

电热泵供暖及对天然气行业的影响：英国视角

基于环境目标下发展城市天然气配售系统面临的挑战与选择

陈晶盈

睿博能源智库

前言

建筑中的能源消耗用户通常被分为三大类：居民、商业和工业。在前两类中，热能的用途可以概括到供暖、热水和烹饪这三类。这些服务普遍通过燃烧天然气获得。然而，在全球能源格局的变革中，越来越多的国家意识到，通过热泵供暖器、热泵热水器、电炉等家用电器实现室内用能的电气化是一种更经济、更安全的减排脱碳路径^{1 2}。

2019年，英国确立了2050年净零排放温室气体的目标³。尽管天然气相对来说是较为清洁的能源选择，但仍然是一种会产生污染和碳排放的化石燃料。而在居民和商业用户的热能需求中，室内供暖占燃气总消耗的70-85%⁴。作为能源消耗的主要领域，建筑领域应在未来逐渐削减对天然气的依赖。电气化供暖，特别是通过热泵技术，将成为其中的重要选择之一。

¹ Aas, D., Mahone, A., Subin, Z., Mac Kinnon, M., Lane, B., & Price, S. (2020). *The Challenge of Retail Gas in California's Low-Carbon Future: Technology Options, Customer Costs, and Public Health Benefits of Reducing Natural Gas Use*. <https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2021-06/CEC-500-2019-055-F.pdf>.

² Dyson, M., Greene, S., Hennen, M., Teplin, C. (2020). *Building Electrification: A Key to a Safe Climate Future*. <https://rmi.org/building-electrification-a-key-to-a-safe-climate-future/>

³ Marcus Shephard. (2020). *UK net zero target*. <https://www.instituteforgovernment.org.uk/article/explainer/uk-net-zero-target>

⁴ Goodright, V. (2014). *Estimates of heat use in the United Kingdom in 2013*. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7d5c80e5274a3356f2bc0e/Estimates_of_heat_use.pdf

许多气候行动路线图已经指出，未来若想要实现净零排放，建筑领域必定需要加大电气化的程度。由此，深度电气化会显著减少天然气的需求，同时使天然气管网的利用率降低，对相关的产业与用户带来不可忽视的影响。本文聚焦于热泵对英国的天然气配售管网以及电气化政策的影响⁵。英国所面临的挑战及应对方式，可能为其他承诺减排的国家提供有价值的参考，我们期望通过对其具体情况的分析，为全球各地的政策制定者带来些许启发。

持续投资天然气配售管网可能造成浪费

这里所谈及的天然气配售管网主要指连接到居民和商业⁶、用于下游分销和应用的最后一段天然气运输管道。在英国，天然气管网定价原则遵循“准许成本加合理收益”；建设天然气管网的费用会通过账单转嫁给用户。目前，英国的天然气管网设施仍然在吸引资本投入。然而，距离2050年净零排放目标仅剩约27年的时间。为了逐步迈向这一目标，各地区需要大规模投资建筑电气化来减少排放，尤其是供热系统的电气化。当居民和商业建筑大规模电气化后，对化石燃料的需求，无论是煤还是天然气，都将大幅减少。

英国的天然气管网经济寿命是45年，这意味着即使从明年起停止管网的建设，用户也需要一直承担建设费用，至少持续到2068年，远超净零排放目标规定的年限。

假设英国成功达成净零排放目标，建筑领域的燃气需求将减少到近零⁷，大部分燃气管道会被空置或淘汰。然而，用户却需要继续填补前期的建设费用。即使未能完全实现2050年的净零排放目标，建筑的燃气需求依然会显著减少。就算最终政府介入，将建设费用的负担从用户身上移除，也已经造成了社会资源的浪费。英国的政策制定者也逐渐意识到这个问题。因此，继续建设和更新改造连接居民和工商业的燃气配售系统并不是最佳选择。

⁵ 本文借鉴了睿博能源智库对英国天然气管网的讨论。详见 Richard Lowes. (2023). *Decompression: Policy and regulatory options to manage the gas grid in a decarbonising UK*. <https://www.raonline.org/knowledge-center/decompression-policy-regulatory-options-manage-gas-grid-decarbonising-uk/>. Richard Lowes. (2023). The UK is sleepwalking into a big problem with its gas network. <https://www.raonline.org/blog/uk-sleepwalking-into-big-problem-gas-network/>

⁶ 工业用气具有行业特殊性，这里暂时不展开考虑。

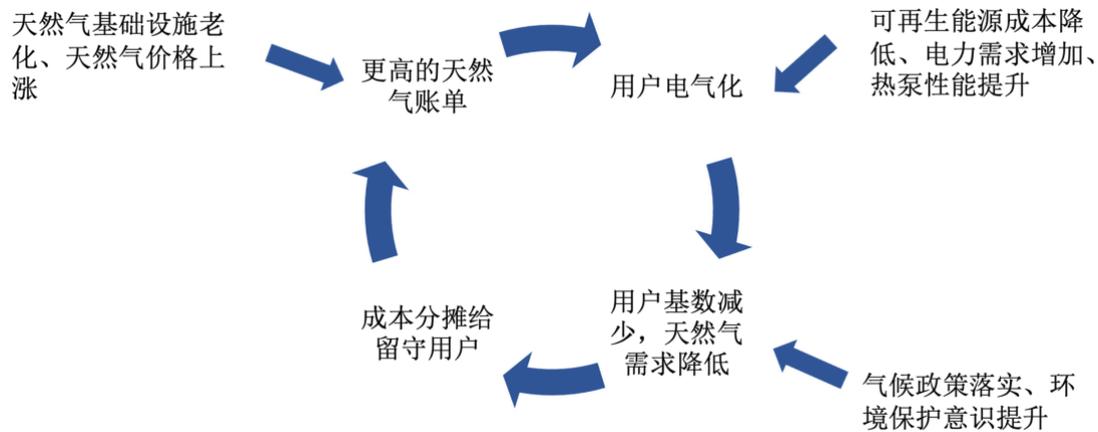
⁷ IEA. (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. See Section 3.7: Sectoral pathways to net - zero emissions by 2050: Buildings. https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf

客户基数减少的恶循环

如前面所说，随着2050年净零排放目标的接近，各种政策和科技的进步将逐年降低每个用户的燃气需求。当越来越多的居民和商户选择与燃气管道断连并停止支付天然气账单，燃气输配管网的建造成本和运营维护成本将会越来越多地转嫁给还未断连的留守客户。

如果不采取措施，不断提升的燃气输配费可能会导致用户与运营公司进入一个恶性循环（见图1）——越多用户停止使用天然气，留守用户分摊的成本就更大；成本分摊越大，就越多用户停止使用天然气。

图1：造成燃气系统转型的主要因素⁸



这局面对燃气供应侧和用户侧都有负面影响。一方面，燃气供应侧需要面对无法或延迟回收成本的风险；另一方面，留守用户要承担不公平收费。因租赁住房无法选择电气化，或因无法承担电气化初装投资而较迟转型的用户更可能成为上述的留守用户。这可能意味着收入较低的人群将面临更高昂的费用。即使政府控制燃气服务价格以保护部分居民，保留这份“过时企业”对整体社会来讲也是一份不小的成本。

向电气化发展的建议

当前，许多地区的天然气输配系统正在逐渐老化，英国也正在考虑重建更新天然气输送系统。而由于环保意识日益增强，再加上电气化的总成本更低，同时

⁸ Anderson, M., LeBel, M., Dupuy, M. (2021). *Under Pressure: Gas Utility Regulation for a Time of Transition*. <https://www.raonline.org/toolkit/under-pressure-gas-utility-regulation/>

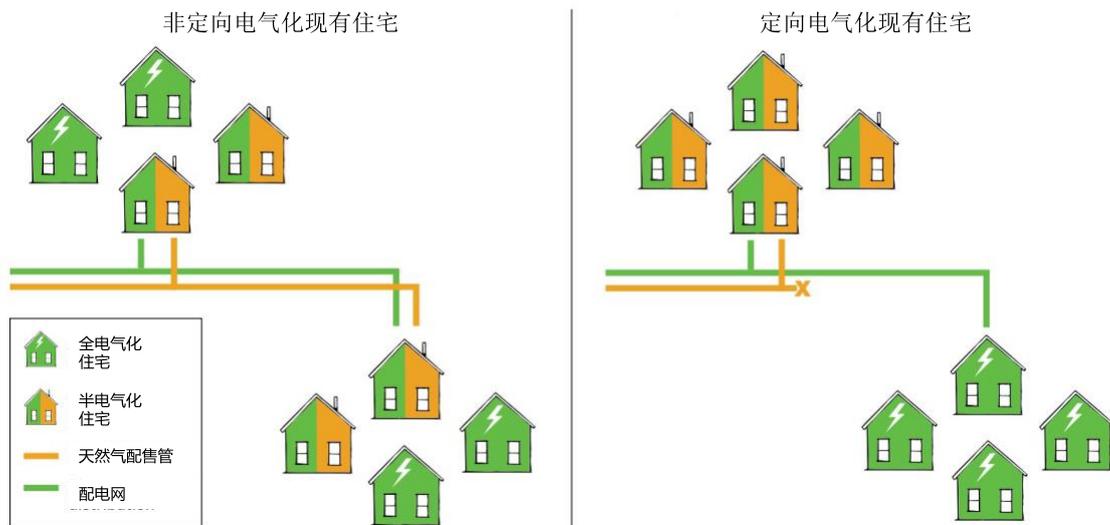
迫切需要实现2050年温室气体净零排放目标，居民和商业用户对天然气的需求将逐渐减少。可以预见，天然气输配系统会被逐步淘汰。因此，英国不仅不需要增加输配管网的资产，部分政策制定者更在讨论如何逐步淘汰现有管网。

英国不是唯一一个设有净零排放目标和需要电气化建筑领域的国家，他们处理天然气管网的经验有可能会对其他国家起着借鉴意义。为了安全、稳定地淘汰天然气管网并同时满足用户需求，可从以下几方面着手：

- **做好建筑隔热，提升采暖制冷效率⁹**：寻求非管道解决方案以满足终端用户需求，这包括提升能效资源、采用热泵电气化供暖以及优化建筑外层等措施。例如，如果客户的取暖需求增加，可以通过提升建筑隔热性能和安装热泵来满足，而不需要增加天然气管道容量。通常，这些方案比扩建天然气输配管网的成本更低。
- **未来供热需求和成本效益分析**：基于最佳可用数据，分析多种发展选项，考虑每个措施整个生命周期的成本和效益。公开、详细地说明成本效益分析的方法，以便进行城市规划。在数据分析中，应该充分考虑化石燃料的排放成本和健康成本，包括与燃气相关的碳排放以及燃气系统中通风、明火燃烧和泄漏产生的甲烷排放。
- **地区定向电气化（Targeted Electrification）和淘汰输配管网**（见图2）¹⁰：从最末端的天然气配售管网开始（例如一栋楼，然后扩展到整个小区），有计划地实施电气化，迅速替代该地区内的所有燃气使用，并淘汰相应的燃气管网，然后以地区为单位重复这一过程。这种地区定向的方法可以有序地淘汰管网，同时满足用户的能源需求。

⁹ Max Dupuy. (2021). *It's Time to Consider the (Non-Pipeline) Alternatives*. <https://www.raonline.org/blog/its-time-to-consider-the-non-pipeline-alternatives/>

¹⁰ Anderson et al., 2021.

图2: 定向电气化以减少天然气基础设施建设¹¹

总结

迄今为止，中国的各种“五年计划”框架一直侧重于推动建筑领域的“煤改气”和“煤改电”政策。根据《“十四五”现代能源体系规划》，中国计划逐步提高天然气的使用，着重规划新建和改造燃气管道，以提高城市管道燃气的普及率。然而，在当前绿色低碳发展的大趋势下，我们迫切需要仔细权衡电能和天然气的利弊。

继续发展城市燃气管道系统不仅可能伴随重大的投资风险，还有可能拖延实现环境目标的进程。相比于重复经历从煤炭到天然气再到清洁能源的发展历程，现代社会完全有机会跳过中间的步骤，将资源集中在“煤改电”和“气改电”上，提高清洁能源在用电侧的利用效率，同时继续在发电侧推进清洁能源和储能设施的建设。

¹¹ Anderson et al., 2021.



RAP[®]

Energy Solutions for a Changing World

Regulatory Assistance Project (RAP)[®]

Belgium · China · Germany · India · United States

CITIC Building, Room 2504

No. 19 Jianguomenwai Dajie
Beijing, 100004

中国北京市建国门外大街 19 号

国际大厦 2504 室

邮编: 100004

raponline.org

© Regulatory Assistance Project (RAP)[®]. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY-NC 4.0).