

高层建筑施工技术难点与对策分析

许超志

(肥西县乡建工程有限责任公司, 安徽 合肥 230000)

摘要 为探究高层建筑施工技术难点及应对之策, 本文分析了高层建筑结构设计、施工、工艺、设备、高空作业安全等方面的技术难题, 针对高层建筑存在结构设计复杂、施工工艺与设备要求高、高空作业安全管理难度大等问题, 提出了可通过加强结构设计与施工协同、引进先进设备与技术、强化高空作业安全管理等对策, 以期为有效解决高层建筑施工中的技术难题、提升施工质量与安全性提供借鉴。

关键词 高层建筑; 结构设计; 施工质量; 施工管理; 高空作业

中图分类号: TU974

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.22.028

0 引言

随着城市土地资源日益紧张, 高层建筑作为高效利用空间的建筑形式, 在城市建设中被大量采用。其建设规模和高度不断攀升, 对施工技术提出了更高的要求。然而, 高层建筑结构设计极为复杂, 需兼顾多种荷载与变形因素; 施工工艺与设备需具备高精度、高效率; 高空作业安全风险也显著增加。这些技术难点若无法突破, 不仅会阻碍工程进度, 还可能危及建筑质量与人员安全, 亟待深入研究并制定切实可行的解决方案。

1 高层建筑施工中的主要技术难点

1.1 结构设计与施工技术难点

1.1.1 高层建筑结构设计的复杂性

高层建筑因其层数多、高度大等特点, 在竖向荷载及水平荷载作用下, 结构的受力情况尤为明显。在垂直方向上, 由于自重过大, 建筑物内人员和设备的活荷载等对结构的承载力提出了较高的要求。在水平方向上, 动载荷如风荷载和地震动成为结构设计的主控因子, 因此对其抗侧移刚度要求较高。另外, 建筑形态不规则, 底层大空间商业与上层住宅相结合等多个功能分区, 使结构受力体系更为复杂, 需要将框架、剪力墙、筒体等多种结构形式有机结合起来, 既能保证结构的安全性, 又能满足建筑的功能要求, 设计过程中需要考虑的因素很多, 相互关联, 这就大大增加了设计的难度。

1.1.2 结构施工中的技术挑战

在高层建筑结构施工时, 钢筋混凝土的施工质量把控是关键难题。随着建筑高度增加, 混凝土泵送高

度提升, 对混凝土的配合比、可泵性要求极高, 要保证混凝土在长距离泵送过程中不离析、不堵管, 且到达浇筑部位后能均匀密实成型。在钢筋工程方面, 大量粗直径钢筋的连接工艺要求严格, 如机械连接的接头质量需精准控制, 确保连接强度与可靠性。模板工程同样面临挑战, 高层结构的竖向构件多, 模板的安装、拆除难度大, 且要保证模板体系在多次周转使用中的稳定性与精度, 以保障结构尺寸准确, 施工过程中任何环节的偏差都可能影响整体结构性能。

1.2 施工工艺与设备的技术难点

1.2.1 施工工艺的高要求

高层建筑施工工艺需满足高精度与高效率双重目标。以基础施工为例, 深基坑开挖深度大, 周边环境复杂, 对基坑支护工艺要求严格, 要保证在开挖过程中基坑边坡稳定, 不影响周边建筑与地下管线安全。主体结构施工时, 垂直运输工艺至关重要, 材料、构配件的吊运要高效有序, 避免因运输延误影响施工进度。装饰装修阶段, 外墙施工工艺需兼顾美观与耐久性, 如幕墙安装要保证密封性能与整体平整度, 各施工阶段的工艺衔接紧密, 任何一个环节出现问题都可能导致质量缺陷或工期延误, 对施工工艺的精细化管理与执行能力提出极高要求。

1.2.2 施工设备的技术要求

施工设备要适配高层建筑的特殊需求。塔吊作为主要垂直运输设备, 需具备大起升高度、大起重量与良好的回转性能, 以满足不同施工阶段材料吊运需求, 其安装、拆卸与附着技术复杂, 要确保在高空作业中的稳定性与安全性。施工电梯需保证高速运行时的平稳性与可靠性, 满足大量人员、小型材料快速上下运

输^[1]。混凝土泵送设备要能将混凝土输送至百米甚至数百米高度，要求泵送压力高、输送量稳定，设备的易损件更换与维护也需便捷高效，否则设备故障将严重影响施工进度，且设备的选型、布置与使用都需结合建筑特点与施工流程精心规划。

1.3 高空作业的安全技术难点

1.3.1 高空作业的安全管理难度

高层建筑的大量作业处于高空，人员分散在不同的楼层和工作面上，安全管理难度大。建筑工人由于长期在高处作业，会产生一定的心理压力，从而使他们的注意力无法集中，增加了安全事故的危险性。多个工种的交叉作业，如外墙和室内装修同时进行，如果不能很好地协调管理，很容易引起物体撞击等事故。另外，高空作业受天气因素影响明显，大风、暴雨、大雾等恶劣天气更易导致作业环境恶化，如何合理安排施工进度，保证安全生产，对安全管理体系的完善和执行能力提出了严峻的挑战。

1.3.2 安全防护设施的不足

现有安全防护设施在高层建筑施工中存在一定局限性。传统的安全网虽能阻挡部分坠落物体，但对于高层施工中可能出现的小物件高速坠落防护效果有限。外脚手架作为主要防护与操作平台，随着建筑高度增加，其自身稳定性面临挑战，且脚手架的搭设、拆除过程存在安全风险，部分老旧脚手架材料可能存在强度不足等问题。吊篮等高空作业设备的安全防护装置若存在设计缺陷或维护不当，也易引发安全事故^[2]。在超高层建筑中，因建筑高度过高，现有的消防设施难以满足快速灭火需求，安全防护设施的升级与完善迫在眉睫。

2 高层建筑施工中的应对对策

2.1 加强结构设计与施工技术的协同工作

2.1.1 提高结构设计合理性与可操作性

在高层建筑结构设计阶段，设计团队应充分考虑施工实际情况。一方面，运用先进的结构分析软件，对建筑结构进行精细化模拟，全面考量竖向与水平荷载组合，确保结构受力计算准确无误，从根源上保证设计的合理性。例如：对于复杂的不规则建筑造型，通过建立三维模型，精确分析不同部位的受力特性，优化结构布置。另一方面，设计图纸要具备良好的可操作性，详细标注构件尺寸、连接方式等关键信息，为施工提供清晰指导。同时，设计人员应与施工团队密切沟通，根据施工现场的地质条件、材料供应以及

施工设备等因素，对设计方案进行适当调整。比如，若施工现场周边场地狭窄，大型机械设备停放与材料堆放受限，设计时可考虑采用装配式结构，减少现场湿作业，提高施工效率，使设计方案既能满足建筑功能与安全要求，又契合施工实际，降低施工难度与成本。

2.1.2 优化施工工艺与施工技术

施工单位需不断优化施工工艺与技术，以应对结构施工挑战。在混凝土施工方面，研发高性能混凝土配合比，添加合适的外加剂，提高混凝土的可泵性与和易性，确保其能顺利输送至高层浇筑部位，同时保证混凝土的强度与耐久性。采用先进的混凝土浇筑技术，如分层浇筑、二次振捣等，保证混凝土密实度。在钢筋施工中，推广先进的钢筋连接技术，如套筒灌浆连接，提高连接质量与效率，减少现场焊接作业，降低安全风险。模板工程则可选用新型模板材料与体系，如铝合金模板，其具有重量轻、强度高、周转次数多等优点，安装与拆除便捷，能有效保证结构构件的尺寸精度。此外，引入信息化管理手段，利用 BIM 技术对施工全过程进行模拟，提前发现施工工艺中的问题并优化，实现施工工艺与技术的高效协同，提升施工质量与进度。

2.2 先进施工设备与技术的引进与应用

2.2.1 引进自动化施工设备

为了大幅度提高高层建筑的施工效率和质量，必须积极引进自动化施工设备。以自动塔吊为例，它配备了先进的传感器和算法，可以精确定位吊装材料，减少人为误差。在提升过程中，提升速度、角度等提升参数可以根据施工进度自动调整，以适应不同施工阶段的需要。在超高层建筑基础施工阶段，采用自动塔式起重机，可以快速精确地吊装大量的钢筋和模板；在主体结构施工阶段，可随建筑物高度的增加而自动调整吊装参数，保证了物料的安全、稳定吊装。自动混凝土泵送设备也扮演着重要的角色，它利用传感器实时监控一些关键参数，如泵压和坍落度等^[3]。当泵压不正常或混凝土坍落度超标时，自动调整泵送速率，使混凝土连续、稳定地输送，有效地防止了堵管等问题。这种优势在超高层建筑的泵送施工中尤为突出，它可以保证混凝土能顺利输送到百米乃至百米高空。外墙的施工采用了自动化的幕墙安装设备，在机械臂的帮助下，精确地安装了幕墙板，其安装精度和速度都大大提高。

2.2.2 应用现代化施工技术

现代化施工技术在高层建筑施工中具有不可替代

的重要地位。预制装配式施工技术便是典型代表，在工厂预先制作建筑构件，如预制混凝土梁、板、柱及预制墙板等。构件在工厂标准化生产，严格控制质量，保证尺寸精度与性能指标。生产完成后运输至现场组装，有效缩短施工周期，减少施工现场湿作业，降低对周边环境影响。以装配式住宅建设为例，大量预制构件在工厂流水线上生产，现场简单组装，施工速度大幅提升，同时减少施工现场粉尘、噪声污染^[4]。3D打印技术在建筑领域的应用也逐渐兴起，其可打印复杂建筑构件，实现建筑造型多样化。通过3D打印，能将设计师创意精准转化为实体，突破传统施工技术在造型上的限制。并且3D打印过程可根据设计需求精确控制材料用量，减少材料浪费。利用智能监测技术，在建筑结构关键部位布置传感器，如应变片、位移传感器等，实时监测结构变形、应力等参数。

2.3 强化高空作业的安全管理与防护措施

2.3.1 制定科学的高空作业安全方案

施工单位结合高层建筑特点，制定科学、详尽且极具可操作性的高空作业安全方案是重中之重。首先，对不同施工阶段高空作业风险进行全面、深入评估，涵盖作业环境、施工工艺、设备使用等各个方面。在作业环境评估中，仔细分析施工现场周边地形地貌、建筑物分布及天气条件对高空作业的影响；施工工艺评估：针对主体结构施工、外墙装修、设备安装等不同环节，分析各工艺操作过程潜在安全隐患；设备使用评估：检查塔吊、施工电梯、吊篮等设备运行状况、维护记录及安全装置有效性^[5]。例如：在幕墙安装阶段，精准分析吊篮运行轨迹是否与其他施工区域交叉，周边建筑物风力状况对吊篮稳定性影响等可能引发的风险。根据评估结果制定针对性强的安全措施，明确各岗位人员职责，详细规定作业流程与操作规范。设置专人负责高空作业区域安全巡查，巡查人员需经专业培训，熟悉各类安全隐患识别与处理方法，定期检查设备安全性能，包括设备结构完整性、制动系统可靠性、安全防护装置有效性等。合理安排施工进度，充分考虑天气因素，避免在恶劣天气条件下进行高空作业。遇大风、暴雨、大雾等极端天气，及时停止作业，并采取相应防护措施，如对塔吊等设备锚固加固、对吊篮固定等。通过科学安全方案，确保高空作业安全有序进行，最大程度降低安全事故发生概率。

2.3.2 提升安全防护技术

提升安全防护技术是保障高空作业安全的核心所在。研发新型安全网，采用高强度、耐冲击材料制作，

如高强度聚乙烯纤维、芳纶纤维等，优化网体结构，增加网眼细密程度与韧性，提高对小物件高速坠落防护能力。通过大量模拟实验，不断改进安全网设计，确保在复杂工况下有效拦截坠落物体。对外脚手架进行升级，采用新型脚手架体系，如盘扣式脚手架。盘扣式脚手架搭设简便快捷，相比传统脚手架，节点连接更牢固，稳定性更强。配备先进防坠落装置，如自动锁止式安全挂钩、水平生命线系统等，在脚手架拆除过程中，利用智能拆除设备，如自动拆除机器人，按预设程序拆除作业，降低拆除风险。对于吊篮等高空作业设备，安装高精度安全监测系统，通过传感器实时监测设备运行状态，包括吊篮倾斜角度、运行速度、钢丝绳受力情况等。一旦出现异常，如吊篮倾斜超规定角度、运行速度过快或钢丝绳断裂，系统立即报警并自动采取制动措施，防止事故发生。加强超高层建筑消防设施建设，配备高效消防救援设备，如高层消防直升机停机坪，确保火灾发生时消防直升机迅速到达现场救援；安装高压远程消防水炮，其射程远、喷射流量大，能有效扑灭高层建筑高处火灾。通过这些全方位安全防护技术提升措施，切实保障高空作业人员的生命安全，显著提升高空作业整体安全防护水平。

3 结束语

高层建筑施工面临结构设计复杂、施工工艺与设备要求高、高空作业安全风险大等难题。当前，通过加强结构设计与施工协同、引进先进设备技术以及强化安全管理防护等措施，已取得一定成效，施工质量与安全性得以提升。未来，随着科技持续进步，更多先进技术与设备将应用于高层建筑施工，施工管理也将更加智能化、精细化，有望进一步攻克技术难点，推动高层建筑施工行业迈向更高水平，为城市建设贡献更大力量。

参考文献：

- [1] 喻卫华,马春景.某超高层建筑深基坑设计与施工技术[J].特种结构,2025,42(01):114-118,125.
- [2] 宫钦寿.高层房屋建筑工程施工技术要点分析[J].建设机械技术与管理,2025,38(01):118-120.
- [3] 申唐,董利.高层住宅建筑施工中防渗漏技术的应用分析[J].居舍,2025(06):56-59.
- [4] 吴琼.高层建筑自密实混凝土施工技术探讨[J].建筑技术开发,2025,52(02):37-39.
- [5] 马传普.超高层建筑中爬架与爬模混合支模施工技术的探讨[J].四川水泥,2025(02):117-119.