

98%

该电池储能站位于保定国家高新技术产业开发区，功率6兆瓦(MW)，容量超过7.2兆瓦时(MWh)，转换效率达到98%。电站的投运标志着我国高压级联关键技术研究取得成功，有效解决了电池储能站应用场景固定限制的难题。



我国首个移动式大容量全场景电池储能站——南方电网河北保定电池储能站正式投入商业运行。受访单位供图

我国首座无须配套变压器的移动式电池储能站建成 大容量电池储能站实现“说走就走”

◎本报记者 叶青 通讯员 黄昉

不久前，我国首个移动式大容量全场景电池储能站——南方电网河北保定电池储能站正式投入商业运行。该电池储能站位于保定国家高新技术产业开发区，功率6兆瓦(MW)，容量超过7.2兆瓦时(MWh)，转换效率达到98%。电站的投运标志着我国高压级联关键技术研究取得成功，有效解决了电池储能站应用场景固定

限制的难题。

此前，我国电池储能站主要采用低压380伏(V)储能系统，经变压器升压至10千伏(kV)后并入电网储能发电。不同于传统储能站，南方电网河北保定电池储能站应用了高压级联链式储能变流器拓扑，将电池组通过模块级联方式直接接入10kV高压交流系统。该储能站采取集装箱设计，各电池加装运输底座，成为我国第一座无须配套变压器的移动式电池储能站，可随时灵活“动”起来。

实现我国电化学储能领域的三个首次

“十四五”时期是我国新型储能发展的重要战略机遇期。《“十四五”新型储能发展实施方案》明确提出，到2025年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件；到2030年，新型储能全面市场化发展。

新型储能是指除抽水蓄能以外的新型储能技术，是构建新型电力系统的重要技术和基础装备，是实现碳达峰碳中和目标的重要支撑。

“未来我国大规模的新能源并网消纳需要大电网的支撑，尤其是随着新型电力系统建设不断推进，储能电站应用场景不断丰富，同时提出了储能系统可移动性能的新要求。在此背景下，我们开展了移动式大容量全场景电池储能站的研发。”南方电网储能部储能技术研究所所长、高压级联项目负责人陈满介绍。该储能站的特点是容量大、可移动，不仅实现了储能高效率的目

标，还丰富了移动式大容量储能电站作为“有源式”并网测试平台等应用场景。

“这好比原来开的是小汽车，受限于马力，每次只能拉10吨货。现在这个大容量全场景电池储能站是大卡车，直接拉50吨货甚至更多。”对于大容量，陈满打了一个形象的比喻。

据介绍，南方电网河北保定电池储能站的示范建设，实现了我国电化学储能领域的三个首次：首次运用了“H桥”的级联结构，可在大幅减少储能系统数量的情况下，实现同等储能效率；首次研究应用电池簇间热阻隔技术，对电池柜作耐压绝缘和防火隔热处理，在电池阵列之间加装隔热板，大幅延长火灾等极端情况下的救援缓冲时间至60分钟；首次攻克了移动式大容量电池储能站黑启动关键技术，可为局部电网提供灵活、快速、可靠的黑启动电源服务。

大容量和可移动两种性能完美结合

如何突破大容量和可移动两种条件的相互制约，是研发团队遇到的最为棘手的问题。

“一方面，移动式电站在空间上的特点

限制了硬件结构，如何在有限的空间内将电池、变流器、控制柜等设备高效地排列，同时保证电气绝缘可靠和热管理安全性，这是一个难题。另一方面，则是大容量、大

功率储能系统设备繁多、结构复杂对移动性能的限制，如何在运输全过程中对集装箱及其内部设备状态进行监测、保障其可靠性，也是必须解决的难题。”南网储能公司储能科研究院高压级联项目技术专家李勇琦介绍。

为此，团队对移动式大容量高压级联电池储能系统的绝缘结构进行解剖，创新性地将“H桥”级联结构应用于移动式电站，可在大幅减少储能系统数量的情况下，实现同等储能效率，从而首次将储能电站大容量和可移动两种性能完美结合。

随着电化学储能蓬勃发展，电池热失控的问题被暴露在聚光灯下，储能系统安全问题是电化学储能发展的底线。

“我们不仅对‘事前’措施进行了创新和高效的设计，还首次采用了不燃耐火材料，对集装箱式储能电站做了簇间热阻隔

设计，延长了‘事后’救援缓冲时间，实现了在有限的空间内采用最高效的安全措施。”李勇琦表示，这可在最大程度避免出现火烧连船的情景。他们首次应用了电池簇间热阻隔技术，相当于在船与船之间加上阻燃板。一旦其中一艘船着火了，在一定时间内，仍可以让火势不蔓延到旁边船只，为延长电池热失控救援时间提供了新的思路。

大面积停电后的系统自恢复被通俗地称为黑启动。针对储能电站的黑启动要求储能系统具有离网运行模式，且需具备零起升压、二次调频调压、频率范围控制等能力，对储能变流器提出较高要求。为此，团队逐一攻克了移动式大容量电池储能站黑启动的各关键技术难题。这是黑启动在移动式储能电站的首次应用，未来可为局部电网提供灵活、快速、可靠的黑启动电源服务。

可应用于各类电化学储能场景

“这样一座控制技术成熟、安全性能稳定的移动式大容量电池储能站，可应用于各类电化学储能场景。”陈满说。

在电源侧，该电站可平滑新能源出力波动，提供备用容量；在电网侧，该电站可改善输配电网功率分布，满足设备检修和线路融冰等特殊时期的临时供电需求；在用户侧，该电站能够有效调节季节性区域内负荷，作为电网突发事件、春运等时段性事件的应急电源。此外，该电站还可以作为储能产品并网的性能测试平台，为不同储能产品性能对比提供大容量电源。

新能源“看天吃饭”的先天属性使其具有间歇性、波动性的特征，而电网又要保持电源和负荷的实时平衡。“该储能站所用到的高压级联关键技术，使电站具有单机容量大的优势，能为新型电力系统提供更好的调节服务，使得整个电网更加安全稳定。”陈满表示。

值得一提的是，自2020年起，南方电网公司在企业内部大力推动科技项目“揭

榜挂帅制”落地实施，面向国家重大科研需求、行业科技前沿等领域发动科研人员技术攻关。该储能站的“高压级联储能系统规模化应用关键技术研究”是首批科技项目“揭榜挂帅制”试点项目之一，由南网储能公司“挂帅”攻关，与北京四方公司、上海交通大学等单位合作研究，推动产学研用一体融合实践。目前，项目已发表论文9篇、完成各类专利受理授权30余项，下一步项目将实现更大容量的高压级联，推广升级前景广阔。

当前，我国新型储能技术正加快发展，新型锂离子电池、液流电池、飞轮、压缩空气、氢(氨)储能、热(冷)储能等材料领域技术的相继涌现，带动产业热度的持续升温。预计到2025年末，新型储能在电力系统中的装机规模将达到3000万千瓦以上，年均增长50%以上。高压级联作为储能领域集成应用技术的创新突破，将持续助推储能产业模式的优化完善，为服务构建新型电力系统发挥积极示范作用。

同位素溯源技术出手，揪出阳澄湖“洗澡蟹”

◎实习记者 李诏宇

大闸蟹，学名中华绒螯蟹，是我国传统的水产珍品。阳澄湖等湖区产出的大闸蟹，更因其优良品质而备受人们青睐。然而，近年来，一些不法商贩用“洗澡蟹”冒充知名湖区产品，不仅损害了消费者的权益，更对水产品品牌构成了严重的侵害。准确、高效地鉴定大闸蟹的原产地，已成为科研人员日益关注的问题。

近日，中国科学技术大学黄方教授团队博士生殷皓铭、副研究员于慧敏与中国地质大学(武汉)副研究员蔺洁合作，运用激光剥蚀技术结合多接收电感耦合等离子体质谱仪，通过分析蟹壳中锶同位素的组成，实现了对大闸蟹原产地的精确测定。研究成果发表于国际学术期刊《原子光谱学》。

利用锶同位素实现精准测定

大闸蟹原产地测定，并非一个新问题。形态指标鉴定法，就曾被用于大闸蟹原产地的测定。这种方法主要从小闸蟹的体长、齿间距、步足长等外部形态指标出发，识别大闸蟹的原产地。除此之外，基于生物学指数，可食部分比例、营养成分组成的生化指标鉴定法、识别微量元素的元素

指纹特征鉴定法，探测含氮、非氮类化合物以及挥发性物质的电子鼻(舌)鉴定法等，均是常见的大闸蟹原产地测定方法。

“以往鉴定大闸蟹原产地种种常用的方法，往往存在检测效率低下、检测结果不够准确等问题。”于慧敏在接受科技日报记者采访时表示，“我们采用锶同位素对大闸蟹溯源，在以溶液提纯法的基础上，利用激光剥蚀技术精准测量蟹壳，大大提高了溯源的效率。”

于慧敏介绍，在地球漫长的演化过程中，地表会出露火成岩、变质岩和沉积岩等不同种类的岩石，岩石风化变成土壤。岩石和土壤中的元素含量变化很大，包括铷和锶元素。随着时间推移，铷的衰变使得岩石和土壤具有不同的锶同位素组成。地表水和地下水等水体中的铷来自附近的岩石和土壤，因此具有与当地地理背景一致的锶同位素特征。“这就是我们工作的地球化学理论依据，很好地解释了为何相距不远的两个水体，锶同位素特征仍然明显不同。”于慧敏说。

“蟹壳中含有大量碳酸钙。由于锶元素与钙元素属于同一主族，较易取代钙元素的位置，因此蟹壳中锶元素的含量往往较高，便于分析、测量。”于慧敏介绍，“此外，锶元素不太容易受到其他环境因素的干扰，这也是我们选择锶同位素溯源的一个重要原因。”

将常用于岩石地球化学

研究的技术用于大闸蟹的原产地测定，是此项研究的一大亮点。这种思路还可以拓展到各类淡水水产品、茶叶、药材等农副产品的原产地测定上，可以为识别“洗澡蟹”等假冒产品，促进优质农副产品的原产地保护提供帮助。

在该团队之前的研究中，研究人员进行了严格的实验验证。他们对大闸蟹不同部位的锶同位素组成是否一致、大闸蟹与其生长的水体的锶同位素组成是否一致、饲料是否能影响到大闸蟹的锶同位素进行了研究。结果表明，大闸蟹蟹壳的锶同位素组成均一，且与水体的锶同位素组成保持一致，不受人工饲料的影响，这为利用锶同位素测定大闸蟹原产地奠定了坚实的实验基础。

提高效率同时降低成本

此前的研究中，研究人员测量了阳澄湖、太湖、固城湖和江苏兴化等地湖区大闸蟹的锶同位素组成。分析结果表明，原产地为同一湖区的大闸蟹，其锶同位素成分基本一致；原产地为不同湖区的大闸蟹，其锶同位素成分则显著不同。蟹壳中的锶同位素特征依赖于锶在大闸蟹原产地水体中的长期积累，因此对于识别“洗澡蟹”特别有效。

以往采用的溶液提纯法，需要经历复杂的化学流程提纯蟹壳中的锶，以便于质谱仪测量。这个方法耗时较长，成本偏高。新的方法运用激光剥蚀技术，只需简单的制靶、打磨等步骤，再采用激光—质谱仪检测，极大地提高了效率。“运用溶液提纯法，往往需要长达1周的时间才能得到数据。而采取激光剥蚀技术，不仅可以将时间缩短到1至2天，也大大降低了测量成本。”于慧敏说。

“将常用于岩石地球化学研究的技术用于大闸蟹的原产地测定，是此项研究的一大亮点。”于慧敏表示，“我们的思路可以拓展到各类淡水水产品、茶叶、药材等农副产品的原产地测定上，可以为识别‘洗澡蟹’等假冒产品，促进优质农副产品的原产地保护提供科学帮助。”

成果播报

异形激光焊接机器人 有效提高农业机械产品可靠性

科技日报讯(记者过国忠 实习生柳鑫)2月21日，记者从扬州大学机械工程学院了解到，针对我国农业机械产品零部件形状相异、零件之间焊接的焊缝形状复杂、手工难以完成等问题，该院科研团队和苏州喜诺智能装备有限公司经过连续几年攻关，成功研制出异形激光焊接机器人。日前，首台套已正式下线。

苏州喜诺智能装备有限公司董事长、高级工程师李明才介绍，多年来，我国一些农业机械产品因生产工艺复杂，手工焊接难以完成，造成产品表面焊接粗糙，漏焊、偏焊等情况严重，制造精度低，生产效率也低，产品在使用过程中的可靠性低。产品在工作过程中，也经常会发生焊缝失效，如脱焊、开裂等情况，造成机器故障在田间，严重影响农业生产。因此，亟须研发出一种能够自动完成复杂异形焊缝的自动焊接机器人，有效提高农业机械产品的可靠性，全面提升农业机械的智能化作业水平。

近年来，扬州大学机械工程学院围绕发展智能农机，与苏州喜诺智能装备有限公司深化产学研用合作，双方合作成立智能农业装备研发中心，开展重大关键技术攻关。异形激光焊接机器人实现了多方面创新，如激光焊接与智能手臂、工件自动就位三者智能结合，可智能完成复杂的三维空间焊缝；焊缝自动扫描跟踪，避免了偏焊等现象；优化算法使焊缝均匀、美观，强度达到设计要求。其次，团队还解决了手工焊容易漏焊、偏焊的难题，既大幅提高了生产效率，制造精度也得到了大幅提高。

扬州大学机械工程学院高级工程师师金亦富说：“该机器人与国际同类产品相比，大幅降低了自动焊接机器人的采购成本，适用性广，特别适合大批量零部件生产，也适合小批量零部件焊接，可满足小企业小批量多品种的需要。该机器人未来将主要应用于各种形状复杂零件的焊接，如农业机械、矿山机械、金属制品、工艺造型的焊接等。”

在扬州大学机械工程学院教授张瑞宏看来，目前，尽管我国稻麦种植机械化程度很高，但耕、播、管环节的机械作业还比较粗放、碎片化，使得好种出不了好苗，良法得不到良种。在推进现代农业生产作业体系建设中，智能化、数字化高质量作业农机已起到越来越重要的支撑作用，正在成为继种子、栽培之后的第三大增产因素，可真正让机械耕种的“高质量”换来“高产量”，推动农业生产数字化精准化转型升级。异形激光焊接机器人的成功研发，对于提升我国农业机械制造水平、提高农业机械在使用中的可靠性，以及降低制造与使用成本，全面推进农业数字化精准化等，都具有重大意义。

乙烯装置投料试车成功 打通炼化一体化项目流程

科技日报讯(记者龙跃梅 通讯员许创盛 高云龙)2月21日，记者从中国石化获悉，广东省揭阳市的中国石油广东石化炼化一体化项目化工龙头装置——120万吨/年乙烯装置投料试车一次成功，炼化一体化项目流程打通。

作为中国石化一次性投资最大的炼化一体化项目，广东石化项目2018年全面启动建设以来，汇聚国内外顶尖技术与团队，在920公顷的建设现场，高峰期有近40万名建设者。

据了解，广东石化项目建设共动用60多万张设计图纸、10418台工艺设备、411万立方米混凝土、27万吨钢结构、3377公里工艺管线。有测算显示，项目使用的混凝土能浇筑22个鸟巢，钢结构能搭建41个水立方，管线可以从北京到广东铺个往返。

在建设过程中，各方建设单位运用大国重器和先进工艺，创造出多项国内、亚洲乃至世界的施工纪录。如使用世界最大的5000吨门式起重机和4000吨履带起重机联手整体吊装4606吨的抽余液塔，刷新亚洲最重石化塔器吊装纪录；采用“工厂化预制、模块化安装”创下亚洲安装火炬“口径最大、高度最高、数量最多”新纪录……

据了解，该项目投产后，仅在华南地区就可增加合成树脂产品供应250万吨/年，显著降低粤港澳大湾区家电、电子等产业化工原料的对外依存度。项目形成的引擎效应将完善粤东地区石化产业链，加快当地万亿级绿色石化产业基地的形成，进一步提升广东省内区域协调发展水平。

真空互联实验装置建成 将为纳米材料研究提供新路径

科技日报讯(记者张晔)2月18日，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所纳米真空互联实验站(Nano-X)二期项目通过总体验收，这为未来纳米材料研究及纳米器件制造提供了全新路径与可能。

来自中国科学技术大学、中国科学院化学研究所、中国科学院苏州医工所、中国电子科技集团公司电子科学研究院、苏州大学5所高校、科研院所组成的7人专家组认为，经过两期建设，实验站已建成世界上规模最大、功能最齐全的真空互联综合实验装置，项目圆满完成了合同书规定的各项研发任务，达到合同规定的各项技术指标，整体水平达到国际先进。

Nano-X是集材料原位生长、器件加工、测试分析为一体的材料领域重大综合科学装置，面向国家战略需求和科学前沿重大问题，开创了一条变革性的技术路线，将材料生长、器件工艺、测试分析通过超高真空管道有机互联在一起，突破常规超洁净环境下，独立分散设备难以实现的材料本征特性、原子级精准调控、表/界面调控和异质集成、器件原位制造等局限，为国家战略材料和前沿材料领域研究提供重要建制化、体系化支撑。

目前，已有近40台各种大型设备通过203米长的超高真空管道互联，建成了材料制备模块、微观机理原位分析模块、跨尺度性能测试模块、气氛可控模块和真空互联控制与对接系统等五大模块平台，形成了全真空环境下的纳米材料和器件研究开发的综合实验系统。