

文章编号: 1003-7837(2006)04-0275-05

我国稀土永磁材料的发展和需求分析

伍尚南¹, 肖方明², 唐仁衡²

(1. 肇庆三环京粤磁材有限公司, 广东 肇庆 526020;

2. 广州有色金属研究院稀有金属研究所, 广东 广州 510651)

摘要: 主要论述了我国稀土永磁材料的发展历程, 从宏观角度分析了我国钕铁硼产业的发展情况和区域分布, 介绍了我国稀土永磁材料在应用领域与日本、美国的对比情况, 同时对我国稀土永磁材料的需求前景进行了预测和分析。

关键词: 稀土永磁; 钕铁硼; 产业; 发展; 需求

中图分类号: TM273 **文献标识码:** A

目前, 全球经济已进入信息化时代, 稀土永磁材料作为一种功能材料, 其地位越来越重要。它是各种电子产品的主要配套产品的原料, 无论是消费类家电产品, 还是工业类如计算机、通讯设备、汽车等都离不开稀土磁性材料。我国丰富的稀土资源、较低的人工成本和广阔的市场, 给稀土永磁产业的发展提供了十分有利的条件。当前, 中国烧结钕铁硼永磁材料的产量约占世界的 70%, 但产值只占 40% 左右^[1]。我们应加强科技创新和技术改造的力度, 以提高产品档次; 加强企业的管理水平, 以提高产品质量的稳定性, 使我国稀土永磁材料从大国走向强国。因此, 有必要总结和了解我国目前稀土永磁材料的发展概况、技术的研发情况, 以及稀土永磁材料的主要应用等。同时, 对我国稀土永磁材料存在的差距进行初步的分析, 为今后的工作提供借鉴。

1 稀土永磁材料的研究和开发历程

稀土永磁材料是指稀土金属和过渡族金属形成的合金经一定的工艺制成的永磁材料。它是现在已知的综合性能最好的一种永磁材料, 它比 19 世纪使

用的磁钢的磁性能高 100 多倍, 比铁氧体和铝镍钴的性能优越得多, 比昂贵的铂钴合金的磁性能高一倍。稀土永磁材料的使用, 不仅促进了永磁器件向小型化发展, 提高了产品的性能, 而且促使了某些特殊器件的产生, 所以稀土永磁材料一出现, 立即引起各国的极大重视, 发展极为迅速。稀土永磁材料分为第一代(RECo_5)、第二代($\text{RE}_2\text{TM}_{17}$)和第三代稀土永磁材料(NdFeB)^[2]。其中第一和第二代稀土永磁材料由于含有稀缺、昂贵的战略金属钴, 使其发展受到了很大限制。第三代稀土永磁材料钕铁硼被称为“永磁王”^[3], 是目前磁性能最高的永磁材料, 而且还具有原材料丰富、价格便宜的特点, 其价格只相当于钕钴合金的 50% 左右。

我国于上世纪 60 年代开始研究第一代稀土永磁材料 SmCo_5 , 到 1975 年, 第一代稀土永磁材料 (SmPr) Co_5 的磁能积达到 204.5 kJ/m^3 。于 1976 年开始研究第二代稀土永磁材料 $\text{RE}_2\text{Co}_{17}$, 到 1978 年, 其磁能积达到了 247 kJ/m^3 , 已达到当时国际的先进水平。在 1983 年第三代稀土永磁材料钕铁硼问世, 北京钢铁研究总院于 1984 年 1 月制得磁能积为

收稿日期: 2006-10-12

作者简介: 伍尚南(1966-), 男, 广东肇庆人, 工程师, 大学本科。

万方数据

286 kJ/m³ 的钕铁硼永磁体,并在 3 个月后将磁能积提高到 321 kJ/m³. 1990 年包头稀土研究院谢宏祖等人研制出磁能积达 415 kJ/m³ 的钕铁硼永磁体,是当时世界最高的磁性能水平. 于 1996 年又批量生产出磁能积 374 kJ/m³ 的钕铁硼永磁体,为美国科学家丁肇中教授领导的宇航空间站探测反物质试验(α -质谱仪)提供了高性能磁体^[4]. 1981 年北京大学杨应昌院士等人成功研制出 ThMn₁₂ 结构氮化物稀土永磁材料^[5-6], 随后研究发现: Nd(Fe, M)₁₂N_x 和 Pr(Fe, M)₁₂N_x 具有优异的内禀磁性,完全可与被誉为永磁之王的钕铁硼相媲美,这些研究成果在国际磁学界产生了巨大反响,并且这些成果完全拥有自主知识产权,已取得国内外发明专利. 后来,北京大学又开发出磁能积为 119~158kJ/m³ 的 R(Fe, M)₁₂Ny (R=Pr, Nd; M=Mo, Ti, V) 间隙化合物稀土永磁材料^[7], 并于 2004 年 10 月,与深圳中核集团公司签约,拟在深圳建设年产 1000 t 钕铁氮磁粉的产业化示范生产线.

2 钕铁硼永磁产业的发展情况

我国钕铁硼磁体产业自 1984 年以来取得了长足的发展. 特别是近年来,先后涌现出近 10 家产销超亿元的企业集团、20 多家出口创汇超百万美元的企业. 一方面,随着国内外市场对烧结钕铁硼磁体需求量的日益增长,推动了我国钕铁硼磁体的生产能力及产量的高速发展. 特别是国外一些相关企业纷纷在我国设厂,如 Motorola, NOKIA 移动电话公司; BELL, LUCHUN 通讯公司; 大众、福特、通用等汽车公司; IBM, DELL, COMPAC 等电脑公司等^[8], 市场的需求促进了我国钕铁硼产业的快速发展,并构成了我国成为世界钕铁硼生产大国的必要条件. 另一方面,我国拥有优秀的人才、廉价的原材料和劳动力,这构成了我国成为世界烧结钕铁硼生产大国的基础和前提. 所以,自上世纪 90 年代起,我国烧结钕铁硼的产量已相继超过了美国和日本,成为世界上增长最快、产量最大的国家,见图 1^[8-9].

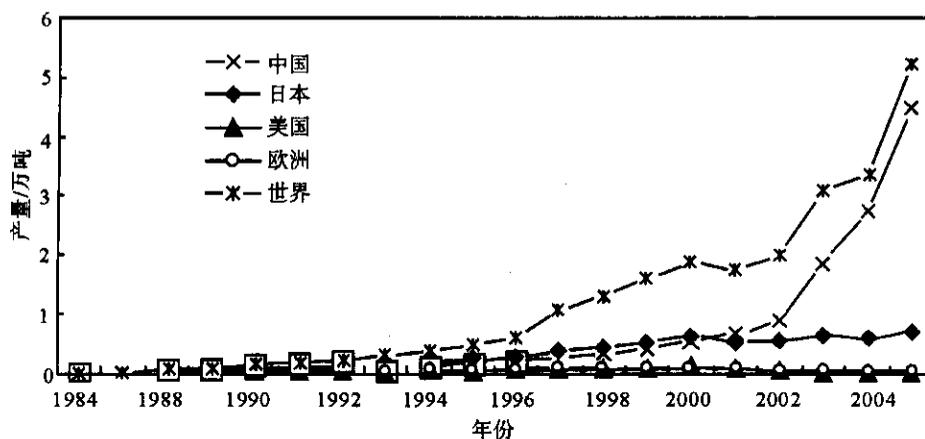


图 1 烧结钕铁硼主要生产国的产量(1984~2005 年)

Fig. 1 Output of sintered NdFeB in China, Japan, USA, Europe & global total (1984-2005)

目前,我国钕铁硼产业已有相当的基础,全国共有烧结钕铁硼永磁材料厂 130 余家,较大的厂有 60 多家^[10],它们集中在山西、沪杭和京津地区,形成了中国三足鼎立的稀土永磁产业格局. 其中,浙江省烧结 NdFeB 磁体的产量占全国总产量的 47.1%;山西地区由于得天独厚的自然条件和低成本条件,其产量占全国产量的 21.7%;京津地区的产量居第三位,占全国产量的 11.7%;其余 19.5% 则分散在苏、冀、内蒙、鲁、豫、川、陕、甘、宁九省以及东北地区^[8].

万方数据

近几年,内蒙古包头市依靠其资源优势和气候干燥的条件,使烧结钕铁硼的发展异常迅速. 通过招商引资,在包头高新技术产业开发区分别引进了包头韵升强磁材料有限公司、日本昭和电工公司与包钢稀土高科等公司共同投资组建的包头昭和稀土高科新材料有限公司,计划生产能力分别为 3 500 t 和 5 000 t,包头韵升强磁材料有限公司生产的钕铁硼磁能积高达 398kJ/m³. 包头正在成为我国大规模生产高档钕铁硼材料的重要基地.

在众多的烧结钕铁硼生产厂家中,生产能力达到千吨以上的有北京中科三环高科技股份公司、宁波韵升强磁材料股份有限公司和北京安泰科技股份有限公司等近 10 家公司^[11]。涉足钕铁硼的上市公司有中科三环、宁波韵升、安泰科技、津滨发展、首钢股份和太原刚玉 6 家公司。目前,我国购买了住友与 MQI 覆盖全球专利许可的烧结 NdFeB 磁体企业只有中科三环、北京京磁、银纳金科、宁波韵升和安泰科技五家^[12]。

3 我国稀土永磁材料的需求分析^[13]

2000 年我国稀土磁体(NdFeB+SmCo)的产值首次超过铁氧体,至今仍保持着增长的势头,这说明稀土磁体在 21 世纪将唱主角^[8]。当今磁体性能最高的 NdFeB 稀土永磁材料在 80 年代初问世时,正好赶上计算机产业的微型化,使该磁体立即成为制造诸如磁盘驱动器等计算机外设的关键材料。NdFeB 还广泛用于各类消费电子器件中,如 90 年代以来在全球迅速普及的移动通讯设备——手机也离不开 NdFeB。作为朝阳产业,特别是以信息产业为代表的知识经济的发展,将使其新的应用成长点不断涌现,不断带来新的用途。

3.1 主要领域的需求

3.1.1 日常生活的需求

稀土钕铁硼永磁材料已广泛应用于国民经济的各个领域,与人们的生活息息相关。小到手表、照相机、录音机、VCD,大到汽车、发电机、磁悬浮列车等,永磁材料无所不在^[14]。用稀土永磁材料可使电子产品的尺寸进一步缩小,性能大大改善,从而适应当今电子产品轻、薄、小的发展趋势。随着我国经济的发展和人们生活水平的不断提高,对稀土永磁材料的需求量将迅速增加。

3.1.2 高新技术产业的需求

目前,世界上约有 70% 的钕铁硼磁体被用于计算机、通讯产品、高档汽车电机及核磁共振仪上。据中国权威 IT 调查评测机构 CCID 的统计报告显示,2003 年我国家用电脑的总销量达到 1 050 万台,占全球总销量的 10%^[15]。随着电脑硬、软磁盘及光盘驱动器和打印机驱动头这些使用钕铁硼永磁体最多的产业向中国转移和逐步实现国产化,计算机产业必将成为钕铁硼永磁材料在国内的主要应用领域。在通讯产品中,目前用于手机的我国生产的钕铁硼

万方数据

永磁材料已占全球用量的 70%^[8]。随着我国经济的持续发展和公共卫生体系的逐步健全,对高档医疗器械如核磁共振成像仪的需求正在迅速增长。目前,我国生产核磁共振成像仪的企业将近十家,国外著名的核磁共振成像仪生产企业如美国通用电气公司也已将其核磁共振成像仪的生产基地移至中国。我国生产的钕铁硼永磁材料已经进入这一应用领域,未来一定会得到更好的发展。

3.1.3 传统产业和支柱产业技术提升的需求

除在高新技术领域中广泛应用外,传统产业和支柱产业也对钕铁硼磁体有极大的需求。在电机行业,目前世界上 50% 以上的能源消耗在电机上。而稀土永磁电机由于没有激磁线圈和铁芯而无损耗、不发热^[16]。目前,稀土永磁电机约有 200 万千瓦,只占各类电机总容量 4 亿千瓦的 0.5%。若用稀土高效节能电机代替老式 J-JO 及 J2-JO2 系列电机的 50%,即 1 亿千瓦,则约需高性能烧结钕铁硼磁体 5 万吨。使用稀土永磁高效电机可节能 15%~20%,减轻电机重量 20% 以上^[17]。在汽车工业方面,钕铁硼磁体已应用于汽车的点火线圈、电动助力转向器、各种控制电机和音响喇叭等。对于用于汽车的永磁电机来说,以年产 270 万辆汽车,每辆车用永磁体 2.5 kg 计,仅此一项就需高性能永磁体 6 750 t^[18]。

3.2 近几年的市场规模和未来的需求预测

据统计,2004 年我国钕铁硼材料的市场规模达到 32.8 亿元,年增长率达到 27.6%,见图 2^[5]。预计到 2010 年我国钕铁硼产量将达到 70 000 t,占世界产量的 75%,年产值将达到 260 亿元^[19]。表 1 列出了 Morgan Stanley(摩根斯坦利)对日本钕铁硼市场需求量的预测^[20]。从表 1 中可以看出,到 2010 年日本的汽车和马达市场对钕铁硼的需求量将达到目前各领域全部使用量的 1 倍以上^[21]。

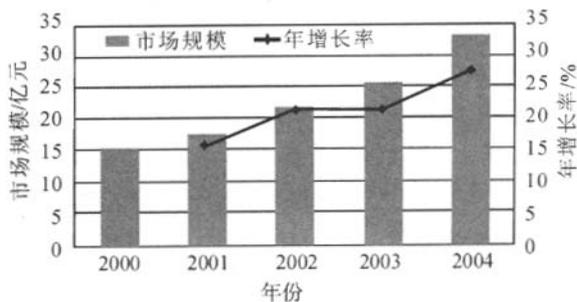


图 2 我国钕铁硼的市场规模及增长率

Fig. 2 The NdFeB scale and increase rate in China

表1 摩根斯坦利对日本钕铁硼需求量的预测

Table 1 The NdFeB demand forecast to Japan by Morgan Stanley

年份	钕铁硼需求量/t				合计
	磁盘驱动器	汽车和马达	核磁共振仪	其它	
2003年	2000	2000	1000	500	5500
2010年	2377	11500	838	1000	15715

4 我国与日本、美国在稀土永磁材料应用领域中的对比

稀土永磁材料的应用领域可分为:核磁共振仪、计算机(包括音圈电机(VCM)和硬盘驱动器)、计算机外设、机电(含汽车、照相机、数控电机等)、音像电子、通讯电子和其他七大类。中、美、日三国在稀土永

磁材料应用市场的对比列于表2。

5 结语

目前,我国在稀土永磁材料的基础研究和技术开发等方面都已具备与国际先进水平抗衡的实力,钕铁硼的产量已经超过日本,成为生产大国。在未来10年内,世界钕铁硼的应用仍将以20%~30%速度增长,显示出这个行业的发展已渐入佳境,正驶入“快车道”。但同时我们也看到,目前还存在某些问题,要尽快解决。第一,提高磁材的质量和性能,开拓新的应用领域;第二,提高我国稀土永磁关键设备的制造水平,从而提高现代化生产水平;第三,加大拥有自主知识产权的稀土永磁材料的开发力度,加强企业知识产权的竞争意识。只有这样才能使我国的稀土永磁体事业跃上新台阶,并保持长盛不衰和高速发展的局势!

表2 中国美国日本在稀土永磁材料应用市场上的对比

Table 2 The power contrast of rare earth permanent magnet application in China,USA, and Japan

国家	市场分类					
	计算机	机电	核磁共振仪	音像电子	计算机外设	通讯电子
中国	实力较弱	第二	第二	统治地位	实力较弱	第二
日本	统治地位	优势地位	实力较弱	第二	统治地位	统治地位
美国	第二	实力较弱	统治地位	实力较弱	第二	实力较弱

参考文献:

- [1] 谌立新. 我国已成为世界最大的稀土永磁材料生产基地[J]. 功能材料, 2006, 3(1): 40.
- [2] 周寿增, 董清飞. 超强永磁体[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999.
- [3] 胡伯平. 中国稀土永磁产业的发展及展望[J]. 新经济导刊, 2004(20): 65.
- [4] 稀土信息网. 稀土永磁材料[EB/OL]. [2005-12-21]. <http://www.cre.net>.
- [5] 王震西, 胡伯平. 稀土永磁的产业现状及应用[C]//中国稀土学会. 2004年中国稀土永磁材料论坛. 北京: 中国稀土学会稀土永磁专业委员会, 2004: 1-7.
- [6] 杨应昌. 开发中的新型永磁材料——稀土-铁-氮间隙型化合物[J]. 中国稀土学报, 1994(12): 513-519.
- [7] 喻晓军, 王冬玲. 稀土永磁材料的技术发展近况[C]//中国稀土学会. 2004年中国稀土永磁材料论坛. 北京: 中国稀土学会稀土永磁专业委员会, 2004: 42-48.
- [8] 罗阳. 中国NdFeB磁体产业近况[J]. 磁性材料及器件, 2005, 36(2): 1-6.
- [9] 罗阳. NdFeB磁体产业晋级新阶段[J]. 稀土信息, 2006(4): 8-10.
- [10] 林河成. 我国稀土永磁材料的发展现状[J]. 粉末冶金工业, 2005, 15(2): 26-31.
- [11] 梁树勇, 王惠新, 苏振华, 等. 中国烧结钕铁硼磁体产业的历史、现状及未来[J]. 磁性材料及器件, 2005, 36(6): 1-6.
- [12] 和金生, 董丽平, 李晨松. 我国稀土永磁行业发展面临的主要问题及建议[J]. 稀土, 2005, 26(3): 83-85.
- [13] 李卫, 胡伯平, 李传健, 等. 稀土永磁材料[C]//北京有色金属研究院. 稀土应用发展战略研究. 北京: 北京有色金属研究院, 2004: 30-35.
- [14] 胡伯平. 中国稀土永磁产业的发展及展望[J]. 稀土信息, 2004(8): 8-10.
- [15] 和金生, 李晨松, 白瑶. 全球NdFeB稀土永磁材料产业的发展与趋势[J]. 有色金属, 2005, 57(4): 39-42.
- [16] 孙绪新, 周寿增. 稀土永磁电机的开发与应用[J]. 磁性

- 材料及器件,2005,36(5):22-24. 2004(4):10-12.
- [17] 邓万华,马善振. 稀土永磁电机的优越性[J]. 节能与环保,2002(11):54. [20] 刘思德. 日本稀土磁体生产状况[J]. 稀土信息,2005(2):20.
- [18] 张传林,胡文静. 稀土永磁材料的发展及在电机中的应用[J]. 微电机,2003,36(1):38-39. [21] 王彦. 日本钕铁硼磁体的生产[J]. 稀土信息,2006(4):35.
- [19] 贾敬东. 快速发展的中国稀土永磁产业[J]. 四川稀土,

The development and demand analyse of rare earth permanent magnet in China

WU Shang-nan¹, XIAO Fang-ming², TANG Ren-heng²

(1. Zhaoqing Sanhuan Jingyue Magnetic Products Ltd., Guangzhou 526020, China; 2. Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: The paper primarily discussed the development of rare earth permanent magnet in China. Analyse NdFeB industry's development and location distribution from macroscopical view. Introduce the contrast of rare earth permanent magnet application in China, USA, and Japan. And put up forecast and analyse about rare earth permanent magnet's demand in China .

Key words: rare earth permanent magnet; NdFeB; industry; development ; demand.