

数字技术赋能建筑工程技术升级的创新模式探析

李国磊¹, 朱 涛²

(1. 惠民县建设工程质量安全服务中心, 山东 滨州 251700;

2. 惠民县城市建设服务中心, 山东 滨州 251700)

摘 要 在新质生产力培育背景下, 建筑业正迎来由粗放式建设向精细、智能建造的重要变革。数字技术作为关键推动力量, 有效冲破了建筑业原有发展桎梏, 全面优化提升了建筑工程技术水平。本文系统梳理了数字化技术助力建筑工程技术升级的主要创新形式, 深入剖析了当前转型过程中面临的突出问题, 并提出了针对性的改善路径与对策建议, 旨在为建筑工程领域加速实现数字化转型提供理论参考。

关键词 数字技术; 建筑工程技术; BIM技术; 物联网; 大数据

中图分类号: TU17; TU-0

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.26.012

0 引言

随着新质生产力的不断培育, 建筑行业正处于从粗放型建造向精细化、智能化转型升级的关键阶段。传统工程建设生产率低、质量参差不齐、资源消耗严重等问题无法满足当下社会对建筑品质和可持续性发展的需求, 数字技术作为工程革新的核心动力, 逐渐打破了建筑业原有的桎梏, 并为建筑工程技术发展提供了机遇与可能。

在建筑工程项目中, 数字技术的应用范围越来越广, 已经渗透到工程设计、施工以及运行等各个方面的具体环节。数字技术的应用为建筑工程带来了先进的数据采集、处理和传输方法, 在建筑工程中采用数字技术能够促进相关技术水平的进步, 降低建设成本并且提升工程建设的质量与效率。因此, 数字技术促进了建筑工程技术全方位的升级, 并针对数字技术如何促进建筑工程技术升级模式创新进行分析。研究发现, 当前在数字技术应用过程中还存在问题, 进而提出了优化途径, 以期能够为促进建筑工程数字化发展提供有效借鉴^[1]。

1 数字技术赋能建筑工程技术发展的主要创新形式

1.1 以BIM技术为主导的全生命周期协同升级模式

BIM技术作为建筑工程数字化的主要载体, 解决了传统工程设计、施工和运维等各阶段相互独立的问题, 能够使设计、施工和运维各阶段在技术和数据方面实

现融合统一, 是数字技术带动建筑工程技术发展的重要模式。

该模式以BIM模型为基础, 集成了建筑工程中各阶段的几何信息、技术参数、进度和成本等信息, 构建统一的数字化模型并实现其技术的协同优化。在设计过程中, 采用BIM三维建模方法对建筑、结构以及机电等多个专业进行协同设计, 在设计之前找出冲突及问题点并进行提前处理与优化方案, 提高精度及效率。例如: 上海金港智悦湾项目利用国产BIM软件PKPM-BIM建模, 并通过Rhino实现参数化集成, 控制好建筑外立面细节, 提高了质量。在施工过程中, 将BIM模型结合相应的施工进度计划和现场监测信息, 可实现可视化管理、精准化施工, 提高工艺和流程, 减少返工浪费, 如芜湖数字经济产业园项目基于BIM的多专业的模型协同与碰撞检查共发现了图纸上问题288个, 有效提高了施工率。最后, 在运维阶段利用BIM模型结合物联网技术和大数据技术, 实现建筑设施设备的智能监测和预警以及准确定位与维护, 延长了使用寿命并降低了运行成本。

1.2 基于物联网的施工过程智能管控模式

利用各种传感器、射频识别设备和移动终端等对建筑施工过程中的人、机、料、法、环等因素进行实时感知与数据采集分析, 是推进建筑施工技术进步及提高建筑施工现场管理水平的重要模式^[2]。

作者简介: 李国磊(1984-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建设工程。

此模式依托物联网感知网络将现场各项技术指标实时传送并上传至云平台,以实现算法分析和对工程的智能调控和预警。在施工安全技术方面,通过在现场布置智能监控设备、人员定位设备、安全防护设备等来实时检测施工者的操作、机器运行情况及施工环境状况,如基坑沉降度监测、脚手架变形监测以及扬尘监测等,并在出现违规行为时及时警报以提升安全管理的准确性和时效性。就质量技术而言,通过运用传感器实时采集混凝土浇筑、绑扎钢筋、钢结构安装等工序的技术参数,并对比标准技术参数从而能够发现施工质量问题的,提高施工工艺,保证其质量。在提高效率方面,可以运用物联网技术完成对施工现场机械进行智能调配、对物料精准化管理,降低人力成本与材料损耗,进而实现效率提升的目的。

1.3 大数据与人工智能驱动的技术优化升级模式

大数据与人工智能的应用,克服了以往基于经验的工程技术的不足,通过数据挖掘和智能算法的应用使建筑工程技术优化与创新更加精准化,并成为建筑工程技术智能化的核心动力。

该模式利用建筑工程在全生命周期中涉及的大量设计数据、施工数据、运维数据、环境数据等,运用大数据分析的方法挖掘出数据背后蕴含的规律及问题,再应用人工智能算法技术进行自动优化和智能决策。在设计阶段可以运用人工智能算法针对已有历史设计数据对建筑设计以及能耗设计等加以优化,使得设计更加科学合理和经济实用。例如:采用机器学习算法,通过大量的建筑设计案例自动生成最优的设计方案,并结合能耗模拟优化建筑采光、通风设计实现绿色建筑。在施工阶段,通过对施工过程中产生的各项数据进行大数据分析,进一步优化工程进度计划和资源分配方案,并预测出现施工过程中存在的风险,提前制定应对措施,如基于多模态数据融合方法,综合结构监测和视频图像等多元数据,实现施工安全风险前置识别与分级告警。在建筑运行阶段,利用大数据以及人工智能技术分析运行中的建筑设施的运作情况,预测设备故障并优化维护策略,提升运维技术智能化。

1.4 数字孪生辅助的全过程仿真更新方法

数字孪生技术利用创建的建筑工程虚拟映射,通过数字孪生模型为建筑工程提供集成化的建筑信息建模(BIM)、物联网、大数据、人工智能等多种数字技术的工程仿真模拟与实时监测控制全过程应用解决方案,在工程设计中利用数字孪生模型实现全场景建筑

设计方案模拟仿真,模拟建筑性能、能耗、使用等效果,发现并修正建筑结构设计缺陷,优化建筑技术方案。例如:文化公园双子山项目建立了监测风险总控数字孪生系统,实现了项目实时监测与风险监控。在建筑施工中,通过数字孪生模型实时反映施工现场情况,模拟建筑施工过程中的各种状况,对建筑工程施工技术及工艺进行优化改进,解决施工中的技术难点。例如:通过大跨度桁架吊装施工过程的模拟分析和优化方案确定,保证安全准确吊装。在运维阶段,数字孪生模型对建筑物设施和设备情况进行实时监控,并通过模拟各种故障场景,对维护方案进行优化完善,完成运维技术精确智能升级。

该模式的核心贡献在于构建“虚拟仿真—物理执行—数据采集—持续改进”的闭环机制,促使建筑施工技术从“经验指导”向“数据指导、仿真指导”转变,有效提高了建筑施工技术的精准性、有效性。

2 数字技术赋能建筑工程技术发展提升存在的问题

2.1 数字技术和建筑工程技术融合深度不够

部分企业只是将数字技术停留在简单应用层,如进行BIM建模、基本智能监控等,在数字技术与建筑工程核心技术(结构设计技术、施工工艺技术、运维技术等)融合上还远远不足,部分企业仅仅将数字技术作为“助手”,没有很好地挖掘数据要素的作用,使数字技术发挥的作用不能有效放大,从而实现建筑工程技术上的质变^[3]。

2.2 数字技术应用基础设施不健全

完善的基础设施是数字化技术推动建筑工程技术升级发展的基础,如高速网络、数据存储设施、智能监测设备、协作平台等。而现阶段部分建筑企业(尤其是中小型企业)受资金投入与技术实力所限,存在基础设施投入不足的情况,主要表现在网络覆盖不全、数据储存能力不强和智能设备储备不足等方面。同时,由于建筑施工现场复杂环境的影响,部分施工区域无法确保网络的稳定性与连续性,使得物联网设备传输的数据存在一定的滞后性,对数字化技术及时地发挥作用造成不利影响,并难以实现建筑工程的智能化管控和协同优化。

2.3 专业人才严重缺乏,人才结构不合理

从业人员整体数字化素养偏低,建筑技术人才对数字技术缺乏应用能力、数字技术人才对建筑工程不熟悉,造成相关领域的复合型人才存在较大缺口。同时,人才培养体系欠缺,高校及企业未对复合型人才

进行相应的人才培养,能满足行业数字化转型需求的人才结构不够完善,不合理的人才结构问题逐步显现,严重阻碍了通过发展数字技术以推动建筑工程技术发展的步伐。

2.4 标准不统一、数据共享机制缺乏

数字技术在工程建筑中缺乏统一的标准规范,BIM模型标准、数据采集标准、数据交换标准及技术应用标准不一致,各企业与项目工程之间存在技术标准差异问题,阻碍了不同数据之间的交互共享,限制了协同升级模式的发展。同时,数据资源共享机制不完善,各主体之间存在信息壁垒问题,设计数据、施工数据以及运维数据无法衔接传递,不利于发挥数字化赋能的全周期作用,制约了升级效果的全面发挥。

3 优化数字技术促进建筑工程技术发展的措施

3.1 加强数字技术与建筑工程技术的结合

转变观念,把数字技术作为促进建筑工程技术进步的重要动力,实现数字技术与建筑工程全周期核心技术深度融合^[4]。一方面,重视设计、施工和运维等关键环节,促进BIM、物联网、大数据、人工智能等数字技术与结构设计、施工工艺、运维管理等核心关键技术的融合发展,提升技术流程、增强技术水平。例如:BIM技术和绿色建筑设计技术融合应用实现精准优化建筑能耗水平,人工智能技术和建筑施工工艺融合应用完成智能化自动化施工。另一方面,促进不同数字技术之间的相互融合应用,使“BIM+物联网+大数据+人工智能”形成统一整体,避免信息孤岛现象的发生,实现各种数据之间的流动和有效利用。

3.2 数字技术应用的基础设施完善

投资建设数字基础设施,形成适应数字技术运用的基础设施。政府要加大政策及资金扶持的力度,鼓励建筑企业尤其是中小型企业加大对数字基础设施的投资与应用,完成高速网络、数据存储设备以及智能监控设施等数字基础设施的完善。与此同时,还要改善施工现场中的网络状况,实现对施工现场5G网络全覆盖,保证现场施工中传输数据的质量。创建统一的信息协同平台,使各个工程环节中的数据和技术资源都能够共享和整合在一起,保证各工程主体及各个环节之间的实时信息协同,为数字技术赋能建筑工程的技术发展做准备。

3.3 加大复合型人才的培养,改善人才结构

完善复合型人才培养机制,缓解人才缺乏,调整人才结构。改变高校专业设置,在数字技术和建筑工程技术之间建立融合的新型专业,并培养出既具备建

筑工程知识,又精通数字技术知识的复合型人才。同时,加大企业对已有从业人员的培训力度,提供专门的BIM、物联网以及大数据等有关数字技术的培训教育,增强从业人员的数字化素养和技术水平。另外,引进人才。引进数字技术的专业人才到建筑领域中来,促进人才结构调整和转变。并且建立完善人才激励机制,激发人才创新活力,鼓励大家参与到数字技术的应用及发展研究当中^[5]。

3.4 健全标准体系,完善数据共享机制

政府应组织制定统一的数字技术应用标准,如BIM模型标准、数据采集标准、数据交换标准、技术应用标准等,规范化建筑工程领域内数字化技术的运用,并且不同企业之间以及企业与工程项目之间的数字技术模型、数据可以得到很好的共享、交互。建立良好的数据共享机制,消除各个主体间的数据壁垒,实现设计阶段、施工阶段以及运营阶段之间建筑数据的有效共享。完善适应智能建造发展的工程质量监督模式、安全管理机制等相关机制,保障数字化技术应用的规范化及标准化发展,为数字化技术赋能建筑工程的技术革新提供有力的机制支持。

4 结束语

数字技术为建筑工程的技术升级提供了前所未有的机遇,利用以BIM技术为核心的建筑工程全生命周期的协同升级模式、基于物联网的施工过程智能化控制模式等,有效地实现建筑工程全寿命周期的技术协同升级、智能管控升级。但现阶段数字技术在赋能建筑工程技术升级方面还面临着数字技术融合程度不够高、基础建设不完善等问题。通过加大数字技术与建筑工程的深度融入融合、完善基础设施的建设、做好复合型人才培养都能有效缓解当前问题,并助力推动建筑工程行业的数字化转型和发展。

参考文献:

- [1] 侯文鹏.数字技术支持建筑工程造价预结算审查与成本控制策略探究[J].新发现,2025(12):70-72.
- [2] 陈斌.数字技术在建筑工程管理工作中的应用探究[J].房地产世界,2024(20):140-142.
- [3] 陈凯.建筑设计中的数字手段与虚拟现实技术[J].地产,2019(20):59-60.
- [4] 王景.用数字技术为建筑企业赋能升级[J].中国建设信息化,2018(12):13-15.
- [5] 宋佩佩.数字化背景下建筑工程造价管理创新措施研究[J].房地产世界,2024(17):86-88.