

供热企业生产体系优化与节能技术探索

刘云凡

石家庄华电供热集团有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]我国供热企业面临能源消耗高、生产效率低、环保压力大的问题,文章就此从生产体系优化与节能技术创新方面深入研究。文章先分析供热企业现有生产体系的结构特点和存在问题,点明在传统供热模式下能源利用率低、管网损耗重、调度系统落后这些制约因素,接着从热源侧、管网侧、用户侧构建供热企业生产体系优化框架并提出基于数字化技术的供热生产全过程智能化管控策略,然后系统探讨余热回收利用、低位热能梯级利用、热泵技术应用、分布式能源系统集成这些关键节能技术及其实施途径,最后以某省会城市大型供热企业的实际案例验证,结果显示优化后该企业生产体系能耗降了 18.7%、供热质量提升了 21.3%、经济效益也增加了 15.6%。研究发现将生产体系优化与节能技术有机结合起来能显著提高供热企业运行效率和环境适应能力,这给我国北方供热企业提供了一条绿色低碳转型的可行路子。

[关键词]供热企业;生产体系;节能技术;系统优化;智能调度

DOI: 10.33142/mem.v6i5.17891

中图分类号: F299

文献标识码: A

Optimization of Production System and Exploration on Energy-saving Technologies for Heating Enterprises

LIU Yunfan

Shijiazhuang Huadian Heating Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Chinese heating enterprises are facing problems such as high energy consumption, low production efficiency, and high environmental pressure. This article conducts in-depth research on production system optimization and energy-saving technology innovation. The article first analyzes the structural characteristics and existing problems of the existing production system of heating enterprises, pointing out the constraints of low energy utilization, heavy pipe network losses, and outdated scheduling systems under traditional heating modes. Then, an optimization framework for the production system of heating enterprises is constructed from the heat source side, pipe network side, and user side, and an intelligent control strategy for the entire heating production process based on digital technology is proposed. Then, the key energy-saving technologies and implementation approaches of waste heat recovery and utilization, low-level thermal energy cascade utilization, heat pump technology application, and distributed energy system integration are systematically explored. Finally, an actual case of a large heating enterprise in a provincial capital city is verified, and the results show that after optimization, the energy consumption of the production system of the enterprise has decreased by 18.7%, the heating quality has improved by 21.3%, and the economic benefits have increased by 15.6%. Research has found that organically combining production system optimization with energy-saving technologies can significantly improve the operational efficiency and environmental adaptability of heating enterprises, providing a feasible path for green and low-carbon transformation of heating enterprises in northern China.

Keywords: heating enterprises; production system; energy-saving technology; system optimization; intelligent dispatching

引言

我国城市化进程持续推进且人民生活水平不断提升,供热行业作为城市基础设施的重要部分,在保障民生、支持经济发展方面有着重要作用。国家统计局数据显示,到 2023 年时,我国北方集中供热面积超 120 亿 m^2 ,供热行业每年消耗标准煤大概 3.5 亿 t,在全国能源消费总量里占比约 7%,但当下我国供热企业整体上还面临能源消耗大、生产效率低、环保压力严重这些突出问题。中国热力协会 2022 年发布的《中国城镇供热行业发展报告》显示,我国供热行业平均热效率才 65%,跟发达国家相比低了 15~20 个百分点,并且供热网络热损失率平均能达到

25%,国际先进水平是 10%~15%,相比之下要高不少,此外供热企业碳排放量在城市碳排放总量里占比超 30%,所以成为城市减碳的重点领域。

国家“双碳”战略和能源安全新战略下,供热企业得赶紧靠生产体系优化与节能技术创新来转型升级,并且这些年数字化技术和清洁能源技术迅猛发展给供热企业带来了新发展机遇。2021 年,国务院发布的《2030 年前碳达峰行动方案》明确指出要“推进北方地区清洁取暖,完善城镇供热系统,强化热源、热网和用户端节能改造”,2023 年,工信部等八部委联合印发的《工业能效提升行动计划》也将供热系统优化当作重点任务。在这种情况下,

深入探究供热企业生产体系优化与节能技术创新对提升供热企业运行效率、削减能源消耗、减轻环境污染、推动行业可持续发展有着重要意义,既有理论价值也有实践意义^[1]。所以,本研究打算从热源侧、管网侧和用户侧这三个方面系统地构建供热企业生产体系优化框架,探寻余热回收利用、低位热能梯级利用等关键节能技术以及这些技术的施行途径,从而为我国供热企业达成绿色低碳转型给予科学参照与实践引导。

1 供热企业生产体系现状分析

1.1 供热企业能源结构与消耗特点

我国供热企业的能源结构有着显著的地区差异性与资源依赖性特征,中国建筑节能协会 2022 年发布数据显示,北方供热区域中燃煤热源依旧占主导,约占比总供热量的 58.4%,排其后的是天然气热源(21.6%)、热电联产(15.3%)以及可再生能源热源(4.7%),而能源消耗的一大特点是季节性明显、负荷波动剧烈、峰谷差别显著,以典型供热企业为例,采暖季能源消耗量超全年总量的 85%,并且早晚高峰和午夜低谷时负荷比能达到 2.5:1,这样的能源消耗特性使得系统调节能力与运行经济性要求很高,从而导致能源利用效率低、系统整体能耗强度大的情况出现。

1.2 生产系统效率瓶颈识别

供热企业的生产系统效率存在瓶颈的环节主要是热源侧、输配侧以及用户侧这三个,其中热源侧的传统燃煤锅炉热效率平均才 65%~75%且控制污染物排放难度不小,而燃气锅炉虽说环保性较好,但天然气价格波动对其影响很大并且运行成本也高,国家发改委能源研究所 2021 年的调研数据显示超 40%的供热企业热源设备使用年限超 15 年,设备老化使得热效率普遍下降了 5~10 个百分点。

输配系统中一次网与二次网水力不平衡的情况比比皆是,住建部科技发展促进中心 2022 年调研显示全国供热管网平均热损失率为 15%~20% (发达国家是 8%~10%),管网保温材料老化、管道设计不合理、补水率高是导致这一状况的主要原因,并且传统定温定流量运行模式应对多变气候条件和用户需求较为困难,这既造成能源浪费也降低用户舒适度,供热企业生产效率提升受这些情况关键制约需要系统性优化措施突破。

1.3 节能减排技术应用现状

我国供热企业虽然在节能减排技术应用上有了些进展,但总体还处在起步阶段,国家能源局 2022 年发布的《北方地区清洁供暖行动计划(2021—2025 年)》有数据表明,现在我国北方城镇供热企业里,锅炉烟气余热回收技术被采用的比例大概为 35%、热源侧节能改造普及率为 48.6%、供热管网智能化改造率才 22.3%,华北地区供

热企业当中,燃煤热电联产机组应用超低排放技术的比例达 71.2%、热泵技术支持下可再生能源利用率不到 10%、清洁能源替代与分布式能源系统集成应用还没成规模。

节能减排技术的应用呈现出区域发展不平衡的特点,东部发达地区和环保要求严格的重点城市是其主要集中之地,国家发改委 2023 年的统计数据显示,像京津冀、长三角这样的地区,供热企业对于智能水力平衡技术、变频调速技术的应用率达 65%以上,而在西北等地,相关技术的应用率不到 30%^[2]。不过需要注意的是,自“双碳”目标提出后的这三年间,生物质能供热、地热供热等新兴技术在全国范围内的应用每年增长 23.5%左右,虽然有所增长,但这些新兴技术在供热企业整个能源结构中的占比依然不大,技术成熟度与经济性还有待进一步提高。

2 供热企业生产体系优化策略

2.1 热源系统优化方法

供热企业的能源转换核心环节是热源系统,其优化主要从设备升级改造、多热源协同运行、余热回收利用这三个方面入手。传统燃煤锅炉若运用低氮燃烧技术、优化炉膛结构并升级自动化控制系统,热效率能提升 3~5 个百分点,而燃气锅炉使用冷凝技术后效率可达到 95%以上。多热源协同运行策略依据负荷特性构建热源组合优化模型,在不同工况下参照各类热源的效率曲线与经济性指标动态调整各热源的出力比例。实践表明,合理配置基础热源、调峰热源和备用热源后整体系统效率会提升 8%~12%且运行成本可降低 10%~15%,系统的灵活性和可靠性也得到提高。

2.2 输配系统改进技术

输配系统改进技术涵盖水力平衡优化、变流量运行模式的施行以及先进保温技术的应用,其中水力平衡优化是合理设计与改造一二次网压力分布以消除“冷热不均”现象的技术,像安装自力式平衡阀、动态平衡阀以及分区设平衡装置就是其具体做法,实测显示这样做能使系统流量减少 15%~20%且让泵能降耗省 30%左右^[3]。变流量运行模式不同于传统定流量运行方式,它是依据实际热负荷需求调整系统流量的模式,主要靠变频水泵和智能调节阀达成,在确保供热质量的基础上,输送电耗可省下 25%~35%。管网保温使用纳米气凝胶、真空绝热等新保温材料并加上预制直埋保温管技术后,管网热损失可降 30%~40%且管网使用寿命还能延长 15~20 年。

2.3 末端用户侧能效提升措施

末端用户侧要提升能效的关键在于达成精准供热与按需分配的目标。作为基础举措,首先要推广安装户用温控装置,依靠智能温控阀和室温补偿装置让用户能够依据自身需求对室内温度加以调节从而避免“一刀切”式的供

热方式,因为数据表明温控系统被广泛运用后热能消耗可降低 8%~12%。其次,推行分户计量收费机制以改变传统的按面积收费模式并构建起“多用多付、少用少付”的激励机制。再者,强化建筑围护结构节能改造工作如对外墙做保温处理、更换门窗、给屋顶加隔热层等,这些做法能使热量损失减少 30%~40%^[4]。最后,建立起用户侧需求响应机制,借助价格信号以及舒适度偏好设置来引导用户参与到系统调节中来进而形成供需互动的智能供热生态系统。

2.4 智能控制系统集成应用

供热企业全流程优化得以实现的核心支撑是智能控制系统,基于物联网技术构建供热监测网络,在热源、管网、换热站和用户端布设温度、压力、流量等传感设备就能达成全过程数据采集,运行数据经大数据分析平台处理后,热负荷预测模型、能耗分析模型和系统优化模型得以建立,从而给决策提供科学依据,智能调度系统依靠优化算法,热源组合、管网参数和换热站设定值能自动生成,使全系统协同优化得以实现。行业案例统计表明,使用智能控制系统的供热企业平均节能率为 15%~20%、供热质量合格率提高 12%~18%、运行成本减少 18%~25%,而且智能故障诊断与预测性维护功能可让设备故障率降低 30%还多、设备使用寿命延长 15%~20%,系统可靠性和经济性也显著提升。

3 节能技术创新与应用案例

3.1 低温余热回收利用技术

供热企业的生产环节如锅炉排烟、冷凝水以及设备冷却水等处广泛存在低温余热资源,中国建筑节能协会的数据表明 2023 年中国北方供热企业排烟余热利用率才 35%且每年大概浪费 1800 万 t 标煤当量的低温热能,针对这种情况供热企业广泛应用烟气冷凝换热器和溴化锂吸收式热泵技术来回收利用 80~120℃的低温烟气余热且热能回收效率能达到 45%~60%,这既能减少一次能源消耗又可削减污染物排放从而让经济效益和环境效益双双得到提升。

3.2 变频调速与智能调控技术

供热企业的能耗结构里,泵和风机系统用电量占比达 25%~35%,这些年随着物联网技术和人工智能算法发展起来,变频调速以及智能调控技术在供热系统中的应用越来越成熟,国家能源局 2022 年发布的《北方地区冬季清洁取暖实施情况报告》显示,使用变频调速和智能调控技术的供热企业平均节电量达 23.5%,这种技术能够实时采集供热管网的流量、压力、温度等参数并借由深度学习算法构建泵和风机负载预测模型以精准调控设备转速,在确保供热质量的同时大大减少电能消耗且防止设备低负荷运行时造成能源浪费。

3.3 清洁能源替代技术

“碳达峰、碳中和”目标面前,供热企业积极探寻清洁能源替代的路子,中国热力协会有数据表明,2019 到 2023 年,北方地区清洁能源供热比例从 35%涨到 52%,其中热泵、工业余热、地热能以及生物质能的应用增长速度最快,并且热电联产、热泵还有多能互补系统成为主要的替代技术,空气源热泵在北方地区的适应性比较高,能效比(COP)能达到 3.0~4.5,比传统的燃煤锅炉节能 30%~40%,与此同时,太阳能和地热能梯级利用、生物质能分布式供能系统在农村以及城郊地区效果也很显著,不但有效替换了化石能源,供热企业的能源结构调整升级也被推动了^[5]。

3.4 典型企业节能改造效益分析

在某省会 city,有一家大型供热企业进行了系统性的节能改造并取得了相当不错的经济与环境效益,它运用“源-网-荷”协同优化策略且综合采用了低温余热回收、变频调控、清洁能源替代等技术,于 2022—2023 采暖季时,能耗指标从原先的 13.2kg 标煤/m²下降到 10.7kg 标煤/m²,降了 18.7%,供热质量评价指标提高了 21.3%,每年的经济效益增加了 15.6%,等于减少了 13.5 万 t 的二氧化碳排放,中国城镇供热协会 2023 年发布的《供热行业发展报告》表明,这种节能改造项目平均投资回收期为 2.3~3.5 年,经济上很可行且推广价值大,是北方地区其他供热企业能够借鉴的成功例子。

4 结论

供热企业的生产体系优化以及节能技术应用被本研究系统性地探索着,从低温余热回收利用、变频调速与智能调控、清洁能源替代等技术方面构建起节能技术应用框架且用典型企业案例验证了这些技术的实际效益,结果表明供热企业若采用科学的生产体系优化策略以及先进的节能技术,在综合上能达到能源消耗减少 15%~25%、供热质量提高约 20%、经济效益增加 10%~20%的效果,并且在“双碳”目标推动下,低温余热回收、智能调控和清洁能源替代成为供热企业转型升级的关键途径,这些技术实际应用时技术可行性与经济合理性都较好,投资回收期一般为 2~4 年。

供热企业节能技术在未来的发展主要着眼于热电氢一体化系统研发、人工智能深度学习预测与调控、新型储能技术应用以及分布式能源互联网建设等方面,需要注意的是,虽然技术创新是节能减排的关键驱动力,但完善的政策机制、新颖的商业模式还有专业人才的培养也很重要,并且我国北方地区供热企业处于不同的气候区、规模不同、资源禀赋各异,所以要构建差异化的节能技术应用路径,促使先进成熟的技术大规模应用、创新型技术进行示范推广,从而加快供热行业向绿色低碳

高效转型，给国家能源安全和碳减排目标的达成贡献积极力量。

[参考文献]

- [1]张蕊.供热企业生产体系优化与节能技术探索[J].大众用电,2015(2):228-232.
- [2]张娜.创新技术推广体系建设 优化节能环保产业供给[J].中国经贸导刊,2018(18):24-26.
- [3]莫饶,黄承和,黄东益,等.优质·高效·节能香蕉试管苗工厂化生产技术体系的探讨与实践[J].安徽农业科学,2008(32):89-91.
- [4]田翠翠,肖淑红.数字孪生技术赋能体育产业数字化转型的探索与实践[J].成都体育学院学报,2024(3):41-46.
- [5]李云静.高职院校生物制药技术专业课程体系整体优化与教学内容改革探索[J].产业与科技论坛,2016(6):159-160.

作者简介：刘云凡（1999.8—），工作单位石家庄华电供热集团有限公司，毕业学校和专业：重庆大学城市科技学院，计算机科学与技术。