

悬挑脚手架工程施工方案样本

工程名称: _____

施工单位: _____

编制人: _____

日期: _____

本施工方案及计算绘图均由建书脚手架设计计算绘图软件生成!

目 录

第一章、 编制依据.....	3
第二章、 工程概况.....	3
第三章、 施工布署.....	4
第四章、 施工工艺.....	6
第五章、 构造要求及技术措施.....	8
第六章、 悬挑架技术措施.....	11
第七章、 质量标准及验收.....	17
第八章、 安全施工技术与管理措施.....	22
第九章、 文明施工措施.....	25
第十章、 环保措施.....	25
第十一章、 设计计算书.....	25

第一章、编制依据

- 1、工程施工图纸及现场概况
- 2、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011
- 3、《建筑施工安全检查标准》JGJ59-2011
- 4、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002（2011版）
- 5、《混凝土结构设计规范》GB50010-2010
- 6、《建筑施工现场管理标准》DBJ14-033-2005
- 7、《建筑结构荷载规范》GB50009-2001（06年版）
- 8、《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011
- 9、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80-91
- 10、《钢管脚手架扣件》（GB15831-2006）
- 11、《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》建质[2009]87号文

第二章、工程概况

工程名称		施工单位	
建设单位		监理单位	
设计单位		建筑地点	
项目经理		技术负责人	
建筑面积		结构类型	
地上层数		地下层数	
建筑高度		±0.000 标高相当于	
开工日期		竣工日期	

第三章、施工布署

第一节、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、综合以上几点，脚手架的搭设，还必须符合JCJ59-99检查标准要求，要符合省文明标化工地的有关标准。
- 6、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，决定采用型钢悬挑式双排扣件钢管脚手架。

脚手架搭设高度	20m	立杆纵距	1.5m
立杆横距	0.9m	步距	1.8m
连墙件布置	二步三跨		
悬挑梁型号	16号工字钢	钢丝绳直径	14mm
悬挑长度	1.3m	锚固长度	2.5m
楼板锚固圆钢直径	18mm		

第二节、组织机构

外架搭设由外架工长负责组织实施，其他人员配合。

外架所需材料、劳动力计划均由外架工长负责编制，材料员、劳职员负责组织进场。由技术负责人进行技术与安全交底工作。

第三节、材料准备

1、材料要求

(1) 钢管选用外径48.3mm，壁厚3.6mm。脚手架钢管采用现行国家标准《直缝电焊钢管》(GB/T 13793)中规定的3号普通钢管，其质量符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T

700) 中Q235-A级钢的规定；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。

(2) 扣件式钢管脚手架采用可锻铸铁制作的扣件，其材质符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》(GB 15831) 的规定，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。

(3) 安全网采用密目式安全网，网目应满足2000目 / 100cm²，使用的安全网必须有产品生产许可证和质量合格证，以及由建筑安全监督管理部门发放的准用证。

2、主要材料计划

名称及规格	用途	单位	总需用量	备注
6m长管	纵向水平杆	根		租赁
6m长管	立杆	根		租赁
6m长管	剪刀撑	根		租赁
3m长管	调整节头位置	根		租赁
1.5m短管	横向水平杆	根		租赁
2.5m短管	连墙杆	根		租赁
1.5m短管	连墙件柱箍	根		租赁
2000mm×200mm×50mm木脚手板	脚手板与基础垫板	根		租赁
直角扣件		个		租赁
旋转扣件		个		租赁
对接扣件		个		租赁
6m×1.8m2000目安全网		张		采购

材料视工程进度分阶段组织进场。

第四节、机具准备

- 1、搭、拆架子所需机具主要有架子扳手、吊线，由架子工自备。
- 2、项目部应配备如下检查工具（可借用，但应符合要求）：

名称	数量	用途
扭力扳手	1 把	检查扣件拧紧力度
游标卡尺	1 把	检查焊接钢管外径和壁厚、外表面锈蚀深度
塞尺	1 把	检查钢管两端面切斜偏差
钢卷尺	1 把	检查钢管弯曲程度和搭设中的距离或长度
水平尺	1 把	检查水平杆高差
角尺	1 把	检查剪刀撑与地面的倾角

第五节、技术准备

根据现场情况、结构情况提出脚手架的选用方案；

按相关规范规定进行脚手架设计，完成相关图纸；

编制详细的脚手架专项施工方案；

编制安全作业指导书，对操作工人进行技术交底与岗前培训、安全教育。若人员有变动，应重新交底。

第四章、施工工艺

第一节、脚手架搭设施工工艺

悬挑脚手架搭设的工艺流程为：水平悬挑→纵向扫地杆→立杆→横向扫地杆→小横杆→大横杆（搁栅）→剪刀撑→连墙件→铺脚手板→扎防护栏杆→扎安全网。

落地脚手架搭设的工艺流程：场地平整、夯实→砼基础浇筑→定位设置通长立杆垫板

→排放纵向扫地杆→竖立杆→将纵向扫地杆与立杆扣接→安装横向扫地杆→安装纵向水平杆→安装横向水平杆→安装剪刀撑→安装连墙件→扎安全网→作业层铺脚手板和挡脚板。

根据构造要求在建筑物四角用尺量出内、外立杆离墙距离，并做好标记。用钢卷尺拉直，分出立杆位置，并用小竹片点出立杆标记。垫板应准确地放在定位线上，垫板必须铺放平稳，不得悬空。

在搭设首层脚手架的过程中，沿四周每框架格内设一道斜支撑，拐角处双向增设，待该部位与脚手架与主体结构的连墙件可靠拉结后方可拆除。当脚手架操作层高出连墙件两步时，应采取临时稳定措施，直到连墙件搭设完毕后方可拆除。

双排架宜先立内排立杆，后立外排立杆。每排立杆宜先立两头的，再立中间的一根，互相看齐后，立中间部分各立杆。双排架内、外排两立杆的连线要与墙面垂直。立杆接长时，宜先立外排，后立内排。

第二节、脚手架拆除施工工艺

拆架程序应遵守由上而下，先搭后拆的原则，一般的拆除顺序为：安全网→栏杆→脚手板→剪刀撑→横向水平杆→纵向水平杆→立杆。

不准分立面拆架或在上下两步同时进行拆架。做到一步一清、一杆一清。拆立杆时，要先抱住立杆再拆开最后两个扣。拆除纵向水平杆、斜撑、剪刀撑时，应先拆中间扣件，然后托住中间，再解端头扣。所有连墙杆等必须随脚手架拆除同步下降，严禁先将连墙件整层或数层拆除后再拆脚手架。

分段拆除高差不应大于2步，如高差大于2步，应增设连墙件加固。

应保证拆除后架体的稳定性不被破坏，连墙杆被拆除前，应加设临时支撑防止变形、失稳。

当脚手架拆至下部最后一根长钢管的高度（约6m）时，应先在适当位置搭临时抛撑加固后再拆连墙件。

第五章、构造要求及技术措施

第一节、立杆

1、立杆接长除顶层顶步可采用搭接外，其余各层各步接头必须采用对接扣件连接。对接，搭接应符合下列规定：

(1) 立杆上的对接扣件应交错布置：两根相邻立杆的接头不应设置在同步内，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；各接头中心在主节点的距离不宜大于步距的 1/3；

(2) 在顶部采用搭接接长时，搭接长度不小于 1m，必须等间距 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘距离不应小于 100mm。

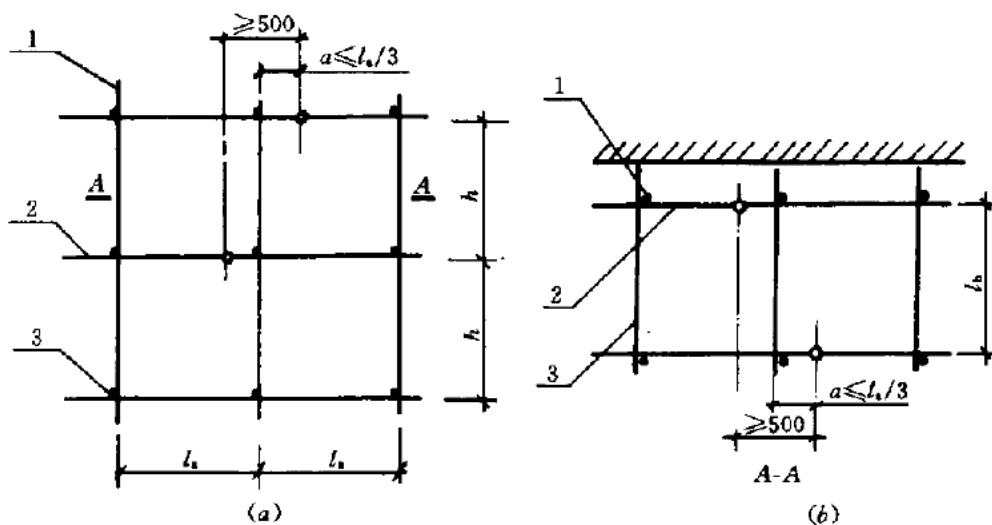
2、立杆顶端高出女儿墙上皮 1m，高出檐口上皮 1.5m。

第二节、大横杆

1、纵向水平杆设置在立杆内侧，长度不小于 3 跨。

2、纵向水平杆接长宜采用对接扣件连接，也可采用搭接。对接，搭应符合下列规定：

(1) 纵向水平杆的对接扣件交错布置：两根相邻纵向水平杆的接头不要设置在同步或同跨内；不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离不小于 500mm；各接头中心至最近主节点的距离不大于纵距的 1/3，如下图：



大横杆对接接头布置图

a. 接头不在同步内（立面）；b. 接头不在同跨内（平面）

1. 立杆 2. 大横杆 3. 小横杆

(2) 搭接长度不小于1m，等间距设置3个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至搭接纵向水平杆杆端的距离不小于100mm；

第三节、小横杆

1、主节点处必须设置一根小横杆杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。主节点处两个直角扣件的中心距不应大于 150mm。

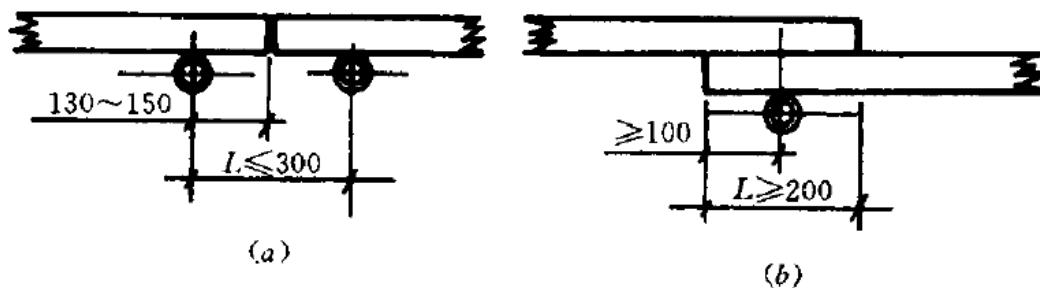
2、作业层上非主节点处的小横杆，最大间距不大于纵距 1/2；

3、小横杆伸出外排大横杆边缘距离不小于 10cm，伸出里排大横杆距离结构外边缘 15cm。

第四节、脚手板

1、作业层脚手板应铺满，铺稳，离开墙面120~150mm；

2、脚手板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支承，但应将脚手板两端与其可靠固定，严防倾翻。此三种脚手板的铺设可采用对接平铺，亦可采用搭接铺设。脚手板对接平铺时，接头处必须设两根横向水平杆，脚手板外伸长应取130~150mm，两块脚手板外伸长度的和不应大于300mm，如下图；脚手板搭接铺设时，接头必须支在横向水平杆上，搭接长度应大于200mm，其伸出横向水平杆的长度不应小于100mm，如下图：



3、作业层端部脚手板探头长度应取150mm，其板长两端均应与支承杆可靠地固定。

第五节、连墙件

1、连墙件采用刚性连接方式，采用4m长架管设双扣件与楼层进行拉结。

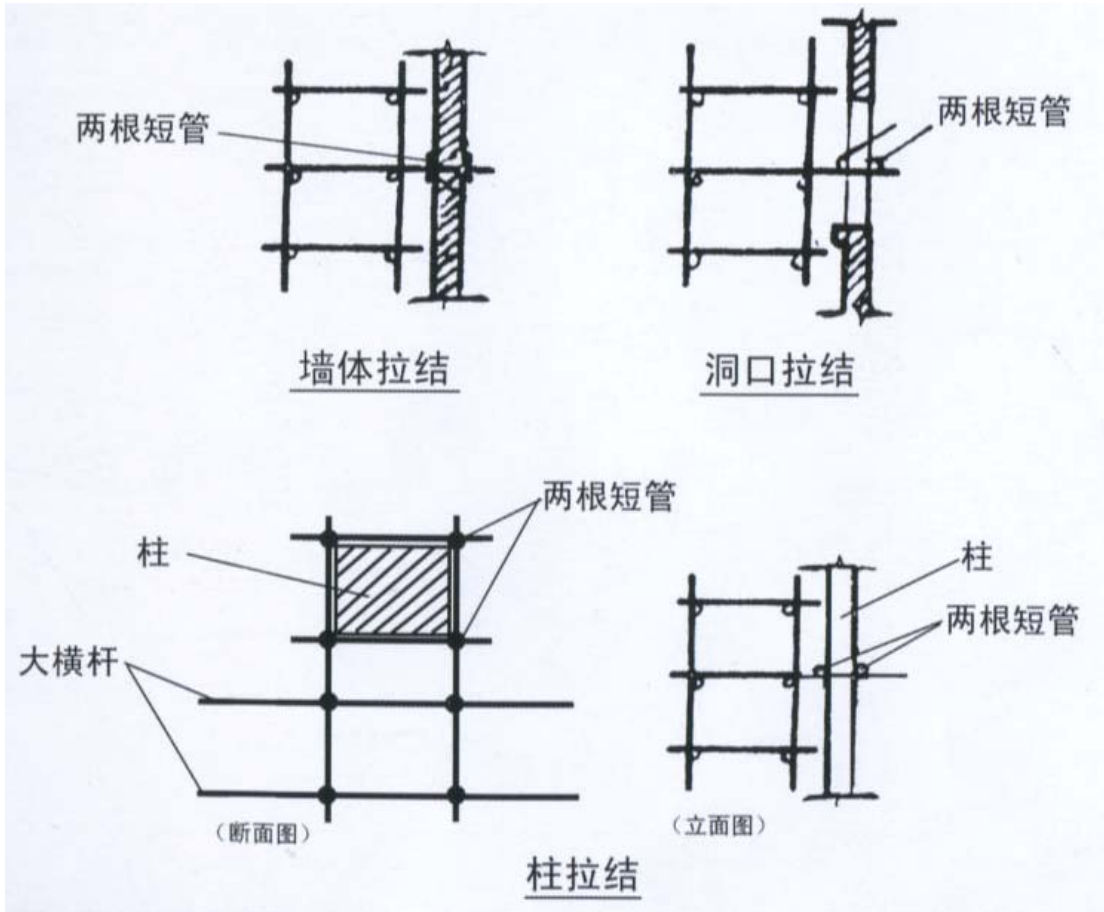
2、连墙件从底层第一步纵向水平杆处开始设置，靠近主节点设置，偏离主节点的距

离不大于300mm；

3、优先采用菱形布置，也可采用方形，矩形布置；

4、连墙件中的连墙杆呈水平设置，当不能水平设置时，与脚手架连接的一端应下斜连接，不应采用上斜连接；

5、连墙件拉结如下图所示：



第六节、剪刀撑

在外侧立面整个长度和高度上连续设置剪刀撑；剪刀撑斜杆的接长采用搭接，固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立杆上，两端分别用旋转扣件固定，在中间增加 2-4 个扣节点，旋转扣件中心线至主节点的距离不宜大于 150mm。

每道剪刀撑跨越立杆的根数按下表规定确定，每道剪刀撑宽度不小于 4 跨，且不小于 6 米。斜杆与地面的夹角在 45-60 度之间。

剪刀撑跨越立杆的最多根数

剪刀撑斜杆与地面的倾角	45 度	50 度	60 度
-------------	------	------	------

剪刀撑跨越立杆的最多根数	7	6	5
--------------	---	---	---

第七节、安全网

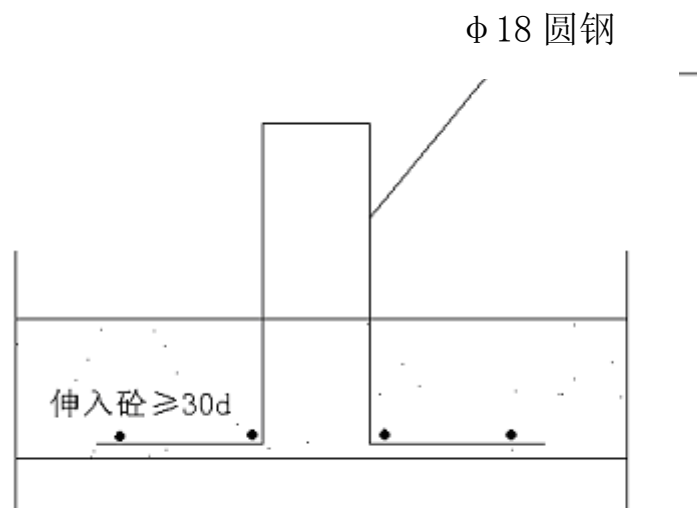
脚手架满挂全封闭密目安全网，密目网采用1.8m×6.0m规格，用网绳绑扎在大横杆外立杆内侧。作业层安全网应高于平台1.4m，并在作业层下部挂一道水平兜网，在架内高度3.0m左右设首层平网，往上每隔10.8m（6步高）设一层平网，施工层随层设网。作业层脚手架立杆于0.6m和1.2m处设两道防护栏杆，底部侧面设不小于18cm高的挡脚板。

第六章、悬挑架技术措施

第一节、悬挑型钢与固定

本工程采用型钢悬挑扣件式双排钢管脚手架，立杆直接支承在型钢上。悬挑型钢采用，每根长米，悬挑长度米，锚固长度米。间距基本模数为米，视柱间距长度而有所变化，详见悬挑脚手架平面布置图。

楼层混凝土施工时预埋二道 $\Phi 18$ 圆钢用以固定悬挑型钢，伸入砼内 $\geq 30d$ 。如下图所示：



第二节、分段搭设方案

型钢悬挑架拟分 X 段搭设，方案如下：

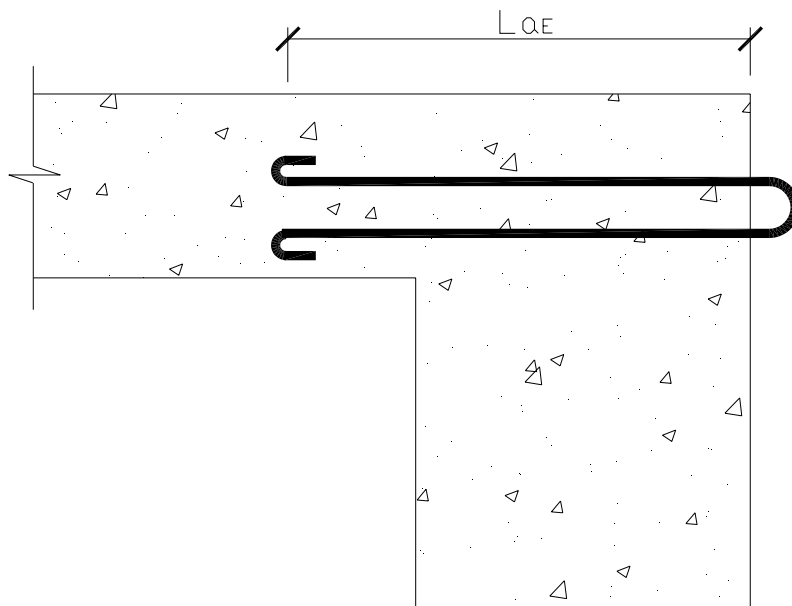
第一段：X 层顶板（标高：X 米）至 X 层顶板（标高：X 米），搭设高度 X 米。

第二段：X 层顶板（标高：X 米）至 X 层顶板（标高：X 米），搭设高度 X 米。

第三段：X 层顶板（标高：X 米）至 X 层顶板（标高：X 米），搭设高度 X 米。

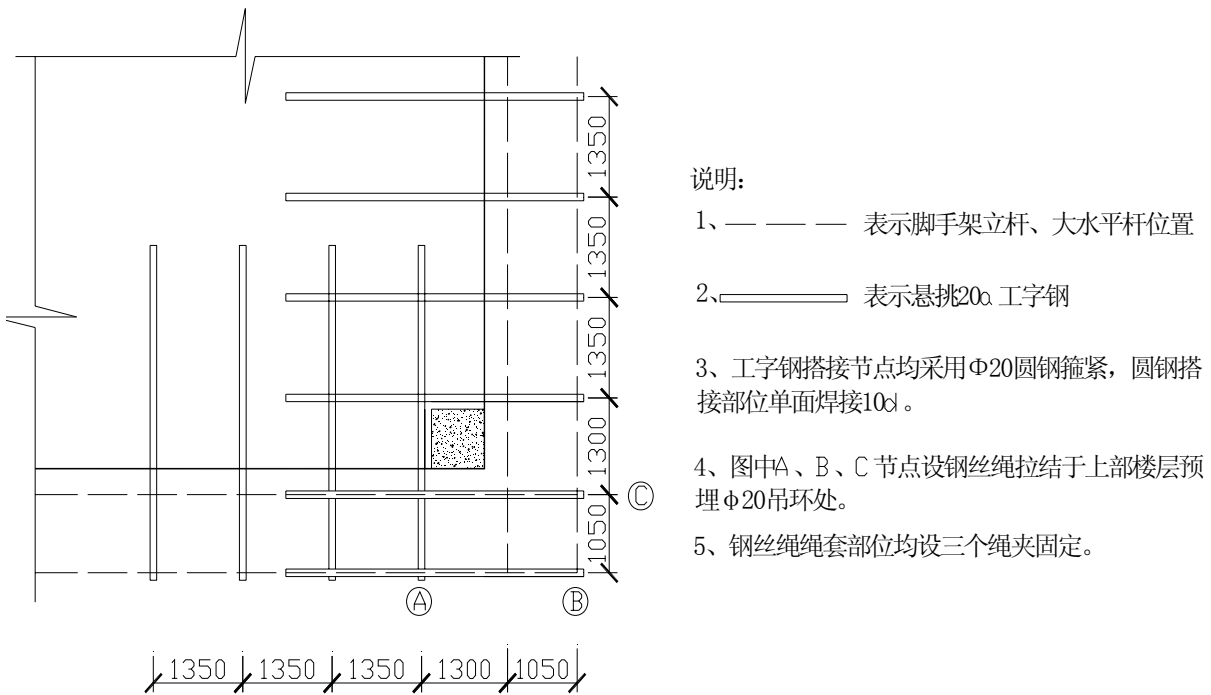
第三节、钢丝绳与吊环

本工程采用 15 钢丝绳吊拉，钢丝绳上端固定在预埋于上层楼层的 $\Phi 20$ 吊环上，采用花篮螺栓对钢丝绳张紧度进行调节。做到所有钢丝绳拉紧程度基本相同，避免钢丝绳受力不均匀。钢丝绳端部均设配套绳夹每端 3 只，间距 150mm，紧固牢固，钢丝绳自由端长度不得小于 200mm。



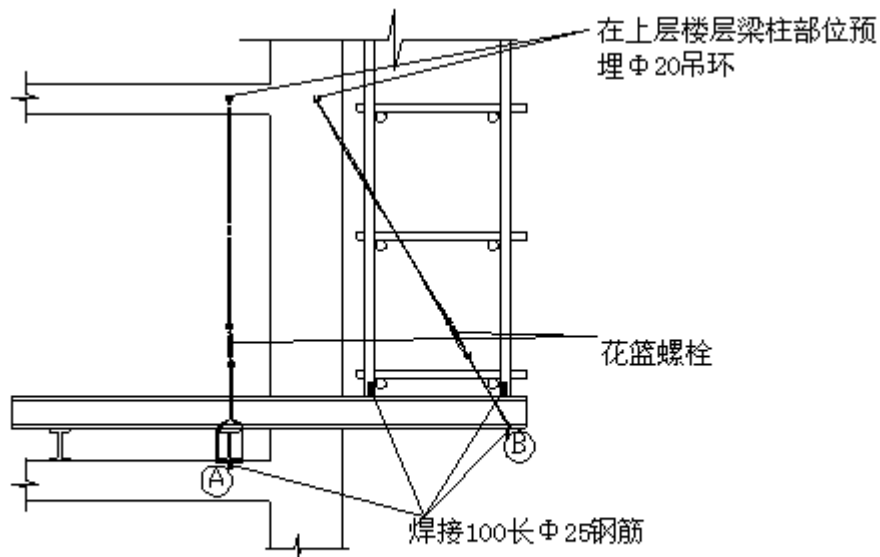
钢丝绳吊环

第四节、楼层阳角部位悬挑方法

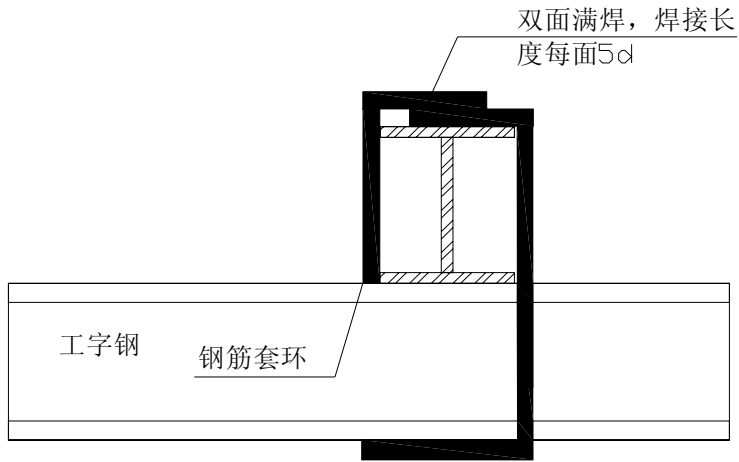


楼层阳角部位节点示意图

在端部伸出楼层的两根工字钢上再悬挑两根工字钢，如下图所示。在图示A、B、C节点处，设钢丝绳拉结于上部楼层预埋吊环处。

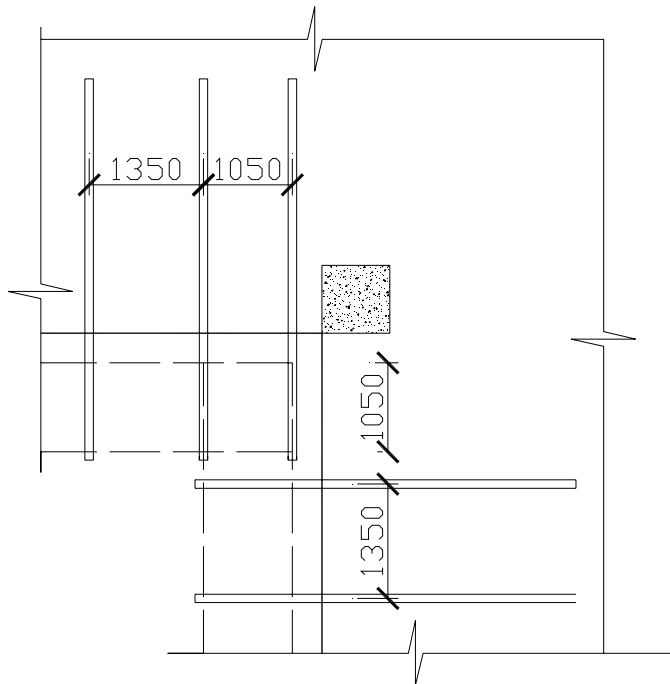


钢丝绳拉结节点示意图



工字钢外伸部分叠放部位套环示意图

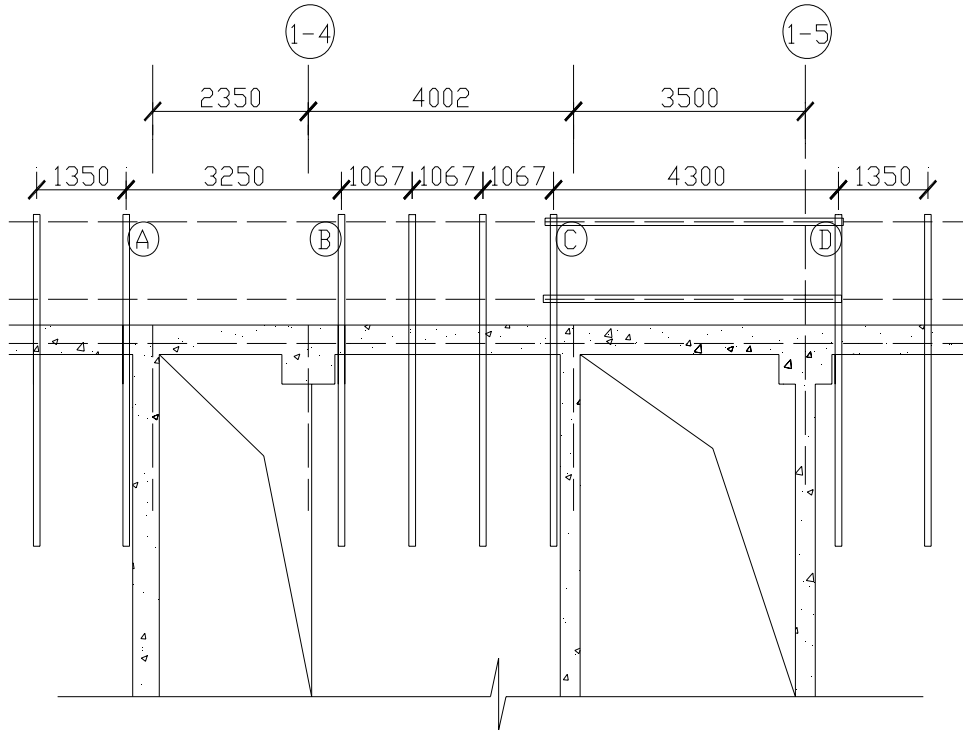
第五节、楼层阴角部位悬挑方法

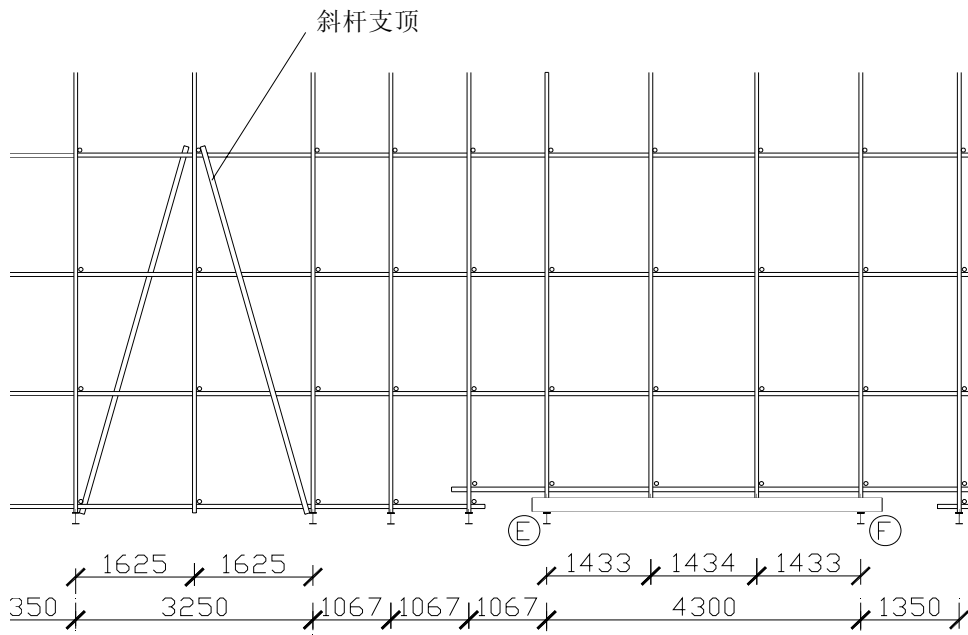


楼层阴角部位节点示意图

第六节、楼梯间部位悬挑作法

悬挑梁平面布置见下图所示，其中图中A、B、C、D端部采用钢丝绳拉结于上部楼层。部分立杆悬空部位采用斜撑做加强处理，如图所示。



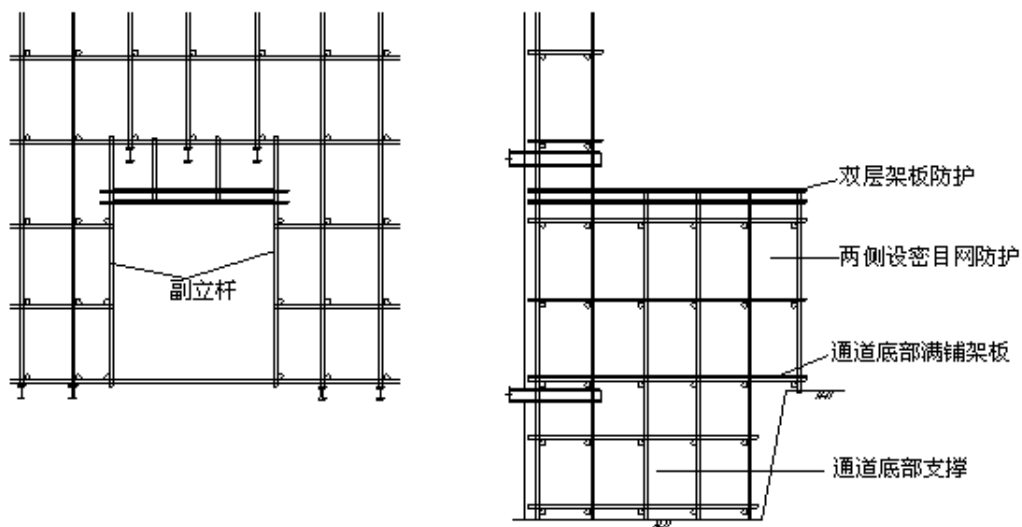


在E、F#工字钢上按外架立杆横距设置两根20a工字钢，E、F#工字钢端部设钢丝绳斜拉。

LT1及电梯井部位悬挑梁立面示意图

第七节、通道口部位作法

±0.000层通道口处悬挑型钢移至5.05m层处，通道宽3m、长度不小于6m，顶部设双层架板和一道密目网进行防护，两侧采用密目网封闭，如下图所示。



通道部位示意图

第七章、质量标准及验收

第一节、构配件检查与验收

1、新钢管的检查应符合下列规定：

(1) 应有产品质量合格证；

(2) 应有质量检验报告，钢管材质检验方法应符合现行国家标准《金属拉伸试验方法》(GB/T 228)的有关规定。脚手架钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》(GB/T 13793)或《低压流体输送用焊接钢管》(GB/T 3092)中规定的3号普通钢管，其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700)中Q235-A级钢的规定。

(3) 钢管表面应平直光滑，不应有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划道；

(4) 钢管外径、壁厚、端面等的偏差，应分别符合规范允许偏差；

(5) 钢管必须涂有防锈漆。

2、旧钢管的检查应符合下列规定：

(1) 表面锈蚀深度应符合规范规定。锈蚀检查应每年一次。检查时，应在锈蚀严重的钢管中抽取三根，在每根锈蚀严重的部位横向截断取样检查，当锈蚀深度超过规定值时不得使用；

(2) 钢管弯曲变形应符合规范规定。

3、扣件的验收应符合下列规定：

(1) 新扣件应有生产许可证、法定检测单位的测试报告和产品合格证。当对扣件质量有怀疑时，应按现行国家标准《钢管脚手架扣件》(GB 15831)的规定抽样检测；

(2) 旧扣件使用前应进行质量检查，有裂缝、变形的严禁使用，出现滑丝的螺栓必须更换；

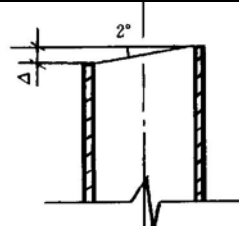
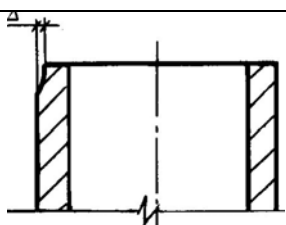
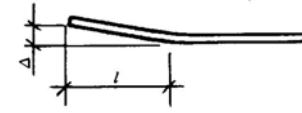

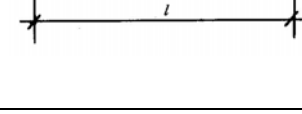
(3) 新、旧扣件均应进行防锈处理。

4、木脚手板的检查应符合下列规定：

木脚手板的宽度不宜小于200mm，厚度不应小于50mm；其质量应符合本标准第4.4.3条第3项的规定；腐朽的脚手板不得使用；

5、构配件的允许偏差表：

构配件的允许偏差

序号	项目	允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查工具	
1	焊接钢管尺寸 (mm) 外径 48 壁厚 3.5	-0.5 -0.5		游标卡尺	
2	钢管两端面切斜偏差	1.70		塞尺、拐角尺	
3	钢管外表面锈蚀深度	≤ 0.50		游标卡尺	
4	钢管弯曲	a.各种杆件钢管的端部弯曲 $l \leq 1.5\text{m}$	≤ 5		钢板尺
		b.立杆钢管弯曲 $3\text{m} < l \leq 4\text{m}$ $4\text{m} < l \leq 6.5\text{m}$	≤ 12 ≤ 20		
		c.水平杆、斜杆的钢管弯曲 $l \leq 6.5\text{m}$	≤ 30		
5	冲压钢脚手板 a.板面挠曲 $l \leq 4\text{m}$ $l > 4\text{m}$	≤ 12 ≤ 16		钢板尺	
	b.板面扭曲 (任一角翘起)	≤ 5			

第二节、脚手架检查与验收

1、脚手架及其地基基础应在下列阶段进行检查与验收：

- (1) 基础完工后及脚手架搭设前；
- (2) 作业层上施加荷载前；
- (3) 每搭设完 10~13m 高度后；
- (4) 达到设计高度后；
- (5) 遇有六级大风与大雨后，寒冷地区开冻后；

(6) 停用超过一个月。

2、进行脚手架检查、验收时应根据下列技术文件：

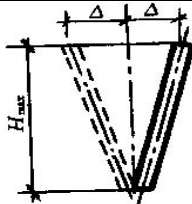
- (1) 第 2.3~2.5 条的相关规定；
- (2) 施工组织设计及变更文件；
- (3) 技术交底文件。

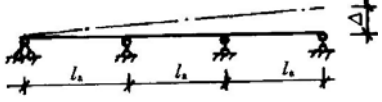
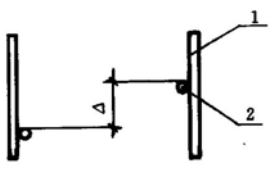
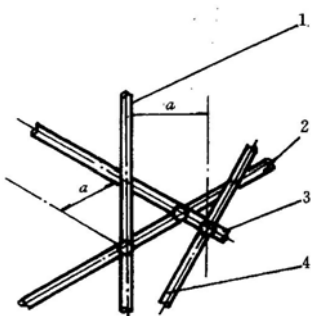
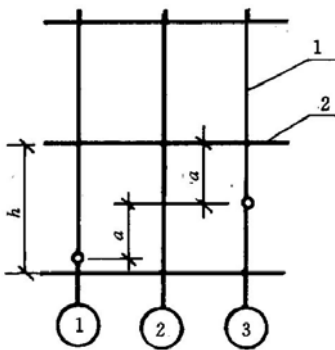
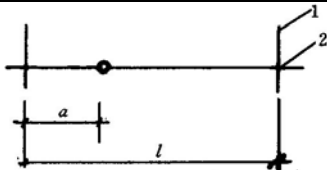
3、脚手架使用中，应定期检查下列项目：

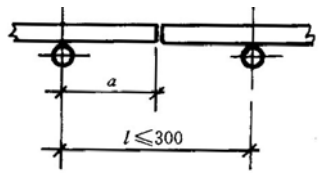
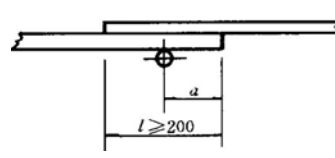
- (1) 杆件的设置和连接，连墙件、支撑、门洞桁架等的构造是否符合要求；
- (2) 地基是否积水，底座是否松动，立杆是否悬空；
- (3) 扣件螺栓是否松动；
- (4) 高度在 24m 以上的脚手架，其立杆的沉降与垂直度的偏差是否符合规范规定；
- (5) 安全防护措施是否符合要求；
- (6) 是否超载。

4、脚手架搭设的技术要求、允许偏差与检验方法，应符合下表规定：

脚手架搭设的技术要求、允许偏差与检验方法

项次	项目	技术要求	允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查方法与工具		
1	地基基础	表面	坚实平整	—	—	观察	
		排水	不积水				
		垫板	不晃动				
		底座	不滑动	-10			
不沉降							
2	立杆垂直度	最后验收垂直度 20~80m	—	± 100		用经纬仪或吊线和卷尺	
		下列脚手架允许偏差(mm)					
		搭设中检查偏差的高度 (m)		总高度			
				50m	40m		20m
				H=2	± 7		± 7
		H=10	± 20	± 25	± 50		
		H=20	± 40	± 50	± 100		
		H=30	± 60	± 75			
		H=40	± 80	± 100			
		H=50	± 100				

项次	项目	技术要求	允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查方法与工具		
	中间档次用插入法。						
3	间距	步距 纵距 横距	—	—	±20 ±50 ±20	钢板尺	
4	纵向水平杆高差	一根杆的两端	—		±20	水平仪或水平尺	
		同跨内两根纵向水平杆高差	—		±10		
5	双排脚手架横向水平杆外伸长度偏差	外伸500mm	—	—	-50	钢板尺	
6	扣件安装	主节点处各扣件中心点相互距离	$a \leq 150$ m	—		—	钢板尺
		同步立杆上两个相隔对接扣件的高差	$a \geq 500$ m	—		—	钢卷尺
		立杆上的对接扣件至主节点的距离	$a \leq h/3$				
		纵向水平杆上的对接扣件至主节点的距离	$a \leq l_a/3$	—		—	钢卷尺

项次	项目		技术要求	允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查方法与工具
		扣件螺栓杆拧紧扭力矩	40~65 N.m	—	—	扭力扳手
7		剪刀撑斜杆与地面的倾角	$45^{\circ}\sim 60^{\circ}$	—	—	角尺
8	脚手板外伸长度	对接	$a=130\sim 150\text{mm}$ $l\leq 300\text{m}$	—		卷尺
		搭接	$a\geq 100\text{m}$ $l\geq 200\text{m}$	—		卷尺

注：图中 1-立杆；2-纵向水平杆；3-横向水平杆；4-剪刀撑。

5、安装后的扣件螺栓拧紧扭力矩应采用扭力扳手检查，抽样方法应按随机分布原则进行。抽样检查数目与质量判定标准，应按下表规定。不合格的必须重新拧紧，直至合格为止。

扣件拧紧抽样检查数目及质量判定标准

检查项目	安装扣件数量 (个)	抽检数量(个)	允许的不合格数
1 连接立杆与纵(横)向水平杆或剪刀撑的扣件；结长立杆、纵向水平杆或剪刀撑的扣件	51~90	5	0
	91~150	8	1
	151~280	13	1
	281~500	20	2
	501~1200	32	3
	1201~3200	50	5
2 连接横向水平杆与纵向水平杆的扣件 (非主节点处)	51~90	5	1
	91~150	8	2
	151~280	13	3
	281~500	20	5
	501~1200	32	7
	1201~3200	50	10

第八章、安全施工技术与管理措施

第一节、构配件安全技术管理措施

1、钢管

(1) 脚手架钢管采用现行国家标准《直缝电焊钢管》(GB/T 13793)中规定的3号普通钢管,其质量符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700)中Q235-A级钢的规定;

(2) 钢管有严重锈蚀、压扁或裂纹的不得使用。脚手架钢管的尺寸、表面质量和外形应符合规范规定;

(3) 钢管上严禁打孔。

2、扣件

(1) 扣件式钢管脚手架采用可锻铸铁制作的扣件,其材质符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》(GB 15831)的规定;

(2) 禁止使用有脆裂、变形、滑丝等现象的扣件。

(3) 扣件的紧固程度不应小于 $40\text{N}\cdot\text{m}$,且不应大于 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 。在螺栓拧紧扭力矩达 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 时,不得发生破坏。

3、脚手板

木脚手板应采用杉木或松木制作,每块质量不大于 30kg 。其材质应符合现行国家标准《木结构设计规范》(GB 50005-2003)中II级材质的规定。脚手板厚度不小于 50mm ,两端应各设直径为 4mm 的镀锌钢丝箍两道。

4、连墙件

连墙件采用钢管,其材质符合现行国家标准《碳素钢结构》(GB/T 700)中Q235-A级钢的要求。

第二节、脚手架搭设安全技术管理措施

1、脚手架搭设与拆除人员必须是经过按现行国家标准《特种作业人员安全技术考核管理规则》GB 5036考核合格的专业架子工。上岗人员定期体检,合格者方可持证上岗。

2、搭设脚手架人员必须戴安全帽,系安全带,穿防滑鞋。

3、作业层上的施工荷载应符合设计要求,不得超载。不得将模板支架、缆风绳、泵送混凝土和砂浆的输送管等固定在脚手架上;严禁悬挂起重设备。

- 4、当有六级及六级以上大风和雾、雨、雪天气时停止脚手架搭设与拆除作业。雨、雪后上架作业有防滑措施，并扫除积雪。
- 5、不得在脚手架基础及其邻近处进行挖掘作业，否则应采取安全措施，并报主管部门批准。
- 6、临街搭设脚手架时，外侧应有防止坠物伤人的防护措施。
- 7、在脚手架上进行电、气焊作业时，必须有防火措施和专人看守。
- 8、搭拆脚手架时，划出工作标志区，地面设围栏和警戒标志，并派专人看守，严禁非操作人员入内，统一指挥、上下呼应、动作协调，严禁在无人指挥下作业。
- 9、脚手架的基础做到不积水、不沉陷，悬挑架楼层的混凝土必须达到设计强度的 75% 以上才能进行悬挑架施工。
- 10、脚手架及时与结构拉结或采取临时支顶，以保证搭设过程安全。未完成的脚手架在每日收工前，一定要确保架子稳定。
- 11、脚手架必须配合施工进度搭设，一次搭设的高度不得超过相邻连墙件以上两步。
- 12、当作业层高出其下连墙件 3m 以上，且其上尚无连墙件时应采取适当的临时抛拉措施。
- 13、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。

第三节、脚手架拆除安全技术管理措施

- 1、在脚手架使用期间，严禁拆除主节点处的纵、横向水平杆，纵、横向扫地杆，连墙件。
- 2、拆架前，全面检查待拆脚手架，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备工作。
- 3、架体拆除前，必须察看施工现场环境，包括外脚手架、地面的设施等各类障碍物、连墙杆及被拆除架体各附件、电器装置情况，凡能提前拆除的尽量拆除掉。
- 4、拆除时应划出作业区，周围设绳绑围栏或树立警示标志，地面设专人围护，禁止非作业人员进入。
- 5、拆除时统一指挥、上下呼应、动作协调，当解开与另一人有关的扣件时必须先告诉对方并得到允许，以防坠落伤人。
- 6、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。

- 7、每天拆架下班时，不应留下隐患部位。
- 8、连墙件应在位于其上的全部可拆杆件都拆除之后才能拆除。
- 9、在拆除过程中，凡松开连接的杆、配件应及时拆除运走，避免误扶、误靠已松脱的杆件。拆除的杆、配件严禁向下抛掷，应吊至地面，同时做好配合协调工作，禁止单人进行拆除较重杆件等危险性作业。
- 10、所有杆件和扣件在拆除时分离，不准在杆件上附着扣件或两杆连着送至地面。
- 11、所有的脚手板，应自外向里竖立搬运，以防止脚手板和垃圾物从高处坠落伤人。
- 12、拆除的零配件要装入容器内，用吊篮吊下；拆下的钢管要绑扎牢靠，双点起吊，严禁从高空抛掷。
- 13、上架子作业人员上下均应走人行梯道，不准攀爬架子。
- 14、脚手架验收合格后任何人不得擅自拆改，如需作局部拆改时，须经项目部技术人员同意后由架子工操作。
- 15、不准利用脚手架吊运重物；作业人员不准攀登架子上下作业面；不准推车在架子上跑动；塔吊起吊物体时不能碰撞和拖动脚手架。
- 16、不得将模板支撑、泵送混凝土及砂浆的输送管等固定在脚手架上，严禁任意悬挂起重设备。
- 17、要保证脚手架体的整体性，不得与施工电梯架子等一并拉结，不得截断架体。

第四节、防雷避电措施

本工程脚手架接地、避雷措施执行《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46-2005)标准。

工程采用避雷针与大横杆连通、接地线与整栋建筑物楼层内避雷系统连成一体的措施。架顶设置4根避雷针，避雷针采用 $\phi 12$ 镀锌钢筋制作，高度1.5m，设置在脚手架四角立杆上，并将所有最上层的大横杆全部连通，形成避雷网络。接地线采用 40×4 的镀锌扁钢，将立杆分别与建筑物楼层内的避雷系统连成一体。接地线的连接牢靠，与立杆连接采用2道螺栓卡箍连接，螺钉加弹簧垫圈以防止松动，并保证接触面积不小于 10mm^2 ，并将表面的油漆及氧化层清除干净，露出金属光泽并涂以中性凡士林。接地线与建筑物楼层内避雷系统的设置按脚手架的长度不超过50m设置一个，位置尽量避免人员经常走动的地方，以避免跨步电压的危害，防止接地线遭机械破坏。两者的连接采用焊接，焊接长度大于2倍的扁钢宽度。焊完后再用接地电阻测试仪测定电阻，要求冲击电阻不大于 10Ω ，同

时注意检查与其他金属物或埋地电缆之间的安全距离不小于 3m，以避免发生击穿事故。

第九章、文明施工措施

- 1、进入施工现场的人员要爱护场内的各种设施和标识牌。
- 2、严禁酗酒人员上架作业，施工操作时要求精力集中、禁止开玩笑和打闹。
- 3、脚手架堆放场做到整洁、摆放合理、专人保管，并建立严格领料手续。
- 4、施工人员做到活完料净脚下清，确保脚手架施工材料不浪费。
- 5、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，拆下的扣件和钢丝要集中回收处理，应及时整理、检查，按品种、分规格堆放整齐，妥善保管。
- 6、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。

第十章、环保措施

- 1、在架体底部铺设一层密目网防止灰尘及小垃圾从架体上向下飘落。
- 2、及时清理架体上和安全网内的垃圾。
- 3、搭设架体的钢管、扣件、连墙件等材料统一刷油漆。
- 4、挡脚板按要求制作好后，统一刷油漆。
- 5、封闭架体的安全网，选用统一颜色，统一尺寸的密目安全网。
- 6、安全网重复进行使用前，必须进行清洗。
- 7、在架体上设计并张贴安全宣传标语。

第十一章、设计计算书

目 录

一、	脚手架计算书的编制依据	27
二、	工程参数	27
三、	横向水平杆（小横杆）验算	27
四、	纵向水平杆（大横杆）验算	29
五、	扣件抗滑承载力验算	29
六、	计算立杆段轴向力设计值 N	30
七、	立杆的稳定性计算	30
八、	连墙件计算	32
九、	联梁的计算	33
十、	悬挑梁计算	34
十一、	悬挑梁的整体稳定性计算	35
十二、	悬挑梁钢丝绳计算	35
十三、	悬挑梁锚固段与楼板连接计算	37
十四、	转角联梁的受力计算	39
十五、	支承多立杆型钢悬挑梁的受力计算	45
十六、	加长型钢悬挑梁的受力计算	49

第一章、脚手架计算书的编制依据

- 1、工程施工图纸及现场概况
- 2、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2011)。
- 3、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)
- 4、《建筑施工手册》第四版(缩印本)
- 5、《建筑施工现场管理标准》DBJ14-033-2005
- 6、《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001)

第二章、工程参数

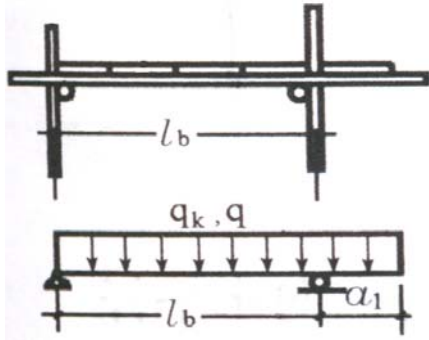
搭设参数				
搭设高度	20m	水平杆步距	1.8m	
立杆纵距	1.5m	立杆横距	0.9m	
连墙件方式	二步三跨	连墙件扣件	双扣件	
悬挑水平钢梁	16号工字钢	钢梁外挑长度	1.3m	
钢梁锚固长度	2.5m	钢梁与楼板锚固钢筋	Φ18圆钢	
吊拉钢丝绳	采用14mm钢丝绳!			
荷载参数(荷载标准值)				
永久荷载	立杆承受结构自重	0.1248kN/m	安全网	0.005kN/m ²
	脚手板类型	木脚手板,2层	自重标准值	0.35kN/m ²
	栏杆挡脚板	木脚手板	自重标准值	0.14kN/m ²
可变荷载	施工均布活荷载	2kN/m ²	同时施工层数	1层
风荷载	地区	江苏吴县东山	基本风压	0.3kN/m ²
考虑到钢管锈蚀弯曲等因素,按Φ48×3.0钢管计算。				

第三章、横向水平杆(小横杆)验算

《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》第6.2.2条第3款规定:

“当使用冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板时,双排脚手架的横向水平杆两端均应

采用直角扣件固定在纵向水平杆上。”第6.2.1条第3款规定：“当使用冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板时，纵向水平杆应作为横向水平杆的支座，用直角扣件固定在立杆上。”施工荷载的传递路线是：脚手板→横向水平杆→纵向水平杆→纵向水平杆与立杆连接的扣件→立杆，如图：



横向水平杆按照简支梁进行强度和挠度计算，小横杆在大横杆的上面。

(一) 抗弯强度计算

1、作用横向水平杆线荷载标准值：

$$q_k = (Q_k + Q_{p1}) \times S = (2 + 0.35) \times 1.5 = 3.53 \text{ kN/m}$$

2、作用横向水平杆线荷载设计值：

$$q = 1.4 \times Q_k \times S + 1.2 \times Q_{p1} \times S = 1.4 \times 2 \times 1.5 + 1.2 \times 0.35 \times 1.5 = 4.83 \text{ kN/m}$$

3、考虑活荷载在横向水平杆上的最不利布置（验算弯曲正应力、挠度不计悬挑荷载，但计算支座最大支反力要计入悬挑荷载），最大弯矩：

$$M_{\max} = \frac{q l_b^2}{8} = \frac{4.83 \times 0.9^2}{8} = 0.489 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4、钢管截面模量 $W = 4.49 \text{ cm}^3$

5、Q235 钢抗弯强度设计值，查规范表 5.1.6 得 $f = 205 \text{ N/mm}^2$

6、按规范中公式 (5.2.1) 计算抗弯强度

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.489 \times 10^6}{4.49 \times 10^3} = 108.91 \text{ N/mm}^2 < 205 \text{ N/mm}^2$$

7、结论：满足要求

(二) 变形计算

1、钢材弹性模量：查规范表 5.1.6 得 $E = 2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

2、钢管惯性矩 $I = 10.78 \text{ cm}^4$

3、容许挠度：查规范表 5.1.8，得 $[v] = 1/150$ 与 10 mm

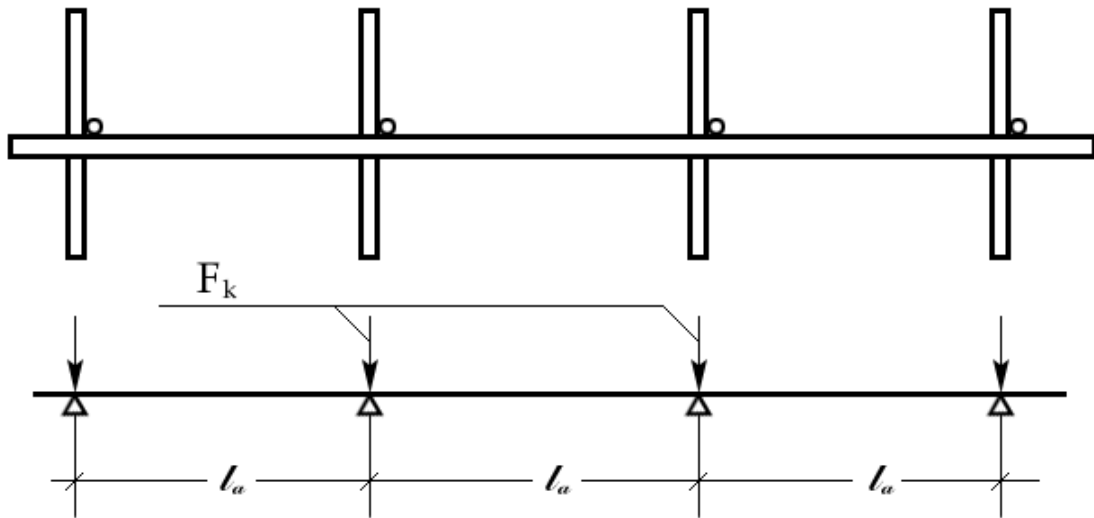
4、按规范中公式（5.2.3）验算挠度

$$v = \frac{5q_k l_b^4}{384EI} = \frac{5 \times 3.53 \times 900^4}{384 \times 2.06 \times 10^5 \times 10.78 \times 10^4} = 1.4\text{mm} < \frac{900}{150} = 6 \text{ 与 } 10\text{mm}$$

5、结论：满足要求

第四章、纵向水平杆(大横杆)验算

双排架纵向水平杆按三跨连续梁计算，如下图：



不需要计算抗弯强度和挠度。

由横向水平杆传给纵向水平杆的集中力设计值：

$$F = 0.5q_l b \left(1 + \frac{a_1}{l_b}\right)^2 = 0.5 \times 4.83 \times 0.9 \left(1 + \frac{0.15}{0.9}\right)^2 = 2.96\text{kN}$$

由横向水平杆传给纵向水平杆的集中力标准值

$$F_k = 0.5q_k l_b \left(1 + \frac{a_1}{l_b}\right)^2 = 0.5 \times 3.53 \times 0.9 \left(1 + \frac{0.15}{0.9}\right)^2 = 2.16\text{kN}$$

第五章、扣件抗滑承载力验算

水平杆与立杆连接方式采用单扣件，抗滑承载力 $R_c = 8\text{kN}$ 。

纵向水平杆通过扣件传给立杆竖向力设计值 $= 2.96\text{kN} < R_c = 8$

结论：扣件抗滑承载力满足要求

第六章、计算立杆段轴向力设计值 N

立杆稳定性计算部位取脚手架底部。

1、脚手架结构自重标准值产生的轴向力

$$N_{G1K}=H_s g_k=20 \times 0.1248=2.50 \text{ kN}$$

H_s ——脚手架高度 g_k ——每米立杆承受的结构自重

2、构配件自重标准值产生的轴向力

$$N_{G2K}=0.5(l_b+a_1)l_a \sum Q_{p1}+Q_{p2}l_a+l_a H Q_{p3}=0.5 \times (0.9+0.15) \times 1.5 \times 2 \times 0.35+0.14 \times 1.5 \times 2+1.5 \times 20 \times 0.005=1.121 \text{ kN}$$

l_b ——立杆横距； a_1 ——小横杆外伸长度； l_a ——立杆纵距； Q_{p1} ——脚手板自重标准值；

Q_{p2} ——脚手板挡板自重标准值； Q_{p3} ——密目式安全立网自重标准值；

H ——脚手架高度；

3、施工荷载标准值产生的轴向力总和

$$\sum N_{Qk}=0.5(l_b+a_1)l_a Q_k=0.5 \times (0.9+0.15) \times 1.5 \times 2 \times 1=1.58 \text{ kN}$$

Q_k ——施工均布荷载标准值；

4、组合风荷载时立杆轴向力设计值 N

$$N=1.2(N_{G1K}+N_{G2K})+0.85 \times 1.4 \sum N_{Qk}=1.2 \times (2.50+1.121)+0.85 \times 1.4 \times 1.58=6.23 \text{ kN}$$

5、不组合风荷载时立杆轴向力设计值 N

$$N=1.2(N_{G1K}+N_{G2K})+1.4 \sum N_{Qk}=1.2 \times (2.50+1.121)+1.4 \times 1.58=6.56 \text{ kN}$$

第七章、立杆的稳定性计算

组合风荷载时，由下式计算立杆稳定性

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M_w}{W} \leq f$$

N ——计算立杆段的轴向力设计值； A ——立杆的截面面积；

φ ——轴心受压构件的稳定系数，应根据长细比 λ 由《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2001)附表 C 取值； W ——截面模量； f ——钢管的抗压强度设计值；

M_w ——计算立杆段由风荷载设计值产生的弯矩；

$$M_w = 0.85 \times 1.4 M_{wk} = \frac{0.85 \times 1.4 \omega_k l_a h^2}{10}$$

其中， l_a ——立杆纵距； h ——步距；

风荷载标准值 $\omega_k = \mu_z \cdot \mu_s \cdot \omega_0$

ω_0 ——基本风压，取江苏吴县东山 10 年一遇值， $\omega_0 = 0.3 \text{ kN/m}^2$

μ_z ——风压高度变化系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GBJ 9) 规定采用，地面粗糙度类别为地面粗糙度 C 类 有密集建筑群的城市市区。脚手架立杆稳定性计算部位选择立杆底部，计算高度取距地面 25m， μ_z 取 1.0；

μ_s ——脚手架风荷载体型系数， $\mu_s = 1.3\phi = 1.3 \times 0.8 = 1.040$ ，值大于 1.0 时，取 1.0。

风荷载产生的弯曲压应力：

$$\sigma_w = \frac{M_w}{W} = \frac{0.85 \times 1.4 \times \mu_z \mu_s \omega_0 l_a h^2}{10W}$$

$$\sigma_w = \frac{0.85 \times 1.4 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.3 \times 1.5 \times 1.8^2 \times 10^6}{10 \times 4.49 \times 10^3} = 38.6 \text{ N/mm}^2$$

计算长细比 λ ：

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

l_0 ——计算长度， $l_0 = k\mu h$ ； i ——截面回转半径； k ——计算长度附加系数，其值取 1.155；

μ ——考虑脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数，应按规范表 5.3.3 采用；立杆横距 $l_b = 0.9\text{m}$ ，连墙件布置二步三跨，查规范表 5.3.3 得 $\mu = 1.5$ 。 h ——步距，1.8m

$$\lambda = \frac{k\mu h}{i} = \frac{1.155 \times 1.5 \times 180.0}{1.59} = 196$$

根据 λ 的值，查规范附录 C 表 C 得轴心受压构件的稳定系数 $\varphi = 0.188$ 。

组合风荷载时，立杆的稳定性计算按规范公式 5.3.1-2 验算：

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M_w}{W} = \frac{6.23 \times 10^3}{0.188 \times 424} + 38.6 = 116.756 \text{ N/mm}^2 < f = 205 \text{ N/mm}^2$$

结论：满足要求！

不组合风荷载时，立杆的稳定性计算按规范公式 5.3.1-1 验算：

$$\frac{N}{\varphi A} = \frac{6.56 \times 10^3}{0.188 \times 424} = 82.30 \text{N/mm}^2 < f = 205 \text{N/mm}^2$$

结论:满足要求!

第八章、连墙件计算

(一) 脚手架上水平风荷载标准值 ω_k

连墙件均匀布置,取脚手架最高处受风荷载最大的连墙件计算,高度按 40m,地面粗糙度C类 有密集建筑群的城市市区。风压高度变化系数 $\mu_z=1.13$

脚手架风荷载体型系数 $\mu_s=1.3\varphi=1.3 \times 0.8=1.04$,取值大于 1.0 时,取 1.0。

基本风压取江苏吴县东山 10 年一遇值, $\omega_0=0.3\text{kN/m}^2$

$$\omega_k = \mu_z \mu_s \omega_0 = 1.13 \times 1.0 \times 0.3 = 0.34 \text{kN/m}^2$$

(二) 求连墙件轴向力设计值 N

每个连墙件作用面积 $A_w=2 \times 1.8 \times 3 \times 1.5=16.20\text{m}^2$

$$N = N_{1w} + N_0 = 1.4 \omega_k A_w + 3 = 1.4 \times 0.34 \times 16.20 + 3 = 10.71 \text{kN}$$

N_{1w} ——风荷载产生的连墙件轴向力设计值;

N_0 ——连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力,双排脚手架 $N_0=3\text{kN}$;

(三) 连墙件稳定计算

连墙杆采用钢管时,杆件两端均采用直角扣件分别连于脚手架及附加墙内外侧的短钢管上,因此连墙杆的计算长度可取脚手架的离墙距离,即 $l_H=0.3\text{m}$,因此长细比

$$\lambda = \frac{l_H}{i} = \frac{30.0}{1.59} = 19 < [\lambda] = 150$$

根据 λ 值,查规范附录表 C,

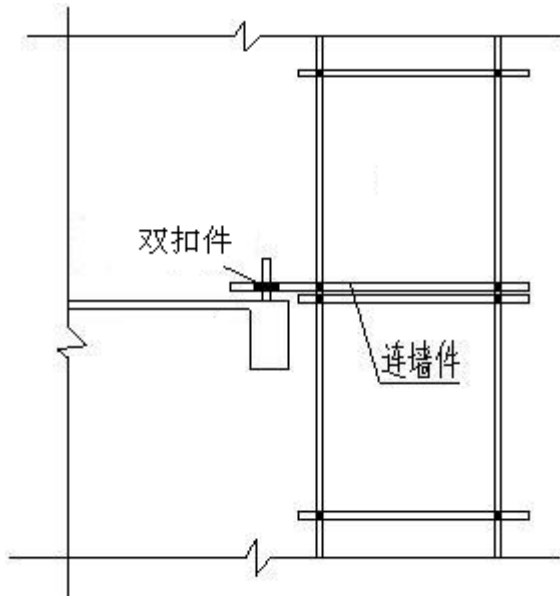
$$\varphi = 0.949, \quad \frac{N}{\varphi A} = \frac{10.71 \times 10^3}{0.949 \times 424} = 26.62 \text{N/mm}^2 < 205 \text{N/mm}^2$$

满足要求!。

抗滑承载力计算

连墙件采用双扣件连接,抗滑承载力取 12kN。

$$N_1 = 10.71 \text{kN} < 12 \text{kN}$$



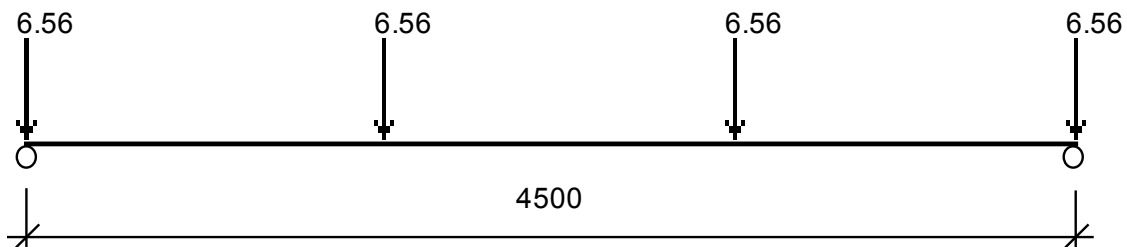
连墙件扣件抗滑承载力满足要求!

第九章、联梁的计算

联梁采用：14a 号槽钢 槽口水平[

联梁按照集中荷载作用下的简支梁计算，集中荷载 $P=6.56\text{kN}$ ，联梁跨度为 3 个立杆间距。

计算简图如下：



$$M_{\max} = \frac{(n^2 - 1)PL}{8n} \quad (n \text{ 为奇数})$$

$$M_{\max} = \frac{nPL}{8} \quad (n \text{ 为偶数})$$

通过联梁传递到型钢悬挑梁的支座力为(考虑联梁自重)：

$$R_{A\max} = R_{B\max} = 2/2 \times 6.56 + 6.56 + 0.174 \times 4.5 = 13.903\text{kN};$$

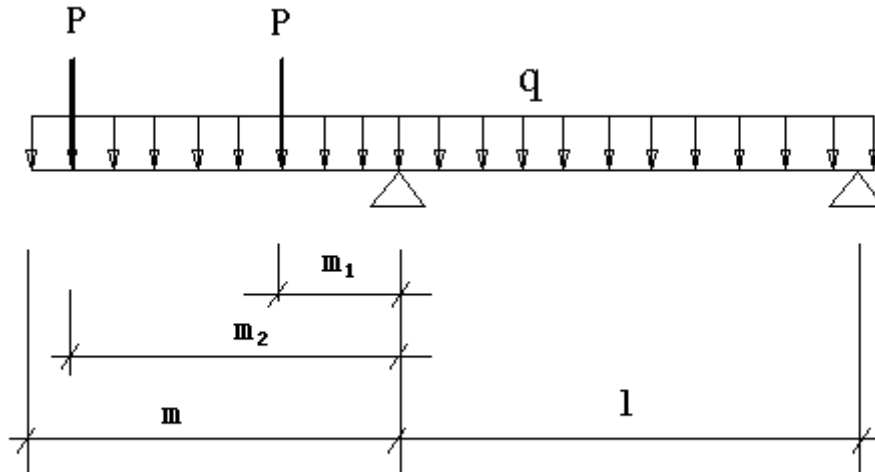
$$M_{\max} = (3 \times 3 - 1) \times 6.56 \times 4.5 / (8 \times 3) = 9.840\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{9.840 \times 10^6}{80.5 \times 10^3} = 122.236\text{N/mm}^2 < 205\text{N/mm}^2$$

结论：满足要求!

第十章、悬挑梁计算

悬挑水平梁按照单跨外伸梁计算，外伸端承受上部脚手架立杆传递的集中荷载 P 作用，支座 B 为悬挑水平梁与楼板的内锚固点，支座 A 为建筑物梁板外边缘支承点。进行型钢悬挑梁强度计算时，钢丝绳不作为悬挑支撑结构的受力构件！



单跨外伸梁计算简图

上图中， $m = 1.3\text{m}$ ， $l = 2.3\text{m}$ ， $m_1 = 0.3\text{m}$ ， $m_2 = 1.2\text{m}$ ；

悬挑水平梁采用 16 号工字钢，截面惯性矩 $I = 1130.0\text{cm}^4$ ，截面模量(抵抗矩) $W = 141.0\text{cm}^3$ ，截面积 $A = 26.1\text{cm}^2$ ；

脚手架立杆传递的集中荷载 $P = 13.903\text{kN}$ ；

悬挑水平梁自重荷载 $q = 1.2 \times 26.1 \times 10^{-4} \times 78.5 = 0.246\text{kN/m}$ ；

支座反力计算公式

$$R_A = N(2 + K_2 + K_1) + \frac{ql}{2}(1 + K^2)$$

$$R_B = -N(K_2 + K_1) + \frac{ql}{2}(1 - K^2)$$

支座弯矩计算公式

$$M_A = -N(m_2 + m_1) - \frac{qm^2}{2}$$

C 点最大挠度计算公式

$$V_{\max} = \frac{Nm_2^2 l}{3EI}(1 + K_2) + \frac{Nm_1^2 l}{3EI}(1 + K_1) + \frac{ml}{3EI} \frac{ql^2}{8}(-1 + 4K^2 + 3K^3) + \frac{Nm_1 l}{6EI}(2 + 3K_1)(m - m_1) + \frac{Nm_2 l}{6EI}(2 + 3K_2)(m - m_2)$$

其中 $k=m/l=1.3/2.3=0.565$, $k_1=m_1/l=0.3/2.3=0.13$, $k_2=m_2/l=1.2/2.3=0.522$

经计算, 支座反力 $R_A=37.564\text{kN}$, 支座反力 $R_B=-8.872\text{kN}$, 最大弯矩 $M_{\max}=21.062\text{kN}\cdot\text{m}$

(一) 悬挑梁抗弯强度计算

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{1.05 \times W} = \frac{21.062 \times 10^6}{1.05 \times 141.0 \times 10^3} = 142.263 < 205 \text{ N/mm}^2$$

结论: 抗弯强度满足要求!

(二) 悬挑梁挠度计算

计算最大挠度 $V_{\max}=13.180\text{mm}$, 容许挠度 $1300 \times 2/250=10.4\text{mm}$ 。

$$V_{\max} = 13.180\text{mm} > 10.4\text{mm}。$$

结论: 因已在悬挑梁端头设置了钢丝绳, 故挠度视为满足要求!

第十一章、悬挑梁的整体稳定性计算

水平钢梁采用: 16号工字钢

(一) 求均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数 φ_b

根据《钢结构设计规范》(GB50017-2003)附录表B.2, $\varphi_b=2.0$

当 $\varphi_b > 0.6$ 的时候, 根据《钢结构设计规范》(GB50017-2003)附录B.1-2式

$$\varphi_b = 1.07 - \frac{0.282}{\varphi_b} = 0.929$$

最终取 $\varphi_b=0.929$

(二) 整体稳定验算

根据《钢结构设计规范》(GB50017-2003)4.2.2式, 整体稳定验算应按下式计算:

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W} \leq [f]$$

$$\sigma = \frac{21.062 \times 10^6}{0.929 \times 141.0 \times 10^3} = 160.792 < 205\text{N/mm}^2$$

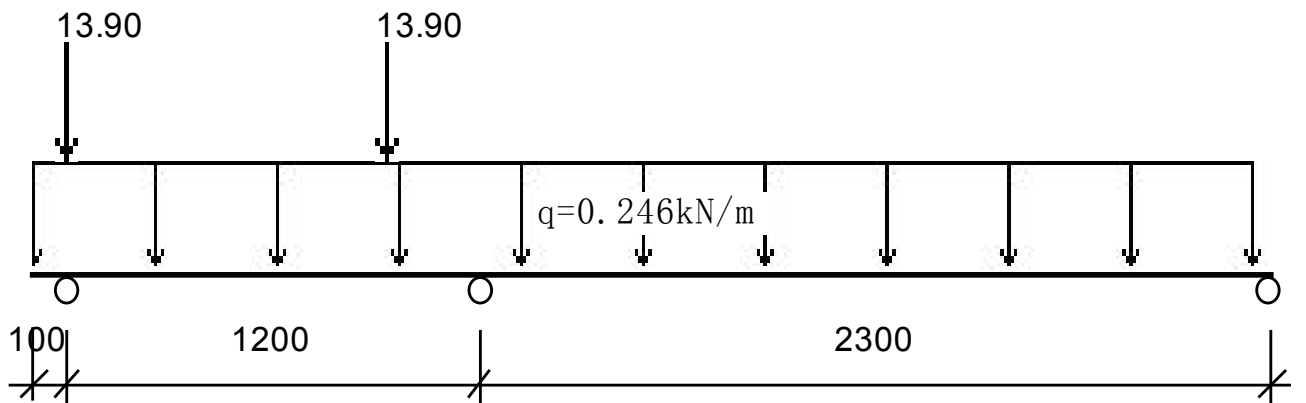
M—绕强轴作用的最大弯矩, W—梁截面模量

结论: 满足要求!

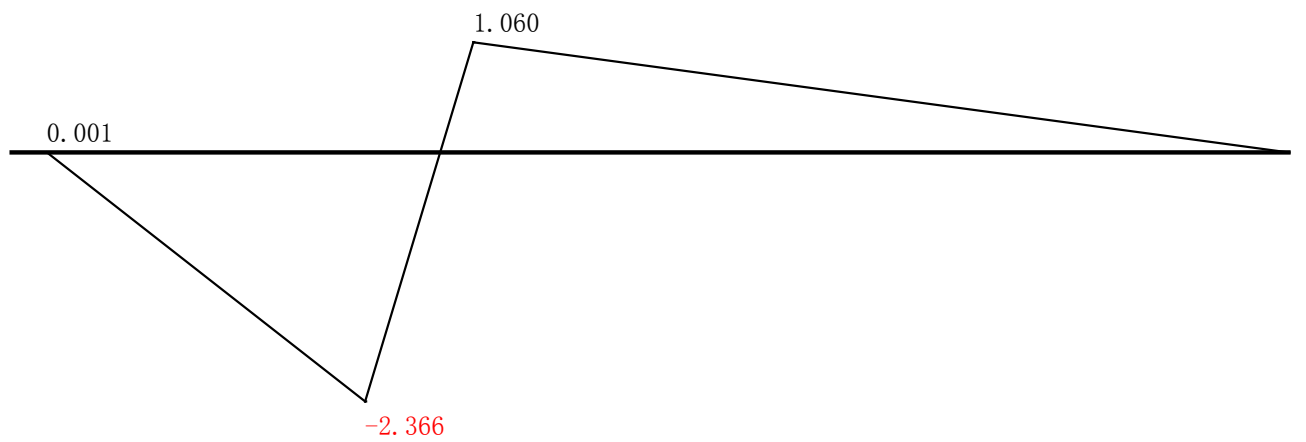
第十二章、悬挑梁钢丝绳计算

(一) 钢丝绳的轴力计算

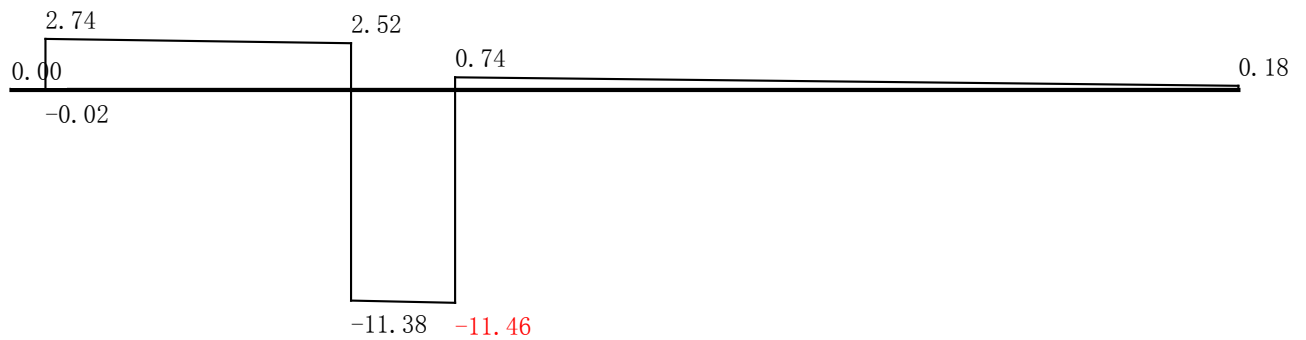
将钢丝绳作为悬挑支撑结构的受力构件，其计算简图如下：



计算简图 (kN)



弯矩图 (kN.m)



剪力图 (kN)

经计算, 从左到右各支座力分别为:

$$R_a=16.668\text{kN}, R_b=12.201\text{kN}, R_c=-0.178\text{kN}$$

钢丝绳的轴力按下式计算:

$$\sin\alpha = \frac{lh}{\sqrt{l^2 + lh^2}} = 3/3.23 = 0.929$$

$$R_u = \frac{R_A}{\sin \alpha} = \frac{16.668}{0.929} = 17.942 \text{KN}$$

(二) 选择钢丝绳

钢丝绳破断拉力不得小于其所受轴力×安全系数，取安全系数为 8，

则钢丝绳最小破断拉力=17.942×8=143.5KN

依据规范《GB/T 20118-2006 一般用途钢丝绳》，钢丝绳选择 6×19, 公称抗拉强度 1670Mpa。

钢丝绳直径应不小于 17mm, 其破断拉力为：148.2KN。

(三) 钢丝绳的拉环强度计算

钢丝绳的轴力 R_u 作为拉环的拉力 N ，为 17.942KN。

钢丝绳拉环的强度计算公式为

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [f]$$

其中 $[f]$ 为拉环受力的单肢抗剪强度，取 $[f] = 125 \text{N/mm}^2$ ；

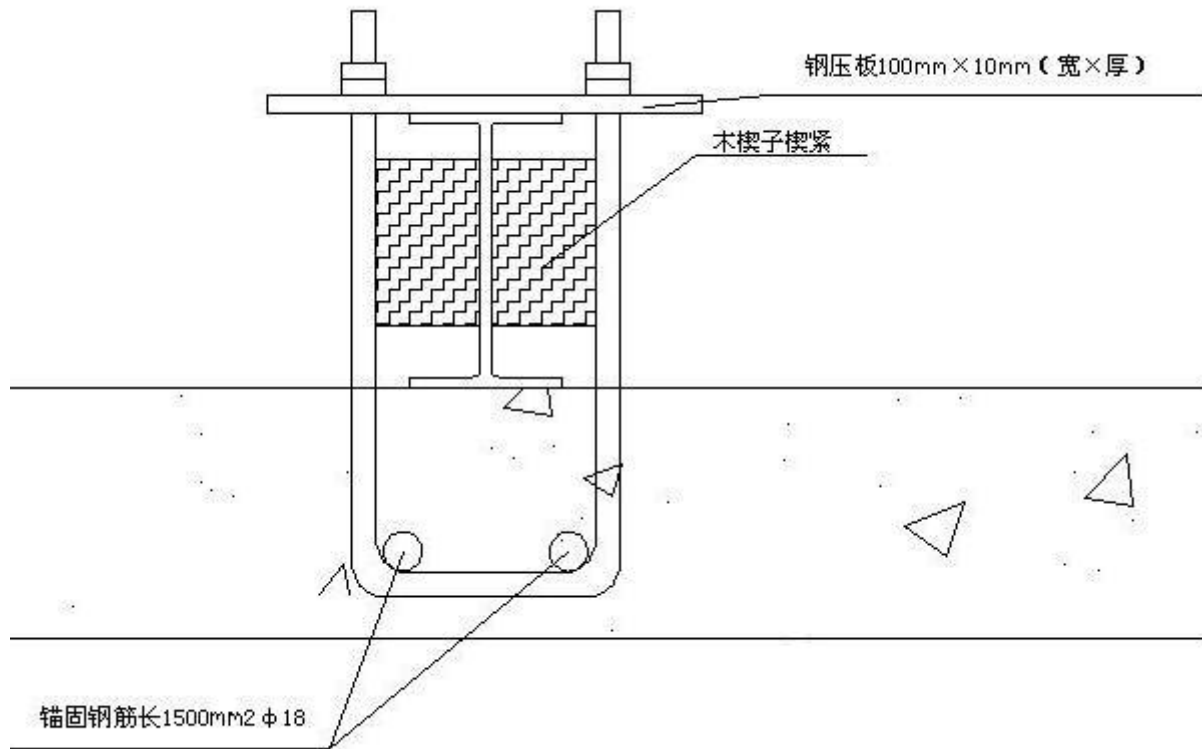
钢丝绳拉环最小直径

$$d = \sqrt{\frac{N \times 4}{\pi [f]}} = \sqrt{\frac{17942.000 \times 4}{3.1415 \times 125}} = 14 \text{mm}$$

钢丝绳拉环最小直径为 14mm。

第十三章、悬挑梁锚固段与楼板连接计算

悬挑梁与楼板锚固处作法如下图：



(一) 预埋件强度计算

计算悬挑梁与楼板锚固件强度时，钢丝绳不作为悬挑支撑结构的受力构件，经计算 $R_c=8.872\text{kN}$;

按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，每个吊环按两个截面计算的吊环应力不应大于 50N/mm^2 ，预埋圆钢直径 18mm ，强度计算如下：

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{2 \pi d^2}{4}} = \frac{8872.000}{\frac{2 \times 3.142 \times 18^2}{4}} = 17.43 < [f] = 50\text{N/mm}^2$$

满足要求！

(二) 预埋件在混凝土楼板内锚固长度计算

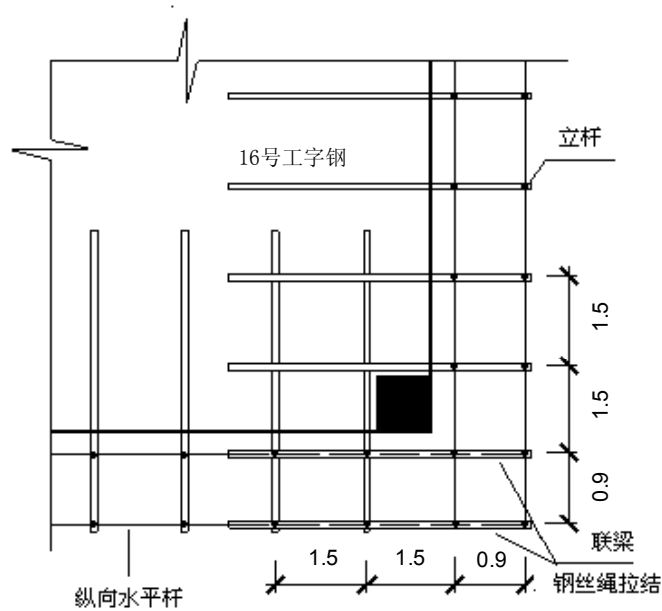
预埋件与混凝土的容许粘接强度，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》表 4.1.4，计算中取 1.43N/mm^2 ；

$$h \geq \frac{N}{\pi d [f_t]} = \frac{8872.000}{3.142 \times 18 \times 1.43} = 109.70\text{mm}$$

经计算，圆钢预埋件锚固深度必须大于 109.70mm 。另外必须满足构造要求，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，预埋件埋入混凝土的深度不小于 $30d$ ，并应焊接或绑扎在钢筋骨架上，应伸入楼板钢筋网下。压板厚度应大于 10mm ，由不小于两道

的预埋U型螺栓采用双螺母固定，螺杆露出螺母不应小于3扣。

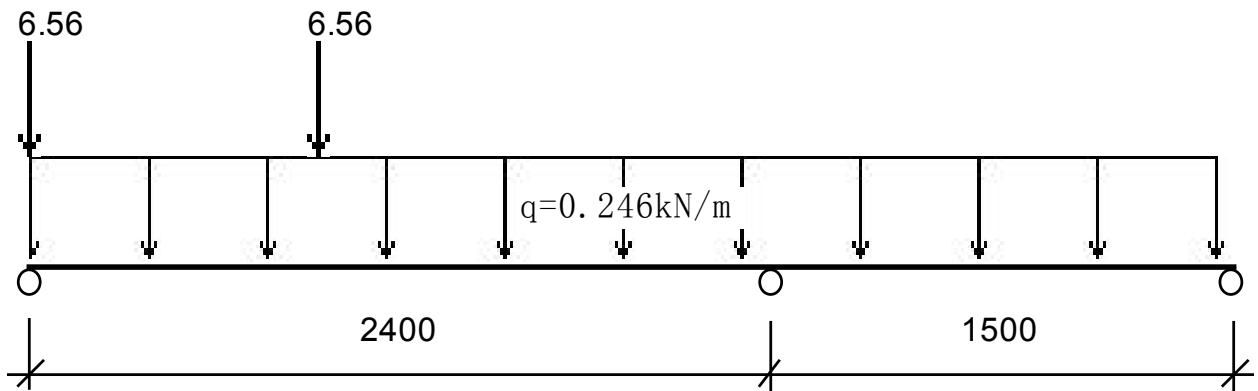
第十四章、转角联梁的受力计算



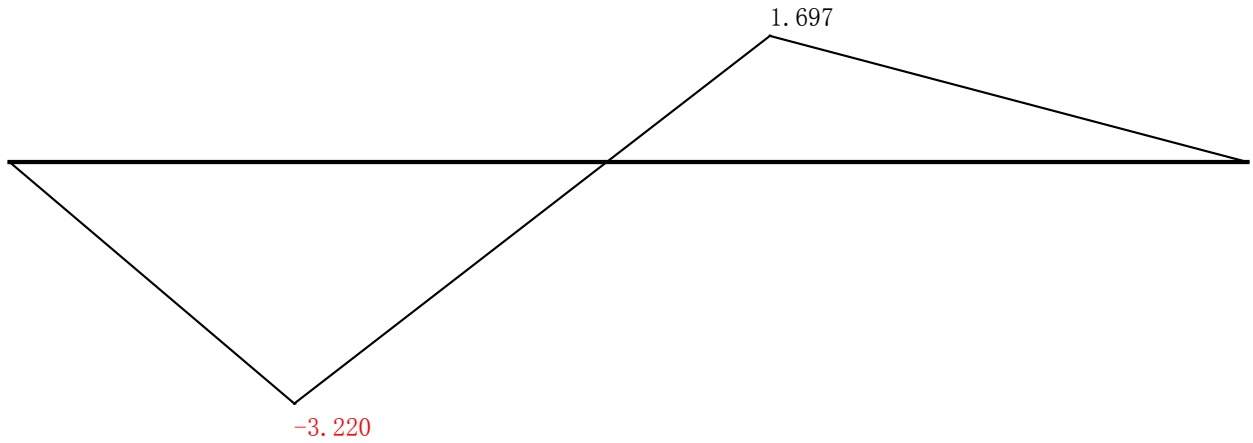
转角联梁的截面惯性矩 $I = 1130.0\text{cm}^4$ ，截面抵抗矩 $W = 141.0\text{cm}^3$ ，截面积 $A = 26.1\text{cm}^2$ 。

受脚手架集中荷载 $P=6.56\text{kN}$ ；

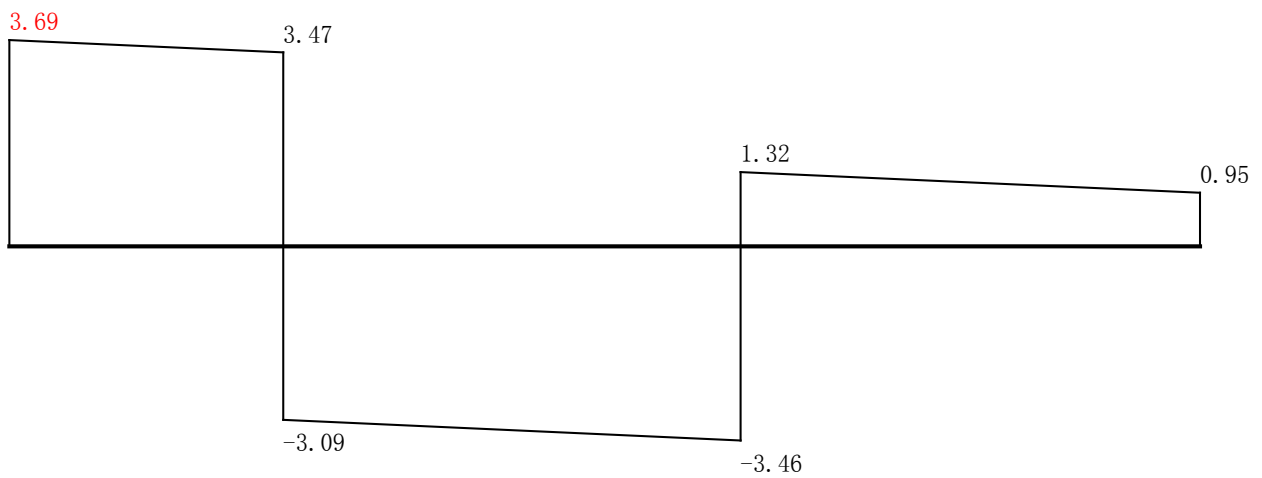
联梁自重荷载 $q=1.2 \times 26.1 \times 0.0001 \times 78.500 = 0.246 \text{ kN/m}$ ；



计算简图 (kN)



联梁弯矩图 (kN. m)



联梁剪力图 (kN)

经过计算得到:

支座反力从左到右各支座力分别为:

$$N_1=10.248\text{kN}$$

$$N_2=4.778\text{kN}$$

$$N_3=-0.947\text{kN}$$

最大弯矩 $M_{\max}=3.220\text{kN}\cdot\text{m}$;

最大变形 $V_{\max}=0.530\text{mm}$, 在第 1 跨.

(一) 抗弯强度计算:

联梁的抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm^2) = $205\text{N}/\text{mm}^2$;

联梁的弯曲应力按下式计算:

$$\frac{M_{\max}}{\gamma_x W} + \frac{N}{A} = \frac{3.220 \times 10^6}{1.05 \times 141.0 \times 10^3} + \frac{8.198 \times 10^3}{26.1 \times 10^2} = 24.890 < 205 \text{ N/mm}^2$$

其中 γ_x -- 截面塑性发展系数，取1.05；

结论：满足要求！

第一节、联梁钢丝绳计算

（一）钢丝绳的轴力计算

$$\sin \alpha = \frac{lh}{\sqrt{l^2 + lh^2}} = 3/3.45 = 0.870$$

钢丝绳的轴力按下式计算：

$$R_u = \frac{R_A}{\sin \alpha} = \frac{10.248}{0.870} = 11.779 \text{ KN}$$

（二）选择钢丝绳

钢丝绳破断拉力不得小于其所受轴力×安全系数，取安全系数为8，

则钢丝绳最小破断拉力=11.779×8=94.2KN

依据规范《GB/T 20118-2006 一般用途钢丝绳》，钢丝绳选择 6×19，公称抗拉强度 1670Mpa。

钢丝绳直径应不小于 14mm，其破断拉力为：100.5KN。

（三）钢丝绳的拉环强度计算

钢丝绳的轴力 R_u 作为拉环的拉力N，为 11.779KN。

钢丝绳拉环的强度计算公式为

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [f]$$

其中 [f] 为拉环受力的单肢抗剪强度，取 [f] = 125N/mm²；

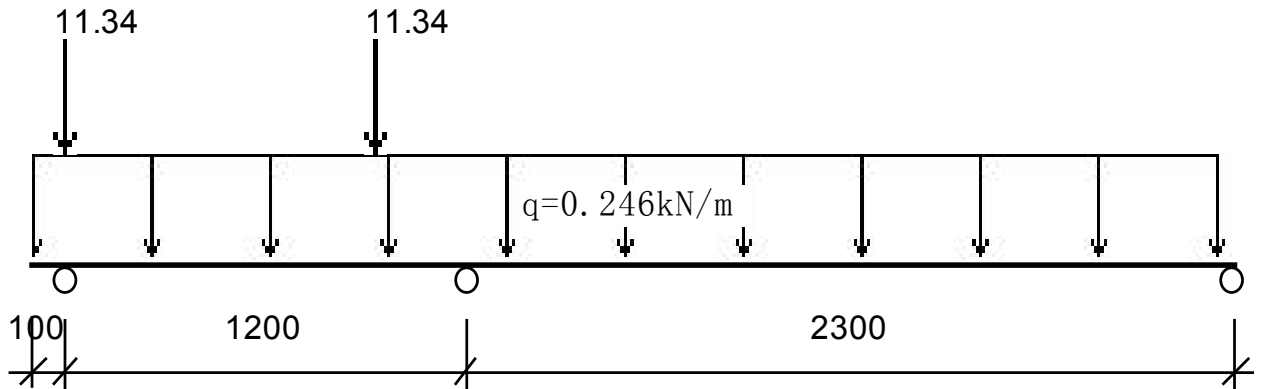
钢丝绳拉环最小直径

$$d = \sqrt{\frac{N \times 4}{\pi [f]}} = \sqrt{\frac{11779 \times 4}{3.1415 \times 125}} = 11 \text{ mm}$$

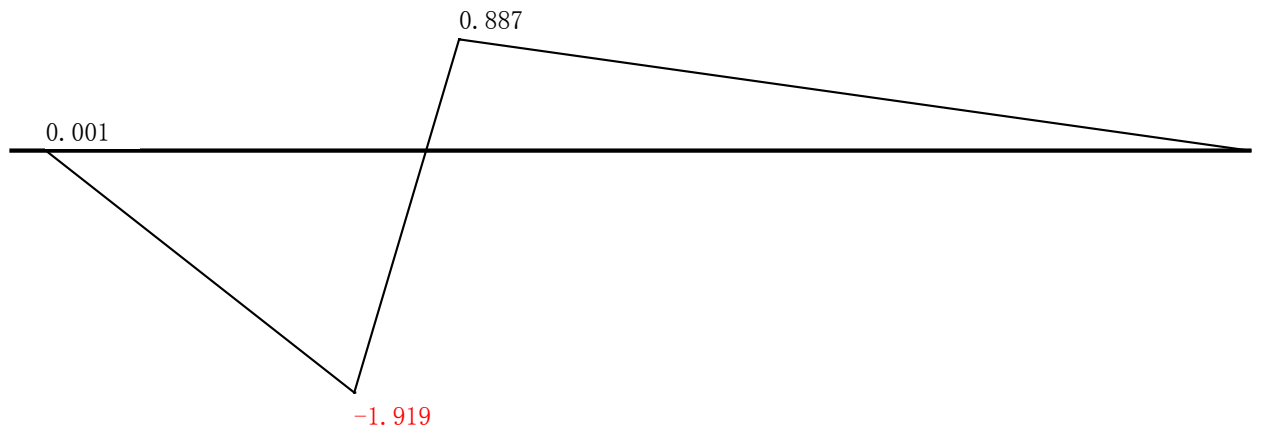
钢丝绳拉环最小直径为 11mm。

第二节、转角型钢悬挑梁的受力计算

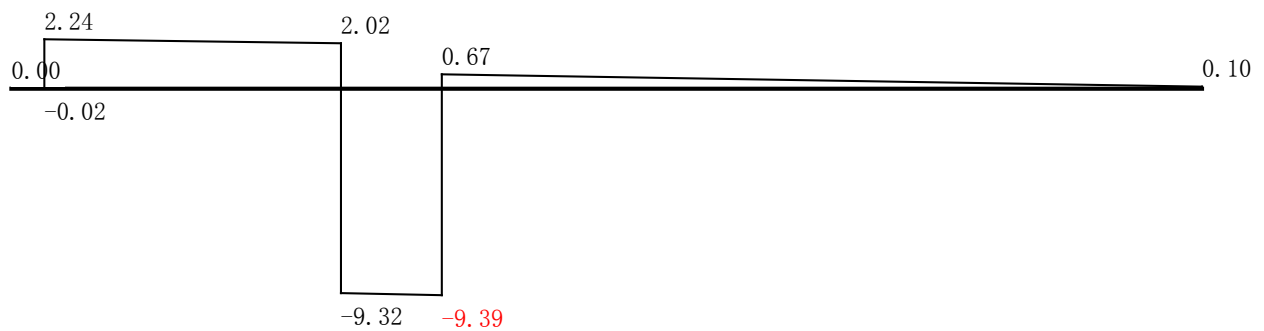
将型钢悬挑梁端头的钢丝绳作为悬挑支撑结构的受力构件计算。本方案中，脚手架排距为 0.9m，内立杆距离建筑物 0.3m，钢丝绳拉结点距离建筑物为 1.2m。水平支撑梁的截面惯性矩 $I = 1130.0\text{cm}^4$ ，截面抵抗矩 $W = 141.0\text{cm}^3$ ，截面积 $A = 26.1\text{cm}^2$ 。受脚手架立杆集中荷载 $P=4.778+6.56=11.338\text{kN}$ ；型钢悬挑梁自重荷载 $q=1.2 \times 26.1 \times 0.0001 \times 78.500 = 0.246 \text{ kN/m}$ ；



计算简图 (kN)



型钢悬挑梁弯矩图 (kN.m)



型钢悬挑梁剪力图 (kN)

经过计算得到，从左到右各支座力分别为：

$$N_1=13.606\text{kN}$$

$$N_2=10.058\text{kN}$$

$$N_3=-0.103\text{kN}$$

最大弯矩 $M_{\max}=1.919\text{kN}\cdot\text{m}$ ；最大变形 $V_{\max}=0.091\text{mm}$ ，在第 1 跨。

（一）抗弯强度计算：

型钢悬挑梁的抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm^2) = $205\text{N}/\text{mm}^2$ ；

型钢悬挑梁的弯曲应力按下式计算：

$$\frac{M_{\max}}{\gamma_x W} + \frac{N}{A} = \frac{1.919 \times 10^6}{1.05 \times 141.0 \times 10^3} + \frac{5.442 \times 10^3}{26.1 \times 10^2} = 15.047 < 205 \text{ N}/\text{mm}^2$$

其中 γ_x -- 截面塑性发展系数，取 1.05；

结论：满足要求！

第三节、悬挑梁钢丝绳计算

（一）钢丝绳的轴力计算

$$\sin\alpha = \frac{lh}{\sqrt{l^2 + lh^2}} = 3/3.23 = 0.929$$

钢丝绳的轴力按下式计算：

$$R_u = \frac{R_A}{\sin\alpha} = \frac{13.606}{0.929} = 14.646\text{KN}$$

（二）选择钢丝绳

钢丝绳破断拉力不得小于其所受轴力×安全系数，取安全系数为 8，

则钢丝绳最小破断拉力= $14.646 \times 8 = 117.2\text{KN}$

依据规范《GB/T 20118-2006 一般用途钢丝绳》，钢丝绳选择 6×19 ，公称抗拉强度 1670Mpa 。

钢丝绳直径应不小于 16mm，其破断拉力为：131.2KN。

（三）钢丝绳的拉环强度计算

钢丝绳的轴力 R_u 作为拉环的拉力 N ，为 14.646KN。

钢丝绳拉环的强度计算公式为

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [f]$$

其中 [f] 为拉环受力的单肢抗剪强度，取 [f] = 125N/mm²；

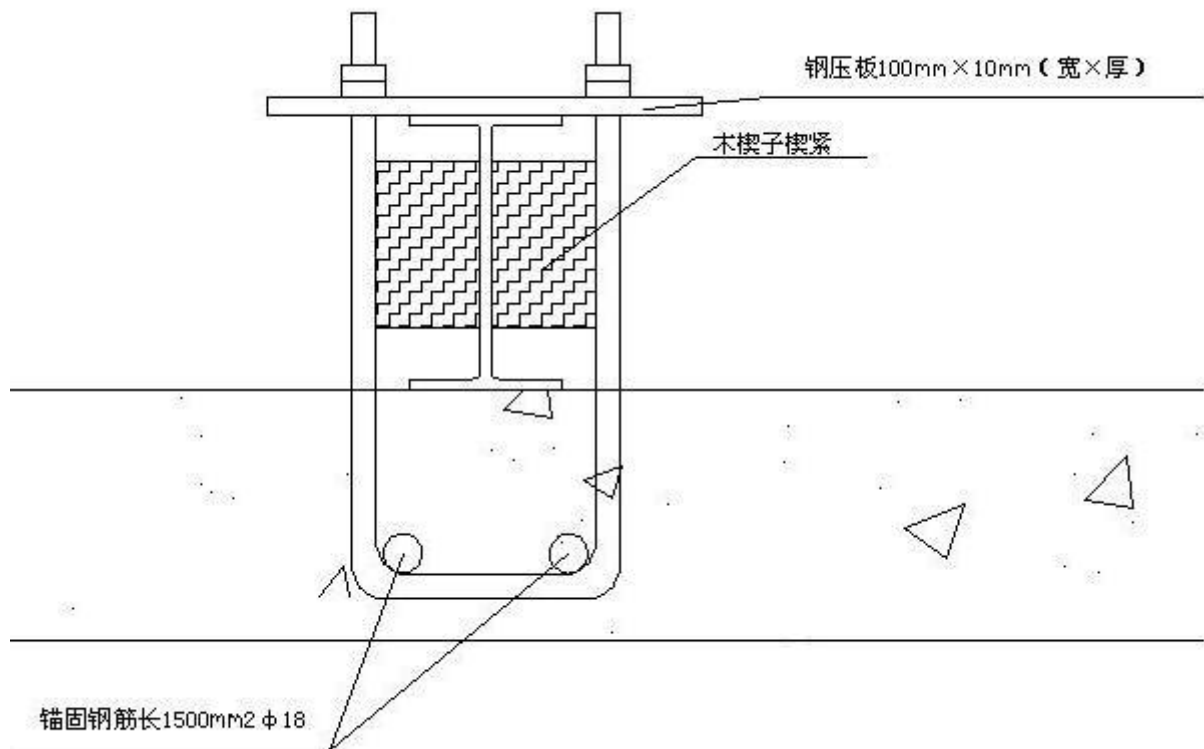
钢丝绳拉环最小直径

$$d = \sqrt{\frac{N \times 4}{\pi [f]}} = \sqrt{\frac{14646 \times 4}{3.1415 \times 125}} = 12\text{mm}$$

钢丝绳拉环最小直径为 12mm。

第四节、悬挑梁锚固段与楼板连接计算

悬挑梁与楼板锚固处作法如下图：



（一）预埋件强度计算

计算悬挑梁与楼板锚固件强度时，钢丝绳不作为悬挑支撑结构的受力构件，经计算 $R_c = 7.199\text{kN}$ ；

按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，每个吊环按两个截面计算的吊环应力不应大于 50N/mm^2 ，预埋圆钢直径 18mm ，强度计算如下：

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{2\pi d^2}{4}} = \frac{7199.000}{\frac{2 \times 3.142 \times 18^2}{4}} = 14.14 < [f] = 50\text{N/mm}^2$$

满足要求!

(二) 预埋件在混凝土楼板内锚固长度计算

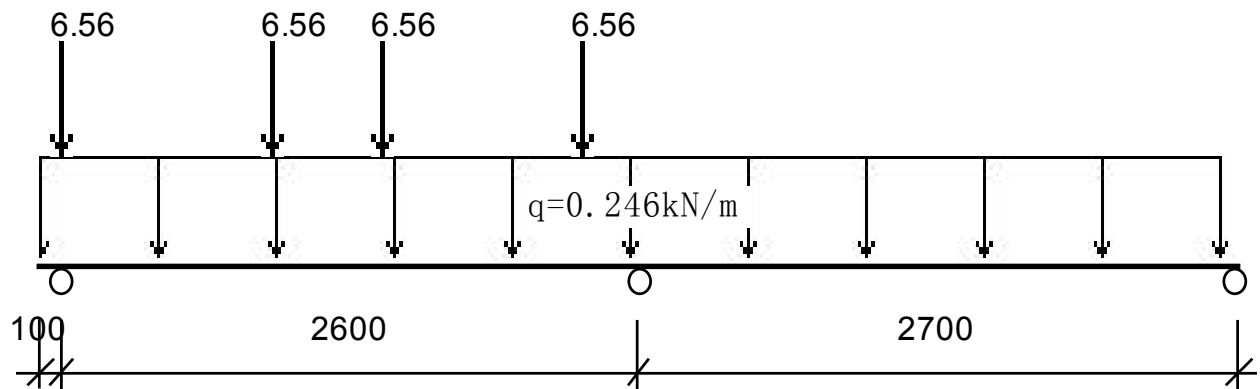
预埋件与混凝土的容许粘接强度，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》表 4.1.4，计算中取 1.43N/mm^2 ；

$$h \geq \frac{N}{\pi d [f_t]} = \frac{7199.000}{3.142 \times 18 \times 1.43} = 89.01\text{mm}$$

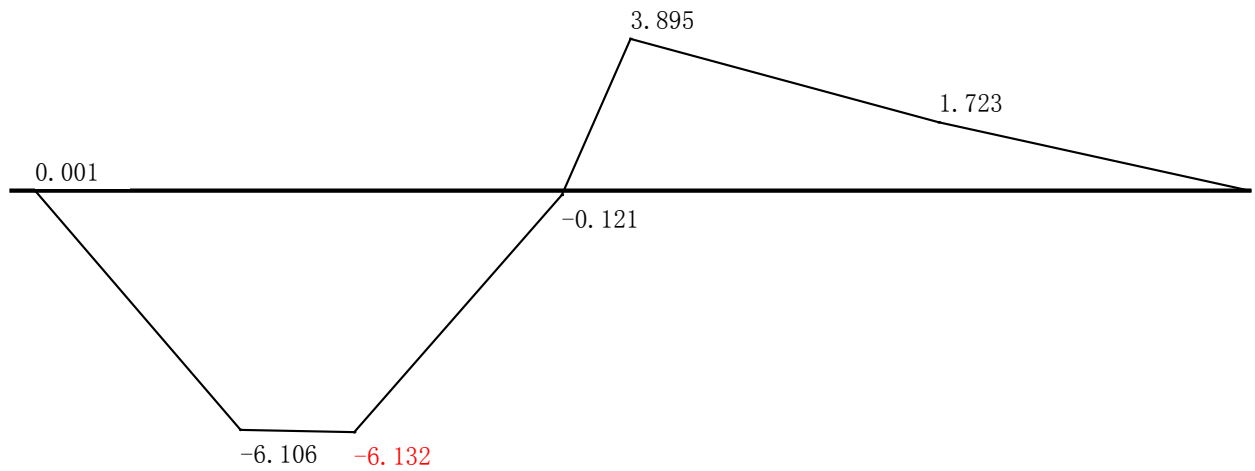
经计算，圆钢预埋件锚固深度必须大于 89.01mm 。另外必须满足构造要求，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，预埋件埋入混凝土的深度不小于 $30d$ ，并应焊接或绑扎在钢筋骨架上，应伸入楼板钢筋网下。压板厚度应大于 10mm ，由不小于两道的预埋U型螺栓采用双螺母固定，螺杆露出螺母不应小于3扣。

第十五章、支承多立杆型钢悬挑梁的受力计算

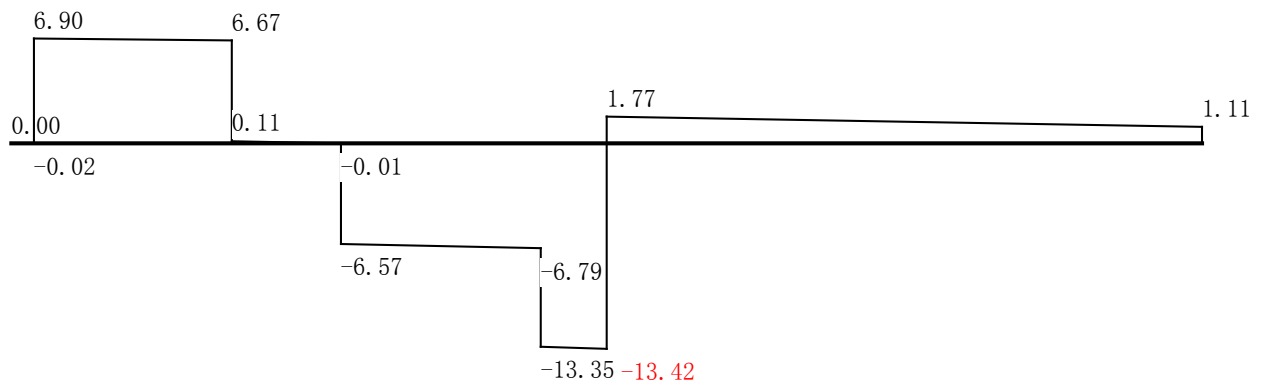
将型钢悬挑梁端头的钢丝绳作为悬挑支撑结构的受力构件计算。内立杆距离建筑物 0.3m ，第2根立杆与内立杆间距 0.9m ，第3根立杆与第2根立杆间距 0.5m ，第4根立杆与第3根立杆间距 0.9m 。水平支撑梁的截面惯性矩 $I = 1130.0\text{cm}^4$ ，截面抵抗矩 $W = 141.0\text{cm}^3$ ，截面积 $A = 26.1\text{cm}^2$ 。受脚手架立杆集中荷载 $P = 6.56\text{kN}$ ；型钢悬挑梁自重荷载 $q = 1.2 \times 26.1 \times 0.0001 \times 78.500 = 0.246\text{ kN/m}$ ；



计算简图 (kN)



型钢悬挑梁弯矩图 (kN.m)



型钢悬挑梁剪力图 (kN)

经过计算得到，从左到右各支座力分别为：

$$N_1 = 13.481 \text{ kN}$$

$$N_2 = 15.198 \text{ kN}$$

$$N_3 = -1.110 \text{ kN}$$

最大弯矩 $M_{\max} = 6.132 \text{ kN.m}$ ；最大变形 $V_{\max} = 1.647 \text{ mm}$ ，在第 1 跨。

(一) 抗弯强度计算：

型钢悬挑梁的抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm^2) = 205 N/mm^2 ；

型钢悬挑梁的弯曲应力按下式计算：

$$\frac{M_{\max}}{\gamma_x W} + \frac{N}{A} = \frac{6.132 \times 10^6}{1.05 \times 141.0 \times 10^3} + \frac{11.684 \times 10^3}{26.1 \times 10^2} = 45.895 < 205 \text{ N/mm}^2$$

其中 γ_x -- 截面塑性发展系数，取 1.05；

结论：满足要求！

第一节、钢丝绳计算

（一）钢丝绳的轴力计算

$$\sin\alpha = \frac{lh}{\sqrt{l^2 + lh^2}} = 3/3.97 = 0.756$$

钢丝绳的轴力按下式计算：

$$R_u = \frac{R_A}{\sin\alpha} = \frac{13.481}{0.756} = 17.832\text{KN}$$

（二）选择钢丝绳

钢丝绳破断拉力不得小于其所受轴力×安全系数，取安全系数为 8，

则钢丝绳最小破断拉力=17.832×8=142.7KN

依据规范《GB/T 20118-2006 一般用途钢丝绳》，钢丝绳选择 6×19，公称抗拉强度 1670Mpa。

钢丝绳直径应不小于 17mm，其破断拉力为：148.2KN。

（三）钢丝绳的拉环强度计算

钢丝绳的轴力 R_u 作为拉环的拉力 N ，为 17.832KN。

钢丝绳拉环的强度计算公式为

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [f]$$

其中 $[f]$ 为拉环受力的单肢抗剪强度，取 $[f] = 125\text{N/mm}^2$ ；

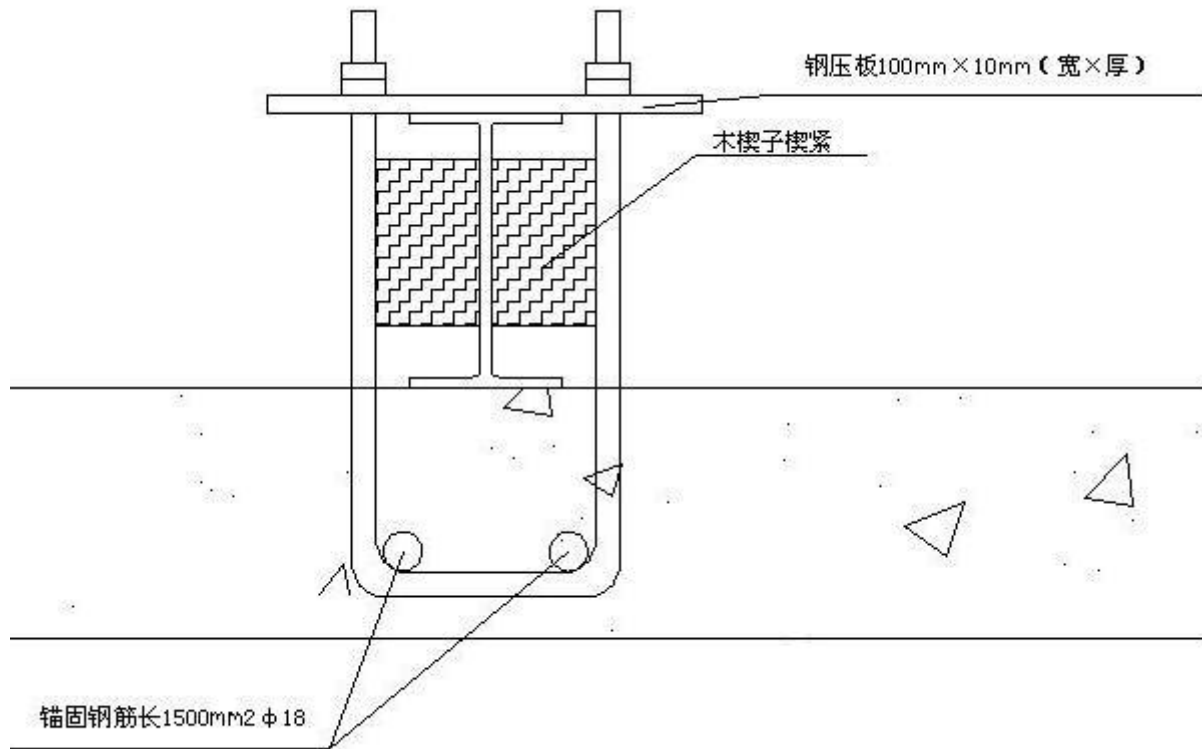
钢丝绳拉环最小直径

$$d = \sqrt{\frac{N \times 4}{\pi [f]}} = \sqrt{\frac{17832 \times 4}{3.1415 \times 125}} = 13\text{mm}$$

钢丝绳拉环最小直径为 13mm。

第二节、悬挑梁锚固段与楼板连接计算

悬挑梁与楼板锚固处作法如下图：



(一) 预埋件强度计算

计算悬挑梁与楼板锚固件强度时，钢丝绳不作为悬挑支撑结构的受力构件，经计算 $R_c=14.092\text{kN}$;

按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，每个吊环按两个截面计算的吊环应力不应大于 $50\text{N}/\text{mm}^2$ ，预埋圆钢直径 18mm ，强度计算如下：

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{2 \pi d^2}{4}} = \frac{14092.000}{\frac{2 \times 3.142 \times 18^2}{4}} = 27.69 < [f] = 50\text{N}/\text{mm}^2$$

满足要求！

(二) 预埋件在混凝土楼板内锚固长度计算

预埋件与混凝土的容许粘接强度，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》表 4.1.4，计算中取 $1.43\text{N}/\text{mm}^2$ ；

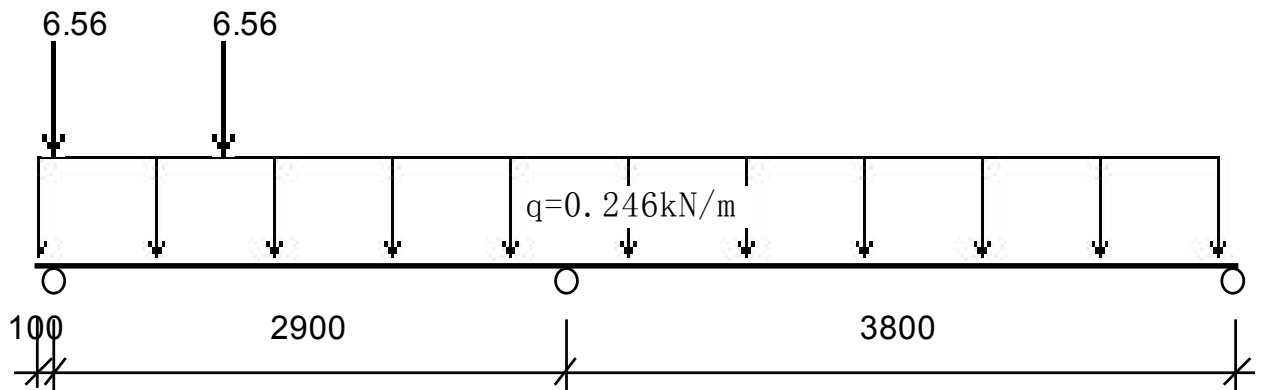
$$h \geq \frac{N}{\pi d [f_t]} = \frac{14092.000}{3.142 \times 18 \times 1.43} = 174.24\text{mm}$$

经计算，圆钢预埋件锚固深度必须大于 174.24mm 。另外必须满足构造要求，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，预埋件埋入混凝土的深度不小于 $30d$ ，并应焊接或绑扎在钢筋骨架上，应伸入楼板钢筋网下。压板厚度应大于 10mm ，由不小于两道

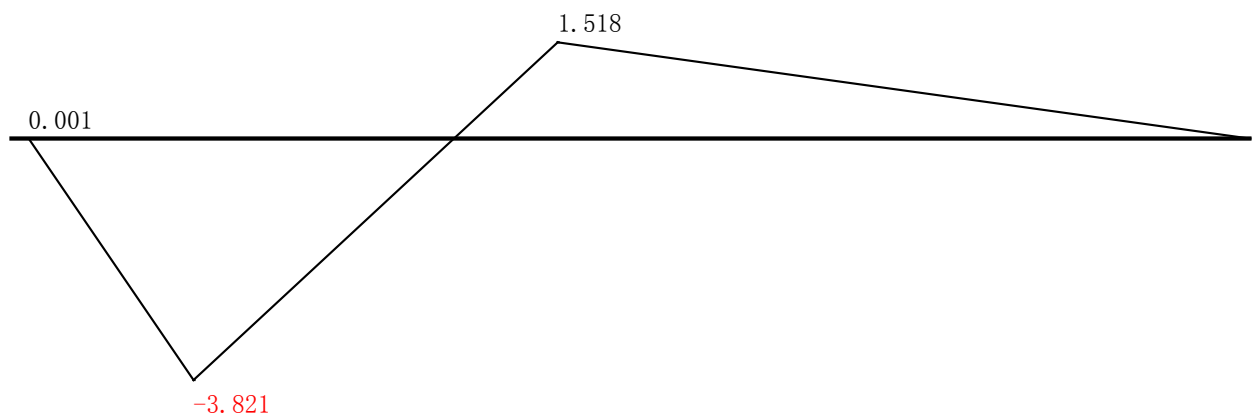
的预埋U型螺栓采用双螺母固定，螺杆露出螺母不应小于3扣。

第十六章、加长型钢悬挑梁的受力计算

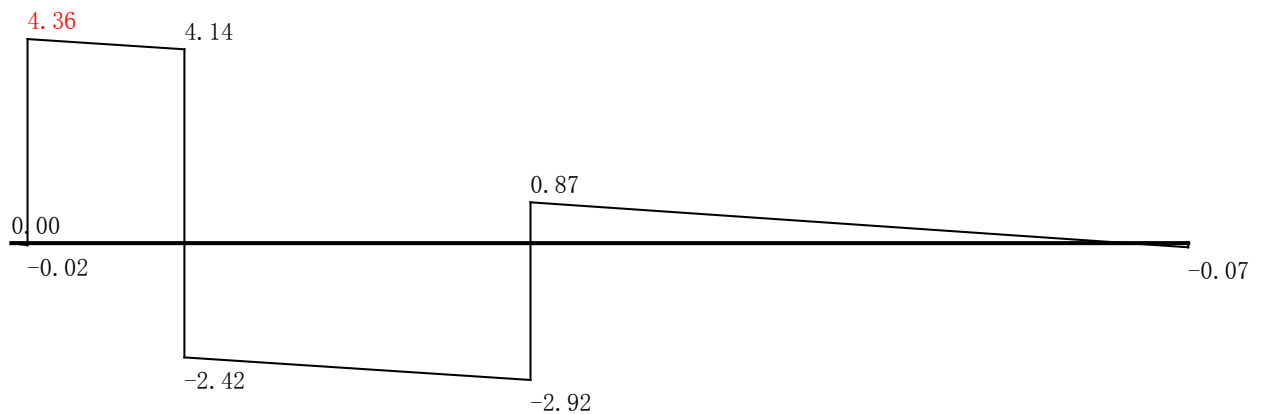
将型钢悬挑梁端头的钢丝绳作为悬挑支撑结构的受力构件计算。本方案中，脚手架排距为 0.9m，内立杆距离建筑物 2.0m，钢丝绳拉结点距离建筑物为 2.9m。水平支撑梁的截面惯性矩 $I = 1130.0\text{cm}^4$ ，截面抵抗矩 $W = 141.0\text{cm}^3$ ，截面积 $A = 26.1\text{cm}^2$ 。受脚手架立杆集中荷载 $P=6.56\text{kN}$ ；型钢悬挑梁自重荷载 $q=1.2 \times 26.1 \times 0.0001 \times 78.500 = 0.246\text{ kN/m}$ ；



计算简图 (kN)



型钢悬挑梁弯矩图 (kN.m)



型钢悬挑梁剪力图 (kN)

经过计算得到，从左到右各支座力分别为：

$$N_1=10.942\text{kN}$$

$$N_2=3.783\text{kN}$$

$$N_3=0.068\text{kN}$$

最大弯矩 $M_{\max}=3.821\text{kN}\cdot\text{m}$ ；最大变形 $V_{\max}=0.930\text{mm}$ ，在第 1 跨。

（一）抗弯强度计算：

型钢悬挑梁的抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm^2) = $205\text{N}/\text{mm}^2$ ；

型钢悬挑梁的弯曲应力按下式计算：

$$\frac{M_{\max}}{\gamma_x W} + \frac{N}{A} = \frac{3.821 \times 10^6}{1.05 \times 141.0 \times 10^3} + \frac{10.577 \times 10^3}{26.1 \times 10^2} = 29.861 < 205 \text{ N}/\text{mm}^2$$

其中 γ_x -- 截面塑性发展系数，取 1.05；

结论：满足要求！

第一节、加长悬挑梁的整体稳定性计算

水平钢梁采用：16 号工字钢

（一）求均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数 φ_b

根据《钢结构设计规范》(GB50017-2003)附录表B.2， $\varphi_b=1.37$

当 $\varphi_b > 0.6$ 的时候，根据《钢结构设计规范》(GB50017-2003)附录B.1-2 式

$$\varphi_b = 1.07 - \frac{0.282}{\varphi_b} = 0.864$$

最终取 $\varphi_b=0.864$

（二）整体稳定验算

根据《钢结构设计规范》(GB50017-2003)4.2.2 式，整体稳定验算应按下式计算：

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W} \leq [f]$$

$$\sigma = \frac{3.821 \times 10^6}{0.864 \times 141.0 \times 10^3} = 31.365 < 205\text{N}/\text{mm}^2$$

M—绕强轴作用的最大弯矩，W—梁截面模量

结论：满足要求！

第二节、加长悬挑梁钢丝绳计算

（一）钢丝绳的轴力计算

$$\sin\alpha = \frac{lh}{\sqrt{l^2 + lh^2}} = 3/4.17 = 0.719$$

钢丝绳的轴力按下式计算：

$$R_u = \frac{R_A}{\sin\alpha} = \frac{10.942}{0.719} = 15.218\text{KN}$$

（二）选择钢丝绳

钢丝绳破断拉力不得小于其所受轴力×安全系数，取安全系数为 8，

则钢丝绳最小破断拉力=15.218×8=121.7KN

依据规范《GB/T 20118-2006 一般用途钢丝绳》，钢丝绳选择 6×19，公称抗拉强度 1670Mpa。

钢丝绳直径应不小于 16mm，其破断拉力为：131.2KN。

（三）钢丝绳的拉环强度计算

钢丝绳的轴力 R_u 作为拉环的拉力 N ，为 15.218KN。

钢丝绳拉环的强度计算公式为

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [f]$$

其中 $[f]$ 为拉环受力的单肢抗剪强度，取 $[f] = 125\text{N/mm}^2$ ；

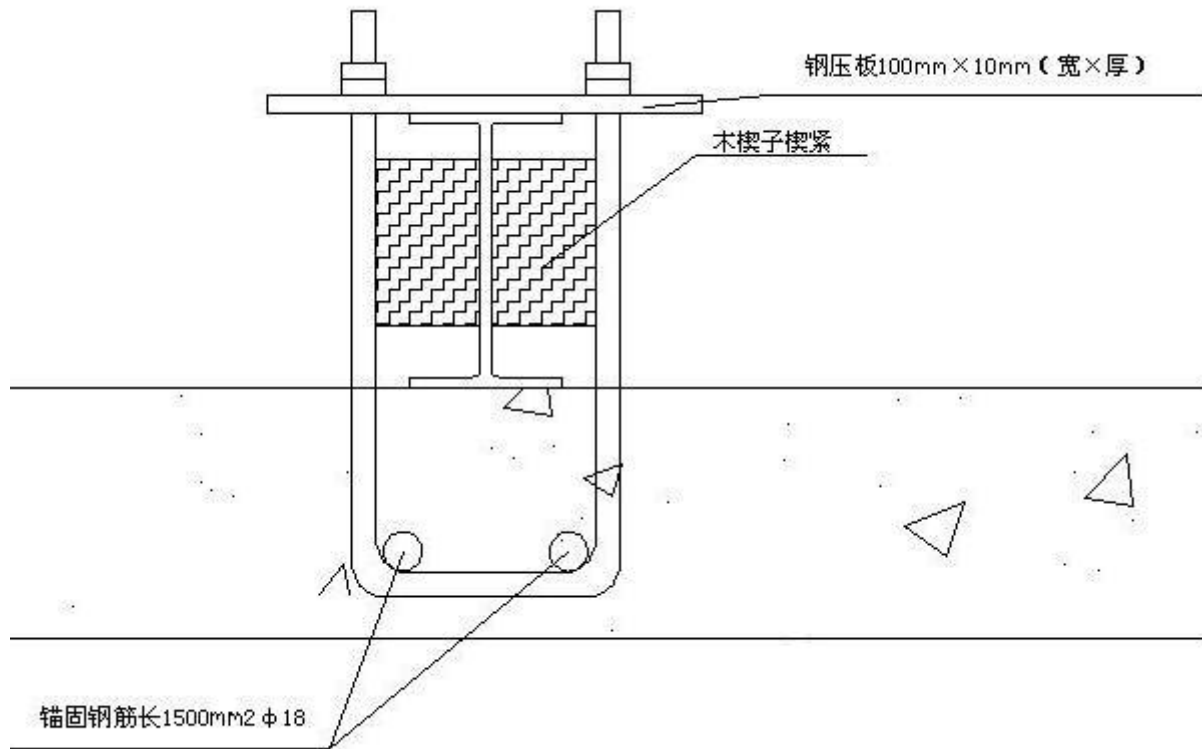
钢丝绳拉环最小直径

$$d = \sqrt{\frac{N \times 4}{\pi [f]}} = \sqrt{\frac{15218 \times 4}{3.1415 \times 125}} = 12\text{mm}$$

钢丝绳拉环最小直径为 12mm。

第三节、加长悬挑梁锚固段与楼板连接计算

悬挑梁与楼板锚固处作法如下图：



(一) 预埋件强度计算

计算悬挑梁与楼板锚固件强度时，钢丝绳不作为悬挑支撑结构的受力构件，经计算 $R_c=8.279\text{kN}$ ；

按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，每个吊环按两个截面计算的吊环应力不应大于 50N/mm^2 ，预埋圆钢直径 18mm ，强度计算如下：

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{N}{\frac{2 \pi d^2}{4}} = \frac{8279.000}{\frac{2 \times 3.142 \times 18^2}{4}} = 16.27 < [f] = 50\text{N/mm}^2$$

满足要求！

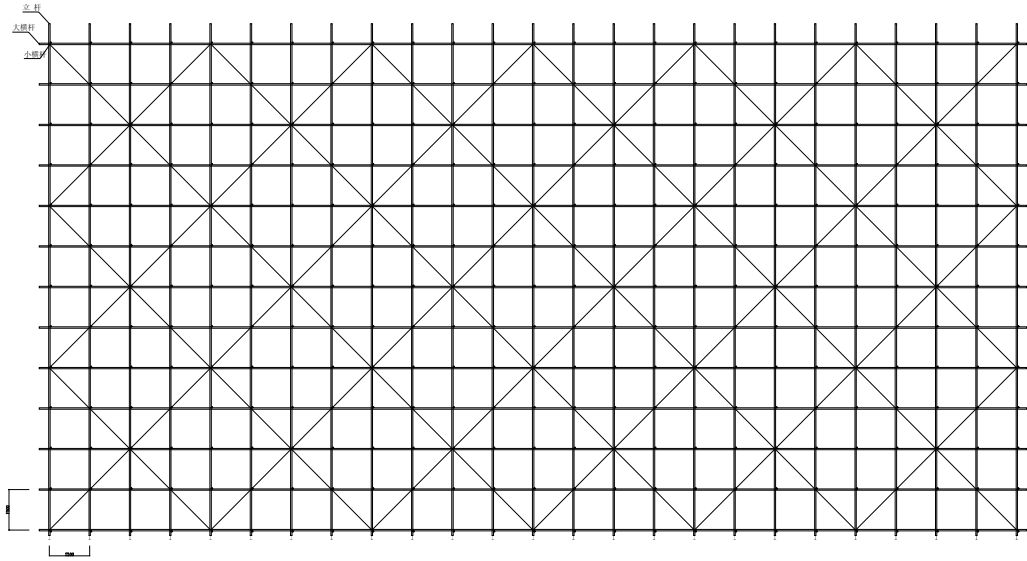
(二) 预埋件在混凝土楼板内锚固长度计算

预埋件与混凝土的容许粘接强度，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》表 4.1.4，计算中取 1.43N/mm^2 ；

$$h \geq \frac{N}{\pi d [f_t]} = \frac{8279.000}{3.142 \times 18 \times 1.43} = 102.37\text{mm}$$

经计算，圆钢预埋件锚固深度必须大于 102.37mm 。另外必须满足构造要求，按照《混凝土结构设计规范GB50010-2002》10.9.8条规定，预埋件埋入混凝土的深度不小于 $30d$ ，并应焊接或绑扎在钢筋骨架上，应伸入楼板钢筋网下。压板厚度应大于 10mm ，由不小于两道

的预埋U型螺栓采用双螺母固定，螺杆露出螺母不应小于3扣。



悬挑架立面图

