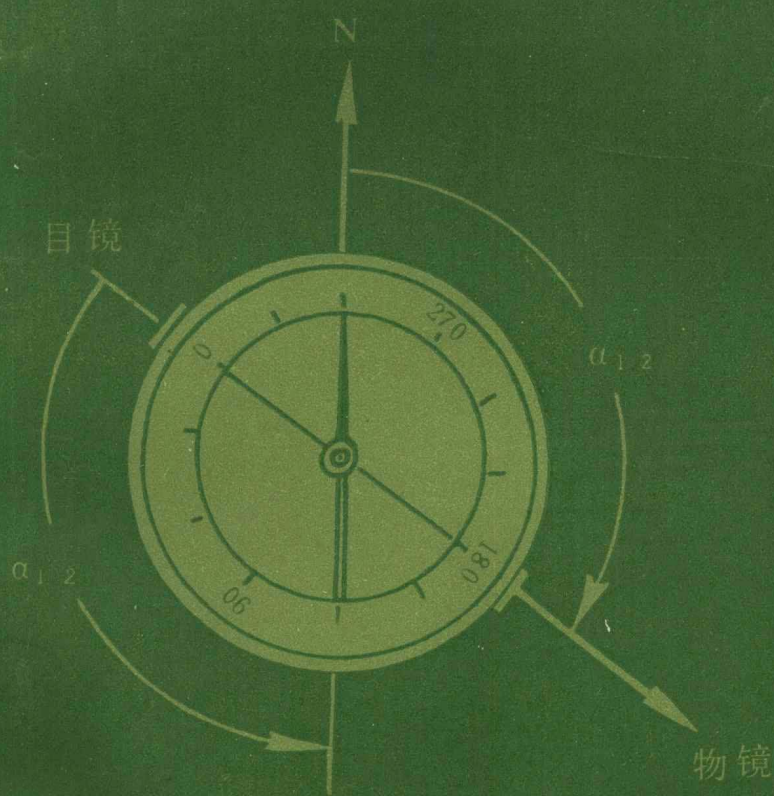


建筑工人技术丛书

建筑工程测量



山东科学技术出版社

建筑工人技术丛书

建筑工程测量

陈雪缘 编

山东科学技术出版社

一九八三年·济南

出版说明

建筑业在国民经济中占有重要地位,是国民经济的五大产业部类之一。充分发挥建筑业在国民经济中的作用,已成为我国经济建设的重要任务。建筑业的发展,是国民经济兴旺繁荣,人民安居乐业,国家富裕强盛的标志。

为了适应建筑业发展的需要,以及配合当前的职工教育,我们组织编写了这套《建筑工人技术丛书》。

这套丛书包括《建筑工人应用数学》、《建筑识图》、《建筑工程测量》、《建筑材料》、《建筑施工技术》等数种,今后将陆续出版。

这套丛书有以下几方面的特点:第一,以讲基础理论和技术知识为主,对理论问题不作过深的阐述;第二,从读者对象现有的文化程度和技术水平出发,尽可能联系实际,力求解决读者在施工中遇到的一些具体问题;第三,注意介绍一些比较适用的新技术、新工艺、新材料,以适应当前和今后一段时期形势发展的需要;第四,各分册在取材方面虽互有联系,但在内容方面各有其独立性,适于读者根据需要进行选购和阅读;第五,内容深入浅出,文字通俗易懂,并附有插图,便于读者学习。

这套丛书可供具有初中以上文化程度的建筑工人、技术员和现场施工管理人员学习和参考,也可作为建筑职工教育和业余技术培训班的教材。同时,可供市政、交通、水利、桥梁、铁路等现场施工人员参考。

建筑工人技术丛书

建筑工程测量

陈雪缘 编

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东人民印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 6.5 印张 124 千字
1983年5月第1版 1983年5月第1次印刷

印数: 1—24,000

书号 15195·113 定价 0.58 元

前 言

本书为《建筑工人技术丛书》之一，系编者在济南市建筑工程局工长培训班教学讲稿的基础上，经修改补充编写而成。内容包括：水准仪、经纬仪及其使用，距离丈量和直线定向，地形图的阅读，施工测量的基本工作，建筑工程施工测量和管道工程测量等。书中不仅对常用测量仪器的构造、使用、检验及校正等做了较详细的介绍，而且讲述了一般民用建筑、单层工业厂房、烟囱和管道工程施工中的放线、抄平、构件安装、中线测量、纵横断面图的测绘，以及对建筑物的沉降和变形观测、竣工总平面图的编绘等基本知识。本书可供具有初中以上文化程度的建筑工人、技术员和现场施工管理人员学习和参考，也可作为建筑职工教育和业余技术培训班的教材。

本书在编写过程中，曾经得到有关单位和有关同志的协助和支持，在此表示感谢。

编 者

一九八二年十二月

目 录

第一章 测量工作简述 1	第五章 地形图的阅读49
第一节 测量工作的任务..... 1	第一节 地形图概述.....49
第二节 测量工作在建筑 工程中的作用..... 1	第二节 地物符号.....50
第二章 水准仪及其使用 2	第三节 地貌符号.....52
第一节 高程测量简述..... 2	第六章 施工测量的基本工作56
第二节 水准测量的原理..... 3	第一节 施工测量概述.....56
第三节 水准仪的构造及 使用方法..... 4	第二节 测设的基本工作.....56
第四节 水准测量的方法 及注意事项..... 9	第三节 点的平面位置的 测设方法.....61
第五节 水准测量成果校核.....11	第七章 建筑工程施工测量65
第六节 水准仪的检验与校正.....13	第一节 建筑工程施工控 制测量.....65
第三章 经纬仪及其使用19	第二节 民用建筑施工测量.....66
第一节 角度测量简述.....19	第三节 工业厂房的定位和 基础施工测量.....71
第二节 光学经纬仪.....20	第四节 厂房构件安装测量.....75
第三节 游标经纬仪.....24	第五节 烟囱砌筑施工测量.....79
第四节 水平角观测 (测回法).....28	第六节 建筑物沉降和变 形观测.....81
第五节 竖直角观测.....32	第七节 竣工总平面图的编绘.....84
第六节 经纬仪的检验与校正.....34	第八章 管道工程测量87
第四章 距离丈量和直线定向39	第一节 中线测量.....87
第一节 距离丈量的工具 及丈量方法.....39	第二节 纵、横断面测量.....89
第二节 钢尺的检验.....43	第三节 管道施工测量.....93
第三节 直线定向.....44	第四节 顶管施工测量.....97

第一章 测量工作简述

第一节 测量工作的任务

测量是研究地球表面的形状、大小以及确定地面点之间相对位置的一门科学。测量的工作内容包括测定和测设两个部分。测定是指使用各种测量仪器和工具，通过实地测量和计算，把地球表面形状和大小测绘成图，供科学研究、国防建设和经济建设、规划设计使用。测设是将图纸上设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上标定出来，作为施工的依据。

随着生产和科学的进步和发展，测量包括的内容越来越丰富，分科也越来越细。主要可分为五类：

1. 大地测量学：研究地球的形状和大小，解决大区域测量问题。
2. 地形测量学：测量小区域地球表面形状和大小，不考虑地球曲率的影响，根据需要测绘各种比例尺的地形图。
3. 摄影测量学：利用航空摄影和地面摄影照片来测绘地形图的工作。
4. 工程测量学：研究测量学的理论、技术和方法在各种工程建设中的应用。
5. 制图学：利用测量所得的成果，研究如何编绘和制印各种地图的工作。

第二节 测量工作在建筑工程中的作用

测绘技术的应用非常广泛，在国防工程中，军事战略、战役的部署和具体军事行动的指挥，都需要有精确的地形图和各种观测数据。

在科学研究方面，比如研究地球整体的形状和大小、地壳的升降、陆地及海岸线的变迁，以及地震预报等科学问题，也都需要测量工作。

在各项建筑工程中，更是离不开测量工作。例如，道路、桥梁、各种管道工程、农田水利、矿山和铁路建设，以及工业与民用建筑、城市及农村规划等等，在勘测设计阶段，都要利用测量得到的各种资料和图纸，进行规划设计，并根据设计意图进行定位、放线，建立各种测量标志，作为进一步施工的依据。在施工过程中，还要进行大量的施工测量，以保证工程质量。在工程竣工以后，为了满足使用、管理、维修和扩建的需要，还要进行竣工总平面图的编绘等。总之，测量工作自始至终贯穿在整个建筑工程中。

第二章 水准仪及其使用

第一节 高程测量简述

地球表面是起伏不平的，高的有山岭、高原，低的有海峡、洼地。要衡量地面上点位的高低，就需要选择一个标准。在地球表面，海洋的面积约占71%，陆地的面积只占29%。经过多年对海水面的观测知道，尽管海水面升降有变化，但是平均海水面的位置是基本不变的。以平均的静止的海水面作为高程的起算面，叫大地水准面。其他静止的水面叫水准面。大地水准面和水准面是曲面，水准面上任一点的铅垂线与该点的曲面成正交。在小范围测量中，可认为水准面为一水平面。我国规定以青岛验潮站所确定的黄海平均海水面作为大地水准面，高程为零。

地面上一点到大地水准面的铅垂距离称为该点的绝对高程，也叫海拔，如图2—1中的 H_A 、 H_B 。例如，世界的最高峰珠穆朗玛峰的绝对高程是8848.13米，即它高出大地水准面8848.13米。我国吐鲁番盆地的艾丁湖的水面比大地水准面低154米，即它的绝对高程为-154米。在工程测量中，也可以选一任意水准面作为假定高程起算面，地面点到假定高程起算面的铅垂距离，叫做该地面点的假定高程，或称相对高程。

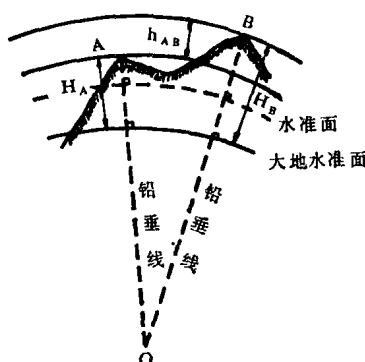


图2—1 地面点的高程

(2—1)

若地面点A、B的高程已知，则B点对A点的高差

$$h_{AB} = H_B - H_A$$

为确定地面点高程而进行的测量工作，称为高程测量。由式(2—1)中可以看出，若地面点A的高程已知，欲求地面点B的高程，实际上就是求地面点B与已知高程点A的高差 h_{AB} 。由于使用的仪器不同，高程测量可分为水准测量、三角高程测量和气压高程测量三种。其中以水准测量比较精确，是经常采用的方法。本章主要介绍水准测量。

1956年，我国统一规定了绝对高程的起算面，从此统一了全国高程测量系统。为了满足各种测量的需要，在全国范围内，由专业测量单位，按国家水准测量规范的精度要求，按一、二、三、四，四个等级布设了高程控制网，即水准网，并埋设了各个等级的永久性高程标志，这些标志叫做水准点。其中一、二等水准网是国家高程系统的高级控制网，主要用于科学研究及作为三、四等水准测量的依据；三、四等水准网主要用于国防建设、经济建设及地形测图的高程起算。由于精度要求不同，主要用途各异，因此对各等级水准测量路线的布设、水准点的密度、使用的仪器以及水准测量的具体操作等，都作了相应的规定。

为了进一步满足建筑工程的需要，在施工中，可以国家的三、四等水准点为依据，进行工程水准测量（也称等外水准测量），将高程引测至施工现场，并埋设一些必要的永久性或临时性的水准点。永久性水准点可按规范规定埋设在土质坚实，便于长期保存，使用方便的地方。临时性水准点可设立在坚硬的岩石上，或设在永久性建筑物的基础或墙上。一般水准点应呈半球状，其半球顶点即为水准点的位置，如图 2—2 所示。并以 II_{3} 、 IV_{217} 、……表示水准点的等级和点号。

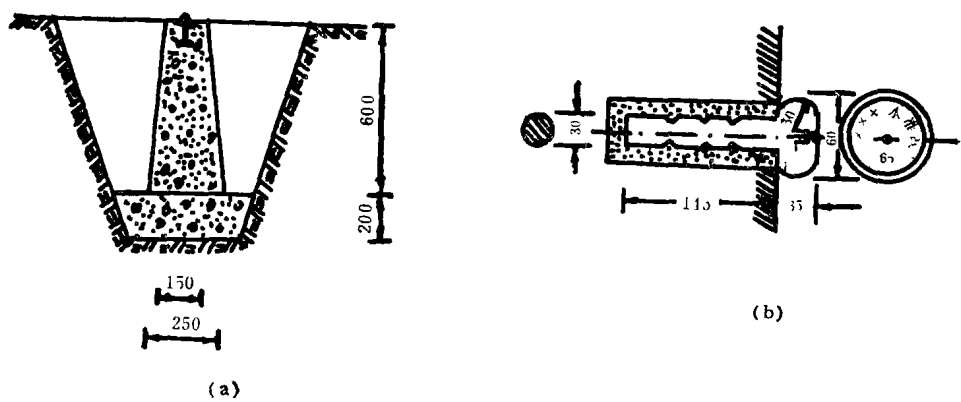


图 2—2 水准点

有时在施工现场附近没有国家等级的水准点，那么在不影响施工要求的情况下，可在施工现场根据具体情况，选择一个水准点，并给予一个假定的高程，以此作为施工中标高控制的依据。

第二节 水准测量的原理

水准测量是测量地面点高程的方法之一。不论哪个等级的水准测量，其测量原理都是一样的。

如图 2—3 所示，若 A 点的高程已知，欲求 B 点的高程，根据式（2—1）得知：

$$H_B = H_A + h_{AB}$$

水准测量实际上就是测出 B 点对 A 点的高差 h_{AB} 。为此，可在 A、B 两点之间架设水准仪，并分别在 A、B 两点上竖立水准尺，根据水准仪提供的水平视线，在 A 点尺上读数为 a ，在 B 点尺上读数为 b ，则 B 点对 A 点的高差：

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

A 点为已知高程点，通常称为后视点，并称 A 点水准尺上读数 a 为后视读数；B 点为欲求高程点，通常称为前视点，并称 B 点水准

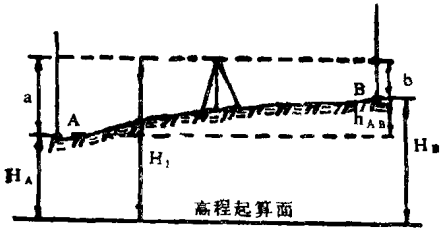


图 2—3 水准测量原理

尺上读数*b*为前视读数，即：

前视点对后视点的高差 = 后视读数 - 前视读数

当后视读数*a*大于前视读数*b*时，高差*h_{AB}*为正值，说明前视点*B*高于后视点*A*。反之，*a*小于*b*时，*h_{AB}*为负值，说明*B*点低于*A*点。

根据水准仪的水平视线，在*A*、*B*水准尺上读得*a*、*b*后，计算*B*点高程的方法有以下两种，即：

$$\left. \begin{aligned} h_{AB} &= a - b \\ H_B &= H_A + h_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (2-3)$$

或

$$\left. \begin{aligned} \text{水准仪视线高程 } H_i &= H_A + a \\ H_B &= H_i - b \end{aligned} \right\} \quad (2-4)$$

这两种计算方法各适用于不同的情况。前一种方法适用于引测高程。如建立永久性或临时性水准点时，从已知高程点引测高程，常用此计算方法。后一种方法适用于安置一次仪器要测定若干个前视点高程，计算方法比较简便。如进行纵断面水准测量及工程抄平测量时，常用此法。

从以上水准测量原理可以看出，当用水准仪测定地面点高程时，最基本的要求是水准仪的视线必须水平，而水准仪的位置及高低并不影响水准测量的结果。

第三节 水准仪的构造及使用方法

水准测量所使用的仪器称为水准仪。水准测量的工具有水准尺和尺垫。工程水准测量一般使用DS₃型水准仪。

一、水准仪的构造

水准仪是为水准测量提供水平视线的仪器，由望远镜、水准器和基座三个主要部分组成。

图 2—4 为DS₃型水准仪。

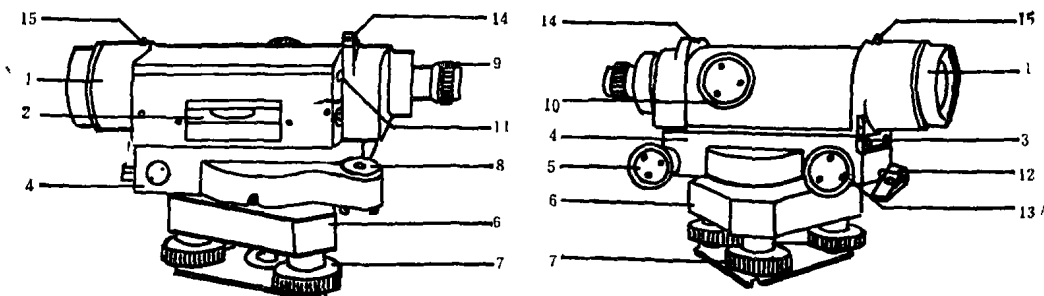


图 2—4 DS₃型水准仪

1. 望远镜； 2. 水准管； 3. 钢片； 4. 支架； 5. 微倾螺旋； 6. 基座； 7. 脚螺旋；
8. 圆水准器； 9. 目镜对光螺旋； 10. 物镜对光螺旋； 11. 水准管气泡观察镜； 12. 制动扳手； 13. 微动螺旋； 14. 缺口； 15. 准星

(一) 望远镜

望远镜由物镜、目镜、十字丝分划板等组成。

望远镜的主要作用是能提供一条照准读数用的水平视线和使我们可以清晰地看清远处的目标。望远镜分外对光和内对光两种。图 2—5 为 DS₃ 型水准仪内对光望远镜的构造。

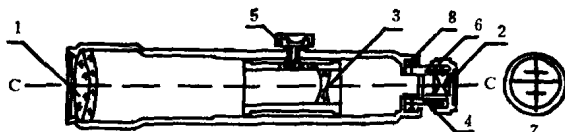


图 2—5 内对光望远镜的构造

1. 物镜； 2. 目镜； 3. 调焦透镜； 4. 十字丝分划板； 5. 物镜对光螺旋；
6. 目镜对光螺旋； 7. 十字丝放大像； 8. 十字丝校正螺丝； C—C 视准轴

物镜多由两片或两片以上凸透镜和凹透镜组成复合透镜组。其作用是将远处目标形成缩小的实像，如图 2—6 所示。

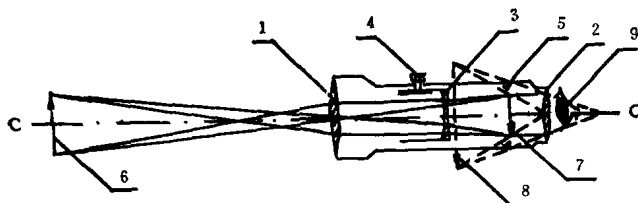


图 2—6 内对光望远镜成像

1. 物镜； 2. 目镜； 3. 调焦透镜； 4. 物镜对光螺旋； 5. 十字丝分划板；
6. 目标； 7. 倒立小实像； 8. 放大的虚像； 9. 眼睛； C—C 视准轴

目镜的作用是将物镜所形成的实像和十字丝的影像放大成虚像，以便于我们看清并照准目标。放大的虚像与眼睛直接看到目标的大小的比值，叫做望远镜的放大率。常用的普通水准仪望远镜放大率为 18~30 倍。

十字丝分划板大多是在玻璃片上刻出相互垂直的十字丝，如图 2—7 所示。竖直的一根称为竖丝，横的一根称为横丝，或称为中丝。中丝的上下还有对称的两根短丝，是用来测定距离的，称为视距丝。十字丝装在十字丝环上，并通过三个或四个校正螺丝固定在望远镜筒上。

为了使观测的目标清晰，内对光望远镜还装有调焦透镜。当对光螺旋转动时，调焦透镜在镜内移动，使物体成像在十字丝分划板平面上。

十字丝中央的交点和物镜光心的连线称为视准轴，也叫视线。水准测量是在视准轴水平时，用十字丝的中丝截取水准尺的读数。

为了控制望远镜在左右方向的转动，便于瞄准目标，水准仪一般都有有一套制动螺旋和微动螺旋，其构造形式如图 2—8 所示。当拧紧制动螺旋时，制动顶棍就压紧制动

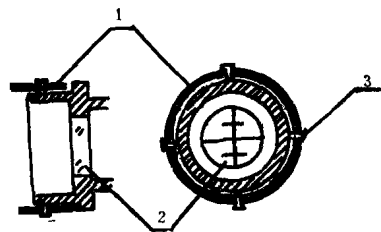


图 2—7 十字丝分划板

1. 望远镜筒； 2. 十字丝分划板；
3. 十字丝校正螺丝

片，使望远镜不能左右转动。此时如转动微动螺旋，由于弹簧的作用，可使竖轴连同制动套环一起作微小的转动。当松开制动螺旋时，微动螺旋就不起作用了。也就是说，制动不止住，微动无效用。

(二) 水准器

水准器是水准仪的重要部件，它与望远镜相连。借助于水准器的作用，才能使视准轴处于水平状态。水准器有管水准器和圆水准器两种。

1. 管水准器：又称水准管。它是将玻璃管纵向往内壁磨成一定半径圆弧的管状水准器。圆弧半径一般为 7~20 米。管内装有酒精和乙醚的混合液，加热融封，当混合液冷却后，便形成一个气泡，如图 2—9 所示。由于气泡较轻，恒处于管的最高点。在水准管上刻有间隔为 2 毫米的分划线，分划的中点，称为水准管的零点。通过零点作水准管圆弧的纵切线，称为水准管轴。当水准管气泡处于被零点平分的位置时，叫气泡居中，这时水准管轴处于水平位置，如图 2—9 中的 LL。

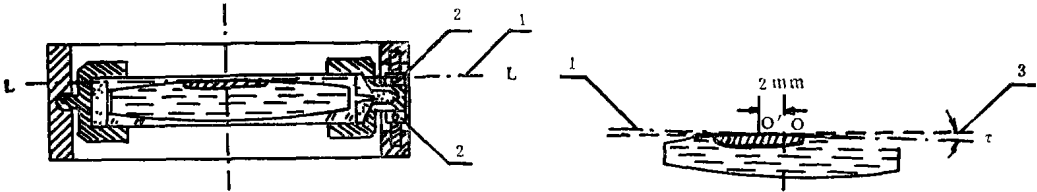


图 2—9 水准管
1. 水准管轴； 2. 校正螺丝； 3. 水平线

气泡每移动 2 毫米，水准管轴所倾斜的角值 τ ，称为水准管分划值。水准管分划值越小，水准管的灵敏度越高。一般水准仪的水准管分划值为 $1' \sim 20''/2$ 毫米。

水准管用石膏固定在上端开口的金属套筒内。金属套筒一端与仪器相连，另一端装有校正螺丝，用来调整水准管轴的位置。

水准管轴应与视准轴平行。当水准管气泡居中时，水准管轴水平，视准轴也水平。

为了观察水准管气泡是否居中，在水准管的上方设置了一组符合棱镜，称为符合水准器，如图 2—10(a) 所示。气泡两端的半影像经过几次反射后，反映在望远镜的观察镜内。图 2—10(b) 表示气泡两端半影像错开，说明气泡不居中。转动微倾螺旋使气泡两端半影像吻合，即气泡居中，如图 2—10(c) 所示。

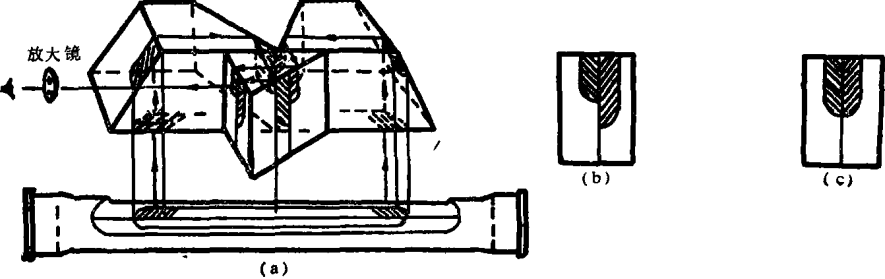


图 2—10 符合水准器

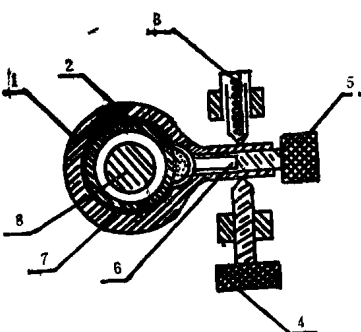


图 2—8 制动、微动螺旋

1. 制动套环； 2. 制动片； 3. 微动弹簧； 4. 微动螺旋； 5. 制动螺旋； 6. 制动顶棍； 7. 基座轴套； 8. 竖轴

2. 圆水准器：主要用于粗略整平。圆水准器顶面的内壁为磨成一定半径的圆球面，其半径为0.5~2米。在圆球面的中央画一小圆，其圆心叫圆水准器的零点。连接零点与圆球面球心的直线，称为圆水准轴。当圆气泡中心与零点重合时，称圆气泡居中，如图2—11所示，此时圆水准轴竖直。

3. 基座：主要由轴座、三个脚螺旋和连接板组成，起支承仪器和连接脚架的作用。

二、水准测量工具

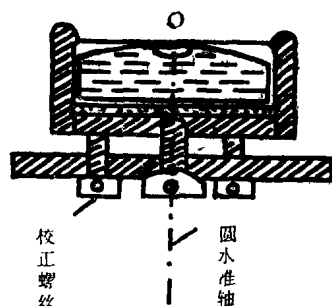


图 2—11 圆水准器

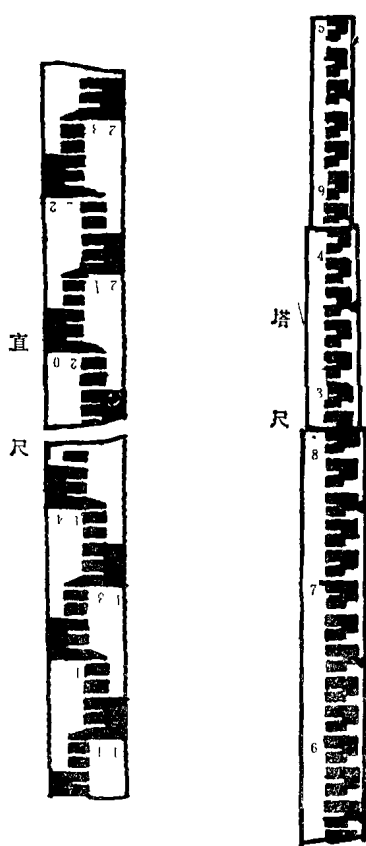


图 2—12 水准尺

(一) 水准尺

水准尺由干燥的木料制成，一般长3米或5米。按其构造不同，可分为直尺、折尺及塔尺等数种。折尺与塔尺是将全尺对折或分成三节套接而成，便于携带，但用旧后接头处容易损坏，影响测量精度。所以精度较高的水准测量，常规定只能用直尺。水准尺的零点一般都在尺的底部，刻有黑白或红白相间的分格，每格为1厘米，每分米有数字注记。为倒像望远镜观测方便起见，注字常用倒写。水准尺底部钉有铁片，以防磨损。一般水准尺如图2—12所示。

(二) 尺垫

尺垫用生铁或铁皮制成，一般呈三角形。中央有一凸起的半球状圆顶，以便放置水准尺。下有三个尖脚，可以插入土中，主要是防止转点位置移动，如图2—13所示。



图 2—13 尺垫

三、水准仪的使用

将水准仪安装在三脚架上。操作程序可分以下四个步骤：粗略整平、对光瞄准、精确整平及读数。

(一) 粗略整平

粗略整平是转动脚螺旋，使圆水准器气泡居中。操作步骤如下：

置圆水准器于两脚螺旋中间或某脚螺旋上方，两手分别以相反的方向转动这两个脚螺旋（左手大拇指旋转的方向与气泡移动的方向相同），然后再转动第三个脚螺旋，使气泡居中。

图 2—14(a)表示气泡偏在a的位置，两手分别按箭头所指的运动方向转动脚螺旋 1 和 2，使气泡从a移到b；再按图 2—14 (b) 所示，旋转脚螺旋 3，使气泡居中。由于圆水准器精度较低，因此称为粗略整平。

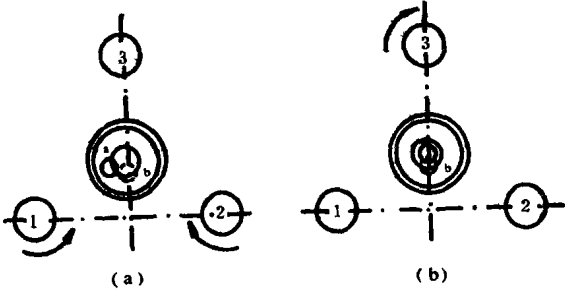


图 2—14 圆水准器的整平

(二) 对光瞄准

望远镜对光及瞄准水准尺的操作步骤如下：

1. 调节目镜：将望远镜对着明亮的背景，转动目镜对光螺旋，使望远镜筒内十字丝像达到十分清晰。
2. 粗瞄目标：当望远镜上面的瞄准器基本瞄准水准尺后，立即转动制动螺旋，使仪器停止转动。
3. 物镜对光：转动物镜对光螺旋，使瞄准的水准尺达到清晰，然后再转动微动螺旋，使十字丝的竖丝对准水准尺中间稍偏一点，以便读数。
4. 消除视差：当望远镜瞄准目标后，眼睛在目镜上下作小量的移动时，发现十字丝和目标的像也在相对地移动，这种现象称为视差。由于视差的存在，便不能精确地瞄准目标和读数。

产生视差的原因是目标通过物镜之后所形成的像没有与十字丝分划板重合，如图 2—15(a)及(b)所示。当眼睛位于目镜的中间时，十字丝交点o与目标的像a点重合；当眼睛略向上时，o点又与b点重合；当眼睛略向下时，o点便与c点重合；当眼睛连续上下移动时，则看到十字丝交点o与目标的像在作相对的运动。图 2—15(c)为没有视差的情况，此时即不存在上述现象。消除视差的方法，首先要按操作程序依次调节目镜、物镜对光螺旋，其次要控制眼睛不紧张，要始终保持松弛状态。

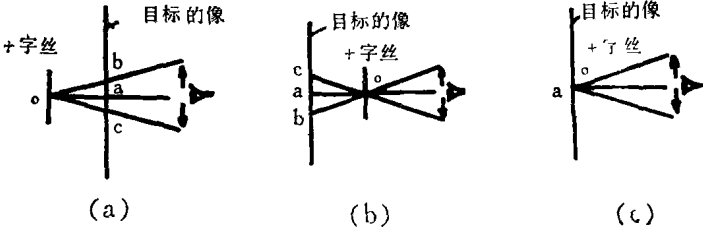


图 2—15 视差

(三) 精确整平

转动微倾螺旋，使水准管气泡两端的半影像吻合。这时视准轴水平。

(四) 读数

当水准仪视线水平时，应立即读出十字丝中丝读数。为保证读数准确，提高读数速

度，可以首先读出毫米的估读数，然后再读出全部读数。由于水准仪的望远镜有倒像和正像两种，因此在读数时应当由小到大读。

第四节 水准测量的方法及注意事项

一、水准测量的方法

根据水准测量原理和水准仪的使用，在上面已经讲述了在一个测站上，测量两点高差的基本工作。但是当地面上两点相距较远或高差较大时，安置一次仪器测量两地面点的高差是不可能的，这就需要转站连续观测来求得两地面点的高差。

如图 2—16 所示，当 A、B 两点相距甚远时，可将两点之间的距离分成若干段，分段观测高差，根据起点 A 的高程和各段观测的高差，计算终点 B 的高程。终点对起点的高差，也就是各段高差的总和，即：

$$h_1 = a_1 - b_1$$

$$h_2 = a_2 - b_2$$

.....

$$+) \quad h_n = a_n - b_n$$

$$h_1 + h_2 + \cdots + h_n = (a_1 + a_2 + \cdots + a_n) - (b_1 + b_2 + \cdots + b_n) \quad (2-5)$$

$$h_{AB} = \Sigma h = \Sigma a - \Sigma b \quad (2-6)$$

式中：

Σh —各段高差的代数和，即 $\Sigma h = h_1 + h_2 + \cdots + h_n$ ；

Σa —后视读数总和，即 $\Sigma a = a_1 + a_2 + \cdots + a_n$ ；

Σb —前视读数总和，即 $\Sigma b = b_1 + b_2 + \cdots + b_n$ 。

式(2—6)可用作水准测量计算校核。

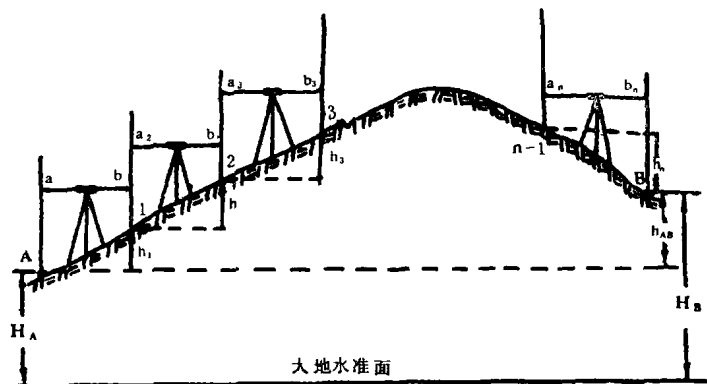


图 2—16 水准测量

由上述可知，水准测量的特点就是工作的连续性。图 2—16 中，起点 A 只读后视读数，终点 B 只读前视读数。其他各点，如 1、2、3、……，既有前视读数，又有后视读数。这些点在水准测量中起着传递高程的作用，称为转点。转点的位置必须选在土质坚实的地方。为防止转点的移动和下沉，一般在转点处应放置尺垫。

图 2—17 是一段水准测量实测示意图。表 2—1、表 2—2 为水准测量记录格式，分别适用于引测高程及工程测量。

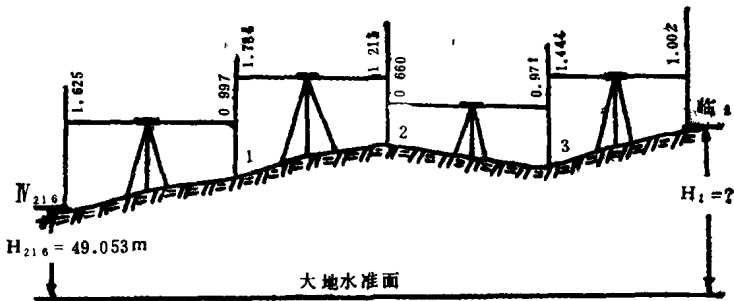


图 2—17 水准测量实测示意图

二、水准测量的注意事项

测量工作都是由人们使用仪器，在自然条件下进行的，观测者、仪器本身和自然环境必然会给观测结果带来影响。为了防止出现错误和减少以上影响，在水准测量中必须注意下列事项：

1. 测量前，应对水准仪进行检验、校正。
2. 水准仪、水准尺应安置稳固，防止仪器及尺子下沉。
3. 前、后视线距离应尽量相等，以消除水准仪的水准管轴与视准轴不平行的误差，以及地球曲率和大气折光等的影响。

表 2—1 水 准 测 量 记 录

测 站	测 点	后视读数	前视读数	高 差		高 程
				+	-	
1	IV 216	1.625		0.628		49.053
	1		0.997			49.681
2	1	1.784		0.573		50.254
	2		1.211			49.943
3	2	0.660			0.311	50.385
	3		0.971			50.385
4	3	1.444		0.442		50.385
	临 1		1.002			50.385
计算校核		$\Sigma a = 5.513$	$\Sigma b = 4.181$	$+1.643$	-0.311	50.385
				$\Sigma h = 1.643 - 0.311 =$	$+1.332$	$+1.332$

表 2—2

水 准 测 量 记 录

测 点	后视读数	视线高程	前 视 读 数		高 程
			转 点	中 间 点	
IV 216	1.625	50.678			49.053
1	1.784	51.465	0.997		49.681
2	0.660	50.914	1.211		50.254
3	1.444	51.387	0.971		49.943
临 1			1.002		50.385
计算校核	$\Sigma a = 5.513$	$\Sigma b = 4.181$			50.385
					- 49.053
	$\Sigma a - \Sigma b = +1.332$				+ 1.332

4. 转点选择要适当,前、后视距不宜太长,一般不大于100米;中丝在尺上的读数,一般距尺端不小于0.3米,以减少尺子不竖直及大气折光的影响。

5. 尺要扶直,尺下清洁,转点要放尺垫。

6. 读数时,水准管气泡要居中,并注意消除视差。

7. 读数时,应由小到大读,并估读至毫米。

8. 记录员要复诵,以便核对。记录要原始、整洁,不得涂擦。如遇错误,应将原数划去重写。

9. 仪器应避免强阳光照射,必要时用伞遮阳。

第五节 水准测量成果校核

为了检查测量结果是否正确,在测量中及测量完毕后,对观测的数据要进行必要的检核。

一、测站检核

水准测量的结果是由每一个测站根据观测数据计算得出的。因此,必须注意对测站的检核。下面介绍两种常用的测站检核方法:

(一) 两次仪器高法

在一个测站上用两次不同仪器高度测得两次高差,当两次高差之差,不大于5毫米时,则可取其平均值作为最后结果。若大于5毫米,需要重测。

(二) 红黑尺法

在一个测站上不改变仪器的高度,而用水准尺的红、黑面两次测量高差。黑面尺底读数为零,红面尺底读数为4.687米或4.787米。红黑面两次测得高差之差也不得大于5毫米。

二、成果校核

(一) 附和水准线路

如图 2—18 所示, 从已知高程点 N_{216} 出发, 沿线路测出中间若干点的高程后, 为检查测量结果是否正确, 必须再连测到另一个已知高程点 N_{217} 上, 这种线路称为附和水准线路。线路中各点高差的代数和应等于两个已知高程点间的高差。如果不相等, 它们之差称为高差闭合差。其值不得大于容许值, 否则就要重测。

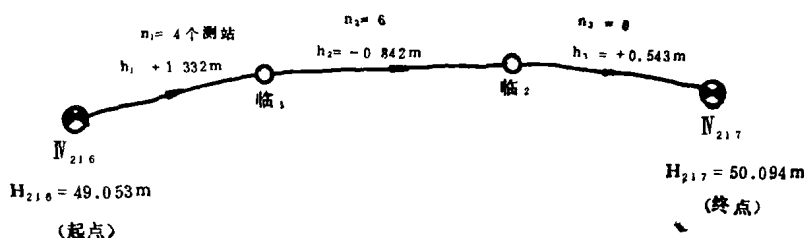


图 2—18 附和水准线路

在图 2—18 中, N_{216} 点高程为 49.053 米, N_{217} 点高程为 50.094 米。已测出线路上各段高差数值如图所示。

1. 高差闭合差的计算: 实测各段高差之和为 $\Sigma h = h_1 + h_2 + h_3$, 线路起点与终点高程已知, 则线路的高差应为 $H_{终} - H_{起}$, 即 $H_{217} - H_{216}$, 故高差闭合差为:

$$\Delta h = \Sigma h - (H_{终} - H_{起})$$

因为 $H_{终} - H_{起} = H_{217} - H_{216} = 50.094 - 49.053 = +1.041$ 米

$$\Sigma h = +1.332 - 0.842 + 0.543 = +1.033 \text{ 米}$$

所以 $\Delta h = 1.033 - 1.041 = -0.008 \text{ 米} = -8 \text{ 毫米}$

高差闭合差的大小, 是衡量测量精度的标准。对不同等级的水准测量, 有关规范规定了一定的高差闭合差的容许值。如一般工程水准测量高差闭合差的容许值为:

$$\Delta h_{容} = \pm 40\sqrt{L} \text{ 毫米或 } \pm 10\sqrt{n} \text{ 毫米}$$

式中:

L —水准测量线路的长度, 以公里计;

n —测站数。

当 $\Delta h \leq \Delta h_{容}$ 时, 则认为观测成果合格, 可以进行高差闭合差的调整。当 $\Delta h > \Delta h_{容}$ 时, 则认为观测成果不合格, 需重测。如图 2—18 中, $n = 4 + 6 + 6 = 16$, 则:

$$\Delta h_{容} = \pm 10\sqrt{16} = 40 \text{ 毫米} > 8 \text{ 毫米}$$

说明高差闭合差在容许范围内, 可以进行高差闭合差的调整。

2. 高差闭合差的调整: 将高差闭合差反其符号, 按与测站数或线路长度成正比例的原则进行分配, 改正水准线路各段高差, 使改正后的高差闭合差等于零。

图 2—18 中, 测站数 $n = 16$, 则每一个测站改正数为 $-\frac{\Delta h}{n} = -\frac{-8}{16} = 0.5 \text{ 毫米}$ 。各

段高差改正数按其测站数计算 (见表 2—3)。改正数总和应与高差闭合差数值相等, 符号相反, 并计算改正后高差。