

2. 取样工具类型少, 作用不可靠, 是当前影响砂样质量提高的主要问题之一。目前, 在含泥量很少, 结构极其松散而粒度又较小的砂砾层中, 用板式和球式抽筒可以取到能够满足地质设计要求的砂样, 但还存在砂金串位的问题。干钻加自然堵塞的方法, 虽然在含泥量较多的砂砾层中可以取得一定量的砂样, 也能够满足地质设计要求, 但是, 这两种目前认为效果较好的取样工具(方法)也都存在着无法取上原来状态砂样的问题。其余的采样工具, 如抓子等, 其作用的可靠性和取出砂样的可信程度, 也还值得研究。由于我国地域广阔, 河流水系多, 海滨砂砾地带也不少, 可供勘探的工作量很大, 而且在所施工的各类地层中, 又存在着各种不同的特点, 如既有比较单纯的、基本上没有泥质成分的砂层, 又有含泥量较多的砂砾层; 既有含泥量很少而又以砾石(砾径在5~10厘米之间)占50~60%的极为松散的砂砾层, 又有粘土层和含泥量较多、砂砾混杂的泥质砂砾层; 还有压实密度很大, 硬度又较高的铁板砂和长年处于冰冻状态的永冻层。因此, 目前生产上仅有的少数几种取样工具除其本身结构和作用的可靠性尚需进一步改进完善外, 无论在类型上、数量上都

远远不能满足砂钻生产的需要。根据不同类型地层的特点, 设计和试验各种不同类型的取样工具, 不仅是提高砂样质量的一项根本性措施, 同时, 也是今后高速度、高质量发展砂矿钻探工艺技术的重要内容之一。

3. 砂矿钻机的性能单一, 是影响砂钻质量和效率的主要关键。目前在生产中使用量最大的是龙江号半机械化砂矿钻机和65—2型机械化砂矿钻机。这两种砂矿钻机, 对提高钻进效率来说, 由于它们不具备回转加压和给进的性能, 因此在较硬的泥质砂砾层、铁板砂或永冻层中, 钻进效率特别低, 最低时每班仅能进0.3~0.4米。对保证砂样质量来说, 又由于它们只能为采样工具提供上升、下降的手段, 因而这就只能用抽筒而无法选用具有适应不同地层的其他取样工具。目前砂矿钻机这种性能单一的缺点, 使进一步提高砂钻效率和砂样质量受到了极大限制。因此, 改革现有砂矿钻机, 发展和研制适应在不同地带、不同地层条件下使用的各种不同类型的砂矿钻机, 不仅在当前, 尤其对今后, 都具有极为重要的意义。建议在砂钻设备上投入一定的力量进行研制工作, 迅速改变目前这种落后面貌, 促使黄金地质勘探技术有一个较快的发展。

## 岩芯定向和求解岩层产状的方法

吴光琳

利用钻探取得的岩芯确定地下岩(矿)层或断裂面的产状, 是勘探工作的重要内容之一。层面产状数据对正确认识深部地质构造, 查明矿体形态和延伸情况有很大价值, 同时对指导勘探工程布置和矿床开采也非常重要。

在覆盖层较厚的地区, 通常用三点法求层面产状, 即利用相近的三个钻孔穿过同一层面的标高计算岩(矿)层或断裂面的产状要素。三点法是以岩(矿)层或断裂面为平面做基础的, 因此它不能反映钻孔之间层面产状的变化, 况且还要打三个孔才能算出层面产状。当标志层不明显时, 往往难以判定三孔穿过的同一层面, 从而不能准确了解层

面产状。

近年来, 人们研究用两个钻孔或一个钻孔的岩芯和孔斜资料推算地下岩(矿)层或断裂面的产状。这种方法可用于缺乏标志层的地区, 能反映两邻孔间层面产状的差异, 并且节省了钻探工作量, 确实比三点法前进了一步。但是单孔法是从一个钻孔中岩层产状自上而下不变为前提的, 同时还要求钻孔必须弯曲, 垂直孔或不弯的倾斜孔都不行。只有满足这些条件, 才能求出层面法线轨迹圆投影的共同切点或交点, 从而确定出层面产状。如果上述条件不具备, 层面产状也就无法得知(至多能了解岩层倾角, 但不能得知岩层的倾向和走向)。根据单孔岩芯和孔

斜资料推算层面产状所存在的困难,以及在资料整理上所碰到的麻烦,主要是由于没有定向岩芯,不清楚岩芯在地下的原始位置。

如果我们借助于专门工具定向地采取岩芯,并且能够确定岩芯在深部的本来位置,则不难确定层面的产状。岩芯定向不仅能够反映不同钻孔中同一层位岩层的产状变化,而且能够反映同一钻孔中不同层位岩层产状的变化。利用岩芯定向求解层面产状的方法比较简单,答案也准确可靠。

## 岩芯定向技术

岩芯定向技术在国外石油钻探和工程地质钻探中使用较多,在金属、非金属矿和煤田钻探中也有应用。

岩芯定向有直接定向和间接定向两种。所谓直接定向就是通过钻杆在地面连环定向。下钻时,在钻杆立根下部连接刻有标志线的岩芯管和钻头,并且在钻杆立根上下端各安装一个定向夹板。定向夹板上也刻有标志线。在孔口远处用经纬仪(或瞄准器)瞄准,使定向夹板上的标志线与钻头及岩芯管上的标志线保持一致。此时卸除钻杆立根下端的定向夹板,将第一立根下入孔内。当上端定向夹板到达孔口位置时,把它夹持在孔口,并且拧接第二立根。在第二立根上端再安装定向夹板,仍用经纬仪瞄准,使上、下定向夹板上的标志线保持一致。如此重复操作,直到钻头和岩芯管到达孔底为止。此时岩芯管和钻头上标志线所处方位,就是经纬仪瞄准的方位。在此方位取出的岩芯,就是定向岩芯。根据岩芯上岩层走向(或倾向)与岩芯管和钻头上标志线的角度关系,就可以知道岩层的走向(或倾向)。直接定向需要专门的经纬仪(或瞄准器)和定向夹板,操作麻烦。在钻孔较深时,费时较多,并且测量的累计误差较大。这种方法常用于垂直孔和浅孔。

在倾斜孔和深孔中,目前主要采用间接定向方法。间接定向的实质是孔内定向。即先在孔底岩石的表面或未断根的岩芯的顶部作出标记,并且使此标记的位置与氢氟酸管或测角器上的起始母线的位置一致。测知钻孔方位与此起始母线方位之间的角度关系后,就可以根据这一角度和钻孔顶角及方位角数据,在地表测量装置上恢复岩芯在地下

的原始状态,实测出岩层产状;或者用图解、计算等手段求出岩层产状。间接定向操作方便,费时不多。定向工具结构简单,制作容易,便于推广使用。

为了在孔底岩层的表面或未断根的岩芯的顶部作出与氢氟酸管或测角器上起始母线一致的标记,通常有三种不同的措施:

1.打印 先将孔底冲洗干净,确信岩粉已经排除以后,用钻杆把偏重打印器(图1)下入孔内。偏重打印器上部连接测斜仪(图中未画出),下部装有一支可以打出色点的色笔,或者一根可以冲出印痕的硬质合金尖形压头,并且使色笔或压头与偏心重锤方向一致。当把打印器下放到孔底时,利用钻杆和打印器的自重,就能够在孔底或未断根的岩芯的顶端,留下一个与岩石颜色不同的色点或一个被压头压出来的小圆穴。此色点或小圆穴与岩芯中心点的连线在水平面上的投影,就是钻孔的方位线。

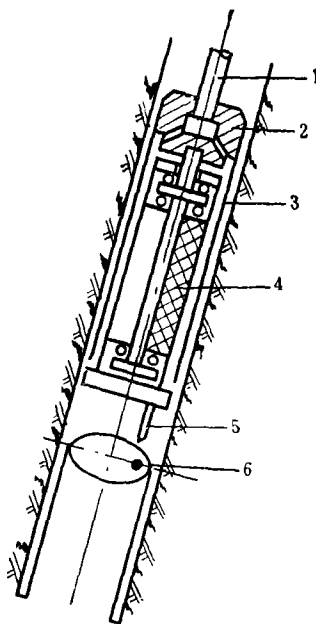


图1 打印定向示意图

1—钻杆; 2—接头; 3—外管; 4—偏心重锤;  
5—色笔(或压头); 6—色点(或印坑)

取出定向岩芯后,根据测斜资料通过复位实测、图解或计算,求出岩层或断裂面的产状。

打印法的缺点是偏心重锤工作不大可靠,当钻孔顶角小于 $5^{\circ}$ 时,定向效果欠佳。

2.刻痕 先用不带卡簧的钻具钻进15~

20厘米，将岩芯留在孔底不提断，然后下入带刻痕器及卡簧的取芯管专程采集定向岩芯。

刻痕器（图2）为一内壁镶有一颗粗粒金刚石或者装有钢质（或硬质合金）尖齿的空心钻头。钢齿或硬质合金通过钻头壁上的小孔伸出内壁，而外端用弹簧钢圈套封。当刻痕器沿未断根的岩芯下移时，就在岩芯柱的侧面划出条痕。

接头容纳器内装有氢氟酸管。氢氟酸管表面刻有起始母线。装置氢氟酸管时，使其上的起始母线与钢齿（或硬质合金齿，或金刚石刃）的方向一致。这样，钢齿在岩芯侧面划出的条痕的方向当然也与氢氟酸管上起始母线的方向一致。而氢氟酸管上的起始母线的方向与氢氟酸液面蚀痕高、低点连线的方向之间呈一定的角度。这一角度也就是岩芯侧面刻痕方向和钻孔方位之间的角度。根据这一角度可以将岩芯在地表复位，实测出岩层的产状要素，或者通过图解或计算求出岩层的走向、倾向和倾角。

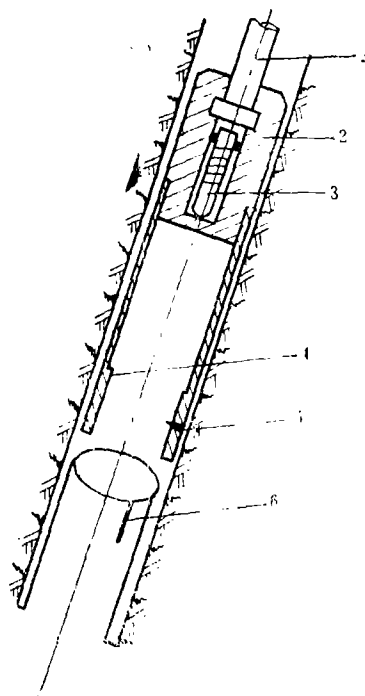


图2 刻痕定向示意图

1—钻杆；2—接头容纳器；3—氢氟酸管；  
4—空心钻头；5—钢齿（硬质合金齿或金刚石刃）；6—刻痕

刻痕法在小口径金刚石钻孔中常被采

用。刻痕器结构简单，制作方便。但是要求先在孔底钻成15~20厘米高的岩芯柱，并且不能断根。在岩石有裂隙时，这一点是很难保证的。倘若岩芯断了根，则在刻痕时可能已经扭转易位，所得数据也就不可靠了。

近年来，国外已开始使用单动双管，甚至绳索取芯单动双管刻痕定向取芯器。外管连接钻头，钻进岩石，形成岩芯，而内管不转，其内壁装有刻刀，在岩芯侧面刻痕。另外在内管上部还装有测斜仪。这样，用一道工序就可以完成刻痕、测斜和取出定向岩芯。

**3. 钻眼** 钻眼法的实质在于用微型钻头在孔底钻偏心小眼，作为定向标记。

钻眼器（图3）中装有小型孔底扭簧式动力机。钻眼器下入孔内之前，应先用铣刀钻头将孔底磨平，去除残留岩芯或岩石碎

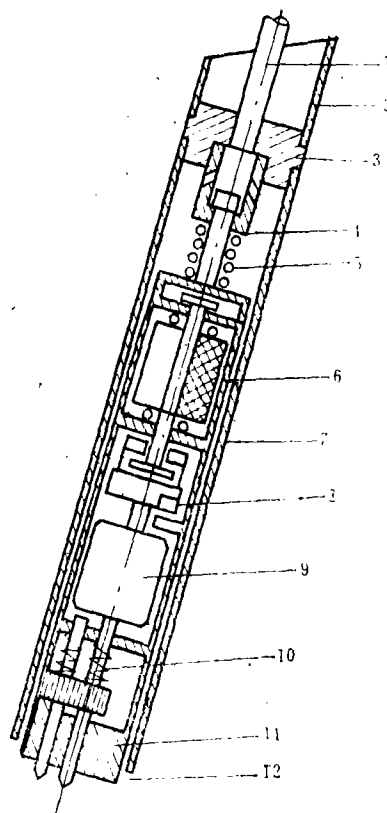


图3 定向钻眼器示意图

1—钻杆；2—取粉管；  
3—接头；4—伸缩杆；  
5—加压弹簧；6—偏心测角器；  
7—保护管；8—制动器；  
9—扭簧动力机；10—支撑弹簧；  
11—导向接头；12—微型钻头

块,并且把岩粉排净,然后用钻杆下入钻眼器。当钻眼器一旦接触孔底,则支撑弹簧在钻杆压力作用下压缩,微型钻头转动轴上行。待上行到与导向接头底部位置平时,扭簧式动力机的制动器打开,微型钻头就开始在孔底钻眼,形成标记。当钻眼器提离孔底,则支撑弹簧伸张,钻眼器中的测角器被锁紧定位。测角器由动盘和静盘组成,动盘是一偏心重锤,其上面的零线永远处在钻孔的倾斜面内;静盘上刻有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ ,其上面的起点线与钻偏心小眼的微型钻头的位置一致。因此,动盘零线所对准的静盘上的读数即为偏心眼方向与钻孔轴线方向之间的终点角。

把钻眼器提出钻孔后,下入另一套取芯钻具,钻进 $15\sim 20$ 厘米,最后取出带有偏心小眼的岩芯。

钻眼法可用于顶角大于 $5^{\circ}$ 的倾斜孔。该法与打印法相比,可得到更为清晰的偏心小眼标记,不存在先钻出岩芯而可能产生的岩芯折断易位问题。打出的偏心小眼比较可靠,数据比较准确。但是这种扭簧动力机钻眼器结构复杂,外径较大,目前多用于 $\phi 91$ 毫米以上的钻孔。

近年来,国外开始使用另一种定向钻眼器,其结构类似于偏重定向造斜器。用万向节连接微型钻头,钻出偏心小眼。这种定向钻眼器可用于 $\phi 57$ 和 $\phi 73$ 毫米的钻孔。

## 求解层面产状的方法

用专门工具从孔底取出带有定向标记的岩芯以后,如何根据岩芯上的定向标记求解岩矿层或断裂面的产状是很值得探讨的。求解方法的精确程度直接关系到最终获得的层面产状数据的准确性。下面谈谈这些方法,并进行一些对比。

### 1. 复位实测法

进行复位实测时常用岩芯定向测量仪。在该仪器上根据测斜数据和定向标记,把岩芯夹持成与取芯处钻孔方位角及倾角相同的位态(即复位),然后用地质罗盘测出层面的走向、倾向和倾角。

笔者利用测斜仪校验台作为岩芯定向测量仪,对定向岩芯作了复位实测,并且与图解和计算方法得到的数据进行了对比研究,得到了比较满意的结果。

## 2. 图解法

(1) 正投影法(图4):首先作岩芯正横断面的俯视图,并在投影圆上标出层面高、低点连线的投影 $ab$ 和钻孔倾向线的投影 $cd$ (此线可根据定向标记印坑、刻痕或钻眼方向线与钻孔倾向线在岩芯正横断面上投影之间的夹角定出)。通过这两条线在投影圆周上各自的高点 $a$ 和 $c$ 作切线,两切线交于 $A$ ,得到 $\gamma$ 角( $\angle aAc$ ),此角即为层面和水平面在岩芯正横断面上交线的夹角。

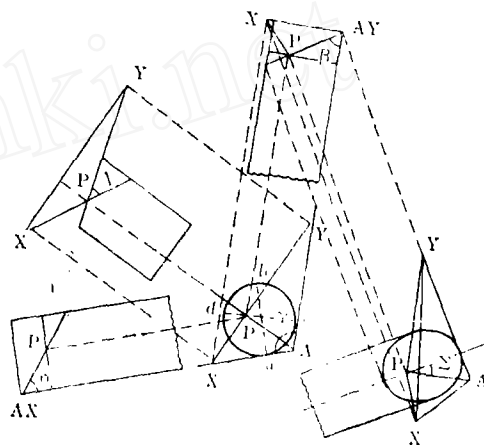


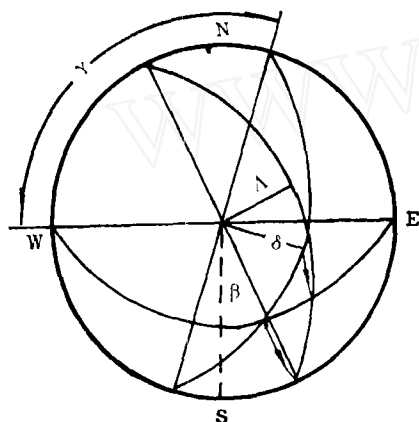
图4 用正投影法求解层面产状

其次,通过钻孔倾向线的投影 $cd$ 和层面高、低点连线的投影 $ab$ ,分别作岩芯的纵剖面图。在这两个纵剖面图上表示出钻孔倾向 $\beta$ 和钻孔遇层角 $\delta$ ,并且在两剖面高点各自向下取单位长距离作岩芯轴线的垂直面,分别与水平面和层面相交,得到两条交线,这两条交线的交点 $P$ ,既在水平面上,又在层面上。把 $P$ 点投向岩芯正横断面,连接 $AP$ ,则 $AP$ 即为水平面与层面的交线在岩芯正横断面上的投影。过 $AP$ 上的 $P$ 点作 $AP$ 的垂直面交 $Aa$ 和 $Ac$ 各自的延长线于 $X$ 和 $Y$ 。

然后,作垂直于水平面的视图,定出 $AP$ 在水平面上的位置,得到 $AP$ 与钻孔轴线在水平面上的投影之间的夹角 $\Sigma$ ,此角即是岩层走向线与钻孔方位线的夹角。而岩层走向 $\alpha_b = \text{钻孔方位角} \alpha_h \pm \Sigma$ ,岩层倾向 = 岩层走向 $\pm 90^{\circ}$ 。

最后,作垂直于岩层走向的视图。 $PY$ 为水平面的投影, $PX$ 为层面投影, $PX$ 与 $PY$ 之间的小于 $90^{\circ}$ 的交角 $\Delta$ 即是岩层的倾角。

(2) 亦平极射投影法(图5): 在吴尔弗投影网(即通常称的吴氏网)上, 通过透明作业纸, 以岩芯正横断面为赤平极射投影面, 作水平面在岩芯正横断面上的投影大圆弧(其方位按水平液面高、低点连线的方位, 交角按水平液面与岩芯正横断面的夹角)。然后, 根据层面和水平面在岩芯正横断面上各自的交线所成的夹角 $\gamma$ 、钻孔轴线与层面交角 $\delta$ (即遇层角), 作层面在岩芯正横断面上的投影大圆弧。



最后，把水平面按其 与岩芯正横断面之间的夹角（即  $90^\circ - \beta$ ）旋转到基圆上，再把层面也以同样的角度旋转到基圆上。为此，只需旋转两点即可。一点是上述两大圆弧的交点，此点既在层面上，又在水平面上，所以旋转后应在基圆上。另一点可选用层面倾角最大点，旋转  $90^\circ - \beta$  后得到一新点，连接基圆上的点与此新点成一大圆弧，这个大圆弧即代表层面。因此可以从这个大圆弧上直接读出层面走向、倾向和倾角。

### 3. 公式计算法

$$\alpha_h = \alpha_h \pm \Sigma$$

式中  $\alpha_b$ —钻孔方位角

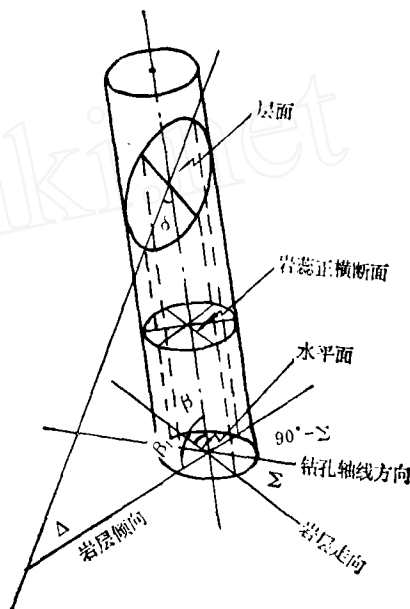
$\Sigma$ —钻孔轴线方向与岩层走向之间的夹角

此处  $\gamma$ -层面 和水平面在岩芯正横断面上交线的夹角

### δ—钻孔遇层角

 $\beta$ -钻孔倾角

根据下面的示意图（图 6）岩层倾角 $\Delta$ 可按下列式计算：


$$\Delta = 180^\circ - \delta - \beta_1$$

式中 $\beta_1$ —钻孔轴

式中 $\beta_1$ —钻孔轴线与岩层倾向线在水平面上的投影之间的夹角

此处  $\beta_1 = \frac{180^\circ - 2\beta}{180^\circ} (90^\circ - \Sigma) + \beta$

所以  $\Delta = 180^\circ - \delta - \left[ \frac{180^\circ - 2\beta}{180^\circ} \times \right.$

$$(90^\circ - \Sigma) + \beta]$$

### 层面产状实测、图解和 计算结果的对比

下面举两个实例说明求解岩（矿）层或断裂面产状的方法具体运用的情况。

**例一** 钻孔方位角 $\alpha_h = N290^\circ W$ ，倾角 $\beta = 66^\circ$ ，钻孔遇层角 $\delta = 54^\circ$ ，层面和水平面在岩芯正横断面上的交线之间的夹角 $\gamma = 68^\circ$ ，求岩层走向 $\alpha_h$ 和倾角 $\Delta$ 。

1. 实测  $\alpha_b = 242^\circ$ ,  $\Delta = 48^\circ$

## 2.图解

### (1) 正投影法 (图 7)

$$\alpha_b = 246^\circ, \Delta = 50^\circ$$

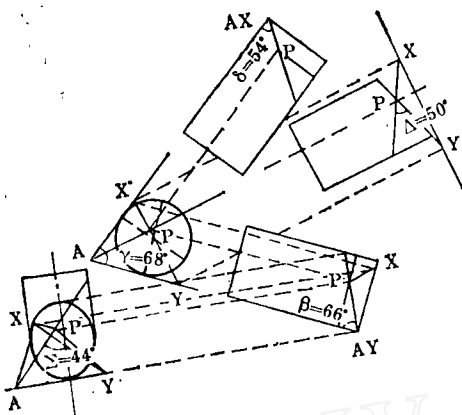


图 7

### (2) 赤平极射投影法 (图 8)

$$\alpha_b = 244^\circ, \Delta = 50^\circ$$

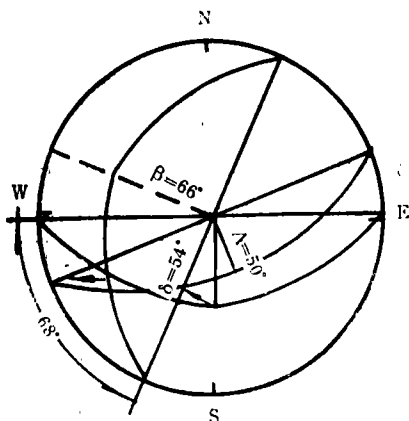


图 8

## 3.计算

$$\begin{aligned} \Sigma &= \text{tg}^{-1} \frac{\cos \gamma \sin \beta + \text{tg} \delta \cos \beta}{\sin \gamma} \\ &= \text{tg}^{-1} \frac{\cos 68^\circ \sin 66^\circ + \text{tg} 54^\circ \cos 66^\circ}{\sin 68^\circ} \\ &= \text{tg}^{-1} 0.9742 = 44^\circ 15' \\ \alpha_b &= \alpha_h - \Sigma = 290^\circ - 44^\circ 15' = 245^\circ 45' \\ \Delta &= 180^\circ - \delta - \left[ \frac{180^\circ - 2\beta}{180^\circ} \times \right. \\ &\quad \left. (90^\circ - \Sigma) + \beta \right] \\ &= 180^\circ - 54^\circ - \left[ \frac{180^\circ - 132^\circ}{180^\circ} \times \right. \end{aligned}$$

$$(90^\circ - 44^\circ 15') + 66^\circ]$$

$$= 47^\circ 50'$$

例二 钻孔方位角  $\alpha_b = N30^\circ E$ , 倾角  $\beta = 45^\circ$ , 遇层角  $\delta = 54^\circ$ , 层面和水平面在岩芯正横断面上交线之间的夹角  $\gamma = 112^\circ$ , 求  $\alpha_b$  和  $\Delta$ 。

1. 实测  $\alpha_b = 66^\circ, \Delta = 50^\circ$

## 2.图解

### (1) 正投影法 (图 9)

$$\alpha_b = 65^\circ, \Delta = 52^\circ$$

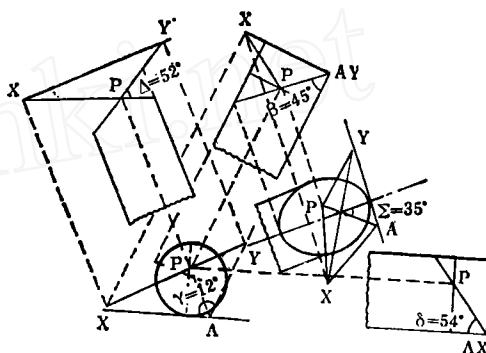


图 9

### (2) 赤平极射投影法 (图 10)

$$\alpha_b = 67^\circ, \Delta = 54^\circ$$

## 3.计算

$$\begin{aligned} \Sigma &= \text{tg}^{-1} \frac{\cos \gamma \sin \beta + \text{tg} \delta \cos \beta}{\sin \gamma} \\ &= \text{tg}^{-1} \frac{\cos 112^\circ \sin 45^\circ + \text{tg} 54^\circ \cos 45^\circ}{\sin 112^\circ} \\ &= \text{tg}^{-1} 0.7637 = 37^\circ 22' \\ \alpha_b &= \alpha_h + \Sigma = 30^\circ + 37^\circ 22' = 67^\circ 22' \end{aligned}$$

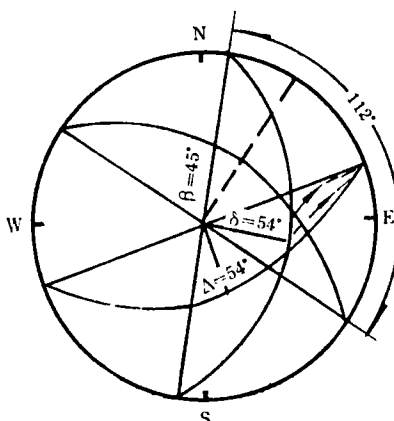


图 10

$$\begin{aligned}\Delta &= 180^\circ - \delta - \left[ \frac{180^\circ - 2\beta}{180^\circ} \times \right. \\ &\quad \left. (90^\circ - \Sigma) + \beta \right] \\ &= 180^\circ - 54^\circ - \left[ \frac{180^\circ - 90^\circ}{180^\circ} \times \right. \\ &\quad \left. (90^\circ - 37^\circ 22') + 45^\circ \right] \\ &= 54^\circ 41'\end{aligned}$$

## 结 语

1. 岩芯定向技术对正确判定地下岩(矿)层和断裂面产状、查明深部地质构造和矿体延伸, 指导地质勘探设计和矿床开采都有很大意义。

2. 用定向岩芯求解层面产状比用三点法、双孔或单孔测斜数据推算法简单, 适用性广, 结果可靠。

3. 对孔底岩芯作定向标记时, 要求岩芯不断根, 孔底干净。刻痕法所用工具比较简单, 可用于小口径钻孔, 所得到的标记比打印法清晰。钻眼法所用钻具结构比较复杂, 并且多用于大口径钻孔。由于这种方法是先打标记后钻岩芯, 所以不怕岩芯折断易位。

4. 在求解层面产状的诸方法中, 以赤平极射投影法最为简便, 实测法最为直观。在没有岩芯定向测量仪器和不熟悉赤平投影的情况下, 可用正投影法。计算法可用于校核其它方法得到的结果。

5. 据研究发现, 四种求解方法得到的层面产状数据非常接近, 误差一般在 $1^\circ \sim 2^\circ$ 左右。不超过测斜仪对方位角测量的精度。求解答案的准确程度取决于原始数据测量的准确性。



## 机油标尺遗失了怎么办?

华 道 生

用于地质钻探的柴油机均装有机油标尺, 标尺上有两条刻线。按规定要求, 油面应保持在两刻线之间。若机油标尺遗失而需重新制作时, 如何正确刻划机油标尺上表示机油油面高度的这两条刻线呢?

机油标尺的上刻线是表示机油油面的最大高度; 而下刻线则表示危险的机油油面高度。这二条刻线位置是否正确, 直接影响柴油机的润滑效果。因为地质钻探用的柴油机多采用压力强制和飞溅式润滑。这种润滑方式的特点是靠机油泵以一定的压力, 将机油压送到曲轴、主轴承、连杆轴承及摇臂轴等处。同时利用曲轴旋转时, 从曲轴主轴承和连杆轴承间隙中挤出的机油飞溅至气缸套和活塞之间。好些人认为飞溅润滑即靠曲柄或连杆大端浸入机油面中而实现飞溅。其实对于驱动钻机或泥浆泵的柴油机来说, 这种认识是错误的。因为地质钻探柴油机多采用混合式润滑, 如果曲柄和连杆大端碰触到机油油面高度, 运转时必将机油甩到气缸壁上。在这种情况下即使最好的活塞环也不能防止机油渗入燃烧室和气缸内, 就会在气缸盖、

气门及活塞顶部形成大量的积炭, 使活塞上的回油槽与回油孔胶结, 从而使活塞环的密封作用降低, 此时不但加剧串油, 且油温也增高, 促使机油变质。

当然, 机油油面过低也不利于柴油机的正常运转。因为油面低于机油泵吸油器滤网时, 则空气进入机油泵中, 造成机油泵的泵油压力降低, 从而导致各部分的零件过热而加速磨损, 甚至引起烧瓦等事故的发生。通常, 机油标尺上的这二条刻线的标定可按以下方式进行:

将柴油机任一缸的活塞摇转至下止点为止。此时在干净的油底壳内加入机油, 并注意观察所加入的机油到低于连杆大端轴承盖的最下点10毫米左右的距离时为止。这时标尺上被机油浸湿处即为机油最高油面高度。至于表示危险的最低油面高度下刻线, 则应高出机油泵吸油器滤网20~30毫米即可。

检查正确的机油油面高度应在停车之后进行。因为柴油机在运转时振动使油底壳内的油面发生波动和飞溅。在这样的情况下, 检查油面高度是不准确的。