

测量学

熊春宝 岳树信 编著



天津大学出版社

测 量 学

熊春宝 主编
岳树信

天津大学出版社

内 容 提 要

本书共分三篇十二章:第一章,(绪论)介绍测量学的任务、作用及测量的基本工作;第一篇(二~五章),为测量学的基本知识,包括水准测量、角度测量、距离测量和测量误差等基本知识;第二篇(六~八章),为地形图的测绘与应用,包括控制测量、地形图的测绘与应用;第三篇(九~十二章),为专业测量工作,可根据不同专业的需要选用,它包括测设的基本工作、建筑与水利工程中的施工测量、线路测量、地籍与房产测量等。同时还介绍了电子经纬仪、激光铅直仪、电子求积仪、电子速测仪的构造使用及其他新技术。

本书内容精练、要点突出、适用专业面广,可作为高等学校非测量专业的测量课教材,也可供测量、土建、水利、交通、农业等技术人员参考使用。

测 量 学

熊春宝 编著
岳树信

*

天津大学出版社出版

(天津大学内)

邮编:300072

河北省永清县第一胶印厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:16.25 字数:406千

1996年8月第一版 1996年8月第一次印刷

印数:1—6000

ISBN 7-5618-0895-X

TU·92 定价:16.00元

前 言

本书由天津大学、河北工业大学、河北农业大学、山东建工学院和天津城建学院等院校的测量教研室联合编写。适用于建筑学、建筑工程、城市规划、城镇建设、水利工程、交通土建工程、给水排水工程、环境工程、土地规划与利用、房地产管理等专业使用。全书共分三篇十二章,除介绍了测量学的基本知识、基本理论,测量仪器的构造和使用,控制测量,地形图的测绘和应用外,为满足不同专业选学的需要,在专业测量工作部分,还介绍了工业与民用建筑工程、水利工程和线路工程中的测量工作,以及地籍与房产测量等知识。同时,在有关章节中还介绍了电子经纬仪、电子速测仪、激光铅直仪和电子求积仪等新仪器和新技术。对测量误差的分析与计算从概率和数理统计的角度做了较透彻地阐述。为满足教学需要,每章之后附有习题。

本书由熊春宝、岳树信主编,赵德熊、王大鹏为副主编。执笔人是熊春宝(第一、七章)、杨敏(第二章)、高永泉(第三章)、周乐皆(第四章)、邓融(第五、八章)、王大鹏(第六、八章)、岳树信(第九、十章)、潘延玲(第十一章)、赵德熊(第十二章)。张可霞担任主审。全书插图由郭传镇绘制。

由于编者水平有限,时间仓促,书中可能存在不少缺点和错误,谨请读者批评指正。

编者

1996年5月

目 录

第一章 绪论.....	(1)
1-1 测量学的任务及其作用.....	(1)
1-2 测量工作的基准面.....	(1)
1-3 地面点位的表示方法.....	(3)
1-4 用水平面作基准面的限度.....	(6)
1-5 测量的基本工作与原则.....	(7)
第一篇 基本测量工作与测量误差	
第二章 水准测量	(10)
2-1 水准测量原理	(10)
2-2 水准测量的仪器与工具	(11)
2-3 水准测量的实施	(15)
2-4 水准仪的检验与校正	(20)
2-5 水准测量的误差及注意事项	(23)
2-6 自动安平水准仪	(25)
2-7 精密水准仪	(26)
第三章 角度测量	(28)
3-1 角度测量原理	(28)
3-2 DJ ₆ 光学经纬仪	(29)
3-3 经纬仪的基本操作	(33)
3-4 水平角观测	(35)
3-5 竖直角观测	(37)
3-6 DJ ₆ 经纬仪的检验与校正	(40)
3-7 角度观测的误差及注意事项	(46)
3-8 DJ ₂ 经纬仪及电子经纬仪	(48)
第四章 距离测量与直线定向	(53)
4-1 钢尺量距的一般方法	(53)
4-2 钢尺量距的精密方法	(56)
4-3 钢尺量距的误差及注意事项	(60)
4-4 视距测量	(61)
4-5 电磁波测距	(64)
4-6 直线定向	(67)
第五章 测量误差的基本知识	(72)
5-1 测量误差概述	(72)
5-2 衡量精度的指标	(74)
5-3 误差传播定律	(78)

5-4	等精度直接平差	(81)
5-5	非等精度直接平差	(84)

第二篇 地形图的测绘与应用

第六章	小地区控制测量	(89)
6-1	概述	(89)
6-2	导线测量	(92)
6-3	小三角测量	(105)
6-4	交会定点	(112)
6-5	三、四等水准测量	(113)
6-6	三角高程测量	(116)
第七章	碎部测量	(121)
7-1	地形图的基本知识	(121)
7-2	碎部测量前的准备工作	(132)
7-3	碎部测量的方法	(133)
7-4	地形图的绘制	(136)
7-5	水下地形测绘	(138)
7-6	全站仪自动测图简介	(142)
7-7	摄影测量的基本知识	(143)
第八章	地形图的应用	(148)
8-1	地形图的识读	(148)
8-2	地形图应用的基本内容	(149)
8-3	按限制坡度线选定最短路线	(151)
8-4	按一定的方向绘制纵断面图	(152)
8-5	确定汇水面积的边界线	(152)
8-6	面积量算	(153)
8-7	场地平整的土方量估算	(157)

第三篇 专业测量工作

第九章	测设的基本工作	(162)
9-1	水平距离、水平角和高程的测设	(162)
9-2	点的平面位置的测设	(165)
9-3	已知坡度直线的测设	(167)
第十章	建筑与水利工程中的施工测量	(169)
10-1	概述	(169)
10-2	建筑场地上的施工控制测量	(170)
10-3	民用建筑施工测量	(173)
10-4	高层建筑施工测量	(176)

10-5	工业厂房施工测量	(178)
10-6	土坝施工测量	(182)
10-7	建筑物的变形观测	(187)
10-8	竣工测量	(193)
第十一章	线路测量.....	(195)
11-1	概述	(195)
11-2	线路中线测量	(195)
11-3	圆曲线测设	(201)
11-4	缓和曲线测设	(207)
11-5	线路纵横断面测量	(211)
11-6	线路施工测量	(217)
第十二章	地籍与房产测量.....	(224)
12-1	拨地测量	(224)
12-2	地籍调查概述与权属调查	(229)
12-3	地籍测量的特点与地籍控制测量	(231)
12-4	地籍碎部测量	(233)
12-5	土地面积量算	(239)
12-6	变更地籍测量	(240)
12-7	房产调查	(242)
12-8	房产图测绘	(244)
12-9	房产面积量算与房产变更测量	(249)

第一章 绪 论

1—1 测量学的任务及其作用

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地面点位的科学。它的内容包括两个部分,即测定和测设。测定是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或把地球表面的地形缩绘成地形图,供经济建设、规划设计、科学研究和国防建设使用。测设是指把图纸上规划设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上标定出来,作为施工的依据。

测量学按照研究范围和对象的不同,可分为如下几个分支学科:

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

普通测量学:不顾及地球曲率的影响,研究小范围地球表面形状的测绘工作的学科。

摄影测量学:研究利用摄影或遥感的手段来测物体的形状、大小和空间位置的学科。

海洋测量学:研究以海洋和陆地水域为对象所进行的测量和制图工作的学科。

工程测量学:研究工程建设在设计、施工和管理阶段时的各种测量工作的学科。

本教材主要介绍普通测量学及部分工程测量学的内容。

测量工作对于国家的经济建设和国防建设具有非常重要的作用。在经济建设中,例如,土地规划与管理、房地产管理需要用到地形图,另外,港口、水电站、铁路、公路、桥梁的建造,隧道的开挖,城市规划、给水排水、煤气管道等市政工程的建设,工业厂房和民用建筑的建造等等。在它们的设计阶段要测绘各种比例尺的地形图,供结构物的平面及竖向设计之用;在施工阶段,要将设计的结构物的平面位置和高程在实地标定出来,作为施工的依据;待工程完工后,还要测绘竣工图,供日后扩建、改建和维修之用;对某些重要的建筑物在建成以后需要进行变形观测;以保证建筑物的安全使用。在国防建设中,军事测量和军用地图是现代大规模的诸兵种协同作战不可缺少的重要工具。至于远程导弹、空间武器、人造卫星或航天器的发射,要保证它精确入轨,随时校正轨道和命中目标,除了应测出发射点和目标点的精确坐标、方位、距离外,还必须掌握地球形状、大小的精确数据和有关地域的重力场资料。

1—2 测量工作的基准面

一、大地水准面

测量工作是在地球表面进行的,而地球自然表面很不规则,有高山、丘陵、平原和海洋等(见图1—1a)。其中最高的珠穆朗玛峰高出海水面达8848.13m,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,相对于地球半径6371km来说还是很小的。又由于海洋约占整个地球表面的71%,因此人们习惯上把海水面所包围的地球形体看作地球的形

状。

静止的水面称为水准面,水准面是受地球重力影响而形成的,是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。与水准面相切的平面称为水平面。由于水面可高可低,因此水准面有无数多个,我们将其中与平均静止的海水面吻合并向大陆、岛屿内延伸而形成的闭合曲面,称为大地水准面(如图 1—1(a))。大地水准面是测量工作的基准面,由大地水准面所包围的地球形体,称为大地体。另外,我们将重力的方向线称为铅垂线,铅垂线是测量工作的基准线。

由于海水面受潮汐和风浪的影响,是个动态的曲面,平均静止的海水面实际在大自然中是不存在的。为此,我国在青岛设立验潮站,长期观察和记录黄海海水面的高低变化,取其平均值作为我国的大地水准面的位置(其高程为零),并在青岛建立了水准原点。目前,我国采用“1985 国家高程基准”为基准,青岛水准原点的高程为 72.260m,全国各地的高程都以它为基准进行测算。

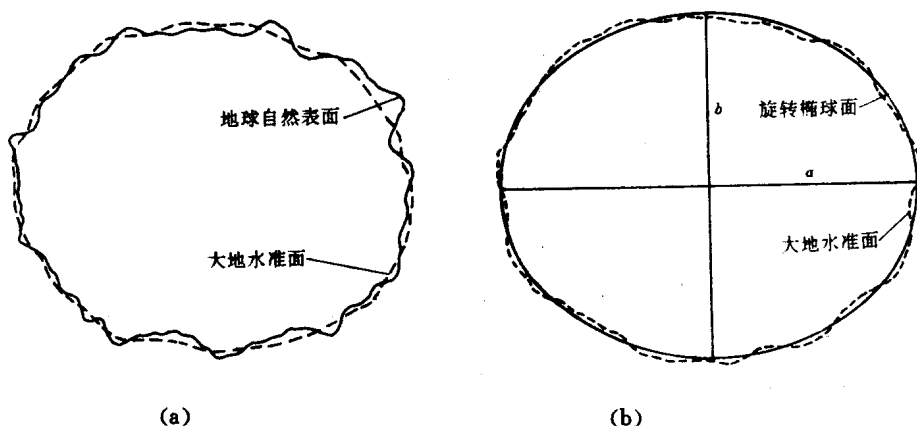


图 1-1

二、旋转椭球面

用大地体表示地球的形体是比较恰当的,但是由于地球内部质量分布不均匀,引起局部重力异常,导致铅垂线的方向产生不规则的变化,使得大地水准面上也有微小的起伏(如图 1-1(b) 所示),成为一个复杂的曲面,因此无法在这个复杂的曲面上进行测量数据的处理。为了测量计算工作的方便,通常用一个非常接近于大地水准面,并可用数学式表示的纯几何形体来代替地球的形状作为测量计算工作的基准面。这一几何形体称为地球椭球,它是由一个椭圆绕其短轴旋转而成,故地球椭球又称为旋转椭球(见图 1-1(b))。这样,测量工作的基准面为大地水准面,而测量计算工作的基准面为旋转椭球面。

旋转椭球的形状和大小可由其长半径 a (或短半径 b) 和扁率 α 来表示。我国的旋转椭球目前采用的参数值为: $a = 6378140\text{m}$, $\alpha = \frac{a-b}{a} = 1 : 298.257$, 并选择陕西泾阳县永乐镇某点为大地原点,进行了大地定位。由此而建立起来的全国统一坐标系,也就是目前使用的“1980 年国家大地坐标系”。

由于旋转椭球的扁率很小,因此当测区范围不大时,可近似地把旋转椭球作为圆球,其

半径为 6371km。

1 — 3 地面点位的表示方法

测量工作的基本任务是确定地面点的位置。确定地面点的空间位置,通常需用三个量,即该点的二维球面坐标或投影到平面上的二维平面坐标,以及该点到大地水准面的铅垂距离,也就是确定地面点的经纬度和高程。

一、地面点的坐标

地面点的坐标,根据实际情况,可选用下列三种坐标系统中的一种来确定。

1. 地理坐标

地面点在球面上的位置是用经纬度表示的,称为地理坐标。地理坐标又按坐标所依据的基准线和基准面的不同以及求坐标方法的不同,可分为天文坐标和大地坐标两种。

(1) 天文坐标

天文坐标又称天文地理坐标,是表示地面点在大地水准面上的位置,用天文经度 λ 和天文纬度 φ 表示。

如图 1—2 所示,NS 为地球的自转轴(或称地轴)。N 为北极,S 为南极。过地面任一点与地轴 NS 所组成的平面称为该点的子午面,子午面与球面的交线称为子午线(或称经线)。F 点的天文经度 λ ,是过 F 点的子午面 NFKSO 与首子午面 NGMSO(即通过英国格林尼治天文台的子午面)所成的夹角。它自首子午线向东或向西自 0° 起算至 180° ,在首子午线以东者为东经,以西者为西经。同一子午线上各点的经度相同。

垂直于地轴的平面与球面的交线称为纬线,垂直于地轴的平面并通过球心 O 与球面相交的纬线称为赤道。经过 F 点的铅垂线和赤道平面的夹角,称为 F 点的纬度,常以 φ 表示。由于地球是椭球体,所以地面点的铅垂线不一定经过地球中心。纬度从赤道向北或向南自 0° 起算至 90° ,分别称为北纬或南纬。

(2) 大地坐标

大地坐标又称大地地理坐标,是表示地面点在旋转椭球面上的位置,用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。F 点的大地经度 L ,就是包含 F 点的子午面和首子午面所夹的两面角;F 点的大地纬度 B ,就是过 F 点的法线(与旋转椭球面垂直的线)与赤道面的交角。

天文经纬度是用天文测量的方法直接测定的,而大地经纬度是根据按大地测量所得的数据推算而得的。地面上一点的天文坐标和大地坐标之所以不同,是因为各自依据的基准面和基准线不同,前者依据的是大地水准面和铅垂线,后者是旋转椭球面和法线。

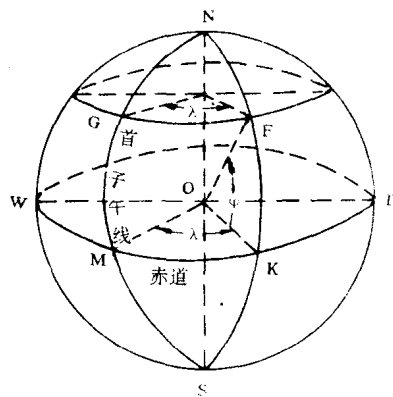


图 1—2

2. 独立平面直角坐标

大地水准面虽然是曲面,但当测量区域(如半径不大于 10km 的范围)较小时,可以用测区中心点 a 的切平面来代替曲面(图 1-3)。地面点在切平面上的投影位置就可以用平面直角坐标来确定。测量工作中采用的平面直角坐标如图 1-4 所示。规定南北方向为纵轴,并记为 X 轴, X 轴向北为正,向南为负;以东西为横轴,并记为 Y 轴, Y 轴向东为正,向西为负。地面上某点 P 的位置可用 X_P 和 Y_P 表示。平面直角坐标系中象限按顺时针方向编号。 X 轴与 Y 轴和数学上规定的互换,其目的是为了定向方便(测量上习惯以北方向为起始方向),且将数学上的公式直接照搬到测量的计算工作中,不需作任何变更。原点 O 一般选在测区的西南角(见图 1-3),使测区内各点的坐标均为正值。

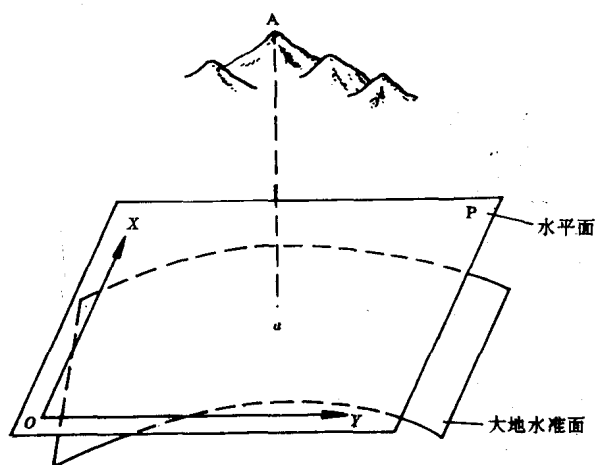


图 1-3

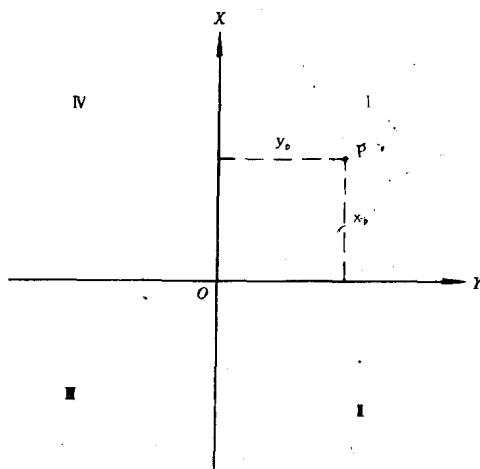


图 1-4

3. 高斯平面直角坐标

当测区范围较大时,就不能把水准面当作水平面,但把旋转椭球面上的图形展绘到平面图纸上来,又必将产生变形,因此必须采用适当的方法使其变形减小。测量工作中通常采用高斯投影法。

高斯投影法是将地球划分成若干带,然后将每带投影到平面上。如图 1-5,投影带是从首子午线起,每经差 6° 划一带(称为六度带),自西向东将整个地球划分成经差相等的 60 个带,各带从首子午线起自西向东编号,用数字 1、2、3...60 表示。位于各带中央的子午线,称为该带中央子午线。第一个六度带的中央子午线的经度为 3° ,任意带的中央子午线经度 L_0 可按下式计算:

$$L_0 = 6N - 3 \quad (1-1)$$

式中 N 表示投影带的号数。

高斯投影法按上述方法划分投影带后,即可进行投影。如图 1-6(a) 所示,设想用一个平面卷成一个空心圆柱,把它横着套在旋转椭球外面,使圆柱的中心轴线位于赤道面内并且通过球心,并使旋转椭球上某六度带的中央子午线与圆柱面相切。在椭球面上的图形与圆柱面上的图形保持等角的条件下,将整个六度带投影到圆柱面上。然后将圆柱沿

着通过南北极的母线切开并展成平面,便得到六度带在平面上的影像(图 1-6(b))。中央子午线经投影展开后是一条直线,以此直线作为纵轴,即 X 轴;赤道是一条与中央子午线相垂直的直线,将它作为横轴,即 Y 轴;两直线的交点作为原点,则组成了高斯平面直角坐标系。将投影后具有高斯平面直角坐标系的六度带一个个拼接起来,便得到图 1-7 所示的图形。

我国位于北半球, X 坐标均为正值,而 Y 坐标值有正有负。为避免横坐标 Y 出现负值,故规定把坐标纵轴向西平移 500km。另外,为了根据横坐标能确定该点位于哪一个六度带内,还规定在横坐标值前冠以带号,例如: $Y_A = 20225760m$,表示 A 点位于第 20 带内,其真正的横坐标值

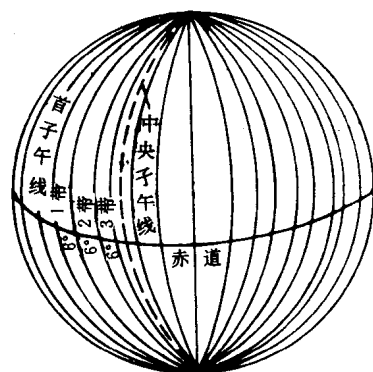


图 1-5

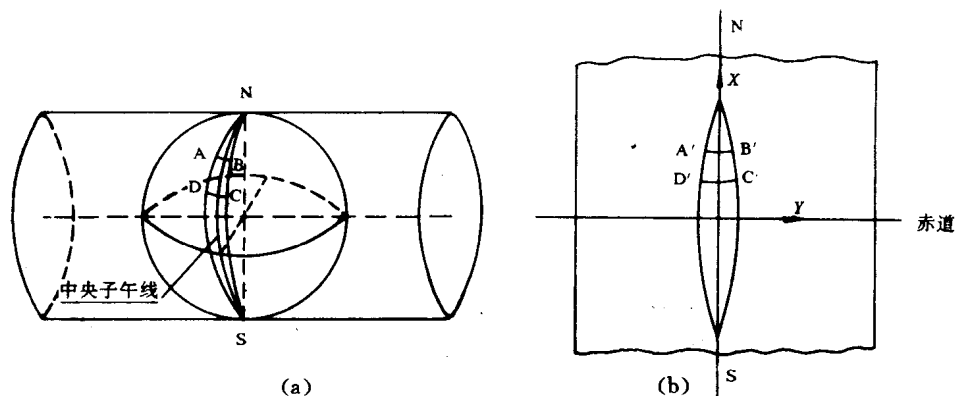


图 1-6

为: $-274240m$ 。

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。当测绘大比例尺图要求投影变形更小时,可采用三度分带投影法。它是从东经 $1^\circ 30'$ 起,自西向东每经差 3° 划分一带,将整个地球划分为 120 个带,每带中央子午线的经度 L_0' 可按下列式计算:

$$L_0' = 3n \quad (1-2)$$

式中 n 表示三度带的号数。

二、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或称海拔,如图 1-8 所示, H_A 和 H_C 即为 A 点和 C 点的绝对高程。

当个别地区引用绝对高程有困难时,可采用假定高程系统,即采用任意假定的水准面作为起算高程的基准面。图 1-8 中地面点到假定水准面的铅垂距离,称为假定高程,如 H_A' 和 H_C' 。

两个地面点之间的高程差称为高差。地面点 A 与 C 之间的高差 h_{AC} 为：

$$h_{AC} = H_C - H_A = H_C' - H_A'$$

由此可见两点间的高差与高程起算面无关。

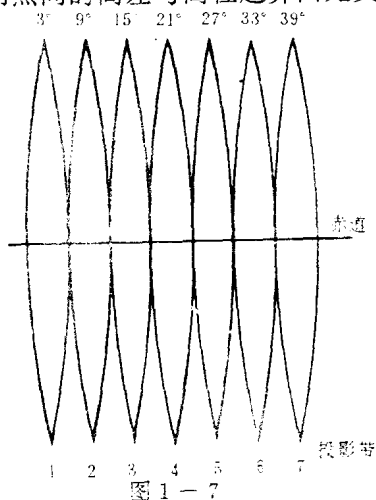


图 1-7

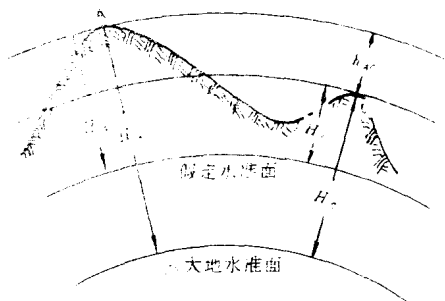


图 1-8

1-4 用水平面作基准面的限度

由 1-2 节可知,测量工作的基准面是大地水准面,大地水准面是一个曲面。从理论上讲,将极小部分的水准面当作平面也是要产生变形的,但是由于测量和绘图也都含有不可避免的误差,因此如果将一块水准面当作平面看待,其产生的误差不超过测量和绘图的误差,那么这样做是可以的,而且也是合理的。下面来讨论以水平面代替水准面对距离和高程的影响,以便限制水平面作为基准面时的范围。

一、对距离的影响

如图 1-9, A、B、C 是地面点,它们在大地水准面上的投影点是 a 、 b 、 c ,用该区域中心点的切平面代替大地水准面后,地面点在水平面上的投影点是 a' 、 b' 、 c' ,现分析由此而产生的影响。设 A、B 两点水准面上的距离为 D ,在水平面上的距离为 D' ,两者之差 ΔD ,即是用水平面代替水准面所引起的距离差异。在推导公式时,近似地将大地水准面视为半径为 R 的球面,则有:

$$\Delta D = D' - D = R(\operatorname{tg}\theta - \theta) \quad (1-3)$$

将 $\operatorname{tg}\theta$ 展开成级数: $\operatorname{tg}\theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{2}{15}\theta^5 + \dots$,因 θ 角很小,因此只取其前两项代入式(1-3)中,得:

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

又因 $\theta = \frac{D}{R}$,故:

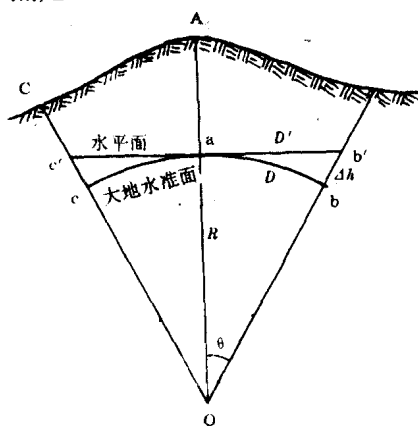


图 1-9

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1-4)$$

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

在上两式中,取地球半径 $R = 6371\text{km}$,当距离 D 取不同的值时,则得到不同的 ΔD 和 $\frac{\Delta D}{D}$,其结果列入表 1-1 中。

从表 1-1 可以看出,当 $D = 10\text{km}$ 时,所产生的相对误差为 $1:1200000$,这样小的误差,对精密量距来说也是允许的。因此,在 10km 为半径的圆面积之内进行距离测量时,可以把水准面当作水平面看待,即可不考虑地球曲率对距离的影响。

表 1-1

$D(\text{km})$	$\Delta D(\text{cm})$	$\Delta D/D$
10	0.8	$1:1200000$
20	6.6	$1:300000$
50	102.6	$1:49000$
100	821.2	$1:12000$

二、对高程的影响

在图 1-9 中,地面点 B 的高程应是铅垂距离 bB ,如果用水平面作基准面,则 B 点的高程为 $b'B$,两者之差 Δh ,即为对高程的影响,从图中可得:

$$\Delta h = bB - b'B = Ob' - Ob = R\sec\theta - R = R(\sec\theta - 1) \quad (1-6)$$

将 $\sec\theta$ 展开成级数: $\sec\theta = 1 + \frac{\theta^2}{2} + \frac{5}{24}\theta^4 + \dots$,因 θ 角很小,因此只取其前两项代入式(1-6),又因 $\theta = \frac{D}{R}$,则得:

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

取 $R = 6371\text{km}$,用不同的距离 D 代入(1-7)式,便得到表 1-2 所列的结果。

表 1-2

$D(\text{km})$	0.2	0.5	1	2	3	4	5
$\Delta h(\text{cm})$	0.31	2	8	31	71	125	196

从表 1-2 可以看出,用水平面作基准面对高程的影响是很大的,例如距离为 200m 时就有 0.31cm 的高程误差,这是不能允许的。因此,就高程测量而言,即使距离很短,也应用水准面作为测量的基准面,即应顾及地球曲率对高程的影响。

1-5 测量的基本工作与原则

地球表面的各种形态(或简称为地形),可分为地物和地貌两大类,地面上固定性物体称为地物,如河流、湖泊、道路和房屋等,地面上高低起伏形态称为地貌,如山岭、谷地和陡崖

等。下面以地物和地貌测绘到图纸上为例，介绍测量工作的原则和程序。

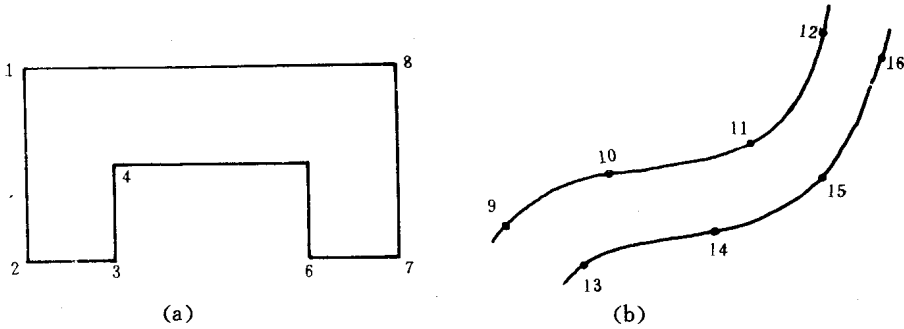


图 1-10

图 1-10(a) 为一幢房屋。其平面位置由房屋轮廓线的一些折线所组成，如能确定 1~8 各点的平面位置，则这幢房屋的位置就确定了。图 1-10(b) 是一条河流，它的岸边线虽然很不规则，但弯曲部分可看成是折线所组成，只要确定 9~16 各点的平面位置，这条河流的位置也就确定了。至于地貌，其地势起伏变化虽然复杂，但仍可看成是由许多不同方向、不同坡度的平面相交而成的几何体。相邻平面的交线就是方向变化线和坡度变化线。只要确定出这些方向变化线与坡度变化线上转折点的平面位置和高程，地貌的形状和大小的基本情况也就反映出来了。因此，不论地物或地貌，它们的形状和大小都是由一些特征点的位置所决定，这些特征点也称碎部点。测量时，主要就是测定这些碎部点的平面位置和高程。

测定碎部点的位置，其程序通常分为两步：

第一步为控制测量。如图 1-11，先在测区内选择若干具有控制意义的点 1、2、3……，作为控制点。以较精确的仪器和方法测定各控制点之间的距离 D ，各控制边之间的水平夹角 β ，某一条边（如图 1-11 中的 2-3 边）的方位角 α ，设其中点 2 的坐标已知，则可计算出其它控制点的坐标。另外还要测出各控制点之间的高差，设点 2 的高程为已知，则可求出其它控制点的高程。

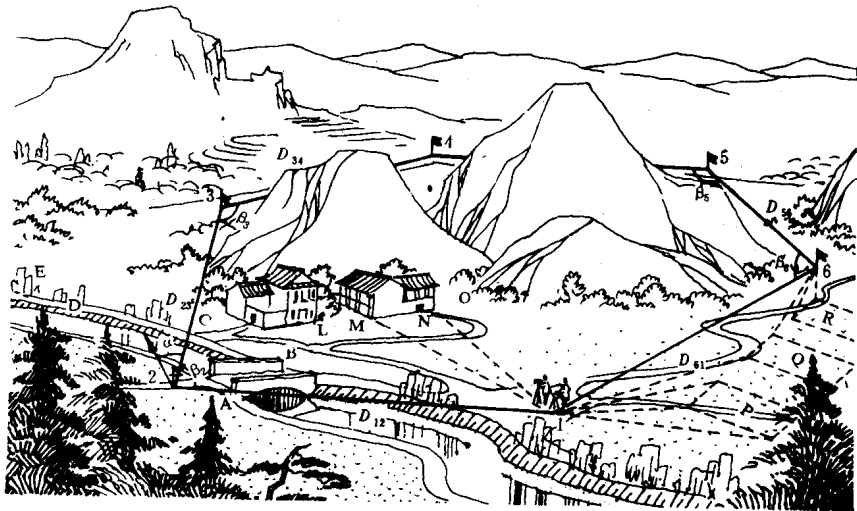


图 1-11

第二步为碎部测量。即根据控制点测定碎部点的位置。例如在控制点 1 上测定其周围碎部点 L、M、N 等,在控制点 2 上测定其周围碎部点 A、B 等的平面位置和高程。这种“从整体到局部”、“先控制后碎部”的方法是组织测量工作应遵循的原则。它的优点是可以减少误差累积,保证测图精度,而且还可以分幅测绘,加快测图进度。

另外从上述可知,当测定控制点的相对位置有错误时,以其为基础所测定的碎部点位也就有错误,而当碎部测量中有错误时,以此资料绘制的地形图也就有错误。由此看来,测量工作必须严格进行检核,前一步测量工作未作检核不能进行下一步测量工作,故“步步有检核”是组织测量工作应遵循的又一个原则。它的优点是可以防止错漏发生,保证测量成果的正确性。

上述测量工作的布局原则和程序,不仅适用于测定工作,也适用于测设工作。如图 1-11 所示,欲将图上设计好的建筑物 P、Q、R 测设于实地,作为施工的依据,须先于实地进行控制测量,然后安置仪器于控制点 1 和 6 上,进行建筑物测设。在测设工作中也要严格进行检核,以防出错。

另外,由上述还可得知,无论控制测量、碎部测量和施工测设,其实质都是确定地面点的位置,而地面位置往往又是通过测量水平角(方向)、距离和高差来确定的。因此,高程测量、水平角测量和距离测量是测量学的基本工作,水平角(方向)、距离和高差是确定地面点位的三个基本要素。

习 题

1. 测量学包括哪两部分内容?二者有何区别?
2. 何谓大地水准面?大地水准面和旋转椭球面的意义及其作用如何?
3. 表示地面点的位置有哪几种坐标系统?各起什么作用?
4. 测量上的平面直角坐标系和数学中的平面直角坐标系有什么区别?为什么要这样规定?
5. 北京的大地经度为 $116^{\circ}23'$,试计算它所在 6° 带和 3° 带的带号,以及其中央子午线的经度。
6. 用水平面代替水准面作为基准面,对距离和高程有何影响?
7. 测量工作的两个原则及其作用是什么?
8. 确定地面点位的三项基本测量工作是什么?

第一篇 基本测量工作与测量误差

第二章 水准测量

高程是确定地面点位的要素之一,测定地面点高程的工作称为高程测量。高程测量根据所使用的仪器和施测方法的不同,可分为水准测量、三角高程测量和物理高程测量。其中,以水准测量精度最高也最为常用,为本书介绍的主要内容。物理高程测量,即气压高程测量因精度较低,一般测量中很少使用,故本书不予介绍。

2-1 水准测量原理

水准测量是利用水准仪提供的水平视线,借助水准尺的刻划,测出地面两点间的高差,然后根据高差由已知点推算出未知点的高程。

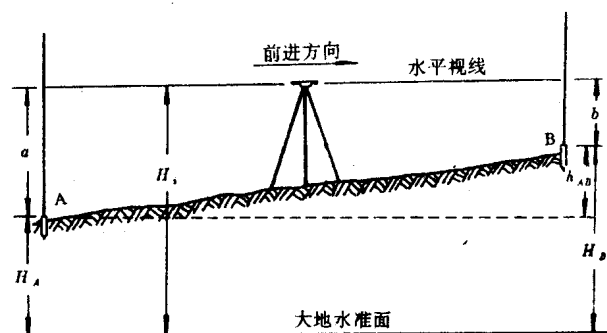


图 2-1

如图 2-1,为了测定 A、B 两点间的高差 h_{AB} ,可在 A、B 两点上分别竖立水准尺,并在 A、B 两点之间安置水准仪。利用水平视线,在 A 点的尺上读出读数 a ,在 B 点的尺上读出读数 b 。由图中的几何关系可知,A、B 两点的高差:

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

如果水准测量是由 A 到 B 的方向进行的,则 A 称为后视点,B 称为前视点, a 为后视读数, b 为前视读数。故式 (2-1) 又可表示为:

$$\text{高差} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$$

当 $a > b$ 时,高差为正,说明前视点高于后视点。反之,当 $a < b$ 时,则高差为负,说明前视点低于后视点。

若已知 A 点高程为 H_A ,则 B 点的高程:

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