

# 从基础研究到高技术产业

## ——三环公司发展钕铁硼永磁材料的探索<sup>1)</sup>

王震西 李大军 郑观泽

(中国科学院三环新材料研究开发公司,北京 100080)

### 新的突破

1984年春,一种被称为第三代稀土永磁材料——钕铁硼,在中国科学院物理研究所和中国科学院电子研究所的实验室里诞生了。我国成为继日本、美国以后第三个研制成功这种新材料的国家。钕铁硼是迄今世界上磁性最强的永磁材料。它在许多领域有着重要应用。因而,它成为国际磁学界和工业界普遍关注的一项高技术成果,在世界范围内,其研究工作与产业化的规模正以前所未有的速度发展。

科学和技术发展的历史表明,任何一项高技术成果的出现,都是人们长期努力和不断积累的结果。同样,我国钕铁硼材料的研究成功,正是我国科技工作者近二十年努力的结晶。

1972年,周恩来总理指示中国科学院要大力抓好基础研究。遵照这个精神,中国科学院物理研究所磁学研究室认真调研分析了国内外磁学和磁性材料研究的基本情况和发展趋向,确定了稀土合金、非晶态磁性和磁记录物理作为长远发展的主攻方向,加强基础研究;并选派王震西同志到著名的法国总统科学顾问、诺贝尔奖金物理学奖获得者奈尔教授(L.Neel)指导的磁学实验室进修稀土合金和非晶态磁性。与此同时,中国科学院电子研究所也建立了稀土永磁材料实验室;并在第一和第二代稀土永磁的研究和应用方面取得了卓有成效的进展。这些努力成为80年代两所共同合作并在钕铁硼研究上取得重大成果的基础。

以丰富廉价的铁取代紧缺昂贵的钴,是国

际磁学界为之奋斗数十年的一个重大战略目标。我国钴资源奇缺(95%依靠进口),而稀土资源却十分丰富,以铁代钴,探索新一代廉价优质的稀土永磁材料,将具有重要的经济意义和战略意义。

可是,全世界各国的实验室经过近20年的研究和探索,都以失败告终。看来,应用传统的稀土合金工艺和方法难以取得成功,有些西方科学家甚至断言毫无希望。而与此同时,却有少数美国和日本实验室,转而应用新近发展起来的非晶态物理和急冷金属的新观念和新方法,在原有的稀土合金中,加入非晶态元素,以根本改变材料的基本结构和内在相互作用,进而改变物质的宏观磁性。这条将稀土合金和非晶态物性研究相结合的新路取得了成功。

在各国都处于完全保密的情况下,我们依靠十多年来在稀土合金和非晶态磁性领域研究积累的基础,在深入系统地研究稀土铁系合金的基本结构、电子态、自旋位形、相互作用、相变和宏观物性之后,独立地选择了创新的思路和正确的方法,并获得了和美国通用汽车公司实验室完全相当的结果。就在美国和日本科学家于1983年9月和11月向全世界公开宣布第三代稀土永磁材料——钕铁硼合金研制成功的同时,我们于1983年10月在江苏省常熟市第五届全国磁学和磁性会议上,公布了自己的研究成果。我们的实验室成为国际上研制成功第三代稀土永磁材料的少数几家实验室之一。

<sup>1)</sup>文中中国科学院三环新材料研究开发公司简称三环公司。

1983年10月,中国科学院物理研究所和中国科学院电子研究所共同合作,充分发挥各自多年从事稀土永磁合金及非晶态磁性研究方面的基础和优势,组织联合攻关,并结合我国国情,利用资源丰富、品种齐全的优势,大胆改进工艺,应用价值规律,选用国产廉价的低纯度钕稀土合金作为原料,研制成功低纯度钕稀土铁硼永磁合金,其磁性能和物理特性均达到了国际先进水平。这在国际上也是创新的,是第三代稀土永磁材料研究工作的一个重大新进展,比日本住友公司宣布用同类原料和工艺所得结果还早两年。现在日本已大量采用这种新工艺,年产低纯度钕铁合金500t,但最早提出并试验成功确是我们中国人。我们还探索出一整套具有我国自己特色的工艺技术,为进一步扩大中间试验和大规模工业生产奠定了基础,为充分利用国产廉价低纯度稀土原料,促进我国广泛使用的永磁材料早日更新换代创造了有利条件。

### 三环公司的目标

钕铁硼是目前世界上磁性最强的永磁材料,其磁能积已超过50MGOe,比普通铁氧体高十倍。它的应用必将引起永磁机电产品的更新换代,使之具有高效、节能、省材料等优点。因此,钕铁硼的发现立即引起了世界的轰动,很快就展现出巨大的市场前景。它在电机工业、汽车、计算机、磁悬浮、磁共振成像、采矿、机械、石油、化工、家电等许多领域都将有广泛的应用。根据专家预测,90年代末其市场规模将达到数十亿美元。

钕铁硼的主要原料是稀土金属钕,我国是稀土资源大国,稀土储量占世界总储量75%。特别是我国南方稀土矿中钕的品位高,分布广。因此,在我国发展钕铁硼具有得天独厚的条件。面对这样一种在我国有丰富的原料来源,有自己的技术,又有广泛的应用前景和巨大的市场前景的新材料,如果象过去那样只发表文章、申报成果,然后束之高阁,将意味着坐失一次极好

的参与国际竞争的良机。

1984年,中国科学院领导严东生、周光召对这项重大科研成果给予了极大的重视与支持。1985年,周光召院长又适时作出了重要决策,要求我们以建立我国自己的高技术产业并使产品打入国际市场为目标,以全新的机制将院内力量组织起来,走一条科研、生产、应用、开发和市场销售服务一体化的新路。

面对时代赋予我们的责任与挑战,中国科学院物理研究所、中国科学院电子研究所、中国科学院电工研究所、中国科学院应用化学研究所以及中国科学院冶金研究所的一批有志开拓新事业的科技人员,认准了这个目标,决心开始让科研成果从实验室转向工厂,使之尽快变为商品。三环公司就是在迎接这样的挑战中诞生的。取名“三环”,是希望把科研—生产—市场三个环节紧密连结起来。三环公司的目标和宗旨是:以高新技术为基础,以国际市场为导向,用最有效的方式,以最快的速度把科研成果转化为商品,迅速进入国内外市场,建立新型的科研、工业、贸易相结合的高技术外向型企业。

### 建立科研与工业生产联合体

与工业部门的厂矿企业相结合,建立科研—生产联合体是三环创业的一种模式。作为科技人员往往缺乏工业和管理工厂方面的知识和经验,而中国的大部分工厂缺乏科研和新产品的开发力量,这是旧体制造成的科研与生产相脱离的结果。科技体制改革就要克服这个弊端,把二者结合起来,相互取长补短,加快科研成果向工业生产转化。三环公司成立后,摆在我们面前的首要任务,是如何尽快把钕铁硼从实验室推向工厂,尽快转化为产品。

钕铁硼在实验室研究成功的第二个月,第一分科研成果转让合同签订了。宁波磁性材料厂厂长和技术人员来到北京,在实验室里学习钕铁硼永磁工艺技术。八个月后,国内第一条年产5t的钕铁硼生产线,在我国东南地区宁波市一个小厂里建成了,产品通过了省、市级技术

鉴定。1986年小批量产品开始出口到美国,并得到了好评,同时开始承接国外批量订货。由于市场需求增长迅速,要求我们迅速扩大生产,三环公司决定与宁波厂合资,引进国外三台先进设备,于1987年秋在宁波开发区建成了我国目前最大的生产50t钕铁硼生产厂。接着于1988年初,吸引美国特瑞达斯公司投资,成立了中美合资科宁达工业有限公司。目前,它已具备了生产60t钕铁硼能力。在外商的协助下,该厂产品已大批量销往美国、西欧和东南亚等地。1988—1989年该厂在人均产值、人均创利、人均创汇等三项指标上,在宁波市企业中名列榜首,其产品荣获第一块钕铁硼国家质量金牌。

实践证明,利用三环公司拥有的先进的技术和工艺的优势,地方企业管理和组织生产的基础和外商开拓市场的有利条件,合资建厂生产钕铁硼,走集团式发展道路,出口创汇,这是一条有效的途径。这种模式可以集中有限的资金以最快的速度发展生产,占领市场。按照这个模式,三环公司还在广东、北京、天津先后建立了十个合资企业,近两年内将全部建成,已经形成了规模生产能力,约占我国生产能力的1/4,出口量占全国的一半,现在三环公司已具有设计80年代国际先进水平的大规模钕铁硼生产线全套技术设备的能力。

## 发展广泛的国际合作

发展国际合作是促进高科技成果向商品转化并进入国际市场的重要环节。我国是个发展中国家,要使高科技产业迅速发展,不能与世界的科学技术和经济的发展相脱离。我国实行的改革开放政策,为这种国际合作创造了良好的环境。三环公司充分利用这一有利条件,大力发展与世界各国的技术和商务合作。我们在建立和发展稀土永磁高技术产业过程中,积极发展国际合作的主要考虑和做法是:

### 1. 扩展国际市场

中国是稀土永磁的重要生产国之一。但其

国内市场占整个世界市场还不到10%,因此稀土永磁的巨大市场在国外。我国永磁工业的发展不能离开国际市场的需要,因此三环公司积极发展与世界各国在商务和技术上的广泛合作。几年来与美国、日本、西欧、加拿大、新加坡、韩国、印尼、台湾和香港等十多个国家和地区,建立了各种形式的合作,我永磁产品大部分能销往世界各地,通过合作,中、外双方都得到满意的效益。

### 2. 共同分享我资源和技术成果

我国的稀土储量占世界的3/4以上,我国的稀土资源不仅支持本国的经济发展,同时也为世界各国经济繁荣发展服务。近年来我们已在国内建立了四个合资企业,并正计划在东南亚及其他地区办合资厂。我们主要是以自己的资源和技术支持合资厂的发展,并期望通过这些合资和合作,能够促进共同的繁荣。

### 3. 学习国外先进的经营管理经验

在上述合资企业中,外方人员除了承担开拓国外市场和产品外销任务外,同时也直接参与合资企业的经营管理。在合作过程中,我们有机会学习国外先进的经营管理方法和经验,更多地了解国际市场信息。这对于三环公司朝外向型企业发展是非常重要的。几年的实践证明,通过交流合作,使我们疏通了渠道,扩大了贸易,开拓了视野,在国际经营管理方面增长了知识和才干。

## 加强应用研究,不断开发新产品

钕铁硼由于具有超强的磁性能,使它在许多的工业部门有着广泛的应用。因此三环公司在研究和生产钕铁硼的同时,注意加强对各种永磁应用产品的开发研究。几年来,已先后研制成功钕铁硼永磁电机、超强永磁除蜡器、永磁吸盘、磁力泵、多功能工具机、强磁除垢器、强磁除铁器、水磁化器和数字高斯计等多种产品。这些产品已逐步投入生产,有些已产生了显著的经济效益。例如,我们与大庆油田三厂和华北油田共同研制的油井超强永磁除蜡器,采取边

试制,边下井试验,取得了很好的效果。该产品可以消除或减少管道上蜡的富集,提高了油质的流动性,改善了输送效率,为油田增加了百万元以上的经济效益。三环公司与江苏江阴澄江机械厂、山东临清机床附件厂等合作,研制成功超强永磁吸盘和磁力泵等,并于1987年秋在香港展出,吸引了许多厂商的注意。磁力泵由于做到全部封闭,在化工部门作为酸、碱、盐、液体的输运用,可完全避免腐蚀性介质在运输过程中出现的滴、冒、跑、漏等现象,大大改善了工作环境。

三环公司自己研制的钕铁硼无刷电机已获得国家专利,它是专门为电动自行车和电动三轮车而设计的。生产的电动自行车于1990年4月由山西省科学技术委员会、山西省轻工业厅主持进行了技术评审,并已进入小批量生产,即将投放市场。该车具有限速起动、定变速运行、电子换向和自动保护等特点,受到国内外用户的欢迎。

过去我国的稀土永磁不能实现大规模工业生产的原因,很重要一点是缺乏先进的生产设备。三环公司调研了国内外的情况,充分消化和吸收国外引进设备的技术,与国内工厂共同合作,先后试制成功大型真空烧结炉、磁场自动压机和半自动压机,并正在试制气流粉碎设备。真空烧结炉已通过技术鉴定,真空度和控温精度等各项技术指标均达到国外同类产品的水

平,现已应用在生产实际中。通过这几年的努力,我们不仅在钕铁硼永磁材料的研究和生产上取得了进展,并且已有能力承担百吨级稀土永磁厂的建设任务,包括生产技术、工厂设计、设备制造以及经营管理等。这样,我国的高技术稀土永磁的生产,从原料到技术、生产和设备等,将可全部实现国产化。

三环公司五年多的实践表明:

(1) 高技术及其产业的诞生和发展,是建立在基础研究长期积累和不断努力探索的基础上的。如果没有二十多年实验室研究的基础,我国的钕铁硼永磁不可能取得今天这样的发展。因此,继续改进和加强基础研究,对发展我国高技术产业具有特殊重要的意义。

(2) 不同学科之间以及科研与生产部门之间相互结合,是加速我国高技术产业发展的有效途径。从科研成果到工业生产,往往需要各种专业知识和人才,同时需要研究人员和工厂的密切合作。过去我国的科研体制在这方面存在问题较多,需要各方的努力共同解决。

(3) 基础研究与高技术产业是两个内容和性质不同的工作,应该采用不同的机制运行。对于高技术产业的发展,时间、速度和效率是成败的关键,因此引入市场机制和加强竞争意识,是促进基础研究成果向工业生产转化,并使之形成高技术产业所必须的、十分重要的手段。

---

(上接第117页)

123万个 TFT 薄膜晶体管。由于采取这样的结构,若一个 TFT 不良,仅1/4颗像素不良,不认为是疵点,这样一来成品率就上升了。

14英寸液晶显示板,采用 a-Si TFT 结构,与3英寸液晶显示板相同,为了大型化,对显示板各构成要素进行最佳设计。驱动电路是使用3英寸、4英寸液晶显示器开发的驱动集

成电路。

但是,14英寸液晶显示器的栅极总线(扫描线)数是480条,为了得到整帧画面的显示,写入液晶的电压即图象信号的极性翻转,和3英寸液晶显示器有所不同,是每帧进行一次。由于前述的无闪烁驱动而得到没有闪烁的图象显示。