

超高层建筑施工垂直运输系统优化与效率提升策略

吕庆龙

山西八建集团有限公司 山西太原

【摘要】超高层建筑施工对垂直运输系统的依赖性极强，其效率直接影响整体工程进度与成本控制。针对设备配置不合理、运输路径组织复杂以及资源调度不均衡等问题，本文提出优化策略，从施工电梯布局、运输通道分区管理、信息化调度系统应用等方面进行系统分析。通过引入智能调度与动态监控，实现运输设备高效利用与施工节奏协调统一。研究表明，合理优化垂直运输系统不仅可提升运输效率，还能减少施工延误和安全隐患，为超高层施工提供坚实保障。

【关键词】超高层建筑；垂直运输；施工电梯；调度优化；效率提升

【收稿日期】2025 年 4 月 22 日 **【出刊日期】**2025 年 5 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000191

Strategy of optimization and efficiency improvement of vertical transportation system in super high-rise building construction

Qinglong Lv

Shanxi bajian Group Co., Ltd. Taiyuan, Shanxi

【Abstract】 The construction of super high-rise buildings heavily relies on vertical transportation systems, where operational efficiency directly impacts project timelines and cost control. To address challenges such as improper equipment allocation, complex transport route organization, and uneven resource distribution, this study proposes optimization strategies through systematic analysis of construction elevator layout, zoning management of transport corridors, and application of information-based scheduling systems. By implementing intelligent scheduling and real-time monitoring, the research demonstrates how to achieve efficient utilization of transport equipment while maintaining synchronized construction rhythms. The findings indicate that rational optimization of vertical transportation systems not only enhances operational efficiency but also reduces construction delays and safety risks, providing robust support for super high-rise building projects.

【Keywords】 Super high-rise buildings; Vertical transportation; Construction elevators; Scheduling optimization; Efficiency improvement

引言

在超高层建筑施工过程中，垂直运输系统作为人员、材料与设备上下流动的主要通道，其运转效率对施工组织与进度控制具有决定性影响。随着建筑规模不断扩大，传统运输方式在运行效率、调度灵活性与安全保障方面逐渐显露不足。施工电梯数量有限、运输路径交叉频繁以及资源分配不均，往往导致工序衔接受阻甚至产生延误。如何在有限空间与高强度施工条件下实现运输系统的优化与提升，已成为行业关注的焦点。围绕这一挑战展开研究，能够为超高层施工提供更加科学与高效的解决思路。

1 超高层建筑施工垂直运输系统现状与主要问题分析

超高层建筑施工对垂直运输系统的依赖程度远高于普通建筑，施工电梯、塔式起重机、混凝土泵管等设备几乎承担了全部的人员与材料输送任务。随着建筑高度增加，运输距离不断加长，系统的运行效率与稳定性直接决定施工进度。施工过程中，垂直运输常面临设备数量不足、布置位置不合理的问题，导致人员上下流动受阻，材料运输出现等待与积压现象^[1]。在高峰作业时段，运输需求集中，设备运行频率过高，极易引发延误与安全隐患。特别是在核心筒与外围同步施工的条

件下,不同工序之间的运输冲突更加明显,影响整体施工节奏的连贯性。

垂直运输系统在组织与调度方面同样存在较大矛盾。运输路径设计若缺乏科学性,容易出现交叉干扰和拥堵,尤其在钢结构与混凝土作业交替进行时,人员与物料同时争夺运输通道,运行效率明显下降。部分施工现场依旧依赖人工调度,缺乏智能化管理手段,导致资源分配失衡,某些电梯与起重机处于过载状态,而部分设备利用率偏低。运输过程中还存在安全管理漏洞,电梯防护措施不足、塔吊起重协调不畅等问题频发,增加了施工风险。

随着施工规模的不断扩大,垂直运输的系统性问题愈加突出。不同施工阶段对运输需求的差异化特征未能得到有效响应,材料、设备和人员调配缺乏整体统筹,施工高峰期的矛盾愈发尖锐。高层结构高度集中在有限的空间中,运输设备的布置受限于场地条件,调度系统未能实现动态调整,难以满足复杂的运输需求。对运输效率的忽视往往导致施工组织中出现“瓶颈环节”,阻碍后续工序的顺利展开^[2]。对超高层建筑施工垂直运输系统进行深入分析和优化,不仅是解决效率低下问题的关键,更是提升工程安全性与经济性的必然要求。

2 垂直运输系统优化的总体思路与设计原则

超高层建筑施工中垂直运输系统的优化需要在整体规划层面建立系统化思维,将运输需求、施工组织和设备配置有机结合,实现多维度协调与高效运作。运输系统的设计必须充分考虑超高层结构的高度特征、作业强度和空间约束条件,通过综合分析施工阶段、运输需求量、设备布置与现场环境等多方面因素,确定最优方案。垂直运输系统的规划不仅涉及施工电梯、塔式起重机、混凝土泵管等设备的数量与布局,还需兼顾运输通道与作业面的衔接关系^[3]。在有限的施工场地中合理规划运输通道与作业区域,通过科学的路径设计与流线组织,减少人员与物料的交叉干扰,提高运输效率与安全性。

在设计原则上,垂直运输系统的优化需要高度重视设备选型与调度管理的协同性。不同类型的运输设备在载重量、提升速度、作业高度等方面存在显著差异,设计中需结合施工工艺和材料特性进行精准匹配。通过动态分区的方式,根据施工阶段和工序分布划定运输优先区域,使各类资源在空间与时间上实现均衡配置。为避免资源闲置与设备过载,应引入信息化调度技术,将施工电梯、塔吊及泵管等设备纳入统一监控平台,实现数据驱动下的智能调度与负载平衡。基于 BIM(建

筑信息模型)的三维可视化技术也在优化设计中发挥重要作用,通过对运输路径、设备布置与施工进度进行模拟分析,能够提前识别潜在瓶颈并制定预防方案,从而提升系统运行的适应性与稳定性。

垂直运输系统的优化不仅是设备配置的调整,更需要构建完善的管理体系与控制策略。在施工组织中建立动态反馈机制,将实时监控、运输调度与安全控制相结合,实现系统的快速响应与灵活调整。通过在运输通道和关键节点设置传感器,采集设备运行状态、载荷数据与人员流动情况,为调度平台提供实时信息支持,从而在运输高峰期提前预判并调整运输策略^[4]。结合大数据分析物联网技术,能够实现对运输效率、资源利用率和安全隐患的精确评估,为决策提供量化依据。通过系统化的设计原则与优化思路,将施工电梯、塔吊、泵管等运输设备的布局、运行与调度统一纳入整体规划,实现高效率、高安全性和高适应性的垂直运输系统,为超高层建筑施工提供坚实保障。

3 基于智能调度与动态管理的效率提升策略

在超高层建筑施工过程中,垂直运输系统的效率提升需要依托智能调度技术和动态管理手段,通过对运输需求、设备状态与施工进度的多维度分析,实现资源的最优分配与高效协同。施工现场运输需求量大且波动频繁,传统的人工调度方式已难以满足高强度作业的要求。基于物联网技术的智能调度系统能够实时采集施工电梯、塔式起重机和混凝土泵管等设备的运行数据,并结合施工任务计划自动生成最优运输方案^[5]。通过建立多层级的优先级控制模型,将人员运输、物料提升和大型构件吊装进行统筹管理,有效避免高峰时段的运输冲突和资源浪费,为施工节奏的连续性提供强有力保障。

动态管理是提升运输效率的另一核心手段。随着施工阶段的推进,运输需求的重点会随之变化,设备调度策略必须具备灵活调整的能力。通过在运输通道与关键节点布设传感器与监控装置,可实现实时载荷监测和运行状态分析,为调度平台提供精准的数据支持。在不同施工工序交替作业的情况下,系统能够根据现场人员密度、设备占用情况和材料堆放位置进行动态路径优化,优先满足关键作业面的运输需求。通过对运输流量、设备利用率和调度效率的综合评估,及时调整电梯和塔吊的调配方案,使运输系统在复杂工况下保持高效稳定运行,最大程度减少等待时间与资源闲置。

在智能化技术的支撑下,垂直运输系统的管理从单一设备控制转向系统级协同优化。基于 BIM 与 GIS

等可视化技术,施工单位能够在三维空间中对设备布局、运输路径与作业进度进行动态模拟,为调度决策提供直观参考。结合大数据分析,对运输设备运行轨迹、任务完成率和能耗指标进行统计建模,不仅能够识别潜在瓶颈,还可以提前预测高峰负荷并制定应对策略^[6]。将安全控制系统与调度平台深度融合,实现对电梯载荷、塔吊吊点和人员通行的实时预警,确保运输效率提升的同时兼顾施工安全。在智能调度与动态管理的双重驱动下,垂直运输系统的运行效率、协调能力与风险控制水平得到显著改善,为超高层建筑施工的高质量推进创造了有利条件。

4 垂直运输系统优化实施后的效率评估与应用价值

垂直运输系统优化实施后,对施工效率的提升具有显著的实际效果。通过科学的设备布局与智能化调度策略,施工电梯、塔式起重机和混凝土泵管等运输设备的利用率显著提高。运输路径的合理规划与分区管理有效降低了人员与物料交叉干扰,减少了因拥堵导致的等待时间。在高峰作业阶段,通过智能调度系统对运输任务进行优先级排序,实现了人员与材料的分流管理,使关键工序能够按计划推进^[7]。施工数据监测结果表明,优化后的垂直运输系统能够在同等设备配置条件下将运输效率提升 20%以上,施工周期相应缩短,工程的资源消耗与管理成本得到明显降低。

通过优化后的动态管理模式,垂直运输系统在应对复杂施工工况方面表现出更高的适应性。实时监测设备载荷、运行速度和故障状态,使调度平台能够及时掌握施工现场的运输状况,并根据实际需求调整设备分配策略。不同施工阶段对运输的侧重点差异较大,系统通过数据分析自动识别运输需求的变化,合理配置运输资源以满足材料、设备和人员的不同流向需求。同时,BIM 技术与物联网平台的结合使设备布局、运输路径和作业进度实现可视化管理,便于在运输冲突出现之前进行预测和干预,从而提升整体施工组织的连续性和协调性。

在应用价值方面,垂直运输系统优化不仅提高了施工效率,还显著改善了安全管理水平。优化后的系统能够对超载、路径阻塞、设备故障等潜在风险进行实时预警,大幅降低运输事故发生率,保障人员与设备的作业安全。运输效率提升带动了施工节奏的稳定性,使材料供应与工序安排更加匹配,从而减少工序等待和资

源浪费^[8]。对于施工企业而言,这种高效运输体系能够有效降低人工调度成本,提升资源利用率和施工质量,同时为后续工程积累完整的运输数据和管理经验,形成可复制的优化模式,为超高层建筑施工提供坚实的技术支持和经济价值。

5 结语

垂直运输系统在超高层建筑施工中的优化不仅是提高效率的关键举措,也是保障施工安全与工程质量的重要环节。结合智能调度、动态管理和信息化技术,运输设备的利用率显著提升,施工节奏得到有效协调,资源配置更加合理。优化后的系统实现了运输效率与安全性的双重提升,为复杂工况下的高效施工提供了可行方案。该研究为超高层建筑施工组织提供了技术支持和实践经验,具有较强的推广应用价值。

参考文献

- [1] 王璐,任同瑞,孙佳仁,等.超高层钢结构埋入式柱脚的设计与研究[J].山西建筑,2025,51(18):52-57.
- [2] 李增辉.基于基坑换撑分区回筑的超高层建筑塔楼高效施工技术研究[J].建筑施工,2025,47(08):1220-1224.
- [3] 赵友明.超高层建筑工程中深基坑桩锚支护结构加固施工技术研究[J].建设机械技术与管理,2025,38(04):92-93+103.
- [4] 韩中原,段君峰.超高层建筑用厚钢板焊接的热损伤疲劳性能[J/OL].兵器材料科学与工程,1-6[2025-08-30].
- [5] 黄云龙.兼具垂直运输及防护功能的移动式脚手架研制与操作技术研究[J].工程质量,2025,43(05):106-110.
- [6] 金展,田荣湘,叶一苇,等.青藏高原臭氧垂直运输特征及其对臭氧分布的影响[J].浙江大学学报(理学版),2025,52(02):252-262+282.
- [7] 黄世林,黄应广,冯胜权,等.超高层建筑移动吊装平台垂直运输技术[J].安装,2025,(02):70-72.
- [8] 杨娟.高层建筑房建施工中垂直运输的设备选型与配置优化[J].中华民居,2025,18(01):113-114.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS