

有待进一步推进关键零部件技术突破,加大规模化应用

## 氢能及燃料电池汽车产业优化空间大

■ 本报记者 杨梓 卢奇秀

氢能是实现“双碳”目标的重要抓手,在业内人士看来,我国目前已形成涵盖氢能制、储、运、加、用及关键核心零部件研发制造各环节的完整产业链。不过,我国氢能体系建设和燃料电池关键技术水平、成本等多方面仍有较大优化空间。

在日前举办的2024国际氢能与燃料电池汽车大会暨展览会上,多位与会专家表示,进一步推进关键零部件技术突破、降低成本、加速大规模应用是当前我国氢能及燃料电池发展的重点工作,未来各方需要协同努力筑牢氢能及燃料电池汽车发展体系。

## ■ 行业成熟度显著提高

自2022年3月,国家发改委、国家能源局印发《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》以来,我国氢能和燃料电池汽车产业进入快速发展新阶段。目前,全国已有20多个省(区、市)发布了促进氢能或燃料电池汽车发展的政策文件,拟建绿氢产能规模超100万吨,是国家规划预期“2025年非化石能源制氢10万到20万吨”目标的5倍。各地规划至2025年燃料电池汽车保有量超10万辆,是国家预期目标的

两倍。

广州大学教授叶思宇表示:“目前,氢能与风能、太阳能等可再生能源一起,构成了完整的绿色能源系统。同时,氢能行业的成熟度达到了新水平。燃料电池具有广泛的应用前景,目前正处于大规模商业化的初期。国家首批燃料电池汽车示范城市群正式启动示范,极大加速了氢燃料电池的自主化和商业化进程。”

氢燃料电池汽车是目前氢能在交通领域应用的最主要方式。数据显示,2023年,全国燃料电池汽车销量为5800辆,同比增长72%。其中,燃料电池重卡销售3653辆,同比增长48.2%,累计建成加氢站407座,数量居世界之首。

车辆的逐步渗透得益于动力系统性能的持续提升,二者发展相辅相成。“2020年到2024年,我国商用车燃电系统性能在额定功率、最高效率、质量功率密度等方面指标均有大幅提高,大功率、高效率的系统不断涌现,系统寿命从1万小时提升到2万小时,系统成本下降约50%。今年,我国燃料电池车销量有望接近1万辆,到2025年,预计运行的燃料电池车辆将达到5万辆以上,2035年将突破100万辆。”中国科学院院士欧阳明高表示。

同时,在以氢能交通为先导的基础上,氢能示范向多领域扩展,在轨电车、无人机和船舶等方面开展示范。另外,绿氢和工业副产氢在船舶、石化、化工、冶金等行业的应用也在快速推进。

## ■ 关键技术提升助力降本

值得注意的是,我国氢能及燃料电池汽车产业虽取得长足进步,面对的难题与挑战也不容忽视。“培育氢能和燃料电池汽车产业是一项具有重要意义的复杂系统工程,技术创新难度大,能源供应体系重塑挑战大,任务十分艰巨,需要多方高度协同,共同推进。”中国汽车工程学会理事长张进华表示。

在重塑能源集团董事长兼CEO林琦看来,当前,产业正处于由政策驱动向市场驱动的发展窗口期。“未来,产品要求将由政策导向过渡到满足市场需求,市场区域则由示范城市群过渡到全国市场,应用场景将由燃料电池汽车转变为多元市场化合作,市场格局将由参与中国市场到拓展国际市场,商业生态将由车辆生态向能源生态延伸拓展。”

与会专家认为,当前,关键零部件进一

步实现技术突破是氢能和燃料电池汽车发展的关键一环。

“氢燃料电池大规模商业化目前仍然面临严峻的成本挑战,而规模化、技术进步以及全产业链健康发展将促进成本迅速下降。”叶思宇认为。

中国国际经济交流中心资深专家咨询委员会主任张晓强指出,氢能和燃料电池汽车全链条多项关键技术仍有提升空间,质子交换膜、电堆功率,及若干重要的零部件仍有很多技术难题,而掌握关键核心技术是产业大幅度降低成本,提升竞争力,开展大规模产业化、商业化应用的关键,提升氢能产业的创新发展能力,是必须打赢的“攻坚战”。

上汽集团副总裁、总工程师祖似杰同样提到,氢能推广应用的基础设施还需加快建设,管理制度仍要持续优化,国产材料的技术产业化攻关仍需推进。

## ■ 多措并举推动行业进步

在叶思宇看来,氢燃料电池关键材料研发和产业化在燃料电池大规模商业化中起着至关重要的作用,以产业化为导向的产、学、研、用紧密合作是关键材料不断更新换

代的最佳路径,燃料电池全产业链多层次工程化验证过程的密切配合是我国研发和产业化发展的巨大优势。

张晓强建议,抓住可再生能源快速发展机遇,加快发展绿氢,科学规划西北到中部地区的特高压输电通道,积极推进长输管线或将绿氢掺入天然气管道,让绿氢和燃料电池汽车协同发展。此外,建设高水平加氢站等氢能基础设施,明确各地氢能产业主管部门,以及氢能基础设施归口管理部门,制定完善的氢能基础设施管理办法,明确审批验收流程和要求。

张进华则建议,结合我国产业发展现状,在五大示范城市群、北京冬奥会、“氢进万家”等重点示范项目的示范基础上,侧重以优势互补、产业链高效协同为目标,避免资源浪费和重复建设,加强城市群之间的产业链统筹布局。与此同时,聚焦氢能储运薄弱环节,着力突破大容量、低成本、高效率电氢转换技术,关注高可靠、低成本燃料电池系统的供应能力和系统集成度。破解催化剂、质子交换膜、车载储氢系统、碳纤维等关键材料以及加氢设备和管阀件等制约,构建完备的氢能与燃料电池汽车产业生态。

## 我国自主研发生物航煤加注国产大飞机试飞成功



本报讯 记者吴莉报道 6月5日11:33,加注中国石化自主研发生物航煤的国产大飞机C919经过一个多小时的飞行后,平稳降落在山东东营机场。同日,我国自主研发的ARJ21飞机在上海浦东机场成功完成了生物航煤试飞工作。这是国产商用飞机首次加注生物航煤,试飞成功证明了我国自主研发的生物航煤具有良好的飞行性能,有利于推动可持续航空燃料的进一步发展和应用。

据了解,本次商飞加注的生物航煤

由中国石化镇海炼化用俗称“地沟油”的餐厨废油加工而成,采用的是中国石化石油化工科学研究院自主研发的生产技术。用“地沟油”作为原料生产生物航煤,最大的难点在于地沟油含有大量脂肪酸类化合物,其含氧量高,氧分子直接影响炼化装置催化剂的活性和稳定性。为此,中国石化自主开发了专用催化剂和工艺,并在镇海炼化建成我国首套生物航煤工业装置,实现了规模化生产。该套生产装置年加工能力为10万吨,若满负荷运行,一年基本能消

化掉一座千万人口城市回收来的“地沟油”,不仅实现废弃物资源化利用,每年还能减排二氧化碳约8万吨。

3000多万吨的航煤消费量计算,如全部以生物航煤替代,一年可减排二氧化碳约5500万吨,相当于植树近5亿棵。

此前,中国石化生产的生物航煤已应用于波音和空客部分机型。中国商飞公司于2022年起开始筹划可持续航空燃料适航机型技术攻关、装机验证工作,于2024年成功获得适航批准。本次试飞填补了国产生物航煤在国产机型上的空白。

生物航煤是以动植物油脂、餐厨废油等可再生资源为原料生产的航空煤油,属于可持续航空燃料。相比传统航煤,生物航煤的全生命周期可降低50%以上的碳排放量,已成为全球航空减排的主要方向。

在应对全球气候变化的大背景下,国际航空运输协会(IATA)提出,全球航空运输业于2050年实现净零碳排放。IATA统计,2008年至2023年底,全球已有超过45家航空公司、37万架次航班使用了生物航煤。目前,美国、加拿大、挪威等国已经形成航空生物燃料规模化市场,建立了“原料—炼制—运输—加注+认证”的完整产业链。IATA预测,截至2025年,全球可持续航空燃料使用量将达到700万吨;2030年将达到2000万吨。以目前我国每年

本报讯 6月5日,上海市市场监管局启动“产品碳足迹认证”试点,发布首批11项产品种类规则采信清单,从产品认证端出发,为上海市推进实现“双碳”目标提供重要助力。

“产品碳足迹认证”是由取得专业资质的第三方认证机构依据相关标准,对企业生产经营整体过程中的温室气体排放管理能力及具体产品排放量、清除量等进行核查验证,并出具认证证书的合格评定活动。

据了解,此前,由于测量或核算方式不一,不同的第三方机构对同一产品的碳排放审核结果存在差异。上海市首批11项产品种类规则采信清单的出炉,就是为了解决认证手势不一致、缺乏公信力等“痛点”,相当于为相关产品和企业提供了具有公信力的“标尺”。

上海市市场监管局认证监督管理处处长田义龙介绍,此前,上海市市场监管部门率先在钢铁等重点行业统一“产品碳足迹认证”的工作手势。在此基础上,长三角绿色认证联盟发布了包括钢铁、电动载人汽车、锂电池、太阳能电池等重点出口产品以及家具、巴士杀菌乳等民生消费品等在内的首批11项产品类别规则采信清单,解决了产品碳排放核算应当算什么、怎么算以及如何算得准等关键核心问题,为产业链上下游企业准确对接国际标准和规则提供了保障。“产品碳足迹认证”可使产品从生产、贮存、运输、流通直至报废的碳排放都“有迹可循”。

上海为产品碳足迹设「标尺」

(陈玺撼)

产业链要协同合作,降低价值链的成本和复杂性,让用户买得起、用得起

## 技术创新驱动氢能产业降本

■ 本报记者 卢奇秀

“一辆载重49吨的氢能牵引车购置成本近140万元,而同类型的油车售价45万元,电车80万元,氢能车辆购置成本是燃油车价格的三倍以上。使用方面,氢气终端售价约为35元/公斤以上,经济性也低于燃油。”在近日召开的燃料电池系统及核心零部件技术突破论坛上,东岳未来氢能质子膜研发总监邹业成坦言,高成本正制约我国燃料电池汽车规模化发展。业内人士认为,在产业发展风口,亟需技术创新降低成本,以此打开氢能的规模化应用。

## ■ 发展势头迅猛

“整体来看,氢能在交通、储能、工业等领域渗透率逐步提高。”捷氢科技总经理卢兵兵分享了一组数据,2023年,我国氢燃料电池汽车累计销量为7653辆,同比增长近50%。与此同时,燃料电池发电项目布局也明显加快,2023年新增装机约6.3兆瓦,累计装机20兆瓦。在工业领域,2023年我国氢冶金项目总投资超过500亿元,已建在建绿色低碳甲醇项目11项,产能约

为36.6万吨/年。

亿华通副总经理李飞强表示,我国氢能以交通领域为先导,氢能示范逐步拓展到轨电车、无人机、船舶、氢能、天然气掺氢和氢冶金等领域,带动膜电极、电堆等关键材料和部件实现自主化、国产化,自主研发多项核心技术,在可靠性、环境适应性、寿命、经济性、成本上实现突破,燃料电池发动机系统最高功率、整车氢耗处于国际领先水平。在氢燃料汽车免收高速费利好政策下,氢能车辆运营已具备经济性,以49吨长途干线物流牵引车全生命周期8年为例,按电价1.2元/千瓦时,氢气价格30元/千克、柴油单价8元/升计算,相比燃油重卡,氢能重卡8年可节省200多万元。

业内预计,2030年,我国氢燃料商用车销量将达36万辆—72万辆,到2050年销量将达160万辆—300万辆。

## ■ 技术降本成效显著

氢能规模化应用的前提是买得起,用

得起。戈尔特技术总监汪志勇指出,产业链要协同合作,降低价值链中的成本和复杂性,从而降低车辆的总拥有成本。

汪志勇算了一笔账:一辆卡车每年行驶20万公里,运营率为88%,每年总运营成本约为150万元。其中,燃料经济性、动力系统成本、维修维护都直接影响总拥有成本。

“质子交换膜等上游部件的性能可对降低总拥有成本产生较大影响。”汪志勇计算,质子交换膜占电堆成本的14%,电压提高15毫伏,燃料电池系统效率可提高1%以上。一辆8级房车若每天行驶627公里、一年行驶250天,在电堆效率为51%的情况下,将消耗14176公斤氢气,若质子交换膜能够使电堆效率提高到52%,燃料消耗量将降至13893公斤,这样每年可节省283公斤燃料。提高质子交换膜功率密度,可减少电堆材料用量,相当于降低电堆成本,如果将一个售价15万元的电堆成本降低6.3%,2个电堆即可节省1.9万元,总质子交换膜从70平方米降到65平方米,并减轻重量,节约空间。总之,燃料电池部件和系

统的改进可在成本和性能方面产生连锁反应,令用户从中受益。

中科院大连化物所燃料电池研究部部长邵志刚指出,2023年,全球电解水制氢累计装机量超2吉瓦,其中碱液电解槽占比达60%,质子交换膜(PEM)占比约30%,国内以碱液电解槽为主,占比超过95%。预计2030年,全球电解水制氢装机量达170吉瓦,以碱液和PEM为主。“成本过高是目前限制电解水制氢技术大规模发展的最主要原因。国际上,PEM电解制氢系统成本大约为2000美元/千瓦,碱液电解制氢系统成本大约1700美元/千瓦。国内可再生能源电解水制氢成本40元/千克—80元/千克(视电价而定),煤制氢约10元/千克。持续技术创新、大批量规模生产是绿氢降本的关键途径。”

## ■ 把握材料创新和回收机遇

在济平新能源研发总监丁奇看来,国内燃料电池车和电解水制氢爆发式增长,将开辟催化剂百亿元市场。到2030年,氢

催化剂市场空间在保守、中性、乐观情景下,市场需求将分别达到294亿元、438亿元、586亿元,对贵金属铂的累计需求量为18吨、26吨、36吨,对贵金属铱的累计需求量为13吨、19吨、25吨。

丁奇指出,近年来,铂族新材料技术应用创新层出不穷,产业链上下游协同更加紧密,2023年,国产燃料电池催化剂占比20%,今年国产催化剂占比有望达到35%,2025年有望进一步提升至45%。多元合金催化剂能显著提高催化性能,金属颗粒耐久明显优于常规的铂钴、铂镍等合金催化剂,可以降低催化剂成本。

贺利氏贵金属中国非均相催化剂销售总监崔刚向《中国能源报》记者介绍,铱作为制氢重要的催化剂材料,全球年产量约为9吨,大约需要400公斤的铱才能产生1吉瓦PEM电解水的能力。为了避免供应瓶颈,必须将每吉瓦的铱用量减少到100公斤以下。因此,降低贵金属载量和提升质量活性是PEM电解水催化剂的研发目标和技术方向,贺利氏持续创新推出的铱催化剂,在保证催化性能的基础上有望降低80%—90%铱的用量,降低成本。

崔刚表示,加强贵金属的回收是保障贵金属供应稳定的重要举措,在欧洲,贺利氏已帮助客户累计回收数百公斤级催化剂涂层质子膜和膜电组件。此外,贺利氏在江苏南京还建设了一座贵金属回收工厂,具备年处理数千吨含有贵金属的催化剂材料的能力。