

震动造成岩心破碎而堵塞。堵心是造成效率低、回次短、钻头非正常磨损的主要原因。我在破碎地层中钻进采取以下措施,取得较好效果。(1)采用双反喷射钻具钻进。(2)金刚石钻头内外圆同心度高、椭圆度小、出刃好。(3)选用的卡簧内径必须考虑到钻头的内外径不同心度,尽量将卡簧装在离钻头底部近处以采牢采尽岩心。(4)严禁堵心钻进或采取活动钻具再行钻进的方法处理堵心。(5)钻进时保持冲洗液润滑质量,给进必须均匀,少变速,少调压,少调泵量,保持钻进稳定。

## 存在问题

- 1.目前深孔钻进所用设备和钻进方法,辅助时间长,劳动强度大。
- 2.应配用变量泵。
- 3.钻具、套管系列不合理,不能合理选择井身结构。
- 4.深孔用长寿高效钻头及相应钻进工艺需加速研究。
- 5.钻进规程参数仪表及冲洗液性能测定仪器应研究解决。

(全国第二届探工学术会议论文选登,本刊有删节)

# 钻孔坐标计算尺

刘安华

(广东冶金地质九三七队)

在地质普查勘探工作中,钻探仍是一种重要的技术手段。根据测定钻孔的顶角和方位角的资料,进行钻孔测斜资料的整理及编制有关图件,归结起来,其方法有两类:一为作图法;另一为计算法。这两类方法在以往许多资料和教科书中都有论述。但是,不论作图法或计算法,都较烦琐。为此,我们提出一种“钻孔坐标计算尺”,以便计算和作图。现简介如下:

钻孔由于地层、构造、断裂、钻探机具和施工等方面原因,往往会产生弯曲,不能按设计方向钻进,特别在深孔和斜孔钻进中,其弯曲更大。钻孔弯曲的情况,在空间上是一条连续曲线。在目前钻孔测斜工作中,还不能做全孔的连续观测,只能用点测法。但由于这些有限的点测数据存在于钻孔弯曲轴线中,利用它有可能反映钻孔弯曲的实际情况,问题在于如何合理地选用已知计算数据,使计算成果符合或接近于钻孔实际。

### 已知计算数据的采用和探讨

为了便于讨论,有关概念按《地质与勘探》一九七八年第三期李学勤同志《坐标法整理钻孔测斜资料》一文所述:

测井深(P):测点所在的位置。

控制井深(I):测点所能代表的最大井深。

控制井段(L):测点上所能代表的那一井段。根据生产实践结果,采用本测点与相邻上测点之中点至本测点与下测点之中点间的距离较符合实际,计算也较方便准确。

顶角( $\theta$ ):实测钻孔的顶角。

方位角( $\alpha$ ):实测钻孔的方位角。

方位角差( $\Delta\alpha$ ):实测钻孔方位角与设计钻孔方位角之差。

对顶角或方位角的采用,是否采用每一测程上、下两点的顶角或方位角度数相加的和被二除的角度值来代表该井段的顶角或方位角呢?在生产实践中,当顶角没有上漂或下垂及方位角没有变动或变动不大时,这样求出的平均角度值与该测程上、下两点的实测顶角或方位角度数相等或接近相等(见表1序号1~6行),用这些数据所作出来的钻孔弯曲线是符合或接近于实际的。但是,当顶角上漂或下垂及方位角变动较大时,所求出来的平均角度值与该测程上、下两点实测的顶角或方位角度数相差就较大了,只能代表该测程之中点情况,而不能反映该测程上、下两点的实际情况(见表1序号7~13行),用这数据所作出来的钻孔弯曲曲线与实际情况不符,误差较大。另外,由于角度平均后其平均角度值为度分秒这样的精确单位,在目前生产中不易办到。因此我们认为,如直接采用该测点上的实测顶角或方位角的数据

表 1

序 号	测井深 (米)		方位角 ( $\alpha$ )		顶角 ( $\theta$ )		控制井深 (米)		控制井段 (米)		垂直位移 (Z)				水平位移 (S)				偏线位移 (Y)				沿线位移 (X)				
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	每 次		累 计		每 次		累 计		每 次		累 计		每 次		累 计		
											I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I
1	0.00	190°	189°	78°	78°	25.00	25.00	24.46	24.46	24.46	24.46	24.46	24.46	5.20	4.20	0.00	-0.08	0.00	-0.09	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
2	50.00	188°	189°	78°	78°	50.00	25.00	24.46	24.46	48.92	48.92	48.92	48.92	5.20	10.40	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	5.20	19.40	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	10.40
3		188°	188°30'	78°	78°	75.00	25.00	24.46	24.46	73.38	73.38	73.38	73.38	5.20	15.60	-0.18	-0.14	-0.36	-0.32	5.20	15.60	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	15.60
4	100.00	189°	188°30'	78°	78°	100.00	25.00	24.46	24.46	97.84	67.84	67.84	67.84	5.20	20.80	-0.09	-0.14	-0.45	-0.46	5.20	20.80	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	20.80
5		189°	188°30'	78°	77°31'	125.00	25.00	24.46	24.41	122.30	122.25	122.25	122.25	5.20	26.00	-0.09	-0.14	-0.54	-0.60	5.20	26.00	5.41	5.41	5.41	5.41	5.41	26.00
6	150.00	183°	188°30'	77°	77°30'	150.00	25.00	24.36	24.41	146.66	146.66	146.66	146.66	5.62	31.62	-0.20	-0.14	-0.74	-0.74	5.62	31.62	5.41	5.41	5.62	5.41	5.62	31.62
7		188°	207°	77°	75°30'	175.00	25.00	24.36	24.20	171.02	170.86	170.86	170.86	5.62	37.24	-0.20	+1.83	-0.94	+1.09	5.62	37.24	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	37.24
8		188°	207°	77°	75°30'	200.00	25.00	24.36	24.20	199.38	195.06	195.06	195.06	5.62	42.86	-0.20	+1.83	-1.14	+2.92	5.62	42.86	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	42.86
9		226°	207°	74°	75°30'	225.00	25.00	24.03	24.20	219.41	219.26	219.26	219.26	6.89	49.75	+4.05	+1.83	+2.91	+4.75	5.57	49.75	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	49.75
10	250.00	226°	207°	74°	75°30'	250.00	25.00	24.03	24.20	243.47	243.46	243.46	243.46	6.89	56.64	+4.05	+1.83	+6.96	+6.58	5.57	56.64	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	56.64
11		226°	201°	74°	73°	275.00	25.00	24.03	23.91	267.47	257.37	257.37	257.37	6.89	63.53	+4.05	+1.39	+11.01	+7.97	5.57	63.53	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	63.53
12	300.00	176°	201°	72°	73°	300.00	25.00	23.78	23.91	291.28	282.91	282.91	282.91	7.72	71.25	-1.87	+1.39	+9.14	+9.36	7.49	71.25	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	71.25
13		176°	201°	72°	73°	325.79	25.79	24.53	24.66	315.94	315.94	315.94	315.94	7.97	79.22	-1.93	+1.44	+7.21	+10.80	7.73	79.22	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	79.22

注“I”：直接采用该测点上的实测顶角或方位角作计算。

“II”：采用该测程上、下两点的顶角或方位角度数的平均角度值作计算。

作为计算已知单元，似较符合钻孔实际。

### 计算公式与原理

控制井深 (I) 及控制井段 (L) 的计算 (图 1)：

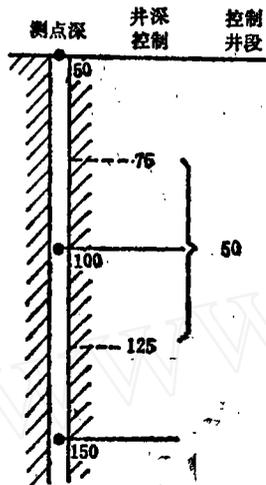


图 1

$$I_{\text{本}} = P_{\text{本}} + \frac{P_{\text{下}} - P_{\text{本}}}{2}$$

$$L_{\text{本}} = I_{\text{本}} - I_{\text{上}}$$

为了便于编制有关图件，采用井轴水平投影法求出钻孔测点的位置 (图 2)：

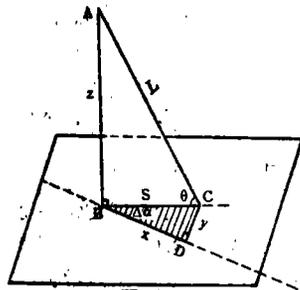


图 2

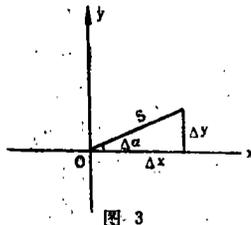


图 3

$\Delta ABC$  中，垂直位移 (Z)，

$$Z = L \cdot \sin \theta$$

水平位移 (S)：

$$S = L \cdot \cos \theta$$

$\Delta BDC$  中，偏线位移 (Y)：

$$Y = S \cdot \sin \Delta \alpha$$

沿线位移 (X)：

$$X = S \cdot \cos \Delta \alpha$$

用极坐标和直角坐标法同样可以求出井轴，各控制点与井口的相对坐标位置 (图 3)，具体方法详见《坐标法整理钻孔测斜资料》。

从上述  $\Delta ABC$  及  $\Delta BDC$  中，说明钻孔在剖面上垂直位移 (Z)、水平位移 (S) 及在平面中的偏线位移 (Y)、沿线位移 (X) 均为直角三角形的直角边，控制井段 (L) 为斜边。当钻孔方位没有走动时，其水平位移 (S) 和沿线位移 (X) 一致，钻孔在设计勘探线上，其偏线位移 (Y) 等于零；当钻孔方位走动后，则钻孔与开始时的方位产生了方位角差 ( $\Delta \alpha$ )，在平面图上  $\Delta BDC$  中，水平位移 (S) 则为斜边。

根据上述两个直角三角形，运用正弦和余弦定理，以及按比例尺作圆的精度要求，可做成“钻孔坐标计算尺” (图 4)。利用一个直角量角器为底盘，代表钻孔测定的顶角 ( $\theta$ ) 和方位角差 ( $\Delta \alpha$ )；在量角器的一边作垂直尺，代表钻孔的垂直位移 (Z) 和沿线位移 (X)；垂直尺上装上水平尺，可以上下垂直移动，代表钻孔的水平位移 (S) 和偏线位移 (Y)；在量角器的直角顶上装上斜尺，可以左右摆动，其摆动的角度代表钻孔测定的顶角 ( $\theta$ ) 或方位角差 ( $\Delta \alpha$ )，斜尺上的刻度代表钻孔测点的控制井段 (L) 和水平位移 (S) 的长度。这样，便可装配成一个“钻孔坐标计算尺”。

### 使用方法和效果

(1) 计算钻孔的垂直位移 (Z) 和水平位移 (S)：

先将斜尺摆在测定的钻孔顶角 ( $\theta$ ) 上 (图 4 中  $\angle \theta$  为  $70^\circ$ )，移动水平尺至斜尺在钻孔测点的控制井段 (100 米) 中，则在水平尺与斜尺相交处读出水平位移 (S) 为 34.20 米，与垂直尺相交处读出垂直位移 (Z) 为 93.98 米。

(2) 计算钻孔的偏线位移 (Y) 和沿线位移 (X)：

方法同上，只是把斜尺重新摆在测定的

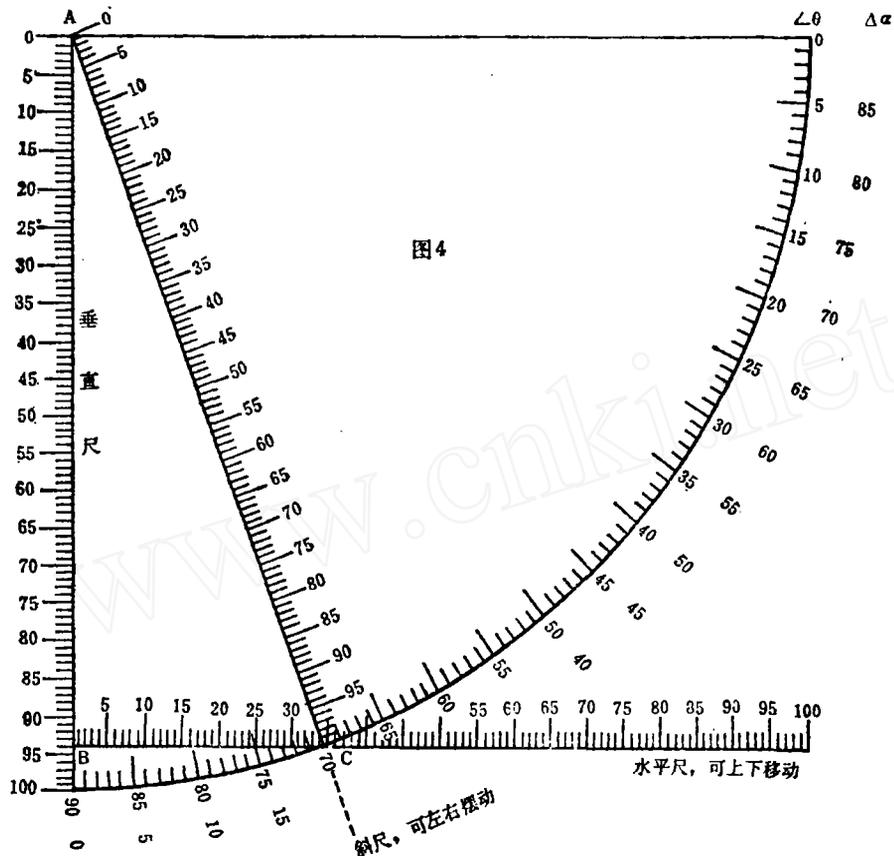


图4

方位角差 ( $\Delta\alpha$ ) 上, 用已读出的水平位移 ( $S$ ) 的长度作斜边, 移动水平尺至斜尺上的水平位移长度, 即可在水平尺上读出偏线位移 ( $Y$ ), 在垂直尺上读出沿线位移 ( $X$ )。

现将广东某矿区 886 号孔测定的钻孔顶角和方位角, 采用“计算尺”和用公式计算的结果对比列于表 2。

从表 2 看出, 采用“计算尺”和公式计

表 2

方位角 $\alpha$	顶角 $\theta$	控制 井段 $L$	垂直位移 $Z$			水平位移 $S$			偏线位移 $Y$			沿线位移 $X$		
			尺的 读数	计算 数字	误差									
$70^\circ$	$81^\circ$	25.00	24.65	24.69	0.04	3.90	3.91	0.01	0.00	0.00	0.00	3.90	3.91	0.01
$68^\circ$	$80^\circ$	50.00	49.20	49.24	0.04	8.65	8.68	0.03	-0.30	-0.20	0.00	8.60	8.67	0.07
$78^\circ$	$78^\circ$	50.00	48.85	48.91	0.06	10.40	10.40	0.00	+1.40	+1.45	0.05	10.25	10.30	0.05
$82^\circ$	$78^\circ$	50.00	48.85	48.91	0.06	10.45	10.40	0.05	+2.10	+2.16	0.06	10.20	10.17	-0.03

算的结果相比, 误差均在  $\pm 0.1$  米以下, 用以编制相应比例尺的剖面图和有关图件, 基本上能满足精度要求。由于计算尺使用简单方便, 计算速度较快, 在室内或野外现场及时利用钻孔测定的顶角和方位角的资料, 进行钻孔测斜资料的整理, 编制图件, 预测钻

孔见目的层的位置, 指导钻探施工等都有实际意义。此外, 在地质剖面中根据露头的宽度和产状及在钻探中根据岩心轴心夹角和岩心长度, 可进行岩(矿)层真厚度的计算, 对极坐标和直角坐标系、斜率、弧度等方面, 在一定条件下也可应用。