

“双碳”背景下氢能产业链标准化现状及建设思考

王璐 张静珠 孙阳阳 张旭 张岩

(山东省标准化研究院)

摘 要: 标准是经济活动和社会发展的技术支撑,是产业规范化、规模化发展的重要基础,不仅能够提升产业的规范性和竞争力,而且能为技术创新和产业升级提供坚实基础。氢能产业在解决气候危机、提高能源安全和创造经济价值方面潜力巨大,多数国家(或地区)已将氢能纳入能源体系,作为实现“碳达峰、碳中和”的重要途径之一。虽然不同国家对于氢能发展有不同的出发点与侧重点,但对氢能标准体系建设均十分重视。本文通过对比国外先进国家氢能发展战略及标准化情况,分析我国氢能产业及标准化工作存在的短板与不足,并提出合理化建议,旨在完善氢能标准体系、充分发挥标准对氢能产业发展的基础性、战略性、引领性作用。

关键词: 氢能, 产业链, 标准化

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.03.014

Thoughts on the Current Status of Hydrogen Energy Industry Chain Standardization in the Context of “Dual Carbon” Goals

WANG Lu ZHANG Jing-zhu SUN Yang-yang ZHANG Xu ZHANG Yan

(Shandong Institute of Standardization)

Abstract: Standardization is the technical support for economic activities and social development, and is also the important foundation for industrial standardization and large-scale development, which can not only improve the competitiveness of the industry, but also provide a solid foundation for technological innovation and industrial upgrading. The hydrogen energy industry has great potential to address the climate crisis, improve energy security and create economic value, and most countries (or regions) have incorporated hydrogen energy into the energy system as one of the important ways to achieve “carbon peak and carbon neutrality” goals. Although different countries have different starting points and focuses for the development of hydrogen energy, all of them have attached great importance to the construction of hydrogen energy standardization system. This paper analyzes the shortcomings of China's hydrogen energy industry and standardization work by comparing China's the hydrogen energy development strategy and standardization with that of foreign advanced countries, and puts forward rational suggestions, aiming to improve the hydrogen energy standardization system and give full play to the basic, strategic, and leading role of standards in the development of hydrogen energy industry.

Keywords: hydrogen energy, industry chain, standardization

基金项目: 本文是2023年山东省市场监督管理局科技创新任务计划(鲁市监科财函[2023]60号)“山东省‘十强’产业重点产业链标准化提升及公共服务平台建设”和“重点行业碳达峰碳中和的关键技术标准研究及应用”共同研究成果。

作者简介: 王璐, 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事工业领域标准化研究。

0 引言

氢能属于二次可再生能源,可以克服煤炭、石油等一次能源的不可再生性及价格敏感性,提高能源系统弹性,是建设新型能源体系、保障国家能源安全的战略选择。同时,氢能产业发展带来的核心技术、关键材料及重要装备等瓶颈突破将支撑我国制造业升级壮大,实现产业链良性循环和创新发展。

近年来,我国对氢能产业的重视程度不断提高。2019年,氢能首次被写入《政府工作报告》,提出要“推动充电、加氢等设施建设”。2022年3月国家发改委发布《氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)》^[1],首次对我国氢能产业进行中长期规划,对中国氢能产业的发展具有深远的意义。

标准是经济活动和社会发展的技术支撑,是产业规范化、规模化发展的重要基础。伴随着我国氢能产业的快速发展,相关科研创新成果产业化落地,部分标准滞后于行业发展,成为制约氢能产业发展的因素之一。2023年8月,国家标准委等6部门联合印发《氢能产业标准体系建设指南(2023版)》^[2],首次系统构建氢能制、储、输、用全产业链标准体系。今后,对于如何完善氢能标准体系、充分发挥标准对氢能产业发展的基础性、战略性、引领性作用,值得进行深入研究和探讨。

1 氢能产业链介绍

氢能产业链整体可以分为上游氢制备,中游氢储运、氢加注,下游氢能应用几大环节,如图1所示。

1.1 氢制取

目前,氢气制取主要有以下3种较为成熟的技术路线:一是以煤炭、天然气为代表的化石能源制氢(灰氢);二是以焦炉煤气、氯碱尾气、丙烷脱氢为代表的工业副产气制氢(蓝氢);三是以太阳能、风能为代表的可再生能源通过电解水制氢(绿

氢)。其中“绿氢”在制备过程中基本不产生温室气体,脱碳效果最好,是最理想的氢能形态。目前“绿氢”仅占全球制氢规模的4%左右,有很大的增长空间。

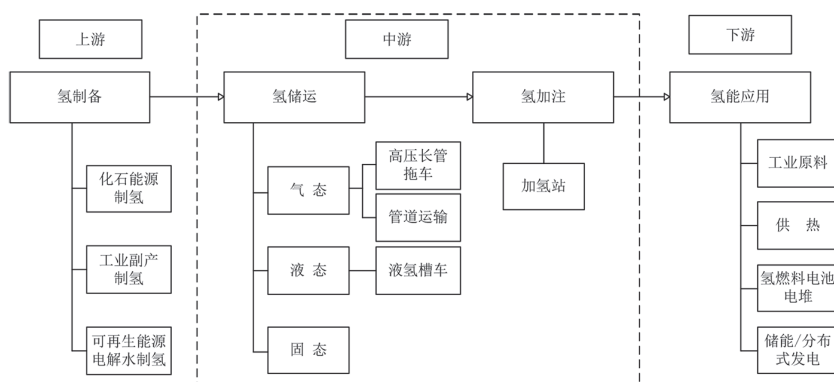


图1 氢能产业链示意图

1.2 氢储运

因氢气具有低密度、易燃易爆等特点,安全高效的储运技术成为氢能大规模商业化发展的前提。根据氢储存状态的不同,可分为高压气态储氢、低温液态储氢、有机氢化物储氢和固体储氢等方式。氢输运主要有公路、管道、铁路、轮船运输4种方式。

1.3 氢应用

氢能应用领域广泛,涉及工业、交通、建筑、发电、航空航天等各个行业。一是可以作为原料用于合成氨和甲醇,或者作为还原剂替代天然气用于金属冶炼;二是可以作为燃烧燃料用于工业或建筑供热;三是可以通过燃料电池技术应用于汽车、轨道交通、深海潜水、航空航天等领域;四是可以作为一种新型储能形式储备电能。

2 主要发达国家氢能战略及标准化情况

《国际氢能技术与产业发展研究报告2023》显示,截至2022年12月,全球已有42个国家(或地区)发布了明确的氢能发展战略和规划^[3],其中欧洲、美国、日本战略最具影响力。

2.1 欧洲

欧盟于2020年7月成立欧洲清洁氢能联盟

(ECH2A),并于2021年10月发布《关于障碍和环节措施的联盟圆桌会议报告》,指出缺乏氢能标准是推广氢能技术和应用的重要障碍。2023年3月1日,ECH2A制定并发布《欧洲氢能标准化路线图》,路线图涵盖制氢、氢基础设施(运输、储存、交付)、输配电、工业应用、交通运输(车辆、铁路、船舶、航空)、能源系统一体化(发电、热电联产、电网)、建筑-住宅应用、交叉领域等全产业链在技术、标准化等方面的需求、优先事项和时间表^[4]。

德国于2023年7月发布更新版的《国家氢能战略》^[5],从加强氢能供应、加强氢能基础设施建设、推动氢能各行业落地应用、建立可持续性标准和认证等方面制定了加速氢能市场的具体方案。意大利、法国、荷兰、西班牙等国,于2020年分别颁布了国家氢能发展战略。英国接连于2021年8月、2022年4月发布其《国家氢能战略》、新版《能源安全战略》及《氢能投资者路线图》,支持氢能发展成为英国未来核心能源之一^[6]。

2.2 美国

半个多世纪前,美国利用氢作为火箭推进燃料,并在航天器上安装了美国制造的氢燃料电池,将人类首次送上月球。从那时起,美国在氢能和氢燃料电池领域一直处于世界领先地位。2023年6月5日,美国能源部发布《国家清洁氢能战略和路线图》,旨在通过可持续、有竞争力、公平的方式推进和利用氢能技术,加强其能源领导地位,降低清洁氢成本,创造大量新的投资和就业机会,并实现去碳化目标^[7]。

美国能源部(DOE)等政府机构的投资已产生了1200多项氢能和燃料电池专利、30项商业技术以及65项可能在未来几年内实现商业化的技术。目前,美国是仅次于中国的世界第二大氢生产国和消费国,拥有众多的产业联盟与学术团体,已建立完整的氢能标准体系,共发布氢能技术标准147项,其中国家标准31项、行业标准116项^[8]。

2.3 日本

日本早在1974年就通过制定《月光计划》启动制氢技术、燃料电池、液化储氢等方面的研发工作。2011年福岛核事故之后,日本更加重视氢能与燃料

电池汽车产业的发展,2014–2023年,多次修订《能源基本计划》和《氢能与燃料电池战略路线图》,不断修正氢供应量目标、氢安全战略和氢产业战略。目前,日本已实现燃料电池车和家用热电联供系统的大规模商业化推广,尤其在氢燃料电池汽车领域,日本汽车公司的技术研发实力全球领先。

截至2022年年底,日本在氢燃料电池汽车领域的专利数在全球占比高达56.3%,超过中、美、德、韩和其他国家相关专利数的总和,位居世界首位。共建成164座加氢站,约占全球20%,仅次于中国、韩国排名世界第三。已建立完善的车用氢能安全标准体系,发布相关标准82项,其中国家标准27项,行业标准55项^[9]。

3 我国氢能产业与标准化现状

当前,我国氢能产业全产业链已初步打通,氢能产业布局明显提速,各地竞相发展氢能与氢能应用,已有28个省市发布涉氢政策400余项,氢能供应能力强、需求量大,发展前景广阔。据预测,到2030年,我国氢能产业产值将突破1万亿元,加氢站数量达到1000座,燃料电池车辆保有量达到200万辆。到2050年,氢能在交通运输、储能、工业、建筑等领域将被广泛使用,氢能产业链产值将超过10万亿元,正式进入氢能社会^[10]。

据统计,截至2023年年底,我国已发布与氢能产业链相关标准400余项,其中国家标准129项、行业标准66项、地方标准19项、团体标准200余项;已立项正在制定国家标准24项、行业标准7项。对比氢能产业链上下游节点,标准制修订范围涵盖基础与安全、氢制备、氢储存和输运、氢加注、氢能应用各环节,标准数量见表1,分布图如图2所示。

表1 标准数量表

氢能产业链环节	国家标准	行业标准	地方标准	团体标准	总数
基础与安全	29	21	2	41	93
氢制备	12	17	0	19	48
氢储存和输运	17	3	2	32	54
氢加注	13	0	2	34	49
氢能应用	58	25	13	75	171

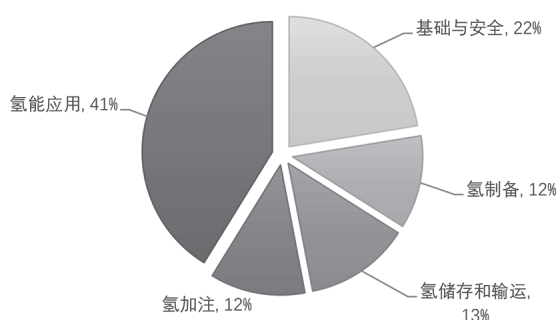


图2 标准数量分布图（含已立项的国家、行业标准）

“十四五”以来，我国氢能产业标准化更是爆发式发展，2021–2023年3年间共发布相关国家标准25项、行业标准7项、团体标准170项；已立项正在制定的国家标准18项、行业标准8项。标准化在全产业链各环节的活跃度明显增强，与产业发展形势一致。

4 我国氢能产业与标准化存在的问题

与发达国家相比，我国氢能产业仍处于发展初级阶段，还存在一些短板。

4.1 绿氢产量少

我国目前主要以化石能源制氢为主，其中煤制氢产量约占我国氢气总产量的62%。绿氢生产成本偏高、专用基础设施不足、能量损失较大，距离商业化推广还有一段距离。目前通过可再生能源电解水制备绿氢的数量非常少，预计到2025年可再生能源制氢量只有10~20万吨/年。标准数量上，氢制备环节共发布标准48项，占标准总数的12%。但多数标准针对氢分离与提纯、化石能源制氢、工业副产制氢、电解水制氢等方面，仅有个别标准涉及可再生能源制氢（绿氢）。

4.2 储运技术“卡脖子”

目前我国在低温液态储氢、固态储氢、管道输氢等方面技术及产业化水平比较薄弱，与国外技术先进地区差距较大。氢储运环节共发布标准54项，其中，液态、固态储氢相关标准10项，输氢管道相关标准仅4项。从终端氢气价格组成来看，氢气储运成本约占总成本的30%，经济、高效、安全

的储运氢技术已成为当前制约我国氢能规模化应用的主要瓶颈之一。

4.3 产业链各环节发展不均衡

据统计，2023全年我国氢气产量超过4200万吨，约占全球需求的三分之一，居全球首位。截至2023年年底，我国已累计建成加氢站428座，在营274座，其中2023年新增加氢站70座，总量、增量均位居全球首位；氢燃料电池汽车累计销售1.8万余辆，仅次于韩国排名全球第二。我国在制氢、加氢站建设、氢燃料电池车应用环节发展突出，这与我们重视氢能安全、各地补贴加氢站建设与氢燃料电池汽车发展密切相关。这也导致了我国氢能应用场景较为单一，在氢能储能、热电联供、工业等方面发展不成熟、技术水平不高。标准制修订情况也同时能反应各环节发展情况，基础与安全、氢能应用两个环节的标准数量最多，总数超过260项，约占全部标准数量的63%。在氢能应用已发布的171项标准中，氢燃料电池及交通应用方面的标准数量达113项，而氢能在储能、发电、工业领域应用的标准总和仅28项。

5 对策建议

5.1 充分发挥政府引导作用

目前，与科技密切关联的产业已进入大国博弈维度，国家政策是推动产业发展，维持产业优势不可或缺的举措。氢能产业迫切需要在国家层面结合各环节现状，做好全产业链发展与标准体系建设规划。比如：上游鼓励合理有序开发利用“绿氢”，中游完善储、输、加等氢能基础设施建设，下游关注氢能交通配套技术及氢能储能、热电联供等应用技术等。适时调整产业布局策略、升级技术标准与安全规范，促进氢能产业链均衡有序发展。

强化地方政府规划引导作用，因地制宜理性布局氢能产业，实现产业健康有序和集聚发展。例如：在焦化、氯碱、丙烷脱氢等行业集聚地区，优先利用工业副产氢，鼓励就近消纳；在风光水电资源丰富地区，开展可再生能源制氢示范^[11]，探索“绿氢”规模化应用的途径等。

5.2 推动技术创新与标准化协同发展

充分调动产学研用各方的积极性,鼓励产业链龙头企业、领军企业牵头攻关关键材料、核心零部件关键技术、车载储氢系统在线检测、氢能储能等关键技术,联合上下游企业、高校院所、实验室等,整合人才资源、技术资源,共同实现产业升级和技术进步,做到氢能项目同部署、同实施、同攻关。加快制定一批氢安全、氢能检测评价、输氢管道、加氢站设备、燃料电池系统及其零部件、燃料电池汽车等方面的标准,以标准促进技术创新成

果转化应用^[12]。

5.3 深度参与国际标准化工作

在开展国内标准研制的同时,深度参与国际标准化工作,积极提升氢能国际标准化水平。一方面,要对标国际先进水平,消化吸收国外先进标准,带动国内氢能关键技术和管理水平提升,并加速完善我国的氢能标准体系;另一方面,要提高企业、高校院所等的国际标准化能力,加快将国内先进技术和创新成果转化为国际标准的速度,提高我国氢能产业的国际影响力。

参考文献

- [1] 国家发展和改革委员会.氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)[EB/OL].(2022-03-23)[2023-11-20]. <https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/P020220323314396580505.pdf>.
- [2] 国家标准委,国家发展改革委,工业和信息化部,等.氢能产业标准体系建设指南(2023 版)[EB/OL].(2023-07-19)[2023-11-20].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202308/content_6897986.htm.
- [3] 人民政协网.氢能迎来“10年黄金增长期”[EB/OL]. [2023-9-18]. <https://rmzxb.com.cn/c/2023-09-18/3410389.shtml>.
- [4] European Clean Hydrogen Alliance.European Clean Hydrogen Alliance roadmap on standardisation [EB/OL]. (2023-03-01)[2023-11-22].<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/53721>.
- [5] 朱宏康,刘凡. 2023年德国《国家氢能战略》助推能源转型[J]. 中国材料进展, 2023,42(10):847-848.
- [6] 张翥然,王亚会,聂铭歧,等. 碳中和背景下海外氢能源发展新思路及对我国的启示[J]. 新能源科技, 2023,4(1):18-22.
- [7] US Department of Energy. U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap[EB/OL]. (2023-06-06) [2023-11-25].<https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/us-national-clean-hydrogen-strategy-roadmap.pdf>.
- [8] 施文博,蔡淳名,李德威,等. ISO/IEC、美日中氢能技术标准化体系比较与建议[J]. 化工进展,2022,41(12):6275-6284.
- [9] 张杰. 中日氢燃料电池汽车产业发展分析与展望[J]. 现代日本经济, 2023(5):81-94.
- [10] 氢智会. 干勇: 氢能如何改变我们的未来[EB/OL]. (2023-12-15)[2023-12-28]. <https://mp.weixin.qq.com/s/NxrwS26AWKK-eoa3zNnBzg>.
- [11] 林丽鹂,丁怡婷. 推动氢能全产业链标准化发展[N]. 人民日报, 2023-11-24.
- [12] 李秋菊. 标准引领推动氢能全产业链高质量发展[N]. 中国市场监管报, 2023-11-30.