



新看点

我国首个13兆瓦陆上风电机组全功率试验平台投用

科技日报（记者何亮 通讯员程林 朱迪）12日，记者从中国长江三峡集团有限公司了解到，全国首个13兆瓦级陆上风电机组全功率试验平台（以下简称试验平台）在三峡现代能源创新示范园完成首次测试并成功并网，标志着我国陆上风电机组研发验证正式迈入10兆瓦级时代。

据了解，该试验平台可为13兆瓦及以下的双馈、半直驱风电机组提供全功率整机试验，能够准确模拟、测试风力发电机组运行的相关参数，为陆上风电大容量机组的进一步开发奠定坚实基础。

据悉，本次投入使用的试验平台，其知识产权由三峡现代能源创新示范园首个落户企业——浙江运达风电股份有限公司自主拥有，在大型风电机组全尺寸整机试验系统建设和地面测试领域实现了多项技术突破。

三峡现代能源创新示范园位于内蒙古自治区乌兰察布市，由三峡集团牵头打造，是一座集“风光储一体化”高端装备产业集群、“源网荷储”技术研发试验基地的产学研用现代能源创新示范园。

专家建言“全电社会”转型

科技日报（记者张晔 实习生李苏宁）随着智能化绿色电能、尖端通信和数字技术的发展，打造一个“脱碳”的“全电社会”，变得不再遥不可及。

如何推动“全电社会”转型？6月12日，记者从中国华能集团有限公司获悉，以“全电社会”为主题的国际标准化（麒麟）大会在江苏南京开幕。

此次大会由南京市人民政府、中国电机工程学会、中国华能集团有限公司联合主办，近500位国内外专家学者、企业负责人等围绕电力系统低碳化、未来能源体系构建，以及高标准、可持续“全电社会”构建等内容，开展了13场主旨报告和3场主题沙龙，分享了标准化创新发展前沿成果，为高质量、可持续发展建言献策。

近年来，我国围绕可持续发展目标，积极部署开展绿色低碳标准化工作，为“全电社会”的建设打下了良好实践基础。“我们以标准支撑绿色低碳转型；以标准助力推动循环经济发展，以标准国际协调促进全球绿色经济发展。”国家市场监督管理总局副局长、国际电工委员会（IEC）中国国家委员会主席田世宏在致辞中指出。

为推动“全电社会”转型，以国际标准推动全球可持续发展和科技创新，大会提出四点倡议：一是以标准化为驱动力，加速能源系统脱碳，促进技术创新，推动可再生能源发展；二是加强IEC成员与各方的沟通合作，推动全球标准制定与实施；三是加强国际标准化实践合作，分享标准化知识、经验和技术，促进各方学习与合作；四是向大众宣传普及“全电社会”，增加公众对“全电社会”的了解和认知。

会上发布了由我国牵头编制的IEC新兴技术战略白皮书，包括《以新能源为主体的零碳电力系统》中文版、《多能智慧耦合能源系统》《多元固废能源化：固废耦合发电系统》3本国际标准化白皮书，这是我国参与IEC工作、建设碳达峰碳中和国际标准体系的最新成果，为我国引领全球碳达峰碳中和领域国际标准制定奠定基础。

内蒙古自治区：从“挖煤、卖煤”到发展新能源

◎本报记者 张景阳

内蒙古自治区能源局副局长陈铮在2023世界新能源新材料大会新闻发布会上坦言，全球走进绿色低碳时代，如何推动煤炭产业高质量发展是内蒙古和其他产煤省市必须面对的问题，也是中国立足以煤为主的能源结构必须推动解决的一件大事。

内蒙古作为国家重要能源和战略资源基地，如何打破“挖煤、卖煤”瓶颈？陈铮给出的答案是官方立足资源禀赋，加快加大新能源开发，出台推动风电、光伏、氢能、储能和新能源装备产业发展的一系列政策措施。

数据显示，内蒙古计划到2025年发展新能源规模超过1亿千瓦。2022年以来，内蒙古在沙漠、戈壁、荒漠地区规划了超过9000万千瓦的大型风电光伏基地项目，在全国率先实施了源网荷储一体化、工业园区绿色供电、风光制氢一体化等市场化并网新能源项目。

在紧抓新能源开发建设的同时，内蒙古也在全力发展新能源装备制造全产业链。

陈铮表示，内蒙古以呼和浩特、包头、鄂尔多斯、通辽4个基地为基础，以风光氢储4条产业链为重点，深入开展延链、补链、强链行动，目前已基本实现新能源全产业链贯通，迈出了从无到有、由零到整的关键一步，已形成风电装备整建制配套能力500万千瓦，光伏组件供给能力1000万千瓦，制氢设备年产能50台套，储能设备生产能力可满足13万千瓦时装机需求。

以鄂尔多斯为例，在新能源发展征程上，当地探索出了一条新路。鄂尔多斯市委常委、副市长苏翠芳表示，鄂尔多斯境内沙地荒漠面积大，还有不少采煤沉陷区，过去工业企业无法利用这些土地资源。近年来，鄂尔多斯大力推进沙漠和采煤沉陷区光伏建设，现已培育成鄂尔多斯新的经济增长点。

苏翠芳举例说，2022年鄂尔多斯建成了中国首个零碳产业园，为助力“双碳”构筑风光氢储新能源体系、拓展新能源应用等提供了宝贵探索经验。

苏翠芳认为，鄂尔多斯工矿企业、工业园区、旅游景点多，运输路线相对固定，通过“风光氢储+”模式，可为氢能、电动等新能源车辆以及无人驾驶车辆研发、试验和应用场景开发提供巨大的空间基础。

为何要把能源“存”在地下？

◎实习记者 骆香茹

“深地储能是未来能源储备发展的重要方向，是解决传统石油战略储备、天然气调峰保安、可再生能源持续供给和未来氢能大规模高效利用的必由之路。”近日，香山科学会议第748次学术讨论会在京召开，会议执行主席、中国工程院院士、中国科学院武汉岩土力学研究所研究员杨春和在会上表示，“大力发展深地储能是实现中国碳中和和能源结构转型升级的关键。”

在此次香山科学会议上，多位院士、专家、学者聚焦地下储能领域的核心难点，梳理深部地下空间能源储备拟重点解决的核心科学问题和重大技术瓶颈，形成了相应的技术路线图，为未来地下储能的工业化发展奠定基础。

地下储能究竟是什么？为何要推动地下储能工业化发展？地下储能的技术难点又有哪些？

揭开地下储能的“面纱”

会议执行主席、中国工程院院士、山东大学校长李术才介绍，地下储能又被称为深部地下储能或深地储能，是指利用深部盐穴、采空区、废弃矿坑等深部地下空间，将石油、天然气、氢气及二氧化碳等能源或能源物质储存在深部地层中。

利用深部地下空间进行大规模能源储备是国际能源储备的主要方式，对确保国家能源安全、战略物资安全及“双碳”目标实现等具有重要意义。

以石油为例，目前的石油储存方式主要包括地面储罐、盐穴和硬岩洞储存，其中利用盐穴进行原油储存是世界上许多国家采取的主要方式。

杨春和介绍，在美国的多个始建于20世纪七八十年代的石油战略储备库中，共有盐穴60余口，石油储存能力超过7亿桶。这些石油储存量不仅保证了美国的能源安全，也奠定了美国在国际油价定价中的主导地位。

德国的储备油品主要包括原油、汽油、柴油、重油等，其中原油主要储存在地下盐穴中。德国的石油储备库除了作为战略储备库使用以外，还会根据国际市场油价的变化，利用剩余库容为客户提供存储服务。而法国早在1925年就以法律形式建立了石油储备制度，法国

的石油储备库由1个地下盐穴库和遍布全国的地上储油库组成。

为何各国地下储能都选择了盐穴？盐岩具有物性稳定、渗透率低、损伤自修复、易溶于水 and 分布广等特征，是大规模能源储备的理想地质体。利用盐岩地层储能是今后我国实施大规模能源储备的优先发展方向。

我国盐矿地质赋存条件复杂，因此首先选择在地质条件相对简单和优越的江苏金坛盐矿开展盐穴储库建设，立足自主研发，克服难溶夹层和地质非均质性等困难，突破了一系列技术瓶颈，获得了巨大的成功，初步构建了我国盐穴储库首个技术标准体系，形成了我国盐穴建库的“金坛模式”。该模式对盐穴储库场址建设、造腔目的层优选、造腔方式及注气排卤工艺改进等提供了重要借鉴和工程示范。

地下是储能的理想场所

为什么要将能源“藏”在地下？是地面设备无法满足能源的储备需求了吗？事实上，地下储能的优势，恰好在于“地下”二字。

当然，要理解地下储能的必要性，必须先了解我国当前能源结构与能源储备现状。

自2017年起，我国推动能源系统低碳改革的政策力度逐渐加大，已初步形成了煤炭、电力、石油、天然气、新能源全面发展的供给体系。近年来，煤炭作为我国能源消费的主体地位保持不变，但在能源消费的占比呈现出逐年降低的趋势。以天然气和非化石能源构成的清洁能源占比增加显著，由2015年的17.9%增加到2022年的25.9%。其中，风能、光能、地热等非化石能源占比从2015年的11%增加到2022年的17.5%。

杨春和表示，加快非化石清洁能源的利用，是全球能源发展的趋势，也是我国能源发展的优先方向。然而，由于风能和太阳能等具有典型的地域性且不能连续稳定供给，给电网稳定运行带来了一定的挑战，制约着可再生能源的快速发展。多年来，我国一直存在弃风弃光现象。

如何提高可再生能源的利用效率，把弃掉的电能储存起来？为此，科学家想了许多办法，包括抽水蓄能、压缩空气蓄能、液流电池储能等。然而，无论是压缩空气蓄能还是液流电池储能，都需要较大的储存空间，具有体积大、可承

受高压等优点的深部地下空间就成了储能的理想场所。

目前，国外已有利用深部盐矿采空区开展液流电池储能实验的相关报道，为利用液流电池进行大规模储能提供了思路。

当然，对于氢能、石油、天然气等能源的储存需求，广阔的深部地下也是“来者不拒”。

杨春和介绍，氢能是解决能源可持续发展的有效途径，具有来源广、热值高、无污染、应用场景丰富等优点。氢气的分子量相比于天然气更小，这意味着氢气的存储需要更多的空间且存储空间需具有更好的密封性。因此，深部地下盐穴为大规模氢能储备提供了良好的环境。

另外，利用深部地下空间存储石油能够规避经济性差、安全性低、占地面积大等利用地面储罐储油的缺点，进一步保障石油的安全供给；加快地下储气库建设也能够保证长输管道天然气平稳供给，避免大规模“气荒”的发生。

以技术创新破解储能难题

地下储能优势明显，因此推进地下储能技术创新就变得十分重要。

多年来，我国在深部地下空间储能方面已经进行了深入的研究，并积累了较为丰富的实践经验，但在储能库选址、建库、储存等环节上仍有一些问题待解。例如，深地储能介质与围岩体多尺度相互作用机理不清楚、深地储能库渗漏灾变时空演化机理不明确、深地储能库长期稳定性及库群相互作用机理有待开展有针对性的研究、低渗透岩体多尺度渗透性测试技术亟待发展等。

杨春和补充说，要利用中国层状盐岩进行大规模能源储备，亟须解决低渗介质多场耦合条件下多尺度渐进破坏、储能库渗漏灾变和长期功能劣化等关键理论难点问题；同时，需要开展层状盐岩多尺度渗透率测试、储能库智能建造、长期功能保障等系列关键技术研究，为我国实施大规模能源储备提供理论和技术保障。

本次香山科学会议中，中国工程院院士李阳、中国工程院院士孙焕泉、中国工程院院士赵文智和中国工程院院士李根生以及其他与会专家针对储能库建设、安全运维、二氧化碳地质封存关键技术等问题发表了意见和建议，梳理了现存问题与挑战，并提出了具有针对性的应对措施，共同绘制了地下储能技术路线图。

用数字化技术打造县域“碳最优”电力系统

◎本报记者 李禾

在浙江省新昌县冷水村大梁岗，往日漫山遍野的荒草顽石不见了，一排排光伏电池板，排列成方阵，将荒山覆盖。作为新昌单体最大的集中式光伏项目，冷水村光伏项目容量达10.714兆瓦，可提供光伏最大出力0.85万千瓦，年发电量约1076万千瓦时，每年可节约标准煤3280吨，减少二氧化碳排放6076吨。目前，冷水村4.7兆集中式地面光伏项目已具备并网条件，整个冷水村光伏项目预计在今年6月底并网投运。

作为典型的山区县，新昌努力破解自然资源约束，助推山区县的能源供给侧、消费侧低碳转型，为城市与乡村平衡发展打造了一张多元化电网，并探索打造县域“碳最优”新型电力系统为方向，为实现“双碳”目标提供了一种新的“浙江模式”。

盘活水光资源，充分利用清洁能源

冷水村光伏电站是新昌发展新能源的缩影，也是县域“碳最优”新型电力系统的重要组成部分。截至今年5月底，新昌光伏累计并网容量已达22万千瓦，实现了“光伏倍增”目标，增速位于全省前列。为了“让低效林、村水库等资源‘能用尽用’”，新昌县政府、国资企业子公司及供电公司三

方开展合作，建立了县域光伏资源库和项目库，在提升清洁能源供给能力的同时，壮大了农村集体经济。

新昌境内现存103座水电站，装机容量59.26兆瓦，年发电量可达1.5亿千瓦时。目前，首批31座水电站已完成整合，2座水电站正在试点开展变速水机组改造等，改造后的水电站整体发电效率提升将超过10%，全县小水电新增调峰能力0.4万千瓦。国网新昌县供电公司还对梯级水电站集群优化调控策略进行研究，制定不同情况下库容水电站的发电策略，通过对库容水电站的开启时间和出力的控制，把梯级水电站中不可控的电站变为间接可控的电站集群，将小水电站从单一的低碳供能单元转变为提高区域电网应急能力、调节城市电力峰谷的灵活“充电宝”。

既要保证百分百清洁能源供电，又不停电，还能实现控碳目标，智能电网是关键。“当线路出现故障，我们将用智能开关站进行远程控制，让没有故障的线路顶替有故障的线路进行供电。此外，还可以通过远程量子开关来快速恢复供电。”国网新昌县供电公司澄潭供电所综合班班长吴炜说。

在智能电网打造进程中，新昌不断推动消纳硬件升级。今年3月，新昌高新园区恒新110千伏储能电站一期并网，可实现年发电量6000万千瓦时以上，每年可减少二氧化碳排放约5万吨。这家储能

国网新昌县供电公司梯级水电站集群优化调控策略进行研究，制定不同情况下库容水电站的发电策略，通过对库容水电站的开启时间和出力的控制，把梯级水电站中不可控的电站变为间接可控的电站集群，将小水电站从单一的低碳供能单元转变为提高区域电网应急能力、调节城市电力峰谷的灵活“充电宝”。

电站不仅实现“短、快”出力，高效应对尖峰负荷，最大实现新昌10%的负荷压降，还可以做到电力错峰供应，缓解迎峰度夏、度冬调控压力。在发生重大事故导致全城电网失电时，该电站还可以作为“黑启动”电源快速响应，重要用户供电时间恢复可达分钟级。

搭建数字平台，探索用能最佳方案

作为中国工业百强县，新昌共有16家

上市企业、292家高新技术企业。新昌为企业量身定制用能监测平台，探索发展清洁能源的最佳方式。

目前，新昌已完成全县350家规上企业以及2133家高压变电企业的非电类数据采集点摸排，形成“一企一策”能效报告，通过“双碳监测员”为企业提供“供电+能效服务”，助力企业探索减碳的最佳方案。

新昌县一方面进行能源电力大数据的深度开发与应用；另一方面，进行“云上”平台的深度开发与应用，丰富能源电力数据的应用环境。

其中，为了精准把控限碳方向，去年9月，由新昌县政府主导和投资，电力企业建设和运营的新昌县能源双碳监测（智控）平台投入使用。平台打通了浙江省能源大数据中心、节能降碳e本账、产业链预警的数据链路，实现全县企事业单位综合能效、碳排放水平等可视化分析评估，初步完成3个本地特色数字产品打造，为开展新能源综合决策、实施节能降耗改造等提供数据支撑。

国家碳中和科技专家委员会委员王志轩说，新昌县能源双碳监测（智控）平台还可以起到“虚拟”电厂的作用，把各个用户的资源组织起来，使其发挥更大作用，从而达到“碳最优”。

“目前新昌已有6家企业参与绿电交易，绿电交易能赋予产品绿色属性，增加产品国际销量，提升国际竞争力。”国网新昌县供电公司供用电管理部副主任蔡毅说。