



目前德兴铜矿露天采场炮孔取样间距为 $7 \times 7\text{m}$, 即采用逐个炮孔全部取样的方法, 求得某一爆堆的矿石平均品位值, 作为地质出矿品位。这种方法的合理性值得探讨。

上述炮孔间距是采矿人员根据最小抵抗线要求设计的, 并未结合取样间距一起考虑。地质取样间距完全依赖炮孔间距显然是不合适的, 因为这是两个不同的概念, 不能混为一谈。

笔者认为, 根据德兴铜矿矿石分布均匀的特点, 应用方差分析原理, 目前采用的取样间距可放稀一倍, 不仅可满足生产需要, 又可节省人力, 降低成本。

方差分析是通过系统误差的方差和随机误差的方差的比较, 判定是否存在系统误差的一种方法。

系统误差系指由某种不可忽视的原因所造成的带有偏向性的误差。随机误差则指无规律性的偶然误差。为了区分这两种误差, 引进“总离差平方和 S ”和“统计量 F ”两个概念。

总离差平方和 全部观测值 x_{ij} 与平均值 $\bar{x}$ 差的平方和, 称为总离差平方和, 记为 S

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2$$

式中, x_{ij} 为 j 观测序列 i 观测点值; $\bar{x}$ 为全部观测点平均值。

总离差平方和 S 可分解为两部分:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2 = S_1 + S_2$$

式中 $S_1 = m \sum_{j=1}^n (\bar{x}_j - \bar{x})^2$;

$$S_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

S_1 表示观测序列平均数对总平均数的离差平方

和, 称为组间离差平方和即系统误差; S_2 表示各观测值对其相应序列平均数的离差平方和, 称为离差平方和即随机误差, S 为总误差, 等于 $S_1 + S_2$ 。

为方便运算, S 、 S_1 和 S_2 作如下变化:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - mn\bar{x}^2 \quad (1)$$

$$S_1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^m x_{ij})^2 - \frac{1}{mn} (\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij})^2 \quad (2)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^m x_{ij})^2 \quad (3)$$

mn 表示全部观测点数, 记为 N ; 当各观测序列的观测点数相同时, $N = mn$; 不同时, N 则为每一观测序列的观测点数之和。

统计量

$$F = \frac{S_1/n-1}{S_2/N-n} \quad (4)$$

式中, $n-1$ 称为第一自由度, 记为 f_1 ; $N-n$ 称为第二自由度, 记为 f_2 。

在假设检验 H_0 成立的情况下, 统计量服从第一自由度为 $n-1$, 第二自由度为 $N-n$ 的 F 分布, 因此方差分析可化为一个假设检验的问题。把试验结果代入 (4) 式, 得到一个 F 值, 再按给定的信度 α 及其自由度, 查 F 分布表得置信限 $F_{\alpha(n-1, N-n)}$, 比较 F 和 F_{α} 。

若 $F < F_{\alpha(n-1, N-n)}^{0.05}$, 则接受假设 H_0 , 认为各不同序列对试验结果影响不大。

若 $F_{\alpha(n-1, N-n)}^{0.05} < F < F_{\alpha(n-1, N-n)}^{0.01}$, 则拒绝假设 H_0 , 认为各种不同序列对试验结果影响显著。

若 $F > F_{\alpha(n-1, N-n)}^{0.01}$, 则拒绝假设 H_0 , 认为各不同序列对试验结果影响特别显著。

方差分析步骤

第一步: 列原始数据表。

数据 i \ j	1	2	...	n	
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}	
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}	
...	...	...	...	...	
m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mn}	
$\sum_{i=1}^m x_{ij}$					$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}$
$(\sum_{i=1}^m x_{ij})^2$					$\sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^m x_{ij})^2$
$\sum_{i=1}^m x_{ij}^2$					$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^2$
$\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}$					$\bar{x} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}$

第二步：上表数据代入式(2)、(3)，计算 S_1 、 S_2 。

第三步：列方差分析简表。

平方和来源	平方和	自由度	平均平方和	F值
序列间	$S_1 = m \sum_{j=1}^n (\bar{x}_j - \bar{x})^2$	$n - 1$	$\frac{S_1}{n - 1}$	$S_1 / n - 1$
观测点之间	$S_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$	$N - n$	$\frac{S_2}{N - n}$	$S_2 / N - n$
总离差	$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2$	$N - 1$		

第四步：查F分布表检验。

实例

现利用方差分析原理，对德兴铜矿露天采场12个爆堆取样间距放稀一倍试算，结果如下：

第一步：列原始数据表。

第二步：计算 S_1 、 S_2 。

$$S_1 = \left[\frac{57.638}{16} + \frac{1}{8} (13.418 + 15.437) \right] - \frac{(15.184)^2}{32} = 0.004$$

结果 i \ j	原取样间距	放稀一倍		
		甲	乙	
1	0.362	0.362		
2	0.693		0.693	
3	0.512	0.512		
4	0.461		0.461	
5	0.503	0.503		
6	0.504		0.504	
7	0.494	0.494		
8	0.346		0.346	
9	0.404	0.404		
10	0.367		0.367	
11	0.445	0.445		
12	0.404		0.404	
13	0.428	0.428		
14	0.628		0.628	
15	0.515	0.515		
16	0.526		0.526	
17				
18				Σ
Σx_{ij}	7.592	3.663	3.929	15.184
$(\Sigma x_{ij})^2$	57.638	13.418	15.437	86.493
Σx_{ij}^2	3.735	1.700	2.035	7.470
$\bar{x}_j$	0.475	0.459	0.491	0.475

$$S_2 = 7.47 - \left[\frac{57.638}{10} + \frac{1}{8} (13.418 + 15.437) \right] = 0.261$$

第三步：列方差分析简表。

平方和来源	平方和	自由度	平均平方和	F值
S_1	0.004	2	0.002	
S_2	0.261	29	0.009	0.222

第四步：查表检验。

$$F_{2,29}^{0.05} = 3.33$$

$$F \text{ 值} = 0.222 < F_{2,29}^{0.05} = 3.33$$

试验证明，取样间距放稀一倍，系统误差并不显著。对德兴铜矿是可行的。

