

智能建造背景下建筑施工管理创新研究

刘鑫峰 傅振寰

青岛嘉枫城市建设有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要]智能建造技术不断深入应用的时候,建筑施工管理由原来的依靠经验来驱动,转向依靠数据来驱动的快速转变正在发生。但是目前的施工管理还存在着模式陈旧、协同缓慢、质量安全监管不到位、进度成本控制困难、复合型人才缺乏等主要问题。文中对以上问题进行了系统的现实表现分析,从数字化协同管理体系的建立、质量安全智能监管、进度成本动态控制以及人才队伍建设等几个方面给出创新性的路径,从而给建筑行业的高质量发展提供理论上的参照和实际操作上的借鉴。

[关键词]智能建造; 建筑施工管理; BIM; 数字化协同; 质量安全监管

DOI: 10.33142/aem.v8i5.19906

中图分类号: TU711

文献标识码: A

Research on Innovation in Construction Management under the Background of Intelligent Construction

LIU Xinfeng, FU Zhenhuan

Qingdao Jiafeng Urban Construction Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: As intelligent construction technology continues to be deeply applied, the rapid transformation of construction management from relying on experience to relying on data is taking place. However, the current construction management still faces major problems such as outdated models, slow collaboration, inadequate quality and safety supervision, difficulties in controlling progress and costs, and a lack of versatile talents. The article provides a systematic analysis of the practical manifestations of the above issues, offering innovative paths from several aspects such as the establishment of a digital collaborative management system, intelligent supervision of quality and safety, dynamic control of schedule and cost, and talent team building. This provides theoretical reference and practical operation guidance for the high-quality development of the construction industry.

Keywords: intelligent construction; construction management; BIM; digital collaboration; quality and safety supervision

引言

目前建筑行业正处在由传统建造方式向智能建造转变的重要阶段。伴随着人工智能、物联网、BIM 等新一代信息技术同建筑业不断融合发展,智能建造成了推动建筑业高质量发展的主要动力。住房和城乡建设部发布智能建造技术导则(试行),把智能建造定义为新一代信息技术与工业化建造技术深度融合形成的以人机协同建造为核心的建造方式,以提品质、降成本为目标,因地制宜地集成应用数字勘察、数字设计、智能生产、智能施工、智慧运维等各个阶段的关键技术产品,提高建筑业的工业化、数字化、绿色化水平。站在“十五五”新起点上,智能建造是新一代信息技术同建筑业深度融合发展而产生的产物,它会在设计、生产、施工到运维的全过程给行业带来革命性的改变。在此背景下,怎样系统地推进施工管理创新,就成为建筑企业急需解决的重要课题。

1 智能建造背景下施工管理创新的意义

智能建造把数字化技术、信息技术、智能化设备系统性地应用到建筑施工全过程,大大提高了施工的效率、质量、安全水平。推进施工管理创新的意义在于,智能建造促使工程管理由原来的依赖人工经验的方式转变为数字化、智能化的管理模式,从而达到工程信息的高效整合和全局最优的目的。经过实证研究显示,利用 BIM 技术对建筑施工过程实施优化之后,施工周期一般会缩减 20%,成本削减约 15%。以 BIM 为依托的智能建造是建筑业转型升级的主要方向,它给传统施工管理模式带来了颠覆性的变革和冲击,有效地解决了工程项目建设过程中一直存在的信息孤岛、协同效率低、管理粗放等问题。其次,利用 BIM、物联网、AI 等技术对施工过程进行实时监测并发出预警,可以有效地减少由于质量缺陷或者安全隐患而造成的损失。BIM 技术应用到装配式建筑全过程造价控

制当中，项目总节约成本 850 万元，节约率为 6.44%，工期提前 2.5 个月，质量缺陷减少 70%。最后，智能建造技术的不断革新正在促使建筑行业的管理观念以及组织形式发生改变，依靠系统地整合资源、技术、流程，把原本设计施工互相脱离的被动执行方式转变成全生命周期价值最大化的主动增值管理，给建筑行业高质量发展开拓出新的天地。

2 当前建筑施工管理存在的问题

2.1 管理模式传统与信息协同滞后

目前建筑施工管理存在组织结构层级过多、决策链条过长的现象，管理决策很大程度上依靠人工经验，缺少标准化、量化的过程支持。在新型城镇化和数字经济深度融合的大背景下，传统项目管理模式所存在的“信息孤岛”、协同效率低、成本超支等种种问题越来越突出。就信息协同而言，大部分项目的施工记录仍然处在纸质表单阶段，即使实现了数字化管理，也存在着格式杂乱无章、标准参差不齐、重要数据缺失等状况，施工现场每天都在产生大量的数据，这些数据就像堆积在仓库角落里的废旧钢材，表面上看来很有用，但是很难加工利用^[1]。同一个项目中一般会有 BIM 系统、ERP 系统、进度管理系统等由不同厂商提供的多源异构系统，接口、数据标准不统一造成数据重复录入、信息孤岛严重，部分项目的现场一线人员反映工作负担大，智能建造技术与平台的使用还处在零散、试点、相对割裂的状态。

2.2 质量安全监管存在不足

施工质量上，目前施工监管仍然主要依靠抽检的方式，对隐蔽工程以及重要节点的检查存在着大量的死角，质量验收的覆盖面较窄。安全管理上，安全隐患识别依靠定期巡查、人工排查，没有利用传感器数据以及 AI 视频分析的主动预警。传统的建筑工程管理模式中，施工过程中存在着信息不透明、沟通不及时、管理滞后等状况，从而造成工期延误、质量隐患、安全风险等问题。就智慧工地的应用而言，企业普遍存在着应用融合度不高、数据价值没有被充分挖掘出来、初期投入压力大等现实问题。过程记录不完整也是质量安全监管中的又一难题，质量验收单、

安全日志等大多为纸质填写或者简单的电子表格存储，容易被篡改、丢失，一旦发生事故很难追查。BIM 推广使用时还会存在技术标准不一致、信息壁垒、协同工作难等问题。

2.3 施工进度与成本控制难度较大

施工进度计划的编制比较粗放，大多使用横道图或者简单的网络计划，没有和现场实际情况相联动的调整机制。传统的进度计划很少会考虑到由于材料供应延迟、天气变化等动态干扰而造成的工期延误风险。成本核算上，成本数据的归集大多采取月度汇总的方式进行，不能体现材料价格波动、人工工效改变等即时的影响，超支风险很难被及时察觉。目前大部分建筑企业精细化管理还停留在单环节、单要素上，造成设计、施工、成本等环节数据相互割裂，出现“局部精细、整体失控”的局面。进度和成本的联动分析很少，传统的 BIM 技术由于静态建模，不能及时反映工程变更、市场变化等造成的影响，与智能建造时代对造价预测的要求相差较大。施工现场频繁发生变更，但是缺少及时纠偏的手段，使进度计划、成本预算在施工过程中不断远离初衷。

2.4 智能化管理人才缺乏

目前建筑施工行业最大的瓶颈就是缺少智能管理人才。具有传统施工工艺技术和 BIM 建模、物联网部署、数据分析等智能建造核心技能的复合型人才很少。2025 年全国核心 BIM 技术及应用人员需求总量超过 75 万人，行业整体人才缺口为 23 万人，缺口率为 30.7%，复合型人才缺口最大，占比 42%，其次为管理型和战略型人才缺口，分别占 21%和 21%。2025 年 BIM 岗位需求总量为 9.4 万人，具有 3 年以上实战经验的有效供给只有 3.1 万人，缺口比 2024 年又扩大了 25%。建筑业存在老龄化、低学历等问题，数字化渗透率很低^[2]。高校专业设置同行业实际需求相脱离，课程体系同新技术存在知识代差。企业对于智能建造人才的吸引和留住缺乏激励机制，头部央企已经把 BIM 能力纳入项目经理的入职门槛，带动全行业跟进，形成抢人共振，但是传统的薪酬体系和晋升通道不能适应智能建造技术的发展水平，人才培养难、引进难、留住更难的困境越来越突出。

表 1 当前建筑施工管理存在的问题与表现

问题类别	核心表现
管理模式传统与信息协同滞后	组织层级冗余、决策依赖人工经验；数据采集手段落后、系统孤岛严重；信息传递失真、协同平台缺失
质量安全监管存在不足	质量检查以抽检为主、存在盲区；安全风险缺乏主动预警；过程记录不完整、追溯困难；监管力量与工程规模不匹配
施工进度与成本控制难度较大	进度计划粗放、动态调整能力弱；成本核算滞后、超支风险不易发现；进度成本联动不足、变更响应滞后
智能化管理人才缺乏	复合型人才稀缺；从业人员数字化技能不足；高校培养与行业需求脱节；企业缺乏有效激励机制

3 智能建造背景下建筑施工管理创新路径

3.1 构建数字化协同管理体系

对于传统模式下管理方式和信息协同存在的瓶颈问题,首先要创建数字化协同管理体系。企业应该创建以云平台为基础的扁平化智能决策体系,利用移动端的数据收集和即时传送,把现场的信息迅速传达到高层管理者手中,大大缩减决策层的层次以及响应的的时间。开发企业层面的施工知识库、标准化作业流程模板等可以将优秀的项目管理经验、行业规范变成可以重复使用的数字化资源。智能建造技术导则(试行)对建筑机器人落地路径做了全面规划,在危、繁、脏、重的场景下,机器人取代人工是大势所趋,要求统一数据存储、交换和交付标准,遵守相关安全规定,实现建筑工程全生命周期数据贯通。部署物联网资源调度系统,用 RFID、GPS 等技术对现场材料、设备、人员进行实时追踪和动态调配。更为重要的是,创建一体化协同管理平台,破除跨部门流程壁垒,创建统一的数字信息模型,达成跨阶段、跨专业、跨参与方的信息集成和高效协同,制订企业级统一数据交换标准,给数据共享和协同工作赋予规范根基。

3.2 创新质量安全智能监管机制

质量安全管理创新要依靠智能技术,由原来的依靠人工检查转变为依靠智能监管,在质量管理上采用以 BIM 和三维激光扫描为手段的全数质量检查方式,把抽样验收改为对关键构件进行全方位的比对和偏差查找,消除检查盲区。部署物联网传感器对混凝土温度、钢结构应力等重要工艺参数实施实时监测,创建起依靠数据分析的质量风险动态评判模型。在安全管理上使用了 AI 视频分析系统,用深度学习自动识别未戴安全帽、进入危险区域等违章行为,联动能量及时干预^[3]。融合了 AI 和物联网技术的智慧工地视频监管系统,正在用它的“主动预警、全域覆盖、数据驱动”能力,彻底改变了工地安全管理工作的方式,能够提高安全隐患识别的速度,降低事故率 67%,减少巡检成本 40%。湖北省创建起“楚智建”数字监管平台,利用 AI 视频智能识别技术对人员安全防护装备佩戴情况、危险区域进入等安全隐患展开监测,预警准确率高达 85%,截至 2025 年 7 月初,全省 8848 个项目已经接入省级智慧工地平台,实现了“人、机、料、法、环”全要素数据的打通,让监管从“跑现场”变成了“看屏幕”。同时将可穿戴设备和定位技术结合起来,在高危区设置电子围栏,把隐患由被动发现变成主动拦截。

3.3 优化进度成本动态控制

为了解决进度成本控制问题,应该积极引进先进的技

术进行动态化、精细化的管理。把时间维度加入 BIM 模型创建的 4D 模拟系统当中,自动比较计划和实际进度,找出滞后工序并发出调整建议。利用 BIM 和 4D 技术结合的方式,把工期信息植入到模型中,创建出可视化 4D 施工进度控制体系,依靠各个阶段的施工模拟提前发现进度风险和工序冲突,及时对施工方案进行调整,可以很好地避免窝工、返工的现象发生。在成本控制上,创建实时成本监控和预警体系,对接采购、工时、机械油耗等数据流,每天自动汇总成本,超出设定阈值立即发出警报。有研究利用 Revit、广联达、Navisworks 等软件将几何和非几何数据进行整合,从而达到各个阶段成本、进度、质量的联动控制,实践证明共节约成本 850 万元,整体节约率为 6.44%。采用基于挣值管理的进度成本联动分析方法,自动计算出计划价值、实际成本和挣值,绘制出绩效指数曲线,给管理决策提供数据支持。施工进度 4D 可视化、AI 安全隐患双闭环治理、物料无人值守验收等创新手段的综合使用,可以明显提高总部对项目部的穿透式管理水平,达到安全升级、成本可控、品牌提升三个效果^[4]。引入变更影响即时评估模块,自动生成纠偏建议,使进度计划、成本预算及时动态地得到优化。

3.4 加强智能建造人才队伍建设

智能建造人才队伍建设要依靠院校培养、在职培训和企业机制三方面共同推进。在院校培养上加强校企合作,推进高校智能建造专业的建设以及课程体系的建立。《智能建造技术导则(试行)》提出要加大智能建造人才的培养力度,加强高校智能建造专业的建设,健全建筑工人职业技能培训体系,逐步形成新的建筑产业工人队伍。企业在职培训要创建阶梯式的培训体系,对 BIM 应用、物联网安装、数据分析等专项技能展开专项培训。产业新业态、新模式对技术技能人才提出了新的要求,除了要掌握传统的建造技术外,还要有数字设计、智能生产、智慧管理、绿色运维等各方面的跨岗位综合能力。从企业机制上来说,创建智能建造专项岗位及技能认证体系,改善薪酬结构和晋升通道。在数字化岗位溢价重新塑造建筑人才结构的背景下,企业给予传统施工员 6 至 12 个月的带薪培训,并且创建起“BIM+施工”的双通道,从而把人才流失率从原来的 23%缩减到 7%。通过创建“校企共育、产教融合”的智能建造人才培育生态系统,使人才培养有路径、引进有途径、留得住人。

4 结语

智能建造技术的迅速发展给建筑施工管理带来深刻的变化机遇,但是也暴露出行业在管理模式、信息协同、

质量安全监管、进度成本控制、人才培养等各方面的深层次问题。本文对目前施工管理存在的五个问题进行了系统的整理,并从创建数字化协同管理体系、创新质量安全智能监管体系、改善进度成本动态控制和加强智能建造人才队伍建设四个方面提出了创新的途径。经过研究可知,智能建造背景下的施工管理创新不是单纯的技术手段的引入,而是对管理理念、组织架构、人才体系等各方面的一种全方位的重新塑造,必须依靠政府、企业、高校以及研究机构之间的合作来推动建筑行业的高质量、高效率、高安全性发展。

[参考文献]

[1]尹小龙,李广.智能建造背景下建筑工程管理模式的新探索[J].中国建筑装饰装修,2026(5):176-178.

[2]王建国,马忠民.绿色智能建造与智慧管理在建筑施工中的应用[J].智慧中国,2026(3):122-123.

[3]崔立.建筑施工中绿色智能建造与智慧管理的应用[J].绿色建造与智能建筑,2026(1):116-119.

[4]徐晓坤.智能建造对建筑施工项目管理的优化研究[J].城市开发,2025(12):19-21.

作者简介:刘鑫峰(1999—),男,汉族,山东泰安人,本科,毕业于青岛理工大学工程管理专业,助理工程师,现从事施工单位土建工程师工作;傅振寰(1988—),男,汉族,硕士,毕业于西安建筑科技大学管理学院工程管理专业,高级工程师,担任中国国际工程咨询协议评标专家、山东省公共资源评标专家、青岛市既有居住建筑节能改造专家。