离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2024 年 第 10 期 总第 132 期

本期要闻

- 葛红林：开创有色金属再生发展的新局面 预计今年再生铜铝等产量继续攀升
- 海关总署：前 10 个月铜材进口增 2.4% 稀土、铝材出口增 6.8%、16.9%
- 稀土产业一瓶颈问题取得研发新突破
- 两部委关于印发《新材料中试平台建设指南（2024-2027 年）》的通知

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 ◆邮编：341000
◆电话：0797-8160602 ◆传真：0797-8160033
◆ E-mail：jxlzxxt_2016@163.com ◆网址：http://www.jxlzxxt.com/

目　次

✧ 行业动态 1-16

⊙ 葛红林：开创有色金属再生发展的新局面 预计今年再生铜铝等产量继续攀升

⊙ 海关总署：前 10 个月铜材进口增 2.4% 稀土、铝材出口增 6.8%、16.9%

⊙ 稀土产业一瓶颈问题取得研发新突破

⊙ 巴西稀土公司报告异常高品位稀土矿

⊙ 土耳其和中国签署稀土开采合作谅解备忘录

⊙ 缅甸克钦邦稀土出口面临中断风险

✧ 科技前沿 17-27

⊙ 中科院物理所：$La_2PrNi_2O_7$ 高压四方相中实现块体高温超导电性

⊙ 清华大学物理系：在层状镍酸盐超导体的超快动力学研究中取得进展

⊙ 南阳师范学院：稀土发光显示材料与器件团队发表最新研究成果

⊙ 江西理工大学在稀土单离子磁体领域取得新进展

✧ 政策法规 28-29

⊙ 两部委关于印发《新材料中试平台建设指南（2024-2027 年）》的通知

✧ 市场行情 30-33

⊙ 2024 年 10 月稀土价格走势

✧ 稀土知识 34-41

⊙ 稀土储氢合金产业现状及发展趋势

✧ 文章摘要 42-44

⊙ 腐殖酸强化风化壳淋积型稀土矿浸取渗透过程的研究

⊙ 有机物对稀土浸出液中稀土和铝的物种分布影响

⊙ Gd_2O_3-Sc_2O_3-CeO_2 复合掺杂 ZrO_2 陶瓷材料组织结构与力学性能

⊙ 液固扩散偶中 Sm_2Fe_{17} 层内 Sm、Fe 原子的扩散机制

✧ 期刊目录 45-46
⊙ 中国稀土学报（2024 No.5）
⊙ 稀土化合物与应用（2024 No.5）

✧ 专利简介 47-48
⊙ 一种从稀土熔盐废渣中回收稀土的装置
⊙ 一种混合稀土精矿的盐酸处理工艺

✧ 专利目录 49-49
⊙ 2024 年 10 月新增公开/公告专利（部分）

葛红林：开创有色金属再生发展的新局面
预计今年再生铜铝等产量继续攀升

今年以来，我国有色金属工业认真贯彻落实党中央、国务院一系列稳增长等决策部署，全面贯彻新发展理念，生产继续保持稳步增长，固定资产投资持续增长，对外贸易规模持续扩大，利润总额显著增长，继续呈现向上向好的发展态势，为我国经济发展作出积极贡献。

一、我国再生有色金属产业的发展态势

“十四五”以来，中国再生有色金属产业积极响应国家号召，全面贯彻新发展理念，产业企业越来越多，产业规模越来越大，产业形象越来越好，正以无可替代的资源循环利用价值和显著的节能降碳优势，成为我国原材料保障和可持续发展的重要组成部分，不断呈现“朝阳产业”的发展态势。

（一）大宗有色金属的再生产量不断攀升

目前，我国再生金属产量约占全球产量的1/3，并呈现不断增长的态势，成为全球有色金属再生产业的生力军。以铜、铝、铅为例：

2021年到2023年，再生铜产量分别为365万吨、375万吨、410万吨；预计2024年产量430万吨。再生铝产量分别为800万吨、865万吨、950万吨；预计2024年产量1055万吨。再生铅产量分别为270万吨、285万吨、298万吨；预计2024年产量290万吨。

2021年到2023年，再生铜、铝、铅共实现二氧化碳减排量3.96亿吨。其中，再生铜3220万吨、再生铝34858万吨、再生铅1495万吨。

2021年到2023年，我国累计进口再生金属原料分别为272万吨、329万吨

和 374 万吨，同比别增长 20.96%和 13.68%；预计 2024 年进口量将突破 400 万吨。

（二）战略稀有金属的再生产量不断拓展

近年来，随着全球电力、汽车、光伏、电池等新兴产业的发展，在消耗大量原生金属的同时，也产生了大量的报废材料，我国从中提取的镍、钴、锂、稀土、铂族金属、钨、铟、钽、钛等战略稀有金属的回收量不断丰富、规模不断扩大，利用体系不断完善，比如，新能源电池再生利用工艺技术装备迅速发展，先进企业的锂回收率达到 90%以上，镍、钴回收率 99%以上。极大减少了新兴产业对稀有原生资源的依赖，发挥了“再生替代原生”的经济优势和低碳优势，为提升我国制造业的国际竞争力注入了活力，增添了后劲。

（三）再生有色金属的新业态新模式不断涌现

更加重视与原生产业链的融合，涌现了多种以“再生+”为特征的发展模式和商业模式，优化了产业发展结构和转型升级。比如，“罐到罐”闭环回收、铝水短流程直供、“废料换原料”、“线上+线下回收”、绿色供应链等商业模式得到推广。又如，铜冶炼企业与再生铜企业进一步加强了业务合作与协同，有效改善了铜冶炼原料供应结构。2023 年，国家发展改革委对新建铜冶炼产能已明确要求，包括严格控制没有一定自有资源配置比例的新建冶炼能力，其目的是防止冶炼端产能的过剩，文件发布后，未发现有新批的铜冶炼项目，也为原生+再生的产业模式，创造了发展条件。此外，龙头企业率先提升智能化和数字化水平，起到了行业示范带动作用。

（四）再生有色金属的科技创新不断发力

“再生铜过程有价元素高效利用关键技术与应用”、“废旧锂离子电池材料短

流程高值再生关键技术及应用”等 6 项获得中国有色金属工业科学技术奖一等奖，“磷酸铁锂电池拆解利用”、“废旧动力电池全流程高质利用技术与装备”等7项入选《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录（2023年版）》。

（五）再生有色金属的海外基地不断壮大

近两年，随着东南亚、中东、非洲等地基础设施建设的蓬勃发展以及汽车、电池等企业海外加速布局，再生利用企业纷纷投建海外生产基地，中国企业已在泰国、墨西哥及欧洲等投产了再生铝、再生铜生产线，在印尼和韩国等建成了新能源电池再生利用生产基地，完善产业链配套。此外，还有众多民营企业在日韩、欧美、东南亚等地新设收购料场或者建立废料分选基地，促进了国内与国际原料供给的紧密协调与高效联动。

二、我国再生有色金属产业发展政策的不断完善和丰富

近年来，我国再生有色金属产业发展政策得到不断完善和丰富，特别是今年，多项与资源循环利用行业紧密相关的政策密集落地，为产业的持续、健康发展提供强有力的引领。不仅充分展现了政府有关部门对再生有色金属产业发展的高度重视，更是激发了再生金属产业成为经济社会绿色转型的重要力量。

（一）宏观政策的不断丰富和鲜明

从《2030 年前碳达峰行动方案》到《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》，多项政策都明确支持“加快再生有色金属产业发展，提高再生有色金属产量”。

特别是今年10月18日，首家循环经济央企——中国资源循环集团有限公司正式成立，习近平总书记作出重要指示强调，“打造全国性、功能性的资源回收再利用平台，推动国民经济循环质量和水平持续提升”，标志着国家更加重视资

源循环利用产业发展。

（二）产业政策的不断规范和畅通

今年在《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》中，通过了以“换新+回收”增加再生原料的供给；在《关于资源回收企业向自然人报废产品出售者“反向开票”有关事项的公告》中，畅通了资源循环利用行业税收的链条；在《公平竞争审查条例》中，禁止了特定税收优惠或差异化的财政奖补；在《新能源汽车废旧动力电池综合利用行业规范条件（2024 年本）》（征求意见稿）中，完善了相关要求。此外，今年还启动了《废铜铝加工利用行业规范条件》的申报工作，将加快经营规范、技术先进、环保领先的大型再生铜铝加工配送中心的建设，促进行业规范回收、精细化分选、提高保级利用水平。这些政策都将规范再生有色金属循环利用产业的市场秩序，助力全国统一大市场构建，随着规范企业不断扩容，产业规范化水平迈向新台阶。

（三）进口政策的不断优化和精准

刚刚发布的新版再生铜铝原料进口管理公告实现了重要品种全覆盖，其他品种进口可行性正在积极研究，旨在鼓励更多高品质的再生原料合法合规进口，实现供应链多元化。进口再生金属原料转关试点也提高了进口效率、降低了贸易成本。据悉，相关政府管理部门也正在研究更加细化的进口政策和配套措施。

三、再生有色金属产业发展的方向和重点

目前，我国有色金属循环利用体系已经基本建成，展望未来，依托我国超大规模市场优势，再生有色金属产业的发展前景广阔。据预测，到 2030 年，我国再生有色金属产量将达到 2800 万吨，在有色金属总产量的占比中，将提升到30%，将是“三分天下有再生”，其作用和地位更加突显。为此，提出 5 点建议。

（一）实现更健康的产业生态

再生金属产业集聚区和企业要真正遵循市场在资源配置中起决定性作用，理性招商和投资，避免内卷式恶性竞争。要推动龙头企业通过市场化的并购重组，实现布局优化与结构调整。要推动大型企业规模化、国际化，中小型企业专业化、特色化，构建产业健康发展的生态。

（二）实现更高科技的再生利用

要加强产学研用的联合攻关，重点在原料数字化、智能化预处理工艺；再生铜、铝合金熔炼过程有害元素去除；一体化再生铸造铝合金成型；再生铝保级利用；废旧新能源电池全组分、短流程再生利用；锂渣资源化利用等共性技术领域实现突破。此外，要加快推广智能制造新技术，以行业科技创新带动产业创新，培育一批标杆企业和园区。

（三）实现更高端的再生应用

今年，受传统市场需求减量以及部分新兴市场需求波动等影响，再生金属消费也产生了阶段性的波动，但全球绿色低碳循环发展仍是再生金属产业发展的大趋势，在今后一个较长时期，再生有色金属产业仍是朝阳产业。当前，我们要充分利用三大保障工程、两新政策等机遇，不断向产业链终端和价值链高端延伸，开发再生有色金属新产品，扩大再生产品在“新三样”等领域中的应用，加强再生有色金属与钢铁、建材、化工等相互借鉴、相互转化、相互融合，推动跨界合作与耦合发展。

（四）实现更健全的标准和认证

要加快碳排放、碳足迹和碳减排量核算等国家标准制修订，推动退役动力电池回收、风电光伏回收利用标准的研制，并注重与国外标准法规的协同。要加快

再生有色金属产品的绿色认证，打造一批具有国际竞争力的绿色再生有色金属品牌。

（五）实现更高水平的对外开放

再生有色金属企业要实现高水平的“引进来”，充分借鉴全球先进再生有色金属发展的技术和管理经验，促进企业技术装备水平和供应链效率的提升。要加快走出去的步伐，顺应并开拓东南亚、非洲、中东、南美等新兴国家需求和市场，引领和开发更多的应用场景。此外，要紧跟国内外新兴市场和高端用户的需求变化，积极调整产品结构，主动融入先进高端产业。

四、推动全球再生有色金属发展的两点建议

绿色低碳发展已成为全球共识，再生有色金属产业迎来重大发展机遇。上周我在欧洲访问期间，与德国原材料署进行了交流，德国原材料署2021年专门设立了再生金属部门，并重点开展了再生金属回收地图绘制工作。为努力搭建国际合作的新框架，开辟共同发展的新路径，我们倡议：

（一）共同实现更加开放的国际制度和机制协同。要促进政策对话和信息分享，主要经济体间要加强政策、标准的沟通与协调，推进评价认证的互认机制，减少不公平的绿色贸易壁垒和关税壁垒，促进贸易自由化和便利化。

（二）共同实现更加深入的国际科技产业交流合作。要鼓励国际项目合作和人才间的交流，推进节能、减碳、增绿等先进生产工艺技术装备的研发与应用，推动技术装备成果合作，营造互惠共赢的产业生态。 中国一直以来积极践行“人类命运共同体”的崇高理念，面对国际形势的复杂多变及全球经济复苏的诸多不确定性，全球产业同仁们需更加坚定信心，秉持开放包容、互学互鉴、互利共赢的精神，共同开创再生有色金属更加灿烂辉煌的未来。

（来源：中国有色金属报）

海关总署：前10个月铜材进口增2.4% 稀土、铝材出口增6.8%、16.9%

据海关统计，2024年前10个月，我国货物贸易（下同）进出口总值36.02万亿元人民币，同比（下同）增长5.2%。其中，出口20.8万亿元，增长6.7%；进口15.22万亿元，增长3.2%；贸易顺差5.58万亿元，扩大17.6%。按美元计价，前10个月，我国进出口总值5.07万亿美元，增长3.7%。其中，出口2.93万亿美元，增长5.1%；进口2.14万亿美元，增长1.7%；贸易顺差7852.7亿美元，扩大15.8%。

2024年前10个月我国进出口主要特点：

一、一般贸易、加工贸易等进出口增长

前10个月，我国一般贸易进出口23.09万亿元，增长3.9%，占我外贸总值的64.1%。其中，出口13.58万亿元，增长7.8%；进口9.51万亿元，下降1.2%。同期，加工贸易进出口6.53万亿元，增长4%，占18.1%。其中，出口4.13万亿元，增长1.6%；进口2.4万亿元，增长8.3%。

此外，我国以保税物流方式进出口5.09万亿元，增长14%。其中，出口1.96万亿元，增长11.5%；进口3.13万亿元，增长15.7%。

二、对东盟、欧盟、美国和韩国进出口增长

前10个月，东盟为我第一大贸易伙伴，我与东盟贸易总值为5.67万亿元，增长8.8%，占我外贸总值的15.7%。其中，对东盟出口3.36万亿元，增长12.5%；自东盟进口2.31万亿元，增长3.8%；对东盟贸易顺差1.05万亿元，扩大38.2%。欧盟为我第二大贸易伙伴，我与欧盟贸易总值为4.64万亿元，增长

1.2%，占 12.9%。其中，对欧盟出口 3.04 万亿元，增长 3.5%；自欧盟进口 1.6 万亿元，下降 2.9%；对欧盟贸易顺差 1.44 万亿元，扩大 11.6%。美国为我第三大贸易伙伴，我与美国贸易总值为 4.01 万亿元，增长 4.4%，占 11.1%。其中，对美国出口 3.04 万亿元，增长 4.9%；自美国进口 9694.8 亿元，增长 2.9%；对美国贸易顺差 2.07 万亿元，扩大 5.8%。韩国为我第四大贸易伙伴，我与韩国贸易总值为 1.91 万亿元，增长 6.7%，占 5.3%。其中，对韩国出口 8556.7 亿元，下降 0.8%；自韩国进口 1.05 万亿元，增长 13.8%；对韩国贸易逆差 1987.4 亿元，扩大 2.1 倍。

同期，我国对共建“一带一路”国家合计进出口 16.94 万亿元，增长 6.2%。其中，出口 9.48 万亿元，增长 8%；进口 7.46 万亿元，增长 3.9%。

三、民营企业、外资企业进出口增长

前 10 个月，民营企业进出口 19.85 万亿元，增长 9.3%，占我外贸总值的 55.1%，比去年同期提升 2.1 个百分点。其中，出口 13.37 万亿元，增长 9.3%，占我出口总值的 64.3%；进口 6.48 万亿元，增长 9.3%，占我进口总值的 42.6%。同期，外商投资企业进出口 10.61 万亿元，增长 1.3%，占我外贸总值的 29.5%。其中，出口 5.77 万亿元，增长 1.9%；进口 4.84 万亿元，增长 0.5%。国有企业进出口 5.48 万亿元，下降 0.5%，占我外贸总值的 15.2%。其中，出口 1.63 万亿元，增长 4.2%；进口 3.85 万亿元，下降 2.3%。

四、机电产品占出口比重近 6 成，其中自动数据处理设备及其零部件 、集成电路和汽车出口两位数增长

前 10 个月，我国出口机电产品 12.36 万亿元，增长 8.5%，占我出口总值的 59.4%。其中，自动数据处理设备及其零部件 1.2 万亿元，增长 10.9%；集成电

路 9311.7 亿元，增长 21.4%；手机 7539.7 亿元，下降 0.9%；汽车 6985.4 亿元，增长 20%。同期，出口劳密产品 3.48 万亿元，增长 3.2%，占 16.7%。其中，服装及衣着附件 9327.5 亿元，增长 0.7%；纺织品 8295.2 亿元，增长 5.8%；塑料制品 6155.8 亿元，增长 7.4%。出口农产品 5875.3 亿元，增长 4.4%。

此外，出口钢材 9189.3 万吨，增加 23.3%；成品油 4915.6 万吨，减少 7.2%；肥料 2590.2 万吨，增加 0.6%。

五、铁矿砂、煤和天然气进口量增加

前 10 个月，我国进口铁矿砂 10.23 亿吨，增加 4.9%，进口均价（下同）每吨 778.2 元，下跌 1.6%；原油 4.57 亿吨，减少 3.4%，每吨 4246.1 元，上涨 2.2%；煤 4.35 亿吨，增加 13.5%，每吨 694.3 元，下跌 12.2%；天然气 1.1 亿吨，增加 13.6%，每吨 3506.7 元，下跌 5.5%；大豆 8993.6 万吨，增加 11.2%，每吨 3600.3 元，下跌 15.2%；成品油 4092.1 万吨，增加 4.9%，每吨 4347.7 元，上涨 5.7%。此外，进口初级形状的塑料 2394.9 万吨，减少 1.8%，每吨 1.08 万元，上涨 0.1%；未锻轧铜及铜材 460 万吨，增加 2.4%，每吨 6.75 万元，上涨 10.7%。

同期，进口机电产品 5.75 万亿元，增长 8.6%。其中，集成电路 4556.2 亿个，增加 15%，价值 2.24 万亿元，增长 13%；汽车 57.7 万辆，减少 9.3%，价值 2334.4 亿元，下降 13%。

SMM 根据海关总署公布的数据整理了金属行业部分产品进出口情况，具体如下：

	品目	10月	2023年10月	同比	2024年1~10月	2023年1~10月	累计同比	单位
进口	铁矿砂及其精矿	10,383.80	9,938.50	4.5%	102,253.30	97,509.80	4.9%	万吨
	铜矿砂及其精矿	231.4	231	0.2%	2,335.50	2,260.80	3.3%	万吨
	煤及褐煤	4,624.80	3,599.20	28.5%	43,536.90	38,361.70	13.5%	万吨
	稀土	9,471.30	10,818.70	-12.5%	111,960.40	145,156.80	-22.9%	吨
	钢材	53.6	66.8	-19.8%	572.10	636.60	-10.1%	万吨
	未锻轧铜及铜材	50.60	50.02	1.2%	460.00	449.10	2.4%	万吨
出口	稀土	4,753.40	4,290.60	10.8%	47,689.40	44,661.90	6.8%	吨
	钢材	1,118.20	793.9	40.8%	9,189.30	7,453.20	23.3%	万吨
	未锻轧铝及铝材	57.70	44.03	31.0%	549.00	469.50	16.9%	万吨

图 1 金属行业部分产品进出口情况

出口：

2024年10月未锻轧铝及铝材出口57.7万吨，同比2023年10月增加31%。2024年1-10月累计出口549.0万吨，同比2024年1-10月增加16.9%。

2024年10月钢材出口1118.2万吨，同比2023年10月增加40.8%。2024年1-10月累计出口9189.3吨，同比2024年1-10月增加23.3%。

2024年10月稀土出口4753.4吨，同比2023年10月增加10.8%。2024年1-10月累计出口47689.4吨，同比2024年1-10月增加6.8%。

进口：

2024年10月铁矿砂及其精矿进口10383.8万吨，同比2023年10月增加4.5%。2024年1-10月累计进口102253.3万吨，同比2024年1-10月增加4.9%。

2024年10月铜矿砂及其精矿进口231.4万吨，同比2023年10月增加0.2%。2024年1-10月累计进口2335.5万吨，同比2024年1-10月增加3.3%。

2024年10月煤及褐煤进口4624.8万吨，同比2023年10月增加28.5%。2024年1-10月累计进口43536.9万吨，同比2024年1-10月增加13.5%。

2024年10月稀土进口量达到9471.3吨，同比2023年10月减少12.5%。2024年1-10月累计进口111960.4吨，同比2024年1-10月减少22.9%。

2024年10月钢材进口量达到53.6万吨，同比2023年10月减少19.8%。2024年1-10月累计进口572.1万吨，同比2024年1-10月减少10.1%。

2024年10月未锻轧铜及铜材进口50.6万吨，同比2023年10月增加1.2%。2024年1-10月累计进口460.0万吨，同比2024年1-10月增加2.4%。

单位：亿元人民币

商品名称	计量单位	10月		1至10月累计		2023年1至10月累计		累计比去年同期±%	
		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
农产品*	-	-	650.8	-	5,875.3	-	5,629.4	-	4.4
水产品	万吨	38.7	129.6	331.7	1,144.1	298.8	1,141.5	11.0	0.2
粮食	万吨	30.4	12.4	184.6	84.1	203.0	95.8	-9.1	-12.3
成品油	万吨	396.2	199.7	4,915.6	2,558.9	5,295.9	2,838.7	-7.2	-9.9
稀土	吨	4,753.4	2.8	47,689.4	29.2	44,661.9	46.1	6.8	-36.6
中药材及中式成药	吨	10,512.3	6.6	110,347.4	76.5	117,505.0	75.7	-6.1	1.1
肥料	万吨	295.6	58.7	2,590.2	499.4	2,575.4	566.4	0.6	-11.8
塑料制品	-	-	608.5	-	6,155.8	-	5,731.4	-	7.4
箱包及类似容器	万吨	32.9	196.4	301.0	2,028.3	274.7	2,052.9	9.6	-1.2
纺织纱线、织物及其制品	-	-	878.3	-	8,295.2	-	7,843.7	-	5.8
服装及衣着附件	-	-	928.2	-	9,327.5	-	9,266.6	-	0.7
鞋靴	亿双	7.1	239.0	75.5	2,727.1	73.1	2,847.9	3.2	-4.2
陶瓷产品	万吨	178.6	126.5	1,596.0	1,257.3	1,543.9	1,466.7	3.4	-14.3
钢材	万吨	1,118.2	554.7	9,189.3	4,974.1	7,453.2	5,005.7	23.3	-0.6
未锻轧铝及铝材	万吨	57.7	134.9	549.0	1,289.3	469.5	1,117.3	16.9	15.4
家具及其零件	-	-	382.0	-	3,904.5	-	3,588.3	-	8.8
玩具	-	-	259.5	-	2,376.1	-	2,396.2	-	-0.8
机电产品*	-	-	13,316.9	-	123,618.1	-	113,933.3	-	8.5
通用机械设备	-	-	371.0	-	3,749.4	-	3,273.4	-	14.5
自动数据处理设备及其零部件	-	-	1,280.4	-	11,997.0	-	10,816.0	-	10.9
手机	万台	8,232.1	1,318.2	66,203.7	7,539.7	64,105.4	7,605.4	3.3	-0.9
家用电器	万台	38,765.7	607.9	372,140.4	5,953.5	304,643.2	5,126.8	22.2	16.1
音视频设备及其零件	-	-	224.1	-	2,183.5	-	2,051.6	-	6.4
集成电路	亿个	250.8	932.2	2,459.9	9,311.7	2,209.6	7,668.5	11.3	21.4
汽车（包括底盘）	万辆	58.5	754.3	528.5	6,985.4	423.5	5,823.4	24.8	20.0
汽车零配件	-	-	555.8	-	5,471.7	-	5,098.0	-	7.3
船舶	艘	473.0	226.0	4,736.0	2,580.7	3,862.0	1,475.8	22.6	74.9
液晶平板显示模组	万个	15,313.7	159.9	155,891.3	1,723.6	138,851.6	1,556.0	12.3	10.8
医疗仪器及器械	-	-	118.4	-	1,129.2	-	1,051.7	-	7.4
灯具、照明装置及其零件	-	-	240.5	-	2,432.4	-	2,403.5	-	1.2
高新技术产品*	-	-	5,782.4	-	51,216.9	-	48,212.9	-	6.2

注：

1. “农产品*”、“机电产品*”和“高新技术产品*”包括本表中已列名的有关商品，提请数据使用者注意。

2. 本表商品列目范围详见海关门户网站www.customs.gov.cn统计栏目的海关统计出口重点商品目录。

图 2 2024 年 10 月全国出口重点商品量值表(人民币)

单位：亿元人民币

商品名称	计量单位	10月		1至10月累计		2023年1至10月累计		累计比去年同期±%	
		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
农产品*	-	-	1,136.3	-	12,883.0	-	13,596.9	-	-5.3
肉类（包括杂碎）	万吨	53.5	134.8	547.5	1,355.6	625.9	1,640.4	-12.5	-17.4
干鲜瓜果及坚果	万吨	53.8	79.0	676.6	1,157.4	667.8	1,083.6	1.3	6.8
粮食	万吨	1,074.8	336.2	13,783.1	4,281.3	12,837.1	4,664.8	7.4	-8.2
大豆	万吨	808.7	278.2	8,993.6	3,238.0	8,087.1	3,432.5	11.2	-5.7
食用植物油	万吨	57.2	42.7	596.3	430.3	804.7	610.0	-25.9	-29.5
铁矿砂及其精矿	万吨	10,383.8	680.2	102,253.3	7,957.2	97,509.8	7,714.3	4.9	3.1
铜矿砂及其精矿	万吨	231.4	380.8	2,335.5	4,005.8	2,260.8	3,451.9	3.3	16.0
煤及褐煤	万吨	4,624.8	290.4	43,536.9	3,023.0	38,361.7	3,033.3	13.5	-0.3
原油	万吨	4,469.6	1,720.9	45,707.4	19,407.8	47,315.7	19,663.2	-3.4	-1.3
成品油	万吨	393.9	163.4	4,092.1	1,779.1	3,900.4	1,603.9	4.9	10.9
天然气	万吨	1,054.3	382.6	10,952.9	3,840.9	9,642.7	3,577.7	13.6	7.4
稀土	吨	9,471.3	8.5	111,960.4	95.5	145,156.8	129.2	-22.9	-26.1
医药材及药品	吨	34,442.7	323.0	347,571.0	3,064.9	320,821.9	3,045.0	8.3	0.7
肥料	万吨	109.9	24.1	1,147.5	268.8	1,041.7	326.7	10.2	-17.7
美容化妆品及洗护用品	吨	28,282.6	104.9	269,722.5	981.7	305,225.3	1,079.2	-11.6	-9.0
初级形状的塑料	万吨	240.3	255.7	2,394.9	2,580.3	2,439.6	2,626.4	-1.8	-1.8
天然及合成橡胶（包括胶乳）	万吨	65.9	87.5	578.7	703.0	654.4	671.0	-11.6	4.8
原木及锯材	万立方米	466.6	66.9	5,296.0	787.1	5,478.0	779.9	-3.3	0.9
纸浆	万吨	267.3	126.3	2,831.0	1,319.1	2,988.3	1,385.3	-5.3	-4.8
纺织纱线、织物及其制品	-	-	63.0	-	638.7	-	679.0	-	-5.9
钢材	万吨	53.6	67.1	572.1	684.0	636.6	744.9	-10.1	-8.2
未锻轧铜及铜材	万吨	50.6	350.7	460.0	3,106.6	449.1	2,739.5	2.4	13.4
机电产品 *	-	-	6,127.7	-	57,450.9	-	52,897.4	-	8.6
机床	台	9,152.0	33.2	56,404.0	341.2	61,647.0	382.7	-8.5	-10.9
自动数据处理设备及其零部件	-	-	649.5	-	4,574.5	-	2,831.2	-	61.6
二极管及类似半导体器件	亿个	445.1	134.3	4,238.3	1,386.6	3,740.4	1,357.7	13.3	2.1
集成电路	亿个	479.1	2,428.7	4,556.2	22,419.8	3,961.7	19,849.3	15.0	13.0
汽车(包括底盘)	万辆	4.4	169.5	57.7	2,334.4	63.6	2,683.0	-9.3	-13.0
汽车零配件	-	-	147.2	-	1,613.6	-	1,565.2	-	3.1
空载重量超过2吨的飞机	架	13.0	60.5	127.0	529.6	115.0	495.2	10.4	6.9
液晶平板显示模组	万个	11,616.1	68.1	108,694.9	745.5	109,996.5	686.6	-1.2	8.6
医疗仪器及器械	-	-	66.5	-	741.7	-	806.0	-	-8.0
高新技术产品*	-	-	4,809.3	-	43,817.0	-	38,733.8	-	13.1

注：

1. “*农产品”、“*机电产品”和“*高新技术产品”包括本表中已列名的有关商品，提请数据使用者注意。

2. 本表商品列目范围详见海关门户网站www.customs.gov.cn统计栏目的海关统计进口重点商品目录。

图 3 2024 年 10 月全国进口重点商品量值表(人民币)

（来源：SMM）

稀土产业一瓶颈问题取得研发新突破

包钢（集团）公司消息，我国稀土产业一个瓶颈问题在技术研发上取得新突破。

近日，包钢（集团）公司首席技术专家崔建国及团队承接的科技部重点研发计划，“混合稀土精矿酸碱浆化分解工艺及烟气资源化利用技术集成示范”课题工艺核心环节之一的“混合稀土精矿酸碱浆化分解工艺”完成中试验证。据介绍，这项工艺针对稀土及共伴生资源利用率低下，混合酸性尾气、放射性废渣等工业“三废”治理难度大，酸碱等化工原料消耗量大等问题，找到了绿色高效的资源利用方式。

崔建国介绍，从验证成果上看，该工艺实现稀土回收率由 94%提高至 98%以上，酸碱等化工原料消耗降低 30%，放射性废渣减少 90%，冶炼直接成本降低 50%以上。

（来源：新华网）

巴西稀土公司报告异常高品位稀土矿

巴西稀土公司(Brazilian Rare Earths)报告，阿尔托山(Monte Alto)项目发现异常高品位稀土矿。在超高品位的阿尔托山矿床 2 公里处，见到异常高品位露头。总稀土氧化物品位 14.6%，镝氧化物品位 0.5691%，铽氧化物品位 0.0737%，钇氧化物品位 7.4543%。

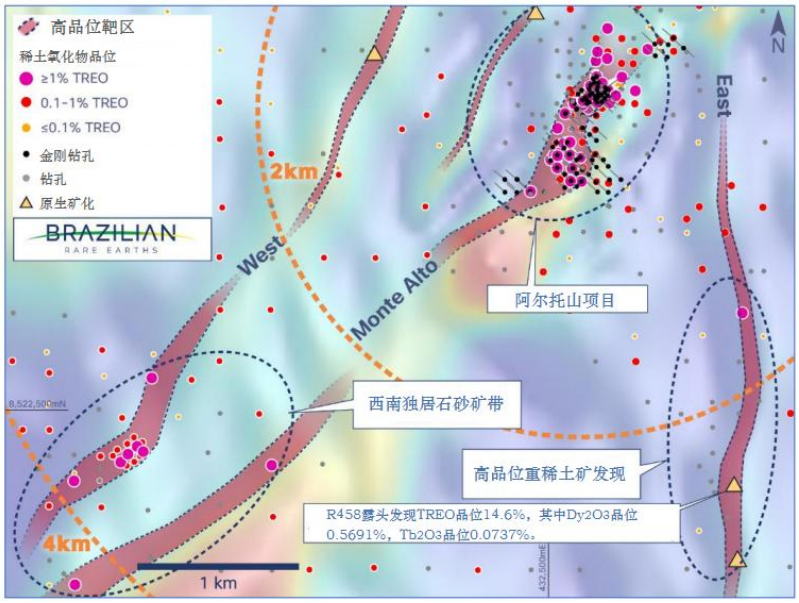


图 4 巴西阿尔托山稀土矿位置图

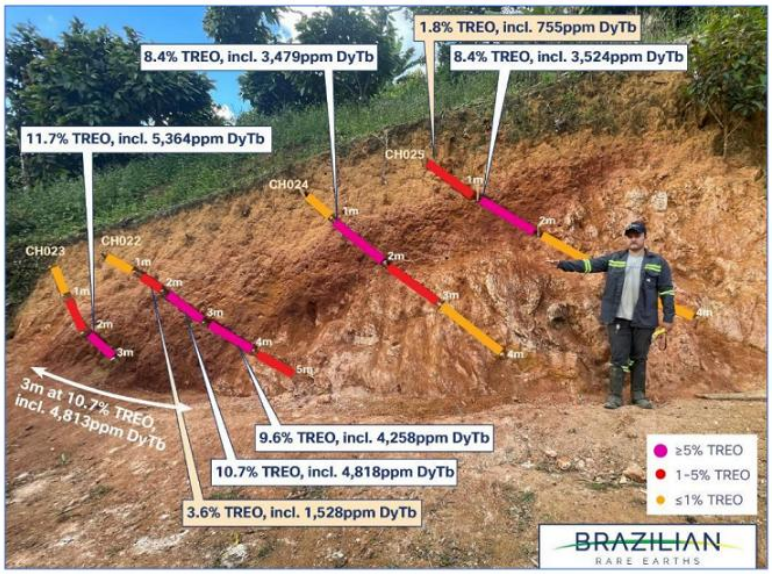


图 5 阿尔托山稀土矿剖面

（来源：产业前沿）

土耳其和中国签署稀土开采合作谅解备忘录

土耳其和中国签署了一份谅解备忘录，以推进两国在采矿所有领域的合作，特别关注稀土元素等关键矿物。

中国目前主导着全球稀土供应，约占全球稀土矿产量的 70%、精炼产量的90%。

这一消息是本周在中国天津举行的国际矿业会议上宣布的，由土耳其能源和自然资源部长 Alparslan Bayraktar 率领的代表团与中国自然资源部长王广华会面，完成了谅解备忘录的签署。

“高科技产品不可或缺的关键矿产，已经成为影响各国政策的重要原材料。投资关键矿产和稀土元素在我们的能源转型愿景中发挥着重要作用，”网站消息显示 Bayraktar 在会议期间表示。

“在这种情况下，我们的目标是建立一个工业设施，每年将提纯 57 万吨稀土元素，以使我们在埃斯基谢希尔发现的世界第二大稀土元素储量产生经济效益，”他补充说。

该协议遵循 Bayraktar 于 5 月访问期间签署的能源转型合作谅解备忘录。彭博社消息人士上月表示，土耳其政府曾希望，稀土开采协议能鼓励包括全球最大电动汽车制造商比亚迪在内的中国企业考虑生产电池。此前，两国最近达成了一项在土耳其生产电动汽车的协议。

在最近的一次访问中，Bayraktar 还会见了中国国家石油公司的副总裁，讨论了模块化反应堆的可能机会，并会见了中国国家电力股份有限公司的董事长，讨论了潜在的可再生能源合作伙伴关系。

Bayraktar 在其官方 X 账户的后续声明中表示：“在当今世界，全球采矿业正经历一个关键时期，中国和土耳其在采矿领域开发的联合项目具有巨大潜力。”

（来源：产业前沿）

缅甸克钦邦稀土出口面临中断风险

据 Mining.com 网站报道，缅甸克钦独立军(Kachin Independence Army, KIA)昨日宣布，已经控制该国稀土矿区。

自从缅甸军政府 2021 年执政以来，一直遭到 KIA 的反抗。

缅甸的稀土开采集中在克钦邦的板瓦(Panwa)和其培(Chipwe)两个镇周围。另外，该地区还是重要的宝石开采区，是通往克钦邦首府密支那的重要贸易通道。

周二，KIA 发言人称，上周末，已经从克钦新民主军(NDA-K)手中夺取了这片区域的控制权，但未透露如何处置该区域的采矿活动。NDA-K 一直同执政的军政府合作。

加拿大稀土和电池金属研究企业阿达姆斯情报公司(Adamas Intelligence)发布投资提示称，反叛武装控制该地区可能影响稀土精矿出口。

6 月份，潘瓦镇的一个村庄附近的稀土矿发生滑坡，造成 10 人死亡，至少 30 人失踪。

阿达姆斯称，去年缅甸镝铽供应量占全球的 57%，在需求旺盛季节来临之际，长时间出口中断将影响磁体制造商的原料供应。

90%以上的电动汽车至少需要1个永磁电机，产量上升和价格低廉使得缅甸成为重稀土的主要供应国。

（来源：自然资源部）

中科院物理所：$La_2PrNi_2O_7$ 高压四方相中实现块体高温超导电性

Ruddlesden-Popper (R-P)系列的 $La_{n+1}Ni_nO_{3n+1}$ (n = 1, 2, 3, ..., ∞)镍氧化物由 n 层 $LaNiO_3$ 钙钛矿层与 LaO 岩盐层沿 c 轴交替堆叠而成，可形成单层 La_2NiO_4 (n = 1)、双层 $La_3Ni_2O_7$ (n = 2)、三层 $La_4Ni_3O_{10}$ (n = 3)以及无穷层 $LaNiO_3$ (n =∞)等结构相近的化合物。随着 n 增加，Ni 的价态逐渐升高，对应 Ni-3d 轨道的电子填充也逐渐改变。近期，中山大学王猛团队与合作者发现 $La_3Ni_2O_7$ 单晶在约 14GPa 高压下可以出现 T_c≈80K 的高温超导电性，引起了国内外同行的广泛关注。后续实验研究显示，采用光学浮区法生长的 $La_3Ni_2O_7$ 单晶，由于其合成的高氧压范围很窄，很容易出现化学组分不均匀、内顶角氧空位以及单层和三层 R-P 相共存等问题。这造成 $La_3Ni_2O_7$ 在高压下的高温超导电性具有较强的样品依赖性，对压力环境异常敏感，而且至今仍缺乏体超导的关键实验数据。目前，$La_3Ni_2O_7$ 中高温超导相的起源以及能否实现体超导等核心科学问题仍存在争议，严重阻碍了镍基高温超导体的研究进程。

针对上述亟待解决的关键科学问题，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心的程金光团队联合物理所、日本东京大学和美国橡树岭国家实验室的多个团队，在镍基高温超导体的研究中取得重要进展：通过采用离子半径较小的 Pr 部分替代 La，成功抑制了 $La_3Ni_2O_7$ 中其他 R-P 相的交织共生和内顶角氧空位等问题，制备了纯度显著提高的 $La_2PrNi_2O_7$ 多晶样品，并在该样品中同时提供了高压下实现块体高温超导的两个关键实验证据，即零电阻（T_c^{onset} = 82.5K, T_c^{zero} = 60K）和完全抗磁性（超导屏蔽体积分数达到 97%），同时利用多种实验手段揭示了微观结构无序对 $La_3Ni_2O_7$ 中高温超导电性的不利影响。

该工作提供了 $La_2PrNi_2O_7$ 具有体超导的关键实验证据，并确认高温超导电性

来源于双层钙钛矿结构(n = 2 的 R-P 相) ，从而澄清了目前关于 $La_3Ni_2O_7$ 中高温超导电性起源和体超导的争议问题。同时，还指出不同 R-P 相的交织共生不利于体超导，而采用离子半径较小的稀土元素替代 La 可有效抑制结构无序，有利于实现体超导。这一发现将指导镍基高温超导材料的进一步优化设计与合成，有助于推动镍基高温超导体的研究进程。

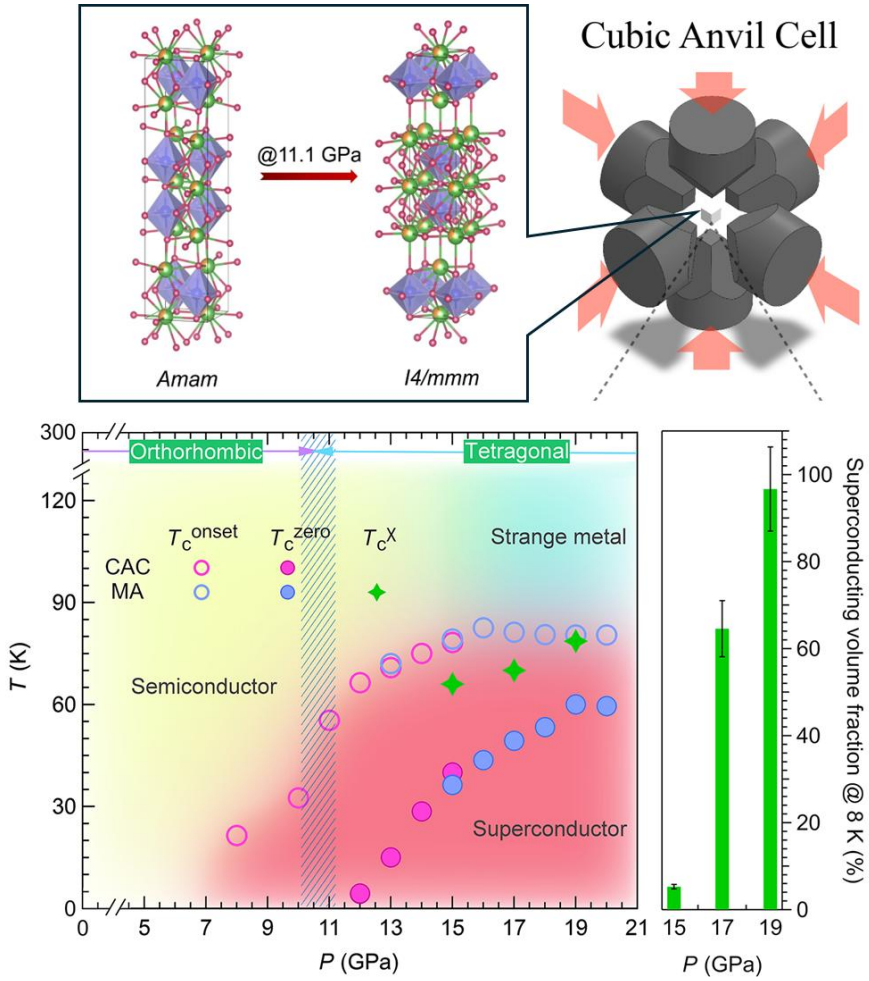


图 6 $La_2PrNi_2O_7$ 多晶样品的高压结构演化和相图

相关成果以“Bulk high-temperature superconductivity in pressurized tetragonal $La_2PrNi_2O_7$”为题于 10 月 2 日发表在 Nature 上，https://www.nature.com/articles/s41586-024-07996-8。物理所博士后王宁宁、博士生王罡、侯钧和东京大学物性研究所特任研究员沈晓玲（现为上海交通大学博士后）为论文共同一作，物理所程金光研究员、王宁宁博士、周睿研究员以及东京大学物性研究所 Yoshiya

Uwatoko 教授为论文共同通讯作者。物理所怀柔研究部的周睿研究员团队，先进材料实验室的杨槐馨研究员团队，超导重点实验室的任治安研究员团队、董晓莉研究员团队，凝聚态理论与材料计算实验室的蒋坤、胡江平研究员团队，美国橡树岭国家实验室的 Jiaqiang Yan 博士和 Stuart Calder 博士，以及日本东京大学物性研究所的 Kentaro Kitagawa 教授团队等共同参与了本工作，并得到科技部重点研发计划、国家自然科学基金委、中国科学院 B 类先导专项和青促会优秀会员等项目的支持。本工作使用了综合极端条件实验装置的六面砧高压实验站和高场核磁共振实验站，以及北京光源的 4W2 线站和上海光源的 BL15U1 线站。

（来源：中科院物理所）

清华大学物理系：在层状镍酸盐超导体的超快动力学研究中取得进展

高温超导是凝聚态物理研究的的核心前沿课题之一。铜基氧化物是最受关注的高温超导材料，其中的 $3d^9$ 电子结构被认为在高温超导中起了决定性的作用。与铜基氧化物类似，镍氧化物也可以具有类似的 $3d^9$ 电子结构，因而受到极大的关注。此前的镍氧化物超导行为的研究主要集中于无限层的薄膜材料。但是其超导转变温度相对较低，且材料制备难度较大。最近，双层和三层 RP 相的镍酸盐 $La_{n+1}Ni_nO_{3n+1}$ (n = 2, 3)体材料被发现在高压下表现出非常规超导行为[Nature, 621, 493-498 (2023); Nature, 631, 531-536 (2024); Nature, 634, 579-584 (2024)]，其中 $La_3Ni_2O_7$ 的超导转变温度更是进入了液氮温区，因而引发了新一轮超导研究的热潮。在常压下，$La_{n+1}Ni_nO_{3n+1}$ 还表现出许多有趣的性质，例如轨道依赖的电子关联效应、非费米液体行为和密度波转变等。对常压下物理性质的研究将有助于对

双层和三层镍氧化物超导材料新奇物性的理解。

此前，利用角分辨光电子能谱实验，清华大学物理系杨乐仙课题组及合作者研究了 $La_3Ni_2O_7$ 和 $La_4Ni_3O_{10}$ 的电子结构及电子关联性质 [Chin. Phys. Lett. 41, 087402 (2024), arXiv: 2405.19853]。近期，杨乐仙课题组及合作者利用时间分辨的反射率测量，观察到了常压下双层和三层镍酸盐的超快动力学之间的显著差异。研究团队在 $La_4Ni_3O_{10}$ 中观察到了涉及 La、Ni 和 O 原子集体振动的相干声子模式，而 $La_3Ni_2O_7$ 中由于对称性限制，不存在这种声子模式。在 $La_4Ni_3O_{10}$ 中，超快反射率的特征弛豫时间在密度波转变温度附近发散，表现出典型的密度波态转变的行为。而在 $La_3Ni_2O_7$ 中，弛豫时间随着温度升高逐渐减小，并在约 150 K 以上和温度成反比，表现出非费米液体的行为。

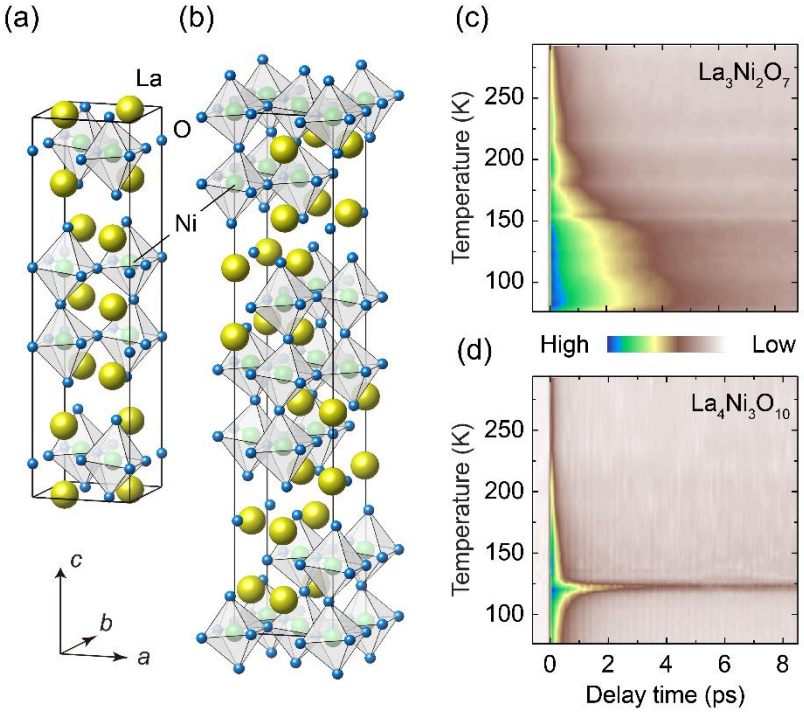


图 7 $La_3Ni_2O_7$ (a)和 $La_4Ni_3O_{10}$ (b)的层状晶格结构；$La_3Ni_2O_7$ (c)和 $La_4Ni_3O_{10}$ (d)随温度依赖的时间分辨反射率变化

双层和三层镍酸盐中显著不同的动力学行为表明这两类材料中的密度波态行为有明显的区别。$La_3Ni_2O_7$ 可能受到材料结构复杂性的影响，密度波态更接

近短程有序，并没有形成确定的密度波态能隙。而 $La_4Ni_3O_{10}$ 的典型密度波态行为对应的密度波态能隙大约为 16 meV，和此前角分辨光电子能谱实验的结果一致。此外，$La_3Ni_2O_7$ 和 $La_4Ni_3O_{10}$ 的电子-声子耦合系数分别被估计为 0.05-0.07 和 0.12-0.16，表明电子-声子耦合在 $La_{n+1}Ni_nO_{3n+1}$ 的常压电子性质中的作用相对较小。这项工作为镍酸盐超导材料中复杂的多自由度之间的相互作用提供了重要的动力学信息，有利于进一步理解其常压正常态及高压超导态的性质。

该研究成果以“Distinct ultrafast dynamics of bilayer and trilayer nickelate superconductors regarding the density-wave-like transitions”为题发表在 Science Bulletin 上。物理系2021级博士生李义典为论文的第一作者，物理系杨乐仙副教授、杨鲁懿副教授、松山湖材料实验室的郭汉杰副研究员和上海科技大学的李刚副教授为本文的共同通讯作者。该研究的合作者还包括上海科技大学的齐彦鹏副教授、中科院半导体所的林妙玲特别研究助理、谭平恒研究员和松山湖材料实验室的赵金奎研究员。该研究得到了科技部国家重点研发计划、国家自然科学基金、广东省基础与应用基础研究基金、清华大学自主科研计划和北京市自然科学基金的支持。

（来源：清华大学）

南阳师范学院：稀土发光显示材料与器件团队发表最新研究成果

近日，南阳师范学院物理与电子工程学院稀土发光显示材料与器件团队的研究成果《Long-Wavelength Afterglow Emission with Nearly 100% Efficiency

through Space-Confined Energy Transfer in Organic-Carbon Dot Hybrid》在 Nano Letters（中科院大类一区 TOP 期刊，最新影响因子 9.6，Nature Index 期刊）杂志上发表。文章第一作者为郑州大学朱金阳副教授，共同第一作者为南阳师范学院硕士研究生李超，通讯作者为南阳师范学院朱永胜教授、郑州大学胡俊华和娄庆教授。

长波长高效余辉材料在人工照明、多维显示和生物成像等领域具有重要应用。但在固态条件下开发高发光效率的长波长有机发光体仍面临巨大挑战。碳点(CDs)本质上是由 sp2 骨架和表面丰富的 N/O 官能团组成的，这可以促进自旋轨道耦合，从而赋予 CDs 高效余辉发射能力。本研究设计了一种有机-CDs 混合策略，通过尿素衍生/修饰CDs和罗丹明B(RhB)之间的空间限制能量转移操作，以获得具有高发光效率的余辉材料。结果表明，设计的 RhB-CDs 杂化材料具有以 600 nm 为中心的明亮余辉发射，在固态下具有接近 100%的发光效率。光物理测量和理论计算确定了 CDs 的三重态激子到有机亚发光团的单线态激子的有效分子间能量转移，以及硅烷分子网络的空间刚性化和尿素的胺化修饰对单线态/三重态激子的非辐射衰减损失的强烈抑制。通过对有机发光体进行调谐，制备了发光效率分别为 94.4%和 45.9%的黄色和近红外有机-CDs 杂化余辉材料。这些余辉材料在照明和先进的信息安全方面表现出优异的性能。

此外，该团队与河南大学武四新教授课题组合作的研究成果《Synergistic Crystallization Modulation and Defects Passivation in Kesterite via Anion-Coordinate Precursor Engineering for Efficient Solar Cells》在 Advanced Science（中科院大类一区 TOP 期刊，最新影响因子 14.3）杂志上发表。河南大学纳米科学与材料工程学院博士研究生王丽晶为论文第一作者，南阳师范学院杨刚副教授，河南大学武四新教授、周正基教授和许昌学院郑直教授为论文通讯作者。

在锌黄锡矿太阳能电池领域，提高吸收层薄膜结晶质量和钝化深能级缺陷对于改善 CZTSSe 太阳能电池的器件性能至关重要。Cu-Zn-Sn-S 前驱体溶液中的配位分子相互作用对 CZTSSe 薄膜的结构缺陷和结晶动力学有重要影响。因此，如何通过调控前驱体溶液中阴阳离子配位环境来控制前驱体薄膜的形成过程是目前面临的一个重大挑战。文章通过在 CZTS 前驱体溶液中加入五硫化二磷作为添加剂以优化配位结构，从而改善吸收层薄膜的结晶过程并钝化深能级缺陷。理论计算和实验结果表明，P_2S_5分子可以配位到CZTS前驱体薄膜的金属阳离子位点，特别是更容易和 Zn^{2+}键合，从而显著降低了 CZTSSe 吸收层中与锌相关的缺陷密度。最终实现了能量转换效率为 14.36%的太阳能电池器件。本工作为阴离子配位调控制备高质量吸收层薄膜提供了一种可行的策略，为实现高效 CZTSSe 光伏器件提供了一条新的途径。

近日，该团队的研究成果《Tunable multimode emissions of Yb^{3+}/Er^{3+}-doped rare-earth-based Cs_2NaYCl_6double perovskite crystals for versatile applications》在 Chemical Engineering Journal（中科院大类一区 TOP 期刊，最新影响因子 13.3）杂志上发表。南阳师范学院硕士研究生梁豪为第一作者，通讯作者为南阳师范学院朱永胜教授和杨刚副教授，南阳师范学院为唯一通讯单位。

近年来，无铅卤化物双钙钛矿材料因其优异的光电性能被广泛研究。然而，在单组分双钙钛矿中实现具有可调谐发射颜色的多模发光仍然是一个重大挑战。本文报道了用水热法合成稀土基 Cs_2NaYCl_6 双钙钛矿。通过在基质中加入具有丰富能级的 Er^{3+}离子，实现了高效的可见光到近红外下转换光致发光和绿色上转换发射。进一步引入 Yb^{3+}离子作为敏化剂调节不同模式下的发射颜色，并且显著增强了光致发光的效率。光谱分析和理论计算结果表明，镧系离子与稀土基双钙钛矿的高度相容性和交叉弛豫过程是实现调制发射和多种激发

模式的关键。本研究旨在探究镧系离子掺杂双钙钛矿的光物理机制，并突出其在调节双钙钛矿荧光材料发光光谱和发光效率方面的作用。此外，文章还扩展了镧系离子掺杂双钙钛矿在高安全性防伪、组织成像和夜视系统等领域的广泛应用。

以上工作得到了国家自然科学基金、河南省优秀青年科学基金，河南省高校科技创新团队以及河南省高校科技创新人才项目的经费支持。

（来源：南阳师范学院）

江西理工大学在稀土单离子磁体领域取得新进展

近日，江西理工大学化学化工学院（功能晶态材料化学江西省重点实验室）彭燕副教授、刘遂军教授和温和瑞教授课题组的研究论文“Effect of Substituents in Equatorial Hexaazamacrocyclic Schiff Base Ligands on the Construction and Magnetism of PseudoD6hSingle-Ion Magnets”在无机化学领域权威期刊《Inorganic Chemistry》（SCI 二区 Top 期刊，影响因子 4.3）公开发表，论文第一作者为 2021 级博士研究生钟祥，通讯作者为江西理工大学彭燕副教授、刘遂军教授以及西安交通大学郑彦臻教授。

单分子磁体(Single-Molecule Magnets, SMMs)是一种特殊的纳米级磁性材料，由单个分子或原子构成，能够保持自旋力矩和磁化方向。凭借其独特的物理和化学性质，单分子磁体在高密度信息存储、量子计算、自旋电子学等多个领域展现出广阔的应用前景。它们可用于开发新型超高密度存储材料，且每个分子具有确定的组成和大小，便于深入研究和实际应用。此外，通过化学方法调控单分子磁体的组成和性质，有望实现更高的存储密度和更快的计算速度。

然而，尽管单分子磁体在理论上潜力巨大，其实际应用仍面临一些挑战，如低温操作条件限制了其在常温环境下的广泛应用。因此，如何通过设计配体类型来调控分子的定向合成，进而实现对配合物磁学性能的调控，并深入探究配体基团和晶体场效应，对于单分子磁体的设计和合成具有重要的理论指导意义。

江西理工大学化学化工学院彭燕副教授、刘遂军教授和温和瑞教授课题组联合西安交通大学郑彦臻教授课题组设计合成了三种含有六氮杂席夫碱大环配体的镝基配合物(1-3)，通过在六氮杂席夫碱大环配体中引入四个吸电子基（F 原子)或给电子基(甲基)，深入研究了取代基对配合物结构和单分子磁性的影响。研究结果显示，大环配体中引入吸电子基（F 原子）后，得到与配合物 1 具有相似结构的配合物 2；而引入给电子基（甲基）后，则得到了轴向单取代的配合物 3，如图 8 所示。

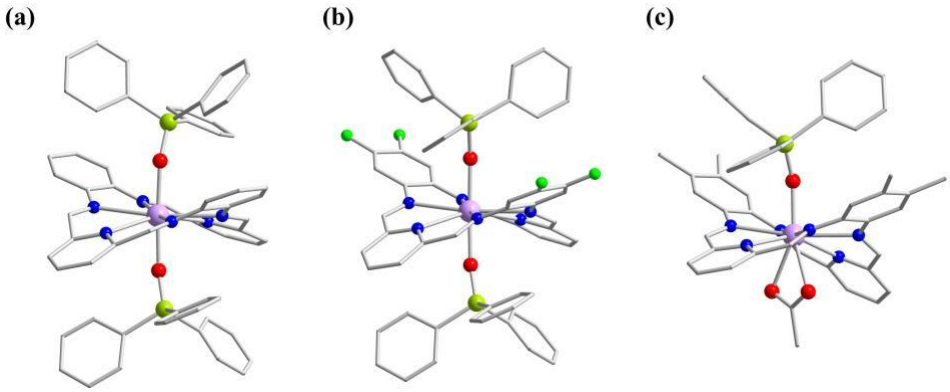


图 8 (a)配合物 1 的结构，(b)大环配体中引入吸电子基(F 原子)后配合物 2 的结构，(c)大环配体中引入给电子基(甲基)后配合物 3 的结构；(DyIII，淡紫色；Si，黄绿色；N，蓝色；O，红色；F，亮绿色；C，灰色) 为清楚起见，省略了氢原子和阴离子

随后，通过对三种配合物的磁学性能进行了测定。如图 9 所示，在零直流场下，三种配合物均表现出单分子磁体所特有的磁化慢弛豫行为，这表明三种配合物均为零场单分子磁体。

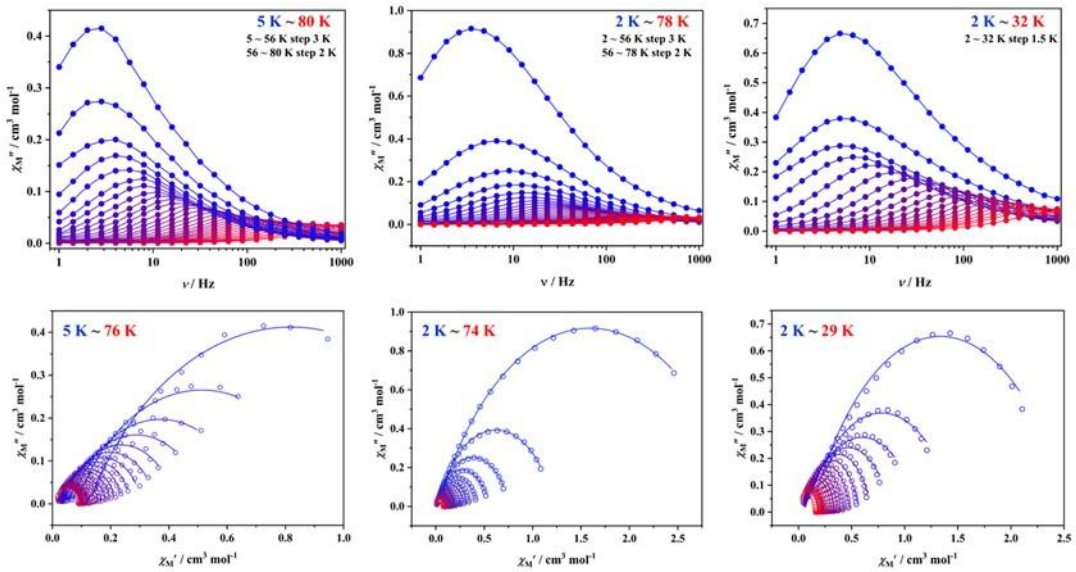
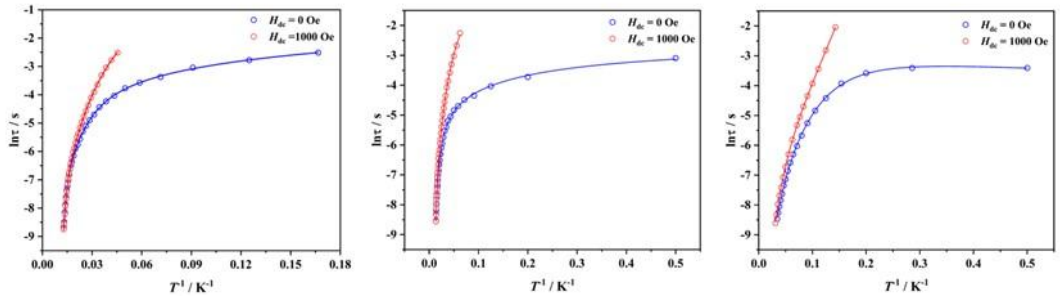


图 9 (上图) 配合物 1(左，5-80 K)、配合物 2(中，2-78 K)和配合物 3(右，2-32 K)在零施加直流电场下的 χM″(ν)图；(下图) 零直流场下，配合物 1(左，5-76 K)、配合物 2(中，2-74 K)和配合物 3(右，2-29 K)的 Cole-Cole 图

对三种配合物的磁性数据进行了阿伦尼乌斯拟合分析。在零直流场条件下，配合物 1 和 2 的各向异性能垒分别高达 1092(6) K 和 946.1(7) K。进一步地，在施加 1 kOe 直流场后对样品进行测试，结果显示直流场的引入确实抑制了部分 L 量子隧穿效应，但遗憾的是，配合物 1 和 2 的各向异性能垒并未因此得到显著提升，这表明在这两种配合物中，量子隧穿并非影响能垒的主导因素。此外，通过测定三种配合物的磁滞回线，发现它们的阻塞温度分别可以达到 20 K、10 K 和 6 K(如图 10 所示，下图)。



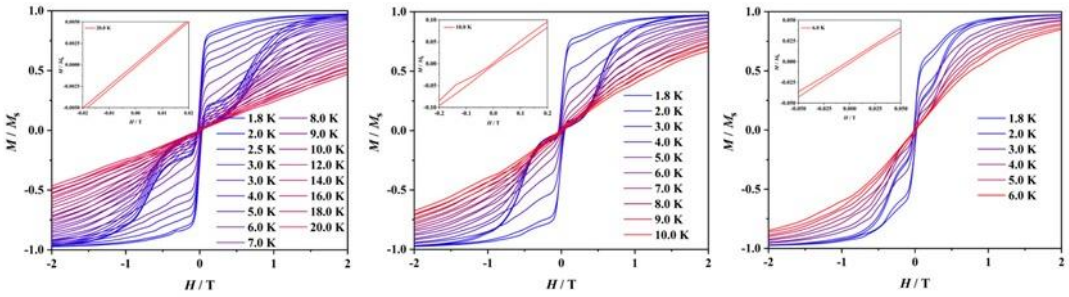


图 10 (上图) 磁弛豫时间对温度对的依赖性，绘制为配合物 1(左，5-76 K)、配合物 2(中，2-74 K)和配合物 3(右，2-29 K)的 lnτ vsT-1，线条表示拟合；(下图) 在 0.03 T/s 的扫描速率下，配合物 1(左，1.8-20 K)、配合物 2(中，1.8-10 K)和配合物 3(1.8-6 K)的 M(H)磁滞回线

从头计算的结果揭示，配合物 1 和 2 的磁轴方向几乎与 O1-Dy-O2 键轴重合，并且它们的基态以及第二、第三激发态均展现出纯的高度各向异性，这合理地解释了配合物 1 和 2 拥有高各向异性能垒的原因。相比之下，配合物 3 仅基态表现出纯的各向异性，而激发态则高度混合，这导致了其存在显著的 QTM 效应。进一步探究配合物 1 和 2 的结构与磁性之间的关系，表明配合物的磁学性质不仅取决于其结构特征，还可能受到分子聚集方式的影响，且赤道大环配体中少量吸电子的引入，无法有效提高具有 D6h 对称构型稀土配合物的单分子磁体性能。

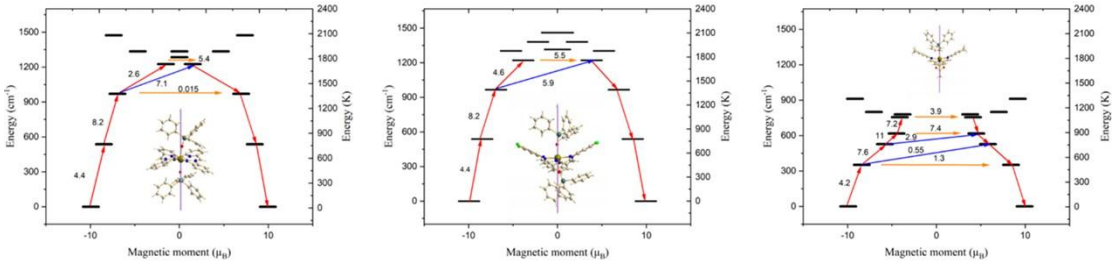


图 11 从头计算得到配合物 1(左)、配合物 2(中)和配合物 3(右)中 DyIII 的 6H 项的多重电子态

据悉，本工作得到了国家自然科学基金、江西省自然科学基金、功能晶态材料化学江西省重点实验室等资助。

（来源：江西理工大学）

两部委关于印发《新材料中试平台建设指南（2024-2027 年）》的通知

为深入贯彻党的二十届三中全会精神，推动科技创新和产业创新融合发展，工业和信息化部、国家发展改革委近日联合印发《新材料中试平台建设指南（2024-2027 年）》（以下简称《建设指南》），聚焦短板材料突破和前沿材料创新的关键共性技术，以支撑科技成果转化形成产业化能力为目标，支持引导地方开展新材料中试平台建设和能力提升，破解我国新材料领域中试平台统筹布局不够、建设质量不高、服务支撑不足等问题，打造一批高水平的中试平台。

《建设指南》制定按照“市场主导、政府引导，立足基础、服务产业，因地制宜、形式多样，协同联动、开放共享”原则，主要明确三方面内容：任务目标方面。提出完善提升平台基础条件能力、技术支撑能力和公共服务能力，将实验室阶段科技成果转化为具备产业化的成熟工艺包和成套装备。到 2027 年，力争建成 300 个左右地方新材料中试平台，择优培育 20 个左右高水平新材料中试平台，打造专业化建设、市场化运营、开放式服务的中试平台体系。

重点领域方面。围绕加快推进新型工业化、建设制造强国战略需求，着眼事关国家安全和经济建设的关键短板材料、引领新兴产业和未来产业发展的前沿材料，聚焦“触类旁通”效应明显、行业进步带动性强的关键共性技术，以专栏形式提出石化化工、钢铁、有色金属、无机非金属、前沿材料 5 大领域布局重点方向。实施路径方面。采取“三步走”方式，引导激励地方探索采用灵活多样建设运营模式，开展中试平台建设提升。一是积极培育。引导地方和企业积极培育建设一批对外提供服务的中试平台。二是择优支持。利用相关政策

渠道，择优支持若干基础较好的平台建设。三是推广应用。组织总结评估，凝练平台建设实践经验，加大宣传推广。

下一步，工业和信息化部将联合国家发展改革委切实推动《建设指南》落实落地，扎实做好新材料中试平台建设培育、择优遴选、总结评估等工作，为加速新材料创新成果产业化、加快壮大新材料产业、发展新质生产力提供有力支撑。

其中，在新材料中试平台建设重点领域的有色金属方面提出：

关键共性技术：先进粉末冶金技术、先进凝固技术、有色金属深度提纯技术、先进变形加工与绿色短流程制备技术、有色金属绿色回收与高值再利用技术、绿色表面处理技术等。

关键材料：有色金属粉体及涂层材料、硬质合金及制品、钛及难熔金属材料、铝镁轻合金结构材料、铜合金结构功能一体化材料、高端稀有金属功能材料、**高端稀土功能材料**、贵金属功能材料、微光电子用高纯有色金属原料等。

（来源：工信部原材料司）

2024年10月稀土价格走势

一、稀土价格指数

10月份，稀土价格指数基本保持平稳。本月平均价格指数为175.9点。价格指数最高为10月8日的180.4点，最低10月18日的173.1点。高低点相差7.3点，波动幅度约为4.2%。

二、中钇富铕矿

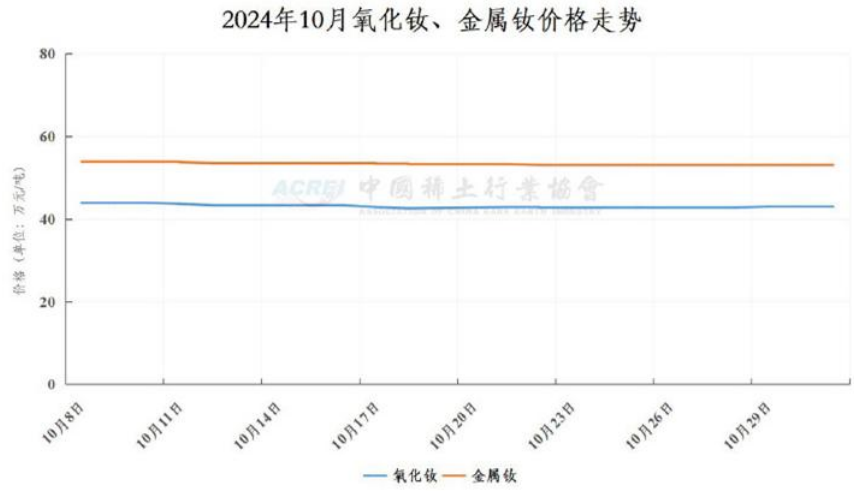
中钇富铕矿10月份均价为17.98万元/吨，环比与上月持平。

三、主要稀土产品

（一）轻稀土

10月份，氧化镨钕均价为42.65万元/吨，环比上涨1.0%；金属镨钕均价为52.64万元/吨，环比上涨0.8%。

10 月份，氧化钕均价为 43.16 万元/吨，环比上涨 1.0%；金属钕均价为 53.38 万元/吨，环比上涨 1.1%。



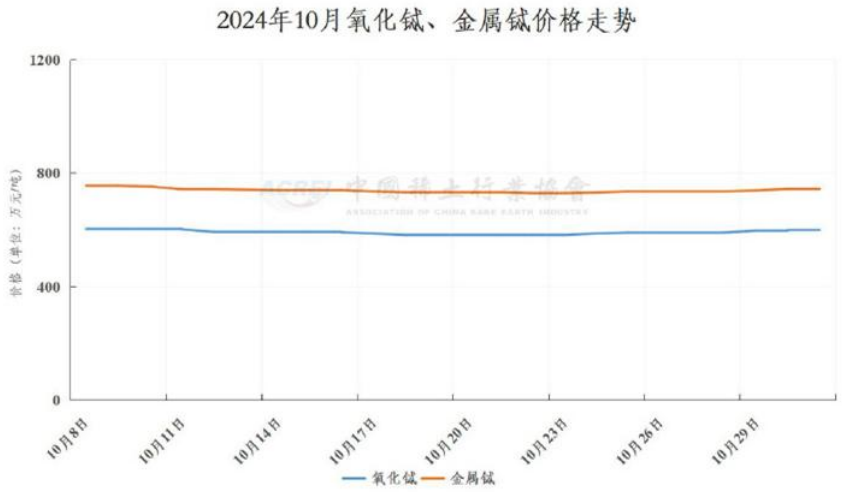
10 月份，氧化镨均价为 43.22 万元/吨，环比上涨 1.0%。99.9%氧化镧均价为 0.40 万元/吨，环比与上月持平。99.99%氧化铕均价为 19.50 万元/吨，环比与上月持平。

（二）重稀土

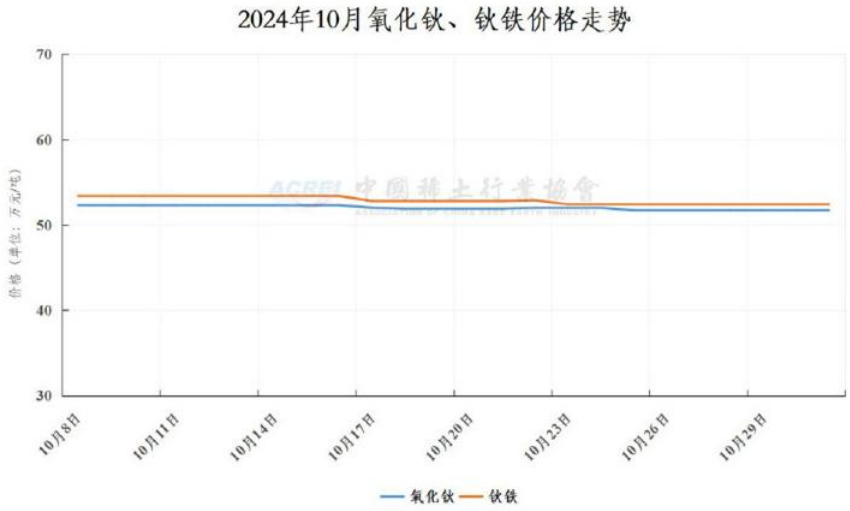
10 月份，氧化镝均价为 177.40 万元/吨，环比上涨 0.2%；镝铁均价为 174.76

万元/吨，环比上涨0.6%。

10月份，99.99%氧化铽均价为592.76万元/吨，环比上涨2.7%；金属铽均价为740.50万元/吨，环比上涨3.2%。



10月份，氧化钬均价为52.04万元/吨，环比下跌0.8%；钬铁均价为52.91万元/吨，环比上涨1.1%。



10 月份，99.999%氧化钇均价为 4.20 万元/吨，环比与上月持平。氧化铒均价为 30.75 万元/吨，环比下跌 1.1%。

表 1 2024 年 10 月我国主要稀土氧化物平均价格对比（单位：元/公斤）

产品名	纯度	2024 年 9 月平均价	2024 年 10 月平均价	环比
氧化镧	≧99%	4.00	4.00	0.00%
氧化铈	≧99%	7.00	7.00	0.00%
氧化镨	≧99%	427.81	432.16	1.02%
氧化钕	≧99%	427.24	431.58	1.02%
金属钕	≧99%	528.00	533.84	1.11%
氧化钐	≧99.9%	15.00	15.00	0.00%
氧化铕	≧99.99%	195.00	195.00	0.00%
氧化钆	≧99%	179.76	178.05	-0.95%
钆铁	≧99%Gd75%±2%	175.05	172.37	-1.53%
氧化铽	≧99.9%	5773.57	5927.63	2.67%
金属铽	≧99%	7175.00	7405.00	3.21%
氧化镝	≧99%	1771.19	1773.95	0.16%
镝铁	≧99%Dy80%	1736.43	1747.63	0.65%
氧化钬	≧99.5%	524.57	520.37	-0.80%
钬铁	≧99%Ho80%	535.19	529.11	-1.14%
氧化铒	≧99%	311.00	307.47	-1.14%
氧化镱	≧99.99%	101.00	101.00	0.00%
氧化镥	≧99.9%	5350.00	5350.00	0.00%
氧化钇	≧99.999%	42.00	42.00	0.00%
氧化镨钕	≧99%$Nd_2O_3$75%	422.24	426.53	1.02%
镨钕金属	≧99%Nd75%	522.43	526.42	0.76%

（来源：中国稀土行业协会）

稀土储氢合金产业现状及发展趋势

一、稀土储氢合金简介

1.储氢合金类型

储氢合金类型可以大体分为五类：镁系储氢合金、钙系储氢合金、稀土系储氢合金、锆系储氢合金、钛系储氢合金。其中镁系储氢合金是近期的热门材料，上海交大和重庆大学围绕镁系储氢合金开展了众多研究，主流媒体也有很多追踪报道。而稀土系储氢合金的产业链较为完整，使用条件也相对温和，已有许多具体应用。稀土系储氢合金主要包括 AB_5 型（无镨钕、低钴化）和 A_2B_7 型（La-Mg-Ni、La-Y-Ni）。

2.稀土储氢合金主要应用

稀土储氢合金主要应用分为：电极材料、贮氢材料、蓄热材料、氢分离材料、催化材料、储能材料等，其中关注度最高的应用是电极材料（镍氢电池的负极材料）和贮氢材料（固态储氢）。

表 2 稀土储氢合金主要应用

名称	主要应用及原理
电极材料	金属氢化物（MH）电极，氢气的电化学吸收 / 释放介质，MH/Ni 电池，MH/Air 电池
贮氢材料	氢气直接贮存和运输介质，储氢罐，燃料电池供氢装置
蓄热材料	金属氢化物反应热效应，余热储存，热能传输，热泵（空调）
氢分离材料	对氢或氢的同位素选择性吸收
催化材料	为有氢参与的反应提供高活性的氢源
储能材料	电能、风能等的调节

稀土储氢合金作为电极材料主要应用在金属氢化物（MH）电极，氢作为电

化学吸收 / 释放介质，金属贮氢作为氢气直接贮存和运输介质，还可用在储氢罐、燃料电池供氢装置等方面。稀土储氢合金还可作为蓄热材料应用于热能传输，热泵（空调）等领域，作为催化材料为有氢参与的反应提供高活性的氢源，作为储能材料应用于电能、风能等的调节（见表 2）。

电极材料：稀土储氢合金较为成熟的商业应用是镍氢电池领域，主要使用 $LaNi_5$ 型储氢合金（AB_5 型）和 La-Mg-Ni 系储氢合金（A_2B_7 型）。我国的研发重点聚焦于 AB_5 型，A_2B_7 型（包括 $AB_{3\text{-}3.5}$ 型）则受限于日本的结构专利，大部分由日本生产（见表 3）。

表 3 国内外固态储氢技术研究机构合

研究内容（国内）	成果应用	研究机构
稀土储氢材料及其应用技术	1.5 ~ 3.5 吨燃料电池叉车和单 B 装备（稀土改性型吸 2.0 wt%，放 1.8 wt%）	中国科学院江西稀土研究院
稀土合金储氢、供热锂电及控制系统集成	2022 年北京冬奥会稀土合金储氢火炬（BCC 型，有效放氢 2.8 wt%）	中国科学院过程工程研究所 中国科学院江西稀土研究院
$LaNi_5$ 储氢合金	燃料电池用自行车用固态储氢 (1.4 wt%)	钢铁研究总院
TiFe 系大型固态储氢技术	与 60 kW 燃料电池实现联机运行（装置 1.46 wt%, 53 kg/m^3）	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
稀土储氢材料制备与应用	车载储氢合金应用（~ 1.7 wt%）	北京有色金属研究总院
含 RE、Mg 等元素的储氢合金	质子膜（PEM）燃料电池 (1.3 ~ 1.5 wt%)	加拿大赫拉氢储存系统公司
超晶格稀土储氢材料	气固储氢和镍氢电池（可逆储氢 1.8 wt%，有效 ~ 1.6 wt%）	日本大阪国立研究所
多相稀土储氢合金	燃料电池、金属氢化物电池（1.3 ~ 1.6 wt%）	德国巴斯夫集团
合金储氢材料与固态储氢装备	在燃料电池潜艇中进行应用，并实现出口（~ 1.7 wt%）	德国霍瓦茨集团
固态储氢及应用	兆瓦级电解槽及燃料电池示范应用（260 kg H_2）	英国 GKN 公司

贮氢材料及固态储氢：氢能是国家战略发展方向，已列入十四五战略规划和 2035 远景目标纲要。预期到 2060 年，可再生氢产量将达 1 亿吨，对二氧化碳减排贡献约 15%。储氢是制约氢能发展的关键，氢能的快速发展也带动了固态

储氢技术的研究。最早固态储氢技术应用于军工领域，现今也慢慢延伸到民用领域。稀土储氢材料由于其体积储氢密度大、无需高压条件、安全性好等因素，被认为是最有前景的储氢技术之一（见表4）。

表4 国内外固态储氢技术研究机构合

类型	AB_5		$AB_{3-3.5}$		
合金	$LaNi_5$	$MmNi_5$	$LaNi_3$	$CaNi_3$	$La_{0.7}Mg_{0.3}Ni_{2.8}Co_{0.5}$
氢化物	$LaNi_5H_6$	$MmNi_5H_{6.3}$	$LaNi_3H_{4.5}$	$CaNi_3H_{4.4}$	$La_{0.7}Mg_{0.3}Ni_{2.8}Co_{0.5}H_{4.73}$
吸氢量/wt.%	1.4	1.4	1.4	2.0	1.6
放氢压（温度）/MPa（℃）	0.4（50）	3.4（80）	无平台	0.04（20）	0.06（60）
氢化物生成热/kJ·$mol^{-1}H_2$	−30.1	−26.4	/	−35.0	/
电化学容量 mAh/g	300～350	300～350	340～380	/	340～380

相较于气态储氢（能量密度低、安全性差）和液化储氢（能耗高、对储罐绝热性能要求高），固态储氢的优势主要体现在其体积储氢量高，无需高压及隔热容器，安全性好，无爆炸危险，并且可以得到高纯氢，提高氢的附加值。国内已经开展课题研究，以期将质量储氢比提高至 1.75 wt%，进一步提高固态储氢的商业价值。但我国在稀土储氢容量方面仍需进一步提升，固态储氢装置及应用与国外还有一定差距。

3.对稀土资源合理利用的意义

在储氢合金中使用低价镧铈等稀土替代混合稀土，实现了成本的大幅度降低，合理利用稀土资源的同时，促进了稀土行业的平衡利用和可持续发展。

二、储氢合金产业现状

1.国内外主要生产单位

国内外主要生产稀土储氢合金的国家有中国和日本。中国贮氢合金企业较

多，主要包括以北方稀土为核心的产业圈、厦门钨业、江西钨业等企业，总产能约在2.5万吨以上，实际用量小于1万吨，总体产能过剩。日本贮氢合金企业只剩3家，主要围绕先进型稀土系储氢合金，包括A_2B_7材料的开发、生产、制造，产能均在3000吨以上，总产量约1.5万吨，产能利用率较高。

2.稀土储氢产品应用情况

储氢合金的品种细分为常规型、高容量型、功率（动力）型、低温型、高温型、低自放电型、低成本型等以满足不同镍氢电池产品的需求。

其中，小型镍氢电池产品可以广泛应用于民生方面，目前主要应用在家用电器、无绳电话、个人护理、医疗设备、电动工具、玩具等领域。

镍氢动力电池也可用于混合动力汽车（HEV）领域。混合动力汽车按混合度分可以分为不同类型，镍氢电池在轻混、中混、强混领域中有一定的应用市场。但在插电式混合、纯电领域，镍氢电池受限于能量密度，此类型车辆以锂电作为动力首选。在混合动力部分，镍氢电池能量密度低的缺点得以弱化，安全性、稳定性的优势将得以放大，可以预见在未来较长一段时间丰田系的混合动力车辆仍会采用镍氢与锂电共存的技术路线。

3.稀土储氢产销量情况

2011年以来，我国稀土储氢合金材料的年销量基本保持在9000吨，丰田镍氢混合动力汽车市场的快速发展带动了近几年合金粉市场的增长，民用市场受锂电冲击，产销量有一定下滑。未来几年，储氢合金材料产销量应保持平稳。

三、 储氢合金发展趋势及市场分析

储氢合金市场的四大支柱领域（主要增长方向）包括镍氢混合动力汽车市场、车载备用电源市场、轨道交通领域应用、固态储氢领域相关应用。

1.镍氢混合动力汽车市场

2022 年我国乘用车销量达 2686.4 万辆，其中新能源车销量达 688.7 万辆，同比增长 93.4%，市占率达 25.6%，新能源汽车正在加速成为市场主流。

通过使用镍氢电池的丰田 HEV 车型销量可以看出，至 2020 年，中国市场 HEV 累计销量已突破 100 万辆且增速较快，混合动力汽车的市场潜力巨大（见图 12）。

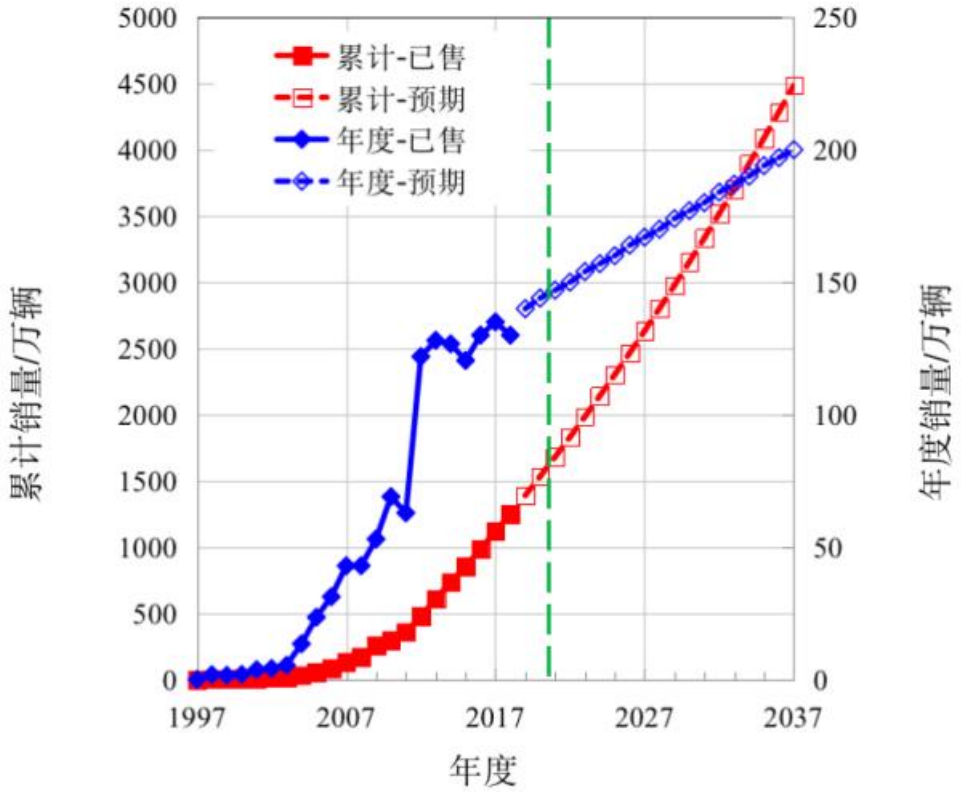


图 12 镍氢电池的丰田 HEV 年度销量

根据丰田的计划，在下一代混合动力汽车中，锂电和镍氢电池都会进行应用。本田的技术路线为锂电 HEV。在 HEV 领域锂电与镍氢电池也形成竞争，需要进一步降低合金成本以降低镍氢电池生产成本，提高竞争优势（见图 13）。

图 13 丰田下一代 HEV 技术路线图

技术路线图中可见，第一步主要目的为去除储氢合金中的贵金属元素，包括镨、钕。第二阶段主要研究如何去除储氢合金中的钴（目前约占 2%-10%）和减少镍（目前约占 60%）元素使用，选用相对廉价的金属替代这部分昂贵金属。

2.车载备用电源市场

（1） 车载终端产品（T-Box、车载 OBD、Tracker 等）产业

T-Box 作为新能源车上 100%需要配装的系统，需要安全性高的电力支持。镍氢电池在安全性上优于锂电，是 T-Box 电池的最佳选择。

2021 年中国乘用车 T-Box 前装装配量为 1294 万辆 ，同比增长 31%，装配率达 60%。镍氢电池是 T-Box 的最佳选择。预计到 2025 年 T-Box 将实现超 2000 万辆/年的装配量，配套镍氢电池超 4000 万只/年。

（2）轨道交通电源产品

目前轨道交通领域应用最为广泛的是铅酸蓄电池和镍镉蓄电池，这两类电池存在能量密度低、维护成本高、对环境危害大、安全性差等问题（见图 14）。

图 14 轨道交通电源产品及应用

镍氢电池相较于锂电，对温度的适应性更好，可以在-40℃-60℃下工作，且具备高安全性，是未来轨道交通电源市场的最佳选择。

稀土系贮氢合金吸氢量低，但具有良好的动力学性能，且产业成熟，非常适用于对安全性、环保性要求高，对质量储氢密度要求不高的风光电储能等固定式储氢以及特种车船等应用中。通过工艺和成分优化，AB_5 型储氢合金吸氢量可达到 1.6 wt%以上。

四、未来展望

我国稀土系储氢合金产业发展过程中遇到瓶颈，主要存在以下问题：

1.研发力量不足

国家对稀土系功能材料的研发支持基本倾向于稀土磁性材料及稀土发光材料等。在缺乏经费情况下，稀土储氢研发团队大多选择改变研究方向。

2.性能需要改进

稀土储氢材料重量储氢率较低，在固态储氢领域优势小，需要进一步提高

吸氢质量比。

3.新材料产业化进程缓慢

La-Mg-Ni 系等储氢合金生产工艺复杂，保证合金结构均一稳定是产业化的难点。国内产能过剩，企业经营困难，对于新材料产业化积极性不高。

4.成本需要降低

在风光电储能及储能用镍氢电池应用中，稀土储氢合金成本过高是最大的瓶颈，需要进一步优化原料组成，减少镍钴含量及昂贵稀土元素含量。

在镍氢电池领域，车载动力电池和备用电源仍是两大主要应用领域。车载动力电池方面，丰田混合动力汽车销量快速上升，全球 HEV 市场广阔，预计会给镍氢电池市场带来巨大增量。车载用备用电源(E-call、T-box)、轨道交通备用电源及储能型备用电源市场潜力大，镍氢电池在宽温放电领域具有长足的优势，未来前景可期。

在固态储氢领域，风光电等可再生能源的发展，迫切需要开发储能系统以保证其供能稳定，氢储能方式可满足系统对安全、环保的较高要求，其中稀土系储氢材料在该领域具有应用优势。

（来源：稀土信息）

腐殖酸强化风化壳淋积型稀土矿浸取渗透过程的研究

风化壳淋积型稀土矿中富含中重稀土，是我国十分重要的矿产资源，在国际市场上也具有很强的竞争力。但在稀土原地浸出过程中存在浸取剂渗透速度慢的问题，导致稀土的回收率降低，因此迫切需要提高浸取剂溶液在矿体中的浸取渗透能力。本文选用腐殖酸为助浸剂，研究腐殖酸复配硫酸铵对风化壳淋积型稀土矿浸取渗透过程的影响，并通过黏土表面吸附水层厚度和黏附功的分析探究腐殖酸复配硫酸铵浸取稀土矿时的协同增效机制。结果表明，腐殖酸复配硫酸铵的最佳浸取条件为腐殖酸复配浓度 0.2 g/L，pH=6.5，装矿高度为 20 cm，此时浸取剂的渗透速度为 5.02×10^{-3} cm·min^{-1}。加入腐殖酸后，黏土矿物表面的吸附水层厚度减小，当腐殖酸浓度为 0.2 g/L，吸附水层厚度到达最小值，而吸附水层厚度越小，水化作用越弱，渗透液更易渗透进入颗粒内部。复配溶液的黏附功及黏附功降低因子均随腐殖酸浓度的增大而减小，当腐殖酸浓度为 0.2 g/L 时达到最小值，黏附功及黏附功降低因子越小，渗透系数越大，对稀土的浸出越有利。

（来源：中国稀土学报）

有机物对稀土浸出液中稀土和铝的物种分布影响

离子型稀土矿镁盐体系无铵浸取工艺已在许多矿山实现工业化，为进一步提高稀土浸取率以及稀土-铝分离效率，各类有机助剂被应用添加到浸取和除铝等环节。本文计算并分析了硫酸镁、有机物的引入对溶液中稀土和铝物种分布的影响，以分析有机助剂在离子型稀土矿提取过程的作用机理。研究发现，溶液体系中 La^{3+}与 Al^{3+}的相互作用更多的体现在对阴离子（SO_4^{2-}、OH^-、有机酸根）的竞争络合，而有机酸根离子和稀土、铝的络合，增大了稀土、铝离子与氢氧根结合

的难度，会使 $La(OH)_{3(am)}$ 的开始沉淀 pH 升高 0.1-1.2、$Al(OH)_{3(am)}$ 的开始沉淀 pH 升高 0.4-1.5；同时，有些有机物还可形成缓冲体系，起到稳定浸取过程 pH 的作用。因此，在离子型稀土矿浸取过程中，基于溶液中各阴阳离子络合能力的差异和缓冲体系的形成，有效筛选有机物，有望实现稀土与铝的强化选择浸取；同时，有机物的添加延后了稀土的开始沉淀 pH，也可减少中和除铝过程中的稀土共沉淀损失。本文的研究为离子型稀土矿的稀土强化浸取、抑铝浸取与浸出液选择性中和除杂提供理论指导。

（来源：中国稀土学报）

Gd_2O_3-Sc_2O_3-CeO_2 复合掺杂 ZrO_2 陶瓷材料组织结构与力学性能

氧化钇稳定氧化锆陶瓷是广泛应用的热障涂层陶瓷材料，但在 1200℃以上长期服役存在相稳定性差、烧结加剧和力学性能下降等弊端。基于此，本研究提出采用高温固相反应法制备 Gd_2O_3-Sc_2O_3-CeO_2-ZrO_2 (GdCSSZ)热障涂层陶瓷材料。通过 X 射线衍射仪 (XRD)、场发射扫描电镜(SEM)和维氏硬度等表征手段，探究 Gd_2O_3 掺杂含量对微观组织结构演变行为以及维氏硬度、断裂韧性和弹性模量等力学性能的影响规律。结果表明，1500℃×6h 烧结 Gd_2O_3-Sc_2O_3-CeO_2-ZrO_2 陶瓷材料的主晶相为 t 相，特别当 Gd^{3+}掺杂含量大于 0.5%（摩尔分数）时，有立方相生成；此外，Gd^{3+}掺杂含量增加可有效抑制 ZrO_2 晶粒的生长，维氏硬度、弹性模量均略增加，断裂韧性略下降。

（来源：稀土）

文章摘要

液固扩散偶中 Sm_2Fe_{17} 层内 Sm、Fe 原子的扩散机制

Sm_2Fe_{17} 合金是 $Sm_2Fe_{17}Nx$ 稀土永磁体的前驱体材料，而 Sm_2Fe_{17} 合金生成及生长机制尚不明确。因此，本研究基于建立合理的高温 Sm-Fe 液固扩散偶，研究 1100℃-1210℃范围内 Sm_2Fe_{17} 合金层的生成及生长规律和机制。研究结果表明，当铁、钐两相接触后，Fe 基体中的 Fe 原子首先会迅速溶入 Sm 熔体；然后当熔体中 Fe 原子浓度达到一定值(接近于饱和)时，两相界面处会形成 Sm_2Fe_{17} 合金层；最后 Sm_2Fe_{17} 合金层的厚度会随时间的增长而增厚。通过相关数据处理发现 Fe 原子在 Sm_2Fe_{17} 合金层中的扩散系数与合金层长大系数的平方接近，说明 Fe 原子在合金层中扩散速度远高于 Sm 原子，明确了 Sm_2Fe_{17} 合金层生长在熔体侧，证明 Fe 原子在合金层中扩散速率是限制 Sm_2Fe_{17} 层生长的速率控制环节。

（来源：稀土）

期刊目录

中国稀土学报（2024 No.5）

综合评述

Eu(Ⅲ)配体聚合物荧光微球研究进展

析出型纳米颗粒 SOFC 稀土钙钛矿阳极催化材料研究进展

高电阻率 NdFeB 永磁材料的研究进展与展望

HDDR 各向异性 NdFeB 磁粉的工艺、应用与产业化

含钕稀土镁合金的应用与展望

钕铁硼废料资源化回收利用研究进展及双碳建议

矿物型稀土捕收剂及其机制研究进展

稀土发光

日光激发蓝色长余辉材料 $Ca_{12}Al_{14}O_{33}:Eu^{2+}$, Nd^{3+}的制备与性能研究

$NaBiNb_2O_7$ 基光致变色材料的可逆荧光调控和温度传感特性

$(Y, Gd, Zr)_2O_{3+\delta}$:Eu 粉体和透明陶瓷的制备及其荧光性能研究

La^{3+}对双配体温敏漆荧光性质的影响

稀土催化

鳞片状分层结构 $Ni(OH)_2/CeO_2$ 制备及光催化 CO_2 还原性能

Pr-TiO_2 对煤与生物质掺烧 NO_x 排放的影响

磁学和磁性材料

低磁场下 $LaFe_{10.7}Co_{0.9}Si_{1.4}$ 合金磁相变行为的标度理论临界参数研究

稀土化学与湿法冶金

羟基氧化铁分离法回收钕铁硼废料的实验研究

稀土金属学与火法冶金

钆改性镁合金在溶液中的应力腐蚀行为研究

镧微合金化对 Cu-2.2Ni-0.6Si 合金连续挤压-冷轧-时效板带组织和性能的影响

镧对铸态 Cu-2.35Ni-0.59Si 合金微观组织与性能及热加工性能的影响

微合金含量 Mg-Sn-Y 合金的热变形行为及本构模型

稀土应用

球磨制备高烧结活性 Y_2O_3 粉体及其在 YAP 陶瓷中的应用

高浓度镧对秀丽隐杆线虫的代谢调控研究

（来源：中国稀土学报）

稀土化合物与应用（2024 No.5）

进展与评述

稀土上转换光催化剂的研究进展

低维稀土纳米材料的制备及催化应用研究进展

研究与开发

稀土掺杂硅基气凝胶及其复合材料的制备与性能研究

聚合硅酸镧絮凝剂的制备及其在高浊水中的深度除磷应用

稀土顺丁橡胶在电动自行车胎面胶低滚阻配方中的应用研究

（来源：稀土化合物与应用）

一种从稀土熔盐废渣中回收稀土的装置

发明名称：一种从稀土熔盐废渣中回收稀土的装置

公开（公告）日期：2024-10-22

公开（公告）号：CN115852175B

发明人：刘名清，王雄元，刘冀繁，康军，袁茂泉

摘要：本发明公开了一种从稀土熔盐废渣中回收稀土的装置，涉及到稀土熔盐电解技术领域，包括反应釜，所述反应釜内腔底部固定设置有滤板，所述反应釜顶部以及反应釜内腔顶部共同设置有驱动机构，所述驱动机构底部传动连接有阻隔过滤机构，所述反应釜内腔底部设置有封闭机构，所述驱动机构与封闭机构上共同设置有加压触发机构；所述驱动机构包括驱动电机、双向丝杆、螺纹套管、定位板、定位杆、转动座和第一弹簧；所述驱动电机固定设置于反应釜顶部。本发明无需对物料进行频繁转移操作，在同一设备内即可完成焙烧物到滤渣的处理，节约处理时间，提高稀土回收效率的同时，有效减低稀土回收成本，适用于稀土熔盐废渣的工业化回收处理。

（来源：专利公布公告）

一种混合稀土精矿的盐酸处理工艺

发明名称：一种混合稀土精矿的盐酸处理工艺

公开（公告）日期：2024-10-29

公开（公告）号：CN117626012B

发明人：黄伟军，侯少春，张波，刘程宏，刘亚静，王晶晶，雅尔，赵拓，笪宗扬，高凯，张学婕，布仁巴

专利简介

摘要：本发明提出了一种混合稀土精矿的盐酸处理工艺，属于稀土冶金技术领域。本发明将混合稀土精矿与含钙化合物混合焙烧、研磨得到细磨矿物，将所述细磨矿物用稀盐酸浸出得到磷酸和氟化氢，取浸出后的滤渣再用盐酸浸出，得到氯化稀土。本发明采用高温钙化焙烧-焙烧矿细磨解离-稀盐酸浸磷-盐酸浸稀土四步工艺，可以获得磷酸、氯化稀土以及高纯度的氢氟酸。此外，本发明与现有工艺对比工艺流程较短，省去了硫酸浸矿与盐酸转型，显著减少了“三废量”。并且，本发明制备得到的氟化氢气体未有其它杂质元素，得到的氯化稀土杂质较少，后续处理较为方便，相对原有硫酸焙烧工艺气体与液体成分杂质少，易处理。

（来源：知嘟嘟）

2024年10月新增公开/公告专利（部分）

一种针对风化壳淋积型稀土尾矿中离子交换态铵的高效复合洗脱剂及其制备方法

一种萃取剂及分离钇与其他重稀土元素的方法

包覆型稀土发光粉体及其制备方法

一种低成本高性能多主相稀土永磁材料及其制备方法

一种高性能稀土基辐射制冷涂料及其制备方法

一种高表面质量稀土镁合金棒材及其制备方法

一种从稀土金属渣中回收稀土金属的回收设备

一种稀土熔盐电解渣中氟的资源化利用方法

一种利用稀土冶炼高盐废水生产工业氯化钙的方法

一种解决稀土混酸回收过程中硫磺堵塞的装置及其方法

一种离子型稀土矿浸冶淋一体化绿色低碳开采方法

一种基于深冷处理的激光粉末床熔融镁稀土合金高强韧制备方法

（来源：知嘟嘟）