

994175

全国高等专科学校城镇建设试点专业系列教材

工程测量

河北工程技术高等专科学校 付铁链 主编

中国水利水电出版社

全国高等专科学校城镇建设试点专业系列教材

工 程 测 量

河北工程技术高等专科学校

付铁链 主 编

王勇智 副主编

马连滨

杨天恩 主 审

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书共十二章,第一章至第五章介绍测量学的基本理论、基本知识和常用测量仪器的构造、使用及检校。第六章至第八章介绍大比例尺地形图的测绘、阅读和应用。第九章至第十二章介绍测设的基本工作,市政工程、给水排水工程及工业与民用建筑工程测量。

本书可作为市政工程专业、城市建筑专业、给水排水工程专业、工业与民用建筑工程专业的教材,也可供上述各专业工程技术人员和测绘人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量/付铁链主编. —北京:中国水利水电出版社, 1998.3

全国高等专科学校城镇建设试点专业系列教材
ISBN 7-80124-658-6

I. 工… I. 付… III. 工程测量-高等学校:专业学校-教材 IV. TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03752 号

书 名	全国高等专科学校城镇建设试点专业系列教材 工 程 测 量
作 者	付铁链 主编
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京市通州燕山印刷厂
印 刷	北京市地质矿产局印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 260 千字
版 次	1998 年 4 月第一版 1998 年 4 月北京第一次印刷
印 数	0001—3200 册
定 价	21.00 元

序

为了进一步推进高等工程专科教育、教学改革和建设,探索高等工程技术应用性人才培养的专科教学模式,国家教育委员会已在全国普通高等工程专科教育各类院校中遴选了100余个工程专科专业,进行“小范围、大幅度”的专业教学改革试点。我校的城镇建设专业(市政工程专业方向)是国家教委批准确认的第三批高工专教学改革试点专业。为了办出专科特色,加大教学体系与教学内容的改革,构筑突出专业技术应用能力的培养的知识能力结构,我们组织本校一些具有较丰富教学经验和较高专业水平的教师,并邀请有关兄弟院校教师及工程技术单位的工程师参加,编写了这套系列教材。内容包括《建筑材料》、《工程力学》、《工程测量》、《水力学》、《土力学与地基基础》、《钢筋混凝土与砌体结构》、《电工与电气设备》、《水泵与水泵站》、《建设监理概论》、《道路工程》、《桥梁工程》、《给水工程》、《排水工程》、《水处理工程》、《城市规划》、《市政工程施工组织管理与概预算》、《环境保护概论》、《工程经济学》、《系统工程》和《专业英语》。以供本校及有关院校同类或相近的专科专业教学试用。

本系列教材在编写过程中,力求妥善处理学科知识的系统性、完整性和专业实践技能培养的关系,努力贯彻体现专科教材理论知识“必需、够用”为度的原则,着力突出专业技术应用能力的培养,力图实现城镇建设专业(市政工程专业方向)教学改革试点方案所要求的课程体系与教学内容的改革,使其具有专科教材针对性和实用性强的特色。努力做到基本概念与基本理论的阐述清晰、突出重点和讲究实用,基本技能与基本方法的训练得体、突出应用和讲究实际,并能充分反映近年来新技术、新工艺、新成就。

本系列教材除作为高等工程专科学校城镇建设专业教材外,也可供其他相近专业和有关专业工程技术人员参考。但愿这一套系列教材能为城镇建设专业深化改革和加强教材建设提供有益的尝试,也希冀能对其他相近专业的改革的探索有所裨益。

限于编者的水平,这套教材难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

河北工程技术高等专科学校

教材建设委员会

1997年10月

EA-4/66

前 言

本教材是根据普通高等工程专科城镇建设专业（市政工程专业方向）教学改革试点方案教材建设规划和学校教材建设委员会审定通过的《工程测量》教学大纲与编写大纲要求而编写的。

根据专科学校的培养目标和教学特点，本着针对性、实用性强，突出专业技术应用能力培养的原则，《工程测量》以讲述普通测量学的基本概念、基本理论与基本操作技能为主要内容。在内容上除注意本学科必要的系统性外，还简要介绍了电子经纬仪、光电测距仪和数字求积仪等先进仪器的使用方法。

本教材第一、四、五、八、九章由付铁链编写，第二、三、十二章由王勇智编写，第六、七章由马连滨编写，第十、十一章由田建国编写。全书由付铁链任主编，王勇智、马连滨任副主编，杨天恩副教授主审。

在本教材的编写过程中参考并引用了有关院校编写的教材，编者在此一并致谢。

限于时间仓促和编者的水平，书中的缺点和不妥之处敬请各校师生及其他读者给予指正。

编 者

1997年9月

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务及其在工程建设中的作用	1
第二节 地面点位置的确定	1
第三节 测量的基本工作	6
第四节 测量工作的基本原则	8
复习题	8
第二章 水准测量	9
第一节 水准测量原理	9
第二节 水准测量的仪器和工具	10
第三节 水准测量的施测方法	14
第四节 四等水准测量实施	18
第五节 水准测量成果计算	20
第六节 微倾式水准仪的检验与校正	22
第七节 水准测量误差及注意事项	25
第八节 精密水准仪和自动安平水准仪	26
复习题	28
第三章 角度测量	30
第一节 水平角测量原理	30
第二节 光学经纬仪	30
第三节 水平角观测	34
第四节 竖直角观测	38
第五节 经纬仪的检验与校正	41
第六节 角度测量误差及注意事项	45
复习题	46
第四章 距离测量与直线定向	48
第一节 钢尺量距的一般方法	48
第二节 钢尺量距的精密方法	51
第三节 视距测量	53
第四节 光电测距	55
第五节 直线定向	57

复习题	60
第五章 测量误差的基本知识	61
第一节 测量误差的来源及其分类	61
第二节 观测值的算术平均值	63
第三节 评定精度的标准	65
第四节 误差传播定律	68
复习题	72
第六章 小地区控制测量	73
第一节 控制测量概述	73
第二节 导线测量	74
第三节 小三角测量	79
第四节 交会定点	87
第五节 高程控制测量	88
复习题	89
第七章 大比例尺地形图的测绘	91
第一节 地形图的比例尺	91
第二节 地形图符号	94
第三节 测图前的准备工作	97
第四节 确定碎部点平面位置的方法	99
第五节 经纬仪测绘法	100
第六节 大平板仪测图	104
第七节 地形图的拼接、检查和整饰	106
复习题	107
第八章 地形图的阅读与应用	108
第一节 概述	108
第二节 地形图的分幅与编号	108
第三节 地形图应用的基本内容	112
第四节 地形图在工程规划设计中的应用	113
第五节 面积量算	115
复习题	118
第九章 测设的基本工作	119
第一节 已知长度和已知角度的测设	119
第二节 高程测设	121
第三节 点的平面位置的测设	123
第四节 曲线的测设	125
复习题	136
第十章 道路工程测量	137

第一节 初测阶段的测量工作	137
第二节 定测阶段的测量工作	139
第三节 路基土方量的计算	147
第四节 道路施工测量	148
第五节 桥梁施工测量	152
复习题	154
第十一章 给、排水工程测量	155
第一节 概述	155
第二节 管道施工测量	155
第三节 顶管施工测量	158
复习题	160
第十二章 工业与民用建筑中的施工测量	162
第一节 建筑场地上的施工控制测量	162
第二节 民用建筑中的施工测量	166
第三节 厂房柱列轴线测设和柱基施工测量	174
第四节 工业厂房构件的安装测量	175
复习题	178
参考文献	179

第一章 绪 论

第一节 测量学的任务及其在工程建设中的作用

测量学是研究如何测定地面点的平面位置和高程,将地球表面的地物、地貌及其他信息绘制成图,以及确定地球形状和大小的科学;它是为人们了解自然和改造自然服务的。随着社会的进步和科学的发展,其应用愈来愈广泛,要求愈来愈高。

测量学按其研究的对象和应用范围,可分为以下几门学科:

普通测量学——研究地球表面小区域内测绘的基本理论、技术、方法和应用的学科。

大地测量学——研究整个地球的形状和大小,解决大区域控制测量和地球重力场问题的学科。

工程测量学——研究工程建设在规划、设计、施工和管理各阶段进行的各种测量工作的理论和方法的学科。

摄影测量学——研究如何利用摄影像片来测定地球表面的形状和大小的学科。

制图学——研究如何利用测量所得资料投影编绘和制作成图的理论、工艺技术和应用的学科。

工程测量的任务一般说来包括测绘和测设两部分。测绘是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或将某一特定地区的地球表面地形缩绘成地形图,供科学研究、工程规划、设计使用。测设是指把图纸上规划、设计好的建(构)筑物的位置和形状在实地上标定出来,作为施工的依据。

测量学在各种工程建设中有着广泛的应用。例如:在勘测设计阶段,要测绘多种比例尺的地形图,供选择厂址、道路和管道线路之用;供总平面设计和竖向设计之用。在施工阶段,要将设计的建(构)筑物的平面位置和高程测设于实地,以便进行施工。施工结束后,还要进行竣工测量,施测竣工图供验收、维修、扩建和改建之用。由此可见,在工程建设的各个阶段,都需要进行测量工作。因此,测量工作常被人们称为建设的尖兵。作为工程技术人员,必须掌握测量学的基本知识,能够测绘小区域的大比例尺地形图,能阅读和应用地形图;能掌握建筑工程的一般施工测量方法。

第二节 地面点位置的确定

测量工作的实质是确定地面点的位置。确定地面点位置要了解地球的形状和大小,并知道地面点在地球表面上的表示方法。

一、地球的形状和大小

地球表面是不规则的,有高山、丘陵、盆地、平原、海洋等。其中最高的珠穆朗玛峰高达8848.13m,最低的马里亚纳海沟深达11022m。尽管有这样大的高低起伏,但相对于地球

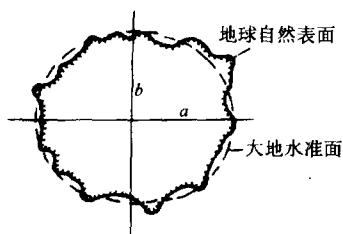


图 1-1

庞大的体积来说仍可忽略不计。地球表面海洋面积约占 71%，陆地面积仅占 29%。因此，人们把地球总的形状看作是被海水包围的形体，即设想有一个静止的水面，向陆地延伸而形成一一个封闭的曲面，这个静止的水面称为水准面。水准面的特性是它处处与铅垂线成正交，符合这一特性的水准面有无数个，其中通过平均海水面的一个称为大地水准面，如图 1-1 所示。大地水准面所包围的形体称为大地体。

由于地球内部质量分布不均匀，所以大地水准面实际上是一个有微小起伏的不规则曲面。经过长期的测量实践研究证明，大地体与一个以椭圆的短轴为旋转轴的旋转椭圆体的形状十分近似，如图 1-2 所示。所以选用一个规则的、并能用数学式表示的椭圆体来代替地球总的形状，称为参考椭球体。

地球的形状和大小，通常是以其长半轴 a 、短半轴 b 、扁率 α 来表示。

我国自 1980 年起采用 1979 年国际大地测量与地球物理联合会第十七次全体会议“第 7 号决议”推荐的椭球元素，其值为

$$\text{长半轴 } a = 6378137\text{m}$$

$$\text{短半轴 } b = 6356752\text{m}$$

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.257}$$

由于地球的扁率很小，在测区比较小时，可以将地球看作圆球体，其半径为

$$R = \frac{1}{3}(a + a + b) = 6371\text{km}$$

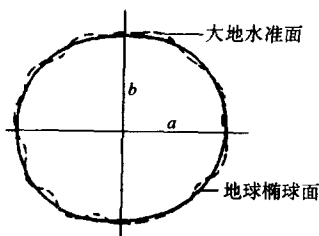


图 1-2

二、地面点位置的确定

地面点的位置是由该点在椭球面上的位置或投影在水平面上的平面位置(坐标)及该点到大地水准面的铅垂距离(高程)来确定的。

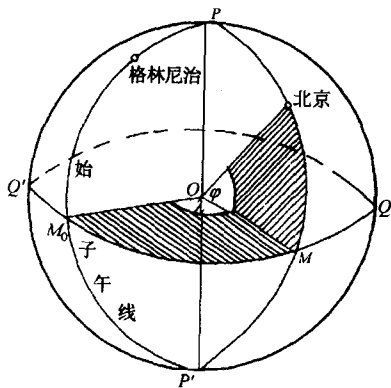


图 1-3

(一)地面点的坐标

1. 地理坐标

地理坐标是用经度(λ)和纬度(φ)表示地面点的位置。图 1-3 中， O 为地心， PP' 为地球旋转轴，简称地轴，通过地轴的平面称为子午面(如图 1-3 中的平面 PMP')，子午面与地球表面的交线称为子午线(经线)。过地心 O 垂直于地轴的平面称为赤道面(图 1-3 中 $Q'MO$)，赤道面与地球表面的交线称为赤道。确定地面点的地理坐标，以赤道面和通过英国格林尼治天文台的子午面(起始子午面也称首子午面)作为基准面。

地面上任意一点的经度 λ , 即为通过该点的子午面与起始子午面的夹角。以起始子午线为基准, 向东从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为东经, 向西从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为西经。

地面上任意一点的纬度 φ , 即为通过该点的铅垂线与赤道面的交角。以赤道为基准, 向北从 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为北纬, 向南从 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为南纬。例如北京某点的地理坐标为东经 $116^\circ 28'$, 北纬 $39^\circ 54'$ 。

2. 高斯平面直角坐标

地理坐标是球面坐标, 计算、绘图较为复杂。在工程规划、设计、施工中使用的大比例尺地形图, 常采用高斯平面直角坐标来确定地面点的平面位置。

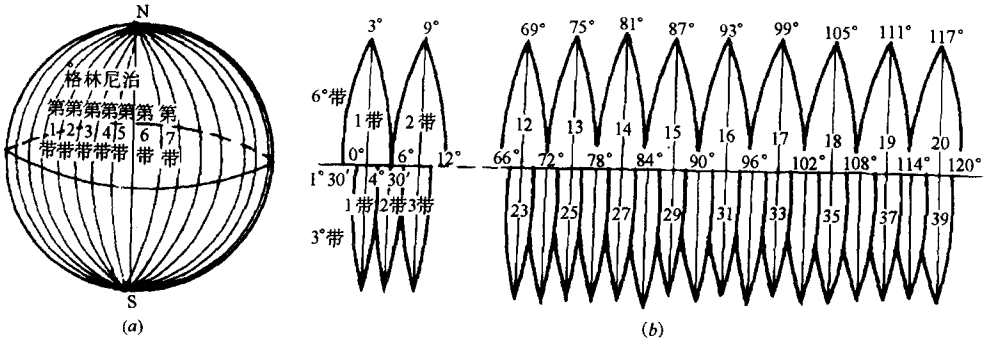


图 1-4

高斯投影的方法是将地球划分成 60 个带, 然后将每带投影到平面上, 如图 1-4 所示。投影带是从起始子午线起, 自西向东每隔经度 6° 分为一带, 称为 6° 带。带号从起始子午线开始, 用阿拉伯数字 1、2、...、60 表示。位于各带中央的子午线称为该带的中央子午线, 每带中央子午线的经度顺序为 $3^\circ、9^\circ、15^\circ、\dots$, 任意带的中央子午线的经度 λ_0 可按下式计算

$$\lambda_0 = 6N - 3 \quad (1-1)$$

式中: N 为投影带的号数。

将每个 6° 带沿边界切开, 展成平面, 以中央子午线为 x 轴, 向北为正, 向南为负, 赤道为 y 轴, 向东为正, 向西为负, 两轴的交点为坐标原点, 就组成了高斯平面直角坐标系, 如图 1-5 所示。我国位于北半球, x 坐标均为正号, y 坐标有正有负。为了避免横坐标出现负值, 故将每带的坐标原点向西移 500km, 这样每一带的所有各点的横坐标值均为正值。在图 1-5(a) 中, 设 $y_A = +37680.1\text{m}$, $y_B = -64240.5\text{m}$, 移动原点则 $y_A = 500000 + 37680.1 = 537680.1\text{m}$, $y_B = 500000 - 64240.5 = 435759.5\text{m}$, 如图 1-5(b) 所示。为了表明点子位于哪一带内, 在横坐标前加上带号, 如 A 点位于第 20 投影带, 则其横坐标值 $y_A = 20537680.1\text{m}$ 。这种加 500km 再加带号的坐标称为国家统一坐标, 其横坐标值称为坐标的通用值。

根据高斯投影的性质, 中央子午线的长度保持不变,

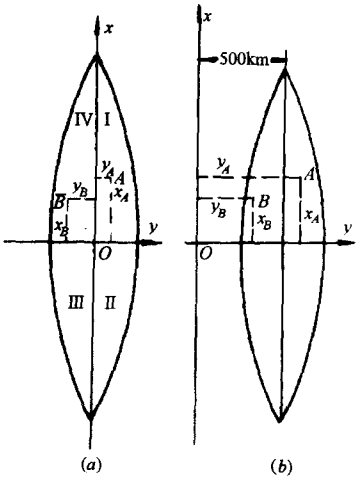


图 1-5

其余子午线长度大于投影前的长度,离开中央子午线愈远变形愈大,北纬 20° , 6° 带的边缘处,长度变形的相对误差为 $1/820$,这仅能满足 $1:25000$ 或更小比例尺测图的精度要求,而对于 $1:10000$ 或更大比例尺的测图是不能容许的。为此可采用 3° 分带投影法,限制长度的变形。

3° 带是在 6° 带的基础上划分的。它的宽度为 6° 带的一半, 6° 带的中央子午线及其两边界线都是 3° 带的中央子午线。

3° 带中央子午线的经度顺序为 3° 、 6° 、 9° 、……,任意带的中央子午线的经度 λ'_0 。可按下式计算

$$\lambda'_0 = 3N' \quad (1-2)$$

式中: N' 为 3° 带的号数。

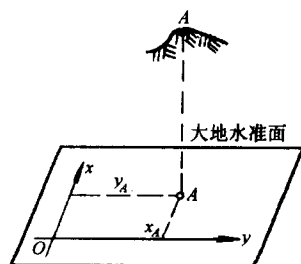


图 1-6

为了避免横坐标出现负值, 3° 带的坐标原点同 6° 带一样向西移 500km ,但 y 值前面的带号不同。上例 A 点位于 6° 带第 20 带,其中央子午线经度为 117° ,位于 3° 带带号 $N' = \frac{117^{\circ}}{3} = 39$ 。因此 y 坐标值前要加“ 39 ”。

3. 独立平面直角坐标

当测区范围较小时,可把该地区的球面当作平面看待,将地面点直接沿铅垂线投影在水平面上,用平面直角坐标表示点位,如图 1-6 所示。

测量上选用的平面直角坐标系,规定南北方向为 x 轴,与 x 轴相垂直的东西方向为 y 轴,交点为原点。自原点起, x 轴指北为正,指南为负; y 轴指东为正,指西为负。象限按顺时针方向编号,如图 1-7 所示。为使坐标不出现负值,通常把坐标原点选在测区的西南角。由于坐标系是本测区自己假定的、且不与国家坐标相联,故称为独立平面直角坐标系。

测量上使用的平面直角坐标系与数学上常用的坐标系不同,其坐标轴互换,象限顺序相反。这是因为测量上取南北方向为标准方向,直线的方向均以纵坐标轴北端顺时针方向量度,这样的坐标系既不改变数学公式,又便于测量中方向及坐标的计算。

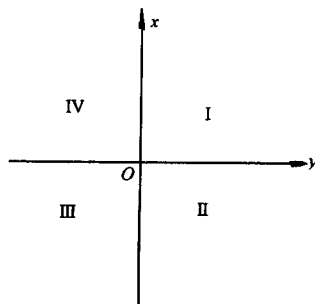


图 1-7

(二) 地面点的高程

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或海拔,简称高程,用 H 表示。如图 1-8 所示,地面点 A 、 B 的绝对高程分别为 H_A 、 H_B 。

为了统一全国的高程系统,我国采用与黄海平均海面相吻合的大地水准面作为全国高程系统的基准面,该面上的绝对高程为零。目前我国采用“1985 年国家高程基准”,即用青岛验潮站 1953~1979 年验潮资料推算的黄海平均海面作为高程基准面。

2. 假定高程

当个别地区引用绝对高程有困难时可采用假定高程系统,即以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,称为该点的假定高程或相对高程,如图 1-8 中的 H_A' 、 H_B' 。

3. 高差

地面上两点之间的高程之差称为高差,用 h 表示。A、B 两点间的高差为

$$h_{AB} = H_B - H_A \quad (1-3)$$

三、用水平面代替水准面的限度

如前述,当测区范围较小时,可以把该地区的球面当作平面看待。那么多大范围能用平面代替水准面,并能满足用图的精度要求呢?这就必须讨论用水平面代替水准面时,对距离测量,高程测量的影响,明确可以代替的范围或必要时应加的改正。

1. 对距离的影响

如图 1-9 所示,设地面上 A、B 两点,沿铅垂线方向投影到大地水准面上得到 A'、B'。现在,用过 A' 点与大地水准面相切的平面来代替大地水准面,则 B 点在水平面上的投影为 C。高 AC 的长度为 t , A'B' 的弧长为 S ,则两者之差即为用水平面代替水准面所引起的距离误差,用 ΔS 表示。

则

$$\begin{aligned} \Delta S &= t - S = R \tan \theta - R\theta \\ &= R(\tan \theta - \theta) \end{aligned} \quad (1-4)$$

将 $\tan \theta$ 用级数展开

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

因为 θ 很小,所以只取前两项代入式(1-4)

得

$$\Delta S = \frac{1}{3}R\theta^3$$

又因

$$\theta = \frac{S}{R}$$

所以

$$\Delta S = \frac{1}{3} \frac{S^3}{R^2}$$

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{3} \left(\frac{S}{R} \right)^2 \quad (1-5)$$

$$\text{当 } S=10\text{km 时, } \frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{1217700};$$

$$\text{当 } S=20\text{km 时, } \frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{304400};$$

$$\text{当 } S=50\text{km 时, } \frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{48710};$$

$$\text{当 } S=100\text{km 时, } \frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{12000}^\circ$$

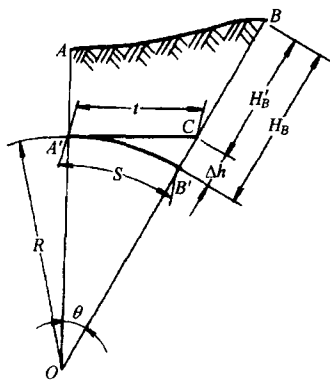


图 1-9

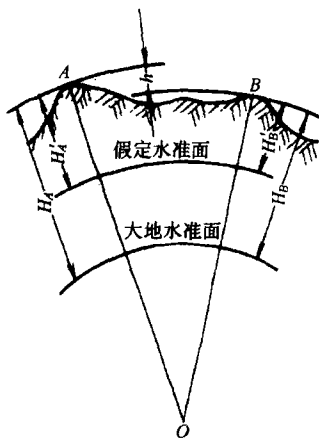


图 1-8

由以上数据可知,当水平距离为 10km 时,以水平面代替水准面所产生的距离相对误差为 1/1217700,现在最精密的距离丈量时的允许误差为其长度的 1/100 万。因此,可得出结论:在半径为 10km 的圆面积内进行长度的测量工作时,可以把水准面当作水平面。

2. 对高程的影响

如图 1-9 所示,地面点 B 的绝对高程为 H_B ,当用水平面代替大地水准面时,则 B 点的高程为 H_B' ,其差值即为用水平面代替大地水准面所产生的高程误差,用 Δh 表示,可得

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

$$\Delta h = \frac{t^2}{2R + \Delta h} \quad (1-6)$$

前已证明, t 和 S 相差很小,可取 $t \approx S$;同时 Δh 比地球半径 R 小得可略去不计,故上式可写成

$$\Delta h = \frac{S^2}{2R} \quad (1-7)$$

当 $S=0.5\text{km}$ 时, $\Delta h=0.020\text{m}$;

当 $S=1.0\text{km}$ 时, $\Delta h=0.078\text{m}$;

当 $S=2.0\text{km}$ 时, $\Delta h=0.314\text{m}$ 。

由以上数据表明:地球曲率的影响对高程而言,即使在较短的距离内,也应考虑它的影响。

第三节 测量的基本工作

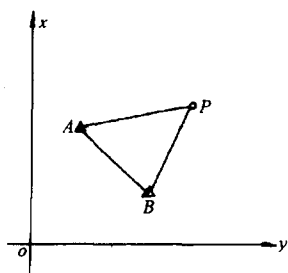


图 1-10

地面点位置的确定,是用坐标和高程来确定的。但地面点的坐标和高程一般并非直接测量,而是间接测定的。首先在测区内或测区附近要有已知坐标和高程的点(没有可假定一点),然后测出这些点与待定点之间的几何关系,经过计算就可得到待定点的坐标和高程,从而确定地面点的位置。

如图 1-10 所示,设 A, B 点坐标已知,欲确定 P 点的坐标。在 $\triangle ABP$ 中,除 AB 边外,只要测出一条边一个角、两个角度或两条边,就可以推算出 P 点的坐标。

由此可见,测定点的坐标主要工作是量边长和测角度。

应该注意的是,为了推算地面点的平面直角坐标,要量测的是它们投影到水平面上以后,投影点之间所组成的角度和边长,即水平角度和水平距离,而不是地面点之间所组成的角度和距离。

如图 1-11 所示,设 A 为已知高程的点, P 为待定高程的点。这时只要测出 AP 之间的高差 h_{AP} ,即可算出 P 点高程 $H_P = H_A + h_{AP}$ 。所以,测定高程的主要工作是测量两点

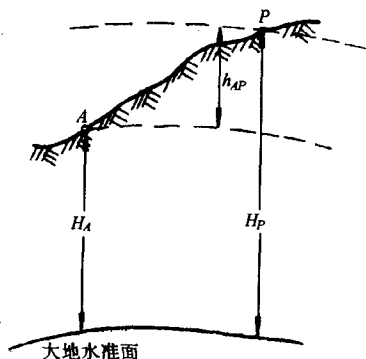
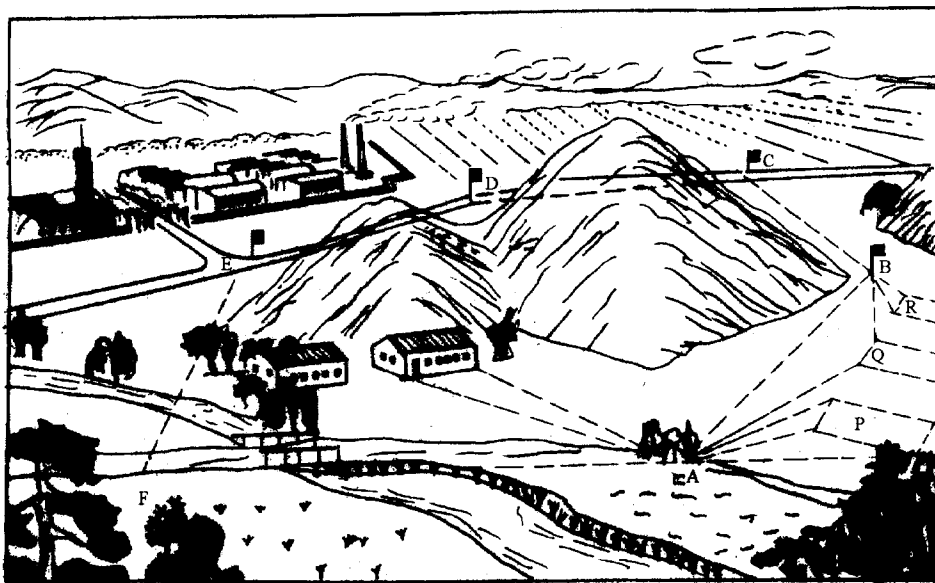
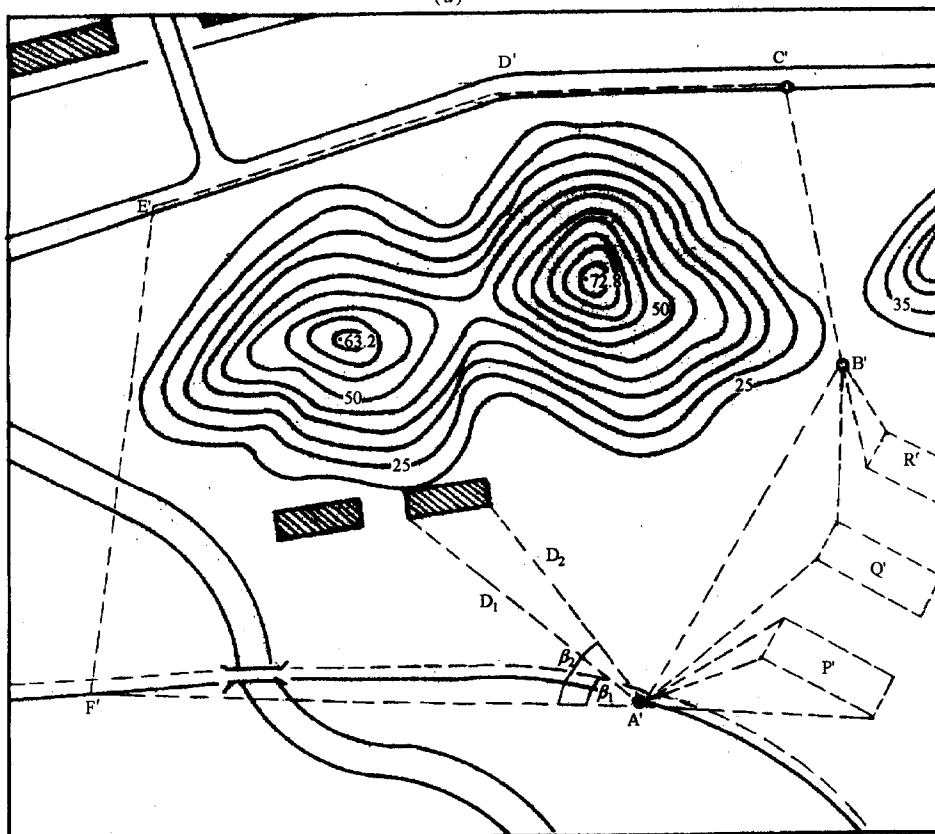


图 1-11



(a)



(b)

图 1-12

之间的高差。

综上所述,水平距离、水平角和高差是确定地面点位关系的基本元素,距离测量、角度测量和高程测量是测量的三项基本工作。

第四节 测量工作的基本原则

如图 1-12 所示,要进行地形图的测绘,要测定许多碎部点(地物、地貌的特征点)的平面位置和高程,再按比例尺和特定的表示方法缩绘在图纸上而获得地形图。如果测区较小,只要在测区内选择一点,安置仪器(这一点称为测站),用方框罗针标定北方向,通过距离、水平角和高程测量,测定它周围地形特征点的位置和高程,参照实地地形描绘出地形图。如果测区较大,则可根据第一个测站,通过距离、水平角和高程等测量工作测定第二测站的位置,这样一个测站接着一个测站地进行下去,在每个测站上,测定其周围的地形,从而把测区内的全部地形测完。但是由于测站上测量距离、水平角和高程都会产生一系列的测量误差,并且其误差将会逐点传递,逐渐积累,最后,将导致误差积累与图形变形达到不能容许的程度。因此,为了减少测量误差的积累和缩短成图周期,测量工作和其他工作一样,必须事先有一个全盘计划,先抓整体,而后解决局部问题,即必须遵循“先整体后局部”、“先控制后碎部”的原则来组织实施测量工作。

因此,进行地形测量时,首先在测区范围内选定若干能起控制作用的点(这些点称为控制点)组成控制网,如图 1-12 中的 A、B、C、D、E、F 等点,组成了一个闭合多边形。通过精密的距离测量、水平角测量、高程测量,按照图形的几何条件,进行某些必要的计算,精确地求出这些点的平面位置和高程,并展绘在图纸上;然后以这些点为测站,测定其周围碎部点与控制点之间的基本几何元素,并按图解法缩绘于图纸上而成地形图。前者测定控制点位置的工作称为控制测量,后者测绘地形的工作称为碎部测量。

上述“从整体到局部”、“先控制后碎部”的工作原则,是测量工作的基本原则。无论是地形图测绘还是测设工作,都必须遵守这一基本原则。

复 习 题

1. 测量学的任务是什么?它在工程建筑中有什么作用?
2. 测绘与测设有什么区别?
3. 什么叫水准面、大地水准面?
4. 用水平面代替水准面对高程和距离各有什么影响?
5. 测量的基本工作是什么?
6. 测量工作的基本原则是什么?

第二章 水准测量

测量地面上各点高程的工作,称为高程测量。按所用仪器和原理的不同,高程测量分为水准测量、三角高程测量和气压高程测量。水准测量是高程测量中最基本的和精度较高的一种方法,在国家高程控制测量和工程测量中被广泛采用。本章中主要介绍水准测量。

第一节 水准测量原理

如图 2-1 所示,若 A 点的高程为已知,欲求待定点 B 的高程,应首先测出 A 、 B 两点之间的高差 h_{AB} ,于是 B 点的高程则可表示为

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (2-1)$$

在图 2-1 中,欲测定 A 、 B 两点之间的高差,可在 A 、 B 两点上分别竖立有刻划的标尺——水准尺;并在 A 、 B 两点之间安置一台能提供水平视线的仪器——水准仪。根据仪器的水平视线在 A 点标尺上读数,设为 a ;在 B 点标尺上读数,设为 b ;则 A 、 B 两点之间的高差为

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

如图 2-1 中箭头所示,若水准测量是由 A 到 B 方向进行的,故习惯上把 A 点称为后视点, a 为后视读数; B 点称为前视点, b 为前视读数;安置仪器的地方称为测站。因此,也可以说一个测站的高差,就等于本站的后视读数减去前视读数。

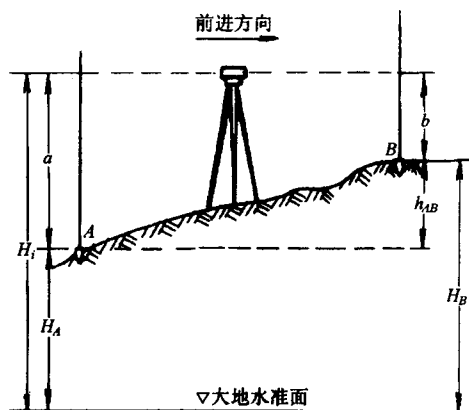


图 2-1

高差 h_{AB} 本身可正、可负。由式(2-2)知,当 $a > b$ 时 h_{AB} 为正,这时 B 点高于 A 点,即沿着前进方向为上坡;当 $a < b$ 时, h_{AB} 为负,则 B 点低于 A 点,即为下坡。为了避免计算中发生符号上的错误,在书写高差 h_{AB} 时,必须注意 h 的下标小字与 h 的符号的对应关系,不得省略下标小字和正负符号,更不能写错。

根据式(2-1), B 点的高程为

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

这样直接利用高差求高程,称为高差法。也可以利用仪器的视线高程 H_i 计算 B 点的高程为

$$\left. \begin{aligned} H_i &= H_A + a \\ H_B &= H_i - b \end{aligned} \right\} \quad (2-3)$$

称为视线高法。当安置一次仪器,要求出多个点的高程时,视线高法比高差法简便。