

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2024年 第12期 总第134期

本期要闻

- ◎ 2024 中国矿业十大新闻发布
- ◎ “震荡”的稀土：供给约束成效初显 2025 有望开启稀土磁材成长大年
- ◎ 中国稀土贸易格局与全球竞争力提升策略研究
- ◎ 自然资源部关于印发非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定办法及技术指南的通知

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

◆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 1-23

- ◎ 2024 中国矿业十大新闻发布
- ◎ “震荡”的稀土：供给约束成效初显 2025 有望开启稀土磁材成长大年
- ◎ 中国稀土贸易格局与全球竞争力提升策略研究
- ◎ 巴西卡拉道稀土矿钻探见高品位矿体
- ◎ 英国政府将在 2025 年发布新的关键矿产策略
- ◎ 挪威被迫暂停深海采矿计划 首相承诺后续将继续推进

◇ 科技前沿 24-31

- ◎ 上海科技大学：通过原子尺度氧化铈模型催化研究揭示 CO 加氢中的铈活性位特征
- ◎ 广西大学：在 ns^2 电子金属离子掺杂稀土双钙钛矿的发光方面获得进展
- ◎ 中科院广州地化所：机器学习揭秘埃达克质岩浆与斑岩铜矿床的科学联系
- ◎ 南华大学从稀土矿物“独居石”中成功提取“肿瘤克星”高纯医用核素

◇ 政策法规 32-37

- ◎ 自然资源部关于印发非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定办法及技术指南的通知

◇ 市场行情 38-41

- ◎ 2024 年 12 月稀土价格走势

◇ 稀土知识 42-43

- ◎ 稀土在喷涂中的应用

◇ 文章摘要 44-46

- ◎ NiPt/CeO₂ 催化剂的制备及其催化水合肼分解制氢性能研究
- ◎ 冷变形与时效对 Cu-15Cr-Ce 原位复合材料组织和性能的影响
- ◎ AB₄ 型 La_{0.4}Y_{0.6}Ni₄ 单相超晶格合金的制备及其储氢性能

◎ 风化壳淋积型稀土矿区滑坡预测方法及适用性探讨

◇ 期刊目录 47-48

◎ 中国稀土学报 (2024 No.6)

◎ 稀土化合物与应用 (2024 No.6)

◇ 专利简介 49-50

◎ 稀土金属在线检测系统及其检测方法

◎ 一种高铁含量稀土矿石中综合回收稀土和铁的方法

◇ 专利目录 51-51

◎ 2024 年 12 月新增公开/公告专利 (部分)

2024 中国矿业十大新闻发布

12月30日，中国矿业联合会在北京召开新闻发布会，发布了2024中国矿业十大新闻。中国矿业联合会会长程利伟，中国矿业联合会秘书长车长波出席新闻发布会。

中国矿业联合会根据广大新闻工作者的宣传报道成果，梳理出2024中国矿业十大新闻素材，经中国矿业联合会，及中国矿业联合会副会长单位、常务理事单位、理事单位和相关行业协会、各省矿业联合会（协会）等单位代表投票，评选出了2024中国矿业十大新闻。

2024 中国矿业十大新闻分别是：

1. 习近平致信祝贺“梦想”号大洋钻探船建成入列。

11月17日，“梦想”号入列活动在广州举行，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平发去贺信表示热烈祝贺。

习近平在贺信中指出，“梦想”号海试成功并正式入列，标志着我国在深海进入、深海探测、深海开发上迈出了重要一步，是建设海洋强国、科技强国取得的又一重大成果。你们发挥新型举国体制优势，发扬开拓创新、团结协作、攻坚克难、勇攀高峰的精神，攻克了多项世界级技术难题，充分展现了新时代中国科技人员的自信自强和使命担当。

2. 新修订的《中华人民共和国矿产资源法》自2025年7月1日起施行。

11月8日，十四届全国人大常委会第十二次会议表决通过了新修订的矿产资源法。新修订的矿产资源法自2025年7月1日起施行，内容包括：总则、矿业权、矿产资源勘查开采、矿区生态修复、矿产资源储备和应急、监督管理、法律责任和附则，共八章八十条。

3.七部门联合发文进一步加强绿色矿山建设。

4月15日，自然资源部、生态环境部、财政部等七部门联合印发《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》，明确全面推进绿色矿山建设、强化绿色矿山名录动态管理，将进一步强化绿色矿山建设工作的监督考核。

4.2024（第二十六届）中国国际矿业大会在天津召开。

10月15日—18日，2024（第二十六届）中国国际矿业大会在天津开幕。本届大会以“共促矿业合作 共创美好未来”为主题，凝聚全球矿业合作共识，共促世界矿业繁荣发展。全国人大常委会副委员长王东明出席大会开幕式并致辞。来自全球40多个国家、地区和组织的近万人参会，近400家国内外机构和企业参展。

5.全国新一轮找矿突破战略行动成果丰硕。

今年以来，自然资源部紧紧围绕新一轮找矿突破战略行动“十四五”方案，增加政策供给，增加区块投放，加大资金投入，加强科技支撑，优化项目部署，拓展区块源头。1-9月份，全国共出让探矿权984个，其中，战略性矿产探矿权570个，同比增长218.4%。

内蒙古8个矿种超额完成国家下达的“十四五”期间任务，新增金矿约140吨。甘肃省新发现矿产地121处，金、煤炭等矿产资源量较大幅度增加。贵州省探获磷矿资源量6.5亿吨。山东省新增金矿资源量581吨。湖北省新发现矿产地34处，鄂西北两竹地区铌钽-稀土矿等战略性矿产取得重大突破。

6.《中华人民共和国能源法》自2025年1月1日起施行。

11月8日，十四届全国人大常委会第十二次会议表决通过《中华人民共和国能源法》。这部法律共九章八十条，自2025年1月1日起施行。

7.我国在南海探获全球首个超深水超浅层大型气田。

8月7日，中国海油对外宣布，在海南省东南海域发现的陵水36-1气田新增探明储量顺利通过国家有关部门评审备案，探明天然气地质储量超1000亿立方米，为全球首个超深水超浅层大型气田。

8.商务部禁止镓、锗、锑、超硬材料等对美出口。

12月3日，商务部发布公告，根据《中华人民共和国出口管制法》等法律法规有关规定，为维护国家安全和利益、履行防扩散等国际义务，决定加强相关两用物项对美国出口管制。一是禁止两用物项对美国军事用户或军事用途出口。二是原则上不予许可镓、锗、锑、超硬材料相关两用物项对美国出口；对石墨两用物项对美国出口，实施更严格的最终用户和最终用途审查。

9.紫金矿业海外收购超过10亿美元。

10月9日，紫金矿业发布公告，公司出资10亿美元，收购纽蒙特持有的加纳阿基姆(Akyem)金矿项目100%权益。11月7日，紫金矿业发布公告，收购泛美白银旗下秘鲁拉阿雷纳(La Arena)铜金矿项目100%权益，此次收购对价包括交割时一次性支付的2.45亿美元。加纳阿基姆金矿是加纳最大金矿之一；秘鲁拉阿雷纳项目位于世界著名的成矿带上，铜、金资源量较大，均有着较好的找矿增储潜力和预期经济效益。

10.首批专门针对正在生产矿山生态修复的国家标准出台。

5月15日，自然资源部出台了《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》《石油天然气项目土地复垦与生态修复技术规范》《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》等4项国家标准，这是我国首批专门针对正在生产矿山生态修复的国家标准，对生产矿山“边开采、边修复”提出要求，填补了该领域空白。4项国家标准于今年8月1日起正式施行。

(来源：中国有色金属报)

“震荡”的稀土：供给约束成效初显 2025 有望开启 稀土磁材成长大年

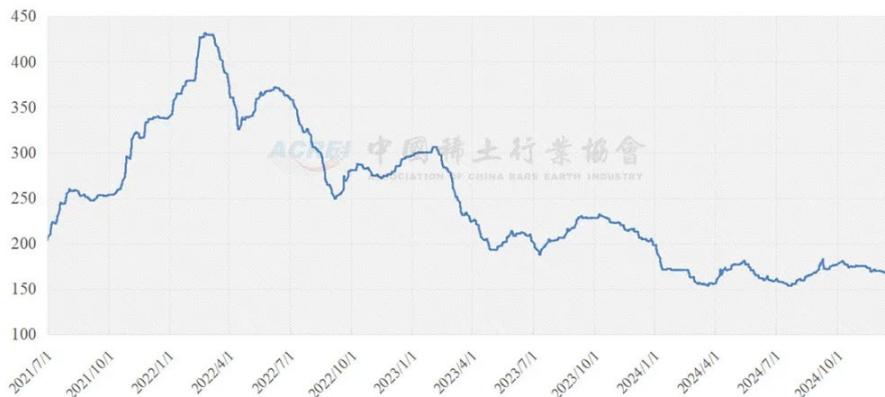
2024 年是稀土行业持续调整的第三个年头。从政策端看，2024 年对稀土行业而言却是个“大年”。作为战略小金属，受地缘政治、供需关系影响，今年以来稀土价格的走势波动频率加大。在此背景下，稀土企业的业绩进一步下滑。与此同时，2024 年稀土指标的增速在放缓，但产业整合的步伐仍在加速。

今年 1 月，广晟有色实控人将由广东省国资委变更为中国稀土集团，国内稀土行业“一南一北”格局加速演进；10 月，北方稀土绿色冶炼升级改造项目一期工程建成投产，标志着全球最大的稀土原料生产基地正式投入运行，这些激荡的故事，注定将在中国稀土产业发展史上留下浓重的一笔。

“震荡”中的稀土行业后市走势如何？

中国稀土行业协会发布的数据显示，截至 12 月 27 日，稀土价格指数为 163.5 点，较年内 1 月 2 日最高点 198 点跌去 17.42%。现货市场方面，12 月 27 日氧化镨钕市场均价为 39.8 万元/吨，较年初（1 月 2 日）44.3 万元/吨的价格下降 10.16%；镨价则已至今年新低 160 万元/吨。

稀土价格指数走势图



谈及稀土行情，中国稀土在 2024 年第三季度业绩说明会上指出，2024 年，

受市场环境、行业供需周期等因素影响，主要稀土产品价格在第一季度呈快速下行走势，第二、三季度在相对低位呈波动变化。进入第四季度，部分稀土产品价格有所回暖。

另据“SMM 稀土”公众号 12 月 26 日发布称，随着缅甸水果已经运往国内，预计缅甸矿进口也将于月底或者下月月初进入国内，进而带来供应的增加。

亏损下，稀土产业整合的步伐加速

从业绩来看，2024 年前三季度，几大稀土巨头中仅厦门钨业的净利润实现了正向增长，但公司营收却出现了两位数的下滑。

稀土业务板块，前三季度厦门钨业稀土业务营收 32.03 亿元，同比下降 18.25%，主要是由于原材料价格下降，以及原稀土冶炼分离业务本期不再纳入合并报表范围的影响；利润总额为 1.8 亿元，同比增长 61.92%。

同期，北方稀土和盛和资源营利双降，前者净利下跌七成，后者净利下跌四成，主要原因是稀土产品销售价格同比下降导致毛利减少；中国稀土、广晟有色、包钢股份分别净亏损 2.03 亿元、2.76 亿元、5.16 亿元，其营收降幅分别为 45.03%、43.85%和 6.94%。可见，前三季度稀土巨头亏损的比例达 50%。

记者注意到，2024 年北方稀土生产经营主要目标是实现营收 430 亿元以上、利润总额 43 亿元以上。财报显示，公司前三季度的营收、利润总额分别为 215.6 亿元、10.04 亿元。据此计算，前三季度公司营收、利润总额分别仅完成全年目标的 50.24%和 23.35%。

另一方面，今年北方稀土稀土产品产销量再创新高。公告显示，前三季度公司稀土冶炼分离产品产量同比增长 12.95%，稀土金属产品产量同比增长 39.46%，稀土功能材料产品产量同比增长 21.35%。

出现亏损的三家企业中，包钢股份独占白云鄂博矿的稀土精矿资源，并销售给唯一客户北方稀土。今年前三季度公司净亏损 5.16 亿元，其中第三季度净

利润亏损 6.25 亿元。要知道，上半年公司还是盈利 1.08 亿元。

对此，包钢股份解释称，今年以来钢铁行业强供给、弱需求、低价格、高成本态势明显，三季度钢材市场价格下行，钢价跌幅高于原材料价格跌幅，盈利水平下降。

除了钢铁业务不振外，稀土价格下跌对包钢股份的业绩冲击也不小。2023 年，公司预计稀土精矿销售金额 132.8 亿元，最终实际发生金额 91.09 亿元。2024 年，包钢股份预计稀土精矿销售金额 106.1 亿元，但据公告，今年前三季度公司稀土精矿收入仅 54.02 亿元。

无独有偶，受稀土产品价格下跌的影响，中国稀土集团旗下的中国稀土、广晟有色两家上市企业因前三季度计提减值准备增加也陷入亏损。2024 年 1 月，广晟有色公告，中国稀土集团将无偿受让广东省稀土产业集团持有公司 38.45% 的股份；划转完成后，其实控人将由广东省国资委变更为中国稀土集团。

至此，国内“一南一北，南重北轻”的稀土产业格局基本形成。另外，中国稀土集团和福建稀土集团的合作也已在推进中。业内普遍认为，厦门钨业被纳入中国稀土集团或已提上日程。

供给端约束成效初显

众所周知，国内的稀土生产和分离受到指标管控调节。因此，工信部和自然资源部每年下发的稀土开采、冶炼分离总量控制指标备受市场关注。相较于 2023 年，2024 年稀土指标的批次回归正常，但由于缺少第三批稀土指标的加持，今年全年的稀土指标增幅收窄。

总体来看，2024 年前两批合计稀土开采、冶炼分离总量控制指标分别为 27 万吨、25.4 万吨，同比分别增长 4.16% 和 5.88%。对比来看，2023 年全年稀土开采、冶炼分离总量控制指标的增幅分别为 21.4% 和 20.7%。

从稀土开采总量指标的分类来看，2024年离子型开采总量指标为1.915万吨，与往年保持一致；岩矿型开采总量指标为25.085万吨，同比增长6.36%。2020年至2023年，轻稀土开采指标同比增速分别为7.09%、23.17%、28.22%和23.6%。不难发现，这是2020年以来，轻稀土开采指标增速首次跌破7%。

银河证券8月25日在研报中称，假设年内不发放第三批稀土指标，今年国内稀土矿供给增速为6%。据其预测，2024年全球稀土供应增速为5%，而全球氧化镨钕需求增速为9%，高于稀土供给增速，因此稀土供需格局有望改善，稀土价格有望迎来底部回升。

除稀土指标增速放缓外，稀土行业供给侧的集中度也在不断提升。今年6月29日，国务院正式公布《稀土管理条例》，自2024年10月1日起施行。中国稀土产业迎来首部专门的立法规范。

《条例》共32条，涵盖了稀土资源保护、管理体制、产业发展、全产业链监管等多个方面。条例明确规定稀土资源属于国家所有，任何组织和个人不得侵占或破坏稀土资源，国家将对稀土资源实行保护性开采。同时，《条例》要求对稀土开采和冶炼分离实行总量调控，并优化动态管理。

11月12日，中国稀土发布的投资者调研纪要显示，伴随着《稀土管理条例》的正式实施以及供需格局的改善，主要稀土产品价格有望回归至相对合理区间。

国泰君安证券有色金属行业首席分析师于嘉懿认为，随着国内稀土指标从强供给释放周期转换到供给约束格局，叠加海外规划增量多但实际放量缓慢，供给端约束成效初显。“新能源车、风电需求延续增长，工业电机的设备更新需求有效抬升2025-2026年需求曲线，或接力新能源成为稀土的重要需求增长来源；再叠加机器人的应用场景扩张，2025年或再度开启稀土磁材成长大年。”

（来源：财联社）

中国稀土贸易格局与全球竞争力提升策略研究

摘要

稀土是支撑低碳能源、航空航天与国防军工技术的战略性关键金属。目前，我国稀土产业“大而不强”，且在全球竞争中面临“多维挤压”风险；因此，亟须系统分析稀土供需和贸易格局，精准识别我国稀土全产业链的“堵点”和“痛点”，为将我国稀土资源优势充分转换为战略竞争优势提供对策。文章基于海关贸易数据，追踪了2015-2022年中国稀土全产业链多形态产品的贸易流向，刻画了中国稀土产品贸易的空间格局，探讨了我国在全球稀土价值链中的贡献、风险及优势提升策略。研究发现：(1)自2018年起，我国由稀土资源净出口国转为净进口国，稀土资源优势已向冶炼分离产业的规模优势转移，在全球稀土供应网络中扮演“冶炼分离中心”的角色；(2)在进口侧，我国同时进口供应链上游的稀土矿石、混合物等资源产品和下游的高纯稀土与高性能永磁体等高端应用产品，存在双重对外依赖风险；(3)在出口侧，我国以出口轻稀土分离产品及中低性能永磁体为主，呈现低值化和同质化特征，面临对外竞争优势不足的挑战。因此，建议进一步开展系统、多维、差异化的稀土全产业链精准管控及协同治理，包括：(1)平衡国外、国内市场，兼顾国内规范化收储和海外多元化资源与产能布局，巩固我国已有的生产规模优势；(2)加紧突破稀土高性能永磁材料和高纯度稀土分离的制造技术瓶颈，引导稀土产业链延链强链，提升稀土在战略性新兴产业中的“黏性”，强化并扩大我国在稀土产业链下游制造的技术优势与掌控力；(3)支持稀土企业深度参与全球稀土资源治理与技术合作，强化以我国为核心的全球稀土供应链网络，推动共建稀土供应链一体化、全球化、公平化的良性竞争秩序。

稀土因其独特的电子层结构和优异的磁、光、电等特性，被广泛应用于绿

色制造、国防军工、航天航空等高精尖领域，被誉为“高科技命脉”，是大国竞相争夺的关键矿产资源。凭借稀土资源优势，中国构建了涵盖上游采选、中游冶炼分离和金属生产、下游新材料生产及应用的全球最为完整的稀土产业链，并形成了世界上规模最大的稀土产业。近年来，全球稀土供应链走向“双链”格局，在以美国为首的部分西方国家“资源另起炉灶-冶炼生产替代-高端技术封锁”的全链条打压下，中国在全球稀土市场中面临资源、产能及技术的多重挤压风险。为此，系统梳理中国稀土全链条供需格局，精准识别稀土供应链的薄弱环节，提出稀土产业链延链、强链策略，是提升中国稀土供应链安全水平和全球市场掌控力的重要前提。

稀土具有资源与产能地理分布不均的特征，绝大多数稀土资源通过全球供应链实现再分配。国际贸易是平衡稀土全球供需不匹配格局的桥梁和纽带，也是探析稀土全球供应链地缘格局演化的重要视角。为此，已有诸多学者主要以稀土资源类产品为研究对象，开展了稀土贸易流动追踪、贸易格局模拟与国家关系解析、贸易结构演替及贸易安全保障战略研究，为分析中国稀土产业的发展态势与潜在问题，制定中国稀土资源开发与产业政策提供指导。然而，稀土供应链是一个多链条、多主体、多流程相互嵌套的复杂系统结构，国家间稀土贸易流动存在精准追踪难与系统分析难的难点，体现在：① 稀土是镧系元素和钪、钇共 17 种元素的总称，其中各元素供应链相互交织，贸易格局差异显著，但当前联合国与欧美日等海关贸易数据库中将分元素的多种稀土产品纳入同一贸易代码，这种粗颗粒度的编码方式将制约稀土分元素供应链精细化追踪与对关键节点的精准识别；② 稀土供应链涵盖资源开采、中间产品生产与制造、最终产品消费直至报废等多个供应链过程，且稀土在全产业链各环节表现为矿产资源、金属化合物与单质、功能材料、终端产品等多种形态，当前单一产品、单一维度的分析难以有效支撑供应链协同管理。稀土是中国少数具有资源优势

1 中国稀土贸易格局演化解析

1.1 中国是稀土资源产品的净进口国及分离产品的净出口国，扮演全球稀土冶炼加工厂角色

中国是稀土开采、冶炼、消费和出口大国（图 2）。2015-2022 年，中国累计出口稀土资源 46.7 万吨，进口 58.1 万吨，占全球稀土贸易总量的 30%。从贸易趋势来看，中国稀土出口相对稳定且保持小幅增长趋势，年出口量从 2015 年的 4.5 万吨上升至 2022 年的 6.9 万吨；然而中国稀土进口量自 2018 年起大幅提升，2018-2022 年年均进口量在 7 万吨以上，是 2015 年的 8 倍左右，中国从稀土资源净出口国转变为净进口国。

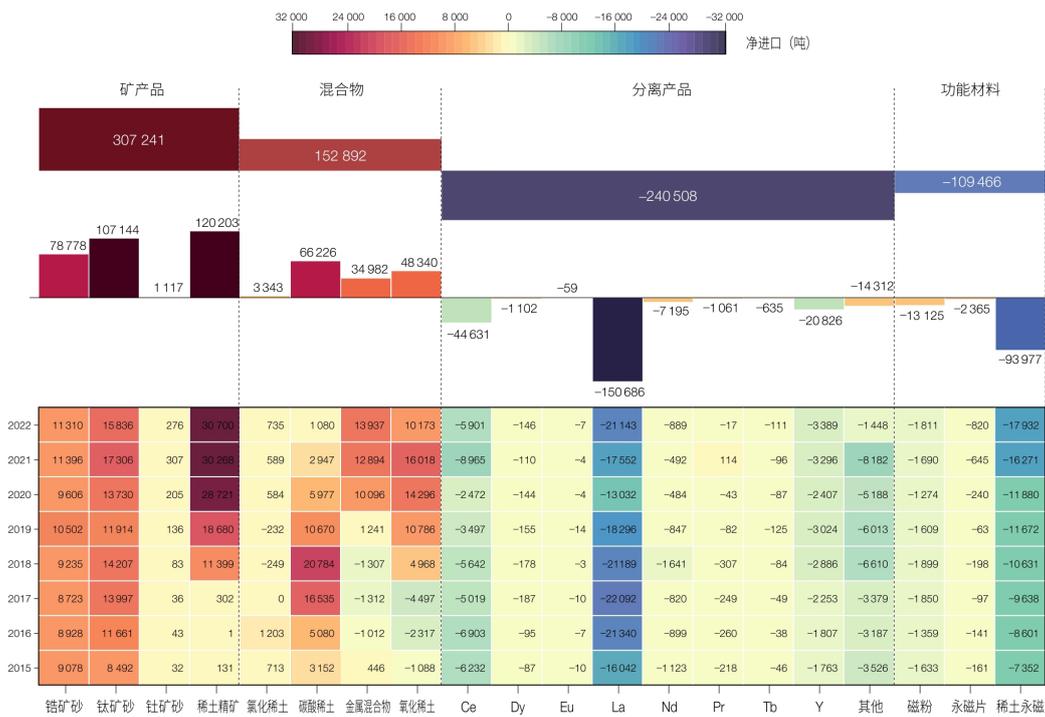


图 2 2015-2022 年中国稀土供应链分产品净进口贸易量演变

就贸易结构而言，中国稀土供应链呈现“先进后出”的贸易模式。2015-2022 年，中国累计净进口稀土矿产品及混合物分别为 31.0 万吨及 15.2 万吨，净出口分离产品与功能材料产品达 24.1 万吨和 11.0 万吨，占全球总供应量的 85%，扮演了全球稀土冶炼加工厂角色。就进口而言，稀土精矿是中国最主要的进口产

品，累计进口量超过 12 万吨；混合稀土氧化物及混合稀土金属进口量逐年上升，2022 年净进口量分别为 1.4 万吨和 1.1 万吨，已取代碳酸稀土成为主要的混合物进口产品。就出口而言，中国是全球最主要的稀土分离产品供应中心，以出口镧元素分离产品为主，累计出口总量约 15.2 万吨，占中国分离产品出口总量的 62%；同时，稀土功能材料出口量稳定增长，累计出口总量约 11.7 万，2022 年出口量超 2.1 万吨，比 2015 年增长约一倍，其中 90%以上以稀土永磁铁产品形式出口。

1.2 中国的稀土贸易对象高度集中，且中美间稀土贸易呈现相互依赖特征

图 3 展示了 2015-2022 年中国稀土与主要贸易对象间的贸易总量、结构及其演变特征。美国、缅甸、日本、马来西亚和荷兰是中国最主要的稀土贸易对象，累计贸易量分别为 26.0 万吨(31%)、15.3 万吨(18%)、13.6 万吨(16%)、5.6 万吨(6%)和 4.6 万吨(5%)，涵盖了近 80%的中国稀土贸易量，其中中美间的稀土贸易呈现相互依赖特征，具体表现如下。

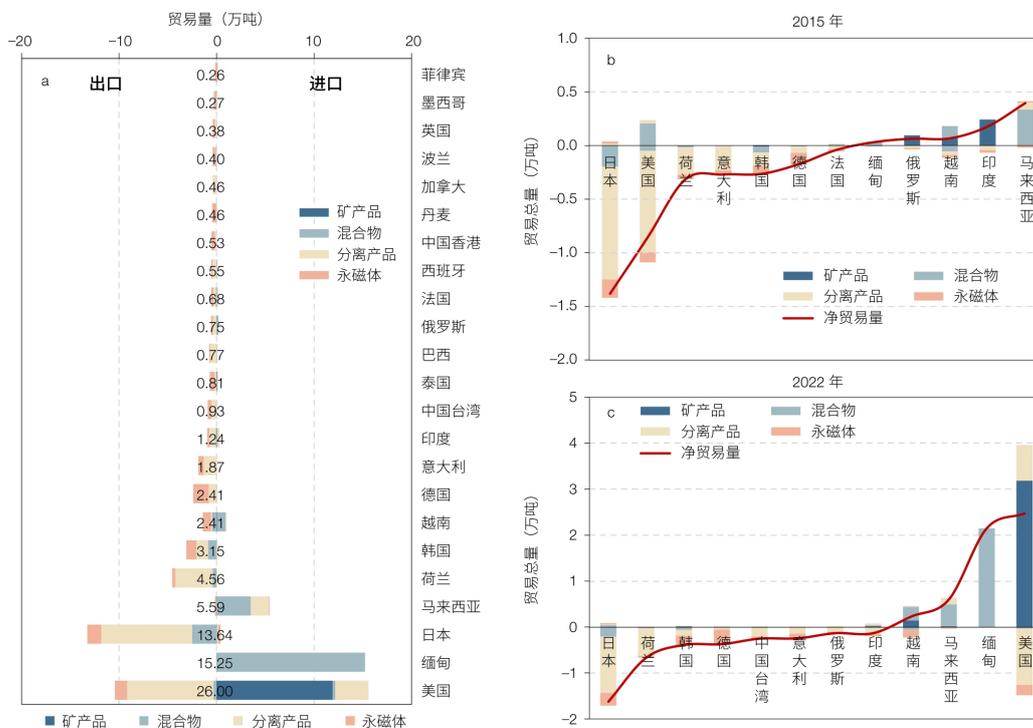


图 3 2015-2022 年(a)及 2015 年(b)、2022 年(c)中国主要稀土贸易伙伴及贸易结构

(1)美国是中国最重要的稀土贸易对象。从贸易结构来看，中国稀土资源进口来源高度集中，从美国、缅甸和马来西亚三国的进口量分别占总进口量的27%、26%、10%；就产品结构而言，中国主要从美国进口稀土精矿，从缅甸和马来西亚进口稀土混合物（特别是碳酸稀土与氧化稀土）。相反，中国稀土资源主要以分离产品和功能材料的形式流向美国、日本和荷兰，分别占中国稀土出口总量的29%、28%和14%。

(2)中国扮演美国稀土资源的“海外加工厂”角色。自2018年起，美国已成为中国最大的稀土资源来源国。稀土冶炼加工过程伴随着高污染和高排放，迫于本国严格的环境规制条例和高昂的环境治理成本，美国关停本国的稀土冶炼生产线，转而将本国稀土矿运至中国进行冶炼分离。2022年，中国从美国进口稀土矿约为3.1万吨，约占其本土产量的96%，同时向美国出口稀土分离产品约1.2万吨，占其稀土总消费量的90%以上。

1.3 中国稀土高端产品生产能力受限，进出口贸易单价呈现“低出高进”特征

图4a和b展示了中国稀土供应链各形态产品进口和出口单价的演化趋势。可以发现，不同稀土产品的贸易均价呈现较大的差异性，且同类产品的进口和出口单价呈现“低出高进”特征，即中国稀土产品的进口单价普遍远高于出口单价。结果显示，中国稀土供应链各阶段产品进口单价均在出口单价的2倍以上，且差异呈现逐年扩大趋势。2015年，中国稀土矿产品、混合物、分离产品及永磁体的进口单价分别是同类型产品出口单价的2.3、3.2、2.5及3倍，2022年则分别扩大至3.2、9.8、3.9及5.9倍。

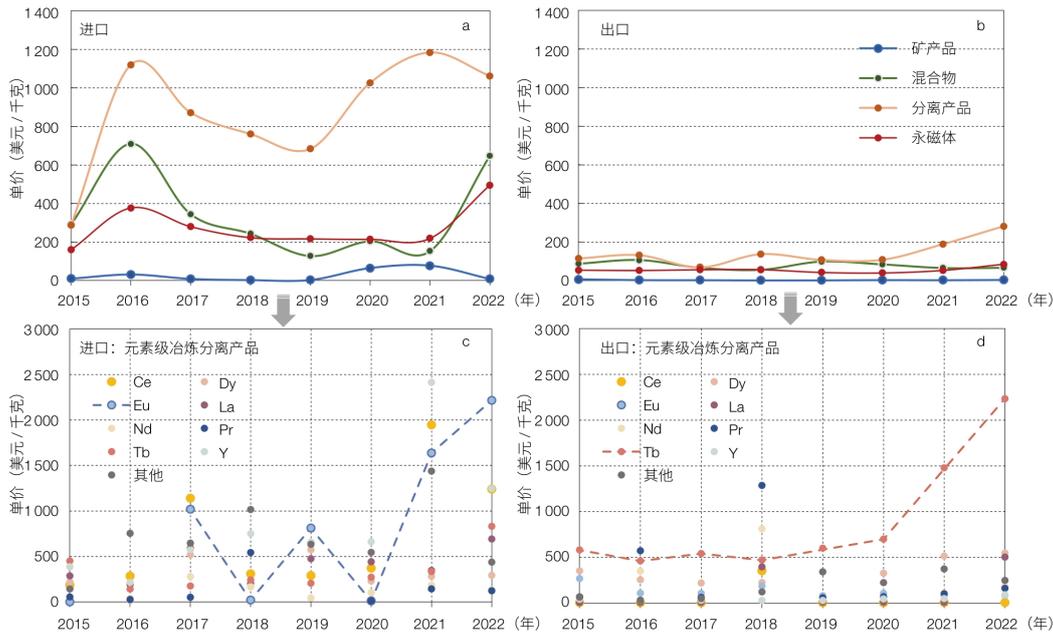


图4 2015-2022年中国稀土分阶段进口和出口产品单价(a)各流程产品进口单价；(b)各流程产品出口单价；(c)冶炼分离产品进口单价；(d)冶炼分离产品出口单价

图4c和d进一步展示了2015-2022年中国分元素分离产品的进口与出口单价差异，可以发现：同一元素产品的进口和出口单价差可能高达数十倍。例如，2022年，中国铕元素分离产品出口单价仅为120美元/千克，相反进口单价高达4000美元/千克。这是由于中国出口产品主要以镧、铈等轻稀土（占比高达80%）或纯度相对较低的分离产品为主，出口单价通常不足200美元/千克；而进口产品，则以高纯度且相对稀缺的重稀土元素（如铕）为主，进口单价可高达4000美元/千克。

1.4 中国稀土产业具备规模及产能优势，但与发达国家相比存在技术劣势

本研究通过计算中国与主要国家间的出口价格指数与进口价格指数的比值（净贸易条件指数，NTTI），以2015年为基准年，对比评估了2016-2022年中国稀土产品贸易优劣势及其演变过程（图5a）；进一步结合双边贸易单价差异，识别了中国具有竞争优势和可能被“卡脖子”的稀土产品类型（图5b），具体分析如下。

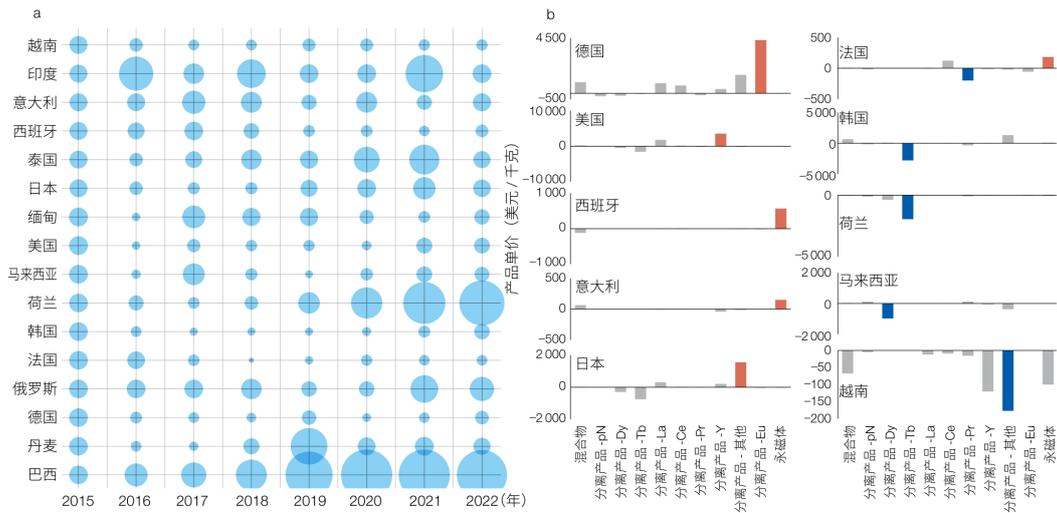


图5 中国与主要国家间的稀土贸易优劣势演变(a) 2015-2022年中国与主要国家间稀土总体贸易优劣势演变；(b)中国与主要国家间的分产品稀土贸易单价优劣势对比；a图中圆圈大小以2015年为基准，相对于2015圆圈变大表示我国贸易优势增加，变小表示我国贸易优势降低，2015年的圆圈大小为基准点1，图中最小点代表数值0.02，最大点代表数值11；b图中橘色代表他国具有相对优势，蓝色代表我国具有相对优势

就国家层面而言，如图5a所示，2015-2022年，中国在全球稀土市场中的总体贸易地位与竞争力正逐步提升，但分国别情况存在差异性。其中，中国对巴西、荷兰、俄罗斯的贸易竞争力显著提升，竞争优势分别上升100%、80%、20%。相反，中国对欧美国家，如2022年对法国、德国和美国的稀土贸易竞争力分别下降45%、22%和18%，这主要源于近年来欧盟与美国积极推行稀土供应链“去中国化”措施，具体表现为：对外，联合澳大利亚等盟国打造稀土供应资源及冶炼分离产能联盟，设置排他性的关税及非关税壁垒；对内，通过财政补贴和税收优惠，促进稀土冶炼、制造企业回流，加速重构本国稀土供应链，降低对中国的稀土依赖，削弱中国在全球稀土市场的掌控力。

就产品层面而言，如图5b所示，镝、铽等重稀土分离产品是中国最具竞争力的贸易产品，但高技术附加值稀土产品仍对外依赖。通过对比中国与主要贸易国在产品维度的进出口价格，可以发现：①分离产品是中国最具有竞争优势的产品类型，其中镝、铽、钐等重稀土分离产品是中国对于韩国、荷兰、马来西亚和越南等国的稀土贸易中具备较大贸易竞争力的产品类型；②相反，高端

稀土永磁体和高纯稀土分离产品可能成为中国被“卡脖子”的产品类型，且依赖格局呈现分散化。中国主要从西班牙、意大利等国进口高端永磁体，而德国、美国和日本则是中国高纯稀土钕、钇和铈等其他稀土分离产品的主要进口来源国，这些都可能成为威胁中国稀土供应安全的关键节点；③同时，中国与法国之间呈现相互牵制的贸易格局，法国在稀土分离产品贸易上对中国依赖，相反中国仍需进口法国的稀土永磁体。

2 中国稀土对外贸易的潜在风险分析

本部分基于对中国稀土贸易格局演化分析，分别从进口侧和出口侧视角，系统梳理了中国稀土贸易的潜在问题与风险。

2.1 进口侧：上游稀土资源与下游高端产品对外依赖并存

一方面，资源端进口依赖程度逐年上升，进口来源高度集中。2018年以来，中国的稀土资源产品进口量逐年增加，2022年中国稀土矿石及混合物的进口依存度已分别增长至18%和14%。就进口来源而言，中国稀土矿石主要来自美国(41%)、澳大利亚(14%)和莫桑比克(11%)，其中稀土精矿几乎全部来自美国（占比98%）；稀土混合物主要来自缅甸(74%)和马来西亚(17%)。近年来，国际资源竞争日益加剧，中国海外稀土资源获取难度与成本都将日益增加，同时国内原本具备的低成本优势也被逐步削弱，进一步影响中国在全球稀土市场中的话语权。

另一方面，中国稀土下游高端产品面临被“卡脖子”风险。高纯稀土材料是国防军工、新能源汽车、集成电路、新型显示及5G通信等战略性新兴产业的材料基础，是工业、科研和战略资源控制的竞争焦点。目前，中国仍需高价进口钕(Eu)、镨(Pr)、镝(Dy)、钕(Nd)等高纯稀土产品和高端稀土功能材料，一旦国际市场出现波动或主要供应国限制出口，中国的高端稀土产品生产将面临断供风险，这可能会严重威胁国内高科技产业的发展，还可能使中国在全球稀土市

场中失去战略主导权，影响整体经济安全。

2.2 出口侧：出口低端化、稀土资源利用低值化问题凸显，贸易竞争力受限

中国稀土出口呈现低端化、同质化特征。虽然中国稀土出口产品结构逐步向下游延伸，已成为全球最大的稀土永磁体出口国，且稀土功能材料出口量全球占比达 60%，但其中超过 90%是单价相对较低的中低性能永磁体产品。与发达国家相比，中国高端稀土功能材料在生产成本上并无明显的竞争优势，如图 5 所示，中国永磁体的出口单价均在 200 美元/千克以下，主要应用于普通电机和消费电子产品。相反，高性能永磁体的技术专利与贸易市场仍然由日本和德国把控，2022 年中国稀土永磁体的出口价格仅为日本同类高端产品的 50%左右。出口低端化和同质化问题将直接影响中国稀土产业的国际竞争力，进而威胁我国在全球稀土市场的战略地位。

稀土资源低值化利用是中国稀土产业面临的另一大挑战。如图 2 所示，稀土冶炼分离产品是中国稀土产业最主要的出口产品类型。从资源量视角，冶炼分离产品出口量占中国稀土总出口量的 64%；然而，从价值量维度，仅占中国稀土出口价值的 14%。其中，镧、铈等轻稀土分离产品出口占比高达 60%，且出口单价常年在 50 美元/千克上下。这种低价格出口不仅导致中国稀土资源的低值化利用，还使得大量稀土资源以简单加工品的形式流向美国、日本等国，间接形成这些国家的二次资源库存。一旦终端消费国家通过贸易限制稀土相关产品的回流，将导致中国稀土资源“出得去，回不来”，进一步削弱中国在未来资源竞争中的战略主动性。

3 中国稀土贸易链韧性与竞争优势提升策略分析

本文通过对 2015-2022 年中国稀土进出口贸易的系统分析，厘清了中国作为全球稀土冶炼中心的贸易地位，揭示了中国稀土资源优势长期未能上升为战略

优势的困境。基于此，有必要制定具有系统性、全链条的贸易博弈与产业链发展战略，以巩固中国稀土已有的资源、产能优势，推动中国稀土产业链强链延链，提升中国对全球稀土市场的话语权。

(1)采取分元素、全链条管控机制与策略，巩固中国稀土资源优势，夯实国内稀土产业链、供应链产能与技术基石。① 对重稀土而言，坚持稀土资源全球化配置步调，通过各种基金投资、股权投资、技术合作等手段，以稀土产业链链主企业为龙头，充分调动各种企业参与全球稀土资源开发，确保海外资源的稳定供应；② 对于轻稀土而言，规范化、制度化地开展战略储备与释放，适时调整轻稀土分离产品的市场流通量，灵活应对外部资源市场波动，保障产业链安全稳定；③ 在“一带一路”共建国家投资设立稀土冶炼分离及稀土永磁体加工厂，通过海外产能转移等方式，分散全球稀土产业链重构和全球供需格局变化带来的风险。

(2)加紧突破技术瓶颈，引导稀土产业链向高端化延伸，强化中国在稀土产业链下游终端产品的技术优势与市场掌控力。① 加紧攻克高纯稀土材料纯化、关键敏感杂质去除等技术难题、突破强磁材料技术封锁及装备国产化程度不足等问题，推动高性能永磁材料和高纯度稀土分离技术的自主化进程，增强产业链的自主可控能力；② 强化稀土在战略性新兴产业、特别是新能源技术路线的“黏性”，培育国内稀土高端应用市场；③ 通过产业发展基金、地方补贴配套等多样化手段，支持稀土企业自主研发、技术并购和技术转让，促进全球稀土技术的本土化应用和吸收，积极应对美西方的“去稀土化”“技术脱钩”与“卡脖子”的组合策略。

(3)积极应对全球稀土产业链多极化趋势，推动共建全球化、一体化和公平化的全球稀土供应链网络。① 基于全球稀土分国别供应链及国家政策动向的实时化监控和推演，构建多样化稀土博弈策略工具库，储备应对多重风险的应急

预案，保障国家战略资源安全和供应链稳定。② 识别美西方稀土联盟中的薄弱点，有针对性地预备相应的组合应对与反制策略，例如：利用本国低成本的轻稀土分离产能优势暂时牵制、以重稀土资源及冶炼分离产品限制出口实现战略“对峙”、利用提高稀土永磁体出口门槛等方式实现“威慑”等；③ 积极开展与“一带一路”共建国家，特别是与蒙古国、俄罗斯的战略合作，强化以中国为核心的稀土供应链网络，推动实现稀土供应链一体化、全球化共建。

(来源：中国科学院院刊)

巴西卡拉道稀土矿钻探见高品位矿体

阿塞尔稀土公司(Axel Rare Earths)在巴西的卡拉道(Caladao)稀土项目钻探见到该项目迄今为止最高品位矿体。

见矿最高品位为 2.83%(TREO)，磁体稀土氧化物(MREO)品位 0.76%。

具体见矿为：(1)在 1 米深处见矿 14 米，TREO 品位 0.0994%，其中包括 1 米厚、品位 2.83%的矿体；(2)在 37 米深处见矿 9 米、品位 0.3432%，其中 MREO 品位 26%。

截至目前，公司完成钻探区域面积不到总面积的 10%。在 30 平方公里的范围内，钻探持续见到分布广泛的稀土矿化，所有螺旋钻在 15 米终孔处都未穿透矿体。

(来源：自然资源部全球地质矿产信息系统)

英国政府将在 2025 年发布新的关键矿产策略

据外电 12 月 3 日消息，在周二于伦敦举行的资源明天矿业会议上，工业部

长 Sarah Jones 表示，英国政府将在 2025 年春季发布一项新的关键矿产策略。根据商业和贸易部时间准备好的发言稿，Jones 表示：“我们需要关键矿产来满足一切需求，如果我们想要繁荣的汽车业、全球领先的科技生态系统和安全的可再生能源，那么将需要更多的矿产。”

新的策略旨在支持“未来产业”，并将明确针对英国。其将评估对人们的影响，并为企业提供服务 and 创造新的就业机会。

Jones 表示，确保未来 10 年和更长时间所需的关键矿产供应链具有弹性，对提供英国工业部门所需的信心企业“至关重要”。

工业部表示，新的策略将不同于以往，采取更具有针对性和更长期的方法和焦点，包括和国际伙伴合作来确保供应，在矿物安全伙伴关系等论坛上与合作伙伴更加密切地合作，并在发展的过程中使用数据。

该策略将说明政府在帮助英国大学在全球展开合作和利用专业知识方面的作用，例如伯明翰大学的稀土磁铁专业支持，以及坎伯恩矿业学院(Camborne School of Mines)的采矿工程工作。

工业部称，新的细节将在 2025 年初由政府提供。

工业策略

英国政府也计划在 2025 年启动一项工业策略，为投资英国工业的企业提供确定性，这是政府 2035 年投资愿景的一部分，旨在促进英国最重要行业的增长。英国商业和贸易部关键矿产和采矿业主管 Oliver Richards 在英国关键矿产协会年会上表示，新的工业策略将着眼于政府如何在英国经济的多个不同部门为制造业提出更雄心勃勃的计划，清洁能源行业是该策略下八个增长驱动部门之一。

“当然，增长是首要任务，提供支持的是国家财富基金，他将把现有和新

资源汇集起来，以真正加速增长。第二就是清洁能源的转型。”

在联合国气候变化大会上，英国首相 Keir Starmer 设定了一个目标，即到 2035 年，所有温室气体的排放量在 1990 年水平上减少至少 81%。

Richards 表示：“我们在关键矿山的目标是帮助满足实现这些目标所需的国内和国际供应，从英国角度来说，我们认为国内有很多事情可以做。”政府希望推动该国的矿业项目向前发展，“以有意义的方式给英国经济做出贡献，同时也为下游行业的供应安全做出贡献。”国家财富基金正在提供支持，英国研究和创新也在如此。在国际方面，有一些像英国出口金融(UK Export Finance)为上游关键矿产项目提供融资的新举措。

双边协议

Richards 表示，为了确保国际供应，英国已经与包括南非、加拿大、澳大利亚、哈萨克斯坦、蒙古、沙特阿拉伯、赞比亚、日本和印度尼西亚在内的国际伙伴签署了 9 项双边协议。

他举了哈萨克斯坦的例子，称该国对在中亚地区与英国合作非常感兴趣。双方于 2023 年签署了一份谅解备忘录，并于 2024 年签署了一份可操作的路线图，以支持技术伙伴关系、采矿环境和能力建设方面的目标。

Richards 还提到了矿产安全伙伴关系，英国是该伙伴关系的成员，该伙伴关系由 15 个国家组成，致力于推动对战略关键矿产项目的投资。“我们都知道供应链是复杂的，全球性的，跨越了许多不同的地区。矿产安全伙伴关系的真正目的是将一群志同道合的伙伴国家聚集在一起，看看我们是否可以推动对可持续关键矿产的投资。”

(来源：文华财经)

挪威被迫暂停深海采矿计划 首相承诺后续将继续推进

挪威社会主义左翼党主席基尔斯蒂·贝格斯多当地时间周日（12月1日）表示，挪威将停止深海采矿计划。随后挪威首相证实了这一消息。

贝格斯多声称：“我们已经利用我们的谈判能力，停止了深海采矿的许可，我们认为这是一场更长时间的战斗。”

环保人士对最新进展表示欢迎，认为这是一个“巨大的胜利”，是阻止该行业破坏海底生态的重要一步。而挪威首相约纳斯·加尔·斯特勒称此举是“推迟”，而不是完全终止，并表示将继续进行法规和环境影响方面的准备工作。

挪威长期以来政党力量分散，即使组成多党执政联盟，仍难以在议会中占据多数席位；政府提案若想在议会通过，不得不向在野党寻求支持。挪威社会主义左翼党虽然不属于执政联盟，但工党领导的政府为了通过明年的预算，不得不向其妥协，从而停止了在北极海底开采的计划。

去年6月，斯特勒接受媒体采访时表示，挪威将在向绿色经济转型与开发本国领土上的矿产之间寻求平衡。

挪威拥有得天独厚的自然资源，是世界上最富有的国家之一，在全球深海采矿竞赛中发挥了主导作用。

深海采矿即挖掘深海矿产资源，深海通常指的是海平面200米以下的区域。深海约占地球表面积的65%，不仅物种多样性丰富，还有大量宝贵的矿产资源。

然而，有关深海采矿的争议很大。支持者认为，从海底开采金属和矿物对于全球能源转型是必要的，而且这种做法比陆地采矿对环境的破坏要小。批评人士称，深海采矿是极具破坏性的。科学家则警告说，全面的环境影响很难预测。

在 1 月份的议会投票中，挪威议会批准了政府关于开放挪威水域进行商业规模深海采矿的提案。到了 6 月份，挪威政府提议在北极地区开发 386 个区块，目标是在明年年初发放首批开采许可证。

挪威政府计划将位于北极地区的斯瓦尔巴群岛附近的国家水域开放给企业开采矿产，这使该国与德国、英国、加拿大等国发生争执，这些国家都出于环境考虑呼吁停止深海采矿。

与此同时，环保组织表示，深海采矿这种做法是不可持续的，将不可避免地导致生态系统破坏和物种灭绝。

挪威绿色和平组织的负责人 Frode Pleym 声称：“任何致力于可持续海洋管理的政府都不能支持深海采矿，看到挪威将自己定位为海洋环境捍卫者，同时计划在自己的水域为海洋破坏开绿灯，真是令人尴尬。”

挪威政府此前为其推进深海采矿的计划进行了辩护，称这是向未知领域迈出的必要一步，可能有助于打破一些国家的稀土主导地位。

（来源：财联社）

上海科技大学：通过原子尺度氧化铈模型催化研究 揭示 CO 加氢中的铈活性位特征

近日，上海科技大学物质科学与技术学院杨帆课题组在氧化物表面催化研究领域取得重要进展，通过结合模型与实际催化体系研究，系统阐明氧化铈催化 CO 加氢反应中原子尺度构-效关系，优化了用于合成气转化的铈催化剂，并推进了模型指导的催化剂设计。相关研究成果已在国际期刊《自然·通讯》(Nature Communications)上发表。

氧化铈(CeO_2)是一种广泛使用的氧化物催化剂，但其活性位点的本质特征目前仍不清晰。本研究通过在 $\text{CeO}_2(111)$ 上合成具有特定铈配位数(CNCe)的结构明确的氧化铈团簇(图 6)，并结合 STM、SRPES、AP-XPS、DFT 计算和模型催化反应测量等方法，在原子层面研究了它们的结构、吸附和催化性质。与平整氧化铈表面相比，负载氧化铈团簇表现出动态可调的铈配位数范围，这与它们在 CO 活化和加氢方面大幅提升的活性相关。研究发现还原态氧化铈团簇(如 Ce_3O_3)能够强烈结合 CO 并促进 CO 解离成原子态碳并随后加氢，而接近化学计量比的氧化铈团簇(如 Ce_3O_7)则弱结合 CO 并优先通过碳酸盐的形成促进 CO 氧化(图 7)。

在 CO 加氢过程中，接近化学计量比的氧化铈团簇向还原态氧化铈团簇的动态转变展示了负载氧化铈团簇与粉末氧化铈催化剂表面相似的灵活性(图 8)。模型研究获得的原子层面认识可以有效理解实际氧化铈催化剂。研究表明，实际氧化铈催化剂表面的活性位点可以通过模型研究建议的碳酸盐形成来滴定，并通过红外光谱来测量；通过调节预处理和活化程序以最大化活性位点密度(图 9)，改善了粉末氧化铈催化剂在 CO 加氢方面的性能。本研究对氧化铈活性位点的认

识和开发的方法可能对研究复杂的氧化物催化剂具有普遍意义。

本项工作得到了包信和院士团队和刘志课题组的大力支持。上科大物质学院博士研究生邵伟鹏、中国科学院大连化学物理研究所张毅和周质文博士为该论文共同第一作者，上海科技大学杨帆副教授为该论文的唯一通讯作者。

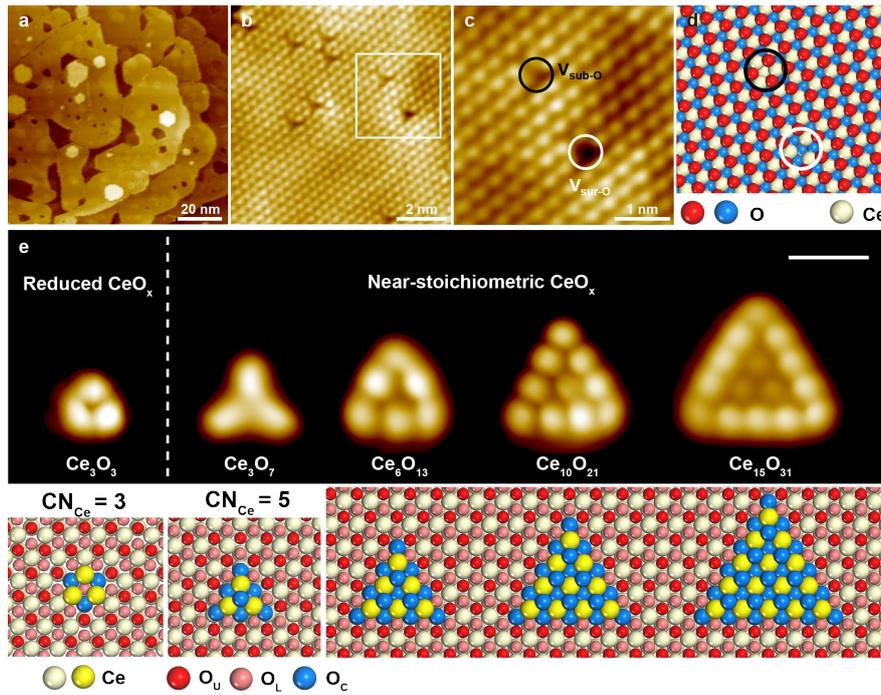


图6 平整的 $\text{CeO}_2(111)$ 和良好定义 CeO_x 团簇的原子结构

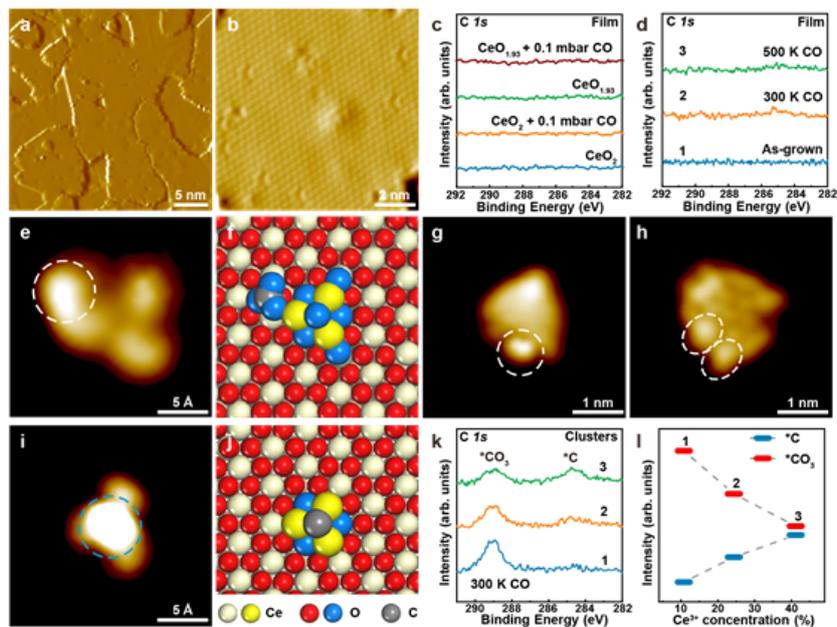


图7 CO 与平整的 $\text{CeO}_2(111)$ 及负载型 CeO_x 团簇的相互作用与反应

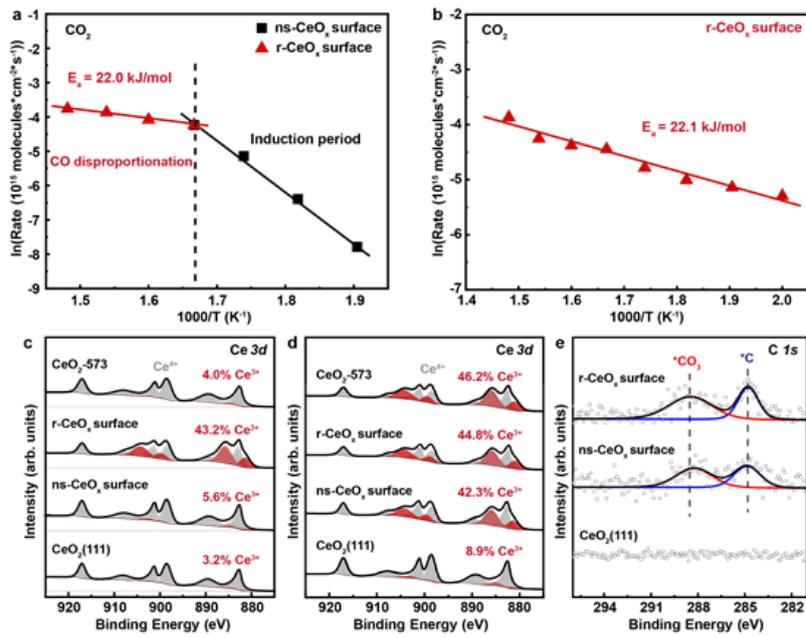


图 8 模型和粉末二氧化铈催化剂的反应动力学、表面价态和化学性质的比较

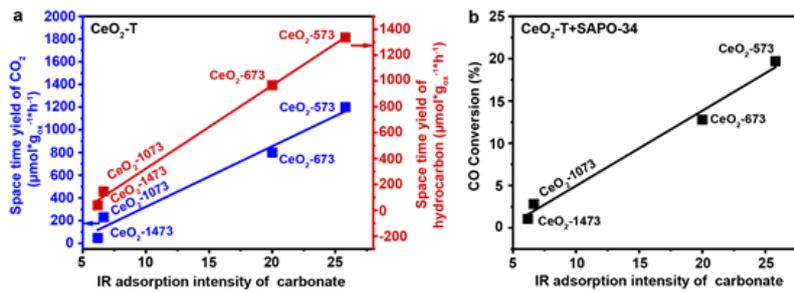


图 9 (a) CeO₂-T 和(b) CeO₂-T/SAPO-34(T = 573、673、1073、1473 K)的表面活性位点密度与合成气转化性能的关系

(来源：上海科技大学)

广西大学：在 ns² 电子金属离子掺杂稀土双钙钛矿的 发光方面获得进展

近日，广西大学物理科学与工程技术学院博士生姚建东与导师在 ns² 电子金属离子调控稀土基双钙钛矿发光方面的研究工作以“Boosting Photoluminescence of Rare-Earth-Based Double Perovskites by Isoelectronic Doping of ns² Metal Ions”为题发表在著名期刊 Small（中科院 2 区，IF=13）上。

ns^2 电子金属能显著增强钙钛矿的发光效率，但是其内在机制仍不清楚，研究表明， Sb^{3+} 离子的掺杂不仅提高了能量转移效率，而且改变了稀土基双钙钛矿的局域电子和晶格结构。密度泛函理论和 Judd-Ofelt 理论的计算提供了明确证据， Sb^{3+} 离子的掺杂使 $[LnCl_6]^{3-}$ 八面体中的电荷密度更加局域化。此外， Ln^{3+} 周围环境的对称性降低，促进了 Ln^{3+} 的辐射跃迁速率，同时提高了能量转移效率。与 $Cs_2NaScCl_6:Ln^{3+}$ 相比， $Cs_2NaScCl_6:Sb^{3+}/Ln^{3+}$ 的能量转移效率提高了 1.5 倍，高达 98.3%。研究进一步揭示了 ns^2 电子金属离子掺杂增强能量转移过程的内在机理，为理解钙钛矿光物理过程的研究提供了参考。

该工作得到国家自然科学基金、广西自然科学基金、省部共建国家重点实验室的经费支持。

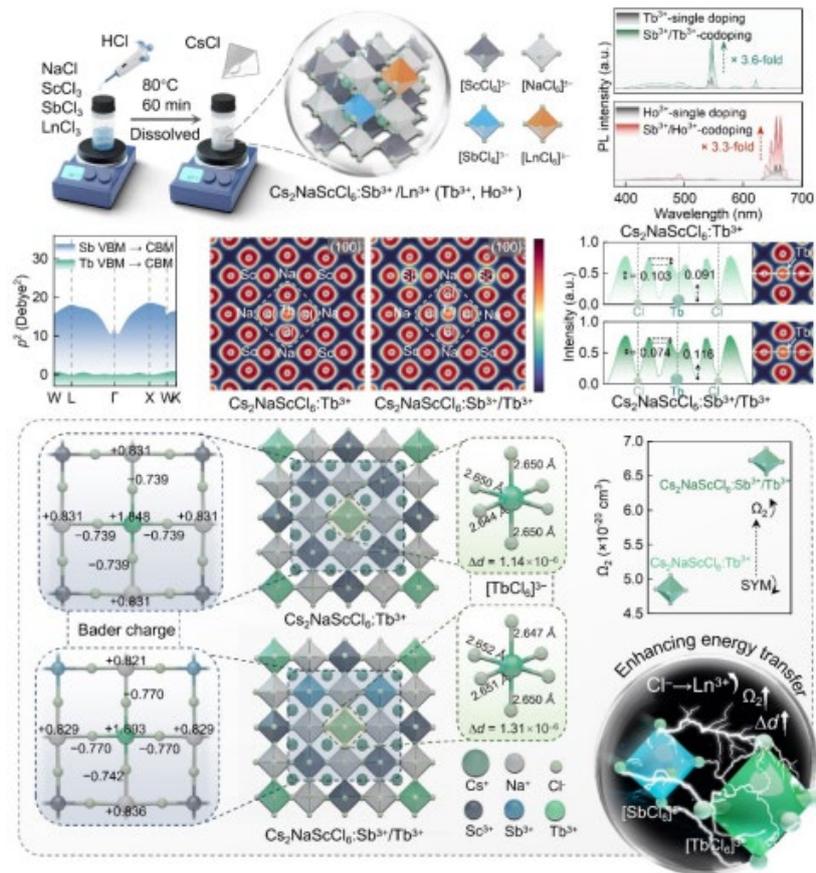


图 10 ns^2 电子金属离子掺杂增强能量转移过程

(来源：广西大学物理科学与工程技术学院)

中科院广州地化所：机器学习揭秘埃达克质岩浆与斑岩铜矿床的科学联系

埃达克岩，最初以阿留申岛新生代中酸性岩浆岩命名，以其独特的地球化学特征——高 SiO_2 、 Al_2O_3 、Sr含量和低Y、低重稀土元素以及高Sr/Y比值而闻名。显生宙的埃达克质岩，泛指与原始埃达克岩具有一致地球化学特征的岩石，它们与太古宙的奥长花岗岩-英云闪长岩-花岗岩(TTG)岩套相似，被认为是解开地壳起源之谜的关键。此外，作为全球铜金属资源的主要来源，斑岩型铜矿中许多成矿斑岩体展现出埃达克岩特征，但其背后的形成机制尚未完全明晰。因此，研究埃达克质岩与大型斑岩铜矿床之间的联系具有重要的科学意义。

广州地球化学研究所吴超副研究员在陈华勇研究员指导下，与中国地质大学（武汉）的陈国雄教授合作，从已发表的文献中汇编了约7000条显生宙埃达克质岩和斑岩铜矿床成矿斑岩的全岩地球化学数据。利用主成分分析(PCA)和t-分布随机邻域嵌入(t-SNE)技术，研究揭示了成熟地壳和新生地壳中埃达克质岩的元素差异，以及它们与斑岩铜钼矿床和斑岩铜金矿床的内在联系。此外，极端梯度提升(XGBoost)和支持向量机(SVM)分析被应用于原始数据集和PCA数据集，以区分不同地质背景下的埃达克质岩和与斑岩矿床相关的岩石。以上这些模型显示出高效率 and 置信度。研究还应用了SHapley Additive exPlanations(SHAP)值来阐明不同构造模型背后的地质意义，包括不同的形成深度和地幔相互作用程度。同时，热图分类(HTC)被用来构建具有显著地质意义的三个分类模型，提供了全面的阈值和判别流程，用以判别埃达克质岩和成矿斑岩。这项研究不仅为地质学界提供了新的研究工具和理论框架，也为矿产资源的勘探和开发提供了新的思路和方法。

研究取得的具体认识包括以下方面:

(1)PCA 将多维成分数据简化为低维主成分, 其中轻稀土和重稀土、FeO、Fe₂O₃、Th、Rb、V 等在新生和成熟地壳中的埃达克质岩中表现出显著差异, 这可能是由于下地壳不同部分熔融程度所致。不同地质背景下的埃达克质岩和成矿斑岩在主成分的二元图中展现出不同的分布趋势;

(2)研究不仅证实了已有的传统认识, 即铜金斑岩与来自新生地壳的埃达克质岩相关, 而铜钼斑岩与来自成熟地壳的埃达克质岩相关, 还进一步指出了铜金矿床的不同起源——铜金斑岩的形成受地壳成熟度和地幔部分熔融的双重控制, 并首次提出了精确地数值以定量约束不同区域、不同构造背景下的埃达克质岩和斑岩行铜矿;

(3)成矿斑岩的主要演化分异深度平均值明显浅于埃达克质岩, 而且可能存在一些地质过程(例如, 堆晶中含铜硫化物的重熔或挥发分气泡携带铜硫化物上升)能够使成矿斑岩的母岩浆比传统地质过程形成的岩浆更富集成矿物质。

项目成果近期发表于国际地学权威期刊《Chemical Geology》, 该项研究成果获得了国家自然科学基金(42230810, 42472097)、科技部重点研发项目(2022YFC2903301)和广东省重点实验室项目(2023B1212060048)的资助。

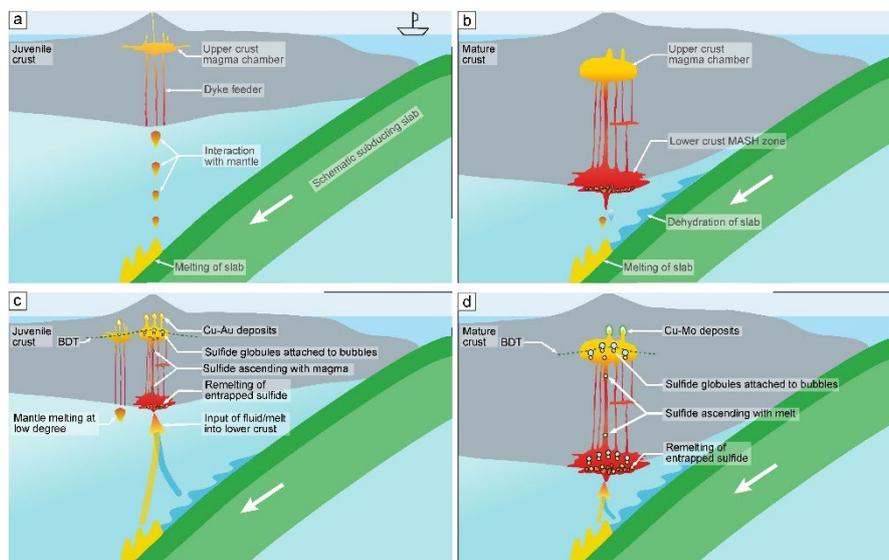


图 11 埃达克质岩与斑岩铜矿形成机理示意图

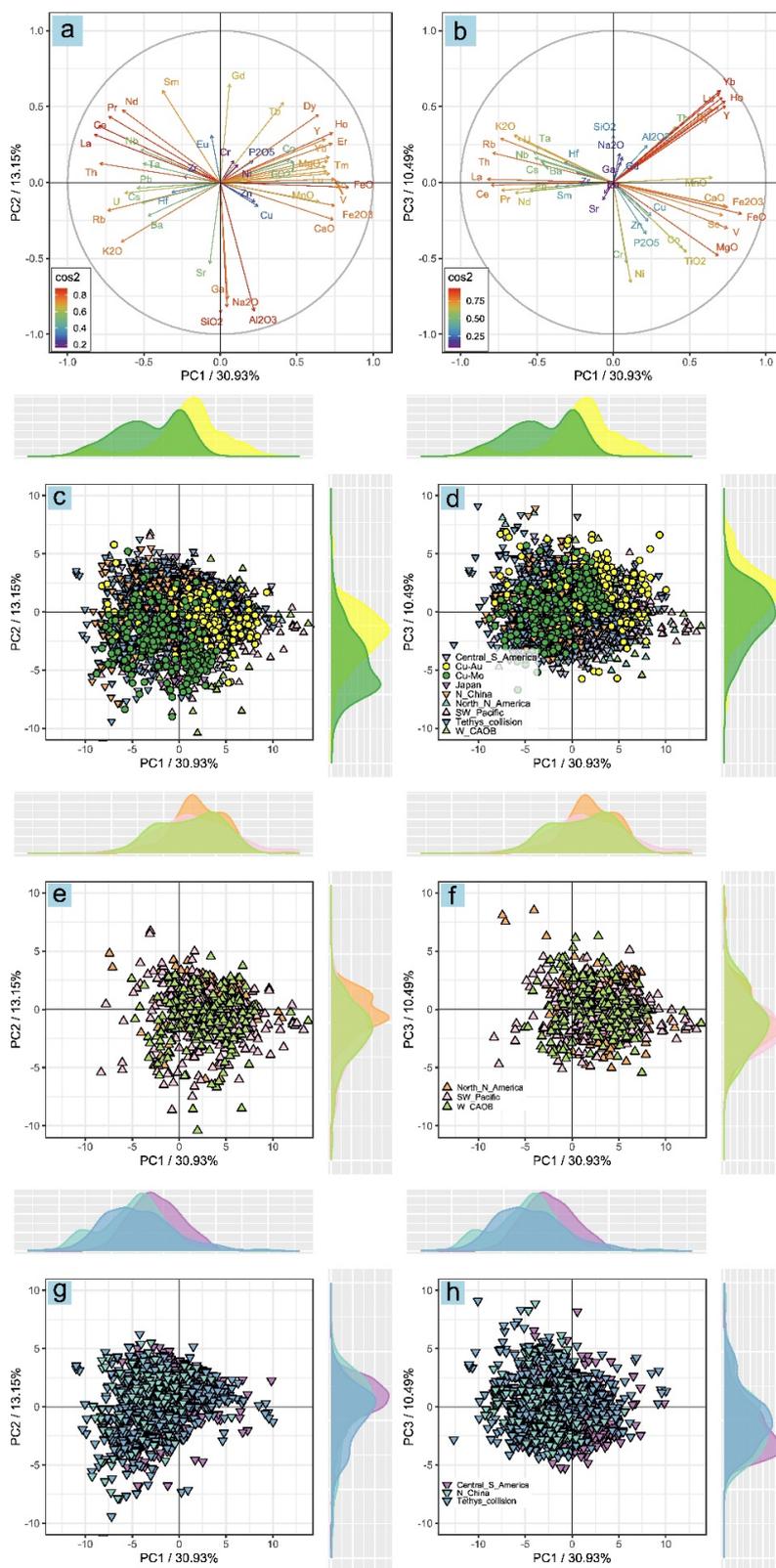


图 12 主成分分析结果

(来源：中科院广州地化所)

南华大学从稀土矿物“独居石”中成功提取 “肿瘤克星”高纯医用核素

南华大学新闻中心日前披露，该校核科学技术学院韦悦周教授团队在高效分离提取医用同位素方面取得突破，成功从我国蕴藏丰富的稀土矿物“独居石”中，分离得到可用于治疗恶性肿瘤的高纯医用同位素铅-212 及铋-212。相关成果近期在线发表于化工领域国际知名学术期刊《化学工程杂志》。

南华大学新闻中心介绍，铅-212 及铋-212 属于目前应用前景广阔的医用阿尔法(α)放射性核素，可用于多种恶性肿瘤的 α 核素靶向治疗。但目前铅-212 及铋-212 的提取工艺复杂、产量低、价格高，其靶向药物很难推广应用。

据了解，韦悦周团队立足我国丰富的稀土矿物“独居石”矿藏资源优势，自2022年起开展从“独居石”加工的硝酸钍中分离提取铅-212 及铋-212 的攻关研究，成功开发了适用于高效快速提取铅-212 及铋-212 等放射性核素的新型吸附材料——多孔二氧化硅负载型阴离子交换树脂。这种材料可采用高流速的进料以提高处理效率。这一研究成果为解决当前全球铅-212 和铋-212 供应稀缺问题提供了新思路。

韦悦周说，除铅-212 及铋-212 外，他和团队还在继续攻关从稀土矿物“独居石”中提取镭-228、钍-228 及镭-224 核素。团队将依托南华大学在核科学、核医疗方面的资源并谋求合作，推动从技术创新到产业化落地的全链条整合，为 α 核素治疗推广提供助力。

(来源：新华网)

自然资源部关于印发非法采矿采出矿产品价值、 非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定 办法及技术指南的通知

近日，自然资源部发布“关于印发非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定办法及技术指南的通知”，具体如下：

非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定 办法

为规范非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定工作，依法惩处破坏矿产资源违法犯罪行为，根据《中华人民共和国矿产资源法》《最高人民法院最高人民检察院关于办理非法采矿、破坏性采矿刑事案件适用法律若干问题的解释》(法释〔2016〕25号)及有关规定，制定本办法。

一、基本概念

非法采矿采出矿产品价值是指非法采矿采出矿产品的市场价值。非法采矿造成矿产资源破坏价值是指按照科学合理的开采方法应当采出，但因非法采矿导致矿床破坏已难以采出（包括非法开采位置及影响范围）的矿产资源折算的市场价值。破坏性采矿造成矿产资源破坏价值是指没有按照经审查批准的矿山（初步）设计、安全设施设计或开采方案采矿，导致应该采出但因矿床破坏已难以采出（包括开采位置及影响范围）的矿产资源折算的市场价值。

二、基本原则

非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定工作，遵循“依法依规、严格规范、实事求是、科学合理、严谨高效、客观公正”的原则开展。

三、认定管辖

非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值，原则上由办案单位按照认定规则直接进行认定。对非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值难以认定，以及是否属于破坏性开采方法等专门性问题难以认定的，可由办理相关案件的自然资源主管部门、地方综合执法部门、乡镇人民政府（街道办事处）以及公安、检察院、法院向采矿所在地的省级自然资源主管部门申请出具认定报告。采矿所在地跨省、自治区、直辖市的，向办案单位所在地的省级自然资源主管部门申请认定。

四、认定规则

(一)非法采矿采出矿产品价值。根据销赃数额认定；无销赃数额，销赃数额难以查证，或者根据销赃数额认定明显不合理的，根据矿产品数量和价格认定。矿产品数量，结合采空区测量结果、矿山生产台账、地形数据、历史遥感影像、矿产资源储量报告、详查以上地质勘查报告等资料综合进行认定。非法采矿采出矿产品的价格，矿产品已经部分销售的，未销售部分按照已经销售矿产品的平均价格认定。违法行为存在明显时段连续性且可以分段计算矿产品数量的情况下，可以分别按照不同时段实施违法行为时矿产品价格进行计算。未销售、无销售证据或销售价格明显不合理的，可依据采矿所在地价格认定机构出具的价格认定结论书进行认定。

(二)非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值。根据矿产资源破坏量和矿产品价格认定。非法采矿造成矿产资源破坏量，结合采空区测量结果、矿产资源储量报告、详查以上地质勘查报告、矿山开采回采率要求、矿产地质情况等综合进行认定；破坏性采矿造成矿产资源破坏量，结合采空区测量结果、矿产资源储量报告、设计动用储量、矿山开采回采率要求、矿产地质情况等综合

进行认定。非法采矿、破坏性采矿造成矿产资源破坏的矿产资源价格，采出部分已有销售的，按照销售平均价格认定；未销售、无销售证据或销售价格明显不合理的，可按照采矿所在地价格认定机构出具的价格认定结论书进行认定。

五、省级自然资源主管部门认定管理

(一)认定主体。

省级自然资源主管部门，原则上应组成非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定委员会，通过集体会审或会签方式，审查非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值调查核算报告，符合认定条件的出具认定报告。

认定委员会负责人原则上由省级自然资源主管部门主要负责人或分管负责人担任，成员宜包括执法、法规、地勘、矿业权、矿保、测绘、地理信息等相关处室（单位）负责人。认定委员会可指定具有较强地质勘查技术力量的事业单位作为执法支撑单位，或聘请专家负责技术审查工作。参与技术审查的支撑单位负责人或专家在集体会审时应当列席。

(二)认定程序。

非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值认定工作，按以下程序办理。

1.申请受理。办理相关案件的自然资源主管部门、地方综合执法部门、乡镇人民政府（街道办事处）以及公安、检察院、法院申请省级自然资源主管部门认定时，应当提交以下材料。

(1)认定申请书（说明难以认定的理由）。

(2)非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值调查核算报告及相关附图、附表、附件。因涉案矿产品价格难以确定导致无

法出具相关价值调查核算报告的，可在说明原因后提供涉案矿产品数量或矿产资源数量的核实报告。

(3)其他相关材料。

省级自然资源主管部门对申请材料进行合规性审查，5个工作日内出具受理或退回告知书。不符合受理条件的，一次性告知存在的全部问题并将材料退回，申请人可在补充材料或修正瑕疵后重新申请。申请受理后，将相关材料分送认定委员会成员单位及技术支撑单位或专家。

2.技术和业务审查。技术支撑单位或专家对申请人提交的相关材料进行技术审查，出具技术审查意见书，提出通过、修改后通过或不通过的技术审查意见。认定委员会成员单位结合各自职责对申请材料进行审查，提出业务审查意见。技术审查和业务审查应在申请材料受理后25个工作日内完成，情况非常复杂确需延长的，经认定委员会负责人批准可以延期。技术审查意见为修改后通过的，退回申请人修改，修改时间不计入办理时限。

3.集体认定。技术和业务审查完成后，提交认定委员会集体认定。集体认定由认定委员会负责人组织，成员单位参加，技术支撑单位和参加审查的专家参加。经过集体认定，同意通过的，出具认定报告；不同意通过的，说明理由退回申请人。认定工作自受理之日起，一般不超过40个工作日。特别复杂的，经认定委员会负责人批准可以延期，但最长不超过70个工作日，需要进行工程验证、岩矿测试等的时间不计算在内。

4.认定复核。认定报告作出后，办理相关案件的自然资源主管部门、地方综合执法部门、乡镇人民政府（街道办事处）以及公安、检察院、法院在案件办理期间，应违法当事人（犯罪嫌疑人）要求，可向作出认定报告的省级自然资源主管部门提出复核申请，申请书须一次性列明申请复核的理由，同一案件复核

申请总共只受理一次。受理复核的省级自然资源主管部门应当组织认定委员会成员单位和参加同一调查核算报告审查之外的其他专家，对复核申请书提出的全部理由进行论证，提出复核意见并出具复核报告。复核工作自受理之日起，最长不超过20个工作日，需要进行工程验证、岩矿测试等的时间不计算在内。

六、有关规定

(一)非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值调查核算报告编制单位，应具有地质勘查工作经验，且不在地质勘查单位异常名录和严重失信主体名单内，除测绘、岩矿测试等工作可委托相关专业技术单位开展外，调查核算工作不得转包。测绘单位应具有法律法规规定的相关资质。岩矿测试单位应具有岩矿测试工作经验。

(二)调查核算报告应以事实为依据，客观准确反映非法采矿采出矿产品价值、非法采矿或破坏性采矿造成矿产资源破坏价值。调查核算报告编制单位应对提交的报告进行内审，并对报告的真实性、完整性、准确性负责。测绘单位、岩矿测试单位各自对其工作成果的真实性、完整性、准确性负责。委托单位对其所提供材料的真实性、完整性、准确性负责，不得干预、暗示、影响调查核算报告编制单位、测绘单位、岩矿测试单位独立开展工作。

(三)报告中矿产品价格应当准确引用相关证据证明的矿产品价格或价格认定机构出具的价格认定结论书中载明的价格，不得擅自调整、修改。省级自然资源主管部门出具的认定报告应当申明报告中矿产品价格的数据来源。

(四)参加技术和业务审查、集体认定的人员属于本案当事人或者当事人近亲属，本人或近亲属与本案有利害关系，曾经参与编制涉案单位的矿山（初步）设计、安全设施设计、开采方案以及地质勘查报告、矿产资源储量报告、矿业权评估报告、调查核算报告等工作，与本案当事人有其他关系可能影响认定公

正等情形的，应当回避。

(五)认定工作必须严格依法依规开展。发现弄虚作假的依规依纪严肃处理，情节严重涉嫌犯罪的移送司法机关。发现职务违法、职务犯罪问题的移送有权机关处理。

本办法自发布之日起施行，有效期五年。《国土资源部关于印发<非法采矿、破坏性采矿造成矿产资源破坏价值鉴定程序的规定>的通知》（国土资发〔2005〕175号）同时废止。

（来源：自然资源部）

2024年12月稀土价格走势

一、稀土价格指数

12月份，稀土价格指数基本保持平稳。本月平均价格指数为166.1点。价格指数最高为12月2日的169.7点，最低12月20日的161.9点。高低点相差7.8点，波动幅度约为4.7%。

2024年12月稀土价格指数走势图



二、中钷富钷矿

中钷富钷矿12月份均价为17.11万元/吨，环比下跌2.0%。

三、主要稀土产品

(一) 轻稀土

12月份，氧化镨钕均价为40.51万元/吨，环比下跌3.3%；金属镨钕均价为49.95万元/吨，环比下跌3.4%。

2024年12月氧化锆、锆钨金属价格走势



12月份，氧化钨均价为41.24万元/吨，环比下跌3.3%；金属钨均价为50.68万元/吨，环比下跌3.8%。

2024年12月氧化钨、金属钨价格走势



12月份，氧化锆均价为42.09万元/吨，环比下跌2.0%。99.9%氧化镧均价为0.40万元/吨，环比与上月持平。99.99%氧化铈均价为19.50万元/吨，环比与上月持平。

(二) 重稀土

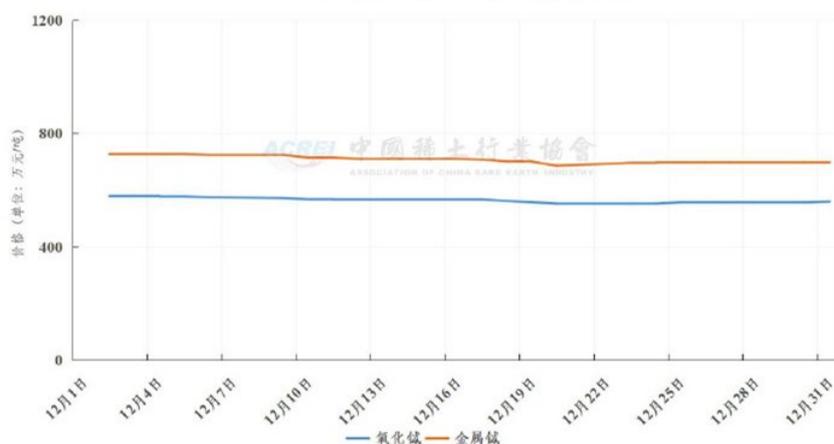
12月份，氧化镨均价为162.48万元/吨，环比下跌5.1%；镨铁均价为159.05万元/吨，环比下跌5.4%。

2024年12月氧化镨、镨铁价格走势



12月份，99.99%氧化镨均价为565.05万元/吨，环比下跌4.0%；金属镨均价为709.09万元/吨，环比下跌3.7%。

2024年12月氧化铽、金属铽价格走势



12月份，氧化铽均价为43.68万元/吨，环比下跌13.8%；铽铁均价为44.65万元/吨，环比下跌13.0%。

2024年12月氧化钆、钆铁价格走势



12月份，99.999%氧化钆均价为4.20万元/吨，环比与上月持平。氧化钆均价为29.11万元/吨，环比下跌3.5%。

表1 2024年12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11月平均价	2024年12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%	429.24	420.86	-1.95%
氧化钆	≥99%	426.29	412.36	-3.27%
金属钆	≥99%	527.00	506.82	-3.83%
氧化钷	≥99.9%	15.00	15.00	0.00%
氧化铈	≥99.99%	195.00	195.00	0.00%
氧化钆	≥99%	168.90	154.41	-8.58%
钆铁	≥99%Gd75%±2%	165.19	152.45	-7.71%
氧化铽	≥99.9%	5885.00	5650.45	-3.99%
金属铽	≥99%	7359.76	7090.91	-3.65%
氧化镝	≥99%	1711.90	1624.77	-5.09%
镝铁	≥99%Dy80%	1681.67	1590.45	-5.42%
氧化钆	≥99.5%	506.81	436.82	-13.81%
钆铁	≥99%Ho80%	513.38	446.82	-12.97%
氧化铟	≥99%	301.71	291.09	-3.52%
氧化铪	≥99.99%	101.00	101.00	0.00%
氧化镨	≥99.9%	5250.00	5169.32	-1.54%
氧化钆	≥99.999%	42.00	42.00	0.00%
氧化镨钆	≥99%Nd ₂ O ₃ 75%	418.71	405.09	-3.25%
镨钆金属	≥99%Nd75%	517.19	499.05	-3.51%

（来源：中国稀土行业协会）

稀土在喷涂中的应用

稀土在喷涂中的应用主要体现在稀土材料喷涂技术上，这是一种通过高温喷涂将稀土材料涂覆在物体表面的新型表面处理技术。

一、稀土材料喷涂技术的原理

稀土材料喷涂技术是通过高速喷涂将稀土材料粉末喷射到物体表面，然后在高温下熔融成膜，从而在物体表面涂覆上一层稀土材料。这种技术可以显著提高物体表面的硬度、耐磨性、耐腐蚀性等性能，同时还可以改善物体的表面质量和外观。

二、稀土材料喷涂技术的应用领域

航空航天领域：稀土材料喷涂技术可以提高飞机发动机叶片的耐磨性和耐高温性能，从而延长其使用寿命。这对于保障飞行安全和提高飞机性能具有重要意义。

机械制造领域：在机械制造中，稀土材料喷涂技术可以提高机械零件的耐磨性和耐腐蚀性能，减少零件的磨损程度，进而延长其使用寿命。这有助于提高机械设备的可靠性和稳定性。

石油化工领域：稀土材料喷涂技术可以提高石油化工设备的耐腐蚀性能和抗氧化性能，使其能够更好地抵御恶劣环境的侵蚀，从而延长设备的使用寿命。

电子电器领域：在电子电器领域，稀土材料喷涂技术可以提高电子电器元器件的抗氧化性能，保护元器件不被腐蚀和老化。这对于提高电子产品的可靠性和稳定性具有重要意义。

三、稀土在涂料中的应用

除了稀土材料喷涂技术外，稀土还在涂料行业中有着广泛的应用。例如：

稀土催干剂：稀土催干剂可以弥补传统催干剂的不足，改善涂料颜色，提高涂膜交联度、硬度和耐溶剂性。同时，稀土催干剂还能消除铅和钙的污染，克服钴催干剂易引起涂料结皮、涂膜起皱等缺陷。

稀土固化剂：稀土磷酸盐和稀土硫酸盐等稀土盐类可用作建筑涂料的新型高效固化剂。它们可以使涂料的颜色柔和、漆膜透明度提高、机械性能和耐候性大为改进。

稀土发光颜料：稀土发光颜料具有发光亮度高、余辉时间长等优点。它们可以制成涂料、油墨、塑料、橡胶等制品，在黑暗处能自动发光，呈现出良好的低度光亮和装饰美化效果。

四、稀土在喷涂中的独特作用

稀土元素在喷涂过程中还具有独特的活化催渗作用、细化组织作用以及提高组织均匀性和降低孔隙率的作用。这些作用使得稀土材料喷涂技术能够在各种工业领域中发挥更加显著的效果。

（来源：中国稀金谷大数据）

NiPt/CeO₂ 催化剂的制备及其催化水合肼分解制氢性能研究

水合肼(N₂H₄·H₂O)作为目前世界上最常用的储氢材料之一,引起了广大研究者的关注。通过低温浸渍还原法将 NiPt 金属纳米颗粒负载在 CeO₂ 纳米立方体载体上制备出不同金属比例的 NiPt/CeO₂ 催化剂,进一步研究了催化剂的结构及其催化水合肼制氢的性能。研究表明,催化剂优良的活性可归因于 NiPt 双金属形成合金的合金效应以及金属与 CeO₂ 纳米立方体载体之间的协同作用。所制备的 Ni₃Pt₅/CeO₂ 催化剂在催化水合肼分解制氢中表现出最优的催化活性,在 323 K 下其 TOF 值为 2960.5 h⁻¹, 经过 5 次循环后仍保持良好的催化活性。

(来源: 中国稀土学报)



冷变形与时效对 Cu-15Cr-Ce 原位复合材料组织和性能的影响

采用光学显微镜(OM)、扫描电子显微镜(SEM)、电子拉力试验机、金属电导仪研究了冷变形量与时效处理 Cu-15Cr-0.1Ce 合金微观组织及性能的影响。结果表明: Cu-15Cr-0.1Ce 合金经冷变形和时效处理后性能显著提高,形成弥散分布的纤维相是该合金获得高强度高硬度的重要原因,同时时效处理促进 Cu 基体中固溶原子大量析出,减少电子散射率,使得导电率升高。当变形量($\eta=6$)+(550°C, 1 h)时效处理后综合性能最佳,强度、导电率、硬度、伸长率分别达到 802 MPa、72.8%IACS、28HRC、8.45%。在此基础上,建立起 Cu-15Cr 微观组织演化模型,

解释其纤维组织形成机制。

(来源：中国稀土学报)

AB₄型 La_{0.4}Y_{0.6}Ni₄ 单相超晶格合金的制备及其储氢性能

以低压固态储氢为应用场景，针对 AB₄ 型 La-Y-Ni 基超晶格合金吸/放氢结构失效问题展开研究。通过真空电弧熔炼及淬火工艺，在 1170℃ 得到 AB₄ 型 La_{0.4}Y_{0.6}Ni₄ 单相超晶格合金，该合金具有三方 3R-La₅MgNi₂₄ 型超晶格结构，由 [(La_{0.42}Y_{0.58})Ni₅] 和 [(La_{0.36}Y_{0.64})₂Ni₄] 亚单元按照 4:1 的比例堆垛而成。在温度为 0℃ 的条件下，La_{0.4}Y_{0.6}Ni₄ 单相合金的最大吸氢量为 1.54% (质量分数)，[(La_{0.36}Y_{0.64})₂Ni₄] 亚单元的氢致非晶化导致其可逆放氢量为 0.95% (质量分数)，较高的放氢平台压力 (0.45MPa) 使其在低压固态储氢领域具有较大的应用潜力。

(来源：稀土)

风化壳淋积型稀土矿区滑坡预测方法及适用性探讨

在风化壳淋积型稀土原地浸矿过程中，由于注液过度和季节性降雨影响，易诱发山体滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。开展稀土矿区边坡稳定性预测分析，对于安全开采和防灾减灾具有重要作用。限于现有滑坡预测指标权重取值不明晰、预测指标体系方法不确定的问题，稀土矿区滑坡预测的准确性难以保证。本文归纳分析了风化壳淋积型稀土矿区滑坡失稳机理，综述了以物理函数方程为载

体的确定性模型、以统计分析为理论依据的非确定性模型在稀土矿区滑坡预测研究现状，重点探讨了知识驱动模型、数据驱动模型的应用情况及条件，总结了各类预测模型方法的适用性和局限性。因稀土矿区地理分布特殊及动态溶浸开采工艺，运用确定性模型开展单体矿区滑坡预测研究难度较大，以机器学习算法和地质实况监测技术相结合进行滑坡预测分析具有较好的应用前景。最后提出了完善风化壳淋积型稀土矿区滑坡预测模型的新思路。

（来源：稀土）

中国稀土学报 (2024 No.6)

综合评述

稀土掺杂单色上转换发光纳米晶材料研究进展

上转换稀土复合材料在光催化中的应用研究进展

稀土电催化剂研究进展

热变形钕铁硼永磁体晶界扩散技术研究进展

稀土资源领域物探技术应用现状及展望

稀土催化

NiPt/CeO₂ 催化剂的制备及其催化水合肼分解制氢性能研究

稀土新材料

La_{1-x}Ca_xAl_{1-y}B_yO_{3-δ} (B=Mn/Ni)的红外辐射性能测试与模拟

利用表面镀钛及掺杂 La₂O₃ 改善金刚石/铜复合材料性能的研究

不同前驱体对聚丙烯酰胺凝胶法制备氧化钪稳定氧化锆纳米粉体的影响

稀土化学与湿法冶金

稀土基金属玻璃及其共晶成分的双团簇式解析

柠檬酸从拜耳法赤泥中选择性浸出钪、钇研究

硫酸低温液相分解独居石行为过程研究

稀土金属学与火法冶金

冷变形与时效对 Cu-15Cr-Ce 原位复合材料组织和性能的影响

Mg-5Sm-(3, 4)Gd 合金热压缩行为的对比研究

稀土应用

氢等离子体电弧精炼制备低氧镍镧合金及其应用研究

稀土复合粒子改性变压器油绝缘性与导热性研究

稀土地矿

聚乙烯亚胺对风化壳淋积型稀土矿浸取传质过程研究

粤中三水盆地过碱性长英质火山岩稀土元素赋存状态与矿化潜力研究

(来源: 中国稀土学报)



稀土化合物与应用 (2024 No.6)

进展与述评

稀土掺杂氧化物纳米光催化剂的研究进展

铈基材料催化氧化 VOCs 研究进展

研究与开发

稀土氧化物在氢化丁腈橡胶中的应用研究

铈修饰载体对锰铈复合催化剂 $\text{NH}_3\text{-SCR}$ 性能的影响

稀土改性 CaO 载体负载 Ni 催化乙醇水蒸气重整制氢

(来源: 稀土化合物与应用)

稀土金属在线检测系统及其检测方法

发明名称：稀土金属在线检测系统及其检测方法

公开（公告）日期：2024-12-27

公开（公告）号：CN118950489B

发明人：鲁强，尹祖平

摘要：本申请提供一种稀土金属在线检测系统及其检测方法，属稀土金属冶炼领域。本申请检测系统包括电解生产区、运输通道、待检区、加工区、检测区和分类区；电解生产区用于稀土金属的初步生产和出料；运输通道位于电解生产区旁并沿伸至待检区的进料处，作为运输线路将稀土金属从电解生产区运送至待检区；待检区设于运输通道与加工区之间，作为待检测稀土金属的暂存区域；加工区紧邻待检区一侧，用于铣削出稀土金属的检测面；检测区设于加工区一侧，用于稀土金属的检测分析；分类区用于将检测完毕的稀土金属按检测结果分类并放入不同品级分类车中。本申请集生产、运输、加工、检测和分类过程于同一检测系统中，大幅减少了人工干预，提高了效率和精度。

（来源：专利公布公告）



一种高铁含量稀土矿石中综合回收稀土和铁的方法

发明名称：一种高铁含量稀土矿石中综合回收稀土和铁的方法

公开（公告）日期：2024-12-06

公开（公告）号：CN115927840B

发明人：刘会武，向秋林，苏学斌，阙为民，王桂硕，刘忠臣，刘康，张承天，程浩，刘志超，李广

摘要：本发明提供了一种高铁含量稀土矿石中综合回收稀土和铁的方法，涉及湿法冶金技术领域。本发明将高铁含量稀土矿石的矿粉与浓硫酸混合经预熟化后焙烧，对矿石中矿物的分解率高，提高目标元素提取率；本发明采用硫酸复盐沉淀法对水浸后所得稀土浸出液中稀土进行沉淀，实现稀土与大量铁元素有效分离；本发明采用氢氧化钠对稀土硫酸复盐转型以及盐酸优溶，得到氯化稀土溶液产品；本发明利用沉淀母液中硫酸根含量高、酸度高的特点，通过对母液中铁硫比、酸度与水解温度进行控制，在高温下完成铁的氧化和沉淀过程，生成较纯的铁矾富集物。本发明实现了高铁含量稀土矿中稀土和铁高效率地综合回收，稀土总回收率 91.2% 以上，铁总回收率大于 72%。

（来源：知嘟嘟）

2024年12月新增公开/公告专利（部分）

- 一种高性能稀土离子掺杂有机磁体及其制备方法
- 一种基于稀土金属渣的稀土金属回收设备
- 一种萃取分离稀土铽镝钬氧化物的工艺
- 适用于离子型稀土矿区地下水污染修复的可渗透反应墙及其反应系统
- 一种羧酸萃取剂及利用该羧酸萃取剂从稀土料液中分离杂质铝离子的方法
- 一种稀土低合金高强韧钢的稀土加入量控制方法
- 一种稀土元素改性铝铁基除氟剂及其制备方法
- 一种高强超高导热压铸稀土镁合金及其制备方法
- 一种稀土掺杂纳米复合材料及其制备方法与应用
- 一种回收稀土元素的方法
- 一种稀土废水处理的草酸钠回收装置
- 一种镧系稀土配合物及其制备方法

（来源：知嘟嘟）