

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高等学校教材



测量学

CELIANG XUE

崔国范 主编

华中理工大学出版社

测 量 学

崔国范 主编

华中理工大学出版社

测 量 学
崔国范 主编
责任编辑 佟文珍

•
华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

•
开本: 787×1092 1/16 印张: 15.75 字数: 373 000

1991年11月第1版 1991年11月第1次印刷

印数: 1—7 500

ISBN 7-5609-0608-7/TU·9

定价: 4.15元

(鄂)新登字第10号

内 容 简 介

本书分四篇共十六章。第一篇介绍测量学的基本知识，其内容包括地面点位置的确定，地形图及其应用，测量误差等有关知识；第二篇介绍测量基本仪器的构造、使用和检验校正，以及测量的基本工作；第三篇介绍大比例尺地形图的测绘，航空摄影测量的基本知识；第四篇介绍工业与民用建筑、管道、地下建筑和道路工程中的测量工作，以及建（构）筑物变形观测。

本书为高等院校工业与民用建筑，给水排水，城市规划，道路桥梁工程，以及建筑学等专业的教材，也可作这些专业的函授、自学教材，还可作土建类工程技术人员的参考书。

前 言

本书是根据高等院校工业与民用建筑专业测量学教学大纲，并顾及土建类有关专业对测量学的要求而编写的。

为了适应教学改革深入发展的需要，本书在加强基本理论，重视实践环节，拓宽专业口径以及反映测绘科学技术发展等方面，与同类型教材比较，均作了一定的改进。例如，将测量误差基本知识提前编排在第一篇，以利于后续各章的应用；由于当前航空摄影像片已广泛应用于土建工程中，故增补了航空摄影测量的基本知识；为满足城市土地利用的需要，还增加了有关地籍测量的内容；为了适应我国高层建（构）筑物的发展，充实了建（构）筑物变形观测内容。从而使教材的体系更为完善，内容更加充实和新颖，并更加适应土建类各个专业的需要。全书编写中认真贯彻“少而精”和“由浅入深”的原则，虽然全书与同类型教材比较增加和充实部分内容，但教材总的篇幅却没有增加。

本书由华中理工大学、武汉城市建设学院、上海城市建设学院、苏州城建环保学院、安徽建筑工业学院和湖北工学院联合编写，并由华中理工大学崔国范主编。参加编写的有崔国范（第一、十六章）、龚维绌（第三、四、五章）、周华（第九、十二、十三、十五章）、季振邦（第八章）、须鼎兴（第七章）、冯亚明（第十一章）、王爱朝（第十四章）、赵文光（第二、十章）和莫应榆（第六章）。

本书由武汉工业大学沙钟瑞教授主审。在编写过程中，苏州城建环保学院沈树奎教授给予了大力帮助，在此致谢。

1991年7月

目 录

第一篇 测量学的基本知识

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 测量学的任务与 作用	(1)
§ 1-2 地面点位置的 确定	(2)
§ 1-3 水平面代替水准面的 限度	(5)
§ 1-4 测量工作 概述	(6)
§ 1-5 地图、平面图、地形图和断面图	(7)
§ 1-6 测量工作中常用的度量 单位	(9)
第二章 地形图及其应用	(11)
§ 2-1 地形图的比例尺	(11)
§ 2-2 地形图的分幅与 编号	(12)
§ 2-3 地物和地貌在地形图上的 表示	(15)
§ 2-4 地形图的基本 应用	(22)
§ 2-5 地形图在工程建设中的 应用	(25)
§ 2-6 在地形图上量算 面积	(28)
第三章 测量误差的基本知识	(32)
§ 3-1 观测与误差的 分类	(32)
§ 3-2 偶然误差的规律性	(33)
§ 3-3 测量精度的 评定	(35)
§ 3-4 误差传播 定律	(37)
§ 3-5 同精度直接观测值的最或然值及精度 评定	(39)
§ 3-6 不同精度直接观测值的最或然值及精度 评定	(42)

第二篇 测量的基本仪器及基本工作

第四章 测量仪器的基本部件	(45)
§ 4-1 望 远 镜	(45)
§ 4-2 水 准 器	(48)
§ 4-3 读数 设备	(49)
第五章 水准仪及水准测量	(53)
§ 5-1 水准测量的一般 知识	(53)
§ 5-2 水准仪的构造及 使用	(54)
§ 5-3 自动安平水 准 仪	(57)
§ 5-4 水准测量 方法	(59)
§ 5-5 水准测量误差及精度 分析	(63)
§ 5-6 水准测量成果的检核与 计算	(66)

§ 5-7 水准仪的检验与校正	(69)
第六章 经纬仪及角度测量	(72)
§ 6-1 角度测量原理	(72)
§ 6-2 光学经纬仪及其使用	(73)
§ 6-3 水平角观测方法	(77)
§ 6-4 竖直角观测	(80)
§ 6-5 角度观测误差与精度分析	(84)
§ 6-6 视距测量	(87)
§ 6-7 光学经纬仪的检验与校正	(91)
§ 6-8 电子经纬仪介绍	(94)
第七章 直线定向与距离测量	(97)
§ 7-1 直线定向	(97)
§ 7-2 磁方位角的测定	(98)
§ 7-3 钢尺量距的一般方法	(100)
§ 7-4 钢尺量距的精密方法	(102)
§ 7-5 钢尺长度的检定	(104)
§ 7-6 钢尺量距误差及精度分析	(105)
§ 7-7 红外光电测距仪及其使用	(107)

第三篇 大比例尺地形图测绘

第八章 小地区控制测量	(112)
§ 8-1 国家控制测量概述	(112)
§ 8-2 导线测量外业工作	(114)
§ 8-3 导线测量内业计算	(118)
§ 8-4 一个结点的导线计算	(122)
§ 8-5 小三角测量内业计算	(125)
§ 8-6 测角和测边交会计算	(133)
§ 8-7 三角高程测量	(137)
第九章 大比例尺地形图的测绘	(139)
§ 9-1 测图前的准备工作	(139)
§ 9-2 碎部点的选择及地形图测绘内容	(141)
§ 9-3 碎部测量	(142)
§ 9-4 地形图的绘制	(144)
§ 9-5 地形图的拼接、检查与整饰	(146)
§ 9-6 地形图的修测	(147)
§ 9-7 地籍图的测绘	(149)
第十章 航空摄影测量的基本知识	(152)
§ 10-1 航空摄影像片	(152)
§ 10-2 航摄像片与地形图的差异	(153)
§ 10-3 航摄像片的立体观察	(155)

§ 10-4	航摄像片的立体量测	(156)
§ 10-5	航空摄影测量作业简介	(158)
§ 10-6	航摄像片的判读	(161)

第四篇 工程测量

第十一章	施工测量的基本工作	(163)
§ 11-1	施工测量概述	(163)
§ 11-2	测设的基本工作	(164)
§ 11-3	点的平面位置的测设	(166)
§ 11-4	坡度线测设	(168)
第十二章	工业与民用建筑施工测量	(170)
§ 12-1	建筑场地的施工控制测量	(170)
§ 12-2	民用建筑施工测量	(174)
§ 12-3	工业厂房施工测量	(178)
§ 12-4	建筑施工测量中应用的激光仪器	(184)
§ 12-5	高层建筑施工测量	(186)
§ 12-6	烟囱施工测量	(187)
§ 12-7	竣工总平面图的编绘	(188)
第十三章	管道工程测量	(191)
§ 13-1	管道选线及中线测量	(191)
§ 13-2	管道纵横断面测量	(192)
§ 13-3	管道施工测量	(197)
§ 13-4	顶管施工测量	(202)
§ 13-5	管道竣工测量	(203)
第十四章	地下建筑工程测量	(205)
§ 14-1	概述	(205)
§ 14-2	地面控制测量	(206)
§ 14-3	地下工程的定向测量	(208)
§ 14-4	地下水准测量	(211)
§ 14-5	地下工程开挖中的测设工作	(212)
§ 14-6	洞室施工测量及竣工测量	(216)
第十五章	道路工程测量	(217)
§ 15-1	道路选线及中线测量	(217)
§ 15-2	圆曲线的测设	(220)
§ 15-3	道路纵、横断面测量及地形图的测绘	(222)
§ 15-4	道路施工测量	(225)
第十六章	建(构)筑物变形测量	(229)
§ 16-1	建(构)筑物沉降观测	(229)
§ 16-2	建(构)筑物倾斜观测	(232)
§ 16-3	建(构)筑物裂缝观测	(236)

§ 16-4 建(构)筑物水平位移和挠度观测.....	(238)
§ 16-5 建筑场地滑波和基础回弹观测.....	(240)
参考文献.....	(240)

第一篇 测量学的基本知识

第一章 绪 论

测量学为一门应用科学，它主要研究测量的理论、实践与应用。本章作为绪论，主要介绍测量学的概况；地面点位置确定的基本知识；测量的基本工作及基本原则等，以便为学习全书各章以及各章间的相互联系，建立清晰的概念和明确的目的。

§ 1-1 测量学的任务与作用

测量学之范围极广，就普通的一般测量工作而言，其主要任务，是通过各种测量仪器和方法，直接或间接地从地球表面，获得量度数据和各种地面信息，经过科学处理，从而将地球表面及地表上物体的几何形状和空间位置，准确地表示在图纸上称地形图，为工程建设的规划、设计提供资料；反之，如将图上设计的建筑物位置，测设于地面上，为工程施工提供准确的地面位置，其工作则为测量的另一任务称施工放样。

测量学按其研究的范围和对象不同，可分为如下几种。

大地测量学——研究以整个地球表面或某一广大地区的形状和大小为对象而进行的测量和成果处理。它要顾及地球曲率的影响。

由于航天技术的迅速发展，已使大地测量工作可以准确地确定地球形状和大小，特别是卫星大地测量已应用于国际大陆之间的联测，从而扩大了大地测量的领域。

地形测量学——研究地球表面上某一局部地区的形状、大小的理论和实践。由于测绘范围小，可以忽略地球曲率的影响。

摄影测量学——研究利用摄影像片测定地面及地物的形状、大小和空间位置的有关理论和技术。由于获得像片的方式不同，摄影测量又分为航空摄影测量和地面摄影测量。由于航天卫星对地面进行遥感，利用卫星像片制图，使现代测绘技术发展到一个新的阶段。

工程测量学——研究测量学的理论、方法和技术在各种工程建设中的应用。

制图学——研究将地球表面投影、编绘、制作到平面图纸上的理论、方法与工艺技术。

本书主要介绍地形测量学及工程测量学中有关内容，称为普通测量学，简称测量学。

测量技术的应用极为广泛，在实现我国社会主义四个现代化建设中，各项工程建设，如铁路、公路、桥梁、隧道以及工业与民用建筑中的勘测、设计、施工和管理，矿山资源的勘探，城市规划、农业土地规划和国土整治，水电资源、海洋资源的调查和开发等都离不开测量工作；在国防工程的修建中，战役的布署与指挥，都必须以详细而准确的地形图为依据；在科学研究方面，如地震的预测，地壳升降和大陆漂移等，都需要精确的测量数据。随着现代化进程的加速，特种精密工程测量迅速发展，北京正负电子对撞机是我国目前最大的高能加速器，安装测量精度达到 $\pm 0.2\text{mm}$ ，比国外同类型加速器安装精度都高。可见测绘工作是紧密服务于我国工业、农业、国防和科学技术现代化建设，有着重要意义的一门不可缺少

的技术基础工作。

测量学是从人类生产实践中发展起来的一门历史悠久的学科，随着近代科学技术的发展，如遥感技术、电子计算技术、近代光学和精密机械工艺等，为测绘技术及测绘仪器的轻型化，光电化和自动化开辟了广阔的前景。

§ 1-2 地面点位置的确定

一、地球的形状和大小

测量工作是在地球表面上进行的。然而，地球的自然表面起伏不平极其复杂。为了确定地球表面上点的位置，必须采用一个基准面作为依据。这个基准面必须与地球实际形体最接近，这样才能保证地面点位置的精度。

地球的实际形体很不规则，有高山（如珠穆朗玛峰高达8 848.13m），有深沟（如太平洋西部的马里亚纳海沟深达11 022m），但这种地表的起伏相对于地球的庞大体积（地球平均半径为6 371km）来说是微不足道的。为此，我们设想采用一个平均的面来代替地球表面。根据科学调查研究，地球上海洋面积约占71%，陆地面积占29%。因此，我们可以设想有一个静止的海水面向陆地延伸，通过大陆岛屿而构成一个包围整个地球的闭合曲面，这个静止的海水面称为水准面。其中通过平均海水面的一个水准面（设验潮站经长期测定海水面的位置，并取其平均位置）称为大地水准面。这个大地水准面是稳定的，基本上可以表示地球表面的形状，是地面点高程起算的基准面。

大地水准面其特点是处处与地面点的铅垂方向相垂直。但任一地面点的铅垂线方向取决于地球的引力，地球的引力又与地球内部的质量有关，而地球内部质量的分布是不均匀的，因此地面上各点的铅垂线方向也是不规则的，就是说大地水准面实际上是一个极为复杂的曲面。如果将地球表面上的图形投影到这个复杂的曲面上，则制图和测量的计算都非常困难。为了解决这个问题，选择一个与大地水准面非常接近，而且可以用数学公式表述的旋转椭球体表面作为测量基准面，称为旋转椭球体或参考椭球体，并以此面作为基准面建立坐标系，图1-1为大地水准面与参考椭球体的差别示意图。

参考椭球体如图1-2，由椭圆 $NESW$ 绕短轴 NS 旋转而成。 a 为长半径， b 为短半径，其扁率为 $\alpha = (a - b)/a$ ， a 、 b 和 α 称为参考椭球体的元素。

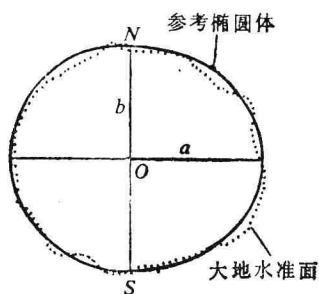


图 1-1

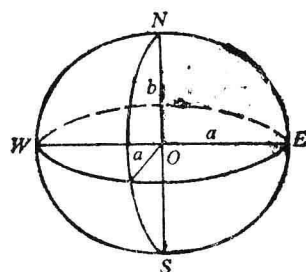


图 1-2

确定参考椭球体元素，是大地测量学的主要任务之一，历史上有过多次测定，但由于条件所限，其结果差异较大。近些年来，通过人造卫星测量，可以精确地确定椭球体元素。我国1980年建立大地坐标系时，采用的参考椭球体元素为

$$\left. \begin{aligned} a &= 6\,378\,140\text{m}, \\ \alpha &= \frac{1}{298.257}^\circ \end{aligned} \right\}$$

当测区面积不大时，可以把地球椭圆体当作圆球看待，取其平均半径6 371km。

二、地面点位置的确定

地面点空间位置的确定，通常是确定地面点沿铅垂方向投影到球面或水平面上点的平面位置（坐标），以及确定地面点到大地水准面的铅垂距离（高程）。

（一）地理坐标

地面点在球面上的位置是用经度和纬度表示的，某点的经度和纬度，称为该点的地理坐标。

如图1-3， N 、 S 分别是地球的北极和南极， NS 称为地轴，通过地轴和地球上任一点的平面称为子午面。世界各国都把过英国格林威治天文台（图上的 p_0 点）的子午面称为首子午面。地面上任一点 p 的经度，就是通过该点的子午面与首子午面间的夹角 λ 。经度由首子午线向东量称为东经、向西量称为西经，其值各由 0° — 180° 。

垂直于地轴的平面与球面的交线称为纬圈，通过球心的纬圈称为赤道，以赤道面作为纬度的起算面。如图1-3，通过 p 点的铅垂线与赤道平面的夹角 φ ，为 p 点的纬度。纬度由赤道向北量称为北纬，向南量称为南纬，其值各由 0° — 90° 。

首子午面和赤道面组成为地理坐标系。若知道了地面上任一点的地理坐标值（ λ ， φ ），则该点在此坐标系中的位置就确定了。例如，北京某点的地理坐标为东经 $116^\circ 28'$ ，北纬 $39^\circ 54'$ 。

（二）平面直角坐标

采用地理坐标确定地面点的位置，其优点是全球坐标统一。但在一定区域内的测量工作或工程测量中，为了便于测量和计算多采用平面直角坐标。

1. 高斯平面直角坐标

地球表面是封闭而复杂的曲面，要把全地球或地球表面某一区域的形状和大小，绘在平面的图纸上，那么这一地区就要发生皱纹或裂缝，就不能保持原有的面貌。为了解决这个问题，必须采用地图投影的方法。我国采用的是高斯-克吕格投影（简称高斯投影）。

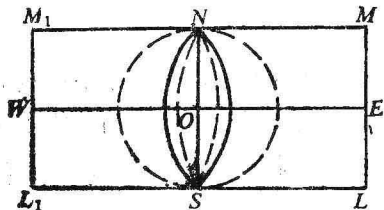


图 1-4

高斯投影又称为横圆柱正形投影。如图1-4所示，设想把一个横置的空心圆柱体与地球的某一子午线相切，由正形投影知，这条切线 NOS 就毫无改变地投影到圆柱面上，这条切线称为轴子午线。其次，若将赤道平面扩大，并与圆柱体相交，则交线 $W'E$ 必垂直于轴子午线。然后将圆柱沿 MM_1 及 LL_1 切开展为平面，

则在该平面上就形成两条互相垂直的直线，其中，由轴子午线形成的称为平面直角坐标的纵轴，用 x 表示，由赤道平面形成的称为横轴，用 y 表示。

从上述可知，轴子午线的长度投影后没有变形，但是其他线段离开轴子午线愈远，则投影在圆柱面上的长度变形愈大。为了使投影后的变形不超过测量所要求的精度，投影的范围必须以轴子午线为中心（又称中央子午线），限制两边的宽度，我国采用高斯投影的6°分带法（带宽为经度6°），即中央子午线两边的经差各为3°，如图1-5上半部所示，自格林威治首子午线起，从西向东把地球分成60个投影带。为了满足较高的精度要求，应采用3°分带法，即从东经1°30′起，每隔3°分为一带，全地球分为120个投影带（图1-5下半部）。任一带中央子午线的经度与带号(N,n)的关系为 $\lambda_0 = 6N - 3(6^\circ\text{带})$ 、 $\lambda'_0 = 3n(3^\circ\text{带})$ 。

在每一个高斯投影带内，都有各自的坐标轴和坐标原点。我国在北半球，x为正值，而y有正有负，为了避免横坐标产生负值，习惯上都把坐标原点向西移500km，如图1-6。当任何点的横坐标加上500km后，则原点以东的横坐标均为正值。

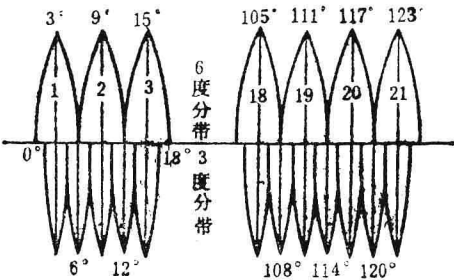


图 1-5

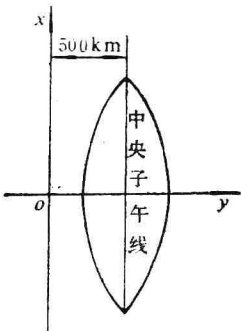


图 1-6

例如，A点的横坐标 $y_A = 122\text{km}$ ，坐标原点移动后， $y_A = 500 + 122 = 622\text{km}$ ；又如，B点的横坐标 $y_B = -130\text{km}$ ，则原点移动后， $y_B = 500 - 130 = 370\text{km}$ 。

为了区别点所在的投影带，在横坐标值前应加注带号。如上述A点在46带，则其横坐标写为46 622km，同理，若B点在第49带，则应写为49 370km。

2. 假定平面直角坐标

当测区范围较小时，可把地球曲面视作与水平面重合，把地面点位置正射投影到水平面上，在水平面上假定一个直角坐标系来确定地面点的位置。

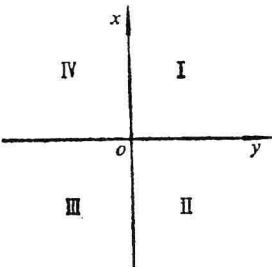


图 1-7

假定平面直角坐标系如图1-7，o为坐标原点，是任意选定的，ox为南北线方向，作为x轴；oy为东西线方向，作为y轴。象限的顺序恰与我们在数学上所用的相反，这是因为在测量上所有直线的方向均是自南北线起顺时针方向量度。这样安排的优点，是使所有三角学上的公式，都可以直接应用于测量工作的计算上，而不需作任何变换。

(三) 高程

地面点的地理坐标和平面直角坐标，只表示地面点在球面和水平面上的位置，并未确定它的空间位置。故尚须确定地面点对大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程，如图1-8，A点对大地水准面的垂直距离为 H_A ，即为A点的绝对高程，同样B点的绝对高程为 H_B 。

目前我国采用“1985年国家高程基准”系统。它是以青岛验潮站1953年至1977年观测资料所计算确定的黄海平均海水面，作为高程起算基准面。

有时，确定某点的绝对高程有困难，我们可以假定任意一个水准面作为点的高程起算

面，这个水准面称为假定水准面。从地面点到假定水准面的铅垂距离称为该点的假定高程（或相对高程），图1-8中 H'_A 、 H'_B 就是由假定水准面起算的A、B两点的假定高程。

A、B两点的高程之差称为高差，以 h_{AB} 表示，即

$$h_{AB} = H_B - H_A,$$

或

$$h_{AB} = H'_B - H'_A.$$

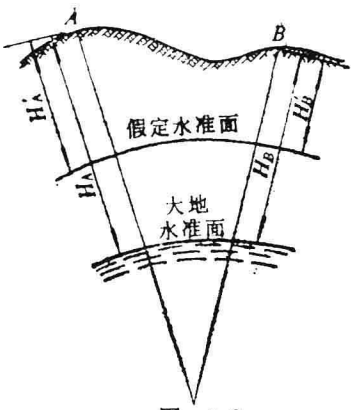


图 1-8

§ 1-3 水平面代替水准面的限度

我们知道，在球面上测得点的空间位置要用投影的方法绘制到平面图纸上，其计算和绘图工作都比较复杂。由于地球很大，如果测量区域的范围较小，可将该地区的球面用平面代替，这样代替将使距离、角度和高程产生误差，而且测区范围愈大，误差也愈大。因此有必要研究用平面代替球面对距离、角度和高程将产生多大的误差，在多大范围内所产生的误差是容许的，亦即研究平面代替球面的限度。

一、水平距离误差

如图1-9，取球面上任意两点A和B。设AB的球面距离为 d ，球心角为 α 。通过A点作一水平面与A点相切，由球心O作OB的延长线与平面相交于B'点，在平面上AB'的距离为 i ，则

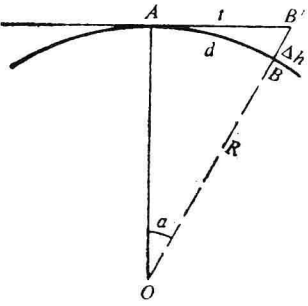


图 1-9

$$\Delta d = i - d = R \operatorname{tg} \alpha - R \alpha = R(\operatorname{tg} \alpha - \alpha).$$

将 $\operatorname{tg} \alpha$ 展开为级数式，并略去高次项得

$$\operatorname{tg} \alpha = \alpha + \frac{1}{3} \alpha^3 + \dots,$$

或 $\operatorname{tg} \alpha - \alpha \approx \frac{1}{3} \alpha^3,$

而 $\alpha = \frac{d}{R},$

$$\therefore \text{水平距离误差} \quad \Delta d \approx \frac{d^3}{3R^2}. \quad (1-1)$$

二、水平角误差

由球面三角学可知，同一空间多边形在球面上投影的各内角之和较其在平面上投影的各内角之和，大一个球面角超 ϵ 的数值，其公式如下：

$$\epsilon'' = \frac{A}{R^2} \rho'', \quad (1-2)$$

式中：A为球面多边形面积；

R为地球半径；

$$\rho'' = 206\,265''.$$

三、高程误差

如图1-9, 由于A、B两点是在同一水准面上, 所以高程相等。若用水平面代替水准面, 则B点移到B'点, 由此产生高程误差 Δh , 其计算公式为

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + t^2, \quad 2R\Delta h + \Delta h^2 = t^2,$$

则
$$\Delta h = \frac{t^2}{2R + \Delta h}。$$

式中分母 Δh 与地球半径 R 相比极为渺小, 可忽略不计, 分子 t 可用弧长 d 代替, 故上式可改为

$$\Delta h = \frac{d^2}{2R}。 \quad (1-3)$$

取 $R = 6371\text{km}$, 如以不同的球面面积和弧长代入(1-1), (1-2), (1-3)式, 则得水平距离误差, 水平角度误差和高程误差如表1-1。

表1-1 水平面代替水准面误差

距离 d/km	水平距离误差 $\Delta d/\text{cm}$	球面面积 A/km^2	水平角误差 $\epsilon/(\prime)$	距离 d/km	高程误差 $\Delta h/\text{cm}$
10	1	10	0.05	0.5	2
20	7	100	0.51	1.0	8
50	103			5.0	196
100	821			10.0	785

从表1-1可知, 将距离为10km的水准面当作水平面看待时, 其水平距离误差为1cm, 在1:1000比例尺的图上, 只有0.01mm长, 而现在绘图的精度只能达到0.2mm, 所以这样小的误差, 对于测量和绘图来说都被认为是允许的。因此, 可以把半径为10km范围的水准面用水平面代替。在精度较低的测量中, 范围还可以扩大。

从表1-1还可以看出, 当面积不大于100km²时, 水平角误差仅有0".51, 对于一般测量和计算的精度来说都是达不到的, 因此可以忽略不计。

在高程方面应当特别注意, 即使距离较短时, 也必须考虑地球曲率对高程的影响, 但在实际测量中可以采取适当的方法加以消除, 这将在第五章中加以讨论。

§ 1-4 测量工作概述

一、测量的基本工作内容

在实际测量工作中, 并不是直接测定地面点的坐标和高程, 而是通过测定点与点之间的水平距离、水平角和高差来确定它们之间的相对位置, 经过推算而得。如图1-10, 若A点坐标已知, 测量水平角 α 、 β_a 、 β_b 、 β_c 、 β_d 、 β_e 和水平距离 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 d_5 , 便可推算出B、C、D、E各点的坐标, 从而确定了这些点在平面上的位置。同样, 若已知A点的高

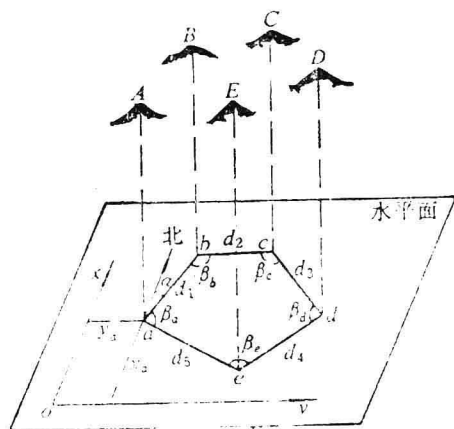


图 1-10

程，测量 A 、 B 、 C 、 D 、 E 相邻点之间的高差，便可求得 B 、 C 、 D 、 E 各点的高程。故水平距离、水平角以及高差是确定地面点位置的三个要素。测定三要素是测量的基本工作内容，也是我们学习本课程的基本内容。

二、测量工作的基本原则

在测绘地形图和建筑物施工放样时，应遵循“由整体到局部”的测量原则。即首先在测区范围内选择若干起控制作用的点，称为控制点，并使这些点构成几何图形，用较精确的测量方法确定它们的平面位置和高程，称为控制测量。然后以这些控制点为依据，进行局部地区的地形图测绘和建筑物放样工作。这样“由整体到局部”的工作原则，具有以下优点：

- (1) 由于控制测量起整体控制作用，可以避免测量误差的累积，保证测量精度。
- (2) 根据控制测量，可将整个测区划分为若干局部地区，同时进行测量工作，提高工作效率。

三、测量工作的基本要求

工程测量是直接为工程建设服务的。在工程建设的规划、设计以及施工、管理中，测绘资料是必不可少的基础资料之一。因此，测绘资料是否正确，将直接影响到工程设计、施工、管理的质量和进度。为了保证工程建设的质量，在测量工作中，必须坚持严肃、认真的科学态度，测量和计算数据步步要有检查和校核，做到测绘资料正确、真实；字迹清楚、整洁；内容完备。

测量仪器是精密贵重的仪器，应按规定要求正确地使用、爱护和保养。另外，要做好测量工作，还必须有集体意识，团结互助，吃苦耐劳。这些都是测量工作的基本要求。

§ 1-5 地图、平面图、地形图和断面图

测量工作的最后成果往往是绘制成图。根据测量范围的大小和图的内容不同，可分为以下几种图。

一、地图

在大区域内或全球范围内，为了保证必要的测绘精度，需将地面上各点投影到地球椭球体面上，然后用数学的方法换算转绘到相应平面上，并编绘成反映自然地理和社会经济等状况的图，称为地图。

二、平面图

当测区较小，允许用水平面代替水准面时，可根据平面测量的成果，将地物各点沿铅垂线投影到水平面上，然后按测图比例尺缩小而绘制成图，称为平面图。平面图上各处比例相同，与相应地面上的地物保持相似关系，如图1-11。

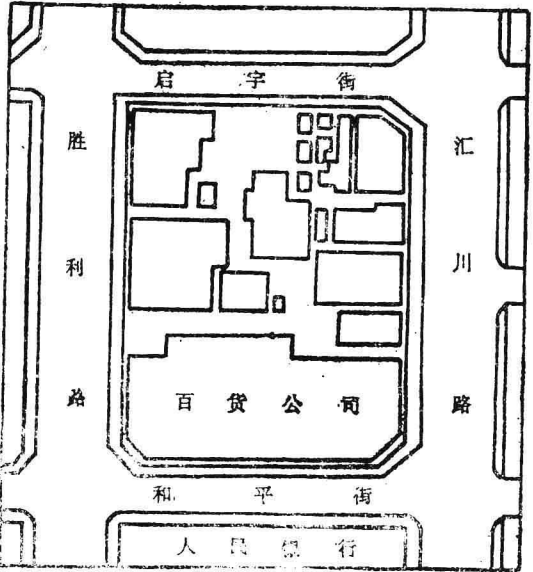


图 1-11

三、地形图

按铅垂线方向投影所获得的平面图，仅能表示地物的平面位置，而无地面起伏形态。如果在平面图上，除测绘出表示地物的平面位置外，还具有表示地面起伏变化的地貌，这种图称为地形图，如图1-12，地形乃是地貌和地物的总称。



图 1-12