



氢能产业: 从技术研发阶段进入协同发展阶段

新疆库车绿氢示范项目制氢厂。胡庆明 摄

为繁荣氢能产业生态、挖掘氢能产业优质项目、助推创新成果优化完善和迭代升级,由中国氢能联盟、国家能源集团联合浙江嘉兴市人民政府主办的2023中国(嘉兴)氢能产业大会暨2023氢能专精特新创新大赛决赛前不久开赛,150余家来自全国各地的氢能企业经过激烈角逐,企业30强和项目15强年度榜单最终揭榜,榜单覆盖“制储运加用”整个氢能产业链。中国氢能联盟战略指导委员会常务副主任、中国工程院院士、中国工程院原副院长于勇,中国工程院院士黄其勋,中国氢能联盟战略指导委员会委员、中国工程院院士衣宝廉分别作了主旨演讲。

□本报记者 马玲

当前,发展氢能已成为全球普遍共识和共同行动,成为世界各国加快能源转型升级、培育经济新增长点的重要战略选择。2022年,全球氢气生产规模超过10500万吨,清洁项目密集落地,已投电解水制氢项目达到277个。我国氢气产量约3533万吨,整体消费领域集中在化工及炼化行业,约2851万吨。交通方面,新增燃料电池汽车3367辆,保有量突破万辆,达到12682辆;工业方面,聚焦化工、钢铁领域,氢基化工和氢冶金项目步入建设期;发电方面,累计建设运营燃料电池发电与热电联产项目57个,总规模超过12兆瓦。氢能在交通、工业、发电应用领域的发展正稳步推进。

扎实做好氢能自主创新,推进试点示范和规模化应用

氢能是我国实现“双碳”目标的重要抓手之一。

我国《氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)》擘画了氢能发展蓝图,标志着氢能产业“1+N”政策体系初步建立。到2025年可再生能源制氢能力为10万~20万吨/年,实现二氧化碳减排100万~200万吨/年。近日,国家发展改革委等部门印发《绿色低碳先进技术示范工程实施方案》、国家标准委等部门发布《氢能产业标准体系建设指南》,对氢能产业发展中长期规划的重要响应和延续,充分体现了国家持续扶持氢能高质量发展的决心和信心。

2022年,各地方政府依托政策、资源、资本和技术装备优势,扎实做好氢能自主创新,循序渐进推进试点示范和规模化应用。明确氢能55项细分技术方向,涵盖氢能制取、氢能储运、氢气加注、燃料电池、前沿交叉、安全及品质管控六大领域,两项技术处于领跑阶段、19项技术处于并跑阶段、34项技术处于跟跑阶段。26个省、区、市公开发布氢能及燃料电池产业专项政策316项,氢能标准体系逐步健全,《加氢机》《碱性水电解制氢系统“领跑者行动”性能评价准则》等标准陆续发布,填补多个领域空白。

各地方政府依托政策、资源、资本和技术装备优势,大幅降低成本,推进规模化应用,初步形成三种氢能产业发展集群。

一是可再生氢大基地集群,充分发挥自身可再生资源优势,通过“风光水氢”等多能互补模式制备可再生氢,以低成本制氢为先导方向,引导全产业链布局建设。二是终端应用示范集群,依托扶持政策、产业基础和应用场景等优势,以拓展交通、化工、建筑、能源等丰富应用场景为抓手,构建良好的氢能发展产

业生态。三是技术装备创新集群,依托资本、人才和技术等创新要素集聚优势,以全产业链技术装备研发突破为重点,建立健全产业技术装备体系,支撑供应链与示范应用,提高建设水平。

氢能产业发展集群推动了区域发展,可再生能源制氢项目加速推进,西北、华北地区引领大型可再生氢基地示范工程规划建设,氢能关键技术持续迭代,装备制造成本进一步下探,部分制氢技术路线达到国际先进水平,电解槽出货量大幅增长,可再生能源制氢规模快速扩大趋势,在制氢、加氢基础设施和氢能商用车示范应用方面走在全球前列。

中国氢能联盟战略指导委员会常务副主任、中国工程院院士于勇透露,截至目前,我国已规划和建设超过350个可再生能源制氢项目。他说:“碱性电解槽的产能已位居全球第一,质子交换膜电解水制氢技术也在快速突破,35兆帕制氢快速加氢机和70兆帕加氢站的技术实现了自主国产化。200千瓦以上的燃料电池电堆已逐步投放市场。”

我国氢能由关键技术研发逐步转向规模化产业化发展阶段,呈现出以下特点:一是绿色发展,可再生能源制氢规模快速扩大;二是创新发展,全产业链技术快速进步,自主化水平大幅提高;三是协同发展,燃料电池重卡、叉车、机车在港口、矿山、轨道交通等多场景实现应用,氢储能、燃料电池热电联供、绿氢炼化等领域应用加速示范。

于勇表示:“氢能是一个年轻并充满无限想象的战略朝阳产业,需扎实做好自主创新,循序渐进推进试点示范和规模化应用,力争实现关键技术自主化和产业链自控,掌握国际氢能话语权,这需要业界形成合力、持续努力。”

氢电协同,为新型能源系统提供有力支撑

构建多元化清洁能源供应体系,是实现碳达峰碳中和目标的根本措施,加快推动氢电耦合发展协同发展是重要举措。

氢有能源和资源的双重属性,是各类能源的桥梁和纽带。绿电和绿氢是二次能源的最佳选择,氢电耦合可以降低或平衡随机性、波动性对电力系统的影响,可以消纳新能源。与抽水蓄能或其他储能方式相比,氢电耦合最大的特点就是能够长时间、大容量、跨季节储能。

未来氢电耦合发展的关键驱动力,首先是区域能源资源禀赋导致灵活性需求差异明显;其次是离网一并网新能源开发模式逐渐成为挖掘新能源规模化开发潜力的重要手段,“沙戈荒”“深远海”等场景成为高质量发展重要抓手。“能源区域综合化”和“源网荷储一体化”发展趋势明显,进一步强化了区域氢电耦合需求,需要更好地提升氢电耦合的综合效益。

氢电耦合应用的典型场景是新能源大基地“沙戈荒”,通过“发电上网+离网制氢”耦合化,在满足项目收益率要求的基础上,将上网部分获得收益用来补贴制氢,是近期支撑绿氢成本下降和规模快速扩大的重要解决方案。大规模开发对制氢电解槽的灵活性及碱性电解和质子交换膜电解的联合控制技术提出更高要求,重点研发任务是宽范围、高效率、低能耗碱性电解水制氢,大规模“沙戈荒”,通过“发电上网+离网制氢”耦合化,在满足项目收益率要求的基础上,将上网部分获得收益用来补贴制氢,是近期支撑绿氢成本下降和规模快速扩大的重要解决方案。



中原油田制氢车间技术人员在巡控制氢设备。赵奕松 摄

模、低成本、长寿命质子交换膜制氢技术,以及两者耦合的综合控制技术。燃气轮机可作为灵活电源,我国目前使用的都是天然气燃气轮机,由于天然气资源缺乏,用掺氢或纯氢燃烧,有一样的调节电网的能力,能增强电网的供电安全性。

我国深远海区域风能资源丰富、开发潜力大,是海上风电未来发展的主阵地,但开发面临低成本、大容量、远距离输电等严峻挑战。依托可再生能源制氢技术实现深远海区域就地发电制氢(氢)后送至岸上,或直接进行氢基能源的跨国贸易,可高效支撑深远海能源基地建设。

此外,推动氢能与工业耦合应用,将绿氢作为“原料或还原剂”替代煤炭,可使煤炭回归燃料定位,提高终端能源灵活性,引导工业产业布局再集聚。以氢能打造可再生电源—电力系统+氢能网络—工业产线的能源循环,将提高我国能源大系统的综合利用小时数和利用效率,降低整体能源应用成本。

中国工程院院士黄其勋认为,氢电耦合作为新能源发展的重要支撑,未来有望打造新型能源依赖关系,持续推动能源系统的优化转型。为进一步加快氢电耦合发展,他建议加强技术研发、协同创新、示范先行、完善标准。聚焦产业链关键环节加大氢电耦合关键技术攻关力度,设立并实施一批前瞻性、战略性的重大科技专项,稳步增加氢电耦合领域科技研发投入强度;骨干企业加强协同创新打造绿色氢能关键技术创新联合体,开展覆盖基础材料、零部件、系统装备等全产业链合作,共同发力引导市场进步;积极发挥地区资源优势,打造规模化、低成本可再生氢大基地,推动“源网荷储”“风光氢储一体化”项目,支撑风光资源消纳和先进技术先行先试;积极参加国际氢能相关标准制修订,梳理中国氢能产业标准体系缺口,加快推动制定面向氢电耦合场景的绿色氢能行业标准体系。

中国工程院院士黄其勋认为,氢电耦合作为新能源发展的重要支撑,未来有望打造新型能源依赖关系,持续推动能源系统的优化转型。为进一步加快氢电耦合发展,他建议加强技术研发、协同创新、示范先行、完善标准。聚焦产业链关键环节加大氢电耦合关键技术攻关力度,设立并实施一批前瞻性、战略性的重大科技专项,稳步增加氢电耦合领域科技研发投入强度;骨干企业加强协同创新打造绿色氢能关键技术创新联合体,开展覆盖基础材料、零部件、系统装备等全产业链合作,共同发力引导市场进步;积极发挥地区资源优势,打造规模化、低成本可再生氢大基地,推动“源网荷储”“风光氢储一体化”项目,支撑风光资源消纳和先进技术先行先试;积极参加国际氢能相关标准制修订,梳理中国氢能产业标准体系缺口,加快推动制定面向氢电耦合场景的绿色氢能行业标准体系。

推进燃料电池汽车产业化,是扩大氢能应用的突破口

2022年,依托“燃料电池汽车示范城市群”等重大示范项目,我国燃料电池汽车加速推广,逐步实现关键核心技术突破,构建了完整产业链,新增燃料电池汽车3367辆,保有量突破万辆,达到12682辆,比上年增长36%;建成加氢站358座,比上年增长40%;累计建设运营燃料电池发电与热电联产项目57个,总规模超过12兆瓦。

燃料电池车利用车载燃料电池装置产生的电力作为驱动力,与传统的燃油车相比,具有零排放、高能量利用率、快速加注、长续航里程等优点,有望成为解决能源和环境问题的重要方案。但燃料电池汽车发动机比较贵,导致整车售价是燃油车的两倍多。

我国出台了“燃料电池汽车示范城市群”计划,每个示范城市群至少示范1000辆车,单车行程大于3万公里,建成加氢站15座。国家“以奖代补”,推进燃料电池汽车的普及。

中国氢能联盟战略指导委员会委员、中国

工程院院士衣宝廉指出,燃料电池车的产业化是氢能应用的突破口,应坚持自主创新,突破“卡脖子”技术,实现关键材料与部件的批量生产,降低燃料电池汽车、加氢站建设和氢源成本,推动燃料电池汽车产业化。

他建议推进燃料电池关键材料及部件国产化,提高电堆的比功率及电流密度,降低电堆成本和铂载量,将燃料电池汽车成本降至锂离子电池水平;大力发展可再生能源制氢,采用天然气或纯氢管网输氢,加氢站加氢成本降至30元/千克以下,燃料电池汽车运营成本可与燃油车竞争;推进高压储氢瓶、加氢机等国产化和批量生产,加快油氢电合建站建设,大幅降低加氢站建设成本,并同步推进燃料电池乘用车示范。

衣宝廉表示:“到2025年,如果既把电流密度提高了,又实现了批量生产,电堆的费用就可以降至500元/千瓦以下,发动机系统的成本就可以降至1000元/千瓦以下,进而实现将燃料电池车的成本降至锂离子电池车成本的水平。”

中国氢能联盟战略指导委员会委员、中国

我国氢能规划演进示意图

“十五”时期	“三纵三横”布局 ●以燃料电池汽车、混合动力电动汽车、纯电动汽车三种车型为“三纵” ●以多能源动力总成、电动汽车驱动电机、电动汽车动力电池三种共性技术为“三横”
“十一五”时期	氢能与燃料电池技术列入超前部署前沿技术
“十二五”时期	燃料电池汽车纳入国家战略性新兴产业规划
“十三五”时期	系统推进燃料电池汽车研发与产业化
“十四五”时期	强调燃料电池汽车的示范应用,实施“以奖代补”氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)

资料来源:中国氢能联盟研究院



新疆库车绿氢示范项目的储氢球罐装置区。胡庆明 摄