



# 中铁·百年印象住宅工程 外架方案

编制人：

审核人：

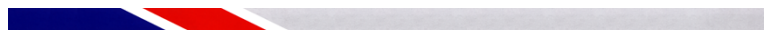
批准人：

中国中铁

中铁八局昆明铁路建设有限公司

中铁百年印象项目经理部

2010年12月15日





## 。目 录

第一章 工程概况 .....	3
一、工程简介 3	
二、建筑物基本情况 3	
三、采用规范及设计资料 3	
第二章外脚手架方案选择 4	
一、方案选择 4	
二、构造尺寸选择 6	
第三章 落地式双排脚手架设计与验算 7	
一、构架的形式、特点和构造要求 7	
1. 立杆 7	
2. 大横杆 8	
3. 小横杆 8	
4. 纵、横向扫地杆 8	
5. 剪刀撑 9	
6. 脚手板 9	
7. 连墙件 10	
8. 防护设施 10	
二、设计及计算 10	
(一)、设计及搭设参数(示意图附后) 10	
(二)、脚手架验算 12	
第四章悬挑式外脚手架设计与验算 17	
一、悬挑式外脚手架的组成及构造形式 17	
1、外脚手架施工顺序 17	
2. 脚手架的材质要求 18	
3. 搭设构造措施 18	
二、设计及计算 23	
1. 设计及搭设参数 23	
2. 脚手架的设计计算 24	
第五章施工准备 41	
一、材质要求 .....	41
二、材料准备 .....	42
三、人员准备 .....	42
第六章外脚手架的搭设和拆除 43	



一、脚手架的搭设 .....	43
(一)、外架搭设基本要求 .....	43
(二)、落地式双排脚手架的搭设	44
(三)、悬挑式双排脚手架的搭设	45
二、脚手架的拆除 .....	51
(一)、拆除前准备工作	51
(二)、拆除时应符合要求	51
(三)、拆除顺序	52
(四)、安全措施和注意事项:	53
第七章脚手架的管理	54
一、技术管理 .....	54
二、施工管理 .....	55
三、安全管理 .....	59
第八章质量保证体系	61
一、允许偏差表	61
二、扣件拧紧抽样检查数目及质量判定标准	62
三、架子搭设的允许偏差和检验方法	62
第九章安全防护措施	63
一、出入口安全支护措施	63
二、电梯井洞口防护措施	63
三、结构临边防护措施	64
四、楼梯间防护措施	65
第十章 文明施工 .....	66



## 第一章 工程概况

### 一、工程简介

本工程位于昆明市经开区贵昆路八公里，总建筑面积约133437.23平方米，其中地上部分建筑面积102560.63平方米，地下部分建筑面积约31255.72平方米。

1、3、5栋为点式住宅，2、4、18、19、20、21、23栋为板式住宅，1、3栋地上18层，地下两层，4、5、18、19、20、21、23栋地上共18层，地下共2层(含一夹层)，2、22栋地上共15层，主体最高建筑为56.5米，地下为车库，19、21、23栋地上1层为商铺，2~18层为普通住宅用房，18、20栋1~18层为普通住宅用房，地下室层高5.1m。

2、22栋地上共15层，地下共2层(含一夹层)，主体最高建筑为47.8米，地下为车库及设备用房，夹层为非机动车库，地上均为普通住宅用房。

18、19、20、21、22、23栋工程属二类高层建筑，设计使用年限50年；抗震设防烈度为八度，建筑抗震设防类别为丙类，建筑结构安全等级为二级。

### 二、建筑物基本情况

(一). 楼层平面情况：建筑物结构造型丰富，结构平面不规则，对外脚手架的搭设提出了很高的要求2、4、18、20、22栋从±0.00m开始为标准层，19、21、23栋从+2.65m开始为标准层。

(二). 楼层立面情况 该建筑物楼层主要有四种层高(标准层2.9m，地下室5.1m，商铺5.4m，非机动车库2.75m)



### 三、采用规范及设计资料

- 1.《建筑施工扣件式脚手架安全技术规范》  
JGJ130—2001(2002年版)  
(以下简称《规范》JGJ130-2001)
- 2.《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001)
- 3.《建筑施工安全检查标准》 JGJ59—99
- 4.《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ80-99
- 5.《建筑施工手册》第四版
- 6.《建筑施工计算手册》(2001年版,以下简称“计算手册”)
- 7.《钢结构设计规范》(GB50017—2003)
- 8.《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)
- 9.《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GBJ18—87)
- 10.《五金手册》第二版

## 第二章 外脚手架方案选择

### 一、方案选择

对于本工程,由于建筑物外形较为复杂,对外脚手架的形式和搭设提出了较高的要求。鉴于此,为确保本工程的工期要求及质量、安全文明施工,针对本工程的特点,施工用外脚手架地下部分采用落地式双排钢管外脚手架,地上部分1~2层采用落地式双排钢管外脚手架,3层以上采用悬挑式钢管外脚手架。



## 1. 地下室部分



本工程为单层地下室,深5.1米,施工用外脚手架地下部分采用落地式双排钢管外脚手架.外架直接落在底板基础上.

## 2. 地上1 至2层部分

本工程1~2层层高为2.9m, 为便于施工,采用落地式全封闭双排脚手架,地下室结构完成后,外脚手架可以一次性到顶,外脚手架均可以搭设在地下室顶板上。

### 2. 1 防护棚的搭设

由于主楼以外部分考虑作为料场及加工场地,故需搭设防护通道,加工厂、进出通道、电梯周围、搅拌站、提升机等上部搭设防护棚,每边沿通道(设备)外侧出300mm采用单(双)排脚手架搭设,立杆间距@1000mm,排距@500mm,底部起200mm搭设扫地杆,大横杆间距@1500mm,搭设高度视现场需要而定,顶部距杆顶500mm处搭设平台.平台部分横杆水平间距@1000mm,双层横杆,横杆间距@600,采用双扣件固定,平台上铺设两层50mm厚木板,木板上铺设12mm竹胶板一层。对于跨度大于等于3m的防护棚需增设斜撑(间距@1000mm)与剪刀撑(间距@3000mm),斜撑与主体结构用预埋钢管(钢筋)连接,通道外围用密目网及竹篱笆满挂,并涂刷醒目标记.高度为4m,横杆间距@1000mm,顶部超出平台1.5m,用@1000立杆沿外侧布置,立杆顶部用大横杆拉通,并用3m杆做斜撑反拉于场内与平台横杆连接,立面用竹篱笆与密目网满挂.

### 3. 3层以上部分

本工程结构3层以上采用工字钢悬挑式双排钢管外脚手架。均为每8层一悬挑,悬挑外脚手架超过施工层面 1.500米.钢管落在预埋工字钢上的焊接□25钢筋上.采用随主体施工一直到屋面的搭设方式,





该脚手架考虑作为主体施工及装修期间的防护及操作平台。对于悬挑式脚手架，楼层施工时，首先预埋工字钢，脚手架每段内应用钢丝绳与工字钢外端可靠拉结，然后与上层结构物可靠连接以便把脚手架荷载传递给建筑物。同时对于脚手架超过25米高度的采用钢丝绳及斜撑杆件进行卸荷。

该外架主要用于主体施工围护结构，装修阶段另行搭设外架。外架全部采用Φ48钢管搭设，立杆横距为1.05m，立杆纵距为1500mm，横杆步距为1700mm。脚手架内立杆距建筑物外皮150~300mm，操作层处采用脚手板满铺，每步中间位置紧贴脚手架外立杆外侧设置一道防护栏杆（高度为850mm）和挡脚板一道，挡脚板高200mm。栏杆内侧立挂密目式难燃安全网，网的下口与建筑物挂搭封严（即形成兜网）。剪刀撑在脚手架外侧沿架高连续设置，与地面倾角45°~60°。外架与主体框剪结构牢固拉结，连墙杆按两步三跨设置。具体详见外架剖面图。

## 二、构造尺寸选择

本工程各部位所用外脚手架，其构造要求见下表及附图：

构造要求	双排落地式外脚手架	双排悬挑式外脚手架
钢管型号	Φ48×3.5	Φ48×3.5
立杆横距（m）	1.05	1.05
立杆纵距（m）	1.70	1.50
步距（m）	1.70	1.70
每步设置栏杆数	1	1
内立杆与墙面间距	150~300mm	150-300mm
刚性连接预埋件间距	3.5~5.6m×5.1m	2.88m×4.5m

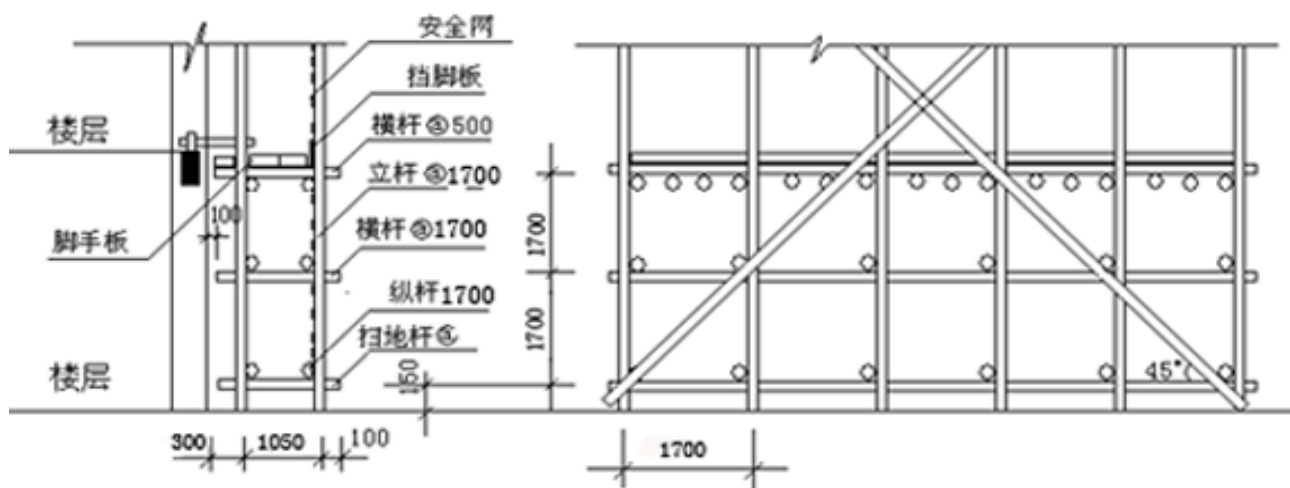


每步纵向水平杆加密	2根	2根
刚性连接	$\Phi 48 \times 3.5$	$\Phi 48 \times 3.5$

剪刀撑、斜撑搭接长度	1000mm	1000mm
工字钢	\	I20a
钢丝绳	\	φ 24mm(卸料平台)

### 第三章 落地式双排脚手架设计与验算

#### 一、构架的形式、特点和构造要求



落地架示意图

#### 1. 立杆

立杆接头采用对接扣件连接,立杆与大横杆采用直角扣件连接。接头交错布置,两个相邻立柱接头避免出现在同步同跨内,并在高度方向错开的距离不小于500mm;各接头中心距主节点的距离不大于600mm。

各接头中心距节点的距离不宜大于步距的 1/3;立杆顶端高出建筑物上皮至少 1m。立杆垂直度偏差不得大于架高的 1/400,每根立杆按 6 米计,即单根立杆垂直度偏差不大于 15mm。

开始搭设立柱时,每隔 6



跨设一根抛撑，直至连墙杆件安装完毕后，方可根据情况拆除。当搭设至有连墙杆件的构造层时，搭设完该处的立柱、纵向水平杆、横向水平杆后，立即设置连墙件。

## 2. 大横杆

大横杆置于小横杆之下，在立柱的内侧，用直角扣件与立柱扣紧；其长度大于3跨、不小于6m，同一步大横杆四周要交圈。大横杆采用对接扣件连接，其接头交错布置，不在同步、同跨内。相邻接头水平距离不小于500mm，各接头距立柱的距离不大于500mm，并避免设在纵向水平杆的跨中。该工程外墙为圆弧形，为了架体美观，需将大横杆根据弧度逐根弯曲加工成型后运至现场安装。

## 3. 小横杆

每一立杆与大横杆相交处（即主节点），都必须设置一根小横杆，并采用直角扣件扣紧在大横杆上，该杆轴线偏离主节点的距离不大于150mm。小横杆间距应与立杆柱距相同，且根据作业层脚手板搭设的需要，可在两立柱之间再等间距设置增设1~2根小横杆，其最大间距不大于750mm。小横杆伸出外排大横杆边缘距离不小于100mm；伸出里排大横杆距结构外边缘150mm，且长度不大于400mm。若同步内有小横杆超过这一限制，要在作业层采取钢管三角斜撑的方式予以加固。上、下层小横杆应在立杆处错开布置，同层的相临小横杆在立柱处相向布置。

每一主节点必须设置一根横向水平杆，并采用直角扣件扣紧在纵向水平杆上，该杆轴线偏离节点的距离不大于150mm，靠墙（柱）一侧的外伸长度不大于500mm。操作层上非主节点处的横向水平杆宜根据支承脚手板的需要等间距设置，最大间距不大于柱距的1/2。



## 4. 纵、横向扫地杆



纵向扫地杆采用直角扣件固定在距底座下皮200mm处的立柱上,横向扫地杆则用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立柱上。靠边坡的立柱轴线到边坡的距离不小于500mm。

## 5. 剪刀撑

本脚手架采用剪刀撑与横向斜撑相结合的方式随立柱纵横向水平杆同步搭设,用通长剪刀撑沿架高连续布置,采用单杆通长剪刀撑。

剪刀撑每6步4跨设置一道,斜杆与地面的夹角在 $45^{\circ}$ ~ $60^{\circ}$ 之间。斜杆相交点处于同一条直线上,并沿架高连续布置。剪刀撑的一根斜杆扣在立柱上,另一根斜杆扣在小横杆伸出的端头上,两端分别用旋转扣件固定,在中间增加2至4个扣结点。所有固定点距主节点距离不大于15cm。最下部的斜杆与立杆的连接点距地面的高度控制在30cm内。

剪刀撑的杆件连接采用搭接,其搭接长度 $\geq 100$ cm,应用3个旋转扣件固定,端部扣件盖板的边缘至杆端的距离 $\geq 10$ cm。横向斜撑搭设在同节内、由底至顶层呈“之”字型、在里、外排立柱之间上下连续布置,斜杆应采用旋转扣件固定在与之相交的立柱或横向水平杆的伸出端上。除拐角处设横向斜撑外,中间应每隔6跨设置一道。

## 6. 脚手板

脚手板采用定制的50mm厚脚手板。在作业层下部架设一道水平兜网,随作业层上升,同时作业层不超过两层。首层满铺一层50mm厚脚手板,并用带有明显标志的三厘板钉于脚手板下部,以上每层施工也要满铺一层脚手板,并设置安全网及防护栏杆。

脚手板设置在三根横向水平杆上,并在两端8cm处用直径16



号铅丝箍绕2~3圈固定。当脚手板长度小于2m时,可采用两根小横杆,并将板两端与其可靠固定,以防倾翻。

脚手板应平铺、满铺、铺稳,接缝中设两根小横杆,各杆距接缝的距离均不大于15cm。靠墙一侧的脚手板离墙的距离不应大于15cm。拐角处两个方向的脚手板应重叠放置,避免出现探头及空挡现象。

## 7. 连墙件

连墙件采用刚性连接,垂直间距为楼层层高、水平间距为4.5m,同一位置设置两道连墙杆。连墙杆用 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管,通过十字扣件与预埋在楼层边框梁上的钢管连接。

连墙件横竖向顺序排列、均匀布置、与架体和结构立面垂直,并尽量靠近主节点(距主节点的距离不大于30cm)。连墙杆伸出扣件的距离应大于10cm。底部第一根大横杆就开始布置连墙杆,靠近框架柱的小横杆可直接作连墙杆用,连墙件必须有效地连接内外立杆。

## 8. 防护设施

脚手架要满挂全封闭式的密目安全网。密目网采用 $1.8 \times 6.0\text{m}$ 的规格,用网绳绑扎在大横杆外立杆里侧。作业层网应高于平台1.5m,并在作业层下步架处设一道水平兜网。在架内高度3.0m处设首层平网,往上每隔五步距设隔层平网,施工层应设随层网,水平兜网必须张挂至建筑物边。

每作业层脚手架外立杆每步于0.85m处设有一道加强杆,底部侧面设200mm高的挡脚板。



## 二、设计及计算

### (一)、设计及搭设参数 (示意图附后)

脚手架钢管选用  $\Phi 48 \times 3.5$ , 立杆纵向间距为 1.7 米, 横向间距 1.05 米, 内立杆距外墙 0.15~0.30m, 外立杆距外墙面为 1.1 米, 大横杆上下间距为 1.7 米, 小横杆长度为 1.2 米。连墙件用  $\Phi 48$  钢管与结构预埋件钢管刚性连接, 横向距离为 5.1 米 (三跨) 竖向距离为楼层层高。脚手架立杆下设支座板, 采用松木方作垫块, 其尺寸为  $100 \times 1500 \times 40$ .

商铺距地下室结构面高度为 9.1m. 故对此处脚手架进行结构强度、刚度、稳定性等验算.

有关钢管通用符号及参数:

$l_0$ ——计算长度:  $l_0 = k \mu h$

$k$ ——计算长度附加系数, 取值为 1.155

$\mu$ ——考虑脚手架整体稳定性因素的单杆长度系数, 取值 1.5

$h$ ——立杆步距

$i$ ——钢管回转半

径

$I$ ——惯性矩

$A$ ——钢管截面积

$W$ ——钢管截面模

量

$E$ ——Q235 钢弹性模

量





中国中铁

中国中铁八局集团有限公司 中铁百年印象项目经理部  
Co.Ltd.of China Railway Eighth Civil Engineering Group

---

$f$ ——Q235 钢抗拉、抗压、抗弯强度设计值



$\lambda$  ——长细比

$\Phi$  ——轴心受压构件的稳定性系数，根据  $\lambda$  值进行取值

$$l_0 = \kappa \mu h = 1.0 \times 1.5 \times 1.7 = 2.95$$

根据《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》

$$(JGJ130-2001), \text{查表得 } i = 1.58 \text{ cm} \quad A = 4.89 \text{ cm}^2 \quad E = 2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2 \quad f = 205 \text{ N/mm}^2$$

$$I = \pi \div 64 \times (48^4 - 43^4) = 1.219 \times 10^5 \text{ mm}^4 \quad W = 5.08 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

计算得： $\lambda = l_0 / i = 2.95 \times 10^2 / 1.58 = 187$  查表得： $\Phi = 0.209$

## (二)、脚手架验算

### ⊖、落地式脚手架验算

#### 1、基本情况：

搭设高度  $H = 13.6$  米（取最大高度，8步），步距  $h = 1.7$  米，立杆纵距  $l_a = 1.7$  米，立杆横距  $l_b = 1.05$  米，连墙件为2步3跨设置，脚手板为50mm厚脚手板，按同时铺设5排计算，同时作业层数  $n_1 = 1$ 。

#### 2、荷载标准值及计算

(1) 结构自重计算：

$$P_n = q_0(1 + a + 1.5) + 2.5q_3$$

其中  $q_0$  为钢管每米长度的自重，由于工地现场使用的钢管  $\Phi 48$  为 3.5 厚，所以其自重  $= 0.0384 \text{ kN/m}$ 。

$q_3$  为扣件自重，每个以 15.4N 计

$n$  为脚手架的总步数

$a$  立杆纵距 (m)



h 大横杆步距 (m)

$P_n$  为每 1m 外架高的脚手架杆件的自重

$$P_n = q_0 (1+a+1.5) + 2.5q_3 = 38.4 \times (1+1.7+1.5) + 2.5 \times 15.4 = 199.78 \text{ N}$$

(2) 风荷载标准值:  $\omega_k = 0.7 \mu_z \cdot \mu_s \cdot \omega_0$

式中  $\mu_z$ —风压高度变化系数, 查表并用插入法得 9.4 米为 0.62;

$\mu_s$ —脚手架风荷载体型系数, 按《规范》JGJ130—2001 第 4.2.2 条)“全封闭、半封闭脚手架, 背靠建筑物为敞开, 框架和开洞墙”选择,  $\mu_s = 1.3 \phi = 1.3 \times 1 = 1.3$  其中  $\phi = 1.2 A_n / A_w$  ( $A_n$  为挡风面积,  $A_w$  为迎风面面积, 这里  $A_n / A_w = 1$ , 1.2 为节点面积增大系数, 但考虑到安全网并不可能像一堵实墙一样, 它还有孔隙, 凭经验, 其可抵节点面积增大系数, 故取  $\phi = 1$ , 按此计算的风荷载还往往偏大)。

$\omega_0$ —昆明地区 50 年一遇风荷载基本值, 为 0.35kN/m<sup>2</sup> (参《规范》JGJ130-2001 取值);

则  $\omega_k = 0.7 \times 0.62 \times 1.3 \times 0.35 = 0.197 \text{ kN/m}^2$ 。

### 3、纵向水平杆、横向水平杆计算

#### (1) 横向水平杆计算

按简支梁计算, 计算简图如下:

每纵距脚手板自重标准值

$$G_k = g_{k2} \times l_a = 0.35 \times 1.7 = 0.60 \text{ kN/m}$$

每纵距施工荷载标准值  $Q_k = q_k \times l_a = 2 \times 1.7 = 3.4 \text{ kN/m}$

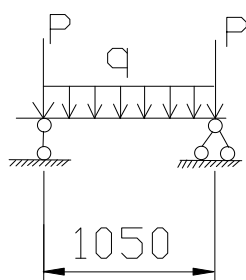
所以荷载设计值  $q = 1.2 \times 0.60 + 1.4 \times 3.4 = 5.48 \text{ kN/m}$

$$M = 1/8 q l^2 = 1/8 \times 5.48 \times 1.05^2 = 0.755 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M/W = 0.755 \times 10^6 / 5080 = 148.62 \text{ N/mm}^2 < [\sigma] = 205 \text{ N/mm}^2$$



横向水平杆抗弯强度满足要求。



计算简图

$$\omega = 5ql^4/384EI = 5 \times 5.48 \times 1050^4 / (384 \times 2.1 \times 10^5 \times 1.219 \times 10^5) = 3.39 \text{ mm} < [\omega] = l_b/150 = 1050/150 = 7.0 \text{ mm}$$

横向水平杆挠度满足要求。

(2) 纵向水平杆计算 (按三跨等跨连续梁计算) 简图如下:  
查《计算手册》附表 2-13 弯矩系数如下表所示:

跨内最大弯矩		支座弯矩
$M_1$	$M_2$	$M_B$
0.213	0.175	-0.175

脚手板自重均布荷载

$$G_{k2} = g_{k2} \times l_b / 2 = 0.35 \times (1.05 + 0.3) / 2 = 0.24 \text{ kN/m}$$

$$\text{施工均布荷载 } Q_k = q_k \times l_b / 2 = 2 \times 1.05 / 2 = 1.05 \text{ kN/m}$$

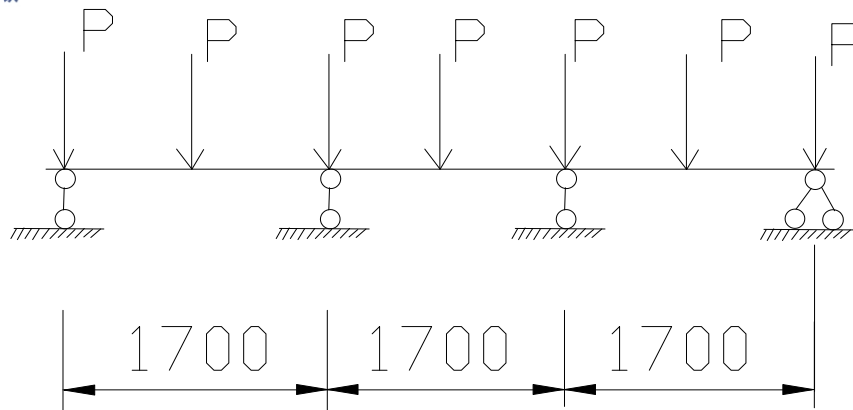
$$q = 1.2G_{k2} + 1.4Q_k = 1.2 \times 0.24 + 1.4 \times 1.05 = 1.76 \text{ kN/m}$$

当在贴立杆处和相邻立杆之间设置小横杆时, 只验算承受正应力的强度条件。由最大弯矩  $M$ , 发生在跨中中间小横杆传给大横杆的集中力  $P = 0.5 \times q l_a = 0.5 \times 1.76 \times 1.7 = 1.50 \text{ kN}$

$$M = k_M P l_a = 0.213 \times 1.50 \times 1.7 = 0.543 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M/W = 0.543 \times 10^6 / 5080 = 105.12 \text{ N/mm}^2 < [\sigma] = 205 \text{ N/mm}^2$$

抗弯强度满足要求。



计算简图

查《计算手册》附表2—13挠度系数 $k_{\omega}=1.615$

$$\omega = k_{\omega} P l^3 / 100 E I = 1.615 \times 1.50 \times 10^3 \times 1700^3 / (100 \times 2.1 \times 10^5 \times 1.219 \times 10^5) = 4.65 \text{ mm} < [\omega] = l_b / 150 = 1050 / 150 = 7 \text{ mm}$$

挠度满足要求。

(3) 纵向水平杆与立杆连接的扣件抗滑承载力验算(当相邻立杆之间不设小横杆时,只验算连接扣件抗滑)

纵向水平杆传给立杆的竖向作用力:

$$R = q l_b = 1.50 \times 1.7 = 2.55 \text{ kN} < R_c = 8.00 \text{ kN} \text{ (根据《规范》JGJ130—2001中表5.1.7取值)}, \text{扣件抗滑承载力满足要求.}$$

3、立杆验算 (因为内立杆内力大于外立杆,只验算内立杆)

单根立杆竖向承载力:

$$N = H_0 P_n + a b_2 (0.5 n_1 q_1 + \eta n_2 q_2)$$

$q_1$  为脚手板自重,竹脚手板:  $350 \text{ N/m}^2$

$q_2$  为脚手板上的施工荷载:  $2.0 \text{ kN/m}^2$

$H_0$  为立杆总高  $M$ , 取  $9.1 \text{ m}$

$n$  为脚手架的总步数。

$n_1$  为铺脚手板层数,  $n_1=2$

$n_2$  为可以构成轴心荷载的作业层数  $n_2=1$



a 立杆纵距 (m)

h 大横杆步距 (m)

b<sub>2</sub> 作业面铺板宽宽 (m)

η 作业面上施工荷载分配于内, 外立杆的系数,

取: 内立杆为 (0.5+0.3) / 1.3=0.615, 外立杆为 0.385。

由于内立杆内力大于外立杆, 所以取内立杆进行验算。

(1) 不组合风荷载时

$$\begin{aligned} N &= 1.2(N_{Gk1} + N_{Gk2}) + 1.4 \sum N_{Qk} \\ &= 1.2(H_0 P_n + ab_2 \times 0.5n_1q_1) + 1.4 ab_2 \times \eta_{内} n_2q_2 \\ &= 1.2 \times (9.1 \times 118.63 + 1.7 \times 1.3 \times 0.5 \times 2 \times 350) + 1.4 \times \\ &1.7 \times 1.3 \times 0.615 \times 1 \times 2000 = 6029.26N \end{aligned}$$

$$N / (\Phi A) = 6029.26 / (0.188 \times 489) = 65.58N/mm^2 < f = 205 N/mm^2$$

立杆稳定性满足要求。

(2) 组合风荷载时

$$\begin{aligned} N &= 1.2(N_{Gk1} + N_{Gk2}) + 0.85 \times 1.4 \sum N_{Qk} \\ &= 1.2 \times (9.1 \times 118.63 + 1.7 \times 1.3 \times 0.5 \times 2 \times 350) + 0.85 \\ &\times 1.4 \times 1.7 \times 1.3 \times 0.615 \times 1 \times 2000 = 5458.42N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_w &= 0.85 \times 1.4 M_{wk} = 0.85 \times 1.4 w_k l_a h^2 / 10 \\ &= 0.85 \times 1.4 \times 0.334 \times 1.7 \times 1.7^2 / 10 = 0.195kN \cdot m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N / (\Phi A) + M_w / W &= 5458.42 / (0.188 \times 489) + 0.195 \times 10^6 / 5080 \\ &= 103.97N/mm^2 < f = 205 N/mm^2 \end{aligned}$$

立杆稳定性满足要求。

4、连墙件计算 (按两步三跨设置)

$$N_{1w} = 1.4 \times \omega_k \times A_w = 1.4 \times 0.334 \times (2 \times 1.7 \times 3 \times 1.7) = 8.11kN$$



$$N_1 = N_{1w} + N_0 = 8.11 + 5 = 13.11 \text{ kN}$$

$$N_1 > R_c = 8.00 \text{ kN}$$

$N_1$ —连墙件轴向力设计值

$N_{1w}$ —连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力，单排架取3KN，双排架取5KN。

单扣件抗滑承载力不能满足要求，采用双扣件与小横杆连接。

## 第四章 悬挑式外脚手架设计与验算

### 一、悬挑式外脚手架的组成及构造形式

悬挑式外脚手架除了由立杆、大横杆、小横杆、纵向水平杆、横向水平杆、剪力撑、脚手板、连墙件及相关防护设施组成外，还需使用悬挑梁、钢丝绳、CO型花篮螺栓，平面布置图附后。

#### 1、外脚手架施工顺序

主楼工程的外脚手架（挑架）搭设顺序随主体结构的施工顺序进行，在每一施工区段内的脚手架搭设顺序由下至上。在每一段内脚手架施工顺序为：

设置悬挑工字钢→弹线、立杆定位→按立杆间距排放底座→摆放纵向扫地杆→竖立杆并与纵向扫地杆扣紧→装横向扫地杆，并与立杆和纵向扫地杆扣紧→装第一步大横杆并与各立杆扣紧→安第一步小横杆→安第二步大横杆→安第二步小横杆→加设抛撑，上端与第二步大横杆扣紧（装设两道连墙杆后拆除）→安第三、四步大横杆和小横杆→设置连墙杆→接立杆→加设剪刀撑→铺设脚手板、绑扎防护栏杆及挡脚板→立挂安全网→根据高度进行钢丝绳卸荷→脚手架检查验收→完成



## 2. 脚手架的材质要求

(1) 钢管采用**国标3号**钢和技术要求，外径不小于48mm，壁厚不小于3.5mm，有严重锈蚀、弯曲、压扁或有裂缝的钢管严禁使用；

(2) 扣件要有出厂合格证，有脆裂、变形、滑丝的扣件禁止使用，扣件表面应进行防锈处理，扣件活动部位应能灵活转动。当扣件夹紧钢管时，开口处的最小距离应不小于5mm。

(3) 为避免减少架子不均匀沉降，在立杆底部加扫地杆，扫地杆离下脚间距不超过120mm。

(4) 密目式安全网应紧随架体搭设高度满挂。使用的密目式安全网须是**建设部认证产品**。

(5) 操作层处紧贴外立杆内侧设置二道扶手栏杆（高度分别为1.0m和0.5m）

(6) 脚手板应做到严密、牢固、铺平、铺稳、铺实，不得有超过50mm间隙。严禁有超过150mm的探头板。

(7) 脚手板在下列部位应给予固定：脚手板的两端和拐角处；板长方向间隔15-20m；坡道和平台的两端；其它可能发生滑动和跷起的部位。

(8) 悬挑架四层进行一道硬封堵（铺设5mm脚手板加钉层板，并设挡脚板）。

## 3. 搭设构造措施

### 1) 立杆：

垂直度偏差不得大于架高的1/400，并同时控制其绝对偏差值不大于100mm。每根立杆底部均应设置垫板。立杆接头除在顶层可采用搭接外，其余各层各步接头必须采取对接扣件，对接、搭接应符合以下要求：立杆上的对接扣件应交错布置；两相邻立杆接头不应设在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不宜小于500mm





；各接头中心距节点的距离不宜大于步距的  $1/3$ ；搭接长度不应小于  $1\text{m}$ ，应采用不少于 2 个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于  $100\text{mm}$ 。立杆顶端高出建筑物上皮  $1\text{m}$ 。

本工程阳台、线条大多外挑  $800\text{mm}$ ，局部楼层外挑  $1400\text{mm}$ ，故外架按  $800\text{mm}$  外挑考虑，在  $1400\text{mm}$  阳台、线条处采取预埋  $\phi 100\text{mm}$  PVC 塑料管，外架立杆从预埋管处穿出，该处阳台采用悬挑内架支撑阳台及线条模板进行结构施工。

#### 2) 扫地杆：

脚手架底部设置纵、横向扫地杆，纵向扫地杆应用直角扣件固定在距垫木表面不大于  $200\text{mm}$  处的立杆上。横向扫地杆用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。

#### 3) 大横杆：

设在立杆内侧，长度不小于三跨，采用直角扣件与立杆扣紧，直角扣件不得朝上。大横杆采用对接扣件连接或搭接，对接或搭接应符合以下要求：①对接接头应交错布置，两根相邻大横杆的接头不宜设在同步、同跨内；不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离不应小于  $500\text{mm}$ ；各接头中心距最近主节点的距离不宜大于纵距的  $1/3$ ；大横杆对接扣件开口，应朝架子内侧，螺栓向上，避免开口朝上，以防雨水进入，导致扣件锈蚀、锈腐后强度减弱。②搭接长度不小于  $1\text{m}$ ，等间距设置 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至搭接大横杆杆端的距离不应小于  $100\text{mm}$ 。同一根大横杆的两端高差不得超过  $20\text{mm}$ ，同跨内两根大横杆高差不得超过  $10\text{mm}$ 。

#### 4) 小横杆：

每一主节点处必须设置一小横杆，用直角扣件扣接并严禁拆除。主节点处两个直角扣件的中心距不应大于  $150\text{mm}$ ，靠墙一侧的外伸长度不大于



200mm, 外架立面外伸长度以 100mm 为宜. 作业层上非主节点处的小横杆宜根据支撑脚手板的需要等间距设置, 最大间距不应大于立杆纵距的 1/2, 可按 600mm 设置。小横杆两端均应用直角扣件固定在大横杆上。

#### 5) 连墙件:

脚手架连墙杆按两步三跨设置, 通过预埋在边梁部位的螺纹钢与外架立杆连墙钢管焊接。连墙件与脚手架连接的一端可稍微下斜, 不容许向上翘起。设置第一排连墙件前, 每隔 6 跨设一道抛撑, 以确保架子稳定。

#### 6) 剪刀撑:

脚手架剪刀撑采用水平垂直方向连续布置的方式, 斜杆与地面的倾角为  $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。剪刀撑斜杆的接长宜采用搭接, 搭接长度为 1 米, 搭接部位采用 3 个旋转扣件进行固定。剪刀撑的斜杆除两端用旋转扣件与小横杆的伸出端或立杆扣紧外, 还应在其中间增加 2~4 个扣接点, 旋转扣件中心线至主节点的距离不大于 150mm。

#### 7) 脚手板、护栏和挡脚板:

脚手架设作业层一层, 满铺 50mm 厚脚手板, 紧贴脚手架外立杆内侧设防护栏杆一道(高度为 0.9m)和挡脚板一道, 挡脚板高 200mm。脚手板平铺, 应铺满铺稳, 拐角要交圈, 不得有超过 150mm 的探头板。脚手板应设置在三根小横杆上, 当脚手板长度小于 2m 时可用两根小横杆支承, 且脚手板两端应与其可靠固定, 严防倾翻。脚手板对接平铺时, 接头处必须设置两根小横杆, 脚手板外伸长度应取 130~150mm, 两块脚手板外伸长度的和不大于 300mm; 脚手板搭接铺设时, 接头必须支在小横杆上, 搭接长度大于 200mm, 其伸出小横杆的长度不小于 100mm。栏杆上立挂密目难燃安全网, 网的下口与建筑物挂搭封严。

#### 8) 施工电梯

该工程设置 11 部 SC—



200型施工电梯,由于考虑到外架与施工电梯拆除时间不同步,故将施工电梯处外架与整体外架分开搭拆。在施工电梯位置设置独立式双排落地脚手架,采用的架体同上,每隔4层设置间距@1500mm卸载斜撑,斜撑与下一层预埋 $\phi 48$ 钢管采用双扣件连接.独立架体连墙杆水平间距为@1500,每层均设置联墙杆,在两端各设一道联墙杆。

#### 9)有剪力墙转角处及立杆下无工字钢卸荷处理

由于在转角处有柱及不能安装工字钢梁,致使该处工字钢间距加大。对该部位需采取加固卸荷措施,采用在完成剪力墙上安装钢板或预埋 $\square 22$ 钢筋与墙面成45度角与外架用斜撑连接:

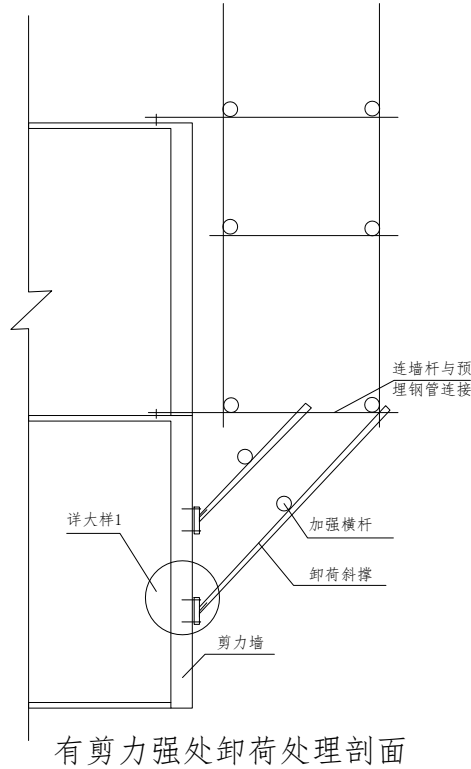
(1) 每处斜撑采用2根 $\phi 48 \times 3.5$ mm钢管与挑架横杆采用横杆连接,见下图;

(2) 斜撑间距1500mm,同部位斜撑间距200mm,每四层加一次卸荷斜撑;

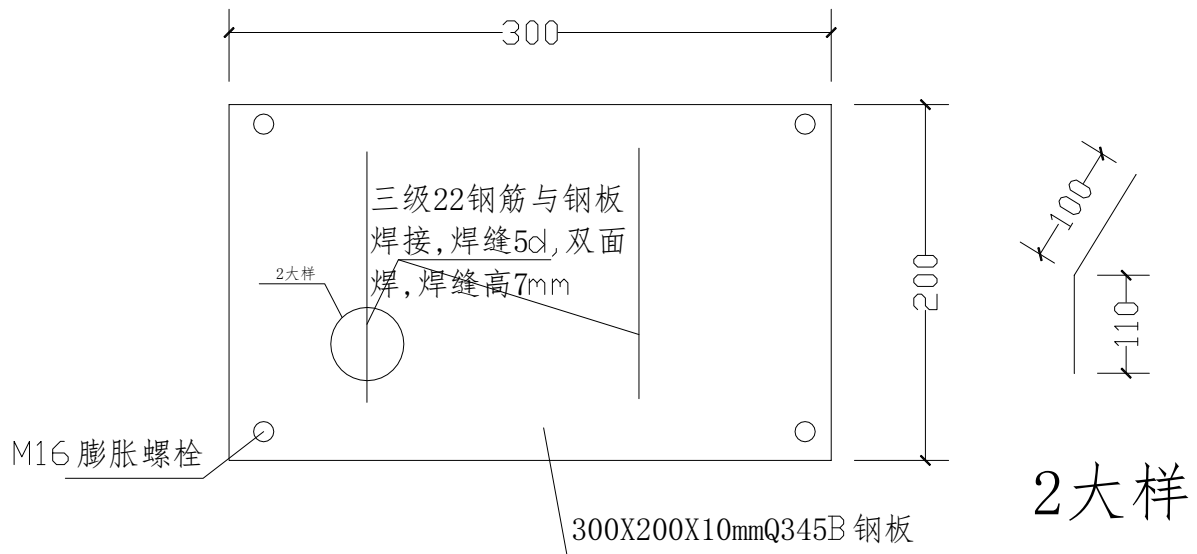
(3) 钢板采用Q345B,  $300 \times 300 \times 10$ mm,四角用M16 ( $l=100$ mm)膨胀螺栓与剪力墙连接;

(4) 在剪力墙内适当位置预埋 $\phi 25$ PVC塑料管,拆模后将钢筋植入预埋洞内,用铁楔楔紧;

(5) 立杆下无工字钢处,在下层预埋钢管与斜撑连接。



有剪力强处卸荷处理剖面



1大样

## 二、设计及计算

### 1. 设计及搭设参数

本工程悬挑式钢管脚手架采用工字钢悬挑，外挑工字钢采用I20a工字钢，外挑长度根据具体情况而定，



固定工字钢使用预埋在楼板面上的两道 $2\phi 18$ 的圆钢钢筋抱箍。

脚手架立杆纵向间距为 1.5米,横向间距1.05米,内立杆距外墙(有雨篷或阳台部分以雨篷或阳台计)0.15~0.30m,大横杆间距为 1.7米,小横杆长度为 1.2米(视具体情况而定),每步外立杆中部设置一道加强大横杆,下部设200高挡脚板,每一施工层面设置200高挡脚板,设置纵横两道高强密目网。

脚手架与建筑物的连墙拉结采用在边梁预埋钢筋与钢管焊接的刚性连接方式,水平距离 4.5m(即三跨),竖向距离为每楼层位置各设置一道连墙件。

## 2. 脚手架的设计计算

本工程主楼外架采用埋设工字钢搭设悬挑外架,同时主楼外架根据高度要求采用斜撑杆进行卸荷。每段主楼外架搭设高度较高,因此立杆稳定性要满足主楼外架要求。

### 2.1 施工准备

A. 钢管选用外径 48mm、壁厚 3.5mm 及合格扣件。

B. 工字钢采用 I20a 号,立杆基脚部位焊接  $\phi 16\sim 22$  钢筋做定位用。

2.2 脚手架构造大样图见图 2.2.1

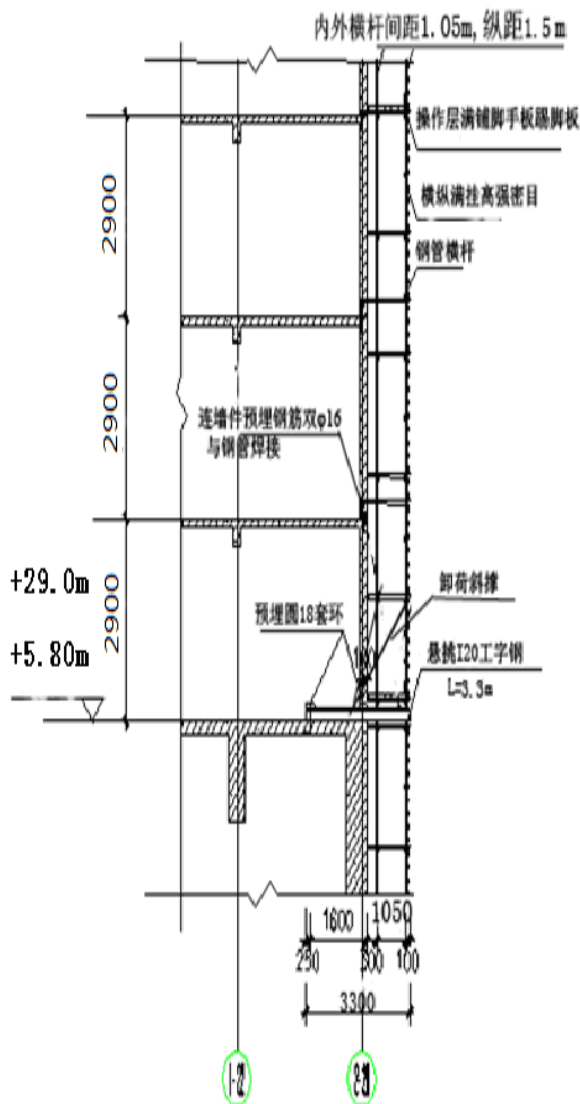


图2.2.1 外架剖面图

A. 工字钢长 3.3m，悬挑长度 1.45m。建筑物楼板预留部位应埋二道  $\phi$  18 拉结筋固定工字钢，固定工字钢用拉结筋应与建筑物板梁锚固连接，工字钢和拉结筋之间用楔子楔紧，有阳台、线条部位内立杆距阳台外侧 150mm。

B. 工字钢间距采用每两道立杆下端均设工字钢一道，即间距为



3000mm, 外架未直接落在工字钢上部分采用上部架体传力到两道连接于工字钢上的横杆上, 并用 4 根钢管斜撑至下一层, 该部位小横杆预埋于结构内。

C. 为防止架体滑移, 在悬挑工字钢上的立杆位置焊接□25 钢筋 ( $l=100\text{mm}$ ) 固定。

D. 脚手架每二步架及每三跨应设置连墙杆, 连墙杆采用同等钢管与建筑物可靠连接。

E. 楼面预埋  $\phi 48$  钢管, 水平间距 4.5m, 采用十字扣件与连墙钢管连接;

F. 在悬挑架起始层楼面预埋□25 钢筋, 成 45 度斜角, 与第二步立杆下卸荷斜撑连接, 底部无工字钢内外立杆下各加 2 根  $\phi 48 \times 3.5\text{mm}$  斜撑钢管。

## 2. 3 悬挑外脚手架复核计算

### 2. 3. 1、选择计算单元, 确定设计计算项目.

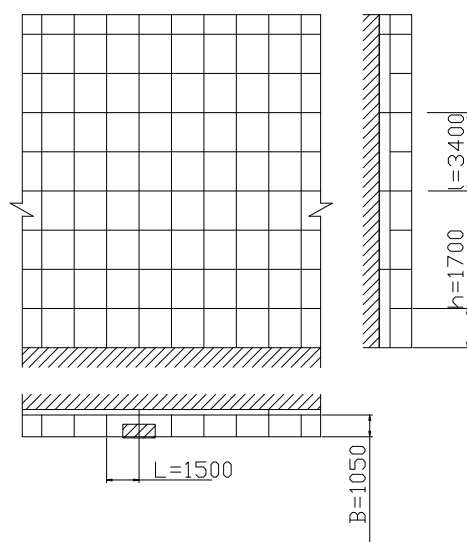
悬挑外架纵距为 1.5 米, 工字钢间距按 3.0 米布置, 荷载计算按图示 1.5m 范围计算外架荷载。因工字钢悬挑梁上扣件式钢管脚手架构造满足《规范》JGJ130—2001 第 6 章要求, 因此选每段底层立杆进行稳定性验算, 工字钢挑梁与验算, 连墙件设计与验算三项作为设计计算项目。

### 2. 3. 2. 荷载计算 (参《规范》JGJ130—2001 第 4 章及附录表 A·2)

由于外墙阳台、线条在每段悬挑架顶部, 采用在外架上相应阳台、线条部位搭设悬挑平台, 以第四段悬挑双排外脚手架为例, 步距  $h=1.7\text{m}$ , 立杆纵距  $L=1.5\text{m}$ , 排距  $B=1.05\text{m}$ , 小横杆挑出  $b=0.30\text{m}$ , 连墙杆间距  $l=2.88 \times 4.5\text{m}$ , 荷载计算考虑铺设脚手板 2 层, 作业层二层, 外架高度  $23.14+1.5\text{m}=24.64$ , 共 14 步。

- 1) 荷载计算参数： $\phi 48 \times 3.5$  钢管  $0.0384\text{KN/m}$ ；直角扣件  $0.0132\text{KN/个}$ ，旋转扣件  $0.0146\text{KN/个}$ ，对接扣件  $0.0184\text{KN/m}$ ；竹脚手板  $0.35\text{KN/m}^2$ ；装饰围护架活载  $2\text{KN/m}^2$ ；昆明地区 50 年一遇风荷载基本值  $\omega_0 = 0.35\text{KN/m}^2$ ，地面粗糙度为 D 类；
- 2) 荷载计算（立杆、横杆及扣件自重为  $g_1$ ，剪刀撑钢管及扣件自重为  $g_2$ ，竹跳板等构配件自重为  $g_3$ ，施工荷载为  $q$ ，风荷载标准值为  $\omega_k$ ）

由于  $\phi 48$  钢管壁厚为 3.5 厚，所以其自重 = 0。  
 $0.0384\text{KN/m}$ 。



### (1) 内立杆荷载计算

恒荷  $g$

$$a、\text{内立杆结构自重 } g_1 = [23.14 + (14+1) \times 1.5 + 2 \times (0.52 + 0.2) \times (14+1)] \times 0.0384 + (15 + 15 \times 2) \times 0.0132 + (3+7) \times 0.0184 = 3.36\text{KN}$$

$$b、\text{跳板等构件 } g_3 = 0.35 \times (0.52 + 0.3) \times 4 \times 1.5 = 1.722\text{KN}$$





$$c、g = g_1 + g_3 = 3.36 + 1.722 = 5.082\text{KN}$$

**Error!**活荷  $q = 2 \times (1.5 \times 0.57) \times 2 = 3.42\text{KN}$

内立杆荷载 (式中 1.2、1.4 分别为静载、动载的分项系数。)

a、不组合风荷载时:  $G_{内} = 1.2g + 1.4q = 1.2 \times 5.082 + 1.4 \times 3.42 = 10.886\text{KN}$

b、组合风荷载时:  $G_{内} = 1.2g + 0.85 \times 1.4q = 10.168\text{KN}$

(2) 外立杆荷载计算(安全网重忽略不计)

① 恒荷  $g$

a、外立杆结构自重  $g_1 = [23.14 + 1.5 + (14 + 2 + 12) \times 1.5 + 2 \times (0.52 + 0.3) \times (14 + 1)] \times 0.0384 + (15 + 14 \times 2 + 12) \times 0.0132 + (3 + 7 + 6) \times 0.0184 = 4.524\text{KN}$

b、剪刀撑自重:根据立杆纵距与横杆步距,剪刀撑应按  $50^\circ$  做。跨越立杆数按 3 根计,24.64m 高外架,在同一根立杆垂直线上,钢管重合数为 3。搭接段重合数取 2。(搭接 1m,三个旋转扣)

∴剪刀撑传给一根立杆最大荷载为

$$g_2 = [3 \times (1.5^2 + 1.7^2)^{0.5} + 2 \times 1.0] \times 0.0333 + 2 \times 3 \times 0.0146 = 0.381\text{KN}$$

c、跳板等构件  $g_3 = 0.35 \times 0.52 \times 4 \times 1.5 = 1.09\text{KN}$

$$g = g_1 + g_2 + g_3 = 4.524 + 0.381 + 1.09 = 5.995\text{KN}$$

**Error!**活载  $q = 2 \times 1.5 \times 0.52 \times 2 = 3.12\text{KN}$

○, 3外立杆荷载(式中 1.2、1.4 分别为静载、动载的分项系数。)

a、不组合风荷载时:  $G_{外} = 1.2g + 1.4q = 1.2 \times 5.995 + 1.4 \times 3.12 = 11.562\text{KN}$



b、组合风荷载时： $G_{外} = 1.2g + 0.85 \times 1.4q = 10.907 \text{ KN}$

(3) 水平风荷载标准值  $\omega_k$  计算 (参《规范》JGJ130—2001 第 4.2.3 条)

$\omega_k = 0.7\mu_z \cdot \mu_s \cdot \omega_0$  (公式中“0.7”是对 50 年一遇基本风压的修正系数)

$\mu_z$ ——风压高度变化系数,按《建筑结构荷载规范》第 7.2.1 条选用。中铁·百年印象属条文中 C 类地面粗糙度,分别按 20.3m, 55

m 用内插法查表 7.2.1 分别得  $\mu_{z55} = 1.304$ ;  $\mu_{z20.3} = 0.841$

$\mu_s$ ——脚手架风荷载体型系数,按《规范》JGJ130—2001 第 4.2.2 条)“全封闭、半封闭脚手架,背靠建筑物为敞开,框架和开洞墙”选择,  $\mu_s = 1.3\phi = 1.3 \times 1 = 1.3$  其中  $\phi = 1.2A_n/A_w$  ( $A_n$  为挡风面积,  $A_w$  为迎风面面积,这里  $A_n/A_w = 1$ , 1.2 为节点面积增大系数,但考虑到安全网并不可能系一堵实墙一样,它还有孔隙,凭经验,其可抵节点面积增大系数,故取  $\phi = 1$ , 按此计算的风荷载还往往偏大)。

**Error!**  $\omega_0 = 0.35 \text{ KN/m}^2$

**Error!**  $\omega_{k55} = 0.7\mu_{z55}\mu_s\omega_0 = 0.7 \times 1.304 \times 1.3 \times 0.35 = 0.415 \text{ KN/m}^2$

### 2.3.3 立杆稳定性计算

根据《规范》JGJ130—2001 第 5.3.5 条,当脚手架搭设尺寸采用相同的步距,立杆纵距、立杆横距和连墙件间距时,立杆稳定性计算部位应选择底层立杆段。

1) 立杆稳定性计算参数:

○, 1 立杆轴力:



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/435001334214011323>