

# 悬挑脚手架施工技术在高层建筑工程施工中的应用研究

张灵德

(甘肃然书商贸有限公司, 甘肃 兰州 730030)

**摘要** 在高层建筑工程施工领域, 地面空间受限、施工高度大等问题对脚手架体系提出了更高要求。悬挑脚手架基于荷载传递高效、空间利用率高、搭设灵活的优势, 成为高层建筑主体施工与装饰装修阶段的核心辅助设施。本文结合高层建筑施工特点, 分析悬挑脚手架的结构组成, 探讨其在高层建筑工程中的施工技术要点、质量控制措施及现场应用方案, 通过工程实例验证技术应用效果, 并提出针对性的安全管控策略, 以为相关人员提供借鉴。

**关键词** 高层建筑; 悬挑脚手架; 悬挑支撑结构安装; 架体主体搭设; 安全管理

中图分类号: TU974

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.14.020

## 0 引言

悬挑式外脚手架作为一种在建筑施工中广泛应用的临时支撑体系, 以独特的构造形式和显著的实用性, 在高层建筑、复杂结构施工及难以设置地面支撑的情况下展现出独特优势。悬挑脚手架通过将架体荷载传递至建筑主体结构, 有效突破了地面支撑的限制, 搭设高度可根据工程需求分段设置, 且无需占用底层施工空间, 在 30 m 以上高层建筑工程中得到了广泛应用。通过深入研究悬挑脚手架施工技术, 结合高层建筑结构特点优化施工方案, 强化全过程质量与安全管控, 能够提升高层建筑工程施工效率、保障施工安全。

## 1 高层建筑悬挑脚手架结构组成

高层建筑悬挑脚手架为装配式临时支撑体系, 由悬挑支撑结构、架体主体、安全防护构件及连接部件四部分组成, 各构件协同工作实现荷载传递与架体稳定, 其整体结构如图 1 所示。

悬挑支撑结构为架体核心承重部件, 主要采用 16# 及以上工字钢或双槽钢制作, 通过 U 型拉环、化学锚栓与建筑梁板、柱体锚固, 固定长度不小于悬挑长度的 1.25 倍, 是实现架体荷载向建筑主体传递的关键。架体主体由立杆、纵向水平杆、横向水平杆、扫地杆组成, 立杆垂直立于悬挑梁上, 纵向水平杆形成水平框架, 扫地杆紧贴楼面设置, 三者通过扣件连接形成空间桁架结构, 保证架体整体刚度。安全防护构件包括密目安全网、防护栏杆、挡脚板、兜底安全网, 防护栏杆高度不低于 1.2 m, 挡脚板高度不低于 18 cm,

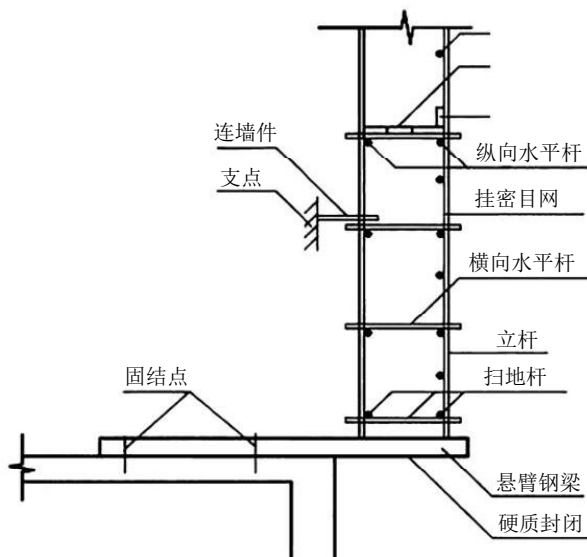


图 1 高层建筑悬挑脚手架整体结构图

架体外立面满挂密目安全网, 作业层下方设置兜底安全网, 防止高空坠落与物体打击<sup>[1]</sup>。连接部件包含扣件、连墙件、拉环/锚栓, 扣件采用可锻铸铁制作, 保证立杆与水平杆的连接强度; 连墙件采用刚性连接, 将架体与建筑主体牢固拉结, 抵抗水平荷载; 拉环/锚栓保证悬挑梁与建筑主体的锚固可靠性。

## 2 高层建筑悬挑脚手架施工技术要点

### 2.1 施工前准备工作

施工前准备工作直接决定悬挑脚手架施工质量与安全, 需完成设计计算、现场勘察、方案编制、材料准备、

作者简介: 张灵德 (1990-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑施工。

人员培训五大工作。根据高层建筑施工荷载要求（施工荷载 $\leq 3.0 \text{ kN/m}^2$ ），采用专业结构分析软件对悬挑梁、立杆、连墙件等核心构件进行受力计算与变形验算，确定悬挑梁规格、立杆纵横向间距、连墙件布置密度，验算内容包括悬挑梁抗弯承载力、锚固端拉剪承载力、立杆稳定性、连墙件抗拉承载力，确保各构件满足《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ 130-2011）要求。现场勘察建筑主体结构强度，重点检查梁板厚度、梁柱配筋情况，确认悬挑梁锚固点、连墙件拉结点的合理位置；勘察施工现场周边环境，明确高空风荷载等级、施工机械作业范围，制定架体避让与防护方案。

施工方案需包含设计计算书、架体平面/立面布置图、构件节点详图、搭设/拆除步骤、安全措施、应急预案等内容，方案经企业技术负责人审批签字后方可实施，若工程存在超高层、复杂结构等特殊情况，方案需组织专家论证。悬挑脚手架主材选用  $\Phi 48 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$  Q235 钢管（壁厚实测 $\geq 3.24 \text{ mm}$ ）、16# 及以上工字钢/槽钢、可锻铸铁扣件、HPB235 级 U 型拉环（直径 $\geq 16 \text{ mm}$ ），所有材料需具有出厂合格证，钢管无锈蚀、裂纹、硬弯，扣件无裂纹、气孔，型钢无弯曲、变形，进场后进行抽样检测，不合格材料严禁使用。搭设人员需持特种作业操作证上岗，施工前进行针对性技术交底与安全教育，明确搭设流程、节点要求、安全操作规程，重点讲解悬挑梁锚固、连墙件拉结等关键环节的施工要点与质量标准。

### 2.2 悬挑支撑结构安装

悬挑支撑结构是架体承重基础，其安装质量直接影响架体整体稳定性。高层建筑施工中以工字钢悬挑梁安装为例，在建筑梁板浇筑时，按设计位置预埋 U 型拉环，拉环埋至梁板底层钢筋位置，混凝土浇筑时保证拉环位置准确，无偏移、松动，混凝土强度达到设计强度的 80% 以上后方可进行悬挑梁安装。根据设计尺寸切割工字钢，将工字钢穿入 U 型拉环，保证悬挑梁水平放置，固定端长度不小于悬挑长度的 1.25 倍，悬挑端伸出建筑主体长度按设计要求控制，同一层悬挑梁标高一致，间距与立杆纵距匹配<sup>[2]</sup>。采用双螺母将 U 型拉环与悬挑梁紧固，固定端底部设置木垫板或钢垫板，增大接触面积，减少应力集中；悬挑梁端部设置封口板，防止立杆滑落，悬挑梁之间采用横向钢管连接，保证整体刚度。悬挑梁安装完成后，对其位置、标高、固定牢固度进行全面检查，采用扭力扳手检测 U 型拉环螺母紧固力矩，确保符合设计要求，验收合格后方可进行后续架体搭设。

### 2.3 架体主体搭设

架体主体搭设遵循自下而上、逐层搭设、先立杆后水平杆、先节点后整体的原则，结合高层建筑施工层高特点，控制搭设节奏与质量，核心施工要点如图 2 所示。

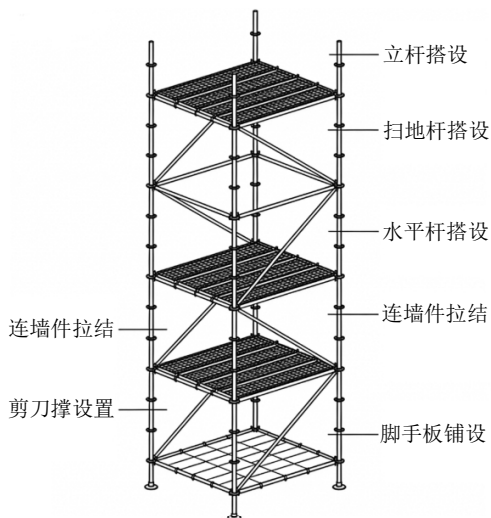


图 2 高层建筑悬挑脚手架架体搭设图

立杆垂直立于悬挑梁预设定位点，底部设置钢底座或木垫板，防止立杆下沉，立杆纵距 $\leq 1.5 \text{ m}$ ，横距 $\leq 1.0 \text{ m}$ ，相邻立杆对接接头错开布置，错开距离 $\geq 500 \text{ mm}$ ，严禁在同一步距内设置两个对接接头。纵向水平杆采用对接扣件连接，设于立杆内侧，步距 $\leq 1.8 \text{ m}$ ，横向水平杆搭设于纵向水平杆上方，两端与立杆牢固连接，保证每根横向水平杆支撑在立杆上；扫地杆紧贴楼面设置，纵横向扫地杆形成封闭框架，增强架体底部稳定性。连墙件采用刚性钢管制作，与建筑梁柱采用焊接或抱箍方式刚性连接，水平间距 $\leq 7 \text{ m}$ ，垂直间距等于建筑层高，架体边缘及转角处 1m 范围内必须设置连墙件，连墙件与架体、建筑主体的连接必须牢固，严禁采用柔性连墙件<sup>[3]</sup>。架体外立面满设连续剪刀撑，剪刀撑钢管与立杆、水平杆采用旋转扣件连接，连接点距扣件节点 $\leq 150 \text{ mm}$ ，剪刀撑角度控制在 $45^\circ \sim 60^\circ$ ，底部落地，顶部延伸至架体顶部，保证架体整体抗侧移能力。作业层脚手板采用竹笆片或钢脚手板，满铺且与架体固定牢固，脚手板搭接长度 $\geq 200 \text{ mm}$ ，搭接处设置横向水平杆，用 18# 铅丝双股并联绑扎不少于 4 点，严禁出现探头板、空隙，作业层下方每隔 10 m 设置一层兜底脚手板。

### 2.4 安全防护设施搭设

高层建筑高空施工中，安全防护是悬挑脚手架施工的重中之重，需实现外立面封闭、作业层防护、层

间防护的全方位防护体系。架体外立面满挂密目式安全网,安全网采用建设主管部门认证的合格产品,用不小于18#铅丝张挂严密,安全网挂于立杆内侧,不得围在杆件外侧,安全网上下边缘与水平杆绑扎牢固,无松动、脱落。作业层外侧设置1.2 m高防护栏杆,栏杆分两道设置,上道距脚手板0.9~1.2 m,下道距脚手板0.4~0.6 m,防护栏杆内侧设置18 cm高挡脚板,挡脚板采用木质或铁质材料,与立杆牢固连接,防止材料坠落。架体与建筑主体之间的间隙( $\leq 20$  cm)采用脚手板封闭,间隙大于20 cm时设置水平安全网;作业层下方设置兜底安全网,兜底安全网采用平网,张挂牢固,无破损,每隔两层设置一道层间水平安全网,实现多层防护。架体遇建筑大开间窗、门洞等临边部位时,增设防护栏杆与挡脚板,洞口处采用脚手板封闭,防止施工人员坠落。

### 3 高层建筑悬挑脚手架质量控制与安全管理

#### 3.1 全过程质量控制措施

高层建筑悬挑脚手架施工质量控制需贯穿设计、材料、搭设、使用、拆除全流程,建立“三检制”质量管控体系,通过自检、互检、交接检重点把控核心环节。在设计环节,设计计算书需由专业工程师编制,严格按照规范要求选取荷载参数,确保计算结果精准,架体布置图与建筑主体结构匹配,节点详图标注清晰,设计方案经审核、审批后方可实施<sup>[4]</sup>。通过建立材料进场验收台账,对钢管、型钢、扣件、安全网等主材进行外观检查与性能检测,钢管壁厚、型钢规格、扣件紧固力矩等技术指标需符合规范要求,不合格材料坚决退场,严禁使用翻新、破损材料。搭设过程中安排专职质量检查员全程监督,对悬挑梁锚固、立杆垂直度、水平杆步距、连墙件拉结、剪刀撑设置等关键节点进行实时检查,立杆垂直度偏差 $\leq 1/200$ ,悬挑梁水平偏差 $\leq 5$  mm/m,发现问题立即整改,未整改合格不得进行下一道工序施工。架体搭设完成后,由施工单位组织技术、质量、安全管理人员及监理单位进行联合验收,验收内容包括架体结构稳定性、构件连接牢固度、安全防护设施完整性、荷载试验结果等,验收合格后悬挂合格牌方可投入使用,验收记录签字存档。使用过程中严禁超载堆放材料,施工荷载均匀分布,不得集中堆放;定期检查架体构件与连接部位,发现扣件松动、立杆变形、连墙件脱落等问题及时处理;拆除时遵循“自上而下、先搭后拆、后搭先拆”的原则,严禁上下同时拆除,拆除过程中设置警戒区域,专人监护。

#### 3.2 针对性安全管理策略

高层建筑悬挑脚手架处于高空作业环境,易受风荷载、施工动荷载等因素影响,安全管理需坚持预防为主、综合治理的原则,制定针对性管控策略。通过成立悬挑脚手架安全管理小组,明确项目经理、技术负责人、专职安全员、搭设人员的安全职责,制定安全管理制度与操作规程,将安全责任落实到人<sup>[5]</sup>。在高空作业时,搭设与拆除人员必须佩戴安全帽、安全带、防滑鞋,安全带高挂低用,作业层设置安全操作平台,严禁在架体上攀爬、跳跃,严禁酒后作业、违章作业。在施工过程中,严格控制施工荷载,严禁超过 $3.0$  kN/m<sup>2</sup>的设计荷载,建筑垃圾与闲置材料及时清理;遇6级及以上大风、暴雨、大雪等恶劣天气,立即停止高空作业,并对架体进行加固,恶劣天气过后对架体进行全面检查,确认安全后方可恢复作业。施工现场设置明显的安全警示标志,架体搭设与拆除区域设置警戒围栏,严禁非作业人员进入;作业过程中安排专职安全员现场监护,及时制止违章操作行为,发现安全隐患立即停工整改。

### 4 结束语

悬挑脚手架作为高层建筑工程施工的核心辅助设施,其施工技术的规范化、标准化是保障工程施工安全与效率的关键。在高层建筑工程中,需结合工程结构特点、施工环境与荷载要求,合理选择悬挑脚手架受力形式,精准完成设计计算,严格把控施工前准备、悬挑支撑结构安装、架体搭设、安全防护等关键环节,建立全过程质量控制体系与针对性安全管理策略,确保架体结构稳定、施工安全。

#### 参考文献:

- [1] 董海天,姜磊.高层建筑屋面花架悬挑脚手架施工技术与安全控制研究[J].建筑机械,2025(11):120-125,131.
- [2] 曲建衡.高层建筑悬挑脚手架施工技术及其受力性能试验研究[J].四川水泥,2025(05):37-39.
- [3] 李绪创.高层建筑悬挑脚手架安全管理体系构建与实践[J].建筑,2025(12):65-67.
- [4] 朱艺云.建筑施工悬挑式脚手架施工技术探究[J].居业,2024(12):37-39.
- [5] 王彪,肖高.高层建筑大跨度斜屋面悬挑脚手架施工方案及关键技术研究[J].建筑机械,2025(10):103-107.