

城市集中供热节能设计研究

许立

济南能源工程集团有限公司

摘要:随着我国城镇化进程加速,城市供热已成为北方居民日常生活和生产活动的基本需求。当前,供热系统的能源损耗问题引起人们高度关注,尤其是锅炉热效率低下和管道热损失等关键问题,对供热行业构成了严峻挑战。因此,迫切需要实施切实可行的节能降耗措施。鉴于城市集中供热系统所消耗的能源量巨大,节能改造显得尤为紧迫,这也促使了大量节能改造项目的越来越多。本文主要深入剖析城市集中供热系统的节能技术方案,从而为这类工程的实践提供宝贵的指导。

关键词: 换热系统; 热煤炉; 节能; 减排; 应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.079

当前我国的集中供热体系主要依赖燃煤锅炉,然而,这种方式面临着低效和高污染的问题挑战。随着时间的推移,燃料的燃烧效能显著下降,致使实际供热量无法达到初始设计标准,进而影响供热效果的预期。鉴于此,改造集中供热系统的关键在于优化热源供应,最大化提升燃料燃烧效率。源头效率得以提升后,接下来应关注的是热能在输送过程中的损耗问题,这需要对热能传输路径实施节能改进。于是,热网改造也是其核心任务。目前,我国的集中供热模式是热源先向一级管网输送热量,然后通过热力站将一级管网的热量分配至多个二级管网,最终送达用户。但是,这种多级传递方式不可避免地导致热量流失,且无法及时适应用户的温度需求变化,缺乏分时、分区的温度控制,导致大量热量损失。因此,无论是从热源管理还是热网结构来看,都亟须引入更先进的技术手段对集中供热系统进行改造,以提高资源利用率,防止资源浪费,并减轻环境的污染压力。

一、城市集中供热系统节能技术介绍

(一) 加强管网保温性

在供热系统的操作中,管道的热能损耗关键源于工质循环时的外部辐射和对流散热,因此,提高能源效率的关键在于减少这种管道热损失,以确保系统具有更好的节能保温性能。要实现这一点,首要任务是构建高效的保温层,并将其节能效能作为首要考量。同时,在设计保温层的参数时,要兼顾其厚度是否适应地下网络的工作条件,以及所选用的保温材料是否符合环保标准和经济效益。目前,常用的热水管道保温材料包括高密度聚乙烯和聚氨酯等,这些材料不仅能有效满足供热管网的保温要求,还能降低成本,在供热系统中展现出良好的经济性。

(二) 调频技术的应用

利用计算机模拟实现系统分析,可发现在各种负荷

条件下,锅炉蒸汽流量波动较大的事实,这对锅炉的能效产生不利影响,可能导致能源的过度消耗。调频技术则为此提供了解决方案,它能在锅炉负荷发生变化时,通过相应的调控机构调整蒸汽流量。该调控措施在工业生产中成效非常显著。如若在实际操作中忽略调频技术的应用,锅炉的蒸汽流量可能无法适应生产需求,从而降低效率;反之,流量过大则会引致能源的无谓损耗。因此,在实际生产环境中,对锅炉的调节系统进行优化升级就非常重要。改造过程中,需谨慎选取适宜的调速方法,依据机组的实际运行状态选择最佳的调速策略,确保机组稳定运行的同时,能有效应对负荷变化^[1]。

(三) 构建集成控制系统

集成控制系统涵盖了多技术领域,这些技术彼此协同并相互作用,从而确保在操作过程中能源效率不受损失。为实现这一目标,就必须做好控制措施的高效优化和精细管理工作,以提升技术的逻辑性和适用性,使之更好地适应生产需求。集成控制技术作为一门核心科技,它融合了计算机科学与通讯控制,其独特之处在于需要编程技能,并且技术难度较大。提升这些技术的性能离不开专业人才的支撑,因此,培育集成控制技术的专业人才显得尤为必要,以便及时调整和优化集成控制技术,确保系统的稳定运行。

(四) 改进热能传输管网设计

在城市范围内的集中供暖系统中,热能传输阶段的节能措施对整体效能的提升至关重要。由于热需求点与热源间的距离以及供暖区域的多样性,要求必须优化热网管道布局次啊能提高能效。首先,通过科学规划,尽量减短管道总长度,同时精细管理弯头配置,以减少不必要的能耗和不稳定因素。针对热需求高度集中的区域,采用大直径输热管道可以增强供热能力,防止小管径带来的供热量不足和热能大量流失问题。此外,在设计过程中,必须充分考虑各区域的实际热需求,以免因过度供应导致额外的热能浪费。

(五) 废热回收技术应用

首先,在热能回收系统中,通常会采取利用剩余的热能资源进行回收热能,例如将其转化为电能或用于供暖,以此减少对热能的损耗,并同时有助于减少诸如二氧化碳的有害气体排放,这对于当前我国的环保事业具有深远的意义。其次,在余热锅炉的操作过程中,蒸汽的生成并不受外部气温变化的影响,锅炉排出时的温度通常维持在约100℃。这一特性使废热能够得到有效的利用,通过引入空气或其他媒介进行循环利用,从而提升锅炉的整体热效率。废热回收系统常采用双效蒸发器的设计理念,让水和空气在蒸发器内交换热量,实现冷

却效果^[2]。系统还会配备额外的设施，如加热设备和冷却水系统，以增强热能转换的效能。

（六）氢气混合物的应用

在供热系统的运行中，会产生一种包含氢气的混合气体。氢气作为一种杰出的新型能源，其燃烧热值明显要高于其他燃料，并且燃烧后仅能产生水，不存在污染问题。高温下，水蒸气的形成还能促进燃烧过程，其成本相对天然气更低。此外，由于这种含氢气的混合气体是半生物，因此可以调节氢气组分，以适应炉体和燃烧的稳定需求，使其化学组成接近天然气。燃烧后的氢气混合气在氮氧化物和粉尘排放方面均符合环保标准，从而消除了因排放限制对燃气供热系统稳定性的负面影响。

（七）调控回水温

小区供热的二次网络涵盖了从换热站至各单元入口的整个供热体系。当前的调控手段主要依赖于调整各入口的流量和压差，但这种方法操作复杂，精度不够，常造成室内供暖温度不均。为确保末端用户的舒适温度，供热系统往往维持较高的总体温度，使得前排建筑的室内温度常常超过23—25摄氏度，造成热量的无谓消耗。因此，可使用回水温度调控法。首先，在每个热力入口的回水管线上安装温度传感器，然后根据统一的回水温度标准调整单元入口阀，当所有热力入口的回水温度趋于一致时，各栋建筑的室内供暖温度也将趋于一致，通常保持在18—20摄氏度，这样既满足了供热需求，又实现了节能，有效节约了大量热量。回水温度的具体设定值可参考天气预报的气温数据。

（八）供暖循环水系统应用

首先，供热需求和系统的热能均衡需要做到精确设定供暖循环水系统的水流量和温度控制。在设定流量时，需全面考量系统长度、管道直径、水泵性能（如流量和压力）等因素，以实现水流循环最优化。而在确定水温方面，需综合考虑地理位置、建筑物特性以及用户对暖气的需求，合理设置进水和回水的温度参数，以确保最高效率的供暖效果。其次，合理选择水泵和储水设施对于维持稳定的水循环^[3]。在选择水泵时，应根据系统的实际流量需求、扬程要求以及管道阻力进行匹配，优选那些高效、运行平稳且符合系统特性的水泵。最后，强化对循环水的维护管理是提升系统性能的关键步骤。安装过滤器和软化水处理设备可以有效防止水垢形成和杂质积累，确保循环水的纯净度和安全性，这是保证系统长期稳定运行的基础。

（九）空气源热泵的使用

空气源热泵具有出色的可靠性和环保特性，且被认为是清洁能源发展的重要方向。然而，空气源热泵系统在独立运作时，可能会遭遇热力平衡失衡和严寒条件下性能下降的问题，从而影响其效率。天然气由于其丰富储量和清洁属性被视为理想的辅助热源，能够缓解空气能利用过程中的热量不均衡和不足状况。因此，结合

空气源热泵与燃气锅炉的供暖系统能够实现优势互补，有效规避单一热源供暖的局限性，提升整体供暖系统的运行效率。天然气锅炉通常提供稳定的热量，供应无限制，不受低温气候影响，但运行成本相对较高。在冬季低温环境下，空气源热泵是主要供暖来源，运营成本较低。当外界温度极低时，可启用燃气锅炉与空气源热泵协同工作，这样既能确保供暖效果，又能实现节能。

二、当前集中供热采暖节能系统存在的问题

（一）污染环境问题

对环境污染问题包括了一系列与系统运作相关的环保问题，主要包括能源消耗模式、废弃物排放，以及对周围生态环境的潜在破坏。首要关注点为，若系统高度依赖化石燃料，如煤炭或天然气，其燃烧过程中将排放大量有害物质和温室气体，比如二氧化碳和氮氧化物，导致空气质量恶化，对大气环境构成直接伤害。这些排放物质是空气污染的主要促成者，对环境和公众健康构成严重隐患。其次，集中供热体系的建设和运营可能牵涉到复杂的环境问题，比如土地用途改变和水资源消耗。比如，铺设供热管道可能导致土地被大规模开发，对当地的生态平衡和土地资源造成压力。另外，系统的持续运行需要大量水资源，这可能对水生生态系统产生不利影响。

（二）运行成本较高

当前，集中供暖系统面临的运营成本过高的问题。这个难题涉及多个关键环节，对整个系统的经济效益构成压力。首先，对集中供热系统的管理和维护费用相对较高，该体系包含众多复杂设备，如锅炉和换热器，它们的稳定运行对于持续专业的维护依赖性非常高，这包括昂贵的部件替换、定期性能评估，以及技术人才的招聘和培养，这些都直接提高了运营成本。其次，能源采购的经济性差。无论是传统化石能源还是新兴的可再生能源，其价格波动都可能对成本造成波动。尽管可再生能源可能降低长期成本，但初始的安装投入也间接增加了运营成本^[4]。再者，系统效率和设备能效的问题也是成本攀升的重要因素。低效的供暖设备、输送管道，或者缺乏先进的能源管理策略，都会导致能源浪费，无形中增加了运营成本。因此，优化这些环节，提高整体能源利用效率，对于降低运行成本至关重要。

（三）能源浪费问题分析

目前的集中供暖系统在节能方面面对着极大的挑战，最大的问题则是能源消耗过大。此问题可涉及系统运行的多个方面，包括设备效率、供暖管理和整体架构设计。首要问题在于，一些老旧或低效的供暖设备在运行期间无法高效地将能源转化为热量，从而造成大量能源的损耗。例如，旧式的锅炉或热交换器可能由于效率低下，在供热操作中产生不必要的能源损失。其次，供暖系统的运行调度可能不够优化，有时会在非高峰期过度供应热量，白白浪费能源。缺乏智能调度系统可能导致系统在用户需求较低时依然维持高负荷运行，这无疑

加剧了能源的无谓消耗。再者，系统的传输部分也可能存在能源浪费的情况。不合理的管道布局、设备连接错误或维护不足都可能导致热量在传输过程中损失增加，进一步提升了系统的整体能耗。

（四）传统采暖设备效能低

当前，集中供暖体系正面临着一项关键挑战就是现有供热设施的能效问题。这一问题的关键在于，系统中大量使用一些过时且技术落后的供热设备，它们无法匹配现代高效供暖的需求。首先，老旧的锅炉和换热器可能依赖于过时的技术，导致在能源转换过程中，大量的能量被无谓地损耗，显著降低了整个系统的能源利用率。这些低效设备不仅加重了运营成本，而且限制了系统性能的提升空间。其次，传统供暖设备往往缺乏智能化和灵活性，无法精确适应实时的供热需求，这种设计缺陷可能导致某些区域的供热过剩，造成能源浪费，进一步削弱了整个系统的节能性能。因此，提升供暖设备的能效和智能化水平，是急需解决的关键问题。

三、当前集中供热采暖节能系统的优化措施

（一）在供热采暖节能系统中使用环保材料与设备

整合智能化控制体系，避免过度供热及无效能源消耗。建筑商需强调选用环保物料，以减轻对自然资本的消耗，并尽量减少施工期间对生态环境的破坏。实现在供热系统建设和保养中应用环保物料和设备，采用具有出色隔热性能的持久性建筑材料，可提升系统的能源效率。此外，推动使用高效且生态友好的供热装置，如热泵和高效锅炉，能够有效地降低能源消耗，减少对环境的潜在损害。

（二）供热管道的热补偿，降低成本

在供暖系统中，热补偿主要分为两大类：一是人工补偿装置的应用，二是自然动态补偿装置。人工补偿方法较多，如阻力式旋转补偿器、矩形补偿模块、波纹型补偿器等，其中阻力旋转补偿器因其能有效拉长热源与管道间的距离，推动力微乎其微，明显提升了供暖系统的稳定性和抗外界干扰能力，减少了外部环境对供热网络性能的影响。在国内，普遍采用的冷态安装无预设补偿直埋铺设技术，以其施工简便、成本效益高而备受青睐，实践效果显著。科技进步的脚步永不停歇，我们应持续深化对热量补偿设备的研究，致力于提升技术水平，以便将前沿科技无缝融入实际应用，推动供暖系统性能的持续提升。

（三）实施热能回收与再利用

为了解决供暖中能源浪费问题，可以引进热能捕获与再利用科技。其核心原理在于提升系统对废弃热量的利用率，从而提升整个供暖系统的能源效能。首先，通过在系统内安装高效的热能回收设备，如热水器或热交换器，它能巧妙地捕获并转化那些通常被忽视的设备排放的余热，避免了传统系统中大量热量直排环境的情况。将这些回收的热量重新导入供暖系统，可以提升水温 and 蒸汽温度，从而减轻主要设备的工作压力，显著提

升了系统的综合能效。其次，借助热能回收技术，可以在供暖系统的管道和组件连接环节上大幅降低能量损耗。在传统模式下，热能在输送过程中会有部分流失，但是，通过实施先进的设计理念和选用高效率的材料，可以显著减小这种能量的无谓损失，确保能源在传输过程中的高效转化和使用。

（四）对设备进行升级与优化

首先，更换过时且低效的供暖设备，这涉及选用高效新型的锅炉、热交换器等关键装置。这些先进设备能以更高的能效转化能源为热能，从而提升整个供暖系统的效能，同时减少运行成本，降低对外部能源的依赖。其次，需要引用智能控制系统的整合，从而进行设备优化。借助高级自动化控制技术，系统能依据实时需求和环境变化精确调控设备运行，防止能源过剩和浪费，增强系统在各种条件下的适应性和应变能力。此外，升级还包括对供热管道和输送系统的改进。通过使用高效隔热材料，优化管道布局，并应用先进的输送技术，可以降低能量传输中的损失，进一步提升系统的能源利用率。

结语

随着社会对能源效率和生态环境的关注日益增强，提升供暖系统的效能以减少能源消耗和环境任务刻不容缓。通过对资源利用率、生态保育和经济收益的深度评估，从而认识到实施节能策略的紧迫性和重要性。展望未来，要确保集中供暖系统的可持续运营，必须采取全面且整体的策略，这涉及采用先进的智能技术，大力推广新型能源，改进设备性能，以及提高用户对节能的认识。通过持续引入创新的策略，将有可能建立一个更为智慧、高效且低碳的供暖网络，进而打造一个更加可持续和宜居的未来生活环境。在此，我们号召所有相关方携手合作，增进协作，引领集中供暖系统迈向更高能效和环保的境界。通过团结一致的努力和创新思维，将为全球社会的可持续发展目标贡献力量。

参考文献

- [1] 何凯. 城市集中供热锅炉运行中的节能环保技术应用研究[J]. 锅炉制造, 2023(2): 31-32
 - [2] 左涛. 城市集中供热系统节能问题研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2023(8): 48-50
 - [3] 李静. 城市集中供热管网设计研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2023(11): 115-117
 - [4] 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
- 作者简介: 许立(1993.03.12); 民族: 汉, 性别: 男, 籍贯: 山东济南, 学历: 本科, 毕业于天津大学; 现有职称: 无(二建机电初始注册2019年, 一建市政初始注册2023年); 研究方向: 集中供热。