

建筑施工中数字化技术的应用现状与发展趋势

施贵宝

上海建工二建集团有限公司 上海 200000

DOI: 10.32629/ems.v8i4.19754

[摘要] 随着近几年物联网、云计算、大数据、人工智能、5G通信等新兴技术的持续涌现,我国数字经济占比日益凸显,各行各业均进行着数字化转型,以提高组织竞争力。建筑业是传统产业,其管理手段粗放等现状问题制约着其进一步发展,数字化转型这一时代背景的出现为建筑工程施工组织设计进行技术变革提供了契机。本文聚焦建筑施工领域,系统梳理数字化技术在施工环节的应用价值、具体应用场景及当前发展现状。研究表明,数字化技术能够有效提升施工效率、保障施工质量、降低安全风险、控制施工成本,目前已在施工设计、进度管理、安全管控等领域实现初步普及。未来,随着人工智能、数字孪生、物联网等技术的持续迭代,建筑施工数字化将向全流程协同化、智能一体化、绿色低碳化方向迈进,逐步实现施工全生命周期的数字化管控,推动建筑施工行业实现跨越式发展。

[关键词] 建筑施工; 数字化技术; 应用现状; 发展趋势; 智能建造

引言

数字化技术在众多行业掀起发展浪潮,党的二十大明确提出了数字化相关的发展要求,对于数字化技术的理解、运用和创新将是建筑施工企业的重要变革方向。建筑施工企业的大体量、多模式、全过程等项目特点均能够与数字化技术。当前,我国建筑施工领域的数字化转型已进入攻坚深化阶段,数字化技术不再是个别项目的“试点尝试”,而是逐步向规模化、系统化应用推进,成为提升施工企业核心竞争力的关键抓手。本文基于建筑施工行业的发展现状,重点探讨数字化技术在施工中的应用价值、具体应用场景,分析当前应用过程中存在的不足,并预判未来发展趋势,旨在梳理建筑施工数字化的发展脉络,为行业内企业开展数字化转型提供借鉴,助力建筑施工行业实现绿色、高效、安全、智能的高质量发展,这也是本文研究的核心意义所在。

一、建筑施工中数字化技术的应用价值

(一) 提升施工效率, 缩短施工周期

在传统建筑施工模式面临施工流程因烦琐且各环节衔接不畅、信息传递滞后而导致施工效率低下、工期延误等问题的困境下,数字化技术的应用因成为有效破解这一痛点的关键而成为提升施工效率与缩短施工周期的重要支撑,其通过构建一个能够实现施工各环节及各参与方高效协同、打破传统施工中“信息孤岛”现象的统一施工管理数字化平台,使得设计图纸、施工方案、进度计划、物料供应等信息得以实

时同步,进而避免因信息不对称所导致的返工、窝工问题,同时,数字化技术凭借替代传统人工记录、人工核算等烦琐工作的方式,通过自动化数据采集与智能分析的手段大幅减少人工工作量、提升工作效率,并推动施工流程朝着标准化、规范化的方向发展,从而在实现施工周期有效缩短的过程中,帮助施工企业达成降低工期成本与提升项目盈利能力的目标。

(二) 强化质量管控, 降低质量隐患

施工质量是建筑工程的核心生命线,传统施工模式下,质量管控主要依赖人工巡检、经验判断,存在管控盲区、检测精度不足、隐患排查不及时等问题,难以实现施工全流程的精准质量管控。数字化技术的应用,通过智能化检测、数据化分析,构建了全流程、全方位的质量管控体系,有效强化了施工质量管控力度,降低了质量隐患。数字化技术可实现对施工原材料、构配件的全生命周期追溯,通过射频识别、二维码等技术,记录原材料的采购、运输、存储、使用等全流程信息,确保原材料质量符合标准,从源头规避质量风险;在施工过程中,通过智能监测设备实时采集施工关键环节的参数数据,如混凝土强度、钢筋间距、墙体垂直度等,结合大数据分析技术对数据进行实时研判,及时发现施工中的质量问题,发出预警信号,便于施工人员及时整改,避免质量问题扩大化。

(三) 降低安全风险, 保障施工安全

建筑施工行业属于高危行业, 施工现场环境复杂、人员流动性大、高空作业多、安全隐患点多面广, 传统安全管理模式依赖人工巡查, 难以实现对安全隐患的全面、实时、精准管控, 安全事故发生率较高。数字化技术的应用, 构建了“人防+技防”的立体安全管控体系, 有效降低了施工安全风险, 保障了施工人员的生命财产安全。通过 AI 视觉识别技术, 可实时监测施工现场人员的操作规范, 如未佩戴安全帽、高空抛物、违规动火等行为, 实现秒级识别与报警, 及时制止违规操作, 减少人为安全隐患; 借助物联网技术在施工现场布设智能监测设备, 实时监测基坑沉降、脚手架荷载、塔吊运行状态、施工现场扬尘、噪声等关键指标, 一旦指标超出安全阈值, 立即发出预警, 提醒相关人员采取防控措施, 防范坍塌、坠落、火灾等安全事故的发生。

二、建筑施工中数字化技术的具体应用

(一) BIM 技术在建筑施工中的应用

作为建筑施工数字化核心技术之一的建筑信息模型 (BIM) 技术, 以整合建筑工程全生命周期各类信息的三维数字化模型为核心, 在实现施工全流程可视化、协同化、精细化管理且目前已在建筑施工领域广泛应用的基础上, 于施工前期准备阶段, 可结合设计图纸构建清晰呈现建筑结构布局、管线走向、构件尺寸等细节以便施工人员精准理解设计意图的三维数字化模型, 同时通过模型进行旨在提前发现设计不合理之处、优化施工方案并减少施工过程中设计变更与返工的管线碰撞检测和施工方案模拟; 在施工过程中, 能将施工进度计划与三维模型相结合以直观呈现各工序施工进度、便于管理人员及时掌握施工进度并优化施工流程, 且通过将施工质量数据、成本数据与模型关联来实现质量、成本的实时监控与分析, 进而及时发现问题并整改以实现施工进度、质量、成本的协同管控; 在施工后期验收阶段, 可提供完整的数字化模型与施工数据资料, 在实现验收流程数字化、标准化以提升验收效率与准确性的同时, 为后期建筑运维提供有力支撑。

(二) 物联网技术在建筑施工中的应用

物联网技术通过各类传感器、射频识别设备、无线通信技术, 实现施工现场人员、机械、物料、环境等各类要素的实时感知、互联互通与智能管控, 是构建智慧工地的核心

支撑技术, 目前已在建筑施工的多个环节实现普及应用。在人员管理方面, 通过为施工人员配备智能安全帽, 整合定位、考勤、一键呼救等功能, 实时掌握施工人员的位置信息、出勤情况, 一旦人员进入高危区域或遇到紧急情况, 可及时发出预警并开展救援, 保障施工人员安全。在机械管理方面, 通过在施工机械上安装智能监测设备, 实时采集机械的运行参数、工作状态, 如油耗、转速、故障信息等, 实现对机械的远程监控与维护, 提高机械的利用率, 减少机械故障导致的工期延误。在物料管理方面, 通过射频识别、二维码等技术, 实现对施工物料的采购、存储、领用、消耗等全流程追溯, 实时掌握物料库存情况, 优化物料采购与调度计划, 减少物料积压与浪费, 降低物料成本。在环境管理方面, 通过布设扬尘、噪声、温湿度等监测设备, 实时采集施工现场环境数据, 一旦数据超标, 自动启动喷淋降尘等设备, 实现环境的智能管控, 符合绿色施工要求。

(三) 人工智能技术在建筑施工中的应用

人工智能技术作为数字经济时代的核心技术, 正逐步渗透到建筑施工的各个环节, 通过模拟人类的思维与决策过程, 实现施工过程的智能化管控, 大幅提升施工效率与管控水平。在安全管控方面, AI 视觉识别技术可通过施工现场的监控摄像头, 实时识别施工人员的违规操作、施工现场的安全隐患, 如未佩戴安全防护用品、高空抛物、明火作业等, 识别准确率高、响应速度快, 可及时发出预警并通知管理人员处置, 有效防范安全事故。在进度管理领域, 人工智能技术凭借对历史施工数据、包含实时动态的当前施工进度以及具有不确定性的天气情况等多维度因素的综合分析, 通过复杂算法模型构建起施工进度预测体系, 在这一过程中同步识别出可能引发工期延误的潜在风险点, 进而为管理人员提供具备数据支撑的决策参考框架, 使其能够依据这些信息及时对施工计划作出动态调整, 最终形成确保工期目标顺利实现的闭环管理机制; 而在质量检测范畴, 人工智能技术借助图像识别技术的高分辨率捕捉能力与传感器检测的实时数据反馈机制, 针对施工构件的物理特性和施工工序的执行流程展开精准检测, 例如对混凝土结构中可能存在的细微裂缝以及钢筋布置时的间距偏差等质量隐患进行筛查, 这种检测方式所达到的精度水平显著超越传统人工检测手段, 同时, 通过内置的数

据处理模块实现对检测数据的自动分析、分类整理以及归档存储,从而在提升质量检测效率的同时强化结果的准确性。

三、建筑施工中数字化技术的发展趋势

(一) 全流程协同化发展,打破信息壁垒

未来建筑施工数字化技术于逐步摆脱当前“单点应用”与“碎片化应用”之现状时向全流程且全要素协同化方向迈进,在彻底打破施工各环节及各参与方之间信息壁垒的过程中实现设计、施工、运维全生命周期的协同管控,而随着数字化技术的持续迭代,一个旨在整合设计单位、施工单位、监理单位、建设单位等多方资源的统一建筑施工数字化协同平台将被构建,此平台可让设计图纸、施工方案、进度计划、质量数据、成本数据等信息进行实时共享与协同联动,以确保各参与方能够同步获取所需信息并协同开展工作,譬如设计单位可通过该协同平台实时更新设计变更,施工单位则可及时接收变更并调整施工方案,监理单位亦可实时开展质量与安全监理工作,进而实现各方高效协同,达到减少沟通成本与信息传递误差之目的。

(二) 智能一体化升级,推动智能建造落地

随着人工智能、数字孪生、大数据等技术的深度融合,建筑施工数字化技术将向智能一体化方向升级,推动智能建造模式的全面落地,实现施工过程的全自动化、智能化管控。未来,数字孪生技术将成为建筑施工数字化的核心支撑,通过构建施工现场的数字镜像,实现施工过程的可视化、模拟化、智能化管控,可实时映射施工现场的人员、机械、物料、环境等各类要素的状态,模拟施工流程、预测施工风险,为施工决策提供精准支撑。同时,人工智能技术将与建筑机器人深度融合,推动建筑机器人在砌筑、抹灰、焊接、搬运等更多工序中的普及应用,形成“人机协同”的施工模式,替代人工完成繁重、高危、重复性工序,进一步提升施工效率与安全性。此外,智能一体化还将体现在施工质量、安全、成本、进度的一体化管控上,通过大数据分析、智能算法,实现各管控要素的实时联动与智能调控,确保施工项目高效、优质、安全、低成本推进,推动建筑施工行业从“传统建造”向“智能建造”转型。

(三) 绿色低碳化融合,助力“双碳”目标实现

在“双碳”目标的引领下,绿色低碳已成为建筑施工行

业的发展共识,未来数字化技术将与绿色施工深度融合,助力建筑施工行业实现节能降耗、低碳减排,推动行业绿色高质量发展。数字化技术将通过智能化管控优化施工流程,减少施工过程中的资源浪费,如通过智能物料管理系统优化物料采购与使用,减少建筑材料的浪费;通过智能调度系统优化施工机械的运行,降低机械能耗。同时,数字化技术将用于绿色施工过程的实时监测与管控,如通过物联网技术实时监测施工现场的扬尘、噪声、污水排放等情况,确保施工过程符合绿色施工标准;通过大数据分析技术优化施工方案,采用低碳、环保的施工工艺与材料,减少施工过程中的碳排放。此外,数字化技术还将用于建筑全生命周期的低碳管控,从设计阶段的低碳优化、施工阶段的低碳施工,到运维阶段的低碳运维,实现建筑全生命周期的低碳化管理,助力建筑施工行业实现“双碳”目标,推动行业向绿色、低碳、可持续方向发展。

四、总结

数字化技术在建筑施工领域具有重要的应用价值,能够有效提升施工效率、强化质量管控、降低安全风险,为建筑施工行业的转型升级提供了有力支撑;当前,BIM技术、物联网技术、人工智能技术等已在建筑施工领域实现广泛应用,逐步改变了传统施工模式,但仍存在应用深度不足、数据互通不畅、专业人才短缺等问题,制约了数字化技术价值的充分发挥;未来,建筑施工数字化技术将向全流程协同化、智能一体化、绿色低碳化方向发展,逐步实现施工全生命周期的数字化、智能化管控,推动建筑施工行业从传统粗放式建造向精细化、智能化、绿色化建造转型。

[参考文献]

- [1] 文文. 数字化技术在建筑施工中的应用探究[J]. 石材, 2026, (02): 80-82.
- [2] 梁绍玉. 数字化技术在建筑工程施工中的应用研究[J]. 城市开发, 2025, (24): 19-21.
- [3] 尤天章. 建筑施工中智能化与数字化技术的应用分析[J]. 居业, 2025, (11): 91-93.
- [4] 单修巧. 数字化技术在建筑施工中的应用及发展[J]. 城市开发, 2025, (20): 19-21.