

4-5 装配式工业厂房

4-5-1 单层厂房结构构件吊装

4-5-1-1 柱子吊装

柱子吊装的施工过程包括绑扎、起吊、就位、临时固定、校正和最后固定等工序。

1. 绑扎

绑扎柱子主要用吊索和卡环。为使柱子在高空脱钩方便,尽可能采用半自动卡环,但重量太大时,仍应用丝扣卡环。为使柱子在高空脱钩方便,尽可能采用半自动卡环,但重量太大时,仍应用丝扣卡环。

柱子绑扎点数目和位置,视柱子的外形、长度、配筋和起重机性能而定。一般中小型柱子(重 12t 左右或长 10m 左右)可以绑扎一点,重型柱子或配筋少的细长柱子(如抗风柱),为防止起吊过程中柱身出现裂缝,需要绑扎 2 点。

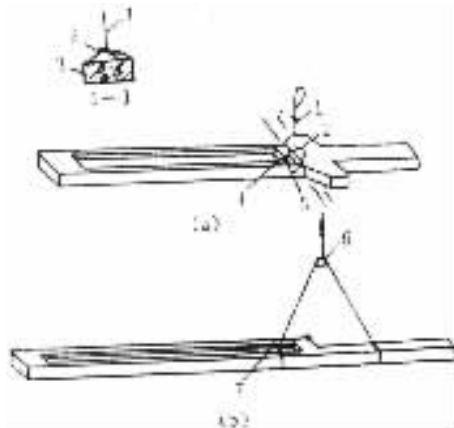


图 4-5-1 斜吊绑扎法

(a)一点绑扎 (b)两点绑扎

1. 吊索 2. 活络卡环 3. 柱子 4. 棕绳
5. 铅丝 6. 滑车 7. 方木(或木板垫木)

要特别注意的是,柱子吊装过程的受力状况与使用时(设计)的受力状况完全不同,即

由轴心受压或偏心受压改变为受弯。因此,对绑扎点数目和位置必须经过验算。应符合设计规范对强度和裂缝的要求。

一点绑扎时,对于矩形截面,绑扎位置常选在牛腿下;对于工字形截面(或双肢柱),绑扎点应选在实心处(或有平腹杆处),否则应在绑扎位置用方木垫实。见图 4-5-1

使用卡环图 4-5-1 要注意在吊索收紧和钢丝绳受力时,肖轴可能被拉紧的钢丝绳带动而旋转移出。所以,肖轴受力旋转方向要和肖轴拧紧方向一致。

当用半自动卡环时,应注意使半自动卡环的肖轴尾部系拉绳的一端朝向地面,以便于解脱钢丝绳。

柱子吊装常用的绑扎方法有:

(1) 斜吊绑扎法

当柱子的宽面抗弯能力满足吊装要时,或从操作上不一定要要求柱子保持直立状态时,可采用斜吊法。见图 4-5-2。

这种方法的优点是:

①直接由平卧状态起吊,不用翻身,也不用铁扁担,操作简便。

②吊索在柱子宽面一侧,吊钩可低于柱顶。

缺点是:

①一根钢丝绳受力。

②柱身倾斜,入杯口和对正底线稍困难。

(2) 直吊绑扎法

当柱子宽面抗弯强度不足或吊装过程需保持柱子垂直状态时,可采用直吊绑扎法。这种方法是 用 2 根吊索从柱子两个宽面分别绑住卡环,再用铁扁担相连。起吊后,铁扁担跨于柱顶上,柱子就呈直立状态。但它需要较高的起重高度。

(3) 两点绑扎法当柱身较长,采用一点绑扎柱身抗弯能力不足时,可用 2 点绑扎。

要选好吊点,穿过滑轮使合力(吊钩位置)铅垂线在柱子重心位置以上,才能在起吊后柱身自行转为直立状态。

2. 起吊

用起重机将平卧在地面上的柱子吊起,并安置到设计位置。一般要根据柱子的重量、长度、起重机的性能和现场条件选定起重机械。重型柱子有时要用 2 台起重机抬吊。

采用单机起吊时,一般有两种方法:

(1) 旋转法(见图 4-5-3)

这种方法是使起重机边起钩、边回转起重杆,将柱子绕柱脚旋转吊起,插入杯口。

为了使起重杆在起吊过程中不起伏,保持一定的回转半径,在预制或堆放柱子时,应使柱子的绑扎点、柱脚中心和杯口中心三点共在一个圆弧上,圆心就是起重机的旋转中心,半径就是由圆心到绑扎点的距离(图 4-5-3a)。

布置时,应使柱脚尽量靠近杯口。若条件限制,不能布置成三点共圆时,也可采取绑扎点与杯口或柱脚与杯口中心两点共弧,这时就要改变回转半径,起重杆要起伏,工效较低。

(2) 滑行法(见图 4-5-4)

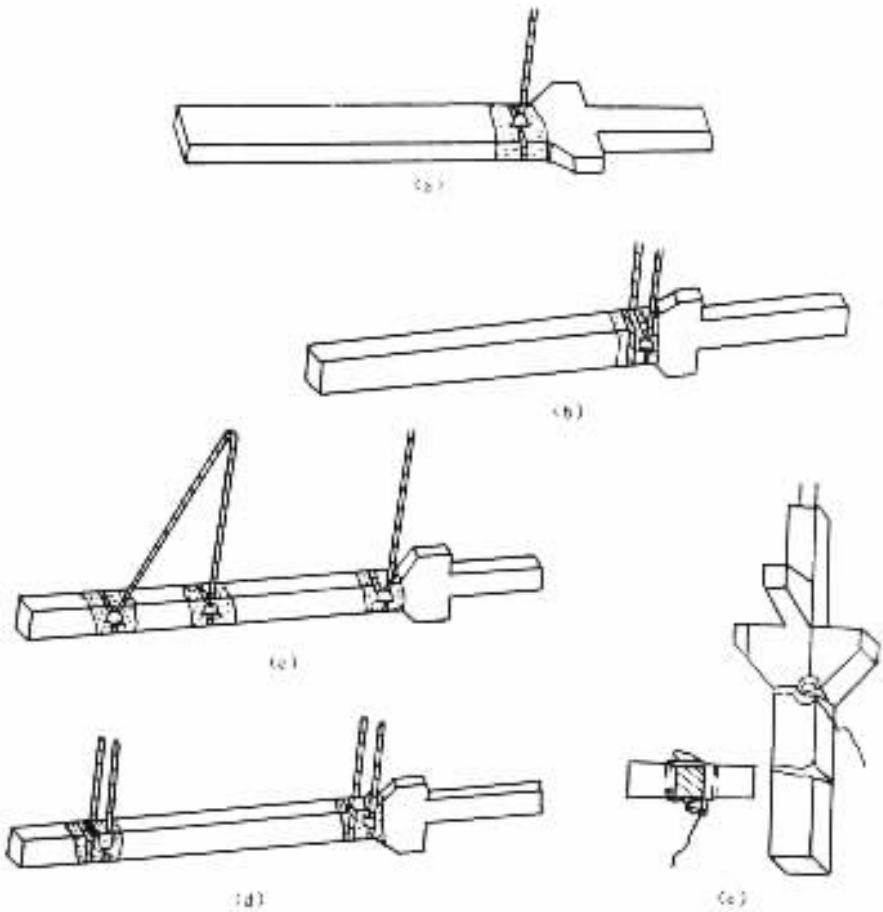


图 4-5-2 柱子绑扎方法示意图

(a)点绑扎斜吊 (b)点绑扎正吊 (c)三点绑扎双机抬吊 (d)两点绑扎双机抬吊
(e)三面牛腿绑扎方法

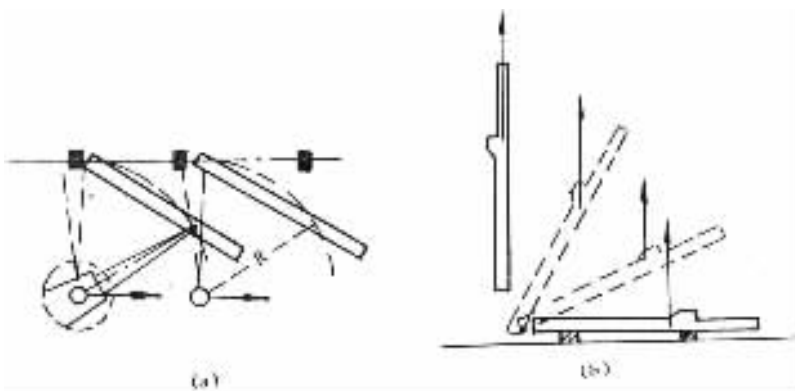


图 4-5-3 旋转法吊柱

(a)平面布置 (b)旋转过程

起吊时, 起重机只升吊钩, 起重杆不动, 使柱子沿地面滑行, 逐渐直立, 然后插入杯口。

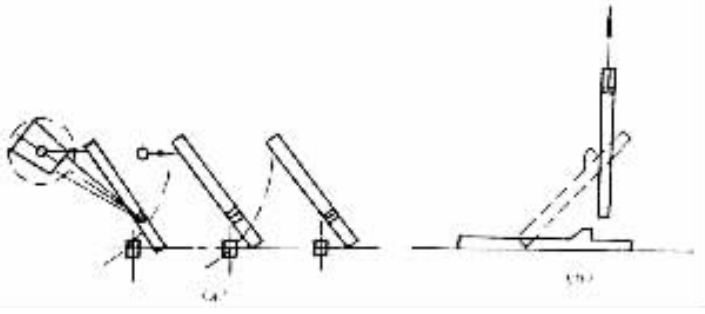


图 4-5-4 滑行法吊柱
(a)平面布置 (b)滑行过程

采用这种方法时,柱子的绑扎点应布置在杯口附近,并与杯口中心共弧,以便将柱子吊离地面后,稍转动吊杆,即可就位。为减少滑行时柱脚与地面的摩阻力,需在柱脚下设置滚托。

滑行法缺点较多,主要是柱身易受震动,尤其刹车时,浪费滑行材料、费事。一般用于柱子较重、较长、起重机在安全荷载下的回转半径不够时,或现场狭窄,无法按旋转法排放时,才采用。

双机抬吊由于不可能两机同时施转,更不能一转一停,所以必须用滑行法。为了减少震动和摩阻力,可用另一台起重机递送。

3. 就位和临时固定

柱脚插入杯口后,使柱脚悬离杯底 5cm 左右,用 8 个楔子(每边 2 个)放入杯口,如图 4-5-5,用撬棍使柱子中心线对准杯口中心线,并使柱子基本垂直,即可下落,使柱脚落实到杯底。再复查对线,随后打紧楔子(柱身与杯口之间空隙大时,应加垫板,不得用 2 个楔子叠合使用),即可松吊钩。

当柱子较重,起重机起吊时仰角很大,起重机卸钩后,前轻后重,容易使起重机向后倾倒,所以松钩前应先落臂杆,再落吊钩,以保持机身稳定。

柱子的临时固定见图 4-5-5。

4. 校正

柱子是厂房建筑的重要构件,安装质量直接影响与其他构件(吊车梁、柱间支撑、屋架)的连接及整个厂房质量。因此,必须重视和认真做好柱子的校正工作。

校正的目的是使柱子的平面位置与垂直度都达到施工验收规范的要求,实现设计所要求的轴线位置。

关于柱子的平面位置,在临时固定时,已对准了安装中心线。若柱子倾斜度较大,在校正垂直度时,安装中心线可能有偏移,应用敲打楔子的方法(一侧稍松,一侧打紧,另两侧必须卡牢)进行校正。

柱子垂直度的观测方法,是用 2 台经纬仪从柱子相邻两面来观测中心线是否垂直。测出的偏差大于规定数值时,应进行校正。校正采用支顶柱子的方法,使柱子由倾斜变为垂直。支顶校正的方法有:

- (1)杉槁(方木)支顶法,适用于较小、较轻的柱子。
- (2)缆风斜拉法,适用于较长的柱子。
- (3)千斤顶支顶法,适用于较重的柱子。

支顶时,要略微松开一侧的楔子(千万不能太松,更不能取走),慢慢地支顶,但不要用力过猛。同时,用经纬仪观测,直至还差3~5mm时支顶停止(因为可能有惯性)。这时把8个楔子全部打紧,再行观测,尽可能达到±0。

5. 最后固定

校正好的柱子,要及时在杯口内浇灌细石混凝土,以防止刮风、气温变化或楔子被碰,使柱子产生偏斜。

浇灌混凝土前,应将杯口内的木块、土块、杂物清除干净,震捣时不要碰动楔子。

混凝土要分2次浇灌。第一次浇到楔子下端,当混凝土强度达到设计强度的25%时,即可拔出楔子,第二次将杯口灌满。

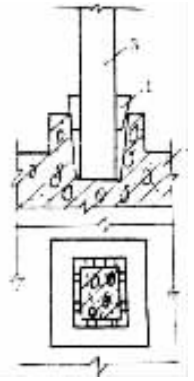


图4-5-5 柱的临时固定
1—楔子 2—基础 3—柱子

4-5-1-2 吊车梁的安装

吊车梁的安装,必须在柱子杯口第二次浇灌混凝土的强度达到70%以后进行。

吊车梁的安装工序为绑扎、起吊、就位、校正和最后固定。

1. 绑扎、起吊、就位

(1)吊车梁要两点绑扎,吊点对称,两根吊索等长,两个绑扎点的绳扣要一左一右,以保证起吊后梁身保持水平。

(2)起吊时,两端要设拉绳(溜绳)控制,避免悬空时失控而碰撞柱子。2根拉绳应在吊车梁的同一侧,通过拉绳的紧松控制梁的空中位置。

(3)就位时应慢慢落下吊钩,避免猛力碰撞柱子,便于对中线。就位时,如下脚不平,可用薄垫铁垫平,不用采取临时固定措施。

2. 校正、最后固定

吊车梁的校正工作,要在厂房的一个伸缩缝区段内其他全部结构构件安装完毕且固定(包括电焊)后进行。这是因为在安装屋架、支撑等其他构件时,有可能引起柱子的变位。

吊车梁校正的内容主要是垂直度和平面位置。至于吊车梁的标高,在柱子吊装前已进行一次调整(用砂浆调整杯底标高),如仍有微小误差,还可在铺轨前抹一层砂浆解决。

吊车梁的垂直度和平面位置的校正,应同时进行。

- (1)垂直度。吊车梁高度不大,可在两端挂线锤校正。超过规定时,可用薄垫铁垫平。
- (2)吊车梁平面位置的校正,包括纵轴线和跨距两项内容。方法有:

①拉铅丝法

先用经纬仪将吊车梁的纵轴线定位在厂房两端四角的吊车梁顶面,并用钢尺校核跨距,使四个角的吊车车梁都在设计位置上。然后分别在2条轴线上拉一根细铅丝,两端垫高约2cm,拉紧铅丝,即代表设计的轴线位置。凡吊车梁顶面所弹出的中心线和铅丝不重合者,均应拨正,使之重合。

②仪器放线法

当吊车梁数量较多,采用拉铅丝法又因铅丝太长不易拉紧时,可采用仪器放线法。这种方法是在柱子的内侧地面上架起经纬仪,用它引一条与柱子轴线平行的视线,该视线与校正柱子的基准线距离为 b 。由于柱子在安装后存在垂直偏差,所以吊装前弹的柱子中心线已不一定能代表柱子的轴线,因此在校正吊车梁时,还要找出真正的柱子的轴线,并画在柱子上。方法是:

选一根平直光滑的木尺,长度 $> b$,在木尺上弹2道线,距离也为 b 。放线时,将木尺紧贴柱侧(大面),仪器观测人指挥另一人(在吊车梁上)移动木尺,当尺上的一道线与经纬仪视线重合时,即可在柱侧面(大面)按木尺的另一道线的位置标出标记,如此逐根柱子进行,在柱子的2个大面上标出的基准线即为柱子轴线的位置。

校正吊车梁时,先依次从柱子侧面的基准线量距离 a (吊车梁轴线至基准线的距离), a 可以事先画在木尺上。吊车梁轴线至基准线的距离不等于 a 时,即用撬棍拨正。见图4-5-6和图4-5-7。

12m的吊车梁或较重的吊车梁,用上述方法不易拨动时,则采取边吊装边校正的方法。

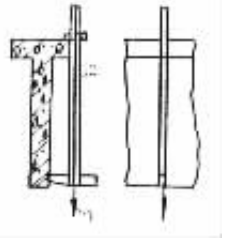


图4-5-6 吊车梁线锤校正

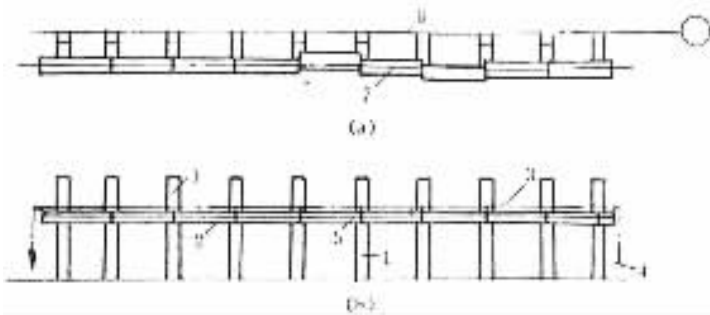


图4-5-7 吊车梁轴线的校正

(a)平面图(b)立面图

1. 柱 2. 吊车梁 3. 钢丝 4. 线锤 5. 钢管 6. 厂房轴线 7. 吊车梁轴线

吊车梁校正完毕后,将吊车梁与柱子焊接牢固,并在接头处支模板,浇灌细石混凝土。

4-5-1-3 屋架的安装

工业厂房的钢筋混凝土屋架一般均采取在现场平卧制作的方法。由于其跨度大于柱子间距,所以多采用重叠生产预制的办法。

安装的顺序是绑扎、翻身、就位、起吊、临时固定、校正和最后固定。

1. 绑 扎

(1)屋架的绑扎点,应选在上弦节点或其附近,并对称于屋架重心。吊点的数目和位置与屋架的形式、跨度有关,一般由设计部门确定。如施工图上未标明或要改变吊点数量、位置时,应事先对安装应力进行核算。

(2)一般绑扎4点,卡环要设在上弦中心,钢丝绳角度 $\geq 45^\circ$ 。当屋架跨度大时,为减少吊索高度(有时起重机性能不能满足起重高度要求),应使用铁扁担。

(3)为了受力均衡,应加设滑轮。

2. 扶直与就位

由于屋架在现场平卧预制,因此,吊装前要先翻身扶直,然后起吊到预定地点就位。

由于屋架侧向刚度较差,所以,在翻身扶直与安装起吊时,均应在屋架两侧绑扎2道杉槁,作为临时加固,同时也作为工人操作时蹬踩之用。

屋架扶直时,为使各根吊索受力均匀,要用滑轮把吊索串通。见图4-5-8。

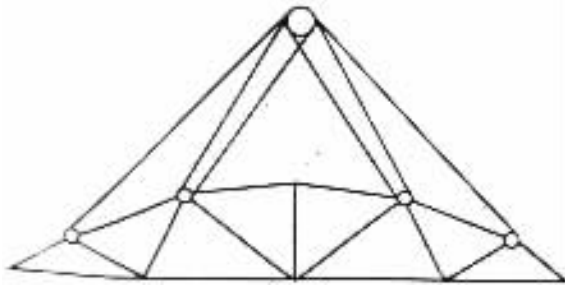


图4-5-8 扶直屋架串通吊索

扶直屋架有2种方法:

(1)正向扶直 起重机位于屋架下弦一边。扶直时,吊钩对准上弦中点,收紧起重钩,随之升钩、起臂,使屋架以下弦为轴缓慢转移至直立状态。在扶直过程中,为防止屋架突然下滑,在屋架两端应架起枕木垛,其高度与被扶直屋架的底面齐平。

(2)反向扶直 起重机位于屋架上弦一边。扶直时,吊钩对准上弦中点,收紧起重钩,随之升钩、降臂,使屋架绕下弦转动而直立,见图4-5-9。

两种扶直方法的不同点,即在扶直过程中,一个升臂、一个降臂,以保持吊钩始终在上弦中点的垂直上方。升臂比降臂易于操作,也较安全,应尽可能采用正向扶直。

屋架扶直后,即进行就位。就位的位置与起重机的性能和安装方法有关,应少占场地,便于吊装。所以要考虑顺序,后吊的先就位,放在里侧;先吊的后就位,放在外侧。此

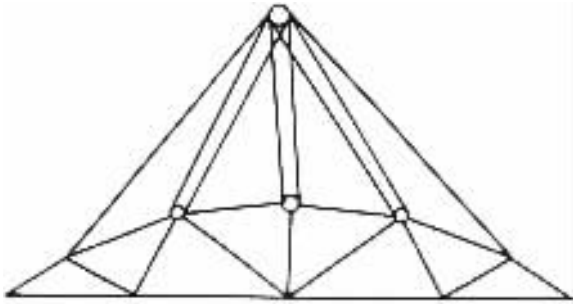


图 4-5-9 反向扶直屋架的吊索

外,还应考虑屋架朝向问题(因为不可能调头)。一般靠柱边可斜放,也可顺放。扶直就位后,每相邻 2 榀屋架都要用方木拉结在一起。斜放时,每榀还要和柱子拉接;顺放时,靠柱子的一榀要和柱子拉接。

屋架一般在跨内预制,其布置方式有三种:斜向布置、正反斜向布置及正反纵向布置(图 4-5-10)。

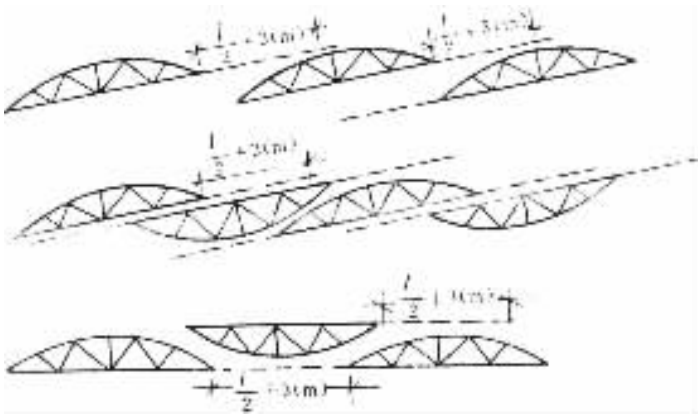


图 4-5-10 屋架预制时的布置方式

(a)正面斜向布置 (b)正反斜向布置 (c)顺轴线正反向布置

3. 起吊、临时固定

屋架起吊前,吊钩钢丝绳要对准上弦中点并保持垂直。绷紧后即可解开临时加固的短方木,开始升钩起吊。

吊至柱顶以上,用两端的溜绳控制屋架在空中的位置,使其基本对准安装轴线,随之慢慢落钩,在屋架刚接触柱顶时,应停止落钩进行对位,使屋架端头轴线与柱顶轴线重合。对好线后,使屋架基本垂直即可作临时的固定。

第一榀屋架的临时固定必须十分可靠,因为它是单片结构,无处依托;同时,它又是第二榀屋架的支撑,所以必须认真做好临时固定。其做法一般用四根缆风绳从两边把屋架拉牢。

第二榀屋架的临时固定,是用工具式支撑撑牢在第一榀屋架上弦,以后各榀屋架的临时固定,也都是用工具式支撑撑在前一榀屋架上。工具式支撑见图 4-5-11,它是由 $\phi 50$

的钢管做成,使用时,旋紧撑脚上的螺栓,即可将屋架可靠地固定。由于撑脚上的二对螺栓,既可夹紧屋架上弦杆,也能使屋架移动,因此它也是校正工具。每榀屋架至少用两个支撑,当屋架经校正、最后固定并安装了一定数量的屋面板后,即可将支撑取下。

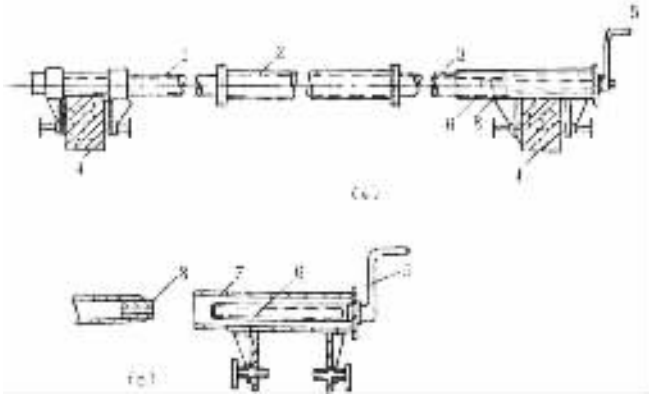


图 4-5-11 屋架校正器

1. 首节 2. 中节 3. 尾节 4. 屋架上弦
5. 摇把 6. 尾节螺杆 7. 套管卡子 8. 尾节螺母

4. 校正、最后固定

屋架经就位、临时固定后,开始校正工作,主要是校正垂直度。

先由下弦侧面移出 5cm 引一细铅丝,铅丝至下弦中心线则为 $(\frac{b}{2} + 5)$ cm (b 为下弦宽度)。在上弦用尺板移线,挂线锤,校正时使线锤与下弦细铅丝吻合,这样,由屋架下弦 2 端点与上弦中点三点组成的平面即在一个垂直面上。如偏差超出规定数值,可用工具式支撑进行调整,并在屋架端部与柱顶支承面垫上薄垫铁。校正无误后,立即用电焊焊牢。电焊时,要对角焊,焊完一遍 $h = 6\text{mm}$ 就可脱钩。然后补焊至规定厚度

4-5-1-4 天窗架安装

钢筋混凝土天窗架一般由 2 片在现场拼装而成,加固后吊装。第一榀天窗架(端壁)用缆风或支撑临时固定和校正。第二榀以后的天窗架一般可用天窗上档来校正,靠起重机的一端先装好螺栓,另一端暂不装螺栓。对好天窗架底脚线后,利用上档和白棕绳校正天窗架的垂直度。如天窗架向左倾斜,则撬动上档左端使天窗架上端向右走;如天窗架向右倾斜,则拉白棕绳使天窗架上端向左走。校正后装上临时螺栓,焊接上档两端使天窗架固定,然后再焊接天窗架底脚。

如果没有上档,也可用杉木代替,一端拴在天窗架上弦,另一端拴在已安装好的屋面板上,校正方法同用上档校正的方法。

校正天窗架的方法见图 4-5-12、4-5-13、4-5-14

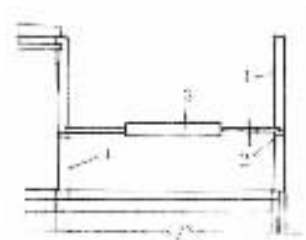
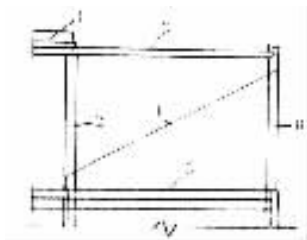


图 4-5-12 利用上档和白棕绳校正天窗架

1. 天窗架上的屋面板 2. 已安好的天窗架 3. 上档;
4. 白棕绳 5. 屋架上的屋面板 6. 正安装的天窗架

图 4-5-13 利用校正器校正天窗架

1. 正在安装的天窗架 2. 夹箍
3. 校正器 4. 已安装的天窗架

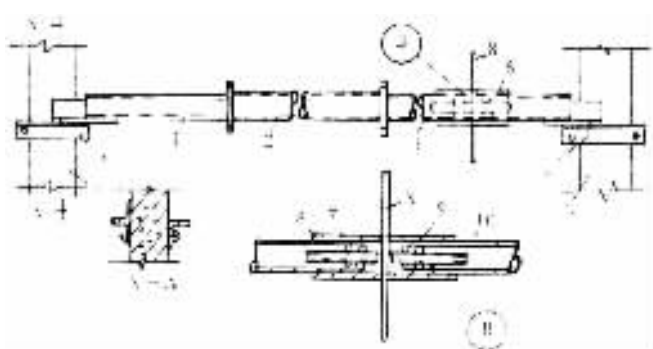


图 4-5-14 天窗架校正器

1. 首节 2. 中节 3. 尾节 4. 夹箍 5. 天窗架
6. 套管 7. 左旋螺母 8. 摇把 9. 右旋螺母 10. 倒顺螺杆

4-5-1-5 屋面板安装

屋面板一般埋有吊环,用带钩的吊索勾住吊环即可起吊安装,直接安放到屋架上弦或天窗架上,对准安装位置线就位即可,无需临时固定。就位时,要使板缝顺直、宽窄均匀、相邻板面平整、四角座实,然后焊接固定。屋面板虽然四个角都有预埋铁件,但多数只能焊上三个角。

屋面板的安装顺序,应自两边檐口对称地逐块铺向脊顶,避免屋架承受半边荷载。

4-5-2 起重机械和采用履带式起重机 安装单层厂房结构

1. 起重机型号的选择

结构吊装用的起重机型号主要依据结构的特点和尺寸、重量、吊装高度、起重半径以及现场条件等确定。而起重力的大小、起重高度和起重半径为选择起重机的三个主要参数。国产履带式起重机的型号,性能见表4-5-1、表4-5-2、表4-5-3、表4-5-4。

履带式起重机性能表

表4-5-1

项 目		起 重 机 型 号						
		W ₁ -50		W ₁ -100		W ₁ -200		
起重臂长度(m)		10	18	13	23	15	30	40
幅 度	最大(m)	10	17	12	17	14	22	30
	最小(m)	3.7	4.5	4.5	6.5	4.5	8.0	10.0
起重量	最大幅度时(KN)	26	10	37	17	94	48	15
	最小幅度时(KN)	100	75	150	80	500	200	80
起重高度	最大幅度时(m)	3.7	7.6	6.5	16.0	5.0	19.8	25.0
	最小幅度时(m)	9.2	17.2	11.0	19.0	12.1	26.5	36.0
行驶速度(km/小时)		1.5~3.6		1.5		1.43		
最大爬坡能力(%)		25		20		20		
对地面的平均压力(MPa)		0.071		0.080		0.128		
发动机功率(kW)		66.2		132.3		183.8		
总重量(t)		23.11		40.74		79.14		

履带式起重机技术参数表

表4-5-2

名 称		W ₁ -50	W ₁ -100	W ₁ -200	∅-1252
外 形 尺 寸 (mm)	A 机棚尾部至回转中心距离	2900	3300	4500	3540
	B 机棚宽度	2700	3120	3200	3120
	C 机棚顶距地面高度	3200	3675	4125	4180
	D 机棚尾部底面距地面高度	1000	1095	1190	1095
	E 吊杆枢轴中心距地面高度	1555	1700	2100	1700
	F 吊杆枢轴中心距回转中心距	1000	1300	1600	1300
	G 履带长度	3420	4005	4950	4005
	M 履带架宽度	2850	3200	4050	3200
	N 履带板宽度	550	675	800	675
	J 行走底架距地面高度	300	275	290	270
	K 双足支架顶部距地面高度	3800	4170	6300	3930

4 施工技术

续表

名 称	W ₁ -50	W ₁ -100	W ₁ -200	a-1252
爬坡能力(%)	25	20	20	20
行走速度(km/h)	1.5~3	1.5	1.43	1.5
最长吊杆长度(m)	18	23	40	25
最大起重重(KN)	100	150	500	200
自重(KN)	231.11	407.4	791.14	395.7

W₁-50 型履带式起重机起重特性

表 4-5-3

臂 长 10m			臂 长 18m			臂 长 18m(带鹅头)		
H(m)	Q(kN)	H(m)	H(m)	Q(kN)	H(m)	H(m)	Q(KN)	H(m)
3.7	100.	9.2	4.5	75.	17.2	6	20.	17.2
4	87.	9.0	5	62.	17	8	15.	16
5	62.	8.6	7	41.	16.4	10	10.	14
6	50.	8.1	9	30.	15.5	-	-	-
7	41.	7.5	11	23.	14.4	-	-	-
8	35.	6.5	13	18.	12.8	-	-	-
9	30.	5.4	15	14.	10.7	-	-	-
10	26.	3.7	17	10.	7.6	-	-	-

W₁-100 型履带式起重机起重特性

表 4-5-4

H(m)	臂 长 13m		臂 长 23m		臂 长 27m		臂 长 30m	
	Q(t)	H(m)	Q(t)	H(m)	Q(t)	H(m)	Q(t)	H(m)
4.5	15.0	11	-	-	-	-	-	-
5	13.0	11	-	-	-	-	-	-
6	10.0	11	-	-	-	-	-	-
6.5	9.0	10.9	8.0	19	-	-	-	-
7	8.0	10.8	7.2	19	-	-	-	-
8	6.5	10.4	6.0	19	5.0	23	-	-
9	5.5	9.6	4.9	19	3.8	23	3.6	26
10	4.8	8.8	4.2	18.9	3.1	22.9	2.9	25.9
11	4.0	7.8	3.7	18.6	2.5	22.6	2.4	25.7
12	3.7	6.5	3.2	18.2	2.2	22.2	1.9	25.4
13	-	-	2.9	17.8	1.9	22	1.4	25
14	-	-	2.4	17.5	1.5	21.6	1.1	24.5
15	-	-	2.2	17	1.4	21	0.9	23.8
17	-	-	1.7	16	-	-	-	-

(1) 起重力。起重机的起重力 Q_{\min} 按下式确定：

$$Q_{\min} \geq Q_1 + Q_2$$

式中 Q_1 ——构件重；

Q_2 ——绑扎索具重。

(2)起重高度。参见图 4-5-15,起重高度必须满足所吊构件吊装高度的要求,对于图示单层厂房而言应满足:

$$H_{\min} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

式中 H_{\min} ——起重机最小起重高度(m);

h_1 ——安装支座表面至停机地面间高度 m;

h_2 ——安装间隙,一般取 0.3~0.5m;

h_3 ——绑扎点至构件起吊后底面的高度(m);

h_4 ——吊索高度(m),自绑扎点至吊钩面的距离,视实际绑扎情况而定。

(3)起重(回转)半径。对一般构件,已知起重量和吊装高度 H 后,即可根据起重机性能表和起重曲线选定起重机的型号及需用起重臂杆的长度。对某些构件,起重机不能随意开到构件吊装位置时,还应计算起重半径,一般根据所需的 Q_{\min} 和 H_{\min} ,初步选定起重机型号,再按下式计算起重半径(参见图 4-5-16):

$$R_{\min} = F + D + 0.5b$$

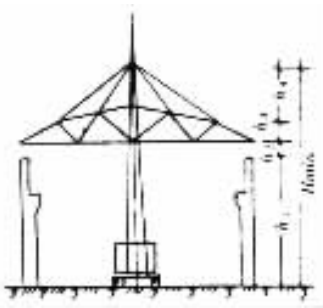


图 4-5-15 起重机的起重高度示意图

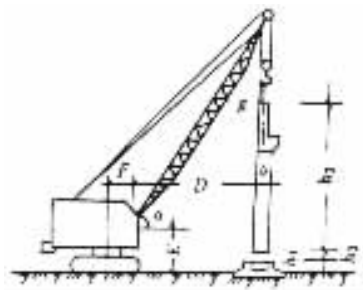


图 4-5-16 起重机起重半径计算示意图

式中 F ——吊杆枢轴中心距回转中心距离(m)

D ——吊杆枢轴中心距所吊构件边缘距离(m),可按下式计算:

$$D = g + (h_1 + h_2 + h_3 - E) \operatorname{ctg} \alpha \quad (\text{m})$$

其中 g ——构件上口边缘至起重杆之间的水平空隙,不小于 0.5m;

E ——吊杆枢轴中心距地面高度(m);

α ——起重杆的倾角;

h_1, h_2 含义同前; b ——构件宽度(m)。

(4)最小杆长的确定。当起重机的起重杆需跨过屋架去安装屋面板时,为了不碰到屋架,需求出起重杆最小杆长,最小杆长可用数解法求解也可以用图解法。

①数解法。参见图 4-5-17,当起重机以伸距 S 吊装高度为 h_1 的构件(如屋面板)时,则所需臂杆的最小长度 L 可按下式计算:

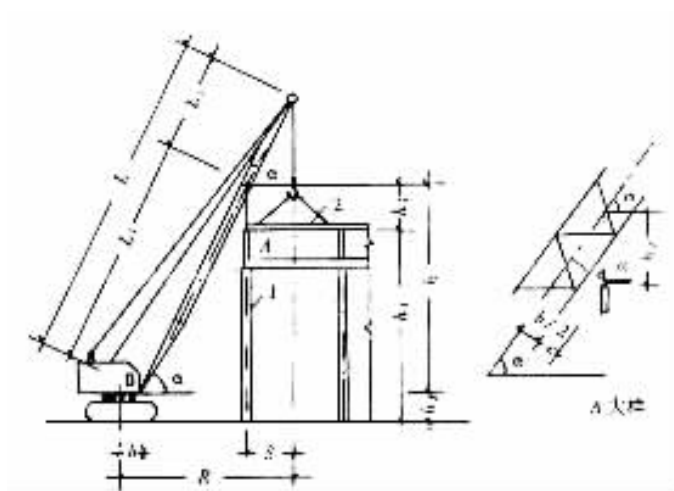


图 4-5-17 数解法求起重臂最小长度计算图

1—已安装构件 2—正安装构件

$$L = L_1 + L_2 = \frac{h}{\sin \alpha} + \frac{s}{\cos \alpha}$$

令

$$\frac{dL}{d\alpha} = -\frac{h \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} + \frac{s \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = 0$$

解之,得

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h}{s}}$$

$$\text{即 } \alpha = \operatorname{arctg} \sqrt[3]{\frac{h}{s}}$$

式中 L ——起重臂长度； α ——起重臂仰角； S ——起重机吊钩伸距； h ——起重臂 L_1 部分在垂直轴上的投影：

$$h = h_1 + h_2 - h_3$$

其中 h_3 ——起重臂支点离地面的高度； h_2 ——起重臂中心线至安装构件顶面的垂直距离(图 4-5-17A 大样)：

$$h_2 = \frac{b/2 + e}{\cos \alpha}$$

其中 b ——起重臂宽度,一般为 0.6~1.0m； e ——起重臂与安装构件之间的间隙,取 0.3~0.5m。求 h_2 时,可近似取：

$$\alpha \approx \operatorname{arctg} \sqrt[3]{\frac{h_1}{s}}$$

$$h_2 = \frac{b/2 + e}{\cos(\arctg \sqrt[3]{\frac{h_1}{S}})}$$

②图解法。按比例画出厂房横剖面图见图 4-5-18 所示。根据所选起重机的起重杆枢轴中心至停机地面的距离,画出水平线 AB,通过屋面板中心点 D 画铅直线 HD;屋面板至屋架的空隙可取 0.2~0.3m。再以屋面板的左上角为圆心,以板角至起重杆中心线的距离(取杆厚一半加 0.15m)为半径,画圆 C。求最小杆长时,用相同比例使杆与圆 C 相切,杆的(以尺表示)零点在水平线 AB 上滑动,选择合适的停机点即可确定 B 点位置,B 点定后,BH 即为所求最小杆长 L_{\min} 。

(5)所需起重机数量。根据以上各主要参数选定起重机型号(据表 4-5-1、表 4-5-2、表 4-5-3 及表 4-5-4 后,又按厂房的工程量、工期及起重机台班产量,可用以下公式计算所需起重机数量:

$$N = \frac{I}{T \cdot C \cdot K} \sum \frac{Q_i}{P_i}$$

式中 N——起重机台数;

T——工期(天数);

C——每天工作班数;

K——时间利用系数,一般取 0.8~0.9;

Q_i ——每类构件的安装工程量(件或 kN);

P_i ——起重机相应的产量定额(件/台班或 kN/台班)。

此外,尚应考虑构件运输、装卸、拼装和就位需要花费时间,综合确定所需起重机台数。

2. 结构安装方法和起重机开行路线

(1)结构安装方法。单层轻型工业厂房多采用混合法安装,见前述。整个安装过程按三次流水进行,有时也可采用二次流水,即先吊装柱子,固定后,再分节间安装其他构件。本法具有准备工作简便、吊车开行路线少,操作方便,校正较易,结构稳定性好等优点。此外尚有分件安装法和综合安装法等安装方法,此处不一一赘述。

(2)起重机的开行路线。开行路线与起重机的性能、构件尺寸与重量、预制构件的平面布置以及安装方法有关。例如采用分件安装法时,开行路线是:

①柱子吊装,布置在跨内时,起重机沿跨内靠近开行;布置在跨外时,起重机沿跨外开行。每一停机点一般吊一根柱子。

②屋架扶直就位,起重机沿跨中开行。

③屋架、屋面板,起重机沿跨中开行。

当厂房面积比较大或为多跨结构为时,可分区段,用多台起重机吊装,每台负责一个区段的全部吊装任务。也可组织大流水施工,多台机械,有的专吊装柱子,有的吊装屋架,分工合作、紧密配合以加快进度,总的原则是,预先制定方案,尽可能使起重机开行路线最短,互相衔接,各种作业环环相扣,不跑空车。同时开行路线能多次利用,以减少道路铺设

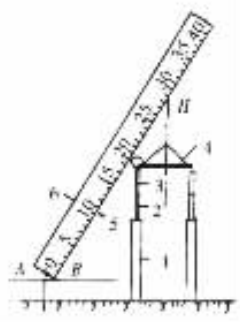


图 4-5-18 最小杆长的图解法

- 1—柱子 2—屋架
3—天窗架 4—屋面板
5—起重杆中线 6—比例尺

的麻烦,并尽量利用已有永久性道路作为开行路线。

3. 构件的平面布置与运输堆放

构件布置合理,可以方便吊装,避免二次搬运、加快安装进度,提高安装质量。

(1) 预制阶段的构件平面布置:

① 柱子布置。柱子布置方式与场地大小及安装方法有关。一般有斜向布置、纵向布置和横向布置三种,其中以斜向布置较多,它占地少起吊方便。纵向布置是柱身与车间的纵轴线平行,它占地面积少,但起吊不便,只有当场地受限时才采用。横向布置,占地面积大,且妨碍交通,一般不采用。

A. 柱子斜向布置,见图 4-5-19 柱子如用旋转注起吊,场地空旷时,可按三点共弧布置,即绑扎点、柱脚中心及杯口中心三点共圆。由于场地限制也可布置成三点中两点共圆。前者不必使起重杆起伏,后者则须使起重杆起伏,工效低且不安全。

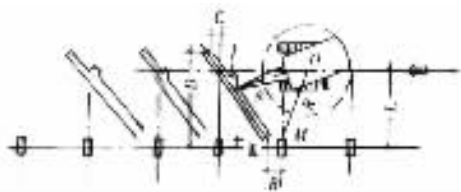


图 4-5-19 柱子斜向布置

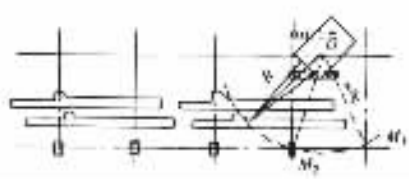


图 4-5-20 柱子的纵向布置

B. 柱子纵向布置,见图 4-5-20。对一些较轻的柱子,起重机能力有富余,考虑到节约场地、方便构件制作,可顺柱列纵向布置。纵向布置时,起重机停机点应安排在两柱基的中点,使 $OM_1 = OM_2$,这样,每一停机点可吊两根柱子。柱子布置时,要注意牛腿朝向,当柱布置在跨内时,牛腿应面向起重机,当柱布置在跨外时,牛腿应背向起重机,这样可以避免安装时在空中调斗,参看图 4-5-19。

② 屋架的布置。参见图 4-5-21,屋架一般安排在跨内叠层预制,每叠 3~4 楹。布置形式有正面斜向布置正反斜向布置,顺轴线正反向布置等。优先考虑使用正面斜向布置方式,只有在不得已时才采用其他布置方式。在正面斜向布置时,下弦与厂房轴线的夹角为 $\alpha 10^\circ \sim 20^\circ$ 预应力屋架,预留空洞采用钢管时,屋架两端应留出 $(\frac{1}{2} + 3)m$ 一段距离(1 为屋架跨度)作为抽管、钢筋的操作场地,如在一端抽管则须留出 $(1 + 3)m$ 距离,如用胶皮管预留空洞则预留距离可适当减少。

每两楹屋架之间,要留 1m 左右的空隙,以便支模及浇混凝土。同时,布置预制时,要考虑屋架的扶直就位要求和扶直的先后次序,先扶直的放在上面。朝向、预埋铁件的位置也要安放正确。

③ 吊车梁的布置。如在现场预制,可靠近柱基顺纵向轴线或略作倾斜布置,也可插在柱子的空档中预制。

(2) 安装阶段构件的就位布置:

① 屋架的扶直就位,对斜向就位,参见图 4-5-22 安装屋架时,起重机一般沿跨中开行,先画出平行于纵轴的开行路线,再以欲安装的某轴线(如②轴线)的屋架中心点 M_2 为

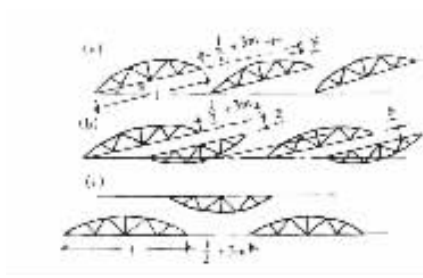


图 4-5-21 屋架现场布置示意
(a)正面斜向布置 (b)正、反斜向布置
(c)顺轴线

圆心,以选定的起重机回转半径 R 为半径画弧交开行路线于 O_2 点, O_2 点即为安装②轴线屋架时的停机点。

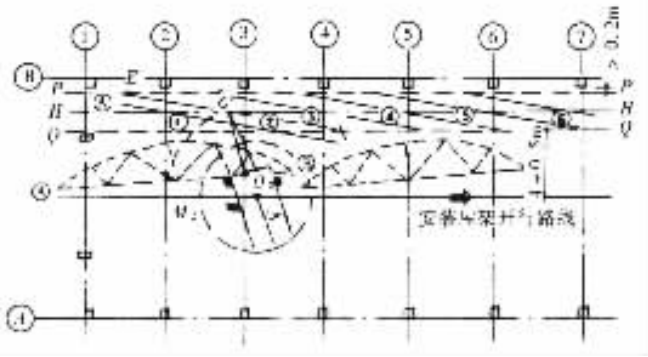


图 4-5-22 屋架的就位位置示意

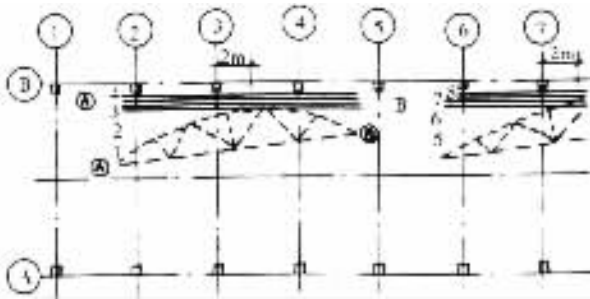


图 4-5-23 屋架的纵向就位示意图

屋架一般集柱边就位,但应离开柱边不小于 20cm,据此确定就位范围的外边界线 PP ;同时,起重机安装时需回转,设其尾部至机身回转中心为 A ,则在距开行路线为 $(A + 0.5)$ m 的范围内,不宜布置屋架及其它较高的构件,此内边界记为 QQ ,两条边界 PP 与 QQ 之间的范围,即为屋架就位范围。

在 PP、QQ 两边界线之间的中线 HH 就是屋架就位后,屋架中点所在的直线。仍以②轴线为例,屋架就位位置的确定是:以停机点 O_2 为圆心,安装屋架时回转半径 R 为半径,画弧交于 HH 线上的 G 点,G 点即为就位后②屋架的中点。再以 G 点为圆心,屋架半跨度为半径,画弧交 PP、QQ 两线分别于 E、F 两点,连 EF 即为②号屋架的就位位置。其他类推,屋架间端头相距 6m,但①号屋架因挡风柱的阻挡,要退到稍后位置就位。

对屋架纵向就位,参见图 4-5-23 一般以 4~5 榀为一组靠柱边顺轴线纵向就位,屋架与柱,屋架相互之间的净距要大于 20cm。每组屋架之间预留 3m 间距作为横向通道。避免在已安装好的屋架下面去绑扎、吊装屋架,并且在屋架起吊后避免与安装的屋架相碰。故此,每组屋架的就位中心线,可大约安排在该组屋架倒数第二榀安装轴线之后 2m 处,参见图 4-5-23。

②吊车梁、连系梁、屋面板的运输堆放。这些构件一般在预制构件厂预制再运至现场安装。关于构件运输有关问题,前面已有叙述。这里就有关堆放问题作些补充,堆放要按平面布置图安排的位置,依编号、安装顺序进行就位和堆放。吊车梁、连系梁的就位处,一般在其安装位置的柱列附近,跨内、外均可;有时也可直接从运输车辆上起吊。屋面板的就位处,可在跨内或跨外,根据起重机安装屋面时所需的回转半径,排放在一定位置上:一般在跨内就位时,约后退 4~5 个节间开始堆放;在跨外就位时,应后退 1~2 个节间。

单层厂房构件的平面布置的制定,要密切结合现场实际情况并充分征求安装部门的意见,灵活处置。可先按比例将各类构件的外形,用硬纸片剪成小模型,在同样比例的平面图上,按以上所述各项原则进行布置,排放几种方案,集思广益,最后选定最优方案。

4. 履带式起重机稳定性计算

(1)起重杆不接长稳定性计算。参见图 4-5-24 稳定性计算简图,这是履带式起重机采用原起重杆稳定性最不利情况。为了保证机身稳定,应使相对履带中点 O 的稳定力矩 M_r 大于倾覆力矩 M_{ov} ,并具有一定安全度。其计算公式是:

$$K_1 = \frac{M_r}{M_{ov}} = \frac{G_1 L_1 + G_2 L_2 + G_0 L_0 - (G_1 h_1 + G_2 h_2 + G_0 h_0 + G_3 h_3) \sin \beta}{(Q + q)(R - L_2)} + \frac{-G_3 L_3 + M_F + M_G + M_L}{(Q + q)(R - L_2)} \geq 1.15$$

如只计吊装荷载,不计附加荷载,则有:

$$K_2 = \frac{M_r}{M_{ov}} = \frac{G_1 L_1 + G_2 L_2 + G_0 L_0 - G_3 L_3}{(Q + q)(R - L_2)} \geq 1.4$$

式中 G_1 ——机身可转动部分重;

G_2 ——机身不转动部分重;

G_0 ——平衡重物重;

G_3 ——起重杆重;

Q ——吊装荷载重(含构件及索具重);

q ——起重滑车组重;

L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_0 分别为 G_1 、 G_2 、 G_3 、 G_0 重心至履带中心 O 点的距离;

$h_1、h_2、h_3、h_0$ 分别为 $G_1、G_2、G_3、G_0$ 重心至地面的高度；

β ——地面对水平面之间的倾斜角，应在 3° 以内；

R ——起重半径；

M_F ——风载引起的倾覆力矩，起重杆长在 25m 以内时可不计；

M_G ——重物下降时空然煞车的惯性力引起的倾覆力矩，为：

$$M_G = P_G (R - L_2) = \frac{(Q + q)}{gt} (R - l_2)$$

其中 P_G ——惯性力；

U ——吊钩下降速度 (m/s) 取为吊钩起重速度的 1.5 倍；

g ——重力加速度 (9.8m/s^2)；

t ——从吊钩下降速度 V 变为 0 所需制动时间，取为 1S；

M_L ——起重机回转时的离心力所引起的倾覆力矩，为：

$$M_L = P_L H = \frac{(Q + q) R n^2}{900 - n^2} H$$

其中 P_L ——离心力；

n ——起重机回转速度 (r/min)；

h ——所吊构件于最低位置时，其重心至起重杆顶端的距离；

H ——起重机顶端至地面的距离。

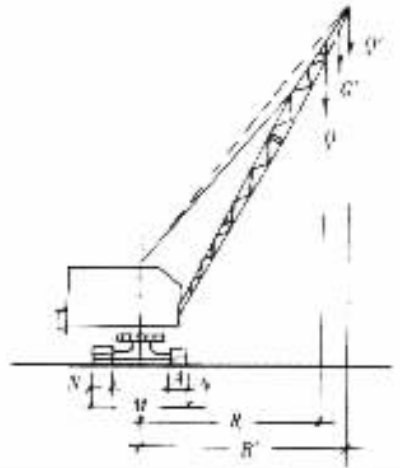
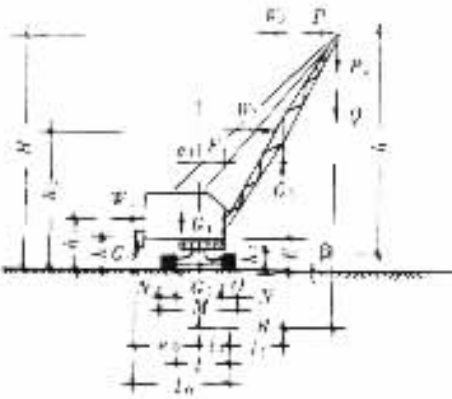


图 4-5-24 起重杆不接长稳定性计算简图

图 4-5-25 起重杆接长稳定性计算简图

(2) 起重杆接长稳定性计算。当起重机允许的起重高度或起重半径小于要求值时，可接起重杆。履带式起重机接长起重杆后，所能具有的最大起重力 Q' 值，可近似地按力矩等量换算原则求得。也就是说，起重杆接长后的最大起重力对履带中心之矩加上接长部分杆重对履带中心之矩的总和应当小于或等于原起重杆长时的最大起重力对履带中心之矩。参见图 4-5-25 由 $\sum M_A = Q A$ (A 为履带中心) 得出：

4 施工技术

$$Q'(R' - \frac{M-N}{2}) + G'(\frac{R'+R}{2} - \frac{M-N}{2})$$

$$\leq Q(R - \frac{M-N}{2})$$

上式整理后可得到：

$$Q' \leq \frac{1}{2R' - M + N} [Q(2R - M + N) - G'(R' + R - M + N)]$$

式中 R' ——接长起重杆后的最小起重半径；

R ——起重机原有最大杆长的最小起重半径；

G' ——起重杆在中部接长后，端部所增长部分的重力(图 4-5-25 虚线部分)；

Q ——起重机原有性能表查出最大杆长时的最大起重力。

5. 独脚桅杆

独脚桅杆系由整根圆木(或用钢管、型钢格构)、缆风绳及起重滑车组所组成,成见图 4-5-26。木桅杆起重高度小于 25m,起重力小于 200kN。金属桅杆的起重高度可达 50~60m,起重力达 1000kN。缆风绳常用 5~6 根,其一端固定在地锚或建筑物上,与地面夹角为 30~45°,常用独脚桅杆的规格性能见表 4-5-5 及表 4-5-6。

圆木独脚桅杆规格性能

表 4-5-5

桅杆起重力 (kN)	桅杆高度 H (m)	桅杆梢径 d_0 (mm)	缆风直径 d_1 (倾角 45°) (mm)	起重滑车组			卷扬机起重力 (kN)	桅杆连接 搭接长度 L (m)
				钢丝绳 直径 d (mm)	滑车门数			
					定滑车	动滑车		
30	6.0	180	15.5	12.5	2	1	15	2.5~3.0
	8.5	200						2.5~3.0
	11.0	220						2.5~3.0
	13.0	220						3.0~3.5
	15.0	240						3.0~3.5
50	8.5	240	20.0	15.5	2	1	30	3.0~3.5
	11.0	260						3.0~3.5
	13.0	260						3.5~4.0
	15.0	280						3.5~4.0
100	8.5	300	21.5	17.0	3	2	30	3.5~4.0
	11.0	300						4.0~5.0
	13.0	320						4.0~5.0

注:表中的数系按滑车组偏心距 $e=0.2m$ 计算而得

钢管独脚桅杆规格性能

表 4-5-6

桅杆起重力 (kN)	桅杆高度 (m)	钢管尺寸		缆风直径 (倾角 45°) (mm)	起重滑车组			卷扬机起重力 (kN)
		直径 (mm)	壁厚 (mm)		钢丝绳直径 (mm)	滑车门数		
						定滑车	动滑车	
100	10	250		21.5	17.0	3	2	30
	15	250	8					
	20	300						
200	10	250		24.5	21.5	4	3	50
	15	300	8					
	20	300						
300	10			28.0	24.5	5	4	50
	15	300	8					
	20							

注 缆风绳共 6 根,后缆风 4 根,前缆风 2 根。

(1) 独脚桅杆的计算—桅杆总压力计算:

① 荷载作用于桅杆上的力 N_1 , 参见图 4-5-26

26

由 $\sum M_A = 0$

$$(KP + Q) \chi(a + c) - N_1 \left(\frac{aH}{l} \right) = 0$$

$$\text{得 } N_1 = \frac{(KP + Q) \chi(a + c) l}{aH}$$

$$\text{或 } N_1 = \frac{(KP + Q) \chi(a + c)}{\text{acos}\beta}$$

式中 P ——荷载 (kN);

Q ——起重滑车组重 (kN);

K ——动荷系数,对电动卷扬机为 1.1;手摇卷扬机(绞磨)为 1.0;

l ——桅杆长度 (m);

a ——桅杆底至锚碇的距离;

c ——桅杆的倾斜距 (m);

H ——桅杆顶部至地面的距离 $H =$

$$\sqrt{l^2 - c^2};$$

β ——桅杆相对垂直方向的倾斜角。

N_1 也可以图解法求得,见图 4-5-26(c)

② 起重滑车组绕出绳对桅杆的压力 N_2 :

$$N_2 = \frac{KP + Q}{\eta \cdot n}$$

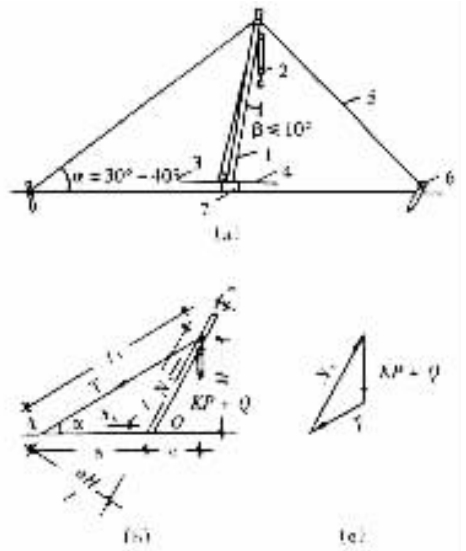


图 4-5-26 独脚桅杆

(a) 构造图 (b) 内力计算图 (c) 求 N_1 图解

1-桅杆 2-滑车组 3-通卷扬机

4-联锚碇 5-缆风绳

其中 K 、 P 、 α 、 $\eta \cdot n$ 意义同上。

③ 缆风绳自重对杆顶的压力 N_3 :

$$N_3 = \frac{1}{2} G$$

式中 G ——缆风绳总重。

④ 核算截面到顶端的桅杆自重 N_4 :

$$N_4 = G_1$$

式中 G_1 ——核算截面到桅杆顶端桅杆重量。

所以 , 作用于桅杆顶端的总压力为 N_0 :

$$N_0 = N_1 + N_2 + N_3$$

作用桅杆中部某核算截面的压力 N_{cp} :

$$N_{cp} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$$

(2) 桅杆受弯计算 参见图 4-5-27。

① 桅杆顶端固定连接起重滑车而受的最大弯矩 :

$$M_0 = (KP + Q + N_2) e$$

式中 e ——起重滑车组中定滑车至桅杆中心的偏心距。

② 桅杆中部截面上的弯矩 :

$$M_{cp} = \frac{1}{2} (KP + Q + N_2) e + M_F$$

式中 M_F ——风载引起的弯矩 , 对格构式桅杆应计入 , 对木杆可不考虑。

$$M_F = \frac{WA_F H}{8}$$

式中 A_F ——桅杆受风面积 ;

H ——桅杆高度 ;

W ——风载 , $W = KW$;

K ——桅杆结构体型系数 , 单斜腹杆取 0.6~0.8 ; 双斜腹杆及实腹杆取为 1.0。

③ 桅杆底部的水平推力 :

$$H = (N_1 + N_2 + N_3 + N_4) \sin \beta$$

当 $\beta \leq 10^\circ$ 时 , 由于桅杆重力影响产生的摩阻力足以克服水平推力 , 可不考虑水平推力的影响。

(3) 桅杆截面选择和验算 :

① 木桅杆截面验算。桅杆顶端的弯矩最大 , 应验算顶端截面的强度 :

$$\sigma = \frac{M_0 F_e}{W_{HT} f_m} + \frac{N_0}{A_{HT}} \leq f_c$$

式中 W_{HT} ——净截面系数 , 对圆截面 $W_{HT} = 0.1d_0^3$ (d_0 为桅杆直径) ;

A_{HT} ——净截面面积 ;

f_c ——木材顺纹承压强度设计值 (N/mm^2) ;

f_m ——木材抗弯强度设计值。

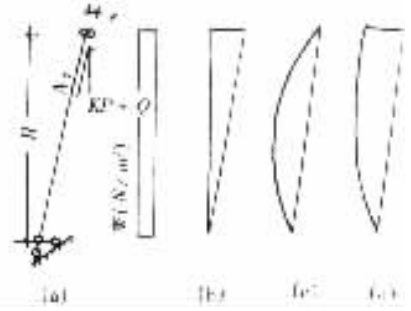


图 4-5-27 桅杆弯矩图

(a) 计算简图 (b) 由吊重等引起的弯矩图

(c) 由风载所引起的弯矩图

(d) 桅杆所受总弯矩图

桅杆中部的挠度最大,应验算其稳定性:

$$\sigma = \frac{M_{cp}f_c}{W_{cp}f_m} + \frac{N_{cp}}{\varphi\varphi_m A_{cp}} \leq f_c$$

式中 W_{cp} ——计算截面的截面系数;

A_{cp} ——计算截面的截面积;

φ ——轴压构件稳定系数,可根据长细比 λ ($\lambda = \frac{L_0}{i}$) 查得或计算得出;

φ_m ——考虑轴心力和横向弯矩共同作用的折减系数。

$$\varphi_m = \left[1 - \frac{\sigma_m}{f_m \left(1 + \sqrt{\frac{\sigma_c}{f_c}} \right)} \right]$$

对于多根圆木绑扎而成的桅杆,其长细比应乘以松弛系数 1.1。

② 钢管独脚桅杆截面验算。先根据起重量和吊装高度初步选定钢管直径,然后对顶部及中部截面进行验算:

顶部截面:

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M}{rW_n} \leq f$$

式中 A_n ——桅杆顶端的净截面面积(mm^2);

W_n ——桅杆顶端净截面抵抗矩;

f ——钢材抗拉、抗压、抗弯强度设计值(N/mm^2);

r ——截面发展系数 $r = 1.1$ (受动力荷载)。

其它符号同前。

中部截面:

验算弯矩作用平面内的稳定性:

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{r_x W_{lx} \left(1 - 0.8 \frac{N}{N_{EX}} \right)} \leq f$$

式中 N ——所计算构件段内的轴心压力(N);

φ_x ——弯矩作用平面内的轴心受压构件稳定系数,由长细比 λ_x 可确定;

A ——桅杆中部截面的毛截面面积(mm^2);

β_{mx} ——等效弯矩系数 $\beta_{mx} = 1.0$;

M_x ——所计算构件段内的最大弯矩($\text{N}\cdot\text{mm}$);

r_x ——截面塑性发展系数,取 1.0;

W_{lx} ——弯矩作用平面内最大受压纤维的毛截面抵抗矩(mm^3);

N_{EX} ——欧拉临界力,为:

$$N_{EX} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda_x^2} (\text{N})$$

λ_x ——构件的长细比。

4-6 多层房屋结构构件吊装

4-6-1 柱子吊装

1. 绑扎

多层房屋装配式结构中的柱子有单根柱和“T”型、“十”型、“┌”型等。其中“┌”型柱吊装方法与门式刚架吊装方法基本相同。

单根柱绑扎方法与单层厂房中的柱子垂直吊法的绑扎方法相同。

“十”型柱的绑扎方法如图 4-6-1 所示,需用等长的吊索,分别绑于两侧的悬臂梁上,两绑扎点到柱中心的距离应相等,且不大于悬臂梁长度之半。如经过核算,认为悬臂梁的强度足以抵抗自重力产生的弯矩,而且不致发生裂缝,则可绑在上柱底部。若下柱细长,不足以抵抗自重力产生的弯矩,而可能产生裂缝时,应在下柱设置辅助吊点。“T”型柱绑扎方法与“十”型柱基本相同。

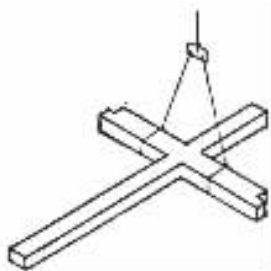


图 4-6-1 “十”型柱的绑扎方法

2. 柱子接头型式

柱子接头型式有榫式接头、插入式接头和浆锚式接头(图 4-6-2)。

榫式接头是上柱带有榫头,通过上柱和下柱外露的受力钢筋用坡口焊焊接,配置若干箍筋,最后浇灌接头混凝土以形成整体。插入式接头是将上柱做成榫头,下柱顶部做成杯口,上柱榫头插入杯口后用压力灌浆填满杯口间隙形成整体。浆锚式接头是将上柱受力钢筋插入下柱的预留孔洞中,然后用水泥砂浆灌缝锚固上柱钢筋形成整体。

3. 保护外伸钢筋办法

榫式接头和浆锚式接头的上柱根部都有外伸钢筋,吊装时,必须采取保护措施,防止外伸钢筋弯曲。

保护外伸钢筋的办法有以下几种:

(1) 用滑车组保护

在起重机吊钩上另连一副滑车组,动滑车的一端挂在柱子根部,在起重吊索收紧时,同时收紧这副滑车组,直到吊钩位于柱子重心的垂直位置上为止,然后将跑头扣在吊杆根

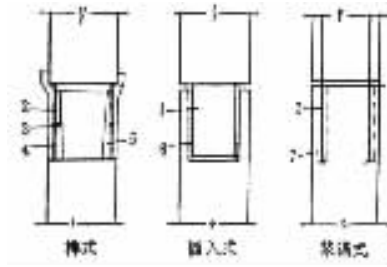


图 4-6-2 柱子接头型式

- 1—榫头 2—上柱外伸钢筋 3—坡口焊；
4—下柱外伸钢筋 5—后浇接头混凝土；
6—下柱杯口 7—下柱预留孔洞

部,当起重机起升吊钩时,柱子就平卧起升(图 4-6-3)。待到达一定高度,停止起钩而慢慢放松跑头,柱子就旋转成垂直状态。

(2)用钢管保护

在起吊柱子前,将两根钢管用两根短吊索套在柱子两侧。起吊时,钢管着地,而使钢筋不受力。柱子将竖直时,钢管和短吊索即自动落下(图 4-6-4)。此法适用于重量较轻的柱子。

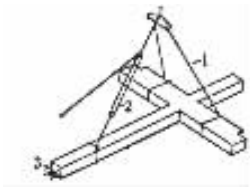


图 4-6-3 用滑车组保护柱脚外伸钢筋

- 1—吊索 2—滑车组 3—外伸钢筋

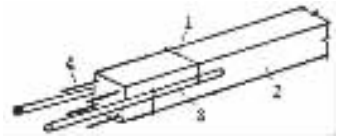


图 4-6-4 用钢管保护柱脚外伸钢筋

- 1—短吊索 2—柱子 3—钢管 4—外伸钢筋

(3)用垫木保护

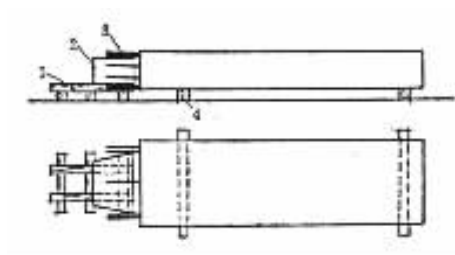


图 4-6-5 用垫木保护柱脚外伸钢筋

- 1—保护钢筋的垫木 2—柱子榫头；
3—外伸钢筋 4—原堆放柱子的垫木

榫式接头的外伸钢筋一般都比榫头短,在起吊柱子前,用垫木将榫头垫实(图 4-6-5)。这样,柱子在起吊时将绕榫头的棱边转直,可使外伸钢筋不着地。

4. 起吊、就位

用单机起吊多层装配式结构的各节柱子和用多机抬吊下节柱子的方法,与起吊单层装配式结构的柱子的方法相同。

以下介绍多机抬吊上节柱子的方法。

为使下节柱的垂直度不会在吊装上节柱时发生较大变化,一般都在吊装上节柱前将下节柱上的连系梁和柱间支撑安装并焊接完毕。因此,多机吊上节柱时,不能将绑扎点设在杯口附近,而只能如图 4-6-6 所示,即上柱柱顶要让开已吊好的连系梁,否则,柱子吊不起来。

三机抬吊递送法抬吊上节柱的起吊过程为:

(1)三机同时起钩将柱子吊至 H 高度处(图 4-6-7a)

$$H = h + e + l$$

式中 H ——上节柱下平面距地面高度(m);

h ——下节柱柱顶外伸钢筋顶面距地面高度(m);

e ——安装间隙,取 0.2m;

l ——副机绑扎点至柱脚距离(m)。

(2)高空对位,即三机通过跑车和旋转,使两主机绑扎点位于下柱正上方(图 4-6-7b)。在高空对位过程中,副机尚未卸钩,各起重机的负荷一般为其安全起重量的 60~70%,因而只要行驶道路平整坚实,是可以保证安全施工的。

(3)两台主机升钩,副机以跑车、旋转等动作配合,将上柱竖直(图 4-6-7c)。

(4)卸去副机吊钩(图 4-6-7d)。

(5)两主机落钩,将上柱就位(图 4-6-7e)。

就位时,上柱和下柱的对线方法,根据柱子是否统长预制而定。

如果各节柱采用统长预制,接头处一般都预留定位销孔(图 4-6-8)。在此情况下,脱模前,应在上柱榫头和下柱柱顶间用红漆标出定位记号,就位时,只要插上定位销,对好定位记号即可,此时,上下柱截面和外伸钢筋都可对齐。

如果柱子各节采用分散预制,则上柱就位时,常遇到要使上下节柱截面对齐,接头钢筋就对不齐,要使接头钢筋对齐,上下节柱截面就对不齐等情况。此时,可采取两者兼顾各借一半的办法处理。因此,预制时使钢筋位置准确是主要关键,采用套模方法是有效措施。

5. 临时固定和校正

下节柱的临时固定和校正方法与单层厂房的柱子相同。

重量较轻的上节柱,可采用方木和钢管支撑进行临时固定和校正。根据柱的平面位

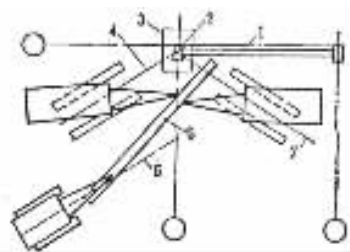


图 4-6-6 多机抬吊上节柱的平面布置

1—下节柱上的连系梁 2—下节柱;
3—安装上节柱用操作台 4、7—抬吊柱子的主机行驶路线 5—抬吊柱子的副机行驶路线 6—待吊装的上节柱

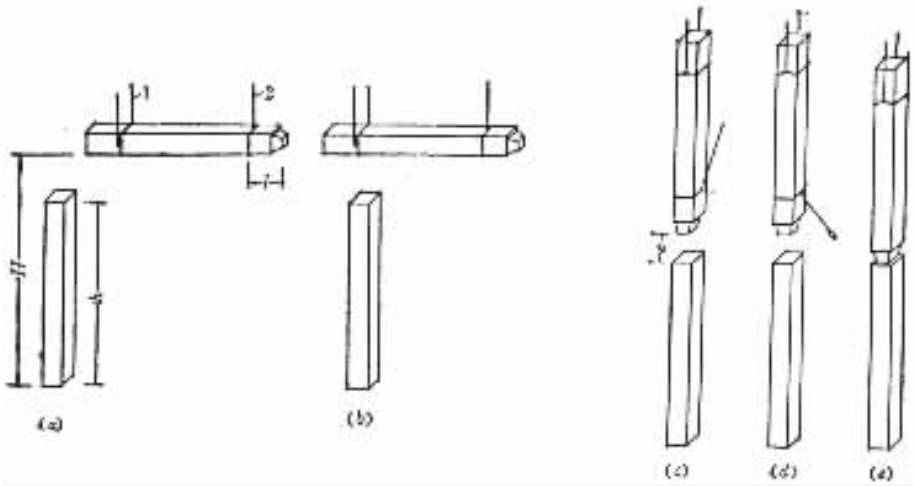


图 4-6-7 三机抬吊递送法抬吊上节柱的起吊过程
 (a) 三机同时起钩将柱吊至距地面为 H 的高度处 (b) 高空对位 (c) 将上节竖直;
 (d) 卸去副机吊钩 (e) 两主机落钩将上柱就位
 1—主机吊索 2—副机吊索

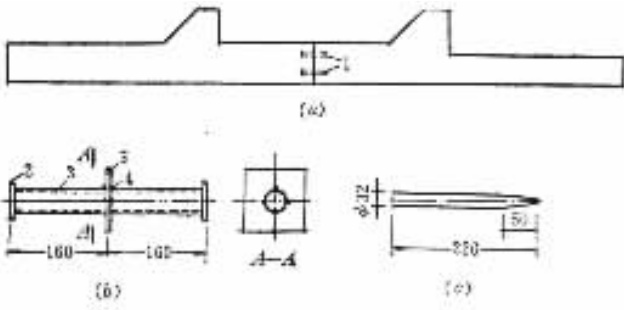


图 4-6-8 统长预制柱中的预留定位销孔
 (a) 定位销孔的位置 (b) 定位销孔详图 (c) 定位销详图
 1—定位销孔 2—钢板 ($-50 \times 50 \times 5$);
 3—钢管 ($\phi 42 \times 3.5$) 4—点焊 5—钢板

置不同,分为三种形式。图 4-6-9(a)为四面均用方木支撑临时固定和校正内柱的方法;图 4-6-9(b)为两面用方木,另一面用方木加钢管支撑临时固定和校正边柱的方法;图 4-6-9(c)为两面均用方木加钢管支撑临时固定和校正角柱的方法。钢管支撑上端与套在柱上的夹箍连接,下端与楼板上的预埋件连接。

较重的上节柱,应用缆风进行临时固定和校正,用倒链或手扳葫芦拉紧,每根柱拉四根缆风。柱子校正后,每根缆风都要拉紧。

采用榫式接头的上节柱经临时固定和校正后,要焊好四角钢筋的接头焊缝后才可松钩(接头钢筋较粗者,可焊接部分焊缝后松钩)。

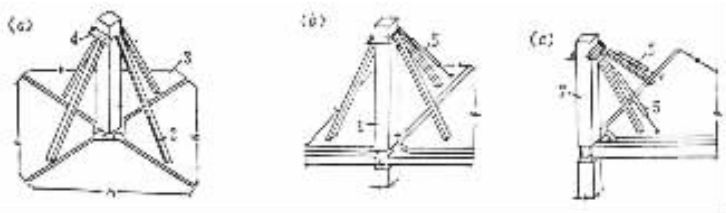


图 4-6-9 用方木和钢管支撑临时固定和校正上节柱子的方法
 (a) 临时固定和校正上节内柱的方法 (b) 临时固定和校正上节边柱的方法 (c) 临时固定和校正上节角柱的方法
 1—上节内柱 2—方木 3—楼板 4—夹箍 5—钢管支撑 6—上节边柱 7—上节角柱

上节柱垂直度的校正,应以下节柱的根部中线为准,即用经纬仪先对准下节柱子根部中线,然后仰视上节柱顶部,通过校正,使柱顶中线与经纬仪望远镜十字线重合。上节内柱在楼板安装后,经纬仪架在一处往往不能同时看到上测点和下测点。此时,可根据柱子接头的设计位置,采取不同的方法将下测点引到上面去。如果柱子接头位于楼板之上,可在安装部分楼板后,将下测点引到下节柱顶上;如果柱接头位于楼板标高处,则应首先确定几条控制轴线,在楼板安装后,用经纬仪从控制轴线引到楼板上,再根据控制轴线引出全部柱子的设计轴线,作为上节柱的安装定位和校正垂直度的依据。采取上述方法将下测点引到柱顶,或将设计轴线引到楼面上后,经纬仪即可架到楼面上观测上节柱的垂直度。

6. 接头焊接

在进行柱接头的钢筋焊接时,由于焊缝的收缩,将使已校正好的上柱的垂直偏差发生变化,因此,应采取分层施焊,并由两名焊工按图 4-6-10 所示的顺序进行。

此外,坡口间隙不同,其焊接收缩量也不同,因此,接头坡口间隙尺寸应控制在规定的范围内。否则,应对间隙过大的钢筋先进行堆焊,待间隙达到规定尺寸并冷却后再同时施焊。

在焊接中,最好用经纬仪进行柱子垂直度观测,如发现有较大变化,应及时纠正。

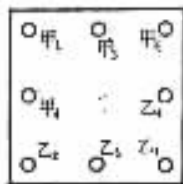


图 4-6-10 上下柱接头钢筋焊接顺序

4-6-2 H 型框架吊装

1. 绑扎、起吊

H 型框架常用“活兜肚”的办法绑扎(图 4-6-11),即用两根短吊索兜住框架横梁的下面,上面各用通过单门滑车的长吊索相连接。起吊中,由于长吊索能在滑车上串动,故可保证框架竖直后与地面垂直。

H 型框架也可采用横吊梁和钢销进行绑扎起吊(图 4-6-12)。

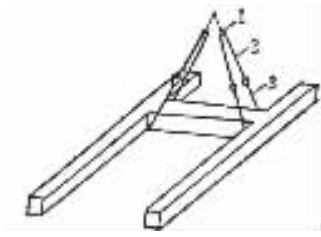


图 4-6-11 H 型框架的绑扎方法
1—滑车 2—长吊索 3—短吊索

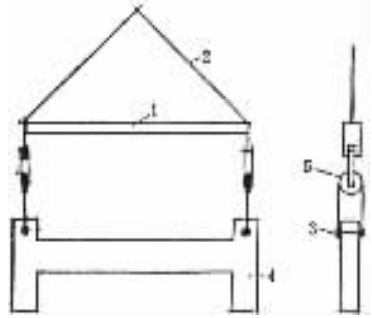


图 4-6-12 用横吊梁和钢销绑扎和起吊 H 型框架
1—横吊梁 2—吊索 3—钢销 4—H 型框架 5—滑车

多机抬吊多层框架时,递送起重机应使用横吊梁起吊,使捆绑吊索不产生水平分力(图 4-6-13)。也可在两绑扎点间用方木或其他专用工具支撑,以防止吊索的水平分力使框架柱产生裂缝。

2. 临时固定、校正

下节 H 型框架的基础为杯形基础时,也可用楔子作临时固定和采用无缆风校正法校正。在框架吊装前,需用水泥砂浆将杯底抹平,各杯底的抹浆厚度根据相应框架柱的实际长短确定。上节 H 型框架用四根缆风作临时固定。在框架平面内两根柱的垂直度如有误差,要同时观测两根柱的偏差方向和数值进行综合考虑。如果两根柱都相向或相背倾斜,而且数值比较接近,则不必再行校正。如果两根柱都向一个方向倾斜,而数值相近,则只需顶起一根柱,即可调整。

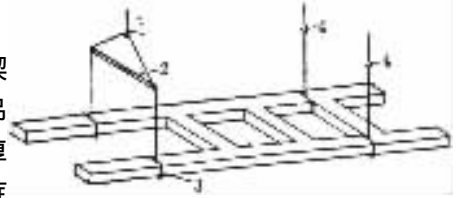


图 4-6-13 多机抬吊多层框架绑扎情况
1—副机吊钩 2—横吊梁 3—捆绑吊索;
4—两台主机吊钩

H 型框架经校正后,也需焊好四角钢筋(每个框架柱焊两根)才能松钩。

4-6-3 楼层梁吊装

楼层梁一般采用矩形梁、T 形梁或花篮梁。梁与柱的接头型式,有明牛腿式和齿槽式两种(图 4-6-14)。

吊装明牛腿式接头的楼层梁时,只要将梁端预埋钢板和柱牛腿上预埋钢板互相焊接即可松钩,梁上部钢筋与柱上预留钢筋的焊接可随后进行。

吊装齿槽式接头的楼层梁时,由于梁在临时牛腿上搁置面积较小,为确保安全,需将梁端的上部接头钢筋焊好两根后才能松钩。



图 4-6-14 梁柱接头型式

1—坡口焊 2—后浇细石混凝土 3—齿槽 4—附加钢筋 5—安装用临时钢牛腿

4-6-4 楼层板吊装

1. 双 T 板吊装

双 T 板一般都预埋吊环,每次吊装一块时,钩住吊环即可。每次吊装两块以上的板时,应将每块板吊索都直接挂在起重机吊钩上,各板之间的距离适当加大些,以减小吊索对板翼的压力,防止翼缘损坏(图 4-6-15)。

2. 空心楼板吊装

小型空心楼板(每块板重量在 500kg 以内,长度在 4m 以内)可采用平吊或兜吊方法进行钩挂起吊。

图 4-6-16(a)为用横吊梁和兜索一次平吊数块空心板的情况,采用此法将板吊到梁上并卸去兜索后,用撬杠将板撬至设计位置即可。图 4-6-16(b)为用兜索一次叠层兜吊数块空心板的情况。采用此法将板吊至梁上并卸去兜索后,需再次将各板吊至设计位置。

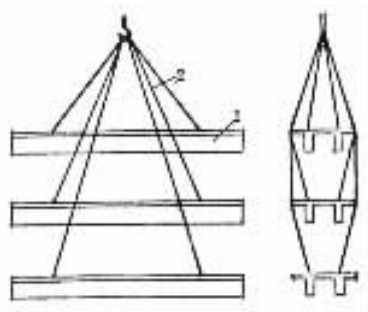


图 4-6-15 一次多吊双 T 板的钩挂方法

1—双 T 板 2—吊索

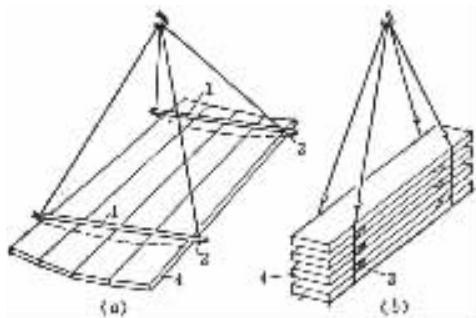


图 4-6-16 小型空心楼板的钩挂方法
(a)一次平吊数块空心板 (b)一次叠层兜吊数块空心板

1—横吊梁 2—兜索 3—板间垫木 4—空心板

4-6-5 异型构件吊装

对于无横向对称面的构件,如柱截面不等的H型框架、锯齿形天窗架等,应采用两根或四根不等长的吊索来绑扎起吊,每根吊索长度可根据构件重心及绑扎点位置计算确定,必须使绑扎中心(吊索交点)位于通过构件重心的垂直线上(图4-6-17)。

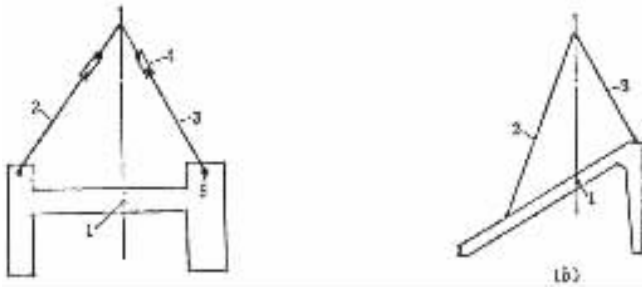


图4-6-17 无横向对称面构件绑扎方法
(a)柱截面不等的H型框架绑扎方法 (b)锯齿形天窗架绑扎方法
1—构件重心 2—长吊索 3—短吊索 4—滑轮 5—钢销

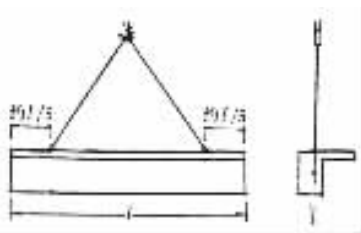


图4-6-18 无纵向对称面构件绑扎方法

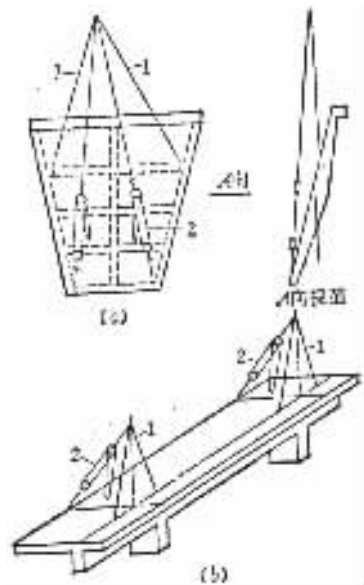


图4-6-19 用倒链调平的办法绑扎体型复杂的构件
(a)绑扎煤斗板 (b)绑扎防风梁
1—吊索 2—倒链

对于无纵向对称面构件,如一面带挑檐的梁等,绑扎时应使两吊索和构件重心同在垂直于构件底面的平面内。横向有长挑檐的梁,用吊索直接捆绑会使挑檐损坏,应在梁内预埋吊环,用卡环连接吊索与吊环起吊。吊环的埋设应位于距梁的两端约 $1/5$,在梁与挑檐板剖面的重心线处(图 4-6-18)。短挑檐的梁也以按此法较好。

对于体形复杂的构件,其重心不易算准而且计算繁琐,即使重心算出来了,所用吊索规格太多。在这种情况下,可采用倒链调平的办法进行绑扎。图(4-6-19)所示为绑扎这类构件的例子。

4-6-6 吊装机械的选择与布置

吊装机械的选择要根据建筑物的层数和总高度、建筑物的平面形状和尺寸、结构构件的形状尺寸和重量以及它们的安装位置、现场实际条件和现有机械设备能力等因素来确定。

目前常用的多层房屋结构吊装机械有:履带式起重机、汽车式起重机、轨道式塔式起重机、爬升式塔式起重机等。

五层以下的房屋结构吊装可采用 W_1-100 型履带式起重机或 Q_2-32 型汽车式起重机较合适。通常是跨内开行。

多层房屋如总高度在 25m 以下,进深在 15m 以内,构件重量在 3t 以下,一般采用 QT_1-6 型塔式起重机。塔式如作单侧布置,要求 $R \geq a + b$;作双侧或环状布置,要求 $R \geq a + \frac{b}{2}$ (图 4-6-20)。



图 4-6-20 塔式起重机布置方案

(a) 单侧布置 (b) 双侧布置

一些重型厂房(如电厂等),宜采用起重量为 15~40t 的塔式起重机进行吊装(图 4-6-21)。

高层装配式结构,可采用爬升式或附着式塔式起重机进行吊装。图 4-6-22 所示为爬升式塔式起重机吊装高层建筑示意。

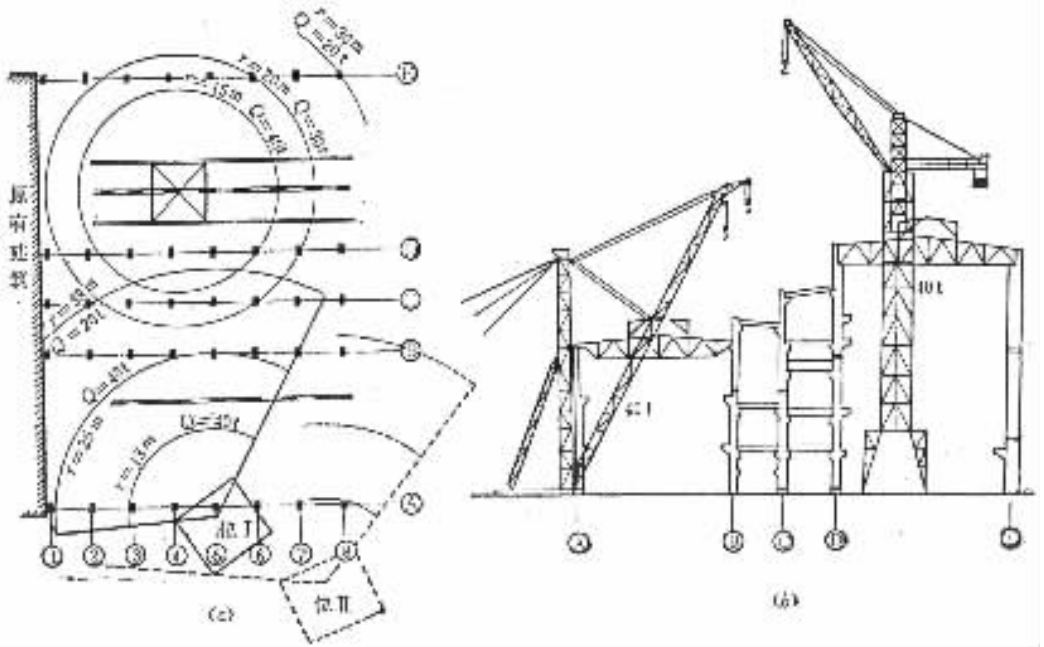


图 4-6-21 用塔式起重机和桅杆式起重机吊装电站主厂房
(a)平面 (b)剖面

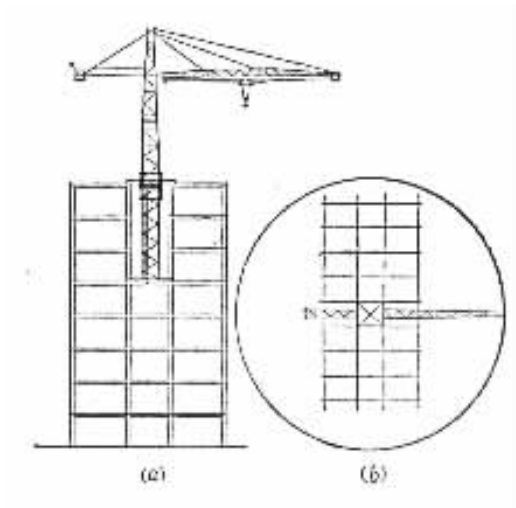


图 4-6-22 爬升式塔式起重机吊装高层建筑
(a)剖面 (b)平面

4-6-7 吊装方法与吊装顺序

多层房屋的结构吊装方法,有分件吊装法和综合吊装法。

1. 分件吊装法

分件吊装法按其流水方式不同,又分为分层分段流水吊装法和分层大流水吊装法。

分层分段流水吊装法就是以—个楼层为—个施工层(如柱子是两层—节,则以两个楼层为—个施工层),而—个施工层又再划分成若干个施工段,以便于构件吊装、校正、焊接及接头灌浆等工序的流水作业。起重机在—施工段作数次往返开行,每次开行吊装该段内某—种构件,待—层各施工段构件全部吊装完毕,并最后固定后,再吊装—上层构件。施工段的划分,主要取决于建筑物平面形状和尺寸、起重机的性能及其开行路线、完成各个工序所需时间和临时固定设备的数量等。框架结构的施工段—般是4~8个节间。

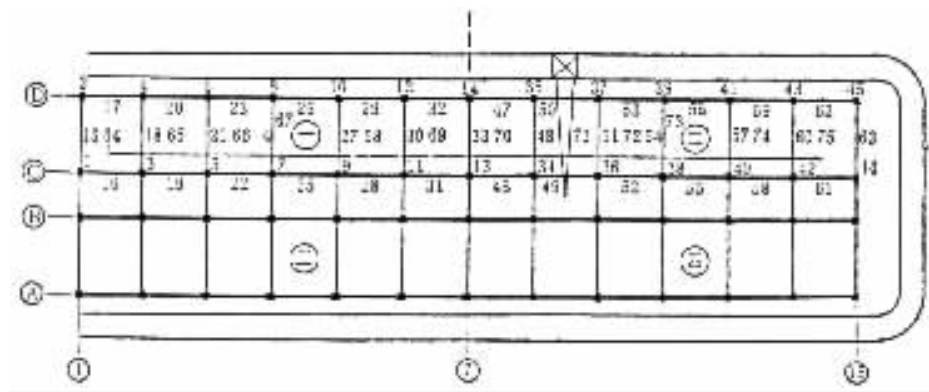


图 4-6-23 用分层分段流水法吊装—个楼层构件的顺序

、 、 、 —施工段编号 1、2、3、……—构件吊装顺序

图 4-6-23 所示为塔式起重机用分层分段流水吊装法吊装框架结构的实例。起重机依次吊装第—施工段中 1~14 号柱,在此时间内,柱的校正、焊接、接头灌浆等工序依次进行。起重机吊完 14 号柱后,回头吊装 15~33 号梁,同时进行各梁的焊接和灌浆等工序。这就完成了第—施工段中柱和梁的吊装,形成框架,保证了结构的稳定性。然后如法吊装第—二施工段中的柱和梁。待第—、二段的柱和梁吊装完毕,再回头依次吊装这两个施工段中 64~75 号楼板,然后如法吊装第—三、四两个施工段。—个施工层完成后再往上吊装另—施工层。

分层大流水吊装法是—个施工层不再划分施工段,而按—个楼层组织各工序的流水。

2. 综合吊装法

综合吊装法是以—个节间或几个节间为—个施工段,以房屋的全高为—个施工层来组织各工序的流水。起重机把—个施工段的构件吊装至房屋的全高,然后转移到下一个

施工段。

图 4-6-24 所示为采用履带式起重机跨内开行以综合吊装法吊装两层框架结构的实例。该工程采用两台履带式起重机,其中[1]号起重机吊装 CD 跨的构件,首先吊装第一节间的 1~4 号柱(柱是一节到顶),随即吊装该节间的 5~8 号楼层梁,形成框架后,接着吊该层 9 号楼板,然后吊装 10~13 号屋面梁和 14 号屋面板。这样,起重机退一个停机位置,再用相同顺序吊装第二节间,余类推,直至吊完 CD 跨全部构件后退场。[2]号起重机则在 AB 跨开行,负责吊装 AB 跨的柱、梁和板,再加 BC 跨的梁和板,吊装方法与[1]号起重机相同。

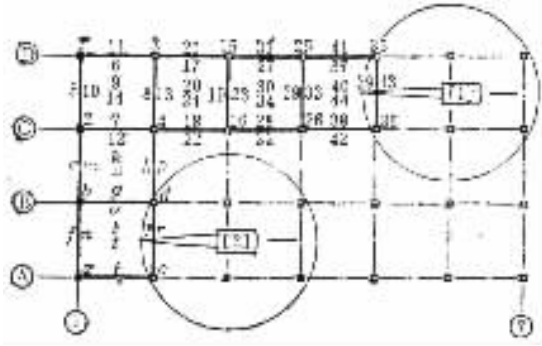


图 4-6-24 用综合吊装法吊装框架结构的顺序

1、2、3、4……[1]号起重机吊装顺序；

a、b、c、d……[2]号起重机吊装顺序

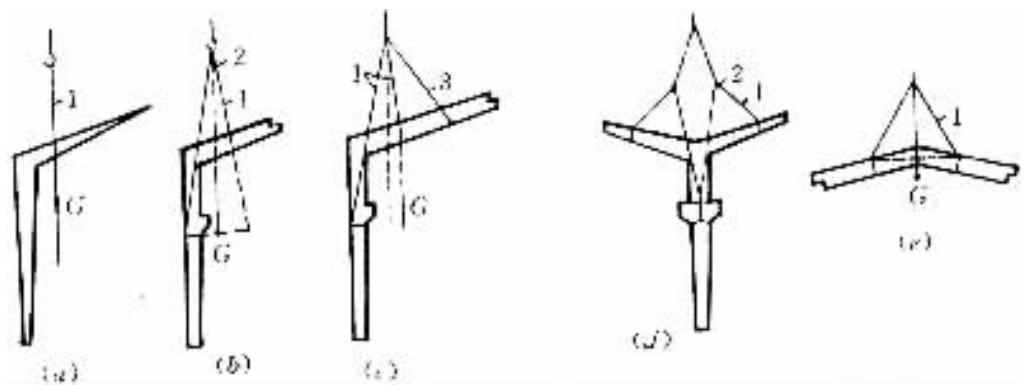
4-7 特殊结构构件吊装

4-7-1 门式刚架吊装

为了满足大空间的需要,房屋建筑设计常采用主柱高、伸臂长、厚度较薄的大跨度钢筋混凝土门式刚架结构。

1. 绑扎、起吊

轻型门式刚架,可采用一点绑扎,吊索必须通过构件重心。中型及重型刚架可采用两点或三点绑扎,绑扎中心必须通过构件重心,这样刚架吊起后,才能使刚架柱保持垂直。也可增加一根平衡吊索来保持刚架柱垂直。见图 4-7-1 所示。人字刚架两点绑扎时,其绑扎点连线必须在人字刚架的重心之上,以防起吊时倾翻。



(a)一点绑扎 (b)两点绑扎 (c)(d)三点绑扎 (e)人字刚架两点绑扎

1 吊索 2 滑轮 3 平衡吊索 G 刚架重心

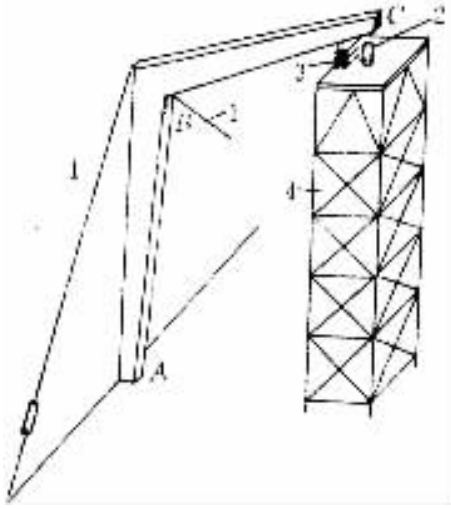
图 4-7-1 刚架绑扎方法

2. 临时固定、校正

刚架的临时固定,除在基础杯口打入 8 个楔子外,必须在悬臂端用井字架支承,如图 4-7-2 所示。井字架的顶面距刚架悬臂底面约 30cm 左右,以便放置千斤顶和垫木。在纵向,第一榀刚架要用缆风绳或支撑作临时固定,以后各榀则可用缆风绳或支撑,也可用屋架校正器临时固定。

刚架在横轴线方向的倾斜,可用井字架上的千斤顶校正。因为刚架重心在跨内,所以

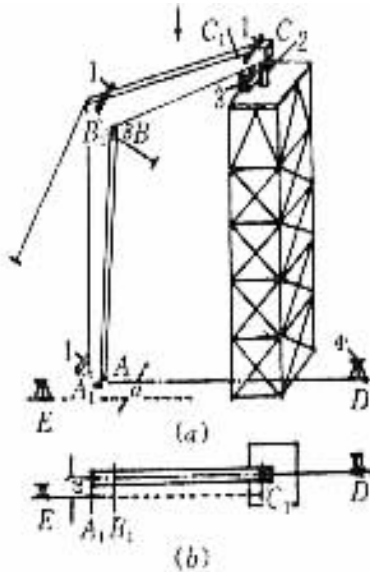
倾斜方向往往向里,校正时,需使刚架向跨外倾斜 5—10mm,以抵消一部分偏差。



1 缆风 2 千斤顶 3 垫木 4 井字架

A、B、C 校正刚架垂直度的观测点

图 4-7-2 门式刚架的临时固定和校正



(a)透视图 (b) A 向视图

D 经纬仪在刚架横轴线上的架设位置

E 用平移法经纬仪的架设位置

a 平移距离 1 卡尺 2 千斤顶 3 垫木 4 经纬仪

图 4-7-3 观测刚架垂直度时

经纬仪的架设位置

刚架在纵轴线方向的倾斜,用缆风、支撑或屋架校正器校正。校正时,应同时观测 A、B、C 三点,使该三点都同在一个垂直面上。可先校刚架柱的倾斜,使 A、B 两点同在一垂直线上,然后检查 C 点,如有偏差,可用撬杠撬动悬臂端来调整。如图 4-7-3 所示。

观测 A、B、C 三点时,经纬仪如架设在刚架横轴线上 D 点会造成不便,此时可将仪器平移 50cm 左右架在 E 点,用卡尺将 A、B、C 三点平移同样的距离至 A_1 、 B_1 、 C_1 处,用经纬仪观测 A_1 、 B_1 、 C_1 三点,通过校正使之在同一垂直面内。

4-7-2 V 型折板吊装

V 型折板吊装前,应检查支座的位置、尺寸和三角坡度,防止折板就位后受力不均匀使板面扭曲。在折板的一端,按照出檐尺寸划线,以保证折板排列整齐和吊环相互对齐,便于焊接。

折板必须采取多点起吊,吊点距离为 2—2.5m,在起吊时就应使折板先张开一角度,以便进入三角支座后,能依靠自重自行张开到设计要求,为此,需特制一个横吊梁起吊。

折板就位时,应使折板均匀向两边张开,否则应吊起重重新就位。

4-8 大跨度屋盖结构安装

大跨度屋盖结构的特点是跨度大、构件重、安装位置高,因而如何针对大跨结构的工程特点与具体条件,选择合理的吊装方案,对设计方案的确定、工程造价、施工进度等都有一定的影响。

4-8-1 大跨屋盖结构提升法施工

提升法施工是将一次要提升的全部构件预先在地面上组装好,并利用安装在柱顶的提升设备将屋盖提升至设计标高进行固定。本部分着重介绍组合单元钢带提升法施工及利用升板机整体提升法施工。

4-8-1-1 钢带提升法

钢带提升法是将屋盖划分成若干个提升单元,一般以一个开间或两个开间为一个提升单元,然后将屋盖结构组合单元在地面上就位拼装好,并利用安装在双肢柱顶上的钢带提升设备将整个单元提升到设计标高以上,落下就位。

1. 钢带提升设备

钢带提升设备是由钢板凳、横梁、千斤顶、导向轨、钢带、钢销、操作台等部件组成。如图4-8-1所示。

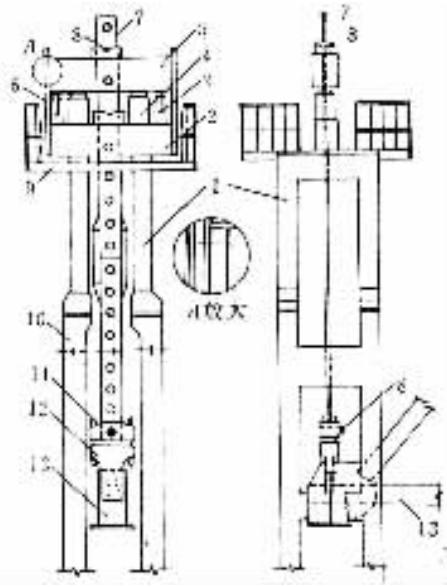
钢带截面尺寸约 $260 \times 60\text{mm}$,由数节组成,每节长 4.4m 。钢带孔距和上下横梁之间的孔距,应与油压千斤顶的工作行程相配合。如果所使用的千斤顶工作行程为 200mm ,钢带孔距为 400mm ,上下横梁的 b 孔和 c 孔距离为 600mm ,那么 a 孔与 b 孔、 c 孔与 d 孔的距离也为 600mm 。这样千斤顶每进行一个工作行程,上横梁和下横梁的销孔都可与钢带上的销孔重合,见图4-8-2。

钢带提升的工作过程:

(1)将钢销插入上横梁的半圆孔 a 和钢带第一孔内,拔出下横梁 c 孔中的钢销,此时屋盖依靠钢带而悬挂在上横梁上,准备提升,如图4-8-2a所示。

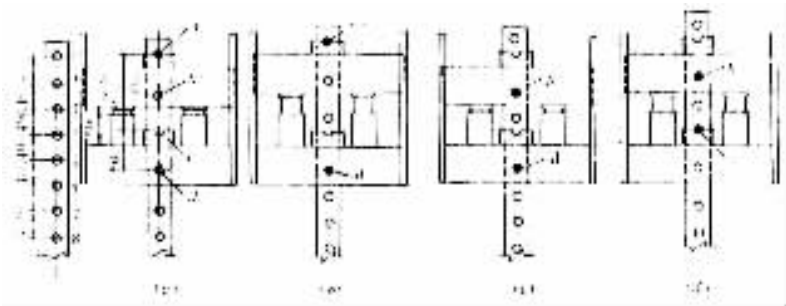
(2)开动液压千斤顶,屋盖即随着上横梁的上升而提升,当千斤顶完成一个工作行程时,钢带的第6孔与下横梁上的 d 孔重合,图4-8-2b示。

(3)用另一钢销插入下横梁 d 孔和钢带第6孔中,打开千斤顶的回油阀门回油,上横



1 钢板凳 2 下横梁 3 螺旋千斤顶 4 油压千斤顶
5 上横梁 6 导向轨 7 钢带 8 钢销 9 操作台
10 双肢柱 11 调整螺栓 12 吊卡 13 屋架

图 4-8-1 钢带提升设备的构造



(a)(b)(c)(d)——操作顺序

1、2、3……钢带销孔

(a)上横梁的半圆销孔 (b)上横梁的圆形销孔

(c)下横梁的半圆销孔 (d)下横梁的圆形销孔

图 4-8-2 钢带提升设备的操作顺序

梁即逐步下落,此时,屋盖重量由下横梁承担,当上横梁完全卸荷时,拔去 *a* 孔钢销,全回油后,上横梁的 *b* 孔正好与钢带上的第 3 孔重合,此时千斤顶完成了第一个行程,图 4-8-2(c) 示。

(4)用钢销插入上横梁的 *b* 孔和钢带第 3 孔中,再启动油压千斤顶,屋盖重量又由上横梁承担,当下横梁完全卸荷时,拔去 *d* 孔钢销,继续启动千斤顶,屋盖又徐徐提升,当千斤顶完成一个工作行程时,下横梁 *c* 孔与钢带上的第 5 孔重合,图 4-8-2(d) 示。

如此操作重复进行,至屋盖提升完成一节钢带长度后,用起重机卸去这节钢带,直至

屋盖提升到设计标高以上 150mm 左右,将垫梁推入设计位置,再将屋盖降落就位。

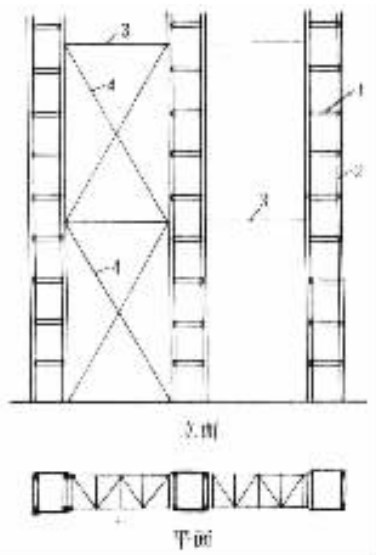
2. 提升前准备工作

提升前的准备工作主要有组合提升单元,安装柱间支撑及安装提升设备等。

(1) 在地面组合提升单元,先将预制钢筋混凝土支座放好,用架在轴线导线桩上的经纬仪将屋架下弦边线投到支座上。相邻端支座高差不大于 3mm,一个提升单元各端支座最大高差不大于 6mm。然后将屋架吊至拼装位置,用缆风或支撑予以固定,校正垂直度。第二榀、第三榀屋架就位时,可根据具体情况用安装部分上弦支撑代替缆风或支撑。接着拆除各屋架下弦的中间支座,安装大型屋面板。安装大型屋面板时,将两个提升单元之间的补空节间的一端,离开屋架上弦中线 15—20mm,以防补空时屋面板放不下去。

(2) 大跨度屋盖提升中,必须在柱间设置临时支撑,以保证在提升过程中柱子的稳定性。

先在每根柱子的两肢间沿柱高方向每隔 3m 左右安装一道系杆(钢板或槽钢)。再安装柱间临时支撑,一般采用复式支撑,图 4-8-3 示。每一个提升单元中要有一节间有两副剪刀撑,形成一个牢固的稳定块,另一节间用两个直撑(桁架式结构),将另一根柱子与稳定块相连系。



1 系杆 2 柱子 3 直撑 4 剪刀撑

图 4-8-3 柱间临时支撑

在安装柱间支撑时,需用经纬仪观察柱子的垂直度,并依靠支撑,将柱子的垂直偏差校正至 10mm 以内。

永久性柱间支撑最好布置在提升单元的节间内,这样永久性柱间支撑可以提前安装,以减少柱间临时支撑。

(3) 钢带提升设备应尽量在地面组装好,用起重机吊至柱顶安装。

提升设备就位后要进行校正,使上、下横梁销孔中心和已拼好的屋架支座中线在同一

垂线上 ;并使上、下横梁槽口中心和屋架的吊点在同一垂线上 ,以便提升时钢带能顺利通过。

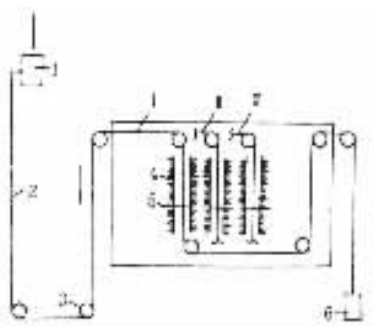
提升设备安装后须进行调试 ,使提升速度一致。

3. 提升及就位

提升之前要进行试提升 ,检查提升设备、柱子、临时支撑及提升单元各构件是否正常。

在正式提升过程中 ,各吊点的提升差异必须保持在允许范围内 ,同一侧相邻两点的提升差异不得大于 10mm ,两侧各吊点的提升差异不得大于 50mm。

屋盖各吊点均衡上升的关键是千斤顶要同步。为了观测屋盖各吊点均衡上升的情况 ,可在每个上横梁上固定一根细钢丝绳(φ3) ,通过几个导向滑轮拉至指挥台上 ,下端用重锤拉紧 ,并在指挥台上设有标尺 ,组成钢丝绳高度指示器 ,见图 4-8-4。



1 上横梁 2 钢丝绳 3 滑轮
4 标尺 5 指针 6 重锤
I、II、III——第一、第二、第三组
钢丝绳高度指示器

图 4-8-4 钢丝绳高度指示器

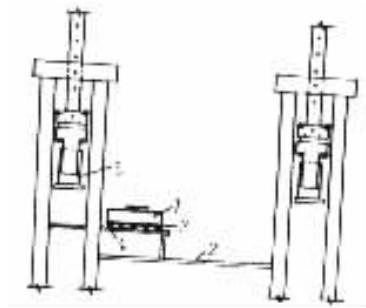
当屋盖提升到设计标高以上 150mm 时 ,先安装垫梁滑轨 ,再将垫梁吊至滑轨上推入双肢柱内屋架支座板下 ,见图 4-8-5 ,安装并拧紧垫梁与屋架支座板之间的连接螺栓 ,使垫梁与屋盖单元连成一体 ,最后拆除滑轨 ,千斤顶回油 ,将屋盖单元连同垫梁放到设计位置上。千斤顶回油时 ,应分几次进行 ,使各吊点同步降落。

4-8-1-2 升板机提升法

升板机提升法多用于网架整体安装 ,将屋架结构在地面上就位拼装后 ,利用柱子作为施工中的承重支柱 ,由悬挂在柱上或安装在柱顶横梁上的升板机 ,把屋盖结构整体提升到柱顶就位。

1. 柱子构造形成

根据网架的支承点和提升方案的不同 ,采用不同形式的柱子。若网架是支承在柱顶托梁上 ,升板机安装在柱顶临时钢梁上提升 ,柱子可采用双面牛腿预制钢筋混凝土矩形柱 ,以便在牛腿上安放支承网架的托梁。见图 4-8-6。



1 垫梁 2 柱间临时支撑
3 圆钢 4 滑轨 5 屋架

图 4-8-5 提升单元就位

如网架是支承在柱顶的钢筋混凝土天沟上,升板机沿柱逐孔提升,采用预制钢筋混凝土无牛腿矩形柱,见图 4-8-7。网架提升后,在各侧面焊钢牛腿,安装各层的连系梁。

网架直接支承在柱顶上,或升网滑模综合施工,可采用劲性钢柱,见图 4-8-8。

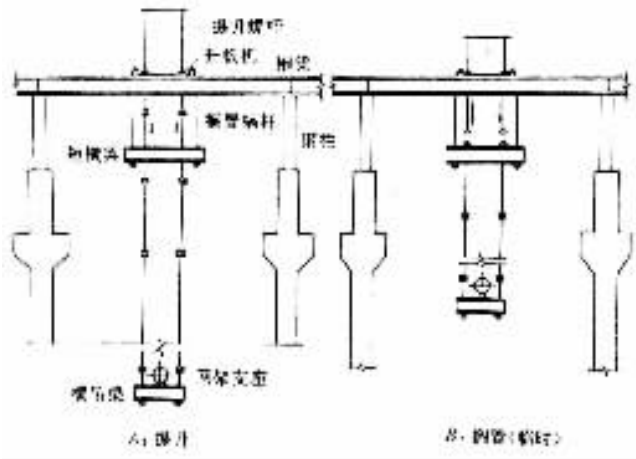


图 4-8-6 柱顶提升方式

2. 提升装置及提升方式

(1)采用柱顶提升方式,可将升板机安放在柱顶的临时钢联系梁上。在临时钢联系梁和钢筋混凝土柱之间还要加一段工具短钢柱,以便网架在钢筋混凝土托梁上就位。

提升时开动提升机,使提升螺杆上升,通过吊杆与横吊梁,带动网架上升;当提升机上升一节吊杆(1.8m)后,即下一节吊杆的上端扩大头升过下横梁的上口后,停止提升。见图 4-8-6A。然后用 U 型卡块卡在短横梁上 b 和吊杆上端的扩大头之间,使网架吊在短横梁上,这时可拆除上一节吊杆,降下升板机螺杆与下一节吊杆接好,以便继续提升。见图 4-8-6B。网架提升超过柱顶标高,在柱顶的牛腿上安装预制的钢筋混凝土托梁,用电焊固定。然后将网架支座用螺栓或电焊固定在托梁上,再将网架球节点降入支座内。

(2)采用升板机悬挂在柱子上逐孔提升方式时,由于柱的断面较大,升板机架要另行

制作,升板机和网架都可以通过承重销直接搁置在柱子上,实现提升和爬机。

柱为劲性钢柱时,网架支座的球节点吊在承重双梁上,并在劲性钢柱的内部上升。上升过程中,网架的弦杆与劲性钢柱的缀板相遇时,应临时拆下缀板让网架通过后,再即时安好。劲性钢柱上的缀板要用螺栓联结,待网架通过后再焊接。见图4-4-8-7示。劲性钢柱中的球节点提升出柱顶后,将网架支座与劲性钢柱焊接好,柱子混凝土浇筑完毕,就可以把网架球节点降入支座内。支座如果是埋在柱混凝土中,必须待柱子混凝土强度达到规定强度后方可降入网架球节点。

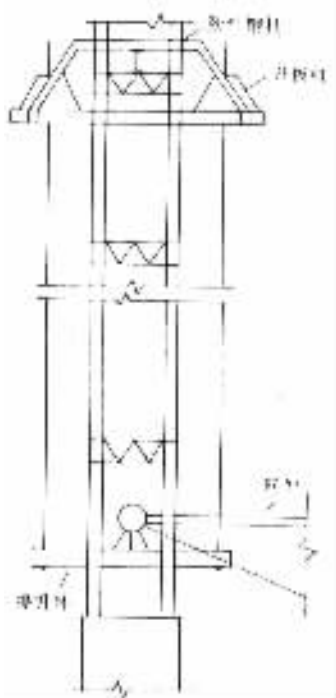


图4-8-7 沿劲性钢柱提升

柱子为无牛腿钢筋混凝土预制柱,升板机沿柱逐孔提升时,网架支座固定在钢筋混凝土天沟梁上,天沟梁在柱的两侧埋设吊点就可由悬挂在预制无牛腿钢筋混凝土柱上的升板机提升,见图4-8-8。采用该方案提升时,中间柱的天沟梁可断开制作,就位后将天沟梁与柱固定。

天沟梁提升到设计标高后,先用承重销搁天沟梁,将梁面的钢筋互相焊接起来,梁底的钢筋分别与二根承重销焊接,然后将断开的天沟钢筋绑扎好并支模板,清理柱和天沟梁上的预留齿槽,浇筑节占混凝土。

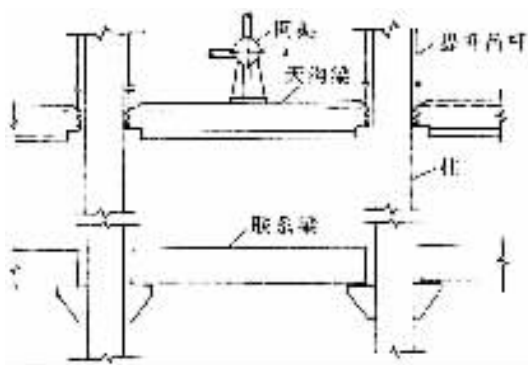


图 4-8-8 沿无牛腿预制柱提升安装在天沟梁上的网架

4-8-2 大跨屋盖结构整体吊装

整体吊装就是先将屋盖结构在地面拼装成整体,然后用起重设备吊到设计标高进行固定。起重设备可用自行杆式起重机或桅杆式起重机械。

4-8-2-1 多机抬吊法

多机抬吊法是先将屋盖结构在地面与设计位置错开一个距离进行拼装,然后用两台以上的起重机将屋盖结构吊过柱顶,空中移位,落位固定。这种方法由于受起重机的起重量和起吊高度的限制,一般适用于重量不大和高度较低的屋盖结构,特别是中小型网架结构。

图 4-8-9 所示为某网球馆网架屋盖结构采用多机抬吊法吊装的情况。该网球馆的屋盖结构为双向正交斜放钢管网架,平面尺寸为 $40 \times 40\text{m}$,本身高度为 2.5m ,重量为 55t ,安装在标高为 $+12.30$ 的柱顶上。

1. 网架拼装

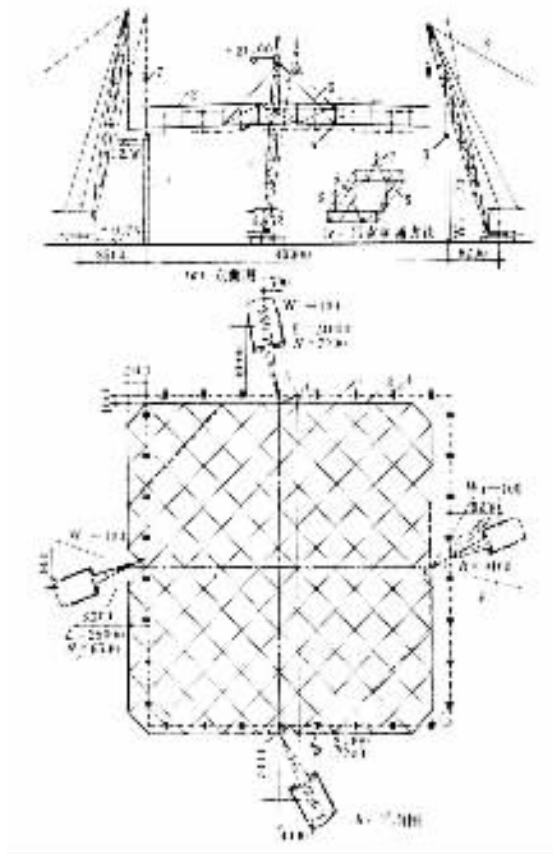
为了防止网架整体吊升时与柱相碰,网架的拼装位置与设计位置要错开一定距离。结合该网架的构造尺寸以及所选用的 4 台起重机的性能,网架需要双向移位,一边错开 2.5m ,另一边错开 1.0m ,见图 4-8-9 示。

网架的拼装分为小拼与总拼两步。小拼就是在施工现场或加工厂将单件拼成小单元平面桁架或立体桁架;总拼就是在现场拼装位置将小单元桁架拼成整个网架。

2. 起重机的选择与布置

根据网架重量、起吊高度和工地现有起重机的情况,采用 4 台起重机分 4 面抬吊,其

中两台 L-952 型 ,两台 W₁-100 型 均需满载工作。



(a) 立面图 (b) 平面图

- 1 柱 2 网架 3 弧形铰支座 4 履带式起重机
5 吊索 6 吊点 7 滑轮 8 缆风绳

图 4-8-9 某网球馆网架多机抬吊示意

起重机的布置 ,要考虑到起重机的工作不同及网架空中移位要求。W₁-100 履带式起重机带缆风绳吊装 ,起重臂不能回转而只能靠调整缆风绳使其俯仰 ,所以起重机纵向中心线必须与网架边线中点在拼装时与落位后两位置(见图 4-8-9 (b)中的 b、a 两点)的连线重合。L-952 起重机满负荷吊装 ,起重臂不需仰俯而只需回转 ,因而起重机的回转中心点必须位于上述两位置(图 4-8-9 (b)中的 c、d 点)连线的垂直平分线上。每台起重机设两个吊点 ,用吊索套在网架下弦节点上 ,并在两个吊点之间用斜腹杆加固。

如果网架的重量较轻 ,4 台履带式起重机的起重量足够时 ,可以将 4 台起重机布置在网架两侧 ,每侧 2 台。这样 ,只要用 4 台起重机同时旋转一下 ,即可完成网架空中移位。

3. 网架吊装工艺

网架吊装过程包括整体抬吊、空中移位和落位固定。

吊装过程中的关键问题是保持每台起重机的升降速度一致 ,否则起重机会超载 ,网架

会产生扭曲。一般采取的措施有两种,一种是每台起重机均用重物试吊,测出每台起重机的起吊速度,然后调整油门,使每台起重机的升降速度基本保持一致;另一种是每台起重机的吊索用滑轮穿通。这样,如果速度不一致,可用滑轮调整。网架抬吊得是否水平,可在网架四边中心各挂一钢尺检查。另外,为了准确地使网架支座中线与柱顶中线一致,可事先在网架四角各拴一根钢丝绳用倒链进行微调后落位固定。

4-8-2-2 桅杆吊升法

桅杆吊升法是将屋盖结构在地面上错位拼装后,用多根独脚桅杆将屋盖整体提升到柱顶以上,进行空中移位或旋转,然后落位安装。桅杆应在网架拼装前竖立。这种方法适用于大型网架屋盖结构的吊装。

图4-8-10为某火车站大厅采用独脚桅杆吊装网架屋盖的就位示意图。图中网架节点上的圆圈代表吊点,旁边的数字为该吊点的编号。

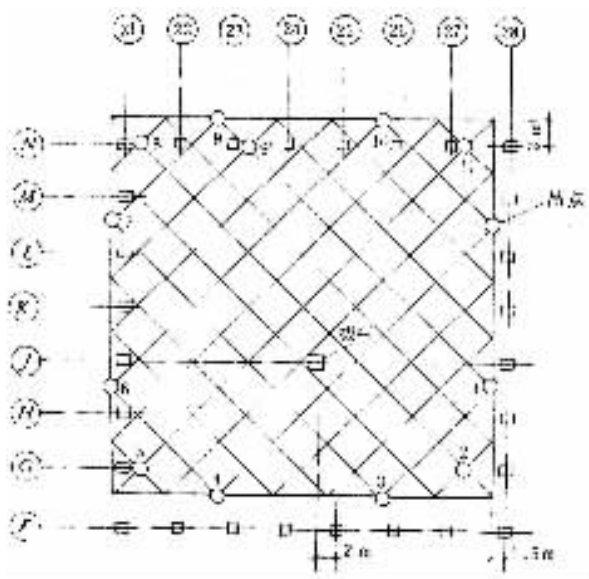


图4-8-10 网架吊装就位示意图

网架节点上的圆圈代表吊点,边上的数字为吊点编号

1. 施工布置

独脚桅杆(断面 $1.4 \times 1.4\text{m}$,高 54m)立于J轴线上,并偏离⑤轴线 2m 的位置,顶部对准拼装网架中心脊点。桅杆揽风绳由5组滑轮组组成(见图4-8-11)网架设12个吊点,其中第9号吊点与N、③柱子相碰,解决的办法是增加9'辅助吊点,两点间用千斤索相连并挂平衡滑轮。起吊钢绳采用两组“双跑头”起重滑轮组(见图4-8-12)。为使网架起吊平稳,在网架4角分别设置8台铰车,在提升时随吊随调整,8台铰车中4台系于上弦,4台系于下弦,做到交叉对称设置。

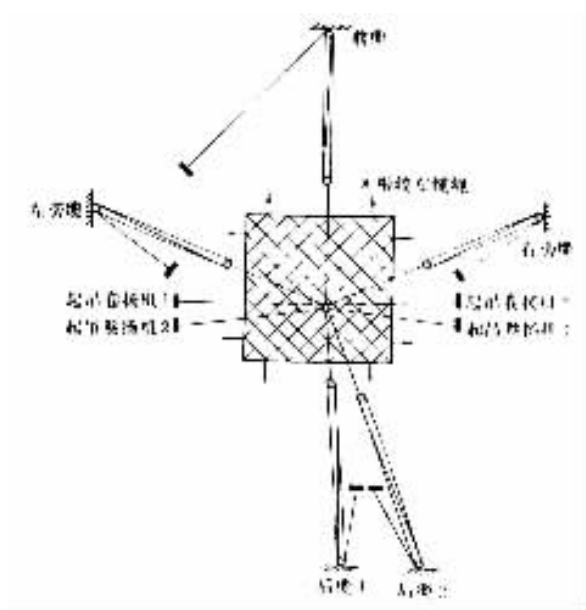


图 4-8-11 桅杆缆风绳布置图

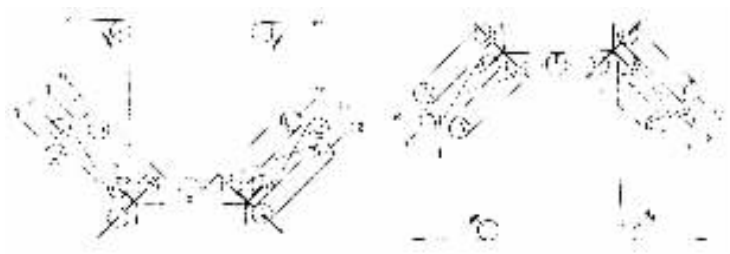


图 4-8-12 “双跑头”起重滑轮组绕法

图中数字为吊点编号

2. 进行试吊

为了检验起重设备的安全可靠性以及吊点对网架刚度的影响,需要从指挥到起吊、缆风、调整和卷扬机操作进行总的协调演习,即进行试吊。

首先将 8 台绞车缆绳稳紧,利用大垂球检查桅杆顶是否已对准拼装网架中心脊点,调整缆风绳使其对正,随即慢慢收紧起吊钢绳,到网架离开支墩时停止,然后利用每个“跑头”逐角使网架抬离支墩 5—10cm,先确定一个方向。慢慢放松该方向绞车的缆绳,如果发现网架随松随向前摆动,则应立即停止放松缆绳,并调整该方向桅杆缆风绳,直到网架不再向前摆动为止,然后重新收紧缆风绳。如此逐个试验每根绞车缆绳,直到网架不再向前摆动为止,这时桅杆顶已经对准网架的中心脊点。在此之后可将网架整体提升 30—50cm,此时绞车应密切配合随吊随调整,如某个角高差不一致,可利用单“跑头”调整。以上工作做完后,则应进行横移试验,利用调整缆风绳(绞车缆绳应同时配合松、紧)使网架向左或向右横移 10cm,认为安全可靠后再横移回原支墩就位。

3. 整体起吊

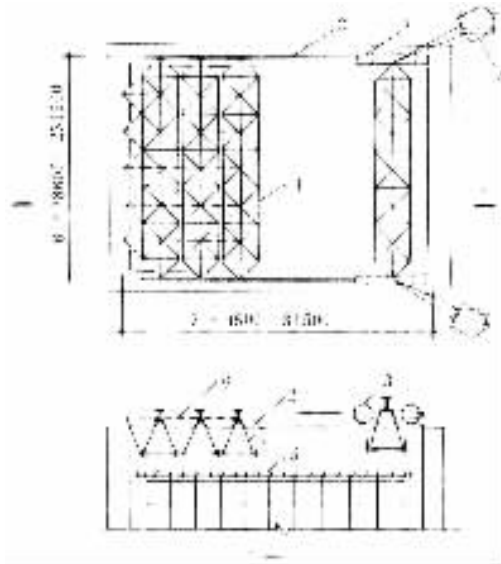
利用 4 台电动卷扬机同时起吊网架。为了保证起吊速度的同步,在正式起吊前在网架的 4 角上分别挂一把长钢尺,作为控制 4 角起吊高差的量具,在 19m 标高以下的提升过程中,每起吊 1m,应进行一次检查和调整,到 19m 以上一段则采取每吊升 0.5m 就进行一次检查调整的方法。具体做法是根据 4 角提升高度的丈量结果,以就高不就低的方法,依次利用各“跑头”将网架提升到同一标高,然后再同时继续提升。

4. 网架横移就位

当网架提升越过柱顶 0.5m 后,就要配合调整桅杆缆风绳滑轮组和绞车缆绳,将网架横移到围柱内,然后采用随降随调整的方法将网架就位。

4-8-3 大跨屋盖结构平移法施工

平移法是利用一般起重设备将屋盖结构组合单元从建筑物的一端吊升到设计标高,然后利用卷扬机等设备将组合单元沿柱顶滑道平移到设计位置。采用这种方法可以使屋盖吊装与室内施工同时进行,从而加快施工速度,特别是场地狭窄,起重机械无法出入时更为有效。

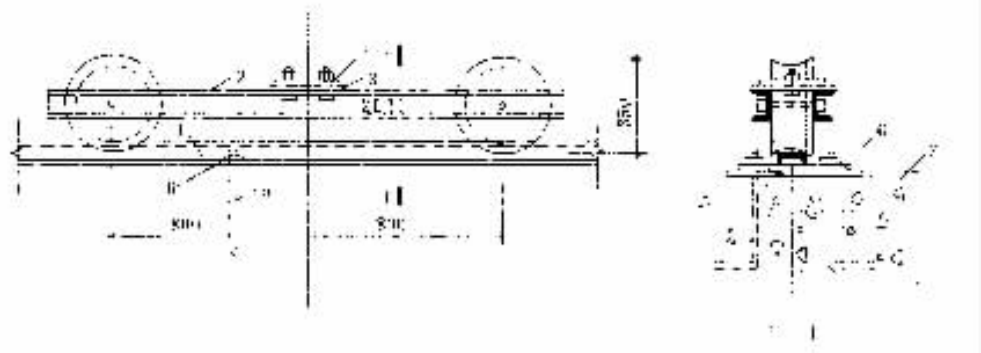


1 网架 2 轨道 3 小车
4 履带式起重机 5 脚手架 6 后装的杆件
图 4-8-13 网架平移法施工示意图

根据平移方式的不同,平移法可分为滚动平移和滑动平移两种。滚动平移时,网架支

座搁置在滚轮上,摩擦力小,但装置和操作较复杂;滑动平移时,网架支座直接搁置在轨道上,摩擦力大,但装置简单。

图 4-8-13 为某歌剧院舞台网架平移法施工示意图。该工程的舞台屋盖采用正放四角锥网架。网架的平面尺寸为 $31.5 \times 23.16\text{m}$,由于舞台前面紧靠观众厅,履带式起重机无法在该侧开行,因此,舞台网架的安装方案,选用平移法。施工时采用两台履带式起重机将网架单元逐一抬吊至屋盖一端上方,然后利用小车单个滑移到设计位置,并用千斤顶将网架单元抬高,抽去小车与轨道,然后将千斤顶下降,使网架单元就位。小车与轨道构造见图 4-8-14 示。



1 滑轨 2 小车 3 连接板 4 网架支座板
5 预埋螺栓 6 滑轨支承板 7 柱顶联系梁
图 4-8-14 滑轨与小车构造示意图

4-9 大模板工程

大模板工程是采用大型工具式模板浇筑钢筋混凝土墙体的机械化施工方法。

大模板工程用的大型工具式模板称为大模板,其模板面积等于整个墙面的面积。采用大模板工程建造的建筑物称为大模板建筑,一般多为横墙承重,楼板采用预制装配式钢筋混凝土楼板。

4-9-1 大模板建筑的结构类型和特点

1. 大模板建筑的结构类型

(1) 全现浇的大模板建筑

这种建筑的内墙、外墙全部采用大模板现浇钢筋混凝土墙体,结构的整体性好,抗震性强,但施工时外墙模板支设复杂,高空作业工序较多,工期较长。

(2) 现浇与预制相结合的大模板建筑

建筑的内墙采用大模板现浇钢筋混凝土墙体,外墙采用预制装配式大型墙板,即“内浇外挂”施工工艺。这种结构的整体性好,抗震性强,简出了施工工序,减少了高空作业和外墙板的装饰工程量,缩短了工期。

(3) 现浇与砌筑相结合的大模板建筑

建筑的内墙采用大模板现浇钢筋混凝土墙体,外墙为普通粘土砖砌体,即“内浇外砌”施工工艺。这种结构适用于建造6层以下的民用建筑,较混合结构整体性好,内装饰工程量小,工期较短。

2. 大模板建筑的特点

(1) 整体性好,抗震性强

大模板建筑的纵向和横向内墙体既承受垂直荷载同时又能承受水平荷载,墙体的接头均为现浇钢筋混凝土刚性接头,从而增强了结构的整体性和抗震性,故适用于高层建筑。

(2) 提高了建筑面积的平面利用系数

大模板建筑的墙体厚度,在满足强度和热工要求条件下,可比普通粘土砖墙体厚度减少 $1/3$,从而增加了房屋的居住面积。

(3) 施工工艺简单,操作方便,机械化程度高

大模板是一种可装配的工具式模板,面板尺寸大,装拆方便,工效高。大模板重量可

达 1~2 吨,必须采用起重机械进行安装和拆卸。

(4)改善了工人的劳动条件,提高了劳动生产率,缩短了工期,大模板建筑施工减少了现场砌筑工程的笨重体力劳动和抹灰工程的湿作业。

(5)通用性较差,钢材和水泥用量较大。

(6)大模板建筑施工采用的大模板需要专门设计或验算,其转运和存放比较困难。

4-9-2 大模板的构造和平面组合方案

1. 大模板的组成和构造

大模板是由面板、加劲肋、竖楞、支撑桁架、稳定机械和附件组成的(见图 4-9-1)。

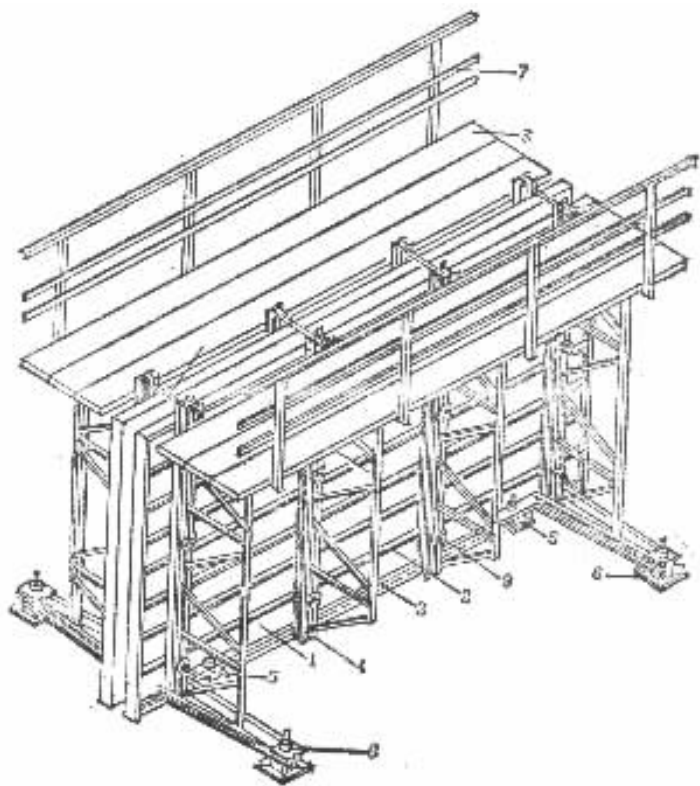


图 4-9-1 大模板组成构造示意图

1—面板 2—水平加劲肋 3—支撑桁架 4—竖楞 5—调整水平度的螺旋千斤顶;
6—调整垂直度的螺旋千斤顶 7—栏杆 8—脚手板 9—穿墙螺栓 10—固定卡具

(1) 面板

面板是直接和混凝土接触的工作部分,要求表面平整,拼缝严密,具有足够的刚度。面板常采用钢面板或胶合板面板。

①钢面板

钢面板用3—5毫米厚的钢板制成。钢面板的优点是刚度大,强度高,表面光滑,重复使用次数高(400次以上),缺点是比较重,易生锈,碰坏不易修复,保温性能差。

②胶合板面板

胶合板面板采用7层或9层的胶合板,板面经塑料树脂处理,且可刻制装饰图案,浇筑混凝土时印制在混凝土墙面上。胶合板面板自重轻,制作安装容易,清理工作量小,重复使用次数可达50次以上。

(2)加劲肋

加劲肋的作用是固定面板,阻止其变形并将混凝土的侧压力传递到竖楞上去。加劲肋分为垂直肋和水平肋。面板按双向板设计时,则垂直肋和水平肋均与板的背面接触,面板按单向板设计时,则仅有水平肋与板的背面接触。加劲肋一般用钢板或型钢制作,常用 $\square 65$ 槽钢或 $\angle 65$ 角钢,垂直肋间距为400~500毫米,水平肋间距为300~350毫米。加劲肋与钢面板焊接固定,加劲肋与胶合板面板用螺钉固定。

(3)竖楞

竖楞的作用是加强模板刚度,保证模板的几何形状,并作为穿墙螺栓的固支点,承受由模板传来的垂直力和水平力。竖楞与加劲肋相连接形成竖直部件。竖楞常用 $2[\square 65$ 或 $2[\square 80$ 槽钢制作,间距1.0~1.2米。

(4)支撑机构

支撑机构的作用是承受水平荷载,防止模板倾覆。每块大模板用2~4榀桁架形成支撑机构,桁架用螺栓或焊接方法与竖楞连接起来整体工作。

(5)稳定机构

稳定机构在大模板工作时可将作用力传递到地面或楼面上,保证面板的垂直度,在大模板堆放时,稳定机构则可保证模板的稳定性。稳定机构包括:

①带有可调节装置的斜支撑

工作时斜支撑的一端用地脚螺丝固定在地面或楼板上,另一端固定在大模板上。斜支撑上装有花篮螺丝起调节装置的作用,随时可以调节模板的垂直度。

②螺旋千斤顶

螺旋千斤顶可以调整模板的垂直度,同时可保持模板的稳定性。这种螺旋千斤顶又称为调整螺丝,每块大模板采用两个螺旋千斤顶,一般均固定在大模板两侧的桁架底部伸出的支腿上。

(6)操作平台

操作平台是施工人员操作的场所和运行的通道。操作平台有:

①将脚手板直接搁置在桁架的水平弦杆上组成的操作平台。这种操作平台工作面较小,投资小,装拆方便。

②在两道横墙面大模板的边框上,用角钢连接起来形成搁栅,上面铺设钢平台板,组成的满堂式操作平台。这种操作平台工作面大,操作方便,施工安全,但钢材用量大。

(7)穿墙螺栓

穿墙螺栓的作用是加强模板刚度,承受新浇筑的混凝土侧压力,控制模板的间距。使

用时为了避免混凝土与穿墙螺栓粘结,在穿墙螺栓外部套一根硬塑料管或混凝土穿孔垫块,其长度为墙体宽度。为了抽拆方便,穿墙螺栓可以用钢筋制作,端部做成丝扣,用螺帽拧紧,或者采用抽拔式拉杆。

穿墙螺栓一般设置在大模板的上、中、下三个部位。上穿墙螺栓距模板顶部 250 毫米左右,下穿墙螺栓距模板底部 200 毫米左右。

穿墙螺栓的联结构造,见图 4-9-2。

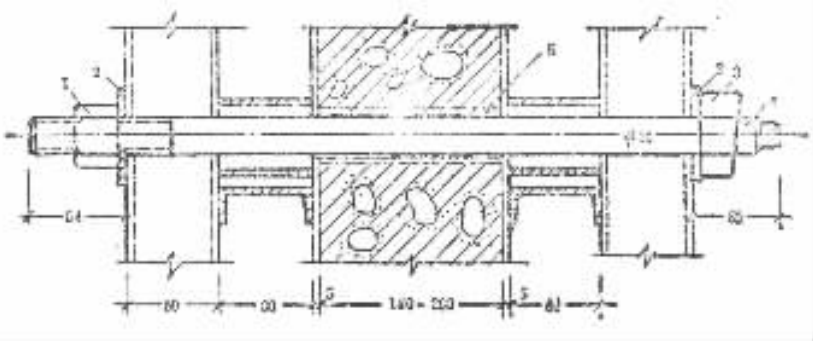


图 4-9-2 穿墙螺栓联结构造

1—螺母 2—垫板 3—板销 4—螺杆 5—套管

2. 大模板的平面组合方案

大模板的平面组合方案有平模、小角模、大角模和筒形模。平面组合方案是否合理,直接影响现浇钢筋混凝土墙体的施工质量、速度和用钢量。

(1) 大模板平面组合方案确定的原则

- ①按房间的开间、进深和层高设计模板尺寸,并应和建筑物的结构布置相适应;
- ②模板规格要少,尽可能做到定型、统一,连接件少;
- ③模板要便于组装和拆卸;
- ④施工中合理划分施工段,采用流水作业,提高大模板的周转率;
- ⑤施工中保证墙面平整,减少修补工作量并保证施工安全。

(2) 平模方案

平模方案是一整面墙采用一块模板。墙角处没有角模,纵、横墙体的混凝土一般要分开进行浇筑。

采用平模方案能够较好地保证墙面的平整度,所有模板接缝均在纵横墙交接阴角处,便于接缝处理,减少了修理用工,模板加工量较少,周转次数多,适用性强,模板组装和拆卸方便,清理时可不用吊到地面上或尽量少吊到地面上。但是采用平模方案由于纵横墙一般要分开浇筑,施工缝多,影响房屋的整体性,并且安排施工顺序较为麻烦。

平模是以加劲肋、竖楞及支撑桁架组成的平板式大模板。模板的长度按墙面长度取用,模板的高度按楼层净高取用(尚应扣除模板板底找平砂浆厚度和楼板底面坐灰砂浆厚度 3 厘米)。

平模方案常用于内墙和山墙为现浇的钢筋混凝土墙体,外墙采用预制墙板的结构型

式的建筑中。由于平模的拼接缝设在纵、横墙交接处,横墙平模接缝即使不平整,由于纵墙模板安装后可以遮住拼缝处,仍不会影响房间内墙角的方整和墙面的美观。平模间的拼接构造,见图 4-9-3。

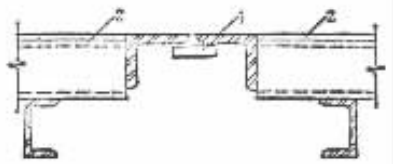


图 4-9-3 平模拼接构造
1—40×10 钢板焊在一边角钢上 2—平模

(3) 小角模方案

小角模方案是在相邻的平模转角处设置 L100×10 的角钢,从而使得每个房间的内模形成封闭支撑体系。L100×10 的角钢称为小角模。

小角模方案由于纵、横墙的混凝土可以同时浇筑,房屋的整体性好;模板的组装和拆卸方便,墙面平整;但是小角模方案浇筑混凝土的墙面接缝多,阴角不够平整。

小角模有带合页式和不带合页式两种(见图 4-9-4)。

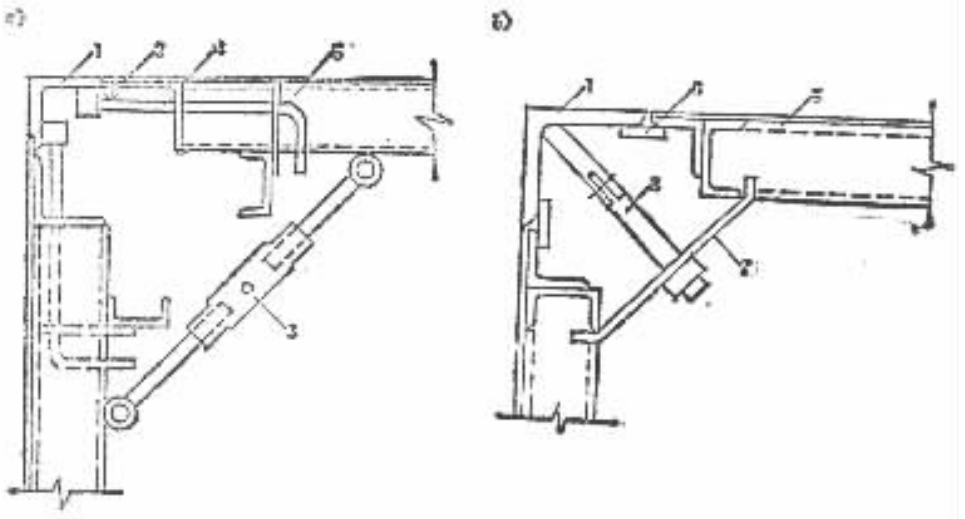


图 4-9-4 小角模构造示意图

a 带合页的小角模; b 不带合页的小角模

1—小角模 2—合页 3—花篮螺丝 4—转动铁拐 5—平模 6—偏铁 7—压板 8—转动拉杆

带合页式的小角模:平模上带合页角钢,能自由转动和装拆。安装模板时,角钢用偏心压杆固定,并用花篮螺丝调整。模板上设置转动铁拐一个,可将角模压住,以使角模稳定。

不带合页式的小角模:采用以平模压小角模的方法。将小角模放在平模的外侧,即靠墙的一侧,拆模时先拆平模,后拆小角模。

小角模的拆除和转运由人工进行,劳动强度较大,为此小角模可用镶嵌 80×90 毫米的方木代替,形成方木小角模,以减轻小角模的自重和劳动强度。方木小角模的构造,见图 4-9-5。

小角模方案模板组合的平面布置,见图 4-9-6。

房间内四个阴角采用角钢制成的小角模,房间的内模按开间、进深和楼层净高的尺寸,确定每面墙体用一块平模。房间的外模考虑到固定和上下墙体的接槎,其高度应比内

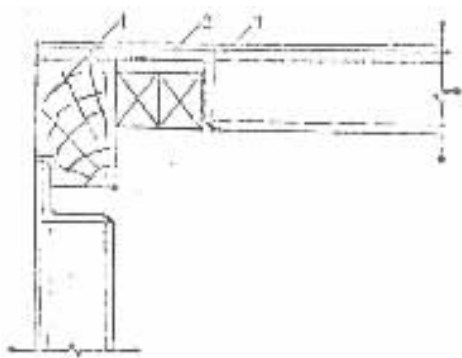


图 4-9-5 镶嵌方木小角模构造示意图

1—平模 2—方木角模 3—木楔子

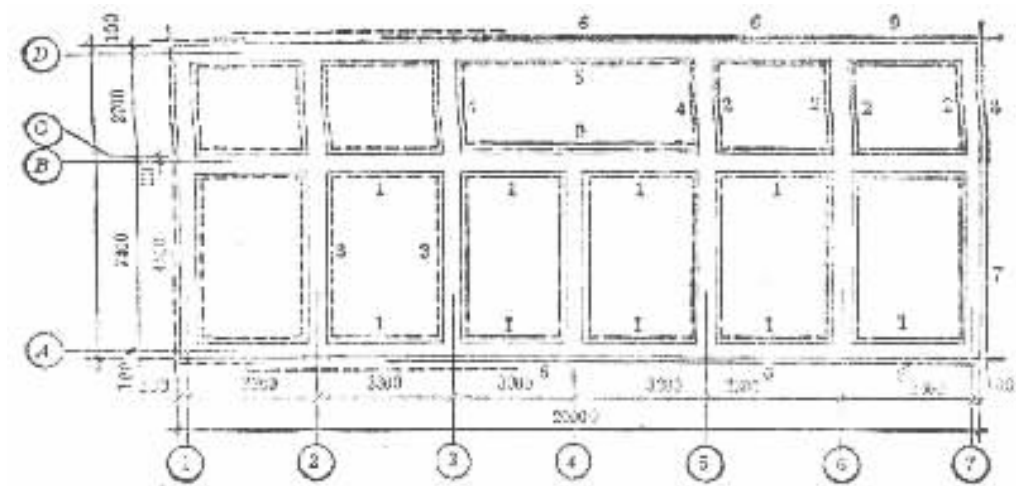


图 4-9-6 小角模方案模板组合平面布置图

1、2、3、4、5—内平模 6、7、8、9—外平模

模高出 300 毫米。山墙的外模采用两块平模相接,悬挂在内模上并用穿墙螺栓拉紧。外墙转角处采用外角模并用 Ω 形弹簧夹或连接螺栓与外平模连接在一起(见图 4-9-7)。

(4)大角模方案

大角模方案是在房屋墙角处设置四个大角模,使得房屋的内模形成一个封闭体系。

采用大角模方案房间的纵横墙体混凝土可以同时浇筑,房屋的整体性好,大角模可以自身稳定,模板的组装和拆卸方便,墙体阴角方整,施工质量好。但是大角模本身加工要求精细,运转较麻烦,模板的接缝在墙中部,墙面平整度较差。

大角模由两块平模组成,在组成大角模的两块平模连接部分装置四个大合页,使一侧平模以另一侧平模为支点,以合页为圆心可以转动。合页的位置要满足以合页轴为圆心的作用半径,作用半径不得小于模板的总厚度,上下合页要同轴。

大角模的开启装置由斜撑与花篮螺丝组成,斜撑是由 $2 \angle 90 \times 9$ 角钢叠合而成,花篮螺丝与斜撑近似垂直。花篮螺丝放松,使角钢叠合成一直线时,大角模可达到 90° ,插上活

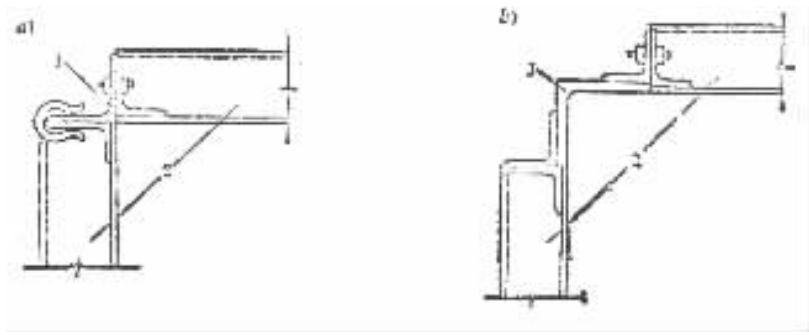


图 4-9-7 外墙转角处大模板连接

1—外角模 2—平模

动销子,就将模板支好。拆模时,先拔掉活动销子,再收紧花篮螺丝后,即两角钢组成一折线时,角模两侧内收,板面与混凝土墙体即脱离。大角模的构造(见图 4-9-8)。

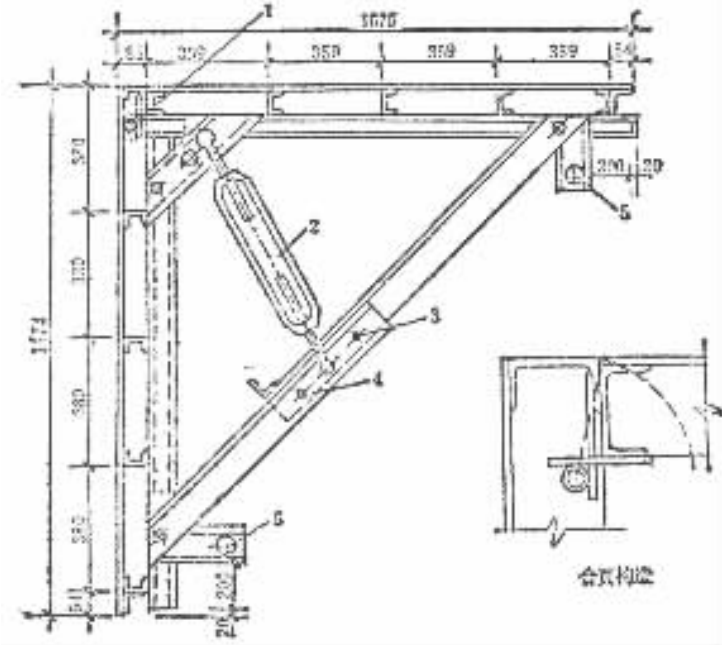


图 4-9-8 大角模构造示意图

1—合页 2—花篮螺丝 3—固定销子 4—活动销子 5—调整用螺旋千斤顶

大角模方案模板组合的平面布置(见图 4-9-9)。

长方形房间的四角采用大角模后,中间可配以小平模。如图 4-9-9 所示,其内模为大角模和平模组合型式。进间方向采用两个大角模对接,拼缝在墙的中间。进深方向采用两个大角模中间插入一个平模。

大模板建筑为了保温,外模可以不采用钢制的大平模,而用加气混凝土板做外模。加气混凝土板通过水平木楞和竖直木楞用穿墙螺栓与内模固定牢固,浇筑混凝土后,即形成复合保温墙体(见图 4-9-10)。

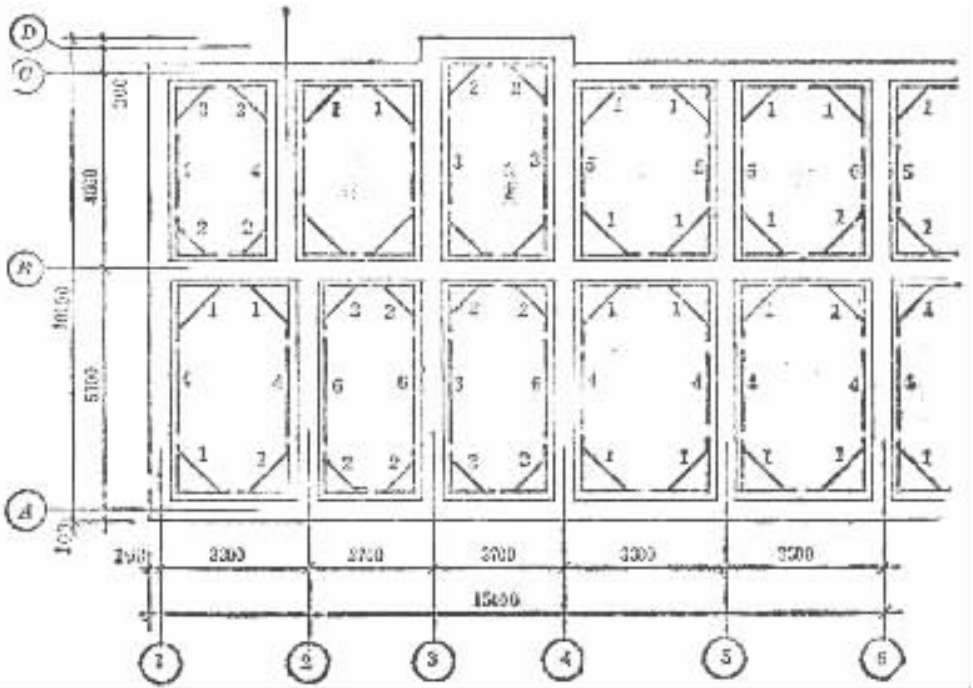


图 4-9-9 大角模方案模板组合平面布置图

1、2—大角模 3、4、5、6—平模

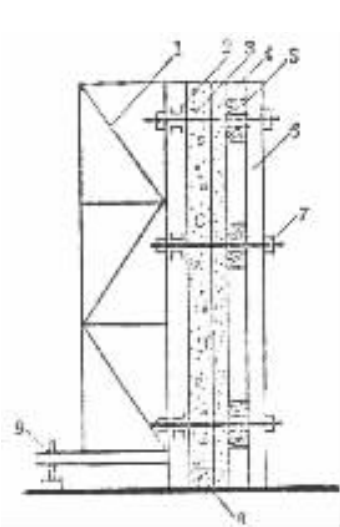


图 4-9-10 加气混凝土板外模示意图

1—支撑桁架；2—内模；3—现浇混凝土；4—加气混凝土板；5—水平木楞；6—竖直木楞；7—穿墙螺栓；8—导墙；9—螺旋千斤顶

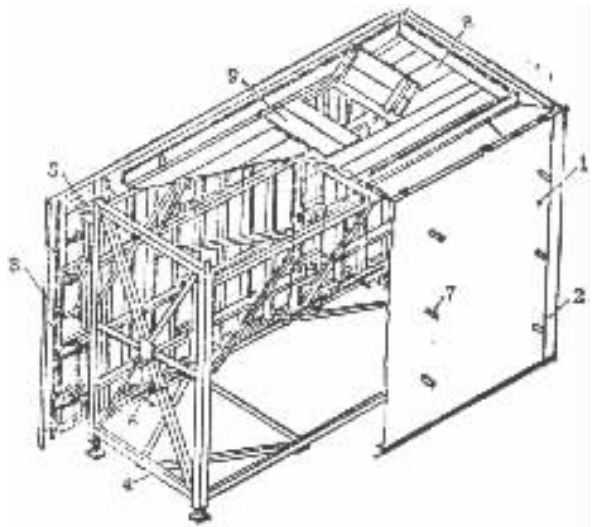


图 4-9-11 筒形模示意图

1—模板；2—内角模；3—外角模；4—钢架；5—挂轴；6—支杆；7—穿墙螺丝；8—操作平台；9—进出口

(5) 筒形模方案

筒形模方案是将房间内各墙面独立的大模板通过挂轴悬挂在钢架上,墙角用小角模拼接起来,形成「形模板。采用筒形模方案时,外墙面常采用大型预制墙板(见图4-9-11。)

筒形模方案由于纵、横墙体混凝土同时浇筑,结构的整体性好,模板的稳定性也好,施工工艺简单,减少了模板的吊装次数,操作安全,劳动条件好。但是筒形模制作精度要求高,模板自重大(重约4~5吨),需大吨位起重设备,灵活性差。

筒形模由钢架和模板构成。

钢架的外形尺寸为房间的净空尺寸减去600毫米,钢架外皮到混凝土墙面的距离为300毫米,钢架上面铺设操作平台,并设有爬梯和进出口。钢架的四根立柱下端装置螺旋千斤顶,以调整高度和垂直度。

每块钢制模板用两个挂轴悬挂在钢架的角柱上。挂轴(见图4-9-12)。

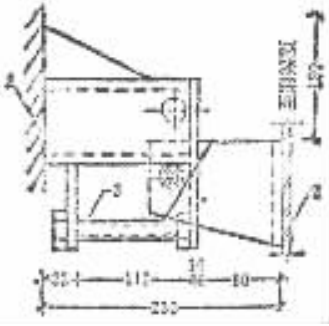


图4-9-12 挂轴

1—大模板 2—钢架角柱 3—螺栓

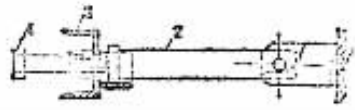


图4-9-13 支杆

1—模板 2—支杆 3—钢架的下横杆 4—顶丝

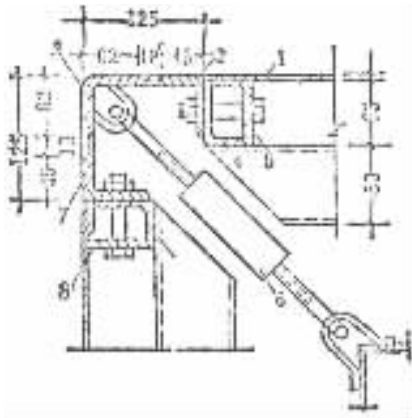


图4-9-14 内角模

1—大模板 2— $\angle 63 \times 8$ 3—内角模

$\angle 80 \times 8$ 4— $\square 63$ 5— $65 \times 80 \times 8$;

6—花篮螺丝 7— $\angle 63 \times 8$ 8— $65 \times 80 \times 8$

每块钢制模板还设有四根花篮螺丝和两副支杆与钢架相联,以固定模板与钢架的相

对位置(见图4-9-13)。

筒形模方案尚应设两副内角模和两副外角模(见图4-9-14和图4-9-15)。

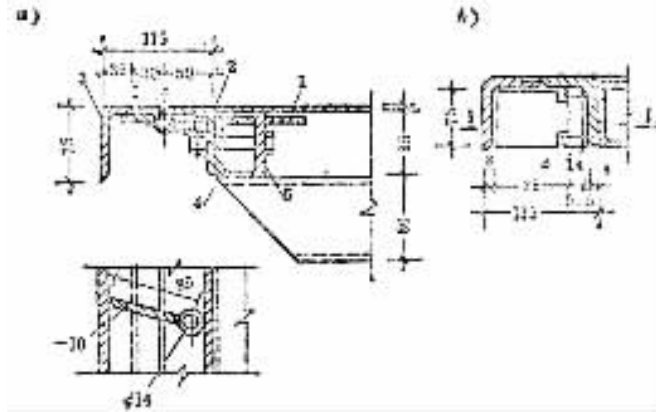


图4-9-15 外角模

a)构造之一;b)构造之二

1—大模板 2— $\angle 75 \times 67 \times 8$ 3— $\angle 75 \times 60 \times 8$;

4— $\square 63$ 5— $65 \times 80 \times 8$

筒形模安装时采取整体就位吊装方法,施工速度较快。

4-9-3 大模板工程的施工

4-9-3-1 抄平放线、钢筋敷设、外墙砌筑

1. 抄平放线

(1)在每栋建筑物的四角和流水段分段处,应设置标准轴线控制桩。根据标准轴线桩用经纬仪引出各层控制轴线,并根据控制轴线放出其他轴线和墙位线以及门窗口位置线。

为便于支模,放墙位线时可同时放出模板边线。采用筒子模施工时,还应放出十字线。

(2)每栋建筑物应设置标准水平点一至两个,根据标准水平点在建筑物的首层墙上确定控制水平线,各层的水平标高均由控制水平线用钢尺引测。

为控制楼层标高,在确定外墙板找平层、混凝土内墙上口标高以及模板标高、砖墙顶部标高时,应预先进行抄平。

2. 钢筋敷设

(1)墙体配筋宜优先采用点焊网片。点焊网片间的搭接长度和搭接部位应符合设计规定。

12层以下的大模板现浇混凝土墙体一般多为构造配筋,常采用间距为30cm的 $\phi 6 \sim 8$ 单排或双排钢筋。为加快施工进度,应尽可能采用整片钢筋点焊网片。网片高度相当于楼层高度,为便于运输和就位,宽度常取房间进深的一半,约2.5~3m。当采用 $3 \times 3\text{m}$ 网片时,普通点焊机的悬臂够不着中间几个交叉点,这时可以采取绑扎或电气焊接等补足措施。

(2)点焊网片在堆放、运输和吊装过程中,应防止钢筋产生弯折变形和焊点脱落。吊装时,宜采用金属网片支架或专用夹具。

焊网运到现场后,将同一流水段的网片立放或平放于一个或几个焊网架上。焊网架系用木材或钢管临时绑扎而成,由塔式起重机吊运至施工部位。焊网可以先立,也可以后立。

①先立焊网:在支模之前按弹在楼板上的位置线立好钢筋网,双排网片之间应绑扎支铁,支铁长度比墙厚小10mm,每隔1m左右放一个。为保证焊网保护层的厚度,网片与模板之间垫以附有火烧丝的砂浆块,用火烧丝与钢筋固定垫块间距不大于100cm。

为使单排钢筋位置居中,不致被混凝土挤偏,单排钢筋网上要绑三向支铁(图4-9-16),其中两向分别绑扎在横竖钢筋上,第三向起固定钢筋位置作用。支铁间距不大于100cm。

单排网片应与下层预留钢筋绑牢,侧向与门洞口立筋及门口过梁筋绑牢。先立焊网时不得妨碍模板安装就位,必要时可在两道墙体的网片之间加以支撑,以保证网片垂直和相对位置准确。

②后立焊网:在一侧模板安装就位后,随着安装该墙体的网片。利用模板临时支挂或支靠网片。绑扎方法同先立网片。

上、下层墙体钢筋的搭接部分应调整理直,并逐根绑扎牢固。钢筋头或绑扎铅丝不得露出墙面,防止墙面出现锈斑。

(3)内浇外砖结构在安装内墙模板前,应按设计要求将墙体配筋和砖墙拉结钢筋理直绑牢。内浇外板结构在安装外墙板前,应将板两侧的钢筋套环剔出理直。外墙板就位后,两块外墙板的套环应和内墙的钢筋套环重合,并按设计要求插入竖向钢筋。要求插到底,保证与下层伸出的主筋有足够的搭接倍数。

(4)施工流水段的分段处,应按设计规定甩出横墙钢筋,并预先弯折于模板内,待拆模后顺直,便与下一流水段相邻钢筋网片连接。纵横墙分别浇筑混凝土时,应将连接钢筋绑扎牢固。

(5)带边肋的阳台锚固筋一定要绑在墙筋中间。

(6)所有钢筋在就位后和混凝土浇灌前,必须认真进行隐蔽检查并办理验收手续。

3. 外墙砌筑

(1)为保证墙体的整体性,提高抗震性能,在砌筑外墙大角时,两边墙体必须同时砌筑。墙体接槎处必须留踏步槎。

(2)构造柱内配筋的位置、尺寸必须准确。构造柱两侧的砖墙应按设计规定留槎。



图4-9-16
三向支铁

4-9-3-2 模板的安装和拆除

1. 模板的安装

(1)大模板进场后,应核对型号,清点数量,清除表面锈蚀,认真涂刷脱模剂,并用醒目的字体注明模板编号。涂刷脱模剂,应在模板就位前涂刷。

(2)安装模板前,应将安装处楼面清理干净,检查墙体中心线及边线,准确无误后方可安装模板。

(3)安装模板时,应按顺序吊装。根据房间的进深和开间尺寸所选用的模板型号,按墙位线就位,并通过调整地脚螺丝用靠尺反复检查校正模板的垂直度。

(4)校正合格后,在模板顶部安放固定位置的卡具,并紧固穿墙螺栓或销子。紧固时,要松紧适度,过松影响墙体厚度,过紧会将模板顶成凹坑。

(5)为防止墙体出现漏浆烂根现象,在模板就位固定后,模板周边的缝隙要用小角钢、窄钢片、木条用水泥纸袋堵严,纸袋不要塞得太深以防损伤墙体结构的断面。为防止模板下部漏浆,还可以采用以下方法:

①预先在安放模板的部位抹水泥砂浆找平层,待砂浆凝固后再安装模板;

②结合楼板灌缝,用长2m高5cm的专用模具,(图4-9-17)按墙体弹线位置做出混凝土导墙,安装时将模板板面贴紧导墙即可。

③在模板底面放置充气垫或海绵胶垫。

(6)安装全现浇结构的悬挂外墙模板时,宜从流水段中间向两侧进行,不得碰撞里模,以防止模板变位。外模与里模挑梁连接要牢固。外模的支架应在下层外墙混凝土强度不低于 $7.5\text{N}/\text{mm}^2$ ($75\text{kgf}/\text{cm}^2$)时,方可支设。

(7)不同部位的模板安装顺序如下:

①纵横墙相交处十字节点的模板组装

先立横墙正号模板,依次立门模(或门口),安设水电埋件及预留孔洞,进行隐蔽工程验收,立横墙反号模板,立纵墙正号模板,使纵墙模板端头角钢紧贴横模端头挑出的钢板翼缘,立纵墙的门模(或门口)并安设预埋件,立纵墙反号模板。

当内纵墙和内横墙分别浇筑时,应预留接槎孔洞。

②横墙模板与外墙板交汇处的模板组装程序

先立横墙正号模板,在模板靠外墙板的端头安装角模固定件,立正号角模,用顶丝通过固定件将角模和模板连接牢固,使角模外缘对齐外墙板的里皮,安装外墙板,立门模(或门口),安设水电埋件并预留孔洞,进行隐蔽工程验收,立横墙反号模板,按前述方式安装反号角模。

外砖内模建筑的外墙与内墙模板交接处的小角模,必须固定牢靠,确保不变形。

③纵墙模板与山墙板交汇处的模板组装程序

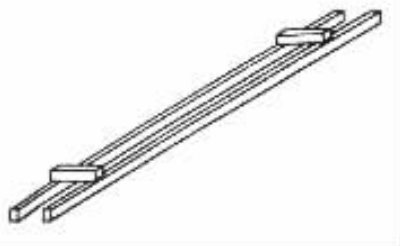


图4-9-17 导墙模具

预先将正号角模连接固定在正号纵墙模板上,再一起吊装就位,使角模外侧边缘对齐山墙板里皮,立山墙板、安门模(或门口)、安设水电埋件和预留孔洞,进行隐蔽工程验收,连接固定反号纵模与角模并安装就位。

④ 门模(或门口)的安装

在墙体正号模板就位后安装门模(或门口)。

全现浇结构的外墙门窗洞口模板,宜采取固定在外墙里模板上活动折叠模板。门窗洞口模板与外墙钢模用 6 英寸合页连接,可转动 60°。洞口支好后用固定在外墙模板上的钢支撑顶牢(图 4-9-18)。

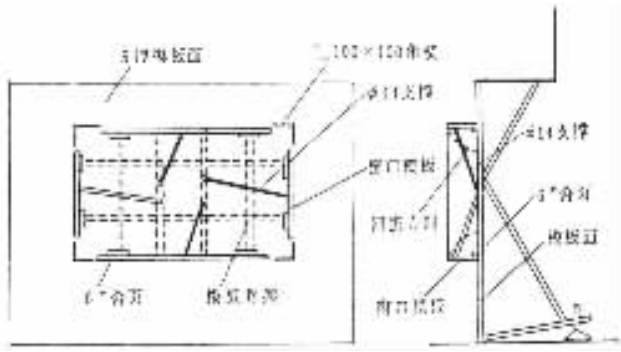


图 4-9-18 外墙窗口模板固定方法

⑤ 楼梯间支模和楼梯间圈梁支模

楼梯间周围房间支模之前,需在楼梯休息板上安放支模架,以承放靠楼梯一侧的大模板。模板安装后,在浇灌楼梯间周围的圈梁时,外侧要支木模或工具式钢模。楼梯间圈梁外侧与上下墙面连接,暴露在明处,故圈梁侧模与上层墙体模板要注意接槎平整。

流水段端头收口处的堵头板,在纵横墙模板全部组装就位后安装。

为了防止在楼梯间部位容易出现上下层墙体接槎处错台和漏浆现象,宜采取以下措施:

A. 直接从楼梯间墙向上引测控制轴线,然后再向两侧引出其他墙体轴线,避免误差累积。

B. 在支设楼梯间圈梁模板时,要特别注意靠楼梯间一侧的侧模,必须拉线找平、找直,必须用水平支撑顶牢。为避免外鼓,可将圈梁侧模内缩 5mm,拆模后再行修补抹平。

C. 楼梯间圈梁模板亦可改用特制的钢模(图 4-9-19),此钢模板用 $\square 24$ 槽钢切成高 140mm 和 100mm 两段,交接 30mm 焊接而成,焊接下部,用螺栓和 3mm 厚扁钢将两条“b”形橡胶条固定,钢模的端部,根据平台板的外形作成企口,并留出 20mm 空隙,以便于支拆(图 4-9-20)。

为了便于根据圈梁尺寸更换模板,圈梁模板宜用螺栓与大模板连接固定,连接处的缝隙,应用环氧树脂腻子嵌平(图 4-9-21)。

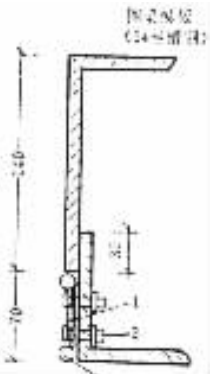


图 4-9-19 楼梯间圈梁模板断面
1—压胶条的扁钢 3×50 2—M6 螺栓;
3—“b”形橡胶条



4 施工技术

D. 为了防止漏浆,可在楼梯间临时平台上加铺脚手板,大模板放置在脚手板上,中间空隙用木条塞紧。

(8)模板合模前应检查墙体钢筋、水电管线、预埋件、门窗洞口模板和穿墙螺栓套管是否遗漏,位置是否准确,安装是否牢固,并清除模板内的杂物。

(9)模板安装完毕后,应将每道墙的模板上口找直,并检查扣件、螺栓是否紧固,拼缝是否严密,墙厚是否合适,与外墙板拉接是否紧固。经检查合格后,方准浇筑混凝土。

2. 模板的拆除

在常温条件下,墙体混凝土强度必须超过 $1\text{N}/\text{mm}^2$ ($10\text{kgf}/\text{cm}^2$) 时方准拆模。

拆除模板时,应首先拆除连接附件,再松开地脚螺栓,然后使模板板面与墙体脱离。在任何情况下,不得在墙上口晃动、撬动或用大锤砸模板。

起吊模板前,必须认真检查穿墙螺栓是否全部拆完。起吊时,吊钩应落在模板重心部位,并应垂直慢速提升,无障碍后方可吊走,不得碰撞墙体。

3. 模板表面处理

为使大模板便于脱模,且脱模后墙面平整光洁,给装修工序创造良好条件,应进行模板除锈和隔离剂涂刷等表面处理,以尽量减少模板与混凝土墙之间的粘结。

(1) 除锈和表面清理

新制大模板进场后,要用砂纸、扁铲等工具除锈并清除焊渣,表面的油污可用蘸有酒精的棉丝擦净。裂缝可用环氧树脂胶泥嵌补,最后刷防锈漆。

大模板脱模后应趁板面潮湿容易清理,用扁铲、铲刀、油刷、砂纸等工具,清除沾附的砂浆和隔离剂残渣,再用棉丝擦净,然后涂刷新的隔离剂。

大模板数量较多时,可用专用的悬挂式除锈机进行表面清理,也可将大模放倒用磨石机除锈,同样能提高效率。

(2) 涂刷隔离剂

为防止硬化的混凝土与模板粘结,浇筑混凝土之前应在清理过的模板面上涂刷隔离剂(脱模剂)。对隔离剂性能的基本要求是:不粘结易脱模;不污染墙面;操作简单,易干燥,易清理;对人身无毒害;对模板材料不腐蚀;材料来源广,价格低廉;能多次反复使用并能适应较宽的湿度范围。

常用的隔离剂有许多种。许多地区采取废机油掺适量的柴油作为隔离剂,脱模效果好,涂刷方便,清理简单,材料易得,只要油质不十分浑浊,对混凝土不会有污染,缺点是易沾污操作人员的衣服。常用隔离剂见表 4-9-1

常用模板隔离剂

表 4-9-1

名称	组成材料	配合比	每 500m ² 模板用料数量 (kg)	制作方法	备注
----	------	-----	---------------------------------	------	----

海藻酸钠	海藻酸钠	1	1.5	先用少量水将海藻酸钠浸泡 2~3d,再加滑石粉、洗衣粉及其余的水拌合至能够使用喷浆机喷涂为度,喷后 0.5h 左右即干	碱性较大,操作人员须带手套和防护用品
	滑石粉	13.3	20		
	洗衣粉(或肥皂)	1	1.5		
	水	53.3	80		
乳化机油	乳化机油	50~55	4.5	先将乳化机油加热至 50~60℃,将硬脂酸略略压碎倒入已加热的乳化机油中,搅拌使其溶解。再将 60~80℃热水倒入,继续搅拌至呈乳白色为止,最后加磷酸和苛性钾溶液,继续搅拌均匀	使用时要用水冲淡。用于钢模时一分乳化液加五分水,拌匀后喷涂
	硬脂酸	1.5~2.5	0.23		
	磷酸(85%浓度)	0.01	0.001		
	苛性钾	0.02	0.002		
	煤油	2.5	0.45		
	水	40~45	4.05		
妥尔油	妥尔油	1	1.43	先将煤油和砵子油混合搅匀,再加妥尔油搅匀,涂刷一昼夜后干燥	妥尔油含脂肪酸≥25% 松香酸≤55% 甾醇沥青≤12% 水≤0.5% 只适用涂刷
	煤油	7.5	10		
	砵子油	1.5	2.15		
石蜡乳剂	石蜡	3		低温溶解石蜡,稍冷后掺入汽油拌匀	温度低时乳液易凝,涂刷后容易脱模,热天使用效果较好
	汽油	7			
机油皂化油	机油	1		三种原料混合,由蒸汽拌制成乳化剂	适用于低温。气温低时有冷凝现象,遇热溶化,仍起隔离作用
	皂化油	1			
	水	6			
甲基硅树脂	甲基硅树脂	1		先将需要量的固化剂乙醇胺倒在容器里,并加入少量酒精稀释,在搅拌下注入定量的甲基硅树脂中继续拌匀	乙醇胺冬天可增至 2.5~3.5‰,夏天可减至 1~2‰。加入固化剂后数小时内固化,要注意配量适当。夏天涂刷后可用 8h。可重复使用 4 次
	乙醇胺	0.02~0.0025			
	酒精	适量			

(3) 涂布隔离剂注意事项

- ①除废机油外,其他隔离剂需等干燥后方可浇灌混凝土。
- ②不要把隔离剂沾染到钢筋和混凝土接槎面上。
- ③采取喃涂方法时,风天应加挡板,以防吹散。
- ④涂布隔离剂后应防止擦破,造成局部混凝土粘连。
- ⑤喷刷后的隔离剂不宜放置过长,以免板面遭雨淋或落上灰尘而影响脱模效果。

4. 预防模板倾倒事故

为了防止因风力或其他外力碰撞引起模板倾倒事故,在模板支、拆、堆放阶段均应注意其稳定。

(1)因模板重心靠近板面,设计模板时应使两对地脚螺丝中的一对尽量接近板面。

(2)单块模板存放时应将后面两个地脚螺丝提起一些,按自稳角使板面后仰倾斜。

(3)模板安装就位后,竖直模板极易倾倒,应特别注意安全,用花篮螺栓将模板同楼板吊环连接,或用其他加固方法。

(4)模板堆放场地应支搭防护架,如无条件时应将模板面对面按自稳角放好,再用8号铁丝系紧。

(5)模板堆放场地应平整坚实,不要放在松土或冻土上,防止因地面不平、土方塌陷造成模板倾倒。如模板必须用水冲刷,场地要先打一步灰土,再浇灌5cm厚混凝土。

(6)角模及其他配套模板的存放,应有专用场地和相应的存放措施,不要斜靠在大模板上,防止造成滑倒伤人事故。

4-9-3-3 预制构配件的安装

1. 外墙板安装

在内墙模板安装就位准确稳固后,进行外墙板安装。外墙板与内墙模板,大角处相邻的两块外墙板应互相拉结固定。

为保证外墙板安装标高准确和荷载传递均匀,可在安装外墙板前预先抹好找平层,就位时浇水泥素浆;也可预先抹好找平点,待外墙板安装就位后,及时用干硬砂浆捻塞密实。

安装外墙板应以墙的外边线为准,做到墙面平顺,墙身垂直,缝隙一致。企口缝处不得错位,防止挤严平腔。墙板的标高必须准确,防止披水高于挡水台。

上下外墙板键槽内的连接钢筋,当采用平模时,应随安装随焊接;当采用筒模时,应在拆模后立即焊接。

除上述事项外,墙板的安装程序如下:

(1)承重外墙板

①外墙板在横墙正号模板及端头角模就位之后安装。

②吊装时将外墙板紧贴在横墙端头角模上,并用花篮卡具将外墙板与横墙模板临时固定。

③外墙板校正就位后,与楼板拉两道支撑加固。

④将外墙板下部销键中预留钢筋与下一层外墙板顶部的吊环(切开拉直)加以焊接。

⑤加拉结筋连接横墙钢筋和外墙板的锚环。

⑥安放外墙板立缝的空腔保温条和防水条。

⑦安装建筑物角部的山墙板与外纵墙板时,在转角处的楼板上设一临时安装平台,作为山墙板与外墙板临时固定的工具。安装平台临时固定在楼板上。

(2)非承重外墙板

①外墙板的吊装在内墙模板拆除和上层楼板安装之后进行。

②为了严格掌握外墙板安装标高,先在预制墙板内侧和内横墙上弹出水平线,安装时将两条水平线对准。

③用2m靠尺校正外墙板的重直度后再进行焊接。

④为便于调整外墙板的水平,可在吊钩上安一个 3t 倒链。

⑤安放外墙板立缝的保温条和防水条。

⑥山墙可以整体现浇,也可以用预制山墙板作为外模,先安装山墙板,在内侧立大模板再浇一层混凝土山墙。如采取后一种做法,其施工顺序是:绑扎山墙钢筋;吊装山墙板,下端与下层墙体预埋件焊接,并用临时拉杆与现浇板带的钢筋固定;安装内侧大模板,通过预留孔洞用螺栓将山墙板与内模连接固定。

2. 楼板安装

大模板工程所用的预制楼板可分小楼板和大楼板两类。小楼板一般为普通预应力圆孔板或槽形板,槽形板多用于厕、浴、厨房间。大楼板按尺寸分整间的和半间的两种,按加工方法分圆孔抽芯、复合和实心陶料混凝土等多种。楼板端部可做成齿槽或齐头。有条件时应争取采用整间带地面的大楼板,这样既有利于提高建筑物的整体性,还可以减少现场的装修作业量。

(1) 楼板安装节点构造

为了使墙体能直接承受上部垂直荷载,楼板入墙部分宜控制在现浇混凝土墙体断面的 $1/2$ 以下。当采用圆孔楼板时,堵塞圆孔的砂浆块或砖块应深入孔内,使板端留有 5cm 以上空隙(图 4-9-22),以使混凝土流入板端,形成锚固销键。楼板两端预留的钢筋应有足够长度,以增强楼板的整体性。当墙内为双排配筋时,下层墙体钢筋可断在楼板下皮标高。待混凝土浇灌完毕随即向墙内插入同下层墙体配筋等断面的钢筋,伸入上下各 30d 以上。当采取复合板或齿槽支座板时,必须保证支座搭接尺寸和预留钢筋的搭接长度。

(2) 楼板安装前的准备工作

①预制楼板进场后必须先检查型号、规格、尺寸和质量是否符合设计要求,合格产品按现场平面布置要求分区集中堆放,每块楼板要按设计规定设置垫木,垫木上下要对齐。

②将板端预留钢筋弯成 45° ,钢筋不宜长于 90~100mm,过长的应切断,或按设计要求办理。

③圆孔板孔洞应堵严,做法如上所述。

④墙体拆模后应检查墙顶标高是否符合设计要求,宜在墙顶铺 1:2 水泥砂浆找平层。如采用小楼板,需在墙顶标出楼板安放位置,注明楼板型号。

⑤楼板安装前应检查该流水段内预制内隔墙是否安装完毕,门窗口扇、设备管道、水池、澡盆等物品是否已经运入楼内。

(2) 楼板安装

①混凝土墙体强度达到设计要求或大于 4N/mm^2 (40kgf/cm^2) 时,方允许安装楼板。如不满足以上要求时,应采取硬架支模等相应的技术措施。

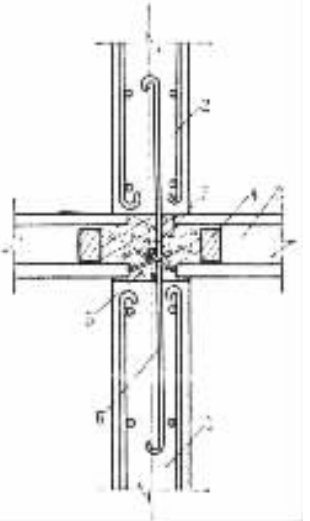


图 4-9-22 楼板端节点构造

- 1—下层墙体 2—上层墙体
3—空心楼板 4—堵孔砂浆块;
5—楼板预留筋 6—插入筋;
7—板缝水平增强筋

②垂直起重设备挂钩的担子绳应与楼板形成大于 45° 的角度,不能满足时应增设钢扁担。大楼板每次起吊一块,小楼板每次起吊数量按起重设备能力考虑,但不得超过四块。

③楼板应准确地按照设计位置就位,安放后检查板端搭接长度和板缝尺寸,如不符合设计要求应及时纠正。板端缝隙应用不低于 C20 细石混凝土灌实。

④小于 3.9m 跨度的楼板可不加临时支撑。

⑤楼板的找平,当未做地面时,应保证板底平整;当已做地面的大楼板,应保证板面平整。

相邻两块楼板标高的安装误差:不带地面的不超过 5mm,带地面的大楼板在一个房间内或相邻房间门口交接处,不大于 2mm。

⑥在板孔内贯穿电气线路时,需待穿线后再把圆孔堵严。

⑦楼板安装后及时支吊板缝模板(图 4-9-23)和绑扎板缝钢筋。板缝与圈梁宜采用细石混凝土同时浇灌,要求插捣密实。

⑧做好地面的大楼板,安装后必须采取保护措施,防止损坏地面。

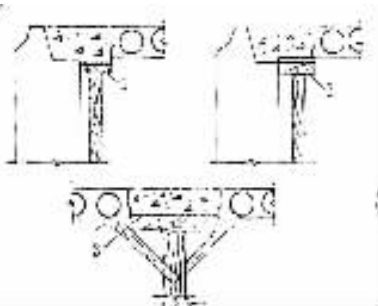


图 4-9-23 板缝及圈梁支模方法
1—错误作法造成板底不平 2—正确作法 3—模板进入楼板下皮 5mm

3. 其他构件的安装

(1) 楼梯段和平台的安装

如采用预制双跑楼梯,每层有两个休息平台。上平台的安装方法与楼板相同,但标高位置要求更为严格。下平台位于楼层中间,一般有两种安装方法:焊接支座法及插入支座法。

①焊接支座法:在墙体施工时,事先在楼梯间模板上对应下平台的位置留出若干个 $\phi 4\text{mm}$ 的孔,下平台安装用的预埋铁件借助铁丝穿过预留小孔绑在模板上(脱模时拆去铁丝)。拆模后再在预埋铁件上焊钢支座,下平台本身也在相应位置留有预埋铁,安装就位校正后及时焊住(图 4-9-24)。

②插入支座法:在墙体施工时按设计要求在下平台两侧墙体上各预留两个孔洞。孔洞的下口标高一致(均低于构件下皮标高)。一侧墙的两个孔上口标高略高于构件上皮标高,另一侧墙的两个孔上口标高则根据构件倾斜插入所需大小确定,一般 2.7m 开间的楼梯间,预留孔口高度约为 400mm。下平台系一担架形平板,一侧支腿比墙厚稍短,另一侧支腿相当两倍墙厚。

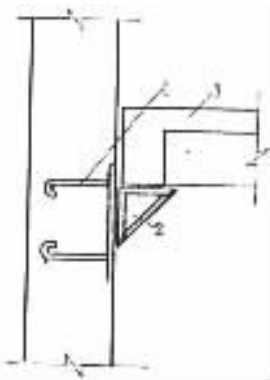


图 4-9-24 下平台板与墙体的连接
1—墙体预埋铁件;
2—钢支座 3—平台板

下平台的长支腿对应于洞口较大的一侧墙。安装担架板时可采用长短两副担子绳,分别吊下平台长、短腿侧,使起吊后形成倾斜状态。安装时先将长腿插入大洞,再徐徐放下构件,当其短腿对齐另一墙洞口标高时,停止降落。接着将长担子绳换成短绳,使两端等长,然后稍稍起吊使构件的短腿插入相应墙体的孔洞内。下平台安装后要检查标高及

位置是否正确。待楼梯段安装完毕焊牢,用混凝土堵严墙体预留孔洞。插入支座的构造示意(见图4-9-25)。

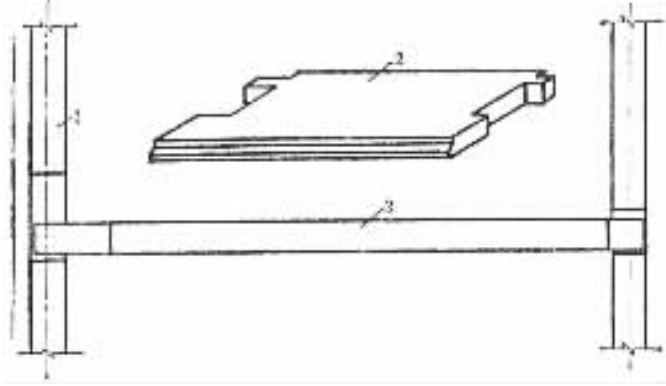


图4-9-25 插入支座构造示意

1—墙体 2—担架板

③楼梯段的安装 安装方法与一般工程略同,稍不同处是,当楼梯段两侧带反梁时,靠墙一侧反梁的顶端高出楼面,影响上层墙体模板安装就位,故在安装上楼梯段时先将它尽量靠向中间,使靠墙边留出100mm左右空隙,待上层墙体拆模后再拨正位置并及时同休息平台焊牢。

(2) 阳台的安装

在大模板工程中预制钢筋混凝土阳台一般有两种构造形式,一种是带肋板(图4-9-26),另一种是平板(图4-9-27)。

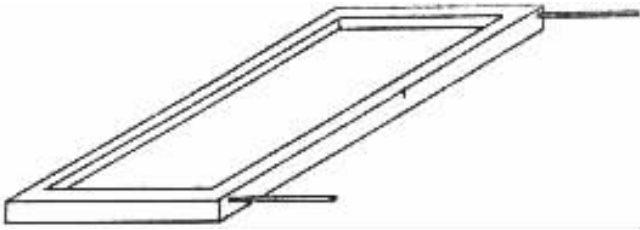


图4-9-26 带肋阳台

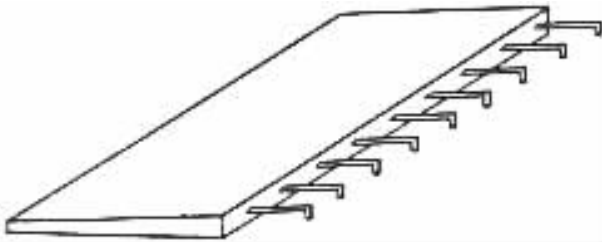


图4-9-27 平板阳台

①肋形阳台的安装:带边肋阳台的倾覆力矩靠压在阳台上的预制外墙板的重量及边肋后部的钢筋锚固力来平衡。因此在安装前必须检查边肋上预留钢筋的断面和尺寸是否正确并用热煨方法把钢筋搬正。阳台安装前要根据标高做找平层,安装后为防止阳台倾覆应先支塔临时支撑,待阳台稳固后方可摘去吊钩。临时支撑通常需逐层支设,待结构全部完成后拆除。阳台的安装位置必须准确,边肋预留钢筋必须锚固于上层混凝土墙体里。在安装上层预制外墙板时,阳台上应按规定标高做好找平层,如有防水要求尚应加设防水油膏条,使上层外墙板与阳台严密接触。肋形阳台的连接构造参见图4-9-28。

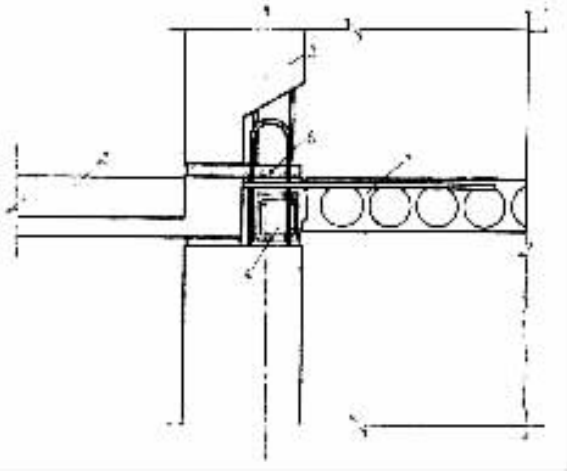


图4-9-28 肋形阳台的连接构造

1—阳台 2—外墙板 3—楼板 4—圈梁 5—坐浆

②板形阳台的安装:平板形阳台的倾覆力矩靠上层预制外墙板的重量及锚固在圈梁板缝内的阳台预留钢筋来平衡,其安装方法与带边肋的阳台基本相同。安装时除设临时支撑外,尚需及时浇灌圈梁板缝混凝土,使阳台与圈梁锚固成一体(图4-9-29)。

③阳台的安装易出现各层阳台左右不齐,上下不在一条直线上以及同一楼层的阳台里出外进,高低不一的现象。双阳台的锚固钢筋也易产生锚固不牢的问题。因此,除了按上述要求进行施工外,尚应采取以下预防措施,确保工程质量。

A. 加强纵横控制线的办法。对平形阳台,将平行于外墙的阳台轴线向内返1.5m,弹通长横向控制线,以此控制阳台内侧距离,并利用临近阳台的横墙墙身线作为纵向控制线,用以控制阳台左(右)侧的距离;对拐角阳台,用纵向控制线控制阳台外侧横向距离,同时控制横向挑出长度,同样,用横向控制线控制阳台纵向距离和纵向挑出长度;阳台下皮标高,应按楼层标高控制,即抹砂浆标高灰饼解决。

B. 双阳台施工时,应将一个阳台边梁的锚固钢筋锚固在板缝内,另一个阳台的锚固钢筋锚于上层墙体混凝土内,这样,以保证板缝混凝土对阳台锚固钢筋有足够的锚固力。板式阳台内侧甩出的锚固钢筋,必须与圈梁钢筋绑扎牢固。

C. 阳台板安装就位后,必须搭设临时支撑,并需连续支搭三层,方可拆除最底层支撑。另外,阳台支撑必须用水平拉杆与外墙板拉接牢固,以保证支撑有足够的稳定性,防

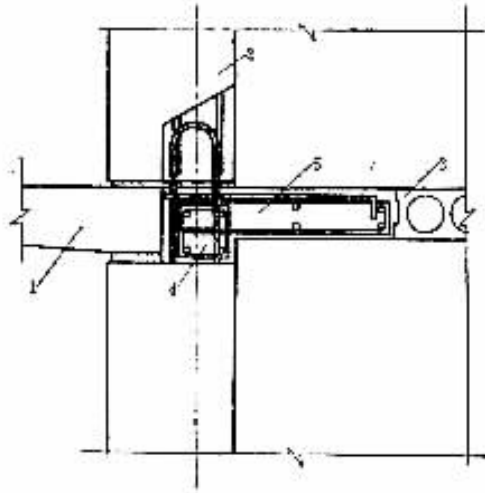


图 4-9-29 板形阳台的连接构造

1—阳台 2—外墙板 3—楼板 4—圈梁；
5—现浇混凝土板缝

止阳台位移。

4-9-4 内模外板墙板工程的施工

1. 施工准备

(1)材料 选择相应的脱模剂及数量

(2)机具 核对型号,清点数量,查清配件。

(3)作业条件:

①弹楼层的墙身线、门口线、模板线、控制标高线。

②墙身内水电预埋管线、盒子等安装完毕。

③模板根部抹好 1:3 水泥砂浆找平层,一般伸入墙体不超过 10mm 厚。采用筒模时,可在四角用 1:3 水泥砂浆点找平,然后沿模板下皮用木条塞严。

2. 大模板操作工艺

(1)大模板安装:

(2)模板拆除:

(3)大模板安装允许偏差(表 4-9-2)

4 施工技术

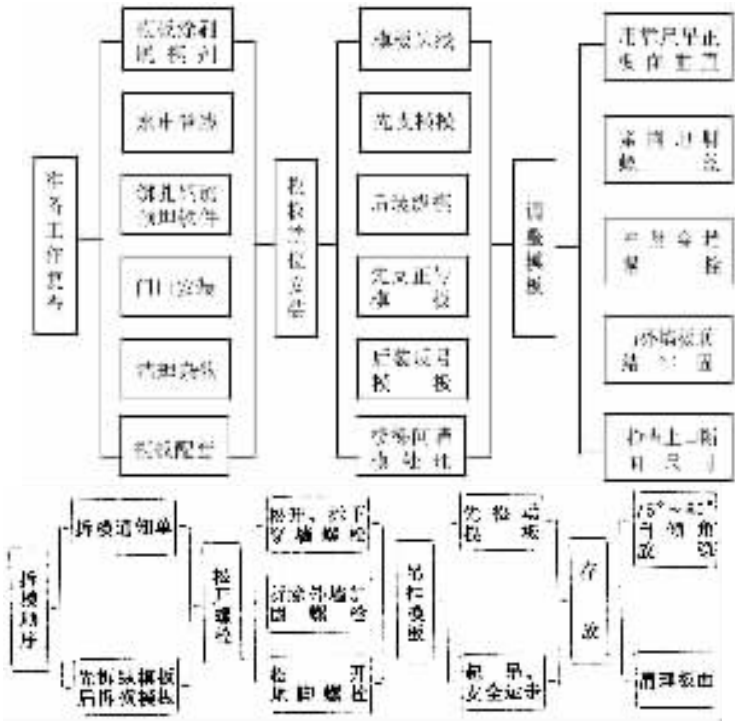


表 4-9-2

序 号	项 目	允许偏差 (mm)	检 验 方 法
1	垂 直	3	用 2m 靠尺检查 尺 检
2	位 置	2	
3	上 口 宽 度	+2	尺 检 尺 检
4	标 高	0	
		±10	

3. 钢筋绑扎操作工艺

(1) 钢筋绑扎：

(2) 大模板墙体的钢筋联结构造见下图

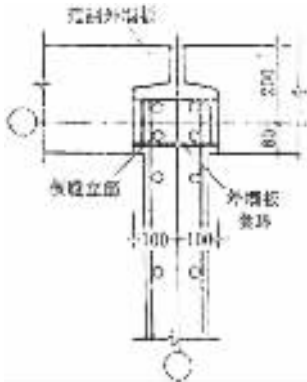


图 4-9-30 外预制板与内横墙交接处

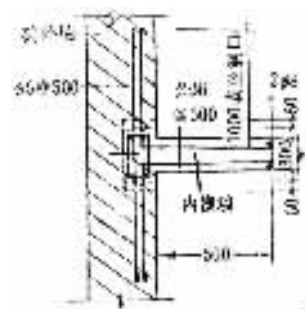


图 4-9-31 外砖墙与内横墙联结

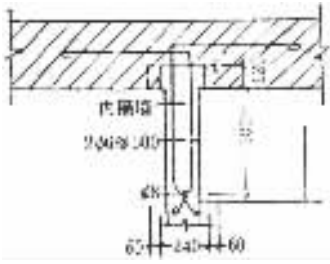


图 4-9-32 外砖墙与内隔墙联结



图 4-9-33 内外墙联结构造

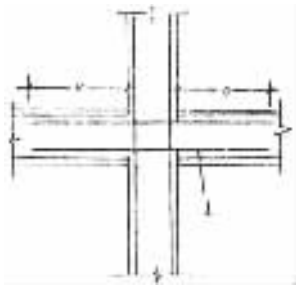


图 4-9-34 十字节点处钢筋网片搭接示意

1-若水平筋在十字节点处断开,需增加搭接筋同水平筋直径 ρ -锚固长度(应符合设计)

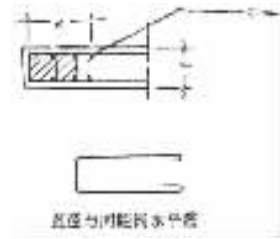


图 4-9-35 墙端加 U 形铁

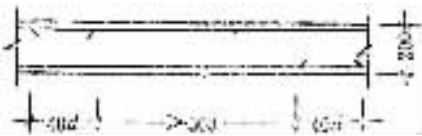


图 4-9-36 墙体水平钢筋搭接
(沿高度每隔一根错开搭接)

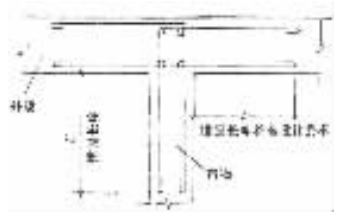


图 4-9-37 墙体竖筋搭接

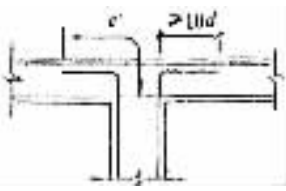


图 4-9-38 丁字节点钢筋构造
e'—锚固长度

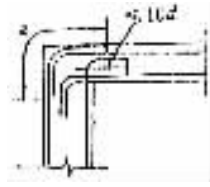


图 4-9-39 转角节点钢筋构造
e'—锚固长度

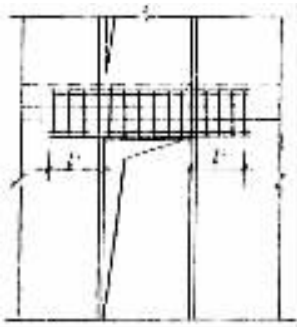


图 4-9-40 内墙门洞联梁配筋



图 4-9-41 横墙小墙垛处门洞联梁配筋

(3) 钢筋网片制作、安装的允许偏差见表 4-9-3。

表 4-9-3

项 目		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
受拉钢筋搭接长度	光 圆	$\leq 25d$ ≤ 200	d 为钢筋直径
	螺 纹	$\leq 30d$ ≤ 300	
钢筋网片几何尺寸	长 宽	± 10 ± 10	用尺量
钢筋间距		± 20	用尺量,连续三档,取最大值
立筋保护层		± 3	用尺量
焊接预埋件	中心位移	5	用尺纵横两个方向检查 用直尺和楔形塞尺检查
	平面高差	3	

4. 外墙板操作工艺

(1) 外墙板安装：

(2) 外墙板安装允许偏差见表 4-9-4

4 施工技术

除锈 外壁 防腐 处理	1. 检查穿墙防水桶盖、尺寸、形状，如有损坏及时修补好	外壁 板 安装	1. 吊足，仔细检查吊钩，吊耳同时检查吊钩后再加铁链并吊起
	2. 补强方法：先涂一遍107胶水泥砂浆，其中107胶与水泥比例为1:4		2. 就位：先找好水平位置，再缓慢下降就位，注意不得碰撞防水桶
外壁 板 上 口 用 定 位 箍 固定	1. 就位后，用管钳固定卡具→大螺帽按顺时针方向，由紧到松→大螺帽松，管钳与与螺帽之间垫圆铁块	板 壁 外 壁 防 锈 处 理 及 外 壁 板	1. 补墙板伸出部分与内板错开50mm，然后逐块插入调整，每块板必须有三道钢筋与内板钢筋焊接成整体
	2. 安装后，必须按外边沿下口设置钢筋网片，网片长度为900mm，厚度为6mm，若长度不够可带铁带，带条为8mm厚		2. 尚健牌处理剂外壁板四周处理干净，洒水湿润，晾干至无水湿砂浆填实
袖 形 袋	1. 袖形混凝土同标号的流石干砂浆	灌 注 混 凝 土	1. 自洞口：从自洞口正山下料，两洞同时装袋，装袋袋离洞口边50cm以上
	2. 厚度5~10cm		2. 灌注：将袋装砂浆放到模内先振捣，再灌入混凝土，边下料边振捣，直至填满
墙 上 口 抹 平	1. 距梁支墙上表面5cm处设下皮1~2cm弹标高线，用木抹子抹平	拆 模 及 养 护	1. 常温拆模强度大于1MPa
	2. 非梁支墙抹灰厚度标高线一次抹平		2. 冬期施工拆模强度大于5MPa，如有可靠措施拆模混凝土强度在5MPa时不冻，则可用于强度达到4MPa时拆模
			3. 常温施工晚水养护不少于三昼夜

5. 混凝土浇灌工艺

(1) 混凝土浇灌：

袖 形 袋	1. 袖形混凝土同标号的流石干砂浆	灌 注 混 凝 土	1. 自洞口：从自洞口正山下料，两洞同时装袋，装袋袋离洞口边50cm以上
	2. 厚度5~10cm		2. 灌注：将袋装砂浆放到模内先振捣，再灌入混凝土，边下料边振捣，直至填满
墙 上 口 抹 平	1. 距梁支墙上表面5cm处设下皮1~2cm弹标高线，用木抹子抹平	拆 模 及 养 护	1. 常温拆模强度大于1MPa
	2. 非梁支墙抹灰厚度标高线一次抹平		2. 冬期施工拆模强度大于5MPa，如有可靠措施拆模混凝土强度在5MPa时不冻，则可用于强度达到4MPa时拆模
			3. 常温施工晚水养护不少于三昼夜

表 4-9-4

项 目	允许偏差(mm)	检 查 方 法
大角垂直(全高)	20	经纬仪检查
楼层层高	± 10	尺 检
全楼高度	± 20	尺 检
外墙板垂直	± 5	2m 靠尺
外墙板位移	10	尺 检

(2)混凝土墙面的允许偏差见表 4-9-5

表 4-9-5

项 目	允许偏差(mm)	检 查 工 具
墙面垂直度	5	用 2m 靠尺检查
墙面平整度	5	用 2m 靠尺和塞尺
墙体上口宽度	+ 2 0	用钢尺检查

4-9-5 大模板安全规定

4-9-5-1 大模板的堆放、安装和拆除

1. 平模存放时应满足地区条件要求的自稳角。两块大模板应采取板面对板面的存放方法。长期存放模板,要将模板联成整体。

大模板存放在施工楼层上,必须有可靠的防倾倒措施,不得沿外墙周边放置,要垂直于外墙存放。

没有支撑或自稳角不足的大模板,要存放在专用的堆放架上,或者平卧堆放。不得靠在其他模板或构件上,严防下脚滑移倾倒。

2. 模板起吊前,应检查吊装用绳索、卡具及每块模板上的吊环是否完整有效,并应先拆除一切临时支撑,经检查无误后方可起吊。

模板起吊前,应将吊车的位置调整适当,做到稳起稳落,就位准确,禁止用人力搬动模板。严防模板大幅度摆动或碰倒其他模板。

3. 筒模可用拖车整体运输,也可拆成平模用拖车水平叠放运输。平模叠放时,垫木必须上下对齐,绑扎牢固。用拖车运输,车上严禁坐人。

4. 在大模板拆装区域周围,应设置围栏,并挂明显的标志牌,禁止非作业人员入内。组装平模时,应及时用卡具或花篮螺丝将相邻模板连接好,防止倾倒。

5. 全现浇结构安装外模板时,必须待悬挑扁担固定,位置调整准确后,方可摘钩。外模安装后,要立即穿好销杆,紧固螺栓。

安装外模板的操作人员必须挂好安全带。

6. 大模板组装或拆除时,指挥、拆除和挂钩人员,必须站在安全可靠的地方方可操作,严禁人员随大模板起吊。

7. 大模板必须有操作平台、上下梯道、走桥和防护栏杆等附属设施。如有损坏,应及时修理。

8. 拆模起吊前,应复查穿墙销杆是否拆净,在确无遗漏且模板与墙体完全脱离后方可准起吊。拆除外墙模板时,应先挂好吊钩,绷紧吊索,再行拆除销杆和扁担。吊钩应垂直模板,不得斜吊,以防碰撞相邻模板和墙体。摘钩时手不离钩,待吊钩吊起超过头部方可松手,超过障碍物以上的允许高度,才能行车或转臂。

9. 模板安装就位后,要采取防止触电的保护措施,要设专人将大模板串联起来,并同避雷网接通,防止漏电伤人。

10. 大模板拆除后,在清扫和涂刷隔离剂时,模板要临时固定好。板面相对存放的模板间,应留出 50~60cm 宽人行通道,模板上方要用拉杆固定。

4-9-5-2 外墙板的存放和安装

1. 预制外墙板运到现场后,要将起重卡环卡紧后方可拆开墙板与大板车的连接件,以避免卸车时因大板车停放不平而发生墙板倾倒事故。

2. 墙板应竖直插放于墙板固定架内,严禁依靠其他物体存放墙板。固定架下脚应有可靠的连接固定措施。插放墙板时先将板之两侧卡好,再摘掉卡环。固定架高度不小于墙板高度的四分之三。要经常检查固定架稳定情况,发现问题及时加固。插放架上应搭设宽度不小于 0.5m 的走道和上下梯道,以利操作。

3. 墙板就位后应用花篮卡具卡在横墙模板上,预留钢筋要同预埋铁件焊牢,方可摘掉吊环卡具。

4-9-5-3 其他安全规定

1. 结构施工中,必须支搭安全网和防护网。防护网要随墙逐层上升,并高出作业面 1m 以上。安全网可固定在二层搭设,但必须挑出 6m;也可每层 3~4 层增设一道,挑出不小于 3m。安全网和防护网要支搭牢固,拼接严密,连成整体,网孔张开,并经常清除网内杂物。

2. 大模板和预制构件的存放场地必须平整夯实,不得存放在松土和凸凹不平的地方。雨季施工不得积水。存放应按施工总平面图分区堆放。

3. 当风力为 5 级时,仅允许吊装 1~2 层模板和构件。风力超过 5 级,应停止吊装。

4. 大模板安装就位后,为便于浇捣混凝土,两道墙模板平台间应搭设临时走道,严禁人员从外墙板上通过。

5. 在主体结构施工中除认真将阳台预留钢筋与建筑物焊牢外,应力求同时将阳台栏板安装好。如不能及时安设阳台栏板,必须在每个阳台外侧设临时防护栏。

4-10 升板法施工

升板工程是指板用提升法施工的板柱框架结构工程。其施工程序(图4-10-1)是在现场吊装好预制柱并浇筑好室内地坪后,以地坪为底模,就地重叠浇筑各层楼板和屋面板,板与板之间涂刷隔离剂。待屋面板达到设计强度后,通过安装在柱上的提升装置并以柱为支承和导杆,由吊杆将各层楼板和屋面板按提升程序交替提升到设计位置予以固定,形成板柱框架。

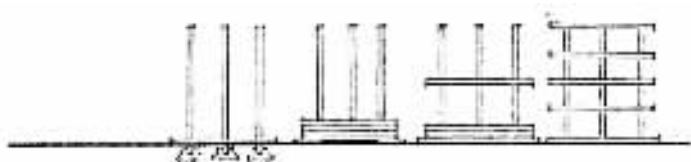


图4-10-1 升板工程提升程序简图

升板工程所用的各层板均为就地重叠制作,可节约大量模板,减少高空作业,施工安全,工序简化,从而提高了工效,不需要大型起重设备,提升机具比较容易加工制作,施工用地少,特别适于城市中的狭窄场地及山区施工。此外,还具有设计简单、柱网布置灵活、建筑平面形状可不受装配式构件标准化的限制。但是,板的用钢量较现浇无梁楼板为高。

我国于六十年代中期开始应用升板工程,至今已广泛用于仓库、冷库、多层厂房、图书馆、商场等建筑,其中有高达40m的九层仓库、近30m高的七层车间,有承受大荷载并具有大开孔的楼板、预应力楼板等升板结构和升梁结构。多年来不少科研、教学、生产单位对升板结构计算理论、板柱节点构造形式和升板施工工艺进行了试验研究工作,在保证升板工程质量、缩短工期、降低用钢量等方面积累了很多经验,已形成我国升板工程的特色。

升板工程施工的关键是群柱稳定问题,根据现有的提升设备和工艺条件,对提升过程中柱的稳定问题要给予足够的重视,切实防范由于群柱失稳而出现意外事故。

4-10-1 提升设备

4-10-1-1 提升装置的构造与提升原理

提升装置是升板施工的关键设备,直接影响施工质量和施工进度。根据升板时所用动力的不同,可分为电动螺旋千斤顶提升装置和液压千斤顶提升装置。

1. 自升式电动螺旋千斤顶提升装置

(1) 构造与传动原理

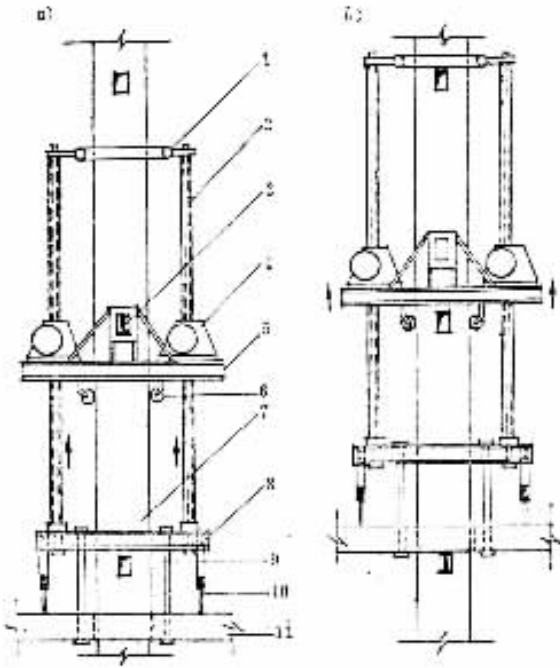


图 4-10-2 电动螺旋千斤顶提升装置简图

a) 屋面板提升 ; b) 提升机自升

1- 螺杆固定架 2- 螺杆 3- 承重销 4- 电动螺旋千斤顶 5- 提升机底盘 6- 导向轮 7- 柱 8- 提升架 9- 吊杆 ; 10- 提升架支腿 ; 11- 屋面板

自升式电动螺旋千斤顶提升装置简称电动提升机或升板机,主要包括:电动螺旋千斤顶、螺杆固定架及提升架等部分(图 4-10-2)。

电动螺旋千斤顶是由电动机、齿轮减速箱、蜗轮与蜗杆、螺母与螺杆等组成。其传动原理如图 4-10-3 所示。螺杆上升时的传动情况是:电动机经链轮驱动轴 I,通过齿轮①、②驱动轴 II,又通过齿轮③、④驱动轴 III,由蜗杆 1 带动蜗轮 3,而螺母 2 与蜗轮固定,因此迫使螺杆上升,带动楼板上升。当升完螺杆的可升高度后,楼板暂时搁置在承重销上,使螺杆下降,缩短吊杆总长度。螺杆下降时的传动情况是:先接通电磁铁 6,拨叉 5 使爪形离合器 4 啮合,通过齿轮⑤、④,动力直接由轴 I 传给轴 III,同时改变了旋转方向,因此螺杆下降。

电动螺旋千斤顶的螺杆规格为 $TM48 \times 8 \times 2.8m$,采用 $3kW_4$ 极普通电动机,螺杆上升速度为 $1.89m/h$,下降速度为 $4.69m/h$;每个千斤顶安全负荷为 $150kN$ 或 $300kN$,一台提升机(二个千斤顶)的安全负荷为 $300kN$ 或 $600kN$ 。

螺杆固定架是用钢管和槽钢组成。其作用是使螺杆只能上下移动而不能转动,当螺杆上升时防止抖动,以提高其刚度。

提升架是由 14 号槽钢焊成的框子,两边有连接螺杆、吊杆的孔眼,四角有活络钢管支腿。提升架有两个作用:一是因自升式提升机的蜗轮箱放在柱两边,螺杆中心至柱边的距离为 300mm,而提升孔至柱边的距离为 150mm,螺杆与吊杆不在一直线上,因此利用提升架承受这一力偶,使不在一直线上的螺杆与吊杆连接起来;二是当设备自升时,螺杆通过提升架四根管子支承在楼板上,使机组平台能顺着螺杆上升。

每步有效提升高度与螺杆长度有关,当螺杆长度为 2.8m 时,有效提升高度为 2m 左右。吊杆长度随每次提升时楼标和提升装置的固定位置而定。单根吊杆有 4.2m、3.6m、3.0m、1.8m、0.9m、0.6m、0.3m 等不同长度,构成一个系列。吊杆接长可以用套筒接头(图 4-10-4),连接套筒的直径不要大于 10cm,应使其能通过提升孔,筒比吊杆排列程序。吊杆的下端头套在板上的钥匙形提升吊点上。由于吊杆的下端头尺寸较大,必须先通过钥匙形的大孔,再移向柱侧较窄的小孔处,才能提升楼板。

(2) 自升原理

① 屋面板提升 提升屋面板时,将提升机悬挂在屋面板以上的第二个承重销上,螺杆下端与提升架连接,提升架用吊杆与屋面板相连,开动提升机,屋面板上升,升完一个螺杆有效高度后,被提升的屋面板正好升过下面一个预留停歇孔,用承重销插入停歇孔临时固定(图 4-10-2a)。

② 提升机自升 将提升架下端四个支腿放下顶住屋面板,并将悬挂提升机的承重销取下,驱动螺母反转,提升机靠提升架阻止螺杆向下运动,只能迫使提升机上升,待提升机升到螺杆顶部时,又可悬挂在上面一个承重销上(图 4-10-2b)。

如此反复进行,屋面板与提升机不断相互交替上升。当屋面板升到一定高度后,即可提升楼板。各层楼板升到不能再向上升时,则提升机与屋面板交替上升,一直使提升机升到柱顶。最后在柱顶上安装一个工具式短钢柱(图 4-10-5),将提升机悬挂在工具式短钢柱上,这样即可使屋面板提升到设计标高。

自升式电动提升机是由一个操纵台集中用电气控制。它可以使全部电动提升机同时起步、同时停止,也可以单只千斤顶升降。基本上能做到同步提升。

自升式电动提升机沿着柱两侧向上爬升,无需将设备预先安装在柱顶,减少高空作业,并有利于群柱稳定,而且传动可靠,提升差异小,加工方便。因此,在升板工程中采用较广,但传动效率较低,螺杆磨损大。

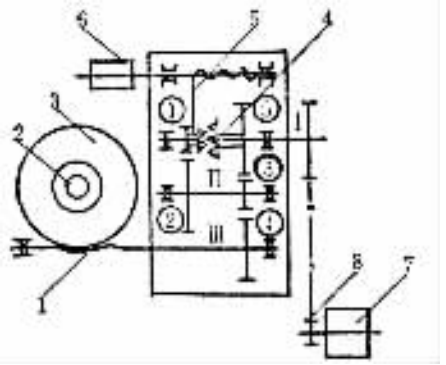


图 4-10-3 电动螺旋千斤顶传动示意图

1-蜗杆 2-螺母 3-蜗轮 4-爪形离合器 5-拨叉 6-电磁铁 7-电动机 8-链轮;I、II、III-轴号 ①...⑤-齿轮号

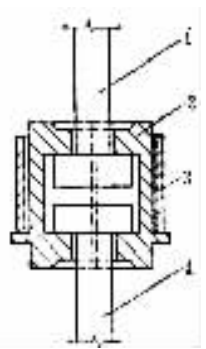


图 4-10-4 套筒接头

1-上吊杆 2-连接接头; 3-处套筒 4-下吊杆

2. 自升式自动液压千斤顶提升装置

(1) 构造与传动原理

自升式自动液压千斤顶提升装置简称自动液压升板机,由液压系统、电控系统、提升工作机构和自升式机架组成(图 4-10-6)。该机传动原理如下:

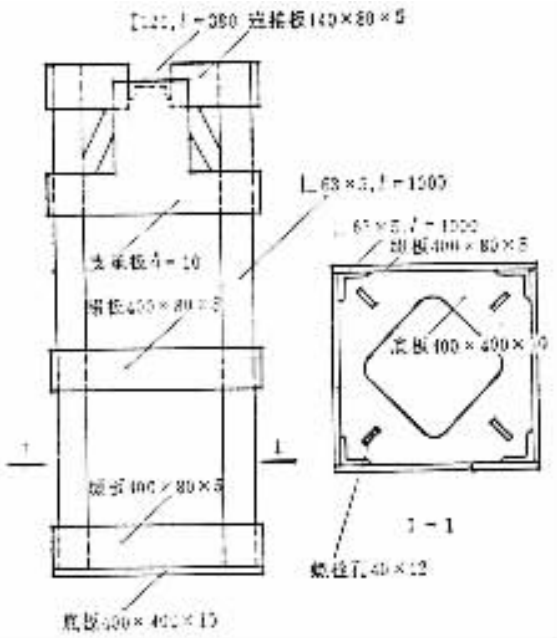


图 4-10-5 工具式短钢柱

- 1-角钢 $\square 63 \times 3$ 2-钢板(400×80×10);
3-连接螺栓孔洞(20×40) 4-开孔盖板

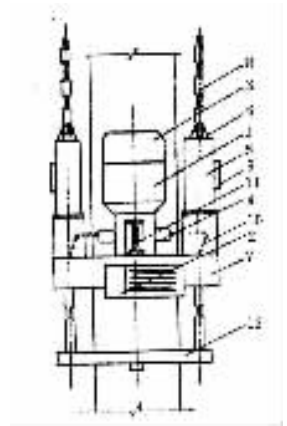


图 4-10-6 500kN 自动液压升板机构造简图

- 1-油箱 2-油泵 3-配油体 4-随动阀 5-油缸
6-上棘爪 7-下棘爪 8-竹节杠 9-液压锁
10-机架 11-停机销 12-自升随动架

升板机运转时,液压油自油箱 1 经过油泵 2 以 10MPa 的压力传送到配油体 3,然后再分别经过控制同步的随动阀 4 进入两侧的油缸 5。活塞在压力作用下带动上棘爪机构 6 进行工作。上棘爪的动作与固定在机架 10 上的下棘爪 7 交替进行,使竹节杠 8 按要求上升或下降。在油缸进油处设有液压锁 9。其作用是当油路出现故障后,可以将油缸的所有油路堵死,以防重载下落。

机器的主要动作是通过活塞及棘爪机构与竹节杠完成的。图 4-10-7 简要地表示了提升动作的过程。当上、下棘爪均处于停止状态,竹节杠被锁紧(图 4-10-7a),进油后,活塞带动上棘爪上升,竹节杠被提升,下棘爪打开(图 4-10-7b);上棘爪上升 10cm 后停止,下棘爪恢复锁紧状态,竹节杠被提起 10cm(图 4-10-7c);当上棘爪打开后下降,竹节杠被锁紧在下棘爪上(图 4-10-7d);上棘爪恢复原位,一个循环完成,竹节杠升起(图 4-10-7e)。

(2) 主要特点

该机在总体上采用了电器集中控制,每台单机为独立的液压系统的方案。提升杆是

用圆形钢杆在断面两侧对称加工出节距为 0.1m 的竹节状凹槽。升板机动作循环的程序与运动尺寸, 均与竹节杠配套。在常规条件下可以进行升板、自动退杆、机器自升、自降等四项动作, 在遇有特殊要求或为调整楼板就位尺寸时, 还可在短距离内带负荷降板。用竹节杠提升杆代替提升螺杆, 加工简单, 成本较低。

在同步控制方面, 采用排队式同步方法。其最大特点是误差不积累, 升板中不会产生过大的差异。即每当所有单机同时提升一段距离后, 统一自行调整一次, 然后在经过调平后的统一标高上进行第二个循环。如此往复循环, 其最大误差发生在提升行程当中, 而且不会大于排队距离。该机排队有两种形式: 一为在 0.1m 距离内排队, 用于机器升降和自动退杆; 一为在 0.01m 距离内排队, 用于上升动作, 从而控制升板误差在任何情况下均不会超过 0.01m。

升板机的延接吊杆是以 0.5m 为模数的组合式吊杆, 可拼接出不同长度, 用于不同的层高, 使用时一次配好后可不再拆换, 在吊杆的每一个接头上均可提升楼板, 使楼板在相隔一段距离同时提升, 并对集层升板和升层法创造了有利条件。

集控全液压升板机安全负荷为 500kN, 提升速度为 2.8m/s, 单机电机容量 2.2kW, 液压系统工作压力 10MPa。

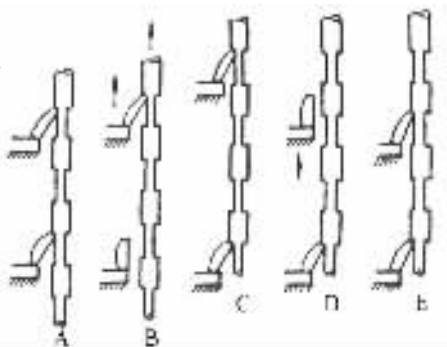


图 4-10-7 自动升板机提升动作过程示意

4-10-1-2 提升设备负荷计算

提升机担负的荷载 Q , 应考虑板的自重荷载、施工荷载、开始提升时板与板之间的粘结力、提升过程中的振动力与提升差异所引起的附加力等, 可按下式计算:

$$Q = K(q_1 + q_2)F \text{ (kN)}$$

式中 q_1 ——板的自重荷载 (kPa);

q_2 ——施工荷载, 对于屋面板因考虑提升设备的重量, 取 1~1.5kPa, 对于各层楼板, 取 0.5kPa, 如有堆砖荷载则应另加, 但不宜大于 0.5kPa;

K ——系数, 考虑提升过程中的振动力与提升差异附加力; 经现场测定, 振动很小, 主要是提升差异所引起的附加力; 当提升差异控制在 10mm 以下时, K 值可取 1.3~1.5, 对同步性能好的提升机, 板的刚度小、跨度大、跨数少的工程取小值;

F ——提升机所担负的楼面范围, 可近似地按相邻柱的中到中划分 (m^2)。

板与板之间的隔离层具有一定的粘结力, 根据现场实测, 一般均在 0.5kPa 以下, 个别的达到 0.75kPa。由于这种粘结力只在开始提升的瞬间存在, 且比振动力与提升差异附加力之和小, 因此在计算提升机负荷时不计入。但要注意, 隔离层一旦遭到破坏, 粘结力会大幅度增加, 而造成提升机超负荷, 甚至损坏。

4-10-2 提升环

提升环是升板工程的主要受力构件。在提升阶段,提升环可固定提升杆,使板的自重与施工荷载通过提升杆传给柱,并作为楼板沿柱提升的导向环;在使用阶段,楼板可通过提升环与柱刚接构成框架结构,保证传递纵向力和弯矩,同时也补强接板因开柱孔而造成的削弱,并用以锚固被孔口截断的受力钢筋,保证板在提升时有足够的强度和抗裂性。

提升环有型钢提升环和元型钢提升环两种型式。

4-10-2-1 型钢提升环

型钢提升环一般可采用槽钢焊接成井字形或口字形,槽钢型号不小于12号(图4-10-8)。

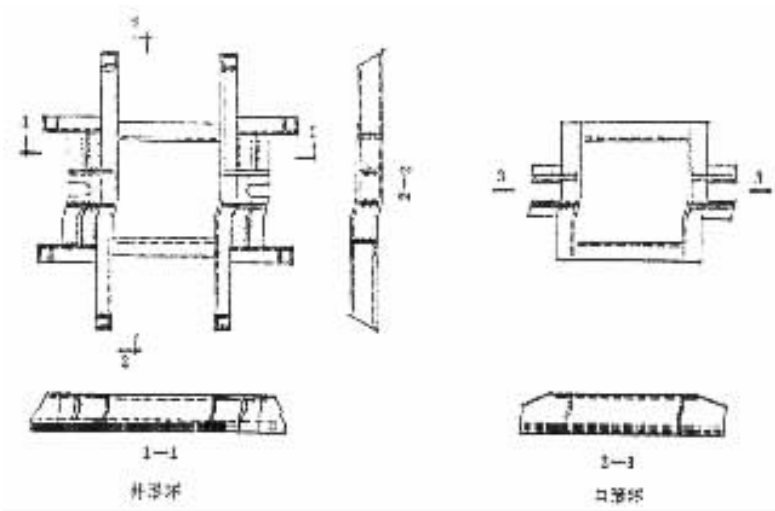


图4-10-8 型钢提升环

型钢提升环表面应平整,翘曲不应超过2mm,其内孔尺寸偏差不应超过 $\pm 3\text{mm}$,制作时防止焊接变形。

型钢提升环就位时,应以柱的实际中线为准,其中线偏差不应超过3mm。提升环应安放平整。提升环及其搭接钢筋焊接应符合设计要求。

型钢提升环的长度,应通过板冲切强度计算确定。板的冲切强度按下列公式计算:

$$V \leq 0.6f_t u_m h_0$$

式中 V^0 ——计算剪力。对于有柱帽节点,按板提升阶段荷载计算;对于无柱帽节点尚应按板使用阶段荷载计算(有抗震设防要求的尚应考虑地震作用引起的附加剪力,按《钢筋混凝土升板结构技术规范》中有关条文计算);

4 施工技术

u_m ——冲切破坏锥体面的平均周边(见图 4-10-9)；

f_t ——板的混凝土抗拉强度设计值；

h_0 ——板的有效高度。

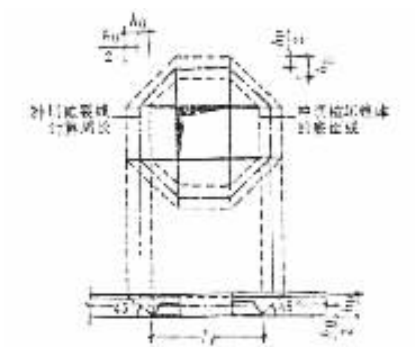


图 4-10-9 验算板的冲切
强度截面位置图

选择提升环截面时,内力分析可参照图 4-10-10,并按下列方法进行近似计算(四点提升取搁置状态,二点提升取提升状态)。

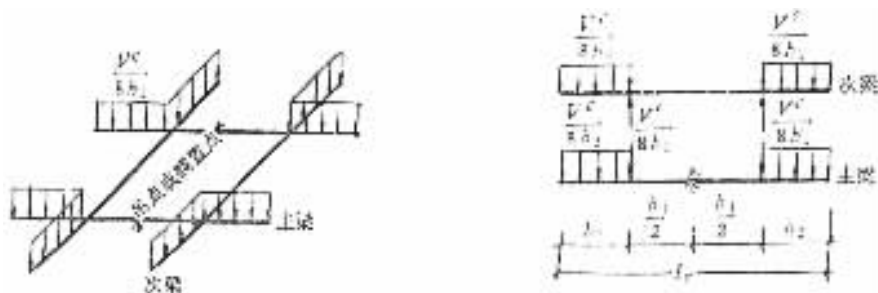


图 4-10-10 提升环计算简图

V ——计算剪力; l_1 ——对型钢提升环为提升环长度,对无型钢提升环为箍筋布置范围的长度; b_1 ——对型钢提升环为板

孔宽度,对无型钢提升环为板孔宽度加一个箍筋的宽度; $b_2 = \frac{1}{2}(l_1 - b_1)$

由图 4-10-10 算得的总弯矩值 M ,可近似按刚度比分给型钢和共同工作的钢筋混凝土板(钢筋混凝土板的宽度取板孔边至破裂线的距离,截面刚度应扣除提升孔等的削弱部分)。

由钢筋混凝土板承受的弯矩值：

$$M_{cs} = \frac{0.85 E_c I_c}{E_a I_a + 0.85 E_c I_c} M$$

由型钢承受的弯矩值：

$$M_a = \frac{E_a I_a}{E_a I_a + 0.85 E_c I_c} M$$

式中 E_c ——板的混凝土弹性模量；

I_c ——板截面的惯性矩；

E_a ——型钢的弹性模量；

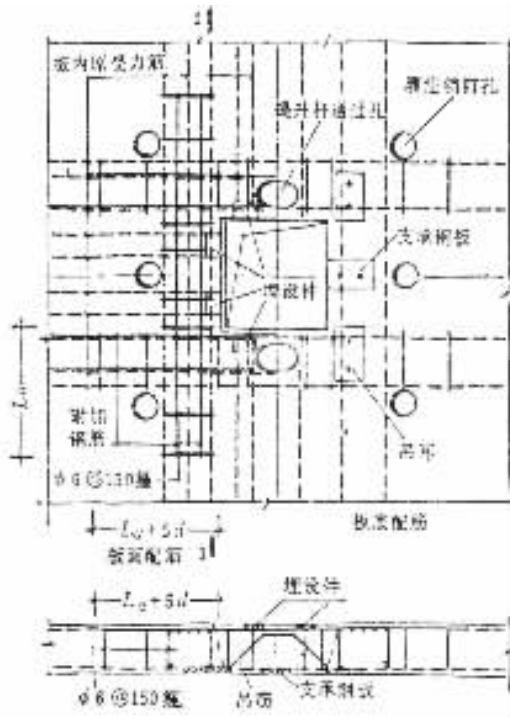
I_a ——型钢截面的惯性矩。

采用型钢提升环时，应采取下列构造措施：

1. 板内被提升环截断的受力钢筋应焊接在提升环型钢翼缘上，以加强提升环与板受力钢筋的共同工作。
2. 在孔的四周宜增加钢筋面积，以补偿被提升环截断的受力钢筋。
3. 按计算所需要的孔边钢筋应布置在冲切破裂线范围以内，板面钢筋需要跨过提升环的挑肢。

4-10-2-2 无型钢提升环

在后浇柱帽节点的平板中，或在密肋板、格梁板中，可采用无型钢提升环（图 4-10-11）。



1-1

图 4-10-11 无型钢提升环

L_0 —附加钢筋长度； d —附加钢筋直径

无型钢提升环中的钢筋（包括主筋、箍筋、吊筋）位置应符合设计要求，且偏差不超过 5mm。提升孔的位置与尺寸应准确，各层板孔眼上下要对准。吊点埋设件应与钢筋焊接固定，其偏差不应超过 $\pm 5\text{mm}$ 。

无型钢提升环应进行下列验算：

1. 抗弯强度验算 可按图 4-10-10 计算弯矩值。验算时,板孔边承受弯矩的截面宽度取板孔宽度,附加钢筋与此宽度范围内的原有受力钢筋均可计算在内。

2. 局部强度验算 搁置点(或吊点)支承钢板处可按现行的《混凝土结构设计规范》中有关条文计算吊筋和箍筋的截面面积,吊筋与箍筋的计算范围,可取支承钢板的宽度加二倍钢筋混凝土板的有效高度。

无型钢提升环宜采取下列构造措施：

(1)在板孔洞四周附近应设置附加钢筋,其面积不少于被孔洞截断的受力钢筋面积,附加钢筋两端伸出孔边的长度应满足搭接长度的要求；

(2)沿附加钢筋应设置封闭箍筋,其直径宜采用 6 或 8mm,宽度不宜小于 200mm,间距不宜大于 150mm,箍筋布置在附加钢筋的全长范围内；

(3)板底搁置处应设置支承钢板,其短边尺寸不宜小于 150mm,厚度不宜小于 8mm。

(4)板面孔边四周应设置埋设件,待板就位后,与柱上埋设件焊接。

4-10-3 升板建筑基本构件施工

4-10-3-1 基础和柱的施工

1. 基础施工

升板工程的基础一般采用钢筋混凝土杯形基础或钢筋混凝土条形基础,在地基复杂的情况下也可采用整体钢筋混凝土基础。其施工要求与工业厂房中的钢筋混凝土基础相同。

基础施工必须注意控制轴线尺寸和杯底标高。因为轴线尺寸偏移会影响提升环位置的正确性,杯底标高偏差会造成柱的预留停歇孔位置的高差,从而导致搁置差异。所以,基础轴线偏移不应超过 5mm,杯底标高偏差不应超过 $\pm 3\text{mm}$ 。

基础施工完毕后应及时回填土,作好基坑和地面的排水,回填土要分层夯实,保证上部地坪不会发生局部沉陷。

2. 柱的施工

可以在现场就地预制钢筋混凝土柱,也可以采用升板提模法、升板滑模法现浇。对于层数较多的高层建筑,可以采用下部柱预制,上部柱在升板过程中分段现浇,亦可采用滑升模板现浇劲性钢筋混凝土柱或采用柔性配筋逐层升模现浇。

(1) 柱子的预制

升板结构的柱子不仅是结构的承重构件,在提升阶段还起着提升机导杆的作用。所以,柱子的几何尺寸、预留孔及预埋件的位置必须高度准确,预留齿槽必须保证质量。当预制现场狭小时,可采用重叠预制,但柱与柱之间要做好隔离层,且重叠一般不超过三层,浇筑上层柱混凝土时,下层柱的混凝土强度必须达到 5MPa 以上。

①柱的尺寸

预制钢筋混凝土柱的尺寸必须准确。截面尺寸允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$,而且宜小不宜大。在配制模板时可将横断面收小 10mm ,浇筑混凝土后木模稍胀 ,即能使截面尺寸达到设计要求。柱子的侧向弯曲对柱高在 20m 以下者不应超过 12mm ,大于 20m 者不应超过 15mm 。如果拆模后发现局部凸起时 ,要及时用凿子修平 ,以免提升时卡住提升环 ,造成事故。柱顶和柱底表面要平整 ,并垂直于柱的轴线。预制柱的高度与截面较小边尺寸之比一般不宜大于 50 。

②预留定位孔和停歇孔

柱子上的预留孔 ,除按设计要求预留定位孔(就位孔)外 ,还应根据提升需要设置临时停歇孔 ,但不得任意开孔。停歇孔的位置应根据提升程序确定 ,孔的间距主要根据起重螺杆一次提升高度而定(一般为 1.8m 左右)。停歇孔应尽量与就位孔结合起来 ,如无可能 ,两孔之间的净距也不应小于 300mm 。停歇孔的尺寸和质量要求与定位孔相同。

定位孔和停歇孔都是插入承重销的受力点 ,是保证板安装标高的关键 ,必须严格按设计要求留设 ,并应加强孔的构造措施 ,通常设两道 $\phi 6$ 以上的钢筋网片 ,以保证底部有足够的承受能力。孔成型后的位置要准确 ,底部要平整 ,同一标高的孔底标高允许偏差应为 $-15 \sim 0\text{mm}$,孔的尺寸允许偏差应为 $-5 \sim \pm 10\text{mm}$ 。孔的轴线偏差及孔底两端高差均不应超过 5mm ,如果孔底不平 ,会使承重销偏斜 ,提升机组难以调平 ,造成螺杆扭弯 ,甚至损坏提升设备 ;而销孔的尺寸、标高、位置偏差过大 ,会使楼板搁置或停歇时 ,产生较大的搁置差异 ,造成楼板开裂。为了防止预留孔的遗漏或错位 ,可在柱的侧模上预先开孔 ,在浇筑混凝土前插入一对硬木楔(如图 4-10-12) ,如果漏放木楔 ,则混凝土会流出来 ,即可防止出现漏留事故。采用组合钢模板时 ,预留孔应朝上 ,孔的芯模可用硬木楔 ,以便于抽拔。重叠预制柱时 ,在浇筑上层柱之前 ,下层柱的预留孔中应用黄砂或棉纱头填满 ,以免混凝土留入孔中。

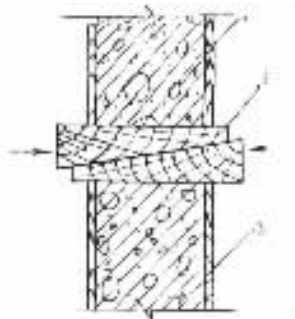


图 4-10-12
柱上预留孔施工

1. 柱 2. 硬木楔 3. 模板

③预留齿槽

柱上预留齿槽是为使后浇柱帽能与板、柱紧密结合 ,通过该处传递使用阶段的剪力 ,所以预制柱时要特别注意齿槽的质量。施工时应严格控制尺寸 ,保证齿槽的位置正确 ,棱角方正。拆模亦不应过早 ,更不能损坏齿角 ,否则 ,必须采取补救措施。

④预埋件

柱上预埋件位置要准确 ,并符合质量要求。对于使用阶段依靠剪力块承重的板、柱节点 ,埋设件的中线偏移不应超过 5mm ,标高偏差不应超过 $\pm 3\text{mm}$ 。埋件表面应平整 ,不得有扭曲变形。承剪埋设件楔口面应与柱面相平 ,不得凹进 ,凸出柱面不应超过 2mm 。除剪力块节点外的埋设件 ,不应凸出柱面 ,凹进柱面不应超过 3mm 。

(2)柱的吊装

柱吊装前 ,要逐一测量柱的截面尺寸 ,对局部凸起提升时会通不过的部位 ,要将其凿平。预留孔不平整的要粉平。在柱的侧面上弹出柱的中心线。

根据柱的预留孔距柱底面的实际长度,对照基础杯底的实际标高,对基础杯底要逐一找平,并在柱的根部划出插入深度,吊装时插入部位就以此为准,要求做到各根柱吊装后高度一致,相应的各预留孔在同一标高上。

楼板如采用型钢提升环的,要在柱吊装前依次叠放在基础杯口中,并注意提升环的正反面及吊点方向,使提升环上的提升孔与柱上的承重销孔互相垂直,如图 4-10-13 所示。预制柱的混凝土的强度达到设计强度的 70% 以上,才准运输及吊装。柱的吊装方法与一般装配式厂房柱子的吊装相同,可根据柱子高度采用两点或三点绑扎法起吊,起吊点位置应由计算决定,即保证起吊时在自重作用下柱子的截面强度足够,且不产生裂缝。

柱子插入基础杯口后,要用两台经纬仪校正其垂直、对中情况,并用钢楔稳定,分两次灌浆固定。灌浆用细石混凝土,强度等级应不小于 C15。吊装后,柱底部中心线与轴线偏差不应超过 5mm,标高偏差允许值为 $\pm 5\text{mm}$ 。柱的竖向偏差不应超过柱长的 $1/1000$,同时不大于 20mm。

(3) 柱的接长

升板结构柱的长度由于节约用钢及起重机的吊装能力、或柱高(从地坪算起)与柱短边尺寸之比大于 50,柱的长度受到限制,可分段施工。

① 上节柱现浇

当屋面板提升到下节柱柱顶时,取下提升设备,以屋面板为操作平台,将预制柱顶部预留的连接钢筋与上节柱的钢筋绑扎,且将接柱部位的钢筋用角钢帮焊连接,清除柱顶上的浮浆及松动石子,然后用工具式分节模板封模,如图 4-10-14 所示。浇灌混凝土前,先用清水冲洗,使预制柱顶润湿,然后用水泥砂浆接浆,再分层浇筑混凝土。每浇筑一节,模板提升全高的 80%,并利用已浇的混凝土,用夹具将模板固定。当接柱混凝土强度达到设计强度的 85% 以上时,即可继续提升各层楼板。

② 上节柱预制装配

上节柱在屋面板上预制,并随屋面板一同提升。当屋面板提升到下节柱柱顶时,取下提升设备,用放在屋面板上的小型吊装机吊装上节柱,然后进行连接。预制柱的连接预埋角钢应与柱内主筋焊牢,连接部分四周配钢筋骨架,捣 50mm 厚细石混凝土,如图 4-10-15 所示。由于起重机的能力所限,一般每次只能接长两层一节的柱。

③ 劲性配筋柱接柱

用型钢焊成劲性钢筋骨架,作为提升阶段的承重构件,同时其横向缀板就成了停歇孔或定位孔的底部。这种骨架可视骨架本身的刚度、强度以及起重机起重能力分为若干段,放在屋面板上,随屋面板提升到下节柱柱顶时,即用放在屋面板上的小型起重机接长。接柱时,先用螺栓临时连接,然后在接缝处敲入垫片校正。柱垂直后,再拧紧螺栓,最后在连接处焊上阴角刨方的等强度角钢,如图 4-10-16 所示。由图可见,下部柱可以是劲性钢筋柱,也可以是柔性钢筋柱,均可用劲性钢柱接长。

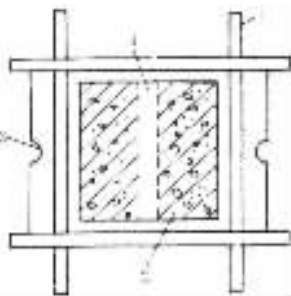


图 4-10-13 提升孔与承重销孔关系

1. 提升环
2. 混凝土柱
3. 提升孔
4. 承重销孔

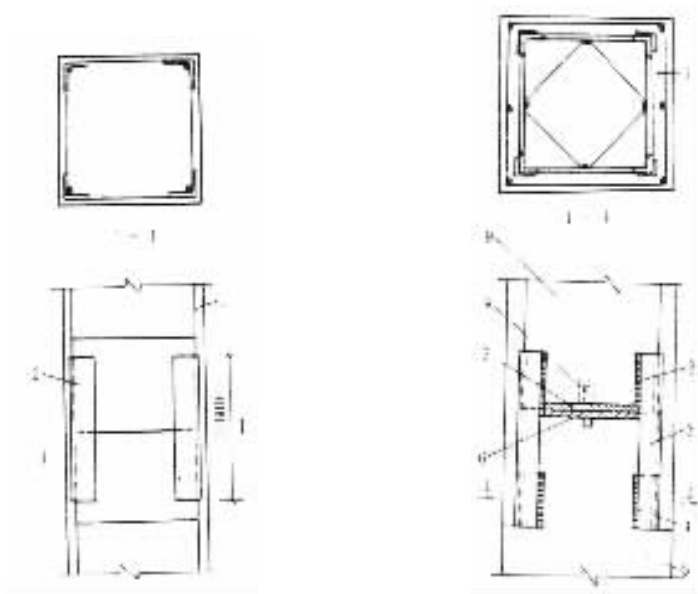


图 4-10-14 现浇上节柱

1. 主筋 2. 连接角钢

图 4-10-15 装配式上节柱

1. 柱四周 50 厚后浇混凝土 2. 上柱预埋角钢 3. 连接角钢 4. 下柱预埋角钢 5. 下柱 6. 下柱预埋钢板 7. 上柱预埋钢板 8. 白铁套管 9. 上柱

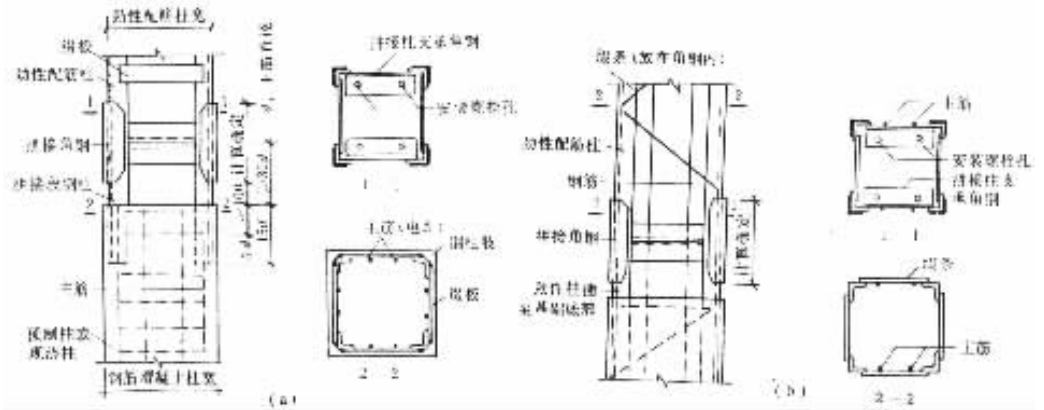


图 4-10-16 劲性配筋柱接柱

(a) 下部柔性钢筋柱 (b) 下部劲性钢筋柱

采用预制连接劲性钢筋混凝土柱时,可在地面将劲性钢筋混凝土柱的钢骨架与预制柱连接后一起吊装,也可将顶层板开到预制柱,设计部位后再吊装拼接钢骨架。

对于劲性钢筋混凝土柱的第一段,应与一般升板柱一样,在叠浇楼板前应先浇筑这段柱的混凝土,插入基础杯口内,且骨架露出地坪应高于叠层预制的屋面以上 600mm,以便向上接长。

接柱时,接头的质量、位置与构造均应满足设计要求。接头部位应进行承载力验算,

接头及其附近区段内截面的承载力应不小于该截面计算所需承载力的 1.3 倍。接头处浇灌混凝土时应严格按施工缝的要求处理。

4-10-3-2 板的制作

1. 板的类型

板的类型可根据柱网尺寸、荷载大小、刚度和开洞要求及施工条件,采用钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土平板。密肋板乃格梁板及井梁板等。

(1) 平板式结构

平板式结构的平板,其厚度取决于板的承载能力、刚度和经济性,一般不宜小于柱网长边尺寸的 $1/35$,配筋形式与一般无梁楼盖相同,制作方法与一般钢筋混凝土相同,如图 4-10-17 所示。

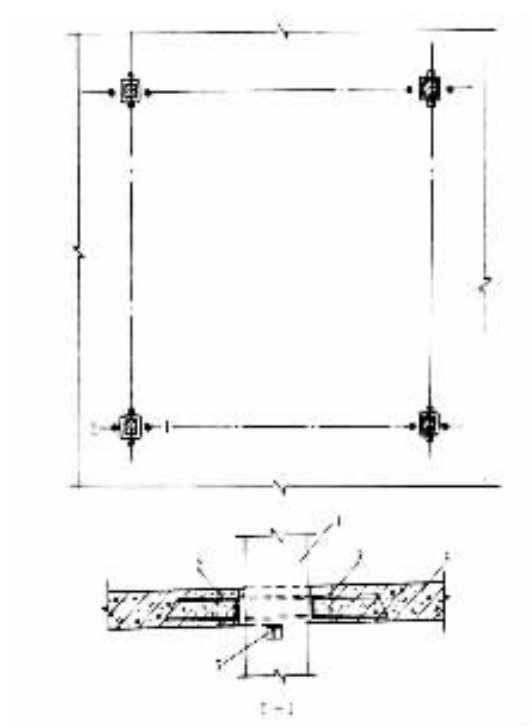


图 4-10-17 平板式结构

1. 柱 2. 提升孔 3. 提升环 4. 楼板 5. 承重销

这种板构造简单,施工方便,节约木材,建筑物空间能充分利用,在升板工程中应用较广。但其抗弯能力较差,跨度受到一定限制,一般只在荷载较轻、柱网较小(6m左右)时采用。

(2) 密肋式平板结构

密肋板一般为混凝土井字小肋与其上部一定厚度的混凝土面板所构成。密肋板的密肋网格的凹口分向上和向下两种形式,凹口向上的,凹口内可用煤渣砖、空心砖、泡沫混凝土或其他轻质材料充填,凹口向下者,则采用混凝土盒子或其他材料,如塑料、纸芯等做内模芯。密肋板的肋高(包括面板厚度),不应小于柱网长边尺寸的 $1/30$,一般为 $250 \sim 300\text{mm}$,密肋式平板结构如图 4-10-18 所示。

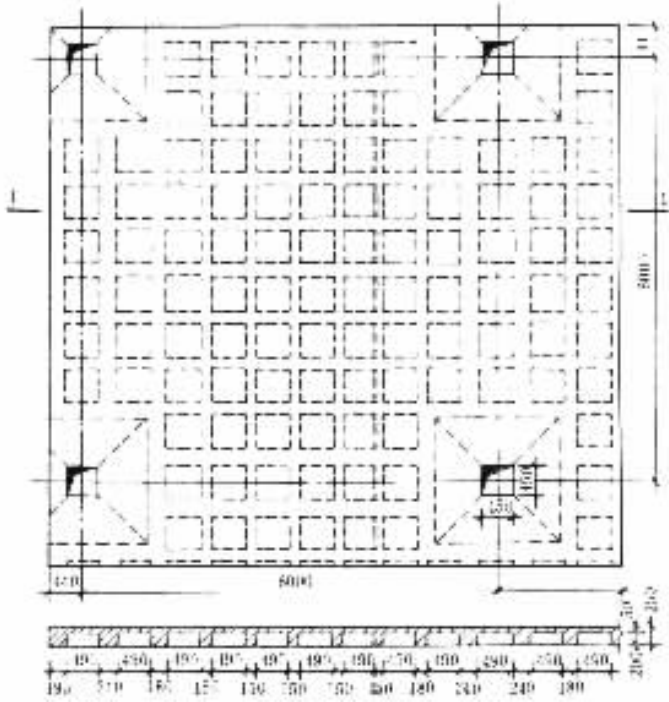


图 4-10-18 密肋式平板结构简图

密肋式平板结构刚度大,抗弯能力强,柱网尺寸可增至 $7 \sim 9\text{m}$,节约材料,与平板式结构相比,可节约 $1/3$ 的混凝土, $1/4$ 的钢材。

(3) 格梁式结构

格梁式结构的施工,是先就地叠浇格梁,提升前再在各层格梁上铺预制楼板;也可以灌筑一层格梁即铺上一层预制楼板,这样下一层预制楼板即成为灌筑上层格梁的脚手平台。格梁式结构提升完毕后,需整浇面层。该结构如图 4-10-19 所示。格梁板的梁高(包括面板厚度),不应小于柱网长边尺寸的 $1/20$ 。

这种结构适用于柱网尺寸较大($9 \sim 12\text{m}$),集中荷载较大,或楼板上开孔的工业厂房。但施工较复杂,需用较多的模板,且要选用起重能力较大的提升机具。

(4) 井梁板

井梁板系双向梁板式结构,图 4-10-20 是柱网为 9m 的井梁板结构图,其模壳尺寸为 $2350 \times 1800 \times 420\text{mm}$,现浇楼板面 80mm ,形成总高度为 500mm 的井字梁。模壳用钢筋混凝土制作,常用的规格有 $2350 \times 2350\text{mm}$, $2350 \times 1800\text{mm}$, $2350 \times 600\text{mm}$ 及 $1800 \times 600\text{mm}$ 等四种,以适应不同柱网的需要。井梁高度随模壳高度而不同,一般不宜小于柱网长边尺

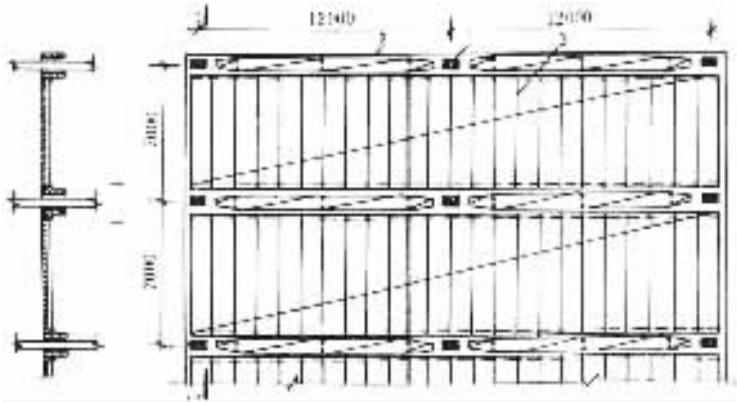


图 4-10-19 格梁式结构简图

1. 柱 2. 格梁 3. 预制板

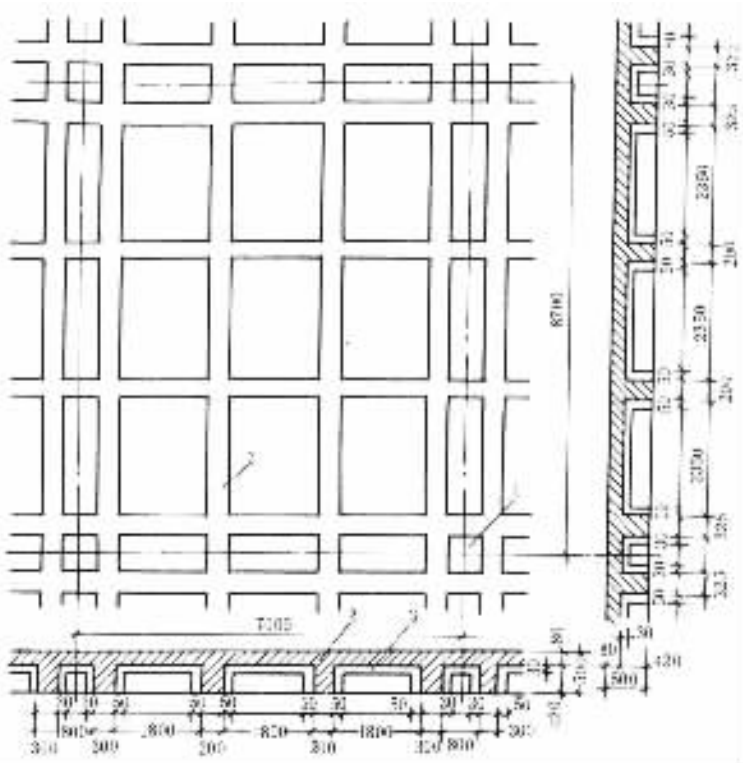


图 4-10-20 井梁板结构图

1. 柱 2. 肋梁 3. 预制定型钢筋混凝土模壳

寸的 $1/20$ 。

井梁板结构的刚度大,抗弯能力强,结构高度小,适用于 $8 \sim 9\text{m}$ 的较大柱网体系。

2. 板的分块

在升板施工中,如一次提升的板面过大,需用提升机相应增多,提升差异不易控制,板

面也容易出现裂缝。因此在建筑平面较大时,可根据结构平面布置、结合提升设备数量、技术状况、施工工艺以及施工现场条件综合考虑,将板划分为若干块,每块板为一个提升单元,如图 4-10-21 所示。

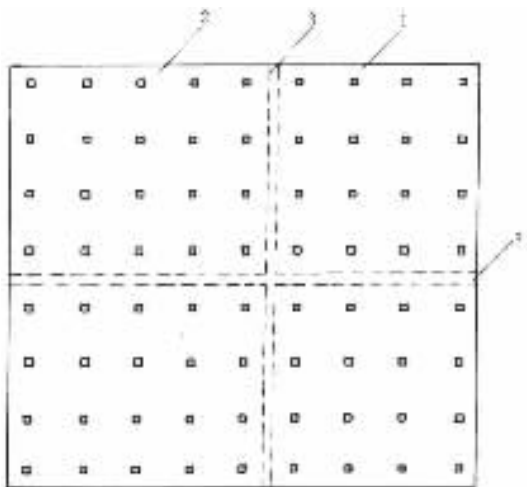


图 4-10-21 板的分块示意图

1. 柱 2. 板 3. 后浇板带

提升单元的划分应由施工单位和设计单位共同商定。一般一个提升单元大致为 20~24 根柱范围的面积,面积过大,柱的根数太多,不易控制同步,易引起提升差异;在条件允许时,一个提升单元的柱子数可达 40 根左右。分块时每个板块的两个方向尺寸应大致相等,不宜划分成狭长形状,也应避免出现阴角。

升板结构提升时,应升完一个提升单元后,再依次提升其他单元,待各单元就位固定后,用现浇板带把各提升单元连接成一个整体楼板。后浇板带的位置必须留在跨中,预留宽度为 $1/4 \sim 1/3$ 的板跨,待板就位固定后再灌注混凝土,其连接钢筋应适当加强,并有足够的搭接长度。后浇板带的底模可悬挂在两边楼板上。

3. 板的重叠浇筑

(1) 胎模施工

在升板工程中,一般以底层混凝土地坪(有地下室的也可用地下室地坪或顶板)作为第一层板的胎模,依次重叠浇筑板的混凝土。

为了保证楼板制作质量,胎模的垫层必须分层夯实,要求均匀密实,防止不均匀下沉。

胎模的面层必须平整光滑,严格抄平,每根柱处均要用水准仪测量标高,在每根柱上要标出胎模表面的水平标高,柱网间设置适量的水平标桩,使胎模施工能保证在一个水平面上,提升环处胎模的标高偏差不得超过 $\pm 2\text{mm}$ 。

浇筑胎模混凝土时,宜采用随捣随粉,用长刮尺刮平,电动抹光机抹光。

胎模设伸缩缝时,伸缩缝与楼板接触处应采取特殊隔离措施,以防止因地坪温度变化而造成板的开裂。

(2) 隔离层施工

在重叠浇筑板时,板与板之间、板与地坪之间,必须用隔离层进行有效隔离,防止因混凝土间粘结或吸附力过大,引起提升时楼板无法脱开或产生初裂,甚至损坏提升设备,造成事故。因此,要选择适宜的隔离材料并认真进行隔离层施工。

①对隔离层材料的要求

A. 具有良好的隔离效果、耐磨性和附着力 ;B. 容易干燥 ,便于下一道工序及早施工 ;
C. 不腐蚀混凝土 ,不污染混凝土构件表面 ,不易被雨水冲走 ,且要便于清除 ,不影响抹灰、
喷浆、油漆等工艺的操作 ;D. 施工简便、易涂 ;E. 价格低廉 ,材料来源广泛。

②常用隔离材料

隔离层可分卷材和涂料两种。卷材隔离层主要有塑料薄膜和油纸等。涂料隔离层目前使用较多的有 :皂脚滑石粉、纸筋石灰膏、粘土石灰涂料、柴油石蜡涂料、猪血老粉、乳化机油、树脂涂料等 ,其中以前两种使用较广。

A. 皂脚滑石粉涂料

将皂脚和水按 1:2 混合加热煮沸 ,搅拌使皂脚溶解 ,冷凝备用。使用时需加热并掺入适量滑石粉。

B. 纸筋石灰膏

将粉刷用的纸筋灰加水调稀后 ,薄薄地涂刷在板面上 ,要刷得光滑。

C. 萤土石灰膏

按粘土 :石灰膏 :滑石粉 :肥皂粉 = 3 : 1 : 0.5 : 0.075 混合拌均 ,加水调制成糊状 ,即可涂刷。

D. 柴油石蜡涂料

柴油 :石蜡 :滑石粉(或防水粉) = 1 : 0.2 : 0.8 ,混合后涂抹。

③隔离层施工

涂料隔离层施工时 ,胎模或下层板混凝土的强度不应低于 1.2MPa ,行走不起脚印后即可涂刷。涂刷前要把底模打扫干净 ,第一遍涂刷完 ,过 1~2 小时不粘脚后 ,方可涂刷第二遍 ,涂刷方向应与第一遍方向垂直。隔离层应注意保护 ,防止破损 ,在浇筑混凝土前 ,要严格检查 ,如有损坏脱落 ,必须补涂 ,补涂时应避免污染钢筋 ,混凝土芯模及其他填充材料。冬雨季施工时应采取冬雨季施工措施。采用后浇柱帽的升板施工 ,柱帽部位的板面应用芦席、黑铁皮或油毡、撒砂子等作隔离层 ,以便于清除。

(3)模壳(或模芯)铺设

密肋板和井梁板在浇筑混凝土时 ,先要在底模或已浇好的楼板上按施工图弹出模壳或填充模芯的位置线 ,然后排列模壳或填充模芯 ,并用止浆条或砂浆封住模壳与板面及模壳间拼接缝 ,以防漏浆。

密肋板施工 ,可用塑料、金属等工具式模壳、预制混凝土模芯 ,或用轻质材料填充 ,格梁板施工 ,还可采用预制钢筋混凝土芯模或定型组合钢模。

井梁板采用的混凝土模壳或密肋板采用的各种材料填充模芯 ,与楼板结合在一起 ,不再取出(图 4-10-20)。如采用工具式塑料模壳 ,待板提升后 ,即可取下 ,重复使用 ,其构造如图 4-10-22 所示。工具式塑料模壳用硬塑料压注而成 ,肋梁的中距 A 及肋宽 B 有几种尺寸形成系列 ,可供选择。采用这种模壳可以节约大量模板 ,对装饰要求不高的建

筑,可以不做顶棚。

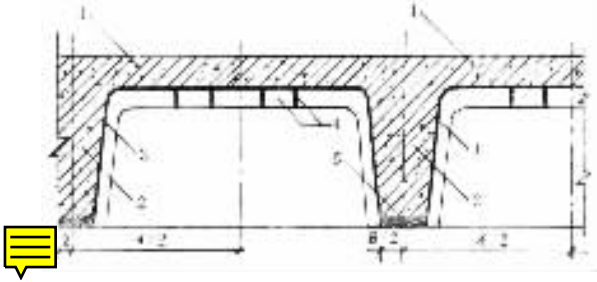


图 4-10-22 塑料模壳构造图

1. 密肋板 2. 肋梁 3. 塑料模壳 4. 模壳肋 5. 软塑料止浆条

模壳和填充模芯的尺寸偏差允许值为 +2mm 和 -5mm。模壳表面要平整、光滑,必要时应涂以隔离剂,以利脱模。而填充模芯表面则宜粗糙,以便和混凝土粘结。浇筑密肋板混凝土时,应注意勿使模壳(或填充模芯)位移。采用填充模芯时,在浇灌混凝土前,应将填充材料浇水湿透,以保证混凝土质量。

(4) 混凝土的浇筑

浇筑混凝土时,要对预留孔、隔离层、钢筋进行检查。将提升环与柱四边空隙内灌黄砂(或木屑),并盖油毡或水泥袋,以防水泥砂浆进入,造成粘结。所有的预留孔要用木塞塞住,位置要准确。特别是提升孔,上下板的孔洞要在一条直线上,木塞头宜适当固定在钢筋骨架上,以防位移。混凝土浇筑后,应立即将木塞头拔出。浇筑上层板时,下层板的预留孔也要用黄砂或废纱头塞满并盖油毡。

4. 预应力板的施工

参应力平板刚度好,抗裂性强,提升时可避免或减少裂缝,耗钢量也比非预应力板低,适用于荷重较大的升板结构,尤其适用于抗裂性要求较高的升板工程。预应力混凝土板的结构型式与钢筋混凝土板相同,一般为双向配筋,板厚宜不小于柱网长边尺寸的 1/40,预应力钢筋呈曲线或折线形状。

预应力钢筋的张拉方法有先张法折线张拉和后张法曲线张拉两种。采用先张法施工时,须待下层板的预应力筋剪断后方可进行上层板的张拉,因而施工周期长,且台座和地锚耗钢量大,故用得不多。使用较多的是后张法。

(1) 先张法折线张拉

在升板结构中,板是双向受力的。因此对板要施加双向预应力。采用先张法折线张拉施工时,张拉台座布置在板的周边,可在基础上伸出钢筋混凝土短柱作为张拉台座(短柱设在外墙的位置上,砌墙时可不拆除),以地坪或下一层楼板为支点,取一层板的张拉力为荷载,按悬臂梁计算,如图 4-10-23 所示。

在柱轴线处的台座墩子,可用型钢制做,下端以地坪或下一层楼板作为支点,上端用木撑撑住柱子作为支点,按简支梁进行设计,如图 4-10-24。

预应力筋的折线形状靠地锚和马架形成,地锚是在基础中预埋螺杆;马架为钢筋做成的支架。

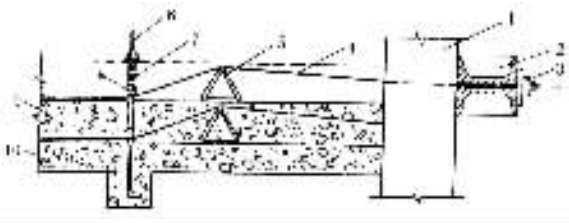


图 4-10-23 先张法折线张拉台座

1. 钢筋混凝土台座 2. 型钢张拉横梁 3. 夹梁 4. 折线预应力筋 5. 钢筋马架 6. 地锚
7. 套管 8. 钢管小梁 9. 下层已施工的楼板 10. 地坪

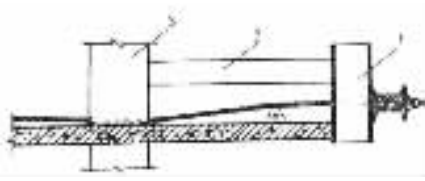


图 4-10-24 柱轴线处的型钢台座

1. 型钢筒支台座 2. 木撑 3. 柱

预应力钢筋张拉程序是：可采用两端分别或同时先张拉控制应力的 50%，将锚具楔紧，再继续张拉到设计要求的控制应力，最后再将锚具楔紧，以减少应力损失。张拉预应力筋时，先把一个方向的钢筋全部张拉完后，再张拉另一个方向的预应力筋。

(2) 后张法曲线张拉

后张法常采用无粘结预应力筋机械曲线张拉和硫磺砂浆预应力筋电热曲线张拉两种方法。

① 无粘结后张工艺

无粘结曲线张拉的预应力筋有钢绞线、钢丝束和单根钢筋三种。其中以钢丝束、钢绞线居多，施工时，先在预应力筋表面涂隔离层，放进模内，然后浇筑混凝土，待混凝土达到设计强度后即可张拉。浇筑混凝土时，应注意不要损坏预应力筋表面的隔离层，不要移动预应力筋的位置。预应力筋被拉伸到控制应力后，用锚具在两端予以锚固。

对预应力筋隔离层的涂料，要求能保持柔软而无裂缝，常温下不流淌，化学性能稳定，不腐蚀钢筋和混凝土，常用的涂料有环氧树脂、白蜡、沥青、塑料、润滑脂等。其中沥青涂料的配方是：沥青：柴油：石棉泥 = 1:0.5:0.5（重量比）。施涂前，先将钢筋除锈，并磨平对焊接头的凸缘，涂刷要均匀，厚 2~3mm，随后再用油纸条、水泥袋纸塑料布缠绕包裹。

预应力板中的曲线配筋，是后张无粘结预应力结构施工的关键，必须使曲线钢筋的成型达到设计的曲线形状和垂幅，以及准确的拐点（反弯点）。铺设预应力筋前，先在底模上按平面位置逐条弹线，然后先铺设长向预应力筋，再铺设短向预应力筋，并按设计的双向坐标要求酌情穿插编网。预应力筋的竖向位置，可采用高低不同的小钢筋架子或采用高低不同的预制块上插钢筋叉子的方法控制。

无粘结后张法的张拉顺序是：先张拉张向预应力筋，后张拉短向预应力筋。对同一方

向的预应力筋,应先张拉跨中筋,再向两边间隔一根地对称张拉,一端张拉完毕再在另一端仍从跨中开始,向两边张拉。张拉时,必须采取双控制,既要控制张拉应力,也要控制伸长率。如果单控制应力,很可能张拉端达到应力而中间拉长很小,如果单控制伸长,会造成局部应力超过极限而拉断。

② 硫磺砂浆电热后张工艺

硫磺砂浆电热后张法施工,是利用硫磺砂浆热塑冷固的特性,在预应力筋的表面热涂一层 1~2mm 厚的硫磺砂浆,然后将预应力筋按设计就位,浇筑混凝土,待混凝土达到设计强度后,用电热法张拉预应力筋。在电热作用下,硫磺砂浆熔化,预应力筋可以自由伸长,拉至设计伸长值后临时锚固,切断电源,硫磺砂浆逐渐冷凝,使预应力筋与混凝土粘结在一起,起锚固作用。

硫磺砂浆的重量配合比为:硫磺粉:粉状填充料:细砂:聚硫橡胶=4:1:4:0.9。粉状填充料采用 325 号的普通硅酸盐水泥,细砂粒径在 0.3mm 以下。熬制硫磺砂浆时,先将边筛后的细砂烘干,再加水泥搅拌均匀,温度达 100~130℃ 左右将硫磺粉倒入,不断搅拌,待硫磺受热脱水熔化后,徐徐加入聚硫橡胶,再搅拌均匀呈糊状。配制好的硫磺砂浆宜保持在 120~140℃,即可涂刷在已除锈的预应力筋上。温度过低或过高都会变稠,不便均匀涂刷,温度高于 170℃ 就会自燃。

在混凝土浇筑过程中,要认真检查涂刷的硫磺砂浆有无剥落。同时应设法避免预应力筋与其他钢筋或铁件相接触,以防造成事故。浇筑混凝土时,插入式振动器不得接触预应力筋的涂层,最好使用插片式振捣器。

预应力筋张拉时,为避免硫磺砂浆受热后消失过多,造成短路事故,一般可采用电热与机械张拉相结合的方法,即先用电热,使硫磺砂浆熔化,再用拉伸机进行张拉。电热张拉应逐渐升温。升温太快会产生很大内应力,使混凝土开裂,同时板内的预应力筋必须逐根通电张拉或间隔一根同时张拉,在同一个方向,先张拉跨中板带内的预应力筋,后张拉柱上板带。

在电热张拉中,以控制伸长值为主,机械张拉时必须控制应力。

电源切断后,硫磺砂浆不能立即凝固,将预应力筋锚固,因此钢筋两端需墩粗,用楔形铁件卡紧。同时,由于硫磺砂浆高温下会燃烧,为符合防火要求,预应力筋端头伸出板边一个锚固长度(约 10~15cm)可不涂硫磺砂浆,张拉完毕后,在板四周加设 2 ϕ 8mm 钢筋并浇筑 C40 混凝土带,将预应力钢筋包在里面,形成永久锚固。

4-10-4 提升阶段柱的稳定

升板结构中的柱在提升阶段是一根独立而细长的柱,同时承受结构自重与施工荷载,以及水平风荷载的作用。各层楼板提升临时就位,板与柱靠承重销连接,承重销只能传递竖向力和横向力,而不能传递弯矩,因此板柱节点在提升阶段只能视为铰接。各层板提升就位后,柱间由刚度很大的板连接在一起,因此提升阶段的升板结构视为铰接排架。升板

结构在提升阶段中柱受荷较大,边柱和角柱受荷较小。孤立的中柱应先达到临界状态,但是由于楼板的连接作用,中柱受到边柱、角柱的影响,使荷载较大的中柱失稳受到约束,失稳滞后,而荷载较小的边柱和角柱却因受到中柱的牵制,失稳提前。升板结构任何单柱的侧向变形和丧失稳定都和群柱整体刚度、总体稳定密切相关,不可能单独失稳,必然是中柱、边柱和角柱时到达失稳状态,达到群柱总体丧失稳定,即群柱失稳。这是由于群柱空间作用改变了单柱稳定条件的结果。

升板结构按群柱失稳进行验算时,必须保证板在平面内有足够大的刚度,对柱能起水平联杆作用。若采用上承式承重销搁置板时,每层应用楔块楔紧以传递水平力。否则不能按群柱计算,而应按单柱计算。

1. 群柱稳定性验算

(1) 计算简图

对于铰接排架,一般用位移法列出稳定齐次方程求解最小临界力。但是这种方法很繁琐。实际运算时,可以把多层铰接排架简化成为一等代悬臂柱。实践证明,两种计算结果是十分近似的。群柱稳定计算图式的简化,见图 4-10-25。

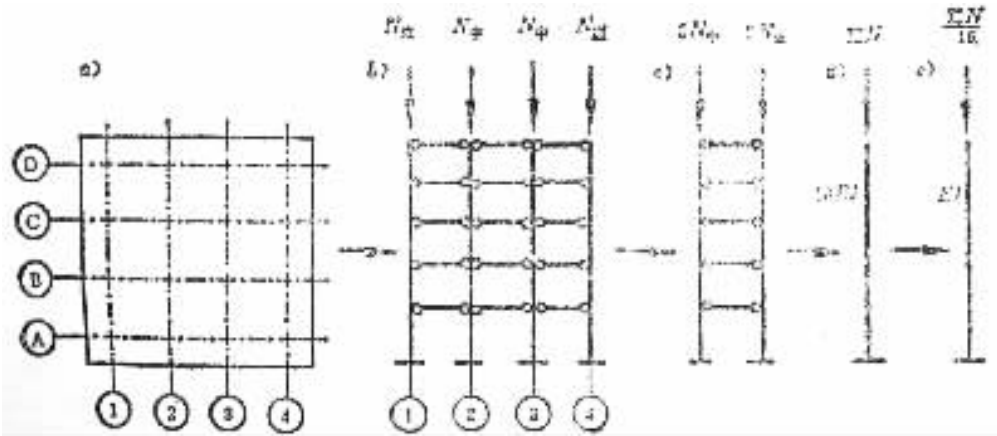


图 4-10-25 群柱稳定计算图式的简化

由于板的刚度很大,所以图 4-10-25 a) 中①②③④轴线四个铰接排架的变形是一致的,铰接排架可以近似地简化为图 4-10-25 b) 的形式,柱的刚度是四根柱的刚度之和。再按荷载的不同,可以近似简化为图 4-10-25 c) 的形式,再进一步简化为图 4-10-25 d) 或 e) 代替图 4-10-25 c)。

(2) 计算长度

提升阶段柱的计算长度为:

$$l_0 = 2l_m \tag{1}$$

式中 l_0 ——柱的计算长度

l_m ——验算搁置状态时,取最高一层板的永久或临时搁置处距地坪的高度 l_k ;若验算提升状态时,取提升机距地坪的高度 l (见图 4-10-26)

若下面若干层楼板已就位,并进行了永久性刚接后,则验算刚接点以上悬臂柱的计算

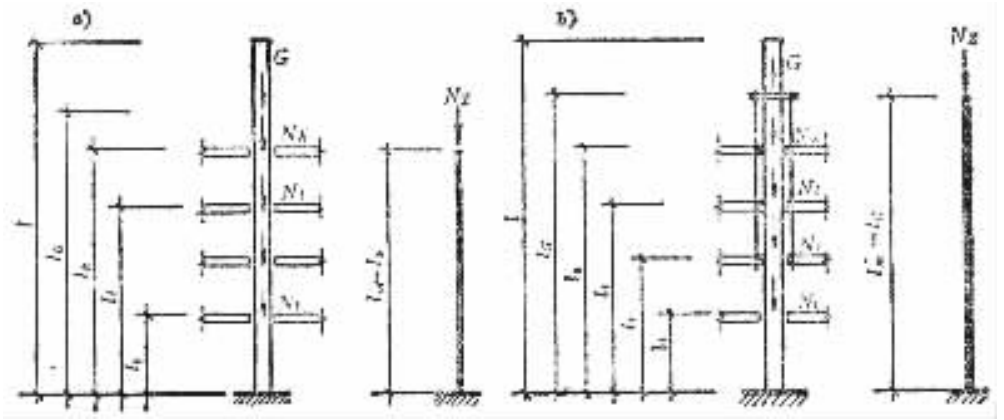


图 4-10-26 提升阶段柱的计算简图

a) 板搁置时; b) 板提升时

长度为:

$$l_0 = 2l'_m \quad (2)$$

其中 l_0 ——柱的计算长度

l'_m ——按图 4-10-27 取用, 在计算垂直荷载、风荷载及验算截面时, 均以图 4-10-27 中的 A-A 截面代替柱底

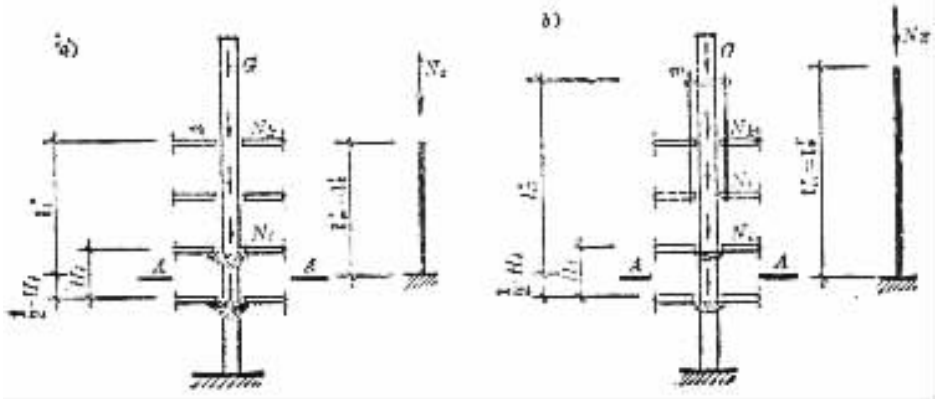


图 4-10-27 一层或数层板节点刚接后柱的计算简图

a) 搁置时; b) 板在提升时

(3) 折算荷载

提升阶段柱要承受各层楼板重量, 提升设备重量, 柱自重及施工荷载等等。这些荷载分别作用在不同高度上, 计算这种压杆稳定问题比较复杂。如果将这类压杆上的荷载均移至杆端, 问题就简单了。但是将荷载移至杆端后, 必须将荷载予以折算, 才能与原来情况等效。作用在柱上任一高度的荷载移到杆端时乘以折算系数, 即为折算荷载。

① 搁置状态群柱稳定验算时, 折算荷载 N_Z

$$\text{按 } N_Z = \sum_{i=1}^K N_i \beta_i + N_{gz} + G \quad \text{计算} \quad (3)$$

其中 K ——层数

N_i ——永久或临时搁置的第 i 层板自重和按实际情况采用的其它荷载,屋面施工荷载 $1 \sim 1.5\text{kN/m}^2$ 全部计入,楼面施工荷载在一般情况下可不计入,不乘动力系数

β_i ——搁置折算系数:

$$\beta_i = \frac{l_i}{l_m} - \frac{1}{\pi} \sin \frac{\pi l_i}{l_m} \quad (4)$$

其中 l_i ——第 i 层板永久或临时搁置外的高度

l_m ——同公式①

β_i 也可按表 4-10-1 采用。

搁置折算系数 β_i 值

表 4-10-1

l_i/l_m	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
β_i	0	0.002	0.013	0.045	0.104	0.194	0.313	0.458	0.624	0.805	1.000

注: l_i ——第 i 层板永久或临时搁置处的高度; l_m ——同公式 12-6。

N_{gz} ——折算的柱自重总和:

$$N_{gz} = 0.315 gl \left(\frac{l}{l_m} \right)^2 \quad (5)$$

其中 g ——提升单元内所有单柱单位长度自重的总和

l ——柱的实高

l_m ——同公式①

G ——提升单元内直接放在每个柱上的提升机总重

②一层(或叠层)板正在提升而其它各层处于搁置状态的群柱稳定验算时,折算荷载

N_z 按

$$N_z = N_{\nu_t} + \sum_i N_i \beta_i + N_{gz} + G \quad \text{计算} \quad (6)$$

其中 N_t ——正在提升的一层板(或叠层提升的数层板)的总自重及按实际情况取用的其它荷载,荷载取值与 N_i 相同

ν_t ——提升折算系数:

$$\nu_t = 1 - 0.75 \frac{\cos^2 \frac{\pi l_t}{2l_m}}{1 - \frac{l_t}{l_m}}$$

式中 l_t ——验算提升状态时,正在提升的一层板(或叠层提升的数层板)的高度

l_m ——同公式①

ν_i 也可按表 4-10-2 采用。

提升折算系数 ν_i 值

表 4-10-2

l_i/l_m	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ν_i	0.250	0.197	0.151	0.150	0.181	0.250	0.352	0.485	0.642	0.817	1.000

注： l_i ——验算正在提升状态时，正在提升的一层板（或叠层提升的数层板）的高度。

(4) 柱底偏心距

由于柱预制和安装的垂直偏差（取 1/1000），提升设备安装偏差及风荷载的作用，升板结构柱处于偏心受压状态。风荷载一般按七级风考虑，大于七级风时，停止提升，并应采取防止群柱失稳。风荷载的分布，见图 4-10-28。

风荷载和竖向偏差所产生的柱底最大弯矩 M ：

$$M = \sum_{i=1}^K W_i J_i + \frac{1}{2} q J^2 + \sum_{i=1}^K \frac{1}{1000} N_i l_i \quad (8)$$

其中 W_i ——第 i 层板处所受集中风荷载的总和

l_i ——同公式④

q ——提升单元内全部柱所受的均布风荷载，柱较长时尚应考虑风荷载沿高度的变化

l ——同公式⑤

N_i ——同公式③

验算提升状态时，正在提升的板应取 $N_i l_{mo}$

取柱底轴力 N ：

$$N = \sum_{i=1}^K N_i + gl + G \quad (9)$$

柱底偏心距 e_o ：

$$e_o = \frac{M}{N} \quad (10)$$

(5) 稳定性验算公式

群柱的稳定性可通过等代悬臂柱偏心距增大系数 η 来验算。

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{KN_Z}{10\alpha_s E_e I_z} J_0^2} \quad (11)$$

其中 K ——强度设计安全系数，取 $1.55 \times 0.9 = 1.4$

N_Z ——提升单元内总的折算荷载，按公式③和⑥计算。

l_0 ——计算长度，按公式①和②计算

α_s ——考虑升板结构柱提升阶段实际工作状况的系数，根据公式⑩计算出 e_o ，按 e_o 与截面高度 h 之比，按表 4-10-3 采用。

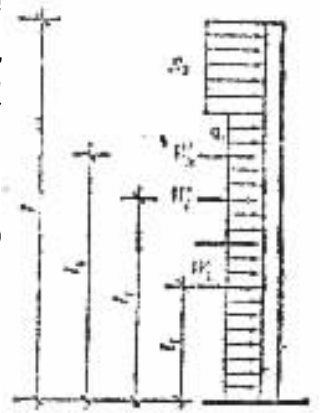


图 4-10-28 风荷载分布图

4 施工技术

升板结构柱提升阶段实际工作状态系数 α_s 值

表 4-10-3

e_0/h	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	≥ 1.0
α_s	0.776	0.715	0.668	0.631	0.601	0.577	0.555	0.538	0.509	0.488	0.471	0.459	0.447	0.440

E_c ——混凝土的弹性模量

I_z ——提升单元内所有单柱混凝土截面惯性矩的总和,即 $I_z = \sum_{i=1}^n I_i$,其中 n 为提升单元内柱数

若求得的 η 值为负值或大于 3,说明稳定性不足,此时应首先考虑改进结构布置,提升工艺,必要时再考虑加大截面尺寸。

升板结构柱在提升阶段,尚应按《钢筋混凝土结构设计规范》对各根单柱进行偏心受压构件验算。此时,单柱的纵向力应按实际的垂直荷载计算,弯矩可取平均值 $\frac{M}{n}$ 。若各柱截面不等,则 M 按惯性矩分配, η 值仍按公式①计算。

2. 柱的稳定措施

群柱在提升阶段稳定性不满足要求时,应首先采取必要的施工措施,来提高群柱的稳定性,避免加大柱的截面或增加配筋。常采用的施工措施有:

(1) 调整提升顺序

尽量压低柱上的荷载作用点。在第一层板固定前,应最大限度地压低上层板的提升高度,并及时由下而上将板与柱永久固定。

(2) 对楼层高,荷载大的升板结构,为了确保安全,可以在上面几块板的四角拉缆风绳,并在柱与板之间用楔块楔紧,以改变柱的支承情况,在较大的水平荷载作用下,也能保证柱的稳定。拉缆风绳应特别注意,严格控制各根缆风绳受力要相同,如果缆风绳间受力不同,等于附加一个侧向荷载,更有害于群柱稳定。

(3) 安装柱时,使相邻柱的停歇孔方向互相垂直。这样承重销的方向垂直交叉,使板与柱之间在两个方向都在一定的抗弯能力,增加附加安全度。

(4) 楼板采用四吊点提升,这样可使吊杆接头穿过楼板,缩小板间距离,压低柱上荷载。

(5) 采用柱顶式提升机时,应利用柱顶间的临时走道,加强各柱顶的拉结。板与柱间用楔子楔紧,增加刚化强度。

(6) 升板工程施工当风力超过七级时,则应停止施工。稳定验算是按七级风荷载考虑的,在风荷载较小情况下提升,相当于增加了稳定措施。

4-10-5 升板施工综合技术

4-10-5-1 升板带墙滑(提)模施工

1. 升板滑模法

图 4-10-29 是升板带墙体滑模施工示意图。在屋面板上每隔一定距离预埋 $\phi 16$ U 形螺栓,用来固定 10 号槽钢挑梁,槽钢挑梁与滑模中提升架相连接,所以提升架随着屋面板的提升而同时向上滑升。在组织施工时,可采用日班提升屋面板以及浇筑墙体混凝土,夜班则进行其它各层的楼板提升,合理地利用一套自升式提升设备使升板施工与滑模施工有机地结合,墙体滑升模板的构造与一般滑模相同。

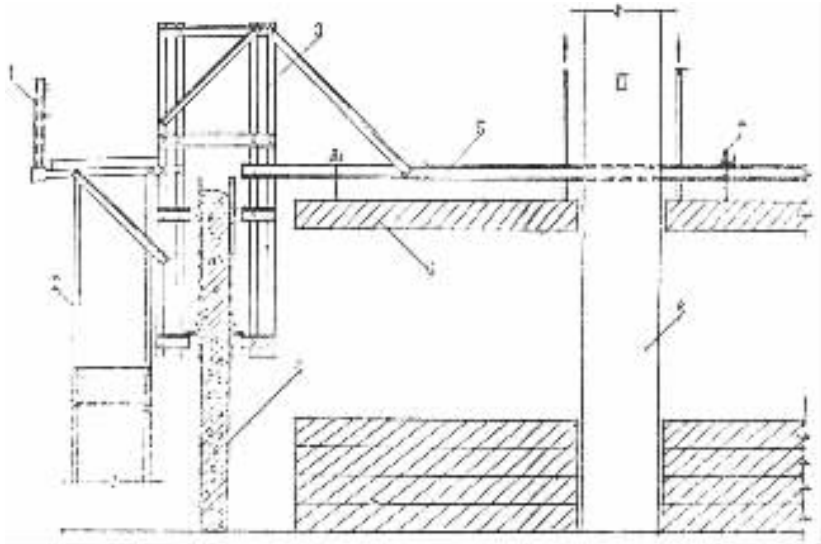


图 4-10-29 升板带墙体滑模示意图

1-扶手栏杆 2-外脚手 3-提升架 4-随屋面板提升时滑升的墙体 5-槽钢挑梁 6-屋面板 7-U形螺栓 8-钢筋混凝土柱

这种施工方法可简化工序,缩短工期,对于立面简单的仓库建筑最为合适。

由于滑模施工中存在摩阻力,使屋面板受荷载较大,增加悬臂钢筋用量,而提升设备在整个提升阶段始终处于受力状态,起重螺杆与螺母的磨损较大。而且滑模工艺要求混凝土在 2-4 小时内出模强度为 $100 \sim 300 \text{ kPa}$,因此,需要靠增加水泥用量或掺外加剂来保持出模强度,同时滑墙体时混凝土浇筑技术要求较严格等原因,使升板带滑模工艺的推广受到限制。

2. 升板提模法

升板提模法是在升板滑模法的基础上,为了克服摩阻力而发展起来的一种新工艺。

这种施工方法将升板工艺和提模工艺结合起来,即在屋面板搁置时浇筑墙体混凝土,待混凝土达到一定强度后,将模板与墙体脱开,然后在屋面板提升时,将模板带上一个提升高度并加以固定后,再浇筑墙体混凝土。图 4-10-30 是升板带墙体提模施工示意图。

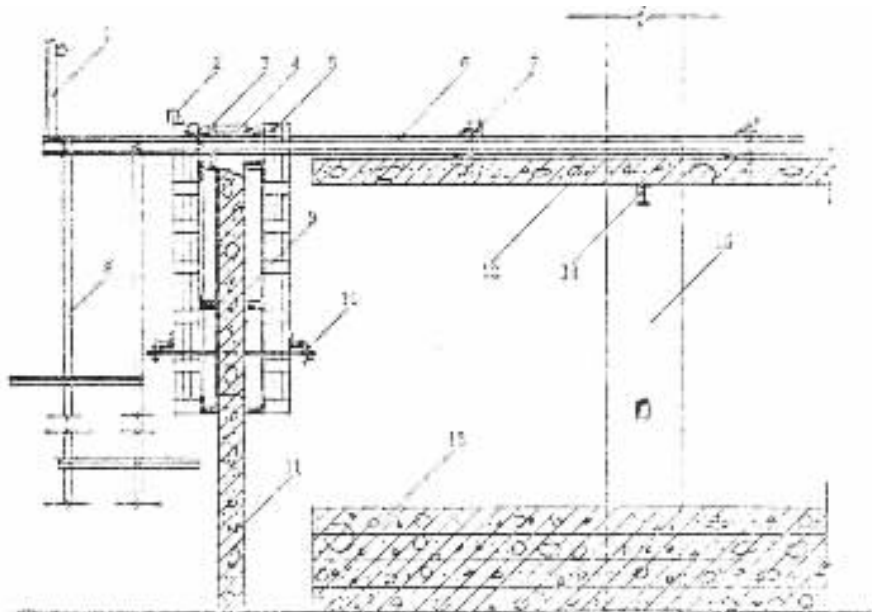


图 4-10-30 升板带墙体提模示意图

1-栏杆 2-混凝土溜板 3-限位卡块 4-工具式花篮螺丝 5-圆钢支承 6-悬臂钢梁 7-压紧螺栓;
8-挂脚手架 9-钢模板 10-对销螺丝 11-混凝土墙体 12-屋面板 13-待升楼板 14-承重销 15-柱

(1) 模板构造

模板高度 根据一次提升高度为 1.8m 并考虑与原有混凝土的搭接要求,一般取为 2m。

脱模方法是升板提模法施工中的关键问题,因此模板系统的构造要特别考虑脱模要求,模板系统通过里围圈和提升架支腿,挂在悬臂钢梁上。为了使模板能张开或收紧,在提升架支腿上用 $\phi 16$ 圆钢作滑动支点并装有松紧螺丝,下端设有 $\phi 18$ 对销螺丝。此外,在提升架支腿间的悬臂钢梁上装有扁铁两块,作为控制墙厚及轴线的限位卡块。

下端对销螺丝待混凝土浇筑后 6~8 小时即可抽掉。由于浇筑混凝土时,混凝土侧压力作用于下端螺丝,使之产生预应力,因此下端螺丝抽掉后,模板下口即自行脱开。上端松紧螺丝在浇筑后次日松开。此时混凝土强度可达 800~1000kPa。脱模即告完成。

2. 升板提模顺序

升板提模法施工,原则上要求每天能把屋面板提升一个高度,进行一次墙体混凝土施工。

当屋面板提升到两个提升高度以上,屋面板在柱上停歇进行墙体混凝土施工的同时,升板机可以依次提升下面各层楼板,交叉施工。

在升板提模过程中,应考虑已施工墙体的稳定问题。一般在墙体提模到 10m 左右时就要与已就位的楼板拉结。

升提法比升滑法具有节约水泥、施工方便、墙面平整等优点。

3. 墙体稳定性验算

(1) 墙体允许悬臂高度

采用升提或升谓施工时,应符合墙体稳定性要求,墙体悬臂高度不应大于表 4-10-4 的允许值。

墙体允许悬臂高度(H_w)

表 4-10-4

墙厚 δ (mm)	150	200	250	300	350	400
H_w (m)	13	15	17	19	21	23

当墙面开孔时(图 4-10-31)表 4-10-4 中的墙体允许悬臂高度应乘以折算系数 ψ_w :

$$\psi_w = \sqrt[3]{\frac{bn}{(1-\gamma W)L}}$$

其中 L ——柱距

bn ——该柱距中墙的净宽度

γW ——墙面开孔率

墙体的悬臂高度,当墙体与楼板无可靠连接时,取墙体基础顶面或混凝土地坪面至墙体顶面间的距离;当有可靠连接时,取与墙体连接的最高一层楼板与次一层楼板之间中点至墙体顶面间的距离,如图 4-10-32 所示。

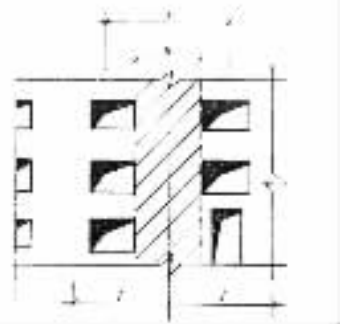


图 4-10-31 墙的净宽度 bn

(2) 承载力验算

墙体与楼板应有可靠的连接,墙体与楼板间的连接件,在施工阶段应按承受墙体允许悬臂高度范围内的风荷载,进行抗拉、抗压、抗剪承载力验算,并应对墙体连接点处的混凝土进行局部挤压承载力验算。验算时取七级风的风压值(0.18kPa)。

升滑或升提施工的墙体,在施工阶段还应按钢筋混凝土受力构件进行承载力验算。

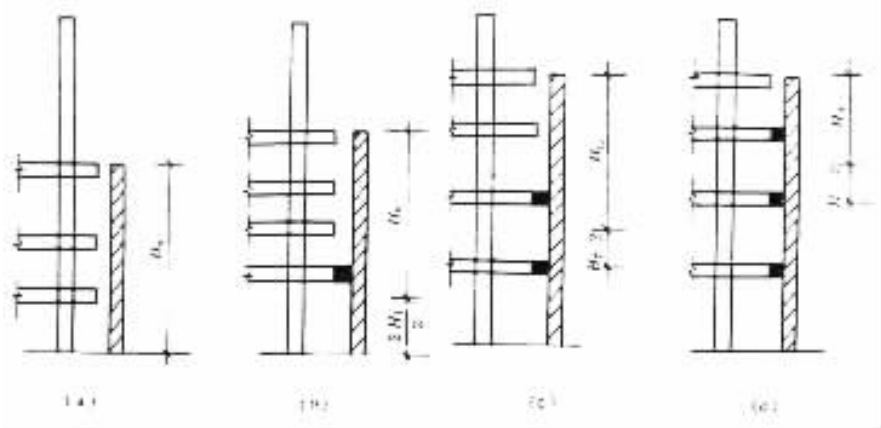


图 4-10-32 墙体悬臂高度

不开孔墙体承载力验算时,每米宽度的弯矩 m 可按下式计算:

$$m = 0.6 W (H_w)^2$$

开孔墙体承载力验算时,每米宽度的弯矩按下式计算:

$$m = 0.6 W \frac{J_b}{b_n} (1 - \gamma_w) (H_w)^2$$

其中 w ——风荷载设计值

4-10-5-2 升板带柱滑(提)模施工

1. 劲性配筋柱施工

高层建筑升板施工中,系采用劲性钢筋骨架作为提升阶段的承重骨型。柱模板挂在屋面板下面,并以屋面板作为操作平台,边提升屋面板边浇筑柱的混凝土。屋面板与各层楼板交替提升,将柱滑升到设计标高。图 4-10-33 是升板带柱滑模施工示意图。提升时先按一般程序将屋面板提升一步,然后在屋面板下安装柱的滑升模板(图 4-10-31b),浇筑混凝土,以后,在提升屋面板的同时提升模板,浇筑柱身混凝土,结构柱就随之增高。

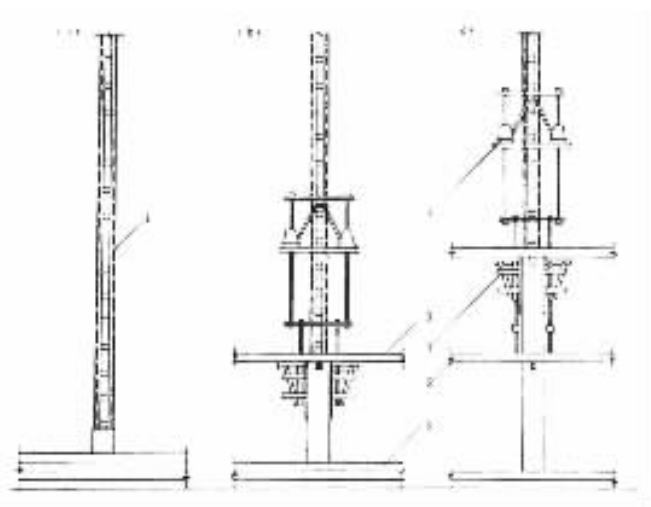


图 4-10-33 升板带柱滑模施工示意图

(a) 第一段柱安装并浇筑好各层板 (b) 提升屋面板,浇筑柱混凝土 (c) 提升楼板

1. 型钢柱 2. 提升机具 3. 屋面板 4. 滑模设备 5. 正提升楼板 6. 待升楼板

在升提或升滑施工期间,除顶层板外,其余各层板应搁置在混凝土强度不低于 10MPa 的柱上。

(1) 劲性配筋柱钢骨架施工

劲性配筋柱的钢骨架如图 4-10-34 所示。它是由四根 $L90 \times 9$ 主角钢及 60cm 中距的缀板焊接而成,根据运输和吊装能力分段制作,运到现场拼接。

钢骨架上预留停歇孔的位置要准确,孔的大小尺寸偏差不应超过 10mm,孔底应平整;孔的标高偏差不应超过 5mm,孔的轴线偏差不应超过 5mm。

劲性骨架的外形尺寸要精确,挠曲应小于 5mm,拼接面要平整,螺栓孔位置要准确。

钢骨架安装的竖向偏差不应超过柱高的 $1/5000$,且不得大于 15mm。

(2) 模板的构造和组装

采用升滑法施工时 ,滑模模板应放在顶层板下面 ,承重销两端及其上部的模板应做成抽拔式。提升架应沿提升孔方向设置 ,安装提升架的埋设件位置应准确 ,模板构造不应妨碍提升杆接头通过。其构造和组装为图 4-10-35 所示。

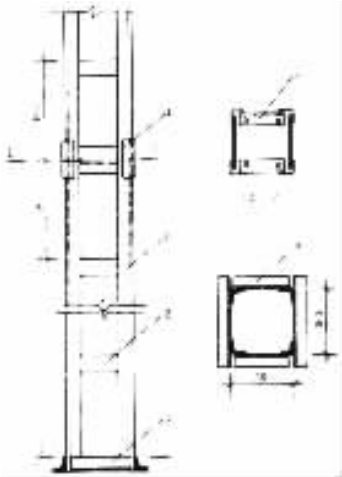


图 4-10-34 刚性钢筋骨架

1. 主角钢 2. 缀板 3. 底面角钢
4. 绑焊角钢 5. 带拼装孔的角钢

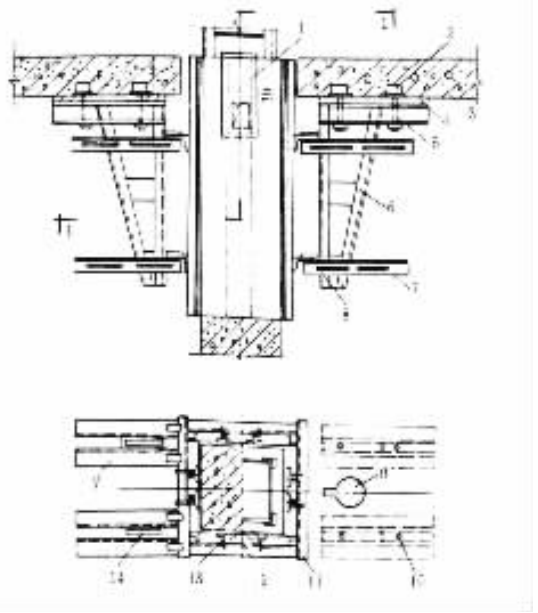


图 4-10-35 柱模板组装示意图

1. 抽拔模板 2. 预埋螺帽铁板 3. 顶层板 4. 硬木垫块
5. 螺栓 6. 提升架 7. 支撑 8. 压板 9. 提升孔
10. 螺栓 11. 围圈 12. 固定模板 13. 转角模板
14. 提升架

采用升提法施工时 ,提升模板宜放在顶层板下面 ,模板和顶层板的连接宜采用活动铰接 ,模板开启方向应不影响板的提升。其构造和组装如图 4-10-36 所示。

2. 柔性配筋柱施工

柔性钢筋骨架不能架设提升机提升楼板 ,必须先灌筑现浇柱 ,待强度达到或大于 15MPa 后 ,再将提升机悬挂到钢筋混凝土柱的停歇孔上 ,进行提升。

(1) 现浇柱施工

在顶层板上的每根柱子的位置处 ,安装一个高 6m 左右的塔架(井架) ,塔架与塔架的顶部之间用走道连通 ,以形成浇筑柱子混凝土的通道。在塔架的上部安装高约 2m 的柱模板 ,它随着顶层板的提升而升高。柱模板与顶层板之间一般要有 4m 左右的高度差。顶层板提升前 ,必须浇筑一段基柱 ,基柱应高于柱模板下口 10cm ,使柱模板恰好卡在基柱

上,待达到强度(不低于 15MPa)后,在柱上悬挂提升机,承担全部提升荷载。每提一次顶层板,在塔架上接长一段柱钢筋并浇筑混凝土,这样不断接高混凝土柱,逐步提升楼顶层板。柔性配筋升模施工如图 4-10-37 所示。当柱高度与截面短边长之比大于 50 或柱高度超过 30m 时,应采取有效的稳定措施。

(2) 现浇墙体施工

如图 4-10-37 所示,墙体模板固定于屋面板的悬臂钢梁上,随屋面板的不断提升,在屋面板上灌筑墙体混凝土。

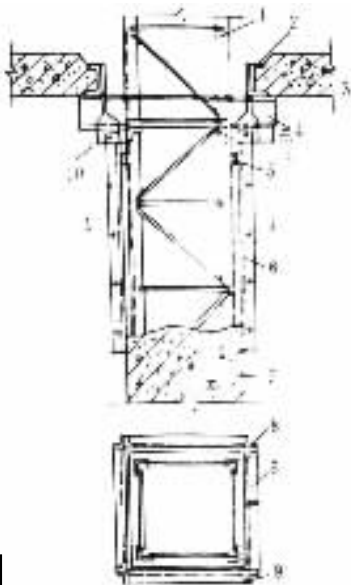


图 4-10-36 升提柱模板组装示意图

1. 劲性钢骨架 2. 提升环 3. 顶层板 4. 承重销 5. 垫块 6. 模板 7. 混凝土柱 8. 螺栓 9. 销子 10. 吊板

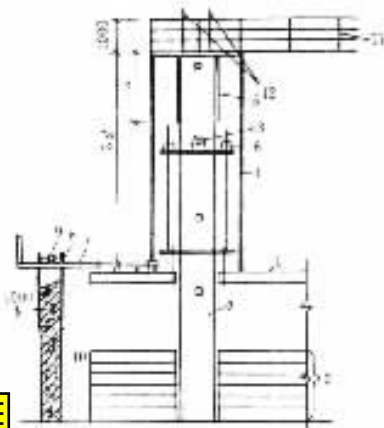


图 4-10-37 柔性配筋柱提模组装图

1. 屋面板 2. 叠浇楼板 3. 现浇柱 4. 钢管塔架 5. 柱模板 6. 提升机 7. 墙模挑梁 8. 墙模 9. 花篮螺栓 10. 现浇墙 11. 走道栏杆 12. 柱钢筋 13. 承重销

柔性配筋升模现浇柱的配筋量和构造型式与一般现浇柱相同,与预制柱和劲性配筋柱相比,具有用钢量少、不需用大型机械和提升阶段柱的稳定性好的优点。

4-10-5-3 升层法

升层法施工是在屋面板提升到足够高度之后,在地面将预制墙板临时支撑固定在楼板上,甚至门窗的安装、油漆、墙面装饰等全部在地面完成,然后随同楼板整层提升,并就位固定。如此从顶层向下逐层装好墙板,向上提升,直到第一层墙板装好为止。墙板与顶棚之间一般留有 50mm 空隙以利吊装,将来再行填补。图 4-10-38 是升层法施工示意图。

1. 墙板安装

升板结构的各层墙板应在楼板脱模后再安装,墙板在楼板上的安装位置处用座浆厚度控制水平线条。墙板就位、校正后,应与楼板临时支撑固定,并完成墙板拼缝的镶嵌、焊

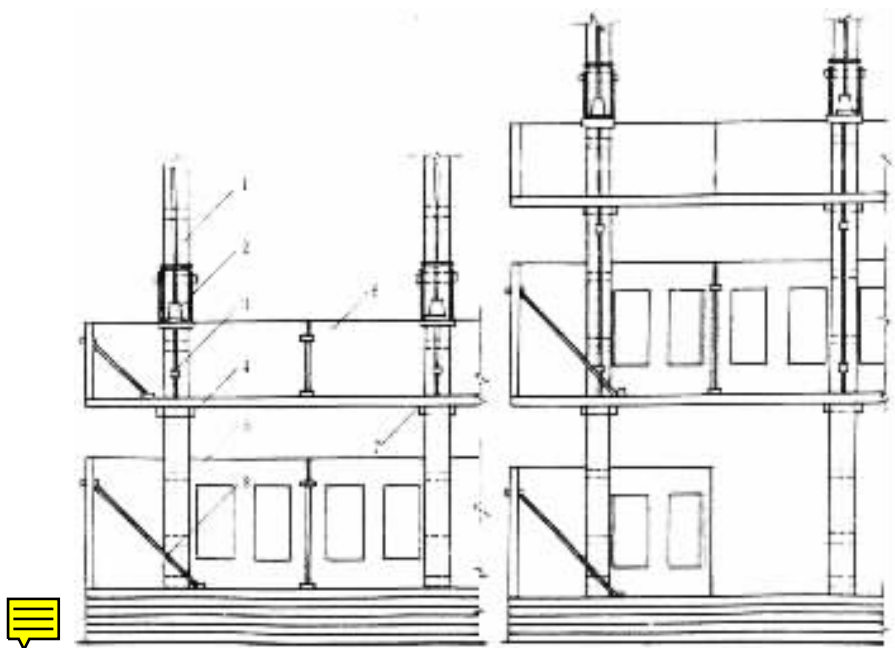


图 4-10-38 升层施工示意图

1. 柱 2. 提升机 3. 吊杆 4. 屋面板 5. 顶层墙板 6. 女儿墙板 7. 承重销 8. 临时支撑

接固定。有条件时亦可做好外装饰。

2. 楼层提升

先将屋面板提升到一定高度,然后逐层提升楼层。屋面板最早就位固定,然后依次由上层向下提升各楼层,并就位、固定。

由于升层结构的两层板之间为墙板高度,又是最高层屋面板先就位,所以升层过程中重心提高,易造成头重脚轻,且迎风面较大,为此必须采取有效措施,保证柱的稳定。在施工中,应随时观测柱的侧向变形,其变形值控制在柱高的 $1/1000$,且不应大于 20mm 。

4-10-5-4 集层升板法

1. 集层升板法

集层升板是在地面将各层楼板叠浇好,采用工具式钢管柱和固定提升机用的套箍卡具,将其一起提升到第一层楼板的安装标高以上,临时停歇在工具柱上。然后安装并校正承重墙板,接着在墙板顶面坐浆,放下底层楼板就位,墙板之间用电焊焊牢。再继续集层提升其余各层板,重复以上工序,由下而上逐层就位,直到顶层板升到设计标高为止。此后,安装其余非承重墙板和楼梯段。最后,折除工具柱及提升机。图 4-10-39 是集层升板组装示意图。

2. 集层升板带墙板法

(1) 提升装置

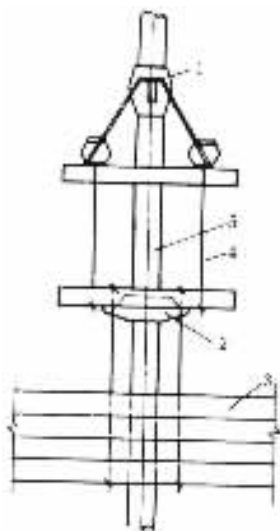


图 4-10-39 集层升板示意图

1. 提升机提升套箍 2. 下横梁悬挂套箍 3. 楼板 4. 吊杆 5. 工具柱



在建筑物外侧沿横墙轴线安装两根用无缝钢管制成的工具柱,提升机沿工具柱向上爬升。每对提升机之间用提升桁架相连接,桁架节点处设有吊杆与各板相连接。如图 4-10-40 所示。

(2) 构件制作

按建筑平面布置,将承重横墙板平卧就地浇筑。墙板之间的空隙用加气混凝土块或其他轻质砌块和炉渣填满,涂刷隔离剂后,在其上浇筑楼板,如此交替,一层墙板一层楼重叠浇筑在一起(图 4-10-40a)。各层外墙板,可按其所在的开间分别在工具柱外侧就地叠层预制。提升时,将其分次挂在楼板及屋面板下同时提升转为直立;也可以在各层板提升完毕后,用起重机或从屋面板挑檐上安装简便的起重设备进行吊装。集层升板重叠预制的平面布置如图 4-10-41 示。

(3) 提升程序

提升机提升时,钢桁架随提升机沿工具柱上升,楼板、墙板叠在一起被集层提升。在提升过程中,首先对全部楼板进行逐一剥离,然后一次同时向上提升。与此同时,底层墙板也由平卧状态逐步转成垂直。当二层楼板稍高于设计位置后,停止提升。在对各块墙板的位置调整准确并铺灰之后,重新放下上面集层板,将二层楼板搁置在一层墙板上,然后吊装外墙板,这就完成了一层楼的安装工作。随后,将二层楼板与吊杆脱离,继续将以上各层墙、楼板集层提升,重复上述工序,逐层由下而上完成各层楼板的提升工作。非承重的或无法安排预制的外墙板,可以事后吊装或用砌筑的方式补入。其他非承重的内墙可采用轻质墙板,予以安装。

这一方法可推广运用于一般住宅建筑中。它使墙体的施工和楼板提升同时完成,并避免了升层(板)施工时重心太高的问题。但工具柱和提升桁架一次用钢量很大,装、运、拆都不方便,一般只有在成片建造集层升板住宅小区中,才能发挥作用。

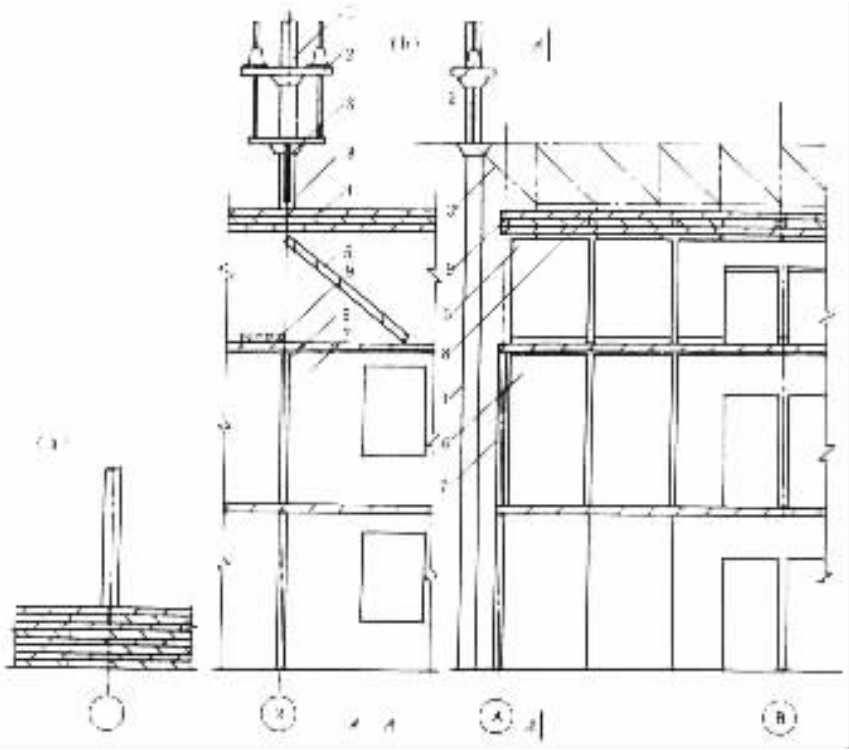


图 4-10-40 集层升板带提墙板施工示意图

(a) 预制完毕 提升前 (b) 提升过程中

1. 工具柱 2. 提升机 3. 提升桁架 4. 预制位置的横墙板 5. 正在转起的横墙板
6. 已直立的横墙板 7. 已安装好的外墙板 8. 吊杆 9. 填料

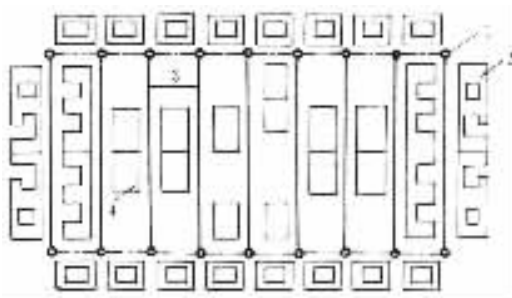


图 4-10-41 集层升板重叠预制件布置图

1. 工具柱 2. 外墙板 3. 钢桁架 4. 内墙板

4-10-5-5 县挂升板法

悬挂升板法是升板法和悬挂法的结合。它利用中央竖井和钢缆提升楼板,从上到下进行施工,如图4-10-42所示。

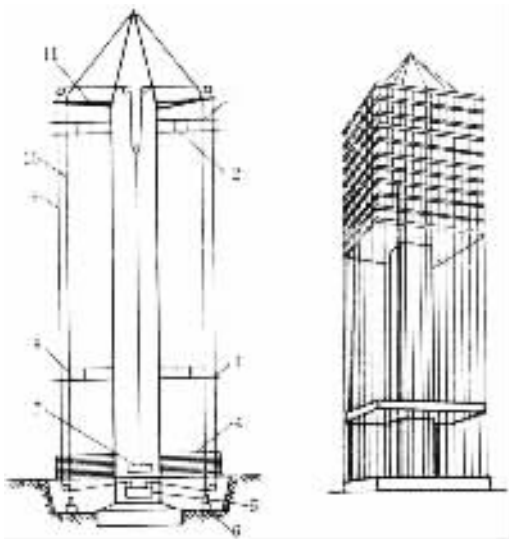


图4-10-42 悬挂升板法示意图

1. 楼板夹紧装置 2. 安置好的楼板 3. 钢缆升降装置 4. 重叠生产的楼板 5. 卷扬机 6. 建筑物钢缆固定器 7. 卷扬机 8. 正在提升的楼板 9. 临时升降钢缆 10. 建筑物永久性钢缆 11. 悬臂

悬挂结构的荷载全部由中央竖井承担,楼板的另一端支承在井筒上,另一端通过承重钢缆(直径75mm左右)挂在中央竖井顶部的悬臂端头上。

结构的楼板和顶层板仍在地坪上重叠制作,中央竖井可用滑模先施工,再在竖井顶部架设悬臂梁。承重钢缆的一端固定于悬臂梁的端部,另一端穿过顶层板和楼板的提升孔洞固定于地下。

楼板的提升靠另一套临时安装的钢缆(直径15mm左右)完成。该钢缆的一端与楼板固定,另一端经过悬臂顶端的滑轮和竖井中的滑轮,固定于地面上的提升卷扬机上。启动卷扬机,将楼板逐层安装到设计位置,立即用螺栓固定在承重钢缆上,并与中央竖井连接。

4-10-6 升板法施工的质量验收标准

升板结构施工质量除应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工及验收规范》和《钢结构工程施工及验收规范》及滑模规范的规定外,尚应按表4-10-5升板结构施工质量验收标准的规定验收。

升板结构施工质量验收标准

表 4-10-5

项 目		允许偏差(mm)
标 高	柱基础杯底	± 5
	柱停歇孔、就位孔	$0 \sim -15$
	剪力块承重的预埋件	± 3
	提升环处的胎膜	± 2
	门窗洞口	± 10
几 何 尺 寸	柱截面	± 5
	柱停歇孔、就位孔	$-5 \sim +10$
	型钢提升环的内孔	± 3
	模壳、芯模或填充物	± 5
	板 厚	± 5
	墙 厚	± 5
	门窗洞口	$+8 \sim -5$ ± 10
倾斜度	承重销孔底	$h_c/100$
垂 直 度	柱层间	< 5
	柱全高	$H_c/1000$,且不大于 20
	钢骨架安装	$H_c/1500$,且不大于 15
	墙层间	6
	墙全高	$H_w/1000$,且不大于 30
中 心 线 位 置	柱停歇孔、就位孔	5
	剪刀块承重的预埋件	5
	柱底(柱底中心线对轴线偏移)	5
	提升环安装	3
	门窗洞口	5
提 升 差 异	一般升板	10(相邻柱间差异)
	盆式提升(以设计盆式曲线为准)	5(相邻柱间差异)
就 位 差 异	一般升板	5(相邻柱间差异)
	盆式提升(以设计盆式曲线为准)	3(相邻柱间差异)
柱 侧 向 弯 曲	柱高在 20m 以上	15
	柱高在 20m 以下	12
	板的平面位移	25

注 1. H_c —柱高, H_w —墙高, h_c —柱截面高度;

2. 提升与就位差异应另做差异记录。

4-11 滑升模板施工

滑升模板施工方法是现浇混凝土工程施工方法之一,这种施工工艺已广泛应用于混凝土与钢筋混凝土的结构:筒壁结构(包括烟囱、造粒塔、水塔、筒仓、油罐、桥墩、竖井壁等)框架结构(包括排架、柱等)墙板结构(高层房屋建筑)。运用于筒壁结构的施工及高层建筑的施工,效果尤为显著。不但节约模板、节约劳动力,而且加快施工进度,保证工程质量。

4-11-1 滑升模板的组成

滑升模板是由模板系统、操作平台系统和提升系统三部分组成,如示意图4-11-1。

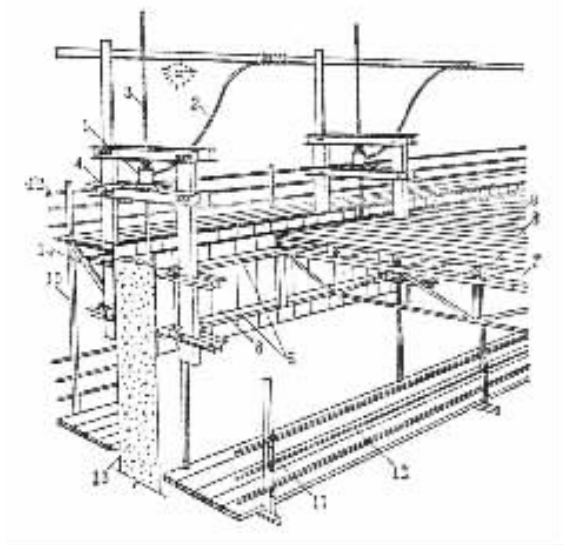


图 4-11-1 滑升模板的组成

1-千斤顶 2-高压油管 3-支承杆 4-提升架 5-上下围圈 6-模板 7-桁架 8-搁栅;
9-铺板;10-外吊架;11-内吊架;12-栏杆;13-墙体;14-挑三角架

4-11-2 模板系统各部件构造

4-11-2-1 模板

模板可采用钢材、木材或钢木混合组成,也可用其他适合于做模板的材料。钢模板的厚度不宜小于 1.5mm,一般采用 2~2.5mm 的钢板压轧成型或加焊角钢、扁钢肋条制成。现在全国各地大量生产的定型组合式钢模板,也可采用于滑模,只是要根据设计采用的围圈用料、上下围圈的间距,与模板的连接方法,在边肋加开适当孔洞图 4-11-2 为一般墙面钢模,图 4-11-3 为烟囱钢模板。

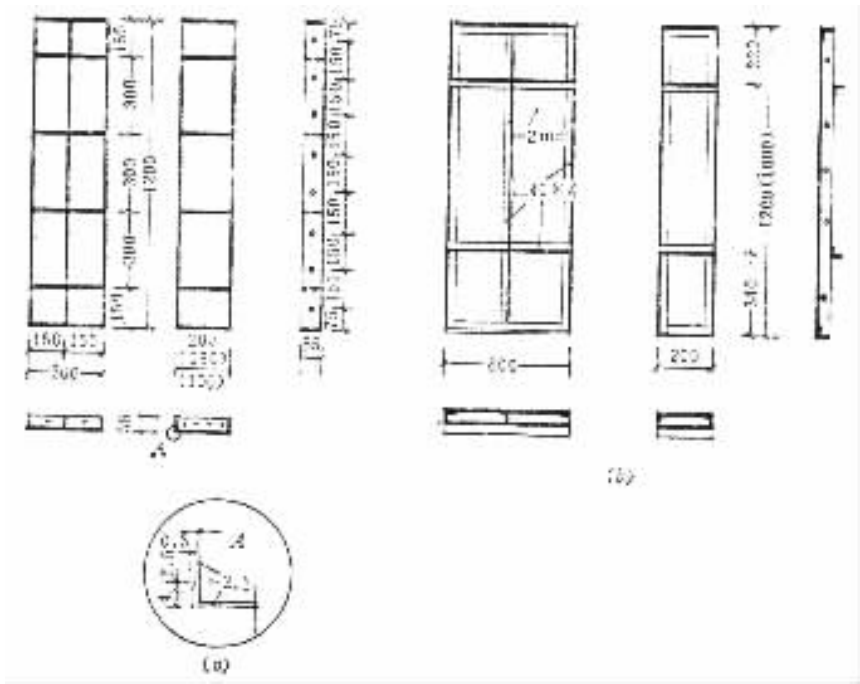


图 4-11-2 钢模板图

(a) 压轧钢模板示意图 (b) 焊接钢模板示意图

烟囱上口直径均小于下部,所以下部组装模板后,在滑升过程中,要根据设计图上的斜度及壁厚,逐渐调整内外模板的直径。由于收分模板与活动模板的重叠部分逐渐增加,当收分模板的边缘超过活动模板而达到与另一块模板搭接时,即可拆去多余的活动模板(即重叠部分)。

上下直径与壁厚不变的筒仓和水塔等的模板,与烟囱模板相似,可不用收分模板或采用部分收分模板来适应圆周的尺寸。如直径较大,也可用定型组合式钢模,呈不明显的多边形筒壁。

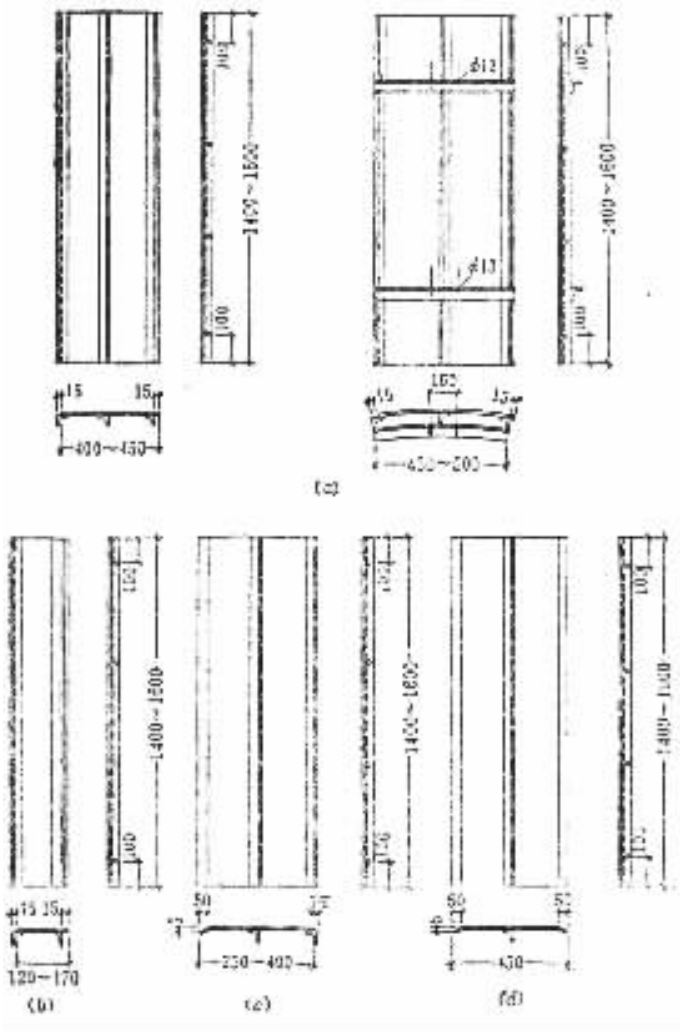


图 4-11-3 烟囱钢模板图

(a) 内外固定模板 (b) 内外活动模板 (c) 单侧收分模板 (d) 双侧收分模板

框架结构的柱子与墙板结构的阴阳角处用同样材料制作角模,示意如图 4-11-4。角模的上下口应与墙体同样做成倾斜度。

模板的高度一般用 1.0~1.2m,视混凝土浇灌速度与出模时混凝土强度的发展而定;烟囱等筒壁结构可采用 1.4~1.6m。模板的宽度一般不宜超过 500mm。

为了减少滑升时模板与混凝土之间的摩阻力,模板在安装时应形成上口小、下口大的倾斜度,一般单面倾斜度为 0.2~0.5%。以模板上口向下三分之二模板高度处的净间距为结构截面的厚度。不得发生上口大下口小的现象,以免增加摩阻力,拉裂已浇灌的混凝土墙身。

圆形变截面结构的模板,必须沿圆周对称成对布置收分模板,每对的收分方向应相反。收分模板的搭接边,不得有间隙,以免漏浆。

钢模板间的连接宜采用 U 形卡(旧称回形卡),以保证拼缝紧密和拆装方便。

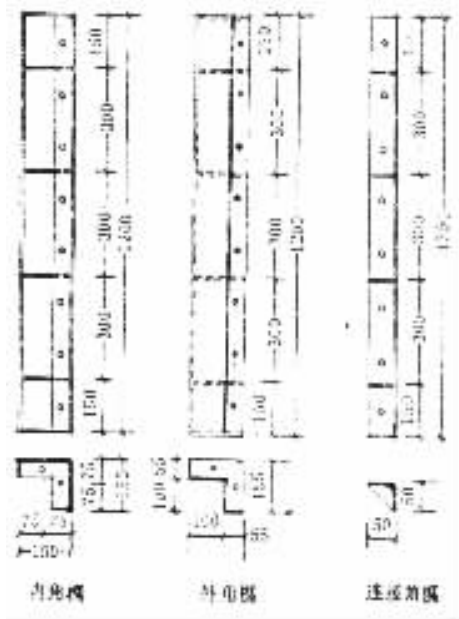


图 4-11-4 内外角模图

4-11-2-2 围 圈

围圈在模板外侧,按建筑物所需要的结构形状组成闭合式上下各一道,支承在提升架上,固定模板的几何形状。围圈要有一定的强度和刚度,其截面应根据荷载大小,由计算确定。一般用 $\text{L}75 \times 6$, $\text{I}8$ 或 $\text{I}10$ 。上下围圈的距离视模板的高度而定,一般选用 $500 \sim 700\text{mm}$ 。上围圈距模板上口不宜大于 250mm 。上下围圈之间,一般加斜撑与直撑组成桁架式,形成整体,更好地起共同作用。

操作平台的桁架,一般均支承在提升架上或围圈上。

在使用荷载作用下,两个提升架之间围圈的横向变形应小于 3mm 。

模板与围圈的连接一般是挂在围圈上,当采用横卧工字钢作围圈时,用两爪钩将模板与围圈钩牢,并用顶紧螺栓调节其位置。示意如图 4-11-5。

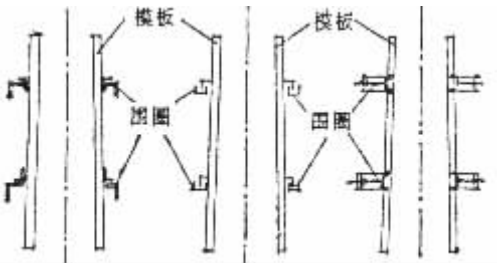


图 4-11-5 模板与围圈的连接

4-11-2-3 提 升 架

提升架又称千斤顶架、门架‘开’字架。提升架的作用是:防止模板的侧向变形,在滑升过程中将全部垂直荷载传递给千斤顶(通过千斤顶将荷载传递给支承杆),同时把模板

系统和操作平台系统连成一体。

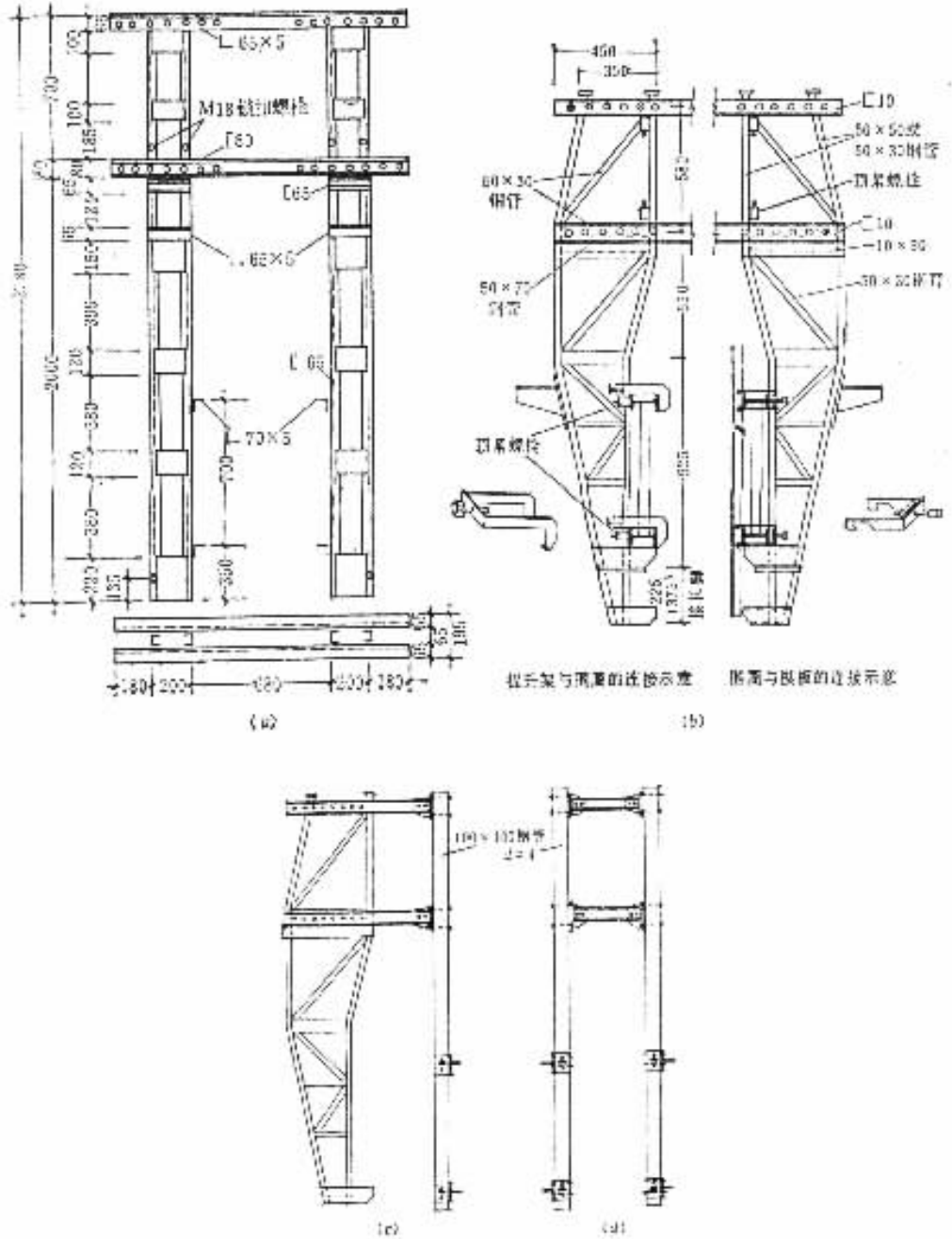


图 4-11-6 提升架构造图

(a) 开形提升架 (b) 梯形提升架 (c) 转角处提升架 (d) 十字交接处提升架

提升架一般可设计成适用于多种结构施工的通用提升架,对于结构的特殊部位可设计成专用的提升架。提升架必须有足够的刚度,应按实际的水平荷载、垂直荷载进行计

算。一般要求如下：

1. 模板顶部至提升架横梁间的净高度,对于配筋结构,不宜小于 500mm,对于无筋结构,不宜小于 250mm。

2. 提升架一般采用双横梁式,刚度较好。横梁一般用槽钢制作,立柱用槽钢、角钢或钢管制作。横梁与立柱用螺栓夹牢,下横梁要承担由提升架传递全部荷载到千斤顶及支承杆。立柱与横梁两者的中心线应在同一平面内。在使用荷载作用下,立柱的侧向变形不宜大于 2mm。

转角和纵横墙体十字交接的地方,采用 $100 \times 100 \times 4 \sim 6$ 方形钢管作立柱最为方便。有些单位用 4 根小角钢组成 200×200 方形柱子作提升架的立柱。

3. 对于变截面结构,可在提升架立柱上设丝杠调整装置,以调整模板与提升架立柱间的距离。

提升架的构造如图 4-11-6。固定围圈,活动围圈(用于烟囱有收分的模板)与提升架的连接和调整装置如图 4-11-7。

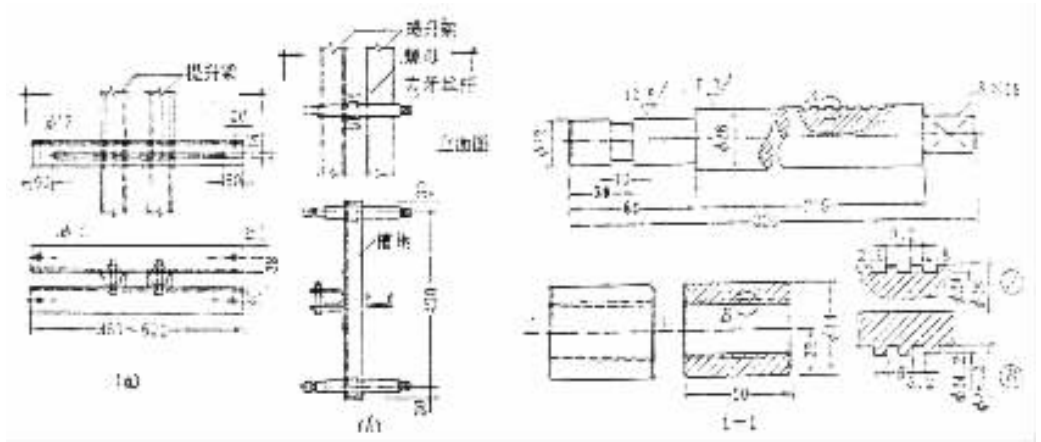


图 4-11-7 围圈调整装置与顶紧装置
(a)固定围圈调整装置 (b)活动围圈顶紧装置

采用双千斤顶布置的提升架,即在横梁上加一块横向槽钢组合梁,两台千斤顶等距离地安放在提升架两侧,如图 4-11-8 所示。

框架结构的千斤顶集中布置在柱子上,可通过纵横梁“井”字式叠层传递,见图 4-11-9。

4-11-2-4 模板、围圈与提升架的设计

模板与围圈,主要承受混凝土的侧压力。混凝土侧压力的大小与混凝土分层浇灌的速度有关,还有振捣的影响。对于浇灌高度为 800mm 左右的侧压力,其压力的合力取 6kN/m 。合力作用点约在 $2/5H$ 处,如图 4-11-10。

模板与混凝土的摩阻力,一般钢模板取 $1.5 \sim 3\text{kPa}$ 。

围圈按模板传递的侧压力进行设计,一般提升架的布置距离为 1.1~1.8m。

提升架的受力情况一般如图 4-11-11。

提升架的两边立杆应能承受全部垂直应力,通过立杆上附设的上、下短横梁将上下围圈挑起来,外侧短横梁将操作平台的梁或桁架连起来,外挑三角形脚手架连接在提升架的外侧。提升架所受围圈传来的水平侧压力,由立杆按悬臂梁设计承担,横梁为其支座。所以横梁与立杆的连接应有足够的强度,并使立杆在承受水平侧压力时,产生尽可能小的弯曲。门形提升架横梁与立杆的连接点如刚度不够时,往往采取增加斜钢筋加强,或加大立杆侧面宽度,或设计为开形提升架。横梁是将立杆所受的力传递给千斤顶与支承杆的,构造要求用两根槽钢夹住立杆,以便在中间安装千斤顶,插入支承杆。总之,要求提升架有足够的刚度而用最节省的材料制成。

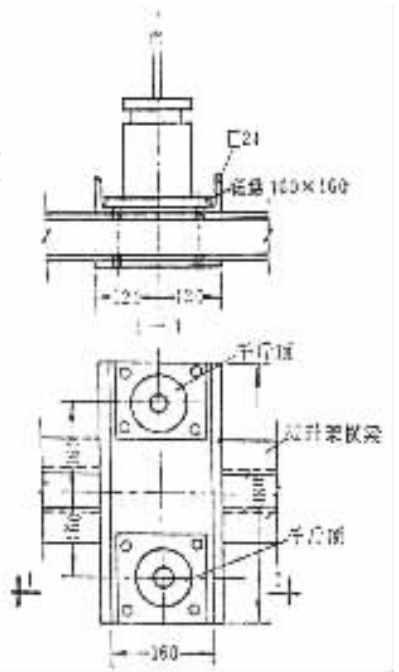


图 4-11-8 双千斤顶布置图

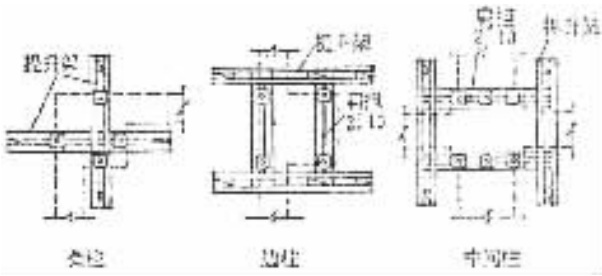


图 4-11-9 柱上提升架与千斤顶布置

4-11-3 施工操作平台系统

包括操作平台、内外吊脚手架(包括下辅助平台)及料台(又称上操作台或上辅助平台)其中,料台根据需要设置。

4-11-3-1 操作平台

即工作平台,是绑扎钢筋、支设模板、安装预埋件和灌注混凝土的场地。液压控制机械设备,一般设置在操作平台的中央。有时还利用操作平台架设垂直运输的机械。

操作平台应按受力情况选用合理的结构形式,其构造要求如下:

操作平台应与提升架连成整体。操作平台的桁架宜设计成可伸缩的,能组成不同的跨度。当跨度较大时,桁架间应设置水平和垂直支撑。

一般建筑的操作平台有分块式与整体式,分块式的操作平台在提升架之间划分,整体式操作平台则通过纵横连续梁将整个建筑物的操作平台连成整体,刚度较好,如图4-11-12。

在滑升过程中需要安装预制楼板或预制梁时,操作平台的铺板应设计成可掀移的活动铺板。

在滑升过程中采用现浇混凝土楼板、逐层支模跟上工艺时,每间操作平台的铺板应设计成可掀移的活动铺板,以便楼板模板的支撑用料、钢筋及混凝土的运入与浇灌。

对圆形结构的操作平台一般宜设计为辐射梁、相架与内外环圈梁,组成整体式的稳定结构。

4-11-3-2 内外吊脚手

内脚手挂在提升架和操作平台的桁架上,外脚手挂在提升架和外挑三角架上。所有吊脚手的外侧均设防护栏杆,并张挂安全网到底部。外

脚手栏杆的安全网高度要求做到操作

工人不可能跌落出去。吊脚手主要用于结构脱模后混凝土表面的修

饰,滑升过程中的质量检查,模板的调整和拆除等工作。混凝土出模后

的浇水养护水管也敷设在吊脚手

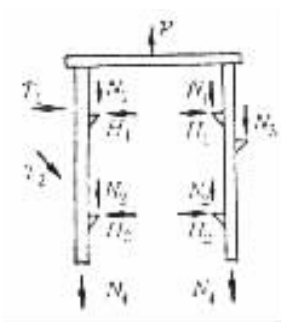


图 4-11-11 提升架受力示意图

P —千斤顶提升时所承受的压力,一般应小于支承杆容许荷载;
 N_1 —上围圈传来的垂直力; N_2 —下围圈传来的垂直力; N_3 —操作平台传来的垂直力; N_4 —吊脚手传来的垂直力; H_1 —上围圈传来的水平侧压力; H_2 —下围圈传来的水平侧压力; T_1 、 T_2 —外操作平台传来荷载



图 4-11-10 模板受混凝土的侧压力

上。吊脚手架的铺板宽度,一般为 500~800mm。如图 4-11-13 所示。

近年来由于施工技术的改进,现浇楼板层跟上滑模施工,在内吊脚手下加吊一层满堂

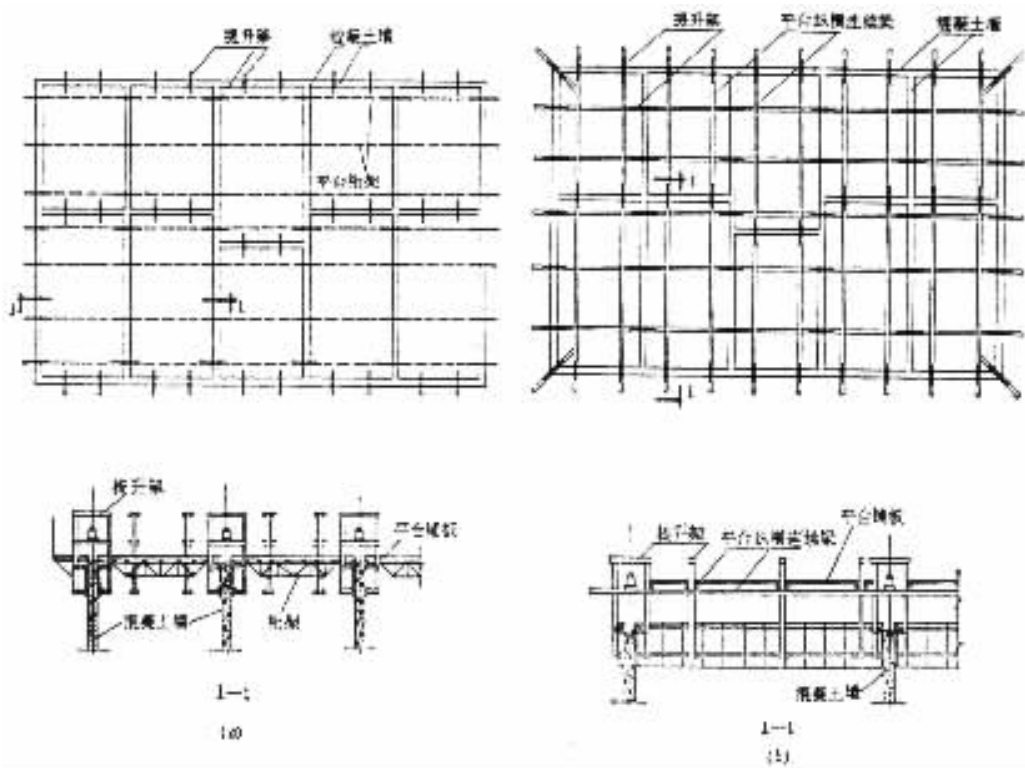


图 4-11-12 分块式与整体式操作平台示意图

(a)分块式操作平台 (b)整体式操作平台

安全笆,以免操作平台上的东西掉下来伤人。在外墙面装饰随滑随粉的工地上,则采取增挂两排外吊脚手的措施(足够一层墙面的高度)。所有这种加挂的内外吊脚手,都应进行设计计算。

4-11-3-3 操作平台的设计

操作平台上的施工荷载一般如下:

设计平台铺板及搁栅时	2500N/m ²
设计平台桁架时	1500N/m ²
设计围圈及提升架时	1000N/m ²
计算支承杆的数量时	1000N/m ²

平台上放置手推车、吊罐、液压控制台、电焊机及垂直运输井架等特殊设备时,按实际重量计算。

操作平台设计时,根据工程对象,决定具体工程施工时的操作平台形式。桁架、围圈与提升架的布置应经过反复比较与调整,定出操作平台施工图。

如要利用操作平台作为现浇顶盖或楼板的模板时,应对平台进行验算和加固,并考虑

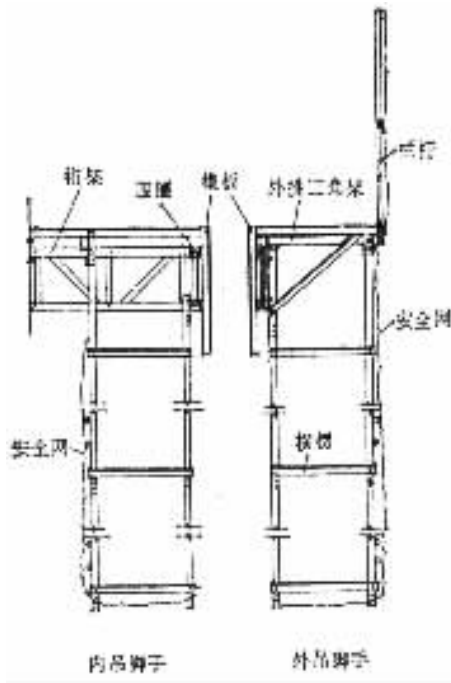


图 4-11-13 内外吊脚手

围圈和提升架的拆离措施。

4-11-4 提升系统

提升系统包括支承杆、液压千斤顶、针形阀、油管与油路、分油器、液压控制台、油液与阀门等，是液压滑模施工的重要组成部分。它由电动机带动高压油泵，将压力油液经过电磁换向阀、分油器、针形阀及管路输送到各台液压千斤顶。千斤顶在油压作用下，带着操作平台系统沿着支承杆向上爬升。当电磁换向阀换向回油时，油液即由千斤顶内排出回到油泵的储油箱。如此反复给油与回油，液压千斤顶带动操作平台不断上升。

4-11-4-1 支承杆

支承杆又称爬杆，一般用 $\varphi 25\text{mm}^3$ 号圆钢制成，采用冷拉法事先调直，延伸率可控制在 2~3% 以内。支承杆的加工长度，一般为 3~5m，对第一批插入的支承杆，应加工为四种以上的不同长度。在使用前宜用套管做通过试验，套管内径比支承杆直径大 0.5mm，长度相当于千斤顶的高度。当使用楔块式千斤顶时，支承杆可采用螺纹钢。当采用通心孔较大的千斤顶时，则用直径与它相适应的圆钢（例如 $\varphi 28$ ）。

支承杆的连接方法，常用的有三种：丝扣连接、榫接和剖口焊接（图 4-11-14）。支

承杆的焊接,一般在液压千斤顶上升到接近支承杆顶部时进行,接口处倘略有偏斜或凸疤,要用手提砂轮机处理平整,使能通过千斤顶孔道。也可在液压千斤顶底部超过支承杆后进行,即当时这台液压千斤顶脱空,因而全部荷载要由左右两台液压千斤顶承担,在设计千斤顶只数及围圈强度时就要考虑到这一因素。采用工具式支承杆时,应在支承杆外加设内径大于支承杆直径的套管,即在放置千斤顶的横梁底部增设一段套管,长度到模板底平,套管外径最好做成上大下小的锥度,以减少上滑时摩阻力。套管随千斤顶和提升架同时上升,在混凝土内形成管孔,以便最后拔出支承杆,示意如图 4-11-15。工具式支承杆的底部,一般用钢靴支承,如图 4-11-16。工具式支承杆的拔出,一般采用人工、倒链、双作用液压千斤顶、倒置液压千斤顶或杠杆式拔杆器。杠杆式拔杆器示意见图 4-11-17。每拔出一节,即在拔杆器上口拆下一节。

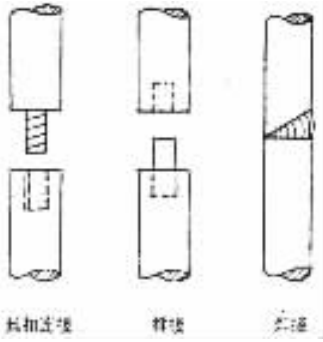


图 4-11-14 支承杆的连接

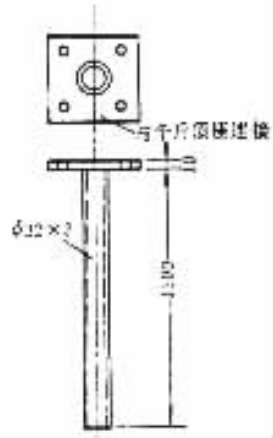


图 4-11-15 套管

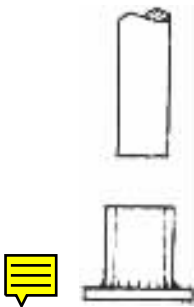


图 4-11-16 钢靴

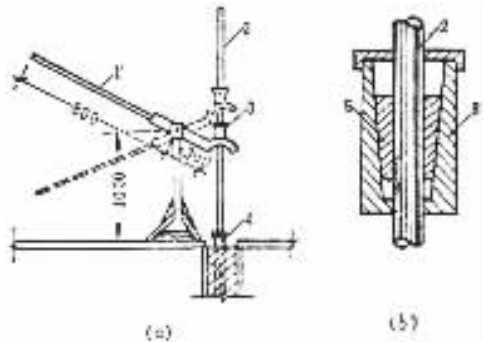


图 4-11-17 杠杆式拔杆器

(a) 工作图 (b) 夹杆盒

1- 杠杆 2- 工具式支承杆 3- 上夹杆盒(拔杆用) 4- 下夹杆盒(保险用) 5- 夹块;
6- 夹杆盒外壳

支承杆的允许承载力,当模板处于正常滑升状态,即从模板上口以下,最多只有一个浇灌层高度尚未浇灌混凝土的条件下,可用下式计算:

$$P = \frac{\alpha 40EJ}{K(L_0 + 95)^2} \quad (1)$$

式中 P ——支承杆的允许承载力；

α ——工作条件系数 取 0.7~1.0,视施工操作水平、滑模平台结构情况确定。一般整体式刚性平台取 0.7,分割式平台取 0.8,采用工具式支承杆取 1.0；

E ——支承杆弹性模量(kN/cm^2)

J ——支承杆截面惯性矩(cm^4)；

K ——安全系数,取值应不小于 2.0；

L_0 ——支承杆脱空长度,从混凝土上表面至千斤顶下卡头距离。

当模板全部滑空时,必须对支承杆进行加固或采取其他稳定措施,确保施工的安全。

在一般情况下,应尽量利用支承杆作为结构的受力钢筋,以节约钢材。

为防止施工中支承杆上部失稳,在正常施工条件下,支承杆的允许脱空长度建议不超过表 4-11-1 所示的值(对直径为 25mm 圆钢支承杆)：

表 4-11-1

支承杆荷载 F (kN)	10	12	15	20
允许脱空长度 l (cm)	152	134	115	94

注:允许脱空长度 l ,系指千斤顶下卡头至混凝土上表面的允许距离,它等于千斤顶下卡头至模板上口距离加模板的一次提升高度。

当要求超过上表所示允许脱空长度时,施工中应对支承杆采取有效加固措施,或适当增加千斤顶的数量。

支承杆的加固 支承杆脱空长度过长时容易发生弯曲,所以,当支承杆通过门窗孔洞或无墙的楼层时,需要加固。一般采用方木加固、钢管加固、拼装柱盒加固及假柱加固等,示意如图 4-11-18。加固的方木或钢管均紧靠液压千斤顶附近。当千斤顶滑升一定高度时,就在下面加横拉木与木夹板将支承杆加固,或用短钢筋将支承杆与钢管搭牢加固。拼装柱盒为槽钢或钢板预制的工具,随着支承杆滑空高度的增加,将柱盒左右拼拢楔紧,上下相互交错连接成为整体。假柱加固为在支承杆处捣制一段混凝土假柱,其上下接口处均用塑料纸隔开,事后将这段假柱凿去。

对弯曲变形的支承杆应及时处理,以免引起严重的质量和安全事故。处理的方法按不同情况而定：

支承杆在混凝土内部发生弯曲,在模板滑出后,根据混凝土表面外凸并出现裂缝等现象可检查出。遇此情况,应暂停使用该千斤顶,先将弯曲处已破损的混凝土清除,然后根据弯曲程度的不同分别处理。若弯曲程度不大,可用带钩的螺栓加固(图 4-11-19a),若弯曲严重,可将弯曲部分切断,再用钢筋绑条焊接(图 4-11-19b),处理后再支模补灌混凝土。

支承杆在混凝土上部发生弯曲,如弯曲不大,加焊一段与支承杆同直径的钢筋(图 4-11-20a),如弯曲很大,则将弯曲部分切断,再加绑条焊接(图 4-11-20b),如弯曲部位很长而程度又严重时,应将支承杆齐混凝土面切断,另换新支承杆,并在新支承杆与混凝土

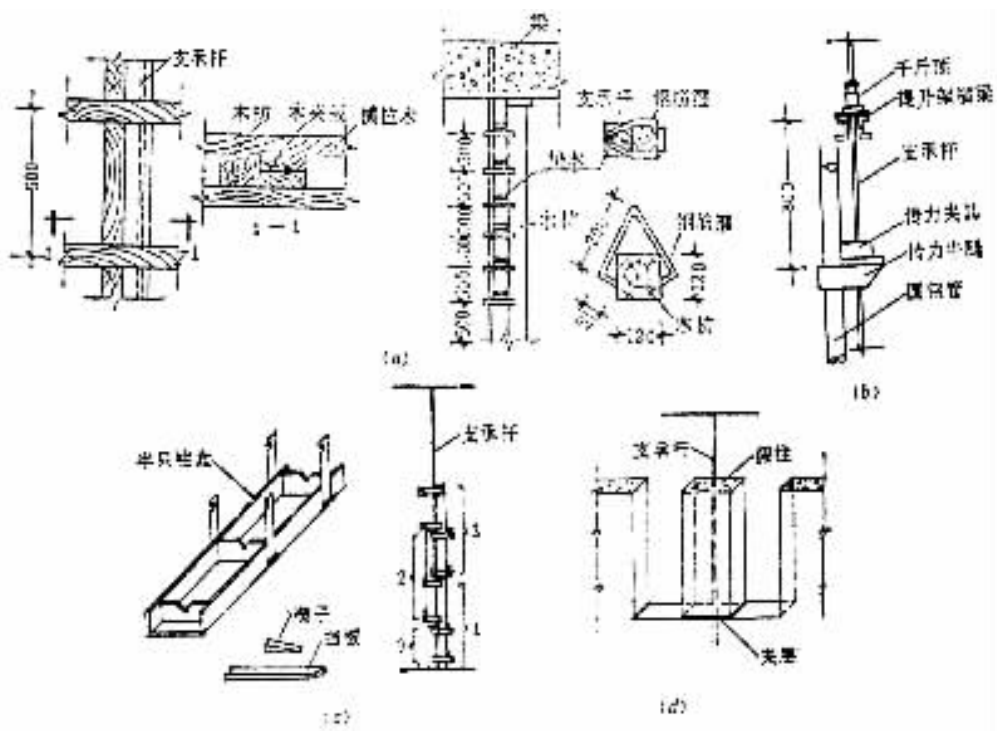


图 4-11-18 支承杆的加固

(a) 方木加固 (b) 钢管加固 (c) 柱盒加固 (d) 假柱加固

注 (c) 图上 0、1、2、3 表示拼装柱盒先后。

土接触处, 加垫钢靴(图 4-11-20c)。

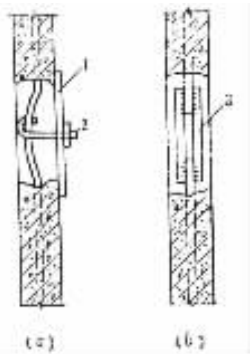


图 4-11-19 支承杆在混凝土内部弯曲时的加固措施

(a) 弯曲不大时; (b) 弯曲严重时

1- 垫板 2- $\phi 20$ 带钩螺栓;

3- $\phi 22$ 钢筋

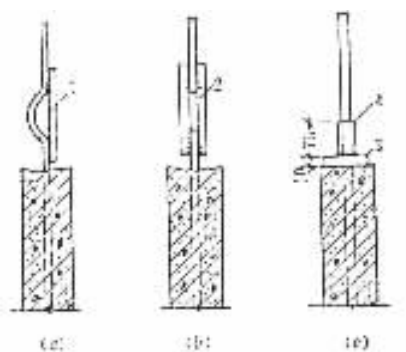


图 4-11-20 支承杆在混凝土上部弯曲时的加固措施

(a) 弯曲不大时 (b) 弯曲很大时;

(c) 弯曲既长又严重时

1- $\phi 25$ 钢筋 2- $\phi 22$ 钢筋 3- 钢垫板 4- $\phi 29$ 套管

4-11-4-2 千斤顶

目前国内液压滑升机械定点生产厂之一,江苏省江都建筑机械厂生产液压滑升成套机械设备,其中液压千斤顶有滚珠式 GYD-35 型、楔块式 QYD-35 型及调平式 TYD-35 型。其技术性能见表 4-11-2。

液压千斤顶的构造和提升原理如图 4-11-21。

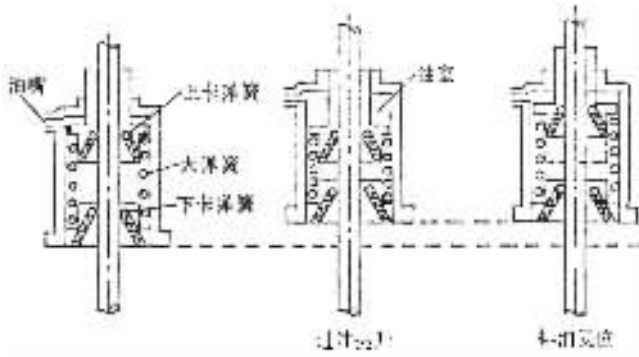


图 4-11-21 油压千斤顶的构造和提升原理图

使用时,先将 $\varphi 25\text{mm}$ 支承杆由上向下插入千斤顶中心孔内,然后开动油泵,油液从千斤顶进油嘴进入油缸,在缸筒缸盖和活塞间加压下压活塞,但由于上卡头与支承杆锁紧,故活塞不能下降;上压缸盖,此时下卡头打开,在油压作用下,整个缸体被举起。当上升到上下卡头互相顶紧时,完成举重过程。此时排油弹簧处于压缩状态。回油时,油压被

表 4-11-2

项目	单位	型号及参数		
		GYD-35 滚珠式	QYD-35 楔块式	TYD-35 调平式
理论行程	mm	35	40	35
实际行程	mm	> 20	> 20	> 20
最大工作压力	N/mm ²	8	8	8
内排油压力	N/mm ²	0.3	0.3	0.3
最大起重量	t	3.5	3.5	3.5
工作起重量	t	1.5	1.5	1.5
重量	kg	13	14	13
外型尺寸(长×宽×高)	mm	160×160×245	160×160×280	160×160×245

解除,排油弹簧回弹,在其压力作用下,下卡头与支承杆锁紧,把上卡头和活塞向上举起,油液即从油嘴排出油缸,完成复位过程。举重过程和复位过程构成液压千斤顶的一次爬升循环。一次循环的行程一般为 20~30mm。加压即提升,排油即复位,如此往复循环,千斤顶沿着支承杆不断爬升。千斤顶的允许承载力,一般不应超过其额定能力的二分之一,每只 GYD-35 型千斤顶一般采用 15kN 为宜。

4 施工技术

上述常用千斤顶的卡头是圆珠弹子型,适用于 $\varphi 25$ 圆钢作支承杆。如采用楔块式卡头(如 QYD-35),可用圆钢及螺纹钢作支承杆。也有施工单位自制承载力较大、行程较大,用液压代替弹簧回油,并能控制上升与下降的千斤顶。

液压千斤顶使用前应按下列要求检验:

1. 耐液压 12MPa 以上,每次持压 5min,重复三次,各密封处无渗漏;
2. 卡头锁固牢靠,放松灵活;
3. 在使用荷载作用下,上下卡头交替工作的滑移量,卡珠式不大于 5mm,卡块式不大于 3mm;
4. 同一批组装的千斤顶,在相同荷载作用下,其行程应接近一致,用行程调整帽调整后,行程差不得大于 2mm。

千斤顶的计算及布置:

(1) 千斤顶或支承杆的最小个数,按下列公式计算:

$$n_{\text{最小}} \geq \frac{N}{P} \quad (2)$$

其中 $n_{\text{最小}}$ ——支承杆或千斤顶的最小个数;

N ——总垂直荷载(kN),应按《液压滑动模板施工技术规范》(GBJ113-87)第 4.1.3 条中一、二、三项之和与一、二、五项之和取较大者;

P ——单个千斤顶的计算承载力(kN),按公式①求得的支承杆允许承载力与千斤顶的允许承载力(为千斤顶额定承载力的 1/2)两者中取其较小者。

(2) 千斤顶的布置

千斤顶的布置,应按不同结构类型确定:

- ① 筒壁结构应沿筒壁均匀布置;
- ② 变截面筒壁结构宜采取成双或单、双间隔布置;
- ③ 框架结构应集中布置在柱子上;
- ④ 墙板结构应尽量沿墙均匀布置,横墙承重的墙板结构采用滑空安装预制楼板时,外纵墙的千斤顶数量,不应少于千斤顶总数的三分之一。

在一般情况下,每台额定能力为 30kN 的千斤顶可负担:框架结构 4~5m² 平台面积,或 2.5~3.5 延长米模板;墙板结构 2~3m² 平台面积,或 2~3 延长米模板。

4-11-4-3 油管与油路

油管一般采用高压无缝钢管及高压橡胶管两种,根据滑升工程面积大小,液压千斤顶的数量及编组形式,具体设计采用的管道用材及管径,主油管一般采用无缝钢管或高压橡胶管,分油管采用二层钢丝编织的高压胶管,内径可选用 6~19mm 的。高压橡胶管的耐压力标准参见表 4-11-3。

钢丝编织胶管摘自(HG4-406-75)

表 4-11-3

一层钢丝编织结构				二层钢丝编织结构				三层钢丝编织结构			
胶管代号 (内径- 工作压力)	内径 (mm)	外径 (mm)	工作压力 (N/mm ²)	胶管代号 (内径- 工作压力)	内径 (mm)	外径 (mm)	工作压力 (N/mm ²)	胶管代号 (内径- 工作压力)	内径 (mm)	外径 (mm)	工作压力 (N/mm ²)
6-180	6	15	18	6-280	6	17	28	6-400	6	19	40
8-170	8	17	17	8-250	8	19	25	8-330	8	21	33
10-150	10	19	15	10-230	10	21	23	10-280	10	23	28
13-140	13	23	14	13-220	13	25	22	13-250	13	27	25
16-110	16	26	11	16-170	16	28	17	16-210	16	30	21
19-100	19	29	10	19-150	19	31	15	19-180	19	33	18
22-90	22	32	9	22-130	22	34	13	22-160	22	36	16
25-80	25	36	8	25-110	25	37.5	11	25-140	25	39	14

注 胶管定压试验压力为工作压力的 1.5 倍, 爆破压力不低于工作压力的 3 倍。

无缝钢管一般采用内径为 8~25mm 的, 试验压力为 32MPa。与液压千斤顶连接处最好用高压胶管。油管要选用耐压力大于油泵压力 25% 的。

油路的布置以往分为串联、并联及串联与并联相结合的混合油路。近年来由于液压滑升机械设备(包括液压千斤顶)的改进, 一般均采用从液压控制台通过主管到分油器, 从分油器经分油管到支分油器, 从支分油器经胶管到千斤顶。示意如图 4-11-22。

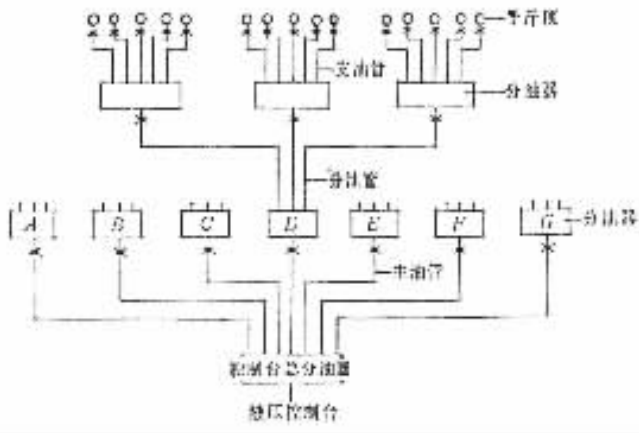


图 4-11-22 油路布置示意图

由液压控制台到各分油器及由分、支分油器到各千斤顶的管线长度, 设计时应尽量相近。

4-11-4-4 管 接 头

油管接头的通径、压力应与油管相适应。胶管接头的连接方法是用接头外套将软管

与接头芯子连成一体,然后再用接头芯子与其他油管或元件连接,一般采用扣压式胶管接头或可拆式胶管接头,钢管接头可用卡套式管接头,见图 4-11-23。

管接头处的丝牙应为精制丝牙,要符合高压管的要求,连接处要有耐油密封垫圈,保证不漏油。

4-11-4-5 针形阀

用于调节管路及千斤顶的液体流量,控制千斤顶的升差,一般设置于分油器上及千斤顶与管路连接处。针形阀的构造如图 4-11-24。

4-11-4-6 油 液

液压油应具有适当的粘度,当压力和温度改变时,粘度的变化不应太大。一般根据压力和气温条件选用 10 号、20 号和 30 号机油,其性能见表 4-11-4。使用前要严格过滤。

冬季用 10 号机械油,夏季用 20 号机械油,酷热用 30 号机械油。

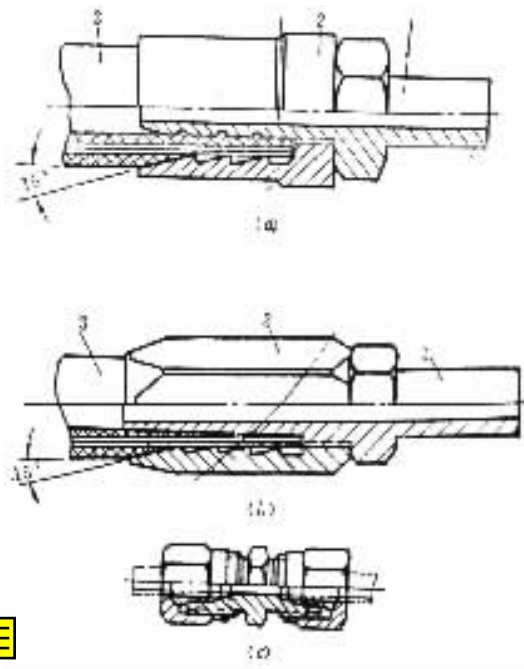


图 4-11-23 胶管接头与钢管接头

(a)扣压式胶管接头 (b)可拆式胶管接头 (c)卡套式管接头

1-B 型接头芯 2-接头外套 3-胶管

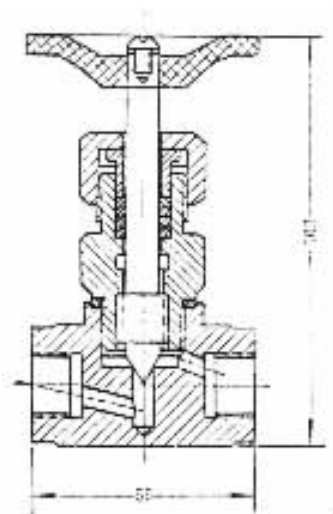


图 4-11-24 针形阀构造图

几种常用的液压油(SYB1104-62)

表 4-11-4

国产油名称	10号机械油(HJ-10)	20号机械油(HJ-20)	30号机械油(HJ-30)
50℃时粘度			
运动粘度(厘沲)	7~13	17~23	27~33
恩市粘度(°E)	1.86~2.26	2.6~3.31	3.81~4.59
酸值毫克 KOH/g 不大于	0.14	0.16	0.2
灰分% 不大于	0.007	0.007	0.007
水溶性酸和碱	无	无	无
机械杂质% 不大于	0.005	0.005	0.007
水分%	无	无	无
闪点(开口)℃ 不低于	165	170	180
凝点℃ 不高于	-10	-10	-10
比重	0.876~0.891	0.881~0.901	0.886~0.916

4-11-4-7 液压控制装置

操师原理主要为电动机驱动齿轮泵,将高压油液通过电磁换向阀、分油器、针形阀及油管输送到各台千斤顶。然后停止电动机,改换电磁换向阀方向;由于千斤顶内弹簧回弹作用,油液回流到高压油泵的油箱内。见图 4-11-25。换向阀和溢流阀的流量与压力,均应等于或大于油泵的流量与压力,阀的公称内径应不小于 10mm。

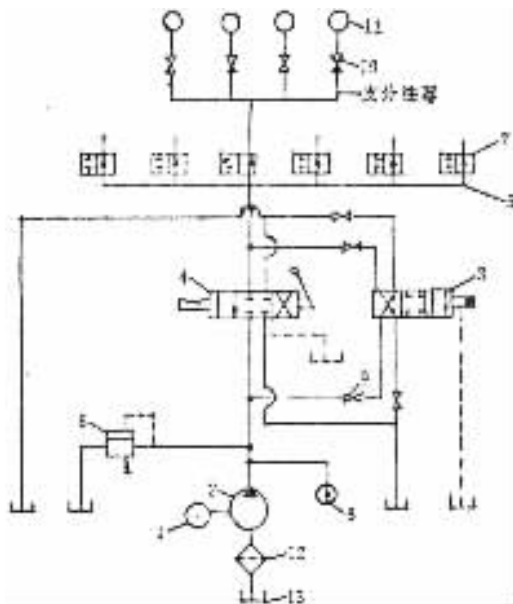


图 4-11-25 液压控制台操作原理

- 1-电动机 2-齿轮油泵 3-三位四通电磁换向阀 4-三位四通手动换向阀 5-分油器 6-溢流阀;
7-二位二通电磁阀 8-液压表 9-截止阀 10-针形阀 11-液压千斤顶 12-滤油器 13-油箱

4 施工技术

江苏省江都建筑机械厂生产的液压自动控制台(YZKT - 72 型)的技术性能如下 :

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. 工作压力 | 8N/mm ² (80kg/cm ²) |
| 2. 最高压力(瞬时压力) | 12N/mm ² (120kg/cm ²) |
| 3. 流量(公称流量) | 72L/min |
| 4. 油箱容量 | 240L |
| 5. 电机功率 | 15kW |
| 6. 自动控制装置 ; | |
| 加压定时、时间继电器 | 0 ~ 4min |
| 回油定时、时间继电器 | 0 ~ 4min |
| 自控滑升行程次数定时、时间继电器 | 0 ~ 120min |
| 停滑报警定时时间继电器(防止模板粘结) | 0 ~ 120min |
| 停滑报警方式 | 电铃 |
| 具有手控、自控切换装置 | |
| 7. 重量(不带油) | 515kg |
| 8. 外型尺寸(长 × 宽 × 高) | 1050 × 815 × 1200mm |

榆次液压件厂生产的 CB - F18C - FL 齿轮泵的性能如下 :

- | | |
|---------|---|
| 1. 额定压力 | 14N/mm ² |
| 最大压力 | 17.5N/mm ² |
| 2. 额定转速 | 1800r/min |
| 最大转速 | 2400r/min |
| 3. 流量 | 压力 10N/mm ² 时 17.41L/min
压力 14N/mm ² 时 17.0L/min |

每台液压控制台供给多少只千斤顶 ,可以根据每台千斤顶用油量及齿轮泵送油能力及时间计算。倘油箱容量不足 ,可以增设副油箱。对于工作面大 ,安装千斤顶较多的工程而又采用同一操作平台时 ,可在一起安装两套以上液压控制台。

齿轮泵的工作原理见图 4 - 11 - 26 电磁换向阀的工作原理见图 4 - 11 - 27。

液压系统安装完毕 ,应进行试运转 ,首先进行充油排气 ,然后加压至 12N/mm² ,每次持压 5min ,重复 3 次 ,各密封处无渗漏 ,进行全面检查 ,待各部分工作正常后 ,插入支承杆。

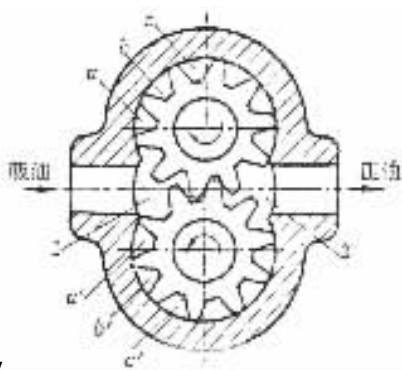


图 4 - 11 - 26 齿轮泵工作原理图

1 - 吸油腔 2 - 压油腔

a、b、c、a'、b'、c'—齿间

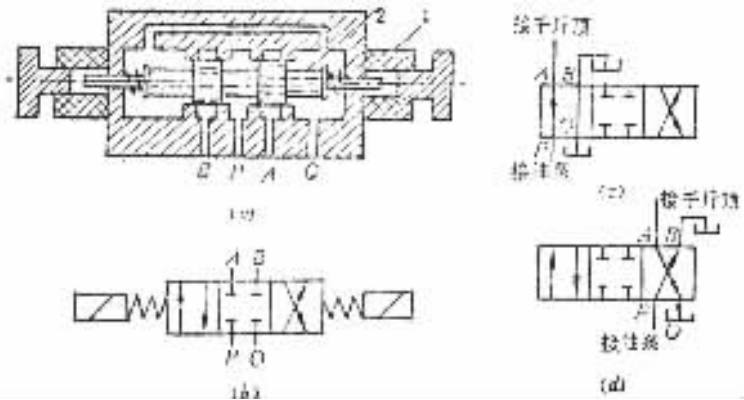


图 4-11-27 电磁换向阀工作原理图

(a) 两边电磁铁都不通电时, 阀芯在中间位置 (b) 三位四通电磁换向阀符号 (c) 左边电磁铁通电将阀芯推向右边时的油路连通情况 (d) 右边电磁铁通电将阀芯推向左边时的油路连通情况

1 - 电磁铁 2 - 阀芯

4-11-5 滑升模板的施工工艺

滑升模板施工带有连续作业的性质, 一般情况下, 中途不作停歇。因此, 各项材料、机具、设备、水、电、劳动力等都必须根据连续施工的要求, 作好充分准备。开始滑升前必须编制施工组织设计, 其内容包括: 施工总平面布置; 现场垂直运输与水平运输方法和设备; 施工顺序与进度安排; 混凝土配合比设计(包括外加剂的应用); 滑升模板的设计、制作和组装; 滑升工艺与主要技术措施; 液压设备的选择; 千斤顶、支承杆和油路的布置; 劳动组织; 材料、设备等的供应计划; 安全技术与质量检查措施等。

在施工过程中, 必须加强领导, 统一指挥, 精心操作, 加强施工管理, 认真执行交接班制, 以确保工程质量、施工进度和施工安全。质量检查应注意下列项目: 钢筋的数量、位置、接头与保护层的厚度是否准确; 门窗口、预埋件的数量、位置是否正确, 固定是否牢靠; 混凝土的入模坍落度、出模强度是否符合要求, 分层浇筑是否均匀, 出模的混凝土有无拉裂与塌陷; 模板在滑升过程中的倾斜度是否合适, 有无变形扭曲, 内表面是否清洁; 围圈有无过大的侧向变形; 操作平台的水平度是否符合要求, 有无扭转现象; 千斤顶有无失灵、漏油, 各千斤顶的回程、行程及其间的高差是否正常; 支承杆有无倾斜和弯曲现象; 接头有无脱空现象和是否牢靠; 油路有无漏油; 建筑物有无倾斜和扭转, 中心线是否正确; 操作平台上的材料、设备是否按规定区域堆放, 有无超载, 人员有无超额; 每次提升间隔时间和滑升速度是否符合规定等。

4-11-5-1 滑升模板的组装

组装前, 必须清理好现场, 理直插筋, 洗净插筋和基础上的泥土, 除去浮动的混凝土残

渣 弹出建筑物和各结构截面的中心线、截面的轮廓线和提升架、门窗的位置线等,把主要轴线引至适当地点,设立垂直度控制点,备齐模板成套部件,并按制作允许偏差值进行检查验收后,按不同的规格型号和安装先后顺序分别妥善堆放。

液压千斤顶和油管在运往现场安装前,应先进行试压检查。

液压千斤顶应试压至 12MPa 以上持压 5 分钟不渗漏。回油后,活塞不应有不能复位或复位过慢现象。在 1.2 倍允许承载力的荷载作用下,卡头锁固时的回降量,滚珠式千斤顶应不大于 5mm;卡块式千斤顶应不大于 3mm。应重复试验 3 次,观察其行程量和同步情况,将其性能相近的放在一组,调整其行程,使其在相同荷载作用下的行程差不大于 2mm,包装运往现场安装。油管(包括接头)试压是将若干根油管连接起来,加压至 15MPa 经 5 分钟应无渗漏或接头脱落现象。液压控制台运往现场前,应进行试车检查,查看各压力表的灵敏度和各元件的工作状况是否正常。

滑升模板组装的顺序如下:

1. 搭设临时组装平台,安装垂直运输机械。

2. 安装提升架 提升架应按编号及类型安放至设计位置,如有高低不平,应用木方垫起,使各提升架都位于同一水平面上。用水平尺及线锤等检查其水平度、垂直度及共中心位置是否符合要求,然后用木撑或辅助架将其固定。

3. 安装围圈 共安装顺序是先内后外,先上后下,将围圈逐一用螺栓与提升架相联,安装时随时核对提升架的水平度、垂直度和位置线,并检查内外围圈的间距,然后拆除提升架的临时支撑,同时将内吊脚手架和操作平台的各种构件运入场内,以备安装。

4. 绑扎竖向多钢和模板高度范围内的水平钢筋 绑扎首段竖向钢筋和模板高度范围内的水平钢筋,应与模板安装工作相配合。超过模板高度以上的水平钢筋和首段以后的竖向钢筋,在模板滑升后,随滑随绑。

5. 安装内外模板 模板在安装前表面应涂刷机油,以减少滑升时的摩阻力。其安装顺序是先安内模板,后安外模板。安装时,应随时检查模板的倾斜度是否正确。模板的倾斜度可用提升架上能前后伸缩的围圈支托来调整。如果围圈支托为固定式,可在模板的上挂钩处加铁垫片来调整(图 4-11-28)。

6. 安装操作平台的桁架(梁)支撑,铺设平台板 平台板与模板交接处,宜做成斜角。如有料台,在操作平台安装好后,即可接着安装。



图 4-11-28 模板上挂钩处加铁垫片

1-铁垫片 2-模板上挂钩 3-模板加劲肋

7. 安装外挑三角架和铺板。

8. 安装提升设备并检查其运转情况安装液压千斤顶时,应将行程近似一致的千斤顶尽量安设于同一组油路内,以利调整升差。安装后,要用线锤校核千斤顶的垂直度,如有偏差,应用垫片找正。接着即可按油路图配设相应油管、针阀及其配件。

安装油管时,连接前要逐根吹通,以免堵塞或存有脏物。连接时,金属头应擦净,不得存有脏物、灰尘,以免造成接头漏油或把油液混脏。高压橡胶管安装时如需转弯,其弯曲半径至少应为胶管直径的9~10倍,也不能在接头根部附近弯曲,接头至开始弯曲处的最短距离不小于6倍胶管直径。接头处应套上塑料管以利于保护。

千斤顶及油路安装后,应经常保持清洁,不得存有油垢等脏物,以免影响千斤顶的密封性能。

液压控制台运到现场并接通电源后,应试运转,查看油泵的转动方向是否正确,电铃信号是否灵敏,然后将分组油路输油管的一端接到液压控制台的油管接头上,进行管路的充油排气工作。充油时,该油路上的千斤顶的针阀应全部打开,使每个千斤顶内充满油液,当分组油路的放气阀门排出油时,说明管路中已充满油液,此时,应将该阀门关闭。最后,进行总试压工作,加压至10MPa,作5次循环,详细检查全部油路、千斤顶和液压控制台的运转情况,如有不合格者,应立即拆换。在试运转过程中,应记录下供油时压力表的指示压力数值,此数值即为液压系统的压力损失值,视其与计算时的数值是否相符,并根据实际情况确定液压系统的给、排油时间及工作压力。

9. 安装支承杆 采用液压千斤顶时,第一段支承杆要在液压系统排气充油,空载试运转后才能安装。支承杆安装后,应用线锤找正,使其保持垂直,并位于千斤顶穿心孔的中心。支承杆底部宜垫以钢板,凡弯曲不直、表面严重锈蚀和扁圆的支承杆不得采用。

如采用工具式支承杆,其下部应插入特制的钢靴或预制混凝土靴中,其构造见图4-11-29。钢靴及预制混凝土靴的横向洞口是供孔洞灌浆时排气用的。

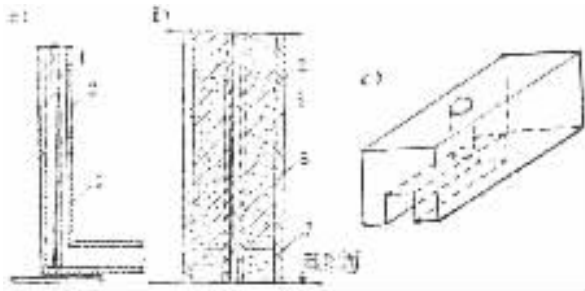


图4-11-29 工具式支承杆的支座

a) 钢靴支承; b) 预制混凝土靴在模板内的位置; c) 预制混凝土靴

1- 支承杆 2- 套管 3- 钢靴的垂直管 4- 钢垫板 5- 混凝土壁 6- 模板 7- 预制混凝土靴

模板滑离地面一定高度后,安装内外吊脚手架及安全网。

4 施工技术

滑升模板组装完毕,应按表 4-11-5 的标准认真检查其组装质量。

滑模装置组装的允许偏差

表 4-11-5

项次	内 容	允许偏差(mm)
1	模板结构轴线与相应结构轴线位置	3
2	围圈位置 水平方向 垂直方向	3 10
3	提升架的垂直度 平面内 平面外	3 2
4	考虑倾斜度后的模板尺寸 上 □ 下 □	- 1 + 2
5	千斤顶安装位置 提升架平面内 提升架平面外	5 5
6	圆模直径、方模边长	5
7	相邻两块模板平面平整	2
8	操作平台水平度	20

为便于昼夜施工、控制标高和垂直度、养护混凝土等,在模板组装后,现场应接通照明电路和水管,并备有标尺、线锤等检查校正工具。在所有支承杆上都要用水准仪划出标准水平线,以便在滑升过程中控制操作平台的水平度。

4-11-5-2 滑升模板的施工过程

模板组装完毕并经检查核对,证明组装质量符合要求后,即可进入混凝土的浇筑阶段。

在滑升模板施工过程中,绑扎钢筋、浇筑混凝土、提升模板这三个工序是相互衔接、重复循环地连续进行作业的,所以各工种间必须紧密配合。在上述主要工序之间,应穿插进行其它各项工作,如检查和控制中心线与垂直度,调整千斤顶的升差,接长支承杆,预埋铁件,预留孔洞,支设梁底模板,加固支承杆,特殊部位处理,修补混凝土表面等。现分别就有关过程叙述如下:

1. 钢筋的绑扎

首段钢筋的绑扎是在模板组装时进行,以后,钢筋是随着模板的上升而分段进行绑扎。钢筋的绑扎速度与混凝土的浇筑速度相配合。钢筋绑扎工作应按工程量合理划分区段,做到每段能基本上同时绑扎完,并随时进行检查,以免发生错漏。

为便于施工,水平钢筋的加工长度不宜大于 7m,竖向钢筋长度直径在 12mm 以下的不宜大于 6m。钢筋的接头应错开,在同一截面内不得超过钢筋总数的 25%。带弯钩的钢筋,绑扎时弯钩不得朝外,以防止弯钩卡住模板。

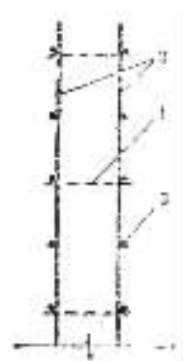


图 4-11-30 墙筋位置固定小梯
1-加焊的短筋 2-内外竖筋 3-水平钢筋

绑扎钢筋时,要采取相应的措施来保证钢筋位置的正确。例如当竖向钢筋较长时,可

在提升架顶部设临时限位支架, 墙壁如为双排钢筋可在一定距离用短筋焊成的固定小梯定位(图4-11-30), 或用‘S’形筋予以定位。柱子竖向钢筋太长时, 可在一定高度绑一临时定位箍筋, 以固定钢筋相互位置和稳定, 但随着模板滑升应注意不断拆除和移至上部适当位置。梁的钢筋绑扎往往费时最多, 最好能采用预制钢筋骨架, 吊装到设计位置再与柱或墙体钢筋连接。现场绑扎时, 梁的弯起钢筋由于受提升架横梁高度的限制, 不易穿入, 必要时可将其切断, 穿入后再按规定进行焊接, 也可建议设计单位取消弯起钢筋, 用加密箍筋和斜箍筋等办法解决。梁的架立筋和纵向构造筋, 需在提升架横梁以下边滑升、边穿筋、边绑扎。

预埋连接钢筋的接头, 需在混凝土滑出后立即抠出, 使露于混凝土之外, 防止和混凝土粘结。

2. 混凝土的浇筑

(1) 对混凝土的要求

在浇筑混凝土之前, 要做好混凝土配合比的试配工作。试配时, 除须保证混凝土能满足设计规定的强度及有关特殊性能的要求外, 还应满足滑升模板施工的工艺要求。

由于滑模施工时, 模板是随着混凝土的连续浇筑不断滑升的, 混凝土对模板的滑升产生摩阻力。为减少滑升阻力, 保证出模混凝土的质量, 必须根据滑升速度适当控制混凝土凝结的时间, 使出模的混凝土能达到最优的出模强度。混凝土的最优出模强度就是混凝土凝结的程度应使滑升时的摩阻力为最小, 出模的混凝土表面易于抹光, 不会被拉裂或带起, 而又足以支承上部混凝土的自重, 不使流淌、坍落或变形。从理论上说, 混凝土强到达 0.03MPa 就足以支承自重, 对于减小滑升时的摩阻力来说, 出模强度越低越好。但考虑到混凝土振动器的振动对出模混凝土的影响等因素, 实践证明, 出模强度以控制在 $0.1\sim 0.3\text{MPa}$ (贯入阻力值为 $100\sim 750\text{N}/\text{cm}^2$)较为适宜。当混凝土出模强度大于 1MPa 时, 混凝土对模板的摩阻力增大, 易导致混凝土表面拉裂。

根据滑模施工的技术条件, 要求每小时平均滑升速度不能低于 10cm , 且浇筑上一层混凝土时, 下一层混凝土仍处于塑性状态。故在设计混凝土配合比时, 混凝土的初凝时间一般宜控制在2小时左右。终凝时间则视滑升工程的对象而定, 为保持一定的滑升速度和使出模的混凝土能达到最优出模强度, 一般可控制在 $4\sim 7$ 小时左右。如果由于气温和施工条件、水泥品种等因素的影响, 混凝土的凝结速度过快或过慢, 在规定的滑升速度下不能保证出模的混凝土达到最优出模强度时, 则应在混凝土中掺入缓凝剂或早强剂。

滑模施工用的混凝土还要求有良好的工作性(即和易性)。故宜用细粒多粗粒少的骨料配制混凝土, 石子最大粒径宜在结构截面最小尺寸的 $1/5$ 以下。混凝土的入模坍落度, 一般情况下, 用振动器振捣时, 墙板、梁、柱等构件小宜小于 $4\sim 6\text{cm}$, 配筋密列的结构(如筒壁结构及细柱)不宜小于 $6\sim 8\text{cm}$, 配筋特密结构不宜小于 $6\sim 10\text{cm}$ 。采用人工捣实时, 坍落度可适当增加。在不增加水泥的用量, 不降低混凝土强度的前提下, 宜尽量选用较大数值的坍落度, 为此最好在混凝土中掺加减水剂。

在设计配合比时, 应根据工程对象、预计滑升速度、现场的气温变化情况, 试配几种配合比, 找出几种在不同的气温条件下混凝土的初凝、终凝时间和强度随时间增长的关系曲线, 以供施工时选用。

(2) 混凝土浇筑过程的阶段划分

采用滑升模板施工,浇筑混凝土和提升模板是相互交替地进行的。根据其施工工艺的特点,整个过程可以分为初浇初升、随浇随升和末浇末升三个施工阶段。

混凝土的初浇阶段是指在滑升模板组装检查完毕后,从开始浇筑混凝土时起至模板开始试升时为止。此阶段混凝土的浇筑高度一般为 600~700mm,分 2~3 层浇筑,必须在混凝土初凝之前完成。

模板初升后,即进入随浇随升阶段。此时,混凝土的浇筑与绑扎钢筋、提升模板两工序紧密衔接,相互交替进行,以正常浇筑速度,分层浇筑。

当混凝土浇筑至距设计标高尚差 1m 左右时,即达末浇阶段,此时混凝土的浇筑速度应逐步放慢,进行模板准确的抄平、找正工作,最后将余下的混凝土一次浇平。

(3) 浇筑时应注意的问题

浇筑混凝土时,应划分区段,由固定工人班组负责施工,每区段的浇筑数量和时间应大致相等,并严格执行分层交圈会合、均匀浇筑的浇筑制度。不应自一端开始向单方向浇筑。每层混凝土的浇筑厚度,一般建筑物以 200~300mm 为宜,框架结构的柱和面积较小的烟囱等,可适当加大至 400mm。每浇筑完一层,交圈会合后,应使混凝土表面基本保持同一水平面上。否则,当浇筑的混凝土表面高低不一时,各处混凝土的出模时间和出校强度则不一致,如果高低相差较悬殊时,则混凝土出模后,原浇筑层表面低处的混凝土可能会发生坍塌,高处的混凝土则出现拉裂的情况。

各层混凝土的浇筑方向应有计划地、匀称地交替变换,防止结构发生倾斜或扭转。

混凝土的浇筑顺序,应考虑各种因素对混凝土摩阻力的影响。当气温较高时,宜先浇筑内墙,后浇筑受阳光直射混凝土凝结速度较快的外墙;先浇筑直墙,后浇筑墙角和墙垛;先浇筑较厚的墙,后浇筑薄墙。

混凝土入模时,预留孔洞、门窗口、变形缝及通风管道等两侧的混凝土,应对称均衡浇筑,以防止挤动。

混凝土的捣实,可采用机械振捣或人工捣实。采用振动器捣实时,宜采用小型振动器。振捣时,振动器应避免接触钢筋、支承杆和模板,振动器插入下一层混凝土中的深度不宜超过 50mm。

正常滑升时,新浇筑混凝土的表面与模板上口之间,宜保持有 50~100mm 的距离,以免模板提升时将混凝土带起。同时还应留出最上一层已绑好的水平钢筋,作为继续绑扎钢筋时的依据,以免造成漏绑钢筋事故。

在浇筑混凝土的同时,应随时清理粘在模板内表面的砂浆或混凝土。以免结硬,而增加滑升的摩阻力,影响表面光滑,造成质量事故。

浇筑混凝土的停歇时间如超过混凝土的初凝时间,应按施工缝处理。共处理方法与一般混凝土工程施工相同。

3. 模板的滑升

模板的滑升可分为初升、正常滑升和末升三个阶段。

(1) 初升

混凝土初浇完毕后,当底层混凝土已初凝并具有约 0.1~0.3MPa 的强度时,即可进行

模板初升阶段的试升工作,即所有千斤顶同时升起约 50mm。试升的目的是观察混凝土的凝结情况,判断混凝土能否脱模,提升时间是否适宜。如果混凝土尚未到达出模强度,则出模后混凝土会坍塌,反之,滑升迟了,则混凝土将会与模板粘结,造成滑升困难,易使混凝土表面产生水平裂缝,甚至造成模板提升不动的事故。如果试滑升时滑出的混凝土用手指按模后有轻微可见的指痕,砂浆不粘手,且滑升时能耳闻‘沙沙’的摩擦声,即说明可以进行初升。如果混凝土出模后下坍,或手按指印很深,且砂浆粘手,则说明混凝土尚未达到出模强度,滑升时间过早。若混凝土表面较干,按不出指痕,则说明混凝土出模强度偏高,滑升时间偏晚。

试升结果如表明可以滑升,即可组织模板的初升,将整个模板升高 200~500mm,使混凝土不致粘住模板,并对滑升模板整个系统进行全面检查、调整,然后即转入正常滑升阶段。检查的内容有:提升架受荷后是否有倾斜变形,模板接缝是否正常,有无变形、漏浆,倾斜度是否正常,围圈受力是否均匀,拐角处或连接接头是否正常,螺栓有无错动,围圈的刚度能否满足要求,检查操作平台各桁架或梁的受力情况,连接螺栓有无松动,结构截面中心线有无位移,千斤顶、油管接头有无漏油现象,支承杆有无产生弯曲或被带起现象,电器照明或动力电线、油管和钢筋有无妨碍滑升的部位等。

(2) 正常滑升

正常滑升时,模板的提升速度,初期应稍慢于混凝土的浇筑速度,以便入模混凝土的高度能逐步接近模板上口。当混凝土表面距模板上口约 100mm 时,便可按正常速度提升。

滑模的提升方法有两种:一种是间隔提升法,即混凝土交圈浇筑完一浇筑层后,模板才滑升相应一个浇筑层高度;另一种是连续提升法,即在浇筑混凝土同时,每隔 10~15 分钟便提升 1~2 个千斤顶行程,如是不断提升。后一种提升方法,滑升的摩阻力小,适用于气温较高的情况下采用。但应注意严格控制混凝土浇筑层表面必须基本在同一标高上,以防止模板内混凝土表面高低相差悬殊。

采用间隔提升法时,两次提升之间的间隔时间一般不宜超过 1.5 小时。为了减少混凝土与模板的粘结力,防止混凝土被拉裂,在两次提升的中间每隔 20~30 分钟还应将液压控制台开动一次,每次使千斤顶上升 1~2 个行程。

在滑升过程中,要注意千斤顶的同步情况,尽量减少升差。每次提升时,必须使距液压控制台最远的千斤顶全部上升达到额定行程后方可停止加压,然后回油。回油时也必须使最远的千斤顶充分回油,以免因加压、回油不充分而造成千斤顶升差不一致。

模板滑升速度的快慢直接影响着混凝土的施工质量和工程进度。实际的滑升速度应根据结构特点,混凝土的凝结速度和出模强度,施工季节和昼夜气温的变化情况,劳动力配备、混凝土的拌制和垂直运输能力的情况等因素全面考虑予以确定。在正常气温条件下,滑升速度一般控制在 150~300mm/h 范围内。

根据混凝土的出模强度宜为 0.1~0.3MPa 的要求,模板的滑升速度不应大于按下式计算的数值:

$$V = \frac{H - h - a}{T_1}$$

其中 V ——模板的滑升速度(cm/h);

H ——模板高度(cm);

h ——每个浇筑层厚度(cm);

a ——最上一层混凝土浇筑层表面至模板上口的距离(cm),一般 5 ~ 10cm ;

T_1 ——混凝土强度达到 0.1 ~ 0.3MPa 所需的时间(h)

确定滑升速度的大小 ,还须考虑支承杆发生失稳的现象。根据支承杆受压(不考虑支承杆横向联系的作用)的稳定条件 ,滑升速度也不应大于按下式计算的数值 :

$$V = \frac{102}{\sqrt{0.1P \cdot T_2 \cdot K}}$$

其中 V ——模板的滑升速度(m/h);

P ——单根支承杆的荷载(N);

T_2 ——在工作班内平均气温条件下混凝土强度达到 0.7 ~ 1.0MPa 所需的时间(h);

K ——安全系数。当平均气温在 15℃ 以上时取 1.4 ~ 1.6 ;平均气温在 15℃ 以下时取 1.6 ~ 1.8。

此外 ,确定滑升速度时 ,还应保证工程结构物或模板结构支承系统具有足够的整体稳定性的要求。

(3) 末升

模板的末升是配合混凝土的末浇进行的 ,其滑升速度应比正常滑升时稍慢。混凝土末浇完后 ,尚应继续滑升 ,直至模板与混凝土脱离不致被粘住为止。

(4) 停滑措施

滑升模板开始滑升后 ,如因施工需要或其它原因不能连续滑升 ,中途须暂停施工时 ,应采取下列“停滑措施”即 :混凝土应浇筑到同一水平面 ,并自混凝土开始停止浇筑时起 ,每隔一定时间(一般半小时左右)仍应提升一次模板 ,升高一个千斤顶行程 ,直至已浇筑的混凝土不与模板粘结为止(一般需四小时以上)。但应注意控制模板的滑空量 ,其最大值不得大于模板全高的 1/2。对于有套管的支承杆 ,若套管不带锥度 ,则应于次日再提升一个千斤顶行程。

停滑时 ,应特别注意要及时清除粘附在模板内表面上的混凝土和砂浆 ,并刷油保养 ,以减少将来重新滑升时的摩阻力。

再施工时 ,应对液压系统进行运转检查。混凝土接槎处 ,应按施工缝处理。

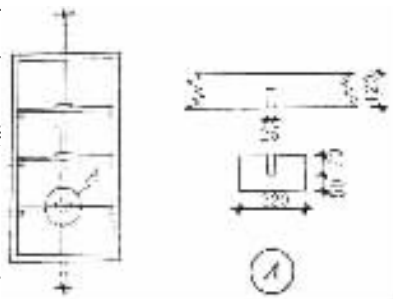


图 4-11-31 支承杆穿过门窗洞衬框时的加固

4. 支承杆的接长与脱空加固

在模板滑升过程中 ,经常需进行支承杆的接长工作。

当支承杆采用榫接连接或丝扣连接方式时 ,在千斤顶上升到距支承杆上端 50 ~ 100mm 左右处 ,即可将新支承杆接上 ,待千斤顶滑过接头后 ,再将接头处焊牢。但丝扣连接的工具式支承杆的接头不得施焊。当支承杆采用焊接连接时 ,应将先接上去的支承杆的一端作一斜向切口 ,与需要接长的支承杆在接头位置未进入千斤顶前用电弧焊焊接 ,然后锉平焊口。

当支承杆通过门窗孔洞或无墙的楼层之间时,由于周围没有混凝土而造成支承杆脱空,如果脱空长度过长,受压自由长度过大,极易失稳而弯曲,故需采取加固措施,减短支承杆的自由长度,图 4-11-31 所示为当支承杆穿过门窗孔洞的衬框时,用木方卡住支承杆的加固方法。

图 4-11-32 所示为当支承杆穿过上下楼层之间的空间时用木柱进行加固的方法,即在支承杆旁立一木柱,柱上每隔 500mm 打一孔眼,以带钩螺栓勾住支承杆,然后在螺栓处的木柱与支承杆之间加一硬木顶板。如果随着模板的滑升即需逐步加固支承杆时,可用工具式夹具组合柱的方法进行加固,如图 4-11-33。

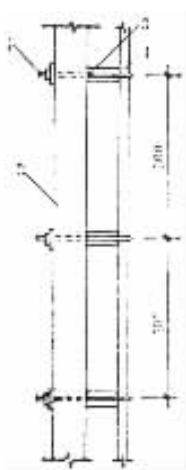


图 4-11-32 支承杆用木柱加固
1- $\phi 12$ 带钩螺栓 2-木柱 3-硬木顶板;
4-支承杆

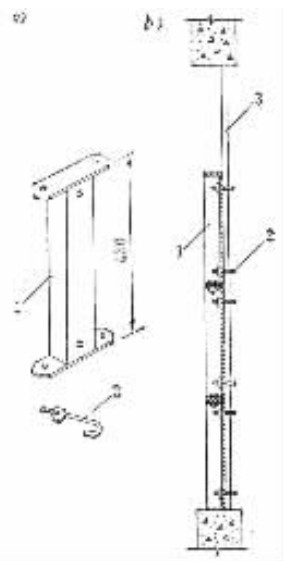


图 4-11-33 工具式组合柱加固
a 工具式槽钢短柱; b 工具式组合柱加固洞口支承杆
1-槽钢短柱 2-夹紧钩 3-支承杆

当支承杆集中布置时,可在千斤顶滑过之后,对成组支承杆用短钢筋将其焊接相联加固,组成钢筋缀条柱,以提高支承杆的承载能力(图 4-11-34)。

5. 模板滑升过程中操作平台水平度的观测与控制

当操作平台上的荷载分布较均匀时,为避免建筑物产生偏斜等不良现象,在正常滑升过程中,必须保证操作平台与模板的水平上升,故应经常测量各千斤顶的升高值,及时调整它们之间所产生的高差。

常用的测量方法是在每根支承杆上每隔 0.5m 左右即划一水平标志,并在每个提升架上固定一与支承杆平行的小刻度尺,通过利用角尺量读支承杆上的水平标志与小刻度尺的距离,即可掌握各千斤顶的滑升标高。要求各千斤顶间的相对标高差不得超过 40mm (当平台面积超过 300m² 时可适当放宽限制,但最大不得超过 60mm),相邻两提升架上的千斤顶之间的标高差,不得超过 20mm。如果发现超过上述数值,可以最高的一个千斤顶

为准,将其它各千斤顶均升至同样高度。

随着滑模施工的不断推广和发展,观测和控制操作平台水平度的方式也逐步向自动控制方向发展,现介绍几种方法于下:

(1)用液压截流限位阀控制 即在每个千斤顶上或在能够有效控制操作平台水平度的各组千斤顶的主油路中设置一液压截流限位阀(图 4-11-35),在千斤顶的支承杆上安设一限位控制档,各限位控制档皆处在同一标高位置,当千斤顶出现升差时,爬升快的千斤顶,其限位阀先顶住限位控制档而封闭油路,使千斤顶不再进油而停止上升(图 4-11-36)。

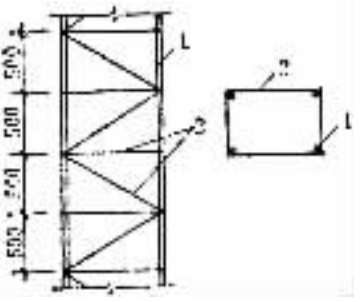


图 4-11-34 成组支承杆加固
1-支承杆 2-后加焊钢筋

爬升慢的千斤顶则继续进油上升,直到顶住限位控制档,截止液流为止。当各千斤顶都到达这一标高后,再把限位控制档提高到另一位置(一般比限位阀高约 250~500mm),这样不断分层找平操作平台的水平度,使整个滑模系统保持水平上升。

(2)用水位讯号自动调平装置控制 水位讯号调平是根据在同一连通器内水位一致的原理来控制的。它是将装有三个电极的水杯(图 4-11-37)安设在提升架上,各水杯用管子与中心水箱相通,由于水杯的水面随提升架的高低而变化,使杯内的电极有的露出或浸入水面而发出电气讯号,通过液压控制台的电器装置,自动操纵电磁阀的开闭,以控制千斤顶的进油滑升或断油不动,达到自动调平操作平台的目的。如图 4-11-37 所示,盛水(加有少量食盐)的有机玻璃杯在正常情况下,水位为 a-a,电极 B、C 因浸入水内而导电,通过继电器的工作使液压控制台上的信号灯不亮,电磁阀油路连通,使千斤顶可进油和回油,当操作平台倾斜,位于高位置提升架上的玻璃杯内水位降低至 c-c 时,则表示高位置的信号灯(红灯)灯亮报警,电磁阀自动关闭油路,使该组千斤顶不再爬升。位于低位置提升架上的玻璃杯内水位升至 b-b

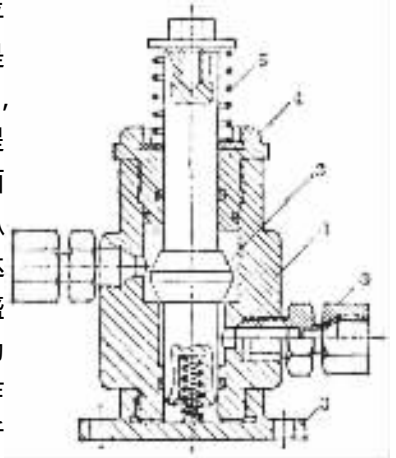


图 4-11-35 液压截流限位阀
1-阀体 2-滑阀 3-阀座 4-阀盖;
5-压簧 6-油嘴及锁母

时,则表示低位置的讯号灯(黄灯)灯亮报警。这样当平台的某一部位偏高或偏低时,就能通过水位讯号自动灯光报警,并把偏高部位的油路自动关闭,保证操作平台能自动地保持一定的水平度。水杯连接管路要有足够的管径,以保证水杯水位的下降速度和提升架的上升速度相近,避免产生讯号滞后现象。电极插入水内的深度也要适当,太深了反映慢,起不到调平作用,太浅则动作频繁,影响液压元件的工作寿命,现一般是把 A、B 极两端距离调成 25mm,使在正常情况下水位在 A、B 极之间,距 A 极 15mm,距 B 极 10mm,这样在千斤顶合理布置下调平误差可控制在 $\pm 20\text{mm}$ 以内。

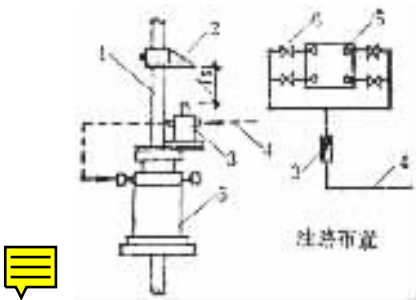


图 4-11-36 液压截流限位阀的工作原理图

1- 支承杆 2- 限位控制档 3- 限位阀 4- 主油路 5- 液压千斤顶 6- 针阀

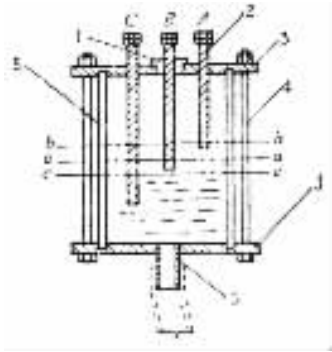


图 4-11-37 水杯电极安装示意图

1- 放气孔 2- 电极(φ6 铜棒) 3- 电木杯盖、杯底；
4- 卡紧螺丝杆 5- 有机玻璃杯 6- 管接头

(3)用激光控制 它是在操作平台上的适当位置安设一激光发射装置,发射出水平激光光束,该水平光束能在垂直轴上以一定的速度旋转,水平光束照在固定在提升架上的接收器上,再通过相应的电气讯号控制千斤顶的油路通断,即可自动调节操作平台的水平。

6. 建筑物垂直度的观测

建筑物垂直度的允许偏差:对建筑物全高而言,当高度在 10m 以下时,不得大于 10mm;10m 以上时,不得大于所在高度的 0.1%,且最大不得超过 50mm。对每层而言,不得超过 5mm。为了使建筑物的垂直度偏差不超过允许值,在施工过程中必须加强观测。一般对于连续变截面和整体刚度较小的结构(如烟囱、水塔、独立柱、小型框架等),每提升一个浇筑层高度便应观测一次;对整体刚度较大的结构,每滑升 1m 至少应观测一次。

最常用的观测方法是吊线锤,在操作平台上对应于建筑物中心点和转角预定点用铅丝吊挂重约 15~25kg 的线锤,铅丝可绕在小摇车上,以便随着平台的上升逐步下放线锤。使线锤始终位于建筑物的底部,对照建筑物底部预先设置的中心点和预定点,即可量测出建筑物的垂直度偏差大小或有无扭转。如遇风大,可将线锤放在水容器内,以减少摇摆。

当利用经纬仪观测建筑物的垂直度时,可根据地面上所设的控制桩、结构中心线桩和滑升模板上所设的对应测点(一般宜设在上围圈上)进行测量。

采用吊线锤来量测建筑物的垂直度时,由于线锤摆动,测量精度较差。为提高测量精度,目前已有许多工程应用激光准直技术来测量建筑物的垂直偏差。施工时,将激光铅直仪设在地面的有关控制测点上,相应点的激光接收靶(其可用描图纸绘成环形或方格网形,夹在两块透明的平板玻璃之间制成)则固定在操作平台上,根据激光束光斑在激光接收靶上的位置,即可直接观察出建筑物垂直度的偏差情况。如用两束垂直激光束,即可观察出建筑物是否发生扭转。

此外,有的单位采用激光铅直仪配合以硅光电池作为接收靶,加上一套自动控制系统,制成了激光自控仪,它能自动观测并纠正建筑物的中心线偏差和扭转,实现了施工精度的自动控制,从而使建筑物的垂直度精度得到保证。

7. 混凝土的表面修补和养护

在滑升过程中,由于各种原因,滑出的混凝土往往有表面不平、棱角残缺等现象,故必须进行修补抹光。这一工作应在混凝土滑出模板后立即进行。一般情况下,只须用铁抹子将表面原浆抹平压光,修整好棱角,或再涂刷一层纯水泥浆即可。

滑出的混凝土当呈现发白干燥状态时,应利用模板组装时已安装好的水管进行洒水养护,洒水次数随气温而定。夏季施工时,更应注意养护,为了降温和遮挡日照,必要时应悬挂草席或麻包遮盖模板,以避免直射。

混凝土的养护也可采用薄膜养护的方法。待混凝土滑出模板后,随即原浆抹平,然后喷涂薄膜养护剂。

8. 预埋件和预留孔洞的留设

采用滑升模板施工时,许多预埋件和门窗、孔洞等是随着混凝土的浇筑和滑升而逐步安设的,为保证它们的位置正确和避免遗漏,施工前应绘制预埋件和门窗预留孔等的平面图与立面图并标明型号、标高、尺寸、位置和数量。施工时,应有专人负责管理,采取按图销号的办法逐步安设、检查。

预埋件的埋设必须牢固,一般是将它焊接在建筑物的结构主筋上,待模板滑过后,立即清除表面附着的灰浆,使其外露。

门窗洞的留设,应事先做好衬框(图4-11-38),其尺寸应比设计尺寸大20~30mm,厚度应比滑升模板的上口小10mm。安设时可用钢筋木方将其固定。浇筑混凝土时,应在衬框两侧同时进行,以免其受力不匀移向一侧。门窗框还可采用图4-11-39所示的方法在滑升过程中安装。

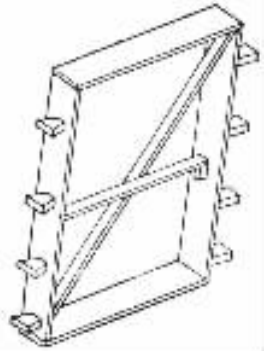


图4-11-38 门窗洞衬框示意

较小的孔洞可在滑升过程中放置用木材、聚苯乙烯泡沫塑料或土坯(用塑料薄膜包裹)等材料制成的空心或实心的孔洞胎模的办法来留设。

胎膜尺寸宜比设计尺寸大50~100mm,四边应稍有倾斜,以利取出。其厚度应比模板上口约小10mm。也可采用埋设预制混凝土框模的方法来留设孔洞,框模浇入混凝土内不再取出。楼板与墙体连接用的预留孔洞,洞口上边一般应比楼面标高高出50mm,洞口下边比楼板板底标高低30mm,以利于浇筑混凝土。

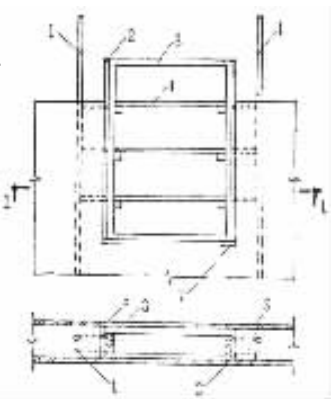


图4-11-39 窗框的固定方法

1-结构主筋;2-预制混凝土板;3-窗框;4-加固木方(50×100);5- $\phi 10$ 钢筋;6-墙体滑升模板;7-砖块

9. 模板的拆除

滑升模板的拆除属于高空作业,拆除前必须制定拆除方案,拟定好拆除顺序和方法,以确保安全和质量。

模板滑升到顶后,应对所有设备进行一次检查,凡能立即拆除的,即行拆除,以减轻平

台的负荷。对暂不能拆除的部件(如螺栓、千斤顶等)应进行保养。

待混凝土达到拆模强度(一般为设计强度等级的70%)后,再将滑升模板未拆除部分拆除。

滑升模板的拆除顺序一般是先拆除液压控制台和管路,然后拆除模板、围圈、吊脚手架、操作平台、千斤顶及提升架等。具体拆除方法可根据结构特点及垂直运输设备条件而定。例如:可以将各部件单独拆除,亦可将模板和围圈、提升架等分段整体拆除。

工具式支承杆一般是采用倒链、滑模施工用的双作用液压千斤顶或将HQ-30型液压千斤顶倒装进行抽拔,随拔随卸,直至将最后一段支承杆拔出为止。其留下的孔道,最后用砂浆泵灌以水泥砂浆。拔出的支承杆,必须重新调直,去污除锈、妥善保管,以备再用。

4-11-5-3 施工中易出现的问题及其处理

1. 支承杆弯曲

在滑升过程中,由于支承杆本身不直或安装时未调直;负载太重;遇有障碍时强行提升;千斤顶歪斜;相邻千斤顶间升差太大以及脱空长度过长等原因,都易使支承杆失去稳定而弯曲。遇有以上情况应及时处理,以免引起严重的质量和安全事故。处理办法按不同情况而定:

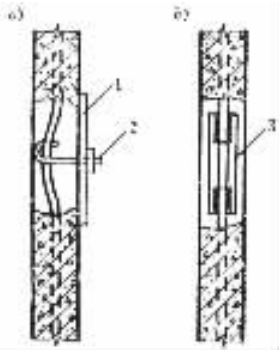


图 4-11-40 支承杆在混凝土内部弯曲时的加固措施

a) 弯曲不大时; b) 弯曲严重时

1- 垫板 2- $\phi 20$ 带钩螺栓 3- $\phi 22$ 钢筋

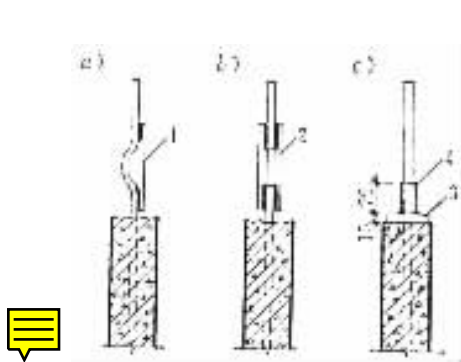


图 4-11-41 支承杆在混凝土上部弯曲时的加固措施

a) 弯曲不大时; b) 弯曲很大时; c) 弯曲既长又严重时

1- $\phi 25$ 钢筋 2- $\phi 22$ 钢筋 3- 钢垫板 4- $\phi 29$ 套管

(1) 支承杆在混凝土内部弯曲 可根据模板滑出后,混凝土表面外凸并出现裂缝等现象检查出来。遇此情况,应暂停使用该千斤顶,先将弯曲处已破损的混凝土清除,然后根据弯曲程度的不同分别处理。若弯曲程度不大,可用带钩的螺栓加固(图 4-11-40a)。若弯曲严重,可将弯曲部分切断,再用钢筋帮条焊接(图 4-11-40b)。经处理后,再支模浇筑混凝土。

(2) 支承杆在混凝土上部弯曲 如弯曲不大,可加焊一段与支承杆同直径的钢筋(图

4-11-41a);如弯曲很大,则需将弯曲部分切断,再加帮条焊接(图4-11-41b);如弯曲部位很长,弯曲程度又严重时,应将支承杆切断,另换新支承杆,并在新支承杆和混凝土接触处加垫钢靴,将新支承杆插入套管内(图4-11-41c)。

(3)支承杆因脱空长度过长而弯曲的加固方法已如前述。

2. 结构中心轴线平移(建筑物发生倾斜)

在滑升过程中造成结构中心轴线平移使建筑物垂直度偏差过大的原因有:操作平台上的荷载分布不均匀使各千斤顶负载不等或性能不一致,使各千斤顶上升时不能同步,而产生升差,导致操作平台倾斜上升;操作平台的结构刚度差,使平台的水平度难以控制;浇筑混凝土时,混凝土入模的起点不对称,或浇筑高度不一致;内外模板各处的倾斜度不一致;钢筋位置不正确,而与模板相碰;支承杆布置不当或不垂直,以及滑升模板受风力等水平处力的影响等。

一般情况下,如能保持操作平台水平上升,就能保证结构中心轴线不平移。但此时作用于操作平台上的荷载应是比较均匀分布的荷载。如果操作平台上作用有较大的固定偏心荷载,或平台经常受较大的水平风力的作用,这时,若仍使操作平台保持水平上升,则由于附加外力矩的作用,将会造成操作平台水平位移,使结构中心轴线平移,建筑物发生倾斜。在这种情况下,应使操作平台保持一定的倾斜度(即平台在偏心荷载作用的一侧或背风向的一侧应比另一侧高些)上升,才能保证建筑物的中心线不平移。

为了防止建筑物出现严重的倾斜事故,必须随时注意检查各千斤顶间的升差是否在允许范围之内,经常观测建筑物的垂直度,注意建筑物的中心线的控制,及时发现偏差,及时纠正。一般当建筑物的垂直度偏差超过5mm时,便应加以纠正。

纠正时,首先要找出建筑物倾斜的原因,然后采取相应措施进行纠偏。常用的纠偏方法有:

(1)平台倾斜法 是采取调整平台各点的高差,使操作平台保持一定的倾斜度(一般倾斜度值控制在1%以内),其倾斜方向与建筑物的倾斜方向相反。当模板继续滑升时,利用操作平台倾斜时自重产生的水平分力,推动滑模装置逐步移回到原来的结构设计轴线位置。

欲使操作平台倾斜,一次抬高的高度不宜超过二个千斤顶行程。抬高一次,滑升1~2个浇筑层高度,观测平台轴线的回复量,以确定是否需增大平台的倾斜度。当平台已接近正确位置时,应及时恢复平台的水平度。

(2)撑杆顶轮施加外力法 利用撑杆顶轮来纠正建筑物的倾斜方法如图4-11-42所示。顶轮吊杆悬挂在提升架立柱上,撑杆上端与操作平台桁架相连。当操作平台产生平移,建筑物发生倾斜时,在建筑物相应的一边外侧的几个相对称的阴角处设置撑杆顶轮,当模板滑升时,同时旋转调节螺杆,使撑杆伸长,此时,由于顶轮顶住在已出模并有一定强度的混凝土侧壁上,故可将操作平台推回到原设计轴线位置,控制建筑物垂直度在允许偏差范围之内。

此外,还可采取在操作平台平移方向相反的一边堆放重物,调整混凝土的浇筑方向和顺序等方法来纠偏。

纠偏工作不能操之过急,应根据偏差大小分多次进行调整,否则,易使结构出现“死

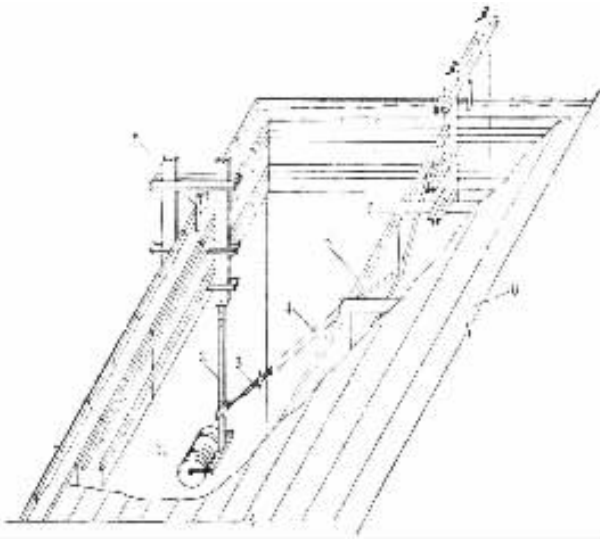


图 4-11-42 利用撑杆顶轮纠正建筑物倾斜

1-橡胶顶轮 2-顶轮吊杆 3-调节螺杆 4-撑杆 5-操作平台
6-平台铺板 7-支承杆 8-提升架

弯'或将混凝土拉裂。

3. 建筑物扭转

造成建筑物产生扭转的原因有:操作平台荷载分布不均,千斤顶爬升不同步,造成部分支承杆过载发生纵向挠曲而出现寻向转角;浇筑混凝土时长期沿一个固定方向进行;工具式支承杆的导管安装不垂直,模板安装不垂直造成接缝倾斜;变截面收分模板未对称地设置等。

当建筑物出现扭转后,可采用下列方法进行纠正:

(1)支承杆导向法 当建筑物为圆筒形结构时,可沿圆周等间距地布置 4~8 对双千斤顶,将两个千斤顶置于槽钢挑梁上,挑梁与提升架横梁相连接,使提升架由双千斤顶承担,通过调节两个千斤顶的不同提升高度,使支承杆产生与扭转方向相反的导向转角。当千斤顶沿支承杆爬升时,操作平台则沿支承杆转角方向旋转,从而达到导向纠正扭转的目的。如图 4-11-43 所示,当操作平台和模板发生顺时针方向的扭转时,先将每对双千斤顶中顺时针扭转方向一侧的千斤顶 a 升高一些,然后使全部千斤顶滑升数次,即可纠正过来。

若不布置纠扭双千斤顶,则可在千斤顶底座下,与扭转方向相反的一侧加垫楔形垫片,使千斤顶与支承杆同时产生导向转角,以达到纠正扭转的目的。

(2)撑杆顶轮施加外力法 当建筑物为矩形(或多边形)时,在操作平台四角同时安设若干根撑杆,只要使撑杆伸长时能同时对操作平台产生与其扭转方向相反的旋转力矩,即可达到纠扭的目的。

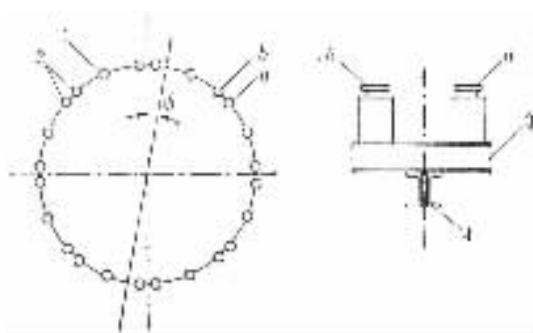


图 4-11-43 双千斤顶纠正扭转

1-单千斤顶 2-双千斤顶 3-挑梁 4-提升架横梁

(3)调整混凝土的浇筑方向浇筑混凝土时,使浇筑方向与操作平台旋转方向相反。

4-11-6 施工操作注意事项

施工注意事项见表 4-11-6。

表 4-11-6

工序	注意事项
钢筋的绑扎	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保持垂直钢筋下端位置正确,上端用限位支架临时固定 2. 每个浇灌层浇灌后,其上面最少应保持有一道绑扎好的水平筋或箍筋 3. 水平筋长度一般不超过 7m,垂直钢筋加工长度当直径小于 12mm 时不宜超过 6m 4. 垂直钢筋的接头在同一断面内不得超过 1/4,垂直水平钢筋接头都应错开
初滑阶段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在 2.5~3h 内分两次浇灌相当于模板 2/3 高度的混凝土,两次浇灌中间间隔半小时→开始滑动 65~100mm→继续浇灌混凝土→转入正常滑升 2. 中途停滑,应于混凝土浇灌至停止标高后,在一定时间内将模板断续滑出混凝土面,到模板脱空 1/2 为宜。此段空滑时间应视混凝土强度、水泥品种、气温情况而定,一般为 3~4h
混凝土浇灌	<ol style="list-style-type: none"> 1. 坍落度一般以 50~70mm 为宜,每层浇灌厚度在 200~300mm 之间 2. 振捣要轻、稳,不碰钢筋、模板,不漏振 3. 每次滑升后,模板表面要及时清理,并要及时刷油润滑模板表面,这是保证混凝土质量的重要措施
楼板施工	<ol style="list-style-type: none"> 1. 预制楼板 <ol style="list-style-type: none"> (1)先滑后安装,墙体滑完后,拆除施工平台系统,由下而上逐层吊装楼板,楼板与墙体用明、暗两种牛腿联结为整体 (2)逐层安装,滑一层墙体后,将模滑出墙体,将工作平台吊开,吊入预制楼板后继续滑升 2. 现浇楼板 <ol style="list-style-type: none"> (1)墙体滑完后,利用工作平台作模板,由上而下逐层进行 (2)滑完一层墙体,将模板滑空,然后支楼板模板,浇灌楼板混凝土,再继续滑升

续表

工序	注意事项
垂直度控制	1. 加强垂直观测： (1) 滑升前观测已浇灌混凝土的垂直状态 (2) 滑升中观测，掌握模板垂直变化及发展趋向 (3) 滑升后观测，确定这一阶段垂直偏差程度 (4) 调整中观测，检验调整偏差的效果 2. 调整平台高差，把偏斜一边的千斤顶起高一定程度，使平台有意向反方向滑升，把垂直偏差调整过来 3. 滑模一般有向先浇灌混凝土的方向偏移的现象，改变混凝土浇灌顺序，能逐步调整偏差 4. 操作平台荷重不均匀造成偏差，可调整平台上的荷重 5. 在千斤顶下加垫楔形铁片，使施工平台在滑升过程中向反方向倾斜，调整垂直度

4-11-7 部件制作允许偏差

表 4-11-7

名称	内 容	允许偏差(mm)
钢 模 板	表面平速度	1
	长 度	2
	宽 度	-2
	侧面平直度	2
	连接孔位置	0.5
围 圈	长 度	5
	长度 $\leq 3\text{m}$	2
	弯曲长度 $> 3\text{m}$	4
	连接孔位置	0.5
提 升 架	高 度	3
	宽 度	3
	围圈支托位置	2
	连接孔位置	0.5
支 承 杆	弯 曲	小于 $(2/1000)L$
	直 径	-0.5
	丝扣接头中心	0.25

注：L 为支承杆加工长度。

4-11-8 滑模装置允许偏差

表 4-11-8

内 容	允许偏差(mm)
模板结构轴线与相应结构轴线位置	3
围圈位置偏差(水平、垂直)	3

续表

内 容		允许偏差(mm)
提升架重直偏差	平面内	3
	平面外	2
安放千斤顶的提升架横梁相对标高偏差		5
考虑倾斜度后的模板尺寸的偏差	上 口	- 1
	下 口	+ 2
千斤顶安置位置偏差	提 升 架平面内	5
	提 升 架平面外	5
圆模直径、方模边长偏差		5
相邻两块模板平面平整偏差		5

4 - 11 - 9 滑动模板装置的设计

滑动模板装置,既是混凝土成型的装置,又是进行施工作业的主要场地,因此要根据建筑物的几何形状和尺寸,进行周密的设计,既要确保滑升模板装置具有足够的整体刚度和稳定性,又要便于施工,以便取得最佳的经济效果。

4 - 11 - 9 - 1 划分施工区段、确定施工顺序

高层或超高层建筑,不仅平面造型复杂,而且每层建筑面积也比较大,故一次滑升面积的大小,既要根据建筑物的形状大小来确定,还要考虑到滑升设备的能力、数量及垂直运输能力、劳动力等情况来确定。因此,首先要确定施工的总体规划。

1. 施工流水区段的划分

按照一台液压控制台额定带动千斤顶的数量(300台),大约可负担 $700 \sim 800\text{m}^2$ 滑模的施工。一般大开间剪力墙结构1m高墙体混凝土量约 $0.2\text{m}^3/\text{m}^2$,目前一般配套设备的混凝土最大供应能力约为 $10 \sim 20\text{m}^3/\text{h}$,因此,一般每个施工流水区段的施工面积以 500m^2 以内为好,最大不宜超过 1000m^2 。如果勉强采取大面积滑升,由于每个浇筑层浇筑混凝土的时间过长,影响模板及时提升,极易造成模板与混凝土粘结,混凝土被拉裂,或操作平台不同部位升差过大,结构产生较大的垂直偏差,致使模板体系发生严重变形,甚至损坏。

因此,施工流水区段划分的原则,应是有利于滑升模板的施工,在确保工程质量和结构整体性的同时,要为后继工序创造施工条件。具体的设置方法是:

(1) 优先设在变形缝(沉降缝、伸缩缝、抗震缝)处,这种设置的特点是:不影响结构的整体性,每个流水区段形成独立的结构体系,相邻施工区段的水平结构施工互不影响,施工易于安排。但变形缝处两道墙体必须采取相差一个楼层的施工措施(图4-11-44)。

如果变形缝较窄小,则后施工的墙体,其模板与提升架立柱的构造,要作特殊处理(图 4-11-45)。

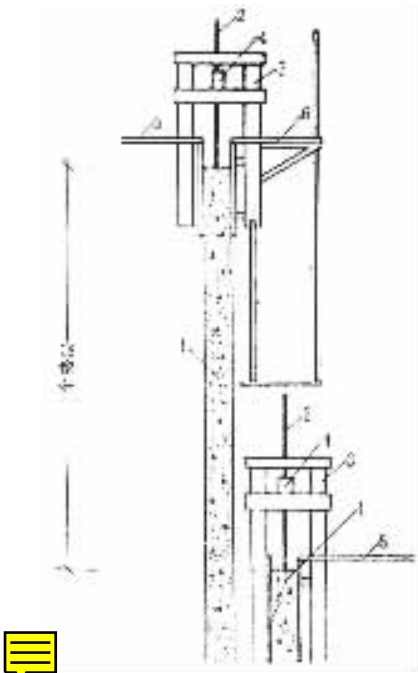


图 4-11-44 变形缝墙体先后施工

1. 混凝土 2. 支承杆 3. 提升架 4. 千斤顶 5. 主操作平台 6. 外挑操作平台

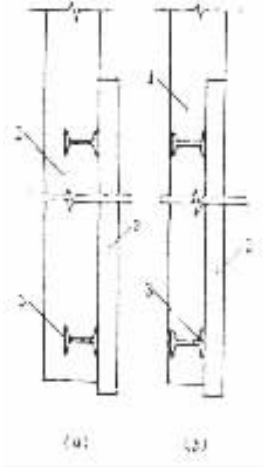


图 4-11-45 提升架立柱与模板构造的不同处理示意图

- (a)一般构造做法 (b)特殊处理构造做法
1. 提升架立柱 2. 模板 3. 围圈

(2)选择结构纵向墙体或梁的数量较少且配筋比较简单的区域,作施工流水区段的划

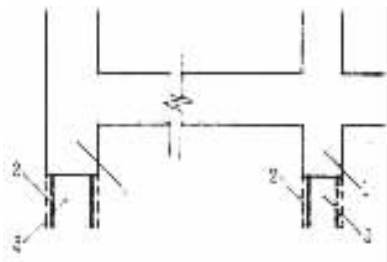


图 4-11-46 墙体预留端头

1. 先浇筑墙体 2. 预留插筋 3. 后浇筑墙体

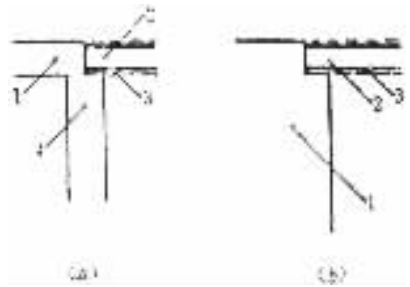


图 4-11-47 梁端预留凹槽

- (a)框架形式 (b)剪力墙形式
1. 先浇筑梁(墙) 2. 后浇筑梁 3. 预留插筋 4. 柱

分范围。此种方法,相邻两个施工段可以先后施工,但无需有楼层差,且接槎比较平整。这种方法是在先后两个施工段接槎处,墙体预留小端头(图 4-11-46),梁则预留凹槽(图 4-11-47)。为了使后施工流水区段的模板,能沿着先施工区段混凝土墙(柱)向上滑升,在接槎部位,后施工区段的模板其端头部位应在与先施工区段模板重叠部分(图 4-

- 11 - 48) 做成可拆卸形式,以便两个施工段模板相碰时能临时拆卸。

分段施工的预留端头部位,宜选用双层铅丝网封堵,并与结构配筋绑扎牢固,以能抵抗浇筑混凝土时的侧压力。结构甩出的端头钢筋,可从网眼中穿出。端头接缝在施工前,必须先浇水湿润,浇筑混凝土后,应对接缝处进行修整。

先施工流水区段墙体预留的端头,其伸出的尺寸愈小愈好。若为了躲开配筋较多的部位,墙体预留端头尺寸较大时,则需另增加提升架和千斤顶。

后一流水区段墙体施工时,为了防止产生结构的垂直偏差,应从预留端头的相反方向向端头部位逐步延伸浇筑混凝土,以减少侧压力的影响。

(3) 选择一个结构比较简单的开间,作为相邻两个施工流水区段的结合部位,结合部位的施工可采用其它方法(如现浇等)跟随进行。这种方法,滑模施工虽较简便,但结合部位的施工,特别是高层或超高层建筑施工的外脚手架的支设及安全防护,比较麻烦。

2. 施工流水区段的施工顺序

施工流水区段施工顺序的安排与滑升模板装置的设计、实施、垂直偏差以及施工总进度都有着密切的关系。划分不同的施工流水区段,其施工顺序的安排,建议参照表 4-11-9 采用。

划分不同的施工流水区段时的施工顺序

表 4-11-9

施工流水区段的划分	分段充水施工顺序				备 注			
	三 段		四 段					
以变形缝为界	I	III	II	I	III	II	IV	可减少层数差
预留端头或凹槽	I	III	II	I	III	IV	II	或减少滑升垂直偏差
	I	II	III	I	II	III	IV	水平结构紧跟施工条件好
预留结合部位	I	II	III	I	II	III	IV	结合部位可紧跟施工

注:本表建议条件为各施工流水区段顶层标高相同,若有不同,则宜将层数较多的施工流水区段安排为第I流水段

4-11-9-2 垂直和水平运输

各种材料的垂直和水平运输的能力,必须满足滑升模板施工速度的要求,上下交通亦需满足交接班时最大人流的需要,否则,将不能保证施工的顺利进行,也要影响工程质量。

垂直和水平运输方法的选用,要根据工程的形状、高度、面积、材料需用量、施工进度和现场条件等因素确定。一般可采用起重吨位、高度、幅度较大的塔式起重机作垂直运输,如附着式自升塔式起重机,高度较高的建筑物,可在电梯间内设自升式塔式起重机,其荷载由已硬化的混凝土墙壁承受,或在电梯间内的操作平台上设随升塔式起重机,其荷载

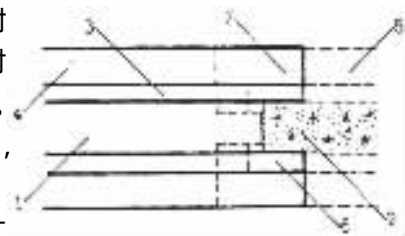


图 4-11-48 接槎部位端部模板构造示意图

1. 后滑墙体
2. 先滑墙体
3. 后施工墙体模板
4. 后施工模板围圈
5. 先施工模板围圈
6. 先施工墙体模板
7. 重叠部分

由液压千斤顶负担,与操作平台同时上升。混凝土量较大的工程,可采用泵送混凝土,楼层水平运输可采用随滑升平台上升的布料机或溜槽;人员上下可采用外用电梯。

4-11-9-3 设计的步骤和方法

1. 熟悉设计图纸,绘制各层平面投影叠合图

由于高层建筑各层建筑平面的处理和结构布局不可能完全一致,这样,采用一套滑升模板装置来完成整个建筑结构的施工,在设计滑升模板时必须适应整个建筑高度上墙、柱和梁等构件的设计布局和截面变化的情况,使其满足整个滑升范围的需要。因此,在设计前,首先要熟悉设计图纸,将建筑物各层平面投影在一起(标准层可简化)构成一张各层平面的投影叠合图,并用虚线标出各层门窗等洞口位置。然后,根据投影叠合图来考虑提升架和千斤顶的布置方案。

2. 模板与围圈的设计验算

模板与围圈应具有通用性、互换性,力求安装和拆除方便。并且能满足对变截面的墙体、梁、柱、门窗孔洞、沟槽、牛腿及变形缝、分区段滑升施工缝等特殊功能的要求。

模板与围圈应具有足够的刚度,以保证在浇筑混凝土和滑升过程中不发生变形。

(1) 模板

模板与围圈支承。新浇筑的混凝土对模板的侧压力,是作用在模板上的主要荷载(水平荷载)。模板在水平荷载作用下,其支点间在力作用方向的变形值,应控制在支点间距的 $1/1000$ 以下。

根据滑动模板施工工艺的特点,侧压力在模板上的分布,初升阶段与正常滑升阶段有所不同。在初升阶段,模板在整个浇筑高度上都存在着侧压力的作用;在正常滑升阶段,由于模板有一定的倾斜度,并随着混凝土的浇筑不断上升,最下 200mm 高度范围内的混凝土即将脱模,并有 $0.1\text{N}/\text{mm}^2$ 以上的强度,不对模板产生侧压力作用,故计算混凝土对模板产生侧压力的高度可取上部的 800mm (当模板高度为 1000mm 时)或 1000mm (当模板高度为 1200mm 时)。侧压力的实际分布图形为两端小的一条曲线,为简化计算起见,其计算分布图形可取等效梯形,侧压力的合力(N)可为 $5\sim 6\text{kN}$,合力的作用点约在距计算图形底部 $2/5H$ 处(图4-11-49a)。

模板设计时,还要考虑到混凝土初始浇筑期间,即只浇筑了最下一层混凝土时模板的受力状态(图4-11-49b)。此时,混凝土的侧压力虽然对模板变形计算影响不大,但需考虑好模板上支座抗拉措施。

(2) 围圈

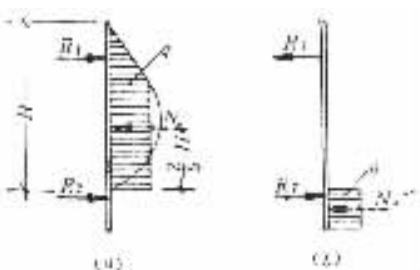


图4-11-49 侧压力计算分布图形

(a) 正常滑升阶段 (b) 初始浇筑期间

R_1 、 R_2 : 上下围圈约束反力

q : 均布荷载 N : 均布荷载合力

围圈承受的荷载为图 4-11-49 中的模板支座约束反力及模板、围圈的自重和模板与混凝土之间的摩阻力。当操作平台直接支承在围圈上时,还应考虑操作平台自重和施工荷载。

钢模板与混凝土之间的摩阻力可取 $1.5 \sim 3.0 \text{ kN/m}^2$ 。

围圈应分别验算其在水平和垂直荷载作用下的强度和刚度。其刚度要求是:在使用荷载作用下,两个提升架之间的水平和垂直方向的变形应不大于其跨度的 $1/500$ 。验算时,可选最不利的情况,按 3m 跨筒支梁计算(一般提升架间距不超过 3m),如跨度过大,则按实际情况计算。

由于侧压力作用在模板上的位置在初升阶段和正常滑升阶段不同,故验算围圈水平方向的强度和刚度时,应根据侧压力在不同滑升阶段作用在上、下围圈上的不同分配值,比较上、下围圈的受力情况,取最不利的受力状态作为代表进行验算。一般取初升阶段下围圈进行验算。

若围圈不承受操作平台及外挑平台的荷载,一般可不再进行垂直平面内的计算;否则,则需对围圈进行斜向受弯或抗扭计算。

内、外围圈必须各自形成封闭圈,以确保模板的几何形状和尺寸。围圈接头刚度不应小于围圈本身刚度。

3. 确定支承杆和千斤顶的需用量

整个滑动模板系统支承杆和千斤顶的需用量,取决于它们的允许承载力。当千斤顶的承载力大于支承杆的承载力时,应按支承杆的承载力确定支承杆的需用量,并配置相应数量的千斤顶;反之,则按千斤顶的承载力确定千斤顶的需用量,并配置相应数量的支承杆。

(1) 计算支承杆允许承载力

目前,支承杆都采用直径为 25mm 或 28mm 的钢筋,施工中需要的最大自由高度约为 1800mm 以上,故为长细杆件。其上端被千斤顶上下卡体卡牢,可视为固定端;下端伸入墙(柱)混凝土中,在混凝土表面(尚未凝固)近似为铰结支点。因此支承杆的允许承载力,应根据压杆稳定条件来确定。模板处于正常滑升状态,即从模板上口以下,最多只有一个浇筑层高度尚未浇筑混凝土的条件下,支承杆的允许承载力可用下式计算:

$$[P] = \frac{\alpha 40EJ}{K(L_0 + 95)^2}$$

其中 $[P]$ ——支承杆的允许承载力 kN

α ——工作条件系数,取 $0.7 \sim 1.0$,视施工操作水平、滑模平台结构情况确定
一般整体式刚性平台取 0.7 ,分割式平台取 0.8 ,采用工具式支承杆取 1.0

E ——支承杆弹性模量 kN/cm^2

J ——支承杆截面惯性矩 cm^4

K ——安全系数,取值应不小于 2.0

L_0 ——支承杆脱空长度,从混凝土上表面至千斤顶下卡口距离, cm

由于施工工艺的需要,若模板不能处于正常滑升状态,模板内混凝土脱空较多或由于跟进水平结构施工需要模板全部脱空,则尚需针对实际情况增加支承杆稳定验算。最后

按支承杆允许承载力中较小值选用。补充支承杆稳定验算,可按欧拉公式进行。

$$P_2 = \frac{\pi^2 EJ}{K(\mu L)^2}$$

其中 P_2 ——每个支承杆的允许承载力, N

K ——安全系数,可取 1.8~2.0

μ ——计算长度修正系数,取 0.6~0.7

L ——支承杆计算长度,取千斤顶下卡头到已浇筑混凝土上表面的长度, cm

E ——钢材弹性模量, N/cm²

J ——支承杆截面惯性矩, cm⁴

(2) 计算千斤顶需用量

计算千斤顶需用量时要注意以下几个问题:

① 千斤顶的负荷要力求均匀;

② 由于高层、超高层建筑的滑模施工延续时间较长,因而易出现一些问题,诸如:千斤顶在中途有可能出现故障,需要更换;模板体系因楼层高低不一而局部进行解体处理,千斤顶承受的荷载要发生变化;结构设计配有弯起斜向钢筋,提升架横梁需临时交替拆装;墙(柱)体截面改变时,有可能要调整千斤顶位置;各层墙体、梁不在同一投影平面内时,脱空部分的支承杆比较薄弱,需要加固等等。故千斤顶的配置需有一定的储备量,其允许荷载宜为额定起重量的 1/2,约在 15kN 以内。

③ 计算荷载时要考虑齐全、准确,特别是冬期施工时,要增加各种保温材料及设施的荷载。

但是,无原则的加大千斤顶用量,不仅造成浪费,而且还会带来不必要的麻烦,如千斤顶负荷不均衡,局部升差过大,造成结构垂直偏差过大,或造成模板体系变形等。

在滑模施工中,建筑物各个区段由千斤顶承担的荷载不可能均匀一致,有些区段(当墙体转角、内外墙交叉处等)荷载较大,因此,千斤顶需用量的计算,不宜采取由总荷载按单台千斤顶承载力平均分配的计算方法,必须针对不同情况分区计算,然后汇总,这样才能满足施工的需要。

(3) 计算支承杆和千斤顶的最小数量

液压提升系统所需千斤顶和支承杆的最小数量按下式确定:

$$n = \frac{N}{P}$$

其中 N ——总垂直荷载(kN),按表 6-4-7 中 I、II、III 之和与第 I、II、V 之和中取其较大者

P ——单个千斤顶的计算承载力(kN),按格式求得的支承杆允许承载力与千斤顶的允许承载力(为千斤顶额定承载力的 1/2)两者中取其较小者。

千斤顶用量参考指标,见表 4-11-10。

4 施工技术

千斤顶用量参考指标

表 4-11-10

轴线间距	单台千斤顶平均分配数量			
	剪力墙结构		框架结构	
	面积(m ² /台)	延长米(m/台)	面积(m ² /台)	延长米(m/台)
大(≥6.0m)	2.5~3	1~1.5	4~5	2.5~3
小(≤3.6m)	2.0~2.5	1.5~2.0	4~5	3~3.5

注:面积指建筑面积,延长米指轴线的延长米。

4. 确定支承杆、千斤顶和提升架的布置方案

(1) 支承杆

支承杆布置应使其受力均匀,尽量避免将支承杆布置在梁、门窗、孔洞等部位,以免由于支承杆脱而降低支承杆的承载力和增加加固支承杆的工作量。支承杆最好布置在墙、柱竖向无孔洞部位,剪力墙结构可采用均匀布置,但离门窗洞口距离不宜小于 250mm;框架结构可集中布置在柱截面内,但围圈应采用桁架式。

(2) 千斤顶

千斤顶的布置,应使各台负荷尽量相同,以利同步提升。剪力墙结构中,墙体转角和内、外墙交叉处,属于荷载和摩阻力较大区段,千斤顶布置数量要多一些;框架结构中,当千斤顶分组集中布置在柱处时,边柱和中柱上的千斤顶数量应有所不同,具体应视柱的间距、梁的跨度决定。另外,这要考虑到操作平台荷载内重外轻的特点,在数量上内侧较外侧多一些,以免边、角柱提升架在提升时向内倾斜。

(3) 提升架

提升架的布置,应根据建筑平面、结构形式、操作平台荷载、围圈刚度等,结合支承杆和千斤顶的布置综合考虑。剪力墙结构可均匀布置,其间距一般不超过 3m,可进行荷载验算后确定;框架结构,宜集中布置,如柱截面太小,提升架无法布置在柱上时,可布置在柱的两侧,千斤顶通过连系托梁与提升架相联(图 4-11-50)。

提升架承受的荷载,以不超过布置在该提升架内支承杆的总负荷为原则。

5. 选择提升架的型式并进行验算

提升架的构造型式,主要应根据结构构件水平截面的形状、部位和千斤顶的类型确定。一般采用“一”字型的单横梁或双横梁式的提升架(图 4-11-51)。在双墙变形缝处,亦可设计三立柱提升架(图 4-11-52)。

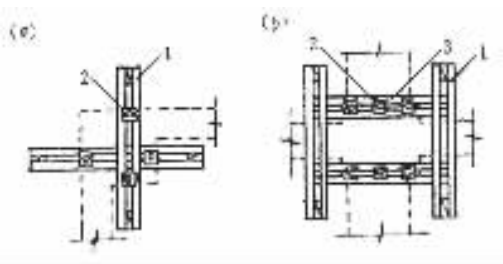


图 4-11-50 提升架在柱位上的布置

(a)角柱 (b)中柱

1. 提升架 2. 千斤顶 3. 连系托梁

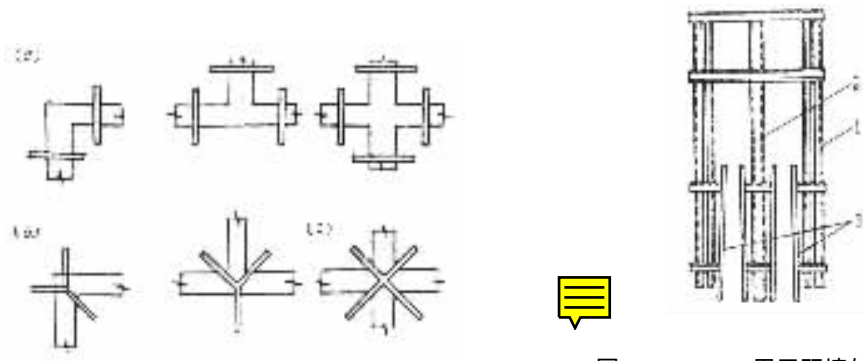


图 4-11-52 用于双墙处提升架

1. 边柱 2. 中柱 3. 横板

图 4-11-51 纵横墙交接处提升架布置示意

提升架立柱间的宽度,应根据整个滑升高度内最大结构截面尺寸、模板厚度、围圈及支托宽度等来确定,立柱应保证平行并与横梁成直角。

模板顶部与横梁底部的间距,应以便于绑扎水平钢筋和埋设预埋件为准则,并应尽量小些,防止降低支承杆的承载力,对于配筋结构,一般为 500~600mm;无筋结构不宜小于 250mm。

提升架除承受模板滑升时的全部垂直荷载外,还承受混凝土侧压力等水平荷载(图 4-11-53a)。

设计时要保证立柱、横梁关键部件的刚度和强度(上横梁只起保持提升架立柱平衡作用,只是轴向受压或受拉,一般可不验算),横梁可按受弯构件计算,立柱可按拉弯构件计算。在工作荷载作用下立柱的最大侧向变形应不大于 2mm。单横梁提升架,立柱与横梁的连接应设计成刚性连接(图 4-11-53b);双横梁提升架,立柱与横梁的连接,根据连接情况,既可按固接考虑,亦可按铰接(图 4-11-53c)考虑。

立柱与横梁的交接处,应具有足够刚性,如采用螺栓连接,则螺栓一般不宜小于 M16,且螺栓位置与孔径必须精确,防止立柱受力后产生松动变形。

图 4-11-53a 中的 S 取值,由于在实际使用时存在一只提升架设多台千斤顶的情况,故不宜小于 60kN。

6. 确定操作平台的布置方案和结构形式

操作平台应根据建筑物的结构特点,承受荷载的大小和分布情况、提升架和千斤顶的布局、楼盖系统施工要求及垂直运输方式等条件来确定其布置方案。

操作平台设计时,考虑到混凝土倾倒的影响,施工荷载按 $5\text{kN}/\text{m}^2$ 取值。放置液压控制台、集中存放电焊机及其它特殊设备时,按实际荷载计算。外挑平台荷载按 $2.7\text{kN}/\text{m}^2$ 取值,吊挂脚手荷载按 $2.0\text{kN}/\text{m}^2$ 取值。

操作平台的设计,必须保证其结构的整体性和足够的刚度,因为在施工中当建筑物发生倾斜现象时,常使操作平台朝一定方向倾斜来纠正建筑物的偏差,以确保建筑物的几何形状和尺寸的准确。

7. 选用液压控制装置

目前,国内已有生产液压控制装置的标准产品,故有关油泵、电动机以及控制调节装

置等的选用问题,非特殊情况可不自行设计。

目前,江苏省江都建筑机械厂生产的 YZKT-72A 型液压控制台,在联合工作时,电路部分实现并联、自锁,任意选择一台作主机,其它几台为副机,一旦电路并联后,副机的控制部分即失去作用,全部液压控制台的运转与停止、供油与回油只由主机控制,既保证了各台机的同步工作,又不致出现人为的误动作。另外,液压控制台的输油干管之间可以互相连通,油箱之间亦可互相连通(图 4-11-54),这样,可以保证在任何一台液压控制台发生临时故障时,通过连通管的作用,可使全部千斤顶仍能同时得到供油,油箱不致吸空;同时,全部千斤顶也可以同时回油,油箱不致溢流,千斤顶不会出现升差。

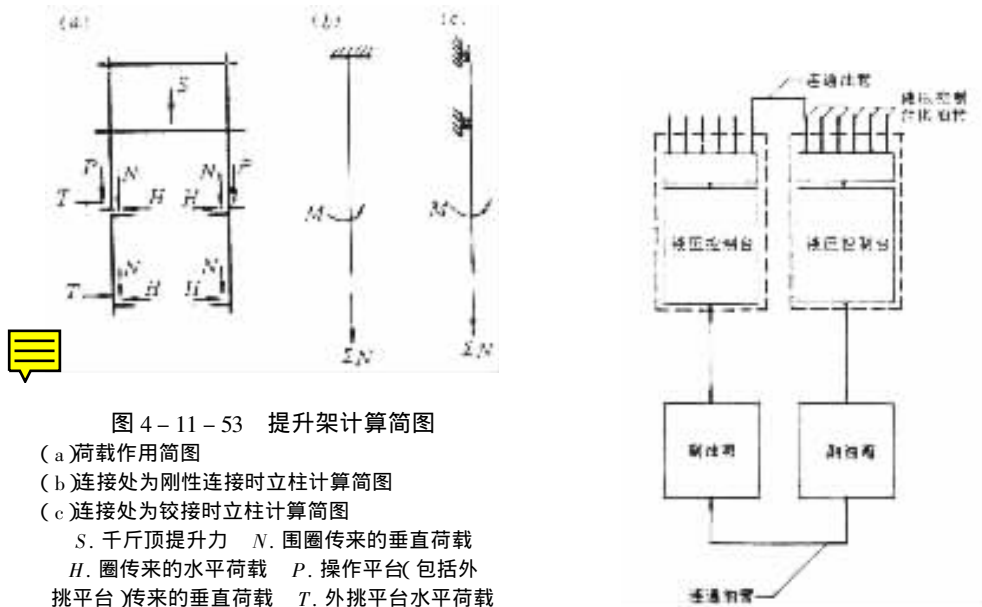


图 4-11-53 提升架计算简图

(a) 荷载作用简图

(b) 连接处为刚性连接时立柱计算简图

(c) 连接处为铰接时立柱计算简图

S : 千斤顶提升力 N : 围圈传来的垂直荷载

H : 圈传来的水平荷载 P : 操作平台(包括外

挑平台)传来的垂直荷载 T : 外挑平台水平荷载

$\sum N$: 作用于立柱上垂直荷载之和

M : 作用于立柱上各力的力矩之和

图 4-11-54 油路连通示意图

液压控制台安放的位置,要选择在模板系统局部解体后仍继续滑升的部位。当继续滑升部位安置不下且其滑升高度不太大时,液压控制台亦可安放在其它部位,但需防止油管产生水平拉力,造成结构垂直偏差。

8. 油路的布置

油路的布置,应尽量使各组油路的长度、附件的规格和数量基本相同,以使压力传递均匀,油量尽量一致,千斤顶动作尽可能同步。要考虑到模板解体时,油路便于调整,即模板解体后的两个部分的千斤顶,不宜设在同一组三级油路中,宜分别处于二级油路控制下。另外,布置油路时,还应便于控制和调整操作平台的水平度,不妨碍施工操作。

9. 绘制滑模装置图纸

在滑模装置总体设计后,即可绘制模板各组成部分的加工图;千斤顶、支承杆、提升架及油路的布置图;模板及围圈的结构配置图;操作平台结构布置图等,并提出材料规格和数量,供加工和现场组装用。

10. 滑动模板装置设计的荷载参考数值

滑动模板装置设计的荷载参考数值见表 4-11-11。

4-11-9-4 滑模施工工艺对工程设计的要求

滑动模板由于其施工工艺的特点,因此,在工程设计时,对建筑处理和结构布局,均要满足滑模施工的要求。

1. 建筑设计方面

(1) 尽量提高设计标准化、定型化程度,使一套滑动模板能够重复使用。

(2) 建筑平面设计,应尽量使内、外墙贯通,减少垂直方向的凹凸变化;建筑立面设计应力求整齐、简洁,无横线条装饰。

(3) 各层洞口,最好上、下对齐,标高一致。

(4) 在墙体交叉、转角部位开设较大洞口时,应考虑两个方向布置提升架位置的要求。

2. 结构设计方面

(1) 各层构件的中心线应上、下对齐。柱截面、梁宽、墙厚应尽量上、下一致,需要改变时,宜在一个方向变化,并在相同标高处改变。

(2) 框架结构柱网布置宜对称,以防因施工荷载不均造成结构倾斜、扭转。柱网间距不宜大于 9m,以免梁的跨度太大,需增设支承杆,增加了支承杆脱空加固的困难。每层梁底标高应尽量一致。

框架梁与连系梁的梁底标高相差不宜超过 200mm。

(3) 同一标高内的构件,应用同一强度等级的混凝土。

(4) 尽量利用支承杆作结构受力钢筋。柱钢筋的混凝土保护层宜适当加大,以防止操作平台稍有倾斜,造成柱箍筋刮磨卡住模板,妨碍滑升。

(5) 梁的配筋应尽量不用弯起钢筋,而以加强箍筋代替,如必须设置,其弯起高度应小于提升架横梁与模板上口的距离尺寸加 200mm。梁与楼板的连接,若采用二次浇筑方案,则在梁的浇筑层上部支座负弯矩区段,配置必要的负筋,以承担施工阶段荷载所产生的负变矩(图 4-11-55)。

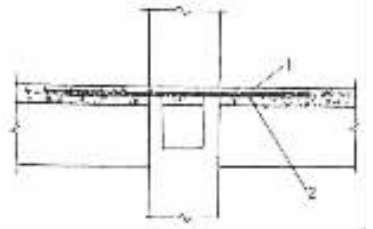


图 4-11-55 梁上承受施工荷载
负弯矩筋的设置

1. 二次浇筑层 2. 负弯矩筋

滑动模板装置设计的荷载参考数值

表 4-11-11

类别	名称	项目及荷载	备注	
I	模板系统、操作平台系统自重	1. 钢模板及围圈自重	450~650N/m	亦可按实际情况计算
		2. 操作平台自重	550~650N/m ²	
		3. 吊脚手架自重	500~1000N/m ²	
		4. 提升架自重		
		单横梁式	600~1200N/个	
双横梁式(包括调整装置)	1500~2500N/个			
	5. 千斤顶自重	130~150N/台		

4 施工技术

续表

类别	名称	项目及荷载	备注
II	操作平台上的施工荷载	1. 操作平台上的机械设备及特殊设施 按实际情况计算(其中包括液压控制台、电焊设备等) 2. 操作平台上施工人员、工具和材料等荷载 (1)设计平台辅板及檩条时 2.5kN/m ² (2)设计平台桁架时 1.5kN/m ² (3)设计围圈及提升架时 1.0kN/m ² (4)计算支承杆数量时 1.0kN/m ²	
III	操作平台上设置垂直运输设备时的附加荷载	1. 垂直运输设备的起重量及柔性滑道的张紧力等 按实际情况计算 2. 垂直运输设备制动时的制动力 $W = KQ(Q$ 为料罐总重 ; K 为动荷载系数 取 2~3)	式中 $K = \frac{A}{g} + 1$ A ——刹车时的制动减加速度(m/s ²), 一般取 g 值的 1~2 倍 ; g ——重力加速度 (9.8m/s ²)
IV	混凝土对模板的侧压力及向模板内倾倒混凝土时的冲击力	1. 侧压力 5.0~6.0kN/m 2. 冲击力 当用溜槽、串筒或 0.2m ³ 的运输工具倾倒混凝土时 作用于模板侧面的水平集中荷载) 2.0kN	
V	混凝土与模板之间的摩阻力	钢模板 1.5 ~ 3.0kN/m ³	
VI	风荷载	按荷载规范取值	

(6)预埋件的数量应尽量减少,且每层的埋设位置尽可能在同一标高处。

(7)各种管线应集中布置,以便于滑升时只预留一个较大的集中洞口。

4-11-10 滑升模板在工程中的应用

4-11-10-1 烟 囱

钢筋混凝土烟囱是高耸构筑物,由基础、筒身、内衬、爬梯、避雷装置及信号灯平台等主要部分组成。

筒身为一截头圆锥形连续变截面结构,筒身直径和壁厚是自下而上随着高度的增高而逐渐缩小,筒壁的坡度为 1~5%,一般多采用 2%~3%。

筒身的顶部 4~5m 一段为筒首,由于其经常受排出的侵蚀性气体和风雨的作用,为防护起见,该处断面都加厚。为了兼顾美观,外表面常设有花格。

为了支承内衬,在筒身内壁每隔 10m 左右即沿环向挑出一圈牛腿,高度为 1250mm,挑出的宽度为内衬和隔热层的总厚度。

内衬起隔热和保护筒身混凝土免受侵蚀性气体影响的作用,沿筒身高度每 10m 为一节,用普通粘土砖或耐火砖(视废气温度而定)砌在筒身牛腿上。

烟囱的滑模施工目前大多采用无井架滑模工艺(图4-11-56b)。它是用两个(或一个)罐笼作为人的上下和材料的垂直运输之用,利用卷扬机操纵罐笼,使其沿由两根钢丝绳组成的导索上下。罐笼、导索和导索滑轮由搭设在操作平台上的平台井架来支承。另增设一个起重臂吊运钢筋等材料。整个操作平台和模板等的重量由支承杆承受,利用液压千斤顶来控制操作平台和模板的上升。

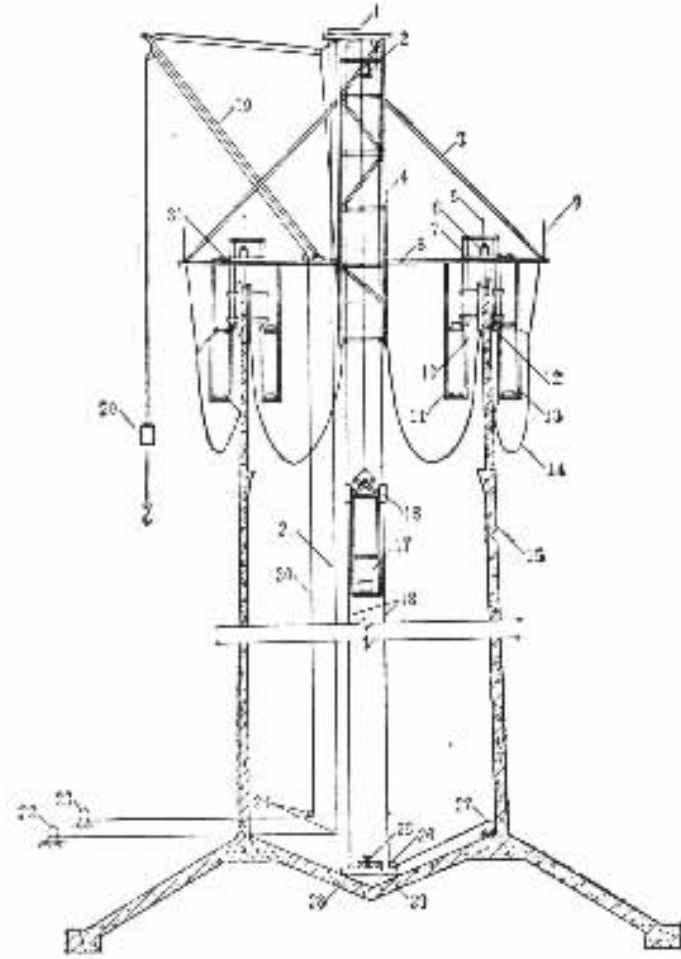


图4-11-56 烟囱无井架液压滑升模板施工示意图

1-天滑轮(φ300罐笼滑轮)2-上限器3-斜撑(φ80钢管)4-平台井架5-支承杆6-液压千斤顶7-提升架8-操作平台9-栏杆,10-内模板,11-内吊脚手;12-外模板,13-外吊脚手;14-安全网,15-烟囱筒臂,16-安全抱闸装置;17-罐笼;18-导索(φ12.5钢丝绳);19-起重臂20-重锤21-罐笼钢丝绳(φ12.5)22-罐笼用10kN卷扬机23-起重臂用10kN卷扬机24-滑轮(φ150)25-下限器26-滑轮(φ150)27-5kN卷扬机(松紧导索用)28-预埋12号槽钢29-橡皮轮胎30-起重钢丝绳(φ12.5)31-调径装置

1. 滑模装置的构造特点

采用液压滑升模板建造烟囱,滑升模板装置的构造应适应烟囱筒身直径和壁厚连续

变化的要求 故其各组成部分较一般滑模装置有其特殊性。

(1)操作平台构造的特点

为适应烟囱滑模施工的特点 操作平台的平面骨架构造设计成由内钢圈、外钢圈和辐射梁等所组成(图 4-11-57)。

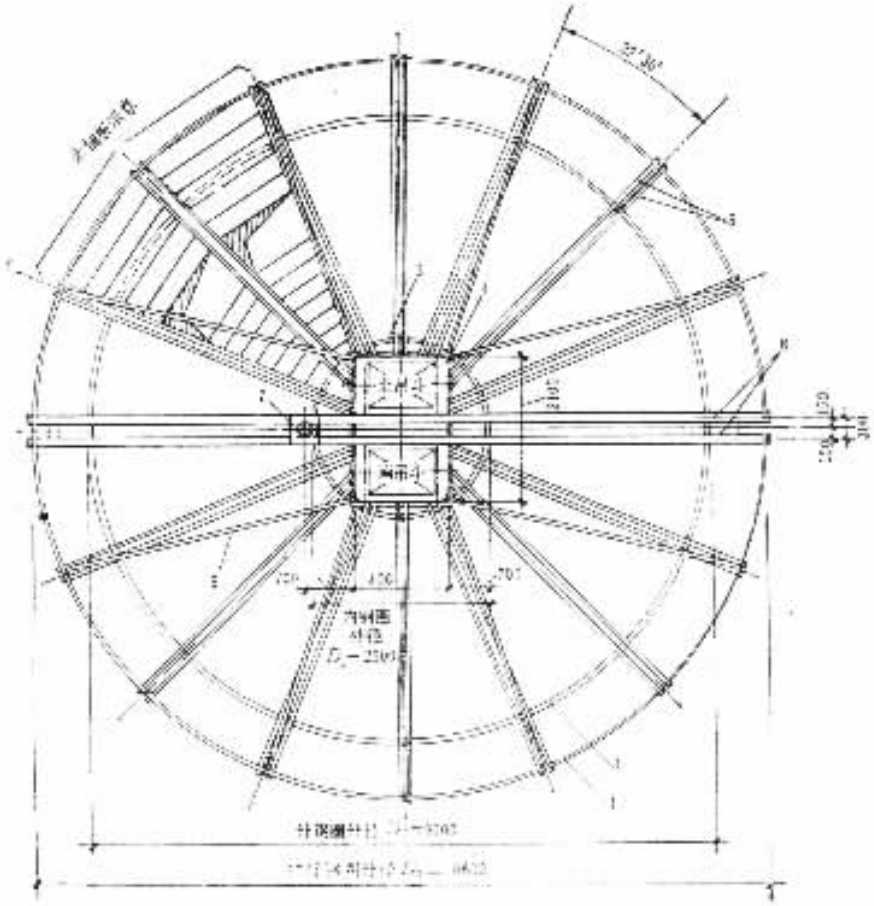


图 4-11-57 操作平台钢梁布置

- 1-[140 栏杆钢圈 2-[140 外钢圈 3-[140 内钢圈 4-平台井架立柱 (L75×6) 5-∠100 辐射梁 6-φ80 钢管斜撑 7-起重臂底座(400×400×12) 8-2 [200 大梁

内钢圈和外钢圈是用 14 号槽钢制成的圆环。为便于制作安装,将钢圈分成为若干段,安装时,用夹板及螺栓联接成整体。内、外钢圈的直径决定于烟囱筒身的直径,可按下列关系确定:

内钢圈外直径:

$$R_1 = R_{min} - \alpha (a + d_1)$$

其中 R_1 ——内钢圈外直径 (mm);

R_{\min} ——筒身最小内直径 (mm);

a ——提升架内立柱外皮距筒壁内表面的距离 (mm);

d_1 ——调整余量。它是为了当平台偏位时,对筒身上口留有收分的余地,一般取

$$d_1 > 250\text{mm}。$$

外钢圈内直径:

$$R = R_{\max} + \lambda (c + d_2)$$

其中 R_2 ——外钢圈内直径 (mm);

R_{\max} ——筒身最大外直径 (mm);

c ——提升架外立柱外皮距筒壁外表面的距离 (mm);

d_2 ——调整余量,一般取 $d_2 = 300\text{mm}$ 。

每组辐射梁是由两根 10~12 号槽钢组成,沿辐射方向放置在内、外钢圈上部,用螺栓与钢圈联接。通常内端伸至内钢圈里皮,外端伸出外钢圈约 0.5m 左右。辐射梁的组数与提升架的数量相等。每组辐射梁的两根槽钢分别支承在固定于提升架立柱两侧的辐射梁支托(位于下横梁的下部)上,即每组辐射梁夹住一个位于内、外钢圈之间的提升架,故提升架可在辐射梁的两根槽钢的空隙中作径向移动。为推动提升架沿辐射梁向内作径向移动,在每组辐射梁上都装设有调径装置(图 4-11-56 之引)。随着提升架向内作径向移动,围圈之间和模板之间则沿圆周方向作环向移动,相互重叠。随着固定在提升架上的吊脚手架作径向运动的同时,吊脚手架上的铺板也互相重叠,这样构成整个模板结构的直径和周长逐渐减小,以适应烟囱截面向上逐步变小的要求。

操作平台中心设置有平台井架,其构造见图 4-11-58。从平台井架四角顶端到辐射梁外端沿圆周均匀用八根斜撑将其相联,使操作平台形成空产结构型式,保证操作平台具有足够的刚度和稳定性。

操作平台结构还可采用悬索结构形式(图 4-11-59),它主要采用上、下内钢圈,辐射梁由内、中、外三道钢圈联成整体,其外端通过提升架由支承杆支承,内端则紧压在上内钢圈上,下内钢圈与辐射梁近筒壁的一端用拉杆拉紧,组成类似悬索状结构,将上下钢圈构成仪式整体。由于筒身随着高度增加直径逐步缩小,故在辐射梁上焊有四个拉耳,可使拉杆逐步内移。悬索结构操作平台的特点是平台重量较轻,单件自重都在 100kg 以内,高空拆卸方便、安全。

(2) 模板和围圈的构造特点

由于在滑升过程中烟囱截面不断缩小,模板之间必须能互相重叠错动。因此,内、外模板由三种模板型式(图 4-11-60)组成:一种是固定模板,直接固定在固定围圈上,与提升架相联;另两种是活动模板和收分模板。为适应烟囱施工滑升速度较快的特点,模板长度较长,一般为 1600mm。

三种模板的组配方式见图 4-11-61,其中图 4-11-61a 所示为在每块固定模板的一侧连接一块收分模板,另一侧则与活动模板相连,内、外模板的收分模板数量相等,但收分模板布置方向的相反。图 5-58b 所示则为每间隔一个提升架在固定模板的两侧都各

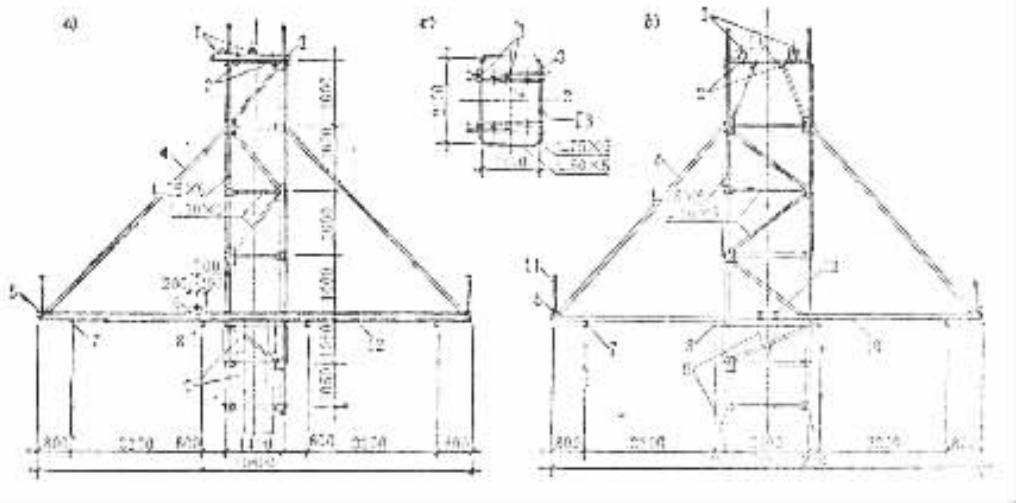


图 4-11-58 平台井架

a) 正视图 ; b) 侧视图 ; c) 俯视图

- 1 - $\phi 300$ 罐笼天滑轮 2 - $\phi 200$ 导索天滑轮 3 - [120 天滑轮横梁 4 - $\phi 80$ 钢管斜撑 5 - [140 栏杆钢圈 ;
6 - 起重臂底座(400×400×12) 7 - [140 外钢圈 8 - [140 内钢圈 9 - 4 厚钢挡板 ; 10 - $\angle 100$ 辐射梁 ;
11 - $\phi 14$ 栏杆 ; 12 - 2 [200 大梁

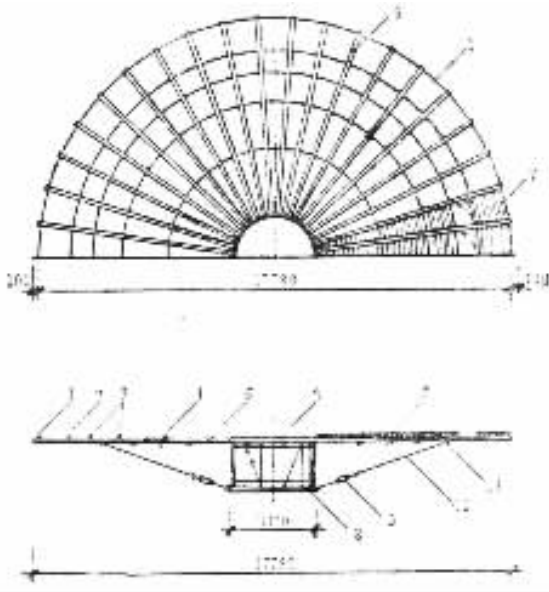


图 4-11-59 悬索结构操作平台示意图

- 1 - 栏杆钢圈 2 - 外钢圈 3 - 加强钢圈 4 - 中钢圈 5 - 辐射梁 6 - 上内钢圈 7 - 铺板 8 - 下内钢圈 ;
9 - 花篮螺丝 ; 10 - 悬索拉杆 ; 11 - 拉耳

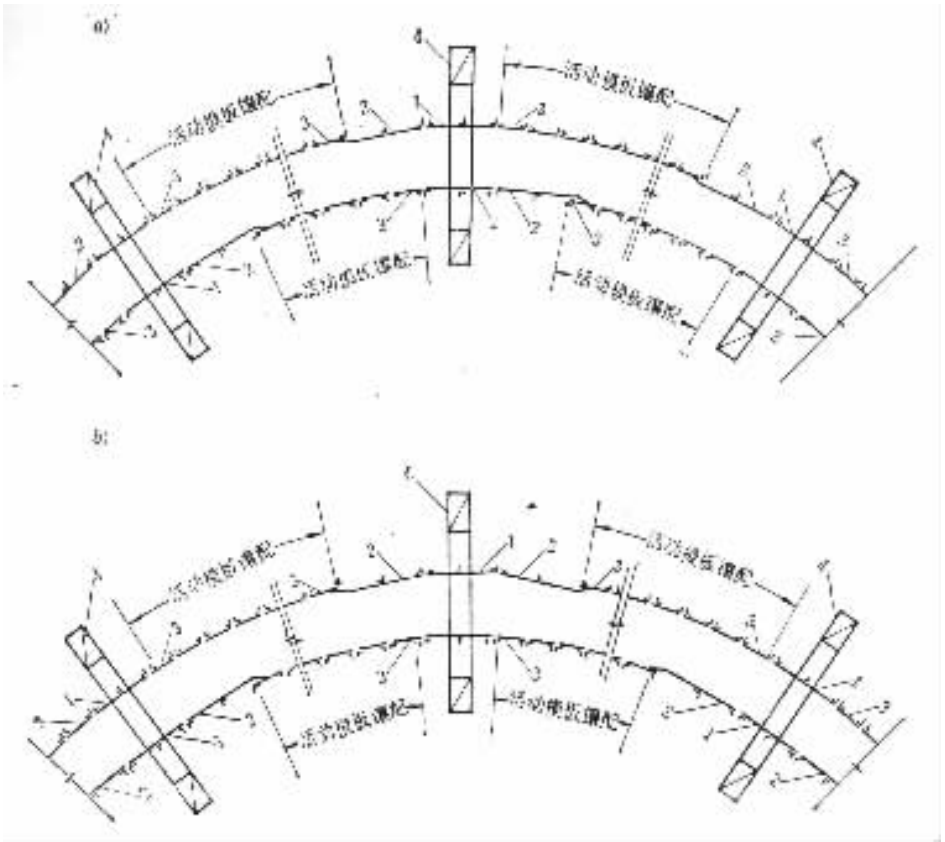


图 4-11-61 三种模板的组配方式

a) 每块固定模板一侧连接一块收分模板的组配方式 ; b) 固定模板两侧都连接一块收分模板的组配方式
1 - 固定模板 2 - 收分模板 3 - 活动模板 4 - 提升架

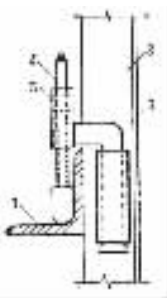


图 4-11-62 模板挂钩

1 - 围圈 2 - 模板 3 - 挂钩 4 - $\phi 16$ 螺杆 ;
5 - 螺帽(焊于管内)

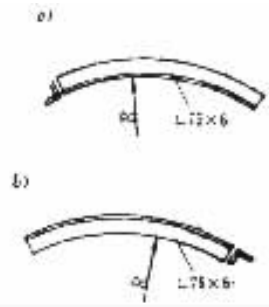


图 4-11-63 烟囱围圈构造

a) 外围圈 ; b) 内围圈

(3) 提升架的构造特点

为适应烟囱筒壁厚度向上逐步变小的特点,内外模板间的间距和倾斜度可利用提升

架(图 4-11-64)上附设的固定围圈调整装置和活动围圈顶紧装置进行调整。在下横梁下部设有辐射梁支托,承托辐射梁,整个操作平台的荷载通过辐射梁传递到提升架上,再通过千斤顶传至支承杆。提升架上升时,由辐射梁支托带同辐射梁和操作平台一起上升。

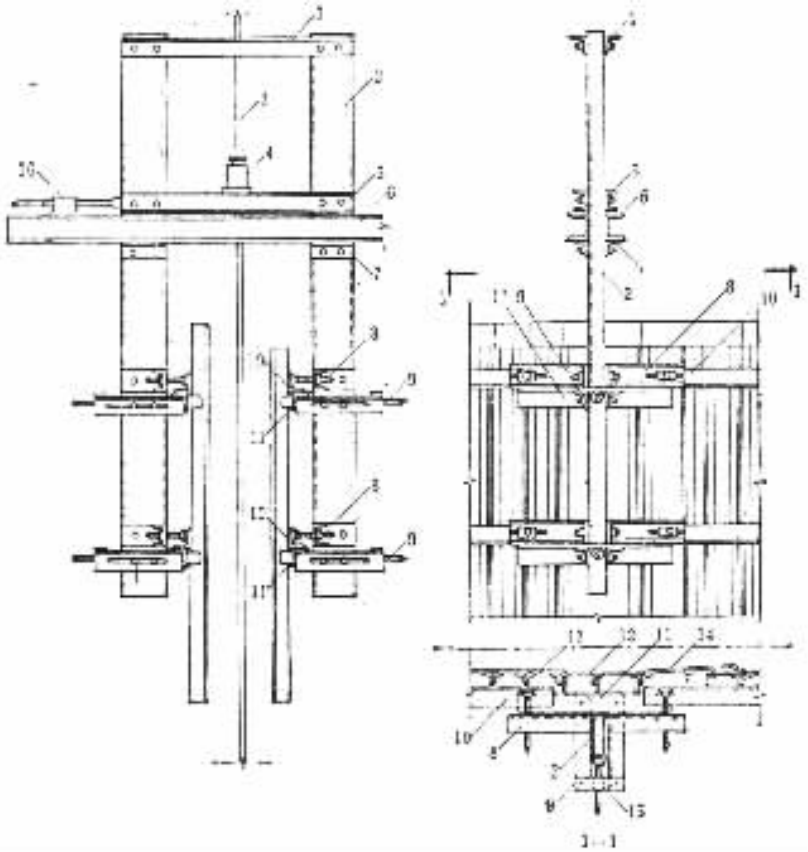


图 4-11-64 烟囱滑升模板的提升架

1-上横梁 2-立柱 3-支承杆 4-液压千斤顶 5-下横梁 6-辐射梁 7-辐射梁支托 8-活动围圈顶紧装置 9-固定围圈调整装置 10-活动围圈 11-固定围圈 12-固定模板 13-活动模板 14-收分模板 15-螺母 16-调径装置

(4)调径装置

调径装置又称收分装置,安装在辐射梁上,位于提升架的外侧,由直径为 40~50mm,长 400~500mm 的方牙螺杆、螺母和螺杆顶帽等组成(图 4-11-65),带底座的螺母用螺栓固定在辐射梁上,每提升一次模板后,即按设计要求的收分尺寸拧动一次方牙螺杆,使提升架以辐射梁为滑道向内移动一段规定距离,以缩小模板结构的直径。当螺杆拧到尽头时,可把螺杆退回,将螺母底座卸下,沿辐射梁向内移动,安装到新的位置,继续使用。

(5)内外吊脚手架

内外吊脚手架的吊杆,一根悬挂在辐射梁上,另一根与提升架相联结。悬挂在辐射梁上的吊杆上端装有两滚轮(图 4-11-66),对称地支承在辐射梁的槽钢内,当提升架向内作径向移动时,吊脚手架也随着向内移动。吊脚手架的铺板是重叠搭头铺设的,故在

调径收分时,能沿环向相对错动位置。

内外吊脚手架还可采用在提升架立柱上伸出悬臂架的方法来悬吊之,如图 4-11-67 所示。

(6)垂直运输设施

垂直运输是利用平台井架、导索(又称钢丝绳柔性滑道)和罐笼等组成混凝土上料系统,并供人员上下之用。作导索用的钢丝绳(直径一般在 19mm 以上),一端固定在烟囱下部的预埋槽钢上,另一端绕过平台井架上的滑轮通向卷扬机收紧(图 4-11-68)。导索收紧力与钢丝绳长度有关,每 10m 导索的收紧力约为 1.20kN,故 100m 长的钢丝绳一般取 10~12kN。在实际操作中,为了防止共振,减少摆动量,每个罐笼的两根导索的拉紧力分别取 10kN 和 12kN。导索的收紧工作也可利用倒链,倒链可安设在操作平台上部或筒身下部。

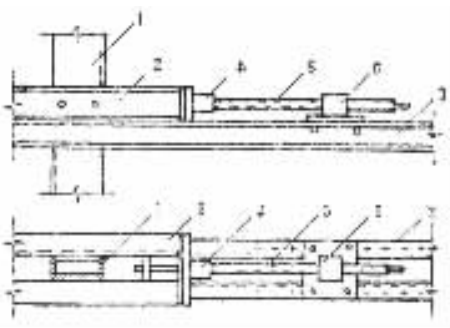


图 4-11-65 调径装置构造和安装
1-提升架立柱 2-提升架下横梁 3-辐射梁;
4-螺杆顶帽 5-方牙螺杆 6-螺母

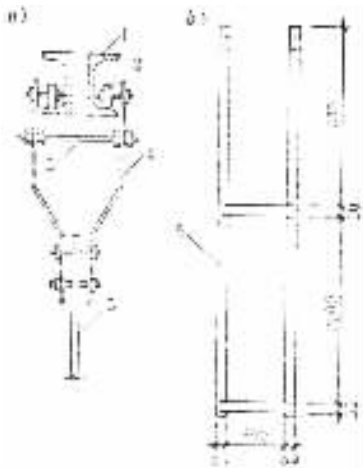


图 4-11-66 吊脚手架构造

a)滚轮构造;b)吊架构造

- 1-辐射梁 2-滚轮 3-螺栓 4-扁钢卡板;
5-扁钢吊杆

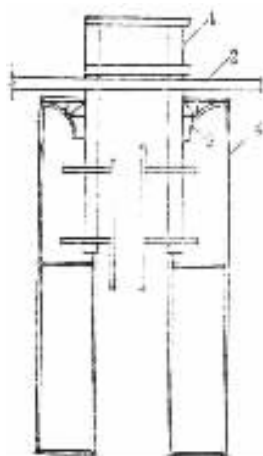


图 4-11-67 吊脚手架吊挂在提升架悬臂架上

- 1-提升架 2-辐射梁 3-悬臂架;
4-吊脚手架

由于罐笼要上人上料,故应有可靠的安全措施,保证施工人员的安全。筒身底部应设有用弹簧或汽车轮胎等有较大弹性的部件组成的缓冲装置,平台井架顶部必须设限性器,防止罐笼“冒顶”,最好同时设与限位器相配套的电抱闸卷扬机,当限位开关断电时,卷扬机的抱闸立即刹车,停止运行;为防止提升罐笼断绳,发生坠笼事故,在罐笼上应设安全抱闸装置(图 4-11-68)。其工作原理是:当罐笼正常运行时,由于吊挂罐笼的钢丝绳 8 通过杠杆 6,迫使滑块 2 沿抱闸体 3 的滑槽向下行,弹簧 7 处于压缩状态,两滑块间保留一定间隙,使抱闸装置能沿导索 10 顺利通行,若罐笼钢丝绳突然断裂,杠杆失去作用,弹簧 7

立即将两滑块推向上移,将导索牢牢卡住,使罐笼不致跌落,确保安全。在正常工作情况下,导索与滑块之间有时可能相碰触而使二者造成磨损,为避免此现象,可在抱闸装置上下端各装一对导向滑轮。

操作平台上还设有一个起重臂,供垂直运输钢筋、支承杆、外爬梯等之用。

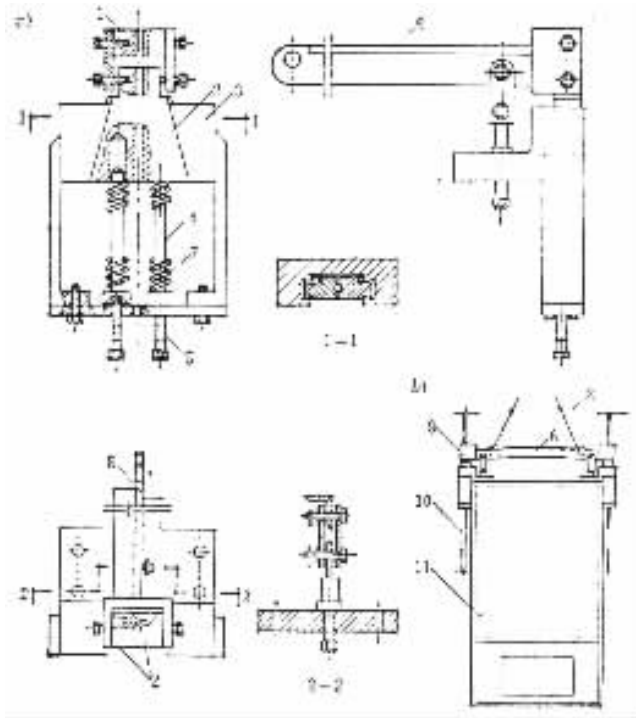


图 4-11-68 罐笼安全抱闸装置示意图

a) 安全抱闸装置图; b) 安全抱闸装置在罐笼上的位置

1-导向块 2-滑块 3-抱闸体 4-顶簧 5-调节螺钉 6-杠杆 7-弹杆 8-吊挂罐笼的钢丝绳 9-安全抱闸装置 10-导索 11-罐笼

此外,平台上下应设通讯联系,平台上应设防火设备,平台井架顶部应设两个以上避雷针。

2. 施工方法

(1) 筒身的施工

烟囱筒身混凝土的浇筑、模板的提升、钢筋的绑扎这三个工序的施工程序与一般滑模相同,它们是连续交替进行的。但在无井架液压滑模施工中,在提升模板的前后增加了一放松和收紧罐笼导索的工序。提升模板之前,必须与导索控制人员联系好使罐笼空载,然后放松导索,才能提升模板。模板每提升一个混凝土浇筑层高度,都应对中心线进行一次检查,测定内、外模板的半径是否准确,并利用调径装置调整一次半径,使提升架向内移动一个收分距离(可根据筒身的坡度和一次的提升高度计算得出,但一次收分量不宜大于10mm),然后再收紧导索,继续上料,开始下一层混凝土的浇筑工作。

(2) 牛腿的施工

牛腿的施工有两种方法：一种是与筒身同时施工，即随着筒身的滑升，随升随浇筑牛腿的混凝土；另一种是与筒身分开施工，即先滑筒身，后做牛腿。

①筒身与牛腿同时施工法 其中比较简便的方法是采用内模平移法。它是当筒身模板滑升到牛腿下标高处时，将混凝土浇筑至模板上口（图 4-11-69a）即停止浇筑，然后采取停滑措施，使模板不与混凝土粘结。当混凝土有一定强度后，模板空滑至图 4-11-69b 的位置，再利用调整装置，把内模板的上口从虚线位置向内侧拉至牛腿设计位置，即图 4-11-69b 中的实线位置，即可浇筑牛腿处的混凝土。待牛腿混凝土达到脱模强度后，先将内模板拉到图 4-11-69 中的虚线位置，然后将模板空滑，提升到牛腿上表面标高，再把内模板拉到图 4-11-9c 中的虚线位置，即图 4-11-69c 中的实线位置，便可继续向上进行筒身施工。

用这种方法施工牛腿，外模板的下端长度应比内模板长出 150~200mm，并需验算模板空滑时支承杆的稳定性，必要时应予以加固。

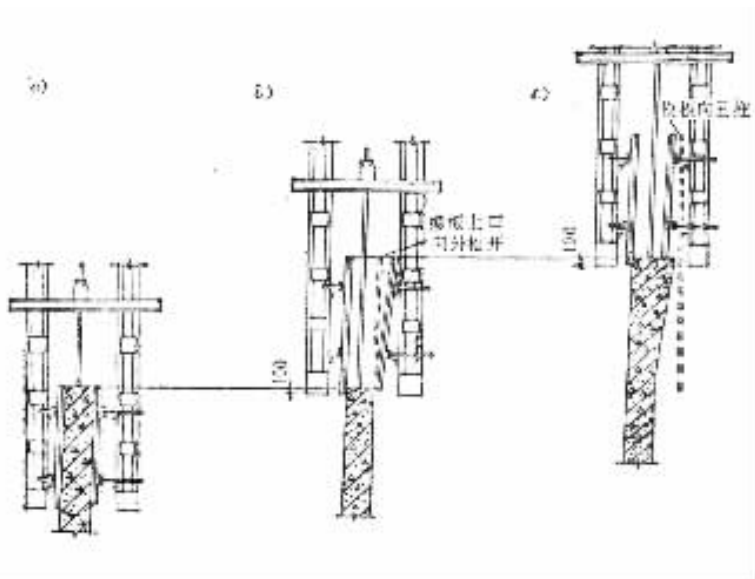


图 4-11-69 牛腿内模平移法施工示意图

a) 模板滑升至牛腿下标高处 b) 模板空滑，内模板上口按所需角度向筒内倾斜 c) 牛腿施工完后，内模板向筒身平移

②筒身与牛腿分开施工法 一般采用预埋钢筋后浇筑混凝土法。它是当浇筑牛腿标高处的筒身混凝土时，在牛腿位置上部和下部的筒身混凝土中预埋与牛腿钢筋连接的连接筋，待模板滑升过后，将预埋钢筋的一端从筒身混凝土中理出板直，与牛腿钢筋焊接后，再支牛腿模板，浇筑混凝土。为了加强牛腿断面的抗剪能力，筒身与牛腿接搓处应予凿毛，必要时，在预埋钢筋的同时，沿筒壁环向再预埋胶管，待模板滑出后取出形成凹槽齿口。

(3) 筒首的施工

由于筒首的截面厚度逐步增大，外模板须由正倾斜度变为反倾斜度，故当模板上口滑

到反倾斜度处,即停止上升,当混凝土达到可脱模的强度(0.1~0.3MPa)时,将外模板松开,把模板下口提到反倾斜度开始处,调好外模板的倾斜度,浇筑混凝土,待新浇筑的混凝土达到脱模强度后,再松开外模板,向上提升一段,又浇筑一层混凝土,如此循环直至施工完毕。由于反倾斜度开始一段空滑高度较大,故必须做好支承杆的空滑加固措施。筒首的花格,可采用预埋木盒的方法成型,脱模后将木盒取出。

(4)内衬的施工

内衬的施工可以与筒身分开进行,也可同时进行。

当内衬采用耐火砖等块体材料时,内衬的砌筑与筒身混凝土的滑模施工一般分开进行,即待烟囱筒身滑模施工完毕后,才由下而上进行内衬的砌筑工作,这种施工工艺称为烟囱的“单滑”工艺。采用“单滑”工艺,筒身的滑升速度较快,工期较短。但由于内衬仍用人工砌筑,因而施工总工期比较长。砌筑内衬时,应先在筒身内部安设一内衬砌筑用的悬吊工作平台,一般由内、中、外三道环形钢梁和若干道辐射钢梁与平台铺板组成。为适应烟囱内径向上逐步缩小的变化,辐射梁可分为两种不同的长度:一种是按烟囱上口尺寸制成的不变长度的辐射梁;另一种是按烟囱下口尺寸制成的可变长度的辐射梁,其随着悬吊工作平台的提升(可用卷扬机或倒链等)而逐步缩短尺寸。

当烟囱内衬采用耐热混凝土时,内衬耐热混凝土和筒身普通混凝土可同时采用滑升模板施工,在模板滑升过程中,同时浇筑两种不同的混凝土,双层壁体同时连续成型,不断滑升到所需高度,这种施工工艺称为烟囱的“双滑”工艺。它简化了烟囱的施工程序,省去了繁重的内衬砌筑工作,因而施工工期大为缩短。采用“双滑”施工的烟囱,由于两种混凝土中间的夹层材料的不同,其施工方法也有差异。如果在两种混凝土之间是以空气作夹层,则施工时,可在提升架下横梁上安设支架,悬吊双面为斜面的上宽下窄的模盒(长60~100cm,厚度为空气层宽度),当混凝土浇筑完后,模盒随着模板的提升而上升,从而在两种混凝土之间形成所需要的空气隔热层。

“双滑”工艺内衬用耐热混凝土,造价较高。为既可使内衬与筒身同时施工,以缩短工期,又能保留使用价格较低的耐火砖作内衬材料的优点,则可采用内砌外滑工艺,简称“滑砌”工艺。它是用砖砌内衬代替内模板,滑升模板只有外模板,没有内模板,除操作平台外,筒内增设一个随升的内衬砌筑平台。施工时,内衬砌砖,筒身滑模,边砌边滑,施工到顶。其施工工序是:绑扎钢筋→外模板滑升→内衬砌筑→填放隔热材料→浇筑混凝土。如是循环上升,直至所需高度。

4-11-10-2 框架结构

1. 滑模装置的构造特点

由于多层框架的结构截面在整个高度上往往不是同一个尺寸,滑升模板的提升架为适应结构截面变化的这一要求,也需设有调整内、外模板间距用的调整装置,以便调整模板的尺寸,故烟囱滑升模板施工中用的提升架的构造型式(可省去活动围圈顶紧装置)完全适应框架结构施工的要求。

在框架结构施工中,支承杆多集中布置在柱截面内,故提升架之间的间距较大,围圈

一般都是采用桁架式。考虑到各层梁、柱截面宽度不一,梁的围圈端部要开有备用的螺栓孔,以便调整梁、柱模板净空时伸缩之用。围圈的连接要采用刚性连接,一般多采用焊接,而且在围圈转角处要做成刚性角(图 4-11-70),或整体围圈,以保证围圈不变形。

柱的模板一般是由整体的角模板、转角的异形模板和标准定型模板(图 4-11-71)等组成,模板间的接缝,可采用平接,不必做成搭边。柱模板的倾斜度是靠安装时调整模板之间的上下连接螺栓的扭紧程度来保证。梁的模板除应用标准的定型模板外,在梁跨的两端各布置一块收分模板,来满足模板倾斜度的要求和代替非定型模板。图 4-11-72 所示为梁、柱模板平面布置示意图。

组装模板时,梁、墙和柱的模板是同时组装、互相连通的。但梁在施工中是间断出现的,在垂直方向不连续。因

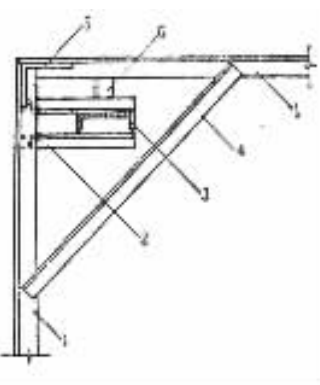


图 4-11-70 围圈刚性转角
1-围圈 2-围圈支托 3-提升架立柱 4-加劲撑(与围圈焊牢);5-联系钢筋(与围圈焊牢);6-支撑槽钢(与提升架、围圈焊牢)

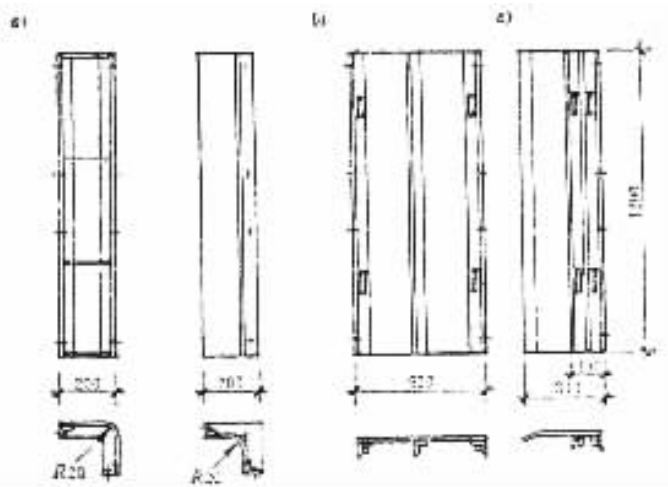


图 4-11-71 框架结构用的模板

a)整体角模板;b)定型模板;c)收分模板

此,在梁端头处应设置堵头板,其构造形式如图 4-11-73。当只施工柱和墙时,用堵头板将梁的端头隔断,仅在柱和墙截面内浇筑混凝土,梁的模板处于空滑状态。当模板滑升至梁底标高时,将堵头板的活动挂钩收进或拔去插销,并在柱和墙钢筋的主筋上焊一短钢筋头,以阻止堵头板上移,当柱、墙、梁模板不断上升时,堵头板便留在原地不动,逐渐从模板下面脱出,于是梁、墙和柱模板互相连通,即可同时浇筑梁、柱、墙的混凝土。模板再继续滑升时,将堵头板预先置于梁顶面标高处,利用柱和墙竖筋设置临时卡子,把堵头板上挡,使其不能往上移动,因而在模板不断上升过程中,堵头板便逐渐插入梁模板中去,将梁端头封住。当堵头板全部进入模板后,去掉临时卡子,把活动挂钩挂在梁侧模板上或插上插销,堵头板便随着整个模板上升。

2. 千斤顶和提升架的布置

在布置千斤顶和提升架的位置时,为了不使支承杆脱空,尽量避免支承杆加固的麻烦,一般都集中布置在柱截面位置内,尽量不布置在梁跨上。如果柱截面很小,提升架无法布置在柱上,可布置在柱的两侧,千斤顶通过联系托梁与提升架相联,如图 4-11-74 所示。

下面介绍几种千斤顶和提升架的布置方式:

(1)当框架梁跨度在 8m 以内,且梁高较小,操作平台荷载不大时,千斤顶和提升架成组集中布置在柱内,梁跨上不布置千斤顶和提升架,如图 4-11-75 所示。为了抵抗混凝土作用在梁侧模板上的侧压力,加强围圈的刚度,在梁两侧桁架式围圈上焊以角钢立柱,上下分别用螺栓拉紧。

(2)当框架梁跨度大于 8m,且梁高亦较大时,除在柱内集中布置一些千斤顶及提升架外,为减少桁架式围圈的跨度,也可在梁跨中央增设一组千斤顶,如图 4-11-76 所示。这组千斤顶的支承杆由于在楼层间脱空,需要进行脱空加固。

(3)当主梁和次梁同时滑升时,由于成组的千斤顶和提升



图 4-11-72 梁、柱模板平面布置示意图

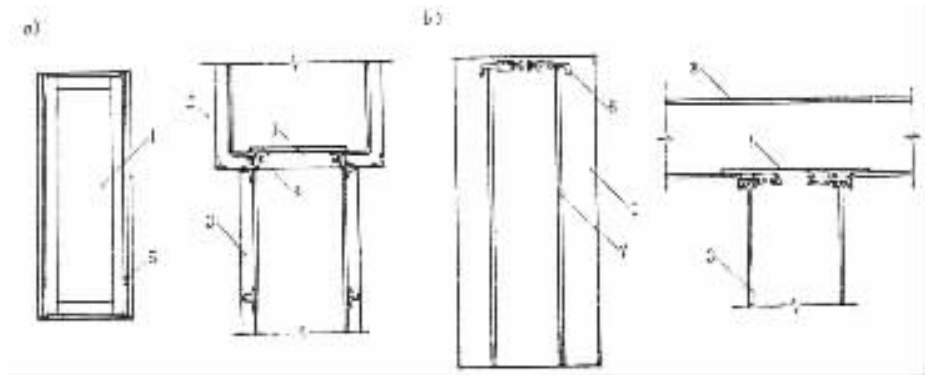


图 4-11-73 堵头板的构造

a) 插销式; b) 活动挂钩式

1-堵头板 2-柱模板 3-梁模板 4-插销 5-插销孔($\phi 11$) 6-活动挂钩;

7-加肋肋 8-墙模板

架集中布置在柱内,主梁内侧的围圈被次梁隔断,失去承载能力,为了将此围圈承受的荷载传给柱内布置的千斤顶,可在柱的提升架上方,沿主梁方向设置连续承重钢梁或桁架,提吊主梁上布置的提升架(不安设千斤顶)和次梁的围圈,承受主、次梁施工的全部荷载,并传给布置在柱内的千斤顶,如图 4-11-77 所示;另外,也可在主、次梁相交处集中布置一组千斤顶和提升架,如图 4-11-78 所示,此时,脱空的支承杆需要加固。

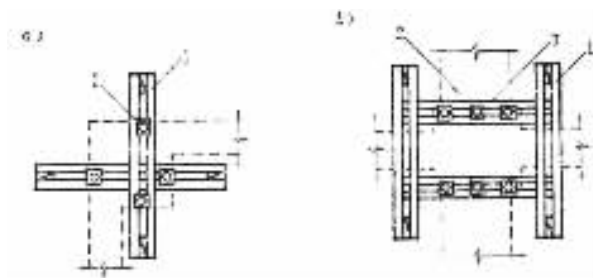


图 4-11-74 “一”字形提升架在柱位上的布置

a) 角柱 ; b) 中柱

1 - 提升架 2 - 千斤顶 3 - 联系托梁

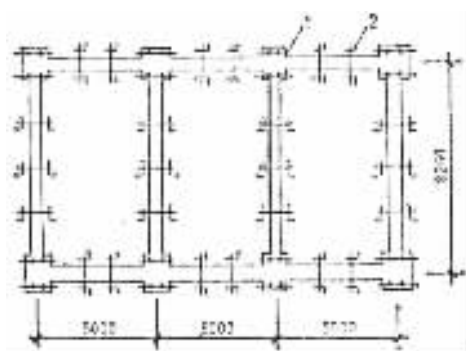


图 4-11-75 千斤顶和提升架
平面布置方案之一

1 - 柱内千斤顶和提升架 2 - 拉紧螺栓

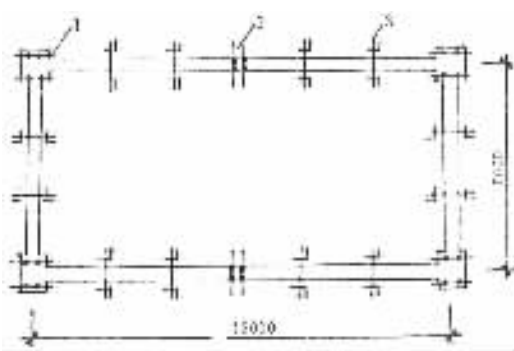


图 4-11-76 千斤顶和提升架平面布置方案之二

1 - 柱内一组千斤顶和提升架 2 - 梁跨内一组千斤顶
和提升架 3 - 拉紧螺栓

3. 操作平台的布置

在框架结构中,由于柱和梁同时滑升,操作平台被梁分割成许多不连续的小方格,对整体刚度不利,而且柱、梁还可能要变截面。因此,在设计操作平台时,应注意既要保证操作平台有足够的刚度,又要不影响滑升模板的可调性和操作空间的要求,既要保证结构安全,又要考虑节约材料。为保证平台的整体刚度,往往用钢桁架或大型槽钢与提升架上横梁相连,组成一个高架刚性构架,把被框架梁分割成小块的操作平台连成整体,并利用它来悬吊梁的提升架和模板。

框架结构滑模施工中,操作平台结构一般按梁式布置。平台的承重桁架和梁可以支承在围圈上(这时围圈应保证有足够的刚度),也可以支承在提升架的立柱上。

图 4-11-79 所示为采用上承式桁架吊挂平台结构的平台布置方案。千斤顶集中布置在柱内。上承式桁架支承在柱顶提升架(其上安设有千斤顶)的上横梁上,梁部位的提升架则悬吊在上承式桁架上,提升架立柱上固定平台三角架(也可用平台桁架),上铺平台铺板,形成操作平台。整个操作平台的荷载通过上承式桁架传给柱上千斤顶,而梁部位的提升架只是作为加强模板的侧向刚度和支承平台荷载的构件。这种布置方案,由于上承式桁架空间高,整个操作平台均可畅通,不妨碍混凝土的浇筑等施工操作。

图 4-11-80 所示为采用十字形提升架的平台布置方案。其特点是平台上在梁的部位不设置为抵抗混凝土侧压力的提升架,因而平台开阔,操作空间大,施工方便,梁的劲性钢筋骨架容易安装。十字形提升架的构造,是将两个提升架的上横梁成直角上下重叠相交,下横梁则断开加盖板连接,成平面垂直相交,以减少支承杆的自由长度。下横梁上设置槽钢方框,以增强十字形提升架的整体刚度,千斤顶则安设在钢方框上。为加强平台整体性,提升架顶部用角钢拉通连接,以保证提升架的相对位置。围圈作成桁架式。支承井字形平台桁架,与之组成正交承重体系,并于上下弦间布置水平支撑,成一空间刚性体。故围圈桁架的侧向刚度得到保证,梁部位不需采取其它措施来加强围圈抵抗混凝土的侧压力。同样,在外挑三角架,挑梁与围圈桁架之间,布置水平及垂直支撑,以加强外平台刚度和外围圈桁架的侧向刚度。

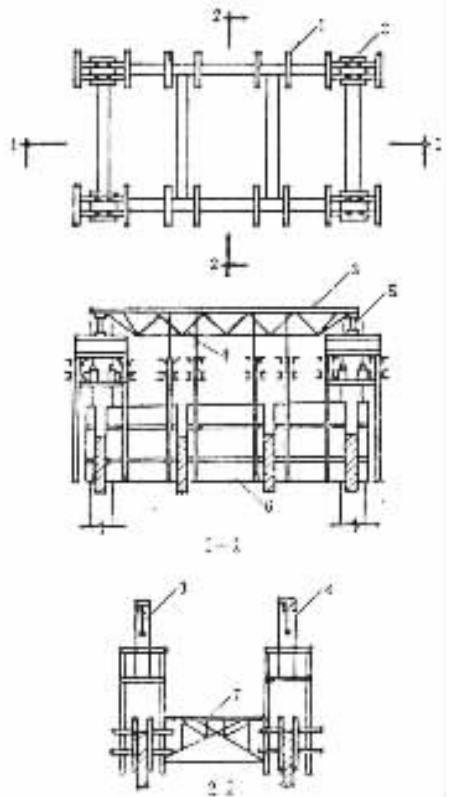


图 4-11-77 千斤顶和提升架平面布置方案之三

1-提升架(或吊架) 2-千斤顶 3-桁架 4-吊杆 5-桁架支座 6-模板 7-操作平台桁架

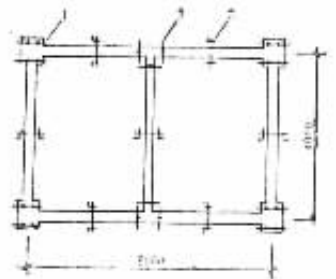


图 4-11-78 千斤顶和提升架平面布置方案之四

1-柱内一组千斤顶和提升架 2-主、次梁内一组千斤顶和提升架 3-拉紧螺栓

4. 柱及主、次梁的施工方法

在框架结构滑升模板施工中,柱和主梁的模板是一次组装好同时滑升的。在滑升过程中,穿插进行堵头板的装拆工序和支设梁底模板。

若次梁的断面较大时,宜与主梁一起同时施工。若次梁各层位置与梁宽变化较大,与柱、主梁一起滑升有一定困难时,则宜采用主、次梁分别先后施工的方案,即主梁与柱一起滑升,次梁则以后另行支模现浇或预制安装。

滑升架时,为防止梁底模板在滑升时被带起,梁底模板的宽度应比滑升模板上口的宽度小 5~10mm。梁底模板的支撑方法视具体工程情况而定,除可采用一般现浇钢筋混凝土工程用的顶撑支模方法外,还可采用下列方法。

(1) 无顶撑吊环桁架支模

它是将吊环(也可用两根短角钢或扁钢挑出代替)焊于柱内主筋上(图 4-11-81),然后在吊环上安放工具式桁架,再在桁架上铺设梁底模板,即可绑扎钢筋、浇筑混凝土。待混凝土达到设计强度 80% 以上后,工具式桁架即可取下重复使用。

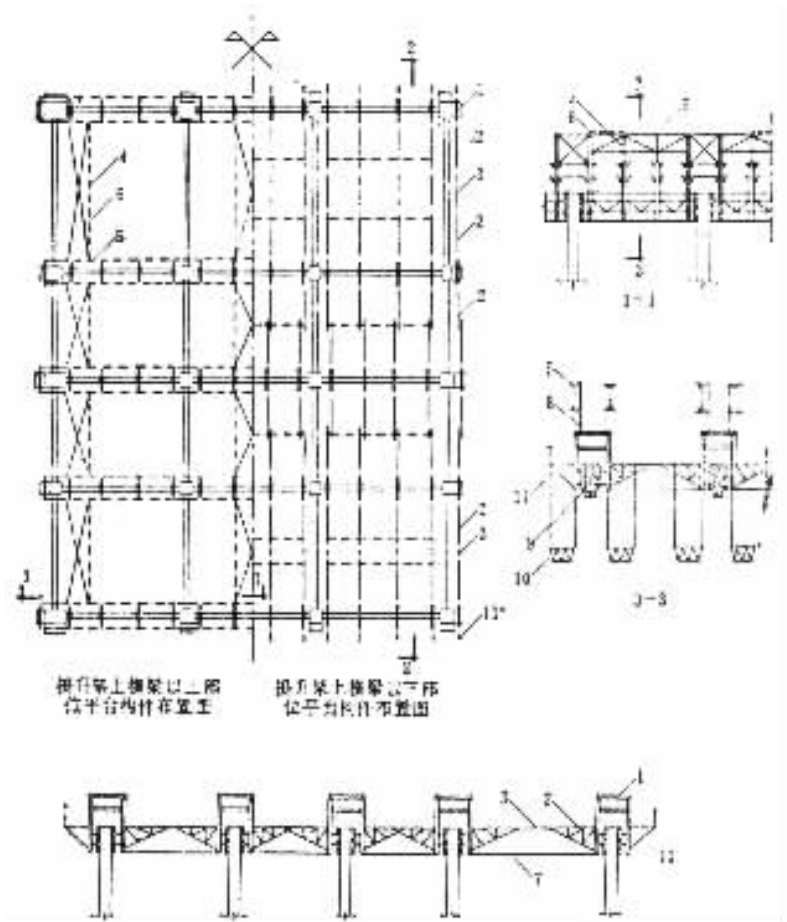


图 4-11-79 上承式桁架吊挂平台布置示意图

- 1-提升架 2-平台三角桁架 3-连杆 4-垂直支撑 5-支承桁架 6-水平支撑;
7-提升架立柱拉杆 8-吊杆 9-梁 10-吊脚手架 11-挑三角架

(2) 劲性钢筋骨架吊模

它是将梁的架立筋(或负筋)用小型角钢代替,利用梁内原有的结构钢筋组成钢筋劲性骨架(图 4-11-82),承受架新浇筑混凝土的自重荷载。骨架的承载能力应大于梁体混凝土自重荷载的 1.5 倍,在荷载作用下,骨架的挠度值不得大于跨度的 $1/500$ 。当模板滑升至梁底标高时,即可安设梁的劲性钢筋骨架。然后用钢筋挂钩将梁底模板吊挂在钢筋骨架上,即可浇筑梁混凝土。

为节约骨架耗用的钢材或增加骨架刚度,可将劲性钢筋骨架高度设计或高于架高,使骨架的上弦角钢外露面(梁按原设计配筋)。当梁混凝土达到能承受自重荷载的强度后,即可将上弦角钢截下,重复使用。

为省去拆模的麻烦和节约木材,可采用预制钢筋混凝土板作梁底模板(图 4-11-83)。施工时,模板停滑后,模板上口应比预制混凝土板底标高约低 150mm,劲性钢筋骨架

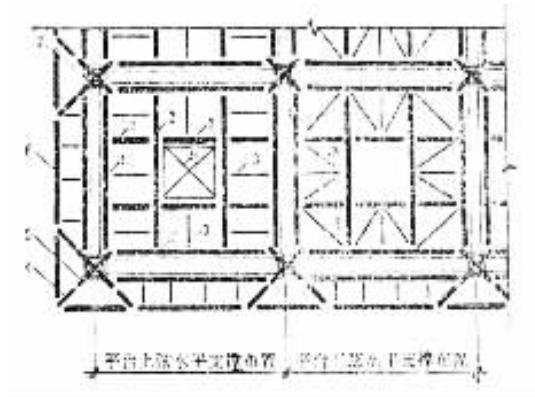


图 4-11-80 十字形提升架平台布置示意图

- 1-围圈桁架 2-平台桁架 3-平台小梁 4-外挑三角架；
5-十字形提升架 6-外平台桁架 7-槽钢方框 8-平台下弦支撑 9-井架

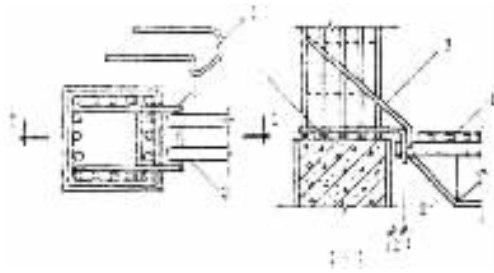


图 4-11-81 无顶撑吊环桁架支模

- 1-吊环(φ22~25) 2-工具式桁架；
3-吊筋(φ19~20) 4-梁底模板

安装后,用横木将预制混凝土板支托在梁筋下,用木楔找平,将预制混凝土板的伸出筋与劲性钢筋骨架焊接在一起,然后松楔,取出横木,模板空滑,使底板进入模板内,即可浇筑梁混凝土,继续滑升。

采用吊预制混凝土板作底模的方法,应注意以下几点:

- ①在梁筋全部绑扎完浇筑混凝土前,需用低强度等级粗砂多的砂浆将预制混凝土板与模板间的空隙堵塞,以防止浇筑混凝土时漏浆,保证梁的棱角整齐;
- ②在配筋量少的梁中,为避免变形,可适当起拱;
- ③滑升后需对梁进行检查,漏浆露缝处用高强度等级砂浆堵严;
- ④柱混凝土浇筑至梁底标高下 100~150mm 处即应停止,然后采取停滑措施,以便绑扎梁的钢筋。

此外,还可采用悬索式钢筋吊模法,利用梁内的部分结构钢筋,设计成悬链状的悬索钢筋,利用它来吊挂梁底模板,承受梁新浇筑混凝土的自重荷载。

5. 变截面柱及牛腿的处理

柱的截面变化一般有两种情况,当截面仅在一面缩小时,可采用空滑填模法,即在需变截面处,模板先空滑,并对支承杆进行加固,然后在原来柱模板内按需要改变的尺寸填焊角钢,再插入堵头板即可(图4-11-84)。如果柱截面两个方向都要缩小尺寸,应在设计模板和围圈时加以考虑,在滑升至变截面处,使模板空滑,将原有柱角模拆除,换以新角模,并按需要尺寸重新组装。

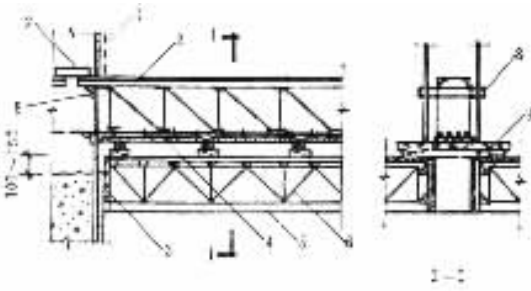


图4-11-82 刚性钢筋骨架吊模

1-支承杆 2-上弦角钢 3-梁堵头板 4-预制混凝土板底模 5-梁模板 6-平台桁架 7-连接角钢 8-支承角钢(L50×6) 9-木方

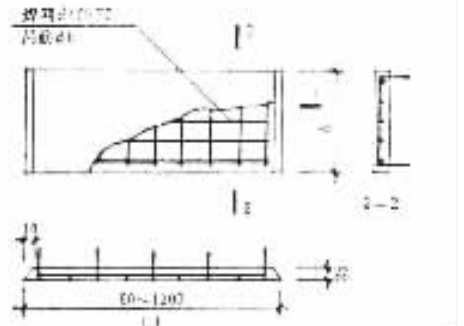


图4-11-83 预制混凝土板

b-板宽(比梁模板上口宽小10mm)

滑升变截面柱须注意以下几个问题:

(1)模板的空滑不必太高,仅使模板下口距混凝土面有一小缝(约50mm),便于清理残存混凝土碎屑即可。其余不变截面的柱,在变截面柱的模板空滑过程中,可继续浇筑混凝土。

(2)支承杆要注意加固。加固工作应在空滑过程中同时进行,以保证空滑时平台的稳定。加固方法参见图4-11-85。

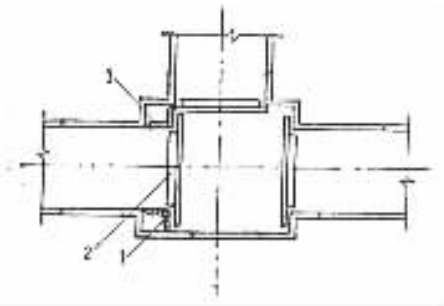


图4-11-84 加焊角钢填模变柱截面

1-填焊角钢 2-堵头板

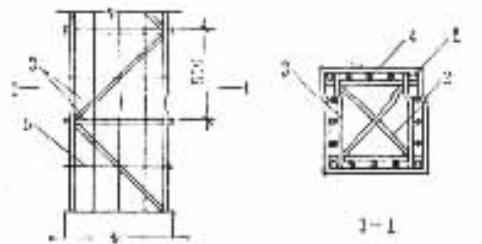


图4-11-85 空滑时柱内支承杆的加固

1-支承杆 2-φ25 加固筋 @500 3-φ16 加固筋 4-柱筋 5-钢箍

(3)在布置变截面柱内的支承杆时,应考虑到截面变化的情况,尽可能做到截面变化、而支承杆的位置不变,以简化操作。如需要变换支承杆和千斤顶的位置时,则应在模板滑空前进行,使支承杆未变位前,即将其荷载逐步传递给柱变截面后面位于新位置上的千斤顶

和支承杆承受。一般分二次传递,先将需变换位置的半数支承杆提前 3m 插入,余下的半数支承杆在滑至梁底时再插入。待混凝土有一定强度后,模板空滑,拆去原有柱模,重新组装变截面模板,清除表面混凝土残屑,即可浇筑混凝土,继续正常滑升。

(4)要注意加固措施。支承杆的加固已如前述。为了抵抗风力和保持稳定,还可在已浇筑混凝土的柱模板下面设一钢箍架,用钢筋悬吊在围圈上,并另用角钢作为斜撑与围圈固牢(图 4-11-86)。

柱上牛腿如与柱同时施工,则柱的模板和围圈应按柱上最大牛腿处的截面来配置。滑柱时,可在模板内加堵头板,待滑至牛腿标高处,取下堵头板,绑扎牛腿钢筋,将牛腿底模(可用木模或预制混凝土板)挂在钢筋上(图 4-11-87),即可浇筑混凝土。

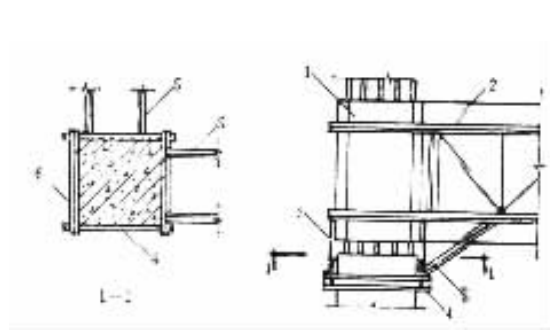


图 4-11-86 钢箍架加固

1-柱头模板 2-围圈桁架 3-吊杆($\phi 16$) 4-箍架槽钢[L100] 5-斜撑(L63×6) 6-箍架角钢(L63×6)

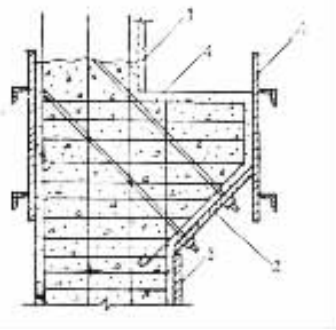


图 4-11-87 牛腿的施工

1-模板 2-牛腿底模 3-堵头板; 4-拉筋

6. 楼板的施工

楼板的施工宜采用预制安装的方法。如果采用现浇楼板,则在滑升架时,梁的上缘留出楼板的厚度不浇筑混凝土,该部分混凝土等待施工楼板时同时浇筑。

现浇楼板施工时的支模方法,除可采用一般立支柱支模和台模等方法外,还可在主、次梁和墙体上顶留孔洞,穿入横梁(如钢筋或木方)或直接在墙壁的钢筋上焊以钢筋挂钩,模板支承在挂钩上,如图 4-11-88。

现浇楼板的施工还可以利用滑模操作平台(或另搭设专用降模平台)作为底模板,逐层下降,浇筑楼板混凝土。其方法是当滑升模板滑升到屋面顶层板的底面标高后,即停止滑升,再浇筑最后一层梁、柱及墙板的混凝土,然后进行降模施工楼板(图 4-11-89)。降模支架应安装在柱四周的梁、边梁和外墙板上,再安装螺丝端杆、吊杆,将吊杆与操作平台主桁架端头连接,吊住平台。随后拆除操作平台以外的滑模设备。安装就绪后,利用降模支架顶部的螺丝端杆调整好平台标高,涂刷隔离剂,绑扎楼板钢筋,即可浇筑混凝土。当混凝土达到拆模强度(不得低于 15MPa)后,将降模车(可在楼面上移动的卷扬车,其上装有滑轮组和卷扬机)上的钢丝绳与操作平台主桁架的吊点相连接,放松吊杆,即可将操作平台缓慢下降到下一层楼板的底面标高处,重新接上吊杆,吊住操作平台,作为下一层楼板浇筑混凝土时的底模板。这样施工一层,下降一层,逐层从屋面下降到底层为止。

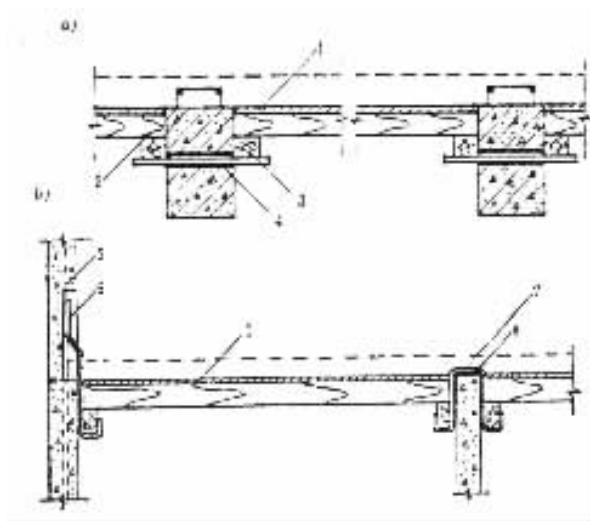


图 4-11-88 楼板的悬吊支模法

a) 横梁支模 ; b) 挂钩支模

1 - 楼板模板 2 - 木方 3 - $\phi 28$ 钢筋 4 - 梁内预埋管 (内径 $\phi 30$) 5 - 支承杆 6 - 单向挂钩 ($\phi 20$) 7 - 双向挂钩 8 - 钢垫板

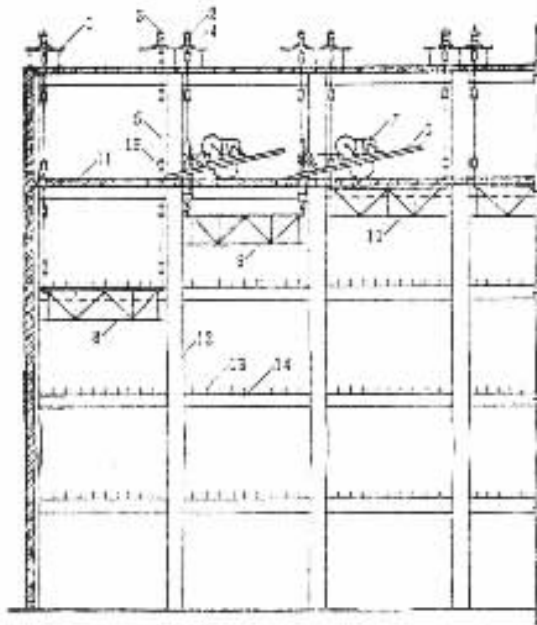


图 4-11-89 多层框架降模示意图

1 - 降模支承架 2 - 螺母 3 - 螺丝端杆 4 - 垫板 5 - $\phi 25$ 吊杆 6 - 降模车 7 - 卷扬机 8 - 调整好的下降模板平台 9 - 正在下降的模板平台 ; 10 - 尚未下降的模板平台 ; 11 - 已浇筑好的模板 ; 12 - 滑模施工的柱 ; 13 - 梁的外露钢筋 ; 14 - 滑模施工的梁 ; 15 - 半圆形铸钢套筒接头

降模时是利用四部降模车按柱间节间为单元逐一进行的,降模车可随降模施工逐层翻下。

为便于依靠操作平台自重进行脱模,在模板表面可满铺一层 0.5mm 厚的薄铁皮,上涂皂脚滑石粉隔离剂。

当利用滑升模板操作平台作为楼板底模使用时,在设计上应考虑其作为模板使用的技术要求,例如:能承受现浇楼板混凝土的自重荷载,应有一定的平整度和刚度以及平台起拱等。

4-11-10-3 墙 板 结 构

1. 千斤顶和操作平台的布置

在墙板结构施工中,千斤顶一般作均匀布置。为了保证墙体的截面尺寸,在两墙交接和转角处的侧面应设置千斤顶和提升架。支承杆应尽量安设在墙体中心位置,离门窗洞口距离不宜少于 250mm。

操作平台的布置型式可采用承重桁架、梁式布置,桁架一般支承在提升架的立柱上,操作平台的铺板与模板的上口齐平。民用建筑中的内部隔墙多,操作平台被分割成许多小块平台,各小平台之间是靠刚性的提升架连成整体。这种平台布置型式的优点是:有利于墙体钢筋的绑扎和混凝土的浇筑,混凝土不易流失。缺点是平台不能直接联系成整体,稍不注意就会影响平台的整体刚度。

在无筋混凝土墙体结构中,可采用整体式平台(图 4-11-90)。它是用 12~14 号槽钢作为纵横连续梁,位置高出模板上口,使不致被纵横隔墙模板所分隔,通过纵横连续梁与各自方向的提升架连接,使操作平台的承重结构形成一个整体,平台的铺板直接铺设在连续梁上。这种平台结构布置的优点是:平台刚度大,整体性好。缺点是:平台用钢量较多;由于模板上口低于平台,混凝土浇筑较不方便,易于流失,千斤顶易被弄脏;模板上口至纵横连续梁的距离较小,不便于在墙体中配置钢筋。

2. 墙体变截面的处理

墙板结构墙体的施工可按一般滑升工艺要求进行。当墙的截面厚度在滑升过程中需改变时,可采用下列方法:

(1) 滑空收分法

在提升架上设置模板调整装置,当混凝土浇筑到变截面标高时,暂停浇筑混凝土,将模板向上空滑,待下口到达该标高时,利用调整装置,将模板调整至变截面要求的宽度即可。

(2) 加内衬模法

在组装模板时,先按墙壁最大断面设置围圈,到截面变小处,按前述方法先使模板空滑,然后,在模板内增加一套内衬模,与原有模板连成整体即可,如图 4-11-91。

(3) 衬模与收分相结合法

变截面方法模板空滑高度较高。因此,支承杆脱空长度较大,易出现弯曲,而影响操

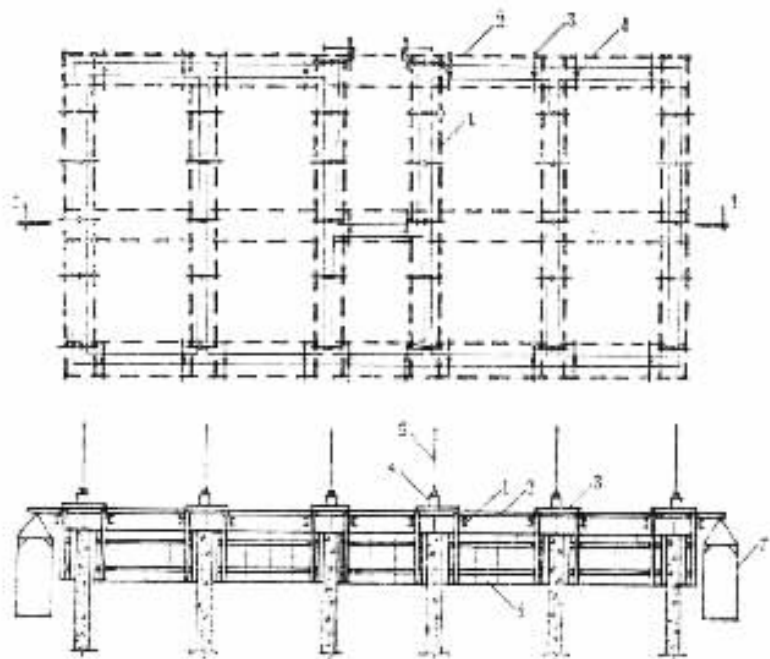


图 4-11-90 住宅建筑的操作平台结构布置

1-横梁(主梁) 2-纵梁(次梁) 3-提升架 4-千斤顶 5-支承杆 6-模板 7-钢吊架

作平台的稳定,因而需进行加固。为减少支承杆的脱空长度,保证操作平台的稳定,省去支承杆加固的麻烦,可采用衬模与收分相结合的方法来变截面。其方法如图 4-11-92 所示,当模板上口滑升至变截面标高处,则停止浇筑混凝土,将模板空滑 500mm,然后按需要缩小的厚度安上临时内衬模,其高度等于模板空滑的高度,浇筑混凝土后,将模板(连同内衬模)继续空滑,当模板下口到达变截面标高处,拆去临时内衬模,将模板调整至变截面厚度,然后继续向上滑升。

3. 楼板的施工

采用滑模施工的建筑物,楼板有预制和现浇两种。由于墙体滑升的施工速度很快,对于高层建筑,楼板施工的时间应尽可能跟上墙体施工,以保证建筑物在施工过程中的稳定性,其允许相差的层数应通过计算确定。

(1) 预制楼板的施工

预制楼板的施工方法有两种。一种是待墙体滑升完毕或滑升到一定楼层后暂停,利用起重机按楼层自下而上安装预制楼板。另一种是模板滑空、逐层插入安装预制接板,简称“空滑插板”。

模板滑空是指将支承楼板的承重墙模板滑空,即当承重墙体混凝土浇筑至楼板板底标高时,便停止浇筑。非承重墙则继续浇筑混凝土到预定的高度(该高度可按当承重墙模板滑空后,非承重墙模板内仍留有三分之一模板高度的混凝土来确定),然后也停止浇筑

混凝土,但整个滑升模板系统仍继续向上滑升,直至模板下口滑出承重墙面一定高度后才停止。该滑空高度以能保证插入安放楼板即可,不宜太高,一般不超过 200mm。例如:若预制楼板厚 120mm,则该高度可为 180mm,此时非承重墙仍有一定高度的混凝土在模板内以钳固模板,如图 5-90 所示。在此情况下,应注意在设计支承杆的加工长度时,应避开支承杆的接头设在模板滑空区段自由高度内,使其具有足够的力量以抵抗风力等水平推力,保证操作平台系统的稳定和模板不产生偏位。

当非承重墙混凝土浇筑完毕后,模板的滑升速度应减缓,保持模板与墙体间有间隙即可。当混凝土终凝后,模板可一次连续提升到既定的滑空高度。然后,等待墙体混凝土到达安装楼板的强度(最低不低于 2.5MPa)时,进行楼板的安装。

为了插入安装楼板,设计操作平台系统时,除要保证操作平台结构有足够的刚度外,还要考虑到便于预制楼板

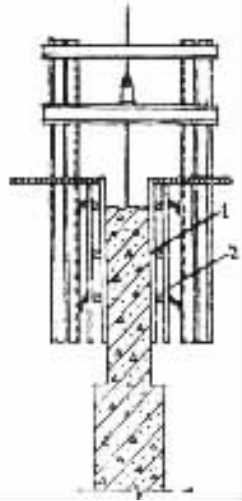


图 4-11-91 内衬模变截面法
1-内衬模 2-原有模板

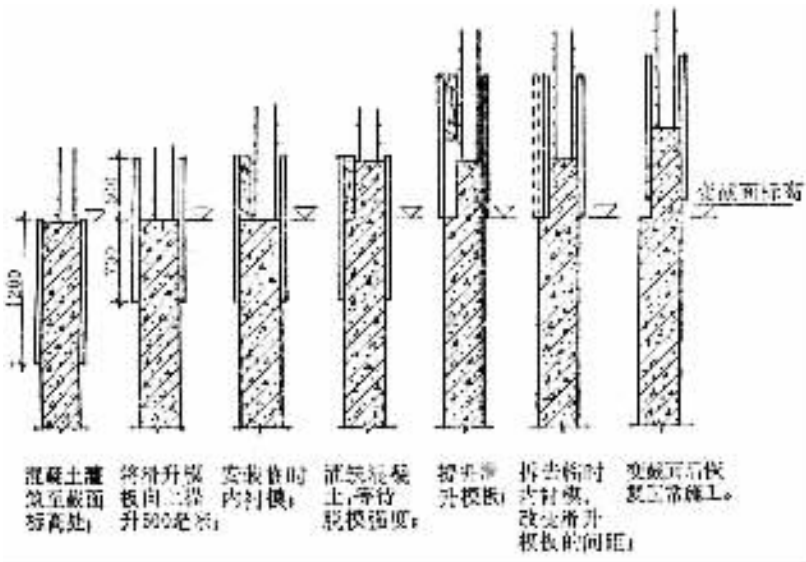


图 4-11-92 采用临时内衬模改变墙壁厚度施工过程图

的安装。故操作平台梁应尽可能靠近墙布置,房间中部不设置平台梁,而设置较大的可以灵活装配的定型铺板,以便插入楼板时可以揭开,楼板安装后再行铺上。

安装楼板时,先检查和找平墙面的标高,然后用起重机械(如塔式起重机等)把操作平台的定型铺板揭开,顺房间的进深方向吊入楼板,当楼板下放到模板下口与承重墙上口之间的滑空位置时,将楼板作 90 度角的转向,接着进行就位。当滑空高度小于楼板厚度的两倍时,为了保证房间中间最后两块楼板的转向、就位,可将中间两个提升架之间的一

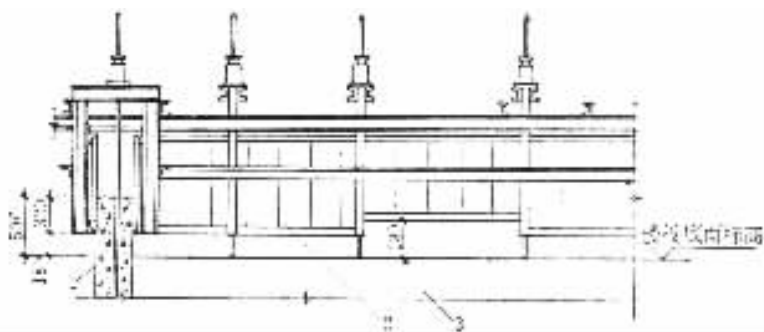


图 4-11-93 模板滑空情况

1-非承重外墙 2-内墙模板 3-承重内墙

段模板高度适当缩短。如图 4-11-93 所示,考虑楼板厚 120mm,滑空 180mm,则向上缩短 100mm,使这段模板下口与墙上口的留空高度为 280mm。

楼板就位有两种方法:一种是在楼板转向后,指挥起重机械并加入人工辅助直接就位,另一种是在下层已安装好的楼板上放一架子车,楼板转向后,轻放到架子上,然后推动架子车到就位处,拧动车上的升降螺丝杆即可就位。在楼板安装就位时,不得用撬杠以墙体、模板或支承杆为支点来撬楼板,不得碰撞支承杆、模板和用脚踏墙。

楼板安装后,模板下口至楼板上表面的水平缝必须加以堵塞,以便浇筑混凝土。堵塞方法,可用黑铁皮煨成直角角铁,在混凝土浇筑前,沿模板内表面堵住水平缝,并用木楔楔紧(图 4-11-94),模板滑升后,角铁与模板便自行脱离。同时,在承重外墙的外侧和楼梯间的内侧,由于没有楼板,会留有等于滑空高度的水平缝,故该侧模板应接长,如图 5-91 所示,以便空滑装板后,继续浇筑混凝土。

(2) 现浇楼板的施工

现浇楼板的施工若在墙体滑升后才进行,除可采用一般的立柱支模、桁架支模或悬吊支模自下而上逐层施工外,还可采用前述自上而下的逐层降模施工法。

为了使楼板纵横钢筋均能插入墙内,加强结构的整体性和抗震能力,并为其它工序的施工及时提供工作面,楼板的施工与墙体的滑升也可逐层交替进行,即每滑升一层墙体,随即施工一层楼板,采用逐层模板滑空现浇楼板的施工方法。施工时,当墙体混凝土浇筑到楼板板底标高后,便停止浇筑混凝土,滑升模板则开始空滑,将内墙全部滑空,使模板下口距内墙表面的距离等于楼板的厚度,即可支设楼板模板、绑扎钢筋、浇筑楼板混凝土。为便于施工,操作平

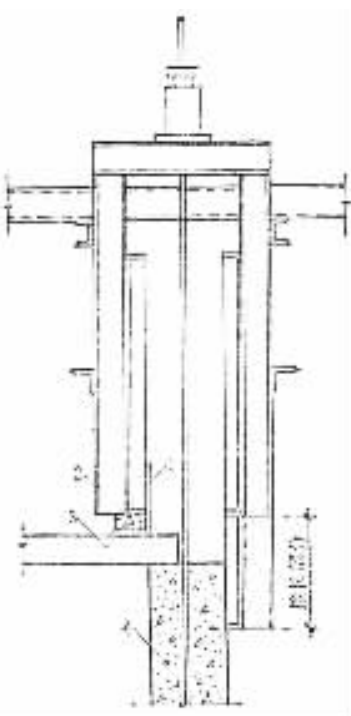


图 4-11-94 水平缝堵塞方法

1-黑铁皮煨成直角角铁 2-木楔;
3-安装好的楼板 4-承重外墙

台铺板宜设计成整体拆装式,当施工楼板时,可将平台铺板吊开。模板滑空时,事先应验算操作平台支承系统在操作平台自重、施工荷载和风荷载等共同作用下的稳定性。为保证滑升模板装置支承系统的稳定,应将外墙外侧模板和电梯井壁内侧模板下端(包括提升架立柱)至少加长 200~250mm,保证建筑物外用模板与墙接触部分的高度不小于 200mm,使模板装置与已浇墙体锚固,并对支承杆进行可靠的加固。

4-11-11 混凝土浇筑

4-11-11-1 浇筑工作的一般规定

1. 施工准备

由于混凝土的凝结时间有一定的限制,因此应尽力保证混凝土浇筑工作的连续进行。为达到这一目的,必须在施工前充分做好一切准备。

(1)明确施工方案,检查施工组织设计中有关浇筑方案的落实,对浇筑的起点及浇筑的进展方向应做到心中有数,并应向工人做好技术交底工作。

(2)为了确保浇筑连续进行,对本次浇筑的材料用量和使用的工器具应备足,并应对所有机具进行检查和试运转,还要准备好一旦出现故障的应急措施,保证人力、机械、材料均能满足浇筑速度的要求。

保证水电供应。应储备一定的工程用水,当突然停水停电时,应能保证用人工搅拌、浇筑、振捣至施工规范规定的施工缝处。

(3)注意天气预报,不宜在雨雪天气浇混凝土。在天气多变地区施工,为防止不测,应有足够的抽水设备和防雨、防寒等物资。

(4)对模板及其支架进行检查。应确保尺寸正确、强度、刚度、稳定性及严密性均满足要求。对模板内杂物应进行清除。在浇筑前,应对木模板浇水,以免木模板吸收混凝土中的水分。

(5)对钢筋及预埋铁件进行检验。应请工程监理人员共同检查钢筋的级别、直径、位置、排列方式及保护层厚度是否符合设计要求,并认真作好隐蔽工程记录。

(6)做好安全交底工作。

2. 浇筑厚度的要求

混凝土必须分层浇筑,根据振捣的方法及配筋的情况,按表 4-11-12 规定的浇筑层的厚度进行施工,并在意应在前层混凝土凝结之前,将次层混凝土浇筑完毕。

4 施工技术

混凝土浇筑层的厚度

表 4-11-12

项次	捣实混凝土的方法	浇筑层的厚度(mm)
1	插入式振捣	振捣器作用部分长的 1.25 倍
2	表面振动	200
3	(1)在人工捣固基础、无筋混凝土或配筋稀疏的结构中 (2)在梁、墙板、柱结构中 (3)在配筋密列的结构中	250 200 150
4	轻骨料 混凝土	300 200
	插入式振捣	300
	表面振动(振动时需加荷)	200

3. 浇筑间歇时间的要求

为保证混凝土的整体性,浇筑工作应连续进行,尽量不要停歇。如因故间歇,间歇允许时间根据水泥品种及混凝土凝结条件有所不同,不得超过表 4-11-13 的规定。

混凝土浇筑允许间歇时间(min)

表 4-11-13

混凝土强度等级	气温	
	$\leq 25^{\circ}\text{C}$	$> 25^{\circ}\text{C}$
C30 及 C30 以下	210	180
C30 以上	180	150

注 1. 本表数值包括混凝土的运输和浇筑时间。

2. 当混凝土掺有促凝或缓凝型外加剂时,浇筑中的最大间歇时间,应根据试验结果确定。

4. 混凝土从搅拌机卸出到浇筑完毕的延续时间

混凝土应以最少的转载次数,最短的时间,从搅拌地点运至浇筑地点,以保证有充足的振捣时间。混凝土从搅拌机卸出后到浇筑完毕的延续时间,不宜超过表 4-11-14 的规定。

混凝土从搅拌机中卸出后到浇筑完毕的延续时间(min)

表 4-11-14

混凝土强度等级	气温	
	$\leq 25^{\circ}\text{C}$	$> 25^{\circ}\text{C}$
C30 及 C30 以下	120	90
C30 以上	90	60

注 1. 掺用外加剂或采用性硬水泥拌制混凝土时,应按试验确定。

2. 轻骨料混凝土的运输、浇筑延续时间应适当缩短。

5. 施工缝的留置部位

由于技术上或设备、水电等的限制,当混凝土的浇筑不能连续进行,间歇时间超过了表 4-11-13 的规定,则应留置施工缝。施工缝的位置应预先确定,应留在结构受剪力较小且便于施工的部位。柱应留水平缝、梁、板、墙应留垂直缝。

(1)柱子下端施工缝宜留在基础的顶面,上端的施工缝应留在梁或吊车梁牛腿的下面

或吊车梁的上面、无梁楼板柱帽的下面,如图 4-11-95。



图 4-11-95 浇筑柱的施工缝位置图

I—I, II—II 表示施工缝位置

(2)和板连成整体的大断面梁的施工缝,留置在板底面以下 20~30mm 处。当板下有梁托时,留在梁托下部。

(3)单向板的施工缝留置在平行于板的短边的任何位置。

(4)墙体的施工缝留置在门洞口过梁跨中 1/3 范围内,也可留在纵横墙的交接处。

(5)有主次梁的楼板,宜顺着次梁方向浇筑,施工缝应留置在次梁跨度的中间三分之一范围内,如图 4-11-96。

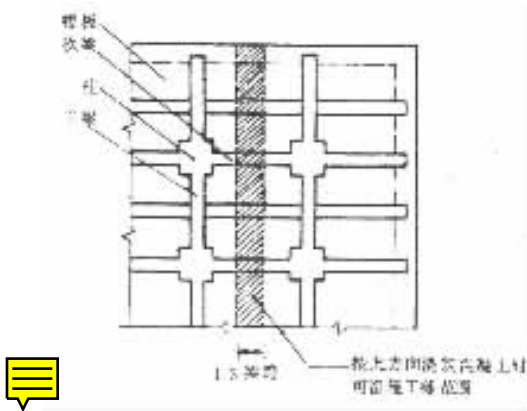


图 4-11-96 浇筑有主次梁楼板的施工缝位置图

(6)双向受力楼板、厚大结构、拱、穹拱、薄壳、蓄水池、斗仓、多层刚架及其它结构复杂的工程,施工缝的位置应按设计要求留置。

(7)承受动力作用的设备基础,应按设计要求浇筑,如必须留施工缝时,应征得设计单位同意。

(8)在设备基础的地脚螺栓范围内,留置施工缝时,应符合下列要求:

①水平施工缝必须留在低于地脚螺栓底端处,其距离应大于 15cm;

当地脚螺栓直径小于 30mm 时,水平施工缝可以留在不小于地脚螺栓埋入混凝土部分总长度的四分之三处;

②垂直施工缝应留在距地脚螺栓中心线大于 25cm 处,并不小于 5 倍螺栓直径。

6. 施工缝的处理

在施工缝处开始继续浇筑混凝土的时间不能过早,以免使已凝固的混凝土受到振动而

4 施工技术

破坏,必须待已浇筑混凝土的抗压强度不小于 1.2MPa 时才可进行。混凝土达到 1.2MPa 强度所需的时间,根据水泥品种、外加剂的种类、混凝土配合比及外界的温度而不同,可通过试块试验确定,亦可参照表 4-11-15 选用。

普通混凝土达到 1.2MPa 强度所需时间参考表

表 4-11-15

外界温度	水泥品种及标号	混凝土强度等级	时间(h)	外界温度	水泥品种及标号	混凝土强度等级	时间(h)
1-5℃	普通 425	C15	48	10-15℃	普通 425	C15	24
		C20	44			C20	20
	矿渣 325	C15	60		矿渣 325	C15	32
		C20	50			C20	24
5-10℃	普通 425	C15	32	15℃以上	普通 425	C15	20 以下
		C20	28			C20	20 以下
	矿渣 325	C15	40		矿渣 325	C15	20
		C20	32			C20	20

注 水灰比 采用普通水泥为 0.65~0.8,采用矿渣水泥为 0.56~0.68。

在施工缝处继续浇筑前,应对已硬化的施工缝表面进行处理,可按下列步骤进行。

(1)清除表层的水泥薄膜和松动石子或软弱混凝土层,然后用水冲洗干净,并保持充分湿润但不得残存有积水。

(2)在浇筑前,施工缝处先铺一层水泥浆或与水灰比相同的水泥砂浆一层。

(3)施工缝处的混凝土应细致捣实,使新旧混凝土结合紧密。

对于承受动力作用的设备基础的施工缝处理,尚应符合下列规定。

(1)标高不同的两个水平施工缝,其高低接合处应留成台阶形,台阶的高宽比不得大于 1;

(2)在水平施工缝上继续浇筑混凝土前,应对地脚螺栓进行一次观测校正;

(3)垂直施工缝处应补插钢筋,其直径为 12~16mm,长度为 500~600mm,间距为 500mm,在台阶式施工缝的垂直面上亦应补插钢筋;

(4)施工缝的混凝土表面应凿毛,在继续浇筑混凝土前,应用水冲洗干净,湿润后在表面抹 10~15mm 厚与混凝土成分相同的水泥砂浆一层。

7. 应注意的事项

(1)为防止浇筑时混凝土分层离析,混凝土自高处倾落的自由高度不应超过 2m。在竖向结构中,如浇筑高度超过 3m 时,应采用串筒、溜管或振动溜管下落。

(2)浇筑竖向结构混凝土前,底部应先浇入 50~100mm 厚与混凝土成分相同的水泥砂浆。混凝土的水灰比和坍落度,应随浇筑高度上升,酌予递减。

(3)在浇筑混凝土过程中,应随时注意模板及其支架、钢筋、预埋件及预留孔洞的情况,当出现不正常的变形、位移时,应及时采取措施进行处理,以保证混凝土的施工质量。

(4)在浇筑混凝土时,应认真填写施工记录。

4-11-11-2 混凝土浇筑

1. 振动设备和振动物作业

(1) 振动设备分类和技术规格

振动设备分类

表 4-11-16

分 类	说 明
内部振动器 (插入式振动器)	形式有硬管的、软管的。振动部分有锤式、棒式、片式等。振动频率有高低。主要适用于大体积混凝土、基础、柱、梁、墙、厚度较大的板,以及预制构件的捣实工作。当钢筋十分稠密或结构厚度很薄时,其使用就会受到一定的限制
表面振动器 (平板式振动器)	其工作部分是一钢制或木制平板,板上装一个带偏心块的电动振动器。振动力通过平板传递给混凝土,由于其振动作用深度较小,仅适用于表面积大而平整的结构物,如平板、地面、屋面等构件
外部振动器 (附着式振动器)	这种振动器通常是利用螺栓或钳形夹具固定在模板外侧,不与混凝土直接接触,借助模板或其他物体将振动力传递到混凝土。由于振动作用不能深远,仅适用于振捣钢筋较密、厚度较小以及不宜使用插入式振动器的结构构件
振动台	由上部框架和下部支架、支承弹簧、电动机、齿轮同步器、振动子等组成。上部框架是振动台的台面,上面可固定放置模板,通过螺旋弹簧支承在下部的支架上,振动台只能作上下方向的定向振动,适用于混凝土预制构件的振捣

插入式振动器技术规格

表 4-11-17

项 目		HZ-50A	HZ ₆ X	HZ ₆ P-	HZ ₆ X	HZ ₆ X-50	HZ-50	HZ ₆ X	HZ ₆ -50
		行星式	-30 行星式	70A 偏 心块式	-35 行星式	行星式	行星式	插入式	插入式
振动棒	直径 (mm)	53	33	71	35	50	50	62	50
	长度 (mm)	529	413	400	468	500	500	470	500
	振动力 (N)	4800 ~ 5800	2200	6200	2500	5700	5800	9200	6000
	频率 (次/min)	12500 ~ 14500	19000	2 ~ 2.5	15800	14000	14000	14000	1.5 ~ 2.5
	振幅 (mm)	1.8 ~ 2.2	0.5		0.5	1.1	2.4	1.4	
铁轴 软管	软管直径 (mm)	13	10	13	10	13	12	13	13
	软管长度 (m)	4	4	4	4	4	4	4	4
	软轴直径 (mm)	外径 36 内径 20		36	外径 30		外径 40 内径 20		42
电动机	功率 (kw)	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.5
	转速 (r/min)	2850	2850	2850	2850	2850	2800		2860
总 重 (kg)		34	26.4	45	25	33	32.5	35.2	48

4 施工技术

附着式及平板式振动器技术规格

表 4-11-18

项 目	附 着 式								平 板 式	
	B-11A	HZ ₂ -10	HZ ₂ -11	HZ ₂ -4	HZ ₂ -5	HZ ₂ -5A	HZ ₂ -7	HZ ₂ -20	PZ-50	N-7
电动机(kw)	1.1	1	1.5	0.5	1.1	1.5	1.5	2.2	0.5	0.4
振动力(N)	4300	9000	10000	3700	4300	4800	5700	18000	4700	3400
振幅(mm)		2				2	1.5	3.5	2.8	
据动频率(次/min)	2840	2800	2850	2800	2850	2860	2800	2850	2850	2850
外形尺寸(mm)	395×212 ×228	410×325 ×246	390×325 ×246	365×210 ×218	425×210 ×220	410×210 ×240	420×280 ×260	450×270 ×290	600×400 ×280	950×550 ×270
总重(kg)	27	57	57	23	27	28	38	65	36	44

注 1. 附着式振动器可安装振板,改装成平板式振动器。

2. PZ-50 平板振动器作用深度 250mm 以上。

混凝土振动台主要技术性能

表 4-11-19

项 目	型 号		
	HZ ₉ -1×2	HZ ₉ -1.5×6	HZ ₉ -2.4×6.2
台面尺寸(mm)	1000×2000	1500×6000	2400×6200
载重量(kg)	1000	3000	5000
振动力(N)	14600~3070	18000~35000	15000~23000
振 幅(mm)	0.2~0.7	0.2~0.7	0.2~0.7
频率(次/min)	2850~2950	2940	1490 2940
偏心动力矩(N·cm)	130~730	500~1400	1600~2400
电动机功率(kw)	7.5	30	55
电动机转速(r/min)	2900	2940	1470
外形尺寸(mm)	2000×1000×515	6000×1500×750	6200×2400×870
重量(kg)	640	4000	6500

(2) 振动器作业

① 内部振动器(插入式振动器)

A. 振动器的振捣方法有两种,一种是垂直振捣,即振动棒与混凝土表面垂直;一种是斜向振捣,即振动棒与混凝土表面成一定角度,约 40°~45°(图 4-11-97)。

B. 振动器的操作,要做到“快插慢拔”。快插是为了防止先将表面混凝土振实而与下面混凝土发生分层、离析现象;慢拔是为了使混凝土能填满振动棒抽出时所造成的空洞。对干硬性混凝土,有时还要在振动棒抽出的洞旁不远处,再将振动棒重新插入才能填满空洞。在振捣过程中,宜将振动棒上下略为抽动,以使上下振捣均匀。

C. 混凝土分层灌注时,每层混凝土厚度应不超过振动棒长的 1.25 倍;在振捣上一层时,应插入下层中 5cm 左右,以消除两层之间的接缝,同时在振捣上层混凝土时,要在下层混凝土初凝之前进行(图 4-11-98)。

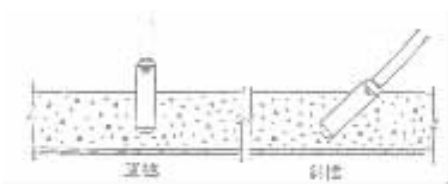


图 4-11-97 内部振动器振捣方法

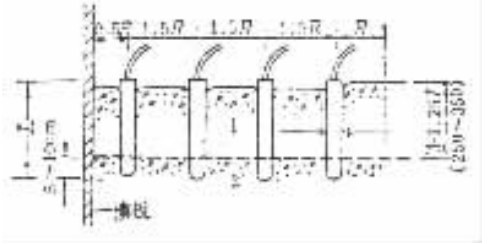


图 4-11-98 插入式振动器的插入深度
1-新浇筑的混凝土 2-下层已振捣但尚未初凝的混凝土 ; R -有效作用半径 ; L -振动棒长

D. 每一插点要掌握好振捣时间,过短不易捣实,过长可能引起混凝土产生离析现象,对塑性混凝土尤其要注意。一般每点振捣时间为 20~30S,使用高频振动器时,最短不应少于 10S,但应视混凝土表面呈水平不再显著下沉,不再出现气泡,表面泛出灰浆为准。

E. 振动器插点要均匀排列,可采用‘行列式’或‘交错式’(图 4-11-99)的次序移动,不应混用,以免造成混乱而发生漏板。每次移动位置的距离应不大于振动棒作用半径 R 的 1.5 倍。一般振动棒的作用半径为 30~40cm。

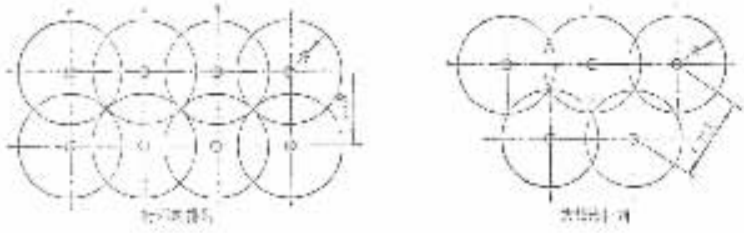


图 4-11-99 插点排列
 R —振动棒作用半径

F. 振动器使用时,振捣器距离模板不应大于振捣器作用半径的 0.5 倍,并不宜紧靠模板振动,且应尽量避免碰撞钢筋、芯管、吊环、预埋件或空心胶囊。

②表面振动器(平板式振动器)

A. 表面振动器在每一位置上应连续振动一定时间,正常情况下约为 25~40S,但以混凝土表面均匀出现浆液为准,移动时应成排依次振捣前进,前后位置和排与排间相互搭接应有 3~5cm,防止漏振。

B. 表面振动器的有效作用深度,在无筋及单筋平板中约为 20cm,在双筋平板中约为 12cm。

C. 大面积混凝土地面,可采用两台振动器以同一方向安装在两条木杠上,通过木杠的振动使混凝土密实。

D. 振动倾斜混凝土表面时,应由低处逐渐向高处移动,以保证混凝土振实。

③外部振动器(附着式振动器)

4 施工技术

A. 外部振动器的振动作用深度约为 25cm 左右。如构件尺寸较厚时,需在构件两侧安设振动器同时进行振捣。

B. 待混凝土入模后方可开动振动器,混凝土浇筑高度要高于振动器安装部位。当钢筋较密和构件断面较深较窄时,亦可采取边浇筑边振动的方法。

C. 振动时间和有效作用半径,随结构形状、模板坚固程度、混凝土坍落度及振动器功率大小等各项因素而定。一般每隔 1~1.5m 距离设置一个振动器。当混凝土成一水平面不再出现气泡时,可停止振动。必要时应通过试验确定。

④ 振动台

A. 当混凝土构件厚度小于 20cm 时,可将混凝土一次装满振捣,如厚度大于 20cm,则需分层浇灌,每层厚度不大于 20cm,或随浇随振。

B. 振捣时间要根据混凝土构件的形状、大小及振动能力而定,一般以混凝土表面呈水平并出现均匀的水泥浆和不再冒气泡时,表示已振实,即可停止振捣。

(3) 振动器故障及其产生原因和排除方法

振动器故障及其产生原因和排除方法

表 4-11-20

故障现象	故障原因	排除方法
电动机定子过热 机体温度过高(超过额定温升)	1. 工作时间过久 2. 定子受潮 绝缘程度降低 3. 负荷过大 4. 电源电压过大 过低,时常变动及三相不平衡 5. 导线绝缘不良 电流流入地中 6. 线路接头不紧	1. 停止作业 让其冷却 2. 应立即干燥 3. 检查原因 调整负荷 4. 用电压表测定 并进行调整 5. 用绝缘布缠好损坏处 6. 重新接紧线头
电动机有强烈的钝音 同时发生转速降低 振动力减小	1. 定子磁铁松动 2. 一相保险丝断开或内部断裂	1. 应拆除检修 2. 更换保险丝和修理断线处
电动机线圈烧坏	1. 定子过热 2. 绝缘严重受潮 3. 相间短路 内部混线或接线错误	必须部分或全部重绕定子线圈
电动机或把手有电	1. 导线绝缘不良漏电 尤其在开关盒接头处 2. 定子的一根绝缘破坏	1. 用绝缘胶布包好破裂处 2. 应检修绕圈
开关冒火花 开关保险丝易断	1. 线间短路成漏电 2. 绝缘受潮 绝缘强度降低 3. 负荷过大	1. 检查修理 2. 进行干燥 3. 调整负荷
电动线滚动轴承损坏 转子、定子相互摩擦	1. 轴承缺油或油质不好 2. 轴承磨损而致损失	更换波动轴承
振动棒不振	1. 电动机转向反了 2. 单向离合器部分机体损坏 3. 软轴和机体振动子之间接头处没有接合好 4. 钢丝软轴扭断 5. 行星式振动子柔性齿损坏或滚子与滚道间有油污	1. 需改变接线(交换任意两相) 2. 检查单向离合器 必要时加以修理或更换零件 3. 将接头连接好 4. 重新用锡焊焊接或更换软轴 5. 检修柔性铰链和清除滚子与滚道间的油污 必要时更换橡胶油封

续表

故障现象	故障原因	排除方法
振动棒振动有困难	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电动机的电压与电源电压不符 2. 振动棒外壳磨坏 漏入灰浆 3. 振动棒顶盖未拧紧或磨坏而漏入灰浆 使滚动轴承损坏 4. 行星式振动子起振困难 5. 滚子与滚道间有油污 6. 软管衬簧和钢丝软轴之间摩擦太大 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 调整电源电压 2. 更换振动棒外壳 清洗滚动轴承和加注润滑脂 3. 清洗或更换滚动轴承 更换或拧紧顶盖 4. 摇晃棒头或将棒头尖对地面轻轻一碰 5. 清洗油污 必要时更换油封 6. 修理钢丝软轴并使软轴与软管衬簧的长短相适应
胶皮套管破裂	<ol style="list-style-type: none"> 1. 弯曲半径过小 2. 用力斜推振动棒或使用时间过久 	割去一段 重新连接或更换新的软管
附着式振动器机体内有金属撞击声	振动子锁紧 螺栓松脱 振动子产生轴向位移	重行锁紧振动子 必要时更换锁紧螺栓
平板式振动器的底板振动有困难	<ol style="list-style-type: none"> 1. 振动子的滚动轴承损坏 2. 三角皮带松弛 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换滚动轴承 2. 调整或更换电动机机座的橡胶垫 调整或更换减振弹簧

2. 人工浇捣

人工浇捣一般只有在缺少振动机械和工程量很小的情况下才采用。人工浇捣多采用流动性较大的塑性混凝土。人工浇筑混凝土时应注意布料均匀,浇筑层的厚度应符合表 15-48 的规定。为了保证浇筑质量,必须用捣棍捣实,或者用木锤轻轻敲击模板的外侧,使混凝土尽快密实。捣实时,以 1~2m 的间距分别将捣棍插入模板内混凝土中,并随着混凝土浇筑的上升而全面地把每个角落进行捣实;采用敲击方法时,混凝土每浇筑 10cm 左右就敲击下部模板,使其充分沉实。对柱角处、柱侧面、钢筋密集处、主钢筋底部、模板阴角处以及施工缝接合处,应特别加强。