

# 喀拉通克铜镍矿矿石体重与铜镍品位的相关分析

王若嵘

(新疆新鑫矿业股份有限公司喀拉通克铜镍矿 富蕴 836107)

**摘 要** 新疆富蕴县喀拉通克铜镍矿矿石体重因不同矿石类型及铜、镍不同含量而有明显的差异,本文分析了矿石体重与其铜镍品位间的相关关系,建立了它们之间的函数关系,根据矿石品位可动态预测不同品位矿石的体重。

**关键词** 喀拉通克铜镍矿 矿石体重 铜镍品位 相关分析

确定矿石体重通常的做法,是取若干次体重测试结果的平均值。针对某种类型的矿石,这个值一经确定一般就固定不变了。但是,从喀拉通克铜镍矿的实际情况来看,不仅不同类型的矿石体重因铜、镍含量的不同而有明显的差异,而同一种类型的矿石也会因铜、镍含量的不同而有变化。因此,用平均体重只能反映某种类型矿石体重的总体数值特征,而不能反映其局部块段的数值变化特征。本文以原生矿作为研究对象,根据矿石体重与其铜镍品位间的相关关系,建立起它们之间的函数关系式,利用矿石铜镍品位来动态预测不同类型、不同品位的矿石体重。为此,在矿床中有代表性地采取了矿石小体重样 221 件,这些样品包含了原生矿各主要矿石类型,每个样品均测试了体重并分析了铜镍的品位。

## 1 矿石小体重样品的数学分布讨论

回归分析法要求因变量(矿石体重)服从或近似服从正态分布,因此首先来考查矿石小体重样品的数学分布。

### 1.1 小体重样品的数学分布

用做频率密度直方图的方法研究矿石小体重的统计分布规律。频率计算见表 1,频率密度直方图见图 1。

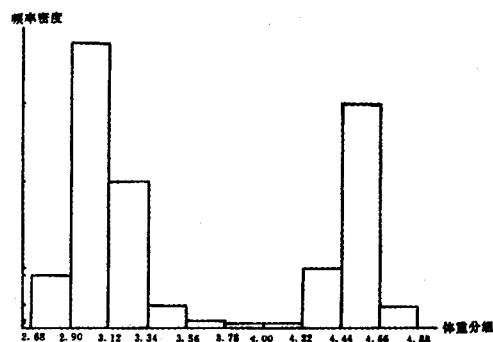


图 1 矿石小体样频率密度直方图

表 1 221 件矿石小体重样品频率计算表

体重分组(g/m³)	频 数	频 率	频率密度	累计频数	累计频率	备 注
2.68~2.90	14	0.063	0.286	14	0.0633	
2.90~3.12	76	0.344	1.564	90	0.4072	
3.12~3.34	39	0.176	0.800	129	0.5837	
3.34~3.56	6	0.027	0.123	135	0.6109	频率密度 = 频率 / 组距
3.56~3.78	2	0.009	0.041	137	0.6199	本表中组距为
3.78~4.00	1	0.005	0.023	138	0.6244	0.22(2.90-2.68=0.22)
4.00~4.22	1	0.005	0.023	139	0.6290	小体重平均值 = 3.624 g/cm³
4.22~4.44	16	0.072	0.327	155	0.7014	标准差 = 0.725
4.44~4.66	60	0.271	1.232	215	0.9729	
4.66~4.88	6	0.027	0.123	221	1.0000	

从图 1 可见,频率密度直方图呈双峰,表明矿石的体重变量在矿床中的分布规律不一致,为混合分布。对混合分布进行筛分处理,做出混合分布曲线,见图 2。

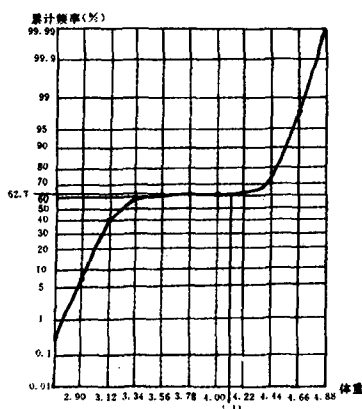


图 2 混合分布曲线图

以累计频率大约为 62.7% ( $(0.6244+0.629) \div 2 \times 100\%=62.7\%$ ) 的点为拐点将曲线分为上下两部分,此拐点对应的横坐标值(体重)为  $4.11 \text{ g/m}^3$  ( $(4+4.22) \div 2=4.11$ ),表明全部 221 件矿石小体重样品可区别为两个地质总体。以  $4.11 \text{ g/m}^3$  为分界点,体重  $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$  的样品属于一个总体,共有样品数 139 件;体重  $> 4.11 \text{ g/m}^3$  的样品属于另一个总体,共有样品数 82 件。

从样品品位分析的原始数据可以看出,小体重  $> 4.11 \text{ g/m}^3$  的 82 件矿石样品的铜或镍品位  $\geq 3\%$ ,按照工业品级标准是特富矿石,其自然类型为致密块状矿石,这与统计规律的划分结果一致,把这一地质总体称作致密块状矿石部分;其中仅一件样品的铜品位太低,为 0.05%,明显为异常值,回归分析时予以剔除。在矿石小体重  $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$  的 139 件样品中有 132 件样品的铜及镍品位  $< 3\%$ ,按照工业品级标准应是富矿、贫矿、表外原生矿及个别接近边界品位的矿化基性岩部分,其自然类型主要为浸染状矿石,亦是同一地质作用的产物,与统计规律的划分结果也相一致,把这个地质总体称作浸染状矿石部分;其他 7 件样品的铜或镍品位  $> 3\%$ ,矿石类型有致密块状、胶结状、浸染状,若按铜镍品位  $\geq 3\%$  来衡量,它们应属于前一地质总体,即致密块状矿石部分,但若按小体重样品的统计规律分布点“4.11”的界线划分,它们应属于后一地质总体,即浸染状矿石部分;考虑这些异常样品数量较少,并且不影响统计分析时有关样本容量的要求,回归分析时予以剔除。

分别以矿石小体重  $> 4.11 \text{ g/m}^3$  的样品和  $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$  样品做样本,研究两种类型矿石小体重的统计分布规律,通过做出频率密度直方图、累计频率图,反映

出两种类型矿石小体重均近似服从正态分布。

通过上述分析得出,对已区分出的两个地质总体分别进行回归分析;用矿石小体重  $> 4.11 \text{ g/m}^3$ ,铜或镍品位  $\geq 3\%$  的 81 件样品,做致密块状矿石部分的回归分析;用另外 132 件矿石小体重  $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$ ,铜及镍品位  $< 3\%$  的样品,做浸染状矿石部分的回归分析。由于浸染状矿石各矿带(富矿、贫矿及表外原生矿)之间是渐变过渡关系,属于同一地质体,以矿石小体重  $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$  作为界线来分析,有着同样的统计规律。

## 2 矿石小体重与其铜镍品位的相关分析

用回归分析方法建立变量间的函数关系的另一前提条件,即自变量与因变量间要有足够的相关关系,只要矿石体重与其铜镍品位之间的相关系数绝对值  $> 0.5$ ,就可以做回归分析了。

分别对以上两种地质体变量间的相关关系进行分析。

(1) 对矿石小体重  $> 4.11 \text{ g/m}^3$  的样品做体重与铜、镍品位的相关分析,见表 2。结果表明:矿石的铜品位和镍品位与体重存在着相关关系,其中铜品位与小体重的相关系数  $\gamma = -0.5789$ ,接近  $-0.6$ ,绝对值较大,二者相关关系密切,满足回归分析关于变量间相关性的要求。而矿石镍品位与体重的相关系数  $\gamma = 0.3148$ , $< 0.5$ ,相关关系不密切,满足不了回归分析的先决条件,镍品位对于矿石体重的预测没有指导作用。

表 2 小体重  $> 4.11 \text{ g/cm}^3$  的样品变量间相关系数表

项目	相关系数		
	铜品位(%)	镍品位(%)	小体重( $\text{g/cm}^3$ )
铜品位	1.0000	-0.5918	-0.5789
镍品位		1.0000	0.3148
小体重			1.0000

(2) 对矿石小体重  $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$  样品做体重与铜、镍品位的相关分析,见表 3。结果表明该类型矿石的铜品位和镍品位与体重也存在着相关关系,其中镍品位与小体重的相关系数  $\gamma = 0.779$ ,接近 0.8,较大,表明二者相关关系密切,而矿石铜品位与小体重的相关系数  $\gamma = 0.4438$ , $< 0.5$ ,这种关系满足不了回归分析的先决条件。

表 3 小体重  $\leq 4.11 \text{ g/cm}^3$  的样品变量间相关系数表

项目	相关系数		
	铜品位(%)	镍品位(%)	小体重( $\text{g/cm}^3$ )
铜品位	1.0000	0.4359	0.4438
镍品位		1.0000	0.7790
小体重			1.0000

### 3 矿石小体重与铜镍品位的回归分析

前面我们讨论了作为回归分析因变量的矿石小体重的数学分布,得出回归分析应该分别在两个地质总体中进行,一个是小体重  $> 4.11 \text{ g/m}^3$  的主要是致密块状矿石部分,另一个是小体重  $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$  的主要是浸染状矿石部分,并且讨论了矿石小体重与铜镍品位间的相关关系,得出对于致密块状矿石应主要考虑用铜品位与体重做回归分析;而对于浸染状矿石则应主要考虑用镍品位与体重做回归分析。

下面就根据上述讨论的结果建立用于预测矿石体重的回归方程式。

#### 3.1 小体重 $> 4.11 \text{ g/m}^3$ 致密块状矿石与其铜品位的回归分析

以 81 件矿石样品的铜品位作为自变量,小体重作为因变量,利用最小二乘法原理做一元线性正态回归分析,结果如下:

(1) 回归方程(体重与铜品位的函数关系式)

$$d' = 4.6183 - 0.0137 \times [\text{Cu}]$$

式中:  $d'$  - 体重的回归预测值;  $[\text{Cu}]$  - 铜品位。

(2) 回归方程显著性检验

$$F_{\text{检验值}} = 39.81 > F_{(1,79)}^{0.005} = 8.3$$

检验结果表明回归方程在 99.5% 的置信水平下高度显著,也就是说回归分析建立的体重与铜品位的函数关系在  $\gamma \approx 0.6$  的相关意义下,可靠性为 99.5%。

#### 3.2 小体重 $\leq 4.11 \text{ g/m}^3$ 浸染状矿石与其镍品位的回归分析

以 132 件矿石样品的镍品位作为自变量,小体重

作为因变量,利用最小二乘法原理做一元线性正态回归分析,如果如下:

(1) 回归方程(体重与镍品位的函数关系式)

$$d' = e^{(4.41718 + 0.00316 \times [\text{Ni}] - 80)}$$

式中:  $d'$  - 体重的回归预测值;  $[\text{Ni}]$  - 镍品位。

(2) 显著性的检验

$$F_{\text{检验值}} = 200.44 > F_{(1,130)}^{0.005} = 7.88$$

结果表明浸染状矿石体重与镍品位的函数关系式在  $r \approx 0.8$  的相关意义下高度显著,可靠性为 99.5%。

#### 3.3 推荐预测模型

通过回归分析,推荐矿石体重预测模型如下:

(1) 致密块状矿石体重的预测模型式

$$d' = 4.6183 - 0.0137 \times [\text{Cu}]$$

(2) 浸染状矿石体重的预测模型式

$$d' = e^{(4.41718 + 0.00316 \times [\text{Ni}] - 80)}$$

### 4 结束语

利用矿石铜镍品位预测其体重是一个尝试,由于该矿床主要有用元素是铜和镍,所以回归分析时首先考虑这两个元素,具有实用价值,对生产起到一定指导作用。在没有更好方法的前提下,这种回归分析的方法仍不失为一个好方法。

#### 参考文献

[1] 王福宝,等.概率论与数理统计.同济大学出版社.

收稿:2011-04-29