



代数配样计算法

昆明有色冶金设计研究院 卢一峰

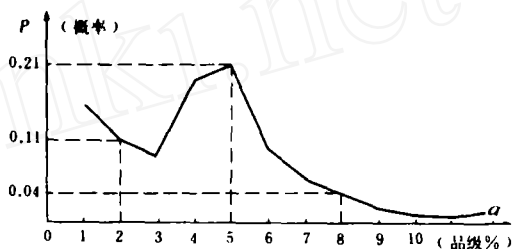
矿床在工业评价阶段或建设矿山之前,都要进行矿石加工技术试验。其目的是了解矿石有用组分工业回收效果,确定选矿工艺流程及建厂设计技术经济指标等;通过合理选点采样,用有限的样品量来反映整个矿区(矿段)有用组分的平均含量、矿石氧化率、工业品位、自然类型、矿物嵌布结构及主要有害组分等。矿山建设规模不同,要求的试验种类也不同,砂矿与原生矿也有差别,但一致要求试料具有代表性。

对样长配样计算的看法

配样计算,通常采用样长百分比分配法。该法分配的样量是以样品分级频率统计中各品级所对应的样长决定的,品级频率只对采样设计中品位的选择有指导意义,而对一个具体采样点应分配多少样量就无决定意义了,故用它进行配样计算是不合理的。因为具体采样点的平均品位与其所对应的频率统计中的品级,在构成上是千差万别的。采样点的平均品位是该点各种不同品级样品的品位平均值,而频率统计中的某一品级只反映该品级全区概率分布,不代表某一点平均品位概率。所以某采样点平均品位虽然与频率统计中的某个品级相一致,但是,该点的样品中也许不存在这样的品级,或只有极少数该品级的样品。例如,某采样点由品位8%和2%两个品位构成,如果样长相同,则平均品位是5%。显然该点不存在5%这样的实际品级,论其性质应为具有8%和2%的联合分布特征,而不是5%的概率分布。

从下图可以看出,8%品级的概率 $P(8\%) = 0.04$, 2%品级的概率 $P(2\%) = 0.11$, 而5%品级的概率 $P(5\%) = 0.21$ 。采样点的样品品位概率 $P(a_1, a_2, \dots, a_n)$, 不该看成是 $P(\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n})$ 。 $P(8\%) \cdot P(2\%) = 0.04 \times 0.11 = 0.0044$ 才是该样点的概率分布

值,把它误解为采样点单样品位平均值所对应的概率值是不对的。



矿区品级频率曲线图(概率分布)

就是说,某采样点平均品位所对应的概率分布值,不能代表该点样品概率分布特征。

在实际工作中,用样长百分比进行配样计算,往往要经过多次试算、反复选点,有时照顾了品位,而氧化率、有益有害组分可能又不理想,很难达到设计所要求的样品质量。

代数配样计算法介绍

代数配样计算法是利用金属量、品位与矿量之间的关系,以代数运算方法求各采样点所分配的样量。当有几个采样点时,配样计算是容易的,但需要多个采样点时,就会产生多个未知数,配样计算就不易解决了。本方法采用样点分组,以各组平分样量和金属量分别建立二元一次方程组,化繁为简,使多个未知数变为一、二个未知数,这样就容易计算了。

配样计算包括选择采样点和计算数据、样量分配计算两个步骤。对矿床的认识程度是能否取得有代表性样品的关键,因此,采样选点要在对矿床充分了解、掌握变化规律的情况下进行,配样计算是在选点资料基础上进一步工作的

代数配样计算法,要求各采样点品位选择不能一律高于或低于地质平均品位,应在平均品位上下波动,上下各取一半。

实践表明,代数配样算法适用于各类矿床,对品位变化大的矿床尤为方便;方法简单,不受样品分级频率统计的制约;便于照顾有益有害组分、矿石类型及氧化率等因素;能够准确计算出设计所要求的样品数量与品位。

计算方法及过程

1. 确定加工技术样品试验种类,如可选性试验、小型试验、半工业性试验及工业性试验等。这需根据不同的研究阶段和建设规模而定。

2. 确定加工技术试验样品量 q ,平均品位(即矿山出矿品位) $\bar{c}$,采矿贫化率 γ ,氧化率 λ 。

3. 计算

$$\text{样品中矿石样量 } Q = q(1 - \gamma)$$

$$\text{样品平均地质品位 } C = \frac{\bar{c}}{(1 - \gamma)}$$

$$\text{样品所含金属量 } P = Q \cdot C$$

$$\text{样品中夹石及围岩量} = q \cdot \gamma$$

氧化率要根据具体情况确定,但要知道每个采样点的氧化率 λ_i 。

4. 选择采样点,并计算各采样点平均品位 $c_1, c_2, \dots, c_n$,设各点与品位相对应的采样量为

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ 。

按各采样点平均品位高低依次排列如下:

$$c_1, c_2, \dots, c_n$$

$$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$$

5. 分组 将每两个采样点分为一组。譬如有6个采样点,可按下列形式分为三个组。

$$\text{一组} \begin{cases} Q_1 c_1 \\ Q_6 c_6 \end{cases} \quad \text{二组} \begin{cases} Q_2 c_2 \\ Q_5 c_5 \end{cases} \quad \text{三组} \begin{cases} Q_3 c_3 \\ Q_4 c_4 \end{cases}$$

$Q_1 c_1, Q_6 c_6$ 分别表示1号和6号采样点,其他两组分别表示2、5及3、4号采样点。就是最高品位样点与最低品位样点组成一组,次高品位样点与次低品位样点组成一组,其他依此类推。因为,此种计算是将金属量、样量平均分配到各组,如果分别将高品位样点组合在一起,低品位样点组合在一起的话,必将出现矿量、金属量与品位之间相互矛盾而不能成立。每组两个点中,一个应高于矿区(矿段)地质平均品位 C ,另一个则要低于 C 。至于低多少或高多少,那要看该点的代表性。如果该点的代表性强,可将品位选低些,这就能使代表性强的点多分配样量。

分组后要符合下列条件:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_6 = \sum_{i=1}^6 Q_i$$

$$P = Q_1 \cdot c_1 + Q_2 \cdot c_2 + \dots + Q_6 \cdot c_6 = \sum_{i=1}^6 Q_i \cdot c_i$$

$$[Q_1 \cdot c_1 + Q_6 \cdot c_6] = [Q_2 \cdot c_2 + Q_5 \cdot c_5] = [Q_3 \cdot c_3 + Q_4 \cdot c_4]$$

$$\text{每组平均分配矿样量} = \frac{Q}{3}$$

$$\text{每组平均分配金属量} = \frac{P}{3}$$

$$\text{三组} \begin{cases} Q_3 \cdot c_3 + Q_4 \cdot c_4 = \frac{P}{3} \\ Q_3 + Q_4 = \frac{Q}{3} \end{cases}$$

6. 分组列代数式

$$\text{一组} \begin{cases} Q_1 \cdot c_1 + Q_6 \cdot c_6 = \frac{P}{3} \\ Q_1 + Q_6 = \frac{Q}{3} \end{cases}$$

$$\text{二组} \begin{cases} Q_2 \cdot c_2 + Q_5 \cdot c_5 = \frac{P}{3} \\ Q_2 + Q_5 = \frac{Q}{3} \end{cases}$$

上式 $c_1, c_2, \dots, c_6$ 是选定各点的已知平均品位; $Q_1, Q_2, \dots, Q_6$ 是要计算的各采样点未知分配的样量; Q 及 P 是采样设计已知给定值。

解上述各方程,得各点的分配样量 Q_i ,将 Q_i 代入有关公式,则:

$$Q = \sum_{i=1}^6 Q_i \quad P = \sum_{i=1}^6 Q_i \cdot c_i$$

$$C = \left[\frac{\sum_{i=1}^6 Q_i \cdot c_i}{\sum_{i=1}^6 Q_i} \right] (\times 100\%)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^6 Q_i \cdot \lambda_i}{\sum_{i=1}^6 Q_i}$$

若所选择的采样点为奇数, 如 5 个采样点。
分组如下:

$$\text{一组} \begin{cases} Q_1 c_1 \\ Q_5 c_5 \end{cases} \quad \text{二组} \begin{cases} Q_2 c_2 \\ Q_4 c_4 \end{cases} \quad \text{三组} Q_3 c_3$$

最后一组只有一个采样点, 要首先分配这一点的样量和计算金属量。分配方法与偶数点不同, 要用点数平均分配给这一点样量, 并根据这点的平均品位计算金属量。

$$Q_3 = \frac{Q}{5} \quad P_3 = \frac{Q}{5} \cdot c_3$$

剩下的样量 ($Q - Q_3$)、金属量 ($P - P_3$) 再用其余组数平均分配 (切忌用采样点数平均), 再列方程求之 (计算方法与前面相同)。

代数配样计算实例

有一氧化铅矿, 平均品位 4%, 平均氧化率 40~50%, 建设 100 吨/日规模采选厂, 需要进行矿石加工技术试验。

1. 确定做小型试验。

2. 需采取加工技术试验样品量 5000 公斤, 要求 3.2% 的品位, 采矿贫化率确定为 20%。

3. 样品中矿石样量 $Q = 5000 \times (1 - 20\%) = 4000$ 公斤; 样品地质品位 $c = \frac{3.2\%}{1 - 20\%} = 4\%$,

夹石及围岩采取量 $= 5000 \times 20\% = 1000$ 公斤。

4. 各采样点平均品位、氧化率 (计算过程略) 及待分配采样量见表 1。

5. 分组:

$$\text{一组} \begin{cases} Q_1 c_1 \\ Q_5 c_5 \end{cases} \quad \text{二组} \begin{cases} Q_2 c_2 \\ Q_4 c_4 \end{cases} \quad \text{三组} Q_3 c_3$$

表 1

样号	采样点平均品位 (%)	待分配样量 (公斤)	采样点平均氧化率 (%)
14~15	$C_1 = 8$	Q_1	70
10~11	$C_2 = 6$	Q_2	20
24~26	$C_3 = 4$	Q_3	50
31~35	$C_4 = 3$	Q_4	40
5~9	$C_5 = 2$	Q_5	60

注: 按品位高低顺序排列。

先分配第三组一个点的样量及金属量:

$$Q_3 = \frac{Q}{5} = \frac{4000}{5} = 800 \text{ (公斤)}$$

$$P_3 = Q_3 \cdot c_3 = 800 \times 4\% = 32 \text{ (公斤)}$$

$$\text{其余两组每组分配矿样量: } \frac{4000 - 800}{2} =$$

$$1600 \text{ (公斤); 分配金属量: } \frac{3200 - 40}{2} = 64 \text{ (公斤)}。$$

6. 列、解方程式:

$$\text{一组} \begin{cases} Q_1 \cdot 8\% + Q_5 \cdot 2\% = 64 \quad (1) \\ Q_1 + Q_5 = 1600 \quad (2) \end{cases}$$

$$\text{去掉 (1) 式 } \%$$

$$8Q_1 + 2Q_5 = 6400 \quad (3)$$

$$\begin{cases} Q_1 + Q_5 = 1600 \quad (4) \end{cases}$$

$$Q_1 = 1600 - Q_5 \quad \text{代入 (3) 式}$$

$$8(1600 - Q_5) + 2Q_5 = 6400$$

$$Q_5 = \frac{12800 - 6400}{6} = 1066.67 \text{ (公斤)}$$

$$Q_1 = 1600 - 1066.67 = 533.33 \text{ (公斤)}$$

表 2

样号	品位 (%)	样量 (公斤)	金属量 (公斤)	氧化率 (%)	氧化矿量 (公斤)
14~15	8	533.33	42.67	70	373
10~11	6	533.33	32.00	20	107
24~26	4	800.00	32.00	50	400
31~35	3	1066.67	32.00	40	427
5~9	2	1066.67	21.33	60	640
小计	4	4000	160	48.68	1947
夹石及围岩		1000			
全样合计	3.2	5000			

注: 若备副样时, 实采样量乘以 2。

$$\text{二组} \begin{cases} Q_2 \cdot 6\% + Q_4 \cdot 3\% = 64 \\ Q_2 + Q_4 = 1600 \end{cases}$$

$$Q_4 = \frac{9600 - 6400}{3} = 1066.67 \text{ (公斤)}$$

$$Q_2 = 1600 - 1066.67 = 533.33 \text{ (公斤)}$$

计算结果见表 2。

任何配样计算方法都有优缺点, 代数配样计算法也定会有不足之处, 有待实践中进一步完善。