根据钻孔资料计算矿体真厚度公式的探讨

云南省地质局第13地质队

曾群望　陈叔麟

根据钻孔资料计算矿体厚度的雅克仁公式，包括以下两种情况：

(一)钻孔方位垂直矿体走向时(图1)，矿体厚度为：

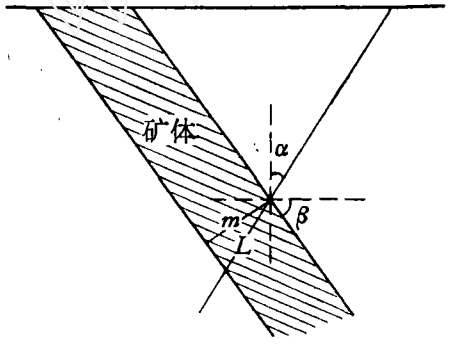


图1　剖面图

$$m = L \cdot \cos(\beta - \alpha) \cdots\cdots\cdots\cdots (A)$$

式中m为矿体真厚度，L为钻孔中矿体假厚度，α为钻孔轴线穿过矿体时的天顶角，β为矿体倾角。

(二)钻孔方位不垂直矿体走向时(图2)，矿体厚度为：

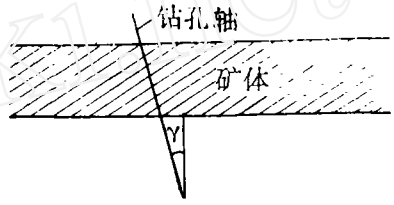


图2　平面图

$$m = L \cdot \cos\gamma \cdot \cos(\beta - \alpha) \cdots\cdots (B)$$

式中γ为钻孔方位与矿体倾向的夹角。

我们在工作中发现，雅克仁的方法是走弯路，而且B式也是错误的。现就这些问题说明如下：

图3中为一向东倾斜、倾角为β的板状矿体。$\overline{ODGH}$为一水平面，ODEF为一与矿体走向正交的垂直剖面。按雅克仁法，A

银汞膏为次生矿物，呈不规则粒状，粒径一般为几至几十微米，主要分布在白铅矿中，少量见于方铅矿、闪锌矿和菱锌矿中。

汞黝铜矿　电子探针分析结果如表2：

表2

元素含量 / 分析号	化学成份 (%) Cu	Sb	Zn	Ag	Hg	S	合量	产状
1	34.74	28.14	1.35	0.81	7.78	95.53	98.35	分布在方铅矿中
2	33.85	27.66	0.51	1.25	8.92	25.54	97.73	与闪锌矿伴生分布在方铅矿中
3	32.46	26.42	0	0.99	15.97	25.59	101.43	分布在白铅矿中

该矿物主要呈他形粒状和圆粒状，粒径一般为几至十几微米，主要分布在方铅矿和白铅矿中。

含汞铜蓝　电子探针分析含汞铜蓝中含Hg3.23，8.32，15.25%不等，分布也很不均匀。矿石中该矿物含量很少，呈不规则粒状，含于白铅矿中。

此外，黝铜矿含Hg0.43～1.1%。银黝铜矿含Hg 0.78～1.33%，主要分布在方铅矿中。

从上述汞的独立矿物和含汞矿物的分布特征，可以认为该矿床汞的赋存形式为：在闪锌矿中呈分散状态分布；在方铅矿或白铅矿中形成汞的独立矿物和含汞矿物的包裹体。

该矿物在矿石中量少，但分布比较普遍，不同矿石类型中均可见到，而以氧化矿石中较富集。

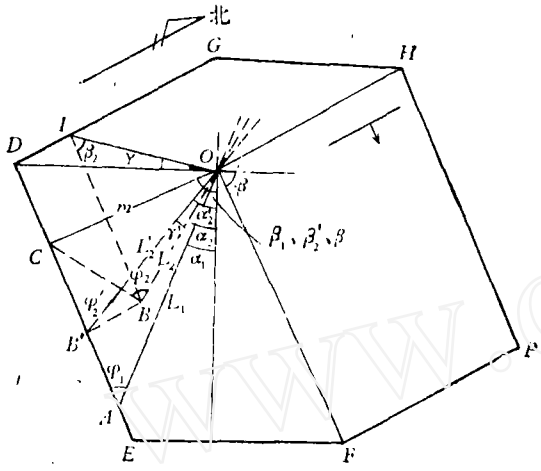


图3　立体图

式应为

$$m = L_1 \cdot \cos(\beta_1 - \alpha_1)$$

由于 $\beta_1 = \beta$

所以 $m = L_1 \cdot \cos(\beta - \alpha_1)$……（1）

B式应为：

$$m = L_2 \cdot \cos\gamma' \cdot \cos(\beta_2' - \alpha_2')$$

由于 $\beta_2' = \beta$

所以 $m = L_2 \cdot \cos\gamma' \cdot \cos(\beta - \alpha_2')$……（2）

当采用（1）式时，L_1和α_1可直接测出。β角不能直接测出，只能通过计算求得。在图3中，由于△OCA为直角三角形，所以：

$$(\beta - \alpha_1) + \varphi_1 = 90°$$

或 $$\beta = 90° - \varphi_1 + \alpha_1$$

可见在(A)式或（1）式中，不用可直接测出的φ_1角，而用需通过计算求得的β角，实属舍近求远。

我们知道，钻孔的定向目前还不能做到精确无误。同时，任何矿体的产状在地表以下均会有不同程度的变化。所以在实际工作中，方位角与矿体走向绝对垂直的钻孔是极少的。因此，(A)式或（1）式的使用条件是很有限的，只有（2）式或(B) 式才具有普遍意义。

现将(B)式和（2）式对照如下：：

$$m = L \cdot \cos\gamma \cdot \cos(\beta - \alpha) \cdots\cdots (B)$$

$$m = L_2 \cdot \cos\gamma' \cdot \cos(\beta_2 - \alpha_2') \cdots\cdots (2)$$

(B)式中的L和α即（2）式中的L_2和α_2'。

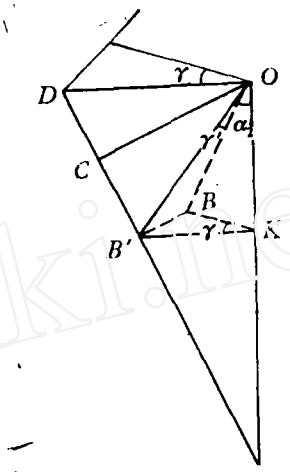


图4　立体图

为了便于讨论，现将（B）式变为以下形式：

$$m = L_2 \cdot \cos\gamma \cdot \cos(\beta - \alpha_2) \cdots\cdots (B_2)$$

比较（2）式和（B_2）式，不难发现以下两点：

（一）γ与γ′的关系可导出如下(图4)：

$$\overline{B'K} \perp \overline{BB'} \perp \overline{OB'}$$

$$\overline{BK} = \frac{\overline{BB'}}{\sin\gamma}$$

$$\overline{OB} = \frac{\overline{BB'}}{\sin\gamma'}$$

$$\overline{OK} \perp \overline{BK}$$

$$\sin\alpha_2 = \frac{\overline{BK}}{\overline{OB}} = \frac{\frac{\overline{BB'}}{\sin\gamma}}{\frac{\overline{BB'}}{\sin\gamma'}} = \frac{\sin\gamma'}{\sin\gamma}$$

由此得出：

$$\sin\gamma' = \sin\gamma \cdot \sin\alpha_2$$

所以，只有在α_2为90°时，γ′才等于γ，否则将小于γ。

（二）由于α'_2是α_2在OE面上的投影，所以

$$\tan\alpha_2' = \tan\alpha_2 \cdot \cos\gamma'$$

所以在一般情况下，α_2'将小于α_2。

由此可见，雅克仁在推导公式时，不仅兜了圈子，而且错误地把γ和α_2代替了γ′和α_2'，因而使(B)式的计算结果永远低于正确的（2）式。

由于（2）式尽管是正确的，但算法过于复杂，因此还需用更加简便的公式来代替它。

由图3可见，△OCA和△OCB均为直角三角形。因此，

$$m = L_1 \cdot \sin\varphi_1 \quad \cdots\cdots(3)$$

$$m_2 = L_2 \cdot \sin\varphi_2 \quad \cdots\cdots(4)$$

由于(3)式为(4)式的一种特殊情况（B点与B′点重合），所以二者可概括为

$$m = L \cdot \sin\varphi \quad \cdots\cdots(5)$$

从(5)式可以看出：①钻孔方位不论与矿体走向是否垂直，求矿体真厚度的公式不变；②矿体真厚度m只与钻孔穿矿的假厚度L和轴心夹角φ有关。至于m同β、α、γ的关系，此时完全可以置之不顾。

现在，我们试举一例来比较（2）式和(5)式。

设一不垂直矿体走向的钻孔穿过矿体时的各项参数为：$\alpha_2 = 10°$，$\gamma = 20°$，$\varphi_2 = 40°$，$L_2 = 10$米，求m。

按(2)式求m，需先导出γ′和$(\beta - \alpha_2')$。

因 $\sin\gamma' = \sin\gamma \cdot \sin\alpha_2$

故 $\gamma' = \arcsin(\sin\gamma \cdot \sin\alpha_2)$

$= \arcsin(\sin 20° \cdot \sin 10°)$

$= 3°24'$

又 $\cos(\beta - \alpha_2') = \cos(90° - \varphi_2')$

$= \sin\varphi_2'$

$$= \frac{\sin\varphi_2}{\sqrt{1-\sin^2\alpha_2 \cdot \sin^2\gamma}}$$

$$= \frac{\sin 40°}{\sqrt{1-\sin^2 10° \cdot \sin^2 20°}}$$

$\varphi_2' = 4°6'$

将γ′和$\cos(\beta - \alpha_2')$代入(2)式后，得

$m = 10\cos 3°24' \cdot \sin 4°6' = 6.43$米

按(5)式求m的方法是：

$m = L_2 \cdot \sin\varphi_2 = 10\sin 40° = 6.43$米

可见(2)式与(5)式的计算结果相同。但按(5)式计算时，过程要简捷得多，因此完全可以取代(2)式，用于一切层状矿体。

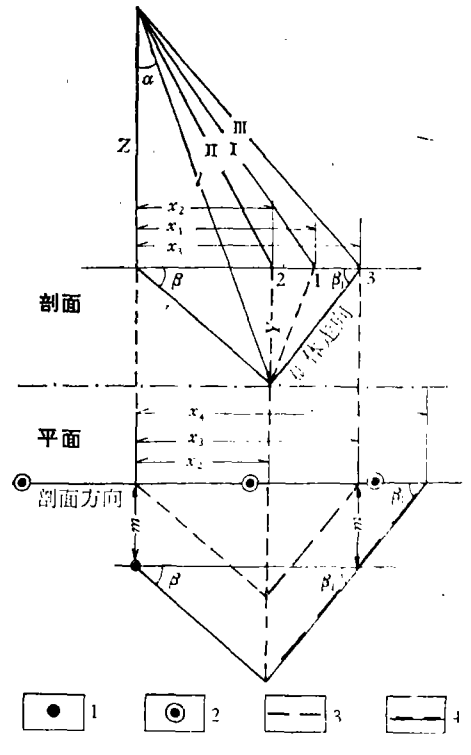
当矿体上下盘界线与矿体和围岩层理一致时，轴心夹角φ可在岩(矿)心上直接量出。当矿体上下盘界线与矿体和围岩层理不一致时，可用图解法求φ。

对钻孔布离勘探线时绘制平、剖面图方法的补充意见

福建省地质一团　林春钟

杨开渠同志在《地质与勘探》上所提到的绘制剖面图和中段平面图的方法，对于钻孔落在勘探线上的情况是适用的。但是在钻孔布置在勘探线一侧时，为了把钻孔结点准确地表示在中段平面图和剖面图上，在作图时，还必须考虑钻孔与剖面的间距m(见附图)。用计算法求钻孔结点在剖面图上的位置时，也应在该文表1之后补充三栏(见附表)。

钻孔与勘探线距离	钻孔结点准确投影距离（x_4） $x_4 = x_2 \pm Y\mathrm{ctg}\beta_1 \pm m\mathrm{ctg}\beta_1$	
m	x_4	累　计
24	25=16±19×21±24×21	26



绘制中段平面图和剖面图的方法

1—布离勘探线的钻孔；2—布在勘探线上的钻孔；3—作图不正确时的矿体；4—作图正确时的矿体；x_4—钻孔结点在中段平面图中勘探线上的水平投影距离；其余同杨开渠稿