

BIM 技术驱动的装配式建筑施工误差智能修正系统设计

李 青

(山东鸿强建设有限公司, 山东 泰安 271600)

摘 要 在建筑行业追求高质量发展的背景下, 装配式建筑成为趋势, 但施工误差影响其质量与发展。为解决这一问题, 需引入 BIM 技术构建施工误差智能修正系统。本研究通过设计系统架构, 选用传感器技术、数据分析算法等关键技术, 实现误差监测、分析、决策及修正的一体化功能。该系统可实时监测施工误差, 精准定位并智能分析, 自动生成修正方案, 有效提升施工质量与精度, 提高施工效率, 降低成本, 推动建筑行业数字化转型, 以为装配式建筑施工管理提供创新途径。

关键词 BIM 技术; 装配式建筑; 施工误差; 智能修正系统; 数字化转型

中图分类号: TU71; TU17

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.17.011

0 引言

随着城市化进程不断加速, 建筑行业面临新挑战与机遇, 装配式建筑凭借环保、高效等优势备受关注。施工误差成为制约其发展的瓶颈, 传统误差修正方法难以满足需求。BIM 技术的兴起为解决该问题带来了希望, 其在建筑领域的应用日益广泛。在此背景下, 探索基于 BIM 技术的施工误差智能修正系统极具意义。这一系统不仅有望解决装配式建筑施工误差难题, 还能推动建筑行业向智能化、数字化迈进, 为建筑行业的可持续发展注入新动力, 值得深入研究与实践。

1 BIM 技术与装配式建筑施工误差概述

BIM 技术作为建筑信息模型, 通过构建包含建筑全生命周期信息的三维模型, 整合几何信息、物理属性、进度及成本等数据, 为各方打造共享信息平台, 实现数据集成与协同。

在装配式建筑领域, BIM 技术贯穿设计、构件生产、运输及施工各阶段, 如设计阶段的可视化设计与碰撞检查、构件生产的精准尺寸提供、运输阶段的路线规划, 以及施工阶段的安装指导与进度管理, 极大地优化了施工流程, 促进了信息共享, 为施工误差修正奠定了基础^[1]。

装配式建筑施工误差问题不容忽视, 常见的构件尺寸误差、定位偏差和连接节点误差, 会影响建筑结构整体性、质量和稳定性。这些误差源于设计精度不足、构件生产加工工艺缺陷、运输存放不当, 以及施工现场安装工艺不规范、管理不到位等多方面因素。

2 基于 BIM 技术的施工误差智能修正系统需求分析

2.1 现有施工误差修正方法的局限性

人工测量与调整依赖施工人员的经验和技能, 不仅效率低下, 而且受人为因素影响大, 难以保证精度, 在复杂结构和大规模施工场景下, 易出现测量误差和修正偏差。简单工具辅助校正虽能在一定程度上提高精度, 但功能有限, 无法全面应对各种误差情况。从成本角度看, 人工操作需要投入大量人力, 且因返工和延误增加成本。在实时性方面, 传统方法无法及时获取和处理施工过程中的误差信息, 难以及时调整, 导致误差积累, 影响施工进度和质量。构建基于 BIM 技术的智能修正系统迫在眉睫。

2.2 智能修正系统的功能需求梳理

误差实时监测功能借助传感器等设备, 对施工全过程进行不间断监测, 及时发现误差; 精准定位功能利用 BIM 模型的精确坐标和空间信息, 快速确定误差位置; 智能分析功能基于大数据和算法, 对监测到的数据进行深度分析, 判断误差类型、程度及影响范围; 自动生成修正方案功能依据分析结果, 结合施工规范和经验, 为施工人员提供科学合理的解决方案; 动态跟踪与反馈功能则对修正过程进行全程监控, 及时反馈修正效果, 若未达到预期, 自动触发重新分析与修正, 形成闭环管理, 确保施工误差得到有效控制。

2.3 系统性能需求与数据要求

在准确性方面, 系统应具备高度精确的测量和分析能力, 确保误差监测和修正结果可靠。响应速度要快,

能在误差发生时迅速做出反应,及时提供修正方案,避免误差扩大。稳定性也至关重要,需保证在复杂施工环境和大量数据处理情况下稳定运行^[2]。系统运行依赖多种数据,如BIM模型数据提供建筑的基础信息,施工过程中的实时监测数据反映实际施工状况,构件属性数据用于了解构件特性。这些数据的采集要全面、准确,传输要快速、稳定,存储要安全、高效,处理要及时、智能,以保障系统的高效运行,实现对施工误差的精准修正。

3 BIM技术驱动的施工误差智能修正系统设计方案

3.1 系统总体架构设计

智能修正系统由数据采集层、数据处理层、核心算法层、决策支持层和用户交互层构成基本框架。数据采集层收集施工现场的实时监测、BIM模型及构件属性等数据,为系统提供信息基础。数据处理层对采集的数据清洗、整理和初步分析,为后续工作做准备。核心算法层运用算法深度挖掘数据,分析误差特征和规律。决策支持层依据其结果,结合施工规范和经验生成误差修正方案。用户交互层方便施工人员查看信息、方案并反馈执行情况,实现双向信息传递,各层协同工作保障系统运行。

3.2 关键技术选型与应用

传感器技术通过在施工现场布置各类传感器,如激光测距传感器、位移传感器等,对施工过程中的构件位置、尺寸变化等进行实时监测,确保误差数据的及时获取。数据分析算法,如机器学习算法,能够对大量的监测数据的学习和分析,实现误差的智能诊断与预测,提前发现潜在误差风险^[3]。虚拟现实(VR)/增强现实(AR)技术则在修正方案的可视化展示与实施中发挥关键作用。施工人员借助VR/AR设备,可直观地看到修正方案在实际场景中的应用效果,更准确地理解和执行修正操作,提高施工效率和准确性。

3.3 误差监测与数据采集模块设计

施工误差监测方案的设计需综合考虑施工流程和结构特点来确定监测点的布置原则和方法。对于关键构件的连接节点、重要的定位点等,应重点布置监测点。在数据采集流程方面,首先确定采集频率,根据施工进度和误差变化情况动态调整。采用无线传输技术、传感器网络等技术手段,将监测数据实时传输至系统。建立数据备份机制,防止数据丢失。对采集的数据进行初步的质量检查,确保数据的准确性和完整性,为后续的误差分析提供可靠依据。

3.4 误差分析与智能决策模块设计

误差分析模型是系统的核心部分,通过运用统计

学方法、机器学习算法等,对采集到的数据进行多维度分析,准确识别误差类型,如尺寸误差、定位误差等,评估误差程度,并预测其发展趋势。智能决策模块基于误差分析结果,结合施工工艺要求、资源配置情况等因素,利用优化算法生成合理的误差修正方案。针对不同类型和程度的误差,推荐合适的修正工具、施工方法和人员安排,为施工人员提供科学的决策支持,提高误差修正的效率和质量。

3.5 修正执行与反馈模块设计

在执行前,对施工人员进行培训,确保其熟悉修正方案和操作流程。在执行过程中,严格按照标准操作规范进行,对修正过程进行详细记录。反馈机制通过再次监测修正后的结果,与预期标准进行对比。若未达到标准,将相关数据反馈至误差分析模块,重新进行分析与修正,形成闭环管理。对多次出现误差的部位和类型进行重点关注和分析,总结经验教训,不断优化系统的误差分析和修正能力,保障施工质量的持续提升。

4 施工误差智能修正系统的实施与优化策略

4.1 系统实施步骤与要点

系统安装调试阶段,需依据施工现场网络和硬件条件,合理部署服务器、传感器终端等硬件设施,保障设备通信稳定;严格按操作手册安装配置软件系统并设定参数,完成初步搭建。数据初始化阶段,要将准确的BIM模型数据,如建筑结构、构件尺寸与位置等,以及施工场地地理信息、进度计划等数据导入系统,为系统运行筑牢数据根基。人员培训阶段,针对不同岗位施工人员设计个性化方案,通过理论讲解、实操演练和案例分析,助力施工人员熟悉系统操作流程、功能模块及其在误差修正中的作用,提升其掌握程度。在系统正式投入使用前,还需全面测试,模拟各类施工场景下的误差情况,检验系统稳定性与准确性,确保其在实际施工中正常运行,有效发挥误差修正功能。

4.2 与施工流程的融合策略

在构件吊装环节,通过在吊装设备和构件上安装传感器,系统实时获取构件的位置、姿态等数据,并与BIM模型中的设计数据进行比对。一旦发现误差,系统立即发出警报并生成修正指令,引导操作人员调整吊装设备的参数,实现构件的精准吊装。在节点连接工序中,系统对节点的定位、连接尺寸等进行实时监测,利用数据分析算法判断连接质量是否符合标准。若出现误差,系统自动分析误差原因,如构件加工精度问题、安装顺序不当等,并给出相应的修正建议,如调整连接方式、更换部分构件等,施工人员根据建议及时进行修正,保证节点连接的可靠性,实现施工过程与

误差修正的协同作业,减少因误差导致的返工和延误。

4.3 系统优化措施与持续改进

针对数据准确性问题,应定期对传感器进行校准和维护,确保采集数据的精度。建立数据质量监控机制,实时监测数据的异常波动,对异常数据进行及时清洗和修正。对于算法适应性不足的问题,需持续收集施工过程中的误差数据,利用新数据对算法进行训练和优化,提高算法对不同施工场景和误差类型的识别和处理能力^[4]。建立系统的持续改进机制,收集施工人员、管理人员的反馈意见,结合实际施工中的新需求和技术发展趋势,定期对系统进行功能升级和性能优化。引入新的数据分析算法、优化用户界面设计,提升系统的易用性和智能化水平,不断完善系统在装配式建筑施工中的应用效果,更好地服务于施工误差修正工作。

5 BIM 技术驱动的施工误差智能修正系统的价值与意义

5.1 提升施工质量与精度

借助施工现场的各类传感器,系统实时监测施工全过程,可敏锐捕捉构件尺寸偏差、定位偏移、连接节点不匹配等细微误差。发现误差后,系统凭借 BIM 模型精准数据和内置算法,精准分析误差类型、程度和影响范围,生成针对性修正方案。以预制构件安装为例,系统在安装过程中实时监测构件的安装位置和角度,并高频次与 BIM 模型设计数据比对。一旦出现偏差,立即向施工人员发出警报,同时在 BIM 模型上直观呈现偏差信息与调整建议。施工人员借助专业工具设备,依据这些信息精准调整构件,保证安装精度。这种实时监测与精准修正模式意义重大,有效防止误差累积扩大,显著减少因误差产生的施工缺陷,如墙体裂缝、结构不稳固等问题得到有效控制。

5.2 提高施工效率与经济效益

在施工前,基于 BIM 技术构建的虚拟施工模型,能够对整个施工过程进行模拟分析,提前发现潜在的施工误差和问题,并制定相应的应对策略,避免在实际施工中出现不必要的错误和延误。在施工过程中,系统实时监测误差,一旦发现问题,迅速生成修正方案,施工人员可以立即进行调整,无需等待人工测量和分析,大大缩短了问题处理时间^[5]。由于系统有效减少了施工误差,显著降低了返工的可能性。在管线安装过程中,传统施工方式容易出现管线碰撞问题,导致返工和材料浪费。而智能修正系统通过实时监测和碰撞检测功能,提前发现并解决管线碰撞问题,确保施工的顺利进行。减少返工意味着人力成本和材料浪费成本的降低。施工人员无需花费大量时间和精力进行

返工操作,材料也能得到合理利用,避免了不必要的损耗。这些都为建筑企业节省了大量的成本,带来了显著的经济效益。

5.3 推动建筑行业数字化转型

智能修正系统打破了传统施工中各参与方之间的信息壁垒,通过 BIM 技术实现了建筑全生命周期信息的集成与共享。设计方、施工方、监理方等不同参与主体可以在同一个平台上协同工作,实时获取和更新施工信息,提高了沟通效率和决策的准确性。在实际应用中,例如施工人员在现场发现问题后,可以通过移动终端将问题信息和现场照片上传至系统,系统自动关联相关的 BIM 模型数据和设计文件,并通知相关责任人。各方人员可以基于系统提供的信息进行实时讨论和决策,制定解决方案。这种数字化的协同工作模式,不仅提高了施工效率,还促进了建筑施工过程的智能化和信息化管理。智能修正系统积累的大量施工数据,为建筑行业的大数据分析奠定了基础。通过对这些数据的挖掘和分析,可以总结施工经验,优化施工工艺,预测施工风险,为建筑行业的可持续发展提供有力的技术支撑和宝贵的实践经验,也为建筑行业引入人工智能、物联网等新兴技术创造了条件,推动建筑行业向更高水平的数字化方向迈进。

6 结束语

BIM 技术在装配式建筑施工精细化管理中发挥着关键作用。通过在施工管理、图纸深化、预制构件等方面的应用,有效解决了传统施工模式存在的诸多问题,提升了施工效率和质量,降低了成本。基于 BIM 技术构建的施工误差智能修正系统,能够实时监测和精准修正施工误差,进一步保障了建筑质量。随着技术的不断发展,应持续探索 BIM 技术与 AI 智能技术的融合,完善施工体系,推动建筑行业向数字化、智能化方向加速转型,实现装配式建筑的高质量发展。

参考文献:

- [1] 庾季英.BIM 技术在装配式建筑工程质量管理中的运用[J].建材发展导向,2024,22(13):47-50.
- [2] 沈浩,靖新颖.探究 BIM 技术与装配式建筑的融合性发展[J].佛山陶瓷,2024,34(03):81-83.
- [3] 李晨.基于 BIM 技术的装配式建筑施工精细化研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2024.
- [4] 高平.BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中的应用[J].工程技术研究,2021,06(14):180-181.
- [5] 田侑林.装配式建筑施工阶段 BIM 应用效益评价体系研究[D].成都:西南交通大学,2021.