

推进中国式现代化的石油石化行动

锂电池材料：中国石化全面推进布局

正极材料

正极材料是锂电池的关键部件,根据生产原料的不同,锂离子电池的正极材料主要包括三元材料、磷酸铁锂材料、钴酸锂材料、锰酸锂材料等。

其中,三元正极材料是由镍、钴、锰等三种过渡金属元素组成的复合氧化物材料,因为三元正极材料,特别是NCM811等高镍型三元材料较其他正极材料比容量更高,可达180~220毫安时/克,所以制成的锂离子电池电压更高、能量密度优势明显,常用于电动汽车等需要长续航的设备及手机、笔记本等电池空间有限的电子产品。

产品名片

三元前驱体

三元前驱体是制备三元正极材料的关键中间产物,通过镍、钴、锰盐的共沉淀工艺合成,后经锂盐混合烧结等环节加工最终形成正极材料。作为生产正极材料和锂电池的关键核心原料,三元前驱体成本占生产锂电池总成本的30%~40%。

研产进展

石科院:自主研发三元前驱体合成新技术

2024年,全球电动汽车销量突破1700万辆,带动锂电池需求激增,三元前驱体市场需求增加。目前,我国三元前驱体产能占全球总产能的88%。

石科院研发出一整套具有自主知识产权的三元前驱体合成新技术,能将三元材料的颗粒尺寸均一化,摒除极小或极大颗粒,保证电池在充放电过程中材料颗粒保持同步脱锂和嵌锂,从而抑制某些颗粒过度充电或放电,不仅延长了电池的使用寿命,而且提高了安全性能。石科院研发团队通过成核与生长的精准控制,增强了生产线的纠错能力,可生产出物化性能优异的三元前驱体产品。

以石科院专利技术为依托,中国石化在湖南建成千吨级工业生产线,生产的三元前驱体产品性能整体处于国内先进水平。经国内正极材料龙头企业评测,由该三元前驱体合成的NCM811三元材料的倍率性能和循环性能均优于商业化产品。



石科院研发团队开展三元前驱体及动力电池研究。

电解液

电解液作为锂/钠离子电池的核心组成部分,直接影响电池的电化学性能、能量密度、循环寿命及安全性。在锂电池电解液中,三元高压/硅碳电解液有效突破电池能量密度限制,满足下一代高端动力电池技术问题;磷酸铁锂/石墨快充电解液能够解决磷酸铁锂电池动力电池快充问题,满足下一代高端动力电池快充需求;高安全电解液提升电池的热安全性能;固态电解质则基于聚合物与无机材料复合设计,具备良好的离子传导性能与电极界面稳定性,已在软包电池中开展应用探索。

产品名片

钠离子电池电解液

面向多种层状氧化物钠正极体系,开发层状氧化物钠离子电池电解液,兼顾能量密度和循环性能,电池寿命可超3000次。面向磷酸铁钠钠正极体系,开发聚阴离子钠离子电池电解液,兼顾循环寿命与安全性,电池寿命可超8000次。



研产进展

上海院:多批次吨级钠电池电解液供应多家头部企业

2024年,受六氟磷酸锂价格下行影响,全球锂电池电解液企业盈利空间持续承压。与此同时,钠离子电池在储能领域实现关键性技术突破,全球出货量达3.6吉瓦时。2025年,锂电池电解液向高端化迈进,高电压、快充与固态化需求增长预计达35%;钠电池产业化进程同步提速,全球市场需求有望增长至23吉瓦时,其中储能领域占比约40%。锂钠协同发展格局逐步显现,预计钠电池在动力电池领域的渗透率有望逾15%。

上海院加快钠电池电解液推广应用,完成多批次吨级产品生产与出货,供应多家钠电池头部企业,计划年内扩大出货规模。面对储能需求,研发出适配宽温域(零下10摄氏度至60摄氏度)钠电池电解液体系,在零下10摄氏度的低温下仍具备良好的充放电性能,容量保持率超过95%,5C大倍率放电容量保持率超过90%。上海院还掌握电解液原料电池级碳酸乙烯酯(EC)、碳酸二甲酯(DMC)、碳酸甲乙酯(EMC)等关键溶剂的高纯合成与精制技术,其中电池级碳酸乙烯酯实现20万吨/年工业化产能。

编者按

2024年,全球电动汽车销量突破1700万辆。而关乎电动汽车续航里程、电池寿命、充电快慢及安全性能的关键,就是锂电池。

在“双碳”目标指引下,中国石化在大力发展传统能源化工产业的同时,加快推进新能源技术研发和产业布局,通过研发生产锂电池材料,为我国锂电池产业发展注入源源不断的动力。本版专题带您了解中国石化各企业对我国锂电池产业的贡献,敬请关注。

本版文图由 本报记者 潘亚男 周梦瑾 陈子佩 鲁荟宁 通讯员 杨雪 俸艳芸 赵瑾 郭宇翔 张道明 王小飞 薛浩亮 邓洁 孙赛 张良 杨雷 提供

燕燕 AI 制图

负极材料

负极材料影响电池的能量密度、充放电效率、循环寿命与安全性能,占锂电池总成本的5%~15%。目前,商业化锂电池负极材料主要有石墨负极(含人造石墨、天然石墨)和硅基负极材料(如氧化亚硅复合材料、纳米硅碳复合材料)。

其中,人造石墨负极材料以石油焦、针状焦等为原料,经粉碎、造粒、分级和高温石墨化制成。比容量在310~360毫安时/克,电位平台低、循环性能佳、生产工艺成熟,利于大规模生产与安全使用。

产品名片

硅碳负极材料

上海院通过自主开发的纳膜包覆工艺为纳米硅材料提供了均匀的表面包覆结构,赋予产品“高首效、低膨胀”的特点。通过液相混合工艺将纳米硅及碳材料进行二次包覆,可获得多种型号的“高首效、长循环”硅碳负极材料。

研产进展

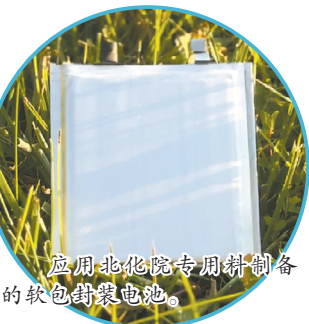
上海院:成功推出硅碳负极材料配套电芯

2024年,全球负极材料出货量220.6万吨,其中,我国出货量大211.5万吨,占95.9%。硅基等新型负极材料虽然仅占当前市场份额3.3%,但随着新能源行业对电池性能要求提高,其高比容量优势凸显,份额有望逐步提升。

上海院致力于优化、丰富硅碳负极材料产品,积极开发配套电芯,依托自主研发的高性能硅碳负极工艺,搭建吨级中试装置,顺利完成两大类型四种牌号硅碳负极的开发和中试,实现产品定型。产品采用自研自产的纳米硅为原料,大幅削减了生产成本。在此基础上,上海院成功推出比能量高达264瓦时/千克的18650硅碳负极材料配套电芯,各项指标均处于行业领先水平。未来,上海院将携手下游厂商加速硅碳负极材料商业化,推动锂电池产业升级。



封装材料



应用北化院专用料制备的软包铝塑电池。

研产进展

北化院:封装材料部分性能超越进口产品

北化院科研团队深入探究影响电池软包薄膜耐冲深、热封性能提升和耐电解液性能的关键因素,成功开发出多相多组分软包CPP(流延聚丙烯)薄膜材料结构改性技术,在千吨级专用料生产装置上,首次实现了5个流延聚丙烯薄膜专用料的工业化生产,打破了国外垄断,填补了国内空白。

他们还联合产业链企业开发多层薄膜材料界面调控技术及软包封装材料整体解决方案,通过开发铝合金表面改性及热处理技术,提高了多种

材料复合的界面强度,实现了锂电池用铝塑封装材料的工业化生产。

目前,CPP薄膜专用料系列产品已在多家封装材料生产企业实现规模化应用,累计生产封装材料20余万平方米,并通过下游厂商严格测评,部分性能超越进口产品,降低了产业链成本。未来,北化院将持续优化材料性能,拓展在动力电池、储能、固态电池等领域的应用场景,进一步增强国产材料的市场竞争力。

产品名片

软包电池封装流延聚丙烯薄膜专用料

铝塑复合薄膜材料核心层可采用北化院自主开发的软包电池封装流延聚丙烯薄膜专用料。该材料具有高强度、耐电解液腐蚀、高可塑性等特性,能够有效保护电芯、隔绝外界环境、防止电解液渗漏,同时提升电池的能量密度和安全性,是当前锂电池封装材料的理想选择。

中国石化新产品新材料推介 (19)

隔膜材料

隔膜材料是锂电池产业链中最具挑战性和技术壁垒的关键内部组件,也是四大主材中最晚实现国产化及国产率最低的产品。隔膜的性能直接影响电池的容量、循环及安全性能等。轻薄化和高性能化是隔膜产业发展的重要趋势。

聚烯烃隔膜性能由聚烯烃材料和隔膜制备技术共同决定。其中,湿法工艺生产隔膜以聚丙烯为原料,占比较大;干法工艺生产隔膜以聚乙烯为原料。开发高端锂电池隔膜专用料的技术瓶颈主要在催化剂,从催化剂这一源头创新,才能改变我国锂电池隔膜产业受制于人的局面。



产品名片

锂电池隔膜专用聚乙烯催化剂

BCC催化剂是北化院自主研发的适用于特高/超高分子量聚乙烯生产的新一代催化剂,可生产高堆积密度、优异流动性的超高分子量聚乙烯(UHMWPE)树脂,完美契合薄层化动力电池隔膜对原料的严格要求。

研产进展

北化院:“量身定做”高端隔膜料专用催化剂

我国超高分子量聚乙烯曾长期依赖进口,催化剂是制约其国产化的关键。而聚烯烃高端湿法隔膜原料为超高分子量聚乙烯,对聚合物的分子量、平均粒径、颗粒形态等要求极其苛刻。

经过多年攻关,北化院科研团队采用新型给电子体为锂电池隔膜专用料“量身定做”BCE-C300催化剂,生产的隔膜用超高分子量聚乙烯树脂质量稳定、灰分低,制备的隔膜抗穿刺能力优异。

隔膜减薄化趋势明显,隔膜料除了要提高分子量,还需要将粒径做细、分布做窄。北化院积极响应市场变化,采用新型溶解析出体系和独创技术相继开发了新一代球形BCC-100、BCC-200型催化剂,生产的锂电池隔膜专用料堆积密度高、大颗粒和细粉含量少,流动性好,可用于生产高端薄层化动力电池隔膜,能够更好地满足隔膜高性能化和薄层化的需求,增强新能源汽车续航能力。

扬子石化:锂电池隔膜料年产量突破3万吨

扬子石化作为国内最早和最大的锂电池隔膜料生产企业,2017年率先采用北化院研发的BCE-C300催化剂,成功实现国产UHMWPE隔膜专用料YEV-4500的工业化生产,填补了国内空白。

目前,扬子石化6个锂电池隔膜料系列牌号产品生产均应用北化院研发的催化剂。“北化院研发的锂电池隔膜专用聚乙烯催化剂在聚合性能、颗粒形态、装置适用等方面表现出色,为我们后续生产创造了良好条件。”扬子石化科研开发专家表示。2024年,扬子石化锂电池隔膜料系列产品产量首次突破3万吨。

产品名片

锂电池隔膜专用聚丙烯催化剂

该催化剂是北化院自主研发的超高活性聚丙烯催化剂,具有超高聚合活性和超高立构定向性等显著优势,可生产高等规度低灰分的聚丙烯树脂,能够满足干法锂电池隔膜对原料的严格要求。

研产进展

北化院:“一步法”技术制备产品性能更优

干法锂电池隔膜所用的原料,为灰分含量低、立构规整度高且具有特殊分子分布及凝聚态结构的聚丙烯,常规聚丙烯树脂远达不到要求,高档锂电池隔膜专用聚丙烯树脂长期依赖进口。进口料主要采用聚合后洗涤脱灰、脱无规物的“两步法”工艺,流程长、能耗高、污染高、成本高。

北化院科研团队另辟蹊径,通过催化剂创新,采用本体聚合“一步法”直接从反应器中制备锂电池隔膜专用聚丙烯。该团队制备出目前国际上活性最高的HA催化剂,同时开发了配套的生产锂电池隔膜专用聚丙烯技术。为了让产品满足单拉工艺要求,科研团队进一步开发了超高立构定向性超高活性的催化剂,并开发了配套聚合工艺技术。基于这一高性能催化剂开发的“一步法”生产超高纯高等规聚丙烯技术,可满足双拉和单拉工艺要求,优于国外“两步法”。



北化院科研人员开展超高活性催化剂的聚合评价试验。

中原石化:锂电池隔膜料国内市场占有率逾30%

2016年以来,中原石化采用北化院研发的催化剂,在反应器内直接聚合,生成超低灰分、高等规度的聚合物粉料,并采取全流程净化控制措施及适配国产粉料特性的助剂体系,成功实现用于超纯净聚丙烯树脂工业批量化生产,填补了国内空白,实现了替代进口。2021年,双方联合攻关生产出性能优异的FA03、FA02等系列锂电池隔膜专用聚丙烯树脂产品。目前,中原石化生产的锂电池隔膜料国内市场占有率达30%以上,基本覆盖国内主流客户,主要用于储能和动力领域,部分产品用于国内知名电动汽车企业。