

绿色建筑工程技术创新与应用研究

张玉军

安徽建工水利开发投资集团有限公司, 安徽 蚌埠 233000

DOI:10.61369/ETQM.2026030019

摘 要 : 绿色建筑以环保低碳、节能高效为核心导向, 区别于传统建筑, 在保障建筑质量的基础上倡导新能源与新技术的融合应用。本文围绕绿色建筑工程技术的创新与实践展开研究, 聚焦围护结构、建筑设备系统与能源利用、节水节材及资源循环三大核心领域。在围护结构方面, 通过材料创新与结构优化, 高性能节能墙体技术实现保温、承重等功能一体化, 节能门窗与幕墙结合低辐射材料、密封设计及光伏一体化等创新提升能耗控制效果, 绿色屋面与透水地面技术则兼顾节能与生态环保需求; 建筑设备系统与能源技术创新以可再生能源规模化利用为核心, 太阳能光伏建筑一体化、地源热泵系统等多能互补模式显著降低能耗, 搭配暖通空调系统优化与智能化控制监测技术, 实现建筑供能的精准高效调控; 节水节材与资源循环技术通过雨水利用、中水回用、绿色建材研发及建筑垃圾分类—处理—再利用闭环体系, 推动建筑业资源高效利用与环境友好发展。

关 键 词 : 绿色建筑; 技术创新; 围护结构节能; 可再生能源利用

Research on Innovation and Application of Green Building Engineering Technology

Zhang Yujun

Anhui Construction Engineering Water Resources Development and Investment Group Co., Ltd., Bengbu, Anhui 233000

Abstract : Green buildings prioritize environmental protection, low carbon emissions, energy efficiency, and high performance, distinguishing themselves from traditional buildings by advocating the integrated application of new energy sources and technologies while ensuring building quality. This paper focuses on the innovation and practice of green building engineering technology, centering on three core areas: building envelope, building equipment systems and energy utilization, and water and material conservation along with resource recycling. In terms of building envelope, through material innovation and structural optimization, high-performance energy-saving wall technology achieves the integration of functions such as thermal insulation and load-bearing. Energy-efficient doors, windows, and curtain walls incorporate low-emissivity materials, sealed designs, and photovoltaic integration to enhance energy consumption control. Green roofing and permeable pavement technologies address both energy conservation and ecological environmental protection needs. Innovation in building equipment systems and energy technologies centers on the large-scale utilization of renewable energy sources, with multi-energy complementary models such as building-integrated photovoltaics and ground-source heat pump systems significantly reducing energy consumption. Coupled with optimization of heating, ventilation, and air conditioning systems and intelligent control and monitoring technologies, precise and efficient regulation of building energy supply is achieved. Water and material conservation and resource recycling technologies promote efficient resource utilization and environmentally friendly development in the construction industry through rainwater utilization, graywater reuse, the development of green building materials, and a closed-loop system for the classification, treatment, and reuse of construction waste.

Keywords : green building; technological innovation; energy efficiency in building envelopes; utilization of renewable energy sources

传统建筑施工与运营过程中存在高能耗、高污染、资源利用率低等突出问题, 据统计, 建筑行业能耗占全社会总能耗的30%以上, 伴随而来的碳排放与环境压力, 对行业可持续发展提出严峻挑战。在此背景下, 绿色建筑凭借环保低碳、节能高效、生态宜居的核心优势, 逐步取代传统建筑成为行业发展主流, 而技术创新则是支撑绿色建筑落地推广、实现性能升级的核心驱动力。然而当前绿色建筑技

术应用仍面临诸多瓶颈，如核心技术自主化不足、多技术融合度偏低、部分创新技术成本偏高、规模化推广难度较大等问题，制约了绿色建筑行业的高质量发展。基于此，本文聚焦绿色建筑工程技术的创新与应用，从围护结构节能、建筑设备与能源利用、节水节材及资源循环三大核心领域，系统梳理关键技术的创新方向、应用路径与实践成效，剖析技术落地过程中的核心要点，为绿色建筑技术的优化升级、规模化推广提供理论参考与实践支撑，助力建筑业实现绿色低碳转型，推动生态文明建设与可持续发展目标达成。

一、绿色建筑围护结构技术创新应用

（一）高性能节能墙体技术

绿色建筑是不同于传统的建筑施工特点，其主要突出建筑的无公害性和绿色环保性。所谓的绿色建筑，并不是字面上的绿颜色的建筑。而是在保证建筑质量的前提下，倡导新能源、新技术的建筑物^[1]。传统墙体材料存在保温性能差、能耗高、环保性不足等问题，高性能节能墙体技术通过材料创新与复合结构设计，实现保温、承重、防火、隔音等功能的一体化。材料方面，真空绝热板、气凝胶保温毡等新型材料导热系数低、体积轻薄，保温性能较传统材料提升30%以上，可缩减墙体厚度，其中气凝胶保温毡因耐高温、防火防水等特性广泛应用于各类建筑^[2]。结构设计上，复合墙体技术成为主流，自保温砌块墙体等通过优化骨料配比实现自保温，无需额外增设保温层，简化施工并避免传统保温层脱落开裂隐患；保温-结构-饰面一体化等复合墙体也各具优势^[3]。此外，被动式建筑中的高性能节能墙体结合密封与热桥阻断技术，使建筑能耗降低60%以上，已在南北方绿色建筑项目中广泛推广。

（二）高效节能门窗与幕墙技术

门窗与幕墙作为建筑围护结构的主要能耗部位，其节能技术创新集中在材料升级、密封优化与结构设计三大维度^[4]。材料应用上，低辐射（Low-E）中空玻璃通过镀膜技术反射红外与紫外线，搭配中空腔体填充氩气等惰性气体，保温隔热性能较普通玻璃提升2-3倍；真空玻璃则凭借极低导热系数及抗结露、隔音优势，适用于高端绿色建筑^[5]。密封与结构设计方面，节能门窗采用多道密封结构提升气密性与水密性，搭配断桥铝、铝木复合等隔热型材，阻断框体热量传导；幕墙技术向光伏幕墙与智能呼吸式幕墙创新，前者将太阳能电池板与幕墙一体化，实现围护与发电自给功能，后者通过双层结构形成自然通风，结合智能控制调节通风量与遮阳角度，降低能耗并提升室内空气质量。

（三）高性能屋面与地面技术

屋面与地面作为建筑围护结构核心部分，其节能技术创新兼顾保温隔热、防水防渗、生态环保等需求^[6]。屋面领域以绿色屋面与新型保温技术结合为主流，绿色屋面通过多层结构利用植物与土层特性，实现降能耗、吸雨水、净化空气及缓解城市热岛效应；新型保温材料搭配倒置式屋面结构，可避免保温层受潮、延长使用寿命并提升保温效果^[7]。地面技术聚焦地下空间节能与生态优化，地下区域采用高性能保温材料铺设保温层，阻断土壤与室内热量交换以降低能耗；室外推广透水地面材料，快速渗透雨水、补充地下水、减少内涝并缓解热岛效应，严寒地区更结合地

热盘管实现地面采暖与保温一体化，兼顾舒适度与节能需求。

二、建筑设备系统与能源技术创新应用

（一）可再生能源在建筑中的高效利用

可再生能源在建筑中的规模化高效利用是绿色建筑能源技术创新的核心，当前以太阳能、地热能为核心，风能、生物质能辅助，呈现多能互补集成应用趋势^[8]。太阳能利用向高效化、一体化升级，光伏建筑一体化（BIPV）将电池板与建筑围护结构融合，兼顾外观与发电功能，钙钛矿等高效光伏电池使转换效率超25%；地源热泵系统为地热能利用核心，通过地下埋管与土壤、地下水热交换实现供暖制冷，能效比较传统暖通空调提升2-3倍且无污染，可按地质条件适配多种建筑场景。此外，小型风力发电机、生物质能锅炉等辅助能源应用持续拓展，构建起多能互补的建筑能源供应体系。

（二）暖通空调（HVAC）系统节能技术

暖通空调系统是建筑能源消耗的核心部分，其节能技术创新集中于系统优化、设备升级、热回收利用及混合通风技术应用^[9]。系统优化方面，分布式系统逐步替代传统集中式系统，结合变风量（VAV）、变水量（VWV）技术，根据建筑区域负荷变化精准供能，规避“大马拉小车”的能源浪费；设备升级通过高效节能压缩机、变频风机等核心设备提升运行效率，其中变频压缩机较定频机型节能30%以上；热回收技术涵盖排风热回收、冷凝热回收等，可回收余热用于预热新风、加热生活热水，商业建筑中排风热回收装置热量回收率超60%，兼具节能与改善室内空气质量的作用；混合通风技术则融合自然通风与机械通风，利用自然风与热压形成气流组织，减少机械通风依赖以进一步降耗。

（三）智能化控制与监测技术

智能化控制与监测技术是建筑设备系统高效运行、精准调控的核心支撑，通过融合物联网、大数据、人工智能等技术构建建筑能源管理体系^[10]。其通过建筑围护结构、设备系统及室内环境中的各类传感器，实时采集能耗、环境参数、设备运行状态等数据，为智能调控提供基础；能源管理平台依托大数据与AI算法分析数据、预测建筑负荷，自动调节暖通空调、照明等设备运行参数，实现设备联动与精准供能（如依光照调节照明、依人员数量调控空调送风），降低能耗。同时，该技术可实时监测设备状态，及时预警故障与能耗异常，便于运维检修，减少浪费与安全隐患；高端绿色建筑更引入数字孪生技术，构建虚拟模型实现建筑全生命周期可视化管理与智能调控，进一步提升能源利用效率与运维水平。

三、节水、节材与资源循环利用技术

（一）绿色建筑节水技术

绿色建筑节水技术以水资源梯级利用与总量减量为核心，涵盖雨水资源利用、中水回用、节水器具应用及管网优化四大关键方向。雨水利用通过收集—过滤—储存—利用一体化系统，处理屋面、路面雨水后用于绿化灌溉、道路清扫等非饮用水场景，住宅小区中可收集60%以上降雨量，节水率达30%；中水回用作为水循环核心，收集建筑生活污水经生化处理、深度过滤后，用于冲厕、设备冷却等，可减少50%以上污水排放，降低城市污水处理压力。此外，普及节水型水龙头、马桶（冲水量 $\leq 4.5\text{L}$ ）等器具，较传统产品节水20%–50%，同时采用PE管、不锈钢管等耐腐蚀管材优化供水管网，减少漏损，进一步提升水资源利用效率。

（二）绿色建材与节材技术

绿色建材是绿色建筑节材技术的核心载体，其创新方向聚焦于环保、节能、可再生、可降解，替代传统高污染、高能耗建材。在建材研发方面，新型绿色建材不断涌现，如生态水泥（利用工业废渣、建筑垃圾等替代部分水泥熟料）、再生骨料混凝土（利用建筑垃圾破碎后的骨料制备）、竹木纤维集成墙板（可再生材料制备，无甲醛排放）、水性涂料（低VOC排放，环保无污染）等。这类建材不仅降低了生产过程中的能源消耗与污染物排放，还可提升建筑的环保性能与居住舒适度。节材技术则贯穿建筑设计、施工全过程，在设计阶段，采用模块化设计、装配式设计理念，减少材料浪费，提升材料利用率；模块化设计可实现建筑构件的标准化生产、现场组装，减少现场切割、浇筑带来的材料损耗。在施工阶段，推广精准配料、精细化施工技术，优化施工工艺，减少建材浪费；同时采用BIM（建筑信息模型）技术，对建筑设计、施工全过程进行可视化管理，提前发现设计冲突与施工问题，避免因返工导致的材料浪费。

（三）建筑垃圾资源化利用

建筑垃圾资源化利用是解决建筑业环境污染、实现资源循环

的关键，其技术创新聚焦于建筑垃圾的分类回收、破碎处理、再生利用，构建收集—处理—再利用”的闭环体系。在分类回收方面，通过在建筑施工、拆除现场设置专用回收设施，对建筑垃圾进行分类收集，避免混合垃圾难以处理的问题，为后续再生利用奠定基础。在破碎处理方面，采用高效破碎筛分设备，将建筑垃圾中的混凝土块、砖石等破碎为不同粒径的再生骨料，经除杂、固化等处理后，用于制备再生混凝土、再生砂浆、透水砖、路基填料等。其中，再生骨料混凝土的性能可达到普通混凝土的标准，广泛应用于建筑基础、道路工程、墙体材料等领域；再生砂浆可用于墙面抹灰、地面找平，实现建筑垃圾的高值化利用。此外，建筑垃圾中的钢筋可回收再加工，木材可粉碎后用于制做人造板材，塑料可回收再利用，最大限度减少建筑垃圾的填埋量。目前建筑垃圾资源化利用率已成为绿色建筑评价的重要指标，随着技术的不断成熟，建筑垃圾资源化利用的效率与附加值将持续提升，推动建筑业形成循环经济模式。

四、结束语

本文围绕绿色建筑工程技术的创新与应用展开系统探讨，从围护结构节能、建筑设备系统与能源利用、节水节材及资源循环三大核心领域，梳理了各类关键技术的创新路径与实践成效，构建了多维度、一体化的绿色建筑技术应用框架。

绿色建筑工程技术的创新与普及，不仅关乎建筑业自身的可持续发展，更对全社会生态文明建设与“双碳”目标达成具有重要意义。期望本文的研究能为绿色建筑技术的优化升级、工程落地及行业推广提供参考，助力更多创新技术转化为实际生产力，推动我国绿色建筑行业迈向高质量发展新阶段，构建起人与自然和谐共生的建筑空间体系。

参考文献

- [1] 韦德华, 郑康. 绿色建筑工程技术应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2015, 5(24): 1285–1286.
- [2] 高森. 绿色建筑工程技术应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2016(10): 318–318. DOI: 10.3969/j.issn.2095–2104.2016.10.318.
- [3] 郑海涛, 王艳. 绿色建筑工程技术应用 [J]. 现代工程项目管理, 2024, 3(24). DOI: 10.37155/2811–0625–0324–8.
- [4] 隋强. 绿色建筑工程技术的应用与发展 [C]//2024智慧施工与规划设计学术交流会议论文集. 2024: 1–4.
- [5] 田会晓. 绿色建筑工程技术应用 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018(22): 296.
- [6] 田忠良. 绿色建筑工程技术的发展运用 [J]. 中国建筑装饰装修, 2022(11): 78–80. DOI: 10.3969/j.issn.1672–2167.2022.11.017.
- [7] 杨全应. 绿色建筑工程技术应用 [J]. 装饰装修天地, 2019(23): 36.
- [8] 王勤刚. 绿色建筑工程技术应用 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(33): 458. DOI: 10.12159/j.issn.2095–6630.2020.33.0434.
- [9] 原俊强. 绿色建筑工程技术的应用研究 [J]. 建材与装饰, 2024, 20(3): 25–27. DOI: 10.3969/j.issn.1673–0038.2024.03.009.
- [10] 董爱新. 绿色建筑工程技术应用 [J]. 百科论坛电子杂志, 2020(12): 1404–1405. DOI: 10.12253/j.issn.2096–3661.2020.12.3033.