文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4651 /（中图刊号）：860GL005

智能建造技术在绿色建筑设计中的应用

刘瑞
宁夏城建设计研究院（有限公司）
DOI:10.32629/btr.v8i6.4806

[摘　要] 传统建筑设计模式在绿色目标落地中存在局限,难以适配建筑行业低碳转型需求。本文阐释智能建造技术与绿色建筑设计的核心概念及关联性,从设计前期场地分析、方案优化,中期能源、水系统、材料设计优化,后期施工模拟、质量监控、运营维护等环节,明确智能建造技术的具体应用,为绿色建筑设计提供技术支撑,推动建筑行业向可持续、智能化方向发展,保障绿色设计目标高效落地。
[关键词] 智能建造技术；绿色建筑设计；技术集成应用；可持续发展
中图分类号：TU201.5　文献标识码：A

Application of Intelligent Construction Technology in Green Building Design

Rui Liu
Ningxia Urban Construction Design and Research Institute (Co., Ltd.)

[Abstract] Traditional architectural design models have limitations in achieving green objectives and struggle to meet the low-carbon transformation needs of the construction industry. This paper explains the core concepts and interrelationships of intelligent construction technology and green building design. It specifies the specific applications of intelligent construction technology across various stages, including site analysis and scheme optimization in the early design phase, energy, water system, and material design optimization in the mid-design phase, and construction simulation, quality monitoring, and operational maintenance in the later phases. The aim is to provide technical support for green building design, promote the sustainable and intelligent development of the construction industry, and ensure the efficient implementation of green design objectives.
[Key words] Intelligent Construction Technology; Green Building Design; Integrated Technology Application; Sustainable Development

引言

新时代背景下,绿色建筑设计是实现建筑行业低碳转型、推动可持续发展的关键。传统建筑设计模式依赖经验,在绿色指标测算、方案优化、全流程协同等方面存在不足,难以满足资源节约、环境友好的设计需求。智能建造技术融合多学科技术,具备数据精准采集、模拟分析、协同优化等能力,可为绿色建筑设计突破局限提供支撑。深入研究二者融合应用,对提升绿色建筑设计质量、推动建筑行业转型具有重要现实意义。

1 智能建造技术与绿色建筑设计的核心概念

1.1智能建造技术的内涵与范畴

智能建造技术是融合信息技术、自动化技术、人工智能等多学科技术的综合体系,其核心在于以技术创新驱动建筑全流程的高效化与精准化,打破传统建造模式的局限[1]。该技术体系涵盖多个关键组成部分,建筑信息模型技术可构建建筑全生命周期的数字化模型,整合设计、施工、运维各阶段数据,实现各环节信息共享与协同；物联网技术能通过各类感知设备实时采集建筑相关数据,如设备运行状态、环境参数等,为后续决策提供数据支撑；大数据分析技术可对海量建筑数据进行挖掘与分析,识别数据背后的规律与问题,辅助优化设计方案与管理策略；机器人技术则可应用于建筑施工与维护环节,替代部分人工操作,提升作业效率与精度,各技术组件协同作用,共同推动建筑行业向智能化转型。

1.2绿色建筑设计的理念与要求

绿色建筑设计的核心理念是在整个建筑生命周期内,最大限度地节约资源、保护环境和减少污染,同时为人们提供健康、适用和高效的使用空间,实现建筑与自然环境的和谐共生。这一理念下的设计要求涵盖多个维度,环境适应性要求设计充分考虑建筑场地的气候、地质等自然条件,使建筑布局与外观形态适配周边生态环境,减少对自然生态的破坏；能源高效利用要求通过优化建筑体型、改进围护结构、整合可再生能源等方式,降低建筑运行过程中的能源消耗；水资源合理管理要求设计中纳入雨水收集、中水回用等系统,提高水资源循环利用率,减少水资

源浪费；材料可持续性要求优先选用环保、可循环的建筑材料，降低材料生产与使用过程中的环境负荷，从源头减少污染。

1.3智能建造技术与绿色建筑设计的关联性分析

智能建造技术为绿色建筑设计提供关键技术支持与创新方法，建筑信息模型技术可模拟不同设计方案下的能耗、采光等性能指标，帮助设计人员对比优化，选出生态效益最优的方案；大数据分析技术能整合建筑全生命周期的资源消耗数据，精准识别设计中的资源浪费环节，为设计优化提供方向；物联网技术可实时监测建筑运行中的能源与水资源使用情况，辅助设计人员调整设计参数，确保绿色设计目标落地。同时，绿色建筑设计对智能建造技术提出明确需求并拓展应用场景，对建筑性能实时监测和调控的需求，推动物联网与大数据技术在设计环节的深度应用；对资源节约与环境友好的追求，促使智能建造技术不断优化，开发出更适配绿色设计需求的功能模块，二者相互促进，共同推动建筑行业向可持续、智能化方向发展。

2 智能建造技术在绿色建筑设计前期的应用

2.1场地分析与规划

地理信息系统与BIM结合可实现精准场地分析，地理信息系统通过卫星遥感、实地勘测等方式获取场地地理坐标、地形坡度、气候特征、周边生态环境等信息，形成完整的场地数据库，数据库还能整合场地历史环境数据以辅助长期生态影响评估[2]。将这些数据与BIM模型深度集成，能构建场地三维可视化场景，直观呈现场地条件对建筑的影响，比如模拟不同地形坡度下的排水情况、不同气候区域的光照时长分布，帮助设计人员全面掌握场地特性。基于分析结果开展场地规划，可结合绿色建筑设计因地制宜原则，确定建筑的最佳选址与布局形态。通过优化建筑朝向使主要功能空间获得充足自然光，调整建筑间距保障良好通风条件，减少对人工照明与通风设备的依赖，同时保护场地原有生态植被，提升场地整体生态效益与建筑绿色性能，为建筑后续节能运行奠定基础。

2.2设计方案优化

BIM技术为多方案比选提供高效工具，设计人员通过BIM建立建筑三维模型，在模型中设置不同设计参数生成多套方案，再通过模型自带的性能分析功能，从能耗、采光、通风等维度评估各方案绿色性能，分析结果可生成可视化报告方便设计人员快速对比。比如模拟不同窗墙比下的建筑能耗差异，计算不同户型布局的自然采光均匀度，对比不同通风路径的空气流通效率，据此筛选出生态效益最优的方案。大数据分析可强化设计决策科学性，收集同类绿色建筑的设计参数、施工记录、运行能耗等数据，通过数据清洗与整合建立专项数据模型。利用该模型可预测不同设计方案的资源消耗与环境影响，为当前设计提供参考，比如借鉴同类建筑的可再生能源整合方案，调整本项目的光伏板安装比例，提高设计的合理性与可行性，降低设计方案后期落地的风险。

2.3协同设计与沟通

基于BIM的协同设计平台具备多专业整合功能，平台架构涵盖数据存储模块、专业协作模块、实时沟通模块，支持建筑、结构、给排水、电气等专业人员上传各自设计数据至统一数据库，实现信息实时共享，数据库会自动记录数据修改痕迹便于追溯。各专业人员可在平台内查看其他专业设计成果，及时发现设计冲突，比如结构梁位置与给排水管道走向的矛盾，通过平台内置的沟通工具实时交流解决方案，避免后期设计变更。协同设计能有效促进绿色建筑设计质量提升，减少各专业间的设计脱节，确保建筑节能设计、水资源循环设计等绿色目标在各专业方案中保持一致，同时缩短设计周期，提高设计效率，为绿色建筑后续施工与运维奠定良好基础，减少因设计问题导致的施工返工与资源浪费。

3 智能建造技术在绿色建筑设计中的技术集成应用

3.1能源系统设计与优化

可再生能源利用的智能规划借助智能算法与模拟分析技术实现，输入建筑所在地的日照时长、风力强度、地下温度等数据，算法可精准评估太阳能风能地热能的可利用潜力，还能结合季节变化规律预测不同时段的能源供应能力[3]。结合建筑预计用能需求，设计适配的能源收集系统，如在屋顶规划光伏板布局、在场地边缘设置小型风电场，搭配储能电池与能源分配管网，实现能源自给自足与高效利用，减少对传统能源的依赖，降低建筑全生命周期的碳排放。能源管理系统的智能控制依托物联网技术与传感器设备运行，传感器实时采集建筑内电力燃气热力的消耗数据，传输至中央控制系统并生成能耗分析报表。系统根据数据动态调整设备运行参数，比如在用电低谷时段储存能源、在室内温度达标后降低空调功率，实现能源按需供应与优化配置，避免能源浪费，同时为后续能源使用方案优化提供数据支撑。

3.2水系统设计与优化

雨水收集与中水回用的智能设计引入智能传感器与物联网技术，传感器监测降雨强度、雨水径流流量及水质指标，数据实时传输至控制系统以动态调整收集节奏，避免雨水溢出或收集不足。根据监测数据设计收集池容量与过滤流程，雨水经处理后用于绿化灌溉，生活废水经净化后作为冲厕用水，构建水资源循环利用体系，减少自来水消耗，同时降低建筑排水对市政管网的压力，缓解城市排水系统的运行负荷。智能节水器具的选用聚焦具备自动调节功能的产品，这类器具可感知使用场景，如智能水龙头根据手部感应出水、智能马桶根据使用情况调整冲水量，自动适配用水需求，部分器具还能记录用水数据辅助优化节水方案，显著提升水资源利用效率，契合绿色建筑节水目标，助力建筑达到水资源循环利用的更高标准。

3.3材料选择与性能模拟

绿色建筑材料数据库的建立依赖物联网技术与大数据分析技术，通过传感器采集材料生产过程中的能耗数据，结合行业公开的碳排放、可回收性信息，整合形成分类清晰的数据库，数据库会定期更新材料性能参数以保证信息时效性，还能标注材料的环保认证等级方便筛选。设计师可在数据库中查询材料环境性能，为绿色建筑选材提供科学参考，避免选用高污染、高能耗

材料,从源头减少建筑对环境的负面影响。材料性能的模拟分析运用专业软件开展,输入材料的热传导系数、隔音性能等参数,软件模拟其在建筑中的使用效果,还能模拟材料长期使用后的性能衰减情况,预判材料维护或更换的最佳周期。根据模拟结果优化材料搭配,如选用高保温性能的墙体材料、低噪音的地面材料,提升建筑的绿色性能与居住舒适度,延长建筑整体使用寿命,降低后期维护成本与资源消耗。

4 智能建造技术在绿色建筑设计后期的应用

4.1施工模拟与进度管理

4D/5D施工模拟技术通过将BIM模型与时间维度、成本维度深度结合实现,在模型中嵌入施工各阶段的时间节点与资源成本数据,动态模拟施工全过程。模拟过程中可直观呈现各工序衔接情况,提前发现管线碰撞、空间冲突等潜在问题,例如机电管线与结构梁的位置重叠、施工机械作业空间不足等,据此调整设计方案与施工顺序,避免后期返工[4]。基于模拟结果制定施工计划能精准匹配资源需求,结合绿色施工要求合理安排材料进场时间与施工人员数量,减少现场材料堆积造成的浪费与环境污染。智能管理系统实时采集施工进度数据,对比计划进度与实际进度差异,当出现延误时自动推送调整建议,确保项目按时完成,同时降低施工过程中的能源消耗与环境干扰。

4.2质量监控与安全管理

智能传感器可实现施工质量的实时监测,在混凝土浇筑过程中嵌入温度、湿度传感器,持续采集混凝土养护数据；在钢结构安装时通过应力传感器监测结构受力状态,数据实时传输至管理平台并生成可视化曲线。一旦发现参数超出标准范围,系统立即发出提示,工作人员及时采取调整养护条件、加固结构等措施,保障绿色建筑施工质量符合设计要求,避免因质量问题导致后期建筑能耗增加。安全管理的智能预警依托视频监控与各类传感器构建,视频监控通过AI算法识别施工人员未佩戴安全装备、违规操作等行为；设备传感器监测起重机械、脚手架等设备的运行状态,实时捕捉设备异常振动、荷载超标等风险。当检测到安全隐患时,智能预警系统迅速发出声光警报并推送至管理人员终端,及时制止危险行为、排查设备故障,保障施工人员生命安全,为绿色建筑顺利落地提供安全保障。

4.3运营与维护的智能管理

基于BIM的建筑运营维护管理平台架构涵盖设备信息、数据监测、维修管理模块,整合建筑内空调、给排水、电气等设备参数、运行数据与历史维修记录,支持按设备类型、使用年限分类查询。管理人员通过平台可远程查看设备运行状态,设备异常时系统结合BIM模型定位故障并分析原因,辅助制定维修方案,提高设备运行效率与可靠性,减少故障导致的能源浪费。智能环境监测调控通过建筑内传感器实现,实时采集室内温度、湿度、PM2.5浓度等参数,数据同步上传云端数据库分析趋势。智能控制系统根据监测数据自动调节空调风速、新风量、加湿器状态,满足人体舒适度需求的同时避免能源过度消耗,如室内无人时段自动降低能耗。这种动态调控模式为人们提供舒适健康的使用空间,延续绿色建筑全生命周期生态效益,实现运营阶段可持续发展。

5 结束语

智能建造技术在绿色建筑设计全流程的应用,为建筑行业可持续发展提供有效路径。从前期场地规划到后期运营维护,技术赋能绿色设计目标落地,提升设计效率与生态效益。未来需进一步深化技术整合,推动设计理念转变,完善应用标准,确保智能建造技术与绿色建筑设计更深度融合,持续助力建筑行业低碳转型,实现建筑与自然环境的和谐共生。

[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]李恒杰.智能建造技术在绿色建筑设计中的应用研究[J].工程技术研究,2025,7(15):113-115.

[3]任德国,李明显.智能建造技术在绿色建筑设计中的应用[J].产品设计,2024(14):16-18.

[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.