

普通高等教育土建类应用型规划教材

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

建筑工程测量

杨崇豪 郭 仓 吕 晖 主编



黄河水利出版社

普通高等教育土建类应用型规划教材

建筑工程测量

主 编 杨崇豪 郭 仓 吕 晖
副主编 李珊珊 李孟迪 赵万东 杨齐明

黄河水利出版社
· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是根据全国高等学校土建学科高等教学的基本要求及人才培养目标,结合土木工程类各专业测量实践教学的基本要求编写的。本书共分为 17 章,包括测量基础知识、测量误差理论、水准测量、角度测量、距离测量、全站仪及其应用、GPS 测量原理与应用、小区域控制测量、数字测图技术、地形图及其应用、测设的基本工作、工业与民用工程测量、建筑物的变形测量、道路工程测量、桥梁工程测量、隧道工程测量、测绘新技术应用。

本书可作为土木工程、给水排水工程、交通工程、工程管理等专业的测量实践教学用书,也可作为从事测量工作的相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/杨崇豪,郭仓,吕晖编. —郑州:
黄河水利出版社,2015.7

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1135 - 2

I. ①建… II. ①杨…②郭…③吕… III. ①建筑测量
IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 108301 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:15

字数:350 千字

印数:1—4 100

版次:2015 年 7 月第 1 版

印次:2015 年 7 月第 1 次印刷

定价:38.00 元

前 言

建筑工程测量是土木工程专业一门重要的专业必修课程,在土木工程高技能应用型人才培养中占有重要的地位。掌握一定的测绘理论,熟练测定、测设基本技能是土木工程技术人员必备技能之一。

本书是根据全国高等学校土建学科高等教学的基本要求及人才培养目标,结合土木工程类各专业测量实践教学的基本要求编写的,具有实用性和实践性。该书可用作土木工程、给水排水工程、交通工程、工程管理等专业的测量实践教学用书,也可作为从事测量工作的相关工程技术人员的参考书。

全书由万方科技学院杨崇豪、郭仓、吕晖担任主编。编写分工如下:第1章、第4章、第8章和第14章由万方科技学院郭仓执笔;第2章、第10章、第17章由万方科技学院吕晖执笔;第3章由万方科技学院李珊珊执笔;第5章、第13章由万方科技学院李孟迪执笔;第6章、第9章由万方科技学院杨齐明执笔;第7章、第16章由万方科技学院赵万东执笔;第11章、第15章由郑州科技学院韩灵杰执笔;第12章由黄河水利职业技术学院赵柯柯执笔;郭仓、杨崇豪负责全书的统稿工作。

本书的编写参考了相关教材、论文、规范和标准等大量资料,在此对本书所引用资料的作者表示衷心感谢!由于作者的知识、理论和实践的局限性,本书在对许多问题进行阐述和讨论时可能存在不妥甚至错误之处,敬请各位读者批评指正。

编 者

2015年6月

目 录

前 言

第1章 测量基础知识	(1)
1.1 测量学概述	(1)
1.2 地面点位的确定方法	(3)
1.3 测量的基本工作与原则	(10)
1.4 地球曲率对测量工作的影响	(11)
1.5 测量中常用的计量单位	(13)
第2章 测量误差理论	(15)
2.1 测量误差概述	(15)
2.2 衡量测量成果精度的标准	(16)
2.3 误差传播定律	(17)
第3章 水准测量	(21)
3.1 水准测量原理	(21)
3.2 水准测量仪器与工具	(22)
3.3 水准仪的使用	(28)
3.4 水准测量的实施	(30)
3.5 水准测量误差分析	(38)
第4章 角度测量	(40)
4.1 角度测量原理	(40)
4.2 经纬仪及其使用方法	(41)
4.3 角度测量方法	(47)
4.4 角度测量误差分析及注意事项	(55)
第5章 距离测量	(57)
5.1 钢尺量距	(57)
5.2 视距测量	(63)
5.3 电磁波测距	(66)
第6章 全站仪及其应用	(70)
6.1 全站仪概述	(70)
6.2 全站仪的特殊部件及功能	(73)
6.3 全站仪的使用	(75)
6.4 全站仪导线测量	(81)
第7章 GPS 测量原理与应用	(82)
7.1 全球定位系统(GPS)的组成	(82)

7.2	全球定位系统(GPS)基本测量原理	(83)
7.3	全球定位系统(GPS)的误差来源及影响	(85)
7.4	全球定位系统(GPS)测量的具体实施	(87)
7.5	全球定位系统(GPS)测量数据处理	(92)
第8章	小区域控制测量	(94)
8.1	控制测量概述	(94)
8.2	平面控制测量	(97)
8.3	高程控制测量	(109)
第9章	数字测图技术	(114)
9.1	数字测图概述	(114)
9.2	碎部点测量的基本过程	(117)
9.3	大比例数字测图技术	(121)
第10章	地形图及其应用	(128)
10.1	地形图概述	(128)
10.2	地形图的基本应用	(133)
10.3	地形图的工程应用	(135)
第11章	测设的基本工作	(141)
11.1	测设的基本内容	(141)
11.2	点的平面位置的测设方法	(145)
11.3	已知坡度线的测设	(151)
第12章	工业与民用工程测量	(154)
12.1	建筑施工场地的控制测量	(154)
12.2	民用建筑施工测量	(159)
12.3	工业建筑施工测量	(174)
第13章	建筑物的变形测量	(180)
13.1	建筑物变形观测概述	(180)
13.2	建筑物的沉降观测	(181)
13.3	建筑物的倾斜观测	(184)
13.4	建筑物的挠度和裂缝观测	(186)
第14章	道路工程测量	(188)
14.1	概 述	(188)
14.2	线路初测	(188)
14.3	中线测量	(189)
14.4	道路曲线测设	(193)
14.5	道路纵横断面测量	(195)
14.6	道路施工测量	(200)
第15章	桥梁工程测量	(206)
15.1	桥轴线长度的确定及控制测量	(206)

15.2	桥梁墩、台中心定位	(211)
15.3	桥梁墩、台纵横轴线测设	(215)
15.4	桥梁细部放样	(216)
第 16 章	隧道工程测量	(219)
16.1	隧道测量贯通误差分析	(219)
16.2	地面控制测量	(220)
16.3	竖井联系测量	(222)
16.4	地下控制测量	(223)
16.5	隧道施工过程中的测量工作	(224)
16.6	隧道测量的竣工测量	(226)
第 17 章	测绘新技术应用	(227)
17.1	3S 技术及 3S 集成技术	(227)
17.2	三维可视化地理信息系统	(230)
17.3	4D 技术	(230)

第 1 章 测量基础知识

1.1 测量学概述

1.1.1 测量学的任务

测量学是研究地球形状和大小及确定地球表面物体(空中、地表、地下和海洋)的空间位置,并对这些信息进行处理、存储和管理的科学。简言之,测量学主要是确定点位的科学,其主要任务有以下三个方面:

(1)研究地球的形状、大小和重力场及其变化。

(2)测定(测绘)——由地面到图形。指使用测量仪器,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。

(3)测设(放样)——由图形到地面。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。

1.1.2 测量学的分类

测量学的主要研究对象是地球及其表面形态。在发展过程中形成了大地测量学、普通测量学、摄影测量学、工程测量学、海洋测绘学和地图制图学等分支学科。

1.1.2.1 大地测量学

大地测量学是研究和测定地球的形状、大小和地球重力场,以及地面点的几何位置的理论及方法的一门学科。大地测量学是测绘学各个分支的理论基础,基本任务是建立地面控制网、重力网,精确确定控制点的三维位置,为地形图提供控制基础,为各类工程施工提供依据,为研究地球形状、大小、重力场和变化、地壳形变及地震预报提供信息。

1.1.2.2 普通测量学

普通测量学是研究地球表面局部区域内控制测量和地形图测绘的理论及方法的一门学科。局部区域是指在该区域内进行测绘时,可以不顾及地球曲率,把它当作平面处理,而不影响测图精度。

1.1.2.3 摄影测量学

摄影测量学是研究利用摄影机或其他传感器采集被测物体的图像信息,经过加工处理和分折,以确定被测物体的形状、大小和位置,并判断其性质的理论和方法的一门学科。摄影测量按距离不同可分为航天摄影测量、航空摄影测量、地面摄影测量、近景摄影测量和显微摄影测量;按技术处理方法不同可以分为模拟法摄影测量、解析法摄影测量和数字摄影测量。

1.1.2.4 工程测量学

工程测量学是研究工程建设中设计、施工和管理各阶段测量工作的理论、技术和方法的一门学科。工程测量为工程建设提供精确的测量数据和大比例尺地图,以保障工程选址合理,按设计施工和进行有效管理。在工程运营阶段对工程进行形变观测和沉降监测,以保证工程运行正常。按研究的对象不同可以分为建筑工程测量、水利工程测量、矿山工程测量、铁路工程测量、公路工程测量、输电线路与输油管道测量、桥梁工程测量、隧道工程测量、军事工程测量等。

1.1.2.5 海洋测绘学

海洋测绘学是以海洋水体和海底为对象,研究海洋地位、测定海洋大地水准面和平均海面、海底和海面地形、海洋重力以及海洋磁力、海洋环境等自然和社会信息的地理分布及编制各种海图的理论和技术的学科。海洋测绘为舰船航行安全、海洋工程建设提供保障。

1.1.2.6 地图制图学

地图制图学是研究地图及其编制和应用的一门学科。它研究用地图图形反映自然界和人类社会各种现象的空间分布、相互联系及其动态变化,具有区域性学科和技术性学科的两重性,亦称地图学。

1.1.3 测量学的发展

测量学和其他科学一样,是由生产的需要而产生,随着生产的发展而发展的。我国是世界文明古国之一,测量学在我国有着悠久的历史。远在4 000多年前夏禹治水时,就应用简单的工具进行测量。公元3世纪,我国伟大的制图学家裴秀创立了“制图六体”,此六体即是道里(距离)、准望(方向)、高下(地势起伏)、方邪(地物形状)、遇直(河流、道路的曲直)、分率(比例尺),这是世界上最早的制图规范。春秋战国时期,我国发明了指南针,促进了测量技术的发展,这是我国对于世界测量技术的伟大贡献。公元724年,太史监南宫说曾在河南北起滑县,经开封、许昌,南到上蔡,直接丈量了长达300 km的子午线弧长,这是我国第一次用弧度测量的方法,测定地球的形状和大小,也是世界上最早的一次子午线弧长测量。元代郭守敬拟订了全国纬度测量计划,共施测了27个点的纬度。清代康熙年间进行了大规模的大地测量工作,并在此基础上进行了全国范围的地形测量,最后制成“皇舆全览图”,成为世界上完成全国地形图最早的国家之一。

在国外,17世纪初测量学在欧洲得到较大发展。1617年,荷兰人斯纳留斯首次进行了三角测量。1608年,荷兰的汉斯发明了望远镜,随后被应用到测量仪器上,使测绘科学产生了巨大变革。随着第一次产业革命的兴起,测量的理论和方法不断得到发展。1687年,牛顿发表了万有引力定律,提出了地球是一个旋转椭球体。1794年,高斯提出的最小二乘法理论,以及随后提出的精确的横圆柱投影,对测绘科学理论的发展起到了重要的推动作用。在19世纪中期,许多国家都进行了全国地形测量。20世纪初,随着飞机的出现和摄影测量理论的发展,产生了航空摄影测量,又一次给测绘科学带来巨大的变革。

20世纪50年代起,电子学、计算机、电磁波技术和空间技术的兴起,使测绘科学又得到新的发展。如自动安平水准仪、电磁波测距仪、电子经纬仪、电子全站仪、陀螺经纬仪、

GPS 接收机等新型测绘仪器的不断出现,以及电子计算机、遥感技术、惯性测量、卫星大地测量和近景摄影测量等新技术的应用,使测绘科学发展到了一个新的阶段,并正向自动化、数字化的方向继续前进。

近几十年,我国测绘事业有了很大发展:建立和统一了全国坐标系统和高程系统;建立了遍及全国的大地控制网、国家水准网、基本重力网和卫星多普勒网;完成了国家大地网和水准网的整体平差、国家基本图的测绘工作;完成了珠穆朗玛峰和南极长城站的地理位置和高程测量;配合国民经济建设进行了大量的测绘工作,例如进行了南京长江大桥、葛洲坝水电站、三峡水电站、宝山钢铁厂、北京正负电子对撞机等工程的精确放样和设备安装测量。在测绘仪器制造方面,现在不仅能生产系列的光学测量仪器,还研制成功了各种测程的光电测距仪、卫星激光测距仪和数字摄影测量系统等先进仪器设备。在测绘人才培养方面,已培养出各类测绘技术人员数万名,大大提高了我国测绘科技水平。近年来,GPS(全球定位系统)已得到广泛应用,国产 GIS(地理信息系统)软件日趋成熟并在某些方面开始领先于国际测绘科技水平。

1.2 地面点位的确定方法

1.2.1 地球的形状与大小

测量工作是在地球表面进行的,从整个地球来看,地球大致像一个椭球体,其表面极不规则,不便于用数学公式来表达。位于我国西藏与尼泊尔交界处的珠穆朗玛峰海拔达 8 844.43 m,而位于太平洋西部的马里亚纳海沟最低海拔 -11 034 m,两者之间的高度差近 20 000 m。这个巨大差异与地球的平均半径 6 371 km 相比,仍可忽略不计。在不规则的地球表面,海洋面积约占 71%,陆地面积约占 29%,因此地球总的形体可以视为被海水所包围的球体,即设想将静止的海水面向陆地延伸,形成一个封闭的曲面,这个曲面所包围的地球体称为大地体,它代表地球的自然形状和大小。自由静止的水面称为水准面,这个面是一个重力等位面,处处与重力方向线(铅垂线)正交。随着水位高低的变化,水准面有无数个,其中通过平均海面并延伸穿过陆地所形成的闭合水准面,称为大地水准面。大地水准面可作为地面点计算高程的起算面。高程的起算面又称高程基准面。选用不同的面作为高程基准面,可得到不同的高程系统。以大地水准面作为高程基准面,是高程系统中最常见的一种。

根据不同轨道卫星长期观测的成果,大地体近似于梨形,南北两极并不对称。大地水准面的形状和大小,最能吻合地球总的形体,但因地球内部质量不均匀,重力方向产生不规则变化,使得处处与铅垂线方向正交的大地水准面不是一个规则的数学面,缺乏作为基准面的第二个条件。因此,测量上选择了一个与大地水准面总形非常接近,并能用数学表达的面作为基准面。这个面由一椭圆绕其短轴旋转而成,称为旋转椭球面。测量上把概括地球总形的旋转椭球面称为地球椭球面,把适合区域性如一个国家领土的旋转椭球面称为参考椭球面。椭球体的形状和大小,可由元素 a 、 b 、 α 来描述(见图 1-1);其中, $\alpha = (a - b)/a$ 。

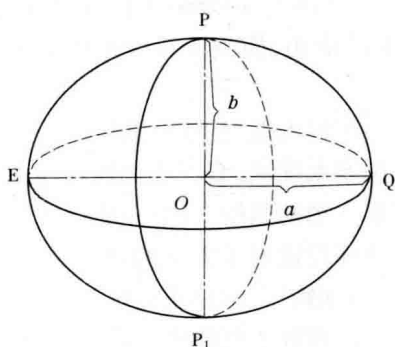


图 1-1 旋转椭球体

1978 年,我国推算的地球椭球体为: $a=6\,378.143\text{ m}$, $\alpha=1:298.255$ 。由于地球扁率很小,当测区不大时,可以把地球当作圆球看待,其平均半径为 $6\,371\text{ km}$ 。测量工作就是以椭球面作为基准面,并把这个面充当地球的数学模型,在上面建立了与地球一一对应的坐标关系,从而确定地区表面点的位置。

1.2.2 测量工作常用坐标系统

测量学的基本任务之一就是确定地面点的空间位置,而点的空间位置都与一定的坐标系统相对应。表示地面点在某个空间坐标系中的位置需要三个参数,确定地面点位的实质就是确定其在某个空间坐标系中的三维坐标。测量上将空间坐标系分解成确定点的球面位置的坐标系(二维)和高程系(一维)。确定点的球面位置的坐标系有地理坐标系、空间大地直角坐标系、高斯平面直角坐标系和独立平面直角坐标系。

1.2.2.1 地理坐标系

地理坐标系是指用经度、纬度表示地面点位置的球面坐标系,根据建立球面坐标系时采用的基准面与基准线的不同,地理坐标系分为大地坐标系与天文坐标系。

1. 大地坐标系

大地坐标系是以参考椭球面为基准面,以其法线为基准线建立的坐标系(见图 1-2),是测量上最重要的坐标系统之一,大地坐标系是采用大地纬度、经度和大地高程来描述空间位置的。过地面点的子午面与首子午面之间的夹角,称为该点的大地经度,测量上一般用 L 表示,其取值范围为 $0^\circ \sim \pm 180^\circ$ 。从首子午面起算,向东为正,称东经,向西为负,称为西经。过地面点的法线与赤道面的夹角称为该点的大地纬度,测量上一般用 B 表示,其取值范围为 $0^\circ \sim \pm 90^\circ$,从赤道面起算,向北为正,称为北纬,向南为负,称为南纬。

在测量工作中,地面点在参考椭球面上的投影位置一般用大地坐标 L, B 表示。但实际进行观测时,如量距或测角都是以铅垂线为准的,因而所测得的数据若要求精确地换算成大地坐标则必须经过改化。在普通测量中,由于要求的精确程度不必很高,所以可不考虑这种改化。

2. 天文坐标系

以大地水准面和铅垂线为基准面与基准线建立的球面坐标系称为天文坐标系,在该

1.2.2.2 空间大地直角坐标系

1. 参心空间大地直角坐标系

如图 1-4 所示,参心空间大地直角坐标系是以参考椭球中心 O 为原点,椭球的短轴为 Z 轴,以首子午面与赤道之交线为 X 轴,以过参考椭球中心与 XOZ 面正交的直线为 Y 轴建立起来的右手坐标系。在此坐标系中,地面点 M 的坐标用三维坐标 (x_M, y_M, z_M) 表示。点在此坐标系的坐标可由前面讲到的大地坐标系按一定的数学公式计算得到。

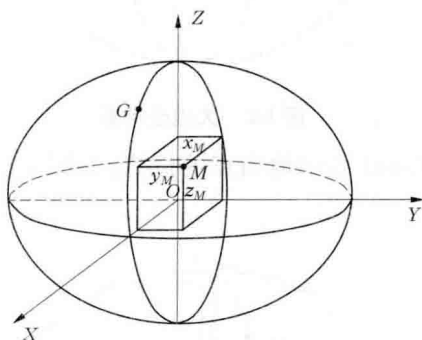


图 1-4 参心空间大地直角坐标系

2. 地心空间大地直角坐标系

人造地球卫星围绕地球运动时,其轨道平面通过地球质心,对它们的跟踪观测采用的坐标系其原点应在地球质量中心。因此,建立地心坐标系是很必要的。地心空间大地直角坐标系是地心坐标系的一种,常用于卫星大地测量。

地心空间大地直角坐标系以地球质量中心即地心为坐标系原点, X 、 Y 轴在地球赤道平面内,首子午面与赤道平面的交线为 X 轴, Z 轴与地球自转轴相重合,构成右手坐标系。坐标轴的指向如图 1-5 所示。地面点 A 的空间位置用三维直角坐标 x_A, y_A, z_A 表示。需要说明的是,不同的国家和地区的坐标轴的指向有所不同。GPS 定位测量中使用的 WGS-84 坐标系属于地心坐标系。

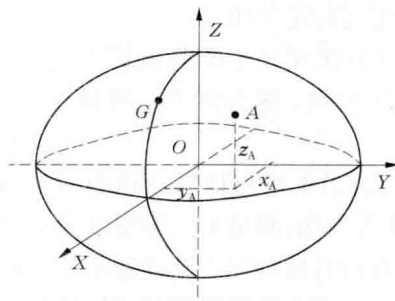


图 1-5 地心空间大地直角坐标系

1.2.2.3 高斯平面直角坐标系

大地坐标系是大地测量的基本坐标系,常用于大地问题的细算、研究地球形状和大小、编制地图、火箭和卫星发射及军事方面的定位及运算,若将其直接用于工程建设规划、设计、施工等很不方便。所以,要将球面上的大地坐标按一定数学法则归算到平面上,即

采用地图投影的理论绘制地形图,才能用于规划建设。

高斯平面直角坐标系采用的是高斯投影。高斯投影是一种横轴椭圆柱投影,即设想用一个椭圆柱套住地球椭球体,使椭圆柱的中轴横向通过椭球体的中心,将椭球面上的点位和图形投影到椭圆柱的面上,然后将椭圆柱沿通过南、北极的母线展开成平面,即得到高斯投影平面(见图 1-6(a))。在此平面上,椭球体和椭圆柱相切的一条子午线和赤道的投影为两条相互正交的直线,即构成高斯平面直角坐标系。该子午线称为中央子午线,其投影为直角坐标系的纵轴,赤道的投影则为直角坐标系的横轴。只有中央子午线投影后的长度保持不变,而其他的图形投影后均会发生变形,且离开中央子午线越远,变形越大(见图 1-6(b))。

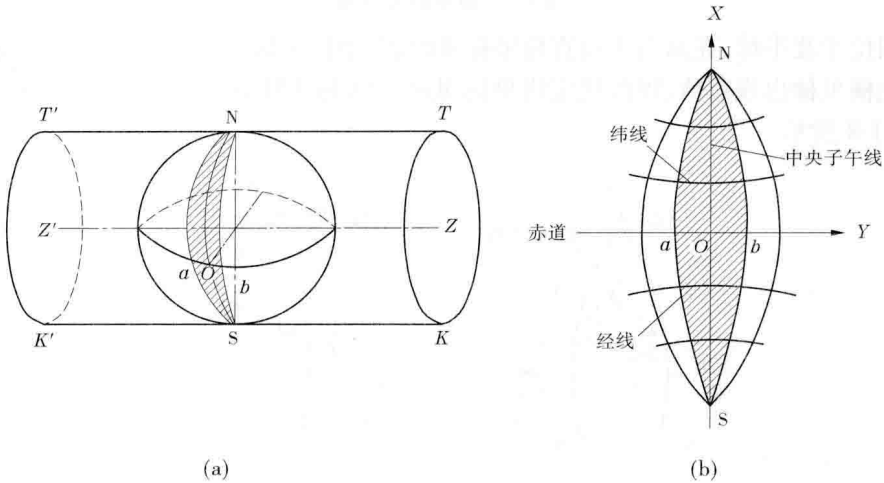


图 1-6 高斯投影概念

高斯投影可以将椭球面变成平面,但是离开中央子午线越远变形越大,这种变形将会影响测图和施工精度。为了对长度变形加以控制,测量中采用了限制投影宽度的方法,即将投影区域限制在靠近中央子午线的两侧狭长地带,这种方法称为分带投影。投影带宽度是以相邻两个子午线的经差来划分的,有 6°带、3°带等不同投影方法。

6°带投影是从英国格林尼治子午线开始,自西向东,每隔 6°投影一次。这样将椭球分成 60 个带,编号为 1~60 带,如图 1-7 所示。

各带中央子午线经度(L)可用下式计算:

$$L_0^6 = 6n - 3 \quad (1-1)$$

式中 n ——6°带的带号。

3°带是在 6°带基础上划分的,其中央子午线在奇数带时与 6°带中央子午线重合,每隔 3°为一带,共 120 带,各带中央子午线经度(L)为

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

式中 n' ——3°带的带号。

我国幅员辽阔,含有 11 个 6°带,即 13~23 带(中央子午线为 75°~135°),21 个 3°带,即 25~45 带。北京位于 6°带的 20 带,中央子午线经度为 117°。

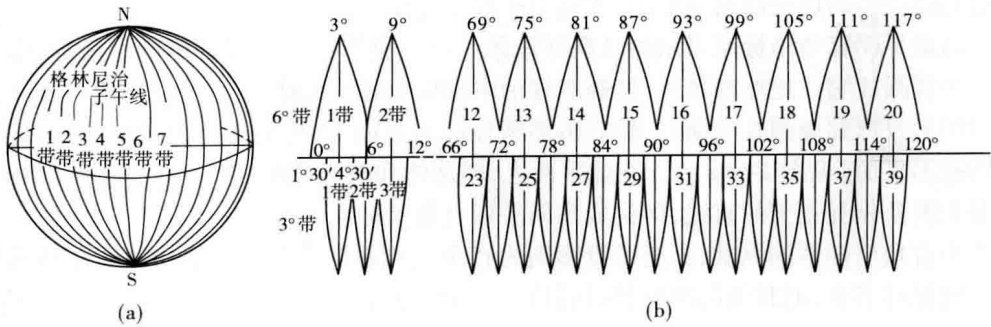


图 1-7 高斯投影分带

我国位于北半球,在高斯平面直角坐标系内,纵坐标 x 均为正值,横坐标 y 有正有负。为了避免横坐标出现负值,因此规定将坐标纵轴 x 西移 500 km,并在横坐标 y 前标注带号,如图 1-8 所示。

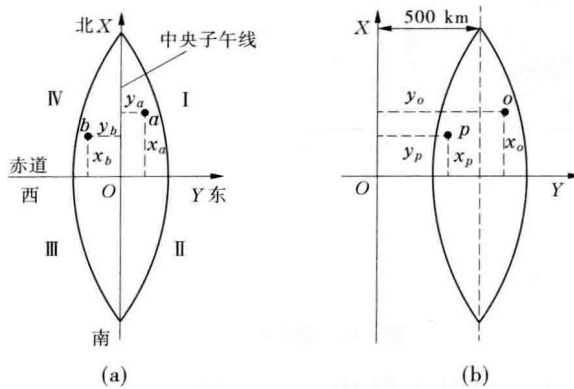


图 1-8 高斯平面直角坐标系

1.2.2.4 独立平面直角坐标系

当测量区域较小(如半径小于 10 km 的范围)时,可以用测区中心点的切平面代替椭球面作为基准面。在切平面上建立独立平面直角坐标系,以南北方向为 X 轴,向北为正;以东西方向为 Y 轴,向东为正。为避免坐标出现负值,通常将坐标原点选在测区的西南角,如图 1-9 所示。

由图 1-8 和图 1-9 可见,无论是高斯平面直角坐标系还是独立平面直角坐标系,均以纵轴为 X 轴,横轴为 Y 轴,这与数学上的平面坐标系 X 轴和 Y 轴正好相反,其原因在于测量与数学上表示直线方向的方位角定义不同。测量上的方位角为纵轴的指北端起始,顺时针至直线的夹角;数学上的方位角则为横轴的指东端起始,逆时针至直线的夹角。将二者的 X 轴和 Y 轴互换,是为了仍旧可以将已有的数学公式用于测量计算。出于同样的原因,测量与数学

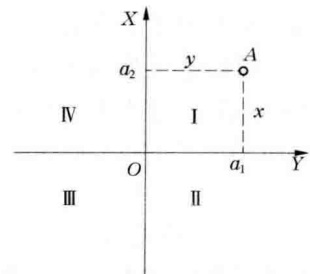


图 1-9 独立平面直角坐标系

上关于坐标象限的规定也有所不同。二者均以北东为第Ⅰ象限,但数学上的4个象限为逆时针递增,而测量上则为顺时针递增(见图1-10)。

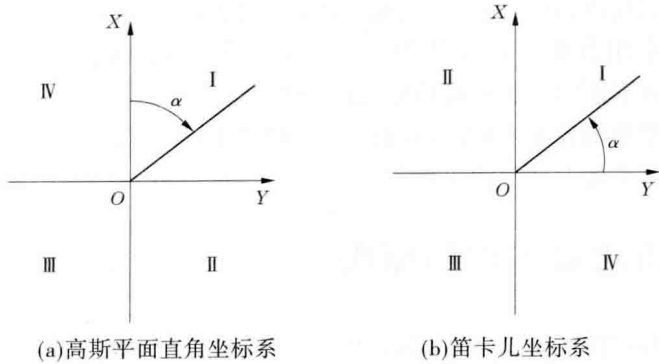


图 1-10 高斯平面直角坐标系与笛卡儿坐标系的比较

1.2.3 地面点高程

地面点空间位置的第三维坐标是高程。地面点的高程,是指地面点沿铅垂线到一定基准面的距离。测量中定义以大地水准面作基准面的高程为绝对高程,简称高程,以 H 表示;以其他任意水准面作基准面的高程为相对高程或假定高程,以 H' 表示。地面任意两点之间的高程之差称为高差,用 h 表示(见图1-11)。

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

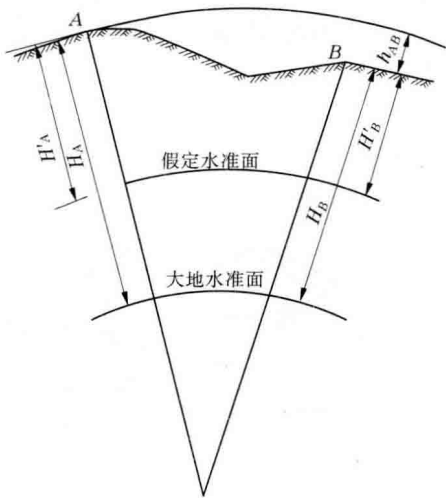


图 1-11 地面点的高程

由于大地水准面是一个理想的面,在实际测量中不易找到其位置,所以高程起算面一般是用对海水验潮求得平均海水面的方法而得到的。我国的验潮站设在青岛;同时又在验潮站附近设一固定点,求得该点的高程,将该点作为全国统一的高程起算点,称为水准原点。

新中国成立初期,采用 1950 ~ 1956 年验潮资料,求得平均海水面位置,进而测得水准原点的高程为 72.289 m,此高程系统称为“1956 年黄海高程系”。由于验潮资料时间周期短,该高程系统不甚精确。为提高大地水准面的精度,国家又根据青岛验潮站 1952 ~ 1979 年的验潮资料组合成了 10 个周期为 19 年的验潮资料,经精确计算,于 1985 年重新确定了黄海平均海水面的位置和高程原点的高程(72.260 m),并决定从 1988 年起,一律按此原点高程推算全国控制点的高程,称为“1985 年国家高程基准”。可见,我国的验潮资料也为近年来海平面上涨提供了依据。

1.3 测量的基本工作与原则

测量工作的基本任务是要确定地面点的几何位置。确定地面点的几何位置需要进行一些测量的基本工作,为了保证测量成果的精度及质量需遵循一定的测量原则。

1.3.1 测量的基本工作

如图 1-12 所示, A 、 B 、 C 、 D 、 E 为地面上高低不同的一系列点,构成空间多边形 $ABCDE$,图下方为水平面。从 A 、 B 、 C 、 D 、 E 分别向水平面作铅垂线,这些垂线的垂足在水平面上构成多边形 $abcde$,水平面上各点就是空间相应各点的正射投影;水平面上多边形的各边就是各空间斜边的正射投影;水平面上的角就是包含空间两斜边的两面角在水平面上的投影。地形图就是将地面点正射投影到水平面上后再按一定的比例尺缩绘至图纸上而成的。由此看出,地形图上各点之间的相对位置是由水平距离 D 、水平角 β 和高差 h 决定的,若已知其中一点的坐标 (x, y) 和过该点的标准方向及该点高程 H ,则可借助 D 、 β 和 h 将其他点的坐标和高程算出。因此,测量的三项基本工作如下:

- (1) 高程测量(本书第 2 章)。
- (2) 角度测量(本书第 3 章)。
- (3) 距离测量(本书第 4 章)。

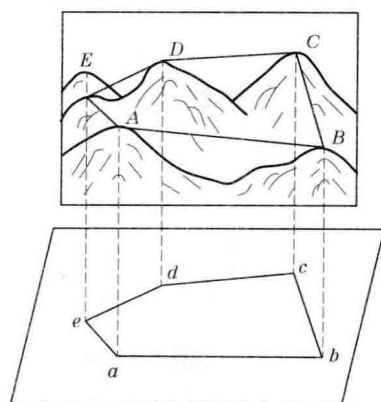


图 1-12 测量的基本工作