



型钢悬挑脚手架安全施工 常见问题及防控措施

张天晓

(西双版纳州建筑工程质量监督站, 云南 景洪 666100)

【摘要】 型钢悬挑钢管脚手架广泛在高层建筑施工中使用, 检查中发现存在较多常见问题, 安全施工形式不容乐观。通过对常见问题进行梳理、分析, 提出防控措施, 以期对型钢悬挑脚手架安全施工有所帮助。

【关键词】 悬挑脚手架; 安全施工; 防控措施

【中图分类号】 TU731

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-3702(2017)05-0025-06

Common Problems and Prevention Measures of Safe Construction
with Profiled Bar Cantilever Scaffold

ZHANG Tianxiao



2) 专项方案编制签字、审核、审批程序不符合要求。

1.1.2 编写方面

- 1) 编制依据采用过期的规范、标准;
- 2) 编制人员配备不足,甚至由资料员为主进行编制;
- 3) 安全保证措施千篇一律,没有针对性;
- 4) 构造措施不符合要求;

5) 脚手架施工图不齐全,部分节点详图缺失和无变形监测点布置图。

1.1.3 计算书方面

- 1) 计算单元划分不合理,计算书不完整;
- 2) 部分专项方案的计算书在网上下载,计算参数与工程实际不相适应;
- 3) 未对悬挑梁固定端拉环处楼板配筋进计算;
- 4) 建筑物阳角处钢悬挑梁布置较为集中,未单独进行计算。

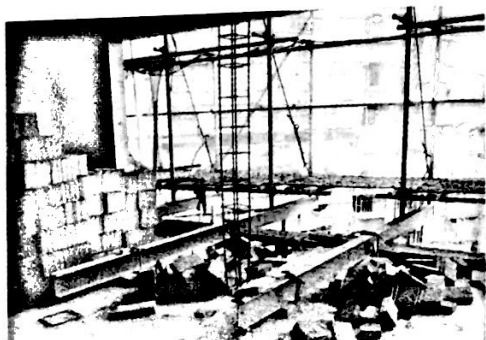
1.2 施工阶段

1.2.1 管理方面

- 1) 施工前未进行安全技术交底;
- 2) 架子工未持证上岗;
- 3) 钢管、扣件进入现场后,无复试试验报告;
- 4) 施工过程中未进行监测、监控;
- 5) 存在“以包代管”现象;
- 6) 专项方案施工防控措施不严;
- 7) 未进行专项验收。

1.2.2 技术方面

- 1) 未严格按专项方案要求配制材料;
- 2) 材料、配件等弯曲、变形、锈蚀严重;
- 3) 型钢悬挑梁固定段长度不足,外端未设置钢丝绳或钢拉杆,或也未在梁端下部设置刚性支撑;
- 4) U型拉环直径、材料不符合要求,且只有一道U型拉环(见图1);



5) 悬挑梁外端与上部结构拉环拉结,拉环直径、材料不符合要求(见图2)。



图2 直径18的HPB400钢筋吊环实景图

- 6) 悬挑梁固定段处混凝土楼板上部配筋漏设置;
- 7) 未按设计要求设置水平连墙杆;
- 8) 剪刀撑设置不符合规范构造要求;
- 9) 脚手架钢管扣件螺栓未进行力矩检测;
- 10) 作业层未设防护栏杆;
- 11) 脚手板规格、材质不符合要求;
- 12) 脚手板铺设不符合要求;
- 13) 脚手架外侧未采用密目式安全网封闭或安全网布置不严(见图3);

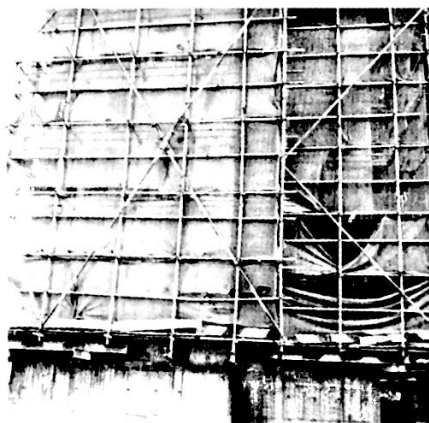


图3 安全网布置不严实景图

- 14) 作业层的脚手板下面未按要求设置安全网封闭;
- 15) 施工荷载超过设计规定,施工荷载堆放不均匀。

2 型钢脚手架专项方案编制阶段防控措施

2.1 管理方面

2.1.1 提高思想意识

- 1) 施工企业要建立、健全管理体系和管理制度;



执行力度;

3) 加强培训学习, 提高业务水平, 特别要注重人才的培养;

4) 加大违法、违规的成本, 让违法、违规人员不值得为此而负出沉重的代价;

5) 建立诚实守信、遵纪守法、优质服务意识。

2.1.2 严格执行专项方案的三级程序

专项方案应有编制、审核、审批三级程序。经项目经理审核后, 报企业技术、安全、质量部门审核, 最终经技术负责人(总工程师)审批, 并加盖企业公章。不得用“项目部章”代替企业公章。有专业分包时, 由分包单位履行编制、审核、审批程序, 并且报总包单位审核、审批。专项方案的签字栏中必须亲笔签名, 属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程专项方案由总包单位组织专家论证。企业必须按专家论证的建议修改专项方案, 重新履行企业内部审核、审批程序。

2.2 编写方面

配齐专项方案的编制人员。专项方案的“专项”体现了专业技术特点, 专项施工方案应当由施工单位项目技术负责人或项目经理组织相关专业技术人员编制。编制人员应在专项方案签字栏中亲笔签名, 不得代签或电脑打印。在编制过程中, 专业人员配备不足, 专业技术力量薄弱, 专项方案的质量、安全、经济及针对性难以保证, 这样就失去了专项方案的编制意义。

2.3 计算书方面

计算书是专项方案技术设计核心部分, 也是专项方案的重要组成部分, 关系到专项方案是否是安全、适用、经济。举例提出专项方案设计要点。

1) 背景资料。云南省景洪市某小区住宅工程, 结构为 17 层钢筋混凝土剪力墙结构; 建筑面积 19422.16 m^2 (标准层建筑面积 1142.48 m^2); 层高 3 m, 檐口高度 51 m; 抗震设防烈度 8 度; 楼板厚度: 客厅 130 mm, 主卧室 110 mm, 其他房间 100 mm; 楼板强度 C25; 客厅外悬挑阳台宽度为 1200 mm; 工期较紧。

2) 初步确定方案。建筑物外脚手架主要有扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架、承插型盘扣式钢管脚手架、悬挑式脚手架、附着式升降脚手架、高处作业吊篮等。根据背景资料, 本工程属于住宅楼, 外周需要砌墙体围护结构, 并且表面需要抹灰。若采用高处作业吊

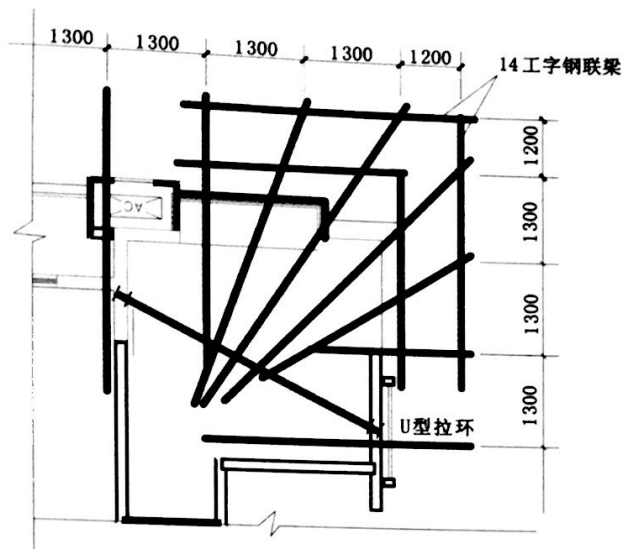
篮, 施工不方便, 运行成本高, 影响工期。若采用附着式升降脚手架, 施工设备成本投入太大, 对于 51 m 高的建筑工程不具有经济性优势。若采用落地扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架、承插型盘扣式钢管脚手架, 由于当地雨季长、雨量大, 建筑物周边回填土质量难以控制, 地面硬化技术处理成本高, 经硬化的地面后期需要凿除做绿化区使用, 造成资源浪费。并且影响室外给、排水、电气管线的敷设施工, 进而影响工期。

初步确定使用悬挑脚手架较为可行, 碗扣式钢管脚手架、承插型盘扣式钢管脚手架均属于工厂化产品, 具有安装方便的优点。然而, 它们连接点分别按 0.6 m 和 0.5 m 的模数设置^[2]。脚手架设计是按立杆最大横距、纵距、步距进行验算, 到各项指标均满足要求为止。以 0.6 m 和 0.5 m 模数进行优化调整设计, 会造成方案过于保守, 增加悬挑梁的数量, 特别是连墙件与建筑结构的连接, 难以满足连墙件与立杆连接点距离脚手架主节点 $<300\text{ mm}$ 的要求, 甚至出现连墙件与建筑结构无连接处, 不得不重新调整连墙件间距和位置。

综上所述, 宜采用型钢悬挑钢管脚手架。进一步通过经济、技术分析, 脚手架分两次悬挑, 第 1 次悬挑梁布置在第 3 层楼板(即: 6 m 标高层), 第 2 次悬挑梁布置第 10 层(即: 30 m 标高层), 脚手架高度按 24 m 进行设计。如果设置 3 次悬挑梁, 会使施工成本增加, 如果两次悬挑脚手架高度不一致, 就会使纵、横向钢管立杆间距和悬挑梁间距不一致, 增加计算工作量, 同样会增加施工难度和成本。

3) 合理划分计算单元。①楼板有阳台和无阳台应分为两个计算单元。悬挑钢梁固定段长度小于悬挑段长度的 1.25 倍时, 锚固点处的受力将增大, 同时对锚固件强度、楼板厚度、楼板配筋及钢梁有更高的要求。特别是有阳台时, 悬挑梁一般不得设置在外挑阳台端梁上或悬挑板上, 否则, 应将荷载值提请设计单位对外挑阳台端梁或悬挑板进行设计变更, 补强原建筑结构满足悬挑脚手架施工的要求。②悬挑脚手架阳角处作为一个计算单元进行设计。建筑结构阳角处宜采用扇形布置带连梁的钢挑梁(见图 4), 或采用预埋件焊接型钢作刚性支撑。计算支撑刚度、强度必须符合安全要求。





注：悬挑钢梁锚固点受力计算强度不足时，增加压钢梁固定在建筑结构梁上。

图4 转角悬挑钢梁平面布置图（单位：mm）

也可采用钢拉杆与上部结构拉环连接，不宜使用钢丝绳代替钢拉杆，因为钢丝绳松紧程度不易控制，不利于脚手架整体受力。③结构计算。悬挑脚手架安全可以借助“PKPM 建筑施工安全计算软件”“品茗安全计算软件”等进行计算，手工计算工作量大，容易出错。悬挑脚手架安全计算是预先设定钢型、连梁和现场实际条件。凭经验设置最大的纵、横向立杆间距和连墙杆间距进行结构验算后，逐步进行优化设计，使各项技术指标均应满足标准、规范要求。

计算步骤：大横杆的计算→小横杆的计算→扣件抗滑力的计算→脚手架荷载标准值→立杆的稳定性计算→连墙件的计算→连梁的计算→悬挑梁的受力计算→悬挑梁的整体稳定性计算→锚固段与楼板连接的计算。

以上案例中无阳台计算单元计算参数及结果如下：

钢管为 $\phi 48.3 \times 3.6$ mm，强度折减系数取0.90；双排、单立管脚手架，搭设高度24.0m；立杆的纵距1.30m，立杆的横距1.20m，内排架距离结构0.30m，立杆的步距1.50m；连墙件采用二步二跨，竖向间距3.00m，水平间距2.60m；施工活荷载为 2.0 kN/m^2 ，同时考虑2层施工。脚手板采用木板，荷载为 0.35 kN/m^2 ，按照铺设4层计算；悬挑水平钢梁采用16号工字钢，建筑物外悬挑锚固段长度2.00m。连梁采

板上部配置双向HRB 400 钢筋，直径为8 mm，间距为150 mm。

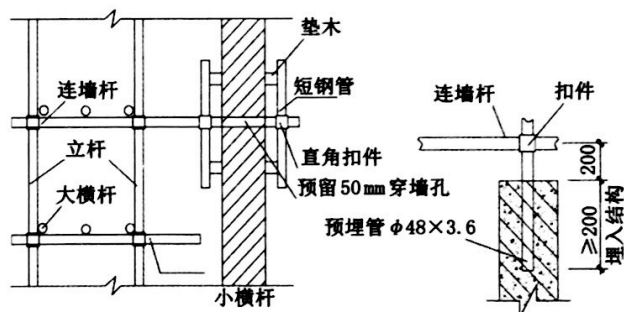
2.4 编制经验^[3]

1) 悬挑脚手架设计高度根据实际确定，悬挑高度尽量统一。

2) 使用的钢管、扣件根据新旧、破损、金属疲劳程度等确定折减系数，根据经验取0.75~0.95，全新钢管可以选择1.0。

3) JGJ 130—2011《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》规定脚手架钢管宜采用 $\phi 48.3 \times 3.6$ mm，未强制规定钢管壁厚不得 < 3.5 mm，目前，市场上壁厚 < 3.5 mm的钢管大量存在，从安全计算角度考虑，是通过安全计算的。值得注意的是扣件式钢管脚手架用于模板支撑时，JGJ 162—2008《建筑施工模板安全技术规范》已将钢管壁厚不得 < 3.5 mm列入强制性条文^[4]。

4) 脚手架步距宜选取1/2或1/3楼层高，设计步距为“二步三跨或三步二跨”，这样便于将连墙件设置在楼层结构上，方便预埋施工（见图5）。



(a) 连墙件扣件与墙体连接示意图 (b) 连墙件与建筑结构预埋钢管连接示意图

图5 连墙杆件连接图（单位：mm）

5) 悬挑梁宜选用16号以上型钢，最好选择工字钢，工字钢的受力优于槽钢。固定型钢悬挑梁的U形钢筋拉环或螺栓直径为不宜 < 16 mm的HPB235热轧圆钢筋，且不少于两道，间距及距离钢梁端部 ≥ 200 mm（见图6、7）。

6) 型钢悬挑梁固定段长度应大于悬挑段长度的1.25倍。悬挑梁悬挑长度一般不超过2 m，特殊情况不超过3 m，大悬挑要另行专门设计及论证。当有阳台时，为减少对结构楼板的影响，可以在固定端200 mm处增



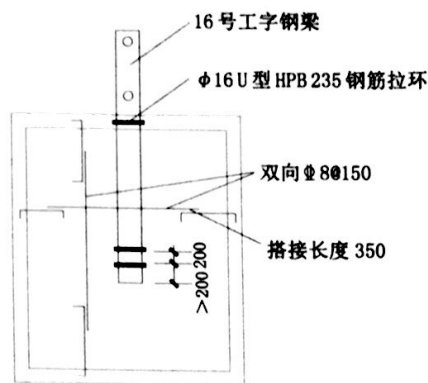


图6 工字钢悬挑扣件式钢管脚手架平面图(单位: mm)



图8 连梁与悬挑梁连接实拍

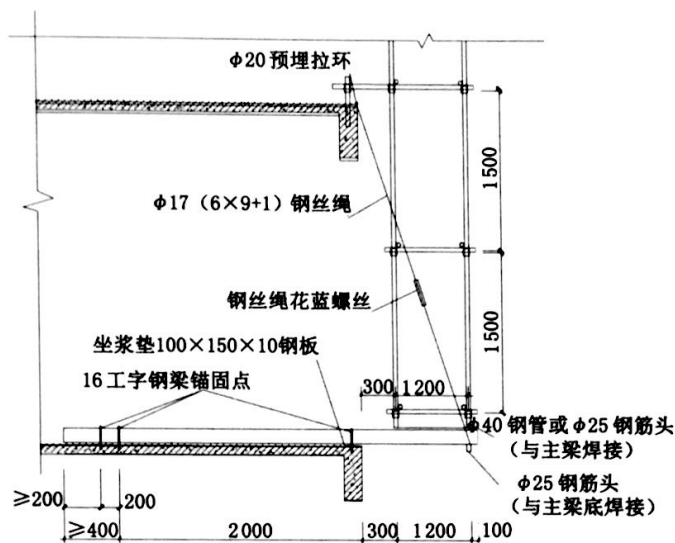


图7 工字钢悬挑扣件式钢管脚手架立面图(单位: mm)

部,此时钢拉杆参与受力计算。为确保安全,卸荷用钢丝绳另行照设。

7) 悬挑梁外端钢丝绳一般不参与脚手架结构受力计算,仅考虑钢丝绳卸荷计算,脚手架使用时作为安全储备考虑。钢丝绳与上部结构连接的拉环应使用直径 $\geq 20\text{mm}$ 的HPB235级钢筋。

8) 按设计计算确定悬挑梁固定处楼板上部配筋(见图6),如果计算配筋较小时,按设计构造配筋设置,绝对不允许楼板受力点上部无钢筋的情况。

9) 悬挑梁间距应按脚手架立杆纵距设置,每一纵距设一根。有时房间条件受限,立杆纵距不能均匀布置,可采用悬挑梁端部带连梁的方式解决(见图3),连梁与悬挑梁采用20mm螺栓连接或焊接(见图8)。

10) 基本风压按10年一遇取值。

11) 型钢悬挑脚手架设计施工应符合下列规定:

3 型钢脚手架施工阶段防控措施

3.1 管理方面

3.1.1 施工单位管理防控措施^[5]

1) 健全项目部组织机构,配齐管理人员,落实管理责任;

2) 脚手架施工应由持证上岗的架子工进行搭设,并进行上岗前培训;

3) 脚手架施工前,应进行安全技术交底,并经交底人和被交底人签字确认;

4) 严格按专项方案要求施工,不得偷工减料,钢管、扣件进入现场后,进行抽样复试,具有合格的试验报告;

5) 严格“三级检查制度”,不得“以包代管”,严格进行事前、事中、事后管理控制,必须按规定进行专项验收,验收记录应完整有效;

6) 施工过程中对脚手架进行监测、监控。发现变形异常,及时采取措施;

7) 重视脚手架拆除时监管,认真落实方案措施,并留有施工记录;

8) 定期进行安全应急演练;

9) 不得擅自修改方案,因外部结构、环境等因素发生较大变化,需要修改、调整专项方案的,必须重新执行审核、审批程序;

10) 带头引导及提高其他参建各方的质量安全意识。安全事故需要群防群治,施工企业的安全管理,需要参建各方的支持和配合。

3.1.2 监理(或建设)单位防控措施



2) 严格按专项方案、监理实施细则要求进行检查、验收。①严格把好进场材料验收关, 主要材料应有出厂合格证, 以及复检报告; ②检查脚手架螺栓力矩检测报告, 检查后置埋件的拉拔检测报告; ③旁站脚手架施工过程, 并作好旁站记录; ④脚手架未经验收合格, 不得使用。

3) 发现不按专项方案实施的, 应当责令整改, 施工单位拒不整改的, 应当及时向建设单位及建设行政主管部门报告。

3.2 技术防控措施

1) 根据专项方案要求配制材料、构配件等。特别注意: 工字钢型号后附的字母 a、b、c。其计算参数有差异, 施工时应与方案设计一致。

2) 两道 U 型钢筋拉环或螺栓应采用冷弯成型 (见图 9), 钢梁间隙应用钢楔或硬木楔楔紧, 木楔用钉子固定。

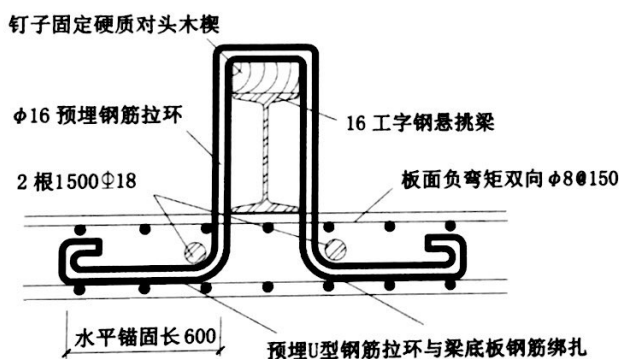


图 9 U 型拉环预埋大样图 (单位: mm)

3) 脚手架立杆脚焊接 $\phi 25$ 短钢筋头或 $\phi 40$ 短管, 长度 0.2 m, 用于固定脚手架立杆底脚, 定位点距离悬挑梁端不应 < 100 mm。

4) 在悬挑梁外端向内下部 100 mm 处, 焊接直径 25~30 mm 的钢筋, 用于固定钢丝绳。钢丝绳与钢梁的水平夹角应 $\geq 45^\circ$ 。钢丝绳应使用花篮螺丝, 收紧至崩稍紧状态 (见图 7), 钢丝绳与悬挑钢梁和主体结构连接的 U 形钢筋拉环应设置钢丝绳鸡心环。

5) 钢丝绳线夹不少于三道, 最末一道与中间一道线夹间钢丝绳应留有安全余量。

8) 剪刀撑宽度 ≥ 4 跨, 且 ≥ 6 m, 倾角应在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间。脚手架高度 < 24 m 在外侧两端、转角及中间不超过 15 m 的立面上设置剪刀撑。高度超过 24 m 应在外侧全立面连续设置剪刀撑。

9) 立杆、纵向水平杆接头不应在同步或同跨内, 相邻接头在同一方向不应 < 500 mm, 并且接头中心到主节点距离不应大于步距或纵距的 $1/3$ 。

10) 脚手板设置层数不得超过方案设计时的层数, 脚手板应满铺, 要绑扎牢固, 不得出现探头板, 设 ≥ 180 mm 的挡脚板, 作业层加设防护栏杆。

11) 脚手架外侧采用密目式安全网封闭, 作业层下部设水平网兜底, 沿高度 ≤ 10 m 设置水平网。

12) 堆放在脚手板上的施工荷载不得超过设计规定值, 不得集中堆放。

13) 脚手架拆除应由上而下逐层拆除, 注意连墙件不得先拆除。分段拆除大于两步时, 应增设连墙件加固。

4 结 语

通过对型钢悬挑式钢管脚手架常见问题进行剖析, 总结出切实可行的防控措施。专项方案编制是最重要的一环, 落实专项方案编制、审核和审批程序, 严格按专项方案施工, 注重施工过程防控措施, 严把施工质量验收关, 才能最大限度地遏制型钢悬挑脚手架安全事故的发生, 以及有效控制对建筑结构质量的影响。②

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 危险性较大的分部分项工程安全管理办法 (建质[2009]87号) [Z]. 2009.
- [2] 河北建设集团有限公司. JGJ 166—2008 建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [3] 中国建筑科学研究. JGJ 130—2011 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [4] 沈阳建筑大学. JGJ 162—2008 建筑施工模板安全技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

