

# 离子型稀土信息简报

## Ionic Rare Earth Information Bulletin

2017年 第10期 总第48期

### 本期要闻

- ◎ 孟庆江：从全球视野简析中国稀土资源开发利用政策
- ◎ 九月稀土永磁产业链简析
- ◎ 江西出台稀土全产业链管控措施
- ◎ 十部门：2020年基本建成稀土等重要产品追溯标准体系

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：赣州市开发区华坚南路68号

◆电话：0797-8160602

◆E-mail: [jxlzxt@163.com](mailto:jxlzxt@163.com)

◆邮编：341000

◆传真：0797-8160602

◆网址：<http://www.jxlzxt.com/>

# 目次

◇ 行业动态	1-13
◎ 孟庆江：从全球视野简析中国稀土资源开发利用政策	
◎ 九月稀土永磁产业链简析	
◎ 我国在稀土尾矿浸出化学物质随径流和泥沙的迁移方面取得进展	
◎ 江西省打击稀土违法违规取得阶段性成果	
◎ 江西出台稀土全产业链管控措施	
◎ “稀金谷”核心区基础设施建设提速	
◎ 欧盟科学家利用离子液体从矿渣中回收稀土元素	
◎ 商业资源公司启动 2017 年阿什拉姆稀土矿项目开发	
◇ 科技前沿	14-18
◎ 上海硅酸盐所在稀土掺杂 SiAlON 基荧光材料构效关系研究方面取得重要进展	
◎ 球状稀土团簇组装及磁交换“指纹谱”研究取得新进展	
◇ 政策法规	19-19
◎ 十部门：2020 年基本建成稀土等重要产品追溯标准体系	
◇ 市场行情	20-24
◎ 2017 年 9 月稀土市场运行概况	
◎ 稀土价格走势	
◎ 稀土出口状况	
◇ 稀土知识	25-26
◎ 新型大容量 La-Y-Ni 系储氢合金简介	

## □孟庆江：从全球视野简析中国稀土资源开发利用政策

中国迄今为止仍然是稀土资源储量最丰富、品种最为齐全、品位较高的国家，同时也是产品供给量最大，主导全球稀土市场的国家。因此，国家把稀土资源定位为重要战略资源。随着全球范围不断发现稀土资源，中国在全球的稀土储量占比逐步下降。加之国家鼓励国内稀土企业和资本走出去，开发境外稀土资源，导致稀土进口产品在国内稀土市场的占比也在逐年增加。随着澳大利亚莱纳斯公司马来西亚稀土工厂、美国钼公司、越南等国外稀土企业的投产，稀土产品全球供应的多元化格局逐渐形成。这一市场发展趋势值得相关部门予以重视。

根据国内外有关部门和个人的不完全统计，目前，全球稀土资源的 81%左右属于轻稀土资源，其中具备开采条件的轻稀土资源占比为 46%左右，中国占 22%。澳大利亚的氟碳铈矿，印度的独居石矿，美国的芒廷帕斯轻稀土矿，俄罗斯的混合矿，越南的轻稀土矿，缅甸的离子型稀土矿等均具备一定的开采规模。根据 2017 年 6 月稀土产品进口统计，2017 年上半年稀土进口总计 12945 吨(实物量)，同比增长 60%。轻稀土产品的多元化格局已经形成。

而重稀土资源的全球资源量约占 17%，其中中国占 6%左右，中国在具备开采条件的重稀土资源占比超过 90%，海外绝大部分资源开采成本极高，不具备开采价值，只有与中国接壤的缅甸有部分离子型稀土矿物开采，估计今年产能 0.5 万吨，明年预计可达 1.5 万吨，且只能在中国分离加工。进口数据显示今年上半年从缅甸进口的稀土分离产品为 8955 吨，明显超过其矿产品产能，(分析人士认为，有很大部分是国内非法生产的稀土流入缅甸又转口合法进入国内)。

上述情况表明，中国重稀土资源和产品的主导地位仍不可动摇，而轻稀土资源和产品的开放竞争性已经是不可避免。

2011 年以来，国家为了保持稀土资源的战略地位和稀土行业的健康可持续发展，发布了《关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》的 12 号文件。据此，相关管理部门相继出台了稀土产品国家收储和企业商业储备，指令性计划管理、行业准入、打击非法生产、整顿稀土行业秩序、稀土增值税专用发票、资源税从价计征、组建稀土六大集团等一系列行业政策和举措，为保护稀土这一重要战略资源，规范行业行为，推进绿色环保发挥了重要引领作用。稀土产业集聚化

发展的局面正在形成。但是多年来黑色稀土产业链给稀土行业带来的无序竞争和稀土产品价格的非理性运行并没有得到根本性转变,具有特殊战略优势的重稀土资源并没有得到有效保护,多元化的国际稀土市场不断冲击中国稀土产品的主导地位,稀土产品的进出口逆向倒流,为非法开采和走私创造了空间,导致稀土价格长期走低,多元化稀土应用市场发展缓慢。

稀土行业运行的诸多不正常现象,正在引起国家相关领导和行业界的共同关注。工信部稀土办通知要求六大稀土集团带头稳定稀土市场价格,适时顺价销售。形势要求我们要客观理性地分析和探究其内在原因,把握稀土行业的运行规律,适时寻求对策,调整政策。在听取协会、学会部分会员单位意见的同时,听取后端企业对行业运行现状的反映,根据本人多年来对稀土行业运行规律的认识,特向国家稀土行业管理部门提出如下建议意见,仅供思考和参考:

**1.针对稀土国内外两个市场的需求特点和多元化趋势,调整稀土资源开发政策,保持和加强中国稀土产品在全球市场的主导地位;**从我国稀土进出口统计和国内外稀土市场分析可以看出,国内外市场对稀土产品的需求有其自身特点和规律。主导国内稀土市场的是作为钕铁硼永磁材料主要原料的镨钕铽等产品;而国外稀土市场集中于美、日、西欧等发达国家。其主导稀土市场是催化剂、高端金属结构材料,高端钕铁硼磁体,特种陶瓷等领域,以镧、铈、钇、钆等稀土产品为主,镨钕产品国外自足。因此,可以认为,国内外两个市场对稀土产品的需求是多元化的;莱纳斯公司马来西亚工厂轻稀土分离产能 2.5 万吨,已经满负荷生产,除满足日本、西欧稀土永磁企业所需镨钕产品外,还有 50%供应中国,稀土价格高涨缓解了这家本已负债 10 亿美金的生存危机。刺激莱纳斯等境外稀土企业不断扩产;至于西方军工、航空航天等高端领域所不可或缺的高性能中重稀土产品需求数量极少,尽管十分重要,但是并不主导稀土产品市场。而且,从数量上讲国内稀土市场占据全球稀土市场 70%以上,所说中国主导全球市场,是稀土市场供求关系的必然。多元化的全球稀土市场对中国稀土资源的高效利用是好事,国家制定稀土资源开发利用政策,决不能忽视这一现实。笔者认为,国家应当适时地放开轻稀土,管控好重稀土。

**2.充分认识稀土永磁材料生产与应用对国内稀土市场的主导作用这一行业特性,及时调整稀土开采冶炼指令性计划管理的运行方式;**2000 年以来,我国



稀土产品应用市场不断变化,稀土永磁材料及其应用领域的快速发展,对稀土产品消耗量的比重逐年大,至今已经占国内稀土市场的60%以上,其主要消耗镨钕、铽、镝等产品,形成稀土十六个稀土元素产品市场的不平衡。大量高配分稀土产品(镧铈、钇、铈等)过剩积压。根据近三年稀土永磁材料产量估算,要满足国内新材料产业发展需要,稀土矿供总量在剔除综合回收和不再总量控制计划之内的独居石供应后至少要18万吨,也就是说合理的稀土矿总量控制指标应该在18万吨。当前10万吨的总量指标远远不能满足市场需求。因此,国家的稀土指令性计划下达,应当充分注意这一市场特点,使计划与市场的结合更加精准,杜绝计划脱离市场而流于形式。建议以镨钕的市场需求量确定轻稀土总量控制指标,以铽镝的市场需求量确定南方重稀土总量控制指标,鼓励进口独居石(既满足镨钕需求,又能符合国家战略需要)。同时,应从政策上大力鼓励镧铈钇铈等过剩稀土产品的市场开拓和全方位推广应用,支持全球稀土多元化市场的发展。

**3.打黑打非常态化,必须弄清非法生产和黑色产业链的内在成因,做到有的放矢,标本兼治。**国家严厉打击稀土非法开采和冶炼分离,是维护行业秩序和市场公平,保护资源和环境的重要手段,已经并正在取得成效。但是,非法开采和黑色产业链并没有根本改观,特别是在一些老、少、边地区,非法开采呈蔓延趋势。仅仅依靠这一治标的办法还是不够的,应当弄清黑色产业链产生的内在成因,从政策层面化解产生机制,做到标本兼治,方能取得事半功倍的效果。我们认为,首先国家对稀土资源的监管上,要逐步把指令性计划监管让位于税收、环保、资源勘查与开采权证等政策的监管;其次,要把监管的权力和责任从中央政府下放给地方政府,国家重点做好宏观政策制定与执行力监察。要兼顾政策与市场的关系,合理定位主次关系。第三,严格执法,违法必究,提高违法成本,有执法权部门例如公检法等直接介入,追究责任部门责任;同时,走群众路线,提高群众举报的奖励力度。第四,打黑从源头抓起,对压覆性开采、扩界开采、花岗岩尾矿回收等开采行为进行规范有效的监管,做到公开、公平、公正。第五,建立以六大集团为责任人机制,管理其范围内的稀土开采秩序,国家部委或行业协会实施有效监管。

**4.根据我国轻稀土和重稀土资源的不同特征,实行不同的政策措施和管理方式;**我国以包头稀土为代表的轻稀土矿石资源和以江西为代表的南方离子型中重

稀土资源,无论从赋存状态、矿物配分、矿物特征,还是开采技术工艺条件、地区气候、社会环境都有很大差别。应当因地制宜,采取不同的管理方式和政策取向,不能在政策管理上采取一刀切的方式。具体说,像包头白云鄂博这样大型多金属共生的复杂稀土资源必须由国家直接管控,国有大型企业经营管理,实践证明是正确合理的,也是十分有效的;而南方离子型稀土资源,是一种原矿品位低,赋存状态特殊,矿层浅,分布区域广泛的化学类矿物,其开采方式不适于大型企业集约化开采,更适合于中小企业分布式的开采方式。几十年来,江西在离子型稀土矿山管理方式上进行了许多有益的探索,提出的“龙南模式”,即政府配合国企统一管理,矿山民营开采,曾经得到了国家稀土管理部门和业内专家的充分肯定和推广。2012年以来推行的国家直接管控,五家大型国有企业瓜分式的划省经营管理离子型稀土矿山的模式,实践证明是不适当的,因此,国家有必要总结经验,改善我国稀土资源的管理理念和模式,实事求是,循序渐进的调整行业管理政策,优化稀土行业政策环境。个人认为,对离子型稀土矿山的管控,五大集团该加强的要加强,该退出的要适时退出。与此同时,南北稀土资源的管控政策应当因地制宜,有所区别。对于以包头稀土资源为代表的轻稀土应适当放开,变指令性计划为指导性计划,而以江西为代表的离子型中重稀土资源开采应按市场需求,进一步加强管控,采取有效措施保证稀土矿产品指令性计划的有效实施。

#### **5.理顺政府主导和市场运行的关系,认清国家收储和商业收储的不同目标,创新更加有效的政策措施。**

去年以来,由于稀土市场的长期低迷,国家加大对稀土永磁基础性稀土原料镨钕铽的收储数量和频度(2016年12月以来,连续收储4次,收储指标1.50万吨,实际收储5900吨),而稀土永磁市场的快速增长使得镨钕铽的消费量加大,这就与不变的稀土生产的指令性计划产生矛盾,从而扭曲了稀土产品的供求关系,引发稀土镨钕生产企业和贸易商惜售,收储计划流标,进而引发囤积居奇和市场炒作的唯利是图行为,这就是当前稀土市场的现状,国家不合理的收储是因,市场炒作是果,这种因果关系造成稀土市场的二次剧烈震荡,对后段产业造成很坏的负面影响,这就是收储政策与市场的错位引发的后果。

因此我们希望国家要认真分析稀土收储政策不当引发的稀土市场的震荡,及时听取行业专家正确意见,把收储对象及时调整为以钕为代表的重稀土产品上,

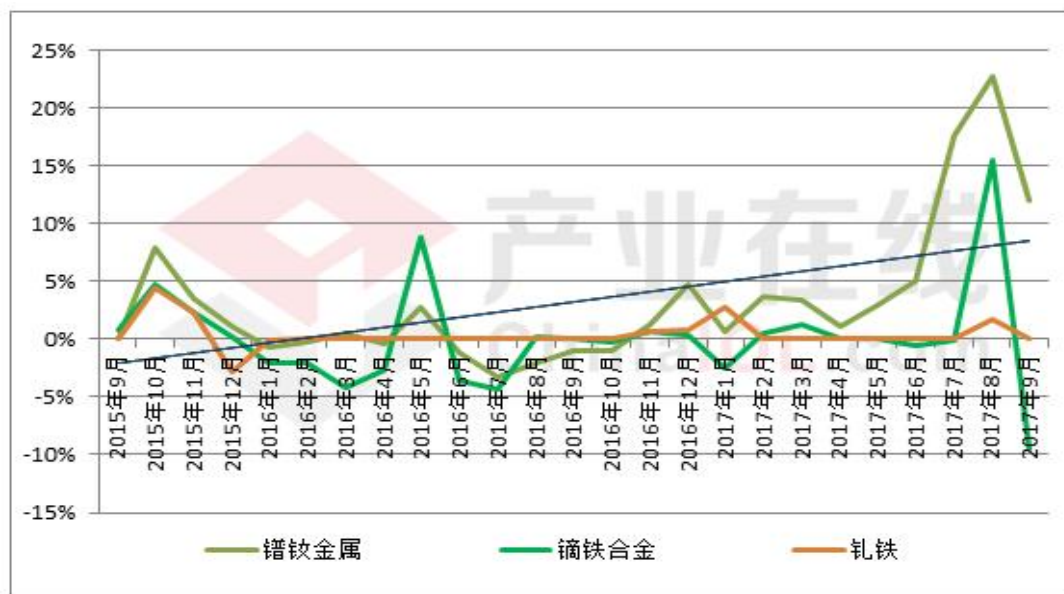
从近几年稀土产品出口结构的变化可以看出,氧化钇出口量逐年增加,形成出口量大价低的局面。因此,保护我国重稀土资源的战略优势地位才是国家收储的真正意义。

(来源:南交所稀土产品交易中心)

## 九月稀土永磁产业链简析

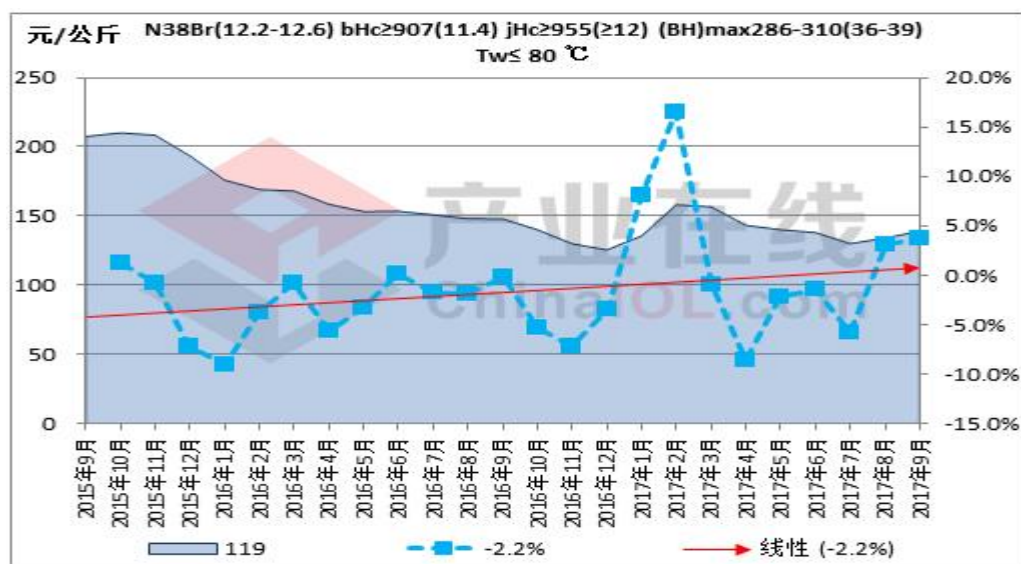
2017年9月,稀土市场整体呈弱稳趋势运行,月初之际短暂延续前期上涨之势后因市场滞涨回稳,进入中下旬因询盘及成交减少产品价格小幅下滑,市场再次陷入观望之中。下调产品以前期涨幅较为明显的为主,如氧化镨钕、氧化镱、镨钕金属、镱铁合金、氧化钆和钆铁等。不过此次下调不代表市场趋势走向,更倾向于理性回调,月内市场利好消息仍频频放出。六大稀土集团召开会议,决定实行集团统一定价,各下属企业不能自行定价出售;相关部门对内蒙古、江西、福建等省(区)的稀土开采、冶炼分离和贸易企业进行了现场核查。总体来看稀土市场政策走向仍向好,加之下游钕铁硼企业将进入签订年度长单之际,业者仍看好后市。

2015年-2017年9月主要稀土金属月度均价环比趋势



9月，钕铁硼行业整体运行情况尚可，原材料上涨之后带给磁材企业的压力仍存，不过除成本压力外，因原材料供应紧张导致企业货源不足供不应求情况也愈加明显。从目前市场状况来看，虽然终端需求同比增加明显，但中高低端产品的终端使用分化明显。中高端磁材终端应用受成本增加影响较小，下游企业采购也多维持原有计划，甚至因市场原因多有增量。而低端产品应用市场相比之下受成本影响较大，如消费电子及其它领域减单情况明显。以目前形势来看磁材后期运行趋势仍在原材料引导。

近月钕铁硼毛坯 N38 月均价及环比趋势



### 下游市场:

2017 冷年无疑是旋转压缩机历史上最为辉煌的一年，自 2016 年 8 月开始产销高开高走，最终以累计产量 17898 万台，同比增长 34.9%，销量 17960.1 万台，同比增长 35.4% 的优异表现完美落幕。

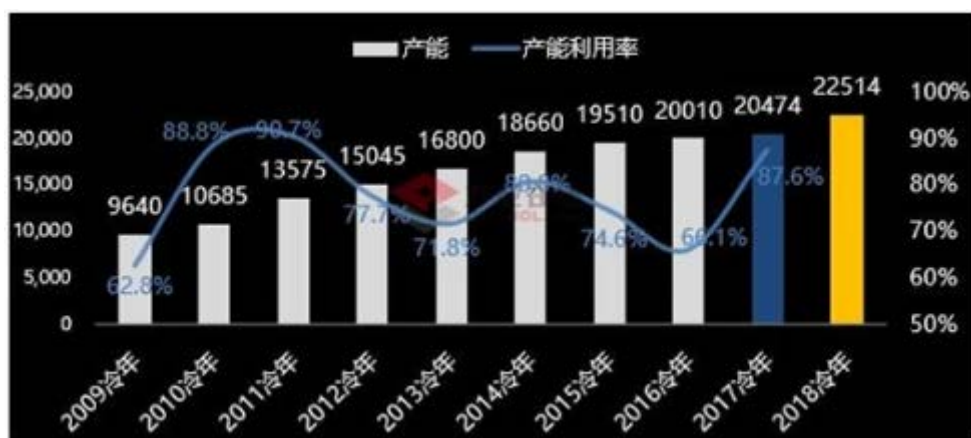
经统计 2018 冷年预计将新增产能 2040 万台。其中 GMCC 计划在 2018 年新增 4 条生产线，总产能将达到 6500 万台。凌达计划今年年底在四个生产基地各增加 1 条零部件加工线，预计年底产能将达 5000 万。海立通过生产线改造，总产能也将随之提高至 2200 万。2018 冷年瑞智九江工厂投入一条生产线，总产能



将提高至 1900 万台，2019 年(瑞智成立 30 周年)“再造一个瑞智”的目标提前完成。此外，LG 通过生产线转移和改造，18 冷年产能将达 950 万，17 冷年以来表现亮眼的中航机电三洋通过改造和新增生产线，总产能将达 1000 万。

这意味着，中国旋转压缩机的总产能将在 2017 冷年 2 亿台的基础上，到 2018 冷年增加至 2.2 亿台，而经过产业在线统计空调总产能将由 2017 冷年的 2.3 亿增加至 2.48 亿台，对比之下，旋转压缩机新增的 2040 万产能似乎并不为过，甚至仍有供应缺口。

2009-2018 冷年旋转压缩机行业中国产能发展走势（万台，%）



8 月，新能源汽车产销分别完成 7.2 万辆和 6.8 万辆，同比分别增长 67.3% 和 76.3%。其中，纯电动汽车产销分别为 5.8 万辆和 5.6 万辆，同比分别增长 79.6% 和 95.5%；插电式混合动力汽车产销分别完成 1.4 万辆和 1.2 万辆，同比分别增长 29.4% 和 21.6%。

1—8 月，新能源汽车产销分别完成 34.6 万辆和 32.0 万辆，同比分别增长 33.5% 和 30.2%。其中，纯电动汽车产销分别完成 28.4 万辆和 26.0 万辆，同比分别增长 45.4% 和 43.5%；插电式混合动力汽车产销分别为 6.2 万辆和 5.9 万辆，同比分别下降 2.6% 和 7.5%。

2016-2017 中国新能源汽车产量对比（辆）



（来源：产业在线）

## 我国在稀土尾矿浸出化学物质随径流和泥沙的迁移方面取得进展

在我国南方红壤区，稀土采矿活动导致了严重的水土流失，不仅降低了土壤质量，还可导致矿堆浸出化学污染物（如重金属元素、放射性元素等）随径流和泥沙发生迁移，威胁着生态安全和人类健康。然而，矿堆区浸出污染物沿水流路径的分布特征和迁移机制尚不明确。

中科院南京土壤研究所在赣南一稀土尾矿区开展实验，基于对天然降雨事件后径流、泥沙样品的采集、处理，分析了矿堆浸出物（ $\text{NH}_4^+$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ ）沿水流路径的分布特征及迁移机制。研究发现 $\text{NH}_4^+$ 含量由堆顶、冲沟，到堆外冲刷区依次增大， $\text{SO}_4^{2-}$ 含量则由堆顶、堆外冲刷区，到冲沟依次减少。在典型的降雨事件中， $\text{NH}_4^+$ 主要随径流中的泥沙移动，而 $\text{SO}_4^{2-}$ 的主要随径流迁移。溶解态 $\text{NH}_4^+$

和  $\text{SO}_4^{2-}$  的浓度随径流距离的增大而降低，而吸附态均未表现出明显的规律，但其浓度与泥沙中细颗粒的含量显著正相关。研究结果可为稀土尾矿区浸出化学污染物的治理提供科学指导，为稀土尾矿区土壤侵蚀的防治提供科学依据。

(来源：中科院南京土壤研究所)

## 江西省打击稀土违法违规取得阶段性成果

日前，江西省打击稀土违法违规取得阶段性成果：

一是加强了稀土项目备案管理。近三年未新批、新建任何稀土资源回收利用项目，清理未批未建、已批未建、无核准备案文件项目 19 家。

二是一批稀土企业主动转产或注销。支持赣州湛海工贸公司成功转型为国内一流高纯稀土氧化物生产商，引导 4 家企业退出稀土市场，其中 3 家企业主动注销。

三是推动江西省内稀土企业加入各大稀土集团。创新性提出“国有金股”模式，引导稀土资源回收利用企业自愿加入中国南方稀土集团，并承诺合法经营，22 家企业以此模式加入中国南方稀土集团。截止目前，江西省加入各大稀土集团的企业 30 家。

四是强化稀土全产业链管控。在全国率先出台稀土全产业链管控办法，从矿山开采、冶炼分离、资源回收利用到贸易全产业链环节，针对性地提出了 19 条管控措施，形成打击稀土违法违规长效机制。

(来源：江西省人民政府)

## 江西出台稀土全产业链管控措施

日前，从江西省工信委获悉，江西在全国率先出台稀土全产业链管控措施。江西明确，获批稀土矿产品生产总量控制计划的企业，方可在计划内从事稀土矿

产品的开采、进口、销售等行为。任何组织和个人无证开采稀土资源，所在地乡（镇）政府应及时制止，由相关部门依法采取行政强制措施，涉嫌犯罪的，移交公安机关处理。获批稀土矿产品生产总量控制计划的企业，合法进口原料的数量和开采总量之和不得超过获批的计划，无计划的企业不得进口原料。

（来源：江西日报）

### “稀金谷”核心区基础设施建设提速

日前，“中国稀金谷”核心区征地拆迁、基础设施建设如火如荼地进行，智慧园内幸福路、储鱼路、“五中心”，产业园城北大道北延段及连接线道路等基础设施建设快速推进。

截至目前，“中国稀金谷”核心区“五路两桥”已开工建设“三路一桥”，其中赣储路一标段已完成竣工初步验收；赣储路二标段累计完成土石方 14.7 万立方米，铺设涵管 1145.7 米，完成工程总量的 23%；幸福路累计完成土石方 35.21 万立方米，铺设涵管 4781 米，已完成工程总量的 78%；储鱼路累计完成土石方 7.55 万立方米，铺设涵管 944 米，完成工程总量的 27%；赣储桥已完成工程前期准备工作及施工便道修筑，正在对建设涉及的 35 千伏梅储线电杆进行改迁；荷树水系改造土石方工程累计完成土石方 34 万立方米，完成工程总量的 94% 左右；90 公顷场地土石方工程累计完成土石方 41 万立方米，完成工程总量的 25%；“五中心” PPP 项目正启动桩基建设。

（来源：江西日报）



## 欧盟科学家利用离子液体从矿渣中回收稀土元素

欧盟通过“地平线 2020”计划出资 700 万欧元，资助开发从工业废弃物中提取钪（Sc）等稀土元素的技术，并已利用离子液体从铝土矿渣中成功回收稀土元素。此名为 SCALE 的项目以产业化为导向，研究团队来自希腊、德国、瑞典、匈牙利等 10 个国家的 18 家机构，包括 10 家公司和 8 家学术研究机构，涵盖了钪的整个价值链过程。

钪等稀土元素可大大改变材料特性，在新材料中的作用非常重要，是生产用于航空和 3D 打印应用的固体氧化物燃料电池和高强度铝合金的关键成分，在风力发电机、汽车、计算机、智能手机和其它高科技产品的制造中具有不可替代的作用。由于钪元素稀缺且生产成本低（目前在亚洲和俄罗斯有生产），其供应有限。欧洲没有生产钪的厂商，但钪的终端用户却有很多。SCALE 项目旨在开发可以从欧洲工业废弃物中提取钪的技术，从而形成欧洲的供应链，减轻欧洲对进口稀土的依赖。

欧洲每年在制铝过程中会产生 500 万吨铝土矿渣，在二氧化钛颜料生产中会产生 140 万吨酸性废物，如果有可行的提取技术，这些工业废弃物中的钪含量达到可开采范围。SCALE 项目的目的就是开发创新技术，可以用经济且可持续的方法从这些工业废弃物中提取低含量的钪，并以低的能源和材料成本将其升级为纯氧化物、金属和合金，同时还提取其它稀土元素。

目前，希腊科学家开发了一种从铝土矿渣中溶解和分离稀土元素的简单方法。此方法使用离子液体而不是传统溶剂，可以选择性地浸出稀土元素，不需要溶解整个固体物质。将铝土矿渣倒入含有离子液体溶液的反应器中，几个小时后稀土元素可完全溶解在离子液体中，在过滤后的液体中加入一些酸即可使离子液

体恢复到可再次使用的状态，剩下的则是含稀土元素的提取物。由于离子液体具有不易燃和不挥发的特性，因此可在更高的温度下工作，而不会带来火灾或健康危害。

(来源：科技部)

## 黑斯廷斯更新澳洲项目资源量，稀土矿石量突破 2 千万吨

澳大利亚黑斯廷斯科技金属有限公司（Hastings Technology Metals Limited）今日发布公告，其拥有的杨迪巴拉（Yangibana）稀土项目资源量迎来重大更新，现已超过 2050 万吨。

此次公布的 JORC 资源量加入了 2017 年最新完成的钻探结果。公司在今年开展的钻探活动主要集中在杨迪巴拉和独资的西蒙斯范德（Simon's Find）两处靶区，以 RC（反循环）钻探为主，两处靶区新钻获的结果均未列入 2017 年 7 月公布的 JORC 资源量。

此次钻探结果给整个项目增加了新的资源量，杨迪巴拉新增资源量 217 万吨，稀土氧化物(TREO)总量为 0.84%，包含 0.40%的钕镨氧化物( $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ )。西蒙斯范德新增资源量 131 万吨，稀土氧化物(TREO)总量为 0.66%，包含 0.35%的钕镨氧化物 ( $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ )。

此次更新后的杨迪巴拉项目的全部 JORC 资源量如下表所示：

资源量分级	矿石量(万吨)	钕镨氧化物 (%)	TREO	$\text{Nd}_2\text{O}_3$ (ppm)	$\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ (ppm)
探明	379.2	0.42	1.18	3350	840
控制	824	0.43	1.27	3410	870
推断	825.7	0.37	1.11	2900	760
总计	2055.9	0.40	1.18	3190	820

此次更新大大提高了稀土氧化物总量，由之前的 21.6 万吨提升至 24.3 万吨（增加 12.5%），钕镨氧化物也从之前的 6.89 万吨增加至 8.424 万吨，提高了 19.4%。

（来源：稀土在线）

## 上海硅酸盐所在稀土掺杂 SiAlON 基荧光材料构效关系研究方面取得重要进展

稀土掺杂（主要是 Ce 和 Eu）SiAlON 基荧光粉具有与商用 YAG:Ce 和硅酸盐荧光粉相当的量子效率，并且由于 SiAlON（ $\text{Si}_3\text{N}_4$  固溶体）刚性的晶体结构，荧光粉呈现出更低的热淬灭现象，结合其较高的发光效率、良好的化学稳定性以及发射和激发波长随基体成分变化容易调控等优点，SiAlON 基荧光粉在大功率长寿命 LED 中呈现非常广阔的应用前景。Ce<sup>3+</sup>和 Eu<sup>2+</sup>在 SiAlON 基体材料中的发光是依靠电子在 4f 和 5d 能级之间的跃迁来实现的，由于跃迁的具体方式会受到周围晶体场的强烈影响，会产生 Stoke 位移和电子云重排效应，所以基体组成和稀土离子的配位情况直接决定样品的发光波长和性能。之前的研究普遍认为 RE 离子在  $\alpha$ -SiAlON 和  $\beta$ -SiAlON 结构中的填隙位置，但具体的位置坐标及其与基体组分和发光波长的关系没有确定。一些研究发现 Ce 和 Eu 在 SiAlON 基体中会存在混价的现象，但不同价态稀土离子的结构占位及其对性能的影响机制不清楚。另外，SiAlON 荧光粉的微结构特征包括结构缺陷和表面结构等与发光性能的关系也是性能优化的一个重要研究课题。

围绕上述科学问题，中国科学院上海硅酸盐研究所许钊钊研究员带领的团队综合利用 XRD（X-ray Diffractometry, X-射线衍射）、TEM（Transmission Electron Microscope, 透射电镜）、STEM-HAADF（Scanning Transmission Electron Microscope-High Angle Annular Dark Field, 扫描透射电镜-高角环状暗场像）、SEM-CL（Scanning Electron Microscope-Cathodoluminescence spectroscopy, 扫描电镜-阴极发光谱）、EELS（Electron Energy-Loss Spectroscopy, 电子能量损失谱）和 XAS（X-ray Absorption Spectroscopy, X 射线吸收谱）等先进表征手段，深入研究了  $\alpha$ -SiAlON:Eu/Ce、 $\beta$ -SiAlON:Eu/Ce 荧光材料的稀土掺杂结构和微结构特征，包括掺杂稀土离子的分布、价态、占位和配位情况，各种发光中心的发射波长和强度及其与微结构（如正常格点、晶内缺陷和表层晶格）的关系等，这些研究深化了对发光材料的发光特性和本质的认识，揭示了微结构与发光性能之间的一般性规律，明确了提高发光效率的微结构参数，并藉此进行了 SiAlON 基荧光



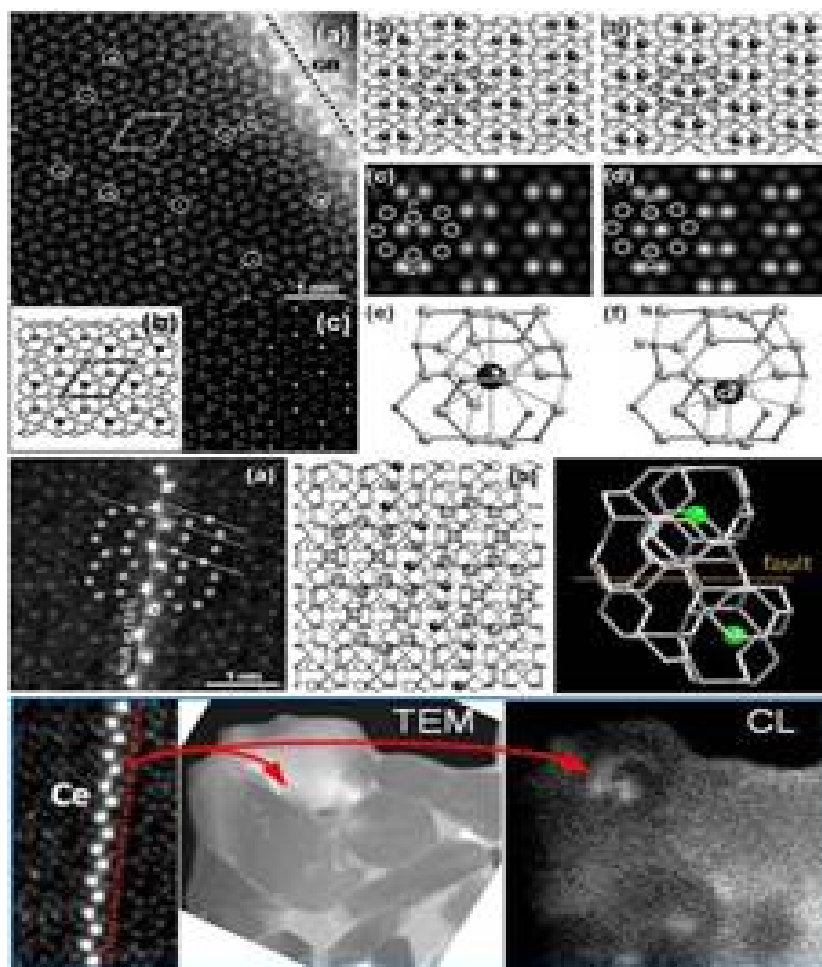
体发光性能的有效剪裁设计, 最终实现发光强度 80% 的提升。相关研究结果发表在 *Appl. Phys. Lett.* 2012, 101, 161904、*Nanoscale* 2015, 7, 11393、*ACS Applied Materials & Interfaces* 2017, DOI 10.1021/acsami.7b05603 等期刊上。

借助原子分辨 STEM-HAADF 等表征手段以及结构模拟计算, 确立了 Ce 在  $\alpha$ -SiAlON 晶格中的结构占位, 发现 Ce 在结构空腔填隙位置的占位在  $z=3/8\sim 1/4$  范围内分布, 导致发射光谱的进一步宽化。 $\alpha$ -SiAlON:Ce 荧光粉微结构中形成一种面缺陷, 而 Ce 在面缺陷内富集, TEM 分析揭示此缺陷由  $1/3\langle 210 \rangle$  滑移加上一个倒反操作形成, 在面缺陷处形成一个更大的空腔, 缓解了因高浓度掺杂而导致的结构应变; 借助 SEM-CL 微区表征, 发现该缺陷处的高密度掺杂在有些情况下非但没有造成浓度淬灭, 反而出现发光增强的现象, 进一步研究表明这与面缺陷的形貌和偏位错浓度有关, 通过对不同掺杂浓度荧光粉缺陷结构的表征, 最终得出一个重要结论, 即该发光材料中所谓的‘浓度淬灭’其真正原因是高掺杂而导致的‘缺陷淬灭’(*Inorg. Chem.* 2011, 50, 2905; *Appl. Phys. Lett.* 2012, 101, 161904; *Ceram. Inter.* 2013, 39, 8319)。

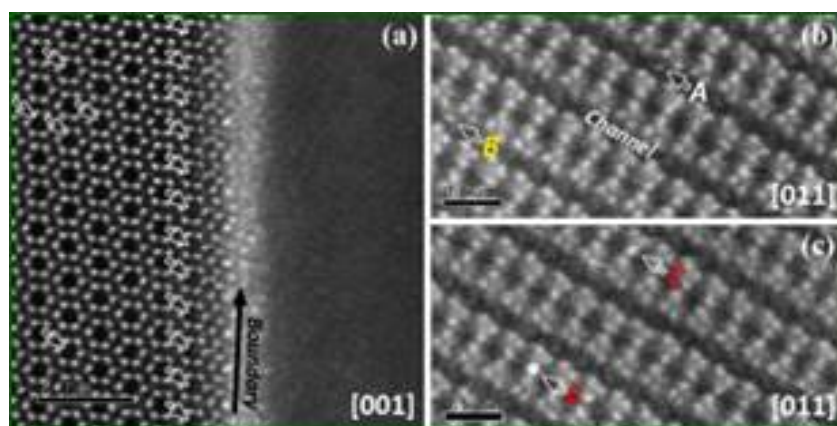
在  $\beta$ -SiAlON:Ce 和  $\beta$ -SiAlON:Eu 的研究中, 确立了稀土离子在晶体结构中有三种占位, 即 c-方向通道内的 6-和 9-配位两种填隙占位以及意想不到的 Si(Al) 取代占位, 结合 EELS 稀土离子的价态分析和第一性原理计算, 明确了填隙位置是 Ce(III) 和 Eu(II) 低价态占据, 对发光起主要贡献; 而取代位是 Ce(IV) 和 Eu(III) 高价态占据, 前者不发光, 后者有微弱发光。研究同时明确了不同基体组分对稀土离子不同位置占位的影响规律, 从而可实现发光性能的调控 (*Nanoscale* 2015, 7, 11393; *Mater. Res. Bull.* 2014, 51, 205)。

研究首次发现在  $\alpha$ -SiAlON 荧光粉中晶粒表面附近稀土离子掺杂量更高, 且表面发光强度高于晶粒内部, 从而形成了表面高掺杂和结构优化的制备工艺设想。对  $\alpha$ -SiAlON:Eu 体系采取了表面再处理等微结构调控手段, 通过 HF 酸对表面非晶层进行清洗, 同时形成富 Eu 的前躯体, 然后通过高温热处理进行表面再生长, 获得了表面有效高掺杂的荧光粉, 实现发光强度 80% 的高增长 (*ACS Applied Materials & Interfaces* 2017, DOI 10.1021/acsami.7b05603)。

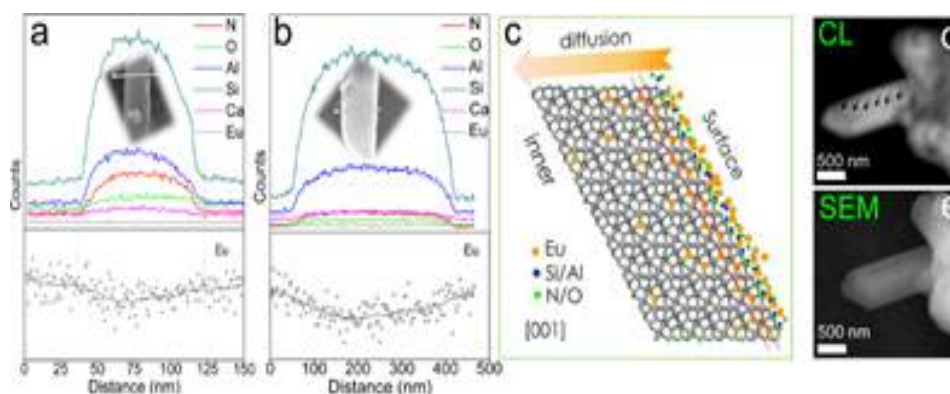
相关研究工作得到了国家自然科学基金面上项目的资助和支持。



$\alpha$ -SiAlON:Ce 掺杂结构和面缺陷结构的原子分辨 STEM/HAADF 表征和结构模型；微结构与发光关系的 SEM-CL 表征。



原子分辨 HAADF 像揭示 Ce 在  $\beta$ -SiAlON 结构中存在三种占位，即通道内的 6-和 9-配位的两种填隙占位 ((b) 中 A 和 B) 以及意想不到的 Si(Al)位置的取代占位 ((c) 中的 C)。

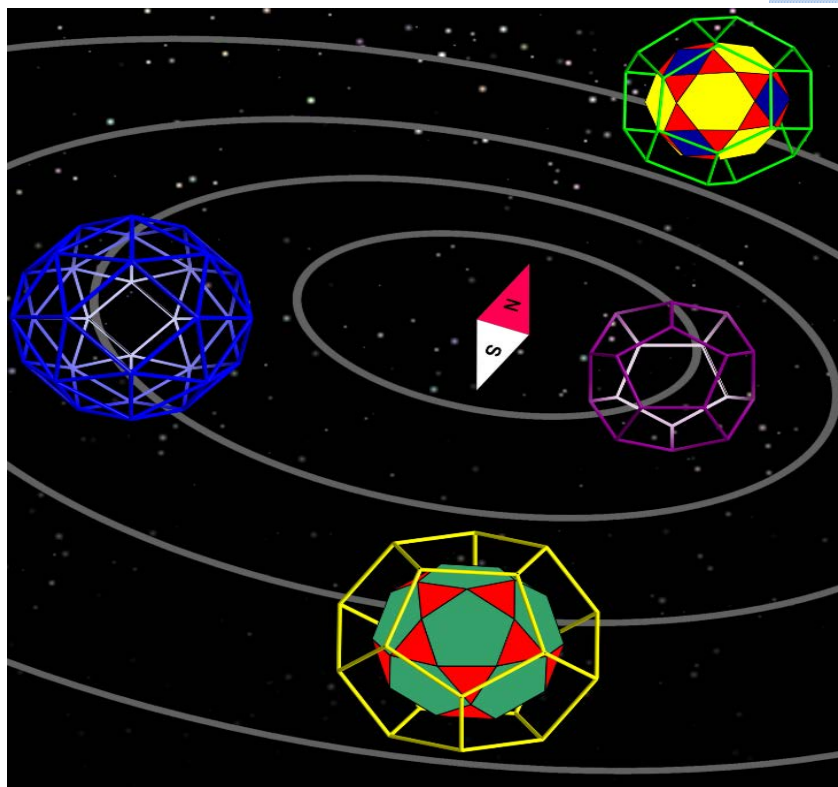


a-SiAlON:Eu 颗粒表面 Eu 的高掺杂以及表面高发光的 SEM-CL 表征。

(来源：中科院上海硅酸盐研究所)

## 球状稀土团簇组装及磁交换“指纹谱”研究取得新进展

近日，在郑彦臻教授指导下，西安交通大学前沿院博士生秦雷和周国军采用配体控制可控水解的方法，通过溶液化学和溶剂热化学反应成功地制备出四例球状钆基团簇化合物，并成功俘获两个中间体簇合物。这四个球状簇合物的核结构均具有很高的对称性，其大小也随着核数的增加由 1.2 nm 逐渐增加到 2.0 nm 左右。经过拓扑结构分析表明，这些簇合物都是由较小的三角形、四边形、五边形和六边形等次级构筑基元通过共顶点、共边和共面的方式连接成整体的球状结构。其中，Gd<sub>20</sub> 和 Gd<sub>50</sub> 均呈现出少见的近 Ih 对称性，而 Gd<sub>32</sub> 呈现出严格的 Oh 对称性，Gd<sub>60</sub> 呈现出略微变形的近 Oh 对称性。实验及基于海森堡模型的蒙特卡罗理论研究表明这系列化合物均具有弱的反铁磁磁交换作用。通过脉冲高场磁化强度数据测试表明不同的簇合物的磁交换与结构中的 Gd-O-Gd 键角息息相关，具有明显的规律性，可推导出  $J = 0.0072\phi - 0.85245$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) 的关系。更有意思的是不同磁交换体系对应明显不同的磁化强度微分曲线，这种磁构关系有望作为这些大型稀土基簇合物在强磁场下的“指纹谱”，用于鉴定该类化合物。



该项研究工作得到了国家“青年千人”项目、自然科学基金重点国际（地区）合作项目、面上项目、武汉国家强磁场研究中心、唐仲英基金会及中央高校基本科研业务费的支持。

（来源：西安交通大学新闻网）



## □十部门：2020年基本建成稀土等重要产品追溯标准体系

10月23日，从商务部网站获悉，为深入贯彻落实国务院办公厅《关于加快推进重要产品追溯体系建设的意见》（国办发〔2015〕95号），加强重要产品追溯标准化工作指导和统筹协调，有序推进重要产品追溯标准体系建设，近日，质检总局、商务部、中央网信办、国家发展改革委、工信部、公安部、农业部、卫生计生委、安全监管总局、食品药品监管总局等十部门联合印发了《关于开展重要产品追溯标准化工作的指导意见》（以下简称《指导意见》）。

《指导意见》提出，到2020年，要基本建成国家、行业、地方、团体和企业标准相互协同，覆盖全面、重点突出、结构合理的重要产品追溯标准体系。

《指导意见》提出，要形成国家标准、行业标准为主体，地方标准、团体标准和企业标准为补充，强制性标准和推荐性标准协同配合的标准体系。围绕稀土产品、食用农产品、食品、药品、农业生产资料、特种设备、危险品等七大类重要产品，抓紧制定和实施一批关键共性标准，逐步建立结构合理、相互配套、行之有效的重要产品追溯标准体系，支撑覆盖全国、统一开放、先进适用的追溯体系建设，实现产品来源可查、去向可追、责任可究，促进相关行业转型升级，助力供给侧结构性改革，服务国民经济和社会发展全局。

《指导意见》明确了六个方面主要任务。一是开展重要产品追溯标准化基础研究；二是统筹规划重要产品追溯标准体系；三是研制重要产品追溯基础共性标准；四是探索重要产品追溯标准化试点示范；五是抓好重要产品追溯标准的推广应用；六是做好重要产品追溯标准实施信息反馈和评估，为重要产品追溯体系建设提供标准化支撑。

（来源：中国稀土）

## 2017年10月稀土市场运行概况

本月上旬，稀土市场价格持续震荡下行，但幅度有所放缓。究其原因，主要有：

一是保持高压态势打击稀土黑色产业链，进一步规范了稀土市场秩序、稳定稀土市场价格。

二是工信部原材料工业司（稀土办）于近期对河南、江苏等省部分稀土企业进行核查和调研，重点了解资源综合利用企业原料采购、生产销售等情况，并就保护稀土资源、加强地方监管等问题听取地方和企业的意见。核查中发现，部分资源综合利用企业存在以“资源利用为名”加工矿产品和环保设施不达标等问题。核查组将发现的问题与有关地方交换了意见，要求地方工业主管部门依法依规尽快予以处理，并做好日常监管。

三是，在国际方面，莱纳斯公司因此轮稀土价格上涨利润得到大幅增加，2017年第三季度，莱纳斯公司镨钕产量1442吨，同比增长22.6%，比上季增长7.4%。此外，莱纳斯公司稀土的总产量也大幅增长，2017年三季度，莱纳斯公司稀土总产量同比增长27.3%，至4665吨；环比增长14%。

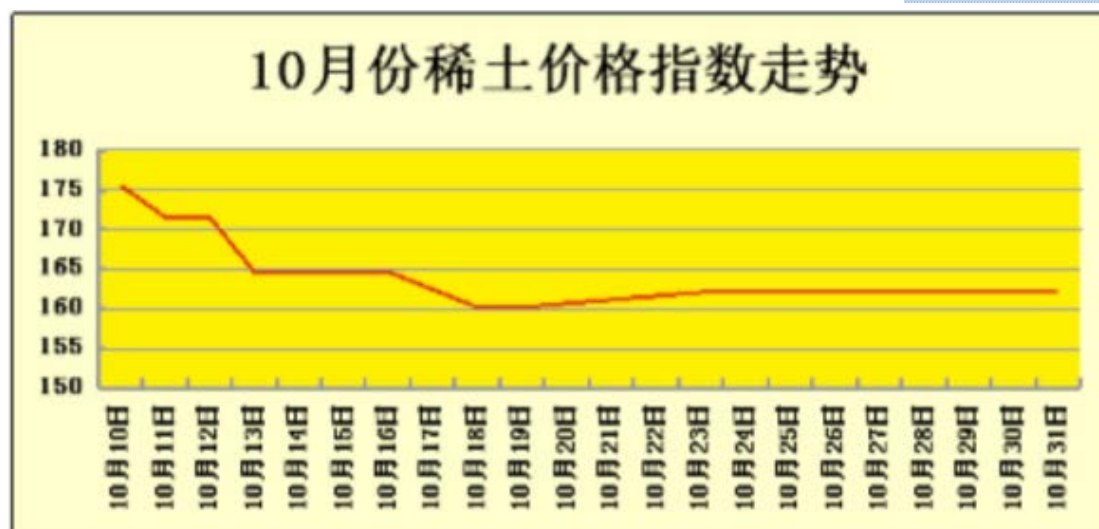
（来源：中国稀土行业协会）



### 稀土价格走势

#### 一、稀土价格走势

10月份上旬稀土价格指数持续下行，从月初的175.6点跌至160.2点。中旬开始，价格指数有所稳定，保持在162.1点，详见下图。



## 二、中钇富铈矿

10月份中钇富铈矿挂牌均价为 18.5 万元/吨，与 9 月份价格持平。

## 三、轻稀土氧化物

10月份氧化镨钕挂牌均价为 42.83 万元/吨，较 9 月份 48.18 万元/吨的价格下跌了 11.11%。

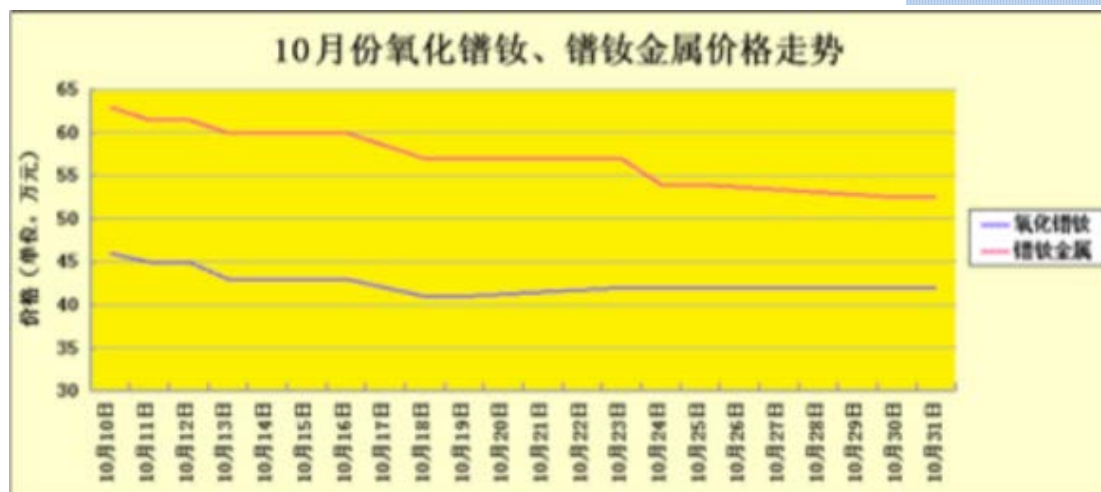
10月份金属镨钕挂牌均价为 57.5 万元/吨，较 9 月份 63 万元/吨的价格下跌了 8.73%。

10月份氧化镨市场挂牌均价为 53.58 万元/吨，较 9 月份 57.58 万元/吨的价格下跌了 6.93%。

10月份 99.9%氧化镧市场挂牌均价为 1.6 万元/吨，较 9 月份价格持平。

10月份 99.9%氧化铈市场挂牌均价为 1.75 万元/吨，较 9 月价格持平。

10月份 99.99%氧化铈市场主流均价为 52.92 万元/吨，较 8 月份 62.5 万元/吨的价格下跌了 15.33%。



#### 四、重稀土氧化物

10月份氧化镨市场主流均价为117.5万元/吨，较9月份的123.03万元/吨下跌了4.49%；镨铁10月份市场主流均价为117.5万元/吨，较9月份126.87万元/吨的价格下跌了7.38%。



10月份99.99%氧化铽市场主流均价为354.58万元/吨，较9月份384.61万元/吨的价格下跌了7.81%。

10月份99.999%氧化铽市场挂牌均价为2.32万元/吨，较9月份2.5万元/吨的价格下跌了7.32%。

10月份氧化铈市场主流均价为18万元/吨，与9月份价格持平。

表1：2017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%	16.00	16.00	0.00%
氧化铈	≥99%	17.50	17.50	0.00%
氧化镨	≥99%	575.79	535.83	-6.94%
氧化钕	≥99%	465.79	420.83	-9.65%
氧化钐	≥99.9%	14.00	14.00	0.00%
氧化铕	≥99.99%	625.00	529.17	-15.33%
氧化钆	≥99%	170.00	132.50	-22.06%
钆铁	≥99%Gd 75%±2%	180.00	152.50	-15.28%
氧化铽	≥99.9%	3846.05	3545.83	-7.81%
氧化镝	≥99%	1230.26	1175.00	-4.49%
镝铁	≥99%Dy80%	1268.68	1175.00	-7.38%
氧化钬	≥99.5%	491.84	475.00	-3.42%
钬铁	≥99%Ho80%	490.00	490.00	0.00%
氧化铒	≥99%	180.00	180.00	0.00%
氧化镱	≥99.99%	190.00	190.00	0.00%
氧化镱	≥99.9%	5325.00	5325.00	0.00%
氧化铊	≥99.999%	25.00	23.17	-7.32%
氧化镨钕	≥99% Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 75%	481.84	428.33	-11.11%
镨钕金属	≥99%Nd75%	630.00	575.00	-8.73%

（来源：中国稀土行业协会）

## 稀土出口状况

根据中国海关总署公布的新数据显示，2017年9月，中国稀土的出口量为3715.05吨，较去年同期增长1.12%，环比下降11.22%；出口平均单价为10.6美元/千克，较去年同期上涨36.07%，环比下降35.69%。



表 2: 2017 年 9 月我国稀土出口概览

海关归类商品名称	出口数量 (公斤)	出口金额 (美元)	9月均价 (美元/公斤)
稀土金属、钇、铈及其混合物的无机或有机化合物	3243914	32206622	9.93
稀土金属、钇及铈	471140	7162310	15.20
合计	3715054	39368932	10.60

轻稀土方面：9月份氧化镨出口 24350 公斤，环比增长 195.15%；氧化钕出口 42600 公斤，环比下降 18.6%；氧化铈出口 139885 公斤，环比下降 50.7%；氧化镧出口 1280600 公斤，环比上升 0.73%；氧化铀出口 670 公斤，环比下降 1.47%。

重稀土方面：9月份氧化镝出口 13360 公斤，环比下降 43.06%；氧化钆出口 245672 公斤，环比上升 34.09%；氧化铽出口 3625 公斤，环比下降 3.33%。

(来源：中国稀土行业协会)

## 新型大容量 La-Y-Ni 系储氢合金简介

镍氢 (MH-Ni) 电池自 1989 年商业化以来, 其负极材料主要是  $\text{LaNi}_5$  型储氢合金。随着镍氢电池制备技术的不断提升以及性能的极大提高, 其应用领域更加广泛, 对电池材料性能的要求也越来越高, 特别是与电池能量密度密切相关的电极材料的容量性能。电池的容量主要是由电池正、负极的容量确定的, 但正极氢氧化亚镍的容量提高已经有限, 因此人们就把研究重点放在了负极储氢合金的研究上面。

$\text{LaNi}_5$  型储氢负极合金的实际最大容量 ( $350 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ) 已经接近其理论值 ( $372 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ), 进一步提高相当困难, 因此, 必需研究开发具有更高容量的新型储氢合金。

近年来, 大容量 La-Mg-Ni 系储氢合金 (理论容量超过  $400 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ , 实际最大容量  $390 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ) 的研究获得了许多有价值的成果, 已产业化并应用于制造低自放电镍氢电池和某些大容量镍氢电池。但 La-Mg-Ni 合金的制备工艺成本高或工艺过程复杂, 主要原因在于: 合金中必需含有的活泼金属元素 Mg 的蒸汽压高, 易挥发, 使得高温熔炼合金的成分难以控制, 同时挥发的微细镁粉易燃易爆而存在安全隐患。国内主要使用高价值的氦气作为保护气制备 La-Mg-Ni 合金, 日本采用熔炼 La-Ni 合金然后扩散 Mg 的二次制备工艺技术。

为了解决 La-Mg-Ni 基储氢合金制备工艺存在的问题, 包头稀土研究院储氢材料项目组经过多次试验研究发现, 用 Y 元素替代 La-Mg-Ni 基储氢合金中的 Mg 元素, 获得了同样容量的 La-Y-Ni 储氢合金, 可直接用真空感应熔炼法制备。2014 年以来, 开发的  $\text{A}_2\text{B}_7$  型 La-Y-Ni 储氢合金经合理的成分优化后实际放电容量可达到  $390 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ , 气相储氢量可达到 1.49 wt% (相应的电化学容量为  $399 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ), 与 La-Mg-Ni 基储氢合金的容量相当, 而且由于不含活泼的

Mg 元素，循环寿命更好。该系列合金已申报 8 项国家发明专利（已授权 5 项），申报 1 项国际 PCT 发明专利（进入日本、美国）。

目前正在按照镍氢电池对高容量和低自放电氢化物负极材料的要求，进一步评价和改进 La-Y-Ni 系储氢合金的性能，同时建成了储氢合金中试生产线和小型镍氢电池中试线，开展 La-Y-Ni 系储氢合金的中试研究和应用评价工作。

（来源：瑞道稀土资讯）