



全国高等职业教育“十三五”规划教材

测绘基础

袁济祥 崔佳佳 主编

Cehui Jichu



中国矿业大学出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

全国高等学校教育“十三五”规划教材

测绘基础

主 编 袁济祥 崔佳佳
副主编 许江涛
参 编 郭 琦 任宁宁

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本教材是全国高等职业教育“十三五”规划教材之一。全书共分九个项目,项目一介绍了测绘基础知识;项目二至项目四介绍了测绘基本原理和常用仪器的构造、操作使用方法及检验校正方法等基本测绘技能;项目五介绍了测量误差基本知识;项目六介绍了控制测量的基本方法;项目七和项目八介绍了地形测绘的基本知识、地形图测绘方法及地形图的识读与应用方法;项目九介绍了测设的基本工作。

本书是高等职业院校工程测量技术专业的基础教材,也可作为测绘相关专业的职业大学、函授大学及自学者用书,同时还可作为中等职业院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

测绘基础/袁济祥,崔佳佳主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2018. 7

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3961 - 7

I. ①测… II. ①袁… ②崔… III. ①测绘学—高等职业教育—教材 IV. ①P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第096337号

书 名 测绘基础

主 编 袁济祥 崔佳佳

责任编辑 张 岩

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 15.75 字数 393 千字

版次印次 2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

定 价 33.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本教材以高等职业教育的人才培养目标为依据,根据工程测量技术专业人才培养方案和课程建设目标与要求编写,是工程测量技术及相关专业的基础教材。

本书结合目前测绘行业的发展状况和常用测绘技术及方法,以项目-任务的方式编写。编写内容摒弃了部分陈旧过时的内容,增加了一些测绘新知识、新仪器和新技术的介绍,力求做到易学够用。全书充分考虑了初学者对测绘行业的认知程度,本着知识和理论够用的原则,重点突出了测绘基本技能的训练和实践能力的培养。内容编排尽量由易到难,并努力做到图文并茂、便于学习,有利于学习者对必要测绘知识的掌握和对基本测绘能力的提升。教材内容主要包含了涉及大地测量学中的地球基本形态,工程测量学中的基本测量原理、基本测量仪器、测量误差知识、控制测量、地形测量、施工测量,地图学中的绘图基本知识等。

本书由甘肃能源化工职业学院袁济祥、河南工业和信息化职业学院崔佳佳担任主编,河南工业和信息化职业学院许江涛担任副主编。前言、项目一、项目二和项目三由甘肃能源化工职业学院袁济祥编写;项目四由长治职业技术学院郭琦编写;项目五、项目六由河南工业和信息化职业学院崔佳佳编写;项目七、项目八由河南工业和信息化职业学院许江涛编写;项目九由甘肃能源化工职业学院任宁宁编写。全书由袁济祥统稿。

在本书的编写和出版过程中,编者虽然做了很大努力,但因水平有限,加之编写时间仓促,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请广大读者批评指正。另外,本书配有相关课件,读者朋友如有需要,请与出版社编辑(邮箱:962065858@qq.com)联系。

编 者

2017年11月

目 录

项目一 测绘基础知识	1
任务一 认识测绘	1
任务二 学会表示地面点的位置	3
任务三 理解测量工作的基本原则和内容	10
任务四 了解用水平面代替水准面的限度	12
任务五 了解测绘中常用的度量单位	15
项目二 水准测量	18
任务一 理解水准测量的原理	18
任务二 认识水准测量的仪器和工具	21
任务三 学会操作水准仪	25
任务四 学会水准测量的外业工作	28
任务五 学会水准测量的内业工作	34
任务六 学会 DS ₃ 型水准仪的检验与校正	39
任务七 了解水准测量误差的来源及消减办法	44
任务八 学会使用自动安平水准仪	48
任务九 了解精密水准仪和电子水准仪	50
项目三 角度测量	53
任务一 理解角度测量的原理	53
任务二 认识 DJ ₆ 型光学经纬仪	54
任务三 学会 DJ ₆ 型经纬仪的操作和使用	59
任务四 学会测量水平角	61
任务五 学会测量竖直角	65
任务六 学会检验和校正 DJ ₆ 型光学经纬仪	70
任务七 理解角度测量误差的来源及消减办法	73
任务八 学会使用电子经纬仪	76
项目四 距离测量与直线定向	83
任务一 认识距离测量	83
任务二 学会用钢尺丈量距离	86

任务三	学会视距测量	90
任务四	学会电磁波测距	93
任务五	学会确定直线的方向	97
任务六	学会坐标计算	102
任务七	学会使用全站仪	104
项目五	测量误差基本知识	112
任务一	理解测量误差及其分类	112
任务二	学会衡量观测值的精度	115
任务三	了解测量误差的传播规律	117
任务四	学会计算算术平均值及其中误差	122
任务五	学会计算加权平均值	126
项目六	控制测量	130
任务一	了解控制测量	130
任务二	学会导线测量外业	135
任务三	学会导线测量内业	139
任务四	学会检查导线测量的错误	150
任务五	学会交会法测量外业及计算	152
任务六	学会三、四等水准测量	158
任务七	学会三角高程测量	162
任务八	了解 GPS 定位测量	169
项目七	大比例地形图测绘	174
任务一	认识地形图	174
任务二	认识地形图的图式	178
任务三	了解测图前的准备工作	184
任务四	学会常规测图方法	186
任务五	学会测绘地物	190
任务六	学会测绘地貌	192
任务七	学会拼接与整饰地形图	198
任务八	学会检查与验收地形图	200
任务九	了解数字化测图	201
项目八	地形图的应用	206
任务一	学会识读地形图	206
任务二	学会地形图的基本应用	211
任务三	学会利用地形图计算面积	217
任务四	学会在平整土地中应用地形图	219

任务五 CASS 软件案例实战	223
项目九 测设的基本工作	230
任务一 认识测设	230
任务二 学会测设距离、水平角和设计高程	231
任务三 学会测设点的平面位置	237
任务四 学会测设坡度线	240
参考文献	243

项目一 测绘基础知识

任务一 认识测绘

【知识要点】 测绘及测绘对象;测绘的分支学科及基本任务;测绘的现代发展和作用。

【技能目标】 能正确理解测绘工作的对象、内容和基本任务。



任务导入

测绘与人类活动紧密相关,在国家的现代化建设和提高人民生活水平中起着十分重要的作用,是为社会经济发展和国防建设提供时空地理信息的一项基础性工作。



任务分析

理解测绘的概念,了解测绘的学科体系、发展状况和作用,明确测绘工作的内容和基本任务。



相关知识

一、测绘及其对象

1. 测绘

测绘是指对自然地理要素或者地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等进行测定、采集、表述以及对获取的数据、信息、成果进行处理和提供的活动。通俗地说,测绘就是测量和描绘的总称。

2. 测绘对象

测绘以地球及其表面的点位以及外层空间中各种自然和人造实体为对象。对于一般的工程施工与建设,测绘对象是地球表面的局部区域。

二、测绘的分支学科

1. 大地测量学

大地测量学是研究地球的形状与大小,地球的整体运动、局部运动以及地球重力场的理论和技术的学科。其主要任务是:为地球科学的研究提供理论依据和资料;为研究地球环境变化、预报提供依据和信息;为经济建设提供控制数据;为科学研究和导航提供定轨和定位依据;为军事用途提供控制基础。

2. 摄影测量与遥感

摄影测量与遥感是研究利用摄影或遥感的手段获取目标物的影像数据,从中提取几何

的或物理的信息,并用图形、图像和数字形式表达测绘成果的学科。

3. 工程测量学

工程测量学是研究城市建设、矿山工厂、地质矿产等各种工程建设和资源开发领域的勘测设计、建设施工、竣工验收、生产经营、变形监测等方面的测绘工作。其主要任务是配合工程进度,解决施工测绘问题。

4. 海洋测绘学

海洋测绘学是研究以海洋水体和海底为对象所进行的测量及海图编制理论和方法。内容包括:海道测量、海洋大地测量、海底地形测量、海洋专题测量以及海图制图等。

5. 地图制图学

地图制图学是研究模拟地图和数字地图的基础理论、地图设计、地图编制和复制的技术方法及其应用的学科。其基本任务是利用各种测量成果编制各类地图。

三、测绘工作的主要内容

测绘常被人们称为测量,是在地球的表面确定点位的工作。在一般的矿产资源开发和工程建设中,测绘工作的主要任务包括两个部分:测定和测设。

测定就是利用测绘仪器和工具,通过一定的方法获取测区内地形的一系列空间数据,经过计算和处理,绘成各种纸质地图或数字地图,供科学研究、规划设计、国防和工程建设使用。

测设就是将规划在图上的建筑物或构筑物,按照空间位置、形状等设计要求测设到实地上,作为施工的依据。测设也称为标定。测定和测设是两个相反的过程。

四、测绘的发展与应用

测绘是一门基于科学技术的发展和时代需要而发展的专业技术,它的形成和发展在很大程度上依赖于测量仪器工具的创造和测量方法的改进,特别是20世纪中期以后出现的激光技术、微电子技术、空间技术、信息技术和计算机技术等,极大地推动了测绘科技的飞跃和革新,创造了如激光红外测距仪、全站仪、电子水准仪、自动绘图仪、测量机器人、GPS等先进仪器和系统,产生了数字化测图技术、卫星导航定位技术(GNSS)、摄影测量与遥感技术(RS)和地理信息系统(GIS)等先进技术,使过去手工作业、劳动强度大、测量精度低、工作效率低、服务范围小的传统模拟测绘逐渐向数字测绘过渡,目前正在向信息采集、数据处理和成果应用的自动化、数字化、网络化、实时化和可视化的信息化测绘方向发展。随着“数字地球”“数字城市”概念的提出和“3S”集成技术的发展,地球将会以数字方式进入计算机网络系统,人们在研究、观察和测绘地球时,将更加方便。2017年11月5日,随着两颗“北斗三号”导航卫星的成功发射,标志着我国北斗导航系统全球组网的开始,在不久的将来,它将使我国的测绘导航水平迈上一个新的、更高的台阶。

随着社会现代化水平的提高,测绘的应用范围愈来愈广。它为航空航天、空间技术、地壳形变、地震预报等科学研究工作提供了重要的测绘资料;为经济发展规划、土地资源调查和利用、海洋开发、农林牧渔业的发展、生态保护、疆界的划定、突发事件监测、自然灾害应急等方面提供了重要的基础数据资料;在国防建设和现代战争中,可持续、实时地提供战场环境,为作战指挥和武器定位与制导提供保障。



思考与练习

1. 什么是测绘？测绘的对象是什么？
2. 测绘有哪些分支学科？
3. 测绘工作的主要内容是什么？
4. 什么叫测定？什么叫测设？
5. 测绘在生活中有哪些应用？

任务二 学会表示地面点的位置

【知识要点】 大地水准面；地理坐标；高斯平面直角坐标系；高程；高差；相对高程。

【技能目标】 能用坐标和高程表示地面点的位置。



任务导入

为了确定地球表面点的位置，首先要对地球的形体进行认识，在其表面建立测量坐标系，这样才能在坐标系中表示地面点的位置。



任务分析

认识地球的形体，理解其相关的概念，建立测量基准和坐标系，用地理坐标、高斯平面直角坐标、独立平面直角坐标及高程来表示地面点的位置。



相关知识

一、认识地球的形体

地球的表面可分为陆地和海洋两大部分，其中海洋面积约占 71%，陆地面积约占 29%。陆地上有高山、丘陵、平原、盆地、湖泊、河流，陆地最高处——珠穆朗玛峰海拔 8 844.43 m；海洋中有海沟、海岭和洋盆等，海洋最深处——马里亚纳海沟 11 095 m。总体来看，地球表面是一个高低起伏的不规则面，但这种高低起伏与地球平均半径(6 371 km)相比还是微不足道的。因此，我们将地球看成是一个被静止、封闭的海水面所包围的球体。

二、与确定点位有关的概念

1. 重力的作用线

重力的作用线称为铅垂线，简称垂线，是测量工作的基准线。在生活中，我们常见到的自由悬挂物体的静止的垂线就是铅垂线。

假想静止的海水面所形成的曲面称为水准面。水准面是一个理想化的静止曲面，其性质有：① 过水准面上任意一点作铅垂线在该点与水准面垂直；② 受海水潮汐影响，水准面的高度随时都在变化。与水准面相切的平面称为水平面。由于海水面有高有低，因此水准面有无穷多个，将其中与平均海水面重合并向陆地延伸所形成的封闭曲面称为大地水准面，它是测量工作的基准面。

2. 大地体

大地水准面所包围的曲面体称为大地体。大地测量学的研究表明,大地体是一个上下略扁的椭球体,如图 1-1 所示。

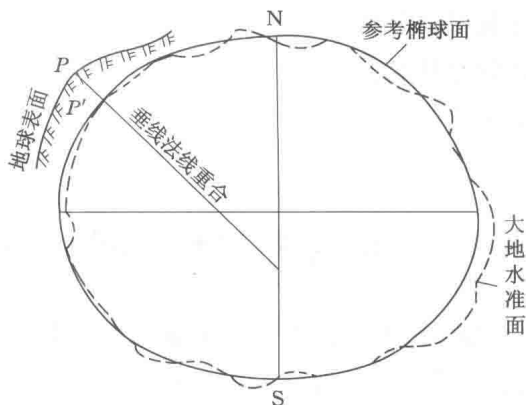


图 1-1 大地体、参考椭球体和地球的自然表面

3. 参考椭球体

大地体的表面是不规则的曲面,在其上进行精确的测量计算和数据处理是非常困难的。为此,选择一个由椭圆绕其短轴 NS 旋转而成的既非常接近大地体,又可用数学方程式表示的规则几何曲面体——旋转椭球体来代表大地体。旋转椭球体也称为参考椭球体,其表面称为参考椭球面,它是一个规则曲面,是测量计算和投影制图的基准面。大地体、参考椭球面和地球的自然表面之间的关系如图 1-1 所示。

参考椭球体有长半径 a 、短半径 b 和扁率 α 三个元素,用数学公式可表示为:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

扁率 α 可表示为:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}。$$

通常采用 a 和 α 两个元素,即可确定椭球的形状和大小。

参考椭球体必须与大地体有较好的吻合,这种吻合又决定于世界各国实际采用的参考椭球体几何参数。我国采用过的参考椭球元素数值为:

① 1954 年北京坐标系

1954 年北京坐标系曾经采用苏联克拉索夫斯基参数,即:

$$a=6\,378\,245\text{ m} \quad \alpha=1/298.3 \quad \text{推算值 } b=6\,356\,863.019\text{ m}$$

② 1980 年国家大地坐标系

1980 年以后,我国采用国际大地测量协会 IAG-75 参数,即: $a=6\,378\,140\text{ m}$, $\alpha=1/298.257$,推算值 $b=6\,356\,755.288\text{ m}$,并选择陕西省泾阳县永乐镇某点作为大地原点,由此建立的坐标系称为“1980 年国家大地坐标系”。

③ 2000 国家大地坐标系

为适应卫星大地测量、全球性导航和地球动态研究等现代空间技术研究与应用的需

系”是全球地心坐标系,被世界各国所认可,也称为世界大地坐标系。它采用的地球椭球参数如下:

$$a=6\,378\,137\text{ m} \quad \alpha=1/298.257\,222\,101 \quad \text{推算值 } b=6\,356\,752.314\text{ m}$$

在工程上,当测量区域(简称测区)不大且精度要求不高时,可将地球看作是半径为 6 371 km 的圆球体;当测区很小时,又可将球面看成水平面,即水准面。



任务实施

坐标是表示地面点在所处坐标系的位置参数。测量坐标系有多种,因用途不同,选择的坐标系也不同。在工程建设中,常用的坐标系有 4 种,即:大地地理坐标系、高斯平面直角坐标系、独立平面直角坐标系和高程系统。

一、大地地理坐标系

大地地理坐标系简称大地坐标,它是以旋转椭球面和法线作为基准的球面坐标系,常用大地经度和大地纬度表示,简称经度 L 、纬度 B 。

如图 1-2 所示, O 为参考椭球的球心, NS 为椭球旋转轴,通过该轴的平面称为子午面,子午面与椭球面的交线称为经线,其中通过英国伦敦格林尼治天文台 G 的子午面和子午线分别称为起始子午面(首子午面)和起始子午线(首子午线)。过球心 O 垂直于地轴 NS 的面称为赤道面,赤道面与参考椭球面的交线 $W-g-n-E$ 称为赤道,过椭球面上任一点 P 且与该点切平面 Q 垂直的直线称为 P 点的法线。地面点在参考椭球面上的投影,即是过该点的法线与参考椭球面的交点。

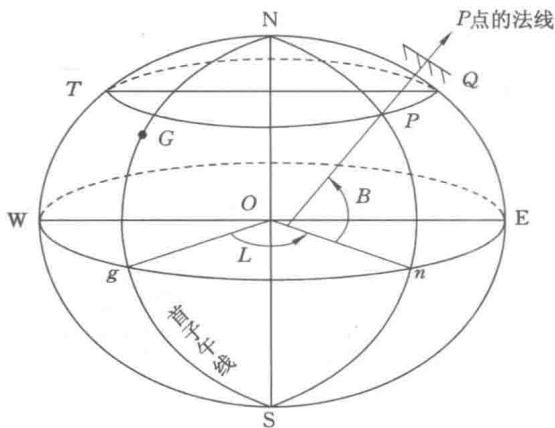


图 1-2 大地地理坐标系

过 P 点的大地子午面和首子午面所夹的二面角 L ,称为该点的大地经度,简称经度,经度由首子午面起算,向东为东经,向西为西经,角值在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间;同一子午线上各点的大地经度相同。

过 P 点的法线与赤道面的夹角 B ,称为大地纬度,简称纬度。纬度由赤道起算,向北为北纬,向南为南纬,角值在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间。同一纬线上各点纬度相同。我国位于东半球和北半球,所以地理坐标是东经和北纬。例如:某点的地理坐标为东经 $116^\circ 21' 55''$ 、北纬 $39^\circ 54' 32''$ 。

地面点的大地坐标确定后,若再确定了地面点沿法线到椭球面的距离(即大地高 H),地面点的空间位置就可以表示为 (L, B, H) 。

二、高斯平面直角坐标系

从整体看,地球表面是曲面,但在工程设计和施工中,经常因为测区范围较小而需要在平面上进行测量计算,这样就需要用平面上点的位置来表示曲面上点的位置。高斯投影法就能满足这样的要求。

1. 高斯投影

为了建立平面坐标系与曲面坐标系的联系,使平面坐标与曲面坐标能相互换算,我们设想在地球旋转椭球体的外面横套上一个由平面卷成的圆柱,使其轴线与赤道面重合并通过球心,如图 1-3 所示。这时,圆柱面一定与椭球某一子午线相切,该子午线称为中央子午线或轴子午线。用数学方法,在保持等角的条件下,将中央子午线及其附近的元素投影到圆柱面上,然后将圆柱面通过 N 或 S 的母线切开,展为平面,就得到平面上的投影图形,这种投影称为高斯投影,如图 1-4 所示。

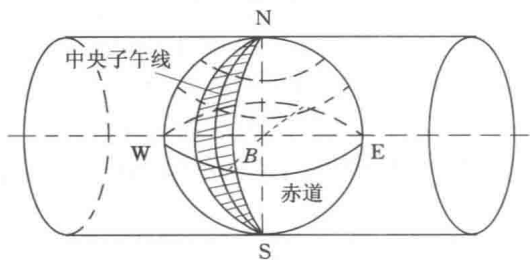


图 1-3 高斯投影

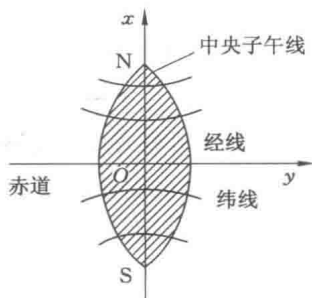


图 1-4 高斯投影图形

高斯投影平面的特点是:

- (1) 投影后的中央子午线为直线,且长度不变,其余子午线凹向中央子午线并以其对称,且离其越远,变形越大。
- (2) 投影后的赤道为直线,且长度不变,其余纬线凸向赤道并以其对称。
- (3) 经纬线投影后仍保持相互正交的关系,即投影后无角度变形。
- (4) 中央子午线和赤道的投影相互垂直。

2. 高斯投影带

为将经线、纬线的长度变形限制在允许范围以内,常采用分带投影的方法,控制投影带的宽度。一般按经差 6° 、 3° 或 1.5° 进行投影,称为 6° 带、 3° 带和 1.5° 带,如图 1-5 所示。从首子午线起,每隔经度 6° 划分的带称为 6° 带。 6° 带自西向东将整个地球分为 60 个带,带号从首子午线开始,用 $1 \sim 60$ 表示。各带中央子午线的大地经度 L_0 与投影带的带号 N 的关系式为:

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

3° 带的划分从 $1^\circ 30'$ 经线开始,自西向东每隔经差 3° 划分为一带,全球共分为 120 个带,带号 n 与中央子午线大地经度的关系式为:

$$L_0 = 3^\circ \times n \quad (1-2)$$

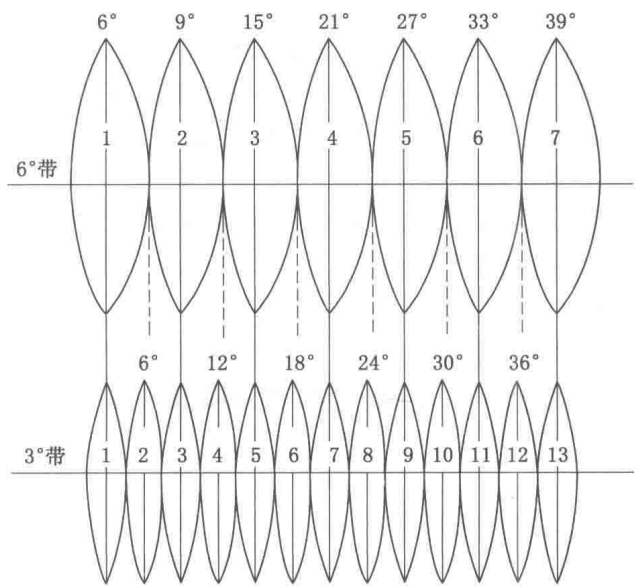


图 1-5 6°带投影与 3°带投影的关系

6°带投影与 3°带投影的关系如图 1-6 所示。我国版图的大地经度在 $74^{\circ}\sim 135^{\circ}$ 之间,由西向东投影带的带号为:6°带在 13~23 之间,3°带在 25~45 之间。

3. 高斯平面直角坐标系

如图 1-6(a)所示,依据高斯投影的特点,在每一投影带内,以中央子午线为 x 轴,向北为正,以赤道为 y 轴,向东为正,中央子午线与赤道的交点为坐标原点 O ,组成的平面直角坐标系称为高斯平面直角坐标系。地面上任一点(如 C 、 P 点)在该坐标系中的坐标 (x_C, y_C) 、 (x_P, y_P) 称为高斯平面直角坐标,其中 x_C 、 x_P 表示点 C 、 P 到赤道的距离, y_C 、 y_P 表示点到中央子午线的距离。

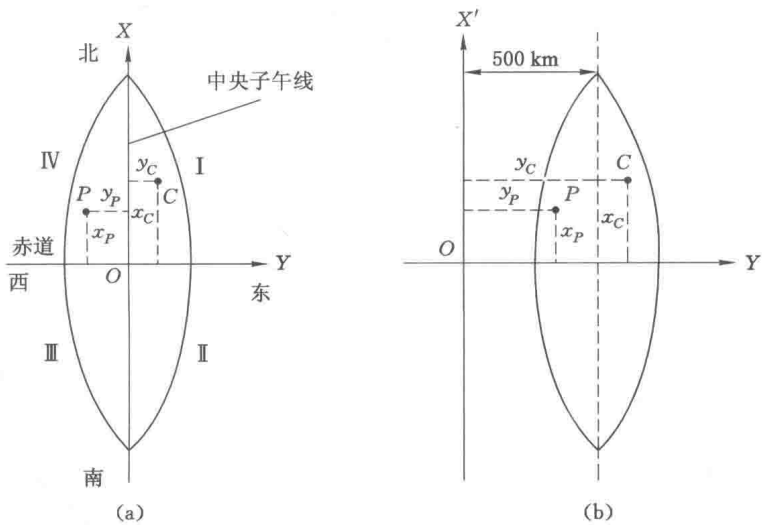


图 1-6 高斯平面直角坐标系

我国位于地球的北半球,纵坐标全部为正值,但每个投影带内横坐标则有正有负。为了计算方便,避免 y 坐标出现负值,我国规定将每带的坐标原点西移 500 km,也就是给每点的 y 坐标值加上 500 km,如图 1-6(b)所示,这样每个投影带中所有点的横坐标就均为正值。另外,为了区别投影带,还规定在横坐标 y 值之前加上带号。未加 500 km 的横坐标称为自然值,加 500 km 和带号的横坐标称为通用值。

设图 1-6(a)中 C 、 P 两点位于 6° 带第 19 带,其横坐标自然值为:

$$y_C = 37\ 680.361\text{ m}, y_P = -74\ 240.453\text{ m}$$

如图 1-6(b)所示,将 C 、 P 两点的横坐标自然值加上 500 km 并加上带号后,通用值为:

$$y_C = 19\ 537\ 680.361\text{ m}, y_P = 19\ 425\ 759.547\text{ m}$$

坐标通用值中,带号后的数字一定是六位数,六位数前的数字代表带号。另外,当带号后的值大于 500 km,说明该点位于中央子午线以东,若小于 500 km,则点位于中央子午线以西。

三、独立平面直角坐标系

在对半径小于 10 km 的区域内测量时,可将该区域的大地水准面看成水平面,采用直角坐标来表示地面点的投影位置。如图 1-7 所示,在水平面上选定一点 O 作为坐标原点,以表示南北方向的 x 轴为纵轴,向北为正,向南为负;以表示东西方向的 y 轴为横轴,向东为正,向西为负。将地面点 A 垂直投影到该水平面上, A 点在平面直角坐标系中的坐标 (x_A, y_A) 就表示了该点在水平面上的投影位置。

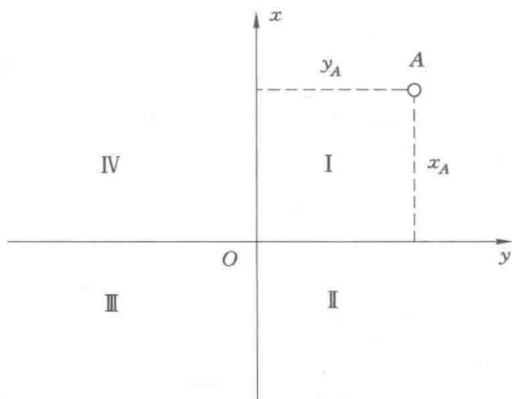


图 1-7 独立平面直角坐标系

在实际应用中,有时可根据需要自行确定坐标原点 O 和 x 轴的方向。一般是将坐标原点设在测区的西南角,这样可以使整个测区全部落在第一象限内,并使所有各点的横坐标为正值,这样的坐标系称为独立平面直角坐标系。

应该注意,高斯平面直角坐标系和小区域平面直角坐标系都属于测量平面直角坐标系,它与数学中的平面直角坐标系相比的主要区别是:

- ① 坐标轴的取名不同。即测量坐标系中的纵轴为 x 轴,横轴为 y 轴,数学坐标系中纵轴为 y 轴,横轴为 x 轴。
- ② 坐标系象限排序不同。测量坐标系中的象限按顺时针方向编号,数学中的象限按逆

时针方向编号。

需要说明的是:虽然测量直角坐标系与数学直角坐标系有区别,但这些区别不影响数学中三角计算公式在测绘中的应用。

四、高程系统

地面点的空间位置除了用投影位置表示之外,还需要确定地面点到全国统一的高程基准面的垂直距离。用统一的高程基准面作为起算面确定所有地面点的高程,称为高程系统。以大地水准面为起算面,用精密方法联测确定的地面高程起算基准点称为水准原点。目前我国采用的高程系统为“1985 国家高程基准”,这个高程系统推算的青岛验潮站水准原点的高程为 72.260 m,作为我国高程测量的依据。

地面点沿铅垂线方向量到大地水准面的距离称为该点的绝对高程或海拔,简称高程,用 H 表示。图 1-8 中, A 、 B 两点的高程表示为 H_A 、 H_B 。

大地水准面是高程起算的基准面,该面上各点的高程为零。在局部偏远地区,无法引入绝对高程时,也可以假定一个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或相对高程,用 H' 表示。图 1-8 中, A 、 B 两点的相对高程表示为 H'_A 、 H'_B 。

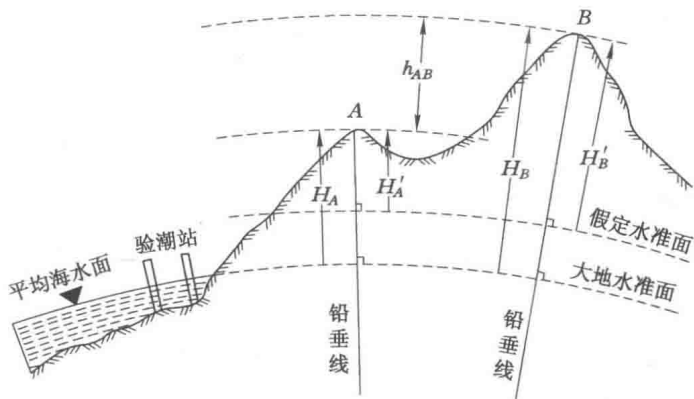


图 1-8 大地水准面与高程

地面上两个点之间的高程之差称为高差,用 h 来表示。图 1-8 中, A 、 B 两点高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-3)$$

高差是有方向的,上式为由 A 至 B 的方向。当由 B 至 A 的方向时,高差为:

$$h_{BA} = H_A - H_B = H'_A - H'_B \quad (1-4)$$

h_{AB} 与 h_{BA} 的绝对值相等,符号相反。即:

$$h_{AB} = -h_{BA} \quad (1-5)$$



思考与练习

1. 你认识的地球是什么形状的?
2. 什么是大地水准面,它在测绘中起什么作用?
3. 什么是参考椭球面,它与大地水准面有何关系?
4. 高斯投影有何特点? 高斯平面直角坐标系是怎样建立的?
5. 在大地坐标系、高斯平面直角坐标系、独立平面直角坐标系中,地面点的位置用什么

表示?

6. 地面上两点 A、B 在第 35 带内,与赤道的距离分别为 3 914 452.365 m、4 139 711.843 m,与所在投影带中央子午线的距离为 -187 853.548 m、145 683.368 m,试写出 A、B 两点的自然坐标和通用坐标。

7. 什么是高程、相对高程、高差?

任务三 理解测量工作的基本原则和内容

【知识要点】 测量工作的原则;测量工作的基本内容。

【技能目标】 能正确理解测量工作的原则,了解测量工作的基本技能。



任务导入

测量工作是一项复杂的活动。为了保证测量成果的质量,测量工作要按程序分步骤进行。



任务分析

理解测量工作的基本原则,了解测量工作的基本内容和技能,对测量工作有一定的认识。



相关知识

地球表面的形态可分为地物和地貌两大类。地面的固定性物体称为地物,如河流、湖泊、道路、房屋等;地面高低起伏的形态称为地貌,如高山、平原和陡崖等。地物和地貌总称为地形。地形图测绘是将测区范围内的地物、地貌测绘成地形图,如将图 1-9 所示的测区地形绘制成图 1-10 所示的地形图。

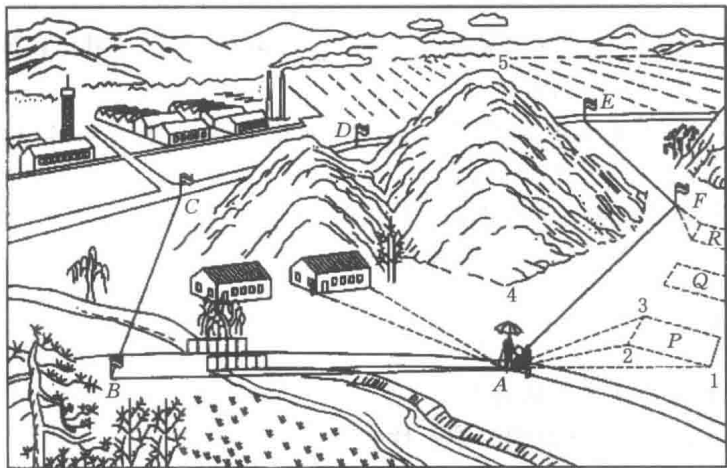


图 1-9 某测区地形示意图