

6 结论与建议

既有建筑更新改造，特别是老旧小区整治提升工作，属于兼具复杂性与系统性的民生保障工程。项目管理工作的成功推进，需始终锚定以人民为中心的根本导向，搭建多元主体协同共治的实施框架，推行全生命周期精细化管控模式，同时着力探索具备可持续性的长效运维管护机制。本文采用理论脉络梳理与实证案例剖析相结合的研究范式，系统性阐释老旧小区改造项目的核心管理要点与科学实施路径。应当保证协同共治决策为首要前提、全流程精细化管控为核心关、全链条一体化实施为重要保障、创新赋能发展为核心方向。需构建高效运转的居民深度参与机制与多元主体协商议事体系，从根源上消解潜在矛盾、凝聚改造共识。立足改造项目的固有特性，在施工组织部署、质量安全监管、成本动态管控等维度，制定严于新建工程项目的管控标准与实施举措。秉持设计、施工、运维全环节统筹考量的原则，杜绝各阶段工作的割裂脱节，保障改造工程的长期综

合效益。主动引入新型技术、绿色材料与先进管理范式，全面提升改造工程的建设品质、实施效率与智能化管控水平。展望未来，伴随城市更新行动的持续深化推进，老旧小区改造的项目管理工作需进一步朝着标准化、智慧化与绿色化方向迈进，同时强化改造后的社区治理效能与活力重塑，最终达成“硬件设施更新”与“治理模式升级”的协同并进，切实提升人民群众的获得感、幸福感与安全感。

参考文献

- [1] 贾思曼,郭汉丁.既有建筑绿色改造项目价值增值机理与策略研究[J].项目管理技术,2025,23(12):52-58.
- [2] 张欣萍,林海涛.既有建筑改造项目施工现场管理策略研究[J].房地产世界,2025,(17):89-91.
- [3] 何宁杉,蒋维刚,杜宇.数据驱动+协同管理——大中型航站楼城市更新项目施工管理升级和数字化工具集成[J].安装,2025,(07):81-84.
- [4] 陈琼.既有建筑适老化改造工程造价控制研究——以XX老年公寓项目为例[J].商讯,2025,(14):1-3.

Research on the integration of civil engineering management mode and new technology under the background of digitalization

Xuan Du

Poly Jiangxi Real Estate Development Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract

This study focuses on the discussion of the integration path of civil engineering management mode and new construction technology under the digital background. The content focuses on the combination of intelligent collaborative management, digital twin system, artificial intelligence-assisted decision-making and emerging technologies such as prefabricated buildings and 3D printed concrete. Through the combination of case analysis and system combing, the promotion mechanism of data-driven process iteration and management collaboration is revealed. The results show that digital technology has a significant effect on the improvement of construction efficiency, quality control level and project collaboration ability. The important theoretical and practical value formed by the research provides a systematic path reference and innovative management framework for the transformation and upgrading of traditional civil engineering.

Keywords

civil engineering ; digital management ; new process ; BIM ; digital twin

数字化背景下土建工程管理模式与新工艺融合研究

杜璇

保利江西房地产开发有限公司, 中国 · 江西 南昌 330000

摘 要

本研究聚焦于数字化背景下土建工程管理模式与施工新工艺融合路径的探讨, 内容围绕智能协同管理、数字孪生系统、人工智能辅助决策与装配式建筑、3D打印混凝土等新兴工艺的结合应用, 通过案例分析与系统梳理相结合的方法揭示数据驱动对工艺迭代与管理协同的推动机制, 结果表明数字化技术对施工效率、质量控制水平与项目协同能力的提升效果显著, 研究形成的重要理论与实践价值为传统土建工程转型升级提供系统化路径参考与创新管理框架。

关键词

土建工程; 数字化管理; 新型工艺; BIM; 数字孪生

1 引言

在数字技术深度渗透建筑行业、土建工程面临管理方式与施工工艺双重变革的背景下, 因传统管理模式难以满足复杂工程对精度、效率与协同的高要求而亟需融合 BIM、数字孪生、人工智能等先进技术重构管理体系, 且因新型施工工艺不断涌现对项目全生命周期提出更高标准, 故管理与工艺的融合成为推动行业高质量发展的关键路径, 本研究围绕管理模式创新与新工艺集成展开系统分析, 旨在为土建工程数字化转型提供理论支撑与实践指引。

2 数字化管理模式革新

2.1 智能协同管理

基于 BIM 与云平台深度整合构建高效项目信息共享与多专业协作机制的智能协同管理, 在土建工程项目中使设计单位、施工单位与供应商等各参与方统一数字模型进行任务分配与施工协调, 实现数据实时同步与过程动态可视, 相较传统依赖纸质图纸与线下沟通的方式, 让数字化协同显著提高信息传递的准确性与响应速度, 借云端接口与权限管理机制, 使项目各参与方可按职责获取所需模型信息并参与模型校审, 避免设计与施工阶段的信息断层, 且施工现场借移动终端设备可实时获取 BIM 模型并进行进度反馈, 让管理层能基于实时数据进行施工组织优化与资源动态调配, 有效提升土建工程项目执行效率与协作质量^[1]。

2.2 数字孪生应用

在土建工程管理中, 数字孪生技术通过构建与实体项目同步演化的虚拟模型, 实现施工过程、结构状态与运维数

【作者简介】杜璇(1996-), 男, 中国江西高安人, 本科, 助理工程师, 从事土建施工新工艺研究。

据的动态映射及实时监控,结构施工阶段传感器收集的应力、温度与变形等数据不断传入虚拟模型以生成与现场一致的数字副本,让管理者直观掌握构件状态及关键工艺节点执行情况,在复杂施工环境下,数字孪生模型提供基于实时反馈的数据支持,用于判断施工方案执行偏差及风险趋势并辅助实施主动干预,对施工组织而言,数字孪生不仅提升管理的可视性与预判能力,还为后期结构健康监测与智能运维提供持续有效的数据基础,为土建工程全生命周期管理模式演进奠定技术路径^[2]。

2.3 AI 辅助决策

人工智能技术逐步嵌入土建工程管理流程,为复杂数据环境中的科学决策提供高效算法支撑,其中在施工成本管理中 AI 模型基于历史项目数据与材料市场波动预测出最优采购节点与资源配置方式以使项目预算更加动态合理,在质量控制方面计算机视觉系统可识别结构缺陷与施工偏差并生成风险等级评估报告以为现场管理人员提供智能巡检支持,在进度管控环节 AI 算法利用历史工程进度与实际产能数据预测关键路径上的潜在延误点以辅助优化施工节奏与任务排布,且借助持续学习能力 AI 模型能随着数据积累不断优化决策逻辑,为土建工程管理模式注入动态演化与自适应能力,提升数字化管理体系的智能化水平与响应效率^[3]。

3 新兴工艺技术融合

3.1 装配式建筑集成

装配式建筑作为实现土建工程工业化与信息化协同发展的关键路径,其与数字化管理体系的融合已成为施工组织优化的重要支撑方式,装配式建筑强调构件预制、现场拼装,其核心在于全过程的信息驱动与精度控制,在数字化管理模式, BIM 系统可实现预制构件的参数化建模与生产工艺控制,将结构尺寸、节点布置、吊装顺序等信息嵌入设计模型,保障构件在工厂端制造阶段即满足现场安装需求,每一个预制构件在模型中均绑定独立编码,便于现场快速查验与高效吊装。预制墙板、叠合板、预应力梁等核心构件在生产过程中需严格控制尺寸误差,通常不得超过 $\pm 2\text{ mm}$,以防止现场拼接时出现积累误差导致结构偏差。数据表明,在集成 BIM 与 MES (制造执行系统) 协同控制的生产线上,构件尺寸合格率可稳定保持在 98.5% 以上,大幅降低现场返工风险。在施工阶段管理系统根据施工进度计划自动生成构件调运指令,保障材料按需配送、节点精准到位,避免堆放占地与工期滞后,装配式建筑集成不仅提升了施工效率与质量稳定性,还有效减少了湿作业比例与劳动力依赖,配合数字平台可形成闭环管理结构,推动土建工程向绿色工业化方向迈进^[4]。

3.2 3D 打印混凝土

3D 打印混凝土作为融合数字建模与自动化施工的前沿技术,在土建工程中的应用重塑了复杂结构构件的成型逻辑

与施工工艺流程,其原理基于连续可控的挤出系统,将混凝土浆料沿设定轨迹分层堆叠成型,在无需模板支撑的条件下实现自由曲面的构造,该技术高度依赖数字化控制系统与材料可塑性控制策略之间的协同,其精度与稳定性受打印路径优化算法、打印喷嘴行进速度与泵送压力等参数影响显著,通常在结构打印中,喷嘴线性速度需控制在 15 mm/s 至 50 mm/s 之间,泵送系统压力保持在 0.2 MPa 至 0.4 MPa 区间以实现连续稳定挤出,为保证打印层之间的界面结合强度,层间打印间隔不宜超过 5 分钟。在材料方面 3D 打印混凝土需具备良好可泵性与触变性、水胶比控制在 0.30 至 0.35 之间并添加纤维与流变改性剂以提升早期强度与成型保持性,数字模型经 G-code 转换后由施工设备执行打印任务且整个过程由实时控制系统进行轨迹跟踪与偏差校准,该工艺在复杂节点、非标准曲面构件及空间受限环境中展现出传统模筑工艺难以比拟的灵活性与自动化程度,在土建工程实践中,部分桥梁节点、景观构筑物及功能性墙体已采用 3D 打印技术建造并实现工期缩短 30% 以上、人工成本降低超过 50%,极大拓展土建施工的技术边界。

3.3 绿色低碳施工技术

在数字化技术支撑下构建以能源控制、材料优化与碳排放监测为核心的绿色低碳施工全过程管理体系,项目管理者根据建筑全生命周期碳排放量化分析,在设计、采购与施工各环节主动介入技术方案调整以降低碳足迹,数字平台集成 LCA (生命周期评估) 模型与施工工艺参数实时模拟不同施工路径下的碳排放影响,如现浇与装配式两种结构体系的单方混凝土碳排放强度分别约为 $290\text{ kg CO}_2/\text{m}^3$ 与 $195\text{ kg CO}_2/\text{m}^3$,装配式体系因减少现场模板使用与湿作业环节而具备更优碳排放性能;在绿色施工实践中,推广使用高性能混凝土与再生骨料可有效降低材料碳排放量,水泥替代率提升至 30% 时可实现单方混凝土碳排放下降 15% 以上,施工现场部署能耗监控系统实时采集塔吊、搅拌站与电焊设备能耗数据,平台依据施工节点进度与设备运行负载调整作业节奏以避免能源浪费与碳排放过度集中,部分项目引入可视化碳监测仪表与碳配额管理系统,将碳排放控制指标融入项目考核体系,推动工程项目从“进度导向”向“碳控导向”管理模式演进,绿色低碳施工技术通过数字化手段赋能资源高效配置与碳排放闭环控制,为建筑行业响应双碳战略与可持续发展目标提供技术路径与实践支撑^[5]。

4 管理与工艺融合路径

4.1 数据驱动的工艺迭代

在土建工程中,施工工艺的改进与升级离不开对实际施工数据的系统采集与分析,数据驱动的工艺迭代机制构建在多源数据实时汇聚与模型反馈机制基础之上,形成工程现场与工艺标准之间的闭环调优结构,施工过程中产生的关键数据如混凝土强度、振捣时间、环境温湿度、构件安装偏差