

能源合作，是共建“一带一路”的重点领域。在高标准、可持续、惠民生的目标指引下，众多清洁能源项目在“一带一路”沿线落地生根。相关数据显示，十年来，中国在“一带一路”沿线国家的绿色低碳能源投资已超过传统能源。

山东将培育壮大
千家绿色高新技术企业

本报讯 近日，山东省科技厅会同山东省发展改革委等九部门制定印发了《山东省科技支撑碳达峰行动方案》，提出到2025年，培育壮大1000家左右绿色低碳领域高新技术企业，打造5~8个产业规模大、创新能力强、产业链条完整的绿色技术产业集群。

方案提出，山东将突破一批绿色低碳发展中“卡脖子”关键核心技术，引进3~5个国家级“高精尖缺”创新型人才和团队，重点培养8~10个重大核心关键技术人才团队，绿色低碳循环发展经济体系建设保障能力得到大幅提升。

重点任务包括基础前沿创新、核心技术创新、创新平台引领、低碳人才引进、创新企业培育、创新示范推广、区域创新建设、创新战略研究、低碳开放合作和全民绿色低碳等10项行动。

据悉，在加快碳中和前沿技术突破方面，山东将聚焦新型能源、新型电力系统、储能等领域，围绕超高效光伏、新型核能发电、电力多元转换、人工光合作用、新型绿色氢能、直接空气捕集、生物能源与碳捕获和储存、太阳辐射管理等前沿技术开展深入攻关，加速与先进信息技术的深度融合，培育新的增长动能。

根据方案，山东将进一步加强新型能源科技创新支撑，重点突破氢能制取、储运及利用、化石能源清洁高效利用、新型电网“源—网—荷—储”智慧协调等关键核心技术；继续加快实施“氢进万家”科技示范工程，开展氢能生产利用示范推广，探索氢能多种场景下的高效、安全利用新模式，促进完善制氢、储（运）氢、输氢、加氢、用氢全产业链氢能技术体系。围绕培育壮大“鲁氢经济带”、打造山东半岛“氢动走廊”，山东将加快氢能前沿技术研究，集中攻关大规模氢能制取、存储、运输、应用一体化技术。

（杨文）

天津供应雄安新区天然气
主管道投产

本报讯 据国家管网集团华北天然气管道有限公司消息，日前，国家天然气基础设施互联互通重点工程——蒙西管道项目一期工程（天津—河北定兴）成功投产，这是一条供应雄安新区的天然气管主管道。

据悉，本次投产的蒙西管道项目一期工程总长413.5公里，起自天津LNG临港分输站，终至河北保定定兴分输站，最大管径1016毫米，年设计输量66亿立方米。

作为蒙西管道项目一期工程建设单位，国家管网集团华北天然气管道有限公司相关负责人介绍说，该项目与其他国家天然气管主管道、京津冀天然气支干网络和华北地区储气库群互联互通，对于促进国内外天然气资源在京津冀地区灵活调配、更好保障国家能源安全和经济安全具有重要意义。

同时，蒙西管道项目一期工程投产将进一步优化环渤海地区天然气基础设施布局，带动沿线地区能源转型和绿色低碳发展。

据悉，蒙西管道全长1279公里，途经内蒙古、山西、河北、天津四省市区，既是内蒙古西部地区 and 山西大同煤制天然气项目配套的外输通道，也是天津液化天然气上岸的外输通道。

（王井怀 梁婧）

能源发展编辑部

主任：张宇

编辑：曲静怡

新闻热线：(010)81129157

电邮：ceeq66@sina.com

网址：www.nationalee.com

绿氢呈现集聚性融合发展趋势

制备规模正朝着大型化的方向发展，年制氢万吨级项目不断落地实施

□ 吴昊

我国首个万吨级光伏绿氢示范项目——新疆库车绿氢示范项目日前成功实现绿氢生产到利用全流程贯通，标志着我国首次实现万吨级绿氢炼化项目全产业链贯通。据悉，该项目生产的绿氢就近供应中国石化塔河炼化公司，完全替代现有天然气化石能源制氢，将为我国绿氢工业化应用提供示范。

在“双碳”目标引领下，绿氢在能源、工业等诸多领域的应用备受关注。水电水利规划设计总院党委副书记、常务副院长易跃春指出，当前，我国可再生能源制氢初具规模，绿氢工业领域替代应用已显成效。随着电解水制氢成本下降和下游应用场景建立，未来可再生能源制氢市场将迎来更好增长态势，在碳中和进程中发挥重要作用。

向规模化目标迈进

近年来，绿氢发展逐渐步入快车道。近日发布的《中国可再生能源发展报告2022》显示，2022年，中国可再生能源制氢产业向规模化目标迈进，已有超过100个规划、在建和已建电解水制氢项目，制氢总规模12.1GW。其中，可再生能源制氢项目占比98.5%，装机规模实现2倍以上增长，同比增长106%。

绿氢产业的发展，被普遍视为促进可再生能源大规模消纳利用、构建新型能源体系的重要一环，前景十分广阔。“到2060年，我国每年大约需要1亿~1.3亿吨氢气，其中主要部分将来自绿氢。”华北电力大学教授刘建国认为，氢能担负着保障国家能源安全、推进低碳转型发展的重任，在可再生能源消纳方面有重要作用。

氢在未来能源系统中的作用，与其具备长时储能的优势密不可分。在易跃春看来，氢储能将成为中长周期新型储能的较好选择。他强调，除抽水蓄能以外，氢储能是新型储能的重要应用方向，具备大规模、长周期等优势，可实现可再生能源电力时间、空间的转移，有效提升能源供给质量和可再生能源消纳利用水平，将成为拓展电能利用、解决可再生能源随机波动的有效方式。

对此，康明斯Accelera中国区总工程师纪光霁表示，氢作为储能的一种介质，可以将氢存储与燃料电池发电技术相结合，可在发电侧、电网侧、负荷侧发挥峰谷调节、参与频率调节的作用，促进新型电力系统中的源网荷储一体化发展。他认为，随着“双碳”目标的推进，市场对绿氢的需求将进一步增长。

“当前，可再生能源快速发展，但其消纳形势依然严峻。”纪光霁表示，如果将无法消纳的可再生能源通过电解水技术制取绿氢，同时构建氢能应用生态，可以有效解决可再生能源的消纳问题，助力实现“双碳”目标。他坦言，目

前，我国氢气的供需总量为每年4000多万吨，但电解水制氢占比不到1%，绿氢未来的发展空间巨大。

集聚性融合发展趋势凸显

从当前不断涌现的绿氢项目来看，可再生能源制氢呈现集聚性、融合发展特征。据易跃春介绍，绿氢制备规模正朝着大型化的方向发展，年制氢万吨级项目不断落地实施。同时，项目主要分布在风光资源丰富的西北、华北和行业需求旺盛的华南地区，地域分布趋向集聚，产业集中度进一步提升。

此外，易跃春还强调，氢能与石油炼化、化工合成、钢铁冶炼和交通等多领域融合项目不断拓展，为工业领域减碳开展示范探索。2022年，我国在合成氨、氢冶金、煤化工、石油炼化等行业开启了绿氢替代灰氢的碳中和变革，“三北”地区相继规划建设“风光氢氨”一体化项目，向产业下游跨行业拓展，提升项目的整体经济性。

可再生能源制氢与化工等领域融合发展，可以有效降低氢能的储运成本，促进绿氢消纳，形成绿电制氢并就近消纳的“一体化发展模式”。纪光霁认为，绿电制氢一就近消纳的“一体化发展模式”可以有效降低氢气在输送上的成本，使得用氢成本大幅下降，具有经济性，从而促进当地氢能生态健康发展。

“我们认为就地消纳可以极大降低氢气输

送成本。”纪光霁表示，如果当地有使用氨、甲醇等合成燃料发动机或化肥使用需求，对促进行业经济性和“双碳”目标达成有很大的推动作用。同时，从促进区域平衡发展来看，就近消纳的“一体化发展模式”可以带动西部可再生能源丰富地区及其周边地区氢能制一储一用全链条发展，促进当地就业和税收。

在刘建国看来，目前，用氢合成氨、合成甲醇已经不存在技术障碍，只要氢的价格足够低，绿氢、绿色甲醇的路线就是可行的。他表示，由于电费在制氢成本中占比高达70%~80%，所以，氢气的价格要下降，前端的电是关键，“当可再生能源电力价格降到0.2元时，可再生能源制氢合成的氨，就可以跟由化石能源制氢合成的氨竞争。”刘建国说。

支持氢电耦合项目发展

短期来看，绿氢仍然面临诸多发展瓶颈。阳光氢能科技有限公司研发总经理孙龙林认为，绿氢产业目前最大的瓶颈在于成本，其中，电价的成本占到绿氢总成本的70%~80%，未来需要考虑如何让电价进一步下降。从行业来看，技术方面仍然需要进一步突破，降低制氢设备成本的同时还要开展一些新技术的研究，比如，离网制氢，减少对电网的依赖性。

“目前，绿氢的价格仍然较高，用户想用却不敢用。”纪光霁表示，现阶段制氢设备的初始



我国首个万吨级
光伏制氢项目投产

中国石化近日宣布，公司旗下新疆库车绿氢示范项目顺利产氢，这是我国首个万吨级光伏制氢项目。

该项目生产的绿氢将就近供应中国石化塔河炼化，完全替代现有天然气化石能源制氢，每年可减少二氧化碳排放48.5万吨，开创绿氢炼化新路径，为我国绿氢工业化应用提供参考样板。图为中国石化新疆库车绿氢示范项目制氢厂储氢罐区。

新华社记者 顾煜 摄

传统农耕蕴含低碳智慧

□ 张卫建

我国重要农业文化遗产地就如一颗颗璀璨明珠，散落在广袤的中华大地上，是中华优秀传统文化农耕文化生生不息的见证。在这些遗产地中那些看似平淡无奇的古法栽培和传统种养中，处处蕴含绿色低碳的中华智慧。

农业文化遗产地是气候韧性动植物资源的活态基因库。位于北京的中国农业科学院国家作物种质库，库容量150万份，目前长期保存的作物种质资源已经超过54万份。在这些宝贵的种质中，有采集于天津的“小站稻”、云南德宏的“毫秕”等水稻，以及内蒙古敖汉的“黄金苗”和“红谷”小米等农家品种。在上万年的进化、驯化及上千年的传统农耕培育下，这些农家品种不仅具有较强的气候韧性，而且耐瘠薄、抗病抗虫。虽然产量不如现代高产品种，但品质优异、风味独特，可以少用约30%的肥料和农药，降低温室气体排放20%以上。这些珍稀的农家品种至今仍在养育一方百姓、振兴一方产业，并为现代适应气候变化及绿色低碳排放品种创新提供优良基因。

因地制宜的传统稻作系统利于甲烷减排。

甲烷是仅次于二氧化碳的第二大温室气体。稻田则是甲烷的主要排放源之一，但其排放量远低于临近的自然湿地或沼泽地。华夏先祖因地制宜，开山成梯、围圩筑埂、挖泥堆垛，在崇山峻岭之腰、江河湖洼之滨，构建了丰富多样的稻田系统和稻作体系。如江西崇义梯田、江苏兴化垛田等稻田，以及云南广南和广西隆安等生态稻作体系，仍然保存着完好的华夏传统稻作文化。由于水稻植株具有非常强的通气组织，可以将空气中的氧气输送到缺氧的稻田土壤中。这不仅可以降低土壤甲烷产生菌的活性，减少甲烷产生，而且可以促进甲烷氧化菌的活性，将土壤中80%的甲烷氧化消耗掉。因此，稻田甲烷排放量仅相当于自然湿地排放的30%左右。另外，传统稻作非常重视收集粪泥、塘泥、沟淤等，将其直接或经堆沤后施入稻田，用作肥料。这不仅减少了水稻的施肥量，从而降低了稻田温室气体排放，还减少了自然湿地洼地的有机物淤积，使甲烷产生菌没有足够的“食物”，进而显著降低自然湿地或洼地的甲烷排放。此外，在稻、鱼、鸭共生的传统稻作系统中，鱼鸭活动也可以明显增加稻田水体和土壤含氧量，进而抑制甲烷产生、促进甲烷氧化，比淹水稻田减排

达15%以上。

在1500年之前的《齐民要术》中，我国就有了“谷田必须岁易”的粮豆轮作养地之术。用地养地结合的传统旱作系统能促进农田固碳减排。“地力常新壮”是我国重要的传统农学思想，先民们通过种植绿肥等养地作物、施用有机肥、轮作间套作等措施，实现土壤肥力的持续提升。在新疆奇台旱作农业系统、辽宁阜蒙旱作农业系统、山东岱岳汶阳田农作系统等农业文化遗产地，以及我国黄淮海及东北，正在大力推广的粮豆轮作与间套作种植系统，都秉承了中华传统农耕的“地力常新壮”和用地养地结合的思想理念。据联合国粮食及农业组织估算，全球豆科作物年固氮量达1.3亿吨。另外，粮豆轮作及间套作等传统旱作，还可以促进土壤大团聚体形成，保护土壤有机质，提高土壤有机碳的稳定性，提升农田土壤固碳能力和碳库容量。

农林复合的传统种养系统助力农村节能减排。中华先民不仅从农田获取食物等农产品，而且通过农林复合和种养结合等方式，从山水林田湖草沙中获取更多生活所需农产品。在甘肃迭部扎尕那农林牧复合系统、内蒙古阿鲁科尔沁草原游牧系统、山东夏津黄河古道古桑树

群以及陕西古枣园、浙江桐乡蚕桑文化系统和江西浮梁茶文化系统等农业文化遗产地，仍然存在以自然生物质能源替代化石能源的节能减排种植模式。畜牧粪成为牧民的家用燃料，果木修剪下来的树枝可以作为村民日常炊煮及冬季取暖燃料，甚至加工成生物质压缩燃料。在甘肃皋兰古梨园，每亩梨树每年的修剪可产生1.5吨树枝生物质燃料，相当于节省0.75吨标准煤。在浙江桐乡和山东夏津，每亩桑树每年可产生约1吨枝条，用作生物质燃料，相当于节省0.5吨标准煤。这些生物质来自农林系统光合作用固定的二氧化碳，燃烧之后再排放到大气之中，是一个取之于自然又还之于自然的过程，不会增加温室气体排放，而且可以抵消化石能源消耗所排放的二氧化碳。

当今世界正面临全球变暖、生物多样性下降、生态功能退化等挑战，亟须寻找基于自然的解决方案，构建自然向好的气候韧性农业及食物新系统。中华传统农耕就是“天人合一”与“道法自然”的典范，为现代生态低碳农业发展提供了智慧与方案，为世界农业可持续发展提供了重要启示。

（作者单位：中国农业科学院作物科学研究所）