

江西有色金属矿床 伴生组份的综合评价问题

廖 经 楨

(南昌有色冶金设计研究院)

有色金属矿床通常都含有伴生的稀散元素。地质勘探中，仅以矿石含某种稀散元素的平均品位达到某一下限要求为依据，进行综合评价和计算储量是不恰当的。应该加强矿石物质组成和选矿试验的研究，探讨稀散组份在选矿合格产品中的富集程度来确定综合评价和计算表内储量的准则。

关键词：江西；有色金属矿床；稀散元素；综合评价



采矿工作

稀散元素在自然界一般不呈独立矿物出现，亦难以形成独立的矿床。它们常以伴生组份的形式分散在有色金属矿石中，因此，有色金属矿石中的分散组份，便成为工业生产回收稀散金属的主要来源。世界硒和

碲年产量的90%来自铜矿石选冶回收铜的副产品；铼年产量的95%是铜、钼矿石选冶回收钼的副产品；西方国家锗年产量的90%是选冶处理多金属矿石的副产品，其余10%则是从煤块中提取的。美国选冶锌所得副产品镉的数量约占全部镉产量的85%。

江西有色金属矿产资源丰富。有色金属

各类矿床的稀散元素含量(g/t)表

表 1

矿床类型		Se	Te	Ca	Ge	In	Cd	Tl	Re
铜钼矿床	平均品位	3.1~15.4	0.02~7.9	10~26	0.4~2.4	0.5±		1.2~2.2	0.48~2.8
	富集倍数	3.9~19.3	2~790	10~26	0.1~0.6	5		12~22	480~2800
铜硫矿床	平均品位	7.9~16.2	9~29.4	14.7~17	0~4.3	3.4~11	29.9~86	4.8~9.3	0~0.6
	富集倍数	9.9~20.3	900~2940	14.7~17	0~1.1	34~110	6~17.2	48~93	0~600
铅铋矿床	平均品位	0~0.9		12~36	0~4.5	4.6~15	29.9~129.2	0~5.3	
	富集倍数	0~1.1		12~36	0~1.1	46~150	6~25.8	0~53	
硫化锡矿床	平均品位			30~58		41	65		
	富集倍数			30~58		410	13		
地壳丰度 (费尔曼, 1933~1939)		0.8	0.01	1	4	0.1	5	0.1	0.001

矿床一般都含有一种或多种稀散元素。经统计, 全省铜、铅锌、硫化锡矿床含稀散元素的平均品位如表1。各类矿床中单矿物稀散元素的平均含量如表2。其主要分布特征是:

硒、碲 多见于各类铜矿床, 与地壳中同种元素的平均含量相比, 铜矿石中硒的富集倍数为4~20, 碲的富集倍数达数百到数千。硒主要分散在黄铜矿和黄铁矿中。黄铜矿含硒为1~50g/t, 黄铁矿含硒为10~30g/t, 分别是矿床中硒平均品位的2.7倍和

2倍。此外, 铜、钼矿床中的辉钼矿、砷黝铜矿、赤铁矿、镜铁矿也含微量的硒。铜矿床中的碲, 除以碲金银矿、碲银矿、辉碲铋矿、碲镍矿等独立矿物外, 还呈分散相分布在黄铜矿和黄铁矿中, 其含量为矿床平均品位的1.2~2倍。此外, 铜、钼矿床中的辉钼矿、砷黝铜矿、赤铁矿、镜铁矿、褐铁矿亦普遍含碲。

镓 在铜、铅锌、硫化锡矿床中均有所见。富集倍数10~58。镓的载体矿物种类较

各类矿床单矿物稀散元素含量(g/t)表

表 2

类型	矿物	Se	Te	Ga	Ge	In	Cd	Tl	Re
铜钼矿床	黄铜矿	53	6.5	1.9	0.3	9.2	0.1		1.5
	黄铁矿	30	9.7	1.4	2	4	0		3.4
	辉钼矿	94	9.1		2.7	0			1419
	砷黝铜矿	34.8	20.9	3	0	0	0		1.2
	赤铁矿	5.5	4.4	36	2.1	0	0		4
	褐铁矿	2.6	20	26	8	0	0		2.4
	石英类			0	1.9		1.5		
	绢云母			39.5	3.2				0
	高岭土			47	0		1.8		
	碳酸盐类			60			2		
绿泥石			38						0
铜硫矿床	黄铜矿	1~15	6~22.4					0~3	
	黄铁矿	10.2~21	9.2~23.9	0~1	0~19.5		10	0~1.1	
	闪锌矿			0~110					
	方铅矿			0~10			3580		
	辉钼矿						2.6		298
铅锌矿床	闪锌矿			10	4.9	225~410	1900~9800		
	方铅矿			0	0	4.8	38		
	黄铁矿			0	2.1	3.8	37.5		
	磁铁矿				15.5				
	碳酸盐类			16	0	0.9	6.3		
	石英、长石 绢云母			14 32	0	0.7	8		
硫化锡矿床	磁铁矿			120	5	3	6		
	磁黄铁矿			12~23	30~31	5~56	27~46.4		
	磁黄铁矿			6.6~235	6~13	4.5~80	9~55		
	黄铁矿			3.6~8	6~15	60~150	31~63		
	闪锌矿			1.3~15	3.2	249~3100	26~1468.8		
	毒砂			3.1~5.5	1.2	7.2~20	8.9~16.6		
	锡石 赤铁矿			2~6 12.5	0.8	2.5~15			

多。磁铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、镜铁矿、褐铁矿含镓均较高，最高为120~235 g/t。铜、硫矿床中的闪锌矿含镓110g/t。各类矿床中的脉石矿物一般也含数克至数十g/t的镓。

铊 见于铜和铅锌矿床。未见明显的载体矿物，各种单矿物含铊仅数g/t，基本上没有富集。

铟和镉 见于铜、硫矿床、铅锌和硫化锡矿床。铟的富集倍数为34~410，镉的富集倍数为6~25。铟主要分布在闪锌矿中，通常含铟200~3000g/t。硫化锡矿床中的闪锌矿铟含量是矿石平均品位的37.7倍。某铅锌矿床中的闪锌矿铟含量是原矿石的45.97倍。硫化锡矿床中的黄铁矿含铟亦高，为60~155 g/t。镉几乎都分布在闪锌矿中，其含量在

1000g/t以上，最高达9800g/t，是矿石平均品位的数十~数百倍，硫化锡矿床中的黄铁矿、磁铁矿亦含数十g/t的镉。

铊 见于铜和铅锌矿床中。铜矿床的富集倍数为12~93，铅锌矿床的富集倍数为0~53。铊的单矿物分析资料较少。某铜、硫矿床中的黄铜矿和黄铁矿含铊仅1~3g/t，为矿石平均品位的0.2~0.6倍。

铋 仅见于铜、钼矿床，富集倍数高达480~2800。铋仅富含于辉钼矿中，其含量为298~1419g/t。某铜、钼矿床中的辉钼矿含铋为矿石平均品位的2956倍。

各代表性矿床所做的可选性试验结果如表3。从表3可见，稀散元素在不同矿床的铜、铅、锌、钼、硫各精矿中的富集程度差别很大。以稀散元素在精矿中的含量与原矿

各类矿床精矿产品稀散元素含量(g/t)表

表 3

矿床类型		Se		Te		Ga				Ge			
		铜精矿	硫精矿	铜精矿	硫精矿	铜精矿	硫精矿	铅精矿	锌精矿	铜精矿	硫精矿		
铜钼矿床 (F铜矿)	精矿含量	63~83	15~47	40~105	2~10	2~5	5~12			0.2	0.5~1		
	富集比	4.1~5.4	1~3.1	5.1~13.3	0.3~1.3	0.2~0.4	0.4~1			0.2	0.5~1		
铜硫矿床 (C铜矿)	精矿含量	24~27	27	9~270	62	20~95	19~24			145	17.5		
	富集比	3~3.4	2.7	0.5~14.1	3.2	1.4~6.5	1.3~1.6			33.7	4.1		
铅锌矿床 (L铅锌矿)	精矿含量							6	16				
	富集比							0.2	6.5				
硫化锡矿床 (P锡矿)	精矿含量					5~10				5~10			
	富集比					0.1~0.2				0.1~0.2			
矿床类型		In				Cd				Tl		Re	
		铜精矿	硫精矿	铅精矿	锌精矿	铜精矿	硫精矿	铅精矿	锌精矿	铜精矿	硫精矿	铜精矿	钼精矿
铜钼矿床 (F铜矿)	精矿含量	1~2.5	0.5							3~6	4~6		57~168
	富集比	2~5	1							1.5~3	2~3		20.1~60
铜硫矿床 (C铜矿)	精矿含量	31	3			47~530	27~95			110		4	200
	富集比	9.1	0.9			1.6~17.7	0.9~3.2			22.9		6.7	333
铅锌矿床 (L铅锌矿)	精矿含量			115	510			63	3609				
	富集比			10	44.3			0.7	42.1				
硫化锡矿床 (P锡矿)	精矿含量	425~570			2125~2310	180~200			2200~2300				
	富集比	10.4~14			51.0~56.3	2.8~3.1			33.8~35.4				

石品位相比较,铜精矿中富集比大于10的元素有铈、锆、钼、铀、钍,精矿中富集比大于10的有钍,铀精矿富集比大于10的有铀和钍,钼精矿富集比大于10的仅有铀,而铈和镭在所有精矿中的富集比均小于10。

稀散金属的工业生产一般是先选矿富集其载体金属矿物,然后于火法冶炼的烟灰、浮渣或湿法冶炼的浸出渣、阳极泥中进行分离,综合回收。冶炼综合回收的经济效益取决于精矿中稀散元素的含量,其含量与原矿石品位,特别是与稀散元素在金属矿物中的含量有关。只有当稀散元素在主要金属矿物中的含量较高,选矿回收这些金属矿物过程

中伴生的稀散组份也同步富集,并能达到一定含量时,冶炼进行综合回收才是合算的。目前,我国有色金属矿床勘探时,对伴生稀散组份综合评价的一些参考指标往往忽视对精矿含量的要求,而只限于矿床的品位。由于原矿石的品位不能反映稀散元素的赋存状态,特别是稀散元素在各种矿物中的配分情况,工业有效回收的可能性往往得不到保证。例如江西某铅锌矿床中,镭的平均品位为16g/t,但99%的镭分散在绢云母中,选矿处理时差不多全部镭都随绢云母进入尾矿;故该矿床在富集铅、锌过程中不能综合回收镭。

苏联若干铅锌矿床伴生稀散元素综合评价要求

表 4

稀散组份	Se	Te	Ga	Ge	In	Cd	Tl
原矿石品位	20	8			5	30	10
铅、锌精矿	100	70	100	50	30	300	75

单位g/t, 1970~1972年。

综上所述,稀散组份的综合评价必须建立在矿石物质成分研究和可选性试验的基础上,应对精矿产品提出合理的含量要求。例如,苏联70年代初就对若干铅锌矿床中的伴生稀散元素综合回收提出了原矿石品位和精矿含量两项工业指标(表4)。而我国至今还没有对冶炼综合回收的现状、工艺特点、技术水平和对各种精矿产品中的稀散组份含量要求进行系统总结。故在有色金属矿床勘探中,对稀散组份的综合评价往往偏重于对矿石品位的分析,而不重视物质成分的研究和选矿试验,因而无法确定稀散组份在矿石中的赋存状态和精矿的富集程度。

江西有色金属矿床伴生稀散组份综合评价的基本状况是:

1. 有些矿区对矿石进行了物质组成的研究和可选性试验,对矿石及精矿产品中的稀散组份做了化学分析。但未对选矿试验结

果予以区别对待,即不管稀散组份在精矿中是否有所富集和富集程度如何都一律进行了表内储量计算。

2. 有些矿区只对矿石中的稀散组份做了化学分析,但未做选矿试验产品分析及物质组份查定,仅据矿石中伴生稀散组份含量计算了表内储量。

3. 也有些矿区对矿石中的稀散组份做了一定的综合研究,包括物质组份鉴定和选矿试验产品分析,但由于资料不全或其他原因,对伴生稀散组份一律未计算储量。

对于未取得可靠选矿试验结果、未能肯定其工业回收效果的那部分储量,设计部门无法考虑工业生产和综合回收。如近年提交的城门山铜矿最终勘探报告总共计算了硒、碲、镭、锆、铀、钼、铀、铯等伴生组份的表内储量,但报告审批时只批准了碲、镭和钼的储量。武山铜矿最终勘探报告计算了

硒、碲、镓、铈的表内储量，但只批准了硒、碲、镓的储量。据初步核实，尽管江西提交储量的伴生稀散组份总量已数以万计，但经储委正式批准，可考虑予以综合利用的数量不到总数的三分之一。

为了使有色金属矿产伴生稀散组份综合评价工作切实可行，一方面，地质勘探部门要重视和加强对矿床中稀散组份的系统鉴定和综合研究工作，另一方面，设计和工业生产部门要对选矿产品中的稀散组份含量进行总结并提出符合我国实际的要求。

现阶段我国铅锌、钨等矿种的地质勘探规范中对矿石稀散组份综合评价的品位要求，除镉为100g/t外，其余均为10g/t，而对精矿中的含量则尚无明确的标准。据部分

冶炼厂调查资料，冶炼回收稀散组份，要求精矿含镉高达1000~2000g/t，其余为50~100g/t。即精矿含量一般是现有规范要求原矿石品位下限的5~10倍。故在目前情况下，建议地质勘探工作中，对矿石中的稀散组份进行全面查定，当某元素的品位达到规范要求的下限，且精矿中的含量大于原矿石品位下限的10倍时，可以作为伴生有用组份计算其D级表内储量。而原矿品位虽然达到规范要求的下限，但在精矿中得不到富集或其含量小于原矿品位下限的10倍时则应持慎重态度，一般不能计算和提交表内储量。

主要参考文献

- [1] 桂林冶金地质研究所，《金属矿床》，1973年。

Comprehensive Evaluation of the Rare-Dispersive Constituents Associated with the Nonferrous Ore Deposits in Jiangxi

Liao Jingzhen

Generally nonferrous ore deposits contain different rare-dispersive constituents in more or less quantity. It is inappropriate to make a comprehensive evaluation or ore reserves calculation for a deposit merely based upon the average content (reaching a certain lower limit) of one of the rare-dispersive constituent in the ores. Ore mineral composition studies and ore dressing tests should be strengthened. An investigation of the enrichment factor of the rare (dispersive) constituents in the qualified products from beneficiation to formulate some criteria for comprehensive evaluation of ore deposits and the calculation of utilizable ore reserve is necessary.

全国第一次探矿机械仪器学术会议侧记

为了总结和检阅近年来我国探矿机械、仪器的新成就，在引进、消化、吸收工作中的经验，以及新领域的开拓，1988年10月10~14日在苏州召开了全国第一次探矿机械、仪器学术讨论会。出席会议代表包括七个部的80余名代表，收到论文80篇。多年从事地质机械、仪器科研工作的学术带头人到会参加，在他们从事这个专业工作长达二、三十年之后，能够举办这样一个学术会议，是他们所盼望已久的。有若干优秀论文出自中青年科技人员之手，充分显示了这个专业的兴旺发达，后继有人。更值得

提出的是，这次与会代表中，有11个工厂派代表参加，这是以往会议所少见的，工厂的广大科技人员是决定探矿机械仪器质量和水平的重要环节，这支队伍进一步活跃，将会给探矿机械、仪器的进步增添力量。这次会议由苏州钻探工具厂、上海探矿机械厂和上海地质仪器厂承办，为会议的顺利召开，他们在人力、物力上提供了方便、帮助，受到了与会代表的称赞。

[杜祥麟]