

稀 土 工 业 问 题 和 展 望

P. Falconnet

一、资源开发

据美国矿山局统计,世界稀土的探明储量1955年为700万吨,目前已增至4800万吨(表1)其中以中国的储量最多。按目前消费量计算,可保证生产1500多年。

表1 世 界 稀 土 储 量

国 家	稀土氧化物, 吨
澳大利亚	753923
印 度	1939241
美 国	6470911
南 非	986820
其它市场经济国家	962984
中华人民共和国	36000000
其它中央计划经济国家	500000
总 计	47613879

1. 矿石种类增加,可供利用的资源更多。20年前,应用最广的矿石是氟碳铈矿,主要产自美国,其成分很符合当时市场需要大量铈、镧的要求。后来,钇的需要量越来越大,使独居石消费量不断增长,因其含钇量较高。再往后,磷钇矿(含钇高的磷酸盐)使钇的供需得到平衡。现在,中国正从离子型矿石生产新的稀土精矿。许多矿产国可以提供不同类型的含钇精矿。表2是三种主要稀土矿物的平均成分。

2. 混合稀土氧化物的产量。三个主要稀土产地的年生产能力见表3,现有开采能力几乎是稀土氧化物(REE)年需要量的二倍。

3. REO理论产量。采出矿石若全部分离,按上述数值计算,各种稀土元素的理论产量如表4。可见,钐丝毫不缺,钇、镧和钕也不缺。显然,也意味着铈和镧的市场供应量很大。

表2 主要稀土矿石的成分(REE, %)

稀土元素	独居石	氟碳铈矿	离子型矿石
镧	23	32	31.4
铈	46.5	40.5	7.2
镨	5.1	4.2	7
钕	18.4	13	29
钐	2.3	0.8	6.3
铕	0.07	0.11	0.5
铥	1.7	0.15	4.2
铽	0.16		0.5
镝	0.52		1.8
钬	0.09	0.12	0.3
铒	0.13		0.9
铥	0.013		0.1
镱	0.061	0.015	0.6
镥	0.006		0.1
钇	2	0.1	0.1

表3 生 产 能 力 (吨)

澳大利亚独居石	15000
氟碳铈矿独居石精矿	15000
氟碳铈矿, 加利福利亚	25000
总 计	55000

二、对需要量的分析

1960年以来稀土的消费量分两个时期:

1960—1974年是黄金时期,年增长率约12%。在此期间,混合稀土金属与硅混合稀土大量用于球墨铸铁和钢水脱硫,因此被称为“冶金时期”。由于第一次石油危机冲击和其它产品代替稀土,这一时期于1975/76年告终。

1976—1984年是石油裂化催化(或FCC)时期,主要市场是石油工业。这一时期平均年增长率低得多,约为5%。1984年稀土消费量达到最高点,31000吨。不幸的是,同年美国关于汽油含

铅量的规定,使催化剂生产者采用超稳定的沸石,不用或很少用稀土。结果1984—1986年稀土氧化物的需要量减少5000吨之多。至于第三个发展时期,目前还无从知晓,因为两个主要用户(冶金和石油催化)的消费量都在下降。

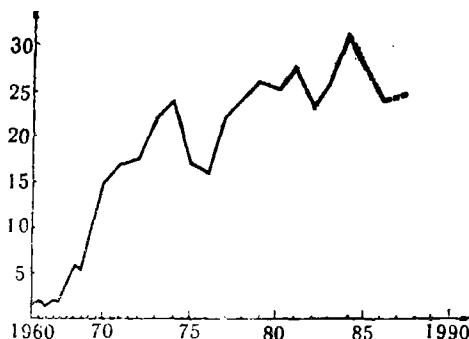


图1 稀土消费量(千吨REO)

从图1可得出如下结论:西方世界稀土消费量并不大(25000~30000吨REO),而且增长缓慢,1980—1986年年增长率平均1.5%。

三、稀土市场

1. 传统市场。稀土工业的三个主要市场是:冶金、催化和玻璃/陶瓷,1987年它们占西方需要量的94%(表4)。

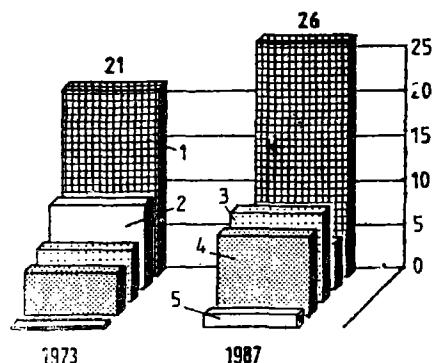


图2 稀土需要量(千吨氧化物)

1—总计; 2—冶金; 3—催化剂; 4—玻璃/陶瓷
5—其它

市场结构随着时间的推移变化很大。图2是1973与1987年的对比,稀土在冶金方面的应用显

著下降(在此期间年增长率-5%),玻璃和催化剂市场增长约4%。

表4 稀土氧化物理论生产能力(吨)

稀 土 氧 化 物	产 量
镧	16000
铈	26300
镨	2800
钕	8500
钐	670
铕	70
钷	410
铥	27
镝	140
钬	12
铒	35
铥	7
镱	23
镥	10
钇	610
总计	54614

表5 1987年三大稀土市场

市 场	比 重 %	年 增 长 率 %	所 用 的 稀 土
冶 金	20	-5	含铈高的精矿,所有稀土混合物
玻 璃	35	4.3	铈化合物镨,铈,
催 化 剂	39	3.7	所有稀土混合物,铈混合物

2. 新材料市场。这一市场占需要量的6%,1973—1987年期间,年增长率超过13%,包括下列应用领域:永磁材料—荧光材料—陶瓷—特种玻璃等。

从产品来说,需要稀土分离元素和按用户要求进行精加工。

3. 按美元计算的需要量。下表右是按美元划分的稀土消费结构。最大的用户是荧光材料,其次是玻璃。随着新的钕铁硼工艺的发展,若干年内磁铁市场所占比例将跃居第二。

表6 西方稀土市场比例

I 按地区分(美元)%	I 按用途(美元)%
日本和亚洲43	荧光材 30 玻璃 20 催化剂 15
美国 36	磁铁 15
欧洲及其它21	冶金陶瓷14 其它 6

4. 地区需要量。表5左所示, 销售额最高的是亚洲(43%); 美国第二, 占36%; 欧洲第三, 占21%。由于中国的崛起, 亚洲的重要性将进一步提高。

四、稀土生产

与生产有关的四个重要因素是: 原材料, 工艺过程, 最终产品的利用率, 价格和生产厂家。

(一) 原料除前述需补充几点:

1. 尽管稀土矿石储量丰富而且种类繁多, 但是没有单一的稀土矿石。磷钇矿虽然含有大量钇, 但是每半年只能供应数百吨, 因为它与锡的提取密切相关。

2. 独居石和氟碳铈矿仍然是用得最广泛的矿石, 1987年产量(氧化物)如下: 氟碳铈矿9500吨, 独居石11000吨, 其它(稀土氯化物, 精矿, 磷钇矿)5500吨。

3. 上述情况表明, 稀土工业的结构不平衡, 即独居石和氟碳铈矿的稀土元素的分布情况与市场的消费结构不一致。例如:

—这类元素是铈、镧、镨、钷, 占矿石中稀土氧化物的80%以上, 目前生产过剩;

—与此相反, 钕钴永磁材料的生产由于市场上氧化钐供应不足而受到严格限制;

—其它许多元素, 如钬、铥、镱、镥和钪, 实际上没有市场, 重量虽然微不足道, 但对稀土生产者来说, 却减少了收益。

(二) 工艺过程

稀土工业分离单一元素用得最普遍的方法是溶剂/溶剂萃取, 少数采用树脂离子交换。虽上

工艺反应速度慢、投资高, 可是目前又没有能取代它们的新工艺。

精制阶段, 由于用户要求苛刻, 稀土氯化物或硝酸盐转化成相应的商品越来越费钱。如为制造彩电用红色荧光粉(Y₂O₃、铕), 厂家必须按用户要求提供一种专用的氧化钇。

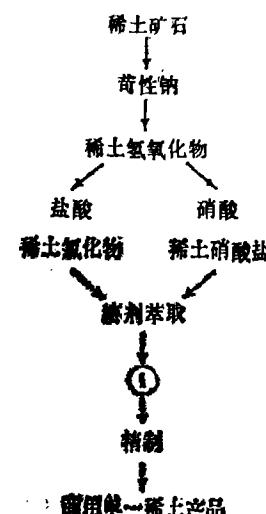


图3 稀土生产流程(独居石)

1—稀土单一元素的硝酸盐或氯化物

五、价格

在原料价格持续上涨的同时, 大部分稀土元素的价格不断下跌, 致使生产厂家利润率减少。唯一的例外是氧化钐, 由于材料稀缺, 几年以前氧化钐的价格开始逐步上升。

六、生产厂家

生产厂家不断增加, 但需要量减少、价格下跌, 使整个稀土工业的收益蒙受损失。

七、中国的稀土

1. 生产与消费。不久前, 中国稀土学会公布了稀土生产和消费的部分资料。从图5可见, 矿石和产品的产量高速增长, 年增长率接近32%。另一方面, 国内消费量年增长18%, 只占总产量的1/3, 说明出口潜力很大。1987年生产和消费之间的差数为3700吨(REE)。

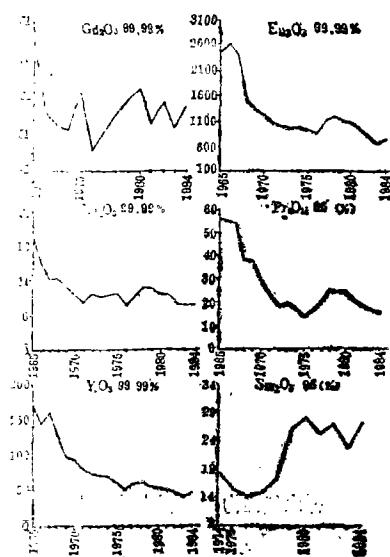


图4 稀土氧化物价格

表6 世界主要稀土厂家

欧 洲	法国罗纳普朗克公司 英国稀土产品公司 奥地利特赖巴赫化工厂 挪威梅冈公司
美 国	钼公司, 格雷斯公司; 研究化学品公司
日 本	三菱公司, 三德公司; 三井金属矿业、日本钇公司 新日本金属、信越化学; 日产稀元素
中 国	10—13家, 台湾鑫海公司
巴 西	核独居石联合公司

表7 中国稀土消费结构(%)

	1983	1984	1985	1986	1987
冶 金	70	70	64	72	67
催 化 剂	23	20	20	17	19
玻 璃 / 陶 瓷	5	5	10	5	5
电 子	1	1	1	1	1
其 它	1	4	5	6	8

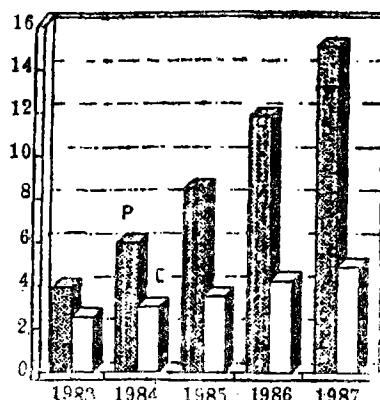


图5 中国稀土产量(P)与消费量(C)

2. 国内需要量。表5是1983—1987年中国稀土的消费结构。同其它新兴工业国一样, 冶金工业是最大的用户, 其次是催化剂。由于今后汽油需要量增加, 催化剂的用量将继续增加。玻璃陶瓷和电子工业所占的比例不大。有趣的是, 其它方面的需要量迅速增加, 包括中国某些特有的用途, 如稀土化肥, 纺织品和皮革染色等。

八、结语

由于许多因素, 西方世界稀土工业正处在十字路口。自相矛盾的是, 资源不缺而且开采能力很大, 稀土并不稀缺!

障碍稀土工业发展的主要因素如下:

1. 使用稀土的二大市场(冶金与裂化催化剂)需要量下降, 又没有新的大用户能取代它们。这又意味着: 钇和镧的过剩, 而急需的稀土, 如钐、钕、铕等减产。

2. 由于生产厂家太多, 利润率下降。中国和东方国家不能在相同的经济基础上进行竞争, 促使价格下降。

3. 在生产方面, 稀土工业需要更多的投资用于分离和精制, 以满足用户更严格的要求。

王漱英 摘译自 联邦德国《Erzmetall》, 1989, NO. 9.

胡际平 校