

附着式脚手架施工技术应用

向红平

中国五冶集团有限公司, 四川 成都 610000

[摘要]随着绿色施工理念在建筑行业越来越得到普及, 各种新型施工技术应运而生, 脚手架工程在建筑施工中的应用贯穿项目始终, 新型拉杆式悬挑脚手架已经在国内大面积得到运用, 其结构受力稳定、施工便捷、绿色安全的特点凸显, 同时其对原结构影响小, 综合经济成本较低的优势也使其被业内广泛肯定。

[关键词]附着拉杆脚手架; 经济性; 施工便捷

DOI: 10.33142/ec.v5i6.6111

中图分类号: TU731.2

文献标识码: A

Application of Attached Scaffold Construction Technology

XIANG Hongping

China MCC5 Group Corp. Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: With the increasing popularity of the concept of green construction in the construction industry, various new construction technologies came into being. The application of scaffold engineering in construction runs through the project. The new pull rod cantilever scaffold has been used in a large area in China. Its structure has the characteristics of stable stress, convenient construction and green safety. At the same time, it has little impact on the original structure, the advantage of low comprehensive economic cost also makes it widely recognized in the industry.

Keywords: attached pull rod scaffold; economy; convenient construction

引言

国内传统悬挑脚手架采取型钢内伸至结构内固定于楼板上, 钢材使用量大、大量型钢需穿透剪力墙、楼板锚固, 对结构造成一定破坏和对装饰施工造成较大干扰, 后期处理存在漏水质量隐患。随着行业技术的不断发展, 新型拉杆式悬挑脚手架应运而生, 该技术最早起源于浙江, 自 2011 年在浙江、江苏、上海等沿海一带率先应用, 而后, 该技术陆续被推广至安徽、郑州、南宁等地, 应用项目不断增加, 使用面积超过千万平方米。由于其绿色施工、安全便捷的优点在行业内得到广泛的肯定, 附着式脚手架成为推动施工工具化、装配化发展的先进技术, 目前, 全国大多数城市均在推广应用。

1 技术特点

(1) 适用范围广、体系先进: 拉杆式悬挑脚手架目前广泛应用于高层民用建筑结构及装饰施工使用, 其附着在结构外侧, 采用螺栓固定工字钢及上拉或下撑构造与结构形成三角稳定受力体系, 安全可靠。

(2) 结构破坏小、质量保障: 施工采取在结构外侧边梁或剪力墙上预埋螺栓固定工字钢, 无需穿透剪力墙, 同时, 也省去了在结构楼板上增加压环钢筋锚固, 消除了对楼板的锚固点的负弯矩破坏影响。

(3) 节约材料、重复利用率高: 采用预埋螺栓固定方式, 减少了楼层内固定段, 仅需考虑架体横向宽度和与结构间空隙, 钢材使用长度大幅减小, 并且大部分采用标

准长度构件, 其他项目均可以重复使用。

(4) 构件重量轻、施工操作方便: 由于缩短了工字钢长度, 大幅减轻了重量, 在安装时更加方便, 同时也降低了劳动强度, 安装更快捷。

(5) 对装饰施工影响小: 取代了传统的工字钢内伸部分, 对于悬挑层的室内装饰不会造成影响, 不穿剪力墙, 对外墙防水施工质量也能够保障。

2 构造做法

附着式脚手架为搭设一定高度并附着在工程结构上, 通过支座锚固、上部拉结或下部斜撑的方式使其能够承受相应荷载并具备安全防护功能。悬挑结构的支撑目前大多为采用上拉式的支撑, 故本次重点探讨上拉式支撑方式。

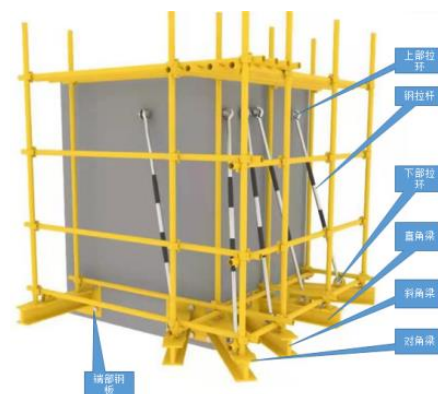


图1 脚手架布置示意图

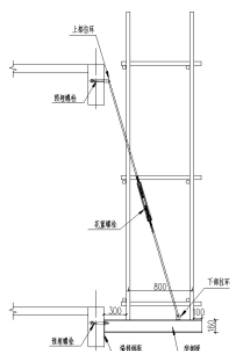


图2 悬挑脚手架典型剖面

(1) 附着支座: 附着支座考虑定型化、标准化设计, 这样可使悬挑结构成为一种可重复利用工具, 提高周转使用率, 降低成本; 并且从结构受力角度能够可靠的承受并传递脚手架荷载。一般附着支座的悬挑钢梁采用双轴对称的工字钢, 截面高度在 160mm 及以上, 其钢梁端部钢板截面尺寸不小于 $(250 \times 300 \times 12)$ mm, 钢梁根据布置位置和角度可分为直角梁、斜角梁、对角梁, 直角梁垂直于结构用于架体立杆支撑, 对角梁用于阳角部位支撑转角处架体立杆, 角度为 135° , 斜角梁亦用于阳角部位与对角梁搭配置, 斜角梁一般角度在 60° 左右。支座与结构间连接一般为螺栓连接, 在实际应用中转角处由于墙柱内的钢筋较密或预埋螺栓不便于施工时也可采取预埋钢板的与悬挑钢梁焊接的方式连接。

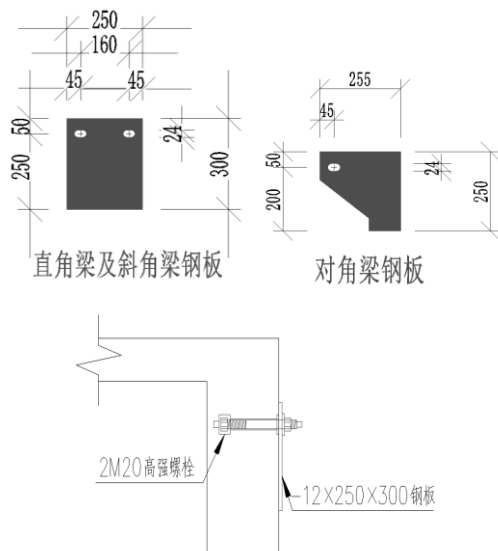


图3 端部钢板配件详图

(2) 支座螺栓: 支座螺栓根据钢结构设计标准 (GB50017-2017) 中 11.4.3 第 2 条“承压型连接中每个高强螺栓的受剪承载力设计值计算方式和普通螺栓相同.....”、第 3 条“在杆轴受拉连接中每个高强螺栓的受拉承载力设计值计算方法与普通螺栓相同”, 两者比较满足安全验算的前提下, 使用普通螺栓连接性价比更高,

因此一般选用不低于 4.6 级的普通螺栓, 实际应用中为提高安全性, 大多数采用的是 8.8 级承压型高强螺栓, 直径不小于 20mm, 螺栓数量一般不少于 3 个, 但在实际操作中预埋 2 个螺栓相比 3 个螺栓更易安装和调节, 因此目前市场上大多数材料加工孔均为 2 个, 结构设计时为安全考虑均按 2 孔进行计算。螺栓采用双螺母或单螺母加弹簧垫圈, 螺杆露出螺母端部不小于 3 丝且不小于 10mm。螺栓与结构连接一般为穿墙螺栓和预埋螺栓方式。

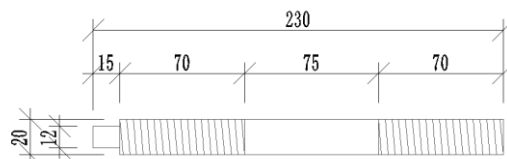


图4 预埋螺栓配件详图

(3) 钢拉杆: 附着支撑为上拉式时采用钢拉杆, 运用较多的为花篮螺栓, 直径不小于 20mm, 可调节长度 600mm, 花篮螺栓上部与结构梁上预埋的拉环连接, 下部与钢梁上焊接耳板连接, 上下连接方式均为销轴连接

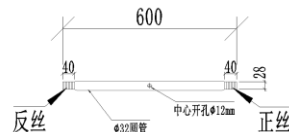


图5 花篮螺栓配件详图

(4) 耳板拉环: 将钢梁与上部结构通过钢拉杆连接起来形成稳定三角受力体系, 钢拉杆上部与结构的拉结采取在上层结构梁上预埋 M20 螺栓, 下部与钢梁上焊接耳板销轴连接, 耳板与钢梁的构造尺寸及焊缝长度应按照钢结构设计标准 (GB50017-2017) 中规定计算确定。

3 主梁受力计算书

(1) 附着式脚手架根据施工工艺及搭情况受力状态分两种:

第一种: 架体搭设高度一半时、主梁上层拉杆未参与受力, 主梁和结构梁形成的悬臂结构受力状态 (图 6)。

第二种: 张紧拉杆, 拉杆、主梁及主体砼结构形成三角受力状态 (图 7) 搭设高度为设计高度。

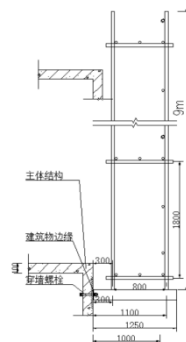


图6 拉杆未拉结受力状态

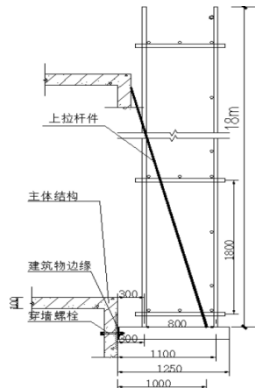


图7 架体搭设完成受力状态

(3) 根据四川省附着式脚手架安全技术标准, 脚手架型钢悬挑主梁验算包括:

抗弯强度验算

$$\sigma = M_{\max} / W_n \leq [f]$$

式中 σ — 型钢梁截面压应力值

$M_{\max}$ — 型钢梁截面最大弯矩设计值 (N·mm)

W_n — 型钢梁净截面模量

f — 钢材的抗弯强度设计值

整体稳定计算

$$\sigma = M_{\max} / \Psi_n W \leq [f]$$

式中 σ — 型钢梁截面压应力值

$M_{\max}$ — 型钢梁截面最大弯矩设计值 (N·mm)

Ψ_n — 型钢悬挑梁的整体稳定系数, 按钢结构设计标准规定取值。

W — 型钢梁毛截面模量

f — 钢材的抗弯强度设计值

抗剪计算

$$\tau_{\max} = V_{\max} S / (I t_w) \leq f_v$$

式中 τ — 型钢梁计算截面受剪应力值 (N/mm²);

$V_{\max}$ — 型钢梁计算截面沿腹板平面作用的剪力 (N)

S — 计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积距;

I — 型钢梁毛截面惯性矩;

t_w — 腹板厚度 (mm),

f_v — 钢材的抗剪强度设计值

正应力和剪应力的组合应力验算

挠度验算

$$v \leq [v]$$

式中 $[v]$ — 悬挑钢梁挠度允许值;

v — 悬挑钢梁最大挠度;

主梁连接螺杆和结构砼的拉、压连接验算

(3) 因强度验算、稳定性、抗剪计算, 工程软件有成熟的计算, 本文结合项目应用实际、保障安全的目的复核主梁悬臂状态的螺杆和原结构混凝土的拉、压复核计算:

架体主梁构件预埋层砼的强度为本施工工艺的控制重点, 架体连接的整体强度取决于砼的抗拉、压强度。在

悬臂状态架体搭设高度为 7.2m, 以规范要求结构砼达到 C20 强度复核, 经软件计算, 传到主梁的内立杆荷载约 5KN, 外力为 7KN., 受力计算简图如下图:



图8 预埋螺栓现场图

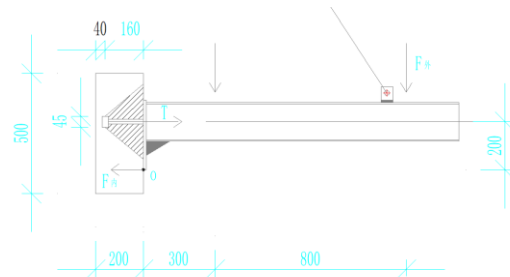


图9 主梁计算简图

预埋螺杆孔处混凝土受拉计算

取以 0 点为转动中心, 根据转动平衡方程可得主梁对原结构的拉力

$$T = 53.5 \text{ kN}$$

根据砼结构设计规范冲切验算:

$$F_l \leq (0.7 \beta_h f_t + 0.25 \sigma_{pc}) \eta u_m h_0$$

$$\text{通过计算: } = 0.7 \times 1 \times 1.10 \times 1 \times 4 \times 160 \times 160 = 78.8 \text{ kN} \geq$$

$$T / 2V = 27 \text{ kN}$$

因此预埋螺杆孔处混凝土受拉满足要求。

4 施工工艺

(1) 预埋件安装: 预埋件分为悬挑钢梁预埋螺栓和上部拉杆预埋螺栓, 其长度一般分别为 180mm 和 150mm, 在结构外边缘根据图纸精准定位, 模板上钻孔插入配套专用“临时固定螺杆”, 防止混凝土浇筑过程中预埋件偏位, 混凝土浇筑完成后, 拆除侧模前扭退出螺杆; 预埋螺栓安装标高应尽可能在同一水平线上, 预埋位置距离梁板顶向下 100mm~200mm 范围。临时螺杆拆除后, 安装双头螺栓, 安装双头螺栓需待混凝土强度达到 C20 后方可进行安装。

(2) 安装钢梁: 安装钢梁时先在其下部架体顶部搭设水平横杆将钢梁预先放置在横杆上, 再将钢梁端部钢板用螺栓与结构连接; 为确保钢梁使用过程中不因外端垂直位移增大引起架体倾斜, 在焊接钢梁端部钢板时外端比内端顶面高出 10~20mm, 最后将螺栓拧紧。

(3) 连梁安装: 在转角处为确保转角立杆的支撑点以及因结构误差引起的转角立杆无法居中定位在原钢梁上, 为便于调节和搭设, 通长在转角处需设置连梁提供支撑点, 连梁长度根据方案确定, 采取 U 型抱箍, 顶部采用双螺帽和角钢与钢梁固定。

(4) 架体初始高度搭设: 钢梁及连梁安装完成后在其上按照方案及规范要求进行脚手架搭设, 脚手架立杆采用移动式定位桩固定在钢梁上, 确保安装定位精确, 移动式定位桩前后可调节 100mm, 左右可调节 50mm。由于初始搭设时钢拉杆未拉结, 全靠悬挑钢梁自身悬挑承受架体荷载, 为确保架体安全, 初始搭设高度不允许超过架体总高度的一半, 根据实际操作经验情况, 一般高度为两个层高加上临边防护高度 1.5m。为了确保安全, 在没有上层拉杆张紧参与整体受力状态, 在下层架体采用临时回顶措施对主梁回顶支撑, 保证安装美观和实施安全。

(5) 钢拉杆连接: 钢拉杆连接需要待拉结层混凝土强度达到 C20 方可进行拉结受力, 避免因强度不足导致拉结点混凝土开裂和螺栓松动。钢拉杆一般通过可调节式花篮进行拧紧, 拧紧扭力矩需达到 $30\text{N} \cdot \text{m}$, 拉杆数量根据悬挑钢梁长度计算确定, 一般钢梁长度小于 1.8m 设置单拉杆, 大于 1.8m 和转角处钢梁设置双拉杆, 拉杆上下连接均采用销轴与上部拉环和下部耳板连接。拉杆张紧形成完整受力体系, 方可拆除下部回顶措施。

(6) 剩余架体搭设: 最后根据楼层施工进度随楼层接长架体并完善架体剪刀撑、连墙件及防护封闭等构造。剪刀撑在架体全高全立面设置, 在施工电梯等开口处设置之字撑; 连墙件根据规范搭设距地高度在 50m 以下时按照两步三跨搭设, 距地高度在 50m 以上时按照两步两跨搭设。

(7) 架体拆除: 架体拆除按照传统脚手架拆除顺序, 并对主梁单独采安全绳、麻绳等固定措施, 防止跌落。

5 技术质量控制措施

(1) 构配件检查验收: 除去脚手架搭设钢管、扣件、脚手板等需要按照普通脚手架提供材质证明和检测以外, 对钢梁、预埋螺栓、钢拉杆等仍需提供产品合格证和质量检验等质量证明文件, 对其相关焊缝尺寸需满足设计要求。

(2) 结构复核: 在方案编制阶段, 需由设计单位对脚手架悬挑层及拉结层的结构配筋进行复核, 施工时严格按照设计复核结果进行钢筋绑扎施工确保结构受力安全可靠。根据架体的受力体系及搭设工艺,

(3) 交底: 悬挑脚手架方案在实施前需对脚手架的布置、设计参数、构件尺寸、施工方法、安全技术标准等重要部分进行详细交底, 确保现场管理人员和作业人员都对脚手架的搭设掌握。

(4) 混凝土强度要求: 安装钢梁及钢拉杆时, 结构混凝土强度等级应不小于 C20, 目的是防止新浇混凝土强度不够被拉裂影响螺栓的锚固力。

(5) 结构偏差处理: 混凝土成型后因施工原因造成偏位无法安装的情况经过实践总结有预埋螺栓偏位、钢梁安装后因结构表面变形导致立杆无法立于钢梁轴线上等情况, 螺栓偏位无法使用一般采取采用水钻钻孔重新设置穿墙螺栓的处理方式; 第二种常见于转角处立杆受两个方向交点立杆点位限制, 因阳角钢梁或斜角钢梁角度固定, 一旦结构误差较大就会导致转角处立杆无法立于钢梁轴线上的支座上, 因此为便于调节, 一般在角部设置搁置连梁处理, 便于调节。

(6) 验收: 钢梁及钢拉杆分别安装完成后, 由项目经理组织, 项目总工、施工员、质量员、安全员、施工班组长参加现场验收, 主要是对型钢悬挑梁支撑系统的螺栓紧固力、垫圈或垫板设置、焊缝、钢拉杆拉结及扭力、初始架体搭设情况进行自检, 合格然后报请监理单位、建设单位进行验收。在脚手架的搭设和使用过程中按照传统脚手架的检查验收执行。

(6) 过程检查: 使用过程中除按照传统脚手架进行检查外, 对支撑系统的锚固螺栓松动情况、钢拉杆的扭力、钢板的焊缝等进行检查, 如发现有松动或破损情况及时采取措施处理。

6 应用效果

(1) 新型悬挑脚手架采用厂家定型加工构件, 并配套螺栓、钢拉杆等, 一次加工到位, 现场安装, 相比传统内伸式悬挑架省去现场切割钢梁的环节, 符合绿色施工的要求。

(2) 二次结构及装饰阶段, 无需补洞, 方便砌筑, 减少因补洞增加的成本及外墙渗水隐患。

(3) 相比传统内伸式悬挑锚固方法, 在安装及拆除过程中轻便、快捷, 大大降低安全风险。

7 结语

随着时代的发展, 建筑行业的施工技术也在不断革新, 各种新型绿色施工技术不断得到应用, 在追求安全、绿色施工的时代, 工具式、装配化越来越得到普及, 新型附着式悬挑脚手架就是其中一种, 其材料定型化制作、周转次数多, 美观实用、安拆便捷, 节省成本, 因此, 在工程实践中得到了充分验证, 也得到了广泛推广。

[参考文献]

- [1] 蔡惠勇. 附着式升降脚手架在高层建筑施工技术中的应用[J]. 四川水泥, 2021(11): 41-42.
 - [2] 杜冬莉. 附着式升降脚手架在建筑施工中的技术应用及安全管理[J]. 绿色环保建材, 2019(11): 128-131.
 - [3] 石梦琪, 姜红平, 唐翔, 沈傲雪, 王晓芳, 侯亮亮. BIM 技术在超高层框架核心筒结构外用附着式升降脚手架施工中的应用[J]. 建筑科技, 2020, 4(4): 51-54.
- 作者简介: 向红平(1989.7-)男, 重庆科技学院土木工程专业, 中国五冶集团有限公司, 项目总工, 工程师职称。