

中央广播电视大学教材

矿井测量

KUANGJING CELIANG

孙 江 主编

CAIKUANG GONGCHENG ZHUANYE
XILIE JIAOCAI



中央广播电视大学出版社

大学教材

矿井测量

孙 江 主编

中央广播电视大学出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

矿井测量/孙江主编. —北京:中央广播电视大学出版社,2011. 12

中央广播电视大学教材

ISBN 978 - 7 - 304 - 05473 - 1

I. ①矿… II. ①孙… III. ①生产矿井测量—广播电视大学—教材 IV. ①TD175

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 007836 号

版权所有,翻印必究。

中央广播电视大学教材

矿井测量

孙 江 主编

出版·发行:中央广播电视大学出版社

电话:营销中心 010 - 58840200 总编室 010 - 68182524

网址:<http://www.crtvup.com.cn>

地址:北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编:100039

经销:新华书店北京发行所

策划编辑:杜建伟

版式设计:赵 洋

责任编辑:申 敏

责任版式:韩建冬

责任印制:赵联生

责任校对:王 亚

印刷:北京宏伟双华印刷有限公司

印数:0001~2000

版本:2011 年 12 月第 1 版

2011 年 12 月第 1 次印刷

开本:787 × 1092 1/16

印张:14 字数:311 千字

书号:ISBN 978 - 7 - 304 - 05473 - 1

定价:21.00 元

(如有缺页或倒装,本社负责退换)

内 容 提 要

本书是根据中央广播电视大学采矿工程专业矿井测量课程教学大纲编写的。本书共分13章,主要内容包括普通测量和矿井测量两部分。第1~4章系统介绍了普通测量的基本理论、基本知识和常用测量仪器的构造、使用;第5章介绍了测量误差的基本知识;第6章介绍了小地区控制测量;第7章介绍了地形图的基本知识及其应用;第8章介绍了地形图的测绘;第9章介绍了施工测量的基本工作;第10~13章介绍了矿井测量的内容。

本书为中央广播电视大学远程教育采矿工程专业的矿井测量基础教程,也可作为高职高专院校建筑工程、城市规划、给排水等专业的教材,还可作为上述专业的函授、自学、成人教育教材,亦可供建筑工程技术人员和测绘人员参考。

前 言

根据中央广播电视大学远程教育采矿工程专业教学的需要,我们以远程教育培养实用型技术人才为根本任务,注重学生知识、能力、素质的培养,依据测绘科学的发展状况,在本书的编写原则、选材范围、学时安排等问题上进行了深入广泛的探讨;在广泛调研和征求意见的基础上,本着突出科学性、实用性、先进性的指导思想,注重远程教育的特点,系统介绍基本理论、基本知识,同时,突出学生专业技术应用能力的培养。在编写中力求体系完整,内容简练,文字流畅,认真贯彻现行的国家标准、规范,做到贴近生产,突出技能。本书除系统介绍普通测量的基本理论、基本知识,测量仪器的构造、使用和检验校正外,还介绍了电子经纬仪、光电测距仪、全站仪、全球定位系统(GPS)等新仪器、新技术和新方法。

本书由黑龙江科技学院资源与环境工程学院孙江教授担任主编。本书的第1~3章由黑龙江科技学院资源与环境工程学院窦世卿讲师编写,第4~5章由黑龙江科技学院资源与环境工程学院祈向前副教授编写,第6~7章由黑龙江科技学院资源与环境工程学院赵威成讲师编写,第8章由黑龙江科技学院资源与环境工程学院张宏华讲师编写,第9~13章由孙江教授编写。

黑龙江科技学院赵喜江教授担任全书主审,并提供了大量的资料,提出了宝贵的修改意见,对此我们表示衷心的感谢。

我们在编写过程中参阅了大量文献,在此谨向有关文献的作者表示衷心的感谢!由于我们水平有限,虽然尽了很大努力,但书中难免存在疏漏及不妥之处,敬请各院校师生和读者批评指正。

编 者

2011年10月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 测量学的组成及其应用	(1)
1.2 地面点位置的确定	(3)
本章小结	(9)
思考题与习题	(9)
2 水准测量	(10)
2.1 水准测量原理	(10)
2.2 水准测量的仪器和工具	(11)
2.3 水准仪的使用方法	(13)
2.4 水准测量方法	(15)
2.5 水准测量成果计算	(21)
本章小结	(25)
思考题与习题	(25)
3 角度测量	(28)
3.1 角度测量原理	(28)
3.2 光学经纬仪	(29)
3.3 水平角观测	(34)
3.4 竖直角观测	(39)
3.5 电子经纬仪及其使用	(43)
本章小结	(45)
思考题与习题	(46)
4 距离测量与直线定向	(48)
4.1 钢尺量距	(48)
4.2 光电测距	(56)
4.3 直线定向	(62)
本章小结	(66)
思考题与习题	(66)

5 测量误差的基本知识	(67)
5.1 测量误差的来源与分类	(67)
5.2 观测值的算术平均值	(70)
5.3 评定精度的标准	(72)
5.4 误差传播定律	(76)
本章小结	(80)
思考题与习题	(81)
6 小地区控制测量	(82)
6.1 控制测量概述	(82)
6.2 导线测量	(85)
6.3 高程控制测量	(95)
6.4 全球定位系统(GPS)简介	(96)
本章小结	(104)
思考题与习题	(104)
7 地形图的基本知识	(105)
7.1 地形图的比例尺	(105)
7.2 地形图的分幅和编号	(107)
7.3 地物及地貌的表示方法	(111)
7.4 地形图的识读	(117)
7.5 地形图的基本应用	(119)
本章小结	(126)
思考题与习题	(127)
8 地形图测绘	(128)
8.1 测图前的准备工作	(128)
8.2 地形图测绘方法简介	(133)
8.3 经纬仪测图方法	(133)
8.4 地物地貌测绘	(137)
8.5 地形图绘制	(142)
本章小结	(144)
思考题与习题	(144)
9 施工测量的基本工作	(146)
9.1 施工测量概述	(146)
9.2 测设的基本工作	(148)

9.3 测设点的平面位置	(153)
本章小结	(156)
思考题与习题	(156)
10 矿井联系测量	(157)
10.1 矿井联系测量的目的和任务	(157)
10.2 矿井定向的种类与精度要求	(158)
10.3 陀螺经纬仪定向测量	(160)
10.4 导入高程	(167)
本章小结	(169)
思考题与习题	(170)
11 井下控制测量	(171)
11.1 井下平面控制测量概述	(171)
11.2 井下高程测量概述	(174)
本章小结	(175)
思考题与习题	(175)
12 井下巷道测量	(176)
12.1 井下巷道测量概述	(176)
12.2 直线巷道中线的标定	(179)
12.3 曲线巷道中线的标定	(183)
12.4 巷道腰线的标定	(189)
12.5 激光指向仪及其应用	(195)
本章小结	(196)
思考题与习题	(197)
13 贯通测量	(199)
13.1 贯通测量概述	(199)
13.2 一井内巷道贯通测量	(203)
13.3 贯通后实际偏差的测定及中、腰线的调整	(210)
本章小结	(212)
思考题与习题	(213)
参考文献	(215)

1 绪 论

学习目标

掌握测定、测设、水平面、大地水准面、绝对高程与高差等概念;对测量工作的程序和基本原则有初步的认识。

能力目标

理解参考椭球面的概念;掌握测量坐标系与数学坐标系的区别;初步掌握高斯平面直角坐标。

测量工作的实质是确定地面点的位置,测量学的理论和实践都是紧紧围绕这一主线展开的。绪论部分的概念及知识比较多,是学习后续各章内容必备的基础知识。

1.1 测量学的组成及其应用

1.1.1 测量发展史

我国早在两千多年前,为了治水,就开始了水利工程测量工作。司马迁在《史记》中对夏禹治水有这样的描述:“陆行乘车,水行乘船,泥行乘橇,山行乘橦,左准绳,右规矩,载四时,以开九州,通九道,陂九泽,度九山。”所描述的是当时的工程勘测情境,准绳和规矩就是当时所用的测量工具,准是可找平的水准器,绳是丈量距离的工具,规是画圆的器具,矩则是一种可定平、测长度、测高度、测深度和画圆、画矩形的通用测量仪器。早期的水利工程多为疏导河道,以利防洪和灌溉,其主要的测量工作是确定水位和堤坝的高度。秦代李冰父子领导修建的都江堰水利枢纽工程,曾用一个石头人来标定水位,当水位超过石头人的肩时,下游将受到洪水的威胁,当水位低于石头人的脚背时,下游将出现干旱。这种标定水位的办法与现代水位测量的原理完全一样。北宋沈括为了治理汴渠,测得“京师之地比泗州凡高十九丈四尺八寸六分”,是水准测量的结果。1973 年从长沙马王堆汉墓出土的地图包括地形图、驻军图和城邑图三种,所表示的内容相当丰富,绘制技术也非常熟练,在颜色使用、符号设计、内容分类和简化等方

面都达到了很高水平,这与当时测绘术的发达是分不开的。

20 世纪初,由于西方的第一、第二次技术革命和工程建设规模的不断扩大,工程测量学受到人们的重视,并发展成为测绘学的一个重要分支。以核子、电子和空间技术为标志的第三次技术革命,使工程测量学获得了迅速的发展。20 世纪 50 年代,世界各国在建设大型水利建筑、隧道、城市地铁中,对工程测量提出了一系列新的要求。20 世纪 60 年代,空间技术的发展和导弹发射场建设促使工程测量进一步发展。20 世纪 70 年代以来,高能物理、天体物理、人造卫星、宇宙飞行、远程武器发射等,都需要建设各种巨型实验室,从测量精度和仪器自动化方面对工程测量提出了更高的要求。20 世纪末,人类科学技术不断向着宏观宇宙和微观粒子世界延伸,测量对象不仅限于地面,而且深入地下、水域、空间和宇宙,如核电站、摩天大楼、海底隧道、跨海大桥、大型正负电子对撞机等。由于仪器的进步和测量精度的提高,工程测量的领域日益扩大,除了传统的工程建设三阶段的测量工作外,在地震观测,海底探测,巨型机器、车床、设备的荷载试验,高大建筑物(电视发射塔、冷却塔)变形观测,文物保护,甚至在医学和罪证调查中,都应用了最新的精密工程测量仪器和方法。

1.1.2 测量学科的组成

测量学(surveying)是研究对地球表面和外层空间中的各种自然和人造物体与地理空间分布有关的信息进行采集、处理、更新和利用的技术。按其研究的对象和应用范围的不同,测量学包括以下几类学科。

1. 大地测量学

大地测量学(geodesy)是研究和确定地球形状、大小、重力场、整体与局部运动、地表面点的几何位置及其变化的理论和技术的学科。大地测量学的基本任务是建立国家大地控制网,测定地球的形状、大小和重力场,为地形测图和各种工程测量提供基础起算数据,为空间科学、军事科学及研究地壳变形、地震预报等提供重要资料。按照测量手段的不同,大地测量学又分为常规大地测量学、卫星大地测量学及物理大地测量学等。

2. 工程测量学

工程测量学(engineering surveying)是研究各种工程建设在勘测、设计、施工和管理阶段中所进行的一系列测量工作的理论和方法的学科。

3. 地形测量学

地形测量学(topographic surveying)是研究如何将地球表面局部区域内的地物、地貌及其他有关信息测绘成地形图的理论、方法和技术的学科。按成图方式的不同,地形测图可分为模拟化测图和数字化测图。

4. 摄影测量与遥感学

摄影测量与遥感学(photogrammetry and remote sensing)是研究利用电磁波传感器获取目标物的影像数据,从中提取语义和非语义信息,并用图形、图像和数字形式表达的学科。摄影

测量与遥感学的基本任务是通过摄影像片或遥感图像进行处理、量测、解译,以测定物体的形状、大小和位置,进而制作成图。根据获得影像的方式及遥感距离的不同,本学科又分为地面摄影测量学、航空摄影测量学和航天遥感测量学等。

5. 地图制图学

地图制图学(cartography)是研究模拟和数字地图的基础理论、设计、编绘、复制的技术、方法以及应用的学科。它的基本任务是利用各种测量成果编制各类地图,其内容一般包括地图投影、地图编制、地图整饰和地图制印等分支。

1.1.3 测量学在工程建设中的应用

现代的测量学作为一门能采集和表示各种地物和地貌的形状、大小、位置等几何信息,以及能把设计的建筑物、设备等按设计的形状、大小和位置准确地在实地标定出来的技术,在各种工程建设中的应用越来越广泛。例如,勘测设计阶段为选线测制带状地形图,建筑物在施工期间和建成后会因地基承载力减弱或因自重和外力的作用而产生下沉变形,大坝可能位移、高层建筑物可能倾斜,在这些情况下,为了保障建筑物的安全运行,往往需要测量工作者以技术上可行的最高精度监测建筑物的变形量和变形速度的发展情况,有时还要求在一段时间内进行连续监测,为此需使用自动化的监测和记录仪器。总之,测量工作的任务有3方面:

- (1) 研究确定地球的形状和大小,为科学研究提供必要的数据和资料;
- (2) 将地球表面的地物、地貌测绘成图,也称为测定;
- (3) 将设计图纸上的成果标定到实地指导施工,也称为测设。

1.1.4 学习本课程的基本要求

根据矿井测量的研究对象和特点,本课程的内容包括普通测量和矿井测量两部分。普通测量主要介绍地面点位的确定、高程测量的仪器和方法、角度测量的仪器和方法、距离测量的仪器和方法、地形图基本知识及其在工程中的应用、大比例尺地形图的测绘方法。矿井测量主要介绍联系测量、井下平面及高程控制测量、巷道及回采工作面测量。本课程具有很强的实践性,学习中应该在弄清基本概念、基本理论的基础上,通过课堂学习、作业、实验、实习,掌握工程测量的基础理论、基本技能,掌握常规测量仪器的操作技能和矿井测量的基本方法,了解测量新技术在矿井测量中的应用,具备正确使用常规测量仪器和矿井测量技术进行矿井测量的基本能力。

1.2 地面点位置的确定

测量工作的实质就是确定地面点的位置,是通过在基准面上建立坐标系,并测定点位之间

的距离、角度和高差三个基本量来实现的。下面简要介绍地球的形状和大小、基准面和坐标系。

1.2.1 地球的形状和大小

地球的表面是极不规则的,其表面有海洋岛屿、江河湖泊、平原盆地、高山丘陵。陆地最高山峰珠穆朗玛峰高出海平面 8 844.43 m,海底最深处马里亚纳海沟达 11 034 m,相对高差近 20 km。尽管有这样大的高低起伏,但与地球平均半径 6 371 km 相比起来是微不足道的。同时,就整个地球表面而言,海洋面积约占 71%,陆地仅占 29%。因此,假想由静止的海水面延伸穿过陆地与岛屿形成的闭合曲面与地球的总形体拟合,这个曲面称为水准面。在测量学中,任何一个自由静止的海水面均称为水准面。在地球重力场中,水准面处处与重力方向正交,重力方向线称为铅垂线,它是测量工作的基准线。由于受潮汐影响,海水水面时高时低呈动态变化,因此水准面有无穷多个,通常把通过平均海水面的水准面称为大地水准面。大地水准面是测量工作的基准面。大地水准面所包裹的地球形状称为大地体,大地体就代表了地球的形状和大小。

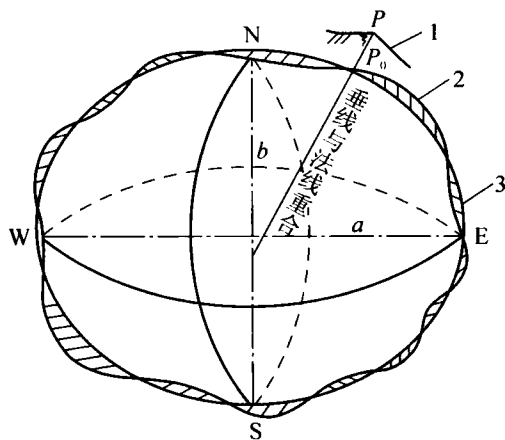


图 1-1 地球表面与大地水准面及参考椭球体的相互关系示意图

1—地球表面;2—大地水准面;3—参考椭球体

由于地球内部质量分布的不均匀性,使得铅垂线方向发生不规则变化,处处与重力方向正交的大地水准面也就不是一个规则的数学面,而是一个表面有微小起伏的复杂曲面。在这个面上无法进行测量工作的计算,于是人们选择了一个与大地体的形状和大小较为接近的经过测量理论研究和实践证明的旋转椭球体来代替大地体,如图 1-1 所示,并通过定位使旋转椭球体与大地体的相对关系固定下来,这个旋转椭球体称为参考椭球体。参考椭球体的表面是一个可以用数学公式表达的规则曲面,它是测量计算和投影制图的基准面。

参考椭球体的形状和大小,通常用其长半轴 a 、短半轴 b 和扁率 α 描述,只要知道其中两个

元素,即可确定参考椭球体的形状和大小。

我国 1954 年北京坐标系采用前苏联的克拉索夫斯基椭球体元素,其值为:

长半轴	$a = 6\,378\,254\text{ m}$
短半轴	$b = 6\,356\,872\text{ m}$
扁率	$\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.3}$

我国 1980 年西安坐标系采用国际大地测量与地球物理学联合会 (International Union of Geodesy and Geophysics, IUGG) 推荐的椭球体元素, 其值为:

长半轴 $a = 6\,378.140\text{ km}$

短半轴 $b = 6\,356.755\text{ km}$

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

1980 年西安坐标系命名为 1980 年国家大地坐标系, 大地原点设在陕西省西安市泾阳县永乐镇。

由于参考椭球体的扁率很小, 在普通测量中又近似地把大地体视为圆球体, 因此参考椭球体的半径采用与参考椭球体等体积的圆半径, 其值为:

$$R = \frac{1}{3}(a + a + b) = 6\,371\text{ km}$$

1.2.2 确定地面点位置的方法

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

1.2.2.1 地面点的坐标

1. 地理坐标

地理坐标是用经度和纬度表示地面点的位置。如图 1-2 所示, 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 (见图 1-2 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 (见图 1-2 中的平面 QMM_0Q'), 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起始子午面 (亦称首子午面) 作为基准面。

地面上任意一点的经度, 即为通过该点的子午面与首子午面间的夹角。以首子午线为基准, 向东 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为东经, 向西从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为西经。经度相同的点的连线称为经线。

地面上任意一点的纬度, 是通过该点的铅垂线与赤道面的夹角。以赤道为基准, 向北以 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为北纬, 向南以 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为南纬。纬度相同的点的连线称为纬线。

以法线为依据, 以参考椭球面为基准面的地理坐标称为大地地理坐标, 分别用 L, B 表示; 以铅

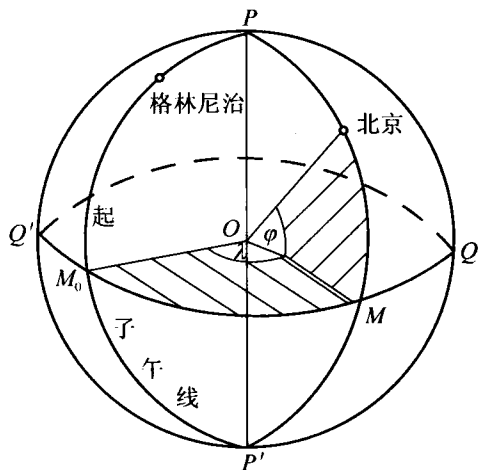


图 1-2 地理坐标示意图

垂线为依据,以大地水准面为基准面的地理坐标称为天文地理坐标,分别用 λ 、 φ 表示。天文地理坐标是用天文测量的方法直接测定的,而大地地理坐标是根据起始的大地原点的坐标推算的。大地原点的天文地理坐标和大地地理坐标是一致的。

2. 高斯平面直角坐标

地理坐标是球面坐标,只能表示地面点在球面上的位置,观测、计算、绘图较为复杂,不能直接用于测绘大比例尺地形图和建筑图。因此,必须将地面点的地理坐标转换成平面直角坐标。椭球面上的点的坐标不能直接转换成平面坐标,只有通过一定的投影方法才能将椭球面上的点、线、面投影到平面上。这种投影要产生变形,即投影变形,包括长度变形、面积变形和角度变形。

投影的方法很多,归纳起来可分为三大类,即等角投影、等面积投影和任意投影。根据《中华人民共和国大地测量法》规定,我国采用高斯—克吕格正形投影的方法,习惯简称为高斯投影,它是一种等角投影。这种建立在高斯投影面上的直角坐标系称为高斯平面直角坐标系。

高斯投影是将地球看成一个圆球,设想用一个空心横圆柱体套在地球外面,使横圆柱体的中心轴位于赤道面内并通过球心,让圆柱面与地球球面上某一子午线相切,该子午线称为中央子午线,如图 1-3(a) 所示。将中央子午线东西两侧球面上的图形按一定的数学法则投影到圆柱面上,然后将圆柱面沿着通过南北两极的母线切开展平,即得到高斯投影的平面图形,如图 1-3(b) 所示。

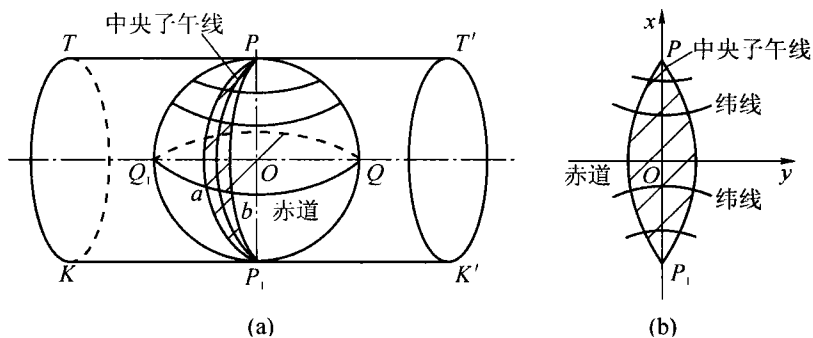


图 1-3 高斯投影示意图

由于高斯投影前后所有角度保持不变,故高斯投影亦称为等角投影或正形投影。在投影后的高斯平面上,中央子午线投影为直线,与赤道垂直且长度保持不变,其余子午线的投影为对称于中央子午线的弧线,而且距中央子午线越远,长度变形越大。为了将长度变形控制在允许的范围之内,一般采用分带投影的方法,以经差 6° 或 3° 来限定投影带的宽度,简称 6° 带或 3° 带,如图 1-4 所示。

6° 带是从起始子午线开始,自西向东每隔 6° 划分一带。整个地球划分为 60 带,用数字 1~60 顺序编号。 6° 带中央子午线的经度依次为 3° 、 9° 、 15° 、...、 357° ,可按下式计算:

$$\lambda_6 = 6^\circ N - 3^\circ \quad (1-1)$$

式中: λ_6 —— 6° 带中央子午线的经度;

N —— 6° 带的带号。

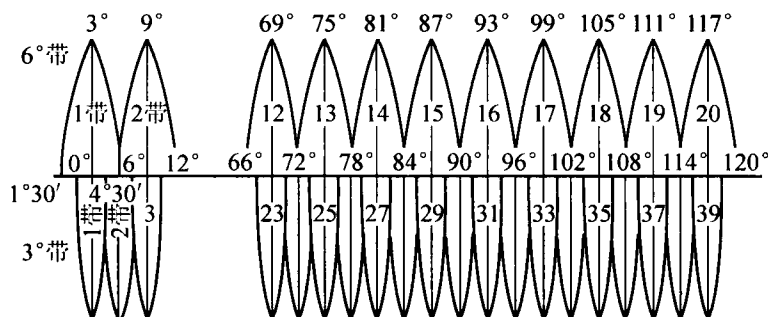


图 1-4 投影带示意图

3°带是从东经 1.5°子午线开始,自西向东每隔 3°划分为一带,整个地球划分为 120 个投影带,用数字 1~120 顺序编号。3°带的中央子午线的经度依次为 3°、6°、9°、…、360°,可按下列式计算:

$$\lambda_3 = 3^\circ N' \quad (1-2)$$

式中: λ_3 ——3°带中央子午线的经度;

N' ——3°带的带号。

将每个投影带沿边界切开,展成平面,以中央子午线为纵轴,向北为正,向南为负;以赤道为横轴,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,纵坐标为正号,横坐标有正、有负。为了避免横坐标出现负值,通常将每带的坐标原点向西移 500 km,这样无论横坐标的自然值是正还是负,加上 500 km 后均能保证每点的横坐标为正值。为了表明地面点位于哪一个投影带内,在横坐标前加上投影带的带号,因此,高斯平面直角坐标系的横坐标实际上是由带号、500 km 以及自然坐标值三部分组成。这样的横坐标为国家统一坐标系,称为横坐标通用值。

如图 1-5 所示,设 A、B 两点位于第 20 号投影带内, $y_A = 3\,868.5\text{ m}$, $y_B = -6\,482.3\text{ m}$,加上 500 km 后, $y_A = 500\,000 + 3\,868.5 = 503\,868.5\text{ m}$, $y_B = 500\,000 - 6\,482.3 = 493\,517.7\text{ m}$,加上带号,则其横坐标的通用值为 $y_A = 20\,503\,868.5\text{ m}$, $y_B = 20\,493\,517.7\text{ m}$ 。

由横坐标通用值可以看出,若小数点前第六位数小于 5,则表示该点位于中央子午线西侧,其横坐标自然值为负;反之,位于东侧,横坐标自然值为正。在我国领域内,6°带在 13~23,而 3°带在 25~45,没有重叠带号,因此,根据横坐标通用值就可以判定投影带是 6°带还是 3°带。

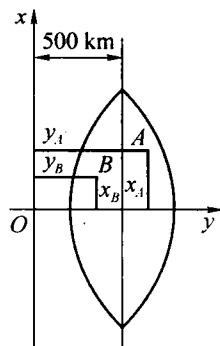


图 1-5 高斯平面直角坐标系

由于城市工程放样的需要,城市测量对投影变形的限制很严,要求变形小于 0.025 m/km,即投影误差应不超过 1/40 000,所以城市测量的中央子午线一般定在城市中央,它们不一定是

3°带或6°带的中央子午线,而是任意中央子午线。大中城市的坐标系统一般是高斯正投影任意带平面直角坐标系,且与国家坐标系统进行了联测,可以进行坐标转换。

3. 独立平面直角坐标

当城镇的测量范围较小且与国家坐标系无法联测时,可以把该地区的球面直接当成平面,将地面点直接投影到水平面上,用平面直角坐标表示点的平面位置。

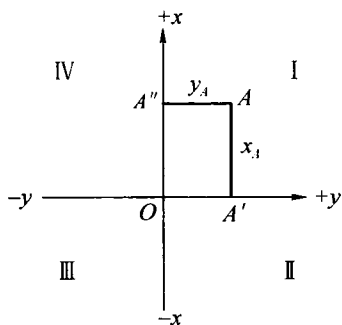


图 1-6 独立平面直角坐标系

矿井测量使用的直角坐标系与数学上的坐标系基本相似,但纵坐标轴为 x 轴,正向朝北,横坐标轴为 y 轴,正向朝东。象限按顺时针方向编号,对直线方向的表示从坐标纵轴(x 轴)的北端开始,顺时针度量至待定向的直线,与数学上的顺序恰好相反。采用这样的表示方法,是为了直接采用数学上的公式进行坐标计算,而不必另行建立数学模型。为了使坐标不出现负值,一般把坐标原点选择在测区的西南角,如图 1-6 所示。

1.2.2.2 地面点的高程

1. 绝对高程

地面点沿铅垂线方向到大地水准面的距离称为该点的绝对高程,亦称海拔,简称高程,用 H 表示。如图 1-7 所示,地面点 A 、 B 的绝对高程分别为 H_A 、 H_B 。 A 、 B 两点的高差为:

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

即地面两点间的高差等于两点的高程之差。

目前,我国采用 1985 年国家高程基准,它是将与黄海平均海水面相吻合的大地水准面作为全国高程系统的基准面,在该基准面上,绝对高程为零。这个基准是以青岛验潮站根据 1952—1979 年的验潮资料计算确定的平均海水面作为基准面的高程基准,国家水准原点(青岛原点)的高程为 72.260 m。

2. 假定高程

地面点沿铅垂线方向到任意假定水准面的距离称为该点的假定高程,也称为相对高程。如图 1-7 所示,地面点 A 、 B 的假定高程分别为 H'_A 、 H'_B 。

由图 1-7 可看出, A 、 B 两点的高差为:

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

在测量工作中,一般只采用绝对高程,只有在偏僻地区没有已知的绝对高程点可以引测时,才采用假定高程。

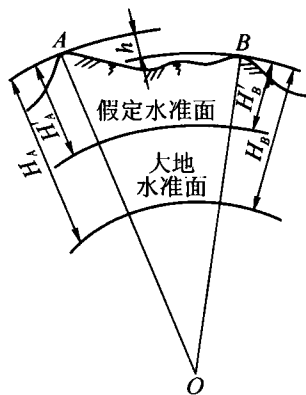


图 1-7 绝对、相对高程

本章小结

绪论中主要介绍了测量学的基本概念、内容及作用,地面点位的表示方法,测量的基本工作、原则和要求。本章应重点掌握如下概念:测定、测设、水准面、大地水准面、绝对高程、相对高程、独立平面直角坐标系。对大地坐标、高斯平面直角坐标,可作一般性了解。

思考题与习题

1. 名词解释:测量学、大地水准面、旋转椭球面、经度、纬度、高程。
2. 测量学的组成及应用有哪些方面?
3. 高斯平面直角坐标系是如何建立的?
4. 在测量工作中,用水平面代替水准面对距离和高差各有什么影响?

5. 设我国某处A点在高斯平面直角坐标系的横坐标 $y = 19\,668\,516.122\text{ m}$,问该坐标值是按几度投影计算而得?A点位于第几带?A点在中央子午线东侧还是西侧?距中央子午线多远?