

# 离子型稀土信息简报

## Ionic Rare Earth Information Bulletin

2019年 第09期 总第71期

### 本期要闻

- ◎ 资源税将促进稀土业开展公平竞争
- ◎ 稀土市场热度不减 行业预计下半年稀土价格将继续上涨
- ◎ 赣州落实稀土钨产业减税降费 助力稀金谷发展
- ◎ 工信部发布关于促进制造业产品和服务质量提升的实施意见

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

---

- ◎ 资源税将促进稀土业开展公平竞争
- ◎ 稀土市场热度不减 行业预计下半年稀土价格将继续上涨
- ◎ 福建龙岩将打造千亿稀土产业集群
- ◎ 四川最大的稀土矿山基本完成环境综合治理
- ◎ 赣州落实稀土钨产业减税降费 助力稀金谷发展
- ◎ 美国与澳大利亚拟出台“保证稀土供应”计划
- ◎ iPhone11 首次使用回收稀土，苹果重点攻关 14 种原料
- ◎ 美稀土企业 CEO：九成以上稀土矿须送中国大陆加工

## ◇ 科技前沿 16-18

---

- ◎ 福建物构所基于双激发比率型稀土上转换荧光标记实现胞内次氯酸根检测
- ◎ 近红外稀土材料可对免疫治疗进行成像

## ◇ 政策法规 19-25

---

- ◎ 工信部发布关于促进制造业产品和服务质量提升的实施意见

## ◇ 市场行情 26-29

---

- ◎ 2019 年 8 月稀土市场分析
- ◎ 稀土价格走势

## ◇ 稀土知识 30-39

---

- ◎ 一张图了解高岭土深加工

## 资源税将促进稀土业开展公平竞争

8月26日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过《中华人民共和国资源税法》，本法自2020年9月1日起施行。1993年12月25日国务院发布的《中华人民共和国资源税暂行条例》同时废止。根据新法，在稀土相关领域，轻稀土选矿税率为7%~12%；中重稀土选矿税率为20%。

过去，我国对稀土的税收从量和从价都曾实施过，地方政府也制定相应办法收取税费。现在，资源税将《暂行条例》上升为《资源税法》，并明确了轻、中重稀土的选矿税率，客观效果是提高了相关资源的税率水平。

事实上，《资源税法》之中非常重要的一点，就是将“资源税一般实行从价计征”确立了下来，这必将对加快稀土行业建立完善规范公平、调控合理、征管高效的资源税制，发挥资源税促进资源节约集约利用和生态环境保护功能作用产生深远影响。

其一，资源税实行从价计征，能在最大限度上发挥资源税在促进资源优化配置中的功能作用。实行从价计征办法下的资源税，能形成一个与资源价格相联动的自动调节机制，因而能通过对资源级差收入水平的适度有效调节，促进企业之间开展公平竞争，推进资源全面节约和循环利用，提升资源配置效率。

其二，从源头加以规范，并加强监督管理，以保护国内资源开发利用的可持续性发展；可防止矿山企业“采富弃贫”，造成矿产资源的浪费，推进稀土矿山

企业充分开采矿产资源，以提高矿山的收益；可通过增加资源开采成本，淘汰落后企业，推动强强联合和技术创新，促进产业升级。

其三，稀土资源税今后从定量改成定价，可以起到随行就市的作用，资源税调控的敏感度相对增加。今后稀土价格的高低将更多由市场决定，在目前稀土普遍供过于求的情况下，即使提高资源税率，也难以提高稀土价格；反之，在供不应求的条件下，即使降低资源税负，也难以降低稀土价格。

近些年，部分地方政府设立各项杂税繁复，加重了稀土企业的负担。据《经济参考报》报道，一直以来，资源税税率都由地方制定，特别是中重稀土为主的南方省份更为突出。以江西为例，资源税税负为3.6万元/吨，而广西则仅为0.6万元/吨，资源税改革将缩小这种差距，让市场环境更加公平。

客观地说，我国的税制改革和调整，都在不同程度上为实现我国稀土企业，包括国有企业、集体企业、私营企业、股份制企业等朝着能在同一个税负水平上起跑竞争，逐步实现税负公平的目标，以促进各类企业参与公平竞争。因为税负公平和公平竞争是成正比的，只有税负愈接近公平，竞争才会愈接近公平。

对稀土而言，由于国内长期内部竞争导致价格话语权不高的情况，通过提高资源税率，可以适当提高价格话语权。如资源税可以从源头上提升稀土的国内国际两个市场价格，使之体现出资源的稀缺性与开采的环境成本，并通过价格的上升改变供求关系，有效减少走私与其他国家购买囤积稀土现象。

（来源：中国有色金属报）

## 稀土市场热度不减 行业预计下半年稀土价格将继续上涨

稀土市场正在升温，行业报告认为，下半年稀土价格有望继续走高。

9月20日，由中国经济信息社与包头稀土产品交易所共同编制的《2019中国稀土产业景气指数报告》（下称《报告》）正式发布。

《报告》指出，今年下半年，中国稀土行业景气指数为123.55点，处于“景气”区间。与去年101.08点指数相比，上涨22.22%。

今年前4个月，稀土产业一直低位运行，5月中旬起大幅反弹，当月稀土价格指数一度上涨20.09%。

《报告》称，受年中产业火热程度影响，企业预计下半年订单数量将会增加、需求地区将会扩张，稀土市场正在不断升温。

稀土被广泛应用于农业、工业、军事等行业，是新材料制造的重要依托，也是关系尖端国防技术开发的关键性资源，被称为“万能之土”。

根据稀土元素间物理化学性质和地球化学性质的差异和分离工艺的要求，其元素的类别可分为轻、中、重稀土。

《报告》称，从供给方看，云南腾冲封关禁止进口缅甸稀土矿，导致国内中重稀土供应收缩。由于目前复关情况尚不确定，且国内恢复产能进展缓慢，中重稀土产品价格将持续走高。

需求方面，国外市场对中国稀土磁材依存度较高，短期内需求量不会因外在贸易环境影响而大幅减少。同时，新能源汽车、风力发电、轨道交通等稀土下游

应用产品市场需求增长明显，下半年稀土价格有望继续上涨。

《报告》还指出，下半年稀土的库存状况、融资情况分项指标低于景气线，处于“不景气”区间。

其中，库存状况指标得分最低，为 87.9 点。《报告》显示，64.52%的受访企业预计下半年库存成本将会提高，这将增加企业生产经营支出，削减经营利润，一定程度上拉低了库存状况景气值。

从产业链上看，稀土产业链分为上游稀土矿采选，中游冶炼分离，和下游高端产品加工。

《报告》称，中国的稀土采选和冶炼在全球处于主导地位。去年，全球稀土矿产量为 17 万吨，中国产量为 12 万吨，占比 71%。

由于中国的冶炼分离技术世界领先、成本较低，国外即使有稀土资源，开采出的稀土矿也需经过中国处理后再进行深加工。《报告》称，这是目前国外稀土矿山还迟迟不开采的原因之一。

（来源：中国粉体网）

## 福建龙岩将打造千亿稀土产业集群

9月7日下午，福建省龙岩市稀土产业对接会暨投资项目推介会在厦门举行，龙岩市代表团发布对外招商项目 100 个、总投资 1655 亿元，其中有色金属产业、机械装备产业、文旅康养产业、新材料新能源产业、特色现代农业、数字产业等六大重点产业项目共 70 个。

具有“工业维生素”之称的稀土是我国重要的战略资源，在电子、激光、医疗、航空、超导等领域应用广泛。据介绍，福建省离子型稀土资源量居全国前三位，龙岩市为重要产地，产量占福建全省一半以上。目前，政府对稀土资源开发施行统一化管理，建立“政府主导控制，集中分离，利益共享”资源管理机制，并推动产业园区建设。

“我们在长汀投资两个多亿，现在正在进行第一个工程。”厦门钨业股份有限公司董事长黄长庚介绍，“对于稀土资源的投资，不仅促进地方经济发展，同时也为打破国外技术垄断、解决国家‘卡脖子工程’做贡献。”

推介会上，龙岩市致力于发展稀土精深加工产业链，推出高铁铝合金电线电缆、空调压缩机、高铁动车牵引电机、风力发电机组、电动汽车驱动马达、汽车尾气净化器等 15 个招商项目。同时，龙岩市委、市政府制定一系列优惠政策，包括厂房补助、财税奖励、设备补助、人才补助、融资扶持、专利及品牌建设等，以及针对重大投资项目实行“一企一策”。

福建省工信厅副厅长吴添富表示，目前稀土深加工技术在国际已处于领先水平，前景广阔，下一步争取在“十四五”期间把龙岩稀土产业打造成千亿产业集群。

在随后举行的项目签约仪式上，现场签约项目 34 个，其中，框架合作协议项目 2 项；稀土产业投资项目 7 项，总投资 15.2 亿元人民币；国动通信装备制造产业项目总投资 80 亿元人民币；外资项目 24 项，总投资 10.6 亿美元，拟利用外资 4.4 亿美元。

（来源：经济日报）



## 四川最大的稀土矿山基本完成环境综合治理



近日，冕宁牦牛坪稀土矿，露天开采井然有序

“国家级绿色矿山”有望再添川籍新成员。近日，凉山传来好消息，冕宁县牦牛坪稀土矿、会东铅锌矿等5家申报参加2019年度绿色矿山遴选的矿山企业通过了专家组初步评估。

冕宁县牦牛坪稀土矿是我国第二大、四川第一大轻稀土资源基地。曾经，这里是四川的“淘金”之地，伴随上世纪90年代的稀土热潮，牦牛坪一度成为无序开采的典型代表。如今，通过10余年的矿山环境综合治理，牦牛坪的开采秩序得到了恢复，矿山环境大为改善。

牦牛坪是如何“变身”的？近日，记者进行了走访。

### 上百家小作坊私挖滥采，致环境污染

说起牦牛坪的矿山污染，冕宁县森荣乡牦牛村2组村民胡正光记忆犹新。牦



牯牛坪矿山的核心资源区就在牯牛村，该村也是整个牯牛坪环境破坏最严重的区域。

2013年7月17日，牯牛坪稀土矿区遭遇冕宁县自1957年有气象记录以来最大降雨，山洪泥石流冲走了牯牛坪稀土矿区遗留荒渣10多万吨。“这些矿渣冲到河里再漫到岸上，河流两边的农田都污染了。”冕宁县相关负责人回忆。

胡正光见证了牯牛坪矿山从发现到开发的全过程。“最疯狂的时候，家家户户都开矿，提个编织袋拿着铁锹就开干。”

森荣乡马厂村42岁的村民吉胡谷瓦莫住在村里小河边，她家的稻田也遭受污染，“之前水稻亩产能达到700公斤，污染严重的时候几乎颗粒无收。”

采富弃贫、土法淘洗、无证开采，不仅造成牯牛坪矿山一片混乱，更导致资源浪费、环境污染。1998年，牯牛坪采选企业一度达到100多家，且大多数为小作坊。1998年至2006年，由于牯牛坪稀土矿没有统一规划，对矿区生态环境造成严重破坏，矿区上游形成大型采坑10处、弃渣堆26处，泥石流隐患加剧，对下游的牯牛村、马厂村1095人的生命财产造成威胁。

同时，所有稀土选矿企业的尾矿处理不规范，安全隐患和环境污染日益严重，使整个牯牛坪陷入了“资源拿走、污染留下，财富拿走、贫困留下”的困境。

### **稀土资源开采拉开整合大幕，6.8亿元治理环境欠账**

如何让牯牛坪走出困境？治理矿山环境要从整合矿产企业开始。

2006年至2007年，国家发改委、原国土资源部对稀土开采提出了新要求。一方面，对稀土矿产品和冶炼分离产品生产实行指令性计划；另一方面，提出彻

底改变矿山企业“小、散、乱、弱”局面，实现“一个矿山、一个矿权、一个洗选厂、一个尾矿库、一套精深加工链”五大体系。

在此背景下，牦牛坪矿产资源开采也拉开了整合大幕。矿产品生产和矿石开采均被控制，牦牛坪上百家稀土小作坊逐渐退出历史舞台。

2008年3月，冕宁县推出稀土产业准入清单，从准入企业范围、工商注册要求、投资要求、产业要求、入股要求等9个方面提出明确要求。当年6月19日，江西铜业集团公司与四川蜀裕矿业投资有限公司、冕宁县投资发展有限责任公司共同出资15亿元，组建四川江铜稀土有限责任公司（以下简称“四川江铜稀土”），竞标获得牦牛坪稀土矿区的开发权，开始对牦牛坪矿区进行资源整合、环境污染治理和科学开发。

“我们刚接手时，矿区可以用千疮百孔来形容。”四川江铜稀土矿山管理部主任程世虎说，公司委托专业机构对牦牛坪矿区的地质灾害进行了全面调查评估，共发现矿区地质灾害点23处。问题排查发现后，四川江铜稀土分段分类开展治理工作，共投入6.8亿元专项资金，治理矿区历史遗留地质灾害和环境隐患。截至目前，牦牛坪矿山环境基本得到了恢复。

### **科技支撑，为矿山绿色发展保驾护航**

牦牛坪稀土矿用了10余年时间，初步恢复了矿山环境。作为我省最大的稀土矿山，它如何在保证产量的同时，走可持续绿色发展之路？

近日，记者来到牦牛坪矿山，道路两边绿茵丛生。在采矿区，露天的矿山被一层层整齐开挖，洒水车来回穿梭，早已不见滚滚烟尘。四川江铜稀土副总经理

彭敏文介绍，矿区内已经形成规范的运输系统和排土场，建成了矿区清污分流系统。在采矿方面，矿区引进了矿业三维可视化软件，实现了矿山资源可视化动态管理，较传统人工现场资源管理提高工作效率 75%，减小作业量 60%。

“我们还建成了牦牛坪稀土矿资源综合利用采选工程，这项工程曾被列为四川省 56 个重大产业项目之一。”彭敏文介绍，该项目使选矿回收率达到国内先进水平，有效降低了能源消耗，节约采剥成本超过 10%。

在矿区的选矿厂，还有一个全流程监控平台——矿石从开挖到加工成精矿的全流程都被记录下来，随时可以调取查看。“如果生产不规范，我们都能及时发现。”彭敏文说。

据了解，目前，四川江铜稀土采选工程数字化平台正在调试中，未来矿山基础数据数字化覆盖率将达到 100%，信息化系统覆盖率将达到 90% 以上。

(来源：四川日报)

## 赣州落实稀土钨产业减税降费 助力稀金谷发展

据赣南日报，在江西省以赣州为核心集聚区，大力建设中国稀金谷的背景下，赣州市税务部门全面落实减税降费措施，积极优化营商环境，落实“互联网+办税服务”“企业特需门诊”等便民办税举措，助力稀金谷发展。

据市税务局相关人员介绍，自赣州市执行西部大开发税收优惠政策以来，金力永磁公司享受减免企业所得税 6500 万元，实际享受研发费用加计扣除优惠额

1.3 亿元，有力保障了晶界渗透技术、高耐腐蚀性新型涂层技术等新工艺的研发投入。该公司 2018 年的净利润达到 1.47 亿元，较 2016 年实现翻番。该公司承担过两项国家 863 计划，连续多年承担省级科技计划，取得专利授权 24 项。开发了具有自主知识产权的晶界渗透技术，在生产过程中降低了 50% 以上的中重稀土添加量，节约了宝贵的稀土资源。

中国南方稀土集团有限公司是我国最大的中重稀土生产和经营企业，也是中国稀金谷的核心成员企业。2018 年，公司实现营业收入 15.58 亿元，但受稀土市场低迷、财务负担沉重、生产成本高等因素影响，盈利状态不佳。赣州市税务部门了解情况后，主动送来税收优惠政策汇编，提供税收筹划建议，帮助制定“以科技创新和技术改造为基础，推动集团向后端产业发展”的发展战略。

赣州有着丰富的稀土资源与深厚的行业底蕴，还以优质服务落实各项财税政策“红利”，是名副其实的“产业沃土”和“投资洼地”，在今年 3 月中国稀金谷产业招商推介会上，赣州市税务部门梳理的《支持稀土、钨产业发展 13 条税收优惠政策》吸引了不少意向企业的关注，有 6 个项目成功签约，总投资达 71.5 亿元。

为进一步提升中国稀金谷对高端技术、高端人才的集聚能力，省委、省政府又部署打造赣州稀金科创城，并作为推进创新型省份建设的重要布局。中国稀金（赣州）新材料研究院、中科院海西研究院赣州稀金产业技术研发中心、国检中心等一批科研平台已在稀金科创城正式挂牌。税务部门正主动对接，积极策划个税新政等专项辅导，为中国稀金谷吸引更多科研力量。

据了解,2018年,赣州稀土稀有金属产业主营业务收入已达854.8亿元,规模以上企业已有275家,成为全市实现“主攻工业,三年翻番”的重要力量。截至目前,中国稀金谷已投入建设资金68亿元,新增工业用地2.1万亩,平整场地11265亩,引进稀土和钨新材料及应用产业项目45个。“预计到2025年,稀金谷的主营业务收入将超过5000亿元,并逐渐成为具有世界影响力的科技研发、创新服务、人才集聚平台。”赣州市稀土行业协会秘书长何建农说。

(来源:中国钨业新闻网)

## 美国与澳大利亚拟出台“保证稀土供应”计划

美国政府一名高级官员表示,美国总统特朗普(Donald Trump)和澳大利亚总理莫里森(Scott Morrison)将于周五公布一项旨在确保稀土供应的计划,原因是人们越来越担心中国可能会切断稀土的出口。

这位官员周四表示,该计划将在莫里森对白宫进行国事访问期间公布,届时还将讨论太空合作和塑料垃圾管理问题。

这位官员表示:“确保全球稀土供应稳定和安全,符合两国的共同利益。”他补充说,该计划的目标是汇集专业知识和资源,“确保全球市场稳定、安全,不容易受到冲击和外部影响。”

稀土是由17种化学元素组成的一组,从高科技消费电子产品到军事装备,稀土的用途无所不包。中国是世界上最大的稀土加工和生产国,占全球加工能力


的 80% 以上。

中国谈判代表正在华盛顿举行会谈。目前，世界上最大的两个经济体正试图弥合深层次的政策分歧，并找到解决旷日持久的贸易战的办法。

今年 5 月谈判破裂后，中国国家主席习近平参观了一家稀土工厂，引发外界猜测，中国将利用其作为稀土出口国的主导地位，在贸易争端中作为筹码。

五角大楼一名官员今年 8 月表示，美国国防部正在与澳大利亚进行谈判，准备在澳大利亚建立一座稀土金属加工厂。当被问及即将公布的计划是否涉及此类设施时，这位白宫官员周四没有做出回应。

（来源：中国经济网）



## iPhone11 首次使用回收稀土，苹果重点攻关 14 种原料

从再生铝、再生锡再到回收稀土，苹果的再生材料名单上列出 14 种原料，进行重点攻关。

苹果公司表示将在 iPhone 11 系列的一个主要元部件 Taptic Engine 100% 使用回收稀土制成，这是智能手机中率先这么做的。据了解，Taptic Engine 的稀土使用量占据了整部 iPhone 使用量的四分之一。

Taptic Engine 是新款 iPhone 所使用的新型线性马达，与一般手机使用的振动马达相比，线性马达的振动反应更快、更细，可控性高。在消费电子产品中，稀土主要存在于微型扬声器和致动器中。由于这些零件太小，收集回收既困难又昂



贵。

9月18日，苹果环境、政策、社会事务副总裁丽莎杰克逊在接受澎湃新闻新闻记者采访时称，这次 iPhone 11 中使用的回收稀土是跟一家在中国的工厂合作的，苹果建立了一个项目对质量进行把控，使得对方的产品在质量、耐久性达到苹果的要求。

丽莎杰克逊表示，苹果在美国得克萨斯州有一个材料回收实验室，探索面向未来的循环利用技术和工艺，“针对 14 种重点原材料，我们有非常详尽的计划，它们包括稀土、钴和铝等。”

据了解，新的实验室位于得克萨斯州的奥斯汀，占地面积 9000 平方英尺，将寻求各种创新的解决方案，运用机器人和机器学习技术来改进针对性拆解、分选和粉碎等传统的回收方法。实验室还会与苹果的工程设计团队及众多学术机构合作，共同应对当今工业循环利用领域的各种挑战，并提出相应的解决方案。

苹果产品营销副总裁格雷格乔斯维亚克在接受澎湃新闻记者采访时称，苹果的产品从一开始设计开始，就秉承环保理念，“我们设计之初，就让我们的产品尽量可以使用很长的时间，并使用最好的回收利用计划。苹果致力于崇高的目标，并不是用最便宜的原材料。我们要为顾客提供最好的产品，也是对地球最友好的产品。”

乔斯维亚克强调，苹果的旧手机在二手市场里维持自身价值的 ability 超过竞争对手，“我们在发布会上还强调了我们的换购计划，我们帮助用户理解，他们可以有一个新的 iPhone，而旧 iPhone 也能让下一个用户用到，这对用户和地球来说都是很好的。”

苹果介绍，目前苹果的拆解机器人 Daisy 能够以每小时 200 部的速度，拆解 15 种不同的 iPhone 机型，重要的材料经过 Daisy 回收后，将会重新投入制造环节循环利用。例如，对于钴这种关键的电池原材料，苹果会将 Daisy 回收的 iPhone 电池送往供应链上游。这些电池随后会与指定制造工厂的废料一并回收处理，由此得到的钴目前已首次用于制造全新的 苹果电池。

之前苹果还宣布，使用 100%再生锡制造 11 款不同产品的主逻辑板上的关键组件。另外，苹果还采用 100%再生铝金属打造了定制铝合金，使新款 MacBook Air 和 Mac mini 的碳足迹比旧款机型减少了近一半。从今年开始，通过 Apple Trade In 换购计划回收的铝金属将回炉重熔，用于制造 MacBook Air 的机身外壳。

今年 4 月，承诺 100%使用清洁能源生产苹果产品的供应商数量增加了将近一倍，总数达到 44 家。2018 年，苹果的综合碳足迹连续第三年减少，这很大程度上得益于公司的供应商清洁能源计划。苹果的碳足迹 74%来自生产制造环节，因此这项计划帮助苹果的供应商提高能效，向可再生能源转型。

(来源：澎湃新闻)

## 美稀土企业 CEO: 九成以上稀土矿须送中国大陆加工

台湾媒体报道称，8 月下旬，美国唯一稀土企业 MP 材料公司 CEO 迈克尔·罗森塔尔低调来台，他表示，如果中国大陆打出“稀土牌”，那么全世界都会害怕。

台湾中时电子报 8 月 29 日援引《今周刊》的报道称，对于此行低调来台的

目的，罗森塔尔表示：“我们想知道，台湾地区和其他亚洲业者需要哪些稀土产品。”他指出，公司目前没有台湾地区的客户，正积极寻找合作伙伴，“美国正积极重新打造稀土产业链。”

“目前我们的产品只是稀土‘矿’，还没办法分离成稀土元素。我们九成以上的稀土矿都要送到中国大陆加工……”罗森塔尔这样解释当前美国稀土产业与中国大陆之间的微妙关联，简单说，美国虽然重启采矿，但绝大多数矿产必须送到中国大陆精炼，才能纯化为商业用的稀土元素。

报道介绍，特朗普8月初宣布对中国大陆“剩下的所有输美产品”加征关税。但所谓“剩下的所有产品”清单，却又悄悄排除了稀土等关键矿物。

（来源：参考消息）

## 福建物构所基于双激发比率型稀土上转换荧光标记 实现胞内次氯酸根检测

细胞微环境的改变与许多生理、病理过程密切相关，发展非侵入性荧光探针以监测细胞内生物分子含量或生理参数的微小变化，具有重要的生物学意义和医学价值。然而，目前大多数胞内荧光分析方法只提供非定量的荧光成像，其灵敏度和精确度都难以达到实际监测需求。

中国科学院福建物质结构研究所功能纳米结构设计与组装重点实验室陈学元团队在中科院战略性先导科技专项、中科院创新国际团队以及国家自然科学基金和中科院青促会等的支持下，首次提出近红外双激发比率型上转换策略实现细胞内生物分子的精准检测。该团队发展了一种聚合物 F127 包覆的水溶性染料敏化稀土上转换荧光探针，利用近红外染料 IR808 到 Yb/Er 共掺 NaGdF<sub>4</sub> 上转换纳米颗粒的高效能量传递和低背景荧光信号，实现 808 nm 激发下对次氯酸根 (ClO<sup>-</sup>) 的超灵敏检测，检测限低至 16.1 nM (图 1)。同时以 980 nm 激发的上转换发光作为参比信号，减少了细胞内复杂环境及探针分布不均等引起的检测偏差。通过设计新型的近红外双激发共聚焦显微镜系统，研究团队成功实现了对活细胞 MCF-7 中内源性和外源性 ClO<sup>-</sup> 的精确定量分析 (图 2)。该双激发比率型检测策略可通过改变近红外染料的响应基团，拓展到各种胞内生物分子的检测，为活细胞生理过程监测和疾病诊断提供重要工具。相关结果 9 月 24 日以全文形式在线发表在《先进科学》杂志 (Adv. Sci. 2019, 1901874. DOI: 10.1002/advs.201901874)，福建物构所/上海科技大学联培博士研究生柯建熙是该

论文的第一作者。

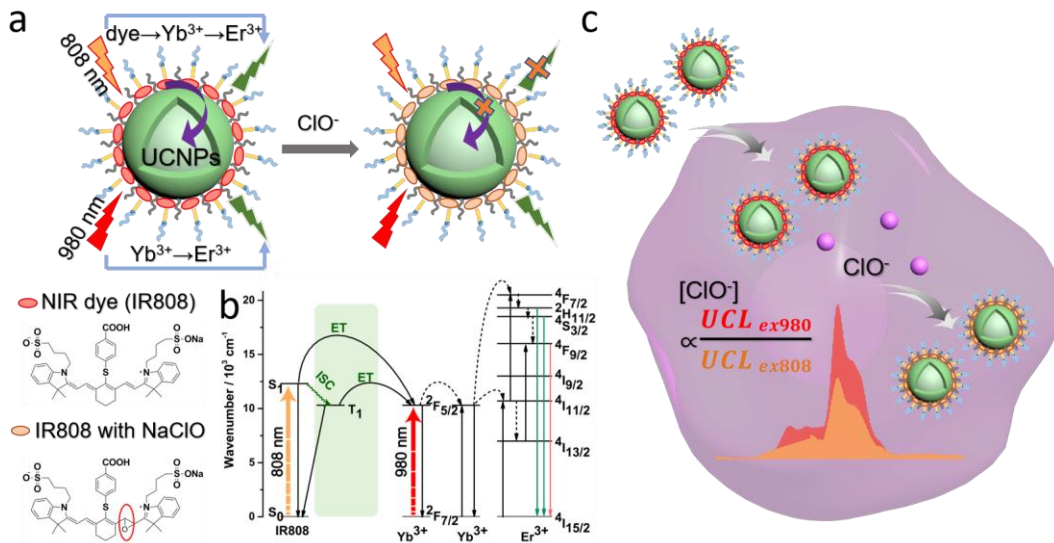


图 1 基于双激发比率型上转换荧光(UCL)的胞内检测示意图: (a) 980/808 nm 双激发比率型 UCL 探针的组成和待分析物 ClO<sup>-</sup>猝灭敏化上转换发光机理; (b) 从染料到上转换纳米颗粒(UCNPs)的能量传递过程; (c) 探针对胞内 ClO<sup>-</sup>的比率型检测。

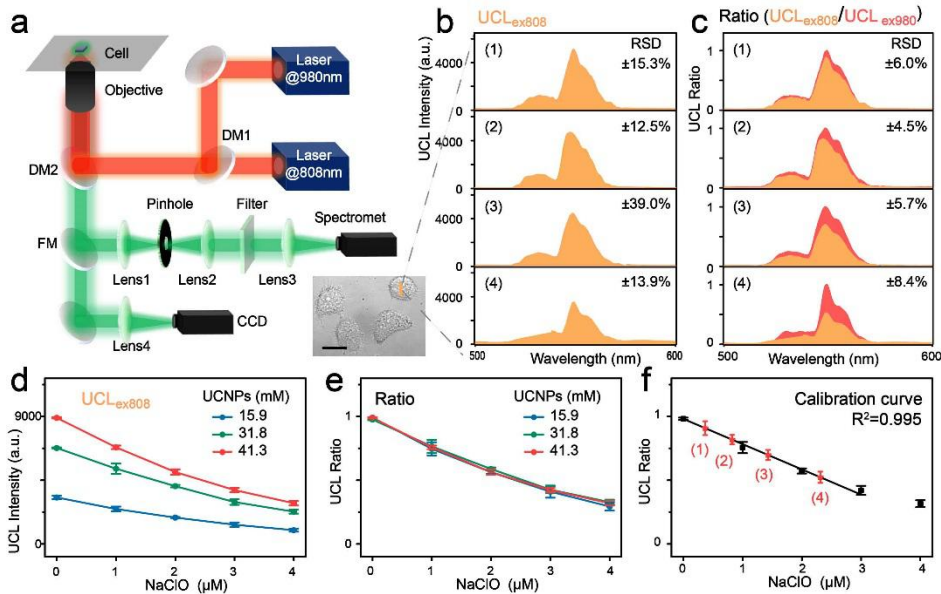


图 2 (a) 近红外双激发共聚焦显微系统的光路结构示意图; (b) 探针标记的 MCF-7 细胞经过不同浓度 ClO<sup>-</sup> (0、0.5、1 和 2 μM) 孵育后, 在 808 nm 激发下的 UCL 光谱; (c) 双激发 UCL 比值(UCL<sub>ex808</sub>/UCL<sub>ex980</sub>), 通过对图(b)对应的在 980 nm 激发下 540 nm 发光强度的归一化计算得到; 在不同 UCNPs 浓度下, UCL<sub>ex808</sub> (d)和 UCL 比值(e)对 ClO<sup>-</sup>的浓度依赖曲线; (f) ClO<sup>-</sup>在活细胞内标准曲线的建立和精确定量; 黑点为图(e)中 UCL 比值的平均值; 红点 (1)-(4)分别为细胞经过 0、0.5、1 和 2 μM ClO<sup>-</sup>孵育后的 UCL 比值。

(来源: 福建物质结构研究所)

## 近红外稀土材料可对免疫治疗进行成像

美国斯坦福大学 Hongjie Dai 团队的一项最新研究使用超亮近红外 IIb (NIR-IIb) 稀土纳米颗粒对免疫疗法进行体内分子成像。相关论文 2019 年 9 月 30 日在线发表在《自然—生物技术》。

研究人员开发了生物相容性的立方相 ( $\alpha$  相)-基稀土纳米粒子 (ErNPs), 在大约 1600 nm 处显示出明亮的下转换发光, 用于小鼠癌症免疫疗法的动态成像。研究人员使用带有抗 PD-L1 (程序性细胞死亡 1 配体-1) 抗体的交联亲水聚合物层功能化的 ErNPs 在结肠癌小鼠模型中对 PD-L1 进行分子成像, 并实现了肿瘤至正常组织信号比约为 40。ErNPs 的长发光寿命 (约 4.6 $\mu$  ms) 可实现在同一 1600nm 窗口内发射的 ErNPs 和硫化铅量子点的同时成像。

PD-L1 和 CD8 的体内 NIR-IIb 分子成像显示, 在肿瘤微环境中对免疫疗法的响应的细胞毒性 T 淋巴细胞, 并且由于免疫激活而改变了肿瘤和脾脏中的 CD8 信号。交联的功能化层可在 2 周内促进 90% 的 ErNP 排出体外, 并且在小鼠中没有可检测到的毒性。

据介绍, NIR-IIb (1500 - 1700nm) 窗口是哺乳动物深层组织光学成像的理想选择, 但缺少明亮且生物相容的探针。

(来源: 科学时报)



## 工信部发布关于促进制造业产品和服务质量提升 的实施意见

9月6日，工信部官网发布“关于促进制造业产品和服务质量提升的实施意见”，具体如下：

提高制造业产品和服务质量水平，是深化供给侧结构性改革，满足人民日益增长的美好生活需要的重要举措，是促进我国产业迈向全球价值链中高端的必然要求。为深入贯彻落实《中共中央 国务院关于开展质量提升行动的指导意见》，加快提升制造业产品和服务质量，推动制造业高质量发展，现提出以下意见。

### 一、总体要求

#### （一）指导思想

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中全会精神，牢固树立新发展理念，坚持以供给侧结构性改革为主线，以提高制造业质量和效益为目标，落实企业质量主体责任，增强质量提升动力，优化质量发展环境，培育制造业竞争新优势，为实施制造强国、质量强国战略奠定坚实基础。

#### （二）基本原则

坚持质量提升与满足需求相结合。以增强制造业竞争力和满足人民群众日益增长的美好生活需要作为出发点和落脚点，加强全面质量管理，推进质量文化和品牌建设，增强人民群众获得感。

坚持企业主体与营造环境相结合。推动企业落实质量主体责任，严守质量底线，提高质量水平，扩大优质产品和服务供给。优化质量发展环境，加强标准引

领，加快人才培养，强化专业支撑，推动优质优价，激发企业质量提升动力。

坚持技术创新与管理创新相结合。提升技术创新能力，引导创新要素向关键共性技术、中高端产品和服务集聚，提高产品的安全性、可靠性和环境适应性。促进质量管理创新，推广先进质量管理方法和工具，提高质量管理的水平。

坚持全面推进与分业施策相结合。完善覆盖全产业链、产品全生命周期的质量提升协作机制。聚焦行业质量突出问题，精准施策，提升原材料供给质量，增强装备制造质量竞争力，加快消费品提质升级，推动信息技术产业迈向中高端。

### （三）主要目标

到 2022 年，制造业质量总体水平显著提升，质量基础支撑能力明显提高，质量发展环境持续优化，行业质量工作体系更加高效。建设一批国家标准、行业标准与团体标准协调配套的标准群引领行业质量提升，推动不少于 10 个行业或领域建立质量分级工作机制，完善重点产品全生命周期的质量追溯机制，提高企业质量和品牌的竞争力。

## 二、落实企业质量主体责任

（四）健全质量责任体系。企业法定代表人或主要负责人是质量第一责任人。企业要建立质量安全控制关键岗位责任制，严格实施企业岗位质量规范和质量考核制度。严格执行强制性标准，主动对产品和服务质量进行声明，接受社会监督。执行重大质量事故报告及应急处理制度，增强质量安全风险防控能力。履行缺陷产品召回等法定义务，严格落实产品修理、更换、退货责任规定，依法承担质量损害赔偿责任，建立健全产品全生命周期质量追溯机制。

（五）加强全面质量管理。明确企业质量方针目标，建立覆盖全员、全过程的质量管理体系，持续提高质量管理体系运行的有效性，确保持续稳定地提供满

足法律法规和顾客需求的产品和服务，优化顾客体验，提高顾客满意度。加强供应链质量管理，建立完善第三方质量审核制度，对重要供应商的质量、技术、工艺、设备和人员等进行指导和监督。积极应用卓越绩效模式、六西格玛管理、精益生产等方法，开展质量风险分析与控制、质量成本管理、质量管理体系升级等活动，全面提高企业质量管理能力。

（六）推进质量文化建设。树立质量为先、信誉至上的诚信经营理念，强化全员质量意识，提升员工岗位技能，把质量诚信落实到企业生产经营的全过程。大力弘扬优秀企业家精神和工匠精神，加强企业社会责任建设，培育精益求精、追求卓越的质量文化。鼓励设立首席质量官，积极组织开展质量管理小组、班组管理、质量攻关、合理化建议等群众性质量活动，加强优秀质量成果的内部推广和外部交流，持续改进质量管理。

### 三、增强质量提升动力

（七）发挥标准带动作用。发挥标准对行业质量提升的支撑与引领作用，提高上下游产业标准的协同性和配套性，推动建立覆盖全产业链和产品全生命周期的标准群。加快重点领域质量安全标准、绿色设计与生产标准制定，推动标准实施。鼓励地方结合本地区自然条件等特殊要求组织制定地方标准，服务地方特色产业发展。鼓励企业和社会团体制定满足多层次市场需求和创新需求的标准，支持具有创新性、先进性和国际性的团体标准应用示范，支持地方开展标准领航质量提升工作，支持行业和企业参与国际标准化工作，与国际先进水平对标，推动行业高质量发展。

（八）强化技术支撑作用。鼓励企业技术创新，开展个性化定制、柔性生产，丰富产品种类，满足差异化消费需求。推广数字孪生、可靠性设计与仿真、质量

波动分析等技术的开发应用，提升产品质量设计和工艺控制能力。持续推进两化融合管理体系贯标，推动云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术在质量管理中的应用，支持建立质量信息数据库，开发在线检测、过程控制、质量追溯等质量管理工具，加强质量数据分析，推动企业建立以数字化、网络化、智能化为基础的的全过程质量管理体系。

（九）发挥品牌促进作用。引导企业建立以质量为基础的品牌发展战略，丰富品牌内涵，提升品牌形象。鼓励行业协会、专业机构建立健全品牌培育专业化服务体系，制定宣贯品牌培育管理体系标准，完善品牌培育成熟度评价机制，以品牌培育推动企业从“质量合格”向追求“用户满意”跃升。推动产业集群区域品牌建设，引导集群内企业标准协调、创新协同、业务协作、资源共享，发挥龙头企业带动作用，推动产业链提质升级。加强品牌宣传推广，引领消费需求，增强消费信心，促进企业加快质量升级。

#### 四、优化质量发展环境

（十）倡导优质优价。鼓励行业协会和专业机构围绕产品性能、技术能力、用户需求等制定质量分级标准，运用检验检测、合格评定、满意度调查等手段，对重点产品试点开展质量分级评价，建立质量分级发布机制。以机械、钢铁、石化、建材、轻工、电子等行业专业化质量分级为试点，推动建立质量分级、应用分类的市场化采信机制。加大政府采购的引导作用，推动发布优质采购目录，鼓励在重大装备和重点工程中使用优质产品。

（十一）优化市场环境。加强质量诚信体系建设，建立消费者投诉、产品召回等信息共享机制，引导行业对共性质量问题进行警示和改进。配合有关部门打击侵犯知识产权和制售假冒伪劣商品行为，联合惩戒严重质量违法失信行为，推

动构建公平、公正、开放、有序的市场竞争环境。引导地方和行业制定区域、行业质量提升计划，积极开展质量兴业、质量比对、品牌培育等工作，总结中国优秀工业设计、单项冠军、质量标杆、专精特新“小巨人”、产业集群区域品牌建设等各类活动中的好经验好做法，加大宣传推广力度。

（十二）夯实服务支撑。加强质量基础能力建设，发挥各类公共服务平台作用，加大面向中小企业的质量和品牌服务供给。发挥国家、省级制造业创新中心作用，攻克一批关键共性技术并推广应用，提高企业质量技术水平。支持专业机构加强质量控制和技术评价能力建设，鼓励为企业服务。加快发展研发设计、工业设计、知识产权、标准验证、质量诊断、检测认证等生产性服务业，加强国际交流与合作，提高专业化服务水平。推动行业检验检测实验室向公众开放，提高全民质量意识。

## 五、加快重点产业质量提升

（十三）提高原材料工业供给质量。深入实施《原材料工业质量提升三年行动方案（2018-2020年）》。加快钢铁、水泥、电解铝、平板玻璃等传统产业转型升级，推广清洁高效生产工艺，实施绿色化、智能化改造，鼓励研发应用全流程质量在线监测、诊断与优化系统。加快高端材料创新，支持航空、核能、发动机等关键领域材料的生产应用示范平台建设，促进新材料应用验证及推广，形成高性能、功能化、差别化的先进基础材料供给能力。**加快稀土功能材料创新中心和行业测试评价中心建设**，支持开发稀土绿色开采和冶炼分离技术，加快稀土新材料及高端应用产业发展。支持开展重点原材料产品用户满意度调查，以用户为中心不断提升原材料供给质量。

（十四）增强装备制造业质量竞争力。积极落实《促进装备制造业质量品

牌提升专项行动指南》。实施工业强基工程，着力解决基础零部件、电子元器件、工业软件等领域的薄弱环节，弥补质量短板。加快推进智能制造、绿色制造，提高生产过程的自动化、智能化水平，降低能耗、物耗和水耗。按照《工业企业技术改造升级投资指南》规划，梳理产业质量升级亟需的新技术、新装备、新工艺目录，积极引导产业基金及社会资金支持，提高装备制造业的质量水平。

（十五）促进消费品工业提质升级。贯彻落实《关于开展消费品工业“三品”专项行动 营造良好市场环境的若干意见》。制定发布升级和创新消费品指南，推动轻工纺织等行业的创新产品发布。培育壮大个性化定制企业和平台,推动企业发展个性定制、规模定制、高端定制。持续开展纺织服装创意设计园区（平台）试点示范工作，提高创意设计水平，推动产品供给向“产品+服务”转变，促进消费升级。支持重点产品与国外产品质量及性能实物对比，支持临床急需药品先进技术应用和质量提升,开展婴幼儿配方乳粉等关键领域质量安全追溯体系建设，提供信息实时追溯和查询服务，让消费者放心消费。

（十六）推动信息技术产业迈向中高端。支持集成电路、信息光电子、智能传感器、印刷及柔性显示创新中心建设，加强关键共性技术攻关，积极推进创新成果的商品化、产业化。加快发展 5G 和物联网相关产业，深化信息化和工业化融合发展，打造工业互联网平台，加强工业互联网新型基础设施建设，推动关键基础软件、工业设计软件和平台软件开发应用，提高软件工程质量和网络信息安全水平。发展超高清视频产业，扩大和升级信息消费。规范对智能终端应用程序的管理，改善信息技术产品和服务的用户体验。

## 六、保障措施

（十七）加强组织落实。坚持企业主体、政府引导、社会共治的原则，加强



部门协同。地方工业和信息化主管部门要督促企业严格执行质量、标准、计量、认证认可、特种设备安全等法律法规，加强质量管理和队伍能力建设，结合实际制定本地区促进质量提升的相关配套政策和激励措施。鼓励行业协会持续深入推进群众性质量活动，建立本行业先进质量管理经验的长效宣传推广机制，弘扬质量先进。

（十八）加快人才培养。以企业需求为导向，系统推进制造业的质量人才培养。依托高校、科研院所推进质量和品牌相关专业学科和课程建设，支持设立质量研究院、品牌研究院，培养高端质量和品牌人才。支持行业协会、专业机构加强专业技能和质量品牌人才培养，提高行业质量意识和专业素质水平。鼓励企业提升员工质量素质，培养知识型、技能型、创新型的质量骨干和技术能手。

（十九）加强宣传引导。加强质量和品牌建设宣传的总体策划和系统推进，引导企业坚持质量为先，追求卓越质量，关注绿色低碳、可持续发展、消费友好等新需求，不断提升产品和服务的质量，提高履行社会责任的能力。组织开展质量品牌主题宣传和交流活动，报道企业质量提升的丰富实践、重大成就、典型经验，讲好中国品牌故事，塑造中国制造质量新形象，增强国际竞争力。

（来源：工信部）

## 2019年8月稀土市场分析

在经历了7月稀土市场走低后，8月初期，受中美贸易摩擦升温、稀土政策利好、稀土市场投资热情再度升温、加之下游消费商库存不足的影响，稀土市场逐步企稳探涨。镨钕产品市场价格开始上调，下游询盘积极。镝铽产品市场成交询盘活跃，供应商看好后市并不断上调报价。

8月8日前后，受下游消费商采购不积极影响，部分供应商恐慌后市，下调镨钕产品报价以促成交易。受镨钕市场影响，镝铽市场成交开始减少。

8月中旬，下游现货库存相对不足，采购热情升温，稀土氧化物成交开始回暖，稀土市场价格筑底回升。以轻稀土镨钕价格为主要拉涨动力，促使稀土市场价格的整体回升。

8月下旬，市场价格上涨缺乏支撑，贸易商出货意愿强烈，8月中下旬，供应商开始下调价格，但由于下游需求疲软，采购意愿不强，成交稀少。进入月末，受中美贸易摩擦升级及分离厂对后市心态积极影响，镨钕产品提价。8月下旬镝铽价格基本平稳。月底受云南昆明中院将拍卖泛亚有色金属案件涉案稀土产品消息的影响，上下游均持观望态度，主要分离厂持货惜售，成交冷清，部分供应商报价下调。

(来源：中国稀土行业协会)



### 稀土价格走势

#### 一、稀土价格指数

8月份稀土价格指数在140-150之间呈震荡走势。8月1日至7日一路走高，

由 140.1 点上涨至 147.6 点。之后在经历了 15 日的低估后，再次曲折回升，到 8 月 31 日，接近月初的至高点，达 147.4 点。



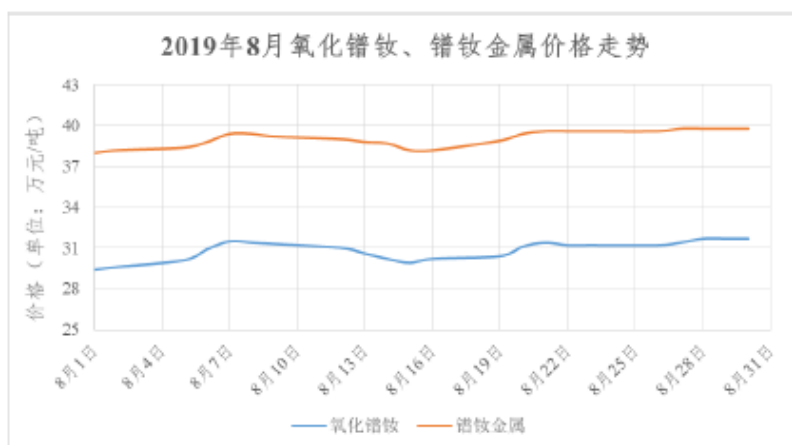
## 二、中钇富铈矿

8 月份中钇富铈矿挂牌均价 17.00 万元/吨，环比下跌 0.7%。

## 三、轻稀土氧化物

8 月份氧化镨铈挂牌均价为 30.87 万元/吨，环比下跌 2.28%；金属镨铈挂牌均价为 39.10 万元/吨，环比下跌 5.85%。

8 月份氧化镨市场挂牌均价为 38.33 万元/吨，环比下跌 3.38%。99.9%氧化镧市场挂牌均价为在 1.30 万元/吨，与上月持平。99.99%氧化铈市场挂牌均价为 22.50 万元/吨，环比下跌 1.53%。



## 四、重稀土氧化物

8 月份市场氧化镝主流均价为 192.41 万元/吨，环比上涨 1.08%；镝铁主流均价为 191.82 万元/吨，环比上涨 0.41%。



8 月份 99.99%氧化铽市场主流均价为 3945.91 万元/吨，环比下跌 1.66%。  
99.999%氧化铽市场挂牌均价为 2.10 万元/吨，与上月持平。氧化铽市场挂牌均价为 17.85 万元/吨，环比下跌 5.66%。

表 1：2019 年 8 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	7 月平均价	8 月平均价	环比
氧化镧	≥ 99%	13.00	13.00	0.00%
氧化铈	≥ 99%	12.00	12.00	0.00%
氧化镨	≥ 99%	396.74	383.32	-3.38%
氧化钕	≥ 99%	318.30	310.64	-2.41%
氧化钐	≥ 99.9%	13.00	13.00	0.00%
氧化铈	≥ 99.99%	228.48	225.00	-1.52%
氧化钐	≥ 99%	175.26	174.09	-0.67%
钐铁	≥ 99%Gd 75% ±2%	13.70	180.95	1220.80%
氧化铽	≥ 99.9%	4012.61	3954.91	-1.44%
氧化镝	≥ 99%	1903.48	1924.09	1.08%
镝铁	≥ 99%Dy80%	1910.43	1918.18	0.41%
氧化钬	≥ 99.5%	399.09	383.27	-3.96%
钬铁	≥ 99%Ho80%	416.09	401.32	-3.55%
氧化铒	≥ 99%	189.17	178.45	-5.67%

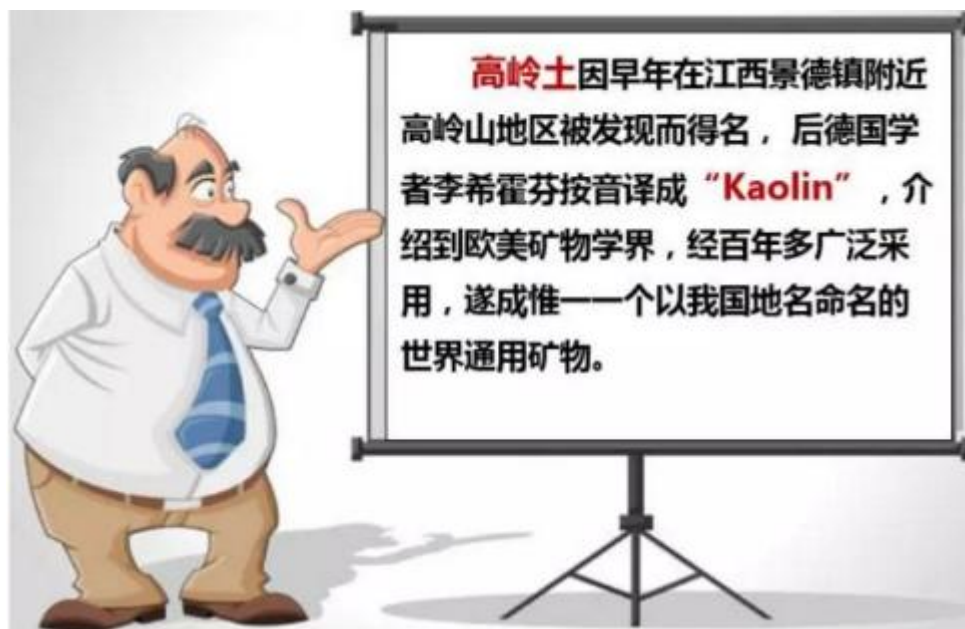
## 市场行情

氧化镱	≧99.99%	130.00	115.45	-11.19%
氧化镨	≧99.9%	4252.17	4295.45	1.02%
氧化钕	≧99.999%	21.00	21.00	0.00%
氧化镨钕	≧99% Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 75%	315.87	308.68	-2.28%
镨钕金属	≧99%Nd75%	415.35	391.00	-5.86%

(来源：中国稀土行业协会)

## 一张图了解高岭土深加工

## 一张图了解高岭土深加工技术



## 一、高岭土术语大全

@中国粉体网

高岭土	一种以高岭石族粘土矿物为主的粘土或粘土岩
煤系高岭土	以煤层中夹矸、顶底板或单独矿层形式存在的高岭土
硬质高岭土	未经风化的块状高岭石，磨细后具有可塑性
软质高岭土	以土状高岭土为主，砂质含量小于 50%，可塑性较强

砂质高岭土	含有土状高岭土，但砂质含量在 50%以上，可塑性较弱
偏高岭土	以高岭土为原料，在适当温度下（600℃~900℃）煅烧脱去结构水后形成的产物
煅烧高岭土	以高岭土为原料，经 900℃以上高温煅烧后形成的产物
水洗高岭土	软质或砂质高岭土在水中分散，除去其伴生的砂质矿物后所得的产物

## 二、高岭土资源分布

@中国粉体网

粘土矿物：高岭石、埃洛石、地开石、珍珠陶土、蒙脱石等



非粘土矿物：石英、长石、云母、黄铁矿、菱铁矿等

高岭土矿物成分

我国高岭土矿产资源丰富，  
已探明约 **267** 处矿产地，  
探明储量 **29.10** 亿吨。

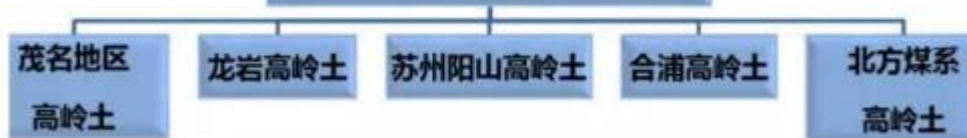






我国高岭土矿产资源主要分布地区

## 国内五大高岭土矿产区



## 三、高岭土的理化性质

@中国粉体网

项 目		指 标
物理性能	颜色	白色或近于白色，最高白度>95%
	莫氏硬度	软质一般为 1~2, 硬质有时可达 3~4
	可塑性	良好的成型、干燥和烧结性能
	分散性	在水中易分散、悬浮，能形成稳定性良好的悬浮液
	电绝缘性	200°C时电阻率>10 <sup>10</sup> Ω·cm, 频率 50Hz 时击穿电压>25KV/mm，可用于电缆填料
化学性能	化学稳定性	良好的抗酸溶性
	阳离子交换容量	一般 3~5nmol/100g
	耐火度	1770~1790°C

## 四、高岭土的主要用途

@中国粉体网

应用领域	主要用途
陶瓷工业	日用陶瓷、建筑卫生陶瓷、电瓷、化工耐腐蚀陶瓷、工艺美术瓷、特种陶瓷等
造纸工业	纸张填料、铜版纸、涂布白纸板、涂布纸等的涂料或颜料
涂料工业	涂料的填料和颜料
耐火材料及水泥	光学玻璃和玻纤用坩埚、耐火砖、匣钵、耐火泥、白水泥等
塑料、橡胶、电缆	塑料、橡胶的填料，电缆的绝缘填料
石油、化工	石油裂解催化剂载体、分子筛、吸附剂
医药、轻工	吸附剂、医药涂层、添加剂、漂白剂、化妆品、颜料等
农业	化肥、农药、杀虫剂等载体

## 五、不同应用领域的技术指标要求

@中国粉体网



高岭土的应用领域不同，其质量要求也不同。如：

- ✓ 造纸涂料主要要求高白度、低粘度及细的粒度， $Al_2O_3$  和  $SiO_2$  的含量接近理论值；
- ✓ 陶瓷工业要求良好的可塑性、成型性能和烧成白度；
- ✓ 耐火材料要求较高的耐火度。

2008年我国颁布了新的高岭土国家标准

产品代号	类别	等级	主要用途
ZT-0A	造纸工业用	优级高岭土	高级加工纸涂料
ZT-0B			
ZT-1		一级高岭土	加工纸涂料
ZT-2		二级高岭土	一般加工纸涂料
ZT-3		三级高岭土	
ZT-(D)1		煅烧一级高岭土	加工纸涂料
ZT-(D)2		煅烧二级高岭土	

TT-0	搪瓷工业用	优级高岭土	物料
TT-1		一级高岭土	
TT-2		二级高岭土	
XT-0	橡塑工业用	优级高岭土粉	白色或浅色橡塑制品半补强填料
XT-1		一级高岭土粉	
XT-2		二级高岭土粉	一般橡塑制品半补强填料
XT-(D)0		煅烧优级高岭土	白色或浅色橡塑制品半补强填料
XT-(D)1		煅烧一级高岭土	
XT-(D)2		煅烧二级高岭土	
TC-0	陶瓷工业用	优级高岭土	电子元件、电瓷、高档釉料及坯料等
TC-1		一级高岭土	电子元件、光学玻璃坩埚、砂轮、电瓷、高档釉料及坯料等
TC-2		二级高岭土	电瓷、日用陶瓷、建筑卫生瓷坯料及高级钵料等
TC-3	三级高岭土		
TL-(D)1	涂料行业用	煅烧一级高岭土	高级涂料填料
TL-(D)2		煅烧二级高岭土	涂料填料
TL-(D)3		煅烧三级高岭土	一般涂料填料
TL-1		水洗一级高岭土	高级涂料填料
TL-2		水洗二级高岭土	涂料填料
TL-3		水洗三级高岭土	一般涂料填料

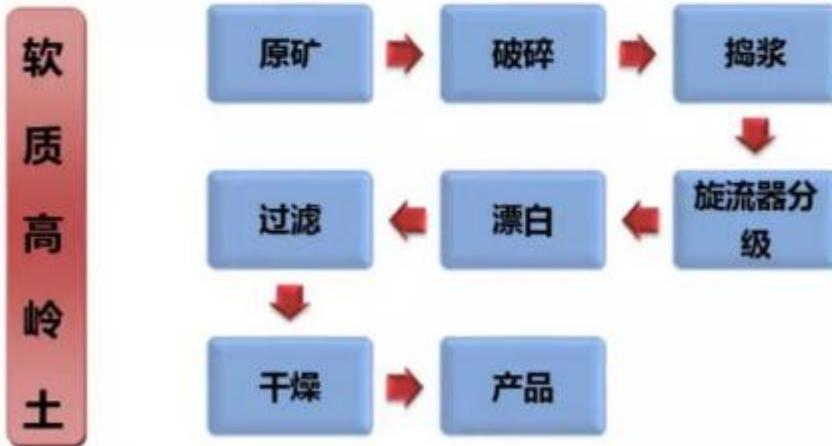
## 六、高岭土深加工技术

@中国粉体网

### 1、选矿提纯

主要选矿工艺流程：







## 2、超细粉碎：剥片

由于高岭石为片状晶型，因此，高岭土的湿式超细粉碎又称为剥片，即将较厚的叠层状的高岭土剥分成较薄的小薄片。

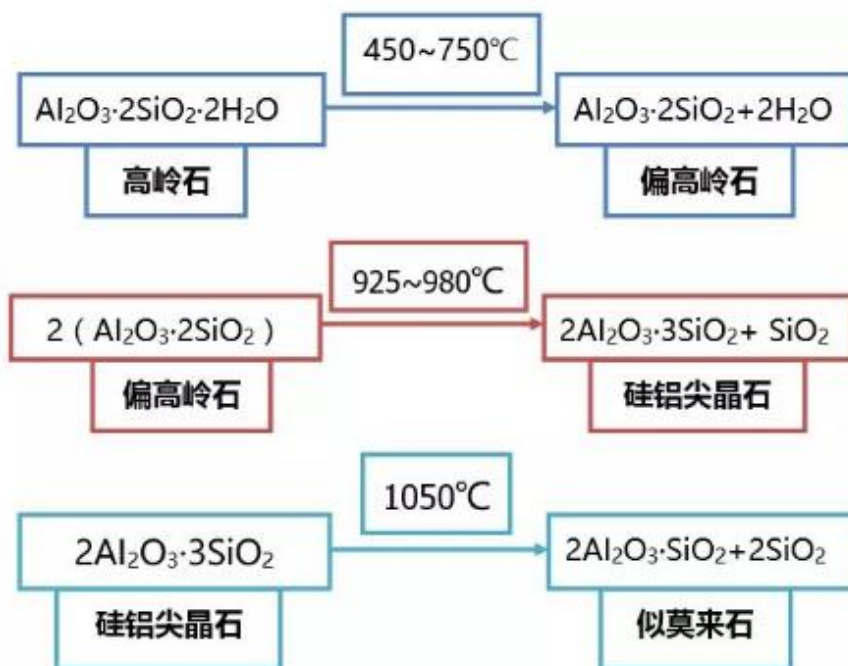


**研磨法**：常用设备是研磨剥片机、搅拌磨、砂磨机；研磨介质常用氧化铝珠、刚玉珠、氧化锆珠、天然石英砂等，粒径0.8~3mm。

**挤压法**：采用高压均浆机。

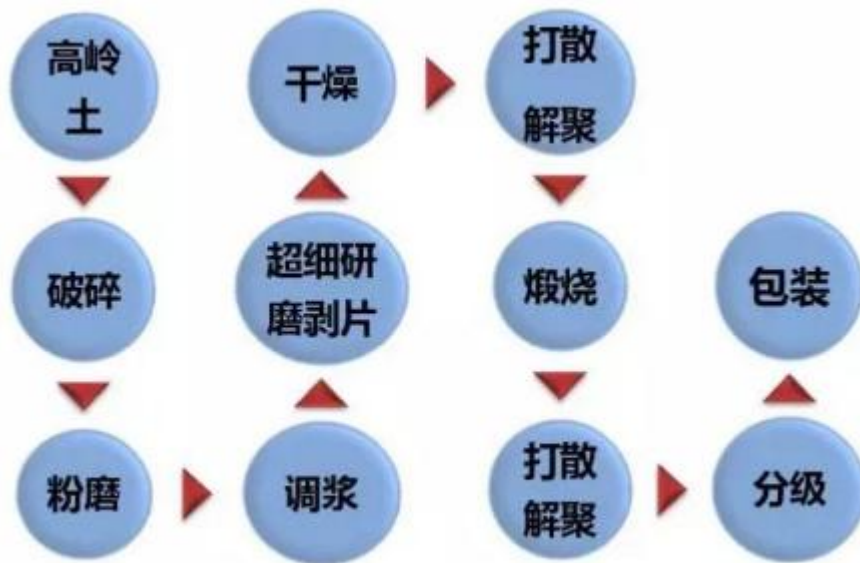
**化学浸泡法**：常用药剂有尿素、联苯胺、乙酰胺等。

### 3、煅烧



目前，优质煤系煅烧高岭土大多采用干、湿结合，先磨后烧的生产工艺。





#### 4、表面改性

对高岭土表面改性，主要是提高其白度、亮度、表面化学活性及与聚合物的相容性等。

✓ **有机表面改性**——表面化学包覆法

常用表面改性剂：硅烷偶联剂、有机硅或硅树脂、表面活性剂及有机酸等。

✓ **无机表面改性**——化学沉淀法

以四氯化钛为前驱体，采用水解沉淀方法，在高岭土颗粒表面沉淀包覆  $\text{TiO}_2$ ，经洗涤、过滤和干燥和煅烧后即得表面纳米二氧化钛包覆的煅烧高岭土。





## 小结

@中国粉体网

中国是世界上最早发现和利用高岭土的国家。科学技术的飞速发展使得高岭土的应用领域更加广泛，一些高新技术领域开始大量运用高岭土作为新材料。2016年国办发34号文中亦明确要求要以石墨、高岭土等非金属矿精深加工为重点，加大在矿物均化、提纯、超细磨粉、分级级配、表面改性等方面攻关力度。相信随着高岭土深加工技术的发展，高岭土将有更多的品种、更好的使用性能与效果。

（来源：中国粉体网）