

氢能产业链协同发展规划与策略分析

李元凯

国华（宁夏）新能源有限公司 宁夏 银川 750004

摘要：氢能因其环保、高效率及可持续性，在全球向低碳能源结构转型过程中发挥着关键作用，其规模化的应用将是实现这一目标的核心。氢能产业链的协同进步对其大规模商业化应用至关重要。本主要针对氢能产业链各环节的技术现状进行分析，并探讨氢能产业链协同发展的重要性、面临的挑战以及相应的策略建议。通过案例分析和理论研究，为氢能产业的协同、快速发展提供参考。

关键词：氢能；产业链；协同发展

1 引言

随着全球气候变化和资源环境约束的加剧，能源结构转型已成为各国面临的共同课题。作为一种零排放、高效且可再生的能源载体，氢能展现了广泛的应用潜力。氢能的产业链包括氢气的生产、储存、运输及应用等多个方面，触及多个产业领域和技术创新。推动氢能产业链各环节的协同进步，对于实现氢能产业的大规模商业化应用，以及助力能源结构的优化升级具有关键意义。

2 氢能产业链现状分析

2.1 氢气制备环节

2.1.1 制备技术

根据原料及碳排放的不同，氢气的制备可以分为灰氢、蓝氢和绿氢。灰氢是从化石燃料中提取的，其生产过程中会释放二氧化碳，目前全球约95%的氢气产量属于此类。蓝氢则是通过天然气或蒸汽重整生成，并结合使用碳捕获与利用技术（CCUS）来减少碳排放。绿氢是利用可再生能源（如太阳能、风能、核能及水电）进行水电解制成的，在整个生产过程中不产生碳排放。

电解水制氢的方法依据电解槽类型可分为三种：碱性电解水（ALK）、质子交换膜电解水（PEM）以及固体氧化物电解水（SOEC）。碱性电解采用20%-30%的KOH或NaOH溶液作为电解质，在电流作用下分解水成氢气和氧气，由于其成熟的技术、低廉的成本和长久的使用寿命，成为工业应用中最常见的方法。PEM电解以其高效能、紧凑设计、快速启停及对可再生能源发电波动的良好适应性著称，但其面临单个装置规模较小和成本较高的挑战，并且在质子交换膜和催化剂方面存在一定的技术障碍。SOEC技术则是在700-1000℃高温下将水蒸气分解为氢离子和氧离子，氢离子随后与外电路中的电子结合生成氢气，虽然该工艺效率高且有降低成本的潜力，但其技术成熟度较低，商业化产品稀少，仍主要处

于实验室研究阶段^[1]。

2.1.2 制备规模

中国是目前世界上最大的制氢国，2019年中国氢气产量已达到3342万吨，同比增长近60%；尽管2021年略有回调至约3300万吨，但仍稳居全球首位，约占全球产量的30%。到了2023年，中国氢气产量再次攀升至约3550万吨，同比增长0.48%。

2.2 氢气储存环节

在标准条件下，氢气的密度非常低，仅为0.09kg/m³，因此需要专门的技术进行储存。当前主要的储氢方法包括高压气态储氢、液态储氢及固态储氢。高压气态储氢是在常温条件下，利用压缩机将氢气压缩并存储于高压容器内，这是目前应用广泛且技术成熟度最高的一种方式。液态储氢则是通过压缩和冷却相结合的方式，在热交换器中将氢气转化为液体状态后储存在低温罐中。固态储氢依据作用机制分为物理吸附储氢和化学储氢两大类；物理吸附储氢依靠范德华力将氢气固定在具有高比表面积的多孔材料上；化学储氢则涉及氢气与金属或金属合金发生反应生成金属氢化物来实现储存。然而，由于成本高昂和安全性问题，氢气储存已成为限制氢能产业链协同发展的关键障碍。

2.3 氢气运输环节

目前氢气运输主要采用长管拖车运输方式，此外，管道输氢项目也在逐步探索中。长管拖车运输成本高，且长距离运输存在安全隐患。管道输氢虽然具有运输量大、成本低等优势，但目前还处于试点应用阶段，面临技术、法规等多方面的挑战。

2.4 氢气应用环节

氢能源的下游应用主要覆盖工业、交通运输、建筑及电力四大领域。在工业方面，除了传统的石油化工应用如合成氨、石油和煤炭的深度加工外，还扩展到了氢

能冶金等新兴领域；交通运输方面，燃料电池车辆是主要的应用形式；建筑领域中，氢气可用于发电和供热；而在电力领域，氢气则被用于发电和储能。当前，交通运输被视为推动氢能源应用市场发展的关键切入点，并正逐步向储能、工业与建筑等领域延伸。例如，在2022年冬奥会期间，超过一千辆氢燃料电池汽车参与了交通服务，成为当时全球规模最大的氢燃料电池车辆示范项目^[2]。

3 氢能产业链协同发展的重要性

3.1 促进资源优化配置

氢能产业链各环节相互关联、相互影响。协同发展能够实现资源在产业链各环节之间的优化配置，提高资源利用效率。例如，在氢气制备环节，可再生能源资源丰富的地区可以大力发展绿氢制备；在氢气应用环节，交通发达的地区可以重点推广氢燃料电池汽车。通过协同发展，将不同地区的资源优势转化为产业优势，推动氢能产业的协同发展。

3.2 降低产业成本

氢能产业链各环节的成本相互关联。协同发展可以通过规模效应、技术创新等方式降低产业成本。例如，在氢气储存和运输环节，通过技术研发和基础设施建设，降低储存和运输成本，从而提高整个氢能产业的经济性。

3.3 推动技术创新

氢能产业是技术密集型产业，涉及众多领域的技术创新。协同发展有助于推动产业链上下游企业间的技术交流与合作，推动技术创新。例如，氢气制备企业与氢气应用企业之间的合作，可以推动制氢技术和用氢技术的协同发展，提高氢能产业的整体技术水平。

3.4 拓展市场空间

氢能产业链协同发展可以拓展市场空间，推动氢能产业的规模化应用。例如，通过加氢站等基础设施建设，完善氢能供应体系，提高氢能应用的便捷性，从而吸引更多的用户使用氢能产品，扩大氢能市场规模。

4 氢能产业链协同发展面临的挑战

4.1 技术瓶颈

尽管中国在氢能产业的各个领域已有一定的技术积累和产业布局，但仍面临诸多技术挑战需要克服。例如，虽然PEM电解水制氢效率较高，但在质子交换膜和催化剂方面存在技术和成本障碍；SOEC技术虽具备高效及成本降低潜力，但其成熟度低，商业化实例稀少。氢气的储存与运输依然是氢能产业链发展的主要瓶颈，目前面临着储存成本高、安全性不足、运输费用高以及长距离运输的安全隐患等问题。在应用层面，燃料电池技术和氢能发动机技术等关键领域还需进一步提升性能并

降低成本，以适应多样化的应用场景需求。

4.2 基础设施建设不足

加氢站是氢能应用的重要基础设施，但目前加氢站数量不足，分布不均，难以满足氢能汽车等氢能产品的应用需求。管道输氢具有运输量大、成本低等优势，但目前管道输氢设施建设还处于起步阶段，面临技术、法规等多方面的挑战。

4.3 市场机制不完善

目前氢能市场价格机制不完善，氢气价格受多种因素影响波动较大，不利于氢能产业的稳定发展。氢能产业链各环节的企业之间的竞争机制不完善，影响氢能产业的协同发展。

5 氢能产业链协同发展的策略建议

5.1 加强技术创新与研发

政府和企业应加大对氢能产业链各环节技术研发的投入，鼓励科研机构、高校和企业开展产学研合作，共同攻克技术瓶颈。如设立氢能产业专项研发基金，支持关键技术的研发和应用示范。鼓励企业采用新技术、新工艺、新材料，提高氢能产业链各环节的技术水平和产品质量^[3]。如推动PEM电解水制氢技术的商业化应用，研发低成本、高性能的质子交换膜和催化剂；加快低温液态和固态储氢技术的研发和应用示范，降低氢气储存成本；提高燃料电池技术、氢能发动机技术的性能和可靠性，满足不同应用场景的需求。

5.2 加快基础设施建设

加快加氢站建设步伐，提高加氢站的覆盖率和便捷性。出台相关政策，鼓励社会资本参与加氢站建设；企业应加强合作，共同推进加氢站的网络化布局。如在交通发达地区，合理规划加氢站布局，满足氢燃料电池汽车的加氢需求。积极探索管道输氢项目建设，完善氢能运输体系。政府应制定相关政策法规，规范管道输氢项目的建设和运营；企业应加强技术研发，提高管道输氢的安全性和经济性。例如，在内蒙古等可再生能源丰富的地区，规划建设绿氢管道，实现大规模、长距离的绿氢储运。

5.3 完善市场机制

建立完善的氢能市场价格机制，稳定氢气价格，促进氢能产业的稳定发展。政府应加强市场监管，防止价格垄断和恶性竞争；企业应加强自律，合理定价，维护市场秩序。完善氢能产业链各环节的企业之间的竞争机制，促进公平竞争。政府应制定相关政策法规，规范市场秩序；企业应加强合作与交流，共同推动氢能产业的发展。

5.4 强化政策支持与引导

政府应加大对氢能产业的政策扶持力度，出台更多

优惠政策,鼓励企业投资氢能产业。如对氢能产业项目给予财政补贴、税收优惠等支持;对氢能技术研发和应用示范给予资金支持。加强氢能产业链涉及的多个产业领域和政府部门之间的沟通与协调,提高政策的协调性。例如,建立氢能产业发展协调机制,统筹协调氢能产业的发展规划和政策制定;加强不同部门之间的信息共享和协同配合,形成政策合力。

5.5 推动产业链上下游企业协同合作

建立氢能产业联盟,汇聚产业链上下游企业、科研机构等,定期开展技术交流与合作洽谈,促进资源共享与协同创新。例如,中国氢能联盟等产业联盟在推动氢能产业发展中发挥了重要作用。鼓励氢能产业链上下游企业之间加强合作,实现优势互补、互利共赢^[4]。例如,氢气生产企业与氢气应用企业之间的合作,可以推动制氢技术和用氢技术的协同发展;加氢站建设企业与氢燃料电池汽车制造企业之间的合作,可以完善氢能供应体系,提高氢能应用的便捷性。

5.6 拓展氢能应用领域

继续推动氢燃料电池汽车在交通领域的应用,扩大市场规模。政府应出台相关政策,鼓励氢燃料电池汽车的研发、生产和推广;企业应加强技术创新,提高氢燃料电池汽车的性能和可靠性,降低成本。探索氢能工业、建筑、电力等领域的应用,拓展市场空间。例如,在工业领域,推广氢能冶金等新技术;在建筑领域,开展氢能建筑发电和供热等示范项目;在电力领域,开展氢能发电和储能等应用研究。

6 案例分析

6.1 京津冀氢能产业协同发展案例

在氢能技术的研究开发、产业规划及应用示范上,京津冀区域处于全国的前沿。北京汇聚了众多氢能研究机构与创新资源,并且在交通领域拥有广泛的应用场景;天津在氢能的质量检测和港口物流方面占据优势;河北省具备丰富的可再生能源,其绿色氢气生产的潜力十分可观。

在产业基础方面,京津冀已经基本实现了氢能全产业链的贯通。制氢方面,三地的风电光伏资源丰富,具备天然的绿氢制氢优势。储运环节,正在积极研发低温液态和固态储氢技术。加氢装备领域。在氢能应用方面,北汽福田等公司引领了燃料电池汽车制造业的发展。

京津冀地区在氢能应用示范推广方面也具备广阔的市场空间,特别是在重要活动和项目中积累了大量的示范经验。例如,在2022年冬奥会期间,超过一千辆氢燃料电池汽车为交通服务提供了保障。此外,三地计划沿

京张承和京保石两条廊道规划氢能产业带,致力于打造涵盖制氢、输氢及装备制造的产业集群,形成北部专注于绿氢生产和南部侧重高端装备制造的布局。

未来,京津冀地区将启动一系列重大氢能示范工程,如逐步替换氢燃料电池牵引车和货运车,创建结合“氢能-智能网联-北斗定位”的创新应用场景,并建立区域协同、绿色安全的氢能供应体系。三地还将探索氢能发电、供热、冶金等多个领域的全方位应用示范。

6.2 上海氢能产业发展案例

上海市政府于2022年发布了《上海市氢能产业发展中长期规划(2022—2035年)》,提出打造“南北两基地、东西三高地”的产业空间布局。“两基地”为金山氢源供应与新材料产业基地、宝山氢源供应与综合应用基地;“三高地”为临港氢能高质量发展实践区、嘉定氢能汽车产业创新引领区、青浦氢能商业运营示范区。其中有三大重点领域,分别是:交通领域推广氢燃料电池汽车,计划到2025年燃料电池汽车保有量突破1万辆;能源供应构建绿氢为主的供应保障体系,支持氢能产业园区及应用示范场景建设;技术创新推动氢燃料电池、整车制造、检验检测等领域的技术突破。

上海在氢能制取、储运、加注、燃料电池系统集成等领域已取得重要技术突破,初步形成了完整的产业链。上海市政府通过财政补贴、专项扶持资金等方式,推动氢能产业的快速发展。上海积极与长三角其他城市联动,打造长三角氢能产业集群,推动区域一体化发展。

结语

氢能产业链协同发展是推动氢能产业高质量且快速发展的关键。通过加强技术创新与研发、加快基础设施建设、完善市场机制、强化政策支持与引导、推动产业链上下游企业协同合作以及拓展氢能应用领域等策略,可以解决氢能产业链协同发展面临的挑战,实现氢能产业的规模化、商业化应用。京津冀和上海等地区的氢能产业发展案例为其他地区提供了宝贵的经验借鉴。

参考文献

- [1]李春莲.氢能全产业链协同发展提速发展路线图日渐清晰[N].证券日报,2025-04-03(B04).
- [2]陆晓如.推进氢能产业链高质量协调发展——专访十四届全国人大代表张庆生[J].中国石油石化,2025,(06):32-33.
- [3]赵悦婧.加强氢能全产业链发展顶层设计[N].中国电力报,2025-03-09(002).
- [4]张雅慧.加强顶层设计发展可持续氢能产业[N].中国汽车报,2025-03-03(006).