

基层施工技术员岗位培训教材

(土建综合工长)

# 测 量

黄 浩 编

中国建筑工业出版社

本书为建设部基层施工技术员(土建综合工长)岗位培训教材。

本书在编写过程中结合了土木建筑的特点,简明扼要,理论联系实际。全书共分九章,包括绪论、高程测量、角度测量、距离测量和直线定向、经纬仪导线测量、地形测量、施工测量、线路测量和激光技术在测量中的应用。每章后附有本章小结、复习题,并穿插实习方面的内容。可供从事土木建筑设计、施工、教学人员学习。

基层施工技术员岗位培训教材  
(土建综合工长)

测 量

黄 浩 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: 12 字数: 287 千字

1990年3月第一版 1990年3月第一次印刷

印数: 1—10,160册 定价: 5.20元

ISBN7-112-00887-5/TU·627

---

( 5954 )

## 前 言

随着我国经济的发展，城乡建设任务日益繁重。为了确保工程质量，推动技术进步和全面提高建筑企业的素质，基层施工技术管理干部必需具有一定的建筑科学理论知识。城乡建设环境保护部已于1986年以“（86）城建字第492号”文，决定对基层施工技术员（土建综合工长）实行岗位证书制度。从1989年开始陆续发放岗位证书，到1991年所有工程项目都必须由持证人员组织施工。建设部为全面开展基层施工技术员岗位培训工作，组织专门班子编写培训教材，供各地使用。

培训工作以一年脱产学习或两年业余学习，学满1060学时的课程为标准，在施工专业知识上达到中等专业程度。教学计划规定学习的十三门课程是《数学》、《建筑力学》、《建筑结构》、《建筑施工技术》、《建筑施工组织与管理》、《建筑工程定额与预算》、《建筑水电知识》、《建筑工程倒塌实例分析》、《建筑制图与识图》、《测量》、《建筑材料》、《房屋构造》、《地基与基础》。上述教材，已经编审组审定，作为目前我部系统的统一教材，由中国建筑工业出版社正式出版。

部基层施工技术员岗位培训教材编审组成员：夏行时、肖绍统、王铠、张哲民、沈汝松、龚伟、吴之昕、陈伟、李永燕。

城乡建设环境保护部建筑业管理局  
中国建筑学会 城乡建设刊授大学  
中国土木工程学会

1987年

## 编 者 的 话

本书是为基层施工技术员（土建综合工长）岗位培训编写的教材。根据原城乡建设环境保护部建筑业管理局一九八七年六月颁发的《教学大纲》规定，及部基层施工技术员岗位培训教材编审组的意见，“建筑施工测量”课的教材以电视中专教材《测量》为兰本，结合培训目标，对第六章“地形测量”部分作了一定删减，第七章施工测量部分则作了较多增补。因此本书第一至第五章以及第八章，均与电视中专《测量》教材的相应章节内容相同，请读者注意。

在编写过程中编审组张哲民同志给予许多指导；贵州省城乡建设学校给予极大支持；修订部分的书稿、插图，均由贵州城乡建设学校武联鑫老师协助整理、绘制，在此深致谢意！

限于编者水平，本书如有错漏之处，深望使用本书的老师、学员和读者，多予批评指正。

# 目 录

|                            |    |                            |     |
|----------------------------|----|----------------------------|-----|
| 第一章 绪论 .....               | 1  | 第四章 距离测量和直线定向 .....        | 52  |
| § 1-1 普通测量学的定义、任务和作用 ..... | 1  | § 4-1 丈量距离的工具 .....        | 52  |
| § 1-2 测量工作的实质 .....        | 1  | § 4-2 用钢尺量距的一般方法 .....     | 53  |
| § 1-3 地面点位置的确定 .....       | 2  | § 4-3 量距的精度和记录式 .....      | 55  |
| § 1-4 测量工作的程序 .....        | 4  | § 4-4 精密量距的方法 .....        | 56  |
| § 1-5 学习测量应注意的事项 .....     | 5  | § 4-5 量距应注意的事项 .....       | 60  |
| 本章小结 .....                 | 5  | § 4-6 直线定向 .....           | 60  |
| 复习题一 .....                 | 6  | § 4-7 罗盘仪和它的使用法 .....      | 61  |
| 第二章 高程测量 .....             | 7  | 本章小结 .....                 | 63  |
| § 2-1 水准测量原理 .....         | 7  | 实习六 用钢尺丈量水平距离 .....        | 63  |
| § 2-2 微倾式水准仪的构造及使用 .....   | 8  | 复习题四 .....                 | 64  |
| § 2-3 水准尺和尺垫 .....         | 10 | 第五章 经纬仪导线测量 .....          | 66  |
| § 2-4 水准点和水准路线 .....       | 12 | § 5-1 小区域测图的控制测量概述 .....   | 66  |
| § 2-5 水准测量法 .....          | 13 | § 5-2 经纬仪导线测量的外业工作 .....   | 67  |
| § 2-6 水准测量手簿的校核 .....      | 18 | § 5-3 经纬仪闭合导线测量的内业计算 ..... | 70  |
| § 2-7 测量误差及错误概述 .....      | 19 | § 5-4 经纬仪附和导线测量的内业计算 ..... | 76  |
| § 2-8 水准测量成果的校核 .....      | 20 | § 5-5 经纬仪导线的展绘 .....       | 80  |
| § 2-9 微倾式水准仪的检验和校正 .....   | 25 | 本章小结 .....                 | 82  |
| § 2-10 水准测量应注意的事项 .....    | 28 | 复习题五 .....                 | 82  |
| 本章小结 .....                 | 29 | 第六章 地形测量 .....             | 83  |
| 实习一 水准仪的认识和使用 .....        | 30 | § 6-1 地形测量概述 .....         | 83  |
| 实习二 水准测量 .....             | 31 | § 6-2 视距测量 .....           | 83  |
| 实习三 微倾式水准仪的检验和校正 .....     | 31 | § 6-3 地形图 .....            | 86  |
| 复习题二 .....                 | 32 | § 6-4 平板仪的构造和使用 .....      | 95  |
| 第三章 角度测量 .....             | 35 | § 6-5 大比例尺地形图的碎部测量 .....   | 98  |
| § 3-1 水平角的测量原理 .....       | 35 | § 6-6 地形图的使用 .....         | 104 |
| § 3-2 光学经纬仪的构造及使用 .....    | 35 | 本章小结 .....                 | 107 |
| § 3-3 水平角测量法 .....         | 40 | 第一章至第六章小结 .....            | 107 |
| § 3-4 竖直角测量法 .....         | 43 | 复习题六 .....                 | 108 |
| § 3-5 光学经纬仪的检验和校正 .....    | 45 | 第七章 施工测量 .....             | 110 |
| § 3-6 测角应注意的事项 .....       | 48 | § 7-1 施工测量概述 .....         | 110 |
| 本章小结 .....                 | 48 | § 7-2 测设的基本工作 .....        | 111 |
| 实习四 经纬仪测回法测水平角 .....       | 48 | § 7-3 点位的测设 .....          | 114 |
| 实习五 光学经纬仪的检验和校正 .....      | 49 | § 7-4 施工场地的控制测量 .....      | 116 |
| 复习题三 .....                 | 50 |                            |     |

|                                |     |                         |     |
|--------------------------------|-----|-------------------------|-----|
| § 7-5 场地平整测量.....              | 118 | 复习题七.....               | 148 |
| § 7-6 建筑物的定位放线测量.....          | 123 | 第八章 线路测量.....           | 150 |
| § 7-7 民用建筑物构配件施工及<br>安装测量..... | 130 | § 8-1 线路测量概述.....       | 150 |
| § 7-8 工业建筑结构安装测量.....          | 135 | § 8-2 线路中心线的测设.....     | 150 |
| § 7-9 建(构)筑物的沉降观测.....         | 139 | § 8-3 线路横断面测量及土方计算..... | 155 |
| § 7-10 建(构)筑物的倾斜及裂缝<br>观测..... | 142 | § 8-4 线路平曲线的测设.....     | 160 |
| § 7-11 竣工图的测绘.....             | 143 | § 8-5 线路的施工放线测量.....    | 165 |
| 本章小结.....                      | 144 | § 8-6 小桥涵的定位放线测量.....   | 166 |
| 实习七 测设已知长度和已知高程的<br>点.....     | 145 | 本章小结.....               | 167 |
| 实习八 用直角坐标法作建筑物<br>的定位放线测量..... | 146 | 复习题八.....               | 167 |
| 实习九 建筑物垂直度及标高<br>的检验测量.....    | 146 | 第九章 激光技术在测量中的应用.....    | 169 |
| 实习十 墙面及楼地面平整度<br>的检验测量.....    | 147 | § 9-1 概述.....           | 169 |
|                                |     | § 9-2 激光经纬仪的构造和应用.....  | 169 |
|                                |     | § 9-3 激光水准仪的构造和应用.....  | 171 |
|                                |     | § 9-4 激光铅垂仪的构造和应用.....  | 173 |
|                                |     | 本章小结.....               | 174 |
|                                |     | 复习题九.....               | 174 |
|                                |     | 附册 测量实习报告书.....         | 175 |

# 第一章 绪 论

## 内 容 提 要

普通测量学的定义、任务和作用。

测量工作的实质—确定地面上点位的方法。

测量的三项基本工作和测量的程序。

学习测量应注意的事项。

### § 1-1 普通测量学的定义、任务和作用

普通测量学是研究地球表面局部区域的形状和大小，用测量仪器和工具，确定该区域地面点位的科学。其主要任务有二：

#### 一、测定

将局部区域的地貌（指地面的形状、大小、高低起伏的变化情况等）和地面上的地物（指建筑物、构筑物<sup>①</sup>及天然的河流、湖泊、池塘、大树等），按一定的比例尺测绘成地形图，作为土建工程规划、设计的依据。

#### 二、测设

将规划、设计好的总平面图中各建（构）筑物的位置，标定到地面上，作为施工的依据。工程上也叫放样，是土建工程开工前的一项重要准备工作。

在施工及使用过程中，也常需要通过测量对某些工程的质量进行检查。

可见，任何土建工程，无论兴建房屋、道路、桥梁，或安装给水、排水、煤气管线等；从规划、设计到建造；甚至使用期间的维修，都需要进行测量工作。因此，从事建筑施工与管理 and 乡镇建设等专业的土建工程技术人员，都必须学好测量学。

### § 1-2 测量工作的实质

任何建筑物或构筑物，以及天然的地物或地貌，都是由一些直线或规则与不规则的曲线组合而成的形体。由几何学可知，直线或曲线均由点构成。如图1-1（a）所示，是一幢房屋的平面图。绘图时，只要将组合成这一图形的各根直线的交点1、2、3……定出，即可连接成这个工字形的平面图。或在地面上定出这些点位，亦可将这幢房屋的平面位置，在地面上标定出来。

又如图1-1（b）所示，是一条河流的一段平面图、如果我们先定出两条河岸线转弯处的点13、14、15……，即可连接各相应的点绘出这段河流的平面图。

以上所述的这些点，是描绘地物形状变化的一些特征点，故通称为地物特征点。

<sup>①</sup> 建筑物指供人们生活居住、劳动或其他活动的场所。如住宅、学校、医院、办公楼、影剧院及工厂车间、仓库等。构筑物则指人们一般不在其中生活、生产的结构物。如水池、烟囱、挡土墙等。

再如图1-2所示是一座山头，我们只要将地面起伏变化各点1、2、3……定出，便可利用等高线把它的平面图画出来。

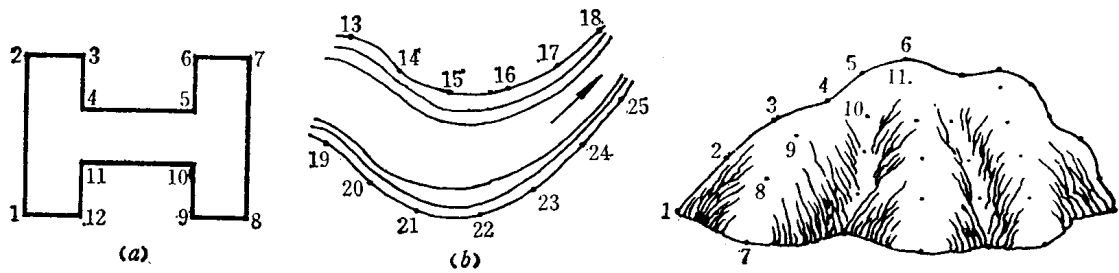


图 1-1

图 1-2

这些点也是描绘地貌变化的一些特征点，故通称为地貌特征点。

测量工作总是把要测定或测设的地物或地貌，归结为一些特征点，将这些点的位置测出或标定，即可绘出地形平面图，或在地面上标定出它们的位置，这就是测量工作的实质。

### § 1-3 地面点位置的确定

#### 一、基准面和直角坐标系

如图1-3所示，是地球的一个剖面，表面上有高山、平原及海洋，是一个凸凹不平的复杂曲面，如图中的实线部分。地球上自由静止的水面，测量学称为水准面，它是一个曲面，与它相切的平面，则称为水平面。过水准面上任一点所作的铅垂线，物理学上称为重力方向，是垂直于水准面的。水准面有无限多个，测量学设想静止的平均海水面，延伸穿过陆地或岛屿，围成一个封闭的椭圆体曲面，称为大地水准面，如图中的虚线部分。

若测量的范围，不大于10km为半径的面积，可将这个小区域的大地水准面看成一个水平面，误差是不大的，这样便使测量和计算的工作大为简化。前面讲过的地形平面图，便是将地面各点垂直投影到这个水平面上绘成的。这一水平面就是测量的基准面。

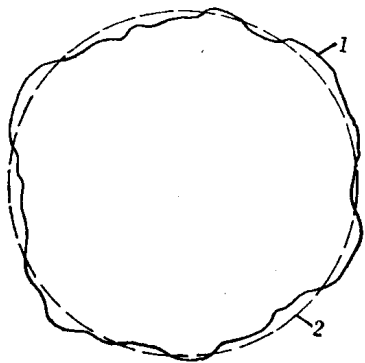


图 1-3

1—地球的实际表面；2—大地水准面

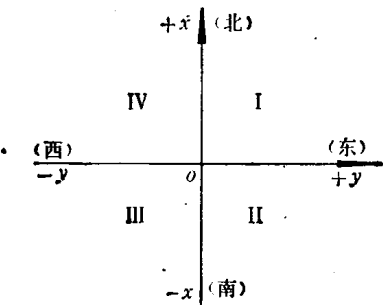


图 1-4



为了在水平面上确定点的位置，可如图1-4所示，在水平面上设直角坐标。测量学规定纵坐标为 $x$ 坐标，其上方为正，指北向，下方为负，指南向；横坐标为 $y$ 坐标，其右方为正，指东向，左方为负，指西向；原点为 $o$ ，其象限编号则如图中的罗马数字所示。

## 二、地面点位置的确定

如图1-5所示，一个矩形平面的房屋位于直角坐标系的第I象限。设 $A$ 、 $B$ 点的坐标 $(x_A, y_A)$ 、 $(x_B, y_B)$ 为已知，则可根据 $A$ 点，测定1、2点与 $AB$ 连线的水平夹角 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ ，和水平距离 $d_1$ 、 $d_2$ ，用数学方法，即可推算出1、2点的坐标值 $(x_1, y_1)$ 、 $(x_2, y_2)$ ，从而可确定点1、2的平面位置。

这就是测量学确定平面上点位的原理。

另外，地面上的许多点，并不都位于同一水平面上，要确定一个点的空间位置，尚须确定该点与大地水准面间的铅垂距离。如图1-6所示，地面上 $A$ 、 $B$ 两点，与大地水准面间的铅垂距离为 $H_A$ 及 $H_B$ ，称为 $A$ 、 $B$ 点的绝对高程（地理学上称为海拔，土建工程上亦称标高）。

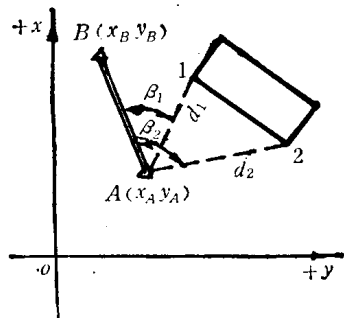


图 1-5

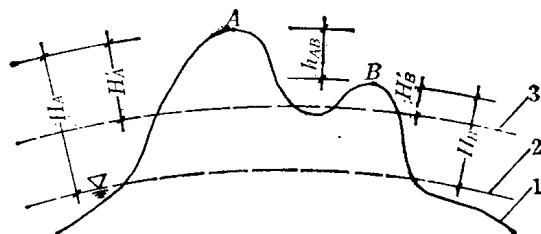


图 1-6

1—地球的表面；2—大地水准面；3—假定水准面

两点间高程的差（如图中的 $h_{AB}$ ）叫高差。即

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

有时，在测量的地区（称为测区）附近找不到具有绝对高程的点，可以假定一个任意水平面，称为假定水准面，各点与它的铅垂距离称为相对高程，如图1-6中的 $H'_A$ 及 $H'_B$ 。由图可见， $A$ 、 $B$ 两点相对高程之差，仍为高差 $h_{AB}$ 。

我国在1956年规定，采用青岛观测站观测推算的黄海平均海水面，作为全国测高程的大地水准面，称为一九五六年黄海高程系。十分明显，在大地水准面上的点，其绝对高程必为零。

测量学确定一个点的空间位置，必须测算出这个点在直角坐标平面上投影点的坐标值，及其绝对或相对高程。

## 三、测量学的三项基本工作

综上所述，测量学要测定地面上各点的空间位置，常常需要反复地、大量地进行下述三项基本工作：

- （一）测量点的绝对或相对高程。如图1-6中的 $H_A$ 及 $H'_A$ ；
- （二）测量两条水平投影线间的夹角（称为水平角）。如图1-5中的 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ ；

(三) 测量两水平投影点间的距离(称为水平距离)。如图1-5中的 $d_1$ 、 $d_2$ 。

测量学的三项基本工作,就是测高程、水平角和水平距离。初学测量的人,必须切实掌握好这三项基本工作的施测原理、方法和操作技能。同时,测量所得到的数据还必须通过大量的计算整理和绘图工作,才能得到需要的成果。所以初学者又必须下功夫,努力练好测量计算和绘图的基本功,否则,是难于胜任测量工作的。

§ 1-4 测量工作的程序

美术师常用方格网来缩(放)人像,如图1-7所示。因为方格网可以较好地控制人的眼、耳、口、鼻等的部位、形态和尺度,画出的像,能与原照片维妙维肖。测量工作与此

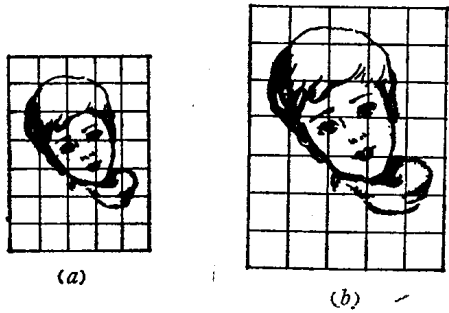


图 1-7 用方格网放大人像  
(a) 原照片; (b) 用方格网放大后的画像

相似。如图1-8(a)是一块需要测量平面图的地区的实际情况,先在测区内,经过全面考虑,选择一些能将周围地面上各地物、地貌特征点测出的控制点A、B、C……,通过较精密的量距、测角和测高程,将这些控制点在空间的位置测出(称为控制测量),再按比例尺缩绘成控制网平面图。然后分别在各控制点,用精度较低一些的测量方法,将各点周围的地物、地貌特征点测出(称为碎部测量)。最后,用同样的比例尺,在同一张图纸上,将各地物、地貌特征点绘出,按实地情况连接各相关的点,即可得到该测区的地形平面图,如图1-8

(b)所示。

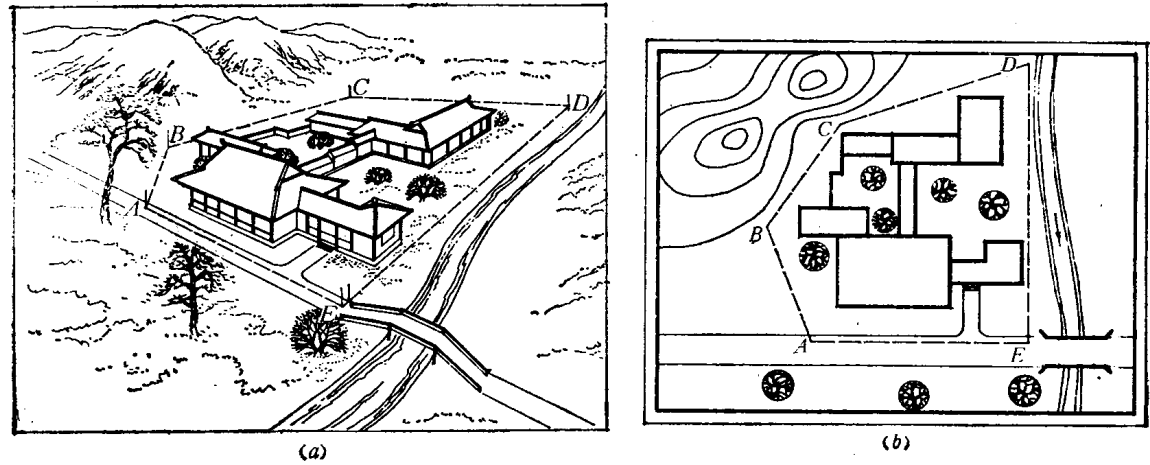


图 1-8  
(a) 测区的实际情况; (b) 该测区的地形图

可见测量工作,需要先在室外实地测量(称为室外作业,简称外业),然后将外业得到的数据、资料,带回室内作计算、整理,并绘制成图(称为室内作业,简称内业)。在外业工作中,又需要先作精度较高的控制测量,建立控制网来控制整个测区的全局,然后

再作精度较低一些的碎部测量，测出控制点周围的局部地形。

测量工作的程序是先整体，后局部，高精度控制低精度。

这一程序，也称为测量工作的基本原则。

## § 1-5 学习测量应注意的事项

测量是一项精密、细致的工作，使用的测量仪器和工具，多是精密、贵重的设备。我们从学习开始，就要努力培养严格、精细、负责、认真的工作作风，养成良好的操作习惯，精心爱护测量仪器和工具，不能有一时的疏忽大意。否则，不可能得到精确的测量成果，影响国家基本建设规划、设计及施工的顺利进行。如果损坏仪器或工具，造成国家财产的损失，测量人员轻则负责赔偿，严重的还要负法律责任。因此，希望初学者切记下面的注意事项：

一、使用仪器前，要先了解仪器的型号、构造和性能。切莫不懂装懂，拿到贵重仪器就胡乱操作。

二、仪器开箱时，要记清仪器各部分的装箱位置，取仪器时用双手抱住仪器的底部基座，轻轻取出，不得抓住仪器的望远镜，猛力拉出。

三、测量时，仪器要架稳，防止倾倒摔坏仪器。

四、使用仪器时，动作要轻，只能用手指旋转各种螺旋和望远镜管。不准用手扶住仪器的脚架，或两脚踏在一支脚架的腿上观测。

五、晴天或小雨天气测量，要撑伞保护仪器，不准让仪器日晒雨淋。

六、搬动仪器时，如迁移的距离较远，应将仪器从脚架上取下，装箱后搬移。如地面平坦，距离又较近时，可用左手握住仪器下部的基座，右手抱脚架，并将仪器放在胸前搬移，防止碰撞房屋、山石、树木等而损坏仪器。

七、冬天在室外测量完毕，应先将仪器装箱后再移入室内，等箱内仪器慢慢升温到与室温相同时，再开箱取仪器。否则，仪器将因骤冷骤热，表面及镜片上会结露而使仪器受损。

八、在室外测量，不准用仪器箱当坐凳。仪器旁不能离人，以免过路行人乱动，或被牲畜碰倒摔坏仪器。

九、测量完毕，要检查各种附件是否齐全，以防丢失。仪器装箱前，用箱中毛刷将仪器上灰尘拭去，如仪器上有水点，要用绒布拭干。镜头要用拭镜头纸揩擦，不准用手指或粗糙的纸片、布片接触镜片。仪器入箱，要按原装箱位置，使各部件复位，轻轻拧紧各固定螺旋，再合上箱盖。如发现箱盖不能密合，必然是仪器未复位，要查明原因，调整位置。不准硬压箱盖，猛力合上。

除以上各点外，还有一些注意事项，将在以后各有关章节列出，希望大家遵守。

## 本章小结

一、普通测量学是确定地球表面局部区域地面点位的科学。它的主要任务有测定和测设两项。

二、测量工作的实质，是将地面上的地物和地貌，归结为若干特征点，将这些点测出或标定。

三、确定地面上的点位，是用大地水准面作基准面。当测区不大时，可假定这个基准面是一个水平面。我国规定用1956年青岛观测站测算的黄海平均海平面作大地水准面。

四、在基准面上设直角坐标系，可确定点的平面位置。以大地水准面为高程零点，测出点的高程，从而可确定点的空间位置。

五、高程有绝对高程和相对高程之分。两点高程的差，称为高差。

六、测量高程、水平角和水平距离，是测量的三项基本工作。

七、测量工作的程序（基本原则）是先控制、后碎部，高精度控制低精度。

八、测量时，要以负责的态度，精心操作，并注意爱护仪器和工具。

## 复 习 题 一

### 一、填空题

1. 普通测量学是一门 \_\_\_\_\_ 的科学。

2. 绝对高程是以 \_\_\_\_\_ 为基准面测出的高程，相对高程是以 \_\_\_\_\_ 为基准面测出的高程。

3. 测量的三项基本工作是 \_\_\_\_\_ 、 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 。

### 二、问答题

1. 什么是测量工作的实质？

2. 怎样确定地面上点的平面位置和空间位置？

3. 高程有没有负值？建筑图纸上地下室的地坪标高为 $-3.200$ 是什么意思？这是绝对标高还是相对标高？

4. 为什么土建工程技术人员必须学好测量学？

5. 测量工作的基本原则是什么？请简要叙述这些原则的实际意义。

6. 测量时对仪器的爱护，要注意哪些问题？

### 三、计算题

地面上某点，测得其相对高程为 $365.427\text{m}$ ，若后来又测出假定水准面的绝对高程为 $98.639\text{m}$ ，试将该点的相对高程换算为绝对高程，并画一简图说明之。

# 第二章 高 程 测 量

## 内 容 提 要

- 水准测量原理。
- 微倾式水准仪的构造及使用。
- 水准点和水准路线。
- 水准测量法及成果的校核。
- 水准仪的检验及校正。
- 水准测量应注意的事项。

高程测量是测量的三项基本工作之一。高程可用三角学原理测算，叫三角高程测量。但最精密的方法是用水准仪测量，叫水准测量。本书只讲述水准测量法。

### § 2-1 水 准 测 量 原 理

水准测量法是利用水准仪提供的一条水平视线，测量地面上点的高程的方法。如图 2-1 所示，地面上有两点 A 和 B，如 A 点的高程  $H_A$  为已知，可在 A、B 两点间（尽可能与 A、B 的距离相等的位置）安置一台水准仪（称为测站），在 A、B 点（称为测点）上各竖立一根水准尺，利用水准仪提供的水平视线，先用望远镜观测已知高程点 A 上的立尺，称为后视，读尺读数  $a$ ，称为后视读数。再转过望远镜观测未知高程点 B 上的立尺，称为前视，读尺读数  $b$ ，称为前视读数。显然，从图中的几何关系可得：

$$H_A + a = H_B + b \text{ (因水平视线平行于大地水准面)}$$

故 B 点的高程应为

$$H_B = (H_A + a) - b = H_A + (a - b) \tag{2-1}$$

式中  $(H_A + a)$  从图中可见是水平视线的高程，称为视线高。

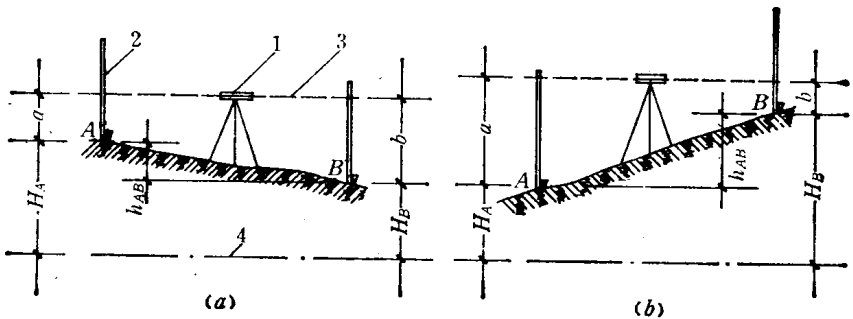


图 2-1

1—水准仪； 2—水准尺； 3—视线； 4—大地水准面

因此, 式(2-1)可作如下的叙述:

前视点的高程等于视线高减前视读数,

也等于后视点的高程加前、后视点的高差,

视线高等于后视点的高程加后视读数。

又两点的高差, 由图可见为

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

即两点的高差等于后视与前视读数之差。

由图2-1(a), A点高于B点,  $H_A > H_B$ , 而尺读数  $a < b$ , 故由式(2-2)计得的高差  $h_{AB}$  为负值, 反之, 如图2-1(b), A点低于B点,  $H_A < H_B$ , 而尺读数  $a > b$ , 故  $h_{AB}$  为正值。

十分明显, 水准测量的基本要求是: 水准仪提供的视线必须水平。计算高程的方法则有高差法 ( $H_B = H_A - h_{AB}$ ); 和视线高法 ( $H_B = (H_A + a) - b$ ) 两种。

## § 2-2 微倾式水准仪的构造及使用

水准测量使用的水准仪种类很多, 最常用的是微倾式水准仪。国产S<sub>3</sub>型微倾式水准仪如图2-2所示, (a)及(b)分别表示它的两个侧面。

S<sub>3</sub>型微倾式水准仪主要由三部分组成:

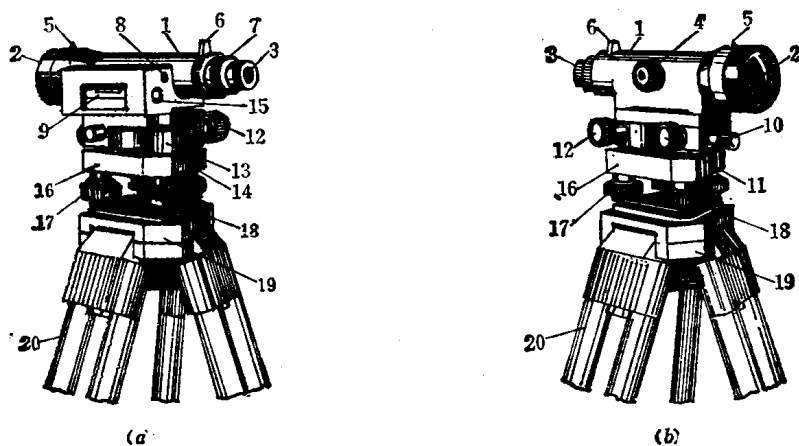


图 2-2

1—镜管; 2—物镜; 3—目镜; 4—望远镜调焦螺旋; 5—准星; 6—照门; 7—十字丝环护罩; 8—符合水准观察窗; 9—水准管; 10—固定螺旋; 11—微动螺旋; 12—微倾螺旋; 13—水准盒; 14—水准盒校正螺丝; 15—水准管校正螺丝; 16—基座; 17—脚螺旋; 18—三角形底板; 19—三角架架头; 20—三角架腿

### 一、望远镜

望远镜是应用物理光学原理制成的圆筒形镜管1, 一端为物镜2, 另一端为目镜3, 旋动望远镜调焦螺旋4, 可使镜管内的凹透镜前后移动, 直到从目镜中能清晰地看到观测目标为止。这种望远镜称为内对光式望远镜。它的优点是不加长镜筒的长度, 便可改变物镜的焦距, 使物像落在十字丝平面上。因此现代的测量仪器, 都采用这种形式的望远镜。

必须注意, S<sub>3</sub>型微倾式水准仪的望远镜, 成像是倒立的虚像。图2-3为这种望远镜的

剖面图。

十字丝环 6 上装有十字丝分划板，上面刻有十字分划线，如图 2-4 所示。调节目镜调焦环 8，可使十字分划线成像清晰。十字丝的交点与物镜光心的连线，称为望远镜的视准轴。十字丝横丝上下各有一段视距丝，是用来测距离的（将在 § 6-2 中讨论）。十字丝环有四个调节螺丝，是用来调节十字丝环位置的。

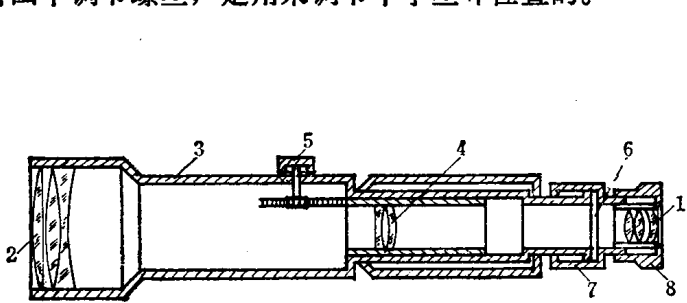


图 2-3

1—目镜组；2—物镜组；3—镜筒；4—调焦凹透镜；5—调焦螺旋；6—十字丝分划板；7—护罩；8—目镜调焦环

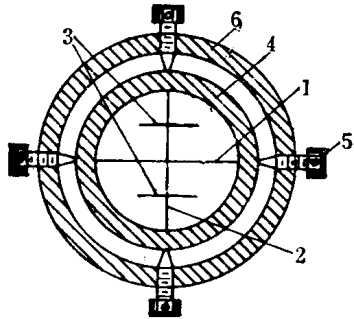


图 2-4

1—十字丝横丝；2—十字丝纵丝；3—视距丝；4—十字丝环；5—十字丝环调节螺丝；6—镜筒

## 二、水准器

水准器是整平仪器的装置。有圆水准器（又叫水准盒）和水准管两种。

### （一）圆水准器

如图 2-5 所示，是一个金属圆盒，装有球面玻璃盖，中心有一圆分划圈，其圆心为水准器的零点。过零点所作球面的法线，称为圆水准器的轴线。盒内盛酒精和乙醚的混合液，留有一个小气泡，当气泡居中时，表示水准器的轴线取铅垂位置。

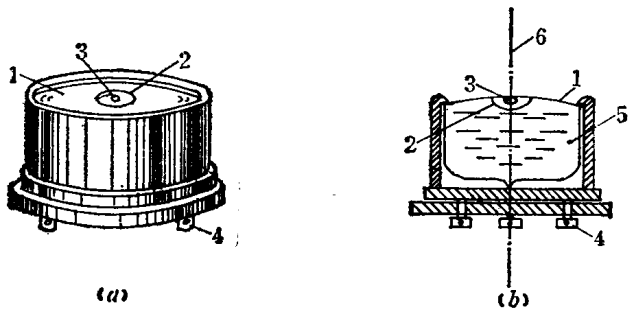


图 2-5

1—有球面顶部的玻璃圆盒；2—中心圆圈；3—小水泡；4—调整螺丝；5—酒精与乙醚混合液；6—水准器轴线

### （二）水准管

如图 2-6 (a) 所示，水准管为一玻璃管，内壁磨成圆弧形，内盛酒精和乙醚的混合液，仍留有一小气泡。玻璃管中点称为水准管零点，左右每距 2 mm 刻一分划线。当气泡居零点处，表示水准管的轴线  $HH$  水平，如图 2-6 (b) 所示，若水准管倾斜时，气泡必向高的一侧移动。气泡每偏离零点  $S$  两个 mm（即移动 2 mm 弧长），其所对的中心角  $\tau$ ，称为水准管分划值（又称角值），如图 2-6 (c) 所示。分划值越小，水准管的灵敏度也越高。 $S_3$  型微倾式水准仪水准管的分划值为  $20''$ ，记为  $20''/2\text{mm}$ ；圆水准器的角值一般为  $8'$ ，记为  $8'/2\text{mm}$ 。

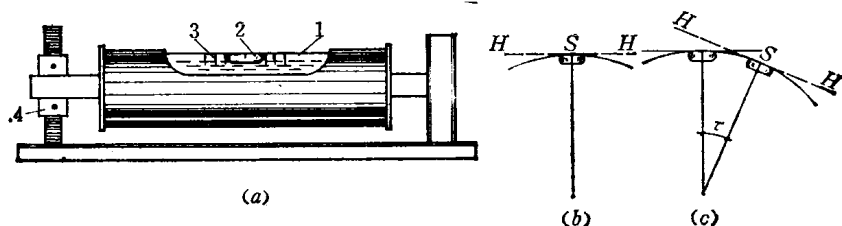


图 2-6

1—玻璃管；2—气泡；3—分划线；4—调整螺丝

S<sub>3</sub>型微倾式水准仪，在水准管上部装有一组棱镜，可将水准管气泡的两端，折射到镜管旁边的符合水准观察窗内，见图2-2(8)，当气泡居中时，气泡两端的象将符合成一

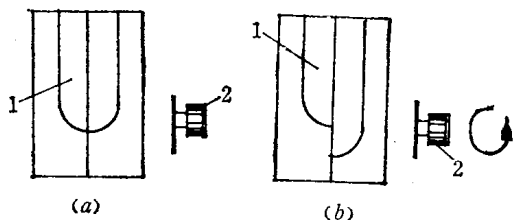


图 2-7

1—气泡两端的象；2—微倾螺旋

抛物线形，如图2-7(a)所示，说明水准管轴水平了。若水准管轴倾斜，则气泡必往水准管高的一侧移动，这时，在符合水准观察窗内看到的象，如图2-7(b)所示，气泡不能符合。如图的情况，可用右手沿逆时针方向，旋动微倾螺旋，气泡即慢慢移向零点，而使气泡符合。

校正好的微倾式水准仪，水准管轴与视准轴必平行，因此只要用微倾螺旋调平水准管轴，

气泡符合，则视准轴必水平，仪器便可提供一条水平的视线，以满足水准测量基本原理的要求。

因为S<sub>3</sub>型微倾式水准仪，在观测时，微倾螺旋总是在观测者的右侧，故必用右手调整微倾螺旋。初学者可记住：气泡左半部分的移动方向，总与右手大拇指旋动的方向一致。

### 三、基座

基座是仪器的下部底座，呈三角形，见图2-2(16)。下面有三个脚螺旋17，供整平仪器之用。脚螺旋之下，为三角形底板18，中部有螺孔，可用中心螺旋（置仪器箱内，用时取出），穿过三脚架架头19的中心圆孔，拧入底板螺孔内，仪器即与三脚架联结在一起。

镜管下面还有一只固定螺旋，见图2-2(10)，拧紧后（不要拧得很紧），镜管便固定不动，这时如要镜管左右慢慢旋转，可用微动螺旋11来控制，以便准确地照准观测目标。如固定螺旋放松，微动螺旋便不起作用了。

## §2-3 水准尺和尺垫

水准尺和尺垫是水准测量常用的工具。

### 一、水准尺

水准尺又称水准标尺。用干燥的优质木材制成。为了鉴别立尺是否竖直，有的尺上装有水准管或圆水准器。普通测量常用的水准尺有两种：

#### (一) 塔尺

塔尺为三节组合的木尺，每节由下至上逐级缩小，不用时可逐节往下缩进，以便携带



和存放。使用时再逐节拉出，在接合处用弹簧卡口卡住，总长度一般 4 ~ 5 m。使用这种尺要注意，抽出时卡口是否卡好，使用过程中也要经常注意检查，以免尺长发生变动，引起测量结果产生错误。

塔尺可用于普通水准测量，如图2-8 ( a ) 所示。因它的形状象宝塔，故称塔尺。

(二) 双面水准尺

双面水准尺是两面均有刻划的木质板条状尺，全长多为 3 m，如图2-8 ( b ) 所示。

塔尺或双面尺，尺面刻划为黑白相间或红白相间的小格，每格为0.5cm ( 图2-8a ) 或 1cm ( 图2-8b ) 。在每一分米处标注数字，1m至 2 m间的分米数加一个圆点， 2 m至 3 m间的分米数加两个圆点，余类推。如  $\dot{5}$  为1.5m， $\dot{7}$  为3.7m。数字注记又有正写和倒写两种，如图2-8 ( b ) 的数字即为倒写。

因为测量仪器的望远镜成象多为倒象，倒写的数字，在望远镜中读起来变成正象，方便而不易出差错 ( 例如把 6 读成 9 ) 。

双面水准尺是尺的两面都有刻划。一面为黑色，称为主尺，亦叫黑尺；另一面为红色，称为副尺，亦叫红尺。

塔尺的底部为尺的零点。双面水准尺的黑尺面，底部为尺的零点，红尺面底部一只为4.687m，另一只为 4.787m，故双面水准尺，由两只红尺面不同的尺配成一套，供检核读数有无差错用。测量时，先用黑尺面，再在同一测点上反转尺面，用红尺面读

数，如两次读数结果之差为  $4.687 \pm 0.003\text{m}$  或  $4.787 \pm 0.003\text{m}$ ，表示读数无错误。否则，应立即重测。

测量前必须弄清尺的刻划和注字的特点。初学者还要注意练习读尺的技能，特别是在望远镜中读尺，是学测量的一个难点，容易出现差错，需要多做练习。例如表2-1所列的几种情况，是读尺易犯的错误：

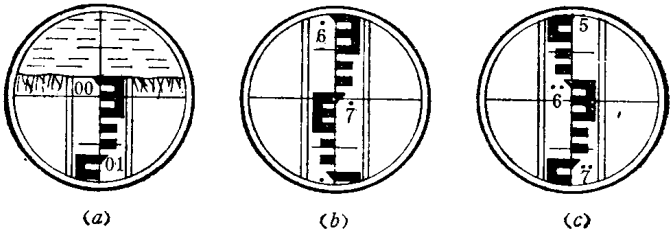


图 2-9

因此，读尺时应注意：

1. S<sub>3</sub>型微倾式水准仪望远镜成象是倒像，尺底的象是在上方，故读尺时要从上往下