

农村简易平面测量

甘肃人民出版社



农村简易平面测量

甘肃师范大学数学系 编

甘肃人民出版社

农村简易平面测量

甘肃师范大学数学系 编

甘肃人民出版社出版

(兰州庆阳路230号)

甘肃省新华书店发行 天水新华印刷厂印刷

1976年12月第1版 1976年12月第1次印刷

印数：1—10,000

书号：15096·22 定价：0.88元

前 言

恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”生产实践是自然科学发展的源泉。

在毛主席革命路线指引下，无产阶级教育革命取得了丰硕的成果。开门办学这一新生事物茁壮成长。我系广大革命师生，把测量课从书斋和教室里解放出来，走向农村这个大课堂，与贫下中农一起，参加三大革命运动的实践，使教学与生产劳动紧密结合起来。

几年来，我们在开门办学的实践中，改革了旧教材，使测量的理论更符合社会主义革命和社会主义建设的需要，使教学工作为农业学大寨，普及大寨县作出了贡献。我们遵照伟大领袖毛主席关于“**要认真总结经验**”的教导，在开门办学的基础上，编写了《农村简易平面测量》这本书。由于我们的思想路线觉悟不高，业务水平有限，书中难免还存在缺点和错误，希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章	绪论	(1)
第一节	测量学研究的对象及其在农业上的应用	(1)
第二节	测量学发展简史	(3)
第三节	测量的一些基本知识	(5)
第二章	农村简易平面测量	(19)
第一节	测距法	(19)
第二节	测高法	(32)
第三节	测积法	(41)
第四节	测水平	(60)
第五节	简易测量仪器的制作和使用	(65)
第三章	普通测量仪器及其测量方法	(83)
第一节	罗盘仪及其测量	(83)
第二节	经纬仪及其测量	(100)
第三节	水准仪及其测量	(133)
第四节	小平板仪及其测量	(146)
第四章	平面图和地形图的测绘	(175)

第一节	平面图的测绘	(176)
第二节	地形图的测绘	(212)
第五章	农村几项水利工程的测量	(231)
第一节	渠道测量	(231)
第二节	道路测量	(269)
第三节	隧道测量	(279)
第四节	平田整地测量	(287)
第五节	小型水库测量	(324)
附:	视距表	(341)

第一章 绪 论

第一节 测量学研究的对象及其在农业上的应用

测量学是研究整个地球表面的形状和大小，或者地球表面各个部分的形状和大小，并经过量度将这些形状和大小表现在图面上或计算出所需要的数字以供生产建设的应用的一门科学。

它的基本任务包括下列两个方面：

一、运用各种不同的测量方法测量地球表面的形状和大小，并按生产建设所需要的一定的比例尺缩小，绘制成平面图和地形图。

二、根据各种工程建设上的需要进行测量，制定各种工程的设计方案，并根据施工上的需要将各种设计方案在实地上进行测量放样。

我们知道，地球是一个椭圆形的球体。它的表面从大势上看是曲面，因此在广大的区域内（这些区域都是曲面上的一部分）进行测量时，必须考虑地球表面的曲率。然而在较小的区域内进行测量时，因为地球的半径很大，地球表面的曲率很小，对于小区域内的小面积，可以不考虑地球的曲率，而将这块曲面近似地当作平面看待。因此，测量学又可以分成两大类：

高等测量学（也叫大地测量学），是研究整个地球的形

状、大小，并对地球表面上广大区域（要考虑地球表面的曲率）内的形状和大小进行测定的科学。

普通测量学（也叫平面测量学），是研究地球表面上较小区域的形状和大小，而将这些小区域看作平面（即不考虑地球表面的曲率）进行测定的科学。

一般的城市建设、工业建设、农田水利建设以及军事工程建设等方面的测量，都在小区域范围内进行，因此它们都是属于平面测量学所研究的对象。

我们的国家，占用土地面积最广的首推农业。一切农业生产必须在土地上进行，它和土地的形状、大小有着密切的关系。因此，对于以研究地球表面形状和大小为对象的测量学来说，对农业生产建设有着重要的作用。例如：

为了合理地利用土地，需要根据地形、土壤、气候等条件制订生产规划。而要制订生产规划，就要求进行土壤调查、绘制地形图，以供进行规划时应用。

为了防止旱涝，需要根据地形兴修水利，如开凿机井、修建水库、建筑渠道、涵洞、平田整地、布置灌溉网等等。进行这些工作，都需要地形测量、绘制地形图、进行设计、施工放样等。

为了改良土壤、修筑梯田、建造防风林带、开垦荒地、修筑公路以及设置居民点等等，都需要进行地形测量、断面测量和绘制地形图。

由此可见，在进行农业生产建设的各项工程设计、生产规划等方面，都需要测绘生产区和与生产区有关地带的平面图、地形图、断面图以及掌握这些图形的使用方法。所以测量学在农业生产上是一门很有实用价值的科学，是农业技术

人员和农村知识青年必须具备的一项专门技术。

第二节 测量学发展简史

测量学是一门古老的具有悠久历史的科学。它和其他科学一样，是由于人类生活和生产的需要而产生的。同时它又在人类社会生产的实践中不断地得到充实和发展。正如伟大领袖毛主席指出的那样：“人的认识，主要地依赖于物质的生产活动，逐步地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性、人和自然的关系；而且经过生产活动，也在各种不同程度上逐渐地认识了人和人的一定的相互关系。一切这些知识，离开生产活动是不能得到的。”劳动人民在长期的生产实践中，通过土地丈量、筑堤开渠、建筑桥梁、修筑道路，开采矿藏以及国防建设，在测量的理论和技术上，都积累了丰富的经验。随着生产力的发展和有关科学技术的出现，测量学也逐渐地趋于完善。

测量学最初称为“几何学”。按希腊语，这个词意味着“土地丈量”。它起源于公元前四千年。据留存到今天的资料知道，测量学的应用最早是从埃及开始的。由于当时尼罗河的泛滥，河流两岸的农田经常被水淹没，当地的人民常常需要重新划分地界，计算土地面积，这就需要测量，从而就把几何学的原理同测量技术结合起来，用于土地整理和各种生产实践中去。以后由于航海事业的发展，数学（如解析几何、球面三角、代数等）、物理（如望远镜、钟表等）、天文学等科学技术和机械制造工业的出现，使测量学的理论获得了进一步的完善，使测量仪器有了较大的改进，使测量技术有

了较大的提高，从而逐渐地形成了测量学这一门科学。

“中国是世界文明发达最早的国家之一”。我们伟大的祖国在测量学方面是有着悠久的历史的。早在四千多年以前，我国劳动人民就创造了“准、绳、规、矩”（“准”即为测水平的工具；“绳”即为定垂线的工具；“规”即为划圆的工具；“矩”即为划方的工具）等测量工具。在两千三百多年以前，我国的劳动人民就已经利用磁石进行指南，发明了世界上最早的指南工具，直到今天指南针仍是测量工作中不可缺少的测量工具。在一千六百年前，我国最早的制图学家裴秀总结了前人的经验，拟定了汇编小比例尺地图的工作规范，当时把它叫做“制图六体”，这是世界上最早的又是最完整的制图纲要。

然而，测量学在我国真正得到发展还是在解放以后。解放后，在党和毛主席的英明领导下，我们国家的各项经济建设都在日新月异地向前发展，随着各项建设事业的飞速发展，测量事业的发展也极为迅猛。现在我们国家有专门的测绘学院和专门的研究机构。培养了大批的技术干部，解决了许多新的技术问题如物理视距，雷达航测以及电子计算机的平差计算都正在逐步推广。地形测量和航空摄影为各种工程建设和军事上的应用提供了大比例尺的地形图。由于精密机械制造工业的发展，许多高精密测量仪器都能成批生产，许多新技术正在推广和应用。

特别是在无产阶级文化大革命中，我国的测绘工作者在解放军和广大人民群众的协助下，发扬了一不怕苦，二不怕死的革命精神，登上了世界屋脊——珠穆朗玛峰地区二十座海拔六千米至七千米以上的高峰，通过六十多个观测

点，以各种不同的高度对珠穆朗玛峰进行了天文、三角、水准、地面立体摄影等测量工作，创造了世界测绘史上空前未有的奇迹。

第三节 测量的一些基本知识

一 水准面 水平面 平面图的概念

我们假想海洋的表面是静止的，并且假设这个表面可以延伸，能够穿过大陆和岛屿（如图1—1），而得到一个闭合曲面。这个闭合曲面叫做大地水准面。大地水准面是我们在实际工作中，经过多年反复测定海面水位高低的平均数值，所以，大地水准面又叫做平均海水面。它是我们测量高程的起算点。

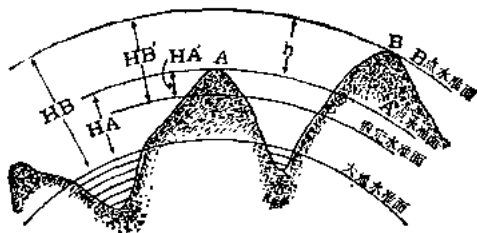


图 1—1

地球表面上每一个点的重力方向线，称为该点的铅垂线。沿地面上某点的铅垂线方向到大地水准面的距离，叫做该点的绝对高程。如图1—1，A、B是陆地表面上任意两点，HB、HA就是B、A两点的绝对高程。

在一般的局部测量工作中，要测出大地水准面到某一点的绝对高程是比较麻烦的。但是，我们可以设想由大地表面

上某一点（如山谷、河床中的某一点或某一个山头的至高点）起，有一个穿过该点与大地水准面始终保持等距离的闭合曲面，以这个曲面作为我们测量高程的起算点（即零点）。此曲面就叫做假定水准面。沿地面上某一点的铅垂线方向到某一个假定水准面的距离，叫做该点的相对高程或假定高程（如图 1—1）。HB'、HA' 为 B、A 两点的假定高程。在同一个测量工作中，测量高程的标准起算点只有一个（或是大地水准面或者是某假定水准面）。因此，在测量过程中，必须要注明用的是绝对高程还是假定高程，而对于假定高程还需注明假定水准点的位置和假定水准点的假定高程。

假设 A、B 两点之间的高差为 h ，若 $HA = a$ ； $HB = b$ ； $HA' = a'$ ； $HB' = b'$ （如图 1—1），则：

$$h = b - a = b' - a'$$

由此可见，无论是对于绝对高程或假定高程，计算出地面两点之间的高差都是相同的。

通过地球表面上某一点，作一个平面垂直于该点的铅垂线，此平面就叫做该点的水平面。由于地球的半径很大，曲率很小，所以，在较小的范围内，可以将水准面当作水平面看待。一般在半径为 25 公里的范围内，水准面都可以看作是水平面。

为了把地球表面的形状绘到图纸上，必须从地面各点向水准面引铅垂线，铅垂线与水准面的交点叫做地面各点的平面位置。在较小的区域内由于水准面可以当做水平面看待，所以地面各点的平面位置，可以认为是在水平面上的位置（如图 1—2）。A、B、C、D、E 为地面各点， a 、 b 、 c 、 d 、 e 为通过地面各点的铅垂线与水平面的交点，则水平面

上的a、b、c、d、e各点即为A、B、C、D、E的平面位置。

在较小的区域内，把地面形状（包括地面上的建筑物）的平面位置，按给定的比例尺缩小，绘制在图纸上所得到的图形叫做平面图。

在平面图上，不表示高低，两点之间的距离是测定的水平距离；二直线的夹角是投射在水平面上的平面角；图形的面积是指投射在水平平面上的投影面积。在同一个图形中，只能使用给定同一个比例尺。

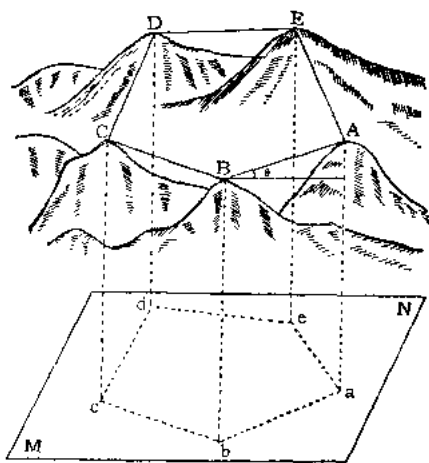


图 1—2

二 比例尺

绘制平面图时，不可能按照外界地形的大小直接画在图纸上，必须按照需要，根据平面几何中的相似形原理，采取一定的比例，把地面形状缩小若干倍，绘制在图纸上。这种缩小的程度（图上线段的长与相应实地水平线段的长之比）叫做比例尺。

比例尺的表示方法有三种：

（一）数字比例尺。用数字的比即分数式表示的，叫做数字比例尺。它们的分子通常用1表示，分母是10的整倍数。例如1：500、1：5000、1：10000、1：25000，写成

分数，即为 $\frac{1}{500}$ 、 $\frac{1}{5000}$ 、 $\frac{1}{10000}$ 、 $\frac{1}{25000}$ ，这就是大小不同的比例尺。比例尺的大小是由分数的比值确定的，分母小的比例尺大，分母大的比例尺小。地面上同一段距离，在比例尺不同的图形上所表示出来的长度也不同；在大比例尺图上表示的长度要比在小比例尺图上表示的长度长一些。

假设地面上某两点间的水平距离（或长度）为L，绘制在图上的长度为l、比例尺是 $\frac{1}{M}$ ，则：

$$\frac{l}{L} = \frac{1}{M}$$

变化上式，使得

$$l = \frac{L}{M}$$

或： $L = l \cdot M$

由此可知，当比例尺 $\frac{1}{M}$ 确定后，如果量得图上的长度l，即可求出地面上相应的实际水平距离L，如果量得地面上的水平距离L，在图上即可绘出相应的长度l。

（二）直线比例尺。数字比例尺只有缩小程度的一般概念，但缺少直观的几何长度，在换算时，需要作较多的计算。因此，在绘图和用图时，常用的有一种直线比例尺。

直线比例尺是根据公式 $l = \frac{L}{M}$ 绘制的。绘制时，须在直线上截取一定长度的线段，作为基本单位。基本单位长度的选定，以换算为实地距离后是整数并便于计算的数字为原则。通常选定为2厘米比较适当，因为在1:5000、1:10000、

1 : 25000等比例尺的图纸上, 2 厘米的长度相对应的实地距离为100米、200米、300米, 既是整数, 又是便于计算的数字。

如图 1—3, 是三种常用的直线比例尺式样, 基本单位都是 2 厘米。在每个基本单位的分点上方都记有相应的实地线段的长度。尺的最左端的一个单位分为十等分, 每个分点上也注明相应的实地线段的长度。

使用直线比例尺时, 先用两脚规在图纸上量得两点间的距离, 然后将一脚放在直线比例尺零点右边适当的分点上, 另一脚放在零点左边的基本单位内, 这时从右边的脚迹上可以直接读出整数来, 从左边的脚迹上除直接读出整数外, 还要估计零数。如

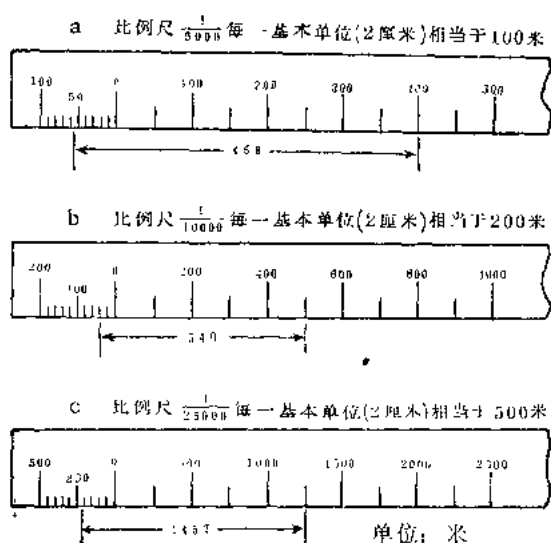


图 1—3

在图 1—3 a 中，表示的长度为 458 米。

在图 1—3 b 中，表示的长度为 540 米。

在图 1—3 c 中，表示的长度为 1457 米。

(三) 斜线比例尺。在绘制或测量精密度比较高的地形图时，常常使用一种斜线比例尺。

斜线比例尺的制作方法是：先划一条直线作为底边，在底边上取 2 厘米的长度为基本单位，将全线分成若干个长度等于基本单位的线段，通过每个分点作底边的垂线，使垂线的长度也为一个基本单位，将两边的垂线分为十等分，通过各个分点作底边的平行线。然后在最左边的一个基本单位内，上、下边均分为十等分，把下边的分点与上边的分点相错一个等分点而连接成一条向左倾斜的平行线，即下边上零点、第一个分点、第二个分点……分别与上边上第一个分点、第二个分点、第三个分点……相连接，并注记上数字。这样，就构成了斜线比例尺。如图 1—4，就是一个 $\frac{1}{5000}$ 的斜线比例尺。

斜线比例尺制作的根据是相似三角形原理。现在来研究图 1—4 中的三角形 AOB，首先将它放大如图 1—5 所示的 $\triangle AOB$ 图形，以相似三角形 AOB 和 a_1ob_1 中，得：

$$\frac{a_1b_1}{AB} = \frac{ob_1}{OB}.$$

因此， $a_1b_1 = \frac{ob_1 \cdot AB}{OB}$

按 $AB = 0.1$ 个基本单位和 $ob_1 = 0.1 \cdot OB$ ，则

$$a_1b_1 = \frac{0.1 \cdot OB \cdot 0.1}{OB} = 0.01 \text{ 个基本单位,}$$

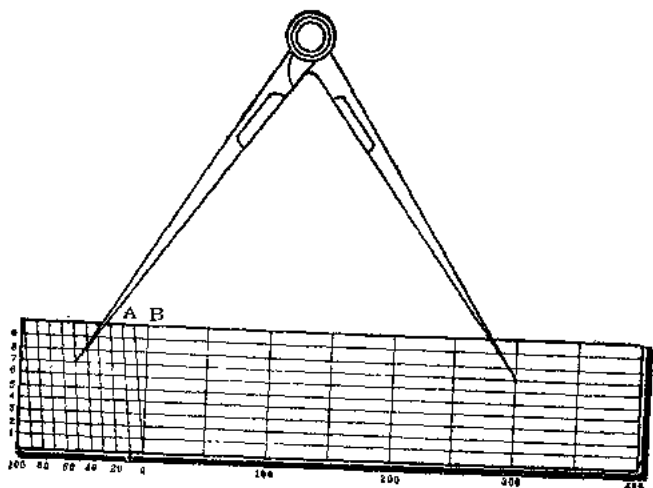


图 1—4

同理， $a_2 b_2 = 0.02$ 个基本单位；

$a_3 b_3 = 0.03$ 个基本单位；

.....

$a_9 b_9 = 0.09$ 个基本单位。

由此可见，用斜线比例尺在图纸上量距比直线比例尺要精确一些，直线比例尺只能精确到基本单位的 $\frac{1}{10}$ ，而斜线比例尺可以精确到基本单位的 $\frac{1}{100}$ 。

使用斜线比例尺时，两脚规的两个脚尖必须与平行线平行，在图 1—4 中，两脚规的两个脚尖所指线段的长度的 347 米。

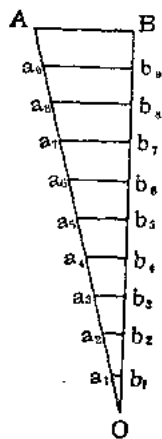


图 1—5