

南京某体育场工程暖通工程施工方案

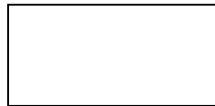
编 号: _____

编 制 人: _____

审 核 人: _____

批 准 人: _____

批准日期: _____



(盖章受控)

发布日期: 年 月 日

目 录

- 一. 工程概况
- 二. 施工程序及技术要求
 - 1. 施工主要程序
 - 2. 主要施工方法及技术要求
 - 3. 施工主要难点及解决办法
 - 4. 技术复核项目及方法
 - 5. 工程防护内容及方法
- 三. 主要资源需用计划
 - 1. 劳动力配备计划
 - 2. 施工机械设备配备计划
 - 3. 监视和测量装置配备计划
- 四. 进度计划及工期保证措施
- 五. 质量、安全的要求及环境影响
- 六. 所用的规范及标准目录
- 七. 交工资料目录
- 八. 检验批的划分

一. 工程概况

南京某体育场系为第十届全运会比赛而建造的场馆之一，设有固定座位 60000 席，建筑物共分 6 层。暖通系统共分为空调风管系统、通风系统、防排烟系统、空调水系统、冷凝水系统以及蒸汽和凝结水系统。

1. 空调系统

全楼均采用吊装型水环热泵加新风机组系统。采用水环热泵机组时，夏季需要冷却循环水系统提供 32℃/37℃ 的冷却水，经过板式热交换器提供 33.5℃/38.5℃ 的空调水供应水环热泵机组，冬季由锅炉房提供 0.8Mpa 饱和蒸汽，减压成 0.4Mpa 饱和蒸汽，经板式热交换器提供 17℃/22℃ 的空调水直接供应水环热泵机组。

全楼的空调水，分 A, B, C, D 四个区及底层商业用房两个区共六个独立系统。均采用机械循环异程式系统。系统采用高位膨胀水箱定压，膨胀管接至一层水暖机房的集水器或回水总管上，空调水系统的补水直接补入膨胀水箱，由其水位控制给水电磁阀的启闭。系统采用全程电子水处理器，防止管道内空调水结垢，保证系统正常运行。水环热泵空调器供回水支管上各设金属波纹软接一个，截止阀一只，温度计，压力表各一只，冷凝水出口水封一只，回水支管上另动态平衡电动两通阀一只，空调供回水分层水平干管上采用偏心蝶阀，供水管上设水过滤器一只。

2. 机械通风系统

商场，展览厅，多功能厅，会议室设置机械排风系统。公共卫生间及各包间内小卫生间设卫生间通风机排出室内浊气，一层设备用房分别设置机械排风，自然补风。一层内走道结合防排烟系统分别设置机械送排风系统。厨房排油烟预留排油烟竖井，由厨房设计在厨房内设运水排油烟罩，油烟经处理后排出屋面。

3. 防排烟系统

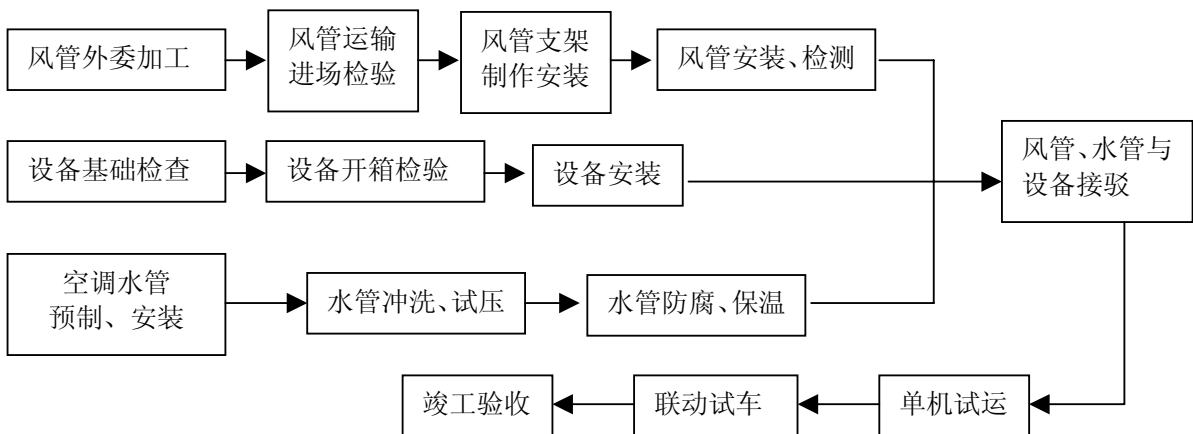
本楼设有防排烟系统，以确保火警时安全疏散。消防电梯前室设机械加压送风系统，前室采用常闭正压送风口；火警时，电信号打开着火层及上，下层送风口及对应风机，保证前室正压 25—30Pa，楼梯为敞开式疏散楼梯。一层面积超过 100 平方米的暗房间，长度超过 20 米的内走道及直接对外但长度超过 60 米的内走道设机械排烟系统，火警时，打开着火区排烟口及相应排烟风机。所有空调和通风系统均按防火分区设置，所有穿越空调和通风机房的风道，每层水平管与立管的交接处穿越防火分区的风管均设有防火阀。

4. 系统用料

空调风管采用保温复合玻纤风管，通风和正压送风管及排烟管道均采用无机玻璃钢风管。
 空调水系统材料：空调供回水管及冷凝水管管径 \leq DN100mm 时采用镀锌钢管，丝扣连接；管径 $>$ DN100mm 时采用焊接钢管，焊接或法兰连接。蒸汽管及凝结水管采用无缝钢管，焊接连接。

二. 施工程序及技术要求

1. 施工主要程序

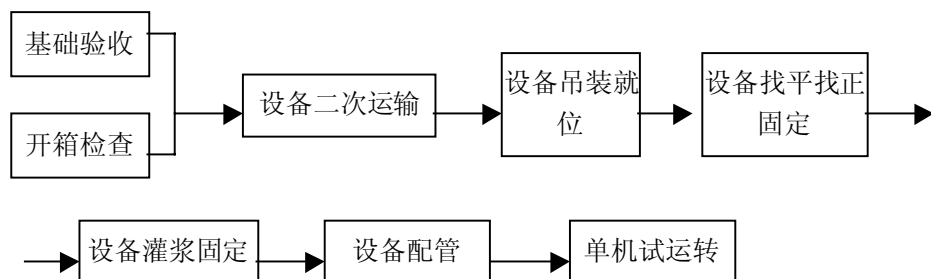


2. 主要施工方法及技术要求

(1) 暖通设备安装工程

设备安装应遵循先大后小、先里后外、先下后上的安装原则。

① 设备安装主要施工程序



② 基础验收

根据土建提供的有关设备基础的资料，检查基础的纵、横向中心基准线，标高及地脚螺栓（或地脚螺栓孔）是否符合设计及现场设备的要求。同时对设备基础进行外观检查，检查基础

外形有无裂缝、空洞、露筋和掉角等缺陷，对不符合要求的地方，通知土建单位进行处理。验收过程要填写“设备基础验收记录”，并经有关人员会签。基础验收完成后，对基础表面及预留孔内杂物清除，灌浆处的基础表面应凿成麻面，灌浆所采用的材料应符合设计要求，以保证灌浆质量。

③ 设备拖运

- A. 施工前熟悉施工现场设备布置平面图，了解现场设备安装位置和方向。
- B. 拖运前查看设备的地点、外形尺寸和单件重量，了解拖运路线，考虑能否顺利通过，如需清理、平整、加固时，必须事先做好准备。
- C. 拖运前对设备进行外观检查，发现有缺陷时，及时向现场负责人报告。
- D. 设备拖运中要保持平稳，如沿斜坡拉下时，后面必须加尾绳，以防设备下滑，拖运设备上重下轻时，必须采取措施，以防设备倾倒。
- E. 参加设备拖运的人员必须时刻注意设备动向，手脚严禁接触运行中的牵引索具，人须站在安全的一侧，拖运区内，不准其他人员随便进出。

④ 开箱检查

所有设备在到货后视现场的情况确定是否立即进行开箱检查。如立即进行检查的，在设备检查完后，及时做好设备的保护工作。以防设备在搬运、吊装过程中损坏。设备开箱检查要会同建设、监理单位和设备供应部门共同参加。首先检查设备包装外观有无损坏和受潮，根据设计图纸按设备的全称核对名称、规格型号。同时根据设备装箱清单和技术文件，清点随机附件、专用工具是否齐全，设备表面有无缺陷、损坏、锈蚀、受潮等现象。设备开箱检查，要填写“开箱检查记录”，并经有关人员会签。

⑤ 设备吊装

本工程通风空调设备包括水环热泵机组、通风机、水泵、热交换器、全过程水处理器等设备，由于有些设备体积、重量较大，吊装过程较为复杂。设备吊装前作好技术交底，严格按照施工规程进行吊装作业。施工中坚持自检、互检和专业检查相结合的原则，对每一施工环节进行检查合格后，方可进行后序工作。

A. 水环热泵机组的吊装

由于水环热泵机组数量众多，每层均设置有该设备，可以通过土建的施工塔吊按照各层的具体型号、规格分别吊装至各个楼层，再用液压推车运送至各个安装部位进行安装就位。设备

吊装应选择在无风及视线良好的天气进行。吊装作业前必须仔细检查钢丝绳是否符合要求，设备绑扎是否牢固，确认无误后方可进行吊装作业。为了确保机组和吊机的绝对安全，须在吊装时采取安全保护措施，在设备可能坠落的区域设置警戒线，无关人员不得进入吊装作业区。

B. 通风机的吊装

整体安装的通风机，搬运和吊装的绳索不得捆绑在转子和机壳回轴承盖的吊环上；现场组装的风机，绳索的捆绑不得损伤机件的表面，转子、轴颈、和轴封等处均不应作为捆绑部位。各楼层的通风机，可采用塔吊进行吊装，设备吊至拖排后，对风机进行稳固，确保风机平稳运输至各安装具体位置。

⑥ 设备滚运

设备在楼层上运输采用滚杆、拖排进行滚运。拖排驱动采用 1 吨卷扬机，如图 1 所示。对于重量在 2 吨以下设备，滚运时采用撬棍撬动。拖排下方滚杆的高度，根据设备基础的高度确定。

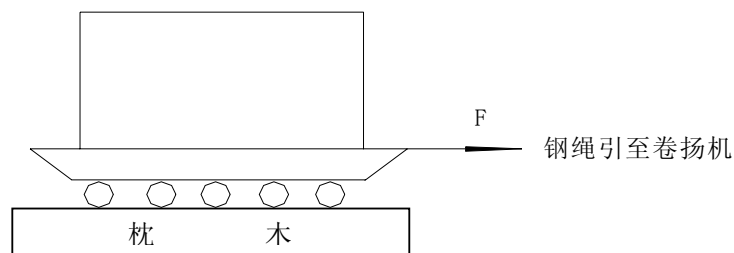


图 1 设备滚运示意图

⑦ 设备就位

设备就位前先用枕木及钢板铺设斜坡，同时在基础上垫置枕木，以保护地脚螺栓。将拖排牵引索通过滑轮组接至卷扬机，由卷扬机将设备拖至基础上。设备就位示意图如图 4.2.2 所示。

设备就位前找出设备本体的中心线，垫铁的敷设应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》中的有关规定，每组垫铁必须垫实、压紧、接触良好，相邻两垫铁组的距离为 500~1000mm。对于直接安装在较厚混凝土基础上的设备，将设备的底座安装橡胶垫板或减震装置上，安装要求必须符合工程设计文件及随机技术文件的规定。

⑧ 设备安装

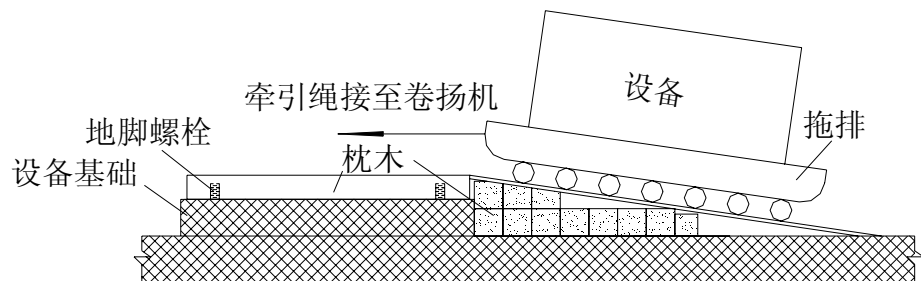


图 2 设备安装就位示意图

设备安装前，根据平面布置图在设备基础上划出安装基准线。安装基准线包括：按建筑轴线划定设备的纵向中心线；按建筑轴线划定设备的横向中心线；按标高基准线在基础上引出安装标高基准线。

A. 水环热泵机组安装

- a. 水环热泵机组在安装前必须清理干净，保证机组内部无杂物。
- b. 机组下部的凝结水排放管，排放管设水封，水封的高度必须根据机组的余压进行确定。
- c. 机组减振器要严格按照设计的型号、数量和安装位置进行安装。安装后检查空调机组的水平度，如不符合要求，要对减振器进行调整。
- d. 吊装的水环热泵机组视设备的具体情况分别考虑吊架的形式。对重量较小的机组采用膨胀螺栓固定吊架，重量较大的采用楼板穿孔吊架。

B. 风机安装

安装在混凝土基础上的风机，风机隔振器必须安装在平整的基础面上，各组隔振器承受荷载的压缩量必须均匀，不得偏心。隔振器安装完毕后，在其使用前采取防止位移及过载等保护措施。风机悬挂安装时，使用的隔振支吊架必须安装牢固。隔振支吊架的结构形式和外形尺寸应符合设计要求或设备技术文件的规定。隔振支吊架的焊接必须按国家现行标准中的有关规定进行。

C. 水泵安装

- a. 开箱检验：开箱应在施工、监理、业主三方均有人参加时进行，按照装箱单进行清点，检查

泵叶轮是否有阻滞、卡涩现象，声音是否正常，并做好开箱记录。

b. 水泵就位后进行找平找正。通过调整垫铁，使之符合下列要求：整体泵安装以进出口法兰面为基准进行找平，水平度允许偏差纵向 0.05mm/m，横向为 0.10mm/m；解体安装的泵以泵体加工面或进出口法兰面为基准，纵向、横向的水平度允许偏差为 0.05mm/m。

c. 采用联轴器传动的泵，两轴的对中偏差及两半联轴器两端面间隙要符合泵的技术文件要求和施工及验收规范要求。

d. 泵连接的接管设置单独的支架。接管与水泵连接前，管路必须清洁；密封面和螺纹不能有损坏；相互连接的法兰端面或螺纹轴心必须平行、对中，不得借法兰螺栓或管接头强行连接。配管中要注意保护密封面，以保证连接处的气密性。

e. 有拆检及清洗要求的泵体，须对泵进行拆检并编号，用机油清洗后再按编号重新组装。

f. 水泵试车前，先拆除联轴器的螺栓，使电机与机械分离（不可拆除的或不需拆除的例外），盘车应灵活，无阻卡现象。检查完后，再重新连接联轴器并进行校对。打开泵进水阀门，点动电机。叶轮正常后再正式启动电动机，待泵出口压力稳定后，缓慢打开出口阀门调节流量。泵在额定负荷下运行 4 小时后，无异常现象为合格。

g. 管路与泵连接后，如在管路上进行焊接和气割，必须拆下管路或采取必要措施，防止焊渣进入泵内损坏水泵。

⑨ 设备的单机试运行

按出厂技术文件和规范要求进行试运转工作，设备试运转前，对设备及其附属装置进行全面检查，符合要求后方可进行试运转。

A. 相关的电气、管道或其他专业的安装工程已结束，电气假动作已完成，试运转准备工作就绪，现场已清理完毕，人员组织已落实。

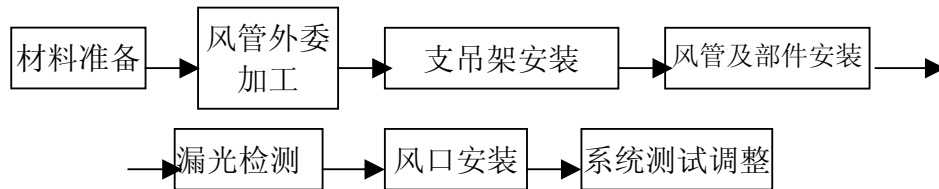
B. 试运转前必须检查电机转向、润滑部位的油脂等情况，直至符合要求。有关保护装置应安全可靠，工作正常。

C. 运转时，附属系统运转正常，压力、流量、温度等均符合设备随机技术文件的规定。

D. 严格按顺序进行运转，即应先无负荷，后负荷；先从部件开始，由部件至组件，由组件到单台设备试运转，然后进行联动试车。泵必须带负荷试车。运转中不应有不正常的声音，密封部位不得有泄露；各固件不得有松动；轴承温升符合设备随机技术文件的规定。

(2) 空调风管安装工程

风管施工主要程序



2) 施工准备

- ① 人员进场后，组织主要施工技术人员熟悉图纸，解决建筑、结构和电气、暖通施工图中的管路走向、坐标、标高与通风管道之间跨越交叉出现的问题。
- ② 组织施工人员学习有关规范和规程，对施工人员进行技术交底；
- ③ 按照总图对预制加工场地进行布置，主要为风管支吊架的预制场地；
- ④ 风管的堆放场地应有防潮、防雨淋及日晒措施，风管两端敞口应进行包扎，防止灰尘进入风管内部。

3) 材料准备

- ① 所使用板材、型钢材料（包括附材）应具有出厂合格证书或质量鉴定文件。
- ② 对进场的复合玻纤风管及无机玻璃钢风管进行检测，其厚度和各项性能应符合设计及规范要求。
- ③ 对进场的风口、风阀进行严格检查，杜绝不合格产品进入施工现场。
- ④ 所有材料进场后要按系统堆放整齐，并作好相应的标识。

4) 风管及部件的制作

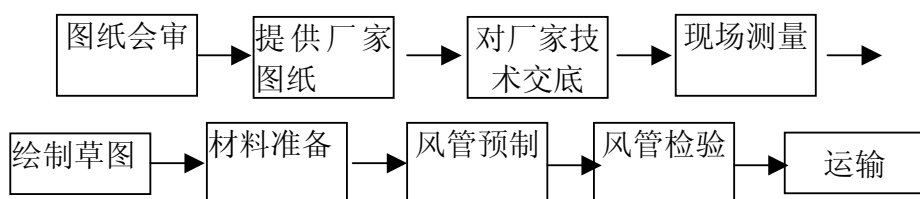
玻纤风管的板材应干燥、平整，板外表面的铝箔隔气保护层应与内芯玻璃纤维材料粘合牢固，内表面应有防纤维脱落的保护层，并应对人体无害。法兰与风管的连接应牢固，并应能防止板材纤维逸出和冷桥。风管表面应平整、两端面平行，无明显凹穴、变形、气泡，铝箔无破损。

无机玻璃钢风管的表面应光洁、无裂纹、无明显反霜和分层现象，法兰与风管应成一整体，并有过渡圆弧，并于风管轴线成直角，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。其他应符合下表要求：（单位 mm）

| 长边尺寸 b | 壁厚 | 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 | 0.4 |
| | | 玻璃纤维布层数 | | | |
| $b \leq 300$ | 2.5~3.5 | 5 | 4 | 8 | 7 |
| $300 < b \leq 500$ | 3.5~4.5 | 7 | 5 | 10 | 8 |
| $500 < b \leq 1000$ | 4.5~5.5 | 8 | 6 | 13 | 9 |
| $1000 < b \leq 1500$ | 5.5~6.5 | 9 | 7 | 14 | 10 |
| $1500 < b \leq 2000$ | 6.5~7.5 | 12 | 8 | 16 | 14 |
| $b > 2000$ | 7.5~8.5 | 14 | 9 | 20 | 16 |

| 风管长边尺寸 b | 法兰规格 (宽×厚) | 连接螺栓 |
|----------------------|------------|------|
| $b \leq 400$ | 30×4 | M8 |
| $400 < b \leq 1000$ | 40×6 | |
| $1000 < b \leq 2000$ | 50×8 | M10 |

风管制作的主要施工程序



② 主要施工方法

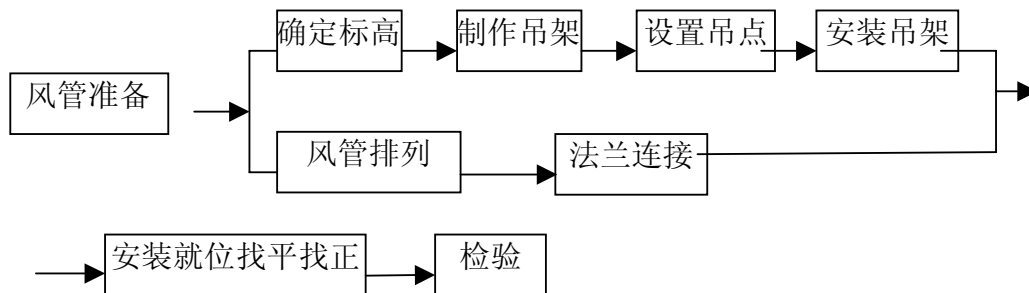
A. 为保证工程质量和施工进度要求，无机玻璃钢风管和玻纤板风管应委托有经验的厂家进行工厂预制。

B. 根据设计精神结合图纸会审内容，提供厂家详细技术要求和一份施工用蓝图。厂家技术人员根据图纸结合现场实际，绘制加工草图。

5) 风管及部件的安装

风管的安装必须服从专用设备的安装。安装前，根据设备图纸进行核对，防止风管安装阻碍专用设备的安装。如果风管安装后，与专用设备安装位置发生冲突，必须及时对风管进行拆除；如果风管安装完后，对专用设备的运输通道、安装空间产生影响的，风管及时拆除后，在专用设备安装完毕后，再对风管进行恢复。

工艺流程：



① 确定标高。按照设计图纸并参照土建基准线找出风管标高。

② 制作支吊架

A. 标高确定后，按照风管系统所在的空间位置，确定风管支、吊架形式。风管支吊架的制作严格按照通风图集《风管支吊架》T616 用料规格和做法制作。

B. 在制作支吊架前，首先要对型钢进行矫正。小型钢一般采用冷矫正，较大的型钢须加热到 900℃ 左右后进行热矫正。矫正的顺序为，先矫正扭曲、后矫正弯曲。

C. 型钢的切断和打孔。型钢的切断使用砂轮切割机切割，使用台钻钻孔。支架的焊缝必须饱满，保证具有足够的承载能力。

D. 全牙吊杆根据风管的安装标高适当截取。露丝不能过长，以丝扣末端不超出托架最低点为准。

③ 支吊架安装

A. 本工程支吊架的固定采用以下几种方法：Ⅰ 膨胀螺栓法。本方法适用于规格较小的风管支吊架的固定。本工程支吊架固定大多数采用此法，通过在楼板、梁柱上打膨胀螺栓固定支吊架。Ⅱ 焊接法。本方法适用于风管规格大，使用膨胀螺栓固定不能满足强度时，采用预埋件焊接固定支吊架。支架固定形式见图 4.2.4 所示。

B. 支吊架安装前，按风管的中心线标高，计算出吊杆的长度，并结合装饰专业，仔细核查风管

安装有无与吊顶“打架”的现象发生。

④ 风管及部件安装前，清除内外杂物及污垢并保持清洁。安装风管时，为安装方便，在条件允许的情况下，尽量在地面上进行连接，复合玻纤风管及无机玻璃钢风管组装长度 6-8m，具体视实际情况而定。

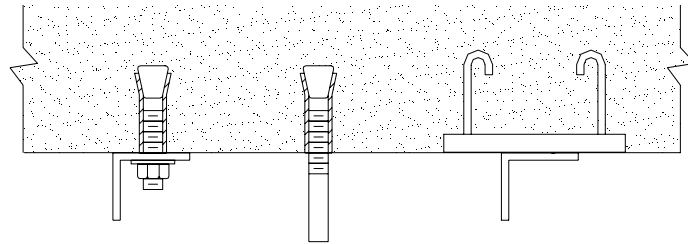
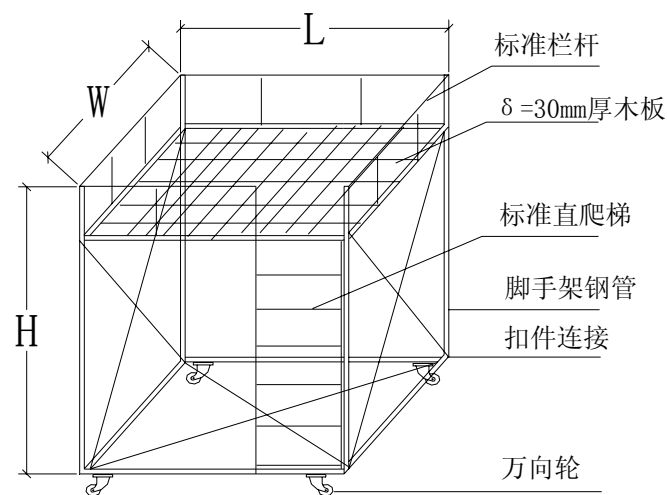


图 4.2.4 支架固定形式示意图

⑤ 风管吊装采用倒链将风管吊装到支架上，对大空间的部位，采用专用液压升降车及万向轮平台对风管进行安装，万向平台如图 4.2.4 所示。对施工空间较狭窄的地方，采用风管分节安装法，将风管分节用绳索或倒链拉到组装式万向轮平台上，然后抬到支架上对正逐节安装。在连接风管时须注意不得将可拆卸的接口装在墙或楼板内。组装式万向轮平台的使用，可以保证便捷、安全、快速地安装风管。



说明：W、H、L的具体尺寸视施工现场的实际情况而定

图 4.2.4 组装式万向轮平台

⑥ 风管法兰垫料按系统进行选用。空调、通风风管可采用闭孔海绵，排烟系统风管可采用石棉橡胶板作为法兰垫料。以上两种垫料具有密封性能好、不透气、不产尘等优点，同时施工也较为方便；法兰垫片厚度为 3~5mm，垫片要与法兰齐平，不得凸入管内，以免增大空气流动阻

力，减少风管的有效面积。

⑦ 紧固法兰螺栓时，用力要均匀，螺母方向一致。风管立管法兰穿螺栓，要从上往下穿，以保护螺纹不被水泥砂浆等破坏。复合玻纤风管所用的螺栓两边应带有平垫片。

⑧ 穿越沉降缝风管之间连接及风管与设备连接的柔性短管采用防火节能软节。在风管与设备连接柔性短管前，风管与设备接口必须已经对正，不得用柔性软管来作变径、偏心。安装柔性短管时应注意松紧要适当，不得扭曲。

⑨ 在安装防火阀前，拆除易熔片。待阀体安装后，检查其弹簧及传动机构是否完好并安装易熔片。防火阀、消音器按正确的方向安装且单独设置支吊架。

⑩ 风管安装完毕后或在暂停施工时，在敞口端用塑料薄膜封堵，以防杂物进入。

6) 风管严密性检测

本工程风管均为低压风管，低压风管进行漏光检测，风管的抽检率为 5%，且抽检不得少于一个系统。

① 风管漏光检测

采用漏光法检测系统，低压系统风管每 10 米接缝，漏光点不得超过 2 处，且 100 米接缝平均不大于 16 处；对中压风管每 10 米接缝，漏光点不得超过 1 处，且 100 米接缝平均不大于 8 处为合格。

A. 本工程通风工程风管在安装完成后，对风管采用漏光法对风管严密程度进行检测。抽检率为 5%。

B. 采用 100W 带保护罩的低压照明灯作漏光检测的光源。白天检测时，光源置于风管外侧；晚上检测时，光源置于风管内侧。

C. 检测光源沿被检测部位与接缝作缓慢移动，在另一侧进行观察。当发现有光线射出，则说明查到明显漏风部位，并做好记录。

D. 系统风管采用分段检测、汇总分析的方法。本工程的风管均属中、低压风管，以每 10m 的接缝漏光点不超过 2 处，且 100m 接缝平均不大于 16 处为合格。

E. 漏光检测中如发现条缝形漏光，则需视不同的漏光部位分别进行处理。如是法兰处，则用拧紧螺栓、更换密封垫方法；如其他部位，则请厂家进行修补或更换该节风管，并重新作漏光测试。

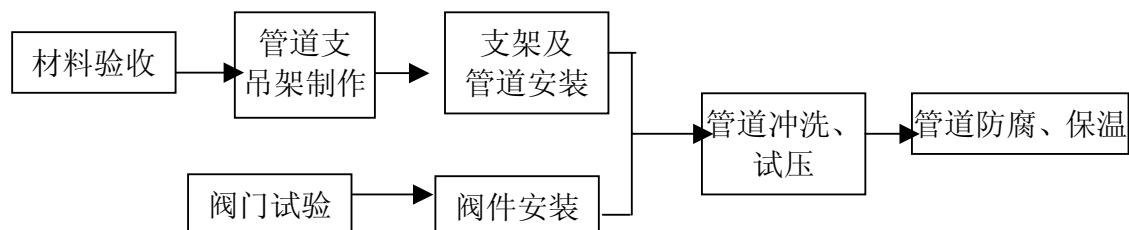
7) 风口安装

- ① 风口到货后，对照图纸核对风口规格尺寸，按系统分开堆放，做好标识，以免安装时弄错。
- ② 安装风口前要仔细对风口进行检查，看风口有无损坏、表面有无划痕等缺陷。凡是有调节、旋转部分的风口要检查活动件是否灵活，叶片是否平直，与边框有无摩擦。对有过滤网的可开启式风口，要检查过滤网有无损坏，开启百叶是否能开关自如。风口安装后应对风口活动件再次进行检查。
- ③ 在安装风口时，注意风口与所在房间内线条一致。尤其当风管暗装时，风口要服从房间线条。吸顶安装的散流器与吊顶平齐。风口安装要确保牢固可靠。
- ④ 为增强整体装饰效果，风口及散流器的安装采用内固定法：从风口侧面用自攻螺钉将其固定在龙骨架或木框上，必要时加设角钢支框。
- ⑤ 成排风口安装时要用水平尺、卷尺等保证其水平度及位置，并用拉线法保证同一排风口/散流器的直线度。
- ⑥ 外墙百叶风口安装时，必须设置防虫网。防止飞虫通过风管进入室内，同时防止飞鸟通过风管进入风机，造成风机叶片的损伤

(3) 空调水管安装工程

本工程空调水包括空调供回水系统、冷凝水系统、蒸汽及凝结水系统。空调供回水管及冷凝水管管径 \leq DN100mm时采用镀锌钢管，丝扣连接；管径 $>$ DN100mm时采用焊接钢管，焊接或法兰连接。蒸汽管及凝结水管采用无缝钢管，焊接连接。

管道安装的主要工序如下：



1) 施工准备

- ① 管道安装前，参与施工的技术人员和操作工人必须认真识读设计图纸及其技术说明文件，明确设计意图，了解设计要求。
- ② 管道技术专业工程师应参加由设计院、业主、监理单位联合组织的图纸会审，从施工操作的

可行性、方便性、安全性提出意见和建议，并接受设计单位技术交底，监理单位工程监理交底，办理图纸会审手续，作为今后施工的重要依据。

③ 管道专业工程师根据设计图纸、工程量大小、工程复杂程度、工程施工和技术难点，以及业主对工程的要求，编制详细的管道专业工程施工方案和重点、难点、关键过程及特殊过程专题施工作业方案，并报监理及业主进行施工方案的会审，使施工方案得到最大程度的优化。方案中尽可能采用新技术、新材料和新工艺缩短工期，提高工程质量。在施工方案中，应明确工程施工的进度计划、质量及安全等方面的要求。

④ 施工前，管道专业工程师根据设计图纸结合施工方案、施工验收规范和图纸会审内容，对参与管道工程施工的现场操作人员进行安全技术交底，并办理管道施工技术交底手续。

⑤ 施工前，会同土建施工单位、建设单位，按设计图纸、管道施工规范验收土建构件、预留孔洞、预埋件、有关的沟槽，办理确认签证手续，为下一步管道的安装打下良好的基础。

⑥ 施工前，按管道工程的机具配置计划，优化配置好各种施工机具，做好施工机具的准备工作。

2) 材料准备

① 采用的型钢、钢板、焊接钢管及管件等材料应使用具有产品合格证或相关质量证明文件的国产品。特别是管材的厚度、椭圆度及外径应满足工程使用条件，且内外表面不应有较严重的锈蚀。

② 型钢及管材表面除锈，可采用磨光机上安装钢丝盘进行电动除锈，除锈应干净、彻底，没有附着不牢的氧化皮。

③ 管道涂刷防锈漆时，用干净的破布擦去管子表面的砂土、油污、水分等，即可刷防锈漆。刷漆时用力要均匀适当，且应反复进行，来回刷涂，不得漏涂、起泡、流挂等。

3) 管道支吊架制作、安装

①管道支、吊架的最大间距(见下表)

管道支架的最大间距

| 公称直径 (mm) | 最大跨度 (m) | 公称直径 (mm) | 最大跨度 (m) |
|-----------|----------|-----------|----------|
| 15 | 2.0 | 125 | 6.0 |
| 20-32 | 2.5 | 150-200 | 7.0 |
| 40-50 | 3.0 | 250 | 8.0 |
| 70-80 | 4.0 | 300 | 8.5 |
| 100 | 4.5 | | |

② 管道支吊架制作前，确定管架标高、位置及支吊架形式，同时与其他专业对图，在允许的情况下，尽可能的采用共用支架。

③ 管道支吊架的固定

砖墙部位以预埋铁方式固定,梁、柱、楼板部位采用膨胀螺栓法固定。支吊架固定的位置尽可能选择固定在梁、柱等部位。

④ 支吊架型钢下料、开孔严禁使用氧—乙炔切割、吹孔，型钢截断必须使用砂轮切割机进行，台钻钻眼。

⑤ 支吊架固定必须牢固，埋入结构内的深度和预埋件焊接必须严格按照设计要求进行。支架横梁必须保持水平，每个支架均与管道接触紧密。

⑥ 支架安装尽可能避开管道焊口，管架离焊口距离必须大于 50mm。

⑦ 固定支架的固定要严格按照设计要求进行，支架必须牢固的固定在构筑物或专设的结构上。

⑧ 大直径管道上的阀门设置专用支架支撑，不能让管道承受阀体的重量。

⑨ 空调供回水、冷凝水管道的支吊架与钢管间采用木托绝热，木托中间空隙必须填实，不留空隙。木托加工完后必须进行防腐处理。如图 4.2.8 所示。

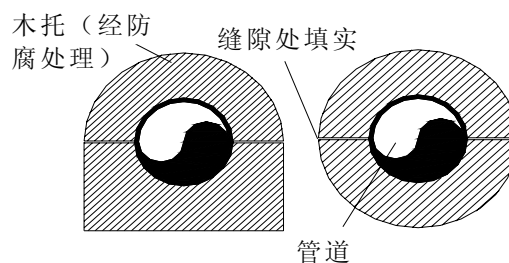


图 4.2.8 空调供回水、冷凝水管道的支吊架木托安装

4) 管道及阀件的安装

① 管道安装的基本流程

A.管道安装的基本原则：先大管，后小管；先主管，后支管。

B.电弧焊连接的管道在放样划线的基础上按矫正管材、切割下料、坡口、组对、焊接、清理焊渣等工序进行施工。

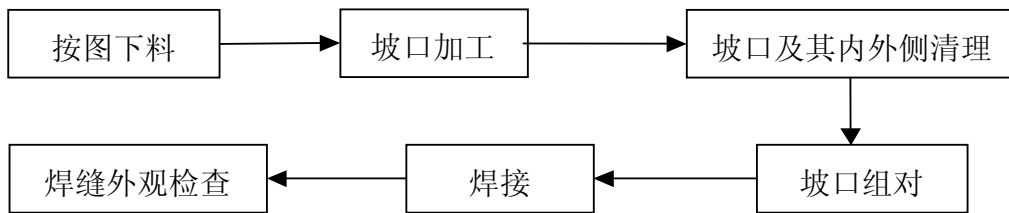
C.螺纹连接的管道按矫正管材、切割下料、套丝、连接、清理填料等工序进行施工。

② 管道材质

空调供回水管及冷凝水管管径 \leq DN100mm 时采用镀锌钢管；管径 $>$ DN100mm 时采用焊接钢管。蒸汽管及凝结水管采用无缝钢管。

③ 管道安装方法

A. 无缝钢管及焊接钢管采用焊接。管道焊接施工工序如下：



a. 坡口加工及清理

无缝钢管的切割坡口一般采用氧-乙炔焰气割，气割完成后，用锉刀清除干净管口氧化铁，用磨光机将影响焊接质量的凹凸不平处削磨平整。小直径管道尽量采用砂轮切割机 and 手提式电动切管机进行切割，然后用磨光机进行管口坡口。管道坡口采用 V 型坡口，坡口用机械加工或砂轮机打磨，做到光滑、平整。对坡口两侧 20mm 范围内将油污，铁锈和水份去除，且保证露出金属光泽，保证坡口表面不得有裂纹、夹层等缺陷，并清除坡口内外侧污物。焊接坡口形式如图 4.2.9 所示。

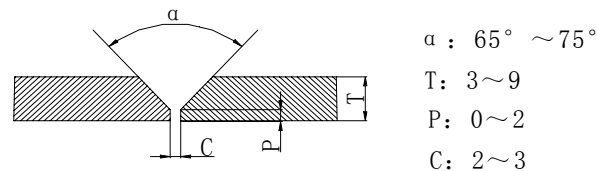


图 4.2.9 焊接坡口形式示意图

b. 焊条、焊剂使用前应按说明书进行烘干，并在使用过程中保持干燥。焊条药皮无脱落和显著裂纹。

c. 焊前管口组对

管口组对采用专用的组对工具，以确保管子的平直度和对口平齐度。管道对接焊口的组对必须做到内壁齐平，内壁错边量绝对不可超标；管子组对点固，应由焊接同一管子的焊工进行，点固用的焊条或焊丝应与正式焊接所用的相同，点焊长度为 10~15mm，高度为 2~4mm，且应超过管壁厚的 2/3；管道焊缝表面不得裂缝、气孔、夹渣等缺陷；管子、管件组对点固时，应保

持焊接区域不受恶劣环境条件（风、雨）的影响；

d. 管道焊接

焊接施工必须严格按焊接作业指导书的规定进行；焊接设备使用前必须进行安全性能与使用性能试验，不合格设备严禁进入施工现场；焊接过程中做好自检与互检工作，做好焊接质量的过程控制。

管道焊接采用手工电弧焊，焊条在使用前放入焊条烘干箱在 $100^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘焙 1~2 小时，并且保证焊条表面无油污等。焊接中注意引弧和收弧质量，收弧处确保弧坑填满，防止弧坑火口裂纹，多层焊做到层间接头错开。每条焊缝尽可能做到一次焊完，因故被迫中断时，及时采取防裂措施，确认无裂纹后方可继续施焊。

管道连接时，不得强力对口，尤其与设备连接部分当松开螺栓时，对口部分应处于正确的位置。

管道上的对接焊口或法兰接口必须避免与支、吊架重合。水平管段上的阀件，手轮应朝上安装，只有在特殊情况下，不能朝上安装时，方可朝侧面安装，严禁朝下安装。管道上的仪表取源部件的开孔和焊接应在管道安装前进行。

焊缝表面的焊渣必须清理干净，进行外观质量检查，看是否有气孔、裂纹、夹杂等焊接缺陷。如存在缺陷必须及时进行返修，并作好返修记录。

e. 冷冻水管道在穿越沉降缝时必须使用波纹伸缩器，以避免结构沉降造成的管道接口损坏渗漏。

B. 镀锌钢管的安装

本工程中工程空调供回水及冷凝水管直径 $\text{DN}\leq 100\text{mm}$ 采用镀锌钢管，镀锌钢管均采用机械套丝，管子套丝后螺纹应规整，如有短线或缺丝，不得大于螺纹全扣数的 10%。

管道螺纹连接时，在管子的外端与管件或阀件的內螺纹之间加适当填料，填料一般采用油麻丝和白厚漆或生胶带；安装螺纹零件时，应按旋紧方向一次装好，不得倒回。安装后，露出 2~3 牙螺纹，并清除剩余填料。

管道连接后，把挤到螺纹外面的填料清理干净，填料不得挤入管腔，以免阻塞管路，同时对裸露螺纹部分进行防腐处理。

冷凝水管安装时，水平管注意坡向排水口，坡度大于等于 1.0%。冷凝水管的软管与水环热泵机组连接时，连接要牢固，不得有瘪管和强扭。“U”水封高度应根据机组余压进行确定。

冷凝水管采用“U”形管卡时，管卡与管子之间必须垫置橡胶垫，以免造成冷桥产生凝结水。

5) 阀门及法兰安装

- ① 螺纹或法兰连接的阀门，必须在关闭情况下进行安装，同时根据介质流向确定阀门安装方向。
- ② 水平管段上的阀门，手轮应朝上安装，特殊情况下，也可水平安装。
- ③ 阀门与法兰一起安装时，如属水平管道，其螺栓孔应分布在垂直中心的左右，如属垂直管道，其螺栓孔应分布于最方便操作的地方。
- ④ 阀门与法兰组对时，严禁用槌或其他工具敲击其密封面或阀件，焊接时应防止引弧损坏法兰密封面。
- ⑤ 阀门的操作机构和传动装置应动作灵活，指示准确，无卡涩现象。
- ⑥ 阀门的安装高度和位置应便于检修，高度一般为 1.2m，当阀门中心与地面距离达 1.8m 时，宜集中布置，并设置操作平台。管道上阀门手轮的净间距不应小于 100mm。
- ⑦ 调节阀应垂直安装在水平管道上，两侧设置隔断阀，并设旁通管。在管道压力试验前宜先设置相同长度的临时短管，压力试验合格后正式安装。
- ⑧ 阀门安装完毕后，应妥善保管，不得任意开闭阀门，如交叉作业时，应加防护罩。
- ⑨ 法兰连接应保持同轴性，其螺栓孔中心偏差不得超过孔径的 5%，并保证螺栓自由牵引。
- ⑩ 法兰连接应使用同一规格的螺栓，安装方向一致，紧固螺栓应对称，用力均匀，松紧适度。

6) 管道的试压及冲洗

空调供回水管及凝结水管采用自来水进行管道试压，冷凝水管采用自来水进行灌水试验。冲洗、试压前一周，根据现场情况，编制冲洗、试压作业指导书，明确水源，排放点等关键环节。

① 管道水压试验

- A. 管道系统在试压前，按设计施工图进行核对。对支架是否牢固，管线是否为封闭系统等有可能对试压造成影响的环节进行检查。
- B. 安装试压临时管线、试压仪表及设备。在系统最高点设置放空装置，最低点设置排污装置，对不能参与试压的设备与阀件，加以隔离。
- C. 系统注水过程中组织人员认真检查，对发现的问题及时处理。

D. 系统试压时，压力应缓慢上升，如发现问题，立即泄压，不得带压修理。

E. 当压力达到强度试验压力时（工作压力的 1.5 倍），稳压 10 分钟，作全面检查。以管线不变形，降压不大于 0.02mpa 为合格。压力降至工作压力作严密性试验，稳压 30 分钟，以无压降、无渗漏为合格。

F. 管道系统试压合格后，及时排除管内积水，拆除盲板、堵头等，按施工图恢复系统，并及时填写《管道系统试压记录》。

② 管道灌水试验

空调系统冷凝水管在安装完成后必须先进行灌水试验。灌水试验前，必须逐台检查水环热泵机组的通水情况。如空调供回水管管网中有水，则拧开水环热泵机组上的排气阀放水至集水盘中，检查管路是否通畅；如空调供回水管管网中无水，则由水源引水注入水环热泵机组的集水盘中，检查管路排水情况。水环热泵机组的通水试验完成后，开始进行系统灌水试验，灌水试验前先根据各系统的实际情况确定管路的注水点，一般设置在系统高处，系统灌水前，先将管路排放点的管口进行塞堵，再往系统内缓慢注水，同时派人沿管路进行巡视，看是否出现渗漏或较低处的水环热泵机组冒水。系统满水 15min 后，再灌满延续 5min，以液面不下降为合格。

③ 管道的冲洗

本工程空调供回水管道系统的冲洗步骤如下：

A. 先将空调水系统中各设备（包括水环热泵机组）进出口阀门关闭，开启旁通阀，采用干净自来水对管网进行灌水直至系统灌满水为止，开启系统最低处的阀门，进行排污。反复多次，直至系统无脏物。

B. 管道系统无脏物排出后，再次注入自来水，将管网灌满水，然后开启循环水泵，使水在管网中循环多次后关闭水泵，将系统内水排净，对系统内的水过滤器进行清洗。

C. 确认管网清洁后，重新灌水，并对管网加药，保持管网满水，以防管网内管道重新锈蚀。如果在冬季，必须根据天气条件决定管网中水是否进行排放，如气温较低，应将管网内水排放干净或采取相应的防冻措施，以防管道冻裂。

D. 冲洗合格后，及时填写《管道系统冲洗记录》。

7) 管道保温

本工程空调供回水及冷凝水系统管道保温采用酚醛树脂泡沫管壳进行保温，厚度为 25mm；蒸汽管及凝结水管采用离心玻璃棉管壳保温，厚度为 50mm。

- ① 在进行保温施工之前，必须检查管道系统，应满足以下要求：管道系统试压完毕；绝热用固定件、支吊架、紧固螺栓等已安装完毕；管道表面无污物并按规定涂刷完防腐油漆；保温材料干燥。
- ② 安装酚醛树脂管壳时，核对管壳的规格与需保温的管道规格是否一致，严禁采用与管道规格不相符的管壳进行保温。对阀门、三通、弯头等复杂形状的管件保温采用现场发泡。
- ③ 管壳安装时，注意管壳得纵横缝必须错缝搭接，不能有通缝，纵向缝不要设置在管低和管顶的中心垂线上。管壳与管壳间的环缝应尽量减少间隙。

3. 施工主要难点及解决办法

(1) 施工面积大，给通风空调安装工程的现场施工管理带来一定的困难。这就需要对设计图纸消化吸收，及时解决图纸问题，施工进度计划安排合理，对现场劳动力、施工机具设备的配置要合理等因素的综合组织协调能力。

(2) 考虑到该体育场作为比赛场所，同时又要承担各种公益活动。若场内噪音较大，不仅影响比赛和演出效果，而且会使观众烦躁不安，影响公众秩序，同时对运动员的水平发挥也有较大影响。因此不仅要求风管的制作、安装质量高，风口及消声装置安装的好坏更是至关重要。

(3) 风管工程量大，时间紧，由于风管采用保温复合玻纤风管和无机玻璃钢风管，需要集中在厂家进行预制，这就需要专业技术人员吃透图纸，提供准确的有关预制的各项数据。另外风管从厂家到施工现场存在二次运输问题，时间紧，需要项目部协调解决好，以免影响施工工期。同时在室内安装与相关专业交差作业（如电气、火灾报警、装饰吊顶、给排水），这就更加要求我们要合理安排布置，相关专业要组织协调好，以免在施工过程中发生冲突。

(4) 水环热泵机组及通风机单台重量较大，且数量众多，吊装及安装比较复杂。必须采取有效保护措施，防止设备坠落。

4. 技术复核项目及方法

- (1) 项目专业技术人员组织施工班组作完预检后，由项目技术负责人组织复核。
- (2) 利用水准仪复核设备基础的标高、轴线。
- (3) 对空调水管道、通风管道的标高、坡度进行复核。
- (4) 对设备的水平度、垂直度进行复核。

5. 工程防护内容及方法

- (1) 项目部成立“工程防护小组”对材料、设备、成品、半成品等做好防护工作。
- (2) 处于施工期间的半成品和材料的防护由相应的施工班组负责，施工现场和已完工程的防护

由项目部负责。

(3) 设立专用仓库保存贵重的仪器仪表，对于风管要采取防潮防污染措施。

三.主要资源需用计划

1.劳动力配备计划

管工：16 人

焊工：8 人

风管安装工：40 人

保温工：10 人

钳工：4 人

力工：20 人

调试工：4 人

2.施工机械设备配备计划

电焊机：8 台

倒链：4 台（1 吨）

2 台（2 吨）

2 台（5 吨）

液压小车：4 台

试压泵：1 台（电动）

1 台（手动）

套丝机：4 台

台钻：8 台

阀门试压工具：1 套

管道滚压开槽机：2 台

卷扬机：1 台

3.监视和测量装置配备计划

钢卷尺：10 把

水平尺：6 把

水准仪：1 台

游标卡尺：1 把

焊接检验尺：1 把

分贝计：1 台

风速仪：1 台

皮托管：1 只

倾斜微压计：1 台

四.进度计划及工期保证措施

1.进度计划见附表

2.工期保证措施

(1) 安装工程要做好“三个配合协调”，即前期配合土建、中期安装各专业协调施工、后期与装饰工程及工艺设备配合好施工，确保本专业工程施工进度目标的实现。

(2) 项目部由项目经理牵头，项目副经理主抓，成立有各专业施工员、物资供应科、经营财务科、质量安全科、各队队长参加的工程调度小组，统一协调和土建、装饰单位以及安装各专业之间的交叉施工，加强和业主的联系，确保工期。

(3) 本工程单层施工面大，项目部按总进度计划，分阶段、分施工区、分专业进行控制，采用大流水的施工方法，安排好施工，加大劳动力、机械设备投入，科学管理和先进技术相结合，提高工程进度。

(4) 采用劳动竞赛等形式，充分调动职工的积极性，营造大干气氛。

(5) 做好各项施工前的准备工作，认真熟悉图纸，做好图纸会审、技术交底工作，积极磋商各专业之间的图纸问题，预先安排好计划，为顺利施工做好准备。

(6) 建立生产例会制度，在总体进度安排下，控制季度、月、周作业计划，对于存在的问题及时分析处理，确保周计划的实现来确保月计划的完成，确保月计划的实现来确保季度、年计划的完成，以期确保总进度计划。

(7) 提前落实材料、半成品及成品的计划、检查、运输等工作，组织好机具、配件的外委加工，不得因材料、半成品、成品供应不及时或质量不合格而影响施工进度。

(8) 积极和土建施工单位配合，做好预留、预埋工作，各工序互相间创造条件，确保工序按计划进行。

(9) 采用新技术、新工艺、新设备，发挥“科技是第一生产力”，加快工程进度。

五.质量、安全的要求及环境影响

1. 安全要求

(1) 严格贯彻“安全第一，预防为主”的方针，加强项目法施工的标准化、规范化管理。

(2) 施工队长在每日上班前要针对当天的施工任务特点对进入现场的各班

组成员做好安全生产交底，不得让有生理、心理问题的人员进入施工现场。施工队长要领导施工队成员认真遵守安全生产规程制度和有关安全生产指示，根据本队人员的技术、体力等情况合理安排工作，做好安全交底，对本队人员在生产中的安全健康负责。

(3) 施工队长要经常检查所管人员及现场的安全生产情况，发现问题及时解决、及时上报。对现场存在的安全隐患认真分析并采取有效的防范措施。

(4) 参加本工程施工的工人要认真学习、严格执行安全技术操作规程，遵守安全生产规章制度；要维护一切安全生产设施和防护用具，做到正确使用，不得私自拆改；积极参加安全活动，认真执行安全交底，不得违章作业，服从安全人员的指挥、管理；要发扬团结友爱精神，在安全生产方面做到相互帮助、互相监督；进入现场要戴好安全帽，高空作业要系好安全带；对不安全作业要积极提出意见，并有权拒绝违章指挥。进入施工现场要牢记“三不伤害”，不伤害自己，不伤害他人，不被他人伤害。

(5) 发生因工伤亡，未遂事故及时组织抢救，保护现场，并立即上报。

(6) 夏季气候炎热，高温持续时间较长，因此，夏季施工要合理调整作息时间，避开中午高温时间，严格控制加班加点，适当缩短高处作业人员的作业时间，保证工人有充足的休息和睡眠。夏季作业要及时供应合乎卫生要求的茶水、清凉含盐饮料、绿豆汤等。高温、高处作业的工人要经常做健康检查，发现有作业禁忌症者应及时调离高温和高处作业岗位。夏季作业着装要整齐，严禁打赤膊，严禁穿镂空凉、拖鞋进入施工现场。

(7) 冬季施工要做好防风、防火、防滑、防冻工作。冬季施工要穿防滑鞋，对斜道、通道、爬梯等作业面上的霜冻、冰块，积雪要及时清除。雨期进行作业，主要做好防触电、防雷击和防台风工作。配电箱必须防雨、防水，电器布置符合规定，电器元件不应破损，严禁带电明露。机电设备的金属外壳必须有可靠的接地接零保护。使用手持电动工具和机械设备时必须安装合格的漏电保护器。

(8) 夜间、黑暗环境中作业要有充足的照明，加班作业要在人体疲劳承受范围内并做好保护监督工作。

(9) 立体交叉作业时必须采取有效的防护措施，并设专人监护。

(10) 机电设备必须定期检查，保证工况良好，不得带病运转。

(11) 机电设备、器具必须有完整的接零、接地保护，机电设备搬运、移动、维修时必须切断电源。

(12) 机电设备、器具必须由熟悉设备、器具操作规程的专人操作，不得交给不懂操作规程的他人使用。特殊工种必须持证上岗，并严格遵守作业规范。

(13) 现场临时用电必须将动力用电和照明用电分开（即“两极供电”）；临时用电必须在总配电箱按相应的用电负荷设一级漏电保护开关，在各用电点的分箱必须按相应的用电负荷设二级漏电保护开关，末端的用电设备必须有完整的接零、接地保护（即“三级保护”）。

(14) 现场临时电必须由专业电工负责，其它人员不得私拉乱接。有关用电问题均由负责临时用电的专业电工安排解决。

(15) 施工现场注意防火。有火灾危险的材料仓库、作业现场必须配备一定数量的干粉灭火器，灭火器必须在有效的使用检查期限内。

(16) 电焊、气割作业必须持证上岗，并严格遵守本工种的安全防火规定。

(17) 禁止在本工程现场使用液化石油气“钢瓶”和乙炔发生器作业。

(18) 设备吊装注意事项

a. 搬运过程中，要注意对设备进行保护。设备吊装时，吊装的绳索必须挂在设备的专用吊环上，不得将绳索捆绑在设备机壳、轴承及接管上。与设备机壳接触的绳索，在棱角处垫上柔软材料，防止磨损机壳及绳索被切断。

b. 施工中注意防电，索具应远离电线。不能远离的，要对机索具采取有效的保护措施。

c. 设备从地面向楼层上及向地下室吊装作业，必须在白天进行。吊装时做到信号明确统一。信号不明确不许作业。

d. 进入施工现场应穿戴好安全防护用品。

e. 每件设备必须试吊，试吊离开地面 100mm，经确认吊装无异常后方可进行正式起吊。卷扬机圈筒上钢丝绳至少保留 5 圈，钢丝绳绳头应严格嵌固。

f. 遇有四级以上大风、雨天、雾天，禁止进行吊装作业。为防止设备在空中打转，在设备两端设两根白棕绳牵制。

g. 施工作业区要做好安全防护，地面要设安全警戒区，并设专人看管。

h. 在楼面上或梁、柱处的受力点部位要采取安全保护措施，经负荷计算后，对单位面积允许荷载较小的楼板一律用型钢和铺设钢板进行加固，凡钢丝绳捆绑梁柱要用木板保护。

2. 质量要求

(1) 所有进场施工人员都必须在充分理解图纸设计意图的前提下开展施工作业，坚决不允许自以为是，盲目作业。

(2) 所有进场施工人员都必须经过项目部专职质量安全员的质量安全教育，强化质量责任意识，严格执行工程质量要求；认真学习操作规程，特别要在实践中对照质量标准，严格自我要求。

(3) 施工机具配置必须充分满足各阶段、各分项施工的需要。

(4) 对现场施工设备及机具进行定期检查、维修，消除客观质量隐患。设备、机具在每次使用前都必须做性能试验，不符合使用要求不得使用。不因设备、机具故障引发不合格质量问题。

(5) 做好施工质量的全过程控制，抓好施工过程中的工序管理。每一道工序都要严格把关，做到自检、互检、交接检，特别要注重隐蔽工程的检查验收。施工过程中边操作，边检查，及时发现问题，

及时纠正，并由专职质量安全员按《建设工程质量检验评定统一标准》核定质量等级，严格质量把关，坚决做到上道工序达不到设计和规范要求下道工序不许施工，道道把关、层层落实，把工程质量问题消灭在施工过程中。

(6) 实行分部、分项“样板开路”，所有工序，所有子分部、分项工程都必须先做样板，并总结经验教训，在得到监理单位和业主认可后方可批量施工，全面推进。

(7) 严格执行“合理省工省料，不留任何隐患”的原则，任何人都不得一味追求降低成本而忽视工程质量。

(8) 强化“从头抓、从严管，周密安排、精心施工”的理念，严格质量管理和保证责任，严格落实质量责任到个人，主动接受政府质量行政主管部门的监督检查。

3. 环境要求

- (1) 现场要采取防尘措施。
- (2) 工完场清，各种废料按类堆放，集中处理。
- (3) 控制现场噪声，对于噪声大的设备进行修理或更换。
- (4) 现场废水要集中排放到指定地点。

六. 所用的规范及标准目录

1. 通风与空调工程施工质量验收规范 GB50243-2002
2. 建筑工程施工质量验收统一标准 GB50300-2001

七. 交工资料目录

1. 施工技术交底记录
2. 通风空调工程概况表
3. 通风空调工程施工现场质量管理记录
4. 通风空调分部工程质量验收记录
5. 通风空调分部工程质量控制资料核查记录
6. 通风空调工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录
7. 通风与空调观感质量验收检查记录
8. 通风与空调工程材料、设备出厂合格证及进场检验报告汇总表
9. 设备进场验收记录
10. 设备基础验收记录
11. 隐蔽工程验收记录
12. 风管系统漏光检验记录
13. 水系统管道强度检验记录
14. 水系统管道冲（吹）洗记录

15. 冷凝水管道通水试验记录
16. 设备单机试运转记录
17. 阀门试验记录
18. 通风与空调子分部工程质量验收记录
19. 分项工程质量验收记录
20. 检验批质量验收记录

八. 检验批的划分

| 子分部工程 | 分 项 工 程 | 检 验 批 | 备 注 |
|-------|--------------|--------------|------------|
| 送排风系统 | 风管与配件制作 | 风管与配件制作 | 一个系统为一检验批 |
| | 消声器制作与安装 | 消声器制作与安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 风管系统安装 | 风管系统安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 通风机安装 | 通风机安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 系统调试 | 系统调试 | 一个系统为一检验批 |
| 防排烟系统 | 风管与配件制作 | 风管与配件制作 | 一个系统为一检验批 |
| | 风管系统安装 | 风管系统安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 风机与空气处理设备安装 | 风机与空气处理设备安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 排烟风口常闭正压风口安装 | 排烟风口常闭正压风口安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 消声器制作与安装 | 消声器制作与安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 系统调试 | 系统调试 | 一个系统为一检验批 |
| 空调系统 | 风管与配件制作 | 风管与配件制作 | 一个系统为一检验批 |
| | 风管系统安装 | 风管系统安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 风机与空气处理设备安装 | 风机与空气处理设备安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 消声设备制作与安装 | 消声设备制作与安装 | 一个系统为一检验批 |
| | 系统调试 | 系统调试 | 一个系统为一检验批 |
| | 冷热水管道系统安装 | 冷热水管道系统安装 | 分层分系统为一检验批 |

| | | | |
|-------|-------------|-------------|------------|
| 空调水系统 | 冷凝水管道系统安装 | 冷凝水管道系统安装 | 分层分系统为一检验批 |
| | 阀门和部件安装 | 阀门和部件安装 | 分层分系统为一检验批 |
| | 水泵及附属设备安装 | 水泵及附属设备安装 | 分层分系统为一检验批 |
| | 管道与设备的防腐与绝热 | 管道与设备的防腐与绝热 | 分层分系统为一检验批 |
| | 系统调试 | 系统调试 | 一个系统为一检验批 |