

严寒地区住宅建筑供暖系统效率提升策略研究

安朝军

河北省第四建筑工程有限公司第六分公司，河北省保定市，071000；

摘要：我国城镇化进程的加快，严寒地区住宅建筑对供暖系统的需求不断增长。供暖系统的运行效率直接影响到居民的生活质量和能源消耗水平。近年来，受气候条件、建筑节能标准、设备选型与运行管理等多重因素影响，严寒地区住宅建筑供暖系统普遍存在能耗高、效率低、运行不稳定等问题。本文基于严寒地区的气候特点与住宅建筑实际需求，分析了当前供暖系统存在的主要问题及成因，从建筑节能设计、系统集成优化、设备升级改造、智能控制与运行管理等方面，提出了系统效率提升的多元化策略。通过理论分析与实证调研，验证了不同策略对供暖系统效率提升的作用与成效。研究表明，结合建筑节能、技术创新与科学管理的综合措施，可显著提高供暖系统整体效率，降低能耗，促进绿色低碳发展。本文研究成果可为严寒地区住宅建筑供暖系统的设计与运维提供理论依据与技术支持。

关键词：严寒地区；住宅建筑；供暖系统；能效提升；节能优化

DOI：10.69979/3029-2727.25.08.037

引言

严寒地区由于冬季气温极低，住宅建筑对供暖系统的依赖性极强。供暖系统能否高效稳定运行，不仅关系到居民的居住舒适度，还直接影响能源资源的合理利用与环境保护。近年来，随着住宅建筑规模的扩大和居住条件的提升，供暖系统的能效水平成为社会关注的焦点。受限于建筑围护结构保温性能不足、设备能效低、系统调控落后等因素，严寒地区住宅建筑的供暖系统普遍面临能耗高、运行成本大、碳排放量高等问题。如何提升供暖系统效率，降低能源消耗，实现绿色可持续发展，成为当前建筑行业和学术界亟待解决的重要课题。本文以严寒地区住宅建筑为研究对象，系统分析影响供暖系统效率的关键因素，提出有针对性的提升策略，并通过理论与实证相结合的方法，探讨高效节能供暖系统的优化路径和实际应用价值。

1 严寒地区住宅建筑供暖系统现状与问题分析

我国严寒地区主要分布在北方广大区域以及青藏高原等地，这些地区冬季气候极为严酷，气温常年低于零度，极端天气频发，对住宅建筑的供暖系统提出了极高的性能和可靠性要求。当前，严寒地区住宅供暖系统主要采用集中供热、分户供暖和可再生能源辅助供暖三种类型。集中供热系统以其规模大、管网覆盖广、管理统一和运行稳定等优势，成为许多城市 and 大型居民区的

首选方案；而分户供暖则因其供热灵活、便于用户自主调节温度，近年来在新建住宅中得到了较快推广，满足了个性化和差异化的供暖需求。可再生能源辅助供暖，如地热能、太阳能等，由于绿色环保且能显著降低能耗，在严寒地区也开始被逐步应用，但整体普及率和技术成熟度仍然有限。

尽管供暖方式多样，但严寒地区住宅供暖系统普遍面临一些共性挑战。首先，建筑围护结构的保温性能普遍不足，墙体、屋顶和门窗等部位存在较大的热桥效应，导致室内热量大量流失，增加了供暖负荷和能耗。尤其是在一些老旧住宅区，建筑节能标准较低，热损失更加严重。其次，部分新建住宅和老旧小区存在设备选型不合理、供热系统设计不科学的问题，导致系统集成度不高，管网热损失大，设备运行效率低下。此外，供暖系统的运行管理多采用传统的定时开关或简单温度控制，缺乏智能调节和动态管理，用户端温度分布不均，部分区域出现过热，而部分区域则热量不足，影响居住舒适度，同时造成能源的浪费。

另外，可再生能源供暖虽然环保节能，但由于技术集成度不高，系统兼容性差，导致其辅助效果发挥有限。相关设施的维护和管理也存在不足，部分系统缺乏有效的运行维护和计量管理，难以实现精确的能耗统计和成本分摊。这些问题的存在，综合导致严寒地区住宅供暖系统在节能减排和舒适性方面未能达到理想状态。

综合来看,严寒地区住宅供暖系统的主要矛盾集中体现在建筑本体节能能力不足、供暖设备能效偏低,以及系统集成与智能控制水平较低等方面。要有效提升供暖系统的整体性能和能效水平,必须从建筑节能优化入手,提升围护结构的保温隔热能力,同时科学选型高效节能的供暖设备。系统集成方面,应推动多种供暖方式和能源的协同融合,提升管网设计与热能利用效率。智能管理技术的应用尤为关键,通过物联网、智能传感和大数据分析,实现对供暖系统的实时监控、精准调控和动态优化,保障用户舒适度的同时最大限度地降低能耗。只有通过建筑、设备、系统和管理多环节的协同创新,才能有效解决严寒地区住宅供暖系统存在的突出问题,促进绿色节能供暖体系的构建,为居民提供更加舒适、安全和环保的居住环境。

2 建筑节能设计对供暖系统效率的影响及优化路径

建筑节能设计是提升供暖系统效率的基础和关键环节。一个良好的建筑围护结构不仅能够有效降低热量的传导和散失,还能显著减轻供暖系统的负荷,从而提高整个系统的运行效率和节能效果。首先,在新建住宅的设计阶段,必须严格遵循国家及地方的建筑节能标准,强化外墙、屋顶、楼板及门窗的保温和隔热性能。选用高效节能材料,如聚氨酯泡沫、岩棉板等保温材料,以及具有优良气密性和隔热性能的断桥铝合金窗、双层甚至三层中空玻璃窗,有效减少冷热桥效应和空气渗透。其次,对于既有建筑,尤其是老旧住宅,应积极推动节能改造,采取外墙保温、屋顶增设隔热层、更新门窗等措施,显著降低单位面积热损失,提升整体建筑的热工性能。第三,科学合理的住宅朝向和开窗设计能够充分利用自然光和太阳能,被动式地增加室内热量,减少机械供暖需求,同时优化内部空间布局,避免因空间划分不合理导致的热能分布不均匀,保障居住舒适性。此外,随着智能建筑技术的发展,智能窗帘、智能遮阳装置等自动调节设备的应用,为室内环境的动态调控提供了技术支持,进一步提升能源的利用效率。总体而言,建筑节能设计与改造不仅是提升供暖系统运行效率的重要前提,也是实现节能减排和绿色建筑目标的基础保障。通过提高建筑自身的热工性能,从源头降低供暖需求,既减轻了供暖设备的运行压力,也为实现供暖系统的高效、稳定运行奠定了坚实的基础。

3 供暖系统设备与集成优化策略

设备选型与系统集成是严寒地区住宅供暖系统高效运行的关键环节,直接关系到整个供暖过程的能效表现和经济性。首先,在设备选型方面,必须优先考虑高效节能的供热设备。现代高效锅炉如燃气锅炉、冷凝锅炉因其燃烧效率高、污染排放低,成为供热源的主流选择。此外,热泵系统以其节能环保和多功能性,逐渐得到推广,特别适合低温供暖需求的建筑。燃生物质锅炉作为可再生能源利用的重要途径,也被部分地区广泛应用,既降低了化石能源依赖,又促进了绿色发展。传输环节同样重要,高效换热器和节能温控阀的合理配置能够最大限度地减少热量损失,提升系统整体效率。热网输配系统需采用高质量保温管道,有效减少输送过程中的热能散失,保障热能高效传递至用户端。

其次,在系统集成方面,应充分考虑建筑规模、用热需求和用户多样性,科学设计热源、输配网、换热设备与末端采暖设施的协同运行方案。合理的系统布局能够有效避免能量浪费,提升整体运行的协调性和稳定性。当前,分布式能源站和区域能源中心的建设趋势明显,这种模式通过能源的集约化管理,实现供热资源的优化配置和灵活调度,显著提高了能源利用效率和系统可靠性。在末端设备配置上,应根据不同用户需求,灵活选择暖气片、地板辐射采暖、风机盘管等多种采暖方式。结合智能温控技术,可以实现用户对室内温度的自主调节,同时配合系统集中管理,达到节能和舒适的双重目标。

此外,系统集成调试和动态平衡是保证供暖系统高效运行的保障。通过科学的调试方法,确保各个环节的热力负荷合理分配,实现热网压力和流量的动态平衡,避免局部过热或热量不足的问题,提高系统稳定性和舒适性。面对老旧住宅供暖系统设备老化、能效低下的现实状况,逐步推进设备更新换代和系统智能化升级势在必行。推广节能改造项目,安装智能化监控和控制设备,实现远程管理和故障预警,不仅能降低运维成本,还能有效提升供暖服务质量和用户满意度。综上所述,通过科学合理的设备选型与系统集成,结合智能技术手段,能够全面提升严寒地区住宅供暖系统的运行效率和经济效益,为实现绿色节能和舒适宜居目标奠定坚实基础。

4 智能控制与运行管理在效率提升中的作用

智能控制技术和科学运行管理是提升住宅供暖系统能效与运行质量的关键保障,能够有效解决传统供暖

系统中存在的能耗高、运行效率低及用户体验不佳等问题。首先,智能控制系统通过实时监测和精准调节,实现热源、管网及用户终端温度的动态管理。系统能够根据外界环境温度变化、室内热负荷波动以及用户个性化需求,自动调整供热强度和供热时长,避免了传统系统中因固定运行策略导致的能源浪费。具体而言,采用楼宇自动化系统(BAS)和智能温控网络,可对住宅不同采暖分区实施独立控制,实现“分区、分时、分温”供热,确保每个空间按照实际需求获得适量热量,既提升居住舒适度,也显著降低无效能耗。

其次,依托物联网(IoT)和大数据技术,建立智能运维平台成为当前供暖系统管理的趋势。该平台通过传感器网络持续采集设备运行状态、能耗数据、故障信息及环境参数,并利用数据分析和机器学习技术进行深度挖掘和模型预测。运维人员可以实时掌握系统健康状况,及时发现潜在风险,提前进行维护和修复,极大降低设备故障率和运行中断风险。此外,智能平台还支持能耗分析与优化,帮助管理者科学调整运行参数,进一步提高能源利用效率。

科学的运行管理不仅关注技术层面,更重视用户行为引导和服务体系建设。通过推广智能计量和分户计费制度,使用户能够清晰了解自身用热情况,形成“多用多付、少用少付”的激励机制,促进用户合理调节用热习惯,避免浪费。与此同时,完善用户服务体系,及时响应用户需求和反馈,提升供暖满意度和服务品质。

在人员管理方面,应加强运行维护团队的专业培训,提升其技术能力和应急处置水平。定期组织设备维护与系统检测,及时排查并消除运行隐患,保证设备长期稳定运行。完善应急预案体系,提升应对突发事件的反应速度和处理能力,确保供暖系统在各种复杂环境下均能平稳运行。通过设备维护、人员培训与应急管理的协同配合,不仅延长设备使用寿命,也降低维修成本,进一步促进供暖系统的经济可持续运行。

综上所述,智能控制技术与科学运行管理的深度融合,是实现严寒地区住宅供暖系统节能减排、提升用户舒适度和保障系统安全稳定的必由之路。未来,随着技术不断进步,供暖系统将向更智能化、精细化方向发展,为绿色节能和高品质生活提供坚实支撑。

5 严寒地区住宅供暖系统效率提升的多元化策略与前景展望

综合严寒地区住宅建筑实际需求和发展趋势,提升供暖系统效率需采取多元化、综合性的策略。首先,要持续推进建筑节能与绿色设计,推广被动式低能耗建筑和超低能耗住宅标准,强化全生命周期节能理念。其次,加快高效节能设备的研发与应用,鼓励企业创新供热技术,提升供热设备的智能化与自动化水平。第三,推广分布式能源与可再生能源供热系统,结合太阳能、地热能、生物质能等可再生资源,形成多能互补的供暖格局。智能控制与信息化管理技术的普及,将为供暖系统的动态优化和高效运行提供技术保障。要注重供暖系统运维管理机制创新,完善用热计量、分户计费、节能激励等政策措施,激发用户节能积极性。加强政府监管和行业标准建设,推动节能产品认证与推广,保障供暖系统技术更新和节能目标实现。未来,随着科技进步和政策推动,严寒地区住宅建筑供暖系统将向高效、智能、低碳和绿色方向持续发展,为居民带来更加舒适、健康和可持续的居住环境。

6 结论

本文围绕严寒地区住宅建筑供暖系统的效率提升问题,系统分析了当前供暖系统存在的主要矛盾与成因,从建筑节能设计、设备与系统集成优化、智能控制与科学管理等多方面,提出了切实可行的效率提升策略。研究认为,只有坚持建筑节能与技术创新并重,推动设备更新与系统智能化管理,才能有效提升供暖系统的整体效率,实现节能减排和绿色发展的目标。未来应进一步加强多能互补、信息化管理与政策支持的协同推进,构建高效、低碳、智能的住宅供暖新体系,为严寒地区居民提供安全、舒适、高效的供暖保障。

参考文献

- [1] 李伟,张洪军,王鹏.严寒地区住宅建筑供暖系统节能技术研究[J]. 供热制冷,2023,52(4):65-70.
- [2] 陈勇,刘慧,赵静.北方严寒地区住宅供热系统能效优化与管理[J]. 建筑科学,2022,38(6):123-129.
- [3] 马晓东,高原,李明.住宅建筑供暖系统能效提升策略分析[J]. 暖通空调,2021,51(7):89-94.