

# 建筑工程施工测量

周 万 炎 编著

四川科学技术出版社

一九八五·成都

# 建筑工程施工测量

周 万 炎 编著

四川科学技术出版社

一九八五·成都

责任编辑：李光炜、周用新（特约）

封面设计：汪 平

版面设计：周万炎

**建筑工程施工测量**  
周万炎 编著

出版：四川科学技术出版社

印刷：重庆印制第一厂

发行：新华书店重庆发行所

开本：787×1092毫米 1/16

印张：9

字数：221千

印数：1—30,500

版次：1985年12月第一版

印次：1985年12月第一次印刷

书号：15298·202

定价：1.60元

# 目 录

## 第一篇 施工测量基础知识

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 第一章 施工测量概述.....         | ( 1 )  |
| 第二章 水准测量.....           | ( 3 )  |
| 第一节 高程测量概念.....         | ( 3 )  |
| 第二节 水准测量原理.....         | ( 5 )  |
| 第三节 水准仪的构造和使用方法.....    | ( 7 )  |
| 第四节 普通水准尺的读法.....       | ( 11 ) |
| 第五节 普通水准测量.....         | ( 12 ) |
| 第六节 水准测量的精度要求和校核方法..... | ( 14 ) |
| 第七节 已知高程点的测设方法.....     | ( 20 ) |
| 第八节 水准仪的检验和校正.....      | ( 21 ) |
| 第三章 角度观测.....           | ( 25 ) |
| 第一节 角度观测概念.....         | ( 25 ) |
| 第二节 水平角观测原理.....        | ( 25 ) |
| 第三节 光学经纬仪的构造和使用方法.....  | ( 26 ) |
| 第四节 水平角观测方法.....        | ( 32 ) |
| 第五节 水平角观测的误差浅析.....     | ( 35 ) |
| 第六节 竖直角观测方法.....        | ( 37 ) |
| 第七节 已知数值水平角的测设方法.....   | ( 39 ) |
| 第八节 经纬仪的检验和校正.....      | ( 41 ) |
| 第四章 距离丈量.....           | ( 45 ) |
| 第一节 直线定线.....           | ( 45 ) |
| 第二节 钢尺的检定和改正.....       | ( 49 ) |
| 第三节 距离丈量的方法.....        | ( 51 ) |
| 第四节 已知长度直线的测设方法.....    | ( 55 ) |
| 第五节 视距测量.....           | ( 56 ) |
| 第五章 地形图识读.....          | ( 62 ) |
| 第一节 有关地形图的基本知识.....     | ( 62 ) |
| 第二节 地形图的识读方法.....       | ( 63 ) |

## 第二篇 建筑工程施工测量

|                 |        |
|-----------------|--------|
| 第一章 施工控制测量..... | ( 65 ) |
|-----------------|--------|

|            |                       |         |
|------------|-----------------------|---------|
| 第一节        | 施工控制测量的意义和方法          | ( 65 )  |
| 第二节        | 平面直角坐标系               | ( 67 )  |
| 第三节        | 极坐标定点                 | ( 70 )  |
| 第四节        | 施工方格网的测设方法            | ( 72 )  |
| <b>第二章</b> | <b>房屋建筑施工测量</b>       | ( 80 )  |
| 第一节        | 房屋定位—主轴线的测设           | ( 80 )  |
| 第二节        | 房屋放线—各轴线交点的测设         | ( 90 )  |
| 第三节        | 基础工程施工测量              | ( 93 )  |
| 第四节        | 墙体工程施工测量              | ( 95 )  |
| 第五节        | 多层房屋的轴线投测和标高传递        | ( 97 )  |
| <b>第三章</b> | <b>厂房(车间)预制构件安装测量</b> | ( 100 ) |
| 第一节        | 柱子安装测量                | ( 100 ) |
| 第二节        | 吊车梁、轨及屋架安装测量          | ( 103 ) |
| <b>第四章</b> | <b>圆筒形建筑物施工测量</b>     | ( 106 ) |
| 第一节        | 主体工程施工测量              | ( 106 ) |
| 第二节        | 倾斜度的检测                | ( 109 ) |
| <b>第五章</b> | <b>管道施工测量</b>         | ( 111 ) |
| 第一节        | 管道中线的控制               | ( 111 ) |
| 第二节        | 管道坡度的控制               | ( 114 ) |
| <b>第六章</b> | <b>土(石)方工程施工测量</b>    | ( 118 ) |
| 第一节        | 场地平整测量                | ( 118 ) |
| 第二节        | 土(石)方量的测算方法           | ( 124 ) |
| <b>第七章</b> | <b>建筑物沉降观测</b>        | ( 127 ) |
| 第一节        | 沉降观测的意义和方法            | ( 127 ) |
| 第二节        | 观测成果的整理               | ( 128 ) |
| <b>第八章</b> | <b>竣工总平面图编绘</b>       | ( 130 ) |
| 第一节        | 竣工总平面图的内容             | ( 130 ) |
| 第二节        | 竣工总平面图的编绘方法           | ( 131 ) |
| <b>附 录</b> |                       |         |
| 一、         | 部份国产水准仪型号、规格及生产厂家一览   | ( 134 ) |
| 二、         | 部份国产经纬仪型号、规格及生产厂家一览   | ( 135 ) |
| 三、         | 部份进口经纬仪型号、规格及生产厂家一览   | ( 136 ) |
| 四、         | 建筑工程施工测量部份允许偏差值       | ( 137 ) |

# 第一篇 施工测量基础知识

## 第一章 施工测量概述

测量学是研究运用专门的测绘工具对地面上点的位置进行量度的一门综合性科学。按其涉及的对象和方法手段的不同,分为大地测量、地形测量、摄影测量和工程测量等许多学科。

在科学技术日益发展的今天,尽管各学科间互相渗透、互相影响,但直接为各种工程建设服务的工程测量仍独树一帜,在城乡建设中有着举足轻重的作用。

工程测量包括工程勘察测量、施工测量、竣工测量和变形观测等。对一般的建筑施工企业来说,测量工作的重要方面,乃是施工测量。

### 一、施工测量的基本任务

无论何种工程建筑物,在其规划设计阶段,设计部门都要根据建筑区的地理位置、地形条件和建筑物本身的结构要求来确定其位置,并标明在图纸上。如果说这中间的测量工作是勘察测量的任务的话,那么,把图纸上已经设计好的建筑物的位置,按设计要求测设到地面上去,并用各种标志表示出来,为施工提供定位和放线依据,就是施工测量责无旁贷的基本工作任务了。

图纸上建筑物的位置通常是用角度、距离和高度来表示的。角度和距离反映建筑物的平面位置,高度反映建筑物的高程。因此,在施工测量的既定任务中,主要的工作内容就是测设建筑物的平面位置和高程。

### 二、施工测量的重要意义

精心设计的建筑物,必须通过精心施工才能实现。而要作到精心施工,必须依靠施工测量提供的各种施工标志。施工测量作为一种控制手段,无论是在房屋建筑的场地平整、基槽开挖、基础和主体的砌筑、构件安装和屋面处理中,或者是在烟囱、水塔施工及管道敷设等工程的施工中,都有着十分重要的实际意义。施工测量贯穿于整个施工的全过程。可以这样说,不进行测量,施工就无从做起。

施工单位在接到工程任务后,测量人员往往最先进场。为检测施工的质量,当工程竣工后,又常常是最后撤离施工现场。担负施工测量的广大测量人员,是工程建设的“开路先锋”,是确保工程质量的“千里眼”。为此,施工测量人员必须牢记自己的神圣使命和具备高尚的职业道德——实事求是、认真负责,为配合施工作出应有的贡献。

### 三、施工测量的现状和未来

当前,随着电子技术和计算技术的不断发展,测量仪器以崭新的面貌和形式出现在工程界,给施工测量开拓了无限广阔的前景。现在,已有不少工程在施工测量中用上了光电测量

仪器。例如，重庆会仙楼饭店（地上15层，高56.5米）在施工测量中，用国产 JQ-1 型激光铅直仪进行垂直控制。可以预料，在施工测量中广泛地应用电子测距仪边长交会法进行施工放样，用激光铅直仪控制高层建筑的垂直度，用激光平面仪建立水平面，用激光经纬仪投测轴线等已指日可待。

但是，由于各种新型仪器价格昂贵，一般单位很难具备这些设备。特别是集体、乡镇建筑施工企业，由于人员、资金和施工对象所限，目前更无意购置新型仪器。据统计，具有光电测量仪器的施工单位只占整个施工单位的 3% 左右。因此，用常规仪器进行施工测量，仍是目前施工测量的主流。

例如，南京金陵饭店（地上37层，高111米）、北京长城饭店（地上22层，高80米）、上海电视塔（高205米）、广州中国大酒店主楼（地上19层，高58米）、广州白天鹅宾馆（地上31层，高 103 米）都是用常规仪器进行施工测量，在平面位置、高程、竖直度方面都达到或超过了设计和建设单位提出的要求。像这类大、中型建筑工程都可用常规仪器和传统方法来进行施工测量，那对于一般的中、小型工程来说，更毋庸置疑了。

#### 四、施工测量的工作程序

施工测量的全过程大致可概括为：

- （一）准备工作 熟悉图纸，了解设计意图；踏勘现场，掌握测区概况；弄清建筑物定位、放线依据；根据设计意图和施工要求，并参照相应的规范，拟订测量方案。
- （二）内业计算 把设计部门提交的有关数据，结合现场情况，换算为定位、放线的必须数据。
- （三）外业实测 把拟订的测量方案付诸实现。
- （四）造标做点 把实测成果在场地上标定下来，作为施工的相应标志。
- （五）实地校核 按设计要求校核已作出的标志，以保证测量精度和施工质量。

#### 五、学习施工测量的途径

施工测量既然在施工中有着极为重要的作用，那么，作为一个建筑工人，特别是现场施工人员，就更应该掌握施工测量的基本知识和各种测量方法。怎样学习才能事半功倍呢？

首先，应从基本知识入手，弄清表示建筑物位置的基本概念，比如 角度、高程、平距等。然后才学习它们的测量方法。

其次，在学习施工测量的各种具体方法时，把书本知识和生产实践结合起来。每当学习一种测量方法，就回顾（或走访）一下工作中曾遇到过的同类问题，看书上是怎么讲的，实际上又是怎样作的，并权衡一下优劣繁易。这样势必加深印象，从而指导工作。

另外，在学习过程中，一定要辅以必要的测量实习，以增加其感性认识。特别是测量仪器，一定要动手去操作。亲手动一遍，胜过看十遍。又准又快地操作仪器，是搞测量工作的基本功，否则，那只能是纸上谈兵、一事难成。

# 第二章 水准测量

## 第一节 高程测量概念

### 一、大地水准面

地球表面高低不平、起伏连绵，山岭、丘陵、平原、洼地、海峡点缀着大自然。用一个什么样的统一标准来衡量地面上各点的高度？设计图上工程建筑物的高低关系又是相对于何处而言？为了寻求这个问题的答案，测量工作者想到了占地球表面71%的海水面。

经过有关测量人员多年来对海水面的观察，发现海水面尽管有升降变化，但总可以算出它的平均高度。继而又惊人地发现，这个平均高度常年不变。显然，把处于平均高度上的海水面视为静止海水面，从而用它来作为高程起算面最理想不过了。在测量学上，把这个用来作为高程起算面的平均静止海水面定义为大地水准面，把其他非平均静止海水面称为水准面。大地水准面就是衡量地面上各点高度的标准，设计图上工程建筑物的高低关系也是相对于大地水准面而言。我国政府规定，以青岛验潮站所测定的黄海平均海水面为大地水准面。它是全国高程系统的统一起算面，其高程值为零。

由于地球是一个椭球体，所以大地水准面是一个曲面。若把它延伸，并假想它穿过陆地，就形成了一个闭合的曲面。大地水准面的特点是：过面上各点的切线，始终与过该点的铅垂线垂直（见图1-2-1）。

虽然大地水准面是一个曲面，但在局部范围内，可以视之为一个水平面。如图1-2-2所示，设水准面上某段距离为 $s$ ，对应的水平面距离为 $t$ ，那么，用 $t$ 代替 $s$ 的误差为

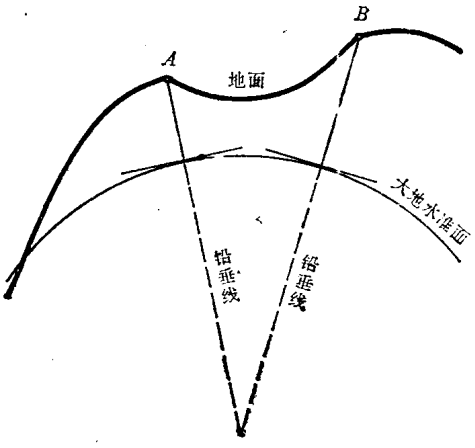


图1-2-1

$$\begin{aligned}\Delta L &= t - s = R \operatorname{tg} \theta - R \theta = R(\operatorname{tg} \theta - \theta) \\ &= R\left(\theta + \frac{1}{3} \theta^3 + \frac{2}{15} \theta^5 \dots - \theta\right)\end{aligned}$$

略去高次项得

$$\Delta L = R \cdot \frac{1}{3} \theta^3$$

以  $\theta = \frac{s}{R}$  代入，得

$$\Delta L = R \cdot \frac{1}{3} \left(\frac{s}{R}\right)^3 = \frac{1}{3} \cdot \frac{s^3}{R^2}$$

当  $s=10$  公里时

$$\Delta L = \frac{1}{3} \cdot \frac{10^3}{6370^2} = 0.0000082(\text{公里}) = 8.2\text{毫米}$$

就是说，在10公里长的范围内，用水平面代替水准面而产生的距离误差只有8.2毫米，这个误差，远远小于精密测量的误差允许值。

用水平面代替水准面产生的高度差为

$$\Delta h = OC - OB = R \sec \theta - R = R(\sec \theta - 1)$$

$$= R \left( 1 + \frac{1}{2} \theta^2 - 1 \right) = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \theta^2$$

以  $\theta = \frac{s}{R}$  代入，得

$$\Delta h = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \left( \frac{s}{R} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{s^2}{R}$$

当  $s = 100$  米时

$$\Delta h = \frac{1}{2} \cdot \frac{100^2}{6370000}$$

$$= 0.00078(\text{米}) = 0.78\text{毫米}$$

就是说，在100米长的距离内，用水平面代替水准面而产生的高度误差只有0.78毫米。这个误差，远远小于工程测量中高程测量的误差允许值。

由此可见，在测区范围不超过10公里长、水准测量中前后视距不超过100米的普通工程测量中，完全可以不考虑曲面的影响，而把整个测区看成一个水平面。

## 二、绝对高程 相对高程

地面上一点到大地水准面的铅垂距离，叫该点的绝对高程（图1-2-3中的 $H_A$ 、 $H_B$ ）。地图上标注的珠穆朗玛峰的绝对高程为8848米，就是指它高出大地水准面（黄海平均海面）

8848米；新疆吐鲁番盆地中部艾丁湖的绝对高程为-154米，就是指它低于大地水准面（黄海平均海面）154米。

在地理学上，绝对高程又称为海拔；而在工程测量中，又把绝对高程称为标高。

有局部地区，为了表示高程的方便，也可假定一个水准面作为高程起算面，这个假定水准面可以在任意的高度上（其本身当然必有一个相对于大地水准面的高程值）。我们定义，地面上一点到假定水准面的铅垂距离，叫该点的相对高程（图1-2-3中的 $\bar{H}_A$ 、 $\bar{H}_B$ ）。

相对高程在工程建设上应用极广。例如，在房屋建筑施工图上，往往标有 $\pm 0.000$ （常为室内地坪标高），这个 $\pm 0.000$ ，就是假定水准面（与屋内地面同高的水准面）的假定高程

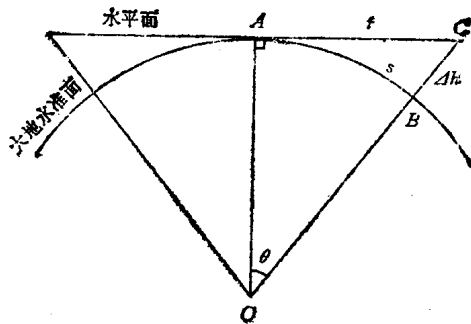


图1-2-2

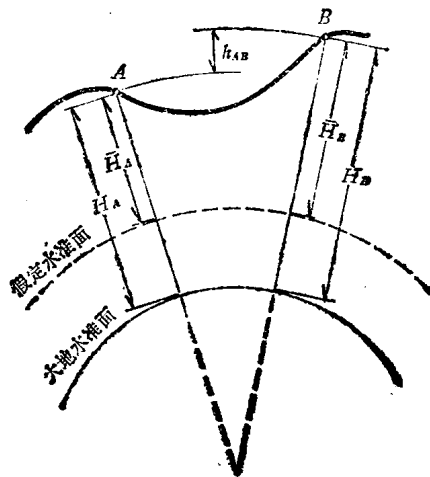


图1-2-3

值，建筑物上各部位的高程值，都是相对于这个假定水准面的高程而言的。这既表明了建筑物本身各部位的相对高度关系，又省去了与绝对高程发生联系而进行的高程传递工作，因而，相对高程被广泛应用于工程测量中。

### 三、高差

如果地面上两点的同类高程值（无论是绝对高程或相对高程）都已知道，那么，它们的高程之差即可算出。在测量学上，把地面上两点之间的高程之差称为高差。

在图1-2-4中，B点对A点的高差用 $h_{AB}$ 表示，C点对B点的高差用 $h_{BC}$ 表示，则

$$h_{AB}=H_B-H_A \quad h_{BC}=H_C-H_B$$

或

$$h_{AB}=\bar{H}_B-\bar{H}_A \quad h_{BC}=\bar{H}_C-\bar{H}_B$$

可见，用两点的相对高程或绝对高程来计算高差，其结果相同。

值得一提的是，要注意高差的符号。当高差为正时，表示B点比A点高，C点比B点高；反之亦反。

引入了高差概念之后，相对高程和绝对高程之间就可以通过计算高差来换算了。

例：已知地面上三点A、B、C的相对高程为-5.500、6.850、15.730，其中，B点的绝对高程为315.640。求A、C两点的绝对高程(见图1-2-4)。

解：(一) 求A、B两点的高差

$$h_{AB}=\bar{H}_B-\bar{H}_A=6.850-(-5.500)=12.350$$

(二) 求B、C两点的高差

$$h_{BC}=\bar{H}_C-\bar{H}_B=15.730-6.850=8.880$$

(三) 求A点的绝对高程

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

$$\therefore H_A=H_B-h_{AB}=315.640-12.350=303.290$$

(四) 求C点的绝对高程

$$\because h_{BC}=H_C-H_B$$

$$\therefore H_C=H_B+h_{BC}=315.640+8.880=324.520$$

答：A点的绝对高程为303.290，C点的绝对高程为324.520。

### 四、高程测量 水准测量

为测定地面点的高程而进行的测量工作，叫高程测量。按其测量方法和所用仪器的不同，高程测量又分为水准测量、三角高程测量和物理（气压）高程测量等。

利用水准仪提供的水平视线来进行高程测量，叫水准测量。按其精度要求不同，水准测量又分为若干等级。由于普通建筑工程施工测量中所涉及的水准测量精度要求不太高，故除特殊情况外，一般都是等外级水准测量，也就是通常所说的普通水准测量。

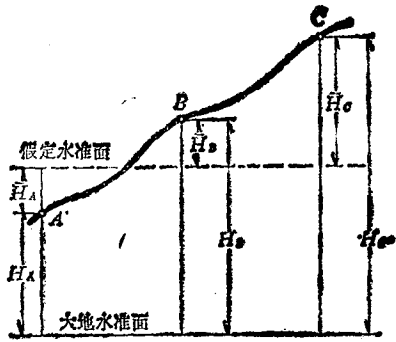


图1-2-4

## 第二节 水准测量原理

已知两点的高程求高差，只是做一次减法而已。相反，已知两点的高差求高程，就要稍微费事一点。首先，要先求出高差，其次，还要知道其中一点的已知高程，这二个条件缺一不可。

可。

在施工测量的实际工作中，设计部门一定会提供一个点的已知高程数据。但又怎样求得已知高程点和待测点之间的高差，进而求出待测点的高程呢？

如图1-2-5所示，在已知高程点A和待测高程点B上分别立一根注有尺寸分划的尺子（叫水准尺，这里暂且叫A尺和B尺），并且在这两点之间安置一台水准仪，利用水准仪的水平视线在两尺上读数。若在A尺上的读数为a，在B尺上的读数为b，那么，从图上的线段关系可以看出，

$$h_{AB}=a-b$$

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

其含义为：B点相对于A点的高差，等于水平视线在A尺上的读数减去水平视线在B尺上的读数；B点的高程等于A点的高程加上它们之间的高差。这种先算高差，后算高程的方法，通常称之为高差法计算高程。

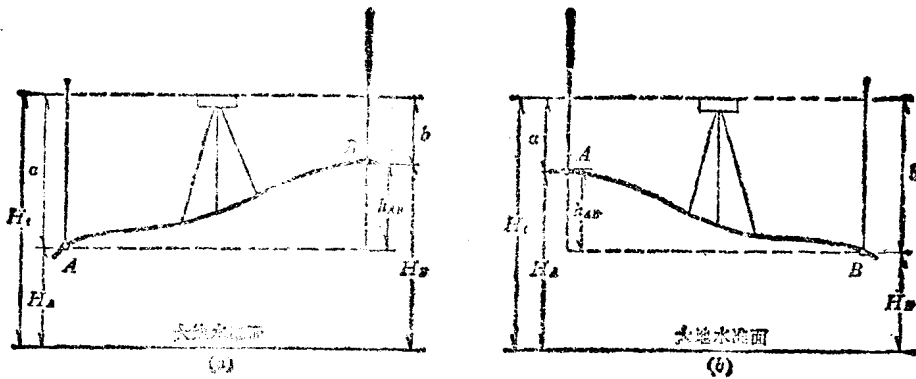


图1-2-5

像上面所讲的这样，利用水准仪提供的水平视线直接测定两点间的高差，然后，根据其中一点的已知高程来推算另一点的高程，就是水准测量的原理。

几个名词术语：

后视尺——立在已知高程点上的水准尺；

前视尺——立在待测高程点上的水准尺；

后视读数——水平视线在后视尺上的读数，用a表示；

前视读数——水平视线在前视尺上的读数，用b表示。

注意，在求高差时，一律要用后视读数减去前视读数。显然，高差可正可负。

在施工测量中，常常遇到只需要安置一次仪器，就可以同时测出若干点的高程这种情况。例如，场地平整、检查基础面是否水平时的标高测量等。此时，若按照前面讲的“根据一个点的高程去推算另一点的高程”的方法来求算若干个点的高程，那就繁了！简便的作法是：在已知高程点上立尺，用水准仪的水平视线在尺上读取后视读数a，求出视线高H<sub>i</sub>，用视线高减去各待测点上的前视读数b，即可算出各待测点的高程，即

$$H_i=H_A+a$$

$$H_B=H_i-b$$

这种先算视线高，后算高程的方法，通常称之为视线高法计算高程。

把上式作简单的代换则可得到高差法计算高程的表达式，即

$$\begin{aligned}
 H_B &= H_i - b \\
 &= H_A + a - b \\
 &= H_A + h_{AB}
 \end{aligned}$$

可见，两种方法的实质相同，只是计算顺序不同而已。

### 第三节 水准仪的构造和使用方法

目前，在一般的建筑工程施工单位中，所用的水准仪普遍都是S<sub>3</sub>型。S是水字的汉语拼音（SHUI）的第一字母，下标3表示该仪器的精度等级（每公里往返测高差中数的偶然中误差小于或等于3毫米）。相应地还有S<sub>0.6</sub>、S<sub>1</sub>、S<sub>10</sub>型等。因为这种型号的水准仪都有调节符合水准气泡的微倾螺旋，故又叫S<sub>3</sub>型微倾式水准仪。

S<sub>3</sub>型微倾式水准仪的外貌如图1-2-6所示。其构造可分为望远镜、水准器和基座三大部份。

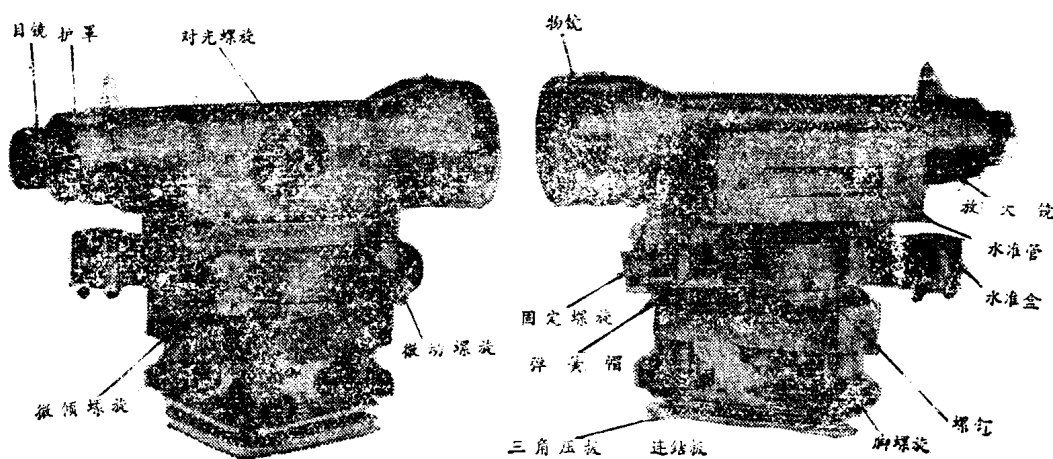


图1-2-6

#### 一、望远镜

望远镜的作用是使观测者能清晰地看清水准尺并提供水平视线进行读数。它主要由物镜、目镜和十字丝所组成（见图1-2-7）。

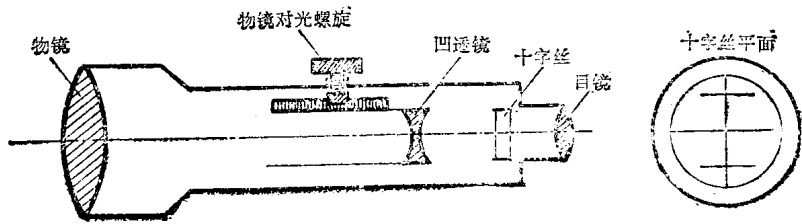


图1-2-7

根据几何光学知道：目标经过物镜（凸透镜）和凹透镜的作用在镜筒内形成倒立小实像，转动物镜对光螺旋（实际上是移动对光凹透镜），可使成像清晰地落在十字线平面上，再经过目镜的作用，使成像和十字线同时被放大成虚像。于是，我们看到的目标就非常清楚（见图1-2-8）。

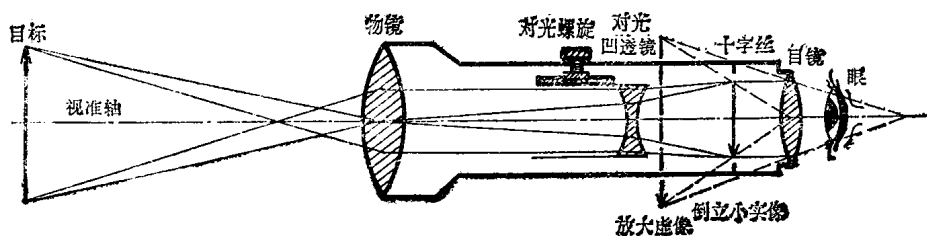


图1-2-8

由于观测目标时远时近，为了使目标的像总是落在十字丝平面上，就需要经常调节物镜对光螺旋。同时，又由于人的视力不尽一致，所以，当十字丝不清晰的时候，调节目镜对光螺旋，十字丝便清晰可见。

S<sub>2</sub>型微倾式水准仪的望远镜为内对光式。所谓内对光，即对光时不改变望远镜物镜的位置（不增加或缩短望远镜的长度），只改变里面的凹透镜的位置。这种结构的优点是密封好、仪器轻便和稳定性高。

对光准确与否的标准是没有视差。其检查方法是：眼睛靠近目镜上下移动，若十字丝交点（或横线）总是落在成像的一个固定位置上，则表示没有视差（见图1-2-9(a)所示）；若有错动现象，则表示有视差（见图1-2-9(b)所示）。

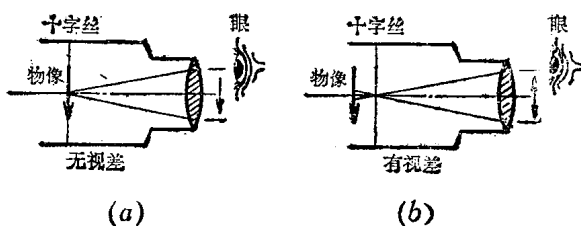


图 1-2-9

望远镜在水平面上，可作 $360^\circ$ 自由转动，为控制其转动位置，设有制动螺旋和微动螺旋各一个，以用来精确照准目标。

十字丝是刻在玻璃片上的两条相互垂直的细丝。竖直的一条称为竖丝，水平的一条（指中间长的一条）称为横丝。在横丝上、下等距离处，还有两根短的横丝，这是专门用来测距离的，叫视距丝。

十字丝竖丝与横丝的交点和物镜光心的连线，叫水准仪的视准轴（也叫视线）。当水准仪整平后，视准轴应绝对水平，否则，就不能提供水平视线。

望远镜照准目标的顺序是：先用准星概略瞄准，然后拧紧制动螺旋，再用微动螺旋精确照准。

望远镜看清目标的顺序是：先用目镜对光，看清十字丝；然后才是物镜对光，看清目标。

## 二、水准器

水准仪的水准器有两种——圆水准盒和长水准管。现分别介绍它们的作用、构造和调节方法。

### (一) 圓水准盒

圆水准盒装在基座的一侧，调节圆水准盒内的气泡居中，可使水准仪大致水平，为精确调平水准仪奠定基础。

圆水准器是一个玻璃圆盒，它的内表面是一个磨光的球面。盒内装的是酒精和乙醚混合液，通过加热熔封，冷却后盒内便形成一个真空气泡。盒面中心有一个圆圈，当气泡居于圆圈内，则表示气泡居中，仪器处于概略水平位置。

调节圆水准盒气泡居中的方法如下:

1. 如图1-2-10所示, 把圆水准盒置于身前任意两个脚螺旋 (也叫定平螺旋) 的中间 (中间位置越准越好), 左、右手同时反向地调节身前这两个脚螺旋, 使气泡相对于操作者来说处于左右居中的位置。注意, 气泡需要往哪个方向走, 左手拇指就向哪个方向转动脚螺旋 (或者说, 左手拇指的旋转方向与气泡的走向一致)。

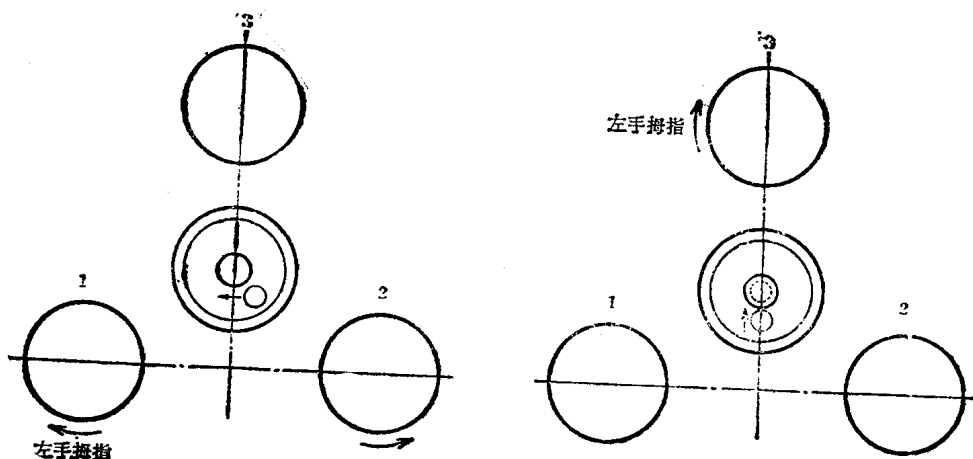


图1-2-10

2. 调节第三个脚螺旋, 使气泡相对于操作者来说前后居中。注意, 气泡前进的方向仍与左手拇指旋转的方向一致。这样, 圆水准盒气泡就算调居中了。

必须强调一点, 在调节圆水准盒气泡时, 调气泡左右居中, 一定要用1、2脚螺旋; 调气泡前后居中时, 一定要用3脚螺旋。切忌两两、两两同调, 否则, 气泡就在水准盒里转圈, 久久难以居中。

过圆水准盒顶面中心的切线的垂线 (也叫球面法线), 叫水准盒的轴线 (见图1-2-11)。它与水准仪的竖轴平行。当圆水准盒气泡居中, 则圆水准盒轴线就处于铅垂位置, 那么, 水准仪竖轴也处于铅垂位置。于是, 水准仪就概略地处于水平位置了。之所以说是概略水平, 是因为圆水准盒的灵敏度较低, 其角值 (气泡移动2毫米, 其轴线倾斜的角度) 约为 $8' \sim 10'$ 。

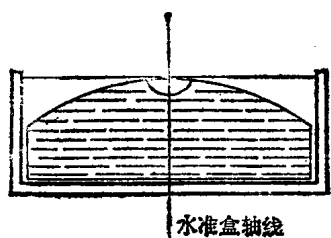


图1-2-11

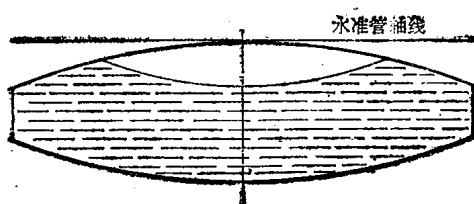


图1-2-12

## (二) 长水准管

长水准管又叫管水准器, 安装在望远镜的一侧。调节长水准管气泡居中, 可使视准轴 (视线) 精确地水平。

长水准器是一个长条形玻璃管, 如图1-2-12所示。其顶面纵向内壁磨成半径为7~20米的圆弧, 气泡的形成与圆水准盒气泡的形成相同。顶面中心叫长水准管的零点。当气泡被零点平时, 叫气泡居中, 则水准仪视准轴精确水平。

微倾式水准仪都采用符合棱镜系统，在望远镜旁的符合水准气泡观察镜中可以看到气泡是否居中（见图1-2-13）。

调节长水准管气泡居中的方法是：若符合气泡左半边需要往下走，则往下旋转微倾螺旋；若符合气泡左半边需要往上走，则往上旋转微倾螺旋（即微倾螺旋的旋转方向与左半边气泡的走向一致），直至左、右两半边下端的圆弧吻合为止。根据调节过程中左、右两部份的错动现象，建筑工人常形象地称符合水准气泡为剪刀泡、鸭蛋泡等。

必须指出，符合水准气泡非常敏感，调节时要注意轻重；同时，每次读数之前，都必须注意气泡居中与否，若不居中，一定要调居中。

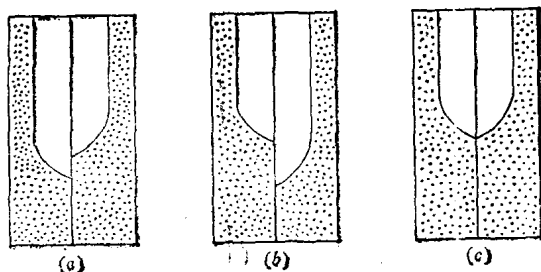


图1-2-13

过长水准管顶面零点的切线，叫长水准管的轴线。在仪器出厂时已严格检定，长水准管轴与视准轴绝对平行。所以，当长水准管气泡居中，则长水准管轴线水平，那么，视准轴也水平，也就是视线水平。

长水准管的角值（仍然是气泡移动2毫米，其轴线倾斜的角度）为 $20'' \sim 1'$ 。角值越小，长水准管的质量越高。和圆水准器比起来，长水准管的精确度要高得多。这也是圆水准器只能用于仪器的粗平，而长水准管则可用于仪器的精平的原因。

在施工测量中，为了使水准仪的操作很快地达到精平，可以事先确定出微倾螺旋的标准位置，并做上相应的标记。每次收仪器时，把微倾螺旋回到标准位置上。这样，在下次操作时，就不会出现气泡偏离过大，甚至看不到气泡的现象，从而缩短时间，提高工效。

确定微倾螺旋标准位置的方法是：调节圆水准器气泡居中，使仪器处于粗平状态。再旋转望远镜，使长水准管（或望远镜）与任意两个脚螺旋的连线平行，调节这两个脚螺旋（左手拇指的旋转方向与气泡的走向一致），使长水准管气泡居中。然后再把望远镜旋转 $90^\circ$ ，用第三个脚螺旋再把长水准管气泡调居中。经过这样反复操作，当望远镜在任何方向而长水准管气泡都居中时，这时的微倾螺旋位置就是它的标准位置。

### 三、基座

基座就是水准仪下半部不能旋转的部份，主要有轴座、定平螺旋（脚螺旋）和联结板。

轴座的作用是通过轴套来支承水准仪上部并使之能水平旋转。定平螺旋的作用是调节圆水准盒气泡居中，使水准仪概略水平。联结板的作用是通过联结螺栓与三脚架连结。

三脚架是与水准仪配套的必不可少的专用设备。其架设方法是：松开三脚架伸缩螺丝，等长且角度均匀地张开三条腿（注意上紧伸缩螺丝）。先踩紧二腿，摆动第三腿使架头大致水平（这样做下一步仪器粗平便很快），然后才用联结螺栓与仪器连结。架设的高度要适中，一般与观测者的颈部同高为宜。这样，安上水准仪后，观测者的眼睛就大致与望远镜同高，观测起来就不会踮脚尖或弓腰驼背。

### 四、水准仪的操作步骤

- （一）安置仪器——望远镜与观测者眼睛同高；
- （二）仪器粗平——调脚螺旋使圆气泡居中；
- （三）目镜对光——调目镜对光螺旋看清十字丝；
- （四）瞄准水准尺——先概略瞄准，再精确瞄准；

- (五) 物镜对光——调物镜对光螺旋看清水准尺；
- (六) 仪器精平——调微倾螺旋使长气泡居中；
- (七) 读数——一般读出米、分米、厘米、毫米四位数字。

## 第四节 普通水准尺的读法

水准尺是水准测量中供水准仪读数的专用工具。一般的建筑工程施工单位所用的水准尺有塔尺（长3~5米）、板尺（长3米）和折尺等，统称为普通水准尺[见图1-2-14(a)]。其材料多为经特殊处理过的优质木材，现在也有用玻璃钢来做水准尺的。

普通水准尺的底部通常为尺的零点。尺面上注有黑白相间的厘米刻划（若为双面水准尺，则另一面注以0.5厘米刻划）。为了读数方便，每到1分米处，都有一个明显的记号，并标注一个数字。若已超过1米，则在这个数字上加一个点；若已超过2米，则在这个数字上加二个点……。例如，尺上的8这个数，表示8分米； $\dot{8}$ 表示1.8米； $\ddot{8}$ 表示2.8米……。

值得注意的是，有的尺以所注分米数字的字底为整分米处，有的则以字顶为整分米处；有的注的正字，有的则注的倒字。所以，在读数之前，一定要先弄清该水准尺的注字规律。

用望远镜在水准尺上读数，是读取十字丝横丝在尺上所对准的数值。关于读数方法，广大测绘工人总结出了四句顺口溜，即

由小到大对横线，各位数字仔细看。

正倒底顶切勿错，严格认真准又快。

这四句顺口溜高度概括了读数规律。现结合图1-2-14(b)来具体说明。由小到大对横线是指从尺上所注的小数字往大数字看，看十字丝横丝落在哪两个数之间（一般都能看见两个以上的数字），则可读出米数和分米数。在图1-2-14(b)中，十字丝横丝落在 $\dot{4}$ 与 $\dot{5}$ 之

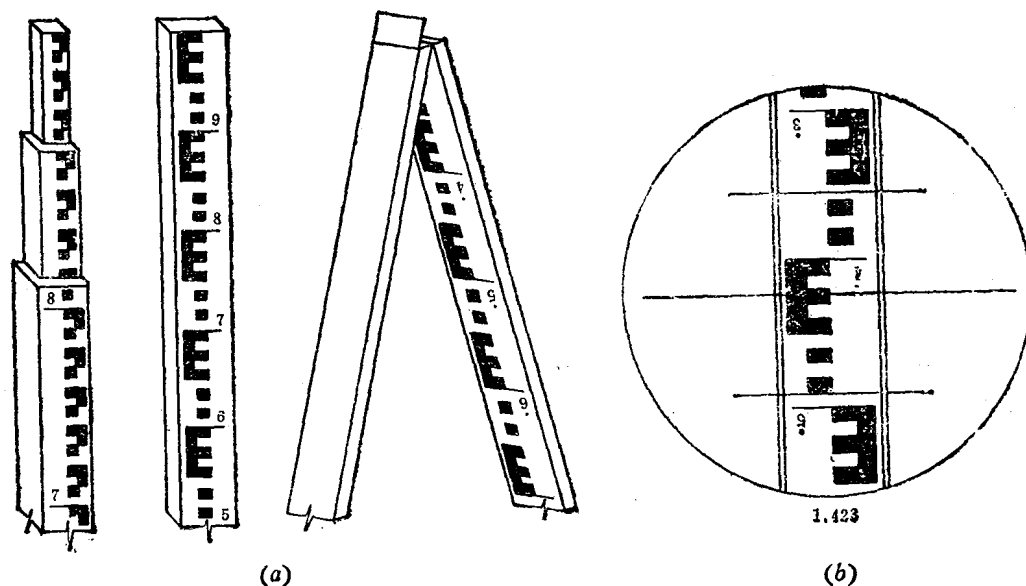


图1-2-14

间，而且上面带有黑点（或红点），这说明已超过1.4米，但不到1.5米，则可读出米数是1，分米数是4。再看横丝落在 $\dot{4}$ 以上哪一个厘米刻划上，就可以读出厘米数来。只不过要注意

整分米处是以字底为准还是以字顶为准，或者是有某种记号（一般以一个斜尖或一条短横线作整分米记号）。图1-2-14（b）所示的整分米是以字底为准（有一短横线），十字丝横丝已卡过4以上两个厘米刻划（一黑一白）而落在第三个厘米刻划（黑色）的三分之一处。于是，可准确地读出2厘米，估读出3毫米。这样，完整的读数就是1.423米。只要按照上述这样严格而认真地反复练习，就能够又准又快地读出数来。

## 第五节 普通水准测量

普通水准测量泛指施工测量中的水准测量工作。它是相对于国家等级水准测量而言的等外级水准测量。所谓国家等级水准测量，是指国家专业测量单位为在全国范围内建立高程控制网而进行的测量工作，按其控制秩序和精度要求分为一、二、三、四等四个等级。在大、中型工程中，为加密水准点有时也要进行低等（三、四等）水准测量。

### 一、水准点

具有已知高程值的高程控制点叫水准点，在图纸上通常用字母BM（英文BENCH MARK的第一字母，意义为高度符号，世界通用）和符号表示。

在施工测量中，设计部门一定要提供一个以上的已知高程点，即水准点，作为控制建筑物高程关系的依据。若这个水准点离建筑物较近，即只架一次水准仪就能完成高程测量工作，那么，就可直接利用水准点进行高程引测。若已知水准点离建筑物较远，那么，中间需要架若干次仪器才能把高程传递到建筑物上。

### 二、水准测量的基本工作

安置一次仪器，只测算两点间高差的工作，是水准测量的基本工作。它的主要工作内容有：

- （一）安置仪器 包括粗平和精平全过程；
- （二）读后视读数 在立在已知高程点上的尺上读；
- （三）读前视读数 在立在待测点上的尺上读；
- （四）记录和计算 用后视读数减去前视读数，算出高差；用已知点高程加上高差算出待测点高程。

### 三、复合水准测量

水准测量的基本工作，即只安置一次仪器所能完成的水准测量，只能解决两点距离较近（100~150米）或高差较小（小于水准尺长）时的高程传递问题。在施工测量中，常常遇到水准点离建筑区较远或高差较大的情形，此时，安置一次仪器就不能完成任务了。但是，如图1-2-15所示，把水准点和待测点之间分成若干段之后，对每一段来说，都可以用水准测量的基本方法来测定其高差，把各段的高差加起来，就是水准点和待测点之间的高差，即

$$h_1 = a_1 - b_1$$

$$h_2 = a_2 - b_2$$

$$h_3 = a_3 - b_3$$

$$h_n = a_n - b_n$$

$$h_{AB} = \sum h = \sum a - \sum b$$

于是，用水准点的已知高程加上总高差，就可算出待测点的高程。可见，复合水准测量，即长距离水准测量，实质上就是水准测量基本工作的连续进行。这叫做“分整为零，各