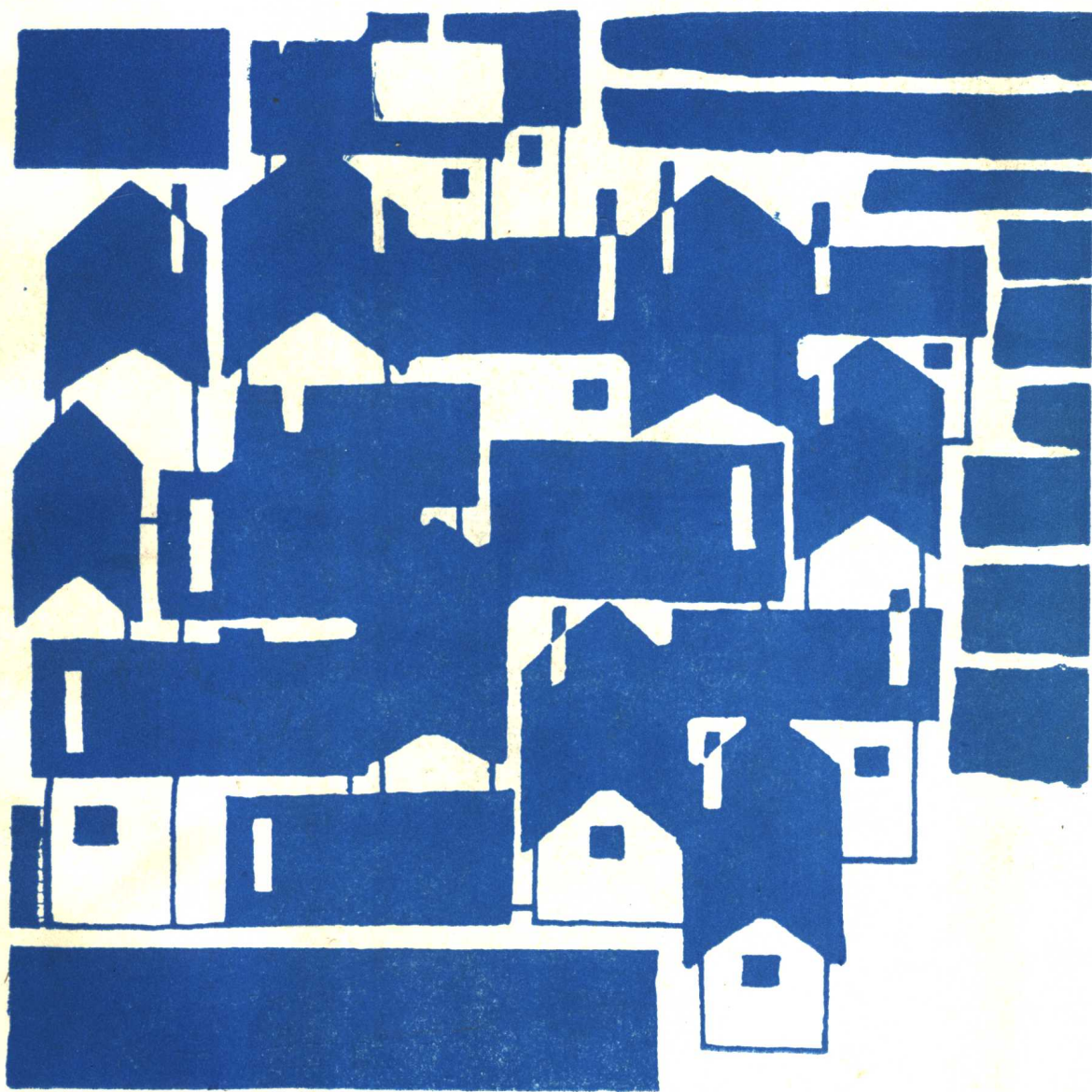
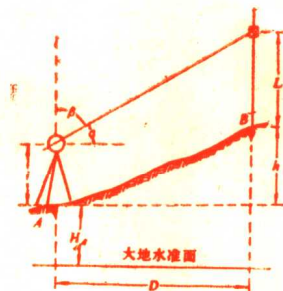


《村镇建设技术》丛书编辑委员会主编

村镇建设测量



《村镇建设技术》丛书



村镇建设技术丛书

村镇建设测量

《村镇建设技术丛书》 主编
编辑委员会
金久康 编

天津科学技术出版社

内 容 提 要

本文主要讲述村镇规划建设中的测量工作如何进行。内容包括：规划建设时所用的大比例尺地形图的基本测绘原理、方法和步骤，水准仪、经纬仪、平板仪等主要测量仪器的结构、使用和检验，高程、导线、地形及工程等测量的原理和基本操作方法，以及绘图和测量误差的基本知识。本书还介绍了识别航摄影像图的基本方法。书中有一定数量的例题，全书编写力求密切结合村镇规划建设的需要。

本书可作为有关中等专业学校的教材，也可用于村镇测绘人员的培训及自学参考。

村镇建设技术丛书

村镇建设测量

《村镇建设技术丛书》主编
编 辑 委 员 会

金 久 康 编

责任编辑：王定一

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道130号

天津新华印刷二厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本787×1092毫米 1/16 印张7.75 插页2 字数175 000

1987年11月第1版

1987年11月第1次印刷

印数：1—74 000

书号：15212·208 定价：2.00元

ISBN 7-5308-0145-7/TU·4

《村镇建设技术丛书》编辑委员会

主任委员	刘玉麟					
副主任委员	高颖	宋淑萍				
编委	王光弟	张汝科	张书义	刘松涛	王绍箕	宋秉泽
	程作渭	吴秉均	李绍鹰			
常务编委	王信民	李国常				

前 言

自党的十一届三中全会以来，我国农村发生了巨大变化。由于实行了新的农村政策，农民的生产积极性极大高涨。农业生产蓬勃发展。农村经济开始向专业化、商品化、现代化转变。农村专业户和新型的生产联合组织大量涌现。

与此同时，新的科学技术的应用和推广，也有力地促进了农村生产的发展，并将引起农村生产方式和生产组织的巨大变化。农村，将以崭新的形象出现在人们面前。

我国农村已经发生的变化和它的更加美好的发展前景预示着：我国城市和村镇将有一个大发展，新的村镇（包括原有村镇的扩大、更新和新的村镇的形成）将象一颗颗明珠那样，在祖国大地到处闪现。

在这种形势下，如何对村镇建设进行具体的科学的指导，交流村镇建设经验，将是一个十分突出的课题。为此，我们归纳了各地村镇建设中出现的共同问题和要求，组织有关专家、学者和管理干部编写了这套村镇建设技术丛书，供各地区从事村镇建设工作的工程技术人员和管理人员阅读，并可作为培训基层干部、技术人员的教材。我们希望通过学习和普及有关这方面的科学知识，把我国的村镇建设提高到一个新的水平。

在组织编辑这套丛书过程中，得到了天津市城乡建设委员会、天津市科学技术委员会和天津市建筑学会的大力支持和帮助。

村镇建设技术丛书编辑委员会

1986年

目 录

第一章 绪论	(1)
§1-1 村镇测量在村镇规划建设中的作用	(1)
§1-2 地球的形状	(1)
§1-3 确定地面点的方法	(1)
§1-4 测量工作的程序和要求	(2)
§1-5 测量上使用的计量单位	(4)
第二章 高程测量	(5)
§2-1 水准测量原理	(5)
§2-2 水准测量的仪器和工具	(5)
§2-3 水准测量的实施	(8)
§2-4 复合水准测量法测高程	(10)
§2-5 水准测量的校核	(11)
§2-6 微倾式水准仪的检验与校正	(13)
§2-7 水准测量的注意事项	(15)
复习题	(15)
第三章 角度测量	(17)
§3-1 水平角测量原理	(17)
§3-2 光学经纬仪的构造和读数	(17)
§3-3 水平角观测及记录	(19)
§3-4 竖直角观测及记录	(22)
§3-5 三角高程测量	(23)
§3-6 经纬仪的检验与校正	(24)
§3-7 角度测量误差及注意事项	(26)
复习题	(26)
第四章 距离丈量和直线定向	(27)
§4-1 丈量距离的工具	(27)
§4-2 直线丈量	(27)
§4-3 距离改正	(29)
§4-4 光电测距仪浅说	(31)

§ 4-5	直线定向的概念	(32)
§ 4-6	用罗盘仪测定磁方位角	(34)
	复习题	(34)
第五章	经纬仪导线测量	(35)
§ 5-1	控制测量概述	(35)
§ 5-2	经纬仪导线的布设	(36)
§ 5-3	经纬仪导线测量的外业工作	(36)
§ 5-4	经纬仪导线测量的内业计算工作	(39)
§ 5-5	前方交会法	(47)
	复习题	(48)
第六章	地形测量	(49)
§ 6-1	地形测量的基本知识	(49)
§ 6-2	测图前的准备工作	(53)
§ 6-3	视距法测定水平距离及高差的方法	(54)
§ 6-4	平板仪测量原理	(56)
§ 6-5	平板仪的构造和使用	(57)
§ 6-6	平板仪导线测量	(59)
§ 6-7	碎部点测量基本方法	(60)
§ 6-8	乡镇和村庄地形测量内容	(62)
§ 6-9	地貌测量	(64)
§ 6-10	航空摄影影像地形图	(64)
§ 6-11	地形测绘的注意事项	(67)
§ 6-12	地形图的拼接与检查	(67)
	复习题	(68)
第七章	地形图的绘制	(69)
§ 7-1	绘图工具	(69)
§ 7-2	绘图材料	(70)
§ 7-3	地形图上的文字注记	(71)
§ 7-4	描绘地物的注意事项	(75)
§ 7-5	描绘等高线的注意事项	(75)
§ 7-6	绘图的次序	(76)
§ 7-7	图幅整饰	(76)
§ 7-8	地形图的蒙绘	(76)
§ 7-9	地形图测绘工序	(79)
	复习题	(79)

第八章 地形图的应用(80)

§ 8-1 求图上一点的坐标(80)

§ 8-2 求图上两点间的距离(80)

§ 8-3 求图上某直线的方位角(80)

§ 8-4 求图上一点的高程及两点间地面坡度(81)

§ 8-5 计算图上某地物的面积(82)

§ 8-6 在图上估算填挖土方量(82)

§ 8-7 确定汇水面积(83)

§ 8-8 图上量取数字的精度及注意事项(84)

复习题(84)

第九章 施工测量(86)

§ 9-1 施工测量的基本工作(86)

§ 9-2 几种测设给定平面坐标点的方法(87)

§ 9-3 道路中心桩的测设(89)

§ 9-4 线路的纵横断面测量(91)

§ 9-5 圆曲线测量(95)

§ 9-6 建筑物施工测量(99)

复习题(100)

第十章 测量误差的基本知识(102)

§10-1 测量误差的来源和分类(102)

§10-2 观测值的算术平均值(103)

§10-3 平均误差、中误差与最大误差(104)

§10-4 相对误差(107)

§10-5 观测值函数中误差的概念(107)

§10-6 权(109)

复习题(112)

附录 部分影像地形图

第一章 绪 论

§ 1-1 村镇测量在村镇规划建设中的作用

测量学是研究地球表面的形状和大小以及确定地面上点与点之间相对位置的科学。它在经济建设、国防以及科学研究等方面都是不可缺少的。

在村镇建设中，测绘工作也是不可缺少的。在开展村镇规划设计之前，首先要搞清楚该地区的现状，例如已有的房屋、道路、河流、地下管线以及地面起伏等情况。测量工作者的任务，是使用一定的测量工具和方法，把这些现状测绘到图纸上，并辅以数字表示，供规划设计师使用。每个乡镇的规划设计，都是在地形图上进行的。因此测绘工作的各项成果和内容都是村镇规划建设中的科学依据。如果没有这些资料，规划设计就无法进行。

当村镇规划设计完成后，也要通过测量的方法，把图纸上规划设计的图形和各种数据反过来测设到地面上，并用测量标志在地面上固定下来，作为施工建设的依据。建设竣工后，还要作竣工测量，为日后扩建和改建提供可靠的资料。因此，测绘工作是村镇规划设计和建设中不可缺少的步骤和手段。

§ 1-2 地球的形状

地球表面上有高山、深谷、丘陵及海洋等，又有各种类型人工造成的地物，因此它是一个表面不规则的球面体。在测绘之前，应选择一个标准的表面作为基准面，以便在其上进行测量。这个表面是这样选择的：延伸平均海水面，把整个地球包围起来，即可得之。此表面称为大地水准面，它是可以用数学公式表示的几何图形。用它代替地球外形所得的形体，称为参考椭圆柱体，见图1-1。其中 a 代表地球的长半径， b 代表短半径， f 代表地球的扁率。

根据大地测量的结果可知：

$$a = 6378135\text{m} \pm 5\text{m}$$

$$f = \frac{1}{298.26} \pm 0.5 \times 10^{-7}$$

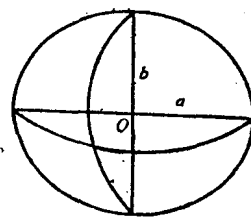


图1-1

当测量精度要求不高时，可以把地球当作一个圆球体看待，其半径为6371公里。

由于大地水准面是一个椭圆柱体，因此在大面积测量时，要考虑到地球的曲率。当村镇的面积不大于100平方公里时，可把地球表面当作平面看待，不计曲率。

§ 1-3 确定地面点的方法

地物的形状是由无数的点连接而成的。因此只要把它们的特征点（例如房屋的四角）投影到地球的大地水准面上，再把这些点连接起来，即构成地面上地物的图形，见图1-2。

地面上的点绘在平面图上后，还要确定它在大地水准面上的位置，一般可用下述三种坐标系中的一种来确定：

(1) 地理坐标 地理坐标是用经纬度来表示一个点的地理位置的。其值是通过天文测量的方法测定的。

(2) 高斯平面直角坐标 由于地理坐标是球面上的坐标，不便于测量和使用，因此我国采用高斯投影的方法，将球面投影成高斯平面直角坐标系，用平面直角坐标来确定地面上的点位。

(3) 假定平面直角坐标 当测区面积较小时，可用测区中心的切面代替大地水准面，用直线 mn' 代替弧 mn 。以测区西南角作为该地区的原点，通过该点的子午线（或磁针方向）作为 x 轴，向北为正，形成了假定直角坐标系。见图1-2

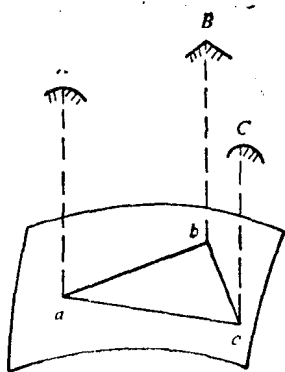


图1-2

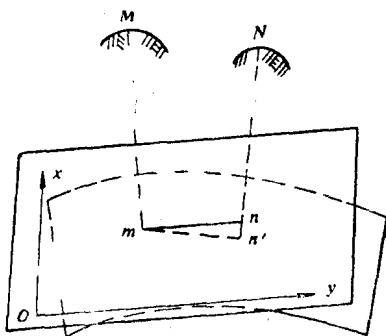


图1-3

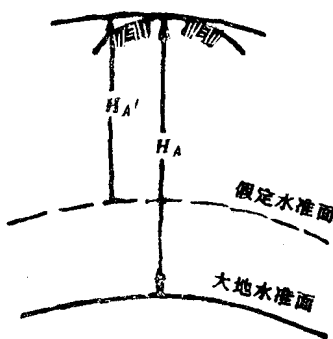


图1-4

只知道一个点在平面上的位置，还不能确定它的空间正确位置，必须同时知道该点距大地水准面的高度，才能把它的位置确定下来。大地水准面在测量上是地面上各点高程的起算基准面。我国规定以山东省青岛验潮站所确定的黄海平均海水面作为大地水准面，其高程确定为零，称之为1956年黄海高程系统的高程零点。此点作为全国高程的统一起算依据。地面上一点到该大地水准面的铅垂距离，叫做该点的绝对高程，或称海拔。在村镇小面积测量时，也可选定一个假定的水准面作为起算面，这样所得的高程，叫做相对高程。图1-4中， H_A 为绝对高程， H_A' 为相对高程。

§ 1-4 测量工作的程序和要求

在村镇开展的地形图测绘工作，一般分为控制测量和碎部测量两个阶段。所谓控制测量，首先要选择一个统一的平面坐标系统和高程系统，在测区范围内选定并埋设若干个控制点，然后用精确的方法测量出这些点的平面位置和高程。这些控制点组成了控制网，包括三角网、导线网、水准网等，它们是碎部测量的基础。所谓碎部测量，是在测设控制网后，将控制点按一定的比例尺展绘到图上。以此为依据，采用一定的测量工具和方法，测出地物和地形的特征点与这些控制点的关系，并用测量学上专用的符号（或叫图式、图例）绘在图纸上，构成地形图。图1-5 (a) 表示地面上的地物和地形， A 、 B 、…… F 为控制点。在这些控制点

上设置测量仪器，用一定的测量方法，把地面上的房屋、桥梁、河流等测绘到图上，即得图 1-5 (b)。

测绘地形图（包括施工放样测量），都应本着“先控制，后碎部”、“先整体，后局部”的原则进行。这样做的优点在于：

(1) 由于有了完整的控制网，可以保证全部测量成果的精度。

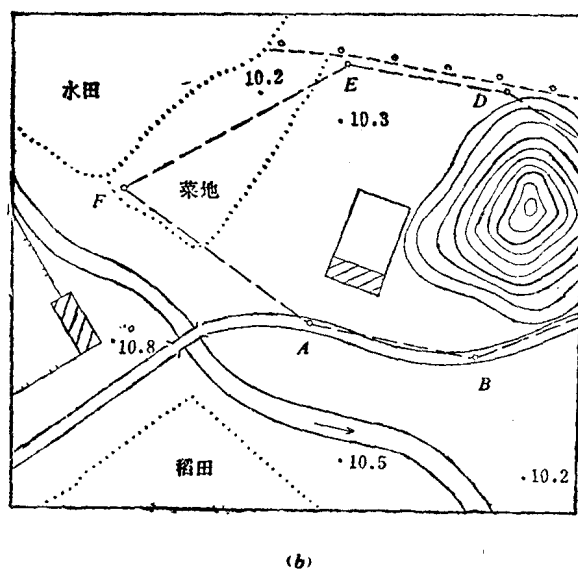
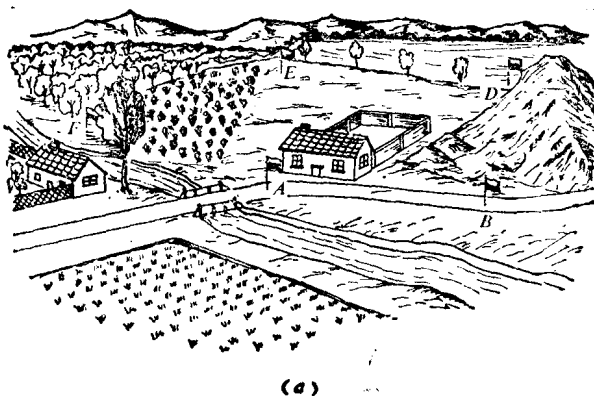


图 1-5

(2) 由于在控制点上分别测量其周围的地形，因此可以减少误差的积累。

(3) 可以在整个测区内分成几个局部地区，同时进行测量，从而加快了进度，缩短了工期。

测量工作是一件很复杂的工作，稍有不慎，就可能产生错误，小则影响工作进展，大则给规划设计和施工带来损失。因此在工作中，对仪器要爱护，对各项数据要认真复核，切不

可疏忽大意。由于测量时小组成员需要协同作业，因此要搞好团结，相互配合。

§ 1-5 测量上使用的计量单位

我国测量上使用的计量单位是根据国务院“关于在我国统一实行法定计量单位的命令”制定的。

一、长度与高程单位

平面上两点之间的距离，以及一个点的高程的单位，我国采用国际单位，基本单位为“米”，常用的单位如表1-1所示。

表1-1 长度与高程单位表

单位名称	单位符号	对基本单位的关系
千米(公里)	km	1000m
米	m	基本单位
分米	dm	0.1m
厘米	cm	0.01m
毫米	mm	0.001m

二、面积单位

面积的法定单位为平方米(m^2)，及平方千米(平方公里)(km^2)。根据国务院的决定，农田土地面积单位“亩”，目前仍可使用。1亩=666.67平方米。

三、角度单位

测量上的角度包括水平角及垂直角两种。目前我国采用的计量单位分为：

(1) 360°角度制 是我国采用的非国际单位制单位。1个圆周角等于360度(°)，1度(°)=60分(')，1分=60秒(")。

(2) 弧度制 是我国采用的国际单位制单位。用单位长为半径作圆，在圆上等于半径长的弧所对的圆心角，称为一个弧度(rad)。

角度制与弧度制的关系是：

$$1^\circ = (\pi/180)\text{rad}, \text{或 } 1\text{ rad} = 57.29578^\circ$$

$$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10800)\text{ rad}$$

$$1'' = (1/60)' = (\pi/648000)\text{ rad}$$

四、时间单位

时间的单位为天(日)(d)，小时(h)，分(min)，秒(s)，他们的关系如下：

$$1\text{ 天} = 24\text{ 小时}$$

$$1\text{ 小时} = 60\text{ 分}$$

$$1\text{ 分} = 60\text{ 秒}$$

第二章 高程测量

高程测量的目的是测定地面上各点的高程。由于测量方法和使用仪器的不同,高程测量可分为水准测量、三角高程测量和气压高程测量等几种。由于气压高程测量精度差,一般在工程测量中不使用,故本书不予介绍。三角高程测量将在第三章中介绍。本章着重介绍水准测量。

§ 2-1 水准测量原理

水准测量原理,如图2-1所示。

由图2-1可见,欲测定B点相对于A点的高程,先应求出A、B两点间的高差 h_{AB} 。其方法是在A、B两点之间安置水准仪,并在A、B两点上同时竖立水准尺,根据水准仪提供的水平视线,在A及B上所立的水准标尺的读数分别为 a 及 b ,则B点对A点的高差,按几何学原理应为:

$$h_{AB} = a - b \quad (2-1)$$

由此可算出B点高程 H_B 为

$$H_B = H_A + h_{AB} = H_A + (a - b) \quad (2-2)$$

如果水准仪安置在A与B之间,水准测量是按图中由A至B的方向进行的,则 a 是已知高程点A上所立的水准标尺上的读数,称为后视读数, b 是未知高程点B上所立的水准标尺上的读数,称为前视读数。 $H_A + a$ 是水平视线的高程,称为视线高,即:

$$\text{视线高} = \text{后视点的高程} + \text{后视读数} \quad (2-3)$$

同样,前视的高程 H_B ,也可表示为:

$$\text{前视点的高程} = \text{视线高} - \text{前视读数} \quad (2-4)$$

【例】已知A点高程为3.543m,求B点高程时,可将水准仪安置在A与B之间,在A、B两点上竖立水准标尺,用仪器分别在此两尺上读得 $a = 1.423\text{m}$, $b = 0.915\text{m}$,则B点高程为:

$$\begin{aligned} H_B &= H_A + h_{AB} = H_A + (a - b) \\ &= 3.534 + (1.423 - 0.915) \\ &= 4.042\text{m} \end{aligned}$$

综上所述,水准测量的原理是利用水准仪所提供的水平视线测得高差,从而计算出高程的。因此水准测量时,必须力求整平水准仪的视线,这是水准测量的基本要求。

§ 2-2 水准测量的仪器和工具

水准测量所使用的仪器有水准仪,工具有水准尺和尺垫。在村镇测量中使用的水准仪型

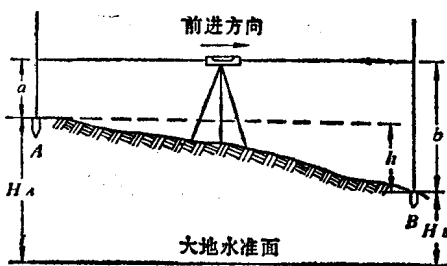


图 2-1

号为 S_3 和 S_{10} （ S 代表水准仪，3代表水准仪每公里水准测量高差中误差为 $\pm 3\text{mm}$ ；10代表误差为 $\pm 10\text{mm}$ ）。

一、水准仪

水准仪是水准测量的主要仪器，目前普遍使用的是微倾式水准仪（见图2-2）。其主要部件有望远镜、水准器和基座

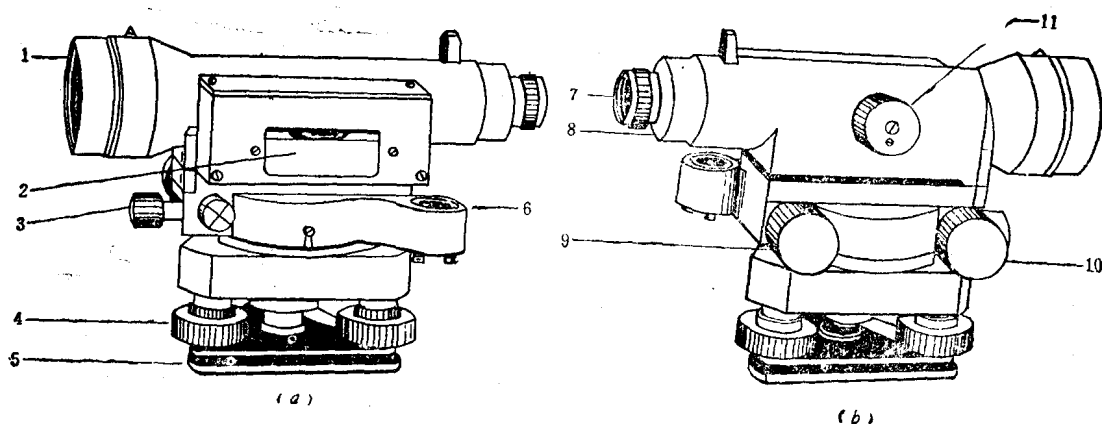


图 2-2

- 1.物镜 2.长水准器 3.制动螺旋 4.脚螺旋 5.底板 6.圆水准器 7.目镜
8.护罩 9.微倾螺旋 10.微动螺旋 11.对光螺旋

1. 望远镜

望远镜的主要作用是放大物像，使观测者能清晰地看到远处的目标。它是由物镜、目镜、十字丝板、调焦镜组和镜筒组成的，见图2-3。

物镜一般采用复合透镜组构成，其作用是使远处目标缩小后，在镜筒内成为倒立的实像。

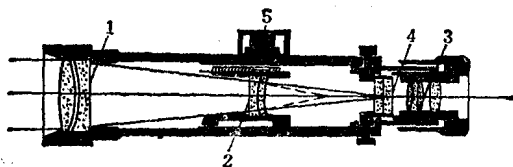


图 2-3

- 1.物镜 2.调焦透镜 3.目镜 4.十字丝板 5.物镜对光螺旋

目镜也采用复合透镜组构成，其作用是将镜筒内的十字丝和物镜所形成的实像，根据光学原理放大成倒立的虚像。

当望远镜照准目标时，成像的光路图见图2-4。地面上物体 AB 的光线经过物镜 L 后，在望远镜内构成倒立的实像 ab 。观测者通过目镜观测时， ab 像又放大而成为倒立的虚像 a_1b_1 。

调焦镜（见图2-3中的5）本身是一个复合镜组，旋转对光螺旋，可使调焦镜前后移动。通过上述操作，不断改变焦距，即可把目标的像调节到最清晰的程度并落在十字丝分划板上。

十字丝板是一片圆形玻璃板，在其上刻有互相垂直的细线。水平线有三条，当视准轴水平时，中水平线代表仪器中轴，供读标尺分划数之用。上、下水平线供读视距用。十字丝

的中间交点与物镜光心的连线称为视准轴。水准测量时,视准轴必须水平。图2-5为十字丝板。

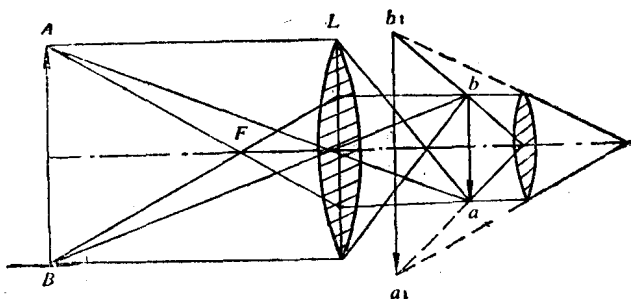


图 2-4

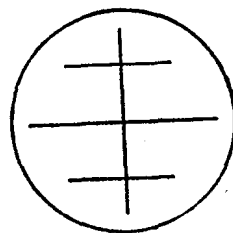


图 2-5

2. 水准器

水准仪上都设有水准器。当水准器的水准气泡居中时,表示视准轴处于水平状态。水准器分为管状水准器及圆水准器两种。

(1) 圆水准器 见图 2-6, 在一圆盒内装入一个顶面内壁为球面的水准器,内盛酒精或乙醚,并留有气泡。当气泡居中时,表示圆盒水平,也表示仪器水平。圆水准器的精度不高,只能作为粗略整平仪器使用。

(2) 管状水准器 见图 2-7,它是一个内壁呈圆弧状的玻璃管,内盛酒精或乙醚,并留有一气泡。玻璃管装在一个铁管内。水准管上一般刻有间隔为 2 mm 的分划线,分划线的中间称为水准管零点。通过零点作水准管圆弧的切线,称为水准管轴线(图 2-8 中的 LL)。当气泡两端与零点对称时,称为气泡居中,这时水准管轴 LL 处于水平位置。气泡每移动 2 mm,水准管轴所倾斜的角 τ ,称为水准管分划值:

$$\tau = \frac{2}{R} \rho \quad (2-5)$$

式中, $\rho = 206265''$, R 为水准管圆弧的半径,以毫米为单位。

由式(2-5)可见, R 越大,水准管的分划值越小,水准管的灵敏度越高。常用的 S_3 级水准仪的管状水准器分划值一般为 $20''$,即当气泡每偏离 2 mm 时,水准管的水平轴线倾斜 $20''$ 。

微倾式水准仪的水准管上大都没有刻划线而装有符合水准器,它能将气泡两端的影像经

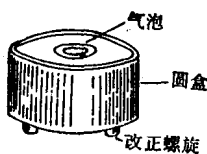


图 2-6

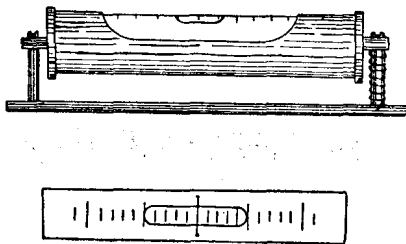


图 2-7

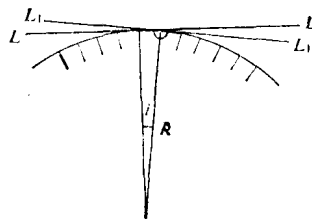


图 2-8

过几个棱镜（见图 2-9）反映在望远镜旁的观察窗内。如果气泡两端影像能符合在一起（见图 2-10a），则表示气泡居中。如果呈现图 2-10（b）的图像，气泡两端分开，则说明气泡不居中。这时，可以调节水准仪上的微倾螺旋（参阅图 2-2），使气泡居中。气泡居会后，在观察窗孔上，可见两气泡的端点相吻合，即表示视准线水平了。

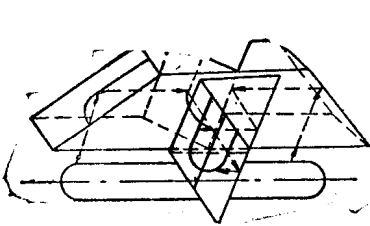


图 2-9

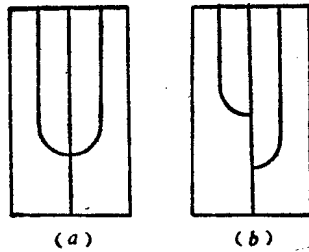


图 2-10



图 2-11

3. 基座

基座的作用是支承仪器的上部、连接三脚架及整平仪器。它由轴座、脚螺旋及连接螺旋组成。

二、水准标尺

水准测量中所用的标尺种类很多，在村镇水准测量中所用的水准标尺一般为塔尺。该尺长 4 ~ 5 m，是由两节（或三节）尺子套接而成。当尺子全部拉出时，上面小，下面大，形同塔状，故名塔尺。标尺的底面为零点，尺上黑白格相隔，每格为 1 cm 或 0.5 cm，每 1 m 和 1 dm 处都标有数字。如分米的读数上有一红点，则读数时应加 1 米。例如读数为 3，其上有一红点，则应读为 1.3 米。如果分米上有两个红点，则读数应加 2 米，依此类推。尺子一面数字正写，另一面数字倒写。这是因为，使用水准仪读数时，所观察的影像是倒立的。尺上数字倒写，则观察时就变为正写，比较方便，见图 2-11。

三、尺垫

尺垫（见图 2-12）一般用生铁铸成。立尺时，置尺垫于立尺点的地面上，用脚踩顶面，使下面的三个爪插进地面，水准标尺置于尺垫中间凸起的圆顶面上。这样做可防止在测量中标尺沉陷及立错点位。

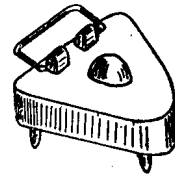


图 2-12

§ 2-3 水准测量的实施

一、水准点

进行村镇测量时，应设立一定数量的水准点，并从附近由国家（或地方）布设的高级水准点引测高程，以便作为该地区测量高程之用。水准点有永久性及临时性两种。永久性水准点一般用石料或混凝土制成，深埋在地面冻结线以下，水准点的顶面设置半球状的标志，见图 2-13（a）。也有用金属做成埋设在建筑物墙上的墙上水准点，见图 2-13（b）。临时性水准点，可在木桩上钉大铁钉（图 2-13d），亦可在固定建筑物或山区岩石上，用油漆画上标

志(图2-13c)。水准点埋设后,应编号,并绘制水准点埋设地点的草图,丈量和注明该水准点与其四周建筑物的距离(一般选择三个建筑物),以便日后寻找。

二、水准测量的基本方法

1. 仪器的安置

在 AB 两点之间近似中点的位置上,选择地面较平坦之处,将仪器的三脚架张开,使仪器处于大致水平状态。然后先固定三脚架的两个脚,用脚将其踩牢固,再移动三脚架的第三个脚,使圆水准器的气泡大致居中(注意同时要使基座大致水平)。调整气泡时,按图2-14所示的旋向旋动基座螺旋。气泡移动的方向和左手大拇指旋转方向相同,而与右手大拇指旋转方向相反。气泡居中的同时,仪器也已粗略整平

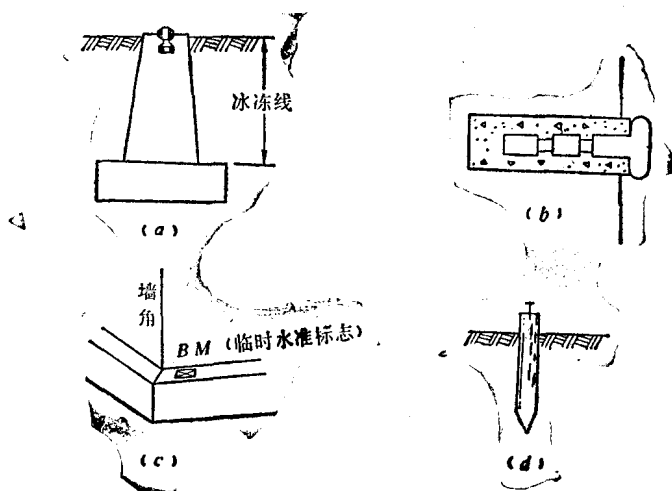


图 2-13

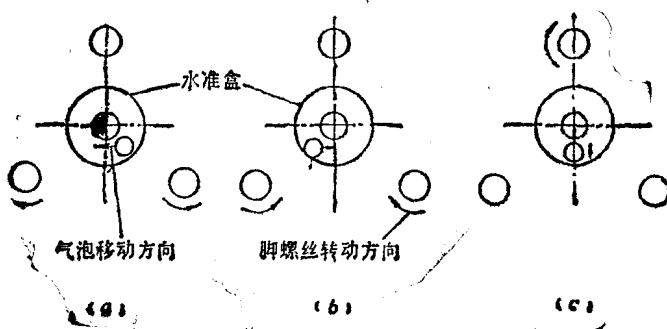


图 2-14

2. 照准

用望远镜十字丝交点对准观测目标的过程,称为照准,其步骤如下:

- (1) 松开固定螺旋,把望远镜上的缺口,准星和目标连成一直线,在目镜中可以见到目标时,将固定螺旋拧紧。
- (2) 如十字丝不清楚,可左右旋动接目镜,直到十字丝清晰为止。
- (3) 如果目标成像模糊,可转动望远镜的调焦螺旋,使成像清晰。
- (4) 转动微动螺旋,使望远镜筒内的十字丝纵线精确对准水准标尺。持尺者要注意使尺