

# 离子型稀土信息简报

## Ionic Rare Earth Information Bulletin

2020年 第06期 总第80期

### 本期要闻

- ◎ 稀土业为“新基建”注入活力与生机
- ◎ 客观看待稀土收储对市场的影响
- ◎ 有色金属矿山面临智能、绿色双重考验
- ◎ 《固体矿产勘查概略研究规范》正式发布实施

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](mailto:jxlzxt_2016@163.com)

◆邮编：341000

◆传真：0797-8160033

◆网址：<http://www.jxlzxt.com/>

# 目 次

## ◇ 行业动态 1-15

---

- ◎ 稀土业为“新基建”注入活力与生机
- ◎ 客观看待稀土收储对市场的影响
- ◎ 中科院齐涛：把稀土资源优势转成产业优势
- ◎ 有色金属矿山面临智能、绿色双重考验
- ◎ 江西出台硬核政策措施支持赣转省域副中心城市建设 包括建设钨稀土技术平台
- ◎ 加拿大：糜湖成为全球品位稀土矿之一
- ◎ 美国矿山产量增加，矿产估计价值 863 亿美元
- ◎ 澳大利亚将推出关键矿产门户网站

## ◇ 科技前沿 16-19

---

- ◎ 稀土基近红外长余辉发光材料取得新进展
- ◎ 华中科技大学在稀土上转换发光材料研究取得重要研究进展

## ◇ 政策法规 20-20

---

- ◎ 《固体矿产勘查概略研究规范》正式发布实施

## ◇ 市场行情 21-24

---

- ◎ 2020 年 5 月稀土价格走势

## ◇ 稀土知识 25-33

---

- ◎ 稀土在钢中的应用

## 稀土业为“新基建”注入活力与生机

“新基建”是近期的热词之一。国家发改委近日发文，进一步明确“新基建”是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。

相比于传统基建，“新基建”主要是发力于科技端、信息数字化的新型基础设施建设，主要包括5G基建、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网等七大领域。业界人士认为，直接推动稀土发展的“新基建”领域有以下几项：

**一是高铁、城市轨道交通列车。**“十三五”期间，我国永磁轨道交通将得到迅猛发展。有资料表明，到2020年新增高铁、城市轨道交通列车永磁同步传动系统市场占有率将分别达到30%和50%。另外，“十三五”期间，城市轨道交通规划线路总规模为7305.3公里，若全部采用永磁牵引系统，大约需要钕铁硼1827吨。我国轨道交通对钕铁硼的总需求约4577吨，按照45万元/吨高性能钕铁硼价格计算，“十三五”期间，轨道交通可带动20.6亿元的钕铁硼市场。

**二是镍氢电池。**镍氢电池为稀土储氢合金主要应用领域，全球稀土储氢合金95%由我国和日本供应，我国储氢合金产量超过全球总产量的70%。镍氢电池主要应用在手机、笔记本电脑、相机、电动车、新能源汽车等领域。镍氢电池中，稀土占32.2%，而稀土元素中镧为20.2%，铈占8%，钕占3%，镨占1%。一辆混合动力汽车的储氢合金需求量大约在10公斤，而一般情况下，混合稀土金属用量按储氢合金用量的30%计算，即每辆消耗稀土约3公斤。

**三是工业机器人。**国家发改委、工信部出台的《机器人产业发展规划（2016-2020年）》中指出，到2020年，国内工业机器人密度目标是达到150台/万人，工业机器人未来市场空间将进一步扩大。工业机器人核心零部件为控制器、永磁同步伺服电机、减速器。制造一台165公斤焊接机器人需要消耗25公斤高

性能钕铁硼。

除了以上直接推动稀土发展的“新基建”领域外，间接推动稀土发展的“新基建”领域包括5G基站的建设、风电开发、驱永磁发电机、新能源汽车等。预计稀土业在“十四五”期间，随着战略性新兴产业、“互联网+”等国家战略的陆续实施，智能制造、高端装备、新能源汽车、工业机器人、3D打印等新兴产业加快发展，稀土磁材等应用发展空间将更加广阔。

推动稀土发展的“新基建”领域需从顶层设计，并不断地去完善和实行，促进稀土朝着更加规范和现代化的方向发展。从已公布的信息来看，国家将围绕环保脱硫脱硝治理、储氢储能及LED新技术运用、新能源汽车及风电设备等产业应用推进稀土业向纵深发展，并有望围绕稀土永磁、发光、催化等新技术运用领域进行。

“新基建”提速为我国稀土产业发展提供了机遇，国内市场对稀土材料的需求快速提升。例如，装备先进永磁牵引系统的高铁、城市轨道交通产业，作为战略新兴产业，将把稀土的资源优势转化为经济优势。低碳工业对稀土永磁材料也有着巨大需求，稀土有望在工业互联网领域起着关键的衔接作用，为“新基建”注入活力与生机。

（来源：中国有色网）

## 客观看待稀土收储对市场的影响

今年上半年，中重稀土产品价格受供需基本面及收储预期等多种因素影响震荡走高，市场对于年内的收储预期是推高镝铽等产品价格走势的主要动力之一。在重稀土价格加速上行逼近近年高点后，6月份，国内轻稀土价格也从底部起涨，伴随着市场的收储预期，或将支撑重稀土价格维持高位。

可喜的是，新能源汽车市场回暖，提振了对稀土下游永磁材料需求。同时，轻稀土市场价格连续上涨，镨钕氧化物及镨钕合金价格持续走高，轻稀土市场回暖。6月份以来，国内轻稀土价格涨幅达到约6%。

当然，国内重稀土市场价格维持高位，下游询盘增加，加之缅甸方面进口受阻，国内重稀土市场价格维持高位，后期稀土市场仍存在“两极分化”可能。

在这样的情况下，市场一直传言国家将对稀土进行收储，增加了业界的期待。因为稀土收储预期有望持续提振中重稀土价格。同时，在收储计划中，中重稀土占年度产量比重较大，有望对中重稀土供需和价格形成较大影响。

通过收储10年历史回顾，发现稀土收储存在明显的周期性，即所有的收储可以分为2010年~2015年、2016年~2017年、2018年至今三轮大的周期，呈现出“预期+商储+国储”循环特征。小周期，即在发生收储的每个年份，收储行情相似，呈现出“预期(+回调)+收储执行+收储完成”循环特征。

自2018年以来，由于稀土价格波动较大等原因，政府相关部门一直未执行稀土收储操作。那么，今年会不会成为第四轮稀土收储周期呢？这必然引起人们许多猜测。若第四轮收储周期能够成真，无疑将对稀土价格形成明显提振作用。

今年是“十三五”的最后一年。据测算，在“十三五”期间，稀土国储剩余额度中重稀土氧化镨、氧化铽分别占2019年产量的52%和190%，再考虑到目前缅甸封关仍然对国内的中重稀土进口供应产生紧缩影响，一旦收储计划如期施行，将对重稀土镨、铽等的供需和价格产生较大影响。

进一步分析，如果今年内对稀土产品进行收储，则未来镨铽等中重稀土产品价格总体或维持偏强坚挺状态。目前，氧化镨及氧化铽价格均行至2019年高点位附近，短期氧化镨及氧化铽等价格在现有价位或涨幅存在趋缓的可能，但预计中长期或以利好为主。

而现在政府相关部门实施稀土收储，可向市场发出积极信号，也给企业吃了一颗定心丸，对稀土价格稳定是非常有好处的。

当然，我们应客观看待稀土收储对市场的影响。目前与过去不同的是，不少持货商家和稀土生产企业存在一定资金回笼的需求，虽然收储的相关消息不断更新，但目前国内重稀土价格经过前期大幅上行，价格已逼近历史高点。

（来源：中国有色金属报）



## 中科院齐涛：把稀土资源优势转成产业优势

科技熠熠闪光，榜样人物引领。今天的赣州市第四届“十大科技创新人物”展播，来认识中科院稀土研究院筹建工作组组长、中科院重大科技任务局副局长齐涛。

2020年1月10日，中科院稀土研究院在赣州挂牌成立。中科院重大科技任务局副局长齐涛任筹建工作组组长。

中科院稀土研究院筹建工作组组长、中科院重大科技任务局副局长齐涛：2019年5月20日，习总书记到江西赣州调研视察，提出了关于稀土的重要的讲话，提高产业的附加值，实现绿色和可持续发展。这是对我们全国的稀土界吹响了号角，温暖了赣州人民的心。赣州具有丰富的自然资源，全世界80%的中重稀土在中国，而其中有80%在赣州，所以说赣州是我们国家南方稀土的发祥地和发源地。另外现在产业当中还有比较完善的产业链从开采到分离，到材料期间，装备和系统，所以实际上就是我们中科院稀土院的话，也是围绕全产业链打造我们国家的系统科技的高地。

**主持人罗俊琴：**您是在一个什么样的情况下接到中国科学院稀土研究院筹建组组长这么一个职务？

齐涛：2019年9月11日中科院审议通过了《院省共建稀土研究院战略合作



协议》，12月9日中科院党组会审议通过稀土研究院筹建方案与筹建组组成建议，之后收到我们人事局的关于中国科学院稀土研究院筹建工作组的任命，让我感觉到这个叫责任重大，使命光荣。整个我们筹建组从2019年12月20号任命以来，第二天21日，我们筹建组加上我们一些中层和一些科研人员，来到赣州，开始了履行筹建组使命，完成我们院党组、省委省政府交给的一个重大的科技任务和重要的政治任务来抓，全力以赴建立机制。

从2019年10月签约不到七个月时间，中科院稀土研究院一期工程已基本建成，首批60名研究人员已经入住。带着初心、带着真感情，齐涛倾情支援赣南老区，完成了国家重点实验室框架方案和中科院“十四五”科教基础设施建设。与20余家企业单位建立合作关系，部署科研攻关任务，服务地方经济发展。

#### **主持人罗俊琴：中国科学院稀土研究院未来的发展方向是怎样的？**

齐涛：目标就是建立国家实验室，如何通过科技创新把我们国家的资源优势转成产业优势、经济优势和政治优势，打造稀土科技的利剑，建成世界稀土科学中心和产业中心。我想这也是习总书记、我们党中央国务院对未来稀土国家实验室的定位和目标，举全国之力，打造世界稀土科技中心，世界一流的。稀土院是国家实验室系统中的一部分，包括我们中科院内部的研究所，再融合中科院外部，包括全国的优势稀土的科技的力量，再加上我们大型的国有和民营企业，我想这是一个大的课题来实现科技驱动经济的发展。2223 国家实验室就承担国家的重大任务，实现国家的这个核心使命。所以未来建设中国科学技术大学稀土学院，和我们全国的稀土科技界的是科学家和单位一起和企业一起，打造国家实验室。国家实验室从核心技术突破，实现产业化，实现这种相当于经济科技和经济的融合发展来进行探索性的体制机制。

齐涛从事两性金属矿产资源清洁生产与绿色化工新技术的基础与应用研究，提出了碱熔盐矿物高效分解—介质再生循环—产品制备一体化的新技术体系，成功研发了熔盐法钛白、氧氯化锆、钒钛磁铁矿、红土镍矿等新技术，与企业合作建成清洁生产示范工程十余条，获得多项国家级技术发明大奖。

齐涛：科学的魅力在创造未来，科技的魅力在创造未来。那么稀土院的文化是什么？中科院的创新文化加上赣南苏区红色基因，稀土研究所和其他研究所不同在哪呢？还有红色精神，红色基因的传承，这是我感觉到很深的，赣州人民非常质朴。

（来源：赣州网络台）



## 有色金属矿山面临智能、绿色双重考验

《有色金属行业智能矿山建设指南（试行）》（以下简称《指南》）的发布，引起了行业的强烈关注，实打实地加快 5G、人工智能、工业互联网等新一代信息通信技术与有色金属行业融合创新发展，切实引导有色金属企业智能升级。

作为地质方面的专家，全国政协委员、中国地质大学（北京）副校长王训练认为，新技术革命向矿山建设和矿业生产扩展是不可避免的时代趋势，智能矿山建设也是追赶世界先进水平并满足国家和人民期望的一个必然要求。

“《指南》的发布为有色金属矿山建设树立了一个新标杆，将促进行业整体进步。”王训练对记者说。

一是在全国劳动力人口总量逐年减少，青壮年人口到边远艰苦地区工作意愿愈来愈低的大环境下，智能矿山将大大促进机器换人、实现少人无人生产，缓解



艰苦用工环境特别是青藏高原等高寒高海拔地区用工紧张的情况。

二是提升本质安全水平。“2·23”内蒙古银漫矿业公司重大运输安全事故给矿山安全生产敲响了警钟。《指南》引导企业应用具备自主行驶与自主作业功能的智能化采矿装备进行作业，能有效降低人员劳动强度，提高本质安全水平。

三是促进资源集约。通过废水指标实时监测与控制、尾矿充填自动化控制与最优化调控、尾矿输送安全监测及尾矿建材自动化加工等，高效循环利用废水、提高尾矿充填利用率及尾矿建材化利用水平，实现尾矿资源综合利用、废水资源无害化与零排放。

四是提高环境保护水平，《指南》提出通过建设能耗实时监测与智能优化管控、排放综合监控等系统，降低能耗、减少排放，实现能耗最优化控制、排放实时监管等目标。

王训练认为，未来国家安全生产监督管理部门、生态环境部门的监管标准可能水涨船高。随着智能矿山建设在全国范围内的逐步推广，全国矿山智能化水平将整体提高，安全生产水平、资源集约能力、环境保护水平都将提升到新高度。国家安全生产监督管理部门、生态环境部门在新的发展水平时或将提高旧有的监管标准，未及时开展智能矿山建设的企业在可能提高的监管标准和本身粗放的发展水平下，或将不适应新一轮的矿业竞争，从而被市场淘汰。

如今，生态文明建设受到高度重视。习近平总书记曾就祁连山、秦岭等地的生态破坏、别墅违建多次批示，督促解决生态破坏问题。在后期治理过程中，祁连山 114 宗矿业权全部退出、秦岭 170 个矿业权全部退出。

自然保护区内矿业权清退工作的进展如何？记者问道。

王训练表示，3 年来，自然保护区内矿业权清退工作取得了重大进展。统计

数据显示，2016年底全国各类非油气矿业权共计25569个，2017年底下降至21235个，2019年底仅剩11373个，3年降幅达56%。减少的矿业权除一部分因市场原因和环保标准收紧而放弃延续或取消外，相当一部分是在自然保护区矿业权清退工作中减少的。

“不可否认，在自然保护区内矿业权清退工作的初期阶段，存在一些操之过急的现象，一些企业对退出工作不理解，或是不了解退出政策，从而产生了恐慌情绪，这些在工作推进中逐步得到纠正。”王训练表示。我国自然保护区种类繁多，生态环境部统计，国内自然保护区占国土面积15%。同样作为国土大国，俄罗斯自然保护区范围占国土面积9.73%，加拿大该比例为10.66%，美国为12.99%。保护区面积过大给矿业发展带来了不小的影响。另外，部分地区对矿业权人退出补偿不合理，没有充分反映矿业权人的投入成本。此外，不考虑自然保护区的核心区、缓冲区、实验区的功能定位而对矿业权退出“一刀切”，部分保护区甚至没有进行功能分区。

王训练呼吁，各地在推动自然保护区内矿业权清退工作的时候，要充分考虑矿业权人合法取得矿业权的历史事实，考虑矿业权人在矿业权取得、维护、勘查和建设方面的实际投入成本，对于探获资源量产生争议的应依法协商解决。在各方的共同努力下，顺利完成自然保护区内矿业权清退工作，为我国生态文明建设作出贡献。

他还强调，由于自然保护区内矿业权大范围退出，对我国矿企和地勘单位提出了新的发展要求。一方面，国内可供勘查、开发的地理空间大幅缩小，国内地勘单位要坚持走绿色勘查之路，矿山企业要坚持建设绿色矿山、走资源集约节约之路；另一方面要重视在非洲、东南亚、南美洲等成矿条件好、勘查程度低的地

区进行资源勘查、开发和并购，做好境外资源储备，以境外增量弥补境内供应缺口。

(来源：工信部)

## 江西出台硬核政策措施支持赣州市域副中心城市建设 包括建设钨稀土技术平台

为深入贯彻习近平总书记视察江西重要讲话精神,全面落实省委省政府支持赣州建设省域副中心城市重大决策部署,纵深推进原中央苏区振兴和高质量发展,打造江西南部重要增长板块,近日,省市场监管局印发了《江西省市场监管局关于支持赣州市域副中心城市建设若干政策措施的通知》,出台了大力支持赣州特色产业发展、大力支持赣州建设革命老区高质量发展示范区、大力支持赣州市场监管方式创新、大力支持赣州技术平台建设等四方面共 18 项政策措施支持赣州市域副中心城市建设高质量发展。

一、大力支持赣州特色产业发展。主要从中国赣州(青峰)药谷建设、赣州纺织服装产业带建设、赣州富硒产业发展、赣南脐橙品牌提升等方面给予支持。包括产业质量提升、强化品牌管理体系建设、标准制修订、产品认证、推动产业项目纳入相关“十四五”规划等。

二、大力支持赣州建设革命老区高质量发展示范区。主要从委托行政许可权限、标准化建设、实施质量强市战略、知识产权事业发展、实施商品品牌战略、计量、认证认可工作等方面给予支持。包括许可权限下放、地方标准制定、指导

筹建国家技术标准创新基地(江西绿色生态)稀土、钨和家具分中心、开展主导产业质量提升行动、创建国家知识产权试点示范城市,申报建设国家级知识产权保护中心、商标工作站建设、社会公用计量标准建设等。

三、大力支持赣州市场监管方式创新。主要从食品安全示范城市创建、市场监管信息化建设等方面给予支持。包括支持创建国家食品安全示范城市和全省食品安全示范治理示范城市、“智慧市场监管”平台建设、网络交易监测技术、电子取证技术支持等。

四、大力支持赣州技术平台建设。主要从钨与稀土产业计量测试中心建设、国家级富硒产品质检中心创建、国家油茶产品质量监督检验中心(江西)建设、赣州市食品药品检验检测中心建设和国家级、省级技术平台筹建、探索建立省市合作机制等方面给予支持。包括计量检测能力提升、科技项目立项、建设富硒产品省级质量监督检验中心、推动中心筹建纳入省相关‘十四五’规划、筹建国家新能源汽车产品质检中心、江西省玻璃纤维及复合材料产品质检中心等技术平台、对口帮扶赣州技术机构、帮助市、县级技术机构新建检验检测项目等。

(来源:江西省市场监督管理局)



## 加拿大：糜湖成为全球品位稀土矿之一

据 Mining.com 网站报道,加拿大阿皮亚能源公司(Appia Energy)在萨斯喀彻温省的糜湖(Alces Lake)取得一个重要稀土矿床发现。

糜湖稀土矿位于阿萨斯卡湖和阿萨斯卡盆地以北,铀市(Uranium City)

以东 34 公里，斯托尼拉皮兹（Stony Rapids）以西 135 公里。

公司透露，该矿在地表及近地表发现多处矿化，沿走向和深部都有进一步找矿潜力。按照 4% 的稀土氧化物（TREO）边界品位，糜湖稀土矿平均品位为 16.65% TREO。

首席执行官汤姆·德里瓦斯（Tom Drivas）认为，从品位上看，糜湖可排在全球稀土矿第 2 位，是世界最富稀土矿之一。糜湖稀土矿含有一种矿物，即独居石。其采选技术已经比较成熟，工艺简单，不存在困难。

独居石富含钷、镨、镝和铽等关键稀土元素。这四种元素合计占 TREO 含量的 23-25%，潜在价值占糜湖整个项目的 85%。16% 的平均品位远超项目经济可采所需的品位。从地表到地下 20 米，独居石含量最高可达 80-85%。

6 月份—7 月份，阿皮亚公司将进行夏季钻探计划。公司认为，糜湖稀土矿能够满足加拿大和北美地区稀土需求。

德里瓦斯表示，公司将尽快估算资源量，并将尽快进入下一阶段。

（来源：自然资源部）



## 美国矿山产量增加，矿产估计价值 863 亿美元

据美国地质调查局消息，2019 年美国矿产产出约为 863 亿美元的矿物，比 2018 年修订后的总产量高出 20 亿美元。

美国地质调查局（US Geological Survey，简称 USGS）主管吉姆·赖利（Jim Reilly）表示，“我们今天发布的数据对于了解哪些矿物很容易受到美国供应链中断的影响至关重要，并为特朗普总统旨在使我们的经济和国防更加安全的更广泛

战略提供了分析基础。美国的矿产生产（估计价值超过 860 亿美元）对于所有商业和制造手段都是至关重要的，其中许多矿物质应用于日常家居用品。”

美国地质调查局国家矿产信息中心发布的第 43 次年度矿种摘要报告（43rd annual Mineral Commodity Summaries report）是 2019 年世界矿产产量数据的最早综合来源。它包括有关国内产业结构、政府计划和关税的信息，以及对 90 多种对美国经济和国家安全至关重要的矿种的 5 年显著的统计数据。它还确定了国内和国际矿产行业中的事件，趋势和问题。该报告涵盖了该中心监测的所有非燃料矿物。

代理国家矿产信息中心主任迈克尔·马盖尔（Michael J. Magyar）表示，“私营和公共部门的决策者和领导者都依赖矿种摘要（Mineral Commodity Summaries）中提供的关键的无偏统计数据和信息来做出商业决策和确定国家政策。钢铁、航空航天和电子等工业加工的非燃料矿物材料在 2019 年创造了约 3.13 万亿美元的增值产品，比 2018 年增长了 2.5%。”

2019 年，美国非燃料矿产生产的估计总价值为 863 亿美元，比 2018 年向上修订的总价值 840 亿美元增长了 3%。

根据今年的报告，美国继续依赖国外来采购某些原材料和加工矿物材料。2019 年，进口的 46 种非燃料矿种占美国表观消费量的一半以上，而美国有 100% 的净进口依赖于其中的 17 种。

关键稀土精矿的国内产量在 2019 年增加了 8,000 公吨（超过 44%），达到 26,000 公吨，使美国成为中国以外最大的稀土精矿生产国。

2019 年，特朗普总统 13817 号行政命令所定义的关键矿物质包括 17 种矿物产品中的 14 种，其净进口依赖度为 100%；另外 17 种关键矿种的净进口依赖性



大于表观消费量的 50%。中国向美国供应的非燃料矿物商品数量最多，其次是加拿大。

特朗普政府去年发布了“确保关键矿物可靠供应的联邦战略”(A Federal Strategy to Ensure a Reliable Supply of Critical Minerals)，用以确保美国的经济和国防更加安全。该策略指出，美国内政部确定关键矿产的国内供应，确保获得研究和生产矿物所需的信息，并加快矿产项目的许可。根据联邦战略，美国地质调查局发起了“地球测绘资源计划”(Earth Mapping Resources Initiative，简称 Earth MRI)，以获取地质、地球物理和地形数据，用来确定关键矿产的分布，并确定更多的能够增进我们对未发现的关键矿资源数据理解的区域。

此外，美国地质调查局将至少每 2 年进行一次多矿种关键矿产资源评估，并将评估结果提供给联邦土地管理机构和公众。同时，海洋能源管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration)将与美国国家海洋与大气管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration)等合作伙伴合作，开发一种方法来评估联邦近海和专属经济区的矿产潜力。

美国矿山在 2019 年生产的价值 863 亿美元的非燃料矿产包括工业矿产；其中，包括天然材料以及黑色金属和有色金属。

2019 年美国工业矿物生产的估计价值为 582 亿美元，比 2018 年增加约 3%。其中，工业矿物生产的价值以碎石和建筑砂砾(建筑材料)为主，达 277 亿美元。碎石是 2019 年主要的非燃料矿种，占美国非燃料矿产总值的 22%。

据估计，2019 年美国金属矿产量为 281 亿美元，比 2018 年增加近 5 亿美元。2018 年金属矿总产值的主要为黄金(32%)、铜(28%)、铁矿石(19%)和锌(7%)。

美国在 2019 年生产的 13 种矿种的价值均超过 10 亿美元。按价值的降序排列：碎石、水泥、建筑沙子和碎石、黄金、铜、工业沙子和碎石、铁矿石、石灰、盐、锌、纯碱、磷酸盐岩和钼精矿。

2019 年，有 13 个州各自生产了价值超过 20 亿美元的非燃料矿种。各州的产值按降序排列：内华达州、亚利桑那州、德克萨斯州、明尼苏达州、加利福尼亚州、佛罗里达州、犹他州、阿拉斯加、密苏里州、密歇根州、怀俄明州、乔治亚州和宾夕法尼亚州。

(来源：全球地质矿产信息网)



## 澳大利亚将推出关键矿产门户网站

据矿业周刊(miningweekly.com)报道，关键矿产促进办公室正在与澳大利亚地球科学部合作，开发一个基于网络的关键矿产门户网站，以评估澳大利亚境内选定的关键矿产的经济和地质潜力。

联邦资源部长 Keith Pitt 周三表示，该门户网站是澳大利亚迈向成为可靠的全球关键矿产供应国的又一重大举措。

这一合作建立在上周与印度就关键矿产签署谅解备忘录的基础上。澳大利亚政府推动该国关键矿产行业发展的努力正在形成势头。它还建立在其他关键矿产合作的基础上，包括与美国和加拿大的合作。Pitt 表示，在 Covid-19 向世界呈现的具有挑战性的环境中，合作将特别重要。

“门户网站将提高我们的高质量关键矿产资源对全球国际合作伙伴的知名度。澳大利亚拥有世界上技术最先进、创新和高效的资源产业之一，拥有熟练的劳动力、稳定的投资环境和政府激励措施。

“该门户网站将为来自世界各地的用户提供评估关键矿产资源的经济 and 地质潜力的工具，突出澳大利亚作为投资目的地的巨大潜力。”

该门户将展示澳大利亚重要的矿产资源，并由澳大利亚地球科学利用其世界级的数据集逐步更新，也将包括现有的矿山、尾矿坝和相关基础设施。

“关键矿产促进办公室继续在政府各部门开展工作，以完成其使命；确定投资、基础设施和创新机会，以发展澳大利亚的关键矿产行业。”

(来源：新浪财经)

## 稀土基近红外长余辉发光材料取得新进展

近红外长余辉发光材料作为一类多功能的稀土发光材料，在生物成像、癌症转移追踪与治疗、夜视监控以及太阳能利用等具有实时要求的生物医学和材料化学领域受到广泛关注。红光-近红外光具有较高的组织穿透性，但这些低能量的光子对现有长余辉发光材料的充能效率极低，限制了其在生物医学成像中的应用。

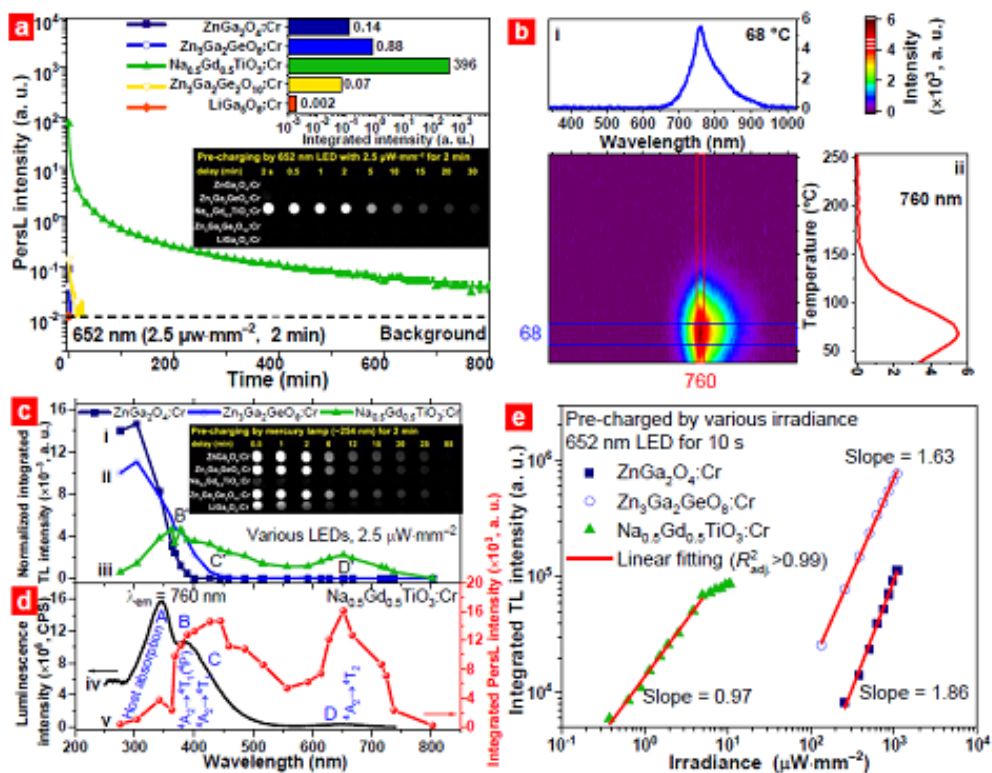


Figure 3. (a) PersL decay curves of ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Cr, Zn<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>GeO<sub>8</sub>:Cr, Na<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>:Cr, Zn<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>10</sub>:Cr, and LiGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Cr charged with 652 nm LED (2.5 μW·mm<sup>-2</sup>) for 2 min. The insets show the corresponding integrated PersL intensities and the PersL images. (b) Wavelength-resolved TL spectra of Na<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>:Cr charged with 652 nm LED (2.5 μW·mm<sup>-2</sup>) for 2 min. (c) Intensity-normalized TLE spectra of ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Cr, Zn<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>GeO<sub>8</sub>:Cr, and Na<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>:Cr charged with 276 - 802 nm LEDs (2.5 μW·mm<sup>-2</sup>) for 2 min. The inset shows the PersL images of samples charged with mercury lamp (~254 nm) for 2 min. (d) PersLE (charged with 276 - 802 nm LEDs with 2.5 μW·mm<sup>-2</sup> irradiance for 2 min) and excitation (λ<sub>em</sub> = 760 nm) spectra of Na<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>:Cr. (e) The dependence of integrated TL intensity on the charging irradiance of 652 nm LED (10 s) in ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Cr, Zn<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>GeO<sub>8</sub>:Cr, and Na<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>:Cr. Note that all Cr<sup>3+</sup>-doped samples in this work were heat cleaned at 400 °C before performing the PersL-related measurements.

广东省科学院稀有所稀土发光材料林利添博士团队联合暨南大学和中山大学团队，研究出一种新型钙钛矿结构稀土基近红外长余辉发光材料 Na<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>:Cr<sup>3+</sup>。该材料在低照度 (~2.5 μW·mm<sup>-2</sup>) 的红光 (~650 nm) 充能后，其所获得的余辉强度 (~760 nm) 达到主流近红外长余辉发光材料的 100 倍左右。在此基础上，通过实验与所构建的基质相对能级图 (HRBE)，提出了

一种新的单光子充能机理，并在原位模拟（SNR~120）和小鼠体内（SNR~35）实现高信噪比的近红外成像，该成果为发展新型稀土基近红外长余辉发光材料和发光机理提供了新的启发。

该研究成果发表在美国化学会 Chemistry of Materials 期刊。

（来源：广东省稀有金属研究所）



## 华中科技大学在稀土上转换发光材料研究取得重要研究进展

近期，华中科技大学材料学院材料成形与模具技术国家重点实验室新材料与器件研究中心团队与中国科学院化学研究所在《自然·通讯》（Nature Communications）上合作发表了关于稀土上转换发光材料的最新研究成果“Enhancing multiphoton upconversion through interfacial energy transfer in multilayered nanoparticles”（通过界面能量传递增强多层结构纳米粒子的多光子上转换发光）。该工作由材料学院马颖教授团队、中国科学院化学研究所姚建年院士、张闯研究员以及中国科学院高能物理研究所谷战军研究员合作完成。材料学院2016级硕士研究生周斌、2016级博士研究生唐冰为论文共同第一作者，马颖教授为论文的通讯作者。

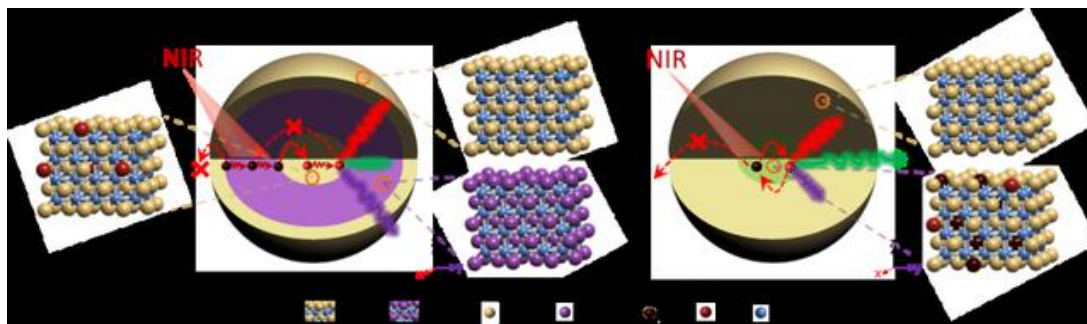


图 1.  $\text{NaYF}_4:\text{Er}@\text{NaYbF}_4@\text{NaYF}_4$  核-壳-壳纳米颗粒的结构(a)和传统  $\text{NaYF}_4:\text{Yb}, \text{Er}@\text{NaYF}_4$  共掺杂核-壳纳米颗粒的结构(b)示意图

上转换发光即反-斯托克斯（Anti-Stokes）发光，其特征在于通过中间长寿命



能量状态连续吸收两个或更多个泵浦光子，然后以比泵浦波长更短的波长发射输出辐射。上转换发光在显示器、太阳能电池、紧凑型固态激光器、红外量子计数器探测器以及温度传感器等领域具有潜在应用。上转换纳米颗粒通常由无机基质及镶嵌在其中的稀土掺杂离子组成， $\text{NaYF}_4$  是上转换发光效率最高的基质材料之一，为了增强上转换发光效率，作为敏化剂与激活剂的稀土离子通常共同掺杂，比如  $\text{NaYF}_4:\text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$  体系中， $\text{Er}^{3+}$  作为激活剂， $\text{Yb}^{3+}$  作为敏化剂。为了尽量避免激发能量因交叉弛豫而造成的损失，在敏化剂-激活剂共掺杂体系中，激活剂的掺杂浓度通常不超过 2%。较低的掺杂浓度导致发光效率和强度较低，严重限制了上转换纳米颗粒的应用，因此近年来人们一直致力于提高稀土掺杂纳米颗粒上转换发光效率的研究工作。根据能量传递机制和发光猝灭途径，设计新型结构来优化能量传递路径，减少非辐射能量损失，克服共掺杂体系的浓度猝灭效应，提高掺杂浓度以制备高亮度、高效率的上转换纳米颗粒，是稀土上转换纳米材料中最重要的研究目标。

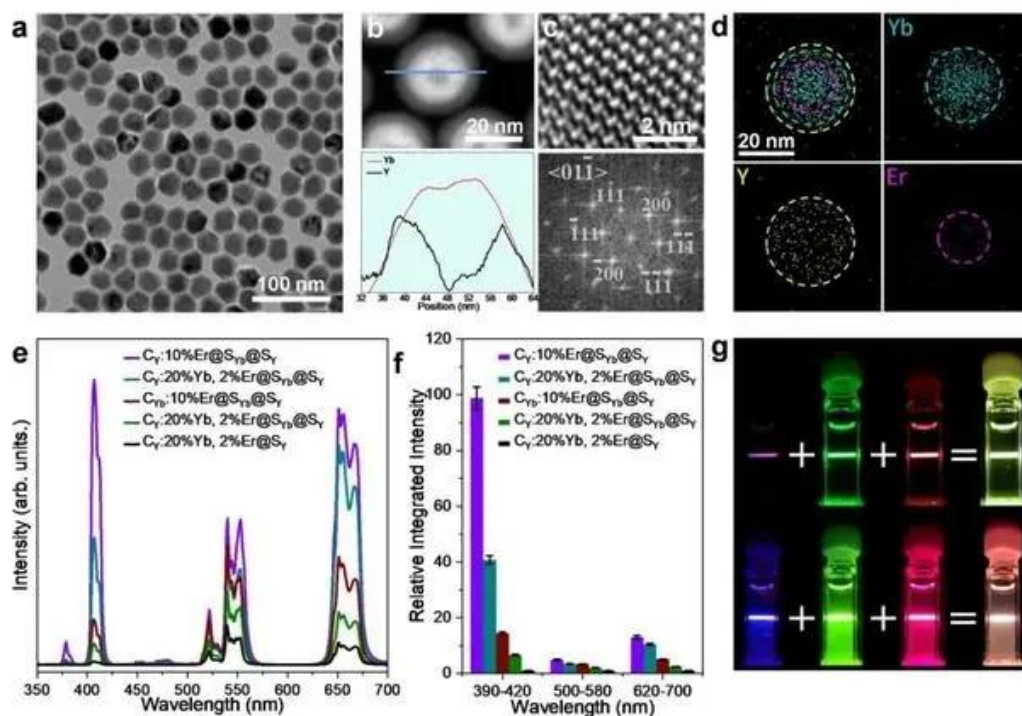


图 2. 核-壳-壳纳米颗粒的电镜表征和显著增强的多光子上转换发光



在该研究中,合作团队通过多层结构( $\text{NaYF}_4:\text{Er}@\text{NaYbF}_4@\text{NaYF}_4$ )设计,将敏化剂和激活剂在空间上相互分隔,成功抑制了敏化剂和激活剂之间的交叉弛豫。即使在高掺杂浓度下( $\text{Er}^{3+}$ 的浓度为10~50%),也没有发生明显的浓度猝灭效应,并且多光子上转换发光比传统共掺杂体系( $\text{NaYF}_4:\text{Yb}^{3+},\text{Er}^{3+}@\text{NaYF}_4$ )增强约100倍。这一结果表明能量迁移辅助的界面能量传递是高效的能量传递上转换过程。通过不同浓度、敏化层厚等结构的发光衰减动力学研究进一步证明了这一能量传递机制。这种多层结构可以有效突破共掺杂浓度局限,减弱交叉弛豫等非辐射能量损失,在 $\text{NaYF}_4:\text{Er}@\text{NaYbF}_4@\text{NaYF}_4$ 纳米颗粒中实现了较高的量子产率。由于敏化剂和激活剂之间的交叉弛豫被抑制,不同于传统共掺杂核壳结构的红光发射增强,在温度降低时,多层结构的多光子蓝光发射得到显著增强。显然,利用能量迁移辅助的界面能量传递可以更加灵活地设计和合成高效发光的稀土上转换纳米颗粒,以满足实际应用需求,尤其是在需要高能量光子发射的光遗传学等领域具有潜在应用价值。

该研究得到国家自然科学基金、科技部国家重点研发计划和中央高校基本科研业务费等项目的资助。

(来源:华中科技大学)

## 《固体矿产勘查概略研究规范》正式发布实施

为规范矿产地质勘查过程中的概略研究工作，提高我国地质勘查工作质量，日前，由自然资源部中国地质调查局郑州矿产综合利用研究所牵头，自然资源部矿产资源储量评审中心、自然资源部矿产资源保护监督司、河南省有色金属地质矿产局、河南省地质矿产勘查开发局、中国地质图书馆、中冶长天国际工程有限责任公司、中国地质大学（武汉）等单位共同参与起草的《固体矿产勘查概略研究规范》通过了全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会审查，并由自然资源部以2020年第26号公告正式发布实施，规范标准号为DZ/T 0336-2020。

概略研究工作作为是固体矿产勘查工作中的基础性工作之一，也是地质资源储量划分、开展下一步矿产勘查开发的重要依据。以往没有专门的规范对概略研究工作的具体工作内容和指标进行详细的要求和规范，《固体矿产勘查概略研究规范》的实施，填补了我国地质勘查技术经济评价概略研究标准规范方面的空白。

“标准”对概略研究工作的基本原则、工作要求、基本内容以及报告编写等方面进行了详细的规范，将指导地质工作者在地质勘查过程中的概略研究工作，使其能够更为客观合理的评价矿床（矿产地、勘查区）的技术经济参数，提高矿产勘查项目的技术可行性和经济合理性。

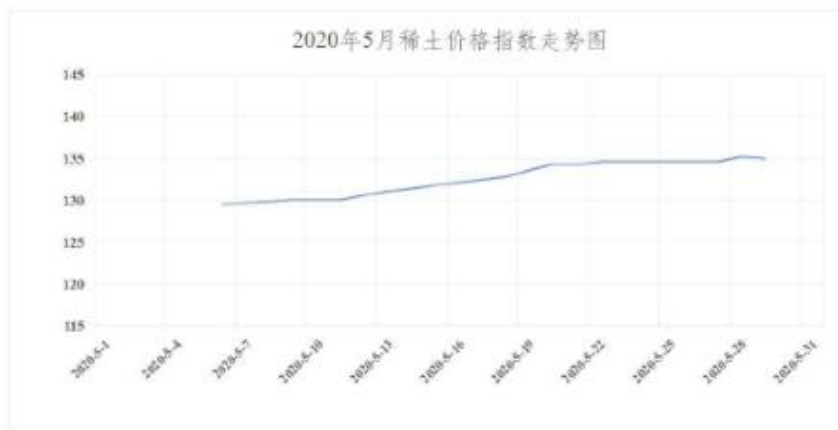
《固体矿产勘查概略研究规范》是基础性地质行业标准，是开展固体矿产勘查概略研究及其成果验收的依据，也是固体矿产勘查监督管理的技术依据之一，为我国首次制定颁布实施，目前正由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会矿产资源利用分技术委员会负责开展标准的宣贯工作。

（来源：地调局郑州综合利用所）

## 2020年5月稀土价格走势

### 一、稀土价格指数

5月的稀土价格指数走势呈现逐日缓慢上行趋势。本月平均价格指数为132.5点。价格指数最低为5月6日的129.5点，最高为5月29日的135.2点。



### 二、中钇富铈矿

5月中钇富铈矿均价为13.80万元/吨，环比下跌3.53%。

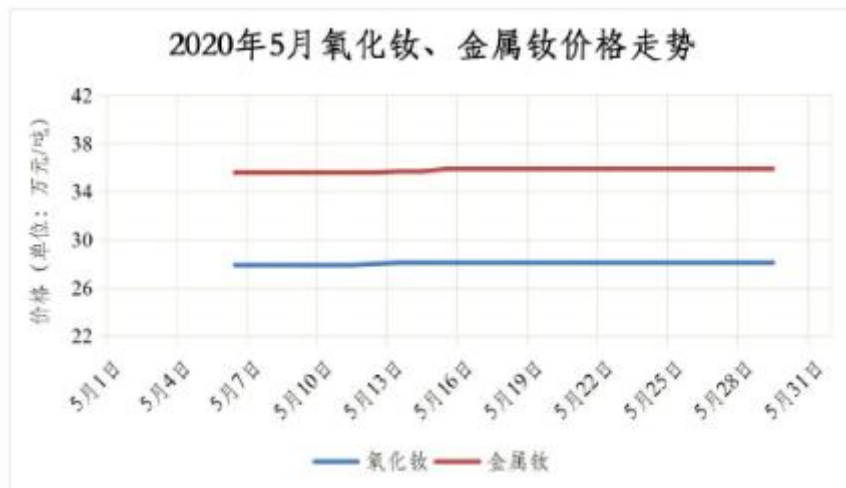
### 三、主要稀土产品

#### (一) 轻稀土

5月份氧化镨钕均价为26.82万元/吨，环比上涨2.58%；金属镨钕均价为33.85万元/吨，环比上涨2.18%。



5月份氧化钽均价为 28.04 万元/吨，环比下跌 0.11%；金属钽均价为 35.78 万元/吨，环比下跌 0.03%。



5月份氧化镨均价为 30.04 万元/吨，环比下跌 1.85%。99.9%氧化镧市场均价为 1.10 万元/吨，环比下跌 1.63%。99.99%氧化铈市场均价为 21.00 万元/吨，环比下跌 0.11%。

## (二) 重稀土

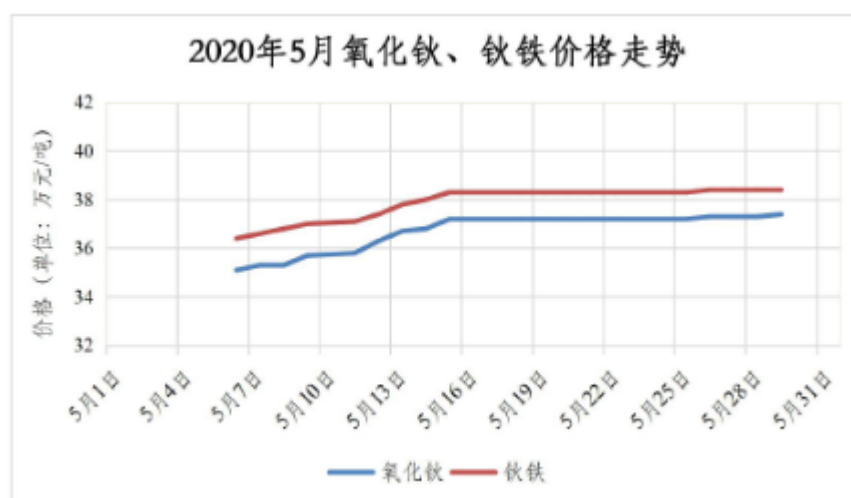
5月份氧化镨均价为 184.66 万元/吨，环比上涨 3.29%；镨铁均价为 182.58 万元/吨，环比上涨 2.91%。



5月份99.99%氧化铽均价为401.82万元/吨，环比上涨2.28%。金属铽均价为514.87万元/吨，环比上涨1.51%。



5月份氧化钬均价为36.67万元/吨，环比上涨5.08%，钬铁均价为37.83万元/吨，环比上涨4.63%。



99.999%氧化钇均价为2.00万元/吨，环比与上月持平。氧化铥均价为15.04万元/吨，环比上涨0.77%。

表 1: 2020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	5月平均价	4月平均价	环比
氧化镧	≥99%	11.00	11.18	-1.61%
氧化铈	≥99%	11.00	11.18	-1.61%

## 市场行情

氧化镨	≥99%	300.42	306.09	-1.85%
氧化钆	≥99%	280.42	280.73	-0.11%
氧化钇	≥99.9%	13.00	13.00	0.00%
氧化铈	≥99.99%	210.00	210.23	-0.11%
氧化钷	≥99%	163.89	155.05	5.70%
钆铁	≥99%Gd 75% ±2%	165.05	158.05	4.43%
氧化铽	≥99.9%	4018.16	3928.64	2.28%
氧化镝	≥99%	1846.58	1787.73	3.29%
镨铁	≥99%Dy80%	1825.79	1774.09	2.91%
氧化铈	≥99.5%	366.68	348.95	5.08%
铈铁	≥99%Ho80%	378.32	361.59	4.63%
氧化铒	≥99%	150.42	149.27	0.77%
氧化镱	≥99.99%	103.00	103.00	0.00%
氧化镱	≥99.9%	4226.32	4229.55	-0.08%
氧化铕	≥99.999%	20.00	20.00	0.00%
氧化镨钆	≥99% Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 75%	268.16	261.41	2.58%
镨钆金属	≥99%Nd75%	338.53	331.32	2.18%

(来源：中国稀土行业协会)



## 稀土在钢中的应用

我国是世界稀土资源和产量第一的稀土大国，又是钢产量第一的钢铁大国，但不是钢铁强国，品种质量与国外先进水平相比还有相当大的差距，仍有不少钢材需要进口。用稀土这个高技术材料来强化和提升钢铁传统产业，在低合金钢、合金钢中加入微量稀土，提高钢质增强国际竞争力，把稀土的资源优势转化为钢材的品种优势和经济优势，具有十分重大的意义。

### 一、稀土在钢中应用有三大作用

**1.净化钢液。**稀土具有脱氧、脱硫作用，减少并细化钢中夹杂物。

**2.变质夹杂。**稀土加入钢中生成球状稀土硫化物或硫氧化物，取代长条状硫化锰夹杂，使硫化物形态得到完全控制，提高钢的韧塑性特别是横向冲击韧性，改善钢材的各向异性。稀土使高硬度的氧化铝夹杂转变成球状硫氧化物及铝酸稀土，显著地提高钢的抗疲劳性能。

**3.微合金化。**稀土在钢中有一定的固溶量，它在晶界的偏聚能抑制磷硫及低熔点杂质铅、锡、砷、锑、铋在晶界的偏析或与这些杂质形成熔点较高的化合物，消除低熔点杂质的有害作用；稀土净化和强化晶界，阻碍晶间裂纹的形成和扩展，有利于改善塑性尤其是高温塑性；稀土能抑制动态再结晶、细化晶粒和沉淀相尺寸并促进铁素体中 Nb (C、N)，(Nb、Ti) (C、N) 和 V (C、N) 的析出；溶解的稀土可改变渗碳体的组成和结构并使碳化物球化、细化和均匀分布。

稀土既是优良的变质剂，也是一种强效微合金元素。稀土具有捕氢性，能使钢的氢致延迟断裂性能得以改善；稀土可提高耐候钢、不锈钢的抗腐蚀性能，耐

热钢的抗氧化性能和高温强度，弹簧钢、齿轮钢和轴承钢的抗疲劳性能，难变形高合金钢的热塑性，钢轨及耐磨材料的耐磨性等。钢中加入稀土后，一般能使钢板、无缝钢管的横向冲击韧性提高 50%以上，耐腐蚀性能提高 60%，同时提高其他性能。每吨钢加稀土 300 克左右，但作用十分显著，真可谓四两拨千斤。

对钢进行稀土处理，具有投资少、无污染、见效快、经济效益高的特点。北京钢铁研究总院与武汉钢铁公司共同做的几种钢的盐雾腐蚀对比试验结果表明，稀土耐候钢的耐腐蚀性能是普通钢（Q235）的近 2 倍，超过了国际名牌耐候钢美国的 Corten 钢的水平。

中科院沈阳金属研究所研制了一种水电站水轮机、水泵用加稀土的不锈钢，抗磨损性能比目前国内外使用最多的  $0\text{Cr}_{13}\text{Ni}_4\text{Mo}$  钢提高近 1 倍。该所做了大量对比试验，这种不锈钢加适量稀土（0.3%）比不加稀土的性能大幅度提高，稀土对合金抗腐蚀、抗磨损和抗磨蚀性能分别比不加稀土的合金提高 57%、55%、83%。

#### 稀土处理钢也有缺点：

（1）稀土夹杂物比重大，一般在 5.5~6.5 之间，不易上浮，特别是当稀土加入量过量时，会增加钢中的夹杂，甚至产生脆性的稀土与铁的金属间化合物恶化钢的性能。通过计算机仿真计算，确定最佳稀土加入量和稀土喂丝机的自动化，可以实现稀土加入量的准确控制，达到提高钢质的目的。

（2）稀土处理钢浇注时水口易结瘤，用强脱氧剂如 Al、Zr 脱氧时，也常出现水口结瘤问题。目前是采用在连铸结晶器喂稀土丝，绕开水口的方法来解决这个问题。杜挺、韩其勇、王常珍教授指出，用熔融石英水口和锆质水口，对防

止含稀土钢水口的结瘤具有较好效果。

(3) 稀土金属的价格较贵。稀土金属丝和棒的价格是9~9.8万元/吨，比硅钙合金贵，这影响了稀土钢的扩大推广。

## 二、我国稀土钢的现状

通过国家科委组织的“七五”科技攻关，解决了普通拉速板坯连铸钢和模铸钢的稀土加入方法问题，稀土在钢中的作用机理研究也取得了重大突破。冶金部专门制定了炼钢用稀土丝、棒的标准及模铸钢锭模吊挂法和连铸结晶器喂丝法的稀土加入方法标准；国家计委稀土办公室成立了全国稀土钢铁协作网，各地方稀土办公室也积极抓这项工作。这都有力地推动了我国稀土钢的发展。

在稀土喂丝机的研制方面，包头稀土研究院、武汉钢铁公司二炼钢厂等单位曾取得过长足的进步。稀土丝、棒和稀土硅化物合金、稀土硅铁包芯线产品，也较好地满足了各钢厂发展稀土钢的需要。

稀土钢新品种的开发，取得了重大的成绩。包钢（集团）公司、北京钢铁研究总院、铁道部属科研院联合研制的稀土铌重轨，耐磨寿命比U74、U71Mn重轨提高50%以上，1997年通过了冶金部和铁道部的联合鉴定。武钢在集装箱钢板的三个仿国外钢种SS400、SPA-H、SM490A中，通过加稀土提高了冷弯性能，增强了在国际市场的竞争力。攀枝花钢铁公司的装备水平比宝山钢铁公司和武汉钢铁公司差，但由于它们有稀土、碱土复合处理钢液的工艺，大大地提高了其钢板的竞争力，它们生产的管线钢和汽车大梁钢分别受到石油部门和东风汽车公司的青睐。大冶特钢已在10多个品种的合金钢和低合金钢中加稀土，取得了显著效果，0Cr<sub>14</sub>Ni<sub>14</sub>Si<sub>4</sub>钢的穿孔成管率提高了10%，还有SN2025、521、ZF6、ZF7

等钢种都达到了国外同类产品的实物质量水平。上海钢铁一厂铁水含硫较高，但他们研制的稀土耐候钢 10PCuRE，已成功地用于杨浦大桥人行护栏、上海体育场栏杆和被称为“亚洲第一”的上海东方电视塔球体外围结构。

### 三、存在的问题

存在的主要问题，一是稀土加入工艺及设备较落后，二是稀土钢的品种和产量少，三是稀土在各类钢中的作用机理研究还很不深入。

我国稀土在钢中应用虽然取得了较大成绩，但是钢中稀土的加入工艺和设备尚满足不了从国外引进的炼钢和炉外精炼设备高度自动化、连续化的要求。包钢从德国引进的大方坯、大圆坯连铸生产线，年产量 120 万吨，急需解决稀土加入工艺问题，以生产铁道部急需的稀土、铌重轨等重要钢种；宝钢和武钢三炼钢的高拉速板坯连铸生产线，国产的老式稀土喂丝机已不配套，需研究新一代自动化喂丝机以解决高拉速板坯连铸稀土加入工艺问题；还有连铸中间包稀土加入工艺问题、稀土处理与其他炉外精炼工艺相结合的问题、小方坯连铸稀土加入工艺问题等，都需要研究解决。

我国大批量生产的稀土钢品种仅 9 个钢号，稀土处理钢产量占总钢产量的比例不到 1%，而美国是 5%，差距不小。

稀土在各类钢中的作用机理研究，还极不深入，成果的权威性不大，科研经费短缺是主要原因。

我国“七五”期间开发成功的稀土钢的工艺技术，随着炼钢工艺及设备进步和生产的发展，逐渐失去了新颖性，必须继续向纵深进行科技开发，才能促进新发展。抓稀土钢不是一个简单推广应用的问题。随着我国铁水预处理、炉外精炼

技术的发展,钢中硫含量已大大降低,对稀土的依赖性减少,没有稀土资源的西欧和日本,用钙处理取代稀土的技术路线,对我国的宝钢影响很大,最近也开始影响到武钢。我国稀土钢的产量又出现徘徊,2000年和2001年的产量只是接近80万吨。现在,我国稀土钢工作到了一个关键时刻,极需要国家经费支持。认真对待,就能上到一个新的层次,进入一个广阔的天地,不抓可能逐步滑坡。

#### 四、国外稀土处理钢发展简况

20世纪70年代美国、西欧、日本以及苏联等,一般低合金钢的硫含量控制在0.015%左右,他们大量使用稀土来控制硫化物夹杂形态,1974年对钢进行稀土处理,达到一个高潮,当年在钢中消耗了6000吨稀土(以REO计),稀土处理钢产量达1600万吨以上。后来随着铁水预处理、炉外精炼技术的发展,西方国家生产的低合金钢硫含量已降到 $10 \times 10^{-6} \sim 50 \times 10^{-6}$ 那样低,采用钙处理就可以控制硫化物夹杂形态,所以没有稀土资源的西欧和日本基本用钙处理取代了稀土处理,即作为变质剂使用的稀土,在低合金钢领域被取代了。

然而西方国家对稀土在钢中的作用是肯定的。日本新金属协会编著的《稀土》一书,总结了稀土在钢中有六条作用。日本没有稀土资源,在低合金钢中基本不用稀土,但是在电热合金特种不锈钢等部分合金钢中也用稀土。瑞典开发的加稀土的耐热钢253MA,高温持久强度比不加稀土的提高20%~40%,法国研制的新型抗渗碳合金XM、XTM加入微量稀土获得优异性能,使其在世界石化行业中普遍应用。稀土资源丰富的美国和俄罗斯,不但在高合金钢中而且在低合金钢中使用稀土。美国1995年在钢铁中(主要是钢)消费了2000吨稀土(以REO计)。该国《金属》杂志刊登了:“用稀土和钙复合处理钢,比单独用钙处理来控

制硫化物夹杂形态更为有效”。该资料还肯定了稀土在钢中的合金化作用。

## 五、我国发展稀土钢的意义和前景

### 1.对钢进行稀土处理是提高钢质简便易行的手段

稀土处理是炉外精炼技术的一种，稀土处理基本上不需要技术改造投入，喂丝机设备仅几万元一台，试验成功就可以转产。稀土既是优良的变质剂，又是一种强效微合金元素，这是硅钙所不能代替的。许多钢厂的实践证明，对钢进行稀土处理，是提高钢质、发展新品种的有效措施之一。

### 2.我国的国情需要发展稀土钢

美国在年产1亿吨钢时，稀土钢、稀土处理钢年产量曾接近过800万吨，我国是钢产量第一大国，2005年钢产量将达到1.6亿吨，在这样一个量大面广的领域，加强稀土的应用，具有十分重大的意义。我国稀土年分离能力已达12万吨，稀土应用量远小于生产能力。只要国家给予科技经费支持，我国稀土钢完全可能做大做强，倘若稀土钢年产量达到500万吨，则每年将消耗混合稀土金属（以相对过剩的元素镧、铈、铈为主）2500吨，这对促进我国稀土产业的健康发展有着重要意义。

国家计委稀土办公室和国家计委稀土专家组、中国钢铁工业协会，对我国稀土在钢中的应用工作非常重视，国家科技部也已将“稀土钢新品种、新工艺研究与开发”课题，列入了“十五”国家科技攻关“稀土应用工程”项目，相信再经过几年，我国稀土钢的工作将上一个大台阶，出现一个崭新的面貌，将为国家创造巨大的经济效益，而且我国稀土钢的工艺技术将达到国际先进水平，稀土在钢中的作用机理研究将达到国际领先水平。



我国目前铁水预处理比为 23%左右，钢水精炼比为 21%左右，绝大多数大中型钢厂低合金钢硫含量现状，硫含量为 0.01%左右（天津钢管、宝钢及武钢除外），处于 20 世纪 70 年代末到 80 年代初的水平；就是特钢厂由于废钢质量不好，低合金钢硫含量也是这一水平。这样的硫含量比国外现状高数倍，仅用钙处理就不够了，需要稀土处理工艺来彻底地控制硫化物夹杂形态，才能保证生产优质低合金钢、合金钢，参与国际竞争。加入 WTO 后，我国更需要发展具有中国资源特色的含微量稀土的低合金钢和合金钢。

### 3.从稀土在钢中作用看稀土钢的发展前景

武钢和东北大学测试了 X65 和加稀土的 X65 管线钢在不同硫含量时的冲击韧性，结果表明，即使钢中硫含量降到 0.005%，加稀土仍然能大幅度地提高钢的冲击值。

北京科技大学和武钢合作，研究了超低硫钢中稀土元素的作用，结论是，稀土在超低硫（ $S < 0.003\%$ ）铌钛微合金钢中仍然有净化钢质、变质夹杂和微合金化作用，稀土固溶量可达到  $10^{-5} \sim 10^{-4}$  数量级，是一般硫含量钢稀土固溶量的 6~10 倍，显著减少晶界 S、P 的偏聚，推迟铌钛氮化物析出。

北京钢铁研究总院研究了稀土对航空用高强高韧性  $16\text{Ni}_{10}\text{Co}_{14}\text{Cr}_2\text{Mo}$  钢性能的影响，该钢虽然是超低硫（0.002%~0.005%），但添加镧和铈混合稀土后，仍使 MnS、CrS 夹杂物转变为稀土硫氧化物夹杂，从而提高了钢的断裂韧性。

稀土在合金钢、特殊合金中作用显著。如，东南大学材料系张忠铎等人研究了铈对高温合金 Fe-28Al 性能的影响，在二元 Fe-28Al 合金中加入 0.15%（原子分数）的 Ce 可以使合金的室温塑性提高近 1 倍，而且合金的屈服强度和抗拉强

度也得到明显提高。

我国兵器工业部包头五二研究所试制的加稀土的不锈钢，性能优异。北京钢铁研究总院试制的稀土耐热钢  $0\text{Cr}_{23}\text{Ni}_{12}$  使 Ni 用量大幅降低，每吨钢比  $0\text{Cr}_{25}\text{Ni}_{20}$  降低成本几千元，效果显著。含稀土的合金钢、特殊合金钢与普通钢相比总量虽然不大，但加稀土产生的经济效益很高，而且其稀土用量是低合金钢中的 5~10 倍。这一领域也有发展前途，可能达到几万吨水平。预计“十五”末期年需求含稀土的管线钢 7 万吨，汽车大梁钢 12.8 万吨，铸钢 5 万吨。

#### 4.从市场需求看稀土钢的发展前景

随着国民经济建设的发展，除了要求钢材有高的强度和韧性外，同时还要求有良好的耐腐蚀性能，这方面稀土能起关键作用。稀土在提高钢材的韧、塑性、耐热抗氧化和耐磨性方面也有重要作用，这是稀土钢的优势，其发展前景很好。

耐候钢（耐大气腐蚀钢）。目前稀土耐候钢年产量 40 万吨，主要用于集装箱钢板，火车车箱，大桥和体育场的栏杆，今后的应用前景非常广阔。我国集装箱钢板年生产能力 150 万吨，建筑用耐候、耐火钢特别是轻钢结构也有百万吨的潜在市场，还有电气化铁路铁塔等，预计“十五”末期，稀土耐候钢市场年需求量 80 万吨。未来的 10 年，我国建筑用结构钢将由目前的 150 万吨增长到 700 万吨，这为稀土耐候钢的发展提供了广阔的空间。

重轨钢。未来的 10 年，包括西部大开发在内，我国铁路建设将有较大发展，目前重轨年生产能力 137 万吨。包钢的稀土、铌重轨通过了铁道部的鉴定，下一步工作是实现产业化。鞍钢也给沈阳铁路局、哈尔滨铁路局试制了上万吨该品种钢轨，受到了好评。

焊接气瓶用钢。太原钢铁公司在焊接气瓶用钢中，通过加稀土提高了性能，发展势头良好，近年来，本溪钢铁公司、攀枝花钢铁公司稀土气瓶钢的开发也取得了可喜成绩，“十五”末期，随着“西气东输”全国用量可达50~60万吨。

船板钢等。造船用钢板是一个重要的品种，年用钢量可达120万吨左右。稀土在903舰板钢中，对提高韧性和耐腐蚀性能起了很好的作用，有望在民用船板中得到推广。另外，海上采油平台和隧道用钢筋都需要提高耐腐蚀性能，加稀土也有很好的应用前景。预计“十五”末期全国稀土船板钢可达20万吨。

生产实践证明，稀土处理钢是提高钢的质量、开发新品种的有效措施之一。稀土处理工艺所需投资很小，炼钢中不需要另外增加处理时间。稀土加入钢中能够起到净化（脱氧、脱硫）、变质和微合金化作用，能大大减小低熔点杂质的有害影响，是硅钙处理所不能完全替代的。因此在钢中加入稀土，一般能使钢板和无缝管的横向冲击韧性提高1倍左右，同时能提高钢的抗弯性能和耐腐蚀性能，有利于改善钢的热加工性，改善层状撕裂及氢致开裂。每吨钢仅需加入300克的稀土金属，即可获得很大效益。我国每年用稀土处理钢近60~70万吨，纯利润近亿元，稀土处理钢钢种已有80多个。

（来源：中国稀土）