

人工智能在高层建筑绿色建造优化设计中的应用研究

郭 旭

(郓城县建筑设计院, 山东 菏泽 274700)

摘 要 在“双碳”目标以及智能建造产业化的背景下, 高层建筑绿色施工存在能耗较大、资源利用率低、施工效率与环保需求难以平衡的技术难题。人工智能技术具有数据分析、智能判断及即时调节的特点, 在高层建筑绿色建造优化设计中开辟了一条新途径。本文针对施工过程中的问题进行研究, 从降低施工能耗、提高资源再利用率、加强施工安全管理三个方面论述了人工智能应用于高层建筑绿色建造优化设计的具体路径, 并选取真实施工数据对比展示 AI 技术给绿色施工带来的变化, 以期为高层建筑绿色施工向智能化、精细化方向发展提供有益参考。

关键词 人工智能; 高层建筑; 绿色建造; 施工安全; 施工资源循环利用

中图分类号: TU201.5; TP18

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.18.013

0 引言

随着我国新型城镇化进程持续推进, 高层建筑逐步成为城市建设的主要建筑形式, 其施工呈现工艺繁杂、耗能大、消耗资源多以及环保控制难等特征。传统的绿色施工方式主要依靠工人经验和判断, 缺乏准确性及及时性, 不能适应现在对绿色建造精细化、高效化的要求。人工智能的发展正在推动建筑业从“人工管控”向“智能管控”转型。通过在施工全流程中采集、分析各类数据信息, 能够精准优化资源配置, 减少能源消耗与材料浪费, 强化环境保护的精细化管理, 最终实现施工效率与绿色环保水平的双重提升。本文针对施工阶段探讨了人工智能技术应用于高层建筑绿色建造优化设计的关键点, 结合实际的技术应用场景和技术支撑内容为相关的工程项目实施提供实践参考。

1 人工智能在高层建筑绿色建造施工优化中的核心技术基础

智能建筑技术的发展历程可追溯到 20 世纪 70 年代, 当时的建筑物开始引入自动控制系统, 以实现照明、空调等设备的自动化管理。随着科技的进步, 尤其是物联网和大数据技术的发展, 智能建筑技术逐渐走向成熟。在这一阶段, 建筑物不仅能够自动化管理设备, 还能够通过收集和分析数据, 进行预测性的维护和管理。进入 21 世纪, 人工智能技术的应用使智能建筑技术达到了新的高度, 建筑物能够自我学习和优化, 提

供更加个性化和舒适的生活体验。随着技术的不断发展, 智能建筑技术将在绿色建造工程中发挥更大的作用, 推动建筑行业的可持续发展。高层建筑绿色建造施工优化主要需求是达到“低能耗、高利用率、绿色环保、安全可靠”, 而人工智能技术以数据驱动智能决策方式解决传统施工中“凭经验工作、粗放式管理”问题^[1]。一是数据收集及预处理技术, 利用物联网传感器以及无人机巡检等方式获取施工现场能耗数据、资源消耗情况、环境监测信息以及施工安全管理等相关信息, 并对其进行去噪、集成和标准化等操作后作为后期优化设计依据。二是智能化算法, 如遗传算法、BP 神经网络、深度学习算法等可以用于对施工能耗、资源配置、工序衔接等问题进行求解并建立多目标优化模型从而得出最佳施工方案。三是实时调节技术, 借助 AI 控制装置与机械设备之间的配合来实现对于整个施工过程中的及时干预调整, 并能够快速修正出现的偏差, 从而保证绿色施工顺利实施。

相对于传统的施工优化方式而言, 基于人工智能的绿色施工优化具有三个优点: 一是优化精度高, 在大量的数据上进行训练可以做到对施工参数精确控制, 减少人为因素造成的偏差。二是响应时间短, 能及时发现施工过程中出现的各种情况并迅速做出相应的调整方案。三是协同性好, 能够做到对施工能耗、资源利用率、安全管理以及环境保护等多个方面同时进行优化, 解决以往施工各个部分相互独立的情况^[2]。值

作者简介: 郭旭(1996-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 建筑工程。

得注意的是，AI 技术的应用不是单独存在的，需要与 BIM 技术和物联网技术相结合，形成一个统一的整体智能化施工现场管理平台，在此基础上可以做到对施工信息进行及时共享、全方位分析以及联合改进，从而为绿色建筑优化设计方案提供更加有力的技术保障，这也是目前智能建造的发展趋势之一。

2 人工智能在高层建筑绿色施工优化设计中的具体应用

2.1 施工能耗智能优化设计

高层建筑施工能耗约占建筑物整个生命周期能耗的 20%，而其中机械设备能耗以及临时用电能耗所占比例最大，在传统的施工过程中对能耗进行控制一般采取“事后统计、被动整改”的方式，节能效果不佳。利用人工智能技术建立能耗预测及动态调节模型可以做到对施工能耗的有效监控与改善（见表 1）。

表 1 人工智能应用前后高层建筑施工能耗对比

施工环节	传统施工能耗 (kWh/m ²)	AI 优化后施工能耗 (kWh/m ²)	能耗降低量 (kWh/m ²)	能耗降低率 (%)
主体结构施工	85.6	62.3	23.3	27.2
机电安装施工	48.9	33.1	15.8	32.3
装饰装修施工	32.7	22.9	9.8	30.0
整体施工阶段	167.2	118.3	48.9	29.2

2.2 施工资源循环利用优化设计

高层建筑施工过程中会消耗大量的建筑材料、水等资源并且会产生建筑废弃物，在传统的施工方式下对这些资源的利用率较低，建筑垃圾再利用率低于 30%，浪费严重。而利用人工智能技术建立资源消耗预测及回收利用模型可使施工资源得到合理分配并被充分利用，从而减少资源消耗，降低污染排放（见表 2）。

表 2 人工智能应用前后高层建筑施工资源利用对比

资源类型	传统施工利 用效率 (%)	AI 优化后利 用效率 (%)	利用效率 提升 (%)	年节约量 (吨)
混凝土	82.5	95.3	12.8	1 260
钢筋	80.3	94.7	14.4	380
水资源	65.8	88.9	23.1	28 500
建筑垃圾	28.6	76.2	47.6	4 200

在建筑材料优化上，运用 AI 算法对施工图纸、施工进度进行解析，准确预估混凝土、钢筋、模板等用量，防止大量采购造成浪费；根据施工现场实际耗材情况

在施工机械上、临时用电线路中加装智能感应器，对设备工作功率、耗电量以及工作时间等信息进行实时监测，利用 AI 技术对这些数据进行分析处理找出能耗异常位置并预估各种施工过程中的能耗情况。采用遗传算法建立能耗优化方案，以“最小化能耗”为目标，在保证工程进度及工艺的前提下，对机械设备的工作状态和用电时间段做出相应的改进措施，如科学规划塔吊、施工电梯等大型器械的操作时段，错开用电高峰期，减少不必要的空载损耗；运用 BP 神经网络算法实现对临时用电的智能化调节，依据各个施工环节的实际耗电需求来自动调节供电量大小以达到节约电能的目的^[3]。同时，AI 能耗优化模型可以结合施工季节、天气变化等因素进行实时调节，在夏季高温期间对空调以及喷淋设备运行参数做出相应调整，在冬季寒冷时期合理分配供暖设备用电量，从而实现更精准有效的节能效果。

及时修正材料供应计划，做到精确配送、合理调配^[4]。同时，运用计算机视觉技术对建筑垃圾进行辨别分类，识别出可再利用的钢筋、混凝土块、模板等，借助 AI 算法制定回收路线及再利用方法，提升建筑垃圾利用率。在节约水资源方面，采用智能传感器监测工地用水量变化情况，并由 AI 算法判断是否存在漏水现象，从而改进节水措施，如把基坑排水经过净化之后应用于混凝土养护或者现场喷淋除尘等环节达到重复使用的目的。此外，AI 模型可以根据工程进展情况及时优化资源配置计划，做到物资储备智能管控，避免压仓损耗，同时对可再利用资源分类规划使用，把筛选出来的建筑废弃物粉碎成再生骨料应用于地基回填等工作当中，最大限度发挥资源重利用率，促进绿色施工实施。

2.3 施工安全与环保协同优化设计

高层建筑施工高空作业量大、工艺繁杂，安全隐患突出，在施工期间产生的扬尘、噪声等污染也容易带来环境问题，传统的施工安全管理以及环境保护监控主要依靠人工巡查的方式进行，有疏忽、错检、延迟等情况发生。而人工智能技术结合计算机视觉、物联网、大数据分析等手段可以做到对施工的安全和环

保进行实时监控、智能报警以及联动改善。从安全角度来说,运用 AI 视频监控系统对工地进行全天候监控,借助计算机视觉技术检测高空坠物、未穿戴劳保用品、违章操作等问题及时报警并推送给负责人,做到第一时间处理隐患;运用 AI 算法解析施工机械运转状况,预知设备损坏的风险,在其出现之前做好检修工作以防止事故的发生^[5]。从环保的角度来看,采用智能化感应器监测工地的粉尘含量、噪声强度及废水排放情况,利用 AI 算法解析这些数据一旦超过标准值就自动开启喷水除尘或者降噪装置,保证达标排放的同时还可以通过 AI 算法改进生产工艺尽量避免在居民睡眠时间内开展高噪声的工作,以降低对周围生活环境的影响。

3 人工智能应用中的技术难点与优化对策

3.1 人工智能应用中的核心技术难点

尽管人工智能用于高层建筑绿色施工优化设计有其优势,但在具体实践中也面临诸多挑战。一是数据获取不准,有些施工环节所装传感器型号不符合要求或者布置不合理,造成采集的数据失真,从而降低 AI 优化模型计算准确性以及优化效果。二是 AI 算法同实际施工情况契合度低,一些优化措施过于抽象、笼统,忽视了高层建筑施工工序复杂、工地环境变化大等特点而无法实施。三是投入成本较大,智能传感器、AI 控制系统等设备价格昂贵,再加上后期维修及人员培训开支使很多,中小型施工单位难以负担。

3.2 人工智能应用难点优化对策

在高层建筑绿色施工的具体情况以及工程经验的基础上,围绕数据支撑、技术适配、成本控制三个方面的问题,可以通过以下方法进行优化,使人工智能技术于绿色施工中得以更好地实施并且大规模应用。一是规范传感器安装及管理,根据高层建筑的不同施工过程工艺特征以及所需采集的数据信息来制定统一的传感器安装和管理制度,选择高精度、抗干扰能力强并且适合户外及高空作业环境下的传感装置,确定好各个传感器的位置、数量、安装要求以及检修保养周期等,保证所获取的信息具有针对性、完整性以及连续性;另外,还需要建立健全的数据审核与维修制度,有专门的技术人员定期对这些传感器进行检查、调试,一旦发现损坏立即予以替换,在此基础上利用 AI 算法对得到的基础数据做进一步净化处理、过滤筛选之后再组合起来,把错误的信息去掉,使得进入 AI 优化模型的数据准确率大于等于 95%,保证送入 AI 优化模型的数据真实有效^[6]。二是根据施工需要改进 AI 算法模型,基于高层建筑施工过程中不断变化的情况,把施

工进度的变化、工序之间的连接等因素都作为影响因素加入计算当中。收集各种类型高层建筑在各个施工阶段的实际施工情况的相关数据用于训练 AI 算法模型,不断调整和完善其参数设置,使其更加简洁明了、便于理解。加快运算的速度,让优化的结果可以随着施工现场的变化而及时做出相应改变,提高实用性。三是促进 AI 技术的应用普及化,采取多种措施降低技术应用的成本,加强与科研院所、智能化设备生产商之间的协作关系,共同开发出性能良好价格合理的智能设备以及 AI 控制系统,实现大批量生产,从而降低成本;采用 AI 技术租赁的方式减轻施工单位的资金压力,前期由租赁公司承担后期维护工作以及员工培训任务,同时加大政府的支持力度,对于使用 AI 技术达到节能减排效果的企业给予一定的奖励,提高企业的积极性。

4 结束语

人工智能技术为高层建筑绿色建造施工优化设计开辟了一条新途径。其在施工能耗降低、资源再利用以及安全环保一体化管理等方面的应用,可以有效地减少施工能耗,提高资源利用率。加强安全管理与环境保护工作,可达到绿色施工和施工效率双提升的效果。由数据分析可知,使用 AI 技术之后,整个项目的总耗电量下降了 29.2%,建筑废弃物回收利用率提高了 47.6%,资源利用率以及绿色施工程度有了很大改善。未来要更加注重人工智能与高层建筑绿色施工相结合,解决关键技术问题,改进应用方式,使整个工程全方面地智能化改造;制定相关行业标准,约束人工智能在绿色建设中的规范运用,助力高层建筑绿色建造走向智能型、精细化、低碳化的发展道路,助力“双碳”目标达成。

参考文献:

- [1] 钱春枝. “双碳”目标驱动下的绿色建造供应链多目标优化与决策研究[J]. 散装水泥, 2026(02):1-3.
- [2] 雷明鸿. 基于 BIM 技术的高层建筑幕墙协同设计与制造流程优化研究[J]. 住宅与房地产, 2025(32):65-67.
- [3] 薛茜, 曹鑫, 常燕. 高层建筑施工中绿色技术运用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025(14):127-129.
- [4] 毕纪刚. 智能建筑技术在绿色建造工程中的应用与优化[J]. 住宅产业, 2024(03):87-89.
- [5] “创新驱动发展, 绿色引领未来”: 湖南城乡建设科技创新与绿色发展大会在长沙圆满召开[J]. 建筑节能(中英文), 2023, 51(06):143.
- [6] 陈应. 融合创新 绿色建造与智能建筑共赢新时代[J]. 智能建筑, 2020(01):45-46.