



## 阅读提示

我国氢能产业经过“十四五”时期的发展,正从试点探索进入有序破局和规模化应用新阶段。“十五五”时期,氢基能源与传统工业、传统交通、传统能源的融合发展将成为新能源制氢的主要应用场景,也将成为绿色氢能产业链创新实践的重点。

作为将可再生能源与绿色化工深度融合的创新能源模式,绿色氢氨醇这一“绿色石油”的崛起,不仅为我国能源转型提供了新路径,更为“双碳”目标的实现注入了强劲动力,正悄然改写新能源产业的发展格局。

# 我国氢能产业处于向规模化迈进的关键阶段



我国首个万吨级绿氢示范项目——中国石化新疆库车绿氢示范项目绿氢工厂。曹海峰摄

## 场景需求倒逼 氢能产业科技创新

□本报记者 马玲

近日,在广东佛山举办的2025年中国氢能产业大会上,与会专家表示,“十四五”期间我国氢能产业得到快速发展。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》明确将氢能列为前瞻布局的未来产业,给了行业极大信心。意味着氢能产业将从示范探索迈向规模化商业化发展的黄金期。

### 2030年我国绿氢产量 将超过300万吨

氢基能源与传统工业、传统交通、传统能源的融合发展将成为新能源制氢主要应用场景

截至2024年底,我国氢气产能超过5000万吨/年,年生产消费规模超过3650万吨,均位列世界第一。可再生能源电解水制氢产能超过12万吨/年,全球占比近50%;建成加氢站超过540座,全球占比40%;推广氢燃料电池汽车2.7万辆,全球占比28.4%。氢能生产侧价格降至每公斤28元,消费侧价格降至每公斤48.6元,同比分别下降15.6%和13.7%。

国家发展改革委原副主任、中国国际经济交流中心特邀专家张晓明在回顾我国氢能产业发展成效时指出,《氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)》提出的2025年可再生能源制氢量为10万~20万吨/年有望达成。到2030年,我国绿氢产量将超过300万吨,形成万亿元以上的大市场。

国务院发展研究中心原副主任、中国国际经济交流中心副理事长王一鸣指出,我国氢能产业经过“十四五”时期的发展,正从试点探索进入有序破局和规模化应用的新阶段。“十五五”时期,我国氢基能源与传统工业、传统交通、传统能源的融合发展将成为新能源制氢主要应用场景,也将成为绿色氢能产业链创新实践的重点。要强化“应用场景导向”的科技攻关,针对工业、交通、能源三大主战场,持续降低氢能应用成本,通过场景需求倒逼科技创新,形成研发、示范、迭代的良性循环。

张晓明认为,我国是世界第一航运大国,在国际海运推进具有法律约束性净零排放框架的条件下,未来5年航运业对绿色甲醇的需求将爆发增长,这也将带动生产绿色甲醇的关键原料绿氢的爆发增长。

### 氢能产业发展的核心 驱动力是科技创新

要聚焦规模化制储输用主要环节和领域,强化以场景为导向的科技攻关

张晓明认为,虽然我国绿氢产业发展走在世界前列,但仍存在一些问题。如,绿电应用场景主要集中在西北地区,距离负荷中心远,本地消纳难;有关氢能的政策与标准体系建设与发达国家相比仍有差距。对此,他建议进一步加大多领域,特别是工业领域利用绿氢的力度,持续做好关键核心技术体系化攻关,高度重视人工智能及大数据等新兴科技发展对氢能产业的重要影响。

氢能产业链制储输用商业化,整个链条均受限于技术瓶颈与成本门槛,科技创新是突破这些壁垒、实现规模化落地的关键,是氢能产业发展的核心驱动力。与会专家认为,没有技术创新,氢能产业就难以摆脱“小众试点”,无法成为真正的清洁能源主力。未来,要聚焦规模化制储输用主要环节和领域,在制氢端依靠技术降低绿氢成本,替代高碳排放的灰氢;在储运端要解决高密度、低损耗问题;在应用端要攻克燃料电池耐久性、低温适应性等难关。

聚焦氢能领域的技术突破与产业协同,大会集中发布了一批具有行业引领性的新技术、新产品。如,广东清能新能源

技术公司推出的额定功率达240千瓦的VL IV-240燃料电池系统,额定点效率突破49%,适配49吨氢能重卡,显著提升了运营经济性;广东清平新能源科技公司发布了氨转氢、氢转氨两大催化剂,实现低温高效转化与能耗大幅降低;佛山仙湖实验室与佛山绿动氢能科技公司联合研制的电催化氢纯化发生器,具备高回收率、低能耗与高压产氢等优势,为氢能产业链提供了高效纯化方案。

佛山仙湖实验室副主任薛勃飞透露,实验室科研成果转化成效显著,电氢融合微电网项目入选国家发展改革委绿色低碳示范项目,成为唯一入选的微电网案例;联合企业发布的行业首个零碳氢燃料铝棒加热炉,开辟了铝加工绿色路径。

### 需在多领域开展氢能 产业技术合作

氢能产业正处在从政策驱动转向政策和市场双驱动的关键阶段

与会专家表示,氢能产业正处在从政策驱动转向政策和市场双驱动的关键阶段,政策支持对氢能发展至关重要,应加强政策统筹协调,通过政策精准赋能,降低市场主体风险,加速产业规模化发展;创新绿氢优先消纳机制,加大多领域利用绿氢的力度,科学开展氢能碳减排核算与认证,探索构建氢能绿色价值实现机制;持续完善氢能产业标准体系,进一步强化行业标准支撑性、引领性作用。

中国国际经济交流中心秘书长张永军表示,各地实践全方位展现了我国氢能产业因地制宜、协同共进的蓬勃活力。既有各地政策的精准托举,技术的硬核突破,也有场景的创新拓展。

中国科学院院士邹才能认为,我国氢能产业发展一定要建绿氢大基地,通过全国一张网的跨区域协同,形成绿氢工业体系。建设大型绿电制绿氢基地,要明确基地选址方向,依托当地能源禀赋降低绿氢制取成本;要规划管网配套建设,打造“地上生产+地下储存+掺输一体+多途利用”的技术链,构建绿氢输送网络;油气企业可凭借地上地下基础设施优势助力绿氢产业落地,通过技术创新推动绿氢替代灰氢、蓝氢。

联合国开发计划署助理、驻华代表张卫东表示,从2003年开始,联合国开发计划署和中国科技部合作氢能燃料电池大巴商业化示范项目。早期进口一辆12米长的氢能大巴单台是180万美元,现在同样一辆氢能大巴,通过中国项目降低了至少74%的成本,加氢站和电解槽的成本也有大幅下降。

英国驻广州总领事馆华南区商务领事马睿杰认为,氢能拥有重塑能源格局的巨大潜力。中国在氢能的制造规模和政策支持方面的领导力,与英国的研发系统和标准制定形成优势互补。

在项目合作方面,中国与法国规划在江苏东台共同建设“风光氢储”绿色能源协同融合的海上智慧能源岛示范项目;中国与德国的机构依托国家重点研发计划“政府间国际科技创新合作”重点专项,开展绿色能源低碳发展和标准互认探索。

在科技创新方面,中国与法国联合开展跨境液氢运输安全技术研究,解决了液氢罐箱海运工艺控制与风险识别难题;中国与德国合作开发氢气内燃机发电技术,为分布式能源提供新路径;中日韩企业在燃料电池领域开展合作,推动了产业链供应链合作深化。

与会专家表示,氢能领域正在成为开展国际能源合作的重要领域,氢能产业要围绕技术攻关、标准共建、场景联动、产业协同等方面开展务实合作,坚持优势互补,更好地开展多方式多领域氢能产业和技术合作。氢能产业绝非单打独斗的竞技场,而是协同共赢的舞台。未来唯有融入全国大局,链接全球资源,氢能产业才能行得更稳、走得更远。

## 风光氢氨醇一体化:新能源就地消纳新模式

□本报记者 马玲 通讯员 张佳琦

国家能源局近期公示的首批氢能试点名单中,绿色氢氨醇项目占据主力,而在此前发布的首批绿色液体燃料技术攻关和产业化试点项目中,绿色氢氨醇项目同样占据多数。预示着这一产业正处于从示范应用迈向规模化推广的关键阶段。

近日,在内蒙古锡林浩特召开的绿色氢氨醇产业推进会上,中国产业发展促进会会长于彤透露,截至2025年10月,我国累计规划风光氢氨醇一体化项目超800个,合计规划绿氢产能近900万吨/年,已建成产能超20万吨/年,处于全球领先地位。

作为将可再生能源与绿色化工深度融合的创新能源模式,绿色氢氨醇这一“绿色石油”的崛起,不仅为我国能源转型提供了新路径,更为“双碳”目标的实现注入了强劲动力,正悄然改写新能源产业发展格局。

### 绿色氢氨醇成为连接绿电与 终端应用的关键纽带

打通电力、化工等多个领域的卡点,构建一个跨行业、多能源协同的新型能源产业生态

目前,山东、甘肃、新疆、云南、江西、广东公布了风电光伏增量项目竞价结果,价格差最大高达35.71%。风电光伏增量项目在参与电力市场交易后,售价普遍低于预期。风光氢氨醇一体化发展模式给风电光伏企业带来新的选择机会。

风光氢氨醇一体化的核心逻辑是先靠风力、光伏发出绿电,再用电解水制成绿氢,之后,绿氢与空气中的氮气合成绿氨,或与捕集的二氧化碳反应制成绿色甲醇,最终形成“绿电-绿氢-绿氨/醇”的闭环产业链。

于彤认为,在氢能产业发展过程中,绿色氢氨醇产业凭借独特的技术优势和战略价值,把不稳定、难储存和长距离运输的风光电能转化为易储运的化学品,正从概念走向实践,成为连接绿电与终端应用的关键纽带。

我国风光资源丰富,到2035年风电光伏总装机预计达36亿千瓦,还有19亿千瓦新增空间,但风光发电的间歇性、波动性一直是难题。中国能源研究会可再生能源专委会主任委员、国家能源局法制和体制改革司原副司长梁志鹏表示,绿色氢氨醇产业把可再生能源电力转化为绿氢、绿氨,既能当工业原料,又能替代煤炭、石油等传统燃料,让清洁能源“存得住、运得走、用得广”,是增加可再生能源电力消纳总量的新路径。

中国有研科技集团首席专家、中国可再生能源学会副理事长蒋利军表示,加快建设新型能源体系,提高新能源开发和消纳是重中之重。风光氢氨醇一体化提供了新能源就地消纳新模式,通过电解水制氢,将绿电变为绿氢、绿氨、绿醇,可实现风光资源的

多元化应用。

具备经济性是绿色氢氨醇受欢迎的重要因素。数据显示,电解水制氢成本与2020年相比下降近50%。专家表示,随着柔性制氢技术和一体化控制系统示范推广,在风光资源富集区,绿色氢能成本有望进一步降低。2030年前后,绿氢每公斤价格可能降至10元。风光氢氨醇一体化不仅能解决绿电消纳和收益问题,而且能打通电力、化工、交通、农业等多个领域的卡点,构建一个跨行业、多能源协同的新型能源产业生态。

### 绿色氢氨醇项目集中在 “三北”地区

随着技术不断进步及西部新能源大规模开发和转化,未来将构建一种新型的西能东输模式

“十四五”期间,随着新疆库车绿氢示范项目、远景能源赤峰绿氢项目等一批标杆工程陆续落地,河钢、宝武等钢铁企业的氢冶金项目也如火如荼推进。石油和化学工业规划院新能源研究中心副主任杨铮表示,我国绿色氢氨醇生产、在建和规划项目大部分集中在风光资源丰富的“三北(西北、华北、东北)”地区。其中,内蒙古、吉林、新疆、河北、宁夏、甘肃、山西、青海等地已发布相应规划或实施方案,鼓励大规模发展新能源制绿色氢氨醇产业。

内蒙古锡林郭勒盟可再生能源资源丰富,是我国重点规划建设的9个大型现代风电基地之一,日益完善的产业生态、坚实有力的基础设施,以及真金白银的政策保障,将进一步夯实其绿色氢氨醇产业集群崛起的根基。目前,锡林郭勒盟已建成新能源装机超2300万千瓦、年发电500亿千瓦时。蒋利军认为,锡林郭勒盟的资源禀赋和应用场景,使其具备氢能产业率先破局的天然优势,通过政策突破和技术创新并重,有望为全国产业转型提供经验。

在吉林省松原市,总投资296亿元的中能建松原氢能产业园风光氢氨醇一体化示范项目将于年底前投产。该项目构建了“光伏发电、绿电制氢、绿色合成氨醇”的完整产业链。中能建绿色氢氨醇新能源(松原)公司副总经理李昌伦表示,采用绿电直连制绿氢进而合成绿氨,新能源波动性与化工合成稳定性之间的耦合,让目前这个全球规模最大的风光氢氨醇一体化项目在技术上实现了突破。

蒋利军指出,我国氢能产业已从试点探索进入有序破局新阶段,基于不同地区的资源和市场特点,正在形成一系列区域差异化发展态势,京津冀、长三角、珠三角已形成燃料电池汽车产业链集群,“三北”地区依托风光资源优势和工业基础,成为绿氢生产核心区。

作为一种长期储能载体,绿色氢氨醇具有独特优势。中国科学院院士、中国电力科学研究院名誉院长周孝信表示,2025-2060年,我国全社会年用

电量将从10万亿千瓦时增至21万亿千瓦时。绿氢作为长期储能介质,可在极端条件下为电力系统提供韧性支持。绿氢合成甲烷、甲醇等绿色燃料和化工原料,与已初步实现产业化的绿氨等绿色燃料一起,成为新型能源体系中重要绿色能源的重要组成部分。

绿氢与新型电力系统的运行机制,以及其生产过程和发电应用,对提升新型电力系统灵活性调节能力起到显著作用。周孝信认为,随着技术不断进步及西部新能源大规模开发和转化,未来将构建一种新型的西能东输模式。

### 绿色氢氨醇市场前景光明, 但发展道路曲折

面临生产成本较高、跨领域技术耦合及规模化生产技术验证不足、标准体系尚不完善等挑战

尽管风光氢氨醇一体化前景光明,但整个产业链要实现规模化快速发展,仍面临生产成本较高、跨领域技术耦合及规模化生产技术验证不足、标准体系尚不完善等挑战。

聚焦制氢环节,中国科学院院士唐叔贤表示,绿氢成本是氢能实现可持续目标的关键,要想办法降低绿氢成本降至与灰氢成本相当。绿电制氢和二氧化碳捕集两大问题成为绿氢成本下降的主要阻碍,要消除绿氢高成本瓶颈,必须依靠技术创新。

于彤指出,推动绿色氢氨醇产业高质量发展,离不开智能化、绿色化、融合化。为此,要整体优化生产成本,开展电解槽等关键设备技术攻关,降低设备成本,同时利用电网弃电或采用离网模式生产绿色氢氨醇以降低电力成本;组织新能源企业与氨醇等化工企业开展联合技术攻关,加快打通“绿电-绿氢-绿氨/醇”产业链,推动绿色氢氨醇规模化应用;继续完善国内绿色氢氨醇标准体系,加强与国际认证机构的交流与合作,推动我国绿色氢氨醇认证标准与国际接轨。

氢储运环节同样制约风光氢氨醇一体化健康发展。航天氢能科技公司副总经理兼总工程师安刚认为,只有消除大规模储运技术瓶颈,才能大幅降低绿氢成本,氢能社会才能真正到来。刘科针对如何实现低成本的氢能制取和储运提出低碳甲醇方案,即利用绿电与劣质煤,以及微分分离技术制备甲醇。他指出,低碳甲醇是绿氢最好的储运载体,还可利用现有的加能站加注,最大程度提升了经济性。

杨铮指出,目前,新能源电力制氢成本较高,生物质资源收储成本也高,导致绿色氢氨醇生产成本较高。同时,由于国内供需错位,全国跨区域供应链建设进度慢,导致西北新能源基地运输到终端不具备经济性。从长远看,氢氨醇市场前景光明,但发展道路曲折。