

建筑工程绿色施工技术应用与节能成效研究

王旭

河北光太路桥工程集团有限公司, 河北 邯郸 056000

DOI:10.61369/ETQM.2025120009

摘 要： 随着我国可持续发展战略的深入推进，建筑工程领域面临绿色转型的重大挑战与机遇。绿色施工技术作为节能减排、提升建筑品质的关键手段，已成为行业关注的重点。本文围绕建筑工程绿色施工技术的具体应用，系统分析其在节能降耗、资源优化及环境保护等方面的实践效果。通过对施工阶段绿色措施的实施要点、节能成效评估方法及智能化施工管理手段的探讨，总结绿色施工的综合效益与推广路径，为推动建筑行业高质量发展提供技术支持与参考依据。

关 键 词： 绿色施工；节能降耗；建筑工程；环保技术；资源优化

Research on the Application of Green Construction Technology in Construction Engineering and Its Energy-Saving Effects

Wang Xu

Hebei Guangtai Road and Bridge Engineering Group Co., Ltd., Handan, Hebei 056000

Abstract： With the in-depth advancement of China's sustainable development strategy, the field of construction engineering faces significant challenges and opportunities for green transformation. Green construction technology, as a key means of energy conservation, emission reduction, and enhancing building quality, has become a focal point of industry attention. This paper systematically analyzes the practical effects of green construction technology in construction engineering, focusing on its applications in energy conservation, resource optimization, and environmental protection. By exploring the implementation essentials of green measures during the construction phase, methods for evaluating energy-saving effectiveness, and intelligent construction management approaches, the paper summarizes the comprehensive benefits and promotion pathways of green construction, providing technical support and reference for promoting high-quality development in the construction industry.

Keywords： green construction; energy conservation and consumption reduction; construction engineering; environmental protection technology; resource optimization

引言

建筑行业作为能源资源消耗大户，传统施工方式已难以满足“双碳”目标与绿色发展的需求。绿色施工理念强调全过程节能减排与环境友好，是实现建筑可持续发展的关键路径。本文基于绿色施工技术的理论基础，结合建筑工程实际，探讨其在材料选择、能效控制、环境管理等方面的技术应用，并分析其节能成效，旨在为建筑工程绿色化建设提供系统性技术指导。

一、绿色施工技术的内涵与发展背景

（一）绿色施工的定义与基本原则

绿色施工是指在建设工程全过程中，以节能、节地、节水、节材和环境保护为核心，采取先进的管理模式与技术手段，最大限度地减少资源消耗和污染排放，实现施工活动与自然环境的协调统一。其基本原则包括：一是环保性，要求在施工过程中控制扬尘、噪声、污水、废弃物等对环境的不良影响；二是安全性，强调作业环境的健康与施工安全保障；三是节能性，注重合理使用能源与材料，提升设备能效比；四是高效性，通过优化工艺流程

程与施工组织设计，提高资源利用效率和施工管理水平；五是可持续性，在保障建筑质量与使用功能的前提下，推动建筑生命周期全流程绿色化。绿色施工的标准体系以国家《绿色施工导则》及《绿色建筑评价标准》为依据，涵盖施工现场管理、资源利用、环境控制、科技应用等多个维度，是推动建筑工程绿色发展的技术支撑和评价依据。

（二）政策驱动与行业发展趋势

在“双碳”目标引导下，国家和地方政府陆续出台了一系列关于绿色施工的政策法规与激励措施。如《建筑节能与绿色建筑发展“十四五”规划》《绿色建筑创建行动方案》等，从顶

层设计层面确立了绿色建筑、绿色施工的方向与目标。同时，绿色建筑评价体系也日益完善，涵盖设计、施工、运行等阶段，对建筑全生命周期的绿色性能提出明确标准。随着“绿色三星标识”“装配式建筑比重”等政策硬指标的推进，绿色施工不仅成为市场准入门槛，更是项目竞争力的体现^[1]。

（三）绿色施工技术发展现状

目前，我国绿色施工技术正处于多元集成、快速发展的阶段。在材料方面，绿色建材如高性能混凝土、再生骨料、低 VOC 涂料等在工程中被广泛应用；在施工工艺方面，节水节能措施如循环用水系统、智能照明与通风控制、太阳能辅助系统逐渐普及；在管理手段上，BIM 技术、施工现场能耗监测平台、建筑信息自动采集系统等数字化手段开始赋能绿色施工管理；同时，装配式建筑、模块化施工等新型工业化技术也为绿色施工提供了结构性变革动力。然而，与国际先进水平相比，我国绿色施工在标准规范、技术创新、人才培养等方面仍有待提升。

二、绿色施工在建筑工程中的应用路径

（一）节能环保型建筑材料的选择与使用

绿色建筑材料是实现施工节能与环境友好目标的重要基础，其种类涵盖结构类、围护类、装饰类及设备类等多个领域。常用的节能环保材料包括高强度低碳钢筋、高性能混凝土、粉煤灰砖、再生骨料、低辐射玻璃、保温隔热板材以及低 VOC 涂料等，这些材料在性能上具备轻质高强、保温隔热、耐久性好、污染低等优势，既能满足工程结构和功能需求，又显著降低对环境的负面影响。材料采购阶段，应严格按照《绿色建材评价标识管理办法》等标准开展绿色认证查验，优先选用获得绿色标识的建材产品。在施工现场，需建立健全绿色建材验收制度、分类堆放管理制度和使用台账管理制度，确保材料按需进场、避免浪费，同时通过信息化手段对进出场材料进行追踪和性能监控^[2]。

（二）施工节能设备与技术的集成应用

在绿色施工过程中，节能高效型机械设备的应用是提升整体施工能效的重要手段。工程项目中常采用低油耗高效率挖掘机、自动变速装载机、智能塔吊与高效搅拌站等现代化施工设备，这些设备具备运行稳定、油耗低、噪声小、排放少等特点，显著优于传统机械。同时，能源回收技术也日益成熟，如施工电梯的再生制动能量回馈系统，能够将机械运动中产生的多余能量转化为电能回流系统内部再利用，降低整体能耗。在设备管理方面，应推动设备协同与能效智能控制，通过集中供电、统一调度、数据分析等手段，最大限度避免“低效开机”与“空转待机”等能源浪费现象。

（三）施工过程中的资源循环与减排措施

绿色施工强调在施工各环节实现资源的循环利用与污染物的最小排放，从源头控制到末端处理全流程构建减排体系。在资源循环方面，应大力推广建筑垃圾分类回收与再利用机制，如模板、脚手架、混凝土块体、钢筋等均可在不同工程间循环使用或回收处理^[3]。在水资源利用方面，推行施工废水沉淀回用系统

及雨水收集系统，满足施工道路冲洗、降尘喷洒等非饮用水需求。在能源使用上，采用太阳能路灯、LED 节能照明与变频节能电机系统，降低现场运行能耗。污染控制方面，施工现场应采取围挡降尘、喷雾降尘、道路硬化、车辆冲洗等措施控制扬尘污染，采用隔音屏障与夜间作业限制减少噪音干扰，同时通过封闭式堆料、油料防渗池等方式控制固废和危险废物对土壤、水体的污染。各类环保设施应实行定期检查与运行记录制度，确保环保效果持续达标。通过系统化的资源循环利用与减排手段，不仅实现了对环境的有效保护，也降低了施工成本，推动建筑工程绿色化、高效化发展。

三、节能成效评估与数据化管理机制

（一）节能效果评估的指标体系构建

为了科学衡量绿色施工过程中的节能成果，有必要构建系统化、量化的节能评估指标体系。首先，应依据工程类别、建设规模、施工工艺等因素制定项目能耗基准线，明确能源消耗的初始状态及合理区间，为节能成效评估提供对比基准。基准线应涵盖电力、燃油、水资源、建材使用量等关键项，并可通过历史项目数据、行业标准或仿真分析进行设定。在此基础上，需建立针对施工阶段的关键绩效指标（KPI）体系，常见 KPI 包括单位建筑面积能耗、单位工程造价能耗、水资源重复利用率、建材节约率、现场碳排放强度等。各类 KPI 应具备可监测性、可比较性与目标导向性，便于全过程能效追踪和阶段性评估^[4]。此外，节能评估还应纳入经济与环境效益维度，实现从能源消耗量向综合效益转变。通过标准化的指标体系，不仅能科学反映绿色施工成效，还能为技术优化与管理改进提供数据支持与方向指引。

（二）信息化手段在能耗监测中的作用

随着智慧工地与数字建造理念的兴起，信息化技术在施工能耗监测中发挥出越来越关键的作用。首先，BIM（建筑信息模型）技术为绿色施工提供了可视化与模拟分析平台，可在施工前通过建筑模型模拟能耗行为，预判施工过程中的能源热点区域与节能空间，辅助设计阶段节能优化。其次，物联网（IoT）技术可实现施工现场各类用能设备的智能监测与联动控制，通过传感器采集电能、水耗、油耗等实时数据，上传至中央控制系统并进行动态展示与分析。能耗监测平台则作为数据整合与分析的核心载体，集成 BIM、IoT 与移动端数据，支持图表可视化展示、趋势分析、异常预警、用能对比等功能，形成完整的施工能耗数据链路。这些信息化手段极大提升了施工能耗管理的透明度与响应速度，实现从人工统计到系统自感知、自分析的转变，为绿色施工的持续优化提供强大技术支撑。

（三）数据驱动下的节能优化反馈机制

节能管理不应止步于数据采集与展示，更需依赖数据分析构建闭环优化反馈机制，实现持续性节能提升^[5]。首先，通过对监测数据的时间序列分析与横向对比，可以快速识别出高能耗节点、异常消耗设备或管理疏漏环节，并及时发出预警信息。管理人员可基于预警结果开展专项节能检查，定位问题根源并提出优

化策略。其次，应建立能效改进记录与反馈体系，将优化措施、节能成果及问题整改过程进行数据化记录，形成可追溯、可复用的改进案例库，为后续工程提供借鉴。同时，应将节能绩效与各责任单位、施工班组的管理考核挂钩，激励多方参与节能优化。在此基础上，借助 AI 算法与数据挖掘技术，可实现能耗行为预测与自适应调控策略制定，使节能优化从“事后纠偏”向“过程控制”“智能预测”升级。

四、绿色施工成效与推广策略分析

（一）节能技术的实际效益评估

绿色施工技术在建筑工程中投入应用后，不仅显著提升了施工过程的环境友好程度，还带来了可观的经济与环境效益。从经济效益来看，尽管绿色施工前期在设备采购、材料选型与系统集成方面存在一定成本投入，但随着施工周期推进，节能设备的高效运行与资源的循环使用可显著降低能耗费用与材料浪费，长期运营成本逐步下降^[6]。例如，采用高效照明、智能用电监控与节能型施工机械后，项目整体电能消耗可下降 10% 至 30%；废弃物资源化利用可降低后期处理费用 10% 左右。在环境效益方面，绿色施工技术通过扬尘控制、噪声抑制、水污染治理与碳排放监测等措施，降低了对周边生态的干扰，显著减少了碳足迹。以碳排放为例，推广再生建材、施工能耗管理系统与能源回收设备后，单位建筑面积碳排放量可降低 20% 以上。此外，绿色施工还能提升项目的市场竞争力，有助于取得绿色建筑认证，提高项目整体附加值，形成可持续发展的良性循环^[7]。

（二）推广绿色施工面临的障碍与对策

尽管绿色施工理念日益深入人心，但在实际推广过程中仍面临诸多障碍。首先是技术标准缺失，当前绿色施工相关规范多处于指导性层面，强制执行力度不足，导致在施工操作中缺乏统一、明确的评价与操作依据，制约了标准化推进。其次是人员意识薄弱，部分项目管理者与施工人员对绿色施工理解有限，仍沿用传统高消耗、高污染的施工习惯，缺乏绿色理念与技能培训支持。再者是初期成本投入压力大，尽管绿色施工长期回报显著，

但在招标阶段往往面临“最低价中标”机制，绿色设备与材料成本高、回报周期长，成为推广难点。针对上述问题，应从三个方面加以应对：一是加快绿色施工技术标准体系建设，明确技术准则、评价机制与法律责任，提升制度刚性；二是加强人员培训与宣传教育，推动绿色理念在施工企业内广泛普及，建立专项人才培养机制；三是完善财政补贴、绿色信贷与碳交易激励机制，降低绿色施工的资金门槛，形成政府引导、企业参与、市场调节的良性生态。

（三）建筑企业绿色转型路径建议

建筑企业作为绿色施工的实施主体，必须在理念更新、管理优化与技术升级多个维度协同推进绿色转型。首先，在企业战略层面，应将绿色施工纳入企业发展核心战略，设立绿色发展目标与年度节能指标，推动绿色施工由单项目实践转向企业级系统建设^[8]。其次，在管理机制上，应设立绿色施工专项管理部门，健全绿色技术选型、能效审计、材料控制与能耗监测的闭环管理体系，并借助 BIM、ERP 等化工具实现绿色施工全过程可视化管控。再次，在人才体系方面，应构建绿色施工人才梯队，组织技能竞赛、标准化实训与现场研修等活动，提升全员绿色管理能力。在供应链协同方面，企业还应优先选择具有绿色资质的供应商，推动绿色材料、设备与服务的协同采购与集成应用。此外，企业可积极参与绿色建筑认证、行业联盟与政府试点项目，扩大品牌影响力，争取政策支持与市场先机。

五、结语

绿色施工作为推动建筑工程可持续发展的重要路径，已逐步成为行业共识。通过绿色材料选用、节能设备集成、资源循环利用以及信息化能耗管理，建筑施工的节能减排效果日益显著。尽管在推广过程中仍面临标准缺失、意识薄弱与成本压力等挑战，但通过政策引导、技术创新和企业转型，绿色施工的发展潜力巨大。未来，建筑行业应坚持绿色理念，强化全过程绿色管理，推动施工方式向节能高效、环保智能方向不断迈进。

参考文献

- [1] 李玉涵. 刍议绿色建筑施工技术的有效应用路径 [J]. 石材, 2025(07): 95–97. DOI: 10.14030/j.cnki.scaa.2025.0369.
- [2] 田儒凯. 绿色建筑施工技术在现代建筑工程中的应用分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025(18): 94–96. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202518032.
- [3] 李扬. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025(18): 88–90. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202518030.
- [4] 何在群. 绿色建筑装配式施工技术在各工程阶段的应用 [J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(03): 131–132+135. DOI: 10.13824/j.cnki.cmtm.2025.03.046.
- [5] 杨永生. 绿色节能建筑施工技术质量控制与管理方法探究 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(12): 19–21. DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx.2025.0543.
- [6] 龙义夫. 房屋建筑工程绿色施工管理及创新方法探究 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(12): 133–135. DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx.2025.0541.
- [7] 邓雷成, 田娜娜. 绿色建筑施工技术在住宅建筑工程中的应用 [J]. 陶瓷, 2025(06): 179–182. DOI: 10.19397/j.cnki.ceramics.2025.06.021.
- [8] 刘辰浩. 绿色建筑材料在建筑工程施工技术中的应用 [J]. 四川建材, 2025, 51(06): 11–14.