

# 稀有金属资源概况

小村幸二郎

文中阐述了作为尖端工业基础原材料的稀有金属的资源分布,产量,蕴藏量及供应状况。根据稀有金属的产量与蕴藏量分析了稀有金属的耐用年限,并对稀有金属的未来需求作了预测。

## 前言

人们对于尖端技术产业的基础原材料—稀有金属的关心日益增加。研究稀有金属资源的分布、产量、蕴藏量和供求的现状与将来的预测是非常必要的。为了长期保证稀有金属的供给,最根本最重要的是稀有金属资源的确保程度。例如,有人认为:“日本是世界上最富裕的(财政)顺国差,因此,不用勘探、采掘稀有金属,只要拿出大量的钱,就可以买到必要的东西。”进口必要物资的方法是肯定的,可是从海外各国进口矿物资源,日本的产业就可工长期稳定维持发展吗?依赖从海外输入大量矿物资源的日本,特别是在稀有金属的输入方面,常常怀有某种不安,也是必然的。例如,1978~1979年由于国际镍公司(INCO)的罢面,约一年之内,镍的供给断绝;由于扎伊尔的所谓扎巴战争,钴的供给断绝等,都给日本产业界带来了影响。而且在稳定确保矿物资源方面确实有不安全感,这种事例很多。常常听到这样的话:“控制资源者控制技术”,这种例子不胜枚举。“控制资源”的含义大都不是指单纯购入资源,而应坚定地立足于切磋琢磨,积累知识和技术,运用这些知识和技术,努力发现、开发资源,在理想的体制下,最大限度地有效地运用这些资源。

曾经作为世界第二位矿产国出口铜的日本,1930年开始进口铜,其对海外各国重要矿物资源的依赖程度逐年增高。而且所谓石油冲击以后,国内矿山相继封闭,这种倾向愈加显著。根据资源能源厅长官办公厅矿业科监修的矿业便览,国内开业的金属矿山数截止1970年4月1日,有246座矿山,到1987年4月1日减少到34座矿山,从业人员数也从33,851名锐减至3,579名。处在地区经济中心位置的矿山关闭,尖端技术产业必不可少的多种稀有金属又必须从有色金属矿来回收,而对这些现实,由于有色金属矿山的关闭而造成这些稀有金属能否长期稳定供给的问题将引起人们的不安。

本文根据矿业审议会矿山部稀有金属综合对策特别小组提出的31种稀有金属为主要对象,概述其资源状况。

## 一、所谓稀有金属

稀有金属一般理解为地球上天然存在量稀少,或提取纯困难的金属,但在学术上和经济上对稀有金属的看法稍有不同,因此对它做出确切的定义是不容易的。

一般从地壳中元素丰富程度来看,从锰到钽,这46种元素称作稀少元素,铯以下称作超稀少元素。铜和铅及锌与稀少元素不同,从它们的矿床分布和矿产量,以及作为金属的提取来看,不具备前面叙述的稀有金属的特性,所以不能作为稀有金属对待。另一方面,成为地壳主要构成元素的钽,量应该是很多的,矿床分布明显不均,并且从其利用难易来看,也应

列入稀有金属。

稀土中，镧、铈、镨、钕、钷是轻稀土，钆、铕、钆、铽、镱是中稀土，铟、铊、铋、铷、铯是重稀土，可根据其性状区别。铷和铯与上述稀土性质极为相似，所以一般地说，大多按稀土对待，所以在上述31种稀有元素中铷和铯也作为稀土对待。

## 二、稀有金属的主要用途

与铁、铜、铝、锌等作为一般结构材料利用不同，稀有金属作为具有新功能的金属化合物而利用，它的用途根据各自的特性涉及多方面。表1表示了稀有金属的用途概况，而实际用途在这个表中，作为金属利用的场合比作为合金利用的场合要多，并且可以预计，随着今后的技术进步与利用范围的扩大，稀有金属的用途将越来越大。

## 三、发展中国家生产的稀有金属

所谓发展中国家往往大致分为有矿物资源，但充分利用该矿物资源的工业能力不足的第三世界，和资源与工业能力都不足的第四世界，不能采掘国内地下资源的国家几乎没有。

矿物资源的蕴藏量与地质条件和地理条件等密切相关。比较各国情况来看，国土面积与矿物资源的种类、数量大致呈正相关关系。国土面积和矿物资源的多少好像有很大关系。在具有广大国土的国家里，其地质时代是由前寒武纪到现代的各种岩层和火成岩构成的，经过长时期形成多种多样的矿床。当然，与矿床的发现频率、矿床形成后的变化与侵蚀作用等也有关系。

像日本这样矿物资源拥有率低，而工业能力发达的所谓第二世界，当然必须求助于第三世界必要的矿物资源，作为其判断材料之一，发展中各国主要矿产概况列于表2。

概观表2—1的亚洲、大洋洲、中东的矿产物，如中国、印度、南朝鲜、马来西亚、菲律宾、泰国、土耳其、北朝鲜。从前寒武纪到中生代的火成活动进行活跃的国家矿产较多。如大洋洲和中东很多国家火成活动比较局限，或几乎没有的国家，处于热带~亚热带圈内时，磷和盐等矿物资源为特征。沙特阿拉伯广大国土的辽阔边远的西部由前寒武纪地层组成，而且前寒武纪和现代火成活动活跃，从国土面积和地质来看，认为蕴藏着相当的矿物资源，但特别是金属矿产物几乎没有，可能暗示了侵蚀作用是使矿床大部分消失的一个原因。

表2—1、2、3的非金属栏内举出重晶石，表3—1非金属栏内举硼。重晶石是最重要的钡的供给源，硼(灰硼石等)是不折不扣的硼的供给源，所以首先从列举出的31种稀有金属来看，当然金属栏内可能也记载了，但按惯例，放在非金属栏内。在这些表的金属栏中，用括弧表示的是期望(又叫预料)矿点存在，或已知是有矿征兆的地方。

## 四、稀有金属的开发与扩产计划

尖端技术产业的急速发展，自然要求对作为其基础材料的稀有金属进行探查、开发，以及扩大生产等。稀有金属几乎都分布不均，且大多数都没有形成大规模矿床，是促进积极探查开发的重要原因。

在表2中，概括地总结了发展中国家稀有金属的生产地质赋有及预测；在这些国家开发和增产稀有金属的计划，从确保近期稀有金属供给源的观点来看，应该予以足够的重视。在1985年1月号的《采矿杂志》中，记载了西方各国矿物资源新开发和增产计划，对稀有金属做了总结。

现在正在完成的计划，还有新定的计划，表4包含了这方面的整个内容。与矿山数量不

表1 稀有金属用途概况(密度、熔点、沸点根据1986年版理科年表)

元素	密度	熔点 °C	沸点 °C	用途
B	2.53	2,300	2,527	电子设备材料、硼纤维、固体燃料、硼钢添加原料等
Ba	3.5	725	1,639	吸气材料、光学玻璃、布劳恩管(阴极射线管)玻璃、玻璃纤维、X射线造影剂、医用试剂、涂料等
Be	1.84	1,278	2,399	原子反应堆减速材料、飞机等构造材料、非点火工具、金属模、火器、X线窗、轴承、原子反应堆用减速材料、电阻器用磁器。
Bi	9.8	271.3	1,560	焊锡、相等低熔点合金原料、计测仪器用半导体、铁素体添加剂、医药品、催化剂等。
Co	8.8	1,494	2,747	磁性合金、耐磨耐热合金、超硬合金、弹簧合金、颜料、催化剂、着色剂等。
Cr	7.2	1,890	2,212	特殊钢、超耐热合金、铜合金、铝硅铜系合金等。
Cs	1.87	28.5	703.3	光电子增位管、光电管、电子钟表、釉、焊条等
Ga	5.9	29.78	2,403	碳化镓等化合物半导体、低熔点合金、电子管用合金添加剂等
Ge	5.4	958.5	2,691	晶体管、红外线滤波器、光通信用光敏元件、玻璃纤维、聚树脂等。
Hf	13.3	2130±15		原子反应堆控制杆材料、超耐热合金添加剂、整流器、各种耐腐蚀材料等。
In	7.3	156.6	(2,000)	轴承、晶体管发射极和整流器、半导体材料、布劳恩管(阴极射线管)、保险丝、电镀剂等
Li	0.534	179	1,327	金属脱气剂、电池、碳酸气吸收剂、特殊玻璃、陶瓷器皿、润滑脂添加剂。
Mn	7.42	651	2,152	铁素体、磁铁、特殊钢及非铁合金等。
Mo	10.2	2,610	4,804	特殊钢、白炽灯、耐热材料、金属材料、电子管等
Nb	8.56	2415±15		耐热耐腐蚀合金、超导线材、钠蒸气灯、超硬工具、不锈钢、光学透镜添加剂等。
Ni	8.85	1,455	2,731	特殊钢、不锈钢、磁性材料、电子管材料、货币催化剂、电阻材料等
Pt(G)	21.37	1,772	3,327	坩锅、热电偶、阳极、搅拌棒、接点、装饰品等
Rb	1,532	38.89	679.5	陶瓷工业、玻璃工业、原子能发电热交换液等。
RE				铸造添加剂、脱氧脱硫材料、引火合金、玻璃添加剂、催化剂、电视萤光剂、颜料、磁性材料、陶瓷电容器等
Re	21.2	3,180	5,627	石油精制用催化剂、脱氢用催化剂、耐热合金、热电偶、航天飞机材料等。
Sb	6.69	630.7	1,617	铅合金材料、玻璃澄清剂、汽车、家电制品的内外装修材料、阻燃料、防火加工剂等
Se	4.82	220.2	684.9	计算器、复印机、录像机等电子设备、溶剂、催化剂、着色剂、除草剂等
Sr	2.6	769	1,383	彩色电视机用布劳恩管、脱氧剂、光学玻璃、铁素体、防锈颜料、点火剂等
Ta	16.6	2,996	5,425	合金添加剂、耐腐蚀材料、电子仪器电路、化学纤维喷丝用喷丝口、牙科材料等
Te	6.25	449.8	989.8	金属添加剂、空气调节器、冷藏库、太阳能电池、玻璃着色剂、杀菌杀虫剂等
Ti	4.4	1,675	3,262	飞机结构材料、耐腐蚀材料、海水淡化装置、交换材料、电解电极、人造骨胎、网球球拍、眼镜框、自行车、扬声器振动板等
Tl	11.85	302.5	1,457	低熔点玻璃、耐蚀合金、脱氧剂、防震剂、火焰光着色剂等
V	5.8	1,890	(3,000)	合金添加剂、耐热剂、焊条涂料、催化剂、着色剂等
W	19.1	3,337	5,927	超硬合金材料、电子管用灯丝、白炽电灯、电极各种接点等
Zr	6.53	1,882	3,578	原子反应堆结构材料、燃料覆盖层材料、导电材料、耐热金属材料、颜料、光学玻璃、试剂等。

表2—1

发展中国家矿产概况(亚洲、中东、大洋洲)

国家	金属	非金属	燃料
缅甸	Sb, Cu, Fe, Pb, Zn, Ni, Ag, Sn, W, (Cr, Co)	重晶石、石灰石、粘土、长石、石墨、石膏、盐、硅石、滑石、白云石	石油、煤气、煤
中国	Al, Sb, Bi, Cd, Cu, Au, Ag, Fe, Pb, Zn, Mn, Hg, Mo, Ni, Sn, W, Re, Li,	菱镁矿、石棉、重晶石、石灰石、萤石、石墨、石膏、蓝晶石、磷、盐、滑石、硫黄	石油、煤气、煤
(台湾)	Al, Cu, Au, Fe, Pb, Ag	石棉、粘土、长石、石膏、石灰石、云母、盐、白云石、硫黄、滑石	石油、煤气
印度	Cu, Au, Fe, Pd, Zn, Mn, RE, Se, Ag, Ti, W, Zr	石棉、重晶石、石灰石、白垩、粘土、金刚石、长石、萤石、石膏、蓝晶石、云母、磷、硫黄、滑石	石油、煤气、煤
印度尼西亚	Al, Cu, Au, Fe, Mn, Ni, Ag, Su (Cr, Co)	石棉、石灰石、粘土、金刚石、磷、硫黄、石英、盐	沥青、石油、煤气、煤
伊朗	Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn, Mn, Sr	重晶石、菱镁矿、盐、滑石	石油、煤气、煤
伊拉克	Fe, Cu, (Cr, Co, Ni)	石灰石、石膏、硫黄、盐	石油、煤气
以色列	Cu, Fe	重晶石、石灰石、粘土、石膏、磷、盐、硫黄	煤炭、石油
约旦	Fe	石灰石、粘土、石膏、磷、盐	
南朝鲜	Al, Sb, Cd, Cr, Co, Cu, Au, Fe, Pb, Zn, Mn, Mo, As, Ni, Pt, Ag, Sn, W	菱镁矿、石棉、石灰石、白垩、粘土、金刚石、长石、石墨、石膏、云母、盐、硅石、滑石、硫黄	
科威特		石灰石、粘土、盐、硫黄	石油、煤气
马来西亚	Ti, W, Zr, Al, Sb, Nb, Ta, Cu, Au, Ag, Fe, Mn, RE, Sn (Cr, Ni)	重晶石、石灰石、粘土	石油、煤气
巴基斯坦	Al, Sb, Cr, Fe, Mn	重晶石、石灰石、白垩、粘土、石膏、萤石、菱镁矿、白云石、盐、滑石	煤、石油、煤气
菲律宾	Cr, Co, Cu, Au, Ag, Fe, Pb, Zn, Mn, Mo, Ni	石棉、重晶石、石灰石、粘土、长石、石膏、磷、盐、硫黄、滑石	石油、煤气、煤
沙特阿拉伯	Cr	石灰石、石墨、硫黄	石油、煤气
泰国	Sb, Cr, Nb, Ti, RE, Fe, Pb, Zn, Mn, Sn, W, Ti, Zr	重晶石、石灰石、粘土、硅藻土、长石、萤石、石墨、石膏、磷、盐、滑石	煤、石油
土耳其	Al, Sb, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn, Mn, Hg, Au, Ag, W, Sr	石棉、重晶石、硼、石灰石、粘土、硅藻土、长石、萤石、石膏、菱镁矿、海泡石、磷、盐、硫黄	沥青、煤、石油、煤气
阿拉伯联合酋长国		石灰石、硫黄	石油、煤气
孟加拉国	F	石灰石、粘土、盐	
圣诞岛		磷	
文莱			石油、煤气
香港	Fe	石灰石、粘土、长石、石英	
柬埔寨	Fe	石灰石、盐	
北朝鲜	Al, Cd, Cu, Au, Ag, Fe, Pb, Zn, W	重晶石、石灰石、石墨、菱镁矿、磷、滑石、硫黄、盐	
老挝	Sn (Cr, Ni)	石膏、盐	
蒙古	Cu, Mo	石灰石、萤石、石膏、盐	煤
尼泊尔	Be, Cu	石灰石、粘土、菱镁矿、盐	煤
新加坡	Fe	硫黄、石灰石	煤
斯里兰卡	Fe, Ti, Zr, RE	石灰石、粘土、长石、石墨、云母、磷、盐	
越南	Cr, Sn, Zn, Fe	石灰石、粘土、石膏、磷、盐	煤

国 家	金 属	非 金 属	燃 料
阿富汗	Be、(Cr、Co、Ni)	石棉、重晶石、石灰石、石膏、滑石、盐	煤、煤气
巴 林	Al、Fe	石灰石、石膏、硫黄	石油、煤气
黎巴嫩	Fe	石灰石、石膏、盐	
阿 曼	Cu	石灰石	石油、煤气
卡塔尔	Fe	石灰石、硫黄	石油、煤气
叙利亚	Fe	石膏、盐、硫黄、磷	石油、煤气、沥青
南也门		盐	
北也门		盐、石膏	
斐 济	Au、Ag、Te	石灰石	
基里巴斯		磷	
瑞 鲁	Cr Co、Ni	磷	
新喀里多尼亚	Cu、Au、Ag		
巴布亚新几内亚	Au、Ag		
瓦努阿图	Mn		

注：括弧内为预料的稀有金属。

断减少的日本不同，邻国中华人民共和国相继发现有希望的稀有金属矿床，如在1989年后期开始正式采掘的新疆维吾尔自治区喀拉通克矿山(Ni, Cu)，这可以推测出有几个矿床的开发和扩大计划，上述资料是所谓对象国以外的，没有这方面的记载。象这样的其他非对象国，可以设想只有程度上的差别。

### 五、稀有金属的产量

稀有金属产于哪个国家，产量如何，对于稀有金属几乎全部依赖进口的日本来说，是最为关注的事情之一。和后面将要叙述的贮藏量一样，再次反映稀有金属分布不均的状况。

表3是以美国矿山局1985年发行的《矿物实况与问题》提供的资料制成，给出了1983年稀有金属世界产量，前五名各国的产量及其所占的比例。由于有的国家没公开发表其生产量，或者显然是在生产着，然而不能充分掌握其生产量，所以这个表不能正确表示稀有金属的生产量，但在了解总体的生产状况方面还是很方便的。由于本表中给的生产量不明，所以生产量一栏是空白的。一般说，在锆石中，铪的含有量为锆的2~2.5%，所以如果用这样的含有率和本表末尾锆的生产量进行概算，1983年世界铪生产量为7960~9950吨。

在这个表上，统计了39个国家与不同地区的生产量(除铯之外)。1986年12月31日为止，加入联合国的159个国家，未加入联合国的9个国家，全世界共168个国家。然而稀有金属产生量居前五名的国家数目只占全体总数的大约23%，从整体上看，可以看出稀有金属的不均衡性，而从矿种来看，其不均衡性更为显著。

在表3中，前五名各国生产量占世界生产量80%的矿种，除去铯、铷及铪外，有硼、铍、铋、钴、铬、锗、锂、锰、铂、稀土、铌、铯、锶、钽、钛、铈、钒、锆达19种，其中有9种

表2—2

发展中国家矿产概况(非洲)

国 家	金 属	非 金 属	燃 料
阿尔及利亚	Cd, Cu, Fe, Pb, Zn, Sb, Hg, Ag, Sr (Cr, Nb, Ta, RE)	重晶石、硅藻土、粘土、盐	石油、煤气
安哥拉	Fe (Cr, Nb, Ta, RE)	石膏、金刚石、盐	石油、煤气、沥青
博茨瓦纳	Cu, Co, Ni (Cr)	金刚石、滑石	煤
埃及	Al, Cu, Fe, Cr, Mn	石棉、粘土、硅藻土、石膏、石灰石、云母、磷、 硫黄、石膏、盐	石油、煤气
加蓬	Au, Mn, U	金刚石	石油、煤气
加纳	Al, Au, Fe, Mn, Ag	金刚石、盐	石油、煤气
几内亚	Al (Cr)	金刚石	
利比里亚	Au, Fe (Cr)	金刚石	
利比亚	Fe	石膏、石灰石、硫黄、盐	石油、煤气
马达加斯加	Be, Cr, Au, Ni, RE	粘土、长石、石墨、云母、盐、石英	
毛里塔尼亚	Cu, Fe, Au, Ag, RE (Cr)	石膏	
摩洛哥	Sb, Co, Cu, Fe, Pb, Zn, Mn, Ni, Ag, W (Cr, Nb, Ta, RE)	重晶石、粘土、长石、磷、盐、硫黄	石油、煤气、煤
纳米比亚	As, Cd, Cu, Pb, Ag, Sn, W, U, V, Zn Li (Cr)	金刚石、硫黄、盐	
尼日利亚	Nb, Ta, Fe, Pb, Zn, Sn (W)	粘土、长石	石油、煤气、煤
塞拉利昂	Al, Au, Fe, Ti	金刚石、盐	
南非	Al, Sb, Be, Cr, Nb, Ta, Cu, Fe, Pb, Zn, Mn, Ni, Pt, Ag, Sn, Ti, U, V, Zr (Sn, W)	石棉、重晶石、粘土、刚玉、金刚石、硅藻土、 长石、萤石、石墨、蓝晶石、石灰石、云母、磷 石英、盐、硫黄、滑石、蛭石	煤
苏丹	Cr, Au, Mn (Sn, W)	石灰石、石膏、云母、盐	
突尼斯	Fe, Pb, Zn, Ag	重晶石、萤石、石膏、石灰石、硫黄、磷	石油、煤气
扎伊尔	Cd, Co, Nb, Ta, Cu, Au, Ag, Mn, Sn, W, RE (Cr)	金刚石、石灰石、硫黄、	石油
赞比亚	Cd, Co, Cu, Au, Ag, Fe, Pb, Zn, Sn, Se (Cr)	石灰石、粘土、长石、萤石、石膏、硫黄	煤
津巴布韦	Al, Sb, As, Be, Cs, Cr, Co, Nb, Ta, Cu, Au, Ag, Fe, Ni, Pt, Sn, W, Li, Be (RE)	石棉、重晶石、粘土、长石、萤石、石墨、蓝晶 石、磷、石英、硫黄、滑石	
喀麦隆	Al, Au, Sn (Cr, Nb, Ta, RE)	石灰石	
布隆迪	Nb, Ta, RE, Au, Sn, W (Cr)	粘土、石灰石	泥炭
埃塞俄比亚	Au, Pt (Nb, Ta, RE)	粘土、石膏、盐、石灰石	
肯尼亚	Be, Au, Fe (Cr)	重晶石、粘土、石灰石、刚玉、硅藻土、长石、 萤石、石膏、菱铁矿、磷、盐、蛭石、硅灰石	
莫桑比克	Bb, Nb, Ta, Cu (Cr, RE, W, Sn)	石灰石、盐	煤
卢旺达	Be, Nb, Ta, Au, Li, Sn, W	磷	煤气
塞舌尔		磷	
索马里		磷、海泡石	

续表2—2

发展中国家矿产概况(非洲)

国 家	金 属	非 金 属	燃 料
斯威士兰	Fe, Sn, W	石棉	
坦桑尼亚	Au, Be, Sn, Zr	石灰石、粘土、硅藻土、石膏、云母、盐	煤
喀麦隆	Al, Au, Su	石灰石	石油
中 非		金刚石	石油、煤气
刚 果	Cu, Au, Pb, Zn		
乌干达	Bi, Nb, Ta, Cu, Fe, Sn, W	石灰石、磷、盐	
贝 宁		盐、石灰石	
马 里	Au ( Cr, Nb, Ta, RE, W, Sn )	石灰石、磷、盐	
尼日尔	U, Sn, Mo ( Cr, W )	石灰石、石膏、盐、磷	煤
塞内加尔	Au	石灰石、粘土、磷、盐	
多 哥	Fe	石灰石、盐、磷	
布基纳法索	(Cr)	磷	
象牙海岸		金刚石、石灰石	石油
佛得角		盐	
莱索托		金刚石	
马拉维	(Nb, Ta, RE)	石灰石、蓝晶石	
吉布提		盐	
毛里求斯	Ag		
乍 得	(Cr, Nb, Ta, RE)		

注：括弧内为预料的稀有金属

生产量超过90%。生产量的这种实际状态，例如，相对于世界产量，美国的硼产量占61.6%，苏联的铂产量占55.4%，澳大利亚的稀土及锆产量各占56%和64.1%等，表明稀有金属的供给源显著不均。不过，表3的内容现在应该略加修订。例如，在这个表中，中国的稀土生量为世界第三位，2000吨（14%），而1988年5月据官方与民间合同，稀土交流访华团就日中两国促进稀土交流与中国方面进行会谈的内容报告书中摘录，（1988年7月19日钢铁新闻），记载1987年中国稀土(REO)生产量已超过20000吨，这个产量相当于表3中世界生产量的140%。

一般认为，美国、加拿大、苏联是世界三大矿产国。在表3中，生产利用矿种数目居世界前五名的是：第一是苏联，21种；美国、加拿大及中国各有11种；第五是澳大利亚，有10种。这些国家的共同特点是具有从前寒武纪时代到现代地史的幅员辽阔的大国，而且除稀有金属以外，其它矿物资源也很丰富。

## 六、稀有金属的矿石蕴藏量

仔细研究稀有金属的矿石蕴藏量，从被供给国角度来看，考虑将来稳定的供给问题是很重要的。

表2—3

发展中国家矿产概况(中、南美洲)

国 家	金 属	非 金 属	燃 料
阿根廷	Al, Be, Bi, Cd, Cr, Nb, Ta, Cu, Au, Fe, Pb, Zn, Mn, Ag, Sn, W, U	石棉、重晶石、硼、粘土、硅藻土、长石、萤石、石墨、石膏	
玻利维亚	Sb, As, Bi, Cd, Cu, Au, Fe, Pb, Mn, Ag, Sn, W, Zn	重晶石、石膏、盐、硫黄	石油、煤气
巴 西	Al, Sb, Be, Li, Cd, Cr, Nb, Ta, Cu, Au, Ag, Fe, Pb, Zn, Mn, Ni, RE, Sn, Ti, W, Zr	重晶石、粘土、金刚石、硅藻土、长石、萤石、石膏、石墨、蓝晶石、石灰石、菱镁矿、云母、磷、石英、白云石、硅石、滑石	石油、煤气
智 利	Cu, Au, Fe, Pb, Zn, Mn, Mo, Se, Ag, V, Zn	重晶石、粘土、硅藻土、长石、石膏、石灰石、磷盐、硫黄、滑石	煤、石油、煤气
哥伦比亚	Cr, Cu, Au, Ag, Fe, Pb, Zn, Mn, Pt	石棉、重晶石、粘土、石灰石、硅藻土、长石、石膏、云母、菱镁矿、盐、硫黄、滑石	石油、煤气
厄瓜多尔	Au, Ag, Pb, Cd, Zn, Cu	粘土、石膏、石灰石、硫黄	石油、煤气
法属圭亚那	Au	金刚石	
加 纳	Al, Au		
巴拉圭		粘土、石灰石、石膏	
苏里南	Al, Au	粘土	
乌拉圭	Al, Fe	重晶石、粘土、刚玉、长石、萤石、石灰石、滑石、硫黄	
巴哈马		盐、石灰石、硫黄	
巴巴多斯			石油、煤气
古 巴	Co, Cu, Cr, Ni, Fe	石膏、盐、硫黄	石油、煤气
多米尼加共和国	Al, Au, Ag, Cu, Hg, Fe, Ni	石膏、石灰石、盐	
海 地	Al		
牙买加	Al, Pb	石膏、石灰石	
马提尼克		石灰石	
荷属安的列斯群岛		磷、盐	
圣文森特		盐	
特立尼达和多巴哥	Pb, Fe	硫黄	石油、煤气、沥青
秘 鲁	Sb, As, Bi, Cd, Cu, Au, Ag, Ln, Fe, Pb, Zn, Mo, Se, Te, Sn, W	重晶石、硼、蛭石、石灰石、长石、石膏、云母、磷、盐、硫黄、滑石	石油、煤气、煤
哥斯达黎加	An, Ag	粘土、硅藻土、石灰石、盐	
墨西哥	Al, Sb, As, Bi, Cd, Cu, Au, Fe, Pb, Mn, Hg, Mo, Ni, Se, Ag, Sn, W, Zn, Sr	石棉、重晶石、石灰石、粘土、硅藻土、长石、萤石、硫黄、石墨、石膏、菱镁矿、云母、磷、盐、白云石、滑石、硅灰石	石油、煤气
萨尔瓦多	Al, Au, Ag, Fe	石膏、石灰石、盐	
伯利兹		石灰石	
危地马拉	Sb, Cu, Fe, Ag, Pb, Zn, Ni, W	重晶石、粘土、长石、石膏、石灰石、盐	石 油
洪都拉斯	Sb, Cd, Cu, Au, Ag, Pb, Zn, Fe	石灰石	
尼加拉瓜	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	石灰石、石膏、盐	
巴拿马		石灰石、粘土、盐	

注：括弧内为预料的稀有金属。

表3

稀有金属的产量(1983), 括号内为占有率(%)

元素	单位	世界产量	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	前五位国家合计
B	1000ST	1,034	美国 637(61.6)	土耳其 321(31.0)	苏联 44(4.3)	阿根廷 22(2.1)	中国 6(0.6)	1,030(99.6)
Be (生产额)	ST	1,300	美国 400(30.8)	巴西 250(19.2)	苏联 250(19.2)	印度 100(7.7)	澳大利亚 100(7.7)	1,100(84.6)
Ba (重晶石)	100ST	6,087	中国 1,100(18.1)	美国 754(12.4)	苏联 570(9.4)	墨西哥 394(6.5)	西德 276(4.5)	3,094(50.8)
Bi (矿产)	1000LB	16,700	澳大利亚 4,000(23.9)	北美洲 5,300(32.9)	亚洲 3,300(19.8)	南美洲 3,200(19.2)	欧洲 700(4.2)	16,700(100)
Co (矿产)	1000LB	51,000	扎伊尔 24,920(48.9)	赞比亚 5,300(10.4)	苏联 5,200(10.2)	澳大利亚 4,000(7.8)	古巴 3,640(7.1)	43,060(84.4)
Cr	1000ST	2,745	苏联 942(34.3)	南非 758(27.6)	阿尔巴尼亚 305(11.1)	印度 123(4.5)	土耳其 114(4.1)	2,242(81.6)
Cs	LB	21,000	津巴布韦 21,000					
Ga	Kg	16,200	西德 3,000(18.3)	日本 3,000(18.5)	法国 2,500(15.4)	加拿大 2,000(12.3)	中国 2,000(12.3)	21000(100)
Ge	T	85	比利时 20(23.5)	意大利, 法国 20(23.5)	美国 20(23.5)	西德 10(11.8)	中国 5(5.9)	12,500(77.2)
Hf								75(88.2)
In	1000TOZ	2,500	加拿大 350(14.0)	意大利 300(12.0)	苏联 250(10.0)	秘鲁 200(8.0)	日本中国澳大利 800/24.0	1,700(68.0)
Li (生产额)	ST	9,300	美国 6,600(71.0)	苏联 1,500(16.1)	中国 400(4.3)	澳大利亚 300(3.2)	津巴布韦 300(3.2)	9,100(97.8)
Mn	1000ST	8,800	苏联 3,450(39.2)	南非 1,225(13.9)	巴西 1,000(11.4)	加蓬 945(10.7)	日本、中国 1,060(12.0)	7,680(87.3)
Mo (矿产)	1000LB	137,831	美国 33,951(24.6)	智利 33,100(24.0)	苏联 24,300(17.6)	加拿大 23,100(16.7)	墨西哥 11,700(8.5)	126,151(71.5)
Nb	1000LB	21,050	加拿大 2,870(13.6)	苏联 1,600(7.6)	泰国 466(2.2)	尼日利亚 196(0.9)	马来西亚 174(0.8)	5,306(25.2)
Ni	1000ST	7,595	苏联 187(24.6)	加拿大 134.3(17.7)	澳大利亚 99.2(13.1)	新西兰 69.4(6.8)	印度尼西亚 51.4(6.8)	541.3(71.3)
Pt	1000TOZ	6,500	苏联 3,600(55.4)	南非 2,600(40.0)	加拿大 187(2.6)	日本 59(0.9)	哥伦比亚 17(0.3)	6,443(99.1)
Rb (生产额)	LB		美国 6,000					
RE (REO)	T	14,332	澳大利亚 7,975(56.0)	马来西亚 2,200(15.4)	中国 2,000(14.0)	巴西 1,100(7.7)	苏联 500(3.5)	13,775(96.8)
Re	LB	24,800	加拿大 9,000(36.3)	智利 7,000(28.2)	苏联 4,000(16.1)	西德 2,600(10.5)	瑞典 1,000(4.0)	23,600(95.2)
Sb	ST	53,300	波利维亚 11,600(21.9)	中国 11,000(20.6)	苏联 10,000(18.8)	南非 6,947(13.0)	墨西哥 1,700(3.2)	41,247(97.4)
Sc	T	1,880	加拿大 400(21.3)	智利 225(12.0)	苏联 215(11.4)	英国 200(10.6)	扎伊尔 115(6.1)	1,155(61.4)
Sr	ST	59,000	墨西哥 19,000(32.2)	西班牙 17,000(28.8)	英国 8,700(14.7)	土耳其 7,300(12.4)	阿尔巴尼亚 2,600(4.4)	54,600(92.5)
Ta	1000LB	1,870	泰国 687(36.7)	苏联 330(17.6)	巴西 174(9.3)	澳大利亚 166(8.9)	马来西亚 161(8.6)	1,518(81.2)
Te	T	530	智利 80(15.1)	美国 60(11.3)	苏联 60(11.3)	加拿大 40(7.5)	扎伊尔 35(6.6)	275(51.9)
Ti	1000ST	2,083	澳大利亚 678(32.5)	加拿大 416(20.0)	南非 275(13.2)	挪威 247(11.9)	美国 214(10.3)	1,830(87.8)
Tl	LB	28,000	欧洲 10,000(35.7)	加拿大 5,000(17.9)	亚洲 3,500(12.5)	南美洲 3,000(10.7)	澳大利亚 2,800(10.0)	24,300(86.8)
V	ST	30,349	苏联 10,500(34.6)	南非 8,900(29.3)	中国 5,000(16.4)	芬兰 3,516(11.6)	美国 2,433(8.0)	30,347(100)
W	T	38,882	中国 12,500(32.1)	苏联 9,100(23.0)	玻利维亚 2,400(6.2)	南朝鲜 2,293(5.9)	澳大利亚 2,080(5.3)	28,373(73.0)
Zr	1000ST	398	澳大利亚 255(64.1)	南非 70(17.6)	苏联 45(11.3)	巴西 7(1.8)	印度 7(1.8)	384(96.5)

译者注: T—吨; ST—短吨; LB—磅; TOZ—金衡盎司。

表4

稀有金属矿石蕴藏量

元素	单位	世界产量	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	前五位国家合计
B (氧化物)	100万ST	355	土耳其 120(33.8)	美国 115(32.4)	苏联 60(16.7)	中国 30(8.45)	南美 30(8.45)	355(100)
Be	1000ST	421	巴西 154(36.6)	苏联 67(15.9)	美国 28(6.6)	阿根廷 28(6.6)	南非 17(4.0)	294(69.8)
Ba (重晶石)	100万ST	185	中国 40(21.6)	印度 34(18.4)	美国 30(16.2)	摩洛哥 10(5.4)	苏联 10(5.4)	124(67.0)
Bi	100万LB	200	日本 50(25.0)	秘鲁 24(12.5)	美国 20(10.2)	加拿大墨西哥 24(62.0)	中国 12(6.0)	130(65.0)
Co	100万LB	8,000	扎伊尔 3,000(37.5)	古巴 2,300(28.8)	赞比亚 800(10.0)	新喀里多尼亚 500(6.2)	印度尼西亚 400(5.0)	7,000(87.5)
Cr (铬铁矿)	100万ST	1,165	南非 913(78.4)	苏联 142(12.2)	芬兰 19(1.6)	印度 15(1.3)	菲律宾 15(1.3)	1,104(94.8)
Co	ST	110,000	加拿大 76,000(69.1)	津巴布韦 25,000(12.7)	纳米比亚 8,000(7.3)			109,000(99.1)
Ga	100万kg	110	非洲 45(40.9)	大洋洲 40(36.4)	欧洲 9(8.2)	南美洲 4(3.6)		98(89.1)
Ge	T		欧洲 800(36.4)	加拿大 750(34.1)	美国 450(20.4)	非洲 200(9.1)		2,200(100)
Hf								
In	100万TOZ	54	欧洲 13(29.1)	加拿大 8(14.8)	亚洲 8(14.8)	美国 7(13.0)	大洋洲、非洲 12(22.2)	48(88.7)
Li	1000ST	2,130	智利 1,400(65.7)	美国 400(18.8)	澳大利亚 300(14.1)	津巴布韦 25(1.2)	巴西 1(0.05)	2,126(99.8)
Mn	100万ST	1,000	南非 407(40.7)	苏联 365(36.5)	澳大利亚 75(7.5)	巴西 20.9(2.1)	印度 20(2.0)	887.7(88.8)
Mo	100万LB	12,000	美国 6,000(50.0)	智利 2,500(20.8)	加拿大 1,000(8.3)	苏联 1,000(8.3)	中国 1,000(8.3)	11,500(75.8)
Nb	100万LB	9,094	巴西 7,100(78.1)	苏联 1,500(16.5)	加拿大 270(3.0)	尼日利亚 140(1.5)	扎伊尔 70(0.7)	9,080(99.8)
Ni	1000ST	58,000	古巴 20,000(34.5)	加拿大 8,000(13.8)	苏联 7,300(12.6)	印度尼西亚 4,300(7.4)	南非 2,800(4.8)	42,400(73.1)
Pt	100万TOZ	450	南非 385(85.6)	苏联 60(13.3)	加拿大 4(0.9)			449(99.8)
Rb	1000LB		加拿大 4,400					
RE	1000T	45,000	中国 36,000(80.0)	美国 4,900(10.9)	印度 2,000(4.9)	苏联 450(1.0)	南非 357(0.8)	43,907(97.6)
Re	ST	3,300	智利 1,300(39.4)	美国 1,000(30.3)	加拿大 350(10.6)	苏联 250(7.6)	秘鲁 200(6.0)	3,100(93.7)
Sb	1000ST	4,600	中国 2,400(52.2)	玻利维亚 340(7.4)	泰国 300(6.5)	苏联 300(6.5)	南非 260(5.7)	3,600(78.3)
Se	1000T	80	智利 17(21.2)	美国 12(15.0)	加拿大 11(13.8)	赞比亚 7(8.8)	扎伊尔 6(7.5)	53(66.3)
Sr	1000ST	7,500	欧洲 5,000(53.3)	亚洲 3,000(40.0)	墨西哥 500(6.7)			7,500(100)
Ta	100万LB	60	泰国 16(26.7)	苏联 10(16.7)	澳大利亚 10(16.7)	尼日利亚 7(11.7)	加拿大、扎伊尔 8(13.3)	51(85.0)
Te	T	22,000	智利 5,100(23.2)	美国 3,700(16.8)	赞比亚 2,000(9.1)	扎伊尔 1,700(7.7)	加拿大 980(4.5)	13,480(61.3)
Ti	100万ST	190	巴西 38(20.0)	南非 27(14.2)	印度 27(14.2)	澳大利亚 21(11.1)	挪威 21(11.1)	134(70.5)
Tl	1000LB	830	欧洲 190(22.9)	亚洲 140(16.9)	加拿大 180(15.7)	澳大利亚 100(12.0)	美国 70(8.4)	630(75.7)
V	1000ST	4,800	苏联 2,900(60.4)	南非 950(19.8)	中国 670(14.0)	美国 185(3.9)	芬兰、澳大利 亚70(2.4)	4,775(99.5)
W	1000T	2,800	中国 1,200(42.9)	加拿大 480(17.1)	苏联 280(10.0)	美国 150(5.4)	澳大利亚 130(4.6)	2,240(80.0)
Zr	1000ST	29,000	澳大利亚 8,700(37.8)	美国 4,000(17.4)	南非 3,400(14.8)	苏联 3,000(13.0)	印度 1,800(7.8)	20,900(90.7)

根据USBM, Mineral Facts and Problems 1985年制表, 括号内为占有率。

译者注: 1. 第4表第五行铍第4位加拿大、摩洛哥应为24(12.0), 原文有误。24(62.0)

2. 第4表倒数第2行铇, 前五位国家合计应为2,240(80.0), 原文中有误2,240(800)

表4与表3资料来源相同，给出了世界的稀有金属矿石蕴藏量，前五名国家各国矿石蕴藏量及其占有率。

表中除各地区矿石埋藏量的铍和铟，以及矿石蕴藏量栏空白的铪外，在这个表上连前五名国家在内总共为29个国家。在表3中，除铋和铪的生产国不明外，国家总数为39个国家。

在表4中，上述各国以外的稀有金属是铍、铟及铪三个矿种，假设这三个矿种随便哪一种，由于表4中记载以外的国家，即使也占第1~5位，到矿石蕴藏量第5位的国家总数为34。这约相当于世界168个国家的20.2%，表明矿石蕴藏量远比生产量更为不均衡。前五名国家的矿石蕴藏量占世界总量80%以上的是硼、钴、铬、铯、锗、锂、锰、铌、铂、稀土、铯、锶、钽、钒、钨、锆16个矿种，其中超过90%的是12个矿种。

比较表3和表4，发现几个有趣之处。例如，生产量进入前五名的西德、法国、比利时、意大利、加蓬、马来西亚、哥伦比亚、瑞典、西班牙、英国、阿尔及利亚及南朝鲜，其矿石蕴藏量并没有进入前五名；锂的生产量没有进入前五名的智利，其矿石蕴藏量是第一名；铌生产量没有进入前五名的巴西，其矿石蕴藏量占第一位等，就是其例。矿石蕴藏量多，生产量少，这一点说明其资源的耐用年限长，进而暗示作为将来的供给国有必要给予注意。

表4的矿石蕴藏量，目前也应该补充。中部安第斯山脉和中国西北部的盐湖，大概含有相当多的锂，后面叙述的中部安第斯山脉，其矿石蕴藏量也可能比表中的数量大。

### 七、稀有金属的耐用年限

稀有金属的耐用年限与多数矿物资源相同，由于新矿床的发现，而造成矿石蕴藏量增加；由于消费量（生产量）的增减等而有显著变化，然而作为一个目标，用矿石蕴藏量除以生产量的数值，不是徒劳的（表4）。表5中表示的耐用年限就是这样算出来的。用这个表，例如耐用年限，铋为12年，铍为6790年，铟为22年等。这些耐用年限是用某种程度的矿石蕴藏量、生产量资料为基础，单纯计算出来的，其它因素均未考虑，实际上相当复杂。铋、钴、铍、铟等，现在没有以它们作为主要对象开采的矿床，主要是在锌和铅等的炼制过程中得到的副产品，其各自的矿石蕴藏量都由各矿床中的含有率和含有它们的矿物量推算。

表5 稀有金属的耐用年限

元素	单位	蕴藏量	生产量	耐用年限	元素	单位	蕴藏量	生产量	耐用年限
B	100万ST	355	1.034	343	Ni	1000ST	58000	759.5	76
Ba	100万ST	185	6.087	30	Pt族	100万TOZ	450	6.5	69
Be	1000ST	421	1.3	324	RE	1000T	45000	14.232	3162
Bi	100万LB	200	16.7	12	Re	ST	3300	11.42	289
Co	100万LB	8000	51.0	157	Sb	1000ST	4600	53.3	86
Cr	100万ST	1165	2.745	424	Se	1000T	80	1.88	43
Cs	ST	110000	9.7	11340	Sr	1000ST	7500	59.0	127
Ga	T	110000	16.2	6790	Ta	100万LB	60	1.87	32
Ge	T	?	85		Te	T	22000	530	42
In	100万TOZ	54	2.5	22	Ti	100万ST	190	2.083	91
Li	1000ST	2130	9.3	229	Tl	1000LB	830	28.0	30
Mn	100万ST	1660	8.8	114	V	1000ST	4800	30.340	158
Mo	100万LB	12000	137.831	87	W	1000T	2800	38.882	72
Nb	100万LB	9097	210.5	43	Zr	1000ST	23000	398	58

表6

世界稀有金属需要预测

元素	单位	1983年需要	2000年需要预测			年平均增长率(%)
			需要	高	低	
B	1,000ST	1,034	1,560	2,240	860	2.4
Ba	1,000ST	6,945	10,100	11,800	8,400	2.2
Be	ST	470	990	1,440	600	4.5
Bi	1,000LB	8,920	11,030	16,030	6,010	1.3
Co	1,000LB	47,212	99,000	120,000	74,000	3.7
Cr	1,000ST	3,292	6,800	11,000	5,800	4.4
Cs	LB	46,700	76,000	91,000	61,000	3.0
Ga	Kg	16,200	84,000	186,000	41,000	10.2
Ge	1,000K	85	265	450	110	6.9
Hf						
In	.000TOZ	2,000	2,600	3,000	1,500	1.8
Li	ST	6,900	14,700	19,000	12,000	4.5
Mn	1,000ST	8,800	11,100	15,200	8,900	1.4
Mo	100万LB	152	260	370	220	2.5
Nb	1,000LB	21,050	74,000	100,000	51,000	5.1
Ni	1,000T	753	1,300	1,400	990	3.1
Pt	1,000TOZ	5,907	9,600	14,000	6,300	2.9
Rb	LB	3,300	6,600	9,600	3,700	2.8
RE	T	36,600	58,000	92,000	29,000	2.6
Re	LB	12,300	23,000	41,000	7,000	3.4
Sb	ST	117,057	167,000	243,000	88,000	1.8
Se	T	1,440	1,960	2,330	1,560	2.2
Sr	1,000ST	59	83	109	63	2.0
Ta	1,000LB	1,821	3,200	5,900	2,800	3.2
Te	T	155	245	300	190	2.7
Ti	1,000ST	1,865	3,090	4,080	2,320	金5.6, 非2.8
Tl	LB	27,800	22,800	39,200	11,550	-1.15
V	ST	32,012	74,000	100,000	59,000	5.1
W	T	38,925	59,000	93,000	47,000	2.6
Zr	ST	182,000	461,000	548,000	263,000	5.6
Pd	1,000TOZ	3,239	5,200	7,000	3,100	2.8

在炼制过程中回收的稀有金属的耐用年限,换言之,这种稀有金属的需要量可以供给的年限,应以采掘含有稀有金属的锌铅矿石为主的矿山等延续年限而定。

## 八、世界稀有金属的需要

根据美国矿业局发行的《矿物实况与问题》(1985年),公元2000年稀有金属需要的预测,如表6所示。根据这个预测,最近最引人注目的是,作为镓、砷原料的镓的年平均增长率最高,10.2%。几乎所有的稀有金属年平均增长率都在2%以上。但是,稀有金属的需要真的如表6所示的那样推移吗?

在日本,31种稀有金属的市场规模,1982年为5860亿日元,1985年增长14%,为6670亿日元(统计资料调查会,1988年)。这种需要量的增长,在推测整个世界需要量的增长时,可能只是一份简单的资料,但在研究日本国内稀有金属的需要时,却是重要的判断资料之一。

科学技术的进步,基本上是以人类创造更丰富的物资为目的。根据联合国的“世界人口白皮书(1987年)”,在公元1650年前后,世界人口为5亿,19世纪初达10亿,1960年30亿,1974年达40亿人,急剧增加,1987年超过50亿人口,到2100年以前有达到100亿人口的倾向,预计,每12年递增10亿人口。而且递增的人口,发展中国家占90%。

大多数所谓先进工业国,其必要的矿物资源大都或全部要向发展中国家购买。发展中国家的资源保有国,最大限度地灵活运用其丰富的矿物资源,以向工业国过渡而创造富裕的经济社会为目的,占世界人口增长90%的是发展中国家,大概100年后,世界人口相当于现在的大约2倍,极有可能达到约100亿人,注意到这种严重的现状时,不能不对表6所示的稀有金属的需要年平均增长率推移与否给予关注,并对“花钱买为上策”的方针,对长期在发展中国家购买稀有金属确实可能性予以考虑。

赵伟 译自日本《矿山》杂志 1988, №9

王玉心 校

---

## 《世界有色金属》

《世界有色金属》是经国家科委、新闻出版署批准、由中国有色金属工业总公司主办的公开发行的部级刊物,是涉及国内外有色金属工业各领域的综合性技术经济情报刊物。

本刊主要报导国内外发展有色金属工业的方针政策、有色金属工业各领域的发展趋势、综合述评、产供销及科研、市场等各方面的最新信息,内容广、信息快,适合有色冶金工业各级管理、科研、生产、设计、情报、教学等部门和单位的干部、科技人员、师生及广大技术工人阅读。

本刊每月15、30日出版,全年24期,每期24版,近4万字,每期定价0.75元,全年订费18.00元,本刊自办发行,单位订阅请从银行信汇至中国工商银行北京市新街口分理处,帐号:890053—04,或通过邮局汇款我部(邮政编码:100035),务请注明“订阅期刊款”,也可直接与本刊编辑部联系索取订单。《世界有色金属》编辑部地址:北京西直门内大街西章胡同9号