

基于人工智能技术的装配式建筑施工应用研究

尹 豪

湖北三峡职业技术大学 湖北 宜昌 443000

【摘 要】：随着我国智能建造与建筑工业化战略协同推进，装配式建筑已成为建筑业绿色转型与产业升级的重要方向。相较于传统现浇施工，装配式建造具备节能低碳、工期可控、标准化程度高等优势，但在实际施工中仍存在装配精度不足、工序协同性差、数据管理碎片化等问题。人工智能技术依托机器视觉、深度学习、智能算法与自动化设备优势，能够实现施工全过程感知、分析、决策与优化，有效弥补传统装配式施工的管理短板。本文阐述人工智能与装配式施工的融合机理，分析 AI 技术在构件生产、现场装配及进度成本管控中的典型应用，总结当前技术落地存在的适配性不足、数据标准缺失、规范滞后及成本偏高等问题，并提出针对性优化对策。研究可为装配式建筑智能化施工的推广应用提供理论参考与实践支撑。

【关键词】：人工智能；装配式建筑；施工技术；智能管控；智能建造

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.033

1 引言

在双碳目标与建筑产业现代化政策驱动下，装配式建造模式快速普及，有效改善了传统施工高污染、高能耗、高人工依赖的弊端。国家持续出台智能建造扶持政策，推动建筑业由粗放式人工施工向数字化、智能化、工业化方向转型。然而，现阶段装配式施工现场仍以经验化管理为主，构件吊装对位精度低、节点灌浆质量难以把控、交叉工序协调难度大、安全风险隐蔽性强，导致工程质量参差不齐、施工效率受限。

人工智能、大数据、BIM 融合、建筑机器人等新兴技术，为装配式施工提质增效提供了全新技术路径。通过智能感知、数据建模与算法推演，可实现施工风险前置预警、施工工艺智能优化、资源动态调配，构建全流程智能化管控体系。本文系统研究人工智能在装配式建筑施工中的应用体系、现存瓶颈与优化路径，助力装配式建筑高质量发展。

2 人工智能与装配式施工融合体系

2.1 融合机理

装配式建筑施工涵盖工厂预制、现场装配、竣工验收三大阶段，工序衔接紧密、质量控制点多、现场工况复杂。人工智能与装配式施工的融合，构建了数据采集—智能分析—决策执行—迭代优化的闭环管理模式。依托物联网传感设备、BIM 模型、视觉采集设备获取施工多源数据，通过深度学习算法解析施工状态、环境变化与设备运行情况，智能输出最优施工方案与风险处置策略，实现施工质量、安全、进度、成本的一体化智能管控。

2.2 核心支撑技术

装配式智能施工体系依托多技术协同赋能，核心技术主要

包括：一是机器视觉技术，实现施工缺陷、违规行为、构件误差的自动识别；二是深度学习算法，用于风险预测、进度分析与资源优化；三是建筑机器人技术，实现构件加工、吊装、灌浆等工序自动化作业；四是大数据云计算技术，实现施工数据整合共享；五是 BIM 与 AI 耦合技术，通过虚实对比、动态模拟实现施工全过程精细化管控。

3 人工智能在装配式施工中的应用场景

3.1 预制构件智能化生产

构件生产质量是装配式工程质量的基础。传统预制生产线自动化水平有限，易出现构件尺寸偏差、养护不达标、外观缺陷等问题。人工智能技术可实现预制生产全流程管控：智能加工机器人完成钢筋裁切、混凝土精准布料，大幅提升生产标准化程度；通过温湿度传感设备实时监测养护环境参数，结合 AI 强度预测模型动态调整养护方案，保障构件力学性能稳定；利用机器视觉对成品构件开展外观检测，自动识别裂缝、缺棱掉角等缺陷，建立构件质量溯源档案，从源头把控施工质量。

3.2 现场智能吊装与精准装配

吊装装配是装配式施工的核心难点，传统人工吊装极易出现构件偏移、姿态失衡、对位不准等问题。基于 AI 与 BIM 的智能吊装系统可有效改善施工精度：依托空间定位算法构建施工现场动态坐标体系，智能测算最优吊装轨迹与落位参数；通过机器视觉实时追踪构件姿态，动态修正吊装偏差，实现毫米级精准对位；针对墙板、叠合板、预制楼梯等不同构件，算法可自适应匹配吊装方案，规避塔吊碰撞、构件倾覆等风险，显著提升装配施工效率与安全性。

3.3 施工质量智能检测管控

装配式施工质量缺陷多集中在拼接缝隙、套筒灌浆、节点连接等隐蔽部位,传统人工检测漏检率高、主观性强。人工智能无损检测技术可实现高精度质量管控:采用卷积神经网络视觉模型自动识别拼接缝隙超标、表面开裂、空鼓等质量缺陷;结合超声探测与 AI 数据分析,量化判定套筒灌浆密实度,解决隐蔽工程质量难以核验的行业痛点;依托 BIM+AI 平台将检测数据与模型关联,自动生成质检报告与整改方案,形成闭环质量管控体系。

4 技术应用现存问题

4.1 技术现场适配性不足

当前多数人工智能算法与智能设备适配标准化工业场景,施工现场光线多变、构件遮挡、工况复杂,导致视觉识别精度下降、算法适配性不足。同时, AI 平台、BIM 模型、物联网设备与传统管理系统数据接口不统一,数据互通受阻,智能管控体系难以实现一体化运行,多数技术仅停留在试点应用阶段。

4.2 行业数据体系尚不规范

人工智能模型运行依赖标准化、规模化的施工数据支撑。目前装配式行业尚未建立统一的数据采集标准,各企业、各项目数据格式杂乱、数据碎片化严重。施工缺陷样本、工况参数、风险数据储备不足,导致 AI 模型训练精度有限,智能决策与风险预判能力难以充分发挥。

4.3 复合型专业人才短缺

装配式智能施工属于建筑工程与人工智能的交叉领域,要求从业人员兼具施工工艺知识与数字化技术能力。当前建筑行业一线人员智能化操作能力薄弱,而人工智能技术人员缺乏施工现场经验,造成技术落地与工程实际脱节,人才缺口严重制约技术推广。

参考文献:

- [1] 王俊.智能建造技术在装配式建筑施工管理中运用[J].城市建设理论研究(电子版),2026,(16):40-42.
- [2] 马登彦.智能制造环境下装配式建筑房建构件质量控制优化研究[J].科技创新与应用,2026,16(15):162-164+168.
- [3] 席军.基于智能建造的装配式建筑质量管理探究[J].建材发展导向,2026,24(8):103-105.
- [4] 杨耀锋.基于 BIM 的装配式建筑施工过程智能化监控与优化研究[J].中国建筑装饰装修,2026,(5):105-107.
- [5] 孙长胜,徐旭.装配式建筑新型材料智能检测技术研究[J].江西建材,2026,(2):129-131.
- [6] 颜亨迈.智能建造技术在装配式建筑工程中的应用与效益分析[J].科技与创新,2026,(2):221-224.
- [7] 邴建江.装配式建筑机器人的施工路径优化算法[J].工程建设与设计,2026,(1):164-166.

5 优化对策与建议

5.1 提升技术场景适配能力

推进产学研协同创新,针对施工现场复杂环境优化抗干扰视觉算法、动态识别模型,提升设备环境适应能力。开发一体化智能管控平台,打通 BIM、物联网、AI 算法与项目管理系统的壁垒,实现数据实时更新、管控全程联动,提升智能技术落地效果。

5.2 构建标准化施工数据体系

行业主管部门牵头制定装配式智能施工数据采集、存储、应用统一标准,规范数据格式与采集维度。搭建行业共享施工大数据平台,丰富缺陷样本、风险工况数据库,持续迭代优化 AI 模型精度,充分挖掘数据赋能价值。

5.3 完善复合型人才培养机制

高校优化智能建造专业课程体系,增设人工智能、建筑机器人、BIM 数字化技术课程,培养复合型人才。企业常态化开展在岗人员技能培训,提升一线人员智能设备操作能力,构建适配智能建造发展的人才队伍。

6 结论

人工智能与装配式建筑施工的深度融合,是建筑工业化与智能建造协同发展的必然趋势,能够有效解决传统装配式施工精度低、效率低、管控弱的行业难题。本文系统分析了人工智能在构件生产、现场装配、质量检测中的应用价值,梳理了技术适配不足、数据标准缺失、人才短缺等现实问题,并提出系统性优化对策。

当前装配式智能施工技术仍处于迭代完善阶段,未来随着数字孪生、智能机器人技术的持续发展,装配式施工将持续提升建筑施工的智能化、精细化与绿色化水平,助力我国建筑产业现代化高质量发展。