



中车长客研制的全球首列氢能市域列车。

近年来,随着新能源在轨道交通的应用兴起,氢能正成为轨道交通领域备受关注的技术“新秀”。业内人士普遍认为,当前,在轨道交通清洁化需求、政策支持等因素推动下,氢能轨道交通正持续升温。

■ 满足降碳需求

目前,我国轨道交通正处于快速发展阶段,其能源消耗和碳排放压力与日俱增。《中国国家铁路集团有限公司2022年统计公报》显示,全国铁路营业里程为15.5万公里,机车拥有量为2.21万台,电气化率达73.8%。其中,内燃机车占比约为35.5%。内燃机车仍承担着调车作业、建设

施工、非电气化铁路运输等任务。

在此背景下,氢能作为清洁能源,被视为轨道交通领域减排的可行选择。

“氢能轨道交通采用氢能源作为动力,从全产业链角度来看,更加低碳环保。”四川荣创新能动力系统有限公司董事长陈维荣在2023世界氢能青年科学家论坛上指出,“据测算,一列时速160公里的氢能市域动车,一天跑500公里,一年大概可以减少1万多公斤二氧化碳的排放,减碳效果显著。因此,氢能轨道交通是我国交通领域实现‘双碳’目标的重要手段之一。”

氢能巨大的减碳潜力也获得了更多的政策支持。目前,成都、佛山、张家口、青岛

等地在“十四五”规划中明确提出,要把有轨电车、城际交通纳入氢能应用范围中。与此同时,未来燃料电池应用规模也将持续增长。

“目前,国内铁路除郑州局、兰州局、成都局之外,基本上所有的路局都是电气化运营,大概有7万公里非电气化铁路采用内燃机车运营。”国家高速列车青岛技术创新中心副主任刘韶庆指出,“如果以5000辆列车的改造规模进行计算,采用燃料电池装机量可以达到1兆瓦总量,市场预期规模有1000亿元需求。”

■ 竞争优势显著

氢能轨道交通快速发展,离不开自身的性能优势。

陈维荣指出,氢能轨道交通的核心是以氢能为动力系统,由于避免了传统电气化铁路的接触网、变电所等复杂工程问题,氢能轨道交通的一次性建设成本和全寿命周期运营成本,比传统电气化铁路成本低10%—20%,有很好的竞争优势。

“目前,氢燃料电池已开始用在乘用车、客车、物流车等当中推广应用,由于需要布局更多加氢站,短期内难以大规模商业化。相比而言,轨道交通系统的线路相对固定,让氢气的运输和储存更简单。”陈维

荣表示。

基于上述应用优势,目前国内外都在积极推进氢能轨道交通的研究和应用。国内氢能轨道交通发展持续加快,以中国中车、国能集团、中国中铁为主的相关企业瞄准能源转型方向,加快推动燃料电池在氢能轨道交通领域的应用。2023年6月,“宁东号”氢动力机车在中国中车下线,这是目前氢燃料电池装机功率最大的氢动力机车,也是国内首台由内燃机车改造而来的氢动力机车;同年7月,国内首台氢能源地铁路工作车在湖北襄阳正式下线,与传统燃油作业车相比,该车全生命周期可累计减少碳排放225吨。

国际范围内,法国阿尔斯通、德国西门子、日本丰田等公司都在研发氢能轨道机车;英国和德国等欧洲国家计划在2035年逐步将现有内燃机车替换为氢能机车;马来西亚已完成38列氢能智轨车的全球招标;印度发布了35列氢能列车的招标计划等,这些都为氢能轨道交通发展带来更多机遇。

■ 仍存诸多挑战

在发展机遇不断涌现的同时,氢能轨道交通也面临不少挑战。

“当前,氢能轨道交通在技术上面面临轻

量化、小型化、智能化、大功率、长寿命、低成本等需求,同时,对制氢、加氢、储氢,尤其是固体储氢的工程配套设施也提出了更高要求。”陈维荣强调,“与汽车不同,大功率氢能动力系统是推动氢能轨道交通发展的核心与关键,需要采用复杂的多堆大功率燃料电池系统技术。因此,氢能轨道交通动力系统实现安全、稳定、高效、低成本是重大挑战。”

在刘韶庆看来,轨道交通由于运行里程、载重量、速度、功率需求和汽车不太相同,有着自己独特的运行工况,在氢能动力系统的应用方面,还面临动力总成设计、能量管理、加储氢以及安全技术等方面的挑战。

“在政策层面,需要积极进行氢能的制、储、运、加环节的政策扶持,以鼓励企业入局。另一方面,氢能轨道交通车辆过轨审批难的问题也亟待解决。”陈维荣说。

“围绕轨道交通装备产业的氢能发展,中小功率的氢动力应用技术已经成熟;而面向未来的大功率氢动力系统的技术工程化还有待提升,需要全行业上下游共同努力。”刘韶庆指出,“另外,涉及氢动力系统全生命周期的经济性,除了扩大市场规模外,上下游要共同努力,实现低成本的氢能产品制造全过程,满足应用需求。”

技术日渐成熟 助力城市脱碳 小风机能有大应用

■ 本报记者 李丽雯

风机不仅有“巨无霸”,还能是“小树叶”。随着全球绿色转型提速,有脱碳需求的场景越来越多,小型、微型风机正在找到各自的应用空间。近日,由法国工程师研发的“风机树”引起市场关注。该款“风机树”不仅占地面积相对小,而且发电噪音也比较低,更加适应城市环境。

■ “风机树”引关注

这款由法国初创企业“新世界风能”公司设计的风机,高约9.8米,宽约7.2米,在“树”上可安装多达36个微型风机作为“叶子”。

麻雀虽小,五脏俱全。据介绍,该款微型风机为垂直轴风机,采用微型永磁发电装置,虽然单机功率仅为300瓦,但整个“风机树”模型能够实现10.8千瓦的功率。值得注意的是,微型风机不仅能够用在“树”上,还能够用于屋顶、楼房阳台等地方,更可以在城市景观中融入“风机草”“风机花”等场景,为城市提供绿色低碳电力。

根据测算,该款微型风机可在最低2米/秒的风速下运行,在平均风速为8米/秒的情况下,该款模型每年可生产1.8万千瓦时低碳电力,满足一个四口之家生活用电需求,每年可减少碳排放超过12吨。除此以外,这款“风机树”还能融合光伏发电和储能设备,在“风机树”上可同时安装光伏板,不仅带来更好景观效果,更能补充发电,提高清洁能源利用水平。

“新世界风能”公司首席执行官Luc Eric Krief表示,类似的微型风机无需并入电网,主要应用场景是自发自用。“风机树”是模拟生物形态,尽管是钢筋结构,但不会对城市市容造成视觉冲击,同时可定制“风机树”颜色和形态,形成城市景观。根据规划,该公司计划在2024年1月推出更高功率

的风机设计。

■ 小微风机受青睐

过去半个世纪以来,集中式风电获得强力发展,风机大型化被视作降低风电度电成本的主要手段,但集中式风电项目的推广需要占用大量土地,还可能给附近生态环境带来风险。

在业界看来,未来风能的利用并不局限于大型风机发电,还可以通过小型甚至微型风机设计将风力发电融入生活的方方面面。“风机树”只是小微风机的一个应用实例,从全球各国的实践来看,在城市脱碳场景中小微风机的应用空间或有望打开。

据了解,英国初创企业Alpha 311公司近期也推出了微型风机设计,该款风机高约1.8米,重约40千克,主要材料为碳纤维。该款产品已经安装到英国伦敦一座体育场屋顶进行实地试验。

Alpha 311公司创始人巴里·汤普森表示,该款微型风机发电部分重量不到15千克,非常轻便,可用在城市基础设施、公用建筑等多种场景。“这款微型风机甚至可以用在路旁路灯之上,汽车飞驰而过形成的风就可以驱动这款风机,进而为路灯提供绿色电力。”

据介绍,该款风机潜在的应用场景包括体育场、工厂、仓库、桥梁、收费公路和加油站等。

■ 应用潜力待挖掘

尽管应用潜力巨大,但也有业内专家认为,小微风机的实际应用前景仍有待观察。爱丁堡大学工



“新世界风能”公司公布的风机样机。

程学院教授Alasdair McDonald指出,小微风机的设计非常吸引人,但由于功率相对更小,风的湍流波动可能会对风机运营带来额外负荷,小微风机实际安装的地点和方式还需要更多考量和更为精准的调整。

另据公开资料显示,目前Alpha 311公司设计的微型风机每套售价高达1.5万英镑,“风机树”上每台风机售价同样达到数百欧元,单位千瓦的发电成本远高于传统风机,要实现大规模应用仍有待时日。

虽然未来发展不确定性尚存,但业界对于小型乃至微型风机的未来仍充满期待。巴里·汤普森认为,在城市部署微型风机能够给当地社区带来直接好处。

美国分布式风能协会联合创始人Mike Bergey则认为,小微风机或能为农村地区居民直供绿电,尤其在气候政策刺激下,未来功率小于1千瓦的小微型风机需求有望大幅增长。

在我国,也有业内专家指出,在可再生能源快速发展的大趋势下,小微风机的多领域应用和综合能源服务可能成为风电市场的新增长点。经过几十年的发展,我国中小型风能产品技术已日趋成熟,在智能化、轻量化方面取得了一定进步,正在逐步拓展到工业园区、油气田、美丽乡村、港口码头、高速公路、加气站、制氢等多种应用场景。

氢能关键材料领域的技术突破,是氢能实现产业化的关键。业内人士认为,关键材料技术决定着氢能产业链各环节重要装备整体性能与产品优势发挥。目前,我国氢能关键材料已取得诸多突破,国产化进程不断加快。

事实上,随着燃料电池汽车示范城市群建设持续及绿氢产业发展,我国燃料电池及电解槽核心材料产业技术进步明显提速。近日,重庆市印发《重庆市先进材料产业集群高质量发展行动计划(2023—2027年)》的通知,指出要培育质子交换膜、极板、催化剂材料支撑氢能产业发展,提升新能源材料产业链自主化水平,推动产业集群发展。

在质子交换膜领域,东岳未来、国家电投都在持续加大相关产品的研发生产。在国产催化剂方面,济平新能源、国家电投等已实现小批量应用,为大规模商业化生产储备了技术基础。在膜电极领域,2019年以来,鸿基创能、擎动科技、武汉理工氢电等多家企业的生产线先后落成,逐步开启膜电极批量化生产步伐。

研究数据显示,2021年以来,燃料电池关键材料领域实现众多自主技术突破:100万片膜电极正式下线、年产50万平米质子膜自动化产线投产、催化剂年产量达到1500千克,气体扩散层年产量达10万平方米。

另据了解,目前,国内有10多家企业可以研究开发燃料电池催化剂,国产催化剂年产量在100公斤—1000公斤之间。

在制氢隔膜技术方面,天津大学化工学院教授康鹏指出,目前在全球范围内,“碱性电解水制氢隔膜材料”已发展到第三代,但由于种种原因,第三代隔膜在产能上大幅受限,“为填补国内电解水制氢复合隔膜材料技术的空白,山东蓝拓氢能科技有限公司、碳能科技等国内企业正持续进行技术攻关并已取得成果。”

“国产材料究竟是行还是不行,关键在于企业发挥主观能动性,在寻求技术攻关的同时,根据市场竞争格局及时调整部署。”有研集团首席科学家蒋利军提醒,“虽然国内在关键材料技术上取得了比较大的突破,在催化剂、质子交换膜、膜电极等领域形成了有相当产能规模的生产线,具备了进一步国产化的基础,但核心材料的成本仍然偏高。”

北京大学材料科学与工程学院教授郭少军也指出:“对于燃料电池电堆而言,催化剂和膜电极可以占到整个成本的70%以上,因此,催化剂和膜电极成本是未来燃料电池最大的瓶颈问题。在氢气的清洁制备方面,催化材料制氢催化活性低、稳定性差等问题也亟待解决;质子交换膜电解水制氢阳极端高电压强腐蚀性环境对材料也提出了更高要求。”

如何降低氢能关键材料成本、实现国产材料的高比例替代和氢能产业的高质量发展?业内专家认为,关键在于国产化材料稳定性好并形成稳定的产品供应能力。以膜电极为例,记者了解到,膜电极制备工艺复杂、研发周期较长,虽然目前国产膜电极性能正逐步与国际接轨,但在专业性上仍需进一步攻关。

此外,蒋利军认为,国产氢能关键材料市场利用率的提升,需要打好“组合拳”。“虽然近几年国内在材料领域的研发、投资热情较高,但技术的发展成熟度仍有待提高。一方面,企业要形成稳定产能能力,抓住市场应用机会;另一方面,企业需要与国外企业加强合作,进一步提高关键材料研发能力,将产品推向国际市场。”

氢能关键材料技术加速进阶

■ 本报记者 仲蕊

江苏昆山:智能加油机器人“上岗”



■ 图片新闻

江苏昆山中石化花桥加油站智能加油机器人,是江苏省内首个投入使用的智能加油机器人。加油的车主在车内即可通过手机完成加油和支付等操作。

这款机器人能够实现自主导航、智能识别、精准加油等功能,极大提升了加油站工作效率,并为顾客带来全新的加油体验。

图为智能加油机器人正在为车辆加油。

人民图片