

用单钻孔确定地下岩层产状

董士尤 陈忠忠 邹乐君 屈滢泉*

(浙江大学)

本法是在一个穿过单斜地层的钻孔中,用赤平投影原理三组不同深度的测斜数据,求解岩层产状。它与以前的方法不同在于:经过旋转操作求得岩层倾向:通过在大圆圆心作三个同心圆而求得岩层倾向。所以,具有操作简单的优点。

原 理

根据前人的研究,用钻孔测斜数据(方位角和天顶角)及对应深度上的岩心轴法角(θ ,图1),即钻孔倾斜方位(岩心中轴方位)与岩层面法线的夹角,在吴氏网上可作出投影小圆(图2)。 R_1 是 A_1 小圆的投影圆心,即孔斜的赤平投影点, C_1 是小圆的几何作图圆心,小圆的半径角距就是岩心轴法角(θ)值。在此处钻孔方位角 270° ,天顶角 20° ,轴法角(θ) 30° 。 θ 角值可在岩心上直接测到。

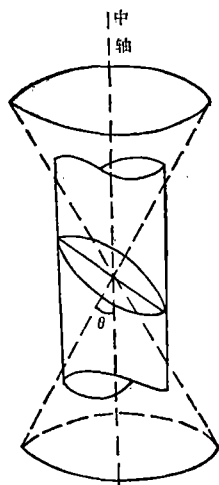


图 1 岩心轴法角 θ

假设钻孔所穿越的地下岩层是单斜,孔内有三个深度的测斜点,在其相对应的测

斜深度上,测得三个岩心轴法角(θ)值(表1),则可在吴氏网的透明纸上绘出三个投影小圆(图3)。这三个小圆必交一点 P , P 点就是地层产状的法线投影点,其所对应的大圆弧 ABC 就表示了地下岩层的真实产状(倾向为 OG 60° ,倾角 CG 或 OP 为 46°)。单孔求地下岩层产状的这一方法原理在有关文章中有详细论述。

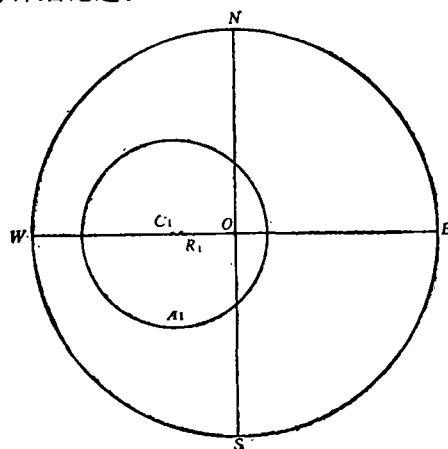


图 2 钻孔倾斜与 θ 的赤平投影小圆

笔者在前人研究的基础上,提出如下原理和方法,具有一定优点,现在叙述于下:

利用赤平投影的旋转操作原理,把图3 P 点转到 OW 半径线上,以 SN 水平线为转轴,反时针转动,至使 P 点与大圆中心 O 点

*屈滢泉同志是山东煤田地勘公司一队工程师。

相重合,与此同时 R_1 、 R_2 、 R_3 也在各自的纬向小弧上与 P 点同向(向右)移动相同的角距,分别至 R'_1 、 R'_2 、 R'_3 的位置(图4),则纬向小圆弧上的角距 $\widehat{R_1R'_1}=\widehat{R_2R'_2}=\widehat{R_3R'_3}=\widehat{OP}$,它们都相当岩层真倾角值。

ZK1孔的测斜与轴法角数据 表 1

孔深(米)	方位角	天顶角	轴法角	代表的小圆
250	270°	20°	$\theta_1=30^\circ$	A_1
300	180°	30°	$\theta_2=40^\circ$	A_2
350	150°	26°	$\theta_3=50^\circ$	A_3

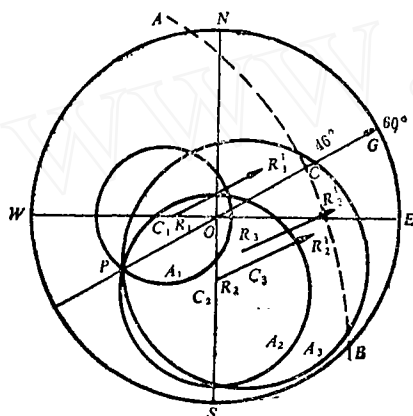


图 3 单孔确定岩层产状的投影

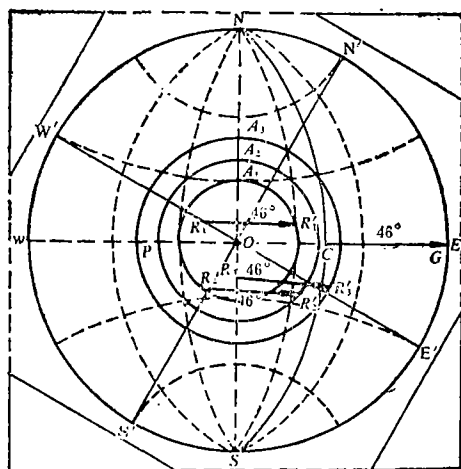


图 4 单孔求产状的赤平投影

因为 P 与 R_1 、 R_2 、 R_3 都是同向同步移动相同角距,所以移动后的互相间的角距仍然不变,即 $\widehat{R_1P}=\widehat{OR'_1}=\theta_1$, $\widehat{R_2P}=\widehat{OR'_2}=\theta_2$, $\widehat{R_3P}=\widehat{OR'_3}=\theta_3$ 。

根据上述原理,以赤平大圆中心 O 为圆心,分别以 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 为半径作 A_1 、 A_2 、 A_3 三个同心小圆(见图4),则 R'_1 、 R'_2 、 R'_3 必分别位于三个同心小圆的圆周上。

这样,在单孔岩心中,不同深度上测到三个轴法角,就可在透明纸上作出 A_1 、 A_2 、 A_3 三个同心小圆,然后以其相应深度上的测斜数据投影出 R_1 、 R_2 、 R_3 三个点。再转动透明纸,使 R_1 、 R_2 、 R_3 沿着各自的纬向小圆弧向 E (或向 W)方向上,分别与 A_1 、 A_2 、 A_3 的交点(R'_1 、 R'_2 、 R'_3)之间的纬向角距达到相等,即 $\widehat{R_1R'_1}=\widehat{R_2R'_2}=\widehat{R_3R'_3}$,则这三个相等的纬向角距就是地下岩层的真倾角值。与此同时,在透明纸上标明吴氏网上的正常方位 OG ,然后再恢复透明纸与吴氏网 $ESWN$ 相重合的原始方位(图3),则 G 点在大圆上的位置就是岩层倾向(60°)。

实 例

运用文中原理,笔者从1985年冬开始,在山东省滕县煤田的勘探钻孔进行了实测验算,所求结果与煤层底板等高线图对照,两者产状是吻合的。现将其中二例求法介绍于下。

例 1 表2是滕北煤田5号勘探区,王检2号孔的实测资料。求解地下岩层产状的作图法如下(图5):

第一步:把透明纸盖在吴氏网上,标上 $ESWN$ 方位。以大圆中心 O 为圆心,分别以轴法角 θ_1 (11°)、 θ_2 (17°)、 θ_3 (19°)为半径角距,作 A_1 、 A_2 、 A_3 三个同心小圆。

第二步:根据表2孔斜值,作 R_1 、 R_2 、 R_3 三个投影点。

第三步:转动透明纸,观察纬向小圆弧,要使 R_1 沿纬向弧向东到 A_1 的交点 R'_1 , R_2 沿纬向弧向东到 A_2 的交点 R'_2 , R_3 沿纬向弧向东到 A_3 的交点 R'_3 ,三者的纬向角距达到

相等, 即 $\widehat{R_1R'_1} = \widehat{R_2R'_2} = \widehat{R_3R'_3} = 9^\circ$, 本例三个等量的角距值是 9° , 即所求的地下岩层真倾角值。

王检2号孔测斜及轴法角数据 表 2

孔深 (米)	方位角	天顶角	轴法角
216.57	352°	2°	$\theta_1 = 11^\circ$
344.86	318°	10°	$\theta_2 = 17^\circ$
373.23	45°	10°	$\theta_3 = 19^\circ$

第四步: 与此同时, 在透明纸上标明吴氏网的正东方位 OG 。然后恢复透明纸的初始方位, 则 G 点所落赤平大圆周上的位置 (20°), 就是所求地层的倾向方位。

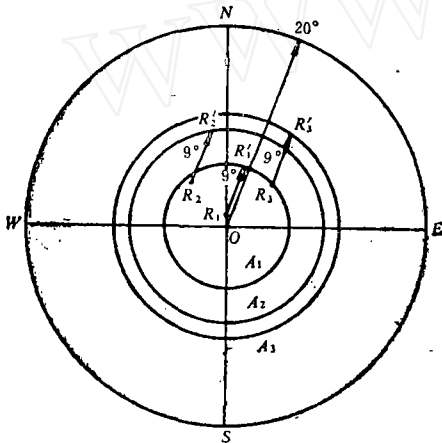


图 5 单孔求产状的赤平投影新方法

因此, 所求地层产状为 $20^\circ \angle 90^\circ$ 。而煤层底板等高线图上的相应位置产状是 $18^\circ \angle 10^\circ$, 两者基本接近。

例 2 表3是滕北煤田5号勘探区 Z K 37—36号钻孔的实测资料。求地下岩层产状。解题步骤同例1, 得地下岩层产状为 $340^\circ \angle 10^\circ$ 。而煤层底板等高线上图上产状

为 $345^\circ \angle 9^\circ$, 两者产状基本一致, 说明此法求产状是可行的。

结 语

本文建立的单孔求地层产状的原理与方法, 主要优点在于, 利用岩心轴法角(θ)绘制三个同心圆, 简单方便。而图3作图法, 在孔斜度较大、 θ 角也较大时, 小圆就要跨出赤平大圆周, 此时小圆圆心难找, 不易制作。甚至有可能三个小圆的交点 P 跑到赤平大圆外, 显得复杂化。

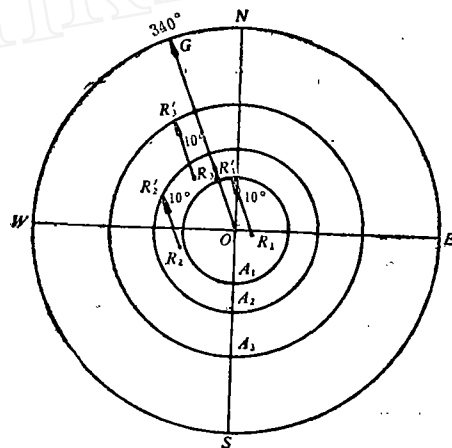


图 6 单孔求产状的赤平投影新法

另外, 文中例1的第三步, 如果透明纸转动一周后, 都达不到三个纬向弧相等的值 ($\widehat{R_1R'_1} \approx \widehat{R_2R'_2} \approx \widehat{R_3R'_3}$), 则说明在三个钻进段之间, 岩层产状发生了变化, 必有断层、不整合或褶皱倒转之构造发生。从而可进一步仔细检查该区段岩心性质, 确定构造特性。因此, 在单孔钻探中采用本文建立的原理和方法, 无论得到何种结果, 都具有同等的地质意义。

The Determination of Altitude of Underground Strata by Using Data from a Single Drill Hole

Dong Shiyou Chen Zhongzhong Zou Lejun Qu Fuquan

In case of a single drill hole penetrating a series of formations of a same inclination, the altitude of underground strata may be obtained by solving the data measured at three different depths on the basis of stereographic projection principle. This method is different from previous ones and is easy to carry out by rotating coordinate axis for determining the dip angle of the formations and by drawing three small concentric circles at the centre of the great circle for determining the dip direction.