

建筑工程管理中的数字化转型与智能化应用探索

杨春燕

四川元丰建设项目管理有限公司 四川成都 621000

摘要：伴随信息技术的快速变革，建筑业正步入深度转型的阶段，智能化和数字化转型成为推动行业提高质效的关键动力，从建筑工程管理的实际需求入手，重点考察BIM建模、物联网传感和大数据处理在工程管理中的应用场景与推进路径，全面审视数字化转型的核心内容与形成背景。这项研究系统分析了人工智能辅助决策、自动化施工、数字孪生建模以及智慧工地协同管理等智能化应用新进展情况，揭示新技术对现有管理方式的革命作用，数智技术相互融合对建筑工程管理精细化程度提升效果明显，切实减少投资支出，掌控项目周期，有力保障安全生产与绿色施工实施，研究结论能为建筑企业把握转型契机、规划发展路径提供有效依据。

关键词：建筑工程；数字化转型；智能化；应用

引言

新兴数字技术如云计算、大数据、物联网、人工智能呈现出迅猛发展的态势，为作为经济支柱的建筑业突破发展瓶颈提供了技术革新和实践路径，建筑业长期以来存在管理手段落后、信息流通不顺畅、资源使用率不高的问题，其发展状况与基础设施质量、城镇化推进成效密切相关，老旧的项目管理思路正面临工程建设高度复杂和市场竞争激烈的挑战。政府连续发布系列制度文本，强调建筑业数字化升级要加快速度、提升效能，引导企业利用数字技术改造业务流程，推动工程管理智能化升级，探寻建筑行业管理数字化与智能化转型的实际操作方式，是顺应产业升级趋势的必然选择，更是增强企业市场竞争力、确保长远利益的必要手段，基于对理论依据和技术迭代路径的梳理，结合当前行业实践和典型项目情况，深入探索建筑管理领域数字化与智能化的发展路径和未来走向，期望能为行业实践提供理论支持和借鉴作用。

一、建筑工程管理数字化转型的内涵与背景

为了实现工程管理的数字化，要进行多维度协同的系统调整，核心在于采用数字技术对传统管理要素、业务流程和架构做全面升级，进而打造数据赋能的管理运行模式，从学理层面来讲，真正的数字化并非只是配备电子设施，核心目的是推动工程管理方法论和实践逻辑的全面发展，推动管理从依赖经验判断转变为数据支撑、从粗放形式走向精细形式、从被动接受变为主动预判。

建筑行业面临着项目规模持续扩张、施工技术复杂程度加剧、安全环保红线提升以及人力成本刚性增长等系统性压力，旧的管理手段已难以应对，亟需通过信息化手段提升运营效率和风险管控水平，建筑行业数字化管理转型正加速推进，早期仅为少数领先者的试验性操作，如今已成为行业广泛接受的协作模式，此次升级覆盖工程项目全流程，包括项目策划、采购招标、工程建设、完工验收和后期运维，各环节都要建立规范的数据采集、传输、存储、分析及应用体系。

二、数字化技术在建筑工程管理中的转型

1. 建筑信息模型技术的集成应用

建筑信息模型作为建筑业数字化升级的重要技术支撑，在工程管理实务中普遍使用且成效良好，它借助数字化三维建模手段，将建筑的三维特征、物理参数、功能模块与施工数据进行统一整合，打造出工程全阶段连续的数据承载与协同管理界面，在设计阶段，基于该模型能够实现跨专业的协同设计，通过碰撞分析技术自动发现管线交叉和构件碰撞等问题，有效降低二维图纸设计阶段常出现的“错漏碰缺”错误，进而减少设计修正次数和施工返工费用。有效利用BIM系统可使设计缺陷发现概率提升至超90%，让设计变更率下降近40个百分点，在建造实施环节，依靠BIM技术的4D施工模拟能清晰呈现各工序在时空维度的动态演进，促使项目组对施工资源配置方案做出调整，协调生产要素投入的时间安排，系统排查施工步骤过渡阶段可能存在的风险与冲突。运用三维BIM使工程量核算和造价管理自动对接起来，

实现预算数据实时演算和过程追踪,让成本管理工作有精确的数据支撑,在设施运维阶段,BIM系统就像建筑的电子档案库,对设备技术参数、管理记录、运行日志等重要数据进行结构化存储,为设施运维提供及时的信息查询和决策分析帮助,BIM技术正朝着轻量设计、云端运算和开放标准的方向持续升级,与地理信息和VR技术联合运用的情况不断增多,应用边界逐步拓展,技术潜力得到更充分的释放。

2. 物联网感知技术的现场部署

借助大规模应用物联网传感技术,建筑工程现场管理有了质的提升,达成了对施工现场的全面监督、实时反馈和精准调控,物联网运用分布式传感器、电子标签和数据传输网络,达成施工现场全方位的传感网络覆盖,实现对人员、机械设备、施工材料以及周边环境的全天候动态监管。针对人员管控环节,依靠RFID或蓝牙定位构建人员实名管理模式,可实时掌握施工人员进入工地的时间、工作的区域以及移动的路线数据,切实解决传统考勤方式效率欠佳、信息不准确的困境,在安全管控领域,让作业人员佩戴智能安全帽和手环等设备,可对其生命体征和位置进行动态监控,若有滑倒或违规进入风险区域等情形,马上触发预警信号,保障救援的黄金时段。在工程机械管理当中,于塔吊、施工电梯等设备上安装传感器,实时采集运行数据并远程动态监测,能够快速发现过载、角度偏移、碰撞等危险状态,同时启动报警与停机程序,使得设备相关事故发生率明显降低,在物资管控方面,利用物联网构建材料全环节追溯管理系统,通过自动化方式收集采购入库、场内调拨、领用消耗等各环节的数据并上传,有效增强了材料管理体系的开放性,提升了细节把控力,减少了原材料的无谓消耗与流失,在环境数据采集工作中,采用扬尘采集器、噪声探测装置和气象监测站点,对施工区及周边的空气质量、噪音数值和气象数据开展持续观测,一旦环境参数超出限定范围,系统自动实施水雾抑尘等调控手段,确保工程活动与环保条款一致。

3. 大数据分析技术的管理赋能

由于数字技术广泛应用,建筑工程项目在前期规划到后期运维的整个过程中,不断产生结构化和非结构化两类数据,这里面蕴藏着显著的管理价值和知识体系,通过大数据分析技术,可挖掘出常规办法难以识别的隐性关联和发展趋势,推动建筑工程管理获得全新研究视角和决策依据,促进管理实践从经验驱动向数据驱动的

范式变革。在进度管理方面,借助对历史进度数据的深度研究和特征探寻,能够系统地确定影响施工进度的关键节点及其传导关系,优化现有工期估算模型的准确性,让进度计划的制定更有依据,在成本管控方面,依托大数据平台搭建造价指标体系和成本分析架构,可对项目成本进行多维度的对比分析和细致的拆分,快速识别成本超支的节点和异常波动的因素,增强成本控制措施的执行成效。企业可通过大数据分析实现项目知识资本的增值积累,借助多项目数据的横向剖析和长期跟踪,形成可借鉴推广的成熟管理模式和实操经验,加速组织能力的更新换代,在质量管理活动里,综合设计参数、材料检验记录、施工流程信息和验收结果,建立质量缺陷数据库与风险预测模型,实现质量问题的预先识别和精准控制,由被动应对转变为主动防范,在安全管理方面,整合事故案例、隐患记录、人员行为等多维度数据,能精确识别事故风险突出的时段、关键部位和工种类别,精准实施安全管理强化举措,提升安全管理体系的精准水平和实施效率。

三、智能化技术在建筑工程管理中的创新应用

1. 人工智能辅助决策系统的构建

随着人工智能技术迅猛演变,建筑工程管理决策得到智能化工具的强力赋能,推动决策模式和管理系统更新迭代,利用机器学习方法,AI辅助决策系统从大量历史数据中学习并打造预测模型,可自动完成数据特征识别、潜在模式挖掘和预测模型搭建,达成管理决策环节智能辅助与方案推送。就设计优化来说,生成式算法技术潜力巨大,它能依据预设要求自动生成多套可行性方案,辅助设计团队做出决策,同时能够完成建筑外形智能设计以及结构方案自动优化调整,显著拓宽了设计创新的探索空间,在工程造价预测与投资分析领域,利用深度学习智能分析工具可以按照项目核心指标快速算出符合精度要求的投资估算,测算精度达到甚至超过专业造价人员水平,有效缩短前期决策周期。在建设项目实施阶段里,基于算法推动的排程方案可同时评估资源占用情况、工艺逻辑顺序以及自然环境带来的影响,自动形成合理的施工时间顺序并动态管控,有效缓解了复杂项目进度规划繁琐、频繁做调整的实际问题,在风险处理范围中,机器学习赋能的识别模型能够自动处理海量数据以发现潜在的风险点,分析风险出现的几率和破坏力,助力决策层开展精准化的风险管理举措。对于合同管理工作,智能合同审查要依托自然语言处理技术,系

统可以自动抓取合同的重要条款、发现隐藏的风险点、对比类似合同的区别，大大降低了合同审核的人力需求，AI辅助决策系统的核心价值并非取代人类的决策职能，而是借助全景式的数据支持、精细化的分析能力和多样化的策略输出提升决策的效率，达成人机协同的智能化决策方案。

2. 智能机器人技术的施工应用

建筑施工现场中，智能机器人技术的实践探索有了阶段性成效，针对建筑业长期面临的用工匮乏、施工环境艰苦、效率低下等发展困境，提出了开创性解决思路，借助有机整合环境感知、中央控制与末端执行系统，可适应复杂施工条件，自主或半自主执行指定工序，其作业精度、速度以及安全性都比人工强很多。对于建筑测量放线工作而言，智能测量仪器能实现坐标自动获取、高程实时观测及放线施工，其测量误差不超出毫米范围，作业速度是人工操作的数倍之多，切实解决了勘测人力短缺和成果稳定性欠佳的情况，在砌墙作业当中，机器人可独立完成砖块抓取、砂浆涂抹及精准砌墙的全流程，垂直度和平整度都比人工砌墙工艺好很多，极大降低了现场工人的体力耗费。针对表面喷涂作业情况，该设备可按照预先设定的程序，自动进行建筑物内外墙面的喷涂工作，让涂层均匀且厚度一致，极大地降低了涂料的浪费程度，也让劳动者避免直接接触涂料中的有害成分，就钢制构件的焊接来说，焊接机器人使复杂节点和高空焊接操作稳定可靠，焊接质量的均匀性得到明显增强，进而消除了高空作业对人员安全的潜在危险，建筑业机器人的广泛运用正在改变传统劳动密集型的施工方式，形成技术密集型的新样式，推动建筑业朝着制造业式的高级水平发展。

3. 数字孪生平台的综合集成

数字孪生技术作为数智融合的典型样板，在建筑工程管理应用方面具有显著的应用前景和革新意义，其能在虚拟环境创造和实体系统一致的数字副本，依靠数据即时交互达成虚实空间的对应映射与协同进步，从而能在数字孪生体上实施工况模拟、故障预判以及参数优化。对于建筑施工行业来讲，数字孪生体系达成了BIM建模、物联网监测跟管理业务数据的多维整合，形成贯穿工程各要素和各环节的数字化映射体系，实现对工程进展的全面掌控、虚实结合与智能优化，施工操作时，利用数字孪生引擎，实现施工现场多维度数据与虚拟模型的精

准对应，清楚反映施工实际情况，帮助管理者完成沉浸式远程巡查和指挥部署。一旦实际操作时有突发问题出现，利用数字系统对处置方案进行动态模拟和效应分析事宜，助力筛选最理想的处置手段，在运维操作阶段，建筑设施实时运行数据持续传输到数字孪生平台，能够持续追踪设备运行状况、及时找出故障隐患、合理预估维保节点位置，实现从被动维修到预测性维护的转变升级，设备耐用性明显增强且运维开支减少，由于处理器效能和传感器精度双双提升，数字孪生平台会朝着高精度、实时响应和智能化目标稳步前行。

结束语

数字及智能化转型是建筑工程管理升级、推动行业高质量发展重要途径，在推动产业技术进步、强化管理能力和构建核心竞争力上有积极意义，本研究借助系统方法，明确解析数字化转型定义范畴和兴起背景，分析建筑信息模型系统、物联网架构和大数据算法在项目中的应用案例，关注人工智能、智能机器人、数字孪生和智慧工地等技术创新实践，展现智能技术助力建筑工程管理领域突破性进展和长期利益。随着技术水准提升和应用范围扩大，建筑工程管理正快速朝着智能决策、高效作业和绿色实践方向迭代演进，分阶段完成从数字化、智能化直至智慧化的升级转变，建筑企业需主动抓住数字化转型的发展先机，完善技术探索和人才培养机制，建立数据管理及规范体系，深入探寻技术赋能与业务转型的协同突破之处，既推动领域革新又确保企业持续发展。

参考文献

- [1] 苏宗宪. 建筑工程管理中的数字化转型与智能化应用探索 [J]. 中华建设, 2025, (11): 31-33.
- [2] 鹿艳艳. 数字化背景下智能化建筑工程管理技术应用模式探究 [J]. 黑龙江科学, 2025, 16(16): 150-152.
- [3] 杨一杰, 武永峰, 孙攀, 等. 建筑智能化背景下工程管理数字化技能培训研究 [J]. 山西青年, 2025, (01): 67-69.
- [4] 朱皓鑫. 面向未来的建筑工程管理: 从数字化到智能化的转型路径 [C]// 江西省工程师联合会. 2024年智能工程与经济建设学术会议论文集(工程管理与经济建设专题). 浙江甬金工程咨询有限公司, 2024: 908-910.