

公路测量工人丛书

测量工

(第三版)

GONGLU CELIANG GONGREN
CONGSHU CELIANGGONG

西安公路学院编
人民交通出版社

XIAN GONGLU XUEYUAN BIAN
RENMIN JIAOTONG CHUBAN SHE

公路测量工人丛书

CELIANGGONG

测 量 工

(第 三 版)

西安公路学院 编

人 民 交 通 出 版 社

公路测量工人丛书

测 量 工

(第 三 版)

西安公路学院 编

人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各 地 新 华 书 店 经 销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 8.875 字数: 190千

1974年10月 第1版

1988年8月 第8版 第6次印刷

印数: 102,55—107,950册 定价: 1.80元

内 容 提 要

本书根据当前工程测量实际，较详细、较通俗地介绍了怎样使用仪器进行测量、记录观测成果和绘制图纸等。通过学习和实践，能掌握路线、地形和桥隧等测量技术的基本技能。

本书是为道路测量工人编写的，是公路测量工人丛书之一。可供公路、铁路、城市道路、农林、水利和厂矿道路等工人和技术人员阅读。

前 言

测量是用量距离、测角度和定高程的方法测定地表面某一地区的形状和大小，并用一定的比例尺绘制成图的实用技术。修建道路、铁路、房屋、水库以及城市规划、开辟矿山和国防建设等，都必须先进行测量，取得必要的资料。测量是工程建设的先锋。

本书是供测量工人自学或短训用的初级教材，力求简明易懂、结合实际。书中介绍了怎样使用仪器，怎样进行路线、桥隧测量，怎样施工放样和绘制地形图等。

第一、第二版发行以来，使用较为广泛，人民交通出版社鉴于四化建设的需要和测量科技的发展，在原书的基础上组织人员进行增删，以发行第三版。

全书共八章。通常先讲述距离测量，由于新版增加了电磁波测距仪等，为叙述方便，将“距离测量与直线定向”列为第三章，将“水准测量”列为第一章。其它各章的顺序基本上仍按第二版，但各章内容都按当前测量实际有所增删。读者可根据认识规律和工作需要，有选择地进行阅读。

本书由赵恩棠编写第一、二、三章并总校全书；姚伯泉编写第五、六、八章；钟孝顺编写第七章并绘图；高增礼编写第四章。在编写过程中，曾得到交通部第一、第二公路勘察设计院和湖南、河南公路部门的支援，在此谨致谢意。水平所限，书中缺点，望读者继续指正。

编 者

目 录

前 言

第一章 水准测量	1
第一节 水准测量.....	1
第二节 水准仪和水准尺.....	4
第三节 高差测法.....	12
第四节 水准仪的检验与校正.....	19
第五节 手水准.....	23
第六节 我国水准仪的系列.....	26
第二章 经纬仪	28
第一节 概说.....	28
第二节 光学经纬仪.....	30
第三节 水平角测量.....	38
第四节 竖直角测量.....	42
第五节 经纬仪的检验与校正.....	47
第六节 游标经纬仪.....	55
第七节 我国经纬仪的系列.....	59
第八节 经纬仪的养护.....	60
第三章 距离测量与直线定向	63
第一节 概略测法.....	63
第二节 丈量工具.....	65
第三节 丈量直线.....	68
第四节 电磁波测距仪测距.....	79

第五节	视距法测距	84
第六节	直线定向	91
第七节	罗盘仪	96
第八节	罗盘仪的检验与校正	100
第四章	中线测量	103
第一节	概述	103
第二节	中线测量的组织和任务	104
第三节	测角要求	107
第四节	量距和钉桩	117
第五节	圆曲线的测设	120
第六节	虚交	134
第七节	复曲线	138
第八节	回头曲线	140
第九节	缓和曲线简介	145
第十节	外业成果整理与中线展绘	159
第五章	纵断面测量	166
第一节	基平测量	166
第二节	中平测量	171
第三节	纵断面图	177
第六章	横断面测量	181
第一节	标定横断面方向	181
第二节	测量横断面	187
第三节	横断面图	191
第四节	路基边坡放样	194
第七章	公路地形测量	200
第一节	概述	200
第二节	公路地形测量的控制	201

第三节	地形、地物在图上的表示.....	207
第四节	公路地形测量.....	224
第八章	桥隧测量.....	238
第一节	桥梁轴线测量.....	238
第二节	测定桥台、桥墩中心位置.....	258
第三节	隧道施工测量.....	263

第一章 水准测量

第一节 水准测量

平时我们说这座楼多高，那座桥多高，往往是以当地地面为标准说的。但是，在国防和经济建设上必须有国家统一的标准来计算地面各点的高低，不能各自从当地地面起算。我国在青岛黄海海岸设验潮站，统计多年观测所取得的平均海水面作为全国高程的起算点，该点就叫做水准原点。

有了水准原点，就可比较地面各点的高程，例如说世界第一高峰——我国的珠穆朗玛峰海拔8848米，这就是说它比平均海面高出8848米。海拔也叫标高或高程，在测量上叫绝对高程，一般用 H 表示。如图1-1，地面上A、B两点的绝对高程分别是 $H_A = 90$ 米， $H_B = 160$ 米。实际上在路线测量的起点附近有时得不到绝对高程，就假定起点的高程，这种不从平均海水

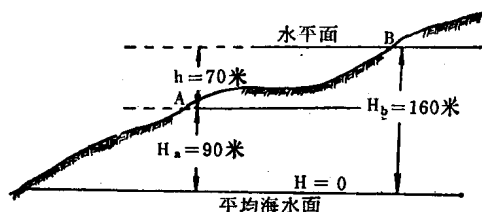


图 1-1

面计算的高程叫假定高程。各点间的高程差叫高差，一般用 h 表示。如图1-1，A、B 两点间的高差 $h = H_b - H_a = 70$ 米。

水准测量由于作用不同，分为国家水准测量和工程水准测量两种。我国国家水准测量，按照不同的精度分成四个等级，各等水准路线每隔若干公里就设置一个水准点，作为高程控制点。各水准点用相当精确的测法测定它们的绝对高程，然后设置在稳定的地点，用坚固的标志把它固定下来，这是永久水准点。各建设部门的工程水准测量，除利用三、四等永久水准点外，为了工作方便，还设置临时水准点，供一定时期使用。临时水准点可用木桩、石桩作为标志，也可设在岩石或桥台上，并用红油漆作出标记。公路测量一般用符号 BM 表示水准点。

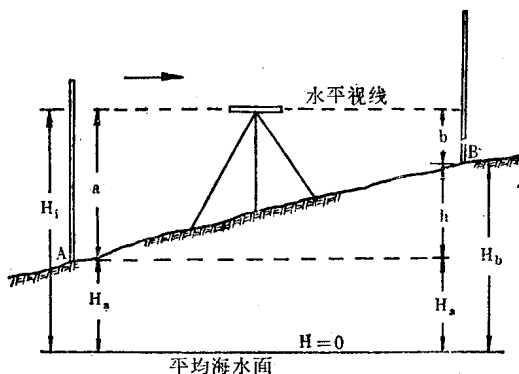


图 1-2

水准测量是根据水平视线，用水准仪和水准尺来测定地面点间的高差。如图1-2，要测出地面上 A、B 两点间的高差 h ，在 A、B 的中间安置水准仪，并在两点上各立水准尺。

利用水准仪可得到水平视线，分别瞄准 A、B 两点上的水准尺，得读数 a 和 b 。A、B 两点间的高差 h 是：

$$h = a - b \quad (1-1)$$

如果已知 A 点的高程是 H_a ，那么 B 点的高程 H_b 是：

$$H_b = H_a + h \quad (1-2)$$

由图 1-2 可看出 $H_a + a = H_i$ ，这 H_i 是水平视线的高程，一般叫视线高程或仪器高程。安置一次仪器叫一个测站。在每个测站，根据后视读数得出各测站不同的视线高程。由视线高程 H_i 也可求出 H_b ：

$$H_b = H_i - b \quad (1-3)$$

看图 1-2，如果根据 A 点的已知高程 H_a 计算 B 点的未知高程 H_b ，或者由 A 点向 B 点方向进行水准测量求 A、B 两点间的高差 h ，那么 A 点叫后视点，其尺的读数 a 叫后视读数。B 点叫前视点，其尺的读数 b 叫前视读数。

高差 h 有正负，正号 (+) 高差表明前视点比后视点高，负号 (-) 高差表明前视点比后视点低。

图 1-2 是 A、B 两点较近，只安置一次仪器就能测出它们的高差，假如两点间距离较远或高差较大时，就要多次安置仪器施测。如图 1-3，设 A、B 两点间距离远，可分 n 个测站按上述测法进行，对每个测站求高差，最后求总和，就可得出 A、B 两点的高差 h 。即

$$h_1 = a_1 - b_1$$

$$h_2 = a_2 - b_2$$

.....

$$h_n = a_n - b_n$$

把上列的高差求总和，就得出 h ：

$$h = h_1 + h_2 + \dots + h_n = \sum (a - b)$$

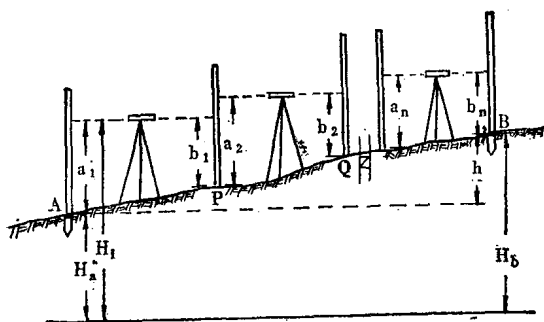


图 1-3

$$\therefore h = \sum a - \sum b \quad (1-4)$$

图1-3中 P、Q等点是传递高程所需的立尺点，叫转点，用符号 ZD 表示。每个转点既有前视读数，又有后视读数。如果对转点观测得不正确，特别是把尺立在松软的地面上，在观测时尺下沉了或者立尺马虎变动些位置，这样测得的 P 点高程一定是错误的，那么由 P 向 Q 等点传递的高程也是错误的，致使测量质量低劣，造成返工浪费。因此，对转点必须小心观测，尤其要把尺立在坚实的地面上，并最好使用尺垫。把仪器从第一测站搬到第二测站以及在观测过程中，要保持尺在原位置上。

第二节 水准仪和水准尺

一、水准仪

水准仪是提供水平视线来测量高差的仪器。水准仪的类型较多，图 1-4 是我国生产的 S₃ 型微倾式水准仪，是工程水准测量中常用的类型。

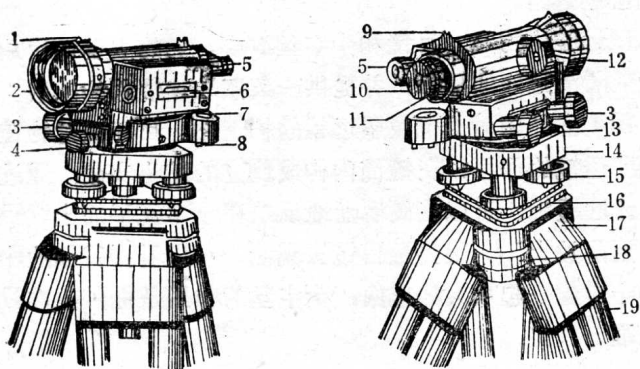


图 1-4

1-准星；2-物镜；3-微动螺旋；4-制动螺旋；5-符合水准器观察镜；6-水准管；7-水准盒；8-校正螺旋；9-照门；10-目镜；11-目镜对光螺旋；12-物镜对光螺旋；13-微倾螺旋；14-基座；15-脚螺旋；16-连接板；17-架头；18-连接螺旋；19-三脚架。

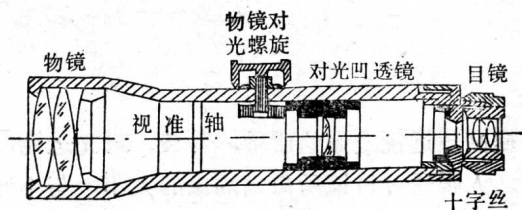


图 1-5

(一)微倾式水准仪

水准仪主要由望远镜、水准器和基座三部分组成。

1. 望远镜

图 1-5 是 S₃ 型微倾式水准仪望远镜的构造图，属于内对光倒像望远镜。

望远镜由物镜、目镜和十字丝组成。它的主要作用是使我们能看清远处的目标，并提供一条照准读数用的视线。

图 1-6 是内对光倒像望远镜的构造图。目标经过物镜和对光凹透镜的作用，在镜筒内构成倒立的缩小实像。通过调节对光凹透镜，可以使像清晰地反映在十字丝平面上。目镜的作用是放大，人眼经过目镜去观测，可以看到目标的小实像和十字丝一起放大的虚像，十字丝的作用是提供照准目标的标准。

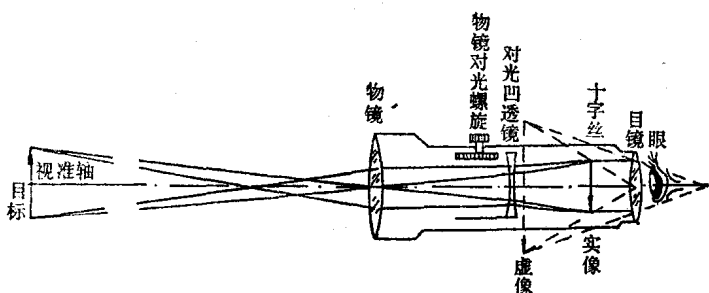


图 1-6

为了提高望远镜成像的质量，物镜、对光透镜都由多块透镜组成。人眼通过目镜所看到的像的大小，与不通过目镜直接看到的目标大小之比，叫做望远镜放大率。一般水准仪望远镜的放大率为 15~30 倍。

十字丝的构造如图 1-7，在玻璃板上刻十字线后，安装在十字丝环上，用校正螺丝固定在望远镜筒上。十字丝的交点和物镜光心的连线称为视准轴，视准轴是瞄准目标的依据。

为了控制望远镜的左右转动以便视准轴瞄准目标，水准

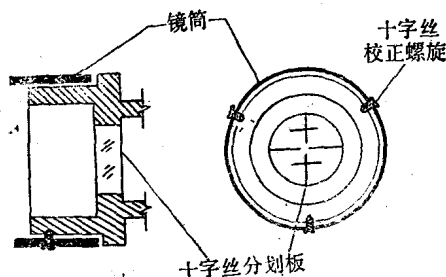


图 1-7

仪一般都装有一套制动和微动螺旋。当拧紧制动螺旋时，望远镜不能转动，这时如果拧动微动螺旋，可使望远镜作微小的转动，以便精确瞄准目标。松开制动螺旋后，微动螺旋失去作用。

2. 水准器

水准器是用来标志视线是否水平、仪器竖轴是否竖直的装置。水准器有两种：水准盒和水准管。

1) 水准盒 水准盒顶面内壁是一个球面，球面中心刻有一个圆圈，其圆心叫水准盒零点。水准盒内装有酒精和乙醚的混合液，密封后留有气泡。水准盒零点的法线叫水准盒轴线。当气泡居中时，水准盒轴线就处于铅垂位置，如图 1-8 (a)。气泡移动 2 毫米，水准盒轴相应倾斜的角度，叫水准盒分划值， S_3 型水准仪上水准盒分划值为 $8''/2$ 毫米。水准盒球面半径愈大，分划值愈小，水准盒灵敏度愈高。水准盒仅作为粗略置平的装置。

用校正螺旋将水准盒轴安装成与仪器竖轴相互平行，当调节脚螺旋使水准盒气泡居中时，仪器竖轴就处于铅垂位置，也就是说水准仪概略置平了。

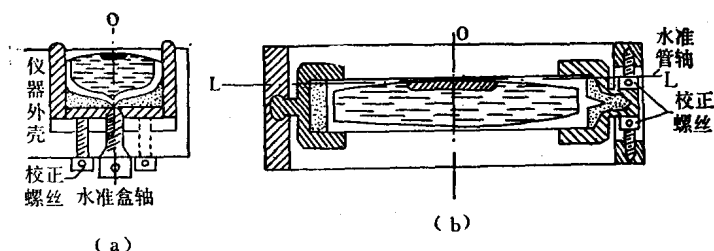


图 1-8

2) 水准管 水准管是纵向内壁磨成圆弧、管内装上酒精和乙醚的混合液、密封形成气泡的玻璃管，如图1-8(b)。水准管圆弧中点叫水准管零点；过零点和内壁圆弧相切的直线叫水准管轴。水准气泡居小时，水准管轴处于水平位置。气泡移动2毫米，水准管轴倾斜的角度 τ 叫做水准轴分划值，如图1-9。 S_3 水准仪上水准管的分划值为20秒/2毫米。

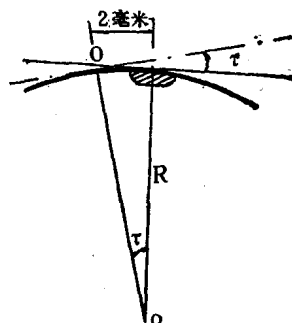


图 1-9

为了提高目估水准管气泡居中的精度，在水准管上装有一组符合棱镜，如图1-10(a)。借棱镜组的折射使气泡两端的像反映到气泡观察镜中。若气泡两端的像相互错开，如图1-10(b)，表示气泡没有居中，旋转微动螺旋，使气泡两端

的像符合，如图1-10(c)，此时气泡居中。

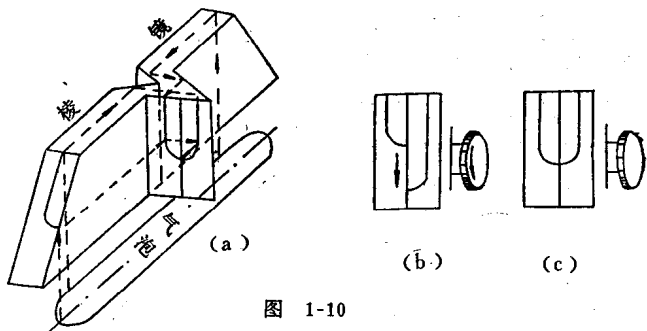


图 1-10

3. 基座

基座主要由轴座、脚螺旋和连接板组成。仪器上部通过竖轴插入轴座内，由基座承托，整个仪器用连接螺旋和三脚架连结。

(二) 自动安平水准仪

自动安平水准仪是一种操作简便、精度稳定、能提高观测速度的新型水准仪。自动安平水准仪的基本原理，如图1-11，当视准轴水平时，读数为 a ；若视准轴倾斜一个 α 角，读数将为 b ，但 b 读数并不是视线水平时的读数。为了使视线读数保持在 a 上，需在 K 点加一个安平机构，经过光路转换，

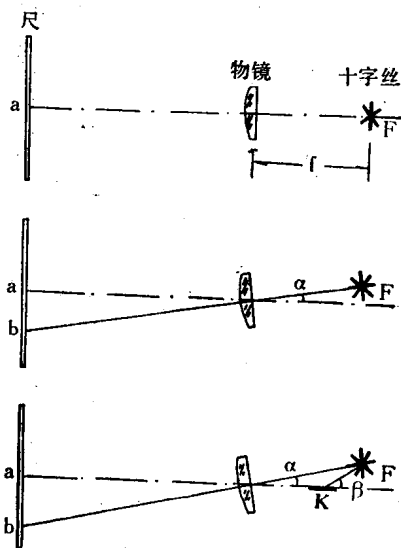


图 1-11