

装配式建筑施工过程监理 控制要点及方法研究

朱 光

(安徽淮武工程项目管理有限公司, 安徽 淮北 235000)

摘 要 装配式建筑施工过程监理控制对项目质量、安全、进度和成本至关重要, 预制构件生产、运输、安装等环节需严格把控。传统监理方法存在信息传递滞后、协同不足等问题, 已无法满足现代装配式建筑施工要求。本研究基于建筑信息模型(BIM)、物联网和大数据等先进技术, 构建信息化、智能化的监理体系, 分析了质量控制、进度控制、安全控制和成本控制要点, 提出了基于大数据的造价风险识别与应对策略, 并通过案例分析验证了创新监理控制方法在提升项目质量、保障施工安全、控制工程成本和优化施工进度方面的有效性, 以期为相关人员提供借鉴。

关键词 装配式建筑; 监理控制; BIM技术; 物联网; 大数据

中图分类号: TU767

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.24.030

0 引言

装配式建筑以其高效、环保的优势, 成为建筑行业转型升级的重要方向。然而, 其施工过程的复杂性对监理控制提出了更高要求。预制构件的生产、运输、安装等环节紧密相连, 任何一个环节的疏漏都可能影响工程质量、安全和进度。传统的监理方法难以满足装配式建筑精细化管理的需求, 信息传递滞后、协同不足等问题日益凸显。因此, 探索信息化、智能化的监理控制方法势在必行。将BIM、物联网、大数据等先进技术融入监理工作, 构建全方位、全过程的监控体系, 对于提升装配式建筑施工管理水平具有重要意义。

1 装配式建筑施工过程监理控制要点分析

1.1 质量控制要点

1. 在预制构件方面, 需严格检验原材料, 把控进场关, 并进行抽样复检。生产过程需全程监督, 确保从模具、钢筋骨架到混凝土浇筑、养护各环节都符合标准。构件验收则需详细检查外观、尺寸偏差和结构性能。

2. 在节点连接方面, 梁柱节点需控制钢筋锚固长度和灌浆料施工, 剪力墙节点则要确保套筒安装和钢筋连接质量。

3. 在构件安装时, 吊装需选择合适的吊具和方法, 并控制吊装速度; 定位与校准则需精准测量, 确保构件垂直度、平整度和标高偏差均符合要求, 并及时固定^[1]。

1.2 进度控制要点

装配式建筑施工进度控制核心在于预制构件生产与现场施工的协同。利用BIM技术制定生产计划, 进行4D模拟, 精准预测构件需求。在生产过程中, 实时信息反馈系统及时传递进度数据, 快速诊断偏差并制定应对策略, 如优化供应链、设备预警维护等。现场施工进度计划编制需系统考虑吊装顺序、设备作业等因素, 采用网络计划技术细化任务。多层次的进度监控体系, 结合移动巡检和EVM(挣值管理)方法, 量化分析偏差。针对偏差, 从人员调配、物资供应、施工工艺等多维度调整, 如灵活调配人员、JIT配送(准时制配送)模式、引入新型装配技术, 确保施工高效有序进行。

1.3 安全控制要点

装配式建筑施工安全控制要点集中在预制构件吊装与现场防护。吊装时, 设备选型须与构件重量和尺寸匹配并留有安全裕度, 使用前严格检查试运行。吊具与索具需专门设计, 确保构件平衡。作业前制定专项方案, 进行技术交底和培训, 设置警戒区域, 专人指挥, 试吊确认安全后再起吊, 可采用吊钩视觉监控和风速仪等技术实时监测。现场防护方面, 临边、洞口需及时设置牢固的防护栏杆和安全平网, 并定期检查维护。高处作业人员需配备安全带、安全帽, 平台需稳定并设置防护棚, 严禁恶劣天气作业, 全方位保障施工安全^[2]。

1.4 成本控制要点

装配式建筑成本控制的核心在于预制构件和现场施工的成本管理。在预制构件方面,需优化设计,合理选材,控制生产过程,提高模具周转率,降低运输成本。在现场施工方面,人工成本需合理规划、动态调配,并加强培训与绩效管理;材料成本需优化采购策略、库存管理,并监督使用过程;机械成本需合理选型、调度,并做好维护保养。综合成本控制则需完善成本核算与分析体系,强化合同管理与索赔,并实施目标管理与考核,将成本控制责任落实到人,激发全员参与,实现全过程成本控制,从而提高项目经济效益。

2 大数据分析在建筑工程造价风险中的应用

2.1 大数据在装配式建筑造价风险管理中的优势

大数据分析在装配式建筑造价风险管理中展现出显著优势。海量、多类型的数据以及快速处理能力,使其能全面识别风险因素,从市场材料价格波动到施工现场装配效率,均能挖掘出潜在关联。基于大数据的风险预警模型,可实时监测数据,提前预警潜在风险,为项目管理人员提供决策依据。同时,大数据分析能精准量化风险,实现动态评估,帮助制定更合理的应对策略。通过对类似项目数据的分析,优化资源配置,提高资源利用效率,降低成本,从而有效降低造价风险^[3]。

2.2 基于大数据的装配式建筑造价风险识别

在装配式建筑中,大数据已成为识别造价风险的关键工具。通过整合历史造价、市场行情及政策法规等多源数据,构建全面的风险因素库。运用关联规则挖掘和聚类分析等数据挖掘技术,揭示数据间的潜在联系,例如材料价格与政策调整的关联。深入分析不仅识别常见材料、人工成本及设计变更风险,更关注预制构件生产、物流运输及现场装配等潜在风险。精准识别为前期风险评估和应对策略提供可靠依据,助力从业者预判并防范造价风险,保障项目顺利进行。

2.3 装配式建筑造价风险的量化评估模型构建

为量化装配式建筑造价风险,构建基于大数据的评估模型至关重要。该模型融合多层次分析架构,采用模糊综合评价法,将风险因素划分为材料成本、人工成本、设计变更、构件生产、物流运输及现场装配六个维度。各维度权重通过层次分析法(AHP)确定,并引入熵权法修正主观权重,提升客观性。风险隶属度函数采用三角模糊数表示,构建风险评价矩阵 R 。最终,通过模糊运算综合评估风险等级。模型计算公式为:

$$Z=W \times R \quad (1)$$

式(1)中, W 为权重向量, R 为风险评价矩阵。该模型可动态量化各阶段风险水平,为风险管控提供数据支撑,提升决策科学性^[4]。

2.4 基于大数据的装配式建筑造价风险应对策略制定

基于大数据的装配式建筑造价风险应对策略,需结合项目特点制定。大数据分析可提前识别设计缺陷与施工工艺问题,优化方案规避风险;精准量化风险因素,合理配置资源,建立质量监控系统,降低成本。分析保险与合同数据,选择合适产品与模式转移风险。利用大数据确定风险阈值,制定储备金计划。大数据支持实时监控,收集多维度信息,对接市场数据,建立预警模型,及时通知管理人员。依据实时数据和预警,灵活调整策略,确保造价有效控制,提高项目成功率,促进行业可持续发展。

3 装配式建筑施工过程监理控制方法研究

3.1 传统的监理控制方法回顾与分析

在装配式建筑施工过程监理控制中,传统方法占据重要地位,包括巡视、旁站和平行检验等。巡视通过动态巡回检查,及时发现质量问题、安全隐患及进度偏差,但内在质量把控不足,实时监督效果欠佳。旁站则对关键环节进行全程监督,确保施工符合规范,但缺乏对生产环节监控,且精力有限,难以兼顾所有因素。平行检验通过独立复核,验证质量,但范围有限,难以全面掌握质量波动,且对进度和成本控制作用间接。此外,传统方法信息传递效率低,缺乏协同整合,难以形成全面监理体系,无法满足高质量控制需求^[5]。

3.2 创新的监理控制方法探索

1. 基于BIM技术的监理控制方法。BIM技术在装配式建筑施工监理中的应用,可构建信息共享模型,提升监理精细化水平。通过BIM模型模拟构件生产、运输、安装等环节,提前发现并解决潜在问题。结合物联网技术,实时采集现场数据,实现进度、质量、安全动态监控。以下公式可用于评估BIM技术应用效果:

$$E=\frac{Q_1-Q_0}{Q_0} \times 100\% \quad (2)$$

式(2)中, E 为BIM技术应用效果提升率, Q_1 为应用BIM技术后的监理控制指标值, Q_0 为应用BIM技术前的监理控制指标值。该公式可量化分析BIM技术在提升监理工作效率、降低质量缺陷率等方面的贡献,为持续改进监理控制方法提供数据支撑。

2. 物联网技术在监理控制中的应用。物联网技术

通过在施工现场部署传感器、RFID 标签及视频监控设备，构建了全面感知的数据采集网络。该网络实时获取预制构件的应力应变、温湿度、定位信息，以及施工现场的环境参数与人员设备状态。基于云计算平台的数据处理与分析，实现了施工过程的透明化与可追溯性。监理工程师通过物联网数据，可量化评估施工质量、精准调控施工进度、及时预警安全隐患。构建基于物联网的监理控制模型，其预警准确率 P 可通过以下公式计算：

$$P=\frac{N_w}{N_w+N_f}\times100\% \tag{3}$$

式(3)中， N_w 为预警准确次数， N_f 为预警失败次数。该模型有效提升了监理工作的预见性与科学性，为装配式建筑施工过程的精细化管控提供了技术支撑。

3. 大数据驱动的监理决策方法。在装配式建筑施工监理中，大数据驱动的决策方法是提升监理效能的关键。通过整合海量项目数据，如历史造价、构件生产、施工进度、质量检测及安全事故等，运用数据挖掘和机器学习技术进行深度分析，为监理工程师提供精准且科学的决策支持。大数据分析可预测造价变动趋势，识别潜在风险，优化施工方案，提升施工效率和质量，降低安全风险。实时监测质量数据，及时发现缺陷，防止问题扩大。综合考虑多维度信息，预测进度延误风险，提前制定应对措施。挖掘安全隐患规律，精准定位薄弱环节，强化安全防护。

4 案例分析

4.1 项目概况

某市新建的装配式保障性住房项目，总建筑面积达 10 万平方米，由 10 栋装配整体式混凝土剪力墙结构的单体建筑组成，装配率高达 60%。项目选址于某市某区某街道，建设周期为 2023 年 1 月至 2024 年 12 月。以下将从质量、进度、安全和成本四个维度，对该项目的施工过程监理控制情况展开分析。

4.2 项目质量与进度控制成效

预制构件项目质量与进度控制成效显著（见表 1）。在质量控制方面，原材料进场检验合格率达 98%，构件验收阶段外观、尺寸偏差合格率分别达 96% 和 95%，结构性能合格率 100%，生产及安装问题均及时整改。在进度控制方面，运用 BIM 技术、4D 模拟及实时信息反馈系统，精准预测需求并监控进度。通过优化供应链、设备预警维护、灵活调配人员等措施，将预制构件生产进度偏差控制在 5% 以内，现场施工进度偏差控制在 3% 以内，确保项目顺利进行。

表 1 项目质量进度控制成效

控制方面	指标	成果
质量控制	原材料进场检验合格率	98%
	构件外观质量合格率	96%
	构件尺寸偏差合格率	95%
	构件结构性能合格率	100%
进度控制	问题整改	及时整改到位
	预制构件生产进度偏差	控制在 5% 以内
	现场施工进度偏差	控制在 3% 以内
	措施	优化供应链、设备预警维护、灵活调配人员等

4.3 安全与成本控制成效

吊装作业 800 次零事故，得益于精心的设备选型和吊具设计，以及严格的技术交底和警戒设置。吊钩视觉监控和风速仪等技术手段，及时发现了 12 次潜在风险。现场安全防护同样严密，500 处防护栏杆、200 处安全平网，以及高处作业的全面防护措施，有效预防了坠落事故，18 处防护问题被及时发现并整改。在成本控制方面，通过优化设计、提高模具周转率等措施，预制构件成本降低了 33 万元；现场施工则通过合理调配人员和优化采购策略，节省了 22 万元。

5 结束语

装配式建筑施工过程监理控制研究显示，质量控制、进度控制、安全控制和成本控制是关键要点。通过 BIM 技术、物联网技术和大数据分析等创新方法，监理工作实现了信息化、精细化和智能化。案例分析表明，这些方法能够有效提升项目质量、保障施工安全、控制工程成本，并优化施工进度。未来，装配式建筑监理应进一步推广和应用这些先进技术，构建更加完善的监理控制体系，推动装配式建筑行业的高质量发展。

参考文献：

[1] 李建设. 基于 BIM 的装配式建筑监理质量安全控制探究 [J]. 建筑·建材·装饰, 2024(10):31-33.
 [2] 潘奇. 建筑工程监理在装配式建筑质量控制中的作用及技术措施探讨 [J]. 砖瓦世界, 2024(01):136-138.
 [3] 石宸诚. 装配式混凝土建筑构件生产过程的监理控制要点 [J]. 建设监理, 2024(11):36-40.
 [4] 张小明. 装配式建筑工程施工质量控制与监理对策 [J]. 陶瓷, 2024(05):234-236.
 [5] 张悦. 装配式建筑工程的监督管理控制研究 [J]. 中国住宅设施, 2023(03):49-51.