

智能建造技术在绿色建筑设计中的应用

张磊

常州市武进建筑设计院有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17086

[摘要] 文章先界定智能建造技术(融合BIM、物联网等多领域技术,贯穿建筑全流程)与绿色建筑设计(以全生命周期理念实现建筑与自然共生)的核心内涵,再剖析二者融合在提升能源效率、优化资源配置、增强环境适应性、实现全生命周期协同管理的优势,最后详细阐述智能化建筑材料、BIM、物联网等五类技术在绿色建筑设计中的具体应用,为相关设计实践提供系统参考。

[关键词] 智能建造技术; 绿色建筑设计; 优势; 应用

中图分类号: TU201 **文献标识码:** A

Application of Intelligent Construction Technology in Green Building Design

Lei Zhang

Changzhou Wujin Architectural Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] This article first defines the core concepts of intelligent construction technology (integrating BIM, IoT, and other multi-disciplinary technologies throughout the entire building process) and green building design (achieving symbiosis between buildings and nature through a life-cycle philosophy). It then analyzes the advantages of integrating these two approaches, including improved energy efficiency, optimized resource allocation, enhanced environmental adaptability, and coordinated life-cycle management. Finally, the article elaborates on the specific applications of five types of technologies—intelligent building materials, BIM, IoT, and others—in green building design, providing a systematic reference for related design practices.

[Key words] Intelligent Construction Technology; Green Building Design; Advantages; Application

引言

当前建筑行业面临环保与效率双重需求,绿色建筑设计成为重要发展方向,而智能建造技术的出现为其突破传统设计局限提供新路径。二者融合虽潜力显著,但需厘清各自核心逻辑,再深入探索融合优势与落地应用方式。下文将从核心内涵、融合优势、具体应用三方面展开分析,助力推动智能建造技术与绿色建筑设计深度融合。

1 智能建造技术与绿色建筑设计的核心内涵

智能建造技术是融合建筑信息模型(BIM)、物联网、人工智能、大数据等多领域技术的综合体系,贯穿建筑规划、设计、施工、运维全流程。其核心在于通过数字化手段构建建筑全生命周期信息模型,实现各环节数据互通与协同管理,具备自动化、精细化、协同化特点,可减少人为误差,提升建造效率与质量,同时为资源优化配置提供数据支撑。

绿色建筑设计以全生命周期理念为指导,旨在实现建筑与自然和谐共生,核心目标包括节地、节能、节水、节材及环境保护,同时保障室内环境舒适度与健康性。设计过程中需遵循因地制宜原则,结合地域气候、资源条件,采用被动式节能技术与主

动式调控手段,平衡建筑性能、环境效益与使用成本,构建高效、低耗、环保的建筑系统^[1]。

2 智能建造技术与绿色建筑设计融合的优势

2.1 提升建筑能源利用效率

智能建造技术可通过多维度手段优化建筑能源消耗。在设计阶段,借助能耗模拟软件与BIM技术结合,对建筑朝向、围护结构热工性能、采光通风条件进行数字化模拟,预测不同设计方案的能源消耗情况,进而筛选出最优节能设计方案,减少建筑运行阶段的能源浪费。在运维阶段,智能能源管理系统通过物联网传感器实时采集建筑能耗数据,如照明、空调、电梯等设备的能源使用情况,结合人工智能算法分析能耗规律,自动调节设备运行参数,实现能源动态优化配置,降低无效能源消耗。

2.2 优化建筑资源配置与循环利用

智能建造技术助力绿色建筑设计实现资源高效利用与循环。在材料选择环节,通过大数据技术整合各类建筑材料的环境影响参数,如能耗、碳排放、可回收性等,为设计人员提供绿色材料选择依据,优先选用可再生、低污染、可循环的建筑材料。在施工与运维阶段,利用BIM技术构建材料信息管理平台,实时

追踪材料采购、使用、损耗情况,减少材料浪费;同时,通过智能化监测系统评估建筑构件使用状态,对达到使用年限的构件进行可回收性分析,为建筑拆除后的材料回收与再利用提供数据支持,推动建筑资源循环体系构建^[2]。

2.3 增强建筑环境适应性与舒适度

智能建造技术可提升绿色建筑对环境的适应能力与室内舒适度。在设计阶段,利用气候模拟技术结合地域气候数据,优化建筑布局与围护结构设计,如通过调整窗户开启方式、遮阳设施设计,增强建筑自然通风与采光效果,减少对主动式设备的依赖。在运维阶段,智能环境监测系统实时采集室内温湿度、空气质量、光照强度等参数,结合用户需求与环境变化,自动调节空调、新风、照明系统运行状态。例如,当室内二氧化碳浓度超标时,新风系统自动增大风量;当自然光充足时,照明系统自动降低亮度,实现室内环境的动态优化,保障居住者健康与舒适。

2.4 实现建筑全生命周期协同管理

传统建筑设计、施工、运维阶段存在数据割裂问题,难以实现全生命周期高效管理。智能建造技术通过BIM技术构建统一的建筑信息模型,整合各阶段数据信息,如设计图纸、施工进度、设备参数、运维记录等,实现各参与方数据共享与协同工作。设计阶段的模型数据可直接为施工阶段提供指导,减少设计与施工的衔接误差;施工阶段的进度、质量数据可实时反馈至模型,为运维阶段的设备管理、故障排查提供基础。同时,借助大数据分析技术对全生命周期数据进行挖掘,识别建筑运营中的问题与优化空间,为建筑改造、更新提供决策支持,实现建筑全生命周期的动态管理与持续优化。

3 智能建造技术在绿色建筑设计中的具体应用

3.1 智能化建筑材料在绿色建筑设计中的应用

智能化建筑材料凭借感知、响应、自调节的核心特性,从材料性能优化、结构健康监测、资源循环利用三方面为绿色建筑设计提供支撑。(1)在节能性能优化上,相变储能材料可随环境温度变化吸收或释放热量,减少室内温差波动,降低空调系统运行负荷,常应用于墙体、地板、天花板等部位,搭配围护结构设计强化被动节能效果;电致变色玻璃通过电场调节透光率,夏季强光时降低透光率阻隔太阳辐射热,冬季弱光时提高透光率增加自然光利用,兼顾采光需求与能耗控制。(2)结构健康监测领域,内置传感元件的碳纤维增强复合材料能实时捕捉结构受力、温度变化及裂缝发展,将数据传输至中央控制系统,帮助设计人员动态掌握建筑结构状态,避免因结构损伤引发能源浪费或安全隐患;微胶囊型自修复混凝土在出现微小裂缝时,胶囊自动破裂释放修复剂,填充裂缝并恢复结构性能,延长建筑使用寿命,减少拆除重建带来的资源消耗与环境影响。(3)资源循环方面,生物降解型保温材料在建筑拆除后可自然降解,避免传统保温材料的环境负担,设计中结合可拆卸结构,便于材料回收与降解处理;同时通过优化材料成分标识与拆解便利性,降低回收过程中的能耗与成本,提升建筑材料循环利用效率^[3]。

3.2 建筑信息模型(BIM)技术在绿色建筑设计中的应用

BIM技术以三维可视化信息模型为核心,整合建筑多专业、全生命周期数据,在绿色建筑设计中主要应用于方案优化、性能模拟与指标核算。(1)方案设计阶段,传统模式下建筑、结构、机电专业各自设计易出现冲突,BIM技术通过统一模型整合各专业数据,设计人员可直观发现管线与结构梁碰撞、设备与墙体位置重叠等问题,在设计阶段及时调整,减少施工阶段的设计变更与能耗浪费;同时基于BIM模型能快速生成多版设计方案,对占地面积、建筑面积、容积率等指标进行统计分析,结合节地、节能的绿色设计目标,筛选出最优方案,例如通过模拟不同建筑布局,优化建筑间距与日照条件,确保满足日照标准的同时提升土地利用效率。(2)性能模拟环节,BIM技术可与专业分析软件结合,精准模拟建筑能耗、采光、通风等绿色性能。能耗模拟中,导入建筑所在地气候参数、围护结构材料热工性能、设备能耗特性等数据,能模拟建筑全年采暖、制冷、照明等能耗情况,识别高能耗部位与环节,设计人员据此优化围护结构保温层厚度、更换高效节能设备、调整窗户面积与朝向,降低建筑整体能耗;采光模拟通过分析室内不同区域自然光分布,计算采光系数与日照时间,优化窗户尺寸、位置及遮阳设施设计,增加自然光利用,减少白天照明能耗,同时提升室内采光均匀性,改善居住舒适度。(3)绿色指标核算时,BIM模型可自动提取建筑面积、材料用量、能耗数据等评价所需信息,按绿色建筑评价标准核算节地、节能、节水等指标,生成可视化评价报告,提升核算效率与准确性,为方案调整、提升建筑绿色等级提供依据。

3.3 物联网技术在绿色建筑设计中的应用

物联网技术以“传感器感知-网络通信-数据处理”为核心流程,实现建筑设备、环境、人员的智能化联动,在绿色建筑设计中聚焦能源监测、环境控制与设备运维三大领域。(1)能源监测方面,在配电系统、照明、空调、电梯等关键用能设备上安装智能传感器,实时采集电流、电压、能耗等数据,经无线网络传输至中央平台,平台分析后生成能耗报表与趋势图,若某区域能耗异常(如照明能耗骤升),系统自动预警,助力排查故障或不合理使用;同时基于数据分析制定分区分时能源策略,优化设备运行时间,实现能源动态调控。(2)室内环境控制中,通过温湿度、二氧化碳、PM2.5、光照传感器实时采集环境参数,传输至控制中心后,中心按预设标准与用户需求自动调节设备:温度超标启动空调制冷,二氧化碳超限增大新风量,光照不足调节照明亮度,动态平衡舒适度与能耗,避免设备满负荷运行。(3)设备运维领域,在空调、水泵、风机等设备上加装振动、温度、压力传感器,实时监测运行参数,参数异常时推送预警与诊断建议,便于及时维修;还可基于数据建立维护档案,制定预防性计划,避免设备因过度使用或维护不足导致性能下降、能耗增加,延长寿命并提升建筑运行稳定性^[4]。

3.4 人工智能与机器学习在绿色建筑设计中的应用

人工智能与机器学习技术通过挖掘建筑全生命周期数据,实现绿色设计智能化决策,核心应用于能源预测、方案优化与环境调控三大场景。(1)能源预测方面,基于建筑历史能耗、室外

环境(温度、湿度等)及用户行为(使用习惯、作息)数据,采用回归分析、神经网络等算法构建模型,可预测未来能耗总量与设备能耗分布。设计与管理人员据此制定策略:能耗高峰时调整高能耗设备运行模式,能源充足或电价低时储能降本,同时通过模型分析环境因素对能耗的影响,为设备选型、围护结构材料选择提供依据,优化方案减耗。(2)方案优化阶段,传统模式依赖经验难兼顾多目标,人工智能将节能、舒适、成本目标转化为数学模型,设定体型系数、窗墙比等参数范围,通过遗传算法、粒子群算法迭代优化,生成多版候选方案并按能耗、舒适度、成本排序,辅助选择最优解,例如优化建筑长宽比与高度,平衡体型系数对能耗的影响与采光效果。(3)环境调控中,机器学习分析用户对温湿度、光照的调节记录及使用场景,构建行为模型,可预测场景化需求(如工作日下午工作时需高光照、低温度),自动调节设备;还能识别节能潜力(如用户忘关设备时自动关闭),并提供定制化环境设置,兼顾舒适与节能。

3.5 大数据技术在绿色建筑设计中的应用

大数据技术通过收集、存储、分析建筑全生命周期海量数据,挖掘数据价值,为绿色建筑设计提供决策、优化与管理支持,核心应用于数据整合、性能分析与需求挖掘。(1)数据整合方面,建筑设计、施工、运维阶段数据类型复杂(如设计图纸、施工进度、运维能耗等),传统管理模式分散、格式不统一,大数据可构建统一平台,通过ETL技术将多源数据转换为标准格式存入数据仓库,支持实时更新与权限查询,设计人员可查施工质量数据调整方案,运维人员可调用设计参数排查故障,打破数据壁垒实现高效共享。(2)性能分析领域,大数据深度挖掘建筑运行数据,识别绿色性能短板:如分析长期能耗、环境与设备数据,发现某区域高能耗低舒适度时,可关联参数排查空调风机问题或优化

风道;某时段空气质量波动大时,可结合新风模式与室外数据优化过滤逻辑,提升能源效率与环境质量;同时对比不同区域、类型建筑数据,总结气候区适配的设计规律,为同类项目提供参考。(3)需求挖掘上,收集用户温湿度调节记录、空间使用偏好等数据,通过分析识别需求:如住宅中老年人需高温度筒控界面、有儿童家庭重隔音,办公建筑需均匀采光与灵活会议环境,设计人员据此融入人性化设计,还可通过持续反馈动态优化方案,平衡用户需求与节能目标^[5]。

4 结语

综上,智能建造技术与绿色建筑设计的融合是建筑行业可持续发展的必然选择。从明确二者核心内涵,到挖掘融合带来的多维度价值,再到各类技术在设计中的具体落地,形成了完整的技术应用体系。这一体系不仅能提升绿色建筑的质量与效率,更能推动建筑行业向高效、低耗、环保转型,为行业长远发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]王翔.智能建造技术在绿色建筑设计中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025(1):120-122.
- [2]马玉聪.智能建造技术在绿色建筑设计中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(4):160-163.
- [3]唐雷.智能建造技术在绿色建筑设计中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(4):141-144.
- [4]顾文华.绿色建筑设计在智能建造技术中的应用研究[J].佛山陶瓷,2025,35(6):142-144.
- [5]吴彬,程瑞,江柳清.智能建筑技术在绿色建造工程中的应用[J].江苏建材,2025(4):130-132.