

人工智能技术在建筑工程施工中的应用与前瞻

吴剑文

江苏润祥建设集团有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i10.8464

[摘要] 随着科技的快速发展以及建筑行业的不断进步，传统建筑行业正经历一场深刻的变革。当前人工智能已成为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，为建筑工程施工注入新动能，实现对工地全流程的实时动态监控、精细化管理及高效协同作业，有效破解传统工地在安全监管、进度把控、资源调配等方面长期存在的痛点。本文将阐述人工智能技术在建筑工程施工中的应用价值与挑战，分析人工智能在现代化建筑施工的实际应用，并对其未来应用前景进行展望，以供参考。

[关键词] 人工智能技术；建筑工程施工；施工质量；应用价值

Application and Prospects of Artificial Intelligence Technology in Construction Engineering

Wu Jianwen

Jiangsu Runxiang Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] With the rapid advancement of technology and continuous progress in the construction industry, traditional construction practices are undergoing profound transformations. Artificial intelligence has emerged as a strategic technology driving the new wave of technological revolution and industrial transformation, injecting fresh momentum into construction projects. It enables real-time dynamic monitoring, refined management, and efficient collaborative operations throughout the entire construction process, effectively addressing long-standing challenges in safety supervision, progress control, and resource allocation at traditional construction sites. This paper discusses the application value and challenges of artificial intelligence technology in construction engineering, analyzes its practical implementations in modern construction projects, and explores future application prospects to provide reference.

[Key words] artificial intelligence technology; construction engineering construction; construction quality; application value

引言

建筑业作为国民经济的支柱产业，其数字化转型已成为国家战略的重要组成部分。近年来，国家出台了一系列政策文件，为建筑业人工智能应用指明了方向，构建了制度保障。《“十四五”建筑业发展规划》明确“十四五”时期行业发展战略方向，将加快智能建造与新型建筑工业化协同发展列为核心任务，为人工智能技术融入建筑领域提供中期发展指引。《“十五五”建筑业发展规划（2026-2030）》聚焦行业高质量转型，提出强化科技创新赋能，进一步提升建筑工业化、数字化、智能化水平，实现绿色低碳发展，为人工智能技术的长期应用规划路径。《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》明确了以数字化、智能化升级为核心动力，目标构建覆盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营全产业链的融合型智能建造产业体系，为建筑业人工智能应用定下政策主基调。此外，工信部研究推出的“人工智能+制造”专项行动实施方案，提出针对重点行业、关键环节与核心领域部署智能化转型任务，为建筑施工领域的人工智能应用提供跨行业参考与实践路径。在此背景下，人工智能技术在建筑施工环节和领域得到普遍推广和应用，显著提高了工程质量与建造效率，降低了建设成本，满足了建筑领域绿色化发展的需求，成为推动行业转型的重要引擎^[1]。

1 人工智能技术在建筑工程施工中的应用价值

1.1 动态监测建筑质量，提高实时监测水平

人工智能技术在建筑信息模型（BIM）的助力下，通过智能监测手段，能够实现建筑施工质量的动态管控与实时提升。例如，以建筑模型为协同载体，设计、管理及施工人员可以高效对接，施工人员能利用模型精准把握设计理念，严格按方案施工，减少主观因素导致的质量问题；管理人员能根据现场施工的实际情况及时调整模型参数，使生成的新模型能够直观呈现数据变化，为决策提供依据^[2]。同时，借助人工智能的自动化与智能化优势，通过“无人机+人工智能”“机器狗+多模态感知”等技术构建全域监测网络，能够24小时动态采集建筑数据，自动识别施工问题，有效降低人工监测的漏检率与误差。

1.2 优化建筑施工方案，科学调度施工资源

从实际来看，人工智能算法能够为施工方案优化与资源调度提供核心技术支撑，推动管理模式从经验驱动向数据驱动转型。例如，以遗传算法为代表的智能算法能够模拟自然进化机制，在工期、成本、质量等多目标约束下求解最优解，精准规划多层建筑施工搭接时序等复杂工序逻辑，有效缩短施工时间。又例如，神经网络算法能够依据历史数据构建预测模型，精准预估水泥等材料需求量、设备故障概率，为采购与维护计划提供数据支撑，降低误差率^[3]。再例如，智能算法能实时整合现场数据，动态优化材料运输路线与设备分配方案，自动调配周转材料以避免闲置与短缺，提升设备利用率，降低材料损耗与运输成本。

1.3 确保系统相关关联，提高建筑管理质量

在建筑工程施工中，人工智能技术还可以通过打通多系统数据链路，整合传感器、子系统、移动终端等多元设备，有效提升建筑施工与运维的管理质量，实现监测与管理的全域协同，减少人为操作引发的安全事故。以施工指令传递为例，轮循式移动传输终端凭借每日 2.88 亿次的高访问量，实现高效信息流转，不仅传输速度快，还支持文字、图片、音频、视频传输，确保管理人员与施工人员能实时发现并协同解决问题，实现管理决策的精准高效。

2 人工智能在建筑施工中面临的挑战

当前，人工智能在建筑工程施工中的应用，仍面临一些问题。首先，施工数据分散于图纸、设备终端、不同单位的独立系统中，缺乏统一标准和集成机制，形成“信息孤岛”，导致大模型难以获取完整、一致、结构化的训练和应用数据，影响模型效能发挥。其次，人才短板突出，智慧建造行业需要及具备建筑施工专业知识，又站能够为信息技术、数据分析等技能的复合型人才，但目前这类人才的培养和供应相对不足，加剧了技术落地难度^[4]。最后，数据安全与制度保障问题不容忽视，施工数据包含项目机密与人员隐私，人工智能处理过程中存在泄露风险，而且当前我国敏感信息的界定标准尚未统一，数据保护立法尚待完善。此外，定制化人工智能服务的算力、模型、数据等建设和实施成本仍较高，成为中小企业应用推广的阻碍。

3 人工智能在现代化建筑施工的实际应用

3.1 工程概况

某大型商业综合体项目，总建筑面积约 25 万 m²，占地面

积约为 10 万 m²，由两栋高层建筑组成，涵盖购物中心、甲级写字楼、高端酒店式公寓三大核心业态，集成购物、餐饮、休闲娱乐等多元功能。在空间规划上，项目在动线设计中注重平面动线的简明、公共空间的良好利用。为破解商业综合体“高能耗、难管控、体验与节能难平衡”的行业痛点，项目通过人工智能大模型智慧运维管理平台，打造“硬件升级+软件赋能”的全链路绿色管理体系。

3.2 具体应用

3.2.1 数据采集与分析

在建筑工程施工过程中，数据采集与分析是重要的环节之一，人工智能技术能够为建筑工程造价管理提供全流程数据支撑，驱动风险预警^[5]。施工过程中，可以跨渠道整合多元造价相关数据，如历史项目造价档案、实时市场行情、政策调整文件及建材价格波动信息，通过数据清洗与结构化处理，构建动态更新的造价数据库，为风险识别与评估筑牢数据基础。也可以借助机器学习算法、数据挖掘模型等技术，对整合后的海量数据进行深度分析，精准挖掘数据间的隐性关联与变化趋势，识别可能存在的造价风险^[6]。研究结果显示，在设计、采购、施工、质量控制、后期评估等实施阶段，设计变更记录、材料成本数据、进度更新、检测报告、客户反馈的数据收集数量分别为 150 条、200 条、300 条、120 条、80 条，改进效果为减少返工（效率提升 20%）、成本节约（效率提升 15%）、工期缩短（效率提升 25%）、缺陷减少（效率提升 30%）、提升满意度（效率提升 35%）。具体而言，在建设实施环节，采用无人机采集的监控数据来调整施工进度，有效缩减了整个工程的周期。

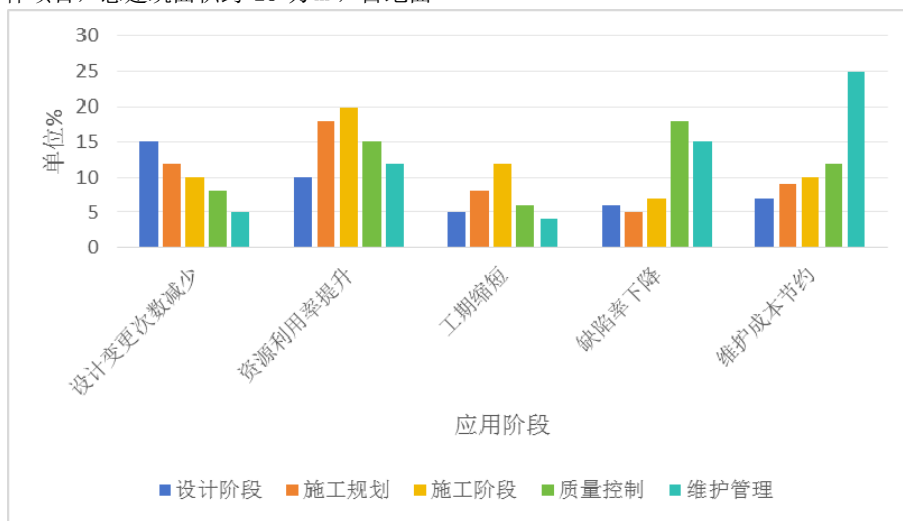


图 1



图 2

3.2.2 人工智能与机器学习

作为智能建造的核心技术支撑，人工智能与机器学习能够重塑建筑工程项目管理全流程，在设计、建设、安全管控等关键环节起到至关重要的作用，其应用成效如图 1 所示。在方案设计阶段，机器学习模型通过对结构方案、成本清单、节能指标等海量历史设计数据进行深度挖掘，结合实时市场造价与材

料性能参数，自动生成多版优化方案，并从工期、成本、绿色节能等维度进行量化对比，为设计团队提供决策参考，有效缩短方案迭代周期。在建设阶段，人工智能实时采集的施工进度、材料消耗、设备运行数据，能够精准识别进度延误、成本超支等潜在风险，输出针对性预警方案。

在施工安全方面，人工智能利用 BN-Inception 网络提取

视频帧中的空间特征，结合 LSTM 模型对人体动作时序信息建模，实现人体骨骼关键点的动态追踪，能够精准检测安全帽未佩戴、违规跨越防护栏等危险行为^[7]。同时联动人脸识别系统完成考勤管理，结合周界入侵检测算法实现防盗报警，构建全过程安全管理闭环。安全帽佩戴检测、人脸识别考勤管理、周界入侵防盗报警如图2所示。

3.2.3 硬软件建设

该项目通过“硬件升级+软件赋能”的协同模式，构建建筑施工与运维的智能基础体系。在硬件层面，项目通过优化建筑物理性能、更换隔热外门、封堵围护结构漏点强化气密性等手段，同步调整后勤动线提升运营效率；通过升级设备与感知系统，为冷水机组、冷却塔加装变频器及变流量喷头以优化能耗，修复失效传感器并新增冷/热量表、温湿度监测设备，实现全场景数据实时采集，为 AI 调控提供精准数据支撑。在软件层面，项目以 BIM 技术为核心搭建云平台，构建与实体建筑精准匹配的数字孪生模型，平台集成人工智能算法，驱动空调末端、冷热源、照明等系统按最优策略自主运行，结合峰谷电

价动态调整蓄冷方案，平衡环境舒适度与节能需求。同时平台具备风险智能预警功能，实时识别异常并自动生成诊断建议与工单，缩短处置周期，打破了部门数据壁垒，实现了跨专业协同管理，提升整体运维效率。

4 人工智能在现代化建筑施工的应用效果与展望

4.1 应用效果

人工智能大模型为项目带来了显著的节能效益与管理提升。数据显示，2024 年 7 月至 2025 年 7 月，空调系统能耗同比下降 66.48 万 kWh，节约电费约 65.15 万元，减少碳排放 329.076tCO₂；供热系统供热量同比减少 29 万 kWh，减碳 244.8tCO₂，绿色效益突出。在运营管理方面，平台实现设备全生命周期智能管控，设备在线率、健康率、自动率分别达 100%、97.2%、98.1%，有效降低了维修成本与停机时长。同时，运行数据自动抓取替代人工抄录，异常事件智能分析缩短定位时间，部分岗位人员精简，人力成本显著下降。冷站能耗同比情况如图3所示。

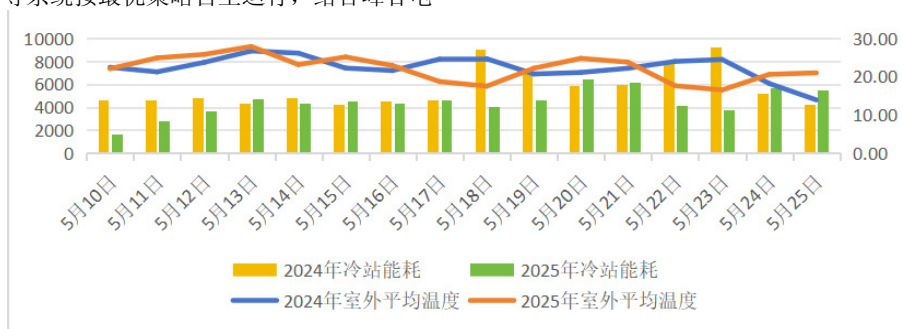


图3

4.2 展望

尽管在建筑施工领域落地仍面临一系列挑战，但人工智能的引入无疑将带来建筑工程施工的革新，具有广阔的应用前景。

在建筑设计环节，人工智能大模型将与虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术深度融合，打造沉浸式、交互式设计场景，确保设计师能够通过语音指令、手势操控等自然交互方式，与人工智能系统实时联动，快速生成多版设计方案并动态修改。而且人工智能可以结合地域文化、用户需求及建筑美学规律，在空间布局优化、功能分区规划上提供智能建议，打造兼具创新性与人性化的建筑作品，有效缩短设计周期并提升方案质量。同时，施工阶段将加速向智能化、自动化转型。搭载人工智能算法的建筑机器人将广泛应用于现场作业，承担砌墙、焊接、管线安装等工作，有效提升施工精度与效率，减少人工成本投入及安全事故隐患。利用数字孪生技术构建施工现场虚拟模型，能够实时映射施工进度、设备状态及人员动线，通过人工智能分析优化施工流程，能够确保工期节点与工程质量可控。此外，建筑运维阶段，人工智能将实现设施设备全生命周期智能化管理，通过部署传感器实时采集设备运行数据，人工智能算法精准预测故障风险、评估设备健康状态，提前制定维护计划，避免突发停机损失。并根据用户使用习惯与环境需求，自动调节室内温湿度、照明亮度等参数，提升建筑使用体验。

因此，未来还需持续深化人工智能在智慧建筑领域的应用，探索智能建造与绿色低碳的结合路径，助力商业地产及整个建筑业加速迈向数字化、智能化、可持续发展新阶段，为国家“双碳”目标实现贡献行业力量。

5 结语

综上所述，建筑行业随着技术的不断发展，也变得越来越复杂。人工智能技术在建筑工程施工中的应用，有利于动态监

测建筑质量，提高实时监测水平；优化建筑施工方案，科学调度施工资源；确保系统相关关联，提高建筑管理质量。但实际操作中面临一些挑战，应从数据采集与分析、人工智能与机器学习、硬软件建设三个方面入手，让人工智能技术在建筑工程施工中发挥最大价值，提高施工效率，降低施工成本，增强施工安全性，深化建筑业改革，加快推动高质量发展。

【参考文献】

- [1]孙茂杰.人工智能在建筑工程施工管理中的应用[J].新材料·新装饰, 2025, 7(15): 191-194.
 - [2]姚圣义.探究人工智能技术在房屋建筑施工中的应用[J].中华建设, 2024, (05): 124-126.
 - [3]刘嵘.智能化技术在建筑工程施工中的应用策略[J].门窗, 2025(17): 232-234.
 - [4]方泉.现代化建筑施工中的人工智能技术应用探索[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(7): 0171-0174.
 - [5]陈亚渲.人工智能技术在建筑工程造价风险控制中的应用与展望[J].住宅与房地产, 2025(17): 101-103.
 - [6]陈鸣.智能化施工技术在现代建筑工程中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2025(4): 102-105.
 - [7]赵磊, 周大伟, 潘鹏.人工智能赋能建筑施工安全领域的机遇与挑战[J].工程管理学报, 2025, 39(2): 100-105.
- 作者简介: 吴剑文, 1983年11月7日, 男, 江苏金坛, 汉族, 本科, 工程师, 研究方向: 工程施工。