

有关稀有元素在矿石中的分布计算的讨论^①

许德清

(赣州有色冶金研究所, 赣州 341000)

摘 要 在对金、银等稀有元素矿石进行工艺矿物学研究时, 查明它们在矿石各种矿物中的分布有重要意义。有的研究者在作这种分布计算时采用了一种错误的做法, 有必要提出讨论, 加以纠正。

关键词: 分布计算 矿物样品的代表性

鉴于金、银等稀有元素丰度低, 其矿石品位一般以 g/t 计; 矿物量少, 而且多呈微细粒状, 部分呈次显微状等状态赋存于矿石的各种矿物中。因此在对这类矿石进行工艺矿物学研究时, 查明金、银等在矿石各种矿物中的分布有重要意义。它可以反映出主要的和次要的载体矿物是什么, 金、银等的集中或分散情况如何等等。从而为选冶工艺的选择和技术经济指标的预测提供依据。

1 分布计算的基本原则

作元素在矿石中分布计算的工作方法, 按常规一般是在准确鉴定矿物、测定矿物含量的情况下, 挑选有代表性的各种矿物样品, 分别测定目的元素的含量, 然后作分布计算。这样算得的合计含金量或含银量等, 与原矿化验得到的总含量之间往往有一定差距。这是因为计算过程中包含了矿物量误差等。所以在实践中只要差距不大就行。这时可用(计算合计量÷原矿化验量)×100%的平衡百分数来表示其平衡程度。一般说来, 平衡百分数在 90%~110%之间就算可以了。当差距太大时, 如果矿物鉴定无误, 应该从矿物量、矿物样品代表性和化验等方面找原因。这里需要特别强调一下矿物样品的代表性问题, 因为这往往是一个最

关键的问题。

2 样品的代表性

众所周知, 岩浆期后内生金属矿床, 一般皆具有脉动多阶段成矿的特征。不同阶段产出的同一种矿物、即不同世代的矿物, 其成分、形态和某些物理、化学性质都可能有差异。即使是同一成矿阶段的产物, 早期和晚期产出者也可能有差异。甚至一颗晶体的中心部分和边缘部分、根部和端部也可能有差异。某些矿物的环带结构, 黑钨矿晶体从中心到边缘、从根部到端部的铁、锰含量的变化等就是例证。表 1 所列是河南灵宝金矿金洞岔矿区黄铁矿的含金分析结果。不同粒度的黄铁矿含金量变化很大, 细粒的含金量比粗粒的含金量高近百倍。不言而喻, 为了作金在各种矿物的分布计算而挑取黄铁矿样品时, 粗、中、细粒黄铁矿皆应挑取。如果是粗、中、细粒混合送样, 其混合比例也应与矿石实际基本相符。否则分布计算结果与原矿化验结果的平衡性就将出现问题。如果在挑取矿物样和计算中, 把二种以上相似, 或者如黄铜矿、斑铜矿、铜兰、辉铜矿等因连生结合关系密切而合并处理时, 各种矿物的混合比与它们在矿石中的实际量比应该基本一致。可见, 要得到真正有代表性的矿物样品并不是一

^① 收稿日期: 1992-03-18

表 1. 灵宝金铜盆矿区不同粒度黄铁矿含银分析

样品编号	名 称	粒度/mm	含金量/g·t ⁻¹
YD ₂ -H ₇	粗粒黄铁矿	>5	5.6
LD504	中粗粒黄铁矿	3~5	24.2
YD ₁ -H ₁₁	中粗黄铁矿	≈3	83.9
YD ₂ -H ₉	中细粒黄铁矿	1~3	138.0
YD ₁ -H ₁₂	中细粒黄铁矿	1~3	219.4
YD ₂ -H ₈	中细粒黄铁矿	1~3	294.9
YD ₂ -H ₁₀	细粒黄铁矿	0.1~0.5	512.2

* 引自河南灵宝金铜盆矿区地勘中间报告

件容易的事。所以分布计算的合计量与原矿化验总量也难以达到 100% 的平衡。

但是,在阅读一些研究报告和文章时发现,有的研究者为了强求计算合计量与原矿化验总量的 100% 平衡,采用了一种违背计算原理的错误做法。现举例说明如下,供大家讨论。为利于讨论的进行,这里不指明原文的出处。

3 实例分析与讨论

在一篇公开发表的文章中有以下引文:某种矿石的粒度组成为<0.25 mm 粒级占 90.53%,其中<0.076 mm 粒级占 47.34%;>0.25 mm 粒级仅占 9.47%。矿石含银 344 g/t。为研究银在矿石中的载体及相关性,从矿石中提取 0.25~0.4 mm 的各种矿物进行常量化学分析银的含量。结果表明:银主要分布在辉铋矿—针铅铋矿及黄铜矿中。辉铋矿—针铅铋银矿含银 20 130 g/t,分布银量占矿石总银量的 41.01%;黄铜矿含银 722.7 g/t,分布银量占矿石总银量的 23.13%;也说明矿石中尚有一部分银呈游离单体银矿物出现(见表 2)。

由此可以看出,这里的所谓“游离单体银矿物”,是指主要分布于辉铋矿和针铅铋银中的,呈微粒、粒经一般小于 0.005 mm 的辉银矿。因为所鉴定的另一种银矿物—针铅铋银矿,它与辉铋矿混合处理,表 2 中已有专项反映,硫化铋相的铋已全部计入此项。

很明显,上述研究报告的作者认为:按常

规从某一合适的粗粒级挑取矿物样品作含银分析,再根据矿物量计算银在各种矿物中的分布,当计算的合计含银量小于原矿化验的总银量时,就“说明矿石中尚有一部分银呈游离单体银矿物出现”。于是采用原矿化验含银量,减去计算合计含银量,等于游离单体银矿物含银量的差减法,在分布计算平衡表中加上“游离单体银矿物含银量”这一项,从而达到 100% 的平衡。但可惜这是违背计算原理的错误做法。

表 2 原矿石中银的载体矿物及银分布量(%)

矿物名称	占原矿重量	银含量/g·t ⁻¹	占载体矿物银含量	占原矿银含量
辉铋矿、针铅铋银矿	0.7	20 130	53.67	41.01
泡铋矿、铋华	0.48	35.25	0.07	0.05
黄铜矿	11.0	722.7	30.28	23.13
黄铁矿	14.8	24.5	1.38	1.06
磁黄铁矿	34.1	51.1	6.64	5.08
毒 砂	6.0	47.2	1.08	0.82
褐铁矿	6.1	276.5	6.43	4.91
闪锌矿	1.2	34.5	0.16	0.12
白钨矿	1.8	17.5	0.12	0.09
黑钨矿	1.5	6.3	0.04	0.03
综合脉石	21.0	1.68	0.13	0.10
载体矿物含银合计		262.502 1	100.00	76.31
游离单体银矿物含银		81.497 9		23.69
总 计		344.00		100.00

如图 1 所示:设有粗粒辉铋矿 A,其中分布有用小黑点表示的微粒辉银矿。现将 A 磨细,初步磨细得二十粒辉铋矿和一粒单体辉银矿 AG;再次磨细得 n 粒辉铋矿和 m 粒单体辉银矿。很显然:粗粒 A 的含银量等于 20 粒 A_i 的含银量加上 AG 的含银量,亦等于 n 粒 A_j 的含银量加上 m 粒 AG_i 的含银量。

以上的分析说明,连生包含有微粒辉银矿的粗粒辉铋矿,经磨细后尽管有一些辉银呈单体解离出来,而且磨得愈细,解离出来的单体愈多,但磨细前后的总含银量不变。也就是说粗粒级矿物样化验的含银量,包括了它磨细后单体解离出来的银矿物的含银量。这正是众多研究者从适当粗的粒级,挑取有代表性的矿物样品,用于对呈微细矿物或分散状态存在的微

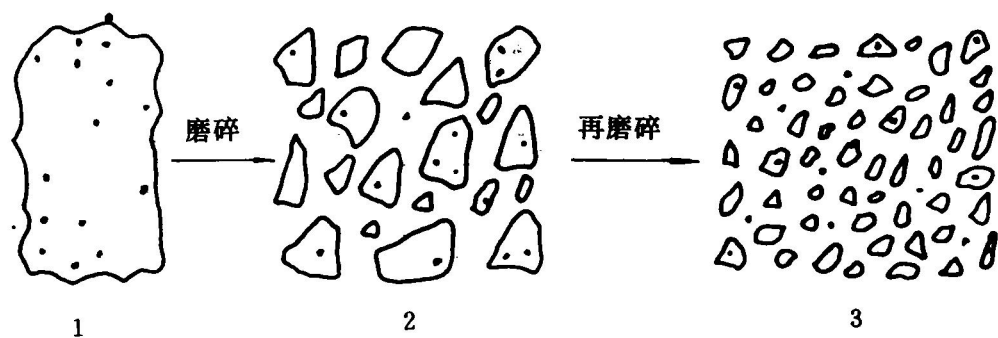


图 1 矿粒磨细前后示意图

- 1—粗粒辉铋矿 A，其中的小黑点表示连生、包含的辉银矿；
- 2—初步磨细后得到的 20 粒辉铋矿 A_i 和 1 粒单体辉银矿 AG；
- 3—再次磨细后得到的 n 粒辉铋矿 A_j 和 m 粒单体辉银矿 AG

量元素作分布计算的基本原理。所以说，在这种情况下使用原矿化验含银量，减去计算合计含银量，等于“游离单体银矿物含银量”的差减法强求平衡是错误的。为此差减得到的量，可以称为未平衡银量，这时这个差减等式成立；而把如此差减得到的量，称为单体银矿物含银量，那就不可以了，这个差减等式不能成立。

表 2 提供的数字是：原矿化验含银量与计算合计含银量之差为 81.4979 g/t，占原矿总银量的 23.69%。为什么差距这么大呢？从其引文中可知原因不只一个，但主要是因为挑取的矿物样品缺乏代表性。引文提供的辉铋矿和针铅铋银矿含银分别为 21800 g/t 和 172000 g/t，而且辉银矿主要呈微粒分布于这二种矿物中。但是表 2 的辉铋矿和针铅铋银矿混合矿物样含银 20130 g/t，比单纯辉铋矿的含银还低。很显然，这个混合矿物样的纯度和二种矿物的混合比皆可能存在问题。只要稍加计算便知，如果将上述二种纯矿物混合，不考虑分布于它们之中的辉银矿的含银量，当针铅铋银矿占 1/10 时，这个混合矿物样的含银应为 36820 g/t。这时表 2 载体矿物含银合计应为 379.33 g/t，比原矿化验含银量 344 g/t 超出 35.33 g/t。“游离

单体银矿物含银”这一项就不可能存在了。应该说，这个问题本来是容易发现的。只是因为引文的作者可能困扰于那个强求平衡的错误方法和观念，而忽略了对不平衡原因的检查。

4 结语

如前所述，挑取有代表性的矿物样品是一件复杂的工作，很难做到具有百分之百的代表性。因此分布计算结果不平衡是经常发生的现象。计算合计量可能小于、也可能大于原矿化验总量，这毫不奇怪。作为一个工艺矿物学工作者，采用前述常规方法作某元素的分布计算时，主要应该在矿物鉴定、矿物定量、提高矿物样品代表性三方面下功夫，以使不平衡量尽可能减小。根据笔者的经验，在室内挑取某种矿物样品时，一是应了解该矿物在矿石中的结构构造特征，粗、中、细粒，自形、他形等等的分布情况，以求做到按比例挑取。二是尽可能在适当的、较粗的粒级挑取，以保证不同特征的该种矿物皆能入选。而且可以先挑取富连生体，然后逐步稍加压碎，剔除混杂矿物。这样做可以使挑取的矿物样品的代表性比较好。