

# 离子型稀土信息简报

## Ionic Rare Earth Information Bulletin

2019年 第06期 总第68期

### 本期要闻

- ◎ 中国稀土：高质量发展才有话语权
- ◎ 国家发改委将出台多项稀土产业政策：产量控制成重点
- ◎ 南方离子型稀土矿开发的困境及解决办法
- ◎ 《稀土产品的包装、标志、运输和贮存》强制性国家标准报批公示

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 1-13

---

- ◎ 中国稀土：高质量发展才有话语权
- ◎ 《稀土产品的包装、标志、运输和贮存》强制性国家标准报批  
国家发改委将出台多项稀土产业政策：产量控制成重点
- ◎ 攀枝花首次发现稀土矿达到工业边界品位
- ◎ 南方离子型稀土矿开发的困境及解决办法
- ◎ 自然环境部咨询研究中心一行调研中国南方稀土集团
- ◎ 美国为稀土出台紧急计划
- ◎ 澳大利亚稀土矿商努力推进开发协议
- ◎ 巴西拟开发离子型稀土矿

## ◇ 科技前沿 14-16

---

- ◎ 稀土金属的新应用：从氮气直接合成含氮有机物
- ◎ 福建物构所稀土碘酸盐倍频晶体设计与合成获进展

## ◇ 政策法规 17-18

---

- ◎ 《稀土产品的包装、标志、运输和贮存》强制性国家标准报批  
公示

## ◇ 市场行情 19-23

---

- ◎ 2019年5月稀土市场运行概况
- ◎ 稀土价格走势

## ◇ 稀土知识 24-32

---

- ◎ 一张图了解高岭土的改性工艺

## 中国稀土：高质量发展才有话语权

受中美贸易摩擦的影响，中国稀土格外引人关注，甚至有言论认为中国稀土将成为中美经贸摩擦反制的手段。对此，发改委新闻发言人孟玮指出，“如果有谁企图利用中国的稀土资源制造的产品反用于遏制、打压中国的发展，我们也坚决反对。”

不可否认的是，有关稀土行业的治理整顿已“山雨欲来风满楼”。

6月4—5日，国家发改委连续两天组织了三场座谈会，围绕稀土行业高质量发展进行讨论。6月17日，孟玮在其新闻发布会上就以上三场座谈会的目的及接下来的措施进行了介绍。她表示，在深入调研和科学论证的基础上，将抓紧研究出台有关政策措施，切实发挥好稀土作为战略资源的特殊价值。

稀土，有“工业黄金”、“工业维生素”之称，能与其他材料组成性能各异、品种繁多的新型材料，是电子、激光、核工业、超导等诸多高科技的“工业味精”。中国稀土资源丰富，是全球稀土第一储量大国，也是第一生产大国，产量占全球的80%以上，但令人遗憾的是，中国稀土在世界市场稀土定价机制上的话语权与其应有的国际地位严重不匹配，战略资源卖成“白菜价”的现象长期存在。比如：2005年中国的稀土年出口量已比1990年翻了9倍，但价格却下降了55%以上。

这也是发改委连续举办三场座谈会的主因。据悉，接下来，发改委、工信部、自然资源部相关司局负责人将分别带队赴内蒙古、江西、福建、湖南等地开展调

研，了解稀土的现状，掌握扎实的数据，然后将就稀土产业发展面临的问题尽快研究出台有关政策措施。

虽然我国稀土发展的现状和详实数据还有待发改委等三部门的调研结果，但总体来看，我国稀土行业大而不强，处于上游初加工低端位置，后续加工和技术研发环节相对缺失，高端稀土产品依赖进口；私采、盗挖、走私现象屡禁不止，加上行业恶性竞争，致使产业长期供过于求，产能严重过剩，是稀土低价外销的主因；另一方面，私挖滥采又导致资源过度开发，造成严重的资源浪费和生态破坏。

为了促使稀土行业持续健康发展，建议我国有关部门加大打击稀土违法违规生产的力度，构建长效的监管机制，彻底斩断“黑色”产业链；调控稀土生产总量，收缩稀土供应量；进行长远技术布局，出台相关激励政策，加大稀土高端产品的技术研发投入，构建高附加值的后端产业链，抢占稀土产业的技术制高点；针对稀土行业生态环保历史欠账的问题，扎实推进矿山生态修复和环境治理，推进稀土产业的绿色规范发展；强化稀土产品出口管控，建立稀土出口全流程追溯和审查机制等政策，进一步强化稀土产业链的竞争优势。

只有有效解决稀土产业发展存在的生态环保、违规生产、产能过剩、终端应用滞后等问题，推动稀土产业高质量发展，才能促使稀土产业呈现供应下降、价格上涨的良性发展局面，掌控稀土的国际话语权。

（来源：中国产经新闻）

## 国家发改委将出台多项稀土产业政策：产量控制成重点

6月17日，在宏观经济运行情况举行新闻发布会上，国家发改委新闻发言人孟玮表示，正抓紧研究出台有关政策措施，切实发挥好稀土作为战略资源的特殊价值。业内人士表示，从发改委的表态看，控制稀土产量将是今后稀土政策的主要走向。对于高端应用的核心技术突破，后续将出台相关激励政策。

### 规范发展

孟玮表示，针对目前稀土行业违法违规生产的问题，将加大行业整顿规范力度，构建长效监管机制，规范行业发展秩序。针对稀土行业生态环保历史欠账问题，将扎实推进矿山生态修复和环境治理，加快研发应用稀土绿色开采和冶炼分离技术，推进稀土产业绿色发展。

百川资讯稀土高级分析师杜帅兵对中国证券报记者表示，对于稀土行业发展存在的历史遗留问题，国家将大力度进行整顿。关于盗采稀土矿、分离企业违规生产、超计划生产等问题将被严厉查处。目前中国稀土产能严重过剩，存在非理性发展问题。对于过剩的稀土产能可能进行供给侧改革。

目前，我国稀土企业的产能40万吨左右，而每年需求约20万吨，产能严重过剩。“关于稀土环保问题，发改委通过调研，强调稀土行业生态环保历史欠账问题，要推进矿山开发和环境治理；对稀土生产企业存在的环保问题，将出台政策严格彻查，进行整改或者关停。”杜帅兵表示。

孟玮表示，针对稀土行业高端产业应用不足的问题，将完善创新激励机制，支持企业加强知识产权保护，突破一批关键核心技术，提升产业竞争能力。

“稀土应用方向广泛，产业终端应用研究将更有效地改善稀土元素的结构性消费。后续在稀土高端应用核心技术突破方面，将出台相关激励政策。”杜帅兵表示，总体而言，推进稀土产业高质量发展方面会推出相关政策，有效解决稀土产业发展存在的生态环保、违规生产、产能过剩、终端应用滞后等问题。产业良性发展将导致稀土市场变化，出现供应下降，价格上涨。

### 强制标准

工信部网站近日公布，工信部已组织完成《稀土产品的包装、标志、运输和贮存》强制性国家标准制定工作。标准批准发布之前，为进一步听取社会各界意见，对标准报批稿及编制说明予以公示，截止日期为2019年7月15日。此次征求意见稿对稀土产品的包装、标志、运输和贮存标准，增加原料溯源性标志，以便直观确认相关稀土产品的矿产品来源。

其中特别强调，由于稀土产品的交易有时通过许多中间贸易公司转手，对于稀土产品所使用稀土原料的溯源性具有一定困难，许多稀土企业专家建议取消稀土产品的溯源性。但针对目前国内稀土矿存在非法开采且屡禁不止的现象，国家主管部门强烈要求在稀土产品的包装、标志、运输和贮存标准中，增加原料溯源性的标志。即要求稀土矿产品、单一稀土化合物、混合稀土化合物、单一稀土金属、混合稀土金属的标准化内注明原料矿产品生产企业名称，以便直观确认相关稀土产品的矿产品来源的合法性。

业内人士表示，国家标准分为强制性国家标准和推荐性国家标准。稀土产品的包装、标志、运输和贮存标准即将成为稀土行业继能耗标准和排污标准后又一强制标准，其意义不言而喻。

建立出口稀土商品全流程追溯和审查机制，能更好地对稀土出口进行监管。

2015年5月1日，国家取消了出口关税和稀土配额，稀土出口量大幅增加，从2014年出口总量27729吨增长到2018年出口53224吨，每年出口量以23%幅度增加。按照2018年国家稀土指标12万吨来核算，出口量占生产指标的44%。

业内人士表示，此次稀土产品增加原料溯源性标志，可以追查出企业产量，对斩断黑色产业链，推动稀土行业健康发展具有深远意义。

(来源：期货日报)

## 攀枝花首次发现稀土矿达到工业边界品位

据《中国地质调查成果快讯》报道，中国地质局相关科研团队在攀枝花盐边县的龙麟佰利、中梁子等钒钛磁铁矿区内首次发现二叠纪碳酸岩-稀土矿化碱性杂岩。该稀土矿呈脉状、网脉状或岩枝、株状侵位于钒钛磁铁矿体或矿化铁镁质岩体中，经过初步分析，判断稀土矿品位达0.3%~0.4%，Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>达0.14%，达到或接近工业边界品位，显示具有较好的综合利用前景。

稀土是不可再生的稀缺资源，是镧系元素和钪、钇共十七种金属元素的总称，是现代工业中不可或缺的重要战略资源，也是改造传统产业、发展新兴产业的关键战略性基础材料。因为稀土的重要性，它被称为“军事的核心”、“新材料之母”还有“工业维生素”。中国稀土矿储量大、种类丰富、稀土开采和提炼技术先进，供应了世界稀土的85%，美国是中国稀土的第一大需求国。

2017年，为查明晶质石墨矿和钒钛磁铁矿共伴生钪、镓、铈、锆、铟、铋等稀有稀散元素禀赋特征、资源潜力和环境地质条件，自然资源部中国地质调查

局部署实施了“四川攀西钒钛铁石墨矿资源基地综合地质调查”项目。盐边红格铁矿位于上扬子陆块西缘攀西裂谷带，带内原本以产出大规模的钒钛磁铁矿和晶质石墨矿等矿产而闻名，有龙鳞佰利、中梁子等钒钛磁铁矿区，新稀土矿的探明也将给当地矿企新的发展机遇，刺激企业朝多元化方向发展。

新稀土矿的发现不仅拓展了攀枝花钒钛铁矿资源基地内稀土矿的找矿思路和范围，而且由于本次发现的稀土矿化岩脉群广泛发育于钒钛磁铁矿体中，显示出攀枝花钒钛磁铁矿区本身具有丰富的稀土和铌矿资源潜力，将扩大攀枝花钒钛磁铁矿的综合利用前景；此外还具有深入研究峨眉山大火成岩省岩浆-成矿作用与演化过程的重要意义，同时还具有地球深部碳循环过程的指示意义。

(来源：金投网)



## 南方离子型稀土矿开发的困境及解决办法

近日，从稀土学会的年会上了解到，赣州稀土矿山生产近几年处在停产状态，当地冶炼分离企业由于原料缺乏而大面积停产减产，同时赣州稀土和当地政府为了解决早年稀土开采留下的环境问题付出了很大的代价。为寻求早日复产，赣州稀土自主研发了“南方离子型稀土矿山绿色无铵开采提取工艺技术”，该工艺采用镁酸处理原矿，但是环保部尚未开展工艺试验和环评工作。

根据业内专家的观点，赣州稀土矿开采停产的根源在于目前推行的离子型稀土开采工艺存在缺陷。2012年国家颁布的《稀土行业准入条件》中规定，离子型稀土矿开发应采用原地浸矿工艺，禁止采用堆浸、池浸技术。但是实际上原地



浸矿工艺存在缺陷，虽然对山体表面植被破坏小，但对水和土壤造成污染威胁极大，而且能满足原地浸矿工艺的地质条件的矿山比较少，并不代表普遍情况。

因此，业内专家呼吁应取消对工艺选择的硬性规定，并尽快出台“离子型稀土矿生产污染物排放标准”，只要排放指标能满足标准规定，则不管用什么技术，都应该批准放行。这样一来，一方面从制度上解决多年来困扰我国稀土开采的环境污染问题，同时也为矿产所在地的稀土企业营造公平竞争的环境，有利于南方离子型稀土的开发。

(来源：CBC 金属网)



## 自然环境部咨询研究中心一行调研中国南方稀土集团

6月24日，自然环境部咨询研究中心咨询委员、原国土资源部财务司司长赖文生等一行在江西省自然资源厅副巡视员龚健等省、市自然资源部门相关领导的陪同下到中国南方稀土集团调研，赣州稀土集团总经理李竹兴、副总经理钟瑞林及相关部门工作人员参加了调研座谈会。

会上，赣州稀土集团总经理李竹兴就赣州稀土集团的发展历程、发展战略、发展方向、生产经营情况等作了详细介绍。随后，副总经理钟瑞林就赣州稀土开采历史沿革及现状、矿业权管理情况及目前公司存在的主要困难等方面作了汇报。座谈会上，还就矿业权管理及地质工作转型升级情况进行了深入的交流讨论，并广泛听取了与会人员对矿业权管理及地质工作转型升级提出的建议意见。

赖文生委员和与会领导在听取情况介绍后，对南方稀土集团在稀土资源开采及综合利用等方面所取得的成绩给予肯定，并对集团在后续矿业权管理、资源整合和矿权接续等方面工作提出了宝贵的指导意见。

（来源：中国南方稀土集团）



## 美国为稀土出台紧急计划

稀土已经成为中美经贸摩擦中的“关键词”，中国在稀土产业链的主导地位让美国感到担忧。4日，美国商务部发布报告，建议采取紧急措施以提高美国国内稀土和其他关键矿山的产量。一位稀土研究专家5日对《环球时报》记者表示，美国此举明显是针对中国稀土而来，法案的出台意味着美国政府认为目前稀土供应已经不安全，也意味着美国政府对稀土供应的高度重视。

### 为稀土进口依赖担忧

这份名为《确保关键矿物安全可靠供应的联邦战略》的报告担忧地表示，美国对重要矿山的进口依赖严重。如果中国或俄罗斯在很长一段时间内停止向美国及其盟友出口稀土，长期的供应中断可能会对美国和外国的关键矿产供应链造成重大冲击。“美国严重依赖外国关键矿产资源和外国供应链，这可能给我们的经济和军事带来战略上的脆弱性。”美国商务部在这份报告中表示。

稀土是17种元素的总称，广泛应用于新能源、新材料、航空航天、电子信息等领域，是现代工业中不可或缺的重要元素。目前，中国是全球储量最大、产量最大和出口量最大的国家。

随着中美经贸摩擦的逐步升级,许多美国媒体和分析人士都将稀土视为中国的一张“王牌”。近日,中国发改委有关负责人表示,如果有谁想利用中国出口稀土所制造的产品反用于遏制打压中国的发展,那么稀土主要产地“赣南原中央苏区人民、中国人民都会不高兴的”。这样的表态也让美国更为担心中国对美国进行稀土断供的可能性。

### 六大纲领 61 项建议

为解决稀土问题,美国商务部在最新推出的报告中提出了 6 项行动纲领,总计 24 项目标,涉及 61 项具体建议。这 6 项行动纲领包括:推进关键矿产供应链的转型研究、开发和部署;加强美国关键的矿产供应链和国防工业基地;加强与关键矿产相关的国际贸易与合作;提高对国内关键矿产资源的了解;改善在联邦土地上获取本土关键矿产资源的的机会,并缩短联邦许可证审批时限;增加美国关键矿产资源劳动力。

路透社评论称,这份报告呼吁美国采取短期与长期措施结合的策略来保障稀土供应链安全,短期措施如加强储备,长期措施包括促进新矿勘探、设计和建设,重建国内下游制造业供应链。

在诸多的具体建议中,美国媒体尤为关注解除关键矿产的开发障碍,使其更容易获得许可这一点。报告呼吁美国土地管理局和林业局审查目前所有项目被“撤出”或被保护不受开发的地区,并评估是否应取消或减少这些限制,以便进行关键的矿物开发。

“购买美国产品”是该报告中另一个被关注的具体建议,提出要对联邦政府

的国内采购进行评估，包括《购买美国货法》，以支持美国关键矿物材料资源及其国内下游制造业供应链。

### 类似计划没有起到作用

一位不具名的稀土研究专家对《环球时报》记者表示，美国在 2011 年和 2013 年分别出台了多个相关文件，试图刺激国内稀土产业，其内容与此次的文件大同小异，每逢美国当局认为包括稀土在内的重要资源存在供应风险的时候，就会出台类似文件。但是这些计划最终没有起到作用，美国稀土极度依赖中国的局面没有得到丝毫改观。

就在美国商务部紧急出台文件之时，中国发改委在本月 4 日与 5 日组织稀土行业专家与企业两次召开座谈会。会上，行业专家建议国家要强化稀土行业全方位监管，加强出口管控，建立稀土出口全流程追溯和审查机制。参会企业建议加强知识产权保护，严禁我国优势核心技术外流。

上述专家表示，中国稀土生产体系完整，在采矿、选矿、冶炼和分离等环节技术优势明显，且生产效率极高导致成本在全球极具竞争力。“美国的政策与市场行为之间存在断裂带。即便有新战略出台，美国的稀土也没有可能短期内摆脱对进口的依赖。”

（来源：环球时报）



## 澳大利亚稀土矿商努力推进开发协议

澳大利亚稀土生产商表示，他们有望与新客户签署协议，这些协议将向前推

进他们的项目。全球对稀土供应的担忧日益加剧，而稀土对高科技行业至关重要。

根据美国地质调查局(United States Geological Survey)的数据，澳大利亚仅占全球稀土储量的 2.8%。然而，根据科廷大学(Curtin University)西澳大利亚矿业学院(WASM)编制的数据库，澳大利亚的新的稀土项目占全球新项目的一半以上。

然而，由于中国的主导地位，澳大利亚的多数项目都陷入了困境，开发商难以获得融资。中国约占全球稀土加工产能的 90%，占全球储量的四分之一。

WASM 的数据显示，最有望启动的项目也不太可能在 2023 年之前开始运营。不过，随着中美贸易冲突升级，这些项目可能会加速。美国 80%的稀土都是从中国进口的，有新闻媒体报道说，中国可能会减少对美国的稀土出口。

正在澳大利亚西北部开发 Browns Range 项目的北方矿业(Northern Minerals)上周表示，正与一家国际知名工业集团就供应事宜进行商谈。该公司一位发言人表示，自从有关稀土问题的新闻关注度提高以来，投资者的兴趣有所上升。

黑斯廷斯科技(Hastings Technology)正在为其位于西澳大利亚的 Yangibana 稀土项目做准备，计划于 2021 年底投产。该公司已与德国蒂森克虏伯(Thyssenkrupp)签订了一份初步供应协议，并于上周与汽车供应商 Schaeffler AG 签署了另一份供应协议。该公司的执行董事长 Charles Lew 表示，公司正在研究另一项德国供应协议，预计将于今年敲定。此外，黑斯廷斯获得了德国战略矿产采购机构的融资。

由于需求预期不断提升，澳大利亚稀土行业前景好转。美国上周表示，将寄希望于澳大利亚和加拿大在全球范围内开发稀土资源，以减少对中国的依赖。蒂森克虏伯发言人表示，在稀土领域，我们定期寻找新的合作伙伴，以满足日益增长的全球需求。

WASM 教授 Dudley Kingsnorth 表示，中国以外的稀土项目之所以没有进展，是因为中国产量庞大，再加上廉价的劳动力和不那么严格的环境法规，意味着没有其他国家可以在成本上与其竞争。

澳大利亚 Lynas 公司是全球除中国以外唯一一家稀土生产商，该公司一直享有日本政府的低息贷款。上个月，Lynas 概述了扩张计划，包括在美国建立一家加工厂。

Kingsnorth 预计，到 2025 年，世界范围内每年需要 7.5 万吨稀土才能不受中国供应的牵制。然而，他估算，到那时，除中国外世界其它地区只能生产 5 万吨稀土。他表示，终端用户不愿意投资那些距离生产还有数年时间、且成本高于中国的矿产项目。不过，他称，企业没有将政治因素导致供应中断的风险计入定价。Kingsnorth 说：这和与中国竞争无关，关键是是否获得了所需的金属。

一位资源公司的分析师表示，没有政府支持，大部分新项目很难看到曙光。他说，特别是如果公司计划建造加工厂，其成本可能比公司自身的价值搞出一个数量级。例如，市值 7,700 万澳元(合 5,324 万美元)的澳大利亚稀土矿商阿拉弗拉资源公司 (Arafura Resources) 正寻求获得 10 亿澳元的资金，用于进行包括一座加工厂在内的项目。

阿拉弗拉和另一家矿业公司 Alkane 资源的高管称，今年 2 月作为澳大利亚贸易代表团的成员，他们与美国国防部官员举行了会谈，但都空手而归。Alkane 的董事总经理 Nick Earner 说：现在的难题是，人们是否愿意把钱落实到位，以支付更高的成本来降低风险。

(来源：商务部)

## 巴西拟开发离子型稀土矿

据 BNamericas 网站报道，巴西矿业公司塞拉贝尔德（Serra Verde）公司将投资 1.5 亿美元在戈亚斯州的米纳斯（Minas）市建设一座稀土选矿厂。

戈亚斯州环境和可持续发展厅（SEMAD）将向该公司正式颁发此项目的环境许可证。

稀土由 17 种元素组成，主要用来生产风力发电机、电动汽车和显示屏。

报道称，塞拉贝尔德已经在该地区投资 7000 万美元进行勘探。

公司总裁卢西亚诺·博尔赫斯（Luciano Borges）称，将为当地带来 2800-3200 万雷亚尔（最高 800 万美元的）税收。

博尔赫斯认为，米纳斯可能是世界上最大离子型稀土矿之一。

博尔赫斯强调，目前只有中国在生产离子型稀土。但是，中国使用的是硫酸铵萃取方法，价格昂贵，对巴西来说需要进口。塞拉贝尔德公司将采用食用盐来萃取，用其开发的技术能实现 100% 的稀土回收，而且水可以完全循环利用。

根据美国地质调查局的数据，在世界 1.2 亿吨稀土储量中，巴西稀土储量为 2200 万吨。主要分布在戈亚斯、里约热内卢和亚马逊等州。

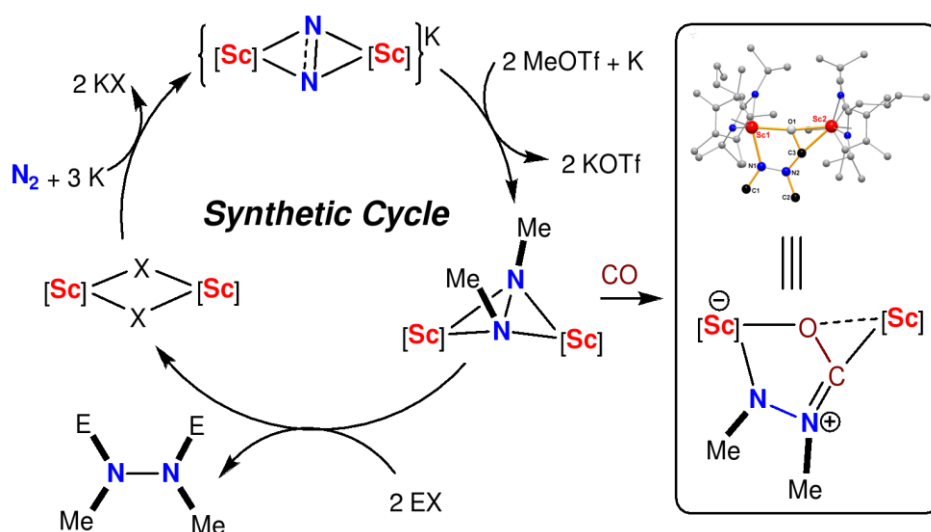
事实上，稀土不稀，在许多国家都有发现。但是，要想经济地宏量萃取却非常困难。

（来源：自然资源部）

## 稀土金属的新应用：从氮气直接合成含氮有机物

目前几乎所有人工合成的含氮有机化合物都需要经过工业合成氨 ( $\text{NH}_3$ )。而传统的工业合成氨过程(Haber-Bosch Process)条件极其苛刻。据推算年耗能占全球能耗的 2%左右,需消耗约 25%的化石资源,并且产生大量温室气体。因此,将氮气直接、高效、温和地转化为含氮有机化合物,而不经  $\text{NH}_3$ ,是解决以上问题的重要途径之一。但迄今相关文献报道很少,催化反应体系还没有实现(见中文综述:从氮气直接合成含氮有机化合物,李嘉鹏 殷剑昊 俞超 张文雄 席振峰,《化学学报》2017, 75, 733-743)。

最近,席振峰/张文雄课题组实现了由稀土金属钪 (Sc) 促进的,直接由氮气、MeOTf 和亲电试剂等有机底物反应高效合成胍衍生物的过程。他们分离和表征了  $(\text{N}_2)^{2-}$ 、 $(\text{N}_2)^{3-}$  和  $(\text{N}_2\text{Me}_2)^{2-}$ -Sc 中间体,并发现 CO 能有效插入  $(\text{N}_2\text{Me}_2)^{2-}$ -Sc 中间体的 Sc-N 键中,实现了  $\text{N}_2$  与 CO 的高效偶联 (Scandium-Promoted Direct Conversion of Dinitrogen into Hydrazine Derivatives via N-C Bond Formation. Ze-Jie Lv, Zhe Huang, Wen-Xiong Zhang,\* and Zhenfeng Xi,\* J. Am. Chem. Soc.2019, 141, 8773-8777)。



稀土金属钪 (Sc) 使氮气直接转化为含氮有机化合物



该工作首次实现了稀土金属促进的从氮气直接合成含氮有机化合物。稀土金属对于我国的发展具有特别的重要意义,该工作对于稀土金属的高效利用展示了一个新途径。论文的第一作者为博士研究生吕泽杰。该工作得到了国家自然科学基金、北京分子科学国家研究中心和北京大学化学学院的大力支持。

(来源:北京大学)



## 福建物构所稀土碘酸盐倍频晶体设计与合成获进展

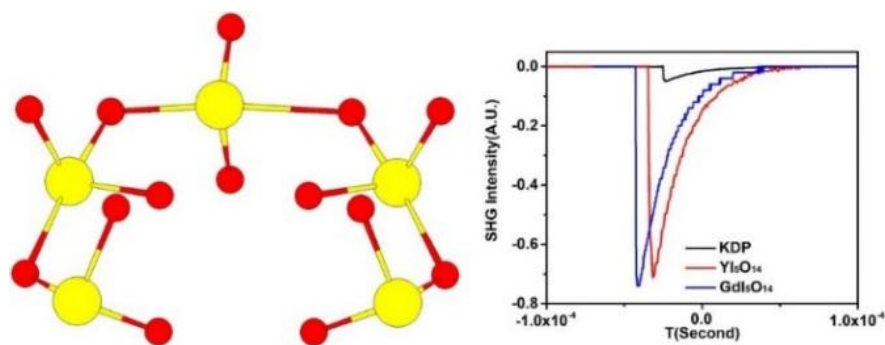
金属碘酸盐晶体具有强的倍频效应、较宽的透过波段、较高的热稳定性。设计具有强倍频效应的金属碘酸盐的思路在于如何诱导无心结构的形成及如何增加化合物的极化率。在碘酸盐体系中引入强畸变的 d0-TM (过渡金属) 多面体或者孤对电子化学立体活性的铋氧/氟框架, 均能有效地设计合成新型碘酸盐非线性晶体。将强极化率的  $\text{IO}_3^-$  和  $\text{IO}_4^{3-}$  基团缩合形成新型聚碘酸根基团的方法是一种设计高性能倍频晶体的新思路。但是聚碘酸盐的合成条件很苛刻, 富有挑战性, 目前仅发现  $\text{I}_2\text{O}_5$ 、 $\text{I}_3\text{O}_8$  和  $\text{I}_4\text{O}_{11}$  三种孤立的聚碘酸根基团。

在国家基金委面上项目、中国科学院战略性先导科技专项等资助下, 中科院福建物质结构研究所结构化学国家重点实验室研究员毛江高团队提出了以磷酸为反应介质的新合成方法, 他们利用稀土氧化物 ( $\text{RE}_2\text{O}_3$ ) 和高碘酸 ( $\text{H}_5\text{IO}_6$ ) 在磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 中进行水热反应 (1), 首次合成了含有  $\text{I}_5\text{O}_{14}$  五聚体的两例稀土聚碘酸盐倍频晶体:  $\text{REI}_5\text{O}_{14}$  ( $\text{RE} = \text{Y}, \text{Gd}$ )。

$\text{REI}_5\text{O}_{14}$  ( $\text{RE} = \text{Y}$  and  $\text{Gd}$ ) 结晶于极性空间群  $\text{Cm}$ 。其中  $\text{I}_5\text{O}_{14}$  由三个  $\text{IO}_4$  和两个  $\text{IO}_3$  通过共顶角连接形成半圆形构型, 具有较高的极化率。 $\text{I}_5\text{O}_{14}$  基团在单胞排

列整齐,因此  $\text{YI}_5\text{O}_{14}$  和  $\text{GdI}_5\text{O}_{14}$  均展现出了优异的倍频性能,分别为 KDP 的 14 倍和 15 倍。理论计算表明,  $\text{I}_5\text{O}_{14}$  多聚体对于  $\text{YI}_5\text{O}_{14}$  和  $\text{GdI}_5\text{O}_{14}$  倍频性能的贡献率分别为 91.28% 和 92.62%。此外,这两个晶体在可见到中红外波段均具有很好的透过性能。同传统的水热合成相比,磷酸能够有效地增强反应媒介的粘稠度,从而有利于碘酸根的聚合。该研究结果有望为碘酸盐 NLO 晶体的设计与合成提供一条简便有效的新策略。

相关结果在线发表在《德国应用化学》(Angew. Chem. Int. Ed.) 上,文章第一作者为博士生陈瑾 (DOI: 10.1002/anie.201904383)。



(来源: 福建物构所)

## 《稀土产品的包装、标志、运输和贮存》强制性国家标准报批公示

6月14日，工信部网站公布，工信部已组织完成《稀土产品的包装、标志、运输和贮存》强制性国家标准制定工作。在标准批准发布之前，为进一步听取社会各界意见，现对标准报批稿及编制说明予以公示，截止日期2019年7月15日。此次征求意见稿中在稀土产品的包装、标志、运输和贮存标准中，增加原料溯源性的标志，以便直观地确认相关稀土产品的矿产品来源。

编制说明中特别强调，由于稀土产品的交易有时通过许多中间贸易公司转手，对于稀土产品所使用稀土原料的溯源性具有一定困难，许多稀土企业专家建议取消稀土产品的溯源性。但是，针对目前国内稀土矿存在非法开采且屡禁不止的现象，国家主管部门强烈要求：在稀土产品的包装、标志、运输和贮存标准中，增加原料溯源性的标志，即要求稀土矿产品、单一稀土化合物、混合稀土化合物、单一稀土金属、混合稀土金属的标准化内注明原料矿产品生产企业名称，以便直观地确认相关稀土产品的矿产品来源的合法性。因此，在本次标准的制定中不能忽略这项条款。

国家标准分为强制性国家标准和推荐性国家标准。对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求，应当制定强制性国家标准。稀土产品的包装、标志、运输和贮存标准即将成为稀土行业继能耗标准和排污标准后又一强标，其中的意义不言而喻。依据《中华人

《中华人民共和国标准化法》第十四条，国家强制性标准必须执行，不符合强制性标准的产品，禁止生产、销售和进口。

(来源：稀土在线)

## 2019年5月稀土市场运行概况

进入5月，劳动节过后磁材企业备货基本结束，镨钕市场交投疲软，市场暂无利好消息支撑，成交氛围清淡。镨钕价格处于低位维稳状态，业内普遍反馈看涨信心不足。中重稀土则涨势明显，5月5日，南方稀土挂牌价镨钕钷均有不同幅度的上调，报价、成交比较活跃。一方面，临近缅甸封关，市场看涨情绪浓厚，持货商惜售；另一方面，中重稀土价格快速上涨传导至磁材，下游询盘积极度提高。

5月中旬，缅甸稀土正式封关及贸易战因素，稀土市场热度开始提升，各系产品价格整体上浮。重稀土上涨趋势加速，镨钷产品大幅上调。轻稀土的供给同期也出现收缩预期，镨钕系产品流通量明显增加，后市开始预热。

5月20日，习近平总书记在江西赣州考察时实地调研相关稀土企业，并就推动稀土产业绿色可持续发展做出重要指示。总书记的重要讲话引发了社会各界对中国稀土行业发展的热议，也点燃了所有稀土从业人员的热情与信心，加之各方面对稀土短期快速上涨行情大力宣传，综合促使市场报价一路飙升，轻、重稀土走势全面达到沸点。镨产品市场瞬间活跃，下游采购频频争先备货，市场主动权罕见的回到上游手中，各大厂家开始合理控制销售，上游惜售情绪浓厚，采购难度上升加之金属冶炼企业库存不多，镨钕行情高歌奏凯。重稀土更是如虎添翼，随着镨钕产品由跌转涨，过往掣肘变为今日助力，镨、钷涨势再度加快。

需要注意的是，此次暴涨并非消费为主要支撑，更多是消息面和情绪主导了市场走向。此次稀土行业的全面火热，也证明了中美贸易战对于我国内稀土行业既是挑战也是机遇。本次贸易战，中国作为被动反击者后发制人，拟定反制清单

中涵盖了美国稀土矿、多种稀土氧化物、化合物及稀土永磁材料等，但美方最终清单则避开了中国的稀土资源。从两方对稀土资源的态度就不难判断，作为全球稀土产业链结构最完善、整合最深化的国家，中国在稀土领域还是占据了一定的优势与话语权。

回顾历史，稀土作为中外双边贸易的王牌曾经对外使用过，导致欧美及日本稀土需求市场轰然动荡，随即多国向 WTO 提出申诉，随着中国的败诉中国稀土供给重回旧态。而此次情景大不相同，美国的单方关税政策先于违反多边贸易规则，中国提出战略资源针对性的反击合情合理。

但是否可以针对美国实行稀土禁运及再次出手稀土“王牌”我们仍需冷静思考。美国拥有稀土资源，但由于产能不足、中下游配套不完善等原因，稀土氧化物及功能材料类产品目前不能保障自身需求，因此未把稀土产品列入对华进口加税清单，但仍有许多稀土终端应用产品被列入美国征税清单中。我们需要考虑由终端产品产生的不良影响向我国稀土上游传递的风险。与此同时，我们还应扩大内需、开拓市场，通过一带一路走出去，扩展欧盟、东盟等贸易市场，尽量减少贸易战给我们带来的不利影响。

(来源：中国稀土行业协会)



## 稀土价格走势

### 一、稀土价格指数

5月份稀土价格指数在上旬保持稳定，在124.5点至124.7点之间波动。进入中旬，价格指数逐步拉升，并在5月23日由前日的132.1点直接跳跃至当日

的 149.7 点，日涨幅达 13.23%。随后，稀土价格指数在高位企稳，在 152.2 点至 153.4 之间波动。



## 二、中钲富销矿

5 月份中钲富销矿挂牌均价 16.05 万元/吨，环比下跌 1.79%。

## 三、轻稀土氧化物

5 月份氧化镨钕挂牌均价为 28.75 万元/吨，环比上涨 6.53%；金属镨钕挂牌均价为 37.38 万元/吨，环比上涨 8.88%。

5 月份氧化镨市场挂牌均价为 36.16 万元/吨，环比下跌 1.27%。99.9%氧化镧市场挂牌均价为 1.20 万元/吨，环比下跌 0.94%。99.99%氧化铈市场挂牌均价为 25.15 万元/吨，环比上涨 0.59%。



## 四、重稀土氧化物

5月份市场氧化镝主流均价为170.38万元/吨，环比上涨15.69%；镝铁主流均价为170.79万元/吨，环比上涨15.84%。



5月份99.99%氧化铽市场主流均价为335.98万元/吨，环比上涨7.29%。  
99.999%氧化市场挂牌均价为1.90万元/吨，环比下跌2.56%。氧化铟市场挂牌均价为12.26万元/吨，环比上涨2.43%。

表1：2019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	4月平均价	5月平均价	环比
氧化镧	≥99%	12.11	12.00	-0.91%
氧化铈	≥99%	12.14	12.14	0.00%
氧化镨	≥99%	366.27	361.62	-1.27%
氧化钕	≥99%	277.32	291.00	4.93%
氧化钐	≥99.9%	12.36	12.00	-2.91%
氧化铈	≥99.99%	250.00	251.48	0.59%
氧化钐	≥99%	143.36	163.95	14.36%
钐铁	≥99%Gd 75%±2%	152.55	177.33	16.24%
氧化铽	≥99.9%	3131.59	3359.76	7.29%
氧化镝	≥99%	1472.73	1703.81	15.69%
镝铁	≥99%Dy80%	1474.32	1707.86	15.84%
氧化钬	≥99.5%	327.00	356.48	9.02%
钬铁	≥99%Ho80%	347.39	375.76	8.17%
氧化铟	≥99%	149.00	152.62	2.43%
氧化铪	≥99.99%	133.64	130.95	-2.01%
氧化铈	≥99.9%	4186.36	4100.00	-2.06%



## 市场行情

氧化钇	≧99.999%	19.50	19.00	-2.56%
氧化镨钕	≧99% Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 75%	269.91	287.52	6.52%
镨钕金属	≧99%Nd75%	343.27	373.76	8.88%

(来源：中国稀土行业协会)

## 一张图了解高岭土的改性工艺

# 一张图了解 高岭土的改性工艺

—— 中国粉体网 版权所有 ——



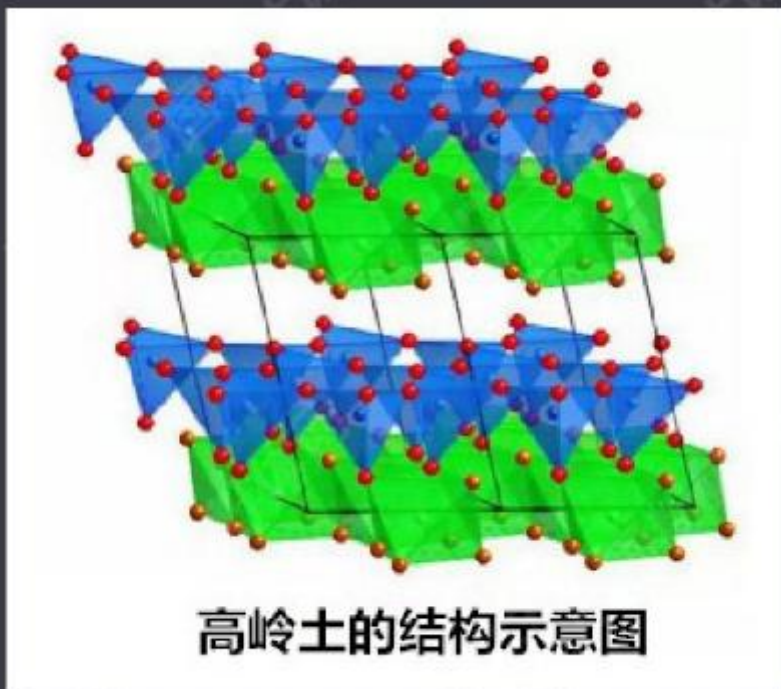
什么是高岭土

@中国粉体网

高岭土 (kaolin) 又称瓷石，是一种以高岭石族粘土矿物为主的粘土和粘土岩，属于非金属矿产。是多种矿物组成的含水铝硅酸盐的集合体。质纯的高岭土呈洁白细腻、松软土状，具有良好的可塑性和耐火性等理化性质。



高岭土结构单元呈层状堆积，形态主要呈板状，易于沿与层面平行的方向裂开，而被加工成超细粉。在自然界中高岭土以鳞片状存在。



## 为什么进行表面改性

@中国粉体网

1. 由于高岭土比表面积和表面能太高时易发生团聚现象，填充橡胶、塑料等有机高分子材料时不能均匀分散，不利于制品性能的提高。因此需要高岭土进行表面改性，以降低其表面能。
2. 高岭土粉体经表面改性后，能达到疏水、降低表面能、改善其分散性和与高聚物基复合材料的兼容性的效果。

### 改性前后高岭土的物理性质

高岭土	孔体积/mL·g <sup>-1</sup>	比表面积/m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup>
原料	0.08	9
酸改性	0.30	111
碱改性	0.27	146

## 常用的改性剂有哪些

@中国粉体网

高岭土的表面改性常采用表面化学改性方法，所以会添加改性剂。

改性剂种类	原理
硅烷偶联剂	是高岭土填料最常用和最有效的表面改性剂，一般是将高岭土粉和配置好的硅烷偶联剂一起加到改性剂中进行表面包覆处理。
硅烷偶联剂+硅油	除了硅烷偶联剂之外，添加1-3%的硅油进行表面改性。不仅提高电缆的机械物理性能，还改善或提高电缆的电绝缘性和疏水性能，在潮湿或者寒冷环境下的电绝缘性显著提高。
不饱和有机酸	采用乙二酸、癸二酸、二羧基酸等处理胶化后的高岭土可以作为尼龙66等的填料。
阳离子表面活性剂	其极性基团通过化学吸附和物理吸附作用于高岭土颗粒表面，以提高高岭土的表面疏水性。
无机改性剂	利用二氧化钛和高岭土粉体在水溶液中发生的表面沉淀反应，将沉淀物洗涤、过滤和干燥后可得表面二氧化钛包覆的高岭土。

## 高岭土的改性工艺

@中国粉体网

高岭土表面改性工艺一般有三种

湿法

干法

半干法

湿法

湿法工艺由于需要制浆、脱水和干燥等过程，工艺较为复杂，特别是脱水过滤，如果颗粒物粒径小于1250目，将极为困难和复杂。

### 湿法工艺



### 干法

干法改性工艺对技术和设备的要求比较高。该工艺完全省去了脱水干燥环节，工艺简单。

### 干法工艺



### 半干法

在搅拌器中边搅拌粉体，边加入适量的水、改性剂和助剂混入，加热到一定温度和时间后产物会呈黏稠状态，再经稍微干燥后得到改性产品。该工艺省去了脱水过程，生产效率较高。

## 高岭土常用的改性方法

@中国粉体网

方法	原理
煅烧改性	通过煅烧加工高岭土脱出了结构水和结晶水、炭质及其他挥发性物质,变成偏高岭石。煅烧高岭土具有白度高,容重小,比表面积和孔体积大,吸油性、遮盖性和耐磨性好,绝缘性和热稳定性高等特性。
偶联剂改性	适用于各种不同的有机高分子和无机填料的复合材料体系,高岭土表面能够与偶联剂作用,经偶联剂改性后的高岭土与有机相的相容性提高。
有机高分子改性	利用改性表面活性剂、聚合物分散剂、有机小分子分散剂等能够吸附在高岭土表面,从而改变高岭土表面带电状况。
表面包覆改性	通过物理吸附或化学吸附,将一种有机物或无机物包裹在高岭土表面,从而达到表面改性的效果。
插层改性	插层改性是将极性小分子插层到高岭土层间,使层间距加大,且层间亲水性变为亲油性的高岭土复合材料。

## 煅烧改性

温度	特点	应用
低温煅烧(600°C-1000°C)	其高岭土产品活性高	用于合成分子筛、铝盐化工及塑料、橡胶的功能性材料。
中温煅烧(1000°C-1200°C)	其高岭土产品白度高、不透明性好	用于造纸、涂料工业,替代钛白粉作结构性颜料
高温煅烧(1200°C以上)		用于生产莫来石粒密铸造型砂、高级耐火材料和特种陶瓷等。

在煅烧改性过程中,是要在一定的温度下进行反应的,不同的反应时间其表面活化度是不同的。

时间	1分钟	2分钟	3分钟	5分钟
活化度	83.6	90.2	95.8	98.6

### 高岭土煅烧改性工艺图



### 表面包覆改性

通过表面包覆，可以增强材料结构的稳定性，增加催化剂的活性，阻止粉末的团聚，改善其分散特性及流动性。

影响表面包覆改性的主要因素有以下几点：

#### 高岭土的性质

高岭土的比表面积决定了表面改性物质的用量，比表面积越大所需用量越多。

#### 改性剂的性质

从分散来看，非离子物质在高岭土表面的吸附量较大，但效果不理想；负电性物质虽吸附量不多，但分散作用好。

#### 反应条件

不同的温度和 pH 值下，覆层离子在粉体表面的吸附量不同，对表面改性结果也会产生影响。

### 插层改性

#### 高岭土插层方法





高岭土插层纳米材料具有更好的可塑性、白度、易分散性、吸附性，更可以赋予材料光学、电学及磁性能，扩大了高岭土粘土的应用范围。插层法是目前最有希望也是最有效的制备纳米级高岭土的技术。常使用的化学助剂包括：醋酸钾、二甲基亚砷、脲、甲酰胺、水合联氨及其延伸物等。

## 改性高岭土的应用领域

@中国粉体网

高岭土本身是一种用途极广而且很重要的非金属矿物，广泛地应用于十几个行业领域。



## 改性高岭土的应用

### 改性高岭土在涂料中的应用

高岭土适量地添加到白色涂料或油漆中，可以起到增强光泽的作用，提高其覆盖能力。

### 改性高岭土在塑料中的应用

在塑料制品中应用改性煅烧高岭土，可使其表面光滑，提高其尺寸精度、变形温度、抗冲击强度、耐化学腐蚀性等，并可增加填充量，降低成本。

### 改性高岭土在橡胶中的应用

在橡胶中加入改性高岭土粉末，可使产品的物理化学性能得到改善，同时大大降低成本，提升产品级别，提高经济效益。

(来源：中国粉体网)