

# 盐湖提锂迎技术突破 回收率提升成本降低

中国科学院青海盐湖研究所科研团队日前在盐湖锂资源分离领域取得重大技术突破,成功攻克沉锂母液中锂、钠、钾离子的高效分离技术瓶颈。青海省同期建成全球首条盐湖沉锂母液萃取提锂万吨级电池级碳酸锂产业化示范线。

盘古智库(北京)信息咨询有限公司高级研究员余丰慧表示:“区别于当前主流的矿石提锂模式,盐湖提锂技术凭借资源储量规模大、原料获取成本低、生产流程环保潜力突出等核心优势,正成为全球锂资源供给体系的关键破局方向,产业链相关布局企业有望迎来发展机遇。”



中国汽车动力电池产业创新联盟数据显示,2025年1月至11月,我国动力电池累计销量达1044.3吉瓦时,同比增长50.3%。高工产业研究院统计数据显示,2025年中国储能锂电池市场迎来爆发式增长,全年出货量达630吉瓦时,同比增长85%,增速远超行业预期。

## 迈入规模化应用

“当前,我国盐湖提锂行业正迎来技术突破、政策支持与需求增长三重利好,行业已从技术探索阶段迈入规模化应用的新阶段,成为重塑全球锂资源供应格局的核心力量。”北京科方得科技发展有限公司研究负责人张新原表示。

技术创新是盐湖提锂产业突破资源禀赋限制的核心驱动力。目前我国盐湖提锂技术正朝着高效提产、低碳降耗、成本下行的方向加速迭代,并已取得显著成果。

例如,中国科学院青海盐湖研究所此次的研发成果,可以将碳酸锂生产中锂离子整体回收率提升15%至20%、成本降低30%、水耗及能耗低于行业标准30%以上。在此之前,该研究所还立足原子经济与环境友好型锂萃取剂优化基础,通过

分子结构创新与性能迭代,自主设计合成新型绿色萃取剂,从分子层面揭示萃取机理,首次确定萃取络合物结构,系统性破解传统萃取体系在环保性、安全性及成本控制上的多重瓶颈。

中国城市专家智库委员会常务副秘书长林先平表示,我国盐湖锂资源储量丰富,但此前受技术限制开发程度相对较低,随着核心技术瓶颈的持续突破,国内盐湖提锂技术已逐渐迈入成熟化阶段,产能释放节奏加快,对青海、西藏等核心盐湖资源开发进程将提速。同时,国内企业携先进技术“走出去”的步伐也在加快,有望为海外优质盐湖资源开发提供技术支持,进一步拓宽全球盐湖提锂产业发展空间。

“需求端的持续扩容,为盐湖提锂行业注入了强劲发展动力,尤其是新能源汽车与储能市场的高速增长,是拉动产业规模扩张、技术迭代的

两大核心引擎。”国际智能运载科技协会秘书长、黄河科技学院客座教授张翔表示。

中国汽车动力电池产业创新联盟数据显示,2025年1月至11月,我国动力电池累计销量达1044.3吉瓦时,同比增长50.3%;高工产业研究院统计数据显示,2025年中国储能锂电池市场迎来爆发式增长,全年出货量达630吉瓦时,同比增长85%,增速远超行业预期。

“低空经济、人形机器人等新兴场景的加速落地,为盐湖提锂行业打开了全新增长空间。”福州公策公关咨询有限公司合伙人詹军豪表示。

政策层面的精准赋能,更是为盐湖提锂产业高质量发展保驾护航。国家发展改革委、国家能源局此前发布的《关于促进光热发电规模化发展的若干意见》明确提到,鼓励以光热发电作为支撑调节电源的新能源一体化项目与矿产资源开

发冶炼、算力中心、动力电池制造、盐湖提锂等新型高载能产业紧密结合。

此外,青海、西藏等盐湖资源富集地区纷纷出台针对性利好政策,从技术研发补贴、产能建设保障、生态环保支持等多个维度,推动盐湖提锂产业规模化、高质量发展。

“未来,我国盐湖提锂产业将紧扣技术革新、格局集中、绿色转型三大核心方向稳步迈进,依托技术突破、产业整合与政策引导,呈现技术迭代提速、行业集中度提升、绿色低碳深化的多轮升级发展态势。”北京艾文智略投资管理有限公司首席投资官曹敏表示。

## 产业链公司积极布局

多重利好驱动下,盐湖提锂产业链公司聚焦技术创新,纷纷加码布局,抢占行业发展先机。

金圆环保股份有限公司相关负责人表示,捌千错盐湖提锂项目处于试生产阶段,公司以实现捌千错盐湖提锂项目“尽早投产、尽量多产”为重点工作;公司阿根廷卡罗项目后续将综合多种因素开展进一步评估与规划。

中伟新材料股份有限公司此前在深交所互动易平台上表示,公司正在加快已布局的阿根廷两座盐湖锂矿的勘探和建设进度。盐湖锂矿开发涉及大量工作,公司将根据开发建设计划,加强与相关企业的协作,尽快完成开发建设工作。

东华工程科技股份有限公司相关负责人表示,在盐湖提锂业务方面,公司承建了藏格锂业、西藏矿业、青海汇信等工程项目,积累了丰富的工程业绩。公司作为总承包商和运营商的扎布耶碳酸锂项目已于2025年9月顺利完成120小时功能考核。

中国城市发展研究院投资部副主任袁师表示,盐湖提锂相关上市企业应聚焦三大核心:一是攻坚高镁锂比提锂技术,推广“吸附+膜”耦合工艺,提升锂回收率,降本增效对冲锂价波动;二是深化产业链协同,绑定下游电池企业锁定需求,布局电池回收业务,构建产业闭环;三是践行绿色开发,并抢抓海外盐湖资源并购机遇,筑牢资源安全屏障。 据《证券日报》作者:李万晨曦

# 稀土颜料来了! 色彩鲜艳又环保

色彩鲜艳的玩具、印刷精美的包装……这些人们日常接触的物品,虽然看起来赏心悦目,但其中一些工业颜料为了保持颜色持久鲜亮,可能会含有少量铅、镉、汞等重金属。如果长期大量接触,可能会对健康带来一定影响。

我国科学家的一项成果将攻克这一行业难题。日前,国家重点研发计划“物态调控”重点专项项目首席科学家、国家高层次人才计划科技创新领军人才、大连民族大学教授董斌团队成功研发出全新一代环保颜料,它完全不含有毒重金属,却拥有更绚丽的色彩和更低的成本。

传统无机颜料虽颜色稳定,却难以摆脱“有毒”的缺陷。即便采用包覆技术,仍难以完全杜绝重金属在特定环境下溶出,进而通过接触、吸入或误食进入人体,侵蚀神经、造血系统和肾脏。面对这一全球性难题,董斌团队立足我国稀土资源优势,另辟蹊径选择“宽带薪基+稀土掺杂”的技术路线,通过精准调控稀土离子的光学行为,实现了绿、黄、橙、红四大色系的高饱和度呈色。它不仅颜色“能打”,更具备耐高温、抗老化、色牢度强等综合性能。



## 稀土研究者的环保初心

“我们团队原本是做稀土基础研究的,与颜料研发看似毫不相干。”团队核心成员罗昔贤回忆说。彼时,团队在整理稀土应用文献时发现,传统无机颜料行业正面临一个难以调和的矛盾:大多数鲜艳的黄-红系颜料都依赖重金属化合物。这些物质虽着色效果优异,却具有强毒性和蓄积性。

“红铝矿、朱砂、铬黄这些传统颜料在制备和使用过程中会持续释放有毒元素。”罗昔贤解释道,这些窄带隙材料存在毒性高、稳定性不足等固有缺陷,且种类极为稀少,寻找新的低毒高艳着色材料成为行业难题。

一次偶然的实验观察,让团队看到了突破的希望。“我们在研究稀土离子光学特性时发现,某些稀土离子的跃迁具有独特的宽吸收特性,这与颜料的显色原理高度契合。”罗昔贤说,我国是稀土资源大国,拥有丰富的稀土储备,为研发低成本环保颜料提供了得天独厚的资源基础。

“既然稀土离子能实现显色,又能避开重金属毒性,为什么不试试用稀土研发新型颜料?”这一想法让这支科研团队正式踏上了环保颜料的研发之路。

## 千次实验铸就技术突破

项目启动之初,团队面临着技术瓶颈难突破、相关科研设备无法保障等多重挑战。7名核心成员根据专业特长,分为了测试分析、结果归纳、设备维护等专项小组,形成了高效协同的工作机制。

研发过程中,团队面临的最大挑战在于稀土离子光学行为的精准调控与色饱和度的高效优化。硅铝酸盐在制备和使用过程中对环境友好,符合理想着色颜料要求。“硅铝酸盐材料结构

变化丰富,稀土离子掺杂后的晶格占位、能级跃迁规律难以把握。”罗昔贤介绍,团队需要在成千上万种材料组合中筛选合适的宽带薪基。之后,他们再通过调整晶体场强度、增加共价性,以此解决材料因吸光能力弱、辐射跃迁干扰导致呈色性随不同辐照环境波动大,不能直接作为着色颜料使用的固有缺陷。为了攻克这一难题,团队在实验室里度过了无数个不眠之夜。“仅稀土离子与基质材料的匹配实验,我们就做了上千次。”罗昔贤说。

在成本控制方面,团队同样实现了突破。硅铝酸盐是地壳中储量最丰富的矿物之一,来源广泛且价格低廉。生产该颜料所需的稀土离子多为市场需求较小的元素,成本优势明显。“这些材料的低成本特性,加上规模化生产带来的边际效益,让我们有信心将售价较现有高端环保颜料降低60%以上。”董斌说。

中国科学院院士徐红星评价:“新型稀土环保颜料的呈色策略突破了传统颜料的局限,其出现及量产不仅解决了传统颜料有毒性、环境污染等问题,还在稳定性和生产成本上展现出显著优势,将引领下一代颜料技术。”

在团队成员看来,新型环保颜料的普及将推动整个颜料行业的技术变革,促使更多企业转向绿色生产,推动环保科技与实体经济深度融合。

目前,团队已经实现了绿、黄、橙、红四大色系颜料的稳定产出,并与大连金普新区达成初步合作意向,通过校地合作建立500吨级试验生产线,实现量产。“下一步,我们计划实现全系列覆盖。在应用性方面,将从建筑外墙、跑道、陶瓷、汽车涂料等与民生密切相关的领域切入,让‘无毒替代’走进普通消费品领域。”董斌透露,团队还在探索稀土在X光检测等医疗领域的应用研究,努力解决更多技术难题。 据《科技日报》作者:张蕴

## ► 科工前沿

## 稀有细胞有了详细“身份证”

近日,华大生命科学研究院牵头建设的基因组多维解析技术国家重点实验室,联合上海交通大学医学院附属瑞金医院、山西医科大学等多家机构在国际顶级学术期刊《科学》上发布重磅成果。

研究团队对428位中国自然人群队列中超过1000万个外周血免疫细胞进行了系统性多组学深度解析,绘制了高分辨率人群免疫多组学图谱(CIMA),这也是全球首个千万级免疫细胞图谱。

这项研究如同一台“高清显微镜”,为深入理解免疫系统的运作逻辑提供了前所未有的精细视角。同时,这项研究也将为我国生物医药产业带来新机遇,加速药物靶点发现和疫苗研发。

传统免疫学研究大多停留在主要细胞类型层面,而CIMA则像是配备了一台高清显微镜,突破了以往视角的局限。基于千万级的外周血免疫细胞的单细胞转录组、表观组数据,以及血浆脂质组、代谢组的多组学数据,研究团队成功鉴定出73种免疫细胞亚型,包括那些在血液中占比不足千分之一的罕见细胞。这些细胞虽然数量稀少,却在特定免疫应答中发挥着关键作用。以往的研究方法很难捕捉到这些稀有细胞,而本研究

借助千万规模的单细胞数据,终于让这些“神秘士兵”露出了真容。研究团队为这些细胞建立了详细的“身份证”,记录了它们的分布及基因表达特征,并且结合志愿者的生理数据,探索年龄和性别等因素与特定免疫细胞特征的关联。

研究发现,不同的免疫细胞类型拥有独特的调控模式,而且这个“指挥系统”还具有很强的适应性,会随着衰老和性别调整策略。这解释了为什么老年人更容易感染某些疾病,也为理解男女在自身免疫性疾病上的差异提供了新线索。

中国工程院院士、上海交通大学医学院附属瑞金医院院长宁光表示:“CIMA通过千万级细胞分析,系统解析了遗传、年龄、性别等因素对免疫系统的精细影响,为人群复杂疾病的机制研究和精准防治提供了至关重要的免疫学视角和数据支撑。”

在此基础上,更大规模的CIMA二期计划已正式启动。其研究范围将从健康人群拓展至自身免疫性疾病、心血管疾病、感染性疾病等重大疾病队列,并重点应用于Stereo-cell细胞组学技术和蛋白多重检测技术等。

据《深圳特区报》作者:闻坤

## AI助力药物虚拟筛选提速百万倍

清华大学智能产业研究院兰艳艳教授联合生命学院、化学系团队创新研发AI驱动的超高通量药物虚拟筛选平台DrugCLIP,筛选速度对比传统方法实现了百万倍提升,同时在预测准确率上也取得显著突破。依托该平台,研究团队首次完成了覆盖人类基因组规模的药物虚拟筛选,为创新药物发现带来了新的可能性。相关研究成果于近日在线发表于国际学术期刊《科学》。

目前,人类对靶向药物的探索约覆盖人体全部成药靶点的10%。面对数以万计的潜在靶点,如何在广阔的化学空间中快速筛选苗头化合物,已成为该领域里的瓶颈。研究团队介绍,若使用当前最先进的分子对接工具筛选1万个蛋白靶点,假设每个靶点对109个候选分子,则需完成约1013次蛋白-配体打分,一台计算机即使日夜不休也需数百年才可完成计算,严重制约了新靶点与新分子之间匹配的筛选效率。

研究团队进一步介绍,DrugCLIP将该计算量缩短为一台计算节点(高性能计算或分布式计算系统中的一个基本单元)一天的机时,并首次打通了从蛋白结构预测到药物发现的关键通道,实现覆盖人类基因组规模

的虚拟筛选。

在硬件方面,基于128核中央处理器和8张图形处理器的计算节点,DrugCLIP即可实现万亿级蛋白口袋小分子对打分日吞吐能力。其核心突破在于将传统的分子对接,转化为蛋白口袋与小分子在向量空间中的高效语义检索,较分子对接等传统方法的速度提升百万倍。

依托DrugCLIP,联合团队首次完成了人类基因组规模的虚拟筛选项目,可覆盖约1万个蛋白靶点、2万个蛋白口袋,分析筛选超过5亿个类药小分子,总共富集出超200万个潜在活性分子,构建了目前已知最大规模的蛋白-配体筛选数据库。该数据库已免费面向全球科研社区开放,为基础研究与早期药物发现提供了强大数据支持。

同时,筛选服务平台也已同步上线,支持用户上传的靶点和蛋白口袋进行定制化筛选。截至论文发表,半年来,该平台已累计服务1400余名用户,完成了13500余次筛选。研究团队介绍,未来,DrugCLIP将与科研与产业生态伙伴深度合作,在抗癌、传染病、罕见病方向加速新靶点与首创新药的发现。

据《光明日报》作者:邓晖