

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2022 年 第 10 期 总第 108 期

本期要闻

- ◎ 李波：中国稀土产业的高质量发展又将迎来一个新的春天
- ◎ 干勇：用 15 年时间实现关键资源和材料自主可控
- ◎ 杨占峰：加快一流学会建设 助力“稀土大国”迈向“稀土强国”
- ◎ 国家发改委、商务部：鼓励外商投资产业目录包含有色金属冶炼

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	1-28
◎ 李波：中国稀土产业的高质量发展又将迎来一个新的春天 ◎ 干勇：用 15 年时间实现关键资源和材料自主可控 ◎ 杨占峰：加快一流学会建设 助力“稀土大国”迈向“稀土强国” ◎ 加强稀土标准深度研究 树立“中国稀土标准自信” ◎ 工业和信息化部召开 2022 年工业绿色低碳发展座谈会 ◎ 冯德莱恩宣称“欧盟须避免陷入中国稀土依赖” ◎ 加拿大稀土加工中心准备扩大规模 ◎ 剑桥大学发现稀土永磁潜在替代品	
◇ 科技前沿	29-34
◎ 宁波材料所在荧光纳米微球生物标记探针及 POCT 应用方面取得系列进展 ◎ 陕西师范大学在《自然·光子学》发表题为“稀土离子的亚 50 纳秒超快上转换发光”的文章	
◇ 政策法规	35-35
◎ 国家发改委、商务部：鼓励外商投资产业目录包含有色金属冶炼	
◇ 市场行情	36-40
◎ 2022 年 10 月稀土价格走势	
◇ 稀土知识	41-48
◎ 中国稀土废料回收行业现状及前景	

李波：中国稀土产业的高质量发展又将迎来一个新的春天

“党的二十大胜利闭幕，习近平总书记对实现党的第二个百年奋斗目标指明了方向。在二十大精神的指引下，我相信，中国稀土产业的高质量发展又将迎来一个新的春天。”10月27日，中国稀土学会理事长、党委书记，中国钢研科技集团有限公司党委副书记、总经理李波在接受《中国冶金报》记者专访时，畅谈了在向第二个百年奋斗目标进军的新征程上中国稀土产业高质量发展的方向。

稀土虽然是一个比较小的领域，却是国家重要的战略资源。习近平总书记对稀土非常重视，多次就稀土产业高质量发展、科技创新做过重要指示和批示。2019年，习近平总书记在江西赣州考察时实地调研相关稀土企业，他表示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。

“党的二十大报告对实现高质量发展、实施创新驱动战略都有具体论述，这为中国稀土产业明确了发展道路。”李波说道。

我国稀土产业发展成就显著

党的二十大报告指出，中国式现代化的本质要求之一是实现高质量发展。稀土在工业、交通运输业、国防科技等多个领域都发挥着不可替代的作用。稀土产业的高质量发展，对这些领域的高质量发展起着重要的支撑和推动作用。

邓小平同志曾说：“中东有石油，中国有稀土。”作为世界上稀土储量最丰富的国家，中国发展稀土产业有先天优势。

李波向《中国冶金报》记者表示，目前我国稀土产业在高质量发展方面已经取得了显著成效：

一是我国稀土工业经过 60 多年的发展，已经建立起集资源采选、冶炼分离、深加工、功能材料及下游应用于一体相对完整的产业体系。

二是目前我国稀土产业正在由资源开发、初级加工等低水平发展模式向以绿色开发、精深加工、高端应用为核心的高质量发展模式加快转变。

三是在稀土采、选、冶领域，我国技术世界领先，在国际贸易和资源外交等方面具有较强的话语权。

四是“十二五”以来，我国稀土应用产业规模不断扩大。我国稀土消费量在 17 万吨左右，稀土磁性、催化材料产量年均增幅超过 15%，稀土磁性、发光和储氢等主要功能材料产量占我国稀土消费的 70%以上。

谈及我国稀土产业的优势，李波指出，得益于我国科技、产业相关政策的协同推进和稀土材料下游应用市场的快速发展，我国稀土行业已经建立起独立、完整的稀土全产业链工业体系。这一体系有四大标志：

第一个标志是我国已成为世界稀土生产、出口和消费的第一大国。我国稀土永磁材料、储氢材料、发光材料已实现大规模生产，其供应量已占全世界的 75%左右。

第二个标志是品种全。从矿产品到氧化物、金属，再延伸到各种含稀土的新材料制品，从冶炼分离产品到系列化稀土功能材料，我国均能生产。同时，实现了稀土产品“全谱系”，共有 400 多个品种、1000 多种规格。

第三个标志是性价比高。目前世界上其他国家的稀土产品与中国稀土产品竞争的难度很大。

第四个标志是拥有世界先进的技术水平。稀土冶炼分离技术基本处于“领跑状态”。重要的稀土功能材料中，也有很多达到国际先进水平，有一些是“领跑”、“齐头并进”，一些是“跟跑”。

此外，李波特别指出，我国在稀土永磁材料、稀土光功能材料方面具备独特的优势。

稀土永磁材料不仅是最重要的稀土功能材料，也是稀土新材料领域发展最快、所占比例最大的一个产业。稀土永磁材料的产值约占稀土新材料产值的66%。

“我国是全球最大的稀土永磁材料研发和生产基地。全球近90%的稀土永磁材料由中国制造。高性能烧结钕铁硼永磁材料的产业化水平与日本、德国相当；高丰度稀土永磁材料制备技术处于领先地位。全国烧结钕铁硼年产能超过30万吨，总产量在15万吨左右；烧结钕铁硼生产企业170家左右，主要分布在浙江地区、京津地区和山西地区；年产3000吨以上企业占10%，年产1000吨~3000吨的企业占30%，年产小于1000吨的企业占60%。2012年~2020年，我国永磁产量年复合增长率达6.2%，未来10年预计将保持持续高增长。”李波表示。

稀土光功能材料是半导体光源、新型显示、健康医疗、信息探测等的核心材料。“我国是稀土发光材料生产与应用第一大国，产量占全球70%以上，如LED荧光粉国产化率超过80%。我国稀土发光材料技术整体处于国际先进水平；激光晶体处于领先水平，LED荧光粉处于国际同等水平。”李波进一步说道。

展望未来，中国稀土产业的高质量发展之路如何走得更好？李波表示，要从三个方面继续发力：

一是在节能低碳、绿色环保方面，中国稀土产业还有很多工作要做。

二是在资源的综合利用方面要下大力量。资源毕竟是有限的，稀土不是用之

不竭采之不尽的，所以一定要做好资源的综合利用。

三是在稀土应用的自主创新方面要下大力气。“虽然这些年我国稀土科学技术取得了很大进步，但是很多原创技术并不是由我们发明的，很多核心问题不是由我们来解决的。在向第二个百年奋斗目标进军的新征程中，我们要把核心技术自主创新这个工作做好，建立自己的基础创新知识体系和理论体系。同时，还要加快科技创新人才体系建设。”李波说道。

“稀土资源并不稀少，强优势关键还是在稀土的高值化和均衡化利用、稀土新材料产业的高质量 and 可持续发展。”李波指出。

（来源：中国冶金报社）



干勇：用15年时间实现关键资源和材料自主可控

“我们应树立新的战略目标，围绕矿产及其材料产业供应链在资源供给、科技水平、绿色发展和循环利用等环节的短板，利用15年时间，坚持自主创新，不断优化产业结构，提升质量效益，提高绿色低碳水平，打造一批具有国际竞争力的企业，实现关键资源和材料的自主可控，全面实现我国矿产及其材料产业高质量发展。”11月6日，在第五届中国国际进口博览会期间召开的矿产资源国际高峰论坛上，中国工程院院士干勇以视频形式发表了题为《国家关键矿产及其材料产业供应链高质量发展战略研究》的演讲，对当前国家关键矿产及其材料产业面临的形势、现状与趋势进行了深入解读，并提出了发展思路与建议。

据介绍，关键矿产及其材料产业是指包含资源勘查、采选、冶炼、加工、制造和回收等矿产原材料供给全链条的产业体系。干勇认为，当前，全球新一轮科

技产业革命与应对气候变化行动，为关键矿产及其材料产业发展带来了历史机遇，也提出了新的要求。一方面，新材料与5G、人工智能、智慧城市、新能源、生命健康等新兴产业的发展高度融合，为关键矿产及其材料产业的大发展提供了难得的历史机遇；另一方面，各国应对气候变化的行动在要求关键矿产及其材料产业为全球低碳转型提供所需的铜、锂等资源和材料的同时，还要求产业本身向绿色化、低碳化、循环化发展转型。

我国12种战略性矿产资源对外依存度超70%

“矿产资源是人类社会生存和发展的物质基础，我国目前使用的90%以上的能源、80%以上的工业原材料和70%以上的农业生产资料都来自于矿产资源。”干勇分享的这组数据充分体现了矿产资源的重要性。

他指出，当前，我国关键矿产及其材料产业发展呈现以下特征：一是关键矿产资源及其材料产业规模居全球第一，2020年产值约52万亿元，占我国工业总产值的比例超过1/3。二是关键矿产及其材料产业支撑的下游产业产值近90万亿元，是支撑我国工业化、城镇化发展的基石。三是关键矿产及其材料产业链呈现“中间大、两头小”的发展状态，即产值集中于冶炼加工工业，资源端、新材料端和回收利用端占比均较小。“这种发展态势已不适应我国当前经济社会发展的要求，亟须大力进行调整和改革。”他强调。

干勇将关键矿产及其材料产业分为“资源端—冶炼端—材料端—循环利用端”4个环节，并逐一阐释了发展现状及趋势。

从资源端来看，我国矿产资源消费量占全球的32%，但储量仅占世界的7%，国内供应不足，大部分关键矿产资源依赖进口。“我国战略性矿产中，有21种依

赖进口，其中锆（钎）、铌、铬、锰、镍、高纯石英、钴、铁、钽、铀、铂族、铜等 12 种战略性矿产资源对外依存度超过 70%。”干勇说。

干勇指出，未来，我国矿产资源需求将呈现以下趋势：一是能源需求总量仍将保持增长，并于 2030 年碳达峰后步入平台期。二是天然气、核电、水电、风电、光伏发电等低碳清洁能源需求将持续增长。“2021 年，我国低碳清洁能源消费量为 9 亿吨油当量，预计到 2035 年需求将达到 24 亿吨油当量，增长 1.7 倍。未来 14 年，我国低碳清洁能源消费平均增速或为 7.3%。”干勇预测。三是未来 10 年，我国大宗矿产需求仍将保持高位。中国钢铁需求将在“十四五”时期进入平台期，相应的，铁矿石需求也将高位趋稳。“2021 年，我国铁精矿消费量约为 13.7 亿吨（标矿），未来 10 年将保持在 10 亿吨以上，长期保持世界第一大铁精矿消费国地位。”干勇指出。四是锂、稀土等用于战略性新兴产业的矿产需求将高速增长。“受新能源汽车、风力发电、工业机器人等行业影响，稀土消费将快速增长。2021 年—2035 年，我国稀土消费量将从 21 万吨增长至 100 万吨左右，增长近 3.8 倍。”干勇预计。

从冶炼端来看，我国是冶金产业第一大国，但产业结构不合理，正处于“控总量、调结构、保安全”的关键时期，转型压力大。同时，我国冶金产业总能耗高、碳排放总量大，面临较大的环保压力；冶金产业总体利润水平较低，高端产品产量有待提升。“近 5 年，我国钢铁产业销售利润率保持在 1.5%~3.6%，有色金属产业销售利润率保持在 2.8%~3.7%。”干勇表示，以钢铁产品为例，我国特种钢产量仅占本国粗钢产量的 4%，远低于发达国家，高端产品产量有待提升。

从材料端来看，我国新材料产业生产体系基本完整，产业规模不断壮大，产

业集聚效应明显，区域特色产业集群初步形成。“十几年来，我国新材料产业产值快速扩张，从2010年的0.65万亿元增长到2021年的5.9万亿元，发展成为我国重要的支柱产业。”干勇分享道，同时，研发能力不断提升，创新体系逐步建立，新材料应用水平逐步提高，创造了较大的经济效益和社会效益。

从循环利用端来看，干勇指出：“我国已步入二次金属产业大规模发展阶段，未来，二次金属将逐步成为资源及材料供应的主体。在目前的‘双碳’目标背景下，钢、铜、铝大宗金属二次资源回收利用已进入快速发展阶段，锂、钴、稀土等小金属资源回收尚处于起步阶段。”当前，我国废钢、废有色金属等资源回收规模虽已达到世界第一，但回收率与发达国家相比仍有较大差距，并且我国尚未建立起完善的二次资源循环利用法律法规、相应制度和产品分级分类的标准体系，技术水平、数字化和精细化管理水平亟待提升。

确保战略性矿产“找得到”“采得出”“用得上”

整体来看，当前我国矿产资源行业面临国内供应后劲不足、关键材料自主可控性差、绿色发展水平不足、企业国际竞争力亟待提升、循环利用端发展落后是全链条重要短板等诸多问题。对此，干勇提出了以下3个方面的战略发展思路：

围绕铁、铜、铝、铀、锂、钴、镍、铬、钾盐、锰、金、钽、铌等紧缺基础矿产材料，要通过创新找矿、采矿和选冶理论技术，推进大型勘查开发、绿色智能选冶装备自主化，助推找矿勘查取得重大突破，实现矿产资源规模化、智能化绿色开发利用，大幅度增储扩产，显著提升国内基础材料供给能力，守住重要矿产资源自给自足的战略底线。

围绕新一代信息技术、新能源、生命健康等重点领域所急需的钨、镓、锗、

铈、铋等稀有稀散金属和石化材料，要通过突破材料高质、高纯、高值制备及二次资源回收利用关键技术与装备，提升高端应用保障能力和产业整体竞争力。

围绕稀土、钨钼、石墨、钒钛、萤石等优势矿产资源，要以满足高端应用需求为重点，突破基础材料高质化技术瓶颈，开发与资源特色相适应的关键技术与装备，形成较强的国际竞争力。

“通过以上布局，确保我国战略性矿产资源‘找得到’（勘查）、‘采得出’（采矿）、‘用得上’（基础材料制备），全面支撑国家经济安全、产业安全、科技安全对材料的发展需要。”干勇表示。他提出以下3个方面的发展建议：

一是在体制机制上，成立国家矿产资源统一管理机构，统筹国内、国外矿产资源开发利用；组建矿产资源咨询委员会，对矿产资源安全涉及的重大问题和政策措施开展调查研究，对国内外矿产资源发展进行跟踪和前瞻性研究，提出专业建议；同时，要促进研发模式创新。

二是加快推动相关重点工程及项目落地，包括加快新一轮找矿突破战略行动组织实施，着力开展重点新材料研发及应用重大专项，开展二次资源供给体系构建与能力提升工程，设立矿产资源特区。“我们可以以云南、西藏、新疆、内蒙古为试点，设立矿产资源特区，实行‘矿业优先’，创造良好的矿业投资环境，鼓励企业在特区内进行资源勘查、开发。”干勇指出。

三是要在政策改革上发力，对于矿权办理周期长、难度大，权益金一次性缴纳过高，地质勘查投入不足等制约我国矿业发展的有关政策，要大刀阔斧进行改革；对国际影响大、技术难度高的“材料群”给予长期稳定的支持；建立和完善我国新材料科技创新体系，包括建设材料国家实验室、重组优化材料领域国家重

点实验室等。

(来源：中国冶金报)

杨占峰：加快一流学会建设 助力“稀土大国”迈向“稀土强国”

“这些年来，无论是国内还是国外，对稀土作用的挖掘，对稀土本身元素的研究都非常重视。我国是稀土资源大国，也是稀土生产、应用大国，但一些关键核心技术掌握在美国、日本和欧洲国家手里，特别是高纯稀土的核心关键技术受制于人。党的二十大提出，要加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国，而这些领域的尖端技术都离不开稀土。下一步，中国稀土学会将组织广大稀土科学技术工作人员，在稀土的基础理论研究、原创核心技术的突破上发力，扩大稀土在尖端技术上的应用，助力我国从稀土大国迈向稀土强国。”10月27日，中国稀土学会副理事长兼秘书长、党委副书记杨占峰在接受《中国冶金报》记者专访时，深入阐释了稀土在现代工业发展中的重要性，并介绍了中国稀土学会在促进稀土科学技术发展中所发挥的作用和新时代的发展目标。

要充分认识稀土作为战略资源的重要性

稀土被称为“21世纪战略元素”，其重要性不言而喻。

杨占峰向《中国冶金报》记者介绍道：“稀土元素是镧系的15个元素和同族的钪(Y)和钇(Sc)共17种元素的统称。稀土因其独特的4f亚层电子结构、大的原子磁矩、强的自旋-轨道耦合、丰富的电子能级、多变的配位数，使其形成的化

合物具有十分丰富的磁、弹、热、光、电、催化、生化等功能性质。利用其特性开发出一系列性能优异的永磁材料、软磁材料、磁致伸缩材料、磁致冷材料、光功能材料、储氢材料、催化材料等稀土新材料，是发展高新技术和国防军工不可或缺的关键战略材料。”

“稀土在军事上的应用极为广泛。可以说，没有稀土，就无法制造各种高科技武器装备。此外，在雷达、微波通讯和电子战系统，稀土永磁应用于行波管、磁控管、调速管等器件，实现小型化、轻量化，从而大幅度提高地面固定或移动式雷达、机载火控雷达、电子对抗设备等装备的机敏性和使用寿命。稀土新材料还是新能源汽车、机器人、数控机床、清洁能源的材料基础。高端汽车中稀土新材料部件高达100件以上，汽车产业升级换代需要稀土新材料的支撑。”杨占峰说道。

多年来，稀土这一宝贵资源一直为诸国争抢。美国“关键材料战略”、日本“元素战略计划”、欧盟“危急原材料”和我国均将稀土新材料作为战略研究方向，争夺高端应用领域的稀土新材料核心知识产权。

杨占峰强调，要充分认识稀土作为战略资源的重要性。在建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国的过程中，稀土发挥着不可替代的作用。特别是制造业的高端化、智能化、绿色化发展，都或多或少需要稀土各个元素发挥作用。党的二十大提出，要推动战略性新兴产业融合集群发展，构建新一代信息技术、人工智能、生物技术、新能源、新材料、高端装备、绿色环保等一批新的增长引擎。在这些领域，稀土也是不可或缺的。

“可以说，在全面建成社会主义现代化强国、全面推进中华民族伟大复兴的新时代新征程中，稀土产业发挥的作用更为凸显，因为它在实现国家战略、突破

‘卡脖子’技术方面能够起到四两拨千斤的作用。稀土之所以被誉为‘工业维生素’‘工业黄金’，就是因为通过添加少量的稀土，就能极大改变材料的性能，包括对材料的强度、韧性、高温性能、低温性能都能起到显著作用。”杨占峰说道，“党的二十大提出要加快建设科技强国。我认为，在科技带动整个国家振兴过程当中，稀土科技的发展是极为重要的一个方面。”

中国稀土科技工作者将为建设“稀土强国”做出更大贡献

当前，中国正由稀土大国迈向稀土强国。作为中国稀土科学技术工作人员之家，中国稀土学会将发挥什么样的作用呢？

杨占峰告诉《中国冶金报》记者：“中国稀土学会是中国科协所属的，由全国稀土科技工作者组成的一个学术性组织。我们的会员是从事稀土科研工作的院士、专家，还有一线工程技术人员。目前我们的会员达到了6000多人，其中两院院士18名，研究领域包括稀土的基础理论、应用技术和产业化，对推动我国稀土产业的发展起到了非常重要的作用。”

对于中国稀土学会的职能，杨占峰表示主要包括四大方面：

一是做好关于稀土的科普宣传。“我们通过媒体宣传、举办讲座和培训班、发行科普读物等手段，让民众对稀土在国防军工、生产建设和人民日常生活中所起的作用能够有一个清醒的认识。现在大家谈起铁、铜、铝的用途就很清楚，但谈到稀土，就觉得跟日常生活很遥远。所以我们要大力宣传，让稀土的知识走进家庭、走进校园、走进田间地头。这是我们义不容辞的责任，是我们的任务。”杨占峰说道。

二是为广大稀土科技工作者服务。中国稀土学会聚焦现有的稀土科技工作人员，致力于为他们提供更好的学习平台和学术交流机会。例如，中国稀土学会主

管期刊有4本，包括《中国稀土学报》《稀土》《Journal of Rare Earths》《China Rare Earth Information》，都已跻身国内（国际）一流行列。打造精品稀土会议品牌，进一步提升中国稀土学会学术年会、中国稀土学会青年学术会议、国际稀土开发与应用研讨会和工程技术交流会等会议规模和影响力，每年学会年（办）会参会人数均超过1000人次。完善奖励工作，完成国家奖励办青年科学家奖备案工作，进一步提升稀土科学技术奖、杰出工程师奖的质量和影响力；平均每年评出行业有影响力的科技成果2项以上，向国家推荐稀土人才若干名；力争获得推荐国家科技进步奖和两院院士的推荐资格。成立了26个专业委员会，为每个委员会搭建平台，做好服务。

三是为国家创新战略服务。“党的二十大提出了多项科技发展目标，很多都与稀土学术领域息息相关。围绕国家战略的需求、开发国际前沿技术的需求、人民生活水平提高的需求，我们提出项目，组织科学家进行攻关，解决‘卡脖子’的问题，从而为国家的创新战略做服务。”杨占峰说道。

四是为政府提供决策依据。一直以来，中国稀土学会发挥自身优势，为国家稀土方面政策措施的出台提供依据。各级政府在编制稀土发展战略规划的过程中，中国稀土学会均起到很重要的作用。

谈及中国稀土学会在新时代的发展目标，杨占峰表示：“我们争取在5年之内，将会员发展到1万人，把《中国稀土学报》《稀土》办成世界知名的稀土学术期刊，争取做成稀土学术领域的《柳叶刀》。此外，随着稀土的发展，我们计划增加一些学科交叉的专业委员会，扩大稀土应用专业领域的研究人员队伍。我们力争尽早进入中国科协的一流学会行列，争取得到5A评级。”

“我们拥有丰富的稀土资源，拥有众多热爱稀土的科技工作者，再加上我们

国家集中力量办大事的制度优势，我认为稀土是中国最有希望、最有能力在国际上提升话语权的领域。中国稀土学术界的广大科技工作者，一定不会辜负党和人民的期望，为建设稀土材料强国、稀土产业强国做出更大贡献，让中国稀土走到世界舞台的中央。”对于中国稀土产业的未来，杨占峰信心满满。

（来源：中国冶金报）

加强稀土标准深入研究 树立“中国稀土标准自信”

——专访全国稀土标委会主任委员、稀土标准资深研究专家、有色金属技术经济研究院副院长 马存真

【主持人】马院长您好，非常感谢您接受我们的采访。您从2017年9月起就担任全国稀土标委会主任委员，请您介绍一下近年来我国稀土标准领域发展状况。

【马院长】我们通常会讲，标准首先要配套于产业发展，服务于产业发展，在原材料领域尤其如此。在这个基础之上，在行业里面的某个细分领域，标准可以适当引领产业发展。

稀土产业在我们国家由于它的特殊地位，从上世纪开始，从国家计委、国家发改委到现在的工信部，都把它作为一个特殊的行业进行单独管理。我国的稀土标准化工作起步于上世纪70年代，经过近半个世纪努力，已经建立了一套较为完整的稀土标准体系。

截止到2020年年底，我国稀土领域有200项国家标准、120项行业标准，共320项。其中，国家标准GB 39176-2020《稀土产品的包装、标志、运输和贮

存》、GB 29435-2012《稀土冶炼加工企业单位产品能源消耗限额》(GB 26451-2011《稀土工业污染物排放标准》环保标准)为强制性标准,其余均为推荐性标准。按稀土产业链上、中、下游来划分,目前标准分布主要在上游采选领域、冶炼分离、金属及合金相关标准占比约 70%,稀土加工应用领域标准占比约 30%。这些都是政府标准。

另外,还有市场标准。自 2018 年新的标准化法实施以后,发布了若干项团体标准。我国稀土产业有包头和赣州南北两大主要稀土产业基地,两地稀土产业拥有各自的地方标准,但是体量不大。

以上这些标准目前基本满足了国内生产贸易的需求。

谈到标准服务于产业发展。除了满足生产贸易的需求,也要满足政府管理的需求。这些年我们配合国家稀土管理部门做了很多管理标准,这些标准涉及范围较广,包含产品追溯、包装流通、能耗、安全生产等内容,目前还在研究启动碳排放方面标准。政府要借助于标准化对产业进行管理,这类标准是近年来的一个新特点,覆盖了稀土产业链生产贸易和产业管理的基本需求。

除了国内标准,还应该要谈谈国际标准。我国早在 2000 年前后就提出应成立国际标准化组织(ISO)稀土技术委员会,但未能成功。直到 2015 年,随着稀土的产业格局发生了巨大的变化,我国在国际稀土产业的舞台扮演的角色越来越重要,在国际范围内开展稀土标准化工作终于成为现实。2015 年 9 月,国际标准化组织(ISO)在韩国召开的会议上通过决议,决定成立国际标准化组织稀土技术委员会(ISO/TC298)。中国承担了秘书国,负责秘书处的具体运行,为国际稀土产业的发展做贡献。ISO/TC298 主要工作领域是稀土采选、提纯、分离

和冶炼，并以安全、环保的方式生产稀土化合物和金属等（包括氧化物、盐类、金属和母合金等），作为进一步生产和加工（其他下游产品）的关键原料。

【主持人】“十三五”期间稀土标准领域工作取得了很大的成就，标准化在稀土产业发展中的基础性、战略性作用不断增强。请您谈谈近年来我国稀土领域标准化工作取得了哪些成就？

【马院长】一是建立了相对完善的稀土标准体系。标准实施效益日益增强，覆盖稀土矿山开采、稀土冶炼分离和稀土功能材料及应用等全产业链的标准体系基本建立。标准与国家相关政策配套实施，有效规范了稀土生产与贸易活动。同时，促进了稀土产业资源整合、科技成果转化、产业链延伸等，以标准化助推创新技术和产品市场化、产业化、国际化。

二是研制了一批新材料标准。稀土作为工业维生素，往往是以一种新材料的形式体现在下游应用中，我们在不同阶段研制出的新材料标准，为新材料在下游细分领域的应用做出了很大的贡献。近 10 年来，稀土新材料标准硕果累累，下游标准无论是从数量还是涵盖范围，都是变化最大的，标准数量翻了一倍，涵盖范围从最初的稀土永磁、发光、催化材料，拓展至储氢材料、抛光材料、高纯材料、超细粉材料、陶瓷材料、靶材、晶体材料等。这与我国稀土新材料产业快速发展的趋势完全一致。2020 年发布的 20 项稀土国家标准中，有 6 项稀土新材料标准，发布的 22 项行业标准中，有 11 项稀土新材料标准，国家标准包括重要的稀土发光材料标准以及与稀土永磁材料应用密切相关的标准等。实际上，利用标准化推动稀土新产品在不同应用领域进行实质性的使用，可以促进稀土产品更快更规范的应用到下游中去。

三是制定了一系列服务于政府产业管理的标准。实施稀土战略性资源标准化发展规划，开展重点领域稀土标准的研制，有力地支撑了产业绿色稳定可持续发展。

举两个例子。一个是条文强制国家标准 GB 39176-2020《稀土产品的包装、标志、运输和贮存》，GB 39176-2020 中的第 4 章“标志”与第 7 章“质量证明书”为强制性内容。这两项强制性条款的重要内容是规范稀土矿产品、钕铁硼废料、单一稀土化合物、混合稀土化合物、单一稀土金属、混合稀土金属的标识与质量证明书，要求企业通过标识声明其产品原料来源的合法性，方便国家有关部门核查，配合稀土产品追溯平台，逐步建立稀土产品原料溯源核查机制。另一个是强标 GB 29435-2012《稀土冶炼加工企业单位产品能源消耗限额》，这个标准目前仍在有效实施中。这也是政府的要求，不仅将企业的生产成本纳入考虑范围，还要考虑节约能源和资源。党中央讲“绿水青山就是金山银山”，在“两山”概念以及“双碳”目标的背景下，强制性能耗限额标准门槛和底线的作用充分显现，为我们国家节约能源法等法律的实施做配套，有利助推国家节能减排目标的实现。政府的管理意志，通过这样的强制性标准，实施到企业层面，企业进行反馈，从而形成闭环，标准化服务经济社会发展的效果才能进一步显现。

四是牵头发布了多项国际标准。从 2016 年 ISO/TC298 召开的成立大会到现在，标委会国际委员会已经运行 6 年，成果非常显著，体现在两个方面，一是国际的成员国数量逐渐增多，从最初成立的 7 个成员国，包括中国、加拿大、澳大利亚、韩国、日本、印度、美国，到后来主动加入的英国、丹麦、瑞典，以及我们主动吸收的代表各个区域的俄罗斯、南非、还有巴西，这些国家都在积极参与，

每个成员国都有各自牵头进行的项目，中国也在其中贡献着自己的力量，发挥我们的智慧。二是在成立后的 6 年时间里，ISO/TC298 共发布 6 项国际标准，由我国牵头的两项国际标准 ISO22444.1: 2020《稀土术语第 1 部分：矿产品，氧化物及其他化合物》和 ISO22444.2: 2020《稀土术语第 2 部分：金属及其合金》的发布，成为稀土领域首批发布的国际标准。我国和日本合作发布了包装标志的标准，加拿大和澳大利亚合作发布了稀土溯源的标准，韩国牵头发布了稀土回收的标准，目前发布的 6 项国际标准中，中国牵头的有 3 项。

【主持人】 您认为制约我国稀土标准领域发展的因素主要有哪些？

【马院长】 一是在某些领域标准的研制过程难度较大。国家目前对于标准化工作赋予的责任和想要通过标准化体现的东西越来越多，比如近两年，除了产业管理标准的研制之外，还有绿色制造和智能制造领域的标准。

绿色制造领域的基础标准存在缺失，低碳、智能制造领域标准刚刚起步，绿色制造标准体系设计中基础技术方法存在缺失。绿色设计、绿色工艺、绿色包装、绿色材料的选择以及绿色处理（包含再制造）等技术都是绿色制造所涉及的专题技术，具体的实用技术、软件工具、技术数据等对于绿色制造的实施是必不可少的，由于此类标准不归属于各工业行业类别中，稀土企业也很难提出此类项目。因此，在现有的标准体系设计中并无此类标准规划。低碳、智能制造领域标准还处于起步阶段，由于稀土产业总体规模较小，而且产业链上、中、下游工艺技术差异大，标准研制难度较大。

二是国家标准、行业标准总体立项难度增加。自 2018 年以后，政府标准的立项数量削减严重，对我们做标准的要求和附加的难度均有增加，尤其是产业规

模相对较小的新材料项目，立项尤其困难。

三是缺少国际标准、国外先进标准对标。ISO/TC 298 目前发布的标准数量少，国内外对标仍有难度。目前，我国稀土领域的标准体系在国际上最为全面的，整体上处于国际先进水平，很难借助外力。

四是国际标准人才短缺。我国稀土标准化人才短缺，做国际标准人才更为稀缺，这是制约稀土国际标准发展的一个短板。

【主持人】2019年1月，国家标准化管理委员会、民政部联合印发《团体标准管理规定》的通知，对团体标准的制定、实施、监督等做出了明确规定。请您谈谈稀土行业团体标准的发展情况？

【马院长】自2016年年初国家标准化管理委员会发布《关于培育和发展团体标准的指导意见》至今，总体来说，无论是团体标准发布的数量，还是做团体标准的技术组织，包括协会、联合会、联盟等各类社会组织，在数量上都出现了猛增。但是猛增背后也有很多隐忧，例如发布的团体标准的质量参差不齐。另外，在某些领域甚至冲击了政府标准的效能和作用，这对我们现有的标准化体制机制所起到的作用不利，也是不允许的。我们倡导团体标准要在符合行业利益的前提下自主发展。按照团体标准制定发布的程序、评价准则等管理要求，规范引导团体标准有序、健康发展。

【主持人】目前，我国已经建立了政府主导制定的标准（国标、行标、地标）与市场自主制定的标准（团标、企标）互为补充、衔接配套的新型标准体系，请您谈谈不同类型稀土标准之间该如何协同发展？

【马院长】第一，我们国家要优先发展政府标准。从稀土的战略价值、其产

业发展对于我国乃至全球经济的重要性方面考虑，未来我国稀土标准仍将以国家标准、行业标准为主。对于前沿未形成规模的新材料、跨领域的器件产品类，可考虑优先制定市场标准规范。

第二，政府主导制定的标准与市场自主制定的标准之间要协调发展、协调配套。新的标准化法实施以来，优化了标准的层级，增加了团体标准，明确为国家标准的有益补充。确定了团体标准的法律地位以后，我们要科学的界定政府标准和市场标准之间的界限。但界限不能“一刀切”，比如可以把市场标准中优秀的企业标准转化成团体标准，在符合社会共同利益的前提下，有些企业标准甚至可以直接改造成行业标准和国家标准，这个通道仍然需要畅通。同时也可以把不适宜做国标和行标的标准，以团体标准的形式先发布，培育成熟后再转化成政府标准。标准的协同发展是一个客观整体，政府标准和市场标准实际上是“你中有我，我中有你”的共有状态，所以不能采取断然的“简单化、一刀切”的方式，而是要遵照法律，按照市场规律，做好适当的疏导引领，保障各类标准转化通道的畅通。

【主持人】现如今稀土在世界范围内已经得到了越来越广泛的应用，一旦稀土高科技产品实现国际产业化，那么缺少稀土国际标准不利于中国稀土产业对外贸易的发展，要想使中国从稀土大国转变为稀土强国，稀土标准国际化将发挥关键性作用。您认为全球视野下该如何完善我国稀土标准体系建设，加速推动稀土标准国际化进程？

【马院长】推动稀土标准国际化进程就需要践行“标准国际化战略”，这个战略有三个方面的内容。

第一个是采用国际标准和国外先进标准。对稀土行业来说，国际标准目前大都是由中国牵头制定的，或者是跟其他成员国一起制定的，其他国家也鲜有稀土方面的标准，所以采用国际标准和国外先进标准的过程实际上相对比较简单。

第二个是实质性参与国际标准研制，适时提出体现我国产业优势的国际标准提案。在新形势下，我国还应重视并积极参与其他国际标准项目。我们仍然缺乏集稀土技术、产业发展、标准经验和英语优势的专家，最迫切的工作任务是培养国际标准化工作人才，尽快组建高水平的专家团队，吸引更多国内优势企业参与或牵头国际标准研制。同时，我们要借助于承担国际秘书处的优势，继续发挥ISO/TC298（稀土）国际秘书处、工作组召集人及项目牵头人的作用，为国际稀土标准化工作的开展贡献中国智慧。

第三个是加快制定重要国家标准和行业标准英文版。随着我国稀土贸易的日益增长，国家标准和行业标准在国际贸易往来中的技术支撑和引领作用越来越显著。为适应对外贸易、技术交流与合作的需要，要将我国重要的政府标准和国际上需要认可的标准翻译成英文版，以政府标准的形式发布。国外的客商和用户将更容易接受，同时也具有法律效力，这是让国外快速接受我国标准的捷径。目前，正在推进的国标和行标的英文版共有十几项，有几项已经发布，推动了稀土国际贸易。加快重要的国家标准、行业标准英文版的翻译，实现国内外标准的有效衔接，能扩大中国标准的国际影响力，促进国内外稀土市场接轨。

【主持人】马院长，您同时也是全国有色金属标委会的秘书长，对标其他有色金属标准领域的发展状况，请您谈谈稀土与其他有色金属在标准领域发展的区别？

【马院长】稀土是有色的一个组成部分，有色与稀土同为金属原材料行业，产业发展对标准的需求有诸多共性，例如：新材料标准对于促进产业转型升级的重要性，绿色标准、碳排放标准对于产业可持续发展的重要性等。有色标委会和稀土标委会秘书处由同一家单位承担，秘书处工作人员定期进行交流、学习、借鉴，所以，工作步骤基本保持一致。

由于稀土具有特殊的战略价值，对节能环保及高端装备制造等战略性新兴产业具有重要价值，稀土标准近年来备受关注度。稀土标准借鉴了很多有色标准的成功做法，但同时保留了自己的特色。主要表现在有色与稀土产业规模相差大，标准体量也存在数量级的差异，稀土在吸收了有色先进经验的基础上，基于自身的行业特点和标准化的特点，发展着自己独特的一套体系。

稀土标委会召开的标准培训会，是为了让更多稀土企业了解稀土标准，懂得从企业角度提出标准项目，还要了解如何使用标准，发挥出标准对于产业发展的技术支撑作用。

【主持人】我们相信随着稀土行业的稳定快速发展，国内稀土标准领域的发展会越来越好，能更好的推动稀土产业发展，规范稀土行业的生产。您认为今后几年我国稀土标准领域应该重点开展哪方面的工作？

【马院长】今年是“十四五”的开局之年，站在“十四五”开局的起点上展望，未来5年，稀土标准化工作仍旧将紧紧围绕行业发展需求，全方位地围绕稀土行业转型升级、提质增效、创新发展和绿色发展以及国际化等方面开展工作。

(1) 新材料、质量提升、绿色制造等专项仍然是稀土领域标准化工作的重点。

“新材料”专项重点包括稀土永磁材料、发光材料、储氢材料、催化材料等典型的功能材料领域，也鼓励企业申报稀土晶体材料、助剂材料等新型材料领域标准，要注重检测方法标准与相应产品标准的配套，有规划、成系列的进行标准研制，确保标准实施效果。

“质量提升”专项将重点聚焦复审结论为“修订”的标准，对需要修订的标准进行归类，尽量按类别成系列进行修订，解决重点领域中某个重点产品一揽子应用难题。

“绿色制造”专项将继续注重绿色产品评价设计、绿色工厂、绿色园区等评价标准的研制，特别是在碳排放、稀土资源综合利用领域重要标准的配套研制等方面继续发力，完善标准体系。

“智能制造”专项将是 2022 年稀土标委会的研究方向之一，由于稀土行业体量较其他有色金属、钢铁等行业小得多，智能化程度有限，但是智能化仍是必然发展的方向。

(2) 继续推进标准国际化战略。稀土国际标准研制工作将从第一阶段的熟悉流程、培训建立专家团队、建立稀土术语、包装检测类基础标准，进入建立稀土大宗产品和全面配套的方法标准阶段，我国将广泛参与其他国家提出的各类国际标准的研制工作。鼓励我国稀土产业专业技术人员、科研机构、优势骨干企业积极参与国际标准化活动，培育、发展和推动我国优势技术标准成为国际标准，提升我国对国际标准化工作的贡献度和影响力。

(3) 完善人才培养结构。标准化工作是一项公益性工作，是社会责任的一部分，我们呼吁更多企业积极参与稀土标准化工作，重视标准化人才的梯队建设，

将标准化工作纳入技术管理工作，从战略层面培养标准化人才，提高标准化工作者的专业技能和水平，推进人才战略、切实增强发展后劲。

（4）充分借助各级地方政府的扶持政策。由于标准化工作本身很难体现直接的经济效益，地方政府通过采取补贴企业的措施，反哺于企业发展标准工作，受制于我们不同地区的经济发展水平的差距，各地政府的补助金额不同，各类企业应积极取得各级地方政府的支持，用好各项扶持政策。

（来源：中国稀土）



工业和信息化部召开 2022 年工业绿色低碳发展座谈会

近日，工业和信息化部召开 2022 年工业绿色低碳发展座谈会，深入学习贯彻党的二十大精神，研究部署推动工业和信息化绿色低碳转型和高质量发展。部党组成员、副部长辛国斌出席会议并讲话。

会议指出，党的二十大报告对推动绿色发展作出战略部署，提出加快发展方式绿色转型，深入推进污染防治，提升生态系统多样性、稳定性、持续性，积极稳妥推进碳达峰碳中和，要求统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。全系统要把思想和行动切实统一到党的二十大精神上来，牢固树立绿水青山就是金山银山的理念，站在人与自然和谐共生的高度谋划行业发展，以实际行动确保党的二十大精神落到实处。

会议强调，要坚持积极稳妥、有计划分步骤推动实施工业领域碳达峰行动，

将碳达峰碳中和目标愿景贯穿工业生产各方面和全过程，加快发展方式绿色转型。要坚持两手发力，加快构建绿色低碳技术体系和绿色制造支撑体系，把全面推行绿色制造作为工业和信息化领域“双碳”工作重要抓手，全面提升企业绿色发展能力。要找准方向和重点，全面推动产业结构高端化、能源消费低碳化、资源利用循环化、生产过程清洁化、产品供给绿色化、生产方式数字化等“六个转型”。要多措并举、协同发力，加强先进技术装备推广应用，充分发挥试点示范带动作用，积极创新行业管理和服务手段，不断完善政策措施和标准体系。

（来源：工信部）

冯德莱恩宣称“欧盟须避免陷入中国稀土依赖”

欧盟委员会主席冯德莱恩 10 日在爱沙尼亚表示，欧盟不能像对俄罗斯化石能源那样依赖中国稀土。不过，欧盟委员会负责经济事务的执行副主席瓦尔季斯·东布罗夫斯基斯 11 日在柏林发表讲话时说，与中国“脱钩”不是欧盟企业的选项。“欧盟应该继续以务实而不幼稚的态度与中国接触。我们的贸易关系需要更多的平衡和互惠。”他呼吁更多地关注更好的风险管理和多样化，而不是分离。

据土耳其阿纳多卢通讯社 10 日报道，冯德莱恩是在爱沙尼亚塔林数字峰会上发表上述观点的。她说，欧盟必须“避免陷入对中国的依赖，就像对俄罗斯的石油和天然气依赖一样”。这就是欧盟委员会致力于推出《欧洲关键原材料法》的原因，目的是使欧盟的锂和其他稀土供应链朝着“值得信赖的合作伙伴”实现多元化，并进行战略储备。

中国是欧盟最大的稀土供应国，满足了欧盟 98% 的稀土进口需求。为摆脱

“对中国稀土的依赖”，欧盟此前已采取一系列措施，包括 2020 年底成立的欧洲原材料联盟，以减轻欧盟对进口的依赖，并在成员国之间流通关键材料。今年 9 月 14 日，冯德莱恩宣布了《欧洲关键原材料法案》，该法案强调将明确“整个供应链上的战略项目”——包括开采、提炼、加工和回收——以便在“供应面临风险”的行业积累战略储备。

北京外国语大学国际关系学院国际问题专家卓华对《环球时报》表示，冯德莱恩的讲话有两个背景：一是欧盟近几年追求科技和经贸领域的战略自主，推动原材料等关键战略资源供应链的多元化本来就是这一战略布局的优先事项；二是欧盟越来越从竞争视角看待中欧关系，并且有意识地与美国协调对华经贸和技术竞争。

（来源：环球时报）

加拿大稀土加工中心准备扩大规模

伦敦，10 月 7 日（阿格斯）——加拿大西部的两个稀土项目打破了数十年来的行业僵局，为日益增长的电动汽车和海上风电行业创建了稀土加工中心。

在经历了漫长的中断之后，加拿大稀土项目中心设立，成为了新能源浪潮的先锋。而美国的稀土中游分离加工项目进展迅速，正全力保障并应对电动汽车和可再生能源的技术转移所需要的稀土原料。

该中心位于萨斯喀彻温省萨斯卡通的一个工业综合生产区域，包含两个工厂——一个由澳大利亚稀土矿商 VitalMetals 拥有和开发，另一个由萨斯喀彻温政府资助，由萨斯卡通省研究委员会管理和运营。

委员会总裁 MikeCrabtree 表示：“我们的工厂使用大量水和化学品，但与其

他司法管辖区不同，不会产生任何的液态废料。”

VitalMetals 建造的工厂正在将其位于加拿大西北地区的 Nechalacho 矿床中的氟碳铈矿稀土精矿加工成混合碳酸稀土，出售给欧洲和美国的客户。Vital 是世界上最大的稀土矿供应商，也是少数几个在中国境外投产的矿业公司之一。该项目从矿山建设发展到稀土中间产品的速度极快。

Vital 预计在未来几个月内为承购伙伴挪威 REEtec 生产 2.5 吨碳酸盐样品，到 2024 年底，混合稀土碳酸盐中的氧化镨钕一期年产能将达到 474 吨，到 2025 年，二期年产能将达 948 吨。8 月份完成的 4500 万澳元（2900 万美元）的股份配售也将用于开发位于 Nechalacho 的更大的 Tardiff 矿床，为试运行和产能提升提供了全部资金。今年 4 月，Vital 从加拿大就业和增长基金获得了一份 500 万加元（370 万美元）的资金协议，用于投资萨斯卡通加工厂。

政府干预

萨斯卡通温省研究委员会旨在为加拿大矿业公司提供中游加工能力支持，以加工独居石，这是一种特别难加工的富含稀土的矿物。

MikeCrabtree 说：“2019 年，我们与政府就稀土战略储备进行了合作，一旦我们有了稀土中游的加工能力，矿业公司的资源才不会流向其他国家。”

独居石是磁材生产所需轻稀土和重稀土的宝贵原料来源，但加工它需要处理放射性材料的能力。西半球唯一的独居石生产商是美国的铀生产商 EnergyFuels（EF），该公司于 2020 年开始在犹他州开采独居石，生产混合稀土碳酸盐。EF 将碳酸盐出售给加拿大公司 NeoPerformanceMaterials，该公司在爱沙尼亚的轻稀土工厂将其分离为镨钕和其他产品，出售给客户。

萨斯卡通温省研究委员管理下的稀土工厂将于 2024 年底完成试运行，产能

为 3000 吨/年独居石精矿，其中稀土氧化物含量为 60%，每年稀土氧化物分离能力达 1500 吨，包括 300 吨/年氧化镨钕。将混合稀土碳酸盐分离成氧化物的溶剂萃取装置是其独立开发的，不依赖于海外设备，因此不受任何现有或未来出口限制的约束。

该工厂从独居石精矿到稀土金属形成了完整的垂直产业链，刚刚生产了第一批 100 公斤的稀土金属。调试后，其金属产能将达到 300 吨/年，足以满足 50 万辆电动汽车的磁力电机。该项目下一步可能会进一步向下游发展，进入磁性合金和磁粉领域，这些材料可以适应不同的磁体配方，并直接出售给磁体制造商。

行业专家一致认为，发展区域磁铁制造能力至关重要，因为它是最终的稀土消费者，并创造了整个价值链的需求。

（来源：CBC 金属网）



剑桥大学发现稀土永磁潜在替代品

据外媒报道，英国剑桥大学科学家的研究有了新进展，他们可以在不使用稀土金属的情况下，制造用于风力涡轮机和电动汽车的磁性材料。

据该报道，剑桥大学的一个团队和来自奥地利的合作者发现了一种制造新型磁性材料铁-镍（*tetrataenite*）的新方法，根据该大学的一篇研究论文，这可能成为稀土永磁的替代品。

根据中国科学院此前公布的资料显示，*Tetrataenite* 由 50% 的铁和 50% 的镍组成，铁和镍原子交替排列，为规则的周期性晶体结构。它产生一种硬磁，即磁化方向不会轻易改变，其磁性能接近稀土磁体。

在此之前，*tetrataenite* 只能通过在实验室中，依靠一些非商业化方法制造。

但剑桥大学的研究人员最新发现，通过添加常见元素磷，有可能批量生产 tetrataenite。

目前，研究人员希望与主要磁铁制造商合作，以确定 tetrataenite 是否适用于高性能磁铁。如果剑桥大学发现的这种生产工艺在商业上被证明可行，它可能会替代稀土永磁在电动汽车、风力涡轮机等领域的应用，中国在全球稀土市场的主导地位可能会受冲击。目前中国占全球稀土供应的 80%以上。

剑桥大学材料科学与冶金系的格里尔（ Lindsay Greer ）领导了这项研究，他在论文中表示：其他地方也有稀土矿床，但采矿作业具有高度破坏性。你必须提取大量的材料才能获得少量的稀土。由于对环境的影响，以及对某些国家的严重依赖，人们迫切需要寻找不需要稀土的替代材料。

随着电动汽车等行业快速发展，近年来全球对稀土的需求与日俱增。美国总统拜登今年早些时候就曾表示，支持提高稀土产量，而欧盟外交部也本月表示，欧盟应使供应链多元化，包括稀土金属的供应链。

（来源：财联社）

宁波材料所在荧光纳米微球生物标记探针及 POCT 应用方面取得系列进展

准确、高灵敏且快速的检测技术（Point of Care Testing, POCT）是疾病诊断、食品安全、环境监测等生命健康相关领域的重要保障。检测技术包括信号（光、电、磁等）产生单元、分子识别单元、信号输出单元三个模块及相关试剂与分析平台，其中，信号产生单元是检测技术研发的核心，主要涉及生物标记探针，其决定技术原理与灵敏度。凭借高灵敏、可视化、无损检测的优势，荧光技术在 POCT 领域获得了广泛的认可。然而，生物样本中背景荧光、散射光等光学干扰会显著降低信噪比，导致其在低丰度靶标的样本检测上受限。针对上述问题，中国科学院宁波材料技术与工程研究所基因与体外诊断技术团队郑建萍研究员和王宇辉副研究员在新型荧光纳米微球标记探针及其快速检测应用方面取得系列进展。

近红外激发的稀土上转换发光技术可有效避免待检样本中背景荧光等光学干扰，显著提高灵敏度。但是，上转换发光纳米微球（UCNPs）的水溶性修饰与生物功能化会导致表面状态的改变与荧光衰减。针对该问题，团队发展了一种超分子（葫芦脲[7]）自组装修饰 UCNPs 的技术，其提高了 UCNPs 的水溶性、光稳定性及抗体锚定效率。作为一种标记探针，超分子功能化的 UCNPs 在免疫层析检测卡中表现出明显的竞争优势，对达氟沙星抗生素和大肠杆菌（O157:H7）的检出限分别达到 0.04ng/mL, 7×10^2 cfu/mL，最终成功应用于牛奶样本中靶标的现场快速筛选（图 1）。

分子信标是一种基于荧光共振能量转移（FRET）的均相核酸检测技术，具

有设计简单、特异性好的优势，其灵敏度取决于荧光供体的光学性能及供受体间的能量转移效率。针对常见分子信标存在的背景干扰、灵敏度偏低及有机磷光供体分子水溶性差等问题，团队发展了一种新型的近红外长余辉分子信标探针检测技术（图2）。利用样本中本底荧光与长余辉探针（PLNPs）在寿命上的差异，时间分辨技术可彻底消除背景信号。所构建的长余辉分子信标对 miR21 的检测灵敏度达到 0.086nM，比近红外商用染料探针高 1-2 个数量级，并成功应用于血样与胞内 miR21 水平的实时快速、定量筛选，充分展示了长余辉时间分辨技术在生物检测上的优势。

尽管上述具备特殊发光性质的长余辉/上转换发光纳米材料与在克服背景干扰，提高检测信噪比方面具有独特优势，但是，存在光量子效率低、需要特定激发光源或检测器等局限，使得相关便携式荧光定量分析仪的开发成本显著提高。荧光碳点凭借制备简单、发光性能好、化学惰性、易表面修饰等优点，是一类有潜力和竞争力的标记材料。然而，碳点的极小尺寸（<5nm）会带来两个问题，一是表面有限的生物修饰位点，且生物偶联时会存在单个抗体同时偶联上多个碳点而导致荧光淬灭；二是单个碳点的荧光强度整体相对偏弱。

针对上述问题，团队在前期荧光碳点标记探针及分析应用的研究基础上（Biosens. Bioelectron., (2017, 90, 501; 2017, 97, 150); Anal. Chem., 2017, 89, 5542; Nanoscale (2018, 10, 17834; 2018, 10, 1532); Chem. Eur. J., 2018, 24, 4703; Analyst, (2019, 144, 468; 2020, 145, 2982.)), 分别基于碳化交联与介孔硅负载技术，合成制备了荧光碳纳米微球（FCNBs）和碳点-介孔硅共价复合荧光微球（CD-MSNs），并开展了其在免疫标记分析中的应用研究。FCNBs 以有机小分子与枝状聚乙烯亚胺（PEI）为原料，通过溶剂热一步碳化交联而获得，其制备简

单、水溶性好、尺寸均匀（50-70nm）、光量子效率高（90.1%）、表面具有丰富的功能基团，特别适宜生物标记。基于免疫亲和与核酸适体分子识别原理（图 3），分别设计和构建了基于竞争法和夹心法检测黄曲霉毒素 1（AFB1）与金黄色葡萄球菌（*S. aureus*）的荧光层析技术与试纸条，相应的定量检出限分别达到 0.01ng/mL、102cfu/mL，比现有胶体金、商用荧光微球低 1-2 个数量级，相关研究成果 “An Emerging Fluorescent Carbon Nanobead Label Probe for Lateral Flow Assays and Highly Sensitive Screening of Foodborne Toxins and Pathogenic Bacteria ” 为题，发表在 *Analytical Chemistry*, 2022, 94, 11514-11520 (<https://doi.org/10.1021/acs.analchem.2c01430>)。CD-MSNs 利用介孔硅独特的孔道结构，共价负载高密度的硅烷化碳点，显著提高了探针的荧光强度，且有效避免包埋微球中常出现的荧光泄露问题。该荧光微球尺寸均匀（240 nm）、分散性好、易表面功能化，同样适用于生物标记。基于免疫识别原理（图 4），分别制备了 AFB1 与 *S. aureus* 的试纸条，相应的定量检出限达到 0.05ng/mL、102cfu/mL，可实现单液滴下 1 个 *S. aureus* 菌落的检出，相关研究成果以“An ultrasensitive lateral flow immunoassay platform for foodborne biotoxins and pathogenic bacteria based on carbon-dots embedded mesoporous silicon nanoparticles fluorescent reporter probes” 为题，发表在 *Food Chemistry*, 2023, 399, 133970 (<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133970>)。上述荧光检测卡均成功应用于食品样本（牛奶、肉制品、花生、豆类等）中污染因子的高灵敏、快速筛选。

以上研究得到浙江省自然科学基金（LY20B050003）、宁波市 3315 创新团队项目（2019A-14-C）、宁波市科技攻关重大专项（2016C50009，2018B10054）等项目的资助。此外，南昌大学食品科学与技术国家重点实验室赖卫华教授、上海

理工大学周化岚博士、中国农科院油料所李慧副研究员等合作者参与了部分工作。

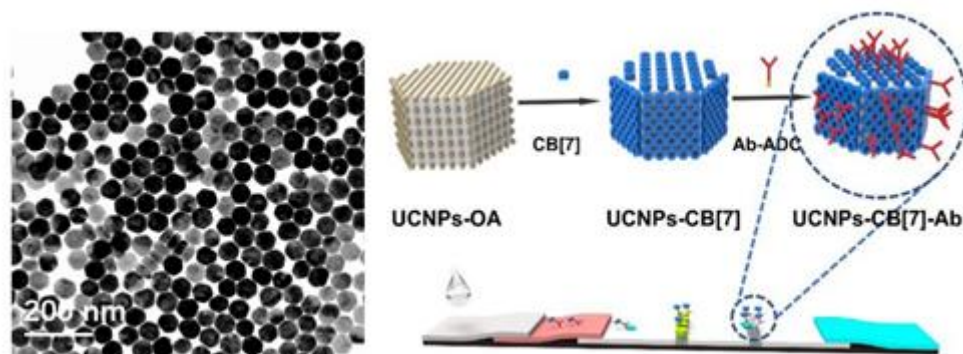


图1 稀土上转换发光粒子及其免疫层析技术构建示意图

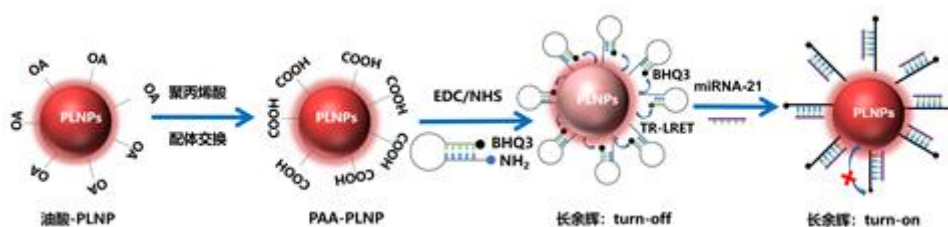


图2 长余辉分子信标探针的构筑与 miR21 传感原理示意图

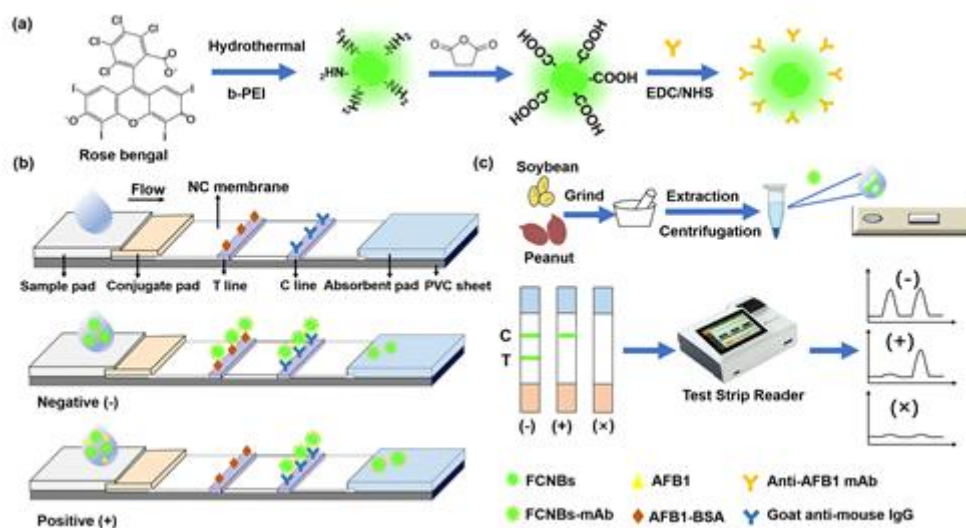


图3 FCNBs 探针制备、竞争法检测 AFB1 原理及实际样本筛选应用

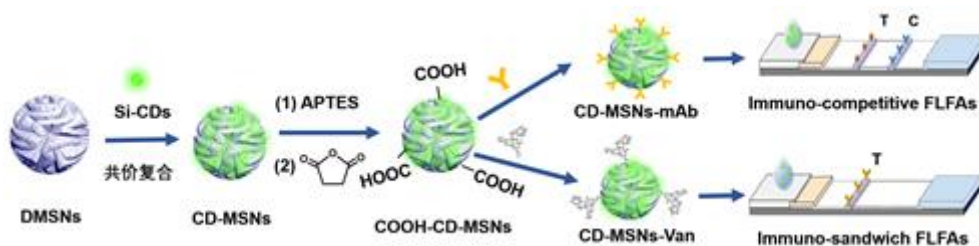


图 4 碳点-介孔硅共价复合荧光微球标记探针构建及其免疫层析应用

(来源：宁波材料所)

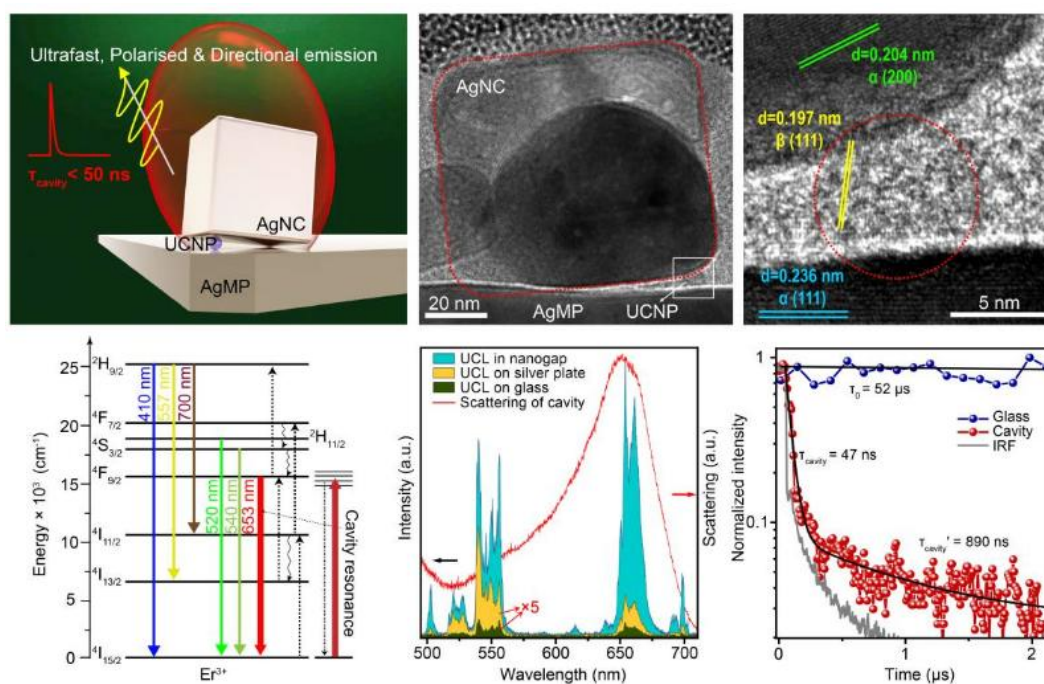
陕西师范大学在《自然·光子学》发表题为“稀土离子的亚 50 纳秒超快上转换发光”的文章

近日，陕西师范大学物理学与信息技术学院郑海荣教授和张正龙教授带领的纳米光学团队在国际著名科研期刊《自然·光子学》(Nature Photonics)发表了题为“稀土离子的亚 50 纳秒超快上转换发光”(Sub-50-ns ultrafast upconversion luminescence of a rare-earth-doped nanoparticle)的文章，文章介绍了该团队在纳米光学和稀土发光领域取得的重大突破，该成果被选为 Nature Photonics2022 年 9 月期的封面文章。我校为第一且唯一通讯单位，物理学与信息技术学院光学专业硕博连读研究生陈环同学为第一作者，张正龙教授和郑海荣教授为共同通讯作者。

该项研究工作利用等离子体倾斜纳米光腔，首次将稀土离子 f-f 电子跃迁的荧光发射寿命从之前报道的微秒量级压缩至 50 纳秒以内，并获得了三个数量级的量子产率增强。同时，借助等离子体倾斜纳米腔的非对称结构以及手性光子局域态密度增强，发现了远场定向发射及可调手性上转换发光等新现象。

稀土离子的荧光发射被广泛应用于高品质显示、量子存储、生物成像等领域。

但由于其荧光发射寿命较长（微秒到毫秒量级），限制了其众多优异性能的发挥，难以满足光互连和量子通信高频操控的需求。如何将稀土离子发光寿命压缩到与量子点及有机分子等发光材料可比拟的纳秒量级，是目前国际上稀土离子发光领域研究者努力解决的重要科学问题。近年来，国内外许多研究者致力于压缩稀土离子发光寿命研究，但一直未能达到纳秒量级。郑海荣教授和张正龙教授团队，基于在等离激元光子学和稀土掺杂发光学方面的研究积累，设计了一种新型纳米光腔耦合稀土掺杂纳米颗粒体系，实现了将稀土离子荧光发射寿命压缩至纳秒级的重要突破。研究结果对拓展稀土掺杂发光体系在新一代纳米光子器件上的应用，推动相干单光子源、量子通信和纳米激光器的发展等具有重要作用。



等离激元倾斜纳米光腔调控超快上转换荧光发射

(来源：陕西师范大学)

国家发改委、商务部：鼓励外商投资产业目录包含 有色金属冶炼

近日，国家发改委、商务部发布《鼓励外商投资产业目录（2022年版）》，经国务院同意，国家发展改革委、商务部于2022年10月28日公开发布第52号令，全文发布《鼓励外商投资产业目录（2022年版）》（以下简称《鼓励目录》），自2023年1月1日起施行。

有色金属冶炼和压延加工业 高新技术有色金属材料及其产品生产：高温超导材料，记忆合金材料（钛镍、铜基及铁基记忆合金材料），超细（纳米）碳化钨及超细（纳米）晶硬质合金，超硬复合材料，贵金属复合材料，轻金属复合材料，新一代信息技术产业、航空航天装备、电力装备、先进轨道交通装备、生物医药及高性能医疗装备、海洋工程装备及高技术船舶、节能与新能源汽车、高档数控机床及机器人、农机装备、节能环保领域用高性能轻金属及铜合金材料深加工，泡沫铝，原子能级海绵锆，钨及钼深加工产品。

符合稀土新材料要求的稀土高端应用产品加工。

高性能铝钛硼晶粒细化剂生产。

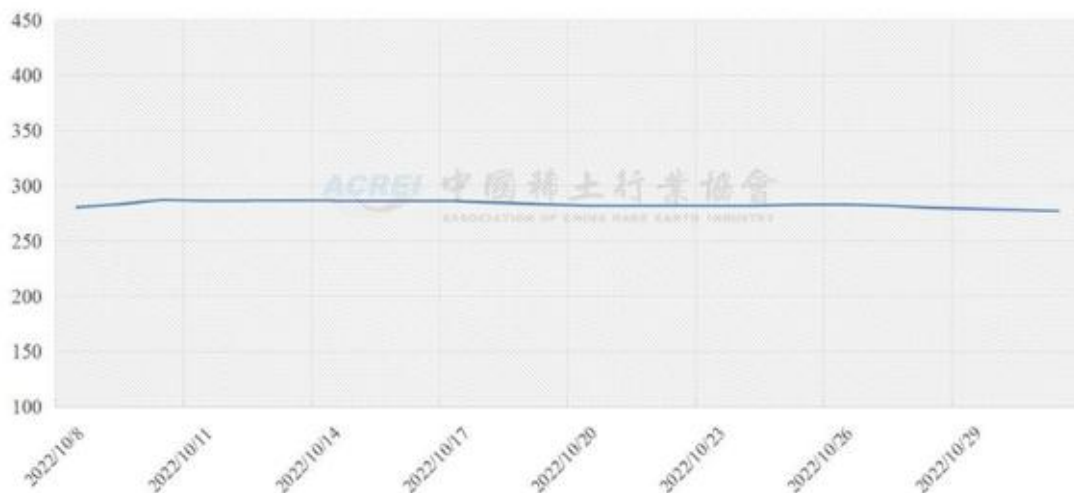
（来源：国家发改委）

2022 年 10 月稀土价格走势

一、稀土价格指数

10 月份，稀土价格指数基本保持平稳，略有下行。本月平均价格指数为 283.5 点。价格指数最低为 10 月 31 日的 277.2 点，最高为 10 月 10 日的 287.3 点。高低点相差 10.1 点，波动幅度为 3.6%。

2022年10月稀土价格指数走势图



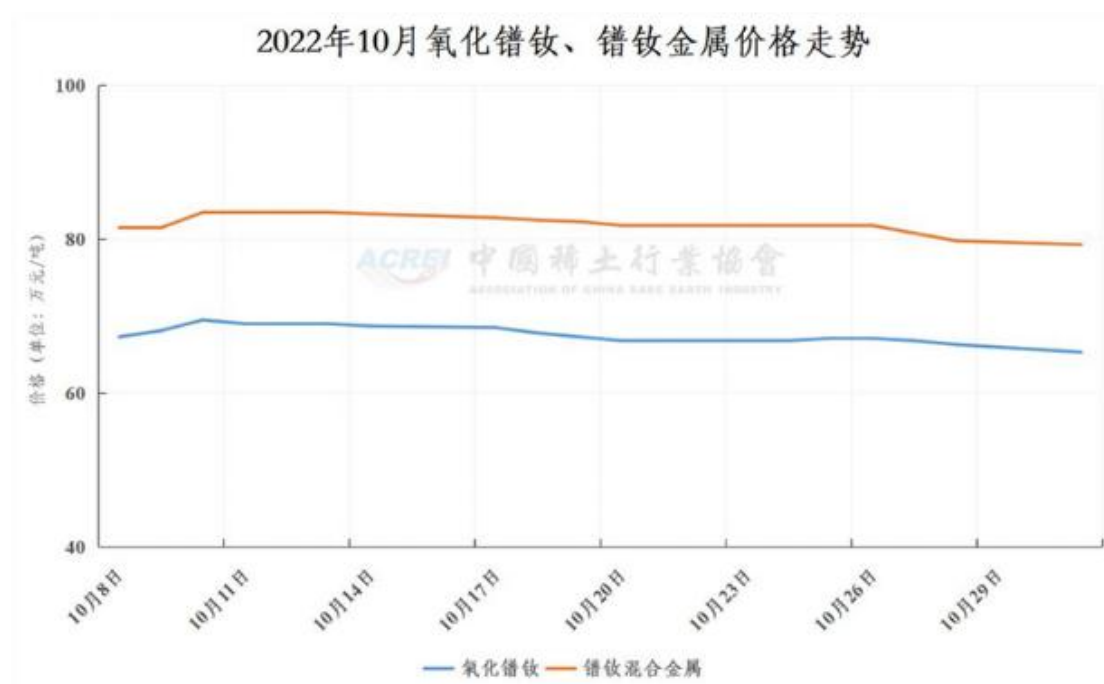
二、中钇富铈矿

中钇富铈矿 10 月份均价为 28.56 万元/吨，环比上涨 3.48%。

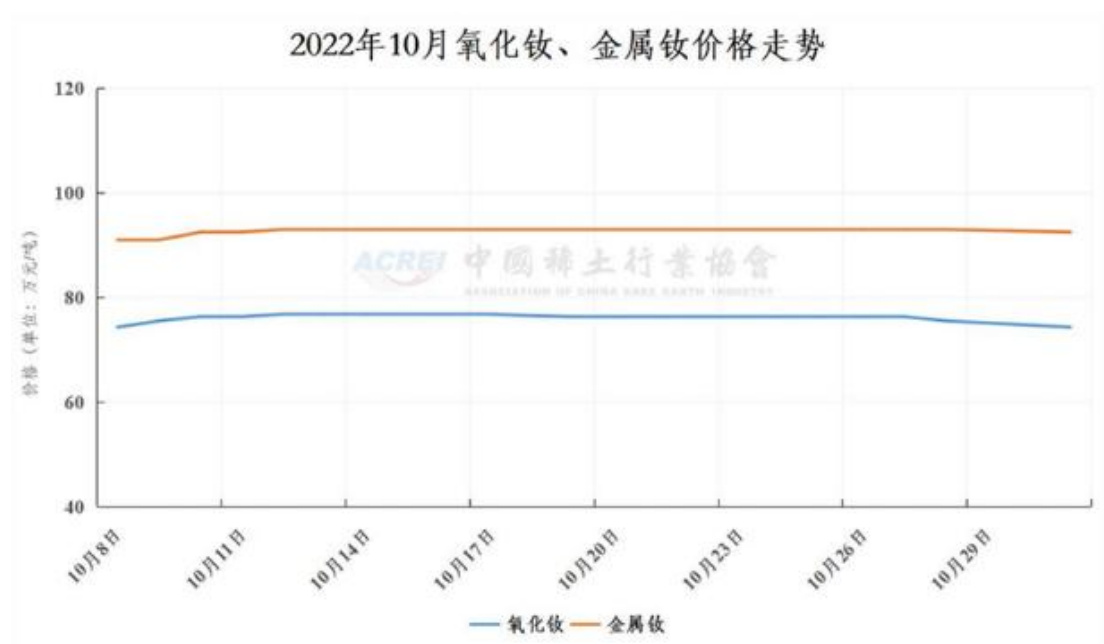
三、主要稀土产品

（一）轻稀土

10 月份，氧化镨钕均价为 67.62 万元/吨，环比上涨 8.5%；金属镨钕均价为 82.04 万元/吨，环比上涨 8.4%。



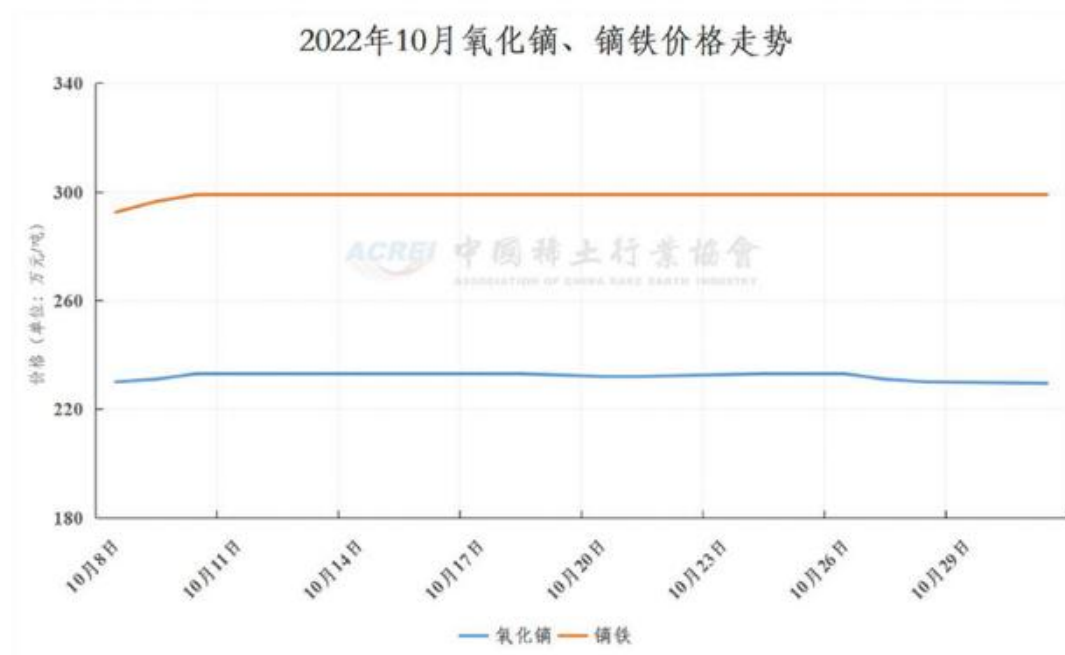
10月份,氧化钕均价为 76.11 万元/吨,环比上涨 12.0%;金属钕均价为 92.69 万元/吨,环比上涨 10.4%。



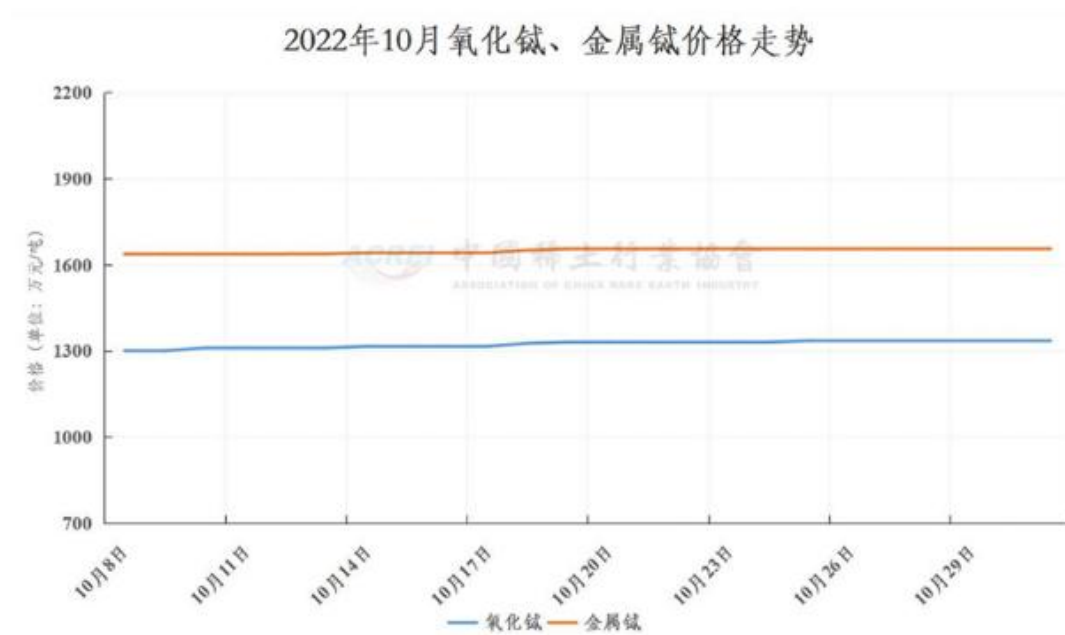
10月份,氧化镨均价为 73.75 万元/吨,环比上涨 9.3%。99.9%氧化镧均价为 0.70 万元/吨,环比下跌 6.4%。99.99%氧化铈均价为 19.80 万元/吨,环比与上月持平。

（二）重稀土

10月份，氧化镝均价为232.11万元/吨，环比上涨5.1%；镝铁均价为230.97万元/吨，环比上涨5.3%。



10月份，99.99%氧化铽均价为1321.64万元/吨，环比上涨3.1%。金属铽均价为1647.22万元/吨，环比上涨0.5%。



10 月份，氧化钬均价为 71.94 万元/吨，环比上涨 19.1%，钬铁均价为 73.44 万元/吨，环比上涨 18.0%。



10 月份，99.999%氧化铈均价为 6 24 万元/吨，环比下跌 3.4%。氧化铒均价为 25.64 万元/吨，环比上涨 1.1%。

表 1：2022 年 10 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	9 月平均价	10 月平均价	环比
氧化镧	≥99%	7.48	7.00	-6.42%
氧化铈	≥99%	8.00	8.00	0.00%
氧化镨	≥99%	674.86	737.5	9.28%
氧化钕	≥99%	679.81	761.11	11.96%
金属钕	≥99%	839.86	926.94	10.37%
氧化钐	≥99.9%	20.00	18.89	-5.55%
氧化铕	≥99.99%	198.00	198.00	0.00%
氧化钇	≥99%	305.76	374.28	22.41%
钇铁	≥99%Gd 75%±2%	293.67	355.83	21.17%
氧化铽	≥99.9%	12815.00	13216.39	3.13%
金属铽	≥99%	16391.43	16472.22	0.49%
氧化镱	≥99%	2209.52	2321.11	5.05%
镱铁	≥99%Dy80%	2193.57	2309.72	5.30%
氧化钬	≥99.5%	603.90	719.44	19.13%
钬铁	≥99%Ho80%	622.14	734.39	18.04%

市场行情

氧化铒	≥99%	253.67	256.39	1.07%
氧化镱	≥99.99%	96.57	96.00	-0.59%
氧化镨	≥99.9%	5616.67	5727.78	1.98%
氧化钇	≥99.999%	64.62	62.44	-3.37%
氧化镨钕	≥99% Nd ₂ O ₃ 75%	623.33	676.22	8.49%
镨钕金属	≥99%Nd75%	756.76	820.44	8.41%

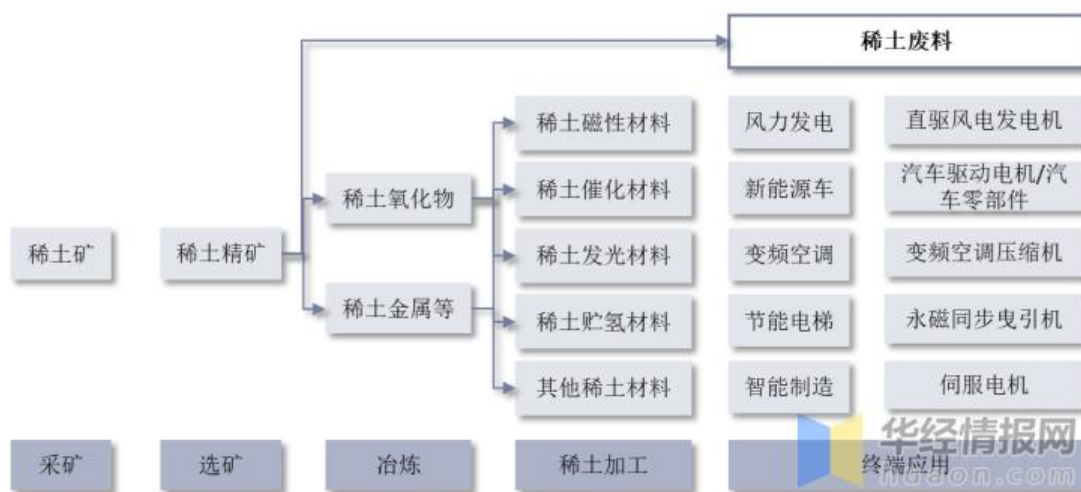
(来源：中国稀土行业协会)

中国稀土废料回收行业现状及前景

一、稀土回收综述

稀土产业链可分为上游开采、中游冶炼、下游加工和终端应用4部分，稀土资源经开采后获得稀土矿石、稀土精矿、碳酸稀土、氯化稀土等，经冶炼得到稀土化合物、稀土氧化物、单一稀土金属、稀土金属合金等，再经加工得到稀土磁性材料、稀土催化材料、稀土发光材料、稀土贮氢材料等多种产品，广泛应用于风力发电、新能源车、变频空调、节能电梯、智能制造等行业中。

稀土废料回收利用是稀土供给的重要补充。作为不可再生的矿产资源，随着近年来稀土矿被大量开采，全球稀土储量越来越少。中国等稀土储量大国近年来加强了对稀土资源和环境的保护，稀土开采和供应正在减少。在稀土资源开采总量得到保护性控制，而市场应用需求量却持续稳定增长的背景下，稀土回收企业通过对稀土永磁材料生产过程中产生的钕铁硼边角废料进行回收、加工，生产出再生稀土氧化物，使得稀土废料回收利用成为了稀土供给的重要补充。



二、稀土回收行业政策梳理

近年来，国家对稀土资源的开采实行指令性计划，进行保护性开发，并提出了逐步提高稀土资源利用率的政策要求。在资源开采总量得到保护性控制和市场应用需求量稳定的市场形势下，发展循环经济、提高资源综合利用率成为唯一可行的模式。因此，从各种含稀土的工业废料、渣料中提取利用稀土元素，转化成工业形态的稀土产品，对实现我国稀土资源可持续利用、节约能源和保护环境，具有重要意义。

近年来中国稀土废料回收行业相关政策梳理

发布时间	政策文件	主要内容
2008.08	《循环经济促进法》	明确提出国家鼓励和推进废物回收体系建设，地方人民政府应当按照城乡规划，合理布局废物回收网点和交易市场，支持废物回收企业和其他组织开展废物的收集、储存、运输及信息交流。同时，国家对促进循环经济发展的产业活动给予税收优惠。
2011.03	《产业结构调整指导目录（2011年本）》	将有色金属产业的高效、节能、低污染、规模化再生资源回收与综合利用列入鼓励类项目。
2011.05	《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》	发展循环经济，加强尾矿资源和稀土产品的回收再利用，提高稀土资源采收率和综合利用水平。
2012.06	《中国的稀土状况与政策》白皮书	中国大力支持发展循环经济，积极开展稀土二次资源回收再利用。鼓励开发稀土废旧物收集、处理、分离、提纯等方面的专用工艺、技术和设备，支持建立专业化稀土材料综合回收基地，对稀土火法冶金熔盐、炉渣、稀土永磁废料和废旧永磁电机、废镍氢电池、废稀土荧光灯、失效稀土催化剂、废弃稀土抛光粉以及其他含稀土的废弃元器件等二次稀土资源回收再利用。
2015.06	《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》	“稀土产品加工废料，废弃稀土产品及拆解物”被列入目录，从事该类资源综合利用的企业可申请享受增值税即征即退政策，退税比例为30%。
2016.05	《关于推进再生资源回收行业转型升级的意见》	以加快转变发展方式、促进行业转型升级为主线，顺应“互联网+”发展趋势，着力推动再生资源回收模式创新，推动经营模式由粗放型向集约型转变，推动组织形式由劳动密集型向劳动、资本和技术密集型并重转变，建立健全完善的再生资源回收体系。
2016.06	《稀土行业发展规划（2016-2020年）》	发展循环经济，加强尾矿资源、伴生资源的综合利用，研发废旧稀土产品再利用成套技术，建立健全回收制度，完善稀土回收利用体系，提升稀土资源综合利用水平。
2016.12	《关于加快推进再生资源产业发展的指导意见》	提出以废钢铁、废有色金属、废塑料、废纸、废旧轮胎、废弃电器电子产品、报废机动车、废旧纺织品为重点领域，开展重大试点示范，着力推进供给侧结构性改革，以再生资源产业转型升级为主线，以创新体制机制为保障，加强法规标准建设，提升产业技术装备水平，提高再生资源产品附加值，加快推动再生资源产业绿色化、循环化、协同化、高值化、专业化、集群化发展，推动再生资源产业发展成为绿色环保产业的重要支柱和新的经济增长点。

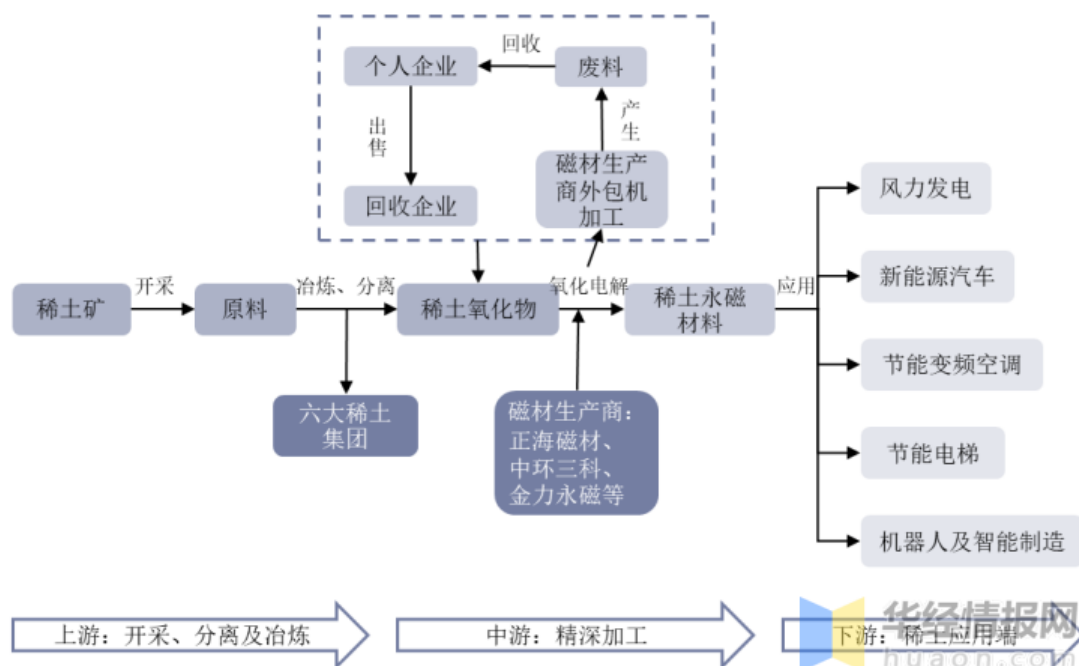
2017.04 《循环发展引领行动》

提出以资源高效和循环利用为核心，大力发展循环经济，强化制度和政策供给，加强科技创新、机制创新和模式创新，激发循环发展新动能，加快形成绿色循环低碳产业体系和城镇循环发展体系。

制表：华经产业研究院（www.huaon.com）

三、稀土回收产业链

当前稀土回收利用行业主要的磁材废料来源于磁材生产商的机加工环节，这一环节大约会产生占总产出 30% 的材料损耗，主要由个体户进行收集，此外磁材生产的熔炼、制粉、烧结等环节也会产生一定的损耗，如能全部利用，则未来整体回收料的占比有望提升到产出 50% 的水平。具体产业链情形如下：



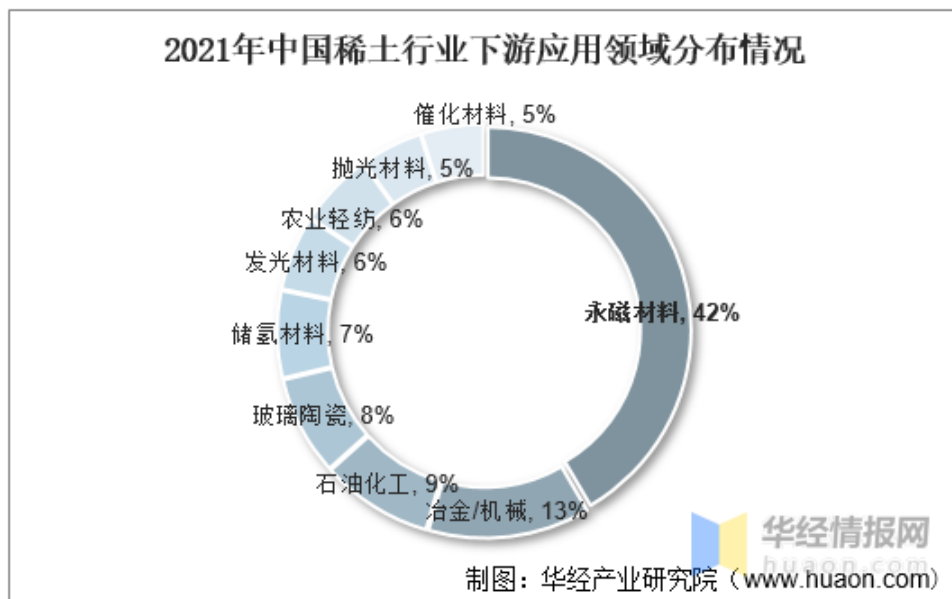
四、稀土回收行业现状分析

1、稀土市场现状

从稀土产量情况来看，我国是稀土矿第一大生产国，产量占全球总产量 60%。截至 2021 年末，据 USGS 数据，中国稀土矿产量为 16.8 万吨，产量位居全球第一，占全球总产量 60%。



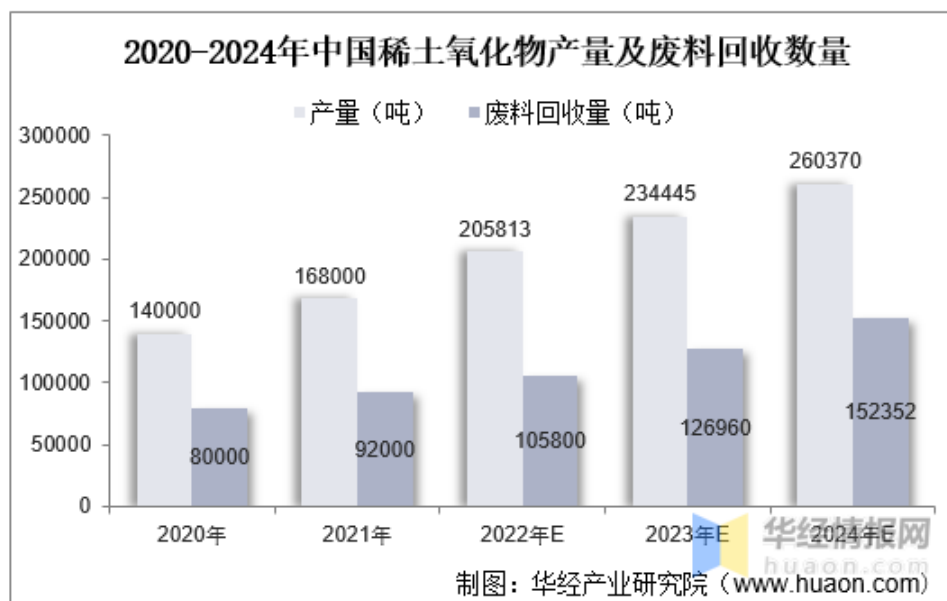
从下游应用情况来看，2021 年我国稀土主要应用在永磁材料、冶金/机械、石油石化等领域。其中永磁材料是稀土下游最大消费板块，2021 年在消费结构中占比 42%。



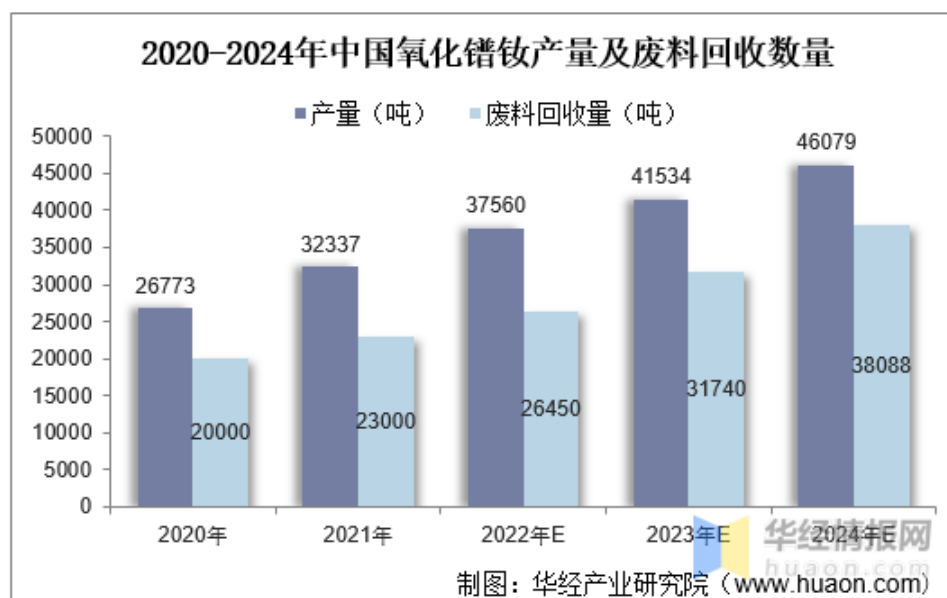
2、稀土市场回收现状

从稀土回收行业现状来看，据统计，2021 年中国稀土氧化物产量为 168000 吨，稀土市场废料回收为 92000 吨。预计 2024 年稀土氧化物废料回收达到 15.2

万吨。



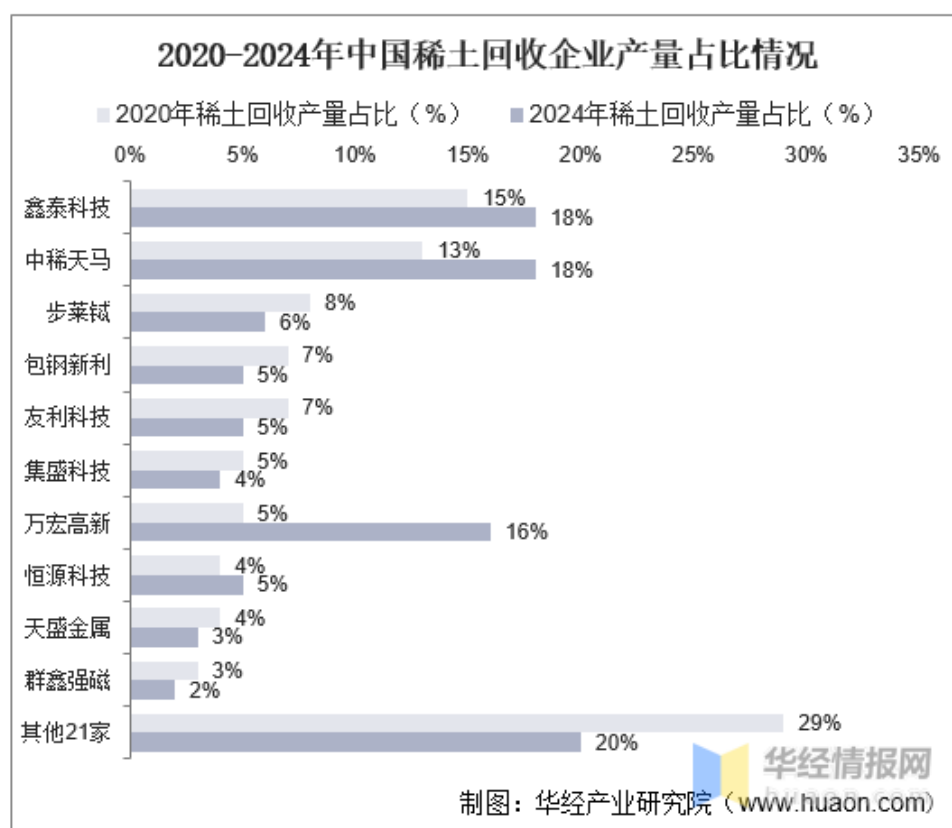
从细分品种氧化镨钕市场来看，据统计，2021 年中国氧化镨钕产量为 32337 吨，稀土市场回收量为 23000 吨，行业总供给为 55337 吨。预计 2024 年中国氧化镨钕市场回收达到 3.8 万吨。



五、稀土回收行业竞争格局

1、市场竞争格局

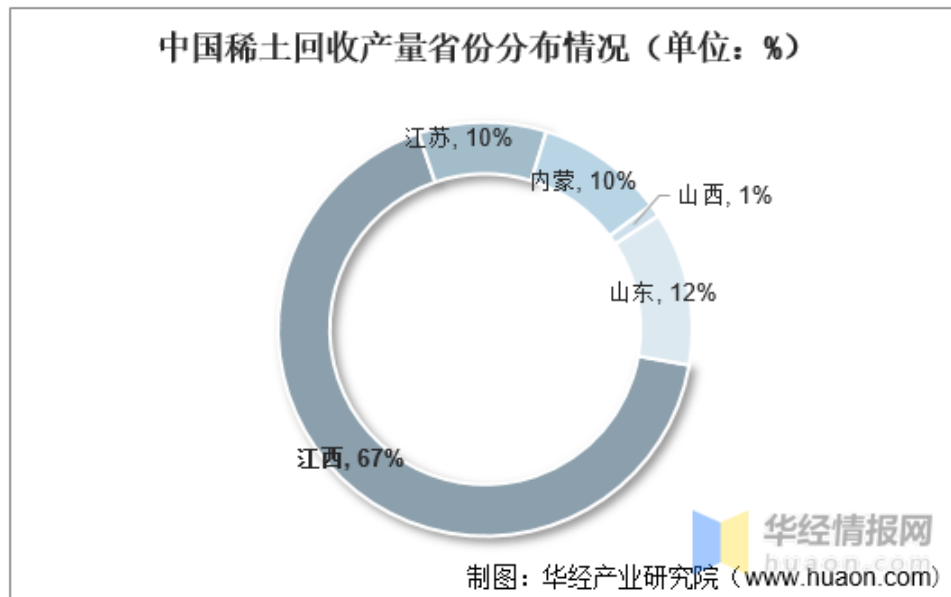
伴随国家持续清理整顿不合法不合规的稀土资源回收利用项目，淘汰部分回收利用企业；同时伴随大集团、资本市场介入，导致更具资金、技术等优势的稀土资源回收企业在竞争中成功，预计稀土资源回收行业集中度将逐步提高。目前，明确具备扩产条件以及扩产预期的公司仅有华宏科技以及恒源科技两家，其中恒源科技新增废料处理产能 3300 吨，华宏科技新增废料处理产能达到 28000 吨。根据 2020 年稀土回收数据显示，氧化镨钕回收量为 20000 吨，华宏科技占比 20%（鑫泰 15%，万宏 5%），前十大回收厂占比达到 71%。预计 2024 年，华宏科技占比进一步提升至 34%，前十大企业占比达到 80%。



2、企业分布情况

从企业分布情况来看，我国稀土回收企业主要有 39 家，其中主要分布在江西、江苏，分别拥有 23、6 家稀土回收企业。从产量分布情况来看，江西省稀土

回收企业回收产量占比达到 67%。



六、稀土回收行业未来发展前景

1、资源再生和循环经济产业受到国家政策大力支持

十九大报告强调建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计，必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念。国家大力贯彻绿色发展理念，倡导生态文明建设，提倡再生资源回收循环利用。近年来，国家出台了大量的法律法规和优惠政策来大力扶持发展循环经济产业，鼓励按照“减量化、再利用、资源化”原则，采取各种有效措施，以尽可能少的资源消耗和尽可能小的环境代价，取得最大的经济产出和最少的废物排放，实现经济、环境和社会效益相统一，建设资源节约型和环境友好型社会。

2、稀土资源综合利用是落实国家循环经济政策的有益实践

相比原矿生产同类产品，稀土废料回收利用具有众多的优越性，工序缩短、成本降低、“三废”减少，合理利用了资源，减少环境污染，有效地保护了国家的稀土资源。发展循环经济、提高资源综合利用率成为满足下游市场需求重要补

充。就稀土产业链的均衡健康发展而言，也必须建立以资源、能源高效利用为核心，以低消耗、低成本、低排放、高技术、高效率、高效益为基本特征的稀土产业增长模式，搞好稀土资源的合理开发利用，提高资源利用率，发展循环经济。近年来，我国稀土产业也已经将推动资源节约和综合利用工作作为稀土产业升级调整的优先方向，并且已经取得了积极成效。

3、有效缓解国内稀土行业供需矛盾

伴随着稀土材料加工和下游应用产业的发展，稀土工业废料的产生日益增多，其中含有大量的稀土和其他有价金属元素，因此，对各种稀土工业废料进行高效清洁利用有望成为缓解我国稀土供需矛盾的重要途径。以氧化镨钕为例，2021 年国内回收氧化镨钕占总供给的 31%，可以大幅缓解供需缺口。具体来看，2021 年全球氧化镨钕产量约为 7.3 万吨，其中国内矿产出氧化镨钕 31000 吨，国外矿产出氧化镨钕 19000 吨，钕铁硼回收产出氧化镨钕 23000 吨。受总量控制指标影响，原矿端供给增速极为有限，但下游钕铁硼磁材需求增速明显，从而导致钕铁硼氧化物产量出现供给缺口，回收产业产能扩张将有效缓解行业供需缺口。

（来源：华经情报网）