

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2023 年 第 07 期 总第 117 期

本期要闻

- ◎ 2023 年稀土行业市场深度分析及发展策略研究
- ◎ 贵州发现新类型稀土资源 成果创新性显著
- ◎ 稀土企业上半年业绩集体“遇冷” 未来拐点在哪里
- ◎ 工信部：5 项稀土行业标准报批公示

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 1-21

- ◎ 2023 年稀土行业市场深度分析及发展策略研究
- ◎ 贵州发现新类型稀土资源 成果创新性显著
- ◎ 稀土企业上半年业绩集体“遇冷” 未来拐点在哪里
- ◎ 江西：到 2026 年有色金属全产业链营收力争突破 1 万亿 聚力发展铜、钨、稀土等细分产业链
- ◎ 美媒：全球稀土竞争 美国丢掉了接力棒
- ◎ 日本 Proterial 试制出用于 EV 电机的不含钕磁铁 稀土采购风险有望降低

✧ 科技前沿 22-32

- ◎ 宁波材料所在热变形钕铁硼磁体无取向粗晶形成机制及其织构优化研究方面取得进展
- ◎ 北京大学刘志伟课题组报道稀土铈(III)配合物新型发光机理
- ◎ 中山大学首次发现液氮温区镧镍氧化物 $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$ 超导体
- ◎ 宁波材料所在超高综合性能钕铁硼永磁体方面取得系列进展
- ◎ 上海光机所反常荧光特性助力新波段高功率激光 在掺钕光纤中实现百瓦级 900nm 激光输出

✧ 政策法规 33-33

- ◎ 工信部：5 项稀土行业标准报批公示

✧ 市场行情 34-38

- ◎ 2023 年 7 月稀土价格走势

✧ 稀土知识 39-40

- ◎ 固体稀土发光及其过程

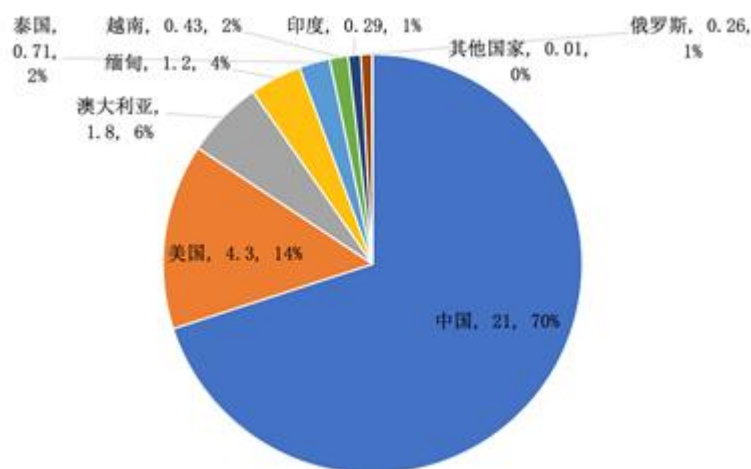
2023年稀土行业市场深度分析及发展策略研究

凭借着我国稀土资源的天然优势以及先进的稀土关键分离技术，我国成为全球稀土市场上最重要的卖家，也是世界上唯一能够提供全部 17 种稀土金属的国家。2012-2022 年，中国稀土产量总体正增长趋势。根据 USGS 数据显示，2022 年我国稀土矿产量为 21 万吨，占全球稀土矿总产量的 70%。

据中研产业研究院《2023-2028 年稀土行业市场深度分析及发展策略研究报告》分析：稀土行业市场深度分析

中国稀土储量大、供给量大、消耗快。根据美国 USGS 数据统计，2022 年，全球稀土总储量约为 1.3 亿吨，中国稀土储量 4400 万吨，占全球总储量的 33.8%。但是近年来，随着我国稀土资源的过快开采和消耗，国内已探明稀土矿储量相比 2010 年减少 20%。

全球多国将稀土纳入战略储备资源。近年来美国、欧盟、日本等几大经济体相继出台各类将稀土资源纳入国家战略资源储备的政策，试图建立本土稀土产业链，防止对中国出口稀土资源产生依赖。



2018-2022 年，我国稀土出口量呈波动趋势。据海关总署统计数据显示，

2022 年我国稀土产品出口 4.87 万吨，同比减少 0.41%。

稀土磁性材料为主的永磁电机，其实就是新能源车、风电、工业机器人等多个领域的核心组成部分，在这些高景气度领域需求不断增长的背景下，将促进稀土需求的快速增长。

稀土在军工及航天航空等方面都能起到关键作用，在军工行业武器装备升级换代及智能化武器装备发展等的推进下，都会导致稀土需求不断扩大。

我国稀土矿产量为 16.8 万吨，占全球稀土矿总产量的 60%，我国是全球第一大稀土产出、出口国。在全球稀土供给逐渐多元化的背景下，我国稀土出口量仍有所提升，反映出全球稀土下游产业景气度高企。短期来看，随稀土矿出口量增长，国内库存面临一定下行压力，稀土价格有望持续上行。

目前，我国企业在稀土高端材料中的国际稀土金属矿市场份额约为 25%，其他市场主要被欧美日等先进工业化国家企业占有。参考磁性、催化、发光、储氢等主要稀土功能材料产业指标和各领域专家意见，《规划》确定行业高端功能材料市场占有率指标争取达到 50%以上。

应用	世界需求占比	所使用的稀土元素氧化物
催化剂	22%	镧、铈、镨、钕、钇
玻璃	6%	镧、铈、镨、钕、钇、铒
抛光	14%	镧、铈、镨
冶金	18%	镧、铈、镨、钕、钇
磁体	25%	镧、钕、钐、钐、钐、钐、钐、钐
荧光粉	6%	镧、铈、钐、钐、钐、钐
其他	9%	镧、铈、镨、钕、钐、钐、钐

中国海关发布的最新统计数据显示，5 月份稀土及其制品出口 9886 吨，同

比降 6.4%；1-5 月累计稀土及其制品出口 47684 吨，同比降 1.5%。近年来，稀土商品价格一直处于波动状态。今年 1-5 月，受供需调整与市场预期变化等因素影响，部分稀土商品价格较去年同期下降幅度明显。近日，稀土价格有所回升并保持相对平稳状态。

稀土产业已进入高质量发展的新阶段：第一，产业结构进一步优化，中国稀土集团成功组建，行业综合整治持续深入推进，为产业发展注入新的强劲动力；第二，创新能力不断提高，离子型稀土原矿浸萃一体化、钕磁体等技术实现工程化应用，稀土功能材料制造业创新中心等公共服务平台组建成立；第三，应用产业加速向高端迈进，磁性、发光等稀土新材料产量年均增幅超 10%，产品质量和国际竞争力大幅提升。

“十四五”时期是稀土产业处于创新驱动高质量发展新阶段的重要机遇期。我国稀土业发展目标是到“十四五”期末，行业整体步入以高端应用、高附加值产品为主的发展阶段，充分发挥稀土应用功能的战略价值。稀土元素是 17 种元素统称，根据原子电子层结构、离子半径、物化性质及在矿物中的共生情况可划分为轻、重稀土两个亚族，轻稀土元素是具有较低的原子序数和较小质量的七种元素；重稀土元素具有较高的原子序数和较大质量，为其他十种元素。

自 2011 年国务院在《关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》中提出“稀土是不可再生的战略资源”以来，关于稀土的政策红利频频出台，稀土行业在政策因素的驱使下不断兑现产量/出口控制、行业准入条件、环保标准、企业/国家收储以及鼓励龙头企业兼并重组这五大预期；2012 年以前，稀土的采矿权证曾经达到 113 张。针对稀土开采乱象，国家不断出台相关治理政策，根据 2012 年 9 月国土资源部公布的稀土探矿权采矿权名单，稀土矿山的数量被整合

削减至 67 个。

根据中国稀土行业协会数据，截至 2023 年 2 月 22 日，氧化镨钕收于 688 元/公斤，较年初下跌 24 元；氧化镧价格收于 7 元/公斤，氧化铈价格收于 7.5 元/公斤，均较年初持平；中重稀土方面，氧化铽价格收于 12700 元/公斤，较年初下跌 1250 元，氧化镝价格收于 2220 元/公斤，较年初下跌 270 元。整体稀土产品价格趋于稳定波动态势，且自 2022 年第四季度起正逐步回升，有助于稀土及磁材全产业链健康发展，预计未来稀土价格在供需双振、国家政策推动下将小幅稳步上涨。

全球稀土储存量的分布已经被证明，中国占有全球 35%的稀土储存量。作为世界稀土资源的领导者，中国不仅拥有丰富的储量，而且矿种和稀土元素也是最全面的。此外，中国的稀土资源分布点也相对集中，这是中国稀土资源的又一个优势。

中国的稀土资源整体上表现为“北轻南重”，即轻稀土主要分布在内蒙古包头的白云鄂博矿区，以及四川凉山；而中重稀土则主要分布在江西赣州、福建龙岩等南方地区。这种分布模式使得中国在稀土领域拥有广泛的开发空间，也为中国经济的发展提供了重要的支撑。

根据工信部发布的《“十四五”原材料工业发展规划》十四五规划，适度投放稀土探矿权和采矿权，科学调控开采、冶炼分离规模，引导稀土企业有序参与国际开发合作，鼓励企业、高校、科研院所与国外新材料企业和技术研发机构合作，不断提升稀土产业国际化水平，将于 2025 年迈入稀土功能材料领域强国，2030-2035 年建设成为世界稀土强国。

（来源：中研网）

贵州发现新类型稀土资源 成果创新性显著

7月3日，由毛景文院士、侯增谦院士，中国稀土学会、中国稀土行业协会等稀土领域核心专家组成的专家组对中国地质调查局成都矿产综合利用研究所（以下简称“成都综合利用所”）牵头，贵州地质矿产勘查开发局等单位参与完成的“川滇黔相邻区古陆相沉积型稀土综合调查评价”项目成果进行了评审。经质询讨论后，专家组一致认为，川滇黔相邻区“古陆相沉积型稀土”是一种全新的稀土矿床类型，成都综合利用所牵头完成的综合调查评价项目成果创新性显著，应用前景广阔。

据成都综合利用所项目科研团队负责人介绍，“古陆相沉积型稀土矿”赋存在川滇黔相邻区二叠系宣威组底部黏土岩系中，稀土氧化物平均品位0.39%，平均厚度约2米，分布广泛，现已新发现找矿远景区9处，圈定找矿靶区8处，资源潜力巨大，为新一轮找矿突破战略性行动奠定了基础。

另据研究团队研究发现，“古陆相沉积型稀土矿”的赋存状态十分特殊，大量纳米级的含稀土矿物颗粒嵌布在黏土矿物层状结构中，独特的赋存状态使该类型稀土选冶分离难度极大。

成都综合利用所经过六轮持续攻关，成功研发出环境友好的“纳米晶型转变-稀土靶向分离”短流程一体化选冶技术，使稀土全元素浸出率跃升至90%左右，最高达92.1%，同时铝、硅、铁等主要杂质浸出率小于5%，工艺流程通过吨级规模连续扩大实验验证，成功制备出稀土氧化物含量大于92%的商品级混合稀土氧化物产品，奠定了沉积型稀土矿开发利用的基础，推动了商业性勘查开发进程。

本次成果评审标志着成都综合利用所自 2018 年以来，历经 5 年调查评价与科技攻关，首次提出并明确定义的“古陆相沉积型稀土矿”被正式认定为一种具有商业开发利用价值的新类型稀土资源，这是继离子吸附型稀土后，新发现的又一个全新稀土矿床类型。同时，成都综合利用所与贵州省相关单位共同推进找矿工作，优选了 3 个找矿靶区推进普查工作及区域潜力评价，已查明稀土氧化物推断资源量 44 万吨以上。

成都综合利用所研究团队表示，与碳酸岩型、碱性岩型稀土相比“古陆相沉积型稀土矿”在开采条件、镨钕铽镱等高价值、关键稀土元素占比方面明显占优；与离子吸附型稀土及深海富稀土软泥相比，在品位、规模、集中程度、环境影响等方面具有优势，开发利用前景广阔；对南方离子型稀土的接替作用逐步突显。依托新一轮找矿突破战略行动项目，进一步加强沉积型稀土矿勘查开发，对提高我国稀土资源保障程度具有重要意义。

（来源：盛和资源官网）

稀土企业上半年业绩集体“遇冷” 未来拐点在哪里

受稀土价格下跌影响，今年上半年稀土企业业绩惨淡，与去年同期的高景气度形成强烈反差。从业绩预告来看，中国稀土、北方稀土、广晟有色和厦门钨业无一家实现业绩增长，净利“腰斩”比比皆是；此外，盛和资源上半年净利同比减少逾九成，稀土回收龙头华宏科技更是“盈转亏”。

分析人士对记者指出，目前来看终端消费依旧未及预期，下半年稀土价格行情有待观望，需求能否得到较大的提升和改善，是影响稀土价格未来走势的

重要因素。

需求不足、供应增加导致稀土价格持续下跌

业绩预告显示，今年 1-6 月，中国稀土预计净利为 3700.55 万元至 5300.55 万元，同比下降 82.60%-87.85%；北方稀土预计净利为 10.17 亿元至 10.77 亿元，同比减少 67.48%-65.56%；广晟有色预计净利为 9500 万元至 1.05 亿元，同比减少 43.89%-49.23%；同期，盛和资源预计净利为 7000 万元到 1 亿元，同比减少 92.58%到 94.80%。

值得一提的是，作为 Q1 唯一实现业绩增长的稀土上市公司，厦门钨业上半年营收、净利也双双下滑。据业绩快报，上半年厦门钨业实现营收 187.3 亿元，同比下降 22.47%；实现净利 7.92 亿元，同比下降 12.82%。

稀土回收领域，华宏科技预计上半年亏损 1.7 亿元至 2.2 亿元，同比由盈转亏。

多位业内人士对记者指出，需求不足、供应增加是今年稀土价格持续下跌的主因。一众稀土产业链的主要上市公司都在中报预减公告中提及稀土价格持续下跌，受此影响，稀土企业产品毛利降低，存货跌价准备同比增加。

财报显示，今年 Q1 盛和资源计提了存货跌价准备 3.83 亿元；同期中国稀土计提信用减值准备及资产减值准备的总金额为 1.3 亿元。

在上海钢联稀贵金属事业部稀土部分分析师熊文广看来，稀土价格持续下跌的最根本原因是受宏观经济环境下行影响，导致对外贸易订单减少，终端需求偏弱。生意社分析认为，尽管上半年稀土下游产业如汽车、风电等行业发展良好，但磁材企业以消耗原材料库存为主，采购量较小，上半年稀土行情整体下滑为主。

今年以来，国内市场稀土价格整体呈现出下行趋势，下游需求不见起色，市场难掩悲观情绪。中国稀土行业协会数据显示，截至6月末，国内市场稀土价格指数为201.9，较今年年初的（2023年1月3日）297下降了32%以上。

据上海有色网统计，今年上半年，轻稀土方面的代表品种氧化镨钕价格最大跌幅达42%，中重稀土的代表品种氧化铽的最大跌幅为39.6%、氧化镱的最大跌幅为22.6%。

原本就持续低迷的稀土价格，近来再次被拉低市场预期。7月10日，包钢股份公告称，拟将第三季度向北方稀土销售稀土精矿的价格调整为不含税2.02万元/吨。该价格较第二季度环比下调约35%。

“此次稀土精矿价格降幅如此之大，让市场感到震惊，将大幅拉低稀土后市预期。”上海有色网稀土分析师杨佳文对记者表示。

需求能否改善成稀土价格未来走势关键

2023年3月，工信部和自然资源部下达第一批稀土开采、冶炼分离总量控制指标，同比增长19%。其中，轻稀土开采总量指标同比增长22.1%，中重稀土指标虽然同比缩减5%，但上半年来自东南亚的离子型稀土矿大幅增加，因此总体供应仍有所增长。

据海关总署数据显示，今年1-5月，我国混合碳酸稀土进口量增长了199%，未列名氧化稀土进口量同比增长了568%。

杨佳文对记者表示，“今年以来，稀土进口量的大幅增长导致供应量比较充足。同时，今年经济情况恢复一般，下游需求持续较差。在供应较为充足，而需求较差的情况下，今年的稀土价格就一直起不来。”

北方稀土在业绩预告中也表示，供给方面，国家下达的第一批稀土总量控

制指标同比增长，国外稀土原料产品进口量增加，稀土资源回收再利用产能稳定释放，稀土产品市场供给稳中有增；需求方面，稀土行业下游需求不足，消费乏力，需求拉动效应较弱。

对于未来走势，熊文广表示，下半年稀土价格行情主要看下游在第三季度后订单能否回暖。

“目前来看，终端消费依旧未及预期，稀土价格受终端需求影响较为疲软，短期价格上涨空间较为有限，部分企业或将考虑减少进口用量。”熊文广说。

在杨佳文看来，需求能否得到较大的提升和改善是影响稀土价格未来走势的重要因素，而短期内稀土价格可能仍然会面临下行的压力，稀土价格的拐点暂时只能寄希望于“金九银十”。“7、8月份是钕铁硼的传统淡季，随着东南亚雨季结束，预计8月以后离子型稀土进口量将继续增长。因此，7、8月稀土价格或继续下行，并可能持续至9月中旬。”

（来源：财联社）

江西：到2026年有色金属全产业链营收力争突破1万亿 聚力发展铜、钨、稀土等细分产业链

江西省政府印发江西省制造业重点产业链现代化建设“1269”行动计划（2023-2026年）。行动计划提出，有色金属产业链。坚持智能化、低碳化、集群化方向，前端强化矿产资源战略保供、中端提升冶炼和再生金属回收利用等工艺技术水平、后端延伸提升精深加工能力，进一步增强战略资源保供和高效

化利用，聚力发展铜、钨、稀土等细分产业链。到2026年，全产业链营业收入力争突破1万亿元。

原文如下：

江西省人民政府关于印发江西省制造业重点产业链现代化建设“1269”行动计划（2023-2026年）的通知

各市、县（区）人民政府，省政府各部门：

现将《江西省制造业重点产业链现代化建设“1269”行动计划（2023-2026年）》印发给你们，请认真贯彻执行。

江西省制造业重点产业链现代化 建设“1269”行动计划 （2023-2026年）

为深入打好产业基础高级化和产业链现代化攻坚战，提升产业链韧性和安全水平，加快建设具有江西特色的现代化产业体系，特制定《江西省制造业重点产业链现代化建设“1269”行动计划（2023-2026年）》（简称“产业链现代化‘1269’行动计划”）。

一、总体思路

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，聚焦“作示范、勇争先”目标要求，按照省委决策部署，统筹发展与安全，以优势主导产业链为重点，以高效实施产业链链长制为抓手，强化布局协同、龙头引育、创新引领、链群融合、要素聚焦，推动制造业高端化、智能化、绿色化，不断增强完整性、先进性、安全性，加快构建以数字经济为引领、以先进制造业为主体、先进制造业与现代服

务业融合发展的现代化产业体系。

二、主要目标

到 2026 年，力争实现产业链现代化“1269”目标，即：电子信息、有色金属、装备制造、新能源、石化化工、建材、钢铁、航空、食品、纺织服装、医药、现代家具 12 条制造业重点产业链现代化水平全面提升，打造电子信息、铜基新材料、锂电和光伏新能源、钨和稀土金属新材料、航空、炼化一体化和化工新材料 6 个综合实力和竞争力强的先进制造业集群，全省规模以上工业营业收入年均增长 9%左右，统筹制造业质的有效提升和量的合理增长取得明显成效。

三、基本原则

——坚持创新引领、安全发展。深化创新链、产业链、政策链、资金链、人才链融合，以创新驱动引领产业链价值链迈向中高端。提升重要领域关键技术、关键产品自给能力，增强发展安全性。

——坚持链群融合、扬长补短。坚持以链壮群、以群强链，促进链内、链间、链群协同发展。立足比较优势，聚焦短板弱项，系统推进强基础、固优势、补短板、锻长板，畅通产业链循环。

——坚持整体推进、重点突破。一链一策推动产业链上下游、大中小企业融通发展，促进产业链能级整体提升。聚焦若干重点领域实施攻坚，积极推动一批优势细分产业链实现突破。

四、主攻方向和发展路径

（一）12 条重点产业链

电子信息产业链。坚持整机和终端产品与基础材料、元器件联动，硬件制

造、软件开发、新一代信息技术融合应用一体发展，促进价值链向中高端延伸，聚力发展移动智能终端、半导体照明、汽车电子、虚拟现实（VR）、印制电路板（PCB）等细分产业链，培育集成电路等先导产业链。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 1.2 万亿元。

有色金属产业链。坚持智能化、低碳化、集群化方向，前端强化矿产资源战略保供、中端提升冶炼和再生金属回收利用等工艺技术水平、后端延伸提升精深加工能力，进一步增强战略资源保供和高效化利用，聚力发展铜、钨、稀土等细分产业链。到 2026 年，全产业链营业收入力争突破 1 万亿元。

装备制造业产业链。坚持电动化、智能化、网联化、共享化方向，强化整车、整机与材料、零部件协同，创新引领与应用牵引并重，聚力发展汽车、电线电缆等细分产业链。鼓励各地依托产业基础和龙头企业，培育数控机床、机器人等智能装备产业链。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 8000 亿元。

新能源产业链。坚持多元互补、有序开发，进一步优化产业链布局，强化资源战略保障，提升资源绿色供给、综合利用水平，有序推动产能放大，聚力发展锂电、光伏等细分产业链，培育氢能、钠离子电池和其他新型储能等新兴产业链。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 7000 亿元。

石化化工产业链。强化规划引导、合理布局、安全发展，坚持产品高端化、资源节约化、生产清洁化、制造智能化，积极推进炼化一体化延伸，聚力发展石油化工、化工新材料、精细化工、氯碱深加工等细分产业链。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 4500 亿元。

建材产业链。坚持绿色化、高端化、多元化、集群化方向，强化与建筑、装配、装饰等中下游应用端联动协同，聚力发展水泥、建筑陶瓷、玻纤等细分

产业链，培育绿色建材、无机非金属新材料等新兴成长产业链。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 4500 亿元。

钢铁产业链。坚持高端化、低碳化、数字化方向，着力强化资源战略保供，优化物流渠道，推进工艺装备升级，实现绿色低碳高效发展，进一步调优产品结构，聚力发展优特钢，积极拓展钢铁制品。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 3500 亿元。

航空产业链。坚持先进技术融合转化，强化整机、发动机、关键材料和核心零部件联动发展，聚力发展教练机及直升机、民机、无人机等细分领域，协同提升航空服务、运输和临空经济发展，着力构建制造、运输、服务、临空经济“四位一体”产业体系。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 2500 亿元。

食品产业链。坚持绿色、安全、健康、便利方向，强化种养、加工、仓储配送联动，聚力发展肉制品、禽畜制品、地方特色食品、预制菜等细分产业链，鼓励各地依托产业基础和龙头企业，打造细分领域特色优势产业链。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 2000 亿元。

纺织服装产业链。坚持科技、时尚、绿色发展方向，以产业承接、自主创新、数字转型、品牌建设为发力点，聚力发展服装、棉纺、化纤、产业用纺织品等细分产业链，支持各地细分领域特色产业链升级发展。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 1600 亿元。

医药产业链。坚持药品与医疗器械全产业链布局、项目招引与孵化培育并重，支持重点区域创建国家级产业创新平台，强化产医互动，提升服务效率，聚力发展中药、化学药、生物药、医疗器械等细分产业链，构建“医药+”融合发展格局。到 2026 年，全产业链营业收入力争达到 1500 亿元。

现代家具产业链。坚持高端化、智能化、品牌化、融合化方向，推进增品种、提品质、创品牌，聚力发展实木家具、金属家具、教育装备（校具）等细分产业链，支持南康家具产业集群加快向现代家居延伸。到 2026 年，全产业链营业收入力争突破 1000 亿元。

（二）6 个先进制造业集群。

电子信息先进制造业集群。以南昌、吉安、赣州、九江等为主阵地，充分发挥京九电子信息产业带的集聚带动效用，提升南昌高新技术产业开发区光电及通信、南昌经济技术开发区光电、吉安电子信息和信丰数字视听等产业集群水平，支持上饶、宜春、新余、萍乡等地特色细分领域产业集群融合发展，深化与粤港澳大湾区、长三角等区域产业协作，积极承接产业转移，着力打造在全国有影响力的电子信息先进制造业集群。

铜基新材料先进制造业集群。以鹰潭为核心，上饶、抚州、赣州、南昌等为主阵地，进一步增强“世界铜都”品牌影响力和带动力，提升鹰潭市余江区、贵溪市、鹰潭高新技术产业开发区，上饶市广信区、横峰县、铅山县，抚州市东乡区、临川区、金溪县，赣州市瑞金市等地铜冶炼及加工、铜基新材料制造、铜资源综合回收利用等环节和领域技术工艺水平和集群能级，引导产业集群协作融合、一体发展，着力打造以鹰潭为核心，区域优势竞合、协同联动的国家级铜基新材料先进制造业集群。

锂电和光伏新能源先进制造业集群。以宜春、新余、上饶等为主阵地，壮大宜春经济技术开发区、新余高新技术产业开发区等锂电和上饶经济技术开发区光伏等产业集群规模实力，积极培育沪昆新能源产业带，增强集聚效用，带动赣州、南昌、九江、抚州、吉安等地细分领域特色优势产业集群做精做强，

促进新能源制造、应用和储能一体化发展，构建多元化新能源产业格局，着力打造具有全球影响力的锂电和光伏新能源先进制造业集群。

钨和稀土金属新材料先进制造业集群。以赣州、九江为核心，联动南昌、宜春、吉安等地，以推进赣州国家级稀土新材料及应用先进制造业集群建设为牵引，进一步提升龙南、大余、崇义、修水、武宁、靖安、吉安、赣县、赣州经济技术开发区、南昌经济技术开发区等地产业集聚集群发展水平，打响“中国稀金谷”品牌，着力打造赣州、九江“双核”引领，具有全球影响力的钨和稀土金属新材料先进制造业集群。

航空先进制造业集群。以南昌、景德镇为核心，联动吉安、宜春、九江、上饶、赣州等地，用好国家航空产业发展和低空空域开放的政策机遇，积极争取国家重大项目布局，抢占产业新赛道，深度参与全球航空制造业分工合作，加快推进南昌航空城、景德镇航空小镇等平台建设，着力打造南昌、景德镇“双核”引领，在全国有影响力的航空先进制造业集群。

炼化一体化和化工新材料先进制造业集群。以九江、景德镇等为主阵地，联动赣州、宜春、抚州、吉安、上饶等地，支持九江培育千亿级炼化一体化产业集群，提升永修有机硅、乐平精细化工、新干盐化工、会昌氟盐化工等产业集群能级，推动化工新材料企业集聚发展，着力打造炼化一体化和化工新材料先进制造业集群。

五、主要举措

（一）实施产业链链长制升级行动，推动链长制协同高效运转。进一步健全产业链链长制运行机制，省级层面由省政府省长担任总链长，省政府其他省级领导担任各重点产业链链长，探索推行“链长+”“链主+”工作模式。推行“链

长+链主”工作模式，建立链长与链主常态化互动机制，支持链主企业发展；链主企业带动产业链发展，联动链上企业及时向链长反映重大发展诉求。推行“链长+园区”工作模式，链长指导市、县、园区融入全省产业链布局，研究制定针对性政策措施，协调解决重大问题；市、县、园区集中资源力量推进本区域产业链项目建设、企业培育、招商引资、补链强链，打造产业集群。推行“链主+基金”工作模式，组建省产业链发展基金，开展基金大招商、招大商；探索建立“产业链+链主企业+产业基金”运作机制，鼓励链主企业强化资本带动，引领产业链提能升级。推行“链主+平台”工作模式，支持链主企业联动链上企业完善技术、服务等平台体系，推动各类产业链创新机构和平台市场化运营，着力打造一批具有较强竞争力的产业创新链。

（二）实施规划布局引领行动，打造先进制造业集群。落实全省区域发展战略，加强全省产业链研究，推动各地依托产业基础、资源禀赋、比较优势和发展特点，明确产业链发展主阵地、协作区功能定位，制定实施差异化的发展路径举措。深化园区管理制度改革，强化发展实体经济主责主业，进一步聚焦主导产业和首位产业，培育壮大优势产业集群，创建新型工业化产业示范基地。强化区域分工和优势互补，推动具有产业链上下游和周边配套协作关系的市、县、园区一体化定位、差异化发展，打造一批跨区域的产业集群，积极创建国家级先进制造业集群。

（三）实施龙头骨干企业引育行动，促进大中小企业融通发展。强化招大引强，动态优化更新产业链“四图五清单”，紧盯世界500强、中国500强、行业100强和知名企业，积极招引“高大上”“链群配”项目，培育产业链群。建立重点培育清单，一企一策支持龙头骨干企业做大做强，打造一批链主企业。

健全完善中小企业梯度培育机制，培育创新型中小企业，“专精特新”、专业化“小巨人”和制造业单项冠军企业，以及“独角兽”“瞪羚”企业，提升发展高新技术企业、科技型企业。深入实施“映山红行动”升级工程，支持优质企业加快上市。鼓励中小微企业融入龙头和链主企业协作配套链条，形成产业链企业协作共同体。

（四）实施创新引领行动，推动产业链迈向中高端。实施产业链协同创新工程，围绕 12 条重点产业链，优化创新资源配置，推动产业链科技创新联合体发挥作用、协同攻关，突破一批关键共性技术，促进一批重大技术创新成果产业化。实施产业链数字赋能行动，分类推进企业数字化改造，加快园区数字化转型，支持建设产业大脑。大力发展工业设计、检验检测、物流配送等生产性服务业，培育服务型制造业态，促进先进制造业与现代服务业融合。促进产业链绿色发展，强化绿色低碳技术攻关，大力开发和推广绿色低碳工艺、技术、装备和材料，建设绿色工厂、绿色园区，培育绿色供应链，构建绿色制造体系。落实安全生产责任，支持企业运用安全工艺、技术、装备，提高本质安全水平。

（五）实施产业链融合发展行动，促进产业链群协同发展。推进产业链集群化发展，围绕 12 条重点产业链，引进和培育链主企业和龙头骨干企业，打造一批细分领域的优势特色产业集群。推进产业集群链式化发展，梳理编制集群产业链图谱，一群一策畅通集群内部产业链微循环。深化产业链链间协作，建立健全线上线下常态化对接机制，每年组织开展一批产销、产用、产融、人才、技术等对接活动，推动有色金属、石化化工、建材、钢铁等原材料类产业链与装备制造、消费品和电子信息等中后端应用类产业链融合。融入全国、全球产业链布局分工，深化开放合作，实现产业链供应链多元化。探索建立关键

重要领域备份系统。

（六）实施资源要素精准聚焦行动，优化产业链发展生态。强化政策聚焦，各地、各部门要围绕产业链现代化“1269”行动计划，制定实施财政、税收、教育、科技、金融、就业创业、人才引育等支持措施。强化要素聚焦，综合运用制造业高质量发展指数、产业链现代化指数、产业集群先进性指数和企业“亩均论英雄”等评价结果，合理配置资金、土地、水、电、气、环境容量等资源要素。提升政务服务效能，深化“一件事一次办”改革，持续推进“赣服通”“赣政通”迭代升级，落实“一网选中介”，降低企业制度性的交易成本。完善惠企长效机制，发挥省领导联点、驻企特派员等机制作用，积极帮扶服务企业，协调解决问题困难。发挥各类行业组织作用，促进产业链自主发展、规范发展。

六、组织实施

省工业强省建设工作领导小组统筹产业链推进工作。省工业和信息化厅负责链长制工作的组织协调，牵头推进制造业重点产业链发展，抓紧研究建立制造业重点产业链发展工作成效考核评价体系，编制发布制造业高质量发展指数、产业链现代化指数和产业集群先进性指数等评价指标体系。省直相关部门要把链长制工作纳入本部门工作重要范畴，省统计局要研究建立产业链统计监测体系，各地要建立相应的产业链推进工作机制，树立“全省一盘棋”意识，形成抓产业链现代化建设的合力。各地、各部门要将支持产业链发展工作成效纳入本地、本领域年度考核范围。加大对推进产业链发展特色典型经验案例的发掘和宣传推广力度，营造抓产业链、抓制造业的共识和氛围。

（来源：江西省人民政府）

美媒：全球稀土竞争 美国丢掉了接力棒

美国《外交政策》杂志网站一文章，原题：在稀土竞争中美国丢掉了接力棒。如果说全球对于稀土资源的竞争是一场接力赛的话，中国自20世纪80年代就拿起了接力棒，一路狂奔。而曾经的行业领袖美国以及世界其他国家则被远远甩在后面。

美国试图复苏本国的稀土行业。美国关键矿物研究所执行主席杰克·利夫顿说，为了重振美国的稀土产业，“你需要受过教育的人才，需要有经验的人才，需要能够运转的稀土矿和加工体系。所有这一切在美国都不存在”。

美国军火商雷神技术公司首席执行官格雷格·海耶斯称：“有超过95%的稀土材料或金属来自中国，或者在中国加工。没有替代选项。如果我们不得不撤出中国，我们将需要许多年的时间才能在本国或者其他友好国家重建产能。”

美国前总统特朗普就稀土发布了一项行政命令，并增加了对国内相关产业公司的资助。拜登政府则继续加大力度，将稀土项目合并到《国防生产法》中，并不断扩大稀土储量。但咨询公司Three Consulting总裁詹姆斯·肯尼迪表示，美国的这些努力未能改变现状。

近期有美国众议员提出法案，要用税收抵免来刺激国内产能。有专家警告称，这些措施可能起不到预期效果。制定法案凸显出美国依然找不到启动稀土产业的密码。矿业分析师埃克莱斯顿说：“你可以跑到五角大楼或者华盛顿说，给我们一些钱，我们去开发稀土。然后，华盛顿就会拿出200万或400万美元。然而，钱并不能改变局面。”

美国也面临持续拉大的技术鸿沟挑战。中国将资源源源不断地注入到研究中，而美国的兴趣和投资却不断减少。利夫顿说：“在中国，稀土产业是一项备受重视、有利可图的生意，数万人参与其中。但在美国这些都没有。”

（来源：环球网）

日本 Proterial 试制出用于 EV 电机的不含钕磁铁 稀土采购风险有望降低

纯电动车采用电池组来储存能量，而电机则负责将电能转换为机械能推动车辆。当运用稀土元素制造永磁体时，电机可以更为高效地换电能，减少了能量损失，从而提高了电动汽车的性能和续航里程。由于永磁体中的稀土元素（如钕、钐、镨等）数量较少，因稀土永磁制作成本相对较高。此外，稀土元素的采集、提炼和加工也可能对环境造成一定的影响。因此，世界各国目前正在研究并尝试开发其他类型的电机，减少对稀土永磁的依赖。

据悉，日本 Proterial(原日立金属)试制了一款采用不含稀土“钕”的磁铁的纯电动汽车(EV)用电机。目前用于电机的磁铁以钕磁铁为主，该公司将其改为了以氧化铁为主要成分的磁铁。通过试制品的试验，还确认了可以确保纯电动汽车所要求的电机输出功率。Proterial 不打算自主量产电机，而是为了降低稀土采购风险，向电机制造商销售铁氧体磁铁等。力争到 2030 年代前半期正式被纯电动汽车采用，将推进营销活动。

我国稀土永磁材料产量上升

稀土永磁材料是磁性材料的一大重要分支，中国已成为世界第一大稀土钕

铁硼生产国。新能源汽车、节能家电、电动工具、工业机器人等行业为稀土永磁材料行业发展提供了重要支撑。

2015-2019 年我国稀土永磁材料产量总体呈逐年增长态势。2019 年中国稀土磁性材料产量保持稳定，产量近 18 万吨。其中烧结钕铁硼毛坯产量 17 万吨，同比增长 9.7%；粘接钕铁硼产量 7900 吨，同比增长 5%；钕钴磁体产量 2400 吨，同比增长 4%。

我国已成为磁性材料生产大国

结合工信部公布的 2019 年烧结钕铁硼永磁体、粘接钕铁硼永磁体和钕钴永磁体的产量数据以及中国电子元件行业协会磁性材料与器件分会公布的 2019 年永磁铁氧体和软磁铁氧体的产量数据，可以大致得出 2019 年磁性材料的产品结构。其中，永磁铁氧体占比最大(52.81 万吨)，其次为软磁铁氧体(26 万吨)。磁性材料生产企业主要分布在我国、日本和韩国，我国各种门类的磁性材料产量均居世界第一，已确立了世界磁性材料生产大国和磁性材料产业中心的地位。

据了解，中国拥有丰富的稀土资源，目前已经成为全球最大的稀土永磁材料生产基地和出口基地，稀土永磁产业在全球具有较强的竞争力。

（来源：前瞻网）

宁波材料所在热变形钕铁硼磁体无取向粗晶形成机制及其织构优化研究方面取得进展

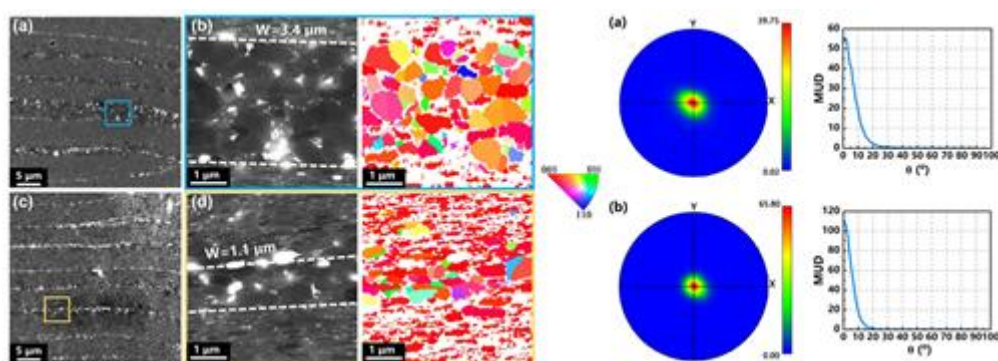
热压/热变形工艺是利用钕铁硼纳米晶粒在剧烈的塑性变形过程中，晶粒沿应力方向择优生长获得层状堆叠织构的近终成型制备技术。制备的热变形钕铁硼磁体具有晶粒细小、致密度高、强织构等优点，然而磁体中存在的无取向准周期性粗晶区限制了磁体性能潜力的深入挖掘。长期以来，粗晶区的形成机理尚不明晰，钕铁硼磁体发明人之一 J.J.Croat 表示，如果能减少无取向区域在热变形磁体中的占比，使得取向度优化 5%以上，则磁体剩磁可达 15kGs，可获得最大磁能积超过 55MGOe 的高性能热变形钕铁硼永磁体。由此可见，阐明粗晶形成机理，开展结构均匀性优化研究具有重大的现实意义。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所稀土永磁材料团队针对热变形钕铁硼磁体粗晶区开展了系统的研究。在之前的工作中，团队针对磁体中存在的无取向准周期性粗晶结构，开展了粗晶细化的微观结构优化研究，在快淬磁粉表面均匀分布硬质相，优化了表面晶粒的应力分布，微观结构得到大幅优化，磁体性能得到显著提升（*Scripta Materialia* 152 (2018) 127 – 131, *Acta Materialia* 167 (2019) 103-111），初步探明了热变形钕铁硼磁体晶粒细化改性机制。

在此基础上，团队进一步深入分析了磁体中粗晶粒分布规律，发现粗晶区与快淬磁粉贴辊面存在对应关系。研究表明，在快淬磁粉贴辊面存在晶界能较高、处于亚稳态的超细晶粒，且晶粒间缺少晶界相，在热变形过程中晶粒易发生晶界迁移，过度生长为粗晶区。因此，团队将磁粉进行预处理，使得超细晶粒预生长，降低晶粒晶界能，通过热变形工艺，使得磁体中条带贴辊面的晶粒，在应力作用下发生晶粒择优生长为片状晶，获得了条带界面晶粒织构沿压力方向一致排列，且微观结构均匀的热变形磁体。进一步采用压力辅助热处理技术，实现了热变形

钕铁硼磁体微观无取向晶粒细化、织构优化的同时,改善了磁体宏观取向度,磁体剩磁提升了 5%,从 13.6kGs 提升至 14.3kGs,接近 J.J.Croat 教授的预测值,为发展高性能热压永磁体打下了坚实的基础。

该工作以“Origin and inhibition on quasi-periodic coarse grain regions in hot-deformed Nd-Fe-B magnets”为题发表在 Acta Materialia,255,119070。本研究得到了国家重点研发计划(2022YFB3503400)、内蒙古重大专项(2021ZD0035)、宁波市科技创新“2025”重大项目(2020Z064、2019B10093)等的支持。



(来源: 宁波材料所)

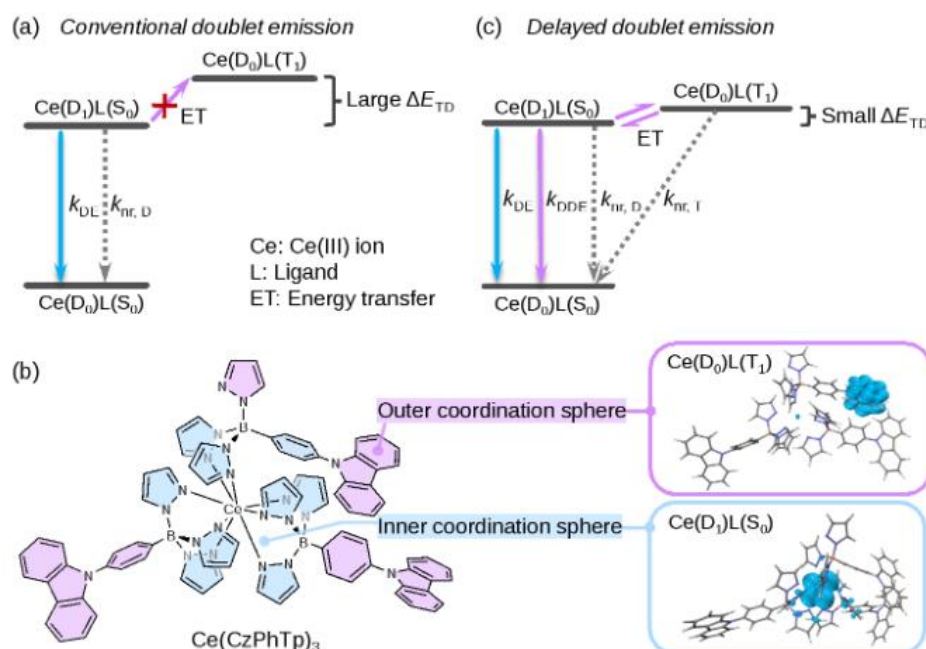
北京大学刘志伟课题组报道稀土铈(III)配合物新型发光机理

稀土元素因其独特的电子结构和丰富的跃迁能级使其成为巨大的发光材料的宝库,在显示、照明、通讯等领域具有不可替代的重要地位。稀土发光配合物是一类重要的发光材料,其发光机理可以分为 f-f 跃迁和 d-f 跃迁。相比于被广泛研究的具有跃迁禁阻、发射峰窄、激发态寿命长等特点的 f-f 跃迁稀土发光配合物,研究较少的 d-f 跃迁稀土发光配合物具有跃迁允许、发射峰宽、激发态寿命短等特点,能够拓展稀土发光配合物在更多领域的应用。

近日,北京大学化学与分子工程学院的刘志伟研究员和北京农学院的曲江兰

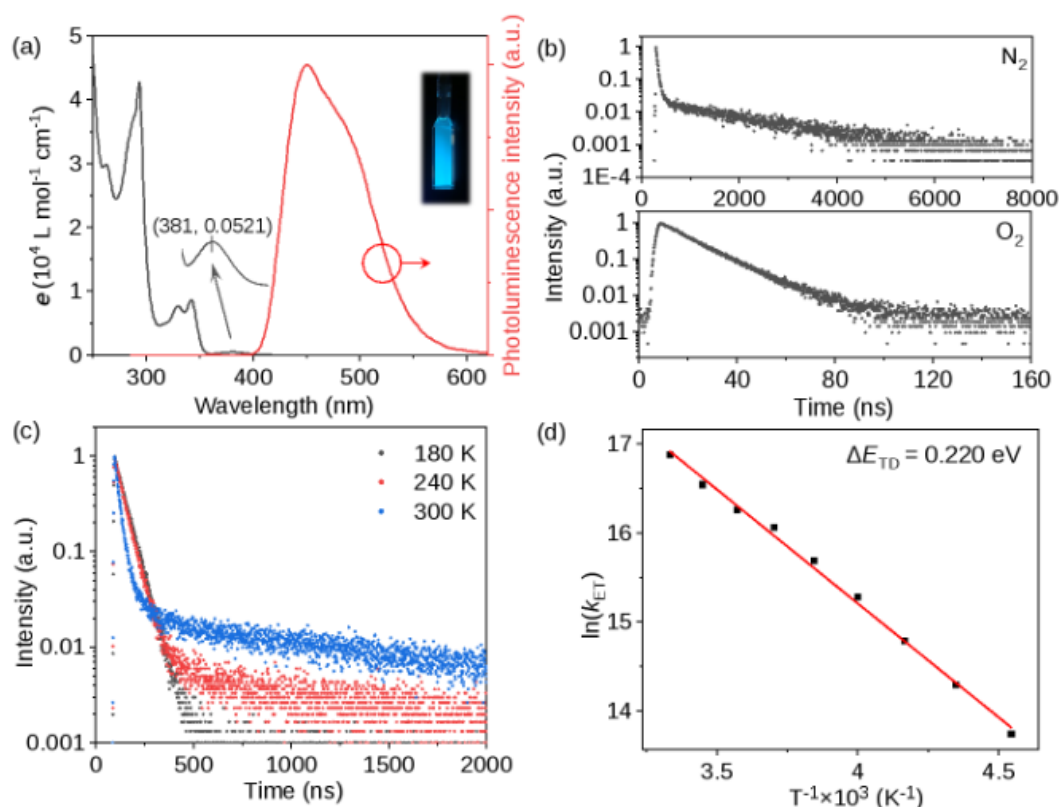
教授合作,在 *Angewandte Chemie International Edition* 杂志上发表了题为“Delayed doublet emission in a cerium(III) complex”的 VIP 论文,该工作通过内外层配位空间的设计与调控发现了首例具有延迟二重态发射的稀土铈(III)配合物,这也是首例基于金属中心发光的热激活延迟荧光材料。

稀土铈(III)离子的基态电子构型为 $4f^15d^0$, 激发态电子构型为 $4f^05d^1$, 自旋多重度均为 2, 其配合物一般具有二重态的 d-f 跃迁发光性质。在传统铈(III)发光配合物的设计中,配体的第一三重激发态 (T_1) 的能级应大幅高于金属中心的第一二重激发态 (D_1) 的能级,以避免能量从 D_1 传递到 T_1 而耗散,从而确保激发态 D_1 到基态 D_0 的高效发光。作者基于对 D_1 和 T_1 能级的独立调控,在铈(III)配合物 $Ce(CzPhTp)_3$ 中实现了较小的二、三重激发态能级差 ΔE_{TD} 。室温下 $Ce(CzPhTp)_3$ 的固体粉末和二氯甲烷溶液具有蓝光发射,光致发光量子产率分别为 84%和 70%,较小的 ΔE_{TD} 下的高光致发光量子产率得益于延迟二重态发射过程的激活。

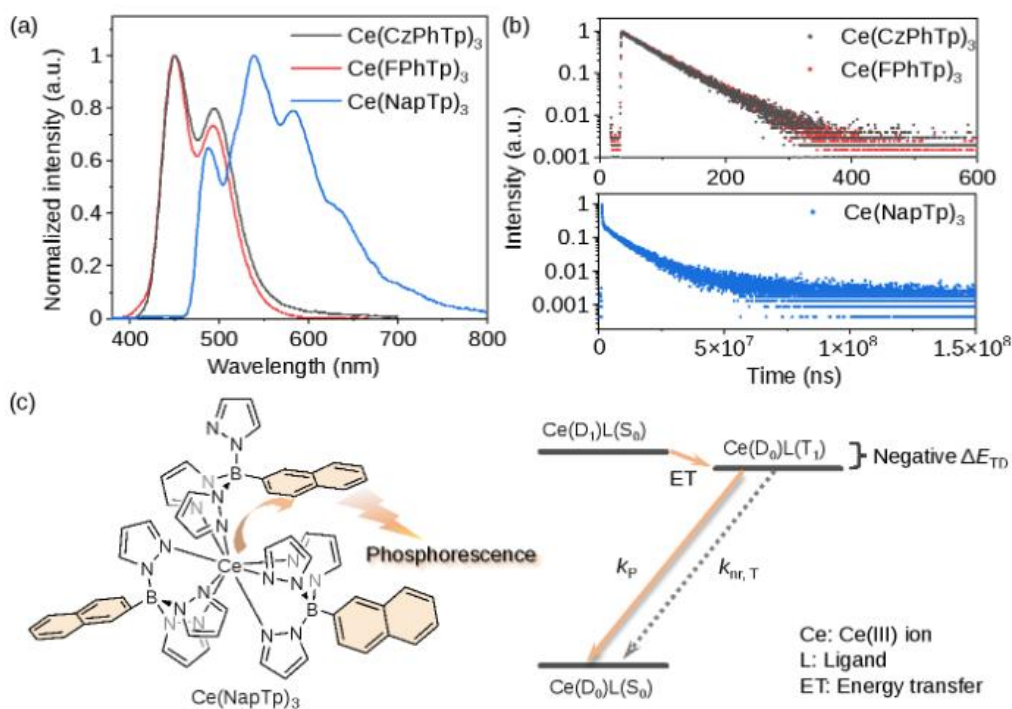


$Ce(CzPhTp)_3$ 在二氯甲烷溶液中的激发态以双指数寿命衰减,短寿命组分

(32ns) 为瞬时二重态发射, 而长寿命组分 (1498ns) 为延迟二重态发射。变温光谱测试表明低温下从 D_1 到 T_1 的能量传递受到抑制, 随着环境温度升高, 从 D_1 到 T_1 的能量传递效率增加, 瞬时二重态发射的比例减小, 延迟二重态发射的比例增加。作者根据 Arrhenius 图的拟合推出 ΔE_{TD} 值为 0.220eV。



不仅如此, 作者还通过取代基的改变设计得到 ΔE_{TD} 分别为 0.80eV 和 -0.21eV 的铈(III)配合物 $Ce(FPhTp)_3$ 和 $Ce(NapTp)_3$ 。前者因为具有较大的二、三重激发态能级差 ΔE_{TD} 而表现出典型的二重态发射, 室温下其二氯甲烷溶液发射蓝光, 激发态寿命为 63ns, 光致发光量子产率高达 100%。后者在室温下的二氯甲烷溶液中不发光, 但是其掺杂薄膜表现为配体的磷光发射, 光致发光量子产率为 19%。在 $Ce(NapTp)_3$ 中 D_1 向 T_1 的传能使得二重态发光被基本猝灭, 这是首例分子内二重态向三重态传能发光, 即二重态敏化磷光发射。



该工作展现了稀土铈(III)离子内外层配位空间的可调性，进而赋予了铈(III)配合物的能级调节的灵活性和发光机理的多样性。延迟二重态发射和二重态敏化磷光发射的发光机理均是首次报道，这丰富了我们对于二重激发态弛豫过程的理解，并为 d-f 跃迁稀土铈(III)配合物的结构设计和激发态调控提供新的思路。

刘志伟研究员和曲江兰教授为该论文的共同通讯作者，北京大学化学学院博士研究生方培玉和北京农学院的硕士研究生刘佳玟为该论文的共同第一作者。该工作得到了国家自然科学基金委、科技部、北京市教委、北京分子科学国家研究中心的资助与支持。

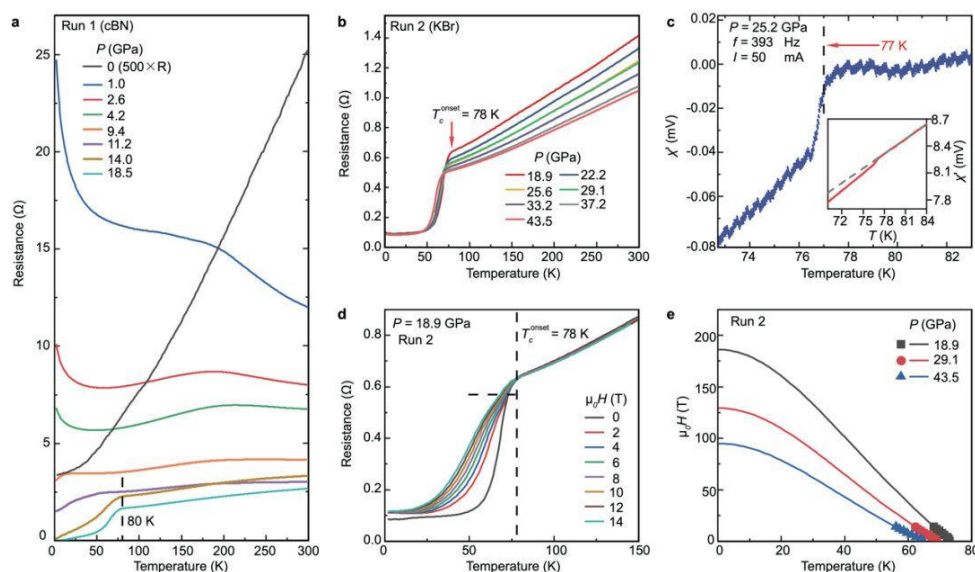
(来源：北京大学)

中山大学首次发现液氮温区镧镍氧化物 $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$ 超导体

7月12日，《自然》杂志刊登中山大学王猛教授团队与其他单位合作的成

果：首次发现液氮温区镍氧化物超导体。这是由中国科学家首次率先独立发现的全新高温超导体，是人类目前发现的第二种液氮温区非常规超导材料，是基础研究领域“从 0 到 1”的重要突破。

这一研究成果将有望推动破解高温超导机理，使设计和预测高温超导材料成为可能，在信息技术、工业加工技术、超导电力、生物医学和交通运输等领域，实现更广泛的应用。



超导材料具有绝对零电阻、完全抗磁性和宏观量子隧穿效应的特殊性质，因此具有重要的科学和应用价值，在该领域已产生了 5 个诺贝尔奖。中国科学家也因超导领域的突破两次获得国家自然科学一等奖，以及一次国家最高科学技术奖。1986 年，科学家首次发现铜氧化物超导材料，随后多国科学家将其超导温度提升到了液氮温区，即超过 77K（开尔文）。液氮的廉价和易得，推动了铜氧化物高温超导材料的规模化应用。然而，高温超导的机理至今未知，成为近 40 年来物理学中最重要的科学问题之一。

王猛教授介绍，团队耗时三年半，依托中山大学物理学院公共科研平台，通过不断努力成功生长了镍氧化物 $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$ 单晶，随后在中山大学高压实验研究平台以及华南理工大学、中国科学院物理研究所、北京同步辐射装置开展实

验研究，很快在实验上确定了此单晶材料能够在压力下实现超导，转变温度达到液氮温区，高达 80K。这是继铜氧化物高温超导体后，另一个完全不同体系的高温超导体。

“本次发现高温超导的镍氧化物，镍的价态为+2.5 价，远离人们此前认为容易出现超导电性的正 1 价，超出此前理论预期。其电子结构、磁性与铜氧化物完全不同，通过比较研究，有可能推动科学家破解高温超导机理。根据机理，有望与计算机、AI 技术等学科交叉后，设计、合成新的更多的更容易应用的高温超导材料，实现更加广泛的应用。”王猛教授说。

王猛表示，团队已经在进一步探索的路上。目前，我们的超导材料，需要 14GPa 压力下才能实现，这会限制对超导机理的研究以及广泛应用。研究团队目前正在攻关，希望生长出常压下达液氮温区超导的镍氧化物超导体。

（来源：中山大学）



宁波材料所在超高综合性能钕铁硼永磁体方面取得系列进展

钕铁硼永磁材料由于其具有优异的磁性能、较高的能量密度，已成为风力发电、新能源汽车、轨道交通等领域不可或缺的关键核心部件，且随着这些领域技术迭代升级的需求，迫切要求磁体具有高稳定性、高性能、小型化等特性。但由于烧结钕铁硼磁体的温度稳定性较差，其在高速电机、精密仪表等领域的应用受到了很大的限制。为满足新能源汽车等产业对磁体高温稳定性的应用需求，开展超高综合性能钕铁硼永磁体的研究具有十分重要的意义。

矫顽力 H_{cj} 是评判钕铁硼磁体性能的重要指标，反映磁体抵抗外部环境变化而不退磁的能力，决定了磁体服役过程的稳定性；最大磁能积 $(BH)_{max}$ 反映

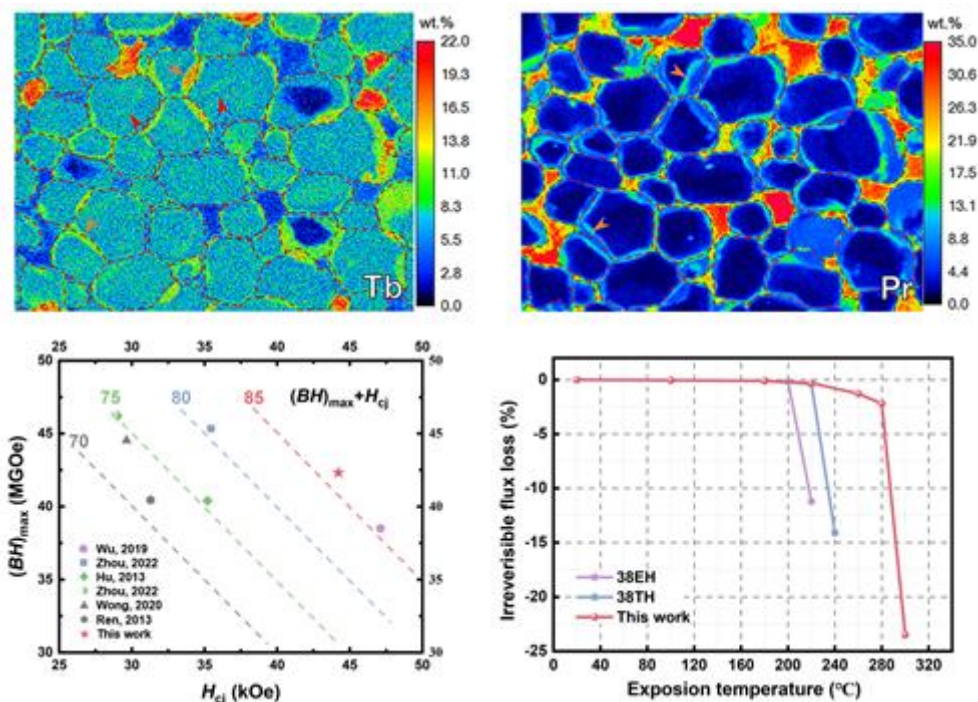
磁体可储存的能量密度， $(BH)_{\max}$ 越大则在相同对外磁力输出要求下磁体器件可设计得越小。然而，矫顽力和最大磁能积是两个相互制约的技术参量，同时提升矫顽力和最大磁能积是一项挑战。在实际应用中，随钕铁硼磁体矫顽力与最大磁能积加和的增大，其逐步应用于服役要求更高的场景，因此业界通常用 $(BH)_{\max}+H_{cj}$ 来评判磁体的综合磁性能。

在钕铁硼主相晶粒表层构建具有高磁晶各向异性场的壳层区域，能够保持高磁能积的同时有效提升磁体的抗退磁能力，是实现高综合磁性能的有效途径。中国科学院宁波材料技术与工程研究所稀土永磁材料联合创新中心利用多组元低熔点合金扩散技术，成功获得晶粒表层超薄壳层强化与非磁性晶界相磁隔离的协同增益，在保持高性能的前提下实现矫顽力的大幅提升；进一步基于 Y、La、Tb 等稀土元素冶金禀赋，综合运用不同稀土元素在合金内的协同/竞争作用，精细调控磁体晶粒壳层结构，极大提升了磁体的高温稳定性，实现了稀土资源集约化利用；此外，通过磁体微区成分设计与界面冶金反应调控，在晶粒表层外延生长出高磁晶各向异性强化壳层，增加主相占比，实现了磁体剩磁和矫顽力的同步提升。

在上述工作的基础上，团队综合利用多组元扩散源设计、分步晶界扩散工艺、再生壳层调控技术等，成功研制出综合磁性能达到 86.5 的钕铁硼永磁体，是迄今公开报道的综合磁性能最高值。基于良好的综合磁性能，磁体的最高使用温度超过 280℃，突破了传统钕铁硼永磁体的耐温极限，应用领域可拓展到轨交牵引电机、高频微波器件、高速电机等。

相 关 成 果 发 表 于 J.Mater.Res.Technol.2023,24,4500-4509; J.Alloy.Comp.2023,934,167888;J.Alloy.Comp.2023,945,169296，申请国家发明专利 6 项。上述工作得到了浙江省鲲鹏计划、宁波市顶尖人才项目、国家重点

研发计划、浙江省“尖兵”研发攻关计划等项目的资助。



(来源：宁波材料所)

上海光机所以反常荧光特性助力新波段高功率激光 在掺钕光纤中实现百瓦级 900nm 激光输出

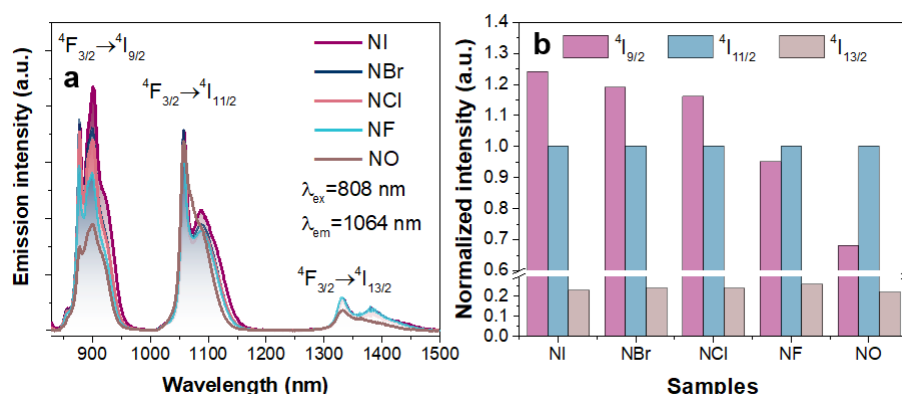
近日，中国科学院上海光学精密机械研究所高功率激光单元技术实验室胡丽丽研究员团队与成都信息工程大学合作，报道了基于 Nd^{3+} 掺杂石英光纤的百瓦量级 900nm 全光纤激光。相关成果以“High-power lasing at ~ 900 nm in Nd^{3+} -doped fiber: a direct coordination engineering approach to enhance fluorescence”为题发表于 Optica，并被选为封面文章。

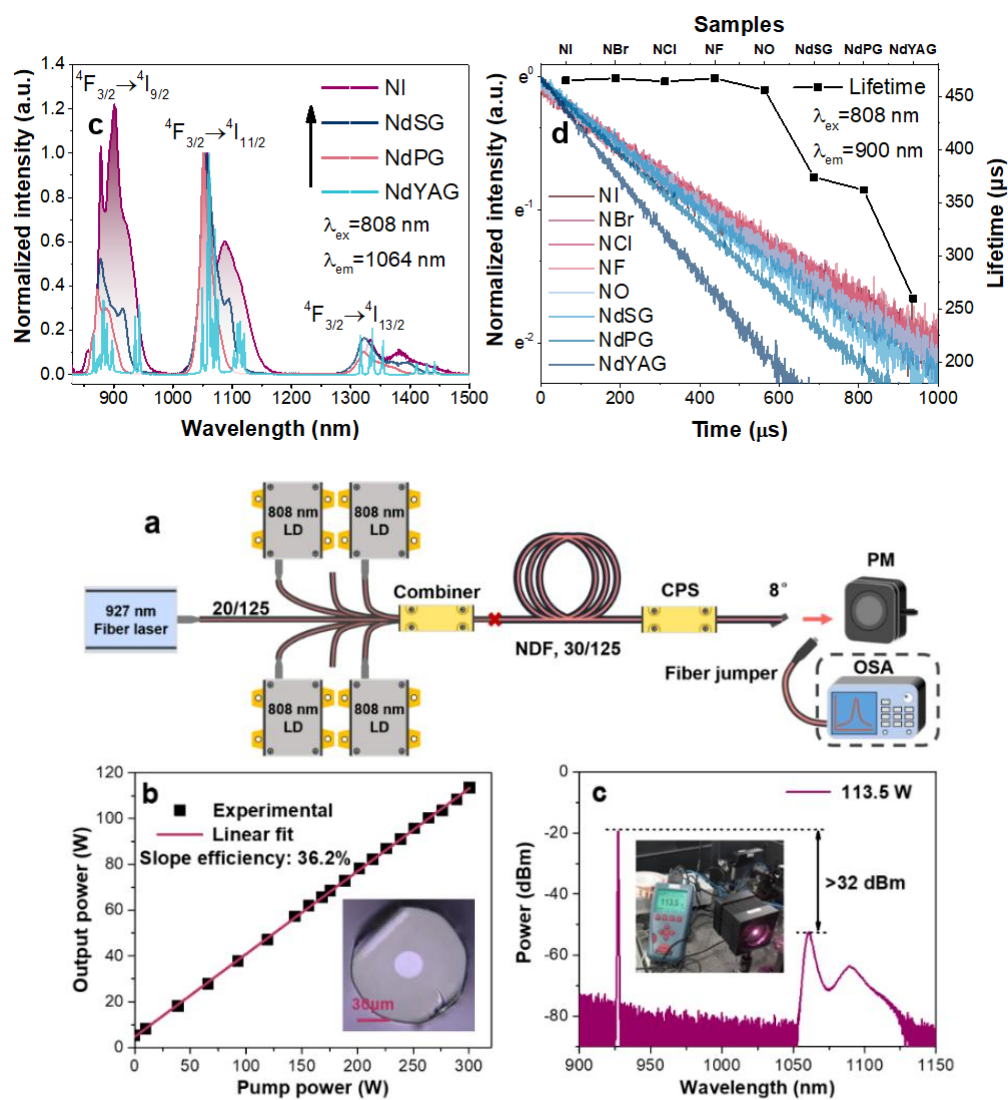
900nm 激光可直接用于泵浦掺 Yb^{3+} 激光材料、大气探测和生物双光子成像，其倍频产生的深蓝激光在面向水下通信、原子冷却、激光存储及激光加工等领域具有重大意义。目前，研究者们主要通过半导体激光器、固体（晶体和陶

瓷)激光器和掺 Nd 光纤激光器实现 900nm 激光输出。而掺 Nd 石英光纤激光器小型轻量化、波长连续可调、光束质量高、易于实现高重复频率、通过光束合成可获得大脉冲能量等优点使其成为今年来的研究热点。但通常掺 Nd^{3+} 激光材料的主要发射位于 1060nm, 这导致 900nm 激光效率低下且极易产生 1060nm 自发辐射, 强烈限制了其输出功率和应用。目前, 研究者们通过空间滤波、低温运转、波导设计等方式被动地压制 1060nm 自发辐射, 然而全光纤结构的 900nm 激光输出功率仍停留在瓦级水平, 极大限制了 900nm 激光的应用和发展。

该研究团队从基础理论出发, 创新性地提出了一种直接配位工程方法将卤素引入石英玻璃中 Nd^{3+} 的最紧邻配位, 以提高成键的共价性, 主动地增强了 Nd^{3+} 的 900nm 发射强度。引入碘元素的掺 Nd^{3+} 石英玻璃显示出在掺 Nd^{3+} 的材料中很少观察到的荧光反转现象, 即其 900nm 发射强度超过了通常更强的 1060nm 发射强度。使用该石英玻璃为纤芯的双包层光纤, 在全光纤 MOPA 结构实现了比当前记录高 50 倍的功率(113.5W)。该工作为 900nm 高功率光纤激光器的开发和应用提供了新思路, 同时为调节稀土掺杂材料的光谱性质提供了一条新的途径。

相关研究得到了国家自然科学基金的支持。





(来源: 上海光机所)

工信部：5项稀土行业标准报批公示

2023年7月10日，工业和信息化部科技司发布公示公告，公示了437项行业标准的制修订、1项行业标准外文版的编制及1项行业标准修改单的修改情况，公示期为1个月。其中涉及《钕铁合金》等5项稀土行业标准(详见下表)。标准报批稿可以登录“标准网”“行业标准报批公示”栏目阅览，并反馈意见。

表 15 项稀土行业标准名称及主要内容等一览表

序号	标准编号	标准名称	标准主要内容	代替标准
稀土行业				
1	XB/T4 03-2023	钆铁合金	本文件规定了钆铁合金的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件。 本文件适用于电解法、熔配法生产的钆铁合金，主要用于制备钆铁硼等稀土永磁材料。	XB/T4 03-2012
2	XB/T6 31-2023	稀土复合钇锆陶瓷材料化学分析方法氧化锆、氧化钇和氧化钪含量的测定	本文件规定了稀土复合钇锆陶瓷材料中氧化锆、氧化钇和氧化钪含量的测定方法。 本文件适用于稀土复合钇锆陶瓷材料中氧化锆、氧化钇和氧化钪含量的测定。	
3	XB/T6 17.8-2023	钕铁硼合金化学分析方法第8部分：氢量的测定惰性气体熔融-热导法或红外吸收法	本文件规定了钕铁硼合金中氢量的测定方法。 本文件适用于钕铁硼合金中氢量的测定。测定范围：0.0005%~0.20%。	
4	XB/T6 32-2023	富钇富集物化学分析方法十五个稀土元素氧化物配分量的测定电感耦合等离子体发射光谱法	本文件规定了富钇富集物中十五个稀土元素氧化物配分量的测定方法。 本文件适用于富钇氧化物富集物、富钇碳酸盐富集物、富钇液体富集物中十五个稀土元素氧化物配分量的测定。	
5	XB/T6 33-2023	稀土氧化物中杂质元素化学分析方法辉光放电质谱法	本文件规定了氧化镧、氧化铈、氧化镨、氧化钆、氧化钷、氧化铽、氧化钬、氧化铒、氧化铟、氧化镱、氧化镱、氧化镱、氧化镱、氧化钆和氧化铈中73种杂质元素含量的测定方法。 本文件适用于氧化镧、氧化铈、氧化镨、氧化钆、氧化钷、氧化铽、氧化钬、氧化铒、氧化铟、氧化镱、氧化镱、氧化镱、氧化镱、氧化钆和氧化铈中73种杂质元素含量的测定。 本文件不适用于氧化铈、氧化镨、氧化钆、氧化钷中杂质元素的测定。对于离子源部件为钽材料的仪器，不适用于所有稀土氧化物中 Au、Ta 的测定。	

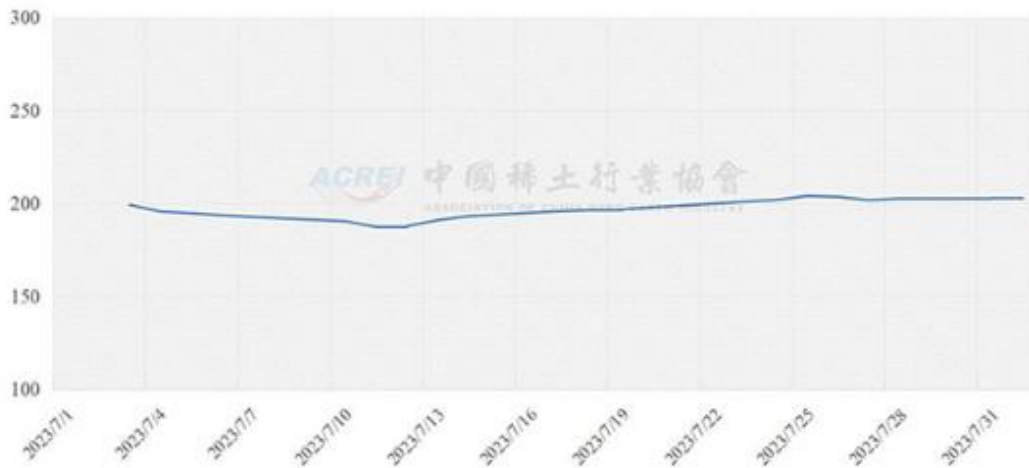
(来源: 工信部)

2023 年 7 月稀土价格走势

一、稀土价格指数

7 月份，稀土价格指数呈现出先缓慢下行、后缓慢上行、最后趋稳的态势。本月平均价格指数为 196.9 点。价格指数最高为 7 月 25 日的 204.1 点，最低为 7 月 11 日的 187.4 点。高低点相差 16.7 点，波动幅度为 8.5%。

2023年7月稀土价格指数走势图



二、中钇富铈矿

中钇富铈矿 7 月份均价为 20.96 万元/吨，环比下跌 4.5%。

三、主要稀土产品

（一）轻稀土

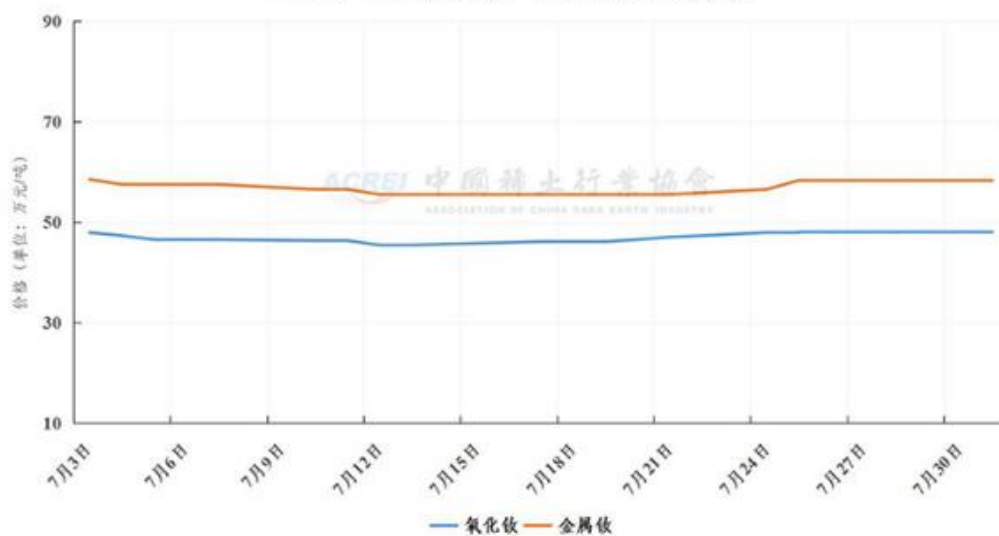
7 月份，氧化镨钕均价为 45.31 万元/吨，环比下跌 7.5%；金属镨钕均价为 55.53 万元/吨，环比下跌 7.3%。

2023年7月氧化镨钕、镨钕金属价格走势



7 月份，氧化钕均价为 46.83 万元/吨，环比下跌 7.0%；金属钕均价为 56.83 万元/吨，环比下跌 7.5%。

2023年7月氧化钕、金属钕价格走势



7 月份，氧化镨均价为 46.93 万元/吨，环比下跌 6.7%。99.9%氧化镧均价为 0.50 万元/吨，环比与上月持平。99.99%氧化铈均价为 19.80 万元/吨，环比与上月持平。

（二）重稀土

7月份，氧化镝均价为217.67万元/吨，环比上涨1.1%；镝铁均价为210.88万元/吨，环比上涨1.8%。

2023年7月氧化镝、镝铁价格走势



7月份，99.99%氧化铽均价为732.86万元/吨，环比下跌11.8%；金属铽均价为934.52万元/吨，环比下跌9.9%。

2023年7月氧化铽、金属铽价格走势



7 月份，氧化钬均价为 54.83 万元/吨，环比下跌 10.8%；钬铁均价为 56.27 万元/吨，环比下跌 10.2%。



7 月份，99.999%氧化铈均价为 4.84 万元/吨，环比下跌 2.5%。氧化铈均价为 26.07 万元/吨，环比下跌 1.2%。.

表 2 2023 年 7 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 6 月平均价	2023 年 7 月平均价	环比
氧化镧	≥ 99%	5.00	5.00	0.00%
氧化铈	≥ 99%	5.27	5.00	-5.12%
氧化镨	≥ 99%	503.27	469.33	-6.74%
氧化钕	≥ 99%	503.36	468.29	-6.97%
金属钕	≥ 99%	614.50	568.33	-7.51%
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%	287.59	258.43	-10.14%
钐铁	≥ 99%Gd75%±2%	273.14	249.67	-8.59%
氧化铈	≥ 99.9%	8304.55	7328.57	-11.75%
金属铈	≥ 99%	10372.73	9345.25	-9.91%
氧化铈	≥ 99%	2152.05	2176.67	1.14%
铈铁	≥ 99%Dy80%	2072.05	2108.81	1.77%
氧化钬	≥ 99.5%	615.05	548.33	-10.85%

市场行情

钬铁	≥99%Ho80%	626.82	562.67	-10.23%
氧化铒	≥99%	263.73	260.67	-1.16%
氧化镱	≥99.99%	96.00	96.00	0.00%
氧化镨	≥99.9%	5572.73	5528.57	-0.79%
氧化钕	≥99.999%	49.64	48.38	-2.54%
氧化镨钕	≥99%Nd ₂ O ₃ 75%	489.86	453.05	-7.51%
镨钕金属	≥99%Nd75%	599.09	555.29	-7.31%

(来源：中国稀土行业协会)

固体稀土发光及其过程

晶体的基本特征是微粒按一定的规律呈周期性排列。晶体内部原子间存在着较强的相互作用，这导致了原子能级的变化。这种变化主要表现为形成了许多相似能级组成的能带。晶体的能带有价带和导带之分。价带对应于基态下晶体未被激发的电子所具有的能量水平，或者说在正常状态下电子占据价带。导带对应于激发态下晶体的被激发电子所具有的能量水平。被激发电子迁移到导带，可以在晶体内流动而成为自由电子。

在价带和导带之间存在一个间隙带，晶体中的电子只能占据价带或导带，而不能在这个间隙带中滞留，因而该间隙带称为禁带。在实际晶体中，可能存在杂质原子或晶格缺陷，局部地破坏了晶体内部的规则排列，从而产生一些特殊的能级被称为缺陷能级。作为发光材料的晶体，往往有目的地掺杂杂质离子以构成缺陷能级，它们对晶体的发光起着关键作用。

发光是去激发的一种方式。晶体中电子的被激发和去激发互为逆过程，这两种过程可能在价带与导带之间，也可能在价带与缺陷能级、缺陷能级与导带之间进行，甚至可以在两个不同能量的缺陷能级之间进行。电子在去激发跃迁过程中，将所吸收的能量释放出来，转换成光辐射。

辐射的光能取决于电子跃迁前后所在能带(或能级)之间的能量差值。在去激发跃迁过程中，电子也可能将一部分能量传递给其他原子，这时电子辐射的光能将小于受激时吸收的能量，即小于跃迁前后电子所在能带或能级的能量差。晶体在外界能量的激发下，在发生电子跃迁的同时，也产生了空穴，空穴

的迁移不能形成光辐射，但能为晶体辐射创造条件。由于晶体内部存在着能带以及一系列电子的迁移。跃迁过程，晶体的光辐射可能形成线状光谱，也可能形成一定波长范围的带状光谱，还可能形成连续光谱。

（来源：中国稀金谷大数据）