

显影测斜

辽宁冶勘一〇五队

测量磁性矿区勘探钻孔的顶角和方位，除少数单位使用电测仪或陀螺仪外，多数使用定盘仪或两用测斜仪。后两种测斜仪在结构上都存在一些缺点，加之钻孔施工时往往出现一些复杂情况，影响测斜结果的可靠性。野外勘探队常由于仪器不足，配件缺，检修质量差等原因，给测斜工作带来很多困难，以致满足不了施工的要求。

毛主席关于学习理论，反修防修，评论《水浒》等重要指示大大激发了我队广大工人、干部和技术人员的干劲，在学习黑龙江地质二队显影测斜经验的基础上，对这种方法在某铁矿区的应用进行了大胆的尝试，并以《实践论》作指南，开展了群众性的试验研究工作，从而较快地突破了显影测斜在使用中的难点，代替了我队多年来在铁矿勘探中所用的定盘测斜仪。

实践证明，这种方法比定盘测斜有更多的优点。在定向上，甩掉了定向测杆，操作简便，在可靠程度上，克服了定盘仪受仪器

结构、装配精度的影响，在时间上，无论测具的升降、停留都没有严格限制，这就可以解决快速升降、扫脱落岩心测斜问题，缩短了测斜时间并提高了测次成功率，深受广大工人欢迎。

一、测斜原理

显影测斜是应用环测原理，以相纸显影换算来代替定盘测斜仪的顶角和终点角读数，用同一测次连续测点测量取消定向测杆，实现环测定向。

将相纸先在阳光下稍为曝光，裁成所需规格，药面朝里卷成圆筒，装入定盘仪保护筒内。随后注入适量硫代硫酸钠溶液，将内保护筒盖严，装入上下测筒，按测距用定向测杆（为叙述方便，暂保留定向测杆）连接，下至测点，停放适当时间。这时，相纸药面上的银盐与硫代硫酸钠反应生成硫代硫酸银，在相纸上便显出倾斜钻孔的水平液面（椭圆形）痕迹。将相纸展开后，痕迹便构成一条曲线（图1）。

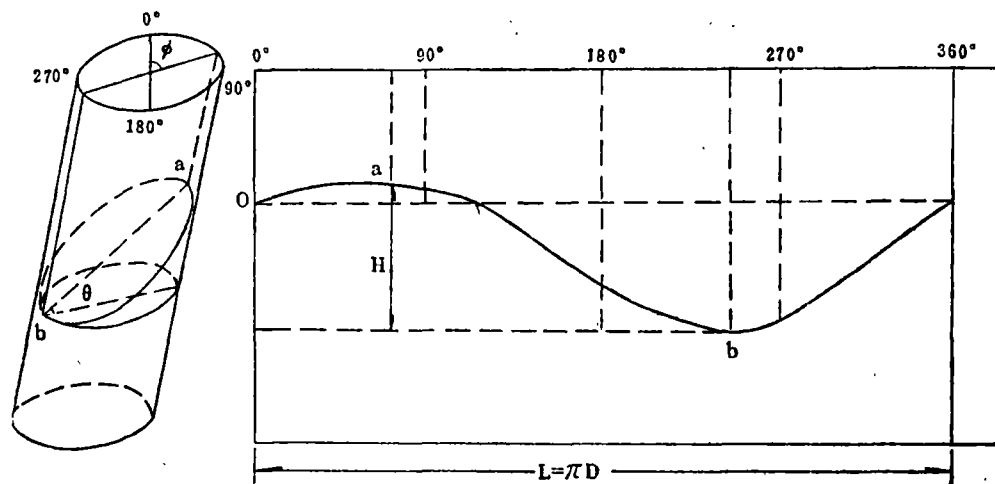


图 1

从图 1 可以看出,液面与筒底平面的夹角 θ 即钻孔顶角。

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{H}{D} = H \cdot \frac{\pi}{L}$$

H—曲线顶峰a与底峰b之间的垂直高差。

L—相纸展开后的计算长度,即内保护筒的内周长。

定盘仪内保护筒的内周长为 155 毫米,在实际计算中,考虑相纸浸湿后厚度的影响,取 $L = 153$ 毫米。

钻孔的终点角 ϕ ,在定盘仪上是直接读得的,而显影测斜的终点角读数可以想象是

刻在相纸的上边线上的,它应与定盘仪终点角度盘相对应。参看图 1,相纸上的顶峰a点相当于定盘仪的偏重游标o点,底峰b与顶峰a相差 180° 。顶峰a在相纸上所对应的上边线上的度数即为终点角 ϕ 的读数。

$$\phi = oa \cdot \frac{360^\circ}{L} = 2.35oa$$

oa—相纸左端边线至a点的距离,毫米。

在实际工作中,我们并不是每次都要按上述两个公式去计算所测得的顶角和终点角,而是把H和oa相对应的顶角和终点角值事先算好列成表(表1、表2),用查表法求出顶角和终点角值。

表 1

H (毫米)	顶 角 (度)	H (毫米)	顶 角 (度)
1	1°10′	26	28°05′
2	2°20′	27	29°
3	3°30′	28	29°50′
4	4°40′	29	30°45′
5	5°50′	30	31°35′
6	7°	31	32°25′
7	8°10′	32	33°15′
8	9°20′	33	34°05′
9	10°30′	34	34°55′
10	11°35′	35	35°50′
11	12°45′	36	36°25′
12	13°40′	37	37°10′
13	15°	38	37°55′
14	16°	39	38°40′
15	17°05′	40	39°20′
16	18°10′	41	40°
17	19°10′	42	40°45′
18	20°15′	43	41°20′
19	21°15′	44	42°
20	22°15′	45	42°40′
21	23°15′	46	43°10′
22	24°15′	47	43°55′
23	25°15′	48	44°20′
24	26°15′	49	45°
25	27°10′		

表 2

oa (毫米)	终点角 (度)	oa (毫米)	终点角 (度)	oa (毫米)	终点角 (度)
1	2°21′	27	63°27′	53	124°33′
2	4°42′	28	65°48′	54	126°54′
3	7°03′	29	68°09′	55	129°15′
4	9°24′	30	70°30′	56	131°36′
5	11°45′	31	72°51′	57	133°57′
6	14°06′	32	75°12′	58	136°18′
7	16°27′	33	77°33′	59	138°39′
8	18°48′	34	79°54′	60	141°
9	21°09′	35	82°15′	61	143°21′
10	23°30′	36	84°36′	62	145°42′
11	25°51′	37	86°57′	63	148°03′
12	28°12′	38	89°18′	64	150°24′
13	30°33′	39	91°39′	65	152°45′
14	32°54′	40	94°	66	155°06′
15	35°15′	41	96°21′	67	157°26′
16	37°36′	42	98°42′	68	159°47′
17	39°57′	43	101°03′	69	162°08′
18	42°18′	44	103°24′	70	164°29′
19	44°39′	45	105°45′	71	166°50′
20	47°	46	108°06′	72	169°11′
21	49°21′	47	110°27′	73	171°32′
22	51°42′	48	112°48′	74	173°53′
23	54°03′	49	115°09′	75	176°14′
24	56°24′	50	117°30′	76	178°35′
25	58°45′	51	119°51′	76.5	180°
26	61°06′	52	122°12′		

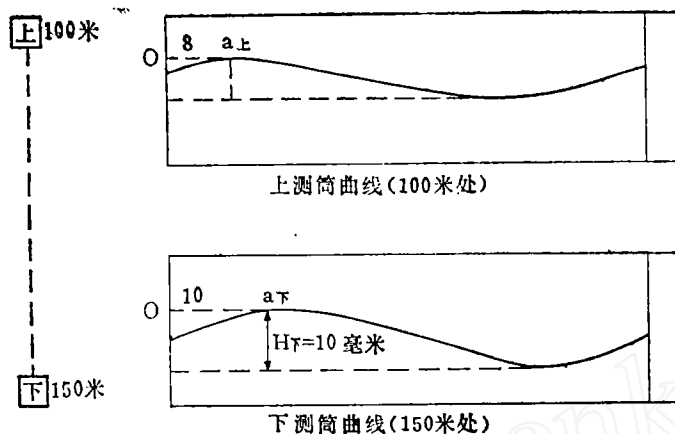


图 2

这样,在保留定向测杆的情况下,就可以不用仪器,在上一测点的基础上测出下一测点的顶角和方位(图2)。

设钻孔在100米处顶角 $\theta = 10^\circ$,方位 $\alpha = 313^\circ$,定向测杆装合差 $A = 6^\circ$,求150米处的顶角和方位。

从图2中量下测筒曲线 $H_{下} = 10$ 毫米,查表1即得150米处钻孔的顶角 $\theta_{150} = 11^\circ 35'$ 。

因为定盘仪测方位角是通过终点角差换算方位角差而得出的,显影测斜也是这样,所以终点角差 $\Delta\phi = \frac{360^\circ}{L}(\alpha_{a下} - \alpha_{a上})$ 。

量上测筒曲线 $\alpha_{a上} = 8$ 毫米,下测筒曲线 $\alpha_{a下} = 10$ 毫米,查表2按上式计算得 $\Delta\phi = 4^\circ 42'$ 。则150米处的方位角差 $\Delta\alpha = 10^\circ 42'$,方位角 $\alpha_{150} = 323^\circ 42'$ 。

前面谈到,显影测斜不但省去了仪器,而且甩掉了测杆,用钻进中的钻杆来代替,这就提出了一个如何消去普通钻杆装合差的问题。实践证明,只要连接上下测筒之间的这段钻杆拧得紧,在下降测具的过程中不再松动,如按50米钻杆的长度把测具下降50米

(图3),测量这两段的终点角差时,装合差 A_1 和 A_2 应是一个不变的值。因为

$$\Delta\phi_1 = \phi_{1下} - \phi_{1上} \pm A_1$$

$$\Delta\phi_2 = \phi_{2下} - \phi_{2上} \pm A_2$$

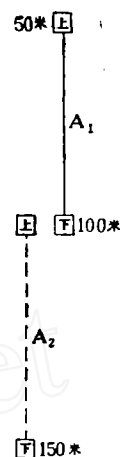


图 3

$$\Delta\phi_2 - \Delta\phi_1 = (\phi_{2下} - \phi_{2上}) - (\phi_{1下} - \phi_{1上})$$

$$\Delta\phi_2 = \Delta\phi_1 + [(\phi_{2下} - \phi_{2上}) - (\phi_{1下} - \phi_{1上})]$$

这就说明,用普通钻杆连接上下测筒测斜,只要在同一测次中先后测出相邻两段的终点角差,就可以消除装合差,甩掉定向测杆,而所要测出的这段终点角差等于前段终点角差与这一测次中两段的终点角差之差的和。以ZK103钻孔150米处测斜为例(图3),先将上测筒停放在50米,下测筒停放在100米,停留10~15分钟,显影测出这段终点角差 $\Delta\phi_{50-100}$,再把这50米测具继续下降50米,使上测筒位于100米,下测筒位于150米,再停留15~20分钟,显影测出这50米的终点角差 $\Delta\phi_{100-150}$ 。这两段的终点角差之差,无疑是下一孔段比上一孔段终点角偏离的数值。可见,用普通钻杆显影环测,只是重复了一个测点,在计算上可以认为两测段的终点角差 $\Delta\phi_1$ 和 $\Delta\phi_2$ 相当于带定向测杆时上下测筒的终点角 $\Delta\phi_1$ 和 $\Delta\phi_2$ 。

既然同一测次要进行两个测段的显影,那自然要在一张相纸上出现两条曲线。测斜结果就是要从这两张相纸四条曲线中得出。例如,从ZK103钻孔上下测筒的曲线(图4)中量得:

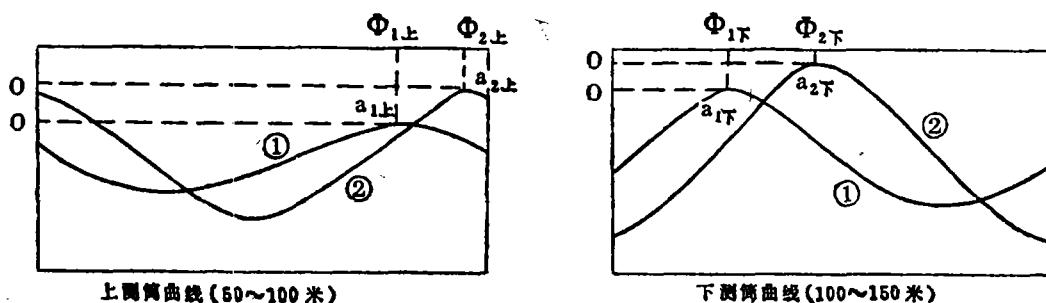


图 4

$oa_{1上} = 125$ 毫米 $oa_{2上} = 143$ 毫米

$oa_{1下} = 18$ 毫米 $oa_{2下} = 50$ 毫米

$H_{2下} = 38$ 毫米

查表 1, $H = 38$ 对应的顶角 $\theta = 37^\circ 55'$ 。
 终点角差之差 $\Delta\phi_2 - \Delta\phi_1 = \Delta\phi_{100-150} - \Delta\phi_{50-100}$, 查表 2, 将 $oa_{1上}$ 、 $oa_{1下}$ 、 $oa_{2上}$ 、 $oa_{2下}$ 所对应的值代入上式得 $\Delta\phi_2 - \Delta\phi_1 = 32^\circ 54'$ 。据上段测斜结果知道, 100 米处的钻孔方位 $\alpha = 296^\circ$, 所以 150 米处的方位角应为 $328^\circ 54'$ (未加修正)。

甩掉定向测杆后, 只有已知前一测点的方位才能进行下一测段的测量。这就提出另一个问题: 要测量 50 米处的终点角必须先知道 25 米处的方位角。同理, 要测 25 米处的终点角又必须先知道 12.5 米处的方位角, …… 以此类推, 上下测具之间的距离将缩到无限小, 即上下测具都在井口位置, 终点角差等于零。也就是说, 头一点的方位应该是以井口方位为准的。实际生产中, 先以 12.5 米的钻杆立根把上下测筒连接, 用提引器吊起, 使下测筒在井口位置, 测出头一条曲线, 然后把上测筒降至井口位置, 下测筒在井内 12.5 米处, 测出第二条曲线。用井口设计方位为起点, 得出 12.5 米处的方位角后, 再测出 25 米处的方位。显然, 以 50 米测距测斜要多测两个点, 即 12.5 米和 25 米两处。实际上, 只要在开孔时采取有效的防斜措施, 一般 25 米处钻孔方位改变很小。因此, 可以考虑以钻孔设计方位作为 25 米处的方位。

二、曲线的识别和计算中的具体问题

一张相纸上显出两条曲线, 怎样识别先

后, 又如何找到顶峰的位置, 无疑对测斜结果起决定作用。相纸的曝光程度、硫代硫酸钠的浓度、井内停留时间等等, 都影响着我们对正确判断曲线的先后和顶峰的位置。相纸曝光时间要随井深增加而延长, 一般 2 号相纸的曝光时间为 5~15 分钟, 时间过长, 相纸的颜色 (深蓝色) 不再加深而老化; 时间过短, 相纸取出后会再次曝光, 使曲线模糊不清。硫代硫酸钠的浓度不适也会使曲线模糊, 一般在井深 300 米左右, 浓度可用

1.4 克/升。在顶角小于 5° 时, 曲线较平缓, 井内停留时间要稍长些。另外, 同一测次中两个测点的停留时间要有所不同, 一般第二测点的停留时间要比第一测点多停 5~10 分钟。

在注意到以上三个方面的因素影响后, 对曲线的识别可归纳为三个原则。

(一) 一般倾斜钻孔顶角的变化是随钻孔的加深而增大的, 因此, 可从 H 值来区分曲线的先后。以图 4 为例, 四条曲线中必有两条曲线的 H 值相等 (或近乎相等), 这两条曲线应该是第一段下测筒的和第二段上测筒的, 因为它们都是先后在 100 米处停留而显影。也就是说, 上测筒的第二条曲线和下测筒的第一条曲线 H 值是相等的。其余两条曲线中, 显然 H 值小的为上测筒的第一条曲线, 而 H 值大的为下测筒的第二条曲线。

(二) 当钻孔顶角变化很小, 用上述原则不易识别时, 可根据曲线的清晰程度来鉴别。由于第二测点的停留时间比第一测点长些, 所以第二条曲线比第一条要清楚。

(三) 根据测具在两测段测量中相对位

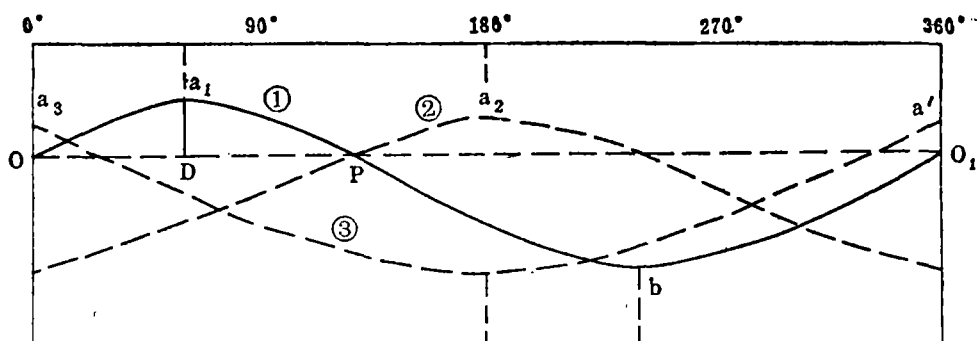


图 5

置不变的原理, 上下测筒第一次显影的曲线与第二次显影的曲线应该相对称, 而只差一个终点角差 (图 4)。

至于曲线顶峰的位置则需要根据曲线形状来定。在实际测斜中所遇到的曲线形状很多, 但就其规律可归纳为三种类型 (图 5)。

这三种曲线的顶峰, 第②、③是比较容易确定的, 只是第①种曲线需要仔细些。方法是: 作曲线①两端点连线 OO_1 , 交曲线于 P 点, 作 OP 线段的垂直平分线交曲线于 a_1 点, a_1 就是曲线①的顶峰。

正确判断了曲线的先后, 又找到了顶峰的位置, 就可以着手计算了。前面已经提到

$$\Delta \phi_2 - \Delta \phi_1 = (\phi_{2下} - \phi_{2上}) - (\phi_{1下} - \phi_{1上})$$

$$= [(oa_{2下} - oa_{2上}) - (oa_{1下} - oa_{1上})] \times 2.35$$

此式要量四个线段长, 若改变一下形式, 即

$$\Delta \phi_2 - \Delta \phi_1 = (\phi_{2下} - \phi_{1下}) - (\phi_{2上} - \phi_{1上})$$

$$= [(oa_{2下} - oa_{1下}) - (oa_{2上} - oa_{1上})] \times 2.35$$

$$= [(\overline{a_1 a_2})_{下} - (\overline{a_1 a_2})_{上}] \times 2.35$$

这样, 只要量两个线段长即可, 不但简化了计算, 误差也减少了一半。须注意的是,

$(\overline{a_1 a_2})_{下}$ 和 $(\overline{a_1 a_2})_{上}$ 都是矢量。若上测筒两条曲线的顶峰之间的水平距离 $(\overline{a_1 a_2})_{上}$ 用 $l_{上}$ 来表示, 下测筒两条曲线的顶峰之间的水平距离 $(\overline{a_1 a_2})_{下}$ 用 $l_{下}$ 来表示, 则

$$\Delta \phi_2 - \Delta \phi_1 = 2.35(l_{下} - l_{上})$$

式中 $l_{下}$ 和 $l_{上}$ 的正负号决定于 a_1 与 a_2 的相对位置。 a_2 在 a_1 右侧为正, 反之, a_2 在 a_1 左侧为负。当计算出 $\Delta \phi_2 - \Delta \phi_1 = 0$ 时, 即终点角增大, 钻孔方位右跑; $\Delta \phi_2 - \Delta \phi_1 = 0$, 终点角不变, 钻孔方位不变; $\Delta \phi_2 - \Delta \phi_1 < 0$, 终点角减小, 钻孔方位左跑。

三、操作与注意事项

显影测斜操作简单易行, 用的是定盘仪的内保护筒和上下测具。具体步骤是:

(一) 将 2 号或 3 号相纸裁成 60×175 毫米, 在长边上剪一 6×8 毫米的切口, 使切口中线距左端边线 76.5 毫米, 在阳光下曝光 5~15 分钟, 使颜色刚变深蓝为止;

(二) 将曝光后的相纸药面朝里卷成圆筒, 装入定盘仪内保护筒, 使切口与筒底键相吻合, 注入清水约 40 毫升 (液面至相纸一半高为宜), 相纸浸湿后用镊子使它与筒壁贴紧, 随后加入浓度为 $1.4 \sim 1.7$ 克/升的硫代硫酸钠溶液 (药量应随孔深而定), 盖好保护筒盖;

(三) 将内保护筒装入上下测筒, 立起测具, 轻轻晃动使药溶匀, 按要求下入井内所测深度, 开始计时;

(四) 完成第二测段后, 上钻取出相纸, 进行计算。

实践使我们体会到, 要想得到预期的效果, 必须注意以下四点:

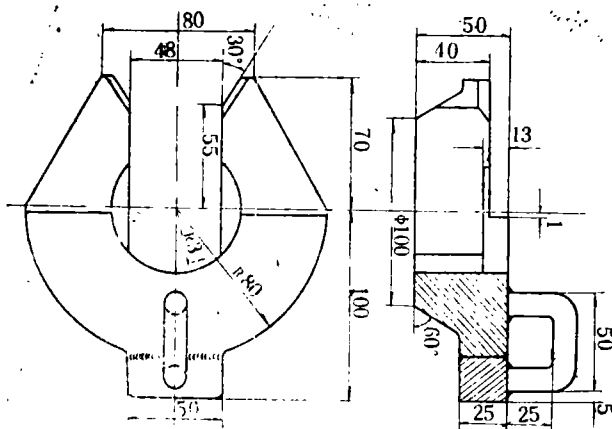
(一) 相纸装入后要检查切口与键的吻合是否良好, 注入清水后相纸位置是否变动。



垫叉的改进

湖北冶金地质勘探公司605队王震川

我公司大量使用北京600型转盘钻机，配用的垫叉常在槽口处胀大，甚至根部胀裂。槽口胀大的垫叉可锻打修复再用，但胀裂的就只好报废了。一台钻机一年至少要报废5~8个垫叉。为此，我对垫叉进行了小改进。改进后的垫叉（如图）可不变动锁接手卡槽的尺寸，强度提高了，还便于加工，使用效果良好，很受钻工同志们的欢迎。



（筒）（钎）（钻）

筒钎钻是一种简便、经济的地表地质工作辅助工具。在普查找矿工作中，因地制宜使用筒钎钻，可收到较好的效果。它由钻头和钻杆两部组成（见图）。钻头似喇叭形，可用废钢铁锻成。钻杆长4~7米，可选用质量较好的竹竿或杉木削光烫直，（亦可用铁管），与钻头接好后，在钻杆上标出深度。

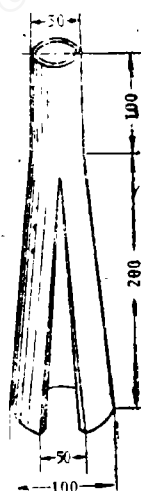
筒钎钻靠人力冲击钻进，可单人施工，操作时双手齐胸握住钻杆，冲击2~4次后向上提升，然后用小铁钎敲打钻头使岩心脱落。

这种钻只适用于残坡积层或风化的松软岩石，

尤以花岗岩类残坡积层和风化壳效果好。孔深一般可达4~7米，更深时可采用铁管钻杆，此时需二人或四人操作。每人每天可完成30~50米进尺。

作为一种辅助手段，筒钎钻可用于地质填图、原生晕采样、寻找和勘探残坡积型砂矿以及指导工程施工等方面。

（广东冶金地质932队陈自富）



筒钎钻头

（二）相纸取出后要用清水冲洗干净，要避免阳光照射，以防相纸变色影响曲线清晰度，计算时也应避开强光。

（三）钻孔较浅，顶角又很小（小于5°），在测完前一测段下至第二测段后，要将测具转一个角度，以免曲线重合或接近而不易区分。

（四）为了准确找出曲线顶峰，相纸取出洗净后要立即用大头针标出相纸边线上曲线的端点（如图5 O和O₁），因为此时曲线最清楚。

显影测斜虽已用于生产，但作为一种测斜方法则还在发展中。就目前磁性矿区勘探钻孔的测斜方法而论，显影测斜已经显示出其优越性。更为重要的是，它为小口径钻孔测斜、钻进中测斜（钻进前将测具连接在钻具中，钻进终了进行测斜）创造了十分有利的条件。只要发扬革命精神，坚持实践第一的观点，敢闯新路，就一定能使这种方法日臻完善，为加快地质勘探速度作出贡献。