

智能建造技术在建筑工程施工质量管控中的应用路径探索

许娟¹ 夏思雨¹ 顾玉芬²

1 兴化市文化旅游发展有限公司

2 兴化市农水资源投资开发有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i7.4872

[摘要] 本文以建筑工程施工质量管控为核心,针对传统管控方法在实时性与精细化等方面存在的不足,系统探索了智能建造技术应用的完整路径。并且,文章构建了这样一个关键技术体系,它是由信息化、物联网与人工智能等构成的,同时深入地阐述了其在事前预防、事中控制、事后评估及全周期协同中的具体应用模式。此外,对实施所需的支撑体系以及面临的现实挑战,文章也进行了分析,以期能够为提升质量管控的智能化与效能提供系统性参考。

[关键词] 智能建造; 应用路径; 质量管理; 全周期协同

中图分类号: F253.3 **文献标识码:** A

Exploration of the Application Path of Intelligent Construction Technology in Quality Control of Construction Projects

Juan Xu¹ Siyu Xia¹ Yufen Gu²

1 Xinghua Cultural Tourism Development Co., Ltd.

2 Xinghua Agricultural Water Resources Investment and Development Co., Ltd.

[Abstract] This paper focuses on the quality control of construction projects, addressing the shortcomings of traditional control methods in terms of real-time and refinement. It systematically explores the complete path of applying intelligent construction technology. Moreover, the article constructs a key technical system consisting of informationization, Internet of Things, and artificial intelligence, and elaborates on its specific application models in pre-emptive prevention, in-process control, post-evaluation, and full-cycle collaboration. Additionally, the article also analyzes the supporting system required for implementation and the practical challenges faced, with the aim of providing systematic references for enhancing the intelligence and efficiency of quality control.

[Key words] Intelligent Construction; Application Path; Quality Management; Full-Cycle Collaboration

引言

传统施工质量管控方法在实时性与精细化方面存在不足,难以满足现代工程建设需求。智能建造技术的发展为质量管控模式的转型升级提供了可能。本文旨在探索其在施工质量管控中的具体应用路径。建筑业作为国民经济的重要支柱产业,在推进基础设施建设、加快城镇化进程及改善民生等方面发挥着关键作用。然而,传统建筑业长期依赖大量人力、物力及财力投入,存在施工效率低下、资源浪费、环境污染较大、工程质量不稳定等问题。随着科技快速发展和产业变革兴起,智能建造技术应运而生。

1 建筑工程施工质量管控的核心内涵与现代要求

1.1 施工质量管控的基本范畴与关键环节

施工质量管控是建筑工程管理的核心组成部分,其基本范

畴涵盖对工程实体质量、参与主体行为及相关管理活动实施全面监督与管理的系统性工作。其以让工程与设计图纸、技术规范以及合同约定的质量标准相符合为核心目标,而贯穿于项目实施全过程的关键环节,主要包含对进场材料与构配件进行检验,对各分部分项工程施工工序开展工艺控制与过程检查,对隐蔽工程与关键节点组织验收,还有对工程实体进行最终的竣工验收和质量评定^[1]。这些彼此关联的环节,共同构成了一个从源头控制、过程监督一直到成果检验的完整闭环管理体系。

1.2 现代工程建设对质量管控提出的新标准与新需求

随着现代工程建设在高度复杂化、巨型化与精密化方向上的不断推进,这种发展态势对施工质量管控所提出的新要求已远远超越传统标准,使得管控工作不再仅仅局限于满足基本的

规范符合性以及实体合格状态,而是更需要去实现管理过程的精细化、透明化以及可追溯性等更高层次的目标。与此同时,新标准所强调的内容涵盖对质量风险进行前瞻性预防的能力、对施工全过程实施动态实时监控的能力以及对海量质量数据开展有效采集与分析的能力,并且在市场需求的推动之下管控模式正经历着从结果验收向过程预警的转变过程,也在进行着从依赖个人经验的定性判断向依托客观数据的定量决策的升级过程,还要求在复杂的多方协同作业环境当中做到确保质量责任清晰明确以及信息传递高效顺畅。而所有这些变化共同组合成为当前质量管控体系必须积极去应对和处理的核心命题^[2]。

1.3 传统管控方法存在的局限性分析

传统施工质量管控方法所依赖的人工检查、纸质记录与事后验收等方式因其内在局限性而日益凸显问题,这种以静态且离散管理为特征的方法难以对复杂施工过程实现动态连续监控,信息传递因依赖层级汇报而容易造成失真与延迟的情况进而导致协同效率低下,管控决策因高度依赖个人经验且缺乏客观数据支撑,导致质量风险难以量化评估与提前预警。并且各环节产生的数据多为孤立存在的纸质档案或分散的电子文件,而无法进行有效整合与分析,这一状况阻碍了质量问题的溯源与系统性改进,所有这些局限性使得传统方法在应对现代工程所提出的精细化、实时化与智能化管控需求时显得力不从心,成为其转型升级的现实动因^[3]。

2 智能建造技术应用于建筑工程施工质量管控的关键技术体系

2.1 信息化与数字化技术

信息化和数字化技术作为现代施工质量管控所依赖的核心基础而存在。在这其中,建筑信息模型充当着多维工程信息集成的载体角色,它通过构建虚拟数字模型的方式,使设计阶段能够开展多专业协同工作、进行碰撞检测以及实施工艺模拟等活动,进而从源头上减少错漏碰缺等问题的产生,而项目管理信息系统则作为信息枢纽,将质量计划的制定、检查任务的布置、验收流程的执行以及问题整改的落实等一系列管理活动进行全面的线上化与结构化处理,以此达成工作流和信息流的统一状态^[4],当二者协同作用时,原本传统的分散且静态的质量信息便会转化为结构化的、具有可追溯性的数字资产,这不仅为质量管控提供了贯穿项目全生命周期的数据底板,还搭建了协同平台,最终使管理的标准化水平和过程的透明度得到显著提升^[5]。

2.2 智能传感与物联网监测技术

智能传感与物联网监测技术作为施工过程质量的实时感知与动态监控提供物理基础的技术体系,通过在建筑实体、施工机具及关键部位部署以可持续自动采集混凝土应力应变、结构位移、环境温湿度等关键质量参数为目的的各类传感器,使物联网网络能够将这些离散的传感节点互联起来,实现监测数据的无线传输与汇聚,该技术体系将传统的间歇式、抽样式人工检查转变为对质量形成过程的连续、精准、自动化数据采集过程,让管理者可以远程实时掌握现场状态。并且当监测数据超过预设阈

值时,系统能够自动触发预警,进而实现对质量偏差的早期发现与快速响应,最终显著提升过程控制的及时性与可靠性^[6]。

2.3 大数据分析人工智能预测技术

通过汇聚、清洗及深度挖掘设计、施工、监测与历史项目等多源异构的海量数据,识别隐蔽的质量关联规律和发展趋势,大数据分析人工智能预测技术得以将质量管控从被动应对深刻转变为主动预判,这种基于机器学习算法建立预测模型,对混凝土强度发展、结构变形趋势或特定工艺缺陷的发生概率进行量化评估和提前预警的技术体系,还能借助人工智能技术在图像与视频识别领域的应用来自动检查现场施工是否符合规范要求,促使质量管控决策从依赖经验判断转向依托数据驱动的科学洞察,进而显著提升对潜在质量风险的预见性与干预的精准性并成为实现质量管控智能化的核心驱动力。

3 智能建造技术应用于建筑工程施工质量管控的具体路径分析

3.1 事前预防路径

事前预防路径着眼于施工活动尚未开始的阶段,凭借如建筑信息模型这类技术手段,对潜在质量风险进行预先识别和化解。该路径在设计阶段会依托此类技术深入开展碰撞检测工作、实施可施工性分析以及进行工艺优化,从源头上减少设计方面存在的错漏问题。此外,还会进一步借助三维模型开展施工方案模拟以及虚拟建造等工作,以此对工艺顺序和空间安排的合理性进行直观验证,达到提前发现冲突情况并对方案加以优化的目的。同时,以数字模型和可视化技术为基础,能够开展更为精准且直观的技术交底与培训活动,让施工人员对设计意图、技术要点以及质量标准有清晰的理解。而这一系列技术的应用,实际上是将质量控制的关口向前移动,达成了把被动整改转变为主动规避这种状态,对于施工前期的准备质量以及风险防控能力都起到了显著的提升作用^[7]。

3.2 事中控制路径

事中控制路径所聚焦的施工建造过程中的动态质量管理,是一种需综合运用智能传感技术、物联网技术以及移动通信技术等多种先进技术,进而对施工过程中的关键工序、重要部位以及施工环境开展持续且自动化的实时监测与数据采集工作的管理方式,而现场所产生的质量检查结果以及实测实量数据,会借助移动终端被即时上传至管理平台,在管理平台中这些数据会与设计模型以及质量标准进行自动的比对分析,并且一旦监测数据或者检查结果出现偏离预设阈值的情况时,系统就会即时触发预警机制,将偏差信息精准地推送至相关责任人处,这种管理模式能够让质量管控行为从传统的事后纠偏模式转变为过程即时干预模式,不仅显著提升了问题发现的及时性与处置效率,还能够确保施工过程始终处于受控状态之中^[8]。

3.3 事后评估路径

事后评估路径所致力于是在施工阶段完成之后对汇聚而来的全过程质量数据加以深度利用,进而实现系统性改进,该路径借助大数据与人工智能技术来对海量的检查记录、监测数据、验

收结果以及问题闭环信息开展综合分析,以此识别质量通病、薄弱环节以及影响因素之间的关联规律,而基于这样的数据分析结果,便能够精确追溯质量缺陷产生的根源,将其定位到具体工序、责任方甚至是管理流程的疏漏之处,由此所形成的量化评估结论与知识库,可为优化施工工艺、修订质量控制标准、调整供应商评价以及完善项目管理流程提供精准的数据支撑,这一路径把孤立的质量事件转化成驱动管理体系持续演进的知识资产,最终达成系统性提升整体质量管控水平的目的。

3.4 全周期协同路径

全周期协同路径所指的是借助统一数字平台去对设计、施工、监理以及供应商等各个参与方进行整合,进而构建出一种贯穿项目整个过程的协同工作模式,该路径将建筑信息模型与项目管理信息系统当作核心载体,把和质量有关的设计参数、施工计划、检查标准以及验收流程在统一平台之上进行结构化定义与此同时进行动态共享,各个参与方依据同一数据源来开展工作,实时对进度进行同步、对状态进行更新并且对质量问题进行处理,这一操作确保了信息传递具备准确性以及及时性,此协同机制打破传统层级式信息传递所存在的壁垒,达成质量管控任务在线流转、责任清晰能够追溯以及决策高效协同的效果,从本质上让多专业、多环节的复杂作业在整体质量与效率方面得到提升^[9]。

4 智能建造技术应用实施的支撑体系构建

智能建造技术应用若想有效落地就不得不依赖于一套完整支撑体系的构建,这一体系首先当然需要将稳定的硬件网络环境与集成的软件平台当作物理基础来保障数据采集以及传输和处理能够顺畅进行,而其次则必须建立起统一的数据标准与技术接口规范,因为这是实现多源异构信息互联互通进而打破“数据孤岛”所必不可少的前提条件,在管理层面而言对现有组织架构和 workflows 进行系统性调整也是极为必要的,目的是让其能够与数字化且协同化的作业模式相互匹配,另外专业队伍的建设重要性不言而喻,需要通过开展持续培训的方式来提升从业人员的技术应用能力以及数据思维,并且这四个彼此之间存在着紧密的关联且每一个方面都不可或缺,共同构成了从技术部署最终实现价值的那些必要保障^[10]。

5 智能建造技术应用过程中面临的挑战与对策思考

智能建造技术应用于施工质量管控进程的深入推进受困于因不同技术平台及系统间兼容性不足、数据格式与接口标准缺失而形成的技术集成与数据互通主要障碍,且因初期投入较高、长期投资回报尚不明确致使部分企业决策趋于谨慎,同时面临

着依赖传统经验的管理模式与工作习惯对数字化透明化新流程构成的阻力,还有海量工程数据集中存储与流转所带来的数据安全及隐私泄露风险,这些彼此关联而非孤立存在的挑战需通过制定统一标准、创新商业模式、变革管理理念、健全安全体系等系统性对策加以应对,以保障技术应用实现可持续性与高效能目标。

6 结论

综上所述,据研究显示,借助信息化、物联网与人工智能等关键技术体系,智能建造技术构建起这样一种应用路径——事前预防、事中控制、事后评估及全周期协同,进而推动质量管控实现从经验判断向数据决策、从事后纠偏向实时预警的系统性转变。其有效实施依赖于配套的硬件、标准、组织与人才支撑体系。尽管,不可否认,面临着技术集成、成本与观念等挑战,然而该方向,确切地说,是提升工程质量管理精细化、智能化与效能的必然趋势,因此需要通过系统性的策略持续推进。

[参考文献]

- [1]熊飞祥.智能建造技术在建筑工程施工中的应用[J].建筑工人,2022,5(6):53-610.
- [2]喻园.基于智能建造技术的住宅建筑工程施工安全管理研究[J].居舍,2023,67(23):75-178.
- [3]瑞振华,林海涛,孟德梁.浅析智能建造技术在建筑工程施工中的应用[J].房地产世界,2024,6(2):9-35.
- [4]孙连营,黄远明,张新江,等.建筑工程施工质量智能检测技术研究进展[J].工程质量,2022,8(5):76-145.
- [5]曹艳,潘江威.智能建造技术在建筑工程施工中的应用[J].房地产世界,2023,6(34):42-456.
- [6]薛斐.建筑工程施工质量提升的关键技术探讨[J].人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(三),2024,5(23):34-246.
- [7]李晓阳,陈宇.基于BIM技术的智能建筑工程施工质量管理[J].工程技术研究,2022,8(21):13-34.
- [8]刘伟.基于BIM技术的智能建筑工程施工质量管理研究[J].散装水泥,2023,8(8):124-852.
- [9]张钊,张家宾,宋慧鹏.基于BIM技术的智能建筑工程施工质量管理研究[J].中国高科技,2024,7(9):67-150.
- [10]李海文.基于BIM技术的智能建筑工程施工质量管理研究[J].大众标准化,2022,5(6):73-78.

作者简介:

许娟(1987—),女,汉族,江苏省兴化人,本科,助理工程师,从事的研究方向或工作领域土木工程。