

This paper discusses the construction technology of high and large aluminum alloy formwork in super high-rise projects

Xianwei Wang

Beijing Urban Construction North Group Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

In the construction of super high-rise buildings, the selection of formwork systems and construction techniques directly impact structural safety, engineering quality, and construction efficiency. Aluminum alloy formwork, known for its lightweight, high precision, and strong recyclability, has become the preferred material in large-scale formwork support systems, especially suitable for high-rise, large-span, and rapid construction projects. This paper analyzes the construction technology of aluminum alloy formwork in super high-rise projects, detailing its structural characteristics, principles of support system layout, and key process flows. It also explores the control points for formwork installation, concrete pouring, and formwork dismantling and recycling, and proposes multi-dimensional safety prevention measures for high-altitude work. Through a systematic study of the entire construction process, this paper summarizes the practical value and optimization paths of aluminum alloy formwork in large-scale systems for super high-rise projects, providing technical references and management guidelines for related construction projects.

Keywords

aluminum alloy formwork; large formwork; super high-rise building; construction technology; structural safety

探讨超高层项目中铝合金模板高大模板施工工艺

王现伟

北京城建北方集团有限公司, 中国 · 北京 100000

摘 要

在超高层建筑施工过程中, 模板体系的选择与施工工艺直接关系到结构安全、工程质量与施工效率。铝合金模板因其质量轻、精度高、重复利用率高特性, 已成为高大模板支撑系统中的优选材料, 尤其适用于高层、大跨度、快速施工的工程需求。本文围绕超高层项目中铝合金高大模板的施工技术展开分析, 梳理其构造特性、支撑体系布置原则与关键工艺流程, 探讨模板安装、混凝土浇筑、拆模回收等各环节的控制要点, 并针对高空作业风险提出多维度安全防控措施。通过对施工全过程的系统研究, 总结铝合金模板高大体系在超高层项目中的实用价值与优化路径, 为相关工程建设提供技术参考与管理依据。

关键词

铝合金模板; 高大模板; 超高层建筑; 施工工艺; 结构安全

1 引言

随着城市化进程的加快, 超高层建筑已成为城市地标式建设的重要组成部分, 其施工难度和技术集成度远高于常规工程, 模板系统作为混凝土结构施工的关键组成, 在超高层施工中承担着支撑成型、结构稳定、施工效率控制等多重作用。传统模板系统存在拼缝多、刚度低、周转率低等问题, 难以满足高层快速施工与高标准质量要求。铝合金模板系统凭借其轻质高强、模块标准化、施工工效高等优势, 在高大

模板施工中得到了广泛应用。特别是在剪力墙、核心筒、结构转换层等关键部位, 其安全性与经济性显著提升。本文聚焦于超高层项目中铝合金高大模板施工工艺的技术逻辑与现场实践, 通过对其结构配置、工艺控制、安全管理等方面的系统性探讨, 提炼具有推广价值的优化策略与技术要点。

2 超高层建筑施工对模板体系的技术需求

2.1 超高层结构体系的构造特点与施工要求

超高层建筑结构普遍具有竖向构件密集、跨度大、荷载高等特征, 核心筒、剪力墙、巨型柱等构造形式决定了其混凝土结构在施工中必须依赖稳固可靠的模板体系支撑。由于施工高度不断攀升, 模板体系必须满足长时间稳态受力、

【作者简介】王现伟 (1977-), 男, 中国山东菏泽人, 助理工程师, 从事建筑工程施工管理研究。

高频次周转及大体积构件成型精度控制等要求。施工组织方面追求高节奏推进与流水段控制的紧密衔接,要求模板具备快速装拆、标准化拼接及高承载支撑能力,避免施工期间因结构失稳、模板变形或精度偏差导致的工程质量隐患,全面适应高层建筑技术复杂、节奏密集、工期刚性的施工现实。

2.2 传统模板体系在高层施工中的局限性

木模板与钢模板作为传统形式,虽在一般建筑中具备一定适用性,但在超高层施工中暴露出承载力不足、自重过大、变形控制差、重复使用效率低等问题。木模多次周转后变形严重,尺寸偏差累积易导致构件偏位,影响结构垂直度与表面质量,难以支撑高层竖向构件的持续快速施工。钢模板虽然刚度较高,但其质量大、安装拆卸繁琐、定制加工成本高,加之运输吊装要求苛刻,不适应高空作业的高频率周转节奏,对施工效率与安全管理均构成制约,难以胜任大规模、高密度、高精度的结构施工需求。

2.3 高大模板施工技术的适用性分析

高大模板施工技术通过搭设高强度支撑体系并配置多层水平拉结系统,实现了对高层大体积混凝土构件的有效支撑与定位控制。该技术适用于楼层高度超过6米、集中荷载大的核心筒、转换层等关键区域,能够满足混凝土浇筑过程中的稳定性、结构成型质量及安全控制等多重要求。模板支撑结构模块化组装设计提升了作业灵活性,适配不同结构形式的组合需要,避免施工中频繁更换模板类型所带来的资源浪费与时间成本。其与标准化模板体系的协同配合,为高空高强度作业创造安全、可靠、高效的施工条件^[1]。

3 铝合金模板体系的性能优势与技术适配

3.1 铝合金模板的材料性能与构造形式

铝合金模板采用高强度铝合金型材制造,具备自重轻、承载能力高、抗腐蚀性强等材料性能,广泛适用于高频率施工场景。其结构模块由面板、肋条、边框等部分构成,具备标准化、系统化、快速拼装的特点。模板表面平整度高,混凝土成型质量好,可显著减少抹灰等后续修整工作,提升结构装饰面层质量。连接方式多采用销钉及锁片,便于现场快速装配与拆卸,满足流水线作业需求。其重复使用次数可超过300次,显著降低单位构件模板使用成本,体现了绿色建筑施工中对节材与降耗的双重追求。

3.2 与高大模板体系的集成兼容性

铝合金模板在尺寸模块化、构件通用性及拼装结构方面与高大模板体系具备高度兼容性,可通过专用支撑系统实现对超高层大体积结构的精准支撑。其面板可灵活组合以适配剪力墙、梁柱、楼板等各类构件施工,模板边部连接设计便于与钢管脚手、型钢梁、顶托系统形成统一支撑单元,构建出完整稳定的承力系统。多种模板配件如连接扣件、对拉螺栓与封堵系统可实现定制化对接,确保模板在高位及受力集中区域的安全稳定性,保证复杂结构构件成型的精度控制

与应力释放路径设计的有效落实。

3.3 在超高层施工中的轻质高强应用价值

在超高层建筑中,垂直运输效率是决定施工节奏的关键要素,铝合金模板因其单位质量仅为钢模的三分之一,显著减轻了塔吊荷载,提高了施工流水段转换速度。轻质特性降低了现场施工人员的体力负荷,改善高空作业环境与施工安全性。其高强性能满足核心筒、转换梁等结构重载区域的模板支撑需求,同时具备良好的刚性与稳定性,在连续浇筑过程中可有效抑制模板变形与胀模现象。模板系统可多次周转使用,适应超高层项目大体量、多楼层、长周期的作业节奏,提升整体施工组织的资源配置效率与经济效益。

4 高大模板体系在铝模施工中的工程配置

4.1 支撑架体系的搭设原则与荷载计算

高大模板在超高层铝模施工中的支撑体系需满足垂直荷载、侧压力、振捣冲击力与自重荷载等多重作用的稳定承载。支撑架立杆的间距通常控制在0.9米以内,水平扫地杆与纵横向拉杆必须按1.2米和1.5米的间距设置,保证整体构架的空间稳定性。模板单位面积承载力不低于 60kN/m^2 ,当用于核心筒剪力墙构造时,其集中荷载需分配至下部双层立杆系统,采用 $48\times 3.5\text{mm}$ 钢管搭设双立杆架体,间距为600mm,配合顶托调节模板高度偏差不大于 $\pm 2\text{mm}$ 。模板系统应具备层层传力功能,底层设通长型钢分布梁以提升抗压强度,梁高不低于150mm。支撑体系搭设完成后须经荷载预压测试,加载重量不少于实际施工荷载的1.2倍,承载稳定时间不少于2小时,确保整体结构在高空高荷载施工中处于稳态受力状态^[2]。

4.2 模板拼装布置与构造节点优化设计

铝合金模板的拼装布置以模块化原则为核心,采用标准面板加异形板结合的方式,面板宽度300mm至600mm不等,可通过连接件自由组合,实现墙、梁、柱等不同部位的无缝衔接。剪力墙区域模板高度统一为3.3米,拼缝精度控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内,接口采用高强销钉与楔形扣件固定,形成整体锁定结构。节点构造中,转角处采用加强肋条与异形封板加固,防止浇筑过程中出现爆模与漏浆,肋条间距不得超过150mm。对拉螺栓设置间距水平为600mm,竖向为450mm,并布设限位套管控制拉杆变形,所有对拉螺栓必须配置封堵器密封,确保混凝土施工面的完整度。模板收口处采用定制角模或调节片,满足复杂节点和预留洞口的尺寸要求。整个系统拼装时间不超过5小时/层,提高施工效率并保证构件成型精度和结构完整性^[3]。

4.3 施工节拍组织与垂直运输配套方式

在超高层铝模施工中,高大模板系统的施工节拍需精细划分,以实现结构施工、模板拼装与混凝土浇筑的连续衔接。每层结构施工周期控制在3天,模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑与养护分别占据0.8天、0.7天、1.1天与0.4天,

模板拆除与清理需控制在 0.5 天内完成, 确保铝模系统周转率不低于 12 次 / 月。模板材料垂直运输采用塔吊与施工电梯协同机制, 标准件统一按 1.2×2.4 米尺寸码放, 集中装车后由塔吊分区域吊装至作业面, 单次吊装重量控制在 800 公斤以内。异形构件配件提前按施工段划分集中预制, 采用托盘箱封装运输, 减少高空配件查找时间, 每次运输效率提升至原系统的 1.5 倍^[4]。为保障施工流水顺畅, 各区域模板库房与临时堆放区间隔不超过 20 米, 施工现场设立 2 个集中调度点, 实现模板配置与人员操作的双向高效协同。

5 关键工艺控制要点与施工流程优化

5.1 模板安装精度控制与预拼装技术

模板安装精度直接影响混凝土结构的成型质量与尺寸合规率, 施工过程中需结合激光测距仪、水准仪等测量设备对模板水平度、垂直度、接缝偏差进行全过程控制。模板预拼装采用标准单元板块与特殊节点定制模块在地面集中拼装模式, 面板接缝间隙不得超过 1 毫米, 肋条垂直错位不得超过 2 毫米。拼装完成后进行结构稳定性预检并形成模块化吊装单元, 通过塔吊整体提升至施工面, 显著减少高空拼接带来的误差与安全风险。支撑系统与模板连接部位采用专用斜撑及可调节顶托组件固定, 避免因地面不平或结构偏移引起的安装误差。每安装完成一个结构段需立即进行模板复核, 通过分格测量记录、节点锁定确认及施工日志归档实现模板精度的闭环控制, 提高安装合规率与混凝土成型一致性。

5.2 混凝土浇筑过程中的承压稳定性控制

混凝土浇筑过程中模板体系承受显著的侧压力与振捣冲击, 必须确保支撑结构具备足够的整体稳定性与刚性。模板内混凝土浇筑高度控制在 2 米以内, 分层浇筑时采用斜管导流和斜槽缓冲装置减少冲击, 防止底部模板胀模与变形。模板外侧设置水平与竖向限位构件, 通过对拉螺栓与支撑斜撑双向约束控制面板变形, 最大变形控制在 2 毫米以内。混凝土振捣采用插入式电动振捣棒, 振点间距不超过 300 毫米, 振捣时间每点控制在 10 至 20 秒, 确保混凝土密实不离析。浇筑前对模板接缝、螺栓、支撑系统进行全面检查, 确认无松动、错位与开缝现象后方可进行浇筑操作。高大模板体系在受力集中部位设置监测点位, 安装形变量记录仪实时监控关键构件变形趋势, 一旦偏离预设阈值立即暂停施工并加固

处理, 确保整体模板系统在荷载作用下保持稳固状态。

5.3 模板拆除时序、回收与转运管理技术

模板拆除需严格依照混凝土强度达标与结构自稳要求确定作业时序, 普通墙柱构件在混凝土强度达到设计值的 70% 后方可拆模, 楼板模板则需达到 100% 强度或设置后支撑系统方可拆除。拆模顺序遵循先支后面、先非承重后承重的原则, 确保结构不受附加应力影响。拆模过程中设专人操作, 严禁使用撬棍等强力工具破拆, 拆除构件统一码放至平台后经电梯或塔吊转运至回收区。模板运输分区管理, 标准面板集中入库, 异形件分类上架, 确保模板完好率保持在 95% 以上。回收后对模板进行表面清理、接缝检查与封边修复, 清理周期控制在 24 小时内完成, 满足下次施工节拍衔接。为保障转运效率与现场有序流转, 设置专用模板通道与堆放区, 作业人员分工明确, 采用编码管理与扫码登记系统实现模板全过程动态追踪与循环利用率统计。

6 结语

在超高层建筑施工不断向更高标准、更高效率演进的背景下, 铝合金模板结合高大模板体系的集成应用展现出突出的技术优势与工程适应能力。其轻质高强、模块化拼装、高周转率的特点, 在复杂结构、高空作业、多节点交叉施工中实现了效率与安全的双重保障。高大模板支撑系统的科学配置与铝模的精密对接, 有效提升了结构成型质量与施工节拍控制水平。从模板安装的精度把控, 到混凝土浇筑的稳定承压, 再到模板拆除与循环使用的组织管理, 均体现了全过程工艺控制的重要性与系统性。通过对模板构造、支撑设计、施工流程和现场管理的持续优化, 可进一步推动超高层施工向高效化、标准化与安全化方向发展, 为高难度工程建设提供有力的技术支撑与管理保障。

参考文献

- [1] 代文居, 周文进, 王建刚. 铝合金模板在大型高层住宅建筑中的应用——以武汉市江夏区当代君悦湾项目为例[J]. 绿色建筑, 2024, (06): 181-185.
- [2] 张波, 武俊, 孟珊, 王章雄. 超高层住宅项目铝合金模板适用性分析与设计[J]. 中国住宅设施, 2022, (12): 21-23.
- [3] 史萌, 张寅云. 高层住宅建筑项目中铝合金模板的应用[J]. 中国新技术新产品, 2021, (24): 120-122.
- [4] 王锡良. 高层住宅建筑施工中的铝合金模板施工技术[J]. 中国建筑装饰装修, 2021, (12): 52-53.