

智能化施工与建筑信息技术

余舒欣

江西建工第二建筑有限责任公司 江西 南昌 330013

摘要：智能化施工通过物联网、人工智能等技术实现施工过程的自主优化，建筑信息技术以数字孪生为核心构建全生命周期数字化平台。二者融合推动施工管理变革：基于BIM的进度动态管控、物联网与AI结合的质量安全监管、成本实时追踪等应用，提升了效率与精度。当前面临技术标准不统一、人才短缺、数据安全风险等挑战，需通过制定统一标准、加强人才培养、强化安全保障等对策解决，以促进建筑行业向智能化、一体化转型。

关键词：智能化施工；建筑信息；技术

引言

建筑行业正经历从传统模式向智能模式的转型，智能化施工与建筑信息技术的融合是关键路径。智能化施工突破经验依赖，实现施工自主优化；建筑信息技术打破信息壁垒，构建全生命周期协同。本文聚焦二者融合应用，分析其在进度、质量、安全、成本管理中的创新实践，探讨面临的技术、人才、安全挑战，并提出针对性对策，为推动建筑行业智能化升级提供思路。

1 智能化施工与建筑信息技术概述

1.1 智能化施工

智能化施工是传统建造模式与现代智能技术深度融合的产物，其核心在于通过感知、分析、决策、执行的闭环机制实现施工过程的自主优化。借助物联网技术构建的全域感知网络，可实时捕捉施工现场各类要素的状态变化，从材料的损耗速率到设备的运行参数，再到人员的作业轨迹，形成动态更新的施工数字镜像。人工智能算法则基于这些实时数据展开深度学习，精准预测可能出现的工序冲突或资源浪费，自动生成调整方案并驱动机械臂、智能运输车等自动化设备执行，使原本依赖人工协调的多工种交叉作业转化为高度协同的智能协同过程。这种模式突破了传统施工对经验的过度依赖，将被动应对问题的管理方式转变为主动预防风险的前瞻式管理，在提升施工效率的同时，通过减少人为操作误差实现建造精度的跃升，让建筑产品的物理形态与数字模型保持高度一致。

1.2 建筑信息技术

建筑信息技术以数字孪生为核心框架，构建起贯穿建筑全生命周期的数字化协同平台，其创新价值体现在对建筑信息的深度挖掘与多维复用。通过三维建模技术创建的建筑信息模型，不再是简单的几何图形组合，而是集成了材料属性、结构力学性能、能耗模拟数据等多维信息的智

能载体，能够在设计阶段就对建筑的空间逻辑、系统联动进行仿真推演，提前发现传统二维图纸难以察觉的设计盲区。云计算技术为这些海量信息的存储与运算提供支撑，使不同参与方能够基于同一数字基底进行实时协同，从设计师的方案优化到施工方的工艺调整，再到运维阶段的设备管理，实现信息的无缝流转与即时反馈。更重要的是，该技术打破了建筑各阶段的信息壁垒，使设计阶段的数字资产能够直接转化为施工指导依据，施工过程中产生的实际数据又能反哺设计优化，形成持续迭代的建筑全生命周期信息闭环，推动建筑行业从分散式的阶段管理迈向一体化的全过程智能管控。

2 智能化施工与建筑信息技术融合应用分析

2.1 施工进度智能化管理

在智能化施工与建筑信息技术融合的框架下，施工进度管理被赋予全新的动态精准性。建筑信息模型（BIM）以其三维可视化及信息集成特性，为施工进度计划的编制提供了直观且详尽的基础。从项目伊始，各参与方基于同一BIM模型协同作业，将施工工序、时间节点、资源需求等信息深度嵌入模型之中，构建出虚拟的施工进程全景图。在施工推进过程中，物联网设备作为分布式传感节点，分布于施工现场的各个角落，实时采集设备运行时长、物料消耗速率、人员工作状态等关键数据，并将这些数据源源不断地反馈至基于云计算搭建的项目管理平台。人工智能算法对海量实时数据展开深度挖掘与分析，通过与预设进度计划的高频比对，精准识别进度偏差。一旦发现某区域的混凝土浇筑进度滞后，算法迅速回溯关联因素，判断是因设备故障、人员短缺还是材料供应延迟所致，并基于历史数据与实时工况，瞬间生成多种针对性的纠偏预案，如动态调整后续工序人力分配、优化机械设备调度方案或重新规划材料运输路线等。项目管理者借助平台的可视化界面，对各

方案的预期效果进行直观模拟评估,择优选取并一键下达指令,驱动现场智能设备与人员快速响应,确保施工进度重回正轨,实现从传统的事后被动调整向当下的实时主动优化转变,极大提升施工进度管理的时效性与科学性^[1]。

2.2 施工质量智能控制

施工质量智能控制依托于智能化施工与建筑信息技术构建起的严密监控网络。在建筑信息模型中,每一个建筑构件都被赋予了详细的质量标准与工艺要求等信息,形成质量控制的基准参照体系。施工过程中,各类先进的传感器与智能检测设备大显身手,混凝土浇筑环节,内置传感器持续监测混凝土的坍落度、温度、振捣密实度等参数,一旦参数偏离预设范围,系统即刻发出预警;在钢结构安装时,高精度激光测量仪实时追踪构件的空间位置与连接精度,与BIM模型中的理论坐标进行比对,毫米级的偏差也能被精准捕捉。利用AI图像识别技术对施工质量进行检测,如混凝土浇筑质量检测、钢筋绑扎质量检测等。采集的现场图像数据经AI算法分析,快速甄别钢筋间距不匀、焊缝缺陷、墙面平整度欠佳等质量瑕疵,并自动标注问题位置与严重程度。这些质量问题数据同步反馈至BIM模型,使虚拟模型实时映射实体工程的质量状况,便于管理者全面掌控。系统依据质量问题的类型与严重程度,自动匹配过往项目的成功整改案例与专家经验库,生成定制化的整改建议,推送至相关责任人手中,指导其精准修复质量缺陷,实现施工质量的全程、全方位、智能化管控,有效减少人为疏忽导致的质量隐患,大幅提升建筑产品质量的稳定性与可靠性。

2.3 施工安全智能监管

施工安全智能监管是智能化施工与建筑信息技术融合的重要成果体现。以物联网为基础构建的安全感知网络,将施工现场全面覆盖。工人佩戴的智能安全帽集成了定位、心率监测、跌倒报警等多种功能,实时追踪工人位置,一旦工人进入危险区域,或是出现心率异常、意外跌倒等紧急状况,安全帽即刻向管理平台发送警报,精确通报位置信息,为救援争取宝贵时间。在施工现场的危险区域,如深基坑周边、高处作业面等,布置环境传感器,实时监测风速、温度、湿度、有害气体浓度等环境参数,以及基坑位移、边坡沉降等结构安全指标。数据实时上传至管理平台,由人工智能算法进行综合分析,当环境参数超出安全阈值,或是结构指标出现异常变化趋势时,系统迅速预判潜在风险,自动触发声光报警装置,并通过短信、APP推送等多种方式向相关人

员发出预警。基于BIM模型的可视化优势,在虚拟场景中直观展示安全隐患位置、影响范围及可能的演化态势,辅助管理者快速制定应对策略,调配救援资源,提前化解安全危机,将事故风险扼杀在萌芽状态,全方位守护施工现场人员生命安全和工程结构安全^[2]。

2.4 施工成本动态管控

施工成本动态管控借助智能化施工与建筑信息技术,实现了成本数据的实时采集、精准分析与智能决策。建筑信息模型在成本管理方面,集成了工程预算、材料清单、设备租赁费用等详细的成本信息,为成本管控提供了精确的初始数据框架。施工过程中,物联网设备实时采集材料领用数量、设备使用时长、人力工时消耗等数据,这些数据自动关联至对应的成本项,同步更新至基于云计算的成本管理平台。人工智能算法持续对成本数据进行深度分析,与预算成本进行实时比对,敏锐洞察成本偏差。当发现某类材料实际用量超出预算,算法迅速挖掘原因,是因设计变更导致材料损耗增加,还是现场管理不善造成浪费,进而针对性地提出成本控制建议,如优化施工工艺以减少材料浪费、调整采购渠道降低材料价格,或是合理安排设备与人力,提高施工效率以缩减工时成本等。通过平台的可视化界面,管理者能够直观查看成本构成、各项成本的动态变化趋势以及成本偏差情况,对成本管控的重点环节与潜在风险一目了然,及时采取有效措施纠偏止损,实现施工成本从静态预估到动态监控、从模糊管理到精准控制的跨越,助力建筑企业在保障工程质量与进度的前提下,最大程度提升成本效益,增强市场竞争力。

3 智能化施工与建筑信息技术融合发展面临的挑战与对策

3.1 面临的挑战

3.1.1 技术标准不统一

不同企业开发的建筑信息模型(BIM)平台存在数据格式兼容性问题,导致项目各参与方的模型文件无法直接交互,需通过复杂的格式转换工具处理,既损耗数据精度又延误信息流转效率。智能化施工设备的通信协议缺乏统一规范,物联网传感器采集的振动、温湿度等数据因参数定义差异,难以接入同一管理系统形成完整数据链,使得跨设备的数据融合分析成为技术瓶颈。这种标准碎片化现象,导致数字孪生模型与实体工程的映射出现偏差,削弱了智能决策的可靠性,也阻碍了技术成果在不同项目间的复用与推广^[3]。

3.1.2 专业人才短缺

当前行业内具备复合知识结构的人才供给不足,传

统施工管理人员虽熟悉现场工艺,却难以运用机器学习算法解读物联网数据背后的风险预警;信息技术人员虽精通模型搭建,却对混凝土养护周期、钢结构焊接工艺等工程细节缺乏深度理解,导致技术应用与施工实际需求脱节。智能设备操作人才缺口显著,机械臂编程、无人摊铺机调试等技能的培训体系尚未成熟,部分项目因操作人员对智能设备的功能挖掘不足,导致设备的自动化潜力未能充分释放,制约了技术效能的发挥。

3.1.3 数据安全风险

施工现场的物联网设备持续采集人员定位、设备运行参数等敏感数据,这些数据在传输至云端平台的过程中,可能因无线通信加密技术不完善,面临被恶意拦截或篡改的风险,影响数据的真实性与保密性。建筑信息模型包含建筑结构、管线布置等核心数据,若存储平台的防火墙防护等级不足,可能遭遇非法入侵导致模型数据泄露,给项目带来设计方案被剽窃或施工安全信息被滥用的隐患。不同参与方的数据共享权限划分机制若存在漏洞,可能引发数据越权访问,破坏信息流转的安全性与可控性,对项目管理造成潜在威胁。

3.2 对策

3.2.1 制定统一的技术标准

行业协会可牵头组织企业、科研机构共同制定数据交互标准,明确建筑信息模型的格式规范、物联网设备的通信协议及数据标签定义,确保不同系统间的数据能够无缝对接,形成完整的信息闭环。针对智能施工设备的操作流程与性能参数,建立统一的技术规范,涵盖设备安装调试、数据采集频率、故障诊断标准等内容,使设备在不同项目中保持一致的运行逻辑与数据输出格式,为跨项目的技术应用与经验积累提供基础,推动技术标准从碎片化走向体系化,提升行业整体的技术协同效率。

3.2.2 加强专业人才培养

高校可优化建筑工程与信息技术交叉学科的课程设置,增设BIM技术应用、人工智能在施工管理实践等课程,融入数字孪生、物联网工程等前沿内容,并邀请行业专家参与课程设计,确保教学与产业需求同步。通过校企合作搭建实训平台,联合头部建筑企业开发虚拟仿真训练系统,让学生在全流程项目参与中,同步掌握

工程施工知识与智能技术工具操作,培养复合型应用人才。企业可建立内部培训体系,针对现有员工分层培训:对管理人员重点培训数据分析与智能决策能力,引入大数据可视化工具实操;对技术人员强化智能设备运维与编程技能,开设专项训练营,提升技术应用水平,构建多层次人才梯队,满足岗位需求。

3.2.3 强化数据安全保障

采用区块链技术构建数据传输与存储的安全架构,利用其分布式记账与不可篡改特性,确保施工现场采集的数据从产生到应用的全流程可追溯,防止数据被非法篡改或泄露。对建筑信息模型等核心数据进行加密处理,采用动态密钥管理机制,根据数据的敏感等级设置不同的访问权限,仅向授权人员开放相应的数据查看与编辑权限,同时定期对存储平台进行安全漏洞扫描与防护系统升级,提升抵御网络攻击的能力。建立数据安全应急响应机制,制定数据泄露应急预案,明确风险处置流程与责任分工,在发生安全事件时能够快速响应,最大限度降低数据安全问题对项目的影响,保障信息流转的安全性与可靠性^[4]。

结语

综上所述,智能化施工与建筑信息技术的融合,重塑了建筑施工管理模式,在进度、质量、安全、成本管控等方面展现显著优势,推动行业向高效、精准、协同方向发展。尽管面临技术标准不统一、人才缺口、数据安全等挑战,但通过制定统一标准、培养复合人才、强化安全保障等措施,可逐步破解难题。未来,随着技术持续迭代,二者融合将深化建筑全生命周期智能管控,引领建筑行业迈向更高质量的发展阶段。

参考文献

- [1]姜靖刚.建筑信息技术在智能建筑施工中的应用[J].门窗,2025(4):232-234.
- [2]赵浩竹.绿色智能建筑信息技术的应用分析[J].中国厨卫,2025,24(2):46-48.
- [3]孙明强.绿色智能建筑信息技术应用探析[J].科海故事博览,2024(17):16-18.
- [4]华明,马振凯,吴振国.关于建筑工程智能化信息技术的应用研究[J].模型世界,2024(30):165-167.