

# 氢能利用与产业发展面临的挑战及发展研究

王海清

(巴彦淖尔市工业节能监测中心, 内蒙古 巴彦淖尔 015000)

**摘要:** 近年来, 我国对于氢能利用产业的关注度持续提升, 氢能已经成为国家能源体系的关键构成部分, 并且是发展低碳经济的重要载体, 氢能产业也被确定为当前战略性新兴产业以及未来一定时期的产业重点发展方向。本文首先探讨了氢能在能源、石化等领域中的应用现状, 而后从政策体系、核心技术、应用场景以及商业化发展等角度分析了氢能利用产业发展中的挑战以及发展对策, 旨在为氢能利用产业建设与长效发展提供参考。

**关键词:** 氢能利用; 产业发展; 挑战; 发展对策

**中图分类号:** F299.27; F326.13; F426.7

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.12230/j.issn.2095-6657.2023.11.018

氢能属于绿色低碳、来源丰富的二次能源, 可以实现可再生能源的大规模消纳, 满足电网大规模调峰以及跨地域、跨季节储能的需求, 使建筑、工业、交通等行业领域以更快的速度完成低碳化指标。氢能在实现碳达峰碳中和目标中具有重要作用, 也是我国深化能源消费及生产改革, 构建安全高效、清洁低碳的能源体系的关键载体。现围绕氢能利用及产业发展的相关内容展开研究。

## 1 氢能利用与产业发展现状

### 1.1 能源领域

氢气在能源领域的主要载体为氢燃料电池, 可被运用到交通领域中, 其发展、推广的速度相对较快。氢燃料电池的优势包括可实现零碳排放、能量转化效率相对较高、能量密度非常高, 具有固体氧化物型以及质子交换膜型两种类型。随着制氢、储氢等相关技术水平的持续提升, 氢燃料电池的实际装机规模也持续扩大, 不断创造历史新高, 同比增长也在 100% 以上。氢燃料型汽车的保有量及销量也在持续升高。航运、航空、铁路及公路长途运输等都将氢能看作控制碳排放的关键清洁能源。当前, 氢燃料汽车主要为重卡与客车, 数量在 6000 辆以上。

从配套基础设施的角度来看, 加氢站是氢能源利用这一下游产业发展所需的重要配套基础设施, 也是该产业发展布局的关键要素。我国加氢站的累计数量在 250 座以上, 占全球的 40% 左右。随着氢燃料汽车产品的销售以及保有量越来越高, 中石油及中石化等央企也加入到这一能源发展的队伍中, 加氢站的数量还有较大的提升空间<sup>[1]</sup>。从其建设布局的角度来看, 当前的整体布局相对分散, 分布于全国的多个省市之中, 但仍旧难以满足相应汽车的使用以及发展需求; 从加氢站的内部构成来看, 加氢机设备、压缩机设备等核心设备以及垫圈、阀门等各种关键部件对于进口产品的依赖性较强, 且价格较为昂贵,

这也是加氢站的造价远超加气站与加油站的主要原因。

### 1.2 石化、化工领域

氢能在传统化工及石化领域中的应用已经达到了较高的成熟化程度, 具有甲醇、尿素、化工合成氨、炼油化工加氢等应用场景。其已经形成了较为完备的技术路线, 面对不断收紧的碳排放政策, 还需继续探索减少能耗、优化工艺以及降低成本的路径, 从而加大对碳排放的把控力度。绿氢化工是石化领域增强脱碳能力、实现减排的关键途径。用绿氢替代灰氢的项目早在 2018 年就已经启动, 借助达到 10 兆瓦的电解制氢系统, 可以使绿氢达到 1300 吨的年产量, 借助氢气产能就能够满足炼化厂的应用需求。我国“太阳能甲醇”系统的组成包括二氧化碳加氢实现甲醇合成、电解水制氢以及光伏发电。其甲醇的年产量在 1440 吨左右, 这一示范性项目以固溶体类催化剂催化二氧化碳合成甲醇以及高效电解水制氢为主要研究任务。中石化的绿氢示范项目将建设光伏电站, 其年均发电量可达到 6.18 亿千瓦, 拥有 300 兆瓦的装机容量。其电解水制氢厂年产能高达 2 万吨, 产出的氢气可借助管道运输到炼化厂中, 支持炼油装置开展化工生产活动。

### 1.3 其他领域

在建筑领域, 建筑与氢能相互融合体现了新的绿色建筑设计理念。建筑领域在前期建设与后续使用中的热能及电能的消耗量都比较高。若只借助氢燃料电池进行电能供给, 发电效率仅能够达到 50%, 在启动热电联产模式后, 综合效率可提升至 85%, 除了满足发电需求, 还可以将回收的余热运用到热水与供暖方面<sup>[2]</sup>。在运输氢气到建筑终端时, 可结合家庭天然气管网, 将氢气的占比控制在 20% 以内, 掺入到天然气中之后运输到建筑终端, 从而实现对建筑行业减排潜力的有效挖掘。

在电力领域, 考虑到可再生能源存在一定的不确定性, 因此可借助“电—氢—电”能源转化方式。进入用电低谷期时,

通过电解水来获取氢气，并利用固态材料、有机液态、低温液态以及高压气态等多种形式加以储存；进入用电高峰期后，则可依靠氢气透平装置或者燃料电池来发电。氢储能存储时间较长，存储规模甚至能够达到百万千瓦级别，可结合水资源、风能以及太阳能等其他可再生能源的具体产出差异来进行季节性存储。

## 2 氢能利用与产业发展面临的主要挑战

### 2.1 政策体系有待完善

我国的氢能利用产业的政策设计、规划以及实施呈现出了较为突出的“自下而上”的特征，地方政府对于这一潜能巨大的产业有较高的期望与参与积极性，陆续出台了发展规划，而国家层面的中长期发展规划的制定与发布的时间较晚，并且配套政策体系以及上中下游的专项规划还未达到完善的程度，还需对该产业的发展重点、发展目标以及发展方向进行进一步的确定。由于整体统筹协调工作开展不到位，各地区的氢能产业布局显现出同质化现象，具体体现在燃料电池、氢能加注以及氢能制取的关键领域，燃料电池汽车发展也已成为多个地区的重点任务，因此导致了无序竞争与资源浪费的情况。另一方面，当前国家层面的发展规划目标出现了低于市场预期目标的情况。以燃料电池汽车为例，在国家规划中明确提出了该类汽车车辆在 2025 年应达到 5 万辆的保有量目标，而投资机构市场及行业协会的预测值远高于国家层面的规划目标。

### 2.2 技术创新力量不足

我国氢能产业中的设备装备及技术相较过去进步幅度较大，加氢技术、高压（35MPa）气态储氢技术、工业副产气制氢技术、煤制氢技术等技术已经达到了相对较高的发展水平，但仍有不少关键技术与欧美国家还有一定的距离<sup>[3]</sup>。比如在燃料电池领域，关键零部件、关键材料、电堆、动力系统等性能指标尚未达到国际前沿水平；在钢铁冶金行业，国内大部分氢能应用尚停留于试验探索的初期发展阶段，对外企以及进口产品仍有较强的依赖性；在高品位热力应用领域，尽管已经建设了示范区，但仍落后于其他前沿国家；在建筑领域，部分国家在微型热电联产方面已经实现了商业化发展，我国还处于研发的初期阶段。

### 2.3 应用场景较为受限

这一问题主要是因为能够支持氢能利用的基础设施建设速度较慢。加氢站等设施的实际建成数量尚未达到 1000 座以上的规划目标。现有加氢站布局相对分散，总体建设造价较高，相关审批流程也极为复杂，归口管理责任不明晰。上述问题导致加氢站设施的建设速度放缓，燃料电池型汽车的推广工作也受到限制。我国输氢管道（包括规划中）的长度已经超过了 1800 千米，包括 5 条掺氢管道、10 条纯氢管道等，但管道

长度相较国外还有延长发展的空间，对于长距离输氢以及大规模集中化制氢项目，管道运输具有极强的经济性。欧洲以及北美等地区的氢气管道研究与建设时间较早，已经建造了数条长输管线，到 2040 年，欧洲将建造长达 4 万千米的输氢管道。我国当前的输氢管道建设项目面临着高成本、建造设计标准不明确等问题。

### 2.4 商业化推广难实现

我国氢能产业起步时间较晚，尚处于培育阶段，因此相关企业在较长的时间内都要应对高成本的问题。在碳排放约束持续增强的趋势下，通过化石能源来制备氢能的成本持续升高，通过可再生能源来降低制氢的经济成本短期内也难以有效实现，再加上当前氢储运管道设施的规模不足，氢能的消费城市与供应区域在地理空间方面显现出不匹配的情况，储运成本再度增高<sup>[4]</sup>。在氢能利用环节，加氢站、燃料电池的关键设备及核心零部件的自主研发能力不足，还需面临较高的进口采购成本。商业化发展欠缺创新化突破，氢能的市场化应用规模及场景也相对有限，导致其经济效益提升速度缓慢，除了交通运输、燃料电池，还需继续开发其在天然气掺氢、储能、发电等领域的应用空间。

## 3 氢能利用与产业发展建议

### 3.1 强化政策引导

面对当前氢能利用及产业发展的实际现状，应将国家政策所具有的引导作用充分地发挥出来，在现有的《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》这一整体规划的科学指引下，针对各个地区的氢能利用技术、应用区域以及产业布局情况展开全面化统筹，使各类资源得到合理配置，推进各个地区的氢能利用项目，相关企业加强合作、形成合力，同时确保氢能可以和其他能源实现协同发展。另外，各地方政府应结合当地的氢能产业发展现状，出台利于其发展，并能够攻克资金、技术等瓶颈的扶持政策，确保氢能产业领域能够在较短的时间内形成协同性与针对性都比较强的政策机制体系<sup>[5]</sup>。

### 3.2 攻克技术难关

我国的氢能利用及产业发展的源动力为相关的核心技术，只有不断强化所需零部件、原材料等要素的供给保障，借助行业中的龙头企业来推进供应链的完善与运行工作，使氢能供应链维持安全、稳定、健康运行，才能够实现强化行业竞争力的发展目标。龙头企业在氢能技术应用研发中应展现出引领作用，加大对行业现有优质创新技术资源的整合。企业、科研院所及高校需通过建造交叉研发平台、重点实验室，加大对氢能利用的前沿技术与基础研究的研究力度。面向氢能产业的关键环节及重点领域，建设制造创新中心、技术创新中心、工程研究中心、

产业创新中心等综合化创新支撑平台。

在技术研发环节，需重点关注质子交换膜型燃料电池技术方面的研发与升级需求，加快对关键材料的开发速度，增强批量化、规模化生产能力，提升关键性能指标，确保燃料电池产品能够具有更好的耐久性、稳定性与可靠性，同时还需升级优化微型热电联产系统。利用可再生能源制氢时，其转化效率需进一步提升，单台装置的制氢规模也有一定的发展潜力，亟待挖掘。技术创新及研发工作还需关注氢能开发利用的安全基础规律等相关内容。在氢化工技术领域中，应尽快实现对碳排放及能耗的有效控制，并加大对高效储能技术、天然气掺氢技术、氢冶金技术等的投入力度。

### 3.3 完善基础设施

建设并持续完善氢能利用基础设施是丰富该种能源的应用场景的有效途径。油气企业在运输管道以及加氢站等基础设施建设工作中具有较为突出的优势。当前，油气企业的加油站点网络覆盖全国各地，布局方式以及内部建设也达到了较高的成熟化水平，可借助加油站资源及其在地理位置上的优势来落实加氢站建设项目，使审批环节更加便捷、高效。将加氢与储氢设施安装到现有的加油站中，建设氢/油合建站，以此来降低建设成本。在油品物流配送系统的基础上，打造氢能运输物流系统。我国的管网公司负责统一设计、规划与建设长输管道设施，已经完成建设工作的天然气管道长度超过 11 万千米，其覆盖范围相对较广，因此可借助天然气掺氢技术来解决氢能储运方面的问题。不同国家对于混氢允许的具体比例水平要求存在差异性，德国允许的掺氢比例为 10%，是当前掺氢、纯氢以及应用较为先进的国家。我国也在持续针对掺氢管道展开试验，尝试进一步提高掺氢比例。现有示范性工程中的掺氢比例已经提升到 20%，后续还需继续围绕氢能储运管道系统的优化设计、建造技术不断升级以及核心设备研发制备等进行技术与资金投入。

### 3.4 创新运营模式

在氢能利用商业化发展水平提升的工作中，政府应当与相关企业建立良好的协作关系，对现有运营模式进行更新，突出示范性项目的引领及示范作用，从而以更低的成本、更高的效率实现氢能利用商业化发展目标。政策在增强扶持力度时，可为氢能商业化利用等相关项目提供价格较为优越的土地资源，满足实验室、厂房等的建设需求，同时还可以通过减免税收等优惠政策缓解资金压力，或者为此类项目提供利率、期限、贷款准入以及融资等多方面的有力支持。企业在建立合作关系时，处于氢能利用上游的制氢、中游的氢储运以及下游的综合开发利用等企业应当有效展开交流对接，积极寻求合作机会，以此获取有利于发展的技术成果、技术路线、技术经验等方面的支

持，并实现对资金获取渠道的拓展，对自身承担的投资、技术等风险进行分散。在运营模式探索环节，可尝试将城市氢气输与干线门站模式加以结合运用，在扩大氢能制取、储运及综合利用规模的同时压缩发展成本。还可通过数字化技术提高加氢站运营与管理的自动化程度，降低人力、管理成本。针对氢能利用的示范项目，则需要以各地的具体情况为基准，逐步实现对工业、发电、储能等领域中的更多应用场景的建立，并且要借助实践经验，使氢能利用行业形成更加科学、完善的标准及技术规范体系。

## 4 氢能利用的发展前景

在碳达峰碳中和发展战略下，脱碳已经成为全球各国氢能利用及发展的首要驱动力，低碳清洁氢也已经成为碳中和发展道路上的重要抓手。面向交通领域，可加强氢燃料电池研发技术、汽车加工制造技术以及基础设施建设的研究与成果转化，通过发展氢能基础设施以及交通运输体系，实现氢经济的大力发展。可将电催化剂技术、质子交换膜技术等氢燃料电池相关技术视作重点研究方向。

## 5 结论

我国氢能利用产业虽然具有起步时间晚于其他发达国家的劣势，但是发展速度较快，逐步形成了涵盖制取氢能、储运氢能以及综合利用氢能的完整产业链，氢能在化工、能源、电力及建筑中的应用场景也在持续增多。政府与相关企业面对当前的发展瓶颈与挑战，需继续对政策体系进行完善，加大对核心技术的攻克力度，借助现有的加油站及天然气管道来推进氢能相关基础设施的建设，从而不断提高氢能利用的商业化发展水平。

### 参考文献：

- [1] 刘尚泽, 于青, 管健. 氢能利用与产业发展现状及展望[J]. 能源与节能, 2022, (11): 18-21.
- [2] 黄清鲁, 赵丽丽. 新能源制氢及氢能应用的发展前景[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(17): 98-100.
- [3] 姚若军, 高啸天. 氢能产业链及氢能发电利用技术现状及展望[J]. 南方能源建设, 2021, 8(04): 9-15.
- [4] 徐东, 刘岩, 李志勇, 等. 氢能开发利用经济性研究综述[J]. 油气与新能源, 2021, 33(02): 50-56.
- [5] 罗佐县, 曹勇. 氢能产业发展前景及其在中国的发展路径研究[J]. 中外能源, 2020, 25(02): 9-15.

作者简介: 王海清(1968-), 男, 内蒙古巴彦淖尔人, 大学本科, 化验工程师, 主要从事工业节能监测工作。