

我国的稀土工业及与国外的差距
China's Rare Earth Industry and Its Problems

杨遇春
(北京有色金属研究总院,高级工程师 北京 100088)

我国稀土资源异常丰富,在 1990 年估算的全球稀土总储量(8 400 万吨)中我国占 51%。我国稀土资源的主要特点是储量大,品种全,地理分布合理,中、重稀土含量高。50 年代末至 70 年代初是我国稀土工业发展的起步阶段。从 70 年代中期到目前约 20 年内,我国稀土工业由于采、选、冶方面连续取得重大技术突破,已初步形成了比较完整的工业体系,进入生产和应用的新时期。1986 年我国稀土突破年产 1 万吨的大关,1989 年达到了 19 670 吨,成为储量、产量双居世界首位的稀土大国。1989 年后的两年内产量虽明显下降,但国内应用却取得了前所未有的发展,产值年均增长率高达 14.4%,开辟了农轻纺、高新材料等诸多应用领域,并在球铁、稀土铝、织染和农用几个方面形成了独有的特色。到 1992 年,国内稀土消费量已上升到 9 270 吨,成为世界稀土应用的第二大国。

由于国内稀土市场的发展和日、美、欧经济上的需要,从 1992 年起,我国稀土生产又出现新的增长,到 1994 年各类稀土产品的商品量已猛增到 28 000 吨,外销产品占近 40%的稀土世界市场。

我国稀土产业的崛起,给资本主义稀土市场的价格体系带来了一定的影响,从以包头矿代替有放射性的独居石,保护全球环境;以南方离子矿平抑轻、重稀土生产的不平衡;以廉价的稀土产品推动世界稀土产业向高附加值产业的方向发展这三个方面,给世界稀土工业注入了新的活力。

但是,我国稀土工业由于受国家整体经济实力等因素的制约,目前在许多方面,与国外相比还存在一定的差距。具体表现在以下几方面。

1. 消费结构上的差距

稀土的消费结构,透过稀土应用产品和市场的开发和拓展情况,能更直观地反映稀土工业的技术和生产水平。从 80 年代以来,稀土产品迅速走向高纯化,使用高纯单一稀土的稀土发光、稀土永磁等高技术产品以 15~20%的年均增长率迅速发展。

作为高技术产品的稀土新材料不仅用于高新技术,在制备过程中也集中采用了多种高新技术。分析表 1 中稀土在新材料中应用比例的变化,最能反映当今世界稀土工业的发展水平以及我国稀土工业与国外的差距。

表 1 稀土消费结构的变迁(%)

	世 界					中 国					
年份	1976	1980	1985	1990	2000	1984	1987	1990	1992	1993	1994
催化	39	34	33	38	30.5	19.3	19.4	30.3	28.0	27.3	26.7
冶金	32	33	25	26	23.7	70.3	66.3	49.6	44.4	43.5	39.8
玻陶	28	30	37	23	11.8	5.3	5.1	5.6	9.7	9.6	10.0
新材料	1	3	5	13	34	1.1	1.0	1.3	2.6	4.0	6.4

* 2000 年为预测数据

根据表 1 数据可知,我国稀土新材料占消费结构 1%的时间(1987 年)与相应的世界平均水平(1976 年)相差 11 年,这大体上反映了 80 年代我国稀土科技与国外的差距。发达国家稀土新材料或高技术产品的消费比例从 1976 年的 1%到 1990 年上升为 13%,其年均增长率为 20%。进入 90 年代,我国稀土在高新技术领域的应用取得了巨大的进展,

1984~1994 年十年间的年均增长率达到 19.3%,以 1994 年的消费比例 6.4%为起点,按此增长率尚需 4 年,即 1998 年我国才能达到 1990 年的世界平均消费水准 13%。也就是说,我国 90 年代在消费结构上的差距与国外相差 8 年。按 90 年代世界新材料的年均增长率为 10%,而我国仍保持 19.3%的增长势头推算,到 2007 年我国将在新材

料或整个稀土领域全面赶上或超过世界水平。

2. 千吨产品产值上的差距

稀土消费结构向提高高纯单一稀土应用比例发展的一个重要因素是获取高附加值。据澳大利亚埃什顿公司的金斯沃兹统计,日本每千吨稀土加工产品获取的效益最高,为2 500万美元(见表2);美、欧次之,皆为1 100万美元,我国的消费总量为1994年数字。我国由于是原料及制成品出口国,故消费总量除包括国内市场11 000吨的消费量外,还包括16 000吨的出口量。相应产值由两部分组成,即出口产品创汇1.5亿美元,国内市场初级产品的产值并无官方数字,按每吨产值1万元估算,应为11亿元或1.4亿美元,两者相加构成的国内外市场为2.9亿美元,千吨产值为1 074美元,虽仅为日本相应数值的40%(表2),但已和美欧大大缩小了差距。这表明我国依靠科技进步已大大改善了产品质量,产品的价格和效益获得明显提高,总体消费与应用水平已跻身先进国家行列。

表2 中、美、日、欧消费总量与产值的比较

国 别	美国	日本	欧洲	中国
消费总量(吨)	8 000	6 000	7 000	27 000
相应产值(百万美元)	90	150	80	290
千吨产品的产值(百万美元)	11.25	25	11.43	10.74

然而和日本比,我国在深度加工产品或高附加值产品的开发方面,显然还存在着较大的差距。

3. 高纯单一稀土产品生产比例上的差距

据法国罗纳·普朗克公司的法尔科内的统计的推测,1990年全球单一稀土的需求已达8 000吨,占世界稀土总用量的26.7%,2000年单一稀土将占总需求量的1/3(34%),在8 000吨以上。近年来日本单一稀土的用量增长尤为突出,在5 000余吨的总消费量中,单一和高纯稀土的用量占80%,约4 072吨。

我国单一稀土的产量1980年仅为20吨,至1990年增至2 109吨,到1992年达到3 244吨,已占稀土总商品量的15.4%,增幅之大,为欧美一些国家所不及,但产品多用于出口,除部分产品用于荧光粉的生产外,在高附加值产品的开发上仍有待做出巨大的努力。

4. 产品质量、规格上的差距

(1)纯度 当今世界稀土生产国都在竞相研究开发高纯稀土制造技术,努力实现产品的高纯化。单一氧化物的纯度水平一般为99.9~99.99%(3“9”~4“9”),单一金属的纯度为99~99.9%。美国钼公司和法国罗纳·普朗克公司已能大批量地生产4“9”~5“9”的多种高纯稀土化合物,并已出现供研究用的8“9”氧化镧 La_2O_3 和7“9”超纯金属钇,4“9”荧光级氧化钇(Gd_2O_3)和氧化钇(Y_2O_3)的生产

批量可达1 500公斤,98%氧化铈(Ce_2O_3)的批量生产规模为5.4吨,并出现年产能达5 000吨稀土氧化物级的单一稀土分离工厂,如拉罗歇尔厂和弗里波特厂。

我国已实现99.99%高纯单一稀土(如 Y_2O_3 等)的批量生产,个别稀土产品虽已达到5“9”,但仍停留在试制阶段,迄今我国尚无生产5“9”以上单一稀土化合物的生产厂。

另外,我国厂家在稀土纯度产品生产,过多地注意稀土杂质的纯度控制,如用99%甚至99.9%的氧化钕(Nd_2O_3)制造钕铁硼(NdFeB)而却忽视了非稀土杂质的纯度控制。在金属生产中对C、H、O的控制也不尽人意。

除纯度指标外,其它象产品粒度大小与分布、比表面(粉状)、硬度、折射率(晶体)等物理性能的一致性差,造成产品质量不稳定,也影响了产品的外销。

(2)品种 目前全世界稀土产品的品种已超过400个。早在1987年法国罗纳·普朗克公司就制定了82个稀土产品的标准,包括5个金属标准、6个混合稀土氯化物和氟化物标准,21种铈化物、9种钇化合物、9种镧化合物、10种钕化合物及14种中、重稀土化合物标准。

美国的稀土公司中以专门生产高纯产品的阿托墨吉克化学金属公司的品种为最多(根据现有资料),纯度99~99.9999%(多为99.9%)的化合物和纯金属约210种,稀土金属(99.5)除能提供锭、粉外,且可按要求提供箔、丝和单晶。

英国在1992年出版的金属材料规范手册中仅单一金属和稀土合金(稀土为主成分)就列出了66个规范的目录,其中99.6~99.95%纯金属锭12种,99.9%丝材10种,箔材1种,单晶3种。

在深度加工产品方面,以稀土为添加成份的工业合金不少于45种,氧化物弥散强化合金不少于9种,稀土铸造镁合金不少于45种,以 La_2O_3 为主成分的光学玻璃仅日本就有80余种。稀土永滋的品种和牌号根据使用性能、制造方法的不同更是不胜枚举,如日本住友公司就拥有19个Neomax磁体牌号,TDK拥有28个Neorec NdFeB烧结磁体牌号。美国行销的固体激光器有10种使用稀土,所制成的激光器的品种已达530种,荧光粉的品种亦达300余个。

我国稀土产品的品种随着产品结构的变化已在逐年增多,粗略估计,约在300种左右。但常规纯度的单一稀土产品产量过多,4“9”以上高纯氧化物、3“9”以上高纯金属的供给能力极小。高规格产品品种少,产品品种未实现系统化,以及产品质量和一致性差这三个弊端构成了我国在品种质量上

(下转第41页)

高经济效益的重大工程。其重要技术难题有高坝的修建、隧洞的挖掘、运河的开筑等等。这一工程的土方作业量特别巨大,而且还是在“深山僻谷之中,人烟绝迹之地”,按照常规作业不仅存在技术上不可克服的困难,还很难做到经济有效。但是,如果能在这一调水、发电的重大工程中使用核爆破的技术,那就不仅可使这一设想得以经济地实现,而且还将提前付诸实施。

在研讨会上最为关注的并反复进行交流和讨论的问题,是核爆炸所可能产生的放射性污染能否避免或有效地得到控制的问题。双方学者的热烈讨

论指出,核爆炸的和平利用和军事利用具有各不相同的要求,军事利用所最关注的指标是单位重量的爆炸当量,亦即所设计的核弹头要小而轻,但爆炸当量要大,以便增加运载工具的机动性和命中率。但是和平利用核爆炸却可以不计及核弹的重量,因而在理论设计上就有充分的余地来大幅度减少,甚而能完全避免放射性对环境的污染。中俄双方的科学工作表明,现代核技术已完全能设计出足够干净的完全不污染环境的核爆炸,尤其是在前苏联地区所做的许多试验和检测,为这种理论设计提供了证明。(中国科协学会部供稿)(责任编辑 蔡德诚)

(上接第 50 页)

最主要的差距,严重影响了我国在国际市场上的应变能力和竞争实力。

5. 装备和技术水平的差距

造成上述差距的最根本的原因在于我国的整体工业实力差,具体说,就是技术和装备水平低。正是技术和装备(如没有在线分析设备)原因才造成质量不高及波动性。鉴于我国的经济态势,中小型企业稀土产业中占有相当的比例,这必然导致劳动生产率、原材料、能源消耗、环保、设备更新以及对高纯化这个趋向的适应能力等问题不能完全解决,而一些大型骨干企业在装备上,如 1 000 级以上的混合澄清萃取槽、5 万安培的大型熔盐(氟化物)电解槽等都还没有达到国际一流水平。为了缩小差距,适应国际大环境的要求,只有走规模经营或集团经营的途径,从产品质量和一致性做起,才是最现实、最根本的出路。目前我国已形成南北两大生产网络,这无疑是我国稀土工业近年来高速发展的

强大推动因素。

我国稀土产品的加工程度已开始摆脱初、中、低技术水平的状况。稀土永磁、荧光材料、汽车尾气净化剂和镍氢电池,虽然起点不同,但都得到了高速发展,但是一般仍存在质量不高、品种单调、适应性差的问题,而高纯产品仅能小批量生产,未能形成稳定的生能能力。因此虽有原料优势,尽管近年来在科研和开发水平上有明显提高,但在技术上确实仍存在着较大的差距。造成这种状况的主要原因,是国家经济、技术的整体实力。

为发扬我国自然资源和人力资源的优势,引入国外资金和某些技术不失为一项权宜措施,但自力更生仍是改变这种状况的根本。首先从规模生产做起,在提高产品质量和信誉的前提下,才有可能加快资金周转、扩大产品品种、改善装备,然后积聚力量,在高新材料、高附加值产品的生产上才能大有作为,形成独有的特色。(责任编辑 肖庆山)

科技动态

防洪的浮动房屋

据英国《新科学家》周刊 1995 年 9 月 9 日报道,美国科罗拉多一家跨国公司温斯顿公司的研究人员为使洪水频发地区的居民平安渡过洪水期,设计出一种能浮动的房屋,当洪水来到时,可以抵御水流速度大于 1.5 米/秒的洪水,自动上升 7 米高,并能经受风速达 130 公里/小时的风力。该公司认为,推广这种可浮动房屋,生活在洪水频繁发生地区的几百万人,在洪水突然降临时,可保生命财产的安全。

以往建在洪水区的房屋,经常被冲垮或被浸泡而塌陷,即使重新修筑好,不久又会被下一轮洪水冲垮。尽管

政府部门反复动员居民迁离洪水前沿区另谋生路,但许多居民因留恋故土坚持不愿离开。于是温斯顿公司就为洪水频发区的居民设计了这种浮动房屋。

浮动房屋仍然建在陆地上,但洪水来临后,它会像筏子一样浮起来。因为在整座房子下面安装了许多充满泡沫塑料的木桶,能产生很大浮力。房子的四角安有四个涂有润滑油的钢墩,钢墩套在充当锚桩的固定在地基上的混凝土底座内。因此房子只能上下运动,不会左右前后漂移。房屋内还配备有一台备用发电机和贮水箱,当房子在洪水中上升时,供电系统和供水管道会自动断路并转接到备用发电系统和贮水箱上。

洪水退下时,房子又会随水面下降而最终落到地面上。

(刘先曙)