

6. 拆除④、⑤轴 1~2 层砖墙时, 应逐皮拆除, 防止大块往下掀倒, 造成砸伤楼面或临时支撑等意外伤害事故。
7. 做好文明施工, 各工种、各工序每天施工结束后应进行现场清理工作, 以便顺利施工。
8. 施工前, 施工人员应熟悉原建筑的图纸结构以及有关资料, 并向施工操作人员作相应交底, 做到心中有数。

实例五 某厂食堂门式刚架结构工程施工组织方案

一、工程概况

××厂食堂系单层建筑, 跨度 15m, 开间 6m, 共 6 间。屋面结构采用门式刚架、大型屋面板屋面。前后沿砖墙砌于刚架立柱之间, 结构形式如图 5-28 所示。刚架立柱每根混凝土量为 1.88m^3 , 重量为 4.7t。中间为抛物线弧形梁, 每根混凝土量为 1.0m^3 , 重量为 2.5t。混凝土设计强度等级为 C25。

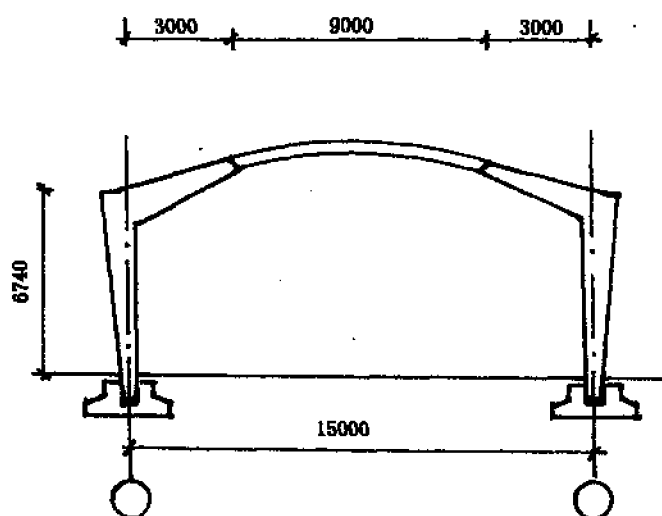


图 5-28 门式刚架结构图示

二、工程特点分析

门式刚架是一种柱、梁合一的结构构件, 柱顶与横梁为刚性连接, 构造较简单, 制作较方便。立柱与横梁 (门架伸臂与弧形横梁) 可根据内力变化情况做成变截面形式, 充分发挥了材料的力学性能, 有利于减轻结构的自重。

门架立柱与杯形基础采用铰接, 使杯形基础只承受垂直压力和水平推力, 不传递弯矩, 这样可降低基础用料。

门架伸臂与弧形梁的连接, 采用铁板焊接, 接头位置选择在静载作用下, 横梁弯矩为零 (即正负弯矩交替处) 的截面上, 并适度偏外, 以使接头下边缘受压, 上边缘受拉, 这样较能保证接头质量。

根据以上分析, 本工程结构形式虽较简单, 但在门式刚架的预制、吊装等方面较为复杂, 必须制订详细的施工方案, 以保证工程质量和施工安全。

三、施工要点

1. 门式刚架的预制

门式刚架一般采用平卧预制。构件预制的关键是几何尺寸要正确，构件在刚架平面内不得扭曲。刚架预制有两种方法可选择：

一是放好足尺大样后，分件预制（即门架立柱与弧形横梁分别预制），吊装组合。这种预制方法的优点是构件预制时，占地面积紧凑，有利于现场交通。缺点是尺寸不易正确，特别是接吻面不易吻得贴紧。

二是放好足尺大样后，整榀预制，其优缺点刚好同上面相反。

经过分析比较，结合吊装设备、吊装线路等情况，确定本工程采用整榀预制方法，主要解决以下一些技术性问题：

（1）土胎模设计：采用土胎模作预制场地，以节约施工成本。场地应首先平整夯实，然后根据轴线尺寸用粘土红砖平铺一层。红砖面上刷一度石灰水，以利构件起吊后红砖敲落回收，红砖缝隙内灌砂子。最后在红砖面上抹2cm厚1:2水泥砂浆面层，压密、压紧、压光，尽量减少表面毛孔。土胎模构造如图5-29所示。

门架中间抛物线弧形梁放线尺寸应正确，现先用座标分段计算后，再作实地放线之用。

设计图纸提供的抛物线弧形梁尺寸如图5-30所示。

以抛物线弧形梁的中心线AOB的顶点O为座标原点，建立直角坐标系，该抛物线对称y轴，它的标准方程式为

$$x^2 = 2py$$

点A和B的座标分别为：A（-4.5，0.794）、B（4.5，0.794），代入方程式，则可得

$$(\pm 4.5)^2 = 2p(0.794)$$

解得 $p=12.752$

所以弧形梁抛物线的标准方程式为

$$x^2 = 2 \times 12.752y = 25.504y$$

在x轴上，以0.5m的间距取值，分别求出相应的y值。计算结果列于表5-21中。

根据表5-21中的各点数值和弧形梁的高度，即可在土胎模上放出弧形梁的上下边线，作为制模和立模的依据。

表 5-21 抛物线弧形梁 y 值表

x (±)	1	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
y	0	0.010	0.039	0.088	0.157	0.245	0.353	0.480	0.627	0.794

（2）重视隔离剂的涂刷：本工程共有七榀门式刚架，决定两个胎模叠浇2层，一个胎模叠3层，由于构件平面尺寸近7m²，起吊时吸附力较大。根据以往施工经验，决定采用机油掺牛油进行涂刷，效果较好。涂刷两遍，胎模表面不得有滴油。

（3）门架立柱的伸臂与弧形梁连接的斜面部分，用1mm薄铁板隔离，两边同时浇筑混凝土，以保证接触面垂直、平整。

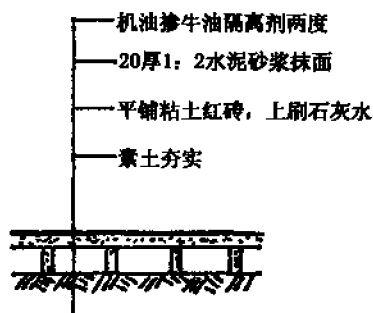


图 5-29 土胎模构造图

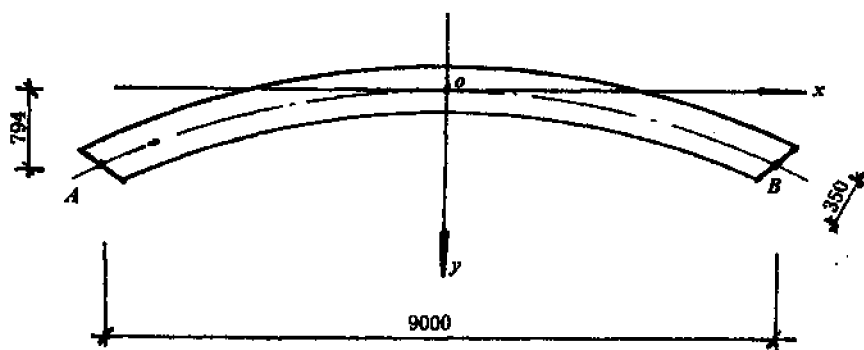


图 5-30 弧形梁设计尺寸

(4) 门架立柱上部和下部, 以及弧形梁, 应按设计和吊装要求, 分别预埋铁件、吊环和圆洞。

门式刚架的预制平面布置如图 5-31 所示。

2. 门式刚架的吊装

门式刚架的吊装比一般屋架、柱式结构的吊装要复杂得多, 本工程在吊装施工中, 主要解决以下一些技术问题:

(1) 确定刚架立柱和弧形梁的重心位置

门式刚架是一种形状不规则的构件, 吊装过程又分为起身和起吊两个动作。起身一般采用三点吊法, 如图 5-33 所示。而起吊则都采用两点吊法, 如图 5-34 所示。故吊装前必须先计算出重心位置, 务必使起身和起吊时, 吊钩的垂线通过构件的重心而达到平衡要求。否则, 构件起吊后, 位置不正, 增加就位难度, 甚至造成事故。

抛物线弧形梁是一根向上拱曲的梁, 起吊时, 吊点应在构件的重心之上, 如图 5-35 所示。否则, 横梁起吊后将出现翻转现象, 极易造成事故损失。

门式刚架立柱重心计算:

钢架立柱部分的设计尺寸如图 5-36 所示。重心位置可用下式计算:

$$\text{重心位置} = \frac{\sum S}{\sum F}$$

$$\textcircled{1} S_1 = F_1 \times h_1 = \left(\frac{1}{2} \times 0.7 \times 6.74 \right) \times \left(\frac{1}{3} \times 0.7 \right) = 2.359 \times 0.233 = 0.550 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\textcircled{2} S_2 = F_2 \times h_2 = (0.175 \times 6.74) \times \left(\frac{1}{2} \times 0.175 \right) = 1.180 \times 0.0875 = 0.103 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\textcircled{3} S_3 = S_2 = 1.180 \times 0.0875 = 0.103 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\textcircled{4} \text{轴线长 } l = \sqrt{1.2^2 + 3^2} = 3.23\text{m}$$

$$\begin{aligned} S_4 &= F_4 \times h_4 = [0.35 \times (3.23 - 0.175)] \times \left[\frac{1}{2} (3 - 0.175) + 0.175 \right] \\ &= 1.069 \times 1.588 = 1.698 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

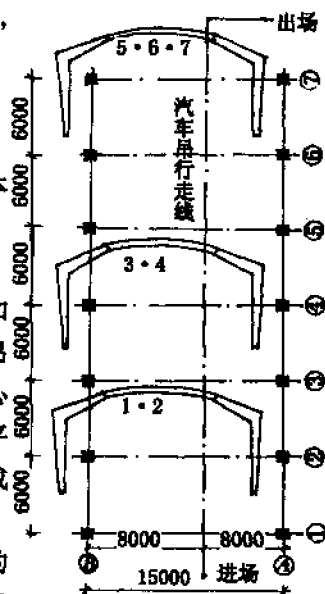


图 5-31 门式刚架
预制平面图

$$\begin{aligned} \textcircled{5} S_5 &= F_5 \times h_5 = \left[\frac{1}{2} \times 0.7 \times (3 - 0.175) \right] \times \left[\frac{1}{3} (3 - 0.175) + 0.175 \right] \\ &= 0.989 \times 1.116 = 1.104 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{重心水平方向位置} &= \frac{\sum S}{\sum F} = \frac{-0.550 - 0.103 + 0.103 + 1.698 + 1.104}{2.359 + 1.180 + 1.180 + 1.069 + 0.989} = \frac{2.252}{6.777} \\ &= 0.322 \text{ (m)} \approx 0.3 \text{ (m)} \end{aligned}$$

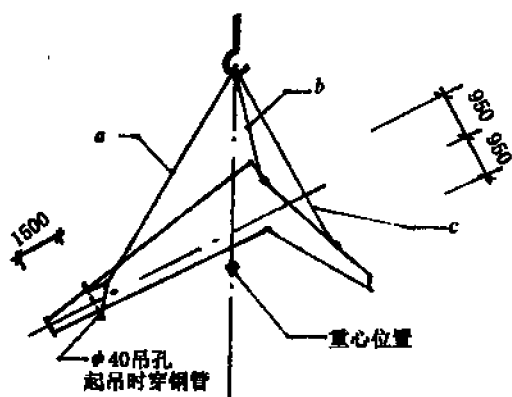


图 5-32 三点吊起身示意图

式中 S ——截面对轴线的静力矩 (m^3);

F ——截面的总面积 (m^2)。

水平方向的重心位置以纵向轴线为准进行计算,如图 5-35 示将截面分成五小块:

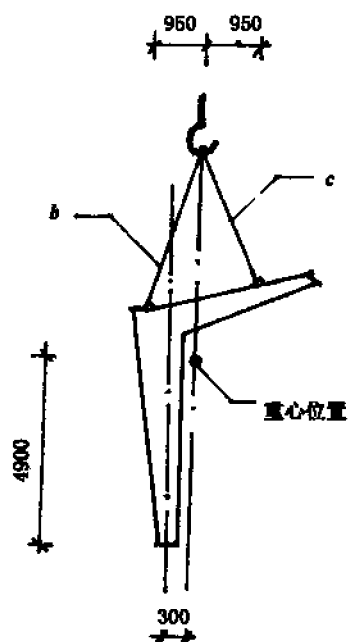


图 5-33 门式钢架起吊图

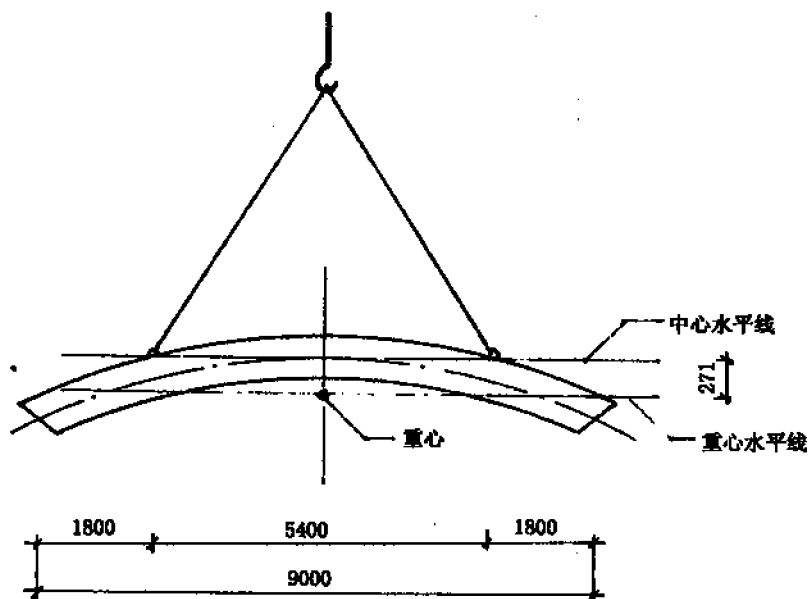


图 5-34 弧形梁吊点应在重心水平线以上

重心的高度位置,可对刚架立柱的底线取

S 值:

$$① S_1 = F_1 \times h_1$$

$$= 2.359 \times \frac{2}{3} \times 6.74$$

$$= 2.359 \times 4.493$$

$$= 10.599 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$② S_2 = F_2 \times h_2$$

$$= 1.180 \times \frac{1}{2} \times 6.74$$

$$= 1.180 \times 3.370$$

$$= 3.977 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$③ S_3 = S_2$$

$$= 3.977 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$④ S_4 = F_4 \times h_4$$

$$= 1.069 \times \left(6.74 + \frac{1.2}{2}\right)$$

$$= 1.069 \times 7.34 = 7.846 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$⑤ S_5 = F_5 \times h_5 \quad h_5 \text{ 值近似取 } 6.74\text{m, 则}$$

$$S_5 = F_5 \times h_5$$

$$= 0.989 \times 6.74$$

$$= 6.666 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{重心高度位置} = \frac{\sum S}{\sum F}$$

$$= \frac{10.599 + 3.977 + 3.977 + 7.846 + 6.666}{6.777}$$

$$= \frac{33.065}{6.777}$$

$$= 4.879 \text{ (m)} \approx 4.90 \text{ (m)}$$

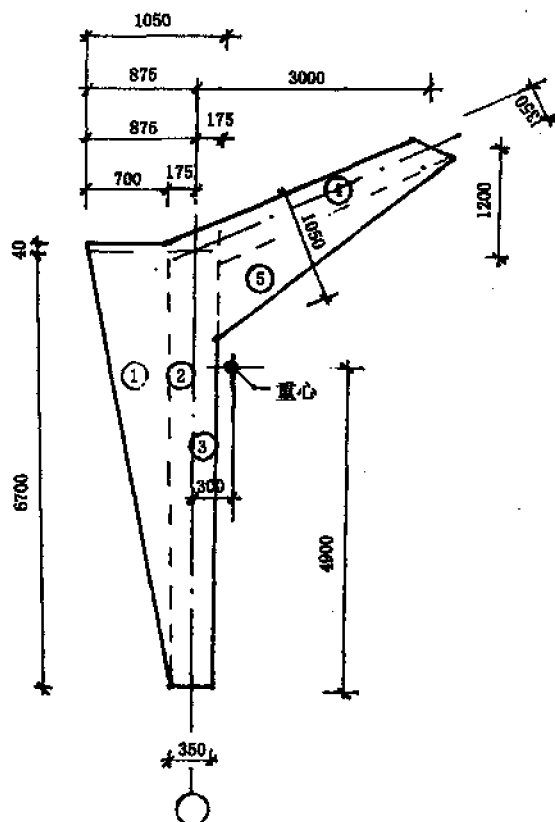


图 5-35 刚架立柱的设计尺寸

根据同样方法,可计算得抛物线弧形梁的重心位置,在抛物线原点水平线以下 271mm 处,如图 5-34 所示。

(2) 确定吊装机具和吊装方法

根据本工程现场情况和构件重量,决定采用 16t 汽车吊进行吊装。吊装方法采用综合吊装法,其吊装程序如图 5-36 所示。

(3) 确定吊点位置、吊索长度

门架起身时用三点吊法,吊点位置见图 5-32 所示。

门架起吊时用两点吊法,吊点位置见图 5-33 所示。

吊索长度,经计算,采用表 5-22 所示。

(4) 门架的临时支撑和固定

因门式刚架与杯形基础的连接属于铰接,插入杯口深度仅 35cm。刚架既无柱间支撑,又无屋面支撑,所以吊装过程中整个刚架的纵、横向的稳定性都较差。同时,由于刚架的重心

位置较高，刚架之间的砖墙须待刚架吊装结束后才能砌筑，所以刚架在吊装过程中的临时支撑工作必须十分重视。

1) 在刚架伸臂顶端设置三角形（或四角形）木制活动支架，使刚架立柱插入杯口后，伸臂端作临时搁置之用。同时，在伸臂与支架间设一千斤顶，在测量校正轴线时作上下微调之用。木制活动支架如图 5-37 所示。由于活动支架高度较高（约 7.5m），故需具有一定的强度和刚度，以防止歪倒造成事故，上面需适度向外倾斜。

表 5-22 吊索长度 (m)

起身时	$a=5.1$	$b=4.1$	$c=4.5$
起吊时		$b=4.5$	$c=4.1$

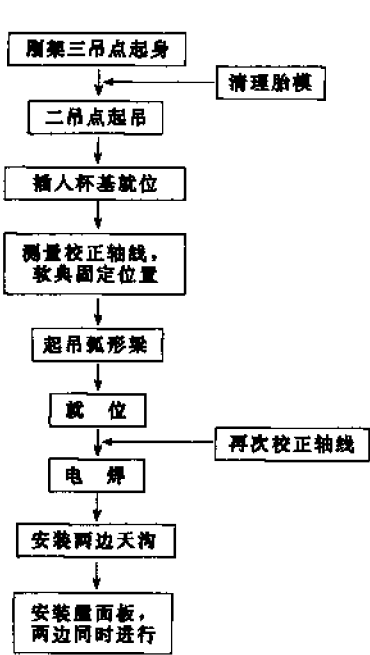


图 5-36 综合吊装法程序图

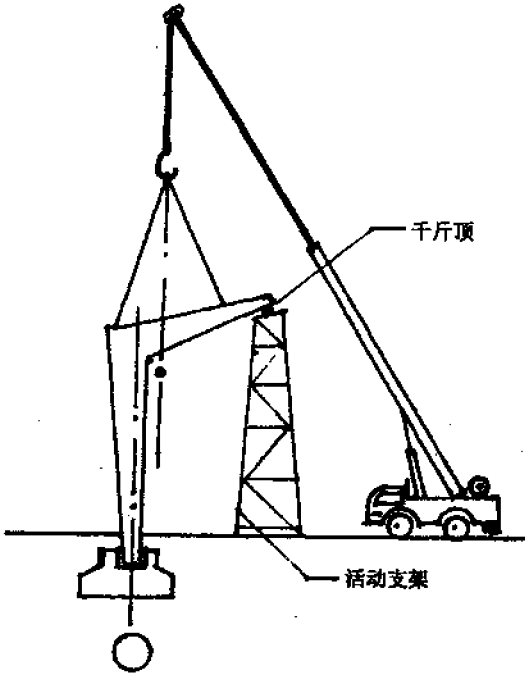


图 5-37 临时活动支架示意图

2) 在刚架的顶端外侧和伸臂端两侧各设置两根钢丝绳软抻，用花兰螺栓拉紧，如图 5-38 所示。在轴线测量校正前，作临时固定，在轴线测量校正后，作正式固定。

上述钢丝绳软抻需连设三榀门式刚架。当综合吊装完成两间屋面，吊第四榀刚架时，方可将第二榀的钢丝绳软抻依次向前移位。第一榀刚架的钢丝绳软抻须待前后沿砖墙上第一层钢筋混凝土窗圈梁浇筑完成后方可拆除。

3) 刚架柱与杯形基础的固定，按设计要求，采用在刚架柱下部包裹两层油毡卷材后，用细石混凝土分两次浇筑。

(5) 轴线测量校正

门式刚架的立柱带有 3m 长的伸臂，给立柱吊装就位后的轴线测量校正工作，带来较大的难度，为此，轴线的测量校正工作应注意以下几点：

1) 轴线的弹设，如图 5-39 所示，应注意刚架立柱在跨度方向的轴线须从伸臂端一直弹到

立柱底端，并使 A、B、C 三点在一个平面内。

2) 轴线测量校正时，须用 2 台经纬仪，分别架设于纵、横两个方向的轴线上进行测量、校正。在跨度方向轴线上的一台经纬仪观测时，须 A、B、C 三点同时看，绝对不能只看 A、B 两点或 A、C 两点。否则，将有较大的轴线偏移误差。

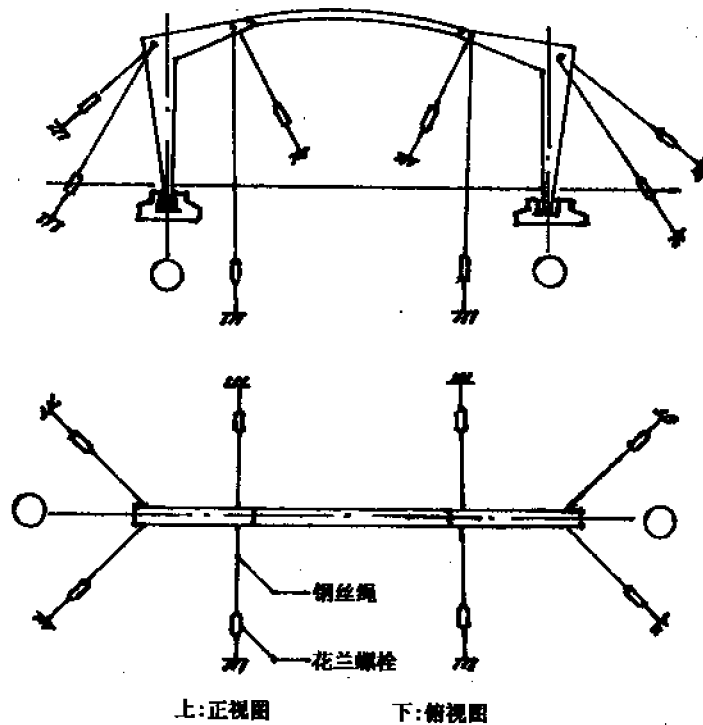


图 5-38 钢丝绳软抻设置图

四、现场平面布置

门式刚架的预制平面布置如图 5-31 所示。

屋面用大型屋面板及天沟由构件厂预制后送往工地，集中堆放于④轴线外侧，以便汽车吊在吊好整榀刚架后，吊臂直接起吊屋面板至屋面安装，减少场内运输。

汽车吊行走线路，由①轴端进入，⑦轴端出场。

门式刚架构件预制和吊装施工阶段，现场临时用水、用电的水源、电源由土建施工时一并考虑，不再赘述。

五、施工进度安排

本工程门式刚架构件预制工作量和安装工作量都较小，所需时间均在一星期左右，故作简化安排，需应注意的要点为：

1. 门式刚架系叠层预制，在底层混凝土浇筑时，表面应压密、压光。养护 2~3 天后，即涂刷机油加牛油隔离剂二度，然后续浇上一层混凝土。

2. 应待门架混凝土达到设计强度等级后方可进行安装施工。

六、主要施工机具用量和劳动力用量计划

主要施工机具用量见表 5-23 所示。

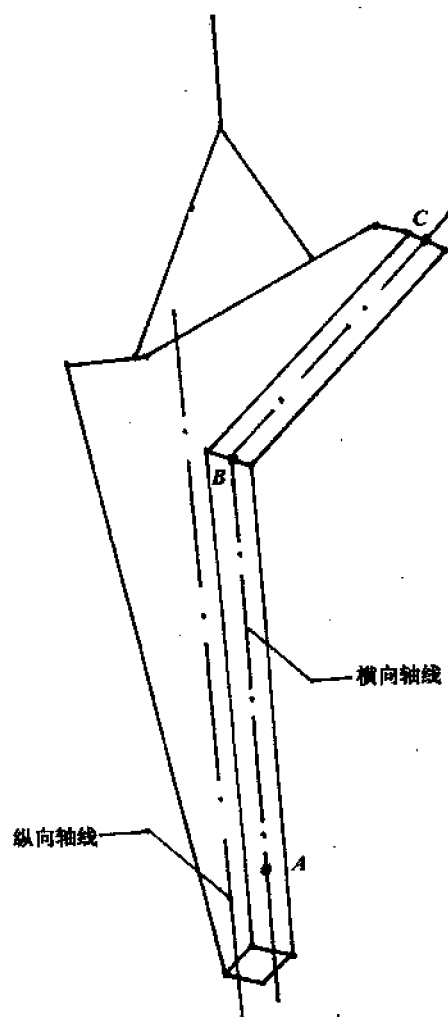


图 5-39 刚架立柱的轴线弹设

表 5-23 主要施工机具用量表

序 号	机 具 名 称	单 位	数 量	序 号	机 具 名 称	单 位	数 量
1	混凝土搅拌机	台	1	9	千斤顶 1.5t	台	3
2	砂浆搅拌机	台	1	10	花兰螺栓	个	28
3	平板式振动器	台	1	11	大锤	把	3
4	插入式振动器	台	2	12	汽车吊 16t	台	1
5	小货车	辆	6	13	木支架	个	2
6	电焊机	台	2	14	枕木 100×200×180	根	10
7	水平仪	台	1	15	垫铁		若干
8	经纬仪	台	2	16	钢丝绳	m	250

主要劳动力用量见表 5-24 所示。

表 5-24 主要劳动力用量表

序 号	工 种 名 称	人 数	序 号	工 种 名 称	人 数
1	瓦工	3 人	6	电工	1 人
2	混凝土工	10 人	7	机修工	1 人
3	木工	6 人	8	辅助工	4 人
4	钢筋工	4 人	9	吊装工	6 人
5	电焊工	2 人	10	测量工	2 人

七、质量安全措施

- 1. 门式刚架预制时，插入式振动器不得触及土胎模，宜平躺后进行振捣。
- 2. 门式刚架上需设的预埋铁件、预留孔以及吊钩等，应每榀编号，浇筑混凝土前逐项进行检查，确认无误后方可浇筑施工。
- 3. 两边侧模应用铁卡子卡紧，防止跑模。
- 4. 吊钩部位应增设固定钢筋，如图 5-40 所示。构件起身时，吊钩处应增设（垫）木块，防止吊钩拉弯和使构件局部混凝土受伤。

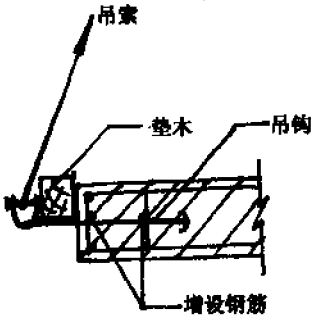


图 5-40 吊钩处增设钢筋

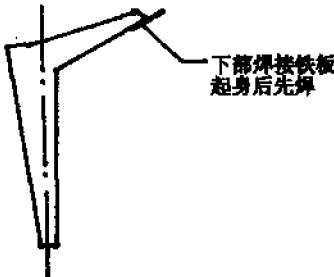


图 5-41 与横梁连接的铁板

- 5. 门架立柱起身后，起吊前，先在地面上焊接与弧形横梁连接的铁板，如图 5-41 所示。在地面焊好，既可提高焊接质量，又可减少高空焊接工作量，也便于弧形横梁的安装就位。
- 6. 弧形横梁与门架立柱结合时，应两边同时缓缓落下，严禁防止碰撞。横梁就位后，经纬仪应再作一次轴线测量后方可焊接固定。
- 7. 屋面大型屋面板应两边同时均匀安装，保证门式刚架均匀受力。禁止单方向安装。
- 8. 每天收工时，应待一间综合吊装结束并焊接完成后方可。特别严禁单片门架立柱安装就位后就收工，一旦遇上大风或其他意外情况，容易产生倒塌事故。
- 9. 每天检查钢丝绳软扣的锚桩情况，确保锚桩安全稳定。

实例六 某市东门广场人防工程基坑支护施工方案

一、工程概况

××市东门广场人防工程位于东门广场西南侧，东临环城路，北临正东路、东门广场，南面和西面为居民住宅区。拟建的人防工程为地下一层，上部为街心花园。建筑面积为 2600m²，