



中国城市燃气行业低碳转型发展研究 (执行摘要)

关键词：甲烷控排、可再生燃气（包括氢）、综合能源

2023 年 12 月

编写单位：中国城市燃气协会



中国城市燃气协会（China Gas Association, CGA）成立于 1988 年 5 月。2021 年被民政部评为 4A 级社会组织。是国内城市燃气经营企业、设备制造企业、科研设计及大专院校等单位自愿参加组成的全国性行业组织，是在国家民政部注册登记具有法人资格的非营利性社会团体，党建领导机关是中央和国家机关工作委员会。

编写人：王炜玮、蒙青山、黄微、孙洪磊、魏今瑛



支持单位：美国环保协会（EDF）北京代表处

指导专家：刘贺明、迟国敬、韩金丽、田磊、张开翼、王明友、刘曼歌、陈斌、秦锋、白俊、杨建红

鸣谢：本研究还得到了新奥能源控股有限公司、港华智慧能源有限公司、北京燃气集团有限责任公司、上海燃气集团有限公司、中裕能源控股有限公司、昆仑能源有限公司、中国燃气控股有限公司、杭州市燃气集团等企业的支持。

本研究立足城市燃气行业，通过对行业发展现状、典型企业低碳转型实例的调研梳理和研究分析，努力呈现我国城市燃气行业低碳发展的实施路径，希望能够为广大城市燃气企业在“双碳”进程中转型发展提供借鉴和参考。编写中难免有疏漏和不足，望业内专家批评指正。

目录

1 我国城市燃气行业低碳转型的趋势..... 1

1.1 城市燃气市场规模不断增加..... 1

1.2 城市燃气市场格局基本形成..... 1

1.3 甲烷控排日益受到重视..... 2

1.4 城市燃气行业发展的机遇和挑战..... 3

1.4.1 机遇..... 3

1.4.2 挑战..... 4

2 城市燃气行业低碳转型路径..... 5

2.1 城市燃气企业低碳转型行动路线..... 5

2.2 燃气产业链低碳转型重要举措..... 7

2.3 城市燃气行业低碳转型路径..... 8

2.3.1 城燃行业低碳转型路径..... 9

2.3.2 城燃企业低碳转型路径..... 10

3 发展建议..... 12

3.1 政府层面..... 12

3.1.1 制定细化措施，确保《甲烷排放控制行动方案》的落地. 12

3.1.2 明确天然气在我国“双碳”进程中关键支撑作用的地位，引导天然气行业有序高质量发展..... 12

3.1.3 全面建设全国天然气统一大市场，发挥市场在资源配置中的作用，确保天然气多重价值的实现..... 12

3.1.4 充分认识到政策保障在推进中国天然气发展中的作用，多措并举共同保障行业协调稳定健康发展..... 13

3.2 行业及企业层面..... 13

3.2.1 加强甲烷控排，完善低碳排放管理体系..... 13

3.2.2 开展技术创新夯实基础，推进行业高质量低碳转型..... 14

3.2.3 构建企业低碳发展体系，提升可持续发展能力..... 14

图目录

.....

图 1 我国城市燃气供应情况..... 1

图 2 2022 年城燃企业天然气销售结构.....2

图 3 典型城市燃气企业低碳转型图景.....5

图 4 城市燃气企业发展战略不同阶段分析.....5

图 5 城市燃气企业低碳转型实施体系.....6

图 6 燃气产业链低碳转型路径分析图.....7

图 7 城市燃气行业低碳转型路径.....8

1 我国城市燃气行业低碳转型的趋势

城市燃气行业是现代化城市建设的重要组成部分，多年以来，为提高城市居民的生活质量、改善城市环境、建设绿色节能社会发挥了关键性作用。随着我国天然气上游生产保障能力增强、中游管网设施建设进一步完善、下游用气需求量持续攀升，以及能源市场化改革的深化，城市燃气行业规模也在不断扩大，形成了气源以天然气为主，经营以跨区燃气企业与地方性燃气企业并存、中小民营燃气企业林立的市场格局。广大城燃企业在保障安全运营、推进科技创新的基础上，不断向多元化、信息化、智能化、低碳化方向发展。“双碳”目标的提出，更为行业带来了新的驱动力，但也提出了紧迫的挑战。新时代背景下，城燃行业依托零碳、负碳和数字化技术手段，科学布局智慧综合能源，规范推进甲烷控排，合理优化气源结构，有序构建企业碳排体系，全方位推动低碳转型，实现整体竞争力的提升。

1.1 城市燃气市场规模不断增加

燃气是城市居民、工商用户的重要能源之一，作为公用事业，城市燃气行业发展的动力之一主要来自城市化。随着城市化建设的推进，城市燃气普及率逐年提高。

截止到 2021 年，全国城市天然气供应量 1721.06 亿立方米，同比增长 10.1%，人工煤气 18.72 亿立方米，同比下降 19.1%，液化石油气 86.07 万吨，同比增长 3.2%¹。

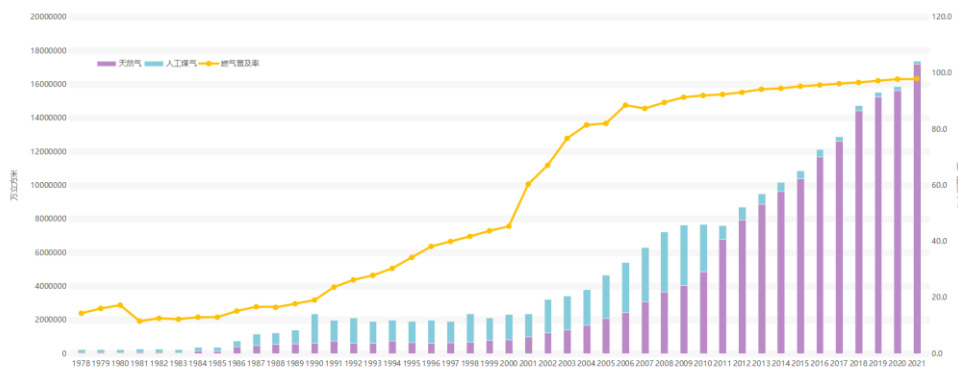


图 1 我国城市燃气供应情况

1.2 城市燃气市场格局基本形成

我国城市燃气行业现已形成国有燃气企业、外资（港资）燃气企业、民

营燃气企业“三足鼎立”的市场竞争格局。据不完全统计，全国城镇燃气企业

¹ 数据来源：住建部.2022 年城乡建设统计年鉴[M].北京,2022 年.

达 3600 余家，其中 1600 家企业从事管道天然气供应，约 2000 余家从事人工煤气和液化石油气供应。从企业规模体量角度，已形成以昆仑燃气、中华煤气、中国燃气、新奥燃气、华润燃气跨区经营的燃气公司和北京燃气等地

区性燃气公司等为主的市场格局。

2022 年，五大城燃企业销气量约为 1944 亿立方米，占全国天然气消费量（3646 亿立方米²）的 53%。

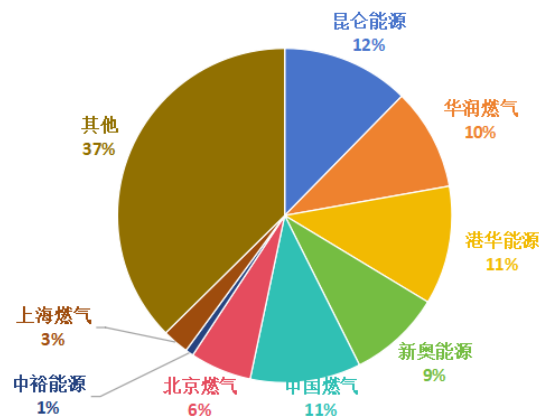


图 2 2022 年城燃企业天然气销售结构

1.3 甲烷控排日益受到重视

甲烷是第二大温室气体，近年来，能源领域的甲烷减排备受关注，甲烷排放产生于油气行业的每个环节，从上游生产的天然气的采集和处理，到下游的城市燃气和终端用户，每个环节都会产生甲烷排放，其中上游领域约占甲烷排放的 75%。下游城市燃气企业虽然不是甲烷排放的最主要源头，但也通过在各业务链条持续推进甲烷控排，实现低碳发展。

中石油、中石化、北京燃气、中国燃气、新奥燃气等油气企业已经将甲烷控排纳入企业战略。例如 2021 年 10 月北京燃气宣布力争到 2025 年甲烷排放强度控制在 0.12% 以下。此外，2021 年 10 月成都燃气、重庆燃气等 10 家燃气企业共同签署了《中国城市燃气企业甲烷控排倡议》。而且部分油气企

业加入了国内外甲烷控排组织。例如北京燃气集团、新奥能源和香港中华煤气先后加入甲烷减排指导原则（MGP）。2021 年 5 月，由中石化、中石油、中海油、国家管网、北京燃气、华润燃气、新奥能源 7 家单位发起成立中国油气企业甲烷控排联盟。2021 年 6 月，中国燃气成为联合国环境规划署领导的油气甲烷伙伴关系（Oil and Gas Methane Partnership, OGMP）首家中国成员。

2023 年 11 月，生态环境部等 11 部门印发《甲烷排放控制行动方案》。首项重点是加强甲烷排放监测、核算、报告和核查体系建设。而且在能源领域明确提出，强化甲烷综合利用、推广应用泄漏检测与修复技术、推动逐步减少油气系统常规火炬。对于城

² 数据来源：国家能源局.中国天然气发展报告（2023）[M].北京：石油工业出版社,2023.

市燃气行业而言，控制甲烷排放不仅会产生气候效益，而且也是企业精益

化管理的必然要求。

1.4 城市燃气行业发展的机遇和挑战

1.4.1 机遇

（1）“双碳”推动能源转型，天然气将发挥重要作用

“双碳”目标同我国社会健康发展存在密切的联系。实现“双碳”目标，天然气将承担重要和关键性作用。一是天然气应用规模持续扩大，“十三五”以来，天然气在工业、建筑、交通、电力等多领域的应用规模持续扩大，年均增长 279 亿立方米，年均增速 11%。二是我国当前用能需求短期内仍将持续增加。三是我国能源发展进入增量替代和存量替代的发展阶段，天然气是高比例新能源接入的新型电力系统下电力安全的“稳定器”。

（2）政策驱动，指明天然气发展方向

2023 年 9 月，国家能源局发布《天然气利用政策（征求意见稿）》，在 2021 年国家发改委发布的《天然气利用政策（2021）》的基础上又一次进行了修订。在天然气利用顺序中，新增 6 类用户和用气项目，其中，优先类 4 项，允许类 1 项，限制类 1 项。删除、调整了 5 个与现有能源产业政策不相符或者发展不及预期的用户和用气项目，减少了“禁止类”项目。以上变化显示政府主管部门仍然试图尽可能扩大天然气的使用领域，为天然气利用指明方向。

（3）市场化改革重塑行业结构，天然气发展迎来新格局

国家管网公司成立后，促进天然气销售和长输的分离，使得下游城燃公司能够与上游供气商直接商讨购气

协议，这些变化有利于城燃企业拓宽资源采购渠道，获取多元化气源和管输路径。

同时，城燃企业掌握着部分终端用户用能数据信息，能够利用物联网大数据，通过售气平台、营业网点、加气场站店面来开展包括燃气具销售、燃气保险、工程施工、信息咨询等多项服务。既是对管道天然气核心主营业务的拓展和补充，也是未来开展综合能源服务的一种有效手段。

（4）能源科技创新进入高度活跃期，推动天然气高质量发展

能源技术正在以前所未有的速度加速迭代，对世界能源格局和经济发展产生重大而深远的影响，世界主要国家均把能源技术视为新一轮科技革命和产业革命的突破口。一方面，能源技术创新丰富了天然气供给。随着水平钻井、水力压裂等油气技术不断取得突破，页岩气、致密气等非常规天然气开发成本快速下降，北美等地区天然气产量实现了大幅增长。另一方面，可再生能源技术的超预期发展可能增加天然气在能源清洁化转型中的竞争压力，但同时也给传统燃气企业为用户提供全面综合用能服务创造了跨界融合契机。

同时，数字化、大数据、物联网等技术的发展和应用带来能源领域中各行业的界限逐渐模糊化，城市燃气行业与其他能源行业、以及其他领域如水务、环卫等之间呈现融合发展的趋势，也为城市燃气企业提供了新的业

务领域和方向。

1.4.2 挑战

(1) 城市燃气行业减排压力增加

2021年10月国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》，明确到2025年，非化石能源消费比例达到20%，单位国内生产总值能源消耗比2020年下降13.5%，单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%；到2030年，非化石能源消费比例达到25%左右，单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上，顺利实现2030年前碳达峰目标。《“十四五”现代能源体系规划》中提出大力发展非化石能源。这些意味着在国家政策层面已明确能源结构调整的要求，实现从高碳向低碳转型，从化石能源为主的能源体系向清洁、低碳、安全、高效的新型能源体系升级，以天然气为主要气源的城市燃气企业也将面临降碳的压力。

甲烷减排也是燃气企业减排的应有之义，虽然大型企业已经认识到甲烷控排的重要性并逐步开始采取控排措施，但是燃气行业存在着大量的中小企业。整体来看，燃气行业在降碳和甲烷控排意识、能力建设、人才培养等方面仍有较大提升空间。

(2) 市场竞争加剧，发展面临“天花板”

● 城市燃气发展面临“天花板”

随着2017年“煤改气”加速，全国城市燃气企业不断抢占经营区内空白市场，逐步向三四线城市拓展，燃气行业“跑马圈地”的时代已经结束，城市燃气企业进一步开拓区域市场的难度较大。从用气量和气化率来看，从省会城市及直辖市、重点地级市、县城到大工业园区，基本已被各大城市燃气企业瓜分完毕，优质市场几近饱和。同时，随着国家管网公司的成立，管网开放和大用户直供模式的推进，上游资源供应方正在加快销售管理体制调整，发挥资源优化，抢夺终端市场。对城市燃气价格的监管政策愈加严格，企业边际收益逐渐降低。

● 终端用能电气化对传统燃气业务产生威胁

随着新能源的大规模发展，以电能为主体的能源格局已成为能源系统和能源结构建设的大方向和大趋势，预计到2040年占比将达到35%。在终端用能领域，新能源与城市燃气拥有类似的应用场景，随着终端电气化的逐步推进和新生代生活习惯的改变，城燃企业传统业务将面临着电能的替代竞争。

2 城市燃气行业低碳转型路径

本报告从城市燃气企业切入，以行业内的龙头企业为研究对象，总结归纳城市燃气行业低碳转型的路径。重点选取了新奥能源、港华智慧能源、北京燃气、上海申能、中裕能源等作为调研对象，从碳达峰碳中和目标、业务转型、支撑体系等维度，对其在低碳转型中的措施进行调研和整理分析，研究了城市燃气企业低碳转型的行动路线，并在此基础上研究了燃气产业链低碳转型的重要举措。

2.1 城市燃气企业低碳转型行动路线



图 3 典型城市燃气企业低碳转型图景

(1) 城市燃气企业发展战略分析

多年来，随着能源技术的快速发展、能源行业改革的不断推进以及能源行业竞争格局发生了重大变化，城市燃气企业的发展战略也在随之升级。

整体来看，城市燃气企业的发展战略经历了从能源销售向能源生产供应到能源社区运营的转变。如下图所示。

战略定位	目标市场	盈利模式	核心竞争力	说明
能源销售 	- 居民用户（供热、炊事） - 工商业用户	- 天然气销售（管道、LNG） - 增值业务销售	- 特许经营区域 - 气源 - 气网	- 依托特许经营权，拓展市场、经营范围 - 获取稳定供应和有价格竞争力的资源 - 完善基础设施建设
能源生产供应 	- 综合能源用能场景 - 商业用户（楼宇式） - 园区用户（区域式）	- 挖掘客户资源，向绿色低碳新型能源服务商转型 - 投资能源项目，提供能源产品（冷、热、电） - 提供能源服务	- 特许经营区域 - 可再生能源技术 - 燃气高效利用技术	- 绿色低碳趋势显著：与可再生能源融合发展 - 业务模式多元化发展：业务整合扩展向低碳转型发展 - 技术竞争力提升：业务与技术关联性提高
能源社区运营 	- 延伸城市能源，产业链延伸+多元化业务拓展+国民生产生活提升 - 零碳场景（园区、商业建筑） - 能源交易	- 建立生态圈拓展业务，打造能源生态、生活生态的多元化产业生态圈 - 打造能源社区概念 - 能源托管运营 - 能源交易	- 业务优化 - 数字化技术 - 合作伙伴 - 碳资产管理	- 加强甲烷减排，建立绿色低碳实施体系 - 数字化技术推动作用，营造生态圈的发展模式 - 跨界合作性更加显著

图 4 城市燃气企业发展战略不同阶段分析

（2）城市燃气企业低碳转型实施体系

“双碳”目标提出后，各企业纷纷响应国家政策，并已制定或正在制定企业自身的碳达峰碳中和目标。纵观城市燃气企业在低碳转型的实施体系，涵盖业务重构、技术创新和碳管理体系三个维度。在业务重构方面，强调了

向燃气高效利用和可再生能源项目的拓展，以及电力业务和氢能业务的发展。技术创新关注提升现有业务效率和新能源领域的探索，而碳管理体系则集中在通过完善顶层设计和行动举措来提高企业的降碳、脱碳的能力。

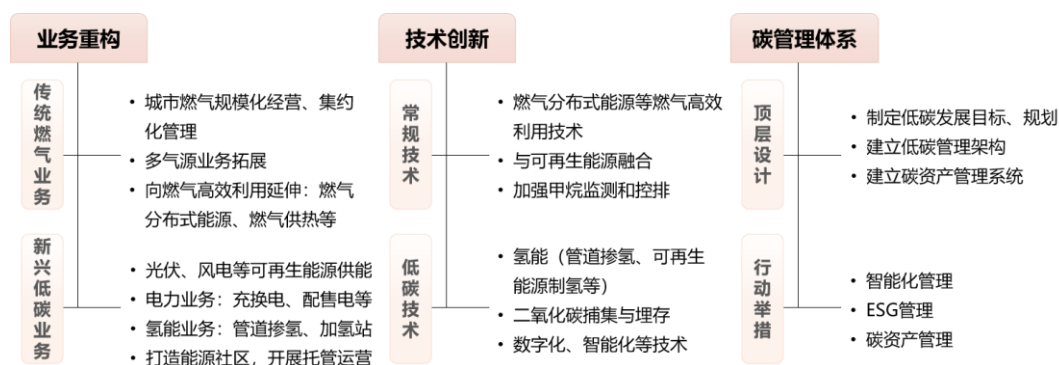


图 5 城市燃气企业低碳转型实施体系

● 业务重构：传统燃气与新兴低碳业务并举

业务重构是城市燃气企业实现低碳转型的核心内容。传统燃气业务在规模化经营和集约化管理的基础上，向多气源业务拓展；同时，积极投资运营可再生能源项目，发展充换电和配售电服务等电力业务进一步降低碳排放，优化业务结构。

氢能业务是低碳转型中的一个关键领域。城燃企业因地制宜布局管道掺氢和加氢站建设。通过与其他能源形式的融合，提供更加灵活的能源解决方案，满足不同用户的需求。此外，企业还着眼于能源社区的建设，将不同能源形式整合到一个生态系统中，并开展能源托管运营，为用户提供全方位的能源服务。

● 技术创新：支撑低碳转型的关键

技术创新是城市燃气企业实现低碳转型的重要支撑。在甲烷监测方面，

部分国内油气公司已经采用无人机、车载监测等先进手段开展甲烷排放监测，为测量排放量以及更新排放因子积累了一定的基础；未来卫星监测也将得到越来越多的应用。在甲烷控排方面，目前具有成本效益的控排手段比例依然有待提高，这都需要通过技术创新来实现。其他方面，企业还着重发展燃气分布式能源等高效利用技术，以更好地利用能源资源。随着绿色低碳系统的兴起，与可再生能源的融合成为技术创新的重要趋势，城市燃气企业积极探索太阳能和风能、储能与传统能源的耦合，打造源网储荷一体化的供能系统。

城市燃气企业也在低碳技术方面取得了重要进展。氢能技术的研发，包括管道掺氢和氢能燃料电池等，有望成为未来的重要能源形式。此外，二氧化碳捕集与埋存技术也在降低碳排放方面发挥着关键作用。数字化和智能化技术的应用，如智能计量系统和能源管理系统，使城市燃气企业能够更

好地监测、管理和优化能源使用。

● 碳管理体系：科学系统的低碳管理

为了顺应低碳转型，城市燃气企业建立和完善了碳管理体系。从顶层设计上，制定低碳发展目标、规划建立

低碳管理架构，并建立碳资产管理系统。通过明确的目标和规划，企业能够更好地引导低碳战略的执行。从行动举措上，开展智能化管理，以提高生产效率和减少资源浪费。通过加强环境、社会 and 治理（ESG）管理确保企业低碳转型与社会责任相一致。

2.2 燃气产业链低碳转型重要举措

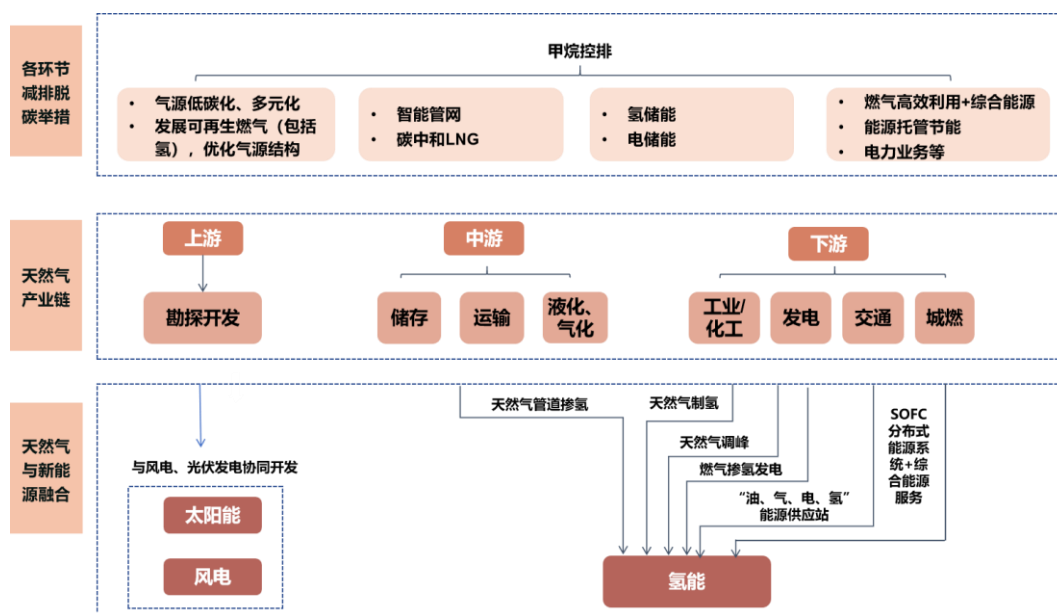


图6 燃气产业链低碳转型路径分析图

上游：为保证能源供应的持续性和稳定性，持续推进气源低碳化已成为必要选择。通过开发可持续的生物质燃料、合成天然气和氢气，能够优化气源结构，减少温室气体排放，同时减轻对传统化石燃料的依赖，满足多样化的能源需求。此外，通过国际合作和技术引进，不断探索和引入新型、高效的气源开发技术。

中游：通过技术创新和智能化平台构建，提升输送效率。通过采用智能管网在内的现代技术，实现远程监控和智能调度，可以显著提高燃气输送效率的同时减少温室气体排放。碳中和的液化天然气（LNG）技术、氢能储

存技术和先进的电储能技术的推广和应用，也都为能源传输和存储提供了更多的选择。同时，通过碳捕捉和储存技术（CCS），将产生的二氧化碳储存在地下，从而达到减排的目的。

下游：通过高效利用燃气、综合能源解决方案、能源托管节能技术和新型电力业务，不仅能够满足日益增长的能源需求，还能够确保能源的高效、低碳消耗。随着技术的进步和商业模式的变化，下游能源消费模式亦在发生转变。燃气与可再生能源协同的多能互补能源利用方式正不断推广，例如燃气-太阳能联合供暖、燃气驱动的电力储存系统等。同时，数字化和互联

网技术的引入直接提升了能源管理和服务的智能化，满足了消费者多样化、个性化的能源需求。

甲烷控排是贯穿全产业链的减排措施。例如，中石油通过伴生气回收技术减少油气田燃除；中海油采用低功率燃气轮机和等离子点火燃烧技术减少放空气、提高火炬燃除效率；中石化持续强化密闭混输工艺、减少漏损。城市燃气企业在输配端配备 ppb 级甲烷高精度检测车，提高检测精度。加强设备管理维护，避免超压放散；在用户端使用专用设备设施和定期巡检，杜绝燃气逸散和泄露；在核算方面，摸排企业重点排放源，开展实测。

在双碳目标牵引下，燃气产业链低碳转型也通过与新能源融合发展实现。除风光氢外，天然气与生物天然气融合发展也是发展的方向之一。一种是“点式融合”，即因地制宜建设生物天然气工厂，将生物天然气作为天然气的供应来源，就近接入城镇燃气管网。另一种是“网式融合”，即构建生物天然气分布式能源系统。将生物天然气作为燃气下乡的一部分，在农村地区就地收集原料、就地加工转化、就近供能，并与分布式光伏发电、分布式风电等相结合，以农户或者整村为单位，打造分布式供能系统，满足农民的气、电、热等用能需求。

2.3 城市燃气行业低碳转型路径

城市燃气行业的低碳转型路径可从城燃行业低碳转型和城燃企业低碳两个维度进行刻画。下图概述了城市燃气企业低碳转型的关键内容：转型产业定位、战略重构和一般中间目标。在转型产业定位方面，涉及到从“碳排放”到“碳中和”“碳负排”的转变；

在战略重构方面，内容包括多种策略如升级传统业务、发展绿色业务和建设绿色基础设施；而一般中间目标则侧重于实现这些转型战略的具体目标，例如推进气电业务和综合能源服务等。

相关内容	路径举措
燃气产业定位	➢ 发挥低碳特点助力“碳达峰” ➢ 天然气与新能源融合 ➢ 天然气对新能源起支撑作用
城燃行业低碳转型	➢ 传统燃气业务：加强甲烷控排，实现“增加供给、提高收益、气候有益”的三个目标 ➢ 传统燃气业务：打造新型“天然气+可再生燃气（包括氢）”气体产业能源体系（气源供应） • 气体能源产业形态是由多种低碳、零碳，甚至无碳气体形成的组合结构，包括天然气、生物甲烷、合成甲烷、蓝氢、绿氢、氨气等。 • 天然气和新型气体协同发展，通过多气互补协同可以弥补天然气供应缺口，实现可再生能源多元化供应，确保天然气供应安全。 ➢ 传统燃气业务：打造新型能源储运设施系统，由天然气管道、储气库、LNG终端等构成 • 数字化管网平台：实现管网节能降耗、优化运行 • 天然气与可再生燃气的设施共享：发展管道掺氢、二氧化碳运输等 ➢ 新兴低碳业务：打造天然气与新能源互动的新型电力系统、供热系统（终端能源供应） • 推动绿色低碳商业模式，燃气与可再生多能互补供能系统 • 可再生供暖+天然气的新型供暖系统 • 开展能源交易业务，代理购售电，虚拟电厂等
城燃企业低碳转型	➢ 战略转型：能源销售—能源生产服务—能源社区运营 ➢ 业务转型：城市燃气业务—城燃下游业务（分布式能源、清洁供热等）—可再生能源与燃气业务协同 ➢ 技术应用：低碳技术—零碳技术—负碳技术 • 燃气输送—燃气利用（燃气分布式能源、清洁供热、燃气制冷等）—新能源、氢能、储能、碳资产—可再生燃气、CCUS ➢ 碳管理体系：城燃行业“双碳”管理平台；碳排放数据统计与核算，碳资产管理工具等

图 7 城市燃气行业低碳转型路径

2.3.1 城燃行业低碳转型路径

(1) 传统燃气业务：加强甲烷控排，实现“增加供给、提高收益、气候有益”三个目标

传统燃气业务中，和天然气直接相关的降碳手段便是加强甲烷控排。通过加强甲烷控排，可以提高商品气量的供应量，从而有助于保障能源供应安全；由于具有成本效益的减排手段越来越多，商品气量供应的增加会提高售气的收益，提升企业效益；对于甲烷这种短寿命强势温室气体来说，甲烷控排是在短期内实现气候效益，避免温升过冲(overshooting)的重要手段。因此，甲烷控排是“一石三鸟”，对传统燃气业务低碳转型来说是可以马上实施、立马见效的举措。

(2) 传统燃气业务：打造新型“天然气+可再生燃气（包括氢）”气体产业能源体系（气源供应）

在‘X+1+X’的格局下，随着更多省级管网的并入和托运商制度的不断完善，油气供应主体多元化将成为趋势。多元化的气源供应也对城燃企业的气源筹措和统筹，以及精准预估下游需求的能力提出了更高要求。在双碳目标下，城燃行业应打造新型“天然气+可再生燃气（包括氢）”气体产业能源体系，不断丰富气源供应，长期而言，能实现综合性平抑价格，助力工业流程改造与深度脱碳的发展目标。

气体能源产业形态是由多种低碳、零碳，甚至无碳气体形成的组合结构，包括天然气、生物甲烷、合成甲烷、蓝氢、绿氢、氨气等。天然气和可再生燃气协同发展，通过多气互补协同可以弥补天然气供应缺口，实现能源多元化供应，确保天然气供应安全。³发展

低碳气体，可以优化组合不同气体能源的使用，气体转换为液态、固态后还可以实现不同的功能用途，助力工业流程改造与深度脱碳，对于能源系统实现净零碳排放具有重大作用和价值。在碳中和背景下，发展新型气体能源能充分优化使用天然气资产，延续天然气工业的资产价值，避免大规模基础设施闲置。

(3) 传统燃气业务：打造新型能源储运设施系统，由天然气管道、储气库、LNG 终端等构成

传统燃气业务已建立了一套完善的天然气管道、储气库和 LNG 终端等基础设施，支撑着天然气的运输、分配和使用。然而，随着能源结构和需求的变化，现有设施需要进行升级和优化，以满足新型气体和可再生能源的需求。

数字化管网平台。数字化技术为传统燃气业务带来了革命性的变革。通过运用物联网、大数据、AI 等先进技术，可以实现对管网的实时监控、预测和优化，从而实现节能降耗和提高运行效率。

天然气可以与可再生燃气（包括氢）设施共享。可以建设新型的储气库和 LNG 终端系统，不仅满足天然气调峰需求，还能满足生物甲烷等其他可再生燃气的储存。城市燃气行业也可依托现有的管网资源发展管道掺氢、二氧化碳运输等新型业务，在实现管网资产可持续发展的同时，开辟新的业务领域，进一步实现降碳、脱碳。

(4) 新兴低碳业务：打造天然气与新能源互动的新型电力系统、供热系统（终端能源供应）

³ 刘合，梁英波，张国生，等：《天然气与可再生燃气融合发展挑战与路径》[J]. 天然气工业, 2022, 42(9): 1-9.

随着全球气候变化问题日益严重，向低碳、绿色能源转型成为全球应对气候变化的共同选择之一。天然气作为一种相对清洁的化石燃料，与新能源的结合将为未来的电力和供热系统提供重要的方向。

打造天然气与新能源互动的新型电力系统。随着风能、太阳能等新能源的大规模应用，电力系统的稳定性和可靠性面临挑战。天然气作为调峰电源，可以为电力系统提供稳定的电力供应，确保电力系统的稳定运行。通过智能电网技术，可以实现天然气和新能源的高效互补，满足用户的多样化、灵活的电力需求。

打造燃气与可再生多能互补的供能系统。在冬季，太阳能供暖可能因为阳光不足而面临挑战。而天然气供暖则可以为用户提供稳定、可靠的供暖服务。通过燃气与可再生能源形成多能互补供能系统，不仅可以提高能源利用效率，还可以大大降低温室气体

排放，实现绿色、低碳的供暖。发展“可再生供暖+天然气的新型供暖系统”，新型供暖系统将太阳能、地热等可再生能源与天然气相结合，通过先进的控制技术，实现供暖的高效、低碳。此外，这种供暖系统还可以为用户提供冷热电多能联供的服务，满足用户的多样化需求。

开展能源交易业务。随着电力市场的深化改革，能源交易已经成为新的商业机会。企业可以代理购售电，为用户提供灵活、经济的电力服务。此外，虚拟电厂技术也为电力系统的运行提供了新的可能。通过集合分散的电力资源，虚拟电厂可以为电网提供稳定、可靠的电力供应。

其他新兴低碳业务。除了上述业务外，储能、微电网、智能家居等也为绿色、低碳的能源转型提供了新的方向。企业可以结合自己的实际情况，开展相关的业务，为构建绿色、低碳的能源体系做出贡献。

2.3.2 城燃企业低碳转型路径

(1) 主业精益化管理：加强甲烷控排能力建设

甲烷控排不仅有利于燃气企业增加供气量、提升自身效益，而且是燃气企业 ESG 体系建设不可或缺的一部分，有利于提升企业自身形象，形成新的竞争力。

为做好甲烷控排，燃气企业可以提出量化的甲烷控排目标，以及具体的实施路径。要做好人员培养、团队建设，保证设备投入，采用先进技术，并积极总结经验，力争成为行业甲烷控排最佳实践的标杆。

在上游气源供应方面，城燃企业可以要求上游气源供应方提供甲烷控排方面的信息，促进上游企业减排。通

过上下游努力，降低全价值链温室气体排放。在全社会重视气候变化应对的今天，做好全价值链甲烷控排对于城燃企业来说可以构成新的竞争优势，吸引有需求的优质客户进行合作。

(2) 战略转型：能源销售→能源生产服务→能源社区运营

根据上文分析，城市燃气企业的低碳转型战略已经经历了从能源销售到能源生产供应，再到能源社区运营的演变过程。这一演变反映了企业对可持续发展的承诺和对新能源技术的积极应用，为未来的清洁、绿色、低碳能源供应铺平了道路。这也显示出城市燃气企业在面对能源行业的挑战时能够灵活适应和持续创新的能力。

(3) 业务转型：城市燃气业务→城燃综合能源业务（分布式能源、清洁供热等）→可再生能源与燃气业务协同

城市燃气企业正在积极应对全球能源转型的挑战，通过升级传统燃气业务和布局新兴能源业务，实现了可持续发展的目标。这一转型不仅有助于降低碳排放，还为城市燃气企业在未来清洁、绿色、可再生能源市场中取得竞争优势创造了机会。在终端，实现产品多元化。实现从供气向供能转型，积极拓展燃气发电、热电联供和分布式能源业务，为用户提供冷、热、电产品。同时在终端实施产业链的延伸，充分挖掘用户资源，实施非气业务。从能源销售商向能源综合服务商转型，实现产品+服务的经营方式。在数字化领域，从智能系统的使用者转变为系统开发商或供应商。通过延伸服务和增值服务，延伸产业链，开拓非气业务，做深市场。

(4) 技术应用：低碳技术→零碳技术→负碳技术

燃气输送→燃气利用（燃气分布式能源、清洁供热、燃气制冷等）→新能源、氢能、储能、碳资产→可再生燃

气、CCUS

为了应对这一挑战，技术创新成为低碳转型的重要驱动力，从低碳到负碳，不断的技术进步为城燃企业的可持续发展提供了坚实的支撑。低碳技术方面是通过天然气综合及高效利用，实现终端用能电气化，减少碳排放；零碳技术方面是加大氢能的应用，以及新能源储能技术研究，形成产业化，使之成为未来核心产业；负碳技术方面一是通过 CCUS 技术，实现净零排放，二是探索通过山林承包植树造林等碳汇项目或通过碳权交易方式实现分散型天然气利用项目的净零排放。

(5) 碳管理体系：城燃行业“双碳”管理平台；碳排放数据统计与核算，碳资产管理工具等

仅有技术创新还不够，管理思维的转变同样关键，这促使了碳管理体系的构建成为必要。为此，城燃行业构建了“双碳”管理平台，确保碳排放数据的准确性，并进一步发展碳资产管理，目标是更好地为企业提供更完善的碳资产管理与优化方案。总的来说，城燃企业在低碳转型的道路上不仅要进行技术创新，还要加强管理创新，以确保实现低碳、零碳乃至负碳的目标。

3 发展建议

3.1 政府层面

城市燃气行业要做好低碳转型发展工作，必须要从整个天然气产业链层面“着手”。

3.1.1 制定细化措施，确保《甲烷排放控制行动方案》的落地

2023 年 11 月 7 日，生态环境部等 11 部门印发《甲烷排放控制行动方案》，提出 8 大重点任务，包括能源领域、农业领域、垃圾和污水处理等方面的甲烷控排以及监测、核算、报告和核查体系建设、技术创新和监管、法律法规标准政策体系构建、全球合作等内容。

2023 年 11 月 15 日，中美两国发表关于加强合作应对气候危机的阳光之乡声明，中美两国决定启动“21 世纪 20 年代强化气候行动工作组”，开展对话与合作，以加速 21 世纪 20 年代的具体气候行动。工作组将聚焦联合声明和联合宣言中确定的合作领域，包括能源转型、甲烷、循环经济和资源

利用效率、低碳可持续省/州和城市、毁林以及双方同意的其他主题。在甲烷方面明确提到，“两国将落实各自国家甲烷行动计划并计划视情细化进一步措施”。

因此，《甲烷排放控制行动方案》公布之后，有必要制定进一步的细化措施，确保方案的顺利落地。相关细化措施可以包括监测、核算、报告和核查体系的实施细则；财政、金融等具体的激励政策；制定符合中国国情的甲烷控排技术和最佳实践清单等。此外，对包括油气领域在内的量化控排目标要加强研究，适时推出。

3.1.2 明确天然气在我国“双碳”进程中关键支撑作用的地位，引导天然气行业有序高质量发展

一是依托国家碳达峰碳中和“1+N”政策体系，明确天然气在关键部门的发展方向 and 推进路径，包括工业领域替代高碳高污染燃料、化工领域作为原料替代煤炭石油、供暖领域替代传统燃煤供暖、交通领域扩大 LNG 在重卡、船运等领域的应用等，策动天然气向快发展。

二是引导更多主体参与上游天然

气勘探开发、推动天然气增储上产，引导社会资本参与储气库、LNG 接收站等天然气基础设施建设，提高天然气应急调峰能力，策动天然气向稳发展。

三是完善城市燃气行业政策体系，引导社会资本更加积极参与城市燃气基础设施建设，引导居民用气习惯，推动城市燃气行业行稳致远。

3.1.3 全面建设全国天然气统一大市场，发挥市场在资源配置中的作用，确保天然气多重价值的实现

一是全面建设全国天然气统一大市场，硬件上提高天然气管道运输能力、储气库调峰能力、区域管道互联互

通能力，打造“全国一张网”；软件上推动价格市场化改革、全国能量计量计价体系建设、第三方公开准入制度建

设，形成制度与标准的统一。

二是商品价值实现，加快推进天然气市场交易中心和天然气期货市场建设，强化天然气交易平台功能，一方面尽快形成具有影响力的天然气价格指数，提高中国天然气市场的价格话语权和市场影响力；另一方面建设“现货市场+期货市场”的成熟天然气市场，推出天然气期货，为产业链企业开展天然气价格套期保值、管理天然气价

格波动风险提供市场和工具。

三是低碳价值实现，加快建设全国统一碳市场，扩大行业覆盖范围，充分发挥碳排放权、用能权、排污权等交易市场作用，利用市场力量放大天然气在低碳环保方面的价值，对以天然气为燃料和原料的设施在分配碳排放配额时予以重点倾斜，提高天然气的竞争力。

3.1.4 充分认识到政策保障在推进中国天然气发展中的作用，多措并举共同保障行业协调稳定健康发展

一是完善金融财政支持政策，支持上游企业增加供应、中游企业建设基础设施、下游企业主动升级改造；

二是鼓励社会资本以市场化方式设立绿色低碳产业投资基金，将符合条件的城市燃气低碳发展项目纳入政府债券支持范围；

三是建立有利于天然气清洁低碳替代的税收政策体系；

四是完善绿色金融和碳减排支持工具，发挥国家产融合作平台作用，引导金融机构扩大绿色信贷投放，利用绿色信贷为天然气替代提供专项资金支持。

3.2 行业及企业层面

3.2.1 加强甲烷控排，完善低碳排放管理体系

城市燃气环节甲烷排放的强度虽较上游生产、储运环节低，但甲烷控排是城市燃气行业低碳转型的重要组成部分。

（1）发挥城燃行业的协会组织、甲烷控排联合组织的协同作用

依托燃气行业的协会组织、甲烷控排联合组织等协同开展甲烷控排。一是加强控排宣传力度，持续扩大控排辐射工作面；二是对接国际发展经验和标准制定适用于行业发展的控排行动方案；三是推动产学研结合，归集甲烷控排关键技术突破点，加速科研成果转化；四是牵头组织跨界交流，为控排工作深化阶段的设备更新、市场

化机制引导创建工作基础。

（2）建立健全城燃企业甲烷控排管理体系

建议进一步完善行业和企业控排管理机制，需涵盖审批、监测、标准、监管和资金支持等方面，通过科学化管理体系减少甲烷排放。完善的管理体系也有助于城燃企业甲烷回收利用项目开发、示范和推广。

（3）建立适用于国内城燃行业的方法论和标准体系

甲烷排放数据是管控和治理的重要依据，只有识别清楚排放源，摸清排放规律及现状，才能设计控排实施方

案。北京燃气、新奥能源等城市燃气企业开展了甲烷控排的相关工作，但城燃行业内对甲烷排放核算体系，包括核算边界、术语定义、排放源识别及分类、核算及监测标准、排放因子数据库、清单编制及指南等尚无统一标准。城燃行业应基于国家清单编制方法及原则，加快形成符合国内燃气行业情况

的排放清单及编制指南，制定甲烷排放策略、报告及核查的具体要求，形成相应的团体标准，并逐渐从团标上升为国家标准。同时，探索燃气泄漏监测、定位、预警、以及减少工艺排放的技术创新，努力建设城燃行业甲烷排放控制技术示范工程。

3.2.2 开展技术创新夯实基础，推进行业高质量低碳转型

城市燃气行业及从业企业应坚定行业发展的信心，不断加强技术创新，夯实发展基础，促进低碳转型顺利实现。

(1) 完善相关技术标准和规范。在新型能源体系建设中，城市燃气呈现低碳化、多元化的特点，与其他行业和合作和融合加强，亟待出台相应的标准，规范行业的发展。

天然气与可再生燃气(包括氢)融合的标准。在生物天然气方面，已初步构建起包括《生物天然气》等标准体系，但在技术、施工、管理、监管等方面的标准仍待完善。在氢能方面，天然气与氢能融合尚处于试验和研究阶段，需加强技术攻关，解决融合发展的技术瓶颈，建立切实可行的天然气与氢能融合的标准规范。

燃气与新能源耦合的标准。多能互补、多能融合是新型能源体系的重要特征之一，燃气与新能源耦合将成

为重要发展方向，亟待建立涵盖规划、设计、建设、运行等各环节的标准。

(2) 强化人才体系建设。城市燃气行业未来发展呈现低碳、多元、智能等特点，需要更多新能源、电力、大数据、人工智能等企业专业和领域的人才，致力于建立跨学科、跨领域的多层次、高质量的人才培养体系。

(3) 加强跨界合作。打破能源领域行业界限，注重与新能源等其他低碳行业融合。通过组织行业会议、联合研究等方式与新能源、电力等其他行业融合，共同探讨构建低碳能源体系的路径。

依托数字化技术，融合多种应用场景，加强能源与其他行业融合。探索能源行业与水务、市政等其他行业融合，构建低碳循环的能源系统。

加强国外经验交流，技术引进。通过吸收学习国外经验，为我国城市燃气行业低碳发展提供参考和依据。

3.2.3 构建企业低碳发展体系，提升可持续发展能力

(1) 调整战略方向和业务结构，适应发展趋势

关注能源政策环境，积极研判外部环境，审慎研判企业内部技术储备、商业资源等要素在城市燃气企业低碳转型环境下的水平，提升企业整体的

战略规划能力，适时调整战略方向，制定由总部到下属公司的多层次战略发展规模。

①传统业务与低碳业务并重，推动低碳转型

燃气仍是低碳业务发展的重点和核心，坚定城市燃气行业发展的信心，在加强甲烷控排、保证业务健康发展的同时，通过碳中和 LNG、生物天然气、氢能等融合加快气源低碳化，通过制定上游供应商的选择条件、为下游用户提供低碳产品等方式促进整个产业链的低碳化。

布局分布式光伏、风电、储能等新兴能源业务以及充换电等终端电气化业务。根据公司条件，布局氢能产业链中相关业务，打造零碳生态圈。通过资源整合，探索天然气与新能源融合发展的模式和路径，形成优势互补，为用户提供稳定、低碳的能源产品。

②关注新的应用场景，创新商业模式

“双碳”目标下，低碳/零碳建筑、低碳/零碳园区、低碳/零碳城市、碳达峰试点等建设成为绿色低碳转型和碳达峰工作中的重要内容。为城市燃气企业带来了新的应用场景，也将催生新的商业模式。

加深能源行业与城建、环卫、水务等行业之间的融合，为构建绿色可持续的循环生态圈提供可能。城市燃气企业可利用政府资源开展多领域合作，构建“城市物业”系统，助力城市低碳发展。

(2) 提升核心竞争力，支撑转型实施

加大对低碳零碳负碳技术领域，人工智能、大数据、云计算、区块链和数字孪生等数字化、智能化等先进技术在能源领域的融合运用的研发投入、示范应用、有效推广等，通过大数据分析公司各业务板块发展实际需求，推动在全产业链打造智能产品，加强能源产业价值链整合，大幅提升公司先进技术的核心竞争力，突出强化科技对公司转型发展的引领作用。

注重公司人才梯队培养建设，持续深化与高校、科研机构等全方位战略合作，增强公司可持续发展的技术、人才储备，满足新战略下的各种人才需求。

(3) 完善企业低碳管理体系

①积极参与碳市场，探索新的商业模式

一方面，在现有碳市场中，积极发展低碳项目、碳汇项目等抵消企业内部碳排放，或通过低与低碳项目交易实现碳减排。

另一方面，积极开展碳金融研究，为碳市场的进一步发展做储备，通过碳金融、绿色金融等手段实现碳减排的目标。

②挖掘企业内部碳资产潜力

完善企业内部碳资产管理体系，深度挖掘企业内部碳资产价值，全面落实低碳转型战略。

③研究布局“碳中和 LNG”业务模式

依托 LNG 接收站及丰富的 LNG 贸易经验，承担碳中和 LNG 供应商角色，将碳信用与原有 LNG 产品创新融合，为终端用户提供净零碳的 LNG 供应，帮助其减少碳足迹。同时，借助全国性或者区域性的碳排放交易平台，培养碳信用额自主开发与市场化交易能力，以最经济、高效的方式，获取与碳排放等额的碳信用额度，实现 LNG 全产业链“碳中和”。