

龙山县中医院工程屋面外挑结构模板支撑体系施工技术

周橙军¹ 王杰² 向长征³

1. 湖南泓锦建设有限公司 湖南省 415000

2. 湖南博联检测集团有限责任公司 湖南省 415000

3. 津市市建设工程质量安全监督管理站 湖南省 415400

DOI:10.12238/ems.v7i6.13763

[摘要] 龙山县中医院工程, 总建筑面积为 59257.66m², 为龙山县重点工程, 其中: 1#门急诊医技楼地上 4 层地下 1 层, 建筑高度 21m, 屋面结构外挑 2.15m, 2#住院楼地上 9 层地下 1 层, 建筑高度 39.3m, 屋面结构外挑 2.7m。由于屋面外挑结构高度较高、外挑长度大且外挑结构工程量大, 其中 1#楼外挑结构平面总长 380m, 2#楼外挑结构平面总长 322m, 故外挑结构模板支撑体系选型尤为重要, 经过对模板支撑体系安全性、造价及施工工期等多方面比选, 最终使用型钢悬挑加钢丝绳反拉钢管脚手架模板支撑体系, 现该外挑结构已按设计要求施工完毕, 工期比原计划提前 15 天, 节约造价约 40 万元, 施工中未出现任何安全事故。

[关键词] 屋面结构外挑; 外挑高; 外挑长; 模板支撑体系; 选型; 落地架; 三角支撑型钢悬挑支撑; 钢丝绳反拉型钢悬挑支撑; 受力钢丝绳; 保险钢丝绳。

一、方案比选

龙山县中医院工程由 1#门急诊医技楼和 2#住院楼组成, 1#、2#楼屋面结构挑长分别为 2.15m 及 2.7m, 外挑结构平面总长约 700m, 本着确保外挑结构支模体系的安全性、造价及施工工期三方面要求对外挑结构模板支撑体系(1#楼支架挑长 2.65m, 2#楼支架挑长 3.2m)选型, 主要从落地式钢管脚手架、三角支撑型钢悬挑脚手架和型钢悬挑钢管脚手架 3 种模板支撑体系中选择:

(一) 落地式钢管脚手架支撑体系

1#楼模板支架搭设高度: 18m, 2#楼模板支架搭设高度: 37.5m。支撑架设计为: 立杆纵、横间距 1m, 步距 1m。

1. 安全性

(1) 承载力

1) 支架基础承载力

根据现场情况并结合地勘报告, 支架搭设区域内以下 0.5-0.8m 以下为粉质粘土层②地基承载力特征值为 200KPa, 经计算落地式钢管脚手架支撑架基础应达到 170KPa 地耐力, 支架搭设区域外边及两侧外扩 1m 宽范围内, 首先用级配砂石回填 0.6m 且压实系数 0.95, 再在其上部浇筑 0.15m 厚 C30 混凝土垫层作为落地式钢管脚手架支撑体系的基础。

2) 支架承载力验算: 用弯曲强度法 $\frac{M}{W} < [\sigma]$ 验算, 当支撑架按立杆纵、横间距 1m, 步距 1m 时, 均满足要求。

(3) 整体稳定性验算: 用“压杆理论”验算, 立杆所受压力小于其临界压力, 满足要求。

(4) 刚度验算: 用“位移法”计算, 材料扰度均 $< L/400$, 满足要求。

2. 造价

(1) 地基基础处理费用: 87832 元;

(2) 钢管租赁费用: 30019 元;

(3) 搭设人工费: 502116 元;

3. 施工工期: 60 天;

4. 落地式钢管脚手架支撑体系总费用: 619967 元;

(二) 三角支撑型钢悬挑脚手架模板支撑体系

本工程局部悬挑结构支模高度不高, 梁板截面不大且单块悬挑支模面积较小, 故可选用三角支撑型钢悬挑脚手架模

板支撑体系, 利用工字钢组成的三角型钢架整体受力, 三角型钢架与端板(200×180×12)焊接, 在混凝土结构先预埋套筒, 再用对穿双螺杆将端板和混凝土结构连接。

其中 1#楼三角支撑型钢悬挑长度 2.65m, 从 3 层楼面悬挑, 悬挑高度 8.4m, 2#楼三角支撑型钢悬挑长度 3.2m, 从 8 层楼面悬挑, 悬挑高度 7.8m, 三角支撑型钢架间距 1m, 其上扣件式钢管脚手架支架立杆间距 1m, 步距 1m。

1. 安全性

(1) 通过抗拔试验, 端板与混凝土结构连接强度, 满足要求。

(2) 承载力验算: 用弯曲强度法 $\frac{M}{W} < [\sigma]$ 验算, 均满足要求。

(3) 整体稳定性验算: 用“压杆理论”验算, 立杆所受压力小于其临界压力, 满足要求。

(4) 刚度验算: 用“位移法”计算, 材料扰度均 $< L/400$, 满足要求。

2. 造价

(1) 型钢租赁费用: 15130 元;

(2) 钢管租赁费用: 9695 元;

(3) 预埋钢板费用: 26767 元;

(4) 预埋钢板安装费用: 21300 元;

(5) 预埋套筒费用: 28400 元;

(6) 搭设人工费: 167190 元;

3. 施工工期: 40 天;

4. 型钢悬挑式钢管脚手架支撑体系总费用: 268482 元;

(三) 型钢悬挑钢管脚手架支撑体系

采用 9m 长工字钢悬挑, 其中 1#楼工字钢悬挑长度 2.65m, 锚固长度 6.35m, 从 3 层楼面悬挑, 悬挑高度 8.4m, 2#楼工字钢悬挑长度 3.2m, 锚固长度 5.8m, 从 8 层楼面悬挑, 悬挑高度 7.8m, 工字钢间距 1m, 支架立杆间距 1m, 步距 1m。

1. 安全性

(1) 承载力验算: 用弯曲强度法 $\frac{M}{W} < [\sigma]$ 验算, 均满足要求。

(2) 整体稳定性验算: 用“压杆理论”验算, 立杆所受

压力小于其临界压力，满足要求。

(3) 刚度验算：用“位移法”计算，材料抗度均 $<L/400$ ，满足要求。

2. 造价

(1) 工字钢租赁费用：14376 元；

(2) 钢管租赁费用：10907 元；

(3) 搭设人工费：167190 元；

3. 架体施工工期：45 天；

4. 型钢悬挑式钢管脚手架支撑体系总费用：192473 元；

经过方案比选可知，型钢悬挑钢管脚手架支撑体系较三角支撑型钢悬挑脚手架模板支撑体系节约工程费用： $268482-192473=76009$ 元，工期延长：5 天，型钢悬挑钢管脚手架支撑体系较落地式钢管脚手架支撑体系节约工程费用： $619967-192473=427494$ 元，工期缩短：15 天，最终选择型钢悬挑钢管脚手架支撑体系。

二、型钢悬挑钢管脚手架搭设

(一) 本工程外挑结构模板支撑架高度超高，且挑长较长，施工中应重点注意以下几点：

1. 为保证悬挑工字钢与钢管立杆连接稳定，在悬挑工字钢和立杆相接处焊止滑短钢筋，直径 20 毫米，长度 150 毫米；

2. 悬挑工字钢设 3 道锚环，末端 2 道，前面 1 道，锚环固定在现浇板内，分别加设 2 根水平钢筋固定锚环，水平筋直径 16，长度 1500 毫米，和现浇板内钢筋骨架焊接；

3. 为确保安全，每根悬挑工字钢斜拉两道直径 16mm 钢丝绳。

4. 悬挑支撑架横向水平杆通过扣件和室内立杆拉接至少 3 跨，以加强其稳定性。

5. 悬挑结构模板支撑架须与结构柱每隔一步抱接牢固，竖向间距不大于 3 米。

6. 架体外围设连续竖向剪刀撑，悬挑部分和非悬挑部分相邻的 3 跨通过上、中、下 3 道水平剪刀撑加强支架的整体性，挑架底步采用竹芭板全封闭，同时满挂安全兜网。

(二) 钢管选用

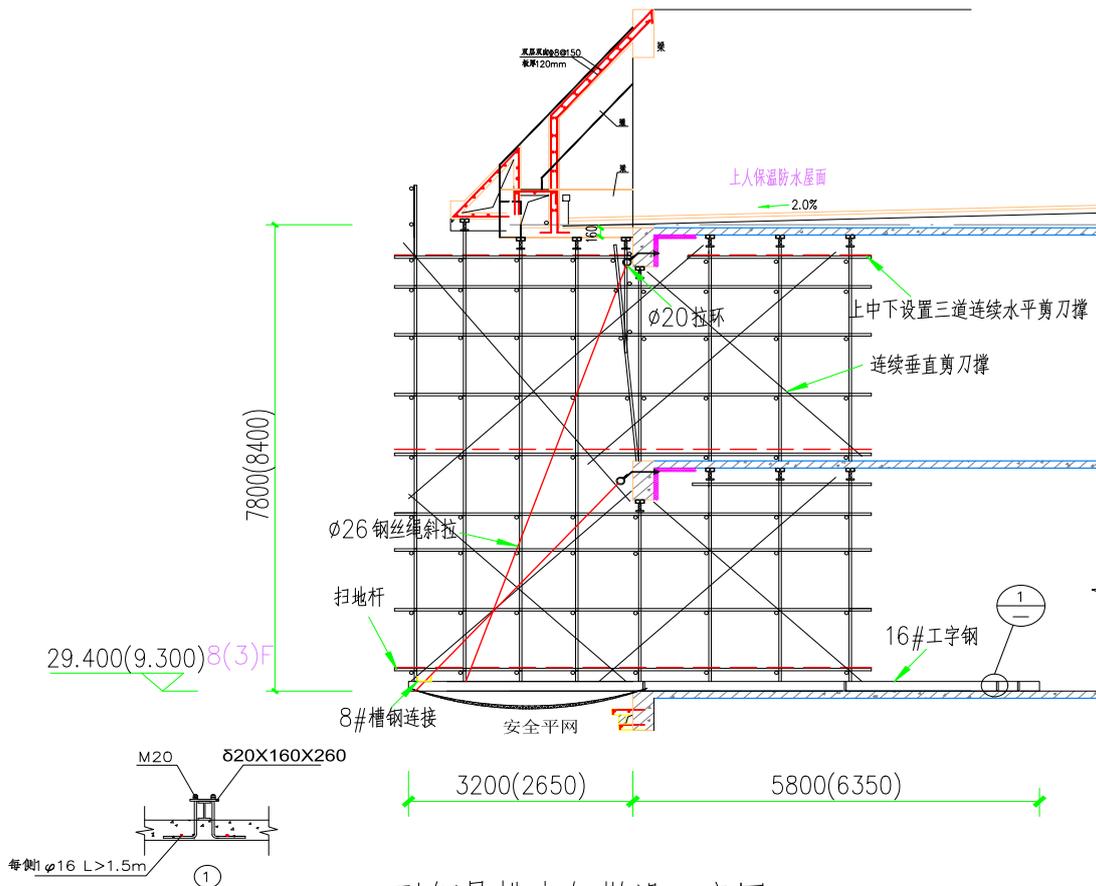
1. 钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 中规定的 Q235 普通钢管的要求，并应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 中 Q235A 级钢的规定。

2. 采用 $\Phi 48.3 \times 3.6$ 钢管，钢管表面应平直光滑且必须涂刷防锈漆，不应有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划道；

(三) 施工工艺流程

8 (3) 层楼面结构浇筑前预埋 U 型锚环 → 悬挑 16a# 工字钢安装 (8 (3) 层结构混凝土强度达到设计强度 70% 后) → 9

(4) 层楼面结构浇筑前预埋钢丝绳吊环 → 一道斜向反拉钢丝绳安装 (9 (4) 层结构混凝土强度达到设计强度后) → 屋面结构浇筑前预埋钢丝绳吊环 → 二道斜向反拉钢丝绳 (保险钢丝绳) 安装 (屋面结构混凝土强度达到设计强度后) → 悬挑主梁 16a# 工字钢悬挑部分铺设竹芭板和安装安全兜网 → 型钢悬挑钢管脚手架搭设 → 支架验收合格后进行屋面结构施工。



型钢悬挑支架搭设示意图

(四) 模板支撑架构造要求:

1. 扫地杆距地面 200mm, 在高支模范围内纵、横两个方向均满堂设置。

2. 剪刀撑设置

支架立杆间距 1×1m, 水平杆步距 1m, 外侧满设竖向剪刀撑, 沿高度方向上、中、下各设一道水平剪刀撑, 剪刀撑应采用 $\Phi 48.3 \times 3.6$ mm 钢管, 用扣件与钢管立柱扣牢。剪刀撑应采用搭接, 搭接长度不得小于 1000mm, 并应采用不少于 2 个旋转扣件分别在离杆端不小于 100mm 处进行固定。

3. 立杆搭接要求: 本工程所有部位立杆接长全部采用对接扣件连接, 严禁搭接。

4. 水平杆

(1) 每步纵横向水平杆必须拉通, 水平杆件接长应采用对接扣件连接。

5. 周边拉结

(1) 用抱柱的方式(如连墙件), 如下图, 以提高整体稳定性和提高抵抗侧向变形的能力。

(2) 按水平间距 6m、竖向间距 2m 与建筑结构设置一个固结点。

6. 悬挑工字钢应用竹笆板硬式封闭, 下部满挂安全兜网。

(五) 监测要求

1. 监测由具有监测资质的单位进行型钢悬挑钢管脚手架模板支撑体系的监测工作, 具体详见《型钢悬挑钢管脚手架模板支撑架监测专项施工方案》。

2. 混凝土浇筑过程中负责监测的单位应派专人 2~3 名看模, 加强监测, 严格控制模板的位移和稳定性, 一旦产生移位应及时请施工单位配合调整, 加固支撑, 如果监测值超限应立即停工并组织人员退场。

(六) 支撑架使用要求

1. 混凝土浇筑注意事项

(1) 对于高支模区域梁板混凝土浇筑应沿主梁方向从中间向两端对称分层浇筑、沿次梁方向从远端向近端浇筑。

(2) 墙、柱和梁板混凝土分开浇筑, 应先浇筑墙、柱等竖向构件, 待其达到一定强度后, 方可再浇筑梁、板。

(3) 混凝土浇注过程中, 严禁集中超负荷堆放机械设备及其他材料, 防止物体坠落及支撑体系局部坍塌。

(4) 倾倒混凝土时, 出料口距浇筑面高度不应大于 1000mm, 并尽量控制对楼板所造成的冲击, 应避免混凝土在出料口堆积过高 (<100mm), 并且安排人员用工具将堆积的混凝土迅速向四周摊开。

(七) 模板拆除

1. 拆除模板前应先进行针对性的安全技术交底, 并做好记录, 交底双方履行签字手续。模板拆除前必须办理拆除模板审批手续, 经技术负责人、监理审批签字后方可拆除。

2. 应先从跨中开始, 对称地分别向两端拆除, 拆模顺序应遵循先支后拆, 后支先拆, 从上往下的原则。拆除时, 严禁采用沿梁底板向侧拉倒的拆除方法。

3. 模板拆除前必须有混凝土强度报告, 强度达到规定要求后方可拆模。

(八) 施工过程管理

1. 材料管理: 材料质量满足方案设计和相关规程要求, 搭设模板支架用的钢管、扣件, 使用前必须进行抽样检测, 未经检测和检测不合格的一律不得使用;

2. 交底管理: 交底的形式分为技术交底和安全交底, 均由项目技术负责人对相关班组成员、管理岗位人员进行交底, 并落实相关签字手续。

3. 模板支架搭设方式符合施工方案要求, 并通过相关部门验收。

4. 模板拆除方式符合施工方案要求, 拆模时间符合相关检测结果和规范要求, 拆模以接到拆模通知书为准, 不得私自拆除任何构件。

5. 严格落实班组自检、互检、交接检“三检”制度, 确保模板支撑架安装质量。

(九) 安全管理措施

1. 应遵守高处作业安全技术规范规定。

2. 模板及其支撑系统在安装和拆除过程中必须与主体结构设置可靠临时连接, 高处作业时, 操作人员要扣上安全带, 施工现场应搭设工作梯, 工作人员不得爬模上下。

3. 登高作业时, 各种配件应放在工具箱或工具袋中严禁放在模板或脚手架上, 各种工具应系挂在操作人员身上或放在工具袋中, 不得吊落。

4. 在支撑搭设、拆除和浇筑混凝土时, 无关人员不得进入支模底下, 应在适当位置挂设警示标志, 并指定专人监护。

三、结语

文章通过对工程实际施工过程中较长外挑结构落地式钢管脚手架模板支撑体系与型钢悬挑钢管脚手架模板支撑体系 3 种模板支撑体系在安全性、造价及施工工期 3 方面进行比较可知, 搭设高度较高外挑长度在 1.5 米内时, 选择三角支撑型钢悬挑脚手架模板支撑体系; 搭设高度较高外挑长度超过 1.5 米时, 选择钢丝绳反拉型钢悬挑脚手架模板支撑体系优于落地式钢管脚手架模板支撑体系, 同时也对悬挑钢管脚手架模板支撑体系的施工工艺、使用要求、监测及施工管理进行具体阐述, 对类似工程的施工有借鉴作用。

[参考文献]

- [1] 《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008
- [2] 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011
- [3] 《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 (2015 年版)
- [4] 《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
- [5] 《钢结构设计标准》GB 50017-2017
- [6] 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018
- [7] 《建筑施工安全检查标准》JGJ59-2011
- [8] 《建筑施工临时支撑结构技术规范》(JGJ300-2013)
- [9] 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015
- [10] 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》中华人民共和国住房和城乡建设部令 第 37 号
- [11] 住房和城乡建设部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知 建办质(2018) 31 号