

某铅锌矿床伴生元素储量计算方法

黄冠儒

(辽宁八家子铅锌矿)



工作方法

某铅锌矿矿石中除铅、锌外,还含有银、铜、硫、金、铟、镓、镉、锗等伴生元素。过去对该矿只根据铅、锌、硫工业指标,计算它们的储量。而对伴生元素仅作了一些组合分析,用伴生元素综合回收最低品位估算了银、铟、镓、镉的储量。矿体中铜品位很低,只局部圈定了矿体,计算了铜储量。

从1977年开始,对伴生元素进行了系统地查定。随着伴生元素查定工作的深入,发现银的价值很高,分布较广,若再用以往的方法计算伴生元素储量,评价矿床就存在问题,因为伴生元素综合回收最低品位是在主金属够工业意义的情况下使用的,若主金属不够工业意义,虽伴生元素有利用价值也未被利用。如矿石中铜品位很低(多在0.1%以下),但含银很高,回收后经济效益很好,选矿技术上又可以回收,故0.1%以下的铜也应计算储量。为解决上述问题,对该矿床除降低铜的综合回收指标,制定银的工业指标外,还参用价格法制定综合工业指标,用矿石中多种元素的综合价值对矿石进行评价,圈定主金属不够工业意义的综合矿体。下面简单介绍对该矿床制定综合工业指标和计算伴生元素储量的方法。

综合工业指标的制定

为确切地评价多金属矿石的综合价值,该矿采用价格法计算伴生元素的当量品位、品位换算系数,进而求出综合品位,再用开采和加工1吨原矿得到的最终产品总收入等于花费的总成本,来求得经济上合理的综合最低工业品位。

1. 当量品位和品位换算系数

根据等价原则,可以用(1)式把多金属矿石中某伴生金属品位换算成主金属的当量品位。

$$a'_h = \frac{\varepsilon_h \rho_h}{\varepsilon_z \rho_z} a_h \quad (1)$$

式中, a'_h —某伴生金属品位($\%$);

a_h —某伴生金属换算成主金属的当量品位($\%$);

ε_h —某伴生金属选矿回收率($\%$);

ε_z —主金属(铅)选矿回收率($\%$);

ρ_h —某伴生金属精矿含量价格(元/吨);

ρ_z —主金属(铅)精矿含量的价格(元/吨)。

$$f = \frac{\varepsilon_h \rho_h}{\varepsilon_z \rho_z} \quad (2)$$

式中, f —伴生元素品位换算系数。

由(2)式可看出,某伴生金属品位的换算系数与它自身的选矿回收率、最终产品价格成正比;与主金属的选矿回收率、最终产品价格成反比。可见,品位换算系数随着选矿回收率和产品价格变化,是一个变数,但在一定时间内是稳定的,为便于计算,可视作常数。该矿用1981年选矿回收率、产品价格求得各伴生金属的品位换算系数为:

Ag=120, Zn=0.60, S=0.05, Cu=1.00

2. 综合品位

将矿石中伴生元素品位分别换算成主金属的当量品位,再将其和加上主金属品位,即得出矿石的综合品位。计算方法是:

$$\begin{aligned} \text{综合品位} = & \text{pb品位}(\%) + \text{Zn品位}(\%) \\ & \times 0.6 + \text{Cu品位}(\%) \times 1 + \text{S} \\ & \text{品位}(\%) \times 0.05 + \text{Ag品位}(\%) \\ & \times 120 \end{aligned}$$

3. 参与综合品位计算的各元素起点品位
考虑到金属在尾矿中的损失和在其他产品中

的含杂损失，当品位低于某值时，回收意义不大，故不参与综合品位计算，该品位值称为计算起点品位。根据该矿1980~1981两年中实际生产的尾矿品位，并通过低品位矿石小型选矿试验，确定了各元素参与综合品位计算的起点品位。

各元素计算起点品位

尾 矿 品 位		pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	S (%)	Ag (g/t)
	1980年生产实际	0.202	0.155	0.026	1.132	
	1981年生产实际	0.183	0.150	0.024	1.151	42
	低品位矿石小型试验指标	0.065	0.074	0.016	0.273	13
	计算起点品位	0.25	0.25	0.03	1.50	40

4. 综合最低工业品位

(1) 采矿综合最低工业品位：用开采和加工1吨原矿得到的最终产品总收入等于花费的总成本，求得采矿综合最低工业品位为1.7%。

(2) 放矿综合最低工业品位：用放出和加工1吨原矿得到的最终产品总收入等于花费的总成本，求得放矿综合最低工业品位为1.0%。

(3) 综合边界品位：采用低品位选矿试验的尾矿品位2~3倍和矿体边界品位的变化，确定综合边界品位为0.7%。

储量计算方法选择

伴生元素储量计算方法，应结合主金属储量计算方法来选择，因为它们是与主金属共生的，其勘探与回采是和主金属同时进行的，其计算方法应与主金属一致。该矿的伴生元素储量计算方法与主金属是一致的，在生产区段采用开采块段法，勘探区段采用地质块段法。只是根据伴生元素变化较大并与主金属有相关关系的特点，用相关法进行了银储量计算来验证。对主金属不够工业意义的综合矿体，则用综合品位来圈定矿体，采用开采块段法来计算储量。

储量计算参数的求得

计算伴生元素储量的参数面积、厚度、体重等与主金属一样，不必单独计算，只计算伴生元素的平均品位，即可求得伴生元素的储量。该矿伴生元素平均品位的计算是用不同的方法求得，铜、硫与主金属一样，进行了普通采样分

析，其平均品位计算方法也与主金属相同。单工程平均品位是用厚度加权求得，若工程间距相等，矿块平均品位用厚度加权求得；若不等，则用工程控制长度和矿体厚度加权平均求得。银在生产区段用普通采样分析，它的平均品位计算与主金属相同。在勘探区段用组合分析，一般一个勘探工程一个样品，矿块平均品位用矿体厚度加权平均求得。铜、镓、镉只作了一些组合分析，其平均品位求得与银的勘探区段相同，有时由于组合样品太少，采用以矿体作单位计算储量，将已做组合样品的工程，用矿体厚度加权求得该矿体的平均品位。

矿体的圈定

主矿产矿体的圈定，不再叙述，这里只谈主矿产不够工业意义时，对以银为主的综合矿体圈定方法。

1. 矿体顶底板界线的圈定

银矿物用肉眼是不易看到的，故以银为主的综合矿体是用化学分析资料来确定顶底板界线。其方法是，先将够起点品位的伴生和共生元素用品位换算系数计算出主金属的当量品位，再把当量品位与主金属（铅）的品位相加求出综合品位，若综合品位大于综合边界品位0.7%时，在保证矿块综合品位达到1.7%的前提下，可以圈为矿体。

2. 矿体边界的圈定

以银为主的综合矿体变化较大，矿体的外推

应比铅锌矿体、硫铁矿体要小。若工程遇矿较好,综合品位 $>4\%$,矿体厚度 >4 米,有断裂控制的矿体,可外推25米;工程遇矿差,综合品位 $<2\%$,矿体厚度 <2 米,无断裂控制的矿体不外推,遇矿情况介于二者之间,可外推10~15米。

储量级别的划分

对伴生元素储量级别的划分,除根据矿床勘探类型,勘探程度外,还要考虑伴生元素的查定程度和选矿利用程度。该矿铅锌矿体的银、铜、硫和硫铁矿体的银、铜均按普通样品进行采样分析,对其矿物种类、结晶粒度、赋存状态及加工技术特征都已查清,它们的储量级别应与主金属一致。铟、镓、镉等元素采样较少,了解程度差,选矿又未利用,故作为表外D级储量处理。以银为主的综合矿体变化大,勘探类型低,以25米间距的穿脉,30米的段高,中间加天井或巷钻求C级。50米间距的穿脉,30米的段高求D级。

矿石类型的划分

根据工业利用的要求,将铅锌矿石分为三种类型:(1)锌达到工业意义,含铅、银、铜、硫很低的称为锌矿石;(2)铅、锌达到工业意义,含银40克/吨以上、铜、硫低的称为含银铅锌矿石;(3)铅、锌、硫达到工业意义,含银40克/吨以上的称为含银铅锌硫铁矿石。

硫铁矿矿石也分三种类型:(1)铅、锌虽不够工业意义,但铅在0.5%、锌在0.6%以上的硫铁矿称为含铅硫铁矿矿石;(2)含银 >70 克/吨的硫铁矿称为含银硫铁矿矿石;(3)含银 <70 克/吨的硫铁矿称为硫铁矿矿石。另外铅、锌、硫都不够工业意义,但多种元素综合起来够工业意义的矿石称为综合矿石。

目前第1种锌矿石未生产,第2,3种铅锌矿石和第1种硫铁矿矿石进铅锌选厂处理;第2种硫铁矿矿石进硫铁矿选厂处理;第3种硫铁矿矿石不选矿,以硫矿块直接销售。综合矿石两个选厂都可处理。

储量验证

伴生元素品位变化较大,计算的储量可靠程度比主金属差,为验证储量计算结果,还采用其他方法对伴生元素储量进行了试算。

1. 用相关法计算银的储量

银与铅有密切的相关关系,相关系数一般达到0.8以上,故采用相关法计算银储量。在计算时,先求银与铅的相关系数,求得相关系数后,再用直线回归方程式求得计算矿块银的平均品位。用银的品位乘以矿块矿石量,即得出银的金属量。

2. 用单矿物分析资料计算铟、镉储量

稀散元素常呈‘杂质’存在于某种矿物中,通过少数单矿物样品分析,可得出稀散元素在该矿物中的平均品位,再用相应的矿物量计算其储量。铟、镉富集在闪锌矿中,曾用闪锌矿单矿物分析的方法计算铟、镉的储量。

(1) 平均品位计算是通过闪锌矿单矿物样品分析,用算术平均法求得铟、镉的平均品位。

(2) 矿物量的确定是用锌金属量换算:

$$Q = P / C \quad (3)$$

式中, Q —矿物量; P —锌金属量; C —锌在该矿物中组成重量比。

(3) 用矿物量乘铟、镉平均品位,求得铟、镉在闪锌矿中的金属量。

3. 几个注意的问题

(1) 用相关法计算银储量时,铅与银相关系数在0.8以上为宜。如该矿冰沟区265米坑铅、银相关系数为0.2,银多在围岩及菱锰矿中,故不能用相关法计算银储量。

(2) 闪锌矿中锌的含量变化很大,有些闪锌矿有10%以上的锌被铁等置换,故在计算中锌在矿物中组成重量比不应一律采用67%,应视具体情况而定。锌金属量不仅来自闪锌矿,应注意。

(3) 方铅矿、闪锌矿中同时有某种稀散元素时,可分别做单矿物分析行进计算。

4. 计算结果

地质块段法和相关法计算的结果近似,相关法比地质块段法精度稍低,误差在20%以下。单矿物法又比相关法低,因为它只计算了方铅矿和闪锌矿中伴生的稀散元素,而含在其他矿物中的稀散元素未进行计算。目前稀散元素在选矿中不回收,只随主矿产冶炼时回收,单矿物法只计算了能利用部分的储量,有一定的实用意义。