

중국 자성재료 산업의 현황 및 발전 전망

Juan Jiang¹ · Ying Li^{1*}

1. 상해대학교, 재료과학 및 공정 학원, 중국, 상해200072

Huiping Shao²

2. 충남대학교, 재료공학과, 한국, 대전 305-764

Yang Luo^{1,3}

3. IEEE Senior Member

(2005년 2월 22일 받음, 2005년 2월 25일 최종수정본 받음)

자성재료는 각종 전자품에서 빼놓을 수 없는 중요한 소재로서 가전제품, 컴퓨터, 통신설비, 자동차 및 국방산업과 직결되어 있다. 현재 중국은 각종 자성재료의 생산량이 세계 1위이며 자성재료 생산대국과 산업중심의 역할을 하고 있다. 중국 자성재료의 중, 장기 시장 발전 전망이 매우 유망한 바, 중국의 자성재료 생산품의 전세계에서의 인식은 한층 더 올라갈 것으로 본다. 과학 기술 독창능력, 기술개조와 기업의 관리수준을 반드시 강화시키고 산업구조를 조절하고 생산품의 등급을 한 단계 상승시켜 중국을 자성재료 대국으로부터 강국으로 진입하도록 인도해야 한다는 전략은 지난 11월초 중국 상해에서 개최한 “중국 자성재료 산업 중장기 발전 전략 포럼”에서 제기된 것이다. 본문에서는 이 포럼에서 발표된 내용과 산업계의 통계자료를 바탕으로 거시적인 각도에서 중국 자성체 산업의 전체적인 현황을 분석하였고 희토류 영구자석 특히 중국의 소결과 본드 NdFeB 자석의 산업현황을 소개했고, 희토류 영구자석에 대한 중국의 연구개발 상황을 소개했으며 자성체 산업발전의 전망에 대한 예측과 분석도 수행하였다.

I. 중국 자성재료 산업의 발전과정

현재, 전 세계의 경제는 정보시대로 진입되어 기능성 재료인 자성재료가 차지하는 위치는 점차 중요하게 되었다. 주요한 강자성체 제품은 모두 4가지 종류가 있다. 20세기 30년대에 개발된 알루미늄-니켈-코발트(AlNiCo); 50년대 초기에 개발된 페라이트(Ferrite); 60년대 말기에 개발된 사마륨-코발트(Sm-Co), 여기에는 제1대 희토류영구자석 SmCo₅와 제2대 희토류 영구자석 Sm₂Co₁₇를 포함하며; 80년대 초에 개발된 희토류영구자석 Nd-Fe-B가 있다. 희토류영구자석, 특히 Nd-Fe-B는 이 중에서 가장 중요하며 영구자석 중에서 발전이 제일 빠르고 평균 매년 10%의 속도로 증가하고 있다.

중국에서의 자성체 산업의 출현은 선진국보다 훨씬 늦으며 시작 시간은 1969년에서 1987년 사이이다. 당시의 희토류자석인 사마륨-코발트의 높은 생산비용, 그리고 중국 국내시장의 수요량이 적은 등의 원인으로 80년대 초기에 자국의 자성체 산업이 제대로 형성되지 못하였다. 1987년~1996년 10년간은 중국 자성체 산업 발전의 제1단계로서 특징은 기점이 낮았다. 투자가 작고 생산설비가 기본상 국내산이며 경영 이념도 낙

후하고 작은 생산 규모에 국한 되었다.

1997년~2002년 5년간은 중국 자성체 산업발전의 제2단계이다. 특징은 기점이 제1단계보다 훨씬 높다: 투자의 강도가 커졌고 일부분의 외국 기술과 장비를 도입하여 선진적인 기술 공정으로 생산을 하게 되어 제품의 품질이 높아졌다.

2003년부터 시작하여 중국의 자성체 산업은 제3단계에 들어섰다. 기업 건립의 특징은 “3고(高)”로 하였는데 즉 기점이 높고 투자액도 높고 성과도 높은 것이다: 1) 생산품을 특정 용도에 필요한 고급 자석에 겨누고 투자 규모를 방대화 시키고 현대화된 생산라인을 도입한다; 2) 현대화 관리의 이념으로 집약식 분단 연합 경영의 대 규모 생산을 조직한다. 자성체 생산은 크게 두 단계로 나누는데 즉 하나는 승금 혹은 분말 원료이고 다른 하나는 자석제품이다. 이리하여 투자비가 크게 절감되고 효율과 이익은 크게 제고 되었다; 3) 자본의 규척에 의해 운영하여 자성체 산업의 비교적 높은 투자 수익을 보증하는 것이다. 특히 외국에서 최첨단 생산라인을 수입하거나 국내의 선진 생산라인을 채용하여 고급 자석제품을 생산한다.

21세기에 들어서 선진국의 자성체 산업은 비용이 많이 들기 때문에 지속하기가 어려워져 세계의 자성재료 산업은 분분히 중국 혹은 제3세계 나라나 지역으로 이전하게 되었다.

*Tel: 86-21-56338874, E-mail: liyang62@yahoo.com

중국이 이전 대상 국가로 선호되면서 세계 일부 유명한 자성 재료 제조업체들이 중국으로 이전 했다. 예를 들면, 일본의 TDK, FDK, EPSON, 日立金屬(히타치금속), 住友特殊(스미토모특수) 등, 한국의 이수(梨수), 삼화(三和), 자화(磁化) 등, 유럽의 PHILIPS, 독일의 VAC, EPCOS, 미국의 ARNOLD, MAGNEQUENCH 등은 이미 중국으로 이전 하였다. 세계의 자성재료 생산 업체들의 중국으로의 이전은 중국자성재료 산업의 전체 실력을 강화 시켰고 생산 기술이 제고 되어 중국이 세계의 자성재료 생산기지로 되고 판매시장의 형성을 가속화 하게 하였다. 중국은 낮은 가격으로 자석 제품을 생산 하여 세계에 제공함으로써 자석 응용 영역의 대폭 확대 및 전자 제품의 소형화와 그의 급속한 발전을 촉진 시켰으며 이에 대해 세계에 기여한 공이 아주 크다.

II. 중국의 희토류 자석 - NdFeB의 발전

모 지역의 자성재료 생산량이 세계 총 생산량의 1/2 이상을 차지 할 경우, 그 지역을 세계 자성재료 산업 중심이라고 할 수 있다. 제 2차 세계대전 이전의 유럽과 그 이후의 미국, 70년대 이후의 일본을 각각 그 시기의 “세계 자석 산업의 중심”으로 불러 왔다. 그러나 신세기초부터 “세계 자석 산업의 중심”은 중국으로 이전되었다. 통계에 따르면, 1999년까지 중국의 Ferrite 자석의 생산액은 세계 자성재료 생산 총액의 1/2 이상을 점유하여 자성재료 시장의 메인 국가로 되었다. 2000년 희토류 자성재료(NdFeB+SmCo) 매출은 처음으로 Ferrite를 초과 하였으며 이 추세는 날로 증가하고 있다. 다시 말하면 21세기는 희토류 자석이 주역으로 될 것이다.

80년대 초기에 현재 최고 성능을 대표하는 NdFeB 희토류 자성 재료가 세상에 나타났을 때 마침 컴퓨터 산업의 소형화 시대와 맞춰져 자성체는 즉시 자기 디스크 드라이브 등 컴퓨터 제작에 매우 중요한 재료로 되었다. 또한 NdFeB는 각종 음향 및 영상 등 소비 전자 부속품에 더욱 광범위하게 응용되었으며 90년대부터 전 세계에 급속적으로 보급된 이동통신설비- 휴대폰에도 아주 중요한 공헌을 하였다.

2.1. NdFeB의 특허

NdFeB자석 제작 방법은 소결과 본드 두 종류로 분류되는데 住友(스미토모)특수금속주식회사(일본)와 MAGNEQUENCH 회사(미국)가 특허권을 소유하고 있다. 그와 동시에 MAGNEQUENCH사는 전 세계에서 유일한 NdFeB 본드자석의 원재료인 리본 분말(ribbon powder)의 공급사 이다. 유럽과 일본의 성분 특허와 생산 제작 공정 특허는 이미 유효기간이 지났고 미국의 특허는 2006년과, 2007년에 각각 실효 된다. 중국 내에서 NdFeB의 제조, 판매와 사용은 특허문제와

아무런 관련이 없으나 다만 이미 특허를 신청한 지역에 수출 할 수 없다. 만약 이 지역으로 수출할 경우 특허권 침해에 해당 된다. 그러므로 일부 회사는 특허권 획득에 노력 하였다. 중국에 住友(스미토모)와 MQ 특허를 소유한 NdFeB 자석 생산 회사가 모두 5개가 있다. 삼환신재료고기술공사(三環新材料高技術公司)은 1993년 5월에, 북경경자공사(北京京磁公司 BJMT)는 2000년 3월에, 은납금과자기술(銀納金科磁技術 THINOVA) 회사는 2000년 9월에, Ningbo Qunsheng 자공사(宁波韵升磁公司)는 2001년 3월에 각각 특허 허가를 받았고, 안태과기 주식유한공사(安泰科技股式有限公司 AT&M)는 2003년 3월에 대만 해은금속공사(海恩金屬公司)가 2000년 5월에 받은 특허 허가를 계승하였다. 이 5개 회사의 소결 NdFeB 자석의 생산 능력은 10,000톤/년 달하며 그 중에서 안태과기, 삼환과 운승 3회사가 상장하였다.

2.2. NdFeB 소결자석

Fig. 1은 중국, 일본, 미국, 유럽 및 기타 국가의 소결 NdFeB 자석의 총 생산량을 표시하였다. 그 중에서 2004년 중국의 NdFeB 소결 자석의 생산량은 46,150톤(최종 제품 27,510톤), 2003년에 비해 49% 증가하였다. 생산량과 생산액 사이의 큰 격차는 중국 희토류 자석 산업이 직면한 중요한 문제라고 할 수 있다. 따라서 이 문제를 해결하는 유일한 방법은 제품의 성능을 개선하고 상품의 등급을 제고하는 것이다. 다시 말해서 빠른 시일 내에 중국 자석산업과 선진국가에 존재한 기술차이를 감소시키는 것이다.

중국에선 소결 NdFeB 자석의 용도는 아래와 같이 세 가지 종류로 분류할 수 있다.

1. 첨단기술분야에의 응용, 이를테면 MRI, VCM, CD, SENSOR, CD-ROM, DVD-ROM, 휴대폰, 전지, DRIVING TOOL, EB, EAV, EV;
2. 전통적 용도에서의 응용, 이를테면 SPEAKER,

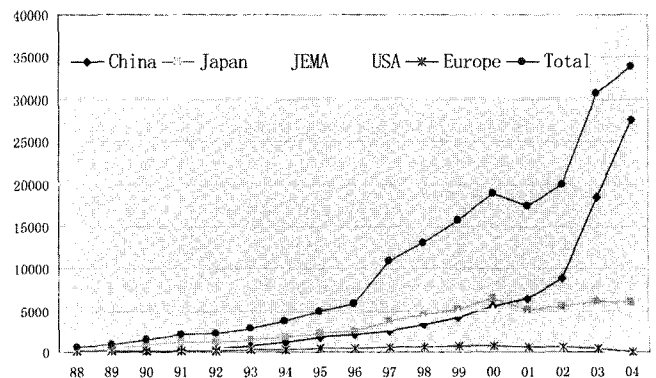
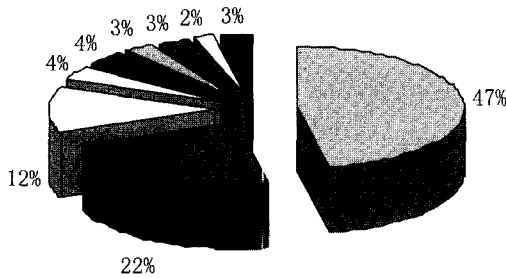


Fig. 1. Output of sintered NdFeB in China, Japan, USA, Europe & global total (1988~2004).



■浙江 ■山西 □京津 □江苏 ■山东 □广东 ■河北 □辽宁 ■内蒙、川、甘、宁

Fig. 2. Location distribution of sintered NdFeB magnets in China in 2004.

EARPHONE, MIC 등 음향부품, 자기선별기(磁氣分離器), 음수용정수기(磁化器), 유전용탈랍기(油田用脫臘器), 제주 공장용 진화기(酒工場用陳化器)等;

3. 저급 용도, 이를테면 자계(慈溪) 등 지역에서 생산하는 자석단추 등.

Fig. 2에는 2003년 중국 소결 NdFeB 자석 생산에 관한 지역 분포를 표시하였다.

중국의 NdFeB 소결 자석 생산 지역은 11개 성(省)과 북경, 천진 지역에 분포 되어 있다. 절강성(浙江省)의 소결 NdFeB 자석 생산이 가장 빠르게 발전하였으며 국내 총 생산량의 47.1%를 차지하고 있다. 산서성(山西省) 지역은 유리한 자연 조건과 낮은 생산 코스트로, 현재 상해와 항주지역, 북경 및 천진지역과 더불어 희토류 자석 산업의 주 생산 지역을 형성 하였다. 산서성의 소결 NdFeB 자석생산은 국내 총 생산량의 22%로 2위를 차지하고 있다. 북경, 천진 지역의 생산량은 제 3위로 국내 총 생산량의 12%를 차지하고 있다. 기타 총생산량의 19.5%는 화동, 화북, 화중과 서북 등 강소, 허북, 내몽골, 산둥, 하남, 사천, 섬서, 감숙, 녕하 등 9개 성 및 동북 지역에 산재되어 있다.

비록 절강성의 생산규모는 크지만 품질 수준은 세계 선진 수준과 일정한 차이가 있는 것이 사실이다. NdFeB가 환경(온도, 습도)에 상당히 민감하다는 것은 이미 알려진 사실이다. 따라서 건조한 산서, 감숙, 녕하 등 지역에서 같은 장비로 생산된 자석의 성능은 남쪽지역에서 생산된 자석의 성능보다 품질이 우수하다. 물론 가장 중요한 것은 NdFeB 전용 제조 장비에 선진적인 기술 공정에 따라 생산을 해야 만이 안정적으로 양질의 제품을 대량 생산하는 것이다. 예를 들면 발해(渤海)에 인접한 연대수강자재공사(烟台首鋼磁材公司)는 선진설비를 도입하여 연해 도시의 높은 습도에도 불구하고 고성능 NdFeB 소결자석을 대규모로 생산하고 있다.

2004년에 중국 국내 소결 NdFeB 자석산업은 봄을 일으켜 신규 투자의 증가로 생산 능력은 대폭 제고 되었다. 중과삼

환공사(中科三環公司)는 장기적인 노력으로 처음으로 일본, 유럽 등 선진국 자성재료 회사들이 독점한 NdFeB 첨단 응용 분야에 진출하였다, 즉 VCM 응용시장, 또 다른 첨단응용 영역- 자동차 응용 분야 에서는 접화 코일, 파워핸들, ABS 센서 등 부품에 NdFeB 자석을 응용하는데 성공 하였으며 그와 동시에 핵자기 공명기(MRI) 영역에도 진출하였다. 상기의 희토류 영구자석의 첨단 응용 시장의 진출은 중국의 희토류 영구자석 제품이 대부분 중저급 제품에만 국한된 불리한 국면을 타개하는 상징으로 되었으며 일본, 유럽 등 선진 국의 자성재료 대기업과 첨단 응용 시장에서 진정으로 경쟁을 할 수 있게 되었다.

2.3. NdFeB 본드자석

NdFeB 본드자석 분야에 있어서 세계의 생산은 주로 일본 회사들에 집중 되어있다. 그 중에서 두개의 대표적인 회사가 있다. 하나는精工 EPSON회사인데 자성재료 생산은 현재 중국 상해 EPSON 자석 회사로 전부 이전 하였다. 다른 하나는 규모가 비교적 큰 본드자석 제조 기업-일본대동(大同) 회사이다. 컴퓨터 HDD의 주축(主軸)모터 응용분야에 있어서 大同과 상해 EPSON사는 전체 시장의 90% 이상을 차지하고 있다.

2002년 말, 중과삼환공사(中科三環公司)는 상해 EPSON 자성재료사의 주주로 되었으며 2004년 3월 지분을 확대하여 현재 70% 지분을 가진 대주주가 되었다. 2003년 3월, 안태과기(安泰科技)사는 해은(海恩)사를 인수하였으며 또한 해은사의 자회사인 심천 愛恩美格는 기술 수준이 상당히 높은 본드 자석 공장이다. 본드자석 회사 중에서 일본의 대동 회사를 제외하고 기타 생산공장은 대부분 중국에 있다. Fig. 3는 일본 본드자석 협회에서 통계한 관련 자료이다. 이 그림에서 이런 추세를 볼 수 있다. 2001년부터 중국의 NdFeB 본드자석이 점차 우세로 나타나기 시작하여 2002년부터 중국은 일본을 제치고 세계 1위를 차지 하였다.

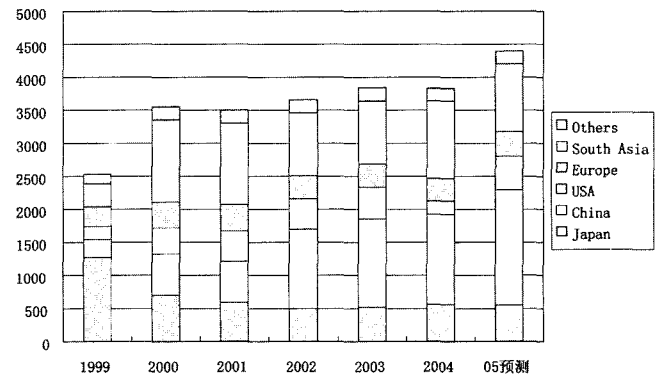


Fig. 3. Distribution of global output of bonded NdFeB magnets.

비록 중국의 NdFeB 본드자석의 생산량이 세계 1위 일지라도 다만 원재료와 인건비에서 경쟁력을 확보하고 있을 뿐이다. 낙후한 장비와 후진 생산 기술과 관리로 인하여 중, 저급 제품이 다수이다. 이를테면 HDD 같은 고급, 고이온 제품은 주로 일본 회사가 독점하고 있으므로 비록 중국의 생산량은 빠르게 증가하는 추세지만 생산액 특히 이윤의 증가는 상당히 낮은 편이다.

전 세계 희토류 NdFeB 본드자석 수요의 상승폭이 크지 않은 주요 원인은 NdFeB 본드자석의 주요 시장인 IT 산업과 밀접한 연관이 있는 각종 소형모터인데 현재 IT 산업의 불경기로 NdFeB 본드자석의 수요가 성장하지 않고 있다.

III. 중국의 신형 희토류자성재료에 대한 연구와 개발 현황

희토류자석에 대한 연구에서 중국 과학자들은 세계 전초지역의 역할을 하고 있다. 예를 들면 ThMn_{12} 구조의 금속간화합물 연구에서 중국은 최초로 연구를 시작한 나라 중의 하나이다. 구조와 자기적 특성 등에서 중국이 최초로 $\text{RFe}_{11}\text{TiN}_y$ 의 연구 결과를 발표하여 ThMn_{12} 구조 화합물의 연구영역을 개척하였다. $\text{Nd}_3(\text{Fe},\text{Ti})_{29}$ 새로운 상(相) 연구에서도 중국의 과학자들이 최초로 $\text{Sm}_3(\text{Fe},\text{Ti})_{29}$ 단상(單相) 화합물과 그의 질화물을 발견 하였다.

근년에 Rapid Quench 공정을 이용하여 이방성 희토류 자석의 제조에 대한 연구도 진행해 왔다. 최근 중국과학원 물리연구소에서 이 공정을 이용하여 최대 에너지적이 높은 이방성 Sm-Co 자성재료를 성공적으로 합성하였다. 실온에서의 $(BH)_{\max}$ 는 18.2 MGOe이고 remanence ratio는 0.9에 달하였다. 그리고 볼밀(Ball-Milling) 한후 제조한 본드자석에도 여전히 이방성을 유지하여 높은 $(BH)_{\max}$ 값을 가지고 있다. 동시에 C(탄소) 원소가 재료 내부의 결정 방향을 조절할 수 있으며 결정을 미소화 시켜 자기 성능을 향상시킬 수 있다는 것을 발견 하였다.

북경대학교에서는 독자적으로 ThMn_{12} 구조의 희토류계 질화물 자성재료의 개발에 성공하여 특허권을 소유하고 있다. 지금은 $(BH)_{\max}$ 값이 15~20 MGOe의 $\text{R}(\text{Fe},\text{M})_{12}\text{N}_y$ ($\text{R}=\text{Pr}, \text{Nd}, \text{M}=\text{Mo}, \text{Ti}, \text{V}$) 금속간 화합물의 희토류 자성재료를 개발하였다. 그리고 연 생산량이 100톤인 생산라인의 건설을 마쳤고 산업화를 서두르고 있다. 2004년 10월 北大雙極高科技주식회사와 심천中核그룹은 서로 합작하여 새로운 희토류 자성재료의 기지를 마련하고 시장 발전의 수요에 따라서 심천시에 연 생산 능력이 1000톤인 Nd-Fe-N 분말 시범 생산 라인을 건설하는 계약을 맺었다. 이 사업의 투자액은 3.5억위안(RMB)의 거대한 액수이다. 이는 기초연구 성과가 실용화로 전환한

성공적인 예이다. 지금 일부 유명한 기업들은 Nd-Fe-N으로 자성체 제품을 개발하고 있다. 이 연구는 중국 국가발전개혁위원회, 과학기술부, 교육부와 북경시 과학기술위원회등으로부터 연구비 지원을 받아 수행한 것이다.

북경 강철연구총원(CISRI)에서는 고온용 자성재료의 제조 기술과 공정을 연구하여 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 에서 우수한 고온특성, 즉, 450°C 에서 $H_{ic} \geq 7.9 \text{ kOe}$, $(BH)_{\max} \geq 9 \text{ MGOe}$ 를 얻었다.

상해대학교 재료연구소에서는 중국 자연과학기금, 상해시 과학위원회 나노소자 전용프로젝트 등의 지원을 받아 이방성 Nd-Fe-B 자성재료에 관한 연구개발을 활발히 진행하고 있다. 특히 이방성 NdFeB 본드자석에 관한 연구를 실용 생산 개발을 목표로 하여 연구결과를 수시로 생산에 도입할수 있다.

최근 국외의 일부 자성재료 제조장비 생산업체들이 연합하여 최상의 공정과 풀 자동시스템, 그리고 완전 폐쇄된 생산라인 방안을 내 놓았다. 즉, 원재료로 시작해서 마지막 자석 코팅까지 완제품이 나오는 시스템이다. 이 시스템은 최저의 산소 함유량(1000 ppm 이하)과 최고의 $(BH)_{\max}$ (52 MGOe)을 보장 할수 있다. 이러한 선진적이고 완벽한 생산 라인은 선진국에도 없다. 더 중요한 것은 이 생산 라인의 총 가격은 각 장비의 합계보다 저렴하다는 데 있다.

국내의 자성재료 전문가들은 외국과의 생산 시설의 격차를 인식하고 수년간의 전심 연구와 노력을 통해 2003년에 중국식의 NdFeB 소결자석 생산라인을 개발하는데 성공하였다. 이 라인안은 안정적으로 고급의 소결 NdFeB를 연간 300톤 생산할 수 있다. 그렇지만 장비의 가격은 동등한 외국산 장비 가격의 1/4~1/6에 불과하다. 이 생산라인의 도금 공정은 자석이 수소화되는 전기 도금 방법을 포기하고 오염 없는 Dacro기술을 사용하여 내 부식성이 좋고 코스트 낮다.

이와 같이 최근 중국의 희토류 영구자석 생산장비는 크게 발전 되었다. 특히 일부 새로운 생산 공정을 만족시키는 장비들을 중국 내에서 제조할 수 있는 것이다. 예를 들면 중국산의 금속냉각박편 생산로와 수소 폐쇄 열처리로 등은 이미 자성체 생산공장에서 사용하고 있다. 선진 국가의 영구자석 장비 제조업체도 중국을 타겟으로 하여 잇달아 중국에 생산 기지를 세우고 있어 중국의 동종 업체에 기회와 도전을 동시에 가져 왔다. 2004년 9월에 심양중북진공(沈陽中北真空)사는 심양의 기술산업개발구에서 일본과 합작하여 세계 최첨단 진공열처리로를 생산하는 생산기지를 새로 설립하여 세계에서 제일 큰 진공 열처리로 생산회사로 될 것이다. 이는 기필코 중국의 NdFeB 소결자석 생산기술 제고에 영향을 줄 것이다.

IV. 중국 자성재료 산업의 발전과 전망

21세기 들어 와서 중국의 자성재료 산업은 연간 20%의

성장을 기록하며 빠른 속도로 발전하고 있다. 초보적인 통계에 의하면 2004년 중국 소결 페라이트의 생산량은 350,000톤으로 세계 총 생산량의 51%를 차지하고, 본드 페라이트의 생산량은 50,000톤이고 세계 총 생산량의 32%를 차지하였으며, NdFeB 소결자석은 27,510톤으로 세계의 81%, NdFeB 본드자석은 1350톤으로 세계의 35%, 주조 AlNiCo 자석은 3,500톤으로 세계의 56%에 달했다.

세계 자성재료 산업이 중국으로의 이전은 중국 자성재료 산업의 전체적인 실력과 생산기술을 제고 시켰고 세계적인 생산 기지와 판매 시장의 건설을 가속화 시켰다.

희토류계 영구자석 산업은 하나의 유망 산업으로서 자성재료 산업 중에서도 가장 중요한 비중을 차지하고 있다. 응용 연구로 새로운 성과, 특히 정보 산업을 대표로 하는 지식 경제의 발전은 희토류 영구자석 등 기능성 재료의 새로운 용도를 끊임없이 나타나게 하고 있다. 중국의 제10차 5개년(2001~2005) 경제계획 기간에 중국의 NdFe 자석 총 생산량은 5만톤에 초과 할 것으로 보인다. NdFeB 본드자석의 규모는 아직은 작지만 매년 20%의 성장율에 달할것으로 예측하고 있으며 2005년에는 생산량이 2,000톤에 달할것으로 예상된다. NdFeB 소결 자석 산업도 년 20~30% 이상의 성장율을 기록해 왔으며 2005년에는 3만톤에 달할 것으로 예상된다.

2006년부터 시작하는 제11차 5개년 계획 시기는 중국이 이 분야에서 더욱 큰 성장을 하여 세계 자석산업의 중심을 확보할 것으로 예상된다. 2010년까지, 즉 제11차 5개년 계획 시기가 끝나기 전까지만 해도 중국은 자성재료 산업에서 세계 1위 생산국은 물론, 시장 점유율도 지속적으로 높아 질 것이다. 세계적으로 자성 재료의 부품 시장이 중국으로 이전하고 있어 그 수요도 점점 늘어 갈 것이다. 또한, NdFeB 소결자석은 7만톤, NdFeB 본드자석은 1만톤이 생산될 것으로 예측한다.

구체적으로 첫째로는 정보산업 부문: 특히 컴퓨터의 보급은 주변 기기의 발전을 이끌었다. 2010년 세계의 총 생산량이 하드 드라이브(HDD)는 5억개, DVD, DVD-ROM, DVD-RW는 10억개에 달할것으로 예상하고 있어 NdFeB 자

석은 2만톤이 소요될 것으로 예상된다. 두번째로 자동차부문: 자동차 공업은 이미 중국 경제 발전의 제5대 지주 산업으로 되어 2010년에는 1000만대의 생산량이 예측 된다. 예컨대 한대의 자동차에 30개의 모터와 5개의 스피커가 장착된다고 하면 10만톤의 영구자석이 수요된다, 에너지 와 환경보호의 문제로 인해 2010년 전동자동차 수는 350만대에 달할 것으로 예상되어 NdFeB 자석의 수요는 4200톤이 될 것으로 예측된다. 셋째로는 국민의 생활수준 향상과 환경보호 의식이 높아짐에 따라 전동자전거의 수요가 계속 늘어 갈 것이다. 2004년 중국의 전동자전거 생산량은 500만대, 대당 0.3 kg의 NdFeB 소결자석이 들어간다고 계산하면 연간 1,500톤의 예측이 나온다. 이밖에 변압기, 모터, 인덕터, 센서 등 분야에서도 자성재료의 수요를 요구하고 있다.

결론적으로 중국의 자성재료산업이 강국으로 성장하려면 이 분야에서 규모의 추진해야 하고 연간 매출이 100억이 넘는 기업을 육성해야 한다. 또한 중국 국내에서 뿐만 아니라 외국회사와의 인수합병, 합자 등을 통해 글로벌화를 추진하고 국제적인 브랜드 육성에도 노력해야 할 것이다. 그리고 연구 개발에 비중을 늘리고 완제품에 필요한 자성재료부품 혹은 조립품을 개발함으로써 전체 분야에서의 매출을 높여야 한다. 기술혁신과 고부가치 희토류재료 개발을 통해 지속적인 발전을 해 나가야 한다. 전체적으로 볼때 중국의 자성재료 산업의 수준은 이미 국제적인 수준에 접근해 있다고 봐야하지만 아직도 지적재산권과 창의력이 있는 제품이 상대적으로 낮은 비율을 차지하고 있다. 때문에 특허 제품의 개발을 추진해야 하고 여러 부문과의 공동 개발을 통해 성능이 뛰어나고 가격도 상대적으로 저렴한 제품을 개발하여 국제적인 경쟁력을 올리는 것이 목표이다.

감사의 말

The authors thank for the supports by the National Natural Science Foundation of China (Grand No. 50471100) and Shanghai Municipal Developing Foundation of Science & Technology (0452nm055).