

高等学校规划教材

测量学

王少安 吕方隆 陈君翊 编

煤炭工业出版社

高等学校规划教材

测 量 学

王少安 吕方隆 陈君翊 编

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书是矿业高等学校地质类各专业本科生必修课教材。全书除绪论外共十一章,绪论及前八章主要介绍测量学的基本概念、普通测绘仪器的使用方法、测量误差的基本知识、控制测量、地形图的成图方法等;后三章结合地质类专业的特点介绍地形图的应用、地质工程测量和矿井测量。在每章之后附有复习思考题,以便读者巩固所学知识。

本书也可作为地质与测绘专业人员的自学参考书。

高 等 学 校 规 划 教 材

测 量 学

王少安 吕方隆 陈君翊 编

责任编辑:洪 敏

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安龙潭门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092mm¹/16 印张10¹/16

字数240千字 印数1—1,065

1994年3月第1版 1994年3月第1次印刷

ISBN 7-5020-0924-8/TD·854

书号 3690 A0271 定价4.80元

前 言

为适应矿业高等学校地质矿产勘查、水文地质与工程地质、物探等专业的教学需要，我们依据现行的教学大纲，总结多所院校近年来教材使用情况和教学经验，编写了这本《测量学》，作为矿业高等学校地质类相关专业的教学用书。本书亦可供从事现场工作的有关专业人员自学参考。

在编写本书过程中，我们力图做到：（1）突出专业特点。在注重测量学基本概念、基本理论、基本技能的同时，尽可能加强地形图应用、地质工程测量和矿井测量等有关内容。（2）切合教学需要。其内容既要覆盖专业所用的测量学知识，又要避免过于庞杂，尽力体现“少而精”，以适合60~70学时的教学需要。（3）符合人们认识规律。以测量知识的系统性为基础，内容编排循序渐进、由浅入深，难点分散、重点突出，文字通俗易懂，图表直观醒目。（4）内容体现先进性。书中既着重介绍测绘科学技术现状，又适当反映其发展动态和新仪器新技术。

本书由焦作矿业学院王少安、山西矿业学院吕方隆、西安矿业学院陈君翊合作编写。其中王少安执笔编写绪论，第一、二、三、四、六章；吕方隆执笔编写第五、七、八章；陈君翊执笔编写第九、十、十一章。初稿写出并相互交换意见后，由王少安统一汇总修改定稿。本书编写过程中，张凤举教授对书稿进行了修改和审定，孙庆堂副教授，刘月琴副教授等多位老师和张素芳、赵翠平等同志给予了大力帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，编写时间仓促，书中不足和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九九三年八月

目 录

绪 论	1
第一节 测量学的任务与作用	1
第二节 测量工作的基本概念	2
第一章 水准测量	5
第一节 水准测量原理	5
第二节 水准仪和水准尺	6
第三节 水准仪的使用	10
第四节 水准测量的方法	11
第五节 水准测量的内业计算	14
第二章 角度测量	16
第一节 角度测量原理	16
第二节 光学经纬仪	17
第三节 水平角观测	22
第四节 垂直角观测	25
第三章 直线定向和距离测量	30
第一节 直线定向	30
第二节 距离丈量	33
第三节 视距测量	35
第四节 光电测距	38
第四章 测量误差基本知识	43
第一节 概述	43
第二节 算术平均值原理	45
第三节 衡量精度的标准	46
第四节 误差传播定律	49
第五节 不等精度观测的平差	53
第五章 地形图的基本知识	57
第一节 大地坐标系	57
第二节 地图投影和高斯平面直角坐标	59
第三节 地形图的分幅与编号	61
第四节 比例尺及地物地貌的表示	64
第五节 地形等高线	70
第六章 图根控制测量	77
第一节 控制测量概述	77
第二节 导线测量外业	79
第三节 导线测量内业计算	81
第四节 交会法测量	88

第五节 三角高程测量	94
第七章 平板仪测图	97
第一节 平板仪测图原理	97
第二节 测图前的准备	99
第三节 野外测图	101
第四节 地形图的质量检查与整饰	104
第八章 航测成图	106
第一节 航测成图概述与航空摄影	106
第二节 航空像片的几何特征	110
第三节 航空像片的立体观察与判读	114
第四节 航测成图过程与方法简介	116
第九章 地形图的阅读及应用	120
第一节 地形图的阅读	120
第二节 地形图上的量测作业	123
第三节 面积、体积的量测与计算	125
第四节 地形图的野外定向与图上定点	131
第十章 地质工程测量	134
第一节 工程设计的测设	134
第二节 勘探工程测量	136
第三节 地质剖面测量	141
第四节 地质填图测量	143
第十一章 矿井测量	145
第一节 矿井联系测量	145
第二节 井下控制测量	150
第三节 巷道标定与测绘	152
第四节 矿图	156
参考文献	158

绪 论

第一节 测量学的任务与作用

一、测量学的任务

测量学是以地球的形状、大小和点位关系为研究对象的一门应用科学。它的主要任务包括三个方面：

(1) 研究和测定整个地球的形状和大小，为进行地区测量和有关科学研究提供依据；

(2) 将地面上的地物和地貌测绘成图，供各类工程建设和国防建设使用；

(3) 将图上设计好的工程位置测设于实地，以便组织施工。

二、测量学的学科范畴

随着科学技术的不断进步和测量的对象、目的及使用方法之不同，测量学已分成以下几门独立的学科：

1) 大地测量学 在地球表面上较大范围内，用精密的测量仪器和方法测定点的位置，建立统一的国家控制网，为地形测量、工程测量奠定基础，为观测地壳变形、研究和确定地球的形状、大小等提供依据。建立国家控制网的测量工作称为大地测量学。

2) 地形测量学 在地球表面的一定范围内，用测量仪器和方法测定点的位置，并将测区内的地物和地面起伏形状，按一定的比例绘制成地形图，称为地形测量学。

3) 工程测量学 为某些工程项目，如城市、工矿、水利、交通等建设所进行的测量工作，称为工程测量学。

4) 航空摄影测量学 利用空中摄影的像片，研究与地面上点位的关系，并将地球表面的地物、地貌由航空像片转绘成地形图，称为航空摄影测量学。

5) 制图学 研究地图投影编绘理论和印刷出版地图工艺技术的学科，称为制图学。

三、测量学在地质工作中的作用

测量学被广泛应用于社会主义建设之中，如国土规划、国防建设、地质勘探、资源调查、农田水利、城市规划、公路及铁路的选线与施工等。它和地质科学的关系十分密切，例如在地质矿产的普查、详查、精查各个阶段，从设计施工到最后构成各种地质图件，都需要应用相应的测量成果（数据资料、地形图等），而且需要测量工作与之密切配合。

在进行地质普查和水文地质调查时，必须应用相应比例尺的地形图，以了解该地区的地形起伏、村庄分布、水陆交通等情况，并据此制定合理的工作规划；在地质填图过程中，地质人员要把观察到的各种地质现象标绘在地形图上，并在现场勾绘地质界线，绘制地形地质图。

在地质勘探阶段中，要使用测量仪器，将图上设计的勘探网、钻孔、探槽、探井等工程，正确地测设到地面上，或将地面上已竣工的勘探工程测绘到图上。当进行矿区大比例尺地质填图时，则需用测量仪器测定地质点的位置。地形图本身的准确程度和地质人员应

用地形图的熟练程度，都关系着普查、详查任务的完成和地质图的成图质量。这就要求地质人员必须学会使用测量仪器，掌握基本的测量方法和技能。

此外，用精密的测量方法测定的地壳升降与位移数据来预报地震、用航空摄影像片及卫星遥感图像资料来解译岩性、地层、地质构造及水文地质条件等，也都需要地质人员具备一定的测量知识。

由上所述可以看出，地质科学在广泛的范围内应用了测量科学的成果和基本手段。基于地质类专业对测量的基本需求，本书内容分为两个部分，第一部分侧重于介绍测量学的基本知识、基本方法、基本技能和地形图的成图过程；第二部分则着重于介绍地形图的应用，并结合专业工作需要，简要介绍地质工程测量和矿井测量的一般知识。

测量学是地质类各专业的技术基础课。通过测量学课程的学习，学生应了解并初步掌握测量工作的基本理论、基本方法和基本技能，应能正确使用普通的测量仪器和工具，了解地形图的成图过程，并具有应用地形图和进行地质工程测量的实际技能。以便日后应用这些知识去工作，为开发祖国的矿产资源贡献力量。

第二节 测量工作的基本概念

一、测量工作的基本程序和内容

测量工作的主要任务之一就是测绘满足国民经济建设需要的地形图。而要测绘地形图，就必须测定大量地面点的空间位置。由于任何一种测量工作都会产生不可避免的误差，所以每次测量时都必须采取一定的程序和方法，以防止或限制误差的累积。假如在全国的广大范围内，从一个点开始，逐点施测，虽然也可以获取各个点的位置，但是这种施测方案显然是不好的。因为一方面，前一点的误差必然传递到下一点，逐点累积，最后就达到不可容许的程度；另一方面，这样逐点施测，就要持续相当长的时间，这显然也是不允许的。因此，必须采取另外一种工作程序。

在实际测量工作中，采用了从整体到局部、由高级向低级、先控制后碎部的程序。

这就是说，先在广大区域内，从整体考虑选设一些有控制意义的点位，建立永久性的测量标志（图0-1），这些点组成一定的几何图形，用高精度的测量仪器和方法，测定它们

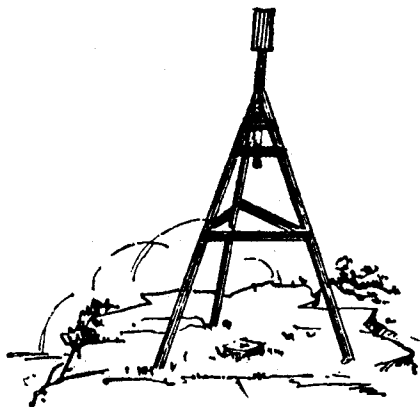


图 0-1

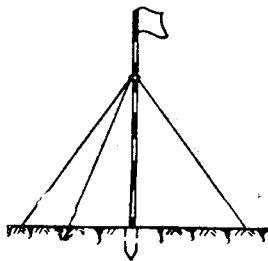


图 0-2

的空间位置,这部分工作就称为控制测量。然后以这些点位为起算基准,再增设和加密一些测图工作的基点,称为图根点(图0-2),用一定的精度测定它们的空间位置,最后以图根点为根据,测绘地形图。这部分工作就称为地形测量。本书对控制测量只作概念性介绍;地形测量是本书将要研究的主要对象。

地形图是将分布在地面上的地物(如房屋、道路、河流等)、地貌(地表的高低起伏),按一定的比例关系缩绘在图纸上的图形。因为地面上的物体和地表形态是极为复杂的,如何将这些形态各异的地物地貌测绘成图,就成为本书将要研究的主要内容。

如图0-3所示,图中房子围墙的平面位置是由围墙轮廓线的一些折线所组成,如果能确定1、2、3点的平面位置,该围墙的位置也就确定了。又如图中的河流,其边线很不规则,但弯曲部分可看成是由许多直线段所组成,只要确定出4、5、6、7...诸点,这条河流的平面位置也就确定了。同理,地貌也可通过确定地面坡度变化点的高低和平面位置来反映地形变化情况。

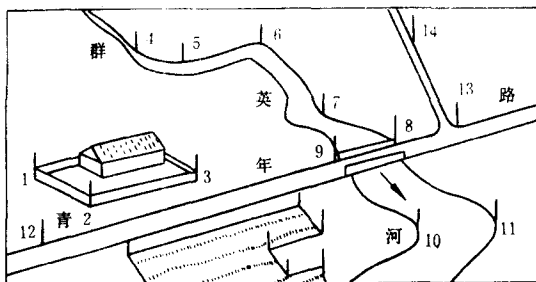


图 0-3

由此可以看出,由无限个点所组成的复杂的地物、地貌,它们的位置实际上是由有限个特征点的位置所决定的。因此,点位关系是测量工作研究的基本关系,点位的测定,就是测量工作的主要对象。

二、点的平面位置的确定

我们知道,点的空间位置是由 x 、 y 、 H 三个坐标来确定的,其中 x 、 y 确定点的平面位置, H 确定点的高低位置。在实际工作中, x 、 y 、 H 值不能直接测定,而必须通过测出点位关系的基本元素来推算。下边首先讨论测定点的平面位置的原理和方法。

在测区面积不大的局部地区测量时,由于地球表面曲率很小,因此可把这部分球面视为与测区中心的铅垂线相垂直的平面,即水平面。这样,将地面点沿各自的铅垂线方向投影到水平面上,即可得出这些点的平面位置。如图0-4所示,地面上的I、II、III、IV点,分别投影到水平面 P 上,得到的1、2、3、4点就是它们的平面位置。

实际上,要测定图0-4中各点的平面位置,必须有一个 A 点和 A 点到某一点 B 的方向 AB , A 点直角坐标 x_A 、 y_A 和 A 、 B 连线与坐标北向之间的夹角——坐标方位角 T_{AB} 均为已知。这时将仪器安置在 A 点,测出 AB 和 $A1$ 方向之间的夹角 β_0 以及 A 点到1点间的水平距离 D_1 。然后依据测出的数据,应用平面三角公式,即可计算出1点的直角坐标。

由图0-4可得

$$\left. \begin{aligned} T_{A1} &= T_{AB} + \beta_0 \\ \Delta x_{A1} &= D_1 \cdot \cos T_{A1} \\ \Delta y_{A1} &= D_1 \cdot \sin T_{A1} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_A + \Delta x_{A1} \\ y_1 &= y_A + \Delta y_{A1} \end{aligned} \right\}$$

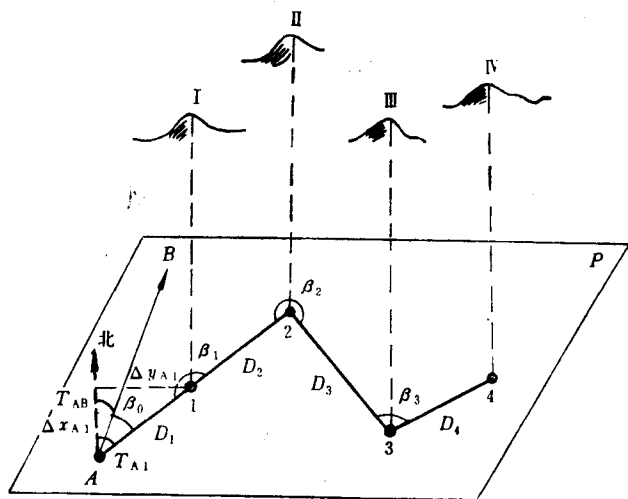


图 0-4

即由已知数据和观测数据可以计算待定点 1 的坐标。同法也可计算出其它各待定点的坐标。

由此可见，地面点平面位置的确定，可以归结为水平角测量和距离测量。有了这些测量成果，就可以进行计算，把点位用平面直角坐标在图纸上标示出来。

三、点的高程的确定

由于地表起伏不平，所以除了需要确定地面点的平面位置以外，还要确定点的高程。

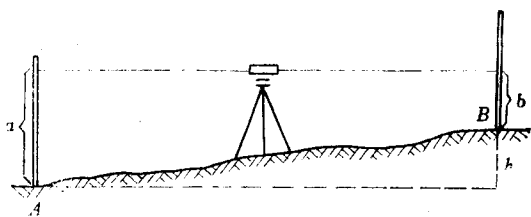


图 0-5

如图0-5所示，地面上有A、B两点，A点高程 H_A 为已知，要测出B点高程 H_B 。这时，我们可以设想在AB两点间安置一台能够提供水平视线的仪器，分别在A、B两点立尺，根据水平视线分别读出A、B两点上尺子读数 a 和 b ，这样就可计算出B点对于A点的高程之差 h ：

$$h = a - b$$

然后再根据已知的A点高程计算B点高程 H_B ：

$$H_B = H_A + h$$

这种测量工作，就称为高程测量。

通过本节的讨论可以知道，为了确定点的位置，必须进行水平角测量、距离测量和高程测量。因此，我们说水平角测量、距离测量和高程测量就是测量的基本工作。同时我们还知道，地面点在空间的位置可以用平面直角坐标和高程来表示，也可以标示在图纸上，成为地形图，所以，测量、计算、绘图就构成了测量工作的全部过程。

测量学是一门实践性很强的科学。我们在认真学习它的基本理论和基本知识的同时，必须加强实际技能的训练。通过观测、计算、绘图的实际作业，增强我们的动手能力，提高分析问题和解决问题的能力。

第一章 水准测量

第一节 水准测量原理

确定地面点高低位置所进行的测量工作，称为高程测量。高程测量的基本工作，就是测定两点间的高差。根据使用仪器、施测方法和精度要求的不同，高程测量可以分为三种：水准测量、三角高程测量、光电测距高程导线。其中水准测量是利用水准仪的水平视线来测定两点间高差的一种方法，其原理直观、仪器简便、精度较高，是高程测量中最常见，应用最广泛的一种方法。因此，要解决高程测量问题，首先要学习水准测量。

如图1-1所示，设A点的高程 H_A 为已知，求B点高程 H_B 时，只要测定B点相对A点的高差 h_{AB} ，按下式便可算出B点高程：

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (1-1)$$

由此可见，高程测量的基本工作，就是测定两点间高差。水准测量是利用水平视线来测定两点间高差的。为此，我们首先在A、B两点上分别竖立水准尺，并在其间安置水准仪，然后按照水准测量前进的方向，分别读出A点（后视点）尺上的读数 a （称后视读数）和B点（前视点）尺上的读数 b （称前视读数），用后视读数 a 减去前视读数 b ，即可得出A、B两点间的高差，即

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

高差 h 有正有负，当前视点高于后视点时， $a > b$ ，高差值 h 为正；当前视点低于后视点时， $a < b$ ，高差值 h 为负。计算高差时，一定要用后视读数减前视读数，次序不能颠倒。

在实际工作中，如果两点间距离较远，或高差较大，仅安置一次仪器（一个测站）不能测出它们之间的高差时，可在A、B两点间增设若干个传递高程的立尺点（称转点），如图1-2所示，将其分成若干个测站分别连续地进行观测，按照公式（1-2）分别求出相邻立尺点间高差。

如图1-2所示：

$$h_1 = a_1 - b_1$$

$$h_2 = a_2 - b_2$$

.....

$$h_n = a_n - b_n$$

将以上各式相加取和，即得A、B两点间高差

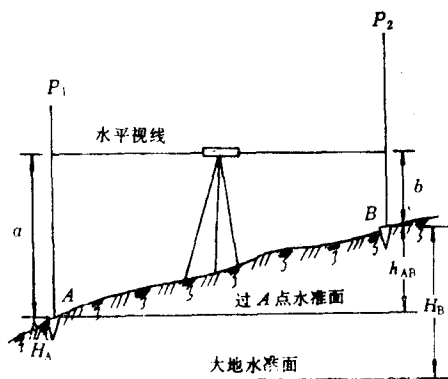


图 1-1

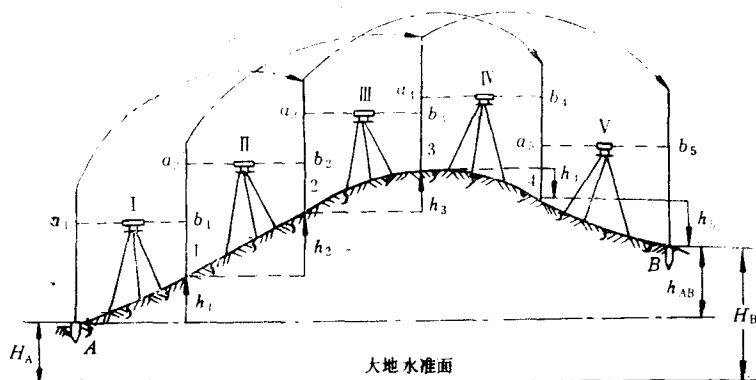


图 1-2

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + \cdots + h_n = \Sigma h \quad (1-3)$$

上式还可改写成

$$\begin{aligned} h_{AB} &= (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \cdots + (a_n - b_n) \\ &= \Sigma(a - b) = \Sigma a - \Sigma b \end{aligned} \quad (1-4)$$

式中: Σa 表示后视读数之和, Σb 表示前视读数之和。公式 (1-4) 可作为按式 (1-3) 计算高差时的检核。

高差求得后, 就可根据 A 点高程按式 (1-1) 求得 B 点高程。

由此可以得出结论: 欲求某点的高程, 只要求出待求点与已知点之间的高差即可。所以, 高程测量的实质就是测量高差。

第二节 水准仪和水准尺

一、水准仪

水准仪是一种能精确给出水平视线, 并能照准水准尺和在尺上读取读数的仪器。图1-3是我国生产的 S_3 型普通水准仪外形图, 它的构造主要包括望远镜和水准器两部分。现将其构造和使用方法分述如下:

1. 望远镜

望远镜的用途主要是瞄准目标和读取水准尺上的读数。它包括物镜、目镜、调焦透镜和十字丝等四个主要部分, 如图1-4a所示。

如图1-5所示, 物镜和调焦透镜的作用, 是使物体在镜筒内的十字丝平面上形成一个缩小的倒立实像 a_1b_1 ; 目镜的作用, 是将 a_1b_1 放大成为倒立虚像 a_2b_2 , 即起着放大镜的作用; 十字丝是照准尺子和读数用的, 它是刻在玻璃上的两条相互垂直的细丝, 竖直的一条称为竖丝, 横向的一条长丝称为横丝, 横丝上下还有两条对称的短丝是用于测量距离的, 称为视距丝 (见图1-4b)。十字丝中心 (十字丝交点) 和物镜光心的连线, 称为视准轴, 即图1-4中的 $O-O'$ 线。

2. 水准器

水准器是用来指示视线是否水平或仪器垂直轴是否竖直的部件。水准仪上都装有圆水准器和管水准器 (或称符合水准管), 前者用于概略整平, 后者用于仪器精确整平。

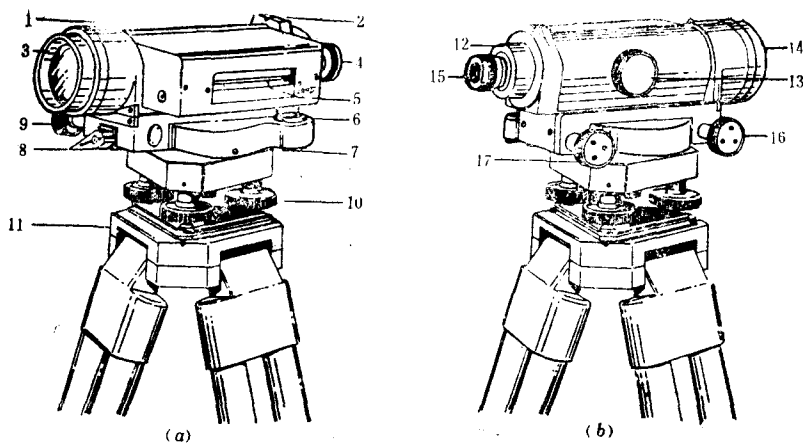


图 1-3

1—准星，2—缺口，3—物镜，4—目镜，5—管水准器，6—圆水准器，7—圆水准器校正螺丝，8—制动螺旋，9—微动螺旋，10—脚螺旋，11—脚架，12—十字丝，13—调焦螺旋，14—物镜，15—目镜，16—微动螺旋，17—微倾螺旋

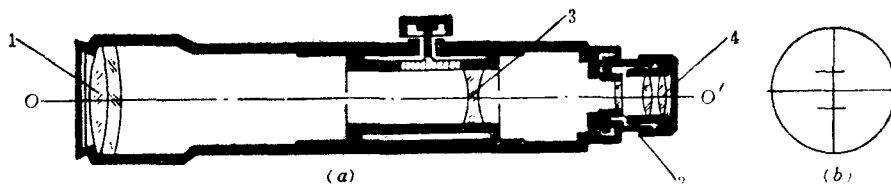


图 1-4

1—物镜，2—十字丝，3—调焦透镜，4—目镜

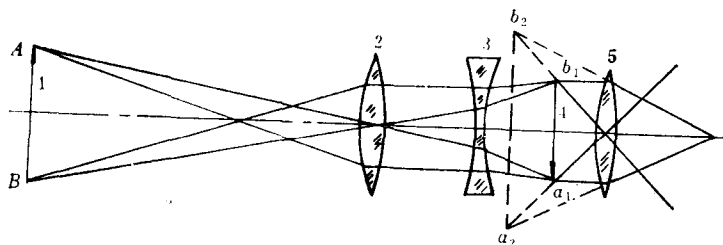


图 1-5

1—物体，2—物镜，3—调焦透镜，4—十字丝平面，5—目镜

1) 管水准器

如图1-6a所示，管水准器是一个两端封闭的玻璃管，其内壁被研磨成半径为80~200m的圆弧，注入轻质易流动的酒精或氯化锂液体，将液体加热膨胀封口，冷却后管内即形成一个被液体蒸气所充塞的空间，这个空间就称为水准管气泡。水准管的两端各刻有数条间

隔为2mm的分划线(如图1-6b),分划线的对称中心,称为水准管零点。在水准管的纵剖面上,过零点与内表面相切的直线LL,称为水准管轴。根据气泡在管内占有最高位置的特性,当气泡中点位于水准管零点位置时,称气泡居中,这时水准管轴成水平位置。

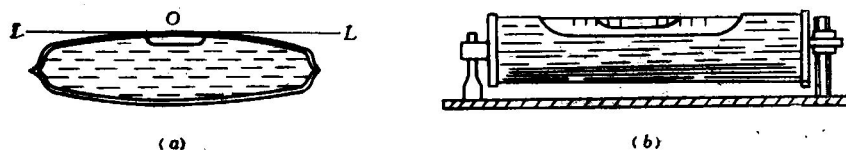


图 1-6

管水准器气泡是否居中,在水准仪中是从望远镜目镜旁的成像窗中观察的。它是通过仪器内装在水准管上方的由三块棱镜组成的复合棱镜系统(如图1-7a),把水准管两端半个气泡的像,经过三次全反射,进入望远镜旁的成像窗内。当气泡不居中时,两端的影像不符合(如图1-7b),甚至在成像窗中看不到两端的影像;当两端影像符合时,表示气泡居中(如图1-7c)。

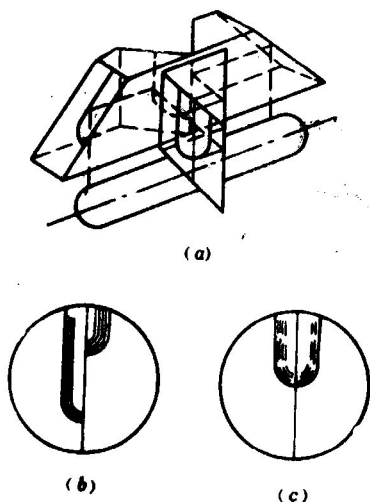


图 1-7

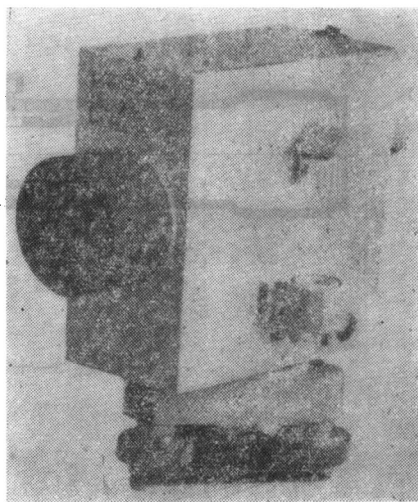


图 1-8

由于利用水准管整平费时较多,影响观测速度。有一种自动安平水准仪,它既无水准管,也无微倾螺旋,而只有一个圆水准器,依靠圆水准器将仪器概略整平,借助望远镜内安装的补偿器,即可获得精确的水平视线。使用这种水准仪不仅节省时间,而且精度很高。

图1-8为北京测绘仪器厂制造的DS₃-Z型自动安平水准仪外形图。

2) 圆水准器

如图1-9所示,圆水准器为一密闭的玻璃圆盒,盒内装满酒精或氯化锂,并加热密封,它的顶面内壁磨成球面,中央刻有小圆圈,圆圈中心 S 称为圆水准器零点。显然,圆水准器的水准器轴 $L'L'$ 不具方向性,它始终居于过水准器零点的切平面内。当气泡位于圆内中央位置时,圆水准器轴即已水平。

3. 水准仪应满足的条件

如图1-10所示,水准仪的主要几何轴线有:视准轴 ZZ ,水准管轴 LL ,仪器的垂直轴(也称竖轴) VV 和圆水准器轴 $L'L'$ 。

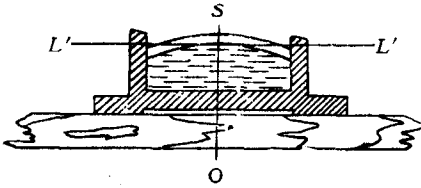


图 1-9

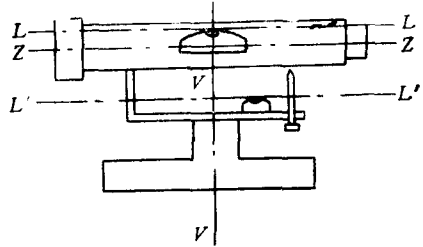


图 1-10

水准测量是根据水平的视准轴来工作的。而视准轴的水平是根据水准管轴是否水平,亦即水准气泡是否居中来判断的。因此,水准仪应满足的重要几何条件就是望远镜的视准轴平行于水准管轴。此外,为了快速安置仪器,圆水准器轴应垂直于仪器的垂直轴;为了准确读取读数,望远镜的十字丝横丝应垂直于仪器的垂直轴。

二、水准尺

水准尺是水准测量的重要工具之一。它是采用伸缩性小的木材或玻璃钢等材料制成。地面水准测量常用的水准尺有直尺和塔尺两种,如图1-11所示。直尺长度一般为2m或3m,塔尺长度为5m,可以伸缩,携带方便。尺面采用区格式分划,其最小单位为1cm,每分米注记数字。为了便于读数,水准尺上的数字注记一般是倒写的。为检查立尺是否竖直,有的水准尺上装有圆水准器。水准尺还有单面尺和双面尺之分。双面水准尺的一面采用黑白分划(称黑面尺),是主尺面;另一面采用红白分划(称红面尺),是副尺面。双面尺必须成对使用,两只双面尺的黑白面底部都从零开始,红面尺底端则不是从零开始,而是从一常数(一般为4.687m和4.787m)开始。这样同一水平视线在尺上红、黑面的读数之差是一个常数,两尺黑面、红面求得的高差相等。利用这一原理设计的双面尺,可对读数进行检核。

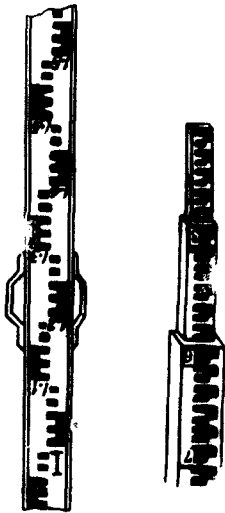


图 1-11

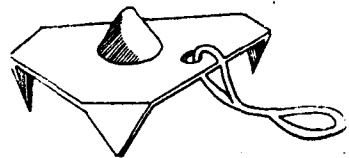


图 1-12

在进行水准测量时,为了减少立尺点地面下沉而产生的误差,在需要设置转点的地面上放一块生铁制成的尺垫,将水准尺立于尺垫上。尺垫形状如图1-12所示,使用时应将尺垫踩实,以免下沉或挪动。

第三节 水准仪的使用

安置水准仪时,先打开三角架放在地面上,使架头大致水平,高度适中,将三角架脚尖踩入土中,然后安上仪器、拧紧连接螺旋。此后按概略整平、瞄准目标、精确整平及读数等步骤进行操作和观测。

一、概略整平

概略整平就是利用脚螺旋使圆水准器气泡居中,仪器大致水平。其操作步骤如下:

如图1-13所示,气泡不在圆圈中心而偏到 a 点,这时先同时用双手按箭头方向转动脚螺旋1和2,使气泡从 a 移到 b 位置,然后只转动脚螺旋3,使气泡从 b 移到圆圈内。如此反复进行,直到仪器转至任何位置气泡都居中为止。利用脚螺旋调整圆水准器气泡居中的规律是:气泡移动的方向与左手大拇指旋转时移动的方向相同。按此规律来确定两手同时向内旋转或向外旋转脚螺旋。

在水准测量中,概略整平通常采用先固定两条架腿,再移动第三条架腿的方法使圆水准器气泡迅速居中。

圆水准器气泡居中后,表明仪器垂直轴已基本竖直,望远镜视准轴已基本水平。

二、瞄准目标

(1) 先转动目镜使十字丝成像清晰,然后利用望远镜筒上的缺口和准星瞄准水准尺,旋紧制动螺旋,将望远镜固定。

(2) 转动物镜调焦螺旋,使水准尺成像清晰,再转动微动螺旋,使水准尺紧靠十字丝竖丝一侧(如图1-14),以便读数。

(3) 在物镜调焦之后,眼睛靠近目镜作上下移动,如横丝读数随眼睛位置改变而晃动,则说明物像平面与十字丝平面不重合,这种现象称为视差。视差的存在,对瞄准及读数精度影响很大,因此必须重新调节目镜,予以消除。目镜调节好以后,对同一观测者在观测过程中不应再调节。

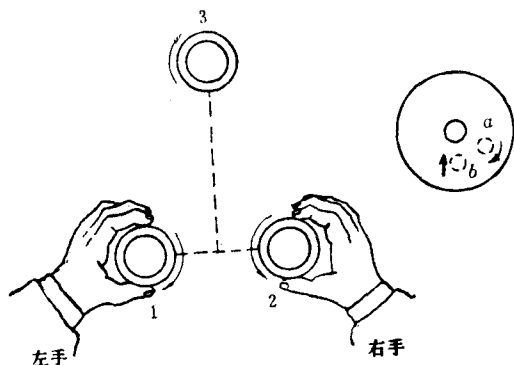


图 1-13

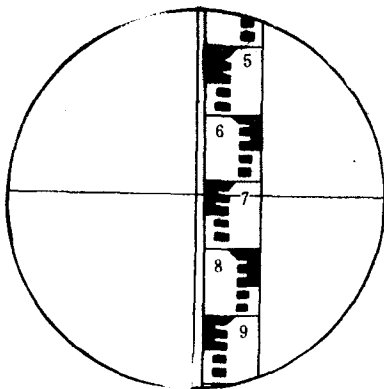


图 1-14

三、精确整平和读数

瞄准目标后，转动微倾螺旋，使符合水准管气泡两端影像符合，这时视线就处于水平状态，这就是精确整平。精确整平后应立即在水准尺上读取读数。

水准尺读数是读取十字丝横丝在尺上所指示的数值。读出的数值应是四位，即米、分米、厘米、毫米，前三位可直接读取，而毫米数需要估读。由于望远镜一般是倒像，因此读数应由上至下（即从小向大读取）。如图1-14所示，横丝读数为0720，即0.720m。

初学读数时可能出现错误，反复练习才能熟练掌握。

第四节 水准测量的方法

一、一个测站的水准测量

1. 水准测量基本程序

如图1-1所示，欲测定 A 、 B 两点间高差，其测量程序如下：

- (1) 在 A 、 B 两点中间处安置水准仪，使圆水准气泡居中；
- (2) 瞄准后视尺 P_1 ，转动微倾螺旋，使管水准器气泡符合后，读取后视读数 a ；
- (3) 瞄准前视尺 P_2 ，转动微倾螺旋使管水准器气泡符合，读取前视读数 b ；
- (4) 用公式 (1-2)，计算出 A 、 B 两点间高差 h_{AB} 。

这就是一个测站的测量工作程序。记录格式如表1-1所示。

表 1-1 水准测量手簿(一)

测 站	点 号		后视读数 <i>a</i>	前视读数 <i>b</i>	高 差		备 注
					+	-	
I	后	<i>A</i>	2.412	1.345	1.067		
	前	1					
II	后	1	2.135	1.210	0.925		
	前	2					
III	后	2	1.670	1.564	0.106		
	前	3					
IV	后	3	0.923	1.829		0.906	
	前	4					
V	后	4	0.469	1.671		1.202	
	前	<i>B</i>					
检 核 计 算			7.609	7.619	2.098	2.108	
			- 0.010		- 0.010		

如果 A 、 B 两点间距离较远或高差较大（如图1-2），安置一次仪器不能测出两点间高差时，需分段进行测量，即在 A 、 B 两点间选择若干立尺点（转点），按照上述方法，依次测出各段高差，最后用式 (1-4) 计算出 A 、 B 两点间高差。

2. 测站水准测量的检核方法

为了防止测量过程中的错误，提高测量精度，在观测过程中还要进行测站检核。测站