

老旧建筑改造中暖通系统的升级设计与能效提升研究

朱申琳

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在全球能源危机日益加剧的背景下,建筑能耗问题已成为国际社会关注的焦点。据统计,建筑行业的能源消耗约占全社会总能耗的40%,其中运行阶段的碳排放量约占全社会总量的22%。特别是在老旧建筑中,由于建造时期技术水平和材料的限制,暖通系统普遍存在能耗高、效率低的问题。例如,早期建筑的围护结构隔热性能较差,导致供暖和制冷需求显著增加,进一步加剧了能源消耗。因此,对老旧建筑暖通系统进行改造,不仅是实现节能减排目标的关键举措,也是提升居民居住品质的重要途径。通过优化设计和能效提升,可以有效降低建筑全生命周期的碳排放,助力“双碳”目标的实现。

[关键词]老旧建筑改造;暖通系统升级;能效提升

DOI: 10.33142/aem.v8i2.19040

中图分类号: TU111.48

文献标识码: A

Research on the Upgrade Design and Energy Efficiency Improvement of HVAC Systems in the Renovation of Old Buildings

ZHU Shenlin

Zhongtu Dadi International Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Against the backdrop of the increasingly severe global energy crisis, building energy consumption has become a focus of international attention. According to statistics, the energy consumption of the construction industry accounts for about 40% of the total energy consumption of the whole society, and the carbon emissions during the operation phase account for about 22% of the total social emissions. Especially in old buildings, due to limitations in technology and materials during construction, HVAC systems generally suffer from high energy consumption and low efficiency. For example, the poor thermal insulation performance of the envelope structure of early buildings led to a significant increase in heating and cooling demand, further exacerbating energy consumption. Therefore, renovating the HVAC systems of old buildings is not only a key measure to achieve energy-saving and emission reduction goals, but also an important way to improve the quality of residents' living. By optimizing design and improving energy efficiency, carbon emissions throughout the entire lifecycle of buildings can be effectively reduced, helping to achieve the "dual carbon" goal.

Keywords: renovation of old buildings; HVAC system upgrade; energy efficiency improvement

引言

本研究旨在为老旧建筑暖通系统的升级设计提供科学的设计思路与能效提升策略,以应对当前建筑行业面临的节能减排挑战。通过对现有系统问题的深入分析,结合新型节能技术和智能控制手段,探索适用于不同类型老旧建筑的改造方案,从而推动建筑行业向绿色、低碳、可持续方向发展。此外,研究成果还可为相关政策制定和技术推广提供参考依据,具有重要的理论价值和实践意义。在全球气候变化和资源短缺的双重压力下,开展此类研究不仅有助于缓解能源危机,还能为构建低碳社会提供技术支持。

1 研究方法

本研究采用文献研究、案例分析和实地调研相结合的方法,全面分析老旧建筑暖通系统改造中的关键技术问题。首先,通过系统梳理国内外相关文献,总结现有研究成果和技术进展,明确研究的方向和重点。其次,选取典型老旧建筑改造案例进行深入分析,评估不同技术方案的实际应用效果及其经济性。最后,结合实地调研数据,验证理论分析的可行性,并提出针对性的改进建议。这种多维度、多层次的研究方法,能够确保研究结果的科学性和实用性,为实际工程应用提供可靠的技术支持^[1]。

2 老旧建筑暖通系统现状分析

2.1 老旧建筑暖通系统常见形式

老旧建筑中,传统的散热器供暖和集中空调系统是较为常见的暖通系统形式。传统散热器供暖系统通常以热水为热媒,通过散热器向室内传递热量,其优点在于技术成熟、初投资较低,但在运行过程中存在能耗较高且调节灵活性不足的问题。集中空调系统则多应用于公共建筑或大型住宅区,通过冷热源设备提供冷热水,经风机盘管或空气处理机组送至各房间,这种系统能够满足较大空间的冷热需求,但因其设计通常基于最大负荷,导致部分负荷运行时能效较低。此外,这些系统在设计 and 安装时往往未充分考虑节能需求,使得其整体性能与现代化标准存在较大差距。

2.2 现有系统存在的问题

当前老旧建筑暖通系统普遍存在能耗高、设备老化、舒适度低以及智能化程度不足等问题。首先,由于设备技术落后及长期运行维护不足,导致系统能效下降,能源浪费现象严重。其次,设备老化不仅影响系统运行的稳定性,还可能增加故障率,从而提高维修成本。再者,传统系统的温度调控能力有限,难以满足用户对室内环境舒适度的个性化需求,尤其在极端天气条件下表现尤为明显。此外,现有系统的智能化水平较低,缺乏自动监测与调控功能,无法根据实际使用需求进行精准调节,进一步加剧了能耗问题。

2.3 改造面临的挑战

在老旧建筑暖通系统改造过程中,需面对空间限制、资金成本、技术兼容性以及居民影响等多重挑战。一方面,老旧建筑的空间布局往往较为紧凑,可供改造的空间有限,这为新型设备的安装和管道布置带来了困难。另一方面,改造工程涉及设备更新、管道更换等多项费用,资金成本较高,且投资回报周期较长,这对改造项目的推进构成了阻碍。此外,新旧技术的兼容性问题也不容忽视,例如新型智能控制系统可能与原有设备接口不匹配,需要额外的技术调整。最后,改造施工可能对居民日常生活造成干扰,如噪声污染、工期延长等,因此在改造方案制定时需充分考虑居民的意见和需求,以减少负面影响。

3 暖通系统升级设计策略

3.1 新型节能设备选型

在老旧建筑暖通系统升级设计中,选用高效热泵、变频空调等新型节能设备是提升能效的关键措施之一。高效热泵通过从环境中提取低温热量并转化为高温热量,可显著减少能源消耗,尤其适用于寒冷地区的老旧建筑供暖需

求。此外,变频空调系统能够根据室内负荷变化自动调节运行频率,避免传统定频设备因频繁启停造成的能量浪费,从而在夏季制冷场景中表现出色。这些设备的性能优势不仅体现在能效比的提升上,还在于其对环境适应性强、运行稳定性高。然而,在实际应用中需综合考虑建筑特点、气候条件及经济因素,以确保设备选型的科学性与适用性^[2]。

3.2 系统布局优化

系统布局的合理性直接影响暖通系统的运行效率与能耗水平。通过对管道走向与设备位置的优化设计,可有效降低能量传输损失并提高系统整体性能。例如,合理规划管道路径以减少不必要的弯头与接头数量,能够显著降低流体阻力与压力损失,从而提升输送效率。同时,将主要设备布置在靠近负荷中心的位置,可缩短输送距离并减少能耗。此外,还需结合建筑结构特点与使用功能需求,避免因布局不当导致的能量分布不均问题。通过系统布局优化,可进一步降低能耗约15%~20%,为老旧建筑暖通系统改造提供重要支持。

3.3 可再生能源利用

将太阳能、地热能等可再生能源融入暖通系统设计中,是实现建筑节能与可持续发展的重要途径。太阳能供热技术通过集热器捕获太阳辐射能并将其转化为热能,可用于供暖或生活热水供应,尤其适用于日照充足地区的老旧建筑改造。地源热泵技术则利用地下恒温层的热能进行能量交换,具有高效、稳定且环保的特点,在寒冷与温暖地区均具备良好的应用前景。此外,可再生能源与暖通系统的结合还需考虑技术经济性、场地条件及系统集成方案等因素,以确保其在实际应用中的可行性与可靠性。这种综合利用方式不仅能够减少对传统化石能源的依赖,还能显著降低建筑运行过程中的碳排放量。

4 能效提升技术措施

4.1 智能控制技术应用

智能控制系统在暖通系统中的应用,为实现精准调控和提升能效提供了重要技术支持。通过传感器网络与自动化技术的结合,智能控制系统能够实时监测室内外温度、湿度及人员活动情况,并据此自动调整系统运行参数。例如,在老旧建筑改造中,引入智能控制系统后可实现温度自动调节功能,避免因人为操作不当或固定设置不合理导致的能源浪费。此外,分区控制技术的应用能够进一步优化系统运行效率,通过对不同功能区域实施差异化控制策略,满足多样化需求的同时降低能耗。这种智能化的管理方式不仅提高了系统的响应速度,还显著改善了室内环境

的舒适度,为老旧建筑暖通系统的升级提供了可靠的技术保障。

4.2 能量回收技术

能量回收技术是减少能源浪费、提升暖通系统能效的重要手段之一。余热回收技术通过捕获建筑排放的废热,将其重新用于供暖或热水生产,从而显著降低能源消耗。例如,在既有公共建筑改造中,采用余热回收系统可有效利用空调机组排放的热量,为生活热水供应提供热源,实现能源的循环利用。排风热回收技术则通过热交换设备将排风中的热量传递至新风,预热或预冷进入室内的新鲜空气,从而减少暖通系统的负荷。这些技术的应用不仅降低了系统的运行成本,还减少了对一次能源的依赖,为老旧建筑暖通系统的节能改造提供了切实可行的解决方案^[3]。

4.3 围护结构与暖通协同

围护结构的保温隔热性能对暖通系统的能耗具有显著影响,二者之间的协同优化是提升建筑整体能效的关键环节。研究表明,外墙、屋顶和窗户等围护结构的热工性能直接影响室内热环境的稳定性,进而影响暖通系统的运行负荷。例如,在老旧建筑改造中,通过在外墙增加发泡聚苯乙烯等高效保温材料,可以显著降低墙体的传热系数,减少因室内外温差导致的能量损失。此外,优化围护结构与暖通系统的协同设计,如结合地源热泵技术利用地下热交换提升供暖效率,可进一步降低系统能耗。这种综合优化方法不仅提高了建筑的节能性能,还为老旧建筑暖通系统的升级改造提供了系统性解决方案。

5 实际案例分析

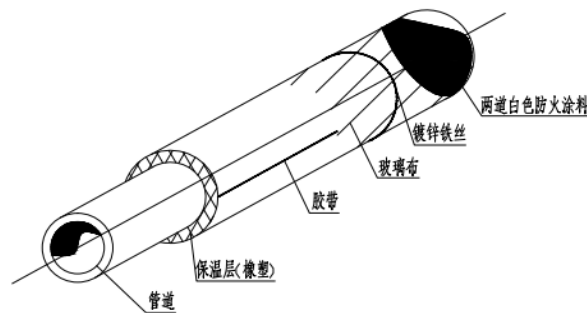
5.1 案例一

沙河市 2025 年老旧小区改造中由于现状老旧小区仅采用热电厂余热供热,热电厂位于迎新街东头东外环路以东,供暖方式为电厂低温循环水直供方式,一次网供回水温度为 45/35℃,改造小区设置换热站或直接连接道路市政管线,换热站仅设置加压泵装置,小区内二次网供回水温度为 45/35℃。故存在末端供热不足,立管保温破损导致供热效率下降,供水温度降低,管道漏损严重等问题。

针对这些问题,老旧小区进行了一系列升级设计与能效提升改造。首先,对小区单元内的供暖立管进行换新,并设置保温层,保证供水温度。

此外,还对老旧小区用户统一安装了超声波式智能热量表。实现了用热量的计量与监测,在供暖系统运行时,智能控制系统,利用传感器实时监测供回水温度及系统压力,并可实现系统运行参数的调整,以达到节能与舒适性的平衡。

改造后,老旧小区的年均能耗降低了约 15%,且室内环境的舒适性得到了显著提升,验证了节能设备与智能控制技术在实际应用中的有效性。



复合包扎涂抹外保护层管道保温结构图
(楼内立管及入户分支管道保温做法)

图 1 管道立管保温做法示意图

5.2 案例二

另一案例为一栋位于夏热冬冷地区的既有公共建筑,其暖通系统改造聚焦于围护结构保温性能提升与空调系统的优化升级。在改造过程中,首先对外墙和屋面进行了保温层加固,采用了无机保温膏料内保温系统,有效减少了热量传递损失。同时,新增了新风全热交换器,以回收排风中的余热并改善室内空气质量。改造完成后,通过对能耗数据的对比分析发现,该建筑的年能耗较改造前降低了超过 30%,且室内热湿环境评价等级达到国家标准 GB/T50785—2012 中的二级以上,表明改造方案在节能与舒适度提升方面均取得了显著成效。这一案例进一步证明了围护结构与暖通系统协同优化的重要性,为类似工程的实施提供了宝贵经验。

6 经济性与社会效益评估

6.1 经济效益分析

老旧建筑暖通系统升级的经济效益主要体现在投资成本、运行费用和节能收益三个方面。首先,从投资成本来看,暖通系统升级涉及设备更换、管道改造以及智能控制系统的安装等,初期投入较高。然而,政府可通过设立专项资金或提供低息贷款等方式减轻改造单位的经济负担,从而降低初期投资压力。其次,在运行费用方面,新型节能设备如高效热泵和变频空调的应用能够显著降低电力消耗,而能量回收技术的引入进一步减少了能源浪费,从而使长期运行成本得以控制。此外,节能收益是评估经济效益的重要指标之一。通过对围护结构保温性能的优化与可再生能源的利用,暖通系统的整体能耗可大幅下降,进而带来可观的节能收益。根据相关研究,此类改造措施通常在 5 至 8 年内即可实现投资回报,具有良好的经济可行性。

6.2 社会效益分析

老旧建筑暖通系统升级不仅具有显著的经济效益,还对社会发展产生了深远的积极影响。首先,从环境保护的角度来看,改造后的暖通系统通过采用高效节能设备和技术手段,有效降低了建筑运行阶段的碳排放量,这为全国范围内的碳达峰、碳中和目标作出了重要贡献。其次,改造工作对居民生活质量的提升也起到了关键作用。例如,优化后的暖通系统能够提供更加稳定和舒适的室内温度环境,同时减少噪音污染,从而显著改善居住体验。此外,随着智能化技术的应用,居民还可以通过手机应用程序实时监控和调节室内环境参数,进一步提高了生活的便利性。最后,从社会层面来看,大规模推广老旧建筑暖通系统改造有助于推动绿色建筑和可持续发展理念的普及,促进社会向低碳化方向转型。这种转型不仅有利于缓解能源危机,也为构建资源节约型社会奠定了坚实基础。

7 结论与展望

7.1 研究结论

本研究通过对老旧建筑暖通系统升级设计与能效提升的深入探讨,系统性地分析了当前老旧建筑暖通系统的现状及其在能耗、设备老化、舒适度等方面的突出问题,并提出了针对性的升级设计策略和能效提升技术措施。研究表明,通过引入新型节能设备如高效热泵和变频空调系统,优化系统布局,以及结合太阳能、地热能等可再生能源技术,可以显著降低暖通系统的运行能耗。此外,智能控制技术的应用、能量回收技术的实施,以及围护结构与暖通系统的协同优化,进一步验证了其在提高能源利用效率和居住舒适度方面的有效性。这些研究成果不仅为老旧建筑暖通系统的改造提供了理论支持,还具有较强的实践

指导意义,可为相关工程提供参考依据,推动建筑行业向绿色低碳方向转型。

7.2 未来展望

随着全球对节能减排和可持续发展的重视程度不断提高,老旧建筑暖通系统改造技术将迎来更多创新与发展机遇。一方面,新兴技术如人工智能、大数据和物联网的快速发展,将为暖通系统的智能化升级提供新的可能性。例如,通过大数据分析实现更精准的能耗预测与优化调控,利用人工智能算法提升系统的自适应能力,以及借助物联网技术构建更加高效的能源管理系统。另一方面,未来改造工作应更加注重多技术融合,将暖通系统与建筑本体设计、可再生能源利用及能源存储技术相结合,以实现全生命周期内的低碳运行目标。此外,在政策层面,“双碳”目标的持续推进将进一步促进行业标准的完善和技术规范的落地,为老旧建筑暖通系统改造提供更为明确的实施路径。综上所述,未来老旧建筑暖通系统改造技术的发展方向将围绕智能化、集成化和低碳化展开,为建筑行业的可持续发展注入新动力。

[参考文献]

- [1]吴海英.绿色建筑节能减排的途径探究[J].内蒙古科技与经济,2023(10):81-83.
- [2]宋双双.建筑暖通空调节能系统的应用技术优化措施[J].今日自动化,2023(11):180-182.
- [3]王振东,李俊杰,周磊,等.既有公共建筑绿色节能改造技术应用研究[J].建筑经济,2023,44(11):40-44.

作者简介:朱申琳(1994.11—),女,汉族,毕业院校:石家庄铁道大学,现就职单位:中土大地国际建筑设计有限公司。