

利用岩心轴角换算地层产状的方法

四川省地质局四〇三地质队 杨本锦 刘云霞

利用钻探资料求地质体产状,常通过同一层位上的三点求解,即所谓“三点法”。但如果利用岩心轴夹角数据,则只需要两点。斜孔时,还不要求钻孔穿过同一层位。

一、利用直孔岩心轴夹角求解

直孔岩心轴夹角的余角,就是地层的倾角。由于岩心在钻具中的转动,地层倾向无法知道。但岩心轴夹角将因此形成圆锥。这一圆锥的所有切面,都可能是地层的产状。两个直孔岩心轴夹角所绘圆锥的公切面,就是该地层的产状。

(例)在某前震旦系沉积变质铁矿,地表为新地层掩盖,矿体产状不明。由西向东排列的A、B两直孔水平间距为30米(图1)。

A孔孔口标高1810米,于1794米标高处见矿。B孔孔口标高1803米,于1778米标高处见同一层矿。两孔矿心轴夹角都是25度,求矿体产状。

图解法 沿钻孔排列方向以一定比例尺(例中取1:1000)作剖面,在钻孔见矿点上绘出矿心轴夹角,并向上延长。轴夹角线与水平面的夹角,就是矿体的倾角。两孔见矿点的连线与水平面间的夹角,就是矿体的视倾角。

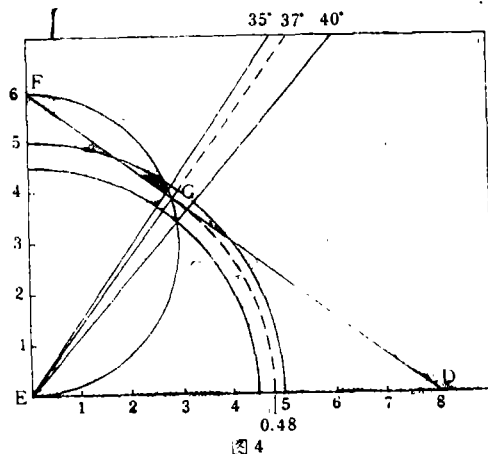
由于两孔孔口标高不同,可选取某一高度(例中为1800米)平面作图。在该平面上绘出钻孔位置后,以孔口为圆心,绘出钻孔

• 见《地质与勘探》1974年第8期第35页杨开霖文。

半圆相交于G点,EG点的长度即为所求的产状校正值 t' ,而其同纵座标的夹角即为 Ω 角,从网上查得 $t'=0.48\text{m}$, $\Omega=37^\circ$,而计算所得之 $t'=0.47994\text{m}$, $\Omega=36^\circ53'$ 。因此相差之数可略去不计。

确定 t' 值的符号同笔者的另一文“在剖面图上确定钻孔位置的倾向投影法”(《地质与勘探》76年第6期57页)相似,当B点的投影方向和矿体的倾向位于矿体走向线的同一侧时,取 $+t'$;反之,则取 $-t'$,本例中取 $-t'$ 值,即 -0.48m 。

本文所提到的“斜孔投影校正网”同《地质与勘探》74年第1期高质彬在“一种确定钻孔空间位置的新方法”一文中所提到的“钻孔偏曲校正网”有相似之处,其实,“斜孔投影校正网”就是在“钻孔偏曲校正网”的基础上,加上了一系列相切的半圆,这样此网不但能求倾向校正值 h' 、走向校正值 b' ,同时还能求产状校正值 t' 及角 Ω 。



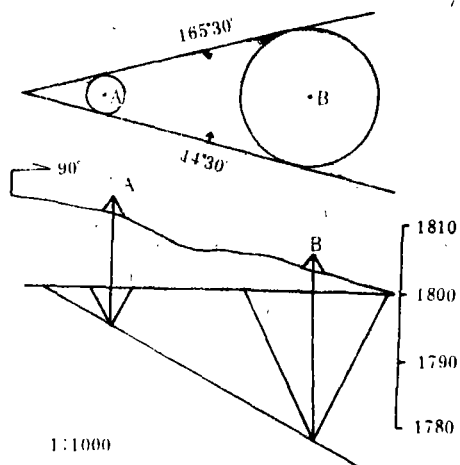


图1

见矿点上轴夹角线与1800米平面的交点。用此点与孔口水平距离为半径画圆。两圆的公切线，就是矿体走向。矿体的倾向指向圆心。

按图解法，矿体产状有两解，分别为 $165^{\circ}30'/65^{\circ}$ 和 $14^{\circ}30'/65^{\circ}$ ，应根据矿区具体情况舍去一解。

计算法 计算公式包括矿体真倾角、视倾角、剖面方向和矿体倾向夹角等几个参数，即： L_{AB} —两个钻孔的水平距离， H_{AB} —两个钻孔遇同一矿层的高差， α —矿体真倾角， α_1 —矿体视倾角， λ —轴夹角， γ —剖面方向与矿体倾向的夹角（它与两孔见同一矿层高差求法有关：取 $H_A - H_B$ 时，为 A—B 向；取 $H_B - H_A$ 时，为 B—A 向）。

$$\alpha = 90^{\circ} - \lambda$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{H_A - H_B}{L_{AB}}$$

$$\cos \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \lambda (H_A - H_B)}{L_{AB}}$$

将例中各参数代入公式后得：

$$\cos \gamma = \frac{\operatorname{tg} 25^{\circ} (1794 - 1778)}{30} = 0.2487$$

$$\gamma = 75^{\circ}30' \text{ (精度取30秒, 下同)}$$

矿体倾向为：

$$90^{\circ} + 75^{\circ}30' = 165^{\circ}30', \text{ 或}$$

$$90^{\circ} - 75^{\circ}30' = 14^{\circ}30'$$

矿体倾向为：

$$90^{\circ} - 25^{\circ} = 65^{\circ}$$

剖面垂直于矿体走向时，矿体视倾角等于真倾角，

$$\cos \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha} = 1$$

$$\gamma = 0$$

这时只有一解，即倾向与剖面方位一致，倾角等于轴夹角的余角。

两个钻孔孔口标高相同且两圆内切时（图2），也只有一个解。

剖面线与矿体走向平行时，矿体视倾角为零度，

$$\cos \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha} = 0$$

$$\gamma = 90^{\circ}$$

这时矿体产状有两解，倾向都与剖面垂直，并相向倾斜，倾角等于轴夹角的余角。两孔在同一标高上时，图解法见图3。平面图上两圆半径相等时，两条走向线都与剖面线平行，矿体相向倾斜。

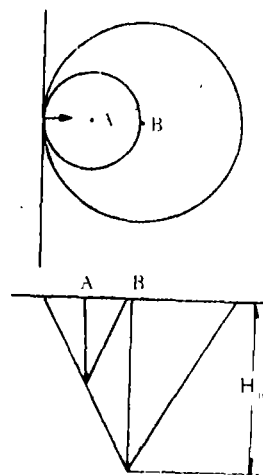


图2

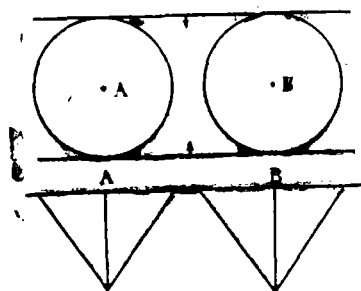


图3

二、利用斜孔岩心轴夹角求解

这同利用直孔岩心轴夹角换算地层产状的方法相似。两个斜孔岩心轴夹角圆锥公切面的产状，就是该地层的产状。两个斜孔如有不同的方位角或倾角，可获得两个岩心轴夹角数据。这时，并不要求两孔见同一层面，也无需知道两个孔的相对位置。只要有了岩心轴夹角，即可求得地层产状。

〔例〕A、B两斜孔见同一层状铜矿体。A孔方位100度，倾角75度，矿心轴夹角50度。B孔方位205度，倾角62度，矿心轴夹角38度。由于铜矿体与围岩呈过渡关系，A、B两孔都未获接触面资料，求矿体产状。

图解法 设两孔（或其连线的延线）于O点相交（图4），在O点上某适当高度（图中为10毫米）取一假设平面。沿A、B二孔轴向分别作两个铅垂面，绘出钻孔和岩心轴夹角，并使其延线与假定平面相交（图4②、③）。

以O点的垂直投影O'为基点，将图4②、③上各点移到假设平面上（图4①）。

作椭圆：在O'A（或O'B）的延线上取椭圆长轴。轴心夹角线与假设平面两交点间的距离即为椭圆的长轴。作走向与图4②、③剖面垂直并通过钻孔轴线的两个倾斜剖面（图4④、⑤）。这两个剖面上轴夹角线与假设平面各对交点间的距离，就是通过A、B各点并垂直于钻孔方位上椭圆的弦长。

按解析几何方法，不难算出椭圆短轴长度，并绘出椭圆。两个椭圆的公切线，就是所求矿体的走向。矿体倾向即指向椭圆内。

求倾角（图4⑥）：以O'点至走向线间垂直距离为底边，O'与O点的高差为邻边（图中为10毫米）作直角三角形。它的底边与斜边的夹角，就是矿体倾角。

在本例中，矿体产状有两解，即 $154^\circ/29^\circ30'$ 和 $307^\circ/53^\circ$ 。根据矿区具体情况，本例取前解。

用图解法时，必须画好椭圆，减少误差。一种简易的画法如下：

把两根中间有槽的木条钉成十字形（图5）。在另一活动木条的P点上钻一小孔，装上笔尖。A、B是活动木条上两个可以移动的螺旋钉。使AP等于椭圆长轴，BP等于椭圆短轴。当A、B各自在一个木条的槽中移动时，P点的笔尖就画出了椭圆。

计算法：直接利用地层产状和岩心轴夹角的关系式即可求解。由于公式中有地层倾角和方位角两个未知数，所以需要两个方

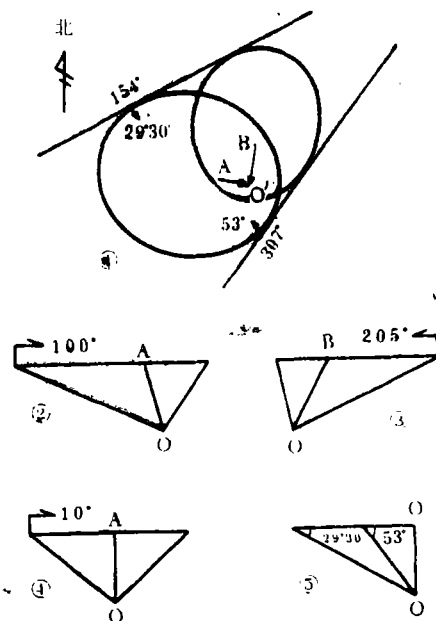


图4

（下转第28页）

W、Ag(As)型, Cu、Ag(As)型。

①钼(钨、铜)型 Mo异常产出的地质环境有两种。斑状花岗岩岩体中的钼异常, 往往是钼矿体上盘矿化晕的反映。主矿体上Mo异常值大于20ppm, 对应的铜值一般低于300ppm。早期石英正长斑岩中的异常(如19号异常)为Mo、W型, Mo最大异常值达300ppm, W最大达200ppm, Cu小于100ppm。经钻探验证, 该异常见厚12米、品位0.22%的钼矿体。

②铜、钼、钨、银(砷)型 此类异常当Cu大于600ppm, 连续性较好, 出现大于1000ppm的浓度中心, 并伴有Mo、Ag、W等异常时, 往往是矿体的反映。按剖面线上Cu、Mo晕幅宽的关系, 可分为Cu>Mo及Mo>Cu两种类型。Cu>Mo是矿体顶部晕的特征, 说明矿体延深较大; Mo>Cu是矿体底部晕的特征, 说明矿体延深较小。

③铜、银(砷)型 这是无钨钼异常出现的一种类型, 似为Cu、Mo、W、Ag型在垂向上的外带, 反映矿体埋深大于100米的矿前晕元素组合特征, 是盲矿体的显示。

根据我们对马厂箐矿区利用物化探综合研究的结果表明: 当矿床上为磁法和次生晕的综合异常区时, 作为找铜矿体的指示是: 磁测有成带状排列的强度小于200γ的异常出现, 且有负值; 次生晕出现Cu、Mo、W、Ag或Cu、Ag型元素组合。这时结合地质分析, 可判断盲矿体存在与否。

近两年来, 我们经过地质、物探、化探三结合, 业已查明矿区东部过去所谓的“空白地段”赋存有有经济价值的铜矿体, 使矿区远景有了初步突破, 外围也相继发现了一批矿点, 我们正为进一步争取扩大远景而努力。

(上接第44页)

位或倾角不同的钻孔资料。它们构成一个二元三次方程组:

$$\left. \begin{aligned} \sin \lambda_A &= \cos \beta_A \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi_A + \sin \beta_A \cdot \cos \alpha \\ \sin \lambda_B &= \cos \beta_B \cdot \sin \alpha \cdot \cos(\varphi_A \pm \Delta \varphi) + \sin \beta_B \cdot \cos \alpha \end{aligned} \right\}$$

式中 λ_A 和 λ_B 分别为A、B二孔的矿心轴角, β_A 和 β_B 分别为A、B二孔的倾角, φ_A 是A孔的方位与矿体仰向线间夹角, $\Delta \varphi$ 是A、B二孔方位的夹角, α 是地层倾角。

将例中二孔数据代入方程组后得:

$$22.05 \cos^2 \alpha - 32.47 \cos \alpha + 11.56 = 0$$

将求出的倾角 α 代入原方程组后, 可求出A孔方位与矿体仰向线间夹角 φ_A , 并可换算为矿体倾向。舍去伪根和虚根, 得矿体产状为 $307^\circ/53^\circ$ 和 $154^\circ/29^\circ 30'$ 。

二元二次三角方程组可能有1至4解。从图4中可看出, 如两椭圆相外切, 地层产状只有三解。如两椭圆相内切, 地层产状将只有一解。如两椭圆分离, 那么除原有两公

切线外, 两椭圆还会有两条交叉的公切线, 地层产状就会有四解, 其中当然只有一解是正确的, 这应根据矿区具体情况判定。

有时, 方程组无解, 图解法也得不出公切线。这种情况表明, 两孔所见不是同一地层; 或虽是同一地层, 但产状变化很大。这样就不能利用矿心轴夹角求地层产状。

