

基于人工智能的装配式建筑设计方法探讨

张冰

中联合盛科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]人工智能技术发展起来后传统建筑设计方法就得变革,装配式建筑是现代建筑产业的重要发展方向且对设计复杂性和系统集成度的要求日益增高。文中探讨了人工智能在装配式建筑设计中的关键应用,如基于AI的建筑建模、结构优化、设计自动化路径等方面,引入深度学习、生成式设计和数据驱动建模技术可提升设计效率和施工可实施性。研究表明, AI技术既能使建筑设计实现智能化转型,又能优化资源配置、提高建筑品质,从而为未来装配式建筑发展提供技术支持。

[关键词]人工智能; 装配式建筑; 建筑设计; 结构优化; 生成式设计

DOI: 10.33142/ect.v3i7.17164

中图分类号: TU741

文献标识码: A

Exploration on Design Methods for Prefabricated Buildings Based on Artificial Intelligence

ZHANG Bing

Zhonglian Hesheng Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the development of artificial intelligence technology, traditional architectural design methods need to be transformed. Prefabricated buildings are an important direction for the modern construction industry and have increasingly high requirements for design complexity and system integration. The article explores the key applications of artificial intelligence in prefabricated building design, such as AI based building modeling, structural optimization, and design automation paths. The introduction of deep learning, generative design, and data-driven modeling technologies can improve design efficiency and construction feasibility. Research has shown that AI technology can not only enable intelligent transformation of architectural design, but also optimize resource allocation and improve building quality, thereby providing technical support for the future development of prefabricated buildings.

Keywords: artificial intelligence; prefabricated buildings; architectural design; structural optimization; generative design

引言

装配式建筑工期短、环保高效,在现代建筑行业里推广得很快,且人工智能(AI)技术跨界融合,给建筑设计带来新活力,传统装配式建筑设计流程效率不高且方案优化能力不强, AI 则数据处理、学习和推理能力强,能在建筑设计环节创新突破,本文想探讨基于人工智能的装配式建筑设计方法,从技术路径、系统架构、应用成效这三个方面分析,给构建高效、智能、可持续的装配式建筑设计体系作参考。

1 人工智能技术在建筑设计中的应用基础

1.1 神经网络与深度学习在设计建模中的作用

人工智能技术不断进步,神经网络在建筑设计建模里用得越来越多,卷积神经网络(CNN)和图神经网络(GNN)更是发挥着极为重要、不可替代的作用, CNN 图像特征提取能力强,在建筑图纸自动识别方面表现很好,像建筑平面图结构解析、构件轮廓边界提取、立面图像构造识别等任务都能做,建筑师借助这些功能,能快速准确掌握设计元素几何特征和空间关系,装配式建筑里, CNN 技术能自动识别和分类标准化构件,外形轮廓、预留开口、连接节点啥的都能识别,这样设计过程建模效率和数据精度都能提高,图神经网络(GNN)对构件间拓扑连接关系建模,三维装配结构里构件协同作用能精准模拟,构件排

列优化、节点连接合理性分析、施工顺序可行性评估都能支持,神经网络深度学习机制让系统有自我学习和适应能力,从大量历史设计数据里提取设计模式和构造逻辑,建筑模型自动生成、智能补全、优化推荐都能实现,设计周期被大幅缩短,建筑设计也从经验驱动向数据智能驱动发生根本转变,这为高效、智能的装配式建筑设计提供了强有力的技术支撑。

1.2 数据驱动设计与大数据平台构建

装配式建筑发展日益将数据驱动设计理念作为关键方向,建筑设计各阶段决策与优化靠大数据分析支撑是该理念的核心,装配式建筑设计时建筑师既要应对结构参数、构件选型、空间布局等技术因素,也要整合用户行为偏好、功能需求、环境适应性等多维信息,传统手工设计手段面对高维、动态、关联性强的数据体系时不可行,构建基于人工智能的大数据平台能统一集成历史项目数据、构件标准参数库、施工反馈记录、运营维护信息、用户使用数据从而实现多源异构数据的整合管理, AI 系统利用机器学习与数据挖掘算法提取高频设计要素、构件组合模式、性能关联规则进而得到新项目的精准设计参数推荐、空间功能组合优化方案,数据驱动设计也能支持场地条件识别、自然采光模拟、节能指标评估、流线组织分析等多目标方案推演,平台可打通建筑设计、构件生产、采购物流、现

场施工等各环节信息壁垒达成全流程协同设计与动态调整从而提升建筑设计效率、构件利用率、项目整体运行质量，为装配式建筑朝着智能化、系统化迈进提供助力。

1.3 人工智能辅助决策机制构建

复杂建筑设计过程中，建筑师常面临设计决策挑战，需要兼顾功能需求、造价控制、结构安全、绿色节能等多目标多约束要素，而人工智能能构建辅助决策机制，通过分析大量数据与规则，给建筑师提供科学参考方案，在多目标优化算法下，AI 系统可生成空间布局、构件配置等方面的若干可行性方案并自动评价各方案成本、能耗、施工难度等表现以供设计师选择最优路径，并且 AI 能有实时反馈机制，在设计时不断学习设计者偏好并反馈以慢慢优化推荐策略，在装配式建筑方面，AI 辅助决策可评估构件标准化、模数协调、运输路径等并给出建议，从而增强项目实施的可控性与可预见性，该机制减轻设计师判断负担，提升设计方案科学性与可落地性，是智能建筑设计系统的重要支撑。

2 AI 赋能装配式建筑构件设计优化

2.1 模块化构件的 AI 几何建模技术

装配式建筑基本特征是标准化与模块化，这对提升效率、达成产业化建造很关键，而要满足高效设计、快速响应需求，构件三维建模与排布优化中人工智能算法作用越来越大。深度神经网络训练，AI 系统能精准识别构件几何规则、尺寸比例、节点逻辑、参数约束，从而实现墙板、楼板、梁柱、门窗等标准构件自动三维建模，尤其与参数化设计平台结合时，根据建筑类型、使用功能、空间组合等条件，AI 能快速生成多种构件排列组合方案，自动调整构件尺寸、配置开口、添加连接节点，确保构件间逻辑协调性、结构匹配性。在构件排布方面，AI 综合分析受力路径、空间利用效率、施工吊装路径，智能优化构件布置，最大限度避免构件错位、冲突、空间浪费。设计人员借助 AI 建模平台，可在短时间内完成多轮模型设计、参数调整、方案推演，大大提高设计效率与方案质量，提供后续预制生产、现场装配、施工仿真精确数字支撑，实现概念设计到建造实施全流程数据联动。

2.2 结构力学分析中的智能推演

设计装配式建筑的核心要素是结构的安全性与稳定性，人工智能里的机器学习和强化学习方法能派上用场，通过在结构力学分析中引入智能推演机制可自动评估与预测建筑整体和局部构件的性能，系统学习大量已有的结构分析数据和工程案例构建出结构性能预测模型便能快速完成荷载分布计算、受力状态判断、抗震响应模拟等任务，以抗震设计为例，输入建筑类型、材料属性、连接方式等参数后，AI 模型能预测建筑在不同地震强度下的反应并给结构设计提出有针对性的优化建议，而且 AI 还能找出设计中的薄弱环节自动给出结构增强方案如节点加

固、受力路径调整、构件替换等让设计更具鲁棒性，与传统有限元分析相比，AI 推演计算速度更快且自适应能力更强，装配式建筑项目若构件种类多、连接复杂就特别适合用 AI 推演。

2.3 构件连接节点的智能识别与方案推荐

装配式建筑里构件连接节点是关键构造环节，其设计直接影响结构整体性能与施工效率，AI 在这方面主要应用于图像识别和知识图谱构建，将已有项目图纸、模型图像和施工照片经卷积神经网络训练后，AI 系统就能识别不同构件连接节点类型、位置与结构方式且能自动标注连接形式如插接、螺栓、焊接之类，在新项目里设计人员把构件类型和空间位置输入，AI 就能结合构件属性、施工条件和受力需求推荐最合适的连接节点方案，系统能自动检查节点设置是否合理并判断是否存在受力不均、施工障碍或者材料冲突等问题，AI 借助知识图谱技术还能在构件数据库搜索相似案例以类比优化节点设计并提供多种实现路径，这一智能化流程提高了连接设计的精准度和可靠性，为标准化构件推广、施工效率提升和质量控制提供了坚实支撑。

3 AI 驱动的建筑流程再造

3.1 生成式设计与方案自动生成

AI 在建筑领域的一个重要突破是生成式设计，其核心在于靠算法生成许多可行的设计方案供建筑师挑选和优化，深度生成模型如生成对抗网络 (GAN)、变分自编码器 (VAE) 很有代表性，常用于建筑平面布局、外立面造型、功能分区的自动生成，GAN 通过判别器和生成器对抗训练能模拟大量真实建筑设计规律，从而生成多样且逻辑严密的方案，而 VAE 能依据连续潜在空间里的样本生成许多建筑布局变体，使设计方案更具创新性和灵活性，将这些算法和参数化建模工具相结合，系统根据建筑用途、面积需求、地形约束等输入条件很快就能输出符合规范与美学要求的设计方案，再用采光率、流线效率、构件数量等量化评价指标筛选优化，这种自动生成机制大大提高了方案初设效率，使设计人员不必总是做重复劳动，从而能将更多精力放在创意和审美提升上。

3.2 虚拟仿真与 AI 可视化集成设计

保障建筑设计方案的可行性，建筑设计的可视化与仿真验证是重要环节，而传统方法靠手工建模与模拟，效率不高、响应迟缓，难以对多轮设计迭代进行实时支持，不过 AI 和 VR、AR 技术相结合可构建出更智能、交互性更强的可视化设计平台，AI 能自动提取设计参数并构建实时三维虚拟模型，这样设计人员就能在沉浸式环境里动态查看空间布局、构件连接、采光通风等效果且能马上调整设计方案，仿真模块把建筑物理模型和环境参数结合起来能实现热工模拟、结构响应分析、节能评估等功能，并且 AI 算法可以自动识别设计中的冲突区域、不合理路径或

者空间浪费且在虚拟环境中给出预警和调整建议,这种集成式仿真设计流程提升了设计决策的可视性与互动性,还增强了设计结果的落地性和施工可实施性,是推动建筑设计数字化转型的重要工具。

3.3 设计协同与智能化版本控制

装配式建筑项目对多专业协同设计需求迫切,而传统文件式管理和手动版本更新方式难以满足高效协同、动态调整需求,在基于 BIM 平台的多方实时协作场景中, AI 在设计协同和版本控制方面作用重大,其可借助自然语言处理与模型比对技术智能识别不同版本设计图差异、自动标注修改内容以减少人为疏忽,且当规则引擎与任务调度算法相结合时,能进行多专业设计任务分工调度、进度追踪和信息同步,保证各模块设计协同一致并防止构件冲突或返工(由信息滞后导致),智能化版本控制机制还能支持设计变更快速回溯、冲突检测和最优版本推荐以有效削减设计沟通成本、提升协作效率,建筑设计流程就这样以高度集成和智能管理的方式从线性变为并行、从静态变为动态,为装配式建筑高效交付提供强力技术支撑。

4 基于 AI 的装配式建筑全生命周期设计融合

4.1 建筑信息模型(BIM)与 AI 融合应用

装配式建筑中,建筑信息模型(BIM)作为重要的信息载体在设计、施工与运维阶段均处于核心位置,BIM 与人工智能融合可达成建筑全生命周期内信息联动和智能分析。在设计阶段, AI 可基于 BIM 模型自动识别空间冲突、构件碰撞、尺寸偏差等问题,从而提前避免设计缺陷并提高模型准确性。施工阶段, AI 可利用 BIM 提供的结构与流程数据进行施工进度预测、材料需求分析和施工方案模拟以实现施工全过程的动态控制,并且语义理解与图像识别技术使 AI 能够将现场采集的图像数据与 BIM 模型进行比对,进而做到施工质量的实时监测和异常预警。运维阶段,基于 BIM 的 AI 系统可接入传感器数据以分析建筑能耗、设备运行状态等信息,从而辅助建筑运营管理者制定节能策略与维护计划。BIM 和 AI 深度融合不仅提升了数据利用效率,还建立了设计-施工-运维闭环的智能协同机制,为装配式建筑全流程管理提供强有力的技术支撑。

4.2 智能化施工路径与预制工艺联动

装配式建筑施工和传统建筑方式大不相同,关键在于预制构件的精准拼装和高效安装,而 AI 技术给施工路径优化与预制工艺联动带来新想法,能根据 BIM 模型里构件的位置、尺寸、安装顺序等信息并结合施工现场的空间布局、起重设备布置情况自动算出最优装配路径,从而让施工时间缩短、资源浪费减少,通过路径规划算法和仿真技术, AI 能在预制构件运输、吊装路径和安装流程间找到最短路径、最低干扰的组合以提高现场作业效率,并且

还可以实时监测施工进度和构件安装状态并根据实际情况动态调整装配计划,使施工更具柔性和可控性,在预制工艺方面, AI 能够学习和分析构件工厂的生产数据以优化模具设计、排产顺序和材料使用,进而提升构件质量和生产效率,这种从设计到生产再到施工的全链条智能协同大大提高了装配式建筑整体交付质量和经济效益。

4.3 面向绿色建筑的智能设计导向

能源效率、环境友好与资源可持续利用都是绿色建筑所强调的,在这个方向上 AI 的引导作用日益凸显。建筑设计初期, AI 能分析历史绿色建筑案例和能耗数据以生成节能导向的设计方案,并且优化自然采光、通风布局和建筑朝向来有效降低建筑运行中的能源消耗。建筑环境模拟系统与 AI 结合可量化评估建筑热岛效应、噪音影响、水资源使用等并提出改进建议。材料选择时, AI 能智能筛选低碳、可再生、可回收材料并结合结构安全与施工工艺要求推荐出性价比高的材料组合方案。运维阶段, AI 利用物联网设备持续监控建筑能耗、碳排放与室内空气质量从而得出节能运行策略与智慧运维建议,延长建筑使用寿命并降低运维成本。AI 给绿色设计赋能,使装配式建筑变得更环保、低碳,从“节能”迈向“智能节能”,从单点优化变为系统级生态优化,成为推动建筑行业可持续发展的重要技术引擎。

5 结语

装配式建筑的全生命周期正被人工智能技术深度嵌入,从设计建模、构件优化、流程再造到绿色运维全面推动建筑设计的智能化转型, AI 不但提升了设计效率与施工精度,还优化了资源配置、强化了协同能力从而构建起一个集成、高效、可持续的建筑系统,在未来,随着算法优化与数据融合持续深化, AI 在装配式建筑领域将释放更多潜能助力建筑行业质量升级、技术革新与绿色发展,为现代建筑注入持续动力与智能引擎。

[参考文献]

- [1]王备,潘微,张亚东.基于预制构件生产过程中的智能建造管控系统[J].中国科技信息,2025(12):65-67.
- [2]刘汉章,杨琴.基于人工智能技术的装配式建筑绿色低碳发展路径研究[J].佛山陶瓷,2025,35(6):100-102.
- [3]陈前亮.基于智能建造的装配式建筑施工关键技术研究与应用[J].住宅与房地产,2025(17):56-58.
- [4]何凡,赵玥杰.文旅融合视域下装配式建造产品设计智能研究[J].包装工程,2025,46(10):502-508.
- [5]杨军三.融合智能技术的建筑工程装配式施工技术研究[J].新城建科技,2025,34(4):16-18.

作者简介:张冰(1991.5—),男,汉族,毕业学校:河北工业大学城市学院,现工作单位:中联合盛科技有限公司。