



简版报告

低碳供热技术价格机制研究

——以居民热价为例



版权说明

版权归自然资源保护协会 (NRDC) 、北京计科能源新技术有限公司 (Beijing Jike Energy New Tech Co., Ltd) 所有，转载或引用请注明来源。对报告如有建议或疑问，请联系 hhuang@nrdc-china.org。

项目单位及研究人员

自然资源保护协会：黄辉、吴婧涵、林明彻

北京计科能源新技术有限公司：蔺一、车阳、李晖、于颖、高晓彤、刘倩



自然资源保护协会 (NRDC) 是一家国际公益环保组织，成立于 1970 年。NRDC 拥有 700 多名员工，以科学、法律、政策方面的专家为主力。NRDC 自上个世纪九十年代中起在中国开展环保工作，中国项目现有成员 40 多名。NRDC 主要通过开展政策研究，介绍和展示最佳实践，以及提供专业支持等方式，促进中国的绿色发展、循环发展和低碳发展。NRDC 在北京市公安局注册并设立北京代表处，业务主管部门为国家林业和草原局。



北京计科能源新技术有限公司 (Beijing Jike Energy New Tech Co., Ltd) 成立于 1992 年，系国家发展和改革委员会能源研究所全资公司，属国家高新技术企业。自成立以来，公司始终专注于能源研究与系统建设领域，业务范畴涵盖能源政策咨询、能源发展战略规划、高耗能行业节能减排、新能源及城市节能减排发展规划等领域的研究与咨询，并提供能源相关领域的调研、管理、评估及评价等专业服务。公司与联合国开发计划署 (UNDP) 、世界银行 / 全球环境基金 (GEF) 、可再生能源和能源效率合作伙伴等国际组织保持长期紧密合作关系，多次承担相关课题研究任务，具备丰富的国际项目合作经验。

所使用的方正字体由方正电子免费公益授权

封面图片：北京市密云区太师屯镇空气源热泵清洁供暖项目 | 图源：Huang Hui/NRDC

目录

前言	1
第一章 我国居民供热发展现状与趋势	3
1.1 居民供热技术现状与发展趋势	3
1.2 居民供热价格机制现状与趋势	6
第二章 典型欧美国家供热市场管理和定价机制对我国的启示	16
2.1 典型欧美国家供热市场管理和定价机制发展概况	16
2.2 典型欧美国家供热价格机制研究对我国的启示	19
第三章 居民供热领域低碳供热技术价格水平分析	22
3.1 区域案例设定边界及低碳供热技术成本衡量基准	22
3.2 居民供热领域低碳供热成本水平分析	23
3.3 低碳热源供热成本影响因素敏感性分析	25
3.4 居民供热领域低碳供热技术成本水平分析小结	29
第四章 问题与建议	32
4.1 存在问题	32
4.2 相关建议	34
参考文献	40

前言

在全球积极应对气候变化、推动能源系统低碳转型的宏观背景下，建筑供热领域的碳排放问题已成为制约全球能源低碳转型进程的关键议题之一。根据国际能源署（IEA）的数据，建筑物运营相关的能源总量和碳排放量分别占全球最终能源消费的30%和能源相关排放的26%，建筑物近一半的能源需求用于空间供暖和热水供应，60%以上的供热需求由化石燃料满足，产生二氧化碳排放量占建筑部门排放的40%以上。即便根据IEA《可再生能源2024》报告预测，2024—2030年全球建筑供暖现代可再生能源使用量将增长45%、2030年份额提升至24%，但化石能源主导的供热格局仍需系统性突破。聚焦我国，根据中国建筑节能协会《中国城乡建设领域碳排放研究报告（2024版）》报告，以供暖为主的城镇及农村住宅运行碳排放占全部建筑运行排放的近60%。考虑到我国90%以上的供热需求依赖煤炭、天然气等化石能源^[1]，这不仅加剧了环境压力，更对我国能源供应安全构成挑战。在此背景下，推动低碳供热技术应用规模提升，已成为我国实现供热领域低碳发展、支撑能源供给安全、达成“双碳”目标的核心举措。

然而，低碳供热技术的规模化推广面临多重制约，其中居民供热价格机制相关问题尤为突出，已成为制约低碳供热技术规模化应用的核心障碍。一是，我国居民供热价格实行政府直接调控模式，为保障民生需求，定价方式以面积定价为主，仅少数地区试点推行两部制热价，价格形成机制缺乏必要的灵活性，且与定价市场化程度更高的工商业供热定价机制形成了显著的交叉补贴机制——工商业供热价格中高于成本的部分，被用于补贴居民供热价格，虽在短期内保障了居民（尤其是低收入群体）的基本用热权益，但从长期发展视角看，易导致热力企业经营亏损，且对两部制热价在居民领域的推广形成制约，不利于供热行业的良性循环发展与节能目标的实现。二是，受政府调控定价与交叉补贴机制的双重影响，居民供热价格多锚定于传统化石能源供热成本，价格水平刚性较强，低碳供热的平均单位热值成本显著高于传统化石能源供热，成本与价格的错配导致供热企业因盈利压力却步。三是，现有居民供热定价机制未充分将低碳供热技术的高前期投入成本与环保价值纳入定价考量范畴，叠加部分地区缺乏配套的成本分摊政策与价格疏导机制，导致低碳供热难以形成成熟的盈利模式，进一步削弱了热力企业应用低碳供热技术的动力。

可见，居民供热价格的政府调控属性、与工商业供热间的交叉补贴矛盾，以及定价机制对低碳属性的忽视，阻碍了低碳供热技术的规模化推广，制约着我国供热领域的整体低碳转型进程。优化居民供热价格机制既可以缓解低碳供热成本压力、引导市场资源向低碳领域配置的核心工具，也能破解当前技术推广困境、

推动供热领域低碳转型。因此，本研究选择居民供热价格机制作为核心研究对象，通过系统梳理我国居民供热价格机制的现状与问题、总结国际先进经验、测算比较不同低碳供热技术的成本，探究低碳供热成本的有效传导路径与居民供热价格机制的优化方向，并提出针对性优化建议，以期为完善我国居民供热价格机制、促进低碳供热技术发展提供理论支撑与实践参考。

第一章

我国居民供热发展现状与趋势

1.1 居民供热技术现状与发展趋势

1.1.1 我国“煤气电”供热技术发展简史

在我国供热发展进程中，燃煤供热、燃气供热与电热泵供热技术均具有关键地位。

燃煤供热为早期主导技术，自20世纪50年代起通过热电联产、锅炉供热等形式广泛应用，奠定城市集中供热基础；近年来，受环保要求提升推动，清洁燃煤技术逐步推广，持续保障居民生活供热基本需求。

燃气供热技术自1989年中法合作引进后快速发展，凭借能效与环保优势，在大城市及新建供热区域逐步替代燃煤供热成为主流方式，对提升供热效率、改善供热质量及推进节能减排具有重要作用。

电热泵供热技术起步较晚但发展迅猛，2008年以来在国家政策支持与财政补贴助力下，空气源热泵成为“煤改电”进程中的关键替代技术路径。其节能环保特性契合低碳转型需求，且具备制冷-供热双重功能的冷暖二联供热泵技术，以多用途优势进一步拓展供热领域多元化发展路径，为我国供热体系可持续发展提供有力支撑。

我国“煤气电”供热技术发展简史			
	燃煤供热技术	燃气供热技术	电热泵供热技术
21世纪技术多元发展	清洁燃煤供热技术快速发展；通过燃煤热电联产、燃煤锅炉房超低排放改造，显著降低供热过程中大气污染物排放；依托更先进技术与设备，实现高效热能生产与输配。	技术持续更新优化，能效与环保性能显著提升；在国家节能减排政策推动下，部分大型城市/新区中，燃气供热取代传统燃煤供热成为主流供热方式；政府出台政策限制、淘汰燃煤供热，为燃气技术发展创造广阔市场空间。	2008年起空气源热泵获政策支持，2017年进入国家重点节能低碳技术推广目录，叠加地方资金补贴，产业快速发展，成为“煤改电”重要替代途径；兼具采暖、制冷功能的二联供热泵逐渐普及，成为热泵市场主流。
90年代燃气技术引入	无显著发展。	1989年，中法燃气技术深度合作，我国引入法国先进燃气应用技术，以燃气壁挂炉为代表的燃气供热设备进入市场；20世纪90年代起，大量进口壁挂炉涌入我国，推动国内燃气供热市场形成与发展。	我国热泵技术发展可追溯至此，但在供热领域渗透率较低。
50年代集中供热兴起	城市集中供热模式兴起，燃煤供热技术广泛应用推广；大批热电厂建厂，向工业生产区、住宅区供应生产用热与生活用热，奠定我国城市集中供热发展基础。	无显著发展。	无显著发展。
19世纪末供热起步	暖气技术引入我国，在北京、上海等大城市率先普及，替代北方居民原有的“火炕”供热形式。	无显著发展。	无显著发展。

图I-1 我国“煤气电”供热技术发展简史

1.1.2 我国不同地区供热方式差异

我国南北方地区不同省份在供热技术选择上存在较大差异，主要受气候条件、供暖消费理念、供暖政策与建筑基础设施等多方面因素的综合影响。不同地区供热技术与方式如表1-1所示。

表I-1 我国不同地区供热技术与方式差异

地区	供暖方式
东北地区	以燃煤热电联产、天然气热电联产、燃煤锅炉、燃气锅炉集中供暖（中央供暖和小区集中供暖）为主
华北地区	集中供暖与利用空气能热泵、电锅炉等的分散式供暖并存
华中地区	热泵空调、燃气壁挂炉、电采暖等多种分散式方式为主，少部分集中供暖试点
华东地区	集中式和分散式并存，传统热源集中供暖，以及燃气采暖热水炉、空气源热泵、地热能等分散供暖方式
西北地区	集中式和分散式并存，电蓄热供热、太阳能供热、地热能供热等清洁供暖技术应用广泛
华南地区	分散式供暖，居民根据自身需求选择供暖设备和使用时间

1.1.3 我国低碳供热技术的应用现状和趋势

(I) 应用现状

近年来，我国低碳供热呈现规模增长、技术多元、区域模式分化的态势。截至2023年底，北方地区供热总面积245亿平方米，其中清洁供热面积186亿平方米；2017-2023年6年间清洁供热面积增长超43%，清洁供热率从约60%提升至76%^[2]。

清洁供热技术多元化推动规模扩张。2023年核能供热项目“暖核一号”投运，新增低碳供热覆盖1250万平米^[3]；太阳能、生物质能、水热型地热、热泵、储热供热、工业余热等技术已在北方广泛应用；北方城镇与农村持续推进“煤改电”“煤改生物质能”替代。

此外，低碳供热技术逐步向南方拓展，形成以燃气采暖热水炉、空气源热泵、太阳能、污水源热泵为主的分户供暖模式。

我国城镇地区的集中式和区域性低碳供暖项目主要采取“建设－运营－移交”（Build-Operate-Transfer，简称BOT）模式，由第三方公司与当地政府合作注册公司的形式获取特许经营权，负责项目的前期投资建设和中期运营，按照规定价格收取用户采暖费，政府给予一定补贴，在经营期满后移交当地政府。而农村地区低碳供热技术应用以分散式供暖为主，尚未形成有效的商业应用模式，涉及的投资来源主要为政府补贴和农民自筹。

专栏I-1 集中和区域低碳供暖项目主要采取BOT模式

北京市清洁电力蓄联供暖项目与当地政府签订了30年的运营服务协议，由润京绿能自主投资、建设与运营，运营期结束后资产将无偿移交给政府。该项目主要运营成本来自电价，政府按照居民供暖面积实施补贴，补贴额度达到营业收入的三成左右，项目在政府补贴模式下基本可实现盈利运营。

(2) 应用趋势

我国供热领域低碳转型深化背景下，低碳供热正从单一技术主导、集中管网依赖，向“多元化、智能化、去管网化”转型。

多路径构建零碳体系。以“可再生能源+工业余热+清洁能源”实现技术与能源多元化，中高温太阳能热利用、绿氢高温供热等前沿技术加速试点，形成全温度段覆盖；通过多能互补，结合区域需求差异，适配管网式与分散式供热相结合的多场景适配方案。

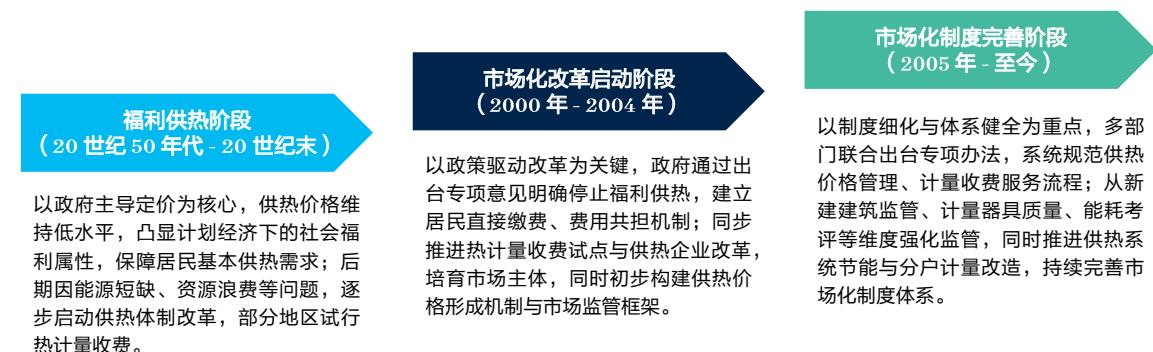
分散式供热加速替代。传统集中管网存在输送损耗、灵活性不足问题，小型区域供热站可替代长距离管网，降低依赖并贴合按需供能；农村散户普及户用分布式系统，无管网即可供热，降本且提升可及性。

数字技术驱动双升级。物联网、大数据等技术渗透供热全链条，推动“被动供应”向“主动服务”转型。智慧调控系统实现实时监测与精准调控，减少热能浪费；智能运维借助传感器与远程中心，降本提效；用户侧通过智能App调节室温、查询数据，优化体验。

1.2 居民供热价格机制现状与趋势

1.2.1 供热价格管理制度发展历程

我国供热价格管理制度历经福利供热、市场化改革启动及市场化制度完善三个阶段。



图I-2 我国供热价格管理制度发展历程

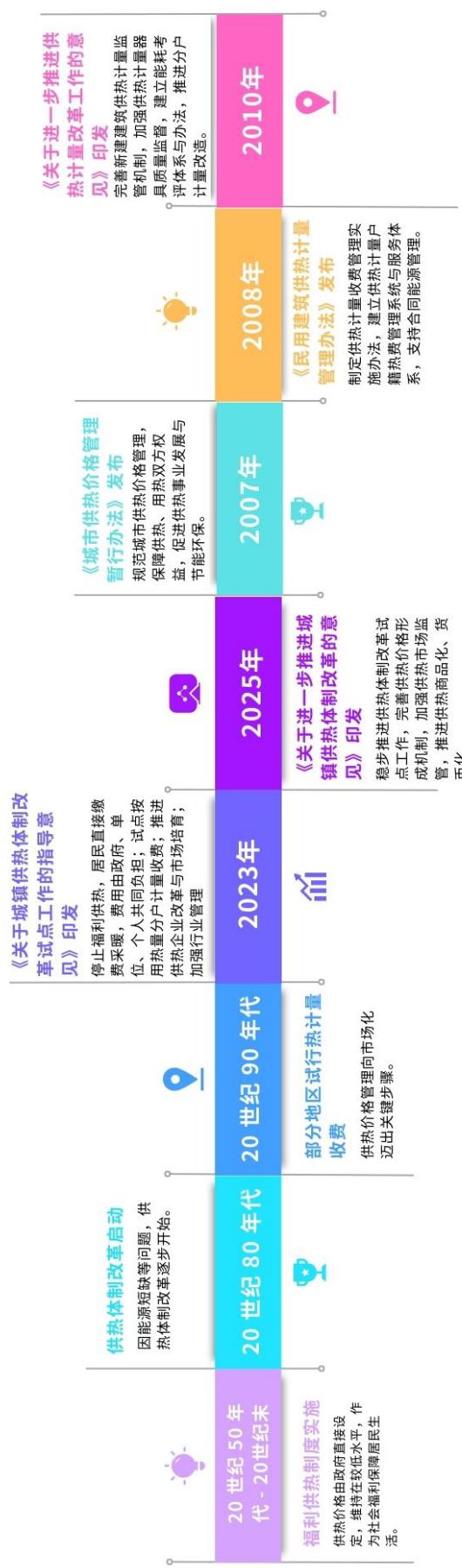


图1-3 我国供热价格管理制度沿革大事记

1.2.2 现行供热价格管理制度

我国现行供热价格管理制度通过多层面法规，构建政府定价与指导价结合的形成机制，既保障供热公平，又推动行业健康发展。

国家层面制度逐步完善。《中华人民共和国价格法》作为基础性法律，奠定供热价格管理框架；2007年《城市供热价格管理暂行办法》细化热价执行监督规则；2010年相关意见推进新建建筑热计量收费与既有建筑改造；2014年供热管理条例明确各级部门职责；2020年征求意见稿分别约束价格行为、规范定价成本监审，保障各方权益。

地方政府因地制宜管理。以北方为主的各省市依本地实际制定政策。北京（2009年）推行面积-热量结合收费，哈尔滨（2011年）分计量/非计量收费并补贴亏损企业，山东（2021年）推行两部制热价，吉林、西安（2022年）依成本、供求及居民承受力等因素听证调价，核心均为保障企民需求、促进行业有序发展。

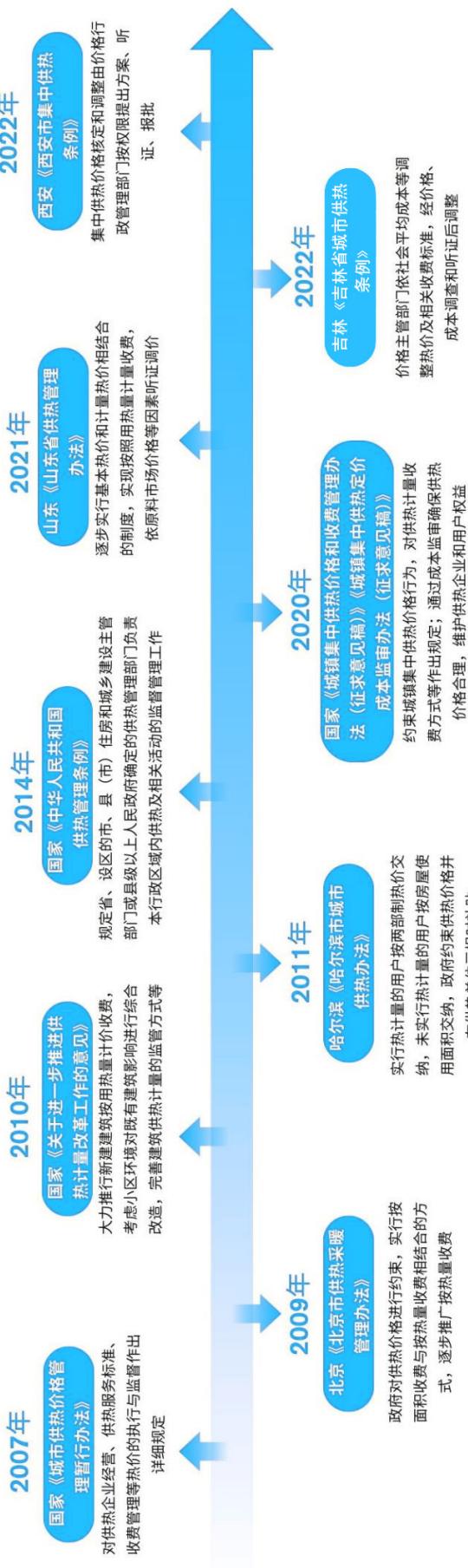


图1-4 我国现行供热价格管理制度（部分）

1.2.3 居民供热价格管理制度现状分析及发展趋势

在我国能源结构低碳转型、社会民生需求快速变化、供暖技术飞速发展等多重要素的交织影响下，供热价格管理制度将呈现出深化市场化改革、推广热计量收费、规范信息公开、加大政策支持等四个方面的发展趋势。

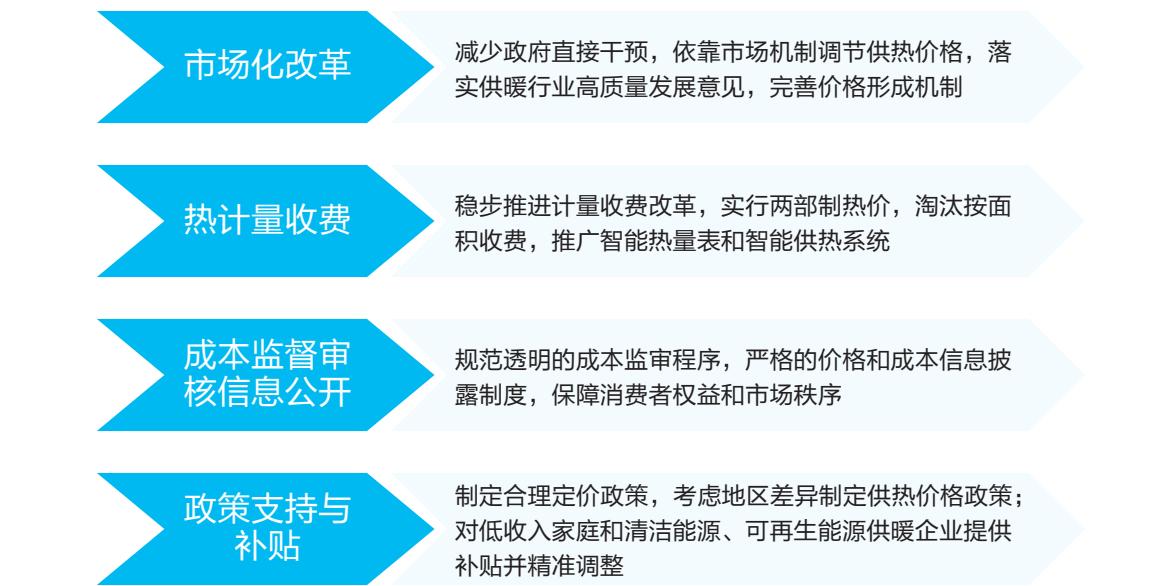


图1-5 供热价格管理制度发展趋势

1.2.4 居民供热价格定价机制及现状分析

我国城市供热价格按热力供应的不同环节分为热力出厂价格、管网输送价格和热力销售价格。热价定价机关根据当地实际情况制定相应热价。我国热价实行政府定价或指导价，遵循“准许成本+合理收益”原则，同时鼓励建立燃料价格联动机制。供热价格由供热成本、利润和税金构成，价格确认需经过成本监审、利润核定和分类定价等步骤，具体包括：



图I-6 供热价格定价机制

热源价格方面，我国城镇供热协会调查结果显示¹，2024年外购燃煤热电联产热源的平均价格为35.4元/GJ，最高97.5元/GJ（天津），最低11.5元/GJ（乌鲁木齐）；外购燃气热源的平均价格为72.4元/GJ，最高123.1元/GJ（天津），最低20.5元/GJ（太原）。外购燃煤热源价格地域差别较大，外购的燃气热源基本高于燃煤热源价格。热电联产多热源联网供热仍是主要的外购热源品类，其供热面积占比82.3%，区域锅炉房占比17.7%。同时，在现行制度下，燃煤热源价格是核算当地热源项目经济性的标杆，低碳热源成本只有低于当地燃煤热源价格，其热力才有可能并入当地热网。

供热价格方面，目前大部分热价是按照建筑面积核定和收取的，少数地方采用两部制热价，并将用户分为居民和非居民两类。我国自2003年开始推行城镇供热体制改革，在20多年的发展过程中，目前有48个地区出台了两部制热价政策，但是实施范围始终较小，尚不足城镇集中供热面积的10%。五个典型城市中，除东北典型城市实施按供热面积收费外，其余四个区域典型城市均实行面积收费与两部制热价相结合的热价机制。

¹ 数据来源：我国城镇供热协会，《2023年度全国主要省市供热企业购热价格统计数据》

表I-2 典型城市供热价格定价机制一览

城市	外购热力 (燃煤热电联产) 价格 (单位: 元/ GJ)	定价方式	居民热价标准 (2024—2025年)	非居民热价标准 (2024—2025年)
东北典型城市	44.67	面积收费	38.32元/平方米 (使用面积)	非居民热价43.30元/平方米, 层高超过3.2米加收费用。
西北典型城市	17.65	两部制与面积收费并行	<ul style="list-style-type: none"> 面积收费: 22元/平方米 两部制: 基本热价11元/平方米, 计量热价23.5元/GJ 	非居民热价31元/平方米, 实行政府指导价, 下浮不限, 支持清洁能源供热。
华北典型城市	59	两部制与面积收费并行	<ul style="list-style-type: none"> 面积收费: 24元/平方米 (市热力集团) 两部制: 基本热价12元/平方米, 计量热价44.4元/GJ 	中心城区以集中供热为主, 非居民45元/平方米、43元/平方米 (面积收费); 基本热价18元/平方米, 计量热价0.36、0.33元/千瓦时 (两部制)。
华东典型城市	60.9	两部制与面积收费并行	<ul style="list-style-type: none"> 面积收费: 套内26.7元/平方米 两部制: 基本热价8.01元/平方米, 计量热价55.6元/GJ 	非居民热价39.8元/平方米, 工商业热价高于居民49%, 补贴居民。
华中典型城市	37	两部制与面积收费并行	<ul style="list-style-type: none"> 面积收费: 18.6元/平方米 两部制: 基本热价6.84元/m²·采暖季, 计量热价60.3元/GJ 	非居民热价27.4元/平方米, 鼓励热计量改造。

目前, 我国居民热价受政府直接调控, 为保障民生一般多采用面积定价方式, 少部分试点采用两部制热价。工商业供热的定价机制更为市场化, 可协商定价或采用两部制热价的定价方式, 价格通常高于居民热价; 二者之间存在一定的交叉补贴现状, 工商业热价高于成本, 用于补贴居民热价, 这导致热力公司依赖工商业收入。交叉补贴虽然在一定程度上可以为居民尤其是低收入群体用热提供保障, 但长期来看, 极易导致热力公司亏损和两部制热价推行受阻, 不利于居民供热行业良性发展和供热领域的节能。

1.2.5 居民供热价格机制发展趋势

整体上, 受能源转型、市场化改革、节能减排目标以及社会公平诉求等多要素共同驱动, 居民供热价格定价机制将从“单一行政定价”逐步向“市场化、多元化、精细化”方向发展。主要表现在:

传统面积收费机制转型。随分户计量、智能技术普及, 面积收费逐步被“按

热量计价”“阶梯热价”取代；短期北方老旧小区仍以“面积收费+补贴/两部制”过渡，长期新建/改造小区全面推行计量收费，面积收费将转为“基础热费”并承担低收入群体保障功能。

专栏I-2 运营商价格案例：邯郸四季沐歌区域供暖项目

邯郸四季沐歌区域供暖项目为空气源热泵集中式供暖，项目拥有15年自主经营权。

成本方面，该项目每个供暖季消耗1800吨水，以及17元/平方米左右的运营成本，包括平均0.4元/度的成本电价（谷价0.28元/度，峰价0.52元/度）。企业反馈运营成本高的原因有一部分是该小区偷水现象严重。

价格方面，居民供暖初始采暖收费18元/平方米，2022年增加到20元/平方米（合同中政府承诺按照35元/平方米，补贴15元/平方米）。商业供暖25元/平方米。在收费率方面，合同中首年保证缴费率75%，缺少的部分由政府补贴。2023年缴费率64%，并逐步上升。

在补贴方面，项目一次性配套费补贴20元/平方米，以及为居民供暖补贴15元/平方米。两项补贴为一次性补贴。

引入市场化竞争机制。突破传统政府管制与成本加成定价，将供热成本、能源波动、碳排放成本纳入价格形成；建立能源价格动态调整机制，培育“集中+分布式”多元供给格局，通过招标、特许经营引入竞争优化资源配置。

两部制与阶梯定价推广。两部制热价已在潍坊、西安、郑州等地应用，未来将进一步推广，依托热计量提升能效、优化企业管理；阶梯热价通过“基本需求低价+超额累进加价”引导合理用热与节能减排。

专栏I-3 热价两部制案例：河北双滦基础热价和计量热价三七开

根据承德市发展和改革委员会《关于对双滦区供热3:7比例两部制热价标准的批复》（承发改价格[2022]519号）文件规定，双滦区自2023取暖年度起，执行3:7比例两部制供热价格标准。

两部制热价即热费由基本热费和计量热费两部分组成，其中面积计费为30%，计量热费为70%。具体收费标准为：

- 居民用户基本热价标准为6.9元/平方米，计量热价标准为0.188元/千瓦时。居民用户实际热费=基本热费+计量热费=收费面积 $\times 6.9+0.188 \times$ 采暖期实际耗热量。
- 非居民用户基本热价标准为9.6元/平方米，计量热价标准为0.298元/千瓦时。非居民用户实际热费=基本热费+计量热费=收费面积 $\times 9.6+0.298 \times$ 采暖期实际耗热量。

用户需在采暖期前先按面积收费标准全额交纳热费，采暖期结束后，再按实际用热发生额结算。

分散式供热定价市场化。电供热、燃气壁挂炉等分散式供热定价完全市场化，用户可享峰谷电价等优惠形成“分时热价”；未来依托智能电网探索“实时定价”，政府通过补贴、税收优惠降低用户成本。

定价机制差别化。按气候、用热需求推行季节/区域差异化定价（如东北集中供热、南方分布式供热）；对居民、公建、商业等用户分类定价，体现用热性质差异。

实现智慧供热与动态定价。依托物联网、大数据实现供热精准调控与实时监测，缓解企业成本压力；未来可探索实时动态定价，根据天气、能源供需灵活浮动价格。

成本透明化与信息化监管。建立供热企业成本公开制度，依托智慧技术实现精细化结算；引入区块链技术提升价格机制透明度，推动“按量计价”替代“按面积计价”。

低碳热源激励机制建立。对太阳能、热泵等清洁能源供热给予价格补贴或优先并网；建立碳排放成本内化机制，鼓励企业参与碳市场，探索“碳价+热价”联动。

社会公平保障不断完善。建立低收入群体供热补贴制度，通过财政转移支付精准补偿；在城乡结合部、农村探索“公益性供热”，推动供热服务均等化。

表I-3 居民供热价格机制发展趋势

发展方向类别	核心趋势	实施路径/典型特征
传统面积收费机制转型	逐步被“按热量计价”“阶梯热价”取代，功能转向保障与成本分摊	短期：北方老旧小区“面积收费+补贴/两部制”过渡； 长期：新建/改造小区全面计量收费，面积收费转为“基础热费”，承担低收入群体保障功能
引入市场化竞争机制	突破政府管制定价，纳入多因素形成价格，优化供给格局	建立能源价格动态调整机制； 培育“集中+分布式”多元供给； 通过招标、特许经营引入竞争，优化资源配置
两部制与阶梯定价推广	提升能效、引导合理用热，推动节能减排	两部制热价：已在潍坊、西安、郑州应用，未来进一步推广； 阶梯热价：“基本需求低价+超额累进加价”
分散式供热定价市场化	定价自主化，探索灵活计价模式，降低用户成本	定价完全市场化，享峰谷电价优惠形成“分时热价”； 未来依托智能电网探索“实时定价”，政府给予补贴、税收优惠
定价机制差别化	避免“一刀切”，体现区域、用户用热差异	区域差异化：东北集中供热、南方分布式供热； 用户分类定价：居民、公建、商业等按用热性质区分
实现智慧供热与动态定价	依托技术提升效率，探索灵活价格浮动机制	物联网、大数据实现精准调控与监测； 未来探索实时动态定价，根据天气、能源供需灵活浮动
成本透明化与信息化监管	保障价格合理，推动“按量计价”替代“按面积计价”	建立企业成本公开制度； 依托智慧技术精细化结算； 引入区块链提升透明度
低碳热源激励机制建立	推动清洁能源应用，内化碳排放成本	清洁能源（太阳能、热泵等）给予价格补贴或优先并网； 建立碳排放成本内化机制，探索“碳价+热价”联动
社会公平保障不断完善	兼顾弱势群体，推动供热服务均等化	建立低收入群体供热补贴（财政转移支付）； 城乡结合部、农村探索“公益性供热”

第二章

典型欧美国家供热市场管理和定价机制对我国的启示

欧美的供热领域市场化程度较高，研究典型欧美的供热市场管理机制和定价机制对于完善我国适应供热低碳发展的居民供热价格机制具有重要意义。本研究从供热用能、供热市场规模、供热低碳发展顶层设计、供热模式等维度，选取了英国、德国、美国、丹麦、意大利、瑞典等六个典型国家，研究其供热市场管理机制和定价机制。

2.1 典型欧美国家供热市场管理和定价机制发展概况

典型欧美的国家主要通过出台和实施顶层设计、激励政策、市场监管、能源效率提升、可再生能源电力市场化、碳市场等市场管理机制，以及市场化定价、价格上限机制、热计量收费机制、价格透明化、价格动态调整等定价机制措施，确保供热市场的公平性、合理性和可持续性，实现供热市场的低碳转型和可持续发展。

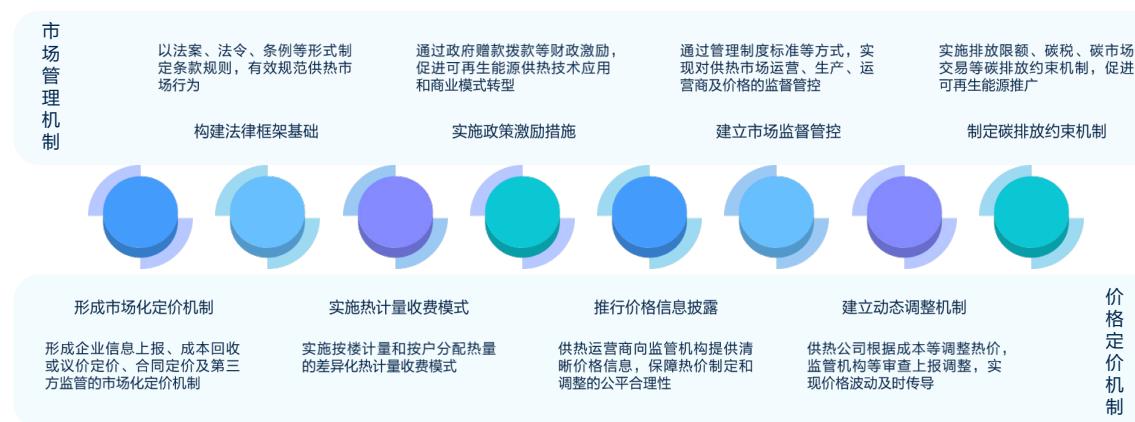


图2-1 典型欧美国家供热市场管理和定价机制发展概况

表2-1 典型欧美国家居民供热市场机制一览表

国家	供暖能源类型	主要供热类型	供热市场管理机制	供热价格定价机制	支持低碳供热发展的有关措施
英国	以天然气为主，天然气、电力、热泵、太阳能、地热能等能源类型均有应用。	个体供热系统（如天然气锅炉、热泵）、区域热网供热。	政府机构和监管机构共同管理，《2023年能源法案》为法律基础，Ofgem负责具体监管工作，包括制定制度、市场监管、实施能源价格上限制度等。	市场化定价，消费者与供应商签订合同，个体供热系统实施能源价格上限制度，区域热网供热价格协商确定并受监管，为燃料贫困消费者提供政策支持和财政补助。	发布了《供热与建筑战略》，推动扩大热泵、区域供热及可再生能源供热等低碳供热技术应用规模。
德国	电力、燃油、天然气、可再生能源（如热泵、太阳能、生物质等），居民供暖以化石能源为主。	分户式供热系统、区域供热系统。	制定气候行动和供热转型目标，采取以能效为关键、热泵为核心的供热脱碳技术路径，出台多项政策法规，如《可再生能源法》《节能条例》等，通过资金支持计划促进供热端和用能终端成本控制和经济性提升。	以热耗为基础的计量模式，不同供热系统差异化计量，区域供热价格由基本和能源价格组成，用户采暖费包括基本和运行费用，热费账单记录详细信息，价格调整需考虑多种因素。	开展以热泵技术为核心的分布式和区域供热路径；提供投资补助、低息贷款、设定建筑能效标准等支持低碳供热发展。
美国	化石能源（天然气、燃料油等）和电力为主，鼓励采用高效电力和天然气设备供暖，热泵市场发展迅速。	住宅中央暖风炉、热泵、蒸汽或热水系统等；商业有成套加热装置、锅炉、热泵、区域供热等。	联邦政策发布应对气候变化目标，聚焦供热行业多个环节管理，通过多种财政激励手段推动供热行业绿色发展 ² ，如税收抵免 ³ 、补贴返现 ⁴ 、抵押贷款 ⁵ 等。各州则通过公用事业委员会负责价格制定等工作，推动供热绿色发展。当前，联邦气候目标因政策逆转而执行力度减弱，州级行动成为推动供热绿色发展关键。	基于全成本回收机制，各州公用事业委员会监管价格，电供热价格受发电商源结构、燃料成本等影响，天然气供热价格受油价等众多因素影响，燃油供热价格受原油成本等影响，工业蒸气价格因行业和供应方式而异。	通过政府赠款、税收抵免、补贴返现、抵押贷款等财政激励手段，推动供热行业绿色电力推广和终端用能的低碳零碳发展。

² ENERGY POLICY ACT OF 2005, U.S. Department Of Energy. https://www.energy.gov/sites/default/files/2020/07/ff6/EPACT%202005%20%28PL%20109-58%29_0.pdf

³ Federal Business Investment Tax Credit (ITC), IEA. <https://www.iea.org/policies/3512-federal-business-investment-tax-credit-itc>

⁴ Inflation Reduction Act of 2022. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376/text>

⁵ Energy-Efficient Mortgages. <https://www.energy.gov/energysaver/energy-efficient-mortgages>

国家	供暖能源类型	主要供热类型	供热市场管理机制	供热价格定价机制	支持低碳供热发展的有关措施
丹麦	传统能源（燃油、天然气、生物质等）和可再生能源（生物质、太阳能、风能等）， 区域供热以可再生能源为主。	集中式区域供暖、分散式供暖（燃油、燃气锅炉等）。	强调减少对化石燃料依赖，出台多项政策，如提高区域供热比例、禁止新建项目使用化石燃料等，采取多种经济激励措施促进可再生能源供暖和区域集中供暖，区域供热由政府或合作社非营利运营。	区域供暖价格受《供暖法》管制，能源监管局和申诉委员会处理投诉，供暖费用涵盖多种成本，价格调整需通知消费者并解释，区域供暖可享受电费返还、增加断开天然气管网的补贴等其他多种措施推广可再生能源替代品。	通过出台强制政策消除对传统能源依赖，如达成广泛协议：到2030年实现100%生物甲烷供暖的目标；同时采取了安装热泵可享受电费返还、增加断开天然气管网的补贴等其他多种措施推广可再生能源替代品。
意大利	以天然气为主导 ，可再生能源供热比例较低，包括生物燃料、（余）热、地热、太阳能热等，热泵市场增长曾较快但近期下滑。	主要依靠天然气锅炉，区域供暖发展受限，太阳能热市和热泵市场有一定发展。	Conto Termico计划支持可再生能源技术，Super Bonus 110%税收减免计划促进家庭能源效率提升，还有其他多项政策推动能源转型，政策不断调整完善。	家庭燃气消耗按气候区划分，电力有居民和非居民合同，燃气费受多种因素影响，供暖账单取决于区域、供暖系统效率等，全国供暖时间统一规定，部分地区节能措施影响账单	出台税收监管机制和以能源效率为第一原则的监管框架，推动低碳供热和可持续发展。
瑞典	生物燃料、废（余）热、电力等， 区域供热主要依赖生物燃料和废物燃料。	区域供热、电力供热和供热泵、生物燃料锅炉。	遵循欧盟能源效率指令，制定严格目标，建筑法规对能源效率有要求，区域供热协会推行自愿质量认证制度，实施能源税和二氧化碳税、可交易可再生能源电力证书、欧盟碳排放交易制度等政策，电力市场开放影响供热市场。	能源市场监管局和竞争管理局监管价格，区域供热价格受多种因素影响，与其他供热方式相比各有优劣，区域供热生产和配送资本密集，燃料成本占比高，收入主要来自供热销售。	制定更为严格的气候和能源政策目标，提高能源效率的同时推动低碳供热发展；征收能源税和碳税等，使生物燃料在供热市场竞争优势增大。

2.2 典型欧美国家供热价格机制研究对我国的启示

国际居民供热机制呈多元化特征，用户议价权普遍较高。如德国用户可自主选择供热方式，且能通过合作社参与定价决策，热价实行按楼计量、按户分配，含固定与浮动费用，市场化程度高；定价机制上，多国建立与燃料价格紧密挂钩的实时联动机制，调整周期短，且广泛采用两部制与阶梯价结合模式（如北欧国家明确基本热价与计量热价占比，并对高耗热用户阶梯加价）；监管层面以英国为代表，通过独立机构审批热价、强制企业公开成本保障定价公正；补贴政策侧重精准覆盖低收入群体，如西班牙按家庭收入与气候实行分级补贴。

国内居民供热以政府定价或指导价为主，用户议价权较弱，价格调整周期长（通常3年左右）。成本监审中固定与变动成本划分不明确，两部制热价覆盖率不足30%；长期依赖工商业交叉补贴，财政直接补贴处于转型阶段，普惠式补贴存在资源浪费；技术应用上，热计量改造率约45%，智慧供热尚处试点阶段，节能收益向价格调整转化的空间未充分释放。

结合我国实际需求，典型欧美国家经验为我国供热定价机制优化提供四方面关键启示：一是完善顶层设计；二是加强政策激励与支持；三是强化市场监管；四是推动供热市场创新与可持续发展。

2.2.1 完善顶层设计

制定长期战略规划以明确发展目标与路径。德国提出2045年气候中和、2030年可再生能源供热占比达50%的目标^[5]，瑞典制定包括削减温室气体排放、提升可再生能源占比与能源效率在内的2020年气候能源政策目标，均为供热市场提供清晰导向。我国需结合能源结构、环境目标与社会经济状况，制定阶段性、可量化的供热发展战略，明确可再生能源供热占比提升、能源效率提高等前瞻性目标，确保供热行业与国家能源环境战略协同，引导市场主体调整投运策略，推动行业可持续发展。

强化与其他气候政策的协同性。英国《2023年能源法案》涵盖天然气电力供热、区域热网等内容，与能源转型、碳排放削减目标配合形成全面政策体系。我国制定供热政策时，需注重与能源、环保、建筑等领域政策的衔接，规避政策冲突，提升政策实施整体效果。

建立健全相关法律法规体系。一方面，从法律层面规范市场准入与退出，可借鉴德国《可再生能源法》，细化供热企业准入标准，同时建立健全市场退出机制，推动不达标、违规企业有序退出，维护市场竞争秩序。另一方面，强化消费者权益保障，可参考丹麦区域供热非营利原则^[6]，加强消费者权益保护立法，明确供热企业在供热质量、价格稳定性、服务水平等方面的责任，建立有效投诉处理机制，保障消费者合法权益。

2.2.2 加强政策激励与支持

财政补贴聚焦低碳能源供热项目精准扶持。英国锅炉升级计划（BUS）通过动态调整补贴额度（空气源与地源热泵补贴提至7500英镑），有效推动燃料贫困家庭的热泵普及；德国联邦高效建筑资金（BEG）则支持可再生能源供暖及建筑节能改造。我国可建立三级补贴体系，加大清洁能源设备购置安装补贴，重点倾斜低收入家庭与老旧小区以降低初始投资；设立供热系统节能改造专项基金，支持管网升级与智能热计量设备安装，提升能源利用效率。

税收政策应构建“技术激励+效率调节”双轨机制。美国对可再生能源项目提供30%设备费用的投资税收抵扣，覆盖太阳能、地热能等领域；丹麦通过降低热泵用户电加热税引导高效供热选择^[7]。我国可完善税收优惠政策：对太阳能、生物质能等可再生能源供热项目给予企业所得税减免与增值税优惠；实施基于能效标准的差别化税收政策，对达标企业给予减免，对未达标企业提高税负，激励节能技术研发应用。

居民用户议价权提升可依托机制创新与市场开放。德国供热合作社模式中，用户通过持股参与决策并就热价协商。北京等地可试点组建由居民、企业、专家构成的“供热价格协商委员会”，赋予不合理调价方案否决权。同时应在中小城镇开放分户燃气、空气源热泵等多元供热方式，通过市场竞争打破垄断，形成用户自主选择热源与价格协商的市场化机制。

2.2.3 强化市场监管

建立独立监管机构。通过独立的第三方监管机构，可以确保监管公正性与专业性，并通过构建数字化监管平台等方式，推动和加强供热市场监管能力建设。例如，英国的天然气和电力市场办公室（Ofgem）作为独立监管机构，负责供热市场的全面监管。Ofgem通过要求供应商报告信息、建立咨询投诉机制等方式实现有效市场监管^[8]。我国应强化现有供热监管机构的独立性，赋予监管机构足够的权力，包括市场准入审批、价格监管、服务质量监督、违规行为处罚等，确保供热市场规范有序运行。同时，我国的监管机构应加强信息化建设，建立供热企业信息数据库，实时收集企业运营数据，提高监管的科学性和精准性。此外，应加强监管人员的培训，提升其专业素质和业务能力，以适应日益复杂的供热市场监管需求。

推进能源审计与信息披露。一、强化供热企业能源管理。美国要求供热企业向监管机构报告企业财务稳定性、业务运营等信息，便于监管机构掌握企业情况。我国应建立供热企业能源审计制度，定期对企业的能源消耗、能源利用效率、碳排放等进行审计，督促企业加强内部能源管理，优化生产运营流程，降低能源成本，减少环境污染。二、保障供热市场透明度。意大利通过对建筑能源性

能的要求，促进了供热市场的规范化和节能改造。我国可进一步完善建筑能耗标识制度，加强对供热系统能耗的监测和管理，要求供热企业向社会公开供热质量、价格构成、能源消耗等信息，保障消费者的知情权，同时也为市场竞争提供公平的信息环境，促进企业提高服务质量和管理水平。

构建依托独立第三方机构的数字化监管体系。英国天然气和电力市场办公室（Ofgem）作为独立监管主体，通过要求供应商信息报告、建立咨询投诉机制实现有效监控^[8]。我国应强化现有供热监管机构独立性，赋予其市场准入审批、价格监管、服务质量监督及违规处罚等核心权力，规范市场秩序；同时推进信息化建设，搭建供热企业信息数据库，实时采集运营数据，提升监管科学性与精准性；此外需加强监管人员培训，提升专业素质以适配复杂市场监管需求。

推进能源审计与信息披露。一是，强化企业能源管理。美国要求供热企业向监管机构报备财务稳定性、业务运营等信息，为监管提供依据。我国应建立供热企业能源审计制度，定期审计企业能源消耗、利用效率及碳排放情况，督促企业优化运营流程、降低能源成本与污染。二是，保障市场透明度。意大利通过建筑能源性能要求推动供热市场规范与节能改造。我国可完善建筑能耗标识制度，加强供热系统能耗监测；要求供热企业向社会公开供热质量、价格构成及能源消耗等信息，保障消费者知情权，营造公平竞争环境，倒逼企业提升服务与管理水平。

2.2.4 推动供热市场创新与可持续发展

鼓励技术创新与研发投入。一是，支持产学研合作创新。参考德国通过政府、企业、科研机构协同投入，推动热泵等供热技术迭代，我国需加强产学研合作平台建设，引导高校、科研机构与供热企业联合攻关，聚焦可再生能源供热、储能技术、智能供热系统等关键领域，提升自主创新能力，为行业可持续发展提供技术支撑。二是，设立创新专项资金。参考丹麦以热泵安装补贴助力供热技术升级，我国可设立供热技术创新专项资金，对具备创新性与应用前景的研发项目予以资助，引导企业加大研发投入，加速新技术推广，提升行业整体技术水平。

促进供热市场多元化发展。培育市场主体方面，美国供热市场通过鼓励家庭、企业采用高效电力/天然气供暖，推动热泵市场壮大，形成多元格局。我国应打破市场垄断，放宽准入条件，吸引社会资本进入，培育能源服务公司、设备制造商等多元主体，以竞争提升服务质量与效率。推动综合能源服务发展方面，瑞典依托区域供热与电力系统协同，实现能源综合利用。我国可借鉴其经验，推动供热企业向综合能源服务商转型，开展热电联产、冷热电三联供等业务，实现能源梯级利用，提升系统效率并为用户提供多元能源解决方案。

第三章

居民供热领域低碳供热技术价格水平分析

3.1 区域案例设定边界及低碳供热技术成本衡量基准

为便于比较不同的居民低碳供热技术的供热成本价格和适用场景，本报告以供热成本为测算目标，选取我国东北严寒地区东北典型城市（气候I区，供暖期超过170天），我国华东寒冷地区典型城市（气候II区，供暖期超过100天），我国华中寒冷地区典型城市（气候II区，供暖期少于100天），我国华北寒冷地区典型城市（气候II区，供暖期超过120天），我国西北严寒地区典型城市（气候VII区，供暖期超过160天）上述5类代表城市作为案例区域。根据对不同供热类型标准术语的描述，对于集中、区域和独立建筑供热，没有严格固定的标准来界定其面积范围，一般一个社区的区域供热系统可服务于区域内十到几十万平方米的面积范围。基于简化计算逻辑，结合不同类型供热案例规模经验，设定集中供热、区域供热、独立建筑供热的典型供热面积分别为：100万平米，10万平米和1万平米。

表3-1 低碳供热技术供热成本测算区域案例设定边界

地点	设计建筑热负荷 (W/m ²)	供热天数 (d)
东北典型城市	52.93	176
西北典型城市	50.63	162
华北典型城市	43.82	120
华东典型城市	45.08	101
华中典型城市	42.2	98

燃煤热电联产是现阶段我国北方地区主要供热方式之一，燃煤热电联产供热成本可以作为低碳供热技术价格衡量基准，用于衡量低碳供热技术是否具备替代条件的重要指标之一。根据案例地区的基础参数，结合不同热值动力煤燃煤价格，可得出燃煤热电联产供热成本在41.39元/GJ至55.89元/GJ不等。

表3-2 燃煤热电联产供热生产成本测算

	燃煤热电联产热力生产成本 (元/m ²)			折算热量 (元/GJ)		
	低热值 动力煤	中热值 动力煤	高热值 动力煤	低热值 动力煤	中热值 动力煤	高热值 动力煤
东北典型城市	33.31	34.69	36.06	41.39	43.09	44.80
西北典型城市	30.85	32.06	33.27	43.53	45.24	46.94
华北典型城市	23.03	23.81	24.59	50.70	52.41	54.11
华东典型城市	20.17	20.85	21.52	51.28	52.99	54.70
华中典型城市	18.75	19.36	19.97	52.48	54.18	55.89

3.2 居民供热领域低碳供热成本水平分析

本研究对5个案例区域开展了燃煤热电联产、太阳能、生物质、地热能、热泵、氢能、核电供暖等多热源供热成本特性研究，有助于了解不同供热技术的成本特性、差异及影响因素，为供热行业的发展和政策制定提供参考。通过比较各个技术在案例地区的供热成本水平，可以得出两个主要结论。

不同供热技术的平均单位热值成本差别较大。核电供暖成本最低（27.65元/GJ），其次为燃煤热电联产（43.84元/GJ⁶），生物质热电联产、水热型地热和热泵的平均供热成本在50.42-66.05元/GJ之间，为燃煤热电联产的1.15-1.51倍；生物质锅炉和太阳能供热成本偏高，在80元/GJ和137.20元/GJ之间，约为燃煤热电联产的1.82-3.13倍；氢能供热成本最高（平均430.94元/GJ），约9.83倍。这种成本差异反映了不同技术在资源利用、设备投资、运行维护等方面的不同特点，也直接影响了不同技术的适用地点与应用场景。

低碳供热成本和市场热价价格倒挂。仅少数低碳供热技术品种成本低于区域市场外购燃煤热电价格：华东、华北典型城市核电供暖成本（均为27.65元/GJ）分别低于两地市场外购燃煤热电价格（华东60.9元/GJ、华北59元/GJ），华北典型城市生物质热电联产（51.15元/GJ）及华东、华中典型城市水热型地热（华东49.12元/GJ、华中16.85元/GJ）亦低于对应区域市价（华北59元/GJ、华中37元/GJ）。其余低碳热源品种成本均高于市场外购燃煤热电价格，且区域差异显著：西北典型城市太阳能供热成本达146元/GJ，为当地市场外购燃煤热电价

⁶ 该值为5个典型城市燃煤热电联产供热成本的算数平均值，其他供热技术的平均供热成本计算同理。

格（17.65元元/GJ）的8.27倍，地源热泵（44.36元/GJ）为其2.51倍；华中典型城市太阳能（168元元/GJ）是市场外购燃煤热电价格4.54倍；华东太阳能（146元/GJ）为市场外购燃煤热电价格2.4倍；东北典型城市生物质热电联产（50.9元/GJ）与太阳能（101元/GJ）分别为当地市价（44.67元/GJ）的1.14 -2.26倍；华北太阳能（125元/GJ）为市价2.12倍。五个典型城市热源成本“倒挂”程度由重到轻依次为：西北典型城市、华中典型城市、华东典型城市、东北典型城市和华北典型城市。此类价格失衡导致多数低碳供热企业热力收入不足以覆盖成本，客观上制约了低碳供热技术的规模化推广应用。

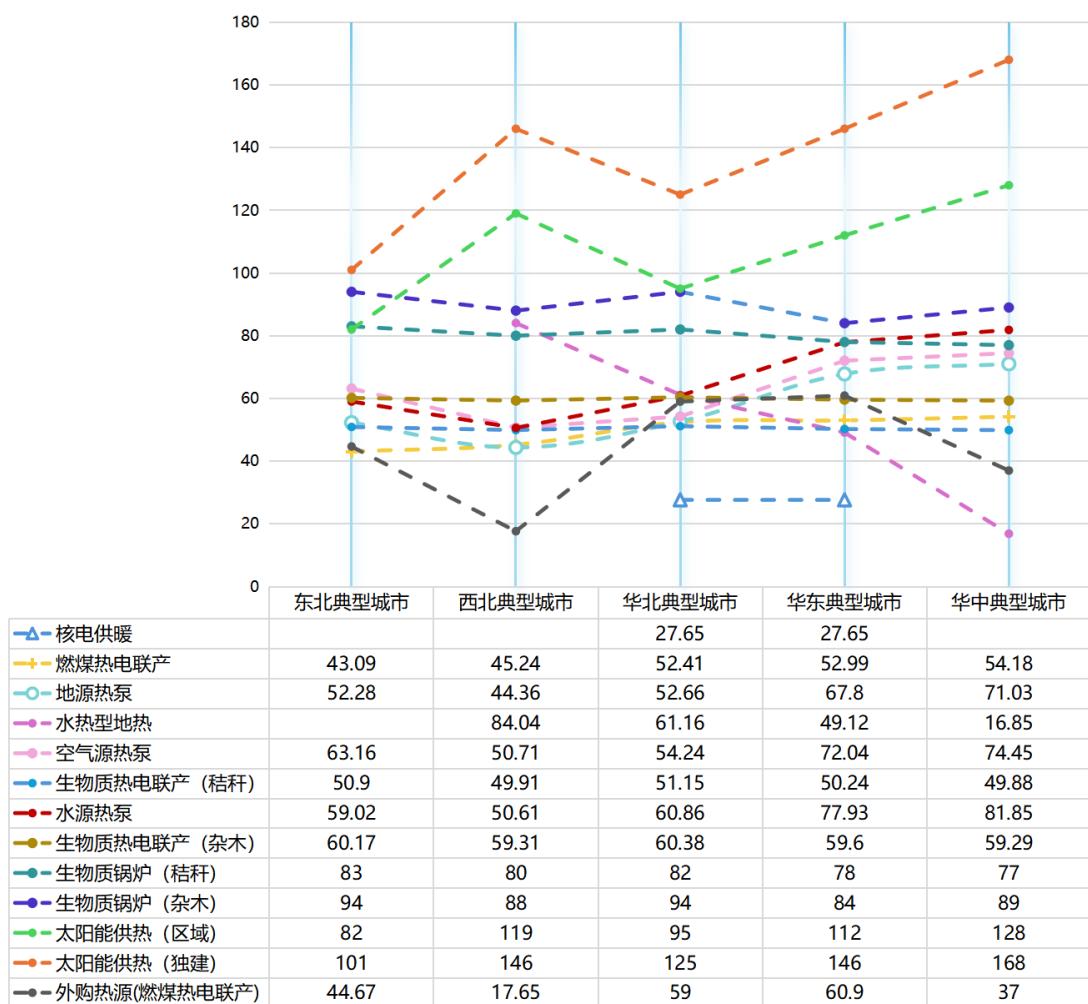


图3-1 各类供热技术热源成本对比

3.3 低碳热源供热成本影响因素敏感性分析

热源供热成本敏感性分析旨在通过分析不确定性影响因素发生增减变化时，对供热成本的影响，找出不同供热技术的主要敏感因素。为找出关键敏感性因素，通常只进行单因素敏感性分析。影响供热成本的敏感性因素包括项目投资、燃料价格、排碳成本和碳价、运营成本等，基于不同供热技术的成本构成特点，结合经验判断，初始投资、燃料价格（电价）、碳价等因素的敏感度系数较高，对热源成本影响较大，因此作为敏感性分析的不确定因素进行分析。

通过基于不同的排碳成本、减排收益水平、初始投资、燃料价格、电价、低碳热源资源禀赋等供热成本影响因素，对各类供热技术的单位热源成本敏感性分析结论如下：

○ 增加减排收益对可再生能源供热可起到降本作用

减排收益增加对可再生能源供热有降本作用。当减排收益为100元/tCO₂时，仅生物质热电联产和核电供暖单位成本低于燃煤热电联产供热价格，水热型地热与燃煤热电联产热价持平。随着减排收益上涨，更多可再生能源供热技术的成本将进一步下降，形成对燃煤热电联产的价格竞争力。但也有如水源热泵、空气源热泵和太阳能供热等部分供热技术，当减排收益达300元/tCO₂时供热成本仍高于燃煤热电联产。

○ 征收排碳成本将增加化石能源的单位供热成本，是对支持可再生能源供热非常有力的政策措施，但当前碳价不足以影响供暖技术的竞争格局

征收排碳成本会增加化石能源单位供热成本，这对可再生能源供热是有力支持政策。排碳成本达145元/tCO₂时，即使可再生能源供热没有减排收益，地源热泵、空气源热泵、水热型地热及生物质热电联产供热成本均低于或持平燃煤热电联产成本。不过，现阶段碳价（如2023年北交所CCER交易均价78.94元/吨）对供暖技术竞争格局影响有限^[9]。

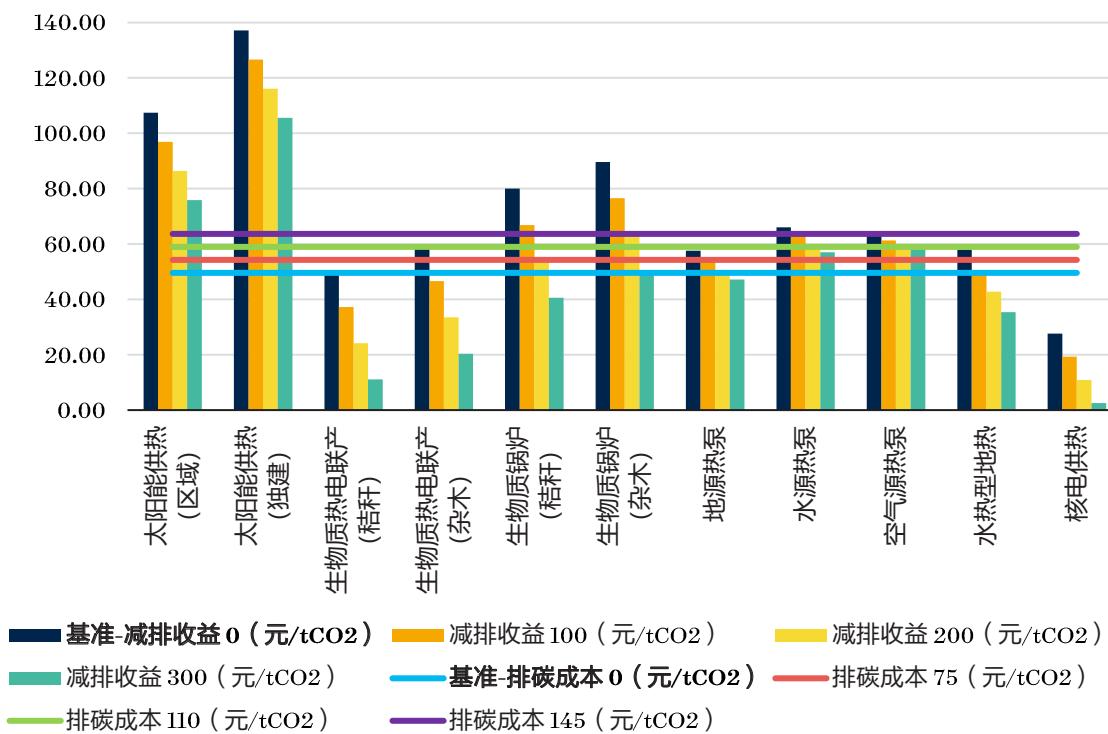


图3-2 各类供热技术考虑排碳成本和减排收益后单位热值成本对比
(横线为燃煤热电联产的成本)

◎ 综合比较下，燃料价格是低碳供热技术成本的主要影响因素，受其影响的供热技术占比较高

在 $\pm 20\%$ 阈值变化范围内，各类低碳供热技术热源成本对燃料价格的变化敏感性更高。燃料价格或电价单位 $\pm 5\%$ 波动下，热源成本平均变化幅度约2.96%，初始投资平均变化幅度约1.94%。燃料价格为主要供热成本影响因素的供热技术占比约56%，如生物质热电联产、生物质锅炉、地源热泵、水源热泵、空气源热泵和氢能供热（独建）等；初始投资为主要影响因素的供热技术占比约45%，如太阳能供热、水热型地热、氢能供热（单户）、核电供热等。空气源热泵受电价变化影响最为显著，约4.29%；核电供热受燃料价格波动影响最小，仅为0.96%。太阳能资源禀赋对于太阳能供热系统的热价影响非常大，同等条件下，太阳能资源最富区的太阳能供热热价较太阳能资源一般区的热价下降近100%。

表3-3 各类低碳供热技术关键供热成本敏感性影响因素一览

热源种类	碳价	初始投资	燃料价格	电价/运行成本	资源禀赋
太阳能供热	√	√			√
生物质供热	√		√		
水热型供热		√		√	
热泵供热		√		√	
氢能供热 (独建)			√		
氢能供热 (单户)		√			
核电供热	√	√			

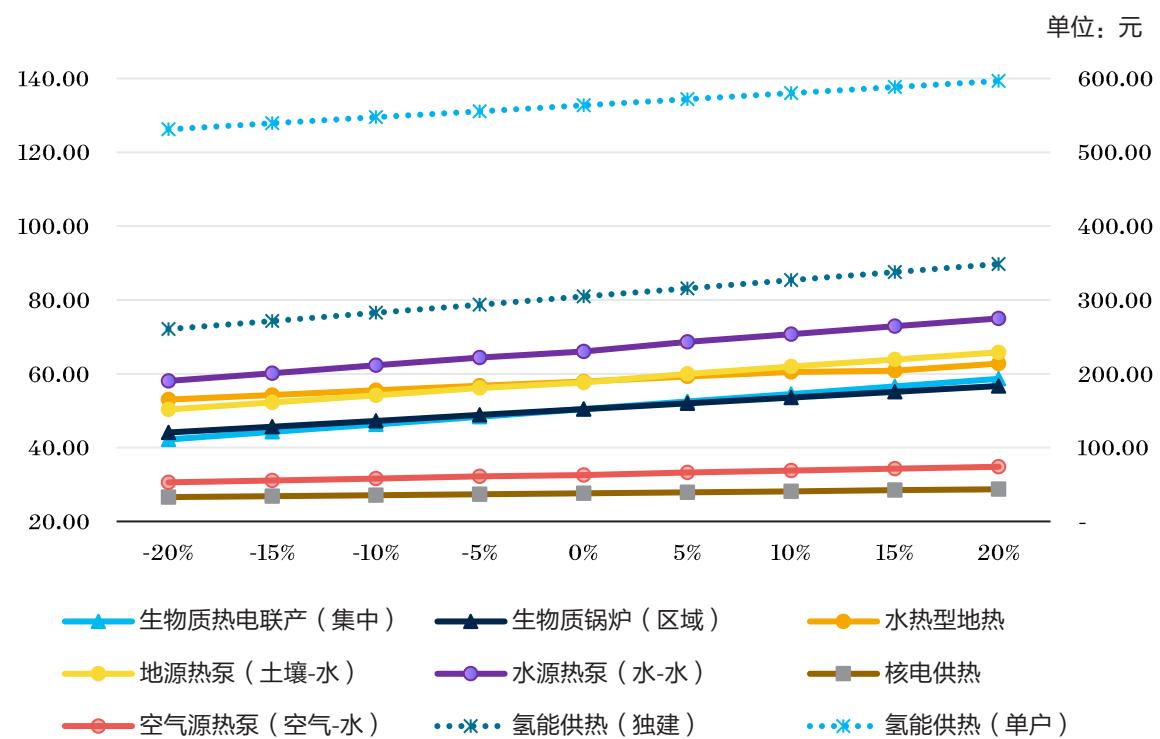


图3-3 各类低碳供热技术燃料价格或电价 - 供热成本敏感性比较

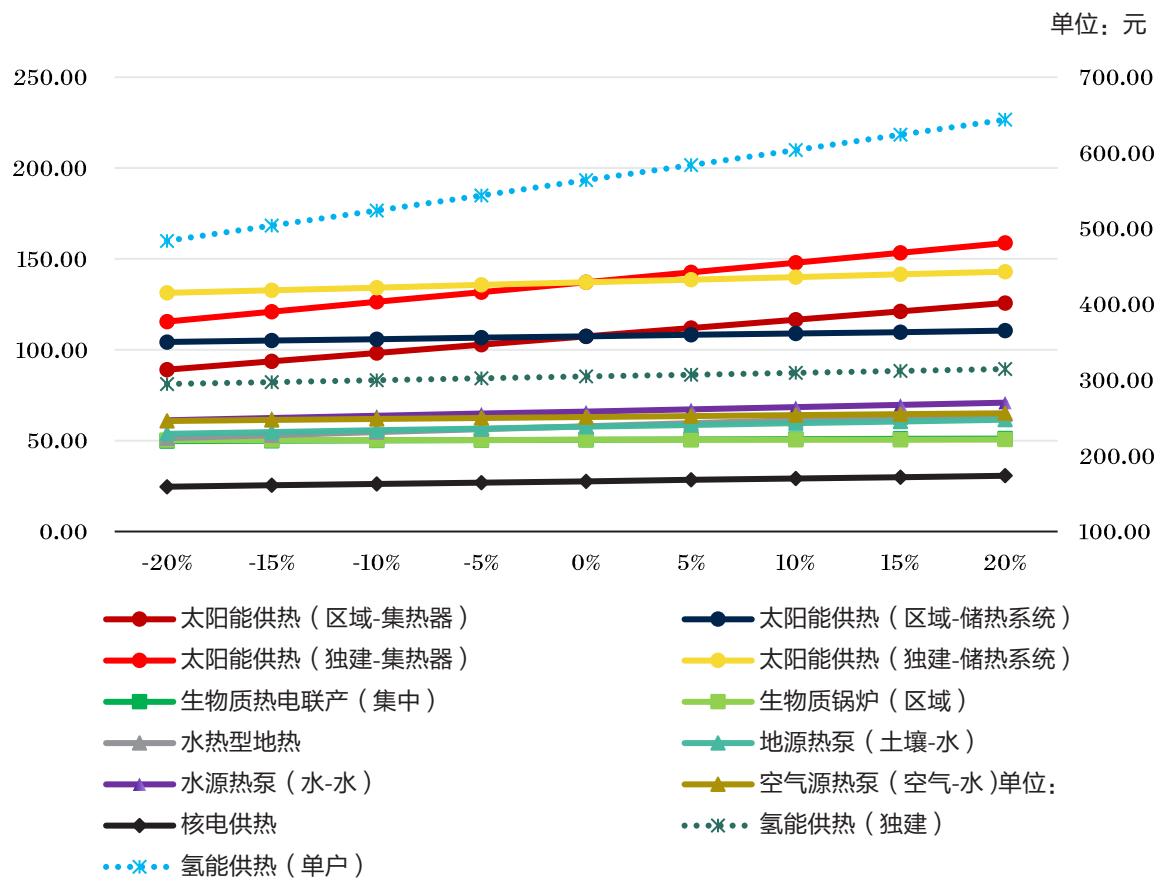


图3-4 各类低碳供热技术初始投资-供热成本敏感性比较

◎ 针对初始投资、燃料价格、资源条件等因素对不同低碳热源成本的敏感性特点，需采用适合的系统经济性提升路径

对于受燃料价格影响显著的低碳热源技术，如生物质供热、热泵、氢能供热（独建）等，降低燃料价格水平或给予补贴可有效提升其经济性。对于受初始投资影响的供热技术，如太阳能供热、水热型地热、氢能供热（单户）、核电供热等，减少项目建设成本或给予投资补贴是有效措施。同时，结合不同地区的低碳热源资源禀赋和应用场景需求，因地制宜选择低碳供热技术也很重要。

◎ 低碳供热技术具备市场竞争力敏感性参数降幅差异大，燃料价格或电价敏感性较高，初始投资对供热成本经济性影响较弱

为使不同低碳热源的成本达到燃煤热电联产的市场热价水平，所需的初始投资降幅和燃料价格或电价降幅存在显著差异较大。测算结果表明，在其他条件相同的情况下，低碳供热技术若要实现与燃煤热电联产相同的热价，燃料价格平均

降幅需要达到7%，初始投资平均降幅则需要达到约56%。这表明，低碳热源的供热成本对燃料价格或电价的敏感性远高于对初始投资的敏感性。其中，生物质热电联产供热技术对燃料价格或电价的敏感性最高，要达到与燃煤热电联产持平的价格，所需的燃料价格或电价降幅是最低的；生物质锅炉供热技术对初始投资的敏感性最低，意味着需大幅压低投资成本，才能具备市场竞争力。

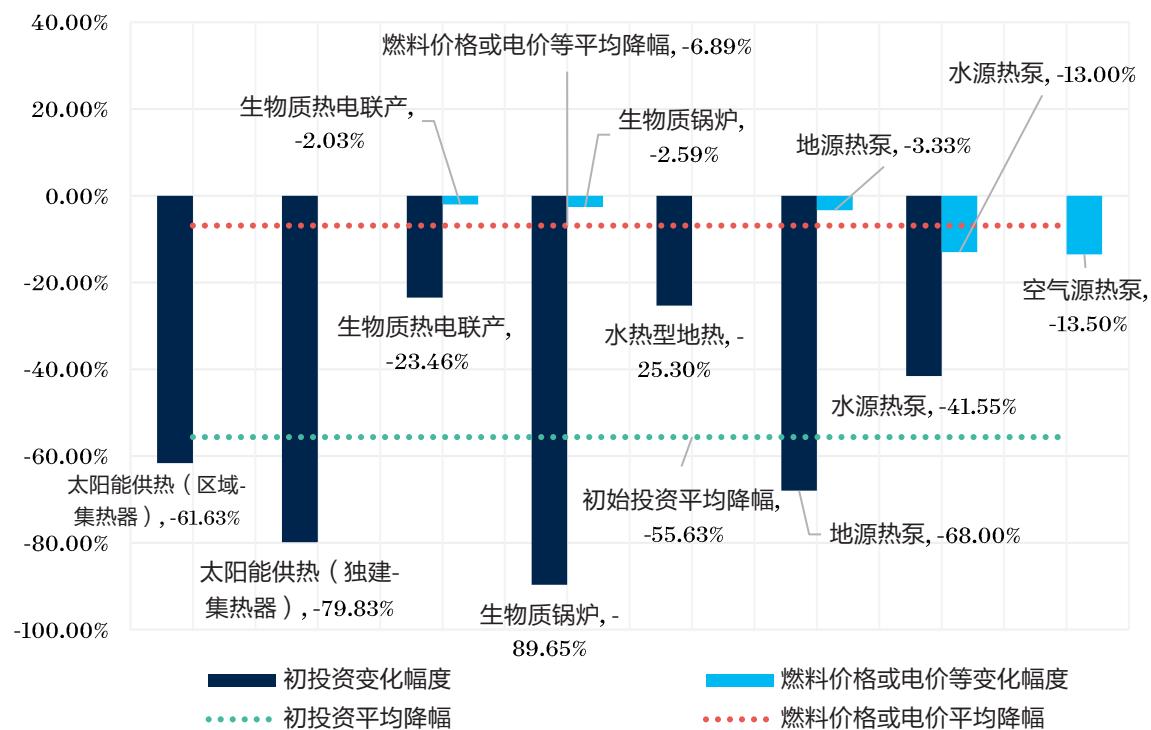


图3-5 低碳供热技术达到经济性所需初始投资、燃料价格或电价降幅

3.4 居民供热领域低碳供热技术成本水平分析小结

通过对东北典型城市、华东典型城市、华中典型城市、华北典型城市、西北典型城市西北典型城市等5个案例区域不同热源成本水平和供热成本影响因素敏感性的测算和分析，可以看到：**在供热成本方面**，不同供热技术平均成本差别较大，低碳热源供热成本最高值约为最低值的15.59倍，不同热源技术供热成本由高到低依次为：氢能供热、太阳能供热、生物质锅炉供热、热泵、水热型地热、生物质热电联产、燃煤热电联产和核电供暖。整体上，低碳供热成本与居民热价形成“倒挂”。除核电供暖和华中典型城市水热型地热低于外购热源市场成本之外，其余低碳热源成本均高于外购热源市场价。**在供热成本敏感性影响因素方面**，征收排碳成本或增加减排收益对支持低碳供热技术发展有一定促进作用，但

对当前供暖技术的竞争格局影响不大；相较于初始投资，各类低碳热源成本整体上对资源禀赋、燃料价格或电价变化的敏感性更高，是提升供热系统经济性的重
要驱动因素。

综合考虑不同地区资源条件、不同低碳供热技术的供热成本敏感性因素特征等，因地制宜采用适合的低碳供热技术，结合降低燃料价格或电价、建设成本，以及给予投资或价格补贴等差异化政策措施，是有效提升低碳供热项目经济性和市场竞争力的重要途径。

表3-4 低碳供热技术成本测算方法及成本影响因素

低碳供热技术	细分类型	计算方法	供热成本影响因素	技术特点
太阳能供热	区域供热、独立建筑供热	依据图标相关公式，先计算集热器、储热系统等规模，得出初始投资，再按平均年限法计提折日，计算供热成本	供热区位、供暖面积规模、系统热效率、储热系统设计等	初始投资高、运营成本低、占地面积大、地区适用性广泛
生物质供热	生物质热电联产	对设备采购费用按平均年限法计提折日，日常运维费用取行业均值，计算燃料费用等各项成本后得出供热成本		
	生物质成型燃料锅炉供热	对设备采购费用按平均年限法计提折日，日常运维费用取行业均值，计算燃料费用等各项成本后得出供热成本	初始投资、运维费用、燃料价格、燃料种类	绿色低碳、经济环保，布局灵活，适用范围广
	秸秆打捆直燃供热	与生物质成型燃料锅炉供热成本计算方式相同，边界条件略有不同		
地热供热	水热型地热供热	通过供热面积折算法或地热水利用量计算法计算终端能源消费量，计算项目年度成本（包括年度折旧成本和运行成本）后得出年均单位供热成本	钻井深度、地热水温度、出水量、水质、可持续开采时间、供热终端形式、地热尾水回灌及处理成本等	一次性投资大、投资回收期长，地热尾水量大、回灌和处理成本较高
热泵供热	地源热泵、水源热泵、空气源热泵	欧盟有专项法令规范热泵可再生能源供热能量计算，通过公式等计算装机容量，结合初始投资和电价计算单位热量成本	系统能效、气候区、建筑能耗、初始投资、电价等	较适宜应用于独栋建筑终端供热
氢能供热	100平方米单户氢能供热 (万平米公建(酒店)氢能供热)	参考日本ENE-FARM项目模式，设置供热模式，计算装机需求、燃料用量和成本，计算设备折旧成本后得出供热成本 根据设备参数计算装机需求、燃料用量和成本，计算设备折旧成本和运维成本后得出供热成本	设备价格、燃料价格、运行寿命等	现阶段使用成本过高，尚未具备大规模推广的条件
核电供热	集中供热	依据相关文件评价要求和参数推荐值，计算项目年成本费用，得出供热成本	机组装机容量、总投资、固定资产形成率、运行年限、折旧年限、残值率等	低碳清洁、效果显著、热成本可控。

第四章

问题与建议

基于我国居民领域供热技术、价格机制的现状与趋势研究，聚焦现阶段居民供热在政策引导、价格传导、补贴融资、价格监管等问题，借鉴典型欧美国家在完善顶层设计、加强政策激励与支持、强化市场监管、推动供热市场创新与可持续发展等方面的经验，本研究通过供热成本核算与敏感性分析（涵盖节能改造新增成本、燃料补贴等合理成本要素），并以推动低碳零碳热源成本疏导、提升项目经济性、促进清洁热源规模化应用及引导市场供需平衡为目标，从行政与市场双维度提出建议，旨在通过政策与市场的协同发力，推动我国低碳供热发展，促进供热行业绿色转型及高质量可持续发展。

4.1 存在问题

(1) 居民领域供热规划政策需进一步调整和完善

当前居民供热领域的相关规划，存在目标与路径脱节、技术适配性不足、政策保障缺位等问题，导致低碳转型“落地难、效果差”。部分地区未结合区域实际制定可落地的量化路径，供热规划过度依赖短期易落地的措施，忽视长期结构性转型，缺乏动态调整机制，导致供热规划目标与执行脱节。部分规划盲目追求“高精尖”低碳技术和可再生能源占比，未考虑区域资源禀赋、供热出力特征、经济成本等因素选择适配方案，导致技术落地后适配性差、热源供应不稳定等现象。同时，当前规划未建立供热碳交易、合同能源管理（EMC）、特许经营等市场化机制，导致社会资本不敢进入，缺乏长期可持续的市场驱动力支撑。

(2) 清洁供暖精准补贴机制有待完善

现有供热补贴政策不区分热源品种，可再生能源热源无特别的补贴政策。现行的供热价格机制主要根据热电联产集中供热企业的应收供热总收入扣除供热成本后的亏损提供一定的资金补贴。供热企业更加关注热源收购价格和供热收益，对成本较高的可再生能源热源无收购积极性。北方地区清洁取暖补贴主要集中在“煤改气、煤改电”的相关支持上，对适用于农村地区的可再生能源供热的补贴力度明显不足。可再生能源如热泵、地热能、生物质能等清洁供热技术，无法享有与燃煤燃气热电联产机组同等补贴待遇。

(3) 价格监管机制有待健全

目前，我国城镇供热行业监管存在法律法规制度不健全、监管方式单一、监管机构协同不畅、多元主体参与不足等问题。首先，国家层面缺乏统一、权威的供热管理法律框架，无法为政府监管提供足够的法律支撑；细则性监管制度滞后，缺乏价格机制市场化、市场准入退出、供热计量收费等相应的监管法律依据。其次，对供热价格、市场准入等监管仍以行政手段为主，监管方式较为落后，监管效率低下。再次，监管部门存在职能交叉、权责不清、“多头管理”、部门间沟通不畅等现象，导致监管不到位、出现问题无法得到及时有效解决。此外，供热监管主要由政府单一主体实施，非政府主体参与监管的能力和意识不强，无法发挥真正的监管作用。

(4) 供热定价成本监审机制有待完善

现行的热价成本监审管理办法对于热价详细构成要素、价格调整触发因素及其权重等关键信息对外披露程度不足，对热价形成及调整的合理性、公平性及公开性等产生一定影响，对公众支持热价调整带来阻碍。同时，供热价格监测评估机制不健全，对于供热生产能源价格波动对供热成本影响的监测评估方面，缺乏有效的技术手段和机制措施，降低了热价监管机构工作的有效性，一定程度上阻碍了对热价管理和调控的及时性和有效性。

(5) 现行供热价格机制无法满足差异化的供热需求

随着我国经济社会发展，人民对于美好生活的追求日益增长，不同人群的供暖需求呈现差异化发展趋势。与此同时，近年来持续推动的建筑节能改造已见成效，热泵、太阳能热利用等低碳供热技术对于个性化供暖温度调节的支持力度不断提升，从技术层面可实现多样化供暖需求。但是，现阶段，城市供热价格特别是居民供热价格基本受政府调控，采取基于室内温度不低于18℃情境下的单一热价模式，不能很好适应人民差异化供暖需求发展。

(6) 供热成本的价格疏导机制有待建立

目前，燃煤热源价格仍是核算热源项目经济性的标杆，清洁低碳热源的供热成本只有低于当地的燃煤热源价格才具有经济性，其热力才有可能并入当地热网。由于热力价格与成本联动机制和定期调整机制尚未建立实施，无法实现热价的有效传导。而大部分低碳供热系统的燃料和系统成本高于35.2元/GJ的市场平均外购燃煤热电联产热源价格，低碳热源成本与市场热力价格形成“倒挂”，其供热收益不足以支撑成本支出，极大影响供热企业使用低碳热源的积极性，对供热行业的低碳化发展产生严重阻力。

(7) 单一化的供热价格机制不能适应多元化热源和供热方式发展

随着我国碳达峰碳中和重要发展战略的持续深入推进，供热领域热源和供热方式正加速向多元化低碳化发展。但是，由于目前供热价格机制是以燃煤燃气热电联产供热模式为基础制定，未考虑可再生能源等低碳供热技术的研发等费用的分摊与疏导，一定程度上制约了低碳供热技术的研发创新与应用。此外，供热价格机制对于新的供热方式的适配度有待提升。现行供热价格调整机制考虑到了燃煤燃气热电联产机组的燃料价格波动因素。然而，对低碳供热技术的热能生产能源（电、地热能、生物质燃料等）成本波动考虑不足，导致低碳供热技术供热价格相对热能生产能源成本波动无法联动，直接影响低碳供热市场主体的收入，一定程度上限制了低碳供热技术的大规模应用。

(8) 供热相关金融机制有待完善

目前，许多供热企业仍主要依赖政府补贴和银行贷款，绿色债券等直接融资占比很低，导致融资渠道单一，抗风险能力较弱。农村地区低碳供热项目由于经济性不足、贷款主体分散、个人信贷风险偏高等原因，难以获得金融支持。按照现行政策，针对清洁供暖改造的财政补贴仅提供三年，如何持续推进清洁供暖改造成为地方政府面临的主要问题，且部分地区存在财政补贴资金落实不到位的情况，进一步影响了企业的资金流和项目实施进度。此外，供热项目普遍面临能源价格波动、用户缴费不确定性及用热需求波动等风险，且这些风险主要集中于供热企业。当前融资机制缺乏合理的风险分担配置，政府、银行与担保机构对低碳供热项目风险的应对与补偿机制尚未明确界定，进一步加剧了供热企业的财务压力。

4.2 相关建议

4.2.1 行政层面

(I) 加强供热规划与政策引导

制定长期低碳供热发展规划。结合国家能源战略和城市发展规划，制定为期10 - 20年的低碳供热发展长期规划，重点明确供热绿色低碳发展的总体目标、阶段任务和技术路线。规划应充分考虑可再生能源利用、能源效率提升、供热系统智能化等方面的发展趋势，引导供热行业朝着低碳、高效、智能的方向发展。在规划中确定供热基础设施建设的重点项目和布局，优先支持可再生能源供热项目、大型热电联产项目、供热管网互联互通项目等的建设。通过规划的实施，优化供热资源配置，提高供热系统的整体可靠性和稳定性。

研究引入供热行业碳排放基准与配额机制。在广泛调研统计的基础上，建立健全居民供热领域碳排放数据库。建议主管部门结合碳排放双控制度、经济发展需要和供热技术发展实际，制定供热行业整体碳排放约束性发展目标，基于此目标开展具体研究分解，确认居民供热行业碳排放基准，并以此为基础对具体供热项目碳排放强度开展考核。政府主管部门可根据实际，定期组织对低碳供热项目碳排放强度的核查和CCER等碳减排量抵消等工作。对于高于碳排放基准的供热项目，政府主管部门可督促限期整改，限期整改仍未达标且不采取有效减排抵消措施的，可参考发电行业全国碳排放权交易配额分配及清缴相关工作，对经营主体实施包括行政处罚在内的多种惩戒措施，推动和引导供热领域强制减碳。

(2) 构建完善清洁供暖精准补贴政策体系

出台鼓励低碳供热技术创新的政策。对研发新型低碳供热技术、设备和材料的企业给予财政补贴、税收优惠等支持。例如，对研发高效热泵技术、新型储能技术用于供热的企业，给予研发费用加计扣除、高新技术企业认定等优惠政策，推动低碳供热技术的不断进步。

对于不同低碳供热技术精准制定补贴政策。根据不同低碳供热技术价格的敏感因素，针对性地制定补贴政策。对于生物质供热、热泵、氢能供热（独建）等受燃料价格或电价影响显著的低碳热源技术，通过制定低碳供热燃料价格补贴或拟定特殊低碳供热阶梯电价等方式给予政策性补贴。对于太阳能供热、水热型地热、氢能供热（单户）、核电供热等供热成本受初始投资影响较大的低碳供热技术，通过按一定比例进行初始投资补贴、加大绿色金融支持力度等方式，降低项目建设成本或系统单位造价。同时，可将供热项目节能降碳情况与税收返还、财政激励等措施挂钩，按年度设置绩效考核，达标或超额完成的项目给予财政税收等补贴。

对于弱势群体制定定向补贴政策。建立居民供暖服务基金，对低收入群体、困难家庭等弱势群体实施供热价格补贴政策，补贴标准可综合考虑居民收入水平、家庭人口数量、住房面积等因素合理设定，并定期进行调整。建立采暖补贴资金国家财政转移支付机制，支持经济欠发达地区的清洁供暖发展。补贴力度可根据居民收入水平、市场供热价格等实施动态调整。通过精准补贴，确保弱势群体能够享受到基本的供热服务，体现社会公平。

强化补贴政策绩效考核。将供热企业的碳排放监管和能效考核纳入补贴政策绩效考核体系。对于绩效考核不达标的供热企业，责令限期整改，逾期未整改或整改不达标的，依法暂停相关补贴发放，并限制其生产经营活动。通过严格监管，促进供热企业应用低碳供热技术，提高能源利用效率。

(3) 强化低碳供热价格监管与调控

建立健全低碳供热价格监管体系。成立专门的低碳供热价格监管机构或明确现有监管机构的职责分工，探索多样化监管治理机制，逐步构建政府主导、多元主体参与的价格协同监管体系，加强对供热价格制定和调整过程的监管。完善供热监管顶层制度设计，出台供热管理专项法律法规，对供热价格监管、市场准入退出、监管职权分配等做出明确规定。建立完善的价格听证制度、成本监审制度和价格公示制度，确保供热价格的制定和调整公开、透明、合理。通过完善价格监管制度、制定供热产品服务规范标准、支持培育市场化监管主体、创新多样化监管工具、建立企业信用评价机制等，进一步探索多元化的供热市场监管治理机制。通过完善监管机构内部协同和跨机构协同机制，加大并落实行业协会支持力度及其监督责任，引导社会公众参与监管，构建政府主导、行业协会、社会公众等共同参与的热价协同监管机制，实现供热价格的有效监管。

加强对低碳供热企业价格行为的监督检查。严厉查处价格垄断、价格欺诈、价格歧视等不正当价格行为。建立价格投诉举报机制，及时受理用户对供热价格问题的投诉举报，并依法进行处理，维护市场价格秩序和用户合法权益。

实施灵活的低碳供热价格调控政策。根据季节变化、能源市场波动和社会经济发展情况，制定灵活的低碳供热价格调控政策。在冬季供暖高峰期，对供热价格进行适当的限价或补贴，保障居民基本取暖需求；在能源价格大幅波动时，启动价格联动机制或临时补贴措施，稳定供热价格，避免价格大幅上涨对居民生活和企业生产造成不利影响。引导能源结构低碳化转型，利用差异化定价激励供热领域清洁能源替代，对低碳供热实施价格补贴，对传统高碳供热征收环境成本。

(4) 推动低碳供热市场信息公开与共享

建立低碳供热关键信息披露制度。由政府主导建立统一的低碳供热信息平台，整合供热企业、热源供应、管网运行、用户需求等各类信息资源。信息平台应包括供热企业基本信息、供热价格标准、供热质量监测数据、能源消耗统计数据、用户投诉处理情况等内容，向市场参与者披露关键信息，增强市场的透明度和公正性，为政府监管、企业运营和用户选择提供全面、准确的信息服务。建立低碳热源热价信息公示制度，及时向外公开热价的基本信息、调整情况及原因，让民众及时了解采暖费用的构成和变化，提高用户知情权和参与度。通过市场热价监测、评估和预警机制，及时监测热价市场的供需关系和价格波动，防范市场风险和不稳定性。

推动低碳供热信息平台与其他相关部门信息系统的互联互通，实现信息共享。推动低碳供热信息平台与能源管理部门、环保部门、气象部门等的信息系统对接，获取能源价格走势、空气质量监测、气象预报等信息，为低碳供热企业优化生产运营和政府科学决策提供数据支持。

加强低碳供热市场信息发布与宣传。政府定期发布供热市场运行报告、热价指数和行业动态等信息，向社会公开低碳供热行业的发展现状、市场动态、价格走势等信息，引导社会预期。同时，通过新闻媒体、官方网站、社交媒体等渠道，加强对供热政策法规、节能知识、供热服务标准等的宣传普及，提高公众对低碳供热行业的认知度和参与度。定期组织开展供热企业与用户之间的沟通交流活动，如供热服务座谈会、用户满意度调查等，及时了解用户需求和意见建议，促进供热企业改进服务质量，增强用户与供热企业之间的信任与合作。

4.2.2 市场层面

(I) 深化供热市场竞争机制

打破区域供热垄断。推动供热区域划分的优化，探索由“一点一网”的单点热源集中式供热模式向“多点多网”的多点热源分散式供热模式转变，政府牵头组织开展供热管网分布式改造工作，打造供热管网公共服务平台，鼓励跨区域供热企业参与竞争。对于大型城市或城市群，建立统一的低碳供热市场准入规则，允许有实力的低碳供热企业在多个区域开展业务，形成区域间供热企业的竞争格局。例如，借鉴欧盟内部能源市场的整合经验，打破地方保护主义，促进供热资源在更大范围内的优化配置。推进供热特许经营制度改革，定期对特许经营权进行重新评估和招标。在特许经营期结束后，引入基于碳排放水平考核的新的竞争机制，选择更具效率和创新能力、供热技术更为绿色低碳的企业来提供供热服务，激励现有供热企业不断提升服务质量、降低供热成本、应用低碳供热技术。选择试点区域开展分布式供热试点示范工作，依托数字孪生城市理念，建设供热双向选择平台，引入多家供热热源企业，实现消费者与热源企业双向选择。在试点区域可探索形成“基准价+浮动空间”的供热价格市场化定价机制，供热价格基准价和浮动空间由政府和第三方核查机构结合前期采集的供热相关数据和供热企业与消费者相关意见制定。

促进供热服务多元化。鼓励供热企业拓展服务领域，除了传统的供热服务外，开展与供热相关的增值服务，如供热设备维护、室内温度智能调控、能源管理咨询等。针对不同人群对室温舒适度的个性化采暖需求，建议基于“多用热多付费”的公平交易原则，按照不同采暖室内温度值，通过多元化的服务套餐，满足不同用户的需求，同时增加企业的收入来源，提高企业的市场竞争力。热价调整应在综合考虑企业全成本加合理收益、室温供热标准提高等多个影响因素的基础上，科学合理地制订不同采暖温度的供热价格。支持供热企业与其他能源服务企业合作，形成综合能源服务联盟。例如，与电力企业合作开展热电联产项目，实现能源的协同供应和高效利用；与绿电发电企业合作，为用户提供绿电供热一体化服务，提升用户体验。

(2) 完善供热价格形成机制

强化低碳供热成本传导机制。建立低碳供热成本实时监测系统，准确跟踪燃料采购成本、设备运维成本、人工成本等各项成本要素的变化。供热企业应按照规定定期向监管机构报送成本数据，监管机构根据市场情况和成本变化趋势，及时调整供热价格中的成本加成部分，确保供热价格能够真实反映成本波动。此外，可参考绿色电力证书机制，研究出台适应于供热领域的“绿色热量证书”，从消费侧入手，畅通价格疏导机制，将低碳供热的技术研发成本进一步分摊，加大对于低碳供热推广应用的支持力度。积极推动低碳供热领域CCER相关方法学的研究，探索基于低碳供热技术碳减排属性开发相关碳金融及衍生品。

引入低碳热源价格调整指数化机制。建立健全低碳供热数据统计与分析体系，研究形成基于供热燃料价格水平、供热运营水平、技术节能降碳增效水平、劳动力成本指数等主要成本因素的低碳供热价格定价模型，将供热价格与主要成本因素和群众满意度评价等数据的挂钩。适度提升价格波动与能源成本波动的关联度，当成本指数变化超过一定幅度时，自动触发供热价格调整程序，减少价格调整的滞后性，保障供热企业的合理收益和供热服务的稳定性。

推广热计量定价模式。加大对热计量设备的研发和推广投入，提高热计量设备的准确性和可靠性。鼓励供热企业与设备制造商合作，共同研发适合不同建筑类型和供热系统的热计量设备，降低设备成本，提高设备普及率。制定合理的热计量收费政策，根据用户实际用热量进行计费，同时设置合理的基本热费，以保障供热企业的固定成本回收。对于采用节能措施降低用热量的用户，给予一定的价格优惠，激励用户节约用热，提高能源利用效率。

示范推行阶梯热价机制。根据居民用热量划分基础用量、合理用量、超额用量等不同的用热区间，基础用量对应较低单价，用以保障居民的基本取暖需求，同时，通过对超额用热部分实施较高热价，以有效抑制浪费行为。此外，兼顾差异化和公平性原则，对低收入群体、特殊人群（老人、困难家庭）可实行补贴或优惠措施，减少用户经济压力。优先在分户计量改造完成的小区实施阶梯热价试点示范，并逐步扩大实施范围。通过分级定价机制，一方面，有助于科学引导居民合理用热、节约能源，另一方面，提高了供热企业的成本回收能力，以及减少了对财政补贴的依赖度，形成可持续的供热金融与运营机制。

(3) 创新低碳供热市场金融机制

拓宽低碳供热项目融资渠道。鼓励金融机构开发专门针对低碳供热项目的绿色金融产品，如低碳供热项目专项贷款、绿色债券等。政府可以通过贴息、担保等方式降低低碳供热企业的融资成本，提高金融机构对低碳供热项目的投资积极性。

建立低碳供热产业投资基金。建立低碳供热产业投资基金，吸引社会资本参与低碳供热项目建设和改造。投资基金可以重点支持可再生能源供热、供热管网升级等具有环境和社会效益的项目，通过股权投资、项目合作等方式，为低碳供热行业的发展提供长期稳定的资金支持。

探索低碳供热服务金融创新。开展低碳供热服务合同能源管理模式，低碳供热企业与用户签订能源服务合同，根据节能效果分享收益。金融机构可以为合同能源管理项目提供融资支持，帮助用户解决节能改造的资金难题，同时促进低碳供热企业提高能源管理水平和服务质量。

探索低碳供热保险。研究推出低碳供热保险产品，如低碳供热质量保险、能源价格波动保险等。低碳供热质量保险可以保障用户在供热不达标的情况下获得相应赔偿，提高用户对低碳供热服务的信任度；能源价格波动保险可以帮助低碳供热企业规避燃料价格波动风险，稳定企业经营。

表4-1 完善供热价格机制的建议

建议类别	建议内容	具体措施
行政层面	加强供热规划与政策引导	制定10~20年的低碳供热发展长期规划，明确绿色低碳发展目标等；建立居民供热领域碳排放数据库，引入碳排放基准与配额机制，推动供热领域强制减碳。
	构建完善清洁供暖精准补贴政策体系	对研发低碳供热技术企业给予支持；针对不同低碳供热技术按敏感因素精准补贴；对弱势群体定向补贴；强化补贴政策绩效考核。
	强化低碳供热价格监管与调控	建立健全低碳价格监管体系，加强对供热企业价格行为监督检查，实施灵活价格调控政策。
	推动低碳供热市场信息公开与共享	建立低碳供热关键信息披露制度，推动信息平台互联互通，加强信息发布与宣传。
市场层面	深化供热市场竞争机制	打破区域供热垄断，促进低碳供热服务多元化，形成区域间供热企业竞争格局，鼓励拓展增值服务，开展低碳供热企业与其他能源服务企业合作。
	完善供热价格形成机制	强化成本传导机制，引入价格调整指数化机制，推广热计量定价模式，示范推行阶梯热价机制。
	创新低碳供热市场金融机制	拓宽低碳供热项目融资渠道，建立低碳供热产业投资基金，探索低碳供热服务金融创新和供热保险。

参考文献

- [1] 黄辉,蔺一等. “双碳”目标下的我国供热低碳替代技术路线图研究[R].北京:自然资源保护协会(NRDC),北京计科能源新技术有限公司,2023
- [2] 赵文瑛,李长征等.我国清洁供热产业发展报告(2024)[M].北京:我国经济出版社,2024
- [3] 朱俐娜.首个跨地级市核能供热工程在山东投运[N].我国城市报,2023年12月4日(第07版)
- [4] 国家发展和改革委员会.《城镇集中供热价格和收费管理办法(征求意见稿)》.2020
- [5] 尹玉霞.德国基于耗热量的热计量模式-法律框架及具体做法[R].北京:我国建筑节能协会清洁供热产业委员会,2023
- [6] Regulation and Planning of District Heating in Denmark[R]. Copenhagen: Danish Energy Agency,2017
- [7] Svend Vinther Pedersen. Denmark: Strategic Market Outlook[N]. Heat Pumping Technologies Magazine, December10,2021
- [8] The Office of Gas and Electricity Markets. Enforcement Guidelines[Z]. March 28,2023
- [9] 北京绿色交易所.北京市CCER公开交易行情成交均价统计.2023



NRDC北京代表处

地址：中国北京市朝阳区东三环北路38号泰康金融大厦1706

邮编：100026

电话：+86 (10) 5332-1910



关注我们