

文章编号 : 1003—7837(2002)Dissipated Metals Special—0001—06

# 稀散金属产业的现状与展望

陈少纯 , 邹家炎

(广州有色金属研究院 广东 广州 510651)

摘 要 : 概述了稀散金属——镓、铟、锗、硒、碲、铼、铈的资源、产业、应用、市场等方面的现状与态势 , 对我国稀散金属产业的发展提出了保护资源、合理开发、适度规模、协调发展的思路 . 增加产品的品种、提高回收程度与技术水平、重视再生利用是稀散金属产业的发展方向 .

关键词 : 稀散金属 ; 工业 ; 应用 ; 开发

稀散金属——镓、铟、铈、锗、硒、碲、铼七种金属 , 是当今高新技术的支撑材料 , 主要应用于电子、通讯、航天、农业、医疗及军工高技术装备等重要领域 , 是我国具有优势的资源 .

## 1 资源与产业

### 1. 1 资 源

世界稀散金属已探明的储量见表 1 .

表 1 世界及美国的稀散金属储量  
Table 1 Reserves of scattered metals in US and other countries

	储量/ 万 t						
	Ga	In	Tl	Ge	Se	Te	Re
世界	16.5	0.57	64.5	0.86	62.9	14.9	1.0
美国	0.45	0.06	0.015	0.39	8.26	2.45	0.45

虽然稀散金属的储量并不贫乏 , 但稀散金属大多没有独立的矿藏 , 往往伴生在铝土矿、铅锌矿、铜矿等矿物中 , 含量从百万分之几到万分之几 . 能回收利用的稀散金属是在主体金属冶炼过程中富集的部分 , 按目前的技术水平可经济地回收的数量仅是储量的极小部分 . 保护资源、提高资源的回收程度 , 依然是稀散金属冶金的主要课题 .

我国主要的稀散金属资源十分丰富 , 镓、铟、锗、铈的储量列世界首位 , 碲排第三位 , 是我国

的优势资源,相比之下铼较稀少,而硒则主要靠进口.总的来说,我国已探明的稀散金属资源可以在较长的时期内对国家的经济发展有保障.我国的镓资源主要分布在广西、河南、山西的铝土矿中,铟主要分布在南方的铅锌矿,广西大厂则是世界著名的铟资源产地,锗有一部分分布在西南省份及广东、湖南的铅锌矿,如云南的会泽、广东的凡口,另有一部分分布在云南和内蒙古的含锗煤田中,并以云南临沧最为著名.硒、碲的资源主要分布在江西铜业等的铜矿,铋在一些铜、钼矿中如陕西金堆城钼矿等.铅锌冶炼厂烟尘中的铊是回收铊的主要来源.近年来除我国广西大厂的铟外,世界上目前稀散金属新的资源并无重大的发现,资源的分布格局将维持一段时期.

1.2 产 业

国外从事稀散金属生产的企业约有 500 余家,年产量约为 2100~2500 t(一半以上是硒),产值 2~2.4 亿美元.我国从事稀散金属的产业有 60 家左右,外界估计年产量在 200 t 以上,主要产品是铟、锗、镓、碲.近年世界的稀散金属产量与主要生产国见表 2.

表 2 1998~2000 年世界稀散金属的产量与主要生产国<sup>1)</sup>

Table 2 Outputs and primary producing countries of scattered metals over the world in 1998~2000

年份	产量/t							主要生产国						
	Ga	Ge <sup>2)</sup>	In	Re	Se	Te	Tl	Ga	Ge	In	Re	Se	Te	Tl
1998	110	56	230	45	1450	115	15	澳大利亚, 德国	美国, 中国, 比利时, 俄罗斯, 乌克兰	法国, 中国, 比利时, 加拿大	智利, 美国, 哈萨克斯坦, 秘鲁, 墨西哥	日本, 加拿大, 比利时, 德国	日本, 秘鲁, 中国	比利时, 加拿大, 德国
1999	140	58	240	44	1260	110	15	日本, 中国, 俄罗斯	时, 俄罗, 斯, 乌克兰	比利时, 加拿大	克斯坦, 秘	比利时, 德国	中国	德国
2000	210	58	220	43	1400	125	15	斯	兰					

注:1)数据来源于 U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2001

2)未计入氧化锗的量

表 2 的数据虽没有对中国的产量作完全的统计,但仍能反映出世界稀散金属产业的基本格局.我国的铟、镓、锗在世界上占有重要地位,而铼的产量很少,只有 1~2 t.据查我国每生产 10000 t 有色金属所回收的稀散金属价值约为 540 万元.按现年产 450 万 t 有色金属计,回收稀散金属的价值为 23 亿元.现今我国稀散金属产值仅为 4 亿元,其资源利用率只有 17%,其产值约占世界稀散金属产值的 20%.可见,我国对稀散金属资源的利用程度并不高,资源优势远未发挥出来.

过去的十年是我国的稀散金属产业高速发展的十年.十年间奠定了我国在世界市场的地位.主要形成了以广西华锡集团围绕大厂铟资源开发和株冶等为代表的铟产业,以会泽、韶冶、临沧为代表的锗产业,以长城、山东、山西等铝厂为代表的镓产业,以江西铜业公司为代表的硒、碲、铋产业,以南京锗厂、上海冶炼厂等为代表的锗、镓、铟、硒的加工业.这些产业在形成的过程中,技术进步起了重要的作用,如锌浸出渣中铟和锗的回收技术、在拜耳法氧化铝系统中萃淋树脂法回收镓的技术、一步法从含锗煤中富集锗的技术、真空蒸馏法从硬锌中回收锗的技术等都已实现了工业应用,促进了稀散金属产业的发展.这些技术的开发与产业的形成无疑是我国稀散金属产业发展的重要标志.

## 2 稀散金属的应用格局

传统应用领域在缩小,新的应用特别在电子、信息等高新产业中的应用在扩大,这是目前稀散金属应用的基本状况。美、日两国是稀散金属消费的大户,其应用结构是具有代表性的。

### 2.1 镓

44%镓用于光电子器件,如各种光色的发光二极管、激光二极管、太阳能电池等;54%用于集成电路,以GaAs为代表;2%用于其它。移动电话的高速发展带动了GaAs芯片的需求,这一趋势仍将持续。近年发展的GaN等高亮度蓝色发光二极管的产业化,为纯白光发光二极管的生产提供了条件。GaAs系的高亮度各种光色发光二极管在指示灯、激光打印机、医疗诊断设备、数字录像机甚至交通信号灯都有广泛的市场。Ga-Si系列的催化剂在石油工业与汽车废气净化方面的应用研究有所进展,这将是镓应用的新领域。

### 2.2 锗

50%锗用于光纤;20%用于聚脂切片;15%为红外器件;10%为电子器件;5%为其它。随着通讯线路光纤化的进程,GeCl<sub>4</sub>日益得到重视。

### 2.3 铟

ITO铟涂层玻璃是铟的最大用户,占铟的用量49%~55%,铟的传统应用产品是低熔点合金及焊料,占其总用量的33%~40%,另外14%用于发光二极管。值得注意的是铟在无汞电池上的应用,随电池无汞化进程,无汞电池用铟量很可能取代ITO成为用铟第一大户。

### 2.4 铼

40%~50%铼用于高温合金与耐热涂层材料,其余大部分用在石油催化重整与无铅汽油生产的Pt-Re催化剂,只有少量用于热电偶、加热器、电触点材料、电子管等方面。

### 2.5 硒

硒在电子材料方面的应用已大为萎缩,只占13%,在玻璃脱色中的应用占35%,在化学品与颜料的应用占20%,其它占32%,包括电解锰生产的添加剂、橡胶助剂、枪械发蓝、催化剂、缺硒地区的食物及饲料添加剂等。新用途出现在饮用水管道无毒黄铜铸件上,以取代原需加入的铅。

### 2.6 碲

碲的传统应用领域主要是在高速切削钢与可锻铸铁的生产、橡胶的交联剂及温差电热元件、热成像与光电子材料方面,大致的分布为:钢铁50%,催化剂与化学品25%,有色金属合金10%,热电材料8%,其它7%。目前碲的应用有新的发展,随着半导体致冷器件的兴起,碲的应用进入了这一领域。中国是致冷器件的最大生产国,故碲在中国的应用数量将大大增加。

### 2.7 铊

铊具有极高的毒性且难以解毒,其应用受到严格管制,主要用于电子材料,如γ射线加速器、红外探测器、光通讯中光折射的晶体滤波器、低温测量仪等。铊的需求一直稳定且原料来源充足。

## 3 市场态势与展望

需求增加、价格下滑、供求关系失衡是近年来稀散金属市场的显著特点,其中以铟为甚。表

3 为近五年的大致价格.

表 3 分散金属的价格<sup>1)</sup>

Table 3  Prices of scattered metals							美元/kg
年份	Ga	Ge	In	Re	Se	Te	Tl
2001	400	860	65	—	7.48	—	—
2000	640	1150	488	1110	8.40	30.8	1295
1999	640	1400	303	1100	5.61	33.0	1295
1998	595	1700	296	500	5.48	39.6	1280
1997	595	1475	309	900	6.47	41.8	1280
品质	6N	区熔锭	4N	4N	3N	99.7%	5N

注 1) 数据来源于 U. S. Geological Survey ,Mineral Commodity Summaries ,January 2001

以下从供求的角度讨论分散金属的市场态势 ,由于数据较为粗略 ,加之市场上的投机等因素 ,所作的讨论未必完全准确.

3.1 镓

90% 镓用于电子工业 ,近年来移动通讯与光电子技术的高速发展 ,对镓的需求仍将保持旺盛 ,预计十年内镓的需求量将达 300~400t<sup>[2]</sup>. 其主要原因是由于 (1)移动通讯产品每年以 10%~18% 的幅度增长 ,对 GaAs 的需求增加 ,且暂无替代品.(2) GaN 等新一代高亮度发光二极管的出现 ,使发光器件面临新一轮的更新换代.(3) Ga-Si 系列的催化剂正在开发 ,在石油炼制特别在汽车尾气净化方面的应用如能突破将产生对镓新的需求.

镓的价格在 2001 年上半年内暴升至 2200 美元/kg 这一前所未有的高位 ,下半年又回落到 400~460 美元/kg 这一合理的价格 ,其中主要原因是市场的投机 ,此外还有其它的背景因素 (1)移动电话的增长大大低于预期 ,特别是 WAP 手机全面替代普通手机的期望并未迅速来临.(2) 镓的高价位拉动了各大氧化铝厂对回收镓的投资规模 ,加上技术上的突破 ,消除了对镓供应不足的担忧.(3) 库存多年的镓废料投入再生回收 ,镓的来源增加.

目前 ,镓新增的生产能力在今后几年内将逐步释放到市场 ,对镓的价格构成明显的压力 ,预计近期价格会逐步走低 ,因此几年内镓的市场并不乐观.

3.2 铟

在 1995~1996 年间铟价达到 540 美元/kg 的高峰. 这是 ITO 的崛起的需求. 液晶显示器等 IT 产业的发展仍是铟需求增长的主导因素. 值得关注的是电池无汞化的进程 ,这将是今后铟的巨大增长点 ,仅按世界年产电池 120 亿支计 ,全部实现无汞化估计耗铟 50~60 t. 无汞电池用铟已成为另一耗铟大户. 低的铟价也刺激了铟在焊料、低熔点合金的应用. 无铅焊锡有可能成为铟的另一个增长点. 预计今后几年铟的需求将达 300 t/a 的水平 ,今后对铟的需求依然是乐观的.

近三年来 ,铟价持续走低 ,现已跌至 60 美元/kg 的历史低位 ,这与我国铟产量增长过快不无关系. 如把中国的铟量充分估计在内 ,估计 2001 年全球铟产量接近 300t 的水平. 考虑到用户的库存因素 ,今后几年仍将消化存量的铟 ,铟价有可能在低价徘徊. 我国在资源开发上整顿调整的新举措如能奏效 ,将会产生直接、快速见效的影响 ,使铟的价位恢复到正常合理的水平.

3.3 锗

世界经济的放缓使光纤、PET 切片需求减少 ,从而使锗受拖累. 锗价逐年走低后 ,目前已

趋于平稳.今后锗需求的增长基本上由光纤市场的扩展速度所决定.锗的资源不多,扩产的数量有限,不会构成长期的影响.预期今后几年锗的供求将会平衡,年需求量将维持110~130 t之内(含氧化锗量),而不会有显著增加,除非世界经济快速复苏.

### 3.4 硒

1987年全球耗硒突破2000t大关,但近年因在电子产品上的应用萎缩,又无新用途,故用硒量下降.硒价由过去8~12美元/kg下降到4美元/kg最低位.为此,世界硒碲协会(STDA)呼吁开发新用途.若添加硒的无铅无毒黄铜管为自来水管件等管道工程大量采用,则可能使硒用量回升.近年,硒价的回升与硒产量减少有关.我国仍是硒的进口国,每年约进口硒400 t.

### 3.5 碲

碲的新用途是近年迅速发展的半导体致冷器件.最大的生产国是中国,按目前的产量,致冷器件每年耗碲40~50 t,但今后几年所产出的废料将陆续进入回收再生行列,使原生碲用量减少.碲的传统用途也在缩小,使碲价逐年走低.近年来碲在低价位上有所回升,表明碲的供求趋于平衡,今后碲价不会波动太大.

我国的铼资源很少,而铼的用量有限,且供应稳定,这里不作讨论.

## 4 我国稀散金属产业的发展方向

### 4.1 保护资源、合理开发、适度规模、协调发展

我国稀散金属产业大发展的同时,市场经济还不完善,发展无序,造成稀散金属产业的整体效益下降,这是稀散行业共同面对的问题.稀散金属产量小,投放市场的数量变化使市场十分敏感,市场的价格基本上由供求关系而非成本因素来决定,盲目扩大生产规模或期望产生规模效益,往往适得其反.铟的发展如此,镓的发展若不予控制也可能覆铟的后辙.因此,除国家制定政策、法规引导外,行业间在共同利益下、在市场规则基础上协调发展,应有所作为.同时适当增加企业的库存有时是必要的.

### 4.2 加强新技术的开发,提高资源的回收程度

在湿法炼锌系统中富集铟和锗的新方法、窑渣中锗和镓的回收、铅-锌鼓风炉烟化炉炉渣中镓的回收、氧化铝系统中回收镓的萃淋树脂与工艺及其对氧化铝生产系统的影响的深化研究、含锗煤富集锗的工艺与装备,以及铼资源的普查与回收等都是值得深入探索的课题.

### 4.3 跟踪市场的发展、增加产品的品种

品种单一、初级产品居多是我国稀散金属产品的基本状况.增加高纯金属品种的生产是可以考虑的,如5~6N级的In、Ga、Te等.随着我国制造业的发展,光纤级的 $\text{GeCl}_4$ ,ITO靶材用的纳米级In-Sn氧化物粉体,无汞电池用的铟化合物等都是近期有开发价值的产品.

### 4.4 努力跻身高端材料产业

ITO靶材的国产化已初见曙光,大直径单晶GaAs生产线已在引进,Te-Bi系的半导体致冷器件与材料已形成规模产业.加强与此相关材料的研究,提高产品品质,参与国际竞争,在高端材料产业中力争占有一席之地,应该提到议事日程.

### 4.5 重视稀散金属废旧资源的回收再生

今后GaAs废片、废屑、ITO的废靶、致冷器件的废屑等都会有充足的来源,从中回收稀散金属可望成为有效益的产业.对其中相关技术研究是需要的,用先进的技术、减少生产环节,直接从废料中回收金属、降低成本,以便获得最大效益.

## 5 结 语

回顾我国稀散金属产业发展的历史,令人鼓舞.在过去十年期间,我国从一个仅是储量上的资源大国,发展成名符其实的稀散金属产业大国,其中镓、铟、锗在国际市场上具有举足轻重的影响,这是历史性的进步.同时也应看到,发展无序、产品单一、回收程度较低等因素制约着稀散金属产业的发展.我国加入 WTO 后,在科技高速发展的大环境下,努力调整与实施好自身的资源战略,在新世纪必将使我国稀散金属产业有更大的发展.

## 参考文献

- [1] 铃木康生,米光郁文,安藤正树, *et al.* ガリウム,ゲルマニウム,セレン,テルル,インジウム.工業レアメタル[M].アルム出版社, No116, 2001, 24-27, 48-49, 120-123; No117, 2001, 23-27, 34-35, 120-123.
- [2] 編集部.注目されるガリウム事業の新展開[J].金属时评, No1717, 1998, 466-467.

## Present and prospect for industry of scattered metals

CHEN Shao-chun, ZOU Jia-yan

(Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

**Abstract :** The presents and trends of resources, industries, applications and markets for the scattered metals e. g. gallium, indium, germanium, selenium, tellurium, rhenium and thallium were briefly introduced. In the case of the development of China's scattered metals industry, a good idea for resource protection, rational exploitation, appropriate scale and coordination developments have been raised. It is a developing trend for the scattered metals to increase product variety, improve its recovery and technology, and attach much importance to its recycling.

**Key words :** dissipated metals; industry; application; developing