

热泵供暖在北京的发展

热泵应用及推广至北方地区冬季供暖的建议

中国建筑科学研究院有限公司 建科环能科技有限公司：杨灵艳，徐伟
睿博能源智库：陈晶盈，何泉，Max Dupuy

引言

热泵是实现可再生能源高效利用的技术路径，是热电转换的最佳途径，是全球公认的节能减碳技术措施。我国清洁取暖国家战略的实施，推动了热泵供暖的广泛应用，但是与北方地区整体的供暖规模相比，热泵供暖占比仍然较低，具有广泛的应用空间，因此需要从政策支持、技术路径和经济性提升上进一步发力。作为全国“煤改电”先进示范区域，北京制定了多项清洁取暖政策，从建筑用能层面推动节能降碳。本文着重回顾了北京出台的用于支持热泵供暖的相关政策和技術路径，并提炼出几点可供北方其他地区借鉴参考的建议。

推广热泵提供政策支持的重要性

热泵技术作为可再生能源利用的关键技术，得到了我国各级政府的大力支持。以法律法规、专项条例等政策文件形式，约定行政区域，行业类别或者范围内的应用要求。这些政策在推动可再生能源热泵技术应用方面起到了关键的作用。国家级政策奠定可再生能源利用的法律基础，在国家重大发展战略中多次明确可再生能源利用在我国能源体系中的重要作用，随着热泵技术在可再生能源利用领域及节能减排方面的贡献不断扩大，政策机制从可再生能源应用支持进一步明确为支持热泵技术应用，说明热泵技术的低碳高效性在我国得到了进一步的认可，在“双碳”目标的引领下，未来的推广力度会持续加强。

北京推广热泵采暖政策梳理分析

地方政府因地制宜，将资源禀赋与自身需求相结合，积极制定系列政策。北京市的热泵政策具有先发性和持续性，早在2013年开始，北京市发布了压减燃煤和清洁能源建设政策¹²，以改善大气污染为目标，推动供暖方式变革。制定实施方案《北京市2013-2017年清洁空气行动技术重点任务分解》提出能源结构调整、大气污染治理任务分解，制定了具体的煤改电目标，自2014年每年支持电网扩容，新增10万户电采暖供暖能力，力争每年完成5万户电采暖改造，新增热泵供暖面积目标500万平方米。政策制定目标明确，路径清晰，并且明确牵头单位、相关责任单位、具体责任人等，确保政策的有效实施，落实到位。为北京市清洁取暖奠定了良好的基础，使其在分散散煤治理，农村煤改电等工作上，走到了全国前列。

在政策实施周期后，北京市统计局针对居民煤改清洁能源成效在全市开展了专项调研³，经过实际应用效果比较和综合的环境、技术、经济性分析，最终选择热泵采暖作为电代煤的主要技术形式。在被调研住户中，共有275户采用煤改空气源、地源热泵方式，占总户数的一半以上，煤改天然气的有120户，占比为22.4%，蓄热式电采暖器占比18.5%，其余7.8%为电热锅炉等其他形式。调研结果显示，蓄热式电采暖器平均能源消耗下降17.9%，天然气方式采暖能源消耗下降13.5%。地源和空气源热泵平均能源消耗下降17.6%，紧追蓄热式电采暖之后。而热泵在郊区的节能效果更加明显，能源消耗下降达到20.1%，为四种方式中最优。通过各项清洁能源改造技术实施的后评估，明确了不同技术间适用性和差异性，总结了热泵在各种供热技术之间的优势并确定其作为电代煤的主要技术形式，为下一步政策制定奠定了基础。

2017年国家实施清洁取暖战略，北京市基于前期的工作基础，发布了《2017年北京市农村地区村庄冬季清洁取暖工作方案》，明确提出集中的热泵清洁取暖项目由市政府固定资产投资按照一定比例支持。《2018年北京市农村地区村庄冬季清洁取暖工作方案》，提出各类补贴方式，包括对实施“煤改电”的用户按照采暖面积进行热泵安装补贴，并有晚间采暖低谷电价的补贴。北京市对热泵系统初投资及运行费用都进行补贴，之后更有持续更新补贴力度和补贴要求，显著提升了热泵系统的经济性，推进了地区的清洁供暖工作。

北京市更有政策针对热泵设备质量提出要求。《北京市2017年农村地区冬季清洁取暖工作推进指导意见》，在明确技术路径的基础上，进一步提升了对产品品质的要求：禁止推广使用没有节能特点的“直热式”电取暖设备，限制使用蓄能式电暖器；引导住户使用能效比（COP）较高的空气源热泵、地源热泵设备。加强招标管理，严格企业选拔条件和产品质量：需提供具备资质的国家级空调设备质量监督检验机构出具的检验合格报告，检验报告涵盖GB/T 25127.2规定的名义工况及低温工况制热性能，要求名义工况下COP大于2.1，IPLV（H）大于2.4；在-20低温工况时，不使用电辅加热情况下的COP \geq 1.6；空气源热泵在室外空气干球温度 \geq -20 $^{\circ}$ C时，制热最高出水温度应能达到50 $^{\circ}$ C以上，在空气干球温度 \geq -25 $^{\circ}$ C时应能正常无电辅热启动。后续2018年又提出将产品品质要求进一步提升，要求名义工况下COP大于2.2，IPLV（H）大于2.6；在-

¹ 北京市人民政府. (2013年9月12日). 《北京市2013-2017年清洁空气行动计划》京政办发〔2013〕27号.
https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj/szfwj/201905/t20190523_72673.html

² 北京市人民政府办公厅. (2013年8月23日). 《北京市2013-2017年加快压减燃煤和清洁能源建设工作方案》京政办发〔2013〕45号.
https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj/bqtwj/201905/t20190523_75448.html

³ 《热泵市场》杂志. (2017年12月). 北京市统计局发布煤改清洁能源调研报告：空气源热泵最节能！<http://www.cnste.org/html/zixun/2017/1205/2340.html>

20低温工况时，不使用电辅加热情况下的COP \geq 1.8。北京市地区空气源热泵产品应用提升，推动了产品国标修编后对产品性能指标的提升。为了有力保障清洁取暖战略实施，还发布了《2020年北京市农村地区冬季清洁取暖工作实施方案的通知》，要求各区要建立售后服务保障工作。

以上系列政策的制定，保障了北京市清洁取暖工作的顺利实施，使其取得了良好的效果及减排效益，直接推动北京市成为全国的热泵供暖先进地区。在“双碳”战略目标指引下，北京市能源政策进一步提升对可再生能源利用和热泵技术的重视，2022年2月，北京市人民政府印发《北京市“十四五”时期能源发展规划》提出到2025年，新增可再生能源供热面积4500万平方米，可再生能源供热面积占比达到10%以上，新增能源消费优先由可再生能源替代，可再生能源消费比重力争提高4个百分点，达到14.4%以上。2022年2月市政府印发《北京市新增产业的禁止和限制目录(2022年版)》禁止新建和扩建：热力生产和供应中燃煤、燃油热力生产，燃气独立供暖系统（不具备可再生能源供热条件的除外，居民自行安装燃气壁挂炉采暖除外）。同时北京城管委和发改委发布了专门的《〈北京市新增产业的禁止和限制目录(2022年版)〉热力生产和供应业管理措施》提出采用新能源和可再生能源供热或耦合常规能源供热。耦合常规能源供热方案中，新能源和可再生能源供热装机占比不低于60%。2023年10月北京发改委等十个部门联合印发《关于全面推进新能源供热高质量发展的实施意见》，京发改〔2023〕1309号，融合了上述燃气独立供暖系统的限制和新能源供热装机占比的要求，不但延续到2025年可再生能源供热面积占比达到10%的目标，更添加到2023年占比达到15%的目标。1309号文重点关注热泵利用率提升，明确了新能源供热替代燃气供热的发展方向，并对新能源供热的资源探索和利用给出详细指导。

由上面可知，北京市政策体系对于热泵应用的支持具有较好的持续性。起步于大气污染治理，强化于清洁取暖，升华于“双碳”战略。技术路径方向明确，能效要求不断提升。从最初的压减燃煤、减少污染物排放、选择电和燃气作为替代能源，到现在的明确支持热泵推广应用、落实热泵项目专项资金、政策引导技术标准，持续提升热泵供暖经济性。在国家提出“双碳”战略之后，北京市从清洁能源替代技术在具备技术基础和支撑力的条件下，将高碳排放的传统燃煤燃气供热形式列入禁限名录，并制定有明确年份和可测量的供暖改革目标，对热泵技术应用给予了强有力的支撑并取得了良好的应用效果。

北京推广热泵供暖取得的成就

在上述政策的叠加作用下，北京市取得了良好的供暖清洁改造效果。2022年，北京市地热及热泵（含空气源热泵）利用量为88.6万吨标准煤，比2021年增长2.5%，占可再生能源开发利用总量的9%；其中空气源热泵折合40.7万吨标准煤，比上年增长3.5%。全市地热及热泵（含空气源）供热面积共计10493.7万平方米，较上年增加296.7万平方米。其中，深层地热能供热面积共计99.6万平方米，浅层地温能（包括土壤源和水源热泵）供热面积3482.5万平方米，再生水源热泵供热面积129万平方米，空气源热泵供热面积6782.6万平方米。现存新能源供热每年可替代燃气约8亿立方米，减少二氧化碳排放170万吨，节能减排效果显著。

技术路径的科学选择

北京市取得优秀的热泵应用成果，除了其完善的政策支持体系外，明确的低碳发展技术路径也是成果取得的关键。尤其是在以大气环境治理为主要目标的第一发展阶段，迫切需要采用清洁能源代替散煤燃烧，降低污染。基于北京市集中供热现状和基础，考虑集中供热的高能量密度需求，北京市开展了集中供热热源清洁化改造。对于分散式热源的清洁化改造有燃气壁挂炉、电蓄热锅炉、蓄热电暖气、直热电暖气和热泵等多种形式，经过实际应用效果比较和综合的环境、技术、经济性分析，最终选择热泵采暖作为电代煤的主要技术形式。

可供北方地区借鉴参考的一些建议

在“双碳”战略目标提出之后，北京市以全社会减碳量为目标，综合考虑我国的能源结构和价格系统，对比多种技术间的减碳效益和经济成本，鼓励可持续长期减碳的高效热泵技术发展，禁止、限制新增及改建热源中高碳排放的燃煤、燃气供热占比，为北方地区城市供热发展提供了积极参考。

北方地区以传统的集中供热方式为主，在清洁低碳供暖的目标指引下，应对自身低碳供暖的技术路线开展积极思考。北京市的发展经验可为其他北方城市提供参考，尤其是技术路线的制定以及政策支撑体系的建立。对于从清洁取暖战略到“双碳”战略的延伸，低碳技术的选择提供了良好指导，为京津冀地区部分前期大气污染治理阶段以燃气代煤的技术路径城市，转向“双碳”目前阶段以高效热泵电代煤转换提供了样板。以下几点建议供参考：

- **加强推广新能源取暖。**将“电代煤”、“电代气”列为工作重点，明确高效热泵技术的“替代”效果。“清洁取暖”中通常将天然气列为清洁供暖项目一类，供暖改造的宣传力度通常也与高效热泵供暖技术持平。但随着电力系统的深入改造和热泵技术的发展，热泵的降耗减碳能力已经与天然气拉开一段距离。北京的《新能源供热》政策在原有的清洁取暖政策上更进一步，用“新能源取暖”一词代替“清洁取暖”，明确将天然气也列为被“替代”的一类能源并禁止建设燃气独立供暖系统。
- **提供热泵应用财政支持。**制定或延续专项资金支持，对使用高效热泵技术的项目提供初投资和运行费用提供资金补助，激励企业和居民选择热泵进行供暖改造，并逐渐减少对化石能源供暖的资金支持。
- **与城市规划目标一致。**替代推进过程需与城市建设规划和产业结构调整步调协调，同时结合国家和城市的“双碳”目标，对未来可能削减的工业和火电热电联产的余热，要充分考虑项目存续周期，论证余热利用的经济性后再投入建设，避免推高社会层面上实现“双碳”目标的经济成本和社会成本。
- **制定清晰可行的指标。**设定有科学依据、逐步增量的新能源供热采用目标，比如明确多少平方米供热面积改造等。北京近年的各项供热政策对新能源供热装机占比和新能源供热面

积占比都提出了逐步递增的要求。以全国“双碳”目标为背景，为地区供暖制定高标准的供暖低碳转型路径指导目标^{4 5}并严格执行，才能更大力度地实现供暖清洁改造。

- **促进热泵设备质量提升。**随着时间的推移，早期安装的设备开始老化或者效率下降，在设备更新时，应考虑采用前沿的产品质量要求，引导更新或新购设备用户选择能效比高并且性能稳定的供热设备。同时根据科技进步，定期更新质量要求，保证产品市场优质的同时加速环境目标达成。

总结

国内外诸多机构会定期开展能源转型的研究，包括对全面减碳路径的分析，以及对各个领域的发展建议。在中国宏观经济研究院能源研究所等机构的一份报告中，根据“双碳”目标制定出的建筑行业碳减排路径的分析推断，最优方案是利用高效的电力供暖替代剩余的燃煤供暖，同时要避免投资新建天然气。如果北方地区继续大规模投资燃煤锅炉和燃气锅炉，将延长实现“双碳”目标期限⁶。热泵供暖是北方地区供暖技术体系的重要组成部分，其高热电转换效率、低碳排放、清洁无污染的技术特性，决定其在我国双碳战略目标下，应用范围和占比仍会进一步提升。为加速部署热泵供暖项目实施，深入推动热泵技术应用，当前的重点是吸收先进城市地区政策管理经验，科学地制定城市低碳供暖应用目标，严格制定技术质量要求。通过几个方面的综合作用，提升热泵供暖的竞争力，使其在国家的能源结构调整和“双碳”目标建设中发挥更大的作用。

⁴ 鲁玉成. (2023). 碳中和愿景下北京供热行业低碳转型路径分析. 《中国能源》杂志2023年第8期. <http://www.zhqny.org.cn/Detail.aspx?newsId=8765&Tid=345>

⁵ IEA, 清华大学. (2024年3月). 中国热泵的未来. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps-in-china?language=zh>

⁶ 陈晶盈, Max Dupuy. (2024年3月). 对建筑行业碳减排路径的探讨. <https://www.raonline.org/blog/building-sector-decarbonisation-china-cn/>



Regulatory Assistance Project (RAP)[®]
Belgium · China · Germany · India · United States

CITIC Building, Room 2504
No.19 Jianguomenwai Dajie
Beijing, 100004

+86 10 8526 2241
china@raponline.org
raponline.org

中国北京市建国门外大街 19 号
国际大厦 2504 室
100004