

样品合并和平均品位计算方法问题

云南冶金第四矿地质勘探队 廖文

样品合并和平均品位计算方法的原理是一致的。所以，本文在讨论样品的合并方法时，也谈谈平均品位的计算方法问题。

样品合并的方法可能有以下几种：1) 按重量比例合并样品；2) 与重量成反比合并样品；3) 按长度比例合并样品；4) 称取同等重量合并样品；等等。计算平均品位时，通常采用的是按长度加权平均法，其次是算术平均法，很少采用重量加权平均法。

下面，我们来对合并样品和计算平均品位的各种方法做一些具体的分析。

一、按重量比例合并样品及按重量加权平均法计算品位

按重量比例合并样品时的平均品位，从理论上说，与实际品位是一致的。这一点可以证明如下：

$$\begin{aligned}
 C_{cp} &= \frac{q_1 C_1 + q_2 C_2 + \dots + q_n C_n}{q_{cy}} \\
 &= \frac{\frac{Q_1}{Q_{cy}} q_{cy} C_1 + \frac{Q_2}{Q_{cy}} q_{cy} C_2 + \dots + \frac{Q_n}{Q_{cy}} q_{cy} C_n}{q_{cy}} \\
 &= \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + \dots + Q_n C_n}{Q_{cy}} \quad (1)
 \end{aligned}$$

式中 C_{cp} ——合并样品的品位；

q_1, q_2, \dots, q_n ——各单个样品的称量（与原始重量成正比）；

q_{cy} ——合并样品的重量；

C_1, C_2, \dots, C_n ——各单个样品的品位；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——各单个样品的原始重量；

Q_{cy} ——合并样品的原始重量之和。

由(1)式可以看出，用重量加权平均法计算的平均品位，就是实际品位。因此，与重量成反比合并样品的做法显然是错误的。

二、按长度比例合并样品和按长度加权平均法计算平均品位

这是已普遍采用的方法。因此，我们准备对它做比较详细的探讨。

(一) 误差的来源

各单个样品的称量为：

$$q = k \cdot \Delta l \cdot d \quad (2)$$

式中 q ——单个样品的称量；

k ——采样规格；

Δl ——单个样品的长度；

d ——单个样品的体重。

当采样规格相同时， k 为一常数。所以，样品的称量与它的长度同体重的乘积成正比。由于各单个样品的长度和体重都不同，

因此，仅按长度比例合并样品，就会忽略体重的变化。这就是按长度比例合并样品时误差的来源，它可由下式表出：

$$\Delta C = q' \frac{D-d}{D} \tag{3}$$

式中 ΔC ——按长度比例合并样品时品位的误差;
 q' ——单个样品的称量;
 D ——合并样品的平均体重(或总的体重)。

(二) 绝对误差

按长度比例合并样品时, 平均品位与实际品位的绝对误差可按下式算出:

$$\Delta C = \sum_{1}^n C_m \frac{D-d}{D} \tag{4}$$

式中 ΔC ——品位的绝对误差;
 C ——各单个样品的品位;
 m ——各单个样品的长度比。

品位的相对误差值为:

$$\lambda C = \frac{\Delta C}{C} \tag{5}$$

式中 C 为合并样品的实际品位。

由(4)式可知, 按长度比例合并样品时, 品位误差的大小为各单个样品绝对误差值的代数和。它显然同参加合并的样品品位变化系数、体重变化系数以及品位与体重的

相关系数有关。我们曾验算了某矿区部分组合样品, 并从中选择了四个有代表性的组合样品品位数据进行分析(表1)。

按长度比例合并样品的品位误差 表1

组合样品号	合并样品个数	体重变化系数(%)	品位变化系数(%)	品位与体重的相关系数	品位的相对误差(%)
150	81	9.26	136	-0.820	+2.31
组6	51	10.60	92	+0.225	-3.92
组3	37	11.02	111	+0.221	-5.06
708	24	9.70	132	-0.273	+8.25

由表1可以看出: 体重变化系数和品位变化系数相差不大时, 按长度比例合并样品的品位与实际品位的相对误差随着品位与体重的相关系数增大而减小, 如相关系数接近, 则体重变化系数和品位变化系数较大

者, 其相对误差值亦较大(如“组6”和“组3”号样)。

(三) 误差的性质

误差的性质指按长度比例合并样品时的品位比实际品位偏高(正误差)还是偏低(负误差)。由(4)式和表2可以看出: 按长度比例合并样品时, 品位误差的性质, 和各单个样品的品位与体重的对比关系的方向性有关。现将表1所列四个组合样的有关数据表示在图1、2、3、4上。

品位误差的性质 表2

品位分布特征 / 体重分布特征 / 品位与品位关系	左 不 对 称		右 不 对 称	
	正 比	反 比	正 比	反 比
左 不 对 称	-	+	-	+
右 不 对 称	-	+	-	+

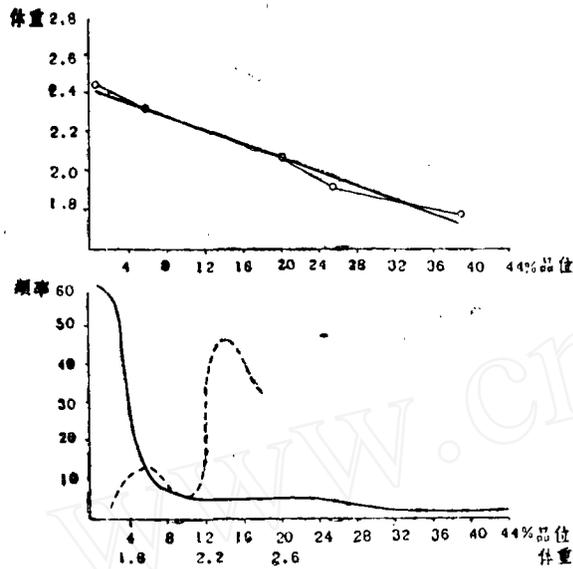


图1 体重右不对称, 品位左不对称, 体重与品位成反比, 相对误差 +2.31%

上图: 体重与品位的关系
 节点为按体重分级后每一级的平均体重和品位
 下图: 品位和体重分布曲线
 实线为品位分布曲线
 虚线为体重分布曲线

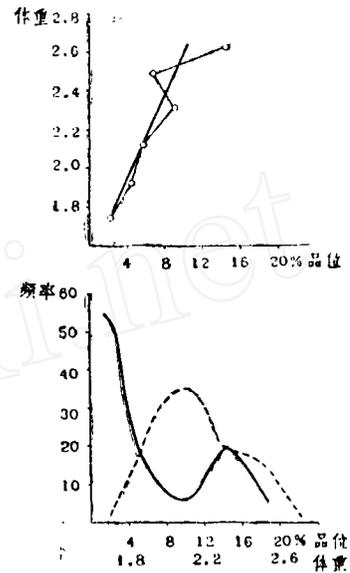


图2 体重左不对称, 品位右不对称, 体重与品位成正比, 相对误差 -3.92%

(图解同图1)

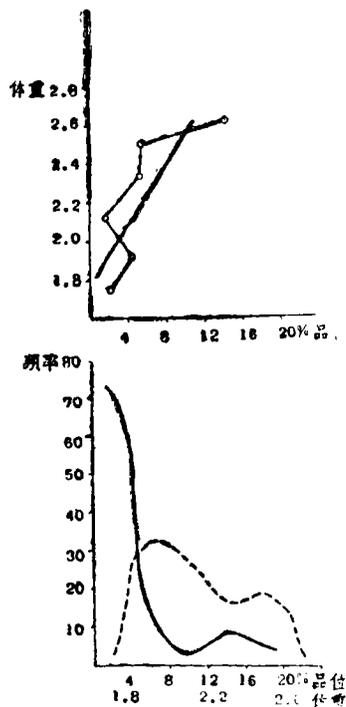


图3 体重左不对称, 品位左不对称, 体重与品位成正比, 相对误差 -5.06%

(图解同图1)

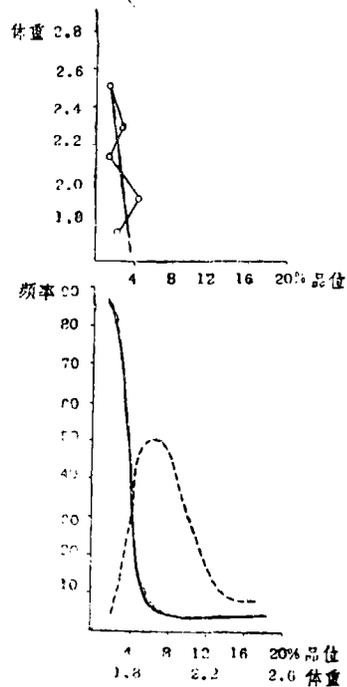


图4 体重左不对称, 品位左不对称, 体重与品位成正比, 相对误差 +8.25%

(图解同图1)

图 1、2、3、4 和表 2 表明：体重分布特征和品位分布特征可能对误差的大小有影响，但与误差的性质无关。误差的性质决定于品位与体重的关系：二者如为正比，按长度比例合并样品时的品位比实际品位偏低（负误差）；二者如为反比，按长度比例合并样品时的品位比实际品位偏高（正误差）。因此，在计算储量时，如果各单个样品的体重有较大差异时，最好不采用长度加权平均法计算平均品位。

$$\Delta q' = \bar{q} \frac{LD - nld}{LD} \quad (6)$$

式中 $\Delta q'$ —按同等称量合并样品时样品称量的误差；

\bar{q} —各单个样品的称量；

L —各样品的总长度；

n —样品数量。

品位的绝对误差为：

$$\Delta C' = \sum_{i=1}^n C_p \frac{LD - nld}{LD} \quad (7)$$

式中 $P = 1/n$ 。

相对误差值的计算方法同（5）式，它是各单个样品绝对误差值的代数和。

由（7）式可知，按同等称量合并样品时，品位误差值的符号，同“品位”与“长度×体重”的比值有关：当“品位”与“长度×体重”成正比时，它比实际品位偏低；成反比时，要比实际品位偏高。

用算术平均法计算品位，与按同等称量合并样品的原理是一致的。由（7）式可知，这一方法只适用于各单个样品长度和体重一致、或长度与体重的乘积相等时的特殊情况。因此，不宜普遍采用这种方法计算平均品位。但是由于这种方法比较简单，对于允许有一定误差的远景储量来说，用来估算平均品位也是可以的。

四、结 语

在分析了样品合并和平均品位计算的各种方法以后，让我们再回顾一下这方面的一些历史情况。

1939年胡佛〔美〕发现，几个矿山用长

三、按同等称量合并样品和

用算术平均法计算平均品位

由（2）式可以看出，按同一称量合并样品，就是将长度和体重（或长度与体重的乘积）看作常数。但是，实际上长度和体重都是变化的。所以，按同等称量合并样品时的品位误差，决定于各单个样品与合并的样品在长度同体重乘积上的差值；

度加权平均法计算平均品位时，计算的矿量与采出的矿量有±12%的误差。他认为，这是样品分析方法、开采损失、矿体形态和品位稳定性等等外部原因（这些因素诚然是存在的）造成的可以允许的误差，而没有发现方法本身的任何问题。

1950年阿日吉烈〔苏〕也提出，刻槽样品“不是以其原始重量的比例，而是以刻槽长度的比例”来合并（《矿产普查勘探方法》），再次重复了同一论点。也有人因为按同等称量合并样品时的品位与算术平均法计算的平均品位是一致的，或者因为按长度比例合并样品时的品位与长度加权平均法计算的平均品位是一致的，就肯定这种或那种样品合并方法是合理的。其实，这不过是同义反复，没有从理论上前进一步。

1964年扎拉塔〔苏〕提出：“不同方法所确定的有益组分平均品位的误差互不相同，这些误差与有益组分品位和矿体厚度对比关系的方向性有关系。于正比时，用加权平均法（指长度加权平均法——引者）计算

龙头山铅锌矿次生晕法的地质效果

楚之潮

为了保建设，保矿山，扩大储量，我队曾在龙头山铅锌矿周围开展综合性的物化探普查找矿，其中化探次生晕地质效果显著，现概要介绍如下。

一、地质概况

龙头山铅锌矿床位于燕山期九华山花岗岩闪长岩体的边缘。区域出露的地层有中上寒武统青坑组薄板状灰岩、下奥陶统仑山组块状厚层灰岩、白云质大理岩及中奥陶统汤山组厚层灰岩、碎裂块状灰岩。矿体赋存于仑山组白云质大理岩与汤山组大理岩化的厚层灰岩之间，或汤山组大理岩化的厚层灰岩中，局部矿脉伸到仑山组白云质大理岩内，或

产于汤山组碎裂块状灰岩中。矿体产状主要受层间裂隙控制，次要矿体与斜交走向的北东或北西向裂隙有关。矿体产状与接触带产状近于一致，出露位置一般相距接触带

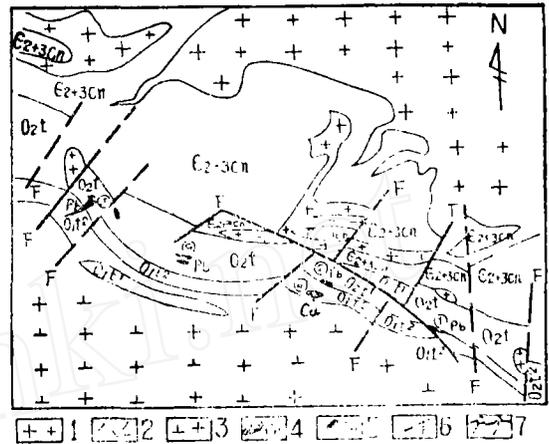


图1 矿区地质示意图

O_2t^2 —中奥陶统汤山组碎裂状灰岩； O_2t^1 —中奥陶统汤山组厚层状灰岩； O_1t^2 —下奥陶统仑山组白云质大理岩； O_1t^1 —下奥陶统仑山组块状厚层灰岩； E_2-3cn —中上寒武统青坑组薄板状灰岩；1—花岗岩(γπ)；2—煌斑岩脉(X)；3—花岗岩侵入体(γδ)；4—铜矿体及编号(Cu)；5—铅矿体及编号(Pb)；6—断层(F)；7—裂隙

20~50米(图1)。

矿体走向长约40米，个别支矿脉延长可达70米，倾向现已控制最大延深达150米，厚2~4米。矿体形态为倾向延伸大于走向长度而向下侧伏的透镜状、“豆莩状”或不规则脉状，倾角60~70°。地表露头呈细脉状，最大长、宽仅1米左右。

金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿及少量的黄铜矿；氧化矿物为褐铁矿、菱锌矿，少量孔雀石。

围岩蚀变主要是矽卡岩(石榴石和绿帘石)化、绿泥石化、硅化和大理岩化。为中温热液碳酸盐岩石交代型矿床。

矿体氧化深度仅5米左右。

的平均品位始终比有益组分实际品位要高，而用算术平均法计算的平均品位则比有益组分实际品位要低。于反比时，用加权平均法计算的平均品位始终比有益组分实际品位要低，而用算术平均法计算的平均品位则将比有益组分实际品位要高。”他的结论虽有须要商榷之处，但他比

胡佛前进了一步，发现了长度加权平均法和算术平均法计算的平均品位与实际品位有误差。不过，他仍然把注意力集中在厚度这个因素上，忽略了体重这一个更为重要的因素。

总之，只有按重量比例合并样品时的品位，和用重量加权平均法计算的品位，才能反映矿体的实际品位。