

# 氢能创新引领清新未来

——氢能领域新产品、新技术、新工业模式不断涌现

□本报记者 马玲

氢能产业科技含量高、带动作用强,在构建现代产业体系、实现能源转型、保障能源安全、形成新质生产力等方面起到积极作用。我国高度重视氢能产业发展,近年来先后出台了《氢能产业发展中长期规划(2021~2035年)》《氢能产业标准体系建设指南》《推进氢能产业高质量发展》等一系列政策性文件。

在政策和市场的双轮驱动下,我国氢能产业取得长足进步。据不完全统计,截至今年上半年,我国已建成运营可再生能源制氢项目80余个,产能超过10万吨/年,较2023年底增长10%;建成运营加氢站超过500座,较2023年底增长10%;燃料电池汽车累计保有量达到2.1万辆,氢能商用车规模全球领先。此外,纯氢冶金、氢能船舶、氢能汽车、燃料电池热电联供等创新型项目相继落地,新产品、新技术、新工业模式不断涌现。

**氢能技术具有催生新产业、新模式、新动能的特征,是新质生产力,应抓住新科技革命和全球绿色转型的重要机遇,加快推进我国氢能产业高质量发展**

零碳是绿氢的重要属性,被认为是全球绿色转型的重要力量,受到各国政府高度重视,特别是近几年,各国对氢能技术研发、基础设施建设、生产布局等的支持力度明显加大。

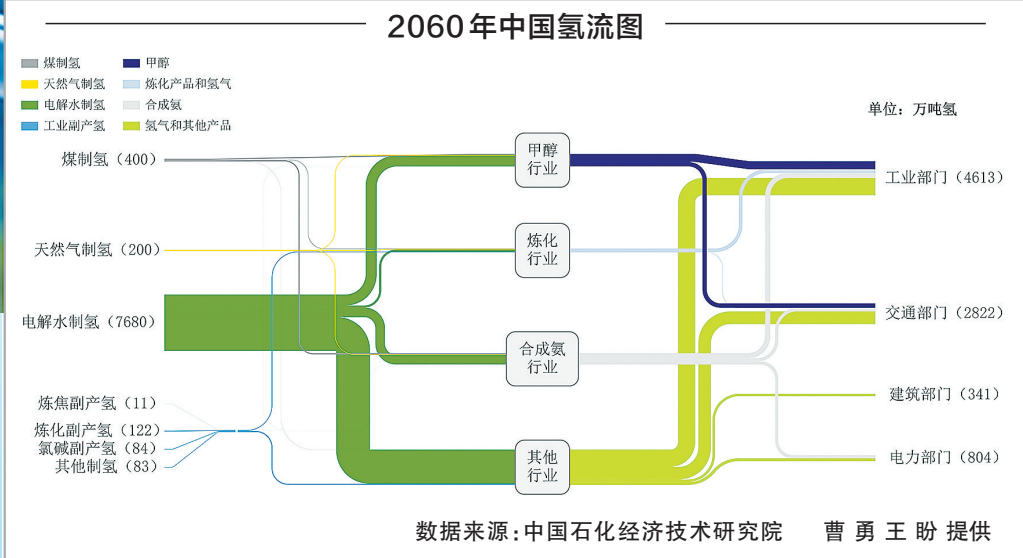
我国高度重视氢能产业发展。今年政府工作报告提出,积极培育新兴产业和未来产业,促进战略性新兴产业融合集群发展,加快前沿新兴氢能等产业发展。8月,中共中央、国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》,明确提出建立健全氢能“制储输用”标准,推进氢能“制储输用”全链条发展,将氢能作为全面推进绿色转型的重要一环。

近年来,我国风电机组正不断向大型化、智能化方向发展,单机容量屡创新高,核心部件国产化率显著提升。以风电光电为核心的我国新型能源体系建设取得重大成绩,为氢能产业高质量发展创造了非常有利的条件。技术创新不仅提高了风电的经济性和可靠性,而且为风电产业可持续发展注入了强劲动力。截至今年7月底,我国风电光伏装机达11.8亿千瓦,历史性地超过了煤电11.7亿千瓦,预计到2030年,风电光伏装机将达26亿千瓦,占全国电力装机的55%以上,发电量占全国发电量14万亿千瓦时时的40%以上。

国家发展改革委原副主任张晓强认为,氢能技术具有催生新产业、新模式、新动能的特征,是新质生产力,应抓住新科技革命和全球绿色转型的重要机遇,加快推进我国氢能产业高质量发展,重点把握三个关键要素:第一,坚持科技创新引领。我国在氢能“制储输用”各环节的技术水平和综合生产能力正在不断提升,但与国际先进水平相比仍有差距。应持续加大关键核心技术攻关力度,加强科技创新与产业创新融合,创新技术研发和成果转化机制,加强创新平台建设,鼓励支持企业联合研发,取得关键环节技术突破,提升全球竞争力。第二,强化金融对氢能技术和产业创新的支持。许多科技型初创企业得到金融资本支持,才得以持续提升技术产品水平,快速发展。科技创新离不开金融的强有力支撑,推动“科技—产业—金融”良性循环,是科技成果转化成为新质生产力的重要保障。第三,持续加大开放合作力度。氢能作为推进绿色转型的前沿技术和绿色产业,只有在全球合作的背景下,才能加速实现技术进步,实现更大规模、更广泛的应用,助力更高效的绿色转型。

**我国在全链条多项核心关键技术方面与国际先进水平相比仍有较大差距,科技创新需要不断突破瓶颈,为氢能发展提供全新的技术路线**

我国在氢能“制储输用”各环节的技术水平和综合生产能力不断提升,其中,在氢能关键核



心技术的创新攻关方面取得众多进展。从电解槽、运氢装备、储能电池,到质子膜、重金属催化剂用量、电堆单位功率密度及泵、阀多项重要技术方面都有喜人成果。例如,电堆功率密度从2020年前的50千瓦/千克提高到2023年的100千瓦/千克;燃料电池系统的千瓦成本从2020年前的15000元降到2023年的3000元,降幅达80%。

科技创新成为氢能产业高质量发展的核心驱动力。截至2023年底,我国氢气产能超过4900万吨/年,年产量超过3500万吨,同比均增长2.3%,成为合成氨、甲醇,以及炼化等工业过程中的主要中间原料。煤制氢、天然气制氢和工业副产氢仍是我国氢气供应的主要来源;电解水制氢稳定发展,产能达到45万吨/年,年产量约30万吨。

张晓强认为,我国在全链条多项核心关键技术方面与国际先进水平相比仍有较大差距,包括质子交换膜,45兆帕及以上运输和加氢,以及固态、液态氢等方面仍有很多技术难题,使得氢能产业成本居高不下,竞争力不强。

国家发展改革委高技术司二级巡视员阮高峰表示,要健全因地制宜发展新质生产力的体制机制,建立未来产业投入增长机制,完善推进新能源等战略性新兴产业发展的治理和政策体系。一是提升创新发展能力。坚持科技创新引领产业创新,前瞻布局科技创新和产业化项目,集中力量突破制、储、输、用关键核心技术,推广应用新技术、新产品,着力强化企业创新主体地位,支持企业牵头建立创新平台和承担国际科技项目,大力开展应用导向的科技创新。

二是降低氢能应用成本。推进氢能供应、消纳相结合的一体化应用示范,促进产业链上下游协同发展,降低终端用户用氢成本,提高氢能应用经济效益,因地制宜拓展低碳氢源,推动绿色氢能规模化制备、运输及应用,建设高水平的氢能基础设施,探索并拓展氢能应用多元场景的新模式,释放氢能商业化发展潜能。

三是完成政策制度体系。按照氢能规划部署,协调推动有关部门在氢能全链条安全管理、基础设施运营、标准规范等方面不断完善政策和规定,构建系统化的政策体系,切实保障氢能安全,引导产业规范有序发展。

四是深化国际开放合作。坚持以开放促创新,支持国内外企业、高校、科研机构共同开展技术创新、产品研发、国际标准制定等多元化务实合作。坚持共商共建共享,探索和相关国家开展氢能贸易,支持国外企业赴华投资兴业,推动形成内外畅通、双向促进的良好发展格局。

中国工程院院士凌文认为,虽然各国均是化石能源制氢为主,但国外采用的是碳排放更少的天然气制氢。以电解水制氢为代表的低碳制氢技术,无论是技术水平还是市场化应用,我国还与国外有一定的差距。从制氢产业发展角度看,我国还处于发展初期,产业发展布局及技术投入上,落后于发达国家。

全球二氧化碳年排放总量为363亿吨,其中91%来自化石能源,化石能源装机、发电量占比均接近60%。应对气候变化、推进能源绿色

低碳转型已成为各国的一致行动。新型电力系统自身实现深度低碳(零碳),可促进工业、建筑、交通等用能领域深度降碳,助力全社会实现碳达峰碳中和。

氢能具有能量密度高、清洁高效、可大规模长时间存储等优点,能够增强系统长时期的平衡调节能力及应对风光出力不确定和极端天气条件下的保供风险,并与电化学储能、抽水蓄能等形成互补效应,提升新型电力机组的整体调节能力,是新能源规模化高效利用的重要载体,也是催生新型能源技术产业体系、打造世界能源科技创新高地的重要领域。

中国工程院院士舒印彪认为,电氢耦合是构建新型电力系统的重要支撑,有利于促进新能源消纳和增强长时间调节能力。加强电氢耦合,促进产业发展,要提升转换效率、经济性和安全性;突破氢能关键技术,特别是在质子交换膜(PEM)电解水、阴离子交换膜(AEM)电解水的材料和技术上要加大创新力度;创新氢能产业发展体系,培养一批龙头企业,发挥优势集中消除氢能产业技术瓶颈,建立健全产业技术装备体系,带动产品创新、应用创新和商业模式创新。

氢和氨都是零碳清洁燃料,都可以通过可再生能源获得,氨作为氢的高效储运介质,两者还可以实现低成本、规模化相互转化,在部分应用场景互为补充、协同增效。氢气液化温度为零下253摄氏度,大规模液化氢气耗能很高,目前氢气的经济运输半径≤200公里,而氨液化温度仅需零下33摄氏度,且生产、储运、使用有成熟技术,基础设施和规范标准完善。

氢氨融合新能源是以氨和氢作为直接能源或能源载体的新能源体系,具有零碳、可再生、可液体储运,大规模、安全、长期储存等特征。中国科学院院士张清杰认为,氢氨融合为解决氢能跨区域、低成本、高安全储运难题提供了技术路径,可以将氢的经济运输半径从200公里以内增为数千公里。氢氨融合还可以极大地拓展氢能源的应用领域,使其在商业运输、交通装备、航空发动机、大型工业船舶等领域得到广泛应用。氢能及氨氢融合新能源涉及绿氢绿氨制备、氢氨融合储运、氢氨能源应用三个关键环节,关键材料技术是基础支撑,要重点研发低成本制备绿氢关键材料、氢氨融合储运关键材料,只有在材料领域突破卡脖子技术并实现引领,才有望解决氢能运输难、制造成本高、燃料电池成本居高不下等难题。

能源变革为氢能结构转型带来革命性变化。在工业、交通、建筑和电力部门实现规模部署,推动低碳冶金、低碳氢基原料及燃料等新兴行业发展中,绿氢将取代灰氢,成为推动产业变革的重要力量,绿氢主导将重构氢能产业体系及供用模式。中国科学院院士谢在库认为,氢能产业体系的核心技术主要体现在四大方面:规模获取、储氢、耦合及产业和交通的应用。主要由三大关键环节构成:一是制备,特别是绿氢制备,如何实现规模化、可持续、低成本制氢;二是储运,如何低成本、长距离储

运;三是终端应用,产业、交通如何高效用氢。总之,绿氢在能源化工产业光催化、电催化及其耦合中,均占有非常重要的份额,是支撑“双碳”目标实现的重要基础。

氢能工业产业链长、应用面广,涉及部门多。当前,全球氢产量60%来自天然气,我国氢产量主要来自煤炭。中国科学院院士邹才能认为,未来要向绿氢转型,“绿氢工业”是继石油、天然气工业接力发展的必然选择,要加快绿氢工业发展,从创新链、产业链到价值链,要“地上生产+地下储存+掺输”一体化发展绿氢工业。

**科技创新离不开金融的强有力支撑,推动“科技—产业—金融”良性循环,是科技成果转化成为新质生产力的重要保障**

10月8日,沙特公共投资基金(PIF)计划斥资数十亿美元开发氢能,并成立一家名为“能源解决方案(EnergySolutions)”的新公司,以推动绿色氢能的生产。

作为一种绿色低碳、来源丰富、应用广泛的可再生能源,氢能对实现能源结构转型、促进绿色低碳发展具有重要意义。近年来,全球氢能产业发展迅猛,各国纷纷加大氢能技术研发和产业化应用力度,氢能正成为变革能源结构、应对气候变化的重要手段。根据国际能源署(IEA)预测,到2030年,全球氢气需求量将达到1.5亿吨,并在2060年突破4亿吨。

从市场情况看,我国氢能产业发展潜力巨大。7月,国家能源局发布《中国氢能发展报告(2023)》显示,我国氢气年产量超3500万吨。中国氢能联盟预计,在2060年碳中和愿景下,我国氢气年产量有望突破1.3亿吨,在终端能源消费中的占比约为20%。

金融和产业之间的良性循环是金融支持实体经济的重要保障,加快产业链和金融链融合,是推动我国氢能产业高质量发展的关键。《氢能洞察2024》报告显示,2024年全球通过最终投资决定(FID)的清洁氢能项目投资额将达750亿美元,较2020年增长7倍,到2030年,总投资额将增至6800亿美元。以美国为例,2023年10月,美国能源部宣布投入70亿美元建立7个区域清洁氢中心,促进超400亿美元的金融投资。

我国各地对氢能产业的金融投入也在加大。以素有“中国氢能产业之都”之称的广东佛山为例,近年来,广东佛山积极推动绿色金融产品创新,鼓励金融机构量身定制制氢产业专属信贷产品,如绿色债券等,有效降低氢能企业融资成本。同时,加强与国际金融组织合作,引入国际先进的绿色金融理念和技术,共同推动氢能产业国际化发展。目前,佛山市南海区构建起较完善的绿色金融体系,为氢能产业发展提供持续、稳定、低成本的资金支持。南海产业集团参与投资恩泽基金,积极投资布局氢能及相关领域,一期基金出资1.99亿元。截至2023年底,恩泽基金一期已投项目较投资成本增值6.5亿元,投资项目增值率达49.43%。目前,南海产业集团正积极筹备出资3亿元投入恩泽基金二期。与此同时,南海产业集团积极筹备总规模10亿元的产业发展基金,重点投向氢能和氨氢融合装备制造产业。“在推动氢能产业发展过程中,我们深刻认识到绿色金融的支持至关重要。”广东佛山市委常委、常务副市长刘杰深有感触。

国资的引领和示范作用,不仅增强了市场信心,而且引导了社会资本的投资方向,为氢能产业的长期发展奠定了坚实基础。从目前看,氢能作为新兴产业,受核心技术、制取成本、储运基础设施等因素制约,规模化效应尚未完全显现。加之金融行业对新兴行业的投入较为谨慎,以及氢金融基础设施建设、相关政策完善性和协调性不足等,影响了金融资源对氢能产业的投入。

中国建设银行战略新兴产业发展基金专家咨询委员会秘书长李亢表示,落实好并做好绿色金融大文章,要关注国产化替代带来的发展机遇,关注氢氨融合技术的发展进程,关注氢能存储和运输技术的发展。

## 阅读提示

近日,2024年中国氢能产业大会在广东佛山召开。此次大会由中国国际经济交流中心主办,以“氢能·全球绿色转型的未来”为主题,汇聚了国内外氢能领域的顶尖专家、行业领袖与业界精英,共同探讨氢能引领全球绿色转型的未来前景。本版梳理刊发部分专家观点,敬请关注。

## 新闻延伸

## 一批新产品 新生产线发布

### ●400千瓦燃料电池电堆

400千瓦燃料电池电堆采用业内独特的石墨金属复合极板技术路线,能有效降低燃料电池重卡20%氢耗,为氢能重卡、列车、重型机械可持续低成本运营提供充足动力。

### ●5兆瓦阴离子交换膜(AEM)电解水制氢系统

5兆瓦阴离子交换膜(AEM)电解水制氢系统采用全球新型阴离子交换膜(AEM)电解水制氢技术,可通过部署多个电解槽和系统组件来支持系统扩展,实现绿氢低成本制取,引领全球绿氢生产成本迈进1美元/千克时代。

### ●5千瓦质子交换膜(PEM)模块化制氢系统

5千瓦质子交换膜(PEM)模块化制氢系统是国内首款分体式PEM模块化制氢系统,紧凑的结构和优异的性能使其成为离网分布式家庭储能、小型商业储能等多种应用场景的理想选择。

### ●便携式制氢一体机

便携式制氢一体机以紧凑便携的设计、高效环保的制氢技术、广泛的通用性及便捷的操作性,将广泛应用于氢能自行车、氢能无人机等领域。

### ●氨氢零碳燃烧技术示范产线

全球首条陶瓷工业氨氢零碳燃烧技术示范产线宣布投产,助力消除高温行业迈向碳中和的巨大障碍。量产线通过天然气掺氨比例燃烧、纯氢气燃烧的方式取代天然气燃料燃烧,打造真正意义上的低碳乃至零碳工业窑炉,为中国氨氢融合新能源技术应用推广提供技术支撑和数据积累,也为建筑陶瓷行业的减碳和零碳提供新的技术、标准和示范,加速驱动工业制造零碳时代的到来。

### ●“南海号”全球艺术航海计划

“南海号”全球艺术航海计划是我国首个与氢能结合的艺术活动。该活动以“可抵达的彼岸——氢能全球艺术航海共谱新篇,携手探索并推动绿色零碳的可持续发展”为主题,促进氢能的科技特性及应用潜力获得更广泛的关注,从而共同探索并推动绿色能源的可持续发展。

李志芳 提供