

特殊施工技术方案（措施）报审表

工程名称：浙江衢州杭泰 160MW 农光互补光伏发电项目工程

编号：

致 常州正衡电力工程监理有限公司 监理项目部：

现报上 脚手架工程特殊施工技术方案（措施），请审查。

附件： 脚手架工程特殊施工技术方案（措施）

施工项目部（章）：

项目经理：

日期：2016.12.28

监理项目部审查意见：

主杆步距应改为1.4米，框架梁底加密支撑。

监理项目部（章）：

总监理工程师：朱建设

专业监理工程师：张平

日期：2016.12.28

建设管理单位审批意见：

同意按调整后方案施工。

张平东 2016.12.28

同意。

建设管理单位（章）：

项目经理：

日期：2016.12.28

注 本表一式 份，由施工项目部填报，业主项目部、监理项目部、施工项目部各存 份。

脚手架施工方案工程

德京集团股份有限公司

2016 年 12 月 28 日

编 制： 刘建军 2016-12-28

审 核： 黄香安 2016-12-28

批 准： 蔡永尧 2016-12-28

目录

- 1、 编制依据
- 2、 工程概况
- 3、 脚手架方案概况及方案选择
- 4、 脚手架材料选择
- 5、 脚手架搭设流程及要求
- 6、 管理流程及劳动力安排
- 7、 脚手架质量要求
- 8、 脚手架检查与验收
- 9、 脚手架搭设安全技术措施
- 10、 脚手架拆除安全技术措施
- 11、 脚手架的管理、使用维修与注意事项
- 12、 脚手架计算书

外墙脚手架施工方案

第一节 编制依据

《建筑施工手册》第四版 中国建筑工业出版社；
《建筑结构荷载规范》GB50009-2011 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》JGJ130-2011 中国建筑工业出版社；
《混凝土结构设计规范》GB50010-2002 中国建筑工业出版社；
《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ80-91）；
本工程《施工组织设计》。

第二节 工程概况

项目名称：浙江衢州杭泰柯城 160MW 农光互补光伏发电项目 220KV 升压站土建工程

质量要求：工程质量总评为合格，分项工程（变电：合格率）100%、单位工程合格率 100%，观感得分率（土建）≥90%。

项目地址：衢州市柯城区石梁镇。

施工电源、水源：在发包人正常接通该项目水电设施后由发包人指定接入点，自行接入。

第三节 脚手架方案概况及方案选择

本工程考虑到施工工期、质量、安全和合同要求，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，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，要符合相关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，决定采用以下脚手架方案：

钢管落地脚手架：

本工程主控楼、附属楼、防火墙、护坡计划采用双排钢管落地脚手架，搭设基础均落在硬化砼结构道路上，搭设高度均在10米以内。脚手架立杆横距设为0.8M，纵距为1.65M，步距1.8米，内立杆距离结构0.2米。操作层上满铺竹串片脚手板。外侧设置0.6M高和1.2M高两根护身栏杆。脚手架外围拉设密目式绿色安全网，连墙杆按两步三跨设置，下部设置200mm高挡脚板。在两端设置布置在两跨间与地面夹角为45°的剪刀撑，中间每隔八跨设一道剪刀撑（水平净距小于15M）。

第四节 脚手架材料选择

4.1 普通型钢悬挑脚手架

1、普通型钢悬挑脚手架，选用架设钢管外径48mm，壁厚3.0 mm，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，贴和面应平整，活动部位灵活，夹紧钢管时开口处最小距离不小于5mm。钢管圆钢拧紧力矩达65N.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，剪力撑统一漆黄黑间隔色。

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，以及由苏州园区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 700-88）中Q235A钢的要求。7、型钢水平悬挑梁采用16号工字钢，支撑段预埋3道Q235-A级圆钢的直径为16mm。

8、转角斜撑采用不小于10号槽钢。

4.2 钢管落地脚手架

1、钢管落地脚手架，选用外径48mm，壁厚3.0mm，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，贴和面应平整，活动部位灵活，夹紧钢管时开口处最小距离不小于5mm。钢管圆钢拧紧力矩达65N.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。脚手板、脚手片采用符合有关要求。

4、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，以及由当地建筑安全监督管理部门发放的准用证。

第五节 脚手架搭设流程及要求

悬挑梁工艺流程：型钢悬挑梁、预埋件制作→预埋件安装→楼层砼浇筑→穿型钢→拉线调整刚梁→固定型钢→立两头立杆扣扫地杆、小横杆、大横杆（或临时大、小横杆）→立抛撑→树中间立杆→小横杆、大横杆、防护栏杆→以此类推、形成一步闭合架体→铺脚手板（隔离防坠）→搭第二步架→拉连墙件→转角处设置“之”剪刀撑、立杆外侧剪刀撑→挂密目安全网、铺脚手板→接立杆→搭第三步架…。

定距定位。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、底座应准确地放在定位线上，垫板必须铺放平整，不得悬空。

在搭设首层脚手架过程中，沿四周每框架格内设一道斜拉支撑，拐角除双向增设，待该部位脚手架与主体结构的连墙件可靠拉接后方可拆除。当脚手架操作层高出连墙件两步时，宜先立外排，后立内排。其余按一下构造要求搭设。

1、立杆间距

(1)脚手架立杆纵距1.5m，横距0.8m，步距1.8m；连墙杆间距竖直3.6m，水平4.5m（即两步三跨），采用焊缝连接里立杆距建筑物0.3m。

(2)脚手架的底部立杆采用不同长度的钢管参差布置，使钢管立杆的对接接头交错布置，高度方向相互错开500mm以上，且要求相邻接头不应在同步同跨内，以保证脚手架的整体性。

(3)立杆应设置垫木，并设置纵横方向扫地杆，连接于立脚点杆上，离底座20cm左右。

(4)立杆的垂直偏差应控制在不大于架高的1 / 400。

2、大横杆、小横杆设置

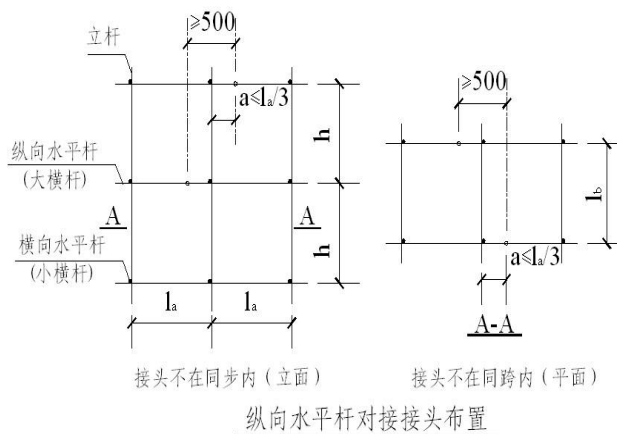
(1)大横杆在脚手架高度方向的间距1.8m，以便立网挂设，大横杆置于立杆里面，每侧外伸长度为150mm。

(2)外架子按立杆与大横杆交点处设置小横杆，两端固定在立杆，以形成空间结构整体受力。

(3)大小横杆连接构造要求

3、剪刀撑

外立杆每7.5米设一组剪刀撑，剪刀撑必须连续同步设置并与地面成45°~60°角。脚手架外侧立面的两端各设置一道剪刀撑，并应由底至顶连续设置；中间各道剪刀撑之间的净距离不应大于15m。剪刀撑斜杆的接长宜采用双活动扣进行搭接，搭接长度不小于1m，双活动扣间距1000mm。应采用不少于2个旋转扣件固定，固定端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于100mm。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杆上，旋转扣件中心线离主节点的距离不宜大于150mm。剪刀撑用黄黑相间油漆漆成醒目颜色。



4、脚手板、脚手片的铺设要求

(1)脚手架里排立杆与结构层之间均应铺设木板：板宽为200mm，里外立杆间应满铺脚手板，无探头板。

(2)满铺层脚手片必须垂直墙面横向铺设，满铺到位，不留空位，不能满铺处必须采取有效的防护措施。

(3)脚手片须用14#铅丝双股并联绑扎，不少于4点，要求绑扎牢固，交接处平整，铺设时要选用完好无损的脚手片，发现有破损的要及时更换。

5、防护栏杆

(1)脚手架外侧使用建设主管部门认证的合格绿色密目式安全网封闭，且将安全网固定在脚手架外立杆里侧。

(2)选用18铅丝张挂安全网，要求严密、平整，不准留有空档。

(3)脚手架外侧必须设1.2m高的防护栏杆和30cm高踢脚杆，顶排防护栏杆不少于2道，高度分别为0.9m和1.3m。同时挂置2000目密目式安全网。操作层设不低于18cm高的木制踢脚板，并刷45°黄黑油漆间距0.3m。

(4)脚手架内侧形成临边的(如遇大开间门窗洞等)，在脚手架内侧设1.2m的防护栏杆和30cm高踢脚杆。

6、连墙件

(1)脚手架与建筑物按计算书中连墙件设计要求设置拉结点。落地脚手架连墙件采用软拉硬撑形式。悬挑脚手架采用焊接形式。

(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，有效的临时拉结点，以确保外架安全可靠。

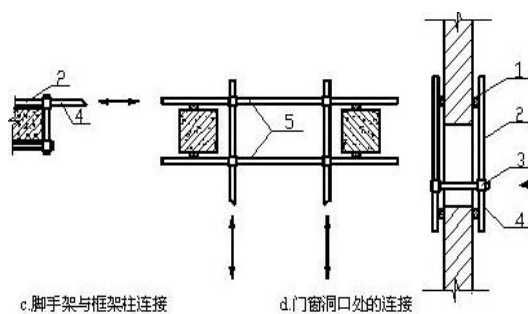
7、架体内封闭

(1) 脚手架的架体里立杆距墙体净距最多为200mm，如因结构设计的限制大于200mm的必须铺设站人板，站人板设置平整牢固。

(2) 脚手架施工层里立杆与建筑物之间应采用木板进行封闭。

(3) 施工层以下外架每隔3步以及底部用密目网或其他措施进行封闭。

支承结构型钢的纵向间距与上部脚手架立杆的纵向间距相同，立杆直接支承在悬挑的支承结构上。上部脚手架立杆与支承结构应有可靠的定位连接措施，以确保上部架体的稳定，在挑梁或纵向钢梁上焊接150mm、外径 $\Phi 32$ mm的钢管(或钢筋)，立杆套座其外，并同时立杆下部设置扫地杆。



脚手架刚性连墙件构造示意图

1—垫木；2—短钢管；3—直角扣件；4—横向水平杆；5—附加钢管

8、挑架支撑

- 挑梁采用16号工字钢，长度采3m、4.5、6m，较长部位用于楼梯、电梯井及阳台部位。
- 转角及外挑结构：转角处挑架搭设时，在转角增加一放射状的三角支架。在放射状支架安装时，可适当调整型钢的位置，以便外墙施工挂线；外挑阳台支架的搭设，施工时除在阳台转角处增设两根挑梁外，在阳台左右两侧楼面上的型钢间距按图进行布置。悬挑结构处应用进行拉结。
- 型钢底部在锚筋位置及挑出搁置处用九夹板铺垫，型钢两侧锚筋待型钢就位校正后采用压板双螺帽固定。详见尾页（构造措施图）。
- 型钢外侧顶部在内外两道立杆位置处，围焊短管（或 $\Phi 22$ 以上短钢筋）做底座，脚手架立杆插入固定，然后绑扫地杆。
- 安装时注意砼保护。

9、施工要点

- 当上部架体遇到塔吊或施工电梯、井架等情况而需要断开形成开口时，必须严格按JGJ130-2001的要求增设横向斜撑进行加固，并在开口端设置连墙杆，以确保脚手架整体稳定。（附图部分）。
- 脚手架必须每隔两根立杆与楼层结构牢固地进行刚性拉结。刚性拉结采用梅花形交叉布置，在外脚手架拆除前，未经现场安全负责人同意，不得擅自拆除，以确保整个外架的稳定性。
- 考虑的计算取值和施工实际装修施工时在总荷载不超过 400Kg/m^2 的情况下允许三个步架同时施工。
- 根据JGJ130-2001的规定，连墙杆与架体主节点的距离 $\leq 30\text{cm}$ ，由于实际施工中往往利用楼层进行拉结，而楼层高度又与1.8米高的步架不协调，所以当连墙体的拉结位置处于立杆中部1/2左右高度时，应加设辅助加固立杆，确保架体稳定。

钢管落地脚手架

落地脚手架搭设的工艺流程为：材料配备→定位设置通长脚手板、底座→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。

定距定位。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、底座应准确地放在定位线上，垫板必须铺放平整，不得悬空。

在搭设首层脚手架过程中，沿四周每框架格内设一道斜支撑，拐角除双向增设，待该部位脚手架与主体结构的连墙件可靠拉接后方可拆除。当脚手架操作层高出连墙件两步时，宜先立外排，后立内排。其余按一下构造要求搭设。

1、主杆基础

本工程落地脚手架均搭设在车库砼结构顶板上，故计算可以忽略。

2、立杆间距

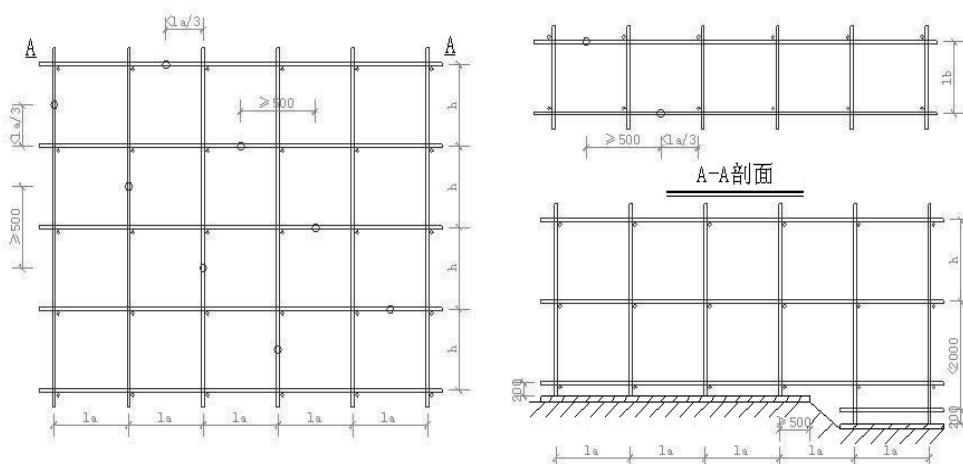
(1) 脚手架立杆纵距1.65m，横距0.8m，步距1.8m；连墙杆间距竖直3.6m，水平4.8m(即两步三跨)；里立杆距建筑物0.2m。

(2) 脚手架的底部立杆采用不同长度的钢管参差布置，使钢管立杆的对接接头交错布置，高度方向相互错开500mm以上，且要求相邻接头不应在同步同跨内，以保证脚手架的整体性。

(3) 立杆应设置垫木，并设置纵横方向扫地杆，连接于立脚点杆上，离底座20cm左右。

(4) 立杆的垂直偏差应控制在不大于架高的1 / 400。

(5) 立杆及纵横向水平杆构造要求：



脚手架必须设置纵横扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上皮不大于200mm处的立杆上。横向扫地杆亦应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。当立杆基础不在同一高度时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于1m。靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离不应小于500mm。

3、大横杆、小横杆设置

(1) 大横杆在脚手架高度方向的间距1.8m，以便立网挂设，大横杆置于立杆里面，每侧外伸长度为150mm。

(2) 外架子按立杆与大横杆交点处设置小横杆，两端固定在立杆，以形成空间结构整体受力。

4、剪刀撑

脚手架外侧立面的两端各设置一道剪刀撑，并应由底至顶连续设置；中间各道剪刀撑之间的净距离不应大于15m。剪刀撑斜杆的接长宜采用搭接，搭接长度不小于1m，应采用不少于2个旋转扣件固定。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杆上，旋转扣件中心线离主节点的距离不宜大于150mm。

5、脚手板、脚手片的铺设要求

(1) 脚手架里排立杆与结构层之间均应铺设木板：板宽为200mm，里外立杆间应满铺脚手板，无探头板。

(2) 满铺层脚手片必须垂直墙面横向铺设，满铺到位，不留空位，不能满铺处必须采取有效的防护措施。

(3) 脚手片须用14#铅丝双股并联绑扎，不少于4点，要求绑扎牢固，交接处平整，铺设时要选用完好无损的脚手片，发现有破损的要及时更换。

6、防护栏杆

(1) 脚手架外侧使用建设主管部门认证的合格绿色密目式安全网封闭，且将安全网固定在脚手架外立杆里侧。

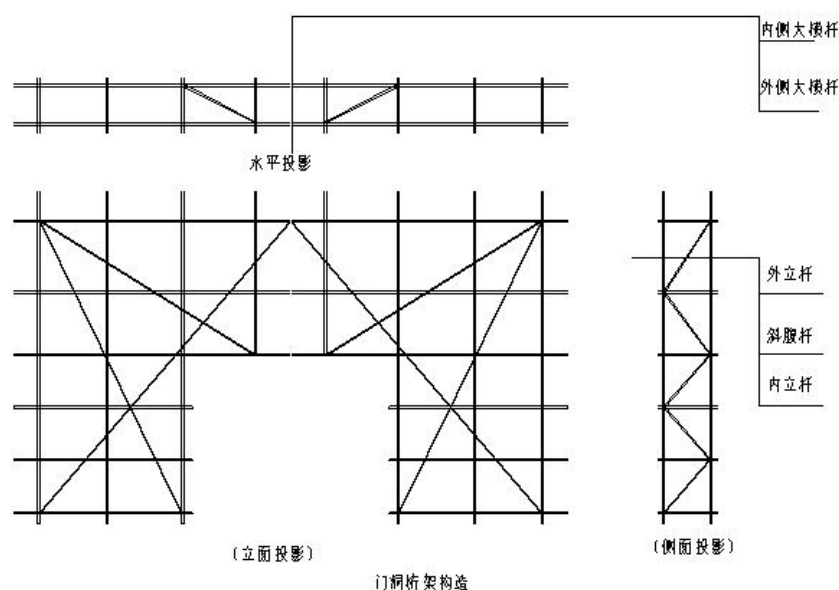
(2) 选用18铅丝张挂安全网，要求严密、平整。

(3) 脚手架外侧必须设1.2m高的防护栏杆和30cm高踢脚杆，顶排防护栏杆不少于2道，高度分别

为0.9m和1.3m。

(4) 脚手架内侧形成临边的(如遇大开间门窗洞等),在脚手架内侧设1.2m的防护栏杆和30cm高踢脚杆。

(5) 脚手架上门洞、出入口构造示意图



7、连墙件

同5.6条。

8、架体内封闭

(1) 脚手架的架体里立杆距墙体净距最多为200mm,如因结构设计的限制大于200mm的必须铺设站人板,站人板设置平整牢固。

(2) 脚手架施工层里立杆与建筑物之间应采用脚手片或木板进行封闭。

(3) 施工层以下外架每隔3步以及底部用密目网或其他措施进行封闭。

第六节 管理职能及劳动力安排

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。项目技术负责人负责方案的编制,项目经理落实人员或班组进行搭拆。施工负责人按照方案要求,结合现场作业条件及操作队伍情况,进行详细交底,并做现场指挥及监督。项目部专职安全员负责对操作人员的资格认定并负责分层搭设的验收,公司质安中心负责抽检。所有从事搭、拆外架人员都必须持证上岗,戴好安全帽,系好安全带,并经交底后方可上岗。

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。

第七节 脚手架的质量要求

脚手架搭设的技术要求与允许偏差:

序号	项目	一般质量要求		
1	构架尺寸(立杆纵距、立杆横距、步距)误差	±20mm		
2	立杆的垂直偏差	架高	≤25m	±50mm

				>25m	±100mm
3	纵向水平杆的水平偏差		±20mm		
4	横向水平杆的水平偏差		±10mm		
5	节点处相交杆件的轴线距节点中心距离		≤150 mm		
6	相邻立杆接头位置		相互错开，设在不同的步距内，相邻接头的高度差应>500mm		
7	上下相邻纵向水平杆接头位置		相互错开，设在不同的立杆纵距内，相邻接头的水平距离应>500mm，接头距立杆应小于立杆纵距的 1/3		
8	杆件搭接	1) 搭接部位应跨过与其相接的纵向水平杆或立杆，并与其连接（绑扎）固定			
		2) 搭接长度和连接要求应符合以下要求：			
		类别	杆别	搭接长度	连接要求
		扣件式钢管脚手架	立杆	>1m	连接扣件数量依承载要求确定，且不少于 2 个
			纵向水平杆		不少于 2 个连接扣件
9	节点连接	扣件式钢管脚手架	拧紧扣件圆钢，其拧紧力矩应不小于 40N.m，且不大于 65 N.m		
		其它脚手架	按相应的连接要求		

第八节 脚手架的检查与验收

普通型钢悬挑脚手架、钢管落地脚手架

1、悬挑结构制作前，架体搭设前必须对原材料进行检查。脚手架搭设完毕或分段搭设完毕，应按规定对脚手架工程的质量进行检查，经检查合格后方可交付使用。

2、悬挑结构完成后，脚手架搭设前必须由方案编制人、审批人参加验收确认。高度在 20m 及 20m 以下的脚手架，应由单位工程负责人组织技术安全人员进行检查验收。高度大于 20m 的脚手架，应由上一级技术负责人随工程进行分阶段组织单位工程负责人及有关的技术人员进行检查验收。

3、验收时应具备下列文件：

- (1) 脚手架构配件的出厂合格证或质量分类合格标志；
- (2) 脚手架工程的施工记录及质量检查记录；
- (3) 脚手架搭设过程中出现的重要问题及处理记录，
- (4) 脚手架工程的施工验收报告。

4、脚手架工程的验收，除查验文件外，还应进行现场检查，检查应着重以下各项，并记入施工验收报告。

- (1) 构配件和加固件是否齐全，质量是否合格，连接和挂扣是否紧固可靠；
- (2) 安全网的张挂及扶手的设置是否齐全；
- (3) 基础是否平整坚实、支垫是否符合规定；
- (4) 连墙件的数量、位置和设置是否符合要求；
- (5) 垂直度及水平度是否合格。

5、当有下列情况时，应增加检查验收：

- ① 作业层上施加荷载前；
- ② 停用超过一个月后重新使用。

6、脚手架使用中，应定期检查下列项目：

- 杆件的设置和连接，连墙体、支撑、门洞等构造是否符合要求；
- 悬挑架的焊缝或圆钢是否完好或松动，立杆与横梁固定是否牢固；
- 扣件圆钢是否松动；
- 立杆的沉降与垂直度的偏差是否符合规范的要求；
- 安全防护措施是否符合要求
- 是否为超载；

7、脚手架搭设时应按下列阶段进行质量检查，发现问题应及时校正。

- 1) 基础完工后及脚手架搭设前；
- 2) 操作层施加荷载前；
- 3) 每搭设完 10m 高度后；
- 4) 达到设计高度后。

8、使用阶段

- 1) 操作层上的施工荷载应符合设计要求，不得超载；
- 2) 不得将模板支撑、缆风绳、泵送混凝土管等固定在脚手架上，严禁任意悬挂起重设备；
- 3) 六级及六级以上大风和雾、雨天应停止脚手架作业，雨后上架操作应有防滑措施。
- 3) 在脚手架使用期间，严禁任意拆除下列杆件：主节点处的纵、横向水平杆，纵、横向扫地杆；
- 4) 连墙杆撑；要拆除上述任一杆件均应采取安全措施，并报主管部门批准。严禁在脚手架基础及其邻近进行挖掘作业，否则应采取安全措施，并报主管部门批准。
- 5) 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；
- 6) 工地临时用电线路的架设及脚手架接地、避雷措施等应按国家现行标准执行。

9、脚手架的验收：

脚手架搭设的技术要求，允许偏差应符合规范要求，应进行分层验收并作记录，验收人员签字认可。

安装后的扣件圆钢拧紧扭力矩采用扭力扳手检查同，抽焊方法按随机分布原则进行。

第九节 脚手架搭设安全技术措施

1、技术保障措施

- (1) 架子搭设完毕，用合格密目安全网铺围护于架子的外围及底部。
- (2) 钢管与扣件进场前应经过检查挑选(选择标准应符合规范JGJ 130-200 第3条)，所用扣件在使用前应清理加油一次，扣件一定要上紧，不得松动。每个圆钢的预紧力在 $40\text{N} \cdot \text{m} \sim 65 \text{N} \cdot \text{m}$ 之间。
- (3) 架子搭设到10m高度时由架子搭设人员进行自检；架子搭设完毕后由搭设会同施工单位、监理单位和质检单位对整个脚手架进行验收检查，验收合格后方可投入使用。
- (4) 该脚手架作为建筑物装饰作业时，安全防护屏障及装修时作业平台，严禁将模板支架、揽风绳、泵送混凝土和砂浆的输送管道等固定在脚手架上；脚手架严禁悬挂起重设备。
- (5) 脚手架的安全性是由架子的整体性和架子结构完整性来保证的，未经允许严禁他人破坏架子结构或在架子上擅自拆除与搭设脚手架各构件。其中在脚手架使用期间，下列杆件严禁拆除：主节点处横、纵向水平杆，连墙件。

2、质量保障措施

- (1) 操作人员作业前必须进行岗位技术培训与安全教育。
- (2) 技术人员在脚手架搭设、拆除前必须给作业人员下达安全技术交底，并传达至所有操作人员。

(3)脚手架必须严格依据本《施工方案》进行搭设；搭设时，技术人员必须在现场监督搭设情况，保证搭设质量达到设计要求。

(4)脚手架搭设完备，依据施工组织设计与单项作业验收表对脚手架进行验收，发现不符合要求处，必须限时或立即整改。

3、安全保障措施

(1)操作人员必须持有登高作业操作证，方可上岗。脚手架搭设人员必须是经过国家现行标准《特种作业人员安全技术考核管理规则》考核合格的专业架子工。搭设脚手架人员必须戴安全帽、安全带，穿防滑鞋。

(2)架子在搭设(拆卸)过程要做到文明作业，不得从架子上掉落工具、物品；同时必须保证自身安全，高空作业需穿防滑鞋，佩戴安全帽、安全带，未佩戴安全防护用品不得上架子。

(3)在架子上施工的各工种作业人员，应注意自身安全(尤其是在卸料平台上的工作人员)；不得随意向下、向外抛、掉物品，不得随意拆除安全防护装置。

(4)雨、雪、雾及六级以上大风等天气，严禁进行脚手架搭设、拆除工作。

(5)应设安全员负责对脚手架进行经常检查和保修。

A 在下列情况下，必须对脚手架进行检查|

a 在六级以上大风和大雨后

b 停用超过二个月，复工前。

B 检查保修项目

a 各主节点处各杆件的安装、连墙件等构造是否符合《施工方案》的要求；

b 扣件螺丝是否松动；

c 安全防护措施是否符合要求。

(6)在脚手架上进行电、气焊作业时，必须有防火措施和专人看护，安全员巡视检查。

(7)脚手架临街面必须有防止坠物伤人的防护措施。

(8)搭拆脚手架期间，地面应设置围栏和警戒标志，严禁非操作人员入内。

钢管落地脚手架、普通型钢悬挑脚手架

1、外脚手架不得搭设在距离外架空线路的安全距离内，并做好可靠的安全接地处理。

2、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。

3、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。

4、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。

5、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。

6、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。

7、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。

8、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。

9、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两层。

10、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。

11、各作业层之间设置可靠的防护栅栏，防止坠落物体伤人。

12、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；

13、工地临时用电线路的架设及脚手架接地、避雷措施等应按国家现行标准执行。

第十节 脚手架拆除安全技术措施

钢管落地脚手架、普通型钢悬挑脚手架

外架拆除顺序：分层拆除拉结点—安全网—竖脚手板—垫铺脚手板—防护栏杆—搁栅—剪刀撑杆—连墙杆—大横杆—小横杆—立杆—底排的大横杆、搁栅、平杆、斜撑杆。按自上而下逐步拆除，一步一清，不得采用踏步式拆法，不准上下同时作业，剪刀撑应先拆中间，再拆两头扣，由中间操作往下传递。（即先搭后拆，后搭先拆的顺序进行拆除。）

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。**班组在接收到项目部脚手架架体拆除任务书后方可进行拆除作业工作。**

2、拆架时应划分作业区，周围设绳绑围栏或竖立警戒标志，画出设置警戒区，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、拆除前，应将架体上的留存材料、杂物等清除干净。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，应先拆除中间扣件，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，严禁先将连墙体整层或数层拆除再拆脚手架；分段拆除高差不应大于2步，如大于2步，应增设连墙体加固。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。拆下的杆件与搭配件，应按类分堆，严禁高空抛掷。

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。应配备相关人员在脚手架拆除过程中对拉结点进行修补。

14、如遇强风、大雨、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高处坠。

16、不允许分立面拆除或上、下二步同时拆除，认真做到一步一清、一杆一清。

17、所有连墙杆、剪刀撑杆件、隔立板、登高措施必须随脚手架步层拆除同步进行下降。不准先行拆除。

18、所有杆件与扣件，在拆除时分离，不允许杆件上附着扣件输送到地面或两杆同时拆下输送地面。

19、所有铺脚手板拆除时，自外向里竖立，搬运防止自里向外翻起。严禁脚手板上的垃圾物件直接从高处坠落伤人。

20、当日完工后，仔细检查岗位周围情况，如发现留有隐患的部位，及时进行修复或继续完成至一个程序，一个部位的结束，方可撤离岗位。

第十一节 脚手架的管理、使用维修与注意事项

1、外架必须办理好有关各级验收签字手续、经公司安全管理部门鉴定且挂牌后方可使用。

2、项目经理、安全员应定期组织检查和整改。

3、使用前须做好二级避雷防电接地装置，且在每幢楼外架四角布置。在挑架底部脚手架四角设置避雷接地装置时，利用剪力墙暗柱中避雷接地引下线引出预埋 100*100*5 钢板。

4、施工现场用电线路无可靠安全措施一律不准通过脚手架，非电工不准擅自拉接电线电器装置。

5、在搭拆外架时，如果竹笆片、杆件等尚未扣绑扎牢，线已拆开绑扣，均不得中途停止。

6、架体上不得堆放模板、木料及施工多余的物料等，同时及时清除架子上的零星余物，以确保外架畅通和安全。

7、模板支撑必须与脚手架完整分开，外架不得作为模板支撑点。

8、定期做好外架拉结点、杆件变形、竹笆片损坏、基础沉降等不利情况的检查并及时处理。

9、脚手架顶部必须按规定要求封顶，内立杆低于檐口 50cm，外立杆高于檐口 1200 mm 以上，并有立网围护。

注意事项：

- 1) 当脚手架基础下有设备基础、管沟时，在脚手架使用过程中不应开挖，否则必须采取加固措施。
- 2) 立杆接长除顶层顶步外，其余各层各步接头必须采用对接扣件连接。
- 3) 主节点处必须设置一根横向水平杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。
- 4) 脚手架必须配合施工进度搭设，一次搭设高度不应超过相邻连墙件以上两步。
- 5) 剪刀撑、横向斜撑搭设应随立杆、纵向和横向水平杆等同步搭设。
- 6) 高度在 24m 以下的单、双排脚手架，均必须在外侧立面的两端各设置一道剪刀撑，并由底至顶连续设置。
- 7) 拆除作业必须由上而下逐层进行，严禁上下同时作业。
- 8) 连墙件必须随脚手架逐层拆除，严禁先将连墙件整层或数层拆除后再拆脚手架，分段拆除高度不应大于两步，如高差大于两步，应增设连墙件加固。
- 9) 各构配件严禁抛至地面。

第十二节 脚手架计算书

12.1 钢管落地脚手架计算书

一、脚手架参数

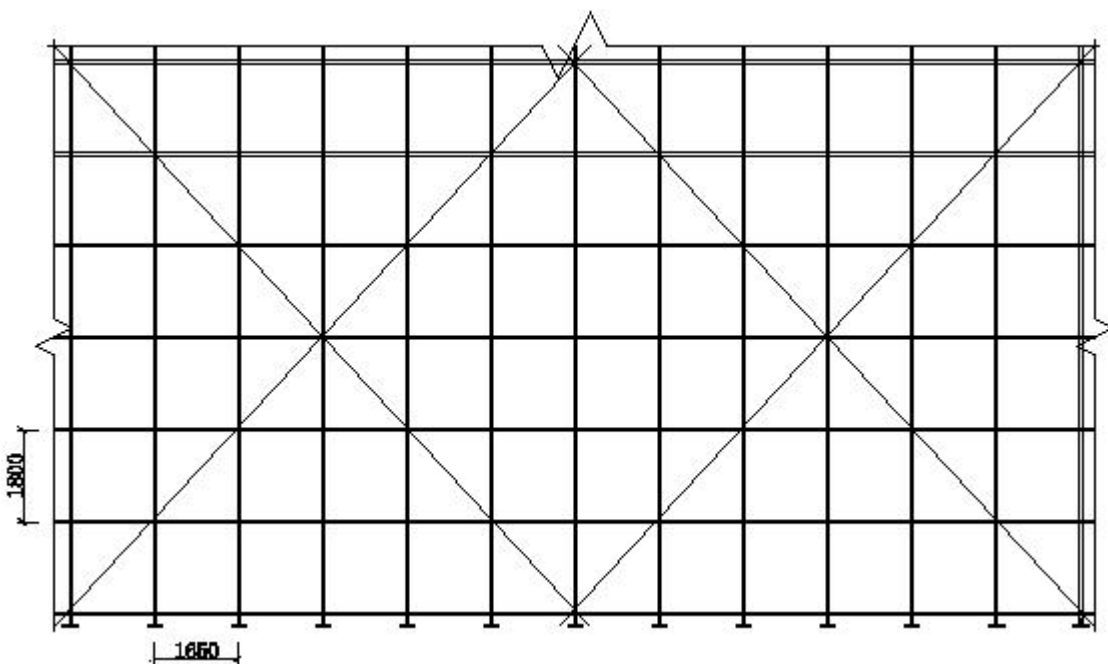
脚手架搭设方式	双排脚手架	脚手架钢管类型	Φ48×3
脚手架搭设高度H(m)	20.2	脚手架沿纵向搭设长度L(m)	200
立杆步距h(m)	1.8	立杆纵距或跨距 l_a (m)	1.65
立杆横距 l_b (m)	0.8	内立杆离建筑物距离a(m)	0.2
双立杆计算方法	按双立杆受力设计	双立杆计算高度 H_1 (m)	20
双立杆受力不均匀系数 K_s	0.6		

二、荷载设计

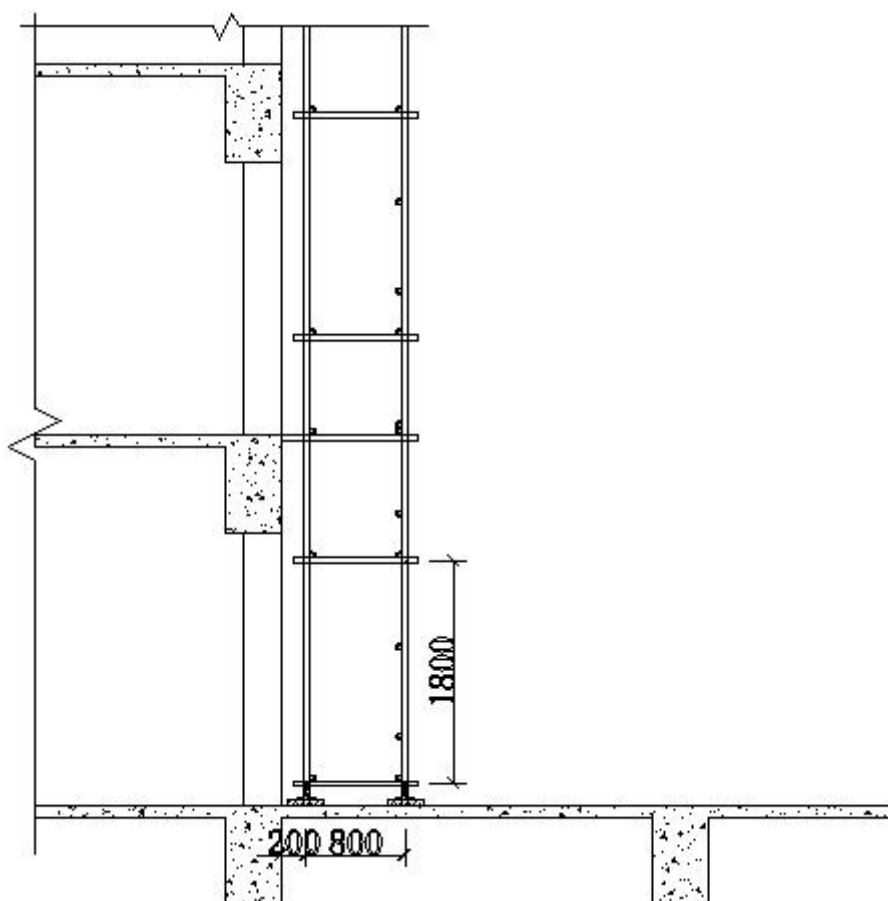
脚手板类型	竹串片脚手板	脚手板自重标准值 G_{kjb} (kN/m ²)	0.35
脚手板铺设方式	1步1设	密目式安全立网自重标准值 G_{kmw} (kN/m ²)	0.01

挡脚板类型	竹串片挡脚板	栏杆与挡脚板自重标准值 $G_{kdb}(\text{kN/m})$	0.14
挡脚板铺设方式	2步1设	每米立杆承受结构自重标准值 $g_k(\text{kN/m})$	0.1248
横向斜撑布置方式	5跨1设	结构脚手架作业层数 n_{jj}	2
结构脚手架荷载标准值 $G_{kjj}(\text{kN/m}^2)$	3	地区	江苏无锡
安全网设置	全封闭	基本风压 $\omega_0(\text{kN/m}^2)$	0.3
风荷载体型系数 μ_s	1.25	风压高度变化系数 μ_z (连墙件、单立杆、双立杆稳定性)	1.2, 0.9, 0.74
风荷载标准值 $\omega_k(\text{kN/m}^2)$ (连墙件、单立杆、双立杆稳定性)	0.45, 0.34, 0.28		

计算简图:



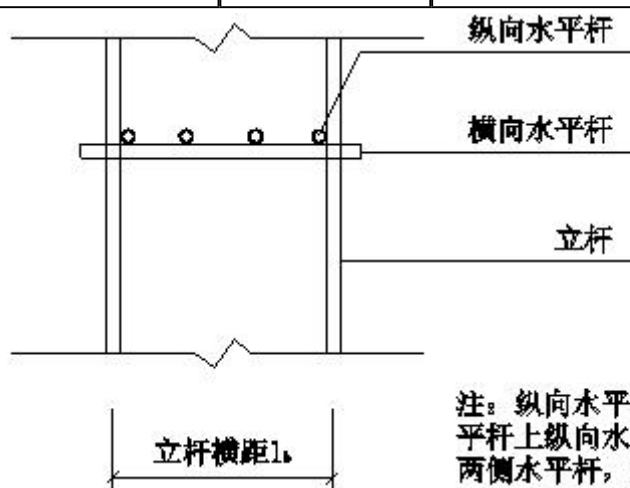
立面图



侧面图

三、纵向水平杆验算

纵、横向水平杆布置方式	纵向水平杆在上	横向水平杆上纵向水平杆根数n	2
横杆抗弯强度设计值 $[f](N/mm^2)$	205	横杆截面惯性矩 $I(mm^4)$	107800
横杆弹性模量 $E(N/mm^2)$	206000	横杆截面抵抗矩 $W(mm^3)$	4490



注：纵向水平杆在上时，横向水平杆上纵向水平杆根数为不包含两侧水平杆，如本图例为2。

纵、横向水平杆布置

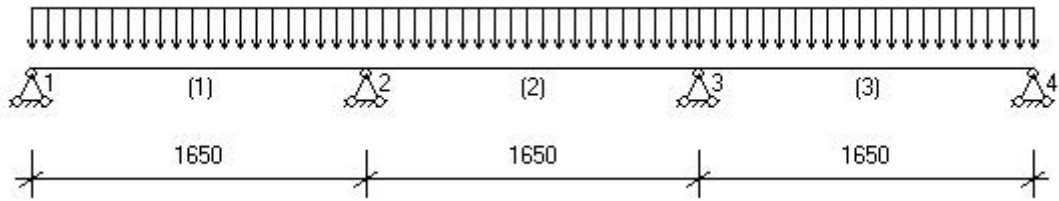
承载力极限状态

$$q=1.2\times(0.033+G_{kjb}\times l_b/(n+1))+1.4\times G_k\times l_b/(n+1)=1.2\times(0.033+0.35\times 0.8/(2+1))+1.4\times 3\times 0.8/(2+1)=1.27\text{kN/m}$$

正常使用极限状态

$$q'=(0.033+G_{kjb}\times l_b/(n+1))+G_k\times l_b/(n+1)=(0.033+0.35\times 0.8/(2+1))+3\times 0.8/(2+1)=0.93\text{kN/m}$$

计算简图如下：



1、抗弯验算

$$M_{\max}=0.1ql_a^2=0.1\times 1.27\times 1.65^2=0.35\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma=M_{\max}/W=0.35\times 10^6/4490=77.12\text{N/mm}^2\leq [f]=205\text{N/mm}^2$$

满足要求！

2、挠度验算

$$v_{\max}=0.677ql_a^4/(100EI)=0.677\times 0.93\times 1650^4/(100\times 206000\times 107800)=2.094\text{mm}$$

$$v_{\max}=2.094\text{mm}\leq [v]=\min[l_a/150, 10]=\min[1650/150, 10]=10\text{mm}$$

满足要求！

3、支座反力计算

承载力极限状态

$$R_{\max}=1.1ql_a=1.1\times 1.27\times 1.65=2.31\text{kN}$$

正常使用极限状态

$$R_{\max}'=1.1q'l_a=1.1\times 0.93\times 1.65=1.68\text{kN}$$

四、横向水平杆验算

承载力极限状态

$$\text{由上节可知 } F_1=R_{\max}=2.31\text{kN}$$

$$q=1.2\times 0.033=0.04\text{kN/m}$$

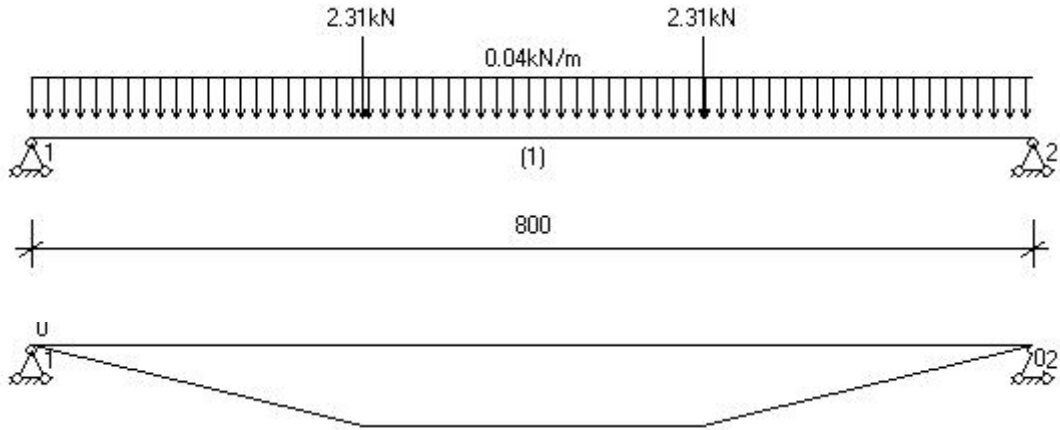
正常使用极限状态

由上节可知 $F_1'=R_{\max}'=1.68\text{kN}$

$q'=0.033\text{kN/m}$

1、抗弯验算

计算简图如下：



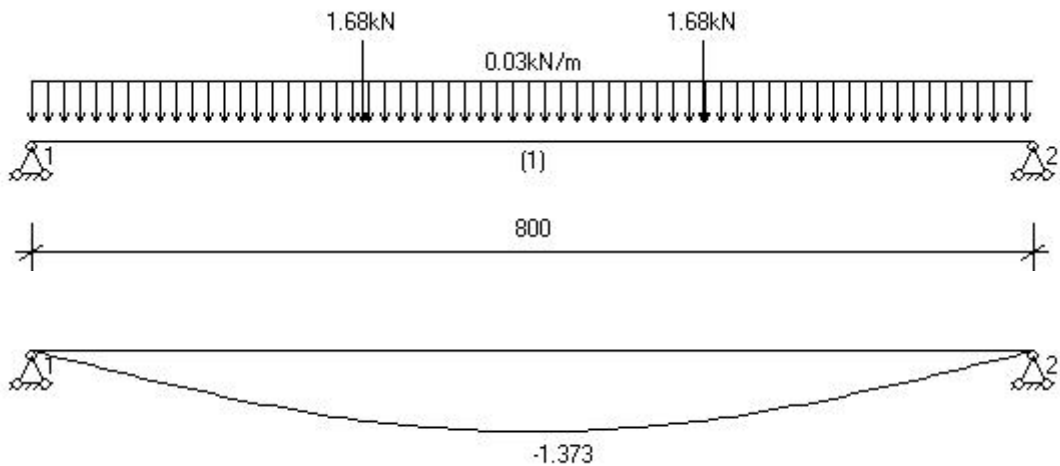
弯矩图($\text{kN}\cdot\text{m}$)

$$\sigma = M_{\max}/W = 0.61 \times 10^6 / 4490 = 136.53 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、挠度验算

计算简图如下：



变形图(mm)

$$v_{\max} = 1.373 \text{ mm} \leq [v] = \min[l_b/150, 10] = \min[800/150, 10] = 5.33 \text{ mm}$$

满足要求！

3、支座反力计算

承载能力极限状态

$$R_{\max}=2.33\text{kN}$$

五、扣件抗滑承载力验算

横杆与立杆连接方式	单扣件	扣件抗滑移折减系数	0.7
-----------	-----	-----------	-----

扣件抗滑承载力验算：

$$\text{纵向水平杆： } R_{\max}=2.31/2=1.15\text{kN}\leq R_c=0.7\times 8=5.6\text{kN}$$

$$\text{横向水平杆： } R_{\max}=2.33\text{kN}\leq R_c=0.7\times 8=5.6\text{kN}$$

满足要求！

六、荷载计算

脚手架搭设高度H	20.2	双立杆计算高度H ₁	20
脚手架钢管类型	Φ48×3	每米立杆承受结构自重标准值 gk(kN/m)	0.1248

立杆静荷载计算

1、立杆承受的结构自重标准值N_{G1k}

$$\text{单外立杆： } N_{G1k}=(g_k+l_a\times n/2\times 0.033/h)\times (H-H_1)=(0.1248+1.65\times 2/2\times 0.033/1.8)\times (20.2-20)=0.03\text{kN}$$

$$\text{单内立杆： } N_{G1k}=0.03\text{kN}$$

$$\text{双外立杆： } N_{G1k}=(g_k+0.033+l_a\times n/2\times 0.033/h)\times H_1=(0.1248+0.033+1.65\times 2/2\times 0.033/1.8)\times 20=3.77\text{kN}$$

$$\text{双内立杆： } N_{G1k}=3.77\text{kN}$$

2、脚手板的自重标准值N_{G2k1}

$$\text{单外立杆： } N_{G2k1}=((H-H_1)/h+1)\times l_a\times l_b\times G_{kjb}\times 1/1/2=((20.2-20)/1.8+1)\times 1.65\times 0.8\times 0.35\times 1/1/2=0.26\text{kN}$$

$$\text{单内立杆： } N_{G2k1}=0.26\text{kN}$$

$$\text{双外立杆： } N_{G2k1}=H_1/h\times l_a\times l_b\times G_{kjb}\times 1/1/2=20/1.8\times 1.65\times 0.8\times 0.35\times 1/1/2=2.57\text{kN}$$

$$\text{双内立杆： } N_{G2k1}=2.57\text{kN}$$

3、栏杆与挡脚板自重标准值N_{G2k2}

$$\text{单外立杆： } N_{G2k2}=((H-H_1)/h+1)\times l_a\times G_{kdb}\times 1/2=((20.2-20)/1.8+1)\times 1.65\times 0.14\times 1/2=0.13\text{kN}$$

$$\text{双外立杆： } N_{G2k2}=H_1/h\times l_a\times G_{kdb}\times 1/2=20/1.8\times 1.65\times 0.14\times 1/2=1.28\text{kN}$$

4、围护材料的自重标准值N_{G2k3}

$$\text{单外立杆： } N_{G2k3}=G_{kmw}\times l_a\times (H-H_1)=0.01\times 1.65\times (20.2-20)=0\text{kN}$$

$$\text{双外立杆： } N_{G2k3}=G_{kmw}\times l_a\times H_1=0.01\times 1.65\times 20=0.33\text{kN}$$

构配件自重标准值 N_{G2k} 总计

单外立杆: $N_{G2k}=N_{G2k1}+N_{G2k2}+N_{G2k3}=0.26+0.13+0=0.39\text{kN}$

单内立杆: $N_{G2k}=N_{G2k1}=0.26\text{kN}$

双外立杆: $N_{GS2k}=N_{GS2k1}+N_{GS2k2}+N_{GS2k3}=2.57+1.28+0.33=4.18\text{kN}$

双内立杆: $N_{GS2k}=N_{GS2k1}=2.57\text{kN}$

立杆施工活荷载计算

外立杆: $N_{Q1k}=l_a \times l_b \times (n_{jj} \times G_{kjj})/2=1.65 \times 0.8 \times (2 \times 3)/2=3.96\text{kN}$

内立杆: $N_{Q1k}=3.96\text{kN}$

组合风荷载作用下单立杆轴向力:

单外立杆: $N=1.2 \times (N_{G1k} + N_{G2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k}=1.2 \times (0.03+0.39) + 0.9 \times 1.4 \times 3.96=5.49\text{kN}$

单内立杆: $N=1.2 \times (N_{G1k} + N_{G2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k}=1.2 \times (0.03+0.26) + 0.9 \times 1.4 \times 3.96=5.33\text{kN}$

双外立杆: $N_s=1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k}=1.2 \times (3.77+4.18) + 0.9 \times 1.4 \times 3.96=14.53\text{kN}$

双内立杆: $N_s=1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k}=1.2 \times (3.77+2.57) + 0.9 \times 1.4 \times 3.96=12.6\text{kN}$

七、立杆稳定性验算

脚手架搭设高度H	20.2	双立杆计算高度 H_1	20
双立杆受力不均匀系数 K_S	0.6	立杆计算长度系数 μ	1.5
立杆截面抵抗矩 $W(\text{mm}^3)$	4490	立杆截面回转半径 $i(\text{mm})$	15.9
立杆抗压强度设计值 $[f](\text{N}/\text{mm}^2)$	205	立杆截面面积 $A(\text{mm}^2)$	424
连墙件布置方式	两步三跨		

1、立杆长细比验算

立杆计算长度 $l_0=K_{\mu}h=1 \times 1.5 \times 1.8=2.7\text{m}$

长细比 $\lambda=l_0/i=2.7 \times 10^3/15.9=169.81 \leq 210$

轴心受压构件的稳定系数计算:

立杆计算长度 $l_0=k_{\mu}h=1.155 \times 1.5 \times 1.8=3.12\text{m}$

长细比 $\lambda=l_0/i=3.12 \times 10^3/15.9=196.13$

查《规范》表A得, $\varphi=0.188$

满足要求!

2、立杆稳定性验算

不组合风荷载作用

$$\text{单立杆的轴心压力设计值 } N = (1.2 \times (N_{G1k} + N_{G2k}) + 1.4 \times N_{Q1k}) = (1.2 \times (0.03 + 0.39) + 1.4 \times 3.96) = 6.05 \text{ kN}$$

$$\text{双立杆的轴心压力设计值 } N_S = 1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + N = 1.2 \times (3.77 + 4.18) + 6.05 = 15.59 \text{ kN}$$

$$\sigma = N / (\varphi A) = 6047.24 / (0.188 \times 424) = 75.86 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

$$\sigma = K_S N_S / (\varphi A) = 0.6 \times 15590.24 / (0.188 \times 424) = 117.35 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

组合风荷载作用

单立杆的轴心压力设计值

$$N = (1.2 \times (N_{G1k} + N_{G2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k}) = (1.2 \times (0.03 + 0.39) + 0.9 \times 1.4 \times 3.96) = 5.49 \text{ kN}$$

$$\text{双立杆的轴心压力设计值 } N_S = 1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + N = 1.2 \times (3.77 + 4.18) + 5.49 = 15.04 \text{ kN}$$

$$M_w = 0.9 \times 1.4 \times M_{wk} = 0.9 \times 1.4 \times \omega_k l_a h^2 / 10 = 0.9 \times 1.4 \times 0.34 \times 1.65 \times 1.8^2 / 10 = 0.23 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = N / (\varphi A) + M_w / W = 5492.84 / (0.188 \times 424) + 229079.76 / 4490 = 119.93 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

$$M_{ws} = 0.9 \times 1.4 \times M_{wk} = 0.9 \times 1.4 \times \omega_k l_a h^2 / 10 = 0.9 \times 1.4 \times 0.28 \times 1.65 \times 1.8^2 / 10 = 0.19 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = K_S (N_S / (\varphi A) +$$

$$M_w / W) = 0.6 \times (15035.84 / (0.188 \times 424) + 187521.04 / 4490) = 138.23 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

八、连墙件承载力验算

连墙件布置方式	两步三跨	连墙件连接方式	软拉硬撑连接
连墙件约束脚手架平面外变形 轴向力 N_0 (kN)	3	连墙件计算长度 l_0 (mm)	600
连墙件截面面积 A_c (mm ²)	489	连墙件截面回转半径 i (mm)	158
连墙件抗压强度设计值 [f] (N/mm ²)	205	拉接柔性钢筋的抗拉强度 [f _y] (N/mm ²)	205

$$N_{lw} = 1.4 \times \omega_k \times 2 \times h \times 3 \times l_a = 1.4 \times 0.45 \times 2 \times 1.8 \times 3 \times 1.65 = 11.28 \text{ kN}$$

长细比 $\lambda = l_0 / i = 600 / 158 = 3.8$ ，查《规范》表A.0.6得， $\varphi = 0.99$

$$(N_{lw} + N_0) / (\varphi A_c) = (11.28 + 3) \times 10^3 / (0.99 \times 489) = 29.44 \text{ N/mm}^2 \leq 0.85 \times [f] = 0.85$$

$$\times 205 \text{ N/mm}^2 = 174.25 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

拉接部分柔性钢筋的最小直径计算：

拉接柔性钢筋的抗拉强度 $f_y=205\text{N/mm}^2$

$$d_{\min}=2\times(A/2/\pi)^{1/2}=2\times((N_{lw}+N_0)/f_y/2/\pi)^{1/2}=2\times((11.28+3)\times 10^3/205/2/3.14)^{1/2}=6.66\text{mm}$$

12.2 型钢悬挑脚手架(扣件式)计算书

架体验算

一、脚手架参数

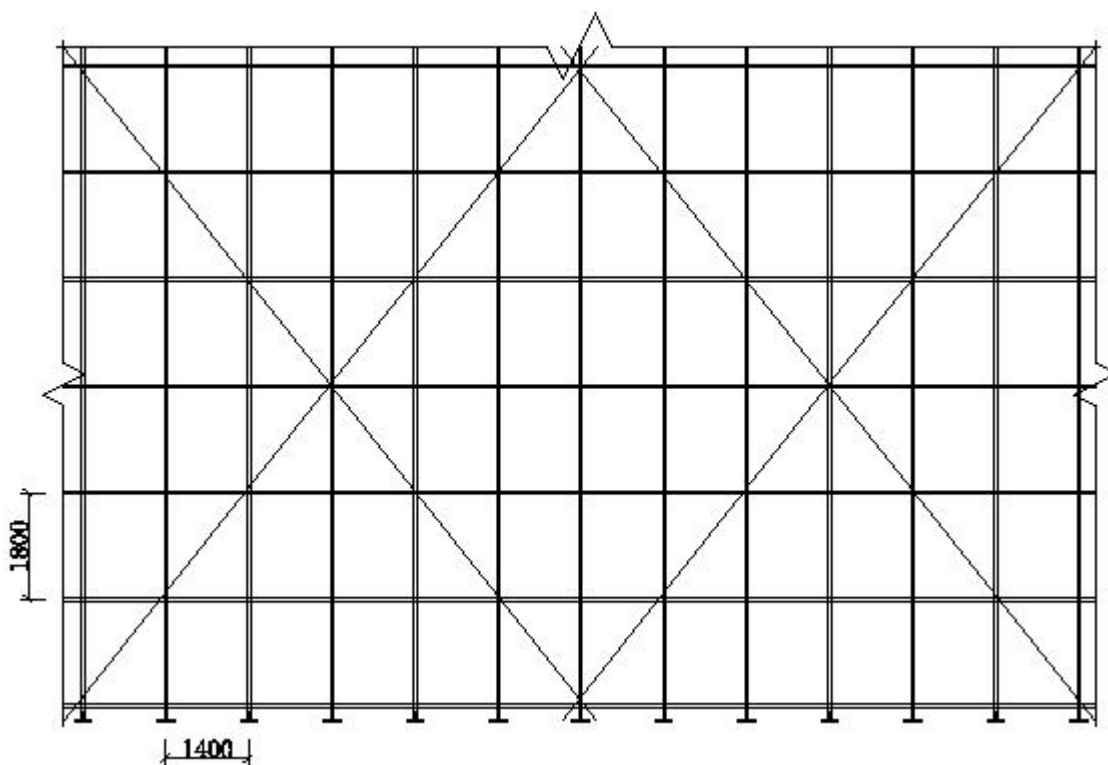
脚手架搭设方式	双排脚手架	脚手架钢管类型	$\Phi 48\times 3$
脚手架搭设高度 $H(\text{m})$	18	脚手架沿纵向搭设长度 $L(\text{m})$	200
立杆步距 $h(\text{m})$	1.8	立杆纵距或跨距 $l_a(\text{m})$	1.4
立杆横距 $l_b(\text{m})$	0.8	内立杆离建筑物距离 $a(\text{m})$	0.2
双立杆计算方法	按双立杆受力设计	双立杆计算高度 $H_l(\text{m})$	18
双立杆受力不均匀系数 K_s	0.6		

二、荷载设计

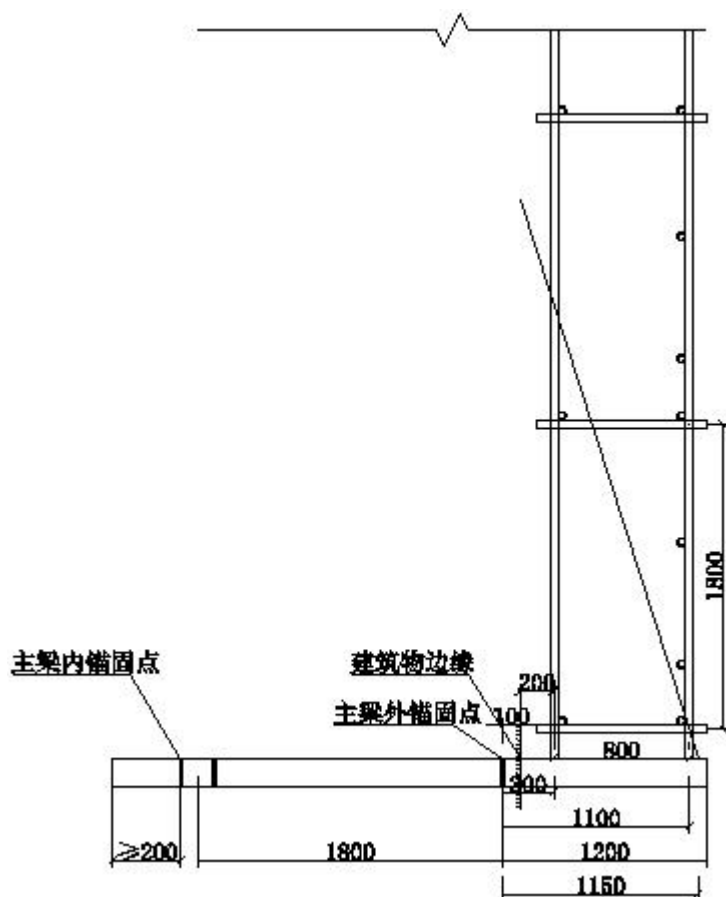
脚手板类型	竹串片脚手板	脚手板自重标准值 $G_{kjb}(\text{kN/m}^2)$	0.35
脚手板铺设方式	1步1设	密目式安全立网自重标准值 $G_{kmw}(\text{kN/m}^2)$	0.01
挡脚板类型	木挡脚板	栏杆与挡脚板自重标准值 $G_{kdb}(\text{kN/m})$	0.17
挡脚板铺设方式	5步1设	每米立杆承受结构自重标准值 $g_k(\text{kN/m})$	0.12
横向斜撑布置方式	6跨1设	结构脚手架作业层数	1
结构脚手架荷载标准值 $G_{kjj}(\text{kN/m}^2)$	3	地区	江苏无锡
安全网设置	全封闭	基本风压 $\omega_0(\text{kN/m}^2)$	0.45

风荷载体型系数 μ_s	1.13	风压高度变化系数 μ_z (连墙件、单立杆、双立杆稳定性)	1.25, 1.03, 0.74
风荷载标准值 ω_k (kN/m ²) (连墙件、单立杆、双立杆稳定性)	0.64, 0.52, 0.38		

计算简图:



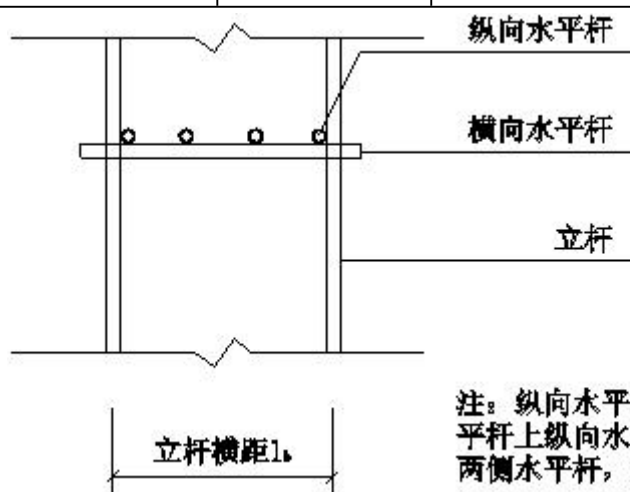
立面图



侧面图

三、纵向水平杆验算

纵、横向水平杆布置方式	纵向水平杆在上	横向水平杆上纵向水平杆根数n	2
横杆抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm ²)	205	横杆截面惯性矩 I (mm ⁴)	107800
横杆弹性模量 E (N/mm ²)	206000	横杆截面抵抗矩 W (mm ³)	4490



注：纵向水平杆在上时，横向水平杆上纵向水平杆根数为不包含两侧水平杆，如本图例为2。

纵、横向水平杆布置

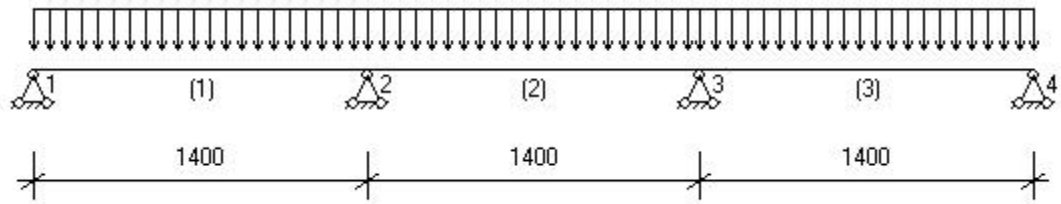
承载力极限状态

$$q = 1.2 \times (0.033 + G_{kjb} \times l_b / (n+1)) + 1.4 \times G_k \times l_b / (n+1) = 1.2 \times (0.033 + 0.35 \times 0.8 / (2+1)) + 1.4 \times 3 \times 0.8 / (2+1) = 1.27 \text{ kN/m}$$

正常使用极限状态

$$q' = (0.033 + G_{kjb} \times l_b / (n+1)) + G_k \times l_b / (n+1) = (0.033 + 0.35 \times 0.8 / (2+1)) + 3 \times 0.8 / (2+1) = 0.93 \text{ kN/m}$$

计算简图如下：



1、抗弯验算

$$M_{\max} = 0.1q l_a^2 = 0.1 \times 1.27 \times 1.4^2 = 0.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M_{\max} / W = 0.25 \times 10^6 / 4490 = 55.52 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、挠度验算

$$v_{\max} = 0.677 q' l_a^4 / (100EI) = 0.677 \times 0.93 \times 1400^4 / (100 \times 206000 \times 107800) = 1.085 \text{ mm}$$

$$v_{\max} = 1.085 \text{ mm} \leq [v] = \min[l_a / 150, 10] = \min[1400 / 150, 10] = 9.33 \text{ mm}$$

满足要求！

3、支座反力计算

承载力极限状态

$$R_{\max} = 1.1q l_a = 1.1 \times 1.27 \times 1.4 = 1.96 \text{ kN}$$

正常使用极限状态

$$R_{\max}' = 1.1q' l_a = 1.1 \times 0.93 \times 1.4 = 1.43 \text{ kN}$$

四、横向水平杆验算

承载力极限状态

$$\text{由上节可知 } F_1 = R_{\max} = 1.96 \text{ kN}$$

$$q = 1.2 \times 0.033 = 0.04 \text{ kN/m}$$

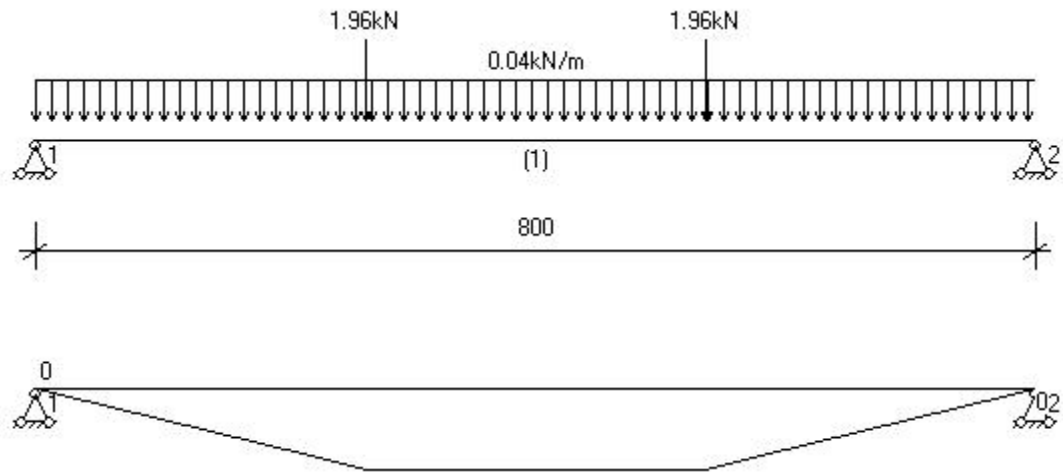
正常使用极限状态

$$\text{由上节可知 } F_1' = R_{\max}' = 1.43 \text{ kN}$$

$$q' = 0.033 \text{ kN/m}$$

1、抗弯验算

计算简图如下：



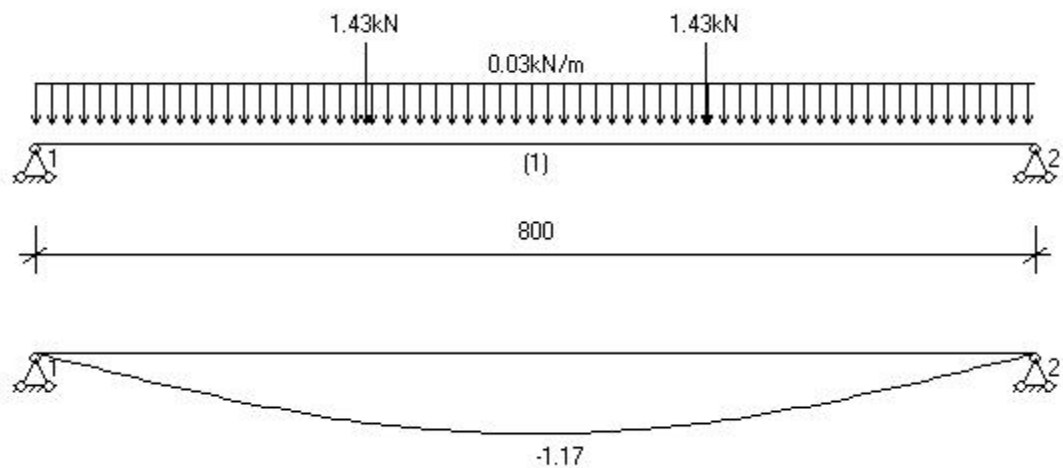
弯矩图 (kN · m)

$$\sigma = M_{\max} / W = 0.52 \times 10^6 / 4490 = 115.96 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、挠度验算

计算简图如下：



变形图 (mm)

$$v_{\max} = 1.17 \text{ mm} \leq [v] = \min[l_b/150, 10] = \min[800/150, 10] = 5.33 \text{ mm}$$

满足要求！

3、支座反力计算

承载能力极限状态

$$R_{\max}=1.98\text{kN}$$

五、扣件抗滑承载力验算

横杆与立杆连接方式	单扣件	扣件抗滑移折减系数	0.7
-----------	-----	-----------	-----

扣件抗滑承载力验算：

$$\text{纵向水平杆：} R_{\max}=1.96/2=0.98\text{kN}\leq R_c=0.7\times 8=5.6\text{kN}$$

$$\text{横向水平杆：} R_{\max}=1.98\text{kN}\leq R_c=0.7\times 8=5.6\text{kN}$$

满足要求！

六、荷载计算

脚手架搭设高度H	18	双立杆计算高度 H_l	18
脚手架钢管类型	$\Phi 48\times 3$	每米立杆承受结构自重标准值 gk (kN/m)	0.12

立杆静荷载计算

1、立杆承受的结构自重标准值 N_{G1k}

$$\text{双外立杆：} N_{G1k}=(gk+0.033+l_a\times n/2\times 0.033/h)\times H_l=(0.12+0.033+1.4\times 2/2\times 0.033/1.8)\times 18=3.23\text{kN}$$

$$\text{双内立杆：} N_{GS1k}=3.23\text{kN}$$

2、脚手板的自重标准值 N_{G2k1}

$$\text{双外立杆：} N_{GS2k1}=H_l/h\times l_a\times l_b\times G_{kjb}\times 1/1/2=18/1.8\times 1.4\times 0.8\times 0.35\times 1/1/2=1.96\text{kN}$$

$$\text{双内立杆：} N_{GS2k1}=1.96\text{kN}$$

3、栏杆与挡脚板自重标准值 N_{G2k2}

$$\text{双外立杆：} N_{GS2k2}=H_l/h\times l_a\times G_{kdb}\times 1/5=18/1.8\times 1.4\times 0.17\times 1/5=0.48\text{kN}$$

4、围护材料的自重标准值 N_{G2k3}

$$\text{双外立杆：} N_{GS2k3}=G_{kmw}\times l_a\times H_l=0.01\times 1.4\times 18=0.25\text{kN}$$

构配件自重标准值 N_{G2k} 总计

$$\text{双外立杆：} N_{GS2k}=N_{GS2k1}+N_{GS2k2}+N_{GS2k3}=1.96+0.48+0.25=2.69\text{kN}$$

$$\text{双内立杆：} N_{GS2k}=N_{GS2k1}=1.96\text{kN}$$

立杆施工活荷载计算

$$\text{外立杆：} N_{Q1k}=l_a\times l_b\times (n_{jj}\times G_{kjj})/2=1.4\times 0.8\times (1\times 3)/2=1.68\text{kN}$$

$$\text{内立杆：} N_{Q1k}=1.68\text{kN}$$

组合风荷载作用下单立杆轴向力:

$$\text{双外立杆: } N_s = 1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k} = 1.2 \times (3.23 + 2.69) + 0.9 \times 1.4 \times 1.68 = 9.21 \text{ kN}$$

$$\text{双内立杆: } N_s = 1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k} = 1.2 \times (3.23 + 1.96) + 0.9 \times 1.4 \times 1.68 = 8.34 \text{ kN}$$

七、立杆稳定性验算

脚手架搭设高度H	18	双立杆计算高度H _l	18
双立杆受力不均匀系数K _s	0.6	立杆计算长度系数μ	1.5
立杆截面抵抗矩W (mm ³)	4490	立杆截面回转半径i (mm)	15.9
立杆抗压强度设计值[f] (N/mm ²)	205	立杆截面面积A (mm ²)	424
连墙件布置方式	两步三跨		

1、立杆长细比验算

$$\text{立杆计算长度 } l_0 = K \mu h = 1 \times 1.5 \times 1.8 = 2.7 \text{ m}$$

$$\text{长细比 } \lambda = l_0 / i = 2.7 \times 10^3 / 15.9 = 169.81 \leq 210$$

轴心受压构件的稳定系数计算:

$$\text{立杆计算长度 } l_0 = k \mu h = 1.155 \times 1.5 \times 1.8 = 3.12 \text{ m}$$

$$\text{长细比 } \lambda = l_0 / i = 3.12 \times 10^3 / 15.9 = 196.13$$

查《规范》表A得, $\phi = 0.188$

满足要求!

2、立杆稳定性验算

不组合风荷载作用

$$\text{双立杆的轴心压力设计值 } N_s = 1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + 1.4 \times N_{Q1k} = 1.2 \times (3.23 + 2.69) + 1.4 \times 1.68 = 9.45 \text{ kN}$$

$$\sigma = K_s N_s / (\phi A) = 0.6 \times 9448.32 / (0.188 \times 424) = 71.12 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求!

组合风荷载作用

$$\text{双立杆的轴心压力设计值 } N_s = 1.2 \times (N_{GS1k} + N_{GS2k}) + 0.9 \times 1.4 \times N_{Q1k} = 1.2 \times (3.23 + 2.69) + 0.9 \times 1.4 \times 1.68 = 9.21 \text{ kN}$$

$$M_{ws} = 0.9 \times 1.4 \times M_{wk} = 0.9 \times 1.4 \times \omega_k l_a h^2 / 10 = 0.9 \times 1.4 \times 0.38 \times 1.4 \times 1.8^2 / 10 = 0.22 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = K_s (N_s / (\phi A) + M_w / W) = 0.6 \times (9213.12 / (0.188 \times 424) + 215443.92 / 4490) = 98.14 \text{ N/mm}^2 \leq$$

$$[f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

八、连墙件承载力验算

连墙件布置方式	两步三跨	连墙件连接方式	螺栓连接
连墙件约束脚手架平面外变形轴向力 N_0 (kN)	3	连墙件计算长度 l_0 (mm)	600
连墙件截面面积 A_c (mm ²)	489	连墙件截面回转半径 i (mm)	15.8
连墙件抗压强度设计值 [f] (N/mm ²)	205	螺栓直径 d (mm)	18
螺栓抗拉强度设计值 [f _t] (N/mm ²)	170		

$$N_{lw}=1.4 \times \omega_k \times 2 \times h \times 3 \times l_a=1.4 \times 0.64 \times 2 \times 1.8 \times 3 \times 1.4=13.48\text{kN}$$

长细比 $\lambda=l_0/i=600/15.8=37.97$ ，查《规范》表A.0.6得， $\phi=0.9$

$$(N_{lw}+N_0)/(\phi A_c)=(13.48+3) \times 10^3/(0.9 \times 489)=37.32\text{N/mm}^2 \leq 0.85 \times [f]=0.85 \times 205\text{N/mm}^2=174.25\text{N/mm}^2$$

满足要求！

$$\sigma=(N_{lw}+N_0)/(\pi \times d^2/4)=(13.48+3) \times 10^3/(3.14 \times 18^2/4)=64.76\text{N/mm}^2 \leq f_t=170\text{N/mm}^2$$

满足要求！

悬挑梁验算

一、基本参数

悬挑方式	普通主梁悬挑	主梁间距 (mm)	1400
主梁与建筑物连接方式	平铺在楼板上	锚固点设置方式	U型锚固螺栓
锚固螺栓直径 d (mm)	16	主梁建筑物外悬挑长度 L_x (mm)	1200
主梁外锚固点到建筑物边缘的距离 a (mm)	100	主梁建筑物内锚固长度 L_m (mm)	1800
梁/楼板混凝土强度等级	C30	混凝土与螺栓表面的容许粘结强度 $[\tau_b]$ (N/mm ²)	2.5

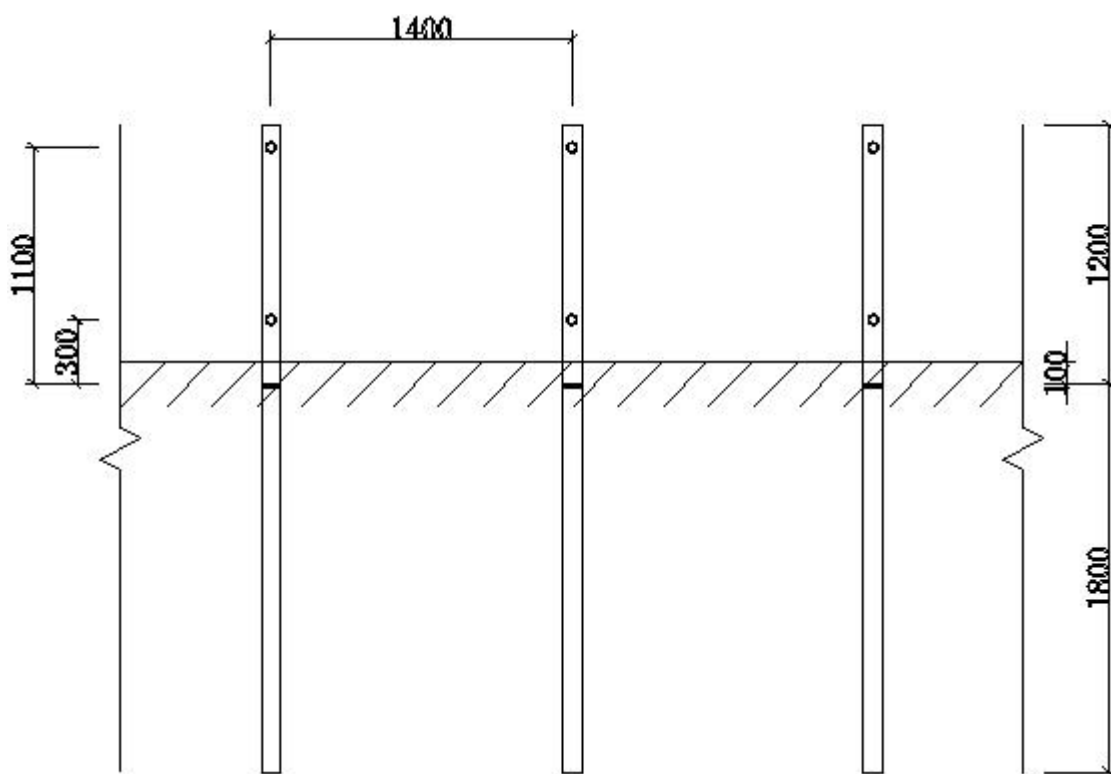
锚固螺栓抗拉强度设计值 [f _t] (N/mm ²)	215
---	-----

二、荷载布置参数

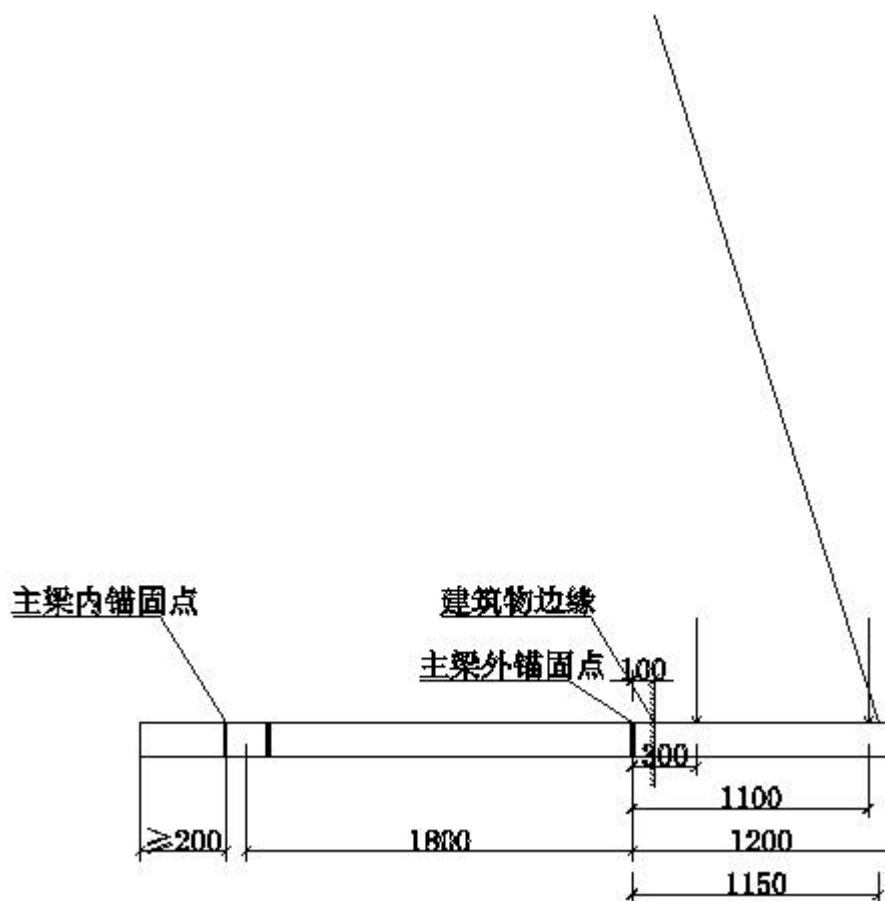
支撑点号	支撑方式	距主梁外锚固点 水平距离 (mm)	支撑件上下固定 点的垂直距离 L ₁ (mm)	支撑件上下固定 点的水平距离 L ₂ (mm)	是否参与计算
1	上拉	1150	3300	1050	否

作用点号	各排立杆传至梁上荷载 F (kN)	各排立杆距主梁外锚固点水平距 离 (mm)	主梁间距l _a (mm)
1	9.45	300	1400
2	9.45	1100	1400

附图如下：



平面图



立面图

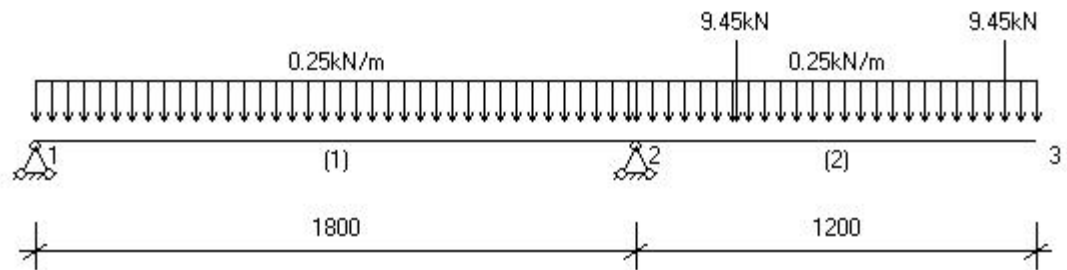
三、主梁验算

主梁材料类型	工字钢	主梁合并根数 n_z	1
主梁材料规格	16号工字钢	主梁截面积 A (cm ²)	26.1
主梁截面惯性矩 I_x (cm ⁴)	1130	主梁截面抵抗矩 W_x (cm ³)	141
主梁自重标准值 g_k (kN/m)	0.205	主梁材料抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	215
主梁材料抗剪强度设计值 [τ] (N/mm ²)	125	主梁弹性模量 E (N/mm ²)	206000

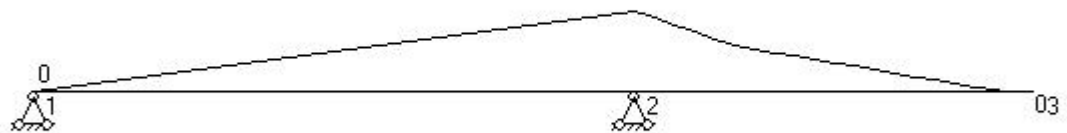
$$q = 1.2 \times g_k = 1.2 \times 0.205 = 0.25 \text{ kN/m}$$

$$\text{第1排: } F_1 = F_1 / n_z = 9.45 / 1 = 9.45 \text{ kN}$$

$$\text{第2排: } F_2 = F_2 / n_z = 9.45 / 1 = 9.45 \text{ kN}$$



1、强度验算

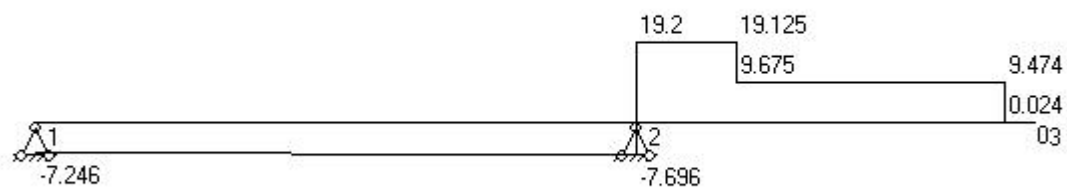


弯矩图(kN·m)

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W = 13.45 \times 10^6 / 141000 = 95.37 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 215 \text{ N/mm}^2$$

符合要求!

2、抗剪验算



剪力图(kN)

$$\tau_{\max} = Q_{\max} / (8I_z \delta) [bh_0^2 - (b - \delta)h^2] = 19.2 \times 1000 \times [88 \times 160^2 - (88 - 6) \times 140.2^2] / (8 \times 11300000 \times 6) = 22.69 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = 22.69 \text{ N/mm}^2 \leq [\tau] = 125 \text{ N/mm}^2$$

符合要求!

3、挠度验算



变形图 (mm)

$$v_{\max} = 6.42 \text{ mm} \leq [\nu] = 2 \times l_x / 250 = 2 \times 1200 / 250 = 9.6 \text{ mm}$$

符合要求!

4、支座反力计算

$$R_1 = -7.25 \text{ kN}, R_2 = 26.9 \text{ kN}$$

四、悬挑主梁整体稳定性验算

$$\text{主梁轴向力: } N = [0] / n_z = [0] / 1 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{压弯构件强度: } \sigma_{\max} = M_{\max} / (\gamma W) + N / A = 13.45 \times 10^6 / (1.05 \times 141 \times 10^3) + 0 \times 10^3 / 2610 = 90.83 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 215 \text{ N/mm}^2$$

符合要求!

受弯构件整体稳定性分析:

其中 ϕ_b —— 均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数:

查表《钢结构设计规范》(GB50017-2003) 得, $\phi_b = 2.8$

由于 ϕ_b 大于 0.6, 根据《钢结构设计规范》(GB50017-2003) 附表 B, 得到 ϕ_b 值为 0.97。

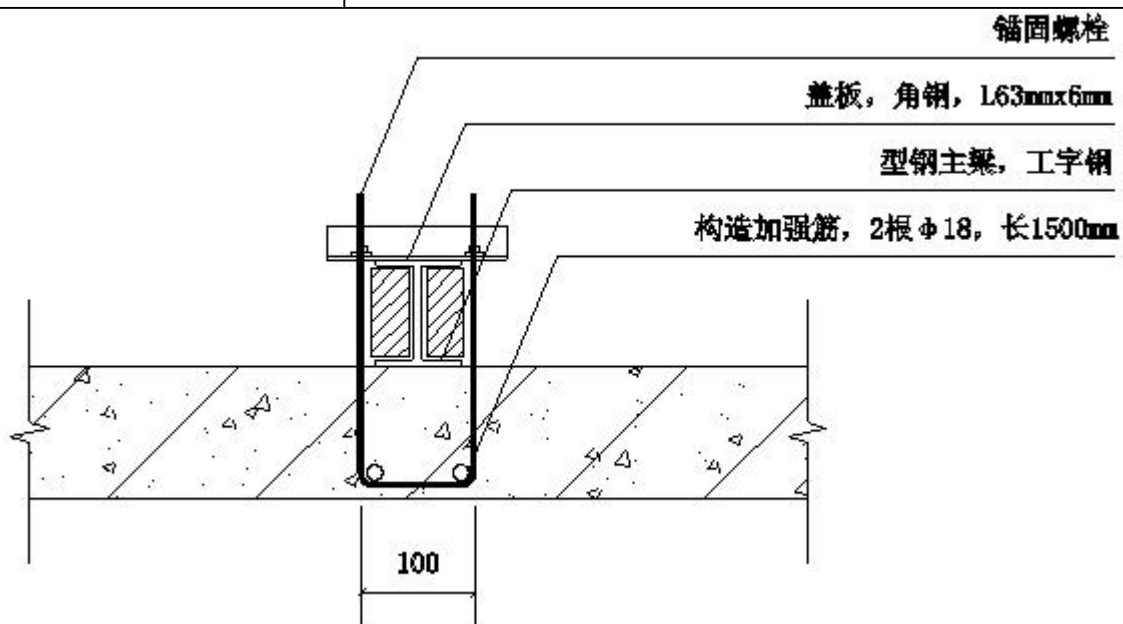
$$\sigma = M_{\max} / (\phi_b W_x) = 13.45 \times 10^6 / (0.97 \times 141 \times 10^3) = 98.4 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 215 \text{ N/mm}^2$$

符合要求!

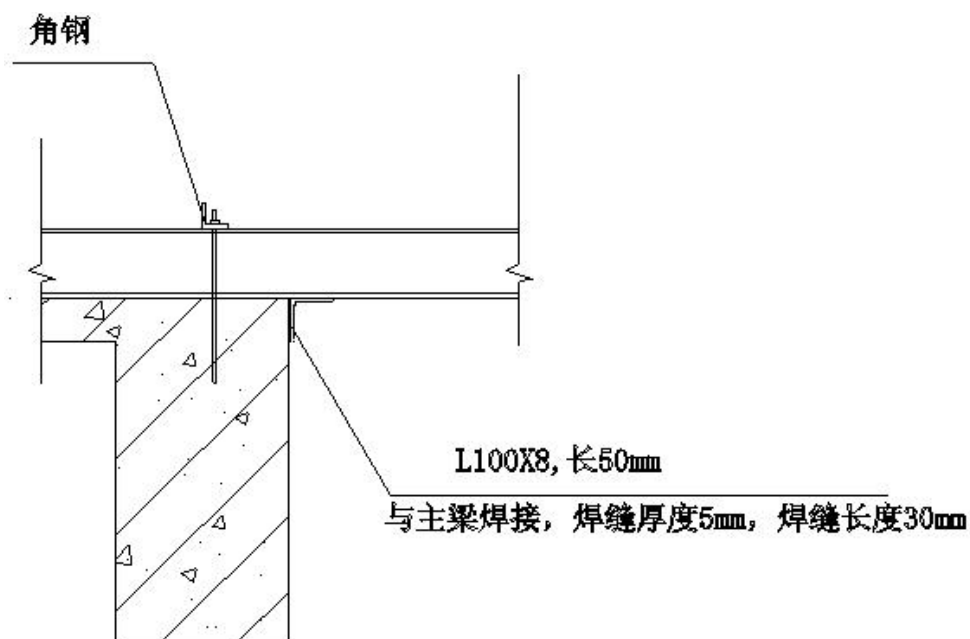
五、锚固段与楼板连接的计算

主梁与建筑物连接方式	平铺在楼板上	锚固点设置方式	U型锚固螺栓
U型锚固螺栓直径d(mm)	16	主梁建筑物内锚固长度 L_a (mm)	1800
梁/楼板混凝土强度等级	C30	混凝土与螺栓表面的容许粘结强度 $[\tau_b]$ (N/mm ²)	2.5

锚固螺栓抗拉强度设计值 [f _t] (N/mm ²)	215
---	-----



锚固螺栓1



锚固螺栓2

1、螺栓粘结力锚固强度计算

锚固点锚固螺栓受力: $N/2 = 3.62\text{kN}$

螺栓锚固深度: $h \geq N / (4 \times \pi \times d \times [\tau_b]) = 7.25 \times 10^3 / (4 \times 3.14 \times 16 \times 2.5) = 14.42\text{mm}$

螺栓验算:

$$\sigma = N / (4 \times \pi \times d^2 / 4) = 7.25 \times 10^3 / (4 \times \pi \times 16^2 / 4) = 9.01\text{kN/mm}^2 \leq 0.85 \times [f_t] = 182.75\text{N/mm}^2$$

符合要求！

2、混凝土局部承压计算如下

混凝土的局部挤压强度设计值：

$$f_{cc}=0.95\times f_c=0.95\times 14.3=13.58\text{N/mm}^2$$

$$N/2 = 3.62\text{kN} \leq 2\times (b^2 - \pi d^2/4) \times f_{cc} = 2\times (80^2 - 3.14\times 16^2/4) \times 13.58/1000 = 168.43\text{kN}$$

注：锚板边长b一般按经验确定，不作计算，此处 $b=5d=5\times 16=80\text{mm}$

符合要求！