

文章编号: 1003-7837(2006)01-0051-05

# 广东省稀土材料产业现状及分析

刘志强, 李杏英

(广州有色金属研究院稀有金属研究所, 广东 广州 510651)

**摘要:**对广东省稀土产业的主要领域:稀土冶炼、稀土发光材料、稀土磁性材料、稀土贮氢合金、稀土陶瓷材料、稀土纳米材料及稀土晶体材料的分布和规模进行了评述,分析了广东省稀土产业的优、劣势,并提出了一些发展的建议。

**关键词:**稀土产业; 高新技术; 现状分析

**中图分类号:** TG146.4      **文献标识码:** A

改革开放20年来,我国稀土工业取得了飞速发展,成绩令世人瞩目。稀土生产和消费均保持了增长,产品结构调整取得了新的进展,全行业总体上保持了较为平稳的发展态势。2002年我国稀土矿产品产量已经达到8.84万t,稀土冶炼加工产品7.5万t,出口总量4.31万t。稀土在高新技术领域中的应用也取得了明显进步,2002年烧结钕铁硼产量为9000t,粘结钕铁硼产量为1000t,出口金额为9200万美元;CRT荧光粉1000t,灯用三基色荧光粉为880t;镍氢电池达3.5亿支,使用贮氢合金粉3500t<sup>[1]</sup>。然而,我国稀土行业中存在的问题也十分突出,如低水平的重复建设加剧了市场的无序竞争;生产增长过快,市场开发滞后,产销严重失衡;稀土应用产品比重过小;生产企业多、小、散,企业装备水平落后,产品质量不稳定;科技投入不足及创新乏力等。这些问题已经严重地制约了我国稀土产业的持续发展。

## 1 广东省稀土产业的格局和现状

广东省作为我国稀土资源的大省,有较为丰富的南方中重稀土离子矿,已建立了一批从事稀土采、选、冶和生产稀土应用产品的企业,在广东省的经济发展中起到了重要的作用。

### 1.1 稀土冶炼

广东拥有广州鑫光珠江冶炼厂、广州福达集团阳江稀土厂、德庆兴邦稀土冶炼厂、平远稀土冶炼厂、广东电白稀土冶炼厂、南山海稀土冶炼厂和江门稀土冶炼厂等一批年处理稀土能力超过1000t的大型企业,其中广州鑫光珠江冶炼厂和福达阳江稀土厂为超大型企业。

广州鑫光珠江冶炼厂一直以稀土分离加工为主,具有年产3000t离子型稀土氧化物分离生产的宏大规模和年产700t的氧化钇及钇钆、钇铽共沉物等为主导的一系列稀土氧化物、化合物、金属、合金、永磁材料、发光材料、抛光粉等,是中国南方最大的稀土生产基地。

福达阳江稀土厂的年生产能力达300多吨,2000年该厂销售额为3亿元人民币,是全国6大稀土分离厂之一。产品主要销售对象有美国通用汽车、通用电气,荷兰飞利浦,日本东芝及韩国三星等公司。

惠州市南方稀土金属材料有限公司是一家开发、生产及销售高纯单一稀土金属、合金系列产品的国家重点高新技术企业,总投资7000万元人民币,建有中重稀土金属生产厂、轻稀土金属生产厂和稀

收稿日期: 2005-12-30

作者简介: 刘志强(1973-),男,湖北蒲圻人,高级工程师,硕士。

土应用研究所,能为客户提供各种形态的16种单一稀土金属以及稀土合金,其质量处于国内先进水平。

广东省还有一些专门从事高纯稀土氧化物生产的小型企业,如从化建丰稀土材料厂、广州有色金属研究院、清远嘉禾稀有金属材料厂及惠州瑞尔等,主要从事荧光级氧化铕的生产,其产量约占全国的五分之一。

## 1.2 稀土发光材料<sup>[2]</sup>

稀土发光材料的优点是吸收能力强,转换率高,可发射从紫外到红外的光谱,在可见光区域,有很强的发射能力,且物理化学性质稳定,被广泛应用于显像管、照明及医疗设备等方面。目前,广东生产的稀土发光材料主要有稀土三基色荧光粉、彩电荧光粉、长余辉蓄光材料和白光LED用三基色荧光粉。

广东省从事稀土三基色荧光粉的厂家主要有江门科恒、南海朗达、深圳企荣及广州有色金属研究院等。江门科恒是与上海复旦大学合作的生产厂家,以生产稀土三基色荧光粉为主,主要应用于紧凑型节能灯及细管径荧光灯,年产量达150 t,其产量和质量均处于国内前三位。同时,还研制出一系列特殊波段的新型荧光粉,所配制的高显色性荧光粉达到国内一流水平,直管型节能灯成灯Ra可达93~96,紧凑型节能灯Ra=90±2。

广东生产彩电荧光粉( $Y_2(Eu)O_3:S$ )的企业只有广州珠江光电新材料有限公司。该公司是由日本化成光电株式会社与中国珠海鑫光集团公司合资专业生产荧光粉的厂家。产品是日本最先进技术与中国最优质稀土原料相结合的产物,产品质量居世界先进水平,其规模仅次于咸阳彩虹和上海跃龙。

稀土长余辉蓄光材料的性能优于ZnS型和SrS型长余辉粉,其用途非常广泛,市场前景广阔,已实现了大规模产业化生产,国内有许多厂家生产绿色、绿黄色荧光粉。目前,广东省生产长余辉粉和长余辉制品的单位有广州有色金属研究院、深圳清华彩虹及广州导明夜光材料制品厂等。其中广州有色金属研究院的夜光粉的生产规模最大,年产量达50 t,仅次于大连路明、山东伦博。其粉末质量高,初始亮度达20000 Mcd/m<sup>2</sup>,余辉时间长达12 h。

## 1.3 稀土磁性材料<sup>[3]</sup>

稀土磁性材料按其合金成分可分为三类:(1)稀土-钴永磁材料( $SmCo_5$ ,  $Sm_2Co_{17}$ );(2)稀土-铁永磁材料( $Nd_2Fe_{14}B$ );(3)稀土铁氮永磁材料(RE-Fe-N

系)。

1980年代Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B型稀土永磁体问世,以优异的性能和较低的价格在许多领域中取代了Sm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>型稀土永磁体,已广泛应用于能源、交通、机械、医疗、计算机及家电等领域。2002年中国烧结Nd-FeB产量占世界总产量的50%,粘结NdFeB占世界总产量的24%。但中国的NdFeB产业仍未形成规模化经营,产品的磁能积多为40 MGOe以下,只能应用于音响器材、磁化器及磁选机等产品。国内生产NdFeB的企业主要集中在山西、宁波、京津等地区。广东省生产NdFeB的企业也比较多,如广东肇庆三环京粤磁厂、江门粉末冶金厂、深圳北大双极高科技股份有限公司、广东省梅州磁性材料厂、广东德庆稀土磁性材料厂、深圳南冠精密合金厂和深圳韵科材料有限公司等。

广东肇庆三环京粤磁厂是广东省内最大的烧结NdFeB磁性材料厂,年生产能力达800 t,其主要技术来自中科院三环公司,已生产出磁能积45 MGOe以上的产品。

江门粉末冶金厂采用北京钢铁研究院的技术生产粘结NdFeB,其产能和质量在国内同类生产企业中处于先进行列。

深圳北大双极高科技股份有限公司主要从事新型稀土永磁材料——高性能钕铁氮磁性材料(磁粉、磁体和设备)的研究开发、生产和销售。目前,已形成年产50 t磁粉的中试生产线。二期扩产使磁粉及相关磁体产品的年产量达500 t,所生产的钕铁氮磁粉性能指标良好。在常温(25℃)下矫顽力大于400 kA/m,剩余磁感应强度为0.9~1.2 T,最大磁能积为15~20 MGOe(高出日本的5倍);在低温(-269℃)下矫顽力大于800 kA/m,剩余磁感应强度大于1.3 T,最大磁能积大于30 MGOe。相对于烧结磁体,用钕铁氮制作的粘结磁体,可一次成型并达到精密的尺寸精度,易于直接加工成薄壁环形、瓦型等形状,可幅向充磁、多级充磁,具有更强的抗氧化和抗腐蚀能力,重量更轻。其主要用于电脑、办公自动化产品、数字家电及汽车工业微型电机等方面。产品用途广泛,市场前景广阔。

## 1.4 稀土贮氢合金<sup>[4]</sup>

在能源短缺和环境污染日益严重的今天,贮氢材料的开发与应用自然成为研究的热点。稀土与过渡族元素的金属间化合物MMNi<sub>5</sub>(MM为混合稀土金属)及LaNi<sub>5</sub>是优良的吸氢材料。稀土贮氢材料可

以被用作 Ni/MH 电池的阴极材料。镍氢电池与传统的镍镉电池相比,其能量密度提高两倍,且无污染,被称为绿色能源。Ni/MH 电池应用广泛,如笔记本电脑、计算机、摄像机、收录机、数码相机、通讯器材等。广东省是我国镍氢电池生产的聚集地,拥有比亚迪、广州电池厂、珠海太一、深圳量能等一大批镍氢电池生产企业,每年需要大量的稀土贮氢合金。目前,国内贮氢合金粉年需求量为 3500 t,在甘肃稀土、厦门钨业、宁波申江已建立了年产 1000 t 的大型贮氢合金的生产企业,其 0.2C 放电容量达到 340 mAh/g 左右。目前,广东生产贮氢合金的企业主要有四会达博文、深圳津高达、中山天骄、中山先科、广州有色金属研究院等,这些企业的生产规模较小,除四会达博文的年产量达到 500 t 外,其他企业的年产量均未达到 100 t。广州有色金属研究院已通过中试制备出 0.2C 放电容量大于 340 mAh/g 的高性能贮氢合金,循环寿命大于 500 次,可装配成 AA 型 2000 mAh 电池;10C 放电容量大于 270 mAh/g,循环寿命大于 300 次的动力电池用合金粉,其主要性能指标接近日本的产品。

### 1.5 稀土纳米材料<sup>[5]</sup>

稀土元素具有特殊的物理性能和化学性能,稀土材料纳米化将使其展现出更多的奇异性。纳米稀土材料已应用于研磨抛光材料、催化剂及发光材料等领域中。目前,国内仅少数几家企业可生产纳米稀土氧化物,如上海福纳稀土新材料有限公司、上海高纳粉体技术有限公司和江苏卓群纳米稀土有限公司。他们生产的粉末团聚体粒度分布  $d_{50}$  大于 400 nm。目前,广东省只有广州有色金属研究院能生产纳米稀土氧化物,其年生产能力为 10 t,单一粒径小于 50 nm,粉末团聚体粒度分布  $d_{50}$  小于 150 nm,产品已出口到美国等国家。

### 1.6 稀土陶瓷材料<sup>[6]</sup>

稀土元素是以掺杂的方式加入陶瓷材料中,掺杂微量的稀土可以极大地改善陶瓷材料的烧结性能、微观结构、致密度、相组成及物理和机械性能。目前,实际生产中常用的稀土陶瓷材料为氧化钇部分稳定和稳定的氧化锆,掺杂稀土的  $ZrO_2$  增韧陶瓷可用作耐磨材料,如内燃机零部件、刀片、模具镶嵌件、计算机驱动元件、密封件与陶瓷轴承等。目前,国内的主要生产企业有江西九江泛美亚、江西晶安等。江西晶安年产稀土陶瓷材料 2000 t。泛美亚(九江)高

科技材料有限公司是国内规模最大的专业化生产高科技陶瓷粉体的高新技术企业,由加拿大泛美亚科技投资有限公司独资兴建。目前,广东生产稀土陶瓷材料的企业主要有广东华旺、深圳南玻和东方锆业等企业。其中广东华旺年产约 600 t 稀土陶瓷材料,产品主要销往国外。东方锆业科技股份有限公司是专业从事锆系列制品研究、开发和生产的国家级重点高新技术企业,年产约 300 t 稀土陶瓷材料。南玻集团拥有从日本和美国引进的最新陶瓷生产设备,经过十多年的技术积累,其产品质量达到了国际先进水平,是目前国内最大的稀土结构陶瓷生产企业。

近年来,移动电话和计算机的迅猛发展,使陶瓷电容器的需求量大大增加,陶瓷电容器主要有 Ba-TiO<sub>3</sub> 基掺杂稀土和 SrTiO<sub>3</sub> 基掺杂稀土。La, Ce, Nd 等稀土元素在陶瓷电容器中发挥着重要作用,PTC 热敏半导体材料可用作过电过热保护元件、温度补偿器、温度传感器、延时元件和消磁元件等。目前,国内生产稀土陶瓷电容材料的企业主要有成都宏明电子科大新材料有限公司、北京村田和上海京瓷等。目前,广东生产稀土陶瓷电容材料的企业主要是肇庆风华高科,其年产值超过 13 亿元,处于国内领先的位置。

### 1.7 稀土晶体材料<sup>[6]</sup>

近几年,小型化、高效率、全固态激光器件的研制在激光领域中非常活跃,而优质的激光晶体则是高效率激光器的基本保证。纯钷酸钷晶体是光学偏振元件的优质材料。掺钷钷酸钷晶体是优质的激光晶体,可广泛地应用于激光通讯、激光测距、激光印刷、卫星测量、导航等领域中。目前,国内的主要生产企业有北京烁光特晶科技有限公司、合肥科晶材料技术有限公司、顺港集团公司和福建结构研究所等。北京烁光特晶科技有限公司拥有 20 台高频感应提拉炉,年产量可达 200 kg。目前,广东生产稀土钷酸钷晶体材料的企业主要有深圳昂纳和深圳奥普。

### 1.8 稀土热稳定剂<sup>[7]</sup>

英、法、日、前苏联等国早在 1970 年代就开展了稀土热稳定剂的研究,并合成了一系列有机酸稀土化合物如水杨酸稀土、柠檬酸稀土、环烷酸稀土和硬脂酸稀土等,将这些有机酸稀土化合物添加到 PVC 中,发现它们对 PVC 的热稳定作用优于传统的 PVC 热稳定剂,透明性好,而且不受硫化物污染,无毒,能与

锌皂等起协同作用。近年来,稀土热稳定剂发展很快,研究开发也很活跃,如中国科技大学、广东工业大学、浙江大学和福州二轻研究所等科研单位已取得了多项稀土类稳定剂的科研成果,并已商业化生产。目前,全国稀土热稳定剂的总产能估计已超过3万t。我国已研制出了一系列稀土热稳定剂,如羧酸稀土及其液体复合热稳定剂,单硬脂酸稀土、双硬脂酸稀土、稀土-锌复合热稳定剂等。这些热稳定剂的透明性佳,当被用于乳白色压延膜时,其白度和拉伸强度均高于铅盐制品,同时还有低毒、高效、多功能及价格适宜等优点,适用于软硬质、透明与不透明PVC制品,可取代通用的热稳定剂及有机锡稳定剂。目前,国内有常熟合成化工厂、浙江仙居合成化工厂、江阴市华士日用品化工厂、广东肇庆鼎湖精细化工厂和广东广洋科技实业有限公司从事稀土热稳定剂的生产。其中广东广洋科技实业有限公司是国内最大的稀土热稳定剂生产厂家,生产规模达2万t/年。

## 2 发展广东省稀土产业需要重视和解决的问题

### 2.1 广东省稀土产业优、劣势分析及对策

#### 2.1.1 矿产资源

广东省稀土矿产主要是南方稀土离子矿,其目前采用池浸开采技术,由于技术不够完善池浸开采的回收率低,严重破坏生态环境,因此近年来国家对南方中重稀土离子矿实行了限制性开采。南方稀土离子矿的中重稀土较北方和国外丰富,广东必须大力推广全复式完全型南方离子稀土矿原地浸矿技术,研究开发占南方稀土离子矿80%的全复式不完全型矿的原地浸矿工业提取中重稀土,提高南方稀土离子矿的利用率,保护生态环境。

#### 2.1.2 稀土冶炼

由于对广东南方稀土离子矿进行限制性开采,导致了稀土分离企业的原料供应紧张。广东应利用中重稀土资源丰富的优势,进行中重稀土分离、深加工,分离出高纯中重稀土。由于广东地区的能源、人力资源较贵,稀土金属冶炼产业规模不大,江西、包头都有大型电解稀土金属产业,而广东主要还是采用中间合金法生产,产品缺乏竞争力。广东稀土冶炼企业应当根据国内外市场需求的变化来调整产品的种类、品种和产量,通过联合、兼并、资产重组、资源优化配置,实现专业化分工、多样化结构、集约化经

营,形成有国际竞争力的企业集团。

#### 2.1.3 稀土新材料产业

目前,广东的稀土新材料产业普遍存在规模偏小的问题,如贮氢合金的生产,广东现有十来家生产厂家,其总的生产能力还抵不上厦门钨业、宁波申江、甘肃稀土中的其中一家,远远满足不了广东地区的需求。磁性材料也存在同样的问题,广东地区光电产业发达,对高性能磁性材料的要求较大,但广东地区的磁性材料的生产规模小、产品质量较差。广东的发光材料在全国还比较有优势,如江门科恒、广州有色金属研究院等的产品质量和生产规模均处于前列。在广东有一条比较好的稀土产业链,即高纯稀土原料→稀土发光材料→元器件→终端应用。

#### 2.1.4 稀土应用产品开发

目前,广东地区的稀土材料应用研究力量不足,广东地区的稀土生产技术基本上都是来自外省,如江门科恒的技术来自上海复旦,肇庆京粤的技术来自北京中科三环,深圳北大双极的钕铁氮的技术来自北京大学。稀土开发应用最重要的因素是技术人才,目前省内人才缺乏,科研单位和高校间的人才网络尚未形成。除以中山大学苏锵院士为带头人的课题组在稀土发光材料领域及广州有色金属研究院在稀土发光材料、贮氢合金、磁性材料、纳米材料、高纯材料等方面开展研发工作外,省内没有专门的稀土应用研究开发机构和专项基金。

#### 2.1.5 稀土市场需求

广东地区对稀土的消费需求较大,有广阔的市场,国内大部分镍氢电池生产厂家,如深圳比亚迪、江门三捷等都聚集在广东地区,年贮氢合金需求量超过2000t。珠江三角洲地区是世界机电产品加工的聚集地,对磁性材料的需求量很大,如果能以加大磁性材料的生产来带动稀土金属的发展,可形成良好的稀土金属产业链。同时由于广东地区在铝合金、电子陶瓷和光电产品等方面的优势,都会增加对稀土的需求量。

### 2.2 发展广东稀土产业的若干建议

#### 2.2.1 依靠科技创新,发展我省稀土产业

目前,我省许多企业存在设备简陋,技术水平低,产品单一、档次低、质量不稳定,环境污染严重等问题,需要通过技术改造和创新,研制或引进先进设备,开发先进工艺技术和新产品,提高产品档次和附加值,使企业的产品性能达到国内外先进水平,提高



企业产品的竞争力。大力发展具有我国自主知识产权的稀土高科技新材料及其应用产品。我们认为要重视研究开发以下重点领域:

(1)成本低、综合性能高的稀土贮氢合金。目前,广东省有大批镍氢电池生产厂家从国外采购高性能稀土贮氢合金,仅深圳比亚迪一家就需要进口几百吨。研究综合性能高的稀土贮氢合金,主要是研发容量大、输出功率高的用于低温和高温镍氢电池的贮氢合金,研发成本低、钴少性能高的贮氢合金。

(2)重点研究开发和产业化 PDP 用荧光粉、白光 LED 荧光粉。近几年,PDP 在国内外迅速发展,世界 PDP 市场从 2000 年的 20 万台,迅速上升到 2005 年的 480 万台。在国内 PDP 用荧光粉正处于研发阶段。广东是我国彩电生产的一个重要基地,目前,广东的 TCL 公司已经开始生产 PDP,应加快 PDP 用荧光粉的研制,与器件厂家紧密结合进行产业化。白光 LED 是一种无汞、高光致、高显色性绿色节能新型光源,在普通照明领域显示出良好的应用前景。目前,广东从事 LED 器件生产的厂家有几十家,加快白光 LED 用红、绿、蓝三基色荧光粉势在必行。

(3)稀土催化剂材料。目前,我国对空气污染治理措施的加强,刺激了汽车尾气净化器的市场需求,汽车尾气催化剂材料的开发应用进一步受到重视。采用铂铑等贵金属的催化剂活性高,净化效果好,但价格昂贵,而稀土汽车尾气催化剂的价格低,且热稳定性和化学稳定性好,活性较高,寿命长,抗 Pb, S 中毒。我国目前对稀土汽车尾气净化催化剂的需求尚未形成规模,但随着国家对治理环境污染的重视及相关政策的制定,稀土汽车尾气催化剂材料必将得到广泛应用,稀土汽车尾气净化催化剂将成为我省稀土应用的又一重要领域,从而带动稀土工业的发展。

(4)半导体元件用超细、高纯氧化铈研磨材料的

研制。广东地区已成为世界光电产业加工的一个集聚地,对半导体光电器件的加工将需要大量的研磨抛光材料。

## 2.2.2 开拓市场,推广应用是稀土产业持续发展的重要途径

近几年,我国稀土消费增长缓慢,国内稀土市场消费有限,造成过分依赖国外市场,导致稀土价格偏低。稀土新材料厂要重视材料的应用开发,投入资金主动与器件厂和终端产品生产厂家合作,共同研究开发新器件和稀土应用制品,形成稀土产业链,促进材料的推广应用和产业化进程。

## 2.2.3 调整产业结构,走集约化、专业化发展道路

稀土行业整合重组走集约化发展道路势在必行,产业组织结构调整应当从我国稀土行业的特点出发,通过联合、兼并、资产重组、资源优化配置,实现专业化分工、多样化结构、集约化经营,形成若干有国际竞争力的企业集团。

## 参考文献:

- [1] 国家计委稀土专家组. 对我国稀土产业可持续发展的建议[J]. 稀土信息, 2003, (2): 2-7.
- [2] 徐学基. 稀土发光材料及其应用的发展[J]. 稀土信息, 2003, (12): 7-10.
- [3] 稀土材料国家工程研究中心. 蓬勃发展的稀土磁性材料[J]. 稀土信息, 2002, (8): 7-11.
- [4] 林河成. 我国稀土贮氢合金的生产、应用与市场[J]. 矿冶, 2003, 12(2): 80-84.
- [5] 姜亚昌, 王巧梅, 李华. 稀土纳米材料的应用及生产技术[J]. 稀土信息, 2002, (8): 19-20.
- [6] 陈占恒. 稀土新材料及其在高技术领域的应用[J]. 稀土, 2000, 21(1): 53-57.
- [7] 汪多仁. 稀土热稳定剂的开发与应用[J]. 塑料助剂, 2004, (3): 4-6.

# The analysis on the rare earth industry of Guangdong

LIU Zhi-qiang, LI Xing-ying

(Rare Earth Metallurgy Research Department, Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

**Abstract:** It is reviewed that the distribution and scale of the main fields of rare earth industry such as rare earth metallurgy, luminescence, magnetism, hydrogen storage alloy, ceramics, nanomaterials, crystal et al. The advantage and disadvantage of rare earth industry were analyzed, and some advances of development were given.

**Key words:** rare earth industry; high and new technology; actuality analysis