

“双碳”目标下建筑工程管理的低碳化改造路径研究

叶海燕

1 浙江泰顺经济开发区管理委员会, 浙江省温州市, 325500;

2 泰顺县经济开发区发展服务中心, 浙江省温州市, 325500;

摘要: “双碳”目标的提出, 为建筑行业的转型发展指明绿色低碳的方向, 建筑工程管理作为项目全生命周期的重要环节, 它的低碳化改造就实现行业碳减排目标的关键一步。本文通过对“双碳”目标相关政策和行业影响进行解读, 剖析低碳化改造对建筑工程管理的核心价值, 明确低碳化改造的重点领域, 最后从五个方面展开论述改造路径, 结合实际场景加以分析, 为建筑工程管理体系的低碳化转型提供系统的参考。

关键词: “双碳”目标; 建筑工程管理; 低碳化改造; 全生命周期; 数字化转型

DOI: 10.64216/3080-1508.26.03.011

引言

在全球气候变化的大环境下, 碳达峰、碳中和已经成为全球共识, 建筑领域碳排放量占全球总排放量的34%, 远超交通等其他领域, 成为“双碳”目标的关键攻坚对象。建筑工程管理贯穿于整个建筑项目的过程之中, 而建筑项目的管理低碳化转型直接影响建筑领域的碳减排效果。目前我国建筑行业从增量建设向存量更新转型, 传统工程管理模式高能耗、高排放、低效率的问题越来越突出, 不能满足“双碳”目标的发展要求。因此推动建筑工程管理的低碳化改造、梳理路径、挖掘核心价值和关键领域, 既是响应国家政策与行业高质量发展的要求, 也是面对碳减排的需要, 培育新质生产力有重要的意义。

1 “双碳”目标政策解读与行业影响

“双碳”目标推进过程中伴随着政策的出台和完善, 形成引导建筑行业低碳转型的政策体系。2021年我国《关于推动城乡建设绿色发展的意见》将零碳建筑纳入政策文件, 标志着建筑低碳发展从理念走向实践; 2024年《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》明确量化目标, 给建筑低碳化发展提供行动指南。国际上超过80个国家已经制定建筑能效提升标准, 并且相关标准体系中包含建筑碳排放计算的规定, 推动建筑低碳化已经成为全球的发展趋势。“双碳”目标及相关的政策对建筑行业的全方位影响, 一方面使建筑业由传统的污染式发展转变为低碳发展, 工程管理目标多元化趋势愈发明显, 另一方面为建筑行业创造新的发展机遇, 推动相关产业的发展, 建筑领域存量优化、品质提升并重, 创造大量绿色就业岗位和投资机会, 预计2030年全球建筑领域的低碳转型投资规模为24.7万亿美元。

2 低碳化改造对建筑工程管理核心价值

2.1 全生命周期价值提升

低碳化改造使建筑工程管理冲破传统分段式管理的束缚, 创建起全生命周期管理体系, 达到项目价值最大化的目的。传统的建筑工程管理存在着各个阶段之间脱节的现象, 设计阶段未能充分考虑施工和运营阶段的低碳要求, 造成后期碳减排的成本剧增, 低碳化改造要求从项目规划阶段就加入碳减排的理念, 用全生命周期碳核算体系, 统筹设计、施工、运营、拆除等各个环节的低碳要求, 实现各个阶段碳减排措施的协同衔接。全生命周期管理模式可削减项目各个部分的能源消耗及碳排放, 经由资源优化配置缩减材料的浪费和损耗成本, 改善项目的经济价值, 营造绿色健康舒适的生活和工作环境, 以适应人们对高品质生活和使用的要求, 提升项目的社会价值, 达成经济效益、社会效益、生态效益的统一。

2.2 新质生产力培育价值

低碳化改造给建筑工程管理注入新的技术、管理动力, 促使行业新质生产力的培育与发展。新质生产力本质上是绿色生产力, 建筑工程管理低碳化转型的过程, 就是推动低碳技术、数字化技术和工程管理深度融合的过程, 通过引入BIM技术、物联网、人工智能等先进技术, 创建数字化、智能化的低碳管理平台, 改善管理流程, 提升管理效率, 促使工程管理模式由传统经验型向现代智能型转变。低碳化改造倒逼行业加强关键技术研发和创新, 推动超低能耗建筑技术、近零能耗建筑技术、可再生能源建筑应用技术等集成应用, 培育一批具有核心竞争力的低碳技术企业和管理人才, 形成以技术创新为主、管理优化为支撑的绿色发展动能, 助力建筑

行业实现高质量发展。

3 建筑工程管理低碳化改造的关键领域

3.1 设计阶段低碳集成领域

设计阶段是建筑项目碳排放量控制的源头环节，设计阶段低碳化水平直接影响到项目全生命周期的碳减排潜力，因此设计阶段的低碳集成是建筑工程管理低碳化改造的重要领域之一。该领域主要是促使设计理念由传统的功能导向转变为低碳功能协同导向，采用性能化设计、一体化设计等先进的设计方法，将低碳要求全面融入建筑布局、围护结构、用能系统等设计环节当中。从建筑的自然采光、通风条件入手，在建筑体形系数上做文章，降低建筑能耗，在建筑围护结构上使用低碳环保的材料，提高建筑的保温隔热效果，集成太阳能、地热能等可再生能源系统，优化建筑用能结构，采用 LCA 全生命周期评价模型对设计方案进行碳排放量核算与优化，实现低碳性与经济性相统一，从源头上降低项目的碳减排压力。

3.2 施工阶段绿色建造领域

施工阶段是建筑项目能源消耗和碳排放的集中阶段，也是建筑工程管理低碳化改造的主要实施阶段。此领域改造的重点就是促使施工方式由传统的能耗高、污染大的模式转变成绿色建造模式，经由技术创新以及管理优化来缩减施工过程中能源的消耗、材料的浪费和污染物的排放。具体措施有推广绿色施工技术，节能型施工设备的应用、施工废弃物的循环利用、现场扬尘和噪声的精准控制等；加强绿色建材的应用和管理，优先选用低碳、环保、可再生的建筑材料，建立绿色建材溯源体系，保证建材质量和低碳属性；优化施工组织方案，采用永临结合的施工理念，减少临时设施的建设与拆除，降低资源消耗；建立施工过程碳排放量实时监测和管控平台，实现对施工环节碳排放的动态管理，提高施工阶段低碳管理的精准性和有效性。

3.3 运行阶段数字化碳管控领域

运行阶段是建筑项目全生命周期中碳排放量持续时间最长的阶段，其低碳化管理对于实现项目的长期碳减排目标起着关键性的作用，所以运行阶段的数字化碳管控成建筑工程管理低碳化改造的重要方面。本领域主要是依靠数字化、智能化技术，创建起全流程、实时化的碳管控体系，从而对建筑运行期间的能源消耗和碳排放量展开精确的监测、剖析并加以改善。在建筑物内安装物联网传感器，对电力、水力、燃气等能源消耗数据

进行实时采集，用 AI 算法分析采集到的能源消耗数据，找出能源浪费环节，提出节能优化方案；创建建筑运行碳管理系统，可以实现碳排放量实时核算、统计和上报，使建筑运行碳管理从被动应对变成主动防控，提高运行阶段碳减排的长效性、稳定性。

4 “双碳”目标下建筑工程管理的低碳化改造路径

4.1 构建全生命周期数字化碳管理体系

全生命周期数字化碳管理体系的创建，是达成建筑工程管理低碳化转型的关键支撑，其关键之处在于借助数字化技术作为纽带，冲破项目规划、设计、施工、运营、拆除各个阶段的碳管理数据壁垒，达成碳管理的全流程、全要素管控的目标。利用 BIM+IoT+AI 一体化技术创建数字化的碳管理平台，将 LCA 全生命周期评价模型融合进来，从而达到对项目整个生命周期中碳排放量的精确核算以及预测。平台构建阶段要确定各个阶段碳管理的责任主体及主要指标，创建标准化的数据采集、传输、分析流程，保证碳管理数据的真实性、准确性、完整性，融入大数据分析技术，对项目全生命周期碳排放数据进行深度挖掘，找出碳减排的关键节点和潜力环节，给项目低碳管理决策提供数据支持。

以高端幕墙写字楼项目为例，基于全生命周期数字化碳管理体系，在规划阶段利用平台调用 AI+LCA 大模型对建材生产、运输、建造、运营、拆除全过程实行“一键盘碳”，自动生成每平方米碳造价最优设计方案，在施工阶段用 RFID+ 区块链技术给钢筋、水泥等建材发放“碳身份证”，实现建材碳足迹的全流程溯源，杜绝高碳建材混入项目，在运营阶段通过楼宇传感器以分钟级采集电力、空调、照明等能源消耗数据，平台以能耗、碳、舒适度三目标联合优化动态调节空调水温、新风比、电梯群控等系统，充分体现数字化碳管理体系在提升碳减排效率和管理精准性方面的核心作用。

4.2 推进绿色建材全链条管控与循环利用

绿色建材的应用和循环利用是降低建筑工程碳排放量的重要途径，推进绿色建材全链条管控和循环利用要建立“源头筛选、过程管控、末端循环”的全链条管理机制，实现建材全生命周期的低碳化。源头筛选阶段创建绿色建材准入标准体系，优先选用低碳、环保、可再生、可循环的绿色建材，如高性能节能门窗、复合保温材料、再生骨料等，再对建材生产企业资质和碳排放量实施核查，保证建材的低碳特性；过程管控阶段创建绿色建材溯源管理平台，对建材运输、储存、使用等全

过程展开跟踪, 削减建材运输时的能源耗费和碳排放, 防止建材浪费; 在末端循环阶段创建施工废弃物分类回收与再生利用体系, 推进建筑垃圾资源化处理, 将废弃建材加工成再生骨料、再生墙体材料等, 达成资源循环利用, 削减建筑垃圾处置过程中的碳排放。

以机场二期改扩建工程为例, 该项目对绿色建材全链条管控与循环利用进行成熟的操作, 该项目以灌注桩后注浆、泥浆循环利用技术为切入点, 通过优化注浆工艺提高桩基质量, 减少材料消耗, 采用机械联合泥浆处理系统实现泥浆固液分离和循环再利用, 减少废浆排放对环境的污染, 节约大量水资源和废弃物处置成本, 在建材选择上优先使用低碳环保的再生建材和高性能节能材料, 通过全链条管控保证建材应用的低碳性, 最终实现节能减排和工程质量的双提升, 为大型基建项目绿色建材全链条管理提供实践参考。

4.3 推动施工环节低碳技术集成与创新应用

施工环节是碳排放量的集中阶段, 推动低碳技术的集成和创新应用是实现施工阶段碳减排目标的主要途径, 应根据项目的施工特点, 将节能施工、绿色施工、智能施工等低碳技术进行整合, 形成技术集成应用体系。推广太阳能供电的施工机械、节能型照明设备、高效节能水泵等节能设备降低施工过程中的化石能源消耗; 采用高压喷雾降尘系统、扬尘在线监测系统等技术精准控制施工扬尘减少扬尘污染和水资源浪费; 优化施工组织方案采用永临结合的设计理念减少临时设施建设拆除降低资源消耗; 利用 BIM 技术进行施工模拟和进度优化减少施工过程中返工现象提高施工效率; 利用智能监测设备实时监测施工过程中能源消耗、碳排放量发现高排放问题及时解决。

施工环节低碳技术集成应用时要注重施工组织方案的低碳优化, 积极采用永临结合的设计思路, 统筹安排临时设施和永久基础设施的建设, 削减重复建设、拆除造成的资源浪费; 按照施工现场环境管控的要求, 配备专业的绿色施工设备和监测系统, 对施工扬尘、能耗等重要环节实施精确控制; 充分利用 BIM 技术在施工规划中的作用, 利用施工模拟来改善施工流程, 削减施工偏差和返工, 依靠智能监测技术创建施工过程低碳管控体系, 推动各类低碳技术在施工环节的协同应用。

4.4 打造建筑用能系统低碳转型升级模式

建筑用能系统低碳转型升级是减少建筑运行阶段碳排放量的主要方法, 要依靠可再生能源替代, 再配合用能系统优化, 创造出一种以可再生能源为根本、高效

节能系统为补充的低碳用能模式。在可再生能源的应用方面, 大力推进太阳能、地热能、生物质能等可再生能源在建筑领域的规模化应用, 在建筑屋顶、幕墙等处安装光伏系统, 实现光伏建筑一体化, 用太阳能发电满足建筑部分用电需求; 推广地热能供暖制冷系统, 替代传统化石能源供暖制冷, 降低能源消耗和碳排放; 对建筑空调、照明、电梯等重点用能设备实施节能改造, 推广高效节能空调、LED 照明、节能电梯等设备, 改善用能系统运行策略, 提高用能效率; 推进供热分户计量和按供热量收费改革, 实行基本热价和计量热价两部制热价, 引导用户养成按需用热的节约意识, 减少能源浪费。

此外, 还需加强对建筑用能系统的智能化管理, 利用安装智能传感器、能源管理系统等设备实现对建筑用能的实时监测、分析、控制。使用大数据、人工智能等技术对建筑用能数据进行深度挖掘分析, 根据不同的时段和不同的区域用能需求来自动调节用能设备的运行参数, 使用能系统能够智能优化运行, 进一步提高能源利用率, 减少碳排放。同时创建建筑用能碳排放监测评价体系, 对建筑用能系统碳排放情况实施定期监测和评价, 给建筑用能系统低碳转型升级赋予数据支撑和决策参照, 保证低碳用能模式有效执行并持续改善。

5 结语

在“双碳”目标之下, 建筑工程管理的低碳化改造已经成为建筑行业实现可持续发展的一种必然走向。经过创建全生命周期数字化碳管理体系, 推进绿色建材全链条管控与循环利用, 推进施工环节低碳技术集成创新应用, 创建建筑用能系统低碳转型升级模式等一系列系统性路径, 不仅可以有效削减建筑全生命周期的碳排放, 而且会促使建筑行业朝向绿色化、智能化、高效化的方向深入转变, 为全球气候治理增添中国智慧和方案, 助力达成人与自然和谐共生的现代化发展愿景。

参考文献

- [1] 胡世蓉. “双碳”背景下建筑工程管理中绿色建筑的废料处理技术[J]. 石材, 2025, (10): 179-181.
- [2] 严峰. 绿色施工概念下的建筑工程管理模式与创新研究[J]. 中国住宅设施, 2025, (09): 218-220.
- [3] 江贞. 绿色施工理念下建筑工程管理模式研究[J]. 新城建科技, 2025, 34(05): 190-192.
- [4] 张明. 基于“双碳”目标的建筑装饰工程管理模式研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (09): 97-99.
- [5] 樊鑫. 建筑工程管理模式现状与创新研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(17): 122-124.