

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2023年 第12期 总第122期

本期要闻

- ◎ 回眸 2023 年有色产业经济“答卷”：有色金属产业生产回升明显
- ◎ 2023 年中国稀土行业大事记
- ◎ 2015-2023 年我国稀土开采、分离指标梳理
- ◎ 两部门公布《中国禁止出口限制出口技术目录》包括稀土技术 外交部回应

国家离子型稀土资源高效开发利用工程技术研究中心
江西离子型稀土工程技术研究有限公司

◆地址：江西省赣州市经济技术开发区黄金大道36号

◆电话：0797-8160602

◆E-mail: jxlzxt_2016@163.com

◆邮编：341000

◆传真：0797-8160033

◆网址：<http://www.jxlzxt.com/>

目次

- ◇ **行业动态** **1-17**
 - ◎ 回眸 2023 年有色产业经济“答卷”：有色金属产业生产回升明显
 - ◎ 2023 年中国稀土行业大事记
 - ◎ 2015-2023 年我国稀土开采、分离指标梳理
 - ◎ 挪威议会支持政府深海采矿提案
 - ◎ 巴西卡里纳稀土矿首次公布资源量
 - ◎ 英国开始回收稀土磁体

- ◇ **科技前沿** **18-26**
 - ◎ 福建物构所基于卟啉 MOF-稀土上转换纳米平台实现高效光动力抗菌治疗
 - ◎ 西安交通大学在低价稀土配位化学方面取得重要进展
 - ◎ 中科院工程热物理所在稀土掺杂钙基热化学储能材料研究方面取得进展
 - ◎ 广州能源所利用碳酸锂修饰的复合稀土氧化物载氧体构建新策略实现甲烷高效制烯烃

- ◇ **政策法规** **27-28**
 - ◎ 两部门公布《中国禁止出口限制出口技术目录》包括稀土技术外交部回应

- ◇ **市场行情** **29-33**
 - ◎ 2023 年 12 月稀土价格走势

- ◇ **稀土知识** **34-35**
 - ◎ 稀土玻璃陶瓷
 - ◎ 稀土中毒

- ◇ **文章摘要** **36-38**
 - ◎ Sm^{3+} 掺杂 Y_2O_3 荧光材料的发光性能及荧光温度传感特性
 - ◎ 铈掺杂 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 热障涂层陶瓷材料的制备与性能研究
 - ◎ 混合沉淀剂制备碳酸镧及其沉淀结晶过程研究

⊙ 真空热还原 Sm_2O_3 过程床层传热对钐提取率的影响

◇ 期刊目录

39-40

⊙ 中国稀土学报 (2023 No.6)

⊙ 稀土化合物与应用 (2023 No.4)

回眸 2023 年有色产业经济“答卷”：有色金属产业 生产回升明显

每一个岁末，我们都会站在时间轴的末端，以目光送别过往，以希望寄予未来。

2023 年是经济恢复发展的一年。这一年，尽管外部环境复杂性、严峻性、不确定性上升，国内有效需求不足，部分行业产能过剩，社会预期偏弱，部分领域风险隐患仍然较多，但是有色金属产业生产回升明显，产业整体向高端化、智能化、绿色化迈进。

从过去到未来，基本有色金属装点了中国经济“三驾马车”的繁荣，新能源类有色金属又成就了“新三样”的理想。带着对高质量发展的坚定信心，新的一年，有色金属产业继续以“改革之笔”作答“高质量发展之卷”。

服务实体 产业有韧性

2023 年 11 月 28 日，习近平总书记前往上海期货交易所考察。他强调，上海建设国际金融中心目标正确、步伐稳健、前景光明，上海期货交易所要加快建成世界一流交易所，为探索中国特色期货监管制度和业务模式、建设国际金融中心作出更大贡献。

殷切期望、谆谆嘱托，是使命，更是指引。

1999 年正式成立的上海期货交易所，在服务实体经济和国家战略、维护国家经济金融安全方面发挥着重要作用。目前，上期所已上市 23 个期货品种和 9 个期权品种，涵盖金属、能源、化工、航运等领域，是全球三大有色金属定价中心之一，包括“上海铜”“上海金”等在内的“上海价格”的国际影响力不断提升。

2023年6月19日，全球首个实物交割的氧化铝期货在上海期货交易所正式挂牌交易。上市氧化铝期货，有助于充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，促进商品生产流通消费有效衔接，构建“公开、公平、公正”的中国氧化铝市场价格体系，完善我国有色金属期货序列，更好满足企业精细化风险管理需求，助力企业稳健经营。

上期所通过创新服务将平台功能作用与实体企业的需求有效对接，为产业参与提供更加便利的条件，为实体经济创造价值。截至2023年9月份，实体企业通过上期综合业务平台，累计获得银行贷款38.71亿元，平均利率约4%，在一定程度上缓解了企业的资金压力。

2023年7月21日，作为新能源产业链的核心和关键产品的碳酸锂期货在广州期货交易所挂牌交易。电池级碳酸锂是磷酸铁锂、三元材料、钴酸锂等锂离子电池正极材料所需的关键材料，并最终应用于动力电池、储能电池、消费电池等锂离子电池产品。我国已是全球最大的锂电池生产国和消费国，碳酸锂期货的上市，有助于将经济总量、国内需求和生产能力等优势因素转化为国际定价影响力，维护锂资源的安全性，增强新能源汽车、储能等重要行业的要素保障能力。

面对出口下降、传统消费放缓、成本上升、价格下降等不利因素，有色金属工业生产、投资继续保持增长势头，展现韧性。

2023年，光伏、风电、锂电、新能源汽车等所需的高新金属材料投资及有色金属矿山投资增幅较大，是拉动有色金属工业固定资产投资增长的重要因素。2023年前三季度，有色金属工业完成固定资产投资较2022年同期增长14.1%，增幅较上半年扩大1.7个百分点，比全国工业投资高5.1个百分点，其中，有色金属矿山采选完成固定资产投资增长34.3%，冶炼压延加工完成固定

资产投资增长 9.9%。

2023 年前三季度，我国有色金属进出口贸易总额 2507.1 亿美元，按可比口径计算同比增长 2.3%。其中，进口额 2052.9 亿美元，同比增长 6.3%；出口额 454.2 亿美元，同比下降 12.5%。

2023 年，我国经济运行面临新的困难挑战，部分经济指标增速放缓，外部环境复杂严峻，有色金属价格普遍走弱。其中，铜价和铝价维持坚挺，碳酸锂、工业硅、镍价格大幅下跌。受地缘政治冲突推高避险情绪等因素影响，黄金作为非美资产替代配置价值凸显，各国央行保持增持黄金动作，全年黄金价格保持震荡上行趋势，白银价格随之上涨。稀土金属价格呈现下行趋势。

证券市场的有色金属板块走势与商品价格走势基本同步。2023 年，有色金属板块下跌，但略强于沪深 300 指数。贵金属板块涨幅位于全行业前列，铜板块情况较好，锂板块则出现较大跌幅。

2023 年前三季度，有色金属行业整体盈利水平相较 2022 年同期有所收窄。行业上游营收实现增长，盈利同比增速收窄。有色金属矿采选业营业收入达 2493.4 亿元，同比增长 0.50%；营业利润达 584.8 亿元，同比增长 6.2%。有色金属冶炼及压延加工行业营业收入达 55159.1 亿元，同比增长 2.5%；营业利润达 1381 亿元，同比下降 15.5%。

从短期来看，企业利润的疲弱主要是由于居民需求不足所致。从长期来看，企业利润不足的主要原因是经济正处于新旧动能转换期，传统动能逐渐减弱，但新动能尚未能够完全取代传统动能。以房地产为代表的旧动能在 2022 年开始逐渐衰退，房地产投资增速下降导致房地产链上下游的带动效应减弱，而以新能源为代表的新经济动能尚未能够替代房地产对经济的拉动作用。

但是，国家统计局最新数据显示，2023 年 1-11 月份，有色金属行业利润增

长 21.8%，利润由降转增，预示着中国经济已经“换挡”。

投资矿业 资源筑根基

矿产资源对于国家的重要性，不言而喻。矿产资源不仅是经济社会发展的物质基础，而且矿产资源勘探开发事关国计民生和国家安全。

2023 年，自然资源部中国地质调查局深入实施新一轮找矿突破战略行动，聚焦紧缺战略性矿产，瞄准资源潜力大的地区，确立了新增和巩固一批大型资源基地的目标，目前已在鄂西北铌钽稀土、青海钾盐、江西锂云母等方面取得了重大突破。

2023 年 12 月 25 日，我国首次提请全国人大常委会会议审议的矿产资源法修订草案，突出加强矿产资源勘探开发、建立储备和应急制度，促进矿产资源合理开发利用，保障国家矿产资源安全，推动矿业高质量发展。

从上市公司层面看，我国矿业企业积极响应国家政策、发挥自身优势，在国内进一步加大找矿力度，在海外收购优质矿藏。

2023 年 2 月份，紫金矿业集团股份有限公司完成苏里南 Rosebel 金矿项目的收购。Rosebel 金矿为在产露天矿山，2023 年计划产金 6.1 吨；3 月份，紫金矿业完成 Xanadu Mines Ltd（仙乐都矿业公司）项目投资，拥有了蒙古哈马戈泰铜金矿项目约 45.7% 权益；通过参与股权重组，8 月 21 日，紫金矿业以 16.46 亿元收购中汇实业 48.591% 股权，进而获得国内未开发超大型铜矿西藏朱诺铜矿的相对控股权。根据协议，朱诺铜矿将由紫金矿业主导项目建设及运营；紫金矿业境外合资公司获得刚果（金）Manono 锂矿东北部项目探矿权。

2023 年 9 月 6 日，江西赣锋锂业集团股份有限公司发布公告，同意由其全资子公司赣锋国际公司以认购新股的方式对 Mali Lithium B.V.（马里锂业）增资不超过 1.38 亿美元（约合 9.93 亿元），用于 Goulamina 项目后续的项目建设

和资本支出。Goulamina 锂辉石项目的平均氧化锂品位为 1.37%。其中，氧化锂探明、控制、推断资源总量为 289 万吨，折合碳酸锂当量约为 714 万吨。

2023 年 2 月份，中矿资源集团股份有限公司通过下属全资子公司 Tanco 投资建设 100 万吨/年采选项目，主产品为锂辉石精矿、磷铝锂石精矿和铯榴石精矿，项目总投资额约为 1.76 亿加元；7 月份，中矿资源的“Bikita 锂矿 200 万吨/年（透锂长石）改扩建工程项目”和“Bikita 锂矿 200 万吨/年（锂辉石）建设工程项目”建设完成并正式投料试生产。

再生金属行业既具有强化矿产资源安全的重要功能，又具备能耗低、碳排放少的产业优势，其战略价值日益凸显。

再生有色金属产业已经成为我国资源安全保障的重要力量。2022 年，中国再生有色金属产量 1655 万吨，较 2012 年增长 58.74%，占全球产量的 30%以上；预计 2023 年产量将达 1760 万吨，全球第一再生有色金属大国地位将更加巩固。再生有色金属投资延续高增长，2023 年 1-9 月份，新建项目涉及产能超过 1300 万吨，特别是再生铝和废旧新能源电池再生利用是市场关注焦点。

再生金属产业呈稳步上升态势，资源回收也为再生有色金属企业未来的价值提供澎湃的增长动力。

以格林美股份有限公司为例，目前该公司主要以“BtoB”的商业价值创造模式与动力电池回收产业链上游与下游形成合作共生生态圈。2023 年前三季度，该公司动力电池回收业务累计回收 19732.36 吨(2.1GWh)，同比增长 54%；销售收入 64255.66 万元，同比增长 39%。预计至 2026 年，该公司动力电池回收量有望达到 30 万吨以上，成为全球领先的动力电池回收公司与锂镍钴资源回收公司。

科技自强 创新造活力

传统制造向智能制造升级，是世界各国普遍的共识。

2023年2月份，我国铜冶炼行业的首个智能工厂中色大冶弘盛铜业铜智能工厂正式投产。该智能工厂项目涉及23个智慧应用模块、15套智能装备系统、10万个数采点，实现了全厂生产经营全流程的数字化、集中化、智慧化管理，使企业生产效率大幅提升，为铜冶炼行业智能工厂建设树立了标杆。

2023年5月份，安徽铜冠铜箔集团公司年产1万吨高精度储能用超薄电子铜箔项目进入设备进场安装阶段。与以往不同的是，该项目主要设备全部采用国产化设备，实现完全替代进口。除此之外，该公司生产所需的5种重要添加剂已有2种实现国产化替代，10余种关键进口备件实现50%国产化，可降低复杂国际形势对物资进口的影响，同时，大幅降低生产成本、有效缩短备货周期。下一步，铜冠铜箔将推进添加剂和备品的全面国产化替代。

从证券市场来看，2023年，有色金属行业（按申万行业分类口径）有6家企业在A股上市。其中，浙江中科磁业股份有限公司（以下简称中科磁业）、广州新莱福新材料股份有限公司（以下简称新莱福）、西安天力金属复合材料股份有限公司（以下简称天力复合）、湖南惠同新材料股份有限公司（以下简称惠同新材）等4家企业属国家级专精特新企业。根据上市公司公告，中科磁业具备高性能稀土永磁材料的核心生产技术，在永磁材料制备领域取得了多项技术突破，其中，5项达到国际先进水平、21项达到国内领先水平、5项达到国内先进水平。以天力复合为代表的国内金属复合企业在复合面积、制备技术上持续突破，完成了多种层状金属复合材料的国产替代，高端产品逐步具备了较强的国际竞争力。

2023年，随着我国工业转型不断推进，新兴产业竞争力持续增强，新动能产品生产保持高速增长，尤其是“新三样”（新能源汽车、太阳能电池、汽车用

锂离子动力电池)产品产量快速增长,11月份,新能源汽车、太阳能电池和汽车用锂离子动力电池等相关产品产量同比分别增长35.6%、44.5%和38.7%,有力支撑了全国“新三样”产品出口同比高速增长。其他新动能产品产量也实现较快增长,其中,风力发电机组、充电桩等新能源相关产品产量同比分别增长42.9%、12.2%,太阳能工业用多晶硅、单晶硅等绿色材料产品产量分别增长86.2%和35.7%。

2023年7月份,在广袤的甘肃省金昌市金川区东大滩上,一簇簇光伏板鳞次栉比,向天边排开,澄澈的镜面映着夕阳的余晖闪闪发光。在这里,金川集团东大滩300MW光伏发电项目成功并网,仅1个多月就发电1300万千瓦时,原本贫瘠的戈壁滩,正成为高质量发展的“新蓝海”。金川集团正在探索“光伏+”新业态,在新建项目厂房屋顶阳面架设分布式光伏板,利用矿区、尾矿库等地面空间探索“一地两用”集约发展模式,立体推进“光伏+农业”“矿区风光一体化”“光伏+尾矿生态治理”等应用场景类项目。

当前,我国已经建立起拥有完全自主知识产权的硅产业先进技术体系。我国硅产业新建产能装备已全部实现国产化,部分装置大型化引领全球。其中,25000kVA及以上工业硅大型矿热炉和全煤生产工艺得到全面推广和应用;大型节能高效多晶硅还原炉设备、年产30万吨单套冷氢化系统和年处理5万吨单套干法回收系统实现全面国产化升级;全球先进的160单晶硅直拉炉实现工业化生产,运行产能已超过550GW。

2023年12月6日,工业和信息化部、国家发展和改革委员会、财政部、国务院国有资产监督管理委员会、国家市场监督管理总局等五部委联合发布了2023年度智能制造示范工厂揭榜单位和优秀场景名单。

广西华昇氧化铝智能制造示范工厂、云铝文山绿色铝智能制造示范工厂分

别是此次氧化铝行业和电解铝行业唯一上榜的智能制造示范工厂。云南驰宏锌锗股份有限公司“危险作业自动化”场景入选“智能制造优秀场景”。截至目前，驰宏锌锗“Neto 锗渣技术”成为锌冶炼伴生锗资源回收原创技术，智能化矿山采掘、提升、运输实现远程无人操作，彝良驰宏低碱工艺助推选矿回收率达96.19%，创行业第一。

2023年12月11日-12日，中央经济工作会议在北京举行。

会议强调，“要以科技创新推动产业创新，特别是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能，发展新质生产力。完善新型举国体制，实施制造业重点产业链高质量发展行动，加强质量支撑和标准引领，提升产业链供应链韧性和安全水平。”“稳定和扩大传统消费，提振新能源汽车、电子产品等大宗消费。”“积极稳妥推进碳达峰碳中和，加快打造绿色低碳供应链。加快建设新型能源体系，加强资源节约集约循环高效利用，提高能源资源安全保障能力。”这是中央经济工作会议对2024年经济工作提出的几项要求，也是洞察大势的深谋远虑。

有色金属，与众多产业相互支撑，更与这个新时代共生共荣。在新时代的征程上，有色金属行业正在积极推进产业智能化、绿色化、融合化，加快建设具有完整性、先进性、安全性的现代化有色金属产业体系。

（来源：中国有色金属报）



2023年中国稀土行业大事记

2023年，我国稀土行业认真践行习近平新时代中国特色社会主义思想，深入贯彻落实党的二十大精神和总书记对稀土行业的重要指示批示，统筹好发展

与安全，稳中求进推进稀土行业高端化、智能化、绿色化的高质量发展。

国常会：研究推动稀土产业高质量发展有关工作

11月3日，国务院总理李强主持召开国务院常务会议，研究推动稀土产业高质量发展有关工作。会议指出，稀土是战略性矿产资源。要统筹稀土资源勘探、开发利用与规范管理，统筹产学研用等各方面力量，积极推动新一代绿色高效采选冶技术研发应用，加大高端稀土新材料攻关和产业化进程，严厉打击非法开采、破坏生态等行为，着力推动稀土产业高端化、智能化、绿色化发展。

商务部 科技部：公告《中国禁止出口限制出口技术目录》

12月21日，商务部、科技部公告2023年第57号关于公布《中国禁止出口限制出口技术目录》，禁止出口和限制出口技术目录中均涉及稀土相关技术。在禁止出口部分：稀土的提炼、加工、利用技术和非晶无机非金属材料生产技术；在限制出口部分：涉及采矿工程技术、有色金属冶金技术、人工晶体生长与加工技术、热外理技术、航空材料生产技术和电线、电缆制造技术。

商务部：稀土纳入《实行出口报告的能源资源产品目录》

11月1日，商务部印发《大宗产品进出口报告统计调查制度》的通知。其中提到，将实施进口许可证管理的原油、铁矿石、铜精矿、钾肥纳入《实行进口报告的能源资源产品目录》，将实施出口许可证管理的稀土纳入《实行出口报告的能源资源产品目录》。进口、出口上述产品的对外贸易经营者应履行有关进出口信息报告义务。

发改委：发布《产业结构调整指导目录（2024年本）》

12月29日，国家发展与改革委员会发布《产业结构调整指导目录（2024

年本)》，与稀土产业相关的内容包括，稀有稀土金属材料、催化材料属“鼓励类”；稀土采选、冶炼分离项目（符合稀土开采、冶炼分离总量控制指标要求的稀土企业集团项目除外）属“限制类”；离子型稀土矿堆浸和池浸工艺、2000吨（REO）/年以下的稀土分离项目、湿法生产电解用氟化稀土生产工艺等6项属“淘汰类”。

工业和信息化部：聚焦稀土、光伏、新能源汽车、5G等优势产业链，锻造一批“杀手锏”技术，提升产业质量；促进稀土在航空航天、电子信息、新能源等领域高端应用

工业和信息化部党组以《坚决扛牢实现新型工业化》为题在《求是》杂志撰文称，着力提升产业链供应链韧性和安全水平。着力锻长板，聚焦稀土、光伏、新能源汽车、5G等优势产业链，锻造一批“杀手锏”技术，提升产业质量。

12月21日，全国工业和信息化工作会议在京召开。会议强调，2024年要围绕高质量发展，突出重点、把握关键，抓好十二个方面重点任务。其中，五是巩固提升优势产业领先地位。加快强链补链延链，提升全产业竞争力。加强光伏行业规范引导和质量监管。促进稀土在航空航天、电子信息、新能源等领域高端应用。

2023年稀土总量控制指标分三批下达 调控手段更趋灵活精准

与往年不同，2023年工业和信息化部 and 自然资源部的稀土开采、冶炼分离总量控制指标分三批下达，稀土总量调控手段更趋灵活精准。其中，稀土矿产品指标255000吨，冶炼分离产品指标243850吨，分别在上年的指标基础上增加了45000吨和41850吨，同比分别增长21.4%和20.7%。今年生产指标的增量分配给了北方稀土集团和中国稀土集团，厦门钨业和广东稀土集团的矿产品指标

和冶炼分离产品指标维持上年水平。其中北方稀土集团矿产品指标和冶炼分离产品指标分别增加3.7万吨和3.43万吨，中国稀土集团矿产品和冶炼分离产品指标分别增加8000吨和7550吨。

中国稀土集团党委书记、董事长敖宏当选为中国有色金属工业协会稀土分会第二届理事会会长。2023（第六届）中国稀土论坛成功举办，并发布“推动稀土产业高质量发展的行业共识”

2月23日，中国有色金属工业协会稀土分会第二届第一次会员大会暨理事会换届会议在赣州成功召开，中国有色金属工业协会副会长、中国稀土集团党委书记、董事长敖宏当选为有色协会稀土分会第二届理事会会长。

11月2日，由中国有色金属工业协会主办、中国稀土集团特邀协办的“2023（第六届）中国稀土论坛”在赣州成功召开，中国有色金属协会党委书记、会长葛红林，江西省委副书记、赣州市委书记吴忠琼，中国稀土集团党委书记、董事长敖宏出席会议并致辞。论坛发布了“推动稀土产业高质量发展的行业共识”。

中稀集团：稀土行业新一轮整合再次取得实质性推进

12月18日，中稀厦钨(福建)稀土矿业有限公司正式注册成立，双方持股比例分别为51%和49%，合资公司将共同经营厦门钨业（包括其控股股东及其控股子公司）控制的稀土矿山和稀土冶炼分离产业。12月29日，广东省广晟控股集团有限公司与中国稀土集团有限公司签署了《关于广东省稀土产业集团有限公司股权无偿划转协议》，中国稀土集团成为广晟有色的间接控股股东及实际控制人，持有广晟有色38.45%股份。这意味着以中国稀土集团成立为起点的中国稀土行业的新一轮整合再次取得实质性推进，将进一步优化资源配置，践行保障

国家战略资源安全责任。

北方稀土：将包头建设成为“两个稀土基地”

6月8日，习近平总书记考察内蒙古时，作出建设“全国最大稀土新材料基地和全球领先的稀土应用基地”重要指示。10月5日，国务院印发了《关于推动内蒙古高质量发展奋力书写中国式现代化新篇章的意见》，《意见》指出，要加快发展高纯稀土金属、高性能稀土永磁、高性能抛光等高端稀土功能材料，扩大稀土催化材料在钢铁、水泥、玻璃、汽车、火电等行业应用，将包头建设成为全国最大的稀土新材料基地和全球领先的稀土应用基地。围绕“两个稀土基地”建设目标，包头稀土高新区率先制定推出《建设“两个稀土基地”三年行动实施方案（2023-2025年）》及7个配套方案。

我国稀土多领域工艺技术不断取得重要成果

离子型稀土绿色采选冶关键技术和装备获得突破；高性能烧结钕铁硼、新型铈磁体、稀土光功能材料成功实现国际领先；国六标准催化材料、高精密稀土抛光材料、高端稀土陶瓷粉体材料等生产技术取得实质性进展。有力地促进了产业结构优化，带动和支撑战略性新兴产业的发展。

（来源：安泰科）

2015-2023年我国稀土开采、分离指标梳理

2023年12月15日工信部、自然资源部发布2023年度第三批稀土开采、冶炼分离总量控制指标，2023年第三批稀土开采、冶炼分离总量控制指标分别为15000吨、13850吨。至此2023年度稀土开采、冶炼分离总量控制指标得以确

定，分别为 255000 吨、243850 吨。

2023 年稀土开采、冶炼分离指标增量仍旧集中在轻稀土，2023 年轻稀土开采指标同比增加 45000 吨或 23.6%，冶炼分离指标同比增加 41850 吨或 20.7%。

而重稀土的开采指标自 2018 年以来一直稳定在 19150 吨，配额指标分别在厦门钨业、中国稀土集团有限公司和广东省稀土产业集团有限公司。

瑞道对最近几年稀土开采、分离指标做了梳理，从图 1 可以看出，自 2015 年以来，轻稀土的开采、分离指标逐年增加，2015-2023 年开采指标平均复合增长率为 11.7%，冶炼分离指标平均复合增长率 10.4%。尤其是 2020 年以来，增速逐渐加快，这也是为了适应新能源产业对镨钕的需求，2020-2023 年开采指标平均复合增长率为 18.2%，冶炼分离指标平均复合增长率 15.9%。



图 1 2015-2023 我国轻稀土、重稀土开采及分离指标统计（吨）

我国轻稀土的开采增量指标主要集中在稀土集团（2015-2021 年以来经历了两次合并组成，瑞道小土把 2021 年前的相关企业份额并在稀土集团中）和北方稀土集团。从图 2 可以看出，近几年的开采增量指标主要集中在稀土集团。2020-2023 年稀土集团开采指标平均复合增长率为 4.9%，中国北方稀土集团开采指标平均复合增长率为 24.8%。



图 2 2015-2023 年中国稀土集团、中国北方稀土集团轻稀土开采指标（吨）

（来源：瑞道金属网）

挪威议会支持政府深海采矿提案

据 Mining.com 网站报道，挪威政府开放北冰洋地区进行海底勘探的计划已经获得议会大多数支持，尽管环保组织和渔业部门警告这会给脆弱的生态系统多样性带来风险。

周二，该国少数派中左翼政府和两大反对党宣布支持政府部门在 6 月份提出的成为首个商业化深海采矿国家的计划。

丰富的油气资源已经使得这个欧洲国家成为世界最富国之一，但挪威希望摆脱对化石燃料的依赖而实现经济多元化。

主要反对党保守党领袖巴德·卢德维格·托尔海姆（Bard Ludvig Thorheim）表示，“可再生绿色工业依赖矿产品，这是一项重要的国际贡献”。

此项计划宣布后立刻招致大量批评声音。挪威绿色和平组织负责人弗洛德·普雷姆（Frode Pleym）称，此项决定是“海洋灾难”，“我们最后一片荒原”

将沦为采矿用地。“我们不知道这会给海洋生态系统、鲸鱼和海鸟等濒危物种或者我们赖以生存的鱼类带来什么样的后果”，他说。

世界自然基金会（WWF）挪威办公室主任卡罗琳·安达（Karoline Andau）称此项决定是“挪威现代海洋管理的最大耻辱，也是挪威作为一个负责人海洋国家名声的终结”，他说。

分析人士还强调欧洲北部和波罗的海地区地缘政治面临风险。挪威计划开放用于勘探区域位于巴伦支海和格陵兰海域，邻近北冰洋斯瓦尔巴德岛。挪威政府宣称独有该区域矿业权，但俄罗斯、欧盟都对此提出质疑。

据挪威石油和能源部资料，这片面积为 28 万平方公里的区域沿大西洋中脊分布，发育从地壳上涌的火山热泉。据称此片区域蕴藏着 3800 万吨的铜，相当于世界两年铜产量。

挪威政府主持的一项调查还在近 3000 米深的多金属硫化物或所谓的“黑烟筒”中发现了稀土元素。虽然海底矿产开发相关国际法规尚未出台，但挪威无需等待，因为该国计划在其大陆架延伸带上探矿。

深海采矿支持者认为这对于满足不断增长的矿产品需求至关重要。据国际能源署（IEA）估计，铜和稀土金属的需求将增长 40%。

另外，该机构还预计，镍、钴和锂的需求量将分别增长 60%、70% 和 90%。

（来源：全球地质矿产信息系统）



巴西卡里纳稀土矿首次公布资源量

阿克拉拉资源公司(Aclara Resources Inc.)宣布其在巴西戈亚斯州的卡里纳

(Carina)离子吸附型稀土项目首个资源量。

根据已经完成的 201 个螺旋钻孔(总进尺 1630 米)和 1418 个样品分析结果,该项目初步估算的推测矿石资源量为 1.68 亿吨,总稀土氧化物(TREO)品位 0.151%,可脱附稀土氧化物(DREO)品位 0.0477%。

按照 7.4 美元/吨的边界值,该项目平均净冶炼厂回报(NSR)值为 32.3 美元/吨。

该项目含有大量镝、铽、钕和镨,这些稀土元素对于电动汽车和风力发电机用永久磁体生产非常重要。

阿克拉拉在智利试验的稀土回收技术可用于该项目,能够最大程度减少成本 and 环境影响。

矿床埋藏浅使得剥采比很低(<0.4),生产成本低。

公司计划在 2024 年一月完成初步经济评价。

目前,该项目正在进行反循环钻探,预计将在明年二季度完成。

(来源:全球地质矿产信息系统)

英国开始回收稀土磁体

据加拿大矿产开发商 Mkango 资源公司称,2024 年英国将开始商业化回收稀土磁体。

Mkango 资源公司表示,已在伯明翰泰斯利能源园(Tyseley Energy Park)完成稀土磁体的回收,商业化生产将于 2024 年年中开始。

回收工艺由伯明翰大学和 HyProMag 共同开发。HyProMag 由 Mkango 资源公司 79.4%控股的子公司 Maginito 所有。

HyProMag 创始人艾伦·沃尔顿(Allan Walton)表示：“这是一个巨大的进步，20多年来首次将商业化生产烧结磁体重新引入英国”。

该项目是14国矿产安全伙伴关系选择支持的17个项目之一，旨在确保全球关键矿产供应链的安全。英国政府去年宣布了自己的关键矿产战略，英国创新署(Innovate UK)承诺向鼓励回收再利用稀土磁体的项目提供660万英镑。

Mkango 资源公司称，泰斯利工厂将为英国国内电动汽车、风力涡轮机和其他清洁技术行业提供金属。

预计最初稀土磁体和合金的产量为20吨/年，逐步增加到至少100吨/年，并有可能达到1000吨/年。

(来源：Materials Recycling World 网站)

福建物构所基于卟啉 MOF-稀土上转换纳米平台 实现高效光动力抗菌治疗

光动力疗法 (photodynamic therapy, PDT) 是利用光敏剂在光照条件下产生的活性氧 (ROS) 达到破坏肿瘤细胞、细菌和真菌的目的, 具有高效、低毒副作用等优点, 已成功应用于肿瘤、皮肤病、泌尿系统疾病等常见疾病的治疗。然而, 由于大部分光敏剂的激发光源为可见光或者紫外光, PDT 的应用受到激发光组织穿透深度浅、ROS 产率低等问题的严重制约。近年来, 发展近红外光响应的高效 PDT 纳米平台已成为人们的研究热点, 也是该领域的一个重大技术挑战。

近日, 中国科学院福建物质结构研究所/闽都创新实验室陈学元团队李幸俊副研究员等通过将染料敏化的稀土上转换纳米颗粒 (UCNP) 和 Pt 修饰的卟啉金属-有机框架 (PMOF) 有效复合, 开发了一种近红外光响应的上转换纳米复合材料 UMOF(Pt)/IR808, 实现了高效 PDT 抗菌应用 (图 3)。基于该纳米材料中 PMOF 壳层的多孔特性, 近红外染料分子 IR808 被成功负载于 PMOF 的孔道中, 实现了对 UCNP 发光的敏化增强。特别地, 研究团队利用配位作用在光敏剂卟啉配体的中心修饰上 Pt(II) 离子, 其重原子效应可同时提高 IR808 和卟啉配体从单线态到三线态 ($S_1 \rightarrow T_1$) 的系间窜越效率, 进而同步增强了 IR808 对 UCNP 的三线态敏化发光和卟啉配体的单线态氧 (1O_2) 生产能力。因此, UMOF(Pt)/IR808 呈现出高效的级联能量传递和优异的 1O_2 产量。为进一步验证该纳米复合材料的 PDT 抗菌效果, 研究团队开展了脂质体修饰的纳米复合材料 UMOF(Pt)/IR808-Lipo 的 PDT 抗耐药菌研究 (图 4)。研究结果表明, 该纳米平台在较低功率密度 (0.4 W/cm^2) 的 808 nm 激光辐照下表现出对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌

(MRSA) 超强杀菌能力, 抗菌率达到 $5.27 \log_{10}$ ($> 99.999\%$), 是目前报道的同类型 PDT 材料中最优抗菌率。

该工作通过结合染料敏化稀土上转换发光和重原子效应, 突破了传统 PDT 材料存在的激发光组织穿透深度浅、 $^1\text{O}_2$ 产率低的技术瓶颈, 为高效近红外响应的 PDT 纳米材料的设计合成提供了新思路, 也为该类材料在 PDT 抗菌、抗肿瘤等领域的应用奠定了重要的理论和实验基础。相应研究成果以“Near-infrared-responsive nanoplatforms integrating dye-sensitized upconversion and heavy-atom effect for enhanced photodynamic therapy efficacy”为题发表在《Nano Today》杂志 (Nano Today 2024, 54, 102089. DOI:10.1016/j.nantod.2023. 102089)。论文的第一作者是中国科学院福建物质结构研究所/福州大学联培硕士研究生谭冲, 通讯作者是中国科学院福建物质结构研究所/闽都创新实验室李幸俊副研究员和陈学元研究员。该工作得到科技部国家重点研发计划稀土新材料专项、国家自然科学基金、福建省基金和中国科学院海西研究院前瞻跨越计划揭榜挂帅项目等项目的支持。

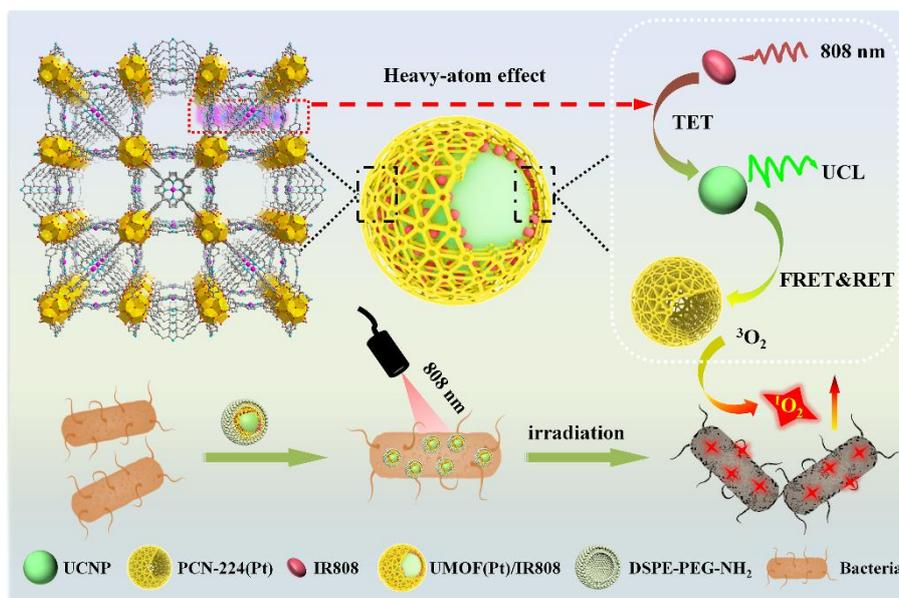


图3 基于卟啉 MOF-稀土上转换纳米平台实现高效光动力抗菌治疗的示意图

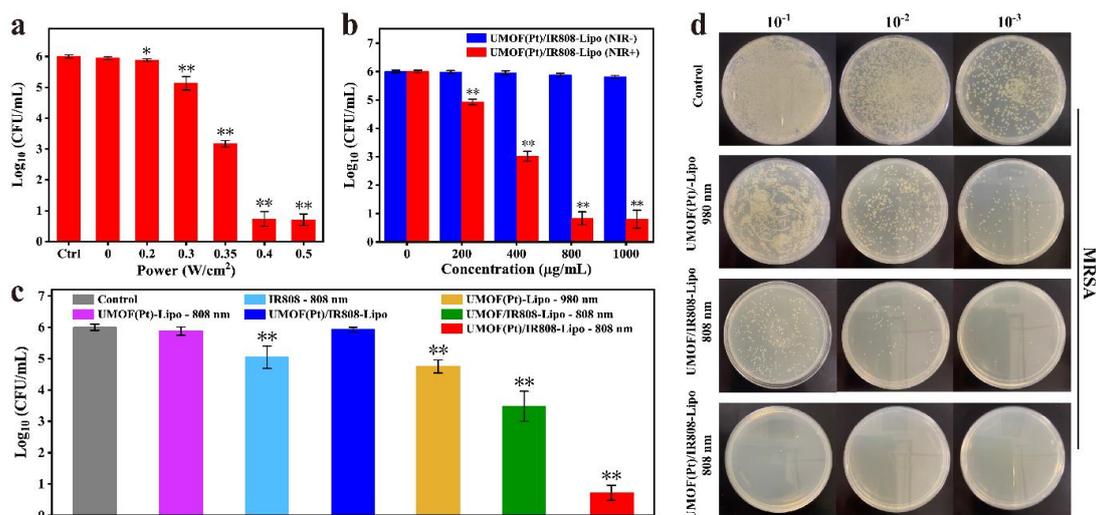


图4 UMOF(Pt)/IR808-Lipo 纳米平台的 PDT 抗菌实验: a)不同功率密度 (0-0.5 W/cm²) 的 808 nm 激光辐照下 UMOF(Pt)/IR808-Lipo 的抗菌效果; b)功率密度为 0.4 W/cm² 的 808 nm 激光辐照下,不同浓度(0-1000 µg/mL)UMOF(Pt)/IR808-Lipo 的抗菌效果; c) UMOF(Pt)-Lipo、IR808、UMOF/IR808-Lipo 和 UMOF(Pt)/IR808-Lipo 在不同光照条件下对 MRSA 的抗菌效果; d) UMOF(Pt)-Lipo、UMOF/IR808-Lipo 和 UMOF(Pt)-Lipo 在不同光照条件下对 MRSA 的抗菌效果照片

(来源: 福建物构所)

西安交通大学在低价稀土配位化学方面 取得重要进展

稀土离子普遍稳定在正三价态 Ln(III), 除了常见的传统正二价离子 Sm(II)、Eu(II)和 Yb(II)外, 含有其他 Ln(II)离子的配合物相对较少, 因为它们具有较高的 Ln(III)/Ln(II)还原电位, 难以合成分离。通过化学家们不断努力, 在过去的二十五年里, 除了放射性 Pm, 所有正二价稀土配合物逐渐被分离出来, 配体场已被证明是决定 Ln(II)还原电势、热稳定性以及是否表现[Xe]4fⁿ⁺¹ 或[Xe]4fⁿ5d¹ 价电子构型的关键。由于部分非传统二价稀土离子具有较 4f 电子弥散性更强的 5d 轨道电子, 因此相较于三价稀土, 该类二价稀土配合物在分子磁性方面表现出更大的

潜力，比如创纪录的高磁化率，基于稀土金属-金属键的高性能单分子磁体（SMM）行为，以及作为自旋量子比特的潜力。但目前大多数二价稀土配合物合成及研究主要集中在环戊二烯体系，并且通常在常温下表现热不稳定，与常见的有机溶剂反应而分解。

针对以上问题，西安交通大学前沿院郑彦臻教授课题组通过采用大位阻脒基配体首次合成非传统二价稀土镧基与铽基配合物，发现脒基配体骨架不仅能够很好地稳定 Dy(II)和 Tb(II)离子，使其形成室温稳定的中性且 C-Ln-C 线性配合物骨架，同时在该配位构型下，配体对稀土中心施加非常强的配体场，使其产生大的磁各向异性和高的自旋翻转能垒，有效磁翻转能垒分别高达 1920 K 和 1964 K，是目前二价单核单分子磁体的新纪录。通过详细谱学、磁性、电子顺磁共振等实验表征并结合理论计算后发现该二价稀土基态为 $4f^n^5d_{z^2}^1$ 电子结构，且 4f 与 5d 电子更接近于 J-s 耦合方式。该研究对热稳定二价稀土单分子磁体体系进一步扩展，说明配体供体性质和配位构型在决定非传统 Ln(II)配合物的热稳定性和磁性方面同样重要，为后续高稳定性非传统二价稀土配合物的合成有重要的指导意义，同时为镧系配体场，电子结构和磁性之间的关系提供新的见解。

近期这一成果发表在国际化学权威期刊《美国化学会志》（Journal of the American Chemical Society）上，该文章也被选为封面文章（Supplementary Cover）。西安交通大学前沿院为该论文第一通讯单位，前沿院助理教授金鹏博为论文第一作者，通讯作者为西安交通大学郑彦臻教授以及英国曼彻斯特大学 David Mills 和 Nicholas Chilton 教授。该研究得到了国家留学基金委、国家自然科学基金及

英国 EPSRC 等项目资助。

(来源：西安交通大学)

中科院工程热物理所在稀土掺杂钙基热化学储能材料 研究方面取得进展

随着国家“碳达峰、碳中和”战略的不断推进，促进节能减排和提高能源利用率势在必行，储能是利用间歇性和波动性能源的重要支撑技术，在达成双碳目标中将起到至关重要的作用。钙基热化学储能具有储能密度高、热损失小、材料廉价等优势，在工业余热回收、太阳能热储存、建筑供暖、谷电调峰等领域具有广阔的应用前景。制约钙基热化学储能体系大规模应用的重要因素是材料高温反应容易团聚和烧结，造成循环稳定性不足，目前高性能材料挖掘普遍为经验性试错式开发，缺乏内在规律的解读。

中科院工程热物理所传热传质研究中心在高性能钙基热化学储能材料开发方面开展了深入研究。采用计算和实验结合方式，通过高通量密度泛函理论计算筛选，发现掺杂稀土金属元素的钙基热化学储能材料表现出极低的过渡态反应能垒，同时实验结果也验证了掺杂稀土金属元素可以将氢氧化钙的起始反应温度降低 50℃，显著提高了材料反应动力学性能。较低的脱水反应温度不仅可以扩大材料的适用范围，并且可以显著缓解材料的团聚和烧结问题，进而提高材料的循环稳定性。

此外，研究人员基于柯肯达尔效应，采用室温搅拌、无模板低碳环保方法

制备得到中空结构微纳米氧化钙材料，该材料具有快速二氧化碳吸附速率和较高的循环稳定性，在该材料中反应几乎不受扩散阻力限制。并利用生物模板制备得到了具有多级孔结构的钙基热化学储能材料，该材料具有较好的二氧化碳吸附特性和循环稳定性，20次循环储能密度在2000 kJ/kg以上。

以上研究得到了国家自然科学基金项目(No. 52106118和51836009)和江苏省碳达峰与碳中和科技创新专项资金重大科技示范项目(BE2022614)支持，相关研究成果分别发表在国际期刊 *Chemical Engineering Journal*(IF=15.1)、*Journal of Energy Storage* (IF=9.4)和 *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* (IF=8.4)上。

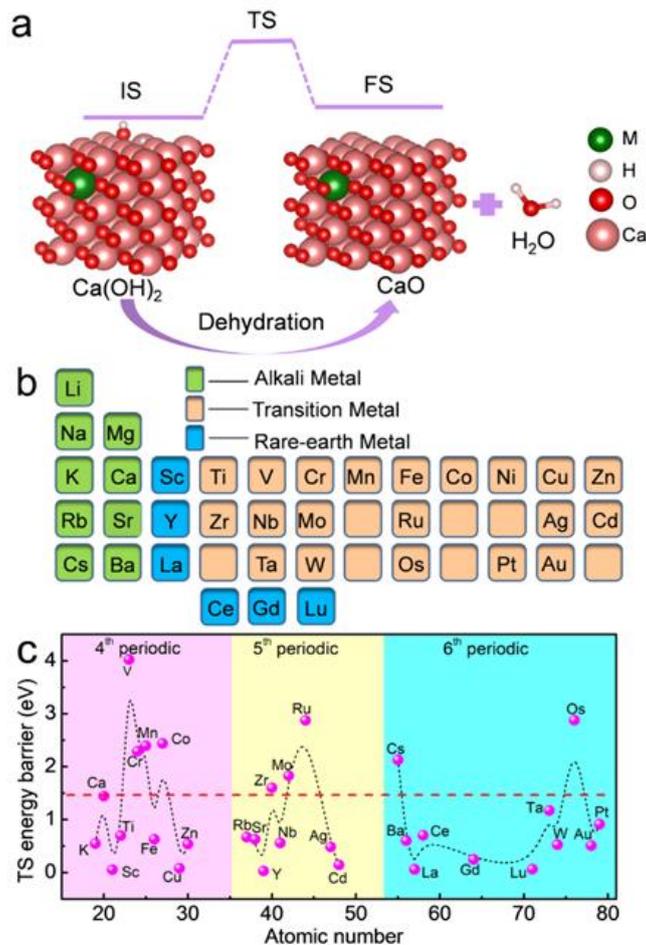


图 5 (a)过渡态计算过程示意图；(b)研究元素在元素周期表中的位置；(c)不同元素修饰下氢氧化钙脱水反应的过渡态能垒

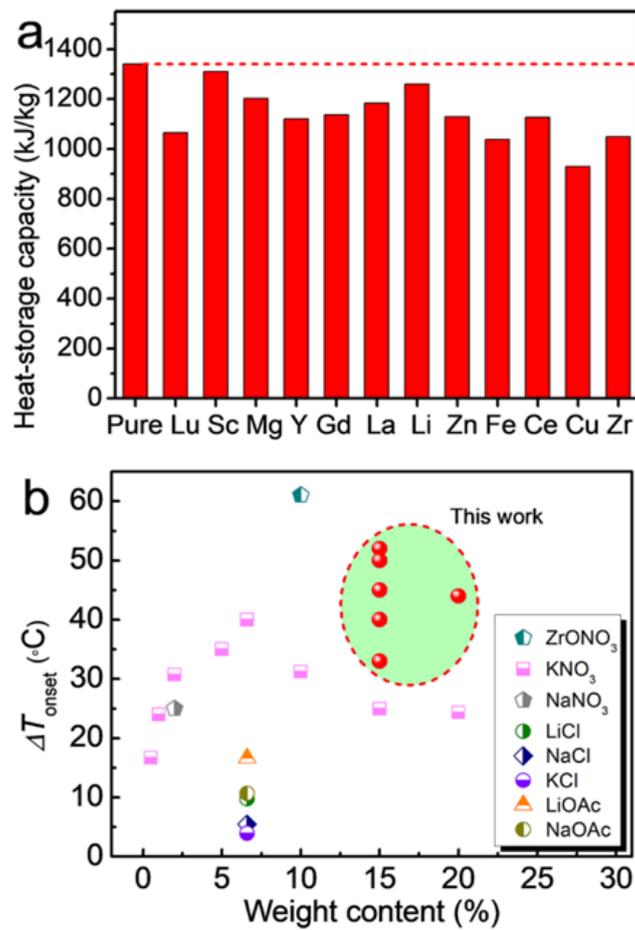


图 6 (a)不同元素修饰对储能密度的影响；(b)本研究工作与文献中对比

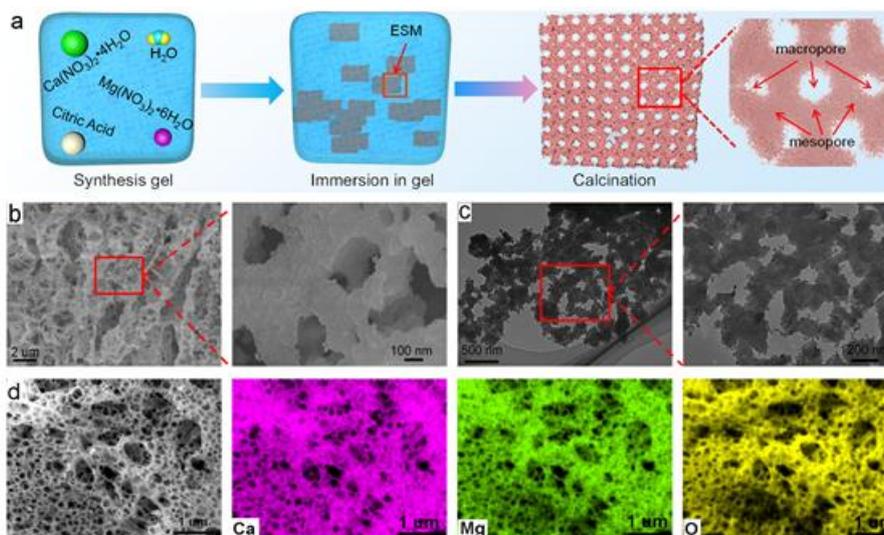


图 7 (a)样品的制备过程；(b)合成样品的 SEM 和(c)TEM 图像；(d) Ca80Mg20 复合吸附剂的 FESEM 和各元素分布的 Mapping 图像

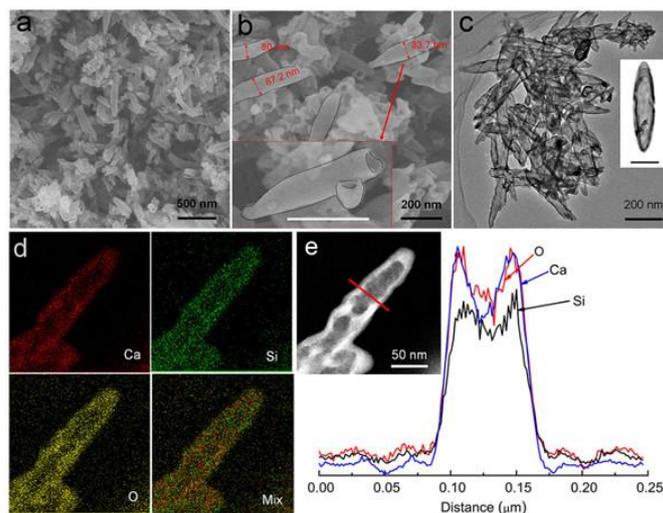


图 8 中空样品 $\text{Ca}_{90}\text{Si}_{10}$ 的形态特征：(a)-(b) SEM 图；(c) TEM 图；(d) HAADF-STEM 图与 (e) EDX 图和 Ca, Si 和 O 元素线扫描分析

(来源：中科院工程热物理所)



广州能源所利用碳酸锂修饰的复合稀土氧化物 载氧体构建新策略实现甲烷高效制烯烃

近日，广州能源研究所废弃物处理与资源化利用研究室赵坤副研究员联合美国北卡罗莱纳州立大学等研究团队，报道了一种在以促进剂碳酸锂 (Li_2CO_3) 修饰的具有氧化还原活性的复合稀土金属氧化物的催化作用下，实现低温高效化学链甲烷氧化偶联的方法。该催化剂在 700°C 下单程 C_{2+} 收率高达 30.6%，且在甲烷分压高达 1.4 atm 的条件下仍能表现出稳定的性能。相关研究成果以 Lithium carbonate-promoted mixed rare earth oxides as a generalized strategy for oxidative coupling of methane with exceptional yields 为题，于近日发表在《自然—通讯》(Nature Communications)。

甲烷氧化偶联 (OCM) 技术可在自热条件下通过一步反应将甲烷转化为高附加值烯烃或烷烃 (C_{2+})，是催化中的“王冠反应”。但经过近 40 年的研究，常见的 OCM 催化剂 Li/MgO 和 Na/Mn/W/SiO_2 等始终无法解决反应过程中 C_{2+}

单程收率较低(<30%)、反应温度较高(>800℃)及甲烷反应气分压较低(<1 atm)等难题。

该工作通过化学链循环的方式，构建了系列碳酸锂负载的复合稀土金属氧化物作为载氧体催化剂，有效抑制氧气直接作为氧化剂导致的甲烷过度氧化反应，进而实现甲烷氧化偶联高效制备 C₂₊。通过原位表征手段与量子化学计算，发现复合稀土氧化物中的 Pr⁴⁺可诱导催化剂表面产生过氧化物活性中间体并演变成活性羟基自由基，实现高效 C-H 键活化和 C-C 键偶联。

该研究建立了 Li₂CO₃ 负载的复合稀土金属氧化物中 Pr 的氧化态与 C₂₊ 收率之间的普遍相关性，为甲烷氧化偶联反应中的氧化还原催化剂构建提供了理性设计思路。在此基础上，原料气还可以拓展至生物沼气、垃圾填埋气、煤层气等资源的高值化利用。

上述工作得到广东省杰出青年基金、国家自然科学基金面上项目、中国科学院青促会等项目支持。

(来源：广州能源研究所)

两部门公布《中国禁止出口限制出口技术目录》 包括稀土技术 外交部回应

外交部发言人汪文斌主持12月22日例行记者会。会上彭博社记者提问称：“中国日前宣布修订《中国禁止出口限制出口技术目录》，很多其他技术也将不得在海外进行流通，尤其是稀土、还有磁铁技术，您对此有何回应？”汪文斌对此表示，中方主管部门已经就此作出回应。本次《中国禁止出口限制出口技术目录》修订，是中国适应技术发展形势变化，完善技术贸易管理的具体举措和例行调整。修订之后，目录由164项压缩到134项。中国始终坚持以开放促改革、促发展，我们将在维护国家经济安全和发展利益的基础上，为促进国际经贸合作创造积极条件。

据商务部网站消息：12月21日，商务部、科技部发布了关于公布《中国禁止出口限制出口技术目录》的公告。公告显示：根据《中华人民共和国对外贸易法》和《中华人民共和国技术进出口管理条例》，现公布《中国禁止出口限制出口技术目录》，自公布之日起实施，商务部、科技部公告2020年第38号（《〈中国禁止出口限制出口技术目录〉调整内容》）同时废止。属于军民两用技术的，纳入出口管制管理。

商务部服贸司负责同志就《目录》有关问题答记者问。

据介绍，本次《目录》修订共删除34项技术条目，新增4项，修改37项。主要包括——

删除绿色植物生产调节剂制造技术等6项禁止出口的技术条目，以及医用诊断器械及设备制造技术、目标特征提取及识别技术等28项限制出口的技术

条目。

新增 1 项禁止类技术条目，即用于人的细胞克隆和基因编辑技术。

新增农作物杂交优势利用技术、散料装卸输送技术、激光雷达系统等 3 项限制出口的技术条目，经营主体可依法按照许可程序进行出口申请。

对 37 项技术条目的控制要点和技术参数进行调整，涉及中药材资源及生产等 6 项禁止出口的技术条目，以及经济作物栽培繁育技术、有色金属冶金技术、大型高速风洞设计建设技术等 31 项限制出口的技术条目。

对比此前发布的《中国禁止出口限制出口技术目录》(商务部 科技部令 2008 年第 12 号)和《〈中国禁止出口限制出口技术目录〉调整内容》(商务部、科技部公告 2020 年第 38 号)可以到，其中，“稀土的采矿、选矿、冶炼技术”为此次《目录》新增表述。

33	有色金属冶炼和压延加工业	083201X	有色金属冶金技术	1.无毒(不含氰化物)堆浸提金技术及配方 2.氧化铝生产中以种分母液回收原液中镓的“溶解法”工艺 3.强度>520MPa 铍材制备的制粉和固结工艺 4.同时具有下列特性的高温超导线、带制造技术 (1)临界温度>77K, 长度>100m, 临界电流密度>1×10 ⁴ A/cm ² (在 77K, 自场强下) 5.同时具有下列特性的高温超导薄膜制造技术 (1)临界温度>77K, 面积>5cm ² , 临界电流密度>1×10 ⁶ A/cm ² (在 77K, 零场强下) 6.稀土的采矿、选矿、冶炼技术(已列入禁止出口的技术除外) 7.稀土萃取剂的合成工艺及配方 8.金属材料的稀土改性添加技术
----	--------------	---------	----------	--

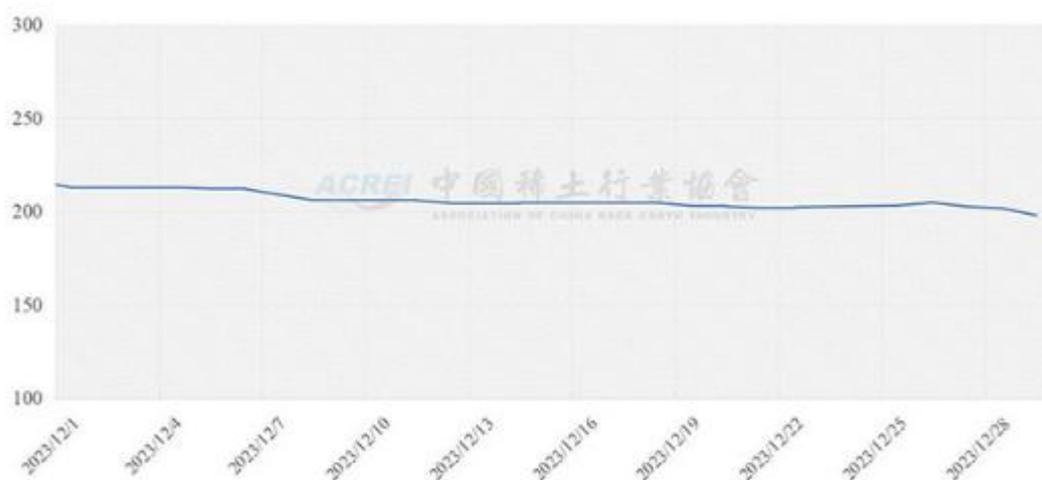
(来源: 商务部)

2023年12月稀土价格走势

一、稀土价格指数

12月份，稀土价格指数总体呈现出缓慢下行的态势。本月平均价格指数为205.4点。价格指数最高为12月4日的212.9点，最低为12月29日的198.0点。高低点相差14.9点，波动幅度约为7.3%。

2023年12月稀土价格指数走势图



二、中钇富铈矿

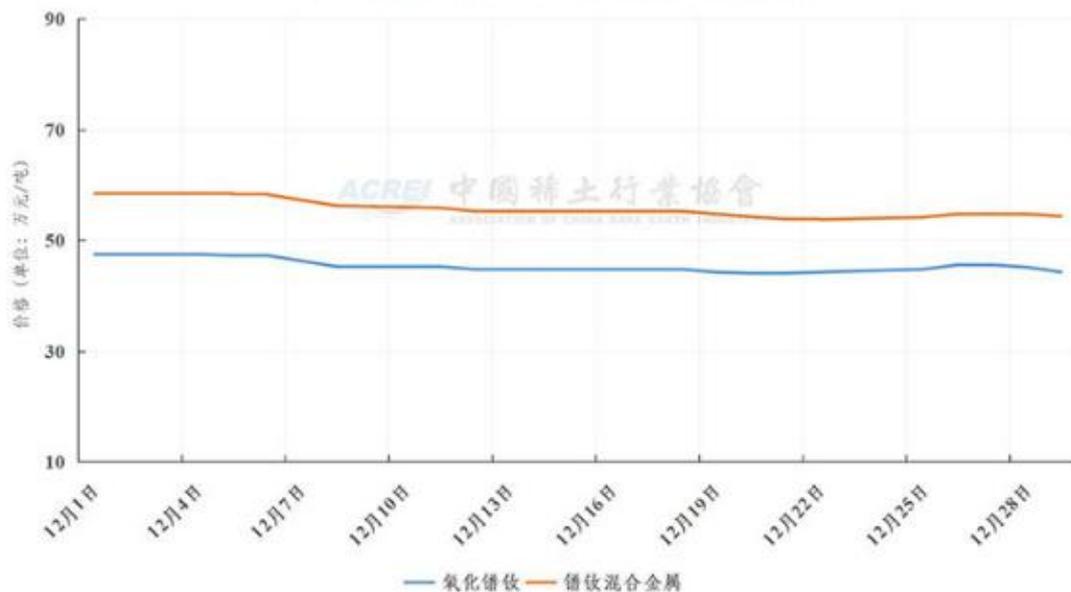
中钇富铈矿12月份均价为22.51万元/吨，环比下跌3.8%。

三、主要稀土产品

（一）轻稀土

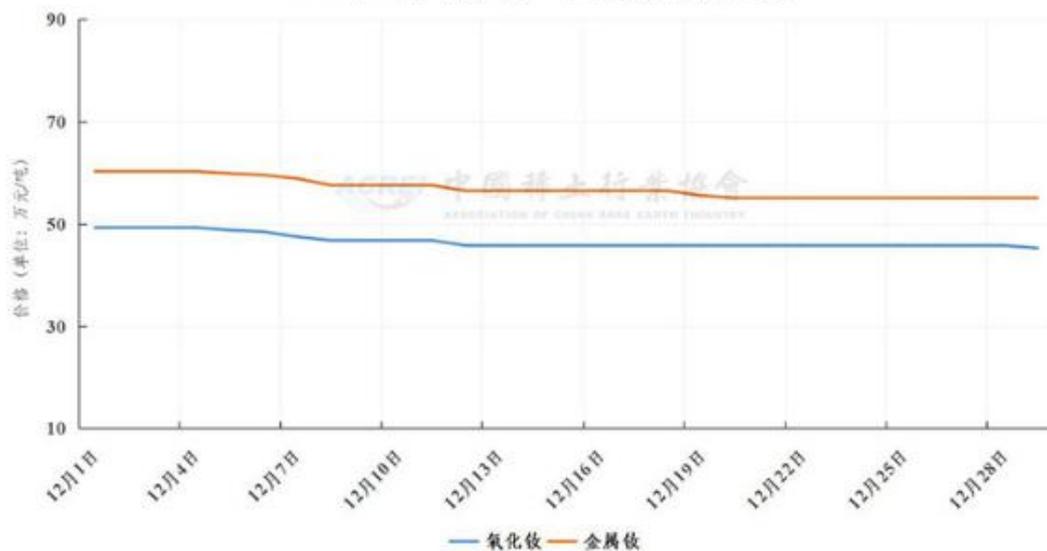
12月份，氧化镨钕均价为45.44万元/吨，环比下跌10.0%；金属镨钕均价为55.81万元/吨，环比下跌10.0%。

2023年12月氧化锆钆、锆钆金属价格走势



12月份，氧化钆均价为46.66万元/吨，环比下跌9.3%；金属钆均价为57.00万元/吨，环比下跌9.7%。

2023年12月氧化钆、金属钆价格走势

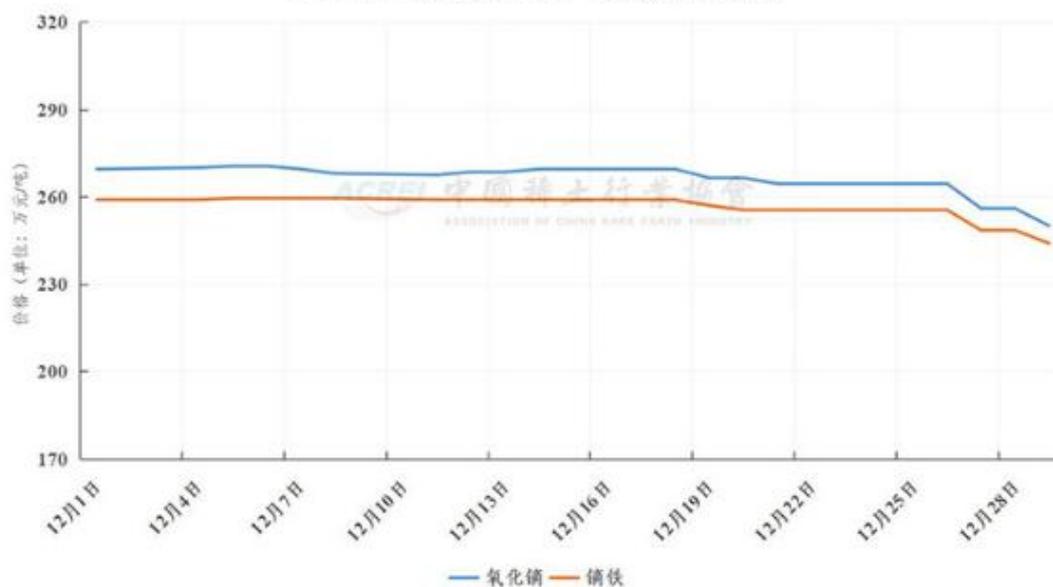


12月份，氧化锆均价为47.05万元/吨，环比下跌8.6%。99.9%氧化镧均价为0.40万元/吨，环比与上月持平。99.99%氧化铈均价为19.80万元/吨，环比与上月持平。

(二) 重稀土

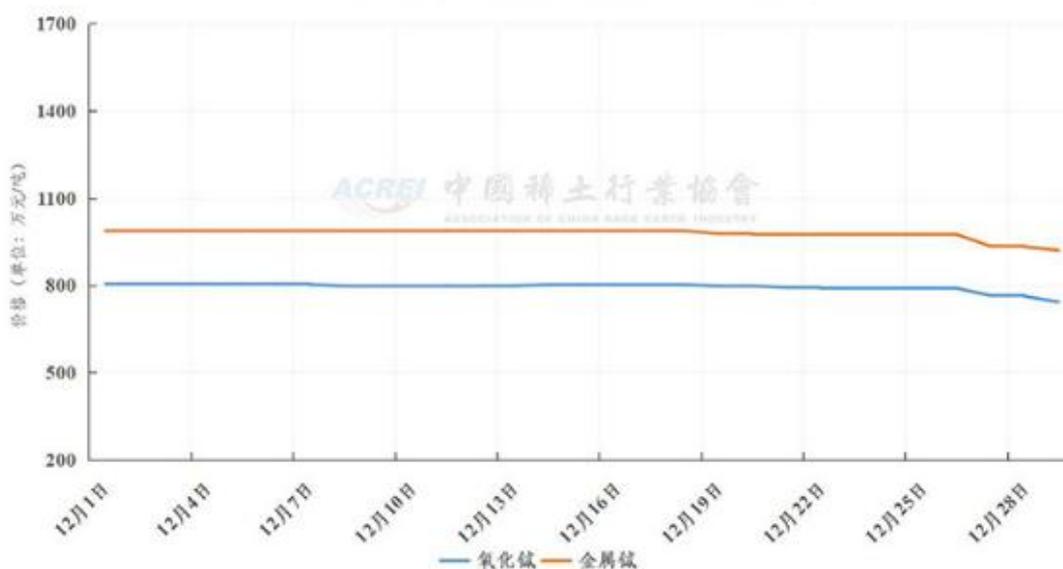
12月份，氧化镝均价为267.26万元/吨，环比上涨3.1%；镝铁均价为257.53万元/吨，环比上涨1.9%。

2023年12月氧化镝、镝铁价格走势



12月份，99.99%氧化铽均价为796.95万元/吨，环比上涨2.9%；金属铽均价为980.92万元/吨，环比下跌0.1%。

2023年12月氧化铽、金属铽价格走势



12月份，氧化钬均价为47.55万元/吨，环比下跌12.9%；钬铁均价为48.74万元/吨，环比下跌13.3%。

2023年12月氧化钬、钬铁价格走势



12月份，99.999%氧化铈均价为4.50万元/吨，环比与上月持平。氧化铈均价为27.84万元/吨，环比下跌2.8%。

表1 2023年12月我国主要稀土氧化物平均价格对比（单位：公斤）

产品名	纯度	2023年11月平均价	2023年12月平均价	环比
氧化镧	≥99%	4.00	4.00	0.00%
氧化铈	≥99%	4.74	6.00	26.58%
氧化镨	≥99%	514.58	470.47	-8.57%
氧化钕	≥99%	514.58	466.63	-9.32%
金属钕	≥99%	631.26	569.95	-9.71%
氧化钐	≥99.9%	15.00	15.00	0.00%
氧化铈	≥99.99%	198.00	198.00	0.00%
氧化钐	≥99%	262.53	210.58	-19.79%
钐铁	≥99%Gd75%±2%	252.74	203.95	-19.30%
氧化铈	≥99.9%	7748.42	7969.47	2.85%
金属铈	≥99%	9817.11	9809.21	-0.08%
氧化镝	≥99%	2593.16	2672.63	3.06%
镝铁	≥99%Dy80%	2528.16	2575.26	1.86%
氧化钬	≥99.5%	546.16	475.53	-12.93%

市场行情

钬铁	$\geq 99\% \text{Ho}80\%$	561.95	487.37	-13.27%
氧化铒	$\geq 99\%$	286.53	278.42	-2.83%
氧化镱	$\geq 99.99\%$	101.00	101.00	0.00%
氧化镱	$\geq 99.9\%$	5550.00	5550.00	0.00%
氧化钇	$\geq 99.999\%$	45.00	45.00	0.00%
氧化镨钕	$\geq 99\% \text{Nd}_2\text{O}_3 75\%$	504.95	454.37	-10.02%
镨钕金属	$\geq 99\% \text{Nd}75\%$	619.89	558.05	-9.98%

(来源：中国稀土行业协会)

稀土玻璃陶瓷

稀土玻璃陶瓷主要包括以下几个方面：超导陶瓷、压电陶瓷、导电陶瓷、介电陶瓷及敏感陶瓷等。

稀土氧化物或经过加工处理的稀土精矿，可作为抛光粉广泛用于光学玻璃、眼镜片、显像管、示波管、平板玻璃、塑料及金属餐具的抛光；在熔制玻璃过程中，可利用二氧化铈对铁有很强的氧化作用，降低玻璃中的铁含量，以达到脱除玻璃中绿色的目的；添加稀土氧化物可以制得不同用途的光学玻璃和特种玻璃，其中包括能通过红外线、吸收紫外线的玻璃、耐酸及耐热的玻璃、防 X-射线的玻璃等；在陶釉和瓷釉中添加稀土，可以减轻釉的碎裂性，并能使制品呈现不同的颜色和光泽，被广泛用于陶瓷工业。

随着材料科学的发展，近年来功能复合陶瓷备受关注，稀土掺杂在功能复合陶瓷的开发研究方面也取得了较大进展。浙江大学陈昂等，采用常规功能陶瓷的制备方法， $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 和铁电陶瓷 BaTiO_3 复合，获得了铁电性与超导性共存的 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}\text{-BaTiO}_3$ 系复合功能陶瓷，其电导特性符合三维导电行为，并当 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 含量较高时呈超导性。

华中理工大学周东祥等的研究指出， $\text{LaCoO}_3\text{-SrCoO}_3$ 系和 $\text{LaCrO}_3\text{-SrCrO}_3$ 系复合功能陶瓷，可用作磁流体电机的电极材料和气敏材料；而在 NTC 热敏复合材料 $\text{NiMn}_2\text{O}_4\text{-LaCrO}_3$ 陶瓷中，新化合物 LaMnO_3 导电相决定着陶瓷的主要性质。西安交通大学的邹秦等通过用稀土离子 Y^{3+} 、 La^{3+} 对 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{TiO}_3$ 掺杂，省去了原有的用碱金属离子(Nb^{5+} 、 Ta^{5+})涂覆并进行热扩散的工艺，而且制得的陶瓷材料致密度高、工艺性能良好，并保持了电阻率低(ρ 为 $10\text{-}20\Omega/\text{cm}$ 量级)、

非线性高（非线性系数 $\alpha > 10$ ）的介电-压敏复合功能特性。

（来源：中国稀金谷大数据）



稀土中毒

适量的稀土元素对植物生长具有广泛的促进作用，对动物机体功能有调节作用，对人体有抑制肿瘤的作用。在农业领域的应用，稀土起到提高产量、改善品质和提高农作物抗病能力等多重效应。而媒体一则《铁观音稀土超标，过量摄入对人体有害》的报道，稀土的负面效应开始进入人们的视野。

由茶叶稀土超标话题所引发，人们想知道稀土接触的“安全剂量”。人的日允许摄入量一般以动物慢性毒性试验的最大无作用剂量除以安全系数得到。有研究者提出，对一个体重 60 公斤的成年人，每日从食物中摄入的稀土不应超过 36 毫克；也有人提出，重稀土区和轻稀土区成人居民的稀土摄入量为 6.7 毫克/天和 6.0 毫克/天时，怀疑出现了中枢神经系统检测指标异常。

有研究结论的报道证实，稀土元素为人体非必需微量元素。镧离子与钙离子相近似，对人体骨骼有很高的亲和性，可能取代骨中的钙离子，势必对骨骼钙磷代谢产生影响。研究者以 2 毫克/公斤体重/天的低剂量硝酸镧灌胃饲养大鼠 6 个月后，对镧在骨中蓄积引起的骨结构变化进行了研究，提示大鼠长期摄入低剂量硝酸镧可导致在骨中蓄积，引起骨微结构改变。

（来源：中国稀金谷大数据）

Sm³⁺掺杂 Y₂O₃ 荧光材料的发光性能 及荧光温度传感特性

采用 CO₂ 激光区熔法制备了 Y₂O₃:x%Sm³⁺(x=0.2, 0.5, 0.7, 1, 2) 荧光材料。在 465 nm 半导体激光泵浦下, 研究了所制备荧光材料在室温下的荧光特性, 结果表明样品的 Sm³⁺ 离子最佳掺杂浓度为 0.7%。在 298~898 K 温度范围内测量了 Y₂O₃:Sm³⁺(0.7%) 荧光材料的荧光温度特性。研究发现随着温度升高, ⁴G_{5/2}→⁶H_{5/2} 跃迁的荧光强度先增强后减弱; ⁴G_{5/2}→⁶H_{7/2} 跃迁的荧光强度随温度逐渐减弱, 但在 448~648 K 范围内荧光强度随温度减弱的趋势变慢; ⁴G_{5/2}→⁶H_{9/2} 跃迁的荧光强度在 298~548 K 范围内基本不变, 当温度继续升高时荧光强度逐渐减小。基于荧光强度比(FIR)技术, 研究了不同光谱段之间 FIR 的温度传感特性, 相比较于 FIR₁(⁴G_{5/2}→⁶H_{5/2}/⁴G_{5/2}→⁶H_{7/2}) 和 FIR₂(⁴G_{5/2}→⁶H_{5/2}/⁴G_{5/2}→⁶H_{9/2}), FIR₃(⁴G_{5/2}→⁶H_{7/2}/⁴G_{5/2}→⁶H_{5/2}) 和 FIR₄(⁴G_{5/2}→⁶H_{9/2}/⁴G_{5/2}→⁶H_{5/2}) 的绝对灵敏度更高, 其中 FIR₃ 的最大绝对灵敏度和相对灵敏度分别为 5.91×10⁻³ K⁻¹(315K) 和 2.06×10⁻³ K⁻¹(370K), FIR₄ 的最大绝对灵敏度和相对灵敏度分别为 1.87×10⁻³ K⁻¹(465 K) 和 1.26×10⁻³ K⁻¹(542 K)。综上, Y₂O₃:Sm³⁺ 是一种适用于宽温度范围荧光温度传感的理想材料。

(来源: 中国稀土学报)

钪掺杂 Y₃Al₅O₁₂ 热障涂层陶瓷材料的制备与性能研究

采用高温固相反应合成法制备不同组分的钪掺杂 Y₃Al₅O₁₂ 热障涂层陶瓷材料, 利用 X 射线衍射仪、X 射线光电子能谱、扫描电子显微镜、维氏硬度仪和

激光导热仪研究 Ce 掺杂量对陶瓷材料物相组成、微观形貌、硬度和热导率的影响规律。结果表明：当 Ce 掺杂量 x 为 0.01 和 0.02 时， $(Y_{1-x}Ce_x)_3Al_5O_{12}$ 呈单一 YAG 相， $(Y_{0.99}Ce_{0.01})_3Al_5O_{12}$ 的硬度最大，约为 18.93 GPa； $(Y_{0.98}Ce_{0.02})_3Al_5O_{12}$ 的热导率最低，1000℃时约为 $1.95W m^{-1} K^{-1}$ 。随着 Ce 掺杂量的增加，材料中出现 CeO_2 第二相且 Ce^{4+} 的占比增多，粉体颗粒尺寸增大，陶瓷晶粒尺寸减小，导致 $(Y_{1-x}Ce_x)_3Al_5O_{12}$ 陶瓷材料的硬度和热导率均有所下降。

(来源：中国稀土学报)

混合沉淀剂制备碳酸镧及其沉淀结晶过程研究

采用液相沉淀法以 $LaCl_3$ 溶液为原料， NH_4HCO_3 和 $NH_3 H_2O$ 为混合沉淀剂，并流沉淀制备 $La_2(CO_3)_3$ 产品。利用在线粒度监测仪、在线成像测试仪、X 射线衍射仪等测试手段对沉淀反应结晶过程中不同反应时间得到产品的粒度分布、形貌变化、晶体结构进行研究，同时跟踪产品的稀土总量和氯根含量。结果表明：沉淀结晶过程中产品的粒度、形貌、晶体结构、稀土总量和杂质含量均随反应时间呈现规律性变化，研究结果可以为工厂生产不同物理性能碳酸稀土产品提供依据，满足多元化高端市场的需求。

(来源：中国稀土学报)

真空镧热还原 Sm_2O_3 过程床层传热对钐提取率的影响

Sm 是生产钐钴永磁材料的重要原料，其采用真空镧热还原 Sm_2O_3 制备。Sm 的生产过程周期长、生产效率低。采用数值方法研究了真空镧热还原 Sm_2O_3 过

程团块床层传热对 Sm 提取率的影响。结果表明提高加热温度能够有效提高 Sm 的提取率；床层存在较大的温度梯度，越靠近中心区域温度越低，还原反应速度越慢，物料的还原率越低。辐射传热对床层温度影响较大，改变团块堆装方式有助于强化辐射传热。采用立方堆积的床层能够有效提高还原率，比斜方紧密堆积的床层还原率提高 10%。立方堆积的床层装料量少、原料利用率高，单位体积床层产生 Sm 的质量与斜方紧密堆积的床层相当。

（来源：中国稀土学报）

中国稀土学报 (2023 No.6)

稀土发光

Sm³⁺掺杂 Y₂O₃ 荧光材料的发光性能及荧光温度传感特性

稀土催化

固体酸改性 CeO₂ 基涂覆型催化剂脱硝性能研究

稀土尾矿催化剂 NH₃-SCR 脱硝 SO₂ 耐受和机制研究

UV, LaFeO₃ 共活化 PDS 氧化降解活性黑五

磁学和磁性材料

回火温度对晶界添加烧结钕铁硼磁体结构演变及磁性提升机理的影响

LaFe_{11.6}Si_{1.4}/10%Co 复合材料的磁热效应

镝掺杂钙钛矿锰氧化物 Gd_{0.67}Ca_{0.33}MnO₃ 的磁性和磁卡效应

稀土新材料

ZnO 花状微球负载 NaYF₄:Yb, Tm 复合物的制备及电磁性能

中低温用 Ce_{1-x}Gd_xB₆ 阴极材料结构及性能研究

(Gd_{1-x}Er_x)₂Zr₂O₇ 红外发射率对高温导热性能的影响规律研究

铈掺杂 Y₃Al₅O₁₂ 热障涂层陶瓷材料的制备与性能研究

稀土化学与湿法冶金

混合沉淀剂制备碳酸镧及其沉淀结晶过程研究

从离子型稀土硫酸镁浸出液中制备碳酸稀土的新工艺研究

稀土金属学与火法冶金

钙对 Mg-Gd-Nd-Zr-xCa 合金组织和力学性能的影响

不同构型的钕铁硼试件在单轴压缩状态下断裂特性研究

真空镧热还原 Sm_2O_3 过程床层传热对钐提取率的影响

稀土应用

2-氨基烟酸铈的制备及对 PVC 热稳定性影响

哌嗪基邻苯二甲单酰胺酸镧对 PVC 热稳定性能研究

$\text{La}(\text{NO}_3)_3$ 对蛹虫草活性物质含量的影响

稀土地矿

基于拉曼 Mapping 与 AMICS 研究稀土矿物分布特征和取向相位

(来源: 中国稀土学报)



稀土化合物与应用 (2023 No.4)

进展与述评

稀土改性非贵金属重整制氢催化剂载体的研究进展

稀土催化剂在合成橡胶中的应用研究进展

研究与开发

超快高温制备正钽酸铈及发光性能研究

稀土在汽油车尾气净化中的应用

专利网络视角下稀土科技发展的量化情景分析

一步法制备过渡金属掺杂钴铈催化剂在 CO 氧化反应中的研究

(来源: 稀土化合物与应用)