

低碳理念下既有建筑改造设计策略

赵 静

河北惠宁建筑标准设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球“双碳”目标的提出,建筑行业作为能源消耗与碳排放的主要领域必须围绕绿色、节能与低碳目标进行系统调整。大量既有建筑由于建设年代较早,普遍存在围护结构性能低下、机电设备效率不足、空间组织不合理等问题,导致运行期间能源使用效率低、碳排放量高。低碳理念下的既有建筑改造不仅能够改善建筑的功能与使用品质,还能够通过多种节能策略大幅降低能耗,是推动未来城市更新的重要方向。文中从低碳理念与建筑改造的理论基础出发,分析既有建筑的能源消耗特征与碳排放结构,通过系统解读围护结构优化、设备系统更新、可再生能源利用、材料低碳化与绿色施工等关键策略,总结符合低碳要求的建筑改造设计路径。研究显示,低碳理念下的建筑改造应以全生命周期视角统筹技术应用,并需要兼顾建筑、美学、生态与经济的多重目标,最终实现既有建筑由高能耗向高效能的可持续转变。本研究成果为既有建筑低碳改造提供了理论支撑与设计依据。

[关键词]低碳理念;既有建筑;建筑改造;节能设计;绿色施工

DOI: 10.33142/aem.v8i2.19044

中图分类号: TU746.3

文献标识码: A

Design Strategies for Existing Building Renovation under the Low Carbon Concept

ZHAO Jing

Hebei Huining Standard Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the proposal of the global "dual carbon" target, the construction industry, as the main field of energy consumption and carbon emissions, must make systematic adjustments around green, energy-saving, and low-carbon goals. Due to their early construction, a large number of existing buildings generally suffer from low performance of enclosure structures, insufficient efficiency of mechanical and electrical equipment, and unreasonable spatial organization, resulting in low energy efficiency and high carbon emissions during operation. The renovation of existing buildings under the low-carbon concept can not only improve the functionality and quality of use of buildings, but also significantly reduce energy consumption through various energy-saving strategies, which is an important direction for promoting future urban renewal. Starting from the theoretical basis of low-carbon concepts and building renovation, this article analyzes the energy consumption characteristics and carbon emission structure of existing buildings. Through a systematic interpretation of key strategies such as optimizing enclosure structures, updating equipment systems, utilizing renewable energy, low-carbon materials, and green construction, it summarizes a design path for building renovation that meets low-carbon requirements. Research shows that under the low-carbon concept, building renovation should coordinate technological applications from a full lifecycle perspective, and need to take into account multiple goals of architecture, aesthetics, ecology, and economy, ultimately achieving a sustainable transformation of existing buildings from high energy consumption to high efficiency. This research provides theoretical support and design basis for low-carbon transformation of existing buildings.

Keywords: low carbon concept; existing buildings; building renovation; energy-saving design; green construction

引言

建筑领域的能源消耗与碳排放是全球应对气候变化的关键议题之一。特别是在城市建成区中,大量既有建筑仍处于高能耗、高排放的运行模式,难以达到现代绿色标准。随着低碳理念的深入推广,既有建筑改造成为建筑行

业绿色转型的重点。与新建建筑相比,既有建筑改造具有结构限制多、改造复杂度高、节能潜力差异大等特点,因此在实施低碳技术时需充分考虑建筑现状、技术适应性与经济可行性。在政策推动、技术进步与社会需求共同作用下,低碳理念逐步成为既有建筑改造设计的重要价值导向。

为了提升改造设计质量与环境绩效，有必要从建筑物理、材料科学、设备工程与城市规划等多角度综合分析低碳改造策略，为实现建筑行业的碳减排与节能目标提供系统化路径。本文旨在从理论基础、建筑物理优化、机电系统更新、材料选择与施工策略等方面提出低碳改造方法，以推动既有建筑绿色更新体系的完善。

1 低碳理念下既有建筑改造的理论基础

1.1 低碳理念的内涵与建筑行业发展要求

低碳理念强调在不降低建筑功能与舒适性的前提下，通过减少能源消耗与碳排放实现环境负荷最小化。在建筑行业中，低碳理念具有能源优化、污染减量、资源循环与环境改善等多重诉求，其核心是降低建筑全生命周期碳排放，包括材料生产、施工建造、运行维护与拆除阶段。伴随全球绿色转型加速，建筑行业逐渐形成技术升级与政策约束并行的趋势，要求既有建筑通过改造手段达到节能、环境友好与经济合理并存的目标。低碳理念不仅体现为节能技术的应用，也体现在规划引导、设计策略与运行机制优化中，要求建筑在整体设计逻辑上遵循可持续发展原则。

1.2 既有建筑能耗结构与碳排放影响因素分析

既有建筑能耗主要集中在空调、供暖、照明、设备运行等环节。建筑围护结构的隔热性能不足、空气渗透率高、机电设备效率低下是能耗上升的关键因素。此外，建筑功能变化、使用人数增加、气候条件变化等也会导致建筑运行负荷提升，使碳排放量呈持续增长趋势。材料老化、结构缺陷与系统老化可能进一步降低建筑性能，使节能措施的实施难度增加。因此，在制定低碳改造方案前必须深入分析建筑能耗结构、热工特性与设备老化程度，以便设计更加精准的改造策略。

1.3 低碳建筑改造的系统性要求与设计逻辑

低碳建筑改造属于跨领域综合项目，需要在建筑物理、节能设备、材料性能、智能控制系统及环境规划等多方面形成系统化设计逻辑。低碳改造不仅是单项技术的叠加，更需要系统协同，如围护结构优化必须与空调系统更新、自然通风设计相匹配，才能发挥综合节能效应。此外，低碳改造应结合建筑所在区域气候特征、城市能源结构与使用者行为模式，使改造方案具有地域适应性及使用合理性。

2 既有建筑物理性能提升的低碳策略

2.1 围护结构节能性能的全面优化

围护结构是影响建筑热负荷与能耗的重要因素，其性能提升直接关系到室内环境质量与空调系统能耗。既有建筑外墙通常隔热性能较弱，通过外保温系统改造可显著降低热传导系数，减少冬季热损失与夏季热得量。选择高效

保温材料如岩棉板、真空绝热板可提高节能效果，同时需确保材料具备耐久性与良好的水汽控制能力。外窗作为围护结构中的薄弱环节，更换低辐射中空玻璃与高气密窗框可大幅减少冷暖空气交换，降低空调负荷。屋面作为受太阳辐射最直接的部分，通过增加反射涂料、隔热层或架空通风层等措施，可有效改善屋面热工性能。围护结构节能改造需综合考虑结构承载、施工可行性与节能效益，使改造措施具有稳定性与经济性。

2.2 自然通风与自然采光系统的优化利用

自然通风是减少机械通风能耗的有效方式，通过优化开口位置、增加通风道、改善气流组织可提高通风效率。在既有建筑改造中，可通过改变内部隔墙布局、增设可调节通风构件等方式形成更合理的气流路径，从而降低空调能耗。自然采光方面，通过扩大开窗面积、增设采光井、采用光棚等方法可提升室内照度，减少人工照明使用时间。同时，合理设置遮阳设施可避免直射阳光导致的室内热负荷增加，使自然采光与热环境得到平衡。自然通风与自然采光策略的成功实施需基于区域气候条件与建筑方位特征，实现环境改善与节能效益的双重目标。

2.3 热环境调控技术的低碳应用路径

既有建筑常需通过主动系统维持舒适热环境，因此可采用多种被动与主动技术结合的方式实现低碳调控。被动技术包括外遮阳系统、双层幕墙、蓄热与相变材料利用等，可在减少能耗的基础上改善室内温度波动；主动技术如地板辐射供冷供暖系统、置换通风系统、高效热泵等可提高能源利用效率。建筑需根据结构条件选择合适的技术组合，以实现最优热环境调控效果。这些技术的综合应用不仅可降低能耗，还可改善室内环境舒适度。

3 既有建筑机电系统的低碳化更新

3.1 暖通空调系统的节能更新策略

暖通空调系统能耗占建筑总能耗的比重较大，因此更新系统设备是低碳改造的重要环节。通过采用高效空调机组、变频压缩机与智能调节装置，可显著降低系统运行能耗。同时，应检查与优化原有风管系统，使其阻力最小化，提高输送效率。使用蓄冷蓄热装置可进一步平衡能源需求，减少峰值能耗。对于大型建筑，可采用区域能源系统如热电联产与集中供能方式，实现能源规模化利用，提高整体能效。

3.2 照明系统节能技术的集成应用

照明系统改造应优先采用高效光源，如 LED 光源，其高发光效率、低损耗特性可显著降低电耗。结合智能调光系统、红外感应控制技术、昼光响应控制系统等，可实

现照明按需运行,从而减少能源浪费。此外,通过灯光布局优化与反射装置设计,可提高照明效率,使室内照明更加均匀舒适。照明系统的节能不仅依赖设备性能,也取决于系统的全局优化。

3.3 可再生能源系统在既有建筑中的应用模式

可再生能源利用能够提高建筑能源自给率,减少传统能源依赖。如太阳能光伏系统可安装于屋顶、外墙或附属结构,为建筑提供电力支持;太阳能热水系统可在居住建筑与公共建筑中广泛应用;空气源热泵系统利用空气热能,可作为高效的冷热能源设备。可再生能源系统需结合建筑朝向、承载力与安装条件进行合理配置,以保证其长期稳定运行与经济性。

4 既有建筑材料更新与绿色施工技术

4.1 绿色材料在建筑改造中的应用原则

材料更新是建筑改造的重要组成部分,选择低碳材料、可再生材料与环境友好材料是实现低碳目标的关键。绿色材料如再生木材、环保涂料、高性能保温材料等,可替代传统高能耗材料,减少材料生产阶段的碳排放。在材料选择中需考虑其耐久性、环境负荷、施工便捷性与与原有材料的兼容性,使改造后的建筑具有更长生命周期与环境友好性。

4.2 结构材料修复与再利用的低碳价值

大量既有建筑在服役多年后,其主体结构仍保持较好的承载能力,通过科学修复与合理加固即可满足继续使用需求,从而避免整体拆除重建所产生的高能耗与高碳排放。针对结构老化或局部损伤问题,可采用裂缝修补、表面防护处理以及受损构件更换等方式,恢复结构安全性与耐久性。在结构性能提升方面,外包钢、粘贴碳纤维布及型钢加固等技术手段,能够在不破坏原有建筑形态与空间格局的情况下,有效增强承载能力与抗震性能。对原有结构材料的保留与再利用,不仅减少了新材料生产与运输带来的环境负担,也延续了建筑本身的历史价值与空间特征。这种以修复和强化为核心的改造方式,体现了低碳理念在建筑更新中的实际应用,有助于推动建筑存量资源的可持续利用。

4.3 绿色施工技术在改造中的节能减排作用

绿色施工涵盖施工阶段的节能管理、废弃物减量、水资源高效利用与施工环境控制等多个方面,是推动建筑低碳化不可忽视的重要环节。在既有建筑改造过程中,引入装配式构件与模数化设计理念,可缩短施工周期,减少现场作业强度与能源消耗。高效施工机械与合理施工组织方式,有助于提升作业效率,降低施工过程中的能源使用水平。通过完善施工现场管理制度,对用电、用水与材料使用进行精细化管控,可有效避免不必要的资源浪费。对施

工废弃物进行分类收集与再加工利用,不仅减少了填埋与运输带来的环境压力,也提升了资源再利用价值。绿色施工技术的持续应用,有助于改善施工环境质量,提升工程整体品质,并为建筑在后续使用阶段实现低碳运行提供稳定基础,推动低碳理念在建筑全生命周期中的落实。

5 低碳理念下既有建筑改造的协同机制与未来趋势

5.1 低碳改造与城市规划协同发展的必要性

既有建筑改造并非单一层面的技术更新,而是与城市系统整体运行密切相关的综合性课题。城市规划在其中承担着引导与协调的重要角色,通过政策支持、技术标准与实施框架,为低碳改造创造良好条件。在交通组织优化、公共空间布局与区域能源系统规划中融入低碳目标,可增强建筑改造的整体效益。建筑群体层面的空间调整,有助于改善通风条件与自然采光水平,降低对机械设备的依赖,从而提升区域能源利用效率。结合城市尺度的风环境与光环境优化,可放大单体建筑节能改造所产生的积极影响。将既有建筑改造纳入城市更新与发展战略之中,有利于构建协同高效的能源利用结构,推动形成城市级低碳运行模式,为实现可持续城市发展奠定坚实基础。

5.2 建筑运营管理在低碳体系中的关键作用

建筑全生命周期中,运行阶段的能源消耗与碳排放占据较高比例,使运营管理成为实现建筑低碳化的重要环节。通过引入智能化运营管理系统,可对建筑能源使用状况进行持续监测与动态分析,及时掌握设备运行效率与能耗变化情况。依托数据分析与算法模型,对空调、照明、电梯等系统进行精细化调控,有助于避免设备长期处于高能耗状态,提升能源利用效率。完善的建筑能耗评估体系与规范化管理制度,有利于形成稳定、可持续的节能运行机制,使低碳目标在长期使用过程中得以落实。将运营数据纳入日常管理决策,可为后续优化改造提供科学依据。通过加强对建筑使用者的宣传引导与培训,逐步提升节能意识与行为自觉性,可有效减少因使用方式不当带来的能源浪费,促进建筑运行与低碳目标之间的良性协同。

5.3 未来既有建筑低碳改造的发展方向

未来低碳建筑改造将呈现出智能化、数字化与生态化深度融合的发展趋势。以人工智能、物联网和建筑信息模型为代表的技术手段,将在改造方案制定、运行监测与能耗分析中发挥更大作用,使建筑能源管理更加精准高效。数据驱动的设计方式有助于优化改造决策,提高资源配置合理性。可再生能源系统在技术成熟度与应用模式上不断突破,建筑对太阳能、地热能等清洁能源的利用水平将持

续提升,推动能源结构向低碳化转变。新型绿色材料在性能、耐久性与环境友好性方面不断完善,为既有建筑改造提供更加多样的技术选择。

6 结论

低碳理念为既有建筑改造提供了清晰而系统的方向,使改造目标不再局限于功能完善或空间品质提升,而是从能源效率、生态效益与环境责任等多维角度进行统筹考量。在具体实施过程中,通过提升围护结构保温与气密性能、更新高效机电系统、引入可再生能源技术、合理选择绿色建材并采用低影响施工方式,可有效改善建筑整体能耗水平,减少运行阶段的碳排放负担。这类改造不仅有助于延长建筑使用寿命,也能够提升使用舒适度与资源利用效率,推动建筑存量向可持续方向转型。面向未来,既有建筑低

碳化改造的发展需要依托数字化设计、智能运维等先进技术手段,并在政策引导、标准体系与激励机制的支撑下不断深化。

[参考文献]

- [1]王琳,刘涛.低碳理念下既有建筑绿色改造策略研究[J].建筑节能,2021,49(2):45-50.
- [2]张明,李浩.城市更新背景下既有建筑低碳改造路径分析[J].建筑科学,2020,36(4):72-78.
- [3]陈丽.既有建筑节能改造的关键技术与应用研究[J].建筑技术开发,2019,46(8):33-37.

作者简介:赵静(1984.12—),女,汉族,毕业院校:河北建筑工程学院,现就职单位:河北惠宁建筑标准设计有限公司。