



海西电池行业资讯

福建省新型电池产业技术创新战略联盟会刊



2024年第4期（总58期）2024年12月30日编发



本刊通讯地址：

厦门市翔安区火炬高新区育成中心W1007室

电话：0592-2186337；传真：0592-2185753

邮编：361115；Email:2732226485@qq.com

网址：www.fjbattery.org.cn

关于本刊

《海西电池行业资讯》为“福建省电池技术协会/福建省新型电池产业技术创新战略联盟”创办的电子期刊。本刊为内部交流刊物，宗旨是为广大业内人士提供一个交流平台。诚挚希望各位读者不吝赐稿，您的宝贵意见将是我们办好本刊的动力和基石，您的关注和支持正是这本刊物存在的价值。

——《海西电池行业资讯》编辑部

本刊支持单位：



福建省创新战略研究计划项目（2024R0002）资助
《海西电池行业资讯》2024年第四期（总第58期）

目 录

【行业资讯】	1
工信部发布 2024 版新能源汽车废旧动力电池综合利用行业规范条件.....	1
三部门联合印发《电动自行车用锂离子电池健康评估工作指引》	2
全国首个锂电产业项目评价政策出炉.....	2
适用储能型锂离子电池！国标《锂离子电池编码规则》公示.....	3
全国首个百兆瓦级飞轮储能+磷酸铁锂混合储能调频项目在山西并网	3
纯锂 50Ah 全固态电池在河南兰考量产下线.....	4
华北油田首座固态电池储能电站成功并网投运.....	4
全球首条 GWh 固态电池即将在安徽芜湖投产	5
中国-东盟充电网络国际合作高端研讨会成功举办	6
45MW/90MWh！Dispatch 公司开建荷兰最大电池储能项目.....	8
60MW/80MWh！马来西亚首个大规模电化学储能项目顺利并网运行.....	9
【企业动态】	11
比亚迪与台铃达成锂电池战略合作.....	11
江西广昌：一日产 100 万支锂电电子电池项目开工.....	11
合肥众禾动力年产 5GWh 钠锂电池建设项目签约	12
内蒙古建亨奥能科技有限公司研制的新款钠盐电池通过安全测试.....	12
南网首个配电网分布式钠离子电池储能示范工程在南宁投运.....	13
12GWh 新型固态钠离子电池制造项目落户辽宁朝阳.....	14
瑞浦兰钧固态电池项目入围浙江省“尖兵领雁+X”科技计划公示 半固态电池已装车测试.....	14
奔驰全固态电池实现 40Ah 容量.....	15
新源智储首个混合固液电池储能项目在新疆吐鲁番托克逊安装完成.....	16
新华水电新疆米东全钒液流+磷酸铁锂独立储能项目完成备案	17
青海：海西公司大柴旦项目储能首批电池仓安装完成.....	17
纬景储能内蒙古“超 G 工厂”加速建设，打造国内最大液流电池生产基地..	18
开封时代全钒液流电池“超能充电宝”综合运行效率突破 70%.....	19
【科技进展】	21
清华大学：设计富锂锰基正极材料的体相/表界面结构，助力提高全固态锂电池能量密度.....	21

清华大学在人工智能模型预测电池电解液性质领域取得重要进展.....	23
中科海能申请钠离子电池的性能确定专利，提高了钠离子电池的性能确定的准确度.....	26
国家能源集团自研全钒液流电池电堆通过权威检测.....	26
广西大学先进储能材料与器件团队在低温锂电池研究领域取得重要进展...27	
北理工《Science》子刊：在观测固态电池枝晶生长方面取得进展！.....	29
海南大学：木质素磺酸钠粘结剂可提高锌碘电池寿命.....	30
美国研究人员采用石墨烯纳米复合材料干涂层 改善锂离子电池.....	31
澳大利亚莫纳什大学：超快充锂硫电池续航上千公里.....	33
英国推出世界首款核动力钻石电池.....	34

【八闽大地】36

第九届全国固态电池研讨会在厦门隆重召开.....	36
第十八届动力锂电池技术及产业发展国际论坛在福建宁德举办.....	45
45 个超千亿项目签约落地宁德世界储能大会！.....	46
2024 电动中国（福建）新能源及充电高质量产业发展论坛顺利举行.....	47
前 11 月福建省锂电池出口超 1077 亿元 连续 17 个月居全国首位.....	49
福建汽车出口值创历史新高：新能源车助推外贸繁荣.....	50
福建中碳锂电池负极包覆材料项目迎新进展.....	50
福建漳州新数能固态电池产业园项目开工.....	51
福建厦门供电公司投用“源网荷储”一体智慧停车楼.....	52
福建湖阳 2 万吨电池回收项目签约.....	52
福建三明：充电桩“乡乡全覆盖” 为群众绿色出行“续航”“加油”.....	52
福建泉州年产 6 万吨碳酸锂签约.....	53
宁德市加快推动“电动宁德”建设.....	54
三明举办石墨和石墨烯产业招商.....	55
福州马尾：税惠赋能新能源储能企业“加速快跑”.....	55
5 万吨锂电回收项目在福建连江签约.....	56
昇兴股份已投建新能源电池精密结构件项目.....	57
协鑫储能全球总部公司正式落户厦门翔安.....	58
布局电池循环利用！华能新能源企业落户厦门.....	59

【会员风采】61

厦钨新能与法国 Orano 合资成立 Neomat.....	61
储能三大创新产品全球首发 海辰储能打开“能源自由·新世界”.....	65

锂电池铁路运输“零的突破”！宁德时代拿到国铁首张“火车票”	69
宁德时代与 Stellantis 集团合资建厂 总投资高达 41 亿欧元.....	70
「宁」聚红旗实力，共推换电新生态.....	71
宁德时代巧克力换电携手优信打造换电二手车交易体系.....	71
宁德时代发布天行系列电池，开启纯电重型商用车全场景时代.....	72
星云智慧与中国石化再发力，厦门文屏路光储充检超级充电站投用.....	74
星云智慧六座超充站获评中国充电联盟首批星级充电场站.....	75
星云船用集中式超级充电系统海装会首秀 成功签约电动船舶岸电配套项目	77
“电动厦门”按下加速键 星云智慧厦门滨海西大道光储充检超级充电站投 用.....	79
星云股份拟募资 6.37 亿元用于储能系统及电池关键部件制造和检测中心项 目等.....	81
紫金锂元 2.5 万吨碳酸锂项目落地福建.....	81
福建师范大学：在水系锌离子电池领域取得新进展.....	82
福建师范大学：在多功能锂硫隔膜研究中取得重要进展.....	83
福建师范大学：钠金属电池领域取得重要进展.....	84
福建师范大学：在宽 pH 水系锌金属电池研究领域取得重要进展.....	86
厦门大学：高比能富锂正极材料的实用化结构研究.....	87
厦门大学：钠离子电池正极材料结构演变机理分析.....	88
厦门大学：锂金属负极人工界面工程新策略.....	89
厦门大学：双功能铜铜合金界面层助力 Ah 级锌金属软包电池.....	91
厦门大学：高比容量单晶富锂锰基正极-硫化物全固态锂电池研究中取得新 进展.....	92
厦门大学：高面容量全固态锂硫电池研究进展.....	93
会员单位：厦门新瓷材料科技有限公司.....	95
【专家论点】	97
秦淑文：固态电池切莫忽视长寿命卖点	97
【技术之窗】	100
固态电池：力学的关键作用.....	100
《海西电池行业资讯》编委会	113

【行业资讯】

工信部发布 2024 版新能源汽车废旧动力电池综合利用行业规范条件

为进一步加强新能源汽车废旧动力电池综合利用行业管理，引导行业健康发展，工业和信息化部对《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件（2019 年本）》（以下简称《规范条件》）进行修订，形成《规范条件（2024 年本）》，于 2024 年 12 月 16 日发布（中华人民共和国工业和信息化部公告 2024 年第 42 号）。

2009 年我国开始试点应用新能源汽车，2014 年开始大规模推广。“十三五”以来，随着早期新能源汽车寿命到期，动力电池开始进入规模化退役阶段。动力电池蕴含锂、钴、镍等金属材料，退役后仍具有较高利用价值。发展废旧动力电池综合利用行业，对于实现废旧动力电池资源的高值循环利用，支撑我国新能源汽车产业高质量发展，具有重要意义。为引导废旧动力电池综合利用行业技术进步和规范发展，工业和信息化部自 2016 年开始遴选培育骨干企业，截至 2023 年底已累计公告 148 家符合规范条件的企业名单，在引导产业创新升级、保障产业链供应链安全和稳定等方面发挥了积极作用。

近年来，随着新能源汽车废旧动力电池综合利用产业的快速发展，行业技术水平提升，技术指标提高，旧版《规范条件》对行业高质量发展的引导作用有所减弱。为引导企业有序投资、有序发展，防止低水平盲目重复建设，工业和信息化部对《规范条件》进行了修订。

《规范条件》重点聚焦四方面内容：**一是优化技术指标体系。**将冶炼过程锂回收率的技术指标由不低于 85%提高至不低于 90%，新增破碎分离后的电极粉料回收率不低于 98%、杂质铝含量低于 1.5%等技术指标，引导企业强化技术创新，提升工艺水平。**二是更新完善标准规范。**增补《车用动力电池回收利用 拆解规范》《汽车动力蓄电池编码规则》等新能源汽车废旧动力电池拆解、编码标准，根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》更新有关要求。**三是新增电动自行车锂离子电池相关要求。**明确梯次利用电池不得用于电动自行车、再生利用企业应当兼顾处理电动自行车废锂离子电池等要求，助力完善电动自行车锂离子电池回收利用体系。**四是强化产品质量管理和企业选址等要求。**《规范条件》提出企业应建立产品可追溯、责任可追究的质量保障机制，增加再生利用产

品强制性标准要求，进一步提升综合利用产品质量。明确新建综合利用企业应按要求进入产业园区，引导企业合理布局，推动产业集聚发展。

下一步，工业和信息化部将做好《规范条件》宣贯实施工作，组织企业积极申报，营造行业发展良好氛围，遴选培育一批水平高、行业带动作用显著的标杆企业。加强动态监管，强化事中事后管理，健全动力电池回收利用体系，助力新能源汽车产业高质量发展。

（消息源：2024-12-24 工信微报）

三部门联合印发《电动自行车用锂离子电池健康评估工作指引》

12月12日，为准确识别存量电动自行车用锂离子电池导致的安全隐患，减少电动自行车火灾事故的发生，国家工信部、国家市场监督管理总局、以及国家消防救援局联合印发《电动自行车用锂离子电池健康评估工作指引》。文件指出：外观有明显破损、无标签标识、超过48V电压或使用梯次利用的锂离子电池，都存在健康隐患，建议报废。

（消息源：2024-12-17 工信部）

全国首个锂电产业项目评价政策出炉

12月4日，四川省经济和信息化厅等9部门联合印发《开展锂电产业项目评价促进高质量发展的实施方案（试行）》（以下简称《实施方案》），该《实施方案》是全国首个针对锂电产业项目评价的专项政策方案，旨在有效应对锂电产业结构性、周期性产能过剩风险，统筹发展和安全，首创开展锂电产业项目评价，优化区域产业布局，提升产业能级，积极服务国家新能源新材料产业链供应链安全，推动实现大国“能源自由”，打造“四川智造”支撑中国制造的产业名片。

本评价涵盖全省锂电产业中锂资源开发、基础锂盐、正极材料、负极材料、电解液（含电解质）、隔膜、锂离子电池、废旧电池梯级开发及综合回收利用等上、中、下游产业环节项目。

（消息源：2024-12-09 四川省经济和信息化厅）

适用储能型锂离子电池！国标《锂离子电池编码规则》 公示

近日，中国电子工业标准化技术协会根据工信部下达的标准制修订计划，对电子行业《锂离子电池编码规则》推荐性国家标准报批公示，公示截止日期为 2024 年 12 月 11 日。

该标准由中华人民共和国工业和信息化部提出，归口于中国电子技术标准化研究院，由比亚迪、宁德时代、亿纬锂能、海博思创等 18 家单位共同起草，规定了锂离子单体电池、锂离子电池模块、锂离子电池包、锂离子电池簇与锂离子电池系统（以下统称为锂离子电池）的编码规则，包括编码对象、编码结构组成、编码结构表示方法、编码标识等。适用于消费型锂离子电池、大动力型锂离子电池（汽车用动力型锂离子电池除外）、小动力型锂离子电池、储能型锂离子电池的编码。

（消息源：2024-12-12 新京报）

全国首个百兆瓦级飞轮储能+磷酸铁锂混合储能调频 项目在山西并网

近期，由中建二局承建的全国首个百兆瓦级混合储能调频项目——永济市国云微控 100MW 独立混合储能项目外接线路全线贯通正式进入并网试运行阶段。

项目位于山西省运城市永济市，采用飞轮储能技术与磷酸铁锂电池相结合的建设模式，此次成功并网为混合储能发展与山西省能源结构转型提供了有力的技术和实例支撑。

由于储能应用场景的不断拓展依靠单一储能技术已无法满足电力系统对储能的需求，该项目创新利用两种储能技术共同完成电力系统一次调频服务。

项目共包括 25 个飞轮储能单元和 15 个磷酸铁锂电池储能单元，总容量 100MW 变电站配置 220kV 油浸式变压器 SVG 无功补偿装置，GIS 气体绝缘设备 220kV 外送线路绵延 18.47 公里，可以有效提升区域电力系统的稳定性、可靠性。未来，将参与电网一次调频服务稳定电网频率波动，为山西南部电网平稳运行提供积极保障。

项目充分利用磷酸铁锂电池“容量大”和飞轮储能“寿命长”的技术优势实现

了物理机械能与电化学储能相结合的独立调频功能

其中，飞轮储能技术充放电循环可超百万次，响应时间小于 100ms，能极快参与电网一次调频，适用于电网系统高频分量波动，其短时频率与稳态特性有明显优势，具备平滑输出能力，且无频率二次跌落风险，而依靠飞轮储能循环寿命长、可频繁快速充放电的特性，还能有效降低锂电池频繁启动的次数同步延长了锂电池的使用年限。

（消息源：2024-10-21 中国建筑第二工程局有限公司）

纯锂 50Ah 全固态电池在河南兰考量产下线

近日，北京纯锂新能源科技公司（以下简称纯锂新能源）在河南省兰考县国电投新能源产业园举行全固态电池产品量产下线仪式，宣告纯锂 50Ah 全固态电池已研发完成并在河南兰考量产下线。

此次量产下线的全固态电池产品，是纯锂新能源团队经过长期技术积累和不断创新的结果。团队通过有机无机融合固态电解质、界面兼容技术、固态电芯工艺突破等核心技术，成功解决固态电解质规模化制备、固态电解质与电极界面接触稳定性等技术难题，实现全固态电池的量产。

纯锂新能源在兰考县建设的量产线配备了先进的无尘固态锂电池中试生产车间和研发实验室，拥有多台用于固态锂电池和电池器件性能研究的国际一流设备，目前已突破和掌握从 5-50Ah 级固态电池的制成工艺，年产能达到 200MWh，满产后每天可生产上千支电池，为新能源市场注入了新的活力。

纯锂新能源董事长杨帆表示，纯锂新能源将从储能和低速动力场景开始，持续加大创新力度，推动固态电池技术的进步，以适应市场需求的增长，让客户用上安全的锂电池。

目前，该公司已与多家央企、国企及头部两轮电动车企业建立了紧密的合作关系，共同推动全固态电池技术的商业化应用。

（消息源：2024-10-21 新华社客户端）

华北油田首座固态电池储能电站成功并网投运

12 月 4 日，华北油田首座 100 千瓦/124 千瓦时固态电池储能电站在采油三厂王三站成功并网投运，这是中国石油首座独立固态电池储能电站，标志着华北

油田在清洁能源领域又迈出了坚实的一步。

油气工艺研究院新能源研究所在该项目前期进行了深入调研论证，历经数轮评估研讨，最终选定聚合物电解质固态电池储能技术，形成自主设计配套产品。依据华北油田新型电力系统规划，采油三厂精心组织该项目现场实施。该产品能量密度可达 280 瓦时/千克，储能电芯通过穿刺、枪击测试不爆炸不燃烧，可在零下 40 摄氏度极端环境下正常运行。从整体设计来看，该电站采用预制舱户外布置形式，由 1 个电池舱和 1 个升压一体舱构成，设计循环使用次数 6000 以上，使用寿命可达 10 年以上。

目前，王三站各类用能设备共计 11 台套，下辖油井 5 座、水井 2 口，年耗电量约 96 万千瓦时，站内已建光伏安装容量 479.6 千瓦，年发电量约 57 万千瓦时。固态电池储能电站投运后，采用绿电充放和油田电网峰谷套利两种运行模式，储能电池能量转化效率超过 90%，单月预计可向站内油井供电 6000 余千瓦时。

项目正常运行后，油气工艺研究院将对储能电站的调峰能力、电能质量转换效率、源网荷储协同调度及项目经济收益等关键指标进行跟踪评价分析，为华北油田清洁能源高地建设提供助力，对构建新型电力系统和新型能源体系具有深远意义。

下一步，华北油田将持续打造集风电、光伏、储能等为一体的新能源全业态专业技术系列，利用不同业态渗透至发电侧、电网侧、用户侧，真正形成“源网荷储”一体化新型电力系统与油田非稳态开发协同融合的绿色供能新模式，为集团公司清洁能源利开发用贡献力量。

（消息源：2024-12-12 华北油田时空微信公众号）

全球首条 GWh 固态电池即将在安徽芜湖投产

11 月 18 日上午，随着多个集装箱卡车组成的车队缓缓驶入厂区，安徽安瓦新能源科技有限公司迎来全球首条 GWh 新型固态电池产线最后一套关键工序生产装备，标志着企业新型固态电池项目全面冲刺量产。

固态电池是一种颠覆性的电池技术。与传统液态锂离子电池相比，固态电池采用含锂固态电解质作为离子传导物质，取代以往锂电池的电解液，大大提升锂电池的能量密度和安全性。

安瓦科技和经开区共同建设的新型固态电池产业园项目，一期占地约 150 亩，

规划 5GWh 固态新一代电池研发中心和高集成自动化生产线，并建设研发中试车间、电芯制造车间、电池化成车间、研发检测楼等，总投资约 18 亿元。截至目前，一期项目首条 1.25GWh 产线，包括粉体设备、浆料设备、电芯组装设备、化成和老化设备等已全部进场并安装完成，相关配套水电设施、冷冻机组、空压机组、除湿系统、制氮系统等已全部安装完成。

安瓦科技第一代固态电池技术产品预计将于 2025 年一季度实现量产，能量密度比超过 280Wh/kg。预计 2025 年推出的第二代固态电池技术产品能量密度比超过 400Wh/kg，2027 年推出能量密度比超过 500Wh/kg 的第三代固态电池技术产品。

据了解，首台（套）重大装备是衡量企业核心竞争力、体现制造业高质量发展水平的重要标志。在项目建设过程中，安瓦科技持续创新，承担了安徽省首批“揭榜挂帅”项目——基于新能源汽车的高安全半固态电池关键技术研究及产业化项目，并于 2023 年完成了全球首台套固态电池用复合集流体高速复合装备的开发、安装及调试，此次全球首条 GWh 新型固态电池产线最后一套关键工序生产装备设备的成功开发，不仅标志着安瓦科技在固态电池新工艺、新装备开发进程中再次迈出坚实一步，也填补了芜湖市固态电池领域的空白。

（消息源：2024-11-24 芜湖市人民政府发布）

中国-东盟充电网络国际合作高端研讨会成功举办

12 月 18 日，中国-东盟充电网络国际合作高端研讨会在马来西亚国际贸易展览中心（MITEC）举办，此次会议以“促进充电网络互联互通，加速东盟绿色出行”为主题，探讨中国与东盟在充电领域合作的潜力及路径，期望建立充电行业国际对话机制，共谋新能源汽车高质量和可持续发展，加速引导全球绿色交通升级。会议由中国电动汽车百人会与华为数字能源共同主办。



会议期间，中国电动汽车百人会常务副秘书长刘小诗做欢迎致辞。马来西亚绿色科技公司首席执行官 Ts. Shamsul Bahar bin Mohd Nor、汽标委电动车辆分标委秘书长刘桂彬、世界银行交通电动化专家 Victor Frebault、奇瑞汽车股份有限公司马来西亚国家总监陈刚、比亚迪汽车工程研究院主任高压系统工程师李超、华为技术有限公司智能充电全球业务副总裁彭鹏分别围绕“中国-东盟充电网络国际合作路径”主题展开演讲。专家们深入交流了东盟地区新能源汽车及充电产业的国家战略蓝图与当前市场状况，并就中国与东盟之间如何有效推进充电网络领域的国际合作提出了具体的方向性建议。专家们表示，充电基础设施领域的国际合作对于推动交通电动化转型至关重要，能够为东盟国家新能源汽车产业的蓬勃发展提供有力支撑。

专题讨论一由马来西亚车业总会会长拿督许综文、GIZ 气候变化与能源政策顾问 Jericho Jan Andres、马来西亚云升绿色科技公司首席公共事务官 Huzaimi Nor Omar、Gentari 马来西亚和新加坡绿色出行主管 Izuan Hafiz、TNB 电子电动汽车管理办公室项目负责人 Datin Nurul Hayati Annual 发言。嘉宾围绕“东盟充电基础设施市场的发展现状与趋势”，针对东盟各国的充电产业政策、充电市场需求、充电行为特点、充电产品设计和充电设施建设运营要求，以及东盟与中国在充电网络领域开展国际合作的潜力等议题展开深入研讨。



专题讨论二由上汽通用五菱印尼公司副总经理王伟森、道通亚太区充电解决方案专家谢耀明、北京双杰电气股份有限公司充电桩事业部总工程师李松、京能新能源国际事业总经理张慕琦、广汽能源国际业务部经理王磊发言，围绕“中国-东盟充电网络国际合作面临的机遇与挑战”主题，对东盟各国的充电市场准入要求、国际合作的商务策略，以及如何推动东盟与中国充电基础设施的深度互联互通等问题展开深入交流。

会议总结环节，中国电动汽车百人会副秘书长王贺武指出，充电网络是制约

电动汽车市场化的瓶颈，中国已探索出可行的解决方案，其成功经验可供东盟借鉴，中国与东盟在充电网络方面合作前景广阔。

（消息源：2024-12-25 电动汽车百人会）

45MW/90MWh！Dispatch 公司开建荷兰最大电池储能项目

据外媒报道，日前，储能系统开发商 Dispatch 公司在荷兰开工建设一个 45MW/90MWh 电池储能系统，而麦格理集团是该项目投资者之一。



Dispatch 公司通过 LinkedIn 宣布开工建设几天之后，DNV 公司对 Dispatch 公司完成该项目融资表示祝贺，并发布了占地 6000 平方米的项目现场照片以及合作伙伴在开工仪式上的合影。

这些合作伙伴包括电池储能系统提供商和集成商 Fluence 公司以及负责工程、采购和施工（EPC）的 Equans Energy & Infra 公司，该公司将提供包括土建工程和电网连接在内的服务。

2022 年，法国建筑商 Bouygues 公司收购从 ENGIE 公司手中收购了 Equans Energy & Infra 公司。DNV 公司在尽职调查阶段担任 Dispatch 公司技术顾问，并担任贷款方的技术顾问。

这个名为 Amethyst 电池储能项目将于 2026 年初投入商业运营。荷兰公用事业厂商 Eneco 公司将根据数据分析商 EnAppSys 公司提供的市场预测进一步优化该资产的市场运营。

据行业媒体报道，Dispatch 公司和 Eneco 公司于 6 月中旬宣布计划部署该项目。Dispatch 公司的融资合作伙伴是比利时基础设施投资基金 EPICo²公司和麦格理投资公司（Macquarie Capital），而荷兰银行（ABN AMRO）是其贷款方之一。

这两家公司计划在未来 7 年内在荷兰、比利时和德国合作开发和部署高达

3GWh 电池储能项目组合。

Dispatch 公司表示，这个 45MW/90MWh 电池储能系统是与当地政府合作规划的，将采用 144 个模块化 Fluence Cube 电池储能单元构建，其场地布局能够优化空间利用率。此外“简化”了当地的许可程序，以加快开发。

荷兰将部署更多储能项目，但仍然面临土地供应和并网挑战

虽然 Amethyst 电池储能项目是荷兰迄今为止在建规模最大的储能项目，但预计在未来几年，该国将会部署更多规模较相当或更大的电池储能项目。

30MW/68MWh 的 Pollux 电池储能项目是荷兰迄今为止投运规模最大的电池储能项目，该项目由开发商兼所有者 SemperPower 公司在去年年底前上线运营。

Equans 公司正在为 ENGIE 公司开发一个 35MW/100MWh 电池储能项目，该项目也将由 Fluence 公司提供和整合电池储能系统，虽然其储能容量与 Amethyst 电池储能项目相比更高，但将与太阳能发电场配套部署。

与此同时，Lion Storage 公司和 Giga Storage 公司这两家储能开发商都表示将在今年年底前开始在荷兰部署电池储能项目，其储能项目组合装机规模都将超过 300MW/1000MWh。

今年 9 月，储能开发商 LC Energy 公司申请计划部署的 500MW/2000MWh Groningen 独立电池储能项目获批，并计划于 2026 年开工建设。

LC Energy 公司总经理 Friso Huizinga 表示，荷兰电池储能市场已经通过电网收费改革打开了大门。

Huizinga 指出，如果没有这些改革，在荷兰部署的任何项目难以获得融资，而这些改革将电池储能项目接入电网的成本降低了约 65%。

然而，由于荷兰人口稠密、土地稀缺，以及项目不能在农业用地部署的法律限制，因此部署大规模电池储能项目仍然充满挑战。在荷兰，电池储能系统接到输电系统的许多变电站通常位于农村地区。

（消息源：2024-12-18 中国储能网）

60MW/80MWh！马来西亚首个大规模电化学储能项目顺利并网运行

当地时间 12 月 23 日，中国能建江苏院 EPC 总承包的马来西亚首个大规模电化学储能项目赛京卡特 60MW 项目顺利并网运行，标志着中马绿色能源合作

的又一重要成果落地。

项目坐落于砂拉越首府古晋的赛京卡特燃煤电站内，建设容量为**60MW/80MWh**。项目采用预制舱式风冷磷酸铁锂电池储能系统，高稳定性、长寿命和出色的热管理性能特别适应马来西亚高温高湿的气候条件。整个系统配置了 22 个电池舱和 11 台 PCS（电力转换系统）进行组网，简化了控制逻辑，还显著提升了运维效率。同时项目配备了先进的电池储能技术和智能管理系统，智能化水平极高，有效支持可再生能源的接入和优化利用。威腾电气此次提供了全部直流侧电池舱和后期运维服务。

项目建成投运后，让传统燃煤电站焕发新生机，可实现一天两次充放电，做到 100 毫秒级调频响应，具备一年可调峰 2190 兆瓦时电量，将为当地优化能源配置、加强电网可靠性提供重要支撑。

（消息源：2024-12-25 江苏省电力设计院）

【企业动态】

比亚迪与台铃达成锂电池战略合作

12 月 2 日，台铃科技股份有限公司与深圳市比亚迪锂电池有限公司在无锡签署全球战略合作协议。双方将在新能源两三轮车电池领域展开深度合作，合作研发实现车电同寿的全生命周期比亚迪电池，同时还将联合云端大数据打造“车-电-云安全系统”，以技术创新全面提升用户的骑行安全。此外，合作还聚焦电池安全性能的全面升级，共同开创电池结构安全新时代。

本次签约旨在积极应对两三轮车电池领域面临的新挑战，比亚迪将凭借其在超级电芯技术、先进的电池管理系统（BMS）以及创新的超级架构等三大核心领域的深度研发，结合全面的极限测试手段，全方位地优化两三轮车电池的性能表现与使用寿命。

除了硬件上的升级，双方还携手共同打造了云端大数据平台——“车-电-云安全系统”。该系统通过实时采集并深入分析电池运行数据，能够精准识别并提前预警潜在的安全风险，从而为用户提供更为周全与细致的出行保障。

（消息源：2024-12-05 北极星电池网）

江西广昌：一日产 100 万支锂离子电子电池项目开工

10 月 10 日，江西启程时代新能源有限公司日产 100 万支锂离子电池项目开工典礼在江西省抚州市广昌县工业园区扩区电子信息产业园内举行。

近年来，广昌县通过不断优化营商环境，加大招商引资力度，借助深圳市时代伯乐创业投资管理有限公司等平台架起“金融鹊桥”，推动资本与产业“双向奔赴”，实现“以投促引、以投促产”的招商新路径。完善产业链条，吸引了众多新能源企业纷纷落户。

截至目前，广昌县新能源新材料产业（电子信息产业）共有企业 60 家，其中规上企业 36 家，培育形成以志特新材、广德环保科技、灿辉新能源、立骅科技等企业为龙头的新能源新材料首位产业集群，主要生产锂电池、铝合金、有色金属新材料、树脂纤维材料、永磁材料、手机平板等中框加工、胶壳、变压器、电源适配器等产品。2024 年 1-8 月新能源新材料产业实现主营业务收入 33.8 亿

元，税金 5075 万元。

（消息源：2024-10-12 人民网）

合肥众禾动力年产 5GWh 钠锂电池建设项目签约

据“应县经济技术开发区”12 月 9 日消息，12 月 6 日，合肥众禾动力新能源科技有限公司与应县经济技术开发区管理委员会就“年产 5GWh 钠锂电池建设项目”举行签约仪式。

该项目占地约 130 亩，计划总投资 15 亿元。项目分两期建设：一期年产 3GWh 锂电池，建成投产后，年销售收入约 14.5 亿元，利税约 6000 万元；二期年产 2GWh 锂电池，建成投产后，年销售收入约 9.6 亿元，利税约 4000 万元。项目全部建成投产后，可实现年销售约 25 亿元，解决就业 600 余人，具有良好的经济社会效益。

据了解，合肥众禾动力新能源科技有限公司于 2018 年 7 月 30 日在安徽合肥庐江高新技术产业开发区正式成立，主要经营动力锂离子电池、数码电池、储能电池及电动车用锂离子动力电池组。

目前，合肥众禾动力新能源科技有限公司已具备 4 条锂离子电池自动生产线，年产能 1GWh 锂离子电池。在 2020 年到 2025 年公司第一个五年计划里，将在合肥庐江高新区创建集研发、设计、生产和销售为一体的电动车用电池产业集群。合肥众禾秉承高效融合、创新发展的企业文化，致力于打造新能源低速车全产业链，让锂电走进千家万户的梦想成为现实。

（消息源：2024-12-10 北极星电池网）

内蒙古建亨奥能科技有限公司研制的新款钠盐 电池通过安全测试

近日，内蒙古建亨奥能科技有限公司研制生产的钠盐电池通过了由打靶测试和燃烧测试两部分组成的安全测试，相关电池计划于 2025 年 6 月量产。

“此次安全测试在具有相应资质的专业机构开展。”内蒙古建亨奥能科技有限公司总经理朱咏民介绍说，打靶测试采用 12.7 毫米口径重机枪在 40 米距离处 2 次点射同一个钠盐电池包，燃烧测试采用外部明火烧烤钠盐电池包 30 分钟。

“打靶测试后电池包未爆炸、未起火，有少量烟雾，仍旧维持基本运行。燃烧测试后电池包未爆炸、未自燃，仅有少量烟雾。”

据了解，此次进行安全测试的钠盐电池采用固态电解质，由无机盐、无机金属组成，没有燃烧物，在遭遇强烈碰撞时虽然会因短路导致局部停止工作，但不会自燃或爆炸。

“目前钠盐电池技术路线已相对成熟。”朱咏民说，该款钠盐电池预计在 2025 年 6 月量产商用，目前处于量产前的模组测试阶段，需经过极寒（零下 50 摄氏度）、极热（50 摄氏度）、打靶、燃烧等多重极端环境考验。

内蒙古建亨奥能科技有限公司位于内蒙古鄂尔多斯市达拉特旗，是一家从事新一代能源制造与系统开发的高科技企业，致力于新型钠盐固态储能系统的开发、生产、制造、集成等业务。

（消息源：2024-10-22 新华社客户端）

南网首个配电网分布式钠离子电池储能示范 工程在南宁投运

近日，南方电网首个配电网分布式钠离子电池储能示范工程在南宁宾阳县古辣街 3 号台区建成投运。该工程将钠离子电池储能与柔性直流配电等技术组合应用到电网末端，不仅进一步增强了供电能力，还极大提升了分布式新能源消纳能力和电网承载能力。

据了解，南方电网广西电力科学研究院依托国家重点研发计划“百兆瓦时级钠离子电池储能技术”项目，精心研制出该分布式储能系统。其储能装置功率为 50 千瓦，可储存 100 千瓦时电量，满功率下可连续充/放 2 个小时，与锂电储能相比具有更好的环境适应性和更低的维护成本，能量转换效率达到 90% 以上，可通过“削峰填谷”“重过载治理”“低电压治理”“新能源接入”等策略，实现台区供需精准平衡，拓展了分布式储能在配电网的多场景应用。

南宁宾阳供电局副局长黄芳平介绍，项目建成使用后，不仅能有效解决迎峰度冬期间台区负荷难以精准预测、供电裕度不足、可调节性差等问题，还将显著提升农村配网台区分布式光伏就地消纳能力，发挥分布式电化学储能主动支撑优势。

在此之前，应对台区供电负荷增加的主要措施是升级改造配电设备、增容变

压器、分割台区负荷、使用无功补偿装置等，不但成本高昂、改造周期长，而且难以适应负荷的动态变化。与传统解决方案相比，台区钠离子储能系统则提供了更加灵活、高效的选择。

“该项目是宾阳农村能源革命试点县建设的十大示范项目之一，也是南方电网广西电网公司助推宾阳农村能源革命试点县建设的具体实践。”南宁宾阳供电局总经理陈滢介绍，南方电网广西电网公司高度重视宾阳农村能源革命试点县建设，在宾阳试点开展分布式钠离子电池储能的应用，通过钠离子电池储能与柔性直流配电技术的组合应用，进一步提升（配电）台区的承载能力。2025 年，南宁宾阳供电局将规划和推动 2 个分布式钠离子项目落地，加快打造能源电力新质生产力。

（消息源：2024-12-09 南宁日报）

12GWh 新型固态钠离子电池制造项目落户辽宁朝阳

11 月 11 日，新型固态钠离子电池制造项目在辽宁朝阳北票经济开发区正式签约。

项目由苏州艾塔新能源有限公司投资建设，计划总投资 42 亿元，面积 200 亩，分三期建设。项目建成后主要生产年产 12GWh 电芯及 12GWh 集成 PACK 智能制造产品。

公开资料显示，苏州艾塔新能源有限公司成立于 2024 年 7 月，法定代表人杨斌，注册资本 800 万元人民币，经营范围涵盖新兴能源技术研发、发电机及发电机组销售、各类电池及零配件销售、蓄电池租赁、新能源汽车相关销售以及新材料技术研发、储能技术服务等多个领域。

（消息源：2024-11-19 北极星电池网）

瑞浦兰钧固态电池项目入围浙江省“尖兵领雁

+X”科技计划公示 半固态电池已装车测试

以国家双碳战略和新质生产力为指引，锂电池产业在实现快速发展的同时，正向更安全、更高效的高质量发展之路迈进，全固态电池技术已成为产业研究焦点。

瑞浦兰钧作为牵头单位申报的“长寿命、高能量密度全固态锂电池”项目成功入围浙江省 2025 年度“尖兵领雁+X”科技计划公示名单，该项目将推动公司全固态电池研发进一步提速和深化。

自公司成立以来，瑞浦兰钧持续强化创新基因，打造问顶®电池技术，打破传统方形电池结构桎梏，全面提升能量密度、能量效率以及安全性能。

公司积极部署前瞻固态电池技术，在保持原有产品稳定生产的基础上，深耕新化学体系升级迭代和创新，引领技术发展热点，采用半固态和全固态两条技术路线来兼容不同的市场需求。

在半固态电池领域，瑞浦兰钧已相继开发半固态凝胶电解质、相关固态包覆正负极材料、固态电解质复合应用、相关封装工艺等，基于高镍和高硅碳体系研发了新一代的半固态电芯，方形电芯质量能量密度达到 300-350Wh/kg，与国内外主流车企实现合作开发和送样测试。

在全固态电池领域，瑞浦兰钧已开展系统性前期研发并取得系列成果，通过“尖兵领雁+X”科技项目的实施，瑞浦兰钧基于材料基础研究，全面提升固态电解质电导率和稳定性，围绕固态电解质开发、固-固界面稳定性、制造工艺等课题展开微观界面表征和生产可靠性研究。通过该项目，公司制作的全固态电芯能量密度预计超过 400Wh/kg 以上，产品将广泛应用于乘用车以及低空飞行器等新型应用领域。

全固态锂电池是瑞浦兰钧未来技术布局中的关键一环，瑞浦兰钧坚定且持续的前瞻布局将推动相关技术快速发展及产业落地，以新质生产力助推国家双碳战略，为全球绿色能源转型和可持续发展注入新的活力。

（消息源：2024-12-12 瑞浦兰钧能源）

奔驰全固态电池实现 40Ah 容量

12 月 12 日，Factorial 宣布其首批 Solstice™全固态电池单元成功实现 40Ah 容量，标志着全固态电池技术的规模化生产进入新阶段。这些适用于汽车的 A 型样品电池采用新型的干法正极涂层工艺制造，并展示了 9 月份宣布的能量密度。

据了解，Factorial 在 9 月份推出了与奔驰共同开发的 Solstice 电池。该电池的能量密度高达 450Wh/kg，Factorial 称这项新技术能够将电动汽车的续航里程提高多达 80%。

奔驰计划在未来几个月内开始道路测试配备固态电池的电动汽车，并预计到 2030 年实现规模化生产。这不仅将巩固其在高端电动车市场的领先地位，也将推动整个行业向更加可持续和高效的未来迈进。

公开资料显示，Factorial 是一家总部位于美国麻萨诸塞州的固态电池企业，专注于开发用于电动汽车的高能量密度固态电池。多年来，其产品 100 安培小时 (Ah) Factorial 电解质系统技术 (FEST) 固态电池的进展备受关注，目前继续与其汽车行业的合作伙伴合作，共同努力将其固态电池技术应用到更大规模的生产应用中。

(消息源：2024-12-16 北极星储能网)

新源智储首个混合固液电池储能项目在新疆吐鲁番托克逊 安装完成

12 月 13 日，新源智储位于新疆吐鲁番托克逊的 50MW/100MWh 储能项目顺利完成 23 台电池舱和 12 台升压变流一体机的全部吊装，该项目是新源智储参与的首个混合固液电池储能项目，也是新源智储与卫蓝新能源合作的首个大储项目。



该项目结合各方优势资源，基于卫蓝新能源生产的 280Ah 混合固液电池，采用新源智储 Power Cabin 液冷储能技术方案。在新源智储的技术方案优势下，可有效提升储能系统的高耐寒性及温度精确控制性，充分发挥混合固液电池能量密度高、高安全性、长寿、环保等诸多特点，有效解决当地的新能源消纳，电网调频调压等问题。

吐鲁番素有“风库”和“火洲”之称，是新疆能源发展“十四五”规划风电、

光伏发电的重点开发区域之一。随着新源智储 50MW/100MWh 储能项目的安装完成，后续将着力推进项目调试和并网工作，助力推动吐鲁番绿色能源发展。同时，也标志新源智储在混合固液电池领域实现突破，形成多元的储能技术体系，助力“均衡增长战略”落地见效，打造新型储能高质量发展模式。

（消息源：2024-12-20 新源智储）

新华水电新疆米东全钒液流+磷酸铁锂独立储能

项目完成备案

近日，新疆新华米东分公司完成新华米东 30 万 kW/120 万 kWh 独立储能项目备案工作，为项目按期开工奠定坚实基础。

新华米东 30 万 kW/120 万 kWh 独立储能项目，拟建于乌鲁木齐市米东区甘泉堡 750 千伏变电站旁，建设容量 30 万 kW/120 万 kWh 千瓦时储能设施，其中全钒液流电池和磷酸铁锂电池各占 50%，即全钒液流电池（150MW/600MWh）、磷酸铁锂电池（150MW/600MWh）。

项目建成后，将充分发挥移峰填谷和顶峰放电作用，深度参与电网侧调峰调频、电力市场现货交易，可为米东区北部沙漠千万千瓦级光伏基地及乌鲁木齐周边新能源项目提供容量租赁服务。对减少新能源弃电量，改善大规模新能源涉网性能、提升组合电源电力品质有重要作用，有助于进一步提高电网削峰填谷、一次调频、惯量支撑能力，提升电压质量和电网安全稳定水平。

（消息源：2024-10-10 市场资讯）

青海：海西公司大柴旦项目储能首批电池仓安装完成

11 月 17 日，海西公司大柴旦 100 万千瓦风光储项目储能电站完成首批次 6 个电池仓安装，标志着该项目全面进入设备安装阶段，向并网目标迈出了重要一步。

该储能项目总装机规模为 200 兆瓦/800 兆瓦时，由青海省首个 7 种形式储能实证基地和集中式磷酸铁锂电池储能 175 兆瓦/700 兆瓦时组成。装配 35 个集中储能单元、35 台变流升压一体机，每五个集中储能单元并联成一回集电线路。实证基地储能并联成一回集电线路，由 8 回 35 千伏集电线路接入 330 千伏升压

站 35 千伏母线。项目建成后，单次充电约 4 小时，可存储 80 万千瓦时电能，能够有效提升传统电力系统的灵活性、经济性和安全性，提高电网综合能效及电网尖峰负荷，加快源网荷储系统升级，提升新能源消纳能力，具有良好的经济效益、环境效益和社会效益。

吊装过程中，该公司始终坚持施工安全“零事故”、质量“零缺陷”的原则，设置专人全程监督，确保每一步操作安全到位、规范有序；针对现场操作人员进行了严格的安全培训，并制定详细的吊装作业指导书。此外，项目组灵活利用智能设备，确保吊装过程的每一个环节都在可控范围内。在多方协调、各方密切配合下，首批次电池仓安装工作顺利完成，为后续的设备安装工作积累了宝贵经验。

（消息源：2024-11-21 国家能源集团青海公司之声）

纬景储能内蒙古“超 G 工厂”加速建设，打造国内最大液流电池生产基地

在包头青山区，纬景储能内蒙古“超 G 工厂”正在火热建设中。目前一号厂房基础工程已圆满完成，预计全面投产后年产能将达 3GW，成为国内最大的液流电池生产基地。11 月 16 日，内蒙古新闻联播关注了建造中的纬景储能内蒙古“超 G 工厂”。



“超 G 工厂”将以先进的技术和智能化生产，引领液流电池生产新潮流，其产品将广泛应用于发电和电网领域，为绿色能源转型注入新动力。

作为内蒙古包头市承接产业转移的重点项目之一，纬景储能科技有限公司联合创始人、董事长葛群在接受采访时表示：“项目工程推进速度非常快，有助于我们明年能够获得更大的产能去支持快速成长的新型储能市场。”纬景储能内蒙古“超 G 工厂”的投产不仅将大幅降低锌铁液流电池项目的整体投资和运营成本

本，还将推动长时储能技术的广泛普及，引领内蒙古落地更多“新能源+储能”的绿色应用场景。

为积极响应国家全面绿色转型战略，纬景储能将助力内蒙古包头市打造成国内最大的储能应用示范基地，树立新型电力系统建设的标杆。同时，纬景储能也将推动长时储能制造业向高端化、智能化、绿色化方向发展，为实现可持续发展目标不断贡献力量。

（消息源：2024-11-23 纬景储能）

开封时代全钒液流电池“超能充电宝”综合运行 效率突破 70%

开封时代新能源科技公司，该公司位于平顶山市马棚山的 24 兆瓦/96 兆瓦时全钒液流储能电站综合运行效率突破 70%，稳居全国投运全钒液流储能电站前列。今年截至目前，该电站已实现 500 万千瓦时的错峰放电。

“未来两年电站达到满负荷运行后，预计可实现年 2400 万千瓦时的错峰放电。”开封时代副总经理崔行斌说。

在构建以新能源为主体的新型电力系统的大背景下，储能将成为新型电力系统的一个基本要素。随着新能源发电占比逐步提升，长时储能对新型电力系统的重要性日益凸显。凭借安全性高、电解液可循环利用、性价比高等诸多优势，“超能充电宝”全钒液流储能电站正逐步商业化，成为长时储能赛道上耀眼的竞技者。

该电站为 2022 年集团投资建设第一座全钒液流储能电站，于去年 3 月底并网运行。但由于没有可借鉴的管理运维经验，该电站实际运行效果不达预期。今年年初，该电站综合运行效率始终在 50% 左右徘徊。“虽然我们的技术已经处于行业领先水平，但电站综合运行效率上不去，不仅影响收益，还制约着全钒液流储能电站商业化进程。”开封时代总经理何伟峰说。

彼时，受制于项目初始投资成本、上游原材料成本和能量转换效率等因素影响，国内投资建设的全钒液流储能电站并不多，并网运行的电站更是少之又少，综合运行效率都不高。

为了解决电站综合运行效率偏低的问题，开封时代组建工作专班，在每一次充放电过程中总结经验，通过解决储液罐液位偏差等技术问题、提升电站整体运维水平等手段，保障了电池舱高效运行，最终将电站的综合运行效率提升至 70%。

按照该电站一天两充两放来计算，一年可增利 1000 万元以上。

效率提升还为全钒液流储能电站商业化进程全面提速提供了技术保障。“通过对设备和技术工艺的调整升级，我们接下来新建的全钒液流储能电站综合运行效率预计不低于 75%。”崔行斌说。

成本是制约全钒液流储能电站大规模应用和商业化发展的另一个核心问题，特别是初装成本，目前全钒液流电池仍比锂电池贵一倍以上。

据介绍，全钒液流电池成本包括电解液、电堆、电控系统三大部分，降本空间主要在电解液和电堆上。“一方面我们通过技术优化提升效率以降低电解液和电堆的降本，另一方面尝试寻找电解液租赁和电池系统投资模式来降本。”何伟峰说。

何伟峰认为，随着技术迭代，全钒液流电池储能时长会进一步增加，全钒液流储能电站单位瓦时的投资成本将分摊下降，进而全生命周期成本的经济性得以体现，商业化进程也将逐渐加快。

目前，该公司已经具备 300 兆瓦/年的全钒液流电池储能系统产能，计划 2025 年前完成 3 吉瓦/年的全钒液流电池产线建设和全产业链配套，带动周边配套形成千亿级储能产业集群。

（消息源：2024-12-19 平煤神马集团）

【科技进展】

清华大学：设计富锂锰基正极材料的体相/表界面结构， 助力提高全固态锂电池能量密度

近日，清华大学化学工程系张强教授团队发表了全固态金属锂电池富锂锰基正极材料的体相/表界面结构设计的研究结果，提出了一种原位体相/表界面结构调控策略，构建了快速稳定的 Li^+/e^- 通路，促进了富锂锰基正极材料在全固态锂电池中的实用化。

电池在现代能源领域发挥着至关重要的作用，在便携式电子设备、电动汽车和电网规模储能应用等领域取得了巨大成功。

然而，在提高电池能量密度的同时，如何确保电池的安全是关键。随着对提升电池能量密度的需求急剧增长，依赖于传统正极材料和有机电解液的传统锂离子电池技术在长期循环稳定性、宽温域、安全性等方面遇到了技术瓶颈。相较传统的锂离子电池，全固态锂电池可以突破较高的能量密度限制。由于其卓越的能量密度和安全特性，也使其成为最有前景的下一代电池技术。

尽管如此，经典正极材料目前还不能满足全固态锂电池的高能量密度和安全性要求等。富锂锰基正极材料由于其放电比容量 $\geq 250 \text{ mAh/g}$ ，能量密度 $\geq 1000 \text{ Wh/kg}$ ，Co 和 Ni 含量低，已成为一种用于全固态锂电池最具前景的正极材料。

然而，由于较低电子电导率和明显的不可逆氧化还原反应导致界面结构严重退化，使得富锂锰基正极材料在充放电过程中的动力学行为受到损害。氧逃逸现象加剧了这种界面失效行为，导致电解质氧化分解，进而破坏了富锂锰基正极材料与电解质之间的界面稳定性。

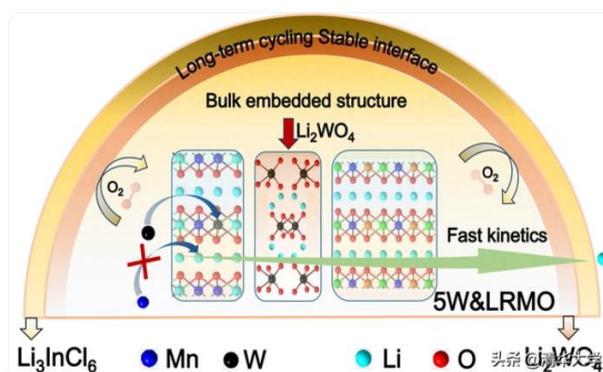


图 1. 富锂锰基正极材料体相/表界面结构设计策略改性示意图

为工作状态下的电池构建和维持稳定的 Li^+ 和 e^- 传输路径是推动全固态电池实用条件下实现长循环的前提。

研究团队通过调节体相/表界面结构创新设计，可以在正极材料/固态电解质界面处原位构建稳定快速的 Li^+/e^- 通路，促进阴离子氧的氧化还原反应活性，增强室温下全固态锂电池正极材料表面阴离子氧氧化还原反应的可逆性，从而稳定高电压固-固界面。

该研究提出一步法合成策略，优化富锂锰基正极材料体相/表界面结构，创制了具有体相嵌入结构、W 掺杂和 Li_2WO_4 表面包覆的富锂锰基正极材料（5W&LRMO）。该结构增强了富锂锰基正极材料的体相结构稳定性，改善了 Li^+/e^- 的传输动力学，显著提升过渡金属阳离子、阴离子氧的氧化还原活性，实现了阴离子氧氧化还原反应在充放电过程中的电荷补偿，从而促进了富锂锰基正极材料表面氧离子氧化还原反应的可逆性，稳定了高电压固-固界面。优化的界面确保高电压区间充放电稳定性，并在长循环周期内保持高效的 Li^+/e^- 转移动力学，从而提高了复合正极材料中活性物质的利用率。

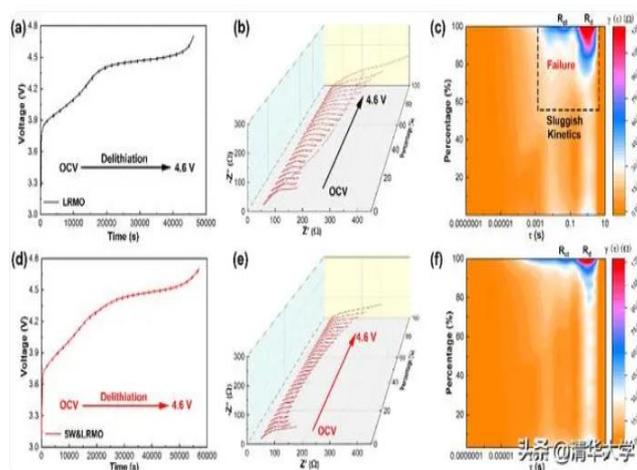


图 2. 富锂锰基正极材料在首次充放电过程中的界面 Li^+ 传输动力学演变

该研究通过原位阻抗（EIS）测试结合弛豫时间分析（DRT），揭示了富锂锰基正极与电解质界面的阻抗演变过程，提出的方法实现了可视化首次充放电及长循环过程中界面演变过程。研究深入了解改性前后富锂锰基正极材料与电解质的界面结构演变，发现改性前富锂锰基正极材料在高电压下表现出不可逆的阴离子氧氧化还原反应，进一步氧化正极与电解质界面，导致阻抗显著增加并阻碍了界面 Li^+ 的传输。相反，改性后富锂锰基正极材料表现出稳定/快速的 Li^+ 扩散动力学，尤其是在 4.6 V 的高电压下，最大限度地减少界面阻抗值变化。因此，通

过改善阴离子氧化还原反应可逆性，促进了更快、更稳定的界面 Li^+ 传输。复合正极材料达到 $\sim 3 \text{ mAh/cm}^2$ 甚至更高的面容量更容易实现工业级的应用。在 25°C 下，高面载量 5W&LRMO 正极材料在 0.2 C 倍率下的面容量约为 2.5 mAh/cm^2 ，且在 100 次循环后具有 88.1% 的容量保持率；在高倍率 1 C 时，表现出超长循环稳定性，循环 1200 次，容量保持率为 84.1%。研究为设计富锂锰基正极材料的体相/表界面结构提供了新途径，为提高全固态锂电池的能量密度提供了有效途径。

10 月 1 日，相关研究成果以“全固态锂电池富锂锰基阴极的体积/界面结构设计”（Bulk/Interfacial Structure Design of Li-Rich Mn-Based Cathodes for All-Solid-State Lithium Batteries）为题发表于《美国化学会志》（Journal of the American Chemical Society）。

清华大学化工系教授张强和助理研究员赵辰孜为论文通讯作者，清华大学“水木学者”博士后孔伟进为论文第一作者，论文共同作者包括清华大学化工系 2023 级博士生沈亮等。研究得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、北京自然科学基金、江阴-清华创新引领行动专项等的支持。

（消息源：2024-10-16 清华大学）

清华大学在人工智能模型预测电池电解液性质领域取得重要进展

随着科技的飞速发展，电池在电动汽车、智能手机和笔记本电脑等领域的应用日益广泛，成为现代社会不可或缺的能源储存设备。电池由正极、负极和电解液三部分组成，其中电解液被誉为“电池的血液”，起着绝缘电子、传导离子的关键作用。电解液的物理化学性质直接影响了电池的性能，因此，深入研究和关注电解液的性质至关重要。

然而，电解液分子的组分繁多、种类丰富，传统的试错研究范式在面对如此复杂的体系时效率低下。在过去百年间，尽管研究人员不断探索，但真正被广泛采用的电解液分子仍只有数十种。随着高能量密度电池新体系的需求日益迫切，亟需突破现有研究方法，加速新型电解液分子的发现。人工智能技术的引入为解决这一挑战提供了有效工具，能够在复杂的分子空间中进行电解液性质的高效预测，大大加速了新分子的筛选与发现，为电解液的开发开辟了新的研究途径。

针对先进电解液设计的关键物性数据匮乏的关键难题，清华大学化工系陈翔-张强课题组已经在该领域开展了一系列创新研究。团队发展了电解液还原稳定性、介电常数、黏度等多种性质模拟计算方法与机器学习预测模型，开发了电解液高通量计算软件与人工智能设计平台，构建了全球领先的电解液数据库，为高效电解液研发提供了重要基础平台。结合人工智能方法，团队揭示了锂电池电解液离子-溶剂化学理论的普遍规律，结合可解释机器学习发现了影响电解液还原稳定性的重要描述符，为先进电解液的设计开发提供了新的理论参考。团队采用机器学习方法对电解液的介电常数进行了预测，研究方法适用于各类溶液体系，为高性能电解液的理性设计和高通量开发提供了可靠指导。

对于开发宽温域电解液而言，高通量获取电解液分子的熔点、沸点和闪点等关键物性至关重要。然而，模拟相变过程通常需要耗费大量时间和计算资源，且准确捕捉体系的平衡状态存在一定难度，从而影响了预测的精度。对于闪点而说，其预测不仅需要模拟物质的蒸发过程，还需考虑其与空气形成可燃混合物的温度，复杂性极高。当前对于熔点、沸点和闪点等物性的高效预测方法尚显不足，因此亟需开发更加高效且精确的预测模型。

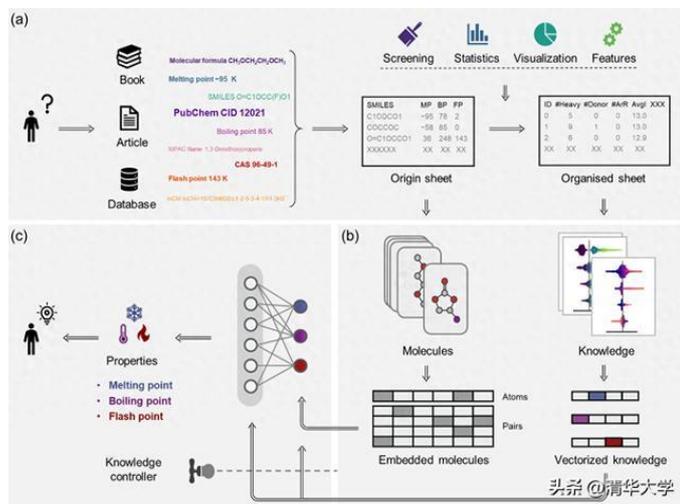


图 1. 知识和数据双驱动的二次电池电解液分子性质预测框架

为了解决这一挑战，陈翔-张强课题组开发了一种知识与数据双驱动的二次电池电解液分子性质预测框架——KPI（Knowledge-based electrolyte Property prediction Integration Framework，基于知识的电解液性质预测集成框架）。该框架不仅精确预测了电解液分子的关键性质，还深化了对分子构效关系的理解，为人工智能与领域知识的深度融合提供了新路径。

为了构建精确的化学性质预测模型，研究人员不能仅仅依赖数据驱动的方法。

现有的许多模型由于缺乏化学领域的基本直觉和常识，难以深入理解和解释分子行为背后的核心机制。虽然数据驱动的方法可以捕捉到一些规律，但在理解和解释分子构效关系时往往存在局限性。因此，KPI 框架充分利用化学知识，并将其整合到数据驱动模型中，使模型不仅在数学上精确，且在化学上合理，从而提升了预测的有效性和科学性。

KPI 框架首先收集并整理了大量电解液分子的结构和性质数据，自动整理成结构化数据集。通过可解释的机器学习算法，框架从微观角度探索了分子的构效关系，并将这些发现的知识嵌入到最终的预测模型中。KPI 框架在熔点、沸点和闪点的预测中分别实现了 10.4、4.6 和 4.8 K 的低平均绝对误差 (MAE)。此外，KPI 在 20 个测试数据集中的 18 个达到了先进的预测结果。通过分子近邻搜索和高通量筛选，团队还成功预测了 29 个潜在适用于宽温域和高安全性的电池场景下的分子，其中一些分子已被文献证实具有优异性能，为电解液分子智能设计提供重要指导。

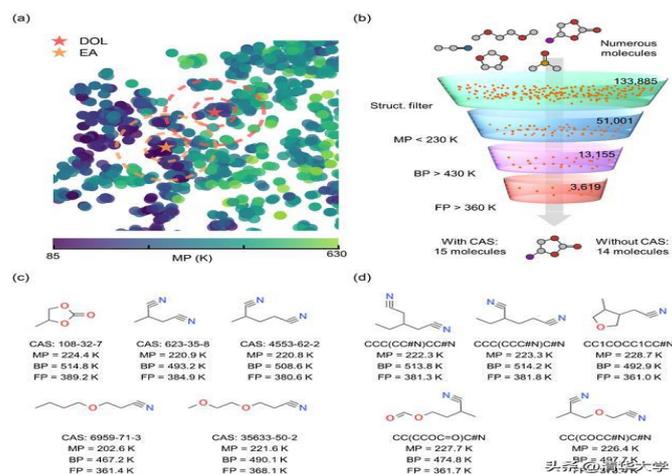


图 2. KPI 框架指导电解液分子设计

KPI 框架有效整合了数据分析、知识发现与分子性质预测，成为高通量获取电解液分子性质及其相关知识的强大工具。它为开发深度学习模型设立了新的标准，将化学知识的发现与嵌入有机结合，大大提升了人工智能方法在实际应用中的表现，为电池及其他相关领域的研发提供了有力支持。

相关研究成果以“知识与数据双驱动的二次电池电解液分子性质预测框架” (A Knowledge–Data Dual-Driven Framework for Predicting the Molecular Properties of Rechargeable Battery Electrolytes) 为题，于 10 月 11 日发表于《德国应用化学》 (Angew. Chem. Int. Ed)。

清华大学化工系副研究员陈翔为论文通讯作者，化工系 2022 级直博生高宇

辰为论文第一作者，探微书院本科生袁誉杭、交叉信息研究院本科生黄索之、化工系 2020 级直博生姚楠、2021 级直博生余乐耕、2023 级直博生陈耀鹏，化工系教授张强为论文共同作者。研究得到国家自然科学基金、国家重点研发计划和北京市自然科学基金等的资助。清华大学高性能计算中心提供了计算资源的支持。

（消息源：2024-10-30 清华大学）

中科海能申请钠离子电池的性能确定专利，提高了钠离子电池的性能确定的准确度

2024 年 11 月 14 日消息，国家知识产权局信息显示，中科海能（北京）科技有限公司申请一项名为“钠离子电池的性能确定方法、设备、存储介质及程序产品”的专利，公开号 CN 118940614 A，申请日期为 2024 年 7 月。

专利摘要显示，本申请公开了一种钠离子电池的性能确定方法、设备、存储介质及程序产品，涉及钠离子电池技术领域，公开了一种钠离子电池的性能确定方法，包括：获取在不同环境温度下钠离子电池在充放电循环中的性能数据；获取钠离子电池的电极材料和电解液的结构信息，所述结构信息包括原子信息和化学键信息；根据所述结构信息生成邻接图，所述邻接图的节点为所述原子信息，所述邻接图的连接边为所述化学键信息；根据所述邻接图中各个节点和节点之间的连接关系，确定所述钠离子电池的第一性能指标，提高了钠离子电池的性能确定的准确度。

（消息源：2024-11-15 金融界）

国家能源集团自研全钒液流电池电堆通过权威检测

12 月 1 日，由国家能源集团低碳院自主开发并成功下线的首台 42 千瓦全钒液流电池电堆收到北京鉴衡认证中心权威检测报告。报告显示，该电堆产品多项指标优于行业标准，在 42 千瓦恒功率条件下，额定能量效率可达 81.90%。

全钒液流电池因其安全性高、寿命长、功率和容量可灵活设计等特点，是大规模长时电化学储能的首选技术。随着可再生能源的大规模接入和智能电网的发展需求日益增长，全钒液流电池在大规模储能领域具有广阔的应用前景。

低碳院聚焦提升新能源消纳能力和火电灵活性、推进煤化工产业低碳化发展，

推进全钒液流电池高功率密度电堆研发从实验室组装迈进产线制造，本次研发的 42 千瓦全钒液流电池电堆采用新型组件一体化封装技术简化装配工艺，显著提升电堆的可靠性与可制造性。通过将电极框的制造工艺升级为模具注塑工艺，电堆材料成本降低 50%，并实现电流密度 $180\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ 条件下，能量效率 $\geq 80\%$ 。

据了解，围绕全钒液流电池电堆研发，低碳院已先后完成 15 千瓦、32 千瓦和 42 千瓦电堆样机的研制，形成了材料开发-结构设计-装配工艺-测试验证的全流程电堆技术，2023 年在博鳌论坛新闻中心光储直柔系统中接入 60 千瓦/240 千瓦时储能系统，实现新能源绿电就地消纳和削峰填谷等功能。近期，围绕液流电池电堆和系统的相关技术已应用于山东蓬莱电厂 2 兆瓦/8 兆瓦时全钒液流电池储能电站，为探索电力现货市场条件下复合储能电站智能调控提供支撑。

（消息源：2024-12-06 中国能源新闻网）

广西大学先进储能材料与器件团队在低温锂电池研究领域 取得重要进展

近日，广西大学资源环境与材料学院先进储能材料与器件团队在低温锂电池研究领域取得重要进展，研究成果以“Low-Temperature Lithium Metal Batteries Achieved by Synergistically Enhanced Screening Li^+ Desolvation Kinetics”为题发表在国际顶级学术期刊 *Advanced Materials* 上。该工作首次以广西大学资源环境与材料学院为第一单位在该顶级期刊发表学术论文，该项目研究得到了国家自然科学基金和广西大学科研基金等项目支持。

ADVANCED MATERIALS

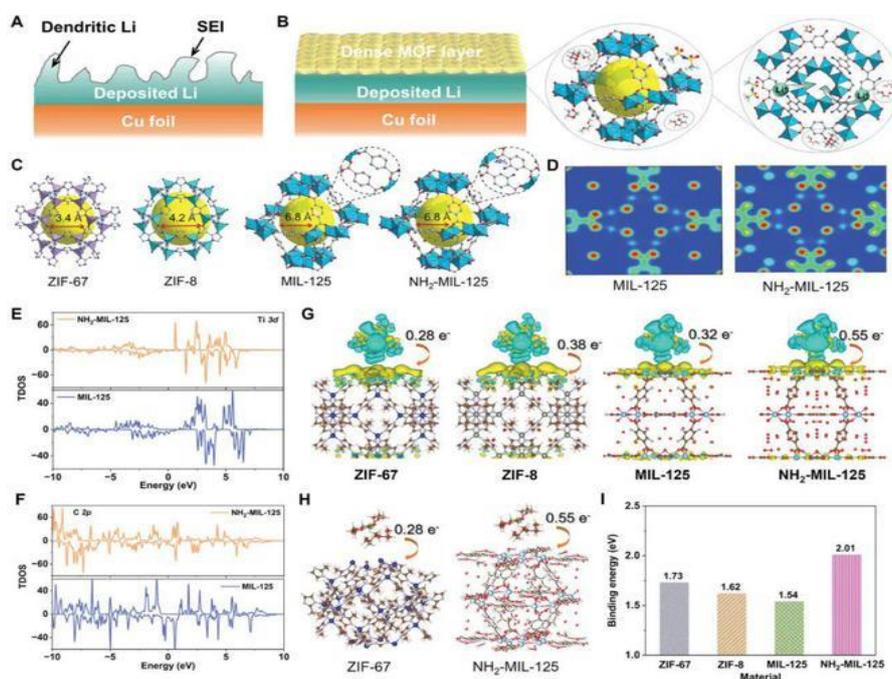
Research Article |  Open Access |  

Low-Temperature Lithium Metal Batteries Achieved by Synergistically Enhanced Screening Li^+ Desolvation Kinetics

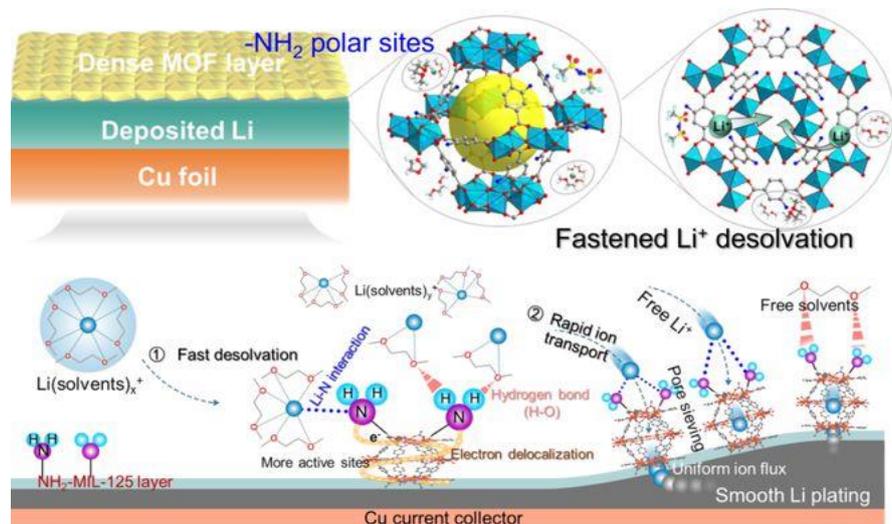
Fengyi Zhu, Jian Wang  Yongzheng Zhang, Haifeng Tu, Xueqing Xia, Jing Zhang, Haiyan He, Hongzhen Lin, Meinan Liu 

First published: 16 December 2024 | <https://doi.org/10.1002/adma.202411601>

锂金属负极具有较高容量和较低电势，比当前商用石墨负极展示出更高的能量密度，被认为下一代高能量密度电池的最佳候选者。尽管锂金属负极优势明显，但锂金属电池存在严重的枝晶和死锂问题，尤其低温环境下该问题更严重，这严重阻碍了金属锂电池的实际应用。



不同于常用的电解液工程策略，广西大学资源环境与材料学院刘美男教授与德国赫姆霍兹研究所王健博士等人合作共同提出了新型的界面协同主动脱溶剂概念；通过设计并引入电子离域型极性基团修饰的多孔金属-有机框架（MOF），该极性电子给体型化学基团显著调节锂离子去溶剂化/扩散行为，展示了高效的锂离子脱溶剂过程；进而极大提升了锂离子界面输运动力学，有效缓解了低温下金属锂枝晶的生长等问题，助力金属锂电池的低温应用。即使在高负载或低温环境下，所制备的 Li-NCM811 全电池，在 -20℃ 的温度下，依旧可以保持 130 次循环且容量保持率高达 97%，为低温锂金属电池的实际应用提供可能。



（消息源：2024-12-24 化学加网）

北理工《Science》子刊：在观测固态电池枝晶生长方面取得进展！

北京理工大学材料学院金海波教授和苏岳锋教授课题组首创设计制备荧光固态电解质，利用激光共聚焦显微镜（CLSM）对循环后的固态电解质进行光学切片，构建三维模型，定量分析固态电解质中的钠枝晶含量。相关研究结果近日以“Imaging dendrite growth in solid-state sodium batteries using fluorescence tomography technology”为题在国际知名期刊《Science Advances》上发表。北京理工大学材料学院 2022 级博士生杨帅帅为第一作者，王成志预聘助理教授，陈来特聘研究员和金海波教授为论文共同通讯作者。

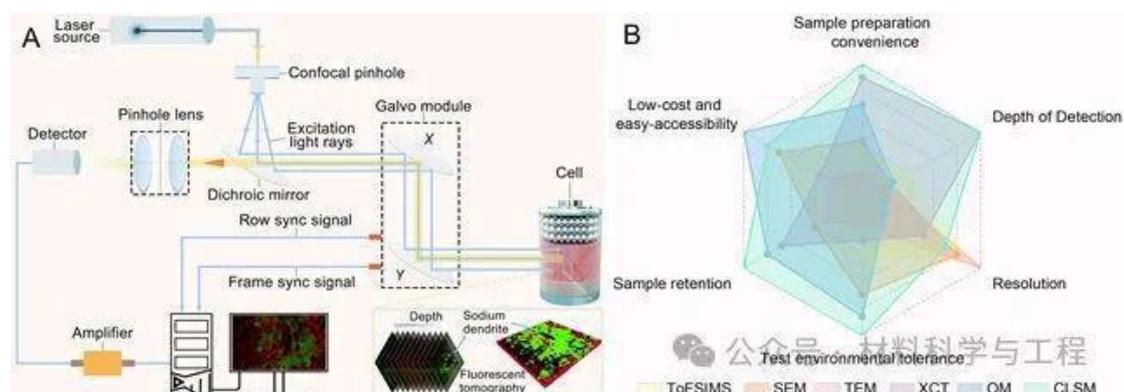


图 1. CLSM 方法及其与其他材料观测方法的比较。

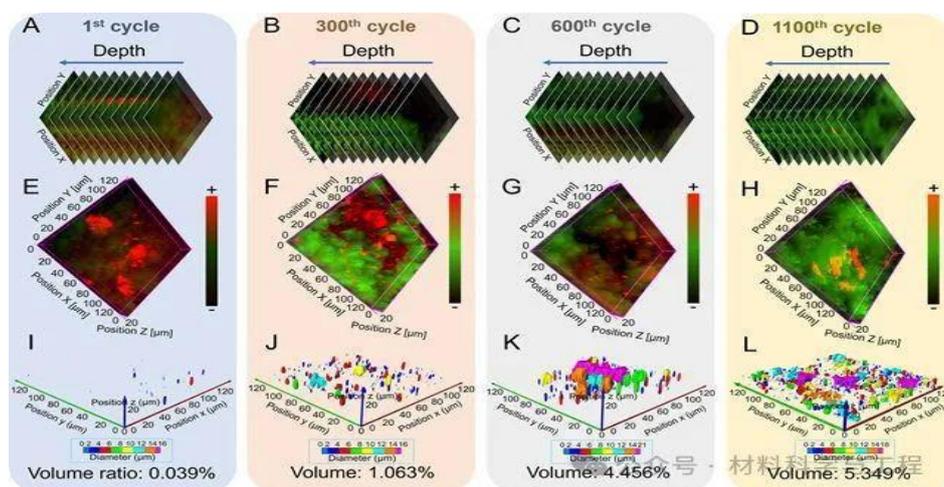


图 2. 固态钠电池中的钠枝晶三维成像。

钠枝晶的生长和扩展是固态钠金属电池性能衰退的主要原因之一，它不仅会引起电池内部短路，还可能降低循环稳定性和能量密度。传统的钠枝晶检测手段操作繁琐、时间耗费较长，难以提供高精度和高效率的检测结果。为了解决这一

问题，科研团队开发了一种荧光固态电解质，并结合 CLSM 技术对固态电解质进行荧光切片，构建钠枝晶的三维模型，识别其分布情况。利用 Avizo 3D 软件对重建的三维结构进行钠枝晶提取和形貌分析，进一步给出定量化结果(图 1)。

基于钠枝晶荧光三维成像技术，能够有效观察固态钠全电池在不同充放电循环下的钠枝晶生长过程。荧光断层成像数据如图 2 所示，分别在第一次、300 次、600 次和 1100 次充放电循环后进行采集。图 2 (A 至 H) 展示了不同循环次数下固态电解质的逐层荧光切片和三维重构图像，表明随着充放电循环次数的增加，钠枝晶的数量逐渐增加，同时固态电解质的红色荧光强度显著下降。具体而言，图 2 (I 至 L) 提取了钠枝晶（或荧光消失区域）进行定量分析。在第一次循环时，几乎没有荧光消失区域，体积比为 0.039%，这些区域主要由固态电解质的固有孔隙引起。经过 300 次循环后，出现了体积比为 1.063% 的岛状钠聚集体，表明在电解质中形成了钠枝晶，这是第 300 次循环后电池容量损失的主要原因。到了第 600 次循环时，钠聚集体显著扩展，体积比达到 4.456%；而在第 1100 次循环后，整个固态电解质中形成了致密的钠聚集体，临界体积占比为 5.349%，这可以解释电池性能的下降。此项研究开发了一种功能化的荧光固态电解质，并提出了一种便捷的成像方法，能够有效捕捉与固态钠电池性能衰退机制相关的钠金属枝晶生长过程。

(消息源：2024-12-16 材料科学与工程)

海南大学：木质素磺酸钠粘结剂可提高锌碘电池寿命

12 月 23 日，记者从海南大学获悉，该校海洋科学与工程学院史晓东、王志同与田新龙团队最新研究指出，采用木质素衍生物-木质素磺酸钠作为锌碘电池载碘正极粘结剂，可以有效同步抑制活性碘溶解和多碘化物穿梭等问题，提高电池使用寿命。相关研究近日发表在国际学术期刊《先进能源材料》。

锌碘电池具有资源丰富、低成本、高安全和高比容量等优势，有望应用于规模化电化学储能领域。不过，其实际应用目前仍受限于载碘正极活性碘溶解和多碘化物穿梭等问题。

记者了解到，团队充分利用木质素磺酸钠粘结剂中大量活性官能团对碘物种所具备的较强化学吸附能力，将其应用于锌碘电池载碘正极的制作，并开展了全面的电池性能测试工作。相较于普通电池，基于木质素磺酸钠粘结剂制作的活性

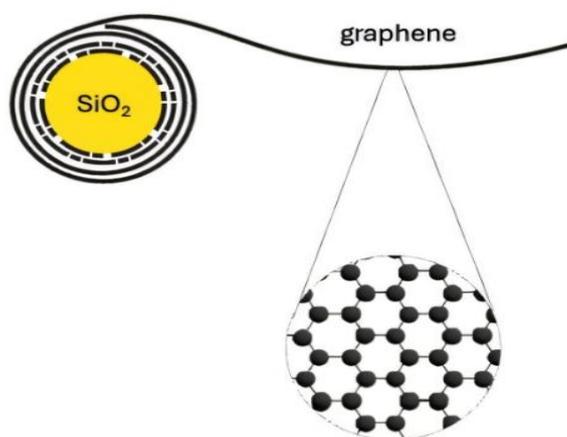
炭载碘正极，具有更窄的氧化还原电压间隙，更快的电荷转移行为和优异的抗自放电性能。

史晓东表示，研究团队还通过理论计算从理论层面解释了电池性能增强的原因。计算结果表明，木质素磺酸钠分子单体结构对碘离子，碘单质和碘三负离子具有强吸附能。碘离子和碘单质的强吸附能有助于抑制活性碘在电解液中的溶解，碘三负离子的强吸附能有助于降低碘负载正极周围碘三负离子和碘五负离子的浓度。

（消息源：2024-12-24 海南大学）

美国研究人员采用石墨烯纳米复合材料干涂层 改善锂离子电池

据外媒报道，加州理工学院（Caltech）和美国宇航局喷气推进实验室（JPL）的研究人员合作设计出用石墨烯涂覆锂离子电池阴极的方法，从而延长了这种广泛使用的可充电电池的寿命和性能。



结果发现，该方法可能改善锂离子电池的性能并减少对钴的依赖，其中钴是锂离子电池中经常使用的一种元素，但难以持续采购。

相关论文已发表于期刊《Journal of The Electrochemical Society》，题为“使用石墨烯纳米复合干涂层抑制富锰层状氧化物阴极中的过渡金属溶解（Suppression of Transition Metal Dissolution in Mn-Rich Layered Oxide Cathodes with Graphene Nanocomposite Dry Coatings）”。

过去十年，加州理工学院高级研究员 David Boyd 一直致力于开发制造石墨烯的技术，石墨烯是一种厚度为 1 个原子的碳层，强度极高，导电性比硅等材料

更好。2015 年，Boyd 及其同事发现可以在室温下生产高质量的石墨烯。在此之前，生产石墨烯需要 1,000°C 的高温。

在这一突破之后，人们开始寻找石墨烯的新应用。最近，Boyd 与 JPL 技术专家 Will West 合作，研究石墨烯能否制造出改进的锂离子电池。

“要展示电池性能的可靠趋势，需要一致的材料、一致的电池组装和在各种条件下的仔细测试，”加州理工学院材料科学和应用物理学教授 Brent Fultz 表示。“幸运的是，该团队能够如此可重复地完成这项工作，尽管需要一些时间才能确定。”

锂离子电池于 1991 年首次投放市场，彻底改变了日常生活中用电的方式。从手机到电动汽车，人们都依赖锂离子电池作为相对便宜、节能且最重要的是可随时充电的能源。

尽管锂离子电池取得了成功，但它的技术仍有改进空间。例如，Boyd 说：“特斯拉工程师想要一种经济高效的电池，可以快速充电，并且在两次充电之间可以使用更长的时间。这就是所谓的充电速率能力。”

West 补充道：“在电池的使用寿命内，充电次数越多，需要使用的电池就越少。这一点很重要，因为锂离子电池利用的资源有限，而安全有效地处理锂离子电池是一项非常具有挑战性的任务。”

锂离子电池的一个重要特征是它们在多次充电和使用后的性能。电池的工作原理是在电池的两端（阴极和阳极）之间产生化学能，并将其转化为电能。

阴极和阳极中的化学物质随着时间的推移而发挥作用，它们可能无法完全恢复到原始状态。一个常见的问题是阴极材料中过渡金属的溶解，这在锰含量高的阴极材料中尤其严重，但对于钴含量高的阴极材料来说则不那么严重。

“由于循环过程中发生不必要的副反应，阴极中的过渡金属逐渐进入阳极，在那里被卡住并降低阳极的性能，”Boyd 解释说。这种过渡金属溶解（TMD）是使用昂贵的含钴阴极而不是廉价的高锰含量阴极的原因之一。

锂离子电池面临的另一个挑战是，它们需要的金属价格昂贵、稀缺，而且开采方式并不总是负责任的。人们一直在寻找提高电池性能的方法，同时减少或消除钴的使用，并防止 TMD。

工程师们之前知道锂离子电池阴极上的碳涂层可以减缓或阻止 TMD，但开发一种应用这些涂层的方法却很困难。“研究人员曾尝试将石墨烯直接沉积在阴极材料上，但沉积石墨烯通常所需的工艺条件会破坏阴极材料，”Boyd 解释说。

“我们研究了一种在阴极颗粒上沉积石墨烯的新技术，称为干法涂层。这个想法是，有一个由大颗粒组成的‘宿主’物质和一个由微小颗粒组成的‘客体’物质。通过在特定条件下混合它们，系统可以经历一种称为‘有序混合’的现象，其中客体颗粒均匀地覆盖宿主颗粒。”

自 20 世纪 70 年代以来，制药行业就开始使用干法涂层技术来延长药片的使用寿命，保护药片免受潮湿、光照和空气的影响。

Boyd 回忆说：“这是一个好主意，我们可以将它用在石墨烯上。我们可以先用室温方法制造石墨烯客体颗粒——石墨烯封装纳米颗粒（GEN），然后将少量的石墨烯（重量百分比为 1%）干法涂层到主体阴极材料上，这样石墨烯就可以有效地覆盖和保护阴极。”

在实验室中，用石墨烯复合材料干法涂覆阴极被证明是成功的。石墨烯涂层大幅降低了 TMD，同时使电池循环寿命翻了一番，并使电池能够在比以前更宽的温度范围内工作。这一结果让研究人员感到惊讶。人们认为只有连续涂层才能抑制 TMD，而由颗粒组成的干涂层则不能。此外，由于石墨烯是碳的一种形式，因此它广泛可用且环保。

这种方法对电池行业还有额外的好处。“电池工厂非常昂贵。人们已经投入了大量资金，” Boyd 表示。“因此，改进的电池技术必须具有可扩展性，并能适应现有电池制造的工作流程，这一点非常重要。我们可以采用几乎任何阴极材料，只需添加少量 GEN，在干式搅拌机中运行几分钟，它就会减少过渡金属溶解，提高充电率。这也是涂层技术的一项进步，它为干涂层的使用开辟了很多可能性。”

（消息源：2024-11-27 盖世汽车）

澳大利亚莫纳什大学：超快充锂硫电池续航上千公里

澳大利亚莫纳什大学科学家研制出一款超快速充电锂硫电池，可为长途旅行电动汽车和商用无人机供电。相关论文发表于新一期《先进能源材料》杂志。

研究人员表示，这款新型电池能量密度为传统锂离子电池的两倍，其“体重”更轻，价格更低廉。这一创新成果代表了可再生电池技术领域的一大进展，并为更实用的锂硫电池设定了新标杆。

一直以来，锂硫电池复杂的化学成分导致其充电速度缓慢，成为其商业化道路上的“绊脚石”。研究人员表示，他们受家用消毒剂甜菜碱化学成分的启发，成功研制出一种新型催化剂。这种催化剂显著提升了锂硫电池的充放电速度，使其焕发新生。

测试结果显示，这款锂硫电池充电一次，就能让电动汽车行驶 1000 公里，同时充电时间也大幅缩短至几个小时。这一性能上的提升，使锂硫电池不仅成为长途电动汽车的优选，也适用于电池轻量且能快速充电的航空和海运等行业。

研究人员称，随着商业规模的扩大，这项技术可以提供高达 400 瓦时/千克的能量密度，这非常适合航空领域，未来有望为高性能、可持续的电动飞机供电。此外，传统锂电池依赖储量有限且对环境有害的钴等材料，而锂硫电池则提供了一种更环保的选择。他们正在不断探索新方法，以进一步提高这款锂硫电池的充放电速度，同时减少所需锂量。

（消息源：2024-11-29 科技日报）

英国推出世界首款核动力钻石电池

12 月 4 日，英国原子能管理局（UKAEA）宣布与布里斯托大学成功制造了世界上首个碳-14 钻石电池。据称，该款电池寿命可长达数千年，可提供非常持久的能源动力。

据 UKAEA 氚燃料循环负责人 Sarah Clark 介绍称，这种钻石电池是一种新兴技术，使用人造金刚石包裹少量的碳-14 制成，它能够以一种安全、可持续的方式来提供持续的兆瓦级电力（microwatt levels of power）。

碳-14 钻石电池的工作原理是利用碳-14 放射性衰变来产生低水平的电力，它的功能类似于太阳能电池板，将光转化为电能，但钻石电池不是使用光粒子（光子），而是从金刚石结构内部捕获快速移动的电子。

碳 14 的半衰期长达 5700 年，因此钻石电池的使用寿命几乎与碳 14 一样长、甚至更长，这使得钻石电池成为更换电池不便设备的完美电源。它可以用于眼部植入、助听器和心脏起搏器等医疗设备，能够最大限度地减少更换需求和对患者的痛苦；也可用于太空或地球航空相关的极端环境，以往在这些领域使用传统电池是不切实际的。例如，在需要识别和跟踪地球或太空中设备时（如航天器或有

效负载），这些钻石电池可以为有源射频（RF）标记供电数十年，从而降低成本并延长使用寿命。

布里斯托大学材料学教授 Tom Scott 说：“我们的微功率技术可以支持从空间技术和安全设备到医疗植入物的一系列重要应用，我们很高兴能够在未来几年内与工业和研究领域的合作伙伴一起探索所有这些可能性。

此外值得注意的是，这些钻石电池所使用的碳 14，是从核裂变反应堆的副产品石墨块中提取的。这种技术通过将放射性材料重新利用，减少了核废料，同时创造了宝贵的能源。据悉，仅英国就拥有近 95000 吨这种石墨块。

（消息源：2024-12-09 北极星电池网）

【八闽大地】

第九届全国固态电池研讨会在厦门隆重召开

2024 年 11 月 2 日至 3 日，第九届全国固态电池研讨会在厦门香格里拉大酒店顺利召开。会议由中国硅酸盐学会固态离子学分会主办，厦门大学、福建省电池技术协会、元能科技（厦门）有限公司联合承办，厦门大学杨勇教授、中国科学院物理所李泓研究员、中国科学院上海硅酸盐所温兆银研究员、宁波东方理工大学孙学良院士任联席主席。本次会议以“固态电池技术的现状及其发展”为主题，汇聚了固态电池领域的海内外专家学者、知名企业代表、学生代表、参展商等近 1000 人，聚焦固态电池核心技术和关键科学问题，围绕行业普遍关心的问题展开深入的研讨，并对固态电池发展现状及趋势进行总结与展望。

会议开幕式由杨勇教授主持，厦门大学副校长尤延铖、中国硅酸盐学会副理事长晋占平、中国硅酸盐学会固态离子学分会理事长温兆银先后致辞。出席开幕式的还有中国硅酸盐学会副理事长南策文院士、厦门大学化学化工学院书记宋毅和院长任斌教授等。



开幕式现场



厦门大学杨勇教授主持开幕式



中国硅酸盐学会副理事长晋占平致辞



中国硅酸盐学会固态离子学分会理事长温兆银致辞

本届大会共设一个主会场和两个分会场，以及学术墙报展示。6 场大会报告中，清华大学南策文院士梳理了固态锂电池领域近几年的研究热点，并对研发趋势进行了展望，强调学术研究与人工智能及产业创新的融合发展对助力全固态电池产品创新突破的重要作用；孙学良院士详细介绍了团队在卤化物固态电解质材料开发方面的研究思路，并分享了在锂离子与钠离子固态电池领域的学术成果；李泓研究员对介绍了团队在聚合物氧化物复合电解质固态电池研究以及相关产业化方面的成果；中国科学院大连化学物理研究所陈忠伟院士对团队在干法电极

以及干法喷涂电极工艺方面的最新成果进行了详细介绍与分析，并分享了干法电极在调控固态电解质离子扩散通道方面的研究思路；温兆银研究员从国家重点项目切入，介绍了固态电池发展的关键技术及研究成果；杨勇教授介绍了在固态锂硫电池高性能硫正极设计方面的近期成果。



南策文院士做大会报告



孙学良院士做大会报告



李泓研究员做大会报告



陈忠伟院士做大会报告



温兆银研究员做大会报告



杨勇教授做大会报告

此外，大会还邀请中国科学院青岛能源所崔光磊研究员、清华大学张跃钢教授、中国科学院化学研究所郭玉国研究员、中国科学院黄学杰研究员、华中科技大学黄云辉教授、南京大中周豪慎教授、清华大学张强教授、香港科技大学邵敏华教授等固态电池知名专家和学者进行了 25 场主题报告以及 36 场邀请报告。



会议代表在报告中



会议代表在报告中



会议代表在报告中

会议现场气氛热烈，无论是主会场大会报告，还是分论坛报告，会场均座无虚席。与会代表认真聆听报告，现场提问讨论踊跃。





会场座无虚席，与会代表积极提问交流



墙报展区及参展区讨论热烈

在闭幕式上，中国硅酸盐学会固态离子学分会温兆银理事长颁发了优秀墙报奖、优秀参展商奖、大会优秀组织单位和个人等奖项。第九届全国固态电池研讨会取得了圆满成功。



优秀论文获奖者及优秀参展商合影



会议优秀组织者合影



会议志愿者合影

本次會議是中國固態電池領域的一次盛會，為相關領域的合作交流平臺搭建了一個高質量的平臺，不僅全面展示了我國在固態電池領域關鍵科學和技術方面的最新研究進展，而且充分詮釋了我國在固態電池產業化方面的布局與動態，會議對推進我國固態電池產業化的加速發展具有積極深遠的意義。

（消息源：2024-11-06 福建省電池技術協會）

第十八届动力锂电池技术及产业发展国际论坛在福建 宁德举办

2024(第十八届)动力锂电池技术及产业发展国际论坛在福建省宁德市举行，将以前沿高端学术成果赋能动力锂电池技术产业高质量发展。



据介绍，动力锂电池技术及产业发展国际论坛至今已举办十八届，是中国乃至全球动力锂电池行业规模最大、层次最高、影响力最广的高端学术盛会，已成为推动中国新能源汽车技术及产业发展的前瞻性平台。

“动力电池产业像浩瀚的大海，永远充满激情与活力。”中国工程院院士、北京理工大学教授吴锋在视频致辞中说，论坛旨在进一步促进本领域的技术交流与合作，进一步释放锂电研究与产业的发展潜力，挖掘新问题，提出新对策，加强学界与产业界的创新力和竞争力。

如今，“双碳”目标的部署，不仅为电化学能源领域带来了巨大的发展机遇，也对电化学能源系统提出了更高标准和要求。根据国家能源局统计数据，截至2024年上半年，在包括压缩空气储能、液流电池储能、钠离子电池等多元化储能项目中，已投运的锂离子电池储能占比达97%，处于主导地位。

“昨天的优质产能，今天可能已经走向低端，今天的优质产能如果不能与时俱进，明天同样会走向低端。”吴锋说，产品的创新性、高性能、低成本、绿色度与智能化等诸多方面的发展，是衡量其是否属于优质产能的重要标准。

作为动力电池的龙头企业，宁德时代连续7年位居全球动力电池使用量第一。今年前三季度，宁德时代储能产量为76.6GWh，同比增长34%，市场占有率达35%，保持全球第一。

全球首款纯电续航 400 公里以上，且兼具 4C 超充能力的增混电池——骁遥超级增混电池；天恒储能系统实现首 5 年容量零衰减、首 5 年功率零衰减的同时，单位面积能量密度提升 30%，整站占地面积减少 20%……一项项不断推陈出新的产品和技术，是宁德时代保持发展动力的强大支撑所在。

作为本次论坛的举办地，近年来宁德市锂电新能源产业高速发展，已形成覆盖核心材料、电池构件、智能制造装备等三大类配套项目，以及服务型制造等产业延伸新业态的锂电新能源产业集群。2023 年，该市锂电新能源产业实现产值近 3000 亿元、增加值增长 18.2%。

朝着万亿级的锂电新能源市场发展目标，目前宁德市已建和在建电池总产能达 330GWh，已成为全球最大的聚合物锂离子电池生产基地。

当地官方表示，将持续吸引集聚全球资源，构建完善产业生态，助力实现碳达峰碳中和，全力打造“中国新能源电池之都”“世界一流储能名城”“全国新能源新材料产业核心区”。

论坛由中国科学院物理研究所、北京理工大学、宁德时代新能源科技股份有限公司主办，北京理工大学出版社承办。

（消息源：2024-11-10 中国新闻网）

45 个超千亿项目签约落地宁德世界储能大会！

11 月 7 日，2024 世界储能大会在福建省宁德市开幕，本届大会以“谱全球储能新篇筑安全绿色高地”为年度主题。大会期间，宁德市新对接产业项目 45 个，计划总投资 1010.2 亿元，涵盖新型电池、新型储能系统、新材料、电动船舶、现代服务业等方向，这些项目的签约将极大助力宁德提升新能源产业链、供应链的韧性和安全性。

本次在会场参与集中签约的项目包括：宁德市“风渔融合”高质量发展战略合作框架协议、华能核电一号机组项目、金垂电芯项目、新型储能项目、微晶新材料项目、蓝汐 ps 板项目、周宁抽蓄辅助飞轮项目、锆镁铝新材料项目、新能源游艇综合体项目、五拓新材料项目、锂电材料循环利用项目、锂电智能按摩椅项目。



（消息源：2024-11-07 北极星储能网）

2024 电动中国（福建）新能源及充电高质量产业发展论坛 顺利举行

共话充电，行业引领。日前，2024 电动中国（福建）新能源及充电高质量产业发展论坛在厦门市举行。此次论坛由华为数字能源技术有限公司（简称“华为数字能源”）、英瑞环球（厦门）智能科技有限公司（简称“英瑞环球”）、广州蔚景科技有限公司（简称“蔚景科技”）联合主办，并得到了厦门市发展和改革委员会、厦门市新能源汽车行业协会、厦门市停车产业协会等单位的支持和指导，共有 80 多家企业、200 多位行业内知名人士到场参与，以“携手共进，‘充’向未来”为主题，共同就充电设施行业的痛点与未来展开探讨。



从生产到维保，你的充电站场该如何选择？

此次论坛，首先由华为数字能源充电网络首席战略官叶宇睿进行了分享《抓住新能源产业新机遇，共建高质量充电基础设施，加速交能融合发展》，从政策、

技术、建设模式等方面，剖析了对于充电产业的现状及趋势。加速合作伙伴共建福建省高质量、可持续发展的新一代智能充电网络。

随后，英瑞环球总经理张朝彬就运营商们普遍关心的充电设施维护难、维护贵等问题展开演讲。他表示，目前充电站场普遍面临着日常维护工作繁重、巡检维护难度高、翻台率提升慢、故障维修不及时、司机服务少等问题。为此，英瑞环球本着应用新技术、提供卓越服务，为客户创造价值的企业使命，致力于为广大充电运营商提供充电桩运维服务。具体包括：充电站新建站服务、充电站运营管理指导、充电桩维修服务等。

在英瑞环球专业的运维服务下，不少原本深陷亏损的充电站实现了起死回生。张朝彬举例说道，厦门市港电智能杏林明珠湾酒店充电站，原来运营不太理想，2021 年 9 月被英瑞环球收购后，经过重新规划，全新开业，11 根 120kW 双枪做到了日均充电车次 365 部，日均充电量达到 9938 度，精细化运维的作用体现无遗。

从平台到服务，车主与运营商致胜之道

从充电桩生产到维护保养，好的硬件离不开优秀软件的支持。蔚景科技联合创始人孙功臣在论坛上做了主题为《从平台到运营，让充电更方便》分享。孙功臣跟与会众人回顾了当下充电设施行业的整体情况，并重点谈到了福建省在充电设施行业方面的长远计划和蔚景科技近年来在地区发展上的积极贡献。

根据规划，福建省将于 2025 年建成 8 万个以上公共充电桩，建成“光储充检”充电基础设施 200 个，实现高速公路服务区快充站覆盖率不低于 90%。庞大的充电设施网络需要有稳定的充电设施运营服务平台作支撑，蔚景云平台作为坚强的底座将把能源管控、运营补贴、统建统管、安全监管纳入统一管理，目标是打造出智慧化的城市新能源平台，为新能源车主和充电运营商搭建更广阔、更便捷的对接桥梁。

紧接着，蔚景科技区域总监黎嗣平详细介绍了蔚景云平台的管理模式和使用功能。据介绍蔚景云平台可分为加盟版、运营版、联盟版，提供充电桩选型、建设、资金、平台等一站式服务，实现微信、APP 全平台支持，充电资源的互联互通。在蔚景云的 SAAS 系统支持下，不同的行业伙伴可以应用于不同的业务场景，保证了公交站场、私人桩主、公共停车场、汽车主机厂、政府监管部门等各自业务和功能的扩展。

从“百城千站万桩”到桩桩护航全国，福建充电设施产业发展正加速

除了行业高端话题分享与探讨，论坛还见证了福建省充电设施行业历史具有里程碑的事件诞生。桩桩护航(厦门)新能源科技有限公司(简称桩桩护航)举行了桩桩护航全国充电桩运维的揭牌仪式，标志着桩桩护航模式正式“上线”。

充电桩日新月异创新及市场复杂化，桩桩护航利用先进的技术手段提升服务质量和效率。例如通过物联网技术、大数据分析等手段，实时监控充电桩的状态，预测和维护潜在问题，从而提高运维效率和客户满意度。同时，该公司还开发用户友好的移动应用(桩桩护航)运维平台，方便用户查找、维修和 24 小时监测反馈充电桩信息。

桩桩护航还将积极参与新能源汽车基础设施的建设，为推动绿色出行和碳达峰碳中和目标的贡献自身力量。通过与政府、企业和社区的合作，桩桩护航可以提供便捷、高效的充电桩运维服务，促进新能源充电桩的效率和稳定，为构建绿色、可持续的充电体系贡献力量。

目前华为数字能源已携手客户、伙伴，在全国 31 个省/市/自治区、超过 20 条高速公路、200+个城市共部署 50000 余根全液冷超快充充电桩。在福建省，建成的全液冷超充站已全面覆盖了福建省九大地市。在论坛上，华为数字能源携手合作伙伴举行了福建“百城千站万桩”行动启航仪式。

(消息源：2024-11-20 金投网)

前 11 月福建省锂电池出口超 1077 亿元 连续 17 个月 居全国首位

1 月至 11 月，福建省锂电池出口 1077.10 亿元，连续 17 个月居全国首位，其中 11 月当月出口 124.00 亿元。

据厦门海关消息，1 月至 11 月，福建省锂电池出口 1077.10 亿元，连续 17 个月居全国首位，其中 11 月当月出口 124.00 亿元。

数据显示，欧洲、北美洲、亚洲其他国家和地区是福建省锂电池出口的主要市场，出口值分别为 513.20 亿元、402.84 亿元、100.06 亿元。其中，出口德国、美国分别为 368.37 亿元、402.84 亿元，同比分别增长 42.51%、42.41%。在巩固传统市场的同时，福建省锂电池行业大力开拓新兴市场。1 月至 11 月，福建省锂电池对大洋洲出口 39.26 亿元，同比增长 132.96%。

(消息源：2024-12-14 电池网)

福建汽车出口值创历史新高：新能源车助推外贸繁荣

今年，福建省的汽车出口打破了历史记录，特别是在新能源车领域表现出色。根据厦门海关的最新统计数据，2023 年 1 至 11 月，福建省汽车出口总值达 127.8 亿元，同比增长 4.6%，创下同期历史新高。

在出口车辆种类中，商用车依然是占据主导地位，前 11 个月出口额达 66.7 亿元，较去年同期大幅增长 31.3%，占福建省汽车总出口值的超过一半。而电动汽车作为新兴的外贸“新三样”产品，其出口额更是表现亮眼，1-11 月的出口值高达 58.5 亿元，同比增长高达 58.6%，占总出口值的 45.7%。

值得注意的是，福建省汽车出口销往“一带一路”共建国家的景象更加蓬勃，前 11 个月对这些国家的汽车出口总值达到 107.6 亿元，同比增长 26.6%，占全省汽车出口总值的 84.2%。其中，对阿联酋、印度尼西亚和越南等国家的出口增幅更是惊人，分别增长了 1.9 倍、6.7 倍和 20.9 倍。

福建的民营企业和国有企业占据了汽车出口的主要力量，1-11 月它们分别创造了 49.6 亿元和 45.8 亿元的出口额，两者加起来占到全省汽车出口总值的 74.6%。

威驰腾（福建）汽车有限公司的营销管理中心经理陈承（音）透露，他们的新能源汽车产品在国际市场上赢得了瞩目，“自今年拓展中东市场以来，我们已向该地区的客户出口了超过 2000 万元的新能源汽车。”

不可否认，福建的新能源车尤其受到欧洲和东亚等市场的热捧，这不只代表着全球对环保和可持续发展的关注，也展现了福建汽车产业在国际市场上日益增长的竞争力。随着全球对电动汽车需求的激增，福建省的汽车出口前景广阔，企业们将在这一波外贸繁荣中受益匪浅。

（消息源：2024-12-21 搜狐网）

福建中碳锂电池负极包覆材料项目迎新进展

福建中碳年产 2 万吨锂电池负极包覆材料项目总投资约 2.6 亿元，以乙烯焦油为原料，生产锂电池负极包覆材料，可应用于动力类、消费类、储能类锂电池负极等领域。目前，项目分两期规划推进，一期项目预计于 2025 年 3 月竣工。

台海网消息显示，随着新能源产业的蓬勃发展，锂电池作为其重要组成部分，正迎来前所未有的发展机遇。近日，落户于福建漳州古雷石化基地的福建中碳年产 2 万吨锂电池负极包覆材料项目迎来新进展，正式进入设备安装阶段。

锂电池由正极材料、负极材料、隔膜、电解液、粘结剂、导电剂、集流体和结构件等组成。其中，负极材料是锂电池四大关键原材料之一，既是电池的储锂主体，又在锂电池系统中提供流出的电子，关乎电池的能量密度、首次效率、安全性能和循环性能等。

据悉，该项目总投资约 2.6 亿元，以乙烯焦油为原料，生产锂电池负极包覆材料，可应用于动力类、消费类、储能类锂电池负极等领域。目前，项目分两期规划推进，一期项目预计于 2025 年 3 月竣工。

资料显示，福建中碳新材料科技有限公司掌握自有包覆材料核心技术，拥有多项专利，在锂电池负极包覆材料工艺及相关设备的技术升级上做了大量创新。目前，正在古雷稳步推进的中碳项目单线产能可达 7500 吨/年，所生产的包覆材料分子分布量窄、流动性好、产品一致性强，更易于负极材料应用，备受市场关注。

（消息源：2024-12-04 电池网）

福建漳州新数能固态电池产业园项目开工

10 月 9 日上午，福建漳州高新区 2024 年第四季度项目集中开竣工暨新数能固态电池(漳州)产业园奠基仪式举行。

新数能固态电池(漳州)产业园位于福建漳州高新区，是厦门新数能具有完全自主知识产权凝胶固态电池的首个产业园项目。

项目由厦门新数能电力科技有限公司全资投资，计划投资约 11 亿元，主要用于高性能凝胶固态锂电池的产业化配套建设，项目建成并达产后可实现年产 2.5GWh 凝胶固态锂电池，全面助推传统液态锂电池的迭代和升级。

据了解，凝胶固态电池属于准固态电池的一种，其电解质为凝胶态，具有固体电解质的功能，但仍然含有少量的液体成分。这种设计旨在结合液体电解质的灵活性以及固体电解质的稳定性，从而提高电池的性能和安全性。

（消息源：2024-10-11 北极星电池网）

福建厦门供电公司投用 “源网荷储” 一体智慧停车楼

近日，位于福建厦门供电公司集美供电服务中心的“源网荷储”一体智慧停车楼绿色微电网示范项目成功并网送电，正式投入使用。该项目将原有室外停车场改建为两层共 90 个停车位的停车场，并在车棚顶面铺设太阳能光伏板，还配套建设了储能及智慧照明终端等设施，使电能实现就近消纳。项目投运后，光伏发电量每年平均可达 39.87 万千瓦时，相当于节约碳排放近 400 吨。这些绿电除了可供集美供电服务中心使用外，多余的电量还可以参与电网调度。此外，智慧停车楼还接入了能源聚合管理平台，实现对新能源使用情况的实时监控，可进一步降低运营成本。

（消息源：2024-11-20 国家电网报）

福建湖阳 2 万吨电池回收项目签约

11 月 1 日下午，在上杭县首批揭榜招商项目集中签约仪式上，湖洋镇与福建芳达科技股份有限公司成功签约锂电新材料项目——退役动力锂电池回收再生利用项目。项目总投资 2.5 亿元，规划用地面积约 50 亩，总建筑面积约 3 万平方米，新建办公楼、生产厂房、道路、绿化等设施，择优选购引进国内领先水平的退役锂电池单体拆解破碎分选生产线生产设备、工艺装备及检测设备。

项目建成后，可实现年处理 2 万吨退役锂电池、1.74 万吨磷酸铁锂电池黑粉、三元电池黑粉及电池外壳、废塑料外包装、桩头、铜箔、铝箔等系列产品。

（消息源：2024-11-07 湖洋镇人民政府）

福建三明：充电桩“乡乡全覆盖” 为群众绿色出行 “续航”“加油”

“乡里有了充电桩后，我就果断地把燃油汽车换成新能源电动汽车，1 个月不到的时间就省下燃油费 800 多元。”12 月 10 日，正在福建省三明市宁化县湖村镇充电桩处给新能源汽车充电的福建省宁兴建材科技有限公司负责人肖挺峰高兴地说道。

福建省宁兴建材科技有限公司是 1 家建筑器材企业，距离宁化县城约 30 公里。之前，由于家住县城、产品销售等原因，肖挺峰每天都要在县城与企业之间往返多趟，1 天的燃油费就得花费近 70 多元。

“通常情况下，大多数电动汽车百公里的电能消耗在 14~18 千瓦时，费用约 16~20 元，相比燃油汽车可以节约成本六七成。”国网福建综合能源服务有限公司三明分公司负责人林凡表示。

“之前，不敢把车子换成电动的，是因为可以充电的地方少，怕在厂里汽车没电了就没办法充电。”肖挺峰解释。

“充电难”，一直是制约三明市新能源汽车渗透率不高的主要原因。今年以来，三明市着力打通乡镇充电桩全覆盖“最后一公里”，因地制宜采取“快充+慢充”低压接入等模式推进充电桩建设，10 月中旬，三明市 9 县 2 区的 128 个行政乡镇实现公共充电桩全覆盖。全市共有充电站 520 个、充电桩 8865 根（直流桩 2108 根、交流桩 6757 根）。其中，公共站充电桩 2371 个、城市站充电桩 723 根、高速充电桩 128 根、个人私有充电桩 5643 根。车主的“里程焦虑”得到有效缓解。

中国汽车工业协会 11 月发布的数据显示 2023 年我国新能源汽车销售 949.5 万辆，今年 1—10 月，全国新能源汽车新车销量达到汽车新车总销量的 39.6%。

《三明市“十四五”节能减排综合工作实施方案》也提出，到 2025 年，新能源汽车新车销售量要达到汽车新车销售总量的 20% 以上。绿色出行，成为当地群众出行的新时尚。

（消息源：2024-12-11 福建省人民政府网）

福建泉州年产 6 万吨碳酸锂签约

11 月 13 日，浙江伟明环保股份有限公司和深圳盛屯集团有限公司就福建泉州年产 6 万吨碳酸锂项目达成战略合作协议。伟明环保拟参股该项目少数股权，并承担项目设备采购安装总承包工作。此前消息显示，盛屯集团年产 6 万吨锂盐材料加工项目于今年 6 月落地福建泉州泉港石化工业园区，计划一年左右初步投产，两年左右实现全面投产。本次合作协议的签订，是双方在温州伟明盛青项目合作后利用各自优势资源的再一次战略携手。

（消息源：2024-11-15 电池工业网）

宁德市加快推动“电动宁德”建设

电动赋能新质未来

——宁德市加快推动“电动宁德”建设

2020 年 1 月，我市制定下发《宁德市人民政府办公室关于印发宁德市进一步加快“电动宁德”建设实施意见的通知》，在全省率先提出“电动宁德”建设计划，制定一系列工作措施、目标，加快全市重点区域电动化进程，营造新能源汽车使用的良好生态，将宁德打造成为全国新能源汽车推广应用的样板城市。紧接着，省直十部门接力出台政策，安排专项资金，持续在新能源汽车、光储充检、电动船舶等领域推进“电动福建”建设。

截至 2023 年底，全市党政机关和事业单位共拥有公务车 3045 辆，其中，新能源公务车 344 辆，新能源占比约 11.3%，比重较 2022 年底提升 3.7 个百分点。截至目前，我市已实现公交车电动化率 100%、网约车电动化率 100%、巡游出租车电动化率达 90% 以上。

不仅是电动汽车，我市在电动船舶领域也跑出了“宁德速度”。我市积极推动全市船舶修造企业向电动船舶方向转型升级，已初步培育形成涵盖研发设计、总装建造、运营配套、场景应用的产业链体系，推荐申报省级电动船舶试点示范项目 32 个，涉及渔业辅助船、货船、游船、电动竹筏、公务船等领域。

电动化能走多远？“补能焦虑”是必须解决的问题。近年来，我市加大投入补齐电动化基础设施短板，打通电动化推广普及的“最后一公里”，初步建成以快充为主、慢充为辅的公共充电网络。截至 2023 年底，我市已建设公共充电桩（包括专用充电桩）5064 个，实现全市 126 个乡镇（镇）、街道办事处充电基础设施全覆盖及以 10 公里为服务半径的行政村全覆盖。宁德锂电小镇光储充检智能超充站、宁德会展中心光储充检智能超充站相继建成投用，超充站设计充电速率 7 分钟至 8 分钟即可补充 200 公里左右的续航里程，实现新能源车主“充电像加油一样快”。

不仅在生活领域，在生产领域的电动化基础设施也越来越完善。我市建成全省首批海上电动船舶充电站（宁德三都澳、霞浦七星、福鼎闽威实业、福鼎海之梦等中心渔排养殖区域 9 台双枪直流快充桩）。宁普时代在蕉城区漳湾镇建设换电重卡换电站，供电动渣土车换电，当前投入换电重卡 25 台，主要为漳湾港货物运输使用。

从“零碳码头”到“零碳岛”，从“零碳工厂”到“零碳园区”乃至“零碳城市”，电动赋能千行百业，也让“电动宁德”的应用场景越来越丰富。我市将持续吸引集聚全球资源，构建完善产业生态，全力打造“中国新能源电池之都”“世界一流储能名城”“全国新能源新材料产业核心区”。

（消息源：2024-12-23 东南新闻网）

三明举办石墨和石墨烯产业招商

10月31日，福建三明举办石墨和石墨烯产业“双招双引”专家三明行活动。7位来自石墨和石墨烯产业智库的受聘专家与当地重点企业代表面对面，共同探讨产业升级路径和未来走向，并在技术难题攻关、降本增效等方面进行交流。

活动中，受聘专家帮助福建科达新能源科技有限公司等9家企业解答了11个技术问题，并达成2项技术合作意向。三明市也推介了当地石墨和石墨烯特色产业链，重点介绍了产业基础、发展现状以及未来目标。贝特瑞新材料集团股份有限公司专家介绍了石墨材料在新能源储能领域的应用现状，研判了石墨负极材料未来发展方向。天津工业大学发布了新型碳材料功能化及应用需求，拟与三明市有关企业开展3项成果产业化合作。

（消息源：2024-11-06 中化新网）

福州马尾：税惠赋能新能源储能企业“加速快跑”

在福州市马尾区儒江东路135号，福州储能产业重点项目飞毛腿电池工业园四期厂房已封顶，正进行外墙安装和内部装修……

飞毛腿电池工业园占地面积约96亩，总建筑面积超过20万平方米，是新型的现代化工业厂房，集智能工厂、运营中心、研发基地、高标准宿舍等生活配套用房于一体，主要布局中小型动力电池、工商业储能电池、电源保护产品等生产运营，产品远销美国、欧洲等地。

“飞毛腿电池工业园项目建设是我们进一步加大产能规模、提升研发能力的重要布局。”福建飞毛腿动力科技有限公司财务经理陈旭芬介绍，“项目前期投入成本较大，项目建设、生产研发等方面都需要大量资金，面临资金压力大、回报周期长、涉税问题多等情况。”

福州马尾当地税务部门通过走访调研了解到企业困难，组织各条线业务骨干成立“项目专家”团队，实时关注项目进度，全程护航重点项目落地，提供税费优惠政策享受、涉税业务办理、涉税风险提醒等精准服务，量身定制税收优惠政策“大礼包”。

陈旭芬感叹道：“在税务部门工作人员的帮助和指导下，公司今年来已申报享受了出口退税 3566 万元，极大缓解了因飞毛腿电池工业园四期工程建设带来的资金压力，助力飞毛腿电池工业园建设如期竣工。”

飞毛腿工业园四期建成一栋单层 4000 平方米，共 10 层的高层厂房，这是福州单体建筑面积最大的高层厂房。陈旭芬介绍：“第四期投入运营后，预计实现产值 30 亿元，飞毛腿电池工业园项目将带动上下游产业链的协同发展，助力提高我省乃至全国锂电池产业国际竞争能力。”

近年来，马尾税务主动对接新能源储能企业涉税需求，定制“成长档案”。组织“项目专家”团队为重点项目提供精细化、专业化、个性化服务，高效落实各项税费优惠政策，充分激发市场主体活力。并加强事前合规辅导，将风险防控关口前移，引导企业依法诚信纳税。同时，进一步拓展“非接触式”服务，企业实现税费事项“少跑腿、快办理”，为重点项目建设营造良好税收营商环境，为储能企业“加速快跑”赋能添力。

（消息源：2024-12-03 新华财经）

5 万吨锂电回收项目在福建连江签约

近日，福州乾宇科技有限公司的邱昊博士与连江县经济开发区可门园区服务中心的方字祥主任，在可门开发区管委会共同签署了《废旧锂电池资源化再生利用项目投资协议书》。



该项目选址于连江县可门开发区的化工园区内，总投资额超过 5.4 亿元人民币。项目一期占地面积 50 亩，投资规模达到 2.2 亿多元人民币，将建设包括智能仓储系统、梯次利用中心以及再生利用中心在内的多项设施。项目全面建成后，将具备每年处理 50000 吨退役新能源汽车废旧锂电池或锂电池生产企业正负极生产尾料的能力，并转化为工业级碳酸锂、磷酸铁锂、镍钴锰三元正极粉料、负极人造石墨粉等国家战略新兴产业所需的新材料。预计年均销售收入将超过 10 亿元人民币，年均税收贡献达 1 亿多元人民币，年均净利润可达 3 亿多元人民币。

该项目依托企业自主研发的核心技术，实现了回收产品的高收率与低能耗，属于技术密集型产业范畴，产品附加值高，经济效益显著且回报周期短。该项目的实施不仅符合国家“十二五”期间推进战略新兴产业发展的整体战略部署，更有助于引领产业向高技术、高附加值、精深加工方向发展，为区域产业结构的转型升级注入新的活力。

据了解，福州乾宇科技有限公司成立于 2022 年 4 月，是一家致力于退役锂离子电池资源化利用及新型电池材料回收技术创新的企业。主要的业务范围聚焦于退役锂离子电池综合回收利用领域，专注于新型电池材料的回收，为客户提供电池回收技术的一体化解决方案。

对退役锂电池实现安全、高效回收，解了新能源汽车产业发展的后顾之忧，电池粉等物质的回收再利用还可降低生产成本，降低我国对相关原材料的进口依赖，是新能源汽车产业的有机补充。

（消息源：2024-11-13 新浪财经）

昇兴股份已投建新能源电池精密结构件项目

北极星储能网获悉，近日，投资者互动平台提问有昇兴股份：昇兴股份公司制罐技术行业领先，4680 电池壳与罐体形状类似，昇兴股份公司是否有将现有设备改进制造 4680 电池壳的计划？建议贵公司投入科研经费进行“制罐设备技术改进制造 4680 电池壳”立项。

对此，昇兴股份表示，公司已在泉州投建新能源项目，将主要生产各种规格的新能源电池精密结构件，用于新能源汽车和储能电池等。

此前，1 月 11 日，昇兴股份（发布公告显示，拟在福建省泉州市石狮市投建新能源结构件研发生产销售项目，并设立全资子公司“昇兴（泉州）新能源科技有限公司（暂定名）”作为项目实施主体，项目总投资 1 亿元，注资暂定 3000 万元。该项目将主要生产各种规格的新能源电池精密结构件，用于新能源汽车和储能电池等。

（消息源：2024-12-19 北极星储能网）

协鑫储能全球总部公司正式落户厦门翔安

12 月 5 日下午，随着翔安区、中金资本、金圆集团与协鑫集团完成现场签约，协鑫储能全球总部公司正式落户厦门翔安。

这是由翔安区独立招商的又一个百亿级重大项目，也是翔安区持续构建完善“4+3+3”现代化产业体系的重要一步。协鑫储能的落地签约，也将为翔安未来的经济社会发展注入更强劲的动能——根据初步测算，项目建成投产后连续 6 年产值可达 360 亿元以上。



事实上，在今年“九八”投洽会的福建省重大项目集中签约仪式上，协鑫集团的储能项目就已登场亮相。随着合作签约达成，项目有条不紊地推进落地——9 月，厦门鑫之源企业管理合伙企业(有限合伙)注册成立；10 月，厦门鑫能注册成立；11 月，协鑫储能(厦门)数字科技有限公司注册成立；直至 12 月 5 日，协鑫储能全球总部公司正式签约落户翔安。

据了解，协鑫集团在 2024 全球新能源企业 500 强榜单中位居第 4 位，在 2024 中国民营企业 500 强中位居第 43 位，2024 中国制造业民营企业 500 强榜单中位居第 28 位。

当前，在储能领域，协鑫集团正在加速布局其下游应用产品与场景以完成其一体化链路。这次落户在翔安的总部公司，将把储能 PACK 和储能系统集成生产基地落户厦门，规划投资约 5 亿元建立 10GWh 储能生产基地，重点聚焦工商业客户，采取“储能系统软硬件一体”+“综合能源服务”的模式开拓市场。项目建成投产后，有望带来年百亿级规模效益，并拓展新型储能场景应用。

选择厦门、落户翔安，协鑫储能看重的是这里的发展潜力和产业前景。

近年来，厦门高度重视培育和发展新能源产业——尤其是在构建“4+4+6”现代化产业体系中，将新能源产业列为四个战略性新兴产业之一，将氢能和储能列为六大未来产业之一，加力打造“新能源产业创新之城”。目前，已经有宁德时代、中创新航、厦钨新能、海辰储能等龙头企业扎根厦门，并陆续吸引产业链上下游优质企业相继落地。

自 2003 年建区以来，翔安就坚持工业立区、先进制造业当家的发展道路，当前已培育形成平板显示、半导体和集成电路、机械装备和新能源新材料四大主导产业，其中平板显示、新能源产值均超全市三分之一，成为全市重要的先进制造业基地和全省最大的光电产业基地。今年 1—10 月，翔安规上工业增加值增长 14.2%，已连续八个季度排名全市首位，其中高技术制造业增加值占规上工业增加值比重达 58.7%。

近年来，翔安区还深入实施先进制造业倍增计划，具有翔安特色的“4+3+3”现代化产业体系持续构建完善。翔安围绕巩固提升优势产业、培育壮大新兴产业、布局建设未来产业，推动天马显示、中创新航、盛屯磷酸铁锂等百亿级项目接续落地，保障钜瓷科技、延江新材料二期等优质项目竣工投产，支持瀚天天成、施耐德电气、电气硝子等企业增资扩产——高能级产业体系已经初步成型。

（消息源：2024-12-06 金台资讯）

布局电池循环利用！华能新能源企业落户厦门

近日，集美区政府与华能长江力景战略合作框架协议签约仪式在集美举行。根据协议，双方将以市场化方式开展全方位、宽领域、深层次、多形式的战略合作，推动双方互惠互利、共同发展。

作为央地合作、强强联合的样本，华能长江力景的背后既有实力央企，又有厦门本地专精特新企业的加盟。

据介绍，华能长江力景由华能碳资产经营有限公司与厦门力景新能源科技有限公司共同出资成立，由前者控股。具体来看，华能长江环保科技有限公司是央企中国华能集团旗下唯一的科技环保类成果转化专业化平台公司，华能碳资产经营有限公司是其下属单位。华能长江力景是中国华能集团旗下唯一从事动力及储能电池全生命周期服务的业务总部。厦门力景新能源科技有限公司是专业从事动力电池维保运营、梯次利用、拆解破碎的国家高新技术企业，已通过厦门市创新型中小企业、专精特新中小企业认定。

“以打造‘电池医院+电池银行’为理念，华能长江力景将积极开拓动力及储能电池运营维保与梯次回收利用业务市场，预计未来三年可达成超 10 亿元的营业收入。”企业方面介绍。

集美区表示，今后将大力支持华能长江力景在新能源动力电池循环利用领域的业务，为企业提供优越的营商环境和丰富的应用场景。集美还将助力企业与辖区整车与零部件制造、新型储能等领域的相关企业加强合作，共同探寻动力电池与储能产业“第二增长曲线”。

企业方面表示，将充分利用集美区的政策支持和资源优势，积极发挥自身在废旧电池回收利用领域的产业、技术和投资优势，探索与集美区以及厦门市的动力电池生产、整车制造、储能等相关上下游企业的合作机会，共同完善废旧电池回收体系，推动动力电池的资源化利用。

据了解，双方还有计划携手打造绿电产业园、设立低碳环保科技创新基金、开展环保治理业务等，进一步服务厦门新能源产业发展大局。

（消息源：2024-12-12 中国汽车网）

【会员风采】

厦钨新能与法国 Orano 合资成立 Neomat

摘要：当地时间 12 月 9 日、10 日上午，厦钨新能和法国欧安诺集团合资公司成立暨公司品牌 Neomat 揭牌、发布仪式在法国首都巴黎、西北部港口城市敦刻尔克两地举行。



12 月 10 日，法国敦刻尔克，出席活动的嘉宾合影留念。



12 月 9 日，法国巴黎，厦钨新能与法国 Orano 集团代表举行合资公司成立签约仪式。

当地时间 12 月 9 日，厦钨新能与法国 Orano 集团在巴黎联合宣布 XTC-Orano 合资公司在敦刻尔克成功交割。双方高层领导齐聚一堂，召开了两家合资公司首次董事会，任命了刘文滔先生为 Neomat CAM 首席执行官(CEO)、Thomas Brion 先生为 Neomat PCAM 首席执行官（CEO）及首席财务官（CFO）、首席运营官（COO）等重要职位。双方还就合资公司的未来决策机制、财务预算、组织架构等关键议题展开了深入而细致的讨论，形成了明确的发展蓝图，为合资公司未来的稳健发展指明了清晰方向。



姜龙与 Guillaume Dureau 共同为 Neomat 揭牌。

会后，厦钨新能总经理姜龙与 Orano 集团高级执行副总裁 Guillaume Dureau 共同为合资公司的品牌名称 Neomat 揭牌。

Neomat，蕴含“创新”、“崭新”和“材料”的意义，其标识以象征无穷能量的闪电为主体，环绕两个代表稳定与团结的三角形；颜色则融合了厦钨新能的金色、Orano 的黄色以及敦刻尔克地区的蓝色。这一全新品牌不仅承载着双方在全球新能源电池材料产业领域持续创新、共同发展的坚定信念，也标志着双方合作将开启新篇章，为全球新能源产业和碳中和目标的实现贡献力量。



厦钨新能总经理姜龙在仪式上致辞。

厦钨新能总经理姜龙先生在致辞中表示：“在碳中和目标下，XTC-Orano 的合资项目致力于成为中法合作的典范，是中法两国在新能源电池产业深度合作的靓丽名片。Neomat 将为全球新能源产业的发展做出重要贡献。”

Orano 集团高级执行副总裁 Guillaume Dureau 先生表示：“Neomat 的成立是双方合作的一个重要里程碑，我们将继续致力于能源转型和循环经济的发展。”



厦钨新能副总经理陈庆东在仪式上发言。

厦钨新能副总经理陈庆东先生提到：“我们对未来的合作充满信心，相信 Neomat 将为全球新能源产业和碳中和目标做出重要贡献。”

这一里程碑式的成就，标志着双方自去年 5 月签署合作协议以来，经过不懈努力与紧密协作，合作进程稳健推进，取得了实质性的重大突破。

当地时间 12 月 10 日，双方高层代表前往合资项目所在地敦刻尔克，与上法兰西大区“电池谷”、“电动汽车生态系统”的关键合作伙伴、大区政府领导、市政府部门负责人、行业协会代表、产业链上下游企业以及主要客户共襄盛举，庆祝合资公司的正式成立。合资公司的成立将为全球新能源产业和碳中和目标的实现注入新的活力，推动欧洲新能源事业的蓬勃发展。

活动当天，在现场近百位来宾和十余家中法媒体记者的见证下，厦钨新能总经理姜龙、Orano 集团电池事业部总监 Philippe Hatron、敦刻尔克港务局主席 Maurice Georges 以及法国前交通部长、现任敦刻尔克地区主席及市长 Patrice Vergriete 共同签署了《四方战略合作协议》，标志着各方将在 Neomat 项目上开启深度合作的新篇章。



Neomat CAM 公司 CEO 刘文滔在活动上发言。

在活动仪式上，Neomat CAM 公司 CEO 刘文滔先生表达了对项目开展以来各级有关政府部门支持的感谢，以及对重要合作伙伴通力合作的称赞，传达了 Neomat 将在未来取得长期成功的强大信心。



敦刻尔克市长 Patrice Vergriete 在活动上发言。

活动期间，各方对合资公司的成立表示祝贺。Orano 集团电池事业部总监 Philippe Hatron 强调：“合资公司的成立不仅是双方合作的关键里程碑，更是我们在全球新能源产业和碳中和领域迈出的重要一步。”敦刻尔克港务局主席 Maurice Georges 肯定了厦钨新能及 Orano 集团对敦刻尔克的投資选择，并赞扬了合资公司在法国电动汽车生态系统中的重要作用。最后，Patrice Vergriete 市长表示地区政府将长期支持合资公司的发展与规划，期待其在“碳中和”和“循环经济”战略中发挥重要作用。



法国总统马克龙与厦门钨业董事长黄长庚、厦钨新能总经理姜龙会谈合影。

2024 年是中法建交 60 周年，两国在新能源领域的合作，已成为双边关系中的标志性亮点，并引领着未来合作的新方向。在法国总统马克龙的亲自推动及两国政府高层的大力支持下，厦钨新能与法国 Orano 集团携手成立的 Neomat 合资公司，不仅为欧洲新能源产业的蓬勃发展提供了强大助力，也为厦钨新能在国际

电池产业链的深度整合与合作中开辟了新的道路，注入了蓬勃动力。这一合作典范不仅是对国家“一带一路”倡议的深入实践，更是有力推动了中法两国在电池产业及碳中和领域的深度合作与共同繁荣，为中法友好合作的宏伟画卷增添了浓墨重彩的一笔，开启了双方合作的崭新篇章。

（消息源：2024-12-12 厦钨新能源）

储能三大创新产品全球首发 海辰储能打开 “能源自由·新世界”

2024 年 12 月 12 日，主题为“能源自由·新世界”的第二届海辰储能生态日暨新品发布会在北京成功召开。活动现场，海辰储能全球首发其∞Power 6.25MWh 2h/4h 时空定制大容量储能系统、首款电力储能专用钠离子电池∞Cell N162Ah、免安装家庭微网系统 HeroES 三大创新产品，致力于让电力储能实现时空定制自由、让极端环境实现钠电选择自由、让亿万家庭实现能源智联自由，从而打开通往“能源自由·新世界”的大门。



王鹏程：全面打开能源自由的新世界

储能如何推动能源自由？海辰储能联合创始人、总裁王鹏程表示：“作为一个能源参与者、建设者，海辰储能始终认为在可预见的未来，‘储能+新能源’模式一定是实现能源自由的必然选择。海辰储能通过推出全场景定制的一体化储能解决方案，旨在为人们的生活和社会经济发展提供可持续的电力支持，让储能赋能所有可能。”

01 ∞Power 6.25MWh 2h/4h 全场景大容量储能系统，开创全场景定制时代

由于新能源发电占比的提升以及“双碳”目标的促进，储能行业进入加速发展期。在海辰储能看来，储能产业规模高速增长为全产业链带来历史性机遇的同

时，也面临场景化这一大痛点。随着电力储能行业进入“规模化”“场景化”“收益精细化”的高质量发展阶段，一款储能产品打天下的时代已经过去。



∞Power 6.25MWh 2h/4h 储能系统

针对行业“大容量”、“场景化”储能产品与技术的发展趋势，海辰储能推出∞Pack+全场景大容量储能平台。∞Pack+平台具备大容量、标准化、平台化、场景化、可维护性五大优势。基于全新的∞Pack+全场景大容量储能平台，结合专为大容量储能而生的 587Ah 和 1175Ah 储能专用电池，从时间和空间两大维度，发布了∞Power 6.25MWh 2h/4h 时空定制储能系统，并推出了针对沙漠场景定制沙漠之鹰储能系统产品。

当下，电池和系统的各个功能模块都是以强耦合方式集成在一起，大大增加了系统复杂性；同时，随着容量越做越大，产品的迭代和系统整体性能的提升也受到限制。基于对未来储能产品趋势的研判，海辰储能突破固有产品思维模式，重新定义了储能产品集成概念。



重新定义储能产品集成概念

海辰储能在现场提出了“解耦重构”“专业分工”“独立演进”“行业共创”前瞻理念，通过解耦系统功能模块，将电、热、控制、消防、功率等的强耦合关系转变为弱耦合关系，从而解锁储能系统新形态；通过解耦重构，建立标准化界面，进行专业化分工，实现各模块的分开演进，促进各模块技术的专业化发展及技术创新协同，加强产业链上下游企业之间的协调与合作，打造行业新生态。

海辰储能∞Power 6.25MWh 2h/4h 时空定制大容量储能系统产品，将在 2025 年第二季度开启全球交付。

02 首款电力储能专用钠离子电池 ∞Cell N162Ah 开启电力储能钠电时刻

自然界中钠储量丰富，其地壳丰度是锂元素的 400 倍以上，如果全部做成钠电池，按照全球储能每年新增 1TWh 计算，可满足 15,000 亿年的储能需求。但是钠电的发展前景也让部分人产生了两大认知误区，即市场容量小和产业化进程慢。

然而，时至今日，钠电的产业化进程一推再推。海辰储能认为钠电未能实现产业规模化应用，是因为钠电没有找到真正大规模应用的大众场景，而“大场景驱动大产业”，电力储能是能驱动钠电产业规模化的大应用场景。

海辰储能现场发布其全球首款电力储能专用钠离子电池∞Cell N162Ah，该产品采用磷酸焦磷酸铁钠正极搭配硬碳负极的技术路线，并采用均质高导电包覆策略、硬碳负极以及微键合电解液配方等一系列技术创新，实现了∞Cell N162Ah 钠离子电池长寿命、宽温域、高倍率、高效能、高安全等诸多特性。



海辰储能首款电力储能专用钠离子电池

其中，∞Cell N162Ah 在超长寿命、倍率性能以及安全性表现优异，产品循环寿命超过 20,000 次（70%SOH）；在 10C 超大倍率条件下进行放电，容量保持率高达 85%。最后，得益于具有高热稳定性的技术路线及电池化学体系的优化，

以及 0V 超长货架期存储的特性，为电池及系统的存储、组装、运输和运营提供较高的人身和财产的安全保障。

海辰储能电力储能专用钠离子电池∞Cell N162Ah，将在 2025 年第四季度 GWh 量产。

03 免安装家庭微网系统 HeroES，让家庭能源实现智联自由

在海外，家庭储能市场的需求很大。但是传统家庭储能系统的安装、调试都需要专业人员，安装成本较高。调研结果显示，除了安装费用高之外，安装周期长、扩展困难、不智能也是家庭储能进入家庭的主要障碍因素。

针对这一市场痛点，海辰储能发布了首款免安装家庭微网系统 HeroES。HeroES 由家庭智储模块 Storage 系列和智控模块 SynergyBox 组成，是针对家庭储能场景定制的智慧能源解决方案，其具备家电化、智能化、模块化特点。海辰储能的即插即用技术，不仅带来全新的安装体验，还可大幅节约总安装成本。



HeroES 由家庭智储模块和智控模块组成

相较其他品牌一个工作日的安装时间，HeroES 的初装只需 30 分钟，安装时间缩短至原来的 1/10，初装成本降低至 1/3。在系统扩展和调试时间上，HeroES 也不需要付出额外时间，从而极大降低了家庭储能的总成本；在节省电费方面，HeroES 搭载了海辰独创的智能算法，可实现能源管理自我进化，其能效提升 10%；此外 HeroES 还具有超强的家庭微网自组网能力，不同规格的智储模块可以“无线”且“无限”地组合，实现即插即用，重新打开和定义了家庭储能的全新场景，让亿万家庭实现能源“智联自由”。

免安装家庭微网系统 HeroES，将在 2025 年第三季度开启全球交付。

从∞Power 6.25MWh 2h/4h 时空定制大容量储能系统到首款电力储能专用钠离子电池∞Cell N162Ah，再到免安装家庭微网系统 HeroES，海辰储能以前瞻的

理念与洞察，创新的技术产品，为储能产业打开了更多的新可能，也为通往能源自由新世界铺开了道路。

既聚焦当下，也拥抱未来。海辰储能将继续为储能技术创新探路、为储能应用实现全场景定制助力，为储能产业高质量发展赋能，并将 12.12 生态日打造成储能、新能源行业乃至净零排放领域最值得期待的产品技术发布和交流平台之一。

（消息源：2024-12-12 海辰储能）

锂电池铁路运输“零的突破”！宁德时代拿到国铁首张“火车票”

11 月 19 日，宁德时代动力型锂电池铁路试运首发仪式在贵阳、宜宾两地同时举行。四川省发改委副主任黄志、贵州省商务厅厅长吕劲松、宁德时代副总裁孟祥峰、宁德时代供应链与物流部部长刘洁等人出席仪式。随着满载宁德时代产品的列车驶往上海，中国动力锂电池铁路运输实现“零的突破”。



动力锂电池运输效率和安全保障对于产业发展至关重要。为进一步降低运输成本、提升新能源动力电池供应链韧性水平，宁德时代积极参与中国国家铁路集团有限公司锂电池铁路运输试点工作，分别在今年 6 月 5 日、15 日针对锂电池铁路集装箱相继完成“热失控”“铁轨冲击”等多项测试，在产品安全性、稳定性、包装方式、箱内固定方式等方面表现优异，得到与会专家一致认可。

铁路运输具有运力大、成本适中、受天气影响小等优势。动力锂电池铁路运输的开通，推动了大宗货物和中长途货物运输“公转铁”，也有利于减少运输排放、降低运输成本、提高运输效率。未来，国内动力锂电池运输可与中欧班列衔接，有利于提高我国锂电池产业全球竞争力。

（消息源：2024-11-19 宁德时代）

宁德时代与 Stellantis 集团合资建厂 总投资高达 41 亿欧元

12 月 10 日，宁德时代与 Stellantis 集团共同宣布——双方将各持股 50% 成立一家合资企业，在西班牙萨拉戈萨建设一座大型磷酸铁锂电池工厂，投资高达 41 亿欧元。该工厂计划于 2026 年底开始生产，规划年产能可达 50 吉瓦时。同时，该工厂将按照完全碳中和标准设计，目前该投资计划正稳步推进中。



该合资企业的成立，将提升 Stellantis 集团在欧洲的磷酸铁锂电池先进性优势，助力其在 B 级车和 C 级车细分市场持续发力，为消费者提供更优质量、更耐用、更经济实惠的电动轿车、跨界车和 SUV。

Stellantis 集团是世界领先的汽车制造商之一，旨在为用户提供环保、安全且经济的出行方式。2023 年 11 月，Stellantis 集团与宁德时代共同签署了一份非约束性谅解备忘录，旨在服务 Stellantis 集团在欧洲的电动汽车制造，为其提供本地化的磷酸铁锂电芯和模组。同时，双方宣布在两个战略方向建立长期合作：第一，制定大胆的技术路线图以支持 Stellantis 集团先进纯电动汽车的发展；第二，积极探索新的合作机会以进一步提升电池价值链。

Stellantis 集团董事长兼临时执委会主席约翰·艾尔坎（John Elkann）表示：“我们致力于实现碳中和的未来，拥抱所有可用的先进电池技术来为消费者带来有竞争力的电动汽车产品。这家与宁德时代的合资企业，将为已在清洁和可再生能源使用方面成为先进示范制造基地的园区引入创新型的电池生产，这有助于推动可持续的生产方式。”

宁德时代董事长兼 CEO 曾毓群表示：“此次合作将我们与 Stellantis 集团的合作提升到了新的高度。我相信，借助宁德时代先进的电池技术和卓越的运营专业知识，结合 Stellantis 集团在萨拉戈萨数十年的本地化商业运营经验，该项目

将成为行业的重大成功案例。宁德时代的目标是在全球推广零碳技术，我们期待通过更多创新模式与全球合作伙伴开展合作。”

宁德时代在德国和匈牙利新建的两座工厂已投入运营，将先进的电池制造技术带到欧洲。本次宣布成立的西班牙工厂，将有助于提升宁德时代支持客户实现气候目标的技术能力，加速推动欧洲和全球市场电动出行和能源转型。

（消息源：2024-12-10 宁德时代）

「宁」聚红旗实力，共推换电新生态

近日，宁德时代携手旗下全资子公司时代电服科技有限公司（以下简称“时代电服”）与一汽红旗汽车销售有限公司（以下简称“一汽红旗”），共同签署换电项目合作框架协议。三方将基于“优势互补、合作共赢、共谋发展”的理念，在换电领域展开深度合作，加速构建更加便捷、高效的换电能源补给网络，为促进换电车型普及、优化能源消费结构提供有力支撑。

通过资源共享与协同创新，三方将充分利用各自的技术专长和市场资源，全面覆盖红旗品牌巧克力换电车型的市场推广、换电服务以及换电电池的高效运营等核心业务，以实现合作效益最大化。

这一合作不仅是三方积极响应国家新能源发展战略、助力行业健康可持续发展的关键实践，更是宁德时代与一汽集团在新能源汽车领域合作的重要里程碑。宁德时代将发挥在新能源科技研发和产业化方面的领先优势，时代电服将专注于标准化换电技术和运营创新，而一汽红旗则依托在汽车行业的深厚底蕴和品牌影响力，加速换电车型的开发及推广。

三方将共同推动标准化巧克力换电模式的广泛应用，为消费者提供更便捷、经济、安全的新能源汽车使用体验，助推电动化出行和零碳生活方式全面普及。

（消息源：2024-12-14 宁德时代）

宁德时代巧克力换电携手优信打造换电二手车交易体系

近日，宁德时代全资子公司时代电服与国内二手车行业头部品牌优信二手车签署换电项目合作协议。双方将共同探索商业及服务新模式，拓展换电市场和生态体系，打造一站式电池服务解决方案，为消费者带来“可租可售可回购、可换可充可升级”的全生命周期无忧服务。

当前，新能源新车渗透率再创新高，二手车交易随之升温，越来越多消费者关注纯电二手车保值率、电池健康度及使用寿命等问题。同时，检测评估、售后质保等行业标准亟待统一的问题，成为制约新能源二手车市场进一步发展壮大关键因素。

作为宁德时代的全资子公司，时代电服凭借巧克力标准化换电领域的技术和产业优势，结合优信在二手车平台资源方面的深厚经验及成熟的交易服务体系，打造“车电分离”二手车交易体系。双方将共同开发车电分离在线交易平台和电池商城，推动换电网络建设，推进换电标准化，实现换电业态全面升级，为消费者提供全面二手车状态检测、认证与评级服务。

此次合作是宁德时代巧克力换电生态体系的重要里程碑，成功打通了换电全生命周期交易链，实现从技术创新到服务创新，再到商业模式创新的全方位升级。这一创新不仅有效解决了新能源二手车交易中的评估、计价难题，还增强了各方信任，为消费者营造了一个更透明、安全的交易环境。同时，它还提高了换电网络覆盖率，为消费者带来更便捷、高效的补给体验，为新能源二手车市场实现模式创新、价值向上提供了新范本。

（消息源：2024-12-02 宁德时代）

宁德时代发布天行系列电池，开启纯电重型商用车 全场景时代

11月25日，宁德时代天行重型商用车系列电池发布，在续航里程、补能速度、安全标准等多方面均实现突破，全面开启纯电重型商用车全场景时代。

击穿5大行业技术瓶颈，塑造重型商用车电动化新标准

随着重型商用车电动化进程不断提速，其局限性也日益凸显，制约纯电重型商用车市场的进一步扩大。续航短、补能慢、寿命衰减快等行业痛点，成为亟待解决的关键挑战。

宁德时代天行重型商用车电池的超充版、长寿命版、长续航版以及高强度版（工程机械专用），凭借“新五高”技术重塑行业标准，让纯电重型商用车打破应用场景边界，走向全场景应用。



宁德时代天行重型商用车-超充版电池具有峰值 4C 超充能力，15 分钟补能 70%，兼具 120 万公里超长寿命、最高 600 度大电量、续航里程可达 500 公里。在矿区运输以及渣土搅拌等倒短场景中，大幅缩短电动重卡充电时间，显著提高收益。

宁德时代天行重型商用车-长寿命版电池拥有 15 年 300 万公里的超长寿命，突破重卡电池寿命极限，能够在重载、中长途等高能耗运输场景下，扛住频繁充放电带来的电池衰减压力。同时，长寿命版兼具最高 500 公里的续航能力，能满足不同运输任务需求。

该款电池同时支持换电模式，做到“可充可换可升级、可租可售可回购”，为终端用户进一步降低用车成本。

宁德时代天行重型商用车-长续航版电池首次实现 1000 度电全底盘布置，超长续航 800 公里，突破电动重卡的长途应用限制，轻松胜任快递、快运等跨省运输任务，拓宽车辆的服务半径。

此外，其能量密度高达 220Wh/kg，为行业最高水平，加上全底盘布置设计，可以极大扩展载货空间，增厚用户利润。

宁德时代天行重型商用车-高强度版电池专为工程机械研发，在矿卡工况下行驶 50 万公里仍具备高安全性，相比行业 10 万公里的耐久强度提升 4 倍，时刻守护安全运营。

当前，该产品已经落地量产，应用在同力重工、柳工机械、徐工机械、博雷顿、湘电重装、北方股份、宏大时代与临工重机 8 家工程机械制造商的超 20 款车型，助力行业持续前行。

此外，高强度版同时独创“泰山架构”，将一体化集成技术发挥到极致，不仅将体积利用率提升了 40%，还达到 IP68 等级的防水标准，可直接承受水洗冲

刷，防腐性能相较行业标准，实现双倍飞跃。此外，电池包还拥有能隔绝电化腐蚀的“装甲涂层”，在恶劣工况下，始终保持最佳状态。

深耕细作，加速商用车电动化跃迁式发展

作为动力电池领域的创新引领者，从 2017 年起，宁德时代就面向重卡电动化的技术空白区迎难而上，推动重卡行业电动化实现 0-1 跨越。

2020-2023 年，宁德时代连续四年稳居国内重卡电池装机量首位，宇通、DeepWay 等国内销量靠前企业均 100% 使用宁德时代电池。同时，在工程机械领域，宁德时代凭借 30% 的市场份额，成为全球工程机械电池市场的领导者。

宁德时代天行是宁德时代首个商用品牌，为商用行业提供全场景解决方案，致力开拓零焦虑商用时代的高质量发展之路。从 2024 年 7 月至今，宁德时代已接连在物流领域与公共交通领域推出天行 L-超充版、长续航版和天行 B-客车版，实现商用车全产品覆盖。

（消息源：2024-11-25 宁德时代）

星云智慧与中国石化再发力，厦门文屏路光储充检 超级充电站投用

近日，由福建星云电子股份有限公司（简称：星云股份）参股公司星云智慧（福建）能源科技有限责任公司（简称：星云智慧）与中国石化销售股份有限公司福建厦门石油分公司合作共建的厦门文屏路光储充检超级充电站投入使用，新站点集光伏储能、车辆快充、电池检测、餐饮休闲等功能于一体，将进一步完善厦门地区的充电服务网络，为新能源汽车用户带来更加便利、快捷、优质的车辆充电、电池检测等服务。



厦门文屏路光储充检超级充电站位于思明区文屏路文屏新能园内（中石化森美文屏加油站旁），占地面积 2817.6 m²，周边比邻大型住宅小区、公园景区、购物中心等，车流量大，充电及电池检测等潜在需求较多。为匹配充电需求，该站点配置了 64 台 1000V 180kW-360kW 的直流快充桩，不仅可实现 1000V 高压快充，同时还可以根据车辆的充电需要，柔性分配每根充电枪的最大充电功率，在符合充电桩和车辆电池技术适配的前提下，轻松实现七八分钟补充续航 200km，普通车辆也可在半小时充到 80% 的电量。

为了保障多车同时大功率充电的安全性，减少大功率充电对电网造成冲击，场站引入了光伏储能系统，配建有 164.82kWp 光伏发电设施和 824kWh 储能设施。光伏发电系统能够结合储能系统、充电系统，实现光、储、充协调运用，不仅可以提升清洁能源的消纳利用，还能为充电用户提供更具有性价比的充电服务。由于融合了全直流微网技术，场站电能交直流转换的效率得到了进一步提升，降低了电能转换过程中的损耗。除此之外，场站的储能系统还能参与市网的调频、调压，改善周边电网的电能质量，缓解厦门城市中心区充电基础设施增容、扩容的压力，达到削峰填谷、调频调峰的作用。

在厦门文屏路光储充检超级充电站建成投用之前，星云智慧就已经和福建省各大化石能源提供商积极互动，通过在加油站内增设充电设施，加速建设传统能源和新能源互促的油电一体补能站。未来，星云智慧将保持与各大化石能源提供商的互动，依托其遍布全国站点网络、配套场地资源等多方面的优势，持续拓展综合能源服务体系。

（消息源：2024-11-07 星云股份）

星云智慧六座超充站获评中国充电联盟首批星级充电场站

近日，由中国充电基础设施促进联盟（简称：中国充电联盟）、中国汽车工业协会充换电分会主办的“2024 中国汽车充换电生态大会”在山西太原举行，福建星云电子股份有限公司（简称：星云股份）及其参股公司星云智慧（福建）能源科技有限责任公司（简称：星云智慧）受邀参会。星云股份总裁助理刘震博士、智慧能源事业部总经理刘智出席活动。活动期间，中国充电联盟公布了首批星级充电场站名单，星云智慧六座站点获评“五星级”充电场站。

在大会论坛中，针对高速服务区增设充电桩导致区域电网负荷不足、电网容量紧张以及高速服务区潮汐充电现象严重等焦点问题，刘震博士分享了以分布式

光伏电站、“光储充检”一体化电站以及移动储能车结合的高速服务区充电整体解决方案，突破服务区充电基础设施建设、运营的瓶颈，打造免增容扩容、可动态分配功率、智能高效且高安全性的充电基础设施。采用“光储充检超级充电站”的建设模式，还能帮助高速服务区进一步应对未来超充时代的大负荷充电对配电网的冲击，实现局部微网的削峰填谷、调频调峰、电力保障，解决高速服务区电力增容、扩容的问题，助力高速服务区能源结构绿色低碳转型。



大会期间同步举办了星级充电场站证书颁发仪式，刘智代表获奖公司领取了荣誉证书。此前，中国充电联盟组织开展了首批星级充电场站评审工作，依据《电动汽车充电设施及场站测试评价规范》团体标准，并通过严格审核、现场考察程序，评选出首批星级充电场站。星云智慧及其子公司福建省充电猫能源科技有限责任公司参与建设、运营的上海青浦区余北公路光储充检超级充电站、上海北翟路光储充检超级充电站、福州台江金融街光储充检超级充电站、泉州繁荣大道光储充检超级充电站、福州马尾江滨大道光储充检超级充电站、福州鼓楼城投铜盘路光储充检超级充电站，获评“五星级”充电场站。

上述“五星级”场站采用了标准化的设计模式，技术领先，配套设施完善。场站配置 1000V 高压快充，并且同步实现车辆动力电池检测，进一步提升了充电、用车的效率和系数，也为场站运营带来了增值服务收益；采用“光储充检”一体化模式与直流母线技术的融合应用，可实现清洁能源有效利用，减轻高功率充电对电网的负荷，达到削峰填谷、调频调压、增容扩容、改善电能质量的作用；场站还适配星云集中式液冷超级充电系统、星云柔性充电堆等产品，为未来锂电池技术、充电终端技术的发展提供了多元化的技术支持；除此之外，光储充检超级充电站正逐步引入星云智慧的新零售业态品牌“星期待”，其中包含便利店、咖啡厅等运营场景，打造专业、专属、温馨、舒适的能量补给站。

“五星级”充电场站的评选彰显了光储充检超级充电站在技术创新、项目建设、日常运营、服务质量等方面的卓越表现，星云股份、星云智慧、充电猫将“以评促建，评建结合”，通过技术升级、服务升级，逐步打造技术领先、功能完善、布局合理的高质量充电服务网络，树立充电基础设施建设、运营、服务的“五星”标杆。

（消息源：2024-11-22 星云股份）

星云船用集中式超级充电系统海装会首秀 成功签约 电动船舶岸电配套项目

11月15日至18日，2024中国海洋装备博览会（简称：海装会）在福州举办。福建星云电子股份有限公司（简称：星云股份）携旗下首款新能源电动船舶补能解决方案——星云船用集中式超级充电系统亮相。凭借系统创新性、应用性等方面的突出优势，星云船用集中式超级充电系统不仅荣获本次大会“十佳科技创新奖”，同时还成功签约宁德市古田县翠屏湖景区电动船舶岸电配套项目，对增强船舶充电、航行的安全系数，推动航运业的绿色转型具有重要的示范价值。

01. 智能超充：兼顾安全与高效

由于电动船舶电池具有容量大、充电功率高、应用环境复杂的特点，因此电动船舶对充电桩的技术标准要求更高。如何实现安全、快速、稳定充电，是当前电动船舶推广应用的亟需解决的瓶颈。

星云股份是国内领先的以检测技术为核心的智慧能源解决方案专业提供商。早在2013年，星云股份就已经着手开始车用充电桩的研发工作，现已推出了覆盖3.5kW-600kW全功率段车用充电桩系列产品。基于星云长期的技术积累、市场经验，并结合船舶充电桩差异化充电技术要求进行产品优化、创新，星云船用集中式超级充电系统融合直流母线、高压大功率快充、锂电池检测等技术于一体，有助于缩短船舶充电时间、准确掌握船舶电池健康状态、缓解大功率充电对电网造成的压力、提升电动船舶补能效率和运营效率。同时，系统的智能充电策略能够自动匹配多类型的船舶动力电池，并主动识别电池技术指标，将充电过程数据化、自动化、智能化。

02. 深度检测：电池健康尽在掌握

电动船舶的电池作为动力核心部件之一，其重要性不言而喻。因此船舶电池的健康状况，不仅关乎船舶的正常运行，更是保障航行安全、推动绿色航运的关键所在。

星云股份拥有近 20 年的锂电池检测技术积累，展会中也同步展示了锂电池、电气设备等相关领域的检测产品

由于船舶电池在总体数量、堆叠安装、电路集成等方面相比电动汽车要更加庞大和复杂，并且电池包自带 BMS 系统存在一定的自检局限性，这也导致了检测数据颗粒度不足、准确度有待提升。针对以上技术难点，星云股份将锂电池检测技术融入充电终端设备，船舶在靠岸进行充电的同时，可实现对船舶动力电池在线健康检测。星云船用集中式超级充电系统可实现充检一体，能够判断船舶电池的当前状态、预测剩余寿命、发现潜在异常情况，并制定相应的维护策略，从而延长船舶电池使用寿命，更进一步提升船舶充电、航行的安全系数，也为船舶充电设施运营者带来更多增值服务收益。

03. 灵活拓展：融合光储适配未来

目前，星云船用集中式超级充电系统的应用场景主要集中于内湖、内河、岛屿以及近海港口等，应用船型以电动客船、中小型渔业/货运电动船舶、公务/港务船舶、景区观光型电动船舶等为主。但随着电动船舶应用领域的发展，未来船舶大功率充电的需求将持续增长。传统的一体式充电桩功率固定，无法调配兼容未来更高功率的超充需求，改造升级需投入大量建设成本，对周边电网容量也将造成巨大压力。星云船用集中式超级充电系统采用模块化设计，可柔性分配充电功率，系统能够结合储能系统，实现增容扩容、削峰填谷的功能，建设船舶专用的岸基“光储充检超级充电站”，即便多艘船舶同时高功率充电，也不会对公共电网造成用电负荷。

04. 市场认可：成功签约项目落地

经 2024 中国海洋装备博览会专家组严格评审，星云船用集中式超级充电系统从众多“高精尖”产品中脱颖而出，不仅荣获本次大会“十佳科技创新奖”，同时也获得了市场的肯定。在同期举办的电动船舶产业供需对接签约仪式上，星云股份副董事长兼总裁刘作斌代表公司与福建省古田县旅游发展有限公司签署项目合作协议，双方将共同推进宁德市古田县翠屏湖景区电动船舶岸电配套项目。该项目将采用星云船用集中式超级充电系统，并根据客户需求灵活配置充电终端，可同时满足“船用+车用”的充电需求，系统符合中国船级社（CCS）认证标准。

近期，星云股份也正在参与电动船舶充电设备和技术的行业标准制定，产品的技术优势正逐步转化为市场竞争力及客户认可度。



当前，福建省提出电动船舶产业要“立足福建、服务长江、面向全国”，以增强产业竞争力为核心。作为电动船舶产业链中不可或缺的一环，星云股份将持续加强电动船舶充电配套设施的技术研发，打造兼具经济性、安全性、实用性的电动船舶充电及电池检测配套设施，为加快福建省海洋经济发展、建设海洋强省提供支持。

（消息源：2024-11-18 星云股份）

“电动厦门”按下加速键 星云智慧厦门滨海西大道 光储充检超级充电站投用

近日，由福建星云电子股份有限公司（简称：星云股份）参股公司星云智慧（福建）能源科技有限责任公司（简称：星云智慧）参与建设的厦门滨海西大道光储充检超级充电站投用，新站点的投用不仅完善了区域充电网络布局，为用户提供了更多样的补能选择，也是落实今年 8 月厦门市发改委印发《进一步推动厦门市电动汽车充电基础设施体系建设工作方案》的重要实践，助力推进城市交通绿色低碳转型与现代化充电基础设施体系建设。



厦门滨海西大道光储充检超级充电站位于厦门滨海西大道 2555 号（美峰创客科技园区 5 号楼 6 号楼之间停车场），占地面积 1116 m²，周边毗邻多个住宅小区、商业购物中心、酒店会议中心、科创园区、滨海景区，车流量巨大，新能源汽车充电、车辆电池检测需求旺盛。该站点配置了 36 台 1000V 180kW 的直流快充桩，不仅可实现 1000V 高压快充，同时还可以根据车辆的需要柔性分配功率，在符合充电桩和车辆电池技术适配的前提下，轻松实现七八分钟补充续航 200km，普通车辆也可在半小时充到 80% 的电量。

此外，直流快充桩还融合了星云股份领先的锂电池检测技术，可以帮助车主在充电的同时，对车辆电池进行“体检”，让车主及时掌握车辆电池可能存在的安全隐患。

作为城市储能示范应用的案例，厦门滨海西大道光储充检超级充电站配备了 81.4kWp 光伏发电系统，以及 824kWh 的储能箱，光伏发电系统能够结合储能系统、充电系统，实现光、储、充协调运用，不仅可以提升清洁能源的消纳利用，还能为充电用户提供更具有性价比的充电服务。由于融合了全直流微网技术，即便站点内多台车辆同时高功率充电，也不会对公共电网造成用电负荷影响。除此之外，场站的储能系统还能参与市网的调频、调压，改善周边电网的电能质量，缓解城市中心区充电基础设施增容、扩容的压力，达到削峰填谷、调频调峰的作用。为提供更全面的服务，场站还配置了星云智慧的新零售业态品牌“星期待”，餐食、小吃、咖啡、茶饮等服务应有尽有，充分满足各类充电用户的多样化需求。

厦门滨海西大道光储充检超级充电站由星云智慧与厦门炬晟能源科技有限责任公司（注：该公司属厦门火炬集团有限公司全资子公司，为集团能源服务板块孵化和建设运营平台）携手成立的厦门星云慧炬新能源科技有限责任公司联合运营，该公司将具体负责站点的日常运营、维护，并推进厦门市未来新站点的投建运营、加盟推广等事务。接下来，厦门星云慧炬新能源科技有限责任公司将积极落实《进一步推动厦门市电动汽车充电基础设施体系建设工作方案》的内容，助力厦门市建设便捷高效的城际充电网络、结构完善的城市充电网络和有效覆盖的农村地区充电网络，打造高质量充电基础设施体系，为“电动厦门”的建设增添新的活力。

（消息源：2024-10-10 星云股份）

星云股份拟募资 6.37 亿元用于储能系统及电池关键部件制造和检测中心项目等

北极星储能网获悉，星云股份 12 月 10 日晚间公告，公司近日收到证监会出具的《关于同意福建星云电子股份有限公司向特定对象发行股票注册的批复》，同意公司向特定对象发行股票的注册申请，本批复自同意注册之日起 12 个月内有效。

根据募集说明书（注册稿），本次拟向不超过 35 名的特定投资者发行 4433.52 万股股份，募集资金总额不超过 6.37 亿元，扣除发行费用后用于星云储能系统及电池关键部件制造和检测中心项目及补充流动资金。

单位：万元

序号	项目名称	投资总额	拟使用募集资金投入金额
1	星云储能系统及电池关键部件制造和检测中心项目	105,769.46	44,700.00
2	补充流动资金	19,000.00	19,000.00
合计		124,769.46	63,700.00

星云储能系统及电池关键部件制造和检测中心项目，总投资 10.58 亿元，拟使用募集资金投入 4.47 亿元。

项目通过在宁德市购置新地块，新建生产制造和检测实验室基地，搭建先进生产线，购置先进软件系统及硬件设备，引进和培育专业人才，优化公司现有生产制造能力，进一步扩大工商业储能 PCS、电网侧储能 PCS、直流快充桩及直流模块、高压控制盒（S-BOX）以及锂电池检测服务的业务规模。

项目建成达产后预计可实现年销售收入 16.58 亿元，税后内部收益率为 16.81%，投资回收期（含建设期）为 7.70 年。

（消息源：2024-12-11 北极星储能网）

紫金锂元 2.5 万吨碳酸锂项目落地福建

12 月 4 日，福建省工信厅发布关于福建紫金锂元材料科技有限公司粗碳制备年产 2.5 万吨电池级碳酸锂项目节能报告的审查意见公示。

项目备案总投资 26497.04 万元。项目拟于 2025 年 12 月建成投产，达产后新增年综合能源消费量 22589.97tce（当量值）、33125.24tce（等价值）。



福建紫金锂元材料科技有限公司系紫金矿业集团股份有限公司的权属子公司。据了解，紫金矿业开始进行锂矿资源的布局大约在 2021 年，当年公司以 9.6 亿加元收购了加拿大新锂公司，新锂公司的核心资产即是位于阿根廷的 3Q 盐湖项目。

随后，紫金矿业又收购了西藏拉果错盐湖锂矿 70% 权益和湖南厚道矿业 71.1391% 股权，打造了构成了“两湖一矿”的资源格局，整体碳酸锂当量资源量超过 1000 万吨。

作为紫金矿业布局的一环，福建紫金锂元公司主营业务为磷酸铁锂正极材料的生产，同时涉及碳酸锂、电池回收等业务。

目前，紫金锂元位于上杭的年产 5 万吨磷酸铁锂正极材料生产项目已经投产。该项目总投资 11.42 亿元，分二期建设，一期建设 2 万吨磷酸铁锂，二期建设 3 万吨磷酸铁锂，项目全部建成达产后可实现产值 35 亿元。此外，紫金锂元旗下的紫金优锂 2 万吨磷酸铁锂电池回收项目计划于 2025 年投产。

优锂新能源是紫金锂元材料与广汽旗下优湃能源在 2023 年成立的合资公司，专注于锂电池的研发、生产和销售，并致力于新能源汽车废旧动力蓄电池的回收和再利用。

紫金优锂 2 万吨电池回收项目投产后，将进一步强化紫金矿业一体化布局，提升旗下产品的市场竞争力。

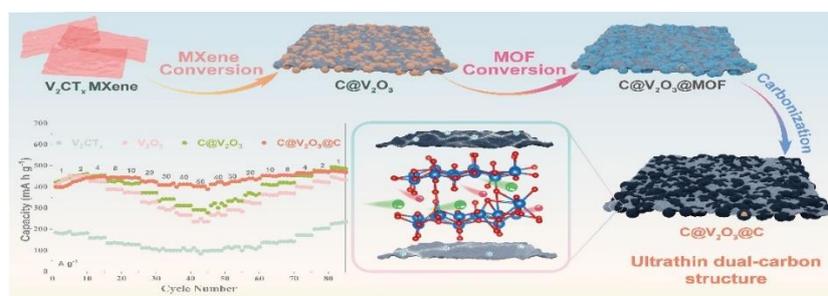
（消息源：2024-12-10 电池工业）

福建师范大学：在水系锌离子电池领域取得新进展

水系锌离子电池因其固有的安全性、成本效益、环境友好及能量密度高等特点，被视为极具竞争力的储能器件用于大规模储能和柔性电子等领域。然而，缺乏合适的正极材料限制了锌离子电池的发展。钒基氧化物因其较高的理论容量而

在锌离子电池正极研究中备受关注，但是其实际应用仍然受到钒溶解、结构恶化以及反应动力学缓慢等问题的限制。

为了解决这些挑战，福建师范大学赵毅研究员团队提出一种全新的合成策略，既通过逐步 MXene 和 MOF 转换策略，合理构筑具有超薄双碳保护的 V_2O_3 纳米片，表现出比表面积大、多孔、尺寸小、含量高及内外双碳层等结构优势。作为锌离子电池正极，展现出丰富的活性位点、优异的结构稳定性和卓越的反应动力学，在低电流下实现 100% 的容量保持率，在 50 A g^{-1} 超高电流下表现出 402 mAhg^{-1} 的出色倍率性能。该研究表明，合理构建碳基体可以有效抑制钒的溶解、增强结构稳定性、提高赝电容行为并促进离子/电子快速传输，从而显著提高钒氧化物正极的储锌能力。此外，所构建的柔性锌离子电池用于自供能传感体系，成功实现人体生理信号的实时监测，有效拓展其在柔性电子领域的应用。



研究成果以“Stepwise MXene and MOF Conversion Assisted Ultrathin Dual-Carbon Protected V_2O_3 Nanosheets for Ultrafast and Durable Zn-Ion Storage”为题，发表于国际环境能源顶级 TOP 期刊《Energy & Environmental Science》。福建师范大学为该研究成果的第一完成单位，海峡柔性电子（未来科技）学院（研究院）赵毅研究员、杨震教授及西北工业大学黄维院士为该论文的共同通讯作者，福建师范大学硕士生马小林为本文第一作者，博士研究生韩珂和李红星为共同第一作者。该研究得到国家自然科学基金、福建师范大学青年创新团队等项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1039/D4EE04387A>

（消息源：2024-12-02 福师大科技处）

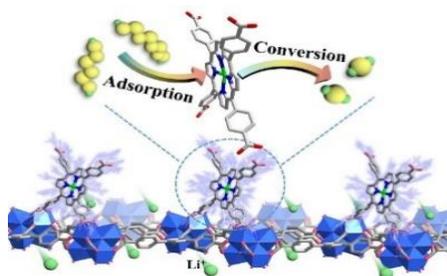
福建师范大学：在多功能锂硫隔膜研究中取得重要进展

锂硫电池由于高的理论比容量和能量密度，以及硫的低成本和环境友好等优势被视为最有应用前景的高容量存储体系之一。然而，在电池的充放电过程中，

可溶性的多硫化物氧化还原动力学弱，并且在电池内部正负极之间的自由迁移引发了“穿梭效应”，严重削弱了电池的循环稳定性和实际能量密度。

为了解决这些问题，在前期多功能框架活性位点调节及界面功能化（*Angew. Chem. Int. Ed.*, 2023, 62, 202311480; *Adv. Sci.*, 2024, 11, 2404834; *CCS Chem.*, 2024, 6, 988 一区 Top 期刊）的研究基础上，福建师范大学张章静、程志斌研究团队进一步提出采用第二配体接枝策略合成超薄 MOF 纳米片对锂硫隔膜修饰层进行界面功能化及孔结构调节。所制备的功能隔膜不仅实现了高效离子筛分特性，而且还巧妙地对隔膜修饰层孔径及界面催化位点进行有效调节，从而有效抑制了穿梭效应及加速了多硫化物的催化转化，显著提升锂硫电池电化学性能。

研究成果以《Interface Engineering of MOF Nanosheets for Accelerated Redox Kinetics in Lithium-Sulfur Batteries》为题，发表于国际化学顶级 TOP 期刊《*Angew. Chem. Int. Ed.*》。该研究成果中福建师范大学为唯一通讯单位，文章的第一作者是福建师范大学化学与材料学院程志斌副教授和陈逸阳硕士生，通讯作者是程志斌副教授和张章静教授。



原文链接：<https://doi.org/10.1002/anie.202421726>

（消息源：2024-12-19 福师大科技处）

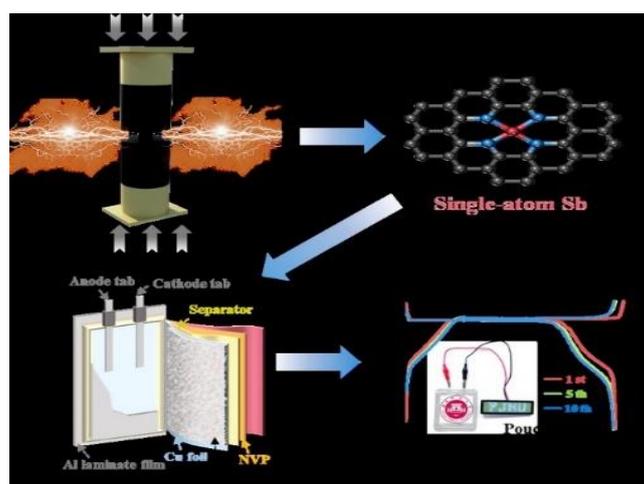
福建师范大学：钠金属电池领域取得重要进展

钠金属电池（SMBs）是一种兼具高能量密度和低成本的新型电池，然而钠金属负极在反复的沉积/剥离循环中，金属钠的电沉积常常导致形态和化学不稳定，例如钠枝晶的形成、容量衰减、短路甚至爆炸，制约了金属钠负极的实际应用带。通过引入亲钠金属添加剂来控制金属钠的异质成核，被认为是调节 Na 金属生长和减轻枝晶引发灾难性问题最有效的策略之一。虽然这些亲钠金属或复合材料通过合金化反应提供了钠沉积的活性位点，但它们在电沉积之前通过吸附、

不可逆合金化或转化反应等反应消耗了钠。此外，合金化-去合金化过程不可避免地产生大量体积膨胀和应力变化，这些缺点没有得到足够的关注和解决。

近日，福建师范大学洪振生教授课题组报道了一种包括电场、热场和压力场的多场调控合成 (MRS) 路线，可在几分钟内快速制备单原子锑。这种多物理场耦合合成方法可以实现高负载的单原子锑 (MRS-SbSA)，高达 15 wt.%。与具有低 SAMs 含量的传统烧结方法相比，具有良好分散的 Sb 原子的 MRS-SbSA 为钠金属负极提供了丰富的成核位点，这有利于控制钠离子通量和锚定钠金属的生长。同时，原子合金化-脱合金化过程减轻了体积膨胀，显著降低了机械应力，大大提高了电化学可逆性。因此，MRS-SbSA||Na 半电池即使在 1800 次循环后仍表现出非常高的库仑效率 (CE) $\approx 99.9\%$ 。MRS-SbSA-Na 对称电池表现出超低过电位和令人印象深刻的长循环寿命。此外，无阳极 MRS-SbSA||NVP 电池表现出极高的能量密度和出色的倍率性能。这项研究结果为合成高负载金属单原子及其不寻常的行为和在可充电电池中的应用提供了深刻的见解。

其研究成果以 “Highly Reversible Sodium Metal Batteries Enabled by Extraordinary Alloying Reaction of Single-Atom Antimony” 为题发表在《Advanced Energy Materials》。该研究成果中福建师范大学为第一署名单位，博士生赵思和硕士研究生陈旭东为共同第一作者，福建师范大学洪振生教授、浙江大学陆俊教授和安庆师范大学张燕博士为共同通讯作者。该研究得到了国家自然科学基金面上项目、福建省自然科学基金重点项目、福建省教育厅和福建师范大学碳中和研究院开放基金等多方资助。



全文链接: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.202403432>

(消息源: 2024-11-14 福师大科技处)

福建师范大学：在宽 pH 水系锌金属电池研究领域取得重要进展

近日，福建师范大学环境与资源学院陈庆华/钱庆荣团队的曾令兴教授与浙江大学陆俊教授团队联合研究，报道了一种 2,6-萘二磺酸钠添加剂调节锌负极界面实现高性能宽 pH 锌基电池。结合实验和理论计算发现，2,6-萘二磺酸钠分子中的一对 $-\text{SO}_3^-$ 基团充分发挥了双端基捕获功能，通过最远端的取代基位点实现分子调控，有效地减少了同电荷溶解结构的静电排斥。高对称性和电负性的 2,6-萘二磺酸钠在电极表面形成分子吸附层，从而延缓 Zn^{2+} 在酸性或中性电解质中的浓度极化和加速沉积动力学；并且在碱性电解质中引导 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ 均匀分布，最终抑制锌负极在宽 pH 电解质中的枝晶和副反应。本研究采用了一种简单的电解质添加剂策略，解决宽 pH 电解液中电极界面不稳定性问题，为开发具有成本效益的锌基电池提供了新的策略。该工作成果以“Interfacial regulation via configuration screening of disodium naphthalenedisulfonate additive enabled high-performance wide-pH Zn-based batteries”为题发表于碳中和领域顶级期刊《Energy Environ. Sci.》，该论文第一单位为福建师范大学，第一作者为福建师范大学 2024 级博士生林慧，通讯作者为曾令兴教授、武俊秀博士和陆俊教授，陈庆华教授、钱庆荣研究员、熊佩勋博士和林楚园博士生为本研究工作的主要参与者。

该研究工作得到国家重点研发计划项目、国家自然科学基金面上项目、福建省“雏鹰计划”青年拔尖人才项目和福建省重点基金的资助。



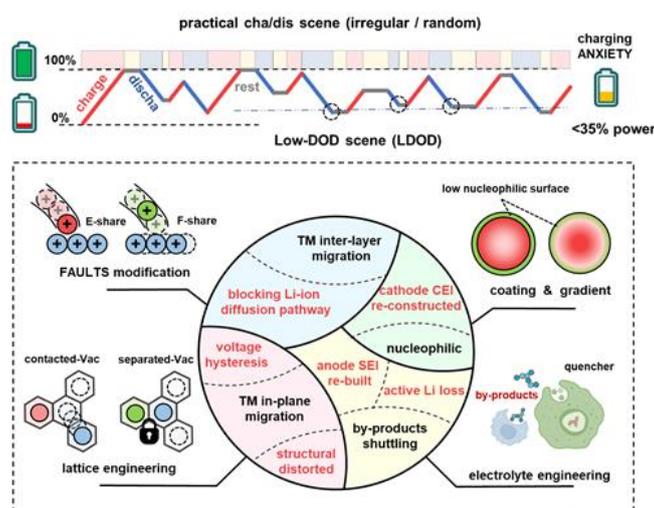
原文链接：<https://doi.org/10.1039/D4EE04212C>

(消息源：2024-12-05 福师大科技处)

厦门大学：高比能富锂正极材料的实用化结构研究

近日，厦门大学化学化工学院乔羽教授课题组在不同放电深度（DOD）下富锂层状正极材料的容量衰减行为的研究中取得重要进展。相关成果以“Depth-of-Discharge Dependent Capacity Decay Induced by the Accumulation of Oxidized Lattice Oxygen in Li-Rich Layered Oxide Cathode”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上（Doi: 10.1002/anie.202419909）。

富锂层状氧化物（LRLO）因其低成本、高容量、高能量密度以及无毒安全等优势，成为下一代高能量密度锂离子电池（LIB）正极材料的潜力之选。然而，大部分研究仅限于高放电深度（HDOD）/低放电截止电压循环步骤下的实验室级性能优化，对实际应用下的失效机制的关注有限。特别是，在实际工业应用中，缺乏对低放电深度（LDOD）/高放电截止电压循环场景的日历寿命和退化机制的评估。根据宁德时代的资料显示，在相同的上限电压（UCV）下，LRLO 在 LDOD 循环中表现出比 HDOD 循环更为明显的容量加速衰减现象，这在 NCM 等其他正极材料中并未出现。先前研究表明，这种异常衰减根植于 LRLO 与 NCM 截然不同的固有属性-阴离子氧化还原。因此，LRLO 面临的核心挑战是，必须建立性能衰减与阴离子氧化还原活性积累之间的明确相关性，从而帮助我们更快地实现 LRLO 的产业化应用。



为此，研究团队以 $\text{Li}_{1.14}\text{Ni}_{0.26}\text{Mn}_{0.55}\text{Co}_{0.05}\text{O}_2$ 为原型材料，揭示了 DOD 与 LRLO 容量保持之间的关系，并首次批判性地揭示了 LRLO 在 LDOD（一种更实际的充电-放电应用场景）下的快速容量衰减行为。此外，系统的表征全面阐明了在不同 DOD 循环过程中 $\text{O}^{\cdot-}$ 的积累、阴/阳离子电荷补偿机制、TM 的平面内/外

迁移、结构演变和表面恶化之间的构效关系。具体来说，LRLO 在 LDOD 循环中表现出快速的容量衰减，这归因于 LDOD 循环中 O^{n-} 的积累。在 LDOD 循环中， O^{n-} 的积累和 TM 层中持续存在的空位富集加剧了 TM 的平面内迁移，导致从分离的空位到接触的空位，进一步到聚集的空位的转变，促进了有害的 TM 平面外迁移，从而加剧了 LRLO 中的层状到尖晶石畸变。此外，增加的阴离子氧化还原活性不仅加剧了阴极的不稳定性，还导致活性的 O^{n-} 和相关副产物的阴极到阳极的穿梭，导致软包型全电池中的活性锂损失。

该研究工作在乔羽教授的指导下完成，2023 级硕士生张康为第一作者。该论文得到了国家自然科学基金（22179111）、国家重点研发计划（2023YFB2406200）、中央高校基本科研业务费（20720220010）等，以及固体表面物理化学国家重点实验室的支持。

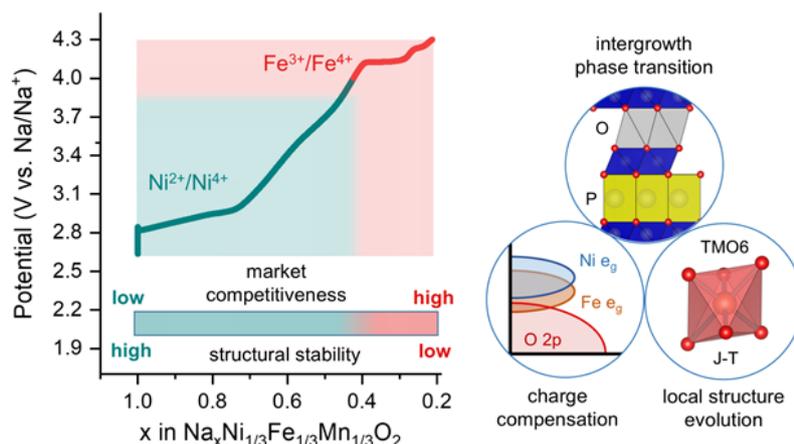
论文链接：<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202419909>

（消息源：2024-12-09 厦门大学化学化工学院）

厦门大学：钠离子电池正极材料结构演变机理分析

近日，厦门大学化学化工学院乔羽教授课题组在高充电深度（DOC）下钠离子电池 O3 相层状正极材料的结构演变研究中取得重要进展。相关成果以“Elucidating the structural evolution of O3-type $NaNi_{1/3}Fe_{1/3}Mn_{1/3}O_2$: A prototype cathode for Na-ion battery”为题发表在 J. Am. Chem. Soc. 上（Doi: 10.1021/jacs.4c11049）。

钠离子电池因其丰富的钠资源和低成本而闻名。特别是采用 NFM 正极的钠离子电池的能量密度是目前可用的钠离子电池中最高的，且拥有相对较低的成本。然而，根据宁德时代（CATL）的资料，在目前常规的 DOC 下，基于 NFM 正极的钠离子电池在成本上并不比其主要竞争对手磷酸铁锂电池更有优势。提高 DOC 是提升电池能量密度、降低单位成本的有效方法。然而，相比于锂离子电池镍钴锰基正极材料（NCM）成熟的研究，对钠离子电池镍铁锰基材料（NFM）的研究仍有很多模糊不清的地方。关于 NFM 在脱钠过程中的相变、电荷补偿机制以及局部共价环境的变化等方面的研究还不够充分。因此，需要要对高脱钠态下 NFM 的结构演变有更清晰的认识，从而改进其高 DOC 下的循环性能。



课题组以 $03\text{-NaNi}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 为原型材料，将目标 DOC 从常规的 $\text{Na}0.4$ （约 125 mAh/g ， 4.0 V 截止）扩展到 $\text{Na}0.2$ （约 180 mAh/g ， 4.3 V 截止），全面分析了 NFM111 在充电过程的相变路径、电荷补偿机制以及局域结构演变。在相变路径和电荷补偿方面， $\text{O}3 \rightarrow \text{P}3$ 相变发生在常规 DOC（ $\text{Na}0.4$ ，Ni 氧化为主）之前。而进一步脱钠（从 $\text{Na}0.4$ 开始）会诱导 $\text{P} \rightarrow \text{O}$ 的层板转变，导致 $\text{P}3$ 和 $\text{OP}2$ 相共存，随后在更高 DOC 下发生 $\text{OP}2/\text{O}3$ 共生相演变过程，在此基础上激活 Fe^{3+} 到 Fe^{4+} 的氧化。在从 $\text{Na}0.4$ 到 $\text{Na}0.2$ 只有 0.2 mol 的脱钠过程中，局部共价环境出现了严重的畸变，这不仅是由于 $\text{P} \rightarrow \text{O}$ 的层板转变引起的层板滑动，也归因于 FeO_6 八面体的 Jahn-Teller 畸变的加剧。这种局部共价环境的不可逆畸变会在长期循环过程中累积并恶化为结构退化。此外，该研究证明了 Ni 和 Fe 的氧化过程速率可以被充电速率所调控，并提出了通过掺杂策略实现结构稳定的方案。

该研究工作在乔羽教授的指导下完成，2022 级硕士生方恺、尹剑华为共同第一作者。该论文得到国家自然科学基金（22179111、22021001），国家重点研发计划（2023YFB2406200），嘉庚创新实验室基础研究项目（RD2021070401）等，以及固体表面物理化学国家重点实验室的支持。

论文链接：<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.4c11049>

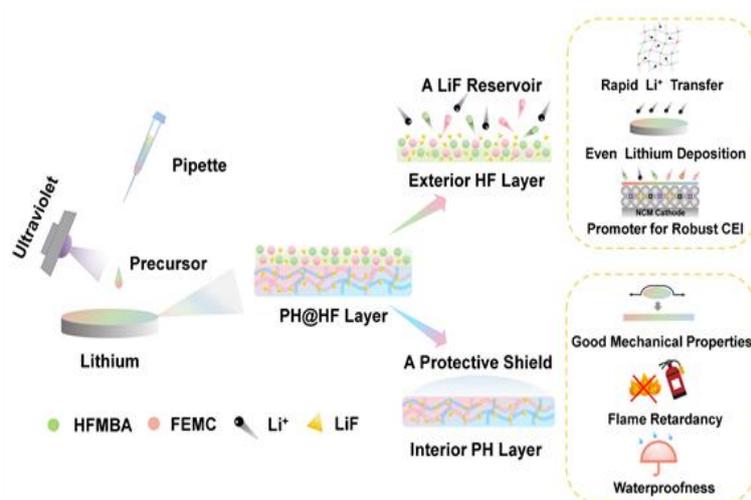
（消息源：2024-11-19 厦门大学化学化工学院）

厦门大学：锂金属负极人工界面工程新策略

近日，厦门大学化学化工学院孙世刚院士团队黄令教授、邓亚平副教授课题组在锂金属电池界面研究中取得重要进展，相关成果以“Constructing an Artificial Interface as a Bifunctional Promoter for the Li Anode and the NCM Cathode in Lithium

Metal Batteries” 为题，发表于 Journal of the American Chemical Society (DOI: 10.1021/jacs.4c11012)。

金属锂的理论容量高达 3860 mAh g^{-1} ，工作电压低至 $-3.04 \text{ V (vs. SHE)}$ ，被认为是商用锂电池中石墨碳材料的理想替代品。然而，锂的高化学活性易引发碳酸盐基电解质的副反应，继而产生不稳定的固体电解质界面 (SEI)。同时，锂金属负极与高镍层状材料正极的组合，有望进一步提升锂离子电池能量密度。然而，随着镍含量的增加，电池的容量衰减等问题也愈加严重。开发稳定的正极固体电解质界面 (CEI)，有利于限制过渡金属溶解、电解质分解，并延长电池循环寿命。目前，在正负极界面上的研究工作主要针对单个电极，因而需要一种界面调控方式同时作用于锂金属负极与高镍层状材料正极。



基于此，该工作通过光控自由基反应 (photo-CRP) 在锂金属表面，原位构建了一种杂化界面层 (PEGDA-HFMBAs@ HFMBAs-FEMCs)。在杂化界面中，PEGDA-HFMBAs 内层作为保护层，具有柔韧性和抗断裂性；HFMBAs-FEMCs 外层作为 LiF 富集层，促进锂传质及其均匀电沉积。同时，过量 HFMBAs 和 FEMCs 单体作为分子添加剂进一步溶解到电解液中，从而诱导原位生成薄且稳定的富含 LiF 的 CEI 层。因此，通过人工界面原位设计与电解液组分调节相结合，为解决锂金属电池界面问题提供了新策略，并实现其高电压条件下的稳定循环。

该项研究工作在黄令教授和邓亚平副教授的指导下完成，2022 级硕士生黄华裕为第一作者。该论文得到国家自然科学基金 (22172133、22288102)，以及固体表面物理化学国家重点实验室的支持。

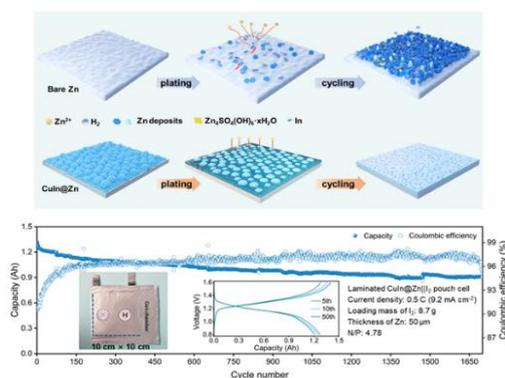
论文链接: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.4c11012>

(消息源: 2024-11-19 厦门大学化学化工学院)

厦门大学：双功能铜钢合金界面层助力 Ah 级锌金属软包电池

近日，厦门大学化学化工学院赵金保教授/杨阳副教授团队在锌金属电池负极界面设计的研究中取得新进展，相关成果以“Synergetic Bifunctional Cu-In Alloy Interface Enables Ah-Level Zn Metal Pouch Cells”为题发表在 Nature communications 期刊（DOI: 10.1038/s41467-024-53831-z）。

可充电水系锌金属电池（AZMBs）已经成为下一代大规模电化学储能技术的备选方案之一。然而，锌负极侧严重的枝晶生长、析氢副反应（HER）以及惰性副产物积累严重阻碍了其实用化进程。此外，对于实用化的软包电池构型(>1 Ah)，锌负极侧在扣式电池中可忽略的微小缺陷会因为更大的面积以及更小的外部压力被放大，导致电池快速失效。基于此，赵金保教授/杨阳副教授团队通过一种简易的化学共置换手段，在锌负极表面构筑了一层三维的 Cu-In 合金界面，同时实现了锌成核和析氢的协同调控。理论计算和实验结果表明，这种双功能的 Cu-In 合金界面分别继承了来自铜和钢的低锌成核过电位和高析氢过电位的优点。在 Cu-In 合金的协同改性下，对称电池运行寿命达到一年以上，电压滞后仅为 6 mV。最重要的是，得益于可靠的协同调节效果以及易扩展的制备方式，CuIn@Zn 负极成功地与高负载碘正极匹配，从而实现了稳定循环 (>1700 圈) 的安时级 (1.1 Ah) 叠片软包电池，为开发实用化的锌金属电池提供了新的思路。



该工作在厦门大学化学化工学院赵金保教授和杨阳副教授指导下完成，化学化工学院 2022 级博士研究生张明浩为论文第一作者。厦门大学化学化工学院研究生孙晨曦、陈冠红、亢元红、吕泽恒、杨锦、李思洋、林鹏翔、唐溶，以及广东工业大学李成超教授和温志鹏博士参与并协助工作完成。此外，化学化工学院乔羽教授和博士生唐泳麟，以及昆明理工大学李雪教授和博士生杨文豪对本工作

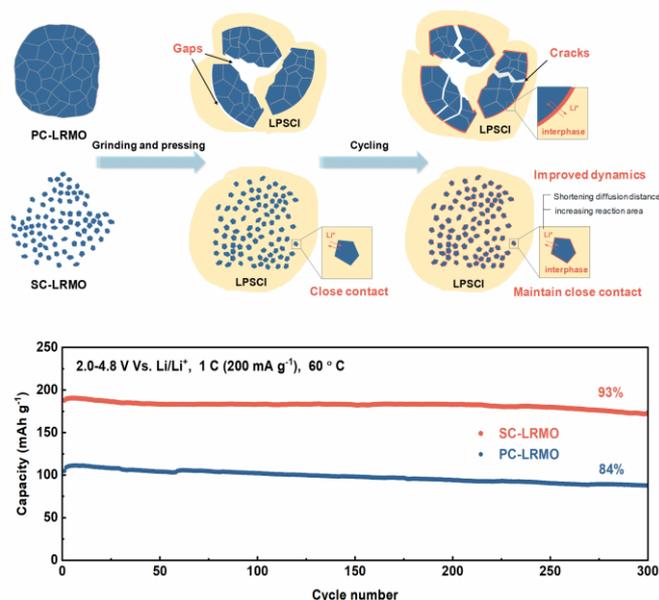
部分测试提供了支持。该论文得到国家自然科学基金（22379125、22109030、22021001），中央高校基本科研业务费（20720220073）、云南省重点研发计划项目（202103AA080019）、福建省对外合作项目（2022I0002）等，以及嘉庚创新实验室和固体表面物理化学国家重点实验室的支持。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41467-024-53831-z>

（消息源：2024-11-07 厦门大学化学化工学院）

厦门大学：高比容量单晶富锂锰基正极-硫化物全固态 锂电池研究中取得新进展

高比容量的富锂锰基正极材料（LRMO）有望进一步提高全固态锂电池（ASSLBs）的能量密度。但在全固态电池中，传统的多晶富锂锰基正极材料（PC-LRMO）颗粒尺寸较大（约 10-20 μm ），由于其具有较差的电子和离子导电率，且受到固-固界面接触的限制，势必会影响活性材料的利用率。因此，为了提高 LRMO 在全固态电池中的性能，必须进一步优化材料颗粒尺寸和形貌，合理地设计复合正极的结构。



近日，厦门大学杨勇教授和龚正良教授团队在富锂正极全固态锂电池研究中取得新进展，相关成果以“High Energy Sulfide-Based All-Solid-State Lithium Batteries Enabled by Single-Crystal Li-Rich Cathodes”为题发表于 ACS Energy Letters。

该团队制备了单晶富锂锰基层状氧化物 (SC-LRMO, $\text{Li}_{1.2}\text{Ni}_{0.13}\text{Mn}_{0.54}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$) 作为硫化物基全固态锂电池的正极材料。电化学测试结果表明：小尺寸的 SC-LRMO 不仅在 0.05 C 的可逆容量可以达到 316 mAh g^{-1} ，且在 1 C 下经过 300 圈循环后的容量保持率高达 86%，优于传统的 PC-LRMO (243 mAh g^{-1} , 84%)。表征分析表明，小尺寸的单晶富锂正极不仅有效缩短 Li^+ 扩散距离、避免晶界对锂离子扩散的影响，并增加电化学反应活性面积；还具备更有利的微观结构，有助于缓解电池循环过程中电化学-机械力学效应导致的材料结构劣化。因此，SC-LRMO 正极在硫化物基全固态锂电池中能够维持良好的电化学性能。总之，本工作强调了形貌和粒径控制在提高 LRMO 正极电化学性能的重要性，为开发高性能、高能量密度的全固态锂电池提供了重要的借鉴。

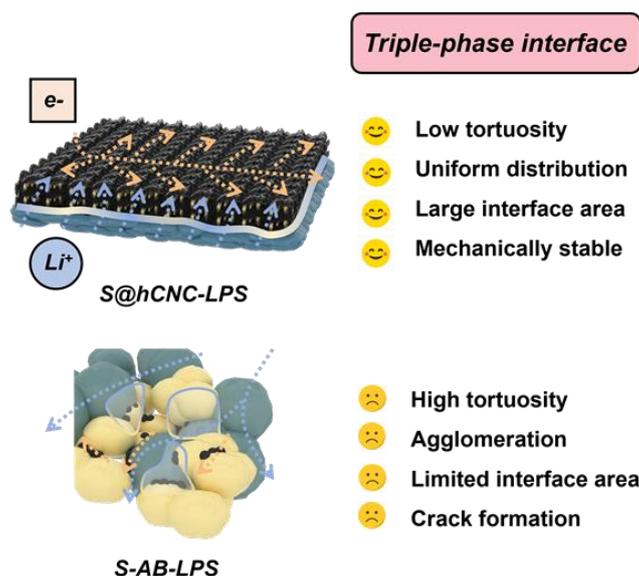
化学化工学院 2022 级博士生武玉琪为本文的第一作者；杨勇教授，龚正良教授和卡尔斯鲁厄理工学院纳米技术研究所赵文高博士为本文的共同通讯作者。

论文链接：<https://doi.org/10.1021/acscenergylett.4c01764>

(消息源：2024-10-12 厦门大学能源学院)

厦门大学：高面容量全固态锂硫电池研究进展

近日，化学化工学院杨勇教授课题组在高面容量全固态锂硫电池研究中取得重要进展。相关成果以“Engineering Triple-Phase Interfaces with Hierarchical Carbon Nanocages for High-Areal-Capacity All-Solid-State Li-S batteries”为题发表在《先进材料》(Advanced Materials)上 (DOI: 10.1002/adma.202413325)。



由于无机固态电解质能够有效抑制穿梭效应和自放电效应，全固态锂硫电池有望比传统液态锂硫电池实现更高的能量密度和更优异的长循环稳定性。然而，由于硫物种的本征惰性和固体电解质的非渗透性，硫正极内部需要加入大量的离子和电子导体，以构建足够的三相界面来实现高的活性物质利用率，从而提升电池容量。此外，硫物种在转化过程中体积变化高达 79%，这一显著的体积变化会导致颗粒接触的损失，进而减少有效的三相界面，并引发电化学-机械失效，导致长循环过程中严重的容量衰减。

基于此，研究团队采用了一种独特的分级碳纳米笼（hCNC）作为连续导电网络和纳米硫宿主，构建了具有三维连续导电网络和核壳结构的 S@hCNC 材料。由于颗粒、界面和电极的多维度结构工程协同效应，这种新型硫碳复合正极实现了硫碳的均匀分布，有效构建了三相界面，并能容纳硫在转化过程中产生的巨大体积变化，保持循环过程中三相界面的完整性，从而表现出显著增强的电荷传输能力和改善的电化学-机械稳定性。在 60° C 下，以 39% 的高硫含量和 6 mg cm⁻² 的高硫负载实现了 9.95 mAh cm⁻² 的超高面容量。这项研究为全固态锂硫电池中合理设计硫-碳复合材料提供了关键见解，展现了调控复合正极内部结构的重要性。

该项研究工作在杨勇教授的指导下完成，2023 级博士罗宇为第一作者。该论文得到国家自然科学基金（22261160570、21935009、22279108），国家重点研发计划（2021YFB2401800），以及固体表面物理化学国家重点实验室的支持。

论文链接：<https://doi.org/10.1002/adma.202413325>

（消息源：2024-11-27 厦门大学化学化工学院）

会员单位：厦门新瓷材料科技有限公司

厦门新瓷材料科技有限公司成立于 2015 年 6 月，位于福建厦门火炬高新区（翔安）产业区翔虹路 22 号，是一家专业从事精密陶瓷材料研发，生产和销售的科技型企业。

新瓷为客户提供高精度，高品质的精密陶瓷零件。包括氧化铝、氧化锆、氮化铝和氮化硅等先进陶瓷零件及各种超硬脆材料精密加工；涉及陶瓷成型，烧结，机械加工和精密磨削，陶瓷金属化和陶瓷钎焊等先进制造技术。

精密陶瓷零件凭借其高强度、高硬度、高绝缘、耐高温、耐腐蚀、耐磨损等优良特性，可广泛用于电力、电子、矿山、机械、化工、纺织、医药工程、通讯工程、航天军工和建筑装饰、家居日用品等领域。

新瓷公司通过了 ISO9001:2015 质量体系认证、IATF 16949:2016 质量体系认证、ISO14001:2015 环境管理体系标准认证，公司和国内多所高等院校联合开发新型材料制品，并取得多项专利。

新瓷坚持弘扬“诚信、协作、敬业、激情”的企业精神，始终遵循“格物致知、陶冶成器”的经营理念，认真贯彻“质量第一，客户至上，持续改进，追求卓越”的质量方针，以为客户提供优质的产品和优良的服务为己任，致力于打造中国最具影响力的精密陶瓷零件提供商。

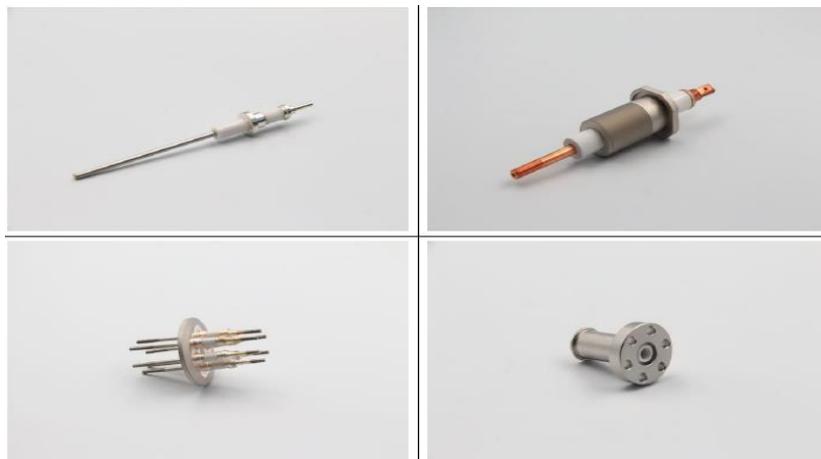


产品名称：陶瓷金属封接零件

产品优势/简介：

通过提供陶瓷与金属、玻璃与金属、陶瓷与玻璃等异种材料的钎焊解决方案，从而实现陶瓷件、玻璃件与金属结构件的气密性连接，封接气密性 $<1.0 \times 10^{-11} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

产品包括真空馈通器件、真空电极、真空玻璃观察窗、真空密封插座、真空射频插头、真空绝缘连接器。



产品名称：金属化陶瓷零件

产品优势/简介：

通过在陶瓷表面涂覆一层金属粉末，经过高温烧结形成牢固、致密的金属化层，从而实现陶瓷与金属的焊接。具有封接强度高、气密性高、可靠性高等特点。



产品名称：陶瓷金属封接零件

产品优势/简介：

新瓷专业为客户提供一站式精密陶瓷零件及精密陶瓷应用解决方案，提供耐高温、耐磨损、耐腐蚀和真空绝缘的精密陶瓷零件。包括氧化铝、氧化锆、氮化铝和碳化硅等精密陶瓷材料。



（消息源：2024-12-25 新瓷材料科 供稿）

【专家论点】

固态电池切莫忽视长寿命卖点

中国汽车报首席评论员 高级编辑 秦淑文

今年以来，与固态电池研发进展相关的消息特别多。

例如，11月8日，广汽集团在互动平台上表示，他们已初步打通全固态电池全流程制造工艺，正在着手准备于2026年装车。

又如，11月7日，太蓝新能源与长安汽车联合发布自誉为具有颠覆性力度的无隔膜固态锂电池技术，同时在行业内首家提出锂电池“减材制造”理念。长安汽车先进电池研究院负责人认为，这种无隔膜固态电池具有高安全性、高能量密度、成本可控、可规模化量产四大优势。这种无隔膜半固态电池计划于2026年进行装车验证；无隔膜全固态电池计划于2027年实现批量生产。

再如，宁德时代今年一再表示，计划在2027年开始小批量生产全固态电池。也许是看到“乱拳打死老师傅”的风险越来越高，11月6日，有消息称，宁德时代今年增加了对全固态电池的研发投入，已将研发团队扩充至超过1000人。据悉，宁德时代目前主攻硫化物技术路线，近期已进入20Ah样品试制阶段。

一般来说，20Ah的样品试制意味着电池技术方案初步定型，进入生产技术探索阶段；1Ah全固态电池样品检测的是材料性能，10Ah主要检测的是电池单体性能。

百舸争流，研发进展喜讯多，证明我国动力电池产业活力十足。大家只为尽早量产，抢先形成规模优势；大家昼夜兼程，协同融合，只为拔得头筹，以期在第二轮动力电池市场竞争中享受“二八法则”带来的超级红利。

对于固态电池，业界长期以来着重强调的都是高能量密度和高安全性，没有对长寿命予以足够的重视。但是，从现在的市场呼声来看，“电池与整车同寿”成为一个新的性能指标和竞争点。在笔者的印象中，今年，社交媒体上关于动力电池更换费用高得惊人的视频明显多于往年，“电池不能与整车同寿”显然成为一个越来越显著的消费痛点。

前不久，有媒体披露，奔驰EQC容量为79.2kWh的动力电池售后更换费用为23万元，特斯拉某款车型的有关费用在12万~15万元之间；小鹏P7的有关费用在8万~10万元左右，即便是混动车型30.7kWh的电池，售后更换费用也要5.8万元。

11月5日，中汽中心旗下测试机构公布了两款销量位居头部的新能源汽车电池健康状况评估结论。其中，2019款T牌3系车行驶11.6万公里后，经检测电池健康度为89.3%；L牌1型车2020款行驶10.3万公里后的电池健康度仅为75.6%；增程式汽车电池衰减明显高过纯电动车型。

《新能源汽车运行安全性能检验规程》（GB/T 44500-2024）将于明年3月1日起实施。如果新能源汽车的动力电池容量衰减超过60%，年检即为不合格。这样的话，车主必须自费维修或更换电池。

所以，当累计行驶里程达到或者接近12万公里，新能源乘用车车主就要有更更换动力电池的心理准备了。为什么是12万公里？因为国家目前为新能源乘用车电池、电机等核心部件设定的质保期是8年或12万公里。如果制造新能源乘用车时沿用的是传统燃油车的车身生产工艺，那么可以肯定，新能源乘用车目前做不到“电池与车同寿”，因为传统燃油乘用车一线品牌的车身防锈时间基本都在10年以上，8年以上无锈蚀、无锈穿的比比皆是。

为了解决充电时间长这一消费痛点，近几年，充电电压创新高成为新卖点。殊不知，消除这个老痛点的同时，新痛点也埋下了。有关机构的试验表明，使用4C充电倍率进行充电1100次后，动力电池性能显著下降；使用6C充电倍率快速充电700次后，动力电池基本无法满足正常使用要求。

根据行业统计，2016~2023年，8年电池质保期内的新能源汽车累计上险量约1942万辆。从3年来新能源产销量持续超高速增长的状况推测，再过3年，也就是2027~2028年，需要更换电池的在用车将成倍增多。据此进一步推想，随着动力电池更换潮越来越汹涌，装备长寿电池将成为新能源汽车市场新的竞争点。

也许正是看到了这一突破口，11月5日，华为发布消息称，他们已解决液态锂硫电池体系中多硫化物穿梭导致容量衰减严重的瓶颈性难题，使得电池产品不仅具有高能量密度、高安全性、高稳定性等性能，而且还有长循环寿命的竞争优势。如果华为的动力电池价格还较低的话，有可能会对初期价格较高的全固态电池带来挑战。

汽车前装市场肯定是头部电池企业的主战场，尽管维修市场的规模也越来越大，但它们或无暇顾及，或不屑于开拓，这就给那些二线电池企业让出了空间。因为海量的动力电池需要更换，汽车维修市场开始显现转型趋势。

在全固态电池上市初期，廉价且安全性很高的液态电池和半固态电池依然可以大有作为。当具备高能量密度、高安全性、高适应性、高可靠性、高寿命等“五高”性能，且生产工艺完全成熟、产品合格率很高、成本大大降低的时候，全固态电池才会大放异彩。

（来源：2024-11-12 中国汽车报网）

【技术之窗】**固态电池：力学的关键作用****Solid-state batteries: The critical role of mechanics**

Sergiy Kalnaus*, Nancy J. Dudney, Andrew S. Westover, Erik Herbert, Steve Hackney

原文来源: Science **2023** 381(6664): eabg5998.

<https://doi.org/10.1126/science.abg5998>

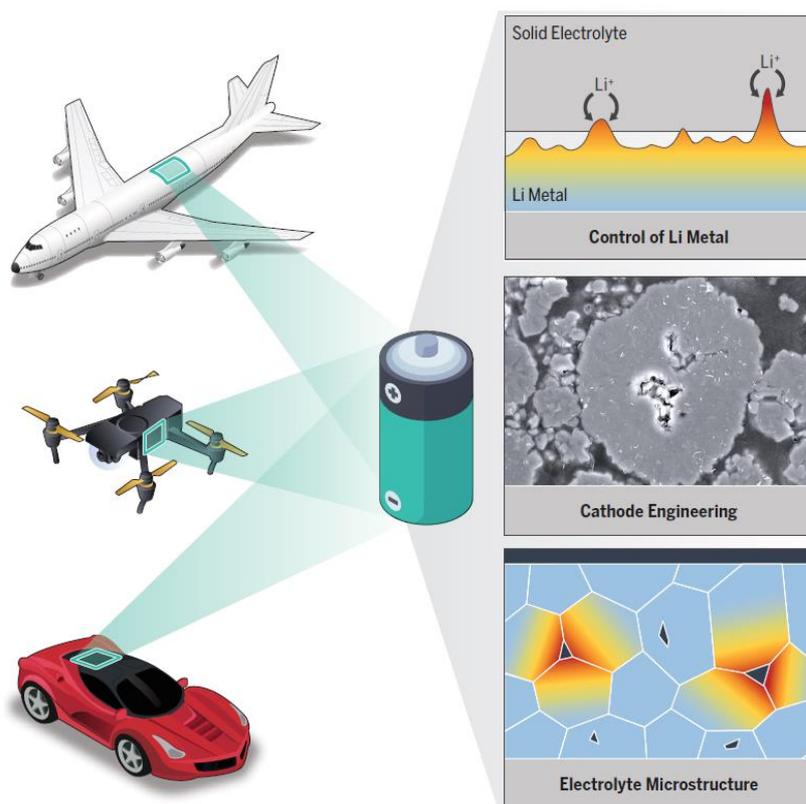
厦门大学 潘思远 译

背景

固态电池（SSBs）相较于日常手机和电动汽车中使用的传统锂离子电池具有更加重要的潜在优势。这些潜在优势包括更高的能量密度以及更快的充电速度。固态电解质隔膜还可能由于不含易燃有机溶剂而具有更长的使用寿命、更宽的可操作温区从而具有更高的安全性能。影响固态电池的一个关键方面是其微观结构在由物质传输驱动的尺度改变（应变）作用下的应力响应。虽然在液态电解质体系电池中正极颗粒也会发生组成应变现象，但在固态电池体系中这些应变将导致在膨胀或收缩的电极颗粒和固态电解质之间产生接触力学问题。另一方面，锂金属在与固体电解质接触界面的沉积将产生其独特的复杂应力状态。固态电池的一个关键特征是上述沉积行为不但会发生在电极-电解质界面，而且会发生在固体电解质自身内部，即在孔隙中或沿晶界生长。这种受限的锂沉积将在电解质中产生能够引发裂纹的高静水应力区域。尽管固态电池中大多数失效是由力学因素引起的，但大多数研究仍集中于改善电解质的离子传输和电化学稳定性。为了弥合这一认知差距，在本综述中，我们提出了一个针对固态电池的力学分析框架，并仔细研究了该领域的前沿研究，重点关注于应力的产生、预防和缓解机制。

进展

对可再生能源的推动需要下一代能量密度超过现有电池两倍能量密度以及充电时长在 5 分钟或更少的下一代电池技术的发展。这掀起了一场开发具有能够促进 5 分钟快充并且能够容纳金属锂负极（实现高能量密度的关键）的电解质竞赛。对锂金属具有高电化学稳定性以及离子电导率超过目前所有液态电解质的硫化物固态电解质为代表的固态电解质的发现，推动了研究群体目光朝向固态电池体系的转变。尽管这些发现为固态电池实现快速充电以及能量密度翻倍的愿景播撒了希望的种子，但只有全面理解电池材料的力学行为并将多尺度力学研究整合到固态电池的发展之中这一愿景才能真正实现。



固态电池的前景：如果在电池组件工程设计和消除保持界面完整所需巨大外压方面取得重大突破，固态电池（SSBs）能提供一系列多功能且安全的解决方案

展望

有几个关键挑战必须要加以强调，包括：（i）在固态电解质界面处的非均匀锂沉积以及电解质内部的锂金属沉积；（ii）发生在电极接触界面以及晶界处发生的电化学反应引起的体积变化，导致电池内部界面失去接触；以及（iii）形成具有超薄固态电解质和最小化非活性组分（包括粘结剂以及结构支撑物质）的固态电池制造工艺。力学是上述这些问题之间的联系纽带。金属锂沉积到陶瓷固态电解质表面以及体积缺陷中会导致局部高应力，从而造成电解质开裂以及随后金属锂向裂纹处的聚集。在制造过程中，作为最低要求，正极-电解质堆叠层需要具备足够的强度以承受设备施加的力。更加深入理解固态电池材料力学行为，将有助于固态电解质、正极、负极以及电极结构的开发，同时有助于设计能够在电池制造和运行过程实现管理应力的电池模组。

摘要

采用锂金属负极的固态电池有潜力具有更高的能量密度、更长的寿命、更宽的工作温度范围以及提升的安全性能。尽管大部分研究集中于改善材料和界面的传输动力学和电化学稳定性，但仍然存在一些关键的挑战，需要对材料的力学行为进行深入的研究。在具有固-固界面的电池中，机械接触以及在固态电池运行过程中应力的产生与发展，在对于保持界面处的稳定电荷传递而言，与界面的电化学稳定性同样至关重要。此综述将关注于电池正常和延长电池循环过程中产生的应力和应变，以及与应力缓解相关的机制，这其中的一些机制可能导致电池的失效。

开发下一代固态电池（SSBs）需要在思维方式和工程解决方案上实现范式的转变以应对材料的挑战，包括我们对电池运行方式及其界面性质的重新构想（图 1）。固态锂金属电池采用锂金属负极以及层状氧化物或转化型正极，其比能量有可能几乎是目前使用液态电解质的最先进锂离子电池的两倍。然而，储存或者释放这些能量会伴随着电极中的尺寸改变：正极中的晶格拉伸及畸变以及金属锂在负极侧的沉积。液态电解质能够瞬间容纳电极体积变化而不产生电解质中应力的累积或者电解质与正极颗粒的接触损失。然而，当替换成固体电解质后，这些组成应变、其产生的应力以及这些应力的释放形式与电池的性能发挥高度统一。机械失效是固态电池中大多数失效模式的首要原因。固态电池的成功设计与如何有效管理这些电池中材料的应力和应变密切相关。

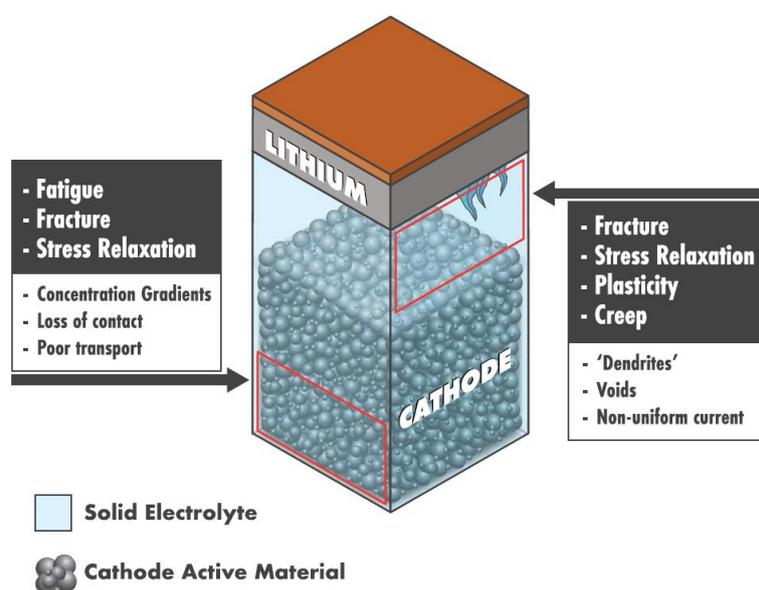


图 1. 锂金属固态电池示意图及响应的力学（黑色背景）和传输现象（白色背景）

在固态电池中实现高能量密度的首要环节是金属锂负极的使用。从历史上看，锂金属负极一直被认为是不安全的，因为它容易生长锂沉积物，这些锂沉积物能够刺穿电池，导致短路并导致随后的热失控。这些锂沉积物通常在文献中被称为枝晶，尽管有时它们也被称为丝状锂。在我们看来，上述术语没有任何一种是足够准确的。对于锂生长问题最有前景的解决方式是采用固态电解质（SSE）取代液态电解质，这是因为其具有机械抑制锂枝晶穿透的潜

力。然而，从原型锂金属固态电池的实践经验中可以看出，锂具有一种异常的倾向去穿透并使即使是最坚固的电解质材料开裂。同时解决正极-电解质界面以及锂-电解质界面挑战的关键是清晰理解涵盖电池相关长度尺度、温度和应变率下的所有相关材料的力学行为。我们特别想强调通过材料的应变来考虑力学的响应，并作为长度尺度和应变率的函数。在固态电池正极中，颗粒通常具有约 6 到 10 μm 尺度以及纳米尺度的晶粒，然而非均匀的锂沉积涵盖了从纳米级到毫米级的尺度范围。这种广泛的尺度范围可能导致力学响应和失效机制极大的差异性。此外，下一代电池必须能够在快速充电以及从极快的脉冲放电到持续数天的缓慢放电条件下运行。由这些多样化的充电和放电速率所施加的应变会显著影响应力和应变的演化过程。现阶段负极、固态电解质和正极是由品类繁多的材料所构成的。本文并非是关于固态电解质材料的全面综述，而将重点提供一个框架，用于分析和识别此体系中最关键的力学特性以及研究空白，并将其应用于有此问题的每一种材料系统中。

电池运行中的力学视角

在电池运行过程中，氧化还原反应分别同时在正极-电解质界面和锂-电解质界面发生。在正极侧（假设为层状氧化物正极），锂离子嵌入到结构中，形成晶格参数梯度并伴随产生不均匀的偏差弹性应变和体积变化（膨胀）。体积变化的程度、晶格是膨胀还是收缩以及膨胀和收缩是否对称，取决于正极活性材料的特定化学组成与结构。在多数情况下，充电将导致晶格参数的下降，这是因为锂从结构中脱出，以及当锂重新插入结构中时晶格尺寸出现增长。这导致正极二次颗粒的膨胀范围从 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ （NMC111）中的 3.3% 到 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ （NCM811）中的 7.8%。这种膨胀或收缩过程将在正极-固态电解质界面引入应力。如果这种界面应力的拉伸分量超过了受力材料的强度，那么可以预见的结果就是脆性断裂。这种不希望发生的应力松弛可能会出现在正极活性材料内部、沿正极-固态电解质界面上以及/或者在固态电解质自身。

在负极侧，锂沉积通常是非均匀的，这导致界面上产生局部应力，这些应力是不稳定的并促使锂的粗糙化以及丝状锂的形成和生长。这些丝状锂有能力穿透以及/或者破坏固态电解质，从而导致电池性能衰减或者电池失效。一个同等重要的观察结果是，在狭小受限的锂金属体积内维持可持续的压力高度依赖于应变率，而应变率与工作电流直接相关。这对采用快速充电速率和偶尔需要强脉冲放电的应用有影响。对电动汽车而言，电池充电需要以 4C 或每分钟超过 1 微米的锂沉积速率进行。此外，偶尔的脉冲可能需要高达 20C 或超过 5 微米/分钟的锂剥离速率，尽管上述过程持续时间非常短。

随着快速体积变化的发生，这会对电池运行造成显著的问题。因此，必须 (i) 最小化或是消除弹性应变的来源，特别是局部弹性应变梯度，以及 (ii) 设计具有高效应力缓解机制的材料（例如，获得局部的韧性）使其能够在更加广泛的电池相关长度尺度、温度以及应变率下运行，而不依赖通过断裂进行应力缓解。此外，随着电化学反应的逆转，重要的是应力状态的同步变化不妨碍电极和电解质在界面的紧密接触。在某些情况下，这一要求可能需要材料具有可逆应变的形式。

最小化弹性应变梯度

消除机械不稳定性的一种最具前景的方式是消除由于局部不均匀的锂离子传输动力学而不可避免地导致的弹性应变梯度。尽管这似乎是一项不可能完成的任务，但在固态电池领域仍有相当多的研究集中在上述方法的开发上。许多固态电池的改性都来自于在正极-电解质界面和负极-电解质界面处尽可能减小或消除弹性应变上的尝试。

零应变正极

绝大多数传统的正极材料在使用中都会经历一个显著的体积变化过程。这种情况在层状氧化物正极结构中尤为严重，因为晶格常数的非对称变化会加剧这种问题。在正极研究领域，有一部分研究集中在开发零应变（ZS）正极以应对这一挑战。在这些材料中，当锂被脱出或嵌入时，材料的晶格参数不会发生变化，从而导致净零应变。这类材料中最常见的例子是尖晶石相的 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 。尽管这是一个关键的研究材料，它的低电压特性限制了其在大规模商用条件下的应用。研究表明，通过对尖晶石 LiCoO_2 （LCO）进行少量 Al 掺杂，可以稳定正极并具有零应变的特性，同时实现更高容量和更高电压性能。尽管由于钴资源有限，在电动汽车的广泛应用中仍然需要使用低钴正极，但设计无钴正极以保证其高电压和高容量同时具有零应变特性仍是可能的。 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ （NMC）正极材料的发展已证明能够显著减少由电荷状态变化所引起的体积变化。通过从头算（*ab initio*）计算研究，化学组成、离子有序性以及金属配位这三个变量被确定为设计零应变正极材料的关键因素，并合成和表征了近似零应变无序岩盐结构的 $\text{Li}_{1.3}\text{V}_{0.4}\text{Nb}_{0.3}\text{O}_2$ 和 $\text{Li}_{1.25}\text{V}_{0.55}\text{Nb}_{0.2}\text{O}_{1.9}\text{F}_{0.1}$ 正极材料。

第二种策略是将负应变正极材料（如 LCO）与正应变正极材料（如 NMC）相结合，以消除正极整体的体积膨胀和收缩。尽管这种方法可能有助于减轻正极-电解质界面的机械失效，但局部应变及相关的应力仍可能导致正极颗粒的显著降解。

锂金属的平面沉积和脱出

绝大多数将锂金属负极匹配固态或液态电解质的研究表明，锂的沉积通常是不均匀的并会导致死锂和丝状锂的形成，从而引发固态电解质的开裂和失效。为了实现最佳的锂金属负极性能，目的是实现应力自由的层状平面化锂金属的沉积和剥离。这一过程颇具挑战性，特别是对于单离子导电的固态电解质，其非均匀沉积的起源尚未被充分理解。尽管如此，一些令人印象深的锂金属电池性能提升源于锂金属沉积和脱出均匀性的改善。通过使用 Ag-C 界面层可以实现均匀的锂沉积和剥离。采用与锂金属形成合金的薄金属膜也被证明在其他情况下能够提高锂沉积和剥离的均匀性。

另一种提高锂沉积和剥离均匀性的方法是改善锂金属与固态电解质的润湿性。这在提升石榴石型锂镧锆氧化物（LLZO）固态电解质的临界电流密度的研究中尤为明显。有两种方法被证明可以显著改善锂金属与 LLZO 的润湿性。第一种方法是消除界面缺陷，包括表面的碳酸锂盐。这些杂质的去除能够显著改善锂金属与 LLZO 的润湿性，并提高临界电流密度。第二种方法是通过原子层沉积或是其他技术在 LLZO 表面包覆一层 Al_2O_3 薄膜。尽管这些方

法能够将室温下的临界电流密度从 1 提升到 2 mA/cm²，但在高倍率下仍会出现开裂现象并导致最终的失效。这是由于锂剥离过程中界面空隙的形成，导致形成非平面的锂形貌。

锂沉积和剥离不均匀的另一个因素是锂本身的状态。Balsara 课题组通过 X 射线断层扫描详细研究了锂金属薄膜的纯度。他们发现，大多数商业化锂金属箔中分散有大量缺陷。当这些含杂质的锂片与聚合物电解质相交汇时，锂剥离过程会导致缺陷在界面处聚集。这些聚集物会造成其机械穿透隔膜，并导致锂以不均匀方式沉积。

固态电池运行中的应力缓解机制

由于锂的传输和沉积不可避免地会产生局部应力，因此在锂金属和固态电解质（SSE）中考虑可能的应力释放机制尤为重要。其目标是激活非弹性或粘弹性应变，以减小应力变化幅度。这种激活机制在不同种类的固态电解质和金属锂中是不同的。固态电解质是否能够应对由氧化还原反应引起的应变所导致的应力，取决于其在工作电流密度（应变率）和工作温度下可用的应力释放机制。当在特定的长度和时间尺度上无法激活非弹性形变时，应力释放会通过断裂来进行。

锂金属的塑性形变

与大多数金属在室温下的行为类似，锂金属实现塑性变形（应力释放）的主要机制是剪切力驱动的位错滑移。然而，与大多数金属不同，锂在室温下处于其绝对熔点的较高比例（即高同质温度， T_H ）。一般的，高 T_H 促进了热激活的滑移。这也是锂金属在大块处理时表现出柔软和可塑性的原因。高同质温度还意味着锂金属会持续发生退火。正如文献所示，其净效应是，除非应变速率足够高，锂金属在室温下几乎不具备显著的加工硬化能力。此外，高 T_H 还促进了其他热激活的应力释放机制（如蠕变）的进行，尽管其运行效率差异很大。在这一框架下，实验表明，在宽范围的电池相关操作条件下，锂金属块体的塑性变形通常将流动应力限制在约 1 MPa 或更低。然而，最近的纳米压痕、微柱和纳米柱研究表明，在锂金属的小体积受限区域内，即使在高 T_H 下，位错滑移的实际效率也可能严重受限。纯金属锂可以承受超过 200 MPa 的应力，这取决于其实现应力释放的机制（图 2）。例如，有研究显示，当锂晶须在单轴压缩下直径从 607 nm 减小到 76 nm 时，其屈服强度从 12 MPa 增加到 244 MPa。一种可能的解释是，这一现象的作用机制是位错形核控制的塑性变形。这些亚微米晶须的尺寸非常重要，因为它们与在单晶 LLZTO 中观察到的丝状锂厚度高度相关，即约为 300 纳米。这种尺寸效应（“越小越刚”）在具有立方结构的金属中已有充分的文献记载，此效应不仅在压缩中，还体现在弯曲、拉伸和扭转等方面。在这一所受应力状态范围内，小尺度下应力体积内位错密度不足，难以实现有效的流动（应力 ≤ 1 MPa）。在压痕深度小于 300 纳米时，纯锂金属被发现同样能够承受高达近 200 MPa 的应力。Herbert 等解释这一观察结果时提出，锂的主要应力释放机制从位错介导的流动转变为扩散流动，后者的流动效率高度依赖于应变速率和长度尺度——这两个参数与固态电解质中局域电流密度以及缺陷或孔尺寸直接相关。然而，在临界长度尺度，即所谓的缺陷“危险区”下，局部应力可能达到最大值，因为此时受力体积过大，扩散流动效率降低（扩散长度过长），但同时位错密度不足以通过位错运动

触发非弹性形变。这一重要的结果显示，在危险区中有锂填充的界面缺陷所受应力比多晶锂金属中流动应力高出数个数量级。

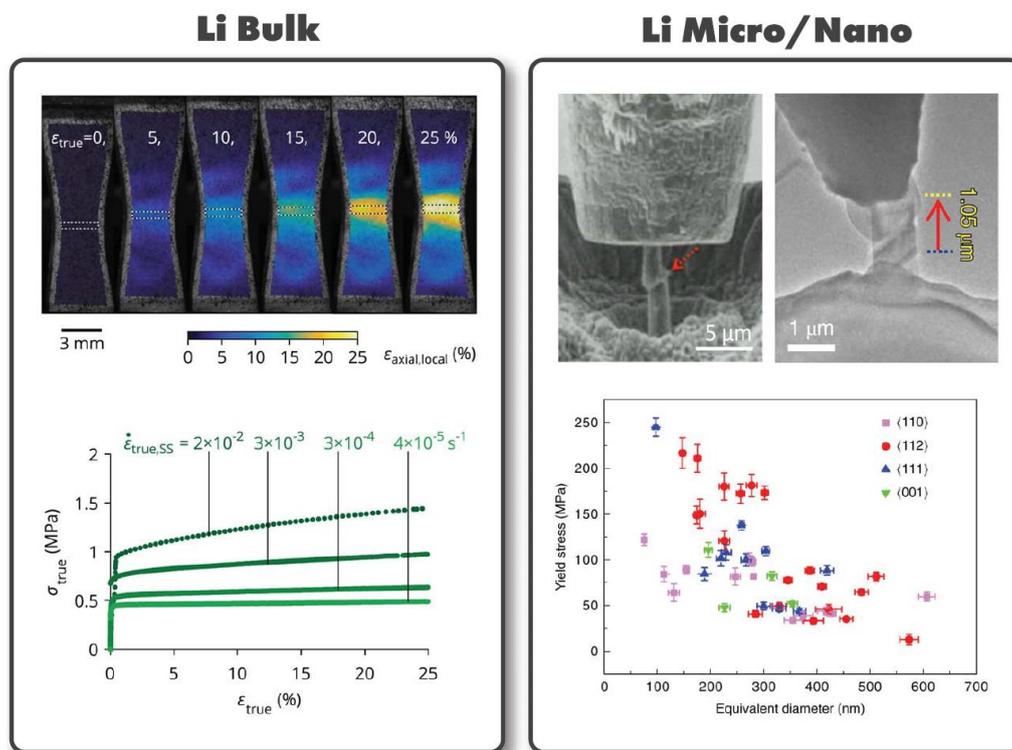


图 2. 锂金属的长度尺度和速率依赖性力学。锂块体结果（左）来自锂带的拉伸实验。锂微观尺度结果（右）包括锂微柱和纳米须的压缩。随着长度尺度从毫米减小到纳米级，可以观察到屈服应力数量级的增加

在微米和纳米尺度上，有许多关注于锂金属力学行为的计算和理论研究正在开展。基于 Narayan 利用大变形理论构建锂的剪切流动模型，整合 Nabarro-Herring（体积扩散）、Harper-Dorn（非守恒位错运动）以及界面扩散流动的理论工具，可以为相关长度尺度下的界面稳定性问题提供更深刻的理解。这种分析也能够帮助扩展 Barai、Srinivasan、Verma、Mukherjee 以及他们的同事所提出的模型，并且有可能促进我们对外部压力（堆叠压力）作用的理解。这种理解可以通过量化界面摩擦并研究锂于固态电解质之间接触半径对于锂负极厚度的径向应力分布来达成。

开裂

当锂金属无法释放应力，或者正极-电解质界面产生局域的弹性应变梯度，将需要通过固态电解质来缓解应力问题。总体而言，晶体材料的裂纹尖端是位错的来源并通过支持位错运动以减轻应力。然而，在离子晶体中（如正极材料和陶瓷固态电解质），位错成核必须要克服较大的能量损耗，因此离子晶体即使在很小的长度尺度下，离子化合物由于具有比金属材料更高的内聚能，仍表现出本征脆性。尽管与延展性有关，但材料的抗断裂性质通过断裂韧性 (K_{IC}) 量化，这是描述已有裂纹扩展所需的临界应力的函数。对于众多离子和共价材料，断裂韧性与 Pugh 比 (材料的剪切模量和杨氏模量的比值) 以及原子体积呈现较好的相关性。

然而，即使对相对坚韧的离子晶体（如立方尖晶石 MgAl_2O_4 ），其断裂韧性也被限制在约 $2 \text{ MPa m}^{1/2}$ ，这表明这种材料在初始缺陷内部承受较高压力下会容易产生裂纹。

根据现有数据，对无机陶瓷电解质的抗断裂韧性可以得到类似结论：这些电解质的断裂韧性通常低于 $2 \text{ MPa m}^{1/2}$ 。在各自独立的研究中，沿着晶界对多种锂镧锆氧（LLZO）材料进行纳米压痕测试，结果表明晶粒内部和晶界附近的体积抗断裂韧性差异很小。对致密的 LLZO 材料采用各种测试方法，所获得基本相似的断裂韧性数据，表明无论是多晶还是单晶石榴石离子导体，均具有较差的抗断裂韧性。硫化物电解质具有更低的断裂韧性，范围在 $0.2 \text{ MPa m}^{1/2}$ 附近。致密的卤化物材料也被预计具有与硫化物相似的断裂行为。

文献对正极材料微米和纳米尺度的力学行为的报道较少，但是现有数据反映出了相似的断裂倾向。单晶 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.3}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 的断裂韧性是 $0.3 \text{ MPa m}^{1/2}$ 以及多晶团聚颗粒的断裂韧性测量值是 $0.1 \text{ MPa m}^{1/2}$ 。烧结的 LiCoO_2 颗粒的断裂韧性在 0.2 到 $6.5 \text{ MPa m}^{1/2}$ 的宽范围内变化，但三分之二的纳米压痕实验显示其断裂韧性低于 $1.1 \text{ MPa m}^{1/2}$ 。通过微柱劈裂测得的 LiMn_2O_4 的断裂韧性测量值是 $0.24 \text{ MPa m}^{1/2}$ 。总体而言，正极材料的断裂韧性约为 $1 \text{ MPa m}^{1/2}$ ，表现出脆性。这一特点强调了开发新型正极材料的重要性，使得界面硬接触得以避免，并能够以非断裂的其它方式释放应力的积累。

塑性材料中的应力积累

固态电池中主要的应力来源包括（i）锂沉积在固态电解质缺陷中，（ii）正极颗粒因固态电解质的机械约束而产生的膨胀应力，以及（iii）作为典型工程控制步骤的向电池施加的外部压力。固态电池工程设计的目标是结合能够在固态体系中发生可逆形变以及在不发生开裂的前提下进行应力的管控。虽然通过扩散流动或者位错滑移机制对于限制金属锂负极的应力累积十分适用，但陶瓷电解质在室温下不能有效激活滑移系统，反而更易开裂。其中需要进一步探究的方法是在材料制备环节有意引入晶体缺陷。在此情况下，材料的韧性增强不是通过位错的产生而是通过移动已有的位错实现。实现上述过程的关键是将高密度的位错引入材料之中，使其能够在裂纹尖端附近的较小体积附近找到足够的位错空间（图 3）。一些加工方法可能实现这一目标，如闪烧法和气溶胶沉积法。这在二氧化钛（ TiO_2 ）的闪烧实验中得到了验证。闪烧过程引入了堆垛层错和位错，使得材料在压缩变形下能够承受高达 10% 的变形而不发生开裂，并观察到了局部应变的滑移带——这一现象与金属材料的变形过程相似。最近的研究证实了在 LLZO 中引入位错并提高延展性的可能性。

无定形材料会趋向于晶态结构松弛，然而非晶材料（例如玻璃）则会向液体结构松弛。通常，玻璃是通过熔融物质浇筑而成的，过冷液体提供了容纳锂离子迁移的网络。无定形材料可以通过溅射沉积、等离子炬冷凝、高能球磨以及超快淬火工艺形成。在没有形成键合的玻璃基体网络框架的情况下，前者能够容纳更高的锂含量。非晶材料的主要组成类别有氧化物、硫化物以及一系列混合物。在宏观尺度上，这些材料常表现为脆性，然而局部区域的致密化以及剪切流动能够实现应力释放而不发生断裂。这被认为是影响锂金属界面行为的关键因素。应力释放过程根据材料的组成和力学性能而表现出不同特性，其中最具影响的两个参

数是弹性模量与硬度之比 (E/H)，以及泊松比 (Poisson's ratio)。

展现出高抗断裂韧性的无定形固态电解质的示例之一是磷氧氮化锂 (Lipon)。采用无定形薄膜的固态电解质组装的电池能够成功循环 10000 圈，具有 95% 的容量保持率并且没有锂的穿透。此外，电池能够在高达 10 mA/cm^2 的电流密度下发挥性能。虽然关于 Lipon 力学性能的研究有限，但是当其以薄膜形式制备时材料展现出坚固的力学特性。通过纳米压痕衡量材料的模量和硬度，得到的 E/H 比约为 23。这一数值高于常见的氧化物玻璃 ($E/H=10$ 到 13)，表明 Lipon 具有一定程度的延展性。这种延展性在文献中得到进一步解释，表明 Lipon 能够致密化并在剪切力下变形从而降低应力强度。

时间依赖的力学行为

总体而言，玻璃态和非晶态材料的应力能够通过非弹性变形（包括等容剪切和致密化）进行释放（图 3）。这种分类方式长久以来作为将玻璃分类为“正常”和“反常”的理论依据。我们知道在玻璃中由应力诱导的致密化能够部分复原，这不同于永久性的塑性剪切流动。这种复原过程可以通过在低于玻璃转化温度下的退火过程实现。硅酸盐玻璃是一个很好的例子，材料的非弹性形变过程完全通过致密化过程进行，例如反常玻璃材料。这种反常行为进一步表现在密度降低时脆性增加的现象中。对硅酸盐玻璃塑性（致密化）变形能量的估计值与材料恢复所需的激活能量值非常接近（约 50 kJ/mol ）。

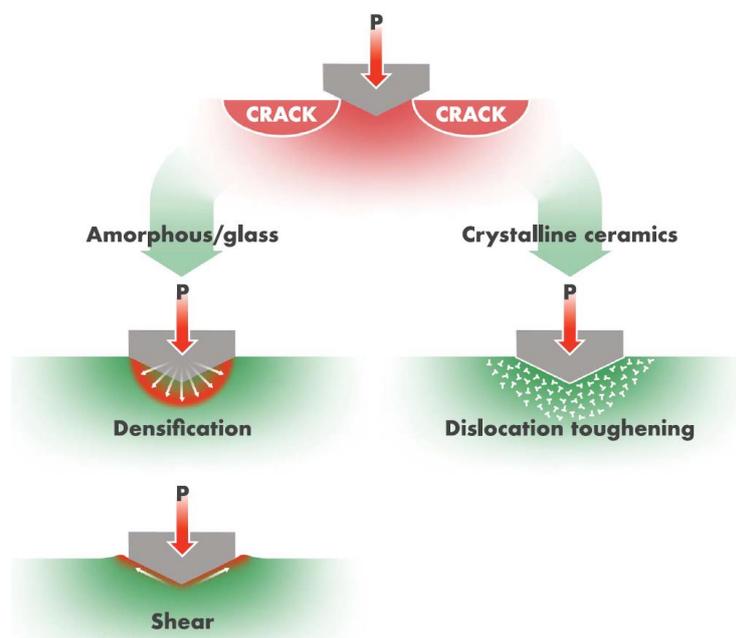


图 3.在非晶材料中通过致密化和剪切流动触发塑性形变来避免断裂，并通过在晶态陶瓷中引入位错来增加韧性

当玻璃低于其玻璃化转变温度时，表现为“冻结液体”的状态，这是因为其流动的能力受到限制。这类材料的麦克斯韦松弛时间约为 10^{10} 秒。然而，在足够高的应力下，例如通过纳米压痕法施加的应力，在室温下硫化物玻璃离子导体表现出粘弹性形变和蠕变。对 $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5$ (LPS) 体系的纳米压痕测试结果表明，在单次加载-卸载循环下，材料表现出蠕变和松

弛行为，其中后者是源于可逆的粘弹性应变。

现阶段关于导离子的无定形材料和玻璃变形行为和开裂的研究仍然十分有限。然而，在 Lipon 中观察到室温环境下与 LPS 玻璃相似的部分复原行为。基于分子动力学 (MD) 模拟，研究者提出 Lipon 的致密化过程是通过 P-O-P 键角的变化产生的。这种结构变化可能是可逆粘弹性应变的原因。然而，由于 MD 方法在时间尺度上不可实现，模拟致密化后的恢复模式是不可行的。在不需要外部能量输入而至少部分恢复致密化后体积的能力，值得进一步研究。在循环加载条件下，这种部分恢复会产生类似滞后的循环行为（图 4）。

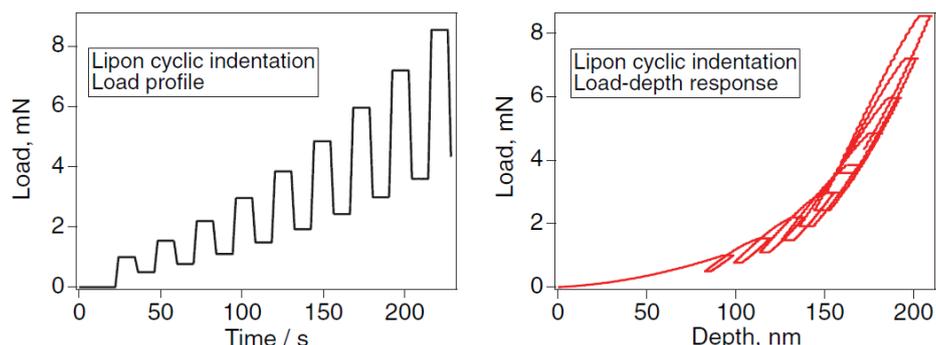


图 4. Lipon 中的形变恢复，在循环加载的纳米压痕测试中导致了类滞后行为。LiPon，磷氧氮化锂

电化学疲劳

尽管材料开裂已经在应力释放部分内容被讨论，但裂纹产生的起源往往更加复杂。在传统的结构材料中，循环应力和应变会导致损伤累积，并会最终导致断裂失效。活性电极材料对循环中电化学负荷的响应，这种负荷是由锂离子在宿主材料结构中反复嵌入和脱出产生的，某种程度上类似于外部应力循环施加于结构材料上的响应。对于正极，所导致的改变将造成两种不同长度和时间尺度上的不可逆损伤累积，并由两种不同的机制主导：(i) 多晶正极材料中的晶间裂纹，以及(ii) 由锂化诱导的单晶正极颗粒中的位错动力学以及穿晶断裂。虽然第一类损伤在液态电解质电池体系中已有充分记录，但由位错驱动的损伤机制尚未被充分理解，这似乎在层状氧化物材料中是不可避免的。

循环中电极颗粒的电化学应变导致的尺寸变化足以导致在固态电解质和正极活性材料之间传播界面裂纹。额外的裂纹可能存在于固态电解质中，这些裂纹或由界面裂纹的扩展而来，或由为缓解固态电池中大而复杂的应力而产生的新裂纹而来（图 5）。根据现有的实验证据，大多数界面裂纹出现在第一个循环中，并且是造成初始容量损失的主要原因。然而，这些裂纹的发展可能是一个周期性过程，类似于疲劳裂纹的扩展。目前，还没有足够的实验信息来有把握地支持或否定这一假设。NMC811/ β -Li₃PS₄ 循环过程中持续的容量损失表明，损伤的逐渐累积与开裂相关。目前的做法是通过对外部施加压力来抵消复合正极中裂纹的影响。然而，这会在正极内部产生复杂的应力状态，并可能导致局部的高剪切力，从而引发进一步的开裂。

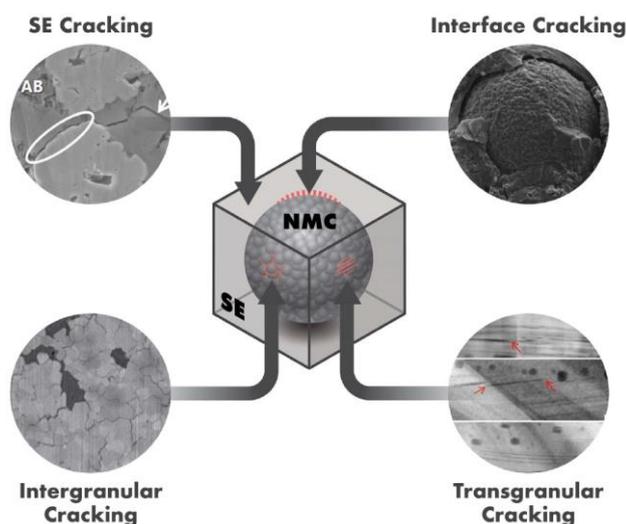


图 5. 固态复合正极中的疲劳损伤

黏附和摩擦力

锂金属在固态电解质上的黏附和润湿，以及正极活性材料与电解质的黏附，是实现固态电池稳定循环性能的关键。在更好地理解如何促进金属锂与 LLZO 之间的润湿性方面已经取得了进展。外部施加压缩堆栈压力的策略应用也得到了验证。粘附力和摩擦力，这两种与保持界面连贯性直接相关的关键变量，仍是最不被人们所理解的方向。这种认知的差距主要是由于测量黏附力与定量摩擦效应的实验挑战所致。测量粘附力的技术包括但不限于膨胀测试、划痕测试和纳米压痕测试，这些技术已经被广泛用于微电子和薄膜工业领域。尽管有这些努力，关于粘附性的定量测量仍难以实现，而诸如胶带拉力测试等粗糙的测试方法至今仍被广泛使用。在向固态电池体系过渡中，黏附力的准确测量由于受到长度尺度效应和电池相关操作条件（如温度和应变速率）的影响而变得更加复杂。摩擦效应在施加堆栈压力情况下对维持连续界面十分重要。例如，在锂-固态电解质（Li-SSE）界面，锂的径向外流被不均匀的界面剪切应力所约束，这种剪切应力取决于摩擦系数、堆栈压力、锂的相对厚度（随着循环而改变）以及摩擦条件。

锂在固态电解质中的传播

基于我们目前对固态电解质失效的理解，裂纹的形成在锂向陶瓷电解质隔膜中的扩展起到重要的影响。金属锂的传播行为已在沿晶界处以及经过单个晶粒（单晶 $\text{Li}_6\text{La}_3\text{ZrTaO}_{12}$ 石榴石）中被记录。这种穿透速度可以是非常显著的：在一项实验中，当 10 mA/cm^2 的电流通过 2 mm 厚的 LLZO 单晶时，仅在 37 s 内就发生了短路。

碱金属在多晶陶瓷中的晶间穿透现象自从发展钠- β 氧化铝固态电解质被发现时起就是一个典型的问题。在早期的模型中，钠的传播被描述为在一个具有简单规则截面的狭小通道中的流动，由泊肃叶（Poiseuille）压力驱动。Barroso-Luque 等在文献中采用了类似的方法，其中锂的应力缓解使用泊肃叶模型来描述。在物理上，锂在界面缺陷处的填充用长而细的针尖模型来描述。在这些条件下，锂填充针尖附近的压力状态是静水压，因此位错滑移无法进

行。这种几何缺陷中的扩散长度太长，无法有效进行锂的传输。最终效果是这种针状的缺陷几何结构完全绕过了锂的应力缓解机制。因此，缺陷处压力不断攀升直至达到以下的某个极限：生成位错所需的临界应力、固态电解质的开裂，或是如 Barroso-Luque 等所描述，由于局部电势的变化导致 Li^+ 不再在缺陷界面上沉积，导致应力的饱和。

一旦压力在固态电解质中产生最初的裂纹，该裂纹可能沿晶界或穿晶扩展，直到局部应力强度降低到裂纹扩展的阈值以下。最初，大多数事后研究显示，在石榴石电解质中主要存在晶间的锂穿透，然而最近的原位研究表明，裂纹可以沿晶界以及通过晶粒扩展。这些最新的观察结果能够通过 LLZO 石榴石中单晶和多晶断裂韧性值非常接近这一事实来解释。在某些情况下， $\text{Li}_6\text{La}_3\text{ZrTaO}_{12}$ 中单晶断裂韧性测量值低至 $0.6 \text{ MPa m}^{1/2}$ ，这解释了 Jun Zhao 等所发表文献中观察到的裂纹主要经由穿晶扩展。由于裂纹在脆性材料中的扩展速度远快于后续的锂沉积，因此有文献记载裂纹穿透了整个电解质厚度却没有在其中填充锂。

大多数关于锂诱导失效的理论处理认为丝状锂是从金属-电解质界面向电解质主体扩展（失效模式 I）。然而，锂的还原和随后的锂沉积很容易在电解质中发生，而远离锂界面（失效模式 II）。这种初始的沉积能够由电解质晶界带隙缩小所驱动。更低的带隙表明电子电导性增加，因此锂离子在电解质中而不是在电极上被还原的可能性增加。这是一个固态电解质区别于液态电解质的根本的重要观察，在液态电解质中锂沉积只能发生在电极表面。根据透射电子显微镜的观察结果，锂金属填充在连接晶界的三重节点的空隙中。这似乎说明将基于主导应力缓解的机理的力学分析建议仍适用，并且在缺少锂流动的情况下，应力缓解可以通过电解质开裂进行。由于锂引起的开裂，碗状剥落碎片已经被观察和表征到。最后，可以设想一种情况，即锂金属沿多晶陶瓷电解质晶界处均匀沉积，因此能够在不需要裂纹扩展的情况下穿过电解质。这种情况可能发生在电池处在高电流密度下具有高漏电流的情况下。这三种情况在图 6 的示意图中得到系统展示。

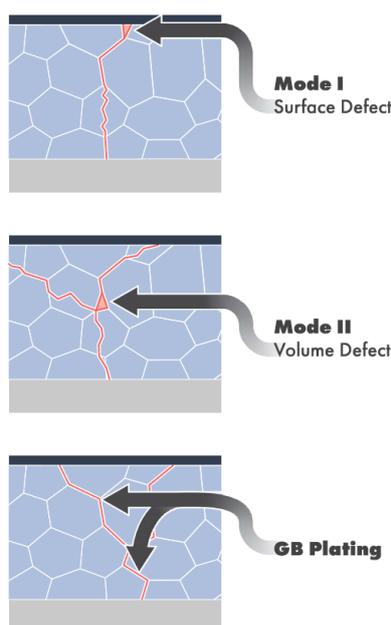


图 6. 锂通过固态电解质传播示意图。模式 I 表示从表面缺陷传播，通常不需要晶体结构。模式 II 指在电解质空隙中沉积情景，随后发生穿晶或晶界裂纹扩展。第三种情况是锂沿着晶界均匀沉积。

最近的研究通过考察临界电流密度（CCD）与温度之间的关系，进一步强调了锂的力学行为与电池性能之间的关系。除了识别出锂自扩散系数的类似趋势外，固态锂 CCD 的温度依赖性仍严格受限于块状锂的机械性能。在 195°C 时，熔融 Li 的 CCD 被发现增加了一个数量级。这种改善十分显著但并不令人惊讶，因为熔融锂在任何长度尺度上的自限性行为将不会维持引发电解质开裂所需的应力。

总结

近期的研究提供了关于应变起源以及固态电池内各组分的应力缓解机制的见解。也许最重要收获之一是，在小尺度下，锂的强度是块体的 100 倍，并且无法缓解锂沉积时在界面累积的应力。这种累积应力需要通过固态电解质进行应力缓解，而这通常会导致失效的发生。通过锂扩展引起电解质开裂从而导致的电池失效，是导致电池短路的最关键且最常被研究的一种失效类型。相比突然发生短路的影响较小，但仍然高度有害的是电池在充电-放电循环中与正极-固态电解质界面开裂相关的容量衰减行为。这两种失效模式都直接与锂、固态电解质以及正极活性材料的长度尺度和速率依赖性力学以及在不发生开裂下的应变能耗散的能力有关。尽管在理解这些关键材料的应力缓解机制上取得了较大的进展，我们的理解中仍然与实际存在巨大差距。

我们已对固态电池的力学问题进行了综述，并提出了一个通用的框架以对强韧的固态电解质进行构思和设计，即（i）识别和理解局部应变的来源；（ii）理解特别是由电池界面所产生的应力以及电池材料在此种应力下的响应方式；（iii）设计具有所需应力和应变演化的电池材料和电池单元。通过使用这个框架，我们从力学角度回顾了应用于固态电池体系中的各种电池材料。

在这篇工作里我们的目标是使固态电池和力学领域的研究人员理解许多固态电池失效的根本原因，并设计这些问题的解决方案，包括：（i）锂金属应力缓解机制是长度尺度、温度和应变率（电流密度）的函数；（ii）在陶瓷、玻璃和无定形陶瓷中应力的缓解机制是长度尺度、温度和应变率的函数；（iii）将陶瓷和/或玻璃电解质中引入延展性；（iv）设计能够消除非均匀沉积/脱出的金属锂或缓解锂-电解质界面应力的锂金属负极；（v）工程化在循环中表现出零应力、抗断裂或具有一定延展性的正极活性材料；（vi）设计复合正极以最小化应变并最大化应力缓解；以及（vii）具体的建模以帮助描述固态电池中应力和应变，包括长度尺度效应、摩擦、黏附以及蠕变。

（来源：2024-12-13 本刊专稿）

《海西电池行业资讯》编委会

顾 问： 林祖赓

主 编： 杨 勇

副 主 编： 耿继斌 杨金洪 欧阳楚英 常海涛 童庆松 杨庆宏

编委成员：（以姓氏笔划为序）

王占钦 甘朝伦 刘 智 齐琼琼 杨德财 吴启辉 吴茂祥 邱建森
张兴华 张桥保 陈文明 陈晓济 林国标 岳红军 周开礼 郑建明
柏松延 俞 峰 姜 龙 徐华瑞 郭宏刚 黄子欣 黄文波 黄连清
黄 剑 鲁宇浩 曾雷英 路 密 薛祥峰 魏明灯 魏奕民

编辑部主任：高 军

编辑部副主任：蔡跃宗

本期责任编辑：王江莉，蔡跃宗，高军； 校对：章梅兰

本刊通讯地址：福建省厦门市翔安区翔星路 88 号火炬高新区育成中心 W1007

邮政编码：361115

电 话：0592-2186337

传 真：0592-2185753

投稿邮箱：2732226485@QQ.com

网 址：<http://www.FJbattery.org.cn/>

声明：本刊为内部交流刊物。原创文章（含译著）版权归作者所有，转载或引用
请注明出处。

