

# 大型复杂工程绿色建造绩效评价体系构建与低碳管理措施整合研究

张 鑫 寻 阳

陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司，陕西 西安 713700

**[摘要]**大型复杂工程施工期间能耗高、环境影响显著，绿色建造和低碳管理成为增强工程可持续性的关键方式。依托对绿色建造核心指标和低碳管理措施的系统研究，搭建了面向大型复杂工程的绿色建造绩效评估体系，涉及能源利用效率、资源循环利用、施工环境影响以及低碳减排等指标，还给出了低碳管理措施的整合策略。借助绩效指标体系和低碳管理的协同实施，能切实增强工程项目的环境绩效、资源利用效率与可持续发展能力，为绿色施工和低碳运营提供科学依据与管理借鉴。

**[关键词]**大型复杂工程；绿色建造；低碳管理；绩效评价体系；可持续发展

DOI: 10.33142/ec.v8i9.18014

中图分类号: TU17

文献标识码: A

## Research on the Construction of Performance Evaluation System for Green Construction of Large and Complex Projects and the Integration of Low Carbon Management Measures

ZHANG Xin, XUN Yang

Shaanxi Xixian New Area Jinghe New City Urban Construction Investment Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 713700, China

**Abstract:** During the construction of large and complex projects, energy consumption is high and environmental impact is significant. Green construction and low-carbon management have become key ways to enhance the sustainability of the project. Based on the systematic research on the core indicators of green construction and low-carbon management measures, a green construction performance evaluation system for large and complex projects has been established, involving indicators such as energy utilization efficiency, resource recycling, construction environmental impact, and low-carbon emission reduction. An integration strategy for low-carbon management measures has also been proposed. Through the collaborative implementation of performance indicator system and low-carbon management, the environmental performance, resource utilization efficiency, and sustainable development capability of engineering projects can be effectively enhanced, providing scientific basis and management reference for green construction and low-carbon operation.

**Keywords:** large and complex engineering projects; green construction; low-carbon management; performance evaluation system; sustainable development

### 引言

伴随城市化进程加快以及基础设施建设持续拓展，大型复杂工程施工时遭遇能源高消耗、材料大量浪费、施工环境负荷重等难题。传统聚焦成本与进度的施工模式，难以同时达成生态效益与碳减排目标，迫切需要引入绿色建造理念和低碳管理策略。绿色建造注重在设计、施工及运营环节降低资源损耗与环境危害，低碳管理聚焦于施工全流程的碳排放管控和能效提高。构建科学绩效评价体系能对绿色建造的成效予以量化评估，为工程决策提供支撑，还能引导低碳管理措施高效整合。本文聚焦于研究大型复杂工程绿色建造绩效评价体系的搭建方式，同时给出低碳管理措施的整合途径，为工程的可持续发展提供借鉴。

### 1 绿色建造绩效评价体系构建

绿色建造绩效评价体系构建要从工程全生命周期切入，全面考量资源利用、能源消耗、环境影响和施工管理四个维度。首先，能源利用效率的衡量指标涵盖施工设备能效、可再生能源使用占比以及单位工程能耗；其次，资源循环利用指标聚焦于建筑材料再生利用比例、施工废弃

物回收比例以及水资源管理成效；环境影响指标包含施工噪声、扬尘排放、生态干扰以及施工现场污染管控；施工管理指标涵盖施工组织的优化、绿色施工技术的运用以及安全管理的效果。运用多指标量化评估方式，可全面展现大型复杂工程绿色建造的实际水平，为后续低碳管理供给数据支撑<sup>[1]</sup>。

### 2 低碳管理措施整合策略

#### 2.1 施工设备优化与能源监测

在大型复杂工程里，施工设备常见的有塔吊、挖掘机、混凝土泵送设备及各类运输车辆，施工时这些设备能耗颇高，是能源消耗与碳排放的重要源头。施工阶段开展低碳管理时，要对施工设备实施系统优化与能源监测。设备优化可从选型、维护、运行模式等多方面开展。例如，在挑选设备时，需优先选取高效节能的设备，如选用电动或混合动力的施工机械，削减燃油消耗与尾气排放。当设备处于运行状态，科学规划作业时间与施工次序，防止设备空转与重复操作，提升能源利用效率。同时，针对关键设备实施定期保养与技术改进，像调节发动机参数、改良液压

系统、更换驱动装置等，既可以提升施工效能，又能减少能耗。

针对能源监测，要搭建施工现场能源管理体系，对电力、燃油、压缩空气以及水资源等实施实时监控。通过智能传感器和能源计量仪表的安装，可精准统计每台设备的能耗，实现数据化管理。采集数据后，依托能源管理平台开展分析，找出高能耗环节与潜在浪费之处，为施工管理提供科学凭据。同时，能源监测可依据施工规划和作业进展，做动态的调整优化，保证各设备在施工全程达成最低能耗运行。此外，监测数据可作为绩效评定指标，与绿色建造指标体系相衔接，完成节能效果的量化评定，为低碳管理提供可验证的凭据。

凭借施工设备的优化以及能源监测，施工单位既能大幅减少碳排放，又可节省施工开支，提升资源利用效能。此外，该措施可与其他低碳管理策略相互配合，像优化施工组织、运用绿色材料等，达成综合效益的最大化。长期来看，此设备优化和能源监测体系会推动施工单位培育节能意识和绿色施工文化，为大型复杂工程的可持续发展筑牢根基<sup>[2]</sup>。

## 2.2 绿色材料及循环利用策略

在低碳施工管理里，材料管理是达成资源节省和降低碳排放的核心部分。大型复杂工程运用的建筑材料品类众多，有钢筋、混凝土、砂石、模板和装饰材料等，然而传统施工存在较高的材料浪费情况，引发资源浪费与环境压力问题。绿色材料管理策略核心包含优化材料选取、增强材料利用率以及推进建筑废弃物的循环再用。优化材料选择时需考量材料全生命周期的碳排放与环境效应。例如，采用高性能混凝土、再生骨料混凝土、低碳水泥以及环保型涂料，既能满足结构与功能需求，又可减少施工阶段的碳足迹。针对钢材这类可回收材料，应优先选购再生钢材，且借助标准化加工降低切割损耗。

施工场地需精准把控材料的消耗与损耗，借助精准测算材料需求、改进切割和运输方法、规划专门存放空间，可削减材料浪费。施工过程中，可借助数字化管理手段对材料的入库、领用和剩余量开展实时追踪，实现材料使用的透明化与可追溯性。针对施工期间产生的废弃物，如模板、混凝土边角料、废钢筋等，要构建分类收集与循环再利用体系，把可回收材料送回工厂重新加工或用于别的工程项目，减轻资源浪费和填埋压力。

绿色材料管理有待与低碳绩效评价体系实现对接。例如，把再生材料利用率、废弃物回收比例、单位工程碳排放数值等列为绩效考核的指标，引导施工单位在实际施工中自发落实低碳行动。借助这一系列绿色材料及循环利用举措，能切实削减施工碳排放，节约资源开支，同时增进项目的环境效益，强化社会责任感，为大型复杂工程实现绿色建造目标筑牢根基。

## 2.3 施工全流程信息化监控体系

对于低碳施工管理而言，运用信息化手段是达成全流程控制与绩效量化的核心。通过搭建施工全流程信息化监控体系，可对能源消耗、材料使用、施工进度和碳排放等数据进行实时采集、分析和反馈，为绿色建造和低碳管理供给数据支撑。利用在施工现场设置物联网传感器、智能仪表和施工管理软件，实现对设备运行情况、能源使用量、材料使用量及施工流程的实时管控。例如，安装于塔吊、混凝土泵、运输车辆的能耗传感器可获取电力和燃油的使用状况，系统自动产出能耗报表与分析曲线，协助管理人员察觉高耗能环节<sup>[3]</sup>。

借助信息化平台，可开展施工进度与低碳指标的关联分析，达成精细化管控。系统可实时对各施工环节的能源消耗、材料使用和碳排放量进行匹配，当发现偏差时迅速调整施工计划和资源分配，保障低碳管理措施切实落地。信息化系统还能整合项目文档、施工日志以及安全管理记录，促成多维度数据的共享，为施工单位提供科学决策的支撑。

此外，可将信息化监控体系与绩效评价体系相融合，借助构建低碳施工评价模型，实现对措施效果的量化。例如，可以测算每立方米混凝土的碳排放量、每吨钢材使用的循环再利用率、每阶段施工的能耗指标等，把这些数据用作绩效考核与奖惩的依据。凭借信息化、数据化的管理办法，既提升了施工效率和质量管控水准，又让低碳管理达成可视化、可追溯、可评价，实现绿色建造与低碳管理的深度交融。

## 3 指标与管理措施协同作用分析

### 3.1 能源利用效率指标与施工设备节能措施联动

大型复杂工程开展低碳管理时，能源利用效率成为衡量施工阶段节能减排成果的核心指标。能源消耗既关乎施工成本，又直接左右着工程的碳排放水平，故而将能源利用效率指标与施工设备节能措施深度结合，是构建闭环管理体系的关键一步。施工单位可优化施工设备的选型、运行模式、调度方案以及维护保养工作，使能源消耗降至最低。例如，优先挑选高效节能的塔吊、挖掘机及混凝土泵送设备，用电动或混合动力替换传统燃油动力，同时经由合理规划作业时间和施工次序，防止设备空转和重复作业，从而进一步减少能耗。

在指标关联环节，能源利用效率指标借助信息化监测系统实时收集每台设备的能耗数据，包含电力、燃油的消耗以及压缩空气、水资源等相关能源的使用情形。系统可产出动态报表和分析曲线，呈现设备能耗的变化趋向，为施工管理供给数据支撑，若检测到某类设备存在能耗异常或者处于低效率运行状态，应马上开展调度调整、设备检修或技术改造工作，实现能源消耗的优化。凭借能源利用效率指标和设备节能措施的协同，既能量化节能成效，而且能引

领施工单位不断改进低碳施工方案，达成闭环管理<sup>[4]</sup>。

此外，把该指标融入绩效评价体系，可针对施工班组或设备操作人员进行考核与激励，以绩效奖励激励能源消耗低、工作效率高的班组，构建激励体系，使节能行为常态化。这种指标和措施协同发力，既提升了能源利用效率，又削减了施工过程中的碳排放，为工程绿色建造水平提升给予了科学依据。

### 3.2 施工废弃物回收率指标与绿色材料管理措施联动

施工废弃物管理是大型工程开展绿色建造与低碳管理的关键要素。施工期间产生的建筑废料、模板边角料、混凝土残留物、废钢筋及包装材料等，若未得到有效回收利用，既造成资源浪费，又加重碳排放与环境压力。因此，使施工废弃物回收率指标与绿色材料管理措施深度关联，是达成低碳闭环管理的关键举措。

绿色材料管理可通过精准规划材料用量、改良施工工艺、严控损耗以及构建废弃物回收循环系统来实施。例如，在选用模板时，选用可循环利用的钢模板或者竹木模板，待施工结束后开展拆除、清理并循环利用；在开展混凝土施工时，回收利用边角料，减少填埋处理与资源浪费；对废旧钢材分类回收，送厂加工后再度加以利用。通过实施这一系列举措，可有效提高材料利用程度和施工废弃物回收水平。

信息化管理系统可对施工废弃物回收率指标进行实时记录与分析，包含废弃物总量、回收量、利用率和再生材料使用量等要素。指标与绿色材料管理措施相互联动之际，管理人员可凭借数据对材料采购、施工工艺及回收流程作出调整。例如，若某一工序的废弃物利用率低于预设目标，应迅速优化操作方案或添设回收设施，以保障施工废弃物充分利用<sup>[5]</sup>。

这一指标和措施相互配合，既可降低施工成本，又可大幅削减碳排放，增强工程绿色建造水准。同时，利用纳入绩效考核体系这一手段，驱动施工班组自发落实绿色材料管理办法，达成闭环管理动态优化，为工程可持续发展筑牢可靠根基。

### 3.3 施工环境影响指标与污染控制措施联动

施工环境所产生的影响是衡量大型工程绿色建造水准的关键要素，包含施工扬尘、噪声、水污染以及土壤扰动等情况。污染控制措施借助施工组织的优化、设备的管理、材料的选择以及施工工艺的改进，达成对环境影响的有效管控。若施工环境影响指标和污染控制措施形成联动，可构建起低碳闭环管理体系，让施工活动既符合质量要求，又最大程度减少环境负荷。

污染控制办法包含诸多方面内容。首先，借助对施工

现场管理的优化，例如设置围挡、使作业面湿润、安装除尘设备和噪声屏障等手段，降低扬尘与噪声给周边环境造成的影响。其次，科学规划施工的时间与顺序，杜绝高污染作业处于敏感时间段；收集处理废水废气，让排放契合环保标准。再次，利用信息化手段，实时监控环境参数，使数据与施工环境影响指标相对接，要是出现超标或异常情形，马上采取纠正行动。

指标与措施的联动性在施工决策层面同样有所体现。施工单位可依照环境影响指标剖析施工方案的可优化程度，如改变材料运输路径、改进设备运用与作业布局等，降低对环境的干扰。依托搭建动态反馈机制，污染控制举措能够依据指标结果实施调整与优化，实现闭环管理模式。这既提升了施工环境管理效能，又为低碳施工提供科学支撑，让工程在保证施工质量的同时，达成绿色、低碳与可持续发展目的<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

构建大型复杂工程绿色建造绩效评价体系并整合低碳管理措施，能提高工程项目环境表现、资源利用效能与可持续发展水平。构建科学的绩效评价体系能够对绿色建造成效进行量化评估，为工程决策提供依据，同时指导低碳管理措施的有效整合。借助指标体系对绿色建造成效进行量化评定，将低碳管理办法融入施工各环节，达成施工全生命周期节能减排以及环境保护目标。未来，需进一步调整评价指标权重，结合不同工程类型与地区特征，促进绿色建造与低碳管理在工程实践里深度结合，为大型复杂工程可持续发展提供科学支撑与管理借鉴。

## 【参考文献】

- [1]蒋勇进.绿色建造技术在土木工程结构设计中运用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(20):73-75.
  - [2]陈刚,张帅,吴超杰,等.零碳建筑关键绿色建造技术研究——以全国零碳建筑首批示范工程绍兴龙山书院项目为例[J].建筑经济,2025,46(4):82-89.
  - [3]胡亚洲,刘昊,于韵,等.“双碳”目标下路桥工程绿色建造技术体系研究[J].中关村,2025(3):156-158.
  - [4]张红标.绿色建造下的工程造价管理：价值定位与功能适配[J].工程造价管理,2025,36(1):17-21.
  - [5]郭晓晓.绿色建造技术在施工中的研究与应用[J].陶瓷,2025(1):169-171.
  - [6]吴哲伟.基于绿色建造理念的办公楼宇建造技术探讨与思考[J].建筑施工,2024,46(12):1963-1966.
- 作者简介：张鑫（1991.7—），毕业院校：山东交通学院，所学专业：安全工程，当前就职单位：陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司，职称级别：工程师。