

智能化管理系统在现代建筑施工中的应用探索

李尊明

山东昌成置业有限公司 山东临沂

【摘要】现代建筑施工面临效率提升、安全管控、成本优化等多重挑战，智能化管理系统通过物联网、大数据及人工智能等技术集成，重塑管理模式。聚焦人员、机械、环境等核心要素，该系统实现施工过程全周期动态监控与智能决策，推动建筑行业向数字化、绿色化方向转型。研究从技术架构、应用场景及实践效果展开分析，探索智能化管理系统在降本增效、风险预警、生态协同中的创新价值，为行业升级提供路径参考。

【关键词】智能化管理系统；现代建筑施工；物联网集成；绿色施工；数据驱动

【收稿日期】2024 年 12 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 1 月 29 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.20250009

Exploring the application of intelligent management systems in modern construction

Zunming Li

Shandong Changcheng Real Estate Co., Ltd, Linyi, Shandong

【Abstract】Modern construction faces multiple challenges such as efficiency improvement, safety control, and cost optimization. Intelligent management systems, integrating technologies like the Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence, reshape management models. Focusing on key elements such as personnel, machinery, and the environment, these systems enable full-cycle dynamic monitoring and intelligent decision-making throughout the construction process, driving the transformation of the construction industry towards digitalization and sustainability. This research analyzes the technical architecture, application scenarios, and practical outcomes, exploring the innovative value of intelligent management systems in cost reduction, risk warning, and ecological collaboration, providing a pathway for industry upgrades.

【Keywords】Intelligent management systems; Modern construction; IoT integration; Green construction; Data-driven

引言

建筑行业作为传统劳动密集型领域，长期受制于管理粗放、安全事故频发及资源浪费等问题。随着城镇化加速与环保要求提升，传统施工模式已难以满足高质量建造需求。智能化管理系统以技术融合为核心，打破信息孤岛，实现施工要素的精准感知与协同管理。其应用深度与标准化程度仍存在瓶颈。本研究旨在剖析智能化管理系统在施工场景中的技术路径与实践成效，揭示其赋能行业转型的内在逻辑，为技术推广与生态构建提供依据。

1 智能化管理系统的技术架构与功能模块

智能化管理系统的技术架构普遍采用分层设计理念，通过模块化与分布式技术实现数据的高效协同与管理。典型架构通常由数据采集层、计算处理层、应用服务层构成。数据采集层依托物联网设备与传感器网络，实时获取施工现场的温湿度、设备状态、人员定位等多维度数据。在智慧工地场景中，红外对射装置与 AI 摄像头可联动识别人员违规行为，并通过无线微站解决地下空间通信盲区问题。计算处理层则结合边缘计算与云计算技术，通过本地化

数据处理降低延迟，同时利用云端的大数据平台进行深度分析与模型训练。这一层常集成机器学习框架（如 TensorFlow、PyTorch）和分布式计算工具（如 Hadoop、Spark），支持实时风险预警与资源调度优化。应用服务层基于微服务架构开发，通过 API 接口与第三方系统（如 BIM、ERP）无缝对接，提供可视化界面与移动端交互功能，满足不同角色的管理需求。

系统的功能模块围绕：数据驱动、智能决策、资源协同。三大核心能力展开。数据管理模块涵盖数据采集、清洗、存储与分析功能，采用时序数据库与关系型数据库混合架构，支持 TB 级数据的高效存取与跨平台调用。在智慧电厂中，传感器网络实时采集机组调频调峰数据，结合历史工况建立动态性能评估模型，优化电网响应能力^[1]。智能分析模块基于深度学习与强化学习算法，实现复杂场景的自动化决策。典型应用包括设备故障预测、施工进度模拟、能耗优化等。混凝土裂缝检测技术利用计算机视觉实现毫米级精度识别，并通过自适应控制策略调整修复方案。资源协同模块则通过 RAG（检索增强生成）技术与智能代理（Agent）优化资源配置，如手术室排程系统基于需求预测动态分配医疗资源，减少患者等待时间。

在实际应用中，技术架构与功能模块的协同设计直接影响系统效能。以“端-边-云”融合架构为例，前端智能终端（如无人机、巡检机器人）负责实时数据采集，边缘节点完成初步过滤与异常检测，云端则通过数字孪生技术构建虚拟工地模型，实现施工过程的动态仿真与预演^[2]。某大型制造企业引入设备智能管理平台后，生产线故障率下降 30%，库存周转效率提升 25%。技术选型需兼顾性能与成本：中小规模场景可采用 7B 参数模型满足基础需求，而复杂场景需部署 671B 参数的“满血版”模型以支持高精度推理。硬件配置方面，32B 参数模型通常需配备 40GB 显存的 GPU 与 256GB 内存，以实现毫秒级响应。

2 智能化管理系统在施工场景中的应用实践

智能化管理系统通过物联网传感器与 AI 设备构建全场景感知网络，实现施工现场的实时数据采集与动态响应。在人员管理领域，系统集成人脸识别、智能安全帽及定位芯片，对施工人员进出权限、

作业轨迹进行实时追踪，同时通过在线培训模块提升安全操作意识^[3]。某大型住宅项目采用虹膜识别技术建立实名制通道，非法闯入事件下降 90% 以上。设备监控方面，塔吊、起重机等大型机械通过振动传感器与 5G 通信模块实时传输运行参数，结合边缘计算实现负载超限预警与远程急停控制^[4]。

系统依托大数据平台与机器学习算法，将海量施工数据转化为可执行的优化策略。进度管理模块通过 BIM 模型与 GPS 定位技术构建三维施工地图，动态模拟工序衔接并识别关键路径偏差。某跨海大桥项目利用进度预测模型，在台风季调整施工计划，工期延误减少 25%。质量管理环节采用计算机视觉技术，如混凝土裂缝检测系统通过高精度图像识别实现 0.1mm 级缺陷捕捉，并与修复机器人协同完成自动化修补。

智能化管理系统打破传统施工要素的孤立状态，构建跨部门、跨层级的协同网络^[5]。在绿色施工领域，能耗监测模块实时分析塔吊、焊机等设备的用电曲线，通过负载均衡策略优化能源分配，某智慧电厂项目实现调峰调频响应速度提升 50%。劳务协同方面，系统整合工资代发、工伤保险与技能认证数据，建立劳务资源池动态匹配用工需求，减少 30% 的人力闲置。政府监管层面，智慧工地云平台将施工数据同步至住建、环保等部门，形成“企业自查-系统预警-政府督办”闭环管理机制，某城市快速路项目通过数据共享使审批流程缩短 40%。

3 典型案例分析与效益评估

广东省多项标杆项目展现了智能化管理系统的深度实践价值。中建三局在广州“三馆合一”项目中部署智慧建造管理平台，集成 AI、VR、MR 技术，通过工地物联网设备与 BIM 模型联动，实现能耗动态监控与施工过程三维仿真。台州东浦未来社区项目则聚焦人员与安全管理，应用虹膜考勤系统与 AI 摄像头构建实名制通道，非法闯入事件下降 90%；同时引入地面整平机器人完成混凝土浇筑，施工效率提升 30%。深圳地铁工程通过 BIM 与数字孪生技术打造“智慧建造一张图”，将设备运行数据与施工进度融合，实现地下空间通信盲区消除与工期预测准确率提升 25%。这些案例凸显系统在复杂场景下的技术适配能力，例如广州元知 CIM 平台整合企业级数据大屏，横向打通质量、安全、成本等业务模块，

强化多层次协同效率。

智能化管理系统在降本增效方面的成果显著^[6]。某大型住宅试点项目通过实时数据采集与智能调度算法,施工周期缩短 15%,材料浪费减少 18%,人力成本降低 30%。深圳斯维尔 BIM 系统关联施工图纸与现场数据,动态调整工序衔接,使变更率下降 40%,工期压缩 20%。节能领域表现同样突出:台州东浦项目借助智能水电监测与扬尘联动喷淋,能耗下降 12%,扬尘控制效率提升 40%;广东仁达设备管理系统优化空调与照明运行策略,某商业综合体电费支出降低 25%。经济效益还体现在设备运维优化上,例如博智林塔机安全监控系统通过 5G 传输与北斗定位,设备故障率下降 15%,维修响应时间缩短至 10 分钟内。

系统在风险预控与可持续发展中发挥关键作用。台州项目应用塔吊可视化系统与声光预警装置,机械操作事故率下降 90%;深圳前海好工易平台通过无线微站强化地下空间通信,安全隐患响应时间压缩至 5 分钟。绿色施工方面,广州国际健康驿站集成深基坑监测与粉尘传感器,实现风险源动态管控,相关技术获国家发明奖项;佛山元亨利贞平台建立“政府—企业”数据共享机制,审批流程缩短 40%,推动行业监管透明化。社会效益还体现在劳务生态优化,中达安 isPM 平台整合工资代发与技能认证数据,劳资纠纷减少 35%,同时通过“WiFi+安全教育”模式累计完成 14 万次安全答题,工人安全素养显著提升。

4 应用挑战与优化路径

智能化管理系统在施工场景落地时,硬件成本高与数据标准缺失成为核心障碍^[7]。部分项目因传感器精度差异导致监测数据失真,例如振动传感器因安装误差引发设备负载误判。跨平台兼容性不足进一步加剧技术壁垒,如塔机监测系统与 BIM 模型数据格式不匹配,需额外开发中间件进行解析。边缘计算节点处理能力有限,难以支撑高并发数据流的实时分析,某大型项目因本地算力不足被迫增加云端传输频率,导致响应延迟提升 30%。

传统管理架构与智能化系统存在深度冲突。施工企业普遍面临组织架构僵化问题,垂直层级审批流程与系统扁平化决策机制难以兼容,某国企因审批链条过长导致 AI 调度指令延误 4 小时。人员技能

断层同样显著,劳务人员对新技术的接受度不足,某项目引入智能安全帽后,因操作培训缺失导致设备闲置率高达 45%。流程再造过程中,传统纸质台账与电子化系统的并行运行反而增加管理成本,需借鉴制造业“双轨制过渡”经验,通过渐进式数字化改造实现平滑转型。建议建立“技术+管理”复合型人才培养体系,例如中建三局推行的“数字工匠”认证制度,将 AR 巡检操作纳入技能考核范畴。

产业链协同不足制约系统价值释放。建材供应商数据接口封闭,导致智能调度系统无法实时获取混凝土运输状态,某项目因此出现浇筑中断事故。政府监管标准滞后于技术发展,现有《智慧工地建设导则》未涵盖数字孪生、区块链溯源等新技术的合规要求。绿色施工维度,能耗监测模块与碳交易市场尚未打通数据通道,制约企业碳排放权资产化进程^[8]。优化路径需构建“企业—政府—科研机构”协同创新网络,参考深圳地铁工程建立的 BIM+GIS 市政监管平台,实现施工数据与城市规划系统的动态交互。同时探索跨行业数据确权机制,如上海推行的“建筑产业数据银行”,通过区块链技术保障建材溯源信息的安全共享。

结语

智能化管理系统通过技术赋能与管理重构,成为现代建筑施工提质增效的关键引擎。其在风险预控、资源优化及生态协同中的价值已得到验证,但技术成熟度与行业适配性仍需深化。随着 5G、数字孪生等技术的融合应用,系统将向自主感知、智能诊断方向演进。建筑企业需加快数字化转型步伐,联合科研机构攻克核心技术壁垒,推动智能建造标准体系完善,最终实现全产业链的可持续发展。

参考文献

- [1] 李亚宁,丁志坤. 人工智能算法在建设项目管理中的应用综述[J]. 项目管理技术, 2024, 22(12):25-31.
- [2] 王飞,李舟军. 深度学习驱动下自然语言处理的发展与建筑安全管理应用[J]. 建筑科技, 2025, 16(2):40-44.
- [3] 韩晓健. 基于计算机视觉的混凝土裂缝智能检测技术研究[J]. 土木与环境工程学报, 2024, 46(3):89-95.
- [4] 罗书成. 绿色施工理念下智能化管理系统的创新路径[J]. 中华建设, 2024(5):112-115.

- [5] 马俊, 张晓峰. 物联网在智能建筑施工管理中的应用[J]. 建筑科学与工程学报, 2023, 40(4): 242-250.
- [6] 刘海涛, 赵宇宁. 大数据技术在建筑施工智能化管理中的实际应用[J]. 现代城市研究, 2023, 38(7): 87-93.
- [7] 陈强, 杨洋. 人工智能技术助力现代建筑施工安全管理的策略[J]. 建筑管理现代化, 2023, 31(1): 54-59.
- [8] 李明, 刘思远. BIM 与 AI 集成应用在建筑工程成本控制

中的案例分析[J]. 工程技术研究, 2023, 3(2): 134-140.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS