

# 聚焦氢能产业创新发展生态

——第八届中国能源发展与创新论坛与会者发言摘编



长春绿动氢能科技有限公司副总经理才宇:

## 2025年绿氢产业将迎来规模化发展拐点

部分,在交通、化工、冶金以及热电联供等领域发挥重要作用,助力行业深度脱碳。

目前已实现商业化的电解水制氢技术是碱性电解水制氢和质子交换膜电解水制氢。碱性制氢设备应用更普遍、设备价格相对较低,示范阶段倾向于更多的应用碱性制氢设备;质子交换膜制氢设备更适应电网的波动性和间歇性,可提高风光电利用率,具有“绿氢友好度高”“电解效率高”“安全保障高”“土地利用率高”的特点,是更友好的绿氢制取路线。

考虑经济性因素,短期内大规模制氢项目多采用碱性制氢设备和质子交换膜制氢设备耦合方式;中长期,项

目的全生命周期成本将成为首要考虑因素,随着质子交换膜电解槽成本的快速下行,质子交换膜制氢设备的应用将呈现逐年上升趋势。

国家电投集团氢能科技发展有限公司提前布局催化剂、扩散层、质子膜、双极板等产业关键技术,已经形成“氢腾”燃料电池、“氢涌”质子交换膜制氢装备系列产品。长春绿动氢能科技有限公司由国家电投集团氢能科技发展有限公司控股,承担了国家电投集团氢能科技发展有限公司质子交换膜制氢产品线的研发生产。长春绿动氢能科技有限公司自主研发的兆瓦级高性能质子交换膜电解槽制氢装备,通过了由中国产业发展促进会氢能分会

牵头组织的专家鉴定会的鉴定,专家认为该装备“拥有完全自主知识产权”“技术水平国内领先”“电解槽活性面积尺寸达到国际先进水平”。

长春绿动氢能科技有限公司立足于绿氢一体化解决方案的研究,开发了氢涌智算、氢涌智维、氢涌智控等专业软件,服务于项目的开发阶段及运营阶段,为绿氢一体化项目提供“一顶一策”解决方案。随着质子交换膜制氢技术的突破和规模化的制造,质子交换膜设备成本将持续降低,质子交换膜制氢设备的应用比例将逐年提升,2025年绿氢产业将会迎来规模化发展的拐点,产业进入高速发展期。

国家电投集团氢能科技发展有限公司先进制氢研发中心市场总监、长春绿动氢能科技有限公司副总经理才宇指出,以绿氢为载体的绿电转化产业是氢能产业的重点发展方向,绿氢将成为我国终端能源体系重要组成

隆基氢能科技有限公司副总裁王英歌:

## 降低LCOH将是氢能产业发展主干道

隆基氢能科技有限公司副总裁王英歌提出,类光伏产业发展历程,降低LCOH(单位制氢成本)将是氢能产业发展的主干道。

氢能有3个重要核心要求:一是清洁低碳,高碳排放的方式不符合碳中和的发展方向;二是便捷易获取,这对储运技术方面提出更高的要求;三是经济可负担,氢能成本还需不断降低以拓展市场应用规模。

降本增效是光伏产业发展的主赛道,也是氢能产业发展的主赛道。隆基坚持“第一性原理”,在光伏产业首次提出LCOE(单位度电成本),并实

现了26.81%的太阳能电池效率世界纪录。如今隆基在氢能产业也提出了新概念LCOH。

降低LCOH有很多方向,我们发现实际上最主要的环节还是在电的环节。电力成本在制氢环节总成本中占70%~80%。每标方氢电耗降低0.1度,意味着LCOH可以降低1.8%~2.2%,相当于制氢环节降本10%~25%。2023年2月隆基推出的ALK H11系列新产品,每标方耗电最低可达4.1度,远低于行业主流水平的4.5~4.6度电。

从光伏的视角看氢能破局,首先,光伏过去的技术路线核心是提高转换

效率,氢能也需通过技术创新来不断降低制氢成本。其次,光伏的发展历程是产业链全面繁荣发展的过程。光伏产业链上下游配套齐全,多晶硅、金刚线等主要环节均实现了国产化。产业链完善性是光伏产业降本的重要因素,也是氢能产业的最大痛点。“一花独秀”不是春,要创造“百花齐放”的局面,打造产业链生态。最后,中国光伏产业政策非常成功,面对不同国内外局势适时出台了相应产业政策。同样,氢能产业发展也亟须相应政策支持。

在产业政策方面,建议将绿氢管理纳入到能源管理体系,制定绿氢价

吉林电力股份有限公司氢能业务总监王宪民:

## 打造全产业链协同发展氢能产业集群

在绿色能源的框架下,以“氢”为载体而形成的二次能源,如绿氨、绿色甲醇、绿色航煤等。氢基绿色能源未来将成为氢能陆、海、空交通运输领域实现绿色价值的关键载体。

吉林电力股份有限公司自2018年开始布局并推进氢基绿色能源产业发展,将氢能作为“四条发展主线”之一,加快科技成果转化,拓展氢能产业发展链条,打造全产业链协同发展的氢能产业集群。

首先,抢抓机遇,因地制宜。国家电力投资集团公司作为最早布局氢能产业的央企之一,已形成了氢能技术

创新、生产制造、市场开发的全链条产业能力。

其次,科学规划,统筹布局。规划布局“两大基地、一条走廊”,将吉林长春市打造成氢能产业创新研发、装备制造和商业应用基地。

第三,创新驱动,协同发展。发挥公司在氢基绿色能源领域品牌效应及先行优势,积极推动与全国著名高等院校、知名化工院所、世界500强企业的交流合作,创新项目合作模式。

第四,开拓市场,营销先行。基于氢基绿色能源产品“绿色”定位,重点与价值高端市场、减碳脱碳难度大的



格政策;开展“绿氢领跑者计划”,解决就近消纳;优化一站式审批,解除制氢仅限在化工园区等规定;效仿海外增加绿氢补贴,完善碳交易市场,免除过网费等。

市场需求客户广泛开展合作交流,打开下游市场。

第五,以人为本,人才强企。通过建立健全人才培养机制与人才引进政策培养优秀人才。

经过4年多的探索发展,吉林电力股份有限公司氢基绿色能源产业已从规划布局转入落地见效新阶段。目前有4个项目正在进行中,即长春中韩示范区制氢加氢一体化创新示范项目、大安风光制绿氢合成氨一体化项目、白城分布式制氢加氢一体化项目和质子交换膜电解水制氢装备研发制造项目。



吉林电力股份有限公司氢能业务总监、氢能产业中心主任王宪民指出,氢基绿色能源是基于当前氢能产业发展形势研判而提出的产业概念,是指

阳光氢能科技有限公司营销总经理方伟:

## 氢能将在碳中和进程中扮演重要角色

阳光氢能科技有限公司营销总经理方伟指出,氢能将在碳中和进程中扮演重要角色。未来能源结构体系向电和氢深度耦合方向转变,可再生能源与绿氢是相互补充、相互促进关系。预计到2035年,电力和氢气在最终消费中占比可能增长到32%,到2050年增长到50%。

通过“绿电+绿氢”模式,氢能可以助力电力、工业、交通等领域深度脱碳。电力领域,除了加大可再生能源投入,需要用氢能做互补;工业领域,绿

氢、绿色甲醇、绿冶金等已落地较多示范项目;交通领域,国家批复了五大燃料电池示范城市群,目前在车、加氢站方面投入也已有了一定规模;新型电力系统方面,风光新能源迎来爆发式增长,对电力系统安全稳定运行带来极大挑战,亟须配置大量灵活性资源平衡整个电网。可通过燃料电池发电、氢燃气轮机发电作为补充,通过氢储能实现长周期、大规模、跨季节“削峰填谷”。

同时,我们也认识到,可再生能源制氢发展仍面临较大挑战。首先,从

传统的电网恒功率制氢向可再生能源变功率制氢的转变,需要在制氢电源、电解槽包括后端工艺部分实现更快的动态响应速度和性能,未来制氢工作范围要更宽,因为波动可能对系统寿命提出更高的要求。

其次,从硬件到软件的变化。现在制氢规模越来越大,设备台套越来越多,未来场站运营管理需要智能化大脑去进行诊断和分析。

最后,从设备层面到系统层面的转变。制氢电源、气液分离、气体纯化



等运行,最后要靠整个系统来实现,要关注整体系统的稳定性、运行效率、安全性和可靠性。

明阳智慧能源集团股份公司氢能副总工程师詹振翔:

## 利用海上风电制氢,解决并网消纳难题

明阳智慧能源集团股份公司氢能副总工程师詹振翔指出,我国海上风能资源丰富,海上可开发利用风能资源储量是陆地近3倍,有利于新能源可持续、大规模发展,海上风电年均可利用小时数达到3900~5000小时,且不受土地资源限制,对生态环境影响较小。

2022年,中国海上风电新增吊装容量516万千瓦,约占全球的54%。累计吊装容量3051万千瓦,同比增长超过20%。随着海上风电的大规模发展,

海上电力尤其是深远海可再生电力输送、消纳成为问题,利用海上风电制氢是解决海上风电大规模并网消纳、深远海电力送出成本高等问题的有效路径。

针对深远海海上风电高昂的电能送出成本,通过电解水方式,利用管道或船舶将氢气输送到陆地,在成本和周期上都具备优势。通过“海上风电+海洋牧场+风电制氢”的新经济模式,加速降低海上风电成本,可以实现海洋经济的综合利用,助力海上风

电和绿氢产业发展。

海上风电制氢有3个主要场景,即近海风电岸上制氢、海上升压站/平台并网制氢及海上风电离网制氢。随着海上漂浮式风机技术的进步,未来海上风电分布式制氢大有可为。在风机塔筒上加装2~3层大面积环形平台,可实现风机与制氢设备一体化。明阳智慧能源集团股份公司OceanX 16.6MW双机头风机可满足10MW以上制氢装备的电力供应,有望实现海上分布式制氢站的建设。

中集安瑞科控股有限公司氢能业务中心战略营销部副总监季浩华:

## 氢储运市场即将迎来巨大发展机遇



中集安瑞科控股有限公司氢能业务中心战略营销部副总监季浩华指出,2022年,中国的氢气产量约3300万吨,绿氢渗透率仍处于较低水平,存在较大的提升空间。据预测数据显示:2030年,中国可再生能源制氢占比将达到15%;2050年,中国可再生能源制氢占比将提升到70%,中国氢气总需求有望接近6000万吨,在中国终端能源体系中的占比至少达到10%,可减排约7亿吨二氧化碳,产业链年产值约12万亿元,氢能产业蓬勃发展为氢储运市场发展带来巨大机遇。

氢能应用的关键之一在于储运技术,即如何实现安全、高效、经济的

氢气储存。当前储氢方式主要有气态储氢、液态储氢和固态储氢3种。从产业成熟度来说,气态储运是当前绝对主流,管道输氢现阶段正在大力推动当中;在液态储运方面,主要还是在特殊场合,例如航天、军工等领域;固态储氢和有机液态储氢目前还处于研发和示范推广阶段。从整体发展趋势来看,氢储运将按照“低压到高压”“气态到多相态”的技术发展方向,逐步提升氢气的储存和运输能力。

不同于产业链中的其他企业,中集安瑞科旗下中集氢能科技有限公司是业内唯一一家立足商业化,同时布局有中压、高压、液态、液氢等各式氢储运装备于一身的企业,构建多元氢储运体系,并成功实现向制氢、氢热电联供等领域的多元化全产业链布局。

在中压储氢方面,中集氢能科技有限公司在安阳钢厂、荆州菲利华等项目投用的氢气储罐,至今运行良好。在氢能高压储运方面,公司已推出压力30MPa单车满载储氢量627公斤的氢气长管拖车。在液氢储运方面,中集氢能科技有限公司拥有丰富的液氢储罐研发、制造经验,并成功研发出液氢储罐、槽车、罐箱、球罐、车载瓶等液氢储运装备。

北京盈锐优创氢能科技有限公司创始人兼CEO宋邦洪:

## 碱性电解槽仍是技术洼地

北京盈锐优创氢能科技有限公司创始人兼CEO宋邦洪指出,碱性电解槽仍是技术洼地,催化电极推动产业升级。受惯性思维影响,非从业研究机构通常误以为“碱性电解槽过去已经长期商用,因此整体技术相对成熟”,但实际上过去的碱性电解槽是基于单纯的制氢、制氧需求、氯碱化工而设计的,而非从能源系统角度来设计,现在盈锐推出的新型催化电极产品将推动该碱性电解槽向氢能时代加速迈进。

碱性电解槽多为并联双极性压滤式,催化电极是影响反应过程的核心零部件之一,直接影响整个制氢系统的制氢效率。更高电密度意味着更快的制氢速度,更低单位能耗是实现绿氢经济性的核心。从氢能的长期经济性考虑,大规模制氢不可能高度依赖贵金属,因此无贵金属的材料体系是未来氢能大发展的核心。同时,材料的稳定性也影响系统寿命和运维成本。

关于催化电极的技术路线,碱性电解水制氢催化剂的工艺路线分为电镀法、化学沉积法和热喷涂法3种。热喷涂是目前唯一能解决工业化、高效率、低成本制备高性能碱性电解水制氢催化电极的工艺。

作为新一代催化电极引领者,北



京盈锐优创氢能科技有限公司本着“材料是关键,工艺是手段,性能是灵魂”的理念,率先引领从基础材料到工艺的研发,实现高性能催化电极技术突破。性能突破5000A/m<sup>2</sup>@1.8V行业领先,目前正在研发6000A/m<sup>2</sup>@1.8V的高性能电极以满足未来产业需求。

北京盈锐优创氢能科技有限公司是专业从事电解水制氢高性能催化电极的研究研发、生产、销售为一体的高新技术企业,是目前国内新材料行业内唯一一家具备等离子熔射催化材料技术,可使非贵金属催化电极性能达到1.8V@电流密度大于5000A/m<sup>2</sup>的企业。

京津冀燃料电池汽车示范城市群工作专班副主任杨军:

## 着力打造零排放氢能货运廊道

京津冀燃料电池汽车示范城市群工作专班副主任杨军指出,货运领域低碳转型核心在于构建基于“电+氢能”为主的绿色能源货运体系,转型目标和思路是清晰的,但是落地推进难。

京津冀城市群示范群专班打造零排放氢能货运廊道,实现3个发展目标。一是场景驱动,实现规模化带动效益。通过对京津冀区域的货车进行分析,筛选出200公里以上的场景中汽车燃料电池替换的潜力,结合京津冀城市群建设,规划廊道示范专线项目。

二是协同发力,实现京津冀融合发展。以“有为政府+有效市场”为原则,打造包含国家与三地政府、供给方、需求方、科研机构在内的零排放货运生态圈,把资源集中匹配在廊道上,从购置、使用、通行费用减免、碳减排等方面发力,形成车辆“拎包入住”模式,推动示范廊道落地。

三是模式创新,探索可持续发展路径,拉平经济账。加速数据融合和数据治理,打造对标客运体系



的跨区域货运大数据底座,对于跨区域运输物资规模、路线、能源需求等进行精准定量刻画,为降低运输成本、政策制定提供基础。商用车领域氢能应用是一个体系化问题,既包括产业上下游企业,如司机、政府、货主,还包括土地资源、能源供给等问题。京津冀城市群示范群在产业带动、项目示范领域初显成效,但还面临很多挑战,未来还需要能源、燃料电池领域的企业积极参与建设。

(本版稿件由韩苗苗、刘玉昌、刘鹏飞、于光远整理)

