

四川烨扬企业管理有限公司油气合建站

落地式
脚手架
专项
方案

四川固伟建设工程有限公司

2023 年 5 月 1 日

四川烨扬企业管理有限公司油气合建站

落地式脚手架专项方案

编制人：_____

审核人：_____

2023 年 5 月 1 日

目 录

一、工程概况	2
二、总体筹划及施工部署	2
三、搭设流程及施工工艺	3
钢管落地脚手架	3
四、材料选择及构造要求	8
钢管落地脚手架	10
五、劳动力安排	11
六、脚手架检查与验收	12
七、脚手架搭设安全技术措施	13
普通脚手架	13
八、脚手架拆除安全技术措施	14
九、设计计算	15

脚手架专项施工方案

一、工程概况

本工程为“四川烨扬企业管理有限公司油气合建站建设项目”，建设地点位于四川省南充市阆中市江南街道阆升路，本工程面积 530 平方米。本工程结构形式为框架结构，结构设计年限为 50 年，本工程基本抗震设防烈度为 6 度。

二、总体筹划及施工部署

（一）、总体筹划

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，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 JGJ59-99 等检查标准要求，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

（二）、安全领导小组

搭设过程中，因处在施工高峰期，各施工班组在交叉作业中，故应加强安全监控力度，现场设定若干名安全监控员。水平和垂直材料运输必须设置临时警戒区域，用红白三角小旗围栏。谨防非施工人员进入。同时成立以项目经理为组长的安全领导小组以加强现场安全防护工作，本小组机构组成、人员编制及责任分工如下：

（项目经理）——组长，负责协调指挥工作；

（施工员）——组员，负责现场施工指挥，技术交底；

（安全员）——组员，负责现场安全检查工作；

（架子工班长）——组员，负责现场具体施工；

三、搭设流程及施工工艺

钢管落地脚手架

落地脚手架搭设的工艺流程为：场地平整、夯实→基础承载力实验、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→剪刀撑→连墙件→铺脚手板→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。

搭设参数表：

搭设参数	钢管落地脚手架
立杆横向间距或排距 l_b (m)	0.7
立杆纵向间距或跨距 l_a (m)	1.5
立杆步距 h (m)	1.5
脚手架计算高度 H (m)	29.55
内排架距离墙长度 a (m)	0.5
连墙件设置	三步三跨，扣件连接

1、地基基础

本工程脚手架立杆基础为 C10 混凝土整板，整板混凝土强度经计算能够满足承载脚手架传递荷载（具体计算数据参阅脚手架计算书）。脚手架搭设时应在立杆底部铺设垫板，要求为厚度不小于 30mm 的模板或则采用木方等，严禁立杆直接落在板表面上，垫板与板表面接触密实。板上不得有重型施工机械，同时应保证板表面整洁干净，积水应及时清理。

2、立杆设置

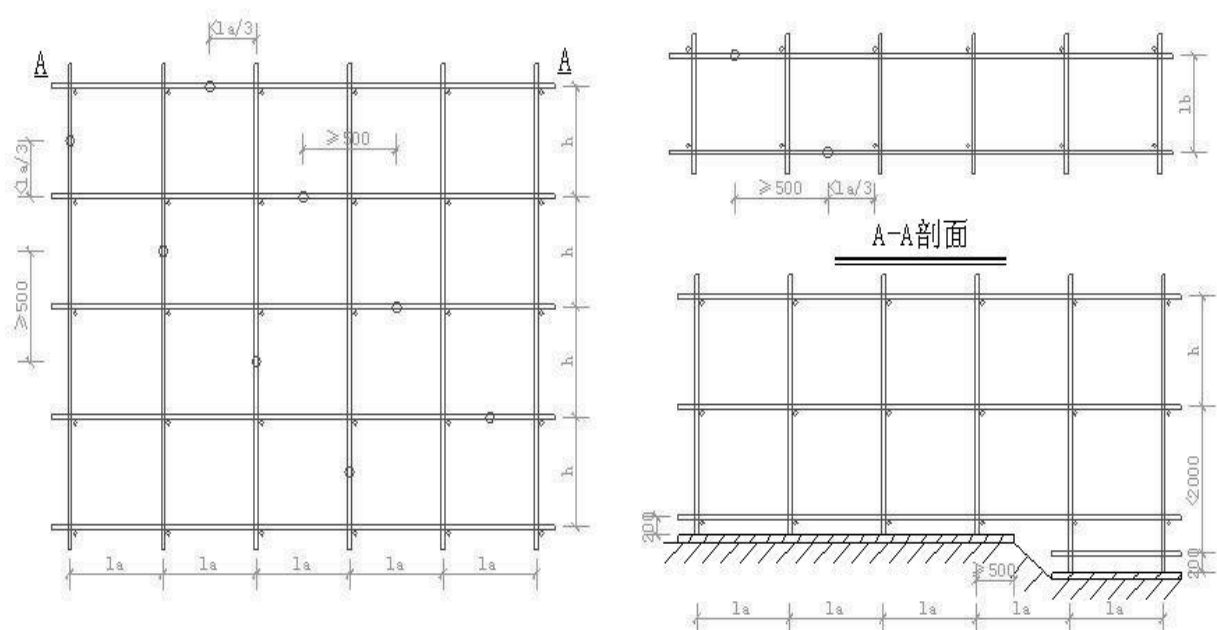
立杆采用对接接头连接，立杆与大横杆采用直角扣件连接。接头

位置交错布置，两个相邻立杆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 50cm；各接头中心距主节点的距离不大于 60cm，采用搭接连接时，搭接部位结扎不少于 2 道。

上部单立杆与下部双立杆交接处，采用单立杆与双立杆之中的一根对接连接。主立杆与辅立杆采用旋转扣件连接，扣件数量不应少于 2 个。立杆底部应设置垫木，并设置纵横方向扫地杆，连接于立脚点杆上，离底座 20cm 左右。

立杆的垂直偏差应控制在不大于架高的 1/400。

立杆及纵横向水平杆构造要求见下图：



脚手架必须设置纵横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上皮不大于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上时，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按上表步距取值，以便立网挂设，大横杆置于立杆里面，每侧外伸长度为 150mm 左右。

(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。

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。

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 12-14#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

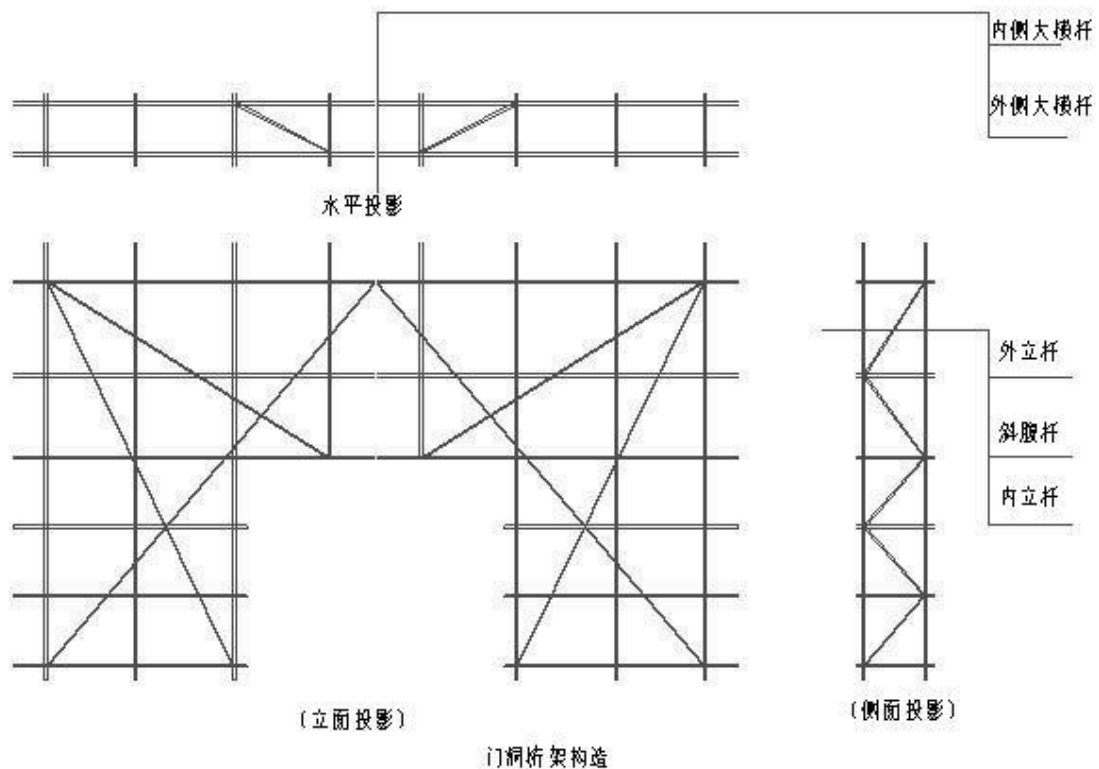
(1) 脚手架外侧使用建设主管部门认证的合格绿色密目式安全网封闭，且将安全网固定在脚手架外立杆里侧。

(2) 选用 18 铅丝张挂安全网，要求严密、平整。

(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：



6、连墙件

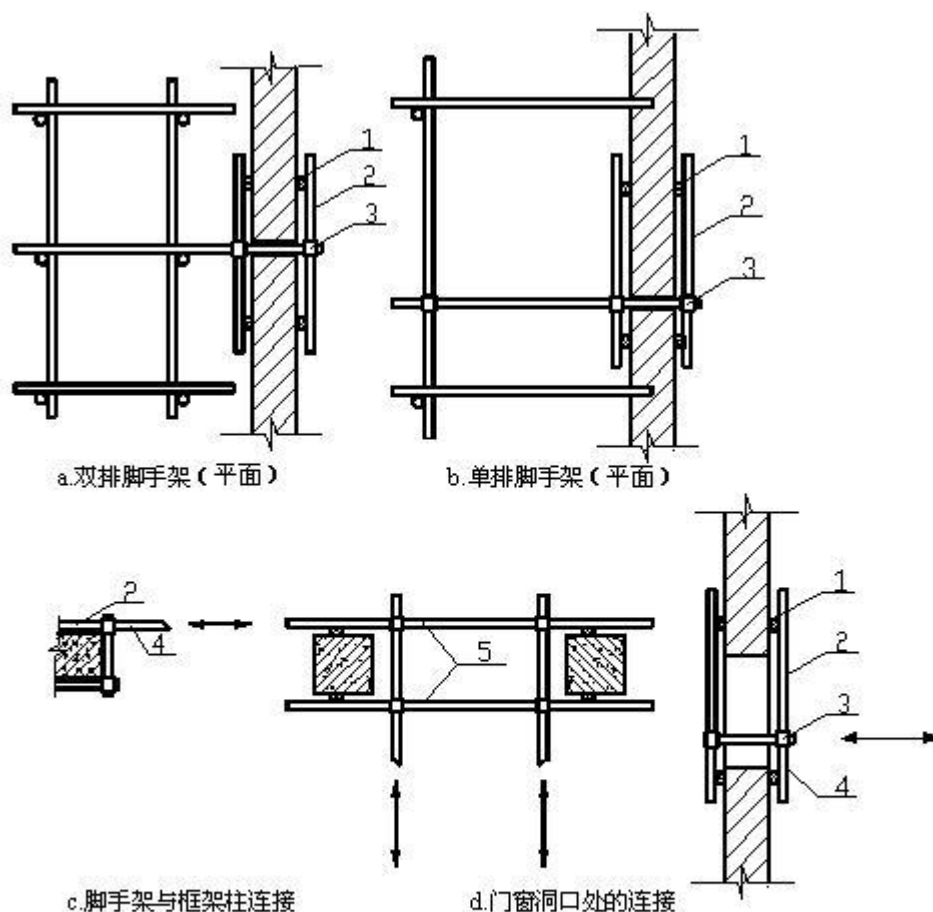
(1) 脚手架与建筑物按计算书中连墙件布置要求设拉结点。楼层高度超过 4m，则在水平方向加密，如楼层高度超过 6m 时，则按水平方向每 6m 设置一道斜拉钢丝绳。

(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。

(5) 连墙件构造示意图



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

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。

四、材料选择及构造要求

1、脚手架钢材强度等级 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。钢管螺栓拧紧力矩达 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。

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，以及由相关建筑安全监督管理部门发放的准用证。

6、连墙件材料采用钢管，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。

钢管落地脚手架

搭设脚手架的钢管钢材强度等级为 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。

扣件为可锻铸造扣件，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。钢管螺栓拧紧力矩达 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。

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。

主要材料参数表：

材料名称	钢管落地脚手架
钢管	$\Phi 48 \times 3.5$
扣件	配套
连墙件	三步三跨，扣件连接

脚手扳	竹夹板
安全网	密目安全网

五、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按下表配置人力资源，操作工均有上岗作业证书。

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

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

（一）、劳动力安排表

工种	人数
技术管理	2
安全监督	1
质量检查	1
测量放线	3
架子工	8

（二）、机具配备

机具名称	数量	备注
架子扳手	10 把	架子工搭设和拆除架子用
力矩扳手	2 把	检查架子扣件拧

		紧力度是否达到要求
倒链	2 把	调整架子水平弯曲度

六、脚手架检查与验收

1、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、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) 根据编制依据相关文件法规要求所形成的施工组织设计文件；

(2) 脚手架构配件的出厂合格证或质量分类合格标志；

(3) 脚手架工程的施工记录及质量检查记录；

(4) 脚手架搭设过程中出现的重要问题及处理记录，

(5) 脚手架工程的施工验收报告。

4、脚手架工程的验收，除查验有关文件外，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。

七、脚手架搭设安全技术措施

普通脚手架

1、钢管架应设置避雷针，分置于主楼外架四角立杆之上，并联通大横杆，形成避雷网络，并检测接地电阻不大于 $30\ \Omega$ 。

2、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。

3、定期检查脚手架，发现问题和隐患，在施工作业前及时维修加固，以达到坚固稳定，确保施工安全。

4、外脚手架严禁钢竹、钢木混搭，禁止扣件、绳索、铁丝、竹篾、塑料篾混用。

5、外脚手架搭设人员必须持证上岗，并正确使用安全帽、安全带、穿防滑鞋。

6、严禁脚手板存在探头板，铺设脚手板以及多层作业时，应尽量使施工荷载内、外传递平衡。

7、保证脚手架体的整体性，不得与井架、升降机一并拉结，不得截断架体。

8、结构外脚手架每支搭一层，支搭完毕后，经项目部安全员验收合格后方可使用。任何班组长和个人，未经同意不得任意拆除脚手架部件。

9、严格控制施工荷载，脚手板不得集中堆料施荷，施工荷载不得大于 3kN/m^2 ，确保较大安全储备。

10、结构施工时不允许多层同时作业，装修施工时同时作业层数不超过两层，临时性用的悬挑架的同时作业层数不超过两层。

11、当作业层高出其下连墙件 3.6m 以上、且其上尚无连墙件时，应采取适当的临时撑拉措施。

12、各作业层之间设置可靠的防护栅栏，防止坠落物体伤人。

八、脚手架拆除安全技术措施

1、拆架前，全面检查拟拆脚手架，根据检查结果，拟订出作业计划，报请批准，进行技术交底后才准工作。作业计划一般包括：拆架的步骤和方法、安全措施、材料堆放地点、劳动组织安排等。

2、拆架时应划分作业区，周围设绳绑围栏或竖立警戒标志，地面应设专人指挥，禁止非作业人员进入。

3、拆架的高处作业人员应戴安全帽、系安全带、扎裹腿、穿软底防滑鞋。

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

5、拆立杆时，要先抱住立杆再拆开最后两个扣，拆除大横杆、斜撑、剪刀撑时，应先拆除中间扣件，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，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。

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

14、如遇强风、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从高处坠落伤人。

九、设计计算

钢管落地脚手架 计算书

（一）、参数信息：

1. 脚手架参数

双排脚手架搭设高度为 29.6 m，立杆采用单立杆；

搭设尺寸为：横距 L_b 为 0.7m，纵距 L_a 为1.5m，大小横杆的步距为1.5 m；

内排架距离墙长度为0.50m；

小横杆在上，搭接在大横杆上的小横杆根数为 2 根；
采用的钢管类型为 $\Phi 48 \times 3.5$ ；
横杆与立杆连接方式为单扣件；
连墙件采用三步三跨，竖向间距 4.5 m，水平间距 4.5 m，采用扣件连接；
连墙件连接方式为双扣件；

2. 活荷载参数

施工均布活荷载标准值: 2.000 kN/m^2 ；脚手架用途: 装修脚手架；
同时施工层数: 1 层；

3. 风荷载参数

本工程地处陕西榆林市，基本风压 0.35 kN/m^2 ；
风荷载高度变化系数 μ_z ，计算连墙件强度时取 0.92，计算立杆稳定性时取 0.74，风荷载体型系数 μ_s 为 0.229；

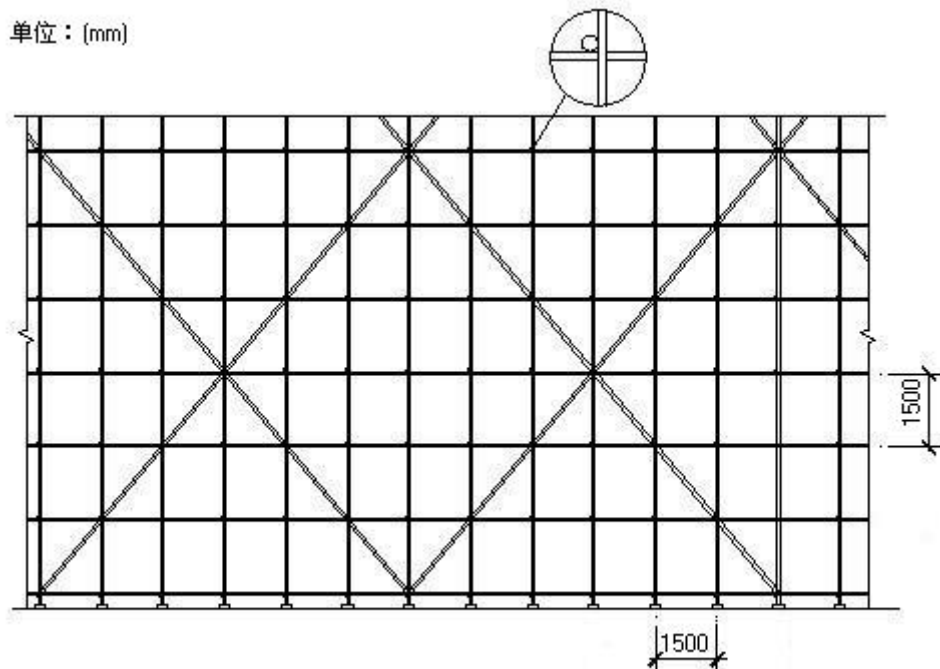
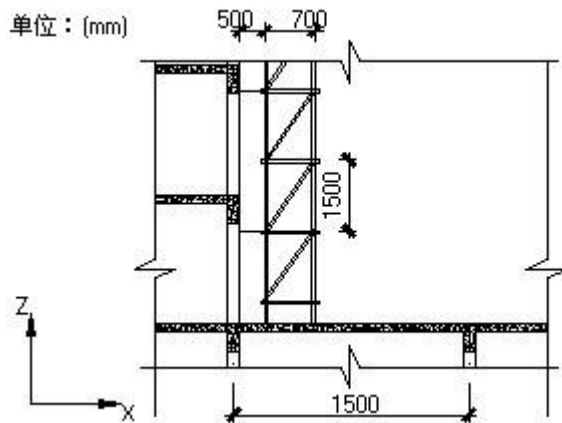
4. 静荷载参数

每米立杆承受的结构自重标准值 (kN/m): 0.1394；
脚手板自重标准值 (kN/m^2): 0.350；栏杆挡脚板自重标准值 (kN/m): 0.150；
安全设施与安全网 (kN/m^2): 0.005；
脚手板类别: 竹夹板；栏杆挡板类别: 竹笆片脚手板挡板；
每米脚手架钢管自重标准值 (kN/m): 0.038；
脚手板铺设总层数: 2；

5. 承重混凝土板参数

板类型: 单向板；
板单元计算跨度 L_0 (m): 1.5m；计算跨数: 3跨；
板厚度 h (mm): 120；混凝土成型龄期 T_B (天): 28；
混凝土强度等级: [X_B=C25]；混凝土强度实测值 f_{ck} (MPa): 11.9；

钢筋位置	配筋量及等级	每米宽钢筋面积 (mm^2)
板底正筋	HRB335 10@100	$A_{SY}=785$
板顶负筋	HRB335 10@100	$A_{SY}'=785$



落地脚手架正立面图

(二)、小横杆的计算：

小横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。

按照小横杆上面的脚手板和活荷载作为均布荷载计算小横杆的最大弯矩和变形。

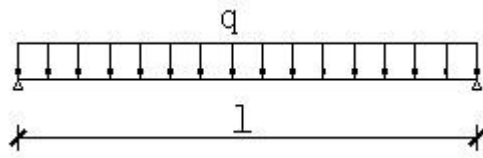
1. 均布荷载值计算

小横杆的自重标准值： $P_1 = 0.038 \text{ kN/m}$ ；

脚手板的荷载标准值： $P_2 = 0.35 \times 1.5 / 3 = 0.175 \text{ kN/m}$ ；

活荷载标准值： $Q = 2 \times 1.5 / 3 = 1 \text{ kN/m}$ ；

荷载的计算值： $q=1.2 \times 0.038+1.2 \times 0.175+1.4 \times 1 = 1.656 \text{ kN/m}$;



小横杆计算简图

2. 强度计算

最大弯矩考虑为简支梁均布荷载作用下的弯矩，

计算公式如下：

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

最大弯矩 $M_{q_{\max}} = 1.656 \times 0.7^2/8 = 0.101 \text{ kN} \cdot \text{m}$;

最大应力计算值 $\sigma = M_{q_{\max}}/W = 19.967 \text{ N/mm}^2$;

小横杆的最大弯曲应力 $\sigma = 19.967 \text{ N/mm}^2$ 小于 小横杆的抗压强度设计值 $[f]=205 \text{ N/mm}^2$ ，满足要求！

3. 挠度计算：

最大挠度考虑为简支梁均布荷载作用下的挠度

荷载标准值 $q=0.038+0.175+1 = 1.213 \text{ kN/m}$ ；

$$v_{q_{\max}} = 5ql^4/384EI$$

最大挠度 $v = 5.0 \times 1.213 \times 700^4 / (384 \times 2.06 \times 10^5 \times 121900) = 0.151 \text{ mm}$;

小横杆的最大挠度 0.151 mm 小于 小横杆的最大容许挠度 $700 / 150 = 4.667$ 与 10 mm ，满足要求！

（三）、大横杆的计算：

大横杆按照三跨连续梁进行强度和挠度计算，小横杆在大横杆的上面。

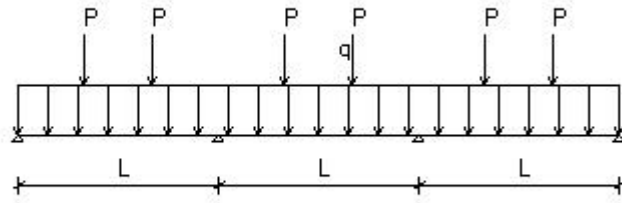
1. 荷载值计算

小横杆的自重标准值： $P_1 = 0.038 \times 0.7 = 0.027 \text{ kN}$;

脚手板的荷载标准值： $P_2 = 0.35 \times 0.7 \times 1.5/3 = 0.122 \text{ kN}$;

活荷载标准值： $Q = 2 \times 0.7 \times 1.5/3 = 0.7 \text{ kN}$;

荷载的设计值： $P=(1.2 \times 0.027+1.2 \times 0.122+1.4 \times 0.7) / 2=0.58 \text{ kN}$ ；



大横杆计算简图

2. 强度验算

最大弯矩考虑为大横杆自重均布荷载与小横杆传递荷载的设计值最不利分配的弯矩和。

$$M_{\max} = 0.08ql^2$$

均布荷载最大弯矩计算： $M_{1\max}=0.08 \times 0.038 \times 1.5 \times 1.5=0.007 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

集中荷载最大弯矩计算公式如下：

$$M_{p\max} = 0.267Pl$$

集中荷载最大弯矩计算： $M_{2\max}=0.267 \times 0.58 \times 1.5= 0.232 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

$$M = M_{1\max} + M_{2\max} = 0.007+0.232=0.239 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

最大应力计算值 $\sigma = 0.239 \times 10^6 / 5080 = 47.058 \text{ N/mm}^2$ ；

大横杆的最大应力计算值 $\sigma = 47.058 \text{ N/mm}^2$ 小于 大横杆的抗压强度设计值 $[f]=205 \text{ N/mm}^2$ ，满足要求！

3. 挠度验算

最大挠度考虑为大横杆自重均布荷载与小横杆传递荷载的设计值最不利分配的挠度和, 单位: mm；

均布荷载最大挠度计算公式如下：

$$v_{\max} = 0.677ql^4/100EI$$

大横杆自重均布荷载引起的最大挠度：

$$v_{\max} = 0.677 \times 0.038 \times 1500^4 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 121900) = 0.052 \text{ mm}；$$

集中荷载最大挠度计算公式如下：

$$v_{pmax} = 1.883Pl^3/100EI$$

集中荷载标准值最不利分配引起的最大挠度：

小横杆传递荷载 $P = (0.027 + 0.122 + 0.7) / 2 = 0.425 \text{ kN}$

$$v = 1.883 \times 0.425 \times 1500^3 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 121900) = 1.075 \text{ mm};$$

最大挠度和： $v = v_{max} + v_{pmax} = 0.052 + 1.075 = 1.127 \text{ mm}$ ；

大横杆的最大挠度 1.127 mm 小于 大横杆的最大容许挠度 $1500 /$

$150 = 10$ 与 10 mm ，满足要求！

（四）、扣件抗滑力的计算：

按规范表5.1.7, 直角、旋转单扣件承载力取值为 8.00 kN ，该工程实际的旋转单扣件承载力取值为 8.00 kN 。

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算（《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》5.2.5）：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00 kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

小横杆的自重标准值： $P_1 = 0.038 \times 0.7 \times 2 / 2 = 0.027 \text{ kN}$ ；

大横杆的自重标准值： $P_2 = 0.038 \times 1.5 = 0.058 \text{ kN}$ ；

脚手板的自重标准值： $P_3 = 0.35 \times 0.7 \times 1.5 / 2 = 0.184 \text{ kN}$ ；

活荷载标准值： $Q = 2 \times 0.7 \times 1.5 / 2 = 1.05 \text{ kN}$ ；

荷载的设计值： $R = 1.2 \times (0.027 + 0.058 + 0.184) + 1.4 \times 1.05 = 1.792 \text{ kN}$ ；

$R < 8.00 \text{ kN}$ ，单扣件抗滑承载力的设计计算满足要求！

（五）、脚手架立杆荷载计算：

作用于脚手架的荷载包括静荷载、活荷载和风荷载。静荷载标准值包括以下内容：

(1) 每米立杆承受的结构自重标准值，为 0.1394 kN/m

$$N_{G1} = [0.1394 + (0.70 \times 2 / 2) \times 0.038 / 1.50] \times 29.55 = 4.649 \text{ kN};$$

(2) 脚手板的自重标准值；采用竹夹板，标准值为 0.35 kN/m^2

$$N_{G2} = 0.35 \times 2 \times 1.5 \times (0.7 + 0.5) / 2 = 0.63 \text{ kN};$$

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

$$N_{G3} = 0.15 \times 2 \times 1.5 / 2 = 0.225 \text{ kN};$$

(4) 吊挂的安全设施荷载，包括安全网:0.005 kN/m²

$$N_{G4} = 0.005 \times 1.5 \times 29.55 = 0.222 \text{ kN};$$

经计算得到，静荷载标准值

$$N_G = N_{G1} + N_{G2} + N_{G3} + N_{G4} = 5.725 \text{ kN};$$

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

$$N_Q = 2 \times 0.7 \times 1.5 \times 1/2 = 1.05 \text{ kN};$$

考虑风荷载时，立杆的轴向压力设计值为

$$N = 1.2 N_G + 0.85 \times 1.4 N_Q = 1.2 \times 5.725 + 0.85 \times 1.4 \times 1.05 = 8.12 \text{ kN};$$

不考虑风荷载时，立杆的轴向压力设计值为

$$N' = 1.2 N_G + 1.4 N_Q = 1.2 \times 5.725 + 1.4 \times 1.05 = 8.341 \text{ kN};$$

(六)、立杆的稳定性计算:

风荷载标准值按照以下公式计算

$$W_k = 0.7 \mu_z \cdot \mu_s \cdot \omega_0$$

其中 ω_0 —— 基本风压 (kN/m²)，按照《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001) 的规定采用： $\omega_0 = 0.35 \text{ kN/m}^2$;

μ_z —— 风荷载高度变化系数，按照《建筑结构荷载规范》

(GB50009-2001) 的规定采用： $\mu_z = 0.74$;

μ_s —— 风荷载体型系数：取值为0.229;

经计算得到，风荷载标准值为：

$$W_k = 0.7 \times 0.35 \times 0.74 \times 0.229 = 0.042 \text{ kN/m}^2;$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 为：

$$M_w = 0.85 \times 1.4 W_k L_a h^2 / 10 = 0.85 \times 1.4 \times 0.042 \times 1.5 \times 1.5^2 / 10 = 0.017 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式

$$\sigma = N / (\phi A) + M_w / W \leq [f]$$

立杆的轴心压力设计值 : $N = 8.120 \text{ kN}$;

不考虑风荷载时,立杆的稳定性计算公式

$$\sigma = N/(\phi A) \leq [f]$$

立杆的轴心压力设计值 : $N = N' = 8.341 \text{ kN}$;

计算立杆的截面回转半径 : $i = 1.58 \text{ cm}$;

计算长度附加系数参照《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》

(JGJ130-2001)表5.3.3得 : $k = 1.155$;

计算长度系数参照《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》

(JGJ130-2001)表5.3.3得 : $\mu = 1.7$;

计算长度 ,由公式 $l_0 = \mu i h$ 确定: $l_0 = 2.945 \text{ m}$;

长细比: $L_0/i = 186$;

轴心受压立杆的稳定系数 ϕ ,由长细比 l_0/i 的结果查表得到 : $\phi = 0.207$

立杆净截面面积 : $A = 4.89 \text{ cm}^2$;

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

钢管立杆抗压强度设计值 : $[f] = 205 \text{ N/mm}^2$;

考虑风荷载时

$$\sigma = 8120.017/(0.207 \times 489) + 16674.546/5080 = 83.501 \text{ N/mm}^2$$

立杆稳定性计算 $\sigma = 83.501 \text{ N/mm}^2$ 小于 立杆的抗压强度设计值 $[f] = 205 \text{ N/mm}^2$, 满足要求!

不考虑风荷载时

$$\sigma = 8340.517/(0.207 \times 489) = 82.397 \text{ N/mm}^2$$

立杆稳定性计算 $\sigma = 82.397 \text{ N/mm}^2$ 小于 立杆的抗压强度设计值 $[f] = 205 \text{ N/mm}^2$, 满足要求!

(七)、最大搭设高度的计算:

按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2001)5.3.6条考虑风荷载时,采用单立管的敞开式、全封闭和半封闭的脚手架可搭设高度按下式计算:

$$H_s = [\phi A f - (1.2 N_{G2k} + 0.85 \times 1.4 (\sum N_{Qk} + M_{wk} \phi A/W))]/1.2 G_k$$

构配件自重标准值产生的轴向力 N_{G2k} (kN) 计算公式为:

$$N_{G2K} = N_{G2} + N_{G3} + N_{G4} = 1.077 \text{ kN};$$

$$\text{活荷载标准值} : N_Q = 1.05 \text{ kN};$$

$$\text{每米立杆承受的结构自重标准值} : G_k = 0.139 \text{ kN/m};$$

$$\text{计算立杆段由风荷载标准值产生的弯矩: } M_{wk} = M_w / (1.4 \times 0.85) = 0.017 / (1.4 \times 0.85) = 0.014 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

$$H_s = (0.207 \times 4.89 \times 10^{-4} \times 205 \times 10^3 - (1.2 \times 1.077 + 0.85 \times 1.4 \times (1.05 + 0.207 \times 4.89 \times 100 \times 0.014 / 5.08))) / (1.2 \times 0.139) = 106.869 \text{ m};$$

按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2001)5.3.6条脚手架搭设高度 H_s 等于或大于26米,按照下式调整且不超过50米:

$$[H] = H_s / (1 + 0.001H_s)$$

$$[H] = 106.869 / (1 + 0.001 \times 106.869) = 96.551 \text{ m};$$

$[H] = 96.551$ 和 50 比较取较小值。经计算得到,脚手架搭设高度限值 $[H] = 50 \text{ m}$ 。

脚手架单立杆搭设高度为29.55m,小于 $[H]$,满足要求!

(八)、连墙件的稳定性计算:

连墙件的轴向力设计值应按照下式计算:

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

连墙件风荷载标准值按脚手架顶部高度计算 $\mu_z = 0.92$, $\mu_s = 0.229$, $\omega_0 = 0.35$,

$$W_k = 0.7 \mu_z \cdot \mu_s \cdot \omega_0 = 0.7 \times 0.92 \times 0.229 \times 0.35 = 0.052 \text{ kN/m}^2;$$

每个连墙件的覆盖面积内脚手架外侧的迎风面积 $A_w = 20.25 \text{ m}^2$;

按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2001)5.4.1条连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力(kN), $N_0 = 5.000 \text{ kN}$;

风荷载产生的连墙件轴向力设计值(kN),按照下式计算:

$$N_{lw} = 1.4 \times W_k \times A_w = 1.463 \text{ kN};$$

连墙件的轴向力设计值 $N_l = N_{lw} + N_0 = 6.463 \text{ kN}$;

连墙件承载力设计值按下式计算:

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

其中 ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数;

由长细比 $l/i = 500/15.8$ 的结果查表得到 $\phi = 0.912$, l 为内排架距离墙的长度;

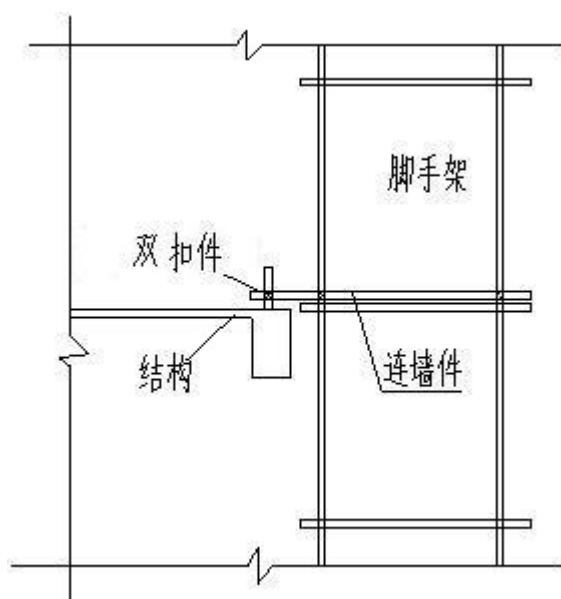
$$A = 4.89 \text{ cm}^2; [f] = 205 \text{ N/mm}^2;$$

连墙件轴向承载力设计值为 $N_f = 0.912 \times 4.89 \times 10^{-4} \times 205 \times 10^3 = 91.423 \text{ kN}$;

$N_1 = 6.463 < N_f = 91.423$, 连墙件的设计计算满足要求!

连墙件采用双扣件与墙体连接。

由以上计算得到 $N_1 = 6.463$ 小于双扣件的抗滑力 16 kN , 满足要求!



连墙件扣件连接示意图

(九)、混凝土板强度验算:

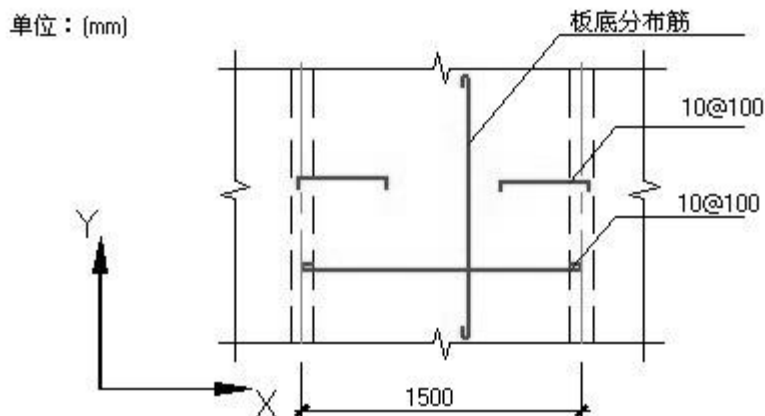
(缺乏相关规范, 仅供参考)

单根立杆传递荷载代表值 (kN): $N_L = N_G + N_Q = 5.725 + 1.05 = 6.775 \text{ kN}$;

混凝土板活荷载设计值 (kN/m^2):

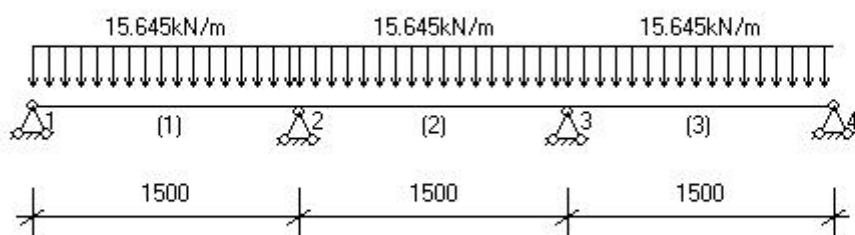
$$Q_B = 1.4 \times [2 \times N_L / (L_a \times L_b) \times (L_b \times L_a) / (0.7 \times L_a \times L_o) + Q_k] = 1.4 \times [2 \times 6.775 / (1.5 \times 0.7) \times (0.7 \times 1.5) / (0.7 \times 1.5 \times 1.5) + 0] = 12.045 \text{ kN/m}^2;$$

混凝土板恒载设计值: (kN/m^2): $G_B = 1.2 \times h_0 / 1000 \times 25 = 3.6 \text{ kN/m}^2$;



因为计算单元取连续板块其中之一，故需计算本层折算荷载组合设计值：

$F_i = G_b + Q_b = 3.6 + 12.045 = 15.645 \text{ kN/m}^2$ ；按3等跨均布荷载作用：



$$M_{\max}^+ = 2.816 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad M_{\max}^- = -3.520 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

依据《工程结构设计原理》板的正截面极限计算公式为：

$$M_u = \alpha_1 \gamma_s f_y A_s h_0$$

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - x/2) + f_y' A_s' (h_0 - \alpha_s');$$

$$M_u = f_y A_s (h_0 - \alpha_s') \quad (\text{当 } x < 2\alpha_s' \text{ 时, 采用此公式});$$

式中 M_u ——板正截面极限承载弯矩；

α_1 ——截面最大正应力值与混凝土抗压强度 f_c 的比值，低于C50混凝土 α_1 取1.0；

α_s' ——纵向受压钢筋合力点至受压区边缘的距离默认取20mm；

f_c ——混凝土抗压强度标准值，参照上述修正系数修改；

f_y' ---受压区钢筋抗拉强度标准值；

A_s' ---受压区钢筋总面积；

x ---混凝土受压区高度， $x = A_s f_y h_0 / (\alpha_1 f_c b h_0 + f_y' A_s')$

γ_s ---截面内力臂系数， $\gamma_s = 1 - 0.5 \xi$ ， $\xi = A_s f_y / (\alpha_1 b h_0)$

f_y ---钢筋抗拉强度标准值；

A_s ---受拉钢筋总面积；

h_0 ---计算单元截面有效高度，短跨方向取 $h-20\text{mm}$ ，长跨方向取 $h-30\text{mm}$ ，其中 h 是板厚；

$$[M_u^+] = 0.80 \times M_u^+ = 0.80 \times 1.00 \times \{1 - 0.5 \times [785.000 \times 300.00 / (1.00 \times 1000 \times 100 \times 11.90)]\} \times 300.000 \times 785.00 \times 100 / 1000000 = 16.976 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

$$[M_u^-] = 0.80 \times M_u^- = 0.80 \times [1.00 \times 11.900 \times 1000 \times 16.521 \times (100 - 16.521/2) + 300.000 \times 785.000 \times (100 - 20)] / 1000000 = 29.500 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

所以有： $[M_{\max}^+] < [M_u^+]$ ， $[M_{\max}^-] < [M_u^-]$ ，此混凝土板是满足承载能力要求。