

小型水利工程手册

简易工程测量

陕西省水利学校 编



农业出版社

小型水利工程手册

简易工程测量

陕西省水利学校编

农业出版社

小型水利工程手册

简易工程测量

陕西省水利学校编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行

农业出版社印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开 4.125 印张 84 千字
1975 年 1 月第 1 版 1975 年 1 月北京第 1 次印刷
印数 1—40,000 册

统一书号 15144·487 定价 0.42 元

毛 主 席 語 录

农业学大寨

水利是农业的命脉，我们也
应予以极大的注意。

全面规划，加强领导，这
就是我们的方针。

前 言

在批林批孔运动推动下,我国广大农村人民公社社员和干部,正在党的领导下,深入开展“农业学大寨”的群众运动。亿万群众发扬“愚公移山,改造中国”的革命精神,坚决贯彻“小型为主,配套为主,社队自办为主”的水利建设方针,在广大土地上大搞农田基本建设,为逐步从根本上改变生产条件,夺取农业高产稳产而斗争。

为了普及水利知识,以适应当前农田基本建设群众运动的需要,我们编写了《小型水利工程手册》(共五个分册),供从事小型水利的基层干部、社员和知识青年参考。

由于我们思想水平和业务水平不高,错误之处,欢迎同志们批评指正。

编者 一九七四年七月

目 录

第一章 测量的基本工作	1
一、直线丈量	1
二、测定直线方向	5
(一) 方位角、象限角	5
(二) 用罗盘仪测定直线方向	6
(三) 用经纬仪测定直线方向	7
三、高程测量	8
(一) 水准测量的主要仪器及工具	8
(二) 水准测量	13
(三) 有倾斜螺旋的定镜水准仪的检验校正	18
(四) 手持水准仪	21
(五) 水准测量的简易仪器及测量方法	22
四、经纬仪及其应用	25
(一) 游标经纬仪	26
(二) 经纬仪的安置	28
(三) 用经纬仪观测水平角	28
(四) 垂直角测量	29
(五) 用视距法测水平距离及高差	32
(六) 经纬仪的检验校正	35
五、经纬仪、水准仪的养护	42
第二章 地形图及其应用	44
一、简易测图	44
(一) 平面控制测量	44

(二) 高程控制测量	47
(三) 测绘地形图	48
(四) 等高线	50
(五) 断面法简测库区地形图	52
(六) 小平板仪测图简介	57
二、地形图的应用	59
(一) 根据等高线确定点的高程	59
(二) 从地形图上量距离	59
(三) 确定集水面积	59
(四) 根据已知坡度定渠线	59
(五) 计算体积	60
(六) 根据等高线绘制地形图上已知方向的断面图	60
(七) 在地形图上确定土坝坡脚线	61
(八) 判读	62
第三章 渠道定线测量	67
一、渠道选线	67
二、中线测量	69
三、渠道纵断面测量	72
四、渠道横断面测量	76
五、土方计算	79
六、渠道边坡的放样	83
第四章 施工放样的基本方法	87
一、延长一条直线或在两桩之间加桩	87
二、用皮尺放垂线	87
三、测设已知的水平角	88
四、将已知高程点测设到地面上	89
五、把高程点引入基坑或竖井	90
六、竖井的引线定向	90
七、用“四分法”放弯道的中心线	91

第五章 农田基本建设中的土地测量	96
一、水平梯田的测量.....	96
二、平整土地的测量.....	98
第六章 流量施测	107
一、水面浮标测流.....	107
二、利用容器测流.....	112
三、三角形、梯形量水堰	112
四、巴歇尔量水堰.....	120

在水利建设中，为了进行流域规划、渠系布置、确定水工建筑物的位置，以及合理利用土地，都必须首先测定地面点的位置和高程，并按规定的比例绘制成图，供工程规划、设计、施工时使用，这项工作称为测量。它是水利建设中必不可少的一项工作，也可以说是水利建设的尖兵。

毛主席教导我们：“世间一切事物中，人是第一个可宝贵的。在共产党领导下，只要有了人，什么人间奇迹也可以造出来。”在进行测量时，必须以“完全”“彻底”为人民服务的思想，充分发挥人的作用，认真实践，掌握施测方法，保证施测成果的正确，为社会主义建设事业服务。

第一章 测量的基本工作

一、直线丈量

测定地面上直线的长度，或把设计图纸上的线放到地面上，都要进行直线丈量。测量上的直线是指两点间的水平长度，单位为米，量距一般要求精确到厘米。量距的工具主要有钢尺、皮尺、测绳、标杆、垂球及测钎等。

（一）直线定线

丈量直线时，需要在直线两端点之间或其延长线上竖立若干标杆以标明直线方向，作为丈量的依据。这种在直线上竖立标杆的工作叫直线定向。这项工作一般用目测；当精密定线时，要

用仪器观测。现将几种常用的目测定线方法简述如下。

1. 两点间定线

设 A_1 、 A_2 为直线的两端点 (图 1—1 甲), 现需在这条直线上标定出

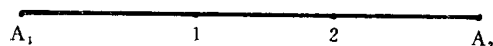


图 1—1 (甲) 两点间定线

1、2 等点, 可先在 A_1 、 A_2 点上竖立标杆, 一人甲立于 A_1 点后约 1 米处, 另一人乙携带标杆由 A_1 点出发走向 A_2 点, 约至 1 处, 甲以手势指挥乙, 使乙将标杆左右移动, 至 A_1 、1、 A_2 三根标杆在一直线上为止, 此时, 用测钎标记 1 点。然后乙将标杆移至 1 点上, 用同样的方法标定出第 2 点等。

2. 两点的延长线上定线

设 B_1 、 B_2 为直线的两端点 (图 1—1 乙), 现在要在 B_1 、 B_2 的延长线上标定 1、2 等

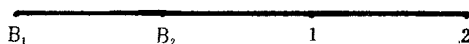


图 1—1 (乙) 延长线上定线

点。先在 B_1 、 B_2 点上竖立标杆, 接着观测者自己携带标杆沿 B_1 、 B_2 方向前进, 约至 1 点处, 观测自己所立标杆是否与 B_1 、 B_2 两点上的标杆重合, 否则将标杆左右移动, 直到 B_1 、 B_2 、1 三根标杆完全重合为止, 然后以测钎标记 1 点。用上述同样的方法标定第 2 点等。

3. 经过山头定线

要在不通视的 C_1 、 C_2 两点间定出直线时 (图 1—1 丙), 首先在 C_1 、

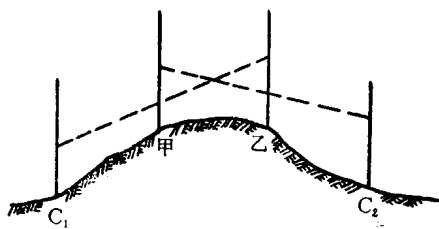


图 1—1 (丙) 山地定线

C_2 各竖标杆，然后甲、乙两人持标杆互相观看，逐渐移近 C_1 C_2 直线。直至甲看到甲、乙及 C_2 点三根标杆在一直线上，乙看到乙、甲及 C_1 点三根标杆也在一直线上时，则 C_1 、甲、乙、 C_2 四点在同一直线上。此时，若需增加直线上的点时，可根据已知四点利用“两点间定线”的方法测出。

4. 经过山谷定线

在通过 D_1 、 D_2 间的山谷定出直线时（图1—1丁），先根据 D_1 、 D_2 定出1点，再利用 D_1 、1两点定出

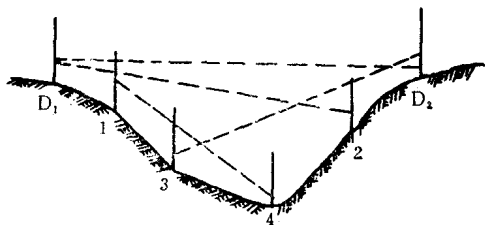


图1—1（丁） 谷地定线

2点，用 D_2 、2两点定出3点，1、3两点定出4点等。

（二）平坦地面的直线丈量

量距时，在直线的起点及终点木桩处立标杆，然后两人由起点起沿直线方向丈量。丈量时定线和量距同时进行，前边一人携带测钎并拉住尺的一端，后边一人指挥前边的人把标杆竖在方向线上，然后拉紧尺子，把测钎插在正确的位置（测钎贴住尺子并对准尺端刻线）。每量一整尺，后边的人即收起一测钎，最后以测钎记数，算出直线长度。

直线全长 = 测钎数 × 尺子长度 + 尾数

图1—2（甲）中，量到最后，收起测钎7根，不足一整尺的尾数是39.82米，量距用的尺长是50米，故直线长度为：

$$L = 50 \text{米} \times 7 + 39.82 \text{米} = 389.82 \text{米}。$$

测钎每组11根，一组测钎用完，表示已量过10整尺。

以上为量距的基本方法。在工程中应根据不同精度要求，采用不同的工具和方法。如渠道定线，对小渠道用皮尺或测绳丈量

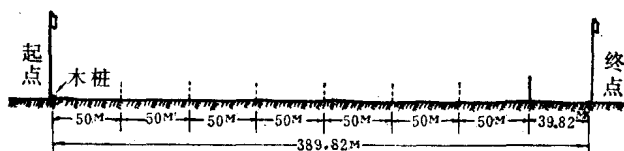


图 1—2 (甲) 平地上量距

一次；较大渠道需往返丈量，两次丈量的误差不超过 $1/1000$ 时，取其平均值作为该线段的长度。对于建筑物放线需用钢尺或解析法（见平面控制测量中三角形边长计算）测定距离，以满足精度要求。草测或规划也可用经纬仪视距法测定距离（见本章“经纬仪视距法测平距及高差”）。

量得的距离应及时、正确记载，格式可参考表 1—1。

表 1—1 量距记载表

线 段	长 度 (米)	平均长度 (米)	差 数 (米)	量距误差	备 注
甲 ₁ 甲 ₂	127.45	127.41	0.08	1/1600	
甲 ₂ 甲 ₁	127.37				

注：表中量距误差是两次丈量的差数被平均长度除，然后化为分子为 1 的形式。

(三) 倾斜地面的直线丈量

在斜坡上丈量距离时（图 1—2 乙），必须把尺子抬高，用吊垂球的方法测定尺子上某一刻度注字在地面上的相应位置。根据坡度变化情况，分

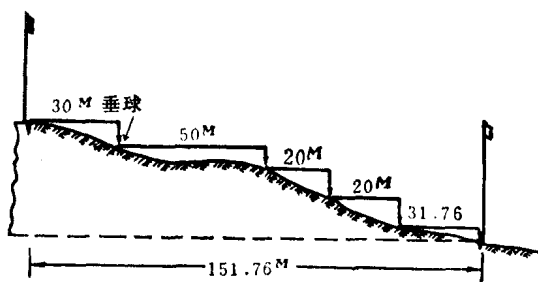


图 1—2 (乙) 坡地上量距

段丈量，最后把各段长度相加，即得线段总长。图 1—2（乙）起点到终点的总长是151.76米。

二、测定直线方向

直线定向就是确定一条直线与标准方向之间的夹角。如在地面上选一条渠线甲₁甲₂，不仅要量出它的长度，还必须定出甲₁到甲₂的方向，才能把它正确的绘在图纸上。小型水利工程测量中，通常采用磁子午线（即磁针自由摆动静止时其轴线所指的方向，见图 1—3）作为标准方向。

（一）方位角、象限角

直线与磁子午线的夹角用方位角或象限角表示。所谓方位角，是指由子午线的北端顺时针方向到某一直线的夹角，角值由 0° — 360° 。图 1—4 中，甲—乙的方位角是 60° ；甲—丙的方位角是

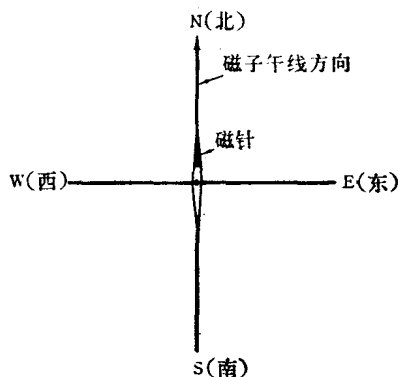


图 1—3 磁子午线

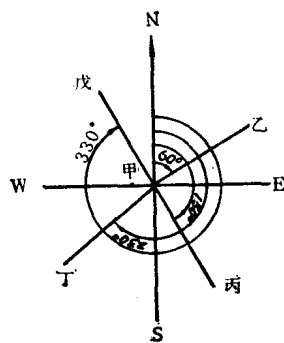


图 1—4 方位角示意

150° ；甲—丁的方位角是 230° ；甲—戊的方位角是 330° 。象限角是指直线与子午线的北端或南端，顺时针方向或反时针方向所夹的小于 90° 的锐角，称为该直线的象限角。为了区别直线所在的

象限，注记象限角时必须标明其起始方向（北或南）及其偏向（东或西）。如图 1—5 中，甲—乙的象限角是 $N45^{\circ}E$ （北偏东 45° ）；甲—丙的象限角是 $S50^{\circ}E$ （南偏东 50° ）；甲—丁的象限角是 $S30^{\circ}W$ ；甲—戊的象限角是 $N70^{\circ}W$ 。

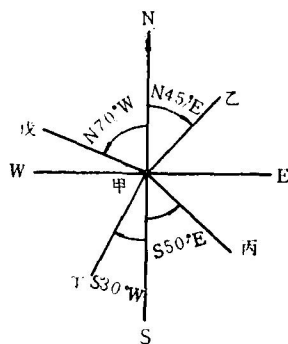


图 1—5 象限角示意

当一直线的方位角已知时，根据平面几何原理，可求出它的象限角；同样，当直线的象限角已知时，也可求出它的方位角。

一直线起点到终点的方位角与终点到起点的方位角称为反方位角，其间相差 180° ，而象限角角值相等，象限注字相反。

（二）用罗盘仪测定直线方向

罗盘仪是测量磁方向的仪器，种类很多，图 1—6 为其中一种。

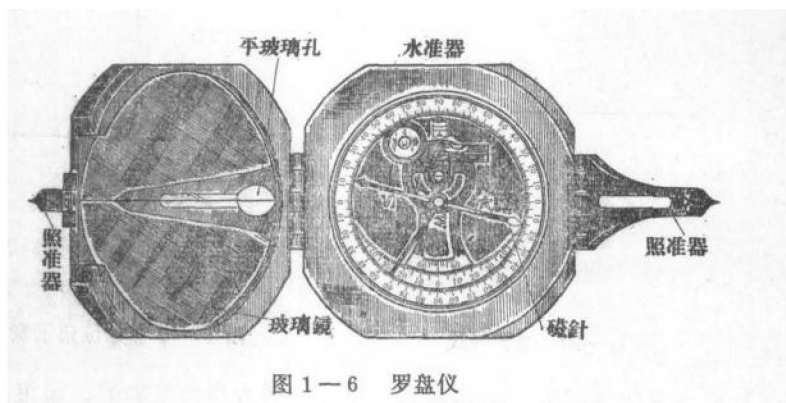


图 1—6 罗盘仪

测定一条直线方向时，将罗盘仪搁置在此直线两端点的任一点上，松开磁针，使水准器大致水平后，用照准器瞄准直线另一

端的标杆，读出磁针静止时其北端或南端所指示的角度值（当用罗盘仪上的“北”字对向直线另一端时，直线方向用磁针北端读出，若以“南”字对向直线另一端时，直线方向由磁针南端读出），此角度即为该直线的方向。如图 1—7 中直线甲₁—甲₂的方向是 N60°E；图 1—8 中丙₃—丙₄的方向是 S62°W。由于这种罗盘仪是以象限注字的，故测得的方向是象限角。若罗盘仪以方位注字，则所测方向为方位角。

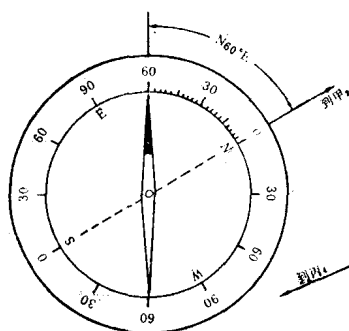


图 1—7 罗盘仪在甲₁

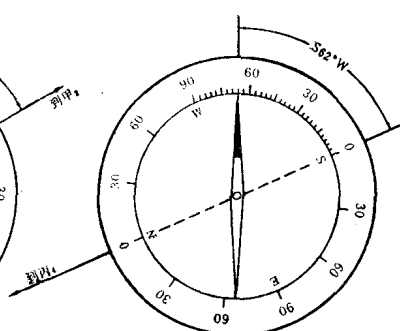


图 1—8 罗盘仪在丙₃

（三）用经纬仪测定直线方向

在图 1—9 中，甲—乙的方位角 $\alpha_{甲-乙}$ （或象限角）已知，要测出甲—丙的方位角 $\alpha_{甲-丙}$ 时，由图中可知： $\alpha_{甲-丙} = \alpha_{甲-乙} + \beta$ ， β 为水平角，可用经纬仪测出（见“用经纬仪观测水平角”），于是便可计算得出 $\alpha_{甲-丙}$ ，当算出的 $\alpha_{甲-丙}$ 大于 360° 时应减去 360° 。

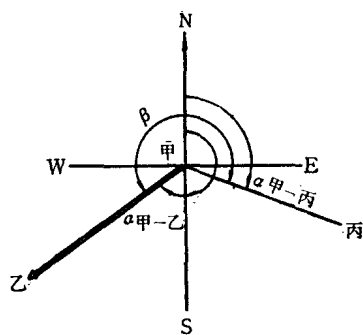


图 1—9 用经纬仪测定直线方向

在精度要求不高时, β 角也可用半圆仪测出, 据此计算方位角。

三、高程测量

测量地面上点的高低的工作称为高程测量。渠道定线、地形测图及水利工程施工中要确定地面点的高程, 就要进行高程测量。所谓高程, 一般是指地面点对于水准面的竖直距离, 此水准面若为大地水准面 (平均海面), 则称为绝对高程或海拔; 若系假定水准面, 则称为相对高程。图 1—10 中, H_a 、 H_b 分别为 A、B 点的绝对高程,

H_a' 、 H_b' 分别为 A、B 点的相对高程。

在测量中, 最好采用绝对高程。现在我国统一采用黄海平均海面作

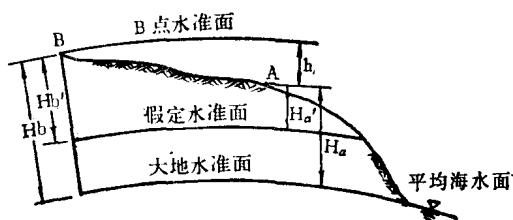


图 1—10 高程测量示意图

为计算高程的起始面。过去测得的资料中, 有的以大沽口及吴淞口平均海面作为计算高程的起始面, 使用这些资料时, 应查清是属于那个系统, 并换算为黄海高程。

地面上两点高程之差叫高差。图 1—10 中的 h 为 B 点对 A 点的高差。

高程测量由于所用仪器和测量方法的不同, 一般有几何水准测量、三角高程测量及气压高程测量三种。这里主要介绍几何水准测量。三角高程测量可参考“经纬仪视距法测水平距离及高差”一节。

(一) 水准测量的主要仪器及工具

1. 水准仪

水准仪是水准测量的主要仪器，它的作用是取得水平视线，在水准尺上读数。

(1) 水准仪的构造：水准仪的主要组成部分如图 1—11 所示。

①脚螺旋及水准器：新式仪器上的脚螺旋均为三个（旧式有四个的），其作用是整平仪器。一般仪器上有圆盒水准器及水准管各一个，前者的作用是使仪器大致水平，后者则使视线严格水平。在仪器校正好的情况下，气泡居中表示仪器水平。

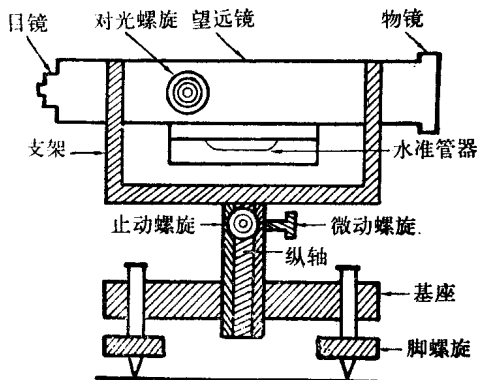


图 1—11 水准仪的构造

②望远镜：望远镜主要由目镜、物镜及十字丝构成。十字丝是镜内两根互相垂直的细丝，用两丝交点以瞄准目标。

③止动螺旋及微动螺旋：止动螺旋的作用是控制仪器转动。微动螺旋是在止动螺旋旋紧的情况下，可使望远镜左右微动，以精确瞄准目标。

④纵轴：仪器的旋转轴，又叫竖轴。

⑤三脚架。

为使用方便并提高测量成果的精度，在新式水准仪上都有倾斜螺旋及符合水准装置，其构造见图 1—12 及图 1—14。

(2) 水准仪的使用：

①安装：摆开三脚架，将铁脚踩入土中，同时注意架头基本