

高大模板工程专项施工方案

一、概况

1)、高大模板工程概况

根据《建筑施工技术规程》(2008年合订本)江苏省工程建设标准站编,对于高大模板的定义为:凡是水平混凝土构件支撑系统高度超过8米,或跨度超过18米,施工总荷载大于10kPa,或集中荷载大于15kN/m的模板工程。

本工程结构形式复杂,高大模板工程部位较多,具体如下:

1、主剧场侧台、后台及装配厅上空梁板高支模结构概况

具体部位为: { (C-H) ~ (C-D) } / { (C-2) ~ (C-3) }、 { (A-1/7) } ~ { (C-5) } / { (B-B) ~ (B-E) }、 { (C-5) ~ (C-6) } / { (B-E) ~ (C-H) }

主剧场侧台、后台及装配厅上空板面标高为19.750米,底标高为4.00米板厚为150mm,最大梁模截面为1000×3000mm,其支撑体系高度约为15.75m,属超高模板支撑体系。

2、主剧场后台区域五层至九层排练厅上空梁板高支模结构概况

具体部位为: { (C-B) ~ (C-G) } / { (C-5) ~ (C-6) }

主剧场后台区域五层板面标高为19.75,九层板面标高为32.50米,板厚为150mm,最大梁模截面为800×2000mm,其支撑体系高度约为12.75m,属超高模板支撑体系。

3、小剧场后台区梁板高支模结构概况

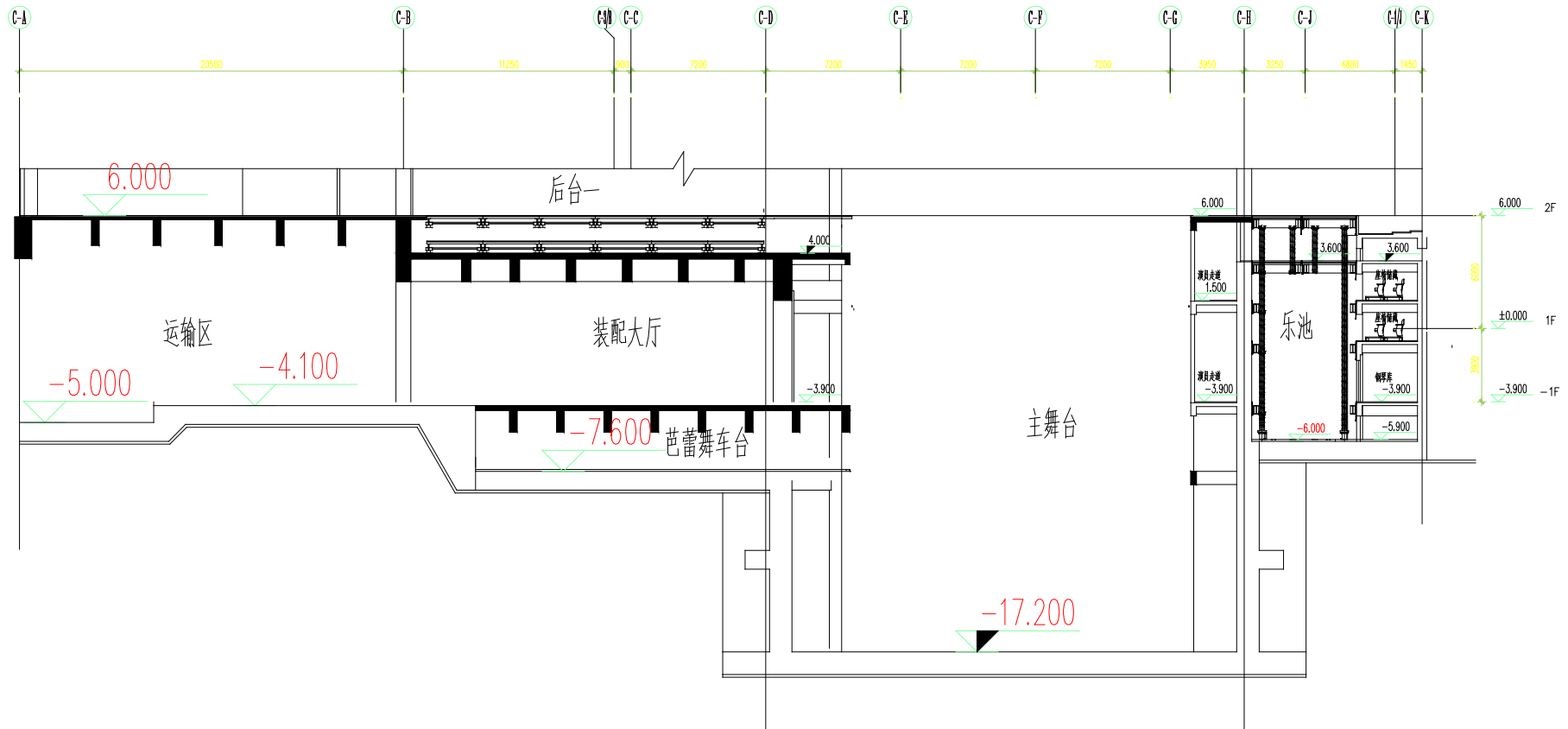
具体部位为: { (G-1) ~ (G-4) } / { (G-C) ~ (G-A) }

小剧场后台区板面面标高为9.250米,厚板150mm,最大梁模截面为500×1500mm,其支撑体系高度约为13.1m,属超高模板支撑体系。

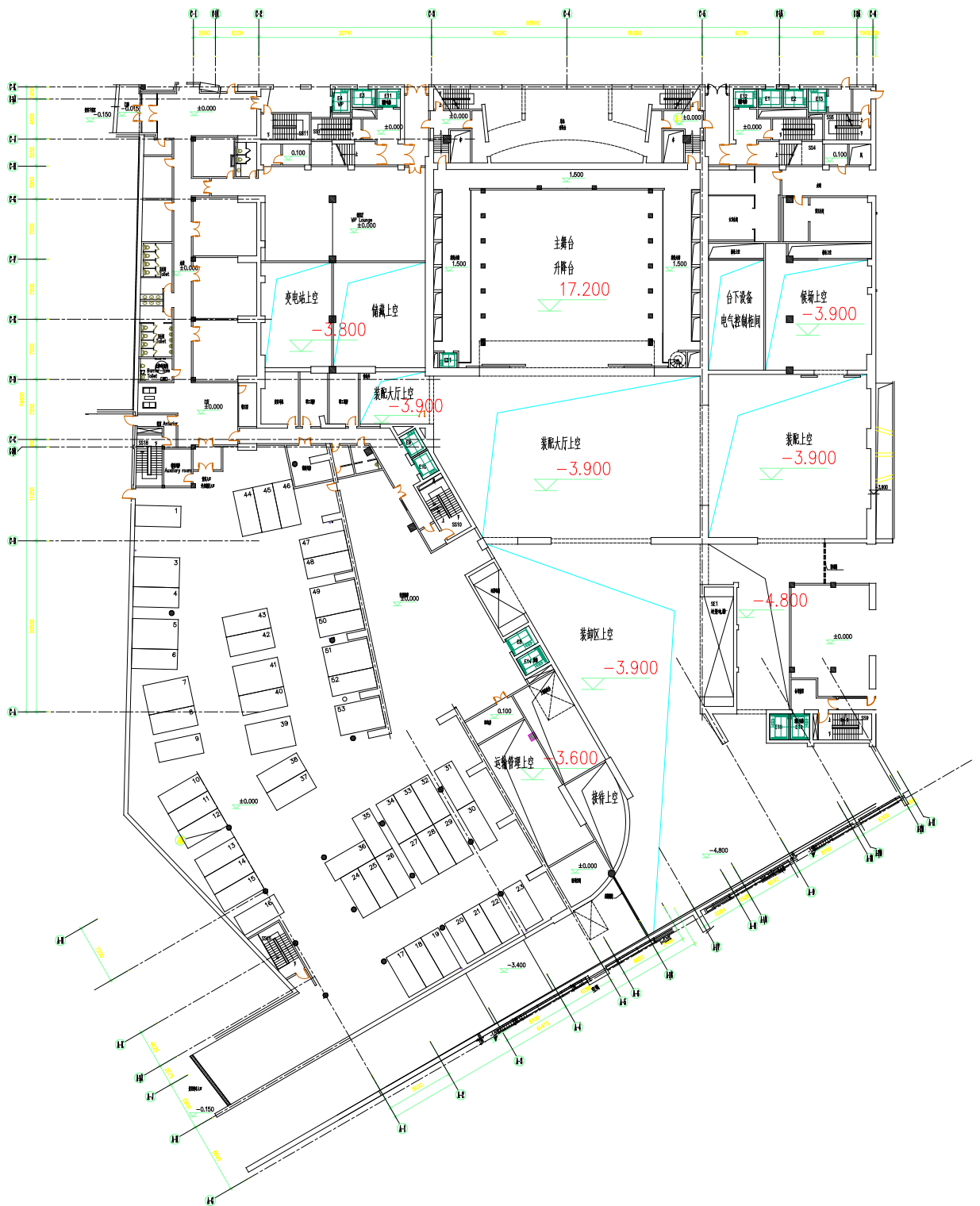
4、小剧场综合演艺舞台及观众厅上空梁板高支模结构概况

具体部位为: { (G-2) ~ (G-4) } / { (G-H) ~ (G-C) }

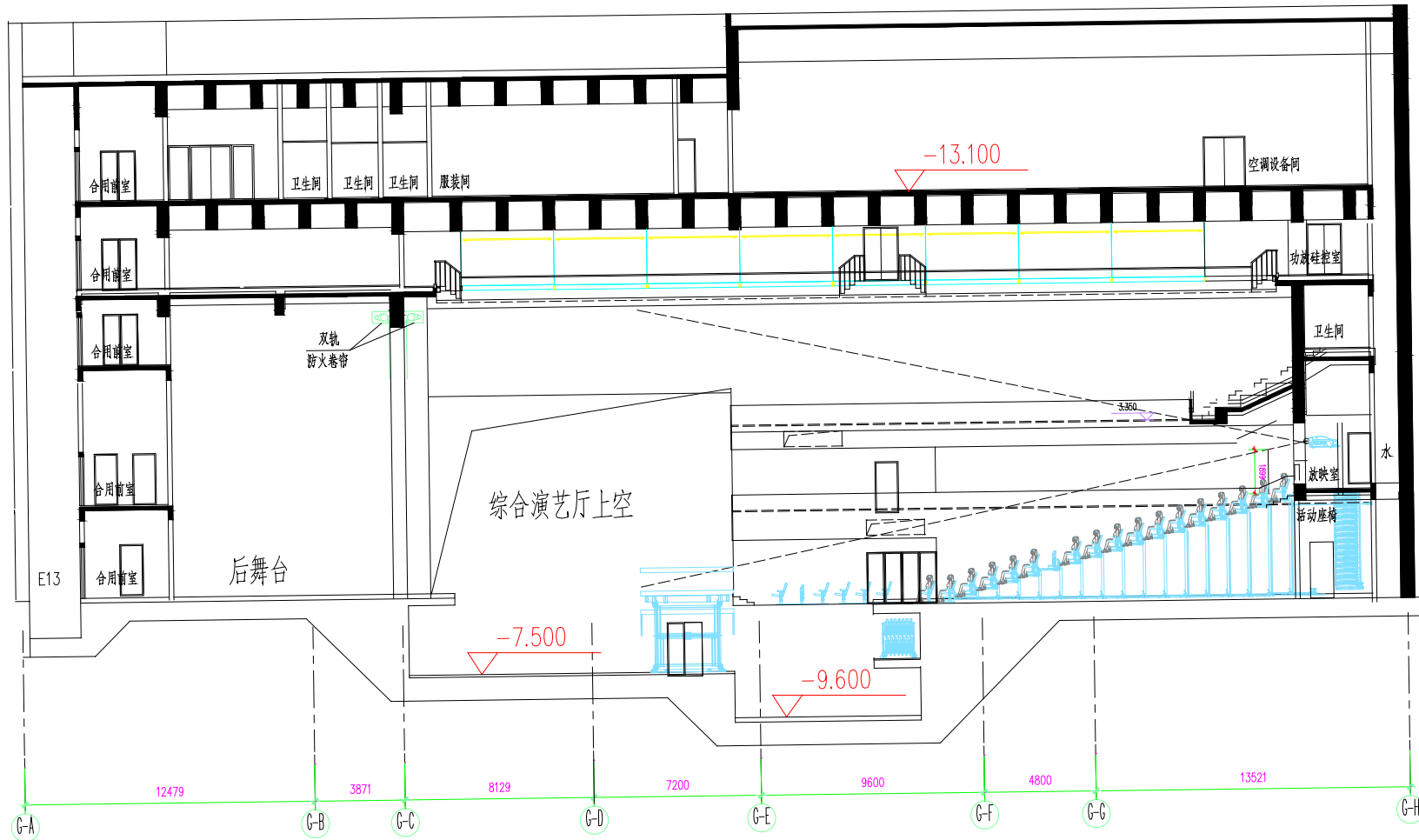
小剧场综合演艺舞台楼板面标高为13.1米,底标高分别为-9.600米、-7.500米、-4.600米,厚板250mm,最大梁模截面为500×1500mm,按最不利部位统一考虑,其支撑体系高度约为22.4m,属超高模板支撑体系。其结构平面图、剖面图如下所示:



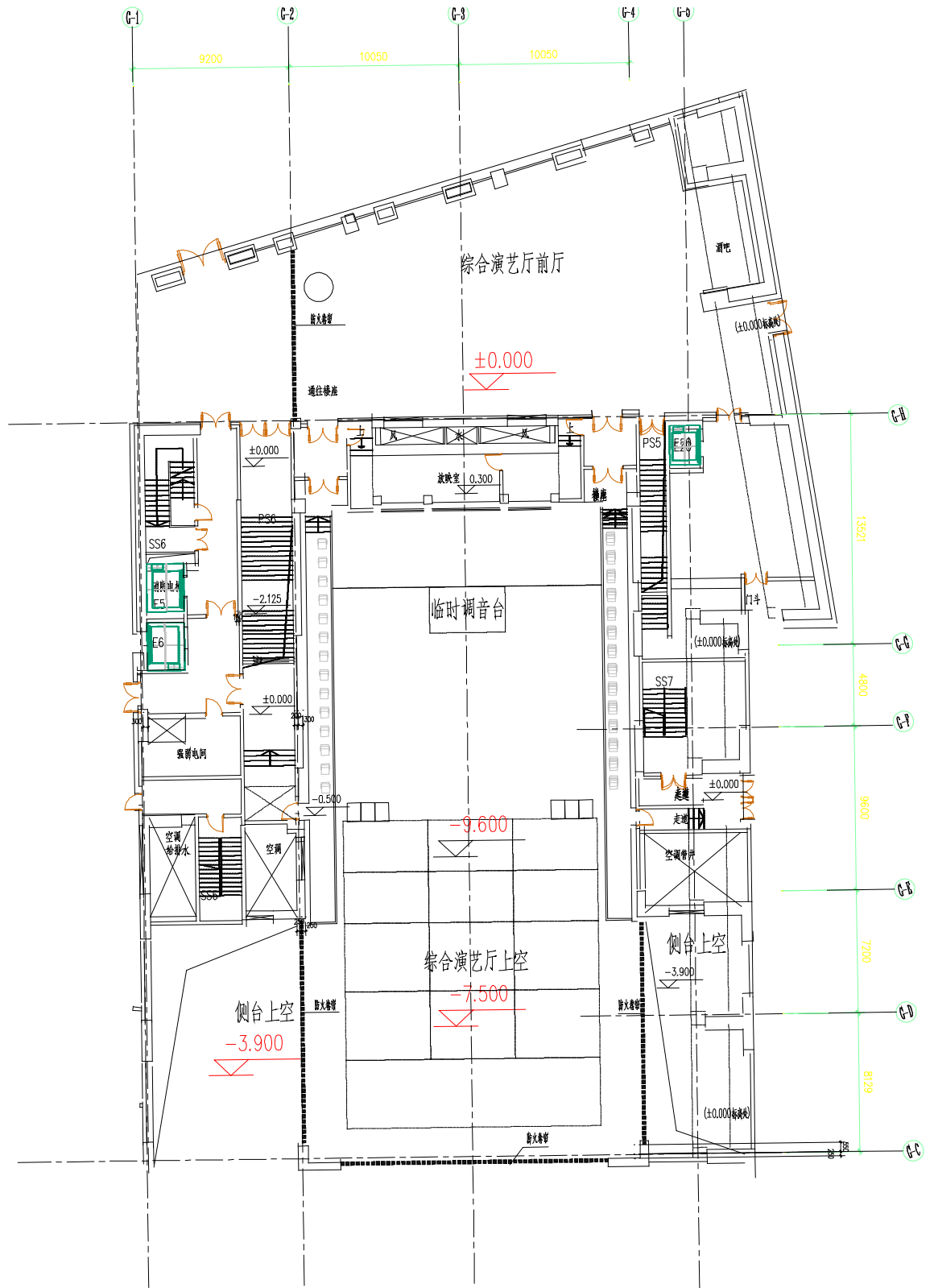
大剧场综合演艺舞台剖面图



大剧场综合演艺舞台平面图



小剧场综合演艺舞台剖面图



小剧场综合演艺舞台平面图

对于高支模处结构楼板，根据高支模的定义，并综合考虑到荷载的情况，本方案选择小剧场综合演艺舞台及观众厅上空梁板的高支模进行编制。对于本工程其他部位的高支模，因为高度、跨度、板厚、梁及宽高等综合考虑，都比小剧场综合演艺舞台及观众厅上空梁板的高支模的相应参数小。因此，其他部位的高支模均按小剧场综合演艺舞台及观众厅上空梁板的高支模进行施工。

对于高支模处框架梁，本方案选择主剧场侧台、后台及装配厅上空最大梁模截面为 $1000 \times 3000\text{mm}$ 进行计算。

2)、模板及支撑体系概况

本工程高支模体系梁板模板采用 18mm 厚胶合板，木枋采用 50×100 方木，扣件式钢管脚手架相结合。

高支模支撑体系均采用扣件式钢管脚手架模板支撑体系。

扣件式钢管脚手架模板支撑体系采用钢管为 $\Phi 48 \times 3.0\text{mm}$ 钢管，扣件采用 48 \times 48 扣件，木方采用 $50 \times 100\text{mm}$ 木方，模板采用 18mm 厚胶合板。钢管及扣件参数如下：

$\Phi 48 \times 3.0\text{mm}$ 钢管尺寸及截面特征如下表所示：

截面积 (A/mm^2)	惯性矩 (I/mm^4)	抵抗矩 (W/mm^3)	回转半径 (i/mm)	每米重量 (kg/m)
4.24×10^2	10.78×10^4	4.49×10^3	16	3.33

48 \times 48 扣件当直角扣件的拧紧力矩达 40—65N.m 时，试验表明：单扣件在 12kN 的荷载下会滑动，其抗滑承载力可取 8.0kN；

3)、高支模楼板、框架梁支撑体系设计概况

1、本工程所有高支模楼板处支撑体系设计为：

纵横立杆间距为 0.8 米，步距为 1.5 米，扫地杆、剪刀撑、连墙件按照规定设置。

2、本工程所有高支模框架梁处支撑体系设计为：

编号	梁规格	梁底承重 立杆排数	立杆间距（米）		小横杆间距 （米）
			梁跨方向	梁截面方向	
1	500×1500	2	0.4	1.3	0.4
2	500×2000	2	0.4	1.3	0.4
3	500×3000	2	0.4	1.3	0.20
4	1000× 2000	4	0.4	1.8	0.20
5	1000× 3000	5	0.4	1.8	0.20

本工程所有框架梁，其支撑体系均按照表搭设支撑架，其他不在上述范围内的框架梁，其支撑体系本着安全的原则，按照大一个型号的梁截面进行配置。

二、编制依据

- 1、本工程施工图纸
- 2、《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ162-2008
- 3、《建筑施工安全检查标准》 JGJ59-99
- 4、《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ80-99
- 5、《建筑施工手册》第四版
- 6、《建筑施工计算手册》
- 7、《钢结构设计规范》（GB50017—2002）
- 8、《建筑结构荷载规范》（GB50009—2001）
- 9、《五金手册》第2版
- 10、《建筑施工技术规程》（2008年合订本）江苏省工程建设标准站编

三、超高模板支撑体系设计及施工图

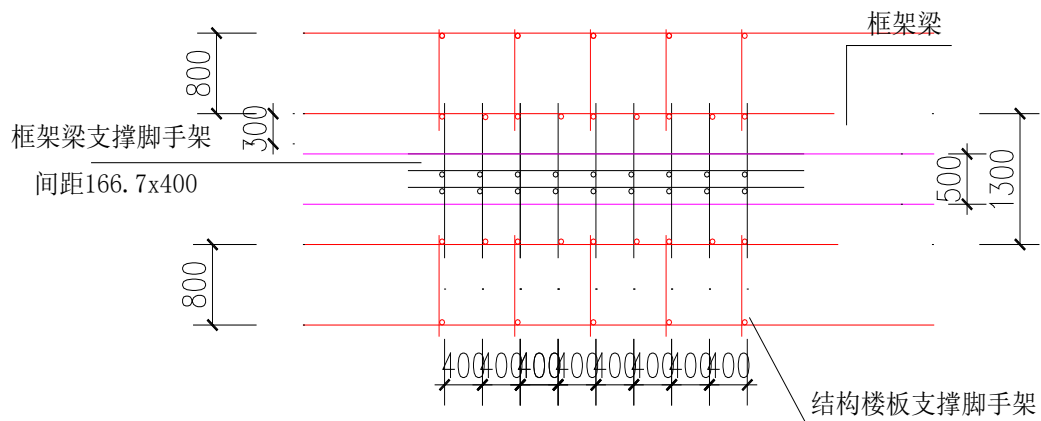
- 1)、净高 22.4 米楼板支撑体系（小剧场综合演艺舞台及观众厅上空梁板）。

设计概况：

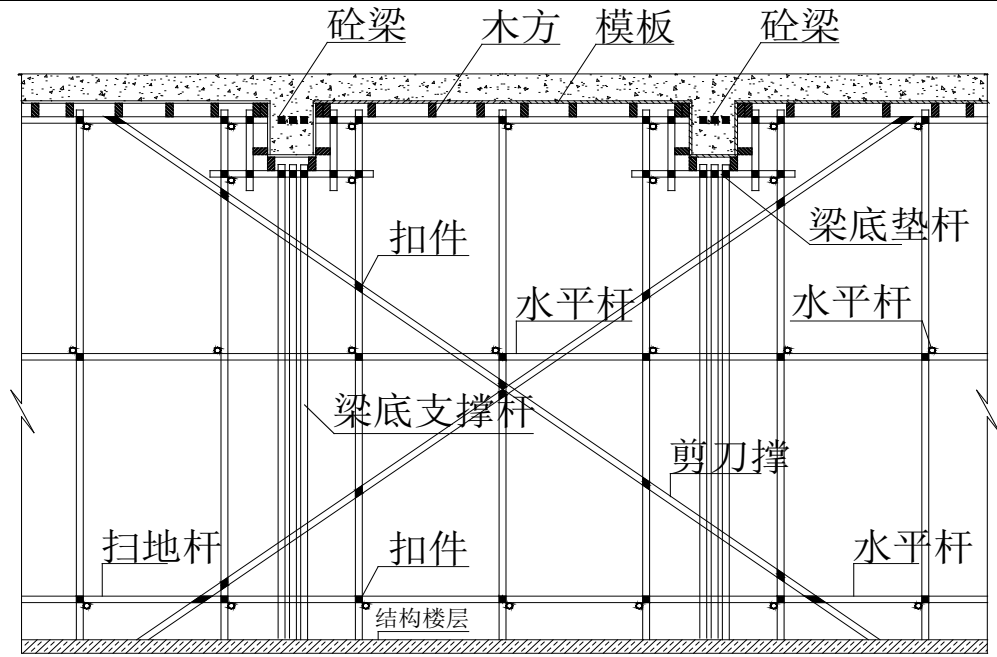
- 1、基本概况：净高 **22.4** 米，板厚 250mm，最大梁模截面为 **500×1500mm**。

- 2、设计概况：立杆横距 **0.8** 米，立杆纵距 **0.8** 米，步距 **1.5**mm，共 **14** 步。
采用满堂架的形式搭设，架体每榀竖向立面满设剪刀撑，剪刀撑榀间间距 3 跨。
- 3、该范围内梁底支撑承重立杆为 **2** 根，沿梁跨方向间距为 **400**，步距 **1.5**mm。
- 4、设计文件：后附，详见《高支模楼板支撑脚手架验算》、《高支模框架梁(500*1500)支撑脚手架验算》

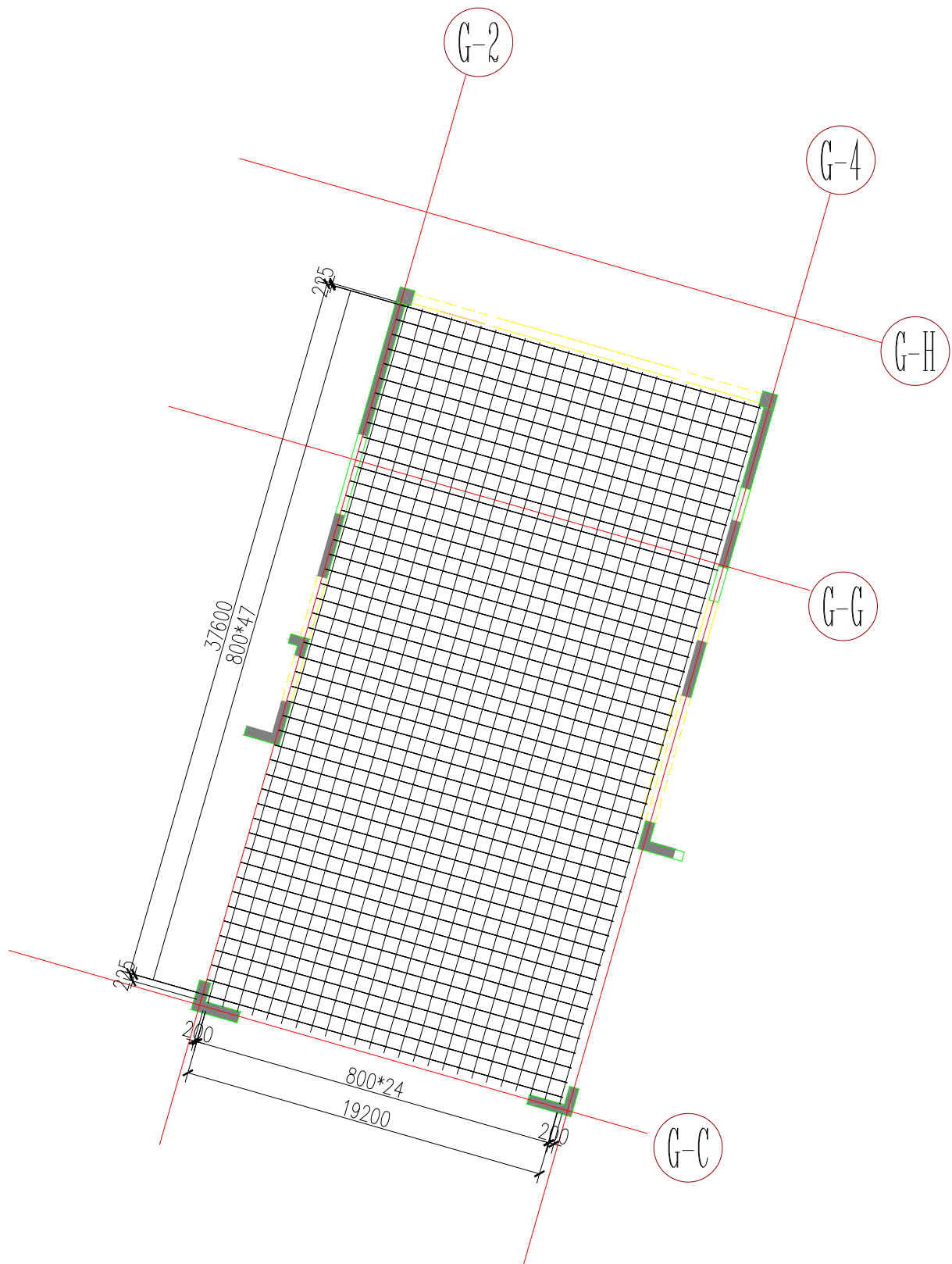
施工图如下图所示：



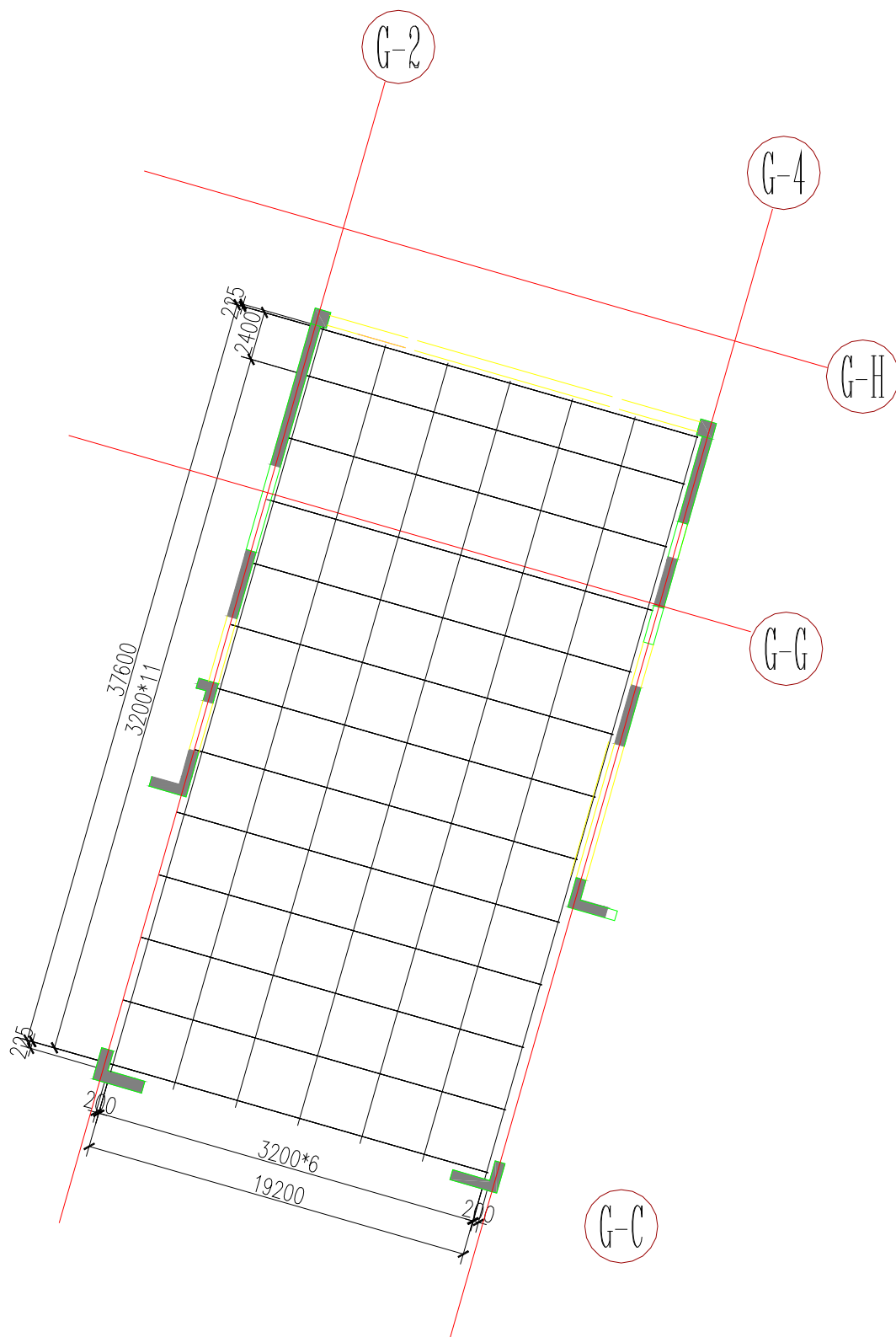
框架梁支撑脚手架平面布置图



满堂架搭设详图

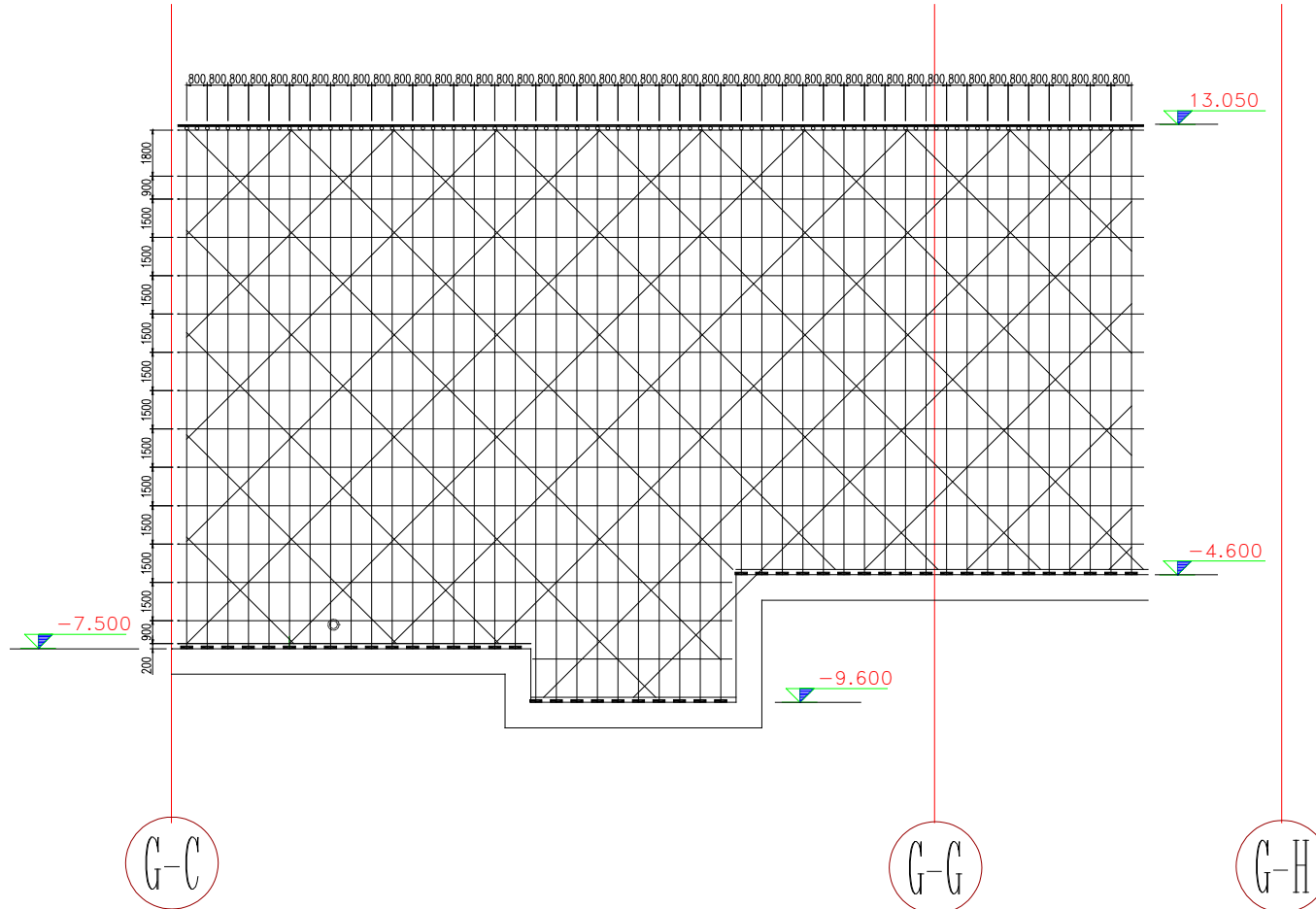


-9.6m/-7.5m/-4.6m至13.05m搭設平面

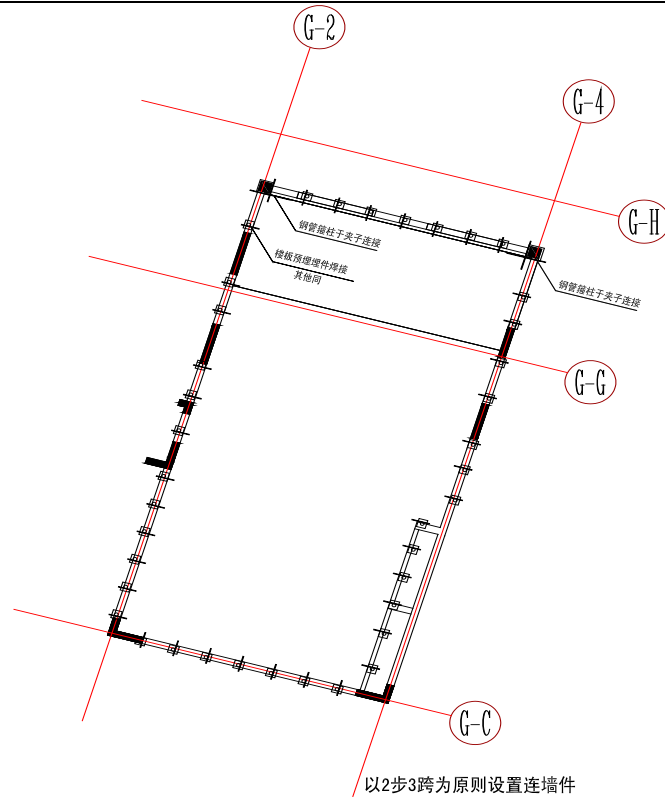


豎向剪刀撐四邊滿布，中間每隔4排立杆(縱向、橫向)設置

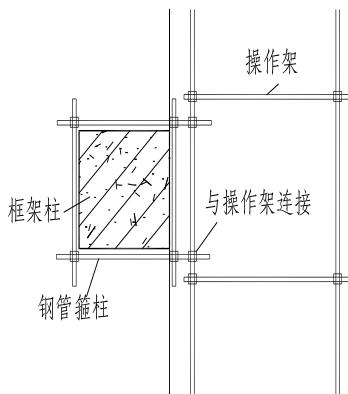
豎向剪刀撐搭設平面



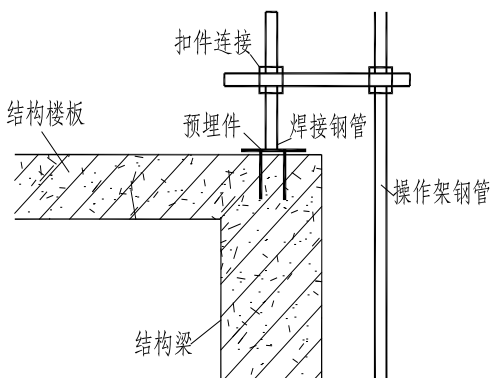
竖向剪刀撑搭设布置



连墙件示意图



① 操作架拉接节点一

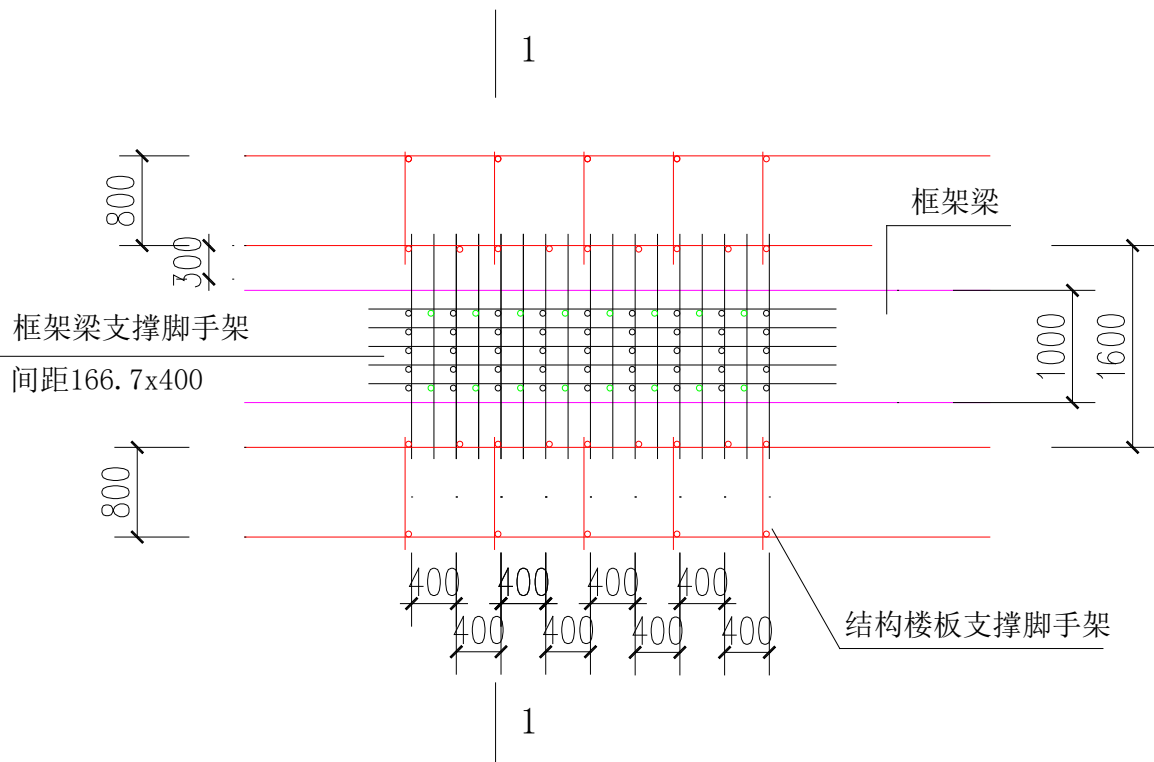


② 操作架拉接节点二

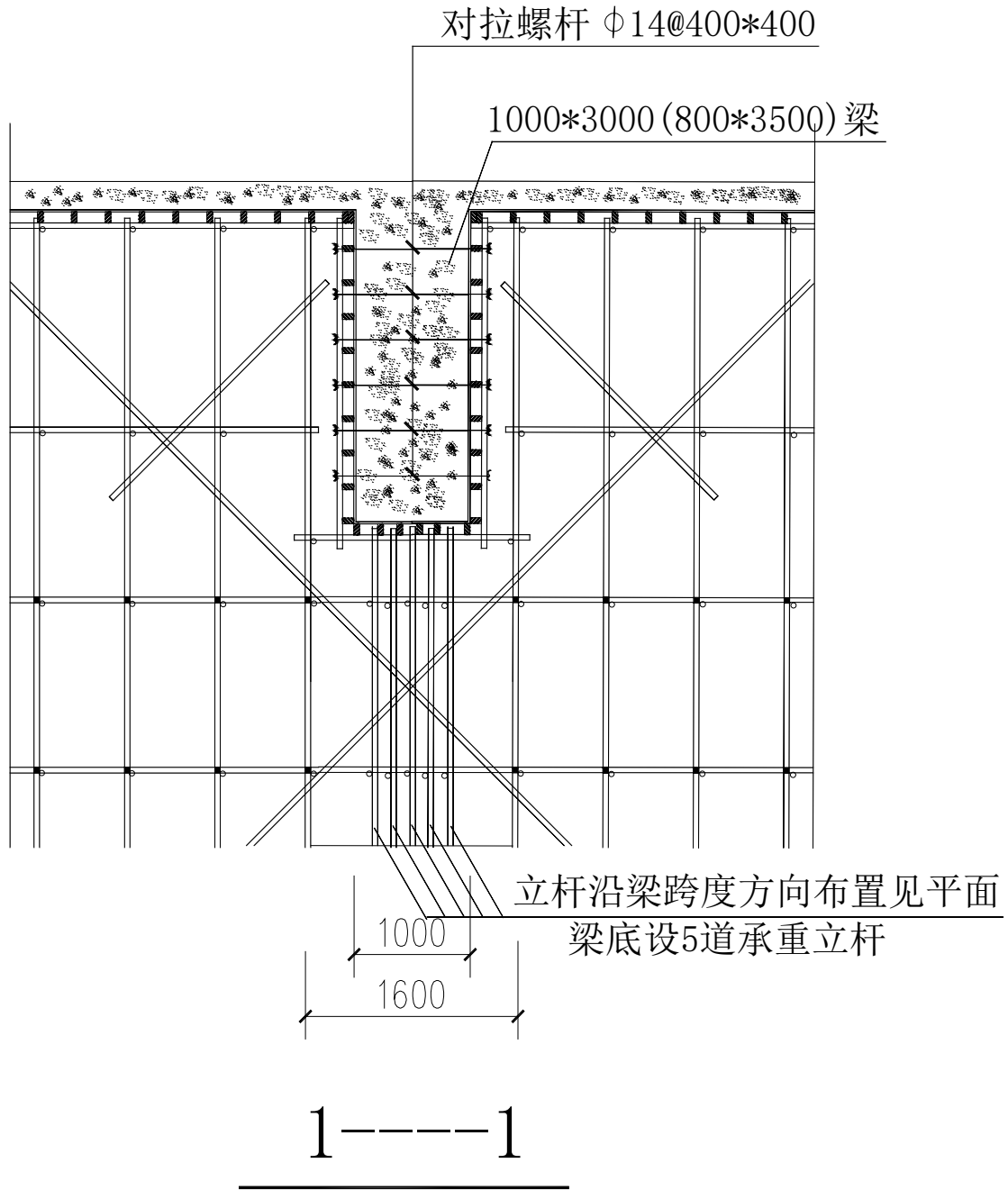
2)、高支模框架梁(1000×3000)支撑体系(主剧场侧台、后台及装配厅上空)。

设计概况:

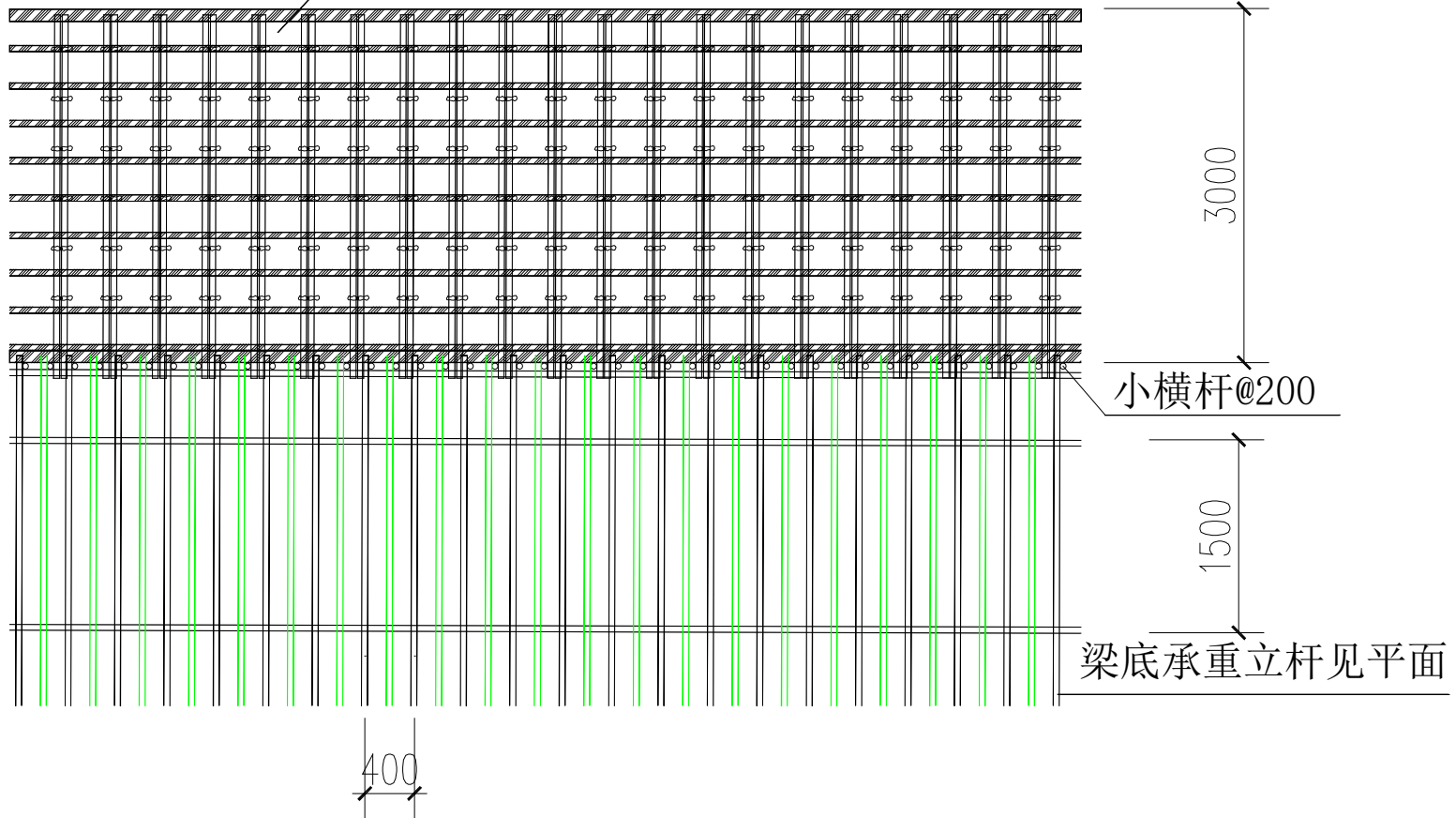
- 1、基本概况:净高 **13.75** 米,板厚 **150mm**,最大梁模截面为 **1000×3000mm**,
- 2、设计概况:大梁侧模内龙骨为木方,间距 **300mm**;外龙骨为双钢管,间距 **400mm**,对拉螺杆间距 **400*400mm**;梁下立杆为 **5** 根,且立杆沿梁跨度方向间距 **0.4** 米,垂直跨度方向间距 **1.8** 米;小横杆间距 **0.2** 米。
 楼板满堂架为:立杆横距 **0.8** 米,立杆纵距 **0.8** 米,步距 **1.5mm**。架体沿竖向立面按每 3 跨纵横两向满设剪刀撑。
- 3、设计文件:后附,详见《高、大梁支撑脚手架验算》
- 4、施工图如下图所示:(为安全起见,垂直跨度方向间距施工时按照 **1.6** 米控制)



框架梁支撑脚手架平面布置图



次龙骨(横向木枋)@300
主龙骨(竖向钢管)@400



3) 構造要求

1、立杆

1.1 立杆高度即模板支撐架高度不應大於 24m。

1.2 立杆支撐在土體上時，地基承載力應滿足受力要求，防止產生不均勻沉降。不能滿足要求時，應對土體採取壓實，鋪設塊石或澆築混凝土墊層等措施。立杆底部應設置底座或墊塊。

1.3 模板支架應設置縱、橫向掃地杆。縱向掃地杆應採用直角扣件固定在距離底座上皮不大大於 200mm 處的立杆上，橫向掃地杆亦應採用直角扣件固定在縱向掃地杆下方的立杆上。當立杆基礎不在同一高度時，必須將高處的縱向掃地杆向低處延伸兩跨與立杆固定，高差不應大於 1m，靠邊坡上方的立杆軸線到邊坡的距離不應大於 1000mm。

1.4 模板支架必須設置縱、橫向掃天杆。掃天杆應採用直角扣件固定在立杆上。當立杆頂部模板支撐點不在同一高度時，必須將低處的掃天杆向高處延伸兩跨與立杆固定。

1.5 當採用在梁底設置立杆的支撐方式時，宜採用可調托座直接傳力，可調托座與鋼管交接處應設置橫向水平杆，托座頂部距離水平杆的高度不應大於 300mm，梁底立杆應按梁寬均勻設置，其偏差不應大於 25mm。

1.6 當在立杆底部設置可調托座時，其調節螺杆的伸縮長度不應大於 200mm。

1.7 對高大模板支架，立杆的縱橫距離除滿足設計要求外，不應大於 900mm。

1.8 模板支架步距，應滿足設計要求，且不應大於 1.5m。

1.9 立杆接長應採用對接，且應符合下列規定：立杆上的對接扣件應交錯布置，兩根相鄰立杆的接頭不應設置在同步內。

1.10 立杆接長時，同步內隔一根立杆的兩個相隔接頭在高度方向錯開的距離不宜小於 500mm，各接頭中心至主節點的距離不宜大於步距的 1/3。

2、水平杆

2.1 水平杆接長宜採用對接扣件連接，也可採用搭接。對接、搭接應符合下列規定：

1) 對接扣件應交錯布置：兩根相鄰縱向水平杆的接頭不宜設置在同步或同跨內；

不同步或不同跨兩個相鄰接頭在水平方向錯開的距離不應小於 500mm，各接頭至最近主節點的距離不宜大於縱距的 1/3。

2) 搭接長度不應小於 1m，應等距離設置 2 個旋轉扣件固定，端部扣件蓋板邊緣至搭接水平杆杆端的距離不應小於 100mm。

2.2 主節點處必須設置一根橫向水平杆，用直角扣件扣接且嚴禁拆除。主節點兩個直角扣件的距離不應大於 150mm。

2.3 每步的縱、橫水平杆應雙向拉通。

3、剪刀撐

3.1 高大模板支架應按下列規定設置剪刀撐：

1) 模板支架四邊滿布豎向剪刀撐，中間每隔**四排立杆**設置一道縱橫豎向剪刀撐，由底到頂連續設置；

2) 模板支架四邊與中間每隔 4 排立杆從頂層開始向下每隔 2 步設置一道水平剪刀撐。

3.2 剪刀撐的構造應符合下列規定：

1) 每道剪刀撐寬度不應小於 4 跨，且不應小於 6m，剪刀撐斜杆與地面傾角宜在 45 度~60 度之間。傾角為 45 度時，剪刀撐跨越立杆的根數不應超過 7 根；傾角為 60 度時，則不應超過 5 根；

2) 剪刀撐斜杆的接長應採用搭接。

3) 剪刀撐應採用旋轉扣件固定在與之相交的橫向水平杆的伸出端或立杆上，旋轉扣件中心線至主節點的距離不宜大於 150mm；

4) 設置剪刀撐時，有剪刀撐斜杆的框格數量應大於框格總數的 1/3。

4、其他

4.1 模板支架應與施工區域內及周邊已具備一定強度的構件（牆、柱等）通過連牆件進行可靠連接。

4.2 斜梁、板結構的模板支架搭設時，應採取設置拋撐，或設置連牆件與周邊構件連接，以抵抗水平荷載的影響。

4.3 模板支架的整體高度比不應大於 5。

四、脚手架搭设

脚手架搭设顺序：纵向扫地杆 → 立杆 → 横向扫地杆 → 第一步纵向水平杆 → 第一步横向扫地杆 → 第二步……（依次类推，直至搭设完毕）。

立杆接头采用对接，且要求将接头交错布置，二个相邻立杆接头不应设在同步跨内，且在高度方向错开距离 600mm，各接头中心距主节点距离均为步距的 1/3 即 600mm。

设置纵横方向扫地杆。纵向扫地杆采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆位置上。纵向水平杆设于横向水平杆上，并以直角扣件扣紧。

立杆采用对接扣件连接，顶部不能对接时采用搭接，接头交错布置，相邻接头水平距离不小于 500mm，不设在同跨中，且不设在水平杆跨中。搭接接头长度大于 1000mm，并设 2 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至杆端距离大于 100mm。

每一主节点设置一根横向水平杆，横向水平杆设在纵向水平杆之下搭接接头应尽量错开设置。

架体与柱子连接采用刚性连接，每两步拉接一次，水平间距为柱距，垂直向 3000mm，转角和顶部处加密，即在转角位置拉接竖向间距可适当减小，并在顶部多加一道，连墙件呈水平且垂直于框架柱面设置；另外，鉴于本工程柱间距较大，在结构施工每层结构梁的相应位置设置预埋件，并与架子进行有效连接，具体详后附图；

剪刀撑进行搭设（具体见上述构造要求）。

五、安全技术措施

安全围护是确保过程顺利施工的重要环节，因此做好本工程脚手架的搭拆工作非常重要，施工时必须要以安全、牢固为前提。立杆间距、斜杆间距等应严格按照要求搭设，拧紧每个扣件，施工过程中所有拉结点必须跟房子内的砼柱拉结牢固，连接杆应尽量靠近小横杆与立杆的连接处，但不应将小横杆直接用作连墙杆，架体上不得拉车或集中堆放材料，木工承重架不得借用架体。脚手架采用闭合形式，遇井架等断开时，则该部位应加密设置连墙杆，内排立杆间加设侧向斜撑。

脚手架的拆除应按顺序：脚手片 → 栏杆 → 斜杆 → 搁栅 → 大横杆 → 小横杆 → 立杆自上而下拆除。

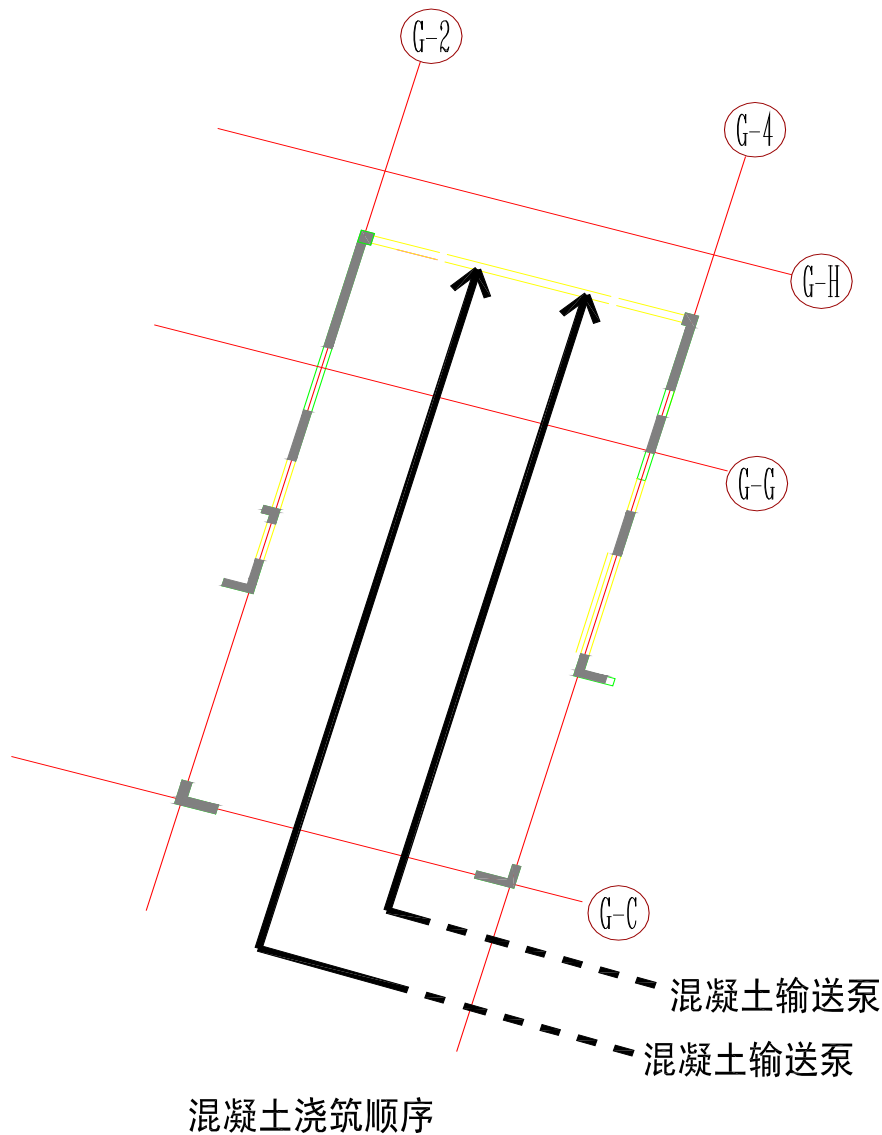
不得采用跳步式拆法，不准上下同时作业，斜杆应先拆中间扣，拆除时应设置警戒区，并有专人负责警戒，严禁高空抛掷脚手架材料。

操作人员必须持证上岗，严格执行安全生产的有关规定，设安全负责人，安全员，搭完后必须经验收合格后方可使用，并专人定期检查，牢固树立安全第一的思想，对工人操作前应作详细的安全技术交底工作，时刻检查，发现问题立即整改，杜绝安全事故的发生，确保工程顺利进展。

在架子顶部明确限载标注。

砼浇筑顺序要求：

混凝土浇筑必须严格按照从一边开始到另一边结束的原则，避免两个方向同时浇筑。如下图所示：



六、冬季施工措施

- 1、加强机械检查、安全用电，防止漏电、触电事故。
- 2、下雨、下雪尽量不安排在外架上作业，如因工程需要必须施工，则应采取防滑措施，并系好安全带。
- 3、冬季施工时，应在上班操作前除掉机械上、满堂脚手架和作业区内的积雪、冰霜，严禁起吊同其它材料结冻在一起的构件。

七、脚手架的材质与规格

- 1、用 $\phi 48 \times 3.0$ 建筑钢管。表面平整光华、无裂缝、结疤、分层、错位、毛刺、压痕和深的划倒。
- 2、用于立杆、大横杆和斜杆的钢管长度以 4-6m 为宜。小横杆约 2m 左右为宜，需适合脚手架的宽度。
- 3、轧头等钢管扣件的质量符合建设部《钢管脚手架扣件标准》要求，并且扣件与钢管贴面接触良好。
- 4、进场使用的钢管构件需有出厂合格证。

八、交底及验收

- 1、脚手架搭设前应对架子工进行安全技术交底，交底内容必须有针对性。
- 2、脚手架搭设完成后，分段验收，先进行自检，再经专职人员验收，验收合格后办好脚手架验收手续，在脚手架醒目处挂合格标牌，方可投入使用。
- 3、项目部要求派专人对脚手架进行日常检查，保养和整修，落实责任制，日常检查每天一次，对检查出的问题及时整改，若遇强风和雷雨过后要认真检查，发现问题整改后才可使用。

九、应急预案

1、应急预案的组织措施

应急预案领导小组及其人员组成

组 长：

副组长：

组 员：

通讯联络组 组长：

技术支持组 组长：

消防保卫组 组长：

抢险抢修组 组长：

医疗救护组 组长：

后勤保障组 组长：

2、应急组织的分工职责

2.1 组长职责：

- 1) 决定是否是否存在或可能存在重大紧急事故，要求应急服务机构提供帮助并实施厂外应急计划，在不受事故影响的地方进行直接控制；
- 2) 复查和评估事故可能发展的方向，确定其可能的发展过程；
- 3) 与领导小组成员的关键人员配合指挥现场人员撤离，并确保任何伤害者都能得到足够的重视；
- 4) 与场外应急机构取得联系及对紧急情况的记录作业安排；
- 5) 在场内实行交通管制，协助场外应急机构开展服务工作；
- 6) 在紧急状态结束后，控制受影响地点的恢复，并组织人员参加事故的分析和处理。

2.2 副组长职责：

- 1) 评估事故的发展态势，建立应急步骤，确保员工的安全和减少设施损失；
- 2) 如有必要，在救援服务机构来之前直接参与救护活动；
- 3) 安排寻找受伤者及安排非重要人员撤离到集中地带；
- 4) 设立与应急中心的通讯联络，为应急服务机构提供建议和信息。

2.3 通讯联络组职责：

- 1) 确保与最高管理者和外部联系畅通、内外信息反馈迅速；
- 2) 保持通讯设施和设备处于良好状态。
- 3) 负责应急过程的记录与整理及对外联络。

2.4 技术支持组职责

- 1) 提出抢险抢修及避免事故扩大的临时应急方案和措施。
- 2) 指导抢险抢修组实施应急方案和措施。
- 3) 修补实施中的应急方案和措施存在的缺陷。

4) 绘制事故现场平面图, 标明重点部位, 向外部救援机构提供准确的抢险救援信息资料。

2.5 消防保卫组职责

- 1) 事故引发火灾, 执行防火方案中应急预案程序。
- 2) 设置事故现场警戒线、岗, 维持工地内抢险救护的正常运作。
- 3) 保持抢险救援通道的通畅, 引导抢险救援人员及车辆的进入。
- 4) 保护受害人财产。
- 5) 抢救救援结束后, 封闭事故现场直到收到明确解除指令。

2.6 抢险抢修组职责

- 1) 实施抢险抢修的应急方案和措施, 并不断加以改进。
- 2) 寻找受害者并转移至安全地带。
- 3) 在事故有可能扩大进行抢险抢修或救援时, 高度注意避免意外伤害。
- 4) 抢险抢修或救援结束后, 直接报告最高管理者并对结果进行复查和评估。

2.7 医疗救治组

- 1) 在外部救援机构未到达前, 对受害者进行必要的抢救(如人工呼吸、包扎止血、防止受伤部位受污染等)。
- 2) 使重度受害者优先得到外部救援机构的救护。
- 3) 协助外部救援机构转送受害者至医疗机构, 并指定人员护理受害者。

2.8 后勤保障组职责

- 1) 保障系统内各组人员必须的防护、救护用品及生活物质的供给。
- 2) 提供合格的抢险抢修或救援的物质及设备。

3、应急预案的技术措施

3.1 基本装备

- 1) 特种防护品: 如绝缘鞋、绝缘手套、等;
- 2) 一般防救护品: 安全带、安全帽、安全网、防护网; 救护担架 1 付、医药箱 1 个及临时救护担架及常用的救护药品等
- 3) 专用饮用水源、盥洗间和冲洗设备。

3.2 专用装备

- 1) 消防栓及消防水带、灭火器等。
- 2) 自备小车壹辆;

3) 无线电对讲机;

十、高支模楼板支撑脚手架验算

扣件钢管楼板模板支架计算书

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

模板支架搭设高度为22.4米,

搭设尺寸为:立杆的纵距 $b=0.80$ 米,立杆的横距 $l=0.80$ 米,立杆的步距 $h=1.50$ 米。

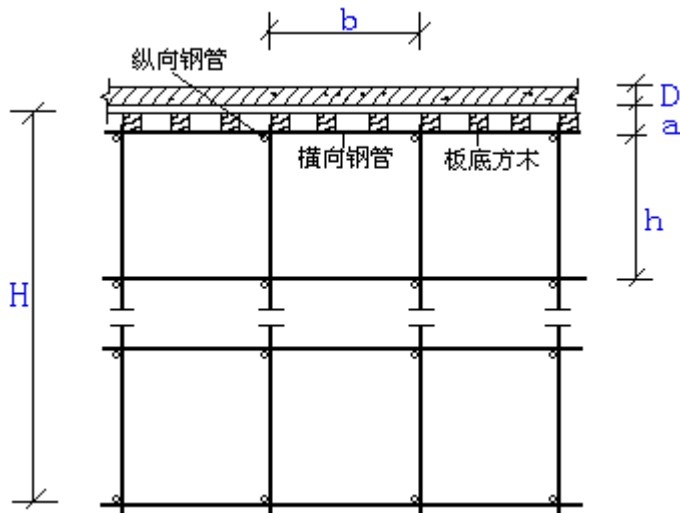


图1 楼板支撑架立面简图

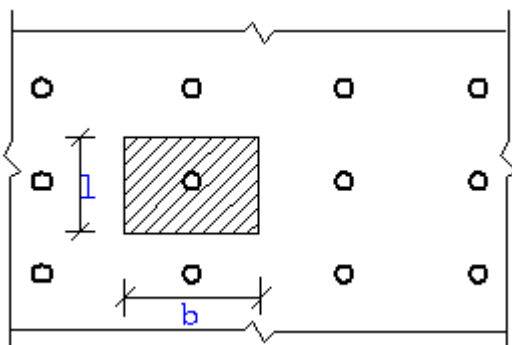


图2 楼板支撑架荷载计算单元

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、模板面板计算

面板为受弯结构,需要验算其抗弯强度和刚度。模板面板的按照三跨连续梁计算。

静荷载标准值 $q_1 = 25.000 \times 0.200 \times 0.800 + 0.350 \times 0.800 = 4.280 \text{ kN/m}$

活荷载标准值 $q_2 = (2.000+1.000) \times 0.800 = 2.400 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为:

本算例中, 截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为:

$$W = 80.00 \times 1.80 \times 1.80 / 6 = 43.20 \text{ cm}^3;$$

$$I = 80.00 \times 1.80 \times 1.80 \times 1.80 / 12 = 38.88 \text{ cm}^4;$$

(1) 抗弯强度计算

$$f = M / W < [f]$$

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 15.00 N/mm^2 ;

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.2 \times 4.280 + 1.4 \times 2.400) \times 0.300 \times 0.300 = 0.076 \text{ kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.076 \times 1000 \times 1000 / 43200 = 1.770 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 抗剪计算

$$T = 3Q/2bh < [T]$$

其中最大剪力 $Q = 0.600 \times (1.2 \times 4.280 + 1.4 \times 2.400) \times 0.300 = 1.529 \text{ kN}$

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 1529.0 / (2 \times 800.000 \times 18.000) = 0.159 \text{ N/mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.40 \text{ N/mm}^2$

抗剪强度验算 $T < [T]$, 满足要求!

(3) 挠度计算

$$v = 0.677q_1^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 6.680 \times 300^4 / (100 \times 6000 \times 388800) = 0.157 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $300.0/250$, 满足要求!

二、模板支撑方木的计算

方木按照均布荷载下三跨连续梁计算。

1. 荷载的计算

(1) 钢筋混凝土板自重 (kN/m):

$$q_{11} = 25.000 \times 0.200 \times 0.300 = 1.500 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

$$q_{12} = 0.350 \times 0.300 = 0.105 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振倒混凝土时产生的荷载 (kN/m):

经计算得到, 活荷载标准值 $q_2 = (1.000+2.000) \times 0.300 = 0.900 \text{ kN/m}$

静荷载 $q_1 = 1.2 \times 1.500 + 1.2 \times 0.105 = 1.926 \text{ kN/m}$

活荷载 $q_2 = 1.4 \times 0.900 = 1.260 \text{ kN/m}$

2. 方木的计算

按照三跨连续梁计算，最大弯矩考虑为静荷载与活荷载的计算值最不利分配的弯矩和，计算公式如下：

均布荷载 $q = 2.549/0.800 = 3.186\text{kN/m}$

最大弯矩 $M = 0.1q l^2 = 0.1 \times 3.19 \times 0.80 \times 0.80 = 0.204\text{kN}\cdot\text{m}$

最大剪力 $Q = 0.6 \times 0.800 \times 3.186 = 1.529\text{kN}$

最大支座力 $N = 1.1 \times 0.800 \times 3.186 = 2.804\text{kN}$

方木的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$W = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 / 6 = 83.33\text{cm}^3;$$

$$I = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 \times 10.00 / 12 = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 方木抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.204 \times 10^6 / 83333.3 = 2.45\text{N/mm}^2$

方木的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 方木抗剪计算

最大剪力的计算公式如下：

$$Q = 0.6q l$$

截面抗剪强度必须满足：

$$T = 3Q / 2bh < [T]$$

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 1529 / (2 \times 50 \times 100) = 0.459\text{N/mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.30\text{N/mm}^2$

方木的抗剪强度计算满足要求！

(3) 方木挠度计算

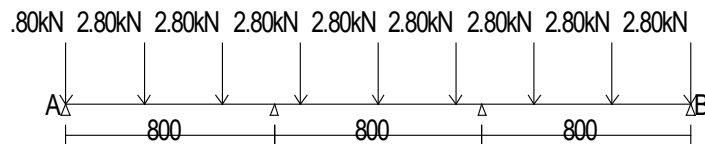
最大变形 $v = 0.677 \times 2.505 \times 800.0^4 / (100 \times 9500.00 \times 4166666.8) = 0.175\text{mm}$

方木的最大挠度小于 $800.0/250$ ，满足要求！

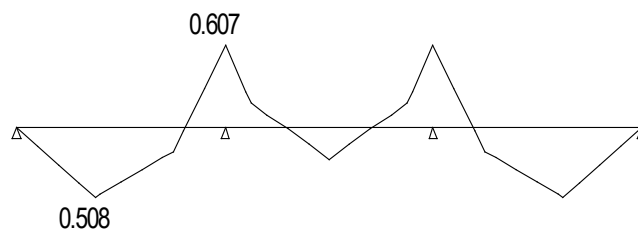
三、板底支撑钢管计算

横向支撑钢管按照集中荷载作用下的连续梁计算

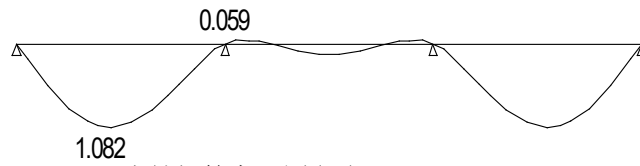
集中荷载 P 取纵向板底支撑传递力， $P = 2.80\text{kN}$



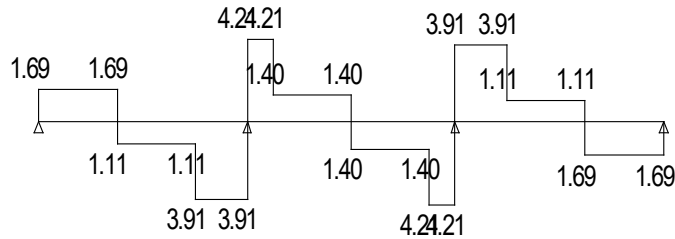
支撑钢管计算简图



支撐鋼管彎矩圖(kN·m)



支撐鋼管變形圖(mm)



支撐鋼管剪力圖(kN)

經過連續梁的計算得到

最大彎矩 $M_{\max}=0.607\text{kN}\cdot\text{m}$

最大變形 $v_{\max}=1.08\text{mm}$

最大支座力 $Q_{\max}=8.119\text{kN}$

抗彎計算強度 $f=0.61\times 10^6/4491.0=135.20\text{N}/\text{mm}^2$

支撐鋼管的抗彎計算強度小於 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，滿足要求！

支撐鋼管的最大撓度小於 $800.0/150$ 與 10mm ，滿足要求！

四、扣件抗滑移的計算

縱向或橫向水平杆與立杆連接時，扣件的抗滑承载力按照下式計算(規範5.2.5)：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力設計值，取 8.0kN ；

R —— 縱向或橫向水平杆傳給立杆的豎向作用力設計值；

計算中 R 取最大支座反力， $R=8.12\text{kN}$

單扣件抗滑承载力的設計計算不滿足要求，可以考慮採用雙扣件！

當直角扣件的擰緊力矩達 $40\text{--}65\text{N}\cdot\text{m}$ 時，試驗表明：單扣件在 12kN 的荷載下會滑動，其抗滑承载力可取 8.0kN ；

雙扣件在 20kN 的荷載下會滑動，其抗滑承载力可取 12.0kN 。

五、模板支架荷載標準值(立杆軸力)

作用於模板支架的荷載包括靜荷載、活荷載和風荷載。

1. 靜荷載標準值包括以下內容：

(1) 脚手架的自重 (kN):

$$N_{G1} = 0.129 \times 22.400 = 2.892 \text{ kN}$$

(2) 模板的自重 (kN):

$$N_{G2} = 0.350 \times 0.800 \times 0.800 = 0.224 \text{ kN}$$

(3) 钢筋混凝土楼板自重 (kN):

$$N_{G3} = 25.000 \times 0.200 \times 0.800 \times 0.800 = 3.200 \text{ kN}$$

经计算得到, 静荷载标准值 $N_G = N_{G1} + N_{G2} + N_{G3} = 6.316 \text{ kN}$ 。

2. 活荷载为施工荷载标准值与振倒混凝土时产生的荷载。

经计算得到, 活荷载标准值 $N_Q = (1.000 + 2.000) \times 0.800 \times 0.800 = 1.920 \text{ kN}$

3. 不考虑风荷载时, 立杆的轴向压力设计值计算公式

$$N = 1.2N_G + 1.4N_Q$$

六、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式

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

其中 N —— 立杆的轴心压力设计值 (kN); $N = 10.27$

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数, 由长细比 l_0/i 查表得到;

i —— 计算立杆的截面回转半径 (cm); $i = 1.60$

A —— 立杆净截面面积 (cm^2); $A = 4.24$

W —— 立杆净截面抵抗矩 (cm^3); $W = 4.49$

σ —— 钢管立杆抗压强度计算值 (N/mm^2);

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

l_0 —— 计算长度 (m);

如果完全参照《扣件式规范》, 由公式(1)或(2)计算

$$l_0 = k_1 u h \quad (1)$$

$$l_0 = (h + 2a) \quad (2)$$

k_1 —— 计算长度附加系数, 取值为1.155;

u —— 计算长度系数, 参照《扣件式规范》表5.3.3; $u = 1.70$

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度; $a = 0.10 \text{ m}$;

公式(1)的计算结果: $\sigma = 114.49 \text{ N}/\text{mm}^2$, 立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

公式(2)的计算结果: $\sigma = 44.47 \text{ N}/\text{mm}^2$, 立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

十一、高支模框架梁(1000*3000)支撑脚手架验算

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

支撑高度在4米以上的模板支架被称为扣件式钢管高支撑架，对于高支撑架的计算规范存在重要疏漏，使计算极容易出现不能完全确保安全的计算结果。本计算书还参照《施工技术》2002.3.《扣件式钢管模板高支撑架设计和安全使用》，供脚手架设计人员参考。

模板支架搭设高度为20.0米，基本尺寸为：梁截面 $B \times D = 1000\text{mm} \times 3000\text{mm}$ ，梁支撑立杆的横距(跨度方向) $l = 0.40\text{米}$ ，立杆的步距 $h = 1.50\text{米}$ ，梁底增加5道承重立杆。

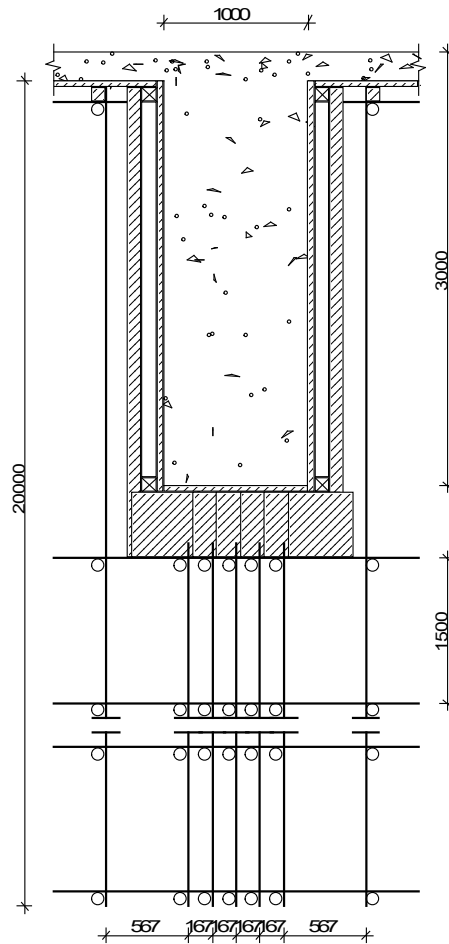


图1 梁模板支撑架立面简图

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、模板面板计算

面板为受弯结构,需要验算其抗弯强度和刚度。模板面板的按照多跨连续梁计算。作用荷载包括梁与模板自重荷载,施工活荷载等。

1. 荷载的计算:

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m):

$$q_1 = 25.000 \times 3.000 \times 0.200 = 15.000 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m):

$$q_2 = 0.350 \times 0.200 \times (2 \times 3.000 + 1.000) / 1.000 = 0.490 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振倒混凝土时产生的荷载(kN):

经计算得到,活荷载标准值 $P_1 = (1.000 + 2.000) \times 1.000 \times 0.200 = 0.600 \text{ kN}$

均布荷载 $q = 1.2 \times 15.000 + 1.2 \times 0.490 = 18.588 \text{ kN/m}$

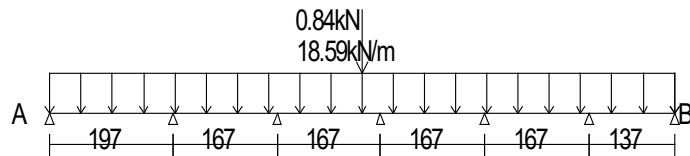
集中荷载 $P = 1.4 \times 0.600 = 0.840 \text{ kN}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

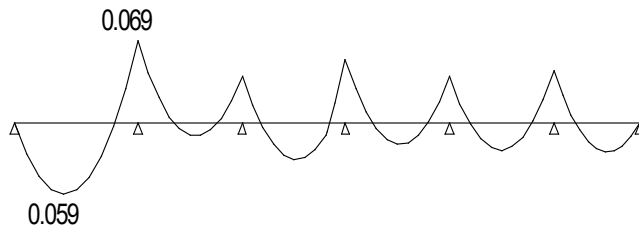
本算例中,截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

$$W = 20.00 \times 1.80 \times 1.80 / 6 = 10.80 \text{ cm}^3;$$

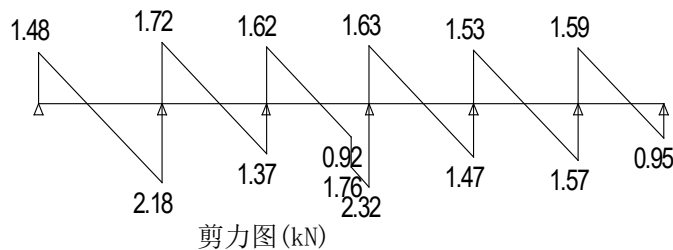
$$I = 20.00 \times 1.80 \times 1.80 \times 1.80 / 12 = 9.72 \text{ cm}^4;$$



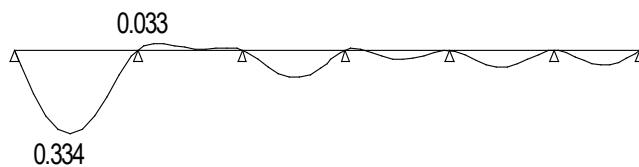
计算简图



弯矩图(kN.m)



剪力图(kN)



变形图(mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$\begin{aligned} N_1 &= 1.476 \text{ kN} \\ N_2 &= 3.904 \text{ kN} \\ N_3 &= 2.989 \text{ kN} \\ N_4 &= 3.955 \text{ kN} \\ N_5 &= 2.991 \text{ kN} \\ N_6 &= 3.165 \text{ kN} \\ N_7 &= 0.948 \text{ kN} \end{aligned}$$

最大弯矩 $M = 0.069 \text{ kN} \cdot \text{m}$

最大变形 $V = 0.3 \text{ mm}$

(1) 抗弯强度计算

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.069 \times 1000 \times 1000 / 10800 = 6.399 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度设计值 $[f]$ ，取 15.00 N/mm^2 ；

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$ ，满足要求！

(2) 抗剪计算

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 2322.0 / (2 \times 200.000 \times 18.000) = 0.968 \text{ N/mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.40 \text{ N/mm}^2$

抗剪强度验算 $T < [T]$ ，满足要求！

(3) 挠度计算

面板最大挠度计算值 $v = 0.334 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $196.7/250$ ，满足要求！

二、梁底支撑方木的计算

(一) 梁下方木计算

按照三跨连续梁计算，最大弯矩考虑为静荷载与活荷载的计算值最不利分配的弯矩和，计算公式如下：

均布荷载 $q = 3.955 / 0.200 = 19.774 \text{ kN/m}$

最大弯矩 $M = 0.1q l^2 = 0.1 \times 19.77 \times 0.20 \times 0.20 = 0.079 \text{ kN} \cdot \text{m}$

最大剪力 $Q = 0.6 \times 0.200 \times 19.774 = 2.373 \text{ kN}$

最大支座力 $N = 1.1 \times 0.200 \times 19.774 = 4.350 \text{ kN}$

方木的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$W = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 / 6 = 83.33 \text{ cm}^3;$$

$$I = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 \times 10.00 / 12 = 416.67 \text{ cm}^4;$$

(1) 方木抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.079 \times 10^6 / 83333.3 = 0.95 \text{ N/mm}^2$

方木的抗弯计算强度小于 13.0 N/mm^2 ，满足要求！

(2) 方木抗剪计算

最大剪力的计算公式如下：

$$Q = 0.6q l$$

截面抗剪强度必须满足：

$$T = 3Q / 2bh < [T]$$

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 2373 / (2 \times 50 \times 100) = 0.712 \text{ N/mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.30 \text{ N/mm}^2$

方木的抗剪强度计算满足要求!

(3) 方木挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.677 \times 16.479 \times 200.0^3 / (100 \times 9500.00 \times 4166666.8) = 0.005\text{mm}$$

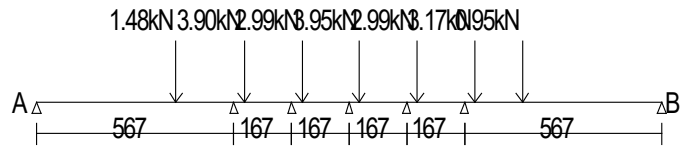
方木的最大挠度小于200.0/250, 满足要求!

三、梁底支撑钢管计算

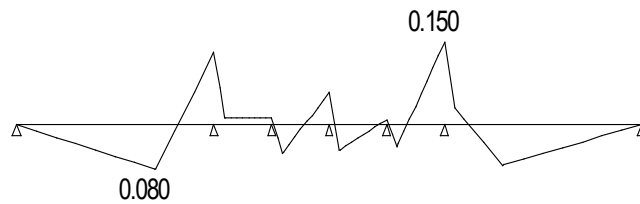
(一) 梁底支撑横向钢管计算

横向支撑钢管按照集中荷载作用下的连续梁计算。

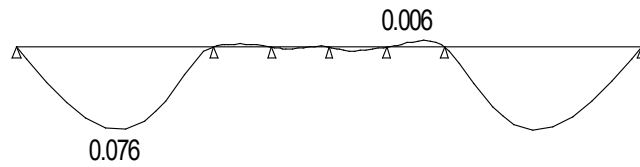
集中荷载P取方木支撑传递力。



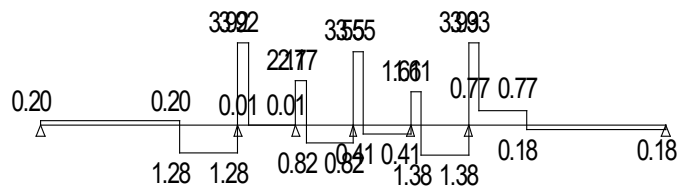
支撑钢管计算简图



支撑钢管弯矩图(kN.m)



支撑钢管变形图(mm)



支撑钢管剪力图(kN)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.150\text{kN.m}$

最大变形 $v_{max}=0.08\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=5.311kN$

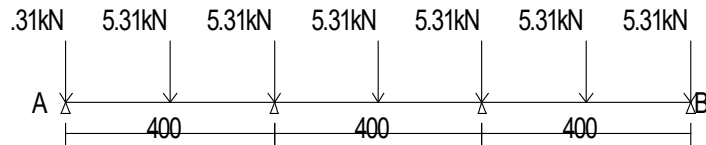
抗彎計算強度 $f=0.15 \times 10^6 / 4491.0 = 33.39N/mm^2$

支撐鋼管的抗彎計算強度小於 $205.0N/mm^2$ ，滿足要求！

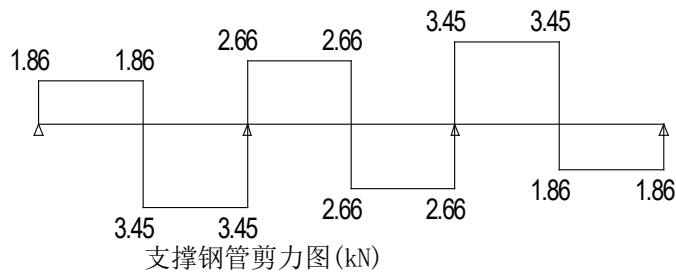
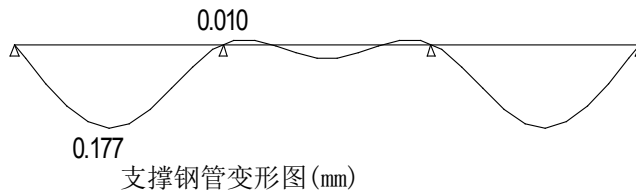
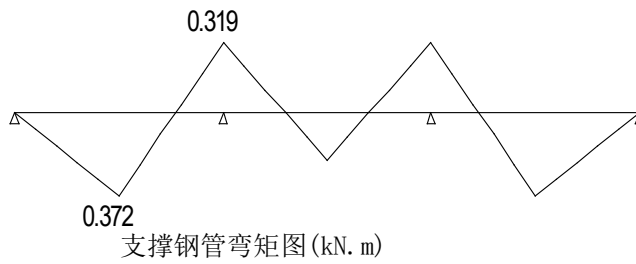
支撐鋼管的最大撓度小於 $566.7/150$ 與 $10mm$ ，滿足要求！

(二) 梁底支撐縱向鋼管計算

縱向支撐鋼管按照集中荷載作用下的連續梁計算。
集中荷載P取橫向支撐鋼管傳遞力。



支撐鋼管計算簡圖



經過連續梁的計算得到

最大彎矩 $M_{max}=0.372kN.m$

最大變形 $v_{max}=0.18mm$

最大支座力 $Q_{max}=11.419kN$

抗彎計算強度 $f=0.37 \times 10^6 / 4491.0=82.79N/mm^2$

支撐鋼管的抗彎計算強度小於 $205.0N/mm^2$ ，滿足要求！

支撐鋼管的最大撓度小於 $400.0/150$ 與 $10mm$ ，滿足要求！

四、扣件抗滑移的計算

縱向或橫向水平杆與立杆連接時，扣件的抗滑承载力按照下式計算（規範5.2.5）：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力設計值，取 $8.0kN$ ；

R —— 縱向或橫向水平杆傳給立杆的豎向作用力設計值；

計算中 R 取最大支座反力， $R=11.42kN$

單扣件抗滑承载力設計計算不滿足要求，可以考慮採用雙扣件！

當直角扣件的擰緊力矩達 $40-65N \cdot m$ 時，試驗表明：單扣件在 $12kN$ 的荷載下會滑動，其抗滑承载力可取 $8.0kN$ ；

雙扣件在 $20kN$ 的荷載下會滑動，其抗滑承载力可取 $12.0kN$ 。

五、立杆的穩定性計算

立杆的穩定性計算公式

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

其中 N —— 立杆的軸心壓力設計值，它包括：

橫杆的最大支座反力 $N_1=11.42kN$ （已經包括組合系數 1.4 ）

腳手架鋼管的自重 $N_2 = 1.2 \times 0.149 \times 20.000=3.588kN$

$N = 11.419+3.588+0.000=15.007kN$

ϕ —— 軸心受壓立杆的穩定系數，由長細比 l_0/i 查表得到；

i —— 計算立杆的截面回轉半徑（ cm ）； $i = 1.60$

A —— 立杆淨截面面積（ cm^2 ）； $A = 4.24$

W —— 立杆淨截面抵抗矩（ cm^3 ）； $W = 4.49$

σ —— 鋼管立杆抗壓強度計算值（ N/mm^2 ）；

$[f]$ —— 鋼管立杆抗壓強度設計值， $[f] = 205.00N/mm^2$ ；

l_0 —— 計算長度（ m ）；

如果完全參照《扣件式規範》不考慮高支撐架，由公式(1)或(2)計算

$$l_0 = k_1 u h \quad (1)$$

$$l_0 = (h+2a) \quad (2)$$

k_1 —— 計算長度附加系數，按照表1取值為 1.163 ；

u —— 計算長度系數，參照《扣件式規範》表5.3.3； $u = 1.70$

a —— 立杆上端伸出頂層橫杆中心線至模板支撐點的長度； $a = 0.10m$ ；

公式(1)的計算結果： $\sigma = 169.03N/mm^2$ ，立杆的穩定性計算 $\sigma < [f]$ ，滿足要求！

公式(2)的計算結果： $\sigma = 65.00N/mm^2$ ，立杆的穩定性計算 $\sigma < [f]$ ，滿足要求！

如果考慮到高支撐架的安全因素，適宜由公式(3)計算

$$l_0 = k_1 k_2 (h + 2a) \quad (3)$$

k_2 —— 计算长度附加系数，按照表2取值为1.052；

公式(3)的计算结果： $\sigma = 89.40\text{N/mm}^2$ ，立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！
模板承重架应尽量利用剪力墙或柱作为连接连墙件，否则存在安全隐患。

梁高支模框架梁(500*1500)支撑脚手架验算计算书

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

支撑高度在4米以上的模板支架被称为扣件式钢管高支撑架,对于高支撑架的计算规范存在重要疏漏,使计算极容

易出现不能完全确保安全的计算结果。本计算书还参照《施工技术》2002.3.《扣件式钢管模板高支撑架设计和使

用安全》,供脚手架设计人员参考。

模板支架搭设高度为20.0米,

基本尺寸为:梁截面 $B \times D = 500\text{mm} \times 1500\text{mm}$,梁支撑立杆的横距(跨度方向) $l = 0.40$ 米,立杆的步距 $h = 1.50$ 米,

梁底增加2道承重立杆。

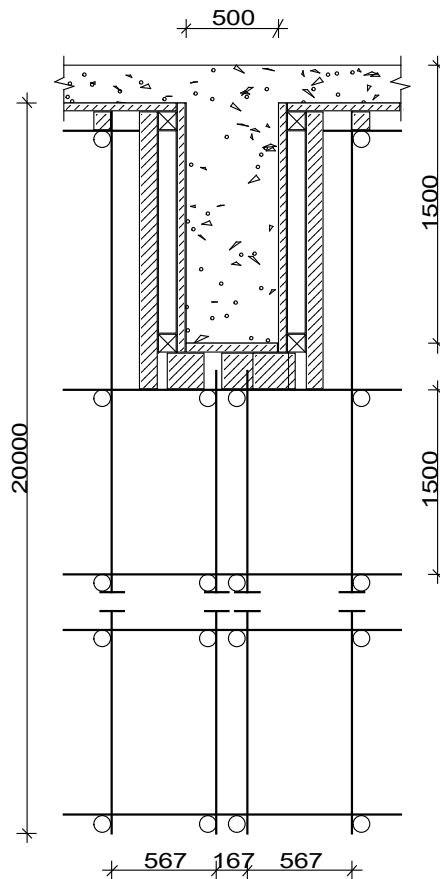


图1 梁模板支撑架立面简图

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、模板面板计算

面板为受弯结构,需要验算其抗弯强度和刚度。模板面板的按照多跨连续梁计算。

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m)：

$$q_1 = 25.000 \times 1.500 \times 0.400 = 15.000 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m)：

$$q_2 = 0.350 \times 0.400 \times (2 \times 1.500 + 0.500) / 0.500 = 0.980 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振倒混凝土时产生的荷载(kN)：

经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (1.000 + 2.000) \times 0.500 \times 0.400 = 0.600 \text{ kN}$

均布荷载 $q = 1.2 \times 15.000 + 1.2 \times 0.980 = 19.176 \text{ kN/m}$

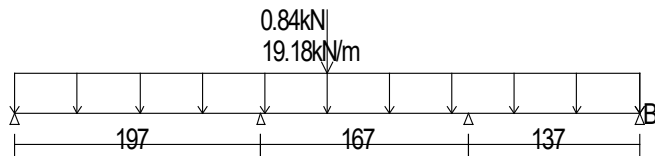
集中荷载 $P = 1.4 \times 0.600 = 0.840 \text{ kN}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

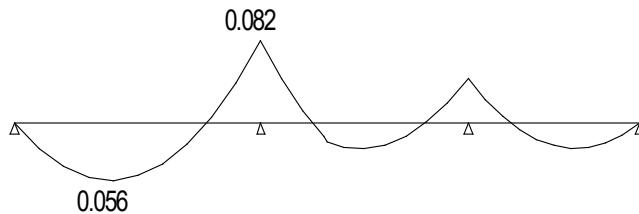
本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

$$W = 40.00 \times 1.80 \times 1.80 / 6 = 21.60 \text{ cm}^3;$$

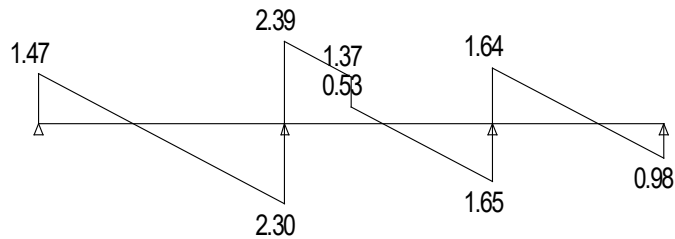
$$I = 40.00 \times 1.80 \times 1.80 \times 1.80 / 12 = 19.44 \text{ cm}^4;$$



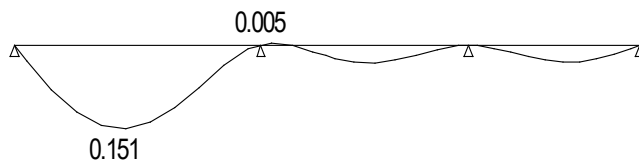
计算简图



弯矩图 (kN.m)



剪力图 (kN)



变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1=1.468\text{kN}$$

$$N_2=4.693\text{kN}$$

$$N_3=3.287\text{kN}$$

$$N_4=0.979\text{kN}$$

最大弯矩 $M = 0.082\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $V = 0.2\text{mm}$

(1) 抗弯强度计算

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.082 \times 1000 \times 1000 / 21600 = 3.800\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度设计值 $[f]$ ，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$ ，满足要求！

(2) 抗剪计算

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 2390.0 / (2 \times 400.000 \times 18.000) = 0.498\text{N}/\text{mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.40\text{N}/\text{mm}^2$

抗剪强度验算 $T < [T]$ ，满足要求！

(3) 挠度计算

面板最大挠度计算值 $v = 0.151\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $196.7/250$ ，满足要求！

二、梁底支撑方木的计算

(一) 梁下方木计算

按照三跨连续梁计算，最大弯矩考虑为静荷载与活荷载的计算值最不利分配的弯矩和，计算公式如下：

均布荷载 $q = 4.693/0.400 = 11.733\text{kN}/\text{m}$

最大弯矩 $M = 0.1ql^2 = 0.1 \times 11.73 \times 0.40 \times 0.40 = 0.188\text{kN}\cdot\text{m}$

最大剪力 $Q = 0.6 \times 0.400 \times 11.733 = 2.816\text{kN}$

最大支座力 $N = 1.1 \times 0.400 \times 11.733 = 5.163\text{kN}$

方木的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$W = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 / 6 = 83.33\text{cm}^3;$$

$$I = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 \times 10.00 / 12 = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 方木抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.188 \times 10^6 / 83333.3 = 2.25\text{N}/\text{mm}^2$

方木的抗弯计算强度小于 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，满足要求！

(2) 方木抗剪计算

最大剪力的计算公式如下：

$$Q = 0.6ql$$

截面抗剪强度必须满足：

$$T = 3Q/2bh < [T]$$

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 2816 / (2 \times 50 \times 100) = 0.845\text{N}/\text{mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.30\text{N}/\text{mm}^2$

方木的抗剪强度计算满足要求！

(3) 方木挠度计算

最大变形 $v = 0.677 \times 9.778 \times 400.0^4 / (100 \times 9500.00 \times 4166666.8) = 0.043\text{mm}$

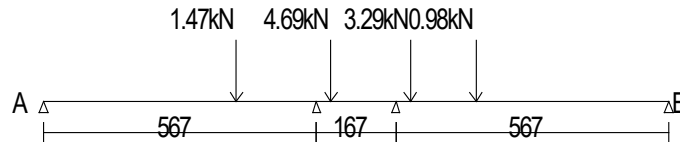
方木的最大挠度小于400.0/250, 满足要求!

三、梁底支撑钢管计算

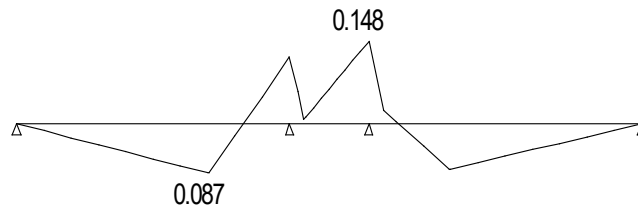
(一) 梁底支撑横向钢管计算

横向支撑钢管按照集中荷载作用下的连续梁计算。

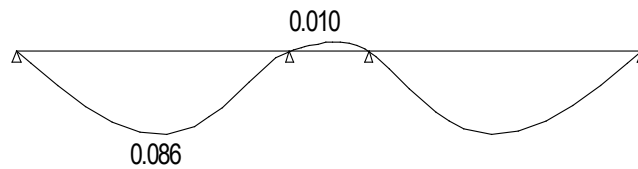
集中荷载P取方木支撑传递力。



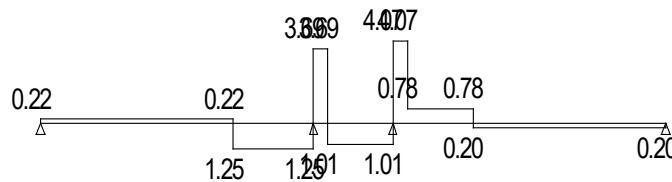
支撑钢管计算简图



支撑钢管弯矩图 (kN.m)



支撑钢管变形图 (mm)



支撑钢管剪力图 (kN)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{\max} = 0.148\text{kN.m}$

最大变形 $v_{\max} = 0.09\text{mm}$

最大支座力 $Q_{\max} = 5.072\text{kN}$

抗彎計算強度 $f=0.15 \times 10^6 / 4491.0 = 32.94 \text{N/mm}^2$

支撐鋼管的抗彎計算強度小於 205.0N/mm^2 ，滿足要求！

支撐鋼管的最大撓度小於 $566.7 / 150$ 與 10mm ，滿足要求！

(二) 梁底支撐縱向鋼管計算

梁底支撐縱向鋼管只起構造作用，無需要計算。

四、扣件抗滑移的計算

縱向或橫向水平杆與立杆連接時，扣件的抗滑承载力按照下式計算(規範5.2.5)：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力設計值，取 8.0kN ；

R —— 縱向或橫向水平杆傳給立杆的豎向作用力設計值；

計算中 R 取最大支座反力， $R=5.07 \text{kN}$

單扣件抗滑承载力設計計算滿足要求！

當直角扣件的擰緊力矩達 $40 \sim 65 \text{N} \cdot \text{m}$ 時，試驗表明：單扣件在 12kN 的荷載下會滑動，其抗滑承载力可取 8.0kN ；

雙扣件在 20kN 的荷載下會滑動，其抗滑承载力可取 12.0kN 。

五、立杆的穩定性計算

立杆的穩定性計算公式

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

其中 N —— 立杆的軸心壓力設計值，它包括：

橫杆的最大支座反力 $N_1=5.07 \text{kN}$ (已經包括組合係數 1.4)

腳手架鋼管的自重 $N_2 = 1.2 \times 0.129 \times 20.000 = 3.098 \text{kN}$

$N = 5.072 + 3.098 + 0.000 = 8.171 \text{kN}$

ϕ —— 軸心受壓立杆的穩定係數，由長細比 l_0/i 查表得到；

i —— 計算立杆的截面迴轉半徑 (cm)； $i = 1.60$

A —— 立杆淨截面面積 (cm²)； $A = 4.24$

W —— 立杆淨截面抵抗矩 (cm³)； $W = 4.49$

σ —— 鋼管立杆抗壓強度計算值 (N/mm²)；

$[f]$ —— 鋼管立杆抗壓強度設計值， $[f] = 205.00 \text{N/mm}^2$ ；

l_0 —— 計算長度 (m)；

如果完全參照《扣件式規範》不考慮高支撐架，由公式(1)或(2)計算

$$l_0 = k_1 u h \quad (1)$$

$$l_0 = (h+2a) \quad (2)$$

k_1 —— 計算長度附加係數，按照表1取值為 1.163 ；

u —— 計算長度係數，參照《扣件式規範》表5.3.3； $u = 1.70$

a —— 立杆上端伸出頂層橫杆中心線至模板支撐點的長度； $a = 0.10 \text{m}$ ；

公式(1)的計算結果： $\sigma = 92.03 \text{N/mm}^2$ ，立杆的穩定性計算 $\sigma < [f]$ ，滿足要求！

公式(2)的計算結果： $\sigma = 35.39 \text{N/mm}^2$ ，立杆的穩定性計算 $\sigma < [f]$ ，滿足要求！

如果考慮到高支撐架的安全因素，適宜由公式(3)計算

$$l_0 = k_1 k_2 (h+2a) \quad (3)$$

k_2 —— 计算长度附加系数，按照表2取值为1.052；

公式(3)的计算结果： $\sigma = 48.68\text{N/mm}^2$ ，立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

模板承重架应尽量利用剪力墙或柱作为连接连墙件，否则存在安全隐患。

表1 模板支架计算长度附加系数 k_1

步距 h(m)	$h \leq 0.9$	$0.9 < h \leq 1.2$	$1.2 < h \leq 1.5$	$1.5 < h \leq 2.1$
k_1	1.243	1.185	1.167	1.163

表2 模板支架计算长度附加系数 k_2

H(m)	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30
35	40										
	$h+2a$ 或 u_1h (m)										
	1.35	1.0	1.014	1.026	1.039	1.042	1.054	1.061	1.081	1.092	1.113
1.137	1.155	1.173									
	1.44	1.0	1.012	1.022	1.031	1.039	1.047	1.056	1.064	1.072	1.092
1.111	1.129	1.149									
	1.53	1.0	1.007	1.015	1.024	1.031	1.039	1.047	1.055	1.062	1.079
1.097	1.114	1.132									
	1.62	1.0	1.007	1.014	1.021	1.029	1.036	1.043	1.051	1.056	1.074
1.090	1.106	1.123									
	1.80	1.0	1.007	1.014	1.020	1.026	1.033	1.040	1.046	1.052	1.067
1.081	1.096	1.111									
	1.92	1.0	1.007	1.012	1.018	1.024	1.030	1.035	1.042	1.048	1.062
1.076	1.090	1.104									
	2.04	1.0	1.007	1.012	1.018	1.022	1.029	1.035	1.039	1.044	1.060
1.073	1.087	1.101									
	2.25	1.0	1.007	1.010	1.016	1.020	1.027	1.032	1.037	1.042	1.057
1.070	1.081	1.094									
	2.70	1.0	1.007	1.010	1.016	1.020	1.027	1.032	1.037	1.042	1.053
1.066	1.078	1.091									

以上表参照 杜荣军：《扣件式钢管模板高支撑架设计和安全》

六、梁模板高支撑架的构造和施工要求[工程经验]

除了要遵守《扣件架规范》的相关要求外，还要考虑以下内容

1. 模板支架的构造要求：

- 梁板模板高支撑架可以根据设计荷载采用单立杆或双立杆；
- 立杆之间必须按步距满设双向水平杆，确保两方向足够的设计刚度；
- 梁和楼板荷载相差较大时，可以采用不同的立杆间距，但只宜在一个方向变距、而另一个方向不变。

2. 立杆步距的设计：

- 当架体构造荷载在立杆不同高度轴力变化不大时，可以采用等步距设置；
- 当中部有加强层或支架很高，轴力沿高度分布变化较大，可采用下小上大的变步距设置，但变化不要过多；

c. 高支撑架步距以0.9—1.5m为宜，不宜超过1.5m。

3. 整体性构造层的设计：

- a. 当支撑架高度 $\geq 20\text{m}$ 或横向高宽比 ≥ 6 时，需要设置整体性单或双水平加强层；
- b. 单水平加强层可以每4—6米沿水平结构层设置水平斜杆或剪刀撑，且须与立杆连接，设置斜杆层数要大于水平框格总数的1/3；
- c. 双水平加强层在支撑架的顶部和中部每隔10—15m设置，四周和中部每10—15m设竖向斜杆，使其具有较大刚度和变形约束的空间结构层；
- d. 在任何情况下，高支撑架的顶部和底部（扫地杆的设置层）必须设水平加强层。

4. 剪刀撑的设计：

- a. 沿支架四周外立面应满足立面满设剪刀撑；
- b. 中部可根据需要并依构架框格的大小，每隔10—15m设置。

5. 顶部支撑点的设计：

- a. 最好在立杆顶部设置支托板，其距离支架顶层横杆的高度不宜大于400mm；
- b. 顶部支撑点位于顶层横杆时，应靠近立杆，且不宜大于200mm；
- c. 支撑横杆与立杆的连接扣件应进行抗滑验算，当设计荷载 $N \leq 12\text{kN}$ 时，可用双扣件；大于12kN时应用顶托方式。

6. 支撑架搭设的要求：

- a. 严格按照设计尺寸搭设，立杆和水平杆的接头均应错开在不同的框格层中设置；
- b. 确保立杆的垂直偏差和横杆的水平偏差小于《扣件架规范》的要求；
- c. 确保每个扣件和钢管的质量是满足要求的，每个扣件的拧紧力矩都要控制在45—60N·m，钢管不能选用已经长期使用发生变形的；
- d. 地基支座的设计要满足承载力的要求。

7. 施工使用的要求：

- a. 精心设计混凝土浇筑方案，确保模板支架施工过程中均衡受载，最好采用由中部向两边扩展的浇筑方式；
- b. 严格控制实际施工荷载不超过设计荷载，对出现的超过最大荷载要有相应的控制措施，钢筋等材料不能在支架上方堆放；
- c. 浇筑过程中，派人检查支架和支承情况，发现下沉、松动和变形情况及时解决。