

## 基于低碳文明施工与工程管理的结合应用研究

尹镜皓<sup>1</sup>, 林超<sup>1,\*</sup>

1. 宜春学院, 智能制造与材料化工学院, 江西 宜春, 336000

**摘要:** 在全球低碳经济转型、我国双碳目标推进的大背景下, 建筑行业是能源消耗和碳排放的主要领域, 绿色低碳转型已经成为建筑行业高质量发展的主要方向。低碳文明施工是建筑工程全生命周期降碳减污、资源高效利用的重要环节, 把低碳文明施工理念同工程管理体系深度融合起来, 可以很好地解决传统施工中资源浪费、污染严重、管理粗放等问题。本文以低碳经济和现代工程管理理论为基础, 对低碳文明施工的核心内涵进行界定, 分析低碳文明施工与工程管理相结合的现实意义及存在的问题, 从管理体系建立、技术应用、资源控制、污染治理、信息化赋能五个方面提出融合路径, 通过工程实践数据检验实施效果, 为建筑行业低碳化、规范化、精细化发展提供理论参考和实践指导。

**关键词:** 低碳文明施工; 工程管理; 绿色建筑; 双碳目标; 施工管控

## Research on the Combined Application of Low-Carbon Civilized Construction and Engineering Management

Jinghao Yin<sup>1</sup>, Chao Lin<sup>1,\*</sup>

1. School of Intelligent Manufacturing, Materials & Chemical Engineering, Yichun University, Yichun, Jiangxi, 336000, China

**Abstract:** Against the background of global “low-carbon” economic transformation and the promotion of “dual carbon” in China, the construction industry is a major energy-consuming and carbon-emitting sector, thus it has made green and low-carbon transformation the main focus of high-quality development. Low-carbon civilized construction is a very important link to reduce carbon, and cut off the emission of pollutants and achieve efficient resource utilization for the whole process of the entire construction project. The deep integration of low carbon civilized construction concept with the engineering management system can be used to solve many common problems like resource waste, heavy pollution and loose management in traditional construction. This article, based on low carbon economy theory and modern engineering management theory, defines the main content of low-carbon civilized construction. Then it discusses the practical value and current problems of integrating low-carbon civilized construction with engineering management and puts forward integration path for system construction, technology application, resource control, pollution control and information empowerment. The verification is made on the basis of the engineering practice, which provides theoretical reference and practical guidance for the low-carbon, standardization and refinement of the development of the building industry.

**Keywords:** Low-carbon civilized construction; Engineering management; Green building; Dual carbon goals; Construction management and control

全球气候变暖、环境问题成了人类社会要面对的主要问题。伴随着工业化、城市化迅速发展，能源消耗和碳排放不断增加，自然生态系统所受到的压力也越来越大<sup>[1]</sup>。为了应对全球性的危机，世界各国都提出了减排目标，大力推行绿色低碳发展。中国是世界上最大的发展中国家，始终把全球气候治理作为自己的重大责任，提出碳达峰、碳中和的宏伟目标，用一系列政策和行动引领经济社会全面绿色低碳转型<sup>[2]</sup>。在双碳战略的大背景之下，绿色建筑、低碳施工迎来了新的发展机遇，也对行业的转型提出了更高的要求。建筑业是国民经济支柱产业，也是高能耗、高排放、高污染行业，据有关数据显示，我国建筑全过程碳排放占全国总量的 50.9%，建筑能耗占全社会终端能耗的 27.5%，传统施工方式造成的资源浪费、扬尘、噪声、废水、固废等问题十分严重，与低碳发展理念和生态文明建设的要求背离。因此推进低碳文明施工，把低碳文明施工同工程管理有机结合起来，既是对响应国家“双碳”目标的一种客观反映，也是建筑业实现转型升级、高质量发展的一种内在要求。从建筑全生命周期碳排放构成上看（图 1），建材生产、施工、运营、拆除等各个阶段都会产生大量的碳排放，建材生产与运营阶段的碳排放占比大，施工阶段的直接和间接排放也不能忽视，传统的粗放式施工模式下资源浪费、扬尘、噪声、废水、固废等问题更加严重，给行业带来了更大的环境压力。

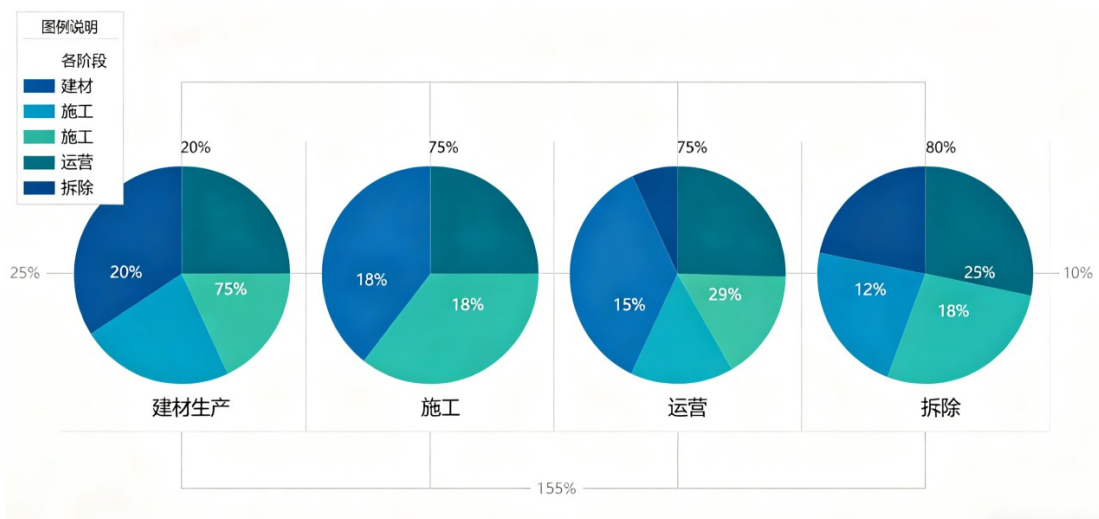


图 1 建筑行业全生命周期碳排放构成示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the carbon emission composition in construction industry life cycle

绿色建筑是可持续发展理念的主要体现形式，在实现“双碳”目标的过程中起着举足轻重的作用，绿色施工和低碳管理成为行业发展的主要方向。施工管理上采用创新实践，利用建筑节能、环保性能提高手段，用被动式太阳能技术、绿色建材等措施，在管理效率和管控质量提升方面，用 BIM 技术、全过程管理、第三方评估等方法<sup>[3]</sup>。在这种情况下，对低碳文明施工与工程管理相结合的途径展开系统的探究，有着十分重要的理论和现实意义<sup>[4]</sup>。

低碳文明施工是在传统文明施工的基础上，以低碳经济为引领，以节约资源、降低能耗、减少污染、控制碳排放为宗旨，在施工全过程中落实节能、节地、节水、节材和环境保护的要求，实现施工活动与生态环境和谐共生的一种施工模式，其主要特点就是资源高效化、污染最小化、排放低碳化、管理规范化，注重质量、安全、进度、成本和生态环保的多目标协同管控（图 2）。现代工程管理包含项目策划、设计、施工、验收、运维等全过程，其低碳化转型要将低碳环保理念贯穿于

全流程的管理之中,重新塑造管理目标,健全管理制度,改进管理手段,把低碳技术应用、绿色建材推广、资源循环利用、污染综合治理作为重点,创建标准化低碳指标管控体系,使施工管理由传统粗放型模式转向低碳精细化模式<sup>[5]</sup>。

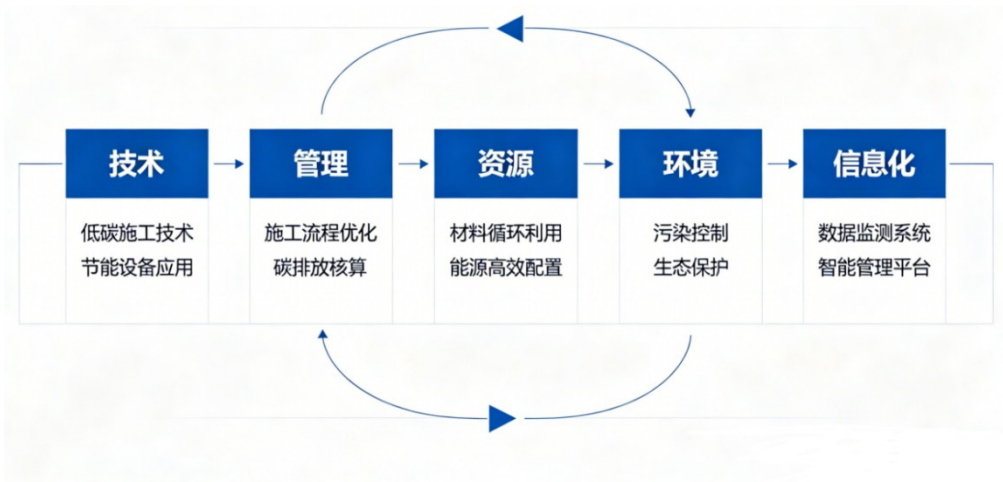


图2 低碳文明施工与工程管理融合逻辑框架图

Fig. 2 Logical framework diagram of integration of low-carbon civilized construction and engineering management

从内在联系上看,低碳文明施工是工程管理低碳化转型的主要载体,工程管理是低碳文明施工落地见效的制度保障<sup>[6]</sup>。两者有机融合,可以把抽象的低碳目标转化为具体的、可执行的、可控制的、可考核的低碳施工技术、资源管控、污染治理等具体管理措施,依靠工程管理的组织、协调、控制职能,保证低碳施工技术、资源管控、污染治理等各项措施的落实,从而达到施工过程文明规范和低碳环保的双重目的,为建筑行业的绿色低碳转型提供强有力的支撑。

## 1 低碳文明施工与工程管理结合的现存问题

### 1.1 管理体系与资源利用层面存在的突出问题

传统的工程管理体系把质量、安全、进度、成本作为主要的控制目标,缺少系统的低碳文明施工管理机制,没有形成明确的低碳管控指标、责任体系和考核标准。部分企业把低碳施工作为形式上的要求,没有将其融入到项目管理的全过程之中,低碳理念不能渗透到施工操作、材料采购、设备使用等各个环节之中,导致低碳措施执行不到位<sup>[7]</sup>。

建筑施工消耗大量的材料、能源、水资源等资源,传统的工程管理缺少精细化的资源控制手段,材料采购计划不合理、使用过程监管不到位,造成建材浪费、闲置的现象普遍存在;施工设备选用高能耗的老式机型,能源管控粗放,无效能耗大;水资源循环利用体系缺失,施工用水浪费和废水直排并存,资源利用率远远低于低碳施工的要求(图3)。

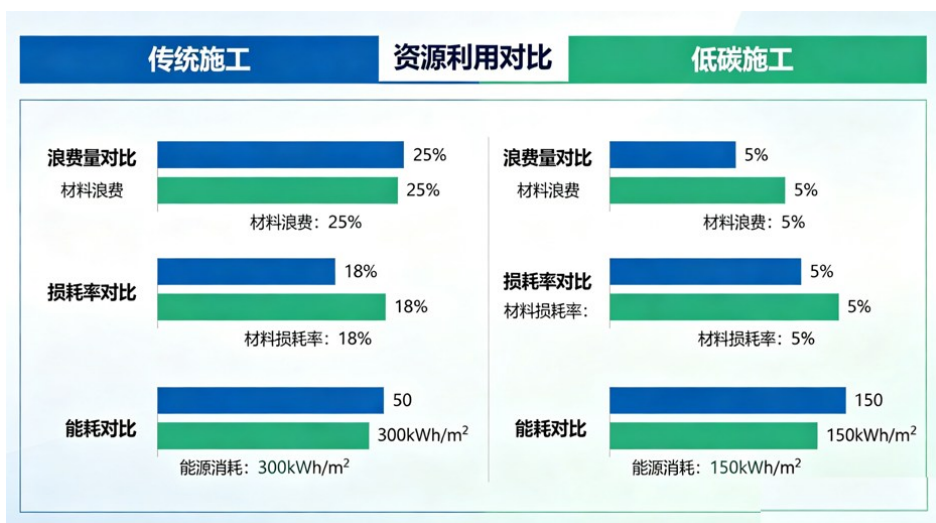


图 3 传统施工与低碳施工资源利用对比示意图

Fig. 3 Schematic diagram of resource utilization comparison between traditional construction and low-carbon construction

### 1.2 污染管控、技术应用与信息化水平存在的短板

施工现场污染控制大多采取事后治理的方式，缺少全过程的预防。施工现场扬尘覆盖、洒水降尘等措施落实不到位，噪声污染施工时间及降噪措施不合理，施工废水未经处理直接排放，建筑垃圾未分类回收、资源化利用率低，扬尘、噪声、废水、固废四大污染问题突出，不符合低碳文明施工要求（图 4）。

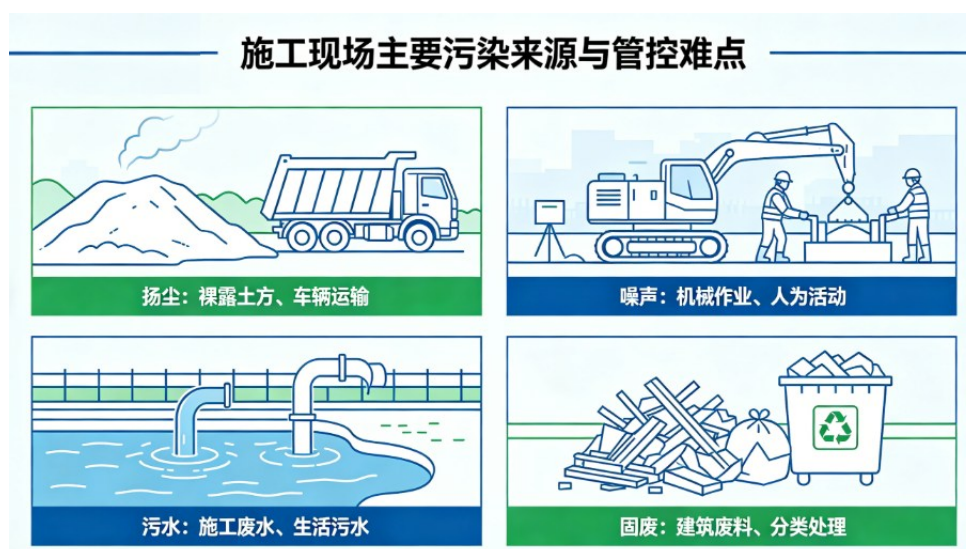


图 4 施工现场主要污染源与管控难点示意图

Fig. 4 Schematic diagram of the main pollution sources and control difficulties on construction site

低碳技术及绿色建材的应用明显不足，在工程管理方面低碳施工技术的推广力度不够，外墙保温、节能门窗、装配式施工、雨水回收等低碳技术的应用范围小；绿色建材的采购和使用缺少强制性的管控，传统的高能耗、高排放的建材仍然占据主导地位，低碳水泥、再生骨料混凝土、环保涂料等绿色建材的应用比例低，技术与材料层面的低碳支撑不足<sup>[8]</sup>。信息化管控水平整体滞后，传统

的工程管理依靠人工控制，缺少信息化、智能化技术的支持，不能对施工能耗、碳排放、污染等数据进行实时监测和动态调节，数据孤岛现象比较严重，不能支撑低碳工程管理的科学决策<sup>[9]</sup>。

## 2 低碳文明施工与工程管理融合体系构建

### 2.1 全周期低碳管理体系与资源精细化管控

以低碳文明施工为重心，重新塑造工程管理组织体系、制度体系、责任体系，把低碳指标当作项目管理的主要目的<sup>[10]</sup>。创建企业总部、项目部、施工班组三级低碳管理体系，确定各个层次的管理职责，推行低碳施工责任制，制定包含能耗、碳排放、资源利用率、污染达标率等指标的低碳管控标准，把低碳施工执行情况同绩效考核挂钩，形成目标明确、责任清晰、考核严格的管理机制（图5）。



图5 全周期低碳工程管理体系架构图

Fig. 5 Whole-cycle low-carbon engineering management system architecture diagram

资源控制方面主要是对建材、能源、水资源全过程低碳化进行控制。利用 BIM 技术对材料用量进行准确计算，选择低碳水泥、再生骨料、环保涂料、预制构件等绿色建材，实行限额领料制度，提高建材的循环利用率。施工现场使用节能型设备，淘汰高耗能老旧机械，利用太阳能、风能等可再生能源完成临时用电，安装智能监测设备降低无效能耗。同步建立雨水收集与废水循环系统，用处理过的水做混凝土养护、场地降尘和车辆冲洗，大大减少市政水资源消耗。

### 2.2 污染综合治理、低碳技术应用与信息化赋能

施工现场污染治理要实行全过程预防、闭环管理。扬尘采取洒水、覆盖、密闭运输、智能喷淋等综合措施；噪声选择低噪声设备，合理安排作业时间，设置隔声屏障；污水建设净化装置，保证达标排放；固废建立分类回收机制，提高建筑垃圾资源化利用率。

将低碳技术、绿色建材作为工程管理的重要内容，大力推广装配式施工、外墙节能保温、节能门窗、屋面节能、光伏建筑一体化等成熟技术，确定绿色建材最低使用比例，用技术、材料双轮驱动提高施工的低碳化水平。采用 BIM、物联网、大数据、人工智能创建智慧工地低碳管控平台，达到施工模拟、能耗监测、碳排放核算、环境数据采集、流程优化的目的，促使低碳施工朝着数字化、智能化、精细化方向前进。

## 3 实践应用与效果分析

### 3.1 项目概况与实施措施

某住宅工程建筑面积为 28.5 万平方米，主体结构为高层住宅和配套商业，施工工期为 24 个月。项目将低碳文明施工全面融入到工程管理体系中，建立全周期低碳管控机制，实行资源精细化管控、污染综合治理、低碳技术应用、信息化管控，建立长期低碳文明施工环境，认真监督落实到日常工作中，使其成为常态。

项目创建起三级低碳管理组织架构并设立专门的考核指标，利用 BIM 技术改进施工方案和材料消耗，大量使用绿色建材和低碳节能技术，配备雨水回收和节水装置，使用节能设备和太阳能供电系统，落实扬尘、噪声、污水、固废综合治理措施，搭建智慧工地平台实现低碳数据实时监测，在日常工作显眼处设立低碳数据、扬尘、噪声等的实时检测牌，倡导人人落实并铭记于心。

### 3.2 实施效果与综合效益分析

通过项目的实践结果可知，低碳文明施工与工程管理深度融合后，各项指标均优于传统施工模式。建材损耗率由原来的 5.2%降低到现在的 2.1%，水资源消耗减少 33.5%，施工能耗降低 26.6%，绿色建材应用比例提高 32.5 个百分点。从污染控制角度来讲，扬尘、噪声、污水的达标率都有所上升，建筑垃圾资源化利用率由原来的 32.6%提高到了现在的 85.1%，整体控制效果较好。

综合效益上项目施工成本降低 8.3%，经济效益明显提高，施工现场规范化程度提高，周边居民受到的影响明显减少，企业社会形象得到改善，施工阶段碳排放量降低 28.7%，达到降碳减污、资源高效利用的效果，体现出低碳文明施工的生态价值。

经过项目的实践，低碳文明施工与工程管理相结合的效果明显，各项指标均比传统施工项目好，具体数据见表 1、表 2。

表 1 低碳工程管理资源利用与能耗指标对比

管控指标	传统施工项目	本项目低碳管控	提升/降低幅度
建材损耗率	5.2%	2.1%	降低 3.1 个百分点
水资源消耗	18.5m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	12.3m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	降低 33.5%
施工能耗	98.6kWh/m <sup>2</sup>	72.4kWh/m <sup>2</sup>	降低 26.6%
绿色建材应用比例	12.8%	45.3%	提升 32.5 个百分点

表 2 施工现场污染管控指标对比

污染类型	管控指标	传统施工达标率	本项目达标率	提升幅度
扬尘污染	PM10 日均浓度≤70μg/m <sup>3</sup>	78.2%	98.5%	提升 20.3 个百分点
噪声污染	昼间≤70dB，夜间≤55dB	81.5%	97.2%	提升 15.7 个百分点
水污染	废水处理达标排放	65.3%	100%	提升 34.7 个百分点
固废污染	建筑垃圾资源化利用率	32.6%	85.1%	提升 52.5 个百分点

## 4 结论

低碳文明施工同工程管理相融合，是建筑行业响应双碳目标，推进绿色低碳转型的必然选择。从研究结果可知，传统工程管理存在体系不健全、资源浪费、污染控制薄弱、低碳技术应用不足、信息化水平低等问题，不能满足低碳发展要求。创建起全周期管理体系、资源精细管控、污染综合治理、低碳技术应用、信息化赋能相结合的融合体系，可以很好地解决传统施工存在的问题。经过

实践证明,该种融合方式既可以提高资源利用率,又可以降低能耗和碳排放,还可以减少施工污染,达到经济效益、社会效益和生态效益三者统一的目的。

随着低碳经济的发展以及建筑行业数字化转型的加快,低碳文明施工和工程管理的融合会越来越细密、越来越智能、越来越标准。后续还要创建起完善的低碳施工标准体系,加快低碳技术的研发和规模化应用,加强信息技术在低碳控制中的应用深度,推进建筑行业全产业链低碳化转型,给双碳目标实现、生态文明建设持续发力赋予行业力量。

### 参考文献

- [1] 王兴亮. 低碳经济背景下建筑工程施工管理办法探究与实践[J]. 建材发展导向, 2025, 23(6): 76-78.
- [2] 张翔宇, 陆文字, 毛景, 等. "双碳"背景下绿色建筑施工管理创新探讨[J]. 绿色建筑, 2024, (6): 126-129.
- [3] 郭婷婷. 从"碳达峰、碳中和"的视角谈绿色建筑的发展创新[J]. 经济师, 2023, (7): 29-31.
- [4] 赵中伟. 低碳背景下建筑工程绿色施工管理体系的构建[J]. 四川建材, 2026, 52(2): 61-64.
- [5] 古嘉斌. 低碳背景下绿色建筑施工技术创新研究及应用[J]. 陶瓷, 2026, (1): 215-217.
- [6] 周广辉. 低碳背景下绿色建筑施工技术创新研究及应用[J]. 佛山陶瓷, 2025, 35(3): 170-172.
- [7] 李彦广, 魏鹏冉, 武雪强, 等. 基于低碳背景下的绿色建筑施工技术研究[J]. 工程建设与设计, 2025, (12): 174-176.
- [8] 韩忠. 基于绿色施工理念的住宅建筑工程管理模式革新[J]. 居舍, 2025, (19): 153-156.
- [9] 王永洛. 绿色建筑工程施工管理体系的构建及评价[J]. 黑龙江科学, 2023, 14(9): 155-157.
- [10] 李连君, 王占东. 浅析低碳经济背景下建筑工程施工管理办法[J]. 建筑与预算, 2023, (3): 4-6.

<sup>1</sup> **第1作者简介:** 尹镜皓(2004-), 男, 宜春学院本科在读, 研究方向: 工程管理。E-mail: 1078025207@qq.com。

\* **通讯作者简介:** 林超(1987-), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 地基与基础。E-mail: lc@jxycu.edu.cn。