

引用格式: 余珍风.“双碳”背景下氢能产业标准化建设现状与对策分析[J].标准科学,2025(5):6-11.

YU Zhen-feng. Analysis of the Status Quo and Countermeasures of Standardization in the Hydrogen Energy Industry in the Context of Dual Carbon Goals [J].Standard Science,2025(5):6-11.

“双碳”背景下氢能产业标准化建设现状与对策分析

余珍风

(中国标准化协会)

摘要:【目的】氢能是一种二次清洁能源,也是碳达峰、碳中和背景下,全球大力发展的清洁能源,氢能也是我国能源体系的重要组成部分。为了促进氢能产业化、规模化发展,制定氢能方面的标准显得尤为重要,标准是发展氢能的有效技术支撑,也是规范氢能产业发展的重要抓手。【方法】通过分析美国、日本、韩国、欧盟等国家或地区的氢能发展政策,以及ISO、IEC在制定氢能标准的情况,分析我国氢能产业发展和标准制定方面存在的问题。【结果】提出我国氢能标准化工作的建议和对策。【结论】有助于推动我国氢能的产业化、规模化发展。

关键词: 氢能; 标准化; 发展政策; 现状

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2025.05.001

Analysis of the Status Quo and Countermeasures of Standardization in the Hydrogen Energy Industry in the Context of Dual Carbon Goals

YU Zhen-feng

(China Association for Standardization)

Abstract: [Objective] Hydrogen energy is a secondary clean energy source, and it is also a clean energy source vigorously developed globally in the context of carbon peak and carbon neutrality. Hydrogen energy is also an important component of China's energy system. In order to promote the industrialization and large-scale development of hydrogen energy, it is particularly important to develop standards for hydrogen energy. Standards are effective technical support for the development of hydrogen energy and an important lever for regulating the development of the hydrogen energy industry. [Methods] This paper analyzes the hydrogen energy development policies of countries such as the United States, Japan, the Republic of Korea, and the European Union, as well as the situation of ISO and IEC in developing hydrogen energy standards. [Results] It analyzes the problems in the development of China's hydrogen energy industry and standard development, and proposes suggestions and countermeasures for China's hydrogen energy standardization work. [Conclusion] It is helpful for the industrialization and large-scale development of hydrogen energy in China.

Keywords: hydrogen energy, standardization, development policies, current situation

作者简介: 余珍风, 硕士, 工程师, 研究方向为标准化。

0 引言

氢能作为一种二次能源,应用于发电、动力汽车、燃料电池等领域,被誉为“21世纪终极能源”,也是碳达峰、碳中和背景下,全球大力发展的清洁能源。为了大力发展氢能产业,主要发达国家出台了一系列与氢能相关的政策和法规,其中日本、美国、韩国等国家尤为重视氢能的发展^[1]。日本近10年来发布了《氢能/燃料电池战略发展路线图》《氢能基本战略》《氢能利用进度表》等一系列氢能方面的政策,明确了氢能的战略定位和对象范围,制定了加速实现氢能社会发展的具体规划和目标。韩国高度重视氢能产业发展,发布了《促进氢经济和氢安全管理法》。韩国也成为首个为持续有效发展氢经济而制定单一法令的国家。韩国的氢能产业发展以大型企业为主,燃料电池、发电等市场规模也是逐步扩大,氢燃料电池车市场增长迅猛。其中,现代汽车集团作为韩国国内唯一一家生产氢燃料电池车的企业,在燃料电池技术开发、产品销量方面具备竞争力。美国是全球氢能发展领先国家,也是全球最早将氢能及燃料电池作为能源战略的国家之一,发布了《美国国家清洁氢战略和路线图》,明确清洁氢能发展三大关键战略及生产目标。2023年,欧盟发布《欧洲氢能标准化路线图》,为实施推进氢能的生产、加工、输送、储存和使用明确了目标和方向。中国产业发展促进会氢能分会编写的《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个国家和地区发布了氢能发展战略和规范,我国已有30个省级行政区域将氢能发展纳入“十四五”规划,69个地级市、县、区明确提出要发展氢能相关产业。这些都对我国氢能发展具有重要意义。

1 国际氢能标准化建设现状

标准是发展氢能的有效技术支撑,也是规范氢能产业发展的重要抓手。ISO和IEC等国际标准

化组织在氢能生产加工、输送、储存技术等方面开展了大量的标准化工作研究,可知,为氢能标准化工作奠定了坚实的基础。通过梳理可知,ISO和IEC关于氢能的TC共6个。其中,ISO下设的TC有3个,分别为ISO/TC 197、ISO/TC 22/SC 37、ISO/TC 22/SC 41; IEC下设的TC有3个,分别为IEC/TC 105、IEC/TC 69、IEC/TC 21。截至2024年12月31日,ISO和IEC发布的标准数量见表1。

目前氢能标准化技术委员会(ISO/TC 197, Hydrogen Technologies)有约20个P成员国(Participating Members),13个O成员国(Observing Members),中国为P成员国^[2]。ISO/TC 197从1999年到2024年共发布了21项标准,涉及氢气生产、储存、运输、测量和使用系统和设备领域的标准,具体见表2。

表1 ISO和IEC发布标准数量

序号	TC/SC编号和名称	秘书处	发布标准/项	正在制定/项
1	ISO/TC 197氢能技术	加拿大	21	27
2	ISO/TC 22/SC 37电动汽车	德国	32	13
3	ISO/TC 22/SC 41气体燃料	意大利	106	31
4	IEC/TC 105燃料电池技术	德国	36	15
5	IEC/TC 69电动道路车辆和电动用载货车	比利时	36	31
6	IEC/TC 21二次电池	法国	55	10
合计			286	127

从表1中的数据可以看出,ISO和IEC在氢能方面已发布了涉及氢能基础、输运、加氢站、安全、氢品质、储存、制氢设备、加注设备、检测设备、应用等方面的标准286项,正在制定的标准127项,对推动全球氢能领域技术进步、安全输送、促进产业发展起到了良好的规范和引领作用。

2 我国氢能标准化建设现状

中国标准化工作从无到有。1989年正式实施的《中华人民共和国标准化法》,是以法律形式确定中国标准化的法制基础^[3]。2022年3月国家发改

表2 ISO/TC 197发布标准情况

序号	标准编号	标准名称
1	ISO 13984:1999	液氢 陆地车辆加油系统接口
2	ISO 13985:2006	液氢 陆地车辆燃料箱
3	ISO 14687:2019	氢燃料质量 产品规格
4	ISO/TR 15916:2015	氢气系统安全的基本考虑因素
5	ISO 16110-1:2007	使用燃料加工技术的氢气发生器 第1部分: 安全
6	ISO 16110-2:2010	采用燃料加工技术的氢气发生器 第2部分: 性能测试方法
7	ISO 16111:2018	便携式气体储存装置 可逆金属氢化物吸收的氢气
8	ISO 17268:2020	气态氢陆地车辆加氢连接装置
9	ISO 19880-1:2020	气态氢 加氢站 第1部分: 一般要求
10	ISO 19880-3:2018	气态氢 加氢站 第3部分: 阀门
11	ISO 19880-5:2019	气态氢 加油站 第5部分: 分配器软管和软管组件
12	ISO 19880-8:2024	气态氢 加氢站 第8部分: 燃料质量控制
13	ISO 19880-9:2024	气态氢 加氢站 第9部分: 燃料质量分析取样
14	ISO 19881:2018	气态氢 陆地车辆燃料容器
15	ISO 19882:2018	气态氢 用于压缩氢汽车燃料容器的热激活泄压装置
16	ISO/TS 19883:2017	氢气分离纯化变压吸附系统的安全性
17	ISO 19885-1:2024	气态氢 氢燃料汽车加油协议 第1部分: 加油协议的设计和开发过程
18	ISO 19887-1:2024	气态氢 氢燃料车辆的燃料系统组件 第1部分: 陆地车辆
19	ISO 22734:2019	使用水电解的氢气发生器 工业、商业和住宅应用
20	ISO 26142:2010	氢检测仪 固定应用
21	ISO/TS 19870:2023	氢技术 确定与氢的生产、调节和运输到消费门相关的温室气体排放的方法

委发布《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》^[4],首次对我国氢能产业进行中长期规划。我国制定氢能标准的SAC/TC共有4个,分别为SAC/TC 309、SAC/TC 342、SAC/TC 31/SC 8、SAC/TC 114/SC 27(见表3),涉及基础与通用、氢安全、氢制备、氢储存、氢运输、氢加注、氢能应用等7个领域。SAC/TC 309承担ISO/TC 197技术机构国内对口单位,秘书处设在中国标准化研究院,从2005年发布实施第一项标准GB/T 19773—2005《变压吸附提纯氢系统技术要求》到2024年发布实施的GB/T 45027—2024《液氢阀门 通用规范》,这20年间共发布了45项标准,其中废止了2项标准,现行有效43项,具体见表4。

表3 SAC/TC发布标准数量

序号	TC/SC编号和名称	秘书处所在单位	发布标准/项	正在制定/项
1	SAC/TC 309氢能	中国标准化研究院	43	11
2	SAC/TC 342燃料电池及液流电池	机械工业北京电工技术经济研究所	52	8
3	SAC/TC 31/SC 8缠绕气瓶	浙江大学/浙江锦敦气体装备智造股份有限公司	5	2
4	SAC/TC 114/SC 27	中国汽车技术研究中心有限公司	76	20
合计			176	41

根据表1和表3数据统计,ISO和IEC在氢能方面制定的标准286项,正在制定的标准127项;SAC在氢能方面制定的标准176项,正在制定的标准41项。通过上述数据对比可以看出,我国氢能标准制定的数量与国际标准制定数量还存在一定的差距,亟待加快制定与氢能相关的国家标准。

3 氢能标准化工作存在问题

近年来,我国在氢能标准化工作方面取得了一些成就,对促进氢能产业的发展也发挥了重要作用,但随着材料和工艺的不断创新,相较于发达国

表4 SCA/TC 309发布标准情况

序号	标准编号	标准名称	
1	GB/T 45027—2024	液氢阀门 通用规范	
2	GB/T 45092—2024	电解水制氢用电极性能测试与评价	
3	GB/T 44399—2024	移动式金属氢化物可逆储放氢系统	
4	GB/T 44242—2024	质子交换膜燃料电池汽车用氢气 无机卤化物、甲酸的测定 离子色谱法	
5	GB/T 44243—2024	质子交换膜燃料电池汽车用氢气 含硫化合物、甲醛和有机卤化物的测定 气相色谱法	
6	GB/T 44238—2024	质子交换膜燃料电池汽车用氢气 氨、氫、氮和烃类的测定 气相色谱法	
7	GB/T 44244—2024	质子交换膜燃料电池汽车用氢气 一氧化碳、二氧化碳的测定 气相色谱法	
8	GB/T 44262—2024	质子交换膜燃料电池汽车用氢气 采样技术要求	
9	GB/T 43674—2024	加氢站通用要求	
10	GB/T 42857—2023	变压吸附提纯氢气系统安全要求	
11	GB/T 42855—2023	氢燃料电池车辆加注协议技术要求	
12	GB/T 29729—2022	氢系统安全的基本要求	
13	GB/T 42177—2022	加氢站氢气阀门技术要求及试验方法	
14	GB/T 31138—2022	加氢机	
15	GB/T 40045—2021	氢能汽车用燃料 液氢	
16	GB/T 40060—2021	液氢贮存和运输技术要求	
17	GB/T 40061—2021	液氢生产系统技术规范	
18	GB/T 39359—2020	积分球法测量悬浮式液固光催化制氢反应	
19	GB/T 37563—2019	压力型水电解制氢系统安全要求	
20	GB/T 37562—2019	压力型水电解制氢系统技术条件	
21	GB/T 37244—2018	质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气	
22	GB/T 34542.2—2018		氢气储存输送系统 第2部分：金属材料与氢环境相容性试验方法
23	B/T 34542.3—2018		氢气储存输送系统 第3部分：金属材料氢脆敏感度试验方法
24	GB/T 34540—2017		甲醇转化变压吸附制氢系统技术要求
25	GB/Z 34541—2017		氢能车辆加氢设施安全运行管理规程
26	GB/T 34539—2017		氢氧发生器安全技术要求
27	B/T 34542.1—2017		氢气储存输送系统 第1部分：通用要求
28	GB/T 34544—2017		小型燃料电池车用低压储氢装置安全试验方法
29	GB/T 34583—2017		加氢站用储氢装置安全技术要求
30	GB/T 34584—2017		加氢站安全技术规范
31	GB/T 34537—2017		车用压缩氢气天然气混合燃气
32	GB/T 33291—2016		氢化物可逆吸放氢压力-组成-等温线 (P-C-T) 测试方法
33	GB/T 33292—2016		燃料电池备用电源用金属氢化物储氢系统
34	GB/T 31139—2014		移动式加氢设施安全技术规范
35	GB/T 30718—2014		压缩氢气车辆加注连接装置
36	GB/T 30719—2014		液氢车辆燃料加注系统接口
37	GB/T 29412—2012		变压吸附提纯氢用吸附器
38	GB/T 29411—2012		水电解氢氧发生器技术要求
39	GB/T 26916—2011		小型氢能综合能源系统性能评价方法
40	GB/T 26915—2011		太阳能光催化分解水制氢体系的能量转化效率与量子产率计算
41	GB/T 24499—2009		氢气、氢能与氢能系统术语
42	GB/T 19774—2005		水电解制氢系统技术要求
43	GB/T 19773—2005		变压吸附提纯氢系统技术要求

家而言,我国氢能标准体系较为单一,部分氢能细分领域还存在标准缺失^[5]。与国际标准相比,不论是制定氢能标准数量上还是氢能标准体系上,总体是滞后的,主要体现在下列方面。

3.1 国际氢能标准制定重视不足

截至2024年12月,由ISO/TC 197发布的标准21项,正在制定的27项,由中国提出并牵头起草制定的标准很少。ISO/TC 197下设的工作组有26个,工作组的召集人都是国外的,参与会员有39个国家/地区,观察员有17个国家/地区。从这些数据可以看出,虽然我国作为39个参与会员之一,但氢能国际标准制定方面的话语权较低,参与度不高。这将导致中国未来在氢能技术、市场等方面极有可能面临着受制于人的不利形势。

3.2 氢能标准体系不健全、不完善

氢能产业发展是一项复杂性、系统性工程,涉及氢能基础、输运、加氢站、安全、氢品质、储存、制氢设备、加注设备、检测设备、应用等各个方面。目前,尽管我国氢能标准数量有所增长,但由于缺少顶层设计,氢能标准体系还不完善,氢能全生命周期的标准制定不足,标准内容覆盖不全。从表4的数据不难看出,运输、储存、加注设备、氢品质等方面的标准严重缺失。

3.3 保障和统筹协调机制有待完善

氢能标准体系建设涉及电力、化工、交通等相关领域,由于涉及不同的领域、不同的主管部门,所以存在统筹协调的问题,主要体现在:(1)标准立项难,国家标准立项周期长,氢能标委会内部委员与立项评审专家存在观点不一致,意见有分歧,导致出现立项投票不通过的情况。(2)标准技术低,标准化工作需要大量的学术研究、试验数据作支撑,支撑力度不足导致标准技术水平低。(3)标准不协调,氢能标准归口不同的标委会管理,不同的标委会之间沟通渠道不畅,且尚未建立沟通协调机制,各自制定各自归口管理的标准,所以部分标准条款存在矛盾、冲突、重复交叉等问题。此外,近些年随着团体标准的快速崛起,其数量庞大,但质量不高,导致实施应用效果不够理想。

4 氢能标准化工作建议

4.1 加快氢能国际标准的制定

当前面临的主要问题是提高我国氢能标准与国际氢能标准的一致性。我国应秉承开放、合作、协同的态度,加强与ISO和IEC成员国的合作交流,积极参与其他成员国牵头制定的国际标准,甚至共同推进氢能国际标准的制修订工作。我国也应积极主导制定国际标准,履行国际标准组织成员国的责任和义务,努力为全球氢能产业标准化工作贡献“中国力量”。加强国际标准采信工作,对标氢能国际标准,找出与国际标准的差距,可相互借鉴、开展国际标准合作,推进标准信息共享与服务。

4.2 加大氢能标准的有效供给

当前,我国氢能标准有效供给严重不足。政府应高度重视氢能标准化工作,鼓励氢能产业龙头企业、领军企业牵头,联合上下游企业、高校、科研院所等^[6],加快制定运输、储存、加注设备、氢品质等方面的标准,增加标准的有效供给。同时,加大政府主导制定和市场主导制定的标准衔接配套,稳步推进标准制修订工作。加强氢能产业强制性国家标准的制定,并建立以推荐性国家标准为基础、强制性国家标准为核心的标准模式,以此强化标准的实施应用^[7],助推氢能产业创新发展。

4.3 建立政府统筹协调机制

政府应加强氢能标准化工作的统筹协调机制,加快建立相关的制度。成立氢能标准专门机构、氢能标准建设管理统筹单位,负责系统梳理氢能安全、检测、管道、加氢站、燃料电池汽车等相关领域的标准需求,建立协同工作机制,协调各相关技术委员会,确保标准协调一致,打破各自为战的局面,统筹加快制定建设集团氢能业务标准,形成国内领先的可复制、可推广的技术标准体系。充分调动产学研用各方力量,探索形成氢能领域各类标准协同发展新模式,引导产业链上游企业积极实施应用标准。

5 结语

近年来,全球氢能产业标准化正在如火如荼地发展,各国不论从政策方面还是标准方面都给予大力支持。我国自2008年全国氢能标准化技术委员会(SAC/TC 309)成立伊始,就积极开展氢能技术标准研制工作,目前已构成涵盖基础与管理、制氢、储氢、安全等8个领域的标准体系框架,并努力推动氢能标准的实施应用,充分发挥标准化在氢

能产业发展中的支撑作用。2023年,国家标准委联合六部门发布《氢能产业标准体系建设指南(2023版)》,系统构建了氢能制、储、输、用全产业链标准体系,明确了标准体系建设目标,为我国氢能产业规范发展提供了技术支撑。当前,我国在氢能标准化方面取得了一些成就,但还需要借鉴美国、日本、韩国、欧盟等国家和地区的经验,从立法模式、监管机制、标准化、氢能发展、安全等方面构筑我国氢能法律法规和政策^[8],推动我国氢能的产业化、规模化发展,从而促进我国氢能产业的不断创新和发展。

参考文献

- [1] 张庆生,黄雪松.国内外氢能产业政策与技术经济性分析[J].低碳化学与化工,2023(2):134-139.
- [2] 刘洪生,段炼,杨燕梅,等.标准化助力氢能产业发展[J].中国标准化,2018(15):46-52.
- [3] 张灿,张明震.氢能产业标准化体系:中外比较及启示[J].科技导报,2022,40(24):38-49.
- [4] 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)[2025-01-02].<https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/P020220323314396580505.pdf>.
- [5] 中国标准化研究院. 国际标准化组织氢能技术委员会(ISO/TC 197)第28届全体会议及工作组会议在法国顺利召开[EB/OL].(2019-12-24)[2025-01-02]. https://www.cnis.ac.cn/ynbm/znty/gjdt/201912/t20191224_49176.html.
- [6] 王璐,张静珠,孙阳阳,等.“双碳”背景下氢能产业链标准化现状及建设思考[J].标准科学,2024(3):93-97.
- [7] 张成龙,余珍风.中国“双碳”标准化建设发展状况与对策分析[J].生态经济,2023(5):53-58.
- [8] 董溯战,经天逸.美、韩两国氢能法律制度比较研究[J].中国石油大学学报(社会科学版),2024(6):46-56.