

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2021 年 第 07 期 总第 93 期

本期要闻

- ◎ 以绿色矿业建设和矿山生态修复推进矿业高质量发展
- ◎ 我国稀土工业发展回顾
- ◎ 二季度中国稀土产业景气指数发布
- ◎ 自然资源部办公厅关于加强和改进矿产执法工作的通知

国家离子型稀土资源高效开发利用工程技术研究中心
江西离子型稀土工程技术研究有限公司

◆地址：江西省赣州市经济技术开发区黄金大道36号
◆电话：0797-8160602
◆E-mail: jxlzxt_2016@163.com

◆邮编：341000
◆传真：0797-8160033
◆网址：<http://www.jxlzxt.com/>

目 次

◇ 行业动态 1-17

- ◎ 以绿色矿业建设和矿山生态修复推进矿业高质量发展
- ◎ 我国稀土工业发展回顾
- ◎ 二季度中国稀土产业景气指数发布
- ◎ 南方离子吸附型稀土矿中高丰度钇元素萃取分离工艺研究获进展!
- ◎ 江西理工大学 56 个项目获 2021 年度国家自然科学基金立项
- ◎ 稀土领域硝烟再起! 澳欲抢占中国稀土市场
- ◎ 韩政府决定将稀土等核心稀有金属储量增加 1 倍
- ◎ 美国开发出从粉煤灰提取稀土工艺

◇ 科技前沿 18-25

- ◎ 宁波材料所在烧结钕铁硼重稀土晶界扩散方面取得系列进展
- ◎ 上海硅酸盐所在磁光透明陶瓷研究中取得系列进展

◇ 政策法规 26-29

- ◎ 自然资源部办公厅关于加强和改进矿产执法工作的通知

◇ 市场行情 30-34

- ◎ 2021 年 7 月稀土价格走势

◇ 稀土知识 35-41

- ◎ 稀土永磁体的应用简况

以绿色矿业建设和矿山生态修复推进矿业高质量发展

随着“双碳”目标的提出，“十四五”时期将是我国经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期，也是我国矿业转型升级、实现绿色高质量发展的重要窗口期。

近日，中国工程院院士、北京科技大学教授蔡美峰在中国县域矿业绿色高质量发展百人论坛暨黄河几字弯矿区生态修复与治理研讨会上表示，要从推进绿色矿业建设和矿山生态修复治理两方面入手，实现我国矿业绿色高质量发展。

蔡美峰认为，遵循自然生态系统的物质循环规律，将矿业开发和谐地纳入自然生态系统物质循环过程，形成清洁生产、资源高效回收和废物循环利用为特征的绿色生态循环经济发展形态。尤其是在采矿全过程中，既要实施科学有序的开采，又要把对矿区周边自然和生态环境的扰动控制在环境允许的范围内。采用绿色智能不破坏生态环境的采矿方法，实现矿业生产和环境保护的协调统一。同时，他表示，实现矿业的可持续发展，必须采用先进可行的技术和方法，进行矿山生态环境的修复和治理。

绿色矿业建设必先从绿色开采做起

蔡美峰认为，发展绿色矿业、建设绿色矿山必须先从绿色开采做起，将采矿与生态环境作为一个大系统进行研究。不只把矿产看成资源，同时把土地、地下水、植被、大气等构成生态环境的各种要素都当成重要资源进行利用和保护。

矿山建设伊始，就要对采矿可能造成的对环境与生态系统影响及破坏进行充分评估，通过科学设计并采用先进技术，尽可能减少开采过程中对生态环境要素

的影响和破坏，从源头上着力做好矿区自然和生态环境的保护。要有效控制矿山地压活动、维护地表和地下岩层稳定，避免和控制采矿引起地表沉陷，山体崩塌、滑坡、地下采场顶板冒落、岩爆、突水等地质和动力灾害发生，以及由它们造成对原生植被、水资源及生态环境系统的严重破坏。

蔡美峰认为，采矿、选矿产生大量废石、尾矿，它们是持久并严重的污染源。要以精准切割的方法开采矿石，可以减少废石的产出和排放；同时，开发新的选矿工艺和设备，提高选矿回收率，从而大大减少尾矿排放量。废石、尾矿等废料产出和排放最小化，可以将矿山环境污染防治从传统的末端治理转移到从源头上控制。

绿色开采重在源头和前端。蔡美峰认为，实施采选一体化技术，如矿浆输送技术，将矿石预选后在井下破碎、研磨成矿浆，用管道水力输送至地表选矿厂。与其他运输方案相比，具有基建投资低、对地形适应性强、不占或少占土地等一系列优点，是一项有利于环境保护的技术。而将选矿厂建在井下，开采的矿石在地下进行选矿，然后直接向地面输送精矿，选矿产生的废石与尾矿留在井下用于采空区充填，实现原地利用，并减少排出地面后对生态环境的污染、破坏。而且地下选矿省去征地建厂建库和尾矿库管理的费用，消除了尾矿库产生各种自然灾害的根源。这是发挥矿产资源绿色高效开发综合效益的重要举措。

固体废弃物的堆存，压占大量土地，破坏森林、植被、地貌；废石和尾矿无序排放，淤塞河道、污染水体，对矿山生态环境和人类健康与生存带来极大危害。所以，实现废弃物大规模资源化利用，消化和处理掉堆存的废弃物，并大幅度减少今后的排放和堆存，对环境保护的意义重大。蔡美峰表示：“对不可避免产生的废弃物，尽可能直接在原地回收和有效利用。如地下矿山，将采矿产生的废石、

选矿产生的尾矿用于充填地下采空区，对维护地下采场的稳定与安全将发挥重要作用，同时避免和控制废弃物排放对环境和生态造成污染和危害。”

蔡美峰表示，矿产资源开发造成的矿山及周边环境污染与生态破坏，传统采矿模式采取末端治理的方法，工作量大、效果差。为此，必须与采矿同步开展土地复垦、绿化、防治水土流失等保护矿山生态环境的活动，如果等采矿全部结束、生态环境已被严重破坏再做治理，代价太大，而且达不到恢复自然生态环境的效果。

矿山生态环境保护与修复治理必须同步进行

在矿山开采前，对采矿开挖可能造成的对环境与生态系统的影响及破坏进行充分评估，包括地面自然和生态环境系统、植被系统、水文系统、建筑物设施等。要通过科学设计，规避可能出现的影响与破坏，从源头上做好矿区自然和生态环境的保护。

蔡美峰指出，露天矿开采要始终把采场和排土场的边坡稳定性维护放在最重要的位置，采取有效监测与控制措施，规避边坡滑坡、倾倒、崩塌、泥石流等灾害事故的发生。这些事故对自然生态环境、植被、建筑物设施、人的生存环境会造成毁灭性的破坏。地下矿开采过程中，要采用充填法等手段处理好采空区，有效监测和控制矿压活动，避免采空区存在和失稳引起顶板塌方、冒顶、地表沉陷、破坏贯通等严重破坏环境的灾害事故的发生。

蔡美峰认为，露天采矿对环境的影响范围大，可造成的灾害类型多，从保护环境和生态的角度考虑，应尽可能将露天开采变为地下开采。

土地复垦是矿山生态修复的主要举措，服务于环境整治和农地保护与恢复两个目标。

蔡美峰说，土地复垦技术主要可分为物理工程技术、化学技术和生物技术三大类。物理工程技术是矿山环境和土地整治的主要手段。包括：地表整形工程。采用充填、回填、堆垒和平整等措施，对复垦土地的地形以及地貌进行一定的整理和修复，使之达到矿区自然环境和复垦地使用的要求。挖深垫浅工程。将局部积水沉陷较大区域挖深，用于养鱼、栽藕等，用挖出的泥土垫高下沉较小区域，形成农地。把沉陷前单纯种植性农业变成种植、养殖相结合的生态农业。尾矿造地复垦工程。尾矿属于无机物质，不具备基本肥力，可采取覆土、掺土等方法处理后进行造地复垦、植被绿化。还有一些必要工程措施，如削坡卸载、挂网加锚杆、建挡土墙等边坡稳定措施，截排水减少水土流失以及覆盖措施等。

土地复垦化学技术主要作用是改良土壤。针对酸性土壤，使用尾矿、煤灰等工业废料来降低土壤酸性；对碱性土壤或 pH 值较高的土壤，利用腐殖酸等物质进行改良；施用有机肥或氮、磷、钾等无机肥来促进土壤熟化、增加土壤肥力；对于有毒的尾矿及废弃物和被污染的土地，一般先进行表土覆盖。

而土地复垦生物技术主要是林草种植。在选择树种、草种时，必须根据当地自然气候条件和岩土成分，考虑树种、草种的抗旱性、抗寒性、耐贫瘠性、生长发育速度和一定的土壤改良作用；土壤动物蚯蚓的存在可以改良土壤结构，增加土壤保水保肥的能力，还可以应用菌根、酶等微生物对废弃地进行改良。复垦应重视采取生物技术，在生态环境良好的复垦区注重采前生境保护、采后生境恢复；生态环境脆弱区更应注重生境保护，采后进行复垦工作时，多注重生态效益，改善矿区生态环境。

在谈到环境整治与生态修复综合技术时，蔡美峰认为，生态修复以污染控制、生态价值、生物多样性、环境效益、景观改良等为目标和评价指标。主要技术有：

被污染土壤治理技术。主要包括物理、化学和生物三类修复技术。物理修复包括充填法、换土法、客土法和深耕翻土法等；化学修复通过添加化学物质改变土壤性质；生物修复运用微生物和植物，使土壤中的有害污染物得以去除。

土地整治与复耕技术。矿区在采矿初期剥离的表土，包括耕地的表土，在开采后的环境整治中，除用于填埋采矿形成的地表坑洞外，还可作为矿区复耕覆土之用。应根据不同情况，采取土地整治和覆土措施，恢复耕地功能。

水均衡系统保护技术。采用保水开采技术，有效避免和防治对含水层的破坏；优化井巷工程设计，不在含水层中布置井巷工程或减少穿越含水层的工程量，以减少对含水层的破坏。

废水治理技术。包括物理法、化学法和生物法三种。物理法有吸附法和膜分离法两种。吸附法主要用于废水的深度处理和给水处理，传统的吸附剂有活性炭和磺化煤，新开发出的有硅藻土、膨润土和壳聚糖及其衍生物。膜分离法主要用于清除废水中镍、铜、锌、铅等金属离子。化学法包括化学中和法和化学氧化法，中和法通过中和剂使废水中重金属离子生成氢氧化物沉淀与水分离，氧化法通过化学氧化将液态或气态的无机物和有机物转化成微毒、无毒的物质，达到废水排放的标准。生物法利用微生物分离水体中的重金属离子并清除出去。

植被恢复技术。根据当地情况，选择根蘖性强，生长迅速，耐干旱贫瘠的适生树种，以保护现有植被为主，开展植树造林、还林还草生态建设；对废弃不开的开采工作面和堆放的弃土、弃渣表面，应先覆盖 20~50 厘米的土壤再进行植被恢复。

生态文明建设必须摆在发展全局高度位置

绿色矿山是我国矿业行业贯彻落实生态文明理念、推进生态文明建设的重要

实践。蔡美峰表示，绿色开发是保证矿业可持续发展的命脉，也是保证本世纪中叶建成美丽中国，国家允许矿业开发的模式。这是新时代保护生态环境制度的刚性约束和不可触碰的高压线。

蔡美峰谈到，合理利用资源、保护环境，是实现矿业可持续发展的必然要求。只有走以最有效利用自然资源和保护环境为基础的循环经济发展之路，矿业可持续发展才能得以实现。生态环境是人类生存和发展的根基。党的“十九大”把“人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾”明确为目前我国社会的主要矛盾。伴随着社会经济的不断发展，人民群众对优美生态环境的需要日益成为这一矛盾的主要方面。因此，必须把生态文明建设摆在发展全局的高度位置。

蔡美峰最后表示，“全国范围的生态环境整治和绿化建设，利用森林植被吸收二氧化碳，将是实现碳中和的重要手段。建设绿色矿山，发展绿色矿业责任重大，意义深远，也是中国矿业实现高质量发展的必由之路。”

（来源：中国矿业报）



我国稀土工业发展回顾

在中国共产党百年华诞之际，回顾我国稀土工业发展历程别有意义。在党的领导下，我国稀土工业稳步发展，犹如一颗小树成长为枝繁叶茂的参天大树，为国民经济和国防建设作出了重要贡献。

1992 年：邓小平提出“中东有石油，中国有稀土”

1978 年 3 月，包头白云鄂博铁、铌、钽、稀土矿，攀枝花钒钛磁铁矿，金

川镍钴等贵金属矿被列为全国三大矿产资源综合利用基地，由时任中共中央政治局委员、国务院副总理兼国家科委主任方毅亲自负责，组织全国科技力量进行攻关，并取得了重大突破。随着三大矿产资源综合利用基地科研开发的突破，中国成为世界稀土供给举足轻重的大国。

1992 年 1 月，邓小平在南方考察工作时指出：“中东有石油，中国有稀土。中国的稀土资源占世界已知储量的 80%，其地位可与中东石油相比，具有极其重要的战略意义。一定要把稀土的事情办好，把我国稀土优势发挥出来。”

2011~2016 年：出台一系列重要政策和重大举措

2011 年 5 月，《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》（简称“意见”）出台，意见提出对稀土资源实施更为严格的保护性开采政策和生态环境保护标准，尽快完善稀土管理法律法规，依法打击违法违规行为；坚持控制总量和优化存量，加快实施大企业、大集团战略，积极推进技术创新，提升技术水平，淘汰落后产能等，促进稀土行业持续健康发展。此前，国土资源部已在江西省赣州市划定设立首批 11 个稀土国家规划矿区。此举显示，提高稀土产业集中度将成为国家对稀土产业调控的重点，而鼓励优势企业兼并重组则是重要举措之一。

2012 年 5 月，国家税务总局发布公告（2012 年第 17 号），将稀土企业开具的发票纳入增值税防伪税控系统汉字防伪项目管理，自 2012 年 6 月 1 日起实施。稀土产品包括稀土矿产品和稀土冶炼分离产品，其中，稀土冶炼分离产品包括稀土盐类、氢氧化稀土、氧化稀土、其他稀土化合物产品以及稀土冶炼分离产品加工费。

2012 年 8 月，工业和信息化部发布了《稀土行业准入条件》和《稀土企业

准入公告管理暂行办法》，两个文件为有关部门和省（区）在对稀土建设项目进行投资管理、资源开发、环境影响评价、信贷融资、安全监管等行业管理工作提供了依据。截至 2012 年底，已公布三批共 35 家符合准入条件要求的企业名单。中国证监会也明确，凡未通过稀土行业准入的企业，不得上市融资。

2015 年~2016 年，工业和信息化部会同国土资源部、国资委等部门相继完成中铝稀土、北方稀土、厦门钨业、南方稀土、广东稀土和中国五矿等六家集团组建验收，六家大型稀土企业集团组建工作全部完成，大集团主导我国稀土产业的格局基本形成。

2016 年 11 月，为保障国家经济安全、国防安全和战略新兴产业发展需求，国务院批复通过了《全国矿产资源规划（2016~2020 年）》（国函〔2016〕178 号）。规划明确将稀土等 24 种矿产列入战略性矿产目录，作为矿产资源宏观调控和监督管理的重点对象。提出建立战略性矿产监测预警机制、预警指标、安全临界值及综合评价模型，系统开展国内外矿产品供需和资源形势分析，强化应对国际重大冲突资源安全预警能力，建立战略性矿产监测预警报告制度，支持政府决策，引导行业发展等。

2019 年：习近平总书记视察稀土企业

2019 年 5 月，习近平总书记在赣州金力永磁科技股份有限公司考察调研时强调，稀土是重要的战略资源，也是不可再生资源。要加大科技创新工作力度，不断提高开发利用的技术水平，延伸产业链，提高附加值，加强项目环境保护，实现绿色发展、可持续发展。习近平总书记的重要指示为稀土行业发展指明了方向。

2019 年 11 月，发改委、商务部发布《市场准入负面清单(2019 年版)》，稀

土相关条款列入。《市场准入负面清单(2019 年版)》在保证稳定性和连续性的基础上,进一步缩减和优化了管理措施,丰富了信息公开内容,整个清单更加成熟完善,以清单为主要形式的市场准入负面清单制度体系不断健全。

有关稀土条款如下: 1.稀土矿山开发、稀土冶炼分离项目、稀土深加工项目由省级政府核准; 2.淘汰类: 20000 吨(REO)/年以下混合型稀土矿山开发项目、5000 吨(REO)/年以下的氟碳铈矿稀土矿山开发项目、500 吨(REO)/年以下的离子型稀土矿山开发项目; 3.限制类: 稀土开采项目(符合开采总量控制指标要求的稀土企业集团项目除外)、稀土冶炼分离项目(符合国家节能环保等法律法规要求的项目除外)。

今年 1 月,工业和信息化部起草了《稀土管理条例(征求意见稿)》(简称《条例》)并向社会公开征求意见。《条例》涉及内容囊括涵盖了稀土行业的方方面面、各个环节。《条例》是我国稀土行业发展的纲领性文件,释放了我国规范稀土行业管理,推动产业高质量发展的信号。

目前,我国已经建成了较为完整的稀土工业体系,市场环境逐步完善,科技水平进一步提高,不仅基本满足了国民经济和社会发展的需要,也已成为世界上最大的稀土资源生产、出口和消费国。可以相信,在党中央的坚强领导下,通过广大稀土行业职工的辛勤耕耘,我国成为稀土强国指日可待。

(来源: 中国有色金属报)



二季度中国稀土产业景气指数发布

2021 年二季度中国稀土产业景气指数报告 7 月 20 日正式发布。报告显示,

本季度总指数得分为 100.73 点，处于“景气”区间。受传统淡季下游需求一般影响，较上一季度环比跌幅较大，预计随着周期性淡季转换、后市下游磁材等需求逐步好转，叠加国家相关政策的推进实施、产业环境的改善等因素，产业基本面长期向好，2021 年下一季度稀土市场行情仍将有较强支撑。

本期各分项指标得分整体来看相对中性，大部分指标均在景气线上下浮动。其中，技术创新为 111.25 点，本季度由“不景气”区间上升至“景气”区间，并成为各项指标中得分最高项。值得关注的是，20%的受访企业预计将加大研发投入，15%的受访企业预计研发人员数量增加，显著提振了技术创新指标的景气程度。可见，在当前的国际经济环境和产业环境下，进一步加大基础研究力度，加大研发投入、提高企业自身科技创新能力，推动产业转型升级，将是实现稀土全产业高质量发展、助力我国掌握国际稀土产业话语权的核心力量。

除技术创新外，仍处于“景气”区间的指标是员工情况和融资情况，两个分项指标得分分别为 104.17 点和 105.83 点。员工情况指数较上一季度下跌 5.36 点，跌幅 4.89%，波动幅度不大，总体来看，员工情况保持基本稳定。同时，受访企业对团队人员知识结构的重视程度进一步提高，计划扩大企业内部高素质员工数量的受访企业占比也有所提高。融资情况指数与 2021 年一季度相比，该项指标上涨 1.07 点，涨幅 1.02%，5%的受访企业认为三季度融资成本将降低，改善了指标的景气程度。

本季度库存状况指标为 100.00 点，达到“景气”临界点。原材料采购和库存情况方面，超六成受访企业判断 2021 年三季度情况将与二季度持平；20%的

受访企业由于预期下游订单需求一般、销售压力加大等因素，预计三季度原材料采购规模较二季度有所缩减。产成品方面，大多数受访企业认为三季度产品库存情况将与二季度持平，主要原因是出于企业自身风险控制及经营销售策略，合理控制生产节奏以及签订长协订单背景下，企业生产销售情况相对稳定，产品库存保持在安全范围之内。但 17.50%的企业认为三季度产品库存数量较二季度或将有所增加。此外，15%的受访企业预计产品库存成本或将增加。

报告显示，两项分项指标低于景气线，处于“不景气”区间。其中，市场表现指标报 98.75 点，与 2021 年一季度相比，该项指标下跌 54.82 点。本期各项指标中得分最低项是生产经营，为 91.50 点。整体来看，受访者对三季度生产经营情况各项指标的预期判断并不乐观，但考虑到随着未来《稀土管理条例》等在未来的逐步推进落实、国家各项相关政策的完善、产业环境的逐步改善以及下半年周期性淡季的转换，产业发展基本面长期向好，因此仍有 12%—18%的受访企业信心充足，认为三季度生产经营各项指标将保持增长和扩张态势。

为实现产业的高速发展，报告提出了“继续加大科技创新投入力度，实现产业高质量发展”、“政企协作，创造良好的中小微企业融资环境”、“把握‘碳中和’机遇，加快产业发展绿色化转型升级”等产业发展建议，持续优化稀土资源配置效率，将资源优势最大化地转化为价值优势，实现我国由稀土大国向稀土强国的转变。

据悉，中国稀土产业景气指数由中国经济信息社与包头稀土产品交易所共同编制，该指数能有效佐证过去稀土市场的运行状态，反映当下市场活跃度和产业

内经营情况，在一定程度上预示未来稀土产品市场的走势，进而辅助企业以信息化、可视化的形式有效分析、监测市场和产业经济的波动情况，为企业决策层、市场参与者、政府管理层等提供决策参考，推动我国的稀土产业健康有序发展。

（来源：包头市工业和信息化局）



南方离子吸附型稀土矿中高丰度钇元素萃取分离工艺 研究获进展！

7 月 10 至 11 日，中国科学院赣江创新研究院和中科院长春应用化学研究所等合作完成的“含磷酸萃取分离钇工艺”中试在江西赣州通过了由中科院院士张洪杰等人组成的专家组的鉴定。

研究人员汇报了项目的研究背景、科研思路、试验目标和完成情况，专家组经过现场考察和质询讨论，认为该项目将自主合成的新型萃取剂 Cextrant322 用于钇的萃取分离工艺具有创新意义，为稀土资源中高丰度元素钇的工业分离提供了新的技术方案，有望替代现行的环烷酸分离钇工艺，一致同意该项目通过鉴定。

南方离子吸附型稀土矿是我国重要的中重稀土资源，其中，钇为高丰度稀土元素，部分矿点的钇丰度甚至高达总稀土的 60% 以上，因此，钇的分离对于南方离子型稀土矿的高效分离及其过程节能降耗具有重要意义。然而，目前采用的环烷酸分离工艺由于环烷酸来源越来越少、品质越来越差等问题，亟待新工艺的替代。基于多年溶剂萃取及配位化学研究的基础和经验，研究团队创新性地提出了增强对钇的选择性和改善萃取过程物理现象的分子设计思路，合成和筛选出了新

型含磷酸萃取剂 Cextrant322，完成了百公斤级合成中试。该新型萃取剂合成的原料易得、过程简单、产物性能稳定、水溶性低、成本较低。采用 Cextrant322 的钇萃取分离体系性能稳定、萃取平衡酸度高，且无须添加异辛醇等相改良剂，从根本上避免了萃取剂发生酯化反应引起的体系乳化和萃取剂浓度下降的问题，提高了对铁、铝等杂质的耐受度。新的萃取分离工艺运行稳定、萃取剂损失小、料液成分适应性强。

研究工作得到了科学技术部、国家重点研发计划、中科院 STS 区域重点项目、赣江创新研究院和长春应化所“一三五”规划以及稀土资源利用国家重点实验室的资助。

（来源：中国科学院）

江西理工大学 56 个项目获 2021 年度国家自然科学基金立项

近日，2021 年度国家自然科学基金集中受理期申请项目评审结果公布，我校共获资助国家自然科学基金项目 56 项，其中面上项目 11 项，青年科学基金项目 18 项，地区科学基金项目 27 项，批准直接经费共 1995 万元。其中材料冶金化学学部 19 项，资源与环境工程学院 10 项，土木与测绘工程学院 7 项，机电工程学院 6 项，能源与机械工程学院 4 项，理学院 3 项，无序物质科学研究中心 3 项，电气工程与自动化学院 2 项，经济管理学院 1 项，应用科学学院 1 项。

（来源：江西理工大学）

稀土领域硝烟再起！澳欲抢占中国稀土市场

近期有最新消息传来，澳大利亚定下一个目标：计划稀土供应占全球 5%至 10%。众所周知，从全球稀土供应链上看，稀土的加工技术比稀土原料本身更重要，而中国是唯一能够提供所有 17 种稀土金属的国家，加工技术领先全球，且储存与出口量首屈一指。在这样的绝对优势下，澳大利亚凭什么向稀土领域发起进攻？

一、稀土产业尝到甜头，欲扩大稀土市场

根据其报告，莱纳斯在一季度实现收入 1.1 亿澳元（合 8537 万美元），同比增长 20.6%，主要原因是稀土价格的上涨；净利润同比暴增 9 倍至 4060.6 万澳元，约合 2 亿人民币。公司一季度氧化物总产量 4463 吨，环比增长 31%，同期氧化镨钕产量 1359 吨，环比下降 1%。氧化物总销量 3096 吨，均价 35.5 澳元/千克。总体经营业绩大好。

业绩暴增的主要原因，缘于近两年与美国共同进行稀土开发。长期以来，澳大利亚已经不仅仅满足于铁矿石贸易，在稀土领域也开始大力发展抢占我国市场份额。澳大利亚与美国和日本已在各个领域形成联盟之势，澳大利亚有资源，美国有市场，日本有技术，逐步形成三角之势。

2019 年，澳大利亚一口气置出了 15 个稀土及关键矿业项目，以挖掘自身的稀土产能，与美国扩大稀土合作。今年澳莱纳斯矿业利润暴增，更让澳大利亚“胃口大开”，放出豪言计划稀土供应占到全球的 5%到 10%。

二、澳大利亚要在稀土市场发力，成功率有多大？

澳大利亚稀土资源储量仅占全球 2.8%左右，且出口量也不过是 7%左右，

和我国完全没法比，乍一听莱纳斯矿公开表示要加大发力抢占更多稀土市场，有些令人匪夷所思。不过，当看到澳洲莱纳斯矿是联合美国方面共同开发稀土资源时，就解释的通了。

不过，比稀土资源更重要的是产业链的成熟与完整。中国拥有庞大而完善的稀土供应链体系，使得生产商较为容易地以较低时间或资金成本获取所需生成原料，而任何企业外迁他国或回迁本国的行为，都不可避免地面临重新调整供应链的难题。

近年来中国稀土市场逐渐被蚕食，但总体仍在垄断地位。其次，我国的稀土加工技术属于世界绝对先进水平。中国稀土冶炼全球占比 88%，近乎垄断了稀土冶炼。经测算，澳大利亚或其他国家冶炼稀土的成本相比中国会高出 30%之多。

我国稀土不必与澳大利亚在产量、价格上做比拼，我们的稀土资源应该更好的保护。

（来源：矿道网）



韩政府决定将稀土等核心稀有金属储量增加 1 倍

韩国国际广播电台报道：韩国政府决定将核心稀有金属平均储量增加 1 倍，确保 100 天使用量，到 2025 年还将挖掘并培养稀有金属百大核心企业。

5 日，韩国政府召开第 42 次紧急经济中央对策本部会议。有关部门在会议上联合发布了包括上述内容的“稀有金属产业发展对策 2.0”。

所谓稀有金属是指，在地壳中含量较少或难以从原料中提取，但产业需求量大金属。稀有金属是未来汽车、电池、风力发电、太阳能发电的核心材料，政

府选定并管理包括稀土类（1种）在内的35种稀有金属，韩国进口的主要稀有金属包括镍、硅、锂、钪、钼、钛等，这些稀有金属价格近一年约上涨1.5-2.5倍。

韩国产业部有关人士表示，目前稀有金属需求急剧上升，全球为确保这些金属展开激烈竞争，但储藏和生产集中于部分地区，一直都存在供求不平衡的风险，因此政府将稀有金属产业发展对策的重点放在建立稳定的供应体系之上。

为确保稀有金属供应稳定，政府决定将稀有金属平均储量从目前的56.8天使用量增加到100天，且到2025年将挖掘并培养稀有金属百大核心企业。目前，韩国共有125家稀有金属加工、处理、回收利用企业。韩国企业从国外进口大部分原料及基础材料，但在化合物、金属和零部件等中间材料和最终材料方面占据竞争优势。政府将通过针对性支援，继续为企业发展提供坚实后盾。

（来源：KBS WORLD）

美国开发出从粉煤灰提取稀土工艺

据悉，美国佐治亚理工学院研究人员发明了一项简而易行的工艺，利用离子液体从粉煤灰中提取稀土而且不产生有毒物质。

在发表于环境科技（Environmental Science & Technology）的论文中，科学家解释称，离子液体环保且可重用。特别是，双三氟甲磺酰亚胺甜菜碱（betainium bisimide）或[Hbet][Tf₂N]）可以选择性溶解稀土氧化物而不是其他金属氧化物。

科学家称，当加热时，离子液体可以溶于水，冷却后，能变为两相。了解到这点后，他们开始试验是否能够从粉煤灰中有效和选择性地将有用元素从粉煤灰中分离出来，以及是否能够有效清洁，开发一种安全而不造成大的污染的工艺。

为此，研究团队用碱性溶液对粉煤灰进行了预处理并干燥。然后，加热了与[Hbet][Tf₂N]同在水中的粉煤灰，形成单相单相。冷却后溶液被分离。离子液体能够从新鲜粉煤灰中提取超过 70%的稀土元素，而已经在尾矿池中堆放多年的风化后的粉煤灰回收率甚至更高（97%）。该工艺的最后一个步骤是用稀酸从离子液体中提取稀土元素。

研究人员发现，在淋滤过程中增加甜菜碱可以提高稀土元素萃取量。

能够回收的稀土元素包括钐、铈、镧、铈、钕和镨。

最后，该团队还实验离子液体的重用性，用冷水去除多余的酸，并发现经过三轮淋滤清洗，萃取效率没有什么变化。

“这种低排放的方法能够产生富含稀土且杂质有限的溶液，也可用于从尾矿池中的粉煤灰中回收贵金属”，科学家在媒体发布会上表示。

这种方法对于产煤地区，比如怀俄明州非常重要。在当前化石燃料需求下降的情况下，他们正在寻求重新投资当地产业。

（来源：自然资源部）

宁波材料所在烧结钕铁硼重稀土晶界扩散方面取得系列进展

钕铁硼是目前磁性能最强的稀土永磁材料，是世界各国发展高科技必不可少的战略性功能材料，在电机、汽车、电子等领域广泛使用。钕铁硼虽然磁力很强，但其缺点之一是抵抗外磁场的能力比较弱，表征这一性能的指标为矫顽力。要提高矫顽力，需要用到更为稀缺的稀土资源——重稀土。采用传统方法制备高性能钕铁硼时一般需要在配料中添加 1%-5%的重稀土元素，相对粗放，同时过多的重稀土还会降低材料的剩磁性能。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所先进金属材料及防护团队长期致力于采用干法镀覆重稀土用于烧结钕铁硼晶界扩散提升矫顽力的研究。团队经过十多年的研发，形成了从不同牌号烧结钕铁硼的晶界扩散机理研究到应用研究进而到装备设计研发全链条的成果，重稀土用量降至 0.2%-0.4%，形成多项自主知识产权，主要成果如下。

提出晶界扩散的双趋势物理模型，为定量计算和工艺设计提供理论依据

该模型提出重稀土扩散由晶界扩散和晶粒扩散两部分组成，重稀土在晶界和主相晶粒中分别以不同的扩散系数扩散。各自符合扩散规律为：

$$C(x,t)=A1-A2\text{erf}(x/B)$$

式中，A1 和 A2 是与重稀土元素 Tb、Dy 浓度相关的参数，B 是与扩散常数相关的参数。

最终在钕铁硼中，重稀土元素的分布符合双趋势扩散：

$$C(x,t)=\varphi C_{GP}(x,t)+(1-\varphi)C_{GBP}(x,t)$$

式中， $C_{GP}(x,t)$ 是 Tb、Dy 在主相中的浓度分布， $C_{GBP}(x,t)$ 是 Tb、Dy 在晶界相中的浓度分布，x 是扩散深度， φ 是主相的体积比， $(1-\varphi)$ 是晶界相的体积比。

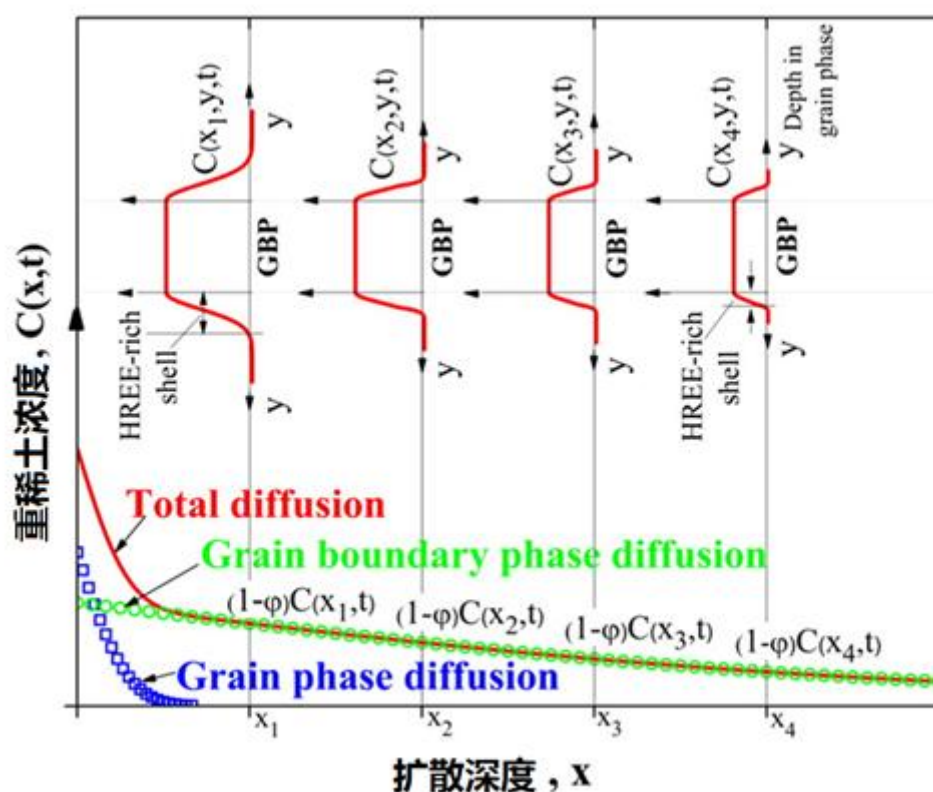


图1 由双趋势扩散模型导出重稀土在不同深度及在晶界相/晶粒相附近的分布图

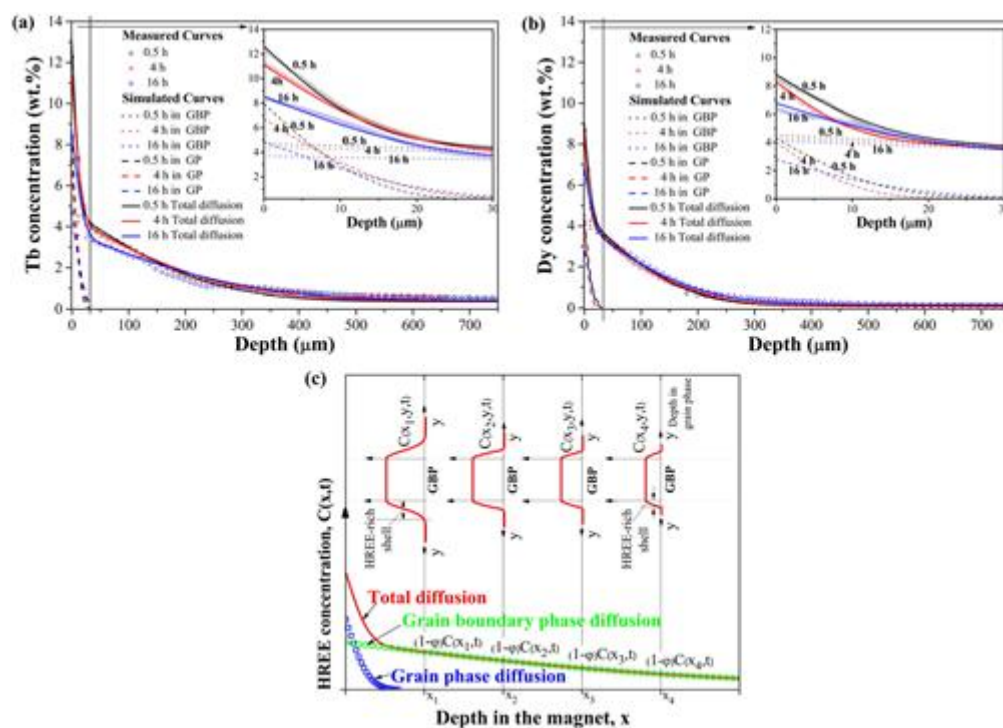


图2 实际测量的 Tb、Dy 分布曲线和模型导出的分布图的对比

图 1 是由双趋势扩散模型导出的重稀土在不同深度以及在晶界相/晶粒相附近的分布图。实际测量的重稀土元素 Tb、Dy 分布曲线和模型导出的分布图的对比如图 2。由此可以得出重稀土在不同组织内的扩散系数，为研究和设计晶界扩散的过程提供模型指导。

根据双趋势模型，预测并观察到反常核壳结构，为大尺寸磁体的扩散工艺设计提供依据

根据扩散模型，钕铁硼在表面重稀土镀层没有完全消耗前，通过晶界相和晶粒相同向内部扩散，由于重稀土在晶界相中的扩散系数高于主相，晶界相中重稀土浓度高于主相。当表面重稀土镀层消耗完时，主相中重稀土浓度会达到一个较高的水平。然而，由于缺乏表面重稀土的补充，晶界相中的重稀土很快向内部扩散，浓度梯度变得平坦，出现磁体表层附近主相晶粒中浓度大于晶界相中浓度的情况，这时会在主相晶粒周围形成一层反常核壳结构，如图 3 所示。上述预测分别通过实验观察到 Tb、Dy 在主相晶粒外的反常核壳结构，见图 4。

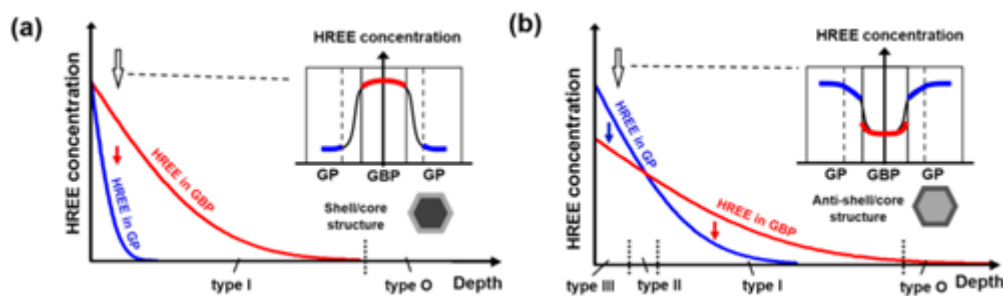
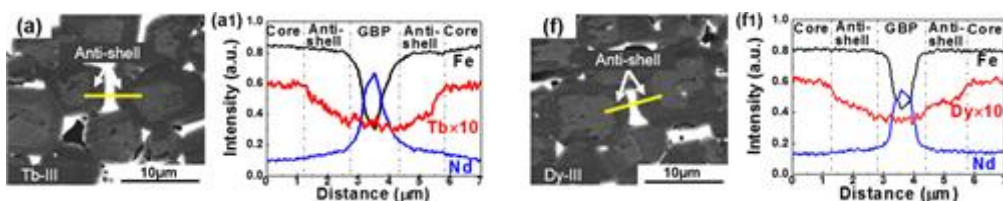


图 3 重稀土元素在核壳结构和反常核壳结构中的结构与元素分布



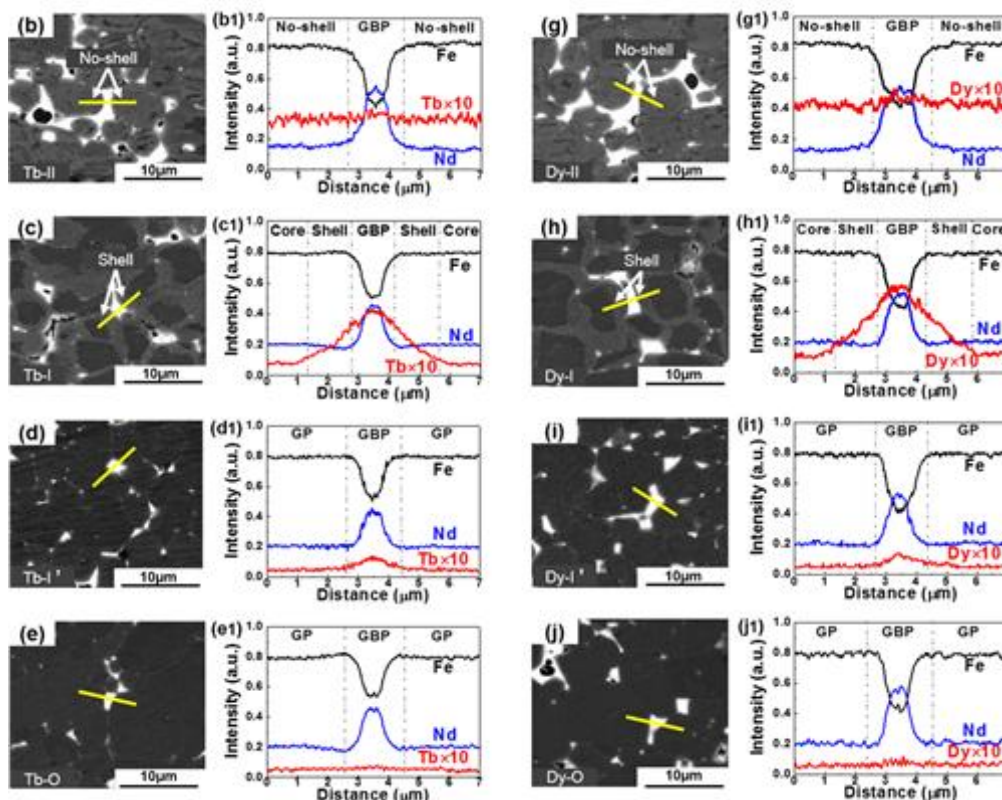


图 4 Tb、Dy 在钕铁硼主相晶粒外的反常核壳结构

研究发现，反常核壳结构的出现会导致磁体矫顽力的下降，这一发现回答了为什么通过简单增加重稀土元素镀层厚度以及延长扩散时间的手段并不能进一步提升磁体矫顽力的问题，为解决厚磁体的晶界扩散工艺设计提供了指导。

研究了含有高丰度轻稀土元素钕铁硼磁体的重稀土晶界扩散规律

为降低成本，近年来很多对磁能积要求不太高的应用场合采用轻稀土 Ce、La 取代部分 Nd，但又需要保证磁体具有一定的矫顽力。研究发现了轻稀土在钕铁硼中的分布对重稀土扩散规律的影响，即处于晶界相中的 Ce 会成为吸附重稀土的“海绵”，降低了重稀土提升磁体矫顽力的效率。图 5 为含 Ce 钕铁硼在重稀土晶界扩散后的元素分布。这一研究结果为开发新型含轻稀土的低成本钕铁硼

材料提供了指导。

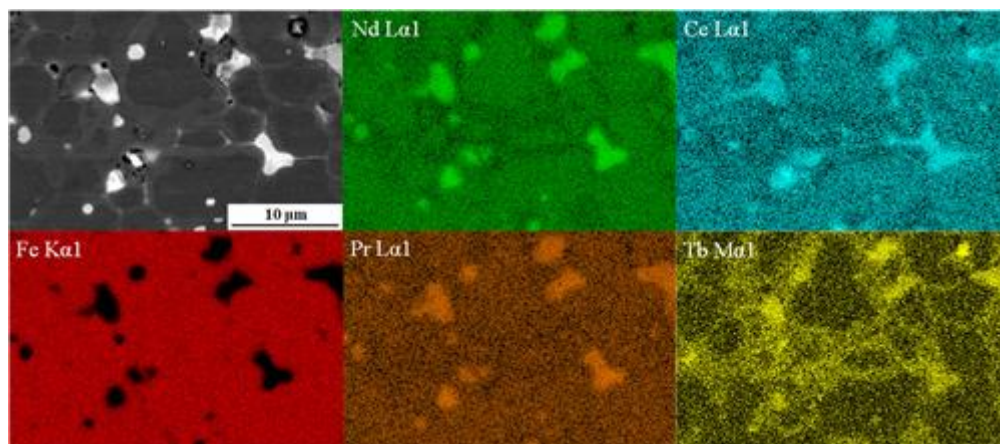


图 5 含 Ce 钕铁硼在重稀土晶界扩散后的元素分布

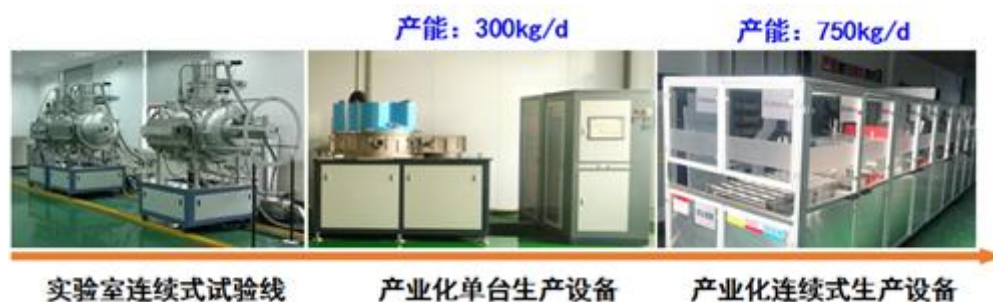


图 6 团队研制的钕铁硼晶界扩散设备

团队开展了烧结钕铁硼晶界扩散的产业化工作，研制了 3 套采用物理干法晶界扩散设备，实现了从实验室到中试到产业化级别晶界扩散设备的开发，解决了设备放大过程中的工程问题，设备如图 6 所示。该设备可根据需求设计订制，能够实现特殊工件表面的均匀沉积。

上述工作得到了国家科技支撑计划项目（2012BAE02B01）、中科院 STS、内蒙古重大专项、福建省 STS 计划配套项目（2017T3003）、宁波市 2025 重大专项（2020Z045）等的资助。

（来源：中科院宁波材料所）

上海硅酸盐所在磁光透明陶瓷研究中取得系列进展

磁光材料作为磁光器件的关键组成部分，基于其非互易性在激光、光通讯、光纤传感等领域发挥着不可替代的作用，被广泛应用于高技术、医疗、工业等领域。随着磁光器件不断朝着高功率、小型化、低成本等方向发展，对磁光材料的要求也越来越高。与此同时，随着透明陶瓷技术的发展，其在力学、光学、热学等方面的优势得到广泛关注，也为磁光材料的发展提供了新的途径。

近期，中国科学院上海硅酸盐研究所李江研究员团队面向新型法拉第光隔离器的应用需求，设计提出并采用两步烧结法成功制备了一系列具有高 Verdet 常数、高光学质量的石榴石基、烧绿石型和倍半氧化物磁光透明陶瓷，取得了系列进展。

该研究团队以共沉淀法合成高烧结活性的纳米粉体为原料，利用空气烧结结合热等静压烧结（HIP）后处理技术制备了稀土离子掺杂铽石榴石（RE:TGG）磁光透明陶瓷。该陶瓷在 1070nm 处的直线透过率均大于 80%。RE:TGG 陶瓷在 633nm 处的 Verdet 常数约为 $-143 \text{ rad T}^{-1} \text{ m}^{-1}$ （比 TGG 陶瓷/高约 5%）。同时对 TGG 磁光陶瓷进行服役性能评估，发现退火后的 TGG 陶瓷具有最优的热光性能，当辐照功率为 180W 时，计算得到该 TGG 陶瓷的消光比为 42dB。经理论计算，退火后的 TGG 陶瓷可承受 $\sim 0.8 \text{ kW}$ 的激光辐照。掺杂稀土离子后，由于热导率下降以及吸收增强作用，RE:TGG 磁光陶瓷的热致退偏效应得到增强。其中 Ce:TGG 与 Tm:TGG 磁光陶瓷的性能较为优异，理论测算仍可承受 $\sim 0.65 \text{ kW}$ 的激光辐照。相关研究成果发表于 J. Adv. Ceram. (2021, 10: 271-278)。

作为法拉第隔离器的关键材料，磁光材料不仅需要具有优异的光学质量，还

要求其具备良好的磁光性能。作为主要磁光性能参数的 Verdet 常数越高,则所需的磁光材料尺寸越小,有利于实现器件小型化。同时也可减少激光服役时产生的热效应,从而保证磁光器件的稳定隔离比。与 TGG 材料相比,铽铝石榴石 (TAG) 具有更高的 Verdet 常数、制备成本更低廉,热导率也更为优异。因此,被认为是应用于千瓦级高功率激光器的理想磁光材料。研究团队通过反滴共沉淀法合成 TAG 纳米粉体,结合真空预烧及热等静压烧结成功制备了在 1064 nm 波长处直线透过率为 81.6% 的 TAG 磁光陶瓷。烧结助剂正硅酸乙酯 (TEOS) 的添加不仅可以提高 TAG 磁光陶瓷的光学质量,同时还可以解决铽离子在空气退火中的变价问题,保证了 TAG 陶瓷具有优异的磁光品质因子。相关研究成果发表于 J. Am. Ceram. Soc. (2021, 104: 2116-2124)。上述两篇论文第一作者均为上海硅酸盐所博士研究生李晓英,通讯作者为李江研究员。

烧绿石型磁光透明陶瓷是一类新型的磁光材料,相比石榴石结构的磁光材料,烧绿石结构中顺磁性离子可占据 50% 以上的阳离子格位,因而可具有更高的顺磁离子浓度和更高的 Verdet 常数,具有很好的研究价值与应用潜力。铪酸铽 ($\text{Tb}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$) 是一种典型的烧绿石型磁光陶瓷,其具有宽固溶范围的特点。近期该团队采用固相反应烧结法制备了非化学计量的 $\text{Tb}_{2.45}\text{Hf}_2\text{O}_{7.68}$ 磁光陶瓷,该陶瓷在 1064nm 处的直线透过率达到 79.4%,且在 633nm 处的 Verdet 常数达到 $-165.6\text{rad T}^{-1}\text{m}^{-1}$,比商用 TGG 单晶高 23.6%。相关研究成果发表在 Scr. Mater. (2021, 204: 114158)。在此基础上,该团队在最新的研究中发现陶瓷中的 Tb^{3+} 含量可以进一步提高,研制的非化学计量 $\text{Tb}_2(\text{Hf}^{1-x}\text{Tbx})_2\text{O}^{7-x}$ 陶瓷在 633nm 处的 Verdet 常数高达 $-181.2\text{rad T}^{-1}\text{m}^{-1}$,已达到商用 TGG 单晶的 1.35 倍。

同为烧绿石结构的 $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 也具有高的铽离子浓度和高的 Verdet 常数。钛

酸铽 ($\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$) 单晶的制备很困难, 极易出现开裂, 光学质量也难以满足光隔离器的应用要求。因此, 使用先进的陶瓷制备技术有望制备出高光学质量、高 Verdet 常数的 $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 磁光陶瓷。该研究团队以共沉淀法合成的高纯 $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 纳米粉体为原料, 使用真空烧结与 HIP 后处理技术制备得到了性能优异的 $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 磁光陶瓷。该陶瓷在 1064nm 处的直线透过率达到 65.5% (达到理论值的 90%), 且在 633nm 处的 Verdet 常数为 $-229\text{rad T}^{-1}\text{m}^{-1}$, 达到商用 TGG 单晶的 1.7 倍, 具有较大的应用潜力。相关研究成果发表在 J. Eur. Ceram. Soc. (2021, doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2021.07.024.)。以上两篇论文第一作者为上海硅酸盐所硕士研究生章立轩, 通讯作者为李江研究员。

除了可见及近红外波段用磁光陶瓷, 中远红外波段用磁光陶瓷的研究工作也非常重要。倍半氧化物 Ho_2O_3 在 $1.3\mu\text{m}$ 和 $1.5\mu\text{m}$ 具有高的光学透过率和高 Verdet 常数, 是工作在基于 Er 掺杂通信激光器的理想法拉第光隔离器材料。该研究团队采用真空预烧结合热等静压烧结(HIP)后处理工艺, 制备出了在 1550nm 处直线透过率达 80.7% 的 Ho_2O_3 透明陶瓷。该 Ho_2O_3 磁光陶瓷在 1561nm 处的 Verdet 常数为 $-15.4\text{rad T}^{-1}\text{m}^{-1}$ (商用 TGG 单晶的 1.7 倍), 有望应用于 $1.5\mu\text{m}$ 波段通信激光器中的法拉第光隔离器件。相关研究成果发表于 J. Eur. Ceram. Soc. (2021, 41: 759-767), 论文第一作者为上海硅酸盐所博士研究生胡殿君, 通讯作者为李江研究员。

以上系列研究工作得到国家自然科学基金项目、中国科学院前沿科学重点研究计划项目 (院青年拔尖人才项目)、中国科学院上海硅酸盐研究所重点学科建设项目、人工晶体研究中心主任基金等资助。

(来源: 中科院上海硅酸盐所)

自然资源部办公厅关于加强和改进矿产执法工作的通知

7月15日，自然资源部办公厅发布“自然资源部办公厅关于加强和改进矿产执法工作的通知”，具体如下：

各省、自治区、直辖市自然资源主管部门，新疆生产建设兵团自然资源局：

为深入贯彻落实党中央国务院重大决策部署，维护矿产资源勘查开采秩序，促进矿产资源的集约节约利用和加强生态环境保护，按照部党组“党中央精神、国家立场、权责对等、严起来”的工作要求，现就加强和改进矿产资源执法工作通知如下：

一、充分认识加强矿产执法的重要意义

矿产资源是经济社会发展的重要物质基础，是国家的宝贵财富。一段时间以来，一些地方矿产违法问题有所抬头，无证采矿、越界采矿等老问题屡禁不止，建设工程实施中采矿牟利、以修复治理名义违法采矿等新问题时有发生；一些地方矿产执法不严，违法线索核实不认真，没有依法依规认定违法行为，该立案不立案、该没收不没收、该移送不移送，存在执法宽松软的问题。

各级自然资源主管部门要深入贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想，特别是习近平生态文明思想，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，深刻汲取青海木里煤矿、内蒙古煤炭资源领域有关问题教训，提高政治站位，把思想和行动统一到中央要求上来，落实到“两统一”职责上去，以更严格的要求、更严肃的态度、更严厉的措施加强矿产资源执法，以实际行动做到“两个维护”。

二、严肃查处矿产资源违法的突出问题

严格依照矿产资源法律法规，从严查处无证勘查采矿、越界勘查采矿和破坏性采矿等违法行为，对违法情节严重、严重破坏生态环境的问题，在自由裁量限度内从重处罚，公开通报查处结果，做到查处一案、教育一片、警示一方。

严格把握工程建设和修复治理相关法规和政策界线，对建设工程实施中采矿牟利、以修复治理名义违法采矿的，依法严肃查处。同一违法主体二年内曾因非法采矿受过两次以上行政处罚，又实施非法采矿行为，涉嫌构成非法采矿罪的，要依法移送司法机关追究刑事责任。

三、持续深化矿产资源日常执法

加强矿产违法形势分析研判。对一段时期内矿产违法数量多、上升快的地区和矿产品价格迅猛上涨的矿种进行重点关注。提高政治敏锐性，把长江、黄河沿线，自然保护地，矿产资源禁勘禁采区、生态红线范围等生态敏感区和违法采矿高发区，作为矿产执法重点区域，有针对性地加大执法查处力度。对问题突出、易发高发、屡查屡犯的，要划出工作区域报请同级政府开展集中整治。

加强矿产违法发现和制止。结合本地实际，通过科技手段和管理创新，提高矿产违法发现能力，有条件的地区可以通过在违法采矿高发区、露天矿山布设视频监控、开展无人机巡查等方式加强矿产资源监管，结合各地“山长制”“田长制”，探索将发现、制止矿产违法的职责和权限延伸到乡镇、村组，进一步落实属地监管责任，做到及时发现、及时制止，制止无效的及时报告县级政府和上级自然资源主管部门。

深化矿产卫片执法工作。对疑似违法图斑要认真开展实地核查，将矿产卫片多年连续变化图斑作为工作重点，认真比对历年影像，逐个甄别变化原因，严格

判定和处理。省市两级自然资源主管部门要切实负起审核监督责任，加强内业审核把关，加大实地抽查力度，部将不定期进行抽查复核。

四、着力纠正矿产执法不严的问题

部省两级自然资源主管部门要通过案卷评查、调研督导、实地抽查等方式，加强对市县自然资源主管部门的监督指导，重大典型违法问题部将直接立案查处、挂牌督办或公开通报。市县自然资源主管部门要认真落实矿产执法主体责任和属地责任，坚持实事求是，依法履职尽责，不得弄虚作假、敷衍塞责；符合立案条件的必须立案查处，不得作非立案处理，并严格执行行政执法公示、执法全过程记录、重大执法决定法制审核三项制度；作出的矿产执法处罚决定，必须严格依照矿产资源法律法规，对违法所得和违法采出矿产品依法没收，不得以罚款代替没收；涉嫌犯罪的矿产违法案件，必须移送司法机关追究刑事责任。对执法不严、弄虚作假等问题，要坚持刀刃向内，及时纠正有关问题，开展通报批评，涉嫌违纪违法的，追究有关单位和人员责任。

五、努力形成齐抓共管的强大合力

进一步完善共同责任机制。联合有关部门探索建立失信惩戒机制。对矿产执法中发现应由其他部门管辖违法问题的，及时抄告有关部门处理。对经制止仍不停止违法采矿行为的，及时抄告水务、电力等部门，由其按照共同责任机制，采取有关措施，及时制止违法行为。

进一步加强行刑衔接。对涉嫌犯罪的违法采矿案件，严格执行《行政执法机关移送涉嫌犯罪案件的规定》，移送公安机关并抄送检察机关。对疑似“砂霸”“矿霸”等涉黑涉恶的违法采矿线索，及时移交公安机关。对尚未制定非法采矿罪、破坏性采矿罪具体入刑标准的地区，省级自然资源主管部门要主动加强与高

级人民法院的沟通，提请明确具体标准，标准出台前暂按《最高人民法院、最高人民检察院关于办理非法采矿、破坏性采矿刑事案件适用法律若干问题的解释》规定的最严标准执行移送工作。

加强与纪检监察、审计衔接，强化矿产执法与矿产督察、生态环境督察协作，认真做好矿产执法的“后半篇文章”。认真落实自然资源行政监督与纪检监察监督贯通衔接工作机制，对矿产执法中发现职务违法、职务犯罪问题线索及公职人员涉黑涉恶违纪违法问题线索，及时移送纪检监察机关调查处理。认真落实自然资源督察执法协作工作机制，在重大专项、案件查处、移交移送、信息共享等方面，加强执法与督察协作配合。认真落实自然资源督察执法与领导干部自然资源资产离任审计工作协作机制，积极配合审计机关依法开展工作。对矿产执法中发现重大生态环境损害问题，移送生态环境督察处理。在实行综合行政执法改革地区，当地自然资源主管部门要加强与综合行政执法机关的衔接配合和业务指导，防止出现执法空档。

各级自然资源主管部门要按照权责一致的原则，细化内部业务机构的监管职责，强化协同配合，完善内部审批、监管和执法信息共享机制，审批和监管中发现的违法问题应当及时移交执法机构组织查处，矿产执法发现涉及管理制度和监管问题，应当及时通报相关业务机构。

（来源：自然资源部）

2021 年 7 月稀土价格走势

一、稀土价格指数

7 月份，稀土价格指数缓慢上扬。本月平均价格指数为 230.9 点。价格指数最低为 7 月 1 日的 205.5 点，最高为 7 月 30 日的 254.8 点。高低点相差 49.3 点，波动幅度为 21.4%。



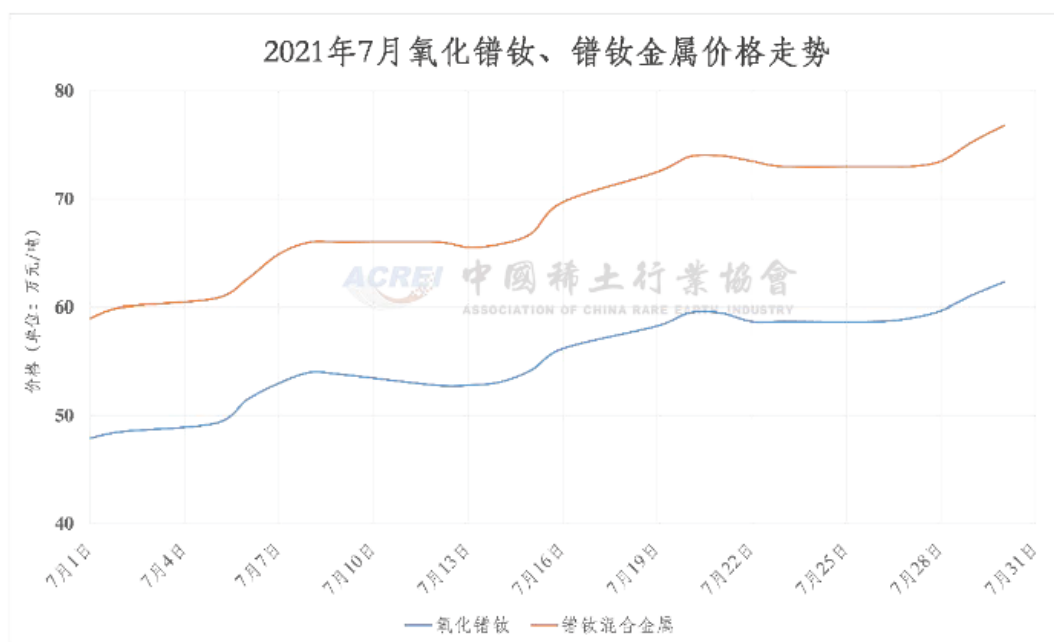
二、中钇富铈矿

中钇富铈矿 7 月份均价为 23.77 万元/吨，环比上涨 9.70%。

三、主要稀土产品

（一）轻稀土

7 月份，氧化镨钕均价为 55.57 万元/吨，环比上涨 17.68%；金属镨钕均价为 68.71 万元/吨，环比上涨 18.02%。



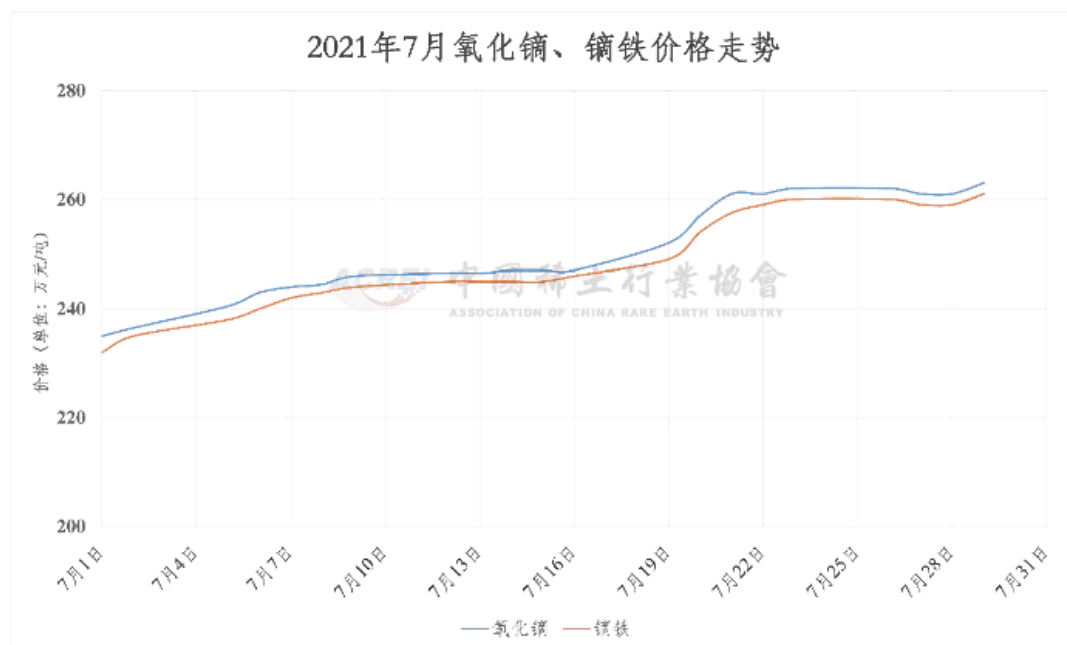
7月份, 氧化钕均价为 54.50 万元/吨, 环比上涨 13.70%; 金属钕均价为 66.98 万元/吨, 环比上涨 12.77%。



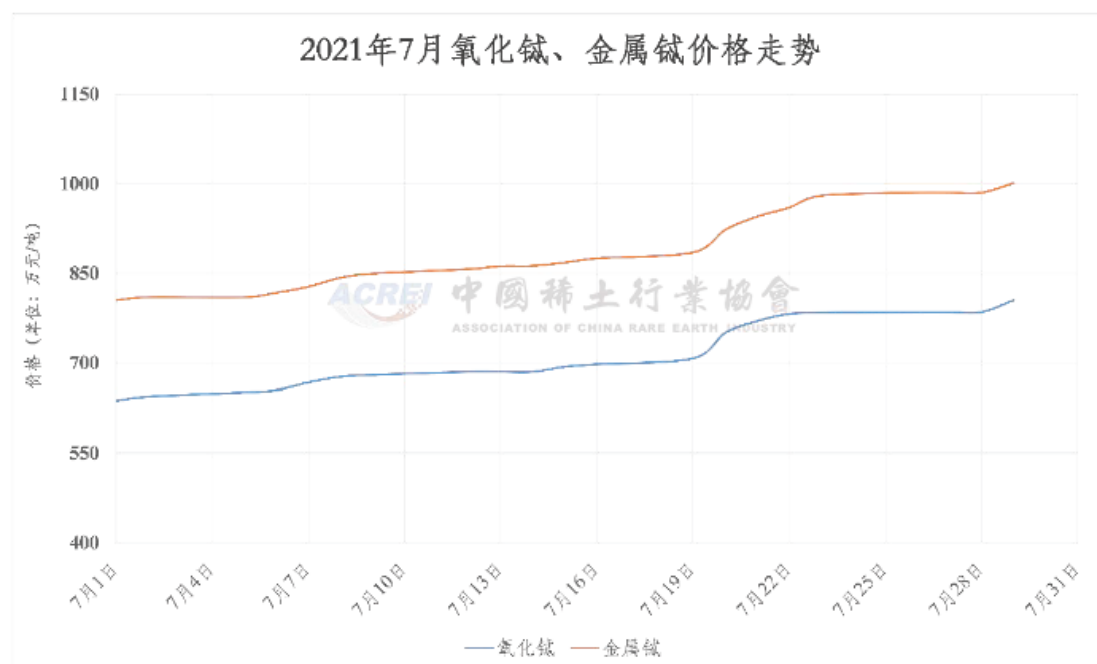
7月份, 氧化镨均价为 56.67 万元/吨, 环比上涨 8.84%。99.9%氧化镧均价为在 1.00 万元/吨, 环比与上月持平。99.99%氧化铈均价为 19.80 万元/吨, 环比与上月持平。

（二）重稀土

7月份，氧化镝均价为251.25万元/吨，环比_上涨7.49%；镝铁均价为249.11万元/吨，环比上涨7.40%。



7月份，99.99%氧化铽均价为720.11万元/吨，环比上涨13.80%。金属铽均价为897.73万元/吨，环比上涨11.56%。



7月份，氧化钬均价为 79.06 万元/吨，环比上涨 21.48%，钬铁均价为 80.38 万元/吨，环比上涨 21.69%。



7月份，99.999%氧化铈均价为 350 万元/吨，环比与上月持平。氧化铈均价为 19.57 万元/吨，环比上涨 0.50%。

表 1：2021 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	6 月平均价	7 月平均价	环比
氧化镧	≥99%	10.00	10.00	0.00%
氧化铈	≥99%	10.00	10.00	0.00%
氧化镨	≥99%	520.71	566.73	8.84%
氧化钆	≥99%	479.33	545.00	13.70%
氧化钇	≥99.9%	13.00	13.00	0.00%
氧化镱	≥99.99%	198.00	198.00	0.00%
氧化钪	≥99%	188.00	232.05	23.43%
钪铁	≥99%Gd 75%±2%	189.81	230.14	21.25%
氧化铽	≥99.9%	6327.86	7201.14	13.80%
氧化镱	≥99%	2337.38	2512.50	7.49%
镱铁	≥99%Dy80%	2319.52	2491.14	7.40%
氧化钬	≥99.5%	650.76	790.55	21.48%
钬铁	≥99%Ho80%	660.52	803.77	21.69%
氧化铒	≥99%	194.71	195.68	0.50%

市场行情

氧化镱	≥99.99%	102.00	102.00	0.00%
氧化镨	≥99.9%	5175.00	5175.00	0.00%
氧化钇	≥99.999%	35.00	35.00	0.00%
氧化镨钕	≥99% Nd ₂ O ₃ 75%	472.24	555.73	17.68%
镨钕金属	≥99%Nd75%	582.19	687.09	18.02%

(来源：中国稀土行业协会)

稀土永磁体的应用简况

永磁材料的出现和应用具有悠久的历史。我国战国时代（公元前 475 年至公元前 221 年）人们利用矿石中的天然磁铁矿打磨成所需的形状用来指南。近百年来，随着科学技术的高速发展，永磁材料不断进步，新的永磁材料的出现推动了永磁器件的改进和发展。而高新技术的需求又促进了新型永磁材料的出现。因此可以说，新型永磁材料的开发和应用是高新技术产业中的极为重要的部份。稀土永磁，尤其是钕铁硼的出现对现代高新技术产业的发展有着巨大影响。

1. 永磁材料的进步对永磁器件的影响

永磁材料（体）是在指定空间可产生恒定磁场的材料。永磁体既可以单独使用，也可以与其它铁磁性或非铁磁性材料组成磁路，进而成为磁器件。永磁材料性能的提高，可使器件尺寸变小，这使现代产业中的各种永磁器件小型、微型、轻量化成为可能。永磁材料的重要特性之一的最大磁能积（BH）_{max} 描述永磁材料的进步及对磁器件的影响。

新材料的出现总是有新的性能，如稀土永磁材料具有其它类永磁材料所不及的高矫顽力，这一特点开拓出一类新的用途和器件。

2. 永磁材料应用的分类

永磁材料应用的分类方法有多种，其中最基本的方法是从物理原理上进行分类，有以下几种：

2.1 电—机械转换

（1）电机：直流电机，步进电机，磁滞电机，线性电机、伺服电机等；

(2) 发电机

(3) 传动装置：磁光记录、激光聚焦、打印头、计算机磁盘驱动器中的 VCM 等。

(4) 测量仪表

(5) 电流控制：舌簧开关、涡流电机过速开关等。

2.2 电—声转换

(1) 发声装置：扬声器、耳机、电话等。

(2) 接收声装置：听筒、超声播音器等。

(3) 其它音频变换器。

2.3 磁—机械力或转矩

(1) 固定或提升装置：各种磁吸盘（磁吊）、房门吸块、冰箱密封条等。

(2) 处理装置：磁分离、复印机磁辊等。

(3) 磁力耦合及制动装置等。

(4) 磁性轴承、磁悬浮列车等。

(5) 电子称

2.4 微波器件、电子束、离子束聚焦

(1) 功率管：磁控管，周期性永磁体（PPM）。

(2) 波导管器件

(3) 粒子加速器：同步加速器辐射源，自由电子激光等。

(4) 质谱仪：偏转磁体， α —质谱仪等。

(5) 阴极射线管：离子阱，聚焦等。

2.5 传感器、电信号传输，转变

(1) 利用磁性：霍尔效应，磁阻，温度敏感元件等。

(2) 利用体积效应：位置、速度、加速度，液体流量、压力、振动等。

(3) 利用面积效应：计算机读写磁头。

2.6 医疗及生物

(1) 医疗设备：磁共振成像仪 (MRI)。

(2) 牙科器具：牙齿的固定，矫形等。

(3) 外科器具。

(4) 磁疗及磁首饰等

2.7 其它应用

(1) 磁性销

(2) 真空技术

(3) 磁位存储偏置场等。

稀土永磁做为永磁材料中的最新和最高磁性的材料，原则上可应用至上述所有领域。西方世界最大 NdFeB 使用领域是计算机磁盘驱动器中的音圈电机 (VCM)，占总数的 57%。而中国的最大使用领域是音响 (27%) 和电机 (25%)，西方世界此二项分别占 5% 和 17%。而我国的 VCM 磁体仅占：1%。

这是因为我国生产的 NdFeB 磁体大部分为中低档性能的产品，适合于音响和电机中应用，市场上常见的所谓喇叭片磁钢即是此种应用。VCM 使用的磁钢要

求性能高： $(BH)_{\max} > 318.4 \text{ kJ/m}^3$ (40MG0e), 加工精度高, 产品一致性好, 更新换代快。这种产品也主要是美国和日本稀土永磁生产厂家所把持住的阵地之一。磁共振成像仪是 NdFeB 应用的又一个领域, 中国刚刚起步, 西方世界为 11%。我国只有深圳和张家港等地单位在研究和试制, 但还没有形成产业。油田除蜡器我国占 22%, 是第三大应用领域, 西方为零。这有我国油田的石油特殊组成即含蜡量高有关。总之在稀土永磁, 尤其是 NdFeB 永磁的应用上我国有自己的特点。

3. 稀土永磁应用的典型实例

3.1 音响器件

音响中应用包括扬声器、耳机等。

扬声器的磁路构造分内磁式 (多用 Alnico 做磁体) 和外磁式 (多用铁氧体做磁体) 二种。应用稀土永磁时, 可适用于内磁式和外磁式二种结构, 尺寸和重量都大大减少。目前, 国内外生产高级音响设备的厂家有些已推出 NdFeB 扬声器, 电声性能有较大改善。我国大量出口的喇叭片磁钢主要用在高性能立体声耳机上。

3.2 油田除蜡器

我国石油中含有较多的蜡, 将石油从地层下抽出过程中, 由于石油所受压力, 温度等环境的变化, 原油中含的蜡在油井壁及输送管道中析出, 因此每年由于清蜡而停产造成巨大经济损失。将稀土永磁体在一管中形成磁路, 原油经过时受磁场作用而有效防止了蜡的析出。这就大大减少了油井清蜡停产次数, 提高了产量。

目前这是比较重要的稀土应用之一。除除腊器外，还有用稀土永磁制作的油井遗物打捞器等。

3.3 电机

无论在国内还是国外，稀土电机已成为稀土永磁应用的最大领域之一。其种类繁多，形状、性能各异。我国在稀土电机的开发研制上有较高的水平。个别品种的电机，如轻型摩托车的稀土启动电机已达规模生产水平。由于稀土永磁的出现，使永磁电机尺寸大大减少。汽车产业是稀土永磁电机的最大潜在应用领域。

3.4 计算机 VCM 磁体

计算机硬盘和软盘驱动器中的读写磁头的移动是由 VCM 即音圈电机来驱动的。随着计算机技术及硬件的不断进步，VCM 磁体的形状，性能要求变化频繁。目前市场要求 VCM 磁体的 $(BH)_{\text{m}} > 318.4 \text{ kJ} / \text{m}^3$ (40MGOe) 水平。

3.5 磁共振成像仪 (MRI)

磁共振成像是利用人体内的氢原子核在外加永磁场及扫描场作用下产生的核磁共振信号测定其有关参数，可将人体的组织情况及病状而引起的变化，作为影像的浓淡而显示出来，以达到诊断的目的。其磁场源有 (a) 超导电磁铁，(b) 一般电磁铁，(c) 永磁体三种。永磁体型设备有泄漏磁通最小，占地最少，运行成本最低等优点，而成像质量较超导型差，比电磁式要好。尤其是 NdFeB 磁体的出现，更推动了 MRI 的发展，使永磁式 MRI 更加小型化成为可能。用铁氧体时，装置重为 100 吨，用 NdFeB 时，仅为 10 吨。目前世界上已安装使用的 NdFeB 的 MRI 已达 1000 台左右。

目前我国已开始稀土永磁型 MRI 的研制工作并取得重大进展。

3.6 电子束聚焦、微波器件

电子束聚焦领域中稀土永磁的应用主要是在各种加速器, 质谱仪及微波器件中。由于这类使用的环境温度较高, 一般用 Sm—Co 系稀土永磁。典型应用为周期性永磁体 (REPM), 电子束或其它粒子束通过磁体进行聚焦改变前进方向等。

3.7 磁吸盘、磁吊

国内关于这方面的工作处于国际领先水平, 独立开发出常温及高温永磁式起重吊头 (起重永磁吊), 尤其高温吊在吉林省通化钢铁公司连铸厂中, 起吊热连铸坯已正常工作几年, 反映良好。并有数 10 份国家专利。目前存在的问题是如何将新产品推广到实际应用中去。

3.8 磁分离

磁分离主要是指利用稀土永磁体形成一定磁路, 对金属或非金属矿及各种原材料进行分离。稀土永磁的出现使磁分离设备分离能力和效率增强, 体积缩小。我国有关单位已开展了大量的工作并有产品出售, 已成功地应用在铁矿、云母、石英等矿的分离上, 效果很好。

3.9 仪表

仪表是永磁的另一个较广的应用领域, 主要包括各种磁电、电磁式仪表。如电流表、电压表、电度表、速度及加速表等常规测量仪表。由于稀土永磁特别是 NdFeB 磁体的出现、使得仪表实现了高精度, 微型化。

3.10 其它应用

我国进行稀土永磁的应用研究和推广工作较早并取得了较大的成绩,在有些方面还具有我国的特色,如磁力耦合油泵的使用,解决了石油工业跑冒滴漏的老大难问题。磁医疗治疗各种疾病及磁疗首饰等的开发和应用,也属影响面较广的稀土永磁应用。

另一个稀土永磁重要的应用领域是磁悬浮系统。磁悬浮轴承已成功地应用在超高速旋转装置及电度表轴承上。此外应当指出的是一个巨大潜在应用领域即磁悬浮列车运输系统。其研究开始于 70 年代末 80 年代初。使用稀土永磁的磁悬浮公交系统的实验线已在德国的柏林和美国的拉斯维加斯运行。最近据科技日报报导德国已开始一项涉及 180 亿马克的投资项目,建立磁悬浮高速列车,此项目已开始实施。如果磁悬浮列车投入商业运行,必将极大地推进稀土永磁产业的更加高速的发展。这种项目只在几个经济实力强、技术水平高的发达国家进行。

稀土永磁的出现是永磁材料领域中的一个巨大进步,尤其是 NdFeB 稀土永磁材料的高性能使得高新技术产业中的磁器件高效化,小型化,轻型化成为可能。使许多过去不可能应用永磁材料的领域开始使用磁器件,因而开辟了一些全新的永磁应用领域。新型稀土系永磁材料的研究日益深入和广泛,予期不久的将来新的材料会不断开发出来。相信随着稀土永磁材料应用的扩展,定会迎来一个稀土永磁高新技术应用的新时代。

(来源: 中国稀土)