

智能建造技术在建筑工程施工效率提升中的实践研究

高志强

陕西建工神木建设有限公司, 陕西神木, 719300;

摘要: 在数字经济与新型城镇化深度融合的背景下, 智能建造已成为推动建筑业提质增效、实现高质量发展的核心引擎。建筑工程施工阶段工序繁杂、协同难度大、资源配置复杂, 其效率直接影响工程进度、成本控制与质量安全。本文结合智能建造技术发展现状与建筑工程施工需求, 系统阐述智能建造技术对施工效率提升的核心价值, 深入剖析当前施工过程中在技术融合、应用落地、人才支撑、制度保障等方面存在的突出问题, 从技术集成应用、流程优化、人才培养、制度完善等多个维度, 提出一套科学可行、操作性强的实践策略, 旨在通过智能化手段实现施工过程的精准管控、协同高效与资源优化配置, 为建筑工程施工效率提升提供理论支撑与实践参考。

关键词: 智能建造技术; 建筑工程; 施工效率; 精准管控; 协同优化

DOI: 10.69979/3029-2727.26.03.080

引言

在我国推进“数字中国”建设与建筑业转型升级的双重背景下, 传统建筑施工模式面临效率低下、资源浪费、协同不畅等诸多痛点, 已难以适应行业高质量发展的需求。智能建造技术以大数据、物联网、人工智能、BIM、装配式建筑等为核心, 通过数字化、智能化手段对施工全流程进行革新, 为施工效率提升提供了全新路径。当前, 我国智能建造已从政策引导迈向规模化实践, 但在施工应用中仍存在技术融合不深入、落地效果不佳、专业人才短缺、制度体系不完善等问题, 制约了其在效率提升中的充分发挥。因此, 研究智能建造技术在建筑工程施工效率提升中的实践路径, 对推动建筑业从传统粗放型向现代集约型转型具有重要意义。

1 智能建造技术对建筑工程施工效率提升的核心价值

智能建造技术通过革新传统施工方式, 显著提升了建筑行业效率。其核心价值主要体现在以下几个方面: 施工流程方面, BIM 技术实现设计、施工与运维信息无缝对接, 通过三维建模提前规避冲突, 缩短准备周期 20% 以上; 物联网技术实时监测设备、材料与人员, 动态调配资源, 提升资源利用率约 30%。施工执行层面, 装配式建筑采用工厂预制、现场装配模式, 减少现场湿作业, 施工速度较传统方式提升 50% 以上; 智能施工设备在降低劳动强度的同时, 将施工精度与作业效率提升 40%, 减少人为失误。协同管理上, 基于大数据与云计算的协同平台打破信息壁垒, 实现进度、质量、成本等多维度实时协同, 决策响应速度提升 60%。此外, 智能监测技术可实时预警风险, 避免因安全事故或质量问题

导致停工, 保障施工连续进行, 进一步巩固整体效率提升成效。

2 智能建造技术在建筑工程施工应用中存在的突出问题

2.1 技术融合深度不足, 应用碎片化

技术应用呈现“碎片化”特征: BIM 多停留在设计阶段, 与施工管理、成本控制等环节融合不足; 物联网、人工智能等技术与传统工艺衔接不畅, 缺乏系统性集成方案, 难以形成合力, 导致技术价值未能充分发挥。

2.2 落地成本高, 企业应用动力不足

前期需投入大量资金用于设备采购、系统开发等, 成本较传统模式高出 15%—20%。对于中小企业资金压力明显, 且短期效益不突出。同时, 设备与软件兼容性不足、数据格式不统一等问题, 进一步增加了集成成本, 制约了规模化应用。

2.3 复合型人才短缺, 队伍适配性不足

行业急需既懂建筑又掌握数字技术的复合型人才, 但供需严重失衡。高校课程体系更新滞后, 企业培训不足, 现有人员数字素养偏低。市场上此类人才稀缺且流动性高, 成为技术落地的重要瓶颈。

2.4 制度标准体系不完善, 监管评价机制欠缺

统一的技术标准缺失, 导致应用混乱、难以形成规模效应。企业内部管理制度未能适配智能化转型, 传统管理模式与新技术之间存在冲突。政府监管仍以传统手段为主, 缺乏针对智能化应用的数字化监管平台, 评价机制也未能充分聚焦实际成效。

2.5 数据安全与共享机制存在隐患

大量施工数据的采集、传输与共享缺乏完善的安全防护，存在泄露与篡改风险。行业缺乏统一的信息共享平台与安全规范，各方共享意愿不强，“信息孤岛”现象普遍，制约了数据协同与效率提升。

3 智能建造技术提升建筑工程施工效率的实践策略

3.1 推动技术集成创新，构建全流程智能化体系

构建以 BIM 为核心的智能化施工体系，实现全流程数字化管理。设计阶段通过三维建模协同优化方案；施工阶段融合物联网数据，动态管控进度、资源与质量；竣工阶段直接生成数字档案，支撑后期运维。同时，应推动产学研合作，攻关设备兼容、数据标准、AI 施工优化等关键技术，例如利用 AI 算法实时调整施工计划，提升整体效率。

3.2 优化成本管控模式，激发企业应用动力

建立智能建造全生命周期成本核算体系，综合评估前期投入、运营维护与长期效益，量化技术应用的经济价值。政府可设立专项扶持基金，通过补贴、税收优惠等方式降低企业初期投入。行业应推动建立市场定价机制，体现智能建造带来的附加值。企业则需优化成本结构，通过集中采购、长期合作降低采购成本，并加强技术培训提升资源利用效率，从而缩短投资回报周期。

3.3 完善人才培养体系，强化队伍建设

高校与职业院校应优化专业设置，增设《智能建造技术》《BIM 应用与实践》《建筑物联网技术》等核心课程，与建筑企业合作建立智能建造实训基地，提升学生的实践操作能力。企业应建立常态化培训机制，针对不同岗位人员开展分层分类培训：对施工管理人员重点培训智能协同管理平台的应用；对技术人员重点培训 BIM 建模、智能设备操作与维护等技能；对一线施工人员开展基础数字化技能培训。同时，完善人才激励机制，提高智能建造专业人才的薪酬待遇，畅通晋升渠道，设立技术创新奖励基金，吸引并留住优秀人才。此外，行业协会应搭建人才交流平台，组织技术研讨、技能竞赛等活动，促进人才资源共享。

3.4 健全制度标准体系，优化监管与评价机制

政府应牵头建立统一的智能建造标准体系，涵盖技术规范、数据接口与质量验收等要求。企业需配套制定内部管理制度，优化流程、明确岗位职责，保障技术有序落地。监管上应搭建基于大数据与物联网的智能平台，

实现施工全过程可监控、可追溯。评价方面需建立以效率、成本、质量、资源利用为核心的量化指标体系，实施激励与约束并举的奖惩机制。

3.5 强化数据安全保障，完善信息共享机制

建立健全建筑工程施工数据安全管理制度，明确数据采集、传输、存储、使用等各环节的安全责任，采用加密传输、权限管理、安全审计等技术手段，防范数据泄露与篡改风险。行业层面，搭建统一的智能建造信息共享平台，制定数据共享规范与隐私保护规则，明确各参与方的数据共享范围与权利义务，打破“信息孤岛”。鼓励企业采用区块链等技术保障数据的真实性与可追溯性，提升数据共享的信任度。同时，加强数据安全监管，对违规收集、使用数据的行为加大处罚力度，保障信息共享的安全有序。

4 案例分析——某智能建造住宅小区项目施工效率提升实践

4.1 项目概况

某智能建造住宅小区项目位于某市经济技术开发区，总建筑面积 20 万平方米，共建设 12 栋高层住宅、3 栋配套商业建筑及 1 个地下车库，项目定位为国家级智能建造示范项目。项目施工过程中，施工企业全面采用智能建造技术，构建智能化施工体系，重点围绕施工效率提升开展实践探索，取得了显著成效。

4.2 智能建造技术应用与施工管理措施

4.2.1 技术集成应用

项目以 BIM 技术为核心，搭建了全流程数字化管理平台，将设计、施工、采购等环节的信息整合至 BIM 模型，实现三维可视化协同管理。施工阶段，通过 BIM 模型进行施工进度模拟与优化，提前规避了 3 处设计冲突与 5 处施工难点，减少返工成本。同时，在施工现场部署了物联网传感器、智能塔吊、无人配送车、机器人砌墙机等智能设备，实现了施工设备、材料、人员的实时定位与数据采集，数据通过 5G 网络传输至管理平台，为资源调配提供实时依据。例如，智能塔吊通过传感器感知负载与作业环境，自动优化吊装路径，提升吊装效率；无人配送车实现了建材的精准配送，减少了人工搬运时间。

4.2.2 装配式施工与智能协同

项目采用装配式建筑技术，住宅主体结构构件均在工厂预制生产，现场仅进行装配施工。通过 BIM 模型与装配式构件生产、运输、装配全流程的信息联动，实

现了构件生产计划与施工进度的精准匹配,构件到场合格率达100%。同时,利用智能协同管理平台,整合建设单位、施工单位、监理单位、构件生产厂家等多方资源,实现进度、质量、成本等信息的实时共享与协同决策,解决了传统施工中沟通不畅、协同滞后等问题,决策响应时间缩短70%。

4.2.3 人才与制度保障

项目配备了专业的智能建造管理团队与技术团队,团队成员均接受过系统的智能建造技术培训并取得相应职业资格证书。施工企业与当地高校合作,邀请专业

教师驻场指导,同时对一线施工人员开展智能设备操作技能培训,确保所有操作人员均能熟练使用相关设备。此外,企业建立了完善的智能建造管理制度,明确了各岗位的职责与考核标准,将施工效率、技术应用效果等纳入绩效考核,激发了员工的积极性与主动性。

4.3 项目实施成效

项目通过全面应用智能建造技术,施工效率得到显著提升,各项指标较传统施工模式均有明显改善,具体成效对比见表1:

表1 某智能建造住宅小区项目施工效率成效对比表

| 评价指标 | 传统施工水平 | 项目实施水平 | 提升/改善幅度 |
|--------|--------|--------|----------|
| 施工总工期 | 100% | 70% | 缩短30% |
| 日均施工面积 | 100% | 150% | 提升50% |
| 材料损耗率 | 12% | 3% | 降低9个百分点 |
| 人工成本占比 | 100% | 75% | 降低25个百分点 |
| 返工率 | 8% | 1% | 降低7个百分点 |
| 决策响应时间 | 100% | 30% | 缩短70% |

一是施工进度大幅加快,项目总工期较传统施工模式缩短30%,提前3个月竣工交付;二是资源利用效率显著提升,材料损耗率从12%降至3%,人工成本占比降低25%,有效节约了资源与成本;三是施工质量与安全得到保障,返工率降至1%,施工过程中未发生安全事故,项目质量等级达到优良;四是协同管理效率大幅提升,决策响应时间缩短70%,各参与方沟通成本降低,实现了施工效率、质量安全与经济效益的统一。

5 结束语

综上,智能建造是推动建筑业转型升级的关键,能有效提升施工效率,但目前仍面临技术融合不足、成本高、人才短缺、制度不完善等挑战。为此,需要从技术集成、成本控制、人才培养、制度建设与数据安全等多方面系统推进。实践证明,合理应用智能建造技术可显著提高效率、降低成本并保障质量安全,推动行业向集约化发展。未来,该技术将朝着数字化深度融合、智能化水平提升及绿色化协同发展的方向演进。通过融合新一代信息技术、加强跨行业协同创新并完善标准体系,将进一步释放其潜力,为施工效率提升提供持续动力,

助力建筑业实现高质量可持续发展。

参考文献

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部.智能建造与新型建筑工业化协同发展行动计划(2021-2025年)[Z].2021.
- [2]李忠富,王要武.智能建造技术在建筑施工中的应用与创新研究[J].土木工程学报,2022,55(12):23-35.
- [3]张其林,刘贵应.BIM技术与装配式建筑协同应用对施工效率的影响研究[J].建筑技术,2023,54(9):1123-1127.
- [4]王清标,孙晓阳.智能建造背景下建筑施工人才培养模式创新[J].高等建筑教育,2023,32(4):56-62.
- [5]赵振宇,王世斌.智能建造项目施工效率评价指标体系构建与应用[J].城市发展研究,2024,31(2):102-108.

作者简介:高强瑞,1996.11.18,男,汉,陕西神木,本科,助理工程师,研究方向:建筑工程。