

高 职 高 专 教 材
Gaozhi Gaozhuan Jiaocai

Jianzhu
Gongcheng
Celiang

建筑工程测量

(建筑施工专业适用)

中国建设教育协会组织编写



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

高职高专教材

建筑工程测量

(建筑施工专业适用)

中国建设教育协会组织编写

王云江 赵西安 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程测量/中国建设教育协会组织编写. —北京: 中国
建筑工业出版社, 2002
建筑施工专业适用
ISBN 7-112-04832-X

I. 建... II. ①王... ②赵... III. 建筑测量: 工程
测量—高等学校—教材 N. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 005711 号

本书是按照建筑施工专业教育标准、培养目标及建筑测量课程的教学
大纲编写的一本适合高职高专使用的教材。

本书共分为十四章, 内容包括: 绪论, 水准测量, 角度测量, 距离测量
与直线定向, 测量误差基本知识, 小地区控制测量, 大比例尺地形图的测绘,
地形图的应用, 施工测量的基本工作, 建筑施工控制测量, 民用建筑施工测
量, 工业建筑施工测量, 建筑物变形观测和竣工总平面图的编绘, 全站仪及
其应用。

本教材可作为高职高专建筑施工专业教材, 也可供土建类工程技术人
员参考。

高职高专教材

建筑工程测量

(建筑施工专业适用)

中国建设教育协会组织编写

王云江 赵西安 主编

*

中国建筑工业出版社 出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 13 3/4 字数: 335 千字

2002 年 6 月第一版 2003 年 6 月第二次印刷

印数: 4001—6000 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-112-04832-X

TU · 4309 (10310)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

本书是按照高等职业技术学院建筑施工专业教育标准、培养目标及建筑测量课程的教学大纲编写的一本适合高职、高专使用的教材。

本书在编写中根据高等职业技术教学的特点，从培养应用型人才目标出发，在论述基础理论和方法的同时，重视基本技能的训练与实践性教学环节，并力求叙述简明、通俗易懂、注重实用、图文并茂。突出了课程的基础性、实用性、技能性。在保留必需的测绘基础知识和理论的前提下，摒弃陈旧的教学内容，吸纳了先进的测量技术与方法。全书测量计算公式一般不加推导，各项测量观测、记录、计算均有实例和表格。为了便于教学，每章后面附有思考题与习题，以利学生及时复习和巩固已学知识。为加强对学生测、算、绘等基本技能训练，还附有测量基本技能训练和测量综合技能训练。

全书内容包含三个部分，共十四章。第一部分即一～五章，主要介绍测量的基本知识；高程、角度和距离测量的基本原理和方法；测量仪器的构造、使用、检校以及目前建筑施工使用较广泛的新仪器。第二部分为六～八章讲述了控制测量；地形图的测绘及应用。第三部分为九～十四章，介绍了工业与民用建筑的施工测量方法；变形观测；全站仪在测图与放样中的应用。

本书由王云江、赵西安主编，刘希林主审。编写者苗景荣（第一、二章）、邹勇（第三、九章）、黄国斌（第四、十四章）、李植民（第五、六章）、赵西安（第七、八章）、王云江（第十、十一、十二、十三章、测量综合技能训练）。

由于编写水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑测量的任务与作用	1
第二节 地面点位的确定	2
第三节 测量工作的原则和程序	4
思考题	6
第二章 水准测量	7
第一节 水准测量原理	7
第二节 水准仪及其使用	8
第三节 水准测量方法	13
第四节 水准测量成果计算	20
第五节 微倾式水准仪的检验与校正	26
第六节 自动安平水准仪、精密水准仪简介	29
技能训练一 水准仪的认识与使用 (DS ₃ 微倾式水准仪)	31
技能训练二 水准路线测量 (闭合水准路线)	34
技能训练三 微倾式水准仪的检验与校正	35
思考题与习题	38
第三章 角度测量	40
第一节 水平角测量原理	40
第二节 DJ ₆ 级光学经纬仪	41
第三节 水平角测量	43
第四节 竖直角测量	48
第五节 经纬仪的检验与校正	52
第六节 DJ ₂ 级光学经纬仪、电子经纬仪简介	56
技能训练四 经纬仪的认识与使用	58
技能训练五 测回法测量水平角	60
技能训练六 竖直角测量	61
技能训练七 经纬仪检验与校正	62
思考题与习题	64
第四章 距离测量与直线定向	66
第一节 钢尺量距	66
第二节 视距测量	72
第三节 直线定向与罗盘仪的使用	74
第四节 光电测距仪简介	78
技能训练八 钢尺量距与罗盘仪的使用	82
思考题	83
第五章 测量误差的基本知识	85
第一节 测量误差概述	85

第二节 衡量精度的标准	87
第三节 算术平均值及其中误差	89
思考题	92
第六章 小地区控制测量	93
第一节 控制测量概述	93
第二节 导线测量的外业工作	95
第三节 导线测量的内业工作	97
第四节 高程控制测量	101
技能训练九 导线测量计算	104
思考题与习题	108
第七章 大比例尺地形图与测绘	109
第一节 地形图的基本知识	109
第二节 大比例尺地形图测绘	115
技能训练十 经纬仪测绘法	122
思考题与习题	123
第八章 地形图的应用	125
第一节 地形图的识读	125
第二节 地形图应用的基本内容	127
第三节 地形图在地平整土地中的应用	130
技能训练十一 场地平整与土方计算	133
思考题与习题	135
第九章 施工测量的基本工作	137
第一节 施工测量概述	137
第二节 测设的基本工作	138
第三节 坡度线测设	141
第四节 点的平面位置测设	143
技能训练十二 测设点的平面位置	146
技能训练十三 测设已知高程和坡度线	147
思考题与习题	148
第十章 建筑施工控制测量	150
第一节 施工控制网概述	150
第二节 平面施工控制网	150
第三节 高程施工控制网	154
思考题与习题	155
第十一章 民用建筑施工测量	156
第一节 概述	156
第二节 测设前准备工作	156
第三节 民用建筑物的定位与放线	158
第四节 建筑物基础施工测量	161
第五节 墙体施工测量	163
第六节 高层建筑施工测量	164
思考题与习题	168

第十二章 工业建筑施工测量	169
第一节 厂房矩形控制网与柱列轴线的测设	169
第二节 基础施工测量	170
第三节 厂房构件安装测量	172
第四节 管道施工测量	176
思考题与习题	179
第十三章 建筑物变形观测和竣工总平面图的编绘	181
第一节 建筑物变形观测概述	181
第二节 建筑物的沉降观测	181
第三节 建筑物的倾斜观测	186
第四节 建筑物的裂缝、位移与挠度观测	188
第五节 竣工总平面图的编绘	190
思考题	191
第十四章 全站仪及其应用	192
第一节 全站仪的基本构造与功能	192
第二节 全站仪的基本应用	194
第三节 全站仪在控制测量中的应用	196
第四节 全站仪在测图中的应用	199
第五节 全站仪在放样中的应用	200
技能训练十四 全站仪的认识与使用	204
技能训练十五 全站仪坐标测量及在施工放样中的应用	205
附录 测量综合技能训练	208
第一部分 课堂与综合技能训练须知	208
第二部分 综合技能训练内容及要求	209

第一章 绪 论

第一节 建筑测量的任务与作用

一、建筑测量的任务

测量学是一门古老的科学。它是研究地球表面的形状和大小以及确定地面点位的科学。它的内容包括测定和测设两个部分。

测定又称测图，是指使用测量仪器和工具，用一定的测绘程序和方法将地面上局部区域的各种固定性物体（地物，如房屋、道路、河流等）以及地面的起伏形态（地貌），按一定的比例尺和特定的图例符号缩绘成地形图。

测设又称放样，是指使用测量仪器和工具，按照设计要求，采用一定的方法，将设计图纸上设计好的工程建筑物、构筑物的平面位置和高程标定到施工作业面上，为施工提供正确依据，指导施工。因为放样是直接为施工服务的，故通常称为“施工放样”。

放样是测图的逆过程。测图是将地面上地物、地貌的点位相关位置测绘在图纸上，转换为图面符号之间的位置。放样则是将设计图上的点位测设到地面上，两者测量过程相反。

建筑测量是测量学的一个组成部分。它是研究建筑工程在勘测、设计、施工和管理各阶段所进行的各项测量工作中应用的测量仪器、工具，采用的测量技术与方法的学科。

建筑测量在各种建筑工程中得到广泛的应用。例如：在工程勘测阶段为规划设计提供各种比例尺的地形图和测绘资料；在工程设计阶段，应用地形图进行总体规划和设计；在工程施工阶段，要进行建筑物、构筑物的定位，放线测量；在施工过程中的土方开挖、基础工程和主体砌筑中的施工测量、构件的安装测量以及在工程施工阶段中为衔接各工序的交换，鉴定工程质量而进行的检查，校核测量，施工竣工后的竣工测量，施测竣工图，供日后扩建和维修之用；工程运营阶段，对某些特殊要求的建筑物和构筑物的安全性和稳定性所进行的变形观测，以保证工程的安全使用。

二、建筑测量在建筑施工中的作用

由上述可知，建筑测量是为建筑工程提供服务的。它服务于建筑工程建设的每一个阶段，贯穿于建筑工程的始终。在工程建设的各个阶段都离不开测量工作，都要以测量工作为先导。而且测量工作的精度和速度直接影响到整个工程的质量和进度。因此，工程测量人员必须掌握测量的基本理论、基本知识和基本技能，掌握常用的测量仪器和工具的使用方法，初步掌握小区域大比例尺地形图的测绘方法，具有正确应用地形图和有关测量资料的能力，以及具有进行一般建筑工程施工测量的能力。

第二节 地面点位的确定

地球表面上的点称为地面点。测量工作的实质就是确定地面点的位置。由于地球是空间的一个球体，因此地面点的空间位置应该由地面点在平面坐标系中的坐标 X 、 Y 与高程 H 三个量确定，即得到三维坐标 X 、 Y 、 H 。

一、地面点平面位置的确定

地面点的平面位置可以用大地地理坐标（简称大地坐标或地理坐标）或平面直角坐标表示。地球表面上任一点的经度和纬度叫做该点的大地坐标，用来表示该点在地球表面上的位置。在大地测量和地图制图中要用到大地坐标。我国现采用陕西省泾阳县境内的国家大地原点为起算点，由此建立起来全国统一的坐标系，称为“1980 年国家大地坐标系”。

当测区范围较小时（一般半径不大于 10km 的面积内），可以不考虑地球曲率，而将这个区域的地球表面看作水平面，并在该面上建立平面直角坐标系，用平面直角坐标来确定地面点的平面位置，如图 1-1 所示。

测量上选用的平面直角坐标系，规定纵坐标轴为 x 轴， x 轴向北为正，向南为负；横坐标轴为 y 轴。 y 轴向东为正，向西为负。点的平面位置是以点到纵轴和横轴的垂直距离 y 、 x 确定，测量时只要知道了地面点的坐标值 x 、 y ，它的平面位置也就确定了。地面上某点 M 的平面位置可用 x_M 和 y_M 来表示，如图 1-1 所示。

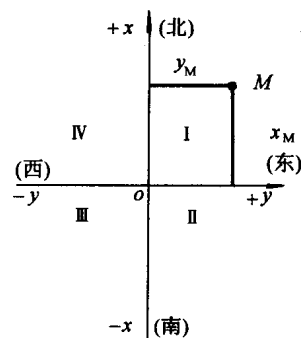


图 1-1

坐标系原点为 o ，可按实际情况选定。通常为了使测区内所有各点的纵、横坐标值均为正值，将坐标原点选在测区的西南角，从而使整个测区范围内的点都在直角坐标系的第一象限内。坐标系的象限以北东开始按顺时针方向注记为 I、II、III、IV 四个象限排列。测量坐标系与数学坐标系的区别在于坐标轴互换，象限顺序相反。目的是为了测量工作中定向的方便，这样变换使数学中的三角公式直接引用到测量上的方向和坐标计算，而不需作任何变更。

建筑测量由于涉及到的施测区域一般都不会超过半径 10km 的面积。因此，建筑测量工作中完全可以用测量平面直角坐标来表示地面点的平面位置。

二、地面点高程位置的确定

地球上自由静止的海洋水面或湖泊水面所形成的曲面叫水准面。水准面上每一个点的铅垂线与该点的重力方向线重合。水准面是一个重力等位面，处处与重力方向线（铅垂线）正交。随着水位的高低，水准面有无数多个，其中与平均海水面相吻合并向大陆、岛屿延伸而形成的闭合曲面，称为大地水准面。大地水准面可作为地面点计算高程的起算面。高程起算面又称高程基准面。铅垂线是测量工作的基准线，大地水准面是测量工作的基准面。

地面点至大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程或海拔，简称高程。用 H 表示。如图 1-2 中， H_A 、 H_B 分别为地面点 A、B 的绝对高程。

目前我国采用以青岛验潮站 1952~1979 年验潮资料计算确定的平均海水面作为起算高程的基准面,称为“1985 国家高程基准”。以该大地水准面为起算面,其高程为零。水准原点(国家高程控制网的起算点)设在青岛,其高程为 72.260m。

当在局部地区引用绝对高程有困难时,也可假定一个水准面作为高程基准面。地面点至假定水准面的铅垂距离,称为该点的相对高程或假定高程,通常以 H' 表示。如图 1-2 中, H'_A 、 H'_B 即为地面点 A、B 的相对高程。

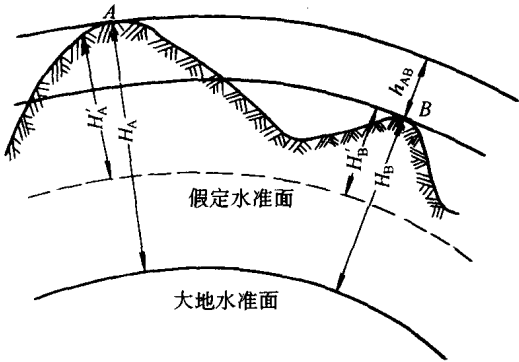


图 1-2

在建筑施工测量中,常选定底层室内地坪面为该工程地面点高程起算的基准面,记为 (± 0) 。建筑物某部位的标高,系指某部位的相对高程,即某部位距室内地坪 (± 0) 的垂直间距。

两个地面点之间的高程差,称为高差,用 h 表示。如图 1-2 中:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$$
 由此看出,高差的大小与高程起算面无关。

三、用水平面代替水准面的限度

用水平面代替水准面,只有当测区范围很小,地球曲率影响未超过测量和制图的容许误差,且可以忽略不计时,才可以把大地水准面看做水平面。下面讨论,测区范围多大时,才可以用水平面代替水准面。

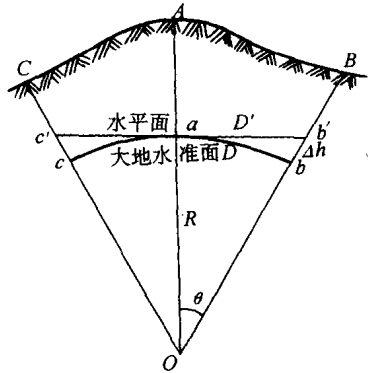


图 1-3

(一) 用水平面代替水准面对距离的影响

如图 1-3 所示。地面上 A、B 两点沿铅垂方向投影到大地水准面上得 ab 其弧长为 D ,用过 a 点与大地水准面相切的平面来代替大地水准面,则 A、B 两点投影在水平面上得 ab' ,其水平面上的距离为 D' ,则两者之差 ΔD 就是用水平面代替水准面,即地球曲率对距离的影响值。讨论中为叙述方便,将水准面近似地看成圆球,半径 $R=6371\text{km}$ 。 ΔD 与地球半径 R 的关系为:

$$\Delta D = D^3/3R^2 \text{ 或 } \Delta D/D = D^2/3R^2 \quad (1-1)$$

根据不同的距离 D 值代入式 (1-1) 中,得到表 1-1 所列的结果。

表 1-1

D (km)	ΔD (cm)	$\Delta D/D$
10	0.82	1 : 1200000
20	6.57	1 : 304000
50	103	1 : 48500

由表 1-1 可知, 当 $D=10\text{km}$ 时, 用水平面代替水准面所引起的误差为距离的 $1/12000000$, 目前最精密的距离丈量误差为 $1/10000000$ 。由此可以得出结论: 在半径为 10km 的测区范围内进行距离测量时, 可以用水平面代替水准面, 不考虑地球曲率对距离的影响。

(二) 用水平面代替水准面对高程的影响

如图 1-3 所示, $\Delta h=Bb-Bb'$ 就是用水平面代替水准面, 曲率对高差的影响。其值为 $\Delta h=D^2/2R$ (1-2)

根据不同的距离 D 代入式 (1-2) 中, 得到表 1-2 所列的结果。

由表 1-2 可知, 用水平面代替水准面, 在距离 1km 内就有约 8cm 的高程误差。由此可见, 地球曲率对高程测量的影响很大。因此在高程测量中, 即使在较短的距离内, 也应考虑地球曲率对高程的影响。实际测量中, 应该考虑通过加以改正计算或采用正确的观测方法, 消减地球曲率对高程测量的影响。

表 1-2

D (m)	50	100	200	500	1000	2000	3000
Δh (mm)	0.2	0.78	3.1	20	78	314	706

四、确定地面点位的三个基本要素

由前所述, 地面点位的确定是测量工作的根本任务。点位是由点的平面坐标 X 、 Y 与高程 H 值所决定的。而坐标值 X 、 Y 与高程 H 并不能直接测定出来, 而是间接测定的, 或者说是通过计算传递过来的。如图 1-4 所示。为了测算地面点的坐标, 要测量的是地面点投影到水平面以后投影点之间组成的水平角 β_a 、 β_b ……和水平距离 D_1 、 D_2 ……以及水平面上 ab 直线与指北方向间的夹角 α (称方位角), 再根据已知点 A 的坐标就可以计算出 B 、 C 、 D 、 E 各点的坐标。

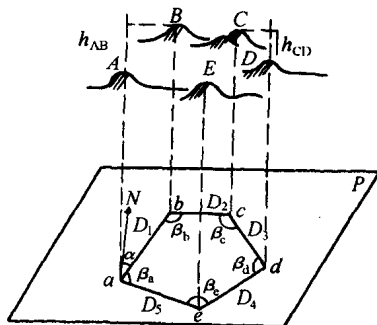


图 1-4

通过测定 A 、 B 、 C ……各点间的高差 h_{AB} 、 h_{BC} ……, 再根据已知点 A 的高程就可以计算出 B 、 C 、 D 、 E 各点的高程。

由此可见, 水平距离、水平角和高程是确定地面点位置的三个基本要素。水平距离测量、水平角测量和高差测量是测量的三项基本工作。观测、计算、绘图是测量的基本技能。

第三节 测量工作的原则和程序

无论是测绘地形图或是施工放样, 都不可避免地会产生误差, 甚至还会产生错误。为了限制误差的传递, 保证测区内一系列点位之间具有必要的精度, 测量工作都必须遵循“从整体到局部、先控制后碎部、由高级到低级”的原则进行。如图 1-5 所示。首先在整个测区内, 选择若干个起着整体控制作用的点 1 、 2 、 3 ……, 作为控制点, 用较精密的仪器和方法, 精确地测定各控制点的平面位置和高程位置的工作称为控制测量。这些控制点测量

精度高，均匀分布整个测区。因此，控制测量是高精度的测量，也是带全局性的测量。然后以控制点为依据，用低一级精度测定其周围局部范围的地物和地貌特征点，称为碎部测量。例如：图上在控制点 1 测定周围碎部点 L 、 M 、 N 、 O ……。碎部测量是较控制测量低一级的测量，是局部的测量，碎部测量由于是在控制测量的基础上进行的，因此碎部测量的误差就局限在控制点的周围，从而控制了误差的传播范围和大小，保证了整个测区的测量精度。

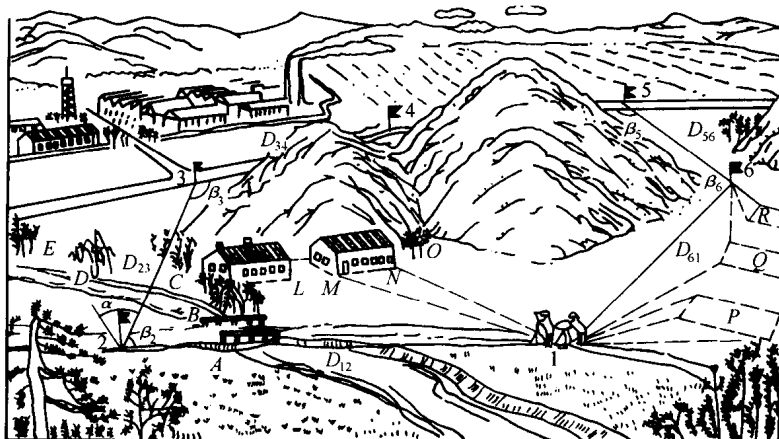


图 1-5

建筑施工测量是首先对施工场地布设整体控制网，用较高的精度测设控制网点的位罝，然后在控制网的基础上，再进行各局部轴线尺寸和高低的定位测设，其精度较低。例如：图中利用控制点 1、6 测设拟建的建筑物 R 、 Q 、 P 。因此，施工测量也遵循“从整体到局部、先控制后碎部、由高级到低级”的施测原则。

测量工作的程序分为控制测量和碎部测量两步。

遵循测量工作的原则和程序，不但可以减少误差的累积和传递，而且还可以在几个控制点上同时进行测量工作，即加快了测量的进度，缩短了工期，又节约了开支。

测量工作有外业和内业之分，上述测定地面点位置的角度测量，水平距离测量，高差测量是测量的基本工作，称为外业。将外业成果进行整理、计算（坐标计算、高程计算）、绘制成图，称为内业。

为了防止出现错误，无论在外业或内业工作中，还必须遵循另一个基本原则“边工作边校核”。用检核的数据说明测量成果的合格和可靠。测量工作实质是通过实践操作仪器获得观测数据，确定点位关系。因此是实践操作与数字密切相关的一门技术，无论是实践操作有误，还是观测数据有误，或者是计算有误，都体现在点位的确定上产生错误。因而在实践操作与计算中都必须步步有校核，检核已进行的工作有无错误。一旦发现错误或达不到精度要求的成果，必须找出原因或返工重测，必须保证各个环节的可靠。

建筑施工测量应遵循“先外业、后内业”，也应遵循“先内业、后外业”这种双向工作程序。规划设计阶段所采用的地形图，是首先取得实地野外观测资料、数据，然后再进行室内计算、整理、绘制成图，即“先外业、后内业”。测设阶段是按照施工图上所定的数据、资料，首先在室内计算出测设所需要的放样数据，然后再到施工场地按测设数据把具体点位放样到施工作业面上，并做出标记，作为施工的依据。因而是“先内业、后外业”的工

作程序。

思 考 题

1. 建筑测量的任务是什么？其内容包括哪些？
2. 什么是大地水准面？它在测量中有何作用？
3. 测量上的平面直角坐标系与数学上的平面直角坐标系有何不同？为什么？
4. 什么叫绝对高程？什么叫相对高程？两点间的高差值与起算高程的基准面有无关系？
5. 确定地面点位置的三个基本要素是什么？测量的三项基本工作是什么？
6. 测量工作的原则和程序是什么？

第二章 水准测量

确定地面点高程的测量工作，称为高程测量。根据所使用的仪器和施测方法的不同，分为水准测量、三角高程测量、气压高程测量及流体静力水准测量和 GPS 高程测量等。其中，水准测量是高程测量中最精密、最常用的方法。本章主要介绍水准测量的原理、水准仪的使用、水准测量的施测方法以及水准测量成果计算等内容。

第一节 水准测量原理

水准测量是利用水准仪和水准标尺，根据水平视线原理测定两点间高差的测量方法。测定待测点高程的方法有两种：高差法和仪高法。

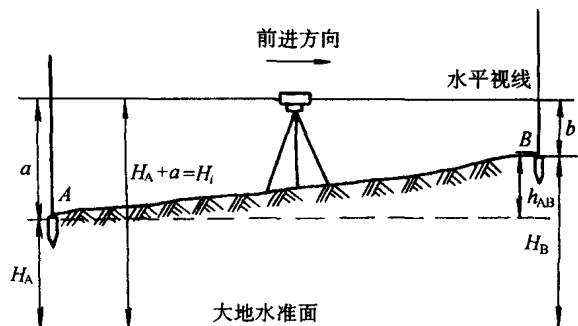


图 2-1

一、高差法

如图 2-1 所示，若 A 点的高程已知为 H_A ，欲测定 B 点的高程 H_B 。施测时在 A、B 两点上分别竖立一根水准标尺（简称水准尺），并在 A、B 两点间安置水准仪，照准 A 点标尺，利用水准仪提供的水平视线读出标尺上的读数为 a ，再照准 B 点的标尺，用水准仪的水平视线读出读数为 b ，则 B 点对于 A 点的高差为：

$$h_{AB} = a - b \quad (2-1)$$

B 点的高程为：

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

在此施测过程中，A 点为已知高程点，B 点为待测定高程的点，测量是由 A 点向 B 点为前进方向，故称 A 点为后视点，B 点为前视点； a 为后视读数， b 为前视读数。由上述可知：测定待定点与已知点之间的高差，就可以求得待定点的高程。

用文字表述 (2-1) 式，则为：两点间高差等于后视读数减去前视读数。

相对来说，读数小表示地面点高，读数大表示地面点低。为此，高差有正、负之分；当 h_{AB} 为正值时，即表示前视点 B 比后视点 A 高； h_{AB} 为负值时，表示 B 点比 A 点低。在计算

高程时，高差应连同其符号一并运算。在书写 h_{AB} 时，必须注意 h 的下标， h_{AB} 是表示 B 点相对于 A 点的高差。若高差写作 h_{BA} ，则表示 A 点相对于 B 点的高差。 h_{AB} 与 h_{BA} 的绝对值是相等的，但符号相反。上述利用高差计算待测点高程的方法，叫高差法。

二、仪高法

由图 2-1 可以看出， H_i 是仪器水平视线的高程，通常叫视线高程或仪器高程，简称仪高。前视点高程也可以通过仪高 H_i 求得。

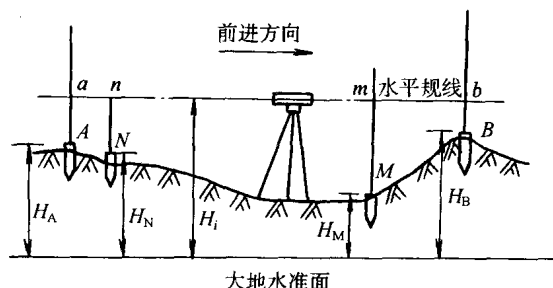


图 2-2

仪高法的观测方法与高差法完全相同。计算时，先算出仪高 H_i 。如图 2-2 所示，仪高等于后视点高程加后视读数，即：

$$H_i = H_A + a \quad (2-3)$$

则 B 点、 M 点、 N 点的高程可用下式分别计算：

$$H_B = H_i - b$$

$$H_M = H_i - m$$

$$H_N = H_i - n \quad (2-4)$$

用文字表示 (2-4) 式，则为：前视点高程等于仪高减去前视读数。

仪高法是计算一次仪高，就可以简便地测算几个前视点的高程。因此，当安置一次仪器，同时需要测出数个前视点的高程时，使用仪高法是比较方便的。因此，在建筑工程测量中仪高法被广泛地应用。

这里需要注意：前视与后视的概念一定要弄清楚，不能误解为往前看或往后看所得的尺读数。

综上所述，高差法与仪高法都是利用水准仪提供的水平视线测定地面点高程。如果视线不水平，上述公式不成立，测算将发生错误。因此，望远镜视线水平是水准测量过程中要时刻牢记的关键操作。此外，施测过程中，水准仪安置的高度对测算地面点高程并无影响。因此，只要当水准仪的视线水平时，能在前、后视的标尺上读数即可。

第二节 水准仪及其使用

一、DS₃ 型微倾水准仪

为水准测量提供一条水平视线的仪器称为水准仪。工具有水准尺和尺垫。水准仪的种

类和型号很多，国产水准仪系列标准有 DS₀₅、DS₁、DS₃、DS₁₀、DS₂₀等型号。建筑测量中应用最广泛的是 DS₃ 型微倾式水准仪。“D”和“S”分别为“大地测量”和“水准仪”的汉语拼音的第一个字母，“3”表示为用该类仪器进行水准测量时，每公里往、返测得高差中数的偶然中误差值为±3mm。即“DS”右下角的数字是用来表示各种水准仪精度的；数字越小，精度越高。不同精度的水准测量，应该使用不同精度的水准仪。

“微倾式”是指仪器上设有微倾装置，转动微倾螺旋，可使望远镜连同符合水准管在垂直面内作同步的微小仰俯运动，直至符合水准管气泡精确居中，以达到仪器快速提供水平视线的目的。

图 2-3 为国产的 DS₃ 型微倾水准仪的外形，(a) 及 (b) 分别表示它的两个侧面。它的构造主要由望远镜、水准器和基座三部分组成。

(一) 望远镜

望远镜是用来照准目标，提供水平视线并在水准尺上进行读数的装置。主要由物镜、物镜对光螺旋和对光凹透镜、十字丝分划板、目镜和目镜对光螺旋等部件组成。各部件的作用是：

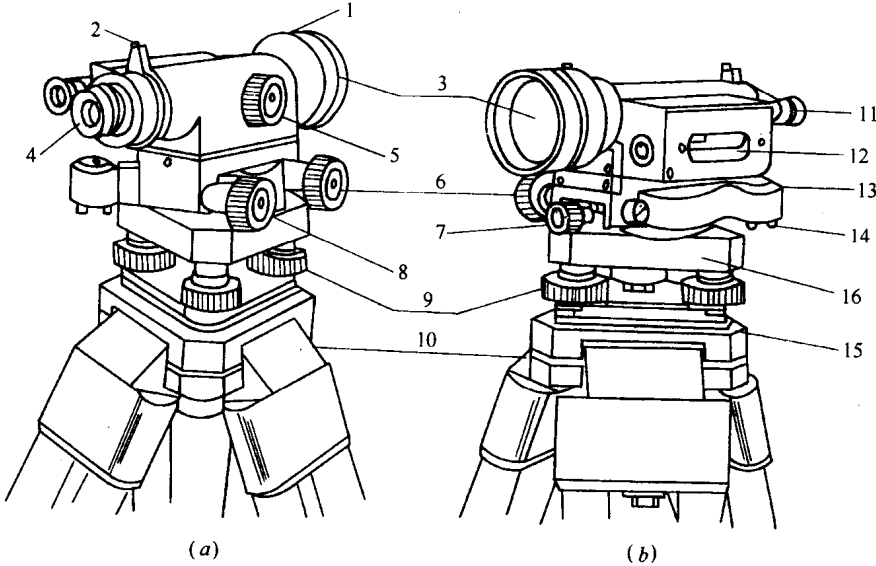


图 2-3

1—准星；2—照门；3—物镜；4—目镜；5—物镜对光螺旋；6—微动螺旋；7—制动螺旋；8—微倾螺旋；9—脚螺旋；10—三角架；11—符合水准器观察镜；12—管水准器；13—圆水准器；14—圆水准器校正螺丝；15—三角形底板；16—轴座

物镜——使瞄准的物体成像。

物镜对光螺旋和对光凹透镜——转动物镜对光螺旋可以使对光凹透镜沿视线方向前后移动，从而使物像清晰地反映在十字丝分划板平面上。

十字丝分划板——用来准确照准目标。

目镜对光螺旋和目镜——调节目镜对光螺旋可以使十字丝清晰并将成像在十字丝分划板的物像连同十字丝一起放大成虚像。于是观测者在看清十字丝的同时又能清晰地照准目标。

十字丝交点与物镜光心的连线，称为视准轴。视准轴的延长线就是我们通过望远镜瞄准远处目标的视线。因此，当视准轴水平时，通过十字丝交点看出去的视线就是水准测量原理中提到的水平视线。

(二) 水准器

水准器是用来标示仪器的竖轴是否铅垂（竖直），视准轴是否水平的装置。水准器分为管水准器和圆水准器两种形式。

1. 管水准器

管水准器又称水准管，它是一个内壁研磨成一定曲率的圆弧面，两端封闭的玻璃管，如图 2-4 所示。

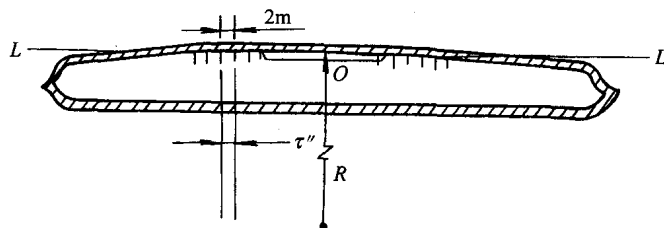


图 2-4

圆弧半径 R 一般为 $7\sim 20\text{m}$ ，玻璃管内装满乙醚和酒精的混合液体，加热融封，冷却后管内形成一个气泡。因气体较液体轻，故气泡恒处于管内的最高点。管壁上刻有间隔为 2mm 的分划线，分划线的对称中点 O 叫水准管零点。过零点与水准管内表面相切的直线叫水准管轴，即图 2-4 中的 $L-L$ 。当气泡的中心位于零点时，称为气泡居中。此时，水准管轴就处于水平位置。利用校正螺丝将水准管轴调节到与视准轴相互平行的位置，当水准管气泡居中时，视准轴就达到精确水平。因此，水平视线就是借助水准管气泡居中获得的。

水准管上 2mm 分划线之间的圆弧长所对的圆心角称为水准管分划值。分划值愈小，水准管的灵敏度就愈高，用来整平仪器的精度也就愈高。 DS_3 型微倾式水准仪的水准管分划值为 $20''/2\text{mm}$ 。由于灵敏度高，因而用它来精确整置视准轴水平。

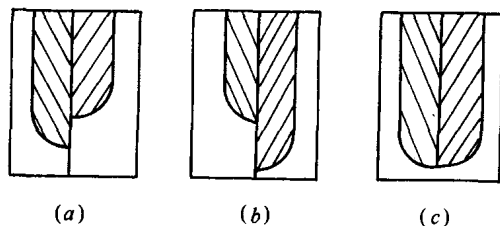


图 2-5

为了提高目估水准管气泡居中的精度和便于观测，目前微倾式水准仪都采用符合水准器。符合水准器是在无分划的水准管上方装有一组棱镜组，借助棱镜的反射作用，把水准管气泡两端各一半的影像传递到望远镜目镜旁的气泡观察窗内。当转动微倾螺旋时，在观察镜内可以看到两个半边气泡的像。如图 2-5 (c) 中两端气泡影像符合一致的情况表示气泡居中，若两端气泡影像错开如 (a)、(b) 的情况，表示气泡不居中。此时，可旋转目镜下方右侧的微倾螺丝，调节气泡两端的像相吻合，达到整平视准轴的目的。

符合水准器不仅便于操作，观察方便，更重要的是它把气泡偏离零点的距离放大一倍