

中国加氢设施发展现状、挑战及展望

刘玮^{1,2}, 万燕鸣^{1,2*}, 张岩², 林汉辰²

1. 国家能源集团国华能源投资有限公司, 北京 100007

2. 北京国氢中联氢能科技研究院有限公司, 北京 100007

摘要 随着“推动加氢设施建设”写入政府工作报告、国家氢能中长期规划的出台以及5大燃料电池汽车示范应用城市群的获批, 中国氢能及燃料电池产业驶入快车道。梳理了中国加氢设施发展现状和挑战, 提出相关建议。2022年, 中国新建成加氢站109座, 已建成加氢站358座, 均位居全球第一。中国加氢设施建设整体呈现“多、快、协、新”4大特点。然而, 中国在高压、大排量加氢站设备技术、氢气定价机制和氢气质量检测等方面仍存在众多问题。建议政府推动企业提升协同创新突破核心装备瓶颈, 完善氢气定价机制, 定期检测氢气质量, 推动加氢设施高质量发展。

关键词 加氢设施; 顶层设计; 车站比; 商业模式

当前, 新一轮能源革命蓬勃兴起, 与中国经济社会转型、高质量发展形成历史交汇, 国际产业分工格局正在重塑。氢能与燃料电池是全球能源技术革命的重要方向, 发展新能源汽车是中国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路^[1]。

从全球氢能发展经验来看, 加氢设施的普及程度在很大程度上决定了氢燃料电池汽车乃至氢能产业化初期的发展进程。尤其在车用领域, 完善的加氢网络是氢燃料电池汽车部署的重要基础。氢燃料电池汽车的规模化发展, 将有效带动燃料电池制造成本的大幅下降和高品质氢能需求的显著提升。根据中国氢能联盟预计, 到2060年, 中国氢气年需求量将增至1.3亿t左右, 在终端能源消费中占

比约为20%。其中, 交通运输领域用氢4051万t, 占氢总需求量的31.1%^[2]。

2022年, 全球加氢设施建设提速, 增量以东亚为主(表1)。中国燃料电池汽车示范城市群完成首年示范, 日本丰田、韩国现代氢燃料电池汽车加速推广, 支撑本区域运营加氢基础设施快速增长^[3]。

1 中国加氢设施建设整体情况

2019年3月, “推动充电、加氢等设施建设”写入中国政府工作报告, 直接推动氢能及燃料电池产业驶入快车道。2020年10月, 国务院办公厅发布《新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)》, 文

收稿日期: 2023-02-16; 修回日期: 2023-04-26

作者简介: 刘玮, 高级工程师, 研究方向为氢能技术与投资, 电子邮箱: wei.liu@chnenergy.com.cn; 万燕鸣(通信作者), 博士, 研究方向为能源政策、能源金融, 电子邮箱: yanming.wan@chnenergy.com.cn

引用格式: 刘玮, 万燕鸣, 张岩, 等. 中国加氢设施发展现状、挑战及展望[J]. 科技导报, 2023, 41(10): 101-105; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.10.009

表1 全球主要地区在营加氢站分布

地区	国家	加氢站数量
东亚	中国	245
	韩国	168
	日本	164
欧洲	德国	96
	法国	21
	荷兰	13
	瑞士	11
	英国	9
北美洲	美国	54
	加拿大	6
大洋洲	澳大利亚	4
其他		38

件明确指出“提高氢燃料制储运经济性,推进加氢基础设施建设”。2021年,财政部、工业和信息化部、科学技术部、国家发展和改革委员会、国家能源局5部门联合启动燃料电池汽车示范应用工作。2022年,国家发展和改革委员会、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》。根据中国氢能联盟的统计,截至2022年底,中国已建成加氢站358座,其中在营245座。

1.1 地域分布

中国加氢设施覆盖的省份及地区已扩展到2022年的28个。其中,广东省已建成加氢站全国占比第一,香港特别行政区实现首次覆盖(表2)。2022年,全国新建成加氢站109座,居全球第一。新建加氢站中,山西、河南、广东、内蒙古、河北5省排名前5,合计占比51.4%^[4]。其中,河南、广东、河北3省获5部门批准为燃料电池汽车示范城市群。

1.2 结构分布

中国在营的245座加氢站中,固定式148座,占比60.8%,撬装式占比38.8%。不同于国外燃料电池乘用车路线初期加氢站以小型(日加注能力小于500 kg)和70 MPa为主的特点,中国加氢站以35 MPa为主,占比87%,具备35/70 MPa双模加注能力的站点仅占10%;日加注能力在500~1000 kg的加氢站占比达76%,大于1000 kg的加氢站占比11%(图1)。迁安市某煤炭储运公司加氢站日加注能力6400 kg,加注能力现居全球第一。

表2 中国加氢站分布

省市(区)	在营	建成	暂停
广东	40	12	3
山东	21	9	2
浙江	13	13	0
江苏	18	6	1
河北	22	1	0
河南	16	5	1
湖北	13	5	0
山西	12	5	1
上海	12	3	1
北京	11	5	0
内蒙古	13	2	0
四川	10	1	0
天津	4	6	0
安徽	7	3	0
辽宁	6	2	1
重庆	5	2	0
湖南	3	3	0
吉林	4	2	0
广西	3	3	0
陕西	3	2	0
海南	1	4	0
宁夏	1	3	0
贵州	3	0	0
福建	1	1	1
江西	0	2	0
台湾	1	1	0
云南	1	1	0
香港	1	0	0

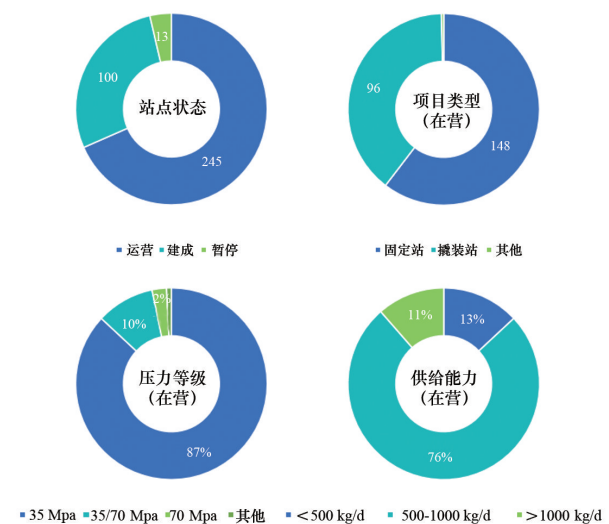


图1 中国加氢站分类

2 2022年中国加氢设施建设特点

2022年,中国加氢设施建设整体呈现“多、快、协、新”4大特点,具体分析如下。

2.1 多:加氢设施建设规模领跑全球

截至2022年底,中国在营加氢站245座,排名全球第一,建成加氢站358座,排名全球第一,新建加氢站数109座,排名全球第一(表3)。按照当前各地发展规划,中国在建和拟建加氢站数量将超过1000座,有望提前完成《中国氢能源及燃料电池产业发展报告》的2025年目标。

表3 中国加氢站建设规模全球排名

国家	在营加氢站	全球排名	新建加氢站	全球排名
中国	245	1	109	1
韩国	168	2	88	2
日本	164	3	7	3
德国	96	4	4	5
美国	54	5	5	4

2.2 快:加氢基础设施投用保持高增速

2022年中国在营加氢站同比增加28.9%(表4)。全国已有28个省份和地区实质性开展氢能产业布局与加氢设施建设,并落地一批燃料电池或整车产业,积极开展示范运营。香港特别行政区实现首次覆盖;燃料电池汽车示范城市群、成渝地区探索开展加氢网络建设,在营加氢站在全国现有加氢站的占比近60%,积极协同上游氢能供应和下游燃料电池汽车应用,加速区域氢能产业生态培育。

表4 2018—2022年中国加氢站投用规模及增速

年份	在营加氢站	同比增速/%
2018	19	111.1
2019	50	163.2
2020	102	104.0
2021	190	86.3
2022	245	28.9

2.3 协:加氢设施与燃料电池汽车部署持续协同

目前,中国已成为全球氢燃料电池商用车第一大国。相对于乘用车对加氢网络高密度要求,公交车和中重型运输车辆氢燃料加注门槛较低,可以实

现定点、定线、定时加氢。随着规模化加氢设施利用率的提升,氢气交付成本将大大降低。根据中国氢能联盟测算,当前中国燃料电池汽车与加氢站的比例为52,居于美国、韩国之后,高于德国与日本(图2)。该指标一定程度上标志车辆与基础设施部署之间的协调程度,能够支撑氢能供应链的成本优化。

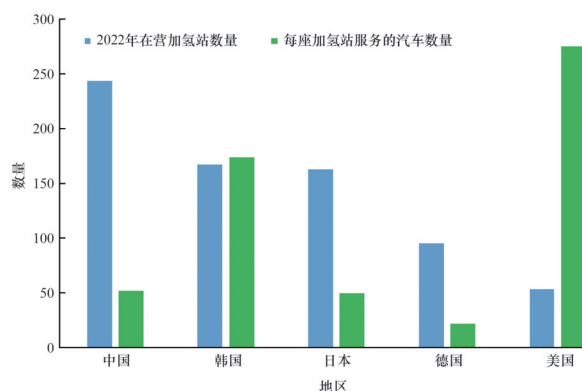


图2 全球主要国家加氢设施利用效率比较

2.4 新:各种新形式的加氢设施不断涌现

中国加氢技术路线正呈多元化发展。全国首座氨制氢加氢一体化示范站在福建运营;首座同时具备天然气制氢和电解水制氢能力的制氢加氢一体站落地广东;液态阳光加氢站应用示范项目在河北启动;液氢储氢型综合供能服务站在浙江投用;固态储氢型加氢站在辽宁建成,为中国加氢设施建设提供了有益的实践。

3 中国加氢设施建设过程中的不足

中国加氢基础设施发展正在提速。部分地方积极为制氢加氢一体站松绑,进一步降低氢气到站成本的同时,积极探索清洁低碳氢气在加氢站领域的应用。随着燃料电池汽车逐年增多,中国加氢站正逐步从示范走向商业化运营,亟需在高端装备制造、价格机制建立、品质检测等方面快速跟进。

3.1 高压、大排量加氢装备技术仍需突破

中国加氢站单站日加注能力逐步提高,最大已达到6400 kg。当前,中国加氢站多采用35 MPa加氢机;压缩机以隔膜式为主、液驱式实现批量应用;

排量以 500~1000 Nm³/h 为主;装备集成能力初具。随着车站比、日加注需求进一步提高以及乘用车示范推广,70 MPa 加氢机、更高排量压缩机等装备成熟度和降成本矛盾激化,液氢加氢站关键技术制约进一步显现。同时,加氢站设备能耗等隐性问题也将持续明显。

3.2 燃料电池汽车用氢气定价机制需进一步规范

加氢站氢气售价主要取决于氢气成本、储运成本、站点运维成本等因素。随着中国燃料电池汽车逐步从推广初期走向市场化,加氢站也逐步从项目示范走向商业化运营。同时,示范城市群将进一步推动支持低碳清洁氢应用,在保证经济性的前提下,各运营主体将逐步面临提高低碳清洁氢气用量、减少氢能碳足迹的挑战。加氢站运营方面面临运营成本、实际氢气供求情况、运营补贴等多因素影响,氢气价格超出市场可承受能力,影响示范运营效果。

3.3 燃料电池汽车用氢气品质检测需进一步加强

当前,中国加氢站用氢气主要为高纯氢。高纯氢与燃料电池用氢(即满足《质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气》的氢气)存在差异,个别杂质过高可能会引起燃料电池催化剂中毒,降低使用寿命。加氢站运营方应持续稳定供应燃料电池用氢,定期委托具备资质的第三方检验检测机构检测氢气质量,并按要求公布检测结果。

4 发展建议

据已公开发布的省级氢能规划,“十四五”时期末中国将累计推广燃料电池汽车超过 10 万辆,建成加氢站超 1000 座。同时,中国正积极开展 70 MPa 燃料电池汽车推广应用,将带动中国加氢基础设施技术装备水平迈向新台阶。需要尽快解决中国加氢基础设施当前面临的系列问题,以助推产业

高质量发展。

1) 突破加氢基础设施关键装备制造技术。建议深化氢能领跑者行动计划,通过加氢站性能评价建立加氢站性能测试评价标准,带动加氢机、压缩机和整站控制等核心技术迭代创新,降低加氢综合成本,助力中国加氢站的技术装备从“跟跑”到“并跑”再到“领跑”,加快氢能商业化进程。

2) 探索燃料电池汽车用氢气定价机制。建议推出“中国氢气成本评估”体系,计算全国及区域的综合氢、清洁氢及可再生氢成本,以反映氢能相关装备制造、能源价格、碳市场等因素的综合影响。并以此为基础,结合“中国氢价指数”,通过提高信息透明程度,加快氢燃料电池示范城市群车用氢气价格破局,避免加氢站氢气销售价格与到站价格倒挂,维持加氢站正常运营管理。

3) 加强燃料电池汽车用氢气品质检测建设能力。建议成立国家级氢气品质检测平台,开展氢源品质分析技术研究和检测体系建设。并以此为基础,研制移动氢气检测车辆并完成下线,形成一体化移动式燃料氢品质检测系统,完成对燃料电池氢气制备、运输、加注全流程氢气质量实时管控,推动氢气在交通、发电等领域的稳定化、规模化,促进氢能行业质量管理水平提升。

参考文献 (References)

- [1] 万钢. 促进新能源汽车产业健康发展[N]. 北京: 人民日报, 2018-12-15(006).
- [2] 中国氢能联盟. 中国氢能源及燃料电池产业发展报告 [M]. 北京: 人民日报出版社, 2021.
- [3] 刘玮, 万燕鸣, 张岩, 等. 2021 年全球与中国加氢基础设施发展评估[J]. 中国能源, 2022, (8): 55-61.
- [4] 氢能产业大数据平台 [EB/OL]. [2022-12-31]. <https://www.chinah2data.com>.

Development situation, challenges and prospects of hydrogen refueling facilities in China

LIU Wei^{1,2}, WAN Yanming^{1,2*}, ZHANG Yan², LIN Hanchen²

1. Guohua Energy Investment Co., LTD, Beijing 100007, China
2. China Hydrogen Alliance Research Institute, Beijing 100007, China

Abstract Along with "promoting the construction of hydrogenation facilities" written into the government work report, release of development of hydrogen energy for the 2021–2035 period and approval of 5 fuel cell vehicle demonstration city clusters, hydrogen energy and fuel cell industries in China are developing rapidly. In 2022, China completed 109 new hydrogen refueling stations, and has built 358 hydrogen refueling stations till the end of 2019, all ranking first in the world. The overall construction of hydrogenation facilities in China is characterized by "more, faster, synergy and innovative". However, there still are many problems in the high-pressure and large-displacement HRS equipment technologies, hydrogen pricing mechanisms and quality testing etc. It is suggested that the government should promote enterprises to enhance collaborative innovation and break through the bottleneck of core equipment, improve the hydrogen pricing mechanism and regularly test the quality of hydrogen, and promote the high-quality development of hydrogenation facilities.

Keywords hydrogen refueling facilities; high-level design; vehicle-to-station ratio; business model ●



(责任编辑 王志敏)