

Application Analysis of Energy Saving and Emission Reduction Technology in Construction Engineering under the Concept of Green Construction

Zhongqi Mao

Qitian Construction Group Co., Ltd., Qinzhou, Zhejiang, 324000, China

Abstract

The promotion of green construction concepts in the field of building engineering plays a significant role in advancing energy conservation, emission reduction, and green transformation within the construction industry. With the rapid expansion of building scale and the continuous increase in the proportion of construction energy consumption, energy waste, material loss, and pollution emissions during the construction phase have become critical limiting factors for industry development. Guided by the concept of green construction, the systematic application of material substitution, structural optimization, energy consumption management, carbon emission control, and pollution reduction technologies can effectively reduce resource consumption throughout the construction process, achieving simultaneous improvements in energy utilization efficiency and reductions in environmental impact.

Keywords

Green construction; Building engineering; Energy-saving technologies; Emission reduction technologies; Management system

绿色施工理念下建筑工程节能减排技术应用分析

毛忠奇

启天建设集团有限公司，中国·浙江 衢州 324000

摘 要

绿色施工理念在建筑工程领域的推广，对推动建筑业节能减排和绿色转型具有重要作用。随着建筑规模快速扩大和施工能耗占比持续提升，施工阶段的能源浪费、材料损耗及污染排放成为行业发展的关键限制因素。在绿色施工理念指导下，通过材料替代、结构优化、能耗管控、碳排放控制和污染物减排技术的系统应用，可有效降低建筑施工全过程的资源消耗，实现能源利用效率提升与环境负荷削减的同步推进。

关键词

绿色施工；建筑工程；节能技术；减排技术；管理体系

1 引言

建筑工程施工阶段的能源消耗强度高、材料用量大、污染排放集中，是建筑领域节能减排工作的重点环节。传统施工模式普遍存在设备运行效率偏低、材料损耗率过高、施工废弃物排放量大、能源管理粗放等问题，难以满足当前绿色低碳发展的要求。绿色施工理念作为建筑业转型升级的重要方向，强调在施工全过程中实现资源节约、环境友好和高效管理，通过技术优化与制度创新减少能源消耗和污染排放。近年来，随着国家节能减排政策持续推进，绿色施工技术体系不断完善，施工管理方式逐步由粗放型向精细化、集约化、节能化转变。

【作者简介】毛忠奇（1984-），男，中国福建武夷山人，本科，工程师，从事房建工程施工研究。

2 绿色施工理念在建筑工程中应用的重要性

2.1 绿色施工对资源节约型建筑发展的推动作用

绿色施工理念强调在建筑工程的各个阶段减少资源消耗，通过优化材料选择、施工工艺与现场管理措施，实现资源利用效率的整体提升。建筑材料在传统施工中浪费率普遍在 2% 到 5% 之间，通过推行材料计量配送、周转材料循环利用和结构化加工，可将材料损耗率降低到 1% 左右，明显提升资源利用效益。在钢筋加工、模板周转和混凝土浇筑等工序中，工厂化预制、定型化模板与高性能混凝土技术的采用，使现场材料浪费得到抑制，建筑废弃物产生量下降约 20% 到 30%。绿色施工通过构建资源节约型施工体系，为建筑工程提供节能降耗的基础路径，并推动建筑领域向高效、低耗、减废方向发展，强化建筑工程全过程的资源节约能力。

2.2 绿色施工提升施工阶段能源利用效率的关键价值

施工阶段能源消耗主要集中在机械设备运行、临时设施用电和材料运输环节,能耗占工程总能耗比重可达30%到50%。绿色施工理念通过全过程能源管理和设备高效运行策略,使施工能源利用效率得到显著提升。采用变频设备、电机节能控制技术与能源监测系统后,机械设备能耗可降低8%到12%,塔吊、提升机等高耗能设备通过功率调节与能源回收技术,可使单位作业能耗下降10%以上。施工现场照明采用LED光源和分区控制系统,可减少照明能耗约30%。施工机具的工况监测技术能够实时掌握运行状态,提高设备利用率,使机械闲置能耗减少15%左右。绿色施工通过用能管理和技术干预,有效提升施工阶段能源利用率,为工程节能减排奠定基础^[1]。

3 绿色施工理念下建筑工程节能减排技术分析

3.1 基于材料替代与结构优化的节能技术路径

材料节能技术通过选用低能耗、低污染、可再生材料,实现建筑工程材料体系的绿色替代。高性能混凝土、再生骨料、低导热保温材料等在施工中得到推广,再生骨料替代率达到20%时,可降低材料生产能耗约15%。钢筋加工采用机械连接和工厂化加工方式,可减少钢筋损耗约2%,并降低现场切割能耗约10%。在结构节能方面,通过优化梁板截面、采用装配式结构体系和预制构件生产模式,可减少现场施工能耗和模板材料使用量,预制率达到40%的工程中,材料浪费可降低约25%。装配式围护系统采用低导热材料,使建筑外维护结构传热系数降低 $0.2\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 以上。材料替代与结构优化共同构成绿色施工节能的核心技术路径,在减少资源消耗的同时提升材料使用效率,使工程整体能耗得到明显控制。

3.2 依托施工过程管理的能源消耗控制技术

施工阶段能源控制通过现场管理体系、设备运行策略与智能监测措施实现能耗的可控与降低。能源监测系统对施工现场临电、机械能耗和分区用能进行实时记录,使表观能耗数据误差控制在 $\pm 3\%$ 以内,通过负荷分配和用电错峰策略,可降低临时用电量约8%。机械设备运行方面,通过引入变频调速技术、液压能效提升装置与自动功率调节模块,可使塔吊、泵车等设备能耗下降10%到15%。施工机具采用分级启停程序,可减少怠速能耗约20%。运输环节采用集中调度、车辆轨迹监控及电动运输设备应用,可使单位运输能耗降低约12%。材料加工区布局优化后,分散能耗损失降低5%以上。全过程能耗控制技术通过管理、设备与调度协同,实现施工阶段总体能耗系统下降。

3.3 面向全过程的污染物减排与资源循环利用技术

污染物减排技术覆盖扬尘、噪声、废水和固废等方面,通过源头削减、过程控制和末端治理实现施工环境负荷的降低。现场扬尘控制采用雾化喷淋、围挡密封与道路硬化技术,

使PM10浓度降低30%到40%。噪声控制通过低噪声设备、隔音屏障与作业时间调整,使施工噪声降低10至15分贝。施工废水经沉淀、絮凝与循环利用处理,可达到70%以上的水资源回收率。固体废弃物通过再生骨料加工与模板周转利用,可减少约20%的固废排放量。通过设置材料回收区、分类管理制度与周转材料跟踪系统,可提升材料利用率5%到8%。全过程污染物减排技术通过系统治理,实现施工阶段环境影响的显著降低,为绿色施工目标的实现提供技术支撑^[2]。

4 绿色施工管理体系在节能减排中的实施路径

4.1 施工阶段能源管理体系的构建方法

施工阶段能源管理体系依托组织、制度、技术三方面共同构建,通过明确能源管理责任、设置能耗监测点位、制定能源使用标准和运行规范,使施工能耗得到系统化管理。现场能源审计能够识别高能耗设备和薄弱环节,通过能耗基准值的建立,使各类设备与分区的能耗水平保持在合理区间。能源监测系统对临电总表、分表、机械设备能耗实施实时采集,使能耗数据透明化,便于调节施工负荷和优化用能策略。施工组织设计中将能源管理内容纳入专项方案,依据施工强度和工序特点配置设备运行计划,以减少重复作业与空载运行。能源管理体系通过用能责任到岗、用能数据可视化和用能标准量化,实现施工能耗的持续控制,使建筑工程施工阶段能源管理具备制度化和精细化特征。

4.2 施工全过程碳排放控制机制

施工阶段碳排放控制需要在材料、设备、工序和运输等环节建立全过程管理机制,通过碳排放核算、碳源识别、减排措施配置形成系统控制模式。材料环节通过推进低碳混凝土、再生骨料、装配式构件应用,使材料生产环节碳排放量下降约10%到15%。设备环节通过设备能效分级管理、无功损耗调节与施工机械保养制度,减少机械排放强度,使单位作业碳排放下降约8%。工序环节通过优化施工工序衔接、减少返工和等待时间,可降低约5%至7%的间接排放量。运输环节通过集中调度、提高车辆周转率和使用新能源车辆,使运输环节碳排放下降12%以上^[3]。全过程碳排放控制机制通过碳排放核算平台对排放数据进行动态更新,使碳排放管理可量化、可追溯,为绿色施工提供系统化的低碳路径。

4.3 施工现场绿色监督与评价机制

绿色监督与评价机制通过制度建设、过程监控和结果评价三个层面推进,以确保绿色施工要求在现场落地执行。监督体系由项目负责人、专业管理人员和第三方监理共同组成,通过日常巡查、专项检查与阶段性评估形成持续监管链条。绿色施工评价指标涵盖扬尘控制、噪声管理、能源消耗、材料利用与固废排放等内容,通过数据记录和评分模型对现场绿色施工水平进行量化评价。能源、废水、固废等关键指

标依据项目规模设定控制值，现场监测设备将实时数据上传系统平台，实现问题自动预警和责任追踪。监督机制定期对施工单位绿色施工表现进行排名，评价结果作为履约考核和后续项目准入的重要依据。绿色监督与评价机制通过数据化监管手段，使绿色施工要求从制度转化为可执行、可考核的管理工具，图1为绿色施工理念施工现场的7大评价体系。



图1 绿色施工理念施工现场的7大评价体系

5 绿色施工节能减排技术的综合提升路径

5.1 节能减排技术协同应用模式

节能减排技术在建筑工程中需要形成材料节能、设备节能、工序节能和环境治理等多项技术的协同体系，通过多环节联动提升整体节能减排效益。材料节能通过使用再生骨料、装配式构件和低导热材料减少原生材料开采带来的资源消耗；设备节能通过引入变频控制、能效提升装置与实时监控技术，使设备运行能耗降低10%以上；工序节能通过优化施工进度计划与机械协同策略，使重复作业和待机能耗减少约15%；环境治理技术通过扬尘抑制、废水回收与固废再利用，使污染物排放总量减少约20%。协同应用模式以全过程管理为核心，通过技术组合、数据共享和责任联动机制，将节能与减排形成协同增效效应，使绿色施工在规模化应用中实现更高效的综合效益。

5.2 施工现场信息化支撑节能减排的技术路径

信息化技术为施工现场节能减排提供数据监控、智能调度和实时预警能力，通过数字化手段提升节能管理效率。能源管理平台集成临电监控、机械能耗监测和分区域用能记录，实现能耗数据的自动采集与可视化，能耗异常可在分钟级时间内被识别。施工调度系统依据设备运行参数和工序安排优化设备启停策略，使机械闲置时间缩短约20%。运输管理系统结合车辆定位、路径优化与调度算法，使运输能耗

下降约10%左右。环境监测设备对扬尘和噪声进行实时采样，数据上传后形成绿色施工指标曲线，用于评估污染物变化趋势。信息化技术通过智能监测、自动控制和数据分析三项能力构建信息化节能减排体系，使施工现场管理更加精准、高效和低耗^[4]。

5.3 节能减排技术在建筑工程中的推广机制

节能减排技术的推广依托政策引导、标准规范、示范工程和市场机制共同推动，通过制度化与工程化双路径加速技术应用。政策层面通过节能施工规范、绿色施工评价标准与专项激励政策，为技术应用提供制度约束与经济激励。行业层面通过编制技术指南与培训体系，使施工单位掌握节能减排技术的实施要求和操作流程。项目层面通过建设绿色施工示范工程，使先进技术在实际项目中形成可复制模式，示范项目节能效益通常比常规项目提高10%到15%。市场层面通过绿色采购制度推动再生材料、节能设备和环保工艺的规模化应用，使节能减排技术具备产业化推广基础。推广机制通过制度、技术与市场的共同驱动，使节能减排技术在建筑工程领域实现持续扩散与有效落地。

6 结语

绿色施工理念下建筑工程节能减排技术的系统应用，已经成为建筑行业推动高质量发展的重要方向。通过在施工阶段引入材料节能、设备节能、工序节能与污染物减排等多项技术措施，能够有效降低能源消耗与环境负荷，使施工全过程的资源利用更加集约高效。绿色施工管理体系的构建以及信息化技术的深度融入，为节能减排目标的实现提供了制度保障和技术支撑，使施工现场的能源管理、碳排放控制和监督评价等环节形成闭环管理。未来建筑工程实施绿色施工的深度与广度将持续扩大，通过技术协同、管理创新和机制完善，使节能减排成为建筑工程建设的常态化要求，为行业绿色转型和可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

[1] 褚复含,王陆伟.绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新路径探究[J].全面腐蚀控制,2025,39(10):157-160.
[2] 靳艺超.绿色施工理念下建筑工程节能施工技术探析[J].居业,2023,(06):13-15.
[3] 黄伟祥.研究绿色施工理念下建筑工程节能施工技术[J].建设科技,2023,(04):82-84.
[4] 许斌,李锡涛.浅谈绿色施工理念下建筑工程节能施工技术[J].智能建筑与智慧城市,2021,(12):124-125.