

能源转型背景下 京津冀地区天然气与氢能融合发展分析

李子欣

国家管网集团北京管道有限公司

摘要：氢能是一种资源丰富、来源广泛、清洁低碳、灵活高效的可再生二次能源。当前我国氢能产业发展窗口期已经形成，京津冀地区立足天然气资源禀赋，结合天然气特性及其在能源转型中的定位和作用，提出以地区内天然气资源为依托，继续发挥天然气的低碳优势，着眼横、纵两个方面，构建“天然气-氢能”融合发展新模式，形成低碳清洁、安全高效的区域能源体系，为打造中国式现代化建设的先行区提供可靠的能源保障。

关键词：能源转型；京津冀地区；天然气；氢能

1 引言

能源是人类文明进步的物质基础和发展动力，攸关国计民生和国家安全。新一轮科技革命和产业变革深入发展，生产生活方式加快转向低碳化、智能化，能源体系和发展模式正在进入非化石能源主导的崭新阶段^[1]。京津冀地区作为中国经济第三增长极，其用能结构的优化调整和多元化能源供需体系的升级转换在绿色低碳发展中承担着重要责任^[2-3]。

“双碳”背景下绿色低碳的发展需求催生了氢能产业的发展，就“双碳”的战略进程而言，氢能是实现各类能源“零碳排放”的终极能源，但当前阶段氢能产业处于发展初期，用氢成本，尤其是绿氢成本较高，与其他能源形势相比竞争力有限，而天然气作为最清洁的化石能源，承担了安全供给与绿色低碳的双重使命，在推动化石能源向新能源过渡、实现能源低

碳转型的进程中起到重要的“桥梁”作用，是新型能源体系的关键“调节器”。

能源转型进程中，天然气在不同阶段有不同的角色定位和作用^[4]。现阶段化石能源仍处于增量发展时期，天然气作为能源增量主体应继续发挥低碳优势，支撑最大限度减碳；随着能源结构的优化发展，进入化石能源减量发展时期，天然气应重点弥补煤炭减退空间，拓展天然气发展氢能、碳捕集、利用与封存技术（CCUS）等有利减碳领域，支撑可再生能源体系坚强建设；当可再生能源体系基本建成后，天然气将担任储能体系建设的生力军，支撑新能源体系安全稳定运行。京津冀地区能源体系庞大，转型时间紧、任务重，转型一定不是把已有能源基础设施推倒重建，而是立足地区能源禀赋，充分利用已有基础设施进行融合创新和协同重构^[5]，以实现用能结构的优化调整和能源供需体系的升级转换。

[第一作者简介] 李子欣，市场营销岗，中级工程师，从事天然气长输管道运营及市场营销工作。

2 京津冀地区天然气现状

2.1 天然气市场现状

京津冀地区作为中国天然气主要的消费市场，可接入长庆等国产天然气、中亚和俄罗斯进口天然气、以及液化天然气（LNG）等多种气源，外围输气体系较为完善。2023年，随着生产生活秩序正常化，地区内天然气消费量结束了2022年同比下降的局面，消费量达536亿m³，同比增长3.5%，消费量重回正增长轨道。

随着“全国一张网”和全国储气能力建设工作的加快推进，京津冀地区内天然气基础设施不断完善，逐步形成了完整覆盖上中下游产业链的天然气工业体系。根据《“十四五”现代能源体系规划》和《京津冀能源协调发展计划》最新部署，地区坚持绿色低碳发展，立足三地能源禀赋全面提升天然气供应安全保障水平，加快天然气长输管道及区域天然气管网建设，积极推进北京燃气集团天津南港LNG应急储备项目二期、三期建设^[6-7]。

2.2 天然气基础设施

京津冀地区的天然气基础设施建设形成了以陕京输气管道系统为主，辅以多个LNG接收站和重要管线的多元化供气格局，有效保障了地区的天然气供应。其中，陕京输气管道系统主要包括陕京一线至四线、永唐秦管道及唐山LNG外输管道等，多年来逐步形成了多种气源的输入模式，截止2024年10月30日，陕京管道系统累计输气量突破7 000亿m³，为保障京津冀地区天然气产业发展做出巨大贡献。京津冀地区现有5座LNG接收站，其中唐山LNG接收站作为地区内主要的冬季调峰保供站，年接收能力可达1 000万t，随着后续LNG接收站的陆续建成、投产，预计到2025年地区内LNG接收站接年转能力超过4 000万t^[8]。

3 京津冀地区氢能发展现状

3.1 氢能产业现状

3.1.1 上游氢能资源

京津冀地区氢能资源以灰氢为主，占比超过96%。地区内氢能禀赋充分互补，其中河北省为主要氢能产区，2022年氢产量320万t，同比增长16.89%。河北省组作为焦炭、化工大省，工业副产氢充足，该省依托

本地石油化工企业，分别于唐山、邯郸等地重点布局了工业副产氢项目。此外，承德、张家口等地可再生能源丰富，为规模化制取绿氢提供了资源保障。天津市主要依托当地制氢企业开展工业副产氢及炼化石油制氢，2022年天津市氢能总产量约105万t，同比增长8.25%。北京市氢能资源匮乏，年产量仅约5万t，作为国内氢能研究起步最早的地区，北京市氢能发展在科技创新、产业基础、政策环境和市场腹地等方面具备明显优势，氢能关键技术水平发展与产业化能力全国领先^[9]。

3.1.2 中游氢能储运

氢能可储可运，其储存和运输均包括气态、液态和固态。京津冀地区立足当前氢能发展现状，依托当地企业加快发展高压氢气存储材料与设备、液态氢储运装备等配套产业，鼓励在具备条件区域采用管道输氢方式。随着“全国一张网”基本成型，地区内干线网络基本实现互通互联，鉴于氢能与天然气资源市场格局高度相似，未来天然气管道掺氢输送或天然气管网改造输氢是解决氢气长距离、大规模、低成本输送的最佳选择。根据京津冀能源协同发展行动计划部署，国内首条跨省区、大规模、长距离纯氢输送管道乌兰察布-北京房山“西氢东送”输氢管道示范工程已纳入国家规划^[7]。

3.1.3 下游氢能应用

（1）工业领域

京津冀地区氢能工业领域的应用场景主要为氢能冶金和绿氢化工，其中氢能冶金是钢铁行业低碳转型的重要方向，绿氢化工是推动合成氨、合成甲醇、石油精炼等化工行业深度脱碳的重要途径。河北作为钢铁大省，碳排放量巨大，通过利用氢气取代焦炭还原剂，可大幅度减少钢铁行业碳排放水平。此外，地区内传统合成氨、甲醇等化工产品利用煤气化产生的氢气合成，碳排放较大，通过利用风力、太阳能等可再生能源电解水可实现零碳排放制氢，极大推动了化工行业脱碳生产。

（2）交通领域

交通领域是氢能消费的重要突破口，其中氢燃料电池汽车是主要应用场景，加氢站是必备基础设施。京津冀地区作为国内最早开展氢能与燃料电池产业研发和示范应用的地区，研发实力突出，产业基础完

善，氢能供给多元，市场腹地广阔，三地功能互补，为区域协同发展氢能产业奠定了坚实的基础^[10]。加氢站是氢能与燃料电池汽车产业的重要组成部分，根据中国氢能联盟研究院公布的数据，截至2022年底，全国在运加氢站数量为245座，其中河北省22座，北京市11座，天津市4座。目前加氢设施产业处于起步阶段，加氢站建设成本较高，随着核心设备国产化程度的加深及“加油加氢一体化”的发展，加氢站的建设运营成本将有所下降。

3.2 氢能发展政策

在减少碳排放、提高能源安全、促进经济增长等因素的驱动下，京津冀地区紧跟国际、国内步伐，加速布局氢能产业，三地区立足省/内发展分别出台了能源绿色转型、鼓励氢能发展的一揽子支持政策。其中，北京市发布了包括《北京市氢能产业发展实施方案（2021—2025年）》在内的多项政策，旨在打造氢能产业链，推广氢燃料电池汽车，并与天津、河北共同推动氢能产业协同发展。河北省出台了《河北省推进氢能产业发展实施意见》等文件，特别强调张家口市和承德市作为绿氢发展示范基地，构建绿氢送京津的通道。天津市则发布了《天津市氢能产业发展行动方案（2020—2022年）》，旨在构建氢能产业生态系统，并在财政上支持氢能产业的发展。

4 京津冀地区天然气与氢能融合发展路径

我国氢能产业发展窗口期已经形成，加速推进氢能发展是促进京津冀地区能源结构转型的关键驱动力^[9]。立足京津冀地区天然气资源禀赋，结合天然气特性及其在能源转型中的定位和作用，提出以地区内天然气资源为依托，着眼横、纵两个方面，构建“天然气-氢能”融合发展新模式，以实现能源绿色低碳发展和高效利用。

4.1 发挥天然气低碳优势

天然气作为清洁低碳能源，在我国新型能源体系中扮演关键角色。三地能源企业应立足自身全面提升天然气供应安全保障水平，加大勘探开发和增储上产力度，确保天然气供应稳定。同时，应整合国内外多种气源，加强储备和调峰能力，构建安全的供应体系。此外，积极统筹规划，适度超前，完善“全国一

张网”，提升地区能源供应保障能力和运行调度水平。

在“双碳”进程中，积极推动天然气产业降碳提效，实现绿色发展。天然气供给和消费两端发力，推进天然气清洁化、低碳化发展，支持油气企业由传统油气供应向综合能源开发利用转型发展。支持陆上油气田风能和太阳能资源规模化开发，着力提升新能源就地消纳能力。统筹推进海上油气勘探开发与海上风电建设，推广关键耗能设备节能技术以提升能效水平，加快推进LNG冷能利用。积极推进数字技术与油气产业的深度融合，通过云计算、物联网、大数据、人工智能等数字技术降本提质增效。持续优化天然气利用方向，提高资源的系统配置效率，降低用能综合成本。

4.2 “天然气-氢能” 横向融合发展模式

“天然气-氢能”横向融合是指两类能源在全产业链的互补性、耦合性发展^[11]。京津冀地区已经具备发展氢能全产业链的良好基础，三地受科技发展不同步、经济能源分布不平衡等因素影响，上游氢能主要来源于工业副产氢，下游主要用于交通、工业领域。着眼京津冀地区能源转型的加速期，氢能发展应充分发挥天然气的先导培育作用，在氢能装备和技术领域实现重点攻关，构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能产业体系。重点发展以下3个方面。

4.2.1 加快氢能制储运体系建设

充分发挥北京尖端技术储备、天津港口贸易区位优势及河北能源资源等优势，加快氢能制储运体系建设。以房山区的氢能制取优势为基础，开发张家口和天津的氢源互补能力，建设京南、京北的可再生能源制氢基地。利用张家口、承德的再生电力资源，发展绿电制氢；整合河北省和天津市的工业副产氢资源，发展多元化制氢方式；鼓励分布式制氢项目，确保氢源就近供应。依托天然气管网和LNG接收站，科学规划氢能储存设施，推动液化氢等前沿技术应用；研究天然气管道输氢的可行性，探索长距离氢能运输技术，促进氢能运输和储备设施建设。同时，加强政策支持，完善氢能标准体系，构建开放、有序的氢资源供应体系。

4.2.2 大力发展氢能交通

当前氢燃料电池汽车是全球能源转型的关键战略，我国也将进入快速发展期。在此趋势下，京

津冀地区正聚焦于氢燃料电池和加氢站建设,积极发展氢能交通,打造京津冀地区氢能产业的“新名片”。

燃料电池是氢能移动化、轻量化和普及的关键,当前我国已掌握氢燃料电池汽车及关键部件技术,但工程化、产业化水平不足,对外依赖度高。京津冀地区充分发挥北京的科技、产业、人才优势,突破高端装备和关键零部件技术,围绕膜电极、质子交换膜、催化剂等关键技术,建设创新创业集群。在此基础上,布局发展氢能汽车产业,利用京津冀氢燃料电池汽车示范城市群,促进氢燃料电池汽车在公共交通、市政环卫、货运物流等领域的应用,逐步完善氢燃料电池汽车产业链。

加氢站是氢能产业的重要基础设施,京津冀三地利用自身优势,突破加氢站关键技术,重点建设公交车站、环卫车场站和物流集散地附近的加氢站,鼓励石化企业建设多功能合建站,支持自备制氢系统的加氢站,探索液氢储氢加氢站,确保公共服务领域的氢能供应。

4.2.3 着力打造氢能应用示范

坚持创新引领,推进建设科技创新共同体,统筹京津冀三地经济发展条件和区位特点,以河北省天然气及其他可再生资源为依托,发挥北京市科技创新优势和天津市先进制造研发优势,借助天津氢能应用示范中心、张家口可再生能源示范区、保定氢能产业链一体化示范城市建设契机,加快推动氢能研发、氢能制储运、氢能交通、氢能综合应用等多层次示范,推动氢能在交通、工业、发电等领域示范应用建设。依托全球能源转型高层论坛等国际大型会议及国际氢能示范区、中日产业园、中德新能源汽车合作等国际产业合作平台,加强国际交流合作,提升氢能产业前沿技术储备和科技创新能力。

4.3 “天然气-CCUS”纵向融合发展模式

“天然气-CCUS”纵向融合是指天然气与氢能产业链延伸资源的融合^[10]。二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)技术是实现净零排放的重要途径之一。双碳背景下,“天然气-CCUS”是实现化石能源低碳化利用的首要技术选择。

当前CCUS技术与其他减排技术竞争优势尚不明显,边际减排成本仍高于陆上风电、光伏、水电等可再生能源利用技术。根据京津冀地区天然气资源分

布及碳排放情况,结合地区能源战略和技术发展,借助北京市高精尖科技创新优势和天津市市场优势,重点突破降本、降耗关键技术瓶颈,在河北省油气重要产区布局CCUS示范基地,逐步探索CCUS商业化模式,实现天然气能源的绿色转型促进氢能产业的发展。同时三地政府应加强顶层设计规划及资金支持,强化引导,建立有效的协调机制或行业规范,为“天然气+CCUS”发展提供良好的产业生态环境。

5 结束语

当前我国氢能产业发展窗口期已经形成,京津冀地区立足天然气资源禀赋,结合天然气特性及其在能源转型中的定位和作用,提出以地区内天然气资源为依托,继续发挥天然气的低碳优势,立足三地的资源和市场优势,着眼横、纵两个方面,构建“天然气-氢能”融合发展新模式:横向方面,统筹京津冀产业发展,优势互补、错位发展,加快氢能制储运体系建设,大力发展氢能交通,推动氢能示范应用,有序推进氢能在交通、储能、工业等领域规模化应用;纵向方面着眼于CCUS技术,借助京津冀地区的科技创新和产业基础,实现地区内“灰氢”供应到“绿氢”供应的转变,提高能源利用效率。

京津冀地区经济最活跃的地区之一,能源转型背景下,加速天然气与氢能产业融合发展,构建清洁低碳、安全高效的区域能源体系,对推动地区高质量发展,促进国家经济发展意义深远。

参考文献

- [1]光新军,闫娜.能源转型背景下油气工程技术发展新方向[J].石油钻探技术,2024,52(04):151-157.
- [2]黄昱杰,刘贵贤,薄宇,等.京津冀协同推进碳达峰碳中和路径研究[J].中国工程科学,2023,25(02):160-172.
- [3]张楠楠.京津冀地区能源消费结构对碳排放的影响研究[D].华北理工大学,2023.
- [4]周淑慧,郝迎鹏,沈鑫,等.对天然气在新型能源体系中地位和作用的认识[J].国际石油经济,2024,32(01):2-16.
- [5]宋鹏飞,张超,侯建国,等.可再生能源制零碳天然气助力我国实现碳中和[J].现代化工,2023,43(07):14-18+24.

天然气在推动氢能产业发展中的角色分析

张鸿杰¹, 郑航¹, 赵婧², 徐婷², 吕凯¹

1.北京市公用工程设计监理有限公司; 2.北京燃气集团有限公司

摘要: 通过制氢、输氢、加氢3个方面对于天然气在推动氢能产业发展中扮演的角色进行了分析。分析表明: 天然气不仅是氢气生产过程中的重要基石, 为氢能产业的蓬勃发展提供了坚实的基础; 同时, 在氢能的运输与应用方面, 天然气也发挥着不可或缺的桥梁作用, 其战略地位与价值愈发凸显, 不容忽视。

关键词: 天然气; 氢能; 制氢; 输氢; 掺氢天然气; 加氢站

1 引言

在“十四五”规划中期评估报告提出的20个主要指标中, 单位GDP能源消耗降低和单位GDP二氧化碳排放降低这两项关键指标, 目前尚未达到预期的进度。同时, 由于化石能源当前依旧占据能源消费的主导地位, 导致污染物与碳排放的总量依然维持高位运行。尽管生态环境质量在总体趋势上呈现出稳定向好的态势, 但其基础尚不够坚实, 当前的能源消费与二氧

化碳排放的增长速度显著快于“十三五”规划期间。

在此背景下, 氢能作为一种清洁、高效的二次能源, 其在促进高质量发展与高水平环境保护相协调、提升能源利用效率以及扩大非化石能源消费占比等方面, 扮演着举足轻重的角色, 是达成“碳达峰、碳中和”的关键策略。天然气作为化石能源中唯一的清洁能源, 其与氢能产业链的深度融合, 是目前发展的一种主流趋势。

随着天然气在制氢、输送及应用等多个环节的深

[6]中华人民共和国国家发展和改革委员会,国家能源局.关于印发《“十四五”现代能源体系规划》的通知.(2022-01-29).

[7]杨歌.京津冀能源协同发展共绘区域能源一体化蓝图[N].机电商报,2024-03-04(A06).

[8]吴运逸,傅正东,车晓波.京津冀地区天然气资源供应格局及竞争力分析[J].国际石油经济,2022,30(01):

94-100.

[9]北京市经济和信息化局关于印发《北京市氢能产业发展实施方案(2021—2025年)》的通知[J].北京市人民政府公报,2021,(36):7-22.

[10]李森圣,何润民,王富平,等.“双碳”目标下川渝地区天然气与新能源融合发展对策研究[J].天然气技术与经济,2022,16(01):60-66+72.

[第一作者简介]张鸿杰, 燃气设计岗, 从事燃气设计工作。