

提升热泵市场竞争力值，推动北方地区热泵应用

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：Max Dupuy，陈晶盈，何泉

引言

科学合理地引导供热碳减排，是引领中国达成“碳达峰、碳中和”目标的基础。热泵供热贴合终端用能电气化的发展趋势，已经在北方的住宅小区或大型建筑中形成了一定规模的区域分布式供热体系，有效替代了部分煤炭或天然气供热需求，并积累了丰富的应用经验。然而，尽管今年3月的《推进建筑和市政基础设施设备更新工作实施方案》要求在更新改造分布式供热设施时“优先改造为各类热泵机组”¹，并且国家和各级政府清洁取暖和“双碳”战略框架下出台了多项支持政策，但热泵在整体供热方式中的占比仍然较低。真正具有生命力的先进技术推广，必须是具备市场竞争力，能够被供热企业自主选择的。

尽管热泵具备高效和环保的优势，但因多种因素，包括化石燃料的优惠政策和未全面量化的电网协同效益，热泵的推广仍面临挑战。现阶段，热泵的运行成本给供热企业造成了一种高于其他技术选择的错觉。因此，还需积极探索能够彰显热泵真正价值的方式，并寻找提升其市场竞争力的有效途径。

本文针对中国北方的供热模式，探讨三项政策措施，以更公平地体现热泵的实际优势。

¹ 住房和城乡建设部. (2024年3月27日). 《推进建筑和市政基础设施设备更新工作实施方案》. “重点淘汰35蒸吨/小时及以下燃煤锅炉，优先改造为各类热泵机组。” https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztlz/ddqmsbgxhxfvjhx/qzdt/202404/t20240417_1365729.html

有序取消化石燃料补贴，构建以新能源为主的供热模式

世界上许多国家曾为供热使用的化石燃料提供补贴。因化石燃料长期主导着全球供热行业，并且供热是日常生活的重要组成部分，这一做法曾被视为稳定民生的合理措施。然而，随着可再生能源供热技术的进步和成本的下降，以及各国雄心勃勃的减排目标，这一局面正在发生改变。如今，取消化石燃料供热补贴已成为全球政策制定者面临的重要课题。

在中国，“1+N”顶层设计、《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，以及各地的具体实施方案，均明确了供热行业脱碳的路线和目标，这些行动体现了建筑行业为实现“双碳”目标作出的重要贡献。然而，仍然需要解决剩余的供热化石燃料补贴。国家能源局在2017年《关于促进可再生能源供热的意见》的编制说明中指出：“城镇供热市场化程度低，城镇供热市场对社会投资开放不够，供热企业靠政府补贴生存，拥有新技术和成本优势的可再生能源供热企业很难进入城镇供热市场。”²。供热企业依赖政府补贴维持运营，与可再生能源供热企业的市场竞争力低，已成为阻碍清洁供热发展的关键问题。

持续的供热化石燃料补贴不仅导致供热行业偏离绿色低碳的发展路线，还增加了整体社会成本。有研究指出，整个经济层面上存在化石燃料价格扭曲现象，使得天然气和煤炭的价格低于其真实成本，未能反映实际的能源成本、资源稀缺性，和环境外部性，导致化石燃料过度消费，并削弱了资源的有效配置³。虽然这研究并未专门针对供暖行业，但其结论同样适用。此外，地方政府通常明确向供热企业表示在天然气价格大幅上涨时进行干预⁴。这种做法使供热企业免受燃料价格波动风险的影响，且增加了天然气供暖设备的投资吸引力。这些现象叠加的结果便导致了一个不良循环，即供热企业需要依赖政府补贴，又因化石燃料补贴而吸引更多投资，使得清洁供暖方案（如热泵）显得成本更高，削弱了其市场竞争力，也验证了化石燃料过度消费和削弱资源有效配置的结论。

减少化石燃料价格扭曲最理想的方法是取消化石燃料补贴，特别是针对处于供热设备升级关键点的企业。在充分考虑社会成本（包括环境和健康成本）和确保供热可靠性后，政策制定者可以考虑：有序地取消对煤炭和天然气供热的燃料补贴；通过适当的激励措施，鼓励企业提前淘汰高碳设备；在供热企业新装化石燃料供热设备时，要求支付不含补贴的化石燃料价格，同时承担设备生命周期内的燃料价格波动；支持“煤改电”与“气改电”，对现有化石燃料供热设备传递出“取消现有天然气补贴”的信号。通过这些措施，化石燃料和电力的相对价格可以更准确地反映其真实的社会成本，使热泵的市场竞争力得到提高，并推动供暖市场向更可持续的方向转型。

如果取消化石燃料补贴的进展缓慢或遇到阻力，政策制定者可以考虑采用“次优”策略，即为面临商业电价的供热企业（如由第三方运营的热泵供热系统）制定专门的优惠电价政策⁵。在

² 《关于促进可再生能源供热的意见（征求意见稿）》编制说明。 <http://zfxqk.nea.gov.cn/auto87/201704/P020170424554048766183.pdf>

³ Sha,R.,Qian,J.,Li,C.,Ge,T.(2024) A win-win opportunity for economic growth and carbon emissions reduction in China: The perspective from correcting energy price distortions. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X24001135>

⁴ 例如，北京朝阳区颁发“区财政及时拨付2023-2024供暖季供热燃料补贴资金” <http://www.bichy.gov.cn/affair/caizhengsz/zdxxj/4028805a8f94e6d9018f953a2a960159.html>

⁵ 杨灵艳，徐伟，周权，王仕杰。(2022). “热泵应用现状及发展障碍分析”也概括了此方案。

2013到2021年的清洁取暖阶段，各示范城市基本都为热泵供热项目提供了电价优惠政策，部分优惠力度更甚于居民电价，对热泵供热在清洁取暖初期的迅速推广起到了重要作用。在政府依然为化石燃料供热保“价”护航的情形下，优惠电价可以有效缓解由此产生的价格扭曲。通过电价调整，政策制定者能够在现有框架下间接支持低碳供热技术，推动供暖行业实现低碳、高效的发展。

将供热企业纳入碳排放权交易体系

碳排放权交易（以下简称“碳交易”）通过市场机制，将外部环境成本内部化，以最小化减排成本推动温室气体减排。中国现行的全国碳交易市场主要针对电力行业的碳排放进行管理，电力生产过程中的碳排放受到配额限制并需承担相应的附加排放成本。由于热泵供热依赖电力驱动，其运行间接承担了相应的碳排放成本。然而，除热电联供的大型供热方式之外，区域化石燃料供热并未被纳入全国碳交易，导致这些供热方式的环境成本未能充分体现。这种不对称的碳成本分配在一定程度上使热泵在供热市场上显得“成本高昂”。

将供热企业，无论是电力驱动的热泵，还是燃烧化石燃料的锅炉，纳入碳排放权交易体系，是从根本上解决市场失衡的一种方式。作为领先的碳排放权交易试点，部分地区已经将碳排放核算单位扩展至热力生产行业⁶。进一步发展和完善碳排放交易体系，将所有供热单位，包括区域分布式供热，纳入碳排放交易体系，能更正确地反映供热能源的环境效益，有助于营造更公平的竞争环境。热泵凭借其高效、环保的优势，将在供热市场上展现更强的竞争力，其真正价值也将得到更广泛的认可。

补偿热泵供热作为需求侧资源的价值

随着可再生能源在电力系统的占比不断提高，电网对平衡和调节能力的需求日益突出。热泵作为一种灵活的需求侧资源，具有实现电网和供热高效协同的潜力。挖掘热泵的需求响应能力并完善补偿机制，不仅能降低其运行成本，还能优化电力系统的整体运行效率。

热泵供热作为一种高效的电力驱动技术，可以灵活调整运行时间。在可再生能源高发、电力需求低谷时段，热泵可以将电能转化为热能，储存到系统热水或蓄热装置中，降低电网消纳可再生能源的压力；在电力低发时段，热泵则可以减少用电或利用先前储存的热量，从而减少电网负荷。集中调控热泵出力，提升或降低一到两度不会显著影响用户感受，却能显著改善电网的供需平衡。这不仅提升了电网的低碳化和可靠性，需求响应的补偿还能提升热泵的经济性。

山东威海的空气源热泵负荷动态调控试验证实了区域分布式热泵作为需求侧资源的潜力和价值，通过电网调控实现用电量柔性调节，并为热泵用户带来了收益。2021年3月，山东威海完成了全国首次省市两级日内万千瓦级空气源热泵负荷动态调控试验，最大上、下调节热泵功率1.2

⁶ 北京市生态环境局关于做好2023年本市碳排放单位管理和碳排放权交易试点工作的通知

<https://sthj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxqk69/zfxqk43/fdzdqknr2/zcfb/hbjfw/326071951/326091327/index.html>

湖北省2022年度碳排放权配额分配方案 http://sthjt.hubei.gov.cn/fbjd/zc/zcwi/sthjt/ehh/202311/t20231107_4929757.shtml

万千瓦。尽管只占威海电网最高负荷的0.5%，但却是柔性调控等关键技术的重大突破。实验显示，通过峰谷电价差，空气源热泵的年运行成本预计节省10%左右，充分体现了热泵在参与电网调节中的经济性和高效性⁷。2022年迎峰度夏期间，国网威海供电公司继续深挖热泵空调类负荷调节潜力，成功降低空调用电负荷300千瓦，接近山东电网制冷最高负荷的7.5%，继续证明了热泵作为需求侧资源的价值⁸。

进一步改进分时电价的设计，更好地反映电力系统成本差异，能更好地激励热泵提供需求侧资源，在平衡电力供需的同时进一步提升其市场竞争力。科学、透明地完善分时电价和季节性电价的设计，能更准确地反映电力系统短期和长期边际成本，体现可规避的长期边际成本，并更准确地引导热泵响应电力系统。分时电价差额也能够予以热泵用户合理的经济补偿，降低运行成本，进一步推广热泵应用。对于未参与电力市场，直接由电网调控的需求侧资源（包括热泵供热系统），应建立完善的补偿机制，激励更多用户和企业选择更低碳的热泵供热并参与资源调动⁹。

总结

热泵的推广虽面临挑战，但在中国北方的住宅小区和大型建筑的区域分布式供热系统中，热泵具有广阔的应用前景。通过合理的政策引导，确保供热大环境和配套政策更公平地体现热泵的真正价值，才能令其在供热市场中发挥更大的作用，加快建筑领域的电气化进程。本文基于热泵供热的应用现状，提出了以下政策建议：

- **有序取消化石燃料补贴：**促进公平竞争，适度让供热企业承担化石燃料价格波动风险，从而推动供热系统的低碳、高效改造。
- **将供热行业纳入全国或省、市级碳市场：**通过市场机制揭露不同供热方式的真正运行成本，配合国家和省级的建筑领域节能降碳方案，推动高效碳减排。
- **补偿和提升热泵作为需求侧资源的潜力：**通过需求响应提升电网系统对可再生能源电力的消纳能力，优化电网运行，由需求侧资源的经济效益降低热泵的运行成本。

第三项建议为供热企业的商业模式开辟了新的收入来源，因此尤为重要。

虽然这些政策建议在全球范围内被认为具有挑战性，许多政策制定者也担心会影响供暖的稳定性和经济性，为百姓带来不好的体验。但从综合的低碳社会发展来看，这些建议有助于推动区域分布式供热向更加稳定、清洁、实惠的供热方式转型，尤其是在作为一个精心设计的“政策包”的一部分时。

以上措施有助于提升热泵供热与市场竞争力和显现出真正价值，使其获得长久应用的生命力，并推动规模化推广。除此之外，还可以考虑向供热企业进一步推广实时电价政策，以传递更准确

⁷ 国网威海供电公司完成全国首次省市两级日内万千瓦级空调负荷调控试验 https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_11894685

⁸ 山东威海公司：建成中央空调负荷柔性调节示范工程 <https://m.bjx.com.cn/mnews/20230410/1299829.shtml>

⁹ 这一领域将是RAP未来研究的重点课题之一。

的价格信号¹⁰；持续推进建筑节能降碳工作，推广“深度节能改造”方案以进一步降低热泵运行费用¹¹。此外，完善相关的市场激励机制和技术支持政策也是推动热泵广泛应用的关键。

热泵的推广不会一蹴而就。制定明确的目标规划，借鉴成功的推广范例，并灵活地寻求突破障碍的方式，能助力实现清洁供热和减污降碳的协同推进。

¹⁰ 睿博能源智库（2023）北美实践：向大型用户开启实时电价. <https://www.raonline.org/knowledge-center/us-experience-real-time-price-for-large-customers/>

¹¹ 陈晶盈（2024）建筑节能箭在弦上，供热物理“外挂”势在必行. <https://www.raonline.org/blog/building-energy-efficient-and-heat-pump/>



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