

破解标准滞后于产业问题，率先挺进技术“无人区”

我国抢占氢能标准国际话语权

■本报记者 仲蕊

国家标准委联合国家发改委、工信部等部门近日印发的《碳达峰碳中和标准体系建设指南》指出，氢能领域要重点完善全产业链技术标准，加快制修订氢能检测、氢能安全、电解水制氢系统及其关键零部件、氢储运等标准。

近年来，氢能在交通、工业等领域的应用规模逐步提升。面对更加多元化的应用场景，氢能在安全保障、储运、装备制造等具体方面急需更加统一规范的标准体系。业内认为，目前我国氢能及燃料电池产业相关标准的制修订明显加速，但部分标准仍呈现出与产业实际需求不符的滞后性。同时，在国际范围内，我国氢能标准的国际话语权仍显不足。应依托我国氢能产业发展的大市场，率先挺进技术“无人区”，积极抢占国际话语权。

标准体系建设获重视

2022 年，国家发改委、国家能源局联合印发的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》，明确了氢的能源属性，对氢能产业发展作出顶层设计。“我国氢能产业仍处于发展初期，为引导氢能产业健康有序发展，国内氢能和燃料电池汽车支持政策体系正不断完善。”中国汽车工业协会技术部副总监庞天舒在 2023 北京氢博会上指出。

支持政策频出的同时，我国氢能标准体系建设也持续获得重视。庞天舒表示，氢能标准 GB4962-1985《氢气使用安全技术规程》的发布，标志我国正式开启氢能标准化。2008 年，我国先后批准成立两个与氢能技术直接相关的全国标准化技术委员会：全国氢能标准化技术委员会、全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会，建立了我国氢能及燃料电池领域相对完善的标准体系。

中国质量认证中心质量部部长、全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会副秘书长王刚指出，截至今年 3 月，我国已发布氢能领域的国家标准 222 项、行业标准 94 项、地方标准 21 项、团体标准 214 多项，主要涉及基础通用、氢能安全、制备、储存、运输、加注、应用等板块的技术要求和检验检测规范等。

“总体来看，近年来我国氢能相关标准的制修订明显加速，团体标准异军突起，后期有超越国标的趋势；标准的范围已经从核心部件向外围辅助部件拓展，已基本形成以国家标准为基本要求、行业标



视觉中国

准为提升、地方标准和团体标准为补充的立体的标准化体系。”王刚说。

标准滞后性逐步显现

近年来，全球范围内发生多起氢能事故，氢安全问题出现在储氢、运氢、用氢等各个环节。总体来看，氢安全事故原因包括密封失效、设备失效、操作设计问题、运输事故等。庞天舒认为，以上问题反映出标准体系的不健全所带来的危害，因此，加快氢能标准体系建设势在必行。

“我国现有的氢能标准单一、笼统、松垮、割裂等问题值得警惕。”庞天舒直言，拿氢能产业起步阶段制定的标准，对比如今的产业实际需求，滞后性进一步凸显。“以氢排为例，氢排测试是否需要做气水分离，气水分离要做到什么程度没有明确要求，同时，瞬时排放氢气浓度不超过 8% 是否存在风险，是否科学合理，缺乏数据验证。再如，在发动机耐久/加速耐久测试方法及性能评价标准中，缺少对燃料电池高压储氢系统中泄放管路等安全设计的要求与极限验证。”

TUV 莱茵大中华区工业服务与信息安全管理项目经理傅花宁表示，目前氢能产品集成化发展较快，由于我国氢能产业发展尚处初期，氢能领域的研究起步比较晚，虽然相应标准正持续跟进，但总体而言标准化体系建设仍滞后于行业发展。

王刚也指出，在已发布的国家标准中，大部分标准发布年代距今已久，发布时间超过五年的标准占比达 70% 以上，难以适应产业现实需要。与此形成鲜明对比的是，近几年，国际氢能技术及产业化快速推进，氢能标准也在实践中不断修订完善。我国需要在系统研究氢能技术和借鉴国外先进标准的基础上，不断完善优化我国氢能标准体系。

“此外，制定氢能标准的标委会、协会及团体众多，且相互之间分工不明确，导致我国氢能标准建设推进不够协同。”庞天舒表示，“我国关键材料技术薄弱，未形成完善的技术体系，这方面与国外相比差距明显，不足以支撑标准体系建设。”

产业进步与标准完善互相促进

“通过国内外的对比分析发现，我国氢能标准既有优势也有潜在的不足。”庞天舒表示，总体来看，我国在 35MPa 氢气应用方面的技术成熟、标准体系比较完善，而在关键材料和核心部件方面的标准体系仍不完善，制约产业发展。

庞天舒进一步分析，发达国家重视氢能技术规范和标准的制定以及与技术的同步协调发展，同时非常注重国际间的合作，极力将本国氢能技术规范与标准国际化。我国在氢能领域的国际合作不充分，标准建设方面存在一定差距，导致我国氢能标

准的国际话语权不足。

对此，江苏国富氢能技术装备股份有限公司战略总监魏蔚向《中国能源报》记者表示，企业是标准制定、使用、完善和推动的主体。“标准不是凭空想出来的，而是随着产业的发展积累、反馈而来。作为产品创新的主体，企业在运营活动中形成的创新产品、市场化运营经验等，将激发更多标准需求。”

魏蔚表示，对氢能行业而言，标准和产业是相互交织、相互促进的。因此，更加需要龙头企业肩负起推动标准体系建立健全的社会责任，创新投入更多资金和人力；通过先行先试，率先掌握产品技术、市场需求、客户使用习惯，以及安全使用管理等经验；同时通过这些经验的积累，从制定企业标准和团体标准开始，逐步上升到行业标准和国家标准，从而建立起更加全面、灵活的氢能标准体系，更好适应产业发展现状，进而确保产业安全、有序、健康发展。

此外，业内认为，制定氢能标准过程中也应通过持续创新勇闯“无人区”。一位不愿具名的业内资深专家对《中国能源报》记者表示，氢能是新兴产业，整体而言，我国氢能产业发展水平和国际水平实际差距并不大。“在此情况下，率先进入产业‘无人区’，根据产业创新实践率先制定相关标准，有利于进一步提升我国氢能标准的国际话语权。”

国际能源署

今年全球电动汽车销量或增三成多

本报讯 记者李丽曼报道 近日，国际能源署（IEA）发布《全球电动汽车展望》报告（以下简称“报告”）称，2022 年全球电动汽车销量超 1000 万辆，创历史新高。同时，在各国市场扩张、支持政策的刺激下，全球电动汽车需求持续上涨，今年电动汽车销量有望继续大涨 35%，以超过 1400 万辆的成绩再度刷新历史最高纪录。

报告显示，近三年来，全球电动汽车市场占有率呈爆炸式增长趋势，增速从 2020 年的 4% 快速增至 2022 年的 14%，到今年，这一数字有望达到 18%，接近 1/5。

其中，中国、欧洲和美国是 2022 年电动汽车销量最高的三大市场。IEA 指出，中国在全球电动汽车市场中起到引领作用，去年电动汽车销量占全球总销量的 60%，截至 2022 年底，中国电动汽车保有量已达全球电动汽车保有量的一半左右。同期，欧洲国家和美国电动汽车销量也分别出现了 15% 和 55% 的涨幅。

不仅如此，IEA 进一步指出，中国同时占据全球电动汽车制造产业链的主导地位，在电池生产和零部件贸易板块中，中国电动汽车出口份额占全球市场的 35% 左右。

除了上述三大主要市场外，IEA 指出，印度、印尼等新兴经济体的交通电气化也在提速。去年，印度和印尼两国的电动汽车销量同比都翻了两倍以上。同时，泰国电动汽车在汽车总销量中的比例升至 3%。报告认为，虽然新兴经济体电动汽车销量基数较小，市场尚在培育期，但随着支持政策的出台以及私人投资的加入，新兴经济体的电动汽车市场潜力也颇为值得关注。

对于电动汽车市场的未来，IEA 持乐观态度。IEA 表示，中国电动汽车产业发展势头迅猛，同时，欧盟出台的气候法案和美国政府推出的《通胀削减法案》都对电动汽车市场提供了政策支撑。预计到 2030 年，中国、美国以及欧洲国家电动汽车销量有望占到全球的 60% 左右。

输氢管道亟待迈过安全运行关

■本报记者 李玲

日前，中石化 400 多公里“西氢东送”输氢管道示范工程被纳入国家规划，中石油天然气管道掺氢输送技术也取得新突破。这些进展均对我国解决氢能供需异地矛盾、推动氢能产业规模化发展具有重要意义。与此同时，输氢管道的运行安全问题也成为大家普遍关注的焦点。

据《中国能源报》记者了解，与天然气不同，氢由于特殊的性质，可能进入到金属内部与金属基体发生交互作用，引起管道材料韧性下降进而发生脆断或开裂，即所谓的“氢脆”现象，成为影响输氢管道安全运行的最大风险之一。在多位业内人士看来，氢脆问题的研究和预防是我国未来大规模推进管道输氢技术的前提条件，必须引起高度重视。

氢脆发生机理尚不明确

“氢脆问题的研究已经有很多年了，但一直没有研究清楚。”中国石油大学（华东）储运与建筑工程学院副教授刘翠伟告诉《中国能源报》记者，“我们说的氢脆一般都是针对金属管道，氢要进入金属管道，首先得由氢分子解离成氢原子。氢分子具体怎么解离成氢原子，氢原子怎么进入管材，进入管材之后怎么在管材内部进行扩散，这个过程目前无法进行有效观测。”

据了解，目前国内外对于氢脆问题的研究，都是通过宏观的实验现象去解释其中的原理，因此，研究人员提出不同的解释理论或观点。

“目前对于氢脆机理的研究仍存在一定的片面性和浅层性，并没有一套完整的理论能够解释所有的氢脆现象，从而从根本上规避氢脆现象的发生。”中国石油大学（华东）新能源学院副教授齐建涛等撰文指出。

机理不清，但氢对管材的脆裂作用却真实存在。“管道材料表面在局部应力条件下会产生局部变形，表面就会有局部活化，氢分子在活化的表面可以解离成氢原子进入到材料内部，进而导致材料的变形或破坏。”中国科学院金属研究所专家王俭秋对《中国能源报》记者表示，“这也和管材有关。有观点认为在一般的输氢碳钢管道中没有氢脆，因为氢很快就能扩散出去，但我们的研究发现，在实验室模拟应力腐蚀条件下，即使在碳钢里，也同样发现材料内部有脆性开裂现象。”

刘翠伟也对此表达了类似看法：“我们在实验室 4MPa 管道压力下，掺氢比由 10% 提高到 100%，都观察到了氢气的解离、渗透、吸附、扩散现象。要产生氢脆，氢的解离必须发生，先解离成氢原子，再吸收到内表面，在内部扩散，最后发生氢脆。”

优化工艺可延缓氢脆的发生

虽然目前尚不能从根本上规避氢脆的发生，但可根据大量实验研究总结出关于氢脆现象的影响因素，以尽量减轻氢脆所带来的危害。

据介绍，输氢管道所处的状态不同，发生氢脆的风险也不同。一般情况下，发生氢脆的风险与输送压力、掺氢比例、选用的管材强度以及管道运行时间等因素有关。

“输送压力越高风险越高，掺氢比越高风险也越高。”王俭秋指出，“通过工艺的改变，可延缓氢脆的发生。一是从选材角度，可以选择耐氢脆的管道；比如，相对低压的城市管网，都是低强的材料，对氢没那么敏感，风险相对小。另外，已经服役多年的管道肯定比新建管道风险大。应该针对已服役管道进行安全性、相容性评价，不能闭着眼睛干。起初可能风险很小，但在运行过程中我们应该知道风险在哪，并且可预测。”

刘翠伟表示：“针对已经运行的天然气管道掺氢，可以先对管线进行完整性管理或适应性评估，之后，通过降低运行压力或者掺氢比例来减少氢脆发生的风险。”

相较于在役天然气管道掺氢输送，新建管道从设计阶段就可以将氢脆的影响因素考虑进去，相对来说可控性更强。“目前的新建输氢管道在设计阶段会考虑氢气对管材的影响，这也是为什么纯氢管道成本比较高。在计算管径、壁厚时，为了规避氢脆影响，会有材料系数的考虑，把壁厚设计得更大一些，这样就留出足够安全裕量。”刘翠伟表示。

相关研究和实践不足

在碳达峰碳中和目标下，绿氢作为一种绿色低碳能源，是许多企业重点布局的

领域。与此同时，氢能的发展，可以很好地解决我国中西部地区的弃风弃光问题。在多位业内人士看来，今后氢能的大规模发展是必然的，但目前我国氢能领域的研究，尤其是输氢管道标准、安全等方面的研究亟需加强。

中国工程院院士郑津洋表示，氢管道运输未来主要存在几个方面的难关，首要的就是关键技术，包括低成本、高强度的抗氢脆材料、高性能的氢管道的设计制造技术。

据了解，目前，国内企业正在做抗氢钢的研发工作，进行高钢级、大管径、高压力的抗氢钢研发，以适用于后期新建输氢管道。中国石化此前也透露，攻关团队正在开展氢管输技术的系统性研发，通过对管材进行系统试验与应用研究，掌握氢环境下不同钢级管材及焊接接头性能的综合评估与应用技术。

刘翠伟指出：“国外针对这方面的研究，在工程应用上已经比较多，有掺氢的管线，有天然气管道改输氢气，也有油管线改输氢气，都有比较成熟的实践。我国目前相关的研究和实践还不足，与国外存在差距。”

“目前，我国针对西氢东送这种长输管道，已经制定了重点研发项目计划，研究氢气和管材的相容性。不过，普遍没有考虑在役天然气管道的老化问题。如果要利用好西部能源，把现有天然气管道利用起来肯定是趋势。我国西气东输管道已有年头，在已经老化的管道里输氢，相关的风险研究是缺失的，需要先把这些问题研究清楚。”王俭秋指出。

重点推荐

欧盟“联合购气”平台正式启动

5

去年的新能源汽车，传统车企抢走风头

8

看更大的能源世界



中国能源网 微信



微博 抖音

□主编：张子瑞 □版式：李立民