

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2023年 第05期 总第115期

本期要闻

- ◎ 稀土价格“跌跌不休”：龙头企业订单减少，下游需求拉动乏力
- ◎ 稀土价格跌回两年前 上半年行情难好转 粤浙部分磁材小作坊已停产
- ◎ 矿产综合利用技术支持找矿突破战略行动
- ◎ 有色金属行业智能制造标准体系出炉 目标到2025年累计研制40项以上标准

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** **1-24**
- ◎ 稀土价格“跌跌不休”：龙头企业订单减少，下游需求拉动乏力
 - ◎ 回收再利用稀土材料大有可为
 - ◎ 稀土价格跌回两年前 上半年行情难好转 粤浙部分磁材小作坊已停产
 - ◎ 矿产综合利用技术支撑找矿突破战略行动
 - ◎ 中国稀土：部分稀土商品价格涨幅较大 2022 年净利同比增 112.7%
 - ◎ 加拿大强化铜、稀土、镁等 31 种关键矿产产业链 未来将从勘查开发等多个环节给予支持
 - ◎ 美国计划建稀土供应链，挑战中国主导地位
 - ◎ 越南去年稀土开采量飙升了十倍
- ◇ **科技前沿** **25-29**
- ◎ 上海交大科研团队发表我国轻稀土资源物质代谢研究成果
 - ◎ 山东大学科研团队在紫外光稀土钙钛矿 LED 应用研究方面取得新进展
- ◇ **政策法规** **30-34**
- ◎ 有色金属行业智能制造标准体系出炉 目标到 2025 年累计研制 40 项以上标准
- ◇ **市场行情** **35-39**
- ◎ 2023 年 5 月稀土价格走势
- ◇ **稀土知识** **40-46**
- ◎ 土壤中稀土元素人体健康风险评估方法

稀土价格“跌跌不休”： 龙头企业订单减少，下游需求拉动乏力

稀土价格持续下跌，且暂时没有回暖迹象。近日陆续披露的稀土产业链上市企业一季度报也反映出这一点，业绩呈普遍缩水状况。

北方稀土日前披露的 2023 年第一季度报告显示，公司一季度营业收入 92.31 亿元，和上年同期相比减少 5.90%；归属于上市公司股东的净利润为 9.22 亿元，同比减少 40.83%。此外，包括中国稀土、盛和资源、广晟有色等一季度净利润均同比下降近九成左右。

对于营业收入的减少，北方稀土称，主要稀土产品销售价格同比下降及销量同比减少。广晟有色也提及，报告期内稀土产品价格下降致使公司资产减值损失。中国稀土同样披露，公司第一季度对其他应收款、应收账款、存货计提减值准备总金额为 1.30 亿元。

稀土价格的波动也使得下游加工受到影响。以金力永磁为例，该公司一季度毛利率环比 2022 年第四季度有所改善，但仍处于历史较低水平。对于去年第四季度的毛利率下降，金力永磁回应称，2022 年前两季度稀土原材料市场价格处于高位，第三、四季度价格相对回落。由于公司采用以销定产的模式，需要保持一定的稀土原材料库存，而从原材料投入、产品生产到最终的销售收入确认，有一定的时间周期，导致第四季度产品成本偏高。同时由于第四季度产品售价按稀土原材料走势同步下调，使得 2022 年第四季度毛利率显著下降。不过，金力永磁同时称，稀土价格的理性回归，将有利于风电领域等需求的增长。

据百川盈孚发布的关于稀土市场的最新周报，截至5月5日，氧化镨钕市场均价 43.55 万元/吨，较上周价格上涨 0.69%；金属镨钕市场均价 53.5 万元/吨，较上周价格持平；氧化镱市场均价 189 万元/吨，较上周价格持平；镱铁市场均价 184 万元/吨，较上周价格持平；氧化铽市场均价 825 万元/吨，较上周价格持平；金属铽市场均价 1025 万元/吨，较上周价格持平。

而年初至今，氧化镨钕价格已累计下跌近 40%；中重稀土中的氧化镱下跌近 25%、氧化铽下跌超 41%。

实际上，稀土价格自 2020 年下半年开始打开新的上行通道，主要受下游风电、新能源车等应用刺激。中国稀土行业协会数据此前显示，2020 年 4 月，稀土价格指数尚不足 130 点，至 2022 年 2 月 24 日，该指数升至 430.97 点，翻了两倍，创下历史新高。

紧接着在 2022 年的 3 月 4 日，工信部原材料工业司表示，针对稀土产品市场价格持续上涨、居高不下的情况，稀土办公室于 3 月 3 日约谈中国稀土集团、北方稀土集团、盛和资源等重点稀土企业。

会议要求，有关企业要切实增强大局意识、责任意识，正确把握当前与长远、上游与下游的关系，确保产业链供应链安全稳定；要加强行业自律，进一步规范企业生产经营、产品交易和贸易流通等行为，不得参与市场炒作和囤积居奇；要充分发挥示范带头作用，推动健全稀土产品定价机制，共同引导产品价格回归理性，促进稀土产业持续健康发展。

中航证券在对稀土价格走势的复盘中指出，就在 2022 年 3 月，稀土价格快速回落，随后进入技术性下行通道。而在 2022 年 8 月发布的当年第二批稀土开采、冶炼分离指标增速分别达到 30.0%和 29.4%，高于原先 20%的同比增速，从

而使供给端趋于相对宽松。此外在宏观经济下行压力下，稀土永磁材料下游风电等终端需求走弱。

这种跌势目前并未出现实质性的转机。据上海有色网（SMM）调研了解，目前，市场信心依旧较弱，下游需求情况尚未恢复，金属厂订单较为冷清，加之严重的原料倒挂，金属厂对高价氧化物接受程度不高。SMM 预计，短期稀土价格整体或将继续低位震荡运行。

进入传统淡季的二季度，市场的悲观情绪或进一步加剧。北方稀土最新披露内容即提到，公司 2023 年第一季度订单量与 2022 年第四季度接近，而 2023 年 4 月有所减少。北方稀土称，稀土产品市场价格波动主要受市场供需关系决定，目前下游需求不足，需求拉动乏力。

稀土是 17 种金属元素的统称，素有“工业味精”之美誉，是我国重要的战略矿产资源。稀土已被广泛应用于国防军工、航空航天、特种材料、冶金、能源和农业等诸多领域。

根据美国地质调查局（USGS）数据，截至 2021 年末，中国稀土矿储量为 4400 万吨，储量位居全球第一，占全球储量 36.7%。而从稀土产量情况来看，我国是稀土矿第一大生产国，USGS 数据显示，截至 2021 年末，中国稀土矿产量为 16.8 万吨，占全球总产量 60%。

值得注意的是，无论是全球稀土还是国内稀土，近年来供应格局正在发生变化。

中国稀土此前在报告中提到，中国作为稀土主要的资源供应国，也是主要的稀土生产国，在稀土资源开发与利用等方面持续改革。2017 年始，全球稀土供应格局出现向中国之外国家多元化发展的趋势，近年来，国内稀土企业还从

美洲、亚洲等国进口大量稀土原矿和加工产品，我国现已成为全球最大的稀土进口国。

盛和资源在近日披露的2023-2025年发展规划中也指出，国内，稀土行业经过多年的治理，已经逐步形成以大集团为主体，原料相对集中的供应格局，行业发展秩序更加规范，产品供应更加透明。国外，随着美国、澳大利亚、缅甸、越南、老挝、印度、布隆迪等地稀土资源的相继开发，中国稀土矿产量占全球的份额已由九成逐步降至七成左右，缓解了稀土资源单一供应的压力。

(来源：澎湃新闻)



回收再利用稀土材料大有可为

近日，苹果公司宣布，将在其公司产品中应用更多的回收再利用稀土材料，并制订了具体的时间表：到2025年，该公司将实现在所有苹果设计的电池中使用100%再生钴；产品设备中的磁铁也将完全使用再生稀土材料。

作为苹果产品使用量最大的稀土材料——钕铁硼具有较高的磁能积（即较小的体积可以储存较大的能量），可满足消费电子产品对小型化、轻量化的追求。而手机上的应用主要体现在手机震动马达及手机微型电声元件两部分，每部智能手机需要约2.5g钕铁硼材料。

业界人士称，钕铁硼磁材生产过程中产生的25%至30%的边角废料与消费电子、电机马达等磁材废旧器件是稀土回收利用的重要来源。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、减少环境污染，有效地保护了稀土资源。而每回收1吨氧化镨钕相当于少开采1万吨稀土离子矿或5吨稀土原矿。

回收再利用稀土材料正成为重要的稀土原料支撑。由于稀土二次资源是一种特殊的资源，回收再利用稀土材料是节约资源防治污染的有效途径，是社会发展的迫切要求和必然选择。近年来，我国不断加强稀土行业全产业链管理，同时鼓励稀土企业对含有稀土材料的二次资源进行回收利用。

2012年6月，国务院新闻办发布的《中国稀土状况与政策白皮书》明确，国家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，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。

随着我国稀土产业的蓬勃发展，大量出现的稀土材料及加工废料具有巨大的再生循环利用价值。一方面，相关部门积极开展国内外稀土商品市场调查研究，从我国稀土资源供应和国内外稀土二次资源回收利用分析稀土商品市场，制订相应的措施。另一方面，稀土企业加强技术研发，详细了解各类型稀土二次资源回收利用技术，筛选经济环保的相关技术并进行推广应用，研发回收再利用稀土的高端产品。

2022年，我国再生镨钕产量占比已达到镨钕金属来源的42%。据相关统计，去年我国钕铁硼废料产量达到5.3万吨，同比增长约10%。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。

在国家管控稀土产量、下游稀土需求不断扩大的背景下，市场将催生更多稀土回收需求。不过，目前我国回收再利用稀土材料的生产企业仍存在规模小，处理原材料单一，产品低端，政策配套可以进一步优化等问题。当下，亟待国家在稀土资源安全和“双碳”目标的导向下，大力开展稀土资源再生利

用，高效、平衡利用稀土资源，在我国经济高质量发展中发挥独特作用。

（来源：中国有色金属工业网）

稀土价格跌回两年前 上半年行情难好转 粤浙部分磁材小作坊已停产

下游需求不振，稀土价格已跌回两年前。尽管近日稀土价格出现小幅回升，但多位业内人士对财联社记者表示，目前稀土价格企稳缺乏支撑，大概率将继续下跌。综合来看，业内预测氧化镨钕价格区间在 30 万元/吨至 45 万元/吨，40 万元/吨成为一道分水岭。

“预计镨钕氧化物价格在 40 万/吨的位置上会盘桓一段时间，不会那么快跌下去。30 万元/吨可能要到明年了。”一位不愿具名的资深行业人士对财联社记者表示。

下游“买涨不买跌”，上半年稀土行情难有好转

今年 2 月以来，稀土价格进入下行通道，目前已和 2021 年初价格水平相当。其中，氧化镨钕价格已累计下跌近 40%，中重稀土中的氧化镝下跌近 25%、氧化铽下跌超 41%。

对于稀土价格下滑的原因，上海钢联稀贵金属事业部稀土分析师张飏对财联社记者分析称，“国内镨钕供应超需，下游整体需求未及预期，市场信心不足，多种因素导致镨钕价格呈现阴跌行情，再加上下游买涨不买跌规律，以致部分订单延期交付释放，磁材企业整体开工率未及预期。”

张飏指出，“2022年Q1国内钕铁硼毛坯产量6.3万吨-6.6万吨，而今年Q1产量不足6万吨，镨钕金属产量超需，二季度订单阶段情况仍不理想，上半年稀土行情难有好转。”

上海有色网（SMM）稀土分析师杨佳文认为，第二季度受雨季的影响，东南亚进口稀土矿减少，供应过剩的情况将有所缓解。“短期稀土价格整体或将继续窄幅震荡运行，但长期价格看空。下游原料库存已处于低位，预计将于5月末至6月出现一波采购行情。”

财联社记者了解到，目前下游磁材企业一梯队开工率约8-9成，满产的比较少；二梯队开工率基本上6-7成，小企业5成左右，广东和浙江地区部分小作坊已停产；废料分离企业虽开工率有所上升，但因下游订单增速缓慢，废料现货较为紧张，实体企业采购也是按需采购，不敢囤积库存。

据稀交所最新周报，近期因中小型磁材企业产能缩减，且氧化物市场价格不稳，导致磁材厂废料出货不多，成交量大幅度降低；磁材方面，企业则以刚需采购为主。

据中国稀土行业协会，截至5月16日，氧化镨钕市场均价46.3万元/吨，较前一交易日微涨1.31%。同日，中国稀土行业协会稀土价格指数为199.3，较前一交易日微涨1.12%。

值得一提的是，此前的5月8-9日，镨钕氧化物价格连续微涨两天引发市场关注，有观点认为稀土价格出现企稳迹象。对此，张飏表示，“这波小涨一是因为头部几家磁材招标金属，二是赣州地区长协交货期提前，补货期集中，导致市场现货流通显紧张，价格略有上涨。”

“目前终端订单未出现好转。很多采购方在去年稀土价格上涨时采购的稀土原材料较多，现在还处于去库存阶段，加上买涨不买跌的心态，稀土价格越下跌它们越不愿买。”杨佳文表示，“据我们预测，下游库存持续较低的情况下，需求端行情最早于6月份将会有所好转。”

“目前公司库存量也不高，可以考虑开始出来买点，但在价格下跌的时候肯定不买，买的时候肯定是在涨。”某磁材企业采购人士如是说。

下游需求不足，稀土企业业绩普遍“缩水”

受稀土价格下行影响，稀土上市企业一季度业绩普遍大幅“缩水”。几家稀土分离冶炼企业中，仅厦门钨业净利实现增长。同期，中国稀土、广晟有色与盛和资源增收不增利，净利均同比下降近九成左右。北方稀土同期营收和净利则双双下降。

除此之外，同期几家稀土企业经营活动产生的现金流同样不容乐观。其中，Q1北方稀土经营现金净流入9.49亿元，同比减少50.53%；中国稀土、盛和资源与广晟有色经营现金分别净流出1.33亿元、1.5亿元、5亿元。

近日北方稀土在上证e互动上表示，“从公司产品销售及下游客户反馈情况来看，年初以来，手机、3C类电子等部分需求领域订单下滑，行业下游终端消费需求整体不旺，而供应端国外稀土资源大量进口，对市场形成冲击，供需博弈下稀土价格弱势走低。”

北方稀土在同期披露的投资者调研纪要中还指出，目前下游需求不足，需求拉动乏力，公司一季度订单量与去第四季度接近，今年4月订单量有所减少。

值得一提的是，稀土价格的波动使下游磁材加工企业有所受惠。以金力永磁为例，该公司一季度不但营收、净利同比均实现增长，同期经营活动产生的现金流量还实现扭负为正。

金力永磁表示，经营现金流增长的主要原因之一，是今年一季度稀土原材料价格同比有较大幅度的下降，降低了原材料采购对于现金的占用。

展望后市，中国稀土近日也在投资者关系互动平台上表示，稀土商品价格一直处于波动状态，近期变化更为明显；价格如持续下跌，将对公司经营产生影响。盛和资源总经理王晓晖在5月11日的业绩说明会上表示，“近期供需两边都对稀土价格构成了一定的压力。在市场行情处于下行趋势时，（稀土金属）产品价格可能会出现倒挂的情况，会给企业的经营带来挑战。”

而杨佳文对财联社记者指出，目前镨钕金属价格已经出现倒挂，镓铁的价格倒挂尤为突出。

（来源：财联社）

矿产综合利用技术支撑找矿突破战略行动

近日，中国地质调查局成都综合利用研究所承办了第五届中国矿业全产业链大会，并主办2023（第一届）中国西南地区矿产资源综合利用大会，深入研讨矿产资源综合利用技术支撑新一轮找矿突破战略行动。

在第五届中国矿业全产业链大会上，原地质矿产部部长宋瑞祥就完善多元化能源资源供应体系，构建大国储备体系，实施新一轮找矿突破战略行动提出

建议。他表示，要充分利用“两种资源”“两个市场”，增强矿产资源稳定供给能力。要制定更加有利于矿业市场发展的政策环境，激发我国矿业市场活力。要加快落实找矿突破战略行动各项政策措施，力争尽快实现重大突破。要加强理论创新和科技引领，建立创新技术攻关协作机制。

在 2023（第一届）中国西南地区矿产资源综合利用大会上，成都综合利用所、矿冶科技集团、四川大学、西南科技大学等研究机构 and 高校，中国铜业、北京霍里思特科技有限公司、山东鑫海矿装、西安天宙矿业等企业代表分别作专题报告，从矿产综合利用技术支撑新一轮找矿突破战略行动的总体部署思考，围绕稀土、锂、镍、钴、铜、锰、磷、铬等战略性矿产开发利用技术进步、智能分选装备研发、工程化实施方案等进行了交流。

中国工程院院士孙传尧以《基因矿物加工》为题针对选矿领域未来重点发展方向作了专题报告。报告提出，将矿物“基因”与信息化技术深度融合，可为新发现矿产资源快捷、高效、精准地选择选矿工艺技术。该技术为加快资源可利用性评价，科学评估矿产资源开发利用水平，促进“增储上产”将起到巨大的推动作用。

本次会议加强了行业内学术交流，促进了上下游产业发展理念融合，为加强矿产资源综合利用技术对新一轮找矿突破战略行动的支撑力度，保障我国战略性矿产资源安全有效供给和矿业产业绿色低碳发展奠定了基础。

本次会议由成都综合利用所、矿冶科技集团有限公司、自然资源部战略性矿产综合利用工程技术创新中心、四川省稀土技术创新中心、中国地质调查局金属矿产资源综合利用技术研究中心联合主办。

（来源：地调局成都综合利用所）

中国稀土：部分稀土商品价格涨幅较大 2022年净利同比增 112.7%

中国稀土日前发布了2022年年报。年报显示：2022年，部分稀土商品的市场价格较上年同期上涨幅度较大，公司积极把握市场机遇，经营业绩持续提升。2022年公司实现营业收入378596.00万元，较去年同期297335.82万元，上升27.33%；归属于上市公司股东的净利润415636736.99元，同比增加112.7%；归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润41006.46万元，较去年同期18927.60万元，上升116.65%。

	2022年	2021年	本年比上年增减	2020年
营业收入（元）	3,785,959,969.27	2,973,358,163.24	27.33%	1,656,434,558.39
归属于上市公司股东的净利润（元）	415,636,736.99	195,406,410.40	112.70%	278,984,245.42
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润（元）	410,064,575.22	189,276,031.10	116.65%	148,562,162.49
经营活动产生的现金流量净额（元）	994,386,720.01	-744,501,204.62	233.56%	-109,319,300.04
基本每股收益（元/股）	0.4237	0.1992	112.70%	0.2844
稀释每股收益（元/股）	0.4237	0.1992	112.70%	0.2844
加权平均净资产收益率	14.80%	7.75%	7.05%	11.86%
	2022年末	2021年末	本年末比上年末增减	2020年末
总资产（元）	3,379,700,786.33	3,876,772,302.44	-12.82%	3,131,282,572.98
归属于上市公司股东的净资产（元）	3,016,426,197.94	2,600,438,972.83	16.00%	2,461,346,562.81

图1 中国稀土近三年部分财务数据对比

中国稀土年报显示：2022年，公司持续梳理并研究内外部稀土相关资产与产业布局等情况，积极推进资本与产业协同创新发展。报告期内，为进一步完善上市公司产业链条，消除同业竞争，优化资本结构，公司正式启动非公开发行股份融资收购五矿稀土集团持有中稀湖南94.67%股权的资本运作项目，非公

开发行融资预案于2022年12月30日经公司董事会审议，并妥善完成相关公告文件的对外披露，取得阶段性进展。中稀湖南为全国单本离子型稀土开采指标最大的矿山项目，是“国家级绿色矿山试点单位”中第一家离子型稀土矿，项目的顺利实施将进一步增厚公司净利润，提升公司盈利能力，强化上市公司的资源端保障并巩固其在稀土行业的地位。定南大华4400吨/年技改项目环评正式获得批复，为后续高质量发展奠定良好基础。

中国稀土在年报中介绍公司2022年实物销售收入是否大于劳务收入情况：

中国稀土公告称：公司本期销售量较上年同期下降52.51%，主要原因系销售结构影响。公司本期生产量较上年同期上升75.44%，主要原因系公司综合自身业务运营、市场环境等方面的统筹安排。公司本期库存量较上年同期上升58.14%，主要原因系公司根据市场变化趋势调整库存结构所致。

此外，在介绍报告期内进行的矿产勘探活动情况时，中国稀土在年报中表示：公司通过华泰鑫拓参股华夏纪元持有圣功寨稀土矿探矿权和肥田稀土矿探矿权的42%股权。目前，圣功寨稀土矿探矿权和肥田稀土矿探矿权办理探转采的相关工作正在推动中，报告期内未进行矿产勘探活动。为提高探转采工作效率，公司正优先开展圣功寨稀土矿探转采办理工作。现阶段，圣功寨稀土矿矿山地质环境保护与土地复垦方案已通过自然资源部的审查。

中国稀土未来发展展望

在谈到发展战略时，中国稀土表示：将积极契合稀土行业大整合的有利时机，充分发挥自身在稀土产业运营与上市平台优势，推进资本与产业协同创新发展，坚持做优存量与做强增量结合、坚持价值创造与价值实现兼顾、坚持依法合规与改革创新并重，积极开展稀土资源的实质性开发与外部稀土资源的有效获取，优

化冶炼区域布局和强化培育优势产能，推动稀土产业向高附加值领域延伸，努力打造成为专业优势明显、质量品牌突出、市场影响力大、核心竞争力强的行业龙头上市公司。

中国稀土还公告了 2023 年的经营计划时表示：

中国稀土为实现全年发展目标，将重点做好以下工作：

1、资本为翼，推动上市平台布局优化和功能发挥。进一步推进向特定对象发行股票融资收购中稀湖南矿山与分离工厂的项目，有效发挥上市平台优势，在确保上述资本运作项目稳步实施基础上，持续梳理内部资产相关情况并积极寻求外部产业投资机会，系统分析自身优劣势，结合总体发展战略，以效率与质量为核心，合理选择适当的资本运营方式，切实发挥资本市场服务企业发展和优化资源配置的功能，进一步谋划并推动实现产业经营与资本运营融合发展、相互促进，助力做强做实主责主业。

2、循序渐进，强化公司内生增长。从上市公司内生增长和产业发展优势延伸角度，以运营多年的高效生产工艺及先进环保技术为基础，进一步巩固并发挥自身的核心优势，深化提质增效，提高综合经营管理水平。持续加强环保设施与技术研发投入，提升设备设施自动化、智能化水平，建设实施萃取全车间流量自动控制、灼烧电炉自动装料出料等自动化项目，向实现智能化生产目标迈进；持续加强精细化管理，努力挖掘企业优势产品的潜力，充分发挥公司精细化加工的技术优势，做好新产品研发及市场开拓。

3、加强创新，提升公司自主科技研发能力。不断改进生产线工艺技术方法，进行生产性试验，总结新方法新成果，全面推进稀土冶炼分离生产环节全链条绿色化；依凭中国稀土集团科技、人才优势，推动完善公司科技创新短板，借智借

力，提升自主创新能力；强化科研人才激励培养力度，探索实施更灵活的激励机制；加强基础研究积累，提升科技创新后劲力量，提高高端技术研发成果转化率，完善科技创新体制机制，逐步构建绿色与科学发展、高质量发展的循环体系。

中国稀土还在年报中公告了可能面对的风险与挑战：

1、宏观经济形势波动与产业政策变化风险

稀土广泛应用于各个领域，经济形势波动将对原材料供应、稀土产品下游需求及价格产生影响。近年来，稀土产业结构性矛盾依然突出，上游原矿资源开发与供应格局不断变革，下游高端应用产品相对不足，稀土元素应用不平衡，同时由于产业政策的全面落实以及稀土行业的高质量发展正在进一步推进当中，稀土产品价格波动明显，公司营业收入与利润亦将可能受到相应影响。

2、原材料供应风险

目前，公司主要从事稀土分离业务，所需稀土原料属国家限制性开采行业，且受生产总量控制计划管理。现阶段，圣功寨稀土矿探矿权和肥田稀土矿探矿权办理探转采的相关工作正在推动中，且收购中稀湖南的工作尚未完成，公司范围内尚无可供供应原材料的稀土矿山，部分原材料仍需向外采购，原材料供应安全仍存在一定风险。

3、市场与竞争风险

在国家积极的产业政策推动下，行业主管部门初步完善了稀土开采、生产、流通等环节的管理政策，同时采取了连续性的稀土秩序专项整治行动，稀土行业产业结构正逐步调整。但目前稀土行业高质量发展工作正在进一步推进当中，稀土产品价格存在下跌的可能性。

（来源：有色资讯）

加拿大强化铜、稀土、镁等 31 种关键矿产产业链 未来将从勘查开发等多个环节给予支持

近日，加拿大政府在 2023 年加拿大国际矿业大会期间宣布，将投资近 3.6 亿加元（约合 2.6 亿美元）用于推进关键矿产领域的相关研究、开发及拓展等工作。加拿大自然资源部长乔纳森·威尔金森在会议期间表示，该国正在努力简化采矿公司申请许可流程。此外，3 月下旬，加拿大总理特鲁多与美国总统拜登发表联合声明，宣布两国将共同打造关键矿产供应链。这两件事反映出加拿大近年来从内部、外部同时发力，以推进本国矿产行业发展，提高在全球关键矿产供应链中的地位。

加拿大出台政策促进本国关键矿产产业链的发展

上述近 3.6 亿加元的投资分为两个部分。一是将投入逾 3.44 亿加元用于支持该国关键矿产战略中的 5 个新计划和举措。其中，包括旨在研发、示范及商业化新技术与工艺等的“关键矿产技术和创新项目”，旨在提升数据和数字技术质量与可用性的“关键矿产地球科学和数据计划”，旨在加强关键矿产领域国际合作的“全球伙伴关系项目”，旨在推进加拿大北部原住民地区的关键矿产相关议程的“北部监管计划”，以及为“关键矿产卓越中心”提供运转资金等。二是批准“关键矿产研究、开发和示范计划”中的 6 个项目，并为此提供 1400 万加元支持。上述拨款均来自加拿大的关键矿产战略资金。

2021 年以来，加拿大政府频频出台各项政策，以促进本国矿业行业发展，具体如下：

2021 年 3 月份，加拿大自然资源原部长奥雷根在加拿大勘探开发者协会

2021 年年会上发布了该国关键矿物清单，包括铜、铝、锌、锡、稀土、萤石、镍、钨、钴、石墨、铋、氮、铀、钨、钽、铍、锂、碲、铬、镁、锰、钛、钼、钨、铀、镓、铌、钒、锆、铂、钾 31 种矿物。

2021 年 4 月份，奥雷根宣布，为开发关键矿产资源，该国已经成立“联邦-省-领地”协同工作组。

2021 年 6 月份，加拿大自然资源常务委员会向下议院提交了一份报告，强调确保关键矿产供应对加拿大的重要性，并提出 5 项行动方案，呼吁加拿大政府有效评估矿产资源，在决策过程中考虑关键矿产潜力，并重新支持加拿大采矿业与省和地区政府以及原住民社区的密切合作。

2021 年 9 月份，加拿大政府宣布投资 4770 万加元用于推进关键电池矿产加工和精炼技术研发。

2022 年 5 月份，乔纳森·威尔金森宣布，设立关键矿产研究、开发和示范计划（CMRDD）。该计划中的一项重要内容是为试点厂和项目提供 1095 万加元资金，支持构建关键矿产价值链。该计划将接受并资助那些证明具有以下能力的企业：能够降低能源消耗和碳排放强度，能够改善关键矿产加工环境足迹，能够提高生产效率及健康安全，能够提高原材料工艺设计技术和创新。

2022 年 6 月份，乔纳森·威尔金森在多伦多举行的 2022 年矿业展览会（PDAC）上表示，全球对电气化和电动汽车的推动使得加拿大处于提供关键矿产的首要位置。加拿大联邦政府将加快与各省和地方市政府关于矿产开发的会谈，并协助各省制订经济战略以加快矿产开发。

2022 年 12 月份，加拿大政府发布关键矿产战略，旨在实现 5 个关键成果：支持经济增长、竞争力和创造就业机会，促进气候行动和环境保护，促进与本

土人民的和解，培养多元化和包容性的劳动力和社区，加强全球安全和与盟国的伙伴关系。该战略确定2023年相关预算拨款高达38亿加元，将涵盖地球科学研究、地质勘查及矿产加工、制造和回收利用等多个领域；未来将侧重31种关键矿产价值链各个环节，重点包括锂、石墨、镍、钴、铜、稀土、钾肥、铀和铝等，将从勘查开发到回收利用多个环节给予支持。

2023年3月份，加拿大政府宣布，在最新的预算中，将为从事关键矿产勘查的企业提供30%的投资税收减免。该措施也涵盖计划购买某些关键矿业企业（比如从事卤水锂勘查的企业）股票的投资者。

加拿大寻求合作提高在全球关键矿产供应链的地位

除了计划与美国共同打造关键矿产供应链并获得美国资金支持外，近年来加拿大积极拓展与其他国家的合作，以提高本国在全球关键矿产领域的地位。

2022年9月份，加拿大总理特鲁多与到访的韩国总统尹锡悦在发表的联合声明中宣布，双方将深化在供应链弹性方面的战略伙伴关系，寻求将两国定位为关键矿产供应链以及电池和电动汽车价值链中具有全球竞争力的参与者。为此，双方同意制订谅解备忘录，以便在加拿大和韩国两国之间建立价值链，支持清洁能源转型和能源安全。

2023年3月份，加拿大与英国政府在多伦多签署协议，建立关键矿产供应链对话机制，以加强两国在相关领域的合作。协议的重点是深化双边在关键矿产领域的相互参与和合作，优先考虑关键矿产的供应安全和共同经济繁荣，并在相关产业价值链中实现环境、社会与治理的高标准及创新。该对话机制的共同目标包括：利用双方优势，促进两国工业界、学术界和政府及其他密切的国际盟友之间的技能分享与研发，以促进供应链创新；通过信息共享、共促投

资、增进企业业务联系，以及共享供应链弹性分析等，在两国间促进和创建关键矿产的综合性安全供应链；通过政府沟通、各自内部积极推动，以及在国际场合的密切合作，在环境、社会与治理方面推进关键矿产供应链所有要素表现提升。

加拿大将成为全球关键矿产供应链中重要一环

加拿大具备发展关键矿产产业链供应链的得天独厚条件。第一，加拿大的关键矿产资源矿种齐全，储量丰富，构成其关键矿产产业链发展的雄厚基础。第二，加拿大矿业市场成熟发达，全球矿业领域约 45%的上市公司在加拿大上市，总市值约达到 5000 余亿加元，极其有利于加拿大围绕关键矿产开展广泛产融合作。第三，加拿大政府瞄准关键矿产领域，对内出台了整套关键矿产发展战略及相关措施，并从矿业运行的各个环节给予支持；对外积极和其他国家在关键矿产领域开展多层次、全方位、各有侧重点的合作，获取关键矿产发展所需的资金、市场与技术。得益于自身资源禀赋、矿业市场、政府内外部政策，加拿大将成为全球关键矿产供应链中的重要一环。

（来源：中国有色金属报）

美国计划建稀土供应链，挑战中国主导地位

4月26日，《华尔街日报》发表分析文章《美国欲建稀土供应链挑战中国主导地位，为何说并非易事》，全文如下：

美国国会两党议员本周将提出一项法案，为在美国建立稀土磁铁生产提供税收抵免；稀土是清洁能源转型的关键材料之一。不过，美国稀土材料公司 MP

Materials 建立本地供应链的过程显示出美国生产商面临的挑战。

《华尔街日报》看到的一份草拟法案提出，对美国产稀土磁铁给予每公斤 20 美元的抵免，同时向美国供应商采购 90% 零部件的制造商或有资格获得每公斤 30 美元的抵免。这项税收抵免政策计划在 2035 年 12 月 31 日前逐步退出。该法案将由宾夕法尼亚州共和党众议员 Guy Reschenthaler 和加州民主党众议员 Eric Swalwell 发起。

该法案被称为《2023 年稀土磁铁制造生产税收减免法案》(Rare Earth Magnet Manufacturing Production Tax Credit Act of 2023)，是美国鼓励稀土生产本地化的又一项激励措施。目前稀土及其产地正受到越来越多的关注。

钕、镨和铽等稀土元素可生产永久磁铁，而永磁是电动汽车和海上风力涡轮机发动机的重要材料，并且也越来越多地用于机器人。据专家称，随着清洁能源技术应用的势头升温，稀土的重要性将上升。伍德麦肯兹(Wood Mackenzie)的稀土市场服务(Rare Earths Market Service)估计，2022 年稀土氧化物的需求量为 17.13 万吨，预计到 2030 年将增长到 23.87 万吨。

与此同时，随着近年来稀土元素因其磁性和导电性能身价倍增，位于加州和内华达州边界、曾经是全球第一大稀土产地的芒廷山口矿也在努力恢复往日的荣光。现在，该矿想要重返稀土磁铁生产赛道，为美国提供自己的稀土供应链用于能源转型，覆盖从采矿到磁铁生产的整个过程。

19 世纪 70 年代淘金热后不久，芒廷山口矿就开始生产，主要开采金、铜、铅和锌。此后生产逐步发生变化，从 20 世纪 60 年代到 90 年代，芒廷山口矿是全球稀土的主要来源。在本世纪初遭遇一些财务和环境难题后，该矿的开采于

2002年暂停，之后于2017年被总部设在拉斯维加斯的稀土生产商 MP Materials Corp.收购并重新启动。

MP Materials 的首席执行官 James Litinsky 表示：“芒廷山口可以说是世界上最好的稀土资产。如果把稀土比作石油，那么芒廷山口就好比沙特。”该公司继续拥有和经营该矿。

但在该地暂停开采期间，稀土行业已今非昔比，从当初的小众产品变身为美国、欧洲和日本非常看重的关键原材料。现在，所有开采的稀土矿物中，大约60%来自中国。另外三个主要产地在缅甸、澳大利亚和芒廷山口。

挑战中国的主导地位

虽然60%的比例听起来还不算太集中，但在稀土供应链的下游环节，对中国的依赖更为明显。稀土供应链通常由三个主要部分组成：开采和浓缩原材料；精炼以生产氧化物；生产磁铁。根据欧洲政策研究中心(CEPS)的数据，近年来中国已控制了91%的精炼业务、87%的氧化物分离业务和94%的磁铁生产业务。

加拿大温哥华处于开发阶段的矿业公司 Defense Metals Corp 的总裁 Luisa Moreno 说：“中国在稀土方面有很大优势，而且人们脑海中总是有地缘政治紧张局势及其可能会如何影响生产和出口的想法。”她还称：“中国以外的地方产量不大，所以为了向市场提供稀土产品，我们将不得不使其他项目投产。”

在全球各地的公司都在考虑涉足这一行业时，MP Materials 的经历让人们了解到其中的一些挑战。

MP Materials 于2017年末重新开始开采芒廷山口矿稀土，到2019年，该

公司生产的稀土精矿约占全球市场供应总量的15%。MP Materials的目标是在今年年底前在该稀土矿现场建一个精炼设施，并向供应链的最后环节投资7亿美元，在得克萨斯州沃思堡建一个生产磁铁的场地。

Litinsky说，MP Materials能够开始精炼的唯一原因是该公司已成功使稀土工艺的采矿阶段实现盈利。他表示，承购协议和政府支持至关重要，但最重要的因素仍然是私人资金。Litinsky说，这是一个私人解决方案，需要商业支持才能推进。

MP Materials今年2月与住友商事株式会社(Sumitomo Co.,8053.TO)签订了稀土氧化物的承购协议。2022年2月，MP Materials从美国国防部获得数千万美元的资金，用于设计和建造一个加工重稀土元素的设施。2021年时，通用汽车公司(General Motors Co., GM)和MP Materials同意建立一项长期合作关系，后者将从其得克萨斯州的工厂向通用汽车提供合金和磁铁。

“这不可能在一夜之间形成。每一步都需要规模和资金，在10亿美元以上。但如果你漏掉一步，就无法拥有一个安全可靠的供应链，”Litinsky说。

技术困难

多数挑战者都是摸着石头过河，这对于建立完善的设施是又一个障碍。Defense Metals的Moreno称，在中国之外，几乎没有建立整个供应链的知识。

“必须积累专业知识。中国有专业知识，我们必须发展这一方面，并以有竞争力和高效的方式进行。”

初级采矿项目正在出现，但往往需要更大矿业公司的投资，事实可能证明这是棘手的。由于项目时间长，回报的时间和规模不确定，这意味着很难获得

使项目取得成果所需的大量资金。

蒙大拿州一个潜在采矿项目 U.S. Critical Materials 的总裁 Jim Hedrick 说：“稀有资源的战略发展涉及多个步骤。” Hedrick 表示，一旦发现一处矿藏，仍需要持续的勘探和开发，以确定其规模和可利用性。许可也是一个问题，获得批准或需数年时间。

据 Moreno 称，挑战之一是没有两个矿床是相似的，岩石中的杂质不同，因此多数需要定制的加工设备，仅此一项就可能花费数以千万美元计的资金。

“有硬岩矿、粘土矿，还有一些从锡矿和矿砂中发掘稀土资源，” Adamas Intelligence 的创始人、董事总经理 Ryan Castilloux 说，该公司是一家战略金属和矿物咨询公司。浓缩厂通常建在矿区，但往往会产生有害的废料，如钷和铀，它们具有放射性。据 MP Materials 等业内公司称，仅搭建起采矿和浓缩阶段业务就可能耗资超过 10 亿美元，这些业务环节可能是最难建立的。

目前，全球只有两家公司在中国和缅甸之外拥有浓缩设施。一个是 MP Materials，另一个是澳大利亚的 Lynas Rare Earths Ltd.。Lynas 在马来西亚有一个设施，但由于马来西亚政府采取措施限制含有放射性元素的稀土精矿的进口，以阻止国内产生有害废物，该公司将部分工序，即裂解和浸取部分转移到澳大利亚。Lynas 已对马来西亚政府的这一决定提出上诉。

Castilloux 说，Lynas 在马来西亚的废物处理设施就是一个例子，说明这些处理设施如何成为一个“棘手的政治问题”。

世界各地都有磁铁生产设施，包括加拿大供应商 Neo Performance Materials 在爱沙尼亚的设施，但高额的启动成本以及对专业设备和知识的要求，同样成

为该领域大规模发展的障碍。

“目前，中国以外地区的（稀土）需求很少，但只有拥有了完整的供应链，供应链才是安全的，所以你必须把它建立起来，” MP Materials 的 Litinsky 说。

“我们需要继续前行。”

（来源：华尔街日报）



越南去年稀土开采量飙升了十倍

数据显示，随着全球企业纷纷涌入越南这个拥有全球第二大稀土储量的国家，以减少对中国关键工业金属的依赖，去年该国稀土开采量飙升了十倍。

受价格下跌和监管障碍的影响，过去越南建立稀土产业的尝试一直停滞不前，但随着电动汽车的销量增长和企业为实现供应商多样化所做的努力，使汽车行业重新点燃了对越南的兴趣。

澳大利亚稀土矿商 Australian Strategic Materials (ASM) 在 5 月 1 日宣布，该公司今年将向越南稀土公司 (Vietnam Rare Earth) 采购 100 吨稀土氧化物，并正在寻求与之建立更长期的供应协议。

稀土是可应用于电子产品制造和电池制造的元素，这使其在全球向清洁能源过渡和国防方面具有重要意义。

美国地质调查局 (USGS) 的数据显示，越南的稀土矿产量从 2021 年的 400 吨跃升到了去年的 4300 吨。尽管如此，其产量依然只是顶级生产商去年开采量的一小部分。

但 USGS 的数据显示，越南的稀土储量预计为 2200 万吨，是中国的一半，比任何其他国家都多。越南去年的稀土产量增长，使其从 2021 年的第 10 位上升为世界第六大稀土生产国，这可能标志着其资源开发的一个转折点。

USGS 数据还显示，越南也是去年唯一提高产量的东南亚主要稀土生产国，相比之下，其较大的区域竞争对手缅甸和泰国的稀土产量都有所下降。

越南增产的主要受益者似乎是中国，中国是世界上最大的汽车和电动车市场，也是智能手机等电子产品的全球主要制造中心。中国的海关数据显示，去年中国从越南进口的稀土元素（REE）和其他通常含有战略金属的精矿翻了一番，达到近 1.2 万吨。目前还不清楚中国进口的稀土中，有多少是经过加工的稀土和未加工的矿石。

丹麦矿物和材料中心研究员 Per Kalvig 表示：“越南的稀土加工基础设施相当先进，而且不仅加工国内的资源。”

（来源：中国粉体网）

上海交大科研团队发表我国轻稀土资源物质代谢研究成果

稀土是国家重要战略性资源，不仅在催化剂、玻璃和陶瓷等传统领域有诸多应用，同时也在风力涡轮、电动汽车和储氢电池等新兴行业具有不可替代的位置，是应对气候变化、实现“双碳”目标不可或缺的资源。

上海交通大学中英国际低碳学院张宇泉副教授课题组与环境科学与工程学院、国际与公共事务学院、上海交大-联合国工业发展组织绿色增长联合研究院等科研团队合作，针对我国轻稀土资源开展了物质代谢和时空演变规律研究。近期，相关成果先后在环境领域高影响力期刊 *Journal of Cleaner Production* 和 *Science of the Total Environment* 发表。

镧作为镧系金属中原子序号排第一（No. 57）、稀土金属中产量第二的金属元素，在催化剂、光学玻璃、陶瓷、电池以及合金等传统领域有着广泛的应用。然而，目前针对我国范围内镧金属的物质代谢相关研究匮乏。团队基于大量数据整理，结合实地调研和市场数据库资料等多种途径，采用动态物质流的方法刻画了 2011 至 2020 年我国镧金属的物质代谢和时空演变规律。研究成果以“Investigating lanthanum flows and stocks in China: A dynamic material flow analysis”为题发表在 *Journal of Cleaner Production* (IF=11.072, JCR 一区)期刊上。

研究发现，我国镧金属目前处于供大于求的状况，在 2011 至 2020 年间累计过剩量约 35929 吨；我国是稀土精矿的净进口国，同时也是镧初级产品和中间产品的净出口国。

面对我国镧金属的过剩现状，本文建议通过拓宽镧的用途范围、引导增加终

端消费需求、加大镧产业研发投入，以及提升相关产品附加值来缓解过剩现状。

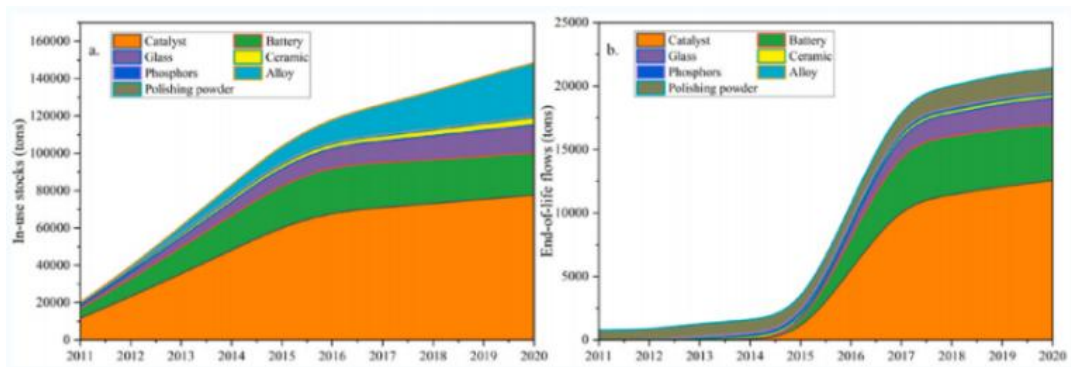


图 2 2011-2020 我国镧金属在用库存 (a) 和报废流 (b)

各种稀土金属由上游的稀土矿经开采分离冶炼成不同的稀土金属单质，然后加工制造应用于不同的领域。由于不同稀土元素在稀土矿中的配分不同，同时下游市场对于稀土元素的需求存在差异，因此下游市场需求与上游稀土矿中的不匹配导致了稀土市场上同时存在供给过剩以及需求不足的矛盾现象。团队选取稀土元素中配分最高金属（铈）以及未来需求增涨最为迅猛的金属（钕和镨），采用动态物质流方法定量刻画了不同稀土元素之间“过剩”和“不足”共存的情况。研究成果以“Measuring the anthropogenic cycles of light rare earths in China: Implications for the imbalance problem”为题发表在 *Science of the Total Environment* (IF=10.754, JCR 一区)期刊上。

研究发现，2011-2020 年间钕和镨的非注册开采量分别约为 138086 吨和 35549 吨，而铈的累计过剩量约为 63523 吨；在国际稀土市场中，我国倾向于扮演“加工厂”的角色，进口大量稀土精矿，经过冶炼分离加工成初级、中间和终端产品后出口至其他国家。

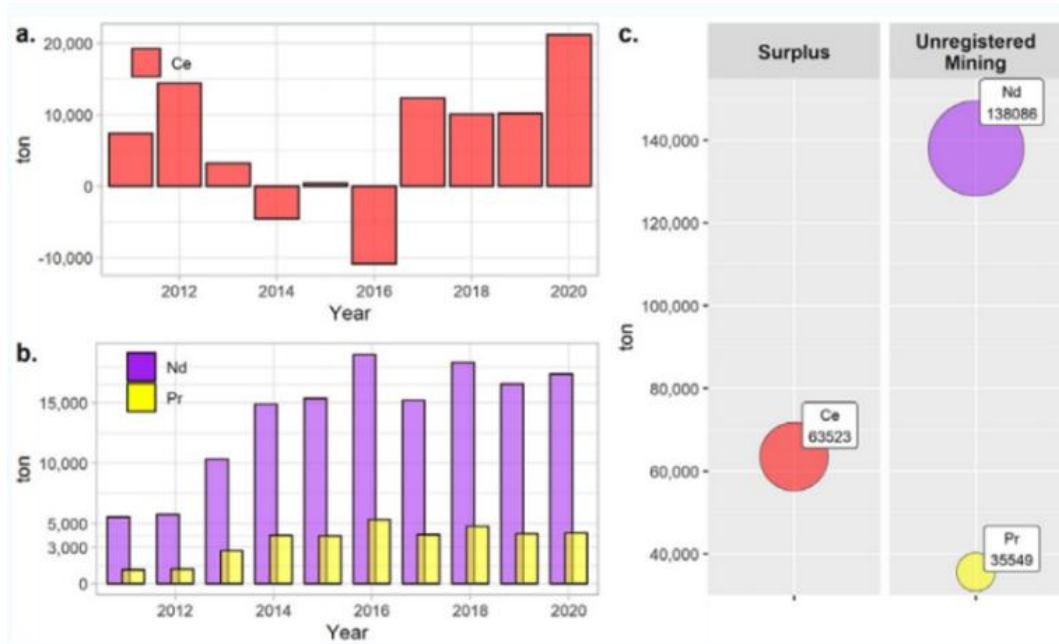


图3 2011-2020 我国轻稀土（铈、镨、钕）过剩量（a/c）和非注册开采量（b/c）

该文从轻稀土多元素视角出发，采用动态物质流方法分析了目前国内不同轻稀土元素之间“过剩”和“不足”共存的现象。为此，本文建议国内稀土生产配额的分配需考虑经济社会对不同稀土元素的不同需求。同时，加大对稀土非法开采的打击力度、建立健全关键元素的回收体系，以此扭转目前稀土市场的非均衡现状。

（来源：上海交通大学）

山东大学科研团队在紫外光稀土钙钛矿 LED 应用研究方面取得新进展

近日，山东大学前沿交叉科学青岛研究院新能源材料超快动力学研究团队在稀土杂化金属卤化物的紫外发射研究方面取得新进展。稀土元素能够调节特定基质的光物理化学性质，被广泛用作发光材料中的掺杂剂。然而，使用稀土元素本身作为基质元素的发光材料却鲜有报道。研究团队通过将稀土元素 Ce 与

钙钛矿结构相结合，开发出了两款具有高效短波发射的荧光材料，将钙钛矿发光波长拓展到 350-400nm 波段。相关研究成果以“Ultraviolet Emission from Cerium-Based Organic-Inorganic Hybrid Halides and Their Abnormal Anti-Thermal Quenching Behavior”为题，发表在国际期刊 *Advanced Functional Materials* 上（中科院一区，TOP，IF = 19.924）。山东大学是该论文的第一完成单位，前沿交叉科学青岛研究院 2021 级硕士研究生王秋杰和 2020 级博士研究生柏天新为该论文共同第一作者，前沿交叉科学青岛研究院研究员刘锋为该论文的通讯作者。

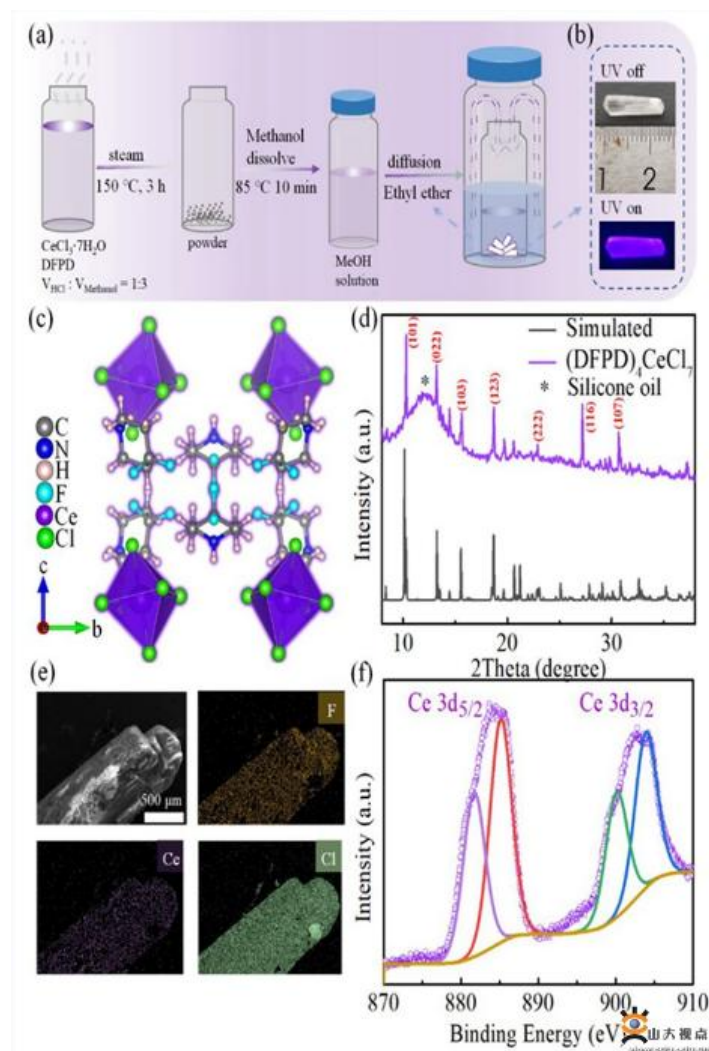


图 4 (a)(DFPD)₄CeX₇ 单晶的合成过程示意图；(b)在室温和紫外光下拍摄的(DFPD)₄CeCl₇ 单晶的照片；(c)(DFPD)₄CeCl₇ 的晶体结构图；(d)实验和模拟的 XRD 图；(e)EDS 元素分布图和(f)XPS 能谱图

从图 4 可以看到，通过低成本的溶液方法，该团队成功合成出了 $(\text{DFPD})_4\text{CeCl}_7$ 单晶。所得晶体质量极高，平均尺寸为 1.3 厘米，在 365nm 的紫外光激发下发射出明亮的紫色光，具有接近 100% 的荧光量子产率。

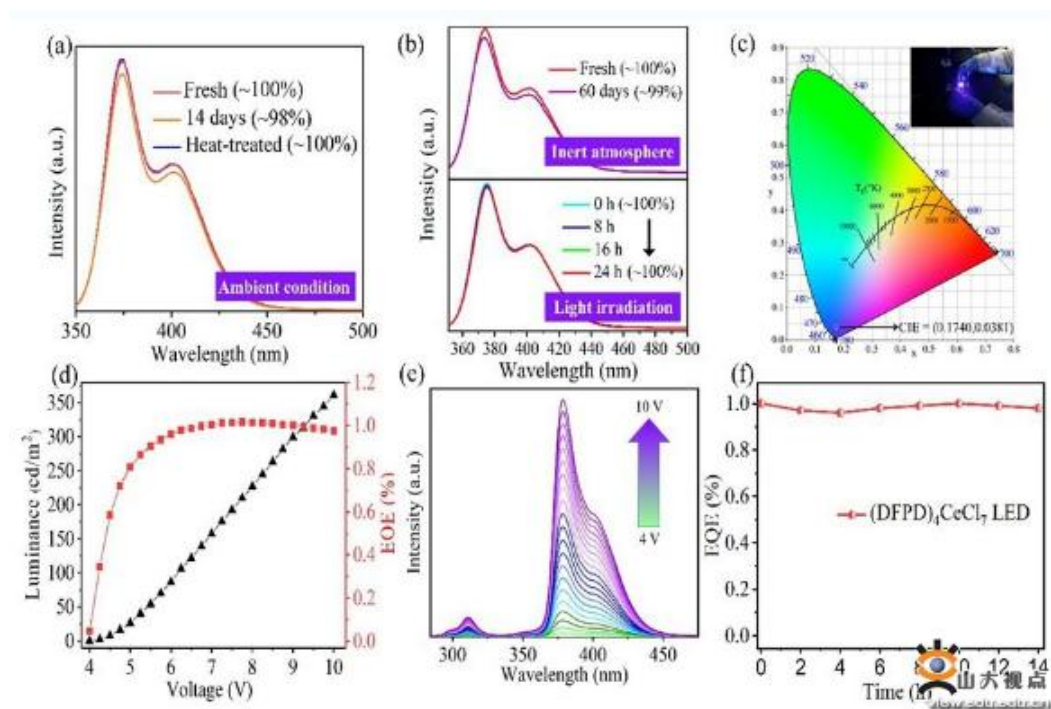


图 5 (a)在氮气环境条件下储存 14 天后单晶的稳定性数据；(b)在氮气环境中储存 2 个月并在 365nm 光的连续照射超过 24 小时后的晶体的 PL 光谱和 PLQY；(c)荧光粉 LED 的主要发光参数；(d)荧光粉 LED 的发光强度和 EQE；(e)所制作的 LED 在不同偏置电压下工作的 PL 光谱；(f)封装 LED 的操作稳定性

团队基于稳定的紫外发射、独特的抗热猝灭性能，以及异常高的荧光量子产率，成功制备了稀土下转换 LED 器件（图 5）。在 8V 的驱动电压下，最高外量子效率达到 1%，并且在空气中连续工作 840 分钟后，仍能保持 100% 的初始效率，表现出了良好的实际应用前景。相关研究结果为设计新型稀土杂化金属卤化物功能结构拓展了新思路。

上述工作得到了国家自然科学基金、山东省自然科学基金、山东省海外优秀和山东大学齐鲁青年基金的联合资助。

（来源：山东大学）

有色金属行业智能制造标准体系出炉 目标到 2025 年累计研制 40 项以上标准

日前，工业和信息化部官网公布了《工业和信息化部办公厅关于印发有色金属行业智能制造标准体系建设指南（2023 版）的通知》（简称《指南》）。

在建设目标方面，《指南》明确，到 2025 年，基本形成有色金属行业智能制造标准体系，累计研制 40 项以上有色金属行业智能制造领域标准，基本覆盖智能工厂全部细分领域，实现智能装备、数字化平台等关键技术标准在行业示范应用，满足有色金属企业数字化生产、数据交互和智能化建设的基本需求，促进有色金属行业数字化转型和智能化升级。

明确体系结构与框架

有色金属行业是制造业的重要基础产业之一，是实现制造强国的重要支撑。当前，我国有色金属行业正处于由数量和规模扩张向质量和效益提升转变的关键期，亟待与新一代信息技术在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展。

《指南》明确了有色金属行业智能制造标准体系结构和有色金属行业智能制造标准体系框架。

有色金属行业智能制造标准体系结构图由外层与内层构成。其中，外层反映行业特点，即有色金属行业覆盖采选、冶炼和加工领域；内层为外层所包含的具体研制方向，分为基础综合标准（CIA）、装备与系统标准（CIB）、智能工厂标准（CIC）和评价标准（CID）。

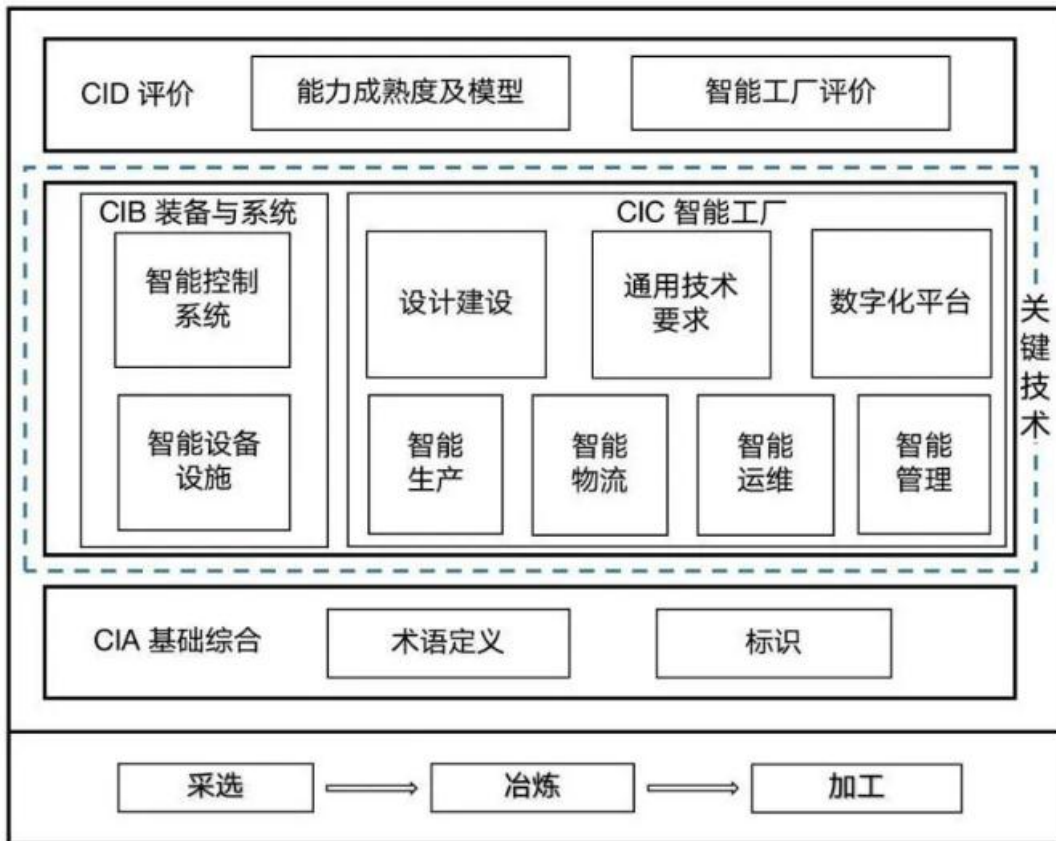


图6 有色金属行业智能制造标准体系结构图

内层分为三个层级，其中，底层为基础综合标准（CIA），是结合有色金属行业实际，对国家智能制造标准体系中“**A 基础共性**”细分方向的调整。中间层包括装备与系统标准（CIB）和智能工厂标准（CIC），是有色金属行业智能制造的核心关键。

装备与系统标准（CIB）基于当前有色金属行业的主要需求，用于指导企业采用信息化技术对传统装备及装备系统集成进行数字化改造，并为智能工厂标准（CIC）提供支撑；智能工厂标准（CIC）涵盖有色金属行业从设计、生产、销售、物流、运维等全流程及各阶段，是有色金属行业智能制造标准体系中的建设主体。顶层为评价标准（CID），服务于装备与系统标准（CIB）和智能工厂标准（CIC），也是指导行业智能化建设及评价智能化发展水平的重要手段和依据。

有色金属行业智能制造标准体系结构向下延伸形成有色金属行业智能制造标准体系框架，第二层为基础综合、装备与系统、智能工厂及评价等4个部分，第三层为第二层4个部分的细分领域，具体划分为术语定义、标识等13个专业及方向。第四层对第三层的设计建设、数字化平台及智能生产等领域进行细分，包括元数据与数据字典、生产过程优化等13个部分。

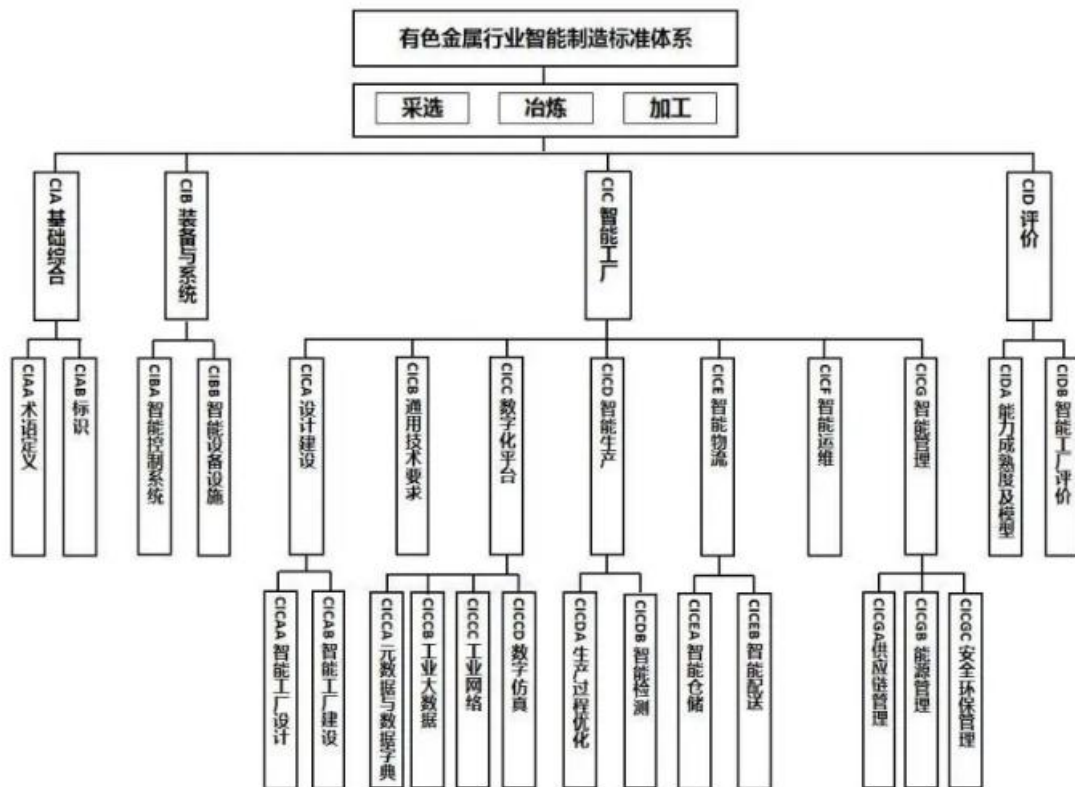


图7 有色金属行业智能制造标准体系框架图

细化标准加强科技成果转化

《指南》切实发挥标准对有色金属行业智能制造发展的支撑和引领作用，具体来看，基础综合标准（CIA）是适用于有色金属行业的通用型标准，根据行业特点，基础综合标准分为术语定义、标识等2个部分。术语定义标准用于规定有色金属行业智能制造领域使用名词的术语和定义，以及其所对应的外文表达等。

标识标准用于对有色金属行业中各类对象进行解析与唯一性编码，规范标识编码规则，提高行业标识编码系统的兼容性。

装备与系统标准（CIB）用于解决智能装备的集成控制和数据交互，以及生产过程中设备设施的协同生产问题，分为智能控制系统标准、智能设备设施标准等2个部分。智能控制系统标准主要规定有色金属行业智能装备的控制方法、多装备的集成控制与协同、数据接口及协议规范。智能设备设施标准主要包括有色金属行业智能制造所采用的设备设施标准。

智能工厂标准（CIC）分为设计建设、通用技术要求、数字化平台、智能生产、智能物流、智能运维和智能管理等7个部分。其中，设计建设细分为智能工厂设计、智能工厂建设等2个部分；数字化平台细分为元数据与数据字典、工业大数据、工业网络、数字仿真等4个部分；智能生产细分为生产过程优化、智能检测等2个部分；智能物流细分为智能仓储、智能配送等2个部分；智能管理细分为供应链管理、能源管理、安全环保管理等3个部分。

评价标准（CID）主要用于验证和评价智能工厂的设计和建设、设备的自动化和信息化层级、工艺流程的能力成熟度等内容。该类标准可有效指导标准实施，对有色金属行业已有和待建智能制造项目进行评估，进一步指导企业的智能化建设，使企业尽快形成具有自身特点的建设思路，明确建设要求和目标，规范智能建设过程，为智能验证和评价工作提供技术支撑。评价标准分为能力成熟度及模型、智能工厂评价2个部分。

在实施路径方面，《指南》提出强化组织协调、推动成果转化、加强宣贯实施。对于推动成果转化，《指南》明确，加快有色金属行业智能化技术创新，加

速重要成果转化，重点研制适用性较强的有色金属领域基础共性标准及关键技术标准。及时总结固化成熟经验，加强科技成果转化，提升标准研制的合理性和实施的可行性，为有色金属行业智能化升级提供可靠的技术支撑。

（来源：证券日报）

2023年5月稀土价格走势

一、稀土价格指数

5月份，稀土价格指数呈缓慢上行趋势。本月平均价格指数为201.3点。价格指数最高为5月30日的213.6点，最低为5月6日的192.4点。高低点相差21.2点，波动幅度为10.5%。

2023年5月稀土价格指数走势图



二、中钇富铈矿

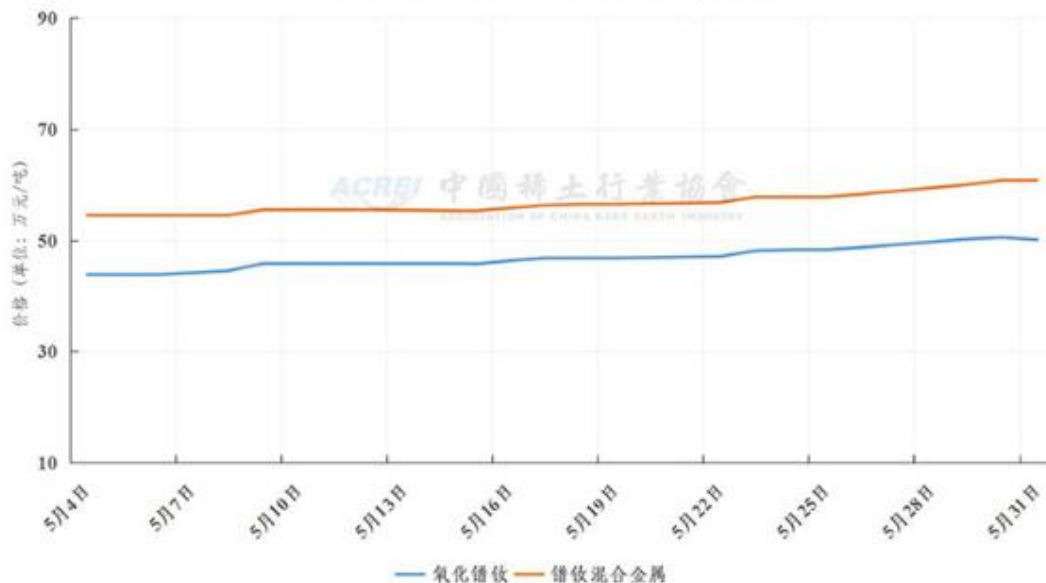
中钇富铈矿5月份均价为21.06万元/吨，环比下跌1.9%。

三、主要稀土产品

(一) 轻稀土

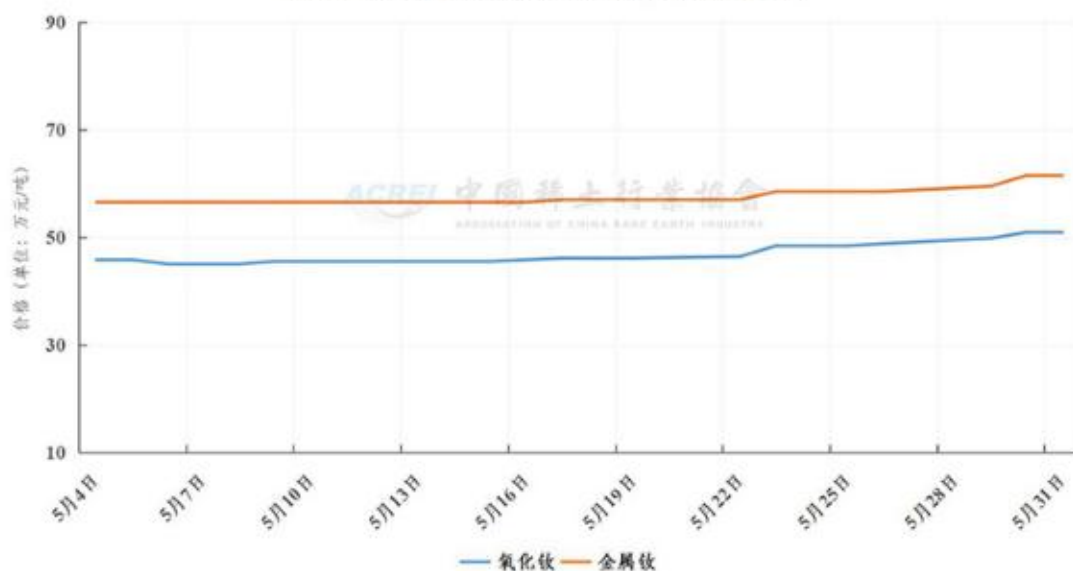
5月份，氧化镨钕均价为46.80万元/吨，环比下跌3.9%；金属镨钕均价为56.69万元/吨，环比下跌4.3%。

2023年5月氧化锆钆、锆钆金属价格走势



5月份，氧化钆均价为46.91万元/吨，环比下跌7.7%；金属钆均价为57.60万元/吨，环比下跌8.0%。

2023年5月氧化钆、金属钆价格走势



5月份，氧化锆均价为46.59万元/吨，环比下跌6.0%。99.9%氧化镧均价为0.57万元/吨，环比下跌9.9%。99.99%氧化铈均价为19.80万元/吨，环比与上月持平。

(二) 重稀土

5月份，氧化镝均价为202.79万元/吨，环比上涨4.4%；镝铁均价为196.48万元/吨，环比上涨2.6%。

2023年5月氧化镝、镝铁价格走势



5月份，99.99%氧化铽均价为826.79万元/吨，环比下跌9.9%；金属铽均价为1036.57万元/吨，环比下跌12.2%。

2023年5月氧化铽、金属铽价格走势



5月份，氧化钬均价为62.38万元/吨，环比上涨3.5%；钬铁均价为63.10万元/吨，环比上涨2.1%。

2023年5月氧化钬、钬铁价格走势



5月份，99.99%氧化铈均价为5.00万元/吨，环比与上月持平。氧化铟均价为26.40万元/吨，环比上涨1.1%。

表1 2023年5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4月平均价	2023年5月平均价	环比
氧化镧	≥99%	6.31	5.69	-9.83%
氧化铈	≥99%	6.51	6.23	-4.30%
氧化镨	≥99%	495.70	465.86	-6.02%
氧化钕	≥99%	508.25	469.14	-7.70%
金属钕	≥99%	625.75	575.95	-7.96%
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%	266.60	273.19	2.47%
钐铁	≥99%Gd75%±2%	256.70	261.24	1.77%
氧化铽	≥99.9%	9172.50	8267.86	-9.86%
金属铽	≥99%	11807.25	10365.71	-12.21%
氧化镱	≥99%	1942.25	2027.86	4.41%
镱铁	≥99%Dy80%	1915.00	1964.76	2.60%
氧化钬	≥99.5%	602.65	623.81	3.51%
钬铁	≥99%Ho80%	618.25	630.95	2.05%

市场行情

氧化钬	≥99%	261.00	264.00	1.15%
氧化镱	≥99.99%	96.00	96.00	0.00%
氧化镱	≥99.9%	5782.50	5692.86	-1.55%
氧化钕	≥99.999%	50.00	50.00	0.00%
氧化镨钕	≥99%Nd ₂ O ₃ 75%	486.80	468.00	-3.86%
镨钕金属	≥99%Nd75%	592.55	566.90	-4.33%

(来源：中国稀土行业协会)

土壤中稀土元素人体健康风险评估方法

引言

稀土元素(REEs), 简称稀土, 是指包括化学元素周期表里的第Ⅲ类副族元素镧系元素 15 个以及化学性质相似的钇和铈共 17 种元素。稀土元素化学性质稳定, 多以硅酸盐、磷酸盐、磷硅酸盐、氟碳酸盐、复杂氧化物以及氟化物等形式存在于地壳中。我国是稀土大国, 稀土资源储量占全球总量近 80%, 且种类丰富、产量庞大。近年来, 随着我国城镇及工业的飞速发展, 致使许多含有稀土元素的污染物富集在土壤之中, 环境生态问题愈发严峻。

稀土元素并非人体必需元素, 人体长期暴露于高稀土含量的土壤环境中, 会导致稀土元素通过呼吸道、消化道、皮肤等途径进入人体并在人体内蓄积, 进而对人体健康造成一定危害。有研究表明, 稀土元素在人体内浓度达到一定限值, 可能会影响儿童智力发育, 对成人肝细胞、神经系统均有损伤。我国稀土元素的含量及种类丰富, 能在动植物体内明显富集, 也能在各种动物的重要器官中被吸收蓄积, 存在很大的环境风险。因此, 稀土元素对人体的健康风险问题应得到更广泛的关注。

1 稀土元素的主要来源

1.1 采矿业的发展

稀土具有良好的磁、电、光等特性, 在当今农业、工业、医疗卫生等领域获得广泛应用, 稀土采矿业的规模在近几年不断扩大, 稀土开采、冶炼的过程中大量稀土元素进入土壤, 导致稀土元素在土壤中不断蓄积。随着稀土矿床开采时间和周期的延长, 开采过程中向矿床周围环境中释放的稀土元素也会不断增多, 大量稀土元素在矿床周边富集, 导致总稀土含量的平均值远远高于稀土

含量的背景值，矿床周围环境受到稀土元素的大量污染。稀土矿床的开采破坏土壤结构，在水、热、气、生物以及人类活动等综合因素的作用下，使稀土元素大量进入农田生态系统，并通过食物链逐渐富集，对人体健康产生危害。

1.2 农业的发展

稀土元素对动植物有着显著的“低促高抑”的特征现象，这种现象被称为Hormesis效应，因此，稀土元素近年来在我国农业生产中得到广泛应用，主要用作植物生长调节剂。现代农业的快速发展离不开肥料、农药等农业化学品的大量使用。农药的大量喷洒会导致农药在农作物或土壤中残留并挥发进入大气，最终在土壤之中沉积，从而造成严重污染。而肥料的施用是土壤中稀土元素的重要来源之一。当前农业生产中常见的肥料主要包括磷肥、钾肥、氮肥、复合肥和有机肥等。化肥的长期、大量使用会导致其含有的稀土元素在土壤中大量富集并残留，进而导致土壤的稀土元素污染问题愈加严重。

1.3 大气的流动与沉降

大气沉降造成的污染同样值得重视。石油精炼、燃煤工业、医疗设施、冶金、核工业以及各种交通工具、车辆的运行都会排放大量的污染物进入大气，并进一步通过大气沉降进入土壤、水环境造成二次污染；同时还会被微生物、植物、动物吸收，通过食物链富集最终危害人类的健康。随着区域内工业生产、交通行业的繁荣发展，人口密度的增加，进而加剧污染程度，同时污染物会随着大气流动导致污染范围的进一步扩大。Huang等通过富集因子的测定研究九龙江流域水稻土中稀土元素的空间分布及来源，结果显示，土壤中所有的稀土元素均有所富集；相关性分析等方法可以确定水稻土中稀土元素的源与汇，水稻土中稀土的积累可能与燃煤、施肥等人为活动有关。

1.4 生活垃圾的堆积

生活垃圾的填堆也是造成稀土元素污染的潜在来源之一。如一些含有稀土元素的医疗垃圾、电子废物、固体废物的处置等。当这些垃圾长时间堆放而缺乏系统的收集与处理时，会导致其中的稀土元素渗入土壤中，造成严重的土壤稀土元素污染。Mauriz-io 等通过对意大利中部城市的固体废物填埋场进行了几项地球化学调查，发现固体废物填埋场内稀土元素污染比较严重。同时，许多研究结果表明，缺乏相关系统管理设施的垃圾填埋场中稀土元素的污染明显较高，证明各种生活垃圾的堆放也会造成较为严重的稀土污染。

2 稀土元素的健康风险评估

2.1 风险表征方法——健康风险评估模型

土壤中的稀土元素能够通过农作物的快速吸收和水分的摄取等途径进入动植物体内并逐渐蓄积，进而通过食物链富集进入人体，损害人体健康。除此之外，人们还会通过呼吸吸入、皮肤接触等摄入一定量的稀土元素，这些稀土元素进入人体，大量蓄积在骨骼、血液、头发等部位，进而对人体健康带来潜在风险。

健康风险评价是通过识别环境中的化学污染物及风险源，评估其在环境中与人体接触的暴露途径，定量评价其暴露结果对人类和生态是否造成危害的一种评价方法。土壤中的稀土元素进入人体的主要途径有经口直接摄入、呼吸空气摄入和人体皮肤接触摄入，各途径稀土元素应用健康风险表征模型具体如下。

经口摄入：

$$ADD_{ing} = \frac{c \times I_{ng} R \times CF \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

呼吸吸入：

$$ADD_{inh} = \frac{c \times InhR \times EF \times ED}{PEF \times BW \times AT}$$

皮肤接触:

$$ADD_{derm} = \frac{c \times SA \times CF \times SL \times ABS \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

式中各参数含义如表 2 所示。

表 2 稀土元素应用健康风险表征模型参数表

符号	参数含义	单位
ADD_{ing}	人体经口摄入日均暴露量	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
ADD_{inh}	人体呼吸摄入日均暴露量	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
ADD_{derm}	人体皮肤接触日均暴露量	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
c	土壤中稀土元素含量	$mg \cdot kg^{-1}$
IngR	日均土壤摄入量	$mg \cdot d^{-1}$
InhR	人均单位空间内的呼吸频率	$m^3 \cdot d^{-1}$
CF	稀土元素转换系数	$kg \cdot mg^{-1}$
EF	稀土元素暴露频率	$d \cdot a^{-1}$
ED	暴露总时间	a
BW	人体平均体重	kg
AT	人体平均暴露时间	d
PEF	空气中灰尘排放因子	$m^3 \cdot kg^{-1}$
SA	人体暴露皮肤总表面积	cm^3
SL	人体皮肤对稀土元素的吸附程度	$mg \cdot cm^{-2} \cdot d^{-1}$
ABS	人体皮肤所吸收的因子	—

通过以上模型及参数计算人体在各途径的稀土元素摄入量，进而计算人体每日稀土元素摄入总量(EDI)，再结合稀土元素健康指导值(ADI)，采用风险商对稀土元素进行风险评价，具体公式：

$$EDI = (ADD_{ing} + ADD_{inh} + ADD_{derm}) \times 1000$$

$$RQ = \frac{EDI}{ADI}$$

式中, RQ 为风险商; EDI 为估算出的每日稀土元素摄入量 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; ADI 为健康指导值, $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; $\text{RQ} < 1$ 时表示对人体健康无不利影响, $\text{RQ} > 1$ 时表示可能对人体健康产生不利影响。

2.2 稀土元素健康指导值的研究

关于稀土元素暴露的健康指导值(ADI), 目前尚无可利用的相关国际权威性的标准, 研究稀土元素的健康指导值、探讨稀土元素的健康风险评估具有十分重要的意义。近年来, 许多学者先后提出了不同的稀土元素的健康指导值, 国庆伟等在 1992 年根据活性氯化稀土饲喂大鼠的亚慢性实验结果推出健康指导值为 $0.96\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 朱为方等在 1997 年根据动物实验结果和人群流行病学研究数据提出健康指导值为 $70\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; 徐厚恩等在 2000 年通过稀土的遗传毒性等研究提出健康指导值为 $0.002 \sim 0.02\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。但以上健康指导值都是基于动物急性或者慢性稀土暴露的毒理学、病理学结果, 因此目前国内大多数学者采用朱为方等提出的稀土元素的人体每日允许摄入量(ADI值) $70\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 作为健康指导值进行人体健康风险评估。

在研究蔬菜稀土元素含量的健康风险评价时, 李小飞等采用我国 2005 年颁布的食品中污染物限量标准(GB2762-2005)中规定的蔬菜稀土限量 ($\leq 0.7\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 该限量标准在 GB2762-2012 进行了沿用, 但根据中国居民的稀土元素暴露风险评估食物中的稀土元素含量结果显示, 除部分茶叶、食用菌、藻类中的稀土元素含量相对较高以外, 其余类型的食物稀土元素含量普遍较低, 进而推断当前食物中的稀土元素的吸收暴露量不会对人体健康造成潜在危害, 该植物性食品中稀土限量要求在 GB2762-2017 中被取消。同时, 李小飞等对土壤中稀土元素不同形态的含量与土壤理化性质及铁锰含量相关性进行了分析, 发现土壤 PH 越低, 稀土元素的溶解态越高, 土壤中粘粒含量越多, 越有利

于吸附游离在土壤中的稀土离子；不同蔬菜对稀土元素的富集系数不仅取决于蔬菜类型，还可能跟蔬菜可食部分的生长介质相关，如芋头等块茎类蔬菜、空心菜等具有高富集的特性，超出了食物中稀土的限量标准值。

表3 食品中污染物限量标准(GB2762-2005)中植物性食物中稀土限量指标

食品	稻谷、玉米、小麦	蔬菜(菠菜除外)	水果	花生仁	马铃薯	绿豆	茶叶
限量*(MLs)/(mg·kg ⁻¹)	2	0.7	0.7	0.5	0.5	1	2

2.3 土壤中稀土元素含量限值的推导

对普通人群来说，人体摄入稀土元素的主要途径为膳食摄入，结合美国环保署(USEPA)推出的污染物暴露量计算模型，选取经口摄入健康风险表征模型公式，采用朱为方等提出的稀土元素的每日允许摄入量 $70\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 作为健康指导值(ADI)，进而估算土壤中稀土元素含量的限值，暴露参数主要参考USEPA 土壤健康风险评价方法，具体取值如表4。

表4 评估模型参数取值

参数	符号	单位	取值
稀土元素人体健康指导值	ADI	$\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	70
稀土元素转换系数	CF	$\text{kg} \cdot \text{mg}^{-1}$	0.000001
成人平均体重	BWa	kg	61.8
儿童平均体重	BWc	kg	19.2
成人暴露周期	EDa	a	24
儿童暴露周期	EDc	a	6
暴露频率	EF	$\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$	350
人体平均暴露时间	AT	d	350×70
儿童日均摄入量	IngRc	$\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$	200
成人日均摄入量	IngRa	$\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$	100

通过将健康指导值(ADI)及暴露参数代入经口摄入健康风险表征模型中计算可得出，土壤中稀土元素的成人危险值含量为 $126.18\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、儿童的危险值含

量为 $78.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。该值是基于确定的健康指导值与暴露参数推导得到的土壤中易导致人体摄入量超高、对人体健康造成危害的稀土元素含量。由于人群暴露参数和摄入途径的差异，土壤中稀土元素含量的危险值的计算也应做相应调整。但在相同稀土元素含量的土壤环境中，儿童较成人会更易摄入过多的稀土元素，儿童身体健康对土壤中的稀土元素含量的变化更为敏感。

3 结论及研究展望

稀土元素并非人体必需元素，摄入过量会对人体产生不良影响。近些年由于人类各种活动对稀土资源的大量开采与应用，致使稀土元素在土壤中不断蓄积，并且可以通过食物链、呼吸道、皮肤等途径进入人体，对人体健康造成诸多潜在风险。现阶段关于稀土元素人体健康风险评价方法主要参考 USEPA 的健康风险评价模型，根据不同摄入途径模型计算出稀土元素的摄入总量对比健康指导值得出风险商，从而评价是否对人体健康产生风险。但传统模型的暴露参数是参考美国居民的标准而制定，可能会与中国居民实际暴露参数产生差异，导致评估结果产生偏差。另外，不同人群不同生活行为下的暴露参数摄入途径也会存在差异，因此在进行健康评估时要尽量因地制宜，减小评估结果的不确定性。不同的蔬菜品种对稀土元素的富集系数有较大差异，通过正确引导人们合理种植、食用蔬菜品种，可有效降低稀土元素对人体健康造成的风险。

关于稀土元素的健康指导值，目前国际上尚无较权威性的标准，大多数研究采用健康指导值制定的时间都相对久远，因此稀土元素健康指导值标准的制定，将会在今后的稀土元素风险评价研究中成为一个重要方向。

(来源：农业与技术)