

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2024 年 第 05 期 总第 127 期

本期要闻

- ◎ 自然资源部：2023 年全国新发现矿产地 124 处
- ◎ 地调局成都综合利用所新技术使稀土选矿回收率提高 4%-5%
- ◎ 中国稀土：全面完成我国中重稀土资源整合 稀土行业格局发生重大变化
- ◎ 国家标准计划《稀土永磁材料区块链数据共享技术规范》开始公示

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

- ◎ 自然资源部：2023 年全国新发现矿产地 124 处
- ◎ 地调局成都综合利用所新技术使稀土选矿回收率提高 4%-5%
- ◎ 中国稀土：全面完成我国中重稀土资源整合 稀土行业格局发生重大变化
- ◎ 挪威称发现欧洲最大稀土矿 储量高达 880 万吨
- ◎ 澳大利亚鲁尼铈稀土矿钻探见富矿
- ◎ 美国首次将稀土类关键矿产纳入关税

◇ 科技前沿 11-20

- ◎ 北京大学：利用“计算+实验”实现稀土调控的芳基烯烃选择性硅氢化
- ◎ 中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究中心在稀土基高熵辐射制冷节能建材研发方面取得新突破
- ◎ 南方科技大学在碲基稀土团簇构筑方面取得新进展
- ◎ 昆明理工大学在热障/环境障功能一体化稀土钽酸盐 RE_3TaO_7 陶瓷领域取得重要进展

◇ 政策法规 21-22

- ◎ 国家标准计划《稀土永磁材料区块链数据共享技术规范》开始公示

◇ 市场行情 23-26

- ◎ 2024 年 5 月稀土价格走势

◇ 稀土知识 27-35

- ◎ 稀土发光材料

◇ 文章摘要 36-38

- ◎ 稀土元素改性铜基 CHA 分子筛脱硝催化剂的研究进展
- ◎ 粉末特性对 2:17 型高使用温度 Sm-Co 永磁体的影响
- ◎ Dy 掺杂 $\text{Pr}_{0.87}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 体系的磁热效应和临界行为的研究
- ◎ 富铈钕铁硼废料氧化焙烧-盐酸高温选择性浸出稀土研究

✧ 期刊目录 39-40

- ◎ 稀土 (2024 No.3)
- ◎ 中国稀土学报 (2024 年 5 月网络首发)

✧ 专利简介 41-42

- ◎ 一种稀土元素含量变化预测方法及系统
- ◎ 一种制造稀土金属粉末或稀土合金粉末的方法

✧ 专利目录 43-43

- ◎ 2024 年 5 月新增公开/公告专利 (部分)

自然资源部：2023 年全国新发现矿产地 124 处

据自然资源部消息：自然资源部办公厅近日印发的《2023 年全国非油气地质勘查统计年报》显示：2023 年全国非油气地质勘查投入资金 200.72 亿元，同比增长 7.7%，连续 3 年实现正增长。全国新发现矿产地 124 处，其中，大型 44 处、中型 52 处、小型 28 处。新发现矿产地数量排名前 5 位的矿种分别是：建筑用灰岩（16 处）、石墨（10 处）、水泥用灰岩（9 处）、建筑用花岗岩（7 处）、普通萤石（6 处）。

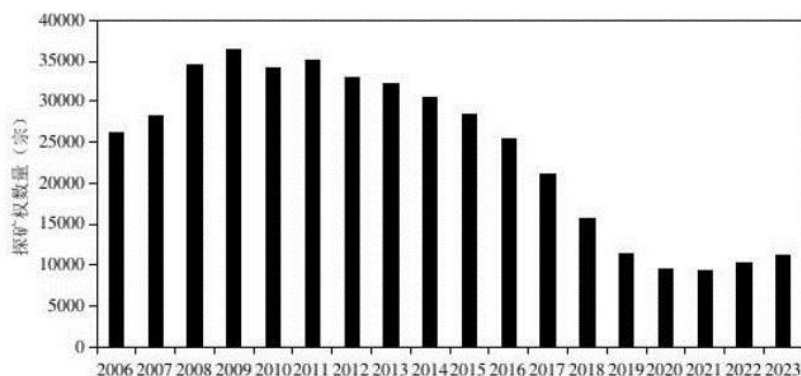
年报显示，从 2023 年全国非油气地质勘查投入资金来源看，中央财政为 46.23 亿元，占总量的 23%，同比增长 10.6%；地方财政为 85.04 亿元，占总量的 42.4%，同比增长 0.7%；社会资金为 69.45 亿元，占总量的 34.6%，同比增长 15.5%。从资金投向看，矿产勘查为 117.56 亿元，占总量的 58.5%；基础地质调查为 22.23 亿元，占总量的 11.1%；水文地质、环境地质与地质灾害调查评价为 38.33 亿元，占总量的 19.1%；地质科技与综合研究为 20.28 亿元，占总量的 10.1%；地质资料服务与信息化为 2.32 亿元，占总量的 1.2%。

2023 年矿产勘查资金投向来看：以煤炭（19.72 亿元）、铀（11.79 亿元）、金（14.04 亿元）、铜（8.71 亿元）、铅锌（8.63 亿元）、铁（5.52 亿元）为主，占矿产勘查总投入的 58.2%。与 2022 年相比，投入增长的矿种主要有镍、铅锌、稀土、铜、钼、金、铁等。2023 年矿产勘查实施项目 3792 项次，同比增长 10.9%；完成钻探工作量 906 万米，同比增长 31.9%。

表 1 2023 年主要矿种勘查资金投入和钻探工作量完成情况

矿种	资金投入	同比增长	钻探工作量	同比增长
	(亿元)	(%)	(万米)	(%)
煤炭	19.72	19.3	179	29.7
铀	11.79	0.4	96	0.0
铁	5.52	30.2	59	68.6
锰	0.71	-14.5	3	-50.0
铜	8.71	32.6	49	48.5
铅锌	8.63	50.9	69	81.6
铝土矿	2.70	5.9	27	0.0
镍	1.04	100.0	24	380.0
钨	1.86	25.7	14	40.0
锡	0.52	-5.5	4	0.0
钼	0.96	31.5	6	0.0
金	14.04	31.1	98	44.1
银	1.61	32.0	16	166.7
磷	1.99	-30.9	15	-28.6
石墨	0.96	-32.4	6	-40.0
钾盐	0.83	-1.2	2	-50.0
稀土	0.97	42.6	10	42.9

截至 2023 年底，全国有效期内非油气探矿权共计 11256 个，较 2022 年底增长 9.8%；登记勘查面积为 12.51 万平方千米，较 2022 年底增长 10.1%。从登记机关看：主要分布在西部地区，探矿权数量最多的 5 个省（区）分别是：新疆（2155 个）、内蒙古（1545 个）、江西（1053 个）、云南（880 个）和四川（476 个），5 省（区）探矿权数量占全国总数的 54.3%。从矿种分布看：探矿权数量最多的 5 个矿种分别是金矿（2334 个）、铜矿（1979 个）、铅矿（1136 个）、铁矿（974 个）、煤炭（899 个），5 个矿种探矿权数量占全国总数的 65.0%。从矿类分布看：有色金属探矿权 4254 个，占全国总数的 37.8%；贵金属探矿权 2625 个，占全国总数的 23.3%；黑色金属探矿权 1250 个，占全国总数的 11.1%。能源矿产探矿权 1384 个，占全国总数的 12.3%；非金属矿产探矿权 1643 个，占全国总数的 14.6%。



2006—2023 年全国非油气探矿权数量对比图

(来源：自然资源部)

地调局成都综合利用所新技术使稀土选矿回收率 提高 4%-5%

5月21日，中央在川科研院所重大科技成果转化项目——“攀西氟碳铈稀土资源清洁高效利用技术应用与示范项目”在四川省德昌县大陆槽顺利完成工业试验，稀土选矿回收率提高4%-5%，资源利用效率显著提升。

四川虽然拥有丰富的稀土资源，但由于矿物粒度细小、嵌布复杂，属难选矿石，在很长时间内，资源未被节约和高效利用。在四川省“聚源兴川”行动的支持下，中国地质调查局成都矿产综合利用研究所联合四川省地质矿产（集团）有限公司、四川和地矿业发展有限公司，以德昌大陆槽稀土资源为研究对象，通过选矿工艺优化和浮选药剂研发，形成以“浮团聚磁选技术”为核心的稀土绿色高效利用成套技术。

此次工业试验在现场两条生产线上针对不同的原矿类型开展了全流程全因素的广泛性试验，试验过程取得了全面翔实的实验数据，理清了技术体系变量对浮选生产的影响。该工业试验的顺利完成，不仅提高了稀土选矿回收率，还降低

了生产成本，提高了稀土精矿质量。

据悉，“攀西氟碳铈稀土资源清洁高效利用技术应用与示范项目”为四川省“聚源兴川”行动首批实施项目，属四川省重大科技成果转化标志性项目。该项目工业试验的圆满完成，对推动四川稀土资源节约和高效利用具有重要意义。

（来源：成都综合利用所）

中国稀土：全面完成我国中重稀土资源整合 稀土行业格局发生重大变化

5月13日，中国稀土2023年度业绩说明会在线上举行。公司董事兼总经理闫绳健表示，在中国稀土集团全面完成我国中重稀土资源整合的背景下，稀土行业格局发生重大变化，有望迎来进一步的发展机遇。

闫绳健在回答投资者提问时表示，今年一季度，部分稀土产品价格出现较大幅度下降，从4月开始稀土价格震荡上行，镨钕等轻稀土元素价格偏强反复冲高；镓铽等中重稀土价格坚挺偏强，持续上移。

“关于中长期市场走势，我们对稀土发展充满信心。”闫绳健认为，伴随新能源汽车、工业机器人、人形机器人、风电、节能电机、节能家电等行业快速发展，稀土需求稳步提升、长期向好。

对于投资者关心的产能问题，闫绳健表示，2023年度，公司所属中稀湖南稀土矿生产量为2384吨，矿山的产能主要受资源禀赋、生产指标、环境容量等因素影响。资源开发、冶炼分离是现阶段公司产业体系的“基本盘”，也是优势所在、根基所在，公司正在努力加快资源增储上产，加快冶炼分离高端化绿色化集约化发展。

针对同行竞业问题，中国稀土表示，公司的实际控制人中国稀土集团于

2022 年 1 月 18 日出具《关于避免与五矿稀土股份有限公司（现中国稀土集团资源科技股份有限公司）同业竞争的承诺函》，对于与中国稀土的同业竞争，将自承诺出具日起五年内，综合运用委托管理、资产重组、股权置换/转让、业务调整或其他合法方式，稳妥推进相关业务调整或整合以解决同业竞争问题。

谈及公司未来发展，中国稀土董事长杨国安表示，作为中国稀土集团的核心上市平台，公司将积极契合稀土行业整合与绿色转型发展的有利时机，充分发挥自身在稀土产业运营与上市平台优势，适时推进内外部稀土资产整合重组，为推动稀土行业持续健康发展作出积极努力。

（来源：中国证券网）

挪威称发现欧洲最大稀土矿 储量高达 880 万吨

近日，挪威稀土公司(Rare Earths Norway)近日宣布，经过三年有针对性的勘探之后，该公司发现了欧洲最大的已探明稀土矿床，这是一个“可能对欧洲未来几代人都极为重要的里程碑”。

随着全球加快向清洁能源转型，未来几年各国对稀土和其他关键矿物的需求预计将迅猛增长。而稀土金属是现代电子产品的关键组成部分，被广泛应用于各种高科技生产领域，包括国防工业和航空航天工业。

挪威稀土公司声称，初步调查显示，在奥斯陆西南约 108 公里处发现了约 880 万吨稀土，并有最终经济开采的合理前景。据顾问服务公司科进集团估算，其中 17%为钕和镨，它们是用于生产高性能磁体的稀土。

迄今为止，瑞典基律纳的稀土矿被认为是欧洲大陆最大的稀土矿，储量超过 100 万吨。格陵兰岛的稀土储量据称达到 1900 万吨。

挪威稀土公司首席执行官 Alf Reistad 周一指出，这一发现对欧洲意义重大，

目前欧洲基本上没有稀土元素的开采活动。

根据欧盟的《关键原材料法案》，欧盟为原材料消耗量设立三个标准：到 2030 年 10%来自本地开采，40%在欧盟加工，25%来自回收材料。即欧盟希望在 2030 年前本地开采的稀土至少占欧盟稀土需求的 10%。但对欧盟来说，要建立本土原材料供应链并非易事。

一方面，欧盟国家本土关键矿产资源相对缺乏，尤其是稀土方面，欧盟 2021 年使用的稀土约 98%都是从中国进口。此外，要在本土开采还面临着成本、环保等多方面问题；另一方面，矿产原材料产业链技术和产能的建立需要较长时间，稳定的本土供应体系无法在短期内建成。

而挪威稀土公司表示，它希望为欧盟实现这一目标做出贡献，新发现的稀土矿床可能会强化挪威作为欧洲稀土和关键原材料价值链中不可或缺的一部分的地位。

展望未来，挪威稀土公司声称，勘探工作将继续进行，计划下个月进行进一步钻探，并继续评估该项目的经济可行性，结果将于 2024 年晚些时候公布。该公司表示，正在努力推进在 2030 年前进行第一阶段的开采工作。

当被问及是否认为已发现的稀土资源比挪威的石油和天然气供应更有价值时，Reistad 回答说：“目前还没有，但欧盟委员会主席冯德莱恩说过，锂和稀土元素将很快比石油和天然气更加重要。”

（来源：财联社）

澳大利亚鲁尼铌稀土矿钻探见富矿

WA1 资源公司在西澳州与北领地边界处的鲁尼(Luni)铌-稀土矿钻探再次见到高品位矿化。

一个金刚钻孔在 66 米深处见矿 35 米，铈氧化物品位 2.2%。然后，该孔在 126 米深处见矿 40.1 米，铈氧化物品位 3.2%。另外一个孔在 53 米深处见矿 18 米，铈氧化物品位 4.1%。

该公司称，准备本月下旬首次公布资源量。

与之可对比的是世界最好的铈矿山——巴西 CBMM 公司的阿拉萨(Araxa)项目铈氧化物品位为 2.5%。

另外两个矿山，一个在巴西，另一个在加拿大。铈氧化物品位分别为 1%和 0.4%。克拉德尔资源公司(Cradle Resources)在坦桑尼亚的熊猫山(Panda Hill)项目矿石资源量为 2060 万吨，铈氧化物品位 0.68%。

(来源：全球地质矿产信息系统)

美国首次将稀土类关键矿产纳入关税

当地时间 5 月 14 日，美方发布对华加征 301 关税四年期复审结果，宣布在原有对华 301 关税基础上，进一步提高对自华进口的电动汽车、锂电池、光伏电池、关键矿产、半导体以及钢铝、港口起重机、个人防护装备等产品的加征关税，其中也包含永磁体，到 2026 年，美国针对中国永磁体的关税将从 0 提高到 25%。

值得关注的是，这是美国 2018 年发起贸易战以来，稀土类关键矿产首次被纳入关税。

财联社记者采访多位稀土永磁行业人士获悉，短期来看，美国提升永磁体进口关税对中国稀土永磁行业的影响有限；中长期来看，中国稀土产业链在全球仍然具有不可比拟的优势。

中国稀土行业协会副秘书长陈占恒对记者指出，“美国对稀土永磁征税的主

要目的是为了保护美国稀土永磁企业。目前涉及稀土永磁美国市场的国际竞争力问题，中国的主要竞争对手是日本企业，但日本企业的成本高于我国，影响短期内不是很大。”

美国提高中国永磁体关税或存“变数”

“目前中国永磁对美出口量占国内总产量比例不大，加上国内消费的增长，美国提高进口关税对中国钕铁硼产量发展影响不会太大。”某业内人士对财联社记者分析表示。

“根据当前钕铁硼的需求增速来看，加上美国呼吁制造业回流，美国市场对钕铁硼的需求会持续增加。而一旦提升关税确定，必然对国内钕铁硼企业的销售成本大幅增加，影响与国际市场的竞争。”该业内人士补充说。

值得关注的是，美国政府为何选择在 2026 年这个时间点提高永磁体的进口关税？

在上述业内人士看来，到 2026 年还有一年半左右的时间，期间海外钕铁硼产能建设能否到位是关键。“虽然海外钕铁硼项目不断传出，但是一直停滞不前。如果到 2026 年产能无法满足需求，该法案大概率会被豁免或延迟。”前述业内人士进一步表示，目前中国钕铁硼的供应量占全球供应 90%，即便海外产能扩大，中国依旧占有绝对的供应优势，从全产业链、成本优势，中国钕铁硼企业在全世界仍具有竞争优势。

“除了产能，稀土永磁加工配套能力我们有明显优势。”陈占恒说，中国是世界稀土原料生产大国和稀土功能材料生产大国，并且国内的稀土冶炼工艺分离技术国际领先，稀土资源优势以及稀土原料、稀土功能材料的发展，为中国稀土延伸应用产业发展奠定了良好的基础。

关税短期影响有限

海关数据显示，2023 年中国对美国的永磁体出口量比前一年增长 15.3%至

7341 吨，仅次于德国 8818 吨进口量，占同期中国出口总量的 14%；今年 Q1 对美国的出货量同比增长 0.6% 为 1608 吨。

财联社记者就此事以投资者身份致电多家磁材上市公司。

对于美国政府将在 2026 年对永磁体征收 25% 进口关税的影响，金力永磁相关人士回应财联社记者表示，“就我们公司而言，直接销往美国的收入占比很小。永磁体无论是制造还是消费，都主要集中在国内。到 2026 年的时候，我们墨西哥工厂也建好了，因此几乎不会产生太大影响。”中科三环相关人士则对财联社记者表示，美国 2026 年对中国永磁体开始征收 25% 进口关税的计划或存在变数，今年美国大选后，后续该计划是否执行也未可知。“退一步讲，即使美国政府坚持提高永磁体进口关税，但其如果在其他国家地区找不到比中国更便宜的永磁体，最终增加的关税会通过价格传导让美国消费者来承担，对我们的影响也没有很大。”

中国外交部发言人汪文斌 5 月 15 日在例行记者会上亦表示，据穆迪公司推算，美国消费者承担了加征对华关税 92% 的成本，美国家庭每年增加开支 1300 美元，美方的保护主义举措也将对全球供应链的安全稳定造成更大破坏。

“考虑到短期之内影响也不大，我们还没有外海布局的想法。并且，目前全球稀土永磁体 90% 的供应都源自中国，剩下的 10% 可能是通过日本这些成本比较高的国家，最终即使加了 25% 的关税，预计日本永磁体的价格还是会比中国的高。”上述中科三环相关人士如是说。

预计 2026 年美国钕铁硼进口渗透率将降至 49%

公开资料显示，永磁体又称永磁体材料，常见的有稀土永磁体和铁氧体永磁体两大类。稀土永磁体包括钕铁硼(NdFeB)、钐钴(SmCo)等，而铁氧体永磁体则包括钡铁氧体(BaFe₁₂O₁₉)和锶铁氧体(SrFe₁₂O₁₉)等。其中，钕铁硼被称为“永磁王”，广泛应用于电动机、发电机、扬声器、电子设备等领域。

需要指出的是，根据白宫官网，此次美国政府的官方措辞中只提到“permanet magnet”（永磁体），并没有用“rare earth permanet magnet”（稀土永磁）或“NdFeB”（钕铁硼）。

SMM 稀土分析师刘浩告诉财联社记者，美国对钕铁硼的大部分直接需求是通过从中国进口来满足的。2021 年，来自的中国进口金额占美国烧结钕铁硼磁铁进口价值的 75%。据新华社旗下新华财经报道，2021 年 9 月 24 日，拜登政府上任后的首个“232”调查就对准了中国钕铁硼。

另据环球网报道，2022 年 9 月 21 日，美国商务部发布针对进口钕铁硼永磁铁国家安全 232 调查的报告，认为进口钕铁硼永磁铁威胁国家安全，并将采取一系列行动（但不是关税）来减轻这一威胁。

彼时，美商务部的建议包括：对磁体供应链的关键环节进行投资；与盟友和伙伴在供应链弹性方面开展合作；支持在美国培养生产钕磁体的熟练劳动力等。报告估计，只需 4 年时间，美国国内生产便可能满足高达 51%的内需。换言之，到 2026 年，美国钕铁硼进口渗透率将下降到 49%。据美国官方估计，2026 年美国可以生产超过 1.4 万吨的钕铁硼。

（来源：财联社）

北京大学：利用“计算+实验” 实现稀土调控的芳基烯烃选择性硅氢化

北京大学化学与分子工程学院张文雄教授课题组与合作者近期在《ACS 催化》(Wufeng Chen, Ni Zhang, Zhengqi Chai, Junnian Wei, Gen Luo,* and Wenxiong Zhang,* ACS Catal. 2024, 14, 5612. DOI: 10.1021/acscatal. 3c05747) 发表一篇题为“Rare-Earth-Catalyzed Regiodivergent Hydrosilylation of Aryl Alkenes”(稀土催化芳基烯烃的区域选择性硅氢化反应)的论文。

金属催化的烯烃硅氢化反应是制备有机硅化合物的一种高效、原子经济性方法，在学术界和工业界得到了广泛应用。长期以来，稀土金属催化剂被认为主要实现芳基烯烃的马氏硅氢加成反应，而催化反马氏硅氢化反应少见(图 1A)。这种马氏选择性通常可归因于“芳基导向”效应，即带正电性的稀土离子与芳基烯烃中的芳基之间强的 π 静电相互作用导致反马氏硅氢化不利(图 1B)。到目前为止，开发有效的稀土催化剂体系实现芳基烯烃的选择性调控仍然是一个大的挑战。

在之前的研究工作中，他们发现单茂/单脒配位的稀土氯化物与石墨钾的还原体系可以实现 $N\equiv N$ 键(J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 8773.)和 $C\equiv C$ 键(J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 20547; J. Am. Chem. Soc. 2021, 143, 9151.)的还原，以及联苯撑的碳-碳键选择性切断(J. Am. Chem. Soc. 2023, 145, 6633)反应等。在此基础上，他们把单茂/单脒配位的稀土氯化物发展成一个催化体系，成功获得了具有反马氏加成选择性的硅氢化产物。通过 DFT 计算发现空间位阻是决定马氏/反马氏选择性的关键因素，并通过调节稀土离子半径和空间位阻实现了选择性翻转

(图 1C)，这也是首例稀土催化的芳基烯烃选择性可调的硅氢化反应。

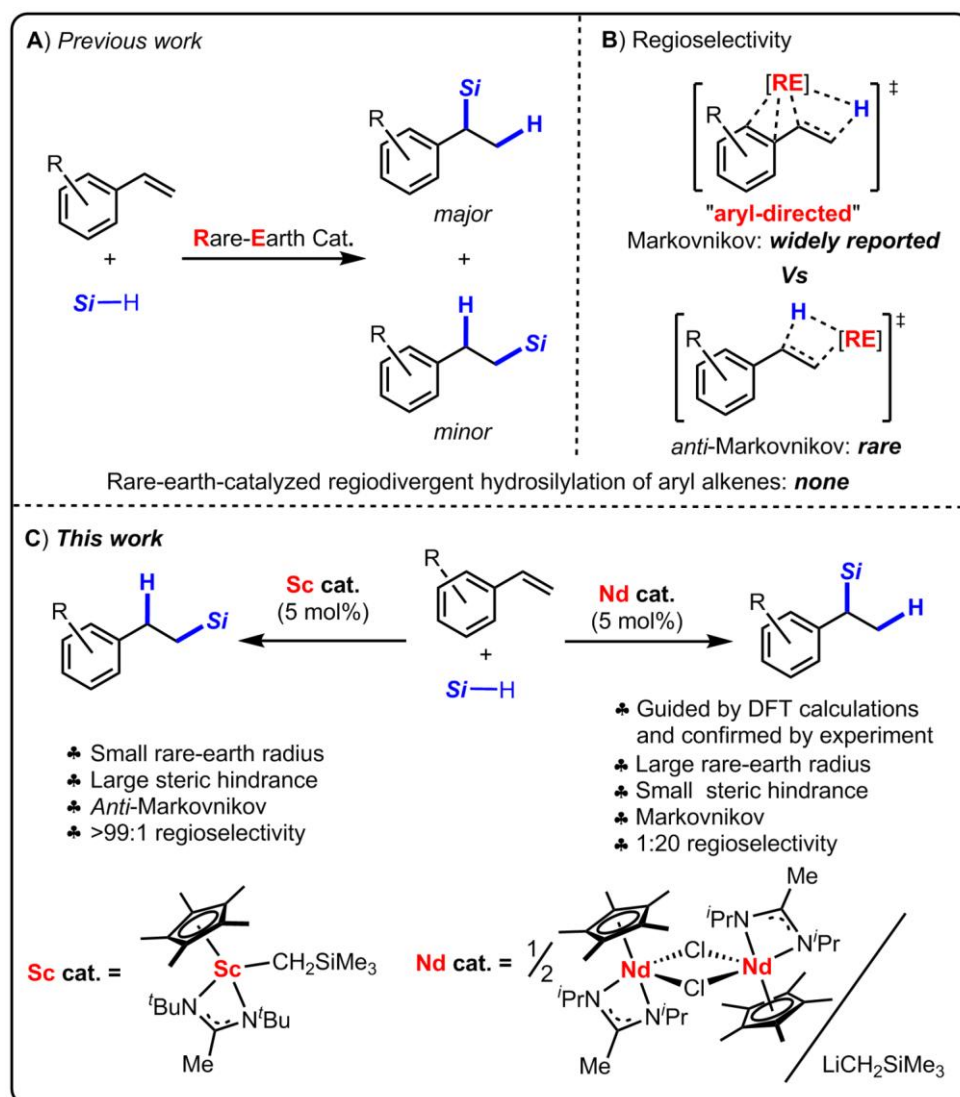


图 1 稀土催化芳基烯烃的硅氢化反应

在该研究中，通过使用具有大空间位阻配体的钪烷基化合物，实现了芳基烯烃硅氢化>99:1 的反马氏选择性（图 1C）。他们通过活性稀土氢化物和稀土苯乙基中间体的分离和表征，并结合 DFT 计算明确了该催化反应的机理，发现大空间位阻是实现高的反马氏选择性的决定性因素。基于这一点，通过对具有不同空间位阻的配体和不同离子半径的稀土活性中间体及过渡态进行 DFT 计算并确定过渡态能量差，他们预测了区域选择性的翻转而形成马氏选择性硅氢化反应。随

后，他们合成了不同半径和配体位阻的单茂/单脒稀土卤化物，并通过大半径的单茂/单脒钕卤化物/ $\text{LiCH}_2\text{SiMe}_3$ 催化苯乙烯硅氢化反应，实现了选择性的翻转，得到 1:20 的芳基烯烃的马氏硅氢化反应产物（图 1C）。实验结果证实了 DFT 计算的预测（图 2）。

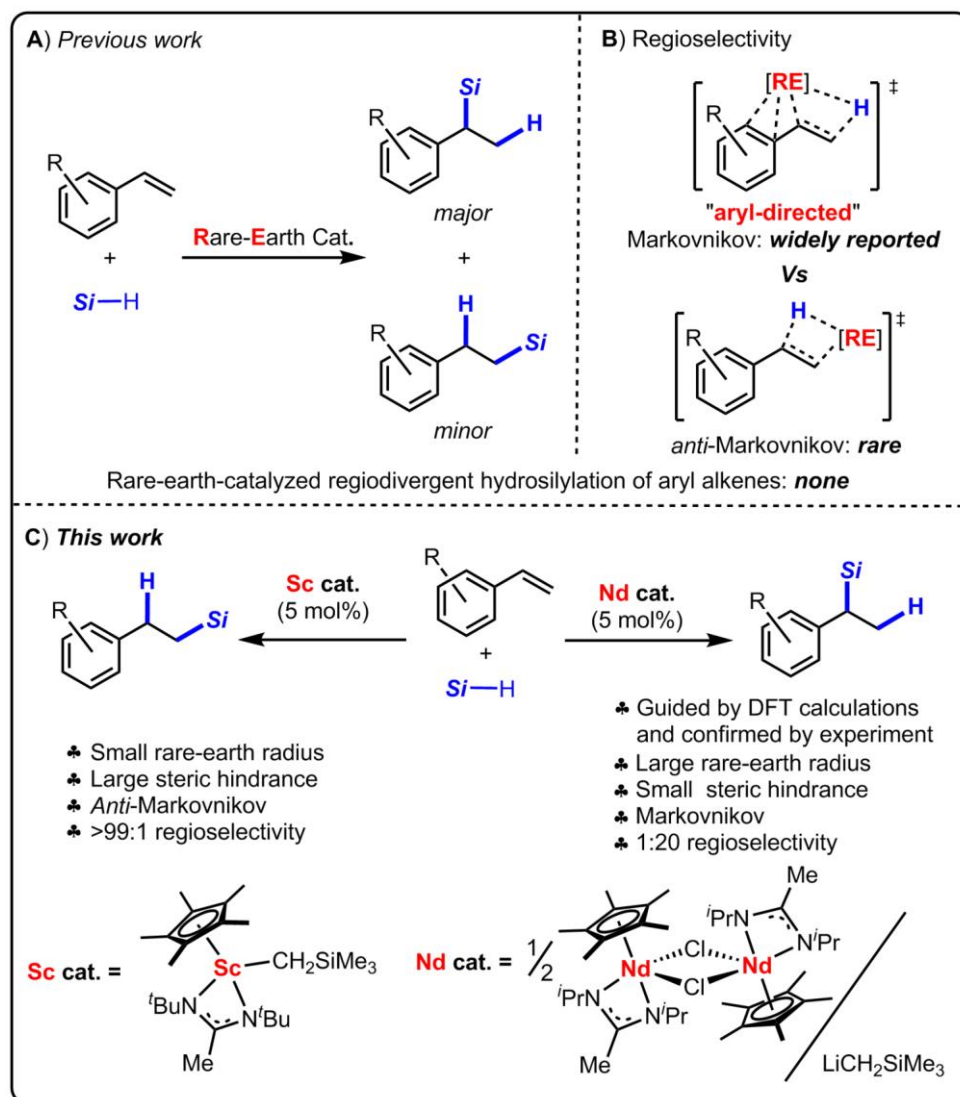


图 2 DFT 计算预测（黑线）和实验验证（红线）生成反马氏和马氏加成产物的能量差

综上，该工作实现了首例稀土催化芳基烯烃的选择性可调的硅氢化反应，发现空间位阻是实现马氏/反马氏选择性的决定性因素。计算预测和实验的完美结合，有望改变稀土金属有机催化化学的研究范式。北京大学博士后陈武丰和安徽

大学硕士研究生张霓为该文共同第一作者，北京大学张文雄教授和安徽大学罗根教授为共同通讯作者。该研究得到了国家重点研发计划、国家杰出青年科学基金、基金委重大项目和北京分子科学国家研究中心的资助。特别致谢席振峰教授对该工作的鼎力支持和讨论。

(来源：北京大学)



中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究中心在 稀土基高熵辐射制冷节能建材研发方面取得新突破

随着“碳达峰”、“碳中和”目标的提出，零功输入的辐射制冷作为一种绿色环保的节能技术受到了广泛关注。由于具有结构和化学稳定性的优势，陶瓷成为辐射制冷领域的主流材料选择之一。然而传统陶瓷在功能一体化方面有所欠缺，其不能兼具“大气窗口”(ATW: 8-13 μm)高发射和近红外(NIR: 0.7-2.5 μm)太阳光高反射性能。已有研究表明掺杂固溶手段可提升 ATW 发射能力，但同时会降低禁带宽度，弱化 NIR 反射能力。高熵新设计理念的出现突破了传统掺杂改性策略的局限性，为材料开发和性能优化提供了更多的可能性。同时稀土元素因其独特的 4f5d 电子结构，在红外反射以及发射方面表现出卓越的性能优势。因此，结合多组元熵调控理念以及稀土元素的优势，有望实现对材料发射和反射性能兼容性的调控。

基于此，以国家“双碳”战略重大需求为牵引，中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究中心杨帆课题组率先开发了新型高熵稀土锡酸盐辐射制冷陶瓷材料。本项工作首次报道了通过多组元熵调控的设计策略，选择较大半径和质量差

异的稀土离子来有效增加固溶材料的晶格畸变效应以及鸡尾酒效应,在有效提高材料的大气窗口发射率的同时,可维持大的禁带宽度以保持高的近红外太阳光反射率。对标已报道的元素设计类辐射制冷材料,新设计的高熵稀土锡酸盐陶瓷在大气窗口发射率(91.38%-95.41%)、近红外太阳光反射率(92.74%-97.62%)、热导率($1.080\text{--}1.619\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$)及耐腐蚀耐候等综合特性指标上均处于领先水平。此外,将稀土高熵概念导入到辐射制冷材料的设计,为新兴的高熵材料的应用提供了新思路。

该成果在 SCI 一区期刊《Journal of Advanced Ceramics》上(<https://doi.org/10.26599/JAC.2024.9220884>)发表,陈涛硕士研究生为第一作者,杨帆研究员为第一通讯作者,陈恒副研究员为第二通讯作者。本研究获国家重点研发计划项目、福建省自然科学基金项目、中国科协青年精英科学家资助计划项目、厦门科技专项及中国稀土集团的资助。

(来源:海西研究院厦门稀土材料研究中心)

南方科技大学在碲基稀土团簇构筑方面取得新进展

近日,南方科技大学化学系讲席教授郑智平课题组在碲基稀土团簇的构筑研究上取得重要进展,研究成果以“原子级精确的碲基稀土半导体团簇(Atomically Precise Semiconductor Clusters of Rare-earth Tellurides)”为题,发表在 Nature Synthesis 期刊上。

稀土碲化物作为一类新型先进功能材料,展现出丰富的磁、电、热电、磁性半导体、电荷密度波等性质。然而,这类材料的研究及应用受困于两大挑

战：一是缺乏方便且普适的制备方法，高纯度、大批量的制备稀土碲化物是比较困难的；二是缺乏对于材料电子结构的深入了解。

针对以上挑战，郑智平团队设想通过构筑碲基稀土团簇来实现对稀土碲化物的制备和深入研究。团簇是连接分子和块体材料之间的重要桥梁，对原子级精确团簇的研究不仅有利于理解材料的结构-性质之间的关系，还可以作为前驱体合成高纯度、高结晶性且组成可控的稀土碲化物材料。基于此设想，郑智平团队通过使用 KC_8 作为还原剂还原单质碲，合成了五例等构的稀土碲化物团簇 $[(\text{Cp}^*\text{RE})_6(\text{Te})_3(\text{Te}_2)_2(\text{Te}_3)]$ (Cp^* :五甲基环戊二烯； $\text{RE}=\text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Ho}, \text{Er}$)。

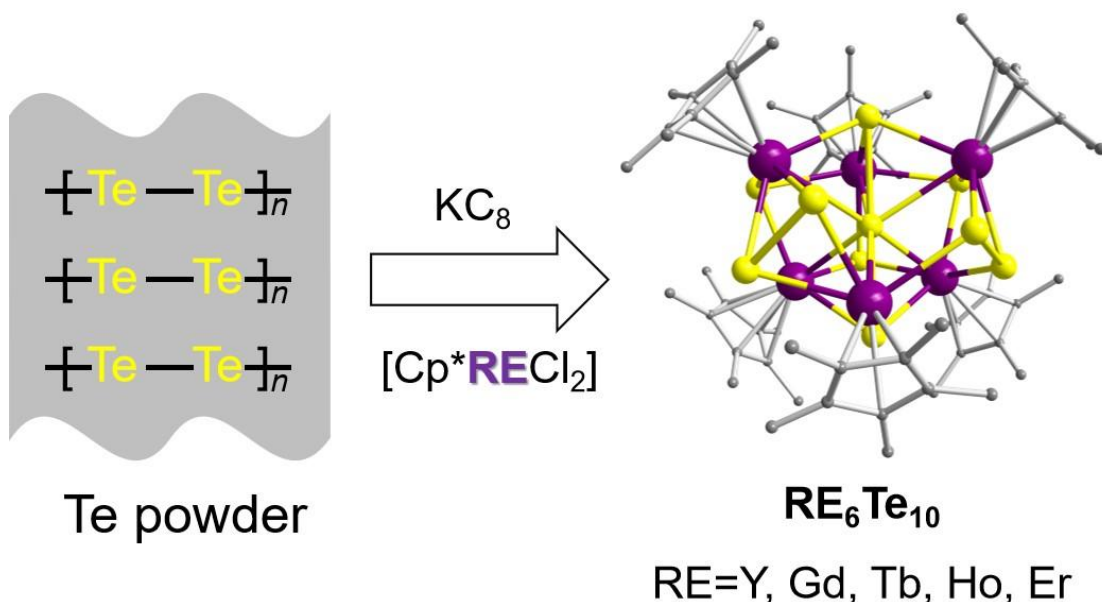


图3 经 KC_8 还原单质碲合成碲基稀土团簇 $\text{RE}_6\text{Te}_{10}$ 的合成路径

通过 X 射线单晶衍射仪对其结构进行分析，此类团簇中不仅含有已知的 Te^{2-} 以及 Te_2^{2-} 阴离子配体，团簇核心结构内部同时还含有一种未曾报道过的线性三碲 Te_3^{4-} 碲簇配体。通过对 Y_6Te_{10} 团簇进行 DFT 理论计算可知，该 Te_3^{4-} 离子单元与已知的 XeF_2 和 I_3^- 是等电子体，具有特殊的“三中心四电子”结构。能量分解分析（EDA-NOCV）和轨道能级分析证明了金属原子和碲簇配体之间的强相互作用本质上主要来源于静电相互作用，其余的是由 $\text{Te}(5p)\text{Y}(4d)$ 供体-受体相互

作用提供。此外，固体紫外-可见-近红外光谱表明该类团簇是一类可以媲美单晶硅和砷化镓的具有超低带隙的半导体材料。该方法为未来碲基稀土团簇的构筑提供了指导，同时该类团簇的独特性质使它们具备在未来量子材料和各种光电应用等领域的潜在应用价值。

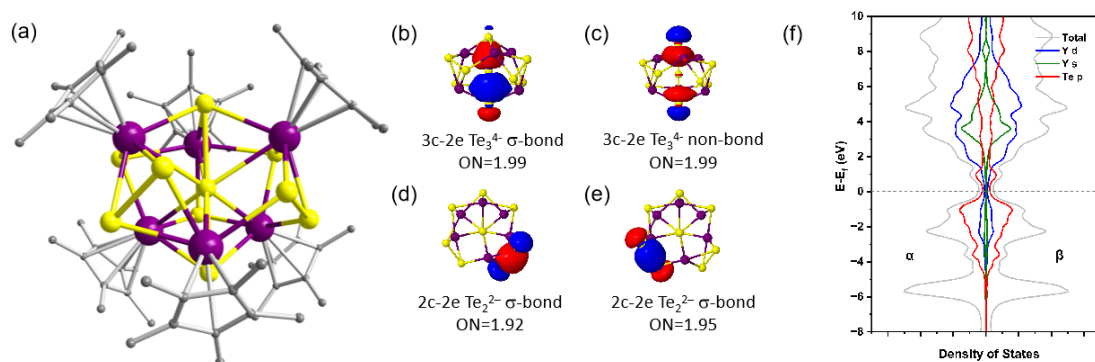


图 4 $[(\text{Cp}^*\text{RE})_6(\text{Te})_3(\text{Te}_2)_2(\text{Te}_3)]^{2-}$ 团簇的单晶结构(a), 线性三碲 Te_3^{4-} 配体(b-c)和 Te_2^{2-} 配体(d-e)的电子结构, 以及 Y_6Te_{10} 的轨道能级(f)

南方科技大学化学系研究助理教授丁友松和 2019 级博士生姜雪莲为该论文的共同第一作者, 南科大化学系郑智平讲席教授和清华大学李隽教授为共同通讯作者。南方科技大学是论文第一单位。以上研究工作得到了国家重点研发项目、国家自然科学基金项目、广东省高等学校稀土化学重点实验室项目、深圳市自然科学基金稳定支撑计划项目、深圳市基础研究项目、广东省催化研究重点实验室的大力支持。计算资源由南方科技大学科学与工程计算中心提供。

(来源: 南方科技大学)

昆明理工大学在热障/环境障功能一体化 稀土钽酸盐 RE_3TaO_7 陶瓷领域取得重要进展

日前, 昆明理工大学材料科学与工程学院金属先进凝固成形及装备技术国家地方联合工程研究中心团队在稀土钽酸盐 RE_3TaO_7 陶瓷关键力-热学性质调控

机制方面取得重要进展，相关研究成果以 Dominant mechanisms of thermo-mechanical properties of weberite-type RE_3TaO_7 ($\text{RE}=\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Dy}$) tantalates toward multifunctional thermal/environmental barrier coating applications 为题，发表在国际顶级学术期刊 Acta Materialia 上。昆明理工大学为第一作者单位和通讯单位，材料学院陈琳博士为第一作者。

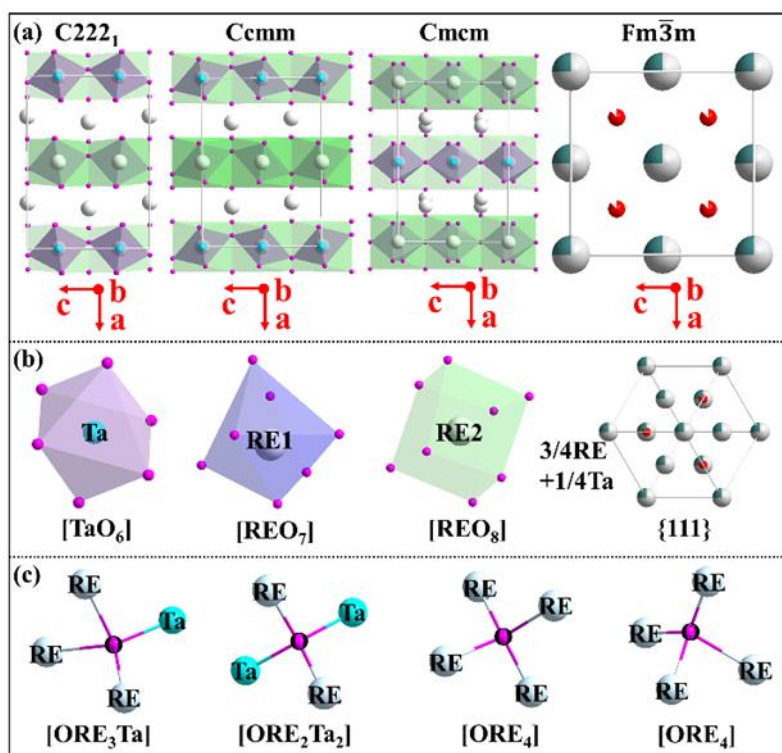


图 5 RE_3TaO_7 陶瓷晶体结构特点

航空发动机和燃气轮机在工作时温度会不断提高，对燃烧室内高温部件提出了更高的性能要求。热障/环境障涂层作为高温合金零件表面的最外层，通常只具备隔热降温 and 抗冲击的作用，已经无法满足相关装备的新需求，科研人员提出了新型热障/环境障涂层应该具有隔热降温、抗低熔点氧化物腐蚀、强阻氧和优异力学性质的要求。针对氧化锆基材料隔热降温梯度不足和抗腐蚀性能差等问题，昆明理工大学材料学院团队以稀土钽酸盐 RE_3TaO_7 陶瓷为研究主体，对其关键力-热学性质进行解析，从 $\text{RE}-\text{O}$ 和 $\text{Ta}-\text{O}$ 的化学键类型、相对比离子性

和晶体结构特点出发, 阐明了热导率、热膨胀系数、杨氏模量和氧离子电导率的关键影响因子, 为开发新型耐高温、高隔热、强阻氧、低应力的热障/环境障涂层材料奠定了基础。

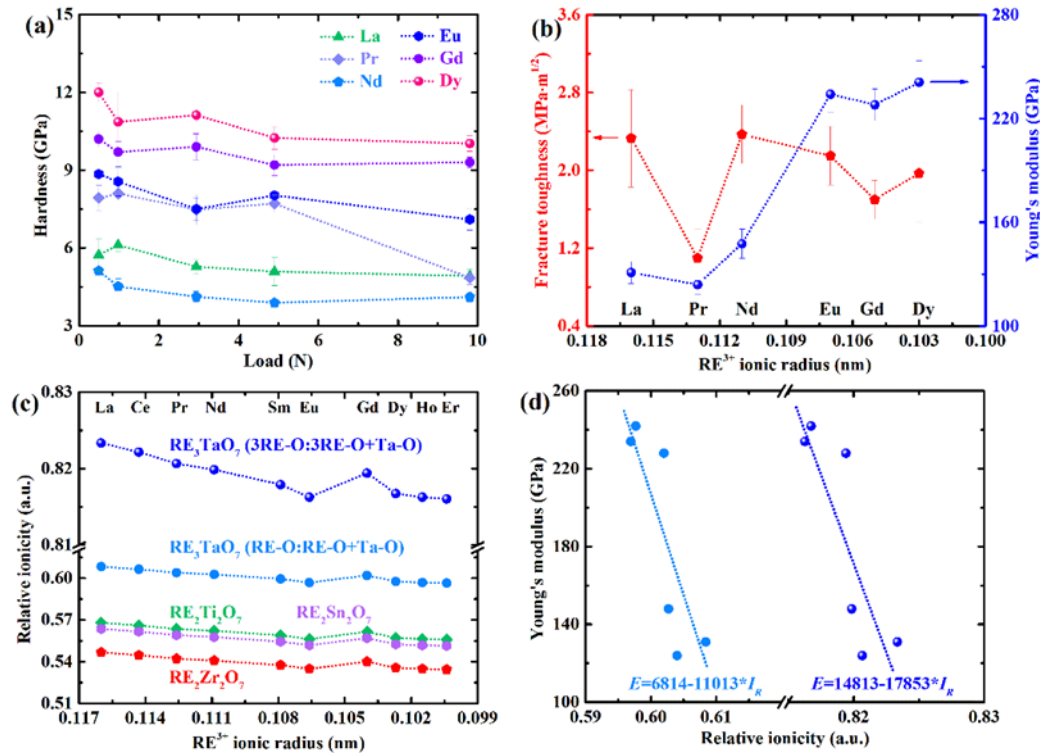


图 6 RE_3TaO_7 陶瓷力学性质演变规律及其调控机制

本成果的主要研究结论包括以下三点: (1) RE_3TaO_7 陶瓷中化学键结合强度与相对离子性成反比, $RE-O$ 键的相对离子性随着稀土离子半径的减小不断增大, 导致杨氏模量和硬度逐渐增大; 不同裂纹扩展模式的存在能够减缓应力集中有效提高断裂韧性, 其最高值达 $2.4 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$; (2) 通过声子热导率与温度的关系有效预测 RE_3TaO_7 陶瓷的高温热导率, $RE-O$ 键的结合强度相对较弱, 其通过减缓声子传播速度的方式降低热导率, 获得远低于氧化锆基和稀土硅酸盐等材料的热导率; (3) $[TaO_6]$ 多面体的稳定结构使得 RE_3TaO_7 陶瓷具有优异的高温稳定性, 工作温度可到 1800 K 以上; 在晶格中 a、b、c 三个轴的热膨胀各向异性主要受到 $RE-O$ 键非简谐性振动的影响, 并随着温度的升高热膨胀各向异性不

断减小，这有利于减小涂层内应力。

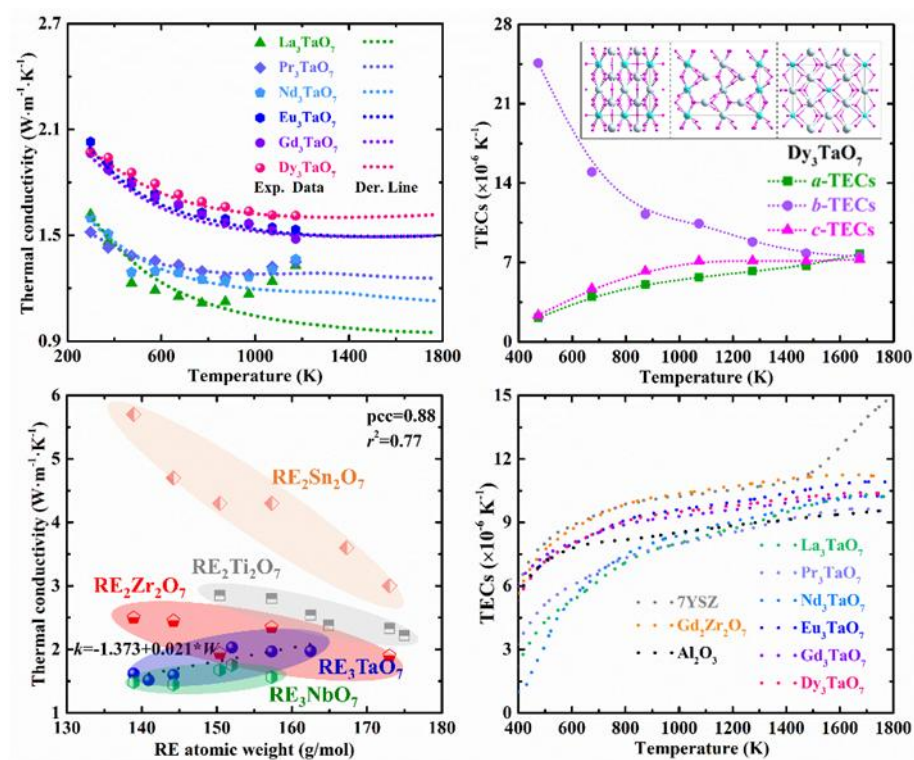


图 7 RE_3TaO_7 陶瓷关键热学性质演变规律及其调控机制

(来源：昆明理工大学)

国家标准计划 《稀土永磁材料区块链数据共享技术规范》开始公示

5月20日，国家标准计划《稀土永磁材料区块链数据共享技术规范》开始公示，公示周期为2024年5月20日到6月19日。

国家标准计划《稀土永磁材料区块链数据共享技术规范》由TC229（全国稀土标准化技术委员会）归口，主管部门为国家标准化管理委员会。主要起草单位钢铁研究总院有限公司、中国钢研科技集团、北京钢研新材股份有限公司。

本文件规定了稀土永磁材料数据发现及共享的相关术语、总体架构，并对稀土永磁材料模式定义、权属设置、数据存证、数据发现、共享与追溯、数据估值、节点事务等进行规定，为稀土永磁材料数据的发现与共享提供实操性指导。本文件适用于各类稀土永磁合金的全产业链、全生命周期数据的安全关联、共享与追溯。

主要技术内容包括：1）稀土永磁材料的成分、性能、工艺、结构等材料特征数据及供应链信息的要素描述和要求规范；由于不同企业、不同研究机构拥有的稀土永磁材料数据不尽相同，需要对稀土永磁材料的材料特征数据，比如配方成分数据，磁能积、剩磁、矫顽力等磁性能、力学性能、耐腐蚀等各类物理性能，钕铁硼 2:14:1 相、钐钴 1:5 相、2:17 相等各类结构数据，以及烧结钕铁硼、热压钕铁硼、钐钴制造的速凝、氢破碎、气流磨、球磨、成型、烧结、热压热变形等各种工艺，进行区分，方便不同用户对数据结构，进行描述和规范化处理。同时，针对供应链数据追溯，包含了所有对象在供应链中的角色和相关信息描述。2）稀土永磁材料区块链化的数据管理架构，以及数据共享服务规范；由于稀土永磁材料的全生命周期应用过程中的计算、制造、检测、服役等各阶段的数据参数非常复杂，且部分数据为关键核心技术，需要对稀土永磁材料

的数据进行分类管理、并对可共享的数据部分，进行区块链化标识和数据存证等操作，才能符合区块链共享应用的标准。3) 基于区块链技术的材料数据共享的标准与相关设计要求；由于区块链技术本身有自身的规范要求（数据存储结构、权限、存证、发现、共享、追溯、估值及节点事务、协议更新机制等），因此，需要将材料数据，以区块链共享的标准进行设计，才能符合相关标准要求。4) 基于区块链技术的稀土永磁材料数据区块链功能架构；由于数据的区块链化共享应用，需要基于区块链加密的协议，以特定方式进行传输和共享，因此，需要为材料数据，搭建相应的区块链共享协议，比如数据层、支撑层、应用层、用户层等，帮助材料在区块链协议框架下进行共享。5) 基于区块链技术的稀土永磁材料数据区块链应用架构；由于数据的区块链化共享应用，需要基于区块链加密的协议，在以特定方式进行加密分享、分布式发现、加密传输、解密共享，因此，需要为材料数据，搭建相应软硬件基础设施和网络设施。

（来源：国家标准信息公共服务平台）

2024年5月稀土价格走势

一、稀土价格指数

5月份，稀土价格指数总体呈现缓慢下行趋势。本月平均价格指数为 174.4 点。价格指数最高为 5 月 13 日的 180.6 点，最低为 5 月 31 日的 164.7 点。高低点相差 15.9 点，波动幅度约为 9.1%。

2024年5月稀土价格指数走势图



二、中钇富铈矿

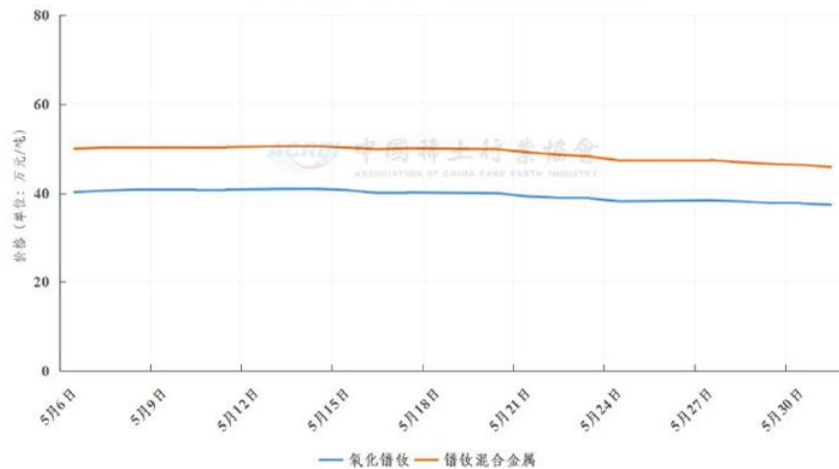
中钇富铈矿 5 月份均价为 18.65 万元/吨，环比上涨 3.0%。

三、主要稀土产品

（一）轻稀土

5 月份，氧化镨钕均价为 39.51 万元/吨，环比上涨 2.7%；金属镨钕均价为 48.95 万元/吨，环比上涨 2.2%。

2024年5月氧化镨钕、镨钕金属价格走势



5 月份，氧化钕均价为 40.18 万元/吨，环比上涨 3.1%；金属钕均价为 49.56 万元/吨，环比上涨 2.1%。

2024年5月氧化钕、金属钕价格走势



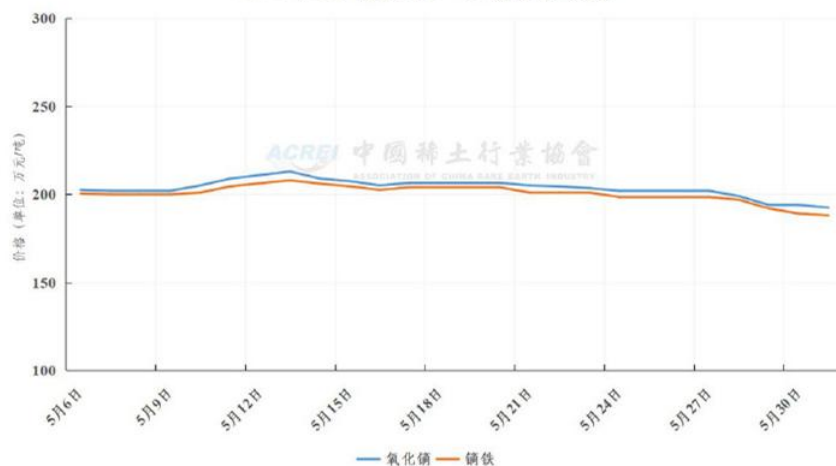
5 月份，氧化镨均价为 40.23 万元/吨，环比上涨 2.7%。99.9%氧化镧均价为 0.40 万元/吨，环比与上月持平。99.99%氧化铈均价为 19.50 万元/吨，环比与上月持平。

(二) 重稀土

5 月份，氧化镝均价为 203.17 万元/吨，环比上涨 2.6%；镝铁均价为 200.05

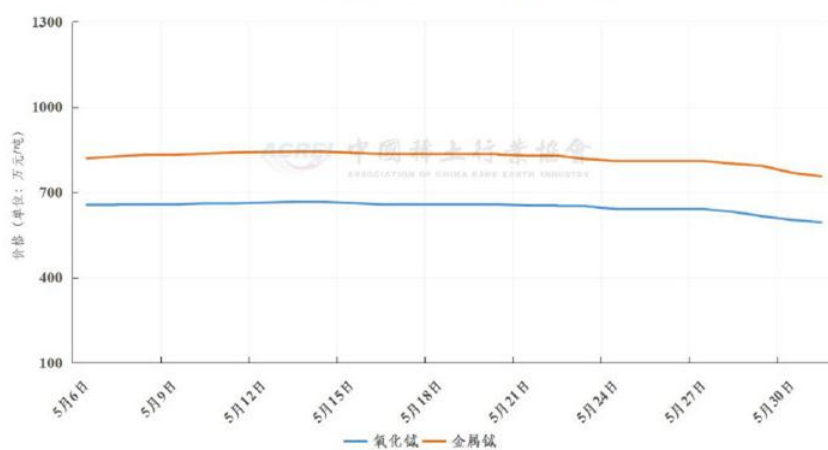
万元/吨，环比上涨 2.8%。

2024年5月氧化镨、镨铁价格走势



5 月份，99.99%氧化铽均价为 647.55 万元/吨，环比上涨 4.6%；金属铽均价为 820.36 万元/吨，环比上涨 6.7%。

2024年5月氧化铽、金属铽价格走势



5 月份，氧化钬均价为 54.88 万元/吨，环比上涨 14.1%；钬铁均价为 55.90 万元/吨，环比上涨 13.9%。



5 月份，99.999%氧化钬均价为 4.40 万元/吨，环比上涨 1.7%。氧化铒均价为 32.22 万元/吨，环比上涨 5.0%。

表 2 2024 年 5 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 4 月平均价	2024 年 5 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%	391.59	402.33	2.74%
氧化钕	≥ 99%	389.86	401.81	3.07%
金属钕	≥ 99%	485.32	495.62	2.12%
氧化钐	≥ 99.9%	15.00	15.00	0.00%
氧化铈	≥ 99.99%	195.00	195.00	0.00%
氧化钐	≥ 99%	181.86	184.71	1.57%
钐铁	≥ 99%Gd75%±2%	175.82	180.05	2.41%
氧化铽	≥ 99.9%	6191.14	6475.48	4.59%
金属铽	≥ 99%	7689.55	8203.57	6.68%
氧化镱	≥ 99%	1980.00	2031.67	2.61%
镱铁	≥ 99%Dy80%	1945.23	2000.48	2.84%
氧化铊	≥ 99.5%	481.14	548.81	14.06%
铊铁	≥ 99%Ho80%	490.95	559.00	13.86%
氧化铒	≥ 99%	306.95	322.19	4.96%
氧化镱	≥ 99.99%	101.00	101.00	0.00%
氧化镱	≥ 99.9%	5500.00	5500.00	0.00%
氧化铒	≥ 99.999%	43.27	44.00	1.69%
氧化镱钕	≥ 99%Nd ₂ O ₃ 75%	384.86	395.14	2.67%
镱钕金属	≥ 99%Nd75%	479.09	489.48	2.17%

（来源：中国稀土行业协会）

稀土发光材料

稀土因其特殊的电子层结构，而具有一般元素所无法比拟的光谱性质，稀土发光几乎覆盖了整个固体发光的范畴，只要谈到发光，几乎离不开稀土。稀土元素的原子具有未充满的受到外界屏蔽的 $4f5d$ 电子组态，因此有丰富的电子能级和长寿命激发态，能级跃迁通道多达 20 余万个，可以产生多种多样的辐射吸收和发射，构成广泛的发光和激光材料。随着稀土分离、提纯技术的进步，以及相关技术的促进，稀土发光材料的研究和应用得到显著发展。发光是稀土化合物光、电、磁三大功能中最突出的功能，受到人们极大的关注。就世界和美国 24 种稀土应用领域的消费分析结果来看，稀土发光材料的产值和价格均位于前列。中国的稀土应用研究中，发光材料占主要地位。

稀土化合物的发光是基于它们的 $4f$ 电子在 $f-f$ 组态之内或 $f-d$ 组态之间的跃迁，因激发方式不同，发光可区分为光致发光、阴极射线发光、电致发光、放射性发光、X 射线发光、摩擦发光、化学发光和生物发光等。具有未充满的 $4f$ 壳层的稀土原子或离子，其光谱大约有 30000 条可观察到的谱线，它们可以发射从紫外光、可见光到红外光区的各种波长的电磁辐射。稀土离子丰富的能级和 $4f$ 电子的跃迁特性，使稀土成为巨大的发光宝库，从中可发掘出更多新型的发光材料。

一、稀土发光材料的优点

1. 谱带窄，色纯度高

稀土发光材料的谱带宽度较窄，这意味着其发光颜色更为纯净，色纯度更高。因此，它们在需要高色纯度光源的应用中表现出色，如全色显示、激光器等。

2. 光吸收能力强

稀土发光材料通常具有较强的光吸收能力,这意味着它们能够有效地将光能转化为其他形式的能量,如热能或电能。这一特性使得稀土发光材料在光电转换器件、太阳能电池等领域中具有广阔的应用前景。

3. 转换效率高

稀土发光材料通常具有较高的能量转换效率,即将吸收的光能转化为可见光或其他形式能量的效率较高。这使得稀土发光材料在节能和环保方面具有显著优势,如LED照明、荧光探针等。

4. 发射波长分布宽

稀土发光材料的发射波长分布通常较宽,这意味着它们可以覆盖更广泛的光谱范围。因此,稀土发光材料在白光LED、多色显示等领域中具有重要作用,能够满足多种颜色的发光需求。

5. 荧光寿命长

稀土发光材料的荧光寿命通常较长,这意味着它们在持续发光的过程中具有较高的稳定性。这一特性使得稀土发光材料在长时间工作的设备中表现出色,如医疗影像、照明设备等。

6. 物理化学性能稳定

稀土发光材料通常具有良好的物理化学稳定性,能够在高温、高湿等恶劣环境下保持稳定的发光性能。这使得稀土发光材料在极端环境下的应用具有可行性,如航空航天、核能等领域。

7. 耐高温

稀土发光材料通常具有较高的热稳定性,能够在高温环境下保持较好的发光

性能。这一特性使得稀土发光材料在高温工作环境下的应用具有优势，如汽车照明、工业照明等。

二、稀土发光材料的制备

为了实现稀土发光材料广泛的应用，稀土发光材料的制备工艺一直是科研人员的研究重点。

1. 熔融法

熔融法是一种传统的制备稀土发光材料的方法。该方法通过将稀土氧化物或稀土盐与适量的助熔剂混合，然后在高温下熔融，再经过冷却、破碎、研磨等步骤得到稀土发光材料。熔融法操作简单，易于实现工业化生产，但制备过程中能耗高，且可能引入杂质。

2. 化学气相沉积

化学气相沉积(CVD)是一种通过气相化学反应制备稀土发光材料的方法。在 CVD 过程中，稀土元素的化合物以气体的形式被输送到反应室，然后通过化学反应在基底上沉积出稀土发光材料。这种方法制备的稀土发光材料具有纯度高、结晶性好、颗粒尺寸均匀等优点，但需要高温和高压的条件，且设备投资较大。

3. 溶胶-凝胶法

溶胶-凝胶法是一种通过溶液化学反应制备稀土发光材料的方法。该方法首先将稀土元素的化合物溶解在溶剂中，形成溶胶，然后通过水解、缩聚等过程，将溶胶转化为凝胶，再经过干燥、热处理等步骤得到稀土发光材料。溶胶-凝胶法可以在较低的温度下制备出高纯度的稀土发光材料，且易于控制材料的组成和形貌，但制备过程较为复杂。

4. 溅射法

溅射法是一种通过物理溅射过程制备稀土发光材料的方法。在溅射过程中，稀土元素的靶材在高能粒子的轰击下，产生溅射现象，溅射出的原子或离子沉积在基底上，形成稀土发光材料。溅射法制备的稀土发光材料具有良好的结晶性和均匀性，且易于实现大规模生产，但需要昂贵的溅射设备和较高的技术要求。

5. 水热法

水热法是一种在高温高压的水溶液环境中制备稀土发光材料的方法。通过调整水热条件，可以控制稀土离子的水解、结晶等过程，从而制备出具有特定形貌和结构的稀土发光材料。水热法制备的稀土发光材料具有纯度高、结晶性好、形貌可控等优点，但需要高温高压的条件，且设备投资较大。

6. 复合沉淀法

复合沉淀法是一种通过化学反应使稀土离子与沉淀剂反应生成沉淀，再经过过滤、洗涤、干燥等步骤制备稀土发光材料的方法。复合沉淀法可以通过调节沉淀剂的类型和浓度、沉淀温度等因素，来控制稀土发光材料的形貌、粒度等特性。这种方法操作简单，易于实现工业化生产，但可能引入杂质，影响材料的纯度。

7. 共沉淀法

共沉淀法是一种将稀土离子与其他元素离子同时沉淀，再经过后续处理制备稀土发光材料的方法。共沉淀法可以实现稀土离子与其他元素的均匀混合，从而制备出具有特定性能的稀土发光材料。但共沉淀法需要精确控制沉淀条件，以避免引入杂质或产生相分离。

8. 热分解法

热分解法是一种通过加热稀土元素的化合物，使其分解生成稀土发光材料的方法。热分解法可以制备出高纯度的稀土发光材料，且可以通过控制加热温度、气氛等因素来调控材料的组成和形貌。但热分解法需要高温条件，且可能产生有害气体，需要相应的环境保护措施。

9. 微乳液法

微乳液法是利用微乳液中的微小液滴作为微反应器，使稀土离子在微液滴内部发生沉淀反应，形成稀土发光材料的方法。微乳液法可以制备出粒度极小、分布均匀的稀土发光材料，并且可以通过控制微乳液的性质和反应条件实现对产物性能的调控。

10. 高温固相合成法

高温固相合成法是一种传统的稀土发光材料制备方法。在这种方法中，稀土氧化物、激活剂氧化物和助熔剂等原料在高温下混合反应，生成所需的发光材料。这种方法适用于制备高熔点、高稳定性的稀土发光材料，但制备温度高、时间长，能耗较大。

11. 自蔓延燃烧合成法

自蔓延燃烧合成法是一种利用化学反应自身放热维持反应进行的固相制备方法。原料混合后点燃，反应自蔓延至整个混合物，生成目标产物。该方法具有反应速度快、能耗低、制备效率高等优点，适用于大规模生产。

12. 室温和低热固相反应法

室温和低热固相反应法是在较低温度下，通过研磨或搅拌等方式，使原料固体间发生化学反应生成目标产物。这种方法避免了高温处理可能带来的能耗和环

境污染，适用于制备对温度敏感的稀土发光材料。

13. 低温燃烧合成法

低温燃烧合成法是一种通过引发剂使反应物在较低温度下发生燃烧反应，生成目标产物的方法。这种方法具有反应温度低、制备时间短、产物纯度高优点，适用于制备高性能稀土发光材料。

14. 冲击波化学合成法

冲击波化学合成法是利用冲击波产生的高温高压条件，使原料在瞬间发生化学反应生成目标产物的方法。这种方法制备的稀土发光材料具有粒径小、分布均匀等特点，但设备成本高，操作复杂。

15. 机械合金化法

机械合金化法是通过高能球磨等方式，使原料在机械力作用下发生合金化反应，生成目标产物的方法。这种方法可以制备出纳米级稀土发光材料，且制备过程中无需添加助熔剂，有利于环境保护。

16. 真空蒸发法

真空蒸发法是在高真空环境下加热稀土材料至蒸发状态，随后蒸发的原子或分子在基底上冷凝形成薄膜。通过精确控制蒸发速率和沉积条件，可以制备出高质量、高纯度的稀土发光材料。

17. 气体冷凝法

气体冷凝法是将稀土化合物的气体在低温下冷凝，从而得到稀土发光材料的粉末或薄膜。这种方法可以通过控制气体的成分、温度和压力等参数，精确调控产物的成分和结构。

18. 等离子体法

等离子体法是利用等离子体技术，在气态状态下进行化学反应制备稀土发光材料的方法。等离子体具有高能量、高密度的特点，可以促进反应的进行，制备出高纯度、高性能的稀土发光材料。

19. 化学气相输运法

化学气相输运法是一种利用气态反应物在加热条件下进行输运和反应的方法。反应物在输运过程中发生化学反应，生成目标产物。这种方法适用于制备高纯度、高均匀性的稀土发光材料。同时，随着科技的发展和创新，相信会有更多新型的稀土发光材料制备方法问世，为稀土发光材料的研究和应用提供更多的可能。

三、稀土发光材料的应用

稀土发光材料因其独特的物理和化学性质，在众多领域中都有广泛的应用。

1. 显示技术

稀土发光材料在显示技术中的应用是其主要应用领域之一。它们被广泛用于制造各类显示器，如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)以及近年来快速发展的有机发光二极管(OLED)等。稀土发光材料能够提供高色纯度、高亮度和长寿命的显示，使得显示效果更加清晰、鲜艳。

2. 照明领域

稀土发光材料在照明领域的应用也非常广泛。由于稀土发光材料具有高转换效率、长荧光寿命和良好的稳定性，因此被广泛应用于LED照明、荧光灯等照明设备中。稀土发光材料的应用不仅提高了照明设备的能效，而且降低了能源消耗，有助于实现绿色照明。

3. 生物医学

稀土发光材料在生物医学领域中也扮演着重要角色。稀土发光材料可以作为荧光探针，用于生物标记、药物传递和疾病诊断等。此外，稀土发光材料还可以用于荧光成像技术，通过荧光信号的检测和分析，实现对生物体内生理和病理过程的可视化研究。

4. 化学分析

稀土发光材料在化学分析领域也有重要应用。稀土发光材料可以作为荧光指示剂，用于检测和分析各种化学物质。通过稀土发光材料的荧光光谱变化，可以实现对目标物质的定性和定量分析，为化学研究和工业生产提供有力支持。

5. 电子器件

稀土发光材料在电子器件中也有广泛应用。例如，稀土发光材料可以作为电子器件中的发光层，用于制造发光二极管(LED)、光电探测器等。稀土发光材料的高转换效率和长寿命使得电子器件的性能更加优越，提高了电子产品的质量和可靠性。

6. 农用光转换膜

稀土发光材料在农业领域也有独特的应用。它们可以用于制造农用光转换膜，这种膜可以将太阳光中的紫外线转化为植物光合作用所需的红光和蓝光。通过增加植物对光能的利用效率，稀土发光材料有助于提高农作物的产量和品质，促进农业可持续发展。

7. 军事应用

稀土发光材料在军事领域也有重要的应用。由于稀土发光材料具有高亮度、高色纯度和长寿命等特点，因此被广泛用于夜视设备、激光测距仪等军事装备中。此外，稀土发光材料还可以用于制造隐形材料，通过控制光的反射和散射，实现

对目标的伪装和隐蔽。

8. 增感屏用荧光体

稀土发光材料还可以用于制造增感屏用荧光体。这种荧光体可以吸收 X 射线或紫外线等高能辐射，并将其转化为可见光，从而增强图像的亮度和对比度。稀土发光材料在增感屏用荧光体中的应用，有助于提高医疗影像、安检等领域中图像的清晰度和分辨率。

（来源：无机非金属材料科学）

稀土元素改性铜基 CHA 分子筛脱硝催化剂的研究进展

氨选择性催化还原技术($\text{NH}_3\text{-SCR}$)是消除氮氧化物最有效的技术之一, 高效稳定的催化剂是 $\text{NH}_3\text{-SCR}$ 技术的核心。铜基分子筛催化剂, 特别是铜基 CHA 分子筛催化剂 (Cu-SSZ-13 和 Cu-SAPO-34) 受到了广泛的关注与研究, 但仍存在着高温活性不好, 一定条件下易失活等问题。为进一步提高铜基 CHA 分子筛催化剂的脱硝性能, 可以通过引入稀土金属的方法来改性分子筛催化剂。本文对稀土改性的铜基 CHA 分子筛脱硝催化剂的研究进展进行了系统的梳理, 分别对稀土金属 (Ce、La、Pr、Y、Sm 等) 改性的 Cu-SSZ-13 和 Cu-SAPO-34 分子筛催化剂进行了介绍。最后对稀土金属改性铜基 CHA 分子筛脱硝催化剂的研究重点和发展前景进行了展望。

(来源: 中国稀土学报)

粉末特性对 2:17 型高使用温度 Sm-Co 永磁体的影响

为深入探究合金粉末特性对 2:17 型 Sm-Co 烧结磁体致密化及其各项磁性能所带来的影响, 对不同参数下所制粉末进行了粒度分布及微观形貌的测量和表征, 并对烧结磁体进行了初始密度测定及扫描电子显微镜、透射电子显微镜、光学显微镜表征。本文通过调整各项球磨参数最终制得具有适宜粒度及形貌的合金粉末, 再以延时增压成型技术及微负压烧结实现磁体的高致密化并且获得了较为优异的磁性能。在最佳球磨工艺下制得具有良好热稳定性的永磁体, 其室温下的内禀矫顽力 H_{cj} 可达 41.53 KOe, 最大磁能积 $(BH)_{\max}=19.67 \text{ MGOe}$; 在 723 K 的高温下其 H_{cj} 也可达 10.33 KOe, $(BH)_{\max}=11.86 \text{ MGOe}$ 。内禀矫顽力温度系

数 β (293 K-723 K)为 $-0.17\%/K$ ，且 B-H 曲线仍为直线。

(来源：中国稀土学报)



Dy 掺杂 $\text{Pr}_{0.87}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 体系的磁热效应和 临界行为的研究

钙钛矿结构金属氧化物展现出了丰富的磁性，A 位掺杂对磁性能的调控也是钙钛矿结构金属氧化物研究的重要方向。采用高温固相反应法制备了 $\text{Pr}_{(0.87-x)}\text{Dy}_x\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ ($x=0, 0.05, 0.1, 0.15$) 系列多晶样品，重点研究了 Dy^{3+} 掺杂量对母相 $\text{Pr}_{0.87}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 样品晶体结构、磁热效应和临界行为的影响。

$\text{Pr}_{(0.87-x)}\text{Dy}_x\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ ($x=0, 0.05, 0.1, 0.15$) 系列样品具有良好的结晶度，纯度很高，空间点群为正交晶系 Pnma ，属于立方结构； $\text{Pr}_{0.82}\text{Dy}_{0.05}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 样品可能是一种优良的磁制冷材料，其制冷能力(RC 值)为 $114.73\text{J kg}^{-1}(0-3\text{T})$ 、 $222.92\text{J kg}^{-1}(0-5\text{T})$ 、 $351.88\text{J kg}^{-1}(0-7\text{T})$ ，相对制冷能力(RCP 值)为 $468.79308\text{J kg}^{-1}(0-7\text{T})$ ；绝热温度(ΔT_{ad})分别为 4.21 K 、 4.30 K 、 4.51 K 、 4.96 K 。母相 $\text{Pr}_{0.87}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 样品和 $\text{Pr}_{0.82}\text{Dy}_{0.05}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 样品经历的是二级相变， $\text{Pr}_{0.77}\text{Dy}_{0.1}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 样品和 $\text{Pr}_{0.72}\text{Dy}_{0.15}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 样品经历的是一级相变；利用不同的模型对样品进行拟合和 Kouvel-Fisher(K-F)方法来计算临界指数，最终得出该组样品的相变临界行为为平均场模型；该组样品中均存在磁晶各向异性和反铁磁的成分。

(来源：稀土)

富铈钕铁硼废料氧化焙烧-盐酸高温选择性浸出 稀土研究

针对富铈钕铁硼废料中变价元素铈含量高的特点,采用氧化焙烧-盐酸优溶法回收富铈钕铁硼废料中的稀土,研究了废料高温焙烧物相变化及盐酸浸出条件。氧化焙烧料的 XRD 分析结果表明,800℃焙烧温度下其物相组成主要为 Fe_2O_3 、 GdFeO_3 、 NdBO_3 和 CeO_2 ; 盐酸高温浸出结果表明,当浸出温度 110℃、时间 30 min、盐酸用量(不计算 CeO_2)为理论量的 1.30 倍、盐酸浓度为 10%(质量分数)时,稀土最高浸出率为 74.65%,滤渣主要物相组成为 Fe_2O_3 与 CeO_2 ,氯化稀土浸出液中有少量铈。盐酸高温还原浸出结果表明,通过添加 FeCl_2 还原剂,在同样的浸出条件下,氧化料中四价铈被还原为三价进入浸出液,稀土的浸出率可达 95.88%。

(来源:稀土)

稀土 (2024 No.3)

研究论文

白云鄂博主矿和东矿中重稀土分布特征研究

寡聚芳酰胺萃取剂分离钪和镧系离子的研究

组氨酸选择性络合-浊点萃取除铝研究

基于氧化石墨吸附镧在纯铁中直接合金化行为研究

Dy 掺杂 $\text{Pr}_{0.87}\text{Ca}_{0.13}\text{MnO}_3$ 体系的磁热效应和临界行为的研究

新能源车用高性能钕铁硼磁铁极端工况条件下磁性能经时变化的研究

相转变对 A_5B_{19} 型储氢合金电化学性能的影响

富钕钕铁硼废料氧化焙烧-盐酸高温选择性浸出稀土研究

乳酸对平板式 Ce-Mo/Ti 脱硝催化剂性能的影响

青海上庄磷-稀土矿床矿物组成及稀土元素的赋存状态研究

河南省嵩箕地区南部铝土矿中钪正异常成因分析

配位聚合物 $\{[\text{Sm}_2(\text{pdc})_3(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})](\text{H}_2\text{O})\}_n$ 的晶体结构及发光性能

石墨消解-ICP-OES 法同时测定赤泥中 16 种稀土元素

综合评述

纳米二氧化铈的制备及其在光催化领域研究进展

低温固体氧化物燃料电池发展及应用

钕铁硼废料中的铁回收利用现状

研究简报

钐对 P92 钢涂层组织及质量的影响

(来源: 稀土)

中国稀土学报（2024年5月网络首发）

盐助燃烧合成法制备 LaB_6 及其烧结体组织和性能

$\text{Gd}_2(\text{Zr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{O}_7$ 陶瓷材料的高温红外发射率及热导率研究

氟碳铈矿与含钙矿物浮选分离药剂研究进展

粉末特性对 2:17 型高使用温度 Sm-Co 永磁体的影响

钪对 Al-Mg-Mn 合金组织性能的影响

稀土氧化物在电催化领域的研究进展

$(\text{LiF-CeF}_3)_{\text{eut.}}\text{-CeO}_2$ 体系粘度及电导率变化关联规律研究

基于 $\text{Y}_2\text{W}_3\text{O}_{12}$ 中 Er^{3+} 离子 Stark 亚能级的光学测温性能研究

Mg-11Gd-xSn-0.5Zr 合金微观组织和力学性能研究

Hf 含量对 NiAl-39V(Dy)共晶合金组织及高温压缩性能的影响

稀土元素改性铜基 CHA 分子筛脱硝催化剂的研究进展

（来源：中国稀土学报）

一种稀土元素含量变化预测方法及系统

发明名称：一种稀土元素含量变化预测方法及系统

公开（公告）日期：2024-05-14

公开（公告）号：CN114330089B

发明人：王伟，杨辉，朱建勇，陆荣秀，徐芳萍

摘要：本发明涉及一种稀土元素含量变化预测方法，包括：获取稀土串级萃取过程中数据集；数据集包括无标签数据子集和有标签数据子集，无标签数据子集包括萃取工况下特征数据；构建稀疏自编码多分支网络模型；稀疏自编码多分支网络模型模拟稀土串级萃取过程的组分含量变化；根据无标签数据子集，对稀疏编码主网络进行无监督预训练；为各分支网络分别构建损失函数；基于各分支网络的损失函数，采用误差反向传播算法与随机梯度下降算法，根据有标签数据子集对预训练后的稀疏自编码多分支网络模型进行有监督训练，输出稀土元素含量变化预测模型；利用稀土元素含量变化预测模型对稀土串级萃取过程中稀土元素组分含量进行预测。本发明提高了预测的准确性。

（来源：专利公布公告）

一种制造稀土金属粉末或稀土合金粉末的方法

发明名称：一种制造稀土金属粉末或稀土合金粉末的方法

公开（公告）日期：2024-05-10

公开（公告）号：CN114918416B

发明人：涂思思，刘雷，董创辉，周波，赵江涛，王朝中，叶力铭，丁勇，孙颖莉，闫阿儒

摘要：本发明公开了一种制造稀土金属粉末或稀土合金粉末的方法，所述制造方法具体包括如下步骤：S1、高温吸氢：将稀土金属或稀土合金放在 20-200℃ 的氢气气氛下高温吸氢；S2、低温吸氢：将步骤 S1 得到的稀土金属或稀土合金降温至零下 50℃-20℃；S3、脱氢：将步骤 S2 得到的稀土金属或稀土合金升温到脱氢温度后，抽真空脱氢得稀土金属粉末或稀土合金粉末，与现有技术相比，本发明具有如下优点：本发明通过在高温吸氢工艺的基础上，增加降温吸氢工艺，可更加高效、清洁、节能地得到细化的稀土金属或稀土合金粉末。

（来源：知嘟嘟）

2024年5月新增公开/公告专利（部分）

稀土回调渣回收稀土的方法

一种稀土废料回收用稀土干燥装置

一种制造稀土金属粉末或稀土合金粉末的方法

一种稀土低温 Hi-B 钢的稀土加入及提高收得率的控制方法

一种稀土原矿溶解方法

一种稀土永磁体及其制备方法

一种稀土氧化物粉尘收集装置

一种废熔盐中稀土离子的去除方法

一种稀土工业酸性废水重金属处理方法

一种稀土元素含量变化预测方法及系统

一种含稀土超薄取向硅钢及其制备方法

一种稀土发光材料及其制备方法及应用

（来源：知嘟嘟）