

# 万米深海跳动中国“动力心脏”

## ——记技术发明一等奖聚合物柔性固态电解质锂电池及其深海应用

□ 本报记者 张兴刚

近日,由中国科学院青岛生物能源与过程研究所、中天储能科技有限公司合作完成的 聚合物柔性固态电解质锂电池及其深海应用 荣获2025年度中国石油和化学工业联合会科技奖技术发明一等奖。该技术成功填补了兆瓦级深海储能应用国际空白,为我国深海事业发展提供了安全、可靠、零事故运行的特种电源保障,应用场景还扩展到了规模储能、新能源汽车等领域。

变形、电解液泄漏、性能直线下滑等故障,导致昂贵的科考装备损毁,科考计划随之泡汤。国家的需要,就是我们科研的方向。中国科学院青岛生物能源与过程研究所固态能源系统技术中心主任崔光磊组建了一支兼具科学问题探索与工程开发能力的科研团队,将目光投向了被视为下一代动力电池理想解决方案的固态锂电池。固态锂电池能从物理上摒弃易燃、易爆的液态电解质,有效提升电芯安全性,并可耐受极端环境。

然而,固态电池从实验室原理到工程化产品,横亘着材料、界面、工艺等一系列世界级难题。

### 叩开材料第一道门

材料是团队遭遇的第一个拦路虎,深海的压强非常大,海底1万米的压强达到100兆帕,相当于把1吨重的物体放在指甲盖上。这对电池材料的机械强度、电学稳定性提出了极其苛刻的要求。

为寻找一种兼具高离子电导率和良好机械性能的固态电解质材料,崔光磊带领团队开启了漫长而枯燥的筛选、合成、测试循环。一开始,团队制备的固态电解质总是存在缺陷、韧性不足等问题,导致组装出的电池性能急剧下降,甚至短路。为解决问题,工艺团队住在了中试车间和实验室,反复调整参数、改造涂布设备、优化温湿度,进行合成、纯化、测试,失败了上百次,经过分析海量测试数据、反复验证,终于成功制备出符合要求的高分子固态电解质核心材料,叩开了固态电池材料学的第一道大门。

集成与工程化是更大的难关。针对液态锂离子电池安全性差、能量密度低、极端环境耐受性差等瓶颈问题,团队率先提出 刚柔并济 三相渗流 复合固态电解质设计方案,首创原位聚合固态化界面融合技术,研制出高安全、高比能、长寿命聚合物固态锂电池。

为了使电池经受住深海的终极考验,团队深入开展深海环境与载荷工况调研,最终创新提出自承压电池管理系统方案,并完成多轮次电源系统设计与优化。针对固态电池单体及其管理系统,他们还开展了全海深环境模拟工况下的测试验证,经过多轮优化迭代,成功在马里亚纳海沟完成10918米全海深应用,为深海装备在万米深渊持续作业提供了稳定可靠的能源保障,并完整、稳定地传回了所有科学数据。这不仅是一次海试的成功,更标志着我国成功突破了全海深电源技术瓶颈,打破了国外技术垄断,从此我国将不再担心深海载人潜水器电源动力来源。

材料问题初步解决后,系统

集成与工程化是更大的难关。针对液态锂离子电池安全性差、能量密度低、极端环境耐受性差等瓶颈问题,团队率先提出 刚柔并济 三相渗流 复合固态电解质设计方案,首创原位聚合固态化界面融合技术,研制出高安全、高比能、长寿命聚合物固态锂电池。

为了使电池经受住深海的终极考验,团队深入开展深海环境与载荷工况调研,最终创新提出自承压电池管理系统方案,并完成多轮次电源系统设计与优化。针对固态电池单体及其管理系统,他们还开展了全海深环境模拟工况下的测试验证,经过多轮优化迭代,成功在马里亚纳海沟完成10918米全海深应用,为深海装备在万米深渊持续作业提供了稳定可靠的能源保障,并完整、稳定地传回了所有科学数据。这不仅是一次海试的成功,更标志着我国成功突破了全海深电源技术瓶颈,打破了国外技术垄断,从此我国将不再担心深海载人潜水器电源动力来源。

为了使电池经受住深海的终极考验,团队深入开展深海环境与载荷工况调研,最终创新提出自承压电池管理系统方案,并完成多轮次电源系统设计与优化。针对固态电池单体及其管理系统,他们还开展了全海深环境模拟工况下的测试验证,经过多轮优化迭代,成功在马里亚纳海沟完成10918米全海深应用,为深海装备在万米深渊持续作业提供了稳定可靠的能源保障,并完整、稳定地传回了所有科学数据。这不仅是一次海试的成功,更标志着我国成功突破了全海深电源技术瓶颈,打破了国外技术垄断,从此我国将不再担心深海载人潜水器电源动力来源。

### 成功挑战万米深海

材料问题初步解决后,系统

### 从单一电源向基站跨越

团队探索的脚步并未停歇。他们还研制出国际首套兆瓦级深海能源基站。深海深渊能源基站所拥有的兆瓦时电能,可以满足多个位点的作业需求。基站可以支持如海底原位实验室等平台在海底接入,并向其供电,在各平台间进行信息互联,开展长期协同探测,作业模式更加灵活。

他们开发的两套兆瓦级深海/深渊储能系统已实现持续6个多月无故障应用。基于能量密度达350瓦时/千克的单体电池技术,团队进一步颠覆性设计建造了单台容量2兆瓦时超大容量深海能源系统,再次实现了单一深海能源系统容量的倍增。作为国际深海实验站载荷的唯一能源动力,该技术引领了深海特种固态电源系统从单一电源技术到兆瓦级能源基站的跨越发展。

# 生物油脂制脂肪醇技术获突破

本报讯(记者 陈菲)近日,天津大学化工学院赵玉军教授团队与辽宁精细化工产业技术发展有限公司合作开发的生物油脂高选择性加氢制脂肪醇技术,通过了中国石油和化学工业联合会组织的科技成果评价。专家委员会一致认为,该技术创新性强、综合技术指标达国际领先水平,标志着我国在高端天然脂肪醇制造工艺上取得关键突破,为该领域实现自主可控奠定基础。

脂肪醇被誉为现代精细化工的工业粮食,其中由椰子油、棕榈油等可再生资源制成的天然脂肪醇,因分子结构规整、生物降解性彻底、对皮肤温和无刺激,成为日化、护理等领域的绿色宠儿。我国脂肪醇需求持续增长,但进口依赖度较高,核心工艺卡脖子问题亟待解决。开发高效低碳的制备新路径,既是我国产业发展的需要,也是全球科技创新的前沿课题。

面对行业痛点,赵玉军团队摒弃跟随模仿的老路,从理论源头创新提出 凝聚相催化 新理论,打造出两大核心创新成果。一是在催化剂活性依赖于解离氢气与活化酯基的协同作用这一核心机理,通过独创的 碳包覆 领域与 助剂修饰 技术,实现对催化剂表面结构的精准调控,不仅大幅提升催化活性和选择性,还减少了载体表面易被甲醇腐蚀的硅羟基,让催化剂具备优异的抗甲醇毒化和耐高温烧蚀能力,使用寿命大幅延长。

在此基础上,赵玉军团队与辽宁精细化工产业技术发展有限公司联合攻关,开发了从克级到吨级的催化剂放大制备关键技术,建成百吨级生物油脂加氢制脂肪醇全流程中试装置,实现了1000小时的连续稳定运行。72小时专家现场考核的数据显示,该中试装置的关键原料月桂酸甲酯平均转化率大于等于99.59%,目标产品月桂醇平均选择性大于等于99.69%。每公斤催化剂每小时可生产309克脂肪醇,精制后脂肪醇纯度大于等于99.93%,所有质量指标均优于国家标准优级品指标。

目前,该技术已完成从实验室研究、模拟到百吨级中试的全链条验证,技术成熟度(TRL)达7级以上,具备产业化推广的基础。研发团队已着手布局万吨级工业示范项目,并计划将技术拓展至更高端链产品。

# 厦大团队攻克双电层电容储能瓶颈

本报讯 近日,厦门大学材料学院彭栋梁、魏焱龙团队在双电层电容储能领域研究获进展。该团队发明的混合钠离子电容器,较当前商用超级电容器提升4倍,且具有70秒超快充、30000圈稳定循环的优异性能,为规模化电网储能、AI计算中心等高功率需求场景提供突破性解决方案。相关成果发表于《自然·通讯》。

当前,商业化超级电容器较低的能量密度,难以满足规模化电网储能等高功率输出有严格要求的应用场景需求。其能量密度不足主要受制于两个原因:一是超级电容器依靠电极表面的双电层机制储能,电荷容量有限;二是为避免电解液分解形成固体电解质界面膜造成的双电层吸附失效,其工作电压窗口较窄。

面对这一挑战,研发团队发现,在钠基醚类电解液中,多孔碳负极即便在远低于传统碳酸酯电解液分解电压的条件下工作,形成的电解质界面膜也能让溶剂化的钠离子一起进入微小的孔隙道内进行双电层吸附。并且在不断扩展的工作电压窗口下,电势驱动着溶剂化钠离子中的溶剂分子逐步脱落,平均溶剂化数从2.1降至0.6,从而让溶剂化钠离子更贴近碳材料表面,大幅提升了储能容量。相比市场上已有的锂离子电池,团队组装的混合钠离子电容器不需要复杂的预处理步骤,工艺更简单、成本更低,适合需要快速充放电、长寿命的储能场景。(罗阿华)

## 商桥

周一、二、三、五发布。 联系电话:(010)82037870/7679  
广告内容每字5元,标题每字8元。 传真电话:(010)82032933

上海迅昌化工装备技术研究所  
上海缘昌医药化工装备有限公司

主要从事高效反应过滤洗涤干燥多功能机、高效连续反应器、高效连续过滤器、高效分批或连续干燥机、高效混合机、高效蒸发器、高效连续结晶机和耐腐蚀非标设备等八大系列高新技术产品的研发生产,为用户工程难题提供满意的解决方案。

电话:13501706192 13818540896 18521082071 021-62731265  
邮箱:xc@sxricet.com 网址:www.sxricet.com

# 2025中国石化联科技奖展示⑤

近日,湖北弘亿智能装备有限责任公司张吉华技能大师工作室在当阳正式揭牌成立。该工作室将重点围绕行业痛点难点开展技术攻关与工艺革新,通过传帮带机制推动技术迭代,为行业培养高水平技能人才。

图为揭牌仪式现场。(姜小毛 摄)

# 中石化碳科公司参编国标发布

本报讯 近日,由生态环境部指导、全国碳排放管理标准化技术委员会归口管理、中石化碳科公司参与编制的国家标准《工业企业温室气体排放数据质量管理技术规范》正式发布,将于2026年7月1日起实施,填补了我国工业企业温室气体排放数据质量管理领域国家标准的空白。

长期以来,工业企业在排放源数据获取、质量控制、证据留存与可追溯复核等方面存在难点。新的国家标准建立了覆盖排放源数据获取、数据质量管理方案制定及持续改进的全流程体系,为工业企业规范开展温室气体排放数据监测、收集、核算、报告全流程管理,提供了统一、科学的技术遵循。中石化碳科公司与行业各方紧密合作,推动形成可执行、可核查的温室气体排放数据质量管理体系,助力提升工业企业碳排放数据规范化管理水平。(石探珂)

# 小技改为干燥系统“延寿”

近日,延安石油化工厂突破混合脱氢装置反应产物干燥系统技术瓶颈,通过多维度优化路径提升反应产物干燥剂性能,实现核心工艺系统全面升级,为装置长周期稳定运行提供保障。

作为保障混合脱氢装置平稳运行的关键环节,反应产物干燥器承担着脱除反应产物中硫化氢、芳烃溶剂及水的核心功能。2024年,该装置运行多次出现反应产物干燥剂吸附性能下降的情况,导致出口硫化氢含量一度升高,对后续系统运行造成影响。

面对这一挑战,技术团队从多个维度展开系统优化,在技术参数方面,团队通过不断摸索调整芳烃溶剂馏程参数,将芳烃溶剂馏程控制在220℃~385℃的区



近日,湖南石化将 聚焦创新赋能,以更高标准抓好科研攻关成果转化,列为今年6项重点工作之一,聚焦装置运行、节能降耗、环保达标等紧迫问题开展技术攻关,提升装置核心竞争力。

图为2月25日,湖南石化员工讨论环氧树脂新产品开发和固体环氧树脂产品质量优化改进事项。(彭展 摄)

# 亚东新能源硫酸乙烯酯技改项目投料

本报讯(记者 徐岩)近日,河北亚东新能源材料有限公司年产1500吨硫酸乙烯酯扩产技改项目正式投料试生产,首批硫酸乙烯酯顺利产出,产品各项指标均符合标准。

此次技改历时50天,亚东新能源团队克服多重困难,最终实现高效、高质量投产。项目采用全新催化体系,大幅提升催化效率与转化率,同时在环保方面实现显著突破,有效降低三废排放量。项目在成本控制、环保工艺与生产可靠性方面实现全面优化,将为二期项目提供扎实的技术与运营支持。

亚东新能源位于河北省衡水市冀州区西王镇化工园区集中区,专注于锂电池电解液添加剂的研发、生产与销售。该公司计划于2026年内启动二期扩产项目,将年产能提升到6000~7000吨,并进一步优化催化和后处理工艺,把握新能源汽车与储能行业的发展机遇,提升整体产能与市场竞争力。

硫酸乙烯酯在化工能源和实验室试剂领域有着广泛应用,在锂离子电池领域可作为电解液的添加剂,对提升电池性能有关键作用。

### 实用技术

科技成果从实验室走向产业化,中试是必经之路,却常因投入高、风险大、配套难而成为“断链”环节。在河北唐山,一座全新的示范基地——开滦化工新材料中试及产业化示范基地(以下简称开滦中试基地)正致力于破解这一行业共性难题。该基地采用 企业主导投资、独立法人运营、政府发展扶持 的创新模式,旨在打造一个集基础研究、分析测试、工艺设计、中试熟化、产业化示范、高科技企业孵化于一体的开放式“四链融合”平台。目前,该平台已成功入选河北省唯一的省级工业类科技成果转化中试示范平台,并纳入京津冀概念验证和中试平台名录。近日,记者走进该基地,探访其助力化工新材料产业创新转化的新路径。

### 攻坚:与科研团队共啃“硬骨头”

开滦中试基地的价值,远不止提供场地和设备。它更是一个深度参与的“攻坚者”,将与入驻的科研团队一同面对从实验室到产业化的艰难跃迁。开滦股份立足京津冀煤化工循环经济园区雄厚产业基础以及煤化工研发中心科技创新平台,大力推动新材料产业“一基四链”创

# 四链融合破壁垒 中试基地育新机

## 开滦中试基地赋能化工新材料产业纪实

□ 本报记者 白宇波 实习记者 孙云娇 通讯员 王坤峰

使流速相比之前提高了64倍,彻底解决了催化剂与物料的均匀混合难题。

### 赋能:构建“一基四链”的创新生态

开滦中试基地作为“一基四链”的核心支撑平台,从硬件配套、合作模式、技术协同、人才支撑等方面为园区四条核心产业链提供全周期、全要素保障,真正实现创新成果与产业需求无缝对接、中试熟化与规模生产高效衔接。

在硬件上,该基地已建成完备的研发、中试厂房和公用工程设施,水、电等11类介质供应参数清晰,让科研团队能够拎包入驻,专注研发本身。在软件服务上,基地提供了覆盖技术、场地、手续、融资、后勤的全生命周期服务。其合作模式灵活

多样,提供股权投资、先投后股、技术服务等多种选项,适配不同团队的需求,显著降低了成果转化的门槛与风险。

强大的资源网络是基地的核心竞争力。在科研创新上,开滦中试基地与北京大学共建联合实验室,设立澳门科技大学成果转化基地,并与多所高校深度合作,汇聚顶尖外脑。在资金支持上,该平台构建了“产业投资基金+专项投资基金”的组合,精准覆盖从早期研发到产业扩张的全阶段资金需求。在人才培养上,一支以硕博为主的年轻化运营团队提供专业支撑,并通过柔性引进、共建人才基地等方式,构建了开放的人才池。

### 成效:瞄准国家战略孵化未来产业

目前,开滦中试基地已吸引

了14个中试及产业化示范项目入驻,孵化出2家科技型公司,承担了多项省级重大科技专项。这些项目无一不紧扣国家战略与产业短板,如布局从关键单体到PEN的全产业链中试,并推进聚磷腈特种材料的国产化。为补链强链,该平台联合顶尖科研机构攻关己二腈低成本合成新路线,并首创了从高端聚甲基醚到高强纤维、再到功能性纺织品的完整新产业链。

展望十五五,开滦股份煤化工产业将推动传统产业向产品高质量、过程绿色低碳、整体效率提升方向转型,培育壮大新材料、新能源等新兴产业。开滦中试基地将持续以“一基四链”为抓手,立足河北、服务京津冀、打造国内一流化工新材料中试基地,成为化工新材料关键技术策源地、高科技企业孵化地、产业技术创新人才凤栖地。