

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2020 年 第 10 期 总第 84 期

本期要闻

- ◎ 《中国矿产资源报告（2020）》发布
- ◎ 李卫常委：推动稀土资源绿色可持续开发利用
- ◎ 赣州成功处理稀土尾水破解世界难题
- ◎ 江西：深入推进赣州稀土永磁电机产业园建设

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 1-19

- ◎ 《中国矿产资源报告（2020）》发布
- ◎ 李卫常委：推动稀土资源绿色可持续开发利用
- ◎ 2019 年稀土永磁材料行业现状 纳米稀土永磁材料市场前景广阔
- ◎ 纳米稀土润滑油将作为第二代润滑油在国内面市
- ◎ 赣州成功处理稀土尾水破解世界难题
- ◎ 地质学家发现了甄别稀土富矿的巧妙方法
- ◎ 英澳科学家发现钠钾对稀土成矿的作用
- ◎ 日本研发含少量稀土元素的磁体 可用于电机

◇ 科技前沿 20-27

- ◎ 中国人民大学物理学系及合作团队发现世界上首个单分子驻极体
- ◎ 北京大学黄春辉课题组在稀土配合物电致发光研究中再次取得进展

◇ 政策法规 28-32

- ◎ 江西：深入推进赣州稀土永磁电机产业园建设

◇ 市场行情 33-36

- ◎ 2020 年 9 月稀土价格走势

◇ 稀土知识 37-38

- ◎ 稀土与人体健康

《中国矿产资源报告（2020）》发布

10 月 22 日，自然资源部发布《中国矿产资源报告（2020）》（以下简称《报告》）。

《报告》披露，2019 年，全国地质勘查投资 993.4 亿元，其中，油气地质勘查投资 821.29 亿元，增长 29%；非油气地质勘查投资 172.11 亿元，下降 0.9%。全国新发现矿产地 79 处，其中大中型 55 处。截至 2019 年底，天然气、锰、铝土等 34 种重要矿产资源储量增长。采矿业固定资产投资增长 24.1%，10 种有色金属、黄金、水泥等产量和消费量继续居世界首位。

《报告》指出，我国矿山生态修复力度不断加大。研究制定鼓励和引导社会资本投入矿区生态修复的政策措施，落实国家重大战略决策，部署开展长江经济带、黄河流域、京津冀周边及汾渭平原等重点区域历史遗留矿山生态修复工作。积极推进绿色勘查标准修订完善，大力开展绿色勘查项目示范工作。各地通过规划、标准、政策的制定实施，全面推进绿色矿山建设。

我国矿产资源管理进一步完善。2019 年 12 月，自然资源部印发《关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见（试行）》，对建立和实施矿业权出让制度、优化石油天然气矿业权管理、改革矿产资源储量分类和管理方式等作出了一系列重大制度创新；发布了修改后的《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例实施办法》。

2020 年，我国全面启动了新一轮矿产资源规划编制工作，研究起草了地质勘查行业相关监督管理办法，实施了新的矿产资源储量分类标准，优化了矿业权管理出让方式，完善了古生物化石监管体系，进一步提升了矿产资源管理水平。

新冠肺炎疫情发生后，自然资源部推出落实“六稳六保”要求的措施，助力企业复工复产。

基础地质调查工作程度进一步提高。持续推进南海北部神狐海域天然气水合物勘查开采先导试验区建设，攻克深海浅软地层水平井钻采技术装备等难题，实现了从“探索性试采”向“试验性试采”重大跨越，成功实施第二轮试采。地质资料馆藏进一步丰富，地质资料服务更加精准、便捷、高效。

矿产资源领域研究成果显著。在成矿理论和关键技术方面有新突破，推进矿产资源领域科技创新，建设多个重点实验室和工程技术创新中心。推进地质矿产标准化工作，为地质矿产行业高质量发展提供了技术保障。

地质矿产国际合作进一步加强。积极落实第二届“一带一路”国际合作高峰论坛成果，全面推动地质矿产领域双边与多边合作，通过中国国际矿业大会、中国-东盟矿业合作论坛等国际交流平台，进一步巩固并发展与有关国家在矿业领域的务实合作。

（来源：上海有色网）



李卫常委：推动稀土资源绿色可持续开发利用

“稀土是重要的战略资源，也是不可再生资源”。全国政协常委、中国工程院院士、中国钢研科技集团有限公司副总工程师李卫表示，“十四五”时期，如何推动稀土资源绿色可持续开发利用，促进稀土产业健康发展，还面临着巨大的挑战。

在李卫看来，我国稀土储量、产量、出口量和消费量均居世界第一位，是唯

一可以供应全部稀土元素的国家，同时我国稀土工业体系完整，稀土采选、冶炼和分离等环节技术优势明显。近年来，我国稀土材料产业初步形成了学科较为齐全、研发应用产业化基本完善的创新体系，稀土资源的战略优势和经济优势并行，正加快从稀土大国向稀土强国迈进。“我国稀土资源虽然丰富，但资源浪费严重，利用率低，可持续利用堪忧。”李卫如是说。

当前，我国稀土资源开发利用面临怎样的挑战？李卫表示，近年来，美日欧盟的中长期规划均将稀土新材料作为战略研究方向，积极争夺高端应用领域的稀土新材料核心知识产权，希望产生新的核心专利，对我国抢占稀土科技制高点形成阻碍。特别是美国加紧布局我国之外的稀土供应并加强对稀土新技术的研究开发。同时我国重稀土资源供应主要依赖缅甸、越南等国进口，导致重稀土资源供应安全存在隐患

“十四五”时期，如何推动稀土资源绿色可持续开发利用？李卫表示，首先要维护我国稀土在国际上的话语权，在综合考虑稀土全产业链需求，正确处理好产能、产量和需求的关系，以市场为主导配置资源。其次推行国家与企业联合进行战略储备，发挥企业对市场更加灵敏的特点，促进稀土价格的稳定。同时促进我国稀土企业走出去，增强对国际稀土资源的掌控能力，支持符合国家安全、环保标准要求的海外稀土资源的进口和开发利用。

“此外，以科技创新推进稀土产业健康发展。”李卫表示，我们要加大科技创新平台建设力度，着力推进国家级稀土新材料创新中心、国家重点实验室等高水平平台的建设，重点布局稀土新材料重大基础研究，促进核心技术的突破和自主知识产权的产生。鼓励下游高端产业，特别是机器人、高端机床、先进医疗设

备等选用国产稀土材料，促进产品迭代，推进稀土产业向高端产业链延伸。同时，加大对镧、铈、钕等稀土资源在新能源、电子信息、通信传输等新领域的开发和应用的支持。

（来源：中国政协网）

2019 年稀土永磁材料行业现状 纳米稀土永磁材料市场前景广阔

一、稀土永磁材料行业

稀土永磁材料是指稀土元素 RE（铈 Sm、钕 Nd、钐 Sm）和过渡族金属元素 TM（铁 Fe，钴 Co）形成的合金经一定的工艺制成的永磁材料，是对相关产品性能、效率提升较为明显的重要基础材料，在战略性新兴产业中应用量较大，目前也已成为稀土新材料中最大的消费领域。相较于传统永磁材料，稀土永磁材料是目前磁性能最好、综合性能最优的磁性材料，已经成为现代工业不可或缺的关键基础材料。

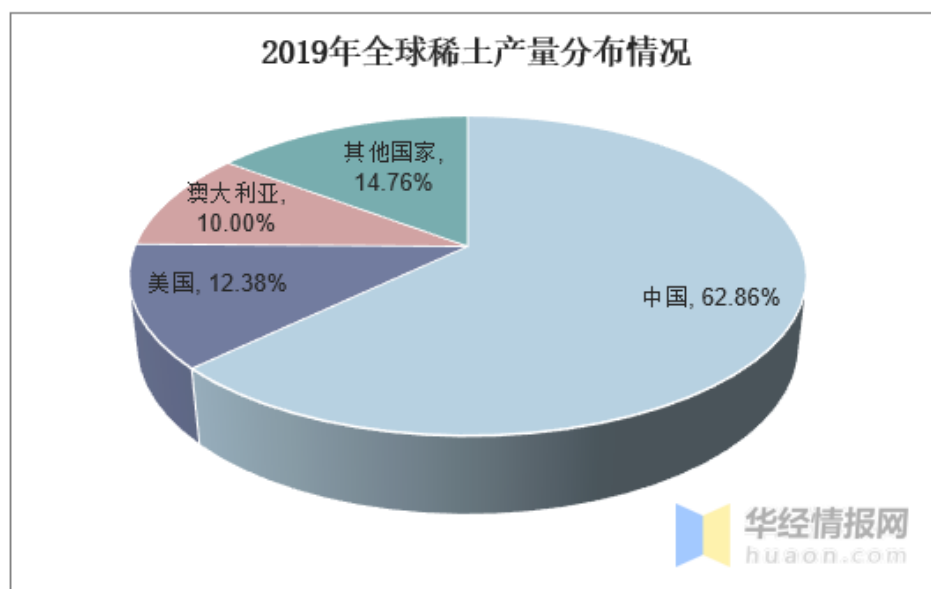
目前，稀土永磁材料按开发应用时间可分为第一代钐钴永磁材料（ SmCo_5 ）、第二代钐钴永磁材料（ $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ ）和第三代钕铁硼（ $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ）永磁材料，第三代钕铁硼永磁材料出现后，由于其优异的性能和较低的价格很快取得了大规模的应用，并基本上替代了一、二代钐钴永磁材料。而以稀土铁氮（Re-Fe-N 系）和稀土铁碳（Re-Fe-C 系）为代表的第四代稀土永磁材料尚在研发阶段，预计未来有望走向大规模产业化应用。



稀土永磁材料发展阶段

二、稀土永磁材料行业现状

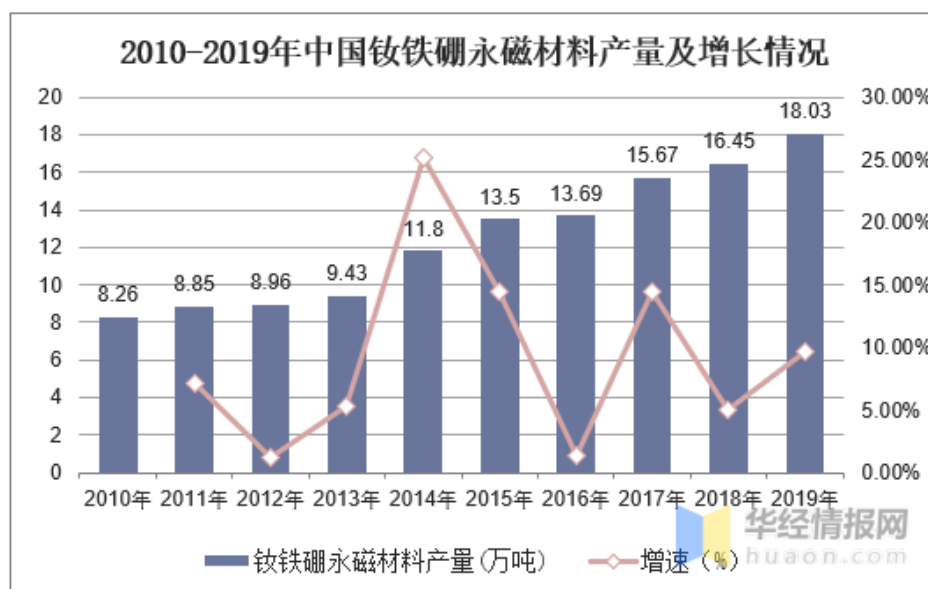
我国是稀土资源大国，拥有全球最丰富的稀土资源。据美国地质调查局数据显示，2019 年中国稀土产量高达 13.2 万吨,占比为 62.86%，是稀土产量最多的国家。因此，我国丰富的稀土资源和产量为我国稀土永磁材料行业提供了充足的原料供应。



2019 年全球稀土产量分布情况

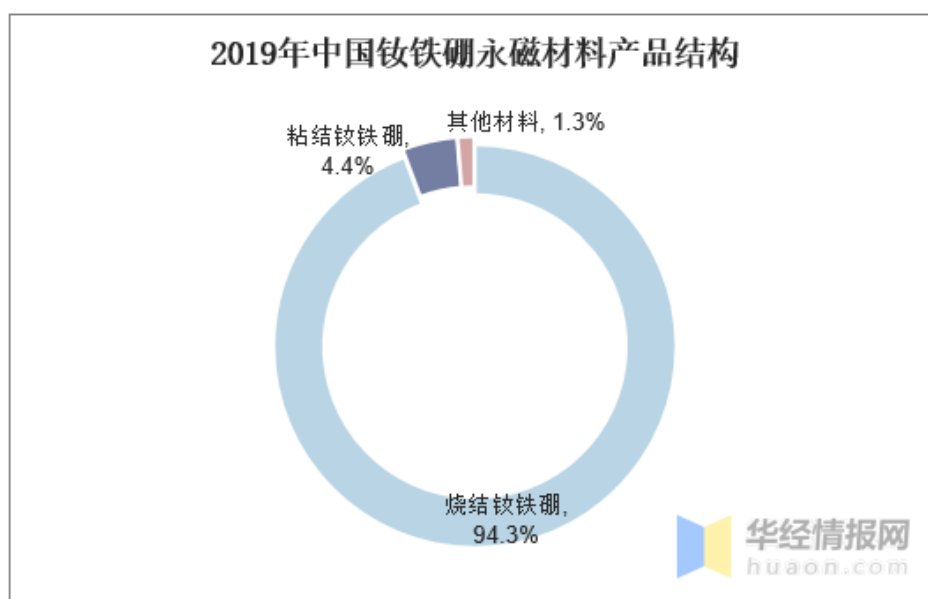
在现有稀土永磁材料体系中，钕铁硼永磁材料是应用范围最广、发展速度最

快、综合性能最优的磁性材料。从 2000 年以来，我国就成为世界第一大稀土钕铁硼永磁材料生产国，我国钕铁硼永磁材料产量逐年增长，据中国稀土行业协会数据显示，2019 年中国钕铁硼永磁材料产量达 18.03 万吨，同比增长 9.6%。



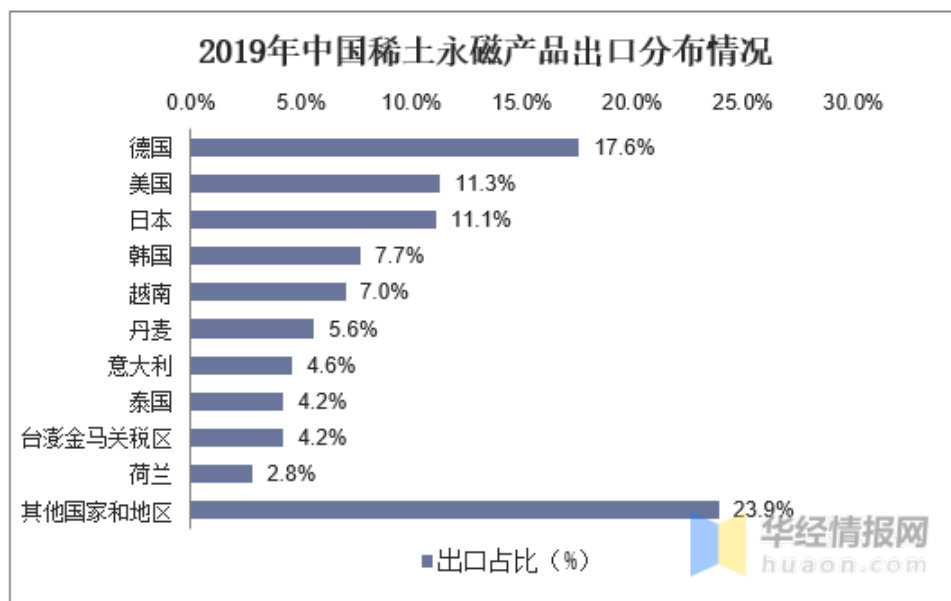
2010-2019 年中国钕铁硼永磁材料产量及增长情况

按照制造工艺的不同，钕铁硼永磁材料又可分为烧结、粘结和热压三类，数据显示，2019 年我国烧结钕铁硼毛坯产量为 17 万吨，占钕铁硼永磁材料总量的 94.3%；粘结钕铁硼磁性材料产量为 7900 吨，占比 4.4%，其他材料占比仅有 1.3%。



2019 年中国钕铁硼永磁材料产品结构

我国稀土永磁材料生产能力居全球前列，根据海关总署公布的数据显示，2019 年我国稀土永磁产品出口德国的比重最大，达 17.6%，其次是美国和日本，占比分别为 11.3% 和 11.1%。



2019 年中国稀土永磁产品出口分布情况

三、稀土永磁材料行业重点企业分析

我国稀土永磁材料行业相关制造企业众多，但高性能稀土永磁材料生产商却较为集中。国内的知名企业主要包括中科三环、银河磁体、正海磁材、宁波韵升等。

2019年我国稀土永磁材料行业代表上市公司主要指标对比						
证券简称	产能(吨)	最主要产品及收入占比	产品毛利率	营业收入	归母净利润	研发支出占营收比重
中科三环	18000	磁材产品:98.33%	18.46%	40.35	2.01	1.89%
银河磁体	2300	粘结钕铁硼磁体:94.49%	34.20%	6.03	1.47	3.57%
大地熊	2000	烧结钕铁硼:79.51%	25.46%	6.31	0.58	5.07%
正海磁材	10000	钕铁硼磁性材料:90.26%	21.93%	17.99	0.93	7.77%
金力永磁	6000	钕铁硼磁钢:96.07%	21.63%	16.97	1.57	3.79%
宁波韵升	10000	钕铁硼:86.54%	18.31%	19.46	0.5	6.52%

2019 年我国稀土永磁材料行业代表上市公司主要指标对比

四、稀土永磁材料行业相关政策分析

稀土永磁材料特别是高性能稀土永磁材料是我国重点新材料和高新技术产品，一直受到了国家产业政策的大力支持。从 2011 年起，几乎每一年国家都有相关产业政策出台，支持稀土永磁材料产业发展。国家政策强力支持推动了国内稀土永磁产业的发展和进步，为我国稀土永磁材料产业保持全球竞争力提供了有效支撑。

2011-2019年中国支持稀土永磁产业发展的相关政策			
年份	发布部门	政策名称	主要内容
2011	发改委、科技部、工信部、商务部、知识产权局	《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南（2011年度）》	提出将高性能稀土（永）磁性材料及其制品归入新材料，作为优先发展的高新技术产业化重点领域
2013	发改委	《产业结构调整指导目录（2011年本）》（2013年修订）	提出将“高性能稀土磁性材料”列入鼓励发展产业
2015	科技部、财政部、税务总局	《国家重点支持的高新技术领域》	提出将稀土永磁体制造技术、高技术领域用稀土材料制备及应用技术等列入国家重点支持的高新技术领域
2016	国务院	《“十三五”战略性新兴产业发展规划》	强调要促进特色资源新材料可持续发展，推动稀土等特色资源高质化利用，加强专用工艺和技术研发
2017	发改委	《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020年）》	提出要重点发展高端稀土功能材料
2017	工信部、发改委、科技部、财政部	《新材料发展指南》	强调高性能稀土永磁材料作为关键战略材料，应推动其在高铁永磁电机、稀土永磁节能电机以及伺服电机等领域的应用
2019	工信部	《关于促进制造业产品和服务质量提升的实施意见》	明确提出加快稀土功能材料创新中心和行业测试评价中心建设，支持开发稀土绿色开采和冶炼分离技术，加快稀土新材料及高端应用产业发展

2011-2019 年中国支持稀土永磁产业发展的相关政策

五、稀土永磁材料行业未来研究趋势

（一）开发高磁能积的粘结磁体

稀土永磁材料基本上就是钕铁硼为主的材料，分为两类：烧结磁体和粘结磁体。钕铁硼烧结磁体是各向异性的，并且是全密度磁体，应用逐渐呈现扩大趋势。但是对于钕铁硼粘结磁体是各向同性的，钕铁硼粘结磁体的不足不断凸显出来，首先，其磁粉是各向同性的，最大磁能积上额较低，不能全部能满足现阶段的需求；其次，成型工艺也存在很大的局限性，即钕铁硼快淬磁粉主要用于制作压缩粘结磁体，其产量占比却是十分的低。随着电器小型化发展趋势的要求，开发高磁能积的粘结磁体成为市场新的需求方向。

（二）推进高性能的各向异性稀土粘结磁体开发

为了满足低碳经济的发展要求，对于高性能的各向异性稀土粘结磁体的开发与研究已经成为社会发展的重要研究问题。国际上开发新型各向异性稀土粘结磁体有二个途径：一是开发新材料，研究稀土铁氮新型永磁材料，制造单晶颗粒各向异性磁粉；二是开发新工艺，制造具有织构的钕铁硼各向异性磁粉，包括制备钕铁硼各向异性磁粉和热挤压各向异性磁粉。

（三）促进纳米稀土永磁材料研发

在对稀土永磁材料的研究与开发上，要将稀土材料与纳米技术相结合，通过将纳米材料所具备的小尺寸效应、量子效应、表面效应和界面效应等四大效应与稀土元素独特的电子层结构特点相结合，采用新型加工工艺制备纳米晶 NdFeB 磁粉，降低烧结温度，而且所得到的磁体磁能积更高，磁体形状自由度好、尺寸精度高，因而成为各大 NdFeB 永磁体生产公司的研究热点，有着广阔的市场前景。

（来源：华经情报网）

纳米稀土润滑油将作为第二代润滑油在国内面市

科技给我们的生活带来了翻天覆地的变化，中国经济的平稳高速增长带动国内润滑油消费量增长超过世界平均水平，庞大的市场和成长前景为国内润滑油企业发展壮大提供了空间和动力。由于汽车保有量的快速增长，车用润滑油需求大幅度提升，质量向高端化转变，为了能在润滑油界脱颖而出，石油化工科学研究院李云鹏教授带领团队与山东奈尔润滑科技有限公司一起历经数年研发出纳米稀土第二代润滑油。领先国际 10 年，此项技术已申请专利。并且打破了行业内的传统技术和配方，使润滑油提升了一个新的高度，并预计明年正式投入市场。

纳米粒子不仅能明显改善基础油的减摩抗磨性能，而且能显著提高基础油的承载能力，已被很多摩擦学实验所证实，对纳米稀土的润滑机理也进行了研究，目前主要有以下观点：

- 1.抛光机制纳米稀土在摩擦副表面起到微抛光作用，使摩擦表面更加光滑，这不但降低摩擦，而且承载时接触面的压力会更小，可提高油品的承载能力。
- 2.滚动机制纳米稀土在摩擦表面可能会起“微滚珠”的减摩与承载作用，球形纳米润滑剂起一种类似微轴承的作用，从而提高了其润滑性能。
- 3.修复机制纳米稀土添加剂的作用机理与传统添加剂不同，不是以牺牲表面物质为条件，而是在摩擦条件下通过在摩擦表面上沉积、结晶、铺展成膜，使磨损得到补偿并有一定抗磨减摩作用。
- 4.成膜机制纳米粒子由于极高的表面能，在摩擦初期纳米粒子吸附在摩擦表面上，形成一层物理吸附膜。同时纳米粒子也可发生化学反应，生成耐磨的化学反应膜。

5.复合作用机制纳米稀土在摩擦过程中当摩擦反应膜不足以承载时,由于纳米稀土具有极高的扩散能力,在摩擦过程中纳米粒子通过扩散、渗透作用在金属表面形成具有良好摩擦学性能的渗透层和扩散层,与基体组分形成固溶体。在高负荷条件下纳米添加剂的润滑作用不再取决于添加剂中元素对基体是否是化学活性的,而是很大程度上取决于它们是否与基体组分形成扩散层和固溶体。

反观传统润滑油我们相信纳米稀土润滑油的技术的突破和产品的上市将会直接颠覆传统润滑油在行业上的应用,纳米稀土润滑油也将作为第二代润滑油成为润滑市场上的前瞻产业。

(来源: 榕城网)



赣州成功处理稀土尾水破解世界难题

全面消灭劣 V 类水,带着 IV 类及以上水进入全面小康社会。2017 年以来,全省上下谋势而动全面打赢水污染防治攻坚战。

摆在赣州面前的“拦路虎”,便是消灭位于赣江源头的桃江、月子河等劣 V 类水,这里有稀土矿区尾水治理难题,国内国外没有成功案例,属于世界性难题。

近年来,赣州通过探索政府购买服务,由环保公司不断攻克稀土矿区尾水含砂量高、低温等难题,建立 7 座稀土矿区尾水处理站,通过微生物消化尾水过高的氨氮离子,使处理站出水的氨氮含量从 100mg/L 以上降至 10mg/L 以下。今年 1 月至 8 月,龙南、定南等主要河流汇集点赣县立滩桥省考断面水体氨氮均值为 0.4062 mg/L,达到 II 类水标准。

9 月 18 日,记者深入龙南、定南等地,采访赣州稀土矿区尾水小流域系统

性治理成效。

粗放式开采稀土致使小流域出现劣 V 类水

上世纪 70 年代，龙南市足洞稀土矿区是国内最早开采的离子型重稀土矿区，起初采用剥山皮，挖矿土，然后倒入水池，这种“搬山运动”式的池浸工艺，把郁郁葱葱的山林开挖成土壤裸露、污水横流、坑洼遍地的“黄土高坡”。

为避免开山破土，当地改进开采稀土工艺，采用原地浸矿即在山上打洞采用“滴管”的方式向山体输入硫酸铵，冶炼出稀土氧化物。尽管这种工艺避免破坏山体植被，然而每冶炼 1 吨稀土氧化物需消耗 5 至 6 吨硫酸铵，还产生氨氮 1 至 2 吨。40 多年来，这些氨氮离子滞留在山体内，造成流域地表水长期受到污染，部分流域出现劣 V 类水。

“也不知道从什么时候开始，小河小溪里没有了鱼虾，也没有螺蛳，用这河水浇灌的稻田，禾苗长得又高又壮，但稻谷产量低下，每亩产量仅 200 公斤。”57 岁的龙南市龙南镇黄沙村湾子组钟海良对记者回忆过去的遭遇。

在定南县，稀土矿区面积高达 82.4 平方公里，在 30 多年原地浸矿开采中，部分山体内同样沉积了大量的氨氮，造成地表水氨氮含量居高不下，水中生物、微生物、植物难以生存，水生态环境遭到破坏。

全面评估确立稀土尾水治理长效机制

2016 年 11 月，中央第四环境保护督察组向江西省反馈督察情况，其中指出稀土开采生态恢复治理滞后。

面对问题，赣州采取出境断面总量控制倒推污染物消减方案，实施“控源—截污—治理—管理”的工作方案，从而实现源头治理。

2017 年 5 月赣州实施控源行动，龙南市对所有稀土车间拉闸停电，发电机

组封存，所有车间停止回收稀土尾水，车间提炼稀土所需的硫酸铵、碳酸铵等原材料全部运送下山。定南县也同时实施矿区停业整顿，同时开展稀土车间拆除整治。

控源之后，赣州编制了治理稀土矿区尾水评估报告和优化方案，从尾水处理工程选址、处理规模、处理工艺、处理效果、水质提升、经济成本等 6 项指标进行综合评估。

确定龙南建设黄沙小流域、乡际联小流域、临塘(一)小流域、临塘(二)小流域、关西小流域等 5 个稀土矿区尾水处理站，定南建设马山迳小流域、石陂角小流域两个稀土矿区尾水处理站。

因此，赣州建立费用分担机制，除关西小流域稀土矿区尾水处理站由赣州稀土集团建设运行并承担建设、运行费用，其他稀土矿区尾水处理站建设及运行费用由赣州市财政、赣州稀土集团、相关(县、市)按照 3:4:3 比例分担。

首个稀土矿区尾水处理站历经多次整改

2017 年初，龙南市率先尝试稀土矿区尾水处理站招投标项目，由于水量大、含沙量高、氨氮浓度不一等难题，国内也没有先例，项目一度遭遇流标。

同年 7 月，龙南市再度邀请十多家环保公司勘察调研、专家进行技术评审，最终当地政府采纳政府购买服务模式，江西挺进环保科技有限公司以双级渗滤耦合技术(即微生物消化稀土矿区尾水里的氨氮)中标。

23 平方公里的足洞稀土矿区千沟万壑，选址是一大难题。该矿区上游小流域 10 多条，起初设想在共大东、共大西小流域和里仁、龙江小流域汇合处分别建设一个稀土尾水处理站，但经过相关部门与公司专家综合评估，把处理站的地址移至四条小流域下游汇合处，即黄沙小流域稀土尾水处理站。

2018 年，中央环保督察“回头看”指出黄沙处理站“四合一”问题；2019 年，华东督察局现场发现指出“黄沙处理站未达满负荷运行，出现超标、溢流”。

赣州立即聘请中国环境规划院对黄沙小流域稀土尾水处理站进行评估论证，要在处理站上游加设防洪工程、拦沙工程，并实施清淤项目，确保稀土尾水治理避免出现超标、溢流现象。

“一边建设，一边试验，还要一边完善。工作人员持续数月吃住在工地，不断调试设备，直至处理站出水氨氮含量持续达标。”江西挺进环保科技有限公司龙南分公司总经理宁小飞介绍说。

“黄沙小流域稀土尾水处理站下游，龙头滩电站出境断面水体氨氮浓度呈逐月下降态势，2019 年全年氨氮均值实现达标，比 2017 年氨氮均值下降 77%。今年 1 至 8 月龙头滩电站省考断面水体氨氮均值为 0.6068mg/L，持续稳定在Ⅲ类水标准。”赣州市龙南生态环境局局长邓智勇说。

守护绿水青山就是保护金山银山

“绿水青山就是金山银山”算的是长远账、整体账、综合账，归结起来就是一本民生账。赣州坚定走“绿水青山就是金山银山”这条路，源于民生、归于民生，目的就是让群众生活环境更美好。

历经数年稀土尾水治理，龙南市黄沙小流域、乡际联小流域、临塘(一)小流域、临塘(二)小流域、关西小流域，定南马山迳小流域、石陂角小流域等 7 座稀土尾水处理站相继建成，赣州日处理稀土尾水可达 6.9 万吨，每年削减氨氮排放 2900 多吨。

数据就是最好的印证，记者在黄沙小流域稀土尾水处理站看到，从上游流入该站的污水氨氮含量高达 120 mg/L，经处理后排水氨氮含量仅为 3 mg/L，远低

于稀土工业污染物排放标准(即氨氮浓度 ≤ 15 mg/L)。

“村边的小溪鱼虾又回来了，今年种的 0.6 亩田，收了 300 多公斤稻谷……”

9 月 17 日，65 岁的龙南市汶龙镇里陂村村民何振欣喜地向记者介绍家乡环境变化。

高标准的水回来了，曾经的“黄土高坡”变成果园、耕地。在龙南工矿废弃地，该市通过复垦为当地新增耕地 385.07 亩，恢复林地 413 亩；曾经的黄沙稀土矿三车间变身 80 亩蓝莓产业种植基地，如今蓝莓成为当地特色致富产业。

(来源：中国江西网)



地质学家发现了甄别稀土富矿的巧妙方法

开拓性的新研究帮助地质学家解决了一个长期存在的难题，可以帮助探明尚未开发的，有价值的稀土的矿石浓度。

由 Camborne 矿业学院的 Frances Wall 教授领导的地质学团队发现了一个新理论，可以帮我们找到稀土元素钕和镓矿的所在。

稀土是最受追捧的元素，因为它们是数字和清洁能源制造的重要原材料，包括大型风力涡轮机中的磁体和电动汽车的电动机。

科学家进行了一系列实验，表明钠和钾(而不是以前认为的氯或氟)是使这些稀土元素可溶的关键成分。这一点至关重要，因为它决定了稀土元素是否已结晶(适合提取)。

因此，可以使地质学家更好地预测在哪里找到最适宜开采的钕和镓。

埃克塞特大学的研究人员通过“SoS RARE”项目，研究了许多非常罕见的

死火山的碳酸盐沉积物样本，这些火山是世界上最好的稀土矿床。但是，为了更深入地了解，他们邀请 Michael Anenburg 加入研究小组，在澳大利亚国立大学 (ANU) 进行实验。Michael 模拟了熔融碳酸盐岩浆的结晶过程，以找出哪些元素能够富集在结晶过程中。

结果表明，钠和钾使稀土元素溶解在溶液里。在没有钠和钾的情况下，稀土矿物会沉淀。钠可形成中间矿物质，如钠铁矿，然后被替换。与钾相比，具有更高的溶解度，可将稀土元素转移至周围的岩石里。

SoS RARE 项目的负责人 Frances Wall 教授说：“这是一个优雅的解决方案，可以帮助我们更好地了解碳酸盐岩侵入物周围富含的‘重’稀土元素和钕等轻的稀土元素。”

ANU 的博士后研究员 Michael Anenburg 说：“我的小型实验揭示了大自然埋下宝藏时留下的记号。”

结果发表在 2020 年 10 月 9 日星期五的《科学进展》上。

（来源：煎蛋网）



英澳科学家发现钠钾对稀土成矿的作用

据 Mining.com 网站报道，来自英国埃克塞特大学和澳大利亚国立大学的研究人员共同发布了一项研究成果，可能有助于寻找新的未发现稀土（钕镨）矿床。

此项成果发表在科学进展（Science Advances）杂志上。科研人员在文中指出，一系列实验表明，钠和钾是导致稀土元素溶解的关键成分，而不是以前认为的氯或氟元素。

专家认为，这很重要，因为它决定了稀土元素是否能够结晶，即是否适合萃取还是保留在液体中。

由迈克尔·安农伯格（Michael Anenburg）领导的团队模拟了熔融碳酸岩浆的结晶过程，试图发现结晶后的热液中哪些元素能够富集。

实验发现，钠和钾使得稀土元素溶解在溶液中。没有了钠和钾，稀土矿物将沉淀在碳酸岩中。有了钠，黄碳锶钠石(burbankite)等中间矿物就能生成，随后被交代。有了钾，镧比钕更容易溶解而进入围岩。

安农伯格在媒体发布会上表示，实验能够解释自然界中的岩石和矿床，可以帮助人类发现未知矿物。

论文共同撰稿人弗朗西斯·沃尔（Frances Wall）则认为，实验能够更好地解释镧等重稀土元素以及钕等轻稀土元素集中分布在碳酸岩体中以及周围的原因。“我们一直在寻找含氯流体的证据但一直无果，这些结果给了我们新思路”，他说。

钕和镧是生产电子设备和风力涡轮发电机和电动汽车电机等清洁能源设施的重要原材料。

（来源：自然资源部）



日本研发含少量稀土元素的磁体 可用于电机

据外媒报道，日本国立材料科学研究所（National Institute for Materials Science, NIMS）与日本东北学院大学（Tohoku Gakuin University）研发了一种掺硼的各向异性 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 薄膜，其中仅含有少量的稀土元素。该化合

物具有 1.2 特斯拉矫顽力，足以用于汽车电机。该薄膜通过打造一种独特的颗粒状纳米结构得以实现，其中 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 晶粒被厚度约为 3 纳米的非晶质晶界相均匀包裹。即使被加工成薄膜，此种化合物的磁性性能也比以钕-铁-硼（Nd-Fe-B）为基础的磁体更优越。

人们对可以帮助减少二氧化碳排放的绿色技术（如用于环保汽车和风力发电的电机）的需求不断增长，导致此类技术所需的高性能永磁体的需求也迅速增长。目前基于钕-铁-硼烧结的磁体不仅由稀土元素钕组成，还包含了重稀土元素镝。由于获取此类材料有相关的地缘政治风险，有必要研发不依赖此类稀有元素的新磁体。基于各向异性 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 的化合物含有数量较少的稀土元素，有潜力成为下一代永磁体的替代候选者。2017 年，国立材料科学研究所证实钐-铁-钴化合物 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 在磁化强度、磁晶各向异性和居里温度等几个重要磁性参数上都优于钕磁体。不过，之前的研究发现，此类化合物的矫顽力（另一个重要的实用磁体参数）并不够。

于是，该研究小组主要关注于这一事实，即具有高矫顽力的高性能钕磁体具有多相微结构，其中 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 微晶体沿着一个方向排列，并被约为 3 纳米厚的非晶相单独包裹。随后，该研究小组尝试研发出一种类似的微结构，其中 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 晶粒被一层薄的非晶相均匀包裹。在该研究项目中，该研究小组在 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 中掺入了硼，制成了纳米颗粒结构，其中 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 纳米颗粒被 3 纳米厚的非晶相均匀包裹。此外，该化合物具有各向异性的颗粒状微观结构，使得其残余磁化强度大于其他具有各向同性的颗粒状微观结构、基于 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 的化合物。结果，该化合物的矫顽力达 1.2 特斯拉，残余磁化强度达 1.5 特斯拉，远远大于之前研发的基于 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 的磁性化合物。

该款 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 化合物具有各向异性多相微结构，即使被加工成薄膜，仍具有很高的矫顽力。它可以作为一种新型磁体，性能优于钕磁体。此前研发的各向异性 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 化合物的矫顽力明显低于本研究所研发的化合物。本研究发现的具有高矫顽力的化合物的潜在机制可能也适用于块状磁体，以研发出具有高矫顽力的实用型各向异性 $\text{Sm}(\text{Fe}_{0.8}\text{Co}_{0.2})_{12}$ 磁体。

（来源：盖世汽车）

中国人民大学物理学系及合作团队发现世界上首个单分子驻极体

近日，中国人民大学物理学系季威教授、王聪博士与南京大学宋凤麒教授、厦门大学谢素原教授、伦斯勒理工学院史凤飞教授、耶鲁大学 Mark A. Reed 教授等研究团队合作，通过理论计算和实验测量发现了世界上首个单分子驻极体（electret）——Gd@C82，在驻极体被人类合成 100 年后将其物理尺寸压缩到极致的单分子水平（~1 nm，十亿分之一米），这是目前人类所知最小的驻极体。该分子中的 Gd（钆，一种稀土元素）原子可以被人为控制地在两个不同位置间移动而用于信息编码，为未来存储器小型化提供了一种新方案，也展现出作为一个新兴研究方向的巨大潜力。相关研究工作以“A Gd@C82 single-molecule electret”（一个碳 82 笼中钆原子的单分子驻极体）为题发表在 10 月 12 日出版的《自然 纳米技术》（Nature Nanotechnology）上。

磁性是在日常生活中常见的现象，早在 5000 年前人们就认识了磁现象。天然铁矿石大抵是人类最早发现的永磁体，《鬼谷子 谋篇第十》就记载了 2000 多年的战国时期利用天然永磁体制作司南的例子。在不对其进行任何操作的情况下，永磁体（permanent magnet）磁矩方向可以长期保持不变。硬盘磁片就是一种永磁体，记录信息则是在其微、纳米级的磁畴上对磁矩进行操作实现的。而在不进行写操作时，它的每个磁畴的磁矩方向不会发生变化，保证了其保存资料的可靠性。磁盘的信息存储密度已经从最初的 2000 比特每平方英寸提到到了 13 亿比特每平方英寸以上。随着信息存储需求的暴涨，人们为提高信息存储密度、缩小磁畴尺寸提出了需求，而单分子磁体（single-molecule magnet）把磁性信号

记录单元的尺寸缩小到极致的单个分子层次，也就是磁畴小型化的终极方案。

第一个分子磁体是在上世纪 80 年代被合成的 Mn-12 络合物，通常认为直到 1993 年 Novak 等人才首次证实该络合物是一种特征温度不高于 4 K（约-269℃）且可以用于信息存储的单分子磁体 [Nature 365, 141-143 (1993)]。2018 年 Layfield 等人则首次将单分子磁体的特征温度提高到 80K（约-193℃），达到了液氮温度（78K）以上(Science2018,DOI: 10.1126/science.aav0652)。℃

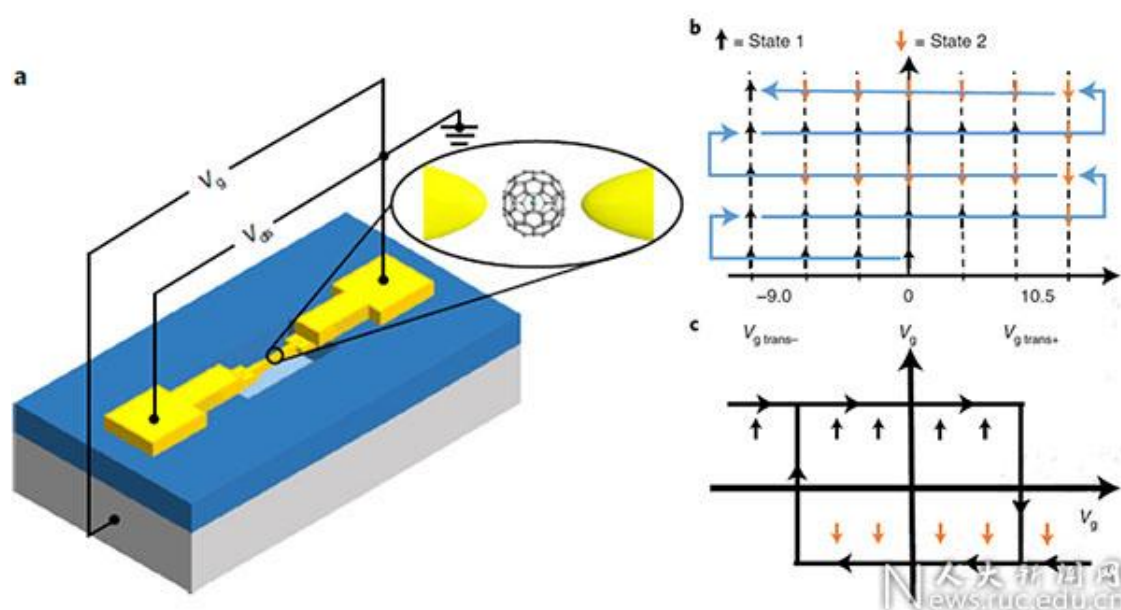
驻极体（electret）是一类可以与永磁体相类比的材料，可以看作是静电版的永磁体，也可以用于信息存储，还用在静电耳机和麦克风等多个方面。驻极体拥有不加外场时可以长期保持的电极化特性，其极化形式与永磁体中的电子自旋极化导致的磁性不同。驻极体特征早在 1732 年就被 Gray 发现了，1839 年 Faraday（法拉第）从理论上总结了这一特征，而在 1892 年 Heaviside 首次将 electric 和 magnet 两词组合成了 electr-et（electret），明确提出了驻极体的概念。1919 年日本物理学家 Eguchi 首次合成了驻极体材料，引领了驻极体的研究热潮。

尽管驻极体材料已经研究了 100 余年，且单分子水平的单分子磁体也研究了近 30 年，单分子驻极体的研究却显得严重滞后了。2018 年 Nishihara 等人首次在 $K_{12}[Tb^{3+}@P_5W_{30}O_{110}][Tb^{3+}@P_5W_{30}]$ 单分子驻极体的粉末样品中观察到了电极化回滞现象（Angew. Chem. Int. Ed., 57, 13429-13432）。

然而，这一回滞现象是众多分子相互耦合的结果还是单个分子自身的表现，一时莫衷一是。2020 年，物理学系及合作团队则首次在 Gd@C82 单分子器件中发现了单分子驻极体特征，并展示了其信息存储能力，将驻极体的尺寸极限缩小到了 1 nm 尺度。

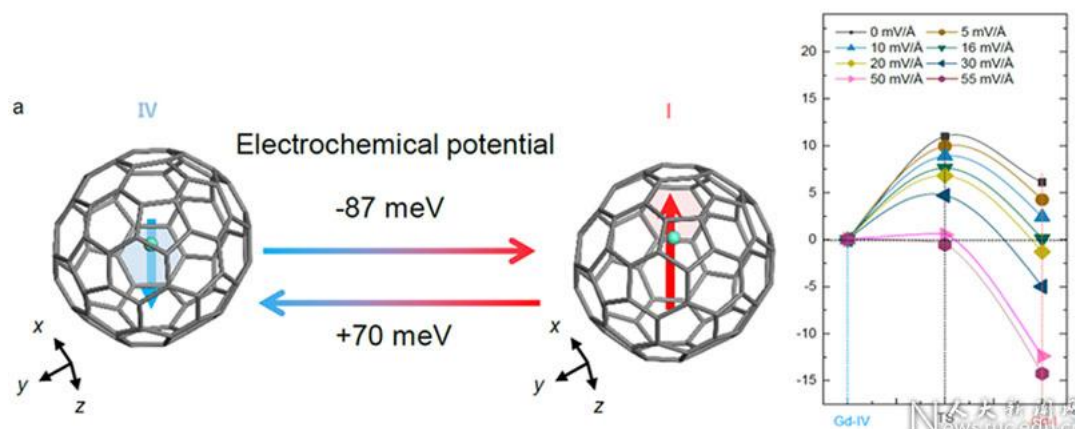
具体地，他们在 1.6 K（约-271.6 ℃）的低温下，利用电致迁移纳米间隙法，

在一条约 50 nm 宽的金属导线上制造出了一道 1 nm 左右的间隙，并成功构造了几个 Gd@C82 单分子器件（如图 1a 所示），随后固定一个非常接近于零（2 mV）的源-漏电压值，通过改变栅极电压 V_g ，记录不同栅极电压值时的源流电流 I_{ds} ，便会得到两套谱线，对应两种器件状态（state 1 和 state 2）。如图 1b 所示，这两种状态可以通过改变栅压相互切换，在同一个单分子器件中，表现出了两套截然不同的输运特性。

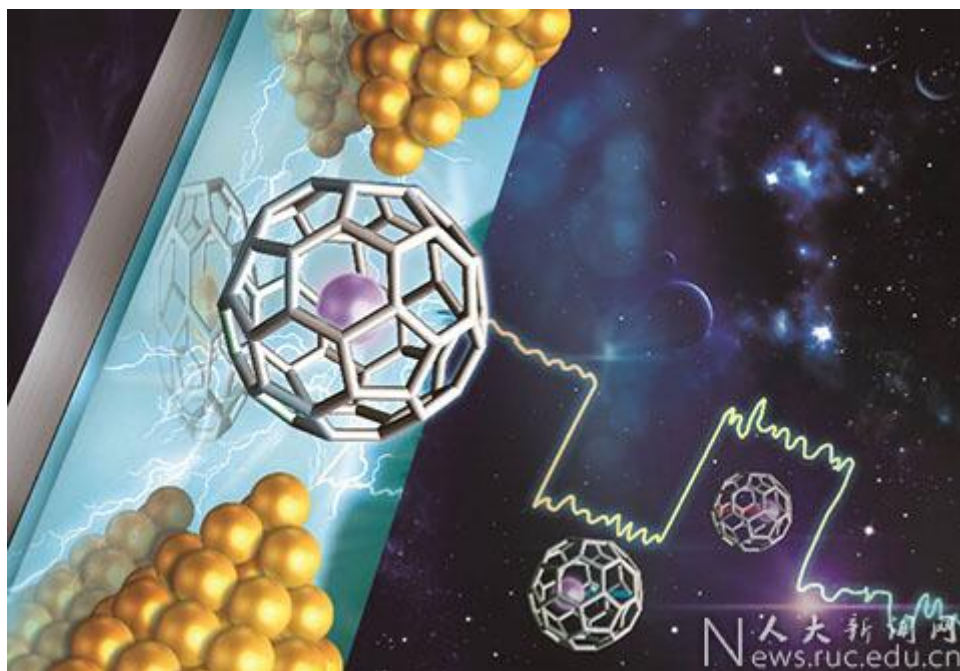


这两种状态大概率对应两种分子构型，但这种构型变化却很难通过观测手段直接显示出来，第一性原理计算便体现出其特有的优势。计算发现，Gd@C82 分子中 Gd 原子处在 C82 笼上的两个相邻的最稳定吸附位点上，其能量相差 ~ 6 meV（如图 2a）。可以看到，Gd@C82 分子的正负电荷中心并不重合，即分子存在电偶极矩。Gd 原子在两个稳定吸附位点间移动，可改变分子的电偶极矩方向，从而可以利用外加电场调控两个吸附位点的相对稳定性。计算表明只要克服 ~ 11 meV 的转换势垒，即可实现电场控制下 Gd 原子在两个位点间移动（如图 2）。这本质上就等于实现了在单个分子水平上电偶极矩的可控翻转，即该器件是一种

以单分子驻极体(Gd@C82)方式运转的单原子(Gd)信息存储器。



该工作是首次在单分子水平上证明了单分子驻极体的存在,并实现了存储操作,也是当前所知最小的驻极体。该单分子电偶极矩的可控翻转,实际是内嵌原子的位置移动,即该器件是一种以单分子电偶极矩翻转模式运行的单原子存储器。正如下图所示的那样,两个不同的原子位置可以用来编码信息,为未来存储器件小型化提供一种方案,展现出作为一个新兴研究方向的潜力。



该研究成果于 10 月 12 日以“A Gd@C82 single-molecule electret”为题发表在《自然 纳米技术》(Nature Nanotechnology)上,物理学系博士后王聪博士(2019

年吴玉章奖学金获得者)和南京大学博士生张康康、白占斌及张敏昊博士为论文的共同第一作者。物理学系季威教授和南京大学宋凤麒教授、厦门大学谢素原教授、伦斯勒理工学院史凤飞教授、耶鲁大学 Mark A. Reed 教授为论文的共同通讯作者。该工作的理论计算部分由人民大学完成,实验部分由合作单位完成。该工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金委、中国科学院战略重点研究项目、中央高校基本科研业务费等项目的资助。

(来源:中国人民大学)



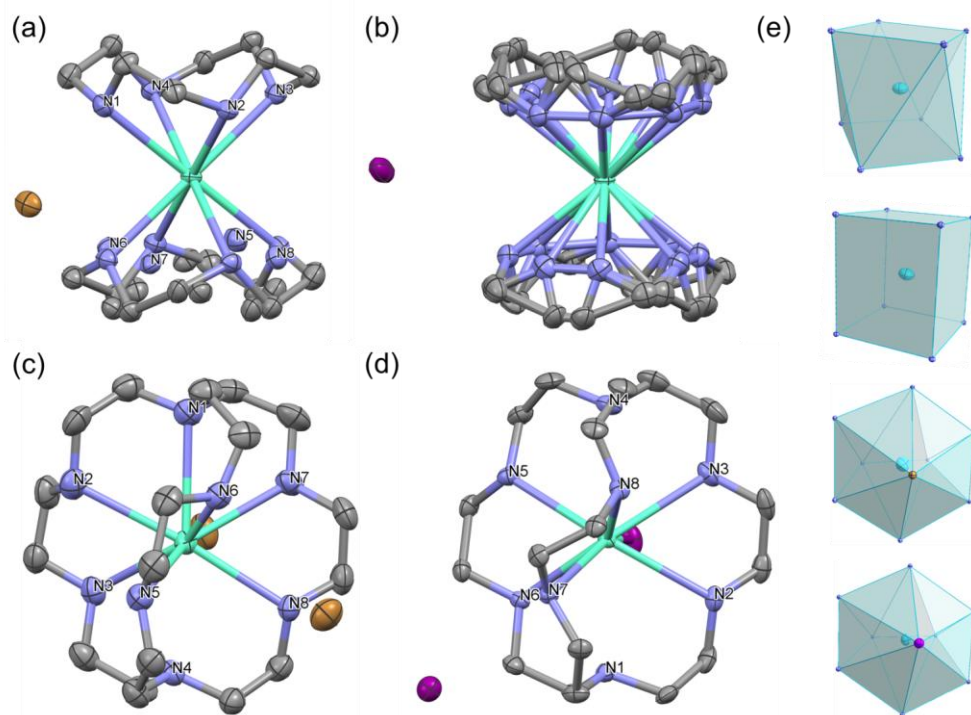
北京大学黄春辉课题组在稀土配合物电致发光研究中再次取得进展

有机发光二极管(OLEDs)被认为是最有前景的新型显示和照明技术之一。以绿光 Tb(III)配合物和红光 Eu(III)配合物为代表的 f-f 跃迁发光稀土配合物因为具有光色纯度高(半峰宽通常小于 10 nm)、理论最大激子利用率高达 100%等优点而被广泛研究。然而,尽管国内外许多课题组分别从材料合成和器件物理的角度不同程度地提高了 f-f 跃迁发光稀土配合物 OLEDs 的最高效率和最大亮度,但其综合性能离实际应用还有较大距离,尤其是与发展非常迅速的磷光、热致延迟荧光、有机自由基发光 OLEDs 相比差距明显。其根本原因之一是宇称禁阻的 f-f 跃迁激发态寿命长(微秒甚至毫秒量级),容易导致激发态饱和,从而限制了器件性能的提升。为此,北京大学化学学院黄春辉课题组开发出一类具有高效率和高稳定性的、以稀土铈(III)配合物为代表的 d-f 跃迁发光稀土配合物电致发光材料(“基于 d-f 跃迁的电致发光材料及器件”,专利号:201910407555.0; Light: Science & Applications, 2020, 9, 157; National Science Review, 2020, DOI: 10.1093/nsr/nwaa193)。

除铈(III)配合物外,具有 d-f 跃迁发光性质的稀土铈(II)配合物应用于 OLEDs

时理论上同样具有显著优点：i) 激发态寿命短： $d-f$ 跃迁选律允许，寿命在纳秒量级，能显著减少激发态猝灭，从而达到更高的器件亮度和更低的效率滚降；ii) 高激子利用率： Eu^{2+} 离子在 $4f^65d^1$ 到 $4f^7$ 的跃迁属于开壳层电子跃迁，可以利用 100% 的激子能量；iii) 发光颜色可调： $5d$ 轨道能量受配体场影响，改变配位环境可轻易调节发射波长；iv) 低成本：铕的地壳丰度为 10^{-6} wt%，远高于目前 OLED 商用发光材料所含的贵金属铱。然而，铕(II)配合物大都空气稳定性差、发光弱，文献中对它们电致发光性质的报道仅有一例。

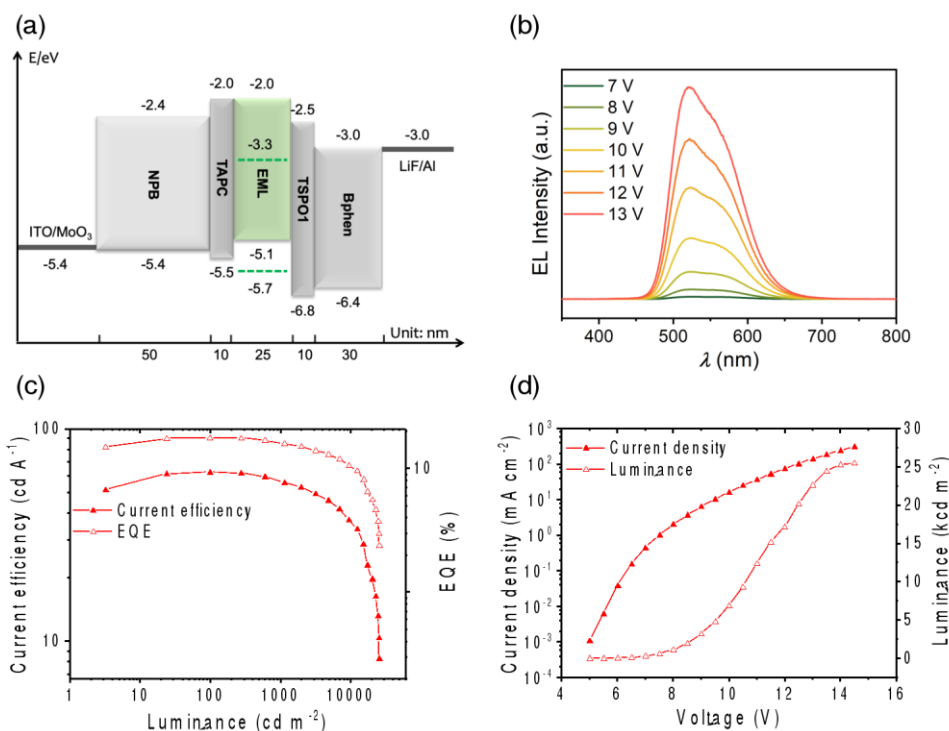
近期，黄春辉课题组的刘志伟副教授等设计合成了两个 Eu(II) 配合物 Eu-1 和 Eu-2 ，其中 Eu-1 的固体粉末在空气中放置 2200 小时后仍保持高达 91% 的光致发光量子产率，而 Eu-2 应用于 OLEDs 时被证明具有接近 100% 的激子利用率，表明 Eu(II) 配合物既可以实现高空气稳定性，也可以实现高性能电致发光 (Angewandte Chemie International Edition, 2020, 59, 19011)。



四种大环 Eu(II) 配合物 $\text{EuX}_2\text{-N}_n$ ($\text{X} = \text{Br}, \text{I}; n = 4, 8$) 的晶体结构和配位多面体结构

为了在 Eu(II) 配合物中同时实现高空气稳定性和高电致发光效率，刘志伟等利用大环配体的空间效应和配位相互作用，合成了四种大环 Eu(II) 配合物 $\text{EuX}_2\text{-N}_n$ ($\text{X} = \text{Br}, \text{I}; n = 4, 8$)。其中， $\text{EuX}_2\text{-N}_n$ 配合物发射最大波长位于 $\sim 510 \text{ nm}$

的绿光, 而 $\text{EuX}_2\text{-N}_n$ 配合物发射最大波长位于 $\sim 610\text{ nm}$ 的橙红光, 这可以解释为 $\text{EuX}_2\text{-N}_n$ 配合物中具有较短的 Eu-N 键长, 即较强的配位场使得 $5d$ 轨道分裂能增加, 导致 $5d\text{-}4f$ 跃迁能量降低, 发射光谱红移。值得注意的是, $\text{EuX}_2\text{-N}_8$ 配合物表现出接近 100% 的光致发光量子产率和良好的空气稳定性, 有潜力制备高效率 OLEDs。经过器件结构优化, 包括选择合适的主体材料、空穴传输材料和电子传输材料, 优化各功能层的厚度和发光层掺杂浓度等, 基于 $\text{EuBr}_2\text{-N}_8$ 器件的最大外量子效率为 15.5%, 最大亮度为 10200 cd m^{-2} , 基于 $\text{EuI}_2\text{-N}_8$ 器件的最大外量子效率达到 17.7%, 最大亮度可达 25470 cd m^{-2} , 可与具有主流发光材料 (如磷光铱配合物、热致延迟荧光材料等) 的 OLED 器件性能媲美。这一工作加深了对 Eu(II) 配合物的光致发光和电致发光性质的理解, 并证明了 Eu(II) 配合物是一类非常有潜力的高性能 OLED 发光材料。



基于 Eu(II) 配合物的 OLED 器件结构示意图和性能曲线

考虑到铈(III)配合物还具有可调的发射光谱 (d 轨道受配体场影响显著) 和较低的原料成本 (铈在地壳中的含量是铱的近 60000 倍, 高于铜), 此类发光材料不仅有望解决实际应用中高效蓝光 OLED 存在的难题, 同时还有潜力成为新一代发光材料应用于 OLED 全色显示和照明。这项工作对于实现我国稀土资源

高价值利用，发展具有自主知识产权的 OLED 发光材料具有重大意义。

上述工作以“Highly efficient and air-stable Eu(II)-containing azacryptates ready for organic light-emitting diodes”为题发表在 Nature Communications 上，文章的共同第一作者是北京大学化学与分子工程学院的本科毕业生李家毅、博士研究生王李玎和博士后赵子丰，通讯作者为刘志伟。上述研究受到国家重点研发计划、北京市自然科学基金的资助和北京大学高性能计算校级公共平台的支持。

(来源：北京大学化学与分子工程学院)

江西：深入推进赣州稀土永磁电机产业园建设

日前，江西省工信厅发布《关于十三届人大四次会议 第 400 号建议答复的函》，对陈洪萍人大代表提出的《关于做强我省“稀土永磁+铜漆包线”产业的建议》作出答复。提出下一步江西省将推进稀土永磁材料集群建设，并进一步扩大漆包线和稀土永磁电机产业规模。具体答复如下：

铜漆包线产业及稀土永磁产业是我省铜、稀土领域的重要发展方向，且稀土永磁电机也是铜漆包线的重要应用。近年来，我省在政策支持、强化科研、培育龙头企业等方面多措并举，大力推动稀土永磁电机产业发展，取得了较好成效。

一、在加大政策支持方面

一是出台铜和稀土产业发展政策。省政府于 2020 年 1 月出台了《关于促进稀土产业高质量发展的实施意见》（赣府厅发〔2020〕2 号），支持大力发展高性能稀土永磁、发光、储氢等材料及特种合金材料，积极培育稀土尤其是中重稀土在航空航天、轨道交通等领域应用。重点推进稀土磁性材料—永磁电机—稀土节能装备、稀土合金材料—汽车及航空航天零部件等深加工及应用产业一体化。2020 年 5 月出台了《关于支持铜产业稳定发展若干政策措施》（赣府厅字〔2020〕35 号），支持发展铜基新材料、铜合金、特种铜产品等精深加工技术。赣州市本级对中重稀土氧化物和金属、中高性能稀土钕铁硼磁材、稀土永磁电机和稀土陶瓷光通讯元器件等稀土产品销售进行奖励，县（市、区）均出台配套奖励，引导鼓励稀土深加工及应用企业做大做强，推动产业结构持续优化，稀土新材料及应用领域成为稀土产业核心增长极，占全产业比重由 23%提升至 40%。

二是规划建设中国稀金谷稀土永磁电机产业园，打造千亿级的稀土永磁电机

产业。中国稀金谷规划建设 1 万亩稀土永磁电机产业园，重点布局稀土永磁电机及配套的研发和制造项目，与新能源汽车、工业机器人、高端装备等制造业耦合发展，聚力打造全国有影响力、全球有知名度的高端产业基地。目前，一期 3000 亩已完成土地平整，占地 600 亩的标准厂房已在建。

三是出台永磁电机产业招商政策。赣州高新区已出台《“中国稀金谷”永磁电机产业园招商政策》，加快打造稀土永磁电机产业发展政策洼地，吸引高端永磁电机及智能电机企业落户中国稀金谷核心区。

二、在强化科研力量方面

一是推进江西先进铜产业研究院建设。积极支持鹰潭市以先进铜产业研究院为核心，整合市内科研创新平台，指导先进铜产业研究院加快推进相关企业智慧工厂建设进度，推动先进铜产业研究院与企业在技术改造等方面开展合作。二是中科院稀土研究院落地。2020 年 1 月，中科院稀土研究院在赣州挂牌成立，初步明确中科院首批入驻全职研发人员 60 人，双聘人员 222 人，将开展战略性、基础性、应用性研究。三是国家稀土功能材料创新中心获批。2020 年 3 月，国家稀土功能材料创新中心获或国家工信部正式批准创建，成为稀土领域唯一的国家级制造业创新中心。该中心将围绕稀土磁性、发光、催化、合金等功能材料产业等领域，打造集关键共性技术研发、中试孵化、测试验证和成果转移转化于一体的新型创新平台。四是合作创建了一批科创平台。创建了虔东稀土国家企业技术中心、诚正稀土唐任远院士工作站、华南泵业顾国彪院士科研中心、江西理工大学稀土资源省部共建协同创新中心等一批科创平台，在永磁电机、磁性材料、陶瓷材料、特种合金等领域开展技术攻关。

三、在培育龙头企业方面

一是培育漆包线产业群。我省漆包线生产企业主要有红旗集团江西铜业、江西华尔达线缆、中易微连新材料、九星铜业等，在鹰潭“世界铜都”，形成了材料多元、产品多样的电机零部件供应群体。二是深入推进传统产业升级。推动成立了“哈尔滨理工大学江西（贵溪）高端线缆线束产业研究院”等多个创新平台，推进了高端线缆线束产业园、创新创业产业园、铜线灯产业园建设，积极推动铜及铜加工产业集群、高端线缆线束生态科技产业集群发展壮大。三是培育稀土永磁龙头企业。培育了中国南方稀土集团、虔东稀土、金力永磁、晨光稀土、中科拓又达等一批龙头骨干企业。虔东稀土与美国通用电气、德国西门子、日本丰田、韩国三星，金力永磁与德国博世，晨光稀土与日本信越化学等世界知名企业建立了供应体系。赣州稀土集团实现营收近 50 亿元，金力永磁在主板上市，富尔特获评省“瞪羚”企业，荧光磁业、龙钇稀土、国瓷博晶等 25 家企业进入稀土相关细分领域全国 20 强。四是围绕“稀土磁性材料-稀土永磁电机”，深化招大引强。近年来，相继引进了投资 260 亿元的中车电控系统（IGBT）项目、投资 25 亿元的中车高端稀土永磁电机项目、投资 10 亿元的中科三环高端磁材项目、投资 10 亿元的紫荆中科智能电机项目、投资 5 亿元的正和磁业稀土磁材项目等一批稀土磁材产业链高端项目落户中国稀金谷，进一步扩大我省在稀土永磁领域的产业优势。

四、下一步工作打算

（一）坚持集群发展，加大政策支持。加强鹰潭“世界铜都建设”和赣州“中国稀金谷”建设，深入推进铜产业升级试点工作及赣州稀土永磁电机产业园建设，推进我省“稀土永磁+铜漆包线”产业协同发展。以贵溪高端线缆线束产业园为主要载体，形成漆包线等铜合金材料的人才、市场、资金、技术等创新与聚集

效应，推进产业规模和结构不断提升。支持赣州加快建设稀土永磁电机产业园，继续争取国家层面政策支持，高水平编制我省稀土永磁产业“十四五”发展规划，科学指导赣州市稀土材料及永磁电机产业集群建设。

（二）坚持延链发展，深化龙头培育。一是立足我省现有电机零配件生产企业资源，通过对外招商和本土培育，进一步扩大全省漆包线和稀土永磁电机产业规模。二是整合全省资源，深化鹰潭市与赣州市在“稀土永磁+铜漆包线”领域开展合作对接，加速打造优势互补、融合发展的稀土稀有金属产业集聚区、“漆包线+稀土永磁材料”供应和研发基地，进一步提高在这一细分市场的占有率和话语权。三是引导南方稀土集团、诚正稀土、中核、瑞顺等企业积极向军工领域拓展。四是加快培育龙头企业，依托鹰潭、赣州现有企业产业优势，在漆包线、稀土永磁材料及稀土永磁电机等金属深加工及先进装备制造领域打造一批“专精特新”企业、专业化“小巨人”企业、制造业单项冠军企业，引领产业链式集群发展，加快形成规模效应、品牌效应，推动产业结构向中高端跃升。

（三）坚持科研支撑，强化技术合作。持续提升骨干企业创新发展能力，夯实企业创新主体地位。鼓励省内铜、稀土企业充分依托省内科研平台，努力取得更多具有自主知识产权的原创成果。积极推动中科院稀土研究院建设和国家稀土功能材料创新中心实质性运营，发挥国家铜冶炼及加工工程技术研究中心、江西省先进铜产业研究院和国家钨与稀土产品质量监督检验中心等平台作用。鼓励省内科研创新力量围绕铜基新材料、稀土永磁材料、稀土永磁电机等领域开展攻关活动。适时举办全省有色金属产业关键技术需求对接活动，加快成果转移转化。”，深化招大引强。近年来，相继引进了投资 260 亿元的中车电控系统（IGBT）项目、投资 25 亿元的中车高端稀土永磁电机项目、投资 10 亿元的中科三环高端磁材项

目、投资 10 亿元的紫荆中科智能电机项目、投资 5 亿元的正和磁业稀土磁材项目等一批稀土磁材产业链高端项目落户中国稀金谷，进一步扩大我省在稀土永磁领域的产业优势。

（来源：中国钨业新闻网）

2020 年 9 月稀土价格走势

一、稀土价格指数

9 月的稀土价格指数曲线基本呈现缓慢下行的态势。本月平均价格指数为 150.4 点。价格指数最低为 9 月 30 日的 147.3 点，最高为 9 月 3 日的 153.0 点。



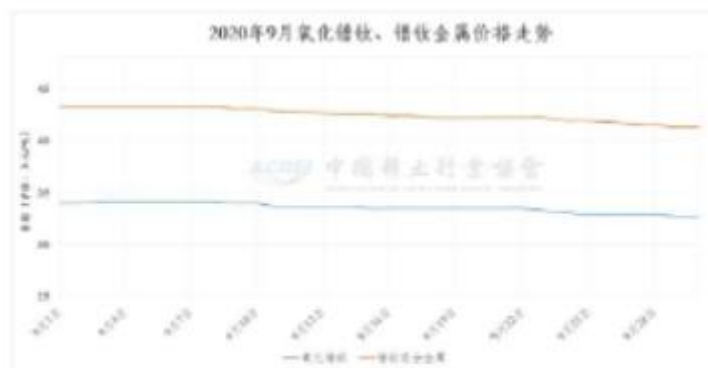
二、中钇富铈矿

8 月中钇富铈矿均价为 14.90 万元/吨，环比与上月持平。

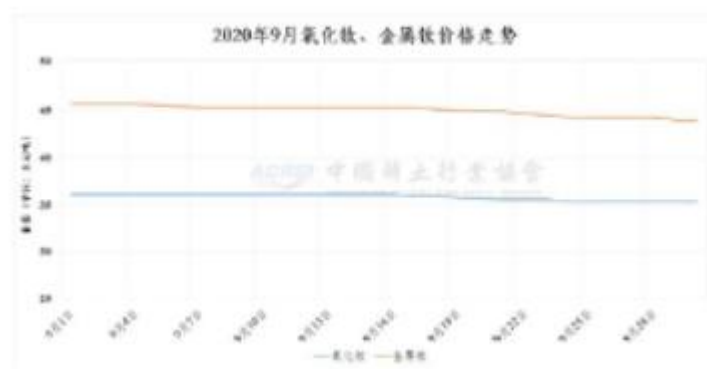
三、主要稀土产品

（一）轻稀土

9 月份氧化镨钕均价为 33.58 万元/吨，环比上涨 0.49%；金属镨钕均价为 42.52 万元/吨，环比上涨 0.63%。



9 月份氧化钕均价为 35.83 万元/吨, 环比上涨 1.81%; 金属钕均价为 45.07 万元/吨, 环比上涨 1.58%。



9 月份氧化镨均价为 33.56 万元/吨, 环比上涨 2.37%。99.9%氧化镱均价为 1.00 万元/吨, 环比下跌 3.66%。99.99%氧化铈均价为 21.43 万元/吨, 环比下跌 0.34%。

(二) 重稀土

9 月份氧化镝均价为 172.41 万元/吨, 环比下跌 6.28%; 镝铁均价为 171.91 万元/吨, 环比下跌 5.79%。



9 月份 99.99%氧化铽均价为 488.18 万元/吨, 环比上涨 1.31%。金属铽均价为 623.96 万元/吨, 环比上涨 2.26%。



9 月份氧化铽均价为 42.64 万元/吨，环比下跌 1.60%，铽铁均价为 43.78 万元/吨，环比下跌 1.71%。



99.999%氧化钕均价为 2.00 万元/吨，环比与上月持平。氧化钪均价为 15.93 万元/吨，环比下跌 1.54%。

表 1：2020 年 9 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	8 月平均价	9 月平均价	环比
氧化镧	≥99%	10.38	10.00	-3.66%
氧化铈	≥99%	10.38	10.00	-3.66%
氧化镨	≥99%	327.81	335.59	2.37%
氧化钆	≥99%	351.95	358.32	1.81%
氧化钇	≥99.9%	13.00	13.00	0.00%
氧化镱	≥99.99%	215.00	214.27	-0.34%
氧化钪	≥99%	186.10	178.18	-4.26%
钪铁	≥99%Gd 75%±2%	186.95	179.09	-4.20%
氧化铽	≥99.9%	4818.81	4881.82	1.31%
氧化镱	≥99%	1839.52	1724.09	-6.28%
镱铁	≥99%Dy80%	1824.76	1719.09	-5.79%
氧化铽	≥99.5%	433.33	426.41	-1.60%

市场行情

钬铁	$\geq 99\% \text{Ho}80\%$	445.38	437.77	-1.71%
氧化铟	$\geq 99\%$	161.76	159.27	-1.54%
氧化镱	$\geq 99.99\%$	102.00	102.00	0.00%
氧化镱	$\geq 99.9\%$	4250.00	4250.00	0.00%
氧化钕	$\geq 99.999\%$	20.00	20.00	0.00%
氧化镨钕	$\geq 99\% \text{Nd}_2\text{O}_3 75\%$	334.19	335.82	0.49%
镨钕金属	$\geq 99\% \text{Nd} 75\%$	422.57	425.23	0.63%

(来源：中国稀土行业协会)

稀土与人体健康

我国是稀土大国，稀土的储量及产量均占世界首位。由于稀土应用日益扩大，特别在我国已把稀土大量应用于农业、林业，并正在试用于饲养业作为饲料的微量添加剂，稀土将越来越多地进入人类生存的环境和食物链，近年来人们对稀土的生物学效应十分关注。许多科学工作者为了阐明稀土进入体内到底是有害还是有益，进行了许多研究和报道。

一、稀土在自然环境与动物和人体中的分布

镧（La）铈（Ce）镨（Pr）钕（Nd）等稀土元素在自然界中广泛存在，主要集中在地球壳，此外在土壤、水体、大气和生物体中均有分布，由于稀土元素在土壤中的化学形态不同，其生物效应往往会有很大差异，而在清洁的河水或湖水中稀土元素含量很低；大气中气溶胶含有极微量；分布趋势北方高于南方，远离陆地的海洋上空气溶胶要比城区低 1-2 个数量级。植物体内普遍含有但比地壳中低一个数量级，而植物性食品中含量还要低一个数量级。无论施用稀土与否，植物体内的稀土元素均来源于土壤，因此施用稀土可促使植株更多吸收稀土。

稀土元素在人和动物体内的分布主要积聚在肝和骨中，骨中含量最高，但排出较难，而牙和骨中的分布代谢相似。随着年龄的增长有一定积累，但 50 岁以后开始有稳定和下降的趋势，这种现象与老年人骨中 Ca、P 沉积变化相似。

二、外源性稀土在土壤、水体、粮食和畜牧水产品中的蓄积情况

稀土大面积长期在农田施用，稀土在土壤中积累和迁移情况如何，会不会污染水源，都是近年来人们十分关注的问题。

安徽农业大学竺伟民等的实验结果表明,施用微量稀土对土壤和地下水源不会造成明显影响,提示目前农用的外源性稀土不会造成环境的污染。有色金属的研究总院(全国稀土农用中心)对黑龙江省花园农场连续十余年施用稀土微肥(50克/亩)的土壤和粮食产品进行了稀土含量的分析,结果也表明稀土含量无统计学意义的蓄积。

北京市劳动卫生职业病防治研究所纪云晶等,对猪(南京农科院畜牧所)、鸡(黑龙江省农科院土肥所)、鱼(无锡亚州水产渔业研究中心)喂饲 4-6 个月(20-40mg/kg 剂量)提供的检样进行分析的结果也表明,除骨骼、个别脏器有微量稀土蓄积外,在秘喂饲稀土的猪、鸡、鱼肉中与对照级均无检出。

在商丘稀土微肥生产厂,对稀土作业工人健康检查的结果表明,除工人头发中稀土含量比对照人群偏高外,其他未见异常。

综上所述,稀土应用所带来的外源性稀土,无论对环境(土壤、大气、水)还是农牧渔产品,均未见稀土的明显蓄积,而对稀土作业工人的健康也未见有不良影响,因此确实无据得出微量轻稀土会对人有什么危害的结论。

(来源:北京市疾病预防控制中心稀土课题组)