



# 简易测量

上海人民出版社

# 简 易 测 量

上海市城市建设局测量总队

上海人民出版社

# 简 易 测 量

上海市城建局测量总队

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本787×1092 1/32 印张2.5 字数51,000

1974年6月第1版 1974年6月第1次印刷

印数1—25,000

统一书号: 15171·137 定价: 0.17 元

## 前 言

通过无产阶级文化大革命，我国社会主义建设事业出现了新的高潮。遵照伟大领袖毛主席关于“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”的教导，为适应中学数学教学等方面对测量知识的需要，我们编写了这本《简易测量》。

本书是以中学生为主要对象的数学课外读物。内容简明，通俗易懂。可供中学数学教学中测量实习时参考。同时也可供农村中在没有测量仪器的情况下，采用简易的测量方法解决一些农业生产上经常遇到的测量问题。

由于我们水平有限，书中如有不妥之处，希望广大读者提出批评与指正。

上海市城市建设局测量总队

一九七三年九月

# 目 录

|            |    |
|------------|----|
| 一、直线丈量     | 1  |
| (一)工具      | 1  |
| (二)平地量距    | 2  |
| (三)坡地量距    | 4  |
| 二、间接量距     | 7  |
| (一)相似形法    | 7  |
| (二)测角法     | 11 |
| (三)测倾角求距   | 14 |
| 三、概略测距     | 15 |
| (一)自行车量距   | 15 |
| (二)步幅测距    | 17 |
| (三)目测距离    | 18 |
| 四、简易水准测量   | 20 |
| (一)水准测量原理  | 20 |
| (二)自制水准尺   | 22 |
| (三)连通盒水准仪  | 22 |
| (四)水准测量方法  | 23 |
| (五)施测举例    | 25 |
| (六)拉绳子测量高差 | 28 |
| 五、平整土地测量   | 30 |
| (一)测量方法    | 30 |
| (二)挖填土施工程量 | 32 |
| (三)土方计算    | 34 |
| 六、平面图测绘    | 41 |

|               |    |
|---------------|----|
| (一)比例尺        | 42 |
| (二)测绘平面图的常用图式 | 43 |
| (三)小平板仪       | 44 |
| (四)射线法        | 48 |
| (五)图解寻线       | 49 |
| (六)前方交会和侧方交会  | 52 |
| (七)碎部测量的实施    | 54 |
| (八)支距法和交线法    | 57 |
| 七、路线测量        | 62 |
| (一)确定交角桩位置    | 63 |
| (二)测定偏角       | 63 |
| (三)确定曲线半径     | 64 |
| (四)曲线要素的计算    | 64 |
| (五)绘制曲线放样图    | 65 |
| (六)实地放样       | 67 |
| 八、纵横断面测量      | 68 |
| (一)纵横断面的测量    | 69 |
| (二)纵横断面图的绘制   | 71 |
| (三)路线工程土方的计算  | 73 |

## 一、直线丈量

在工农业生产和工程建设中，我们经常会遇到标定直线和测量距离的问题。如在架设电线、修建公路以及挖掘河道、渠道等工程中，都需要事先根据工程要求和地形条件进行定直线和测量距离。

定线和量距是测量中最基本的工作。掌握定线和量距的方法有着很多实际用处。

### (一) 工具

#### 1. 尺子

一般在简易测量中，用布卷尺丈量距离便可满足要求。布卷尺就是通常所称的皮尺。30米或50米一盘(图1a)。布卷尺尺端附有拉尺用的铜环，铜环外缘是尺长的起点。

在缺乏布卷尺的情况下，也可以用麻绳或尼龙绳自己动手做一条绳尺。制作时，用2米长的小钢卷尺或1米长的木尺作标准去丈量绳子，每逢1米，涂上红漆作为标记；每逢5米，缚一白布条，写上米数。绳尺长短根据绳子长短而定。为计算方便，一般绳尺长度宜取10米的倍数，如20米，30米等。但也不能太长，以免伸缩过大影响丈量距离的准确性。

如有竹子，也可以将竹子劈开来接长，按上述制绳尺的方法做一支竹篾尺。

#### 2. 标杆

标杆也叫花杆，主要用来定直线(图1b)。用一根直径

约3~4厘米、长2~3米的圆木棍，每隔2分米相间涂上红白漆，一端装上铁尖，便成了标杆。

没有圆木棍，也可用直的竹杆代替。制作方法与上述相同。

### 3. 测钎

测钎主要用于距离测量时计尺段数。有时也用来作为临时照准标志。它是用一根长约30厘米的粗铁丝，上部弯成一个小圆圈做成的(图1c)。为找寻方便，使用时一般在圆圈上系一根红布条。

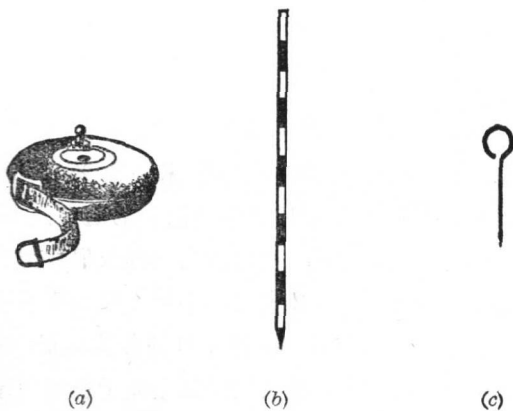


图 1

## (二) 平地量距

在公社A处，要架设一条广播线至某生产队B处。A、B间通视，而且地形平坦。广播线杆的间距是50米。要求在A、B方向内定出线杆位置，并丈量A、B距离(图2)。

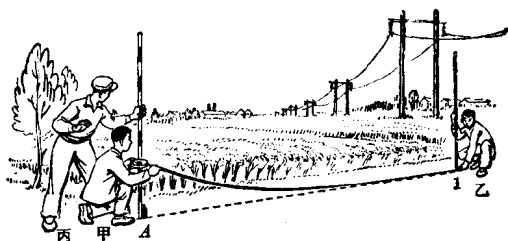


图 2

具体操作可分如下步骤进行:

1. 在起点  $A$  处和迄点  $B$  处分别打一木桩, 并在木桩上钉一小钉. 在  $B$  木桩之后, 紧靠木桩插一标杆. 如果距离较长, 为便于瞄准, 可在标杆上端系一面红白旗.

2. 乙拿一根标杆和一串测钎, 一手执皮尺头从  $A$  向  $B$  前进. 甲持尺盒, 将一根标杆直立于  $A$  木桩上.

3. 乙拉尽皮尺的时候, 停止前进, 立起标杆. 丙在  $A$  后, 用一只眼通过  $A$  点标杆, 瞄准  $B$  点标杆, 挥手指指挥乙将标杆逐渐移至  $A$ 、 $B$  方向线上. 向左挥左手, 向右挥右手; 当乙的标杆移至  $A$ 、 $B$  方向线上时, 丙即两臂交叉摆动. 乙将标杆插入土中.

4. 甲将皮尺末端的分划线对准  $A$  木桩的小钉, 乙拉紧皮尺在所定的直线上, 沿皮尺头铜环的外缘 (即皮尺零点. 设所用的皮尺为 50 米一盘) 插一根测钎, 测钎插好, 甲、乙拉尺持标杆继续向  $B$  方向前进. 丙持木桩若干, 至乙所插测钎处, 收起测钎, 在测钎位置打一木桩. 定下  $A$ 、 $B$  间第一根广播线杆位置. 用同样的方法定第二根线杆位置. 如此依次进行.

5. 量到迄点  $B$  时, 乙将皮尺铜环的外缘对准  $B$  木桩中心, 甲拉紧皮尺置于  $A$ 、 $B$  间最后一根木桩上, 根据该木桩中

心在皮尺上的位置,准确地读出不足一尺段的余数(一尺段为皮尺全长)。

6. 距离总长的计算:若  $A$ 、 $B$  间的总距离以  $S$  表示,皮尺全长以  $l$  表示,丙所收得的测钎数以  $n$  表示,量到  $B$  点时不足一尺段的余数用  $q$  表示,则  $A$ 、 $B$  直线距离可按下式计算:

$$S = nl + q. \quad (1)$$

例如:用 50 米长的皮尺从  $A$  点量至  $B$  点,丙共收到测钎 18 根,至  $B$  点时不足一尺段的余数为 11.05 米。则  $A$ 、 $B$  直线的距离为

$$S = 18 \times 50 + 11.05 = 911.05(\text{米}).$$

使用绳尺丈量  $A$ 、 $B$  间直线距离,则量到迄点  $B$  时,须带一支具有厘米分划的小尺(木尺或小钢卷尺),以便量出不足 1 米的余数。

如果测量  $A$ 、 $B$  间直线距离不是作为架设广播线用,只求量出直线长度即可,那末,除起迄点打木桩外,量距过程中均不需要打木桩。量距时,先在迄点竖立标杆,然后乙拉尺头持标杆前进,甲持尺盒并从事定线工作。尺段之间的衔接,可由乙插测钎和甲拔测钎计数来完成。当需要丈量多条直线长度时,必须随时作好记录,以免搞错。

### (三) 坡地量距

在测量上通常所说的两点间距离,一般是指此两点间的水平距离。因此,如在量距时,遇到斜坡地形,就要用其他量距方法,求出其水平距离。

#### 1. 平量法

平量法就是在斜坡量距时,将一端尺子抬高,使尺子保持

水平位置,直接量出斜坡上两点间的水平距离。

如图3所示,设 $AB$ 是斜坡上两点,用平量法量出其水平距 $A'B$ 的方法如下:

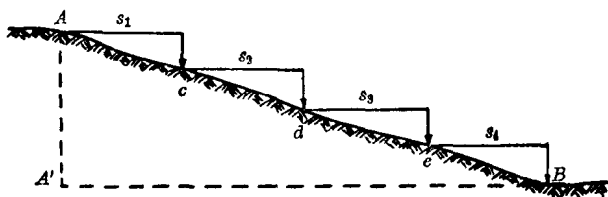


图 3

自 $A$ 点向 $B$ 点量距。先在 $B$ 点插一标杆作为量距的前进方向。量距时,甲将皮尺末端分划线对准 $A$ ,乙持尺头前进。当拉尽尺子后,甲指挥乙立于 $AB$ 方向内,乙抬高尺子,用眼睛估计使尺子大致成水平。然后用线系着的测钎沿尺子铜环外缘自然下垂,测钎对准地面得一点 $c$ 。在 $c$ 点插上测钎。然后向 $B$ 方向继续前进。甲至 $c$ 点处,将末端分划线对准地面上的 $c$ 点,乙仍以上述相同方法在 $B$ 方向线上得一点 $d$ 。如此,逐段前进直至量到 $B$ 点。则 $A$ 、 $B$ 两点间水平距 $A'B$ ,等于拉平皮尺所量各段距离的总和,即

$$A'B = S_1 + S_2 + S_3 + S_4. \quad (2)$$

在量距过程中,各段距离的长短须根据坡地的坡度来决定。当乙拉平尺子已至胸部高时,可停止前进,甲拣一整米刻划对准起点,乙用线系着测钎定出地面上的点位。每量完一段距离,须随即作好记录,以免搞错。

## 2. 斜量法

在坡度比较均匀的坡地量距时,可以用尺子直接量出两

点间的斜距,再测出倾斜角,然后经过计算,求出其水平距离。

### (1) 测斜器

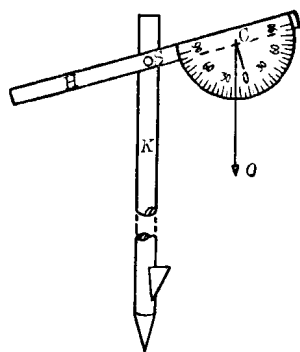


图 4

在简易测量中,倾斜角使用测斜器来测定。图 4 为自制的简单的测斜器。 $H$  为木制直尺。在直尺一端固定安装一个半圆的刻度盘,垂直于直尺边缘的半径为零分划,由零分划向两侧均匀分成  $90^\circ$ 。在刻度盘中心  $C$  上挂一小垂球  $O$ 。直尺  $H$  用固定螺旋(蝶型螺母)  $S$  固定于支架  $K$  上,且使

$S$  位于刻度盘直径的延长线上。支架下端装上尖的铁脚,以便于插入土中。

### (2) 斜量法

如图 5 所示,设  $A$ 、 $B$  两点间坡度均匀。在量得倾斜距离  $L$  后,将测斜器垂直插于  $A$  点,并量出地面到测斜器固定螺旋  $S$  的距离  $i$  (称仪器高)。在  $B$  点垂直插一标杆,并自地面起量  $i$  高,缚一红布条(或红白旗)。然后,在  $A$  处旋松测斜器的固定螺旋  $S$ ,沿直尺边缘瞄准  $B$  点标杆上的红布条(即所瞄准的标杆高与测斜器的高相同)。瞄准后将螺旋旋紧。此时垂线所指的刻度盘读数即为  $AB$  线的倾斜角  $\alpha$ 。

那末,水平距离

$$S = L \cos \alpha, \quad (3)$$

测得  $L = 115$  米,  $\angle \alpha = 25^\circ$  ( $\cos 25^\circ = 0.90631$ ),

则  $S = 115 \times 0.90631 \approx 104.23$  (米)。

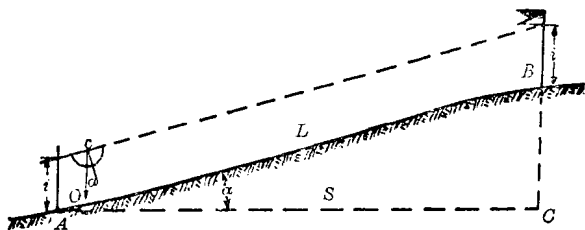


图 5

使用测斜器测倾斜角时,应注意使支架  $K$  与地面垂直,并在旋转直尺  $H$  瞄准标杆的过程中,不能使支架摇动。一般是对角  $\alpha$  施测二次,然后取其平均值作为角  $\alpha$  的角值。

## 二、间 接 量 距

在测量距离时,往往会遇到比较宽的河流或其他一些障碍物。如果用尺子无法进行直接丈量,则须采用间接量距的方法求出该段距离。间接量距一般采用下列几种方法。

### (一) 相似形法

#### 1. 任意三角形法

相似形法求距就是利用相似三角形的比例关系求算不能由尺子直接量取的直线距离。

如图 6 所示,从  $A$  点向  $B$  点量距的过程中,当量到  $M$  点时,方向内有一障碍物挡住去路。在这种情况下,甲可令乙越过

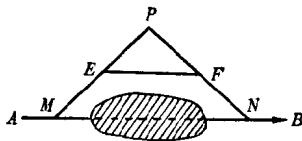


图 6

障碍物在  $AB$  直线的方向上用标杆定一点  $N$ ,然后再令乙在

$MN$  线的一侧定一点与  $M$  和  $N$  点都能通视的点  $P$ 。用尺丈量  $PM$  长度, 并定出中点  $E$ ; 同样, 量出  $PN$  长度并定出中点  $F$ 。则

$$\triangle MPN \sim \triangle EPF.$$

从而

$$\frac{EF}{MN} = \frac{1}{2}; \quad MN = 2EF. \quad (4)$$

由(4)式可知, 只要量出  $EF$  的长度, 便可求出  $MN$  的距离。

## 2. 直角三角形法

如在量距过程中, 遇到了比较宽的河流, 尺子不能直接通过, 也需要进行间接量距。这时, 可用相似直角三角形法来解决。

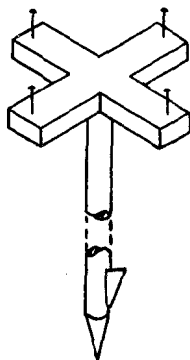


图 7

### (1) 直角器

直角器可以自己动手制作。如图 7 所示, 用两块长 25 厘米左右的木板钉成十字形(交成直角); 在十字木架中心, 钉上一根长约 1.2 米的木棍作支架, 并使十字木架平面垂直于该支架。如条件许可, 在支架下端装上尖的铁脚, 以便于插入土中。为了瞄准方向, 还须在十字木架四端垂直钉上四根大头针, 其位置事先用量角器定成互为  $90^\circ$ 。这样, 直角器便做成了。

### (2) 量距方法

如图 8 所示, 甲自  $M$  点令乙绕道过河在  $AB$  方向线上定一点  $N$ , 并在  $N$  点插一根标

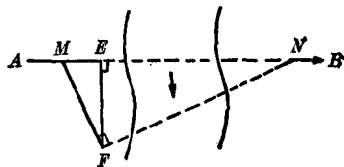


图 8

杆。甲在  $M$  点也插一根标杆，然后，手持直角器在  $MN$  线的一侧沿河岸移动，当直角器上互相垂直的两对大头针连线分别与  $M$  点及  $N$  点重合时，将直角器插入土中，在地面上定出一点  $F$ 。那末， $FM \perp FN$ 。拔出直角器插入标杆后，甲持直角器再在  $MN$  线上定一点  $E$ ，使  $EF \perp MN$ 。则这两个直角三角形相似，即

$$\triangle MFN \sim \triangle MEF.$$

因此

$$\frac{MN}{MF} = \frac{MF}{ME};$$

或

$$MN = \frac{MF^2}{ME}. \quad (5)$$

由(5)式可知，只要直接量出  $MF$  与  $ME$  的长度，便可计算出所需距离  $MN$  的长度。

用直角器确定垂点  $F$  时，可先使直角器中一对大头针连线方向对准  $N$  点，然后沿着此方向前进或后退。当直角器中另一对大头针连线方向也对准了  $M$  点时，将直角器支架垂直插入土中。再用眼睛分别观察  $M$ 、 $N$  两点是否同时位于直角器两个互相垂直的方向上。如有偏差，再小幅度移动直角器，直至  $M$ 、 $N$  两点精确位于直角器的两个互为垂直的方向线上为止。

点  $E$ 、 $F$  定得准确与否，与所求距离长度的误差大小是密切相关的。因此，在定点  $E$ 、 $F$  时，必须认真仔细，反复进行。

如参加量距的人比较多，也可以先在  $MN$  线的一侧定下  $F$  点。乙将直角器垂直插入  $F$  点土中，使直角器的一对大头针连线方向准确地对准  $M$  点上的标杆，然后根据直角器

中另一对大头针连线方向，指挥在河对岸的丁持标杆移动到该连线方向上。与此同时，甲在  $M$  处，通过  $M$  点标杆瞄视  $B$  点标杆，指挥丁将标杆移至  $MB$ （即  $AB$ ）直线上。当甲、乙所要求的位置均满足后，令丁将标杆插入土中固定。那末，该点即为所需的  $N$  点。

### (3) 拉绳定直角法

定直角除了用直角器进行以外，在距离不很长的情况下，还可以根据勾股定理，找一根较长的绳子来完成。

我们知道，在直角  $\triangle ABC$  中，直角边  $a$ 、 $b$  和斜边  $c$  之间有如下关系：

$$c^2 = a^2 + b^2 \text{ 或 } c = \sqrt{a^2 + b^2}.$$

若令  $a=3$ ,  $b=4$ , 则  $c = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$ .

从以上关系式可知，若把一条绳子折成长度比例为 3:4:5 的三段，拉紧两个折点，绳头闭合于另一处，那末，两边所成的角度便是直角。

例如，定  $AB$  直线的垂线  $BC$ ，如图 9 所示。先用定直线

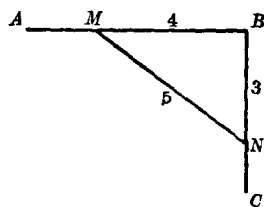


图 9

方法，在  $AB$  上定一点  $M$ ，使  $MB=4$  米。然后使绳子的零端固定于  $M$ ，将绳子上的  $5+3=8$  米记号固定于  $B$ ，在绳子 5 米记号处拉紧绳子（两段绳子都拉直时即可）。这时，在地面上定下一点  $N$ 。此  $N$  点即为直线  $AB$  的

垂线  $BC$  上的一点。有了  $N$  点，便可根据定直线方法和丈量  $BC$  的距离定下  $C$  点。

拉绳定直角的方法，在建造普通房屋时，用它来定出长方

形地基的四只直角,可以获得很好的效果。

## (二) 测角法

### 1. 测角器

在测量工作中,求算距离最常用的方法是量一条边,测水平角,然后根据解三角形的原理,算出所求的边长。用测角法求距离,必须具备测量水平角的仪器。经纬仪就是用于测量水平角和垂直角的仪器。在没有经纬仪的情况下,我们可以自己做一个简易测角器。

在直角器上放一只较大的全圆量角器,便是测角器了。如没有现成的全圆量角器,可用硬纸片或三夹板,剪成或锯成直径为 20 厘米左右的一个圆盘。在圆周上划出从  $0^{\circ}$  到  $360^{\circ}$  的分划线,如度之间间隔较大,再划出表示半度的短线。使用时,用一枚大头针通过量角器圆心,把量角器连接在直角器十字木架中心上。这样,便可用它来测定水平角了。

用测角器测定水平角的方法,如图 10 所示。

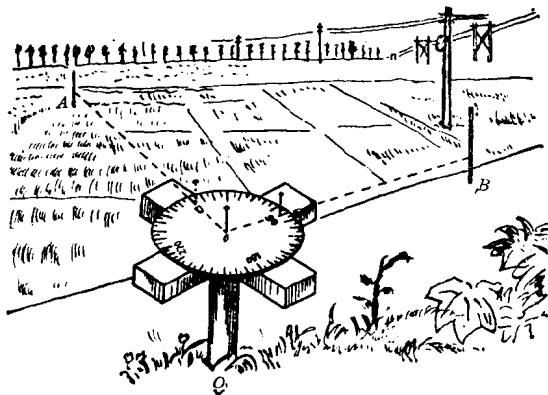


图 10