

高等学校规划教材

土木工程测量 简明教程

吴友平 卢艳 艾丽琴 李海文 主编

TUMU GONGCHENG CELIANG
JIANMING JIAOCHENG

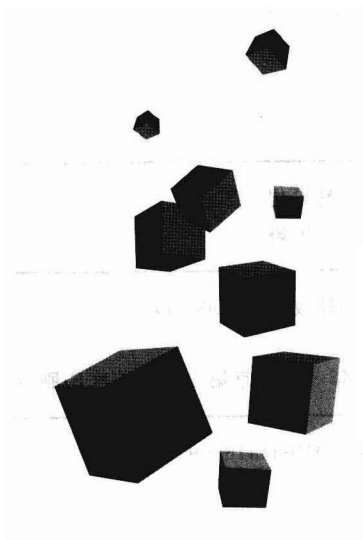
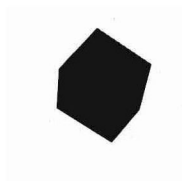


化学工业出版社

同守子仪规划教材

土木工程测量 简明教程

吴友平 卢艳 艾丽琴 李海文 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共 12 章：第 1 章至第 4 章主要介绍土木工程测量的基本知识，测量仪器的构造、使用和检校，测量误差的基本知识；第 5 章和第 6 章主要介绍小区控制测量，地形图的测绘和应用；第 7 章至第 10 章主要介绍施工测量的基本工作，建筑施工测量和线路工程施工测量，工程结构物的变形观测与竣工图编绘；第 11 章和第 12 章主要介绍测量新技术基本理论与应用、测量工程管理基本理论。

本教材适用于培养应用型人才的大专院校土木工程、工程管理、工程造价、市政工程、给排水工程、环境工程、建筑学等专业，亦可用于成人高等学校和高等职业技术学院土木工程类专业教学参考用书，也可供有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程测量简明教程/吴友平等主编. —北京：
化学工业出版社，2010.3
高等学校规划教材
ISBN 978-7-122-07636-6

I. 土… II. 吴… III. 土木工程-工程测量-
高等学校-教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 010768 号

责任编辑：满悦芝 蒋余涛
责任校对：陈 静

文字编辑：管景岩
装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司
720mm×1000mm 1/16 印张 9½ 字数 196 千字 2010 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888(传真：010-64519686) 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：19.80 元

版权所有 违者必究

前 言

本书在编排上打破以往传统的理论研究型教材套路，按照实际测量工作的思路（角度—距离—高程）编排，同时从“案例”入手，加大实际应用方面的内容。与现有的教材相比，本教材在内容上保留测距、测角、测高、地形图应用等基础性内容；大胆删除罗盘仪测量等内容；精简一些内容，如仪器检验校正、钢尺量距等；将测量误差的基本知识放在绪论中；从能熟练使用常规仪器为主向能熟练使用先进仪器为主转变，从以测图为中心向以测设为中心转变；重点讲解线路工程测量、建筑工程测量、变形观测等方面的知识；增加测量新技术的理论知识及其应用、测量工程管理等方面的内容，拓宽学生知识面，为宽口径的土木工程专业的学生提供更好的学习平台。

本书由南昌大学科学技术学院吴友平、公安海警高等专科学校卢艳、江西城市职业技术学院艾丽琴、广西建设职业技术学院李海文主编，其中吴友平编写第1、4、6、7章，卢艳编写第2、5、11章，艾丽琴编写第9、10章，李海文编写第8章，南昌大学科学技术学院丁红霞编写第12章，乐高强、卜海阔编写第3章。书中插图由李海文、乐高强、卜海阔完成。全书由吴友平统稿。

本书在编写过程中，参考了许多国内外有关教材和参考书，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者业务水平和教学经验有限，书中有不妥之处，恳切希望读者批评指正！

编 者
2010年2月

目 录

第 1 章	绪论	1
	1.1 土木工程测量的任务	1
	1.2 地面点位的确定	1
	1.3 测量工作概述	3
	1.4 测量误差的基本理论	4
	1.4.1 误差分类	4
	1.4.2 误差处理原则	5
	1.4.3 衡量测量成果精度的标准	5
	1.5 本课程的学习特点及其要求	6
	思考题	7
第 2 章	角度测量	8
	2.1 经纬仪的构造与使用	8
	2.1.1 经纬仪的构造	8
	2.1.2 经纬仪的使用	10
	2.2 水平角观测	11
	2.3 垂直角观测	13
	2.4 经纬仪的检验与校正	15
	2.5 水平角观测的误差分析	17
	2.6 电子经纬仪简介	18
	思考题	18
第 3 章	距离测量与直线定向	20
	3.1 距离测量	20
	3.1.1 钢尺量距的一般方法	20
	3.1.2 钢尺量距的精密方法	22
	3.2 直线定向	24
	思考题	26
第 4 章	高程测量	28
	4.1 微倾式水准仪的构造与使用	28
	4.1.1 水准测量的仪器和工具	28
	4.1.2 微倾式水准仪的构造	29
	4.1.3 微倾式水准仪的使用	30
	4.2 水准测量的基本方法	31
	4.2.1 水准测量原理	31
	4.2.2 普通水准测量	32
	4.2.3 水准测量的施测方法	33

	4.2.4 水准测量的等级及主要技术要求	36
	4.2.5 附和、闭合水准路线水准测量的成果整理	37
	4.2.6 支水准路线成果计算	38
	4.3 水准仪的检验与校正	39
	4.4 水准测量误差分析	40
	4.5 视距测量与三角高程测量	41
	4.6 现代水准仪的介绍	43
	4.7 全站仪的构造与使用	45
	思考题	51
第 5 章	小地区控制测量	52
	5.1 控制测量概述	52
	5.2 图根导线测量	53
	5.2.1 导线的布设形式	54
	5.2.2 图根导线测量的等级与技术要求	54
	5.2.3 图根导线测量的外业工作	55
	5.2.4 导线测量的内业计算	55
	5.3 高程控制测量	60
	思考题	60
第 6 章	地形图的测绘与应用	61
	6.1 地形图的基本知识	61
	6.1.1 地形图比例尺	61
	6.1.2 地形图图式	62
	6.1.3 地形图的图外注记	64
	6.2 地形图的测绘方法	66
	6.2.1 传统的测图方法	66
	6.2.2 数字测图概述	70
	6.3 地形图的应用	71
	6.4 面积的计算	77
	思考题	78
第 7 章	施工测量的基本工作	79
	7.1 施工放样的基本工作	79
	7.2 点的平面位置放样	81
	7.3 已知坡度线的测设	83
	7.4 抄平测量	84
	思考题	85
第 8 章	线路工程测量	86
	8.1 线路测量的任务	86
	8.2 中线测量	86
	8.3 圆曲线的测设	89
	8.4 竖曲线的测设	92
	8.5 线路纵横断面测量	92

8.5.1	基平测量	93
8.5.2	中平测量	93
8.5.3	纵断面图的绘制	95
8.5.4	横断面测量	96
8.6	道路施工测量	98
8.6.1	施工控制桩的测设	98
8.6.2	路基边桩的测设	98
8.6.3	线路中线的恢复	100
8.7	地下管道施工测量	100
8.7.1	施工前的测量工作	101
8.7.2	管道施工测量	101
8.7.3	顶管施工测量	102
8.8	桥梁工程施工测量	102
8.8.1	小型桥梁施工测量	103
8.8.2	大、中型桥梁施工测量	103
	思考题	105

第9章

	建筑施工测量	106
9.1	建筑施工场地的控制测量	106
9.1.1	平面施工控制网	106
9.1.2	高程控制测量	107
9.2	多层民用建筑施工测量	108
9.2.1	施工测量前的准备工作	108
9.2.2	定位和放线	108
9.2.3	基础工程施工测量	108
9.2.4	建筑物的高程传递	109
9.3	高层建筑施工测量	110
9.4	工业建筑施工测量	111
9.4.1	厂房矩形控制网测设	111
9.4.2	厂房轴线与柱基施工测量	111
9.4.3	厂房预制构件安装测量	112
	思考题	113

第10章

	工程结构物变形观测与竣工图编绘	114
10.1	工程结构物变形观测	114
10.1.1	沉降观测	114
10.1.2	位移观测	117
10.1.3	倾斜观测	117
10.1.4	建筑物的裂缝观测	119
10.2	竣工总平面图的编绘	119
10.2.1	编制竣工总平面图的目的	119
10.2.2	竣工测量	120
10.2.3	竣工总平面图的编绘	120
	思考题	121

第 11 章	测量新技术基本理论与应用	122
	11.1 3S 技术及 3S 技术集成	122
	11.1.1 3S 技术	122
	11.1.2 3S 集成技术	127
	11.2 4D 技术	127
	11.3 三维可视化地理信息系统	128
	思考题	133
第 12 章	测量工程项目管理基本理论	134
	12.1 工程项目管理模式与内容	134
	12.2 测绘项目的管理实施	135
	12.3 测绘项目的招投标	138
	12.4 测绘项目监理	139
	12.5 测绘项目的网络化管理	141
	思考题	143
参考文献		144

第 1 章 绪 论

【考核要求】

1. 了解土木工程测量的任务，地球的形状和大小。
2. 掌握确定地面点位的方法，测量的基本工作、基本原则和基本要求，常用的测量元素和单位。
3. 了解测量误差的来源、分类，掌握评定测量精度的标准。

1.1 土木工程测量的任务

按照土木工程建设的对象不同，土木工程测量可细分为建筑、水利、公路、铁路、桥梁、隧道、矿山、城市建设等工程的工程测量。因此可以这样定义：土木工程测量是研究土木工程（建筑工程、线形工程）在勘测设计、施工和运营管理阶段所进行的各种测量工作的理论、技术和方法的学科。它的主要任务及成果是：

① 测绘大比例尺地形图（地面—图纸） 运用测量学的理论、方法和工具，将小范围内地面上的地物和地貌按照一定的比例测绘成地形图等，并把工程建设所需要的数据用数字表示出来，为规划设计提供依据，即我们所说的测绘。

② 施工测量（图纸—地面） 把图上设计的工程结构物的位置在实地标定出来，作为施工的依据，即我们所说的测设（亦称施工测，常称施工放样）；测设的成果为体现设计的平面位置和高程的现场标记。

③ 变形观测和竣工测量 对工程结构物及其地基由于荷重和地质条件变化等外界因素引起的各种变形（空间位移）的测定工作，了解工程结构物的变形规律，监测其安全施工与运营；工程竣工后需进行竣工测量，主要是为工程验收、日后扩建和维修管理提供资料。

测量工作贯穿于工程建设的整个过程，“测量工作是工程建设的尖头兵，是工程建设的断后军”，测量工作的质量直接关系到工程建设的速度和质量。所以，我们每一位从事工程建设的工作人员，都必须掌握必要的测量知识及其技能。

1.2 地面点位的确定

（1）基准面

如图 1-1(a) 所示，地球自然表面很不规则，有高山、丘陵、平原和海洋。其中最高的珠穆朗玛峰高出海水面达 8848m，而最低的马里亚纳海沟低于海水面达

11022m。但是这样的高低起伏，相对于地球巨大的半径来说还是很小的。顾及到海洋约占整个地球表面的 71%，人们设想有一个静止的海水面（称为水准面），向陆地延伸包围整个地球，形成一个封闭的曲面，把这个曲面看作地球的形体。由于潮汐的作用，海水面的高度经常是不同的，假定其中有一个平均高度的静止海水面，则它所包围的形体称为大地体，代表了地球的形状与大小。人们把与平均海水面相吻合的并向陆地延伸而形成的闭合曲面称为大地水准面，它是测量工作的基准面。由大地水准面所包围的形体，称为大地体（亦称地球椭球体）。

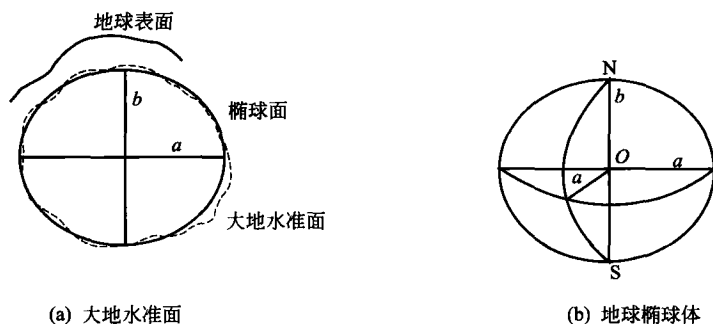


图 1-1 大地水准面与地球椭球体

(2) 地球的形状和大小

由于地球内部质量分布不均匀，引起铅垂线的方向产生不规则的变化，致使大地水准面成为一个非常复杂的曲面，人们无法在这个曲面上进行测量数据处理。为此，人们采用一个与大地水准面非常接近的规则几何曲面来表示地球的形状与大小，这就是地球参考椭球面，地球参考椭球面可作为测量计算工作的基准面，如图 1-1(b) 所示。地球参考椭球面的形状与大小由其长半径 a 和短半径 b （或扁率 f ）决定。我国目前采用的椭球参数是 1975 年国际大地测量与地球物理联合会通过并推荐的值：

$$\begin{aligned} a &= 6378140\text{m} \\ b &= 6356755\text{m} \\ f &= \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.257} \end{aligned}$$

由于地球椭球体的扁率 f 很小，当测量的区域不大时，可将地球看作圆球，其圆球半径 $R = \frac{1}{3}(a+2b) \approx 6371\text{km}$ 。

(3) 确定地面点位的坐标系

确定地球上某一点的位置，就是要求出该点相对于大地水准面的关系。在测量工作中通常用该点在大地水准面上的投影位置（两个参数）和该点的高程来表示。确定点的投影位置需用到坐标系，土木工程测量中常用的坐标系统有地理坐标和平面直角坐标。

① 地理坐标 是用经度 L 和纬度 B 表示地面点在大地水准面上的投影位置，

由于地理坐标是球面坐标,不便于直接进行各种计算。

② 独立平面直角坐标 当测区范围较小时,可以用测区中心点 A 的水平面来代替大地水准面,如图 1-2 所示。在这个平面上建立的测区平面直角坐标系,称为独立平面直角坐标系。在局部区域内确定点的平面位置,可以采用独立平面直角坐标。

在独立平面直角坐标系中,规定南北方向为纵坐标轴,记作 x 轴, x 轴向北为正,向南为负;以东西方向为横坐标轴,记作 y 轴, y 轴向东为正,向西为负;坐标原点 O 一般选在测区的西南角,使测区内各点的 x 、 y 坐标均为正值;坐标象限按顺时针方向编号。

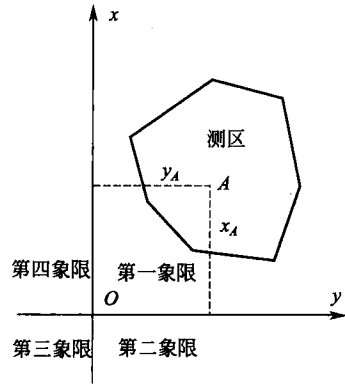


图 1-2 独立平面直角坐标系图

(4) 地面点的高程

测量中最常用的高程系统是以大地水准面作为高程基准面起算的,高程是指地面上任意一点至水准面的铅垂距离。高程分为绝对高程与相对高程。

① 绝对高程 地面点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程(简称高程,又称海拔),用 H 表示。如图 1-3 所示,地面点 A 、 B 的高程分别为 H_A 、 H_B 。

目前,我国采用的是“1985 年国家高程基准”,它是以青岛验潮站 1952 年至 1979 年观测资料确定的黄海平均海水面起算的高程系统。以此建立国家水准原点,其高程为 72.260m,全国各地的高程则以它为准进行测算。

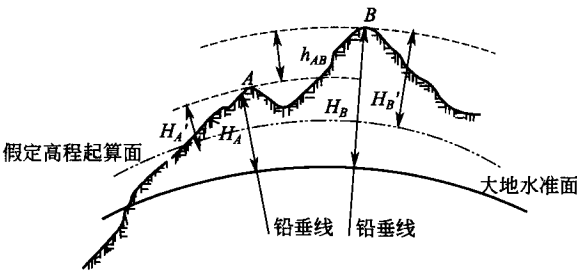


图 1-3 高程和高差

两点的高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-1)$$

高差有方向和正负之分, $h_{AB} = -h_{BA}$ 。

1.3 测量工作概述

(1) 测量的基本观测量

如图 1-4 所示,设 A 、 B 为已知坐标点, P 为待定点。首先测出水平角 θ 和水平距离 S_{AP} , 再根据 A 、 B 的平面坐标,即可推算出 P 点的平面坐标;然后测出

A、P 之间的高差 h_{AP} ，根据 A 点的高程推算出 P 点高程 $H_P = H_A + h_{AP}$ 。

因此，测量工作的三个基本工作量是：水平夹角、水平距离、高差。在以后的章节中，将依次逐一讲解。

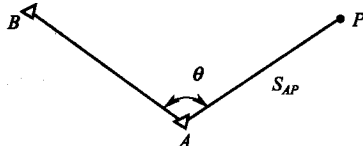


图 1-4 平面三维坐标的测定

(2) 测量工作的基本原则

① 在测量的布局上，是“由整体到局部”；
在测量的次序上，是“先控制后碎部”；在测量的精度上，是“从高级到低级”的原则。

② “前一步工作未作检核，不进行下一步工作”的原则。

(3) 测量的计量单位

① 长度单位 我国测量工作中法定的长度计量单位为米 (meter) 制单位：

$$1\text{km}=1000\text{m}, 1\text{m}=10\text{dm}=100\text{cm}=1000\text{mm}$$

② 面积单位 我国测量工作中法定的面积计量单位为平方米 (m^2)，大面积则用公顷 (hm^2) 或平方公里 (km^2)；我国农业上常用市亩 (mu) 为面积计量单位。

$$1\text{hm}^2=10000\text{m}^2=15\text{市亩}, 1\text{km}^2=100\text{hm}^2=1500\text{市亩}, 1\text{市亩}=666.67\text{m}^2$$

③ 体积单位 我国测量工作中法定的体积单位为立方米 (m^3)，在工程上简称“立方”或“方”。

④ 角度单位 我国测量工作中常用的角度单位有度分秒 (DMS) 制和弧度制两种。

a. 度分秒制：1 圆周角 $=360^\circ$ ， $1^\circ=60'$ ， $1'=60''$ 。

b. 弧度制：弧长等于圆半径的圆弧所对的圆心角，称为一个弧度，用 ρ 表示。

$$1\text{ 圆周角}=2\pi$$

$$1\text{ 弧度}=\frac{180^\circ}{\pi}=57.3^\circ=3438' = 206265''$$

(4) 测量工作的基本要求

落实“质量第一”的观点，严肃认真的工作态度，保持测量成果的真实、客观和原始性，爱护测量仪器与工具。

1.4 测量误差的基本理论

1.4.1 误差分类

误差就是观测值与真实值之间的差值，产生测量误差的三大因素：仪器原因（仪器精度的局限、轴系残余误差等），观测原因（判断力和分辨率的限制、经验等），外界条件的影响（温度变化、风、大气折光）。误差按其特性可分为系统误差、偶然误差、粗差三大类。

(1) 系统误差

在相同观测条件下，对某量进行一系列的观测，如果误差出现的符号和大小均

相同，或按一定的规律变化，这种误差称为系统误差。例如通过计算改正可以消除钢尺尺长误差、钢尺温度误差；水准测量时前后视距相等，可以抵消水准仪视准轴误差；角度测量时用盘左盘右取平均法可以抵消经纬仪视准轴误差。

系统误差在测量成果中具有累积性，对测量成果影响较大，但它具有一定的规律性，一般可采用以下两种方法消除或减弱其影响。

① 进行计算改正，如建立适当的平差模型。

② 选择适当的观测方法，如重复观测法。

(2) 偶然误差

在相同的观测条件下，对某量进行一系列的观测，如果观测误差的符号和大小都不一致，表面上没有任何规律性，这种误差称为偶然误差。如估读数、气泡居中判断、瞄准、对中等误差，导致观测值产生误差。

在观测中，系统误差和偶然误差往往是同时产生的。当系统误差设法消除或减弱后，决定观测精度的关键是偶然误差。偶然误差是由人力不能控制的因素引起的误差。偶然误差具有抵偿性。其处理原则是采用多余观测，减弱其影响，提高观测结果的精度。本教材讨论的测量误差仅指偶然误差。

(3) 粗差

亦称错误，在测量数据处理中对精度影响很大，所以在外业测量时，应严格执行测量规范，细心观测，避免观测错误；在内业数据处理时可采用一些方法进行粗差排除，如粗差探测法、稳健估计等。

1.4.2 误差处理原则

为了防止错误的发生和提高观测成果的精度，在测量工作中，一般需要进行多次必要的观测，称为“多余观测”。然后对一序列观测值建立相应的平差模型，求解观测值的真实值，并进行精度评定。

1.4.3 衡量测量成果精度的标准

在测量工作中，常采用以下几种标准评定测量成果的精度。

(1) 中误差

当真值已知的情况下，设在相同的观测条件下，对某量进行 n 次重复观测，其观测值为 $L_1, L_2, \dots, L_n$ ， X 表示真值，相应的真误差为 $\Delta_i = L_i - X$ 。

则观测值的中误差 m 为：

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad (1-2)$$

式中 $[\Delta\Delta]$ ——真误差的平方和， $[\Delta\Delta] = \Delta_1\Delta_1 + \Delta_2\Delta_2 + \dots + \Delta_n\Delta_n$ 。

中误差所代表的是某一组观测值的精度，而不是这组观测中某一次的观测精度。

当真值未知的情况下，设在相同的观测条件下，对某量进行 n 次重复观测，其观测值为 $L_1, L_2, \dots, L_n$ ，通常取 n 次观测值的算术平均值 $\bar{X} \left(\bar{X} = \frac{[L]}{n} \right)$ 代替真值，相应的误差称为似真差 V_i （简称为似差）， $V_i = L_i - \bar{X}$ 。

则观测值的中误差 m 为:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n-1}} \quad (1-3)$$

式中 $[VV]$ ——似差的平方和, $VV = V_1V_1 + V_2V_2 + \cdots + V_nV_n$ 。

算术平均值 $\bar{X}$ 的中误差 $m_{\bar{X}}$ 为:

$$m_{\bar{X}} = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (1-4)$$

(2) 相对中误差

相对中误差是中误差的绝对值与相应观测结果之比, 并化为分子为 1 的分数, 即

$$K = \frac{|m|}{D} = \frac{1}{\frac{D}{|m|}} \quad (1-5)$$

分母越大, 精度越高。

(3) 极限误差

在一定观测条件下, 偶然误差的绝对值不应超过的限值, 称为极限误差, 也称限差或容许误差。通常将 2 倍或 3 倍中误差作为偶然误差的容许值, 即

$$\Delta_{\text{容许}} = 2m \quad \text{或} \quad \Delta_{\text{容许}} = 3m \quad (1-6)$$

如果某个观测值的偶然误差超过了容许误差, 就可以认为该观测值含有粗差, 应舍去不用或返工重测。

1.5 本课程的学习特点及其要求

(1) 特点

- ① 实践性强, 责任心要求高, 必须遵照测量的规范和规则。
- ② 内容多: 测量学基本原理、仪器使用、作业方法、基本计算等。

(2) 学习要求

① 学会和掌握测量的基本作业方法: 角度测量、距离测量、高程测量 (仪器的基本操作、作业程序、记录、成果整理)。

② 掌握测量仪器的检验和校正方法 (测量仪器的轴线关系、检验和校正的作业方法)。

③ 掌握控制测量 (导线测量)、地形测量、施工放样的基本作业方法 (外业测量、内业计算与绘图)。

(3) 其他要求

- ① 野外作业。严格按照规定的作业和操作流程。
- ② 记录。字迹清晰、端正, 不得任意涂改 (按规定方式改数)。
- ③ 计算。按平差规则进行计算检核, 保证计算精度, 小数取位遵循“四舍六入, 五看前、奇进偶不进”原则。

④ 正负号。在以下数据前加“+、-”号：高差、竖直角、指标差、坐标增量、所有的闭合差、改正数。

思 考 题

1. 土木工程测量的主要任务及成果是什么？
2. 什么是水准面、大地水准面？
3. 什么是绝对高程、相对高程和高差？
4. 已知 A、B、C 三点的高程分别为 115.336m、37.693m 和 175.569m，则 A 至 B、B 至 C、C 至 A 的高差分别是多少？
5. 已知 A 点的高程为 60.000m，B 点到 A 点的高差为 -10.000m，B 点高程为多少？
6. 产生测量误差的三大因素是什么？误差按其特性可分为几类？衡量测量成果精度的标准有哪几种？
7. 确定地面点位的基本测量工作是什么？测量工作的基本程序是什么？测量工作的基本原则是什么？
8. 如何表示地球的形状和大小？如何确定地面点位？
9. 设有 1000m 长、6000m 宽的矩形场地，其面积有多少公顷？合多少市亩？
10. 在半径 $R=500\text{m}$ 的圆周上有一段 1000m 长的圆弧，其所对圆心角为多少弧度？

第2章 角度测量

【考核要求】

1. 了解经纬仪的等级、经纬仪的构造、有关参数；
2. 掌握角度测量的测量原理、测量方法及计算方法；
3. 掌握经纬仪的检验与校正；
4. 掌握角度测量的注意事项。

为了测绘地形图和工程结构物的施工放样工作等，首先是测量未知方向与已知方向的夹角关系，也就是人们所说的角度测量。角度测量是测量工作的基本内容之一，主要包括水平角测量和竖直角测量。水平角测量是为了确定地面点的平面位置，竖直角测量是为了利用三角原理间接地确定地面点的高程。常用的角度测量仪器是经纬仪，它不但可以测量水平角和竖直角，还可以间接地测量距离和高差，是测量工作中最常用的仪器之一。本章主要介绍经纬仪的构造及使用、角度测量的原理方法及成果整理等。

2.1 经纬仪的构造与使用

2.1.1 经纬仪的构造

经纬仪分为光学经纬仪和电子经纬仪，经纬仪按测角精度，分为 DJ_1 、 DJ_2 、 DJ_6 等不同级别。其中“DJ”分别为“大地测量”和“经纬仪”的汉字拼音第一个字母，下标数字 1、2、6 表示仪器的精度等级，即“一测回方向观测中误差的秒数”。 DJ_6 型光学经纬仪是工程建设中使用最为广泛的光学仪器，本教材仅介绍 DJ_6 型光学经纬仪的构造。

DJ_6 型光学经纬仪主要由照准部、水平度盘和基座三部分组成，如图 2-1 所示。

(1) 照准部

照准部是指经纬仪水平度盘之上，能绕其旋转轴旋转部分的总称。照准部主要由竖轴、望远镜、竖直度盘、读数设备、照准部水准管和光学对中器等组成。

① 竖轴 照准部的旋转轴称为仪器的竖轴。通过调节照准部制动螺旋和微动螺旋，可以控制照准部在水平方向上的转动。

② 望远镜 望远镜用于瞄准目标。另外为了便于精确瞄准目标，经纬仪的十字丝分划板与水准仪的稍有不同，如图 2-2 所示。

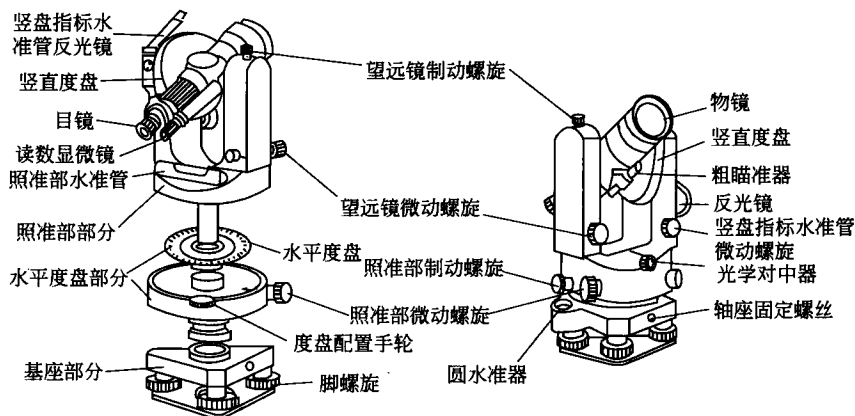


图 2-1 DJ₆ 光学经纬仪构造

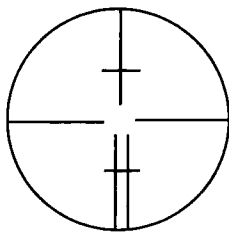


图 2-2 经纬仪的十字丝分划板

望远镜的旋转轴称为横轴。通过调节望远镜制动螺旋和微动螺旋，可以控制望远镜的上下转动。望远镜的视准轴垂直于横轴，横轴垂直于仪器竖轴。因此，在仪器竖轴铅直时，望远镜绕横轴转动扫出一个竖直面。

③ 竖直度盘 竖直度盘用于测量垂直角，竖直度盘固定在横轴的一端，随望远镜一起转动。

④ 读数设备 读数设备用于读取水平度盘和竖直度盘的读数。

⑤ 照准部水准管 照准部水准管用于精确整平仪器。水准器分圆水准器和管水准器（简称水准管），前者用于粗平仪器，后者用于精平仪器。

a. 圆水准器 圆水准器装在经纬仪基座上，用于粗略整平。圆水准器顶面的玻璃内表面研磨成球面，球面的正中刻有圆圈，其圆心称为圆水准器的零点。见图 2-3。

b. 管水准器 管水准器（亦称水准管）用于精确整平仪器。如图 2-4 所示，水准管上一般刻有间隔为 2mm 的分划线，分划线 midpoint O 称为水准管零点，通过零点与圆弧相切的纵向切线 LL 称为水准管轴。见图 2-4。

水准管轴垂直于仪器竖轴，当照准部水准管气泡居中时，经纬仪的竖轴铅直，水平度盘处于水平位置。为了提高水准管气泡居中的精度，采用竖盘指标水准管精平。

⑥ 光学对中器 光学对中器用于使水平度盘中心位于测站点的铅垂线上。