

城市集中供热系统运行优化与节能技术研究

张宇波

中铁城际规划建设有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球能源危机日益严峻, 环境保护压力的不断增加, 传统供热方式已难以满足现代城市在低碳、环保及高效能源利用方面的需求。城市集中供热系统的优化与节能改造, 已成为国内外能源研究领域的重要课题。目前, 许多城市仍依赖单一热源供热模式, 导致供热可靠性差、能效较低, 且对环境造成较大影响。为此, 采用多热源联网运行、智能调度及分时段调温等先进技术, 逐步取代传统单热源模式, 已成为提高供热系统性能与节能效果的关键途径。通过对供热系统相关技术的深入研究, 不仅能源消耗与排放得以显著降低, 且系统运行的稳定性与应急响应能力也得到提升。这为城市的可持续发展, 提供了强有力的支持。

[关键词]城市集中供热; 优化运行; 节能技术

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16386

中图分类号: TU995

文献标识码: A

Research on Optimization and Energy-saving Technology of Urban Central Heating System Operation

ZHANG Yubo

China Railway Inter-city Planning and Construction Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasingly severe global energy crisis and the increasing pressure on environmental protection, traditional heating methods are no longer able to meet the needs of modern cities in terms of low-carbon, environmental protection, and efficient energy utilization. The optimization and energy-saving transformation of urban centralized heating systems have become important topics in the field of energy research both domestically and internationally. At present, many cities still rely on a single heat source heating mode, resulting in poor heating reliability, low energy efficiency, and significant environmental impact. Therefore, adopting advanced technologies such as multi heat source networked operation, intelligent scheduling, and temperature regulation in different time periods has gradually replaced the traditional single heat source mode, and has become a key way to improve the performance and energy-saving effect of heating systems. Through in-depth research on heating system related technologies, not only has energy consumption and emissions been significantly reduced, but the stability and emergency response capabilities of the system operation have also been improved. This provides strong support for the sustainable development of the city.

Keywords: urban centralized heating; optimization operation; energy-saving technology

引言

随着城市化进程的加速, 城市集中供热系统作为现代城市基础设施的核心部分, 已成为保障居民冬季取暖及工业生产热能供应的主要方式。传统集中供热系统在稳定性与节能方面, 面临着诸多挑战。特别是在能源消耗与环境污染日益严重的背景下, 如何实现供热系统的高效运行、节能效果与智能化管理, 已成为当前亟待解决的关键问题。因此, 针对城市集中供热系统的优化与节能技术进行研究, 不仅具有重要的现实意义也将对未来发展产生深远的影响。

1 城市集中供热系统概述

城市集中供热系统是一种通过集中热源(如热电厂、热水锅炉等)将热量通过管网输送至各个用户的供热方式。与传统的分户供热相比, 这种方式具有更高的能源利用效率和较低的运营成本。基本原理是集中热源产生热量后, 通过热力管网将热水或蒸汽输送到各个区域, 利用换热站或终端设备实现热量的有效利用。城市集中供热系统通常

由热源、热网、换热站和末端用户四个主要组成部分构成。随着城市化进程的不断加快, 集中供热逐渐成为大中型城市的主流供热方式, 特别是在冬季采暖需求集中的区域, 这一方式不仅减少了各个用户在设备投资和维护上的负担, 还通过合理调度, 提高了供热系统的整体能源利用效率。随着城市规模的扩大, 传统集中供热系统面临的挑战愈加严峻, 尤其是在系统稳定性、灵活性以及节能效果方面。为了提升供热质量、降低能源消耗并减少环境污染, 现代化的集中供热系统亟待进行技术升级与优化改造。现代集中供热系统不仅依赖传统技术, 还需要结合智能化、自动化控制技术, 以实现更加精细的热力调度与高效的能源管理。在这一过程中, 传统系统的局限性被逐步克服, 使得能源的使用更加高效, 供热质量得以提升。

2 城市集中供热系统的优化运行措施

2.1 多热源联网运行

早期的城市集中供热系统普遍采用单热源供热方式,

即通过一个热源及单一管网持续提供热量。虽然在一些小型或初期供热系统中,这种模式能够满足基本需求,但可靠性较差,面临多种挑战。尤其当产热源达到极限或在热量输送过程中发生故障时,供热效果会受到直接影响。单热源系统的反应速度较慢,滞后性较强,尤其是在突发事件导致供热中断时,恢复正常的时间通常较长,平均需要约7天,这对系统的稳定性和效率构成了重大挑战。为了增强系统的安全性、稳定性及响应能力,越来越多的供热企业开始采用多热源联网的方式。这种方式通过集成多个热源,如大容量热水锅炉和热电联产系统,形成一个更为灵活和可靠的供热模式。在该模式下,大容量热电厂作为主要热源,负责向供热系统持续稳定地提供热量,而其他辅助热源则根据实时负荷调整,确保系统始终处于高效运行状态。通过这一方式可以有效消除单一热源带来的瓶颈,提高整体系统的可靠性。不过,多热源联网的运行模式并非没有难点。多个热源之间的协调工作使得热力过程及水力工况变得更加复杂,这对系统的调度提出了更高要求。热源调度及水力控制的精确性,成为保障该模式成功实施的关键。以水力控制为例,通过在现场布置传感器来实时监控热力网的压力及流量分布,可以动态捕捉系统变化并及时调整热源的运行状态与供热范围。借助实时监测数据的分析,能够有效优化供热效率,确保供热系统的稳定运行,从而避免因热源波动引起的供热不稳定问题。

2.2 分时段变室温调节

分时段室温调节通过根据不同时间段内的室内温度需求进行优化调整,旨在提升城市集中供热系统的运行效率,该方法依托于对用户需求与外部气候变化的精准预测,实现能源节约与室内舒适度之间的平衡。通常,城市集中供热系统无需全天维持恒定温度,尤其是在夜间或非高峰时段,热负荷需求相对较低。通过实施分时段温度调节,不仅能够减少能源浪费,还能有效维持室内的舒适环境。具体而言,分时段调节系统能够根据时间变化自动调整室内温度。例如,在清晨和傍晚的高峰时段,系统将自动提供较高的温度以满足居民的采暖需求;而在夜间或人们外出时,温度可以适度降低,从而避免过度供热。通过这样的调节,既提高了能源利用效率,又有效避免了不必要的能耗,尤其在冬季温差较大的地区,分时段调节有助于降低系统的整体运行成本。实现分时段室温调节需要依赖智能控制技术,并结合精确的温控系统与实时监测设备,动态调整供热,依据室内外温差及实时负荷进行精准调节,该方法不仅更好地满足个性化需求,还能根据外部气候条件与供热负荷实现实时匹配,从而实现灵活且精确的供热管理。随着智能技术的不断发展,分时段调节已成为提升供热系统效率、节能减排的重要手段,也为推动绿色、低碳城市供热模式的实现奠定了基础。

2.3 分布式变频供热

分布式变频供热技术通过精确调节热源运行频率,实

现了更加精准的热量分配,调控供热量的变化。与传统固定频率的供热方式不同,分布式变频供热系统采用变频驱动技术,根据实际需求动态调整热源的输出功率,从而能够更有效地应对不同时间段及负荷条件下的供热需求,显著减少能源浪费。在传统集中供热系统中,热源的输出通常是恒定的,即使在需求较低的情况下,系统仍按最大负荷运行,这会导致不必要的能源浪费。与此不同,分布式变频供热系统能够实时监测供热负荷的变化,自动调节热源的运行频率,确保热量输出与实际需求相匹配。在负荷波动较大的区域,变频供热系统通过灵活的调节方式,高效地满足需求,确保每个区域的热量供应充足。此外,该系统的灵活性也体现在能够适应供热系统内部水力和热力的变化。例如,在管网压力发生波动时,变频供热系统会自动调节热泵或锅炉的运行频率,以维持热网的稳定压力和流量,从而确保供热质量的稳定。通过这种智能化的调节方式,分布式变频供热系统不仅提升了整体运行效率,还能显著降低能源消耗,在提高用户舒适度的同时推动节能减排目标的实现。

2.4 供热系统调度优化方法

供热系统调度优化是提升城市集中供热系统运行效率与节能效果的关键环节。传统调度方式通常依赖经验,缺乏对实时数据的深入分析与灵活调节。随着智能技术的进步,现代供热系统的调度已经不再局限于传统手段,而是开始依托数据采集与分析,结合模型预测,力求在确保居民舒适度的前提下,最大限度地降低能耗。调度优化的核心在于高效地分配供热资源,确保热源和热力网络的合理利用,通过对外部气温、各区域负荷需求及系统内部的压力与流量等数据的实时监控,调度系统能够准确预测不同时间段的热需求,这些实时数据为调度决策提供了科学依据,避免了过度供热的浪费^[1]。与此同时,动态调度策略可根据系统负荷的波动,调整热源的运行方式。比如,在气温骤降时,系统能够自动增加热源的输出;而在需求较低的时段,热源输出则会适度减少,从而有效避免了能源浪费。现代调度优化还涵盖了负荷预测、管网压力平衡及热源间的协调控制。借助负荷波动预测,调度系统能够提前调整供热策略,以确保供热能力与需求之间的平衡。在多热源联动的供热模式下,调度优化更需协调不同热源的运行状态,确保主热源与辅助热源之间的负荷切换平稳,以此提高系统的整体稳定性与响应能力。借助这些智能调度方法,供热系统能够在复杂环境中实现自我调节,不仅有效提升了供热效率,还在降低能源消耗方面取得了显著成效,为绿色低碳城市建设作出了积极贡献。

3 城市集中供热系统的节能技术研究

3.1 二级网节能改造技术

二级网在城市集中供热系统中扮演着至关重要的角色,负责将热力站生成的热能输送至各个用户。若二级网

的设计或运行管理存在问题,必然会影响供热效率,甚至导致能源的浪费。因此,实施二级网的节能改造,是提升整体供热系统能效的核心步骤。在能效提升过程中,优化二级网的管道布局与材质是不可忽视的关键,许多老化严重、设计不合理的二级网,因管道老化或热损失过大,造成了显著的能源浪费^[2]。通过检查、改造或更换管道,可以有效减少热能的流失。使用高效保温材料对管道进行包裹,能够显著降低热量在传输过程中的损失,从而提高供热效率。与此同时,改进二级网的流量与压力控制系统,对提升能源利用效率也起着重要作用。传统二级网常常出现供热不均、压力波动较大的问题,导致了能源浪费或系统不稳定。通过引入智能化流量调节技术,如压力传感器和自动调节阀,能够实时监控二级网的运行状态,并根据需求自动调节流量与压力,确保各区域的热量得到均衡供应。这种精准调节方式有效避免了过高或过低的供热,减少了不必要的能源消耗。优化水泵系统同样是提升二级网能效的关键举措,传统泵站往往以固定转速运行,这种方式在负荷波动较大的情况下,容易导致能源浪费,通过引入变频控制技术,水泵能够根据实时负荷需求调整转速,从而实现按需供热。这不仅避免了传统泵站系统的能源浪费,还减少了设备的磨损,延长了系统的使用寿命。通过这些技术改造,二级网能够在确保供热质量的同时,大幅度提升能源利用效率,减少热能损耗与运行成本,这不仅有助于增强供热系统的整体效益,还符合当前节能减排的环保要求。

3.2 热源及热力系统节能技术

热源及热力系统作为城市集中供热系统的核心,其性能直接关系到整个供热过程中的能源消耗与热效率。因此,进行热源及热力系统的节能改造,不仅有助于降低供热系统的运行成本,还能显著提升能源利用效率。为了实现更加高效且低成本的供热,许多节能技术已在这些系统中得到了广泛应用。提升热源能效是节能改造中的关键环节,传统热源设备常常因燃烧不完全或热效率较低而导致能量浪费。引入先进的高效锅炉技术,如气化燃烧、低氮燃烧技术及烟气余热回收技术,可以显著提高热能的转化效率与燃烧效率。特别是余热回收系统的应用,不仅能够有效回收锅炉排放的废气热量,而且将这些废热转化为可利用的热能,从而进一步降低热源能耗^[3]。在热力系统中,热交换设备同样发挥着至关重要的作用,通过优化热交换器的设计,例如提高换热效率、增加换热面积、改善流体

流动方式等措施,可以有效减少热损失并降低能源消耗。此外,定期清洁与维护热交换设备,对于保障系统的高效运行也至关重要。保持设备的清洁,避免结垢与堵塞,能够确保设备始终处于最佳工作状态,从而提升系统的整体运行效率。智能化控制技术的引入,也为提升热力系统能效提供了有效途径。借助智能控制系统,能够实时监控热源与热力系统的运行状态,并根据外界气温、负荷需求等因素,自动调整供热参数。通过负荷预测与供热调度优化,智能控制系统不仅能够在保证供热质量的前提下,减少能源浪费,还能有效避免过度消耗。在热力系统优化过程中,水力控制同样不容忽视。传统供热系统常因水力分布不均与压力调节不精准,导致部分区域供热过度或不足。应用智能水力调节系统,可以实时根据负荷变化自动调整水力平衡,避免因系统运行不当造成的能源浪费,确保各区域的供热需求得以准确满足。

4 结语

优化城市集中供热系统并应用节能技术,对于提升能源利用效率、减少环境污染及保障供热稳定性具有不可忽视的重要意义。通过实施多热源联网运行、分时段调节以及分布式变频供热等技术,系统在响应速度与灵活性方面得到了显著提升。同时,管网、热力站及热源系统的节能改造,为最大化能源效益提供了坚实的技术基础。随着智能化与信息化技术的不断融合,城市供热系统的精准度与效率将得到进一步提升。持续改进的运行模式与节能技术,不仅是应对当前能源和环境问题的有效途径,更为供热系统向绿色、低碳与高效方向发展奠定了坚实的基础。通过不断创新与技术优化,未来的供热系统将更加智能、高效,为城市的可持续发展贡献更大力量,进一步促进低碳经济和绿色生活的实现。

【参考文献】

- [1]李跃.城市集中供热系统优化运行及节能改造措施研究[J].工程技术研究,2023,8(24):226-228.
 - [2]耿皖雨.城市集中供热二次网运行优化与决策支持系统开发研究[D].北京:北京交通大学,2023.
 - [3]张哲宇.试论城市集中供热运行管理的节能降耗措施[J].居业,2024,11(1):131-133.
- 作者简介:张宇波(1998.9—),毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:能源与动力工程,当前就职单位:中铁城际规划建设有限公司,职务:职员。