

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2023年 第11期 总第121期

本期要闻

- ◎ 滕吉文院士：加速建立新型稀土保障体系
- ◎ 江西：锂、离子型稀土、锰提前超额完成“十四五”找矿目标钨、金、萤石找矿目标完成过半
- ◎ “稀土+钢”演绎神奇海工钢
- ◎ 多种稀土材料列入《重点新材料首批次应用示范指导目录（2024年版）》（征求意见稿）

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	1-10
◎ 滕吉文院士：加速建立新型稀土保障体系	
◎ 江西：锂、离子型稀土、锰提前超额完成“十四五”找矿目标 钨、金、萤石找矿目标完成过半	
◎ “稀土+钢”演绎神奇海工钢	
◎ 美国国家实验室牵头研发稀土加工技术	
◎ 沙特工矿部：正谋划矿产商品交易所 交易商品将包括石墨、稀 土、锂、钴、镍	
◎ 印度将启动首批关键矿产区块拍卖 涉及矿种包括锂、钒、石墨 和稀土元素等	
◇ 科技前沿	11-17
◎ 福建师范大学：在稀土掺杂无铅双钙钛矿电致发光器件方向取 得进展	
◎ 南京大学在构建量子网络方向取得重要进展—利用铟离子实现 通信波段光量子纠缠的量子存储	
◎ 包头稀土研究院：稀土催化材料研究室在钪基 SCR 催化领域取 得突破进展	
◎ 闽都实验室发表用于生物检测的稀土掺杂无机纳米发光探针的 研究综述	
◇ 政策法规	18-18
◎ 多种稀土材料列入《重点新材料首批次应用示范指导目录（202 4年版）》（征求意见稿）	
◇ 市场行情	19-23
◎ 2023年11月稀土价格走势	
◇ 稀土知识	24-26
◎ 稀土生物光子晶体	
◎ 稀土氧化物	

☆ 文章摘要

27-29

- ◎ 电感耦合等离子体发射光谱法测定稀土钢用稀土铁中间合金中钙、镁、硅及镍量
- ◎ 离子吸附型稀土无铵开采现状
- ◎ 硫化物渣中有价元素高效回收工艺研究
- ◎ 稀土尾矿催化剂 $\text{NH}_3\text{-SCR}$ 脱硝 SO_2 耐受和机制研究

☆ 期刊目录

30-31

- ◎ 稀土 (2023 No.6)
- ◎ 稀土化合物与应用 (2023 No.6)

滕吉文院士：加速建立新型稀土保障体系

“随着新一轮科技革命和产业变革的加速推进，稀土资源战略价值迅速提升，应加速建立完善新型的稀土保障体系，以保障稀土的安全、稳定与持续供给。”在内蒙古地球物理学会揭牌仪式暨第二届地球物理勘探技术研讨会上，中国科学院院士滕吉文表示。

进入 21 世纪，随着经济的发展，科学与技术的进步，人们对能源的概念与认识不断提升。滕吉文表示，金属矿化石能源已成为支撑低碳的物质基础，在“双碳”目标驱动下，新能源铀、锂、镍、石墨、稀土等关键矿产供需矛盾显现，稀土已成为全球新能源竞争的热点。

“稀土包括 17 种元素，因其各有独特的电子层结构和奇异的磁、光、电等特征，且在永磁等新材料领域广为应用，已成为全球争夺的战略性矿产资源。新一轮科技革命和产业变革中，全球供应链安全风险凸显，大国资源安全保障重点也从大宗矿产向关键矿产转移。在这一背景下，稀土战略价值迅速提升，战略地位进一步凸显。”滕吉文分析说，美国、欧盟等西方发达国家均把稀土列为危机矿产、关键性原材料。随着新能源汽车、风力发电、人工智能等相关产业的快速发展及新材料技术革命和应用领域的不断扩展，未来稀土的需求将保持高速增长的趋势已成必然，预计 2021 年—2035 年我国对需求稀土的需求是过去 70 年累计消费量总和的 2.4 倍。

滕吉文说，全球稀土能源贸易格局已经形成，但其稳定性和有序性仍面临严重挑战。近年来，已有 120 个国家和地区相继提出“碳中和”或零碳转型目标，稀土的战略价值将越发突出，这也将导致全球稀土面临供应链产能不足、

储量不够及贸易中断的风险。同时，因为不同国家的稀土元素储量、品质、需求存在较大差异，也将进一步加剧全球在稀土产业链条上博弈。

“稀土产业链通常包括开采选矿、冶炼分离、材料制备、终端应用、循环回收五个环节，任何一个环节出现变动将会对整个产业链格局产生重大影响。然而，这五个完整的环节却并非易于掌控。”滕吉文说，作为全球稀土重要供应国的中国，在稀土产业链中占有一定优势，且占比显著，也是目前全球唯一具备稀土全产业链的整体(各类产品)生产能力的国家。但中国企业依然缺乏对全球稀土市场的定价权，稀土价格与消费价值不匹配，稀土高端材料和应用技术与西方国家有较大差距，我国目前只是稀土产业大国而非稀土产业强国。

“我国正处于快速工业化的后工业化发展时期，稀土的安全、稳定与保障供给极为重要。”滕吉文建议，要强化金属矿化石能源与稀土产业链，针对高新科技发展进行科技攻关；加强与境外产能联合，合作共赢，并加大投入，提高外来资源产能，以保证安全、稳定与持续供给；加强开源节流，建立全方位的二次金属区域化回收，实现稀土高效综合利用；加快建立与完善新型能源体系，奋力攻克第二深度空间(500m—2000m)的稀土资源，在“上天入海入地”的进程中创建未来，抢占稀土矿产业链的制高点。

(来源：中国矿业报)



江西：锂、离子型稀土、锰提前超额完成 “十四五”找矿目标 钨、金、萤石找矿目标完成过半

据自然资源部官微消息：江西省自然资源厅日前透露，新一轮找矿突破战

略行动开展以来，江西紧密围绕国家重大战略部署，以需求、问题和目标为导向，制定了“一三五”工作计划，即围绕提高矿产资源供给保障能力“一个目标”，部署实施地质调查提升、矿产勘查增储、地质科技创新“三大工程”和资源潜力动态评价、找矿靶区优选、优质矿权投放、地质资料智慧开发、矿业秩序整顿规范“五大行动”，扎实推进新一轮找矿突破战略行动并取得明显成效。截至11月底，江西省全省锂、离子型稀土、锰提前超额完成“十四五”找矿目标，钨、金、萤石找矿目标完成过半。

高位谋划部署，精心组织实施。江西省委、省政府高度重视全省地质找矿工作，将新一轮找矿突破战略行动纳入省政府工作报告重点任务，要求站在“国之大者”的高度，实施好新一轮找矿突破战略行动。省政府办公厅印发《江西省战略性矿产找矿行动实施方案（2021—2035年）》，对全省地质找矿工作进行周密部署。省委财经委、省政府常务会议先后听取全省地质找矿工作汇报。设立了自然资源保护与利用专项资金，将地质调查和勘查工作列入重点支持范畴，为全省地质找矿工作提供资金保障。

同时，江西厅成立了新一轮找矿突破战略行动办公室，编制了《江西省地质勘查规划（2021—2025年）》，会同省地质局、省地质学会、省矿业联合会开展新一轮找矿突破战略行动大讨论，组织各设区市自然资源主管部门召开座谈会，组织全省地勘单位召开专题研讨会和恳谈会，认真分析地质找矿工作的难点和堵点，积极探索破解地质找矿难题的有效措施。

加大找矿投入，工作成效显著。2021年至2023年上半年，江西共投入地质勘查资金13.79亿元，完成的主要实物工作量是钻探86.94万米、坑探1.4万米、槽探16.84万立方米。经过全省自然资源系统和地勘单位的共同努力，重要矿产

新增一批资源储量，其中锂(氧化锂)新增 858 万吨、锰矿物量新增 1013 万吨、金金属量新增 7.29 吨、萤石(氟化钙)新增 270.81 万吨，为全省有色金属、新能源、石化化工等重点产业链现代化建设提供了资源保障。

在基础地质调查方面，江西组织开展了全省 120 个矿种矿产资源国情调查工作，完成了固体矿产 2255 个矿区及地热矿泉水 103 个矿区矿产资源国情调查；开展了铁、铜、钨、锡、稀土等 10 种战略性矿产资源潜力动态评价；战略性矿产资源远景调查评价新提交找矿靶区 30 余处。

在矿产资源勘查方面，2021 年—2023 年，江西省级财政出资 3.6 亿元，部署实施了 105 个地质勘查项目。全省战略性矿产累计提交 5 处超大型规模矿床、8 处大型规模矿床、7 处中型规模矿床。“靖安县大雾塘钨矿勘探”“安远县石头坪矿区根背矿段重稀土矿普查”分别入选 2021、2022 年度“全国十大地质找矿重大成果”。

在地质科技创新方面，江西省科学技术厅制定了“地质+科技”行动计划，不断加强成矿地质理论研究，江西省地质局成功申报省重点研发计划“揭榜挂帅”项目“江西超大型锂矿找矿快速突破关键技术研究”。组建了深穿透地球化学测量专项小组，在德兴市金山矿田靶区优选、德兴市枫树岭矿区铜铅锌矿调查评价、怀玉山—北武夷山地区锡多金属矿调查评价、灵山西南部稀有金属调查评价等项目推广中取得明显成效。江铜集团永平铜矿与中国地质大学(武汉)合作开展《江西永平铜矿成矿关键控制因素与深边部找矿突破》课题研究，助推永平铜矿深部找矿。

加快制度供给，激发市场活力。2023 年，江西厅先后印发《关于深入推进矿产资源管理改革若干事项的实施意见》《江西省矿业权出让网上交易规则》，

会同省财政厅制定了《江西省非油气矿产（不含稀土、放射性矿产）矿业权出让收益起始价标准》。同时，修订了全省矿业权出让收益基准价，进一步调动地方政府和矿业权人找矿突破和增储上产的积极性和主动性，鼓励社会资本参与战略性矿产勘查开发。

在此基础上，江西目前正在研究制定《关于进一步加强矿产资源全链条管理的实施意见》，旨在提高全省矿产资源初级产品供给能力，推动矿业经济高质量跨越式发展。同时，进一步优化工作流程、减少办理环节，提高矿业权审批效率，激发矿产勘查开发主体的活力。

（来源：自然资源部）



“稀土+钢”演绎神奇海工钢

稀土企业和科研院所创新的核心在于创新“灵魂”。日前，由江西理工大学、新余钢铁股份有限公司等单位完成的“高性能海洋工程用钢板（海工钢）高效制造关键技术创新及产业化项目”获得江西省科学技术进步奖一等奖。该项目成功研制出系列高性能海洋工程用钢板（海工钢）并产业化。

过去，高强韧性、大热量焊接、耐腐蚀、大厚度等高难度特性，导致国内对海工钢的需求主要依赖进口，其国产化率只有不到 40%。为此，新余钢铁股份有限公司联合江西理工大学等高校、国内钢企，通过理论计算、实验室和工业性试验等系统研究，成功研制出系列高性能海工钢并产业化。高性能海工钢的最大创新点，莫过于借助新余钢铁丰富的技术储备，成功在钢种冶炼中添加了稀土元素。其产品通过国际十大船级社认证，不仅在国内成功替代了原先进

口的高性能海工钢，更进一步畅销海外，形成了具有自主知识产权的高性能海工钢绿色高效制造关键技术集成。

随着我国实施制造强国的战略目标对其基础产业——材料制造提出了更高、更迫切的发展要求，“经验指导实验”的传统材料研发模式已无法满足新材料研发需求。发展高效率、低成本的材料研发新模式，是大力推动包括海工钢在内的新型材料发展，支撑先进制造和高新技术发展的迫切需求。

稀土与钢铁的结合，不仅产生了稀土钢，还产生了海工钢，对稀土和钢铁产业无疑是双赢。由于稀土金属分离、提纯技术和手段不断进步，我国逐步实现了制备镧、铈、镨、钕等稀土金属，加上国家对先进材料的高度重视，以及需要为高丰度镧、铈元素寻找使用渠道等原因，近年来，海工钢无论是基础研究还是应用领域均得到了较快发展。

今年8月份，工信部、科技部、国家能源局、国家标准委联合印发《新产业标准化领航工程实施方案（2023—2035年）》，聚焦新一代信息技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车、绿色环保、民用航空、船舶与海洋工程装备等8大新兴产业。

《实施方案》指出，新兴产业具有创新活跃、技术密集、发展前景广阔等特征，稀土企业及钢铁企业要以推动新兴产业创新发展和抢抓未来产业发展先机为目标，以完善高效协同的新产业标准化工作体系为抓手，要研制高强韧建筑结构钢、高性能混凝土结构用钢、高强度桥梁和缆索用钢、高性能海工钢、钢结构用钢等工程结构材料标准。

“十四五”是我国稀土行业转型升级、提质增效的关键时期，稀土产业作为国家经济结构调整转型的一个新的增长点，发展潜力巨大。今后，政府相关部

门和稀土企业将加大实施“稀土+钢”的创新力度，在推进稀土在钢铁产业技术开发方面做文章，促进我国稀土产业由技术优势转化为产业优势、经济优势和战略优势，形成稀土产业链与其它产业链相互支持、良性互动的格局。

(来源：中国有色金属报)

美国国家实验室牵头研发稀土加工技术

据 Mining.com 网站报道，爱达荷国家实验室（INL）与美国关键材料公司（USCMF, US Critical Materials）周一共同宣布，双方将实施一项多阶段项目来研制稀土加工方法。

年初，USCMF 公司宣布，其在蒙大拿州西南部的旗舰项目羊溪（Sheep Creek）稀土矿品位超过美国国内所有其他稀土矿。4 月份，美国地质调查局（USGS）与蒙大拿州矿业局共同宣布在羊溪稀土矿进行一项航磁和航空放射性调查，这也是 USGS 地球资源填图计划（EMRI, Earth Mapping Resource Initiative）的一部分。

与 INL 合作的这个项目重点是研发碳酸岩矿石处理、制备和特定高附加值金属的提取工艺。USCMF 公司称，该工艺可以通过融合传统和新兴材料处理分离技术来实现。

这个项目对于北美稀土市场来说极为重要。稀土包含 17 种金属元素，是制造智能电子设备和风力发电机的关键原材料，其开采和处理非常困难，生产集中度高。

目前，美国只有一座在产的磁体稀土矿山，即加利福尼亚州的芒廷帕斯

(Mountain Pass) 稀土矿，其精矿需运到国外加工。

INL 认为，美国稀土产品高度依赖国外，其供应安全面临挑战。因此，稀土开发方案迫在眉睫。

USCMF 和 INL 宣布，将成立几个融合行业和实验室技术人员的团队，评估先进分离技术，并委托开展有针对性的研发、示范、测试和评估符合 USCMF 经济-环境-性能效益目标的分离技术。

这项合作研发协议 (CRADA) 产生的技术可能涉及知识产权，并可能在其 8 个月的 CRADA 期限结束后申请新专利。

USCMF 总裁、USGS 前稀土专家吉姆 海德里克 (Jim Hedrick) 周一在新闻发布会上称，美国商用稀土加工非常少，需要提高国际竞争力，这项合作协议以及研发的技术有助于提高美国稀土加工效率。

(来源：全球地质矿产信息系统)

沙特工矿部：正谋划矿产商品交易所 交易商品将包括石墨、稀土、锂、钴、镍

沙特阿拉伯工业和矿产资源部副部长最新表示，该国希望推出一个新的电池材料大宗商品交易平台，包括石墨和稀土，目前正在探索其可能性。

在全球逐渐向绿色能源转型的过程中，沙特正在努力建立一个不依赖石油的经济，采取的措施包括：加大投资海外资产；转向开采该国尚未开发的矿产资源等。据悉，这些未开发的矿产资源包括铜、锂、磷酸盐、黄金等，价值约 1.33 万亿美元。

工矿部副部长 Khalid bin Saleh Al-Mudaifer 在接受媒体采访时表示，“(沙

特)若要成为矿产中心,你必须拥有一切,我们正在研究未来的矿产商品交易所,交易的商品将包括石墨、稀土、锂、钴甚至镍,因为目前没有关于交易这些商品的大宗商品交易所,也没有有效价格发现机制。”

Al-Mudaifer 称,过去三个月沙特一直在研究建立这个交易平台,预计在未来六个月的时间内还不会做出相关决定。他补充道,“我们还不知道这是否可行,因为此类矿产的数量少、且规格不同,所以不像铝或原油那么容易去操作。”石墨和稀土金属都是电动汽车和能源转型的重要材料,不过目前全球尚且没有能提供石墨或稀土金属合约的交易所。不过,锂和钴这两种金属可以在伦敦金属交易所、芝加哥商品交易所进行交易。

Al-Mudaifer 表示,“我们正在与一些咨询公司以及大宗商品交易机构合作。”今年以来,沙特高调进军采矿行业、押注全球能源转型。值得一提的是,沙特阿拉伯于今年1月成立的投资基金 Manara Minerals,其目的是收购海外的矿业资产。

Manara Minerals 是由沙特国有矿业公司(Ma'aden)和沙特主权财富基金(PIF)成立的合资企业,它将优先考虑铜、镍、铁矿石和锂等矿产品。

今年7月,该公司收购了淡水河谷金属业务部门(VBM)10%的股份,该部门主要负责用于能源转型的铜镍业务,提高铜和镍的产量。

(来源:财联社)

印度将启动首批关键矿产区块拍卖 涉及矿种包括 锂、钒、石墨和稀土元素等

据 MiningWeekly 援引路透社报道,印度矿业部周三宣布,将启动首批关键

矿产区块拍卖，估值为 4500 卢比（约 54 亿美元）。

印度矿业部长普拉哈德 乔希（Pralhad Joshi）透露，拍卖将在 8 个州举行，包括比哈尔邦、恰蒂斯加尔邦、奥里萨邦、泰米尔纳德邦、查谟-克什米尔中央直辖区，涉及矿种包括锂、钾、钒、石墨和稀土元素。

“我也利用这次机会邀请全世界的投标者参与”，乔希在启动会上称。第一批招标将于 2 月 20 日结束，计划拍卖 20 个区块，总共将拍卖 100 个区块。另外，印度还实施了 125 个项目来勘探该国的关键矿产。

6 月份，印度政府公布了 30 种关键矿产，包括对于清洁能源转型非常重要的钒、钛、镍和钨。此前，印度政府还列出了 12 种战略矿产，包括动力电池关键原材料锂。年初，印度政府宣布在查谟-克什米尔地区发现锂资源。周三乔希表示，这些锂矿将列入首批拍卖目录。

他在新闻发布会上称，一到两个月内，印度还将在澳大利亚和阿根廷购买锂矿区块。另外一名政府官员曾透露，印度国家电力公司（NTPC）和印度煤业公司（Coal India）想在澳大利亚购买锂矿资产。

印度是世界最大温室气体排放国之一，该国一直在寻求从资源丰富的澳大利亚、阿根廷和智利获得关键矿产供应。印度计划在 2070 年实现净零排放。

（来源：全球地质矿产信息系统）

福建师范大学：在稀土掺杂无铅双钙钛矿 电致发光器件方向取得进展

近年来，无铅双钙钛矿材料因其具有低毒性、优异稳定性和溶液可加工等优点在光电领域引起极大的关注。但是，无铅双钙钛矿量子点高缺陷密度和低电荷迁移率等缺点导致所构筑的电致发光器件外量子效率(EQE)极低。

基于此，研究团队采用稀土 Tb 掺杂和主-客体策略实现了器件的电流效率从 0.110 cd A^{-1} 提升到 0.634 cd A^{-1} ，EQE 从 0.08% 提升到 0.76%，亮度从 158 cd m^{-2} 提升到 2793 cd m^{-2} 。这归因于通过 Tb 掺杂有效抑制银纳米颗粒生长、助力形成空间限域的自限激子态和降低局域对称性，以及通过主-客体策略明显改善薄膜形貌、降低缺陷密度和优化载流子传输能力。此外，通过在器件中引入额外的绿色碳量子点补偿缺失的绿光成分，获得具有理想色坐标 (0.328,0.329) 和卓越光电性能的纯白电致发光。

研究成果以《Highly bright and stable lead-free double perovskite white light-emitting diodes》为题发表于学术期刊《Advanced Materials》。论文第一单位为福建师范大学，我院博士研究生金世林为第一作者，陈大钦教授为本文通讯作者。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金和福建省自然科学基金等项目资助。

(来源：福建师范大学)



南京大学在构建量子网络方向取得重要进展 —利用铒离子实现通信波段光量子纠缠的量子存储

量子存储器是量子网络的核心器件，稀土元素—铒 (Er) 具有独特的通信波

段光学跃迁，是实现通信波段量子存储器的重要候选材料，对利用现有光纤通信网络构建量子网络有着重要的意义。近日，南京大学马小松、陆延青、祝世宁团队，结合晶体掺杂的同位素铷离子能级的高相干性和氮化硅光量子芯片的窄线宽、高亮度量子纠缠光源，成功实现了通信波段光量子纠缠态的微秒级存储。该工作大幅增加了通信波段纠缠光子的存储时间，超越之前世界纪录两个数量级以上，并且首次实现了光量子芯片光源与量子存储器的对接，有望在规模化量子网络等方面实现重要应用。

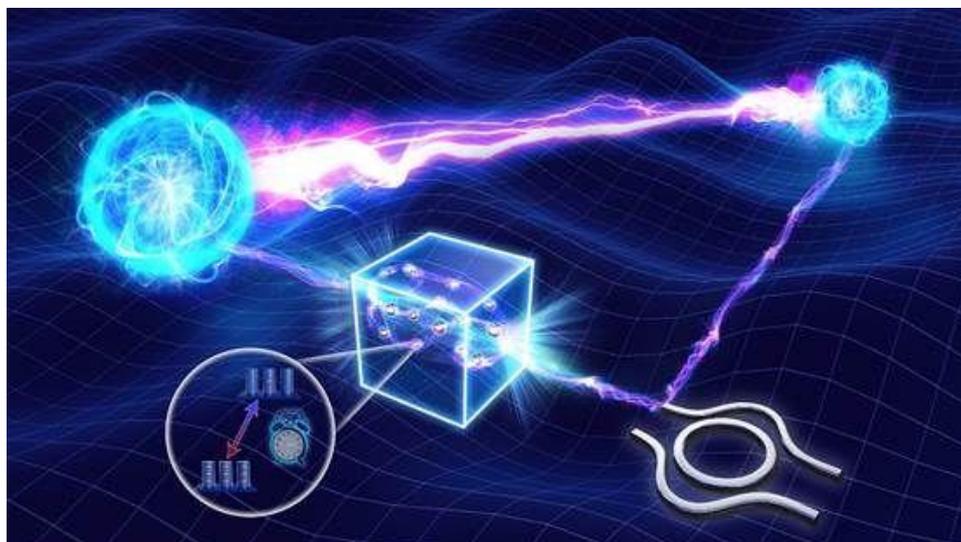


图1 通讯波段量子存储概念图

量子中继协议是实现长距离量子网络的核心技术。根据量子不可克隆原理，量子实验中无法使用经典通信中继补偿光子传输过程中随距离而指数级增加的损耗。量子中继协议利用纠缠光源、量子存储器和纠缠交换等技术，将这一损耗降低至多项式级。为利用成熟的光纤网络和技术实现量子中继协议，纠缠光源和量子存储器的理想工作范围是通信波段。

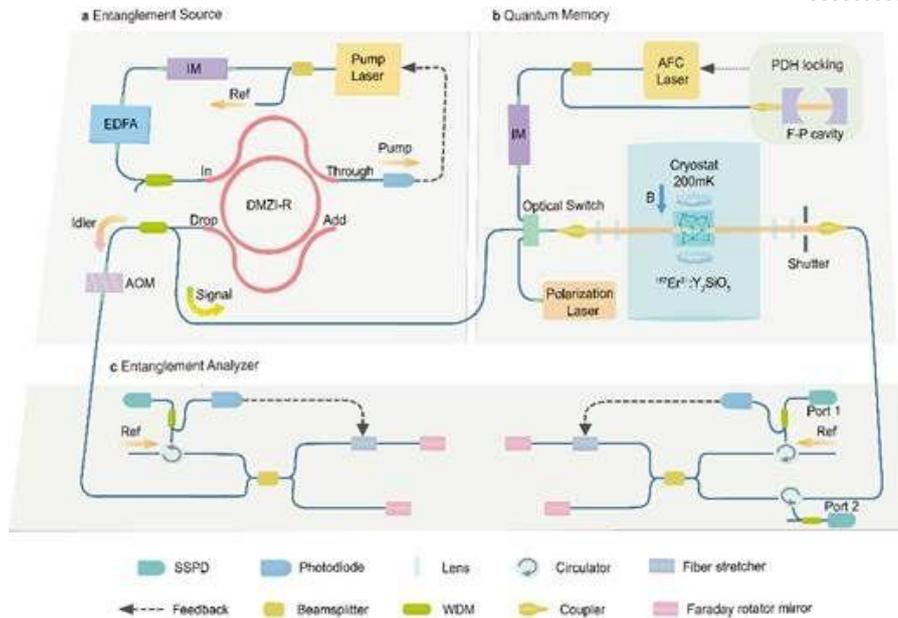


图2 实验设置图；a)纠缠光源；b)量子存储器；c)纠缠分析仪

本研究团队基于集成光学技术，使用氮化硅芯片集成的双马赫曾德干涉仪型微环谐振器作为通信波段量子光源，通过四波混频过程激发产生窄线宽、高亮度的纠缠光子对。

更进一步，研究团队使用基于同位素铒掺杂晶体($^{167}\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$)的原子频率梳型量子存储器，实现了对片上微环产生的通信波段纠缠光子的量子存储。通过冻结 $^{167}\text{Er}^{3+}$ 离子的电子自旋、部分极化其核自旋、优化原子频率梳的周期，光子的存储时间被提升至 1936 ns，较此前报道的通信波段纠缠光子存储获得了 387 倍的提升。通过 **entanglement witness**，研究团队证明了光子对之间的纠缠性质在量子存储过程前后得到了保持。

晶体掺杂的同位素铒离子能级的高相干性显著提升了通信波段纠缠光子的存储时间，氮化硅光量子芯片提供了可集成的窄线宽、高亮度纠缠光源。该研究在通信波段将光量子芯片和固态量子存储器相结合，为利用光纤网络实现基于量子中继的长距离量子纠缠网络提供了重要基础。

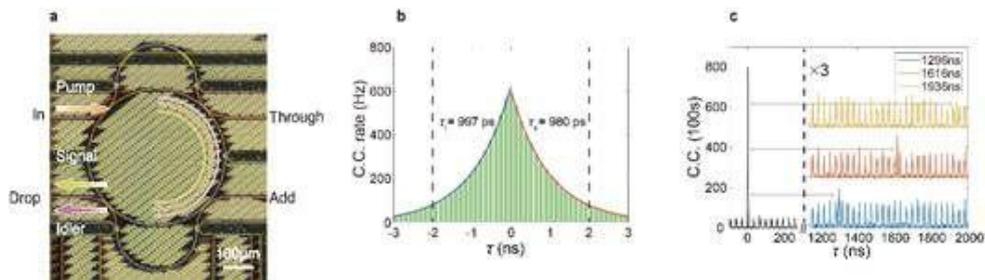


图 3 a)氮化硅芯片上的微环谐振器；b)双光子时间关联表现出长相干时间；c)量子存储器设置不同存储时间(1296~1936ns)，并改变了双光子时间关联

相关研究工作近期以“Quantum storage of entangled photons at telecom wavelengths in a crystal”为题发表在国际学术期刊《Nature Communications》上。南京大学物理学院博士研究生姜明浩、薛文奕为文章的共同第一作者，何谦同学、安雨杨同学、郑晓冬同学、徐文杰同学和谢玉波博士对本文亦有重要贡献。南京大学物理学院马小松教授为该文章的通讯作者。南京大学祝世宁院士和陆延青教授对该工作进行深入指导。这项工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、江苏省自然科学基金前沿技术计划、中央高校基础研究基金和量子科学技术创新计划等基金项目的资助。同时这项工作得到了南京大学物理学院、固体微结构国家重点实验室、人工微结构科学与技术协同创新中心、中国科学技术大学量子信息和量子物理协同创新中心和合肥国家实验室的支持。

(来源：南京大学)

包头稀土研究院：稀土催化材料研究室 在钪基 SCR 催化领域取得突破进展

近日，资源与生态环境研究所稀土催化材料研究室与内蒙古大学化学化工学院联合培养的研究生在国际期刊《Applied Catalysis B: Environmental》成功发

表了题为“Cu docking-activated Nb incorporation in multivariate CuO-Nb₂O₅/CeO₂ catalysts for selective reduction of NO_x with NH₃”的研究论文，本刊为中科院1区，影响因子22.1，院内指导老师为王艳高级工程师。

针对高丰度稀土元素镧铈产能过剩问题与“十四五”期间国家对柴油车污染治理的重大需求，稀土催化材料研究室联合内大曾尚红教授团队设计合成了绿色、高效、低成本的CuO-Nb₂O₅/CeO₂催化剂，通过调控使催化剂表面产生丰富的氧空位，并在表面氧的辅助下促进了Ce³⁺、Nb⁵⁺和Cu²⁺的氧化还原反应。此外，Nb与Cu、Ce之间强烈的协同作用促使催化剂生成新的吸附位点，从而提高了NH₃-SCR活性。本工作阐明了稀土元素与活性金属之间的相互作用对催化活性及稳定性的影响机制，成功构建了活性位微观环境与催化性能之间的构效关系，为未来柴油车国七标准的实施提供了理论支撑。本研究中的大部分工作是在稀土院联培导师的指导下完成的。

包头稀土研究院与高校的联培政策的实施，为联培生提供了舒适的科研环境和完善的测试设备，实现了企业与高校间的优势互补和科研资源的有效共享，为高催化性能稀土基多孔纳米催化剂的设计、研发及产业化应用提供了更多创新性思路和方案。

(来源：包头稀土研究院)



闽都实验室发表用于生物检测的 稀土掺杂无机纳米发光探针的研究综述

疾病总伴随着一些特定生物分子的产生或含量的改变，这些生物分子可作为疾病标志物，及早、准确地识别这些疾病标志物，尤其是提高这些靶标分子

的检测极限，有助于疾病的早期诊断、疗效监测和愈后追踪。随着纳米技术与纳米材料的飞速发展，荧光探针已被广泛用于疾病标志物的灵敏检测。

传统荧光探针及检测技术存在光化学稳定性差、背景信号高等弊端，限制了其生物检测的灵敏度及准确性。稀土掺杂纳米探针具有较高的光稳定性、较低的毒性和优异的光学性质，得到了国内外学者的广泛关注。然而，稀土离子存在吸收截面低和发光强度弱的瓶颈，影响了生物检测应用的前景。

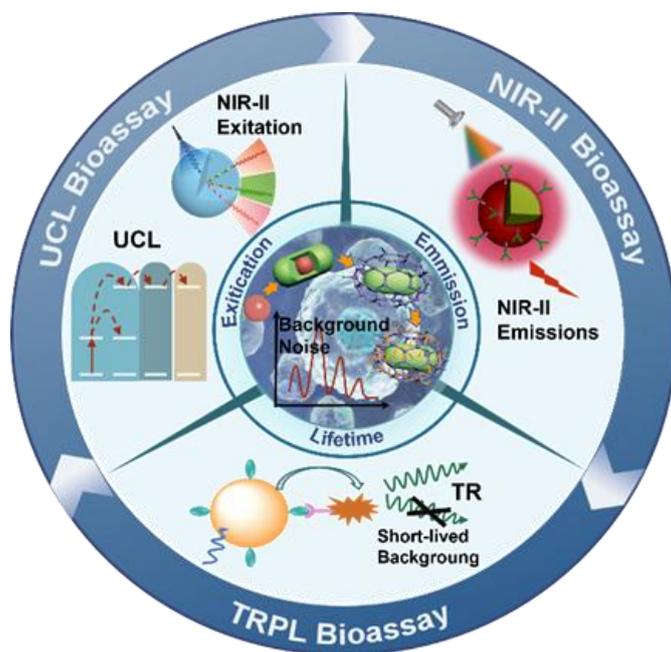


图 4 基于稀土掺杂纳米发光探针的无背景检测技术示意图

针对此问题，实验室陈学元团队涂大涛研究员等总结了团队十余年来开发的稀土掺杂纳米探针在荧光检测以及生物医学领域的应用探索(图 4)。首先，介绍了具有理想光学性能的稀土掺杂纳米颗粒的控制合成方法，以及提高发光效率的调控手段，发展了通用的表面生物偶联方法以得到生物相容性高的纳米探针。随后，探讨了面向无背景检测技术的稀土纳米探针的设计策略，重点提出了基于稀土离子独特的下转移/上转换发光特性的三种无背景检测技术：时间分辨荧光检测、近红外二区荧光检测和上转换荧光检测，这些技术均能有效抑制生物检测中背景荧光信号的干扰。近期，团队还发展了溶解增强荧光免疫分析和双重激发/发射比率型荧光分析等超灵敏异相/均相检测技术，具体展现了稀土

掺杂纳米探针在疾病标志物在临床样本检测中的应用效果，这些研究结果充分表明了这类新型纳米探针在疾病早期诊断方面的巨大应用潜力。最后，结合目前的研究现状，讨论了稀土掺杂纳米探针在临床及市场化应用中所面临的一些机遇和挑战。

这篇述评所介绍的合成设计方法、技术策略及应用实例能够为将来稀土掺杂纳米发光探针的相关研究提供帮助与启发。相关工作以“Lanthanide-Doped Inorganic Nanoprobes for Luminescent Assays of Biomarkers”为题，发表在《材料研究评述》杂志(Acc. Mater. Res. 2023, 4, 193-204)。本文的第一作者是中国科学院大学博士研究生汪路平，通讯作者是中国科学院福建物构所/闽都创新实验室涂大涛和陈学元研究员。

(来源：闽都创新实验室)

多种稀土材料列入《重点新材料首批次应用示范 指导目录（2024年版）》（征求意见稿）

11月14日，工信部原材料司发布公开征求对《重点新材料首批次应用示范指导目录(2024年版)》(征求意见稿)的意见。

其中，在稀土相关领域，多项稀土材料位列其中：稀土掺杂钨基材料、高隔热涂层材料 YSZ 复相陶瓷材料、AB 型稀土储氢合金、高性能钕铁硼永磁体、钕铁硼热压磁体、高性能各向异性粘结磁体、高性能钕钴永磁体、稀土储氧材料、稀土化合物(高纯稀土化合物、超高纯稀土氧化物、超高纯稀土卤化物、超细稀土氧化物粉体)、稀土卤化物闪烁晶体、超高纯稀土金属材料及制品、铝钕合金靶材、新型稀土蓄冷磁性材料、高性能抛光硅酸钇镧(LYSO)晶体。

(来源：工信部)

2023年11月稀土价格走势

一、稀土价格指数

11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218.0点。价格指数最高为11月6日的223.1点，最低为11月22日的213.7点。高低点相差9.4点，波动幅度为4.3%。

2023年11月稀土价格指数走势图



二、中钇富铈矿

中钇富铈矿 11 月份均价为 23.40 万元/吨，环比下跌 4.6%。

三、主要稀土产品

（一）轻稀土

11 月份，氧化镨钕均价为 50.50 万元/吨，环比下跌 3.3%；金属镨钕均价为 61.99 万元/吨，环比下跌 3.6%。

2023年11月氧化镨钕、镨钕金属价格走势



11月份，氧化钕均价为 51.46 万元/吨，环比下跌 3.1%；金属钕均价为 63.13 万元/吨，环比下跌 3.3%。

2023年11月氧化钕、金属钕价格走势



11月份，氧化镨均价为 51.46 万元/吨，环比下跌 2.9%。99.9%氧化镧均价为 0.40 万元/吨，环比下跌 15.6%。99.99%氧化铈均价为 19.80 万元/吨，环比与上月持平。

(二) 重稀土

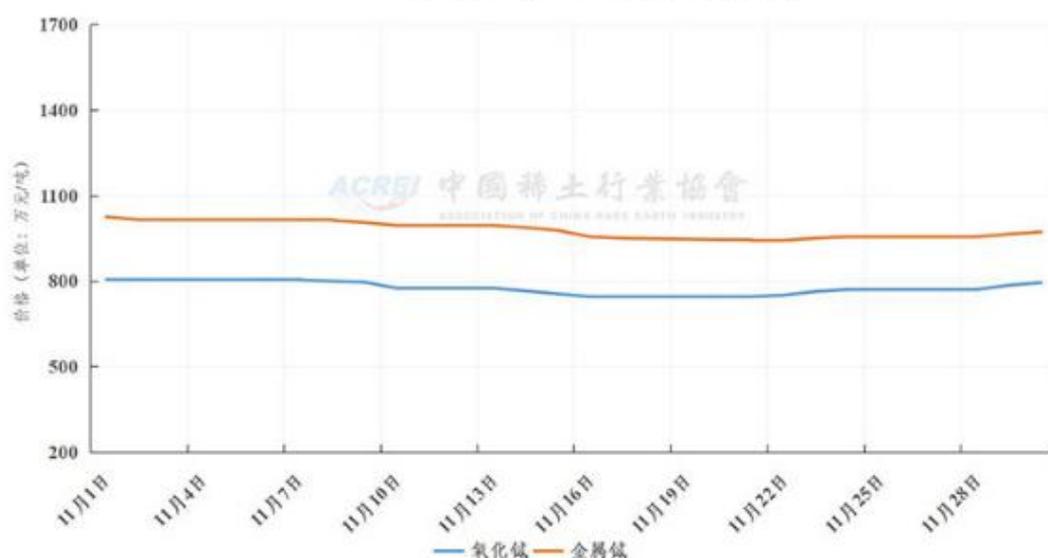
11月份，氧化镝均价为259.32万元/吨，环比下跌3.4%；镝铁均价为252.82万元/吨，环比下跌3.1%。

2023年11月氧化镝、镝铁价格走势



11月份，99.99%氧化铽均价为774.84万元/吨，环比下跌7.3%；金属铽均价为981.71万元/吨，环比下跌6.9%。

2023年11月氧化铽、金属铽价格走势



11月份，氧化钬均价为54.62万元/吨，环比下跌11.1%；钬铁均价为56.20万元/吨，环比下跌10.7%。

2023年11月氧化钬、钬铁价格走势



11月份，99.999%氧化铽均价为4.50万元/吨，环比与上月持平。氧化铽均价为28.65万元/吨，环比下跌5.7%。

表1 2023年11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10月平均价	2023年11月平均价	环比
氧化镧	≥99%	4.74	4.00	-15.61%
氧化铈	≥99%	4.74	4.74	0.00%
氧化镨	≥99%	529.68	514.58	-2.85%
氧化钕	≥99%	531.26	514.58	-3.14%
金属钕	≥99%	652.63	631.26	-3.27%
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%	287.21	262.53	-8.59%
钐铁	≥99%Gd75%±2%	277.21	252.74	-8.83%
氧化铽	≥99.9%	8359.47	7748.42	-7.31%
金属铽	≥99%	10545.00	9817.11	-6.90%
氧化镱	≥99%	2683.16	2593.16	-3.35%
镱铁	≥99%Dy80%	2607.89	2528.16	-3.06%
氧化钬	≥99.5%	614.37	546.16	-11.10%

市场行情

钬铁	$\geq 99\% \text{Ho}80\%$	629.58	561.95	-10.74%
氧化钬	$\geq 99\%$	303.84	286.53	-5.70%
氧化铽	$\geq 99.99\%$	101.00	101.00	0.00%
氧化镨	$\geq 99.9\%$	5550.00	5550.00	0.00%
氧化钇	$\geq 99.999\%$	45.00	45.00	0.00%
氧化镨钆	$\geq 99\% \text{Nd}_2\text{O}_3 75\%$	522.21	504.95	-3.31%
镨钆金属	$\geq 99\% \text{Nd}75\%$	642.95	619.89	-3.59%

(来源：中国稀土行业协会)

稀土生物光子晶体

稀土生物光子晶体是一种具有特殊光学性质的材料，它结合了稀土元素和光子晶体的特点，具有广泛的应用前景。

稀土元素是指周期表中镧系元素和铪系元素，它们具有特殊的电子结构和能级分布，能够发射出特定波长的光，被广泛应用于荧光材料、激光材料和光电器件等领域。光子晶体是一种具有周期性的介质结构，能够在特定波长范围内产生光子带隙，具有光波的传播和调控特性。

稀土生物光子晶体是将稀土元素和光子晶体相结合的新型材料。通过在光子晶体中引入稀土元素，可以实现对光子晶体中光的传播和调控的增强。稀土元素的特殊能级结构使得它们能够将吸收的光能转化为特定波长的荧光辐射，而光子晶体的周期性结构则可以限制和引导光的传播。

稀土生物光子晶体的研究与应用涉及到多个学科领域，包括材料科学、光学、生物学等。在材料科学方面，研究人员通过合成方法控制稀土元素在光子晶体中的分布和浓度，以实现对其光学性质的调控。在光学方面，研究人员通过光谱技术和显微镜技术等手段来研究稀土生物光子晶体的荧光特性和光学性能。在生物学方面，研究人员将稀土生物光子晶体应用于生物成像、荧光标记和光学传感等领域，实现对生物体内目标的高灵敏度和高分辨率检测。

（来源：中国稀金谷大数据）



稀土氧化物

一、稀土氧化物的组成和分类

稀土氧化物是由稀土元素和氧元素组成的化合物。稀土元素是指镧系元素和钇元素，具有特殊的内电子结构和化学性质，所以其氧化物具有独特的物理化学特性。稀土氧化物按照稀土元素的种类可分为：镧系氧化物、钇系氧化物、钆系氧化物等。

二、稀土氧化物的主要用途

1. 作为催化剂：稀土氧化物具有良好的催化活性和选择性，可以用于化学反应的催化剂，如汽车尾气催化转化器。
2. 作为材料添加剂：稀土氧化物可以提高材料的物理化学性质，并且可以改善材料的加工性能，如稀土氧化物可以用于陶瓷、玻璃、金属合金等材料的添加剂。
3. 作为荧光材料和磁性材料：部分稀土氧化物具有荧光性和磁性，可以用于荧光粉、激光材料、磁性材料等领域。

三、稀土氧化物的物理化学特性

1. 电子结构：稀土元素的内电子结构特殊，促使其氧化物具有良好的电学性质，比如镧系氧化物可以将抗氧化剂还原为氧化剂，从而提高催化剂的稳定性。
2. 晶体结构：稀土氧化物具有复杂而丰富的晶体结构，其中大量氧空位可以帮助稀土元素以不同的氧化态存在，从而提高催化剂的活性和选择性。
3. 物理性质：稀土氧化物具有良好的热稳定性和化学稳定性，可以在高温、高压等恶劣环境下稳定存在。

四、未来的应用前景

稀土氧化物具有多种用途和独特的物理化学特性，因此其应用前景十分广阔。未来，稀土氧化物可以广泛应用于环境治理、新能源材料、催化剂、荧光材料、磁性材料、生物医学等领域。稀土氧化物的应用将有望推动各个领域的进一步发展和创新。

（来源：中国稀金谷大数据）

电感耦合等离子体发射光谱法测定 稀土钢用稀土铁中间合金中钙、镁、硅及镍量

研究了利用电感耦合等离子体发射光谱仪测定稀土钢用稀土铁中间合金中钙、镁、硅及镍含量的方法。样品中的主成分镧、铈及铁对测定元素无光谱干扰，采用纯试剂工作曲线法进行测定，基体效应用校正系数进行校正。钙、镁、硅及镍的检出限分别为 0.026 ug/mL、0.033 ug/mL、0.075ug/mL、0.033 ug/mL。钙、镁、硅及镍的分析线波长分别为 396.847 nm、279.553 nm、212.412 nm、230.299 nm。共存的稀土元素及非稀土元素对测定元素的分析谱线干扰量小于 1%，可忽略。测定结果与 ICP-MS、AAS、分光光度法的结果一致，加标回收率在 96%~102%之间，相对标准偏差(RSD,n=11)小于 4%。本方法适用于镧铁、铈铁、镧铈铁等稀土钢用稀土铁中间合金中钙、镁、硅及镍量的测定。

(来源：稀土)



离子吸附型稀土无铵开采现状

当前离子吸附型稀土的开采以硫酸铵-碳酸氢铵体系为主，这些铵类药剂的加入引发了一系列氨氮污染，造成了环境问题。为响应国家号召，实现绿色化生产，学者们对离子吸附型稀土的无铵化开采展开了深入研究。本文概述了现有稀土无铵浸出和提取的一些成果：溶浸过程的无铵化包括使用非铵类浸矿剂镁盐、钙盐等替代传统硫酸铵浸矿，以及使用助浸剂和抑杂剂提高浸出效率(少铵角度)；浸出液提取过程的无铵化包括使用萃取法、离子交换法，或是使用非铵盐

沉淀法处理浸出液。最后对离子吸附型稀土的无铵开采前景进行了展望。

(来源：稀土)

硫化物渣中有价元素高效回收工艺研究

以稀土铁硼废料湿法回收稀土工艺过程废水预处理产出的硫化物渣为研究对象，因其含有一定量的钴、镍、铜、稀土等高值有价元素，为避免资源的浪费，本研究对硫化物渣进行深度处理回收其中有价元素。研究表明，硫化物渣先进行水洗以降低渣中可溶盐含量从而减少对后期各元素萃取分离过程的不利影响，水洗渣通过控制反应温度、反应时间、氧化剂加入量等条件进行酸溶，酸溶液中的有价元素通过萃取分离的方式回收。最后酸溶渣采用三级逆流酸洗涤的方式进行处理，将有价元素充分回收，最终渣中的稀土以硫酸稀土复盐形式存在。整体工艺中，硫化物渣中钴、镍、铜实现高效回收，稀土以微观结构规则、尺寸相近的硫酸稀土复盐晶体形式存在。

(来源：稀土)

稀土尾矿催化剂 NH_3 -SCR 脱硝 SO_2 耐受和机制研究

稀土尾矿制备 NH_3 -SCR 脱硝催化剂可实现资源高值化利用， SO_2 耐受性是评价催化剂脱硝性能的关键指标之一。通过球磨、微波焙烧处理白云鄂博稀土尾矿得到稀土尾矿催化剂，采用脱硝性能实验结合 BET, SEM&EDS 和 XRD 分析了催化剂 NH_3 -SCR 脱硝 SO_2 耐受性，基于 NH_3 -TPD 和 FT-IR 进一步分析 SO_2

耐受过程，构建 SO_2 耐受机制方程式探讨了 SO_2 耐受关键步骤。结果表明：稀土尾矿催化剂 SO_2 耐受性良好，催化剂在脱硝前后的形貌、结构和化学组成较为稳定；催化剂表面 SO_2 吸附转化后 $\text{S}_2\text{O}_7^{2-}$ 基团的生成和反应是提高催化剂脱硝性能的关键，增加了催化剂表面弱酸和中强酸酸性位点，增强了催化剂 NH_3 吸附能力，并促进了还原物种 $-\text{NH}_2$ 和 NH_4^+ 的生成，从而提高了稀土尾矿催化剂脱硝性能，该机制遵循 L-H 机制和 E-R 机制共同作用。

（来源：中国稀土学报）

稀土 (2023 No.6)

研究论文

Ti 掺杂对 La (Fe,Si)₁₃ 系合金性能的影响: 第一性原理计算

热处理诱导 LPSO 相析出对 Mg-9Gd-2Nd-(1.5Zn)-0.5Zr 合金性能的影响

阳极开槽对底部阴极稀土电解槽气泡运动影响的数值模拟

SrLaGaO₄: Dy³⁺ 荧光粉的制备及发光性能研究

离子吸附型稀土矿山生产勘探三维精细化勘查技术——以赣州某稀土矿山为例

赣南足洞特大离子吸附型重稀土矿床地球化学特征及成矿意义

硫化物渣中有价元素高效回收工艺研究

提高含镧、铈钢水可浇性的热力学分析

铈对重轨钢 U75V 力学性能及腐蚀速率的影响

电感耦合等离子体发射光谱法测定稀土钢用稀土铁中间合金中钙、镁、硅及镍量

碳酸岩型稀土及共伴生萤石混合浮选试验研究

北方某工业城市大气 PM_{2.5} 成分及来源分析

综合评述

离子吸附型稀土无铵开采现状

研究简报

电解液中 CeO₂/Y₂O₃ 浓度对 2A12 铝合金微弧氧化膜耐蚀性的影响研究

产业与市场

基于全球专利数据的稀土钢技术创新发展研究

(来源: 稀土)

稀土化合物与应用 (2023 No.6)

进展与述评

近紫外白光 LED 用铈(III)配合物发光材料的应用研究进展

发光稀土高分子研究进展及应用

研究与开发

镧系配位聚合物在食品风险因子检测中的研究进展

稀土纳米材料在光催化二氧化碳还原中的应用

负载型 NiO-La₂O₃ 催化剂在 CO₂ 甲烷化反应中的研究

(来源: 稀土化合物与应用)