

金矿样品加工讨论

赵德年^①

沈阳冶炼厂技术监督处 110025

制样在地质冶金分析工作中有重要作用。尤其是金在自然界赋存状态的特殊性、金粒的延展性以及制样加工设备限制等原因,金矿样品制备的难度较大,但有关报道不多,又特别对含 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Bi 等的复合矿物制样工作报道更少。

由于长期以来多强调测定的重要性,而忽视试样制备加工程序。制样误差远远超过分析误差导致实验失败的事例是较多的,这给矿山地质、黄金生产和工矿销售等带来不少问题。因此,对复合矿物和多元含金银的有色金属硫化矿和氧化矿试样制备的研究是有益的。

本文中列出笔者的一些实验数据,对金矿样品加工中缩分、细碎、粒度等一些重要问题进行了讨论。

1 实验部分

1.1 缩分

缩分是制备试样的重要步骤。从成百上千吨矿石中采出100~200kg 试料制备加工缩分至具有代表性的2kg 分析试样,过程很长。恰当的缩分能减少许多工作量,但是缩分又是容易降低试料代表性的主要原因。

1.1.1 缩分块度

开采矿石块度很不一致,自然金赋存形态复杂,在矿物中分布不均匀,金颗粒大小相差也很悬殊。因此,缩分块度直接影响缩分效果和制样质量。

曾试验从同一冶金最大块度30~60mm 含 Au 的铜矿石中,同一条件采7组,每组5个试料,每个试料采100kg。在同一条件下制备加工,各组分别过筛破碎至不同块度,各组同时用四分器缩分,取其1/4(25kg)再一次性细碎至-150目。5个试样分析结果和标准偏差列于表1。可见缩分块度愈大,制样代表性愈低,分析结果重现性愈差。因此,以最小块度制样是非常必要的。但是,对矿山大量矿石,破碎到最小块度是较困难的。一般破碎至冶金最大块度30~60mm。又因矿山矿石均为混合块度,给采样带来很大困难。为此矿山以冶炼技术要求分三级:30~60mm、15~30mm 和1~15mm 块度分别制样。

表1 不同块度对分析结果的影响

块度(mm)	$\omega(\text{Au})/10^{-6}$	
	$\bar{x}$	s
30~60	111.6	9.26
15~30	115.3	3.84
5~15	116.5	3.18
1~5	117.4	1.39
<1	119.7	1.07
20目	120.1	0.96
40目	120.5	0.79

1.1.2 缩分次数

一次采试料几百公斤,一次性制样加工是困难的,缩分又常引起试样偏析和影响制样代表性。所以,缩分次数也是影响制样质量的因素。

① 赵德年 男,工程师。

在同一条件下采含 Cu、Pb、Zn 等硫化物的金矿石5组,每组5个试料,每个试料200kg,以不同缩分次数制样加工,最后金的分析结果如表2。可见,制样的代表性随缩分次数的增加而降低。但是一次性制样工作量太大,甚至是不可能的。一般应依据矿石含金赋存形态确定缩分次数,通常为3次缩分。

表2 缩分次数对测定结果的影响 $\omega(\text{Au})/10^{-4}$

结果项	缩分次数 ^①				
	1	2	3	4	5
平均值	53.1	53.6	53.2	51.8	52.4
标准偏差	1.83	3.05	3.27	3.65	3.51

① 1组在30~60mm一次缩分;2组在30~60mm、15~30mm二次缩分;3组在30~60mm、15~30mm、5~15mm三次缩分;4组在30~60mm、15~30mm、5~15mm、1~5mm四次缩分;5组在30~60mm、15~30mm、5~15mm、1~5mm和<1mm五次缩分。

1.1.3 缩分方法

a. 自然金 自然金多为砂金、脉石金、连体金、颗粒金等。金属颗粒大小相差很大,并呈粒、针、鳞状等,多赋存在硅酸盐等矿物的裂缝间隙中,多为单体矿物不适应缩分。虽然采样量比复合矿物少,也大大超过分析试料量,必须进行缩分。

砂金应一次性破碎至40目,四分器缩分,取其1/4细碎至最小粒度。脉石金应破碎至1~5mm,二分器缩分,取其1/2破碎至40目,二分器缩分并取其1/2细碎至最小粒度。对于粗粒金应一次性破碎至最小粒度。

b. 矿物金 矿物金指与 Cu、Pb、Zn、Bi 等伴生包裹存在的细粒金,含量甚微。缩分对制样代表性的影响比自然金小。

块矿(30~60mm):破碎至15~30mm,四分器缩分,取1/4破碎至5~15mm,四分器缩分,取1/4细碎至最小粒度。

矿粉(15~30mm):破碎至1~5mm,用四分器缩分,取其1/4细碎至最小粒度。

矿砂(1~15mm):破碎至1mm以下,用四分器缩分,取其1/4破碎至最小粒度。

1.2 细碎

细碎是制样的主要程序之一,影响制样代表性的重要因素之一。细碎的关键是将赋存在矿石中的金最大程度破碎,增强制样代表性,提高分析结果的准确度和精密度。

1.2.1 细碎方法

因金含量甚微延展性又大,处理不当金产生不规则薄片引起偏析,一般细碎方法中自然金很难得到充分粉碎。因此,对不同矿石采取不同细碎方法会取得最佳细碎效果。

取金铜矿在同一条件采10个试料,每个1kg,分两组分别用盘磨和棒磨细碎至-150目,过筛。筛上以人工淘洗分选,在显微镜下观测金片数量(表3)。可见,盘磨很难将自然金最大程度破碎,即使延长盘磨时间也易产生薄片,影响制样代表性,如筛上筛下同时分析增加工作量。棒磨同时适应几十个试料制样加工,只要对棒筒转速,破碎时间等技术条件严格控制,是可以破碎至合格的粒度。

表3 盘磨和棒磨金片数对比

盘磨号	筛上量(g)	金片数	棒磨号	筛上量(g)	金片数
1	0.88	15	1	0.22	2
2	0.92	20	2	0.20	3
3	0.88	10	3	0.23	1
4	0.91	16	4	0.20	1
5	0.86	17	5	0.22	2

根据实践,将矿石以性质不同可分为:

微粒金:易加工型多为英安质流纹岩粒状脉,金属颗粒大小不一分布不均,粗粒比细粒少,用砸、擦作用的棒筒制样机破碎。

难加工型:多为变质辉绿岩含金带,大颗粒多於小颗粒,脉石不硬,此类矿石多用盘磨,但也难破碎,只好筛上筛下同时测定或筛上部份加等量的自然石英粉继续破碎至最小粒度。

难熔型:此类矿物均为熔点高组成复杂的特殊矿物。如磁铁矿、矾石等,金含量低熔融造渣困难,以棒筒制样机破碎。

包裹型:多以铜铅锌等的硫化物矿石的间隙胶结伴生包裹存在,硬度不大,含量不高,是黄金生产主要原料来源。用棒筒制样机细碎。

1.2.2 细碎试料量的影响

细碎试料量愈大代表性愈强,但耗时也愈长。试料量小,细碎时间短但失去代表性甚至失去制样意义。

试验在同一条件下取金铜矿5组,每组5个试料,各组细碎试料量不同。用棒筒制样机细碎至-150目,Au的分析结果见表4。可见细碎试料量愈大分析质量愈高,一般选择试料量在1~2kg。

表4 不同试料量的细碎效果 $\omega(\text{Au})/10^{-4}$

结果项	试料量(kg)				
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
平均值	22.4	23.1	25.2	25.1	25.4
标准偏差	2.75	1.29	0.57	0.41	0.41

1.2.3 试料粒度的影响

试料细碎粒度是长期争论的难题之一。总的来说认为粒度愈小均匀性愈好,粒度级差愈小代表性愈强,分析结果的准确度和精密度也愈高,但实际细碎中存在许多困难,有时甚至是难以办到的。

曾试验在同一条件下取金铜或金铅、铜、铅等矿石共4组,每组5个试料,分别细碎试料至不同粒度,其分析结果列于表5。可见,依矿种及金银赋存形态选择细碎粒度的作法是可行的。

表5 不同细碎粒度的分析结果

$\omega(\text{Au})/10^{-4}$

粒度 (目)	金矿石		金铅矿		金铜矿		铜矿石		铅矿石		铅锌矿	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
-120	213.7	15.13	23.1	2.04	13.8	1.52	4.0	0.79	1.5	0.5	2.6	0.42
-150	214.7	9.05	23.5	1.73	14.5	0.87	4.7	0.57	2.1	0.42	2.7	0.57
-180	221.0	7.91	24.3	0.57	14.7	0.57	4.7	0.57	2.0	0.35	2.9	0.41
-200	217.7	8.86	24.2	0.57	14.9	0.35	4.7	0.57	—	—	—	—

2 结果

同条件下采10个金铜矿,每个试料200kg,分两组加工试样。①原法:200kg试料进行粗碎,四分器缩分;取1/4进行中碎,四分器缩分;取1/4进行细碎,四分器缩分;取1/4用研磨和棒磨细碎至-150目,取1/4作分析试样。②本法:取200kg试料进行粗碎至-30mm,二分器缩分;取1/2中碎至-5mm,二分器缩分;取1/2细碎至-1mm,四分器缩分;

取1/4用辊制样机细碎至-40目,再用棒筒制样机磨至-150目,四分法混合5次,取1/4为分析试料。

由表6可见,制样方法不同分析结果的代表性有别。本法适用于综合性多金属冶金矿山大批量金矿石制样。方法简单快速、针对性和代表性强,也减轻制样难度和劳动强度,满足黄金矿山、冶金生产和工矿销售的需要。

表6 两种制样法的分析结果

$\omega(\text{Au})/10^{-4}$

方法	分次测定					$\bar{x}$	s
本法	15.0	15.5	14.5	14.5	15.0	14.9	0.4
原法	11.5	12.5	15.0	13.0	14.5	13.3	1.28

(收稿日期:1992-01-09,修回日期:1992-07-15)