

“双碳”目标下建筑工程设计的技术经济转型路径研究

郭京琦 刘红健

中国五洲工程设计集团有限公司 北京 100053

摘要: 建筑工程设计作为建筑项目全生命周期的源头,对建筑的能耗水平、碳排放强度以及经济效益起着决定性作用。传统的建筑工程设计理念与方法侧重于满足功能需求和控制建设成本,对建筑全生命周期的能源消耗与环境影响关注不足。在“双碳”目标的要求下,建筑工程设计亟需实现从传统模式向绿色低碳模式的转变,探索技术与经济协同发展的转型路径。然而,目前建筑工程设计在技术经济转型过程中面临诸多挑战,如绿色建筑技术应用成本高、经济评价体系不完善、技术与经济协同机制缺失等。因此,深入研究“双碳”目标下建筑工程设计的技术经济转型路径,具有重要的理论价值与现实意义,能够为推动建筑行业可持续发展提供有力支撑。

关键词: 双碳目标;建筑工程设计;技术经济转型;绿色建筑

引言: 近年来,全球气候变暖引发的极端天气、海平面上升等环境问题日益严峻,减少碳排放已成为国际社会的共识。我国提出“双碳”目标,即力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和,这是我国积极应对气候变化、推动经济社会高质量发展的重大战略决策。建筑行业在我国经济社会发展中占据重要地位,但其能源消耗与碳排放总量巨大。数据显示,建筑全过程能耗约占全国能源消费总量的40%,碳排放占全国碳排放总量的50%左右,建筑行业的低碳转型对“双碳”目标的实现至关重要。

1 “双碳”目标对建筑工程设计的核心要求

1.1 碳排放核算与全生命周期管控

“双碳”目标要求建筑工程设计必须建立全面的碳排放核算体系,实现对建筑全生命周期的碳排放管控。在设计阶段,不仅要关注建筑运行阶段的能源消耗与碳排放,更要重视隐含碳排放的协同控制。建筑材料生产、运输、施工建设等环节产生的隐含碳排放,往往占据建筑全生命周期碳排放的较大比例。通过采用BIM技术等数字化手段,对建筑全生命周期各阶段的碳排放进行精准核算与动态监控,优化设计方案,减少高耗能材料使用,合理规划施工流程,从源头上降低碳排放,确保建筑项目在全生命周期内符合“双碳”目标要求。

1.2 低碳技术标准与评价体系重构

为契合“双碳”目标,建筑工程设计需重构低碳技术标准与评价体系。传统的绿色建筑认证已无法满足新

的低碳发展需求,亟需建立更严格、更科学的碳足迹追踪机制。通过制定细化的低碳技术标准,明确建筑在节能、减排、可再生能源应用等方面的量化指标,将碳足迹追踪贯穿于建筑设计、建造、运营等全过程。例如,将建筑全生命周期碳排放量作为绿色建筑认证的核心指标,促使设计单位积极采用低碳技术,推动建筑行业向低碳化、绿色化转型,实现建筑行业的可持续发展。

1.3 经济性约束下的技术选择逻辑

在“双碳”目标下,建筑工程设计面临经济性约束,需遵循新的技术选择逻辑,实现短期成本与长期收益的动态平衡。虽然部分低碳技术的初始投资成本较高,但从建筑全生命周期来看,其节能降耗效果能显著降低运营成本,带来长期收益。设计人员需综合考虑建筑项目的投资预算、运营周期、能源价格波动等因素,运用成本效益分析方法,对比不同低碳技术方案的经济可行性。优先选择性价比高、技术成熟且具有良好发展前景的低碳技术,在满足“双碳”目标的同时,确保项目具有合理的经济效益,实现技术升级与经济协同共进。

2 技术经济转型的关键矛盾分析

2.1 技术维度矛盾

在建筑工程设计向“双碳”目标转型过程中,技术维度面临显著矛盾。一方面,部分低碳技术成熟度不足,难以满足规模化应用需求。如新型相变储能材料、高效光伏一体化构件等技术,虽理论上具有良好的低碳效果,但在实际工程应用中,存在稳定性差、耐久性不足等问题,阻碍其大规模推广。另一方面,传统设计范式与低碳技术兼容性欠佳。传统建筑设计侧重于功能和形式,缺乏对低碳技术系统性整合的考量,导致低碳技

第一作者简介: 郭京琦(1994年—),女,汉族,山东省宁阳县人,大学本科,工程师。

第二作者简介: 刘红健(1991年—),男,汉族,天津市人,大学本科,工程师。

术在实际应用中难以与建筑结构、空间布局有效融合,无法充分发挥其低碳效能,限制了建筑工程设计低碳转型的技术落地。

2.2 经济维度矛盾

经济层面的矛盾成为建筑工程设计低碳转型的重要阻碍。低碳技术的应用往往带来增量成本,如高性能保温材料、智能能源管理系统的使用会显著提高建筑初期建设成本,这与市场对建筑成本的敏感形成冲突,降低了市场主体对低碳技术的接受意愿。同时,低碳技术带来的节能收益需要较长时间才能显现,投资回报周期延长使得资本配置效率下降。对于追求短期经济效益的投资方而言,难以在短期内获得可观收益,极大削弱了其投资低碳建筑项目的积极性,不利于建筑工程设计在“双碳”目标下实现经济可持续发展。

2.3 制度维度矛盾

制度层面的缺陷制约着建筑工程设计的低碳转型进程。当前,针对建筑低碳技术应用的政策激励不足,税收优惠、财政补贴等政策覆盖面窄、力度小,无法有效激发市场主体采用低碳技术的主动性。同时,市场机制缺失,碳排放权交易、绿色金融等市场化手段在建筑领域的应用尚不完善,难以形成有效的经济激励。此外,标准体系建设滞后于技术迭代速度,现有建筑设计标准和规范对新兴低碳技术的要求和指导不足,导致设计单位在应用新技术时缺乏明确依据,监管部门也难以对项目进行有效监督,严重阻碍了建筑工程设计技术经济转型的推进。

3 技术经济转型的路径框架构建

3.1 技术集成创新路径

(1) 数字化设计工具(BIM、AI)与低碳技术的融合

将BIM与AI等数字化设计工具融入建筑工程设计,是实现低碳技术集成创新的关键。BIM技术能够构建建筑全生命周期的三维信息模型,通过模拟分析不同设计方案的能耗与碳排放情况,辅助设计师精准优化设计,例如合理规划建筑朝向、优化围护结构,降低运行阶段能耗。AI技术则可基于大量建筑数据,快速识别低碳技术应用的潜在优化点,如智能匹配不同气候区域适用的节能设备。二者融合,不仅能提高低碳技术应用的精准度,还能实现建筑设计、施工与运维阶段的低碳技术协同,推动建筑工程设计向智能化、低碳化方向发展。

(2) 模块化设计与标准化构件的低碳化改造

模块化设计与标准化构件的低碳化改造,有助于提升建筑工程的低碳技术集成水平。通过对传统模块化和构件进行优化,采用低碳环保材料,如再生混凝土、竹木纤维复合材料,可显著降低隐含碳排放。同时,对标准化构件生产工艺进行改进,引入工厂化预制、装配式建造技术,减少现场施工的能源消耗与废弃物排放。此外,建立模块化构件库,共享低碳化设计与生产经验,促进构件的重复利用与回收,实现建筑全生命周期的低碳目标,推动建筑行业工业化与低碳化协同发展。

3.2 全生命周期成本优化路径

(1) 碳定价机制下的成本-收益模型重构

(2) 低碳材料与可再生能源的长期经济性评估

对低碳材料与可再生能源进行长期经济性评估,能有效指导建筑工程设计的成本优化。针对低碳材料,不仅考虑其采购成本,还需评估其在建筑全生命周期内的性能优势,如使用寿命延长、维护成本降低带来的经济效益。对于可再生能源,结合其初始投资、运行维护成本及能源产出效益,建立长期经济模型。例如,分析太阳能光伏系统在不同地区、不同建筑类型中的投资回报周期,综合考虑技术进步带来的成本下降趋势,为设计阶段合理选择低碳材料与可再生能源提供数据支撑,确保建筑项目在长期运营中实现经济与低碳的双重目标。

3.3 政策-市场协同驱动路径

(1) 碳交易市场与绿色金融的杠杆作用

发挥碳交易市场与绿色金融的杠杆作用,可有效推动建筑工程设计的低碳转型。碳交易市场通过建立碳排放权的供需机制,对建筑项目碳排放进行量化约束,促使设计单位主动采用低碳技术减少排放,将多余的碳排放权出售获利。绿色金融则为低碳建筑项目提供多样化的融资渠道,如绿色信贷、绿色债券,降低项目融资成本,提高资本对低碳建筑的配置效率。二者协同,形成“约束+激励”的市场机制,激发市场主体参与建筑低碳转型的积极性,加速建筑工程设计技术经济转型进程。

(2) 政府补贴与税收优惠的精准设计

精准设计政府补贴与税收优惠政策,是政策-市场

协同驱动的重要环节。政府需根据建筑项目采用低碳技术的类型、减排效果,制定差异化补贴标准,如对采用高效保温材料、地源热泵系统的项目给予更高补贴,引导设计单位优先选择低碳技术。在税收优惠方面,对低碳建筑项目减免土地使用税、房产税,降低企业运营成本。同时,建立政策效果评估机制,根据市场反馈及时调整补贴与优惠政策,确保政策精准发力,充分发挥政策对建筑工程设计低碳转型的引导与支持作用,促进建筑行业向绿色低碳方向发展。

4 转型路径的实施保障机制

4.1 技术层面:建立低碳技术数据库与知识共享平台

在技术层面,建立低碳技术数据库与知识共享平台是推动建筑工程设计转型的重要基础。该平台应整合国内外先进低碳技术,涵盖新型节能材料、高效能源系统、智能运维技术等信息,通过分类检索、参数对比等功能,为设计人员提供便捷的技术查询服务。同时,鼓励企业、科研机构上传低碳技术应用案例与实践经验,实现知识的共建共享。借助大数据分析技术,平台可根据建筑类型、地域气候等条件,智能推荐适配的低碳技术方案,加速新技术的推广应用,有效解决低碳技术信息不对称、应用壁垒高等问题,促进建筑工程设计技术水平的整体提升。

4.2 经济层面:完善碳成本核算体系与投融资模式

经济层面需完善碳成本核算体系与投融资模式,为建筑工程设计转型提供经济保障。一方面,细化碳成本核算标准,明确建筑全生命周期各环节的碳排放计量方法,将碳成本纳入项目预算、成本控制及效益评估体系,使企业清晰认识低碳技术应用的经济影响。另一方面,创新投融资模式,推广绿色资产证券化、低碳项目收益权质押融资等模式,吸引社会资本参与。同时,建立碳金融产品创新机制,开发碳排放权期货、期权等衍生品,增强碳市场流动性,降低低碳建筑项目融资风险,实现碳成本可控与资金高效配置,保障建筑工程设计在经济可行的前提下推进低碳转型。

4.3 政策层面:制定动态调整的碳排放配额与奖惩机制

政策层面应制定动态调整的碳排放配额与奖惩机制,强化政策引导作用。根据建筑行业发展水平、技术进步情况,科学设定碳排放配额,并建立定期评估与动

态调整机制,确保配额的合理性与约束力。对超额完成减排目标的企业给予财政奖励、优先审批等激励,对未达标企业实施罚款、限制市场准入等惩戒措施。同时,将碳排放配额与碳交易市场联动,允许企业通过市场交易调剂配额余缺,激发企业主动减排的积极性。此外,加强政策执行监督,建立第三方核查机制,保障政策落实到位,推动建筑行业在政策驱动下实现低碳发展目标。

4.4 行业层面:推动设计-施工-运营一体化协同创新

行业层面着力推动设计-施工-运营一体化协同创新,打破行业壁垒,提升建筑全生命周期低碳管理水平。通过建立跨行业协同工作机制,促进设计单位、施工企业与运营单位在项目早期开展深度合作,将施工可行性、运营维护需求融入设计方案,避免因设计与施工、运营脱节导致的资源浪费与碳排放增加。同时,利用数字化技术搭建协同管理平台,实现项目信息实时共享与交互,优化施工流程,提高运维效率。此外,鼓励行业协会组织联合攻关,开展一体化低碳技术研发与应用示范,形成设计优化、绿色施工、智能运维的全链条解决方案,推动建筑行业向高效、低碳、可持续方向发展。

结语

在“双碳”目标的战略指引下,建筑工程设计的技术经济转型是行业实现可持续发展的必由之路。本文系统探讨了转型面临的核心要求、矛盾问题,并针对性提出了技术集成创新、全生命周期成本优化等转型路径,以及涵盖技术、经济、政策和行业层面的实施举措。这些研究成果旨在为建筑工程设计转型提供理论与实践参考,助力行业突破发展瓶颈。

参考文献

- [1]陈建国,杨帆.碳交易市场下建筑企业低碳技术投资决策模型研究[J].管理工程学报,2022,36(4):134-142.
- [2]王伟强,李明轩.碳中和背景下建筑全生命周期碳排放核算模型构建[J].建筑经济,2023,44(5):45-51.
- [3]张磊,陈静.绿色建筑技术经济评价体系优化研究——基于全生命周期成本视角[J].城市发展研究,2022,29(8):12-18.
- [4]赵阳,周晓峰.低碳政策对建筑设计技术选择的影响机制分析[J].生态经济,2021,37(12):63-69.