

“空气充电宝”：潜力十足的储能技术

□ 段跃初 黄湘红



科苑览胜

栏目主持人：张孟喜

日前，有地表最强“空气充电宝”之称的山东肥城先进压缩空气储能国家示范电站并网发电。

移动充电宝，是一种储能产品，出门在外成为手机“护身符”，而“空气充电宝”又是怎么回事，怎么当充电宝使用呢？这就要从压缩空气储能原理说起。它是把电能转换成空气压力能和一部分热能进行存储，在需要发电时把高压空气释放，转化为机械能，进而带动发电机发电。

压缩空气储能和充电宝异曲同工，就是把多余的电先储存起来，需要时再释放出来。不同于给手机、笔记本电脑等小型产品“服务”的移动充电宝，压缩空气储能的服务对象是电网，助力太阳能、风能发电能稳定流畅地接入电网，存储备用，促进新能源消纳。

压缩空气储能技术的起源可追溯到19世纪末，英国工程师阿兰·阿切尔首次提出了利用压缩空气储能发电的设想。随后，在20世纪70年代，美国首先实现了压缩空气储能技术的商业化应用。至今，压缩空气储能技术受到广泛关注和应用。

在全球范围内，压缩空气储能技术竞争格局激烈。美国、德国、英国等发

达国家凭借先发优势，在压缩空气储能技术上取得了显著成果，其中美国的压缩空气储能项目最多，技术最为成熟。

我国压缩空气储能技术发展可追溯到21世纪初，随着国家对新能源的重视和支持，压缩空气储能产业得到迅速发展。近年来，我国在压缩空气储能领域取得了一系列关键技术突破，如高压气缸设计、控制系统、储能密度提升等方面，逐渐走向世界前列。

截至2024年一季度末，我国已完工并投入运营的新型储能项目平均储能时长2.2小时。从装机规模角度看，新型储能电站逐步呈现集中化和大型化发展趋势。西北地区得益于丰富的风光资源，新型储能装机达到1030万千瓦，成为全国发展最快的地区。

压缩空气储能技术具有长时间储能特点，运行可靠性高，主要部件为机械设备，系统使用年限长，全生命周期成本较低。与电化学储能相比，压缩空气储能系统在长时间储能方面具有优势。

国家能源局高度重视新型储能发展，通过推动技术创新试点示范、加强新型储能调度应用等手段，推动新型储能多元化高质量发展。2024年初，国家能源局发布了56个新型储能试点示范项目名单，其中就包括11个压缩空气储能项目。

与其他储能技术相比，压缩空气储能技术较低的投资成本和较高的经济



由中能建数字科技集团有限公司和国网湖北综合能源服务有限公司共同投资的300兆瓦级压缩空气储能电站示范工程，在湖北省应城市正式并网发电。图为国网孝感供电公司技术人员与应城300兆瓦级压缩空气储能电站操作人员在巡视电力设备，确保设备运行正常。

新华社记者 程敏 摄

性，进一步凸显了该技术的市场竞争力，随着新能源领域持续扩展，将迎来更广阔的市场需求和应用空间。为了保持领先地位，我们要着重提升储能效率，降低成本，缩小设备体积，这不仅

是技术发展的核心，也是推动产业健康发展的关键。

（作者段跃初系中国科普作家协会会员，黄湘红系湖南省科普作家协会会员）

让锂硫电池存储更多能量

——解读2023年度中国科学十大进展(八)

□ 周诗远 陈建峰 孙世刚 廖洪钢

在全球积极追求“碳中和”目标的大背景下，发展高效能源存储技术已成为科技发展重点。在众多新型绿色能源技术中，以锂离子电池为代表的产品已对社会生活产生深远影响，尤其在电动汽车和移动电子设备等领域广泛应用。然而，人们常常会对这些电池的续航时间感到焦虑，一直在寻求更长时间电量续航和在更小质量下存储更多能量。这就需要开发更为先进的电池体系。

作为一种新兴能源技术，锂硫电池因其高能量密度和环境友好型而备受关注。然而，尽管具备多种优势，锂硫电池从实验室到市场的转化仍面临重大挑战。

目前，对于锂硫电池能量存储机制的认识仍然模糊，尤其在电极与电解质界面上的反应动力学过程。缓慢的反应动力学是阻碍锂硫电池快速充电的主要因素，而活性中心如何保持活性，在电极与电解质界面上催化多硫化锂的转化过程还是一个未解之谜。

针对这一问题，我们的研究团队开始探索传统理论之外的新机制，通过在原子和纳米尺度上研究电极与电解质界面的相互作用，希望能揭示锂硫电池内部反应的真实情况，开启了一场深入探索其科

学本质的旅程。

高时空分辨原位透射电子显微镜技术，正是这样一种能实时观测的“超级放大镜”。透射电镜利用电子束作为“照明源”，通过加速和聚焦投射到样品上，电子与样品中的原子发生碰撞并散射，从而产生具有明暗对比的图像。

然而，锂硫电池的界面反应，即电极材料与电解质之间的化学反应极其复杂且难以观察。锂硫电池的工作过程需要在液态环境中进行，同时需要区分多固相和液相反应产物，这对于传统研究方法来说是一个巨大挑战，多硫化锂分子的敏感性使得对这些过程的观察变得更加困难。

为了克服这些难题，在自主研发建立的高时空分辨电化学原位液相透射电子显微系统的基础上，我们的研究团队与多方合作对锂硫电池界面反应过程进行了深入研究。通过对电解质层厚度和氮化硅观察窗口膜厚度的精心设计，优化窗口区域配置，我们的研究团队综合分析了不稳定的多硫化锂、易挥发的电解质等问题，实现了对锂硫电池界面实时反应、原子级可视化，首次发现了锂硫电池电荷存储聚集反应新机制。

这一创新方法为锂硫电池研

究带来了突破性进展，直接观察到了锂硫电池中多硫化锂分子在电极表面的聚集和电荷存储过程，揭示了一种全新的电荷存储聚集反应机制。

近百年来，人们通常认为在电化学界面反应仅存在“内球反应”和“外球反应”机制。该电荷存储聚集反应新机制的发现，揭示出电化学界面反应存在第三种界面反应机制。同时，该成果解决了多硫化锂穿梭的起源和演变，及其对电池界面反应动力学影响的长期争论，将以全新角度推动锂硫电池的商业化进程。它不仅为理解电池性能下降提供了新的视角，还为改进电池设计提供了重要的理论支持。

在电荷存储聚集反应新机制的基础上，未来研究将从全新的角度推进锂硫电池电极材料和体系的设计和研发。这不仅有助于提高电池的能量密度和循环稳定性，还将推动快速充电技术发展，从而使锂硫电池更适用于电动汽车和大规模能源存储系统。

（作者周诗远系厦门大学博士生，陈建峰系中国工程院院士、北京化工大学教授，孙世刚系中国科学院院士、厦门大学教授，廖洪钢系厦门大学教授）

植物上喷洒黏附微粒可替代杀虫剂

科普时报讯(实习生王雨珂)由微小油滴组成的黏性诱捕器，可喷洒在植物上捕捉小型害虫，而蜜蜂等大型昆虫则不会受到伤害。开发这种产品的研究人员希望它有助于减少化学杀虫剂的使用。

日前，美国国家科学院院刊发表了名为《使用黏性球体在植物中模仿自然威慑策略》的学术文章，以荷兰瓦赫宁根大学教授托马斯·科德格为代表的研究人员说，他们发现一些植物上带有黏性捕虫毛。这种毛被称为腺毛体。圣女果可能是具有腺毛的植物中最典型的例子，但许多其他植物也有这种腺毛，以抵御食草害虫。

随着世界人口与粮食产量的持续增长，化学农药的使用量也在相应增加。由于化学农药对环境有害，害虫的抗药性也在不断增加，因此需要一种可持续的有效农药替代品。

受大自然启发，研究人员模仿植物抵御害虫的一种防御策略——腺毛，将某些植物油氧化，然后与水剧烈混合，形成直径大多小于一毫米的微小液滴，就不会堵塞喷雾器。据此制成的这种黏合材料，即使在低接触下也具有黏附性，喷洒后可附着在植物上数周，产生的黏附微粒是一种物理杀虫剂。

研究人员发现，喷洒颗粒悬浮液能有效粘住目标害虫蓟马，这种小型节肢害虫可通过病毒传播对农作物造成伤害。

喷洒式诱捕器的工作原理与长期以来用于捕捉植物害虫的黏纸或胶水诱捕器相同，都是通过物理方式诱捕害虫。喷洒式诱捕器的优点在于这种喷剂是从植物中提取，不会粘到更大的昆虫，比如蜜蜂、食蚜蝇等益虫。