

绿色低碳战略下建筑工程管理的优化路径研究

王发明

广东省盛鑫宏建设工程有限公司 四川省蓬溪县 526238

摘要:在“双碳”目标背景下,建筑工程作为能源消耗和碳排放的重要领域,亟需在管理模式上实现绿色低碳转型。本文系统梳理绿色低碳战略对建筑业发展的深刻影响,结合建筑工程管理的实际需求,提出了全生命周期绿色管控、数字化与智能化赋能、低碳施工技术创新、绿色供应链体系构建以及政策与标准协同等优化路径。

关键词:绿色低碳;建筑工程管理;优化路径;全生命周期;智能建造

1. 引言

建筑业作为国民经济的重要支柱产业,其能源消耗和碳排放量长期居高不下。根据中国建筑节能协会的测算,建筑全生命周期能耗约占全国总能耗的40%,碳排放量约占全国碳排放总量的35%。因此,绿色低碳转型已成为建筑业高质量发展的必然趋势。《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》明确提出,到2025年新建建筑全面执行绿色建筑标准,推动建筑工程全过程节能降碳。绿色低碳战略不仅关乎建筑业自身的可持续发展,更与国家能源安全、环境保护及社会治理密切相关。通过探索建筑工程管理的优化路径,不仅能够降低工程运行过程中的能耗与排放,还能提高工程质量与经济效益,实现生态效益、社会效益与经济效益的多重统一。

2. 绿色低碳战略与建筑工程管理的内在逻辑

2.1 绿色低碳战略的政策导向与行业要求

“双碳”目标的提出,使建筑行业成为节能减排的重要突破口。在国家层面,《绿色建筑评价标准》《建筑节能与可再生能源利用通用规范》《建筑碳排放核算标准》等相继颁布,不仅为绿色建筑的实施提供了政策依据,也为建筑工程管理制定了明确的低碳目标。政策导向强调建筑全过程的能效优化与碳排放控制,从建筑选址、规划设计到施工、运维直至拆除再利用,都需纳入低碳考量。这种政策驱动使传统以成本、进度为核心的工程管理模式面临深度转型的压力。

与此同时,绿色低碳战略的实施也引导建筑企业构建新的竞争优势。在市场层面,绿色认证与低碳绩效逐渐成为工程招投标的重要指标;在社会层面,公众对低碳建筑的认

同度不断提升,推动了企业品牌价值和社会责任感的塑造;在经济层面,绿色金融和碳交易机制的逐步完善,为企业低碳投资提供了资金支持。因此,政策、市场与社会需求三重力量的合力,决定了建筑工程必须以绿色低碳为核心价值导向。

2.2 建筑工程管理的转型逻辑与优化路径

在绿色低碳战略的推动下,建筑工程管理正在从“要素驱动”转向“系统集成”如图1。传统管理强调工期和造价的控制,往往忽视资源利用效率与环境负荷。而在新形势下,工程管理需贯穿全生命周期,形成以低碳目标为导向的综合性管理模式。第一,在规划设计阶段,应通过建筑信息模型(BIM)与绿色建筑标准相结合,实现设计方案的碳排放模拟与优化;在施工阶段,推广装配式建筑和低碳施工技术,减少能源浪费与建筑垃圾;在运营阶段,利用物联网、大数据和人工智能,实现建筑能耗的实时监控与动态调控;在拆除与再利用阶段,应建立建筑材料循环利用机制,减少隐含碳排放。第二,工程管理不仅需要依托低碳技术,还需引入智能化管理平台,确保从设计到运行的碳排放信息透明可控。整体来看,绿色低碳战略为建筑工程管理确立了新的发展目标,而建筑工程管理则是绿色低碳战略落实到行业实践的关键抓手。两者的内在逻辑关系可以概括为战略提供方向与约束,管理提供执行与落地,二者共同推动建筑行业迈向绿色可持续发展。

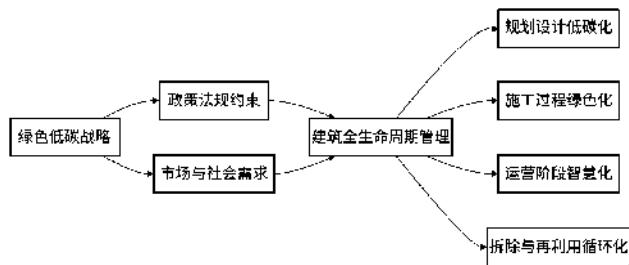


图 2 建筑工程管理与绿色低碳战略的内在逻辑关系

3. 建筑工程全生命周期绿色管控路径

3.1 规划设计阶段的低碳导向

建筑全生命周期的绿色管控应从源头把关，而规划与设计阶段的碳排放决定了建筑后续运行能耗与环境影响的上限。首先，应坚持低碳选址原则，优先考虑交通便利、能源供应清洁和生态环境友好的区域，避免因不合理选址带来长期能耗和碳排放负担。其次，设计阶段需贯彻“被动式节能”理念，例如合理的建筑朝向、遮阳构造和自然通风设计，能够显著降低建筑对人工能源系统的依赖。

在技术层面，建筑信息模型（BIM）与能耗模拟工具的结合是设计低碳化的重要途径。BIM 可实现建筑能耗、碳排放和材料使用量的多维度模拟，通过参数化设计优化外墙保温、屋顶隔热与窗墙比配置，从而在设计环节提前控制建筑运行期碳排放。同时，绿色建材数据库的应用可帮助设计团队选用低碳环保材料，避免传统高能耗、高排放材料的大规模使用。设计阶段若能落实这些措施，将为后续施工与运营阶段奠定绿色基础。

3.2 施工与运营阶段的绿色协同

施工阶段是建筑碳排放的重要环节，主要来源于施工机械能耗、材料运输与施工废弃物处理。为实现低碳施工，应大力推广装配式建筑、模块化钢结构与 3D 打印等新型建造方式，以减少现场作业能耗和物料浪费。同时，通过绿色施工管理体系，对施工废弃物进行分类回收与再利用，推动形成建筑垃圾资源化利用的新模式。施工设备方面，应采用电动化与高能效设备，并借助智能传感与监测平台，实时监控能耗水平，及时纠偏。建筑进入运营阶段后，碳排放控制的重点转向运行能效。物联网技术可实现空调、照明、电梯及供水系统的能耗实时监控；大数据与人工智能算法可对能耗数据进行动态分析，生成最优运行策略。如基于人工智能的 HVAC（供暖、通风与空调）控制系统能够根据气候条件与人员流动情况实时调节运行参数，从而显著降低能耗。

4. 数字化与智能化赋能的低碳管理模式

4.1 BIM 与数字孪生的全周期管控

随着信息技术的发展，数字化手段正在成为建筑工程绿色低碳管理的重要支撑。首先，建筑信息模型（BIM）能够实现设计、施工和运维全过程的信息集成与共享，在低碳管理中发挥了核心作用。基于 BIM 的能耗模拟功能，可以在设计阶段对建筑整体能效进行动态预测，从而提前优化外墙材料、窗墙比以及机电设备选型。

数字孪生技术的引入则进一步提升了建筑工程的低碳管控水平。通过在虚拟空间中构建与实体建筑同步的数字模型，管理者能够实现施工进度、能耗分布和碳排放情况的实时可视化。数字孪生不仅可以作为动态监控的工具，还能通过预测性分析功能，提前识别潜在的高能耗风险环节，并提供优化策略。例如，在施工阶段，数字孪生可模拟不同施工方案的能源消耗差异，从而选择碳排放最小化的路径；在运营阶段，则可预测 HVAC 系统能耗峰值，提前制定节能调度计划。这种虚实结合的管控模式，为建筑行业实现全周期绿色低碳目标提供了技术保障。

4.2 人工智能与大数据的低碳赋能

人工智能（AI）与大数据的结合为建筑能效优化带来了新的可能性。在施工阶段，AI 可以通过图像识别与传感器数据分析，自动识别施工现场的能耗异常与设备运行故障，及时提出节能调整方案；而在运维阶段，基于机器学习的智能算法能够不断从历史能耗数据中学习，逐步形成最优运行模型。例如，深度强化学习技术已被应用于大型商业综合体 HVAC 系统调控，节能率可达 15% – 20%。大数据技术的优势在于其能对分散的能耗与碳排放数据进行实时采集、存储与挖掘，形成决策支持系统。通过建立建筑能耗大数据中心，管理者可以对不同建筑类型、气候区和使用场景进行横向对比，形成区域碳排放基准值，从而更科学地制定节能改造方案。

5. 低碳施工技术与绿色供应链构建

5.1 低碳施工技术创新与实践

施工阶段作为建筑全生命周期中能耗与碳排放的高峰环节，其低碳化水平直接影响整体碳减排效果。首先，装配式建筑是低碳施工的重要突破口。通过在工厂预制构件并在现场快速拼装，不仅能够减少现场湿作业量，缩短工期，还能显著降低能源消耗与建筑垃圾排放。其次，3D 打印建造

与模块化钢结构施工逐渐进入实践层面,这些新型工艺具备高精度、低材料损耗和可重复利用的优势,能够有效提升施工环节的绿色水平。低碳施工还依赖于施工设备的更新与智能化改造。传统施工机械普遍存在能耗高、排放大的问题,推广电动化施工机械与高效能机具,可以降低燃料消耗与碳排放。配合物联网传感器与实时监控平台,管理人员能够对施工能耗进行动态调控,及时发现异常能耗点并进行纠偏。与此同时,绿色施工管理体系的建立也尤为重要,通过制定施工废弃物分类、再利用与资源化利用标准,实现施工废弃物减量化与循环化。

5.2 绿色供应链体系的构建与运行

建筑行业的低碳化不仅限于施工现场,还延伸至材料采购、运输和供应链管理全过程如图2。绿色供应链管理的核心在于“源头控制”与“过程协同”。在材料采购方面,应建立绿色材料数据库与认证机制,优先选用低能耗、低污染和可再生材料。例如,高性能节能玻璃、再生骨料混凝土与低碳水泥的推广应用,能够显著降低隐含碳排放。在运输环节,优化物流路线、引入电动或新能源运输车辆,可有效减少碳排放。绿色供应链的构建还需要全过程信息追溯机制。通过区块链和大数据平台,供应链各环节的信息得以透明化,实现材料从生产到使用的全流程追踪。这不仅提升了供应链的协同性,也有助于企业履行绿色责任与碳排放报告义务。

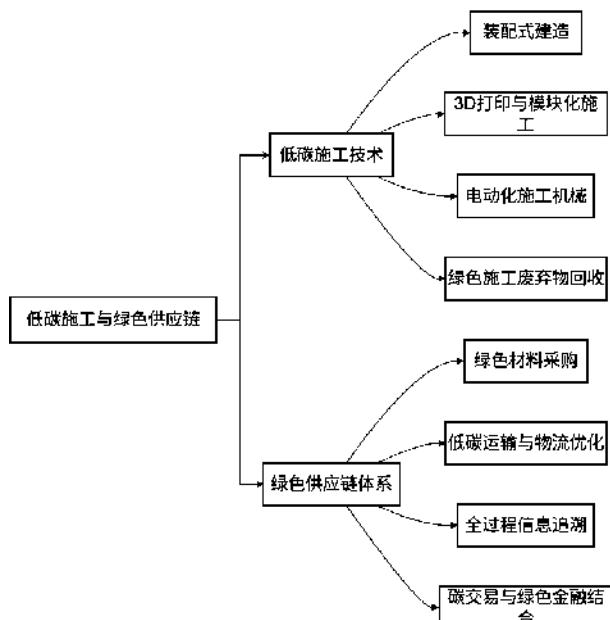


图 2 低碳施工与绿色供应链协同路径

结论

本文从全生命周期绿色管控、智能化赋能、低碳施工与供应链构建、政策与标准支撑等方面,系统提出了建筑工程管理的优化路径。研究表明,绿色低碳战略不仅是约束性要求,更是行业实现高质量发展的重要机遇。未来,建筑工程管理需进一步强化跨学科协同,推动绿色低碳技术与数字化手段的深度融合,以实现建筑行业的全面绿色转型。

参考文献:

[1] 张良魁.绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新路径研究[J].砖瓦世界,2025(11):184-186. DOI:10.3969/j.issn.1002-9885.2025.11.062.

[2] 周锦虹.建筑工程绿色施工管理策略与可持续发展路径[C]/2025 人工智能与工程管理学术交流会论文集.2025:1-3.

[3] 张伟岗.新型城镇化背景下建筑工程管理发展趋势展望[C]/2025 工程技术与材料应用学术交流会论文集.2025:1-3.

作者简介:姓名:王发明,出生年-1975-11-05,性别:男,民族:汉,籍贯(省、市/县):四川省蓬溪县大石镇,学历:大专,目前职称:总经理,所在单位:广东省盛鑫宏建设工程有限公司,研究方向:建筑工程技术管理。