

脚手架专项施工方案

第一节 编制依据

《建筑施工计算手册》江正荣著 中国建筑工业出版社；
《建筑施工手册》第四版 中国建筑工业出版社、
《钢结构设计规范》GB50017-2003 中国建筑工业出版社；
《建筑结构荷载规范》GB50009-2001 中国建筑工业出版社；
《建筑施工脚手架实用手册（含垂直运输设施）》中国建筑工业出版社；
《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2001 中国建筑工业出版社；
《建筑地基基础设计规范》GB50007-2002 中国建筑工业出版社；
《建筑施工安全检查标准》JGJ59-99 中国建筑工业出版社。

第二节 工程概况

工程名称：安徽和县碧桂园如山湖城一期组团五A

工程地点：安徽省和县石杨镇碧桂园内

建设单位：安徽和县碧桂园房地产开发有限公司

设计单位：广东博意建筑设计研究院有限公司

勘察单位：江苏南京地质工程勘察院

监理单位：南京苏宁建设监理有限公司

施工单位：广东腾越建筑工程有限公司

2.1 基础与主体结构工程概况

本工程为框架结构，地上3/2层，建筑面积约30465.58m²。抗震等级为4级，结构安全等级为二级，设计使用年限为50年。建筑抗震设防类别为标准设防，地基基础设计等级为丙级。抗震设防烈度为6度，设计基本地震加速度值为0.05g，设计地震分组为第一组，场地类别为II类，特征周期为0.35s，基本风压值为0.35kN/m²，地面粗糙度为B类。

本工程的结构户型为：W-D、E-C、G10-C、G11-C, 四个户型。其中W-D为8栋、E-C为14栋、

G10-C为38栋、G11-C为14栋共计74栋。在施工过程中将74栋划分3个施工段施工。每个施工段总工期：6个月从开工之日起15天内完成±0以下全部工程，50天内结构封顶，4个月外架拆除，6个月室外市政等工程全部完成。并力争提前完工。

第三节 脚手架方案选择

本工程考虑到施工工期、质量和安全要求，故在选择方案时，应充分考虑以下几点：

- 1、架体的结构设计，力求做到结构要安全可靠，造价经济合理。
- 2、在规定的条件下和规定的使用期限内，能够充分满足预期的安全性和耐久性。
- 3、选用材料时，力求做到常见通用、可周转利用，便于保养维修。
- 4、结构选型时，力求做到受力明确，构造措施到位，升降搭拆方便，便于检查验收；
- 5、结合以上脚手架设计原则，同时结合本工程的实际情况，综合考虑了以往的施工经验，决定采用全封闭落地双排脚手架。

第四节 脚手架的材质要求

落地架

1、钢管脚落地手架，选用外径48mm，壁厚 3.50mm，钢材强度等级Q235-A，钢管表面应平直光滑，不应有裂纹、分层、压痕、划道和硬弯，新用的钢管要有出厂合格证。脚手架施工前必须将入场钢管取样，送有相关国家资质的试验单位，进行钢管抗弯、抗拉等力学试验，试验结果满足设计要求后，方可在施工中使用。

2、本工程钢管脚手架的搭设使用可锻铸造扣件，应符合建设部《钢管脚手扣件标准》JGJ22-85的要求，由有扣件生产许可证的生产厂家提供，不得有裂纹、气孔、缩松、砂眼等锻造缺陷，扣件的规格应与钢管相匹配，贴和面应干整，活动部位灵活，夹紧钢管时开口处最小距离不小于5mm。钢管螺栓拧紧力矩达70N.m时不得破坏。如使用旧扣件时，扣件必须取样送有相关国家资质的试验单位，进行扣件抗滑力等试验，试验结果满足设计要求后方可在施工中使用。

3、搭设架子前应进行保养，除锈并统一涂色，颜色力求环境美观。脚手架立杆、防护栏杆、踢脚杆统一漆黄色，剪力撑统一漆桔红色。底排立杆、扫地杆均漆红白相间 色。

4、脚手板、脚手片采用符合有关要求。

5、安全网采用密目式安全网，网目应满足2000目 / 100cm²，做耐贯穿试验不穿透，1.6×1.8m的单张网重量在3kg以上，颜色应满足环境效果要求，选用绿色。要求阻燃，使用的安全网必须有产品生产许可证和质量合格证，以及由巢县建筑安全监督管理部门发放的准用证。

6、连墙件采用钢管，其材质应符合现行国家标准《碳素钢结构》（GB/T 700）中Q235A钢的要求。

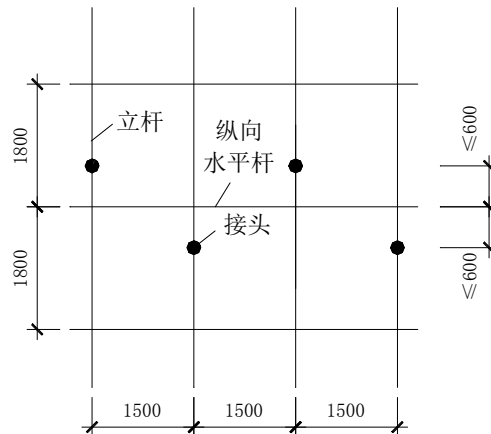
第五节 脚手架的搭设流程及要求

外脚手架搭设要求

1、立杆

(1)脚手架立杆纵向间距1.5m，横向间距1m，内立杆距与结构边距离0.3m，步距1.8m，钢管接长采用对接扣件，立杆与大横杆必须用直角扣件扣紧，不得隔步设置或遗漏。立杆整个架高的垂直偏差应不大于75mm；

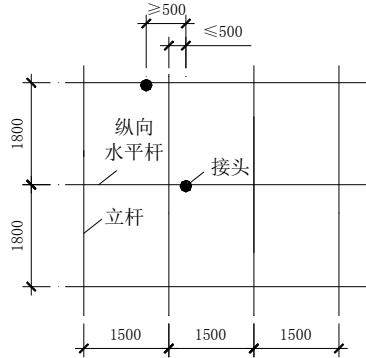
(2)立杆采用6m长钢管搭设，除在顶层可采用搭接外，其余各接头必须采用对接扣件对接，对接、搭设应符合以下要求：① 对接接头扣件开口方向应向下或向内，以防雨进入。② 立杆上的对接扣件应交错布置，相邻立杆接头位置的错开不小于500mm。各接头与中心节点相距不应大于步距的1/3即600mm。立杆立在坚实的结构上，搭设前将立杆置于厚度不小于50mm的木方上。③ 立杆的搭接长度不应小于1m，不少于三个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘至杆端不应小于100mm。④ 立杆顶端应高出女儿墙上皮1m，高出檐口上皮1.5m。立杆接头如下图所示。



2、纵向水平杆

(1)纵向水平杆设置于立杆的内侧、横向水平杆之下，并采用直角扣件与立杆扣紧。

(2)纵向水平杆一般采用对接扣件连接，至边角处也可采用搭接。对接、搭接应符合以下要求：① 对接接头应交错布置，两根相邻纵向水平杆的接头不宜设置在同跨或同步内，相邻接头水平距离不应小于500mm，与相近立杆的距离不大于立杆纵距的1/3，即500mm。



② 搭接接头长度不应小于1m，并应等距设置3个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至杆端的距离不应小于100mm。③ 纵向水平杆的长度一般不宜小于3跨，并不大于6m。

3、横向水平杆

(1)每一主节点处必须设置一根横向水平杆，横向水平杆长度1.5m，采用直角扣件扣紧在纵向水平杆上，该杆的轴线偏离主节点的距离不应大于150mm。

(2)操作层非主节点处的横向水平杆根据支撑脚手板的需要设置。

(3)横向水平杆伸出大横杆外的长度应控制在150mm。

4、剪刀撑

(1)沿脚手架外侧及全高方向连续设置，每横向6跨设置一道剪刀撑，剪刀撑与地面成60°角，成菱形布置；剪刀撑主要采用6m长钢管，最下面的斜杆与立杆的连接点离地面不应大于500mm，除斜杆两端扣紧外，中应间增加2~4个扣结点。

(2)剪刀撑斜杆的接头易采用搭接接头，接头不易小于1000mm。

(3)剪刀撑斜杆应用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立柱上，旋转扣件中心线距主节点的距离不应大于150mm。

(4)脚手架非封闭端如转截面处脚手架端头应设置之字形斜撑及连墙件。

5、连墙件

(1)脚手架与建筑物按水平方向4.5m，垂直方向3.6m，设一拉结点。楼层高度超过4m，则在水平方向加密。

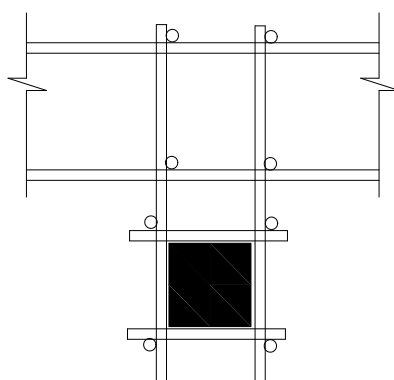
(2) 拉结点在转角范围内和顶部处加密，即在转角1米以内范围按垂直方向每3.6米设一拉结点。

(3) 拉结点应保证牢固，防止其移动变形，且尽量设置在外架大小横杆接点处。

(4) 外墙装饰阶段拉结点，也须满足上述要求，确因施工需要除去原拉结点时，必须重新补设可靠，有效的临时拉结，以确保外架安全可靠。

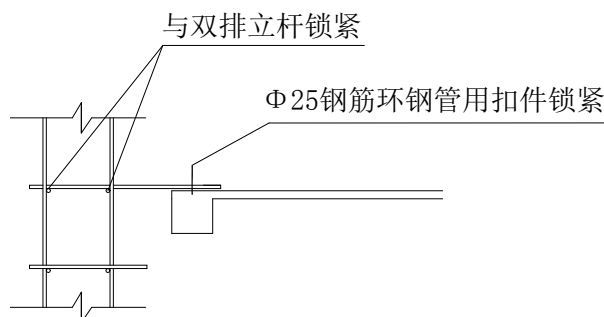
(5) 连墙件设置形式

钢管抱柱的形式，采用钢管将柱四面箍紧，伸出钢管采用直角扣件扣在主节点或纵向水平杆上，柱角采用模板及木枋做好保护。



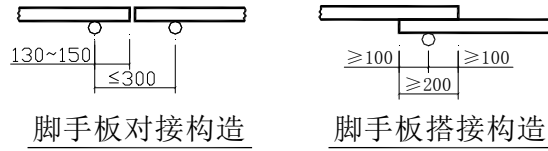
脚手架抱柱方式

无法采用抱柱的地方，采用在板内边梁上预埋 $\Phi 25$ 的钢筋环，伸出地面150mm, 锚入梁内400mm, 并设弯钩，采用钢管将预埋件和外架锁紧。



6、脚手板

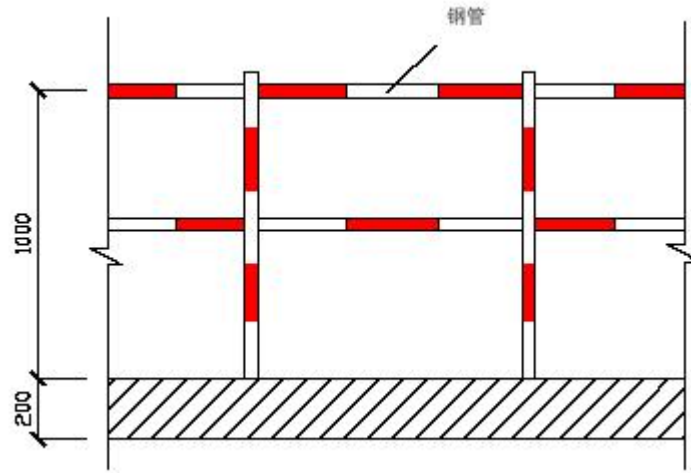
(1) 采用竹笆脚手板，脚手板一般应设置在三根横向水平杆上。当脚手板长度小于2m时，可采用两根横向水平杆，并应将脚手板两端与其可靠固定，以防倾翻。脚手板宜采用平铺，也可采用搭接铺设，搭接构造见下图。



(2) 脚手板应铺设严密、牢固、平稳，脚手板两端用14#铅丝固定牢靠。

7、护栏和挡脚板

在铺脚手板的操作层上必须在外排立杆内侧距脚手板面1.2m设置防护栏杆，涂红白油漆，并设200mm高的挡脚板，挡脚板采用木跳板制作，并用14#铁丝绑牢。护栏在铺脚手板的操作层上设三道护栏，上栏杆距脚手板面高度为1000mm，下栏杆距脚手板面为600mm，设挡脚板。



临边防护示意图

8、扫地杆

考虑脚手架的稳定性，其下部必须设置纵、横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座下皮200mm高的立杆上。横向扫地杆采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。其连接方式及接头位置同纵向水平杆。

施工作业程序

1、落地式脚手架：依据排立杆位置，放线使立杆在一条平行轴线的直线上；

2、放置纵向扫地杆；

3、自角部起依次向两边竖立杆，底端与纵向扫地杆扣接固定后，装设横向扫地杆并与立杆固定，每边竖起3-4根立杆后，随即装设第一步大横杆（与立杆扣接固定）和小横杆（靠近立杆并与大横杆扣接固定），校正立杆垂直和平杆水平使其符合要求后，按40~60KN·m力矩拧

紧扣件螺栓，形成构架的起始段；

- 4、设置连柱杆（开始搭设时加边撑）；
- 5、按以上的作业程序和要求向上搭设脚手架；
- 6、随搭设进程及时设置剪刀撑；
- 7、随施工进度在脚手架构架大横杆间搭设横杆，以缩小铺设脚手板的支撑跨度，铺设脚手板、栏杆和防护密目网。

施工作业注意事项

- 1、底部第一排立杆应按立杆搭设要求选择，不同长度的钢管交错设置，至少有6m、4m两种不同长度的钢管作立杆；
- 2、一定采取先搭设起始段而后向前延伸的作业方式，可分别从相对角开始搭设；
- 3、连柱杆和剪刀撑应及时设置，不得滞后超过两个步距；
- 4、杆件端部伸出扣件之外的长度不得小于100mm；
- 5、在顶排连柱杆之上的架高不得多于两个步距，否则应每隔6跨加设一道撑拉措施；
- 6、剪刀撑的斜杆与基本构架结构杆件之间至少3道连接，其中斜杆的对接或搭接接头部位至少有一道连接；
- 7、周边脚手架的大横杆必须在角部交圈并与立杆固定；
- 8、纵向对接搭设脚手板时，对接处的两侧必须设置横杆，并且绑扎牢固；
- 9、作业层的栏杆应设置在立杆的内侧，栏杆接长应符合对接或搭接的要求。

第六节 脚手架计算书

一、参数信息：

1. 脚手架参数

双排脚手架搭设高度为 12.0 米，立杆采用单立管；

搭设尺寸为：立杆的纵距为 1.50米，立杆的横距为1.05米，大小横杆的步距为1.80 米；
内排架距离墙长度为0.30米；

大横杆在上，搭接在小横杆上的大横杆根数为 3 根；

脚手架沿墙纵向长度为 120 米；

采用的钢管类型为 $\Phi 48 \times 3.5$;

横杆与立杆连接方式为单扣件; 取扣件抗滑承载力系数为 0.80;

连墙件采用两步两跨, 竖向间距 3.60 米, 水平间距 4.5 米, 采用扣件连接;

连墙件连接方式为单扣件;

2. 活荷载参数

施工均布活荷载标准值: 3.000 kN/m^2 ; 脚手架用途: 结构脚手架;

同时施工层数: 2 层;

3. 风荷载参数

本工程地处安徽省和县, 基本风压为 0.35 kN/m^2 ;

风荷载高度变化系数 μ_z 为 1.25, 风荷载体型系数 μ_s 为 0.65;

脚手架计算中考虑风荷载作用;

4. 静荷载参数

每米立杆承受的结构自重标准值 (kN/m^2): 0.1248;

脚手板自重标准值 (kN/m^2): 0.350; 栏杆挡脚板自重标准值 (kN/m^2): 0.150;

安全设施与安全网 (kN/m^2): 0.005; 脚手板铺设层数: 4;

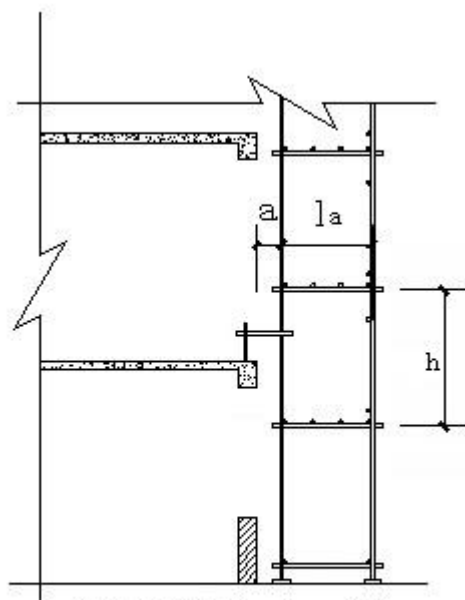
脚手板类别: 竹串片脚手板; 栏杆挡板类别: 栏杆、竹笆片脚手板挡板;

每米脚手架钢管自重标准值 (kN/m^2): 0.038;

5. 地基参数

地基土类型: 粘性土; 地基承载力标准值 (kN/m^2): 500.00;

立杆基础底面面积 (m^2): 0.09; 地面广截力调整系数: 0.50。



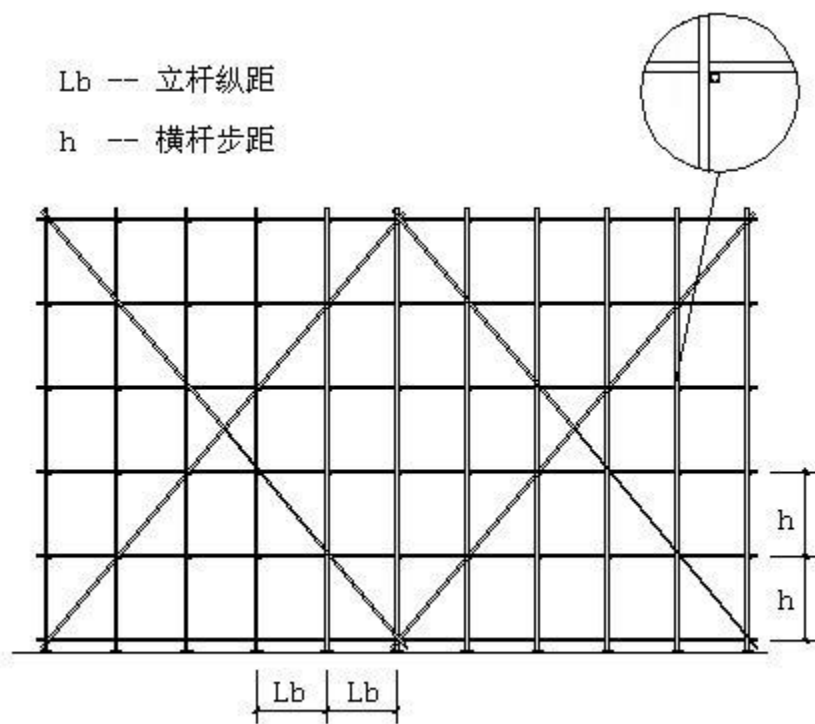
l_a --- 横向间距或排距 h --- 步距

a --- 内排架与墙距离

落地架侧立面图

L_b --- 立杆纵距

h --- 横杆步距



单立杆落地架脚手架正立面图

二、大横杆的计算：

按照《扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2001)第5.2.4条规定,大横杆按照三跨连续梁进行强度和挠度计算,大横杆在小横杆的上面。将大横杆上面的脚手板自重和施工活荷载作为均布荷载计算大横杆的最大弯矩和变形。

1. 均布荷载值计算

大横杆的自重标准值: $P_1=0.038 \text{ kN/m}$;

脚手板的自重标准值: $P_2=0.350 \times 1.050 / (3+1) = 0.092 \text{ kN/m}$;

活荷载标准值: $Q=3.000 \times 1.050 / (3+1) = 0.788 \text{ kN/m}$;

静荷载的设计值: $q_1=1.2 \times 0.038 + 1.2 \times 0.092 = 0.156 \text{ kN/m}$;

活荷载的设计值: $q_2=1.4 \times 0.788 = 1.103 \text{ kN/m}$;

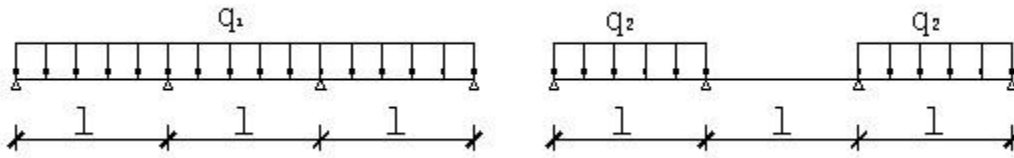


图1 大横杆设计荷载组合简图(跨中最大弯矩和跨中最大挠度)

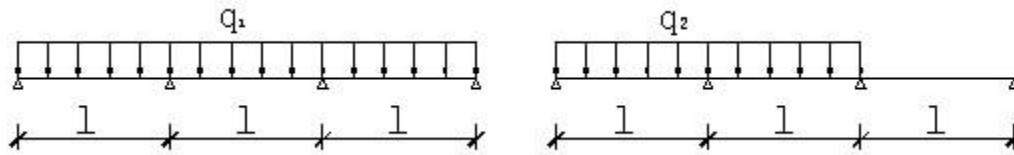


图2 大横杆设计荷载组合简图(支座最大弯矩)

2. 强度验算

跨中和支座最大弯距分别按图1、图2组合。

跨中最大弯距计算公式如下:

$$M_{1\max} = 0.08q_1l^2 + 0.10q_2l^2$$

跨中最大弯距为 $M_{1\max} = 0.08 \times 0.156 \times 1.500^2 + 0.10 \times 1.103 \times 1.500^2 = 0.276 \text{ kN} \cdot \text{m}$;

支座最大弯距计算公式如下：

$$M_{2\max} = -0.10q_1l^2 - 0.117q_2l^2$$

支座最大弯距为 $M_{2\max} = -0.10 \times 0.156 \times 1.500^2 - 0.117 \times 1.103 \times 1.500^2 = -0.325 \text{ kN} \cdot \text{m}$;

选择支座弯矩和跨中弯矩的最大值进行强度验算：

$$\sigma = \text{Max}(0.276 \times 10^6, 0.325 \times 10^6) / 5080.0 = 63.976 \text{ N/mm}^2;$$

大横杆的最大弯曲应力为 $\sigma = 63.976 \text{ N/mm}^2$ 小于 大横杆的抗压强度设计值

$[f] = 205.0 \text{ N/mm}^2$ ，满足要求！

3. 挠度验算：

最大挠度考虑为三跨连续梁均布荷载作用下的挠度。

计算公式如下：

$$V_{\max} = 0.677 \frac{q_1 l^4}{100EI} + 0.990 \frac{q_2 l^4}{100EI}$$

其中：

静荷载标准值： $q_1 = P_1 + P_2 = 0.038 + 0.092 = 0.130 \text{ kN/m}$;

活荷载标准值： $q_2 = Q = 0.788 \text{ kN/m}$;

最大挠度计算值为：

$$V = 0.677 \times 0.130 \times 1500.0^4 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 121900.0) + 0.990 \times 0.788 \times 1500.0^4 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 121900.0) = 1.750 \text{ mm};$$

大横杆的最大挠度 1.750 mm 小于 大横杆的最大容许挠度 $1500.0/150 \text{ mm}$ 与 10 mm ，满足要求！

三、小横杆的计算：

根据JGJ130-2001第5.2.4条规定，小横杆按照简支梁进行强度和挠度计算，大横杆在小横杆的上面。用大横杆支座的最大反力计算值作为小横杆集中荷载，在最不利荷载布置下计算小横杆的最大弯矩和变形。

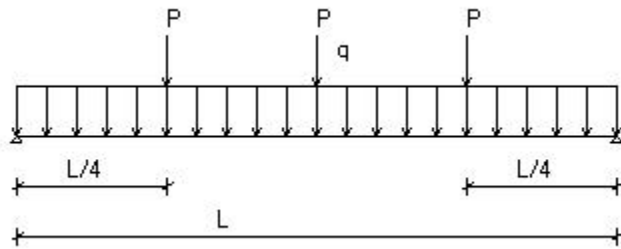
1. 荷载值计算

大横杆的自重标准值： $p_1 = 0.038 \times 1.500 = 0.058 \text{ kN}$ ；

脚手板的自重标准值： $P_2 = 0.350 \times 1.050 \times 1.500 / (3+1) = 0.138 \text{ kN}$ ；

活荷载标准值： $Q = 3.000 \times 1.050 \times 1.500 / (3+1) = 1.181 \text{ kN}$ ；

集中荷载的设计值： $P = 1.2 \times (0.058 + 0.138) + 1.4 \times 1.181 = 1.888 \text{ kN}$ ；



小横杆计算简图

2. 强度验算

最大弯矩考虑为小横杆自重均布荷载与大横杆传递荷载的标准值最不利分配的弯矩和均布荷载最大弯矩计算公式如下：

$$M_{q\max} = ql^2 / 8$$

$$M_{q\max} = 1.2 \times 0.038 \times 1.050^2 / 8 = 0.006 \text{ kN.m}；$$

集中荷载最大弯矩计算公式如下：

$$M_{P\max} = \frac{Pl}{2}$$

$$M_{P\max} = 1.888 \times 1.050 / 2 = 0.991 \text{ kN.m} ；$$

$$\text{最大弯矩 } M = M_{q\max} + M_{P\max} = 0.998 \text{ kN.m}；$$

$$\text{最大应力计算值 } \sigma = M / W = 0.998 \times 10^6 / 5080.000 = 196.394 \text{ N/mm}^2 ；$$

小横杆的最大应力计算值 $\sigma = 196.394 \text{ N/mm}^2$ 小于 小横杆的抗压强度设计值 205.000 N/mm^2 ，满足要求！

3. 挠度验算

最大挠度考虑为小横杆自重均布荷载与大横杆传递荷载的设计值最不利分配的挠度和小横杆自重均布荷载引起的最大挠度计算公式如下：

$$V_{q\max} = \frac{5ql^4}{384EI}$$

$$V_{q\max} = 5 \times 0.038 \times 1050.0^4 / (384 \times 2.060 \times 10^5 \times 121900.000) = 0.024 \text{ mm};$$

$$\text{大横杆传递荷载 } P = p_1 + p_2 + Q = 0.058 + 0.138 + 1.181 = 1.377 \text{ kN};$$

集中荷载标准值最不利分配引起的最大挠度计算公式如下：

$$V_{P\max} = \frac{19Pl^3}{384EI}$$

$$V_{P\max} = 19 \times 1376.663 \times 1050.000^3 / (384 \times 2.060 \times 10^5 \times 121900.000) = 3.140 \text{ mm};$$

$$\text{最大挠度和 } V = V_{q\max} + V_{P\max} = 0.024 + 3.140 = 3.164 \text{ mm};$$

小横杆的最大挠度和 3.164 mm 小于 小横杆的最大容许挠度 $1050.000/150=7.000$ 与 10 mm, 满足要求！

四、扣件抗滑力的计算：

按规范表 5.1.7, 直角、旋转单扣件承载力取值为 8.00kN, 按照扣件抗滑承载力系数 0.80, 该工程实际的旋转单扣件承载力取值为 6.40kN。

纵向或横向水平杆与立杆连接时, 扣件的抗滑承载力按照下式计算 (规范 5.2.5)：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 6.40 kN;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

$$\text{大横杆的自重标准值: } P_1 = 0.038 \times 1.500 \times 3/2 = 0.086 \text{ kN};$$

$$\text{小横杆的自重标准值: } P_2 = 0.038 \times 1.050 = 0.040 \text{ kN};$$

$$\text{脚手板的自重标准值: } P_3 = 0.350 \times 1.050 \times 1.500/2 = 0.276 \text{ kN};$$

$$\text{活荷载标准值: } Q = 3.000 \times 1.050 \times 1.500 / 2 = 2.363 \text{ kN};$$

$$\text{荷载的设计值: } R = 1.2 \times (0.040 + 0.276) + 1.4 \times 2.363 = 3.687 \text{ kN};$$

$R < 6.40 \text{ kN}$, 单扣件抗滑承载力的设计计算满足要求！

五、脚手架立杆荷载计算：

作用于脚手架的荷载包括静荷载、活荷载和风荷载。静荷载标准值包括以下内容：

(1) 每米立杆承受的结构自重标准值 (kN)，为 0.1248

$$N_{G1} = [0.1248 + (1.50 \times 3/2 + 1.50 \times 2) \times 0.038/1.80] \times 12.00 = 2.842;$$

(2) 脚手板的自重标准值 (kN/m²)；采用竹串片脚手板，标准值为 0.35

$$N_{G2} = 0.350 \times 4 \times 1.500 \times (1.050 + 0.3)/2 = 1.418 \text{ kN};$$

(3) 栏杆与挡脚手板自重标准值 (kN/m)；采用栏杆、竹笆片脚手板挡板，标准值为 0.15

$$N_{G3} = 0.150 \times 4 \times 1.500/2 = 0.450 \text{ kN};$$

(4) 吊挂的安全设施荷载，包括安全网 (kN/m²)；0.005

$$N_{G4} = 0.005 \times 1.500 \times 12.000 = 0.090 \text{ kN};$$

经计算得到，静荷载标准值

$$N_G = N_{G1} + N_{G2} + N_{G3} + N_{G4} = 4.799 \text{ kN};$$

活荷载为施工荷载标准值产生的轴向力总和，内、外立杆按一纵距内施工荷载总和的 1/2 取值。

经计算得到，活荷载标准值

$$N_Q = 3.000 \times 1.050 \times 1.500 \times 2/2 = 4.725 \text{ kN};$$

风荷载标准值按照以下公式计算

$$W_k = 0.7 U_z \cdot U_s \cdot W_0$$

其中 W_0 —— 基本风压 (kN/m²)，按照《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001) 的规定采用：

$$W_0 = 0.350 \text{ kN/m}^2;$$

U_z —— 风荷载高度变化系数，按照《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001) 的规定采用：

$$U_z = 1.250 ;$$

$$U_s \text{ —— 风荷载体型系数：取值为 } 0.645;$$

经计算得到，风荷载标准值

$$W_k = 0.7 \times 0.350 \times 1.250 \times 0.645 = 0.198 \text{ kN/m}^2;$$

不考虑风荷载时，立杆的轴向压力设计值计算公式

$$N = 1.2N_G + 1.4N_Q = 1.2 \times 4.799 + 1.4 \times 4.725 = 12.374 \text{ kN};$$

考虑风荷载时,立杆的轴向压力设计值为

$$N = 1.2 N_G + 0.85 \times 1.4 N_Q = 1.2 \times 4.799 + 0.85 \times 1.4 \times 4.725 = 11.382 \text{ kN};$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 为

$$M_w = 0.85 \times 1.4 W_k L_a h^2 / 10 = 0.850 \times 1.4 \times 0.198 \times 1.500 \times 1.800^2 / 10 = 0.114 \text{ kN.m};$$

六、立杆的稳定性计算:

不组合风荷载时,立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [f]$$

立杆的轴向压力设计值 : $N = 12.374 \text{ kN};$

计算立杆的截面回转半径 : $i = 1.58 \text{ cm};$

计算长度附加系数参照《扣件式规范》表5.3.3得 : $k = 1.155 ;$

计算长度系数参照《扣件式规范》表5.3.3得 : $\mu = 1.500 ;$

计算长度,由公式 $l_0 = k\mu h$ 确定 : $l_0 = 3.119 \text{ m};$

长细比 $L_0/i = 197.000 ;$

轴心受压立杆的稳定系数 φ ,由长细比 l_0/i 的计算结果查表得到 : $\varphi = 0.186 ;$

立杆净截面面积 : $A = 4.89 \text{ cm}^2;$

立杆净截面模量(抵抗矩) : $W = 5.08 \text{ cm}^3;$

钢管立杆抗压强度设计值 : $[f] = 205.000 \text{ N/mm}^2;$

$$\sigma = 12374.000 / (0.186 \times 489.000) = 136.046 \text{ N/mm}^2;$$

立杆稳定性计算 $\sigma = 136.046 \text{ N/mm}^2$ 小于 立杆的抗压强度设计值 $[f] = 205.000 \text{ N/mm}^2$, 满足要求!

考虑风荷载时,立杆的稳定性计算公式

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

立杆的轴心压力设计值：N = 11.382 kN；

计算立杆的截面回转半径：i = 1.58 cm；

计算长度附加系数参照《扣件式规范》表5.3.3得：k = 1.155；

计算长度系数参照《扣件式规范》表5.3.3得：μ = 1.500；

计算长度，由公式 $l_0 = \mu i$ 确定：l₀ = 3.119 m；

长细比：L₀/i = 197.000；

轴心受压立杆的稳定系数φ，由长细比 L₀/i 的结果查表得到：φ = 0.186

立杆净截面面积：A = 4.89 cm²；

立杆净截面模量(抵抗矩)：W = 5.08 cm³；

钢管立杆抗压强度设计值：[f] = 205.000 N/mm²；

$\sigma = 11381.670 / (0.186 \times 489.000) + 114240.223 / 5080.000 = 147.625 \text{ N/mm}^2$ ；

立杆稳定性计算 $\sigma = 147.625 \text{ N/mm}^2$ 小于 立杆的抗压强度设计值 [f] = 205.000 N/mm²，满足要求！

七、最大搭设高度的计算：

按《规范》5.3.6条不考虑风荷载时，采用单立管的敞开式、全封闭和半封闭的脚手架可搭设高度按照下式计算：

$$H_s = \frac{\phi A \sigma - (1.2 N_{G2K} + 1.4 N_{GK})}{1.2 g_k}$$

构配件自重标准值产生的轴向力 N_{G2K} (kN) 计算公式为：

N_{G2K} = N_{G2} + N_{G3} + N_{G4} = 1.958 kN；

活荷载标准值：N_q = 4.725 kN；

每米立杆承受的结构自重标准值：G_k = 0.125 kN/m；

H_s = [0.186 × 4.890 × 10⁻⁴ × 205.000 × 10³ - (1.2 × 1.958

$$+1.4 \times 4.725) / (1.2 \times 0.125) = 64.647 \text{ m};$$

按《规范》5.3.7条脚手架搭设高度 H_s 等于或大于26米，按照下式调整且不超过50米：

$$[H] = \frac{H_s}{1 + 0.001H_s}$$

$$[H] = 64.647 / (1 + 0.001 \times 64.647) = 60.722 \text{ m};$$

$[H] = 60.722$ 和 50 比较取较小值。得到，脚手架搭设高度限值 $[H] = 50.000 \text{ m}$ ，满足要求！

按《规范》5.3.6条考虑风荷载时，采用单立管的敞开式、全封闭和半封闭的脚手架可搭设高度按照下式计算：

$$H_s = \frac{\phi A \sigma - [1.2 N_{G2k} + 0.85 \times 1.4 (N_{Qk} + \phi A \cdot M_{wk} / W)]}{1.2 g_k}$$

构配件自重标准值产生的轴向力 N_{G2k} (kN) 计算公式为：

$$N_{G2k} = N_{G2} + N_{G3} + N_{G4} = 1.958 \text{ kN};$$

活荷载标准值： $N_Q = 4.725 \text{ kN}$ ；

每米立杆承受的结构自重标准值： $G_k = 0.125 \text{ kN/m}$ ；

计算立杆段由风荷载标准值产生的弯矩： $M_{wk} = M_w / (1.4 \times 0.85) = 0.114 / (1.4 \times 0.85) = 0.096 \text{ kN.m}$ ；

$$H_s = (0.186 \times 4.890 \times 10^{-4} \times 205.000 \times 10^{-3} - (1.2 \times 1.958 + 0.85 \times 1.4 \times (4.725 + 0.186 \times 4.890 \times 0.096 / 5.080))) / (1.2 \times 0.125) = 57.615 \text{ m};$$

按《规范》5.3.7条脚手架搭设高度 H_s 等于或大于26米，按照下式调整且不超过50米：

$$[H] = \frac{H_s}{1 + 0.001H_s}$$

$$[H] = 57.615 / (1 + 0.001 \times 57.615) = 54.476 \text{ m};$$

$[H] = 54.476$ 和 50 比较取较小值。经计算得到，脚手架搭设高度限值 $[H] = 50.000 \text{ m}$ ，满足要求！

八、连墙件的计算：

连墙件的轴向力设计值应按照下式计算：

$$N_l = N_{lw} + N_0$$

风荷载标准值 $W_k = 0.198 \text{ kN/m}^2$ ；

每个连墙件的覆盖面积内脚手架外侧的迎风面积 $A_w = 10.800 \text{ m}^2$ ；

按《规范》5.4.1条连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力(kN)， $N_0 = 5.000 \text{ kN}$ ；

风荷载产生的连墙件轴向力设计值(kN)，按照下式计算：

$$N_{lw} = 1.4 \times W_k \times A_w = 2.987 \text{ kN}；$$

连墙件的轴向力设计值 $N_l = N_{lw} + N_0 = 7.987 \text{ kN}$ ；

连墙件承载力设计值按下式计算：

$$N_f = \varphi \cdot A \cdot [f]$$

其中 φ -- 轴心受压立杆的稳定系数；

由长细比 $l_0/i = 300.000/15.800$ 的结果查表得到 $\varphi=0.949$ ， l 为内排架距离墙的长度；

又： $A = 4.89 \text{ cm}^2$ ； $[f]=205.00 \text{ N/mm}^2$ ；

连墙件轴向承载力设计值为 $N_f = 0.949 \times 4.890 \times 10^{-4} \times 205.000 \times 10^3 = 95.133 \text{ kN}$ ；

$N_l = 7.987 < N_f = 95.133$ ，连墙件的设计计算满足要求！

连墙件采用单扣件与墙体连接。

由以上计算得到 $N_l = 7.987$ 小于单扣件的抗滑力 8.0 kN ，满足要求！

九、立杆的地基承载力计算：

立杆基础底面的平均压力应满足下式的要求

$$p \leq f_g$$

地基承载力设计值：

$$f_g = f_{gk} \times k_c = 250.000 \text{ kN/m}^2；$$

其中，地基承载力标准值： $f_{gk} = 500.000 \text{ kN/m}^2$ ；

脚手架地基承载力调整系数： $k_c = 0.500$ ；

立杆基础底面的平均压力： $p = N/A = 126.463 \text{ kN/m}^2$ ；

其中，上部结构传至基础顶面的轴向力设计值： $N = 11.382 \text{ kN}$ ；

基础底面面积： $A = 0.090 \text{ m}^2$ 。

$p = 126.463 \leq f_g = 250.000 \text{ kN/m}^2$ 。地基承载力满足要求！

第七节 脚手架搭设的劳动力安排

1、为确保工程进度的需要，同时根据本工程的结构特征和外脚手架的工程量，确定本工程外脚手架搭设人员需要15~20人，均有上岗作业证书。

2、建立由项目经理、施工员、安全员、搭设技术员组成的管理机构，搭设负责人负有指挥、调配、检查的直接责任。

3、外脚手架的搭设和拆除，均应有项目技术负责人的认可，方可进行施工作业，并必须配备有足够的辅助人员和必要的工具。

第八节 脚手架的检查与验收

落地架

- 1、脚手架必须由持有效上岗证的专业技术人员搭设；
- 2、进行分段验收和检查，发现有不符合要求的应迅速整改，并追究责任；
- 3、外脚手架分段验收严格按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2001第八节及JGJ59-99中“外脚手架检查评分表”，所列项目和施工方案要求的内容进行检查。填写验收记录单，并由搭设人员、安全员、施工员、项目经理签证，方能交付使用。
- 4、架体内必须做到每层封闭(即进行隔离)，且不能大于4步。

第九节 脚手架搭设安全技术措施

落地式脚手架

- 1、钢管架应设置避雷针，分置于主楼外架四角立杆之上，并联通大横杆，形成避雷网络，

并检测接地电阻不大于 30Ω 。

- 2、外脚手架不得搭设在距离外电架空线路的安全距离内，并做好可靠的安全接地处理。
- 3、定期检查脚手架，发现问题和隐患，在施工作业前及时维修加固，以达到坚固稳定，确保施工安全。
- 4、外脚手架严禁钢竹、钢木混搭，禁止扣件、绳索、铁丝、竹篾、塑料篾混用。
- 5、外脚手架搭设人员必须持证上岗，并正确使用安全帽、安全带、穿防滑鞋。
- 6、严禁脚手板存在探头板，铺设脚手板以及多层作业时，应尽量使施工荷载内、外传递平衡。
- 7、保证脚手架体的整体性，不得与井架、升降机一并拉结，不得截断架体。
- 8、结构外脚手架每支搭一层，支搭完毕后，经项目部安全员验收合格后方可使用。任何班组长和个人，未经同意不得任意拆除脚手架部件。
- 9、严格控制施工荷载，脚手板不得集中堆料施荷，施工荷载不得大于 3kN/m^2 ，确保较大安全储备。
- 10、结构施工时不允许多层同时作业，装修施工时同时作业层数不超过两层，临时性用的悬挑架的同时作业层数不超过重层。
- 11、当作业层高出其下连墙件 3.6m 以上、且其上尚无连墙件时，应采取适当的临时撑拉措施。
- 12、各作业层之间设置可靠的防护栅栏，防止坠落物体伤人。
- 13、脚手架立杆基础外侧应挖排水沟，以防雨水浸泡地基。

第十节 脚手架拆除安全技术措施

落地式脚手架

- 1、拆架前，全面检查拟拆脚手架，根据检查结果，拟订出作业计划，报请批准，进行技术交底后才准工作。作业计划一般包括：拆架的步骤和方法、安全措施、材料堆放地点、劳动组织安排等。
- 2、拆架时应划分作业区，周围设绳绑围栏或竖立警戒标志，地面应设专人指挥，禁止非作业人员进入。

3、拆架的高处作业人员应戴安全帽、系安全带、扎裹腿、穿软底防滑鞋。

4、拆架程序应遵守由上而下，先搭后拆的原则，即先拆拉杆、脚手板、剪刀撑、斜撑，而后拆小横杆、大横杆、立杆等，并按一步一清原则依次进行。严禁上下同时进行拆架作业。

5、拆立杆时，要先抱住立杆再拆开最后两个扣，拆除大横杆、斜撑、剪刀撑时，应先拆中间扣件，然后托住中间，再解端头扣。

6、连墙杆(拉结点)应随拆除进度逐层拆除，拆抛撑时，应用临时撑支住，然后才能拆除。

7、拆除时要统一指挥，上下呼应，动作协调，当解开与另一人有关的结扣时，应先通知对方，以防坠落。

8、拆架时严禁碰撞脚手架附近电源线，以防触电事故。

9、在拆架时，不得中途换人，如必须换人时，应将拆除情况交代清楚后方可离开。

10、拆下的材料要徐徐下运，严禁抛掷。运至地面的材料应按指定地点随拆随运，分类堆放，当天拆当天清，拆下的扣件和铁丝要集中回收处理。

11、高层建筑脚手架拆除，应配备各良好的通讯装置。

12、输送至地面的杆件，应及时按类堆放，整理保养。

13、当天离岗时，应及时加固尚未拆除部分，防止存留隐患造成复岗后的人为事故。

14、如遇强风、雨、雪等特殊气候，不应进行脚手架的拆除，严禁夜间拆除。

15、翻掀垫铺竹笆应注意站立位置，并应自外向里翻起竖立，防止外翻将竹笆内未清除的残留物从高处坠落伤人。