

基于低碳理念的建筑工程研究

刘 晨

山东锦辰产业发展投资集团有限公司 山东 枣庄 277000

摘要：在碳达峰、碳中和目标导向下，建筑工程行业低碳转型成为必然趋势。本文聚焦低碳理念在建筑工程中的应用，阐释低碳理念核心内涵与价值定位，分析建筑工程全生命周期碳排放核算方法及影响因素，系统提出设计、施工、材料、运维全流程低碳实施路径，最后展望行业数字化智能化融合、全产业链协同、政策标准完善的发展趋势。研究为建筑工程行业践行低碳理念、实现绿色转型提供理论与实践指引，助力行业可持续发展。

关键词：低碳理念；建筑工程；全生命周期；实施路径

引言：当前全球气候变化加剧，降低碳排放成为各行各业可持续发展的核心诉求。建筑工程行业作为能源消耗与碳排放的重点领域，传统高能耗发展模式已难以适配生态保护与绿色发展需求。低碳理念的引入为建筑工程行业转型提供了新方向。本文立足建筑工程全生命周期视角，结合行业发展实际，深入探讨低碳理念在建筑工程中的应用逻辑与实施路径，旨在破解行业低碳转型难题，为推动建筑工程行业绿色低碳高质量发展提供有益参考。

1 低碳理念的核心内涵及其在建筑工程中的价值定位

1.1 低碳理念的核心内涵

低碳理念以降低碳排放强度、实现碳收支平衡为核心目标，贯穿能源消耗、物质循环、生态保护等多个维度，强调在满足发展需求的前提下，最大限度减少化石能源依赖和温室气体排放。其核心要义包括资源高效利用、环境友好共生与可持续发展协同，通过技术创新、模式优化和管理升级，构建低能耗、低污染、低排放的发展体系。低碳理念并非简单的减排降耗，而是对传统发展逻辑的重构，注重全流程的低碳管控，追求经济、社会与生态效益的统一，为各类工程建设活动提供绿色发展导向。

1.2 低碳理念在建筑工程中的价值定位

低碳理念为建筑工程行业转型提供核心指引，其价值定位体现在行业发展、资源利用和生态保护三个层面。在行业发展层面，低碳理念推动建筑工程从传统高能耗模式向绿色低碳模式转型，助力行业突破资源环境约束，培育新的经济增长点和技术创新方向。在资源利用层面，低碳理念引导建筑工程全生命周期实现资源高效配置，减少建材浪费和能源损耗，提升工程建设的资源循环利用。在生态保护层面，低碳理念通过降低建筑工程全生命周期碳排放，缓解城乡建设与生态环境的矛盾，助力实

现碳达峰、碳中和目标，推动城乡建设与生态系统的协调发展^[1]。

2 建筑工程全生命周期碳排放核算方法与影响因素

2.1 建筑工程全生命周期碳排放核算方法

建筑工程全生命周期碳排放核算需覆盖建材生产、施工建造、运营使用及拆除回收全阶段，核心核算方法包括过程分析法、投入产出法及生命周期评价法（LCA）。（1）过程分析法以全流程物料与能源流动为核心，通过量化各环节碳排放系数与消耗数据实现核算，具有针对性强、数据精准度高的特点，适用于具体工程项目的精细化核算。（2）投入产出法基于行业经济关联数据，通过构建碳排放投入产出模型实现宏观层面的核算，可快速掌握行业整体碳排放水平，但微观项目针对性较弱。（3）生命周期评价法（LCA）则整合了前两种方法的优势，通过系统梳理全周期内的环境影响，实现对碳排放的全面、系统核算，是当前行业主流的核算技术路径。

2.2 建筑工程全生命周期碳排放影响因素

建筑工程全生命周期碳排放受多重因素综合影响，可分为技术、管理与外部环境三大类。（1）技术因素涵盖建材类型与性能、施工工艺选择、节能技术应用及可再生能源替代率等，直接决定各阶段的能源消耗与碳排放强度。（2）管理因素包括全周期碳排放管控体系完善度、施工过程能耗管理水平、运营阶段的节能管理措施等，通过规范流程、优化管控提升低碳效益。（3）外部环境因素则涉及区域气候条件、能源结构、碳排放政策要求等，不同区域的气候差异影响运营阶段能耗，能源结构中清洁能源占比直接关联碳排放水平，政策导向则对核算标准与减排要求起到约束与引导作用^[2]。

3 基于低碳理念的建筑工程全流程实施路径

3.1 基于低碳理念的建筑工程设计优化策略

基于低碳理念的建筑工程设计优化需贯穿设计全流

程,从前期规划到方案深化形成系统性策略体系,具体实施路径如下:(1)构建全生命周期低碳设计框架,将碳排放核算纳入设计各阶段核心指标,明确各阶段低碳设计目标与管控要点,实现从建材生产、施工建造到运营拆除全环节的碳排放前置管控。在设计初期开展低碳可行性分析,结合项目地域特征、气候条件等基础因素,制定适配的低碳设计方向,避免后期设计调整带来的碳排放增量。(2)优化建筑体型与围护结构设计,通过合理控制建筑体型系数,减少建筑与外界的热量交换,降低运营阶段能耗。在围护结构设计中,采用保温隔热一体化设计思路,优化墙体、屋面、门窗等关键部位的构造形式,提升围护结构的热工性能,减少空调、采暖系统的能源消耗。(3)推进被动式设计技术应用,充分利用自然采光、自然通风等自然条件,减少主动式能源系统的依赖。合理规划建筑朝向与窗墙比,最大化利用自然光资源,降低人工照明能耗;优化建筑通风路径,通过设置通风井、导流构件等设施,提升自然通风效率,改善室内热环境。(4)整合低碳技术与设备选型,在设计阶段提前规划可再生能源利用方案,明确太阳能、地热能等可再生能源的应用形式与安装位置,实现与建筑主体设计的协同适配。优先选用低能耗、高效率的建筑设备与系统,从设计源头控制设备运行阶段的碳排放。(5)建立低碳设计协同机制,推动建筑、结构、机电等多专业协同设计,避免各专业设计脱节导致的低碳效益损耗。通过BIM技术构建数字化设计平台,实现各专业设计数据的共享与联动,开展低碳设计方案的模拟分析与优化调整,提升设计方案的低碳合理性。

3.2 低碳建筑工程关键施工技术与工艺创新

低碳建筑工程施工阶段需通过技术升级与工艺优化,减少施工过程中的能源消耗与碳排放,核心实施路径包括:(1)推广绿色施工技术体系,构建低碳施工组织方案,明确施工各环节的低碳管控要求,包括能耗控制、扬尘治理、废弃物减排等关键指标。在施工策划阶段制定专项低碳施工方案,合理规划施工工序与场地布局,减少施工过程中的物料转运与能源浪费。(2)应用节能型施工设备与技术,逐步淘汰高能耗、高排放的施工机械设备,推广使用电动施工机械、节能型塔吊等环保设备,降低施工机械运行过程中的碳排放。采用精准施工技术,通过BIM技术模拟施工过程,优化施工工艺参数,提升施工效率,减少施工过程中的物料损耗与返工率。(3)创新现场施工工艺,推行装配式施工技术,减少现场浇筑作业带来的能源消耗与碳排放。通过优化构件生产、运输与安装流程,提升装配式构件的装配效率与质

量,实现施工过程的低碳化转型。推广免抹灰施工、干法施工等绿色施工工艺,减少水泥、砂浆等建材的使用量,降低施工过程中的碳排放。(4)强化施工过程能耗与碳排放管控,建立施工过程能耗实时监测体系,对施工机械、临时用电等能耗环节进行动态监测,及时发现并整改高能耗问题。加强施工废弃物的分类回收与循环利用,建立现场废弃物回收处理机制,提升建筑垃圾的回收利用率,减少废弃物填埋或焚烧带来的碳排放。(5)推进施工数字化管控,利用物联网、大数据等技术构建低碳施工管控平台,实现对施工进度、能耗、碳排放等数据的实时采集与分析。通过数字化管控提升施工过程的精细化管理水平,优化资源配置,减少不必要的能源消耗与碳排放。

3.3 低碳建筑工程材料的筛选与应用研究

低碳建筑工程材料的筛选与应用需遵循低排放、低能耗、可循环的核心原则,建立全流程材料管控体系,具体实施路径如下:(1)构建低碳建筑材料筛选指标体系,以碳排放强度、能源消耗、环境影响等为核心指标,结合材料的力学性能、耐久性等使用性能,制定科学的材料筛选标准。在材料筛选过程中,优先选择碳排放系数低、可再生成分占比高的材料,同时兼顾材料的经济性与实用性。(2)推广绿色低碳建材的应用,重点选用节能型、环保型建材,如新型低碳混凝土、节能门窗型材、绿色保温材料等。对于混凝土材料,推广使用高性能混凝土、再生骨料混凝土等低碳型混凝土,减少水泥用量,降低建材生产阶段的碳排放;对于墙体材料,优先选用蒸压加气混凝土砌块、秸秆纤维增强复合墙板等绿色墙体材料,替代传统高能耗墙体材料。(3)强化材料全生命周期碳排放管控,在材料选型过程中,不仅关注材料生产阶段的碳排放,还需综合考虑材料运输、使用及废弃阶段的碳排放。优先选择本地或周边区域生产的建材,减少材料长途运输带来的碳排放;对于可循环利用的材料,明确其回收利用方案,提升材料的循环利用效率。(4)建立低碳建材供应链管理体系,加强与建材生产企业的协同合作,推动建材生产企业采用低碳生产技术,提升建材的低碳属性。(5)推进废旧建筑材料的循环利用,建立废旧建材分类回收、加工再利用机制,将拆除阶段产生的废旧钢材、混凝土等材料进行加工处理,作为再生建材重新应用于建筑工程中。在材料应用过程中,优化材料用量设计,推行精准配料与限额领料制度,减少材料浪费。

3.4 低碳理念下建筑工程运维管理模式构建

低碳理念下的建筑工程运维管理需打破传统运维模

式的局限,构建全生命周期、数字化、精细化的运维管理体系,核心实施路径包括:(1)建立低碳运维管理体系框架,明确运维管理各主体的职责与分工,制定低碳运维管理目标与考核指标。将碳排放管控纳入运维管理核心内容,编制低碳运维手册,规范运维过程中的能源使用、设备维护、废弃物处理等环节的操作流程。(2)优化建筑能源系统运维管理,定期对建筑空调、采暖、照明等能源系统进行检修与维护,确保系统处于高效运行状态。建立能源系统运行参数优化机制,根据建筑使用情况与环境变化,动态调整系统运行参数,减少能源浪费。(3)推进运维管理数字化转型,利用智能传感、物联网等技术构建建筑能源与环境监测平台,实现对建筑室内温度、湿度、照度、能耗等数据的实时采集与分析。通过数字化平台及时发现能源消耗异常问题,精准定位高能耗环节,为运维优化提供数据支撑。(4)强化建筑废弃物与水资源运维管理,建立建筑废弃物分类回收与循环利用机制,对运维过程中产生的废旧材料、垃圾等进行分类处理,提升废弃物回收利用率。推进建筑节水运维,安装节水型器具,建立水资源循环利用系统,对雨水、再生水等进行收集与利用,减少自来水消耗量。(5)开展低碳运维培训与管理,提升运维人员的低碳意识与专业技能,定期组织低碳运维技术培训,确保运维人员熟练掌握低碳运维设备的操作方法与管理流程。建立低碳运维激励机制,对运维过程中的节能降耗成果进行考核与奖励,调动运维人员的积极性与主动性^[3]。

4 低碳建筑工程发展趋势

低碳建筑工程发展趋势主要体现在以下方面:(1)数字化与智能化深度融合,依托BIM、物联网、大数据等技术构建全生命周期低碳管控平台,实现从设计、施工到运维各阶段碳排放数据的实时监测、分析与优化。通过数字化建模开展低碳方案模拟推演,提升设计精准度;借助智能化设备与系统实现施工过程能耗自动调控、运

维阶段能源高效管理,推动低碳建筑工程向精细化、智能化管控转型。(2)全产业链协同低碳发展格局加速形成,从建材生产企业、施工单位到运维机构建立协同合作机制,推动低碳技术与产品的全链条应用。建材领域聚焦低碳原材料研发与生产工艺升级,施工环节推广绿色施工技术与装配式建造模式,运维阶段强化节能管理与资源循环利用,形成覆盖建筑全生命周期的低碳产业生态。(3)政策标准体系持续完善,各地将进一步细化低碳建筑工程的设计规范、碳排放核算标准与减排考核指标,通过政策引导与激励机制推动行业低碳转型。碳交易市场与低碳建筑认证体系的衔接将更加紧密,为低碳建筑工程发展提供市场化导向与制度保障^[4]。

结束语:低碳转型是建筑工程行业实现可持续发展的必由之路,涉及理念更新、技术创新、管理优化等多个维度。本文系统梳理了低碳理念在建筑工程中的应用逻辑,提出了全生命周期的低碳实施路径,并展望了行业未来发展方向。未来,建筑工程行业需进一步强化全产业链协同,深化数字化智能化技术应用,依托完善的政策标准体系,推动低碳理念深度落地。唯有持续探索与实践,才能破解行业碳排放难题,助力碳达峰、碳中和目标实现,推动建筑工程行业迈向绿色低碳高质量发展新阶段。

参考文献:

- [1]刘玲.低碳视角下建筑工程全生命周期碳排放-造价均衡优化研究[J].重庆建筑,2025,24(4):36-40.
- [2]王卫娟.基于低碳节能理念的建筑工程设计分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(12):193-195.
- [3]刘鹏飞.低碳节能背景下的建筑工程管理措施研究[J].中国厨卫,2025,24(4):16-18.
- [4]徐华东,韩磊,夏禹.基于低碳理念的绿色建筑施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(10):124-126.