

用极射赤平投影法求矿体真厚度

中南矿冶学院 高 森

用各种数学公式计算矿体（和岩层）真厚度的工作比较复杂，而且很容易出错。为了解决这个问题，出现了许多专用的工具书、诺模图、计算工具和计算表。其实，利用地质人员熟悉的极射赤平投影网（吴氏网）和一个钢尺，就可以在透明纸上比较准确（精度达30秒）而迅速地确定矿体（或岩层）的真厚度。

计算矿体真厚度的关键是测出导线（假厚度）与矿体顶（底）板法线（真厚度）的夹角，然后按下式求解：

$$m = L \cos \delta = L \sin(90^\circ - \delta) \quad (1)$$

式中 m 是矿体真厚度（米）， L 是实测剖面上导线斜长（假厚度，米）， δ 是 L 与 m 线段间的夹角， $(90^\circ - \delta)$ 是 L 与矿体顶（底）板的夹角。

另设 α 为地层倾角， β 为地面坡度角（在剖面内）， γ 为剖面与地层走向间的夹角。

δ 角要根据实测剖面上的 α 、 β 、 γ 值求出。上述六个要素的关系见图1。 L 的天顶角应为 $90^\circ - \beta$ 。 m 相当于矿体顶（底）板的法线，其倾向与地层倾向相反，其天顶角为 α 。 δ 角在水平面上的投影为 $(90^\circ - \gamma)$ ，后者也是剖面与岩层倾向间的夹角。

利用吴氏网作赤平投影图的方法见图2。与地质人员习惯采用的上半球投影系相反，本文建议采用下半球投影系，并以北极极为发射点，目的是使地层倾向线与地理概念一致。关于作图和读值的方法从略。

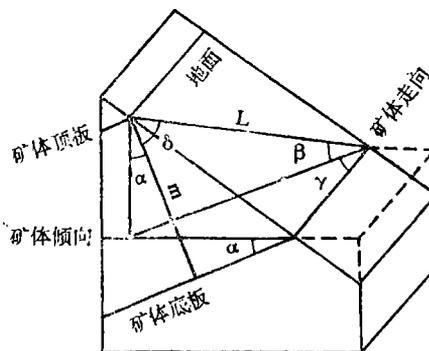


图1

作图时，要先标定矿体走向。取 $\widehat{OC} = 90^\circ - \alpha$ 。过C点作经向大圆，它表示地层的投影。在与 \widehat{OC} 相反的方向上标出C的极点A。此时， \widehat{OA} 即等于 α （ m ）角。 \widehat{OA} 线段是真厚度 m 的水平投影。如果地面与地层倾向相反，可按剖面方位 γ 作 $\widehat{OB} = 90^\circ - \beta$ （ L ）。过A、B作大圆，即可测得 δ 角（ \widehat{AB} ）。

〔例1〕图3为地面与地层倾向相反（或 L 与 m 倾向相同）的情况。已知地层走向为北东 45° ，倾向为北西 45° ， $\alpha = 40^\circ$ ， $\beta = 60^\circ$ ， $\gamma = 59^\circ$ （剖面方位 166° ）。在吴氏网上量得 $\widehat{AB} = \delta = 20^\circ$ 。如 $L = 50$ 米，则由（1）式得：

$$m = L \cos \delta = 50 \times \cos 20^\circ = 46.985 \text{米}$$

本例中，当 $\gamma = 90^\circ$ 时， \widehat{OB} 与 \widehat{OA} 重合（图略去），可知：

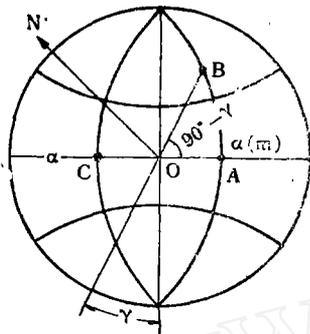


图2

$$\delta = \begin{cases} 90^\circ - \beta - \alpha, & (90^\circ - \beta > \alpha) \\ \alpha - 90^\circ + \beta, & (\alpha > 90^\circ - \beta) \end{cases}$$

地面与地层倾向相同(或L与m倾向相反)的情况见图4。绘图时可只点点,不必连接直线和弧线,以节省时间。

(例2)已知条件同上例,但 $\angle AOB = 90^\circ + \gamma = 143^\circ$ 。在吴氏网上量得 $AB = \delta = 67^\circ$ 。所以,

$$m = L \cos \delta = 19.535 \text{米}$$

本例中,当 $\gamma = 90^\circ$ 时,OB与OA方向相反(图略去),可得:

$$\delta = 90^\circ - \beta + \alpha$$

当 $\gamma = 0^\circ$ 时,OB与OA正交(图略去)。

下面用计算公式验证。与上述五种情况相对应的公式为②~⑥式(参见《地质与勘探》1974年第8期,1975年第5期)。

$$\cos \delta = \cos \alpha \cos (90^\circ - \beta) + \sin \alpha \times \sin (90^\circ - \beta) \cos (90^\circ - \gamma) = \cos \alpha \sin \beta$$

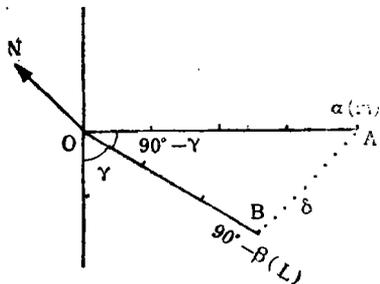


图3.

$$+ \sin \alpha \cos \beta \sin \gamma \quad (2)$$

$$\cos \delta = \cos [90^\circ - (\alpha + \beta)] = \sin (\alpha + \beta)$$

$$\text{或 } \cos \delta = \cos [(\alpha + \beta) - 90^\circ] \\ = \sin (\alpha + \beta) \quad (3)$$

$$\cos \delta = \cos \alpha \sin \beta \\ + \sin \alpha \cos \beta \cos (90^\circ + \gamma) \\ = \cos \alpha \sin \beta - \sin \alpha \cos \beta \sin \gamma \quad (4)$$

$$\cos \delta = \cos [90^\circ - (\beta - \alpha)] = \sin (\beta - \alpha) \quad (5)$$

$$\cos \delta = \cos \alpha \sin \beta \quad (6)$$

将图3的数据代入(2)式,可得 $\delta = 20^\circ 6'$,
 $m = 46.955 \text{米}$ 。

当 $\gamma = 90^\circ$ 时,可由(2)式导出(3)式。

将图4的数据代入(4)式,可得 $\delta = 67^\circ 4'$,
 $m = 19.385 \text{米}$ 。

当 $\gamma = 90^\circ$ 时,可由(4)式导出(5)式。

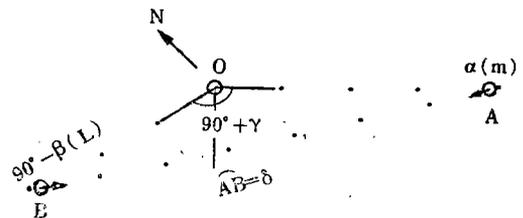


图4

当 $\gamma = 0^\circ$ 时,可由(2)、(4)式导出(6)式

综合上述分析,问题可归纳为:已知n的产状(方位角 η_1 和天顶角 α)和L的产状(方位角 η_2 和天顶角 $90^\circ - \beta$),求L与m的夹角 δ 。m的方向规定为顶板向底板,L的方向规定为顺地形坡面。此时,可以不计 γ 角,也可以不管地面与地层倾角是否相同,就能通过作图直接确定 δ 角。比如在例1中,已知 $\eta_1 = 135^\circ$, $\alpha = 40^\circ$, $\eta_2 = 166^\circ$, $90^\circ - \beta = 30^\circ$;则 $\Delta \eta = 31^\circ$ 。作图5后可测得 $\delta = 20^\circ$ 。

因此,通用的公式可写为:

$$m = L \cos \delta = L [\cos \alpha \cos (90^\circ - \beta) + \sin \alpha \sin (90^\circ - \beta) \cos \Delta \eta]$$

式中 $\Delta \eta = |\eta_1 - \eta_2|$ 。

α (或 $90^\circ - \beta$)角(A)和对应的相对坐标值(B)对照表

A	30'	1°	1°30'	2°	2°30'	3°	3°30'	4°	4°30'	5°	5°30'	6°	6°30'	7°
B	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.01	11.01	12.01	13.01	14.02
A	7°30'	8°	8°30'	9°	9°30'	10°	10°30'	11°	11°30'	12°	12°30'	13°	13°30'	14°
B	15.02	16.03	17.03	18.04	19.04	20.05	21.06	22.07	23.08	24.09	25.10	26.11	27.13	28.14
A	14°30'	15°	15°30'	16°	16°30'	17°	17°30'	18°	18°30'	19°	19°30'	20°	20°30'	21°
B	29.16	30.17	31.19	32.21	33.23	34.25	35.28	36.30	37.32	38.35	39.38	40.41	41.44	42.48

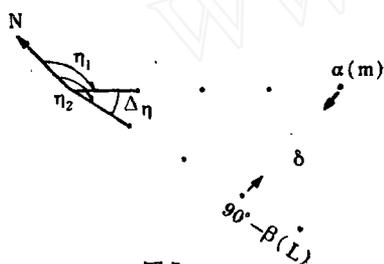


图 5

如果 α 和 $90^\circ - \beta$ 值都很小,按常规方法作图误差较大。此时,建议采用放大赤平投影作图法,它是作者研究钻孔弯曲度计算方法时根据赤平投影原理提出来的,也可用于确定矿体和岩层的真厚度。

在表中列出了 α 和 $90^\circ - \beta$ (代号A)及其

相对坐标值(代号B)。相对坐标值是以 $\text{tg}30'/2$ 为基数得到的。坐标值只取到小数点后第二位,例如:

$$A = 30', \text{tg}15' = 0.004363,$$

$$B = \text{tg}15' / \text{tg}15' = 1.00$$

$$A = 1', \text{tg}30' = 0.008727,$$

$$B = \text{tg}30' / \text{tg}15' = 2.00$$

在方格纸上按比例尺取 \overline{OA} 和 \overline{OB} 两线段后,即可按 \overline{AB} 线段(因圆的半径很大,弦与弧很接近)量得 δ 角。如果将 \overline{AB} 的中心就近转向坐标轴, δ 角读值的误差将很小。即使在图3和图4那样大的 δ 角情况下,也可求得 \overline{AB} 弧(实际上取 \overline{AB} 弦)分别为 $\delta = 20^\circ$ 和 68° ,即与例1和例2的结果一致或十分接近。

科研简讯
KEYAN JIANXUN



宁芜地区铁矿床测温新成果

中国地质科学院矿产所四室实验组,在地质研究基础上,利用矿物包裹体测温法,测定了宁芜地区铁矿矿物的生成温度,提出以下看法:

1. 该区从 $567 \sim 175^\circ\text{C}$ 的广泛温度区间内均有矿化形成。铁矿主要生成于 $500 \sim 340^\circ\text{C}$,硫矿生成于 $295 \sim 175^\circ\text{C}$ 。二者属于同一成矿作用不同阶段的产物。铁矿床属于气成高温热液成因,成矿溶液富 NaCl 。

2. 在同一矿床内,成矿温度在垂直方向上具有上高、下低的沉淀分带(钟九矿床);同一矿区的不同类型矿床之间,成矿温度呈现上高、下低的分带现象,这是晚生成的温度高的

矿脉穿切早生成的温度低的浸染矿化(中段马鞍山)引起的,具脉动分带的特点。表明该区成矿温度既有沉淀分带,又有脉动分带。

3. 各矿床的矿石矿物,同时又是蚀变带的组成矿物,矿石矿物与蚀变矿物的生成温度一致。因此,测定蚀变带矿物的生成温度和包裹体研究,结合地质特征,有助于指出同类矿床在深部的远景。

梅山主矿体中磁铁矿的爆裂温度可能在 600°C 以上。

[摘自《宁芜地区铁矿床测温报告》]