\max} = \frac{n_1 N_v^f I_y}{V S_y} \quad (6.1.8-1)$$

$$a_{\max} = \frac{l i_1}{2 i_y} \quad (6.1.8-2)$$

式中  $n_1$ ——同一截面处的连接件数； $N_v^f$ ——一个连接件的抗剪承载力设计值，对于电阻点焊可取  $N_v^f = N_v^s$ ； $I_y$ ——组合工形截面对平行于腹板的重心轴 y 的惯性矩；

V——剪力，取实际剪力及按第 5.2.7 条算得的剪力中的较大值；

 $S_y$ ——单个槽钢对 y 轴的面积矩；

l——构件支承点间的长度；

 $i_1$ ——单个槽钢对其自身平行于腹板的重心轴的回转半径； $i_y$ ——组合工形截面对 y 轴的回转半径。

2 对于受弯构件：

$$a_{\max} = \frac{2 N_t^f h_0}{d q_0} \quad (6.1.8-3)$$

式中  $N_t^f$ ——一个连接件的抗拉承载力设计值，对电阻点焊可取  $N_t^f = 0.3 N_t^s$ ； $h_0$ ——最靠近上、下翼缘的两排连接件间的垂直距离；

d——单个槽钢的腹板中面至其弯心的距离；

 $q_0$ ——等效荷载集度。

受弯构件的等效荷载集度应按下列规定采用：对于分布荷载应取实际荷载集度的 3 倍；对于集中荷载或反力，应将集中力除以荷载分布长度或连接件的纵向间距，取其中的较大值。

## 6.2 连接的构造

6.2.1 当被连接板件的厚度  $t \leq 6\text{mm}$  时，焊缝的计算长度不得小于 30mm；当  $t > 6\text{mm}$  时，不得小于 40mm。角焊缝的焊脚尺寸不宜大于  $1.5t$ （ $t$  为相连板件中较薄板件的厚度）。直接相贯的钢管节点的

角焊缝焊脚尺寸可放大到  $2.0t$ 。

6.2.2 当采用喇叭形焊缝时，单边喇叭形焊缝的焊脚尺寸  $h_f$  (如图 6.1.2-3 所示) 不得小于被连接板件的最小厚度的 1.4 倍。

6.2.3 电阻点焊的焊点中距不宜小于  $15\sqrt{t}$  (mm)，焊点边距不宜小于  $10\sqrt{t}$  (mm) ( $t$  系被连接板件中较薄板件的厚度)。

6.2.4 螺栓的中距不得小于螺栓孔径  $d_0$  的 3 倍，端距不得小于螺栓孔径的 2 倍，边距不得小于螺栓孔径的 1.5 倍 (如图 6.2.4 所示)。在靠近弯角边缘处的螺栓孔边距，尚应满足使用紧固工具的要求。

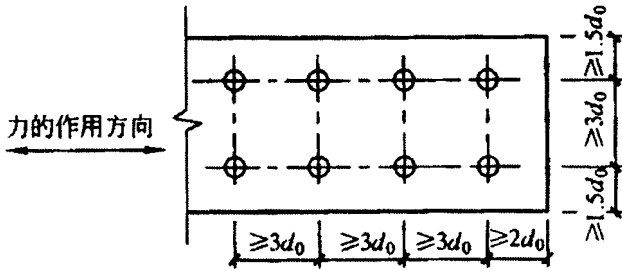


图 6.2.4 螺栓最小间距示意图

6.2.5 抽芯铆钉 (拉铆钉) 和自攻螺钉的钉头部分应靠在较薄的板件一侧。连接件的中距和端距不得小于连接件直径的 3 倍，边距不得小于连接件直径的 1.5 倍。受力连接中的连接件数不宜少于 2 个。

6.2.6 抽芯铆钉的适用直径为 2.6~6.4mm，在受力蒙皮结构中宜选用直径不小于 4mm 的抽芯铆钉；自攻螺钉的适用直径为 3.0~8.0mm，在受力蒙皮结构中宜选用直径不小于 5mm 的自攻螺钉。

6.2.7 自攻螺钉连接的板件上的预制孔径  $d_0$  应符合下式要求：

$$d_0 = 0.7d + 0.2t_1 \tag{6.2.7-1}$$

且  $d_0 \leq 0.9d$  (6.2.7-2)

式中  $d$ ——自攻螺钉的公称直径 (mm)；

$t_1$ ——被连接板的总厚度 (mm)。

6.2.8 射钉只用于薄板与支承构件 (即基材如檩条) 的连接。射钉的间距不得小于射钉直径的 4.5 倍，且其中距不得小于 20mm，到基材的端部和边缘的距离不得小于 15mm，射钉的适用直径为 3.7~6.0mm。

射钉的穿透深度 (指射钉尖端到基材表面的深度，如图 6.2.8 所示) 应不小于 10mm。

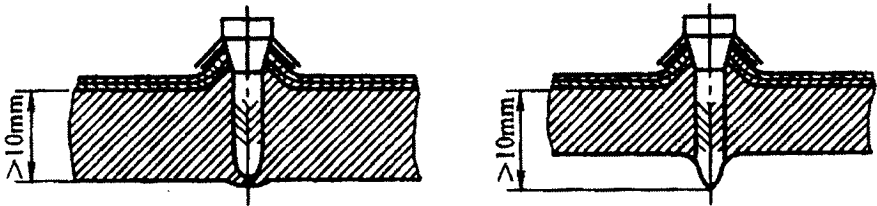


图 6.2.8 射钉的穿透深度

基材的屈服强度应不小于  $150\text{N/mm}^2$ ，被连钢板的最大屈服强度应不大于  $360\text{N/mm}^2$ 。基材和被连钢板的厚度应满足表 6.2.8-1 和表 6.2.8-2 的要求。



表 6.2.8-1 被连钢板的最大厚度 (mm)



射钉直径 (mm)	$\geq 3.7$	$\geq 4.5$	$\geq 5.2$
单一方向			
单层被固定钢板最大厚度	1.0	2.0	3.0
多层被固定钢板最大厚度	1.4	2.5	3.5
相反方向			
所有被固定钢板最大厚度	2.8	5.0	7.0

表 6.2.8-1 基材的最小厚度

射钉直径 (mm)	$\geq 3.7$	$\geq 4.5$	$\geq 5.2$
最小厚度 (mm)	4.0	6.0	8.0

6.2.9 在抗拉连接中, 自攻螺钉和射钉的钉头或垫圈直径不得小于 14mm; 且应通过试验保证连接件由基材中的拔出强度不小于连接件的抗拉承载力设计值。

## 7 压型钢板

### 7.1 压型钢板的计算

7.1.1 本节有关压型钢板计算的规定仅适用于屋面板、墙板和组合效应的压型钢板楼板。

7.1.2 压型钢板 (如图 7.1.2 所示) 受压翼缘的有效宽厚比应按下列规定采用:

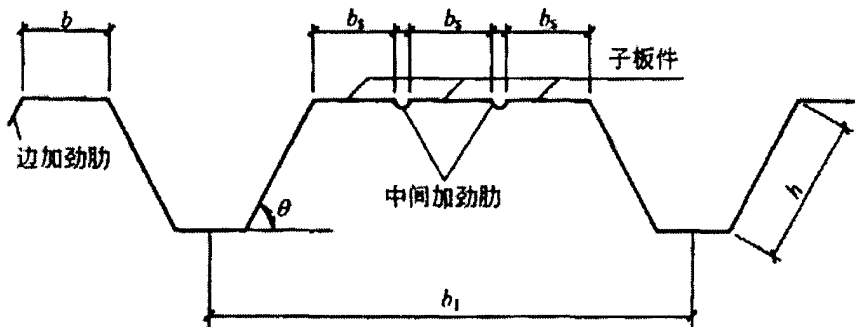


图 7.1.2 压型钢板截面示意图

1 两纵边均与腹板相连, 或一纵边与腹板相连、另一纵边与符合第 7.1.4 条要求的中间加劲肋相连的受压翼缘, 可按加劲板件由本规范第 5.6.1 条确定其有效宽厚比;

2 有一纵边与符合第 7.1.4 条要求的边加劲肋相连的受压翼缘, 可按部分加劲板件由本规范第 5.6.1 条确定其有效宽厚比。

7.1.3 压型钢板腹板的有效宽厚比应按本规范第 5.6.1 条规定采用。

7.1.4 压型钢板受压翼缘的纵向加劲肋应符合下列规定：

边加劲肋：

$$I_{es} \geq 1.83t^4 \sqrt{\left(\frac{b}{t}\right)^2 - \frac{27100}{f_y}} \quad (7.1.4-1)$$

且

$$I_{es} \geq 9t^4$$

中间加劲肋：

$$I_{is} \geq 3.66t^4 \sqrt{\left(\frac{b}{t}\right)^2 - \frac{27100}{f_y}} \quad (7.1.4-2)$$

且

$$I_{is} \geq 18t^4$$

式中  $I_{es}$ ——边加劲肋截面对平行于被加劲板件截面之重心轴的惯性矩；

$I_{is}$ ——中间加劲肋截面对平行于被加劲板件截面之重心轴的惯性矩；

$b_s$ ——子板件的宽度；

$b$ ——边加劲板件的宽度；

$t$ ——板件的厚度。

7.1.5 压型钢板的强度可取一个波距或整块压型钢板的的有效截面，按受弯构件计算。

7.1.6 压型钢板腹板的剪应力应符合下列公式的要求：

当  $h/t < 100$  时：

$$\tau \leq \tau_{cr} = \frac{8550}{(h/t)} \quad (7.1.6-1)$$

$$\tau \leq f_v \quad (7.1.6-2)$$

式中  $\tau$ ——腹板的平均剪应力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )；

$\tau_{cr}$ ——腹板的剪切屈服临界剪应力；

$h/t$ ——腹板的高厚比。

7.1.7 压型钢板支座处的腹板，应按下列式验算其局部受压承载力：

$$R \leq R_w \quad (7.1.7-1)$$

$$R_w = at^2 \sqrt{fE} (0.5 + \sqrt{0.02l_c/t}) [2.4 + (\theta/90)^2] \quad (7.1.7-2)$$

式中  $R$ ——支座反力；

$R_w$ ——块腹板的局部受压承载力设计值；

$a$ ——系数，中间支座取  $a = 0.12$ ，端部支座取  $a = 0.06$ ；

$t$ ——腹板厚度 ( $\text{mm}$ )；

$l_c$ ——支座处的支承长度， $10\text{mm} < l_c < 200\text{mm}$ ，端部支座可取  $l_c = 10\text{mm}$ ；

$\theta$ ——腹板倾角 ( $45^\circ < \theta < 90^\circ$ )

7.1.8 压型钢板同时承受弯矩  $M$  和支座反力  $R$  的截面，应满足下列要求：

$$M/M_u \leq 1.0 \quad (7.1.8-1)$$

$$R/R_w \leq 1.0 \quad (7.1.8-2)$$

$$M/M_u + R/R_w \leq 1.25 \quad (7.1.8-3)$$

式中  $M_u$ ——截面的弯曲承载力设计值， $M_u = W_u f$ 。

7.1.9 压型钢板同时承受弯矩  $M$  和剪力  $V$  的截面，应满足下列要求：

$$\left(\frac{M}{M_u}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_u}\right)^2 \leq 1 \quad (7.1.9)$$

式中  $V_u$ ——腹板的抗剪承载力设计值,  $V_u = (ht \cdot \sin\theta) \tau_{cr}$ ,  $\tau_{cr}$ 按第 7.1.6 条的规定计算。

7.1.10 在压型钢板的一个波距上作用集中荷载  $F$  时,可按式(7.1.10)将集中荷载下折算成沿板宽方向的均布线荷载  $q_{re}$ ,并按  $q_{re}$ 进行单个波距或整块压型钢板有效截面的弯曲计算。

$$q_{re} = \eta \frac{F}{b_1} \quad (7.1.10)$$

式中  $F$ ——集中荷载;

$b_1$ ——压型钢板的波距;

$\eta$ ——折算系数,由试验确定;无试验依据时,可取  $\eta = 0.5$ 。

屋面压型钢板的施工或检修集中荷载按 1.0kN 计算,当施工荷载超过 1.0kN 时,则应按实际情况取用。

7.1.11 压型钢板的挠度与跨度之比不宜超过下列限值:

屋面板:屋面坡度  $< 1/20$  时  $1/250$ ,屋面坡度  $\geq 1/20$  时  $1/200$ ;

墙板:  $1/150$ ;

楼板:  $1/200$ 。

7.1.12 仅作模板使用的压型钢板上的荷载,除自重外,尚应计入湿钢筋混凝土楼板重和可能出现的施工荷载。如施工中采取了必要的措施,可不考虑浇注混凝土的冲击力,挠度计算时可不计施工荷载。

## 7.2 压型钢板的构造

7.2.1 压型钢板腹板与翼缘水平面之间的夹角  $\theta$  不宜小于  $45^\circ$ 。

7.2.2 压型钢板宜采用镀锌钢板、镀铝锌钢板或在其基材上涂有彩色有机涂层的钢板辊压成型。

7.2.3 屋面、墙面压型钢板的基材厚度宜取  $0.4 \sim 1.6\text{mm}$ ,用作楼面模板的压型钢板厚度不宜小于  $0.5\text{mm}$ 。压型钢板宜采用长尺板材,以减少板长方向之搭接。

7.2.4 压型钢板长度方向的搭接端必须与支承构件(如檩条、墙梁等)有可靠的连接,搭接部位应设置防水密封胶垫,搭接长度不宜小于下列限值:

波高  $\geq 70\text{mm}$  的高波屋面压型钢板:  $350\text{mm}$ ;波高  $< 70\text{mm}$  的低波屋面压型钢板:屋面坡度  $\leq 1/10$  时  $250\text{mm}$ ,屋面坡度  $\geq 1/10$  时  $200\text{mm}$ ;

墙面压型钢板:  $120\text{mm}$ 。

7.2.5 屋面压型钢板侧向可采用搭接式、扣合式或咬合式等连接方式。当侧向采用搭接式连接时,一般搭接一波,特殊要求时可搭接两波。搭接处用连接件紧固,连接件应设置在波峰上,连接件应采用带有防水密封胶垫的自攻螺钉。对于高压压型钢板,连接件间距一般为  $700 \sim 800\text{mm}$ ;对于低压压型钢板,连接件间距一般为  $300 \sim 400\text{mm}$ 。

当侧向采用扣合式或咬合式连接时,应在檩条上设置与压型钢板波形相配套的专门固定支座,固定支座与擦条用自攻螺钉或射钉连接,压型钢板搁置在固定支座上。两片压型钢板的侧边应确保在风吸力等因素作用下的扣合或咬合连接可靠。

7.2.6 墙面压型钢板之间的侧向连接宜采用搭接连接,通常搭接一个波峰,板与板的连接件可设在波峰,亦可设在波谷。连接件宜采用带有防水密封胶垫的自攻螺钉。

7.2.7 铺设高压压型钢板屋面时,应在檩条上设置固定支架,檩条上翼缘宽度应比固定支架宽度大  $10\text{mm}$ 。固定支架用自攻螺钉或射钉与檩条连接,每波设置一个;低压压型钢板可不设固定支架,宜在波峰处采用带有防水密封胶垫的自攻螺钉或射钉与檩条连接,连接件可每波或隔波设置一个,但每块低压压型钢板不得小于 3 个连接件。

7.2.8 用作非组合楼面的压型钢板支承在钢梁上时,其支承长度不得小于 50mm;支承在混凝土、砖石砌体等其他材料上时,支承长度不得小于 75mm。在浇筑混凝土前,应将压型钢板上的油脂、污垢等有害物质清除干净。

7.2.9 铺设楼面压型钢板时,应避免过大的施工集中荷载,必要时可设置临时支撑。

## 8 檩条与墙梁

### 8.1 檩条的计算

8.1.1 屋面能起阻止檩条侧向失稳和扭转作用的实腹式檩条(如图 8.1.1 所示)的强度可按下式计算:

$$\sigma = \frac{M}{W_{enx}} + \frac{M_y}{W_{eny}} \leq f \quad (8.1.1-1)$$

屋面不能阻止檩条侧向失稳和扭转的实腹式檩条的稳定性可按下式计算:

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_{ex}} + \frac{M_y}{W_{ey}} \leq f \quad (8.1.1-2)$$

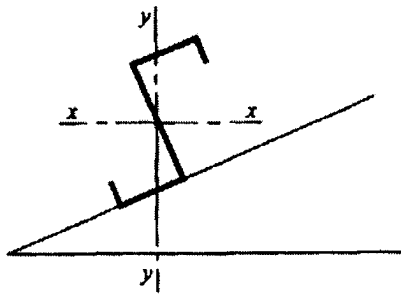


图 8.1.1 实腹式檩条示意图

8.1.2 当风荷载使实腹式檩条下翼缘受压时,其稳定性可按公式 8.1.1-2 计算。

8.1.3 平面格构式檩条上弦的强度按公式 5.5.1 计算,稳定性可按下式计算:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A_e} + \frac{M_x}{W_{ex}} + \frac{M_y}{W_{ey}} \leq f \quad (8.1.3-1)$$

式中  $\varphi_{\min}$ ——轴心受压构件的稳定系数,根据构件的最大长细比按本规范附录 A 表 A.1.1 采用;

$M_x$ 、 $M_y$ ——对檩条上弦截面主轴  $x$  和  $y$  的弯矩, $x$  轴垂直于屋面。

公式中的弯矩  $M_x$  和  $M_y$ ,可按下列规定采用:

1 计算  $M_x$  时,拉条可作为侧向支承点。计算强度时,支承点处的  $M_x$  可按下式计算:

$$M_x = \frac{q_y l_1^2}{10} \quad (8.1.3-2)$$

计算稳定性时, $M_x$  可取侧向支承点间全长范围内的最大弯矩。

2 节点和跨中处:

$$M_y = \frac{q_x a^2}{10} \quad (8.1.3-3)$$

式中  $al_1$ ——侧向支承点间的距离;

$a$ ——上弦的节间长度;

$q_x$ ——垂直于屋面方向的均布荷载分量；

$q_y$ ——平行于屋面方向的均布荷载分量。

8.1.4 当风荷载作用下平面格构式檩条下弦受压时，下弦应采用型钢，其强度和稳定性可按下列公式计算：

强度：

$$\sigma = \frac{N}{A_e n} \leq f \quad (8.1.4-1)$$

稳定性：

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A_e} \leq f \quad (8.1.4-2)$$

8.1.5 平面格构式檩条受压弦杆在平面内的计算长度应取节间长度，平面外的计算长度应取侧向支承点间的距离（布置在弦杆处的拉条可作为侧向支承点），腹杆在平面内、外的计算长度均取节点几何长度。

端压腹杆的长细比不得大于 150。

8.1.6 檩条在垂直屋面方向的容许挠度与其跨度之比，可按下列规定采用：

- 1 瓦楞铁屋面：1/150；
- 2 压型钢板、钢丝网水泥瓦和其他水泥制品瓦材屋面：V200。

## 8.2 檩条的构造

8.2.1 实腹式檩条可采用檩托与屋架、刚架相连接（如图 8.2.1 所示）。

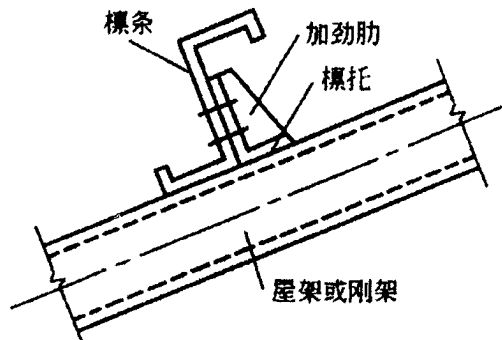


图 8.2.1 实腹式檩条端部连接示意图

8.2.2 平面格构式檩条的高度可取跨度的 1/12 ~ 1/20。平面格构式檩条的端压腹杆应采用型钢。

当风荷载使平面格构式模条下弦受压时，宜在檩条上、下弦杆处均设置拉条和撑杆。

8.2.3 实腹式檩条跨度大于 4m 时，在受压翼缘应设置拉条或撑杆，拉条和撑杆的截面应按计算确定。圆钢拉条直径不宜小于 10mm，撑杆的长细比不得大于 200。当檩条上、下翼缘表面均设置压型钢板，并与檩条牢固连接时，可不设拉条和撑杆。

8.2.4 利用檩条作为水平支撑压杆时，檩条长细比不得大于 200（拉条和撑杆可作为侧向支承点），并按承压弯构件验算其强度和稳定性。

## 8.3 墙梁的计算

8.3.1 简支墙梁（如图 5.3.3b 所示）的强度应按公式 5.3.3-1 和下列公式计算：

$$\tau_x = \frac{3V_{x\max}}{4b_0t} \leq f_v \quad (8.3.1-1)$$

$$\tau_y = \frac{3V_{y\max}}{4h_0t} \leq f_v \quad (8.3.1-2)$$

式中  $V_{x\max}$ 、 $V_{y\max}$ ——竖向荷载设计值 ( $q_x$ ) 和水平风荷载设计值 ( $q_y$ ) 所产生的剪力的最大值；  
 $b_0$ 、 $h_0$ ——墙梁截面沿截面主轴  $x$ 、 $y$  方向的计算高度，取相交板件连接处两内弧起点间的距离；  
 $t$ ——墙梁截面的厚度。

两侧挂墙板的墙梁和一侧挂墙板、另一侧设有可阻止其扭转变形的拉杆的墙架，可不计弯扭双力矩的影响（即可取  $B=0$ ）。

8.3.2 若构造上不能保证墙梁的整体稳定时，尚需按公式 5.3.3-2 计算其稳定性，但公式中的  $\varphi_{bx}$  应按仅作用着  $M_x$ （忽略  $M_y$  及  $B$  的影响）的情况由附录 A 中 A.2 的规定计算。

8.3.3 墙梁的容许挠度与其跨度之比，可按下列规定采用：

- 1 压型钢板、瓦楞铁墙面（水平方向）：1/150；
- 2 窗洞顶部的墙梁（水平方向和竖向）：1/200。

且其竖向挠度不得大于 10mm。

## 8.4 墙梁的构造

8.4.1 墙梁主要承受水平风荷载，宜将其刚度较大主平面置于水平方向。

8.4.2 当墙梁跨度大于 4m 时，宜在跨中设置一道拉条；当墙梁跨度大于 6m 时，可在跨间三分点处各设置一道拉条。拉条承担的墙体自重通过斜拉条传至承重柱或墙架柱，一般每隔 5 道拉条设置一对斜拉条（如图 8.4.2 所示），以分段传递墙体自重。

圆钢拉条直径不宜小于 10mm，所需截面面积应通过计算确定。

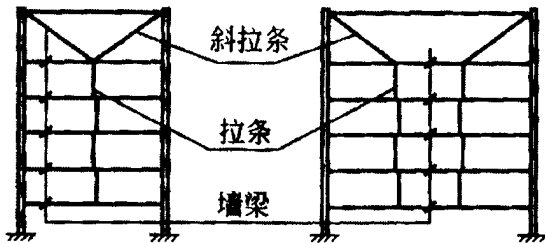


图 8.4.2 拉条布置示意图

## 9 屋 架

### 9.1 屋架的计算

9.1.1 计算屋架各杆件内力时，假定各节点均为铰接，次应力可不计算，但应考虑在屋面风吸力的作用下，可能导致屋架杆件内力变号的不利影响，并核算屋架支座锚栓的抗拉承载力。

9.1.2 屋架杆件的计算长度（如图 9.1.2 所示）可按下列规定采用：

- 1 在屋架平面内，各杆件的计算长度可取节点间的距离；

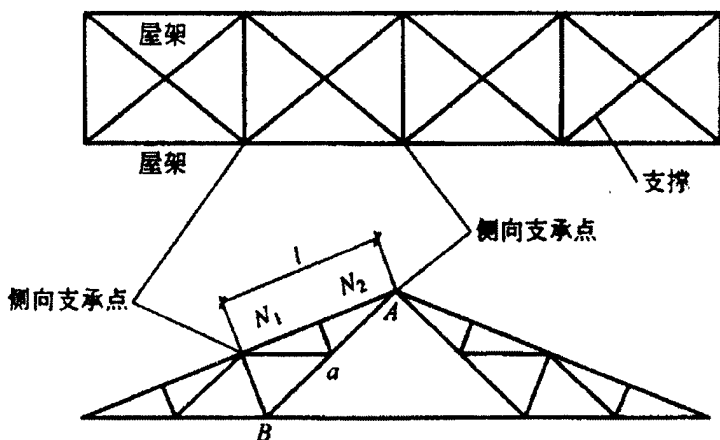


图 9.1.2 屋架杆件计算长度示意图

2 在屋架平面外，弦杆应取侧向支承点间的距离；腹杆取节点间的距离（图 9.1.2 中的腹杆  $a$  应取  $AB$  间的距离），如等节间的受压弦杆或腹杆之侧向支承点间的距离为节间长度的 2 倍，且内力不等时，其计算长度应按下式确定：

$$l_0 = \left( 0.75 + 0.25 \frac{N_2}{N_1} \right) l \quad (9.1.2-1)$$

且

$$l_0 \geq 0.5l \quad (9.1.2-2)$$

式中  $l_0$ ——杆件的计算长度；

$l$ ——杆件的侧向支承点间的距离；

$N_1$ ——较大的压力，计算时取正值；

$N_2$ ——较小的压力或拉力，计算时压力取正值，拉力取负值。

侧向不能移动的点（支撑点或节点），可作为屋架的侧向支承点。当檩条、系杆或其他杆件未与水平（或垂直）支撑节点或其他不动点相连接时，不能作为侧向支承点。

## 9.2 屋架的构造

9.2.1 两端简支的跨度不小于 15m 的三角形屋架和跨度不小于 24m 的梯形或平行弦屋架，当下弦无曲折时，宜起拱，拱度可取跨度的 1/500。

9.2.2 屋盖应设置支撑体系。当支撑采用圆钢时，必须具有拉紧装置。

9.2.3 屋架杆件宜采用薄壁钢管（方管、矩形管、圆管）。

9.2.4 屋架杆件的接长宜采用焊接或螺栓连接，且须与杆件等强。接长连接应设置在杆件内力较小的节间内。屋架拼装接头的数量及位置应按施工及运输条件确定。

9.2.5 屋架节点的构造应符合下列要求：

- 1 杆件重心轴线宜交汇于节点中心；
- 2 应在薄弱处增设加强板或采取其他措施增强节点的刚度；
- 3 应便于施焊、清除污物和涂刷油漆。

## 10 刚 架

### 10.1 刚架的计算

10.1.1 刚架梁、柱的强度和稳定性应按下列规定计算：

- 1 刚架梁在刚架平面内可仅按压弯构件计算其强度；实腹式刚架梁应按压弯构件计算其在刚架平面外的稳定性；
- 2 实腹式刚架柱应按压弯构件计算其强度和稳定性；
- 3 格构式刚架柱应按压弯构件计算其强度和弯矩作用平面内的稳定性；
- 4 格构式刚架梁和柱的弦杆、腹杆以及缀条等应分别按轴心受拉及轴心受压构件计算各个杆件的强度和稳定性；
- 5 变截面刚架柱的稳定性可按最大弯矩处的有效截面进行计算，此时，轴心力应取与最大弯矩同一截面处的轴心力。

10.1.2 单跨门式刚架柱，在刚架平面内的计算长度  $H_0$  应按下式计算：

$$H_0 = \mu H \quad (10.1.2-1)$$

式中  $H$ ——柱的高度，取基础顶面到柱与梁轴线交点的距离（如图 10.1.2 所示）；

$\mu$ ——刚架柱的计算长度系数，按下列方法确定。

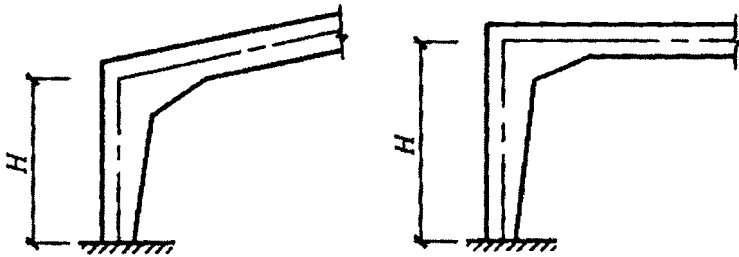


图 10.1.2 刚架柱的高度示意图

- 1 刚架梁为等截面构件时， $\mu$  可按表 A.3.1 或表 A.3.2 取用；
- 2 刚架梁为变截面构件时， $\mu$  可按下列式计算：

$$\mu = \sqrt{\frac{24EI_1}{K \cdot H^3}} \quad (10.1.2-2)$$

$$K = \frac{1}{\Delta} \quad (10.1.2-3)$$

式中  $K$ ——刚架在柱顶单位水平荷载作用下的侧移刚度；

$\Delta$ ——刚架按一阶弹性分析得到的在柱顶单位水平荷载作用下的柱顶侧移；

$I_1$ ——刚架柱大头截面的惯性矩。

- 3 对于板式柱脚上述刚架柱计算长度系数  $\mu$  宜根据柱脚构造情况乘以下列调整系数。

柱脚铰接：0.85

柱脚刚接：1.2

10.1.3 多跨门式刚架柱在刚架平面内的计算长度应按公式 10.1.2-1 计算，其计算长度系数可按下列规定确定。



1 当中间柱为两端铰接柱（即摇摆柱）时，边柱的计算长度系数  $\mu_R$  可按下列公式计算：

$$\mu_R = \eta \cdot \mu \quad (10.1.3-1)$$

$$\eta = \sqrt{1 + \frac{\sum (N_{1i}/H_{1i})}{\sum (N_{2j}/H_{2j})}} \quad (10.1.3-2)$$

式中  $\eta$ ——放大系数；

$\mu$ ——按第 10.1.2 条确定的单跨门式刚架柱的计算长度系数；

$N_{1i}$ ——中间第  $i$  个摇摆柱的轴向力；

$N_{2j}$ ——第  $j$  个边柱的轴向力；

$H_{1i}$ ——中间第  $i$  个摇摆柱的高度；

$H_{2j}$ ——第  $j$  个边柱的高度。

查表 A.3.1 或表 A.3.2 计算  $\mu$  时，刚架梁的长度应取梁的跨度（即边柱到相邻中间柱之间的距离）的 2 倍。

摇摆柱的计算长度系数取 1.0。

2 当中间柱为非摇摆柱时，各刚架柱的计算长度系数可按下式计算：

$$\mu_i = \sqrt{\frac{1.2N_{EI}}{K \cdot N_i} \cdot \frac{N_i}{H_i}} \quad (10.1.3-3)$$

$$N_{EI} = \frac{\pi^2 EI_i}{H_i^2} \quad (10.1.3-4)$$

式中  $\mu_i$ ——第  $i$  根刚架柱的计算长度系数，宜根据柱脚构造情况按第 10.1.2 条第 3 款乘以相应的调整系数；

$N_{EI}$ ——第  $i$  根刚架柱以大头截面为准的欧拉临界力；

$H_i$ 、 $N_i$ ——第  $i$  根刚架柱的高度、轴压力；

$I_i$ ——第  $i$  根刚架柱大头截面的惯性矩。

10.1.4 实腹式刚架梁和柱在刚架平面外的计算长度，应取侧向支承点间的距离，侧向支承点间可取设置隅撑处及柱间支撑连接点。当梁（或柱）两翼缘的侧向支承点间的距离不等时，应取最大受压翼缘侧向支承点间的距离。

10.1.5 格构式刚架梁和柱的弦杆、腹杆和缀条等单个构件的计算长度  $l_0$ （如图 10.1.5 所示）应按下列规定采用。

1 在刚架平面内，各杆件均取节点间的距离；

2 在刚架平面外，腹杆和缀条取节点间的距离，弦杆取侧向支承点间的距离，若受压弦杆在该长度范围内的内力有变化时，按下列规定计算：

1) 当内力均为压力时，可按公式 9.1.2-1、9.1.2-2 计算，此时式中  $N_1$  应取最大的压力， $N_2$  应取最小的压力；

2) 当内力在侧向支承点间的几个节间内为压力，另几个节间内为拉力时，可按下式计算，但不得小于受压节间的总长。

$$l_0 = \left(1.5 + 0.5 \frac{\overline{N}_t}{\overline{N}_c}\right) \cdot \frac{n_c}{n} \cdot l \quad (10.1.5-1)$$

且

$$l_0 \leq l \quad (10.1.5-2)$$

式中  $l$ ——侧向支承点间的距离；

$\overline{N}_t$ ——所有拉力的平均值，计算时取负值；

$\overline{N}_c$ ——所有压力的平均值，计算时取正值；

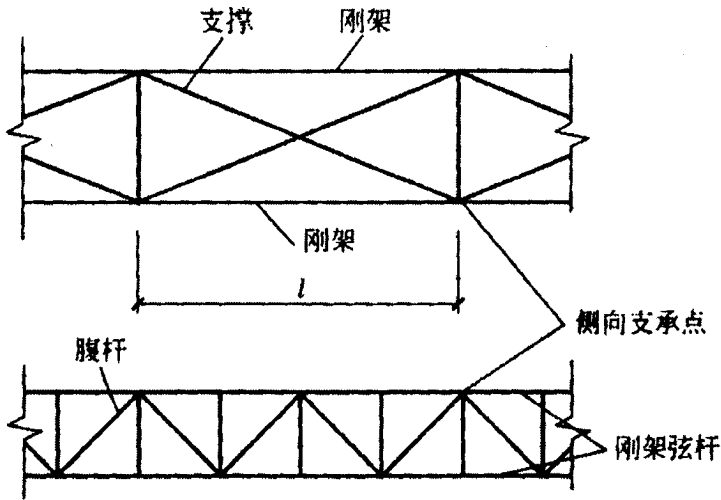


图 10.1.5 格构式刚架弦杆平面外计算长度示意图

$n$ ——两侧向支承点间节间总数；

$n_c$ ——内力为压力的节间数。

10.1.6 刚架梁的竖向挠度与其跨度的比值，不宜大于表 10.1.6-1 所列限值；刚架柱在风荷载标准值作用下的柱顶水平位移与柱高度的比值，不宜大于表 10.1.6-2 所列限值，以保证刚架有足够的刚度及屋面墙面等的正常使用。

表 10.1.6-1 刚架梁的竖向挠度限值

屋盖情况	挠度限值
仅支撑压型钢板屋面和檩条（承受活荷载或雪荷载）	$l/1800$
尚有吊顶	$l/2400$
有吊顶且抹灰	$l/360$

注：1 对于单跨山形门式刚架， $l$  系一侧斜梁的坡面长度，对于多跨山形门式刚架， $l$  指相邻两柱之间斜梁一坡的坡面长度。

2 对于是壁梁， $l$  取其悬伸长度的 2 倍。

表 10.1.6-2 刚架柱顶侧移限值

吊车情况	其他情况	柱顶侧移限值
无吊车	采用压型钢板等轻型钢墙板时采用砖墙时	$H/75$ $H/100$
有桥式吊车	吊车由驾驶室操作时 吊车由地面操作时	$H/400$ $H/180$

注：表中  $H$  为钢架柱高度。

## 10.2 刚架的构造

10.2.1 用于刚架梁、柱的冷弯薄壁型钢，其壁厚不应小于 2mm。

10.2.2 刚架梁的最小高度与其跨度之比：格构式梁可取  $1/15 \sim 1/25$ ；实腹式梁可取  $1/30 \sim 1/45$ 。

10.2.3 门式刚架房屋应设置支撑体系。在每个温度区段或分期建设的区段，应设置横梁上弦横向水平支撑及柱间支撑；刚架转折处（即边柱柱顶和屋脊）及多跨房屋适当位置的中间柱顶，应沿房屋全长设置刚性系杆。

10.2.4 刚架梁及柱的内翼缘（或内肢）需设置侧向支承点时，可利用作为外翼缘（或外肢）侧向支承点的檩条或墙梁设置隅撑（如图 10.2.4 所示），隅撑应按压杆计算。

10.2.5 刚架梁应与檩条或屋盖的其他刚性构件可靠连接。

## 11 制作、安装和防腐蚀

### 11.1 制作和安装

11.1.1 构件上应避免刻伤。放样和号料应根据工艺要求预留制作和安装时的焊接收缩余量及切割、刨边和铣平等加工余量。

11.1.2 应保证切割部位准确、切口整齐，切割前应将钢材切割区域表面的铁锈、污物等清理干净，切割后应清除毛刺、熔渣和飞溅物。

11.1.3 钢材和构件的矫正，应符合下列要求：

1 钢材的机械矫正，应在常温下用机械设备进行。冷弯薄壁型钢结构的主要受压构件当采用方管时，其局部变形的纵向量测值（如图 11.1.3 所示）应符合下式要求：

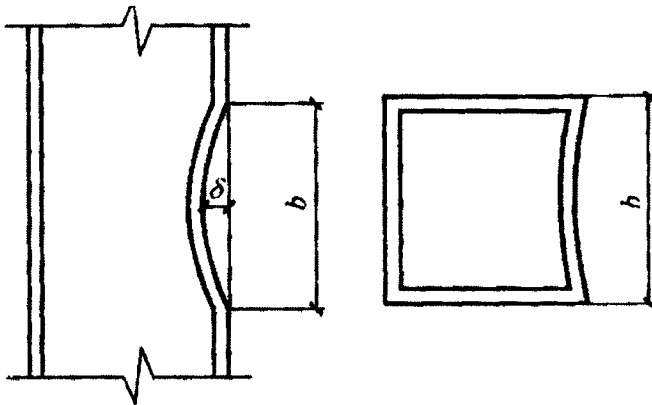


图 11.1.3 局部变形纵向量测示意图

$$\delta \leq 0.01b$$

(11.1.3)

式中  $\delta$ ——局部变形的纵向量测值；

$b$ ——局部变形的量测标距，取变形所在面的宽度。

2 碳素结构钢在环境温度低于  $-16^{\circ}\text{C}$ ，低合金结构钢在环境温度低于  $-120^{\circ}\text{C}$  时，不得进行冷矫正和冷弯曲。

3 碳素结构钢和低合金结构钢，加热温度应根据钢材性能选定，但不得超过  $900^{\circ}\text{C}$ 。低合金结构钢在加热矫正后，应在自然状态下缓慢冷却。

4 构件矫正后，挠曲矢高不应超过构件长度的  $1/1000$ ，且不得大于  $10\text{mm}$ 。

11.1.4 构件的制孔应符合下列要求：

- 1 高强度螺栓孔应采用钻成孔；
- 2 螺栓孔周边应无毛刺、破裂、喇叭口和凹凸的痕迹，切屑应清除干净。

#### 11.1.5 构件的组装和工地拼装应符合下列要求：

- 1 构件组装应在合适的工作平台及装配胎模上进行，工作平台及胎模应测平，并加以固定，使构件重心线在同一水平面上，其误差不得大于 3mm。
- 2 应按施工图严格控制几何尺寸，结构的工作线与杆件的重心线应交汇于节点中心，两者误差不得大于 3mm。
- 3 组装焊接构件时，构件的几何尺寸应依据焊缝等收缩变形情况，预放收缩余量；对有起拱要求的构件，必须在组装前按规定的起拱量做好起拱，起拱偏差应不大于构件长度的 1/1000，且不大于 6mm。
- 4 杆件应防止弯扭，拼装时其表面中心线的偏差不得大于 3mm。
- 5 杆件搭接和对接时的错缝或错位不得大于 0.5mm。
- 6 构件的定位焊位置应在正式焊缝部位内，不得将钢材烧穿，定位焊采用的焊接材料型号应与正式焊接用的相同。
- 7 构件之间连接孔中心线位置的误差不得大于 2mm。

#### 11.1.6 冷弯薄壁型钢结构的焊接应符合下列要求：

- 1 焊接前应熟悉冷弯薄壁型钢的特点和焊接工艺所规定的焊接方法、焊接程序和技术措施，根据试验确定具体焊接参数，保证焊接质量。
- 2 焊接前应把焊接部位的铁锈、污垢、积水等清除干净，焊条、焊剂应进行烘干处理。
- 3 型钢对接焊接或沿截面围焊时，不得在同一位置起弧灭弧，而应盖过起弧处一段距离后方能灭弧，不得在母材的非焊接部位和焊缝端部起弧或灭弧。
- 4 焊接完毕，应清除焊缝表面的熔渣及两侧飞溅物，并检查焊缝外观质量。
- 5 构件在焊接前应采取减少焊接变形的措施。
- 6 对接焊缝施焊时，必须根据具体情况采用适宜的焊接措施（如预留空隙、垫衬板单面焊及双面焊等方法），以保证焊透。
- 7 电阻点焊的各项工艺参数（如通电时间、焊接电流、电极压力等）的选择应保证焊点抗剪强度试验合格，在施焊过程中，各项参数均应保持相对稳定，焊件接触面应紧密贴合。

- 8 电阻点焊宜采用圆锥形的电极头，其直径应不小于  $5\sqrt{t}$ （ $t$  为焊件中外侧较薄板件的厚度），施焊过程中，直径的变动幅度不得大于 1/5。

#### 11.1.7 冷弯薄壁型钢结构构件应在涂层干燥后进行包装，包装应保护构件涂层不受损伤，且应保证构件在运输、装卸、堆放过程中不变形、不损坏、不散失。

#### 11.1.8 冷弯薄壁型钢结构的安装应符合下列要求：

- 1 结构安装前应对构件的质量进行检查。构件的变形、缺陷超出允许偏差时，应进行处理。
- 2 结构吊装时，应采取适当措施，防止产生永久性变形，并应垫好绳扣与构件的接触部位。
- 3 不得利用已安装就位的冷弯薄壁型钢结构构件起吊其他重物。  
不得在主要受力部位加焊其他物件。
- 4 安装屋面板前，应采取有效措施保证拉条拉紧和模条的位置正确。
- 5 安装压型钢板屋面时，应采取有效措施将施工荷载分布至较大面积，防止因施工集中荷载造成构件局部压屈。

#### 11.1.9 冷弯薄壁型钢结构制作和安装质量除应符合本规范规定外，尚应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。当喷涂防火涂料时，应符合现行国家标准《钢结构防火涂料通用技术条件》GB 14907 的规定。

## 11.2 防 腐 蚀

11.2.1 冷弯薄壁型钢结构必须采取有效的防腐蚀措施,构造上应考虑便于检查、清刷、油漆及避免积水,闭口截面构件沿全长和端部均应焊接封闭。

11.2.2 冷弯薄壁型钢结构应根据其使用条件和所处环境,选择相应的表面处理方法和防腐措施。

对冷弯薄壁型钢结构的侵蚀作用分类可参见本规范表 D.0.1。

11.2.3 冷弯薄壁型钢结构应按设计要求进行表面处理,除锈方法和除锈等级应符合现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB 8923 的规定。

11.2.4 冷弯薄壁型钢结构采用化学除锈方法时,应选用具备除锈、磷化、钝化两个以上功能的处理液,其质量应符合现行国家标准《多功能钢铁表面处理液通用技术条件》GB/T 12612 的规定。

11.2.5 冷弯薄壁型钢结构应根据具体情况选用下列相适应的防腐措施:

1 金属保护层(表面合金化镀锌、镀铝锌等)。

2 防腐涂料:

1) 无侵蚀性或弱侵蚀性条件下,可采用油性涂、酚醛涂或醇酸漆;

2) 中等侵蚀性条件下,宜采用环氧漆、环氧酯漆、过氯乙烯漆、氯化橡胶漆或氯醋漆;

3) 防腐涂料的底漆和面漆应相互配套。

3 复合保护:

1) 用镀锌钢板制作的构件,涂装前应进行除油、磷化、钝化处理(或除油后涂磷化底漆);

2) 表面合金化镀锌钢板、镀锌钢板(如压型钢板、瓦楞铁等)的表面不宜涂红丹防锈漆,宜涂 H06-2 锌黄环氧酯底漆或其他专用涂料进行防护。

11.2.6 冷弯薄壁型钢结构采用的涂装材料,应具有出厂质量证明书,并应符合设计要求。涂覆方法除设计规定外,可采用手刷或机械喷涂。

11.2.7 涂料、涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。当设计对涂装无明确规定时,一般宜涂 4~5 遍,干膜总厚度室外构件应大于  $150\mu\text{m}$ ,室内构件应大于  $120\mu\text{m}$ ,允许偏差为  $\pm 25\mu\text{m}$ 。

11.2.8 涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书的要求,当产品说明书无要求时,环境温度宜在  $5\sim 38^{\circ}\text{C}$  之间,相对湿度不应大于 85%,构件表面有结露时不得涂装,涂装后 4h 内不得淋雨。

11.2.9 冷弯薄壁型钢结构目测涂装质量应均匀、细致、无明显色差、无流挂、失光、起皱、针孔、气泡、裂纹、脱落、脏物粘附、漏涂等,必须附着良好(用划痕法或粘力计检查)。漆膜干透后,应用于膜测厚仪测出膜厚度,做出记录,不合规定的应补涂。涂装质量不合格的应重新处理。

11.2.10 冷弯薄壁型钢结构的防腐处理应符合下列要求:

1 钢材表面处理 6h 内应及时涂刷防腐涂料,以免再度生锈。

2 施工图中注明不涂装的部位不得涂装,实装焊缝处应留出  $30\sim 50\text{mm}$  暂不涂装。

3 冷弯薄壁型钢结构安装就位后,应对在运输、吊装过程中漆膜脱落部位以及安装焊缝两侧未油漆部位补涂油漆,使之不低于相邻部位的防护等级。

4 冷弯薄壁型钢结构外包、埋入混凝土的部位可不作涂装。

5 易淋雨或积水的构件且不易再次油漆维护的部位,应采取措施密封。

11.2.11 冷弯薄壁型钢结构在使用期间应定期进行检查与维护。

维护年限可根据结构的使用条件、表面处理方法、涂料品种及漆膜厚度分别按本规范表 D.0.2 采用。

11.2.12 冷弯薄壁型钢结构重新涂装的质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

# 标准规范四 钢制压力容器焊接工艺评定

Welding procedure qualification for  
steel pressure vessels

JB 4708 - 92

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了钢制压力容器焊接工艺评定规则、试验方法和合格指标。

本标准适用于钢制压力容器的气焊、手弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、钨极气体保护焊、电渣焊、耐蚀层堆焊的焊接工艺评定。

## 2 引用标准

- GB 150 - 89 钢制压力容器
- GB 228 - 87 金属拉伸试验方法
- GB 232—88 金属弯曲试验方法
- GB 912—82 普通碳素结构钢和低合金结构钢薄钢板技术条件
- GB 2106 - 80 金属夏比（V型缺口）冲击试验方法
- GB 2270—80 不锈钢无缝钢管
- GB 3274 - 88 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB 3323 - 87 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
- GB 3531—83 低温压力容器用低合金钢厚钢板技术条件
- GB 4237—84 不锈钢热轧钢板
- GB 5681—85 压力容器用热轧钢带
- GB 6479—86 化肥设备用高压无缝钢管
- GB 6653—86 焊接气瓶用钢板
- GB 6654 - 86 压力容器用碳素钢和低合金钢厚钢板
- GB 6655 - 86 多层压力容器用低合金钢钢板
- GB 8163—87 输送流体用无缝钢管
- GB 9948—88 石油裂化用无缝钢管
- JB 755 - 85 压力容器锻件技术条件
- JB 1152 - 81 锅炉和钢制压力容器对接焊缝超声波探伤

### 3 总 则

3.1 焊接工艺评定应以可靠的钢材焊接性能试验为依据，并在产品焊接之前完成。

3.2 焊接工艺评定过程是：拟定焊接工艺指导书、根据本标准的规定施焊试件、检验试件和试样、测定焊接接头是否具有所要求的使用性能、提出焊接工艺评定报告。从而验证施焊单位拟定的焊接工艺的正确性。

3.3 焊接工艺评定所用设备、仪表应处于正常工作状态，钢材、焊接材料必须符合相应标准，由本单位技能熟练的焊接人员焊接试件。

3.4 评定对接焊缝焊接工艺时，采用对接焊缝试件；评定角焊缝焊接工艺时，采用角焊缝试件。对接焊缝试件评定合格的焊接工艺亦适用于角焊缝；评定组合焊缝（角焊缝加对接焊缝）焊接工艺时，根据焊件的焊透要求确定采用组合焊缝试件或对接焊缝试件或对接焊缝试件或角焊缝试件。试件形式示意如图 1。

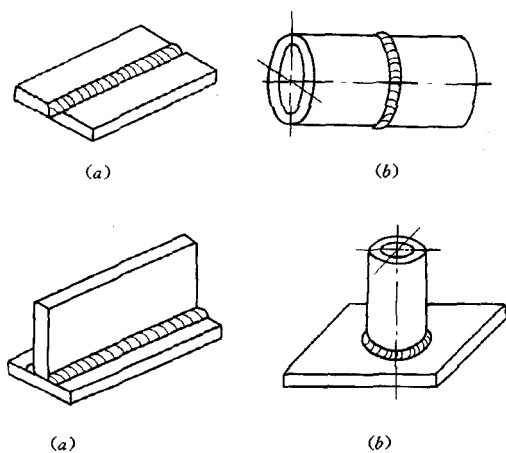


图 1 焊接工艺评定试件形式

(1) 对接焊缝试件

(a) 板材对接焊缝试件；(b) 管材对接焊缝试件

(2) 角焊缝试件和组合焊缝试件

(a) 板材角焊缝试件和组合焊缝试件；

(b) 管与板角焊缝试件和组合焊缝试件

注：角焊缝试件和组合焊缝试件详见图 2 至图 5。

3.5 焊接工艺因素分为重要因素、补加因素和次要因素。

3.5.1 重要因素是指影响焊接接头抗拉强度和弯曲性能的焊接工艺因素。

3.5.2 补加因素是指影响焊接接头冲击韧性的焊接工艺因素。当规定进行冲击试验时，需增加补加因素。

3.5.3 次要因素是指对要求测定的力学性能无明显影响的焊接工艺因素。

## 4 焊接工艺评定规则

### 4.1 一般规则

4.1.1 改变焊接方法，需重新评定。

4.1.2 当同一条焊缝使用两种或两种以上焊接方法（或焊接工艺）时，可按每种焊接方法（或焊接工艺）分别进行评定；亦可使用两种或两种以上焊接方法（或焊接工艺）焊接试件，进行组合评定。

组合评定合格后用于焊件时，可以采用其中一种或几种焊接方法（或焊接工艺），但要保证每一种焊接方法（或焊接工艺）所熔敷的焊缝金属厚度都在已评定的各自有效范围内。

4.1.3 为了减少焊接工艺评定数量，根据母材的化学成份、力学性能和焊接性能进行分类分组（见表1）。

表 1

类别号	组别号	钢 号	相应标准号
I	I - 1	Q235 - A·F ( A3F、AY3F )	GB 912 GB 3274
		Q235 - A ( A3、AY3 )	GB 912 , GB 3274
		Q235 - B、Q235 - C	GB 912 , GB 3274
		20HP	GB 6653
		20R	GB 6654
		10	GB 8163 , GB 6479
		20G	GB 6479
		20、25	GB 8163 , GB 9948 , JB 755
II	II - 1	16Mn	GB 6479 , JB 755
		16MnR	GB 6654 , GB 5681
		16MnRC	GB 6655
	II - 2	15MnV	GB 6479
		15MnVR	GB 6654
		15MnVRC	GB 6655
		20MnMo	JB 755



续表

类别号	组别号	钢 号	相应标准号
Ⅲ	Ⅲ - 1	15MnVNR	GB 6654
		18MnMoNbR	GB 6654
	Ⅲ - 2	15MnMoV	JB 755
		20MnMoNb	JB 755
Ⅳ	Ⅳ - 1	12CrMo	GB 6479 , GB 9948
		15CrMo	GB 6479 , JB 755 , GB 9948
		15CrMoR	
		12Cr1MoV	JB 755
	Ⅳ - 2	12Cr2Mo	GB 6479
	Ⅳ - 3	12Cr2Mo1R	
		12Cr2Mo1	JB 755
V	V - 1	1Cr5Mo	GB 6479 , JB 755
Ⅵ	Ⅵ - 1	16MnD	JB 755
		16MnDR	GB 3351
	Ⅵ - 2	09Mn2VD	JB 755
		09Mn2VDR	GB 3351
	Ⅵ - 3	06MnNbDR	GB 3351
Ⅶ	Ⅶ - 1	1Cr18Ni9Ti	JB 755
		0Cr19Ni9	GB 4237
		0Cr18Ni9Ti	GB 2270
		0Cr18Ni11Ti	GB 4237
		00Cr18Ni10	GB 2270
		00Cr19Ni11	GB 4237
	Ⅶ - 2	0Cr17Ni12Mo2	GB 4237
		0Cr19Ni13Mo3	GB 4237
		0Cr18Ni2Mo2Ti	GB2270
		0Cr18Ni12Mo3Ti	GB 2270
		00Cr17Ni14Mo2	GB 4237 , GB 2270
		00Cr19Ni13Mo3	GB 4237 , GB 2270

续表

类别号	组别号	钢 号	相应标准号
VIII	VIII - 1	0Cr13	GB 4237 , GB 2270 , JB 755

4.1.3.1 一种母材评定合格的焊接工艺可以用于同组别号的其它母材。

4.1.3.2 除 4.1.3.3 和 4.1.3.4 外，母材组别号改变时，需重新评定。

4.1.3.3 组别号为 VI—1 母材的评定适用于组别号为 II - 1 的母材。

4.1.3.4 在同类别号中，高组别号母材的评定适用于该组别号母材与低组别号母材所组成的焊接接头。

4.1.3.5 当不同类别号的母材组成焊接接头时，即使母材各自都已评定合格，其焊接接头仍需重新评定。但类别号为 II、组别号为 VI - 1 的同钢号母材的评定适用于该类别号或该组别号母材与类别号为 I 的母材所组成的焊接接头。

4.1.4 试件的焊后热处理应与焊件在制造过程中的焊后热处理基本相同。在消除应力热处理时，试件保温时间不得少于焊件在制造过程中累计保温时间的 80%。

改变焊后热处理类别，需重新评定。

注：焊后热处理类别如下：

铬镍不锈钢分为不热处理和热处理（固溶或稳定化）；

除铬镍不锈钢外分为不热处理、消除应力热处理、正火、正火加回火、淬火加回火。

4.1.5 评定合格的对接焊缝试件的焊接工艺适用于焊件的母材厚度和焊缝金属厚度有效范围按表 2 和表 3 的规定。

表 2

mm

试件母材厚度 $T$	适用于焊件母材厚度的有效范围	
	最小值	最大值
$1.5 \leq T < 8$	1.5	$2T$ ，且不大于 12
$T \geq 8$	$0.75T$	$1.5T$

表 3

mm

试件焊缝金属厚度 $t$	适用于焊件焊缝金属厚度的有效范围	
	最小值	最大值
$1.5 \leq t < 8$	不限	$2t$ ，且不大于 12
$t \geq 8$	不限	$1.5t$

注： $t$  系指一种焊接方法（或焊接工艺）在试件上所熔敷的焊缝金属厚度。

当试件采用表 4 所列焊接条件时，焊件的最大厚度则需按表 4 确定。

表 4

mm

序号	试件的焊接条件	适用于焊件的最大厚度	
		母材	焊缝金属
1	除气焊外, 试件经超过临界温度的焊后热处理	1.1T	—
2	试件为单道焊或多道焊时, 若其中任一焊道的厚度大于 13mm	1.1T	—
3	气焊	T	—
4	电渣焊	1.1T	—
5	当试件厚度大于 150mm 时, 若采用手弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊(熔滴呈短路过渡者除外)、钨极气体保护焊的多道焊	1.3T	1.3t
6	短路过渡的溶化极气体保护焊	1.1T	—

当采用两种或两种以上焊接方法(或焊接工艺)焊接的试件评定合格后, 适用于焊件的厚度有效范围, 不得以每种焊接方法(或焊接工艺)评定后所适用的最大厚度进行叠加。

4.1.6 对于返修焊、补焊和打底焊, 当试件母材厚度不小于 40mm 时, 评定合格的焊接工艺所适用的焊件母材的厚度有效范围的最大值不限。

4.1.7 对接焊缝试件评定合格的焊接工艺适用于不等厚对接焊缝焊件, 但厚边和薄边母材的厚度都应在已评定的有效范围内。

4.1.8 对接焊缝试件或角焊缝试件评定合格的焊接工艺用于焊件角焊缝时, 焊件厚度的有效范围不限。

4.1.9 板材对接焊缝试件评定合格的焊接工艺适用于管材的对接焊缝, 反之亦可。

4.1.10 板材角焊缝试件评定合格的焊接工艺适用于管与板的角焊缝, 反之亦可。

4.1.11 当组合焊缝焊件为全焊透时, 可采用与焊件接头的坡口形式和尺寸类同的对接焊缝试件进行评定; 也可采用组合焊缝试件加对接焊缝试件(后者的坡口形式和尺寸不限定)进行评定。此时, 对接焊缝试件的重要因素和补加因素应与焊件的组合焊缝相同。

当组合焊缝焊件不要求全焊透时, 若坡口深度大于焊件中较薄母材厚度的一半, 则按对接焊缝对待; 若坡口深度小于或等于焊件中较薄母材厚度的一半, 则按角焊缝对待。

4.1.12 当变更任何一个重要因素时都需要重新评定焊接工艺。

当增加或变更任何一个补加因素时, 则可按增加或变更的补加因素增焊冲击韧性试件进行试验。

当变更次要因素时不需重新评定焊接工艺, 但需重新编制焊接工艺指导书。

各种焊接方法的焊接工艺评定重要因素和补加因素见表 5。

表 5

类别	焊接条件	重要因素					补加因素						
		气焊	手弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	电渣焊	气焊	手弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	电渣焊
填充材料	1. 焊条牌号 (焊条牌号中第三位数字除外)	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2. 当焊条牌号中反第三位数字改变时, 用非低氢型药皮焊条代替低氢型药皮焊条	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	3. 焊条的直径改为大于 6mm	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	4. 焊丝钢号	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	5. 焊剂牌号; 混合焊剂的混合比例	—	—	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—
	6. 添加或取消附加的填充金属; 附加填充金属的数量	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	7. 实芯焊丝改为药芯焊丝或反之	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	8. 添加或取消预置填充金属; 预置填充金属的化学成分范围	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	9. 增加或取消填充金属	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	10. 丝极改为板极或反之, 丝极或板极钢号	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
	11. 熔嘴改为非熔嘴或反之, 熔嘴钢号	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
焊接位置	从评定合格的焊接位置改变为向上立焊	—	—	—	—	—	—	○	—	○	○	—	
预热	1. 预热温度比评定合格值降低 50℃ 以上	—	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	
	2. 最高层间温度比评定合格值高 50℃ 以上	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—	
气体	1. 可燃气体的种类	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2. 保护气体种类; 混合保护气体配比	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	
	3. 从单一的保护气体改用混合保护气体, 或取消保护气体	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	

续表

类别	焊接条件	重要因素					补加因素						
		气焊	手弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	电渣焊	气焊	手弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	电渣焊
电特性	1. 电流种类或极性	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—
	2. 增加线能量或单位长度焊道的熔敷金属体积超过评定合格值（若焊后热处理细化了晶粒，则不必测定线能量或熔敷金属体积）	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—
	3. 电流值或电压值超过评定合格值 15%	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
技术措施	1. 焊丝摆动幅度、频度和两端停留时间	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—
	2. 由每面多道焊改为每面单道焊	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	—
	3. 单丝焊改为多丝焊，或反之	—	—	—	—	—	○	—	—	○	○	○	—
	4. 电（钨）极摆动幅度、频率和两端停留时间	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—
	5. 增加或取消非金属或非熔化的金属成形滑块	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—

注：符号○表示对该焊接方法为重要因素或补加因素。

## 4.2 耐蚀层堆焊的评定规则

4.2.1 对各种堆焊方法，凡属下列情况之一，均需重新评定。

- a. 改变或增加焊接方法；
- b. 基体钢材类别号为Ⅳ时，改变组别号；
- c. 改变基体钢材的类别号；
- d. 除横焊、立焊或仰焊位置的评定适用于平焊位置外，改变评定合格的焊接位置；
- e. 预热温度比评定范围下限降低 50℃ 以上或层间温度超过评定范围的最大值；
- f. 改变焊后热处理类别；
- g. 焊后热处理温度下的总保温时间比评定最长保温时间延长 25% 或更多；
- h. 多层堆焊变更为单层堆焊、单层堆焊变更为多层堆焊；
- i. 变更电流种类或极性。

4.2.2 对于手弧焊除 4.2.1 规定以外，凡属下列情况之一，仍需重新评定。

- a. 变更焊条牌号（焊条牌号中第三位数字除外）；
- b. 当堆焊首层时，变更焊条直径或首层施焊电流比已评定范围的上限值增加 10% 以上。

4.2.3 对于埋弧焊、熔化极气体保护焊或钨极气体保护焊堆焊，除 4.2.1 规定以外，凡属下列情况之一，仍需重新评定。

- a. 变更焊丝（或钢带）钢号；
- b. 变更焊剂牌号、混合焊剂的混合比例；
- c. 变更同一熔池上的焊丝根数；
- d. 添加或取消附加的填充金属；
- e. 增加或取消焊丝的摆动；
- f. 焊丝或附加的填充金属公称横截面积的变化超过 10%；
- g. 线能量或单位长度焊道内熔敷金属体积比评定范围的上限值增加 10% 以上；
- h. 变更保护气体种类、混合保护气体配比；
- i. 取消保护气体，或保护气体流量比评定范围下限值降低 10% 以上。

## 5 试件、试样和检验

### 5.1 试件制备

5.1.1 母材、焊接材料、坡口和试件的焊接必须符合焊接工艺指导书的要求。

5.1.2 试件的数量和尺寸应满足制备试样的要求。

5.1.3 对接焊缝试件尺寸

试件厚度应充分考虑适用于焊件厚度的有效范围。

5.1.4 角焊缝试件尺寸

5.1.4.1 板材角焊缝试件尺寸（见表 6 和图 2）

表 6

mm

翼板厚度 $T_1$	腹板厚度 $T_2$
$\leq 3$	$T_1$
$> 3$	$\leq T_1$ ，但不小于 3

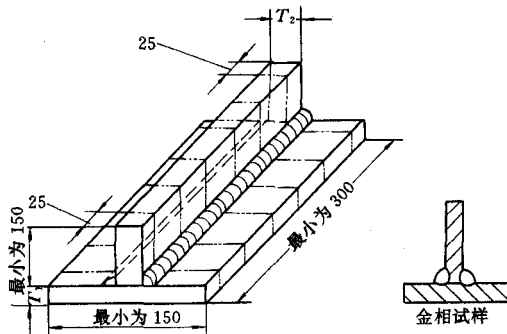


图 2 板材角焊缝试件及试样

注：焊脚等于  $T_2$ ，且不大于 20mm。

5.1.4.2 管与板角焊缝试件尺寸 (见图 3)

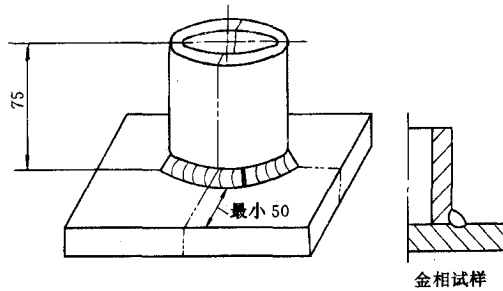


图 3 管与板角焊缝试件及试样

注:最大焊脚等于管壁厚。

5.1.5 组合焊缝试件尺寸

5.1.5.1 板材组合焊缝试件尺寸 (见表 7 和图 4)

表 7

mm

翼板厚度 $T_3$	腹板厚度 $T_4$	适用于焊件母材厚度的有效范围
$< 20$	$\leq T_3$	翼板和腹板厚度均小于 20
$\geq 20$	$\leq T_3$ , 且 $\geq 20$	翼板和腹板的厚度中任一或全都大于或等于 20

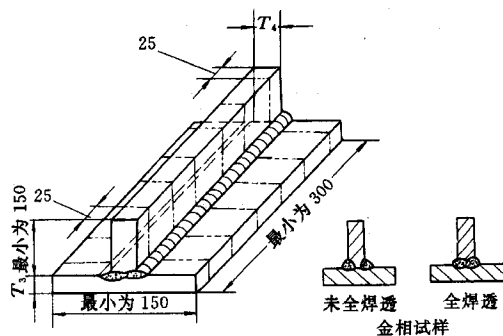


图 4 板材组合焊缝试件及试样

5.1.5.2 管与板组合焊缝试件尺寸 (见表 8 和图 5)

表 8

mm

试件管壁厚度	试件板厚度	适用于焊件母材厚度的有效范围
$< 20$	$< 20$	管壁厚度和板厚度均小于 20
$20 <$	$\geq 20$	管壁厚度小于 20, 板厚度等于或大于 20
$20 \geq$	$\geq 20$	管壁厚度和板厚度均小于或等于 20

5.1.6 耐蚀层堆焊试件尺寸

当焊件基体的厚度等于或大于 25mm 时, 则试件基体的厚度不得小于 25mm; 当焊件基体厚度小于 25mm, 则试件基体厚度应等于或小于焊件厚度。

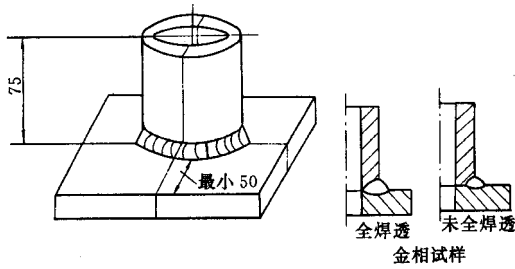


图5 管与板组合焊缝试件及试样

## 5.2 对接焊缝试件和试样的检验

5.2.1 检验项目:外观检查、无损探伤和力学性能试验。

a. 外观检查:试件接头表面不得有裂纹、未焊透和未熔合。

b. 无损探伤:试件的射线探伤按 GB 3323 的规定,射线照相的质量应不低于 AB 级,焊缝质量不低于 II 级;试件的超声波探伤应按 JB 1152 的规定,焊缝的质量应为 I 级。

c. 力学性能试验项目包括拉力试验、弯曲(面弯、背弯、侧弯)试验和冲击试验(当规定时),检验要求按下列条文规定。

5.2.2 力学性能试验的试样类别和数量应符合表 9 的规定。

表 9

试件母材的厚度 $T_{\text{mm}}$	试件的类别和数量 个					
	拉力试验	弯曲试验 <sup>2)</sup>			冲击试验	
	拉力试样 <sup>1)</sup>	面弯试样	背弯试样	侧弯试样	焊缝区试样	热影响区试样 <sup>4)</sup>
$1.5 \leq T < 10$	2	2	2	—	3	3
$10 \leq T < 20$	2	2	2	3)	3	3
$T \geq 20$	2	—	—	4	3	3

注:1) 一根管接头全截面试样可以代替两个板形试样。

2) 当试件焊缝两侧的母材之间或焊缝金属和母材之间的弯曲性能有显著差别时,可改用纵向弯曲试验代替横向弯曲试验。

3) 可以用四个横向侧弯试样代管两个面弯和两个背弯试样。

4) 当焊缝两侧母材的钢号不同时,每侧热影响区都应取三个冲击试样。

5.2.3 当试件采用两种或两种以上焊接方法(或焊接工艺)时:

a. 拉力试样和弯曲试样的受拉面应包括每一种焊接方法(或焊接工艺)的焊缝金属;

b. 当规定作冲击试验时,对每一种焊接方法(或焊接工艺)的焊缝区和热影响区都要作冲击试验。

5.2.4 力学性能试验

试件经外观检查和无损探伤合格后,允许避开缺陷制取试样,取样位置按 5.2.4.1 和 5.2.4.2 的规定。

试样去除焊缝余高前允许对试样进行冷校平。



5.2.4.1 板材对接焊缝试件取样位置 (见图 6)

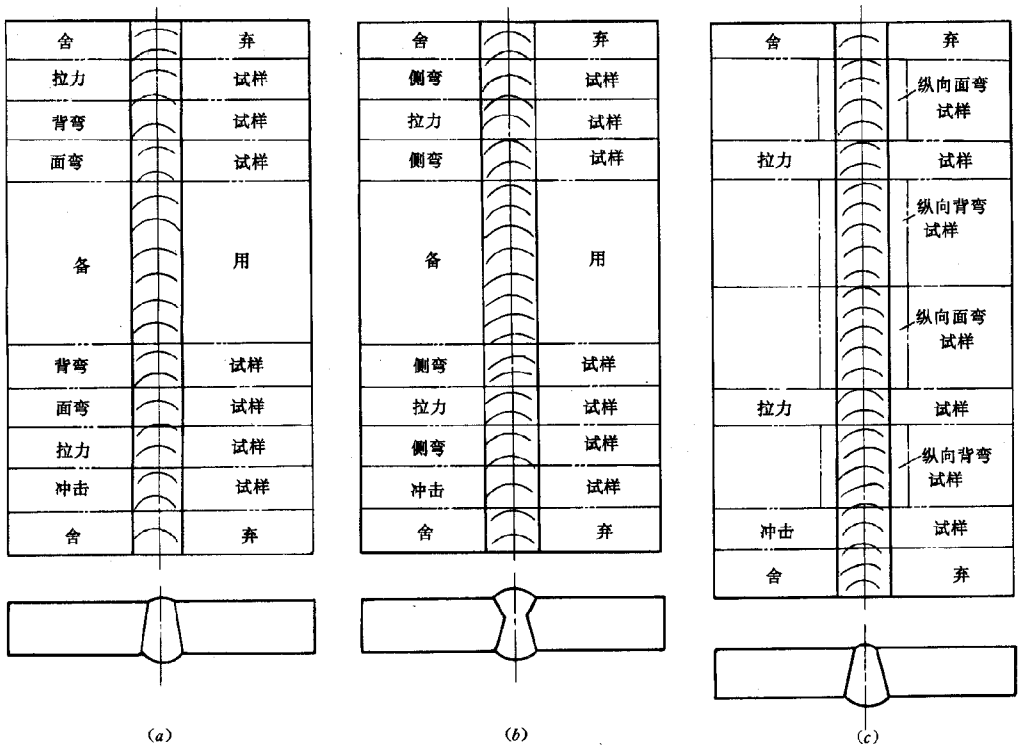


图 6

(a) 不取侧弯试样时 ; (b) 取侧弯试样时 ; (c) 取纵向弯曲试样时

5.2.4.2 管材对接焊缝试件取样位置 (见图 7)

5.2.5 拉力试验

5.2.5.1 试样

5.2.5.1.1 取样和加工要求

a. 厚度小于或等于 30mm 的试件, 采用全厚度试样进行试验。

b. 厚度大于 30mm 的试件, 根据试验条件可采用全厚度试样, 也可以用两片或多片试样 (应包括整个试件厚度) 的试验代替一个全厚度试样的试验。

c. 两片或多片试样的厚度为 30mm, 试样的数量为试件母材厚度 (mm) 除以 30mm (按四舍五入, 取整数), 试样的切取方式见图 8。

d. 试样的焊缝余高应以机械方法去除, 使之与母材齐平。

5.2.5.1.2 试样形式

a. 带肩板形试样 (见图 9) 适用于所有厚度板材的对接焊缝试件。

b. 管接头带肩板形试样型式 I (见图 10) 适用于外径大于 76mm 的所有壁厚管材对接焊缝试件。

c. 管接头带肩板形试样型式 II (见图 11) 适用于外径小于或等于 76mm 的管材对接焊缝试件。

d. 管接头全截面试样 (见图 12) 适用于外径小于或等于 76mm 的管材对接焊缝试件。

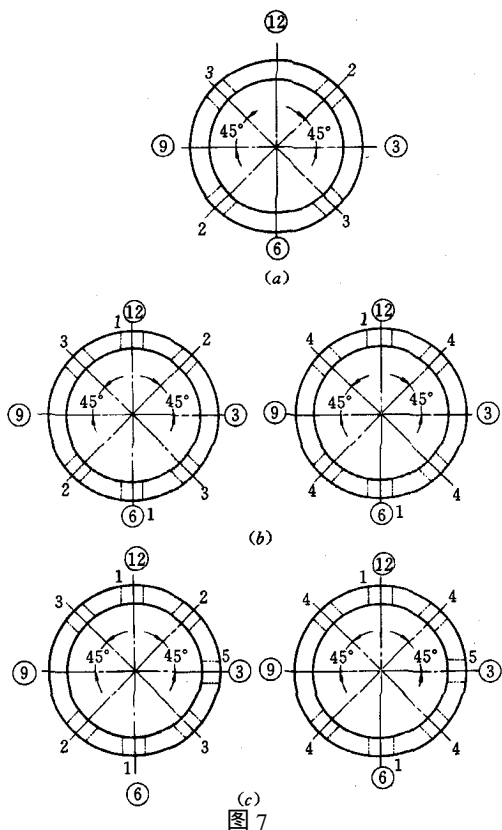


图 7

(a) 拉力试样为整管时弯曲试样位置；(b) 不要求冲击试验时；(c) 要求冲击试验时

注：1—拉力试样、2—面弯试样、3—背弯试样、4—侧弯试样、5—冲击试样。

③⑥⑨⑫—钟点记号，为水平固定位置焊接时的定位标记

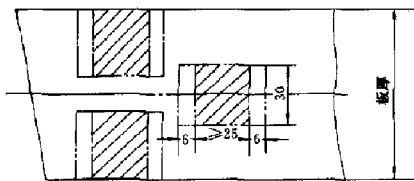


图 8

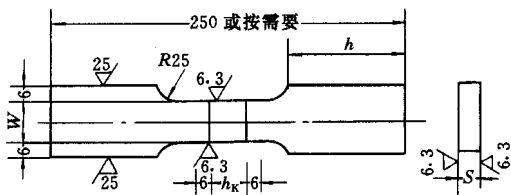


图 9

注：①S—试样厚度，mm；

②W—试样受拉伸平行侧面宽度，大于或等于 25mm；

③h<sub>k</sub>—焊缝最大宽度，mm；

④h—夹持部份长度，根据试验机夹具而定，mm

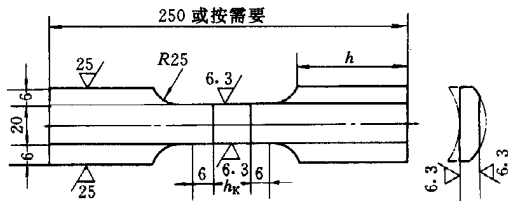


图 10

注:为取得图中宽度为 20mm 的平行平面,壁厚方向上的加工量应最少。

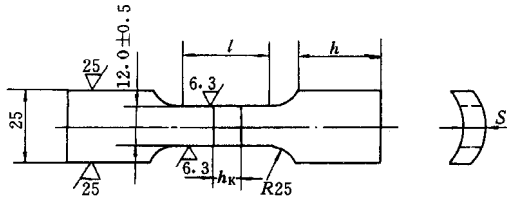


图 11

注:  $L$ —受拉伸平行侧面长度,大于或等于  $h_k + 2S$ , mm。

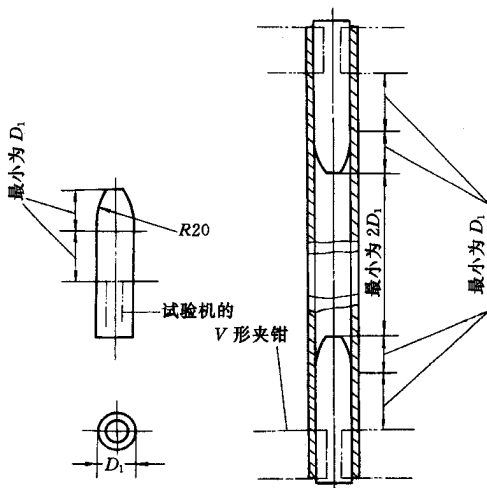


图 12

### 5.2.5.2 试验方法

拉力试验按 GB 228 规定的试验方法测定焊接接头的抗拉强度。

### 5.2.5.3 合格指标

试样母材为同种钢号时,每个试样的抗拉强度应不低于母材钢号标准规定值的下限。

试样母材为两种钢号时,每个试样的抗拉强度应不低于两种钢号标准规定值下限的较低值。

当采用两片或多片试样时,每片试样的抗拉强度都应符合上述相应规定。

### 5.2.6 弯曲试验

#### 5.2.6.1 试样

##### 5.2.6.1.1 加工要求

试样的焊缝余高应以机械加工去除,面弯、背弯试样的拉伸面应平齐且保留焊缝两侧中至少一侧的母材原始表面。

5.2.6.1.2 试样形式

a. 面弯和背弯试样 (见图 13)

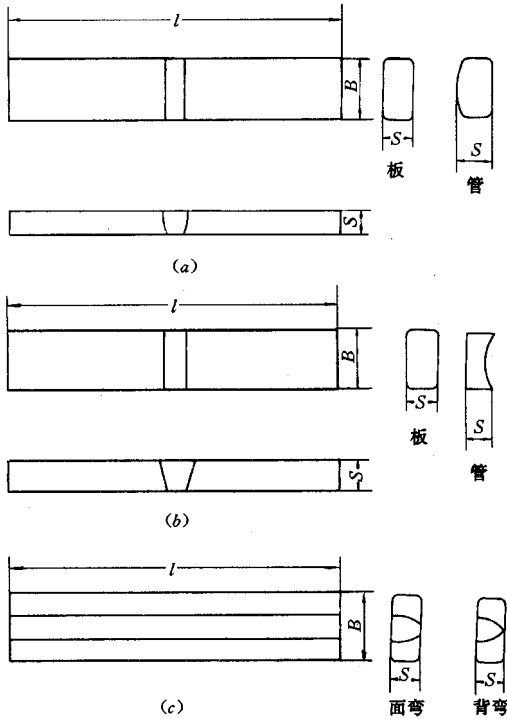


图 13

(a) 板材和管材试件的面弯试样 ; (b) 板材和管材 ; (c) 纵向面弯和背弯试样

注: ① 试样长度  $l \approx D + 2.5S + 100$ , mm (式中  $D$ —弯轴直径, mm)

② 板材试样宽度  $B = 30\text{mm}$  ;

管材试样宽度  $B = S + \frac{\phi}{20}$ , mm (式中  $\phi$ —管子外径, mm), 且  $10 \leq B \leq 38\text{mm}$  ;

③ 试样拉伸面棱角  $R \leq 2\text{mm}$ 。

试样厚度  $S$  与试件厚度  $T$  相同。

b. 横向侧弯试样 (见图 14)

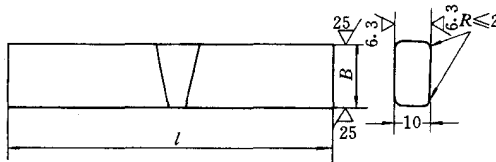


图 14

注: ①  $B$ ——试样宽度 (此时为试件厚度方向), mm。

②  $l = D + 105$ , mm。

当试件厚度 ( $T$ ) 小于 38mm 时, 采用试件全厚度侧弯试样, 试样宽度等于试件厚度。

当试件厚度 ( $T$ ) 大于或等于 38mm 时, 允许沿试件厚度方向切成宽度为 20 至 30mm 等宽的两片或多片试样的试验代替一个试件全厚度侧弯试样的试验。

## 5.2.6.2 试验方法

弯曲试验按 GB 232 和表 10 规定的试验方法测定焊接接头的致密性和塑性。

表 10

mm

钢种		弯轴直径 $D$	支座间距离	弯曲角度 ( $^{\circ}$ )
双面焊	碳素钢、奥氏体钢	3S	5.2S	180
	其它低合金钢、合金钢	3S	5.2S	100
单面焊	碳素钢、奥氏体钢	3S	5.2S	90
	其它低合金钢、合金钢	3S	5.2S	50

注:有衬垫的单面焊弯曲角度按双面焊的规定。

试样的焊缝中心应对准弯轴轴线。侧弯试验时,若试样表面存在缺陷,则以缺陷较严重一侧作为拉伸面。

## 5.2.6.3 合格指标

试样弯曲到规定的角度后,其拉伸面上出现长度大于 1.5mm 的任一横向(沿试样宽度方向)裂纹或缺陷,或长度大于 3mm 的任一纵向(沿试样长度方向)裂纹或缺陷,为不合格。试样的棱角开裂一般不计,但由夹渣或其它焊接缺陷引起的棱角开裂长度应计入。

若采用两片或多片试样时,每片试样都应符合上述要求。

## 5.2.7 冲击试验

## 5.2.7.1 试样位置

- 试样应垂直于焊缝轴线,缺口轴线垂直于母材表面。
- 取样位置见图 15。

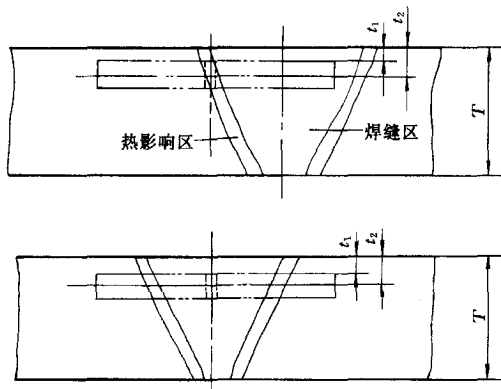


图 15 冲击试样截取位置

注:当  $T \leq 60\text{mm}$  时,  $t_1 \approx 1 \sim 2\text{mm}$ ; 当  $T > 60\text{mm}$  时,  $t_2 = \frac{T}{4}$

- 焊缝区试样的缺口轴线需位于焊缝中心线上。
- 热影响区试样的缺口轴线至试样轴线与熔合线交点的距离大于零,且应尽可能多的通过热影响区。

5.2.7.2 试样形式、尺寸和试验方法应符合 GB 2106 的规定。

5.2.7.3 合格指标

每个区三个试样的冲击功平均值应不低于母材标准规定值，并且至多允许有一个试样的冲击功低于规定值，但不低于规定值的 70%。

### 5.3 角焊缝试件和试样的检验

5.3.1 检验项目:外观检查、金相检验(宏观)

5.3.2 外观检查:试件接头表面不得有裂纹、未熔合。

5.3.3 金相检验(宏观)

5.3.3.1 方法

5.3.3.1.1 板材角焊缝试样

- a. 试件两端各舍去 25mm，然后沿试件横向等分切取 5 个试样。
- b. 每块试样取一个面进行金相检验，任意两检验面不得为同一切口的两侧面。

5.3.3.1.2 管与板角焊缝试样

- a. 将试件等分切取 4 个试样，焊缝的起始和终止位置应位于试样焊缝的中部。
- b. 每块试样取一个面进行金相检验，任意两检验面不得为同一切口的两侧面。

5.3.3.2 合格指标

- a. 焊缝根部应焊透，焊缝金属和热影响区不得有裂纹、未熔合。
- b. 角焊缝两焊脚之差不得大于 3mm。

### 5.4 组合焊缝试件和试样的检验

5.4.1 检验项目:外观检查、金相检验(宏观)

5.4.2 外观检查:试件接头表面不得有裂纹、未熔合。

5.4.3 金相检验(宏观)

5.4.3.1 方法

按 5.3.3.1.1 或 5.3.3.1.2 规定。

5.4.3.2 合格指标

焊缝根部应焊透，焊缝金属和热影响区不得有裂纹、未熔合。

5.4.3.3 经外观检查和金相检验合格的试件的焊接工艺适用的焊件厚度范围见表 7 和表 8。

### 5.5 耐蚀层堆焊试件和试样的检验

5.5.1 检验项目:渗透探伤、弯曲试验和化学成分分析。

5.5.2 渗透探伤可采用着色法和荧光法，检验方法和合格指标按 GB 150 附录 H “钢制压力容器渗透探伤”的规定。

5.5.3 弯曲试验

5.5.3.1 取样方法

在渗透探伤合格的试件上切取 4 个侧弯试样，可在平行和垂直于焊接方向各切取 2 个，也可 4 个试样都垂直于焊接方向。

试样厚度至少应包括堆焊层全部、熔合区和基层热影响区，试样尺寸参照图 14。

5.5.3.2 试验方法

试验按 GB 232 和表 11 的规定进行，若试样存在缺陷，则取缺陷较严重的一侧作为拉伸面。

表 11

mm

试样厚度 $S$	弯轴直径 $D$	支座间距离	弯曲角 ( $^{\circ}$ )
10	40	63	180
< 10	4S	6S + 3	

## 5.5.3.3 合格指标

弯曲试验后在试样拉伸面上的堆焊层不得有超过 1.5mm 长的任一裂纹或缺陷；在熔合线上不得有超过 3mm 长的任一裂纹或缺陷。

## 5.5.4 化学成分分析

## 5.5.4.1 取样位置 (见图 16)

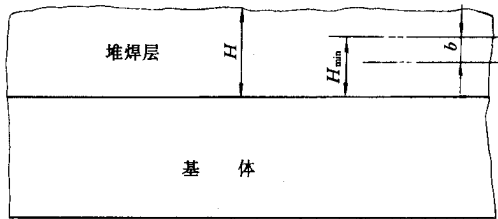


图 16

注:①  $H$ —堆焊层实际厚度, mm。

②  $H_{\min}$ —限定堆焊层最小厚度, mm。

③  $b$ —取样厚度, 最大为 0.5mm。

## 5.5.4.2 化学分析方法应符合标准。

## 5.5.4.3 合格指标按技术文件规定。

## 标准规范五 钢制压力容器焊接规程

JB/T 4709—92

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了钢制压力容器焊接的基本要求。

本标准适用于气焊、手弧焊、埋弧焊、气体保护焊、电渣焊焊接的钢制压力容器。

### 2 焊接材料

2.1 焊接材料包括焊条、焊丝、焊剂、气体、电极和衬垫等。

## 2.2 焊接材料选用原则

应根据母材的化学成分、力学性能、焊接性能结合压力容器的结构特点和使用条件综合考虑选用焊接材料，必要时通过试验确定。

焊缝金属的性能应高于或等于相应母材标准规定值的下限或满足图样规定的技术要求。对各类钢的焊缝金属要求如下：

### 2.2.1 相同钢号相焊的焊缝金属

2.2.1.1 碳素钢、碳锰低合金钢的焊缝金属应保证力学性能，且不应超过母材标准规定的抗拉强度的上限。

2.2.1.2 铬钼低合金钢的焊缝金属应保证化学成分和力学性能，且需控制抗拉强度上限。

2.2.1.3 低温用低合金钢的焊缝金属应保证力学性能，特别应保证夏比（V型）低温冲击韧性。

2.2.1.4 高合金钢的焊缝金属应保证力学性能和耐腐蚀性能。

2.2.1.5 不锈钢复合钢板基层的焊缝金属应保证力学性能，且需控制抗拉强度的上限；复层的焊缝金属应保证耐腐蚀性能，当有力学性能要求时还应保证力学性能。

复层焊缝与基层焊缝，以及复层焊缝与基层钢板交界处推荐采用过渡层。

### 2.2.2 不同钢号相焊的焊缝金属

2.2.2.1 不同钢号的碳素钢、低合金钢之间的焊缝金属应保证力学性能。推荐采用与强度级别较低的母材相匹配的焊接材料。

2.2.2.2 碳素钢、低合金钢与奥氏体高合金钢之间的焊缝金属应保证抗裂性能和力学性能。推荐采用铬镍含量较奥氏体高合金钢母材高的焊接材料。

2.3 焊接材料必须有产品质量证明书，并符合相应标准的规定，且满足图样的技术要求，进厂时按有关质保体系规定验收或复验，合格后方准使用。

2.4 常用钢号推荐选用的焊接材料见表1，不同钢号相焊推荐选用的焊接材料见表2。

## 3 焊接工艺评定和焊工

3.1 施焊下列各类焊缝的焊接工艺必须按 JB 4708—92《钢制压力容器焊接工艺评定》标准评定合格。

- a. 受压元件焊缝；
- b. 与受压元件相焊的焊缝；
- c. 上述焊缝的定位焊缝；
- d. 受压元件母材表面堆焊、补焊。

3.2 施焊下列各类焊缝的焊工必须按原劳动人事部颁发的《锅炉压力容器焊工考试规则》规定考试合格。

- a. 受压元件焊缝；
- b. 与受压元件相焊的焊缝；
- c. 熔入永久焊缝内的定位焊缝；
- d. 受压元件母材表面耐蚀层堆焊。

## 4 焊前准备

### 4.1 焊接坡口

焊接坡口应根据图样要求或工艺条件选用标准坡口或自行设计。选择坡口形式和尺寸应考虑下列



因素：

- a. 焊缝填充金属尽量少；
- b. 避免产生缺陷；
- c. 减少残余焊接变形与应力；
- d. 有利于焊接防护；
- e. 焊工操作方便；
- f. 复合钢板的坡口应有利于减少过渡层焊缝金属的稀释率。

## 4.2 坡口置备

4.2.1 碳素钢和标准抗拉强度不大于 540MPa 的碳锰低合金钢可采用冷加工方法，也可采用热加工方法置备坡口。

4.2.2 标准抗拉强度大于 540MPa 的碳锰低合金钢、铬钼低合金钢和高合金钢宜采用冷加工法。若采用热加工方法，对影响焊接质量的表面层，应用冷加工方法去除。

4.3 焊接坡口应保持平整，不得有裂纹、分层、夹渣等缺陷，尺寸应符合图样规定。

4.4 坡口表面及两侧（手弧焊各 10mm，埋弧焊、气体保护焊各 20mm，电渣焊各 40mm）应将水、铁锈、油污、积渣和其它有害杂质清理干净。

表 1 常用钢号推荐选用的焊接材料

钢 号	手弧焊		埋弧焊			电渣焊			二氧化碳 气体保护 焊 焊 丝 号	氩弧 焊 丝 号
	焊条		焊丝钢号	焊剂		焊丝钢号	焊剂			
	型号	对应牌 号示例		型号	对应牌 号示例		型号	对应牌 号示例		
Q235 - A·F (A3F、AY3F) Q235 - A (A3、AY3) 10、20	E4303	J422	H08 H08Mn	HJ401 - H08A	HJ431	H08Mn H10Mn2	HJ401 - HJ08A	HJ431	H08 Mn2Si	—
20R、 20HP、 20g	E4316	J426	H08A H08MnA	HJ401 - H08A	HJ431	—	—	—	H08 Mn2Si	—
	E4315	J427								
25	E4303	J422	H08 H08Mn	HJ401 - H08A	HJ431	—	—	—	—	—
	E5003	J502								
09Mn2V	E5515 - C1	W70Ni	H08Mn 2MoVA	—	HJ250	—	—	—	—	—
09Mn2VDR 09Mn2VD	E5515 - C1	W70Ni	—	—	—	—	—	—	—	—
06MnNbDR	E5515 - C2	W90 7Ni	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	W10 7Ni								
16Mn 16MnR 16MnRC	E5003	J502	H10MnSi H10Mn2	HJ401 - H08A	HJ431	H08MnMoA H08Mn2SiA	HJ401 - H08A	HJ431	H08Mn 2SiA	H10Mn2
	E5016	J506		HJ402 - H10Mn2						
	E5015	J507		—	—					
16MnDR 16MnD	E5016 - G	J506 RH	—	—	—	—	—	—	—	—
	E5015 - G	J507 RH								
15MnV	E5003	J502	H08MnMoA	HJ401 - H08A	HJ431	H08Mn2Mo VA H08Mn 2MoA	HJ401 - H08A	HJ431	H08 MnSiA	H08Mn 2SiA
15MnVR	E5016	J506	H10MnSi H10Mn2	HJ402 - H10Mn2						
	E5015	J507								
15MnVRC	E5515 - G	J557	—	—	—					
	—	—	—	—	—					
20MnMo	E5015	J507	H10MnSi H10Mn2	HJ401 - H08A	HJ431	H08Mn 2MoA	HJ401 - H08A	HJ431	—	H08Mn 2Si
	E5515 - G	J557	H08MnMoA	HJ402 - H10Mn2						
15MnVNR	E6016 - D1	J606	H08MnMoA	HJ402 - H10Mn2	HJ350					
	E6015 - D1	J607								
18MnMo NbR	E7015 - D2	J707	H08Mn 2MoA	—	HJ250 G	H10Mn2MoA H10Mn 2MoVA	HJ401 - H08A	HJ431	—	—
20MnMoNb	E7015 - D2	J707	H08Mn 2MoA	—	HJ250 G	—	—	—	—	—



续表

钢 号	手弧焊		埋弧焊			电渣焊			二氧化碳 气体保护 焊 焊 丝 钢 号	氩弧 焊 焊 丝 钢 号
	焊条		焊丝钢号	焊剂		焊丝钢号	焊剂			
	型号	对应牌 号示例		型号	对应牌 号示例		型号	对应牌 号示例		
0Cr17Ni 12Mo2	E0 - 18 - 12Mo2 - 16	A202	H00Cr19 Ni12Mo2	—	HJ260	—	—	—	—	H00Cr19 Ni12Mo2
	E0 - 18 - 12Mo2 - 15	A207		—	—	—	—	—	—	
0Cr18Ni 12Mo2Ti	E00 - 18 - 12Mo2 - 16	A022	H0Cr20 Ni14Mo3	—	HJ260	—	—	—	—	H0Cr20 Ni14Mo3
	E0 - 18 - 12Mo2Nb - 16	A212		—	—	—	—	—	—	
0Cr19Ni 13Mo3	E0 - 19 - 13Mo3 - 16	A242	—	—	—	—	—	—	—	—
0Cr18Ni 12Mo3Ti	E00 - 18 12Mo2 - 16	A022	H0Cr20 Ni14Mo3	—	HJ260	—	—	—	—	H0Cr20 Ni14Mo3
	E0 - 18 12MoNb - 16	A212		—	—	—	—	—	—	
00Cr17Ni 14Mo2	E00 - 18 12Mo2 - 16	A022	H0Cr20 Ni14Mo3	—	HJ260	—	—	—	—	H0Cr20 Ni14Mo3
0Cr13	E1 - 13 - 16	G202	—	—	—	—	—	—	—	—
	E1 - 13 - 15	G207	—	—	—	—	—	—	—	—

表 2

不同钢号相焊推荐选用的焊接材料

类 别	接头钢号	手 弧 焊		埋 弧 焊		
		焊 条		焊丝钢号	焊 剂	
		型 号	对应牌 号示例		型 号	对应牌 号示例
碳素钢、 低合金钢 和低合金 钢相焊	Q235 - A ( A3 ) + 16Mn	E 4030	J 422	H 08 H 08Mn	H 401 - HJ 08A	HJ 431
	20、20R + 16MnR、 16MnRC	E 4315	J 427	H 08MnA	HJ 401 - H 08A	HJ 431
		E 5015	J 507			
	20R + 20MnMo	E 4315	J 427	H 08MnA	HJ 401 - H 08A	HJ 431
		E 5015	J 507			
	20R、Q235 - A ( A3 ) + 15MnMoV	E 4315	J 427	—	—	—
		E 5015	J 507			

续表

类别	接头钢号	手弧焊		埋弧焊		
		焊条		焊丝钢号	焊剂	
		型号	对应牌 号示例		型号	对应牌 号示例
碳素钢、 低合金钢 和低合金 钢相焊	Q235 - A ( A3 ) + 18MnMoNbR	E 4315	J 427	H 08A H 08MnA	HJ 401 - H 08A	HJ 431
		E 5015	J 507		HJ 402 - H 10Mn2	HJ 350
	16MnR + 15MnMoV	E 5015	J 507	—	—	—
	16MnR + 18MnMoNbR	E 5015	J 507	H 10Mn2 H 10MnSi	HJ 401 - H 08A	HJ 431
	15Mn VR + 20MnMo	E 5015	J 507	H 08MnMoA H 10Mn2 H 10MnSi	HJ 401 - H 08A	HJ 431
		E 5515 - G	J 557		HJ 402 - H 10Mn2	HJ 350
	15MnVR + 15MnMOV	E 5515 - G	J 507	—	—	—
	20MnMo + 18MnMoNbR	E 5015	J 507	H 10Mn2 H 10MnSi	HJ 401 - H 08A	HJ 431
E 5515 - G		J 557	HJ 402 - H 10Mn2		HJ 350	
碳素钢、 碳锰低合 金钢和铬 钼低合金 钢相焊	Q235 - A ( A3 ) + 15CrMo	E 4315	J 427	HJ 08 H 08MnA	HJ 401 - H 08A	HJ 431
	Q235 - A ( A3 ) + 1Cr5Mo					
	16MnR + 15CrMo	E 5015	J 507	—	—	—
	20、20R、16MnR + 12Cr1MoV	E 5015	J 507	—	—	—
	15MnMoV + 12CrMo、 15CrMo	E 7015 - D2	J 707	—	—	—
	15MnMoV + 12Cr1MoV	E 7015 - D2	J 707	—	—	—
其它钢号 和奥氏体 高合金钢 相焊	Q235 - A ( A3 ) + 0Cr18Ni9Ti	E 1 - 23 - 13 - 16	A 302	—	—	—
		E 1 - 23 - 13Mo2 - 16	A 312			

续表

类别	接头钢号	手弧焊		埋弧焊		
		焊条		焊丝钢号	焊剂	
		型号	对应牌 号示例		型号	对应牌 号示例
其它钢号 和奥氏体 高合金钢 相焊	20R + 0Cr18Ni9Ti	E 1 - 23 - 13 - 16	A 302	—	—	—
		E 1 - 23 - 13Mo2 - 16	A 312			
	16MnR + 0Cr18Ni9Ti	E 1 - 23 - 13 - 16	A 302	—	—	—
		E 1 - 23 - 13Mo2 - 16	A 312			
	20MnMo + 0Cr18Ni9Ti	E 1 - 23 - 13 - 16	A 302	—	—	—
		E 1 - 23 - 13Mo2 - 16	A 312			
	18MnMoNbR + 0Cr18Ni9Ti	E 2 - 26 - 21 - 16	A 402	—	—	—
		E 2 - 26 - 21 - 15	A 407			
	15CrMo + 0Cr18Ni9Ti	E 2 - 26 - 21 - 16	A 402	—	—	—
		E 2 - 26 - 21 - 15	A 407			

4.5 奥氏体高合金钢破口两侧各 100mm 范围内应刷涂料，以防止沾附焊接飞溅。

4.6 焊条、焊剂按规定烘干、保温；焊丝需去除油、锈；保护气体应保持干燥。

## 4.7 预 热

4.7.1 根据母材的化学成分、焊接性能、厚度、焊接接头的拘束程度、焊接方法和焊接环境等综合考虑是否预热，必要时通过试验确定。

常用钢号推荐的预热温度见表 3。

表 3 常用钢号推荐的预热温度

钢 号	厚度 mm	预热温度℃
Q235 - A·F ( A3F、AY3F )	30 ~ 50	≥ 50
Q235 - A ( A3、AY3 )	> 50 ~ 100	≥ 100
10、20、20R、25	> 100	≥ 150
09Mn2VD, 09Mn2VDR 06MnNbDR	任意厚度	一般不预热
16Mn, 16MnR	30 ~ 50	≥ 100
15MnV, 15MnVR	> 50	≥ 150
20MnMo	任意厚度	≥ 100
15MnVNR 18MnMoNbR 15MnMoV	> 15	≥ 150

续表

钢 号	厚度 mm	预热温度℃
20MnMoNb	> 50	≥ 200
12CrMo 15CrMo, 15CrMoR	> 10	≥ 150
12Cr1MoV	> 6	≥ 200
12Cr2Mo1, 12Cr2Mo 12Cr2Mo1R	> 6	≥ 200
1Cr5Mo	任意厚度	≥ 250

4.7.2 不同钢号相焊时，预热温度按预热温度要求较高的钢号选取。

4.7.3 采取局部预热时，应防止局部应力过大。预热的范围为焊缝两侧各不小于焊件厚度的3倍，且不小于100mm。

4.7.4 需要预热的焊件在整个焊接过程中应不低于预热温度。

4.7.5 当用热加工法下料、开坡口、清根、开槽或施焊临时焊缝时，亦需考虑预热要求。

4.8 焊接设备等应处于正常工作状态，安全可靠，仪表应定期校验。

4.9 定位焊

4.9.1 焊接接头拘束度大时，推荐采用低氢型药皮焊条施焊。

4.9.2 定位焊缝不得有裂纹，否则必须清除重焊。如存在气孔、夹渣时亦应去除。

4.9.3 熔入永久焊缝内的定位焊缝两端应便于接弧，否则应予修整。

4.10 避免强行组装，组装后接头需经检验合格，方可施焊。

## 5 焊接要求

5.1 焊工必须按图样、工艺文件、技术标准施焊。

5.2 焊接环境

5.2.1 焊接环境出现下列任一情况时，须采取有效防护措施，否则禁止施焊。

- a. 风速：气体保护焊时大于2m/s，其它焊接方法大于10m/s；
- b. 相对湿度大于90%；
- c. 雨雪环境；
- d. 焊件温度低于-20℃。

5.2.2 当焊件温度为0~-20℃时，应在始焊处100mm范围内预热到15℃以上。

5.3 应在引弧板或坡口内引弧，禁止在非焊接部位引弧。焊缝应在引出板上收弧，弧坑应填满。

5.4 防止地线、电缆线、焊钳与焊件打弧。

5.5 电弧擦伤处的弧坑需经打磨，使其均匀过渡到母材表面，若打磨后的母材厚度小于规定值时，则需补焊。

5.6 受压元件的角焊缝的根部应保证焊透。

5.7 双面焊须清理焊根，显露出正面打底的焊缝金属。对于自动焊，若经试验确认能保证焊透，亦可不作清根处理。

5.8 接弧处应保证焊透与熔合。

5.9 施焊过程中应控制层间温度不超过规定的范围。当焊件预热时，应控制层间温度不得低于预热

温度。

5.10 每条焊缝应尽可能一次焊完。当中断焊接时，对冷裂纹敏感的焊件应及时采取后热、缓冷等措施。重新施焊时，仍需按规定进行预热。

5.11 采用锤击改善焊接质量时，第一层焊缝和盖面层焊缝不宜锤击。

5.12 引弧板、引出板、产品焊接试板和焊接工艺纪律检查试板不应锤击打落。

## 6 后 热

6.1 对冷裂纹敏感性较大的低合金钢和拘束度较大的焊件应采取后热措施。

6.2 后热应在焊后立即进行。

6.3 后热温度一般为 200 ~ 350℃，保温时间可参照表 4 回火最短保温时间的规定。

6.4 若焊后立即进行热处理则可不作后热。

## 7 焊后热处理

7.1 根据母材的化学成分、焊接性能、厚度、焊接接头的拘束程度、容器使用条件和有关标准综合确定是否需要焊后热处理。

7.2 常用钢号推荐的焊后热处理规范见表 4。

表 4 常用钢号焊后热处理推荐规范

钢 号	需焊后热处理的厚度 $\delta$ mm		焊后热处理温度℃		回火最短 保温时间 h
	焊前不预热	焊前预热 100℃以上	电弧焊	电渣焊	
Q235 - A · F ( A3F、 AY3F ) Q235 - A ( A3、 AY3 ) 10、 20、20R、25	> 34	> 38	580 ~ 620 回火	900 ~ 930 正火 580 ~ 620 回	(1) 当厚度 $\delta \geq$ 50mm 时，为 $\frac{\delta}{25}$ h，但最短时间 不低于 $\frac{1}{4} h_0$ 。 (2) 当厚度 $\delta >$ 50mm 时，为 $\frac{150 + \delta}{100} h_0$ 。
09Mn2VD 09Mn2VDR 06MnNbDR	—	—	580 ~ 620 回火	900 ~ 930 回火 580 ~ 620 回火	
16Mn、16MnR 16MnD、16MnDR	> 30	> 34	580 ~ 620 回火	900 ~ 930 正火 580 ~ 620 回火	
15MnV、15MnVR	> 28	> 32	540 ~ 580 回火	900 ~ 930 正火 540 ~ 580 回火	
20MnMo	—	—	580 ~ 620 回火	—	
15MnVNR	—	—	540 ~ 580 回火	900 ~ 930 正火 540 ~ 580 回火	
15MnMoV 18MnMoNbR 20MnMoNb	—	任意厚度	600 ~ 650 回火	950 ~ 980 正火 600 ~ 650 回火	



续表

钢 号	需焊后热处理的厚度 $\delta$ mm		焊后热处理温度 $^{\circ}\text{C}$		回火最短 保温时间 h
	焊前不预热	焊前预热 100 $^{\circ}\text{C}$ 以上	电弧焊	电渣焊	
12CrMo	—	任意厚度	600~680 回火	890~950 正火 600~680 回火	(1) 当厚度 $\delta \leq 125\text{mm}$ 时, 为 $\frac{\delta}{25}\text{h}$ , 但最短时
15CrMo 12CrMoR	—	任意厚度	600~680 回火	890~950 正火 600~680 回火	
12Cr1MoV	—	任意厚度	600~680 回火	890~950 正火 600~680 回火	间不小于 $\frac{1}{4}\text{h}$ ;
12Cr2Mo, 12Cr2Mo1 12Cr2Mo1R	—	任意厚度	680~720 回火	900~960 正火 680~720 回火	(2) 当厚度 $\delta > 125\text{mm}$ 时, 为
1Cr5Mo	—	任意厚度	720~760 回火	—	$\frac{375 + \delta}{100}\text{h}_0$

7.2.1 调质钢焊后热处理温度应低于调质处理时的回火温度。

7.2.2 不同钢号相焊时, 焊后热处理规范应按焊后热处理温度要求较高的钢号执行, 但温度不应超过两者中任一钢号的下临界点  $A_{cl}$ 。

7.2.3 非受压元件与受压元件相焊时, 应按受压元件的焊后热处理规范。

7.2.4 采用电渣焊焊缝、焊后必须进行正火 + 回火的热处理。

7.3 对有再热裂纹倾向的钢, 在焊后热处理时应注意防止产生再热裂纹。

7.4 奥氏体高合金钢制压力容器一般不进行焊后消除应力热处理。

7.5 焊后热处理应在补焊后和压力试验前进行。

7.6 应尽可能采取整体热处理。当分段热处理时, 加热重叠部分长度至少为 1500mm, 加热区以外部分应采取保护措施, 防止产生有害的温度梯度。

7.7 补焊和筒体环焊缝采取局部热处理时, 焊缝每侧加热带宽度不得小于容器厚度的 2 倍; 接管与容器相焊的整圈焊缝热处理时, 加热带宽度不得小于壳体厚度的 6 倍。加热区以外部位应采取保护措施, 防止产生有害的温度梯度。

7.8 焊后热处理工艺

7.8.1 焊件进炉时炉内温度不得高于 400 $^{\circ}\text{C}$ 。

7.8.2 焊件升温至 400 $^{\circ}\text{C}$  后, 加热区升温速度不得超过  $\frac{5000}{\delta}\text{^{\circ}\text{C}/h}$  ( $\delta$ ——厚度, mm), 且不得超过 200 $^{\circ}\text{C}/h$ , 最小可为 50 $^{\circ}\text{C}/h$ 。

7.8.3 焊件升温期间, 加热区内任意长度为 5000mm 内的温差不得大于 120 $^{\circ}\text{C}$ 。

7.8.4 焊件保温期间, 加热区内最高与最低温度之差不宜大于 65 $^{\circ}\text{C}$ 。

7.8.5 升温 and 保温期间应控制加热区气氛, 防止焊件表面过度氧化。

7.8.6 焊件温度高于 400 $^{\circ}\text{C}$  时, 加热区降温速度不得超过  $\frac{6500}{\delta}\text{^{\circ}\text{C}/h}$ , 且不得超过 260 $^{\circ}\text{C}/h$ 。最小可为 50 $^{\circ}\text{C}/h$ 。

7.8.7 焊件出炉时, 炉温不得高于 400 $^{\circ}\text{C}$ , 出炉后应在静止的空气中冷却。

## 8 焊缝返修

8.1 对需要焊接返修的缺陷应当分析产生原因, 提出改进措施, 按标准进行焊接工艺评定, 编制焊

接返修工艺。

- 8.2 焊缝同一部位返修次数不宜超过 2 次。
- 8.3 返修前需将缺陷清除干净，必要时可采用表面探伤检验确认。
- 8.4 待补焊部位应开宽度均匀、表面平整、便于施焊的凹槽，且两端有一定坡度。
- 8.5 如需预热，预热温度应较原焊缝适当提高。
- 8.6 返修焊缝性能和质量要求应与原焊缝相同。
- 8.7 要求热处理的容器如在热处理后返修补焊时，必须重作热处理。

## 9 焊接检验

### 9.1 焊接检验主要方面

#### 9.1.1 焊前

- a. 母材、焊接材料；
- b. 焊接设备、仪表、工艺装备；
- c. 焊接坡口、接头装配及清理；
- d. 焊工资格；
- e. 焊接工艺文件。

#### 9.1.2 施焊过程中

- a. 焊接规范参数；
- b. 执行焊接工艺情况；
- c. 执行技术标准情况；
- d. 执行图样规定情况；

#### 9.1.3 焊后

- a. 实际施焊记录；
- b. 焊缝外观及尺寸；
- c. 后热、焊后热处理；
- d. 产品焊接试板、焊接工艺纪律检查试板；
- e. 无损检验；
- f. 压力试验；
- g. 致密性试验。

# 标准规范六 电梯制造与安装安全规范

GB 7588—95

## 1 范 围

本标准规定了乘客电梯及载货电梯制造与安装应遵守的安全准则，以防电梯运行时发生伤害乘客和损坏货物的事故。

本标准适用于电力驱动的曳引式或强制式乘客电梯及载货电梯。

本标准不适用于杂物电梯和液压电梯。

## 2 引 用 标 准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 3805—83 安全电压

GB 4207—84 固体绝缘材料在潮湿条件下相比漏电起痕指数和耐漏电起痕指数测定方法

GB 4728—85 电气图用图形符号

GB 5013.1—85 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘软电缆 第一部分 一般规定

GB 5013.2—85 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘软电缆 第二部分 通用橡套软电缆

GB 5013.4—87 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘软电缆 第四部分 电梯电缆

GB 5023.1—85 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆（电线）一般规定

GB 5023.2—85 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆（电线）固定敷设用电缆（电线）

GB 5023.3—85 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆（电线）连接用软电缆（电线）

GB 5023.4—86 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆（电线）安装用电线

GB 5023.5—86 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆（电线）屏蔽电线

GB 8903—88 电梯用钢丝绳

GB 9978—88 建筑构件耐火试验方法

JB 2455—85 低压接触器

## 3 定 义

本标准采用下列定义。

3.1 曳引驱动电梯 traction drive life

提升钢丝绳靠曳引轮槽的摩擦力驱动的电梯。

3.2 强制驱动电梯 (包括卷筒驱动) positive drive lift 用链或钢丝绳悬吊的非摩擦方式驱动的电梯。

3.3 非商用汽车电梯 non-commercial vehicle lift 其轿厢适于运载私人汽车的电梯。

3.4 滑轮间 pulley room

不装设曳引机而装设滑轮,也可装设限速器和电气设备的房间。

3.5 轿厢有效面积 available car area

地板以上 1.0m 高度处的轿厢截面面积,乘客电梯扶手和载货电梯防护板所占的面积忽略不计。

3.6 再平层 re-levelling

轿厢停住后,允许在装载或卸载期间进行校正轿厢停止位置的一种操作,必要时可使轿厢连续运动(自动或点动)。

3.7 提升钢丝绳的最小破断载荷 minimum breaking load of a lifting rope

单根提升钢丝绳的截面面积( $\text{mm}^2$ )乘以抗拉强度(MPa)再乘以与钢丝绳结构型式有关的系数所得的载荷值。

按规定方法在一根钢丝绳上做破断试验获得的有效破断载荷,应至少等于最小破断载荷。

3.8 安全绳 safety rope

连接在轿厢和对重上的辅助钢丝绳,在悬挂装置断裂情况下,该绳使安全钳装置动作。

3.9 使用者 user

利用电梯为其服务的人。

3.10 乘客 passenger

电梯运载的人。

3.11 批准的且受过训练的使用者 authorized and instructed user

经设备负责人批准并且受过电梯使用训练的人员。

在没有其它规定的情况下,如果电梯负责人已将电梯使用说明书交给批准的且受过训练的使用者并且满足下述两个条件之一时,允许他们使用电梯。

a) 只有经批准且受过训练的使用者持有的钥匙,插入装于轿厢内或轿厢外的锁内,电梯才能开动;

b) 电梯装于禁止公众进入的地方,当不上锁时,由电梯负责人派一人或多人进行看管。

3.12 检修门 inspection door

设置在井道壁上,通往底坑或滑轮间的供检修人员使用的门。

3.13 检修活板门 inspecton door

设置在井道顶部作检修用的向外开启的门。

3.14 井道安全门 emergency door to the well

当相邻两层地坎之间距离超过 11m 时,在其间井道壁上开设的通往井道供援救乘客用的门。

3.15 轿厢安全门 emergency door to the car

在同一井道内,相邻轿厢轿壁上开设的援救乘客用的门。

## 4 符号与缩写

### 4.1 单 位

采用国际单位制(SI)。

## 4.2 符号 (见表 1)

表 1

名 称	符 号	单 位
额定速度	$v$	m/s
空载轿厢质量、部分随动电缆的质量及悬挂于轿厢上补偿装置质量的总和	$P$	kg
额定载重量	$Q$	kg
曳引轮两边曳引绳中较大静拉力与较小静拉力之比	$\frac{T_1}{T_2}$	1)
与加速度、减速度和特殊安装情况有关的系数	$C_1$	1)
自由落体的标准加速度	$g_n$	$m/s^2$
轿厢的制动减速度	$a$	$m/s^2$
由于磨损导致曳引轮槽断面变化的影响系数	$C_2$	1)
自然对数的底	$e$	1)
曳引绳在曳引轮槽中的当量摩擦系数	$f$	1)
曳引绳与曳引轮槽之间的摩擦系数	$\mu$	1)
曳引绳在曳引轮上的包角	$\alpha$	rad
曳引轮上的带切口的绳槽或半圆绳槽的切角	$\beta$	rad
曳引轮 V 型槽的夹角	$\gamma$	rad
曳引绳直径	$d$	mm
曳引轮直径	$D$	mm
曳引绳根数	$n$	1)
曳引绳在曳引轮槽中的比压	$p$	MPa
轿厢以额定载重量停靠在最低层站时, 在曳引轮水平面上轿厢一侧曳引绳的静拉力	$T$	N
对应于轿厢额定速度的曳引绳速度	$V_c$	m/s
安全钳装置动作时导轨的弯曲应力	$\sigma_k$	MPa
导轨截面积	$A$	$mm^2$
弯曲系数	$\omega$	1)
细长比	$\lambda$	1)
导轨支架间的最大距离	$l_k$	mm
回转半径	$i$	mm
距离 1m 处的辐射强度	$W_1$	$W/cm^2$

续表

名 称	符 号	单 位
在距离等于被测门进口对角线 1/2 处测得的辐射强度	$W_2$	W/cm <sup>2</sup>
辐射测量仪器的吸收系数	$a$	%
辐射测量换算系数	$F$	1)
被试门进口最小尺寸与最大尺寸之比	$L$	1)
被试门进口对角线长度	$Z$	m
被试门部件的宽度	$l$	m
被试门的净通过宽度	$E$	m
被试门的门扇数	$n_v$	1)
总容许质量	$(P + Q)$	kg
限速器的动作速度	$V_1$	m/s
一个安全钳钳体吸收的能量	$K, K_1, K_2$	J
自由降落距离	$h$	m
完全压缩缓冲器所需的质量	$C_r$	kg
缓冲器总压缩量	$F_1$	m
1) 无测量单位。		

### 4.3 缩 写

F 型门：满足附录 F（标准的附录）中 F2 规定的全部耐火标准的门。

S 型门：仅满足 F2 规定的坚固性等级的门。

## 5 电 梯 井 道

### 5.1 总 则

5.1.1 本章的各项要求，适用于装有单台或多台电梯轿厢的井道。

5.1.2 电梯对重应与轿厢在同一井道内（观光电梯可除外）。

### 5.2 井道的封闭

5.2.1 每一电梯井道均应由无孔的墙、底板和顶板完全封闭起来。电梯井道只允许有下述开口：

- a) 层门开口；
- b) 通往井道的检修门、井道安全门以及检修活板门的开口；
- c) 火灾情况下，排除气体与烟雾的排气孔；
- d) 通风孔；

e) 井道与机房或与滑轮间之间的永久性开口。

特殊情况，在不要求井道起防止火灾漫延以保护建筑物的地方，允许：

a) 除入口面外，限定其它各面墙的高度为 2.5m，以超越通常人们可能接触到的高度；

b) 井道入口面，从距层站地面 2.5m 高度以上，可使用网格或穿孔板。（如轿厢门有机械锁，可不采用本条规定的保护措施）（见 5.4.3.2.2）

网格或穿孔的尺寸，无论水平方向或垂直方向测量，均不得大于 75mm。

### 5.2.2 检修门、井道安全门及检修活板门

5.2.2.1 通往井道的检修门、井道安全门以及检修活板门除由于使用者的安全原因或维修的需要外，一般不准设置。

5.2.2.1.1 检修门的高度不得小于 1.4m，宽度不得小于 0.6m。

井道安全门的高度不得小于 1.8m，宽度不得小于 0.35m。

检修活板门的高度不得大于 0.5m，宽度不得大于 0.5m。

5.2.2.1.2 当相邻两层门地坎间的距离大于 11m 时，其间应设置井道安全门，以确保相邻地坎间的距离不大于 11m。在同一井道内两相邻轿厢都装有符合 8.12.4 要求的轿厢安全门的情况下，则不需执行本条要求。

5.2.2.2 检修门、井道安全门及检修活板门均不得朝井道里开启。

5.2.2.2.1 检修门、井道安全门及检修活板门均应装设用钥匙开启的锁，当上述门开启后不用钥匙亦能将其关闭和锁住。

检修门与井道安全门即使在锁住情况下，也应能在不需要钥匙的情况下从共道内部将门打开。

5.2.2.2.2 只有检修门、井道安全门以及检修活板门均处于关闭状态时，电梯才能运行。为此，应采用 14.1.2 规定的电气安全装置。

检修操作期间，允许电梯在检修活板门开启情况下运行。为此，允许在检修活板门打开时才能触及到的某一器件不间断的动作，以短接该活板门的电气安全装置。

5.2.2.3 检修门、井道安全门以及检修活板门均应是无孔的，并且应具有与层门一样的机械强度。

### 5.2.3 井道的通风

井道应适当通风，除为电梯服务的房间外井道不得用于其它房间的通风。

在井道顶部应设置通风孔，其面积不得小于井道水平断面面积的 1%。通风孔可直接通向室外，或经机房或滑轮间通向定外。

## 5.3 井道壁、底面和顶板

井道结构应至少能承受下述载荷：由电梯驱动主机施加的；安全钳装置动作瞬间或轿厢载荷偏离中心由导轨施加的；由缓冲器动作产生的或由补偿绳防跳装置施加的。关于安全钳装置动作或缓冲器动作时作用力的计算见本章注释。

井道壁、底面和顶板应：

a) 用坚固、非易燃材料制造，而这种材料本身不容易产生灰尘；

b) 具有足够的机械强度。

对于无轿门电梯，当 300N 的力垂直作用在面向轿厢进口的井道壁上的任何位置且均匀的分布于  $5\text{cm}^2$  的圆形或方形面积上时，应：

1) 无永久变形；

2) 弹性变形不大于 10mm。

## 5.4 面对轿厢入口的层门与电梯井道壁的结构

5.4.1 面对轿厢入口的层门与井道壁或部分井道壁的要求，适用于井道的整个高度。

有关轿厢与面对轿厢入口的电梯井道内表面之间的间距要求（见 11 章）。

5.4.2 由层门和面对轿厢入口的井道壁或部分井道壁组成的组合体，应在轿厢整个入口宽度上形成一个无孔表面，门的动作间隙除外。

5.4.3 关于有轿门电梯：

5.4.3.1 每个层门地坎下面，在不小于开锁区的  $1/2$  加 50mm 的整个垂直距离内，井道壁应遵守下面 5.4.4a 和 5.4.4b 的要求。同时还应：

a) 与下一个层门的门楣连接，或

b) 采用坚硬光滑的斜面向下延伸，斜面与水平面的夹角不得小于  $60^\circ$ ，斜面在水平面上的投影深度不得小于 20mm。

5.4.3.2 井道内表面与轿厢地坎或轿厢门框架或轿厢门（对滑动门指门的最外边沿）之间的水平距离不得大于 0.15m。目的是防止：

a) 人跌入井道；

b) 在电梯正常运行期间，将人夹进轿厢门和井道内表面中间的空隙中（应检查 0.15m 这个尺寸值，特别是在互联的折叠式门的情况下）。

5.4.3.2.1 下列情况允许水平距离为 0.3m：

a) 在井道内表面局部一段垂直距离不大于 0.5m 的范围内，或

b) 带有垂直滑动门的载货电梯和非商业用汽车电梯。

5.4.3.2.2 如果轿厢装有机械锁住的门且只能在层门的开锁区内打开，则不需遵守 5.4.3.2 的规定。

除 7.7.2.2 的规定情况外，电梯运行应根据相应的轿门锁闭情况自动的进行，这种锁闭应用符合 14.1.2 规定的电气安全装置验证。

5.4.4 关于无轿门电梯：

a) 由层门和面对轿厢入口的井道壁或部分井道壁组成的组合体应构成一个连续的垂直表面，由光滑坚硬的材料如金属薄板、硬贴面或摩擦阻力与其相当的材料构成。禁止使用玻璃或泥灰粉饰。此外，这个组合体在整个轿厢进口的两边至少各宽出 25mm。

b) 任何凸出物不得大于 5mm，大于 2mm 的凸出物应倒角，使其与水平面的夹角不小于  $75^\circ$ 。

c) 层门上装有凹进去的手柄时，在井道一侧凹孔的深度不得大于 30mm，宽度不得大于 40mm，凹孔的上下壁与水平面的夹角不得小于  $60^\circ$ ，最好是  $75^\circ$ 。手柄或拉杆的布置应减少钩住的危险并应防止手指在后面被卡住或挤夹。

## 5.5 位于轿厢或对重下面的空间的防护

5.5.1 电梯井道最好不要设置在人们能到达的空间上面。

5.5.2 如果轿厢或对重之下确有人们能到达的空间存在，井道底坑的底面最小应按  $5000\text{N}/\text{m}^2$  的载荷设计。并且：

a) 将对重缓冲器安装在一直延伸到坚固地面上的实心桩墩上，或

b) 对重上装设安全钳装置



## 5.6 装有多台电梯的轿厢和对重的井道

5.6.1 在井道的下部,在不同电梯的运动部件(轿厢或对重)之间,应设隔障。

这种隔障应至少从轿厢或对重行程的最低点延伸到底坑地面以上 2.5m 的高度。

5.6.2 如果轿厢顶部边缘与相邻电梯的运动部件(轿厢或对重)之间的水平距离小于 0.3m, 5.6.1 所要求的隔障应延长贯穿整个井道的高度, 并应超过其有效宽度。

有效宽度应不小于被防护的运动部件(或其部分)的宽度加上每边各 0.1mm 后的宽度。

## 5.7 顶部空间与底坑

5.7.1 曳引驱动电梯的顶部间距(见图 1)

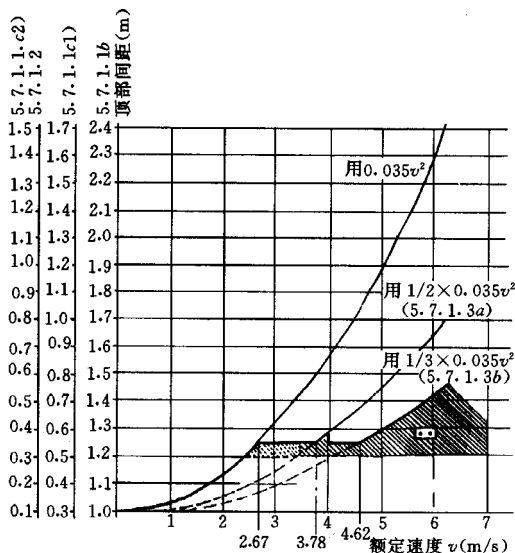


图 1 曳引驱动电梯顶部间距

\* 粗线表示按 5.7.1.3 的规定做最优选取时,可能的最小净空尺寸。

\* \* 对于带有防跳装置补偿轮的电梯,按 5.7.1.4 计算可能获得的数值范围。这种装置仅要求用于速度大于 3.5m/s 的电梯,但也不禁止用于较低速度的电梯。

这些数值取决于防跳装置的设计和电梯的行程。

5.7.1.1 当对重完全压在它的缓冲器上时,应同时满足下面四个条件:

a) 轿厢导轨长度应能提供不小于  $0.1 + 0.035v^2$  (m) 的进一步的制导行程。

注:  $0.035v^2$  表示对应于 115% 额定速度时的重力制动距离的一半。即  $0.0337v^2$ , 圆整为  $0.035v^2$ 。

b) 符合 8.13.1b) 尺寸要求的轿顶最高面积的水平面 [ 不包括 5.7.1.1c) 述及的部件面积 ], 与位于轿顶投影部分的井道顶最低部件的水平面 (包括梁和固定在井道顶下面的部件) 之间的自由垂直距离, 应不小于  $1.0 + 0.035v^2$  (m)。

c) 井道顶的最低部件与

1) 固定在轿厢顶上的设备的最高部件之间的自由距离 (不包括下面 2) 述及的, 应不小于  $0.3 + 0.035v^2$  (m)。

2) 导轨或滚轮、曳引绳附件和垂直滑动门的横梁或部件的最高部分之间的自由距离, (应不小于

$0.1 + 0.035v^2$  (m)。

d) 轿厢上方应有足够的空间, 该空间的大小以能放进一个不小于  $0.5\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$  的矩形体为准, 可以任何面朝下放置, 对于用曳引绳直接系住的电梯, 只要曳引绳中心线距矩形体的一个垂直面 (至少一个) 的距离不超过  $0.15\text{m}$ , 悬挂曳引绳和它的连接装置可以包括在这个空间之内。

5.7.1.2 当轿厢全部压在它的缓冲器上时, 对重导轨长度应能提供不小于  $0.1 + 0.035v^2$  (m) 的进一步的制导行程。

5.7.1.3 当电梯的减速是按 12.8 的规定被可靠监控时 5.7.1.1 和 5.7.1.2 中用于计算间距的  $0.035v^2$  的值可按下述情况减少。

a) 电梯额定速度小于或等于  $4\text{m/s}$  时, 可减少到  $1/2$ 。

b) 电梯额定速度大于  $4\text{m/s}$  时, 可减到  $1/3$ 。

但无论哪种情况, 此值均不得小于  $0.25\text{m}$ 。

5.7.1.4 对具有补偿绳并带补偿绳张紧轮及防跳装置 (制动或锁闭装置) 的电梯, 计算间距时,  $0.035v^2$  这个值可用张紧轮可能的移动量 (随使用的绕法而定) 再加上轿厢行程的  $1/500$  来代替。考虑到钢丝绳的弹性, 替代的最小值为  $0.2\text{m}$ 。

## 5.7.2 强制驱动电梯的顶部间距

5.7.2.1 轿厢从顶层向上直到撞击到上缓冲器时的行程应不小于  $0.5\text{m}$ 。

轿厢上行至上缓冲器行程的极限位置时应一直处于有导向状态。

5.7.2.2 当轿厢完全压在上缓冲器上时, 应同时满足下列条件:

a) 符合 8.13.1b) 尺寸要求的轿顶最高面积的水平面 [ 不包括 5.7.2.2b) 述及的部件面积 ], 与位于轿顶投影部分的井道顶最低部件的水平面 (包括梁和固定在井道顶下面的部件) 之间的自由垂直距离, 应不小于  $1\text{m}$ 。

b) 井道顶的最低部件与

1) 固定在轿厢顶上的设备的最高部件之间的自由距离 [ 不包括下面 2) 述及的 ] 应不小于  $0.3\text{m}$ 。

2) 导轨或滚轮、曳引绳连接件、横梁或垂直滑动门的部件的最高部分之间的自由距离应不小于  $0.1\text{m}$ 。

c) 轿厢的立方应有足够的空间, 该空间的大小以能放进一个不小于  $0.5\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$  的矩形体为准, 可以任何面朝下放置。对于用绳、链直接系住的电梯。只要钢丝绳或链的中心线距矩形体的一个垂直面 (至少一个) 的距离不大于  $0.15\text{m}$ , 悬挂钢丝绳或链以及它们的连接装置可以包括在这个空间之内。

5.7.2.3 当轿厢完全压在缓冲器上时, 对重 (如果有的话) 导轨的长度应能提供不小于  $0.3\text{m}$  的进一步的制导行程。

## 5.7.3 底坑

5.7.3.1 井道下部应设置底坑, 除缓冲器座、导轨座以及排水装置外, 底坑的底部应光滑平整, 底坑不得作为积水坑使用。

在导轨、缓冲器、栅栏等安装竣工后, 底坑不得漏水或渗水。

5.7.3.2 除层门外, 如果有通向底坑的门, 该门应符合 5.2.2 的要求。

如果底坑深度大于  $2.5\text{m}$  且建筑物的布置允许, 应设置底坑进口门。

如果没有其它通道, 为了便于检修人员安全的进入底坑地面, 应在底坑内设置一个从层门进入底坑的永久性装置, 此装置不得凸入电梯运行的空间。

5.7.3.3 当轿厢完全压在它的缓冲器上时, 应同时满足下述条件:

a) 底坑中应有足够的空间, 该空间的大小以能放进一个不小于  $0.5\text{m} \times 0.6\text{m} \times 1.0\text{m}$  的矩形体为准, 矩形体可以任何一个面着地。

## b) 底坑底与

1) 轿厢最低部分之间的净空距离 [ 除下面 2) 述及的外 ], 应不小于 0.5m ;

2) 导靴或滚轮、安全钳楔块、护脚板或垂直滑动门的部件之间的净空距离不得小于 0.1m。

## 5.7.3.4 底坑内应有 :

a) 电梯停止开关, 该开关用于停止电梯和使电梯保持停止状态。应安装在门的近旁, 当人打开门进入底坑后能立即触及到, 且不应存在弄错停止位置的危险 ( 见 15.7 )。

该开关应符合 14.2.2.3 的要求。

b) 电源插座 ( 见 13.6.2 )。

5.8 电梯井道应为电梯专用, 井道内不得装设与电梯无关的设备、电缆等。井道内允许装设采暖设备, 但不能用热水或蒸汽作热源, 采暖设备的控制与调节装置应装在井道外面。

5.9 井道应设置永久性的电气照明, 在维护修理期间, 即使门全部关上, 井道亦能被照亮。

照明装置应这样设置: 井道最高和最低点 0.5m 以内, 各装设一盏灯。中间最大每隔 7m 设一盏灯。

对于采用 5.2.1 中“特殊情况”规定的非封闭式井道, 如果井道周围有足够的照明, 井道中可不设照明装置。

## 第 5 章注释

注 1 : 安全钳装置动作时, 垂直作用力的计算。

安全钳装置动作时, 每根导轨上产生的作用力 ( N ) 可用下式近似计算 :

a) 瞬时式安全钳装置 :

1) 不脱出的滚柱式安全钳装置除外 ;  $25 ( P + Q )$  ;

式中 :  $P$ ——空载轿厢的质量、部分随动电缆的质量及悬挂于轿厢上的补偿装置质量的总和, kg ;

$Q$ ——额定载重量, kg。

2) 不脱出的滚柱式安全钳装置 :  $15 ( P + Q )$ 。

b) 渐进式安全钳装置 :  $10 ( P + Q )$ 。

注 2 : 安全钳装置或缓冲器动作瞬间, 底坑底部反作用力的计算

反作用力 ( N ) 可按下述方法计算 :

a) 每根导轨底部 :

10 倍导轨质量 ( kg ) 加上安全钳装置动作瞬间的反作用力 ( N ) ( 如果导轨是悬空的, 固定点处的反作用力可按类似于导轨支撑在底坑底部的情况计算 )。

b) 轿厢缓冲器底座下部 :

$40 ( P + Q )$ 。

c) 对重缓冲器底座下部 ;

40 倍对重的质量, kg。

## 6 机房和滑轮间

### 6.1 总 则

6.1.1 只有经过批准的人员 ( 维修、检查和营救的人员 ) 才能触及电梯驱动主机及其附属设备和滑轮。

6.1.2 电梯驱动主机及其附属设备应设置在一个专用房间里, 该房间应有实体的墙壁、房顶、门和 ( 或 ) 检修活板门。

6.1.2.1 上述规定的例外：

6.1.2.1.1 导向滑轮可以安装在井道的顶部空间，其条件是它们位于轿顶凸出部分的外面，并且检查和测试、维修工作能够完全安全地从轿顶或从井道外面进行。

但是，单绕或复绕的导向滑轮可以安装在轿顶的上方，便于对重方向的导向，其条件是从轿顶上能够完全安全地触及它们的轮轴。

6.1.2.1.2 曳引轮可以安装在井道内，其条件是：

- a) 能够从机房进行检验、测试和维修工作；
- b) 机房与井道间的开孔应尽可能小。

6.1.2.1.3 如果检验、测试和维修工作能够在井道外进行，则限速器可以安装在井道内。

6.1.2.1.4 在井道内的导向滑轮和曳引轮必须设有避免下列情况的装置：

- a) 伤害人体；
- b) 悬挂绳或链条因松弛而脱槽；
- c) 杂物落入绳和槽之间。

6.1.2.1.5 所采用的防护装置不得妨碍检查、测试或维修工作。这些装置只有在下述情况下才必须拆卸：

- a) 更换绳子；
- b) 更换滑轮；
- c) 重新加工绳槽。

6.1.2.2 电梯驱动主机及其附属设备和滑轮可以设置在有其它用途的房间里（如通往屋顶平台的专用通道），但必须有一道高度不小于 1.8m 的围封与房间的其他部分隔开，围封上应有一个带锁的通道门。

6.1.2.3 机房或滑轮间或 6.1.2.2 中所述及的围封内，不得作为电梯以外的其它用途，也不得设置不是电梯用的线槽、电缆或装置。但是这些房间可以设置：

- a) 杂物电梯或自动扶梯的驱动主机；
- b) 这些房间的空调设备或采暖设备，但不包括热水或蒸汽采暖设备；
- c) 具有高的动作温度，适用于电气设备，在一段时期内稳定且有防意外碰撞的火灾探测器和灭火器。

6.1.2.4 机房最好设置在井道的上面。

## 6.2 通 道

6.2.1 从公共道路到机房和滑轮间内的通道应：

- a) 设永久性电气照明装置，以获得适当的亮度；
- b) 任何时候能完全安全地方便地使用，而不需进入私人房屋。

机房通道及门口高度应不小于 1.8m。高度不大于 0.4m 的门坎和门缘可不予考虑。

6.2.2 人员进入机房和滑轮间的通道应优先考虑全部采用楼梯。如果不能安装楼梯，可以使用满足下列条件的梯子：

- a) 应不易滑动或翻转；
- b) 放置时，梯子与水平面的夹角应在 70°~76°之间。固定的并且高度小于 1.5m 的梯子除外；
- c) 梯子必须专用，在通道地面附近处应保持随进可用，为此应制订必要的规定；
- d) 靠近梯子顶端，应设置一个或多个容易握到的拉手；
- e) 当梯子未固定住时，应配备固定的附着点。

6.2.3 应考虑当安装笨重设备以及当需要更换这些设备时进出通道采用临时吊运设备的可能性，以便使这些工作能安全地进行，尤其要避免在楼梯上搬运。

## 6.3 机房的结构和设备

### 6.3.1 强度、地板表面和隔音

6.3.1.1 机房必须能承受正常所受的载荷。

机房要用经久耐用和不易产生灰尘的材料建造。

6.3.1.2 机房地板应采用防滑材料。

6.3.1.3 当建筑物的功能有要求时（如住宅、旅馆、医院、学校、图书馆等），机房的墙壁、地板和房顶应能大量吸收电梯运行时产生的噪音。

### 6.3.2 尺寸

6.3.2.1 机房的尺寸必须足够大，以允许维修人员安全和容易地接近所有部件，特别是电气设备，具体地说，应提供：

a) 在控制屏或控制柜前面的一块水平净空面积。此面积规定如下：

深度：从围壁的外表面测定时不小于 0.2m，在凸出装置（拉手）的前面测定时此距离可以减少到 0.6m。

宽度：为 0.5m 或控制屏（控制柜）的全宽度，取两者中的较大者。

b) 为了对各运动件进行维修和检查，在必要的地点以及需要进行人工紧急操作（见 12.5.1）的地方，要有一块不小于 0.5m × 0.6m 的水平净空面积。

c) 通往那些净空场地的通道宽度应不小于 0.5m。对没有运行件的地方，此值可减少到 0.4m。

6.3.2.2 供活动和工作的净高度在任何情况下应不小于 1.8m。

供活动和工作的净高度从屋顶结构横梁下面算起测量到：

a) 通道场地的地面；

b) 工作场地的地面。

6.3.2.3 电梯驱动主机旋转部件的上方应有不小于 0.3m 的垂直净空距离。

6.3.2.4 机房地面高度不一且相差大于 0.5m 时，应设置楼梯或台阶并设置护栏。

6.3.2.5 机房地面有任何深度大于 0.5m，宽度小于 0.5m 的凹坑或任何槽坑时，均应盖住。

### 6.3.3 门

6.3.3.1 通道门的宽度应不小于 0.6m，高度应不小于 1.8m。这些门不得向房内开启。

6.3.3.2 供人员进出的检修活板门其净通道应不小于 0.8m × 0.8m，并开门到位后能自行保持开启位置。

当检修活板门关闭后，应能支撑两个人的重量。即在该门的任何位置上，均能承受 2000N 的垂直作用力而没有永久变形。

检修活板门不得朝下开启，除非它们与可伸缩的梯子连接。如果门上装有铰链，应属于不能脱钩的型式。

当检修活板门在开启位置时，应采取预防措施（如设置护栏）防止人员或材料坠落。

6.3.3.3 门或检修活板门应装有钥匙的锁，它可以从机房内不用钥匙打开。

只供运送器材的活板门，只能在机房内部锁住。

### 6.3.4 其它开口

楼板和机房地板上的开孔尺寸必须减小到最小，为防止物体通过位于井道上方的开孔（包括通过电缆用的开孔）而坠落的危险，必须采用圈框，此圈框应凸出于楼板或完工地面而不小于 50mm。

### 6.3.5 通风和温度

6.3.5.1 机房必须通风,以保护电动机、设备以及电缆等,使它们尽可能地不受灰尘、有害气体和潮气的损害。

从建筑物其它部分抽出的陈腐空气,不得排入机房内。

6.3.5.2 机房内的环境温度应保持在 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间。

### 6.3.6 照明和电源插座

机房应设有固定式电气照明,地板表面上的照度应不小于 $200\text{lx}$ ,照明电源应符合 13.6.1 的要求。

在机房内靠近入口(或几个入口)的适当高度处应设有一个开关,以便进入时能控制机房照明。

机房内应设置一个或多个电源插座(见 13.6.2)。

### 6.3.7 设备的搬运

在机房顶板或横梁的适当位置上,应装备一个或多个适用的金属支架或吊钩,以便在安装时和需要更新设备时,吊运重的设备。

## 6.4 滑轮间的结构和设备

### 6.4.1 强度和材料

6.4.1.1 滑轮间必须能承受正常所受的载荷。滑轮间应使用经久耐用和不易产生灰尘的材料建造。

6.4.1.2 滑轮间地板应采用防滑材料。

### 6.4.2 尺寸

6.4.2.1 滑轮间的尺寸应足够大,以便维修人员能安全和容易地接近所有设备。可以应用 6.3.2.1b) 和 c) 的规定。

6.4.2.2 房顶以下的高度应不小于 $1.5\text{m}$ 。

6.4.2.2.1 除复绕轮和导向轮外,其它滑轮上方应有不小于 $0.3\text{m}$ 的净空。

6.4.2.2.2 如果滑轮间内有控制屏,6.3.2.1 和 6.3.2.2 的规定也适用于此房间。

### 6.4.3 门

6.4.3.1 通道门的宽度不得小于 $0.6\text{m}$ ,高度不得小于 $1.4\text{m}$ 。这些门不得向房内开启。

6.4.3.2 供人员进出的检修活板门应有不小于 $0.8\text{m}\times 0.8\text{m}$ 的净通道,并开门到位后能自行保持开启位置。当检修活板门关闭后必须能支撑两个人的重量,即在该门的任何位置上均能承受 $2000\text{N}$ 的垂直作用力而没有永久变形。检修活板门不得朝下开启,除非它们与可伸缩的梯子连接。如果装有铰链,应属于不能脱钩的型式。当检修活板门在开启位置时,应该采取预防措施(如设置护栏)以防止人员或材料坠落。

6.4.3.3 门和检修活板门必须装有带钥匙的锁,门锁可以在滑轮间内不用钥匙将其打开。

### 6.4.4 其它开口

楼板和滑轮间地板上的开孔尺寸必须减到最小,为了防止物体通过位于井道上方的开孔(包括通过电缆的开孔)有坠落的危险,必须采用圈框,此圈框应凸出于楼板或完工地面,且不小于 $50\text{mm}$ 。

### 6.4.5 停止开关

在滑轮间内人口处的附近应装设一个能使电梯停止并保持停止状态的开关,开关的装置应不会有弄错停车位置的危险(见 15.4.4)。该开关应符合 4.2.2.3 的要求。

### 6.4.6 温度

滑轮间内如有霜冻或结露的危险,应采取预防措施(如对轴承油加热)以保护设备。如果房间内设有的电气设备,环境温度应保持在 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间。

### 6.4.7 照明和电源插座

滑轮间应设置永久性的电气照明，应有足够的亮度。此照明电源应符合 13.6.1 的要求。在房间内靠近人口的适当高度处应设置一个开关，以便在进入时控制房内的照明。滑轮间内应装设一个或多个电源插座（见 13.6.2）。

## 7 层 门

### 7.1 总 则

7.1.1 进入轿厢的井道开口处应装设无孔的层门。门关闭后，门扇之间及门扇与立柱、门楣和地坎之间间隙应尽可能的小。

对于乘客电梯，此间隙不得大于 6mm；对于载货电梯，此间隙不得大于 8mm。

为了避免运行期间发生剪切的危险，自动滑动门的外表面不应有大于 3mm 的凹进或凸出部分。这些凹进或凸出部分的边缘应在两个运动方向上倒角。

这些要求不适用于附录 B（标准的附录）中规定的三角形开锁入口处。

7.1.2 关于井道一侧的层门表面要求（见 5.4）。

### 7.2 门及其框架的强度

7.2.1 门及其框架的结构应在使用过程中不产生变形，为此，宜采用金属制造。

采用玻璃即使是铠装玻璃，或塑料材料只允许用于 7.6.2.2 中提及的窥视窗。

7.2.2 火灾情况下的性能（见 F2 的注释）

层门应是这样一种类型，即该类型门已按 F2 规定的程序进行过耐火试验并符合其规定。

对于层门的防火要求见附录 G（提示的附录）。

7.2.2.1 全部符合耐火标准的门，在下文中将用字母 F 标出。

7.2.2.2 仅符合坚固性标准的门，在下文中将用字母 S 标出。

7.2.2.3 根据结构布置选择层门的型式，见图 2 的示例。

注

- 1 当井道壁和门（电梯门除外）是耐火的而预先不知其耐火等级时，它们用双线表示。耐火门可认为总是自动关闭的或在火灾情况下自动关闭的。
- 2 在图 2 中没有表示的结构布置情况下，应用对照方法选择门的型式。

7.2.3 机械强度

装有门锁的层门应具有这样的机械强度。即：当门在锁住位置时，用 300N 的力垂直作用在任何一个门扇的任何位置，且均匀的分布在  $5\text{cm}^2$  的圆形或方形面积上时，应能：

- a) 无永久变形；
- b) 弹性变形不大于 15mm；
- c) 经此试验后，应能动作良好。

7.2.3.1 在无轿门电梯中，在上述规定力的作用下，层门朝向井道一面的弹性变形应不大于 5mm。

7.2.3.2 在水平滑动门的开启方向，以 150N 的人力（不用工具）施加在一个最不利的点上时，可以大于 7.1.1 规定的间隙，但不得大于 30mm。

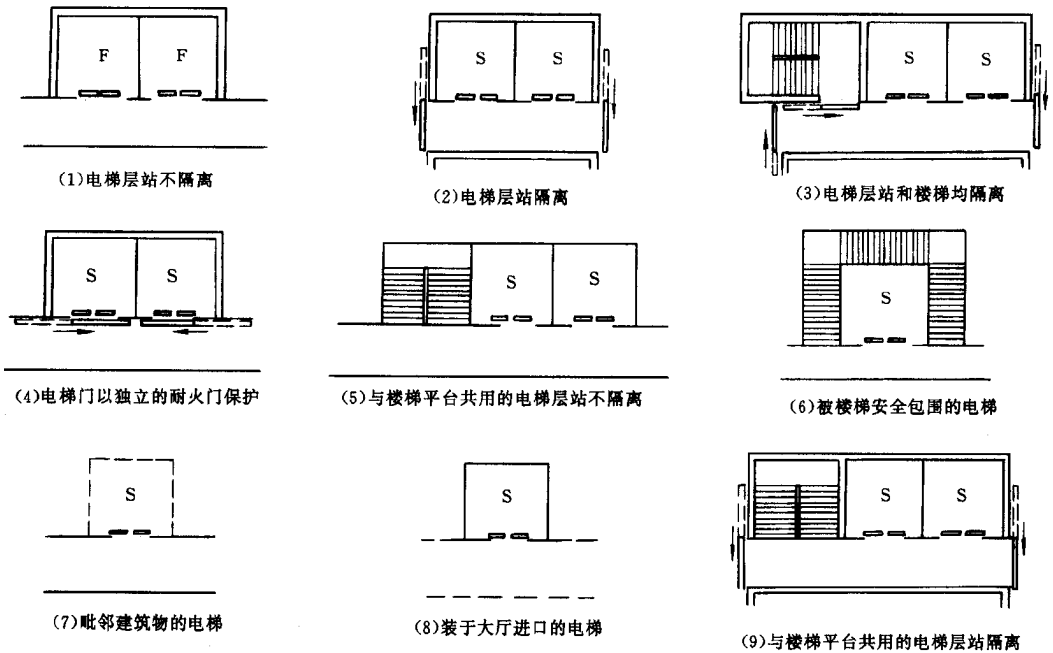


图 2 布置示例

### 7.3 层门的高度和宽度

#### 7.3.1 高度

层门的净高度不得小于 2m。

#### 7.3.2 宽度

除采用适当的防护措施外，层门净进口宽度比轿厢净入口宽度在任何一侧的超出部分均不应大于 0.05m。

### 7.4 地坎、导向装置、门悬挂机构

#### 7.4.1 地坎

每个层站进口应装设一个具有足够强度的地坎，以承受通过它进入轿厢的载荷。在各层站地坎前面可设有稍许坡度，以防洗刷、洒水时，水流进井道。

#### 7.4.2 导向装置

7.4.2.1 层门在其正常运行中应避免脱轨、卡住或在行程终端时错位。

7.4.2.2 水平滑动层门的顶部和底部都应设有导向装置。

7.4.2.3 垂直滑动层门两边都应设有导向装置。

#### 7.4.3 垂直滑动层门的悬挂机构

7.4.3.1 垂直滑动层门的门扇应固定在两个独立的悬挂部件上。

7.4.3.2 设计悬挂部件时，其安全系数不得小于 8。

7.4.3.3 悬挂绳滑轮直径应不小于绳直径的 25 倍。

7.4.3.4 悬挂绳与链应加以防护，以免脱出滑轮槽或链轮。



## 7.5 关于层门运动的保护

### 7.5.1 通则

层门及其周围的设计应尽量减少由于人员、衣服或其它物件被夹住而造成损坏或伤害的危险。

### 7.5.2 动力操纵门

动力操纵门的设计应尽量减少人被门扇撞击的有害后果。为此必须满足下列条件：

#### 7.5.2.1 水平滑动门

##### 7.5.2.1.1 动力操纵的自动门

7.5.2.1.1.1 阻止关门的力应不大于 150N，这个力的测量不得在关门行程开始的 1/3 之内进行。

7.5.2.1.1.2 层门及与其刚性连接的机械零件的动能，在平均关门速度下的测量值或计算值应不大于 10J。

注

1 例如测量时可采用一种装置，该装置包括一个带刻度的活塞，它作用于一个弹簧常数为 25N/mm 的弹簧上，并装有一个容易滑动的圆环，以便测定在撞击瞬间的运动极限点。通过所得的极限点相对应的刻度值，可容易的计算出动能值。

2 滑动门平均关门速度是按其总行程减去下面的数字计算的：

对于向中心关闭的门，在行程的每个末端减 25mm；

对于向侧面关闭的门，在行程的每个末端减 50mm。

7.5.2.1.1.3 当乘客在层门关闭过程中通过入口而被门扇撞击（或将被撞击）时，一个保护装置应自动的使门重新开启。

a) 此保护装置可以是轿门的保护装置（见 8.7.2.1.1.3）；

b) 此保护装置的作用可在每扇门最后 50mm 的行程中被消除；

c) 如有这样的一个系统，即在一个规定的时间后，它使保护装置失去作用，以抵制关门时的持续阻碍，则门扇在保护装置失效下运动时，上述规定的功能不得大于 4J。

7.5.2.1.2 在使用人员连续控制下进行关闭的门（如连续掀动按钮）

当按 7.5.2.1.1.2 的规定计算或测量，其能大于 10J 时，最快速门扇的平均关闭速度应不得大于 0.3m/s。

#### 7.5.2.2 垂直滑动门

这种类型的滑动门只允许用荷载货电梯和非商业用的汽车电梯。

如果能满足全部下列条件，则这种门允许用动力关闭。

a) 关门动作是在使用者持续控制下进行的；

b) 门扇的平均关闭速度不大于 0.3m/s；

c) 轿门是带孔的或网板结构，并符合 8.6.1 特殊情况的规定；

d) 层门开始关闭之前，轿门至少已关闭到 2/3。

#### 7.5.2.3 其它型式的门

在采用其它型式的动力操纵门（如铰链门）时，当开门或关门有碰撞使用者的危险时，应采用与其它动力操纵滑动门所采取的类似的防护措施。

## 7.6 局部照明和“轿厢在此”信号灯

7.6.1 在层门附近，层站的自然或人工照明，在地面上应不小于 50lx，以便使用者在打开层门进入轿厢时，即使轿厢照明发生故障，也能看清它的前面。

### 7.6.2 “轿厢在此”指示。

7.6.2.1 如果层门是手动开启的，使用人员在开门前，必须能知道轿厢是否在这里。

7.6.2.2 为此应安装：

a) 符合下列条件的一个或几个透明窥视窗：

1) 7.2.3 规定的机械强度；

2) 窗玻璃的厚度不得小于 6mm；

3) 每个层门的玻璃面积不得小于  $0.015\text{m}^2$ ，每个窥视窗的面积不得小于  $0.01\text{m}^2$ ；

4) 宽度不小于 60mm，不大于 150mm；宽度大于 80mm 的窥视窗下沿距地面不得小于 1m。或，

b) 一个发光的“轿厢在此”信号，它只能当轿厢即将停在或已经停在特定的楼层时燃亮。在轿厢停留在那里的所有时间内，该信号应保持燃亮。

## 7.7 层门锁紧和关闭的检查

### 7.7.1 对坠落危险的保护

在正常运行时，应不可能打开层门（或在多扇层门中的任何一扇），除非轿厢停站或停在该层的开锁区域内。

开锁区域不得大于层站地平上下的 0.2m。

在用机械操纵轿门和层门同时动作的情况下，开锁区域可增加到不大于层站地平上下的 0.35m。

### 7.7.2 对剪切的保护

7.7.2.1 如果一个层门（或多扇层门中的任何一扇门）开着，在正常操作情况下，应不可能启动电梯，也不可能使它保持运行。然而，可以进行为轿厢运行而准备的预备操作。

7.7.2.2 特殊情况，在下列区域内、允许开门运行：

a) 在开锁区域内，在符合 14.2.1.2 的条件下，允许在相应的楼层高度处进行平层或再平层；

b) 在满足 8.4.3、8.14 和 14.2.1.5 要求的条件下，允许在层站楼面以上延伸到高度不大于 1.65m 的区域内，由被批准的并受过训练的使用者进行轿厢的装、卸货物操作。此外：

1) 层门的上门框与轿厢地面之间的净高度不得小于 2m；

2) 无论轿厢在此区域内的任何位置，必须有可能不经特殊操作使层门完全闭合。

### 7.7.3 锁紧和紧急开锁

每个层门应设置符合 7.7.1 要求的门锁装置，这个装置应有防止故意滥用的保护。

7.7.3.1 轿厢运动前应将层门有效地锁紧在关门位置上。但层门锁紧前，可以进行为轿厢运动作准备的操作，层门锁紧必须由符合 14.1.2 要求的电气安全装置来证实。

7.7.3.1.1 轿厢只应在锁紧元件啮合不小于 7mm 时才能启动（见 F1）。

7.7.3.1.2 切断电路的触点元件与机械锁紧装置之间的连接应是直接的和防止误动作的，并且必要时可以调节。

7.7.3.1.3 对于铰链门，锁紧应尽可能接近门的垂直闭合边缘处。即使在门下垂时，也能保持正常。

7.7.3.1.4 锁紧元件及其附件应是耐冲击的，应用金属制造或加固。

7.7.3.1.5 锁紧元件的啮合应能满足在朝着开门方向的力的作用下，不降低锁住的效能。

7.7.3.1.6 在进行 F1 规定的试验期间，门锁应能承受一个沿开门方向，并作用在门锁高度处的最小为下述规定值的力而无永久变形。

a) 在滑动门情况下为 1000N；

b) 在铁链门情况下，在锁销上为 3000N。

7.7.3.1.7 应由重力、永久磁铁或弹簧来产生并保持锁紧动作。弹簧应在压缩下作用，应给予导向并具有这样的尺寸，即开锁时，弹簧圈不会被压并圈。

即使永久磁铁（或弹簧）不再能完成其功能，重力亦不应导致开锁。

如锁紧元件是通过永久磁铁的作用保持其适当位置，则它应不能被一种简单的方法（如加热或冲击）使其作用失效。

7.7.3.1.8 锁紧装置应予保护，以避免可能妨碍正常功能的积尘危险。

7.7.3.1.9 工作部件应易于检查，例如采用一块透明板以便观察。

7.7.3.1.10 当门锁触点放在盒中时，盒盖的螺钉应为不脱出式的。这样在打开盒盖时，它们仍留在盒或盖的孔中。

#### 7.7.3.2 紧急开锁

每个层门均应能从外面借助于一个与附录 B 中规定的开锁三角孔相匹配的钥匙开启之。

这样的钥匙应只交给一个负责人员。钥匙应带有书面说明，详述必须采用的预防措施，以防止开锁后因未能有效的重新锁上而可能引起的事故。

在一次紧急开锁以后，当无开锁动作时，锁闭装置在层门闭合下，不应保持开锁位置。

在轿门驱动层门的情况下，当轿厢在开锁区域以外时，如后门无论因为任何原因而开后，则应有一种装置（重块或弹簧）能确保该层门的自动关闭。

#### 7.7.4 证实层门闭合的电气装置

7.7.4.1 每个层门应设有符合 14.1.2 要求的电气安全装置，以验证它的闭合位置，从而满足 7.7.2 所提出的要求。

7.7.4.2 在与轿门联动的水平滑动层门的情况下，倘若这个装置是依赖于层门的有效关闭的话，则它可以同时用来证实锁紧状态。

7.7.4.3 在铰链式层门的情况下，此装置应装于门的关闭边缘处或装在验证层门关闭状态的机械装置上。

#### 7.7.5 对于用来验证层门锁紧状态和关闭状态的装置的共同要求

7.7.5.1 在门打开或未锁住的情况下，从人们正常可接近的位置，用一个单一的不属于常规操作的动作应不可能开动电梯。

7.7.5.2 验证锁紧元件位置的装置必须动作可靠。

#### 7.7.6 关于机械连接的多扇门组成的水平或垂直滑动门

7.7.6.1 当一个水平的或垂直的滑动门包括几个直接由机械连接的门扇，允许：

- a) 只锁紧其中一扇门，其条件是这个单独锁紧的门扇能防止其它门扇的开启；
- b) 将 7.7.4.1 或 7.7.4.2 规定的验证层门闭合的装置装在一个门扇上。

7.7.6.2 当门扇是由间接机械连接时（如用钢丝绳、链条或皮带），这种连接机构应能承受任何正常能预计到的力，应精心制造并定期检查。允许只锁住一扇门，其条件是这个单独锁住的门扇能防止其它门扇的开启，且这些门扇上均未装配手柄。未被门锁装置锁住的其它门扇的关闭位置应由一个符合 14.1.2 要求的电气安全装置来证实。

## 7.8 自动操纵门的关闭

正常使用中，在没有轿厢运行指令而经过一段必要的时间以后，自动操纵层门应被关闭，这段时间可以根据使用电梯的客流量而定。

## 8 轿厢与对重

### 8.1 轿厢高度

8.1.1 轿厢内部净高度不得小于 2m。

8.1.2 使用者正常出入轿厢入口的净高度，应不小于 2m。

### 8.2 轿厢的有效面积、额定载重量及乘客人数

#### 8.2.1 一般规定

为防止由于人员引起的轿厢超载，轿厢的有效面积应予以限制（对于轿厢的凹进和凸出部分，不管高度是否小于 1m，也不管其是否有单独门保护，在计算轿厢最大有效面积时均必须算入）。为此额定载重量与最大有效面积之间的关系见表 2。

表 2

额定载重量 kg	轿厢最大 有效面积 m <sup>2</sup>	额定载重量 kg	轿厢最大 有效面积 m <sup>2</sup>
100 <sup>1)</sup>	0.37	900	2.20
180 <sup>2)</sup>	0.53	975	2.35
225	0.70	1000	2.40
300	0.90	1050	2.50
375	1.10	1125	2.55
400	1.17	1200	2.80
450	1.30	1250	2.90
525	1.45	1275	2.95
600	1.60	1350	3.10
630	1.66	1425	3.25
675	1.75	1500	3.40
750	1.90	1600	3.56
800	2.00	2000	4.20
825	2.05	2500 <sup>3)</sup>	5.00

1) 一人电梯的最小值。

2) 二人电梯的最小值。

3) 额定载重量超过 2500kg 时，每增加 100kg 面积增加 0.16m<sup>2</sup>，对中间的载重量其面积由线性插入法确定。

8.2.2 载货电梯和非 8.2.3 所述的非商业用汽车电梯，要应用 8.2.1 的要求。此外，设计计算时不仅要考虑额定载重量，还要考虑可能进入轿厢的运载装置的重量。特殊情况，为了满足使用要求而难以同时满足 8.2.1 要求的载货电梯和病床电梯在其额定载重量受到有效控制条件下，轿厢面积可参照表 2 的规定执行。

8.2.3 专供批准的且受过训练的使用者使用的非商业用汽车电梯，额定载重量应按单位轿厢有效面积不小于  $200\text{kg}/\text{m}^2$  计算。

#### 8.2.4 乘客数量

乘客数量应由下述方法获得：

按公式  $\frac{\text{额定载重量}}{75}$  计算结果向下圆整到最近的整数；或

按表 3；

取其中较小的数值。

表 3

乘客人数 人	轿厢最小 有效面积 $\text{m}^2$	乘客人数 人	轿厢最小 有效面积 $\text{m}^2$
1	0.28	11	1.87
2	0.49	12	2.01
3	0.60	13	2.15
4	0.79	14	2.29
5	0.98	15	2.43
6	1.17	16	2.57
7	1.31	17	2.71
8	1.45	18	2.85
9	1.59	19	2.99
10	1.73	20	3.13

注：超过 20 位乘客时，对超出的每一乘客增加  $0.115\text{m}^2$ 。

### 8.3 轿壁、轿厢地板和轿顶

8.3.1 轿厢应由轿壁、轿厢地板和轿顶完全封闭，只允许有下列开口：

- a) 使用者正常出入的入口；
- b) 轿厢安全门和轿厢安全窗；
- c) 通风孔。

8.3.2 轿壁、轿厢地板和轿顶须具有足够的机械强度、包括轿厢架、导靴、轿壁、轿厢地板和轿顶的装配备须具有足够的机械强度，以承受在电梯正常运行、安全钳装置动作或轿厢碰撞缓冲器时的作用力。

8.3.2.1 轿壁应具有足够的机械强度：用 300N 的力，沿轿厢内向轿厢外方向垂直作用于轿厢中任一轿壁的任何位置，且均匀的分布在  $5\text{cm}^2$  的圆形或方形面积上时，轿壁应能：

- a) 无永久变形；
- b) 弹性变形不大于 15mm。

8.3.2.2 轿顶须满足 8.13 的要求。

8.3.3 轿壁、轿厢地板和轿顶不得使用过于易燃或可能产生有害气体和烟雾的材料制造。

### 8.4 护脚板

8.4.1 每一轿厢地坎上均须装设护脚板，其宽度应等于相应层站入口整个净宽度。护脚板的垂直部

分以下应成斜面向下延伸，斜面与水平面的夹角应大于  $60^\circ$ ，该斜面在水平面上的投影深度不得小于 20mm。

8.4.2 护脚板垂直部分的高度应不小于 0.75m。

8.4.3 对于采用对接操作的电梯（见 14.2.1.5），其护脚板垂直部分的高度应是在轿厢处于最高的装卸位置时，延伸到层门地坎线以下不小于 0.1m。

## 8.5 轿厢入口

8.5.1 轿厢入口应装设轿门。

8.5.2 虽然在各种情况下，最好装设轿门。然而对载货电梯，如果满足 8.2.1 的规定，并同时满足下列各条时，则对于有一个轿厢入口或两个相对轿厢入口的电梯，可以允许不设轿门。

- a) 专供批准且受过训练的使用者使用的电梯；
- b) 额定速度不大于  $0.63\text{m/s}$ ；
- c) 垂直于无门地坎测量的轿厢深度大于 1.5m；
- d) 乘客人数按 8.2.4 的规定计算，但计算时对每一无门轿厢入口要扣除一块面积，该面积的深度为 0.1m，宽度等于无门轿厢入口的宽度；
- e) 轿厢控制、停车及警铃按钮或开关距轿厢入口不小于 0.4m。

## 8.6 轿 门

8.6.1 轿门应是无孔的。

特殊情况：载货电梯和非商业用的汽车梯，可以采用向上开启的垂直滑动轿门，这种门可以是网状的或带孔板型式的。网孔或板孔尺寸，水平方向不得大于 10mm，垂直方向不得大于 60mm。

8.6.2 除必要的间隙外，轿门关闭时应将轿厢入口完全封闭。

特殊情况：对于专供批准且受过训练的使用者使用的电梯，其轿厢入口高度大于 2.5m 时；如果同时满足下面的条件，则轿门高度可不小于 2m。

- a) 垂直滑动门；
- b) 电梯的额定速度不大于  $0.63\text{m/s}$ 。

8.6.3 门关闭后，门扇之间及门扇与门柱、门楣和地坎之间的间隙应尽可能小。

对于乘客电梯，此间隙不得大于 6mm。对于载货电梯，此间隙不得大于 8mm。

如果有凹处，间隙的测量应从凹底算起。8.6.1 特殊情况述及的垂直滑动门除外。

8.6.4 对于铰链门，为防止其摆动到轿厢外面，应设撞击限位挡块。

8.6.5 装于轿门上的任何窥视窗应满足 7.6.2.2a) 的要求。如果层门上装有观察轿厢是否在本站的窥视窗，则轿门上就必须装设窥视窗。当轿厢处于层站平层位置时，两个窥视窗的位置应重合。如轿门是自动门且当轿厢停在层站平层位置时，它保持在开启位置，则轿门上不需设置窥视窗。

8.6.6 轿门地坎、导向装置、门的悬挂机构应遵守 7.4 有关层门的规定。

8.6.7 机械强度

处于关闭位置的轿门，应具有足够的机械强度，用 300N 的力，沿轿厢内向轿厢外方向垂直作用在任何一个门扇的任何位置，且均匀的分布在  $5\text{cm}^2$  的圆形或方形面积上时，轿门应能：

- a) 无永久变形；
- b) 弹性变形不大于 15mm。
- c) 经此试验后，应能动作良好。

## 8.7 轿门运动期间的保护

### 8.7.1 通则

轿门及其四周应尽可能减少由于夹住人、衣服或其它物体而造成有害的后果。

为避免动力操纵的滑动门运动中的剪切危险,轿厢一侧的门表面不得有大于 3mm 的任何凹进和凸出部分,其边缘应予倒角。8.6.1 中特殊情况述及的垂直沿动门例外。

### 8.7.2 动力操纵门

动力操纵门应尽量减少门扇撞击人的有害后果。为此,应满足下列要求。

#### 8.7.2.1 水平滑动门

##### 8.7.2.1.1 动力操纵的自动门

8.7.2.1.1.1 阻止关门所需要的力,不得大于 150N。这个力的测量不得在开始关门行程的 1/3 以内进行。

8.7.2.1.1.2 轿门以及与其刚性连接的机械零件的动能,在平均关门速度下测量或计算时,如 7.5.2.1.1.2 所述及的应不大于 10J。

8.7.2.1.1.3 当乘客在层门关闭过程中通过入口而被门扇撞击(或将被撞击)时,一个保护装置应自动的使门重新开启。

a) 此保护装置的作用可在每扇门最后 50mm 的行程中被消除。

b) 如有这样的一个系统,即在一个规定的时间后,它使保护装置失去作用,以抵制关门时的持续阻碍;则门扇在保护装置失效下运动时,上述规定的动能不得大于 4J。

8.7.2.1.2 在使用者连续控制下进行关闭的门(如连续揿动按钮)。当按 7.5.2.1.1.2 的规定计算或测量,其动能大于 10J 时,最快门扇的平均关闭速度应不得大于 0.3m/s。

#### 8.7.2.2 垂直滑动门

如果同时满足下列各条件,则这类门允许用动力关闭。

a) 电梯为载货电梯;

b) 关闭动作是在使用者连续控制下进行的;

c) 门扇的平均关闭速度不大于 0.3m/s。

## 8.8 对无门电梯轿厢入口的要求

当轿厢入口无门时,为尽量减少地坎与井道壁之间夹挤的危险,应设光电保护或类似保护装置。

## 8.9 验证轿门闭合的电气安全装置

8.9.1 如果轿门(或多扇门的一个门扇)开着,在正常操作情况下,应不可能启动电梯,也不可能使它保持运行。可以进行为轿厢运行而准备的预备操作。然而,在符合 7.7.2.2 规定的条件下,允许电梯在轿门开着的情况下运行。

8.9.2 对每个轿门都要提供一个符合 14.1.2 的电气安全装置以验证轿门的关闭位置,从而也满足了 8.9.1 中的条件。

## 8.10 关于机械连接的由数个门扇组成的水平或垂直滑动门

8.10.1 如果水平或垂直滑动门是由数个直接机械连接的门扇组成,允许:

- a) 把验证轿门闭合的电气安全装置（见 8.9）安装在单个门扇（对折叠式门为快速门扇）上；
  - b) 如果门的驱动元件与门扇是直接机械连接的，把电气安全装置（见 8.9）安装在该驱动元件上；
  - c) 为确保锁紧，在 5.4.3.2.2 规定的情况与条件下，只锁住一个门扇，条件是这个单独锁住的门扇能防止其它门扇打开（对折叠式门，把各门扇钩住在关闭位置）。
- 8.10.2 当门扇是由间接机械连接时（如通过钢丝绳、皮带或链条），这种连接装置须能承受正常预见到的力，并要精心制造及定期检查。

允许将电气安全装置（见 8.9）安装在单个门扇上，条件是：

- a) 该门扇不是被驱动的门扇；并且；
- b) 该门扇与被该门扇驱动的门扇是直接机械连接的。

## 8.11 轿门的开启

- 8.11.1 如果电梯由于任何原因停在靠近层站的地方，为允许乘客离开轿厢，在轿厢停住并切断开门机（如果有的话）电源的情况下，应有可能：
- a) 从层站处用手开启或部分开启轿门；
  - b) 如层门与轿门联动，从轿厢内用手开启或部分开启轿门以及与其相连接的层门。
- 8.11.2 在 8.11.1 中规定的轿门的开启，应至少能够在开锁区内施行。  
开门所需的力不得大于 300N。  
对于 5.4.3.2.2 所述的电梯应只有轿厢位于开锁区内时才有可能从轿厢内打开轿门。
- 8.11.3 额定速度大于 1m/s 的电梯在其运动时，开启轿门的力应大于 50N。  
在开锁区内不受本条要求的约束。

## 8.12 轿厢安全窗与轿厢安全门

- 8.12.1 援救轿厢内乘客应从轿外进行，并按 12.5 紧急操作规定。
- 8.12.2 如果轿顶有为援救和撤离乘客的轿厢安全窗，其尺寸应不小于 0.35m × 0.5m。
- 8.12.3 对于有一个或两个轿厢入口没有设轿门的电梯，轿厢安全窗是必须设置的，以援救和撤离乘客。
- 8.12.4 在有相邻轿厢的情况下，如果轿厢间的水平距离不大于 0.75m（见 5.2.2.1.2），且此两轿厢间的距离大于或等于 5.6.2 所要求的设置隔障距离情况下，可使用轿厢安全门。其尺寸：高度不得小于 1.8m，宽度不得小于 0.35m。
- 8.12.5 如果装设轿厢安全门或轿厢安全窗，则它们应符合 8.3.2 和 8.3.3 的规定，并遵守下列条件：
- 8.12.5.1 轿厢安全门和轿厢安全窗，应设有手动上锁装置。
    - 8.12.5.1.1 轿厢安全窗应能不用钥匙从轿厢外开启，并应能用附录 B 规定的三角形钥匙从轿厢内开启。轿厢安全窗不得向轿厢内开启。轿厢安全窗开启位置，不得超过电梯轿厢的边缘。
    - 8.12.5.1.2 轿厢安全门应能不用钥匙从轿厢外开启，并应能用附录 B 规定的三角形钥匙从轿厢内开启。轿厢安全门不得向轿厢外开启。轿厢安全门不得设置在对重运行的路径上或设置在妨碍乘客从一个轿厢通往另一个轿厢的固定障碍物（隔开轿厢的横梁除外）的前面。
  - 8.12.5.2 在 8.12.5.1 中要求的锁紧应利用符合 14.1.2 规定的电气安全装置来验证。如果锁紧失效，该装置应使电梯停住。只有重新锁定后，电梯才有恢复运行的可能。



## 8.13 轿 顶

8.13.1 除 8.3 要求的以外：

- a) 轿顶应能支撑两个人，即在轿顶的任何位置上，均能承受 2000N 的垂直力而无永久变形；
- b) 轿顶应具有—块不小于  $0.12\text{m}^2$  的为站人用的净面积，其短边应不小于  $0.25\text{m}$ ；
- c) (略)

8.13.2 如果在轿架上固定有反绳轮，则应设置防护装置以避免：

- a) 伤害人体；
- b) 悬挂绳松弛时脱离绳槽；
- c) 绳与绳槽之间进入杂物。

这些装置的结构应不妨碍对反绳轮的检查和维修。采用链条的情况下，也要有类似的装置。

## 8.14 轿厢上护板

当层门打开时，如果该层门的门楣与轿顶之间存在空挡，应在轿厢入口的上部用—刚性垂直板向上延伸，复盖层门的整个宽度，将其挡住对于具有对接操作的电梯（见 14.2.1.5）特别有这种可能。

## 8.15 轿顶上的装置

轿顶上应安装下列装置：

- a) 符合 14.2.1.3（检查操作）要求的控制装置；
- b) 符合 14.2.2.3 和 15.3 要求的停止装置；
- c) 符合 13.6.2 要求的电源插座。

## 8.16 通 风

8.16.1 无孔门轿厢应在其上部及下部设通风孔。

8.16.2 位于轿厢上部及下部通风孔的有效面积均应不小于轿厢有效面积的 1%。

轿门四周的间隙在计算通风孔面积时可以考虑进去，但不得大于所要求的有效面积的 50%。

8.16.3 通风孔应这样设置：用—根直径为  $10\text{mm}$  的坚硬直棒，不可能从轿厢内经通风孔穿过轿壁。

## 8.17 照 明

8.17.1 轿厢应装备永久性的电气照明，控制装置上的照度应不小于  $50\text{lx}$ ，轿厢地板上的照度宜不小于  $50\text{lx}$ 。

8.17.2 如果照明是白炽灯，至少要有两只并联的灯泡。

8.17.3 要有可自动再充电的紧急电源，在正常照明电源被中断的情况下，它能至少供  $1\text{W}$  灯泡用电  $1\text{h}$ 。在正常照明电源—旦发生故障情况下，应自动接通照明电源。

8.17.4 如果上述电源亦用于 14.2.3 要求的紧急报警装置，电源容量应与其相适应。

## 8.18 对 重

8.18.1 如对重装有对重块，应防止它们移位。为此，应采取下列措施：

- a) 对重块固定在一个框架内；或
- b) 对于金属对重块，且电梯速度不大于  $1\text{m/s}$ ，则最少要用二根拉杆将对重块紧固住。

8.18.2 如对重装置上装有滑轮，应设置防护装置以避免：

- a) 悬挂绳松弛时脱离绳槽；
- b) 绳与绳槽之间进入杂物。

这些装置的结构应不妨碍对滑轮的检查与维修。采用链条的情况下，也要有类似的装置。

8.18.3 对于卷筒式驱动，不应有对重装置。

## 9 悬挂装置、补偿装置、安全钳装置及限速器

### 9.1 悬挂方式、绳和链的根数

9.1.1 轿厢和对重应用钢丝绳或平行链节所组成的钢质链条悬挂。

9.1.2 钢丝绳的公称直径不小于  $8\text{mm}$ 。钢丝的抗拉强度：

- a) 对于单强度钢丝绳宜为  $1570\text{MPa}$  或  $1770\text{MPa}$ ；
- b) 对于双强度钢丝绳，外层钢丝宜为  $1370\text{MPa}$ ，内层钢丝宜为  $1770\text{MPa}$ 。

钢丝绳的特性应符合 GB 8903 的规定。

9.1.3 钢丝绳（或链条）最少应有两根，每根钢丝绳（或链条）应是独立的。

9.1.4 若采用复绕法，应考虑钢丝绳或链条的根数而不是其下垂数。

### 9.2 曳引轮或滑轮（或卷筒）的直径与钢丝绳直径之比，钢丝绳和链条的安全系数

9.2.1 不论钢丝绳的股数多少，曳引轮或滑轮（或卷筒）的节圆直径与悬挂绳的公称直径之比应不小于 40。

9.2.2 悬挂绳的安全系数应不小于下列值：

- a) 对于用三根或三根以上钢丝绳的曳引驱动电梯为 12；
- b) 对于用二根钢丝绳的曳引驱动电梯为 16；
- c) 对于卷筒驱动电梯为 12。

安全系数是指装有额定载荷的轿厢停靠在最低层站时，一根钢丝绳（或一根链条）的最小破断负荷（ $N$ ）与这根钢丝绳（或这根链条）所受的最大力（ $N$ ）之间的比值。计算最大受力时，应考虑下列因素：钢丝绳（或链条）的根数、回绕倍率（采用复绕法时）、额定载重量、轿厢质量、钢丝绳（或链条）质量、随行电缆部分的质量以及悬挂于轿厢的任何补偿装置的质量。

9.2.3 钢丝绳与其端接装置的接合处按 9.2.3.1 的规定，至少应能承受钢丝绳最小破断负荷的 80%。

9.2.3.1 钢丝绳末端应固定在轿厢、对重或悬挂部位上。固定时，须采用金属或树脂充填的绳套、自锁紧楔形绳套、至少带有三个合适绳夹的鸡心环套、手工捻接绳环、带绳孔的金属吊杆或具有同等安全的任何其它装置。

9.2.3.2 钢丝绳在卷筒上的固定，应采用带楔块的压紧装置，或至少用两个绳夹或具有同等安全的其它装置，将其固定在卷筒上。

9.2.4 悬挂链的安全系数应不小于 10。悬挂链安全系数的定义与 9.2.2 中所述钢丝绳的安全系数的定义相似。

9.2.5 每根链条的端部应用合适的端接装置固定在轿厢、对重或悬挂部位上，链条和端接装置的接合处至少应能承受链条最小破断负荷的 80%。

### 9.3 曳引驱动电梯的曳引条件及曳引绳的比压

9.3.1 曳引应满足以下两个条件：

- a) 当对重在缓冲器上而曳引机按电梯上行方向旋转时，不可能提升轿厢；
- b) 曳引条件的要求，见本章注释 1。

9.3.2 曳引绳在曳引绳槽中的比压计算可参考本章注释 2，但比压值不得大于其计算值。

### 9.4 卷筒驱动电梯钢丝绳的卷绕

9.4.1 在 12.2.1b) 规定条件下使用的卷筒，应加工出螺旋槽，该槽应与所用钢丝绳相适应。

9.4.2 当轿厢停在完全压缩的缓冲器上时，卷筒的绳槽中至少应保留一圈半的钢丝绳。

9.4.3 卷筒上只能绕一层钢丝绳。

9.4.4 钢丝绳相对于绳槽的偏角（放绳角）不应大于  $4^\circ$ 。

### 9.5 各钢丝绳或链条之间的载荷分布

9.5.1 至少在悬挂钢丝绳或链条的一端应设在一个调节装置用来平衡各绳或链的张力。

9.5.1.1 与链轮啮合的链条，在它们和轿厢及对重相连的端部，也应设有这样的平衡装置。

9.5.1.2 多个换向链轮同轴时，各链轮均应能单独旋转。

9.5.2 如果用弹簧来平衡张力，则弹簧应在压缩状态下工作。

9.5.3 如果轿厢悬挂在两根钢丝绳或链条上，则应设有一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置，在一根钢丝绳或链条发生异常相对伸长时电梯应停止运行。

9.5.4 调节钢丝绳或链条长度的装置调节后，在工作时不应松动。

### 9.6 补偿绳

9.6.1 若电梯额定速度大于  $2.5\text{m/s}$ ，则应使用带张紧轮的补偿绳，并符合下列条件：

- a) 应由重力保持补偿绳的张紧状态；
- b) 应借助一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置来检查补偿绳的张紧情况；
- c) 张紧轮的节圆直径与补偿绳的公称直径之比应不小于 30。

9.6.2 若电梯额定速度大于  $1.5\text{m/s}$ ，除满足 9.6.4 的规定外，还应增设一个防跳装置。防跳装置动作时，一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置应使电梯驱动主机停止运转。

9.7 用于导向、复绕、补偿作用的链轮和绳轮应设置防护装置，以避免：

- a) 人身伤害；
- b) 钢丝绳因松弛而脱离绳槽或链条因松弛而脱离链轮；
- c) 异物进入绳（或链）与绳槽（或链轮）之间。

所采用的防护装置不得妨碍对绳轮或链轮的检查和维修。

### 9.8 安全钳装置

9.8.1 通则

9.8.1.1 轿厢应装有仅能在下行时动作的安全钳装置。在达到限速器动作速度时，甚至在悬挂装置断裂的情况下，安全钳装置应能夹紧导轨而使装有额定载重量的轿厢制停并保持静止状态。

9.8.1.2 在 5.5.2b) 所述情况下，对重也应设置仅能在其下行时动作的安全钳装置。在达到限速器动作速度时（或者悬挂装置发生 9.8.3.1 所述特殊情况下的断裂时），安全钳装置应能通过夹紧导轨而使对重制停并保持静止状态。

### 9.8.2 各类安全钳装置的使用条件

9.8.2.1 若电梯额定速度大于  $0.63\text{m/s}$ ，轿厢应采用渐进式安全钳装置。若电梯额定速度小于或等于  $0.63\text{m/s}$ ，轿厢可采用瞬时式安全钳装置。

9.8.2.2 若轿厢装有数套安全钳装置，则它们应全部是渐进式。

9.8.2.3 若额定速度大于  $1\text{m/s}$ ，对重安全钳装置应是渐进式，其它情况下，可以是瞬时式。

### 9.8.3 控制方法

9.8.3.1 轿厢和对重安全钳装置的动作应由各自的限速器来控制。

特殊情况：若额定速度小于或等于  $1\text{m/s}$ ，对重安全钳装置可借助悬挂装置的断裂或借助一根安全绳来动作。

9.8.3.2 禁止使用由电气、液压或气压操纵的装置来操纵安全钳装置。

### 9.8.4 减速度

在装有额定载重量的轿厢自由下落的情况下，渐进式安全钳装置制动时的平均减速度应在  $0.2g_n$  至  $1.0g_n$  之间。

### 9.8.5 释放

9.8.5.1 只有将轿厢（或对重）提起，方有可能使轿厢（或对重）上的安全钳装置释放。

9.8.5.2 释放后，安全钳装置应处于正常操纵的状态。

9.8.5.3 安全钳装置释放后，需经称职人员调整，电梯才能恢复使用。

### 9.8.6 结构要求

9.8.6.1 禁止将安全钳充当导轨使用。

9.8.6.2 （略）

9.8.6.3 安全钳装置的夹紧装置最好位于轿厢下部。

9.8.6.4 可调部件应加封记。

### 9.8.7 安全钳装置作用时，轿厢地板的倾斜

在载荷（如果有的话）均匀分布的情况下，安全钳装置动作后轿厢地板的倾斜度应不得大于其正常位置的 5%。

### 9.8.8 电气检查

当轿厢安全钳装置作用时，装在它上面的一个电气安全装置应在安全钳装置动作以前或同时，使电动机停转。该电气安全装置应是符合 14.1.2 的电气安全装置。

## 9.9 限速器

9.9.1 操纵轿厢安全钳装置的限速器的动作应发生在速度至少等于额定速度的 115%。但应小于下列各值：

a) 对于除了不可脱落滚柱式以外的瞬时式安全钳装置为  $0.8\text{m/s}$ ；

b) 对于不可脱落滚柱式安全钳装置为  $1\text{m/s}$ ；

c) 对于额定速度小于或等于  $1\text{m/s}$  的渐进式安全钳装置为  $1.5\text{m/s}$ ；

d) 对于额定速度大于  $1\text{m/s}$  的渐进式安全钳装置为  $1.25v + \frac{0.25}{v}$ 。

### 9.9.2 动作速度的选择

9.9.2.1 对于额定速度大于  $1\text{m/s}$  的电梯，建议选用接近 9.9.1 示出的上限值的动作速度。

9.9.2.2 对于额定载重量大，额定速度低的电梯，应专门为此设计限速器，并建议选用接近 9.9.1 示出的下限值的动作速度。

9.9.3 对重安全钳装置的限速器动作速度应大于轿厢安全钳装置的限速器动作速度，但不得超过 10%。

9.9.4 限速器动作时，限速器绳的张紧力不得小于以下两个值的较大者：

- a)  $300\text{N}$ ；
- b) 安全钳装置起作用所需力的两倍。

9.9.5 限速器上应标明与安全钳装置动作相应的旋转方向。

### 9.9.6 限速器绳

9.9.6.1 限速器应由柔性良好的钢丝绳驱动。

9.9.6.2 限速器绳的破断负荷与限速器动作时所产生的限速器绳的张紧力有关，其安全系数应不小于 8。

9.9.6.3 限速器绳的公称直径应不小于  $6\text{mm}$ 。

9.9.6.4 限速器绳轮的节圆直径与绳的公称直径之比应不小于 30。

9.9.6.5 限速器绳应用张紧轮张紧，张紧轮（或其配重）应有导向装置。

9.9.6.6 在安全钳装置作用期间，即使制动距离大于正常值，限速器绳及其附件也应保持完整无损。

9.9.6.7 限速器绳应易于从安全钳装置上取下。

### 9.9.7 响应时间

限速器动作前的响应时间应足够短，不允许在安全钳装置动作前达到危险的速度。

### 9.9.8 可接近性

限速器在任何情况下，都应是完全可接近的。若限速器装于井道内，则应能从井道外面接近它。

### 9.9.9 限速器动作的可能性

在检查或测试期间，应有可能在一个较 9.9.1 规定低的速度下通过某种方式使限速器动作来使安全钳装置动作。

9.9.10 限速器的动作速度整定后，其调节部位应加封记。

### 9.9.11 电气检查

9.9.11.1 在轿厢上行或下行的速度达到限速器动作速度之前，限速器或其它装置上的一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置使电梯驱动主机停止运转。但是，对于额定速度不大于  $1\text{m/s}$  的电梯：

a) 如果轿厢速度直到制动器作用瞬间仍与电源频率相关，则此电气安全装置最迟可在限速器达到其动作速度时起作用。

b) 如果电梯在可变电压或连续调速的情况下运行，则最迟当轿厢速度达到额定速度的 115% 时，此电气安全装置应动作。

9.9.11.2 如果安全钳装置释放后，限速器未能自动复位，则在限速器处于动作状态期间，一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置应阻止电梯的启动。但是，在 14.2.1.4.3 规定的情况下，此装置可以不起作用。

限速器动作后，应由称职人员使电梯恢复使用。

9.9.11.3 限速器绳断裂或松弛，应借助一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置的作用，使电动机停止运转。

第 9 章注释

注 1: 曳引应满足下列条件:

$$\frac{T_1}{T_2} \times C_1 \times C_2 \leq e^f a$$

式中  $\frac{T_1}{T_2}$ ——在载有 125% 额定载荷的轿厢位于最低层站及空载轿厢位于最高层站的情况下, 曳引轮两边曳引绳中的较大静拉力与较小静拉力之比。

$C_1$ ——与加速度、减速度, 及电梯特殊安装情况有关的系数。

$$C_1 = \frac{g_n + a}{g_n - a}$$

式中  $g_n$ ——自由落体的标准加速度,  $m/s^2$ ;

$a$ ——轿厢的制动减速度,  $m/s^2$ ;

$C_1$  的最小允许值如下 ( $v$  为额定速度);

$0 < v \leq 0.63 m/s$  时, 为 1.10;

$0.63 m/s < v \leq 1.00 m/s$  时, 为 1.15;

$1.00 m/s < v \leq 1.60 m/s$  时, 为 1.20;

$1.60 m/s < v \leq 2.50 m/s$  时, 为 1.25。

当额定速度  $v$  大于 2.5 m/s 时,  $C_1$  值应按各种具体情况计算, 但不得小于 1.25。

$C_2$ ——由于磨损导致曳引轮槽断面变化的影响系数;

对半圆槽或切口槽  $C_2 = 1$ ;

对 V 型槽  $C_2 = 1.2$ 。

$e$ ——自然对数的底。

$f$ ——曳引绳在曳引轮槽中的当量摩擦系数;

$$\text{对 V 型槽: } f = \frac{\mu}{\sin(\gamma/2)}$$

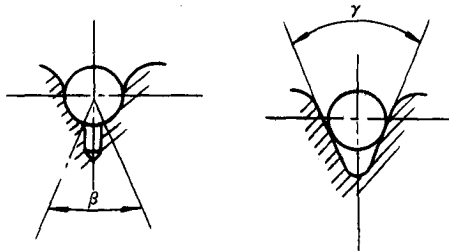
对半圆槽或带切口的槽:

$$f = \frac{4\mu [1 - \sin(\beta/2)]}{\pi - \beta - \sin\beta}$$

$\alpha$ ——曳引绳在曳引轮上的包角, rad;

$\beta$ ——曳引轮上的带切口的绳槽或半圆绳槽的切口角, rad, (对半圆槽,  $\beta = 0$ );

$\gamma$ ——曳引轮上 V 型槽的夹角, rad;



$\mu$ ——曳引绳与铸铁曳引轮之间的摩擦系数,  $\mu = 0.09$ 。

注 2: 曳引绳在曳引轮槽中的比压

比压按下列公式计算:

a) 对带切口的槽或半圆槽:

$$p = \frac{T}{ndD} \times \frac{8\cos(\beta/2)}{\pi - \beta - \sin\beta}$$

b) 对 V 型槽:

$$p = \frac{T}{ndD} \times \frac{4.5}{\sin(\gamma/2)}$$

在轿厢装有额定载重量的情况下，无论如何比压不得大于下列值：

$$p \leq \frac{12.5 + 4v_c}{1 + v_c}$$

在选择压力时，制造厂有责任考虑其个别不同的特性和使用条件。

式中： $d$ ——曳引绳直径，mm；

$D$ ——曳引轮直径，mm；

$n$ ——曳引绳根数；

$p$ ——比压，MPa；

$T$ ——轿厢以额定载重量停靠在最低层站时，在曳引轮水平面上，轿厢一侧的曳引绳的静拉力，N；

$v_c$ ——对应于轿厢额定速度的曳引绳速度，m/s。

## 10 导轨、缓冲器和极限开关

### 10.1 导轨的通则

10.1.1 导轨（其应力计算见本章注释）及其附件和接头应有足够的强度，能承受安全钳装置动作时所产生的力和由于轿厢不均匀载荷引起的挠曲。此挠曲应予以限制，不得影响电梯的正常工作。

10.1.2 导轨与导轨架和建筑物之间的固定，应允许自动地或用简单调节方法来补偿由于建筑物正常下沉或混凝土收缩所造成的影响。应防止因导轨附件的旋转而使导轨松脱。

### 10.2 轿厢与对重的导向

10.2.1 轿厢和对重各自应至少由两根钢性的钢质导轨导向。

10.2.2 对于额定速度大于 0.4m/s 的电梯，导轨应用冷拉钢材制成，或摩擦表面采用机械加工方法制作。

10.2.3 当采用渐进式安全链装置时，则不论电梯速度如何，导轨均应符合 10.2.2 的规定。

### 10.3 轿厢和对重缓冲器

10.3.1 缓冲器应设置在轿厢和对重的行程底部极限位置。

如果缓冲器随轿厢或对重运行，则在行程末端应设有与其相撞的支座，支座高度至少为 0.5m。

特殊情况：在底坑中，如不可能出现人员不自觉地进入对重下面的情况，则对重缓冲器可不设这种支座 [如：采用网格尺寸符合 5.2.1 特殊情况 b) 的防护网]。

10.3.2 强制驱动电梯除满足 10.3.1 的要求外，还应在轿顶上设置能在行程上部极限位置起作用的缓冲器。

若有对重，则在对重缓冲器被完全压缩之前，这些上部缓冲器应不起作用。

10.3.3 蓄能型缓冲器仅用于额定速度小于或等于 1m/s 的电梯。

10.3.4 （略）

10.3.5 耗能型缓冲器可用于任何额定速度的电梯。

### 10.4 轿厢和对重缓冲器的行程

10.4.1 蓄能型缓冲器

10.4.1.1 缓冲器可能的总行程（见图 3）应至少等于相应于 115% 额定速度的重力制停距离的两倍即  $0.0674v^2 \times 2 \approx 0.135v^2$  (m)。无论如何，此行程不得小于 65mm。

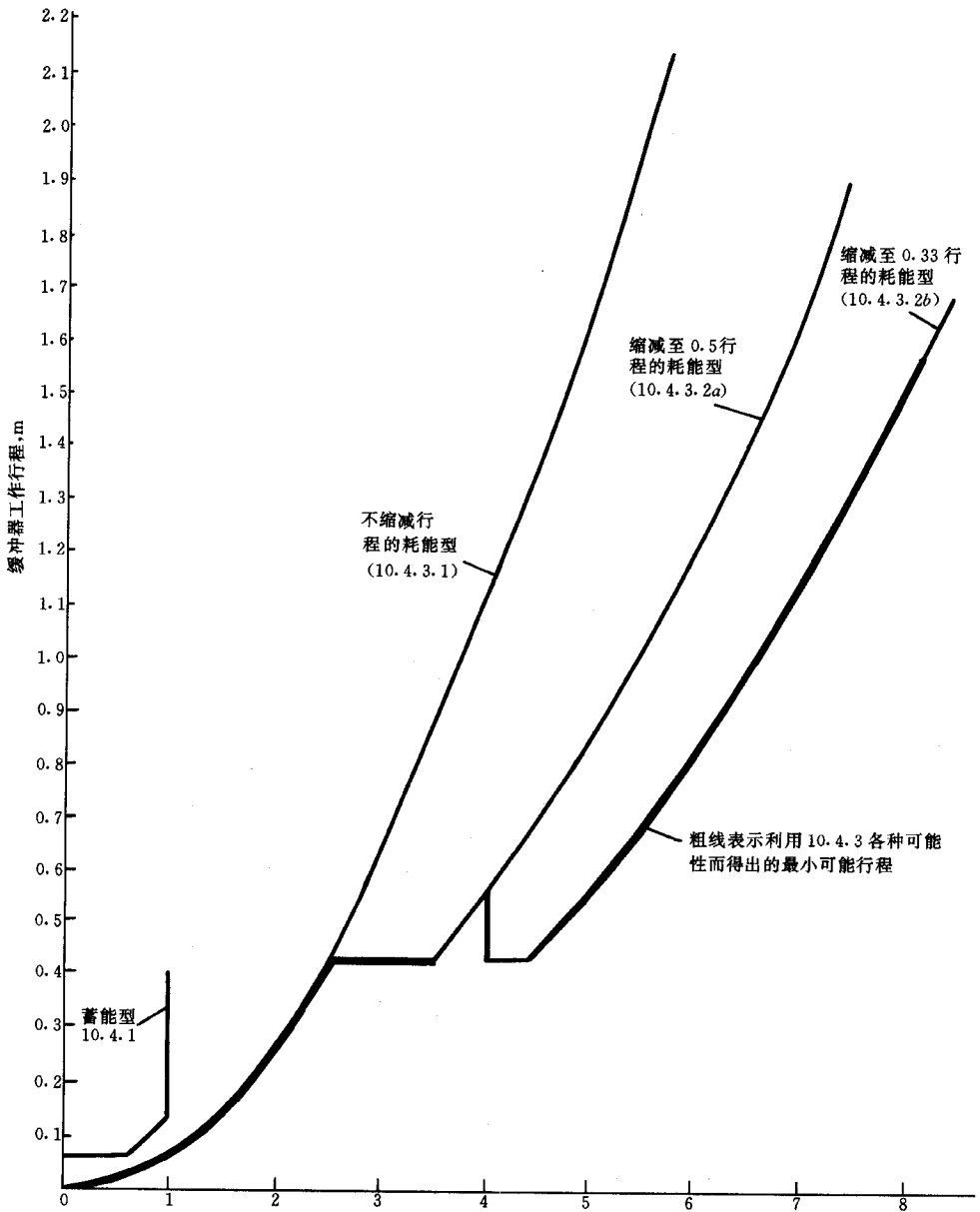


图 3 缓冲器所需工作行程曲线图

10.4.1.2 缓冲器的设计应能在静载荷为轿厢质量与额定载重量之和（或对重质量）的 2.5 倍至 4 倍时达到上面规定的行程。

10.4.2 （略）

10.4.3 耗能型缓冲器

10.4.3.1 缓冲器可能的总行程（见图 3）应至少等于相应于 115% 额定速度的重力制停距离即



$0.067v^2$  (m)

10.4.3.2 当按 12.8 的要求对电梯在其行程末端的减速进行监控时,则在按照 10.4.3.1 的规定计算缓冲器行程时,可采用轿厢(或对重)与缓冲器刚接触时的速度取代额定速度。但是,行程(见图 3)不得小于:

- a) 当额定速度小于或等于  $4\text{m/s}$  时,按 10.4.3.1 计算的行程的 50% ;
- b) 当额定速度大于  $4\text{m/s}$  时,按 10.4.3.1 计算的行程的  $33\frac{1}{3}\%$ 。

任何情况下,行程不应小于  $0.42m_0$ 。

10.4.3.3 当装有额定载重量的轿厢自由下落时,缓冲器作用期间的平均减速度应不大于  $g_n$ 。 $2.5g_n$  以上的减速度时间应不大于  $0.04s$ 。所考虑的对缓冲器的冲击速度应等于用于计算缓冲器行程的速度(见 10.4.3.1 和 10.4.3.2)。

10.4.3.4 在缓冲器动作后回复至其正常伸长位置后电梯才能运行,为检查缓冲器的正常复位所用的装置应是一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置。

10.4.3.5 液压缓冲器的结构应便于检查其液位。

## 10.5 极限开关

10.5.1 电梯应设有极限开关,并应设置在尽可能接近端站时起作用而无误动作危险的位置上。极限开关应在轿厢或对重(如果有的话)接触缓冲器之前起作用,并在缓冲器被压缩期间保持其动作状态。

### 10.5.2 极限开关的控制

10.5.2.1 正常的端站减速开关和极限开关必须采用分别的控制装置。

10.5.2.2 对于强制驱动的电梯,极限开关的控制应由下述方式实现:

- a) 利用与电梯驱动主机的运动相连接的一种装置;或
- b) 利用处于井道顶部的轿厢和对重(如果有对重的话);或
- c) 如果没有对重的话,利用处于井道顶部和底部的轿厢。

10.5.2.3 对于曳引驱动的电梯,极限开关的控制应由下述方式实现:

- a) 直接利用处于井道的顶部和底部的轿厢;或
- b) 利用一个与轿厢间接连接的装置,如:钢丝绳、皮带或链条。该连接装置一旦断裂或松弛,一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置应使电梯驱动主机停止运转。

### 10.5.3 极限开关的操作方法

10.5.3.1 极限开关应:

a) 对卷筒驱动的电梯,当需要时用机械方法直接切断电动机和制动器的供电回路。应采取措施使电动机不得向制动器线圈供电。

b) 对曳引驱动的单速或双速电梯,极限开关应能:

1) 按上面 a) 切断电路;或

2) 通过一种符合 14.1.2 规定的电气安全装置,切断向两个接触器线圈直接供电的电路。接触器的各触点在电动机和制动器的供电电路中应串联连接。每个接触器应能够切断带负荷的主电路。

c) 对可变电电压或连续变速电梯,极限开关应能使电梯驱动主机迅速停止运转。

10.5.3.2 极限开关动作后,只有经过称职人员调整后,电梯才能恢复运行。

如果在每一端设有数个限位开关,其中应至少有一个能防止电梯在两个方向的运动。并且,至少这个限位开关应需要称职人员调整。

## 10.6 下行轿厢或对重遇到障碍物时的安全装置

### 10.6.1 卷筒驱动电梯

卷筒驱动电梯应设有一个符合 14.1.2 规定的装置，此装置在绳（或链）松开时起作用，当轿厢下行遇到障碍物时切断控制电路，使电梯停止运行。

### 10.6.2 曳引驱动电梯

10.6.2.1 曳引驱动电梯应设有一种装置，在下述情况下使电梯停止运行并保持停车状态：

- a) 启动电梯时，电梯驱动主机不旋转；
- b) 轿厢（或对重）受障碍物阻挡而停止下行，并导致曳引绳在曳引轮上打滑。

10.6.2.2 该装置应在一定时间内起作用，时间不大于下列两个数中的较小值：

- a) 45s；
- b) 运行全程的时间加上 10s<sub>0</sub>。若全程时间少于 10s，则最小值为 20s<sub>0</sub>。

10.6.2.3 在检修运行或紧急电动运行（如有的话）时，该装置不得影响轿厢的运行。

#### 第 10 章注释

注：导轨弯曲应力计算

安全钳装置动作时，导轨弯曲应力  $\sigma_k$  可按下列公式近似计算：

a) 除不可脱落滚柱式外的瞬时式安全钳装置：

$$\sigma_k = \frac{25(P+Q)w}{A}$$

b) 对不可脱落滚柱式瞬时式安全钳装置：

$$\sigma_k = \frac{15(P+Q)w}{A}$$

c) 对渐进式安全钳装置：

$$\sigma_k = \frac{10(P+Q)w}{A}$$

$\sigma_k$  值不应大于：

对抗拉强度为 370MPa 的钢材为 140MPa；

对抗拉强度为 520MPa 的钢材为 210MPa（中间值用插入法）。

式中  $P$ ——空载轿厢的质量部分随动电缆的质量及悬挂于轿厢上的补偿装置质量的总和，kg；

$Q$ ——额定载重量，kg；

$A$ ——导轨截面积，mm<sup>2</sup>；

$\sigma_k$ ——安全钳装置动作时导轨的弯曲应力，MPa；

$w$ ——弯曲系数（见表 4 和表 5）；

表 4 弯曲系数  $w$ （用于抗拉强度为 370MPa 的钢材）

$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	20
30	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13	30
40	1.14	1.14	1.15	1.16	1.16	1.17	1.18	1.19	1.19	1.20	40
50	1.21	1.22	1.23	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	50
60	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.39	1.40	60
70	1.41	1.42	1.44	1.45	1.46	1.48	1.49	1.50	1.52	1.53	70
80	1.55	1.56	1.58	1.59	1.61	1.62	1.64	1.66	1.68	1.69	80
90	1.71	1.73	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86	1.88	90



表 4、表 5 注：

1. 对中间强度的钢材，按线性插值法确定  $w$  值。
2. 表中横向第一行数字代表  $\lambda$  的个位数，竖向两侧数字代表  $\lambda$  的十位或百位。

示例：钢材抗拉强度 370MPa  $\lambda = 73w = 1.45$ （表 4）

$\lambda$ ——细长比， $\lambda = \frac{l_k}{i}$ ；

$l_k$ ——导轨支架间的最大距离，mm；

$i$ ——回转半径，mm。

## 11 轿厢与电梯井道内表面之间及轿厢与对重之间的间距

### 11.1 总 则

不仅在交付使用之前的检验期间，而且在电梯的整个使用寿命期中应保持本标准所规定的间距。

### 11.2 有轿门电梯，轿厢与面对轿厢入口处的井道内表面之间的间距

11.2.1 电梯井道内表面与轿厢地坎、轿厢门框架或轿厢门（或滑动门情况下的门口边缘）之间的水平距离不应大于 0.15m。

特殊情况：上述给出的间距：

- a) 可增加到 0.2m，其高度不大于 0.5m；
- b) 对于采用垂直滑动门的载货电梯和非商用的汽车电梯，在整个行程内此间距可增加到 0.2m；
- c) 在 5.4.3.2.2 中所述及的情况不受限制。

11.2.2 轿厢地坎与层门地坎之间的水平距离不得大于 35mm。

11.2.3 轿门与闭合后层门之间的水平距离或各门之间在其整个正常操作期间的通行距离，不得大于 0.12m。

### 11.3 无轿门电梯，轿厢与面对轿厢入口处的井道内表面之间的距离

11.3.1 井道内表面与轿厢入口框架立柱或地坎之间的水平距离不得大于 20mm。

11.3.2 如轿厢入口的自由高度小于 2.5m，轿厢入口的上梁与井道内表面之间的水平间距应在 0.07m 至 0.12m 范围内。

此间距不允许采用活动装置去封闭。

### 11.4 轿厢与对重之间的间距

轿厢及其连接部件与对重（如有的话）及其连接部件的距离应不小于 0.05m。

## 12 电梯驱动主机

### 12.1 总 则

每部电梯至少应有一台专用的电梯驱动主机。

### 12.2 轿厢和对重的驱动

12.2.1 允许使用两种驱动方式：

- a) 曳引式（使用曳引轮和曳引绳）；
- b) 电梯额定速度不大于  $0.63\text{m/s}$  时，可用强制式。即：
  - 1) 在无对重的情况下，使用卷筒和钢丝绳。或，
  - 2) 使用链轮和链条。在计算传动部件时，应考虑到对重（或轿厢）压在其缓冲器上的可能性。

12.2.2 可以使用皮带将单合或多台电机连接到机 - 电式制动器（见 12.4.1.2）所控制的零件上。皮带不得少于两条。

### 12.3 悬臂式曳引轮或链轮的使用

使用悬臂式曳引轮或链轮时，必须采取有效的预防措施，以避免：

- a) 钢丝绳脱离绳槽，或链条脱离链轮；
- b) 电梯驱动主机不装设在井道上部时，要避免杂物进入绳与绳槽之间（或链条与链轮之间）。这些措施不应妨碍对曳引轮或链轮的检查和维护。

### 12.4 制 动 系 统

12.4.1 通 则

12.4.1.1 电梯必须设有制动系统，在出现下述情况时能自动动作：

- a) 动力电源失电；
- b) 控制电路电源失电。

12.4.1.2 制动系统应具有一个机 - 电式制动器（摩擦型）。此外，还可装设其它制动装置（如电气制动）。

12.4.2 机 - 电式制动器

12.4.2.1 当轿厢载有 125% 额定载荷并以额定速度运行时，操作制动器应能使曳引机停止运转，在上述情况下，轿厢的减速度不应超过安全钳装置动作或轿厢撞击缓冲器上所产生的减速度。

所有参与向制动轮（或盘）施加制动力的制动器部件应分两组装设，并具有合适的尺寸，以满足：如果一组部件不起作用时，制动轮（或盘）上仍能获得足够的制动力，使载有额定载荷的轿厢缓慢下行。

注：此条可暂缓执行。

12.4.2.2 制动轮应与曳引轮（或卷筒、链轮）连接。

12.4.2.3 正常运行时，制动器应在持续通电下保持松开状态。

12.4.2.3.1 切断制动器电流，至少应用两个独立的电气装置来实现，不论这些装置与用来切断

电梯驱动主机电流的电气装置是否为一体。

当电梯停止时，如果其中一个接触器的主触点未打开，最迟到下一次运行方向改变时，应防止电梯再运行。

12.4.2.3.2 当电梯的电动机有可能起发电机作用时，应防止该电动机向操纵制动器的电气装置馈电。

12.4.2.3.3 断开制动器的释放电路后，电梯应无附加延迟地被有效制动（使用二极管或电容器与制动器线圈两端直接连接不能看做延时装置）。

12.4.2.4 装有 12.5.1 手动紧急操作装置的电梯驱动主机，应能用手松开制动器并需要以一持续力保持其松开状态。

12.4.2.5 制动闸瓦的压力必须用有导向的压缩弹簧或重铊施加。

12.4.2.6 制动过程应至少由两块闸瓦、衬垫或制动臂作用在制动轮（或制动盘）上来实现。

12.4.2.7 禁止使用带式制动器。

12.4.2.8 制动衬应是不易燃的。

## 12.5 紧急操作

12.5.1 如果向上移动具有额定载重量的轿厢，所需的操作力不大于 400N。电梯驱动主机应装设手动紧急操作装置，以便借用平滑的盘车手轮将轿厢移动到一个层站。

12.5.1.1 对于可拆卸的盘车手轮，应放置在机房内容易接近的地方。对于同一机房内多台电梯的情况，如盘车手轮有可能与相配的电梯驱动主机搞混时，则应在手轮上做适当标记。

12.5.1.2 在机房内应易于检查轿厢是否在开锁区。例如，这种检查可借助于曳引绳或限速器绳上的标记来实现。

12.5.2 如果 12.5.1 规定的力大于 400N，机房内应设置一个符合 14.2.1.4 规定的紧急电动运行的电气操作装置。

## 12.6 速度

当电源为额定频率，电动机施以额定电压时，电梯轿厢在半载，向下运动至行程中段（除去加速和减速段）时的速度，不得大于额定速度的 105%，宜不小于额定速度的 92%。

## 12.7 停止电梯驱动主机以及检查其停止状态

使用符合 14.1.2 规定的电气安全装置使电梯驱动主机停止，应按下述各项进行控制。

12.7.1 由交流或直流电源直接供电的电动机

必须用两个独立的接触器切断电源，接触器的缺点应串联于电源电路中，电梯停止时，如果其中一个接触器的主触点未打开，最迟到下一次运行方向改变时，必须防止轿厢再运行。

12.7.2 采用直流发电机——电动机组驱动

12.7.2.1 发电机的励磁由传统元件供电

两个独立的接触器应切断：

a) 电动机发电机回路；或

b) 发电机的励磁；或

c) 电动机发电机回路和发电机励磁。

电梯停止时，如果其中一个接触器的主触点未打开，最迟到下一次运行方向改变时，必须防止轿

厢再运行。

在 b) 和 c) 情况下, 必须采取有效措施, 防止发电机中产生的剩磁电压使电动机转动 (如防爬行电路)。

12.7.2.2 发电机的励磁由静态元件供电和控制, 应采用下述方法中的一种:

a) 与 12.7.2.1 规定的方法相同。

b) 一个由以下元件组成的系统:

1) 用来切断发电机励磁或电动机发电机回路的接触器。

在每次改变运行方向之前应释放接触器线圈。如果接触器未释放, 应防止电梯再运行。

2) 用来阻断静态元件中电流流动的控制装置

3) 用来检验电梯每次停车时电流流动阻断情况的监控装置。

在正常停车期间, 如果静态元件未能有效阻断电流的流动, 监控装置应使接触器释放并应防止电梯再运行。

必须采取有效措施, 防止发电机中产生的剩磁电压使电动机转动 (如防爬行电路)。

12.7.3 交流或直流电动机用静态元件供电和控制, 应采用下述方法中的一种:

a) 用两个独立的接触器来切断电动机电流。

电梯停止时, 如果其中一个接触器的主触点未打开, 最迟到下一次运行方向改变时, 必须防止电梯再运行。

b) 一个由以下元件组成的系统:

1) 切断各相 (极) 电流的接触器。

在每次改变运行方向之前应释放接触器的线圈, 如果接触器未释放, 必须防止电梯再运行。

2) 用来阻断静态元件中电流流动的控制装置。

3) 用来检验电梯每次停车时电流流动阻断情况的监控装置。

在正常停车期间, 如果静态元件未能有效的阻断电流的流动, 监控装置应使接触器释放并应防止电梯再运行。

## 12.8 在采用根据 10.4.3.2 规定的减行程缓冲器时, 应检查电梯驱动主机的减速

12.8.1 轿厢到达端站前, 检查装置应检查电梯驱动主机的减速是否有效。

12.8.2 如减速无效, 检查装置应以这样的方式使轿厢减速, 即: 如轿厢与缓冲器接触, 其冲击速度应不大于缓冲器的设计速度。

12.8.3 如果检查减速的装置与运行方向有关, 应设置一个装置检查轿厢的运动是否与预定方向一致。

12.8.4 如果这些检查装置或其中一部分安放在机房内:

a) 它们应由一个与轿厢直接连接的装置操纵;

b) 轿厢位置的信息应不依赖于曳引、摩擦驱动装置或同步电机;

c) 如果用钢带、链条或钢丝绳作连接装置将轿厢的位置传到机房, 该装置的断裂或松弛应通过一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置使电梯驱动主机停止。

12.8.5 这些装置的功能及控制方式应与正常的速度调节系统结合起来获得一个符合 14.1.2 要求的减速控制系统。

## 12.9 机械设备的保护

对可能产生危险并可能接近的旋转部件, 特别是下列部件, 必须提供有效的保护。

- a) 传动轴上的键和螺钉；
- b) 钢带、链条、皮带；
- c) 齿轮、链轮；
- d) 电动机的外伸轴；
- e) 甩球式限速器。

但曳引轮、盘车手轮、制动轮及任何类似的光滑圆形部件除外。这些部件应涂成黄色，至少部分地涂成黄色。

## 13 电气设备与电气安装

### 13.1 总 则

#### 13.1.1 适用范围

13.1.1.1 本标准对电气安装和电气设备组成部件的各项要求适用于：

- a) 动力电路主开关及其从属电路；
- b) 轿厢照明电路开关及其从属电路。

13.1.1.2 国家有关电力供电线路的各项要求，应只适用到 13.1.1.1 中述及的开关输入端。但对于机房、滑轮间、井道及底坑的全部照明电路仍然适用。

13.1.1.3 本标准对 13.1.1.1 中述及的开关从属电路的要求，是依据现行国家有关电气设备的标准。在采用这些标准时，注明了引用标准号。

如果没有给出确切资料，所用电气设备应符合可被接受的通用安全法规。

#### 13.1.1.4 (略)

13.1.2 在机房和滑轮间内，必须采用防护罩壳以防止直接接触。所用外壳防护等级最低为 IP2X。

13.1.3 导体之间和导体对地之间的绝缘电阻必须大于  $1000\Omega/V$ ，并且其值不得小于：

- a) 动力电路和电气安全装置电路： $0.5M\Omega$ ；
- b) 其它电路（控制、照明、信号等）： $0.25M\Omega$ 。

13.1.4 对于控制电路和安全电路，导体之间或导体对地之间的直流电压平均值和交流电压的有效值均不应大于 250V。

13.1.5 零线和接地线应始终分开。

### 13.2 接触器，继电器、安全电路元件

#### 13.2.1 接触器和继电器

13.2.1.1 主接触器（即按 12.7 要求使电梯驱动主机停止运转的接触器）应为 JB 2455 中规定的下列类型：

- a) AC-3，用于交流电动机的接触器；
- b) DC-3，用于直流电源的接触器。

此外，这些接触器应允许起动操作次数的 10% 为点动运行。

13.2.1.2 由于承受功率的原因，必须使用继电器去操作主接触器时，这些继电器应属于 JB 2455 所规定的下列类型：

- a) AC-11，用于控制交流电磁铁；



b) DC-11, 用于控制直流电磁铁。

13.2.1.3 对于 13.2.1.1 中述及的主接触器和 13.2.1.2 中述及的继电器, 可针对 14.1.1.1 故障情况采取措施:

a) 如果动断触点(常闭触点)中一个闭合, 则全部动合触点断开;

b) 如果动合触点(常开触点)中一个闭合, 则全部动断触点断开。

### 13.2.2 安全电路元件

13.2.2.1 当使用 13.2.1.2 中述及的器件作为安全电路的继电器时, 13.2.1.3 的规定也应适用。

13.2.2.2 如果使用的继电器, 其动断和动合触点, 不论衔铁处于任何位置均不能同时闭合, 那么 14.1.1.1f) 衔铁不完全吸合的可能性可不予考虑。

13.2.2.3 连接在电气安全装置之后的装置(如果有)应符合 14.1.2.2.3 关于爬电距离和电气间隙的要求(不是分断距离)。

这项要求不包括 13.2.1.1、13.2.1.2 和 13.2.2.1 中述及的器件, 因这些器件本身满足 JB 2455 的要求。

## 13.3 电动机的保护

13.3.1 直接与电源连接的电动机应进行短路保护。

13.3.2 直接与电源相连的电动机应采用手动复位(13.3.3 例外)的自动断路器进行过载保护, 该断路器应切断电动机的所有供电。

13.3.3 当过载检测是基于电动机绕组温升时, 则断路器可在绕组充分冷却后自动地闭合。

13.3.4 如果电动机具有多个不同电路供电的绕组, 则 13.3.2 和 13.3.3 的规定适用于每一绕组。

13.3.5 当电梯电动机是由电动机驱动的直流发电机供电时, 该电梯电动机也应该设过载保护。

## 13.4 主开关

13.4.1 在机房中, 每台电梯都应单独装设一只切断该电梯所有供电电路(下列供电电路除外)的主开关。该开关应具有切断电梯正常使用情况下最大电流的能力。

该开关不应切断下列供电电路:

a) 轿厢照明或通风(如有的话);

b) 轿顶电源插座;

c) 机房和滑轮间照明;

d) 机房内电源插座;

e) 电梯井道照明;

f) 报警装置。

13.4.2 在 13.4.1 中规定的主开关应具有稳定的断开和闭合位置。应能从机房入口处方便、迅速地接近主开关的操作机构。如果机房为几台电梯所共用, 各台电梯主开关的操作机构应易于识别。

注: 如果机房有多个入口, 或同一台电梯有多个机房, 而每一机房又有各自的一个(或多个)入口; 则可以使用一个断路器接触器, 其断开应符合 14.1.2 的电气安全装置控制, 该装置接入断路器接触器线圈供电回路。断路器接触器断开后, 除借助上述安全装置外, 断路器接触器不应被重新闭合或不应有被重新闭合的可能。断路器接触器应与一手动分断开关连用。

13.4.3 对于一组电梯, 当一台电梯的主开关断开后, 如果其部分运行回路仍然带电, 这些带电回路应能在机房中被分别隔开, 必要时可切断组内全部电梯的电源。

13.4.4 任何改善功率因数的电容器, 应连接在动力电路主开关的前面。

注：如果有过电压的危险，例如：当电动机由很长的电缆连接时，动力电路开关也应切断与电容器的连接线。

## 13.5 电气配线

13.5.1 在机房、滑轮间和电梯井道中，导线和电缆（随行电缆除外），应依据国家标准选用。同时考虑到 13.1.1.3 的要求，其质量至少应等效于 GB 5023.1 ~ 5023.5 和 GB 5013.1、GB 5013.2、GB 5013.4 的规定。

13.5.1.1 符合 GB 5023.2 的导线，如被敷设于金属或塑料制成的导管（或线槽）内或以一种等效的方式保护，则其可用于除电梯驱动主动力电路配线以外的全部线路。

13.5.1.2 符合 GB 5023.2 的硬电缆只能明敷于井道（或机房）墙壁上，或装在导管、线槽或类似装置内使用。

13.5.1.3 符合 GB 5023.3 的普通软电缆只有在导管、线槽或能确保起到等效防护作用的装置中方可使用。

符合 GB 5013.2 中的厚皮软电缆可以象 13.5.1.2 中规定条件下的硬电缆一样使用，并可用于连接移动设备（不能作为轿厢的随行电缆）或用于其易受振动的场合。

符合 GB 5013.4 的随行电缆，可作为连接轿厢的电缆。总之，所选用的随行电缆至少应具有等效于 GB 5013.4 要求的质量。

13.5.1.4 下述情况，无需执行 13.5.1.1、13.5.1.2 和 13.5.1.3 的要求：

a) 除连接层门上电气安全装置外的导线或电缆，如果：

- 1) 它们承受不大于 100VA 的额定输出；
- 2) 两极（或相）间电压，或极（或相）对地之间电压正常时不大于 50V。

b) 控制柜中或控制屏上的控制或配电装置的配线：

- 1) 电气设备中不同器件间的配线；或
- 2) 这些器件与连接端子间的配线。

### 13.5.2 导线截面积

门电气安全电路的导线，其截面积应不小于  $0.75\text{mm}^2$ 。

### 13.5.3 安装方法

13.5.3.1 应随电气设施提供必要的说明，以使人们懂得安装方法。

13.5.3.2 除 13.1.2 中的规定外，全部电线接头，连接端子及连接器应设置于柜和盒内或为此目的而设置的屏上。

13.5.3.3 如果电梯的主开关或其它开关断开后，一些连接端子仍然带电，则它们应与不带端子明显地隔开。并且当电压超过 50V 时，仍带电端子应注上适当标记。

13.5.3.4 偶然互接将导致电梯危险故障的连接端子应被明显地隔开。除非其结构形式能避免这种危险。

13.5.3.5 为确保机械防护的连续性，导线和电缆的保护外皮应完全进入开关和设备的壳体或应接入一个合适的封闭装置中。

厅门和轿门的封闭框架，可作为设备壳体考虑。但是，当由于部件运动或框架本身锋利边缘具有损伤导线和电缆的危险时，则与电气安全装置连接的导线应加以机械保护。

13.5.3.6 如果同一导管中的导线或电缆中各芯线，接入不同电压的电路时，则导线或电缆应具有其中最高电压下的绝缘。

### 13.5.4 连接器件

设置在安全电路中的连接器件和插接式装置应这样设计和布置，即：如果不需要使用工具，就能

将连接装置拔出时，则应能保证重新插入时，绝不会插错。

## 13.6 照明与插座

13.6.1 轿厢、井道、机房和滑轮间照明电源须与电梯驱动主机电源分开，可通过另外的电路或通过 13.4 规定的主开关供电测相连，而获得照明电源。

13.6.2 轿顶、机房、滑轮间及底坑所需的插座电源，应取自 13.6.1 述及的电路。

这些插座是：

2P + PE 型 250V

或根据 GB 3805 的规定，以安全电压供电。

注：上述插座的使用并不意味着其电源线须具有相应插座额定电流的截面积，只要导线有适当的过电流保护，其截面积可以小一些。

13.6.3 照明电路，插座电源电路的控制

13.6.3.1 应有一个控制轿厢电路电源的开关（如果同机房中有几台电梯驱动主机，每个轿厢均应设置一个开关），此开关应设置在相应的主开关近旁。

13.6.3.2 应有一个控制机房、井道和底坑电路电源的开关，此开关应设置在机房内靠近其入口处。

13.6.3.3 由 13.6.3.1 和 13.6.3.2 规定的开关所控制的电路应各自具有保护。

# 14 电气故障的防护、控制、优先权

## 14.1 电气故障的防护

14.1.1 总则

14.1.1.1 条所列出的电梯电气设备中的任何一种故障，其本身不应成为电梯危险故障的原因。

14.1.1.1 可能出现的故障：

- a) 无电压；
- b) 电压降低；
- c) 导线（体）中断；
- d) 对地或对金属构件的绝缘损坏；
- e) 电气元件的短路或断路，如电阻器、电容器、晶体管、灯等；
- f) 接触器或继电器的可动衔铁不吸合或不完全吸合；
- g) 接触器或继电器的可动衔铁不释放；
- h) 触点不断开；
- i) 触点不闭合；
- j) 错相。

14.1.1.2 对于符合 14.1.2.2 要求的安全触点，可不必考虑其触点不断开。

14.1.1.3 如果电路接地或接触金属构件而造成接地，该电路中的电气安全装置应：

- a) 使电梯驱动主机立即停止运转；或
- b) 在第一次正常停止运转后，防止电梯驱动主机再启动。

除非依靠称职人员，否则，恢复电梯运行应是不可能的。

## 14.1.2 电气安全装置

### 14.1.2.1 通则

14.1.2.1.1 当附录 A (标准的附录) 列出的某一电气安全装置动作时, 应按 14.1.2.4 的规定防止电梯驱动主机运转, 或使其立即停止运转。电气安全装置应包括:

a) 一个或几个满足 14.1.2.2 要求的安全触点, 它直接切断 12.7 述及的接触器或继电器接触器的供电; 或

b) 满足 14.1.2.3 要求的安全电路, 包括:

1) 一个或几个满足 14.1.2.2 要求的安全触点, 它不直接切断 12.7 述及的接触器或继电器接触器的供电, 或

2) 不满足 14.1.2.2 要求的触点。

14.1.2.1.2 (1985 年版本此条款取消)

14.1.2.1.3 除本标准允许的特殊情况外, 电气装置不应与电气安全装置并联。

14.1.2.1.4 内、外部电感或电容的作用不应引起电气安全装置失灵。

14.1.2.1.5 一个电气安全装置发出的信号, 不应被同一电路中设置在其后的另一个电气装置发出的外来信号所改变, 以免造成危险后果。

14.1.2.1.6 在含有两条或更多平行通道组成的安全电路中, 一切信息, 除奇偶校验所需要的信息以外, 应仅取自一条通道。

14.1.2.1.7 记录或延迟信号的电路, 即使发生故障, 也不应妨碍或明显延迟由电气安全装置作用而产生的电梯驱动主机停机。

14.1.2.1.8 内部电源装置的结构和布置, 应防止由于开关作用而在电气安全装置的输出端出现错误信号。

尤其是电梯正常运行或电网上其它设备引起的电压峰值, 不应在电子部件中产生不允许的干扰(抗干扰性)。

14.1.2.1.9 附录 A 规定了可用于各种场合的电气安全装置的类别。

### 14.1.2.2 安全触点

14.1.2.2.1 安全触点的动作, 应由断路装置将其可靠的断开, 甚至两触点熔接在一起也应断开。当所有触点的断开元件处于断开位置时, 且在有效行程内, 动触点和施加驱动力的驱动机构之间无弹性元件(如弹簧)施加作用力, 即为触点获得了可靠的断开。

在设计上应尽可能减小由于部件故障而引起的短路危险。

14.1.2.2.2 如果安全触点的保护外壳的防护等级不低于 IP4X, 则安全触点应能承受 250V 的额定绝缘电压。如果其外壳防护等级低于 IP4X, 则应能承受 500V 的额定绝缘电压。

安全触点应是符合 JB 2455 规定的下列类型:

a) AG-11, 用于交流电路的安全触点;

b) DC-11, 用于直流电路的安全触点。

14.1.2.2.3 防护外壳的防护等级低于 IP4X 的安全触点, 其电气间隙和爬电距离应不小于 6mm, 其触点断开后的距离应不小于 4mm。

安全触点的带电部分应包容在防护外壳中。

14.1.2.2.4 对于多分断点的情况, 在触点断开后, 触点之间的距离不得小于 2mm。

14.1.2.2.5 导电材料磨损, 不应导致触点短路。

### 14.1.2.3 安全电路

14.1.2.3.1 (1985 年版本此条款取消)

14.1.2.3.2 安全电路应满足 14.1.1 有关出现故障时的要求。

## 14.1.2.3.3 其它：

a) 如果某个故障（第一故障）与随后的另一个故障（第二故障）组合导致危险情况，那么最迟应在第一故障参予的下一个操作顺序中，使电梯停止。只要第一故障继续存在，电梯的所有进一步操作都应是不可能的。

在第一故障后和上述操作顺序停梯之前，发生第二故障的可能性不必考虑。

b) 如果几个故障组合才能导致危险情况，那么最迟应在这样一种时刻，即连同已有故障一起将造成危险情况的那个故障出现之前，将电梯停止并保持在停止位置上。

c) 在恢复已被切断的动力电源时，如果下一顺序期间在 14.1.2.3.3a) 和 b) 情况下能再停梯，则电梯不必保持在已停止的位置。

d) 在冗余型安全电路中，应采取措施，尽可能限制由于某一原因而在一个以上电路中同时出现故障的危险。

## 14.1.2.4 电气安全装置的动作

当电气安全装置为保证安全而动作时，应防止电梯驱动主机启动或立即使其停止。制动器的电源也应被切断。

按 12.7 的要求，电气安全装置应直接作用在控制电梯驱动主机供电的设备上。

由于输电功率的原因，使用了继电器接触器控制电梯驱动主机，则它们应视为直接控制电梯驱动主机启动和停止的供电设备来考虑。

## 14.1.2.5 电气安全装置的控制

控制电气安全装置的部件，应能在连续正常操作产生机械应力条件下，正确地起作用。

如果控制电气安全装置的装置设置在人们容易接近的地方，则它们应这样设置：即采用简单的方法，不能使其失效。

注：用磁铁或桥接件不算简单方法。

对于冗余型安全电路，应由传感器元件机械的或几何的布置来确保机械故障时，不应丧失其冗余性。

安全电路的传感器元件应经得住与方向无关的，具有振荡频率  $f$  在 1Hz 和 50Hz 之间的正弦波振动，其振幅  $a$ （用 mm 表示）与  $f$  的函数关系为：

$$a = 25/f \text{ 用于 } 1 < f \leq 10\text{Hz}$$

$$a = 250/f^2 \text{ 用于 } 10 < f \leq 50\text{Hz}$$

安装在轿厢或门上的安全电路的传感器元件，应经得住与方向无关的  $\pm 30\text{m/s}^2$  的加速度。

注：当传感器元件装有减振器时，减振器应作为传感器元件的一部分来考虑。

## 14.2 控 制

## 14.2.1 电梯运行控制

此控制应是电气控制。

## 14.2.1.1 正常运行

这种控制应借助于按钮，按钮应装于盒中，以防止触及带电零件。

只允许在极特殊的场合（很潮湿、腐蚀性或爆炸性的环境），采用绳、带或拉杆作为轿厢和机房之间的控制方式。

## 14.2.1.2 门开着情况下的平层和再平层

在 7.7.2.2a 述及的特殊情况下，具备下列条件，允许层门和轿门打开时进行轿厢的平层和再平层运行。

a) 运行只限于 7.7.2.2a) 开锁区域。

1) 应至少由一个开关防止轿厢在开锁区域以外的所有运行。该开关装于门及锁紧安全装置的桥接或旁接式电路中。

2) 该开关应是满足 14.1.2.2 要求的一个安全触点，或者其连接方式满足 14.1.2.3 对安全电路的要求。

3) 如果开关的动作是依靠一个不与轿厢直接机械连接的装置，例如绳、带或链，则连接件的断开或松弛，应通过一个符合 14.1.2 电气安全装置的作用，使电梯驱动主机停止运转。

4) 平层运行期间，使门电气安全装置失效的方式，只有在已给出停站信号之后才能起作用。

b) 平层速度不大于  $0.8\text{m/s}$ ，对于手控层门的电梯，应检查：

1) 对于由电源固有频率决定最高转速的电梯驱动主机，只用于低速运行的控制电路已经通电。

2) 对其它电梯驱动主机，到达开锁区域的瞬时速度不大于  $0.8\text{m/s}_0$ 。

c) 再平层速度不大于  $0.3\text{m/s}_0$ 。应检查：

1) 对于由电源固有频率决定最高转速的电梯驱动主机，只用于低速运行的控制电路已经通电。

2) 对于由静态变换器供电的电梯驱动主机，再平层速度不大于  $0.3\text{m/s}_0$ 。

#### 14.2.1.3 检修运行

为便于检修和维护，应在轿顶装一个易于接近的控制装置。该装置应由一个能满足 14.1.2 电气安全装置要求的开关（检修运行开关）操作。

该开关应是双稳态的，并应设有误操作的防护。同时应满足下列条件：

a) 一经进入检修运行，应取消：

1) 正常运行，包括任何自动门的操作；

2) 紧急电动运行（见 14.2.1.4）；

3) 对接操作运行（见 14.2.1.5）。

只有再一次操作检修开关，才能使电梯重新恢复正常工作。如果取消上述运行的转换装置不是与检修开关机械组成一体的安全触点，则应采取措施，防止 14.1.1.1 列出的其中一种故障出现在电路中时轿厢的一切误运行。

b) 轿厢运行应依靠一种持续撤压按钮，防止误操作，并标明运行方向。

c) 控制装置也应包括一个符合 14.2.2 规定的停止装置。

d) 轿厢速度不应大于  $0.63\text{m/s}_0$ 。

e) 不应超过轿厢的正常的行程范围。

f) 电梯运行应仍依靠安全装置。

控制装置也可以与特殊开关一起防止从轿顶上进行控制门机构动作的误操作。

#### 14.2.1.4 紧急电动运行

对于人力操作提升轿厢额定载重量所需力大于  $400\text{N}$  的电梯驱动主机，其机房内应设置一个符合 14.1.2 的紧急电动运行开关。电梯驱动主机应由正常的电源供电或由各用电源供电（如果有）。

14.2.1.4.1 应允许从机房内操作紧急电动运行开关，由防止误操作的持续撤压按钮控制轿厢运行。运行方向应标明。

14.2.1.4.2 紧急电动运行开关操作后，除由该开关控制的以外，应防止轿厢的一切运行。

14.2.1.4.3 紧急电动运行开关本身或通过另一个电气安全装置，可使 9.9.11.1 和 9.9.11.2 要求的用于限速器的电气安全装置失效。

14.2.1.4.4 紧急电动运行开关本身或通过另一个电气安全装置可使下列电气装置安全失效：

a) 9.8.8 安全钳装置上的电气安全装置；

b) 10.4.3.4 缓冲器上的电气安全装置；

c) 10.5 极限开关。

14.2.1.4.5 紧急电动运行开关及其操纵按钮应设置在使用时易于直接观察电梯驱动主机的地方。

14.2.1.4.6 轿厢速度不大于  $0.63\text{m/s}_0$ 。

14.2.1.5 对接操作运行

对于 7.7.2.2b) 中述及的特殊情况,并同时满足下列条件,才允许轿厢在层门和轿门打开时运行,以便批准的且受过训练的使用者为电梯装卸货物而进行对接操作:

a) 轿厢应只能在相应平层位置以上不大于  $1.65\text{m}$  的区域内运行。

b) 轿厢运行受一个符合 14.1.2 要求的定方向的电气安全装置限制。

c) 运行速度不应大于  $0.3\text{m/s}_0$ 。

d) 只打开对接操作侧的层门和轿门(如果有)。

e) 从对接操作的控制位置应能清楚地看到运行的区域。

f) 只有在钥匙操作的安全触点动作后,方可进行对接操作。此钥匙只有处在切断对接操作位置时,才能拔出。

g) 钥匙开关操作的安全触点动作后:

1) 应使正常控制失效

如果使其失效的开关装置不是与钥匙操作的触点机构组成一体的安全触点,一则应采取措施,防止 14.1.1.1 条列出的其中一种故障出现在电路中时轿厢的误运行。

2) 应仅允许用持续撤压按钮使轿厢运行,运行方向应标明。

3) 钥匙开关本身或通过另一个符合 14.1.2 要求的电气安全装置,可使下列装置失效:

相应层门门锁装置的电气安全装置;

验证相应层门关闭状况的电气安全装置;

验证对接操作入口处轿门关闭状况的电气安全装置。

h) 检修操作一经接入,则对接操作失效。

i) 轿厢内应设有一停止装置。

#### 14.2.2 停止装置

停止装置应由符合 14.1.2 规定的电气安全装置组成。停止装置应为双稳态的,误动作不能使电梯恢复服务。

14.2.2.1 轿厢入口都装有无孔门时,轿内严禁装设停止装置。14.2.1.5i) 例外。如果轿门由动力进行关闭,则应有一个关门时反向开门的装置。

14.2.2.2 轿厢入口不都装有无孔门时,在距未装无孔门入口处不大于  $1\text{m}$  的地方,应设置一个供乘客使用的开关,用以停止轿厢并保持轿厢不动。该开关:

a) 应是双稳态按钮式的或拨杆式的开关,且拨杆式开关的拨杆朝下为停止位置;

b) 应有 15.2.3.1 规定的明显标记。

14.2.2.3 其它停止装置

在下列位置应提供使电梯停止,并使电梯包括自动门保持不服务状态的装置。它们设置在:

a) 轿顶上,距检修人员进入位置不大于  $1\text{m}$  (在距进入位置不大于  $1\text{m}$  的前提下,该装置可紧挨检修运行控制装置设置)(见 8.15);

b) 滑轮间内(见 6.4.5);

c) 底坑中(见 5.7.3.4)。

#### 14.2.3 紧急报警装置

14.2.3.1 为使乘客在需要时能有效地向轿厢外求援,应在轿厢内装设乘客易于识别和触及的报警装置。

14.2.3.2 该装置的供电应来自 8.17.3 中要求的紧急照明电源,或由等效电源来供电。

14.2.3.3 该装置应采用警铃,对讲系统,外部电话或类似形式的装置。

注:当轿内电话与公用电话网连接时,14.2.3.2 就不适用了。

14.2.3.4 建筑物内的组织机构应能及时、有效地应答紧急呼救。

14.2.3.5 如果电梯行程大于 30m,在轿厢和机房之间应设置 8.17.3 述及的紧急电源供电的对讲系统或类似装置。

#### 14.2.4 优先权和信号

14.2.4.1 对于手动门电梯应有一种装置,在停梯后不小于 2s 内,防止轿厢离开停靠站。

14.2.4.2 从门已关闭后到外部呼梯按钮起作用之前,应有不小于 2s 时间让进入轿厢的使用者能撤压其选择的按钮。集选控制运行有轿门的电梯例外。

14.2.4.3 对于集选控制情况,从停靠站上可清楚地看到的一种发光信号,向该停靠站的候梯者指出轿厢下一次的运行方向。

14.2.4.4 对于群控电梯,不宜在各停靠站设置轿厢位置指示器。但是,可采用一种先于轿厢到站的音响信号。

## 15 注意事项及操作说明

### 15.1 总 则

所有标志、须知及操作说明应清晰易懂(必要时借助符号或信号),并采用不能撕毁的耐用材料制成,设置在明显位置。应使用中文书写(如果必要可同时使用几种文字)。

### 15.2 轿 厢 内

15.2.1 应标出电梯的额定载重量(kg)及乘客数。

乘客数应依据 8.2.4 来确定。

所用字样为:

.....kg.....人

所用字体高度不得小于:

a) 10mm,指汉字、数字及其它文字的大写字母;

b) 7mm,指其它的小写字母。

但对于非商业用汽车电梯,其字体高度不得小于:

c) 100mm,指汉字、数字及其它文字的大写字母;

d) 70mm,指其它的小写字母。

15.2.2 应标出电梯制造厂名称及其电梯识别标志。

15.2.3 其它

15.2.3.1 停止开关的操作装置(如果装设)应是红色,并标以“停止”字样加以识别,以不会出现误操作危险的方式设置。

报警开关(如果有)按钮应是黄色,并标以铃形符号




加以识别。



红、黄两色不应用于其它按钮。但是，这两种颜色可用于发光的“呼唤登记”信号。

15.2.3.2 控制装置应有明显的、并易于识别其功能的标志。

a) 轿内选层按钮宜标以 -2、-1、0、1、2、3……等；

b) 再开门按钮宜标以符号 

15.2.4 在明显需要设置安全使用说明书的轿厢中，尤其是下列四种情况的轿厢中，应设置安全使用说明书，这些说明至少应指出：

a) 对于无轿门电梯；

1) 乘客不应接近共道内表面；

2) 乘客不应站在货物的前、后位置；

3) 货物不应放在接近井道内表面的位置；

4) 不稳定的货物应被固定，并使其与井道内表面保持一定的距离。

b) 对于具有对接操作功能的电梯，应设有专用操作说明。

c) 对于装有电话或内部对讲系统的电梯，应设有使用说明。

d) 对于关闭过程始终在使用人员控制下完成的人力操作门和动力操作门的电梯，在使用完毕后，应将门关闭。

### 15.3 在轿顶上应给出下列指示：

a) 停止装置上或其近旁应标出“停止”字样，该字样的设置位置应使得在需要操作停止开关时，不会出现误操作。

b) 检修开关上或其近旁应标出“正常”及“检修”字样。

c) 在检修按钮上或其近旁应标出运行方向。

### 15.4 机房及滑轮间

15.4.1 在通往机房和滑轮间的门或活板门的外侧应设有包括下列字句的须知：

“电梯驱动主机——危险

未经许可禁止入内”

对于活板门，应设有永久性的须知，向活板门的使用者表明：

“谨防坠落——重新关好活板门”

15.4.2 各主开关及照明开关均应设置标志以便于区分。

当同一机房中有数台电梯驱动主机时，此标志应便于区分各开关所对应的电梯。

在主开关断开后，某些部分仍然保持带电（如电梯之间互联及照明部分），应使用一须知说明此情况。

15.4.3 在电梯机房内或电梯驱动上机围封内，应设有详细的说明，指出电梯万一发生故障时应遵循的规程。尤其应包括人力或电气紧急操作装置和层门开锁钥匙的使用说明。

15.4.3.1 在电梯驱动主机上靠近盘车手轮处，应明显标出轿厢运行方向。如手轮是不能拆卸的，则在手轮上标出。

15.4.3.2 在紧急电动运行按钮上或其近旁应标出相应的运行方向。

15.4.4 在滑轮间内停止开关近旁，应标有“停止”字样，设置在不会有误操作危险的地方。

15.4.5 在承重梁和吊钩上应标明最大允许载荷（见 6.3.7）。

## 15.5 井 道 外

15.5.1 检修门近旁应设有一须知，指出：

“ 电梯井道——危险  
未经许可禁止入内 ”

15.5.2 如果手动开启的电梯层门有可能与相邻的其它门相混淆，则前者应标有“ 电梯 ”字样。

15.5.3 仅供批准且受过训练的使用者使用的电梯，其层站一侧应设有下列须知：

“ 电梯，未经许可禁止使用 ”

15.5.4 载货电梯和非商业用汽车电梯，其层门上应标出额定载重量。

## 15.6 限 速 器

限速器上应设有铭牌，标明：

- a) 限速器制造厂名称；
- b) 型式试验标志及其试验单位；
- c) 已整定的动作速度。

## 15.7 在 底 坑 内

在停止开关上或其近分应标出“ 停止 ”字样，该字样的设置位置应使得在需要操作停止开关时，不会出现误操作。

## 15.8 缓 冲 器

在耗能型缓冲器上应设有铭牌，标明：

- a) 缓冲器制造厂名称；
- b) 型式试验标志及其试验单位。

## 15.9 层 站 识 别

应设有完全清晰可见的指示或信号，使轿内人员知道电梯所停的层站。

## 15.10 电 气 识 别

接触器、继电器、熔断器及控制屏中电路的连接端子板均应依据线路图作出标记。

在使用多线连接器时，只需在连接器（不是各导线）上作出标记。

## 15.11 层门开锁钥匙

开锁钥匙上应附带一小牌，用来提醒人们注意使用此钥匙可能引起的危险，并注意在层门关闭后应确认其已经锁住。

## 15.12 报 警 装 置

在轿厢内发出呼救信号期间起报警作用的铃或装置，应清晰地标明“ 电梯报警 ”字样。

如果是多台电梯，应能辨别出正在发出呼救信号的轿厢。

### 15.13 门锁装置

应设有铭牌，标明：

- a) 门锁装置生产厂的名称；
- b) 型式试验标志及其试验单位。

### 15.14 安全钳装置

应设有铭牌，标明：

- a) 安全钳装置生产厂的名称；
- b) 型式试验标志及其试验单位。

## 16 检验、记录与维修

### 16.1 检 验

16.1.1 电梯交付使用前的检验应提供附录 C（标准的附录）所规定的全部或部分技术资料及所要求的计算内容。

16.1.2 电梯交付使用前的检验所由经政府部门批准的人员或单位按照本标准的附录 D（标准的附录）进行。

16.1.2.1 （略）

16.1.2.2 型式试验，应经政府部门批准的试验单位对下列安全部件颁发相应的型式试验证书：

- a) 门锁装置；
- b)（略）；
- c) 限速器；
- d) 安全钳装置；
- e) 耗能型缓冲器。

16.1.3 在电梯交付使用之后，应对其进行定期的检验，以便鉴定其是否处于良好状态。这些定期检验应按照附录 E（标准的附录）中的 E1 进行。

电梯重大改装或事故之后，应进行检验，以便确定电梯是否仍然符合本标准。这些检验应按照 E2 进行。

### 16.2 记 录

16.2.1 在电梯交付使用前（最迟到交付使用时），应准备出记录电梯基本性能的记录簿或档案。此记录簿或档案应始终记载最新情况，并包括下列内容：

a) 技术部分

电梯交付使用的日期、电梯的基本参数、钢丝绳和（或）链条的技术参数及需要型式试验证书的四项装置（见 16.1.2.2）的技术参数、电梯的重大改装、钢丝绳或重要部件的更换、事故。

应附有建筑物内的电梯安装图及电路图（使用 GB 4728 符号），电路图可限定在能对安全保护有

全面了解的范围内，符号应使用术语解释。

b) 其它

记有日期的检验及检修报告副本及观察记录。

16.2.2 此记录簿或档案适用于主管维修的人员以及负责定期检验的人员或单位（国家主管电梯的政府部门规定什么样的人员或单位负责此项记录）。

### 16.3 维 修

电梯及其辅助设备应保持良好的工作状态。为此，应由称职人员对电梯进行经常性的定期维修保养工作。

# 标准规范七 电梯安装验收规范

GB 10060—93

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了电梯安装的验收条件、检验项目、检验要求和验收规则。

本标准适用于额定速度不大于 2.5m/s 的乘客电梯、载货电梯，不适用于液压电梯、杂物电梯。

## 2 引用标准

- GB 7588 电梯制造与安装安全规范
- GB 8903 电梯用钢丝绳
- GB 10058 电梯技术条件
- GB 10059 电梯试验方法
- GB 12974 交流电梯电动机通用技术条件

## 3 安装验收条件

3.1 验收电梯的工作条件应符合 GB 10058 的规定。

3.2 提交验收的电梯应具备完整的资料 and 文件。

3.2.1 制造企业应提供的资料 and 文件：

- a. 装箱单；
- b. 产品出厂合格证；
- c. 机房井道布置图；
- d. 使用维护说明书（应含电梯润滑汇总图表和电梯功能表）；
- e. 动力电路和安全电路的电气线路示意图及符号说明；
- f. 电气敷线图；
- g. 部件安装图；
- h. 安装说明书；

i. 安全部件：门锁装置、限速器、安全钳及缓冲器型式试验报告结论副本，其中限速器与渐进式安全钳还须有调试证书副本。

3.2.2 安装企业应提供的资料 and 文件：

- a. 安装自检记录；
- b. 安装过程中事故记录与处理报告；
- c. 由电梯使用单位提出的经制造企业同意的变更设计的证明文件。

- 3.3 安装完毕的电梯及其环境应清理干净。机房门窗应防风雨，并标有“机房重地，闲人免进”字样。通向机房的通道应畅通、安全，底坑应无杂物、积水与油污。机房、井道与底坑均不应有与电梯无关的其他设置。
- 3.4 电梯各机械活动部位应按说明书要求加注润滑油。各安全装置安装齐全、位置正确，功能有效，能可靠的保证电梯安全运行。
- 3.5 电梯验收人员必须熟悉所验收的电梯产品和本标准规定的检验方法和要求。
- 3.6 验收用检验器具与试验载荷应符合 GB 10059 规定的精度要求，并均在计量检定周期内。

## 4 检验项目及检验要求

### 4.1 机 房

- 4.1.1 每台电梯应单设有一个切断该电梯的主电源开关，该开关位置应能从机房入口处方便迅速地接近，如几台电梯共用同一机房，各台电梯主电源开关应易于识别。其容量应能切断电梯正常使用情况下的最大电流，但该开关不应切断下列供电电路：
- 轿厢照明和通风；
  - 机房和滑轮间照明；
  - 机房内电源插座；
  - 轿顶与底坑的电源插座；
  - 电梯井道照明；
  - 报警装置。
- 4.1.2 每台电梯应配备供电系统断相、错相保护装置，该装置在电梯运行中断相也应起保护作用。
- 4.1.3 电梯动力与控制线路应分离敷设，从进机房电源起零线和接地线应始终分开，接地线的颜色为黄绿双色绝缘电线，除 36V 以下安全电压外的电气设备金属罩壳均应设有易于识别的接地端，且应有良好的接地。接地线应分别直接接至接地线柱上，不得互相串接后再接地。
- 4.1.4 线管、线槽的敷设应平直、整齐、牢固。线槽内导线总面积不大于槽净面积 60%；线管内导线总面积不大于管内净面积 40%；软管固定间距不大于 1m，端头固定间距不大于 0.1m。
- 4.1.5 控制柜、屏的安装位置应符合：
- 控制柜、屏正面距门、窗不小于 600mm；
  - 控制柜、屏的维修侧距墙不小于 600mm；
  - 控制柜、屏距机械设备不小于 500mm。
- 4.1.6 机房内钢丝绳与楼板孔洞每边间隙均应为 20~40mm，通向井道的孔洞四周应筑一高 50mm 以上的台阶。
- 4.1.7 曳引机承重梁如需埋入承重墙内，则支承长度应超过墙厚中心 20mm，且不应小于 75mm。
- 4.1.8 在电动机或飞轮上应有与轿厢升降方向相对应的标志。曳引轮、飞轮、限速器轮外侧面应漆成黄色。制动器手动松闸扳手漆成红色，并挂在易接近的墙上。
- 4.1.9 曳引机应有适量润滑油。油标应齐全，油位显示应清晰，限速器各活动润滑部位也应有可靠润滑。
- 4.1.10 制动器动作灵活，制动时两侧闸瓦应紧密，均匀地贴合在制动轮的工作面上，松闸时应同步离开，其四角处间隙平均值两侧各不大于 0.7mm。
- 4.1.11 限速器绳轮、选层器钢带轮对铅垂线的偏差均不大于 0.5mm，曳引轮、导向轮对铅垂线的偏

差在空载或满载工况下均不大于 2mm。

4.1.12 限速器运转应平稳、出厂时动作速度整定封记应完好无拆动痕迹,限速器安装位置正确、底座牢固,当与安全钳联动时无颤动现象。

4.1.13 停电或电气系统发生故障时应有轿厢慢速移动措施,如用手动紧急操作装置,应能用松闸扳手松开制动器,并需用一个持续力去保持其松开状态。

## 4.2 井 道

4.2.1 每根导轨至少应有 2 个导轨支架,其间距不大于 2.5m,特殊情况,应有措施保证导轨安装满足 GB 7588 规定的弯曲强度要求。导轨支架水平度不大于 1.5%,导轨支架的地脚螺栓或支架直接埋入墙的埋入深度不应小于 120mm。如果用焊接支架其焊缝应是连续的,并应双面焊牢。

4.2.2 当电梯冲顶时,导轨不应越出导轨。

4.2.3 每列导轨工作面(包括侧面与顶面)对安装基准线每 5m 的偏差均应不大于下列数值:轿厢导轨和设有安全钳的对重导轨为 0.6mm;不设安全钳的 T 型对重导轨为 1.0mm。

在有安装基准线时,每列导轨应相对基准线整列检测,取最大偏差值。电梯安装完成后检验导轨时,可对每 5m 铅垂线分段连续检测(至少测 3 次),取测量值间的相对最大偏差应不大于上述规定值的 2 倍。

4.2.4 轿厢导轨和设有安全钳的对重导轨工作面接头处不应有连续缝隙,且局部缝隙不大于 0.5mm。导轨接头处台阶用直线条度为 0.01/300 的平直尺或其他工具测量,应不大于 0.05mm,如超过应修平,修光长度为 150mm 以上,不设安全钳的对重导轨接头处缝隙不得大于 1mm,导轨工作面接头处台阶应不大于 0.15mm,如超差亦应校正。

4.2.5 两列导轨顶面间的距离偏差:

轿厢导轨为  $0^{+2}$ mm,对重导轨为  $0^{+3}$ mm。

4.2.6 导轨应用压板固定在导轨架上,不应采用焊接或螺栓直接连接。

4.2.7 轿厢导轨与设有安全钳的对重导轨的下端应支承在地面坚固的导轨座上。

4.2.8 对重块应可靠紧固,对重架若有反绳轮时其反绳轮应润滑良好,并应设有挡绳装置。

4.2.9 限速器钢丝绳至导轨导向面与顶面二个方向的偏差均不得超过 10mm。

4.2.10 轿厢与对重间的最小距离为 50mm,限速器钢丝绳和选层器钢带应张紧,在运行中不得与轿厢或对重相碰触。

4.2.11 当对重完全压缩缓冲器时的轿顶空间应满足:

a. 井道顶的最低部件与固定在轿顶上设备的最高部件间的距离(不包括导轨或滚轮,钢丝绳附件和垂直滑动门的横梁或部件最高部分)与电梯的额定速度  $V$ (单位: m/s) 有关,其值应不小于  $(0.3 + 0.035V^2)$  m。

b. 轿顶上方应有一个不小于  $0.5\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$  的矩形空间(可以任何面朝下放置),钢丝绳中心线距矩形体至少一个铅垂面距离不超过 0.15m,包括钢丝绳的连接装置可包括在这个空间里。

4.2.12 封闭式井道内应设置照明,井道最高与最低 0.5m 以内各装设一灯外,中间灯距不超过 7m。

4.2.13 电缆支架的安装应满足:

a. 避免随行电缆与限速器钢丝绳、选层器钢带、限位极限等开关、井道传感器及对重装置等交叉;

b. 保证随行电缆在运动中不得与电线槽、管发生卡阻;

c. 轿底电缆支架应与井道电缆支架平行,并使电梯电缆处于井道底部时能避开缓冲器,并保持一定距离。

#### 4.2.14 电缆安装应满足：

- a. 随行电缆两端应可靠固定；
- b. 轿厢压缩缓冲器后，电缆不得与底坑地面和轿厢底边框接触；
- c. 随行电缆不应有打结和波浪扭曲现象。

### 4.3 轿 厢

- 4.3.1 轿厢顶有反绳轮时，反绳轮应有保护罩和挡绳装置，且润滑良好，反绳轮铅垂度不大于 1mm。
- 4.3.2 轿厢底盘平面的水平度应不超过 3/1000。
- 4.3.3 曳引绳头组合应安全可靠，并使每根曳引绳受力相近，其张力与平均值偏差均不大于 5%，且每个绳头锁紧螺母均应安装有锁紧销。
- 4.3.4 曳引绳应符合 GB 8903 规定，曳引绳表面应清洁不粘有杂质，并宜涂有薄而均匀的 ET 极压稀释型钢丝绳脂。
- 4.3.5 轿内操纵按钮动作应灵活，信号应显示清晰，轿厢超载装置或称量装置应动作可靠。
- 4.3.6 轿顶应有停止电梯运行的非自动复位的红色停止开关，且动作可靠，在轿顶检修接通后，轿内检修开关应失效。
- 4.3.7 轿厢架上若安装有限位开关碰铁时，相对铅垂线最大偏差不得超过 3mm。
- 4.3.8 各种安全保护开关应可靠固定，但不得使用焊接固定，安装后不得因电梯正常运行的碰撞或因钢丝绳、钢带、皮带的正常摆动使开关产生位移、损坏或误动作。

### 4.4 层 站

- 4.4.1 层站指示信号及按钮安装应符合图纸规定，位置正确，指示信号清晰明亮，按钮动作准确无误，消防开关工作可靠。
- 4.4.2 层门地坎应具有足够的强度，水平度不大于 2/1000，地坎应高出装修地面 2~5mm。
- 4.4.3 层门地坎至轿门地坎水平距离偏差为  $0^{+3}$ mm。
- 4.4.4 层门门扇与门扇，门扇与门套，门扇下端与地坎的间隙，乘客电梯应为 1~6mm，载货电梯应为 1~8mm。
- 4.4.5 门刀与层门地坎，门锁滚轮与轿厢地坎间隙应为 5~10mm。
- 4.4.6 在关门行程 1/3 之后，阻止关门的力不超过 150N。
- 4.4.7 层门锁钩、锁臂及动接点动作灵活，在电气安全装置动作之前，锁紧元件的最小啮合长度为 7mm。
- 4.4.8 层门外观应平整、光洁、无划伤或碰伤痕迹。
- 4.4.9 由轿门自动驱动层门情况下，当轿厢在开锁区域以外时，无论层门由于任何原因而被开启，都应有一种装置能确保层门自动关闭。

### 4.5 底 坑

- 4.5.1 轿厢在两端站平层位置时，轿厢、对重装置的撞板与缓冲器顶面间的距离，耗能型缓冲器应为 150~400mm，蓄能型缓冲器应为 200~350mm，轿厢、对重装置的撞板中心与缓冲器中心的偏差不大于 20mm。
- 4.5.2 同一基础上的两个缓冲器顶部与轿底对应距离差不大于 2mm。
- 4.5.3 液压缓冲器柱塞铅垂度不大于 0.5%，充液量正确。且应设有在缓冲器动作后未恢复到正常位



置时使电梯不能正常运行的电气安全开关。

4.5.4 底坑应设有停止电梯运行的非自动复位的红色停止开关。

4.5.5 当轿厢完全压缩在缓冲器上时,轿厢最低部分与底坑底之间的净空间距离不小于 0.5m,且底部应有一个不小于  $0.5\text{m} \times 0.6\text{m} \times 1.0\text{m}$  的矩形空间(可以任何面朝下放置)。

## 4.6 整机功能检验

### 4.6.1 曳引检查

a. 在电源电压波动不大于 2% 工况下,用逐渐加载测定轿厢上、下行至与对重同一水平位置时的电流或电压测量法,检验电梯平衡系数应为 40% ~ 50%,测量表必须符合电动机供电的频率、电流、电压范围。

b. 电梯在行程上部范围内空载上行及行程下部范围 125% 额定载荷下行,分别停层 3 次以上,轿厢应被可靠地制停(下行不考核平层要求),在 125% 额定载荷以正常运行速度下行时,切断电动机与制动器供电,轿厢应被可靠制动。

c. 当对重支承在被其压缩的缓冲器上时,空载轿厢不能被曳引绳提起。

d. 当轿厢面积不能限制载荷超过额定值时,再需用 150% 额定载荷做曳引静载检查,历时 10min,曳引绳无打滑现象。

### 4.6.2 限速器安全钳联动试验

a. 额定速度大于  $0.63\text{m/s}$  及轿厢装有数套安全钳时应采用渐进式安全钳,其余可采用瞬时式安全钳;

b. 限速器与安全钳电气开关在联动试验中动作应可靠,且使曳引机立即制动;

c. 对瞬时式安全钳,轿厢应载有均匀分布的额定载荷,短接限速器与安全钳电气开关,轿内无人,并在机房操作下行检修速度时,人为让限速器动作。复验或定期检验时,各种安全钳均采用空轿厢在平层或检修速度下试验。

对渐进式安全钳,轿厢应载有均匀分布 125% 的额定载荷,短接限速器与安全钳电气开关,轿内无人。在机房操作平层或检修速度下行,人为让限速器动作。

以上试验轿厢应可靠制动,且在载荷试验后相对于原正常位置轿厢底倾斜度不超过 5%。

### 4.6.3 缓冲试验

a. 蓄能型缓冲器仅适用于额定速度小于  $1\text{m/s}$  的电梯,耗能型缓冲器可适用于各种速度的电梯;

b. 对耗能型缓冲器需进行复位试验,即轿厢在空载的情况下以检修速度下降将缓冲器全压缩,从轿厢开始离开缓冲器一瞬间起,直到缓冲器恢复到原状,所需时间应不大于  $120\text{s}$ 。

### 4.6.4 层门与轿门联锁试验

a. 在正常运行和轿厢未停止在开锁区域内,层门应不能打开;

b. 如果一个层门和轿门(在多扇门中任何一扇门)打开,电梯应不能正常启动或继续正常运行。

### 4.6.5 上下极限动作试验

设在井道上下两端的极限位置保护开关。它应在轿厢或对重接触缓冲器前起作用,并在缓冲器被压缩期间保持其动作状态。

### 4.6.6 安全开关动作试验

电梯以检修速度上下运行时,人为动作下列安全开关 2 次,电梯均应立即停止运行。

a. 安全窗开关,用打开安全窗试验(如设有安全窗);

b. 轿顶、底坑的紧急停止开关;

c. 限速器松绳开关。

#### 4.6.7 运行试抢

a. 轿厢分别以空载、50%额定载荷和额定载荷三种工况，并在通电持续率40%情况下，到达全行程范围，按120次/h，每天不少于8h，各起、制动运行1000次，电梯应运行平稳、制动可靠、连续运行无故障。

b. 制动器温升不应超过60K，曳引机减速器油温升不超过60K，其温度不应超过85℃，电动机温升不超过GB 12974的规定。

c. 曳引机减速器，除蜗杆轴伸出一端渗漏油面积平均每小时不超过150cm<sup>2</sup>外，其余各处不得有渗漏油。

#### 4.6.8 超载运行试验

断开超载控制电路，电梯在110%的额定载荷，通电持续率40%情况下，到达全行程范围。起、制动运行30次，电梯应能可靠地起动、运行和停止（平层不计），曳引机工作正常。

### 4.7 整机性能试验

4.7.1 乘客与病床电梯的机房噪声、轿厢内运行噪声与层、轿门开关过程的噪声应符合GB 10058规定要求。

4.7.2 平层准确度应符合GB 10058规定要求。

4.7.3 整机其他性能宜符合GB 10058有关规定要求。

## 5 验收规则

5.1 检验按表1规定项目进行。

表1 电梯安装验收检验项目分类表

序号	项 类	检 验 项 目	备 注
1	机房	4.1.1 条主电源开关要求	☆
2		4.1.2 条断、错相保护装置	☆
3		4.1.3 条敷线与接地要求	
4		4.1.4 条线管、槽敷设要求	
5		4.1.5 条控制柜、屏安装位置	
6		4.1.6 条楼板钢丝绳洞口要求	
7		4.1.7 条曳引机承重梁要求	
8		4.1.8 条旋转轮等涂色标志	
9		4.1.9 条旋转部件润滑要求	
10		4.1.10 条制动器松、合闸要求	
11		4.1.11 条绳、带轮铅垂度要求	
12		4.1.12 条限速器动转等要求	☆
13		4.1.13 条停电或故障应急措施	☆

续表

序 号	项 类	检 验 项 目	备 注
14	井道	4.2.1 条导轨安装要求	
15		4.2.2 条导轨上端位置要求	
16		4.2.3 条导轨侧工作面直线度	
17		4.2.4 条导轨接头要求	
18		4.2.5 条导轨轨顶间距	
19		4.2.6 条导轨固定要求	
20		4.2.7 条导轨下端支承地面要求	
21		4.2.8 条对重装置要求	
22		4.2.9 条限速器绳至导轨面偏差	
23		4.2.10 条轿厢与对重距离等要求	
24		4.2.11 条轿顶最小空间要求	☆
25		4.2.12 条井道照明要求	
26		4.2.13 条电缆支架安装要求	
27		4.2.14 条电缆安装要求	
28	轿厢	4.3.1 条轿顶反绳轮要求	
29		4.3.2 条轿底水平度	
30		4.3.3 条曳引绳头组合等要求	
31		4.3.4 条曳引绳要求	
32		4.3.5 条轿内操纵要求	
33		4.3.6 条轿顶停止开关	☆
34		4.3.7 条轿架限位碰铁安装要求	
35		4.3.8 条安全保持开关安装要求	☆
36	层站	4.4.1 条层站指示要求	
37		4.4.2 条层门地坎要求	
38		4.4.3 条层、轿门地坎间距	
39		4.4.4 条层门与地坎间隙	
40		4.4.5 条门刀与层门等间隙	
41		4.4.6 条门阻止力	
42		4.4.7 条门锁要求	☆
43		4.4.8 条层门外观要求	
44		4.4.9 条层门自动关闭装置	

续表

序 号	项 类	检 验 项 目	备 注
45	底坑	4.5.1 条轿底与缓冲器等间距	
46		4.5.2 条缓冲器顶面水平高差	
47		4.5.3 条缓冲器柱塞铅垂度	
48		4.5.4 条底坑停止开关要求	☆
49		4.5.5 条轿底最小间距与空间	
50	整机 功能	4.6.1 条曳引及平衡系数检查	
51		4.6.2 条限速器、安全钳联动试验	☆
52		4.6.3 条缓冲试验	☆
53		4.6.4 条层门与轿门联锁试验	☆
54		4.6.5 条上、下极限动作试验	☆
55		4.6.6 条安全开关动作试验	☆
56		4.6.7 条运行试验	☆
57		4.6.8 条超载运行试验	
58		4.7.1 条噪声限值要求检验	
59		4.7.2 条平层准确度检验	

注：表中打☆为重要项目，其余为一般项目。

## 5.2 判定规则

5.2.1 开关层、轿门过程噪声、平层准确度按 GB 10058 规定判定。

5.2.2 凡重要项目中任一项不合格，或一般项目中不合格超过 8 项，均判定为不合格。如重要项目均合格，一般项目中不合格不超过 8 项，则允许调整修复，并对原不合格项目及相关项目给予补检。凡最终重要项目全部合格，一般项目中不合格不超过 3 项，判定为合格，准予验收。判为安装不合格的电梯需全面修复，修复后再次报请验收。

5.3 交付检验验收合格后，参加验收的各方代表应在附录 A（参考件）“电梯安装验收证书”上签字盖章后，方能生效。

# 标准规范八 电梯试验方法

GB/T 10059—97

## 1 范 围

本标准规定了乘客电梯和载货电梯的整机和部件的试验方法。

本标准适用于电力驱动的曳引式或强制式乘客电梯和载货电梯。

本标准不适用于液压电梯和杂物电梯。

## 2 引 用 标 准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 7025.1 ~ 7025.3—1997 电梯主参数及轿厢、井道、机房的型式与尺寸

GB 7588—1995 电梯制造与安装安全规范 (eqv EN 81-1:1985)

GB/T 10058—1997 电梯技术条件

GB 10060—93 电梯安装验收规范

GB/T 13435—92 电梯曳引机

JG/T 5072.2—1996 电梯 T 型导轨检验规则

## 3 电梯整机性能试验准备

### 3.1 样 机

3.1.1 样机的安装应符合 GB 10060 的规定。

3.1.2 样机应具备 GB 7588 规定的全部安全装置

3.1.3 样机技术参数，按附录 A (标准的附录) 表 A1 填写。

### 3.2 试验仪器和量具

3.2.1 试验用的仪器和量具应在计量单位检定合格的有效期内。

3.2.2 除非有特殊的规定，仪器的精确度应满足下列测量精度的要求：

a)  $\pm 1\%$ ——对质量、力、长度、时间和速度；

b)  $\pm 5\%$ ——对加速度、减速度；

c)  $\pm 5\%$ ——对电压、电流；

d)  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ——对温度。

### 3.3 试验条件

- 3.3.1 海拔高度不超过 1000m。
- 3.3.2 试验时机房空气温度应保持在  $5 \sim 40^{\circ}\text{C}$  之间。
- 3.3.3 运行地点的最湿月月平均最高相对湿度为 90%，同时该月月平均最低温度不高于  $25^{\circ}\text{C}$ 。
- 3.3.4 试验时电网输入电压应正常。电压波动范围应在额定电压值的  $\pm 7\%$  范围内。
- 3.3.5 环境空气中不应含有腐蚀性和易燃性气体及导电尘埃存在。

### 3.4 试验场地

- 3.4.1 样机试验应在现场进行，要求机房、轿厢顶、底坑清洁，不能有与电梯工作无关的物品和设备。机房的型式与尺寸应符合 GB/T 7025 的规定。
- 3.4.2 部件试验应在试验台架上进行。
- 3.4.3 背景噪声应比所测对象噪声至少低 10 dB(A)。如不能满足规定要求可按表 1 值修正，测试噪声值即为实测噪声值减去修正值。

表 1 噪声修正值 dB(A)

声源工作时测得的 A 声级与 背景噪声 A 声级之差	应减去的修正量
3	3.0
4	2.0
5	2.0
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	0.5
10	0.5
> 10	0

注：背景噪声系指被测量声源不存在时，周围环境的噪声。

## 4 样机安全装置检验

电梯整机性能试验前的安全装置检验应符合 GB 10058—1997 中 3.3.9 的规定。如有任一个安全装置不合格，则该电梯不能进行试验。

### 4.1 供电系统断相、错相保护装置或保护功能

将电源总输入线分别断去一相和交换相序后再接通电源，分别用正常或检修速度操纵电梯，电梯

应不能运行。

当电梯的运行与相序无关时，不要求错相保护。

## 4.2 限速器 – 安全钳装置

a) 对瞬时式安全钳装置，轿厢应载有均匀分布的额定载重量，以检修速度向下运行，进行试验。

对渐进式安全钳装置，轿厢应载有均匀分布的 125% 的额定载重量，安全钳装置的动作应在减低的速度（即平层速度或检修速度）进行试验。

b) 在机房，人为动作限速器，使限速器的电气开关动作，此时电机停转；短路限速器的电气开关，人为动作限速器，使限速器钢丝绳制动并提拉安全钳装置，此时安全钳装置的电气开关应动作，使电机停转；然后，再将安全钳装置的电气开关短路，再次人为动作限速器，安全钳装置应动作，夹紧导轨，使轿厢制停。

c) 复验或定期检验时，各种安全钳均采用空载，在平层速度或检修速度下试验。

d) 试验完成以后，各个电气开关应恢复正常，并检查导轨，必要时修复到正常状态。

## 4.3 缓 冲 器

### 4.3.1 蓄能型缓冲器

轿厢以额定载重量和减低的速度，对轿厢缓冲器进行静压 5min，然后轿厢脱离缓冲器，缓冲器应回复正常位置。

轿厢空载，对重装置对对重缓冲器进行静压 5min，然后对重脱离缓冲器，缓冲器应回复正常位置。

### 4.3.2 耗能型缓冲器

a) 轿厢和对重装置分别以检修速度下降将缓冲器全压缩，从轿厢开始离开缓冲器瞬间起，缓冲器柱塞复位时间不大于 120s。

b) 检查缓冲器开关，应是非自动复位的安全触点开关。电气开关动作时电梯不能运行。

## 4.4 极 限 开 关

电梯以检修速度点动向上和向下运行。

4.4.1 当电梯超越上、下极限工作位置并在轿厢或对重接触缓冲器前，极限开关应起作用。

a) 对卷筒驱动的电梯，当需要时用机械方法直接切断电动机和制动器供电回路。应采取措施使电动机不得向制动器线圈供电。

b) 对曳引驱动的双速电梯，极限开关应能按上述 a) 切断电路，或通过一种电气安全装置切断向两个接触器线圈直接供电的电路。接触器的各触点在电动机和制动器的供电电路中应串联连接。每个接触器应能够切断带负荷的主电路。

c) 对可变电电压或连续变速的电梯，极限开关应能使电梯驱动主机迅速停止运转。

4.4.2 对于额定速度大于 1.6m/s 的电梯如设有强迫缓速装置，此装置应起作用。

## 4.5 层门与轿厢门电气联锁装置

4.5.1 当层门或轿厢门没有关闭时，操作运行按钮，电梯应不能运行（对对接操作电梯除外）。

4.5.2 电梯运行时，将层门或轿厢门打开，电梯应停止运行。

4.5.3 当轿厢不在本层，开启的层门在外力消失后应自行关闭，如被动门是柔性联接的，应有证实层门关闭的电气开关。

## 4.6 紧急操作装置

停电或电气系统发生故障时应有轿厢慢速移动的措施，检查措施是否齐备和可用。

## 4.7 停止保护装置

机房、轿顶、底坑应装有停止保护开关，逐一检查开关的功能。

## 4.8 试验结果记入表 A2

# 5 整机性能试验

## 5.1 运行速度和平衡系数

### 5.1.1 试验方法

a) 对电梯运行速度，使轿厢载有 50% 的额定载重量下行至行程中段时，记录电流、电压及转速的数值。

b) 对平衡系数，宜在轿厢以空载和额定载重量的 25%、40%、50%、75%、100%、110% 时作上、下运行，当轿厢与对重运行到同一水平位置时，记录电流、电压及转速的数值。

仅测量电流，则用于交流电动机；

当测量电流并同时测量电压时，则用于直流电动机。

### 5.1.2 轿厢运行速度的计算

用转速表测出电动机转速后，按公式 (1) 计算轿厢运行速度：

$$v_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60 \cdot i_1 \cdot i_2} \quad (1)$$

式中  $v_1$ ——轿厢运行速度，m/s；

$D$ ——曳引轮节径，mm；

$n$ ——实测电机转速，r/min；

$i_1$ ——曳引机减速比；

$i_2$ ——曳引比。

偏差值按公式 (2) 计算：

$$\text{偏差值} = \frac{\text{运行速度} - \text{额定速度}}{\text{额定速度}} \times 100\% \quad (2)$$

轿厢运行速度也可用测速装置测量曳引绳线速度求得。

### 5.1.3 平衡系数的确定

平衡系数用绘制电流 - 负荷曲线，以向上、向下运行曲线的交点来确定。

注：平衡系数允许用功率法测试。

### 5.1.4 试验结果记入表 A3。



## 5.2 起、制动加、减速度和轿厢运行的垂直、水平振动加速度

### 5.2.1 试验方法

在电梯的加、减速度和轿厢运行的垂直振动加速度试验时，传感器应安放在轿厢地面的正中，并紧贴地板，传感器的敏感方向应与轿厢地面垂直。

在轿厢运行的水平振动加速度试验时，传感器应安放在轿厢地面的正中，并紧贴地板，传感器的敏感方向应分别与轿厢门平行或垂直。

### 5.2.2 试验工况

以轻载工况（不超过额定载重量的 25% 或含仪器和不超过 2 个人员，取低值）和额定载重量工况进行检测。

- a) 单层：选中间层站，上行、下行各一次；
- b) 多层：选底部与顶部两端二个层站以上，上行、下行各一次；
- c) 全程：上行，下行各一次。

### 5.2.3 试验仪器

a) 电梯起、制动加、减速度试验宜用应变式或其他加速度传感器；频率响应范围上限不低于 100Hz。

b) 相应仪表和记录仪器的精确度和频率范围应与传感器相匹配。记录电梯加、减速度信号的频率范围上限可为 30 ~ 50Hz。记录轿厢运行的振动加速度信号的频率范围上限为 100Hz。

### 5.2.4 试验结果的计算与评定

对记录下来参数的时域信号曲线进行计算：

- a) 电梯加、减速度取其在该过程中的最大值；
- b) 电梯加、减速度的平均值是对其加、减速度过程求积后再除以该过程的时间；
- c) 轿厢运行的振动加速度取轿厢在额定速度运行过程中的最大值，以其单峰值作为计算与评定的依据。

### 5.2.5 试验结果记入表 A4。

## 5.3 噪 声

### 5.3.1 试验方法

a) 运行中轿厢内噪声测试（不含风机噪声）

传声器置于轿厢内中央距轿厢地面高 1.5m。

b) 开关门过程噪声测试

传声器分别置于层门和轿厢门宽度的中央，距门 0.24m，距地面高 1.5m。

c) 机房噪声测试

当电梯用正常运行速度运行时，传声器距地面高 1.5m，距声源 1m 处进行测试，测试点不少于 3 点。

### 5.3.2 试验仪器

试验用声级计采用 A 计权，快挡。

### 5.3.3 试验结果的计算与评定

- a) 运行中轿厢内噪声以额定速度上行、下行时测试，取全过程运行中的最大值；
- b) 开、关门过程噪声以开、关门过程的最大值作评定依据；
- c) 机房噪声，以噪声测试的最大值作评定依据。

5.3.4 试验结果记入表 A5。

## 5.4 轿厢平层准确度

### 5.4.1 试验方法

在空载工况和额定载重量工况下进行试验。

a) 当电梯的额定速度不大于  $1\text{m/s}$  小时, 平层准确度的测量方法为轿厢自底层端站向上逐层运行和自顶层端站向下逐层运行;

当额定速度大于  $1\text{m/s}$  小时, 平层准确度的测量方法为以达到额定速度的最小间隔层站为间距作向上、向下运行, 测量全部层站;

b) 轿厢在两个端站之间直驶;

c) 按上述两种工况测量当电梯停靠层站后, 轿厢地坎上平面对层门地坎上平面在开门宽度  $1/2$  处垂直方向的差值。

### 5.4.2 试验工具

用深度游标卡尺或直尺。

5.4.3 试验结果记入表 A6。

## 5.5 外观质量

5.5.1 检查轿厢、轿门、层门及可见部分的表面及装饰是否平整, 涂漆是否达到标准要求。

5.5.2 检查信号指示是否正确。

5.5.3 检查焊缝、焊点及紧固件是否牢固。

5.5.4 试验结果记入表 A7。

## 5.6 曳引机渗漏

5.6.1 电梯正常运行 3h, 检查减速机箱体分割面和蜗杆轴伸出端渗漏结果。

5.6.2 试验结果记入表 A8。

## 6 部件试验

### 6.1 曳 引 机

按 GB/T 13435 中试验方法的规定进行试验。

### 6.2 限 速 器

试验方法应符合 GB 7588—1995 中附录 F (标准的附录) F4 的规定。

试验结果记入表 A9。

### 6.3 安全钳装置

试验方法应符合 GB 7588—1995 中 F3 的规定。

试验结果记入表 A10。

## 6.4 缓 冲 器

试验方法应符合 GB 7588—1995 中 F5 的规定。

试验结果记入表 A11。

## 6.5 门和开门机

### 6.5.1 机械强度试验

a) 试验时层门、轿厢门处于关闭状态，将 300N 的力通过测力装置垂直作用于层门或轿厢门的任何部位处，此力应均匀分布在  $5\text{cm}^2$  的圆形或方形区域内。外力消除后，层门及轿厢门无永久变形，且无大于 15mm 的弹性变形，开门机应能正常工作。

b) 试验时层门、轿厢门处于关闭状态，沿门开启方向，通过测力装置施加 150N 的力在一个最不利点上，检查门扇与门扇间的缝隙。

### 6.5.2 门运行试验

#### a) 阻止关门力的试验

试验点取在关门行程已超过三分之一以后，距地面 1.5m 处，测试当测力计被门夹持住，致使门不能再关闭时的力。

#### b) 乘客电梯开关门时间试验

用计时器测试层门开启或关闭的全过程所用的时间。

#### c) 滑动门的保护装置试验

检查安全触板或相同功能装置的作用。

检查强迫关门功能的作用，即检查该装置经持续阻碍一段时间后，失去原作用功能，门继续关闭。

### 6.5.3 试验结果记入表 A12。

## 6.6 门 锁

试验方法应符合 GB 7588—1995 中 F1 的规定。

试验结果记入表 A13。

## 6.7 绳头组合

制作两件绳头组合，宜在万能材料试验机上进行拉力试验。

试验结果记入表 A14。

## 6.8 控 制 柜

### 6.8.1 绝缘试验

绝缘试验时，应将其余电路断开。

用 500V 兆欧表检查控制柜内导体之间及导体对地之间的绝缘电阻。

### 6.8.2 耐压试验

耐压试验时，应将其余电路断开。

用耐压试验仪检查导电部分对地之间的绝缘。

### 6.8.3 控制功能试验

对控制柜（单台、并联或群控）进行控制功能模拟试验。在控制柜模拟试验台上进行。

### 6.8.4 可靠性试验

6.8.4.1 试验可在电梯安装现场或试验塔电梯上进行。

6.8.4.2 试验要求和工况应符合 GB 10058—1997 中 4.2 及 4.3 的规定。

6.8.5 试验结果记入表 A15。

## 6.9 导 轨

按 JG/T 5072.2 中的规定进行检验。

## 7 整机可靠性试验

7.1 试验要求和工况应符合 GB 10058—1997 中 4.1 及 4.3 的规定

整个可靠性试验 60000 次应在 60 天内完成。

7.2 在控制线路中安装计数器，记录电梯动作次数

以电梯每完成一个全过程运行为一次，即启动（关门）—运行—停止（开门）。

7.3 试验期间应按使用说明书的规定每日（班）进行保养

7.4 试验期间电梯不允许带故障工作

7.5 可靠性的评定方法应符合 GB 10058—1997 中 4.1 的规定

在可靠性试验期间，各项性能指标均应达到 GB 10058 的规定，否则以故障处理。

7.6 试验结果记入表 A16

## 8 试验结果的评定

试验后应根据试验结果对电梯样机和部件进行评价：

- a) 是否达到国家标准的规定；
- b) 是否达到设计要求；
- c) 存在问题。