

碳中和目标下既有居住建筑绿色化改造设计策略与能耗优化研究

林晓凡

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着“双碳”战略目标的提出,建筑领域作为能源消耗与碳排放的重要源头,绿色低碳改造成为实现碳中和的关键路径之一。我国大量既有居住建筑因建造年代久远、节能标准低和设备老化,普遍存在能耗偏高、碳排放严重的问题,亟需通过绿色化改造提升能源利用效率并改善居住环境。文中基于碳中和目标的要求,从既有居住建筑绿色化改造的必要性出发,深入探讨围护结构优化、节能设备更新、可再生能源利用、智慧能源管理等策略,并结合能耗优化路径提出综合解决方案。研究表明,科学合理的绿色化改造不仅能够显著降低建筑能耗与碳排放,还能改善居民舒适度,推动城市可持续发展。最后,文中对未来发展方向进行了展望,以期政策制定、行业实践和学术研究提供参考。

[关键词]碳中和;既有居住建筑;绿色化改造;能耗优化;设计策略

DOI: 10.33142/ect.v3i9.17862

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Research on Green Transformation Design Strategy and Energy Consumption Optimization of Existing Residential Buildings under Carbon Neutrality Target

LIN Xiaofan

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the proposal of the "dual carbon" strategic goal, the construction industry, as an important source of energy consumption and carbon emissions, has become one of the key paths to achieve carbon neutrality through green and low-carbon transformation. A large number of existing residential buildings in our country suffer from high energy consumption and serious carbon emissions due to their long construction history, low energy-saving standards, and aging equipment. It is urgent to improve energy efficiency and living environment through green transformation. Based on the requirements of carbon neutrality goals, this article starts from the necessity of green transformation of existing residential buildings, deeply explores strategies such as optimizing enclosure structures, updating energy-saving equipment, utilizing renewable energy, and smart energy management, and proposes comprehensive solutions based on energy consumption optimization paths. Research has shown that scientifically reasonable green transformation can not only significantly reduce building energy consumption and carbon emissions, but also improve residents' comfort and promote sustainable urban development. Finally, the article provides a prospect for future development directions, in order to provide reference for policy formulation, industry practice, and academic research.

Keywords: carbon neutrality; existing residential buildings; green transformation; energy consumption optimization; design strategy

引言

碳中和作为国家战略目标,要求到2030年碳达峰、2060年实现碳中和。建筑运行能耗占全社会总能耗的比例超过35%,既有建筑中居住建筑占据主体地位。由于建造年代不同,许多居住建筑缺乏节能设计,导致能效水平低下、运行成本高企。在绿色发展理念引导下,对既有居住建筑实施绿色化改造,不仅符合节能减排的宏观目标,也是改善居民生活质量和推动城乡更新的重要举措。本文在梳理既有居住建筑绿色化改造的必要性基础上,从设计策略和能耗优化的角度提出系统性分析,旨在探索可操作性强的改造模式。

1 既有居住建筑绿色化改造的必要性

1.1 能耗与碳排放压力加剧

既有居住建筑是我国能源消耗的重要构成部分,尤其是北方地区冬季采暖建筑能耗高,南方地区夏季空调制冷

耗能大,导致运行阶段碳排放持续增加。由于保温性能不足、设备效率低,能量损耗严重,建筑能耗占比居高不下。若不采取改造措施,碳中和目标将难以实现,能源浪费与环境污染问题也将进一步恶化。

1.2 居住舒适性与健康性不足

大量既有居住建筑在设计时未考虑节能与舒适性的综合要求,居民长期面临冬冷夏热、通风采光差、室内空气质量不足等问题。尤其在老旧小区中,墙体开裂、门窗漏风、供暖不均匀等现象突出,直接影响居民生活质量。绿色化改造不仅是节能的需要,更是满足人民日益增长的美好生活需求的重要举措。

1.3 政策驱动与社会认知提升

国家“十四五”规划和一系列绿色建筑政策均强调既有建筑节能改造的重要性。地方政府通过财政补贴、节能贷款和合同能源管理等方式支持改造。同时,居民环保意

识和健康意识的提高,使得社会对于绿色居住环境的需求日益增强。政策引导与社会需求的叠加,构成了绿色化改造的双重驱动力。

2 绿色化改造设计策略

2.1 围护结构节能优化

外墙保温是绿色化改造的核心环节,常见方式包括外墙保温系统和内保温系统。外保温通过在建筑外侧加设保温层,可有效减少冷热桥效应,提高整体热工性能。屋顶改造则以增加隔热层和反射涂层为主,降低夏季室内温升。门窗升级通过更换双层中空玻璃和断热铝合金窗框,大幅度减少空气渗漏。综合措施能够显著降低采暖和制冷负荷,达到节能与舒适的双重目标。

2.2 机电设备与系统更新

暖通空调系统的改造重点在于采用高效机组与智能控制。通过变频调节、热回收装置和新风系统的引入,实现能效提升和空气品质改善。照明系统可更换为 LED 灯具,结合感应器实现智能控制,减少不必要的能耗。给排水系统的节水器具与中水回用技术能够降低水资源浪费,同时减少相关能耗。

2.3 可再生能源与清洁能源应用

太阳能光伏与光热技术在既有居住建筑中应用广泛。光伏组件可布置于屋顶,实现部分自发电;太阳能热水系统则满足居民热水需求,减少燃气和电能消耗。在具备条件的地区,可引入地源热泵与空气源热泵,利用清洁能源实现采暖和制冷。通过可再生能源与节能设备的结合,建筑能够形成多能源互补的绿色能源系统。

3 能耗优化的关键路径

3.1 智慧能源管理系统建设

在绿色化改造中,智慧能源管理平台的引入为建筑能效提升提供了全新的解决方案。借助物联网与大数据技术,平台能够对建筑能耗进行实时监测与动态调控,使能源使用更加透明和高效。通过对能效数据的深入分析,系统能够识别出高能耗环节,并结合能耗预测模型为用户提供科学的节能建议,帮助其优化日常用能行为。平台还可实现设备的智能化运行,例如在室外温度骤然变化时,空调系统能够自动调节负荷,既保证了室内环境的舒适性,又避免了能源的过度消耗。长期运行中,智慧能源管理平台还能积累大量数据,为后续的节能改造和政策制定提供依据。通过这种智能化、精细化的管理方式,既有建筑的能源效率将得到显著提升,绿色发展目标也将更具可持续性。

3.2 能源梯级利用与区域协同

在既有居住建筑绿色化改造过程中,能源的多级利用是提升能效的重要方式。空调系统在运行过程中会产生大量余热,通过配置热回收装置,可以将这些废弃的热量转化为生活热水,不仅实现了能源的循环利用,还有效降低了额外能源消耗。在社区层面,建设区域能源站能够实现

多栋建筑的能源共享,集中供冷供热系统能够替代分散设备运行,减少重复投资与能耗浪费。能源梯级利用与区域协同结合,不仅使能源在不同层次间得到充分利用,还能够形成清洁高效的能源管理体系。通过这一模式,建筑能耗总量得到显著降低,社区整体的绿色发展水平也会大幅提升。多级利用与区域协同不仅具有节能降碳的实际效益,还能促进社区居民生活品质的改善,为低碳城市建设提供示范路径。

3.3 用户行为引导与节能意识提升

在既有居住建筑绿色化改造过程中,居民的使用习惯是决定能耗水平的重要因素。即便建筑经过了节能改造,如果居民在日常生活中缺乏节能意识,改造效果也难以充分体现。通过宣传教育,可以帮助居民树立绿色生活理念,使其自觉在照明、空调、热水使用等方面减少不必要的能耗。能耗数据公开和能效标签制度能够为居民提供直观的参考,让他们在选择电器和使用能源时做出更加理性和环保的决策。智能家居系统的推广更为节能管理提供了便捷手段。用户可以通过手机 APP 或控制终端实时监测家庭能耗情况,例如当系统提示空调温度设置过低或过高时,居民可立即进行调整,从而实现节能与舒适的平衡。通过行为引导与智能化管理的结合,居民不仅能够降低生活成本,还能为碳减排和绿色转型贡献力量。

4 绿色化改造的实施路径

4.1 分阶段推进与整体规划结合

既有居住建筑的绿色化改造涉及资金投入庞大、工程量巨大,必须采取分阶段、循序渐进的实施路径,以确保改造过程稳步推进。改造初期可优先选择能耗高、居住条件差的小区作为试点,通过集中攻坚解决突出问题,总结经验与模式,为后续大范围推广提供可复制的范例。在试点基础上,再逐步向全市或全区扩展,形成由点到面的推进格局。与此同时,绿色化改造应与城市更新、旧城改造等相关工程相结合,实现整体规划与统筹建设。通过这种方式,可以有效避免重复施工与资源浪费,提升资金和人力的使用效率。分阶段推进不仅能够缓解一次性资金压力,还能通过先行试点积累实践经验,完善技术标准与管理机制。最终,绿色化改造将在系统规划与科学实施的引导下实现全面落地,推动城市居住环境的可持续改善与低碳转型。

4.2 资金支持与多元合作模式

既有居住建筑的绿色化改造是一项系统工程,需要政府、企业和居民的共同参与与协同配合。政府在其中发挥着引导和保障作用,可通过财政补贴、税收减免和绿色金融政策为改造项目提供资金支持,降低初期投入压力。企业则能够依托合同能源管理模式,将节能改造成果转化为经济收益,从而在投资与回收之间形成良性循环,推动市场机制在绿色改造中发挥作用。居民作为直接受益者,其积极参与至关重要。通过分期付款和享受政策性补贴,居民的经济负担能够得到有效缓解,从而增强改造的接受度

与参与度。多方形成合力,不仅有助于加快绿色化改造的推广与落地,也能够社会层面营造绿色低碳的共识与氛围。通过政府引导、企业推动、居民配合的多元合作模式,既有居住建筑绿色化改造将实现可持续发展,为“双碳”目标的实现贡献力量。

4.3 标准体系与监管机制完善

在推进既有居住建筑绿色化改造的过程中,建立科学的改造标准与评价体系是确保工程质量和节能效果的关键基础。应针对不同地区、不同气候条件制定合理的节能指标,使技术要求更具针对性和可操作性。在标准层面,需统一改造流程、材料选择和施工工艺,形成规范化、系统化的技术标准,避免各地在执行中出现随意性和差异化过大等问题。在评价层面,不仅要关注改造后的能效提升,还应兼顾居住舒适度、环境影响以及使用寿命等综合指标,确保绿色改造真正发挥长远效益。同时,应构建全过程监管机制,从设计、施工到竣工验收进行动态监督,保证每个环节都符合质量要求,避免“形象工程”和“短效工程”的出现。通过科学的标准制定与严格的评价监管,绿色改造才能实现规范化发展,为“双碳”战略目标提供坚实支撑。

5 未来发展方向

5.1 绿色建筑新技术研发

随着碳中和战略的不断深入推进,绿色建筑对新材料和新设备的需求日益迫切。高性能保温材料的研究能够显著降低建筑在采暖和制冷过程中的能耗,提升整体节能效果。智能玻璃的应用使建筑能够根据光照强度和室外温度自动调节透光率和隔热性能,创造舒适的室内环境并减少能源浪费。自适应通风系统则通过传感器实时监测空气质量和温度状况,自动调节室内空气流通,兼顾健康与节能双重目标。与此同时,绿色建材的循环利用和新型节能设备的普及,将为建筑绿色化改造提供更加系统和高效的解决方案。新技术的应用不仅能够显著提升建筑的能效水平,还能改善居住舒适度,推动绿色建筑理念从单一节能向低碳、智能、健康的综合发展方向转型,为实现“双碳”目标注入强大动力。

5.2 社区层面的绿色综合改造

未来的建筑绿色化改造不应局限于单体建筑的节能优化,而应向社区和城市层面拓展,形成更大范围的绿色发展格局。在社区层面,可以通过建设绿色社区实现能源的集中管理与共享,例如引入区域能源系统,利用分布式光伏、地源热泵等清洁能源,为社区提供稳定高效的能源支持。在水资源利用方面,推广雨水收集与再利用系统,不仅能够缓解城市排水压力,还能为绿化与生活用水提供补充。通过生态景观的营造,使社区环境更加宜居,并在潜移默化中培养居民的绿色生活习惯。在城市层面,绿色

交通系统、智慧能源网络与生态基础设施的建设,将进一步推动整体可持续发展。绿色化改造由单体走向整体,能够实现建筑与环境、人与自然的协调共生,为实现低碳城市和生态文明提供有力支撑。

5.3 国际经验借鉴与本土创新

发达国家在建筑节能与绿色改造方面积累了较为成熟的经验,不论是在节能标准的制定、绿色技术的应用,还是在政策激励与社会参与机制上,都形成了完善的体系。我国在推进建筑绿色化改造的过程中,应积极加强与这些国家的交流与合作,深入了解并借鉴其成功做法。例如,通过学习先进的节能设计理念、绿色建材的应用经验和智能化能源管理模式,可以为国内的改造实践提供有益参考。但在借鉴的同时,更需结合我国的实际情况与政策环境进行创新。我国城乡差异较大,建筑类型复杂,居民经济承受能力与使用习惯各不相同,绿色改造路径必须具备灵活性与适应性。因地制宜制定改造方案,既要兼顾节能减排的目标,也要考虑到经济可行性与社会接受度,才能真正推动绿色化改造的落地实施,探索出具有中国特色的发展路径,助力“双碳”目标的实现。

6 结论

在碳中和战略不断推进的背景下,既有居住建筑的绿色化改造被视为推动能源结构转型和实现“双碳”目标的重要抓手。通过对围护结构的科学优化,可以有效减少能量损失,提升建筑保温隔热性能;在设备系统方面进行升级改造,能够显著降低能源消耗,改善运行效率;引入太阳能、空气源热泵等可再生能源,使建筑能源供应更加清洁多元;智慧能源管理平台的应用,则可以实现能耗的实时监控与动态调节,推动节能管理的智能化与精细化。同时,完善的实施与监管机制是绿色改造顺利进行的保障,它能够确保技术措施得到落实,避免出现形式化或低效化的问题。未来,绿色化改造需要在技术创新、政策支持与社会广泛参与上持续发力,形成多方协同的合力,从而推动既有居住建筑实现低碳转型,在提升居住舒适度的同时促进建筑行业的可持续发展。

【参考文献】

- [1]李明,王海燕.碳中和目标下既有居住建筑节能改造路径研究[J].建筑节能,2022,50(8):12-18.
- [2]张晓东,刘慧.绿色建筑技术在既有居住建筑改造中的应用分析[J].建筑科学,2021,37(4):45-53.
- [3]陈建华,赵丽.既有居住建筑绿色更新与能耗优化研究[J].城市发展研究,2023,30(2):88-95.

作者简介:林晓凡(1991.12—),男,汉族,毕业学校:华北科技学院,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。