

产能提升、项目落地、应用加快

中国氢能产业呈现因地制宜发展态势

◎本报记者 陆成宽

近日，中国氢能联盟连续第四年发布了《中国氢能及燃料电池产业发展报告2022》(以下简称《白皮书2022》)。氢能是世界公认最清洁高效的绿色能源。随着“双碳”目标时间节点临近，氢能产业发展受到社会各界广泛关注。

目前，国内外氢能产业的发展趋势如何？我国氢能产业发展面临哪些新形势、新任务？未来，我国氢能产业发展的重点方向是什么？带着这些问题，科技日报记者采访了相关专家。

氢能产业发展政策和标准体系持续强化

“《白皮书2022》系统梳理了2022年全球氢能产业发展动态及趋势，通过翔实的内容和数据，分析了中国氢能产业发展面临的新形势、新挑战、新任务、新要求，剖析了我国氢能产业重点发展方向和任务，旨在为我国的氢能及燃料电池产业提供行业参考和理论保障。”中国氢能联盟副秘书长、同济大学教授马天才介绍。

“本次发布的《白皮书2022》对国内外氢能产业发展动态及趋势进行了系统总结。从国际上看，各国相继发布国家级战略规划及政策，对氢能产业的支持和推进力度不断加大。截至2022年底，包括美国、德国、日本在内的共41个国家和地区制定发布了国家级氢能发展战略。”马天才说，总体来看，目前全球氢气供需规模稳步提升，低碳清洁占比持续提升；在交通和发电领域，氢能应用持续推进；重点区域氢价成本差距拉大，欧洲氢价同比大幅增长。

从国内看，我国关于氢能产业发展的政策和标准体系也在持续强化，氢能管理规范陆续出台。截至2022年底，中国已发布氢能相关国家标准102项、行业标准30项、团体标准136项、地方标准19项，氢能标准体系逐步健全。同时，我国可再生氢产能倍增，在三大地区实现密集落地。2022年，中国可再生氢产能约5.6万吨，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。

“更重要的是，我国重点区域氢气价格稳中有降，工业、发电领域氢能应用进度加快。以规模化工业应用推动供应链建设，将成为中国氢能产业发展的重要抓手。”马天才说，2022年，氢燃料电池汽车加速推广，依托“燃料电池汽车示范城市群”等重大示范项目，我国氢燃料电池汽车销售量新增3367辆，保有量达到12682辆，同比增长约36%；累计建成加氢站358座，同比增长超过40%。

多元化商业化应用新局面正在形成

2022年3月，国家发改委、国家能源局联合印发



工作人员在为氢能观光公交车加注氢气。 视觉中国供图

《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》(以下简称《规划》)。《规划》把氢能列为未来国家能源体系的重要组成部分。

“在《规划》指导下，我国氢能产业进入发展新阶段，以绿氢为源头，以降碳为主要目标，氢能在工业、交通、发电等行业多元化、商业化应用的新局面正在形成。”中国氢能联盟专家委员会委员、有研集团首席科学家蒋利军指出。

蒋利军认为，当前我国氢能产业布局有两大特点。一是氢能产业内涵更加丰富，氢能产业向氢动力、绿氢工业、氢储能三足鼎立的方向发展。“氢能交通由道路车辆进一步扩展到飞机、轮船、轨道交通及其他工程车辆，绿氢工业应用更是社会关注热点，绿氢化工规划项目频出，多家能源央企成为万吨级绿氢化工项目建设的主力军，氢冶金示范应用逐步推进，长时氢储能也在逐步布局。”蒋利军解释。

二是氢能产业呈现出因地制宜、区域化发展的态势。蒋利军说，可再生能源丰富的西部地区，以绿氢为源头，重点发展绿氢化工、氢冶金等产业；应用场景丰富的东部地区，重点发展氢能交通应用；在海岛、边防等偏远地区，探索构建分布式电源—氢耦合清洁供能系统。

在马天才看来，我国各地区资源禀赋存在较大差异，氢能产业发展速度也不尽一致。2023年，我国氢能产业优化布局的关键在于“因地制宜”和“优势互补”，各地要实现差异化发展。

马天才说，西部地区可发挥再生资源富足、产业发展成本低、示范应用潜力大的优势，打造规模化绿氢供应基地，规模化应用场景以推动产业发展。东部地区可发挥技术创新能力强、装备制造基础扎实的优势，推动氢能关键技术和装备产品持续迭代，加速先进技术成果转化；沿海地区则可积极挖掘海上风电制氢潜力，打造“海上能源岛”，实现大规模海风资源消纳利用。

加强重点环节技术攻关至关重要

在马天才看来，加强重点环节技术攻关，对于氢能产业发展至关重要。“我们应该聚焦大规模电解水制氢等关键技术工艺以及核心器件领域的研发和突破，并推动相关技术在示范工程中先行先试。”马天才说。

“在技术创新方面，要以系统性产品开发为目标，集聚材料、部件、装备的优势资源开展系统性研发，避免散、乱、小，防止条块分割。在原理创新方面，要鼓励大胆创新，宽容暂时性的失败，为原创性技术提供一个宽松的生长空间。”蒋利军建议。

“为推动氢能产业发展，我们要完善氢能标准和公共服务体系。围绕氢液化、氢电耦合等重点领域开展氢能标准制修订，同时重视国标制定工作；依托‘氢能领跑者行动’建设国家及区域检测认证平台，加快技术装备迭代升级。”马天才说。

蒋利军也强调了标准对于促进氢能产业发展的重要性。他说：“在标准体系构建方面，要充分发挥社会团体的作用，建立规范的绿色通道和多方协调工作机制，促进具有本征安全的新技术和降低使用成本的新模式落地，加快技术和标准的交替迭代。中国氢能联盟将在这一方面发挥重要作用。”

推动重大工程示范落地，也是助力氢能产业发展的重要抓手。“建议部署‘制储运用’全链条一体化的重大示范工程和区域氢能基础设施建设，以解决上下游供需不匹配、消纳不明确的问题，通过供应链的规模化降低发展成本。”马天才认为，要实现氢能产业健康发展，还应该广泛开展国内外交流合作，积极布局海外市场，与国际龙头企业围绕氢能贸易、国际标准制定、关键技术研发、跨国示范项目建设等挖掘合作机会并制定系统合作框架。

新看点

全国首个重力储能项目主体工程封顶

科技日报讯(记者金凤)记者10月27日获悉，位于江苏省南通市如东沿海经济开发区的全国首个重力储能项目——如东100兆瓦时重力储能项目主体工程于近日正式封顶。该项目预计于今年四季度并网。

今年7月下旬，由中国天楹股份有限公司(以下简称中国天楹)投资建设的“如东100兆瓦时重力储能项目”入选国家能源局第三批能源领域首台(套)重大技术装备(项目)。该项目总投资6.5亿元，建设规模为100兆瓦，发电功率为25兆瓦，主体建筑为一座长120米、宽110米、高148米的35层储能塔。

中国天楹项目现场负责人吉顺林告诉记者，该项目采用全球领先的重力储能技术，主要原理是利用风光等新能源产生的富余电力或电网谷、平电力将重力块提升至一定高度，将电能转换为势能进行存储；在需要电力时，系统再次逐次下放重力块，将势能通过发电机转化为电能。该系统既适用于电力的调峰调频，也可用于新能源电力的存储与利用。

吉顺林表示，中国天楹的重力储能技术作为一种新兴储能技术，具备

安全性高、经济性强、寿命长、储能时长灵活等优点。重力块的生产原料为垃圾焚烧底渣、建筑垃圾、尾矿、煤灰、玻璃纤维等废弃材料，无化学风险，并且储存介质较难退化，整个系统更加绿色、安全。

“重力储能的出力特性更接近火电机组，具有安全性高、环境友好、出力稳定的优势，是良好的调峰资源，推广应用后可作为调峰容量的重要补充，增强尖峰负荷时段的电网供电能力。”国网南通供电公司调控中心方式计划室主管刘海东介绍，新型重力储能的灵活调节优势也有助于平抑风电、光伏的出力波动，有效促进新能源的就地消纳，提升电网运行效益。

刘海东表示，近年来，国网南通供电公司也在积极探索建设储能管控平台，以重力储能试点建设为契机，基于“新能源+重力储能”应用场景，加快新型电力系统建设，探索构建储能的多目标优化调度模型，制定重力储能的调度管理体系。未来，国网南通供电公司将通过参与制定重力储能相关标准和规程规范、践行并优化重力储能运行机制等方式，全力引导新型储能在新电力系统转型过程中发挥关键作用。

我国研究院主导制定的首个虚拟电厂国际标准发布

科技日报讯(记者华凌)记者10月29日从中国电力科学研究院有限公司(以下简称中国电科院)获悉，由该院主导制定的国际标准——《IEC TS 63189-1:2023虚拟电厂—第一部分：架构与功能要求》日前由国际电工委员会(IEC)正式发布。据悉，该标准是IEC发布的首个虚拟电厂国际标准，填补了该领域国际标准的空白。

虚拟电厂是聚合优化“网源荷”清洁发展的新一代智能控制技术和互动商业模式。它能够在传统电网物理架构上，依托互联网和现代信息通信技术，把分散在电网的各类资源聚合，协同进行优化运行控制和市场交易，实现电源侧的多能互补、负荷侧的灵活互动，并可对电网提供调峰、调频、备用等辅助服务。这是适应能源生产和消费革命的国际主流趋势，也是构建新型电力系统的有力手段，为解决清

洁能源消纳和能源低碳转型提供了前瞻解决方案。

该标准首次提出了虚拟电厂的统一术语定义、技术要求和控制架构，明确虚拟电厂在发电功率预测、负荷预测、发用电计划、可调节负荷管理、储能装置控制管理、分布式电源协调优化、状态监控、通讯、数据采集等方面的功能要求。它将为世界各国开展虚拟电厂规划、设计、建设和验收提供重要技术参考，在虚拟电厂的推广应用和持续发展上发挥基础性作用。

中国电科院相关负责人表示，该标准的正式发布，充分彰显了我国在能源电力前沿领域的技术实力和国际影响力。下一步，中国电科院将持续推进虚拟电厂领域的国际标准制定，推动更多先进技术和产品走向国际市场，为国际能源转型贡献更多中国智慧、中国力量。

塔里木油田首个零碳油气场站建成

科技日报讯(王成凯 谭明明 记者朱彤)记者10月28日获悉，中国石油塔里木油田西气东输第一站压差发电工程于近日正式投运，并成功通过压差动能回收系统发出零碳电。这标志着西气东输第一站成为塔里木油田首个零碳油气场站。

据了解，该工程于今年4月14日开工建设，主要建设了1台压差发电机组及其配套设备。工程年发电量可达520万千瓦时，所发电量全部输送至附近高压变电站，为周边油气生产场站提供能源。据悉，这些绿色电力可完全中和西气东输第一站全年装置驱动、管道维护、输供气等日常生产中的碳排放，实现场站零碳运行。

利用天然气压差发电是一种清洁高效的能源回收利用技术。据了解，以往天然气由高压管网进入低压管网时，通常采用节流的方式降低天然气的压力，这种方式不仅浪费了余压动能，而且极易使后续管线产生低温结冰堵塞等安全隐患。

据介绍，该工程的原理是将轮

南—库尔勒输气管道中的调压阀替换为膨胀机设备，利用压差能量进行动能回收，进而驱动发电机发电。运行发电过程不消耗天然气，不产生污水、废气及固废等，这让西气东输第一站在供应天然气资源的同时，还能源源不断地生产零碳电。

据悉，西气东输第一站位于全长4200公里的西气东输管道一线最西端，承担着塔里木油田85%以上的天然气外输任务，是连接天然气上游各气田和下游输气管网的重要枢纽站，年供气能力达400亿立方米。目前，该站人员正紧密跟踪压差发电机运行指标，精细运维管理，为后续推广应用做好技术经验储备。

“在天然气开采、输送和利用过程中，天然气压差巨大。天然气压差发电技术在长输管线各级分输站、调压站、门站等均具有较好的应用价值，节能减排、生态环保效益显著，后续可进一步推广使用。”塔里木油田油气运销事业部总工程师兼特种设备安全总监张朋岗说。



图为塔里木油田西气东输第一站压差发电工程投产现场。 谭明明摄

2023年前三季度新增电源超8成为非化石能源

南方五省区清洁能源供给格局基本形成

◎本报记者 叶青

随着我国能源革命的推进，新能源蓬勃发展，构建清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统，正成为支撑我国新能源发展的关键。

如何加速构建新型电力系统？近日，中国南方电网有限责任公司(以下简称南方电网公司)发布《南方电网新型电力系统发展报告(2021—2023)》，为新型电力系统建设提供经验借鉴。

用数字化手段打破“不可能三角”

未来，新型电力系统将以新能源为

主体。新能源环保效益显著，经济性较强，但其随机性、间歇性、波动性同样较大。有观点认为，安全、绿色和经济是能源电力系统的“不可能三角”——这三个要素很难同时达到。

而数字电网的技术创新有望将不可能变为可能。“我们率先提出建设数字电网，就是想用新一代数字技术打通连接，对传统电网进行全面感知、精准分析和智能调控，贯通源网荷储各环节。”南方电网公司总经理助理、总信息师、数字化部总经理吴小辰介绍，数字电网可通过强大的人工智能和大数据分析技术，对包括新能源在内的各类能源发电和用电负荷进行精准预测，配合对海量储能、分布式能源等调节资源的精准调度，实现多时空的实时供需平衡。

“比如今年3月13日凌晨，广西风电最大出力超过700万千瓦，但当天白天，风电出力下降至27万千瓦，风电波动幅度接近日用电负荷的三分之一。得益于强大的算法，当天我们对风电发电量的预测准确率达到98%。”南方电网广西电网公司电力调度控制中心水电及新能源科经理卓毅鑫说，在提前预判后，他们通过优化区内水电、火电出力曲线，有力保障了电力供应平稳有序。

这是南方电网公司着力以数字化手段破解新能源功率预测难题的一个典型场景。为确保新能源应发尽发，南方电网公司把海量的智能传感器部署到电网设备上，实时采集设备运行数据，并依托“数据+算力+算法”形成的“数字孪生电网”和“算力大脑”，高效统筹电源、电网、负荷、储能，有效破解了新能源随机性、波动性、间歇性和功率预测难题。

新型电力系统和新型能源体系加快构建

新型储能是支撑新型电力系统的关键。截至2023年6月，南方区域新型储能装机达128万千瓦，梅州宝湖储能电站等一批标志性项目建成投产。

抽水蓄能电站是电力系统目前技术最成熟、经济性最优的绿色低碳清洁能源调节电源。今年，南方电网公司新开工建设广东肇庆浪江、惠州中洞、梅州二期和广西南宁4座抽水蓄能电站，



工作人员正在进行数字化输电线路维护作业。 受访单位供图