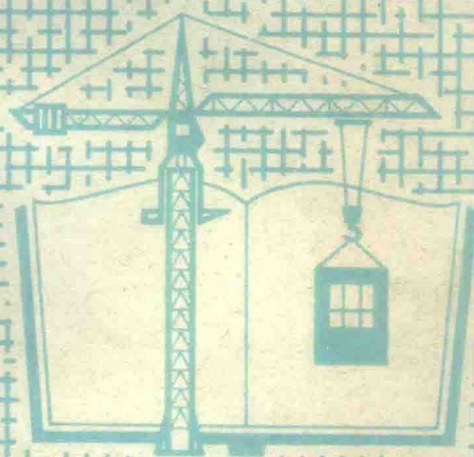


建筑施工测量

杨大明 黄 浩 褚永贵 合编



中等专业学校试用教材

中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

建筑施工测量

杨大明 黄 浩 褚永贵 合编

中国建筑工业出版社

本书是建筑类中等专业学校“工业与民用建筑”专业的试用教材。内容包括水准、角度、距离、导线、地形测量的仪器和方法；建筑施工中的测量工作；激光测量的基本方法等。并附有管线测量，测量仪器和工具的维护知识。

本书也可供建筑施工测量人员参考。

中等专业学校试用教材
建筑 施 工 测 量
杨大明 黄 浩 褚永贵 合编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：7 $\frac{1}{4}$ 字数：176千字
1981年12月第一版 1981年12月第一次印刷
印数：1—35,700册 定价：0.62元
统一书号：15040·3866

前 言

本书结合建筑类中等专业学校“工业与民用建筑”专业的特点，力求简明扼要、理论联系实际。内容包括水准测量、角度测量、距离测量、导线测量、地形测量的方法和所使用的仪器、建筑施工中的测量工作、激光测量的基本方法。并附有管线测量，测量仪器和工具的养护知识等。每章末有复习题。

全书共九章，第一、三、五、六、七章由山西省建筑工程学校杨大明同志编写；第二、八、九章及附录一由贵州省建筑工程学校黄浩同志编写；第四章及附录二由张家口建筑工程学校褚永贵同志编写。

在编审过程中太原工学院孟中庆、山西省城市建设局景澄清、山西省第二建筑工程公司张玉明、贵州省测绘局高元法、第七冶金建设公司黄忠民、贵州省第二建筑工程公司谈洪祥、三公司冯德仁、四公司王巨炎、施工公司郭相彬、贵阳市规划设计院李方镜等同志提出了宝贵意见。贵州省建筑工程学校戴杏林同志协助收集整理资料，山西省和贵州省建筑工程学校范继昭、徐勇、庄林同志协助制图，在此一并表示感谢。

由于编者的水平有限，教材中可能存在缺点和错误，欢迎大家批评指正，以便再版时修订。

编 者

1979.2

统一书号：15040·3806

定 价： 0.62 元

目 录

第一章 绪论.....	1
§ 1-1 建筑施工测量的任务及作用	1
§ 1-2 地面上点位的确定	1
§ 1-3 测量工作程序	2
第二章 水准仪和水准测量.....	3
§ 2-1 水准测量的基本原理	3
§ 2-2 水准测量的仪器和工具	4
§ 2-3 水准测量的方法和记录	8
§ 2-4 水准测量的容许误差及校核方法	13
§ 2-5 微倾式水准仪的检验和校正	15
第三章 经纬仪和角度测量.....	18
§ 3-1 水平角测量原理	18
§ 3-2 光学经纬仪的构造	18
§ 3-3 游标经纬仪的构造	21
§ 3-4 水平角测量方法和记录	23
§ 3-5 竖直角测量方法和记录	24
§ 3-6 经纬仪的检验和校正	25
第四章 距离测量及直线定向.....	29
§ 4-1 直线丈量	29
§ 4-2 距离改正及精密量距	32
§ 4-3 直线定向概念	34
§ 4-4 坐标方位角和象限角的计算	36
§ 4-5 罗盘仪	37
第五章 经纬仪导线测量.....	40
§ 5-1 平面控制测量概述	40
§ 5-2 经纬仪导线测量的外业工作	41
§ 5-3 经纬仪导线计算	42
§ 5-4 坐标方格网的绘制及导线点的展绘	47
第六章 地形图的识图和应用.....	50
§ 6-1 地形图概述	50
§ 6-2 地形图的比例尺	50
§ 6-3 地形图上的方向	52
§ 6-4 地形图图式	52
§ 6-5 地形图的应用	55
第七章 建筑施工场地上的地形测量.....	59
§ 7-1 平板仪测图原理	59

§ 7-2	平板仪的构造和安置方法	59
§ 7-3	视距测量原理和计算方法	61
§ 7-4	碎部测量基本方法	67
§ 7-5	地形图的拼接和验收	69
第八章 建筑施工过程中的测量工作		71
§ 8-1	概述	71
§ 8-2	施工测量的基本工作	71
§ 8-3	施工测量的基本方法	73
§ 8-4	建筑场地上的施工控制测量	75
§ 8-5	场地平整测量	77
§ 8-6	民用建筑的定位和放线	79
§ 8-7	工业建筑的定位和放线	81
§ 8-8	建筑施工中的高程测量	83
§ 8-9	建筑构件的安装测量	84
§ 8-10	烟囱的施工测量	86
§ 8-11	建筑物的沉降观测	86
§ 8-12	建筑物的倾斜和裂缝观测	88
§ 8-13	竣工总平面图的编制	89
第九章 新技术在施工测量中的应用		91
§ 9-1	激光技术的应用	91
§ 9-2	激光经纬仪	91
§ 9-3	激光水准仪	94
附录一 管线及路线的施工测量		97
附录二 测量仪器和工具的维护和保养		110

第一章 绪 论

§ 1-1 建筑施工测量的任务及作用

建筑施工测量,是研究利用各种测量仪器和工具,对建筑场地上地面点的位置进行测量和测定的科学。它的主要任务是:

- 1.对建筑施工场地的地表面形状和尺寸按一定比例测绘成地形图。
- 2.将图纸上已设计好的工程建筑物按设计要求测设到地面上,并用各种标志表示在现场。

完成这些任务,需要熟悉各种主要测量仪器及工具的构造和用途,掌握测量的基本原理和在建筑施工中的各种测量方法。

在国民经济建设中,完成一项建设任务需要经过勘测、设计、施工等几个步骤。测绘各种比例的地形图,为规划和设计作依据,是勘测工作的一项主要任务。

施工前需要把图纸上设计的建筑物测设到现场,在施工过程中需要借助各种测量工作,保证施工质量符合设计要求。竣工以后为扩建和改建提供可靠资料需作竣工测量。因此在整个建筑工程中,测量工作是不可缺少的。建筑施工测量的速度和质量,对社会主义建设有直接影响,所以建筑施工测量在国家建设中有着重要的作用。

§ 1-2 地面上点位的确定

测量工作的本质就是确定地面上点的高低位置和平面位置。

一、地面点的高低位置

由于地表面高低不平,为了在地面上修建建筑物,需要测定一些点的高低位置。点到大地水准面的铅直距离,称为该点的“绝对高程”。

大地水准面是指平均静止的海水面,将其延伸穿过陆地形成一个闭合曲面。我国规定以黄海的平均海水面作为大地水准面。

图 1-1 中,地面上 A、B 两点的绝对高程,就是沿各自的铅垂线方向到大地水准面的距离,用 H_A 和 H_B 表示。

在建筑工程中,有时也采用假定的水准面,作为高程的起算面。一个点到假定水准面的铅垂距离叫该点的假定高程或相对高程。

H_A 和 H_B 可以用测量仪器和工具,在地面上测量和计算出来。如果在设计图纸上已给出一点的高程,也可以用测量方法,把该点按已给的高程,测设于实地。

二、地面点的平面位置

地球的形状是一个扁平的椭圆柱体,可近似地视为一个半径等于 6371 公里的圆球。对半径如此之大的圆球表面,如果测量的面积较小(半径小于 10 公里),可以把这块地表面视

为与测区中心的铅垂线相垂直的平面。在这块地面上的点，如图1-2中， A 、 B 、 C 沿各自的铅垂线方向投影到平面上，得点 a 、 b 、 c ，就是 A 、 B 、 C 的平面位置， $\angle abc$ 则是 $\angle ABC$ 的水平角， ba 和 bc 的距离，则为 BA 和 BC 的水平距离。

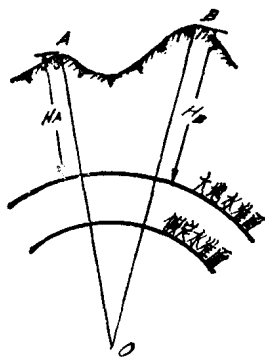


图 1-1

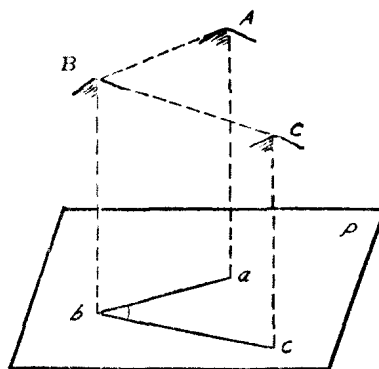


图 1-2

在地面上把 $\angle ABC$ 的水平角和 BA 、 BC 的水平距离测量出来， A 、 B 、 C 三点在平面上的相互位置就确定了。同理我们也能用仪器和工具测设水平角度和水平距离，将图纸上已设计好的建筑物有关点的平面位置，测设到地面上去。因此确定地面上点的平面位置，主要决定于水平角测量和水平距离丈量。

综上所述，可见高程测量、水平角测量和水平距离丈量，是测量的三项基本工作。这三项基本工作的质量（精度）高低，对整个基本建设工作影响很大，工作中出现差错，会给国家带来损失。所以在进行这三项基本工作时，一定要有高度认真负责的精神。

§ 1-3 测量工作程序

在测绘地形图或建筑物施工放样时，都本着先整体，后局部的原则，首先在测区范围内，选择若干点组成控制网，用较精确的测量和计算方法，确定出这些点的平面位置和高程，然后以这些点为依据再进行局部地区的测绘工作和放样工作，这样做有两个优点：

1. 由于控制网的作用，可以保证测区的整体精度。
2. 根据控制网，把整个测区划分为若干局部地区，可以展开几个工作面，同时进行施测，可提高工效、缩短工期和节省经费开支。

复 习 题

1. 建筑施工测量在建筑工程中的作用是什么？
2. 测量工作的本质是什么？什么是地面点的高低位置和平面位置？
3. 测量工作的程序是什么？

第二章 水准仪和水准测量

绘制建筑工程使用的地形图，需要测定地面各点的高程；在施工过程中，也需要测定基础、地坪、楼面、吊车梁等构筑物或结构物上某些点的高程（亦称标高）。测定高程的工作过程叫高程测量（施工人员常称为抄平）。用水准仪测定高程叫水准测量，是建筑施工测量中最常用的高程测量方法，也是施工技术人员必须掌握的抄平、量距、测角三个测量基本功之一。

高程还可用气压计来测定，叫气压高程测量；也可用三角学原理间接测算，叫三角高程测量。这种方法在建筑施工中极少应用。

§ 2-1 水准测量的基本原理

水准仪安平以后，其视线是一根水平线，根据一个点的已知高程，可以测定其它点的高程。

如图2-1，A点的高程 H_A 为已知，欲求B点的高程 H_B ，在A、B两点间的中点C（尽可能居中），安置水准仪，A、B两点各垂直立一根水准尺，用水准仪分别读得两尺的尺读数 a 和 b ，由于水平视线与水平面平行，从图中几何关系容易看出：

$$H_A + a = H_B + b \quad (2-1)$$

$$H_B = (H_A + a) - b \quad (2-2)$$

a 是已知高程点A的水准尺读数，称为后视读数。

b 是未知高程点B的水准尺读数，称为前视读数。

这两个概念，不能理解为往后看或往前看得到的尺读数。

$H_A + a$ 是水平视线的高程，称为视线高。即：

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

公式(2-2)可叙述为：

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

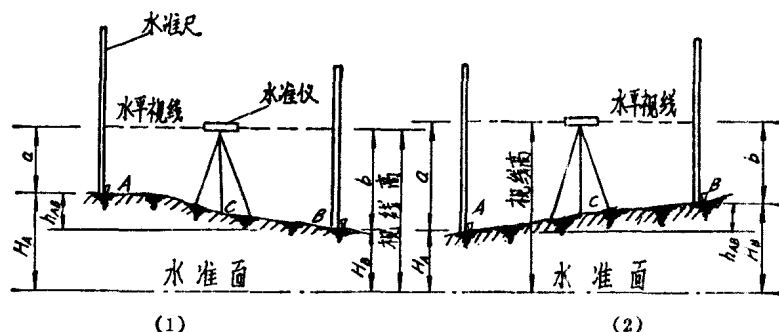


图 2-1

这就是水准测量的基本原理，也是水准测量中最简单的情况，称为简单水准测量。

A、B两点的高程之差 h_{AB} ，简称高差，

$$h_{AB} = H_B - H_A = a - b \quad (2-5)$$

即两点的高差为两点上尺读数之差。

如图2-1(1)，当B点低于A点时， $H_B < H_A$ ，尺读数 $a < b$ ，则高差 h_{AB} 为负；如图2-1(2)，当B点高于A点时， $H_B > H_A$ ，尺读数 $a > b$ ，则高差 h_{AB} 为正。

必须指出，只有当视线水平且平行于水准面时，上述原理才能应用，故水准测量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

下面介绍建筑施工测量中常用的水准测量仪器和工具。

一、S₃型微倾式水准仪

图2-2(1)、(2)为国产S₃型微倾式水准仪。

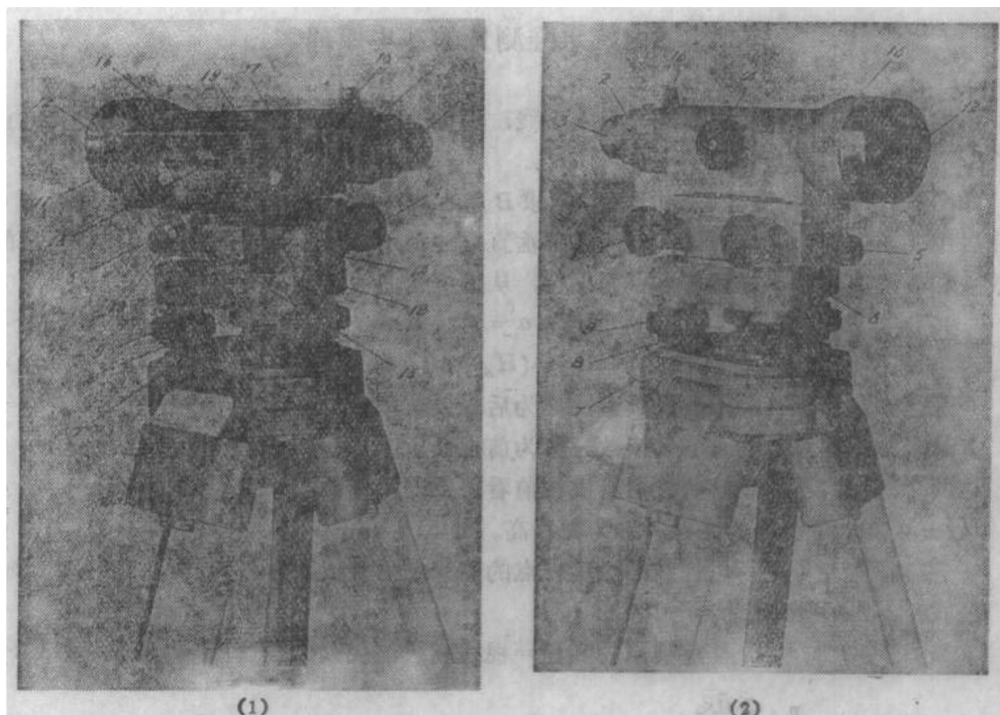


图 2-2

1—微倾螺旋；2—护罩(十字丝目镜座制头螺丝)；3—目镜外罩；4—望远镜调焦螺旋；5—固定螺旋；6—微动螺旋；7—底板；8—三角压板；9—脚螺旋；10—微动螺旋弹簧帽；11—镜筒物镜圈制头螺丝；12—物镜圈；13—水准管；14—水准盒；15—拆倾仪器上部分螺钉；16—瞄准器；17—符合水准观测镜；18—水准盒校正螺丝；19—水准管校正螺丝

其主要部件有：

1. 望远镜 主要作用是放大物象，使能清晰地看到远处的目标。它是一个镜筒，内部密封装有目镜3、十字丝环(位于图中2的内部)、调焦镜组(位于图中4的内部)和物镜12。它的光路图如图2-3所示。

十字丝是刻在一片玻璃上的互相垂直的细线。上下各有一段视距丝是供测距离用的。如图2-4所示。

2.水准管 如图2-5所示，它是一个内壁呈圆弧状的玻璃管，内盛酒精或乙醚但不装满，留有一个气泡，当气泡居中时，说明水准管的轴线水平，见图2-5(1)。

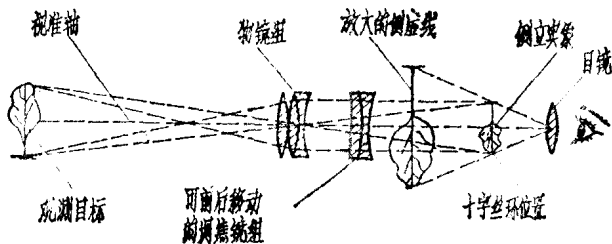


图 2-3

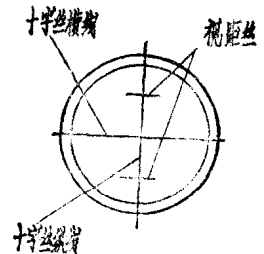


图 2-4

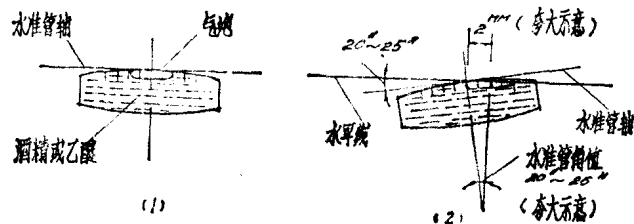


图 2-5

水准管轴不水平时，气泡必向水准管高的一端移动。水准管的灵敏度，用气泡每移动2毫米，其所对中心角偏转的度数来表示，称为水准管的角值，见图2-5(2)。角值愈小，灵敏度愈高。 S_3 型水准仪的水准管角值为 $20'' \sim 25''$ 。

微倾式水准仪有符合水准装置(图2-2中之17)，它是用一组棱镜，将水泡两端的象折射到符合水准观测镜内。如气泡不居中，观测镜内看到的象如图2-6(1)，气泡不能符合；调节微倾螺旋(图2-2中之1)，可使气泡居中，在观测镜内看到水泡符合的象，如图2-6(2)所示，这时水准管轴便是水平。

3.水准盒 如图2-7所示是一个圆盒，上面装一片球面玻璃，内盛酒精或乙醚，并留有气泡。当气泡进入中心圆圈时，即表示水准盒轴线成水平。

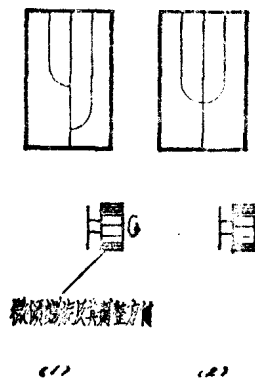


图 2-6

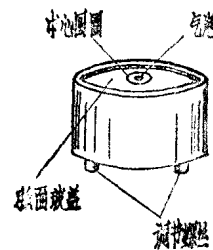


图 2-7

S₃型水准仪的水准盒角值为 $8' \sim 10' / 2\text{mm}$ 。可见其灵敏度较水准管低，只能作粗略整平仪器之用。

4. 仪器基座 如图2-2由三角形底板7、三角压板8、脚螺旋9、镜管固定螺旋5、微动螺旋6、10等组成。用仪器中心固定螺旋（放在仪器箱内），从三脚架的架头中心圆孔穿过，拧入仪器底板的螺孔内，可将仪器固定在三脚架上。

拧紧镜管固定螺旋5，可使镜管固定（注意不要拧得过紧，以防损伤仪器纵轴轴套）。这时微动螺旋即起作用，旋转它可使镜管左右微动，以便精确瞄准目标。

脚螺旋用来整平水准盒，使仪器大致水平。

5. 三脚架 由架头和三支腿组成。有定长腿式和伸缩腿式两种。图2-8为S₃型水准仪伸缩腿式三脚架的照片。张开三支脚，可以稳定地安置仪器于地面。伸缩腿式脚架在坡地上使用比较方便。如图2-9，将两支腿置于坡的下方，一支腿缩短后置于坡的上方，安置仪器较稳定。

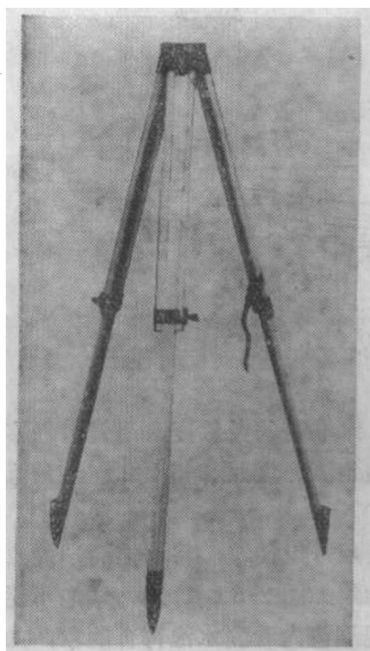


图 2-8

二、水准尺

1. 双面水准尺 如图2-10(1)，是一根长3~4米的木质直尺，正反两面都有尺寸刻划，正面用黑色，称为黑尺面或主尺，尺底为零点；反面用红色，称为红尺面或副尺，尺底为任一尺度。如4.687米或4.787米。故同一视线高在尺的两面的读数，总差一个常数。可用于较高精度的水准测量。

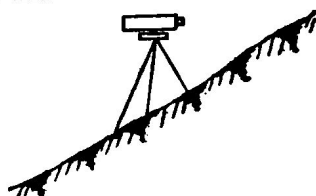


图 2-9

2. 塔尺 如图2-10(2)所示。尺长多为4米或5米，尺底为零点，可以逐节抽出或缩进，抽出后形似宝塔故名。

3. 折尺 如图2-10(3)所示，可折叠，和塔尺一样，能减短尺长，以便搬运，但接头处容易磨损而引起误差，故对精密水准测量不能使用。塔尺在施测过程中可能缩回，要经常注意检查接头，以免读数发生差错。

水准尺多按1厘米或0.5厘米为一格来划分尺面，黑白相间，如图2-10(1)、(2)。有些尺以5厘米的刻划，构成黑白相间的E字，如图2-11，以便读尺。

尺面每分米处标注尺寸数字，有正写、倒写两种。有些尺面注字，一米至二米之间的分米数，加一个点，二米至三米之间的分米数，加两个点，其余类推，如图2-11，例如2，读为一点二米。

读尺对初学的人是一个难点，应多作练习。读尺之前，要先弄清它的刻划和注字规律。练习时可随意指尺面一点，逐步做到能迅速准确地读出该点的尺读数。进一步用望远镜作读尺练习。必须注意S₃型微倾水准仪从镜管看到的是尺面的倒象，故读尺要从上往下

读，不能从下往上读❶。

除毫米应估读外，米、分米、厘米均可从尺上直接读出。读尺时，初学的人最易搞错的几种情况如图2-12，要特别注意。

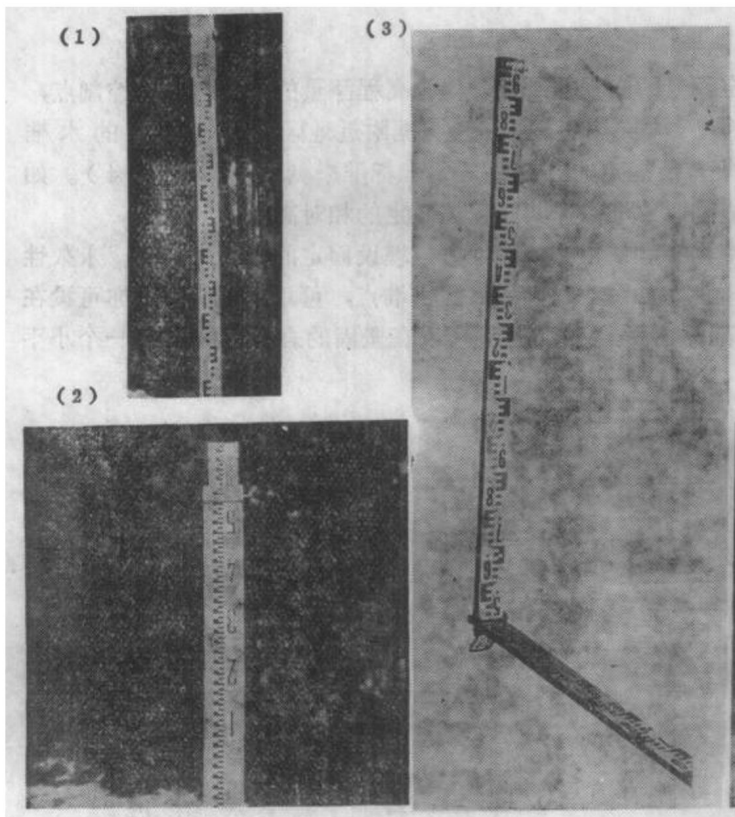


图 2-10

三、尺垫

如图2-13，是两种常用的生铁尺垫，立尺时，置尺垫于立尺点，用脚踩顶面，使紧贴地表，水准尺即置于尺垫中部凸起的球形顶面上，可防止尺底沉陷而产生误差。

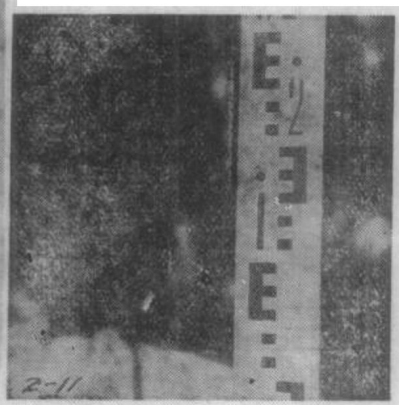


图 2-11

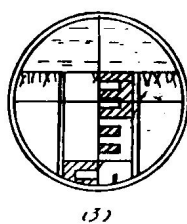
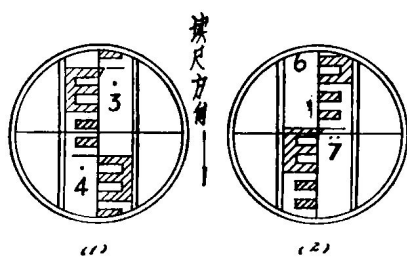


图 2-12

正确读数	1.375	2.707	0.034
错误读数	1.425	2.770	0.340
错误原因	从下往上读	将毫米错读成厘米	将厘米毫米错读成分米厘米

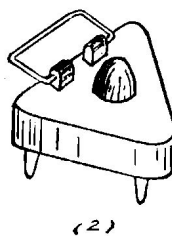
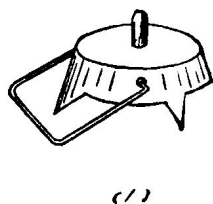


图 2-13

❶ 有一些旧式仪器，从镜管望到的是尺的正象，读尺时便要由下往上读。

§ 2-3 水准测量的方法和记录

一、水准点和水准路线

建筑施工现场，应设立一定数量的高程控制点，作为高程测量的依据。这些控制点，称为水准点，用符号 BM 表示●。水准点的高程，应根据附近地区内国家布设的水准点●的高程，按国家水准测量规范所规定的三、四等水准标准来测设（详见§8-4）。如附近找不到国家水准点，可设立临时水准点，其高程为假定的相对高程。

水准点应在稳固而便于长期保存和使用方便的地方，埋设固定的标石来标志。永久性水准点，应埋石柱或钢筋混凝土桩，如图2-14；临时性水准点，可用木桩钉设，亦可设在固定建筑物如房屋、桥梁等基础的顶面。在山区，可设在坚固的岩石上，砍凿一个小平面，用油漆画上标记表示。

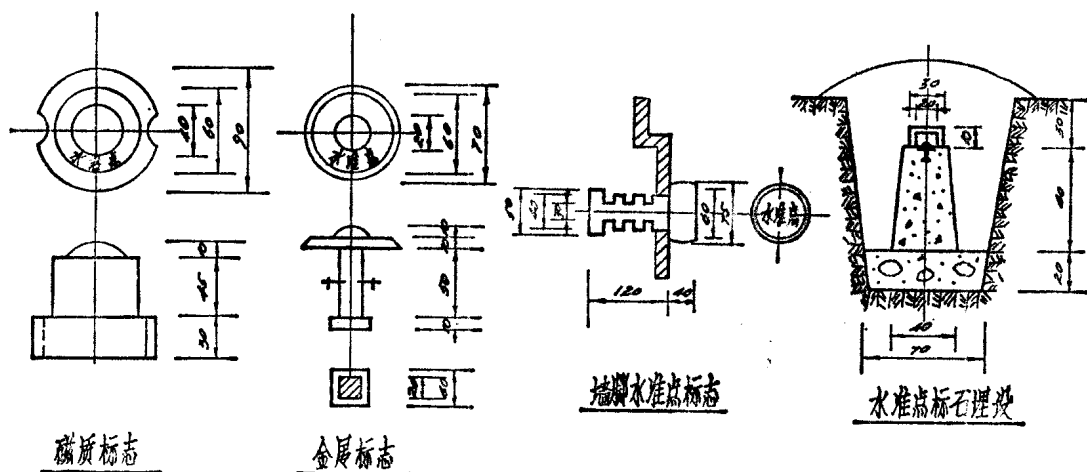


图 2-14

水准标石埋设后，应绘制点标记，必要时须设置指示桩，并办理托管手续。

水准路线是水准测量进行的路线。建筑施工现场,多用闭合水准路线。如图2-15(1),

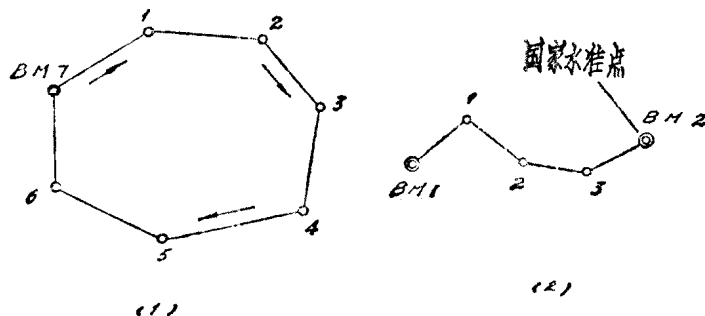


图 2-15

● BM 为英语 Bench Mark 的缩写。如有若干水准点, 分别编号为 BM1、BM2、……。

⑤ 解放后我国已设立全国性控制网，水准点均布于全国各地，每距6~7公里设置一个点，城市居民区，每隔1~2公里有一个点。

从已知高程的水准点 BM7 出发（应尽可能从国家水准点出发），测定 1、2、3、……、6 等点的高程后，又回到原来的水准点闭合。如现场附近有国家水准点，可用图2-15(2)的附和水准路线，与两个国家水准点联系。

二、水准测量的基本方法

在两点间安置水准仪测量高程，每次安置仪器进行施测的基本方法如下：

1. 仪器的架设 在两点之间（其中一点的高程必为已知），选择地面较平坦坚固之处架设仪器，尽可能使前后视的距离近于相等（一般可用目测或步量^①，精度要求较高时，应用皮尺量定）。张开脚架的腿，先固定两支脚，用脚踩牢固，再用图2-16所示的方法，用另一支腿使水准盒气泡大致居中（注意图中脚架移动方向与气泡移动方向的关系）。

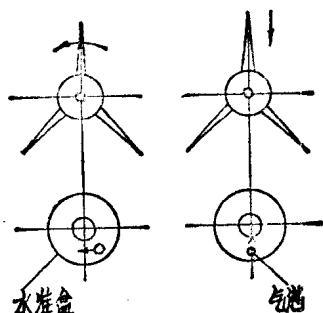


图 2-16

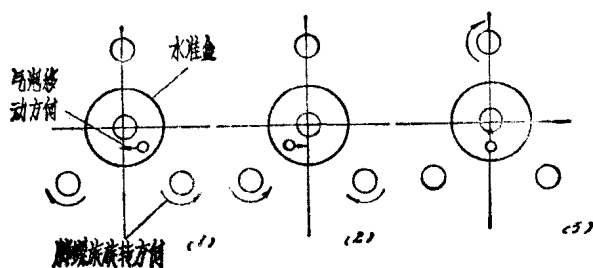


图 2-17

2. 粗略整平 用脚螺旋按图2-17的方法，使水准盒气泡居中，仪器即粗略安平。要记住：

- (1) 两手应按相对方向先调整一对脚螺旋，气泡可迅速移动，见图2-17(1)、(2)，如只调一个脚螺旋，气泡移动较慢。

(2) 气泡移动方向总是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。

(3) 按图中(1)或(2)将气泡调到(3)的位置后，只用第三个脚螺旋，按图中(3)的方向，将气泡调入中心圆圈内。

(4) 脚架架头应先大致摆平，这样，整平工作可较快速，而且不致损伤脚螺旋。因为脚架架头安置不平，用脚螺旋整平时，必使一个升得很高，另一个降得较低，经常如此，脚螺旋的螺纹容易滑丝，初学者必须注意。

3. 照准 用望远镜十字丝交点正对观测目标，称为照准。步骤如下：

(1) 松开固定螺旋，用望远镜的瞄准器，见图2-2中之16，象步枪射击找目标那样，使缺口、准星和目标连成一直线，在目镜中便能看到目标，随即将固定螺旋拧紧。

(2) 如十字丝不清晰，可左右旋动目镜外罩（图2-2中之3），至清晰看到十字丝为止。

(3) 如目标的象模糊，可转动望远镜的调焦螺旋（图2-2中之4），使成象清晰。

(4) 用微动螺旋，使十字丝的纵线正对水准尺的中线。持尺者要注意尺身垂直。

(5) 眼睛在目镜后上下移动观测，如十字丝的交点也在目标中上下晃动，说明焦距尚未调好，而出现视差现象，应继续用调焦螺旋调整，至视差现象消除为止。

① 亦可用视距法来测量，故水准仪十字丝玻片上刻有视距丝（见图2-4），便是供测量水准线路之长和量前后视距离之用的。方法将在§7-3中讲述。

4. 望远镜的精确调平 用微倾螺旋使水准气泡符合, 表示望远镜的视线已水平。
5. 读数 将读数记入手簿。注意读尺前后, 要检查符合水准是否符合, 水准尺是否垂直, 初学者要养成这个习惯, 以满足在视线水平的基本要求下测高程, 保证测量结果的精度。
6. 记录 记录员要复述读数一遍, 俟观测者认为无误后, 再录入记录手簿中。

三、复合水准测量法测高程

在实际工作中, 常遇到如图2-18的情况, 根据水准点BM3的已知高程, 要测定A、B两点的高程, 由于双方相距较远(或高差较大), 采用简单水准测量法, 安置一次仪器, 不能兼顾前后两点上的水准尺, 可在其间D、E、F等点立尺, 在I、II、III等点安置水准仪, 分段测量高程, 逐段转移, 直到终点为止。这种重复使用简单水准测量法, 在一段长水准线路上, 分段测高程的方法, 叫复合水准测量法。中间的立尺点, 不是要测的高程点, 它只起转移仪器时传递高程的作用, 称为转点, 用符号TP来表示●。

现在用例2-1来说明复合水准测量法的施测程序:

例 2-1 用复合水准测量法, 根据BM3测A、B两点间的高程(见图2-18)。

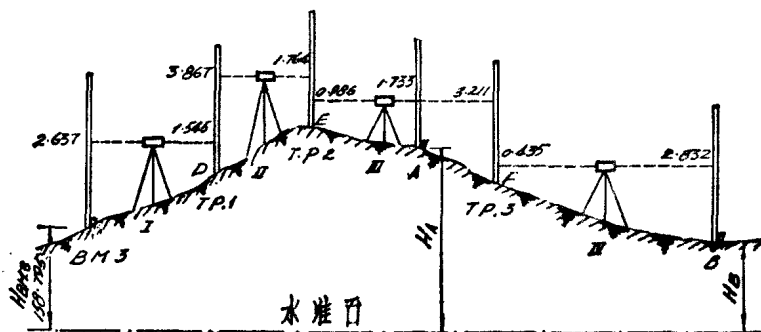


图 2-18

解 施测程序及记录方法如下:

1. 在BM3及D点立尺, I点安置水准仪, BM3的高程158.795为已知, 故为后视点, D点高程待测, 故为前视点。

2. 按水准测量的基本方法, 粗略整平仪器, 照准BM3点的水准尺, 经精确调平后, 读得后视读数为2.637, 记入水准测量手簿(表2-1)的“后视读数”栏。由公式(2-3), I点处水准仪的视线高, 应为后视点的高程加后视读数, 即:

$$158.795 + 2.637 = 161.432$$

记入“视线高”栏。

3. D点为转点TP1, 转动望远镜照准TP1上的水准尺, 此时, TP1的高程为未知, 读得前视读数为1.545, 记入TP1这一栏的“前视读数”的“转点”栏。由公式(2-4), TP1的高程为视线高减前视读数, 即:

$$161.432 - 1.545 = 159.887$$

记入手簿TP1的高程一栏。至此, 第一站的测量工作完毕, 可以搬动仪器到第II点(俗称搬场)。

● 转点, 英语为Turning Point, 缩写为TP。