

\*\*\*\*\*小区 6#标段工程

钢 管 脚 手 架

施  
工  
组  
织  
设  
计

筑龙网www.zhlw.com

审批意见

公司生产技术科 审核意见	
公司技术负责人 审定意见	
建设监理单位 审批意见	

## 外脚手架搭设方案

### 一、工程概况：

本工程为\*\*\*\*\*小区 6#标段（1#、2#、13—A#、13—B#、14#、24#楼）工程，位于\*\*\*\*\*路四面厅地块。

本工程总占地面积 10399M<sup>2</sup>，最低处为 3 层，最高为 5 层，最高点为 20.10 米。

脚手架材质要求：

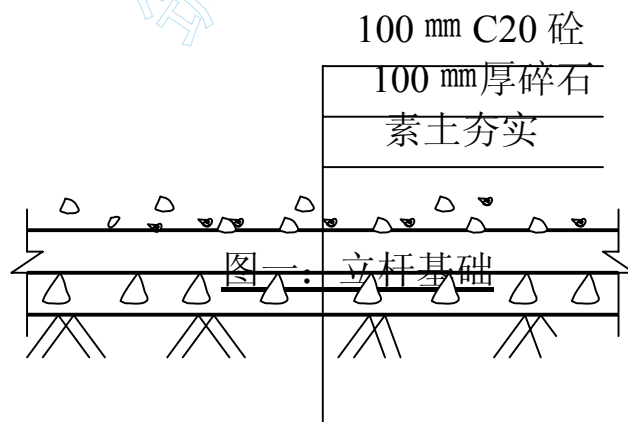
- 1、钢管：采用外径 48 mm，壁厚 3.5 mm A3 钢管；表面平整、光滑；无裂纹、分层和硬弯。底排立杆及扫地杆均漆红白相间颜色。
- 2、扣件：符合建设部《钢管脚手架扣件标准》要求，有扣件生产许可证和合格证。
- 3、脚手片：采用软竹跳（宽：0.8 米，长：1.2 米），不得有虫蛀、老化。
- 4、安全网：必须有产品生产许可证和产品合格证，并经省劳动保护用品质量监督检验站批准的产品。

### 二、外架搭设方案：

#### （一）、立杆基础：

立杆基础自下而上分别为：素土夯实，100 mm 碎石垫层，100 mm C20 混凝土。（详见图一：立杆基础图）

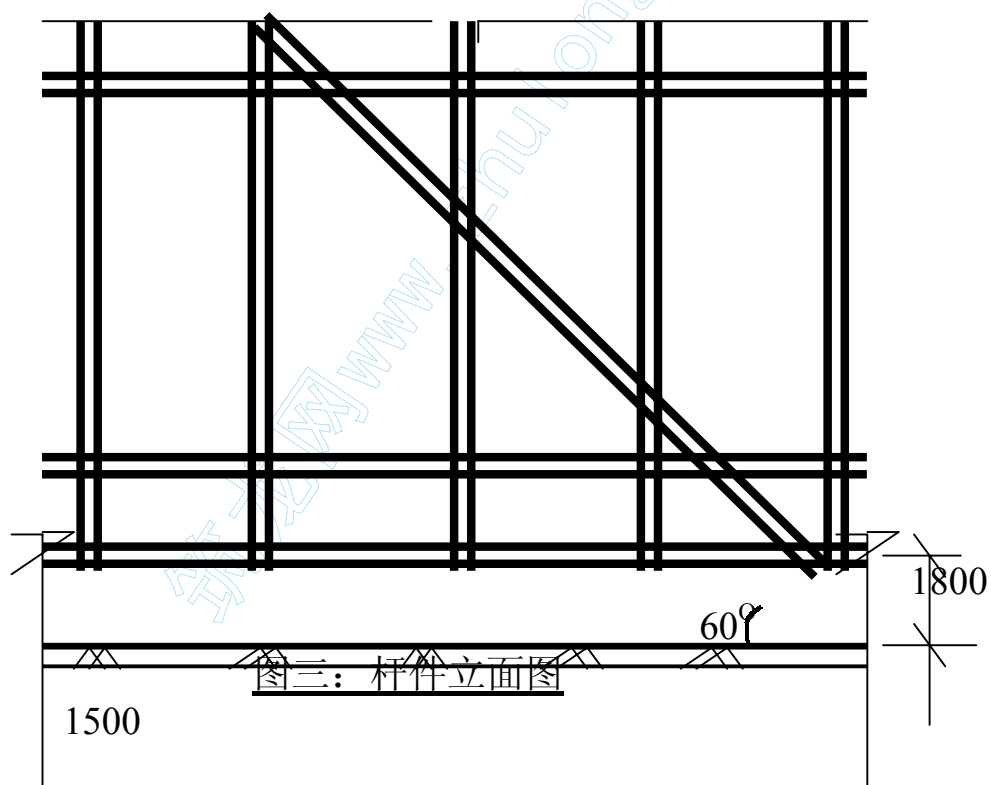
建筑物的外围均设 2 米宽的硬化地面，硬化处外侧设置 200 × 200 的排水沟，并在外侧设置 800 宽砼路面与主要道路连通。

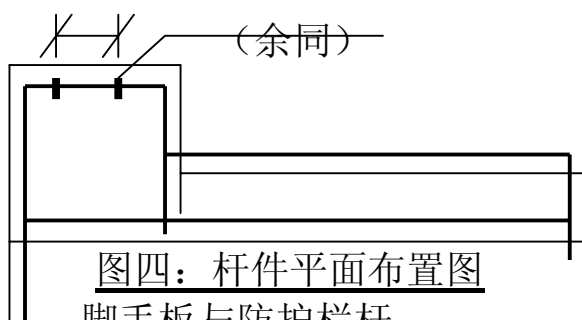


(二)、立杆间距与剪刀撑：

本工程钢管脚手架步距高度为 1.8M，立杆纵距为 1.5M，横距为 0.9M。

剪刀撑由脚手架端头开始，按水平距离 9M 设置一排，与地面成  $60^{\circ}$  角，自上而下、自左而右连续设置。设置时与其他杆件的交叉点应互相连接，并且连伸到顶部大横杆以上。（见图三：杆件立面图；图四：杆件平面布置图）





图四：杆件平面布置图

#### (四)、脚手板与防护栏杆：

脚手片全部满铺到位，垂直墙面横向铺设，满铺到位，不留空位；并用 14# 铅丝双股并联绑扎不少于 4 点，绑扎牢固，交接处平整，无探头板。

脚手架外侧必须用省劳动保护用品质量监督检验站批准的密目式安全网封闭，且将安全网固定在脚手架外立杆里侧，不宜将网围在周围各杆件的外侧。安全网用 14# 铅丝张挂严密。

脚手架外侧自第二步起设置 1.2M 高防护栏杆和 300 mm 高踢脚杆，顶排设置 0.9M 和 1.3M 的防护栏杆和 300 mm 高踢脚杆。

脚手架的里立杆应低于檐口 500 mm，外立杆高于檐口 1~1.2M。

#### (五)、交底和验收：

脚手架搭设前，由项目部对架子工进行安全技术交底，交底双方履行签字手续。

脚手架搭设后，由分公司组织分段验收，每 3 步架为一验收段，办理验收手续，验收合格并挂牌后方可使用。

#### (六)、小横杆设置：

外架按立杆与大横杆交点处设置小横杆，两端固定在立杆上，确保安全受力。

小横杆两端各伸出立杆净长度不少于 100 mm，并应尽量保持一致。

#### (七)、杆件搭接：

钢管脚手架立杆必须采用对接，大横杆采用对接和搭接，剪刀撑和其他杆件采用搭接，搭接长度不小于 400 mm，且不少于二只扣件紧固。

相临杆件搭接、对接必须错开一个档距，同一平面上的搭接接头不得超过 50%。

#### (八)、架体内封闭：

脚手架的架体里立杆距墙体净距一般不得大于 200 mm，如大于 200 mm 的必须铺设站人片，站人片设置平整牢固。

施工层脚手架里立杆与建筑物之间应进行封闭。

施工层以下外架每隔 3 步以及底部应用密目网进行封闭。

#### (九)、通道：

外脚手架设置上下走人斜道，附着搭设在脚手架的外侧，不得悬挑。斜道的设置应为来回上折形，坡度为 1：3，宽度 1M，转角处平台面积不小于 3 m<sup>2</sup>。斜道立杆应单独设置，不得借用脚手架立杆，并在垂直方向和水平方向每隔一步设一连接。

斜道两侧及转角平台外围均应设 1.2M 高防护栏杆和 300 mm 高踢脚杆，并用合格的密目式安全网封闭。斜道侧面及平台处应设置剪刀撑。

斜道脚手片应横铺，每隔 300 设一防滑条，防滑条宜用 46×60 方木，并多道铅丝绑扎牢固。

外架与各楼层之间应设置进出通道，坡度 1：3，宽度 1M，用模板铺设，两边设 1.2M 高防护栏杆和 300 高踢脚杆，并固定牢固。

斜道和进出通道的栏杆、踢脚杆统一漆红白相间色。

#### (十)、落地式扣件钢管脚手架计算书

钢管脚手架的计算参照《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ130-2001）。

计算的脚手架为双排脚手架，搭设高度为 22.0 米，立杆采用单立管。

搭设尺寸为：立杆的纵距 1.50 米，立杆的横距 0.90 米，立杆的步距 1.80 米。

采用的钢管类型为  $\phi 48 \times 3.5$ ，连墙件采用 2 步 2 跨，竖向间距 3.60 米，水平间距 3.00 米。

施工均布荷载为 3.0 kN/m<sup>2</sup>，同时施工 2 层，脚手板共铺设 4 层。

##### 一、大横杆的计算：

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。

按照大横杆上面的脚手板和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

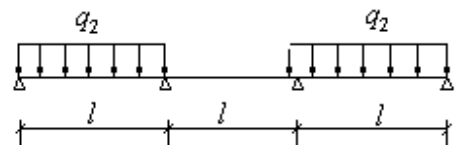
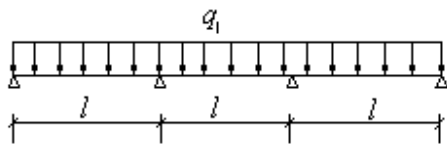
大横杆的自重标准值  $P_1=0.038\text{kN/m}$

脚手板的荷载标准值  $P_2=0.300\times0.900/4=0.068\text{kN/m}$

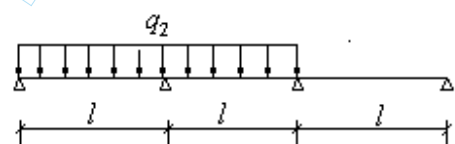
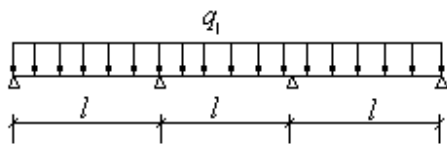
活荷载标准值  $Q=3.000\times0.900/4=0.675\text{kN/m}$

静荷载的计算值  $q_1=1.2\times0.038+1.2\times0.068=0.127\text{kN/m}$

活荷载的计算值  $q_2=1.4\times0.675=0.945\text{kN/m}$



大横杆计算荷载组合简图(跨中最大弯矩和跨中最大挠度)



大横杆计算荷载组合简图(支座最大弯矩)

### 2. 强度计算

最大弯矩考虑为三跨连续梁均布荷载作用下的弯矩

跨中最大弯矩计算公式如下:

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

跨中最大弯矩为

$$M_1 = (0.08\times0.127 + 0.10\times0.945) \times 1.500^2 = 0.235\text{kN}\cdot\text{m}$$

支座最大弯矩计算公式如下:

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

支座最大弯矩为

$$M_2 = -(0.10\times0.127 + 0.117\times0.945) \times 1.500^2 = -0.277\text{kN}\cdot\text{m}$$

我们选择支座弯矩和跨中弯矩的最大值进行强度验算:

$$\sigma = 0.277 \times 10^6 / 5080.0 = 54.599\text{N/mm}^2$$

大横杆的计算强度小于 $205.0\text{N/mm}^2$ , 满足要求!

### 3. 挠度计算

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：

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

静荷载标准值  $q_1 = 0.038 + 0.068 = 0.106 \text{ kN/m}$

活荷载标准值  $q_2 = 0.675 \text{ kN/m}$

三跨连续梁均布荷载作用下的最大挠度

$$V = (0.677 \times 0.106 + 0.990 \times 0.675) \times 1500.0^4 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 121900.0) = 1.492 \text{ mm}$$

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

## 二、小横杆的计算：

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，在最不利荷载布置下计算小横杆的最大弯矩和变形。

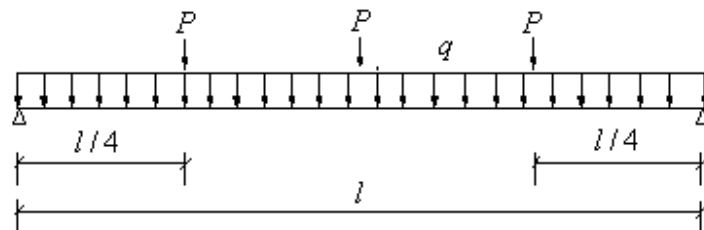
### 1. 荷载值计算

大横杆的自重标准值  $P_1 = 0.038 \times 1.500 = 0.058 \text{ kN}$

脚手板的荷载标准值  $P_2 = 0.300 \times 0.900 \times 1.500 / 4 = 0.101 \text{ kN}$

活荷载标准值  $Q = 3.000 \times 0.900 \times 1.500 / 4 = 1.012 \text{ kN}$

荷载的计算值  $P = 1.2 \times 0.058 + 1.2 \times 0.101 + 1.4 \times 1.012 = 1.608 \text{ kN}$



小横杆计算简图

### 2. 强度计算

最大弯矩考虑为小横杆自重均布荷载与荷载的计算值最不利分配的弯矩和

均布荷载最大弯矩计算公式如下：

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

集中荷载最大弯矩计算公式如下：

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

$$M = (1.2 \times 0.038) \times 0.900^2 / 8 + 1.608 \times 0.900 / 2 = 0.728 \text{ kN.m}$$

$$\sigma = 0.728 \times 10^6 / 5080.0 = 143.370 \text{ N/mm}^2$$

小横杆的计算强度小于 $205.0\text{N/mm}^2$ , 满足要求!

### 3. 挠度计算

最大挠度考虑为小横杆自重均布荷载与荷载的计算值最不利分配的挠度和

均布荷载最大挠度计算公式如下:

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

集中荷载最大挠度计算公式如下:

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

小横杆自重均布荷载引起的最大挠度

$$V_1 = 5.0 \times 0.038 \times 900.00^4 / (384 \times 2.060 \times 10^5 \times 121900.000) = 0.01\text{mm}$$

集中荷载标准值 $P = 0.058 + 0.101 + 1.012 = 1.171\text{kN}$

集中荷载标准值最不利分配引起的最大挠度

$$V_2 = 19 \times 1171.350 \times 900.0^3 / (384 \times 2.06 \times 10^5 \times 121900.0) = 1.683\text{mm}$$

最大挠度和

$$V = V_1 + V_2 = 1.696\text{mm}$$

小横杆的最大挠度小于 $900.0/150$ 与 $10\text{mm}$ , 满足要求!

### 三、扣件抗滑力的计算:

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 $8.0\text{kN}$ ;

$R$  —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

#### 1. 荷载值计算

横杆的自重标准值  $P_1 = 0.038 \times 0.900 = 0.058\text{kN}$

脚手板的荷载标准值  $P_2 = 0.300 \times 0.900 \times 1.500 / 2 = 0.203\text{kN}$

活荷载标准值  $Q = 3.000 \times 0.900 \times 1.500 / 2 = 2.025\text{kN}$

荷载的计算值  $R = 1.2 \times 0.058 + 1.2 \times 0.203 + 1.4 \times 2.025 = 3.147\text{kN}$

单扣件抗滑承载力的设计计算满足要求!

当直角扣件的拧紧力矩达 $40\text{--}65\text{N}\cdot\text{m}$ 时, 试验表明: 单扣件在 $12\text{kN}$ 的荷载下会滑动, 其抗滑承载力可取 $8.0\text{kN}$ ;

双扣件在 $20\text{kN}$ 的荷载下会滑动, 其抗滑承载力可取 $12.0\text{kN}$ 。

### 四、脚手架荷载标准值:

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/m)；本例为0.1248

$$NG1 = 0.125 \times 22.000 = 2.746 \text{ kN}$$

(2) 脚手板的自重标准值(kN/m<sup>2</sup>)；本例采用冲压钢脚手板，标准值为0.30

$$NG2 = 0.300 \times 4 \times 1.500 \times (0.900 + 0.300) / 2 = 1.080 \text{ kN}$$

(3) 栏杆与挡脚手板自重标准值(kN/m)；本例采用栏杆、冲压钢脚手板挡板，标准值为0.11

$$NG3 = 0.110 \times 1.500 \times 4 / 2 = 0.330 \text{ kN}$$

(4) 吊挂的安全设施荷载，包括安全网(kN/m<sup>2</sup>)；0.005

$$NG4 = 0.005 \times 1.500 \times 22.000 = 0.165 \text{ kN}$$

经计算得到，静荷载标准值  $NG = NG1 + NG2 + NG3 + NG4 = 4.321 \text{ kN}$ 。

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  $NQ = 3.000 \times 2 \times 1.500 \times 0.900 / 2 = 4.050 \text{ k}$

风荷载标准值应按照以下公式计算

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

其中  $W_0$  —— 基本风压(kN/m<sup>2</sup>)，按照《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001)的规定采用： $W_0 = 0.350$

$U_z$  —— 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： $U_z = 0.840$

$U_s$  —— 风荷载体型系数： $U_s = 1.000$

经计算得到，风荷载标准值  $W_k = 0.7 \times 0.350 \times 0.840 \times 1.000 = 0.206 \text{ kN/m}^2$ 。

考虑风荷载时，立杆的轴向压力设计值计算公式

$$N = 1.2NG + 0.85 \times 1.4NQ$$

不考虑风荷载时，立杆的轴向压力设计值计算公式

$$N = 1.2NG + 1.4NQ$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩  $MW$  计算公式

$$MW = 0.85 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中  $W_k$  —— 风荷载基本风压值(kN/m<sup>2</sup>)；

$l_a$  —— 立杆的纵距 (m)；

h —— 立杆的步距 (m)。

### 五、立杆的稳定性计算:

不考虑风荷载时,立杆的稳定性计算公式

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

其中 N —— 立杆的轴心压力设计值, N=10.86kN;

$\phi$  —— 轴心受压立杆的稳定系数,由长细比  $10/i$  的结果查表得到0.19;

i —— 计算立杆的截面回转半径,  $i=1.58\text{cm}$ ;

$10$  —— 计算长度 (m),由公式  $10 = kuh$  确定,  
 $10=3.12\text{m}$ ;

k —— 计算长度附加系数,取1.155;

u —— 计算长度系数,由脚手架的高度确定,  $u=1.50$ ;

A —— 立杆净截面面积,  $A=4.89\text{cm}^2$ ;

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

$\sigma$  —— 钢管立杆受压强度计算值 ( $\text{N/mm}^2$ );经计算得到  
 $\sigma = 119.49$

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值,  $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ;

不考虑风荷载时,立杆的稳定性计算  $\sigma < [f]$ ,满足要求!

考虑风荷载时,立杆的稳定性计算公式

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

其中 N —— 立杆的轴心压力设计值, N=10.00kN;

$\phi$  —— 轴心受压立杆的稳定系数,由长细比  $10/i$  的结果查表得到0.19;

i —— 计算立杆的截面回转半径,  $i=1.58\text{cm}$ ;

$10$  —— 计算长度 (m),由公式  $10 = kuh$  确定,  
 $10=3.12\text{m}$ ;

k —— 计算长度附加系数,取1.155;

u —— 计算长度系数,由脚手架的高度确定;  $u = 1.50$

A —— 立杆净截面面积,  $A=4.89\text{cm}^2$ ;

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

MW —— 计算立杆段由风荷载设计值产生的弯矩, MW =

0.119kN.m;

$\sigma$  —— 钢管立杆受压强度计算值 (N/mm<sup>2</sup>); 经计算得到  
 $\sigma = 133.55$

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值, [f] = 205.00N/mm<sup>2</sup>;  
考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算  $\sigma < [f]$ , 满足要求!

## 六、最大搭设高度的计算

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:

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

其中  $N_{G2K}$  —— 构配件自重标准值产生的轴向力,  $N_{G2K} = 1.575\text{kN}$ ;

$N_Q$  —— 活荷载标准值,  $N_Q = 4.050\text{kN}$ ;

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

经计算得到, 不考虑风荷载时, 按照稳定性计算的搭设高度  $H_s = 73.873\text{米}$ 。

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:

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

经计算得到, 不考虑风荷载时, 脚手架搭设高度限值  $[H] = 50.000\text{米}$ 。

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:

$$H_s = \frac{\phi A \sigma - [1.2 N_{G2K} + 0.85 \times 1.4 (N_{GK} + \phi A \cdot M_{wk} / W)]}{1.2 g_k}$$

其中  $N_{G2K}$  —— 构配件自重标准值产生的轴向力,  $N_{G2K} = 1.575\text{kN}$ ;

$N_Q$  —— 活荷载标准值,  $N_Q = 4.050\text{kN}$ ;

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

$M_{wk}$  —— 计算立杆段由风荷载标准值产生的弯矩,  $M_{wk} = 0.100\text{kN.m}$ ;

经计算得到，考虑风荷载时，按照稳定性计算的搭设高度  $H_s = 65.340$  米。

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：

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

经计算得到，考虑风荷载时，脚手架搭设高度限值  $[H] = 50.000$  米。

### 七、连墙件的计算：

连墙件的轴向力计算值应按照下式计算：

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

其中  $N_{lw}$  —— 风荷载产生的连墙件轴向力设计值 (kN)，应按照下式计算：

$$N_{lw} = 1.4 \times w_k \times A_w$$

$w_k$  —— 风荷载基本风压值， $w_k = 0.206 \text{ kN/m}^2$ ；

$A_w$  —— 每个连墙件的覆盖面积内脚手架外侧的迎风面积， $A_w = 3.60 \times 3.00 = 10.800 \text{ m}^2$ ；

$N_o$  —— 连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力 (kN)； $N_o = 5.000$

经计算得到  $N_{lw} = 3.112 \text{ kN}$ ，连墙件轴向力计算值  $N_l = 8.112 \text{ kN}$

连墙件轴向力设计值  $N_f = \phi A [f]$

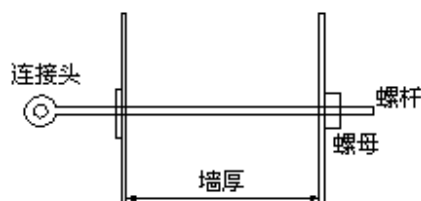
其中  $\phi$  —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比  $l/i = 30.00/1.58$  的结果查表得到  $\phi = 0.95$ ；

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

经过计算得到  $N_f = 95.411 \text{ kN}$

**$N_f > N_l$ ，连墙件的设计计算满足要求！**

连墙件采用普通螺栓连接，普通螺栓计算参见《施工计算手册》钢结构部分。



连墙件普通螺栓连接示意图

#### 八、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

$$p \leq f_g$$

其中  $p$  —— 立杆基础底面的平均压力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )， $p = N/A$ ；  
 $p = 43.42$

$N$  —— 上部结构传至基础顶面的轴向力设计值 ( $\text{kN}$ )；  
 $N = 10.86$

$A$  —— 基础底面面积 ( $\text{m}^2$ )； $A = 0.25$

$f_g$  —— 地基承载力设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )； $f_g = 68.00$

地基承载力设计值应按下列式计算

$$f_g = k_c \times f_{gk}$$

其中  $k_c$  —— 脚手架地基承载力调整系数； $k_c = 0.40$

$f_{gk}$  —— 地基承载力标准值； $f_{gk} = 170.00$

地基承载力的计算满足要求！

#### (十一)、悬挑卸料平台计算书

计算依据《建筑施工安全检查标准》(JGJ59-99)和《钢结构设计规范》(GB50017-2003)。

悬挂式卸料平台的计算参照连续梁的计算进行。

由于卸料平台的悬挑长度和所受荷载都很大，因此必须严格地进行设计和验算。

平台水平钢梁(主梁)的悬挑长度2.50m，悬挑水平钢梁间距(平台宽度)3.00m。

次梁采用[10号槽钢，主梁采用[12.6号槽钢，次梁间距1.00m。

施工人员等活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ ，最大堆放材料荷载 $10.00\text{kN}$ 。

##### 一、次梁的计算

次梁选择[10号槽钢槽钢，间距1.00m，其截面特性为

面积 $A=12.74\text{cm}^2$ ，惯性距 $I_x=198.30\text{cm}^4$ ，转动惯量 $W_x=39.70\text{cm}^3$ ，  
回转半径 $i_x=3.95\text{cm}$

截面尺寸  $b=48.0\text{mm}$ ， $h=100.0\text{mm}$ ， $t=8.5\text{mm}$

##### 1. 荷载计算

(1)脚手板的自重标准值：本例采用竹笆片脚手板，标准值为 $0.30\text{kN}/\text{m}^2$ ；

$$Q_1 = 0.30 \times 1.00 = 0.30\text{kN}/\text{m}$$

(2) 最大的材料器具堆放荷载为10.00kN，转化为线荷载：

$$Q_2 = 10.00/2.50/3.00 \times 1.00 = 1.33 \text{ kN/m}$$

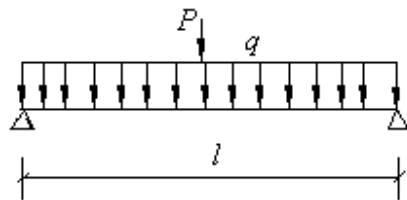
(3) 槽钢自重荷载  $Q_3 = 0.10 \text{ kN/m}$

经计算得到，静荷载计算值  $q = 1.2 \times (Q_1 + Q_2 + Q_3) = 1.2 \times (0.30 + 1.33 + 0.10) = 2.08 \text{ kN}$

经计算得到，活荷载计算值  $P = 1.4 \times 2.00 \times 1.00 = 2.80 \text{ kN/m}$

## 2. 内力计算

内力按照集中荷载P与均布荷载q作用下的简支梁计算，计算简图如下



最大弯矩M的计算公式为

$$M = \frac{ql^2}{8} + \frac{Pl}{4}$$

经计算得到，活荷载计算值  $M = 2.08 \times 3.00^2/8 + 2.80 \times 3.00/4 = 4.44 \text{ kN} \cdot \text{m}$

## 3. 抗弯强度计算

$$\sigma = \frac{M}{\gamma_x W_x} \leq [f]$$

其中  $\gamma_x$  —— 截面塑性发展系数，取1.05；

$[f]$  —— 钢材抗压强度设计值， $[f] = 205.00 \text{ N/mm}^2$ ；

经过计算得到强度  $\sigma = 4.44 \times 10^6 / (1.05 \times 39700.00) = 106.45 \text{ N/mm}^2$ ；

次梁槽钢的抗弯强度计算  $\sigma < [f]$ ，满足要求！

## 4. 整体稳定性计算

$$\sigma = \frac{M}{\phi_b W_x} \leq [f]$$

其中  $\phi_b$  —— 均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数，按照下式计算：

$$\phi_b = \frac{570tb}{lh} \cdot \frac{235}{f_y}$$

经过计算得到  $\phi_b = 570 \times 8.5 \times 48.0 \times 235 / (3000.0 \times 100.0 \times 235.0) = 0.78$

由于 $\phi b$ 大于0.6，按照《钢结构设计规范》(GB50017-2003)附录B其值用 $\phi b'$ 查表得到其值为0.699

经过计算得到强度  $\sigma = 4.44 \times 10^6 / (0.699 \times 39700.00) = 159.79 \text{ N/mm}^2$ ;

次梁槽钢的稳定性计算  $\sigma < [f]$ , 满足要求!

## 二、主梁的计算

卸料平台的内钢绳按照《建筑施工安全检查标准》作为安全储备不参与内力的计算。

主梁选择[12.6号槽钢槽钢，其截面特性为

面积 $A = 15.69 \text{ cm}^2$ ，惯性距 $I_x = 391.50 \text{ cm}^4$ ，转动惯量 $W_x = 62.14 \text{ cm}^3$ ，回转半径 $i_x = 4.95 \text{ cm}$

截面尺寸  $b = 53.0 \text{ mm}$ ,  $h = 126.0 \text{ mm}$ ,  $t = 9.0 \text{ mm}$

### 1. 荷载计算

(1) 栏杆与挡脚手板自重标准值：本例采用竹笆片脚手板，标准值为 $0.15 \text{ kN/m}$ ;

$$Q_1 = 0.15 \text{ kN/m}$$

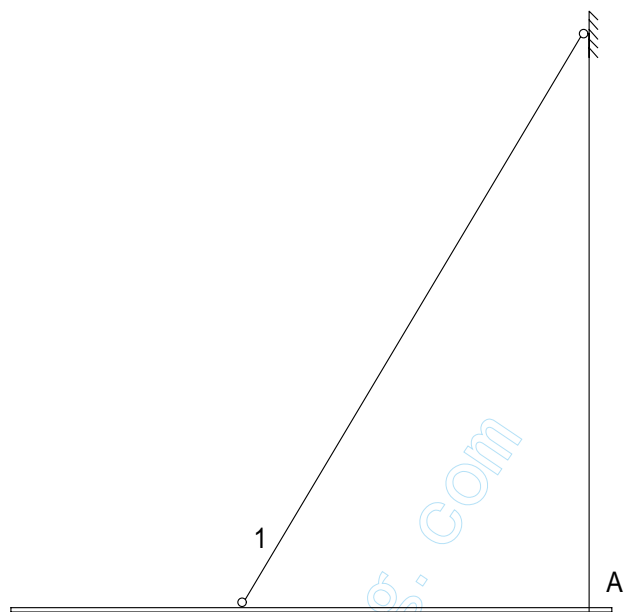
(2) 槽钢自重荷载  $Q_2 = 0.12 \text{ kN/m}$

经计算得到，静荷载计算值  $q = 1.2 \times (Q_1 + Q_2) = 1.2 \times (0.15 + 0.12) = 0.33 \text{ kN/m}$

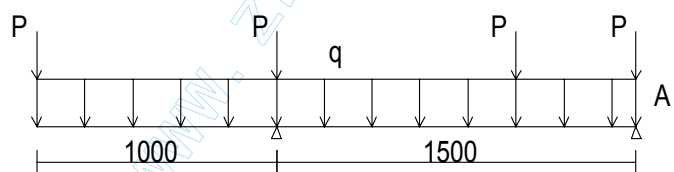
经计算得到，次梁集中荷载取次梁支座力  $P = (2.08 \times 3.00 + 2.80) / 2 = 4.52 \text{ kN}$

### 2. 内力计算

卸料平台的主梁按照集中荷载 $P$ 和均布荷载 $q$ 作用下的连续梁计算。

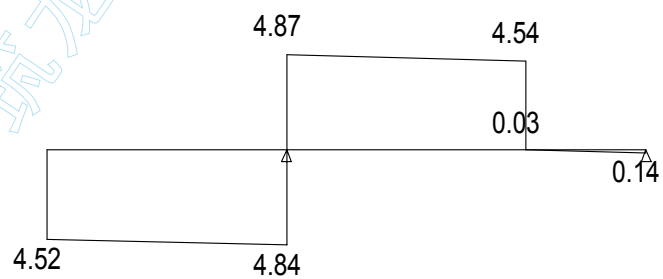


悬挑卸料平台示意图

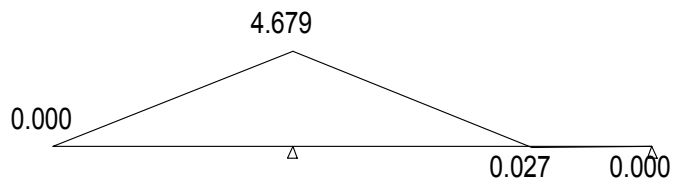


悬挑卸料平台水平钢梁计算简图

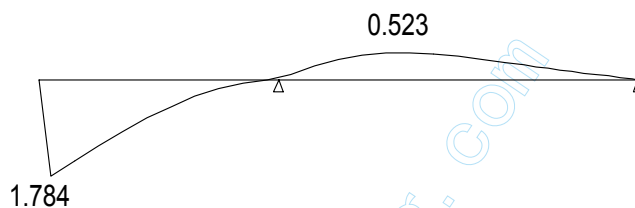
经过连续梁的计算得到



悬挑水平钢梁支撑梁剪力图 (kN)



悬挑水平钢梁支撑梁弯矩图 (kN. m)



悬挑水平钢梁支撑梁变形图 (mm)

各支座对支撑梁的支撑反力由左至右分别为

R1=14.227kN, R2=4.652kN

支座反力 RA=4.652kN

最大弯矩 Mmax=4.679kN. m

3. 抗弯强度计算

$$\sigma = \frac{M}{\gamma_x W_x} + \frac{N}{A} \leq [f]$$

其中  $\gamma_x$  —— 截面塑性发展系数, 取1.05;

$[f]$  —— 钢材抗压强度设计值,  $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ;

经过计算得到强度  $\sigma = 4.679 \times 10^6 / 1.05 / 62140.0 + 4.268 \times 1000 / 1569.0 = 74.435\text{N/mm}^2$

主梁的抗弯强度计算强度小于 $[f]$ , 满足要求!

4. 整体稳定性计算

$$\sigma = \frac{M}{\phi_b W_x} \leq [f]$$

其中  $\phi_b$  —— 均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数, 按照下式计算:

$$\phi_b = \frac{570tb}{lh} \cdot \frac{235}{f_y}$$

经过计算得到  $\phi_b = 570 \times 9.0 \times 53.0 \times 235 / (2500.0 \times 126.0 \times 235.0) = 0.86$

由于 $\phi b$ 大于0.6, 按照《钢结构设计规范》(GB50017-2003)附录B其值用 $\phi b'$ 查表得到其值为0.732

经过计算得到强度  $\sigma=4.68 \times 10^6 / (0.732 \times 62140.00)=102.93\text{N/mm}^2$ ;

主梁槽钢的稳定性计算  $\sigma < [f]$ , 满足要求!

### 三、钢丝拉绳的内力计算:

水平钢梁的轴力 $R_{AH}$ 和拉钢绳的轴力 $R_{Ui}$ 按照下面计算

$$R_{AH} = \sum_{i=1}^n R_{Ui} \cos \theta_i$$

其中 $R_{Ui} \cos \theta_i$ 为钢绳的拉力对水平杆产生的轴压力。

各支点的支撑力  $R_{Ci}=R_{Ui} \sin \theta_i$

按照以上公式计算得到由左至右各钢绳拉力分别为

$$R_{U1}=14.854\text{kN}$$

### 四、钢丝拉绳的强度计算:

钢丝拉绳(斜拉杆)的轴力 $R_U$ 我们均取最大值进行计算, 为

$$R_U=14.854\text{kN}$$

如果上面采用钢丝绳, 钢丝绳的容许拉力按照下式计算:

$$[F_g] = \frac{\alpha F_g}{K}$$

其中 $[F_g]$  —— 钢丝绳的容许拉力(kN);

$F_g$  —— 钢丝绳的钢丝破断拉力总和(kN);

计算中可以近似计算 $F_g=0.5d^2$ ,  $d$ 为钢丝绳直径(mm);

$\alpha$  —— 钢丝绳之间的荷载不均匀系数, 对 $6 \times 19$ 、 $6 \times 37$ 、 $6 \times 61$ 钢丝绳分别取0.85、0.82和0.8;

$K$  —— 钢丝绳使用安全系数。

计算中 $[F_g]$ 取14.854kN,  $\alpha=0.82$ ,  $K=10.0$ , 得到:

钢丝绳最小直径必须大于19mm才能满足要求!

### 五、钢丝拉绳吊环的强度计算:

钢丝拉绳(斜拉杆)的轴力 $R_U$ 我们均取最大值进行计算作为吊环的拉力 $N$ , 为

$$N=R_U=14.854\text{kN}$$

钢板处吊环强度计算公式为

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

其中  $A = (100 - 40) \times 8 = 480 \text{ mm}^2$

$\sigma = 14854 / 480 = 30.95 \text{ N/mm}^2$

吊环强度计算  $\sigma < [f] = 125 \text{ N/mm}^2$ , 满足要求!

#### 六、操作平台安全要求:

1. 卸料平台的上部位结点, 必须位于建筑物上, 不得设置在脚手架等施工设备上;
2. 斜拉杆或钢丝绳, 构造上宜两边各设置前后两道, 并进行相应的受力计算;
3. 卸料平台安装时, 钢丝绳应采用专用的挂钩挂牢, 建筑物锐角口围系钢丝绳处应加补软垫物, 平台外口应略高于内口;
5. 卸料平台吊装, 需要横梁支撑点电焊固定, 接好钢丝绳, 经过检验才能松卸起重吊钩;
6. 钢丝绳与水平钢梁的夹角最好在45-60度;
7. 卸料平台使用时, 应有专人负责检查, 发现钢丝绳有锈蚀损坏应及时调换, 焊缝脱焊应及时修复;
8. 操作平台上应显著标明容许荷载, 人员和物料总重量严禁超过设计容许荷载, 配专人监督。