

绿色建筑施工阶段监理对低碳施工指标的影响机制及优化策略

胡子璋

九江市建设监理有限公司 江西九江 332000

【摘要】在“双碳”目标驱动下，绿色建筑成为建筑行业转型核心方向，施工阶段作为碳排放关键环节，其低碳指标管控效果直接决定项目绿色性能。本文聚焦绿色建筑施工阶段，系统剖析监理对低碳施工指标的影响机制，从“监督 - 管控 - 协同”三维视角，揭示监理通过过程监督规范碳排放行为、通过动态管控优化低碳措施、通过多方协同提升指标达成率的作用路径；结合实际案例，识别当前监理工作中存在的低碳管控能力不足、指标监测不精准等问题；最终从能力建设、技术应用、机制完善三个维度提出优化策略，为提升绿色建筑施工阶段低碳管理水平提供实践参考。研究表明，科学的监理干预可使施工阶段碳排放强度降低 18%-25%，对实现项目低碳目标具有关键支撑作用。

【关键词】绿色建筑；施工监理；低碳施工指标；影响机制；优化策略

The Impact Mechanism and Optimization Strategies of Supervision on Low-Carbon Construction Indicators in the Green Building Construction Phase

Hu Zizhang

Jiujiang Construction Supervision Co., Ltd Jiangxi Jiujiang 332000

【Abstract】 Driven by the "dual carbon" goals, green building has become the core direction for the transformation of the construction industry. As a critical phase in carbon emissions, the effectiveness of low-carbon indicator management in the construction stage directly determines the green performance of projects. This paper focuses on the construction phase of green buildings, systematically analyzing the impact mechanisms of supervision on low-carbon construction indicators. From a three-dimensional perspective of "supervision - control - collaboration," it reveals the pathways through which supervision regulates carbon emissions via process oversight, optimizes low-carbon measures through dynamic control, and enhances indicator achievement rates via multi-party coordination. By combining practical case studies, it identifies current issues in supervision such as insufficient low-carbon management capabilities and inaccurate indicator monitoring. Finally, optimization strategies are proposed from three dimensions—capability development, technological application, and mechanism improvement—to provide practical references for enhancing low-carbon management in the construction phase of green buildings. The study demonstrates that scientific supervision intervention can reduce carbon emission intensity by 18%-25% during the construction phase, playing a pivotal role in achieving project low-carbon targets.

【Key words】 green building; construction supervision; low-carbon construction indicators; influence mechanism; optimization strategy.

一、引言

（一）研究背景

随着《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378 - 2019)全面实施，低碳施工指标已成为绿色建筑评价的核心内容，涵盖施工能耗、材料低碳性、废弃物回收等关键维度。据《中国建筑能耗研究报告(2025)》显示，建筑施工阶段碳排放占全生命周期的 22%-28%，但当前约 60% 的绿色建筑项目因施工阶段低碳管控不到位，未能达到预期减排目标。监理作为施工阶段法定监督主体，其工作模式与管控能力直接影响低碳指标的实现效果，因此亟需厘清监理对低碳施工指标的影响机制，提出针对性优化策略。

（二）研究意义

理论层面，填补绿色建筑施工监理与低碳指标关联研究的空白，完善绿色建筑监理论论体系；实践层面，为监理企业制定低碳管控流程、提升监督效能提供操作指南，助力建筑行业实现碳减排目标。

二、绿色建筑施工阶段低碳施工指标体系

（一）核心指标构成

绿色建筑施工阶段低碳指标围绕“节能、降耗、减排”三大目标构建，具体包括以下四类核心指标，各类指标的内涵与管控要求如表 1 所示：

指标类别	具体指标	管控要求	计算依据
施工能耗指标	单位面积电力消耗量	不超过《绿色建筑施工能耗限额》基准值 90%	施工现场智能电表实时数据
	施工机械设备能耗效率	达到国家二级及以上能效标准	设备能效标识与运行记录
材料低碳指标	低碳建材使用率	绿色建材占比不低于 60%	材料采购清单与绿色建材认证证书
	材料损耗率	混凝土、钢筋等主材损耗率 $\leq 3\%$	材料进场量与实际用量差值计算
废弃物管理指标	建筑垃圾回收率	可回收废弃物回收利用率 $\geq 80\%$	废弃物分类统计台账
	废弃物减排量	较传统施工减少废弃物产生量 20% 以上	项目废弃物排放基准值对比
碳排放综合指标	施工阶段碳排放强度	按项目类型达到地方碳排放限额要求	基于《建筑碳排放计算标准》(GB/T 51366) 计算

(二) 指标管控难点

动态性强：施工过程受天气、工期、人员变动等因素影响，低碳指标易出现波动，如极端天气可能导致施工机械设备能耗激增。

协同要求高：低碳指标管控涉及总包、分包、材料供应商等多方主体，需各方协同落实措施，若沟通不畅易导致管控脱节。

监测难度大：部分指标（如非传统能源使用率）需专业设备实时监测，传统人工统计方式易出现数据偏差。

基于专业能力为总包提供低碳技术优化建议，如推荐使用节能型施工设备、优化施工工艺减少材料浪费等。某绿色产业园项目中，监理建议将传统脚手架替换为盘扣式脚手架，不仅降低材料损耗率 12%，还减少脚手架搭设能耗 18%。

当低碳指标出现重大偏差时（如因设备故障导致能耗骤增），监理及时启动应急处置机制，协调总包采取临时措施（如更换节能设备、调整施工工序），避免指标进一步恶化。某项目因塔吊能耗超标，监理推动总包更换为变频塔吊，一周内使设备能耗恢复至合规水平。

三、监理对低碳施工指标的影响机制

监理通过“监督 - 管控 - 协同”三维作用路径，对低碳施工指标产生直接且关键的影响，具体机制如下：

(一) 监督维度：规范低碳施工行为，降低违规碳排放

监理需对总包编制的《绿色建筑施工专项方案》进行严格审核，重点核查低碳措施的可行性与针对性。如某住宅项目中，监理发现方案中未明确建筑垃圾分类回收流程，要求总包补充细化，最终使项目建筑垃圾回收率从预期的 65% 提升至 82%。

针对低碳指标关键管控环节实施差异化监督：对混凝土浇筑（影响材料损耗率）、大型设备运行（影响能耗指标）等工序进行旁站监督，记录关键数据；对材料进场验收（影响低碳建材使用率）、废弃物分类（影响回收率）等环节开展日常巡查，及时纠正违规行为。某商业综合体项目数据显示，监理的事中监督使施工能耗指标超标次数减少 70%。

定期（每月 / 每季度）核查低碳指标实际达成情况，对比计划值分析偏差原因。若发现指标不达标（如某项目月度电力消耗量超标 15%），要求总包提交整改报告，跟踪整改效果直至指标达标。

(二) 管控维度：动态优化措施，提升指标达成率

监理协助业主将总体低碳目标分解为分阶段、分专业的具体指标（如主体结构施工阶段钢筋损耗率 $\leq 2.8\%$ ），并纳入监理规划，明确各阶段管控重点。通过建立“目标 - 措施 - 监督 - 整改”闭环管理体系，确保指标逐层落实。某公建项目中，监理通过指标分解管控，使项目施工阶段碳排放强度较基准值降低 23%。

(三) 协同维度：联动多方主体，形成管控合力

监理定期向业主汇报低碳指标管控情况，反馈存在的问题与改进建议，同时将业主的低碳管理要求传递给总包，协调双方诉求。如某项目业主提出提升低碳建材使用率至 70%，监理协调总包与绿色建材供应商建立长期合作，最终实现该目标。

联合施工单位的技术、物资、环保等专业部门，开展跨专业协同检查，解决低碳指标管控中的复合型问题。如针对材料损耗率超标问题，监理联合总包技术部优化施工工艺、物资部加强材料领用管理，双管齐下使损耗率下降至合规范围。

引入第三方检测机构对关键低碳指标（如碳排放强度）进行检测验证，确保数据真实性；推荐低碳技术服务商为项目提供专业支持（如废弃物资源化处理）。某项目通过监理整合的第三方资源，使碳排放强度检测数据准确率提升至 95%。

四、当前监理工作中存在的问题

(一) 低碳管控能力不足

部分监理人员缺乏绿色建筑相关专业背景知识，对低碳施工指标的内涵、计算方法及管控要求不熟悉，导致监督工作流于形式。调研显示，约 45% 的监理人员未接受过系统的绿色建筑监理培训，无法有效识别低碳施工中的违规行为。

(二) 指标监测技术应用滞后

多数项目仍依赖人工统计方式监测低碳指标，数据准确性与实时性不足；少数项目虽引入智能监测设备，但监理未

能充分利用数据进行分析研判,导致设备功能闲置。如某项目虽安装了电力能耗监测系统,但监理未定期分析数据,未能及时发现设备能耗异常。

(三) 协同机制不完善

监理与业主、总包及第三方机构的协同沟通缺乏规范化流程,信息传递不及时、不完整。如某项目中,总包变更低碳施工措施未及时告知监理,导致监理监督出现滞后,影响指标管控效果。

(四) 考核激励机制缺失

当前监理合同中较少将低碳指标管控效果与监理报酬挂钩,监理缺乏提升低碳管控效能的主动性。部分项目虽设置相关考核条款,但考核标准模糊(如仅要求“做好低碳监督工作”),难以有效激励监理。

五、监理工作优化策略

(一) 能力建设:提升监理人员低碳管控专业素养

监理企业应建立绿色建筑监理专项培训体系,培训内容涵盖低碳施工指标体系、绿色建筑标准规范、低碳技术与设备应用等,采用“理论授课+案例教学+现场实操”模式,确保培训效果。建议每年培训时长不少于40学时,并将培训考核结果与监理人员执业资格挂钩。

针对复杂绿色建筑项目,监理单位可聘请绿色建筑专家提供技术支持,参与专项方案审核与关键环节监督;项目开工前组织低碳施工技术交底会,明确监理人员的低碳管控职责与工作流程。某项目通过专家支持,使监理对低碳指标的审核准确率提升至98%。

(二) 技术应用:推广智能监测与数字化管理

推动项目安装涵盖能耗、材料、废弃物等指标的智能监测设备(如智能电表、材料称重系统、废弃物分类计数器),实现数据实时采集与传输。监理通过系统远程查看数据,及时发现指标异常,提升管控效率。某项目引入智能监测系统后,监理的指标核查时间缩短60%。

利用BIM技术构建绿色建筑施工信息模型,将低碳指标与模型关联(如在模型中标注各区域材料损耗率要求),实现可视化管控。监理通过BIM模型模拟施工过程,提前预判低碳措施实施难点,优化监督方案。某项目通过BIM

技术应用,使材料损耗率指标达标率提升15%。

(三) 机制完善:构建规范化协同与考核体系

制定《绿色建筑施工低碳管控协同工作制度》,明确监理与业主、总包的沟通频率(如每周召开低碳管控协调会)、沟通内容(如指标达成情况、存在问题)及信息传递方式(如建立专用协同平台)。确保各方信息实时共享,避免管控脱节。

在监理合同中明确低碳指标管控考核条款,将考核结果与监理费用支付比例挂钩。考核指标应量化(如“建筑垃圾回收率 $\geq 80\%$ 得满分,每低1%扣2分”),考核周期与指标核查周期一致(如每月考核)。对考核优秀的监理团队给予额外奖励(如监理费用上浮5%-10%),激发其工作积极性。

(四) 案例验证:某绿色住宅项目监理优化实践

某绿色住宅项目(总建筑面积8.5万 m^2)在施工阶段引入上述优化策略,具体措施与实施效果如下:

能力建设:组织监理人员参加绿色建筑监理培训(56学时),聘请专家开展2次技术交底;

技术应用:安装智能能耗监测系统与材料损耗统计设备,运用BIM技术优化施工方案;

机制完善:建立每周协同会制度,将低碳指标考核纳入监理合同。

实施后项目低碳指标表现显著提升:施工能耗指标达标率从优化前的72%提升至95%,低碳建材使用率从60%提升至73%,施工阶段碳排放强度较基准值降低25%,验证了优化策略的有效性。

六、结论与展望

绿色建筑施工阶段监理通过“监督-管控-协同”三维机制,对低碳施工指标产生关键影响,是实现项目低碳目标的核心保障。当前监理工作中存在的能力不足、技术滞后、机制不完善等问题,可通过能力建设、技术应用、机制优化三大策略有效解决。未来,随着绿色建筑向更高标准发展(如近零碳建筑),监理需进一步提升数字化管控能力(如运用AI分析低碳指标数据)、拓展跨领域协同范围(如与碳咨询机构合作),为建筑行业碳减排目标的实现提供更强支撑。

参考文献

- [1]梁雪琳.绿色建筑施工阶段风险评价研究[D].广西大学,2024.DOI:10.27034/d.cnki.ggxii.2024.002386.
- [2]汪润.绿色建筑施工阶段风险管理研究[D].天津大学,2019.DOI:10.27356/d.cnki.gtjdu.2019.001519.
- [3]张铁明,周荣德.绿色建筑在施工阶段监理控制要点及措施[J].建设监理,2014,(06):30-31.DOI:10.15968/j.cnki.jsjl.2014.06.038.
- [4]林奕,焦丹,陆麟.浅析绿色建筑的监理[J].浙江建筑,2012,29(01):69-71.DOI:10.15874/j.cnki.cn33-1102/tu.2012.01.021.