

双碳背景下北方地区供暖系统节能转型研究

吴嘉伟, 陶鹏, 郭佩宗, 邵美娜, 李春辉*

黑龙江工商学院, 黑龙江 哈尔滨 150025

DOI:10.61369/ME.2025110060

摘 要 : 在“双碳”目标引领下, 北方地区供暖系统的节能转型成为优化能源结构、削减碳排放的关键路径。北方冬季供暖周期长、能耗强度大, 传统供暖模式在能源利用效率与低碳发展要求间存在明显差距。节能转型借助技术创新、模式优化与系统协同, 达成供暖需求与低碳目标的有机融合。本文立足北方地区供暖特性与双碳目标要求, 从清洁能源替代、系统智能化升级、建筑端节能改造、政策机制协同四个层面, 探寻供暖系统节能转型的具体策略, 剖析技术应用与模式创新在提升能效、降低碳排放方面的作用, 旨在为北方地区供暖系统绿色低碳发展提供理论支撑与实践指引, 助力双碳目标分阶段达成。

关 键 词 : 双碳; 北方地区; 供暖系统; 节能转型; 低碳发展

Research on Energy saving Transformation of Heating Systems in Northern Regions under the Background of Dual Carbon

Wu Jiawei, Tao Peng, Guo Peizong, Shao Meina, Li Chunhui*

Heilongjiang University of Commerce, Harbin, Heilongjiang 150025

Abstract : Under the guidance of the "dual carbon" goal, the energy-saving transformation of heating systems in northern regions has become a key path to optimize energy structure and reduce carbon emissions. The winter heating cycle in the north is long and the energy consumption intensity is high. There is a significant gap between the energy utilization efficiency and low-carbon development requirements of traditional heating modes. Through technological innovation, mode optimization, and system synergy, energy-saving transformation achieves the organic integration of heating demand and low-carbon goals. This article focuses on the heating characteristics and dual carbon target requirements in the northern region, exploring specific strategies for energy-saving transformation of heating systems from four aspects: clean energy substitution, system intelligence upgrading, building energy-saving transformation, and policy mechanism coordination. It analyzes the role of technological application and mode innovation in improving energy efficiency and reducing carbon emissions, aiming to provide theoretical support and practical guidance for the green and low-carbon development of heating systems in the northern region, and help achieve the dual carbon target in stages.

Keywords : dual carbon; northern region; heating system; energy saving transformation; low-carbon development

北方地区作为我国冬季供暖的关键区域, 供暖能耗在建筑总能耗中占比颇高, 是能源消耗与碳排放的重点板块。近年来, 随着可再生能源技术的日益成熟、智能控制手段的广泛应用以及建筑节能标准的持续提升, 供暖系统的节能转型具备了技术可行性与实践条件。北方众多地区已开展清洁供暖试点, 通过“煤改气”“煤改电”、地源热泵应用等举措减少对化石能源的依赖, 同时借助智慧供暖平台优化能源调度, 取得了显著的节能减碳成效。这些实践充分表明, 供暖系统的节能转型不仅是实现双碳目标的必然选择, 也是提升供暖服务质量、推动能源结构转型的重要契机。在此背景下, 系统研究北方地区供暖系统节能转型的路径, 对于明确发展方向、凝聚转型合力意义重大。

课题信息: 2025年大学生创新创业训练计划项目, S202513300053

作者简介:

吴嘉伟 (2006.01-), 男, 浙江丽水人, 本科, 管理学;

陶鹏 (2005.05-), 男, 黑龙江讷河人, 本科, 管理学;

郭佩宗 (2006.08-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 本科, 管理学;

邵美娜 (2005.01-), 女, 黑龙江绥化人, 本科, 管理学。

通讯作者简介: 李春辉 (1983.12-), 男, 黑龙江绥化人, 硕士, 教授, 电气工程。

一、双碳背景下北方地区供暖系统节能转型的实践意义

（一）降低碳排放强度，助力双碳目标达成

供暖系统的节能转型通过减少化石能源消耗、提升能源利用效率，直接降低碳排放强度，是北方地区践行双碳目标的关键举措。在传统燃煤供暖中，煤炭燃烧过程会释放大量二氧化碳，而清洁能源替代可显著减少碳排放量。同时，系统能效提升进一步放大了减碳效果。借助智能调控实现按需供暖，避免“过量供暖”造成的能源浪费；通过余热回收技术利用工业废热、数据中心余热等补充供暖，减少一次能源消耗。这些措施协同作用，使供暖系统在满足热需求的同时，碳排放总量与强度同步降低，为北方地区碳达峰时间的提前与碳中和进程的加速提供保障^[1]。

（二）优化能源消费结构，增强能源安全保障

节能转型推动供暖能源从传统化石能源向清洁能源、可再生能源转型，有助于优化北方地区能源消费结构，降低对外购能源的依赖程度，提升能源安全保障能力。北方部分地区长期依赖煤炭供暖，不仅碳排放压力大，还面临煤炭运输成本高、储备压力大等问题，而可再生能源的本地化开发可有效缓解这一困境。

例如，东北地区可充分利用丰富的风电、光伏资源实现“风光蓄热”供暖，华北地区可推广地源热泵利用浅层地热能，西北地区可结合太阳能集热系统满足冬季供暖需求。这些清洁能源的本地化应用，减少了化石能源的长距离运输与储备需求，同时降低了能源价格波动对供暖成本的影响，从能源供给侧提升了供暖系统的稳定性与安全性^[2]。

（三）提升供暖服务质量，改善居民生活品质

节能转型并非以降低供暖温度为代价，而是通过精准供暖、稳定供热提升服务质量，增强居民生活舒适度。传统供暖系统常出现“冷热不均”现象，部分区域温度过高造成能源浪费，部分区域温度不足影响居住体验，而智能化控制系统可实现分区域、分时段精准调控，根据室外温度、建筑热需求动态调整供热量。

此外，清洁能源供暖减少了燃煤带来的空气污染，改善了冬季空气质量，间接提升了居民健康水平。如“煤改电”“煤改气”后，北方农村地区冬季雾霾天数显著减少，居民呼吸道疾病发病率下降，供暖系统的转型从“保温暖”向“保健康”拓展，实现了生态效益与民生效益的有机统一^[3]。

二、双碳背景下北方地区供暖系统节能转型的具体策略

（一）推进清洁能源多元化替代，构建低碳供暖能源架构

清洁能源替代是供暖系统节能转型的核心环节，需结合北方地区资源禀赋与技术条件，构建多元化的低碳能源供给架构。对于天然气资源相对丰富的地区，可稳步推进“煤改气”工程，配套建设高效燃气锅炉，同时推广冷凝式燃气壁挂炉，提升天然气利用效率；在电力供应充足且电价具备优势的区域，扩大“煤改电”覆盖范围，采用蓄热式电采暖设备，利用低谷电价降低运行

成本，减少对电网峰期负荷的冲击。

大力推广地源热泵、空气源热泵等可再生能源供暖技术，在地质条件适宜的地区，发展土壤源、水源热泵系统，利用浅层地热能满足供暖需求；在空气温度条件允许的区域，采用超低温空气源热泵，通过技术升级突破冬季制热效率瓶颈。同时，结合太阳能供暖技术，在新建建筑中推广太阳能集热器与常规供暖系统的结合，实现太阳能对化石能源的部分替代，形成“可再生能源为主、清洁能源为辅”的低碳供暖能源结构^[4]。

（二）推动供暖系统智能化升级，提高能源利用率

智能化升级通过精准调控与系统优化，实现供暖能源的高效利用，是节能转型的重要技术支撑。构建覆盖热源、管网、用户端的智慧供暖平台，整合气象数据、建筑热需求、管网运行状态等信息，通过大数据算法优化热源输出功率，避免“供大于求”的能源浪费。例如，根据次日天气预报调整当日供暖参数，在气温骤降前提前升温，在气温回升时适当降负荷，实现动态适配。

在管网环节推广水力平衡技术与智能监控设备，通过安装电动调节阀、热量表等装置，实时监测各分支管网的流量与温度，自动调节水力平衡，解决传统供暖中“近端过热、远端过冷”的问题；在用户端推广室温分控系统，支持居民根据需求调节室内温度，数据实时反馈至智慧平台，作为整体调控的参考依据。同时，应用数字孪生技术构建供暖系统虚拟模型，模拟不同工况下的能耗与供热效果，为系统优化提供决策支持，使能源利用效率大幅提升^[5]。

（三）加强建筑端节能改造，降低供暖能源需求

建筑端的节能改造通过减少热损耗，从需求侧降低供暖能耗，为节能转型提供基础支撑。严格执行新建建筑节能标准，推广被动式超低能耗建筑技术，在墙体、屋面、门窗等部位采用高性能保温材料，提升建筑围护结构的保温隔热性能，减少室内外热量交换。例如，采用三层中空玻璃窗、外墙保温层厚度增加至10厘米以上，可使建筑耗热量降低50%以上。

对既有建筑开展节能宜居综合改造，重点对老旧小区的围护结构、供暖系统进行升级，更换老化门窗为保温门窗，在外墙加装保温层，对室内供暖设施进行分户改造，实现按户计量、按需供热。同时，推广建筑热回收技术，在通风系统中安装热交换器，回收排风中的热量预热新风，减少供暖系统的热补充需求。通过建筑端的节能改造，从源头降低供暖能源需求，为后续的清洁能源替代与系统优化减轻压力^[6]。

（四）完善政策机制与协同体系，保障转型稳步发展

政策引导与多主体协同是推动供暖系统节能转型的重要保障，需构建“政策激励、市场驱动、公众参与”的协同机制。政府部门可出台财政补贴政策，对清洁能源供暖设备购置、智慧供暖平台建设、建筑节能改造等给予资金支持，降低转型初期的投入成本；完善峰谷分时电价、气价政策，引导用户错峰用能，鼓励蓄热式供暖技术应用，提高能源利用效率。

建立跨部门协同推进机制，统筹能源、住建、环保等部门资源，制定区域供暖系统节能转型规划，明确各阶段目标与责任分工；推动供暖企业与能源企业、技术服务商合作，形成“能源供

应—系统建设—运营维护”的全链条服务模式，如供暖企业与光伏企业合作开发“光伏+供暖”项目，实现能源生产与消费的一体化。同时，加强公众宣传教育，普及节能供暖知识，引导居民养成合理用热习惯，形成全社会共同参与节能转型的良好氛围^[7]。

三、双碳背景下北方地区供暖系统节能转型的支撑条件

（一）强化技术研发与成果转化，突破转型瓶颈制约

技术创新是支撑节能转型的核心动力，需加大供暖领域关键技术的研发投入与成果转化力度。聚焦可再生能源供暖技术的本土化适配，针对北方地区低温、严寒特点，研发高效空气源热泵压缩机、抗冻地源热泵系统等，提升设备在极端气候下的稳定性与能效；攻关智慧供暖的核心算法，开发更精准的负荷预测模型、管网优化控制程序，提高系统智能化水平。

建立产学研用协同创新平台，推动高校、科研院所与供暖企业合作，加速技术成果的工程化应用，如将实验室研发的低品位余热回收技术转化为适用于工业园区的供暖设备；鼓励技术引进与消化吸收，借鉴国际先进的低碳供暖技术经验，结合北方地区实际进行改良升级，形成具有自主知识产权的核心技术，为节能转型提供技术储备^[8]。

（二）完善基础设施建设，夯实转型硬件基础

基础设施的完善是节能转型顺利推进的前提，需统筹规划能源供应、管网改造等硬件设施。加强清洁能源供应网络建设，在“煤改气”区域配套建设天然气支线管网与储气设施，在“煤改电”区域升级改造农村电网，提高电力输送能力；优化热源布局，根据区域供暖需求建设分布式清洁能源热源，减少长距离管网输热损耗。

推进供暖管网的升级改造，对老旧管网进行保温修复或更换，降低管网热损失；建设智能化管网监测系统，在关键节点安装压力、温度、流量传感器，实现管网运行状态的实时监控与故障预

警。同时，结合新型城镇建设，将供暖基础设施与城市规划同步推进，在新城建设中预留清洁能源供暖设施用地，在旧城改造中同步实施管网与建筑节能改造，为节能转型提供硬件支撑^[9]。

（三）健全标准体系与评价机制，规范转型推进过程

标准化建设与科学评价能够引导节能转型有序推进，需建立健全供暖系统节能转型的标准体系与评价机制。制定清洁能源供暖设备的能效标准、智慧供暖系统的技术规范、建筑节能改造的验收标准等，明确转型过程中的技术要求与质量底线；统一碳排放核算方法，建立供暖系统碳排放计量标准，为减碳效果评估提供依据。

构建节能转型效果评价体系，从能耗降低、碳排放减少、供暖质量提升等多维度进行综合评估，定期发布区域供暖系统节能转型报告，总结经验并优化调整策略；引入第三方评估机构，对转型项目的技术可行性、经济合理性、环境效益进行客观评价，确保转型措施的科学性与有效性，推动供暖系统节能转型向规范化、高质量方向发展^[10]。

四、结束语

双碳背景下北方地区供暖系统的节能转型，是一项复杂的系统工程，需通过清洁能源替代、智能化升级、建筑节能改造与政策协同的多维度发力，实现从“高碳依赖”到“低碳高效”的转变。这一转型不仅能显著降低供暖领域的碳排放，助力双碳目标实现，还能优化能源结构、提升供暖服务质量，带来生态、经济与社会效益的多重提升。

随着技术的持续进步与机制的日益完善，北方地区供暖系统的节能转型将逐步深入，从试点探索迈向全面推广。未来，需不断强化技术创新、基础设施建设与政策引导，凝聚政府、企业、公众的协同合力，推动供暖系统向更绿色、更高效、更智能的方向发展，为北方地区的可持续发展与双碳目标的如期实现筑牢坚实基础。

参考文献

- [1] 曾卓禹. 北方地区建筑供暖系统的节能措施与效果分析 [J]. 居业, 2024, (06): 142-144.
- [2] 邹庆国. “双碳”目标下哈尔滨加快推进清洁能源供暖研究 [J]. 学理论, 2023, (02): 84-86.
- [3] 林小岳. 双碳目标下我国北方供暖改进路径 [J]. 中关村, 2023, (01): 114-115.
- [4] 周晴晴, 赵六珍, 郝放, 等. “双碳”背景下低碳供暖体系与能源消费结构构建与优化 [J]. 上海企业, 2023, (10): 30-32.
- [5] 徐诗佳, 郝欣玉, 周文字, 等. 节能理念下旧改建筑空间结构的供暖方式探究 [J]. 居舍, 2024, (33): 165-168.
- [6] 安栋. 节能环保技术在供暖通风系统中的应用研究 [J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(08): 136-138.
- [7] 朱雪华, 杨智瑜. 寒冷地区既有居住建筑供暖改造与节能分析 [J]. 建筑与预算, 2023, (06): 47-49.
- [8] 武根峰, 石莹, 钟安琪, 等. 双碳目标下热泵供暖技术节能评价与分析 [J]. 建设科技, 2023, (23): 76-80.
- [9] 樊兴, 尹甲丁. 供热系统中节能技术的实施策略 [J]. 智慧中国, 2023, (05): 90-91.
- [10] 郝志民. 集中供热节能控制终端设计思路构建 [J]. 居舍, 2021, (21): 82-83.