

高等职业教育建设工程类“十三五”规划教材

建筑工程测量

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

杨丹丹 主编



河南大学出版社
HENAN UNIVERSITY PRESS

高等职业教育建设工程类“十三五”规划教材 关学增·总主编

建筑工程测量

主 编 杨丹丹

副主编 武均艳 毋利娜 林新昊 刘小尚



河南大学出版社
HENAN UNIVERSITY PRESS

· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/杨丹丹主编. —郑州:河南大学出版社,2016.8
ISBN 978-7-5649-2518-5

I. ①建… II. ①杨… III. ①建筑测量 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 200569 号

责任编辑:董庆超

责任校对:胡凤杰

封面设计:郭 灿

出 版 河南大学出版社

地址:郑州市郑东新区商务外环中华大厦 2401 号

邮编:450046

电话:0371-86059701(营销部)

网址:www.hupress.com

排 版 郑州市今日文教印制有限公司

印 刷 新乡市凤泉印务有限公司

版 次 2016 年 8 月第 1 版

印 次 2016 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 10.25

字 数 243 千字

定 价 26.00 元

(本书如有印装质量问题,请与河南大学出版社营销部联系调换)

前 言

“建筑工程测量”是建设工程类专业必修的专业技术基础课程。工程测量技术是工程建设的主要导向技术,是土木工程技术人员从事工程建设技术工作的基本技术,学习并掌握“建筑工程测量”课程的基本理论和技术是建设工程技术人员从事现代工程建设的基本条件。“建筑工程测量”课程的基本任务是:提供比较完善的测量学科基本理论和技术原理,提供适应性比较强、内容比较先进的工程测量理论和技术方法,使学生通过学习熟练掌握测量基本理论和技术原理及具体的实操方法。

本教材专为高等职业技术教育而编写,在编写过程中,我们力求体现高职高专教育的特点,力求满足高职高专教育培养技术应用型人才的要求,力求内容精练、突出应用、加强实践,旨在培养工程生产第一线的技术型、实践型、应用型人才。教材内容以“必需、够用”为原则,注重知识的实用性和培养学生分析问题、解决问题的能力。

本书由郑州城市职业学院杨丹丹担任主编,由郑州城市职业学院武均艳、毋利娜、林新昊、刘小尚担任副主编。其中,杨丹丹编写了第1章、第10章,武均艳编写了第3章、第7章,毋利娜编写了第8章、第9章,林新昊编写了第2章、第5章,刘小尚编写了第4章、第6章。全书由杨丹丹统稿。

在本书编写过程中,作者收集了大量的资料,借鉴了同类优秀教材的相关内容。由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请使用教材的师生、读者批评指正。

编 者
2016年6月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 初识建筑工程测量	(1)
1.2 地球的形状和大小	(2)
1.3 如何确定地面点位	(4)
1.4 测量工作的原则和程序	(9)
第 2 章 水准测量	(11)
2.1 水准测量原理	(12)
2.2 水准测量的仪器和工具	(13)
2.3 水准仪的使用	(16)
2.4 普通水准测量	(18)
2.5 水准仪的检验与校正	(21)
2.6 水准测量的误差分析	(24)
2.7 自动安平水准仪和电子水准仪简介	(26)
第 3 章 角度测量	(29)
3.1 角度测量的原理及光学经纬仪	(29)
3.2 水平角观测	(38)
3.3 竖直角观测	(42)
3.4 光学经纬仪的检验与校正	(45)
第 4 章 距离测量与直线定向	(49)
4.1 概述	(49)
4.2 钢尺量距	(50)
4.3 视距测量	(55)
4.4 全站仪简介	(57)
4.5 直线定向	(62)
4.6 坐标方位角的概念及推算	(65)
第 5 章 测量误差的基本知识	(69)
5.1 测量误差概述	(70)
5.2 衡量精度的指标	(73)
5.3 误差传播定律及其应用	(75)

第 6 章 小地区控制测量	(77)
6.1 控制测量概述	(77)
6.2 导线测量	(81)
6.3 交会定点测量	(89)
6.4 高程控制测量	(92)
第 7 章 大比例尺地形图的测绘	(96)
7.1 地形图的基本知识	(96)
7.2 地形图的测绘	(108)
7.3 地形图的检查与整饰	(114)
第 8 章 地形图的应用	(115)
8.1 地形图应用的基本内容	(115)
8.2 面积量算	(118)
8.3 地形图在工程建设中的应用	(122)
8.4 地形图在平整土地中的应用及土石方估算	(125)
8.5 电子地图应用简介	(128)
第 9 章 施工测量	(132)
9.1 施工测量概述	(132)
9.2 施工测量的基本工作	(134)
9.3 点的平面位置的测设	(138)
9.4 已知坡度的测设	(142)
第 10 章 建筑物变形观测和竣工测量	(144)
10.1 建筑物变形观测	(144)
10.2 建筑物沉降观测	(146)
10.3 建筑物倾斜观测	(149)
10.4 建筑物位移观测	(152)
10.5 建筑物裂缝观测	(153)
10.6 竣工测量	(154)
10.7 竣工总平面图的编绘	(155)
参考文献	(157)

第1章 绪 论

本章概述: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,是人类与大自然作斗争的一种手段。翻开人类历史,在文化最先发达的地区,都有测量工作的史实记载。随着科学技术的进步,工程建设的项目愈来愈多,规模愈来愈大,内容愈来愈复杂,对测量工作的要求也愈来愈高,在测绘科学这个领域内渐渐形成了“建筑工程测量”这门学科。

学习任务:

1. 了解建筑工程测量的目的和任务。
2. 熟悉测量的基本工作、测量工作的基本原则。
3. 了解测量坐标的构建方法。
4. 掌握高斯投影直角坐标系的构建及相关计算。

“建筑工程测量”课程的基本任务是:提供比较完善的测量学科基本理论和技术原理,提供适应性比较强、内容比较先进的工程测量理论和技术方法。通过学习“建筑工程测量”明确测量科学技术在现代土木工程建设中的重要地位,熟练掌握测量基本理论和技术原理,熟练掌握和应用工程测量基本理论和方法。

1.1 初识建筑工程测量

1.1.1 测量学的基本概念

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,确定地球的形状、大小的科学。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,或者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:

(1) 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、地壳变形以及地球重力场变化和问题的学科。

(2) 普通测量学:不考虑地球曲率的影响,研究小范围地球表面形状的测绘工作的学

科。

(3) 摄影测量与遥感学:研究利用摄影或遥感的手段来测定目标物的形状、大小和空间位置,判断其性质和相互关系的理论技术的学科。

(4) 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。

(5) 工程测量学:研究各种工程建设在设计、施工和管理阶段的各种测量工作理论和技术的学科。

1.1.2 建筑工程测量的基本任务

工程测量学按其所服务的工程种类,可分为建筑工程测量、线路测量、桥梁与隧道测量、矿山测量、城市测量、水利工程测量、管线工程测量、高精度工程测量及工程摄影测量等。

建筑工程测量是工程测量学的分支学科,是研究建筑工程在规划设计、施工建设和运营管理阶段所进行的各类测量工作的理论、技术和方法的学科。其主要任务包括以下几个方面:

(1) 规划设计阶段的测量工作,主要是提供地形资料。取得地形资料的方法是,在所建立的控制测量的基础上进行地面测图或航空摄影测量。

(2) 施工兴建阶段的测量工作,主要是按照设计要求在实地准确地标定建筑物各部分的平面位置和高程,作为施工与安装的依据。一般也要求先建立施工控制网,然后根据工程的要求进行各种施工测量工作。

(3) 竣工后的营运管理阶段的测量工作,包括竣工测量以及为监视工程安全状况的变形而进行的观测与维修养护等测量工作。

1.1.3 建筑工程测量人员所应具备的基本技能

(1) 熟悉建筑工程测量相关的基本理论和基本计算方法。

(2) 掌握常规测量仪器及工具的使用方法。

(3) 了解并掌握小地区控制测量内业、外业工作,熟悉大比例尺地形图测绘的基本方法,并熟练掌握地形图应用的方法。

(4) 了解建筑工程施工的一般流程,熟悉建筑工程施工测量的基本理论和方法。

(5) 具备从事一般土建施工的基本岗位素质,熟悉各类工程图纸,具有责任心、团队意识。

1.2 地球的形状和大小

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。其中最高的珠穆朗玛峰海拔 8844.43m,最低的马里亚纳海沟低于海平面达 11034m。

但是,这样的高低起伏,相对于地球半径 6371km 来说还是很小的。此外,海洋约占整个地球表面的 71%,陆地面积约占 29%。因此,人们把海水面所包围的地球形体看作地球的形状。由于地球的自转运动,地球上任一点都要受到离心力和地球引力的双重作用,这两个力的合力称为重力,重力的方向线称铅垂线。

研究表明,地球近似于椭球体,长、短半轴之差约为 21.3km(如图 1-1 所示)。

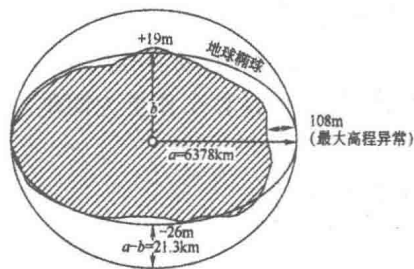


图 1-1 地球形状

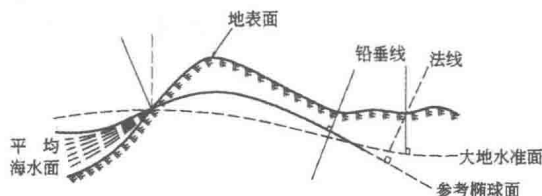


图 1-2 大地水准面

静止的水面称为水准面,它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,并且是一个重力场的等位面。与水准面相切的平面称为水平面。水面可高可低,因此符合上述特点的水准面有无数多个,其中与平均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。大地水准面是测量工作的基准面,水平面和铅垂线是测量工作的基准线,由大地水准面所包围的地球形体,称为大地体。

用大地体表示地球形状是恰当的,但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复杂的曲面,无法在这曲面上进行测量和处理数据。因此设想用一个与大地体非常接近的、能用数学式表述的规则球体即旋转椭球体来代表地球的形状(如图 1-3 所示)。

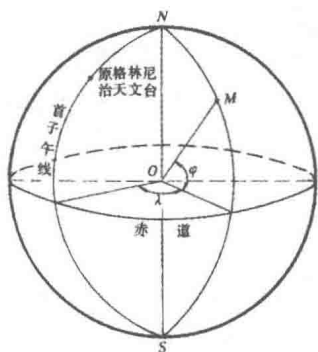


图 1-3 大地水准面与地球旋转椭球体示意图

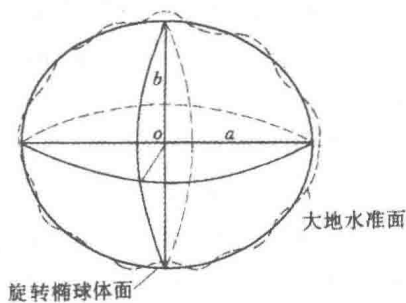


图 1-4 地理坐标

旋转椭球体由长半径 a (或短半径 b) 和扁率 $\alpha (\alpha = \frac{a-b}{a})$ 所决定。

我国目前采用的元素值为长半径 $a = 6378140\text{m}$, 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。由此而建立起来全国统一坐标系, 这就是现在使用的“1980 年国家大地坐标系”。

某一国家或地区为处理测量成果而采用既与大地体的形状大小最接近,又适合本国或本地区要求的旋转椭球,这样的椭球体称为参考椭球体。确定参考椭球体与大地体之间的相对位置关系,称为椭球体定位。参考椭球体面只具有几何意义而无物理意义,它是严格意义上的测量计算基准面。

我国 1954 北京坐标系采用的是克拉索夫斯基椭球,1980 国家大地坐标系采用的是 1975 国际椭球,而全球定位系统(GPS)采用的是 WGS-84 椭球。

由于参考椭球的扁率很小,在小区域的普通测量中可将地(椭)球看作圆球,其半径 R 为 6371km。当测区范围更小时还可以把地球表面看作平面,使计算工作更为简单。

1.3 如何确定地面点位

一个点的位置需用三个独立的量来确定。在测量工作中,这三个量通常用该点在参考椭球面上的铅垂投影位置和该点沿投影方向到大地水准面的距离来表示。其中,前者由两个量构成,称为坐标;后者由一个量构成,称为高程。也就是说,我们用地面点的坐标和高程来确定其位置。

1.3.1 球面坐标系

1. 天文地理坐标系

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

2. 大地地理坐标系

大地地理坐标系又称大地坐标,是建立在地球椭球面上的坐标系,用大地经度 L 和大地纬度 B 来表示地面点投影在地球椭球面上的位置。地球椭球面和法线是大地地理坐标系的主要面和线。

3. 地图投影平面坐标系

(1) 高斯平面直角坐标系

当测区范围较大时,要建立平面坐标系,就不能忽略地球曲率的影响。为了解决球面与平面这对矛盾,则必须采用地图投影的方法将球面上的大地坐标转换为平面直角坐标。目前我国采用的是高斯投影,高斯投影是由德国数学家、测量学家高斯提出的一种等角横切圆柱投影,该投影解决了将椭球面转换为平面的问题。从几何意义上看,就是假设一个圆柱横套在地球椭球体外并与椭球面上的某一条子午线相切,这条相切的子午线称为中央子午线。假想在椭球体中心放置一个光源,通过光线将椭球面上一定范围内的物像映射到圆柱的内表面上,然后将圆柱面沿一条母线剪开并展成平面,即获得投影后的平面图形(如图 1-5 所示)。该投影的经纬线图形有以下特点:

① 投影后的中央子午线为直线,无长度变化。其余的经线投影为凹向中央子午线的

对称曲线,长度较球面上的相应经线略长。

② 赤道的投影也为一直线,并与中央子午线正交。其余的纬线投影为凸向赤道的对称曲线。

③ 经纬线投影后仍然保持相互垂直的关系,说明投影后的角度无变形。

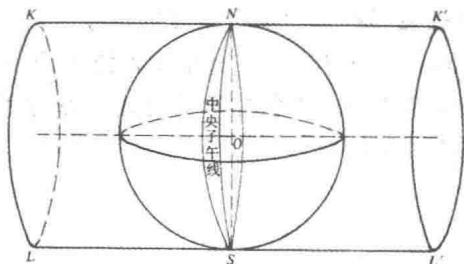


图 1-5 高斯投影

高斯投影没有角度变形,但有长度变形和面积变形,离中央子午线越远,变形就越大。为了对变形加以控制,测量中采用限制投影区域的办法,即将投影区域限制在中央子午线两侧一定的范围,这就是所谓的分带投影。投影带一般分为 6° 带和 3° 带两种(如图 1-6 所示)。

6° 带投影是从英国格林尼治起始子午线开始,自西向东,每隔经差 6° 分为一带,将地球分成 60 个带,其编号分别为 1, 2, $\dots$, 60。任一带的中央子午线经度可用下式计算:

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

式中 N 为 6° 带的带号。 6° 带的最大变形在赤道与投影带最外一条经线的交点上,长度变形为 0.14%,面积变形为 0.27%。

3° 投影带是在 6° 带的基础上划分的。每 3° 为一带,共 120 带,其中央子午线在奇数带时与 6° 带中央子午线重合。任一带的中央子午线经度可用下式计算:

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

式中 n 为 3° 带的带号。 3° 带的边缘最大变形现缩小为长度 0.04%,面积 0.14%。

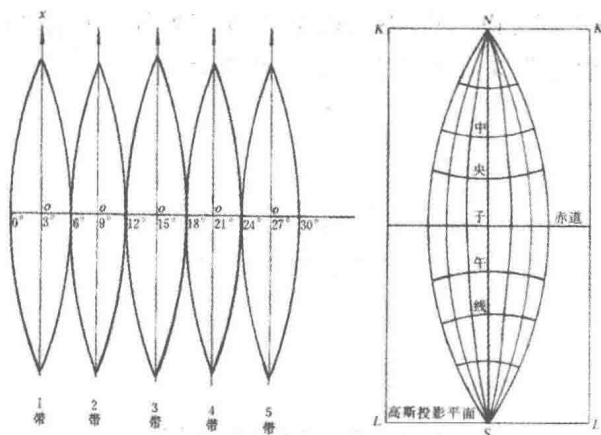


图 1-6 投影分带

我国领土位于东经 $72^\circ \sim 136^\circ$,共包括了 11 个 6° 投影带,即 13~23 带;22 个 3° 投影

带,即 24~45 带。成都位于 6°带的第 18 带,中央子午线经度为 105° 。

高斯平面直角坐标系的建立:通过高斯投影,将中央子午线的投影作为纵坐标轴,用 x 表示,将赤道的投影作为横坐标轴,用 y 表示,两轴的交点作为坐标原点,由此构成的平面直角坐标系称为高斯平面直角坐标系。对应于每一个投影带,就有一个独立的高斯平面直角坐标系,区分各带坐标系则利用相应投影带的带号。

在每一投影带内, y 坐标值有正有负,这对计算和使用均不方便,为了使 y 坐标都为正值,故将纵坐标轴向西平移 500km(半个投影带的最大宽度不超过 500km),并在 y 坐标前加上投影带的带号(如图 1-7 所示)。

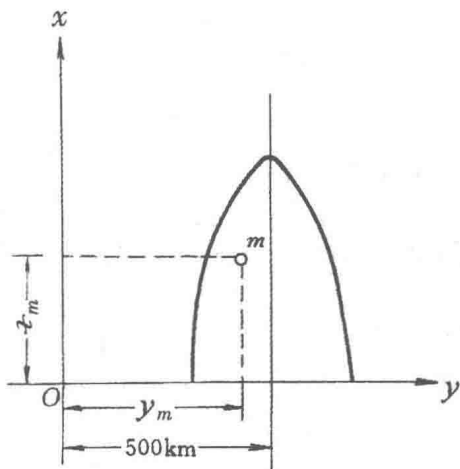


图 1-7 高斯平面直角坐标

(2) 独立测区的平面直角坐标

《城市测量规范(CJJ8-1999)》规定,面积小于 25km^2 的城镇,可以将水平面作为投影面,地面点在水平面上的投影位置可以用平面直角坐标表示。

测量上选用的平面直角坐标系,规定纵轴为 x 轴,与南北方向一致,即向北为正,向南为负;横轴为 y 轴,与东西方向一致,即向东为正,向西为负。测量时只要知道了地面点的坐标值 x 、 y ,它的平面位置也就确定了(如图 1-8 所示)。

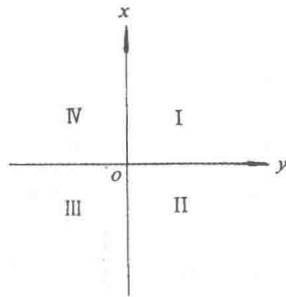


图 1-8 测量平面直角坐标系

坐标系原点为 o ,可按实际情况选定。通常原点设在测区的西南角,以避免坐标出现负值。坐标系的象限从北东开始按顺时针方向注记为 I、II、III、IV 四个象限。

测量坐标系与数学坐标系的区别在于坐标轴互换,象限顺序相反,目的是为了测量工作中的方便,使数学中的三角公式直接应用到测量上的方向和坐标计算,而不需做任何变更。

(3) 建筑坐标

在建筑工程中,为了便于对建(构)筑物平面位置的施工放样,将原点设在建(构)筑物两条主轴线(或其平行线)的交点上,以其中一条主轴线作为纵轴,一般用 A 来表示;顺时针旋转 90° 方向作为横轴,一般用 B 表示。这样建立的一个平面直角坐标系,称为建筑坐标系。

建筑坐标系和高斯坐标系的互换:这两种坐标系的一个相同点就是同样是直角坐标系,而不同的仅仅是它们的原点不同,以及坐标轴之间存在一个夹角。我们根据这些关系,可以进行两种坐标之间的互换。

1.3.2 地面点的高程

1. 高程

地面点到大地水准面的铅垂距离,称为绝对高程,亦称为海拔,用 H 表示。两点间的高程之差称为高差,用 h 表示(如图 1-9 所示)。图中,地面点 A 和 B 的绝对高程分别为 H_A 和 H_B ,两点间的高差为 h_{AB} ($h_{AB} = H_B - H_A$)。

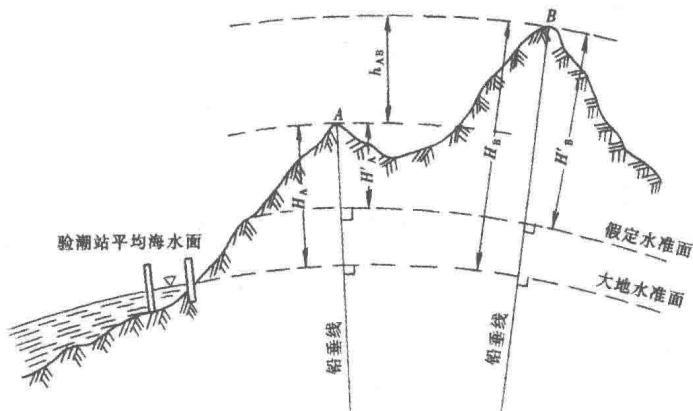


图 1-9 绝对高程、相对高程与高差之间的相互关系

2. 相对高程

地面点到假定水准面的铅垂距离,称为相对高程或假定高程,用 H' 表示。

1.3.3 用水平面代替水准面及其限度

用水平面代替水准面,只有当测区范围很小,地球曲率影响未超过测量和制图的容许误差,且可以忽略不计时,才可以把大地水准面看作水平面。下面讨论测区范围多大时,才可以用水平面代替水准面。

1. 用水平面代替水准面对距离的影响

如图 1-10 所示,地面上 A、B 两点沿铅垂方向投影到大地水准面上弧长为 S ,用水平面来代替大地水准面,则 A、B 两点投影在水平面上的距离为 D ,则两者之差 ΔD 就是用水平面代替水准面(即地球曲率)对距离的影响值。讨论中为叙述方便,将水准面近似地看成圆球,半径 $R = 6371\text{km}$ 。 ΔD 与地球半径 R 的关系为:

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

把不同的距离 D 值代入式 1-3 中,得到表 1-1 所列的结果。

表 1-1

$D(\text{km})$	$\Delta D(\text{cm})$	$\Delta D/D$
10	0.82	1/1200000
20	6.57	1/304000
50	103	1/48500

由表 1-1 可知,当 $D = 10\text{km}$ 时,用水平面代替水准面所引起的误差为距离的 $1/1200000$,目前最精密的距离丈量误差为 $1/1000000$ 。

由此可以得出结论:在半径为 10km 的测区范围内进行距离测量时,可以用水平面代替水准面,不考虑地球曲率对距离的影响。

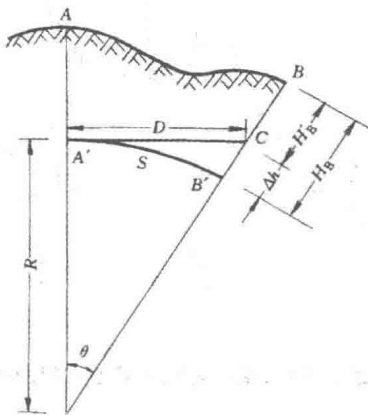


图 1-10 水平面代替水准面

2. 用水平面代替水准面对高程的影响

如图 1-10 所示, $(R + \Delta h)^2 = R^2 + D^2$, 其中的 Δh 就是用水平面代替水准面时, 曲率对高差的影响。其值为:

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

把不同的距离 D 代入式 1-4 中, 得到表 1-2 所列的结果。

表 1-2

D (m)	50	100	200	500	1000	2000	3000
Δh (mm)	0.2	0.78	3.1	20	78	314	706

由表 1-2 可知,用水平面代替水准面,当距离为 200m 时,就有约 3mm 的高程误差;距离 1km 内时,就有约 8cm 的高程误差。由此可见,地球曲率对高程测量的影响很大。因此在高程测量中,即使在较短的距离内,也应考虑地球曲率对高程的影响。实际测量中,应该考虑通过加以修正计算或采用正确的观测方法,消减地球曲率对高程测量的影响。

1.4 测量工作的原则和程序

测量的主要工作是测定和测设。具体说,测量工作是通过水平角测量、水平距离测量以及高程测量来确定点的位置。那么,当我们有大量测点的时候,就有必要研究测量程序和测量的原则。

1.4.1 测量工作的原则

先控制后碎部,从整体到局部,由高级到低级,这就是测量工作的原则。

测量工作的目的之一是测绘地形图。地形图是通过测量一系列碎部点(地物点和地貌点)的平面位置和高程,然后按一定的比例,应用地形图符号和注记缩绘而成。测量工作不能一开始就测量碎部点,而是先在测区内统一选择一些起控制作用的点,将它们的平面位置和高程精确地测量计算出来,这些点被称作控制点。由控制点构成的几何图形称作控制网。然后再根据这些控制点分别测量各自周围的碎部点,进而绘制成图。如图 1-11 所示的多边形 $ABCDEF$ 就是该测区的控制网。

1.4.2 测量工作的原则适用于工程测量

测量工作贯穿于工程的各个阶段,其测量结果的精度直接影响到工程的布局、成本、质量和安全,尤其是在施工放样中,如果出现测量错误,就会造成难以挽回的损失。从上面测量的基本程序就可以看出,测量是一个多层次、多工序的复杂工作,所以测量的过程不但会有误差,有时还会出现错误。误差是测量工作中不可避免的,但我们要使误差尽量小。对于错误,我们就要想尽一切办法杜绝。所以我们在测量工作中必须遵循“先控制后碎部,从整体到局部,由高级到低级”的基本原则。

1.4.3 测量的三项基本工作

测量的实质就是确定地面点间的空间位置。地面点间的相互位置关系,是由水平角

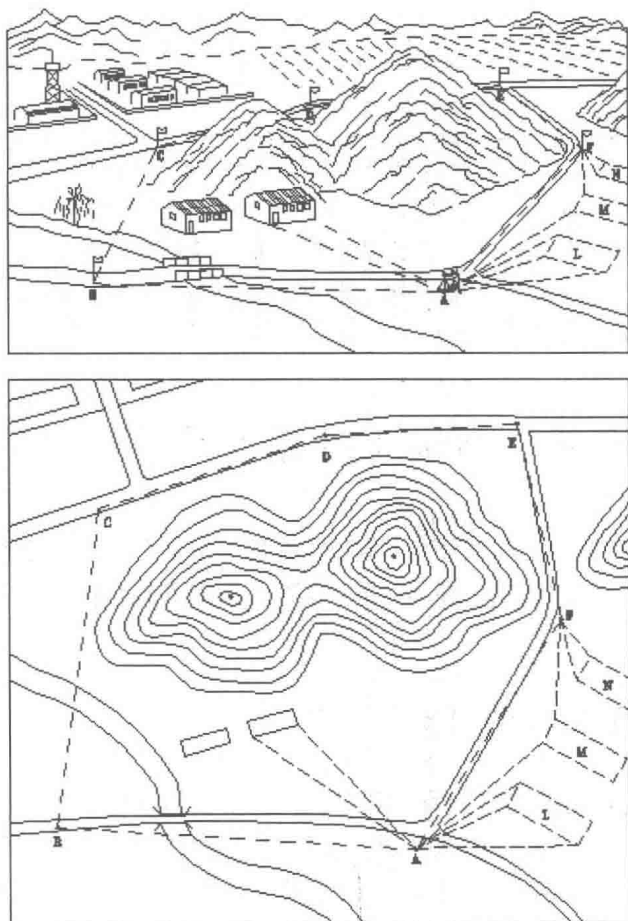


图 1-11 控制测量与碎部测量

(方向)、距离和高程(高差)来确定的。因此,水平角测量、水平距离测量和高程测量称为测量的三项基本工作,亦称为确定地面点位置的三个基本要素。

思考与练习

1. 测量学研究的对象和任务是什么?
2. 解释地球体的几个概念:铅垂线、水准面、大地水准面、法线、参考椭球面。
3. 绝对高程和相对高程的基准面是什么?
4. 测量中所使用的高斯平面直角坐标系与数学上使用的笛卡儿坐标系有什么区别?
5. 广东省行政区域所处的概略经度范围是东经 $109^{\circ}39'$ 至东经 $117^{\circ}11'$, 试求其在 6° 投影带和 3° 投影带中的带号范围。
6. 我国领土内某点 A 的高斯平面直角坐标为: $x=2506815.213\text{m}$, $y=39498351.674\text{m}$, 试说明 A 点所处的 6° 投影带和 3° 投影带的带号、各自的中央子午线经度。
7. 用水平面代替大地水准面对距离和高程各有什么影响?

第 2 章 水准测量

本章概述:本章介绍了水准测量的原理、水准仪的构造和使用、水准测量的施测方法及成果检核和计算等内容。通过本章学习,应了解水准测量的原理和水准仪的基本构造,掌握 DS3 型水准仪的使用方法,掌握水准测量的施测方法和内业计算,能够进行 DS3 型水准仪的检验和校正,了解水准测量的误差和其他水准仪的基本特点。

学习任务:

知识要点	能力要求	相关知识
水准仪及其使用	(1)认识水准仪的基本构造 (2)掌握 DS3 型水准仪的粗平、瞄准、精平和读数方法	(1)水准仪的构造 (2)水准尺和尺垫 (3)水准仪的使用
水准测量的外业施测与内业计算	(1)能够进行水准测量的施测 (2)能够完成水准测量数据的记录计算 (3)能够对水准测量的外业测量数据进行内业成果计算	(1)水准测量观测的基本步骤 (2)水准测量数据的记录计算 (3)水准测量的测量校核 (4)水准测量的内业计算
水准仪的检验与校正	(1)了解水准仪轴线应满足的几何条件 (2)掌握圆水准器、十字丝板、水准管轴的检验与校正方法	(1)圆水准器的检验与校正 (2)十字丝横丝的检验与校正 (3)水准管轴的检验与校正
水准测量的误差与注意事项	(1)了解水准测量误差的主要来源 (2)掌握消除或减少误差的基本措施	(1)仪器误差 (2)观测误差 (3)外界条件的影响

确定地面点高程的测量工作,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,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且精度较高的测量方法之一,在国家高程控制测量、工程勘测和施工测量中已被广泛采用。