

高等学校试用教材

测量学

周 华

刘祖文

主 编

CE LIANG XUE

中国地质大学出版社

高等学校试用教材

测 量 学

周华 刘祖文 主编
李裕忠 主审

·(鄂)新登字 12 号·

内 容 简 介

本书全面论述了工程测量学的基本理论、作业方法和实际应用。全书共 14 章,分为两大部分。第 1 章至第 10 章为测量学基础部分,介绍了测量学的基本理论与知识,测量仪器的构造与使用,测量误差基本知识,小地区控制测量和大比例尺地形图的测绘及其在工程建设中的应用;第 11 章至第 14 章为工程测量学内容,介绍了建筑工程、道路交通工程、管线工程的勘测与施工测量。全书还适当介绍了日益广泛使用的电子测量仪器。

本书主要供高等院校工业与民用建筑、道路与交通、城市规划、给水排水、建筑学和房地产管理等专业作教材之用,也可供教学、科研和生产单位的科研与工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

测量学/周华,刘祖文主编. —武汉:中国地质大学出版社,1994.6

ISBN 7-5625-0949-2

I. 测…

II. ①周…②刘…

III. ①测量学②测量:地形测量-工程测量-应用

IV. P21

中国地质大学出版社出版发行

(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)

中国地质大学出版社印刷厂印刷

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15

字数: 354 千字 印数: 1—6000 册

定价: 7.40 元

✓ KS-101 型计算机
✓ 《测量制图原理与方法》

潘帆 杨正尧 编著
前言
武汉大学出版社

本书根据高等工科院校建筑类测量学教学大纲和土建类其他专业对测量学的要求编写而成，适用于工业与民用建筑、道路与交通、给水排水、建筑学、城市规划和房地产管理等专业。

全书共分 14 章。第 1 章至第 10 章为测量学基础部分，着重介绍了土建类各专业所需测量学的基本知识、基本理论、测量仪器的构造与使用、测量误差基本知识、小地区控制测量和大比例尺地形图的测绘及其应用方面的内容。顾及到测绘科技的最新发展，部分章节中适当补充了日益广泛使用的电子测量仪器和一些现代的测绘方法与手段。第 11 章至第 14 章为工程测量部分。主要介绍了工业与民用建筑、道路和管道工程方面的勘测和施工测量，各不同专业可根据需要选用。

本书由周华、刘祖文主编。参加本书各章编写的人员（以章节先后为序）是：周华（第 1、9、12、14 章）、倪伟桥（第 2、11 章）、冯亚明（第 3 章）、董绍英（第 4、6 章）、马绿坪（第 5 章）、刘祖文（第 7、13 章）、李生平（第 8、10 章）。全书由武汉测绘科技大学李裕忠教授主审。

在本书的编写和出版过程中，金儒霖教授、白明华高级规划师、杨宣华副研究员等给予了大力支持和帮助，向淑玉、刘立钢、张瑞芳等提出了许多宝贵意见，全书插图由张小玉绘制，在此一并致谢。由于编者水平有限，书中不妥之处，敬请广大读者指正。

编者

1993. 9. 于武汉城市建设学院

式：作业、实习报告、书后的思考题、计标器

三角板、圆规、量角器、铅笔

型：一、填空（基本概念、基本常识）

71350902

二、判断

三、简答：书后习题

四、填表：计标题

24.07.26

五、计标

六、作图：求点坐标、高程、导线、角度

精度。

填空

判断

名词解释

单项选择题或多项选择

计算题 360°

闭卷

作业本上所有内容

目 录

第一章 绪论	1
§ 1-1 测量学的任务及作用	1
§ 1-2 地面点位的确定	2
§ 1-3 用水平面代替水准面的限度	6
§ 1-4 测量工作过程与原则	8
思考题与习题	9
第二章 水准测量	10
§ 2-1 水准测量原理	10
§ 2-2 水准测量的仪器和工具	11
§ 2-3 水准仪的使用	14
§ 2-4 水准测量与成果计算	15
§ 2-5 水准仪的检验与校正	20
§ 2-6 水准测量误差及注意事项	23
§ 2-7 其他水准仪简介	25
思考题与习题	28
第三章 角度测量	30
§ 3-1 水平角测量原理	30
§ 3-2 DJ ₆ 级光学经纬仪	31
§ 3-3 水平角观测	34
§ 3-4 竖直角观测	38
§ 3-5 经纬仪的检验与校正	42
§ 3-6 水平角测量误差与注意事项	45
§ 3-7 其他经纬仪简介	47
思考题与习题	50
第四章 距离测量	52
§ 4-1 钢尺量距一般方法	52
§ 4-2 钢尺量距精密方法	56
§ 4-3 钢尺长度检定	58
§ 4-4 光电测距仪简介	59
§ 4-5 视距测量	62
思考题与习题	65
第五章 直线定向	67
§ 5-1 直线定向	67
§ 5-2 罗盘仪及磁方位角测定	70
§ 5-3 陀螺经纬仪及真方位角测定	71

思考题与习题	(73)
第六章 测量误差基本知识	(75)
§ 6-1 测量误差来源和分类	(75)
§ 6-2 偶然误差的特性	(76)
§ 6-3 衡量精度的指标	(77)
§ 6-4 误差传播定律	(79)
§ 6-5 算术平均值及其中误差	(82)
§ 6-6 用观测值改正数计算中误差	(82)
§ 6-7 带权平均值及其中误差	(84)
思考题与习题	(87)
第七章 小地区控制测量	(89)
§ 7-1 控制测量概述	(89)
§ 7-2 导线测量外业	(90)
§ 7-3 导线测量计算	(94)
§ 7-4 小三角测量	(100)
§ 7-5 解析交会法计算	(105)
§ 7-6 高程控制测量	(108)
思考题与习题	(112)
第八章 地形图的基本知识	(115)
§ 8-1 地形图比例尺	(116)
§ 8-2 地形图图名、图号和图廓	(117)
§ 8-3 地物符号	(118)
§ 8-4 地貌符号	(121)
思考题与习题	(125)
第九章 大比例尺地形图测绘	(127)
§ 9-1 测图前的准备工作	(127)
§ 9-2 碎部点选择及地形图测绘内容	(129)
§ 9-3 碎部测量	(130)
§ 9-4 绘制地形图	(133)
§ 9-5 全站式电子速测仪测图简介	(135)
§ 9-6 修测地形图	(137)
§ 9-7 平板仪的构造及使用	(138)
思考题与习题	(142)
第十章 地形图的应用	(143)
§ 10-1 地形图的识读	(143)
§ 10-2 地形图应用的基本内容	(145)
§ 10-3 按限制坡度选定最短路线	(149)
§ 10-4 按选定线路绘纵断面图	(149)
§ 10-5 确定汇水区域	(150)
§ 10-6 地形图在平整土地中的应用	(150)

施

思考题与习题	(153)
第十一章 施工测量的基本工作	(154)
§ 11-1 施工测量概述	(154)
§ 11-2 测设的基本工作	(155)
§ 11-3 点的平面位置测设	(158)
§ 11-4 坡度线测设	(160)
思考题与习题	(161)
第十二章 工业与民用建筑施工测量	(163)
§ 12-1 建筑场地的施工控制测量	(163)
§ 12-2 民用建筑施工测量	(167)
§ 12-3 工业厂房施工测量	(172)
§ 12-4 高层建筑施工测量	(177)
§ 12-5 建筑物的沉降和倾斜观测	(179)
§ 12-6 竣工总平面图的编绘	(182)
思考题与习题	(183)
第十三章 道路测量	(185)
§ 13-1 道路中线测量	(185)
§ 13-2 圆曲线测设	(188)
§ 13-3 缓和曲线测设	(195)
§ 13-4 坐标法测设道路中线	(200)
§ 13-5 道路纵横断面测量	(206)
思考题与习题	(212)
第十四章 管道工程测量	(214)
§ 14-1 管道中线测量	(214)
§ 14-2 管道纵横断面测量	(215)
§ 14-3 管道施工测量	(218)
§ 14-4 顶管施工测量	(221)
§ 14-5 管道竣工测量	(223)
思考题与习题	(224)
主要参考文献	(225)

88 14.36

C — D

1.45.28

D — C

A

第一章 绪 论



测量学

§ 1-1 测量学的任务及作用

测量学

测量学是研究如何测定地面点的位置、绘制各种地形图以及确定地球形状、大小等的科学。它的内容包括测定和测设两个方面。测定是指使用测量仪器和工具，通过测量和计算得到一系列的数据，或把地球表面的地物和地貌缩绘成地形图，供规划设计、经济建设、国防建设和科学研究等使用。测设是指将图上规划设计好的建筑物和构筑物的位置在地面上标定出来，作为施工的依据。

测量学研究范围较广泛，主要包括下列学科：

大地测量学 研究在广大地面上建立大地控制网并测定地球的形状、大小和地球重力场的理论、技术与方法的科学。

“建立大地控制网”

地形测量学 研究地球表面较小区域内测绘工作的基本理论、技术与方法的科学。由于研究范围小，一般不顾及地球曲率的影响。

测绘工作的基本理论

工程测量学 研究工程建设在勘测设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作的理论、技术和方法的科学。

摄影测量学 研究通过摄影像片和辐射能图像测定地面物体的形状、大小和空间位置的理论和技术的科学。由于获得像片的方式不同，摄影测量又分为水下摄影测量、地面摄影测量、航空摄影测量以及航天摄影测量。随着科学技术、特别是遥感技术的发展，摄影测量的研究与应用领域日趋广泛。

地图制图学 研究地图及其制作的理论、工艺技术和应用的科学。

为满足土建类各专业的需要，本书主要介绍地形测量学和工程测量学中的有关内容，简称测量学。

测量学在城市规划、工业与民用建筑、给水排水工程、道路工程中都有着广泛的应用。例如：在勘测设计阶段，需要测绘各种比例尺的地形图，为规划设计，厂址选择，道路、管道定线提供地形现状资料；在施工阶段，要将规划设计好的建筑物、道路、管线的平面位置和高程在实地上标定出来，作为施工的依据。工程竣工后，需要测量、编绘竣工总平面图，供日后工程管理、改建、扩建和维修使用。此外在矿山资源、水电资源和海洋资源的勘探以及国防建设和空间科学技术方面都起着重要作用。

土建类各专业的学习测量学的目的是：通过学习测量学的基本知识、基本理论和基本操作来掌握各种常用仪器的使用方法，测定和计算点的坐标和高程，了解大比例尺地形图测绘的程序，具有阅读和应用大比例尺地形图的能力。能承担一般工程的勘察和测设任务，以便灵活地应用测量知识为所学专业服务。

水准面
大地水准面
水平面
铅垂线

§ 1-2 地面点位的确定

一、地球的形状和大小

测量工作是在地球表面上进行的，所以必须了解地球的形状和大小。地球的自然表面很不规则，有高山、丘陵、平原、海洋和深谷，其中最高的珠穆朗玛峰，高出平均海水面 8846.27m，最低的马里亚纳海沟，低于平均海水面 11 022m。这样的高低起伏，相对于地球的庞大形体来说，可以忽略不计。再顾及地球表面上海洋面积约占 71%，陆地面积约占 29%，因此，人们常把地球的形体看成被海水面包围的形体。

由于地球的自转运动，地球上任一点都受到离心力和吸引力的作用，这两个力的合力称为重力，重力的作用线称为铅垂线，铅垂线是测量工作的基准线。水在静止时的表面称为水准面，该表面处处与铅垂线正交，铅垂线和水准面是测量工作所依据的线和面。与水准面相切的平面称为水平面。随着高度的不同，水准面有无数个，其中与平均海水面重合并向大陆、岛屿延伸而形成的封闭曲面称为大地水准面，大地水准面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。

用大地体代表地球的基本形体是恰当的，但由于地球内部质量分布不均匀，使得地面上各点的铅垂线方向产生不规则变化，因而大地水准面实际上是一个有微小起伏的不规则曲面，如图 1-1 (a) 所示。如果把地球表面上的图形投影到这个不规则曲面上，将无法进行测量数据处理，为了工作方便，人们通常用一个非常接近大地水准面的规则曲面来代替大地水准面，这个规则曲面称为地球椭球面。地球椭球面可以用数学式表达，它是测量计算的基准面，如图 1-1 (b)，地球椭球是由一椭圆绕其短轴旋转而成的形体，故亦称之为旋转椭球，如图 1-2 所示。地球椭球由长半径 a 及扁率 α 所决定。我国所确定的地球椭球元素为：

$$a = 6\,378\,140\text{m}$$

$$\alpha = 1/298.257$$

式中 $\alpha = (a-b)/a$ ，并选择陕西省泾阳县永乐镇某点作为大地原点，进行了大地定位，并建立了全国统一坐标系，即 1980 年国家大地坐标系。



图 1-1

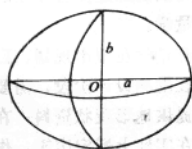


图 1-2

由于地球椭球的扁率很小，在小范围内，可近似地把地球椭球当作圆球，其平均半径 R 为 6371km。

二、确定地面点位的方法

从数学中得知，一个空间点的位置，需由三个量来确定。在测量工作中，这三个量通常是该点在地球椭球面（或水平面）上的投影位置（坐标）和该点沿铅垂线方向到大地水准面的距离（高程）来表示，如图 1-3 和图 1-4 所示。

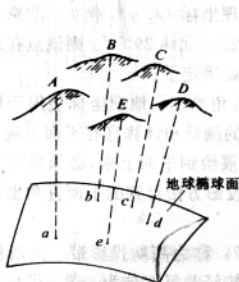


图 1-3

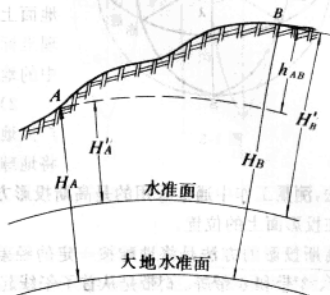


图 1-4

1. 地面点的高程

地面点到大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程，简称高程或海拔。图 1-4 中 H_A 和 H_B 分别为 A 点和 B 点的高程。

我国在青岛设立了验潮站，通过 1953 年至 1977 年长期观测，记录了黄海水面的高低变化，取其平均值作为大地水准面的位置，其高程为零。我国目前采用“1985 年国家高程基准”，并在青岛建立了国家水准原点，其原点高程为 72.260m，全国各地的统一高程均以它为基准进行测算。

由于工作需要或确定某一地区的绝对高程有困难时，可以采用某一假定水准面作为高程起算面。地面点到假定水准面的铅垂距离，称为假定高程，亦称相对高程。如图 1-4 中的 H'_A 和 H'_B 分别为 A 点和 B 点的假定高程。

两个地面点之间的高程差，称为高差。地面点 A 与 B 之间的高差用 h_{AB} 表示。

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

由上式可以看出：两点之间的高差与起算面无关。

2. 地面点在投影面上的坐标

1) 地理坐标 当研究整个地球的形状或某一大地区的测量工作时，地面点的位置常采用经度和纬度来表示，某点的经度和纬度称为该点的地理坐标。

如图 1-5 所示，N、S 分别是地球的北极和南极，NS 称为地轴。包含地轴的平面称为子午面。子午面与地球表面的交线称为子午线。通过原格林尼治天文台的子午面称为首子午面，过地面上任意一点 P 的子午面与首子午面的夹角 λ ，称为 P 点的经度。由首子午面向东量称

• 1956 年高程基准和青岛原点高程为 72.289m，已由国测 [1987] 198 号文通知废止。

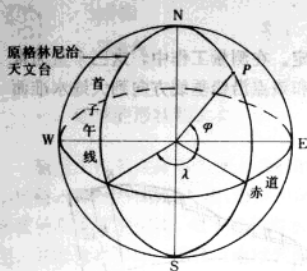


图 1-5

为东经；向西量称为西经，其取值范围均为 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

通过地心且垂直于地轴的平面称为赤道面。过 P 点的铅垂线与赤道面的夹角 φ ，称为 P 点的纬度。由赤道面向北量称为北纬；向南量称为南纬，其取值范围均为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。

在首子午面和赤道面构成的地理坐标系中，若已知地面上任一点的地理坐标 (λ, φ) ，例如：北京某点的地理坐标为东经 $116^\circ 28'$ ，北纬 $39^\circ 54'$ ，则该点在此坐标系中的地理坐标位置就确定了。

2) 高斯平面直角坐标 地理坐标适用于地球表面广大地区。小地区的测量和计算宜在平面上进行。为了将地球表面上的点展绘到平面上来，必须采用适当的投影方法，测量工作中通常采用的是高斯投影方法，用高斯投影方法得到的平面直角坐标表示地面点在投影面上的位置。

高斯投影的方法是将地球按一定的经差分成若干带，称为高斯投影带。高斯投影带有 1.5° 带、 3° 带和 6° 带等。 6° 带是从首子午线起，自西向东按经差每 6° 分为一带，带号依次编号为 $1, 2, \dots, 60$ 。位于每带中央的子午线称为该带的中央子午线，第一带的中央子午线为 3° ，如图 1-6 所示，任意一带的中央子午线经度 λ_0 可按下式求出：

$$\lambda_0 = 6N - 3$$

(1-2)

式中 N 为 6° 带的带号。

高斯投影又称横圆柱正形投影。为了说明方便，将地球当成圆球，如图 1-7 (a) 所示，设想将一个横置的空心圆柱套在地球的外面，使圆柱的轴线位于赤道平面内并且通过球心，将地球上某 6° 带的中央子午线与圆柱面相切。按照中央子午线投影为直线且长度不变及赤道投影为直线的条件，将中央子午线两侧一定经差范围内的图形采用正形投影法投影到圆柱面上，然后将圆柱沿着通过南北极的母线剪开并展平，便得到整个 6° 带在高斯投影平面上的投影，如图 1-7 (b) 所示。投影后，中央子午线与赤道成为互相垂直的直线，其他子午线和纬线投影后均为曲线。所以取中央子午线为纵坐标轴，用 X 表示，赤道为横坐标轴，用 Y 表示，

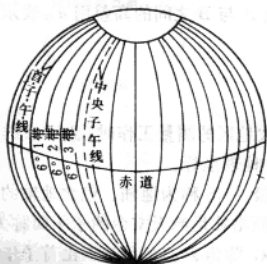


图 1-6

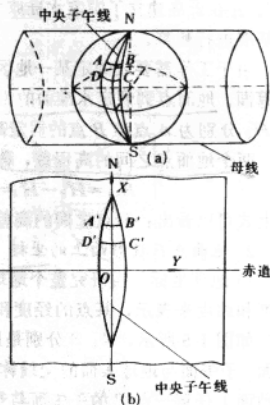


图 1-7

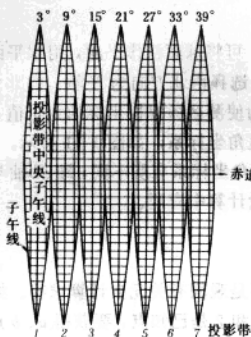


图 1-8
图 1-8

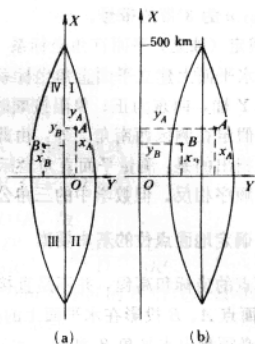


图 1-9

交点为坐标原点 O ，从而构成高斯平面直角坐标系。将高斯平面直角坐标系的6°带一个个联结起来，便得到全球的形象，如图1-8所示。高斯平面直角坐标系规定，纵坐标从赤道起向北为正，向南为负；横坐标从中央子午线起，向东为正，向西为负。为了应用三角公式，高斯平面直角坐标系象限，按顺时针方向编号，如图1-9(a)所示。

我国位于北半球， x 坐标均为正值，而 y 坐标值则有正、有负，如图1-9(a)，设 $y_A = +136\,780\text{m}$ ； $y_B = -272\,440\text{m}$ 。为了避免横坐标出现负值，故规定将纵坐标轴向西平移500km，如图1-9(b)所示。纵坐标轴西移后， $y_A = 136\,780 + 500\,000 = 636\,780\text{m}$ ； $y_B = 500\,000 - 272\,440 = 227\,560\text{m}$ 。为了确定该点所在带号，还应在横坐标值前冠以带号，如A点位于20带，则 $y_A = 20\,636\,780\text{m}$ 。

高斯投影中，离中央子午线近的部分变形小，离中央子午线愈远变形愈大，两侧对称。当要求投影变形更小时，可采用3°带投影。

3°带是从东经1°30'开始，按经差3°划分一带，全球共120带，如图1-10所示。每带中央子午线的经度 λ_0 可按下式求出：

$$\lambda_0 = 3n$$

(1-3)

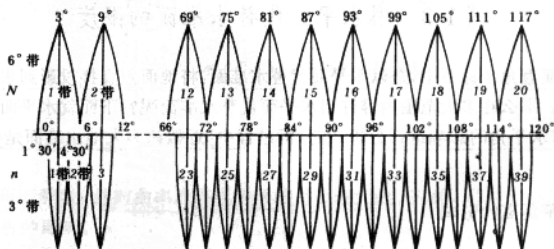


图 1-10

式中 n 为 3° 带的带号。

3) 假定(独立)平面直角坐标系 当测区较小时,可将球面视作平面,用水平面代替水准面,在水平面上建立平面直角坐标系。一般情况下,选择南北方向为 X 轴,向北为正;东西方向为 Y 轴,向东为正;象限按顺时针方向编号。为使测区各纵横坐标均为正值,通常将坐标原点假定在测区西南角之外,由此构成假定平面直角坐标系,如图 1-11 所示。

需要指出的是:测量平面直角坐标系与数学平面直角坐标系有所不同,即 X 轴与 Y 轴互换,象限顺序相反。但数学中的三角公式同样能在测量计算中应用。

三、确定地面点位的基本要素

地面点的坐标和高程,并不是直接测定出来的,而是观测有关元素计算求得。如图 1-12 所示,地面点 A 、 B 投影在水平面上的位置是 a 和 b , 1 和 2 是已知点,要获得 a 、 b 点的坐标和高程,必须测出水平角 β_1 和 β_2 ; 水平距离 D_1 和 D_2 ; 高差 h_{1A} 和 h_{AB} , 然后根据已知点的坐标和高程推算 a 点和 b 点的坐标和高程。

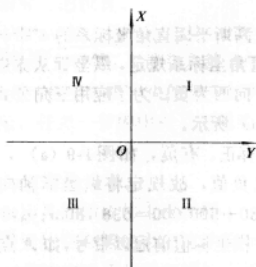


图 1-11

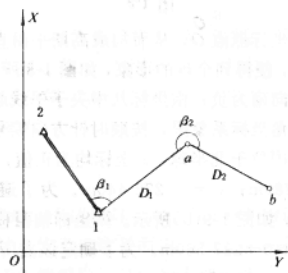


图 1-12

由此可见,地面点的位置,是采用与该点有关的水平角、水平距离和高差来确定的。所以,水平角、水平距离和高差是确定地面点位的三个基本要素。测量高差、水平角和水平距离是测量的基本工作。

§ 1-3 用水平面代替水准面的限度

在假定平面直角坐标系中,是以水平面代替水准面,将地面点直接投影到水平面上来确定地面点的位置。那么在多大范围内容许用水平面代替水准面呢?下面就水平面代替水准面对距离、高程和水平角的影响进行分析,在分析过程中,近似认为大地水准面是半径为 R 的球面。

一、对水平距离的影响

如图 1-13 所示,设地面直线 AB 在水平面上的投影长度为 d , 在大地水准面的投影长度为 D , 其所对的圆心角为 θ 。若以 d 代替 D , 其差值 $\Delta D = d - D$, 就是用水平面代替水准面对距离所产生的误差, 由图 1-13 可以看出:

1954 北京
1980 西安

$$\Delta D = d - D = R \cdot \operatorname{tg} \theta - R \cdot \theta = R (\operatorname{tg} \theta - \theta) \quad (1-4)$$

根据三角函数的级数公式

$$\operatorname{tg} \theta = \theta + \frac{1}{3} \theta^3 + \frac{5}{12} \theta^5 + \dots$$

由于 θ 很小，只取前两项代入 (1-4) 式得

$$\Delta D = R \left(\theta + \frac{1}{3} \theta^3 - \theta \right) = \frac{1}{3} R \theta^3$$

因为 $\theta = D/R$ ，故

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2}, \quad \text{或} \quad \frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1-5)$$

以 $R = 6\,371\text{km}$ 和不同的 D 值代入 (1-5) 式计算得出表 1-1 中的结果。

由表 1-1 看出，当距离为 10km 时，用水平面代替水准面产生的距离误差为 $1/1\,200\,000$ ，而目前最精密的距离丈量，其相对误差约为 $1/1\,000\,000$ ，因此得出结论，对距离而言，在半径为 10km 的圆面积内，可用水平面代替水准面。

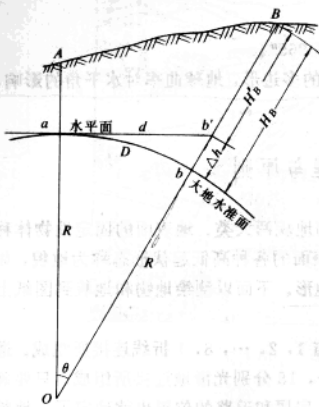


图 1-13

二、对高程的影响

如图 1-13 所示，地面点相对于大地水准面的高程为 H_b ，相对于水平面的高程为 H'_b ，两高程之差 Δh ，就是用水准面代替水准面对高程所产生的影响，由图 1-13 可以看出：

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + d^2$$

$$2R \cdot \Delta h + \Delta h^2 = d^2$$

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

前面已证明，地面两点投影在水平面上的长度与投影在大地水准面上的长度差异很小，因此，可以用 D 来代替 d ，同时 Δh 与地球平均半径 R 比较，亦可忽略不计，这样上式可写成

$$\Delta h = D^2 / (2R) \quad (1-6)$$

以 $R = 6\,371\text{km}$ 和不同的 D 值代入 (1-6) 式得出表 1-2 的结果。

表 1-2 水平面代替水准面的高程误差

D (m)	10	20	50	70	100	200	500	1 000	2 000
Δh (mm)	0.007	0.03	0.2	0.38	0.78	3.14	19.6	78.5	313.92

由表 1-2 可以看出，地球曲率对高程的影响是比较大的，因此，即使距离较短，也应顾及地球曲率对高程的影响。

三、对水平角的影响

由球面三角学得知，同一个空间多边形在球面上投影的内角和较其在平面上投影的内角

和大一个球面角超 ϵ 值, 其公式如下:

$$\epsilon = A \cdot \rho'' / R^2$$

式中 A 为球面多边形面积; R 为地球半径; $\rho'' = 206\,265''$ 。

当 $A = 100\text{km}^2$ 时, $\epsilon = 0.51''$ 。故面积为 100km^2 内的多边形, 地球曲率对水平角的影响, 可以忽略不计。

§ 1-4 测量工作过程与原则

地球表面复杂多样的形体, 归纳起来可分为地物和地貌两大类。地表面的固定性物体称为地物, 如居民地、建筑物、道路、江河、森林等。地表面的各种高低起伏形态称为地貌, 如山地、丘陵、高原、平原、盆地等。地物与地貌合称地形。下面以测绘地物和地貌到图纸上为例, 介绍测量工作的过程与原则。

如图 1-14 所示, 房屋的平面位置, 是由房屋的角点 1, 2, ..., 8, 1 折线连接所组成。道路的平面位置, 由转向点 9, 10, ..., 13 和 14, 15, ..., 18 分别光滑地连接所组成。只要确定了房屋角点和道路转向点的平面位置和高程, 那么, 房屋和道路的位置也就确定了。地貌虽然起伏变化复杂, 但仍然是由许多方向变化点和坡度变化点组成, 只要确定了方向变化点和坡度变化点的平面位置和高程, 那么, 地貌的形状和大小也就确定了。上述描绘地物、地貌特征的点称为特征点。地物、地貌的形状和大小由它们的特征点的平面位置和高程来确定, 特征点亦称碎部点。测绘地形图时, 主要是测定碎部点的平面位置和高程。

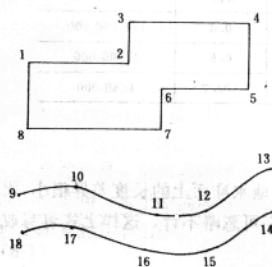


图 1-14

确定碎部点的位置也需测量三个基本要素。由于测量工作中不可避免地存在着一定的误差, 如果以一个地物点测定另一个地物, 则测量误差将会逐点传递, 逐渐积累, 最后将导致图形变形, 达不到应有的准确度。为了避免误差的积累, 必须先在测区内选择若干具有控制意义的点, 如图 1-15 中的 1, 2, ..., 6 点, 这些点称为控制点。以较精确的方法测定控制点的平面位置和高程的工作, 称为控制测量。控制点测定之后, 一方面可以控制误差的积累与传播, 另一方面可以分组同时在不同的控制点上进行碎部测量, 以缩短成图周期。这种“从整体到局部”, “先控制后碎部”的方法是组织测量工作的一个原则。从上述过程中可以看出, 当控制点的相对位置产生错误时, 那么, 以控制点为依据测定的

碎部点位置也会有错误, 再以此数据绘制的地形图同样有错误。因此, 测量工作必须重视“前一步工作未作检核, 不进行下一步工作”这一组织测量工作的另一个原则, 确保每一步观测成果的正确性。此外, 当测区面积较大, 仅做一级控制还不能满足测图要求时, 应按“由高级到低级”的原则, 逐级布设控制点。

测量工作的组织原则, 测定工作必须遵循, 测设工作同样也必须遵循。如图 1-15 所示, 欲将图上设计好的建筑物 P 、 Q 、 R 的位置测设于地面, 作为施工的依据, 也应先进行控制测量, 然后根据控制点 1 和 6 进行测设。

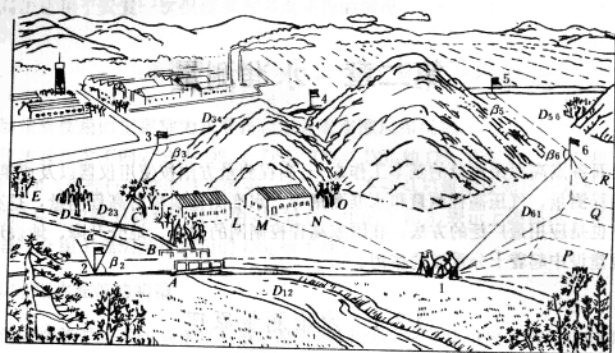


图 1-15

思考题与习题

1. 测量学研究的是什么?

2. 测定与测设有何区别?

3. 何谓水准面、大地水准面? 它们在测量工作中有何用途?

4. 测量工作中所采用的平面直角坐标系与数学上的平面直角坐标系有哪些不同?

5. 高斯平面直角坐标系是怎样建立的?

6. 已知 $H_A = 36.789\text{m}$, $H_B = 42.694\text{m}$, 求 h_{AB} .

7. 已知 $H_A = 36.789\text{m}$, $h_{AC} = -3.467\text{m}$, 求 H_C .

8. 用水面代替水准面对距离和高程的影响如何? 在什么情况下容许用水面代替水准面?

9. 确定地面点位的基本要素是哪些?

10. 测量工作的组织原则是什么?

11. 已知武汉某点的经度为东经 $114^\circ 28'$, 试求它所在的 6° 带和 3° 带带号及其中央子午线的经度。

3. 自由静止的水平面为水准面。

假想自由静止的海平面扩展延伸而形成的闭合曲面, 叫大地水准面。

作用: 野外测量工作中作为基准面。

$$6.4 \quad h_{AB} = H_B - H_A = 42.694 - 36.789 = +5.905\text{m}$$

$$7.3 \quad H_C = H_A + h_{AC} = 36.789 - 3.467 = 33.322\text{m}$$

10. ① 先高级, 后低级

② 先整体, 后局部

③ 先控制, 后碎部

$$6^\circ \text{带} \quad 114^\circ 28' = 19 \times 6^\circ + 28'$$

$$20^\circ \text{带带号} \quad 20 \times 6^\circ - 3^\circ = 117^\circ$$

$$3^\circ \text{带} \quad 114^\circ 28' = 38 \times 3^\circ + 1^\circ 30' + 28'$$

第二章 水准测量

测定地面各点高程是测量的基本工作之一。高程测量方法按使用仪器以及成果精度不同,分为三角高程测量、气压高程测量和水准测量等。水准测量属精密高程测量,是高程测量中最主要的、也是应用最广泛的方法。在国家高程控制网的建立、地壳升降、地表形态研究以及各种工程建设中起着十分重要的作用。

§ 2-1 水准测量原理

水准测量的实质是测定地面两点间的高差,然后通过已知点的高程,求出未知点的高程。如图 2-1 所示, A 为已知点,其高程为 H_A ; B 为未知点,其高程 H_B 待求。欲测定 A 、 B 两点间的高差 h_{AB} ,可在 A 、 B 两点之间安置一台能提供一条水平视线的仪器,如水准仪;并在 A 、 B 两点上竖立标尺,如水准尺;再根据水平视线在 A 点尺上的读数 a ,在 B 点尺上的读数 b ,便可求得 A 、 B 两点间的高差 h_{AB} :

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

水准测量由 A 点向 B 点方向前进时,称 A 点尺上读数为后视读数, B 点尺上读数为前视读数。当 $a > b$ 时,高差为正值,则 B 点高于 A 点;当 $a < b$ 时,高差为负值,则 B 点低于 A 点。

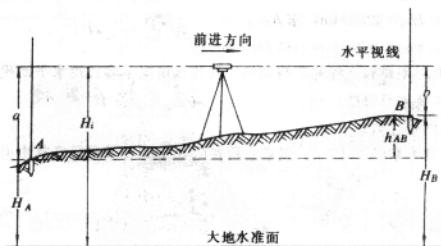


图 2-1

根据 A 点高程 H_A 和 A 至 B 点高差 h_{AB} ,可算出 B 点高程 H_B :

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

顾及后视读数 a ,可算出视线高程 H_i :

$$H_i = H_A + a$$

B 点高程也可由视线高程求得,即

$$H_B = H_i - b$$

直接利用高差 h_{AB} 计算 B 点高程,称为高差法;利用视线高程 H_i 计算 B 点高程,称为仪