

离子型稀土信息简报

Ionic Rare Earth Information Bulletin

2022年 第07期 总第105期

本期要闻

- ◎ 稀土永磁产业链企业掀起投资热潮
- ◎ 推稀土产业链向高端延伸 江西“老底子”焕发“新光彩”
- ◎ 两大央企共建稀土创新基地
- ◎ 《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》印发

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 1-20

- ◎ 稀土永磁产业链企业掀起投资热潮
- ◎ 江西省发布 2021 年度科学技术奖励的决定 涉及多项稀土项目
- ◎ 推稀土产业链向高端延伸 江西“老底子”焕发“新光彩”
- ◎ 两大央企共建稀土创新基地
- ◎ 赣州市定南县严厉打击非法开采稀土矿产资源行为
- ◎ 江西理工大学牵头研制的世界首条永磁磁浮轨道交通系统工程试验线顺利竣工
- ◎ 英国：首建稀土精炼厂以期抗衡中国
- ◎ 美国国会希望将稀土矿产基金增加一倍

◇ 科技前沿 21-24

- ◎ 吉首大学在稀土掺杂 TGG 磁光晶体领域取得研究进展
- ◎ 南科大郑智平团队在稀土团簇自组装领域取得新进展

◇ 政策法规 25-26

- ◎ 《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》印发

◇ 市场行情 27-31

- ◎ 2022 年 7 月稀土价格走势

◇ 稀土知识 32-46

- ◎ 磁性材料知识干货大全

稀土永磁产业链企业掀起投资热潮

近期，国内外稀土永磁产业链企业正掀起新一轮的投资热潮。业内人士表示，随着新能源汽车、工业电机、风力发电等下游需求高速增长，稀土永磁材料特别是高性能稀土永磁材料的需求将大幅提升。未来，稀土行业将在“双碳”目标要求下，进入高质量发展阶段，掌握核心技术并能提供优质产品的企业有望获取更大的市场份额。

投资加码

7月6日，金力永磁公告称，就收购信阳圆创46%股权和收购苏州圆格51%股权，公司分别与相关交易对方签署了《收购意向协议》。金力永磁表示，本次收购有助于提升公司3C磁材研发生产能力，延伸公司在3C磁组件领域的产品布局。通过对产业链的垂直整合，公司已构建稀土回收、高性能磁性材料、磁组件制造的完整绿色产业链，能够为国际、国内3C龙头客户提供更加优质的产品和服务。

7月5日，金力永磁还公告称，公司与银海新材有关股东签署《收购意向协议》，拟收购交易对方合计持有的银海新材51%股权。银海新材已建成稀土产品废弃物综合利用年产5000吨多种单一稀土化合物产品的生产能力。业内人士表示，如果金力永磁完成收购银海新材51%股权，就将构建稀土磁材绿色一体化循环产业链布局，有效提升金力永磁原料自给能力和成本控制能力。

安泰科资深专家陈淑芳表示：“预计到2030年，欧盟20%-30%的稀土磁体需求将来自废旧钕铁硼回收。”

更多的企业加入到稀土永磁产业链投资扩产中。如，盛和资源 and 巨星集团等

企业日前成立巨星新材料有限公司，经营范围包含磁性材料生产、稀土功能材料销售等。

全球稀土永磁产业链企业也掀起新一轮的投资热潮。根据安泰科的统计，MP Materials 公司 Mountain Pass 矿山轻稀土冶炼分离项目计划于 2022 年底投产；在得克萨斯州建设的磁材厂将于 2024 年投产，产能为 1000 吨/年。Pensana 公司 Longonjo 矿山萨尔坦德稀土分离厂将于 2023 年底开始运营，计划年产 1.25 万吨 REO；LCM 磁材厂计划于 2024 年建成。

“目前来看，海外在建项目有望在 2025 年左右建成。”陈淑芳对记者表示。

国内头部企业也在加速产能扩张。根据安泰科的统计，2022 年国内 9 家头部企业磁材产能将达 13.8 万吨/年，预计到 2025 年产能将达到 23 万吨/年，金力永磁产能将达到 4 万吨/年。

看好需求增量

盛和资源表示，稀土是一个成长性的行业，具有高门槛、高成长的特征，未来增长空间很大，尤其是在磁性材料方面。

数据显示，稀土永磁材料在全球稀土消费量中占比近 40%。

海通国际表示，在“碳中和”背景下，风力发电更具有潜能，按 1MW 直驱永磁电机需 600kg 钕铁硼测算，预计到 2025 年全球风电领域新增装机量为 160GW，将带动钕铁硼需求约 6 万吨。

中信证券表示，预计到 2030 年国内、海外新能源汽车行业将分别拉动 6 万吨、7.8 万吨的高性能钕铁硼需求增量，2030 年全球高性能钕铁硼需求量或达到 36 万吨以上。

弗若斯特沙利文预测，2025 年我国及全球的稀土永磁材料产量将分别达到

28.4 万吨和 31 万吨，未来全球高性能钕铁硼供给增量或主要集中在中国。

有产业链人士表示，随着新能源汽车、工业电机、风力发电等下游需求高速增长，稀土价格将稳中有进，产业结构有望持续优化，稀土永磁行业集中度或进一步提升。

拓展下游应用领域

数据显示，我国是全球最大磁材生产国与出口国，2020 年我国磁材产量为 18.7 万吨，占全球总产量的约 90%。

但目前高性能稀土永磁材料在我国稀土永磁材料总产量中的占比低于 50%。中科三环表示，我国稀土永磁产品目前仍面临高档机器人、第五代移动通信技术、光刻机等新兴产业对高端永磁体需求的挑战。

因此，高性能钕铁硼永磁材料是国内企业需要发力的方向。“目前行业内的扩产计划从侧面反映了高性能稀土永磁材料下游需求的增长前景。”金力永磁日前在接受机构投资者调研时表示。

据了解，高性能钕铁硼永磁材料是指其内禀矫顽力（单位 Koe）与磁能积（单位 MGOe）之和大于 60 的永磁材料。机构预测，我国高性能钕铁硼永磁材料消耗量将以约 16.6% 的复合年增长率增长，2025 年达到 87100 吨。

中科三环表示，将针对未来稀土永磁行业重大科技问题及低碳经济产业重大需求进行攻关，继续围绕新能源汽车、高端电子消费市场、先进轨道交通装备、节能家电、高档数控机床和机器人等关键应用领域，不断研究具有核心自主知识产权的稀土永磁新材料、新工艺、新产品和新装备，开发适用于低碳经济、高新技术、国家安全等领域的高性能磁性材料。

“未来稀土行业将在‘双碳’的要求下，以科技创新为依托，不断拓展下游

应用领域，进入高质量发展阶段，掌握核心技术并能提供优质产品的企业有望获取更大的市场份额。”陈淑芳表示。

（来源：中国证券报·中证网）

江西省发布 2021 年度科学技术奖励的决定 涉及多项稀土项目

近日，江西省人民政府网站发布关于 2021 年度江西省科学技术奖励的决定。

其中，在稀土相关领域，包括：

科学技术进步奖一等奖一项。项目名称：高性能、低重稀土磁体关键技术开发及稀土永磁电机产业化应用；主要完成人：毛华云，罗军明，朱明刚，吕锋，毛琮尧，刘路军，方以坤，徐吉林，詹益街；主要完成单位：江西金力永磁科技股份有限公司，南昌航空大学，钢铁研究总院。

科学技术进步奖三等奖一项。项目名称：高丰度稀土粘结磁粉及无重稀土热压钕铁硼磁粉关键技术研究与应用；主要完成人：陈鑫，陶利明，陈颖鹏，黄绍军，何小林，郭蓓，林世明；主要完成单位：江西江钨稀有金属新材料股份有限公司。

技术发明奖三等奖一项。项目名称：南方离子型稀土资源高效回收稀土关键技术与应用；主要完成人及所在单位：李新冬（江西理工大学），邹志强（赣州稀土矿业有限公司）。

（来源：江西省人民政府）

推稀土产业链向高端延伸 江西“老底子”焕发“新光彩”

今年5月，中共赣州市委、中国科学院赣江创新研究院党委联合举行理论学习中心组专题学习，再次发出响亮的声音——“加快打造具有全球影响力的稀土产业集群”。

世界稀土看中国，中国稀土看赣州。赣州，是江西的南大门，素有“稀土王国”“世界钨都”的美誉。

过去，江西有资源优势，却没有国际话语权。10年来，江西稀土产业迎来高质量发展的“黄金期”。江西稀土正从世界级储量向世界级创新进军，“老底子”焕发出“新光彩”，产业链正在向高端延伸。

科技赋能 稀土产业蝶变新生

稀土被誉为现代工业的“维生素”，是国家重要的战略资源，广泛应用于石化、光纤通信、储氢、冶金等领域。在日常生活中，手机、电脑、新能源电池、无人机等产品的生产制造都会应用到稀土。江西是我国重要的稀土生产基地，离子型稀土资源储量占全国同类稀土资源保有储量的60%以上。而江西省内的寻乌、龙南、信丰、安远、宁都、定南、赣县、全南等八县则占该省稀土储量的90%以上。

然而，长期以来受技术、人才等因素影响，江西未能将稀土资源优势转化为产业优势，稀土产业创新能力弱、产业层次与稀土资源地位不匹配、生态历史欠账较多等问题仍然突出。“以赣州为例，原来更重视发展前端产业，比如采矿、分离萃取、冶炼稀土金属和稀土氧化物等。”赣州富尔特电子股份有限公司总经

理喻玺说。

2017年以来，作为江西稀土主产地的赣州市自主研发了无铵稀土开采提取工艺，并通过了院士专家组工艺论证。该工艺可从源头上解决氨氮超标及残留问题，实现稀土开采向环境友好、绿色开采、总量控制的转变。

在不断提升开采工艺的同时，江西省还发挥龙头带动作用，促进稀土产业转型升级。赣州市培育了江西金力永磁科技股份有限公司(以下简称金力永磁)、赣州富尔特电子股份有限公司等一批龙头骨干企业，加大它们与华为、吉利、格力等高端客户的合作，持续强化重大项目引进。一批稀土新材料及应用重大项目也相继落户赣州。

近年来，江西稀土界发生的大事件中有几件事特别值得一提，一个是中国科学院赣江创新研究院挂牌成立，还有一个是国家稀土功能材料创新中心落地。这不仅填补了江西无大院大所的空白，还为江西的稀土产业发展注入了“核动力”。

“稀土企业‘小、散、乱、弱’无序发展的局面已经一去不复返。政府对稀土资源的管理越来越规范，正在逐步迈入高质量可持续的发展道路。”国家稀土功能材料创新中心工作人员介绍。

产业改造 探索绿色化发展之路

稀土是不可再生资源，要让产业绿色、可持续发展，必须打好科技创新这张牌。

近日，科技日报记者走进位于江西省赣州市的金力永磁。公司内厂房鳞次栉比，精益生产车间内自主研发制造的设备正开足马力生产。

6月30日，国际公认测试、检验和认证机构通标标准技术服务有限公司(SGS)向金力永磁颁发PAS 2060碳中和达成宣告核证证书。该证书系SGS颁发

的稀土永磁行业全球首张碳中和达成证书，标志着金力永磁成为全球稀土永磁行业首家“零碳工厂”，同时也标志着江西稀土产业的一次跨步。

类似的例子还有很多。

在赣州富尔特电子股份有限公司的生产车间里，公司新投产的百吨级高性能稀土永磁材料绿色短流程再生制造示范线正在高效运转。稀土永磁材料绿色短流程再生是该公司经过3年研发试验形成的生产工艺。该生产工艺不仅入选了江西省绿色技术指导目录，而且用这一工艺烧结的钕铁硼永磁材料，还获评国家绿色设计产品。在一系列的政策帮扶下，赣州富尔特电子股份有限公司积极探索绿色设计与制造一体化新模式，从过去只做毛坯产品，发展到如今集原料分离、稀土永磁材料制造与应用、固废资源综合回收利用等多般“武艺”于一身。

“傻大粗”，曾是稀土等有色金属产业的代名词。而今，这个老牌产业变身“小清新”。

稀土产业之变，是江西以科技赋能传统产业改造升级的生动写照。江西坚持创新驱动，强化科技赋能，以高效技改为抓手，以数字化转型为引领，以高端产品为导向，为传统产业换装新引擎，催动其向智能化、高端化、绿色化、融合化发展。

优化环境 形成高端产业集群

“按照‘大湾区能做的，我们也要能做到’的要求，坚持把优化营商环境作为‘一号工程’，聚焦企业全生命周期服务，对标国内一流，持续深化‘放管服’改革，打响‘干就赣好’品牌。”江西省委副书记、赣州市委书记吴忠琼说，赣州要举全市之力打造具有全球影响力的稀土新材料产业基地。

近年来，江西整合稀土行业高端科研力量，积极推进稀土资源绿色开发与高

效利用，全力建设具有国际影响力的稀土产业集群。一批本土稀土高精尖企业勇立潮头，加大科研投入、致力科技创新，新技术、新产品、新成果持续涌现，为该地区稀土产业高质量发展插上腾飞之翼。

不仅是在赣州，而且在江西全省稀土产业全面开花。位于南昌市的江西金世纪新材料股份有限公司实现年产磁功能材料用高纯中重稀土金属及型材 20 吨；位于鹰潭市的江西喜泰电机有限公司和美智光电科技股份有限公司将高效节能稀土永磁无槽无刷直流电机、稀土节能灯远销世界各地，实现了数亿元的销售额。此外，位于兴国县的永磁磁浮技术工程试验线近日进入调试阶段。该项目由江西理工大学于 2014 年首次提出，2020 年实现成果落地转化，具有完全自主知识产权。目前，学校已经与多家企业初步达成合作意向。

如何规划江西稀土产业的未来发展？如何提升稀土产业的科技含量和绿色发展动力？

据悉，作为江西稀土产业龙头的赣州市全面梳理稀土钨稀有金属产业链情况，2021 年 9 月，《赣州市稀土钨稀有金属产业发展规划(2021—2025 年)》正式出台，建立链长制议事机制，打通上下游、全链条，将有力提升稀土产业链稳定性和竞争力。

记者了解到，在“十四五”期间，江西要将赣州市打造成全国稀土稀有金属产业高质量发展引领区。江西将发挥中国科学院赣江创新研究院、国家稀土功能材料创新中心等创新平台作用，引领高性能稀土钨功能材料、永磁电机、永磁变速器、稀土催化材料、硬质合金刀钻具、钴盐前驱体等产业高质量发展，将赣州市打造成为全国稀土稀有金属产业高质量发展引领区。

2021 年，赣州有色金属产业规模以上企业营收 1377 亿元。稀土钨新型功能

材料产业集群已被列入全国战略性新兴产业集群。据悉，赣州市力争到 2025 年，有色金属产业集群产值超 2000 亿元，打造具有全球影响力的稀土稀有金属新材料产业集群。

(来源：科技日报)



两大央企共建稀土创新基地

据了解，有研集团成立于 1952 年，该集团的稀土国家工程研究中心是国内最早从事稀土研究开发和成果孵化的单位之一，研发领域覆盖了稀土选冶与分离提纯、稀土磁、光、电、催化、抛光等多种高端稀土功能材料及应用全产业链。

此外，有研集团先后向行业输出了一批具有自主知识产权的重大共性关键产业化技术，援建了多家大型稀土企业和研发机构，培养并向行业输送了一批批高层次创新人才，60% 以上科技成果实现产业化成果转化，是国内稀土工业技术的主要发源地。

中国稀土集团则是 2021 年 12 月 23 日通过专业化整合而成立的大型稀土企业集团，主要经营稀有稀土金属矿采选，稀有稀土金属冶炼，而且还是稀土产业链“链长”。

值得注意的是，虽然中国稀土集团仅成立半年，但其经营业绩显著增长。上半年，中国稀土集团实现营业收入同比增长 33.89%，利润总额同比增加 64.57%，净利润同比增加 53.03%，上缴税费同比增长 90.99%。

从有研集团与中国稀土集团签订《共建稀土创新基地合作协议》来看，双方将在科技与产业、创新平台建设、咨询服务与人才培养等主要方面展开合作。

其中科技与产业发展方面，围绕国家及行业重大战略需求，开展稀土战略前沿技术及关键共性技术研究，利用中国稀土集团资源优势及有研集团在稀土功能材料方面的技术积累和产业基础等优势，共同打造世界一流的稀土新材料产业集群。

创新平台建设方面，有研集团支持中国稀土集团与有研新材在稀土领域开展资本合作，共同打造国际一流的稀土材料创新高地及稀土工程化高端人才培养基地。

咨询服务与人才培养方面，有研集团可为中国稀土集团提供稀土科技及产业发展战略咨询和人才培训等服务，双方探索研究生联合培养机制。

综上所述，从经营业务来看，有研集团与中国稀土集团双方的经营业务有许多共通之处，其合作共建能够更好发挥各自专长，实现优势互补，共同促进稀土行业高质量发展。

业内人士认为，在国内稀土产业加快由大到强转变的背景下，通过此次合作，有研集团与中国稀土集团将围绕服务国家战略，在稀土资源开发利用、稀土永磁材料、稀土催化材料等领域深化科研力量整合，在人才培养、技术创新、成果转化、产业合作方面实现新突破，努力打造世界一流的稀土材料工程技术创新中心，切实增强对稀土材料产业链供应链的掌控力和影响力。

有研集团董事长赵晓晨表示，有研集团将充分发挥自身在技术、人才和平台等方面的特色优势，加快突破稀土领域“卡脖子”关键技术，加快打造原创技术策源地，全力支持中国稀土集团产业链链长建设，实现策源地与链长同频共振、同向发力，通力打造世界一流的稀土工程技术创新中心和高端产业链集群。

中国稀土集团董事长敖宏表示，中国稀土集团与有研集团业务有许多共通之

处，带来了合作共建的无限可能。尽管双方稀土主业侧重点有所区别，但都有着较为完善的稀土产业链。瞄准稀土产业未来发展的趋势方向，共同关注新能源、新材料、节能环保、医药等重点领域对稀土产业的带动和稀土产品的需求，着力加强稀土功能材料、高端应用材料、精密材料、战略性新兴产业材料的创新研发和深度合作，持续攻关稀土产业链高精尖、高附加值稀土应用材料自主研发、自给自足能力不足的薄弱一环，共同建设一批具有标志性、引领性、带动性的项目，加快稀土产业向产业末端、应用终端、客户需求端延伸，真正做大做优做强稀土全产业链，进一步提升中国稀土产业的全面性优势和主导性地位。期待以此次共建稀土创新基地为契机，进一步拓展合作领域和范围，拓宽合作方式方法，真正解决一批稀土行业普遍性、关键性、共性问题 and 难点。

（来源：CBC 金属网）



赣州市定南县严厉打击非法开采稀土矿产资源行为

为切实保护国家矿产资源，坚决打击非法开采稀土资源行为，日前，定南县扫黑办、县公安局、县自然资源局发布《关于严厉打击非法开采稀土矿产资源行为的通告》。

通告指出，稀土矿产资源属国家所有，任何单位和个人严禁偷挖盗采，不得以任何方式和任何手段非法开采、侵占、买卖、破坏矿产资源。

通告明确，对无证开挖、打井、回收尾水等违法开采稀土行为，依照相关法律规定，予以行政处罚，没收采出矿产品和违法所得，查封、扣押相关非法开采设备，并依法追究行政或刑事责任。对以租赁或非法买卖等方式提供山地从事非

法开采稀土活动的山地、林地所有权和使用权人，从严查处，依法追究行政或刑事责任。对为非法开采稀土行为提供帮助获取利益，或窝藏、转移、收购、代为销售的，依法追究行政或刑事责任。对拒绝、阻碍执法监察人员依法执行公务的，依照《中华人民共和国治安管理处罚法》的规定进行处罚；情节严重的，依法追究当事人行政或刑事责任。对党员干部包庇或参与非法开采稀土活动、为非法开采者通风报信、妨碍和阻挠执法人员执行公务的，由纪检监察机关从严查处，构成犯罪的，一律移交司法机关依法处理。对本通告发布之后仍然非法开采稀土矿及其他矿产资源行为的，按照有关法律规定依法上限处罚；构成犯罪的，一律移交司法机关依法上限处理。

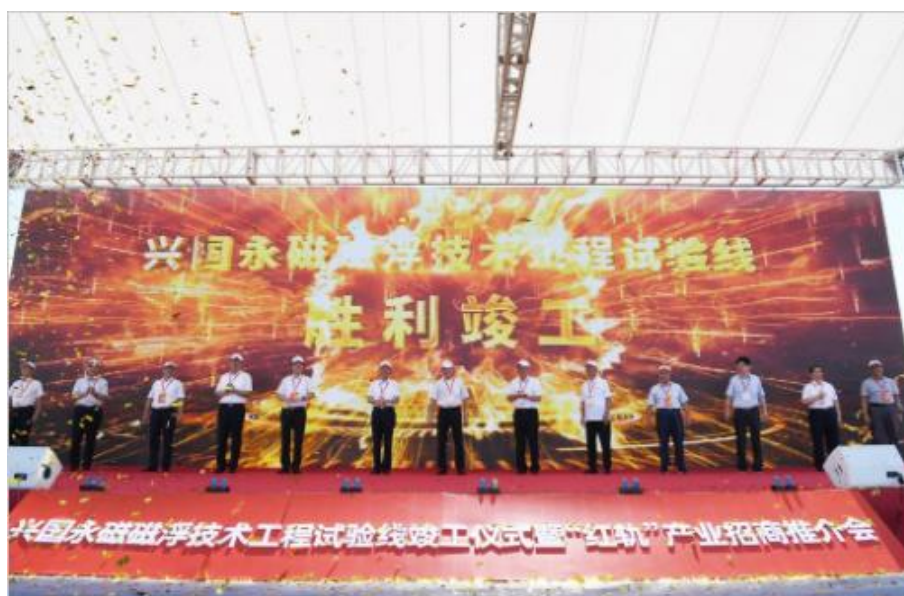
本通告自发布之日起执行。希望广大人民群众积极举报各类非法开采稀土行为，凡提供有效线索经有关部门核实后，属于非法开采稀土的，奖励额度按照对该举报案件罚没收入返还金额 20% 的资金奖励，无罚没收入案件视情况每宗奖励 3000 元-10000 元不等；属于非法回收尾水的，视情况每宗奖励 300-500 元不等。政府对举报人信息严格保密。

(来源：定南县人民政府)



江西理工大学牵头研制的世界首条永磁磁浮轨道交通系统工程试验线顺利竣工

近日，由江西理工大学牵头，与兴国县人民政府联合中铁六院、中铁工业、国家稀土功能材料创新中心等单位共同完成的永磁磁浮轨道交通工程试验线——“红轨”在赣州市兴国县顺利竣工。



“红轨”是迄今为止建成的世界首条永磁磁浮轨道交通系统工程试验线，试验线的建成标志着一个安全、便捷、高效的中低速、中低运量的新制式轨道交通系统诞生。稀土永磁磁浮轨道交通系统实现了永磁悬浮技术与空轨技术的完美结合，是继电磁悬浮、超导磁浮之后，开辟的一种新的磁悬浮技术路线，具有完全自主知识产权，是稀土材料应用及永磁磁浮轨道系统研究的又一重大成果。



中国工程院院士、原副院长干勇，江西省政协副主席、党组副书记陈俊卿，中国工程院院士张文海、李卫、杨春和，中国科学院院士沈保根、张洪杰，赣州市委副书记、市人民政府代理市长李克坚，中国稀土集团党委书记、董事长敖宏，中国中铁股份有限公司党委常委、副总裁李新生，赣州市委常委、副市长何琦，中科院赣江创新研究院副院长万印华，省政协副主席秘书长欧阳剑雄，省教育厅副厅长刘小强，省自然资源厅副厅长黄庆龄，省工信厅二级巡视员汪细云，省国资委副主任卢正大，省科技厅副厅长席宏，赣州市政协副主席韩高峰，南昌航空大学党委书记罗嗣海，江西理工大学党委书记杨斌，北京交通大学教授贾利民，江西理工大学党委常委、副校长邱廷省、李国金、廖春发、赖晓军，兴国县委书记李

贱贵等出席竣工仪式。

李贱贵在致辞中指出，永磁磁浮技术工程试验线的顺利竣工，就是兴国县强力推进科技创新赋能行动的一个生动缩影。“红轨”的开发和试验成功，对扩大磁性材料应用领域、带动产业创新升级、培育新兴产业集群具有重要意义，可实现“百亿装备、千亿投资、万亿拉动”的产业聚集效应。

杨斌表示，作为国际稀土永磁磁浮轨道系统的开拓者、永磁磁浮技术与轨道交通相结合的探索者，“红轨”有望成为一种全生命周期成本低、性价比优的品质化、个性化、智能化交通运输系统，“红轨”涵盖新材料、轨道交通、人工智能、无线通信、智能制造、电机驱动等多个战略性新兴产业，将引领绿色交通与低碳出行，重构高质量发展新产业生态，具有广阔发展前景。

李新生指出，“红轨”试验线的竣工不仅是项目各方深入贯彻国家“交通强国”战略的积极探索，而且为我国构建多层次、一体化、智能化、现代化轨道交通网开启了新的里程碑，也为革命老区的发展增添了新动能。

干勇院士表示，“红轨”从实验室走向兴国并在兴国落地生根，是科技成果转移转化最实在、最有效的形式，是各级政府、相关高校、科研院所、企业落实创新驱动发展战略的具体举措。在社会各界的共同努力下，“红轨”必将在社会经济发展中发挥重要作用，必将在实践运用中展现光明前景。

仪式上，干勇院士、陈俊卿主席、张文海院士、沈保根院士、李卫院士、杨春和院士、李克坚市长、敖宏董事长、李新生总裁、杨斌书记、贾利民教授、李贱贵书记共同点亮大屏幕，启动兴国永磁磁浮技术工程试验线。



此次建成的试验线南起永丰站（高铁兴国西站），沿站前大道东侧绿化带敷设，北至静调库。线路正线长度约 800m，均为钢构高架线。磁浮列车采用 2 车辆编组，载客能力为坐席 32 个、定员 88 人，超员 144 人，最高设计运行速度为 80km/h。

该试验线因处于革命老区“将军县”兴国县，被誉为“红轨”。磁浮列车命名为“兴国号”，车身由红白相间的颜色组成，两侧车头标有 56 颗星星，寓意为向将军县兴国 56 位开国将军致以崇高的敬意。

当天上午还举行了“红轨”产业招商推介会，现场集中签约 10 个项目，总投资 114.3 亿元。

江西省省直、市直、部分设区市等有关单位领导，西南大学、中南大学、江西理工大学、中科院赣江创新研究院、钢铁研究总院等高校、科研院所，以及有

关行业学会、协会的专家学者和领导，中国中铁、中国稀土集团等中央企业领导，签约投资企业代表，中央、省、市媒体记者朋友，以及兴国县四套班子有关领导、有关单位主要负责同志，共计 170 余人参加现场活动。



据悉，“红轨”系统的研发历时九年，经历了两个阶段，第一阶段为 2014 年 11 月到 2019 年 9 月，在工信部“十二五”稀土专项立项支持下，建成了 60 米永磁磁浮轨道交通系统技术验证线，实现了技术从 0 到 1 的突破。科技成果评价为“整体技术国际先进，导向运输系统填补了国际空白”；第二阶段为 2020 年 5 月到 2022 年 7 月，在赣州市委市政府大力支持下，由我校牵头，与兴国县人民政府联合中铁工业、中铁六院、国家稀土功能材料创新中心、中国通号、金力永磁及富尔特电子等单位共同完成“红轨”的工程试验线建设。

（来源：江西理工大学）

英国：首建稀土精炼厂以期抗衡中国

初涉稀土行业的彭萨纳金属公司旗下位于英格兰北部的萨尔登稀土加工中心（Saltend rare earth processing hub）破土动工，这将成为该国 10 多年来首个此类大型设施建设项目。

该项目是 7 月 22 日公布的英国首个“关键矿产战略”启动的一部分，旨在削弱中国在电动汽车、风力涡轮机和军事装备中使用的 17 种稀土矿产的主导地位。

英国国务卿克瓦西·克瓦滕（Kwasi Kwarteng）面向企业在政府声明中表示，鉴于俄乌战争，我们寻求加强能源安全和国内工业产能恢复；我们摆脱供应不稳定而且昂贵的化石燃料，关键矿产战略将变得更加重要。该战略将增强我们对市场冲击事件和地缘政治事件的抵御能力，同时也能为汽车和国防等关键工业行业提供安全供应。

英国政府将从 10 亿英镑（约 12 亿美元）汽车转型基金（Automotive Transformation Fund）中拿出一定数额的资金用以支持该计划。该基金的原本任务是，支持英国汽车供应链的电气化。

该设施预计将于 2024 年全面投产，成为中国以外仅有的三大稀土氧化物生产商之一。它也将是世界上第一个由海上风能驱动的稀土加工设施。

“这对彭萨纳、亨伯（Humber）地区乃至整个英国来说，都是一个巨大的里程碑，是我们建立关键磁性金属供应链以确保绿色能源转型目标的一部分，”主席保罗·阿瑟利（Paul Atherley）在声明中说。

分析师质疑彭萨纳公司的披露水平、资源质量和高管薪酬。他们还认为每年

生产 1.25 万吨稀土氧化物（rare earth oxide）的生产目标“过于雄心勃勃”，这些稀土氧化物该由公司旗下的位于安哥拉（Angola）的隆贡若（Longonjo）项目开采混合稀土硫酸盐加工而成。

稀土观察家（Rare Earth Observer）博客的作者托马斯·克鲁蒙（Thomas Kruemmer）告诉英国《金融时报》（Financial Times），这里有很多毫无根据的谎言和承诺。在安哥拉加工矿石会产生大量钷，一种放射性物质，可能需要联合国核监督机构，国际原子能机构的参与。

批评者还对该公司到 2024 年生产出占全球 5% 的磁性金属的目标持怀疑态度。英国本土萨尔登（Saltend）项目的资本花费估计为 1.95 亿美元；而隆贡若（Longonjo）的成本估计略低于 3 亿美元。

（来源：中国地质调查局）

美国国会希望将稀土矿产基金增加一倍

美国国会寻求将国家战略矿产储备净值增加一倍以上，以减少国防工业基地对中国等对手的依赖，以获得制造从子弹到核武器到夜视镜等各种产品所需的供应。

日前，军事委员会提交了参议院的年度国防授权法案，根据该法案的摘要，该法案将授权在 2023 财年为国防储备拨款 10 亿美元，以“获取目前短缺的战略和关键矿物”。这将使稀土储备的价值增加一倍以上，其中包括钷、钨、钴和铈等许多对国防供应链至关重要的矿产。

该基金目前的价值为 8.88 亿美元，低于 1952 年冷战开始时的 420 亿美元。议员们担心，如果国会不采取行动，国防储备将在 25 财年前资不抵债，并将在

今年的国防拨款和授权周期中优先支持该基金。

参议院的法案还将修改法律，赋予国防部在资金问题上更多的自由裁量权和灵活性。现行法律鼓励国防储备进行矿产出售，以满足国会预算办公室 (Congressional Budget Office) 的要求，而不是保留储备以备不时之需。

预计众议院将于下周提出国防授权法案的版本，今年晚些时候参众两院将就该法案进行投票。

美国国会上个月通过的 400 亿美元乌克兰军事援助计划还包括 5 亿美元的《国防生产法案》资金，以加强美国关键的矿产供应链。

(来源：产业前沿)

吉首大学在稀土掺杂 TGG 磁光晶体领域取得研究进展

铽镓石榴石 ($\text{Tb}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$, TGG) 在可见及近红外波段具有较高的 Verdet 常数、优异的光学性能、高的热导率和激光损伤阈值, 广泛应用于光纤隔离器和高功率固体激光系统中。TGG 单晶在制备过程中会产生氧化镓挥发等问题, 难以获得大尺寸、高质量单晶, 近日, 吉首大学物理与机电工程学院陈喆博士团队采用提拉法克服了晶体生长过程中面临的组分挥发、螺旋生长等难点, 制备出了高质量 Gd 掺杂 TGG 磁光晶体并研究了其磁光特性, 发现了 Gd-Tb 多顺磁离子在石榴石结构晶体中的巨法拉第效应。该工作发表在光学领域权威刊物 *Optics Letters* 上, 论文题目为“Fabrication and characterization of a gadolinium-doped terbium gallium garnet crystal with an enhanced Verdet constant”。

传统研究认为在 TGG 晶体中磁光效应源于具有高磁光活性 Tb^{3+} 离子 4f-5d 能级的跃迁, 而其他顺磁稀土离子 (Ce^{3+} 、 Pr^{3+} 、 Gd^{3+} 等) 的磁光性能在 TGG 晶体中低于 Tb^{3+} 。该团队制备的大尺寸 Gd^{3+} 稀土离子掺杂 TGG 晶体中具有多磁性活性离子体系, 尽管掺杂离子浓度很低, 其晶体的核心指标常数 (Verdet 旋光常数) 在 405、533 和 1064 nm 处分别达到 583.0、230.1 和 50.3 rad/(Tm), 比纯 TGG 材料均有大幅度提高, 是目前该波段综合性能较好的磁光晶体。同时, 其高的磁光常数和短的紫外截止波长使其有望应用于宽波段磁光器件, 对探索新型可见光-中红外磁光晶体材料具有参考价值。

该工作以吉首大学为第一完成单位, 与中科院上海光机所、上海硅酸盐研究所、俄罗斯应用物理研究所、日本国立聚变科学研究所 (NIFS) 进行了多方合

作，得到了国家自然科学基金项目（NO. 51902128）、湖南省教育厅优秀青年基金（NO. 19B461）的资助。

（来源：吉首大学）



南科大郑智平团队在稀土团簇自组装领域取得新进展

近日，南方科技大学化学系讲席教授郑智平课题组在高核稀土团簇的自组装研究上取得突破性进展，通过多种模板阴离子的共同作用，设计分离了十二核、三十四核、四十八核及六十核的系列高核稀土团簇，揭示了笼状六十核稀土团簇的分步自组装过程。相关成果在《德国应用化学》(Angewandte Chemie International Edition)上在线发表。



高核稀土团簇是一类具有精确原子组成和结构且尺寸分布单一的纳米级功能分子，通常由外层的有机配体包裹一个具有规则几何多面体状的金属簇组成。其新颖的空间结构、丰富的 4f 金属中心及纳米级的分子粒径赋予其独特的光、

电、磁及催化性能，使之成为近年来配位化学与材料领域的研究热点。可控地设计并组装这类复杂分子是实现其特殊功能的前提。然而高核团簇的自组装合成具有强烈的不确定性，而相应组装机理的缺失一直是限制其设计合成的瓶颈问题。

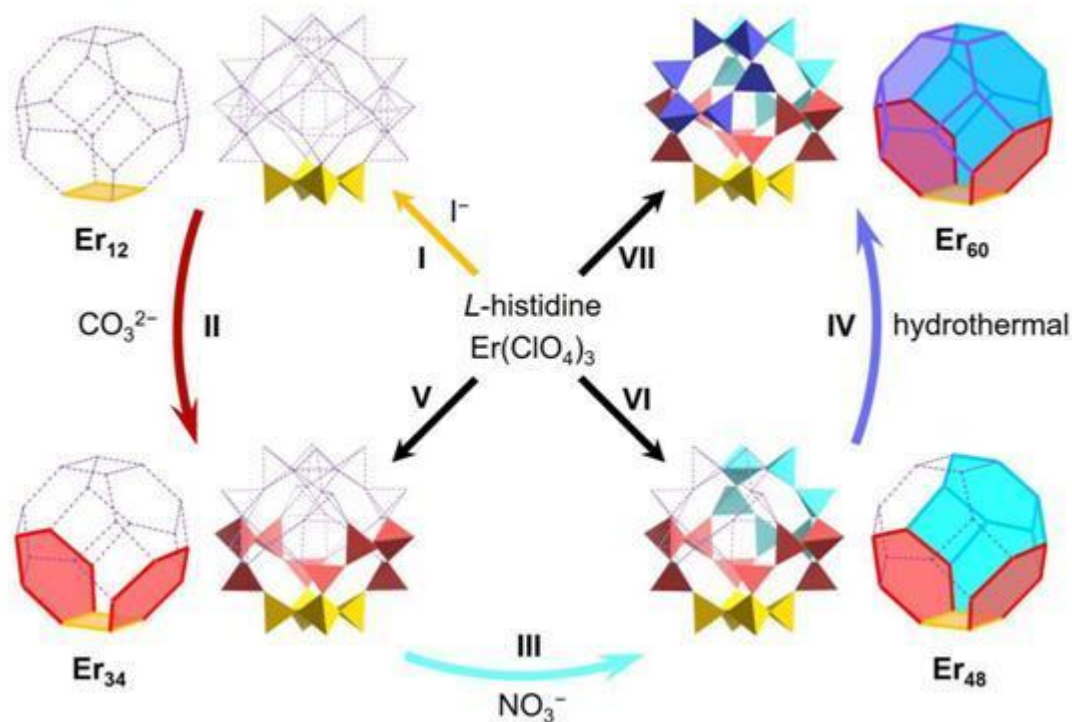


图 阴离子诱导 Er₁₂、Er₃₄、Er₄₈ 逐步自组装形成 Er₆₀

针对这一挑战，郑智平团队依据“阴离子模板效应”，通过逐步引入特定阴离子的方式，分步依序构建并分离和表征了具有独立方钠石笼状结构的六十核目标团簇 Er₆₀ 的 3 个关键中间体，即轮状的 Er₁₂、船状的 Er₃₄ 与碗状的 Er₄₈。如图一所示，在组装过程的初始阶段(步骤 I)，研究人员在前期卤离子模板效应的研究基础上(Inorg. Chem. Front. 2021, 8, 26)，以 L-组氨酸为配体，碘离子为模板剂，定向组装得到具有四元环结构的 Er₁₂(黄色正方形)。随后碳酸根离子作为第二模板剂被引入 Er₁₂ 体系，指导了在其相对的两边上两个六元环(红色六边形)的生长，形成了具有船状结构的 Er₃₄(步骤 II)。在之后的步骤 III 中硝酸根离子的引入

将团簇中间体的生长继续拓展，通过构筑第三个六元环的方式(天蓝色六边形)，形成了一个由三个四元环与四个六元环基元组合的碗状 Er_{48} 。在整个组装过程的最后阶段(步骤 IV)，反应在溶剂热条件下实现自组装过程的闭合，成功获得笼状目标团簇 Er_{60} 。上述三个中间体团簇(Er_{12} 、 Er_{34} 、 Er_{48})可分别视为 Er_{60} 框架结构的 1/6、1/2、3/4。通过分析这些相互关联的几何与分子结构，研究人员巧妙地打开了自组装过程的黑匣子，揭示了这类复杂分子结构的组装过程，为进一步借力阴离子模板依序逐步地指导团簇自组装提供了思路，使得通常具有高度不确定性的自组装过程变得“有的放矢”，为具有更加复杂结构的超级分子功能材料的理性和可控构筑提供了实验依据与理论基础。

南方科技大学化学系硕士研究生黄惟明为论文第一作者，研究助理教授冯敏、郑智平为论文通讯作者，南科大是论文第一单位。此研究得到了国家自然科学基金面上项目、深圳自然科学基金稳定支持项目以及南方科技大学分析测试中心的支持。

(来源：南方科技大学)

《科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030年)》 印发

近日，科技部、国家发展改革委、工业和信息化部等9部门印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030年)》(以下简称《实施方案》)，统筹提出支撑2030年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措，并为2060年前实现碳中和目标做好技术研发储备。

通过实施方案，到2025年实现重点行业和领域低碳关键核心技术的重大突破，支撑单位国内生产总值(GDP)二氧化碳排放比2020年下降18%，单位GDP能源消耗比2020年下降13.5%；到2030年，进一步研究突破一批碳中和前沿和颠覆性技术，形成一批具有显著影响力的低碳技术解决方案和综合示范工程，建立更加完善的绿色低碳科技创新体系，有力支撑单位GDP二氧化碳排放比2005年下降65%以上，单位GDP能源消耗持续大幅下降。

《实施方案》提出了10大行动，具体包括：能源绿色低碳转型科技支撑行动，低碳与零碳工业流程再造技术突破行动，城乡建设与交通低碳零碳技术攻关行动，负碳及非二氧化碳温室气体减排技术能力提升行动，前沿颠覆性低碳技术创新行动，低碳零碳技术示范行动，碳达峰碳中和管理决策支撑行动，碳达峰碳中和创新项目、基地、人才协同增效行动，绿色低碳科技企业培育与服务行动，碳达峰碳中和科技创新国际合作行动。

聚焦能源绿色低碳转型科技支撑行动，《实施方案》提到，构建适应碳达峰碳中和目标的能源科技创新体系，加强基础性、原创性、颠覆性技术研究，为煤炭清洁高效利用、新能源并网消纳、可再生能源高效利用以及煤制清洁燃料和大

宗化学品等提供科技支撑。到 2030 年，大幅提升能源技术自主创新能力，带动化石能源有序替代，推动能源绿色低碳安全高效转型。

针对钢铁、水泥、化工、有色等重点工业行业绿色低碳发展需求，以原料燃料替代、短流程制造和低碳技术集成耦合优化为核心，深度融合大数据、人工智能、第五代移动通信等新兴技术，引领高碳工业流程的零碳和低碳再造和数字化转型。《实施方案》明确，到 2030 年，形成一批支撑降低粗钢、水泥、化工、有色金属行业二氧化碳排放的科技成果，实现低碳流程再造技术的大规模工业化应用。

围绕前沿颠覆性低碳技术创新行动，《实施方案》指出，聚焦新能源开发、二氧化碳捕集利用、前沿储能等重点方向基础研究最新突破，加快培育颠覆性技术创新路径；建立前沿和颠覆性技术的预测、发现和评估预警机制，定期更新碳中和前沿颠覆性技术研究部署。

《实施方案》强调，聚焦碳捕集利用与封存（CCUS）技术的全生命周期能效提升和成本降低，着眼长远加大 CCUS 与清洁能源融合的工程技术研发，开展矿化封存、陆上和海洋地质封存技术研究，力争到 2025 年实现单位二氧化碳捕集能耗比 2020 年下降 20%，到 2030 年下降 30%，实现捕集成本大幅下降。

《实施方案》还提到，到 2030 年建成 50 个不同类型重点低碳零碳技术应用示范工程，形成一批先进技术和标准引领的节能降碳技术综合解决方案。

另外，我国将建立碳达峰碳中和科技创新中央财政科技经费支持机制，引导地方、企业和社会资本联动投入，支持关键核心技术研发项目和重大示范工程落地；遴选、支持 500 家左右低碳科技创新企业，培育一批低碳科技领军企业。

（来源：科技部）

2022年7月稀土价格走势

一、稀土价格指数

7月份，稀土价格指数总体呈现缓慢下行趋势。本月平均价格指数为 336.3 点。价格指数最低为 7月 29 日的 321.2 点，最高为 7月 1 日的 358.5 点。高低点相差 37.3 点，波动幅度为 11.1%。



二、中钷富销矿

中钷富销矿 7 月份均价为 34.49 万元/吨，环比下跌 7.9%。

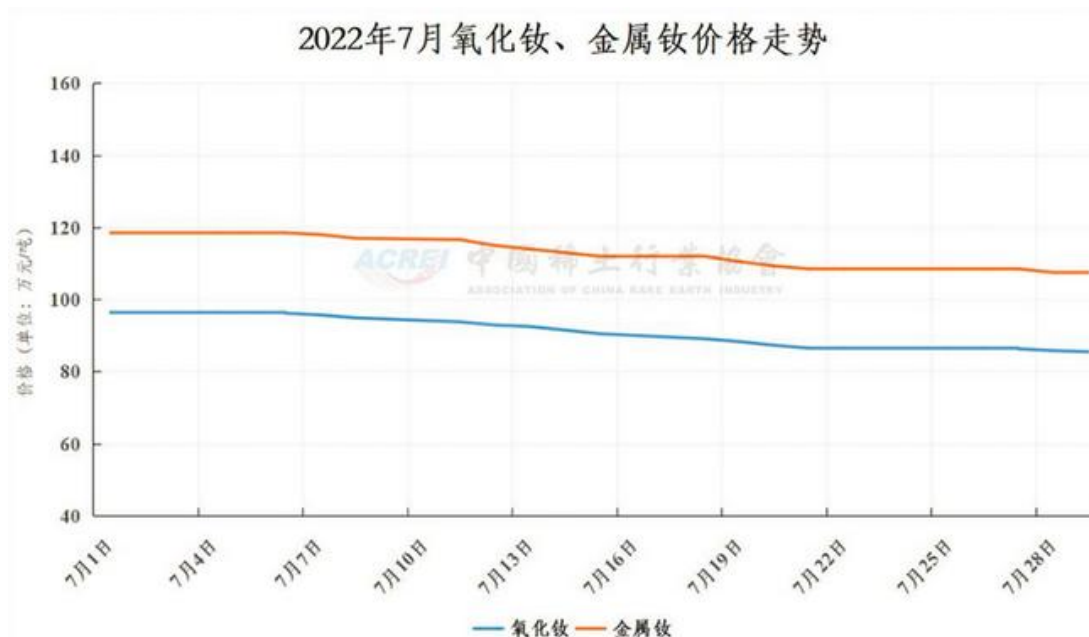
三、主要稀土产品

(一) 轻稀土

7 月份，氧化镨钕均价为 85.64 万元/吨，环比下跌 9.9%；金属镨钕均价为 104.31 万元/吨，环比下跌 9.6%。



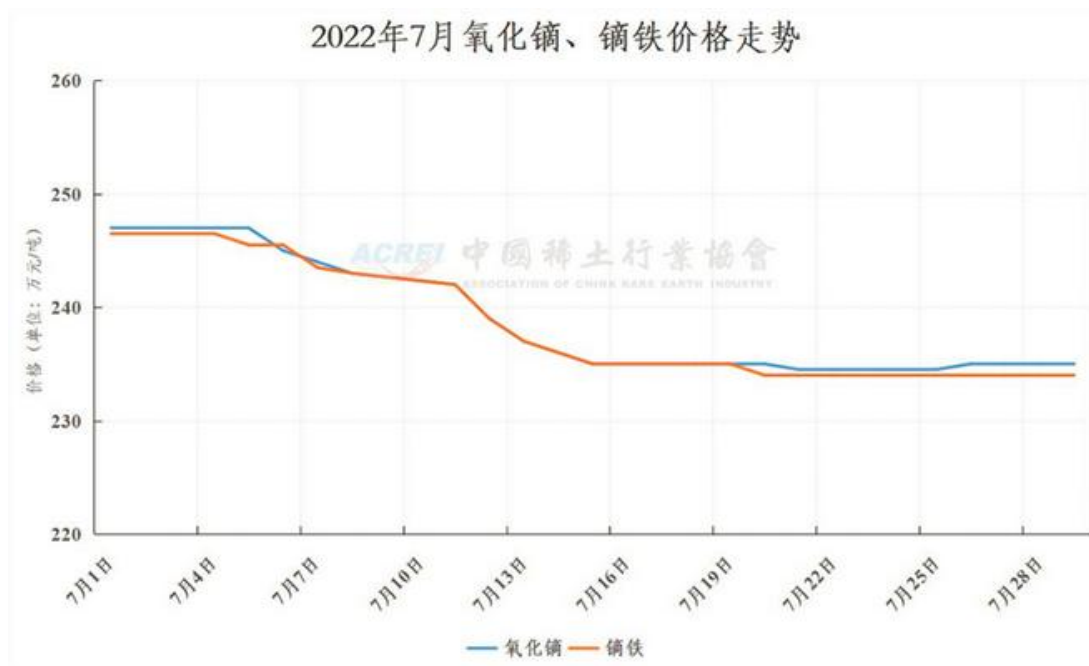
7月份，氧化钕均价为 90.74 万元/吨，环比下跌 7.3%；金属钕均价为 112.81 万元/吨，环比下跌 5.5%。



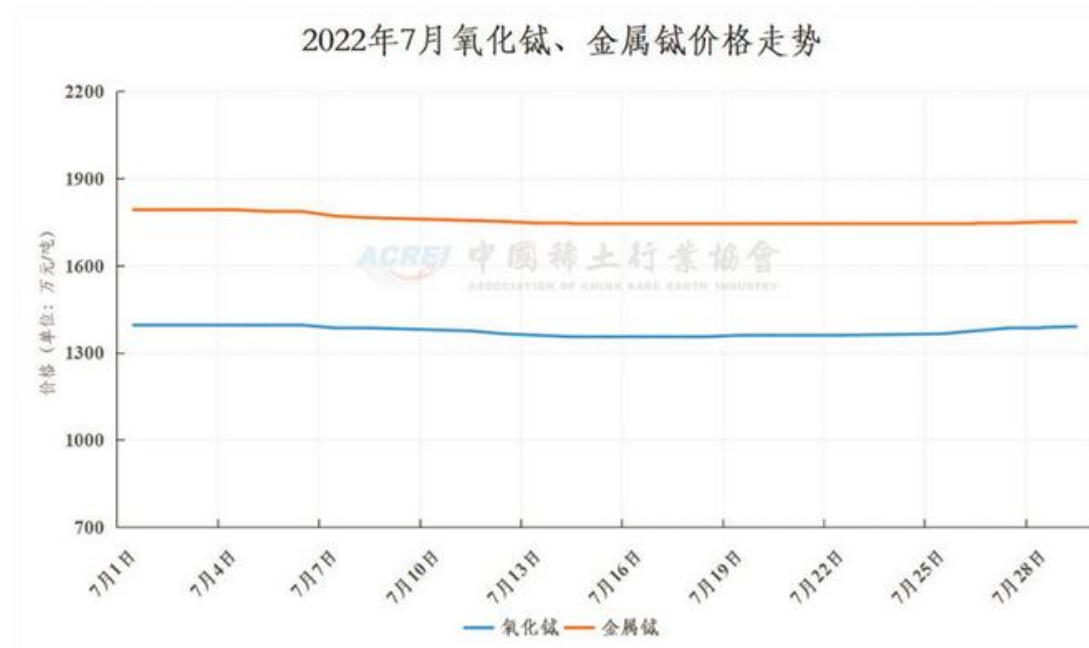
7月份，氧化钆均价为 90.94 万元/吨，环比下跌 7.0%。99.9%氧化铈均价为 0.81 万元/吨，环比下跌 1.9%。99.99%氧化钐均价为 19.80 万元/吨，环比与上月持平。

(二) 重稀土

7月份，氧化镝均价为238.60万元/吨，环比下跌6.0%；镝铁均价为238.17万元/吨，环比下跌6.1%。



7月份，99.99%氧化铽均价为1374.14万元/吨，环比下跌4.6%。金属铽均价为1756.64万元/吨，环比下跌4.2%。



7月份，氧化钽均价为119.55万元/吨，环比下跌11.1%，钽铁均价为121.29万元/吨，环比下跌10.7%。



7月份，99.999%氧化铪均价为8.01万元/吨，环比下跌5.5%。氧化铈均价为34.80万元/吨，环比下跌5.8%。

表 1：2022 年 7 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	6月平均价	7月平均价	环比
氧化镧	≥99%	8.30	8.14	-1.93%
氧化铈	≥99%	10.00	8.95	-10.50%
氧化镨	≥99%	977.76	909.38	-6.99%
氧化钕	≥99%	978.67	907.38	-7.28%
金属钕	≥99%	1193.33	1128.05	-5.47%
氧化钆	≥99.9%	24.14	22.00	-8.86%
氧化铈	≥99.99%	198.00	198.00	0.00%
氧化钐	≥99%	549.24	467.90	-14.81%
钐铁	≥99%Gd 75%±2%	519.52	447.76	-13.81%
氧化铽	≥99.9%	14406.67	13741.43	-4.62%
金属铽	≥99%	18340.95	17566.43	-4.22%
氧化镱	≥99%	2537.38	2385.95	-5.97%
镱铁	≥99%Dy80%	2536.43	2381.67	-6.10%
氧化钽	≥99.5%	1345.14	1195.48	-11.13%

市场行情

钬铁	$\geq 99\% \text{Ho}80\%$	1358.81	1212.86	-10.74%
氧化铟	$\geq 99\%$	369.29	348.00	-5.77%
氧化镱	$\geq 99.99\%$	102.00	102.00	0.00%
氧化镱	$\geq 99.9\%$	5241.43	5345.24	1.98%
氧化钇	$\geq 99.999\%$	84.71	80.10	-5.44%
氧化镨钕	$\geq 99\% \text{Nd}_2\text{O}_3 75\%$	950.52	856.38	-9.90%
镨钕金属	$\geq 99\% \text{Nd}75\%$	1154.19	1043.10	-9.62%

(来源：中国稀土行业协会)

磁性材料知识干货大全

磁性材料与我们的生活息息相关，从最普通的冰箱制冷到高端的磁悬浮，都与它们密不可分。那么，下面就让我们把来了解一下这种神奇的材料吧！

1.磁铁为什么会有磁性？

物质大都是由分子组成的，分子是由原子组成的，原子又是由原子核和电子组成的。在原子内部，电子不停地自转，并绕原子核旋转，电子的这两种运动都会产生磁性。但是在大多数物质中，电子运动的方向各不相同、杂乱无章，磁效应相互抵消。因此，大多数物质在正常情况下，并不呈现磁性。

铁、钴、镍或铁氧体等铁磁类物质有所不同，它内部的电子自旋可以在小范围内自发地排列起来，形成一个自发磁化区，这种自发磁化区就叫磁畴。铁磁类物质磁化后，内部的磁畴整整齐齐、方向一致地排列起来，使磁性加强，就构成磁铁了。磁铁的吸铁过程就是对铁块的磁化过程，磁化了的铁块和磁铁不同极性间产生吸引力，铁块就牢牢地与磁铁“粘”在一起了。

2.如何定义磁铁的性能？

主要有如下3个性能参数来确定磁铁的性能：

剩磁 B_r ：永磁体经磁化至技术饱和，并去掉外磁场后，所保留的 B_r 称为剩磁感应强度。

矫顽力 H_c ：使磁化至技术饱和的永磁体的 B 降低到零，所需要加的反向磁场强度称为磁感矫顽力，简称为矫顽力。

磁能积 BH ：代表了磁铁在气隙空间(磁铁两磁极空间)所建立的磁能量密度，即气隙单位体积的静磁能量。

3.金属磁性材料如何划分?

金属磁性材料分为永磁材料、软磁材料两大类。通常将内禀矫顽力大于0.8kA/m的材料称为永磁材料,将内禀矫顽力小于0.8kA/m的材料称为软磁材料。

4.几类常用磁铁的磁力大小比较

磁力从大到小排列为:钕铁硼磁铁、钐钴磁铁、铝镍钴磁铁、铁氧体磁铁。

5.不同磁性材料的性价类比?

铁氧体:性能低和中,价格最低,温度特性良,耐腐蚀,性能价格比好

钕铁硼:性能最高,价格中,强度高,不耐高温和腐蚀

钐钴:性能高,价格最高,脆,温度特性优,耐腐蚀

铝镍钴:性能低和中,价格中,温度特性优,耐腐蚀,耐干扰性差

钐钴,铁氧体,钕铁硼可用烧结和粘结方法制造,烧结磁性能高,成型较差,粘结磁铁成型性好,性能降低很多。AlNiCo可用铸造和烧结方法制造,铸造磁铁性能较高,成型性较差,烧结磁铁较低,成型性较好。

6.钕铁硼磁铁的特性

钕铁硼永磁材料是以金属间化合物 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 为基础的永磁材料。钕铁硼具有极高的磁能积和矫力,同时高能量密度的优点使钕铁硼永磁材料在现代工业和电子技术中获得了广泛应用,从而使仪器仪表、电声电机、磁选磁化等设备的小型化、轻量化、薄型化成为可能。

材质特点:钕铁硼的优点是性价比高,具良好的机械特性;不足之处在于居里温度点低,温度特性差,且易于粉化腐蚀,必须通过调整其化学成分和采取表面处理使之得以改进,才能达到实际应用的要求。

制造工艺:钕铁硼的制造采用粉末冶金工艺。

工艺流程：配料 → 熔炼制锭 → 制粉 → 压型 → 烧结回火 → 磁性检测 → 磨加工 → 销切加工 → 电镀 → 成品。

7.什么是单面磁铁？

磁铁都有两极，但在某些工作位置需要单面极的磁铁，所以需要用铁片把一面磁铁包住，使铁片包住的那一面磁性被屏蔽，通过铁片的折射到另外一面的磁铁，使另外一面的磁铁磁力增强，这样的磁铁被统称为单面磁或者单面磁铁。不存在真正的单面磁铁。

单面磁铁所用的材料一般为弧形铁片和钕铁硼强力磁铁，单面磁铁所用的钕铁硼强力磁铁的形状一般为圆片形状居多。

8.单面磁铁的用途？

(1) 印刷品行业中被广泛使用，在礼品包装盒、手机包装盒、烟酒包装盒、手机包装盒、MP3 包装盒、月饼包装盒等等产品里面都有单面磁铁的存在。

(2) 皮具行业中被广泛使用，箱包、公文包、旅行包、手机套、钱包等等皮具中都有单面磁铁的存在。

(3) 文具行业中被广泛使用，笔记本、白板扣、文件夹、磁性铭牌等等都有单面磁铁的存在。

9.磁铁的运输过程中有何注意事项？

要注意室内的湿度，必须维持在干燥的水平。温度不要超过室温；黑块或毛坯状态的产品存放时可适当涂油（一般的机油即可）；电镀产品应真空密封或隔绝空气存放，以保证镀层的耐腐蚀性能；充磁产品应当吸合在一起并装箱存放，以免吸起其它金属体；充磁产品存放应当远离磁盘、磁卡、磁带、计算机显示器、手表等对磁场敏感的物体。磁铁充磁状态运输时应该屏蔽，特别是航空运输一定

要彻底屏蔽。

10.如何做到隔磁?

只有能吸附到磁铁上的材料才能起到隔断磁场的作用，而且材料越厚，隔磁的效果越好。

11.哪种铁氧体材质可以导电?

软磁材质铁氧体属于导磁材料，具体高磁导率，高电阻率，一般在高频下使用，主要用于电子通讯。像我们每天接触的电脑、电视机，里面都有应用。

软磁铁氧体主要有锰锌跟镍锌等，锰锌铁氧体导磁率大于镍锌铁氧体。

12.永磁铁氧体居里温度是多少?

据悉，铁氧体的居里温度在 450℃左右，通常大于等于 450℃。硬度在 480-580 左右。钕铁硼磁体居里温度基本都在 350-370℃之间。但钕铁硼磁体使用温度都达不到居里温度，温度超过 180-200℃磁性能已经衰减很多了，磁损也很大了，已经失去使用价值了。

13.磁芯的有效参数一般有哪些?

磁芯，特别是铁氧体材料，其几何尺寸等多种多样。为满足各种不同的设计的要求，磁芯的尺寸也是为了适合最优化要求而计算的。这些现有磁芯参数，包括诸如磁路径，有效面积和有效体积等物理参数等。

14.为什么角圆半径对绕线来说十分重要?

角半径之所以重要的是因为如果磁芯的边缘过于锋利的話，就有可能在精确严密绕制过程中划破线的绝缘。注意保证磁芯的边缘圆滑。铁氧体磁芯制作模具是有一定的标准圆度半径的，而且这些磁芯是经过打磨和去除毛刺处理的，以减少其边缘的锋利。另外，大多磁芯经过油漆或覆盖以不仅使其角钝化，更使得其

绕线面光滑，粉芯则具有一面是压力半径，另一面是去除毛刺处理的半圆。对于铁氧体材料，则额外的提供一个边缘覆盖。

15.哪种类型的磁芯适合制作变压器？

满足变压器需要的磁芯应该具备一方面具有较高的磁感应强度，另一方面保持其温升在一定限度之内。

对于电感来说，磁芯应该有一定的气隙以保证其在较高 dc 或 ac 驱动情况下有一定的磁导率水平，铁氧体和带芯都可以开气隙处理，粉芯具有其自带的气隙。

16.什么样的磁芯最好？

应该说，对于这个问题没有什么答案的，因为磁芯的选择是依据应用场合和应用频率等确定的，任何材料的选择都还有市场等因素的考虑，比如，某些材料可以保证其温升较小，但是其价格昂贵，这样，当选择材料以针对较高的温升的时候，就有可能选择较大的尺寸但较低价格的材料以完成这样的工作，所以，所谓最好的材料的选择要首先针对你的电感或变压器的应用要求，从这点上来说，其运行频率和造价等就是重要因素了，不同材料的优化选择是依据开关频率、温升以及磁通密度等确定的。

17.什么是抗干扰磁环？

抗干扰磁环又被称为铁氧体磁环。抗干扰磁环称呼来源，是它能发挥出抗干扰作用，例如，电子产品受到外界紊乱信号，侵入电子产品，使电子产品收到外界紊乱信号干扰，没能正常运行，而抗干扰磁环，刚好能有此功能，只要产品加上了抗干扰磁环，它能阻止外界紊乱信号侵入电子产品，能使电子产品正常运行，起到了抗干扰效果，所以被称为抗干扰磁环。

抗干扰磁环又称铁氧体磁环，因为铁氧体磁环它是由氧化铁，氧化镍，氧化锌，氧化铜等铁氧体材料制作而成的，因为这些材料包含了铁氧体成份，而铁氧体材料制作出来的产品像一个环形，所以久而久之被称之为铁氧体磁环。

18.如何使磁芯退磁？

其方法是给磁芯加以 60Hz 交流电使得其开始的驱动电流足以使其在正负端均能够饱和，然后逐渐缓慢降低驱动水平，重复进行几次直到其降低到 0 为止。这就将使得其保有点还原回原来的初始态。

19.什么是磁弹性（磁致伸缩）？

磁材料磁化之后，将会有有一个小的几何尺寸的变化发生。这个变化的尺寸应该是百万分之几的水平，这就叫磁致伸缩。对一些应用，比如超声波发生器，来说，其使用了这个特性的优点以通过磁激励的磁致伸缩获得机械变形。而在其他一些应用中，工作于可闻声频范围的时候，就会有一种啸叫的噪声出现。因此，低磁缩材料可以应用于这种情况。

20.什么是磁不匹配？

这种现象发生于铁氧体中，其表现为当磁芯消磁以后出现的磁导率下降。这种退磁可以出现在运行温度高于居里点温度之后，应用逐渐减小幅度的交流电或者机械振动等。

这种现象中，磁导率先增加到其原始水平，然后就指数化地迅速降低。如果没有特别条件为应用所期望，那么磁导率的变化将很小，因为很多的变化在制作后的几个月内会有出现变化。高温加速了这种磁导率的降低。磁不协调在每次成功退磁后将重复出现，所以与老化不同。

工艺类知识

1.铁氧体磁铁的特点及加工工艺?

特点：它主要原料包括 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 和 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 。通过陶瓷工艺法制造而成，质地比较硬，属脆性材料，由于铁氧体磁铁有很好的耐温性、价格低廉、性能适中，已成为应用最为广泛的永磁体。

特性：具有较高的磁性能，较好的时间稳定性和较低的温度系数。

铁氧体磁铁应用场所：广泛应用于电表、仪表、电机、自动控制、微波器件、雷达和医疗器械等。

铁氧体磁铁充磁方向：可轴向、径向或按要求充磁。

铁氧体磁铁形状：可生产圆柱形、圆环形、长方体形、扁形、瓦形，斧状。

2.铝镍钴磁铁的特点及加工工艺

铝镍钴磁铁特点：是由铝、镍、钴、铁和其它微量金属元素构成的一种合金。铸造工艺可以加工生产成不同的尺寸和形状，可加工性好。铸造铝镍钴永磁有着最低可逆温度系数，工作温度可高达 600°C 以上。铝镍钴永磁产品广泛应用于各种仪器仪表和其他应用领域。

铝镍钴磁铁分类：可分为铸造铝镍钴和烧结铝镍钴两大类。

铝镍钴应用场所：铸造铝镍钴产品主要应用于汽车零件、仪器仪表、电声、电机、教学以及航天航空军用等领域，具有温度系数低、耐高温、耐潮湿、不易氧化以及工作稳定性好等优点。烧结铝镍钴采用粉末冶金的方法生产而成，适合于生产形状复杂、轻、薄、小的产品，广泛应用于仪器仪表、通讯、磁电开关及各种传感器。

铝镍钴磁铁形状：可生产圆柱形、圆环形、长方体形、扁形、瓦形、马蹄形。

3.钐钴磁铁的特点及加工工艺?

钕钴磁铁又称钕钴磁钢、钕钴永磁体、钕钴永久磁铁、钕钴强磁铁、稀土钕永磁等。是由钕、钴和其它金属稀土材料经配比，溶炼成合金，经粉碎、压型、烧结后制成的一种磁性材料。具有高磁能积、极低的温度系数。最高工作温度可达 350℃，负温不限，在工作温度 180℃ 以上时，其最大磁能积及温度稳定性和化学稳定性均超过钕铁硼永磁材料。具有很强的抗腐蚀和抗氧化性；所以被广泛应用在航空航天、国防军工、微波器件、通讯、医疗设备、仪器、仪表、各种磁性传动装置、传感器、磁处理器、电机、磁力起重机等。

钕钴磁铁生产流程：配料 → 熔炼制锭 → 制粉 → 压型 → 烧结回火 → 磁性检测 → 磨加工 → 切销加工 → 成品。

钕钴磁铁形状：圆片、圆环、方片、方条、瓦形、特殊形状可根据要求加工。

4. 磁场取向与压型

粉末磁场取向是制造高性能烧结磁体的关键工艺技术之一。磁场取向的目的是使每一个粉末颗粒的易磁化方向（c 轴）都沿相同方向取向，制成各向异性磁体，则沿粉末颗粒 c 轴取向的方向有最大的剩磁 B_r ，进而提高磁体的最大磁能积。粉末的取向都对磁体的剩磁 B_r 和最大磁能积 $(BH)_{max}$ 均有重要的影响。粉末压型有两个目的：一是按用户需求将粉末压制成一定的形状与尺寸的压坯；二是保持在磁场取向中所获得的晶体取向度。目前普遍采用的压型方法有三种：模压法、模压加冷等静压和橡皮模压（加冷等静压）。压型过程是磁粉吸氧的主要过程，所以成型过程有严格的防氧化措施，要求磁粉称量或压制过程在惰性气体保护下作业。此过程采用的设备是成型压机。

5. 磁体的取向方向？

烧结钕铁硼永磁体是各向异性磁体。取向方向：各向异性的磁体能获得最佳

磁性能的方向称为磁体的取向方向，也称作"取向轴"，"易磁化轴"。

6.如何判断磁铁的充磁方向？

可利用磁极测试片。磁极测试片的原理其实就是在隔层里放一些铁粉，再用透明的东西夹紧。当有磁力的时候，夹层的磁粉就会吸引过去，无磁区即没有磁粉，从而可以观察出磁极的分布。

7.哪种磁铁可以在水中使用？

根据材质的不同，不是每种磁铁都可以在水中使用。一个腐蚀生锈的磁铁可能危害水生生活。铁氧体耐腐蚀抗氧化性较强，可在水中正常使用。

8.什么是磁瓦？

磁瓦是永磁体中的一种主要用在永磁电机上的瓦状磁铁。

9.铁氧体磁瓦的生产工艺有哪些？

铁氧体磁瓦以烧结铁氧体为主。

烧结铁氧体磁瓦生产工艺主要分为湿压异性、干压同性、干压异性，其异性与同性的区别是在于压机成型时是否有取向磁场。这里主要介绍湿压异性的工艺。

湿压工艺流程为：原料→预烧→粗粉碎(一次球磨) →配料→二次球磨(湿磨) →磁场成型→烧结→磨削→清洗→充磁。

因成型料浆含有水分，在磁场成型颗粒容易转向所以比干压异性能获得更高的取向度，其性能也就更高。

10.钕铁硼磁瓦生产工艺流程

烧结钕铁硼磁瓦：配料→熔炼→破碎→制粉→磁场成型→等静压→真空烧结与回火→线切割等加工→电镀→充磁。

11.工件清洗方式的选择?

工件在清洗槽内的摆放方式与清洗质量有很大的关系,它的摆放方式又与工件的大小、形状、结构有关。一般来说,工件之间的重叠堆放,或一次堆放过多都会影响清洗效果。

钕铁硼磁性材料虽然形状各异,但多属于小型零件。可以将它放在尼龙网上,在清洗槽内进行晃动清洗,这样有助于工件表面的污物脱落,也有利于带有盲孔工件的水膜破坏,使盲孔内易产生空化效应。另一种摆放方式是直接将工件摊平在清洗槽底板(也就是超声波换能器辐射板)上,使工件承受强烈的超声波冲击。实践证明这种直接将工件放在底板上进行清洗的方法,清洗效果最佳,效率最高。

12.磁铁的运输过程中有何注意事项?

要注意室内的湿度,必须维持在干燥的水平。温度不要超过室温;黑块或毛坯状态的产品存放时可适当涂油(一般的机油即可);电镀产品应真空密封或隔绝空气存放,以保证镀层的耐腐蚀性能;充磁产品应当吸合在一起并装箱存放,以免吸起其它金属体;充磁产品存放应当远离磁盘、磁卡、磁带、计算机显示器、手表等对磁场敏感的物体。磁铁充磁状态运输时应该屏蔽,特别是航空运输一定要彻底屏蔽。

13.什么是强力磁铁?

强力磁铁,是指钕铁硼磁铁。它的磁性能大大的超越了铁氧体磁铁、铝镍钴、钐钴。钕铁硼磁铁可以吸附本身重量的640倍的重物,所以钕铁硼常被业内人士称为强力磁铁。

14.强力磁铁如何退磁?

可以根据强力磁铁的使用的情况不同来制定一定的方法进行退磁方法。

1) 高温退磁法:

高温退磁法主要的操作就是将磁铁投进高温炉中进行加热,在经过高温的处理就会将强力磁铁的磁性除去,但是在加热的过程中因为高温的作用会直接导致磁体内部的物体的结构发生剧烈的变化,因此采用这种退磁的方法一般都会用于对于报废和回收的磁铁。

2) 震动退磁法:

这种方法操作很简单就是对强力磁铁进行强力激烈的震动,在经过震动的操作之后再磁铁的内部结构发生了改变,从而改变磁铁的物理性这种方式进一般来说采用此种退磁方法效果不大,只能少量退磁可以临时使用。

3) 磁铁交流退磁法:

这种退磁的方式是讲磁铁放入能够产生交流磁场的空间里面去,在经过交流磁场干扰之后,磁铁的内部的结构会被打乱,从而可以达到退磁的作用,用这个方法是比较常见的退磁的方法。

上述的三种方法对于强力磁铁退磁都有效,但是在平常我们还是要首选交流退磁法,它比高温退磁法和振动退磁法的退磁效果要好,且效率也高,是目前工业生产中采用最多的方法。

15.如何检测镀层质量?

镀层质量好坏直接影响到钕铁硼的使用寿命,钕铁硼镀层质量的检测主要方法有:

1) 外观目测

外观主要通过肉眼观察,在自然光(日光,非直射)下最好,或在照度相当于40W 的日光灯下观察。不应有起泡、脱皮、局部镀不上和色调不均匀、污渍、

水渍等。

- 2) 镀层厚度测量
- 3) 跌落试验（主要针对镀锌产品）
- 4) 划格试验（一般用于镀镍产品）
- 5) 激冷激热试验
- 6) PCT 压力试验
- 7) SST 盐雾试验
- 8) 恒温恒湿试验等

16.激光粒度仪测量钕铁硼粉粒度分布要注意什么？

钕铁硼颗粒带有较强的磁性，一般用透气法测量平均粒径，目前主要用于干法激光粒度仪测量粒度分布。钕铁硼粉在空气中具有自燃特性，环境温度稍高活其浓度达到一定程度时就自燃，常常会引燃吸尘器管路和滤网而烧毁吸尘器。应采用如下预防自燃的措施：(1)用高压氮气等惰性气体作为气源；(2)要将吸尘器管更换成表面光滑的聚乙烯管，使颗粒不在管路中沉积；(3)要选用水过滤的吸尘器。

17.哪些电机上会用到钕铁硼磁瓦？

钕铁硼是永磁体材料，也是永磁电机中不可缺少的组成部分，稀土永磁电机是钕铁硼磁体最大的应用领域，约占磁体总量的 70%，计算机硬盘配套的圈电机(VCM)占 40%~50%，所以计算机产业是永磁电机的最大用户。

常见永磁电机有：永磁直流电机、永磁交流电机。

永磁直流电机有：有刷直流电机、无刷电机、步进电机等。

永磁交流电机有：同步永磁电机、永磁伺服电机等。

18.无刷电机中如何应用钕铁硼磁瓦?

大家都知道,钕铁硼磁瓦或者钕铁硼径向磁环在电机产品中就像人的心脏一样重要,电流通电后与线圈产生的磁场带动钕铁硼磁瓦或者钕铁硼径向磁环磁场,所以,钕铁硼磁瓦或者钕铁硼径向磁环的磁场强弱多电机运转效率就显得非常重要。先让我们看看无刷电机有那些优势:

1) 无电刷、低干扰 无刷电机去除了电刷,最直接的变化就是没有了有刷电机运转时产生的电火花,这样就极大减少了电火花对遥控无线电设备的干扰。

2) 噪音低,运转顺畅 无刷电机没有了电刷,运转时摩擦力大大减小,运行顺畅,噪音会低许多,这个优点对于模型运行稳定性是一个巨大的支持。

3) 寿命长,低维护成本 少了电刷,无刷电机的磨损主要是在轴承上了,从机械角度看,无刷电机几乎是一种免维护的电动机了,必要的时候,只需做一些除尘维护即可。

无刷电机,顾名思义肯定就不需要碳刷原件了,在绕组线圈周围形成一个绕电机几何轴心全转的磁场,这个磁场驱动转子上的永磁磁钢转动,电机就转起来了,电机的性能和钕铁硼磁瓦数量、钕铁硼径向磁环磁通强度、电机输入电压大小等因素有关,真正决定其使用性能的还是无刷电子调速器,好的电子调速器需要有单片机控制程序设计、电路设计、复杂加工工艺等过程的总体控制,所以价格要比有刷电机高出很多。

19.铁氧体与钕铁硼的性能比较?

外观上:铁氧体质松且没有金属光泽,一般不电镀,通常为黑色。钕铁硼基本都要进行电镀,否则很容易生锈。表面有银白色金属光泽。

磁力上:据查资料得知,铁氧体磁力通常为 800-1000 高斯,密度为 $5(\text{g}/\text{cm}^3)$ 。

而在裸磁的状态下，钕铁硼磁力可达到 3500 高斯左右。密度为 $7.5(\text{g}/\text{cm}^3)$ 。

性能上：铁氧体耐温及稳定性都很好、相比之下钕铁硼普通的耐温只有 80 度。且价格也便宜。钕铁硼；钕铁硼具有体积小、重量轻和磁性强等特点，磁性跟铁氧体完全不一个级别。

价格上：铁氧体通常便宜，很多都是按件计算的，价格跟铁氧体的外形、尺寸、加工难度等都有影响。钕铁硼：现在钕铁硼价格几乎一天一变，具体跟你需要使用的牌号及特殊要求而定。

20.钕铁硼磁性材料如何保存？

1) 钕铁硼磁铁不要接近电子器材，因为磁铁本身就存在正负极，有一个电路回路，接近的话会影响电子设备及控制回路而影响使用。

2) 磁铁不要存放在潮湿的环境中，以免其氧化,导致外观、物理特性及磁性能发生变化。

3) 对金属物体有敏感反应的人若接近磁体，会照成皮肤粗糙、泛红。若出现上述反应，请不要接触磁铁。

4) 不要将磁铁接近软盘、硬盘驱动器、信用卡、磁带、借记卡、电视显像管等。若将磁铁接近磁性记录器等器件，会影响甚至破坏记录数据。

注意以下几方面：

- 1、磁铁千万不要放在强电流周边；
- 2、磁铁不能放在火上烤，经高温的；
- 3、磁铁是不能受到敲击和剧烈振动的；
- 4、体积小的磁铁不能与大磁铁放在一起；
- 5、蹄形磁铁也应在两极上加一片软铁使两极连起来，并把相邻磁铁的南北

极倒置；

6、小磁铁（如磁针）不能与大磁铁放在一起。

在保存钕铁硼磁铁时，对环境的要求就是干燥，还有就是不让钕铁硼磁材遇到酸碱之类的化学品，免得钕铁硼磁材受到影响，出现腐蚀、生锈等现象。所以将钕铁硼磁材放置于一层木板之上，对于避免受潮，还是有不错的效果的。存放磁铁时要始终十分小心，因为磁铁会自己吸附到一起，可能会夹伤手指。磁铁相互吸附时也有可能因碰撞而损坏磁铁本身（碰掉边角或撞出裂纹）。

（来源：中国稀土行业协会）