



视觉中国供图

## 全国首个固态储氢项目 解决“绿电”与“绿氢”转换难题

◎本报记者 叶青

3月25日,国家重点研发计划固态储氢开发项目率先在广东广州和云南昆明实现并网发电。这是我国首次利用光伏发电制成固态氢能并成功应用于电力系统,对于推进可再生能源大规模制氢、加快建成新型电力系统具有里程碑意义。

“固态储氢解决了‘绿电’与‘绿氢’灵活转换的难题,这一重大变革性技术未来有望成为推动电力系统向高级形态演化的重要驱动力。”中国科学院院士王成山说。

### 常温状态也能实现氢能存储

走进固态储氢开发项目成果之一的广州南沙小虎岛电氢智慧能源站,7个储存氢气的长方体金属块映入眼帘,这就是刚刚投运不久的固态储氢装置。

“装置里面填充了储氢合金,在一定条件下能吸收和放出氢气。”南方电网广东广州供电局氢能研究中心的卢彦彬博士介绍:“它的原理是通过氢气与新型合金材料发生化学反应,从而‘吸引’氢原子进入金属空隙,实现存储目的。如果将合金的环境温度升高,其间的氢气就会被释放出来,通过燃料电池转化为电能。”

气态储氢存在气压高、易燃易爆等风险,液态储氢要求温度低于-250℃,成本极高。相比于高压气态储氢和低温液态储氢,固态储氢的体积储氢密度高、充放氢压力低、安全性好,可跨季节长周期存储。固态储氢开发项目成功破解了常温条件下以固态形式存储氢气的技术瓶颈。

“固态储氢装置就像一个大容量充电宝,可以把光伏、风电等不稳定的可再生能源制成氢气并高密度存储起来,既解决了风光发电波动性的问题,也将改变目前过度依赖煤炭、石油等化石能源制氢的现状。”南方电网广东广州供电局氢能研究中心总经理雷金勇介绍。

此外,固态储氢装置还可直接为新能源汽车加氢,目前该应用场景已在广州落地,实现了能源网和交通网的“双网”融合。

### 储氢密度指标达国内领先水平

电网氢能是一种将绿色能源转化成氢能储存起来的技术,它清洁无污染、能量密度高、储存时间长,被认为是构建新型电力系统的有力支撑,与之相关的技术已成为全球研发重点。

由于电网应用场景对重量并不敏感,固态储氢与电网大规模、长周期安全存储的需求有很高的契合点。因此,南方电网广东广州供电局在国内率先开展高安全固态储氢装置在车用加氢及电网侧储氢一体化系统的示范验证。

固态储氢开发项目的研发汇聚了国内相关科研机构 and 高校,经过3年多的研发和示范工程建设,南沙小虎岛电氢智慧能源站于3月25日投运,在国内首次实现了固态氢能发电并网,同时具备给燃料电池汽车加氢能力,建成了国内首个基于固态储氢技术的电网侧储氢型加氢站。

该智慧能源站所采用的核心技术和装置全部实现国产化,固态储氢装置核心单元的体积储氢密度指标达到国内领先水平。不仅如此,固态储氢装置可替代传统加氢站中的氢压缩机、高压储罐和纯化系统,可使单站建设成本节约200余万元。

固态储氢装置的核心——储氢合金主要原料来自我国相对过剩的高丰度稀土元素和钛资源,如果项目广泛推广,既可缓解稀土元素应用不平衡的问题,又可促进我国钛资源的高效利用。

### 将逐步在氢能供应链中得到应用

随着氢气的应用规模不断扩大,固态储氢技术在安全性、运输效率、储存密度方面的优点将逐步在氢能供应链中得到应用。2022年,国家发布的《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》明确了氢能的能源属性,并提出“开展氢能可在再生能源消纳、电网调峰等应用场景的示范,探索培育‘风光发电+氢能’一体化应用新模式”。

固态储氢开发项目在广东广州和云南昆明实现并网发电,正是南方电网服务国家重大战略、建设新型电力系统、推进能源绿色低碳转型、促进氢能产业高质量发展的创新探索实践。

目前,广州南沙小虎岛电氢智慧能源站已被列入《广州能源发展“十四五”规划》,将在国内率先开展集成应用于交通和电网的氢能全产业链示范,推动我国氢能新技术应用和新模式落地,促进氢能产业融合发展。据了解,目前站内存储的90公斤氢气,在用电高峰时,可持续稳定出力12小时、发供电1200度。

“未来,固态储氢将得到更广泛的应用。”郑欣认为,基于氢燃料的应急发电装置未来或可取代传统的柴油应急发电车。

据中国工程院最新预测,2060年我国氢气需求量将超过1.3亿吨,氢能占终端能源消费比重将达到20%,其中“绿氢”占比将超过80%。

“氢电融合,将为加快‘绿氢’开发与利用提供有效的实现途径,助力实现碳达峰碳中和目标。”雷金勇说。



南方电网广东广州供电局氢能研究中心工作人员正在检查固态储氢装置气体进出阀门的开启情况。 甘丽莉摄

# 我国氢能产业发展步入快车道

◎本报记者 叶青

“今年将正式竣工投产!”在广州开发区,韩国现代汽车集团“HTWO广州”项目正如火如荼建设中。这是韩国现代汽车集团首个海外氢燃料电池系统研发、生产、销售基地。

选择落户中国,韩国现代汽车集团看中的是我国发展氢能产业的决心和潜力。

## 着力布局氢能产业

发展氢能已被视为清洁能源转型和实现碳中和的重要路径。近几年,我国着力布局氢能产业,在氢能技术与产业发展方面打下良好的基础。2022年3月,国家发改委、国家能源局联合出台《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》,不仅明确了氢是未来国家能源体系的组成部分,而且明确了氢能是发展战略性新兴产业的重点方向,是构建绿色低碳产业体系、打造产业转型升级的新增长点。

近几年,各地纷纷抢占氢能发展制高点。自《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》发布以来,各地方政府已累计发布70余项相关配套政策,构建了涵盖科技创新、应用示范、基础设施、产业布局等各环节的综合氢能发展体系。

如湖南发布《湖南省氢能产业发展规划》,积极挖掘省内优势特色产业潜力,充分利用全省氢能产业发展基础,有序推进氢能产业链“补短板、锻长板”。

陕西发布了3个氢能相关规划和行动方案,预计到2025年,全省氢能发展政策环境体系基本形成,形成若干个万吨级车用氢气工厂,建成投运加氢站100座左右,力争

推广各型燃料电池汽车1万辆左右,一批可再生能源制氢项目建成投运,全产业链规模达1000亿元以上。

此外,按照《河南省氢能产业发展中长期规划(2022—2035年)》和《郑汴洛濮氢走廊规划建设工作方案》,到2025年,河南氢能产业链相关企业将达到100家以上,氢能产业总产值突破1000亿元,推广示范各类氢能燃料电池汽车力争突破5000辆。

完善的产业布局吸引了国内外龙头企业抢滩落地。今年4月8日,陕西省榆林市靖边县经济技术开发区与上海满电未来智能科技有限公司正式签署《氢动力两轮车制造基地》战略合作协议。合作双方就两轮共享业务在榆林的推进,以及在靖边建设氢动力两轮车工厂等多项事宜的深度合作达成一致。前期以市场带动为导入进行生产基地落地,后续以打造零碳出行示范区为目标,共同推动榆林靖边氢能产业发展。目前,全国98家中央企业中已经有46家开始布局氢能。京津冀、长三角和粤港澳大湾区三大区域氢能产业初具规模,并呈现集群化发展态势。武汉、成都、苏州、佛山等地汇集多家氢能企业和研发机构,全产业链发展态势良好。

## 从示范应用走向商业化

《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》指出,目前我国是世界上最大的制氢国,年制氢产量约3300万吨,其中达到工业氢气质量标准的约1200万吨;可再生能源装机容量全球第一,在清洁低碳的氢能供给上具有巨大潜力;全产业链规模以上工业企业超过300家,集中分布在长三角、粤港澳大湾区、京津冀等区域。

我国氢能发展与世界各国相同,都以交通能源为主,目前正处于从示范应用向建立商业模式转化的阶段。

2022年北京冬奥会和冬残奥会期间,我国投入一批氢

燃料电池汽车作为赛事服务车辆,氢能源汽车也由此走入大众视野。2022年7月,通过冬奥标准检验的212辆示范应用氢能大巴车加装了车载服务设备,作为公交车投入北京市延庆区、房山区至市区的公交线路运营。据统计,这批氢能公交车每年减碳量在8000吨左右。

2022年10月,国内首款氢能共享两轮车在广东佛山南海丹灶仙湖度假区试运营。该氢能共享两轮车采用金属氧化物固态储氢技术,充放氢压力低、安全性强、体积储氢密度高,能有效解决城市群众零碳环保、方便快捷的出行要求。

此外,2021年我国开展燃料电池汽车示范城市群建设,目前已批复两批、五大城市群建设,有效带动了我国以燃料电池汽车为主的氢能产业发展。

## 源头创新推动产业发展

尽管已经取得了一定的发展,但总体看,我国氢能产业仍处于发展初期,相较于国际先进水平,仍存在产业创新能力不强、技术装备水平不高,支撑产业发展的基础性制度滞后,产业发展形态和发展路径尚需进一步探索等问题。

对此,很多地区把氢能产业的发展锁定在源头创新,加速从源头布局全产业链。广东目前已建成了广东省燃料电池技术重点实验室(华南理工大学)、先进能源科学与技术省实验室等研发支撑平台,大力推进氢燃料电池及系统网等关键核心技术攻关,部分领域已掌握了一批核心技术。

2022年底,上海在印发的《上海市工业领域碳达峰实施方案》中明确,加深布局氢能,大力推进氢能应用研究,研发清洁、高效、经济的工业副产氢提纯制氢技术,突破高效氢燃料电池系统、长寿命电堆、质子交换膜等关键技术。

# “氢”风徐徐,京津冀下好“一盘棋”

◎本报记者 华凌

4月的北京,风和日丽。一辆白色大巴驶入北京南部刚建成投用的油氢一体站——大兴中石化青云店加油站,只见加气员麻利地打开大巴车的加气口,用加注枪注入燃料——氢气。

氢能是一种绿色低碳、应用广泛的二次能源,正逐步成为全球能源转型的重要载体之一。

不久前,由中关村氢能产业联盟主办的首届北京氢能产业大会暨京津冀氢能产业发展高峰论坛召开,为探寻氢能产业高质量发展之路,促进京津冀绿色协同发展注入新动能。

“氢”风徐徐,京津冀下好“一盘棋”。

## 顶层设计打通氢能全产业链

发展氢能产业是推动京津冀能源结构转型、促进其在全国率先实现碳达峰目标的重要支撑。

近几年,京津冀分别推出了各类氢能产业规划方案:天津发布《天津市氢能产业发展行动方案(2020—2022年)》,提出要建立技术、产业和应用相结合的氢能产业生态系统;北京发布《北京市氢能产业发展实施方案(2021—2025年)》;河北发布《河北省“十四五”工业绿色发展规划》。一系列政策的发布与实施,对于氢能产业发展起到了积极的引导和推动作用。

科技部高新技术司能源与交通处处长闫斌表示,在科技创新方面,科技部从“十五”期间开始就通过科技计划持续支持清华大学在氢能“制—储—输—用”各环节的技术创新,掌握兆瓦级质子交换膜电解制氢、70兆帕高压储氢瓶、百千瓦级燃料电池电堆及动力系统关键核心技术;在示范

应用方面,先后通过京津冀等五大燃料电池汽车示范城市群,开展氢能典型场景示范应用,初步打通氢能的“制—储—输—用”全产业链。

北京市经济和信息化局副局长毛东军表示,近年来,北京市先后发布氢燃料电池汽车产业发展规划、氢能产业发展实施方案及相关配套政策;以燃料电池发动机系统、关键部件与核心材料为代表的氢能全产业链科技创新成果不断涌现;2022年北京冬奥会期间,上千辆氢燃料电池汽车实现全球最大规模的示范应用;京津冀氢燃料电池汽车示范城市群首年度氢车上牌超千辆。

2021年,在北京市科委、中关村管委会、北京市经信局等单位的支持下,中关村氢能产业联盟诞生。“联盟围绕顶层设计、政策实施、项目策划等方面,持续推进北京整体,以及包括大兴、房山、昌平、经开区等在内的重点区域开展氢能相关产业布局,并取得重要成效。未来,联盟将全面配合京津冀区域的氢能产业布局工作,加快构建氢能领域一流技术、产业与应用的平台。”中关村氢能产业联盟理事长、北京亿华通科技股份有限公司董事长张国强说。

近年来,河北省张家口围绕制氢、储氢、运氢、氢燃料电池研发生产、氢燃料电池车整车生产等加快氢能产业上下游全产业链布局和发展。截至2022年底,全市累计引进涉氢项目40项,完成投资38.4亿元。

“相较于传统车型,这种公交车起步轻、噪音小,更加舒适环保,不需要提前打火热车,冬天也很少出现故障。”日前,张家口市区9路公交车司机孙师傅谈起驾驶的氢燃料电池公交车时赞不绝口。在张家口街头,蓝白相间的氢燃料电池公交车成为一道靓丽风景。截至目前,该市已投运氢燃料电池公交车444辆,首批氢能

源公交车已完成载客量超8070万人次、运行超2700万公里,已成为国内氢燃料电池公交车运行数量最多、最稳定的城市之一。

## 携手打造氢能产业生态体系

“氢燃料电池车在年产2万台的规模下已经具备跟柴油车竞争的能力,尤其在一些冷藏车等需要能量较大的车辆方面,氢燃料电池已经展现出它的优势。”清华大学车辆与运载学院院长李建秋表示。

2021年8月,京津冀氢燃料电池汽车示范城市群被国家五部委联合批准为首批示范城市群,由大兴、海淀、昌平等北京市六个区,以及天津滨海新区、河北省保定市、河北省唐山市、山东省滨州市、山东省淄博市等12个城市(区)组成。各城市(区)错位互补,不断完善自主创新产业链,携手打造氢能产业生态体系。

近年来,北京燕山石化正逐渐从传统石化企业转型为清洁能源(氢气)生产企业,而为燕山石化高压车间提供氢能叉车的,则是一家来自天津的企业——天津新氢动力科技有限公司董事长陈海涛介绍说。

天津滨海新区相关负责人表示,目前京津冀正在推进从河北唐山、到天津滨海新区,再到北京的氢能示范廊道建设,沿途布设加氢站,能够实现氢能车辆的跨省长途运输。

据了解,随着燃料电池汽车的规模推广和应用,加氢站建设也将逐步完善,北京大兴区投用的、全球日加氢量最大的海珀尔加氢站目前运营状态良好,平均日加氢量2.8吨;2023年,大兴区规划再新建2座

油氢一体站,加快推进安定循环园区和临空区2座纯氢站建设,2025年年底前,建成不少于10座加氢站,全面保障燃料电池汽车加氢需求,实现氢能产业有序发展。

## 建设氢能技术创新高地

“经过多年发展,我国在氢能技术与产业发展方面积累了良好的发展基础。同时也应清醒认识到,我国氢能研究仍主要聚焦在交通领域的应用场景,在工业和供能等场景方面相对薄弱,且在关键材料、核心器件及装备的性能和可靠性方面,仍与国外有一定的差距。”闫斌指出。

他建议,一要进一步加快推动科技创新。要持续推进绿色低碳氢能的制备、存储、运输和应用等各环节关键核心技术研发,提升燃料电池可靠性、稳定性、耐久性,加快提高可再生资源制氢转化效率和单台装置的制氢规模,推动氢能重大产品示范应用和产业化发展,构建氢能产业高质量发展的技术体系。二要充分发挥可再生资源的巨大潜力。要充分发挥我国在水电、风电、光伏装机规模世界第一的资源优势,利用氢能作为储能解决弃风、弃光的问题,利用新能源电力制氢解决东部发达城市氢能资源短缺问题等,构建能源产业结构双升级的发展路径。三要进一步加强区域联动与国际合作,全国五大燃料电池汽车示范城市群之间要深化合作,加强交流,推动产业链关键环节形成规模优势,同时也需要深化国际交流合作,凝聚合作发展共识,提升氢能应用的可靠性、安全性和经济性,共筑协同发展的新生态。

毛东军表示,北京要着力构建支撑国家和区域氢能产业发展的协同创新平台,发展氢能产业要放在京津冀区域协同发展和产业结构调整转型的格局中统筹考虑,开展更大范围、更高层次的合作与交流。