

脉錫矿床儲量計算中平均脉幅及品位計算方法的選擇

罗自立

在脈狀矿床的儲量計算中，厚度品位平均值是否正确地反映矿体的实际情况，是影响儲量計算結果准确性的的重要因素。因此在选择平均品位計算方法时，必須通过一系列的研究对比，选择一种既簡便又正确的計算方法。

脈錫矿床的特点，通常（独立大脈型）是以充填型式而成，空间形态上是長与厚兩度发展，但厚度不大。矿体与圍岩界線明显。品位不均匀至极不均匀，含矿組份的富集常与裂隙形态有关。我們在研究选择平均值計算方法时，应着重分析矿化强度与脈幅之間的內在联系。本文拟通过某錫矿儲量計算方法的研究，介紹一些研究方法，供各队在实际工作中参考。应该說明，本文仅介紹矿块平均值計算方法，对于块段圈定、級別确定、勘探网度的要求，本文均不涉及。

一、平均品位脈幅計算方法

1. 算术平均法

以法簡便迅速，当矿体矿化强度与脈幅之間无一定規律时，可采用之。

$$\bar{M} = \frac{\sum_1^n m}{N} \quad \text{① 矿块所夹中段平均脈寬}$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_1^n c}{N} \quad \text{② 矿块所夹中段平均品位}$$

$$M = \frac{M_1 + M_2}{2} \quad \text{③ 矿块平均脈寬}$$

$$C = \frac{C_1 + C_2}{2} \quad \text{④ 矿块平均品位}$$

当块段圈定后，先分別按①、②式計算中段平均脈寬品位，再將矿块所夹各面之平均值參予③、④式計算。

2. 加权平均法

此法較繁复，当矿体矿化强度与脈幅之間有一定相依关系，成正比或反比时采用之。

$$\bar{M} = \frac{\sum_1^n m}{N} \text{ 或 } \bar{M} = \frac{\sum_1^n m l}{\sum_1^n l} \quad \text{⑤ 矿块所夹中段平均脈寬}$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_1^n c m}{\sum_1^n m} \text{ 或 } \bar{C} = \frac{\sum_1^n c m l}{\sum_1^n m l} \quad \text{⑥ 矿块所夹中段平均品位}$$

$$M = \frac{M_1 + M_2}{2} \text{ 或 } M = \frac{M_1 l_1 + M_2 l_2}{l_1 + l_2} \quad \text{⑦ 矿块平均脈寬}$$

$$C = \frac{M_1 C_1 + M_2 C_2}{M_1 + M_2} \text{ 或 } C = \frac{M_1 l_1 C_1 + M_2 l_2 C_2}{M_1 l_1 + M_2 l_2}$$

⑧ 矿块平均品位

当块段圈定后，先按⑤、⑥式計算块段所夹中段的平均值，当样品等距采取时，利用前式，否則利用后式，然后再將矿块所夹各面平均值參予⑦、⑧式計算。当中段的長度相等时，采用前式，不等时，因各平均值反映的控制範圍不等，应用后式。

3. 加权一算术平均法

当矿化强度与脈幅之間存在不明显的正反比关系，而中段及矿段的平均脈寬与矿化强度存在显明的正反比关系时，运用此法可正确地迅速地算出儲量。

$$\bar{M} = \frac{\sum_1^n m}{N} \quad \text{⑨ 矿块所夹中段平均脈寬。同①式}$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_1^n c}{N} \quad \text{⑩ 矿块所夹中段平均品位。同②式}$$

$$M = \frac{M_1 + M_2}{2} \text{ 或 } M = \frac{M_1 l_1 + M_2 l_2}{l_1 + l_2} \quad \text{⑪ 矿块平均脈寬。同⑦式}$$

$$C = \frac{M_1 C_1 + M_2 C_2}{M_1 + M_2} \text{ 或 } C = \frac{M_1 l_1 C_1 + M_2 l_2 C_2}{M_1 l_1 + M_2 l_2} \quad \text{⑫}$$

矿块平均品位。同⑧式

\bar{M} 、 M_1 、 M_2 各中段平均脈寬；

\bar{C} 、 C_1 、 C_2 各中段平均品位；

M 矿块平均脈寬； C 矿块平均品位；

N 样品个数；

m 各样品脈寬； C 各样品品位；

l 、 l_1 、 l_2 各样品長度或鑽孔間距；

$\sum_1^n 1 \sim i$ 号样品的脈寬总合或品位总合；

此法在計算矿块所夹中段的平均值时，采用算术平均法；而在后阶段計算矿块平均值时，則改用加权平均法，故此法計算时較加权法簡便迅速。

以上三法，前两种常見于有关文献中，第三法为根据前二法在本矿区提出之另一种联合运用方法。

由上三式可看出，基本計算方法仅为前二种。其

不同点，加权法系包含面 (MI) 及单位面积所含金属量 (MIC) 的概念，或公尺百分比 (MC) 的概念。故当矿床矿化强度与脉幅之间存在正或反比关系时，采用加权法计算方能正确计算地下储量；当两者无此关系时，采用加权法在一定程度上将会歪曲储量数据。

二、矿化强度与脉幅关系的研究

1. 矿化强度与脉幅相关象限分布图

选择有代表性的矿脉及代表性中段的样品1000—5000个，以其脉幅与品位的相关条件，按纵横坐标分别定点。横坐标为脉幅，纵坐标为品位。然后视点的分布特点，在中部划出十字线及圆圈，定出其四个象限，即可看出点密集于何象限内，从而确定两者之关系。其关系有五种情况：当点密集1、3象限内，两者成正比关系；当点密集2、4象限时，两者成反比关系；当点或在1、4象限，或在2、3象限密集时，则两者无一定规律；当点密集1、3、4象限或1、3、2象限时，两者呈不明显的反比关系。

做图时，应注意脉幅及品位比例尺的选择。因品位值自0.008—46% 其间相差很大，所以比例尺应按其品级分别定出，将平均脉幅及平均品位值在纵横轴比例尺上预先放在十字线的部位（各点的中部），如

大于平均品位，放在十字线上部，小于平均品位放在下部，这样可突出的表现其互相关系。

根据实际资料统计结果，试料点多密集于1、3、4象限内。说明两者之间存在不明显的正比关系(见图1)。

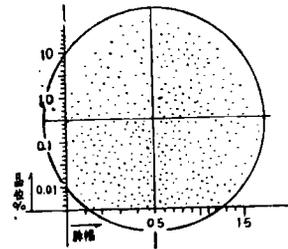


图1 矿化强度与脉幅相关象限分布图

2. 矿化强度与脉幅相关曲线图

利用上述样品，同时按脉幅大小分级，求出各级

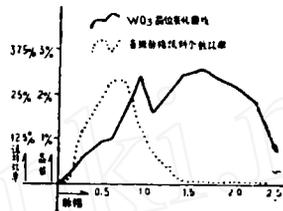


图2 矿化强度与脉幅相关曲线图

之平均品位，做出相关曲线，即可看出两者成何种关系。如图2所示为正反比联合曲线，即随着脉幅增大，品位同时增大，当到一定的脉幅时则成反比关系下

降。为了简便起见，可先按脉幅及品位分级统计个数，再求出平均品位，如表1所示。

脉幅及品位分级统计表

表1

脉幅	0—0.2	0.2—0.4	0.4—0.6	0.6—0.8	0.8—1.0	1.0—1.5	1.5—2.0	2.0—3.0	3.0—4.0	4.0—5.0
0—0.2	105	82	30	20	10	1	1	0	2	
0.2—0.4	85	85	30	40	60	70	8	20	25	
0.4—0.6	70	60	60	60	70	5	20	40	50	
0.6—0.8	10	50	30	80	20	30	40	10	55	
0.8—1.0	10	10	1	2	80	10	40	30	20	10
1.0—1.2	20	10	20	10	40	50	60	70	60	70

各级脉宽之平均品位的求法：当脉幅 $0 < M < 0.2$ 时，计算结果如下，再将结果绘制曲线图。

$$M = \frac{0+0.2}{2} = 0.1 \text{ 脉幅}$$

$$C = \frac{105 \times 0.1 + 82 \times 0.3 + 30 \times 0.5 + 20 \times 0.7 + 10 \times 0.9 + 1.25 + 1.75 + 2 \times 3.5}{105 + 82 + 30 + 20 + 10 + 1 + 1 + 2} = 0.27 \text{ 平均品位}$$

根据我矿资料计算分析结果，证明脉幅在0—1.6公尺范围内，品位随脉幅增加而成正比增加；当脉幅大于1.6公尺时，品位随即逐渐降低(见图2)。

3. 矿化强度与脉幅相关系数的确定

以上述选择之样品，可用下列公式进行相关系数

的计算。此公式可同时用来研究各金属间的相关系数。相关系数 r 自 $0 \sim 1$ ，其值越近于1，则两者之间存在密切的直线关系，即所谓正比、反比关系。

$$r = \frac{\sum_1^n (m-M)(c-C)}{\sqrt{\sum_1^n (m-M)^2 \cdot \sum_1^n (c-C)^2}} = \pm 0 \sim 1$$

r —相关系数，+为正相关，-为负相关。

- m—單个样品脈幅;
- M—該中段平均脈幅;
- c—單个样品品位;
- C—該中段平均品位;
- Σ —1—n 号样品各值之总和。

根据我队計算結果，各脈各中段單个样品之脈幅与品位相关系数，多在 0.05—0.18 之間。但各中段之平均脈幅与平均品位兩者之相关系数为 0.23，矿量計算固定之矿块所夾各中段平均品位与平均脈幅間之相关系数为 0.4。上列数据与本矿区矿化特点是相吻合的。即單个品位与脈幅成不显明的正比关系，而矿化富集是以矿柱（砂包）富集于矿脈中部膨脹处，在矿脈兩端狹縮部份很少富矿出現，所以当矿体圈为块段时，各中段平均脈幅与品位間之相关系数即显著增加。

計算中段及矿块所夾中段相关系数时，公式相同。式中單个样品脈幅品位，可用中段及矿块所夾中段平均脈幅品位代入計算，式中平均脈幅品位系指全矿的平均脈幅品位。

4. 地質儲量对比法

先采用上述三种方法（加权、算术、加权—算术法）分別計算儲量，对比相互間的儲量結果。在对比时应分析两种因素：

(1) 各法計算的平均品位，可能有某一种方法較另一种方法存在系統的偏高、偏低或无规律的偏高偏低現象。若算术平均值系統的低于加权平均值，則脈幅与品位兩者为正比关系，否則为反比关系；当两种計算方法无规律的偏高偏低时，則脈幅与品位兩者之間不成正反比关系（即无直線相关联系）。

(2) 同时采用各法計算儲量的結果，应进行对比，如相对誤差不大于 3%，則选用最經濟迅速的方

法。否則应按上述三种研究方法确定兩者相关因素，選擇正确的方法。

以本矿計算結果为例，我矿采用三种方法分別計算了地質儲量，根据 92 个平均品位值相互之間的誤差性質，以加权法为准，做如下比較（見表 2），証

各法正負誤差个数統計比較表 表 2

誤差性質	算术法	加权—算术法	備 註
+	37个	37个	我矿原来用加权法計算，經過比較，可改用加权算术法計算。
-	52个	45个	
0	3个	10个	

明其他二种方法有偏高偏低于加权法的現象，而且是偏低佔优势。其中加权算术法更趋近加权法計算的結果，若从計算的总儲量結果对比来看（見表 3），采用加权—算术法較为适宜，儲量誤差 < 3%。

各法計算地質儲量对比表 表 3

方 法	加权法	算术法	加权—算术法
儲量(%)	100	96.6	97.6
相对誤差	0	-3.4	-2.4

5. 生产儲量对比法

如果勘探矿山同时进行生产，則确定平均值計算方法时，最好运用采矿場矿量資料进行計算研究，采用算术平均法、加权平均法、加权—算术平均法分別进行儲量計算，与生产儲量进行比较，選擇一种既正确又經濟的計算方法。

現將我矿計算結果列如表 4。

从表 4 可看出，采用加权—算术法最为适宜（誤差 0—7），加权法总金屬量相差虽少，但各采矿場單个相对誤差较大（+17—-8）。

各法計算地質儲量与生产儲量对比表

表 4

采 矿 場	生产儲量 (噸)	地 質 儲 量 (B 級)					
		加 权 法		算 术 法		加 权 — 算 术 法	
		金屬量 噸	相对誤差%	金屬量 噸	相对誤差%	金屬量 噸	相对誤差%
122	60	64	+7	58	-3	60	+0
123	50	48	-4	49	-2	48	-4
121	85	78	-8	74	-13	79	-6
111	84	94	+17	82	-2	79	-7
总计	279	284	+2	263	-6	266	-5

三、平均品位(脈寬)計算方法的选择

选择平均值計算方法的原则,是在保证計算結果正确、方法簡便的情况下,根据地质矿床变化特点,及計算方法的繁簡程度与所需工作量多寡来决定。

1. 地质矿床变化特点

通过对含矿組份的富集規律的研究,找出品位与脈幅的关系,品位与矿脈細部裂隙構造的关系(如矿脈分支、复合、脹縮、弯曲、侧伏等),品位在水平、垂直方向分佈或富集的特性等,并繪制品位脈幅变化曲線图、中段品位脈幅变化曲線图(如图3-10)。

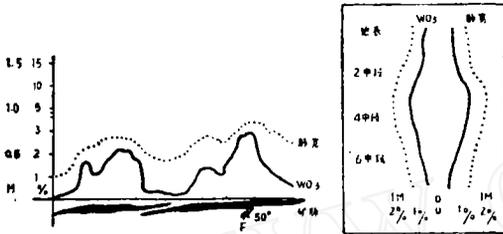


图3 ×脈×中段矿石品位与脈幅变化曲線图
(示WO₃的富集与脈幅脹大有关)

图4 ×脈垂直中段平均品位脈幅变化曲線图
(示WO₃矿化富集于矿脈脹大处)

图3、4表示矿脈水平及垂直的变化,WO₃富集与脈幅脹大成正比曲線,平均值应用加权法計算。

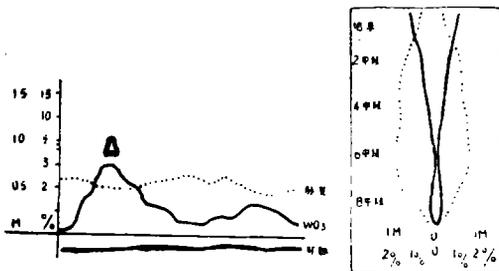


图5 ×脈×中段矿石品位与脈幅变化曲線图
(示WO₃富集于矿脈狭縮处)

图6 ×脈各中段品位与脈幅垂直变化曲線图
(示WO₃富集于上部中段矿石狭小处)

图5、6表示矿脈水平及垂直的变化,WO₃富集与脈幅脹大成反比曲線,平均值应用加权法計算。

图7、8表示矿脈在水平变化上,WO₃富集与脈幅脹縮无关;而在垂直变化上,品位与脈幅成正比,平均值应用加权—算术法計算。

图9、10表示WO₃富集無論在水平或垂直变化上,均无規律的变化,平均值应采用算术法計算。

此外,还应按照上述五种方法,做系統的分析研

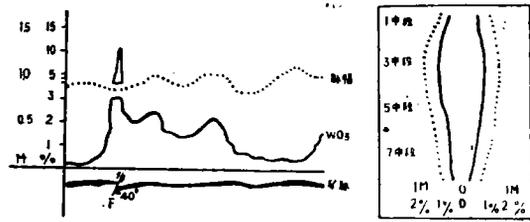


图7 ×脈×中段矿石品位与脈幅变化曲線图
(示WO₃矿化富集与脈幅脹縮无一定关系)

图8 ×脈各中段品位与脈幅垂直变化曲線图
(示WO₃矿化富集于矿脈上部脹大处)

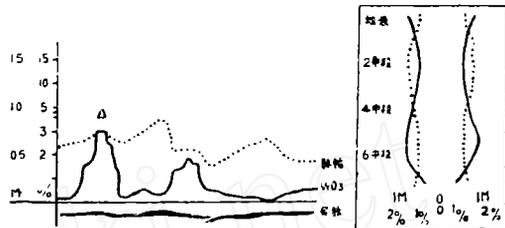


图9 ×脈×中段矿石品位与脈幅变化曲線图
(示WO₃与脈幅的变化毫无規律)

图10 ×脈各中段品位与脈幅垂直变化曲線图
(示WO₃矿化在垂直中段无規律变化)

究,根据試算資料来决定計算方法。现将各法的优缺点列表如表5:

表5

研究方法	运用条件	研究程度	应配合的其他研究方法	优缺点
1. 相关象限分布图	有足够的試料,約1000-5000个(勘探初期)。	只能看出单个品位間一般性的关系。	在矿区勘探最初阶段,可初步确定选择何种計算方法。稍后应针对4、5种方法,及对含矿組份富集規律的研究	方法簡單,但解决的问题不多。(少运用)
2. 相关曲綫图		能了解总的品位与脈幅相关因素。		方法簡單,能看出总趋势。(常运用)
3. 相关系数				方法繁,工作量大,但可看出单个中段的相關因素可採用
4. 地质圖量对比法	已获得一定数量的矿区	能对比出各法相互間試算結果誤差程度,从而选择最经济迅速的方法	在有条件的情况下,配合第5种方法选择,同时应在上述三种方法基础上进行。	勘探到一定程度时可采用此法,能决定采用何种方法
5. 生产圖量对比法	生产勘探并对比法地的矿区	能确定何种方法最正确	在进行上述方法的基础上用此法。	有条件时最好采用此法

上列5种研究方法中1~3种方法的研究結果,在确定采用計算平均值方法时,可依据表6进行选择。該表系根据現有文献及我矿实际經驗結果綜合列出的,可供参考。当然一个矿区最終应采取何种方法,是应通过第4、5种方法来验证的。

矿化程度与矿幅相关因素与平均值计算方法关系比较表 表6

计算方法	相关因素分布特点	相关曲线型式	单个样品间之相关系数	矿幅与品位的关系	矿化特点
算术平均法	不密集任何象限	水平波状曲线, 起伏不定之折线	0-0.2	无论单个样品间或中段矿段平均值间均无正反比关系	矿化不受矿幅变大, 变小所控制。
加权平均法	4.3 象限 2.4 象限	正比曲线反比曲线反比波状曲线正比波状曲线	0.4-1.0	无论单个样品间或中段矿段平均值间均有明显的正比关系	矿化常明显的伴随矿幅变大而富集, 或在少数情况下, 矿变时矿化富集
加权一算术法	其中任一象限 富集	不明显的正反比波状曲线, 正反比联合波状曲线	0.2-0.5	随着矿幅幅情况分段后, 平均矿幅与平均品位间之相关系数增高	矿化往往受大的裂隙构造控制(裂隙张开情况下富集); 局部矿幅变化并不影响矿化强度。以矿柱形态富集。含有明显的分带情况(包括垂直的、水平的指平均品位幅上、下左右有规律的变化现象)。

钻杆捞取器介绍

杨 锤 秀

在钻探工程中, 发生井内钻杆折断和脱落事故时, 多使用矢锥(雄或雌型)进行处理, 但这种方法在操作上有不少困难。比如, 不易扭入钻杆; 扭入时, 常因底部的钻杆亦随之一齐转动, 而扭接不牢, 在提昇时容易脱落; 特别是当折断的钻杆上头出现有破裂不规则形状时, 矢锥就不易扭接牢固或根本扭接不上。为此, 我队研究试验成功了“钻杆捞取器”来代替矢锥。这一方法经几次生产试验, 证明其效果良好, 不但处理钻杆折断事故迅速, 而且也可以用它处理埋管事故。它的特点是: 使用时对钻杆的卡制方便而牢固, 却使强力提升和打吊锤、起重机起拔, 均不会脱落, 同时, 不受钻杆规格限制, 并可起导正作用, 使用时亦可往井内送水, 节约扭接时间, 减轻体力劳动, 并可避免因扭钻杆而造成的人身事故。

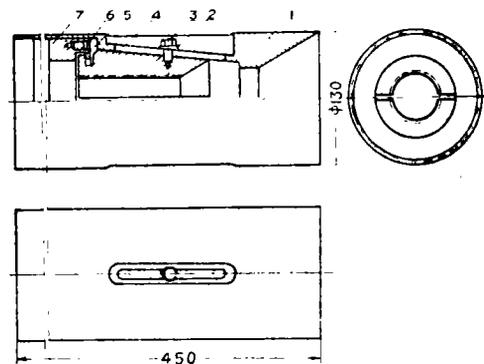
2. 计算方法的繁简程度

我们的编录工作应从提高效率、保证质量来考虑。在保证储量正确的前提下, 应尽量选择迅速简便的方法。要保证储量正确, 可进行第四、五种方法的研究对比, 若各法计算的储量相对误差在3%以内时, 可选用迅速简便的方法(第二节中已介绍)。如某矿山根据矿床特性确定应采用加权法, 但根据地质储量法对比结果, 相对误差在3%以内, 则可采用算术法。又如用生产储量对比法时, 如其中两种方法计算结果未超过允许误差, 则可在其中选用较经济迅速的方法计算。现将各种计算方法的繁简程度列如表7:

各计算方法繁简程度对比表 表7

平均值计算方法	同数量的 试料应用的 工时数	繁 简 程 度
加权法	100	在矿幅乘品位计算过程中, 很容易出错, 计算小数点后四位。
算术法	30	计算中仅有简单的加、除法, 且计算位数少(小数后二位)。
加权一算术法	40	”

最后, 我们认为加权一算术法在具体运用中是符合多快好省的原则的。对于这种方法的简便与合理性, 希望能广泛的引起地质工作者的注意。



捞取器的构造和作用与水压捞管器类似, 不同的就是内外之分。其构造如图所示, 山外壳套筒1; 方垫块2; 六方螺钉3; 2块齿瓦组成锥形筒4; 齿瓦连架5; 小螺丝钉6; 滑体7。共七个零件组成。主要是通过锥形筒两块齿瓦和外壳套筒的斜度作用; 使钻杆进入锥形筒时, 齿瓦被钻杆向上推动, 使齿瓦内径张大, 当提升时齿瓦便牢牢夹住钻杆。

使用时, 将此工具接在正常钻进岩心管上(但一般不应短于5公尺), 然后下入孔内, 在快到折断钻杆上头时, 则用给进把轻轻降落, 将折断钻杆收拢进入捞取器几公尺左右后, 即可提升。此时捞取器即自动卡紧钻杆。使用前应注意检查各部动作是否良好。