

测	井深(米)	0	0	50	100		500	550	600	630
量	顶角		5°00'	4°00'	3°30'		11°00'	11°00'	18°00'	19°00'
结	真方位角		320°	285°	265°		220°	217°	255°	263°
果	控制井深(米)	0	25	75	125		525	575	615	636.21
	控制井段(米)		25	50	50		50	50	40	21.21
	偏距(米)		2.179	3.488	3.053		9.541	9.541	12.361	6.905
	垂距(米)		24.905	49.878	49.907		49.082	49.082	38.042	20.955
坐	Z	0.000	-24.905	-74.783	-124.690		-518.935	-568.017	-606.059	-626.114
标	X	0.000	-1.401	-4.770	-7.811		-53.708	-59.450	-71.390	-78.244
计	ΔX		-1.401	-3.369	-3.041		-6.133	-5.742	-11.940	-6.854
算	ΔY		1.669	0.903	-0.266		-7.309	-7.620	-3.199	-0.842
	Y	0.000	1.669	2.572	2.306		-43.145	-50.765	-53.964	-54.806
	实际偏距(米)		2.179	5.419	8.144		68.90	78.18	89.48	95.53
	偏离真方位角		320°	298°20'	286°27'		231°13'	229°30'	232°55'	234°59'

注：终孔深度636.21米

实践证明，用坐标法整理钻孔测斜资料，可以省去麻烦的作图法，避免了作图中产生的误差，提高了精度。另外，整理出来

的数据对了解目的层位置和绘制各种地质图件，提供了很大方便。其缺点是计算较为繁琐，但可用对数运算法弥补这一缺陷。

定向取心的图算法

高 森

本文提出由单个垂直或倾斜钻孔取得定向岩心以确定岩层或矿体产状要素的图算法，所用工具是地质人员熟悉的极射赤平投影网（吴氏网）。定向取心对地质构造和岩组分析有很大意义。

对于产状稳定的层状或似层状岩矿层，不取定向岩心，利用单个倾斜钻孔取出的普通岩心确定产状要素，这个问题已得到解决（《矿山技术》，1977年，第二期）。下面扼要举例说明。

如图1所示，钻孔与地层同倾向，地层倾角 $\beta = 40^\circ$ ，钻孔二测程顶角 $\theta_1 = 20^\circ$ ， $\theta_2 = 30^\circ$ ，方位变化 $\Delta\alpha = 0$ ，迂层角（轴心夹角）的通式 $\gamma = 90^\circ - \beta - \theta$ ， $\gamma_1 = 90^\circ - \beta - \theta_1$

$= 30^\circ$ ， $\gamma_2 = 90^\circ - \beta - \theta_2 = 20^\circ$ 。作极射赤平投影图，取O点为中心，在横轴上取 θ_1 和 θ_2 值。我们知道，取出岩心后，对第一测程（ θ_1 ），构造层面的倾斜线（相当椭圆长轴）倾向的方位为 $0 \sim 360^\circ$ ，其轨迹构成同钻孔轴线夹角为 γ_1 的元锥体，在赤平投影图上为直径等于 $2\gamma_1$ 的元，作图中心为 O_1 。同理，第二测程（ θ_2 ）的投影元直径为 $2\gamma_2$ ，作图中心为 O_2 。二元锥的公交线（外切线）OP就是岩层的倾向，角距 $OP = 90^\circ - \alpha$ ，可测得倾角 $\alpha = 40^\circ$ 。

若层面反倾向， $\alpha = 40^\circ$ ， $\gamma_1 = 90^\circ - \beta + \theta_1 = 70^\circ$ ， $\gamma_2 = 90^\circ - \beta + \theta_2 = 80^\circ$ ，则P点落在O点左侧（图略）。

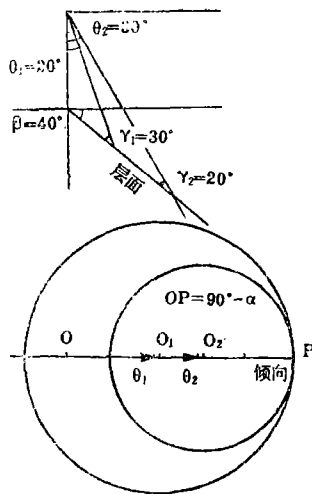


图1

二测程方位有改变 ($\Delta\alpha \neq 0$)，则OP方位有改变。

定向取心方法是在未断根岩心端面上沿径向刻二点痕，或在岩心侧面沿母线刻线痕 (图2)。钻孔顶角 (θ) 和方位角 (α) 已知。在轴线垂直面内，刻痕母线相对于钻孔弯曲方向 (钻孔倾向方向) 的夹角，以及相对于构造面长轴倾向方向的夹角可量得。于是可得到构造面长轴倾向方向与钻孔弯曲方向间的夹角 ϕ_1 ，按其定义也就是终点角

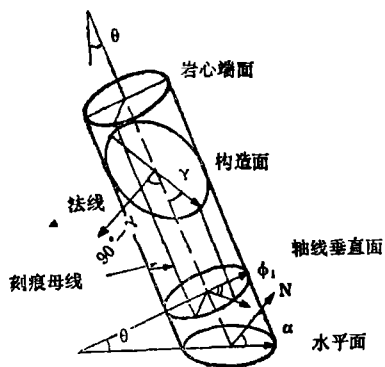


图2

(孔斜术语)。 ϕ_1 角是由钻孔倾向方向顺时针起算的。此外，可实测出构造面长轴与钻孔轴线间夹角 γ (迂层角)。根据上述已知条件，作图后可得到地层的产状要素。必须注意，过钻孔轴线及构造面长轴或构造面法线 (与轴线夹角为 $90^\circ - \gamma$) 的平面必然垂直于构造面，这是作图法的基本依据。现举例说明。

已知钻孔方位角 $\alpha_1 = 60^\circ$ ，顶角 $\theta_1 = 60^\circ$ ，且 $\phi_1 = 106^\circ 30'$ ， $\gamma = 67^\circ$ ，求地层倾角 β 和走向方位 ($\beta \pm 90^\circ$)。

如图3所示，先取 $OD = \gamma$ ， $\angle AOD = \phi_1$ ，使D点转到B点， $\widehat{DB} = \theta_1$ ，则O点转到A点。OA = θ_1 ，将 ϕ_1 角移在A点处，则 $\widehat{AB} = \gamma$ 。OB表示构造面长轴的顶角和方

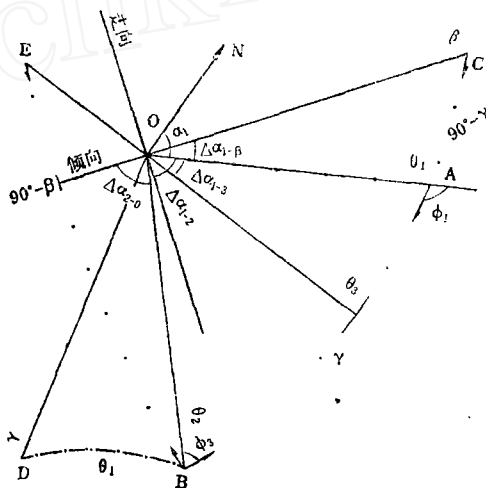


图3

位。与此同时，构造面法线也改变 ϕ_1 (对顶角) 落于C点， $\widehat{AC} = 90^\circ - \gamma$ 。OCAB面的顶角为 θ_2 ，其极点为E，OE表示该面的公垂线。过OE的大元均垂直于OCAB面。OB已是构造面上的一条线，因而过E和B作大元就是构造面的投影。由于 $\widehat{BC} = 90^\circ$ ，所以C就是构造面的极点，OC延长线即倾向，得地层倾角 $OC = \beta$ 。走向垂直于倾向。由图可量得 $\theta_2 = 65^\circ$ ， $\theta_3 = 56^\circ$ ， $\beta = 69^\circ$ 。方

位改变角 $\Delta\alpha_{1-3}=31^\circ$, $\Delta\alpha_{1-2}=77^\circ20'$,
 $\Delta\alpha_{2-0}=79^\circ10'$, $\Delta\alpha_{1-\beta}=23^\circ30'$ 。倾向
 为 $60^\circ+\Delta\alpha_{1-2}+\Delta\alpha_{2-0}=216^\circ30'$, 走向为
 $216^\circ30'\pm90^\circ$ 。

通过全面分析, 可得出简化的作图法
 (图4)。按 $\theta_1=60^\circ$, $\phi_1=106^\circ30'$, 90°
 $-\gamma=23^\circ$ 作图, 量得 $\beta=69^\circ$, $\Delta\alpha=23^\circ30'$,
 所以地层倾角 $216^\circ30'$, 走向 $216^\circ30'\pm90^\circ$ 。

根据解析几何和球面三角作者提出定向
 取心计算岩层产状的公式如下:

$$\operatorname{tg} \Delta \alpha = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1 \operatorname{ctg} (90^\circ - \gamma) - \cos \theta_1 \cos \phi_1}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin (90^\circ - \gamma) \sin \phi_1}{\sin \Delta \alpha}$$

将有关值代入后得 $\Delta\alpha=23^\circ43'$, $\beta=$
 $68^\circ39'$, 实证上述作图计算精确度能满足地

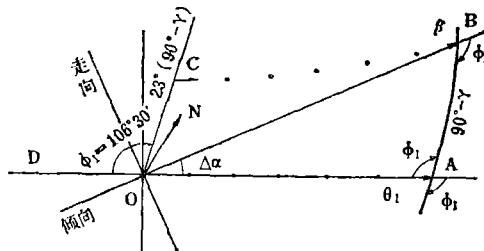


图4

质工作要求。

还应注意一点, 在上例中, 其它条件不
 变, 但 $\phi_1>180^\circ$, 例如取 $\phi_1=253^\circ30'$ (或
 $-106^\circ30'$), 利用对称形关系知, 它与 ϕ_1
 $=106^\circ30'$ 所得 $\Delta\alpha$ 和 β 相同, 只是 $\Delta\alpha$ 在DA
 的另一侧。地层倾角为 $60^\circ+23^\circ30'+180^\circ$ 。
 $=263^\circ30'$, 走向 $263^\circ30'\pm90^\circ$, $\beta=69^\circ$ 。

毒砂中元素混入物 的实际意义

毒砂($\text{FeAs}_{0.9}\text{S}_{1.1}-\text{FeAs}_{1.1}\text{S}_{0.9}$)含有大量的
 钴(高达9%)已为人们所熟知, 但毒砂含有一定数
 量的金则尚未引起足够的重视。事实上, 大多数内
 生金矿床中的毒砂都含有金, 金的含量可高达400
 ~600克/吨。据近年矿物学研究的新成果, 毒砂中成
 类质同象代换元素混入物有钴、镍、铋、锑、硒、碲、
 金等多种元素。在金矿床中的毒砂内, 金以类质同
 象方式代换铁决定了内生金矿床中毒砂含金的普遍
 性。据大量数据统计毒砂中的微量元素大致平均含
 量如下:

毒砂中的微量 元素种类	金	银	钴	镍	铋	锑	硒	碲	钨	钼	镓	铊	铈
毒砂中微量元素 的含量(克/吨)	600	30	550	10	3800	200	100	200	400	20	30	10	0.01

如某一热液浸染型金矿石中毒砂含有(克/吨):
 金400、钴25、银0.8、镍30、铋30、镓0.2, 表明金矿床
 中毒砂具有不可忽视的工业意义。

另从成因标型特征意义方面来看, 夕卡岩型铁
 矿床的磁铁矿矿石和夕卡岩型多金属矿床的砷一多
 金属矿石中毒砂的元素混入物以铋、铋、钴含量最
 高; 热液型砷一多金属矿石中毒砂的元素混入物以
 银含量最高; 热液型石英一黄铁矿一毒砂金矿石中
 毒砂的元素混入物以金含量最高。这对于指导地质
 找矿工作也是具有一定的实际意义。

(徐国凤供稿)