

全国水利类高职高专教育统编教材

主 编 王笑峰

副主编 张保民

工 程 测 量

GONGCHENG CELIANG



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国水利类高职高专教育统编教材

工 程 测 量

主 编 王笑峰

副主编 张保民



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

工程测量/王笑峰主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2004.8

全国水利类高职高专教育统编教材

ISBN 7-5084-2143-4

I. 工... II. 王... III. 工程测量—高等学校: 技术学校—教材 IV. TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 057041 号

书 名	全国水利类高职高专教育统编教材 工程测量
作 者	主编 王笑峰 副主编 张保民
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 12.75 印张 302 千字
版 次	2004 年 8 月第 1 版 2006 年 1 月第 2 次印刷
印 数	3101—6100 册
定 价	20.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

内 容 提 要

本书为全国水利类高职高专教育统编教材，全书共 13 章，主要包括：常规光学测量仪器的使用；测量误差的基本理论及在工程测量中的应用；控制测量和地形图测绘的理论和方法，地形图的阅读和应用；施工测量的基本工作；大坝施工测量；渠道测量等。

本书力求讲清概念和基本理论知识，在着重介绍水利工程各阶段普遍采用的测量技术的基础上，选编了红外测距仪、全站仪，以及全球定位系统、遥感技术、地理信息系统等现代测绘技术。为方便工程技术人员使用，书中提供了一部分基本的英文测绘专业词汇。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校和民办高校水利类专业教材，也可供有关工程测量人员和教师参考。

全国水利类高职高专教育统编教材
编 辑 委 员 会

主任委员 王志锋

副主任委员 陈自强 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 锋 王庆河 刘宪亮 匡会健

孙敬华 孙晶辉 张俊峰 张朝晖

张耀先 陈良堤 欧阳菊根

茜平一 黄世钧

出 版 说 明

为了加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年的时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,我们在组织各参研院校申报的基础上,经过认真遴选,确定了《水工建筑物》等20种教材作为第一批重点建设(其中8种被列为普通高等教育“十五”国家级规划教材)项目,进而在各参研院校和有关单位推荐人员中,遴选了富有高职高专教学经验的教师组成了写作班子,并对主要编审人员进行了集中培训,统一了高职高专教材编写的指导思想,进一步增强了特色和质量意识。在总结各校专业教学改革、课程和教材改革经验的基础上,着手编写教材。

这批教材的出版,集中反映了近年来高职高专水利类院校在专业改革、课程教学和教材建设等方面团结合作、互相配合、共同研究的最新成果。为了适应水利类专业新的形势需要,这批教材中相当部分是首次出版,填补了水利类高职高专教材建设中的空白。虽然有部分教材已经出版过多次,是在前人的基础上重新修订的,这次出版仍注入了大量的新内容、新成果。总之,这批教材的出版,将成为水利类高职高专院校教材建设的里程碑。

这批教材的出版,得到了各参研院校在人力、财力、物力上的大力支持,在此我们表示衷心的感谢。同时,对中国水利水电出版社的领导和编辑们精心组织,认真编排,从形式到内容上严格把关,我们也表示诚挚的谢意。

教育部高等学校水利学科教学指导委员会高职高专教学组
教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系
改革与建设项目计划》第Ⅱ22—1号项目:“高职高专教育水利类
专业人才培养规格和课程体系改革、建设的研究与实践”项目组

2003年11月

前 言

本书是全国水利类高职高专教育统编教材，是编者结合多年的教学经验和工程实践，在广泛征求同行和土木工程专家的意见的基础上编写而成。本教材适用于水利水电建筑工程、农业水利工程、水利工程施工、水利水电工程规划等专业，也可供水土保持、水文与水资源工程等专业的技术人员使用。

全书共13章，系统地介绍了常规的工程测量仪器的构造、使用、检验与校正；阐明了控制测量和地形测量的理论和方法；论述了测量误差的基本理论及在工程测量中的应用；阐述了有关水利建筑物的测量技术。为了开拓水利类专业知识面，结合专业的需要，本教材对测绘领域的新技术、新仪器、新方法如电磁波测距、电子水准仪、全站仪、数字化测图及全球定位系统、遥感技术、地理信息系统等都作了较详细的说明。为方便工程技术人员使用，书中提供了一部分基本的英文测绘专业词汇。

本书由黑龙江水利专科学校王笑峰任主编，广东水利电力职业技术学院张保民任副主编。参加编写的有：南昌水利水电高等专科学校欧阳平、安徽水利水电职业技术学院王国玖、浙江水利水电高等专科学校唐继权。第三、六章由王国玖编写，第一、七、九章由王笑峰编写，第十一、十二、十三章由张保民编写，第二、五章由欧阳平编写，第四、八、十章由唐继权编写。

本书由黑龙江水利专科学校曲德富教授主审，他对本书的编写工作提出了宝贵意见，在此表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者和同仁批评指正。

编 者

2004年8月

目 录

出版说明

前言

第一章 绪论	1
第一节 水利工程测量的任务	1
第二节 地面点位的确定	2
第三节 用水平面代替水准面的限度	6
第四节 测量工作概述	7
思考与练习	8
第二章 水准测量	9
第一节 水准测量原理	9
第二节 水准仪及其使用.....	10
第三节 水准测量的施测方法	14
第四节 水准仪的检验和校正	19
第五节 水准测量误差产生的原因及消减方法	23
第六节 自动安平水准仪与电子水准仪	26
思考与练习	28
第三章 角度测量	30
第一节 角度测量原理	30
第二节 光学经纬仪	31
第三节 水平角测量	36
第四节 竖直角、天顶距的测量	40
第五节 角度测量的误差来源及消减方法.....	44
思考与练习	46
第四章 直线定向与距离测量	48
第一节 直线定向	48
第二节 距离丈量	50
第三节 视距测量	56
第四节 红外光电测距仪原理	59
思考与练习	61

第五章 测量误差的基本知识	62
第一节 概述	62
第二节 偶然误差的特性	63
第三节 衡量精度的标准	65
第四节 误差传播定律	67
第五节 测量精度分析举例	70
第六节 等精度观测的平差	72
思考与练习	74
第六章 控制测量	76
第一节 概述	76
第二节 导线测量	77
第三节 小三角测量	89
第四节 交会法测量	92
第五节 高程控制测量	95
思考与练习	100
第七章 大比例尺地形图测绘	102
第一节 测图前的准备工作	102
第二节 碎部点的测绘原理及方法	103
第三节 经纬仪测绘法	105
第四节 全站仪数字化测图	108
第五节 地形图的拼接、检查验收和清绘	112
思考与练习	114
第八章 地形图的应用	115
第一节 地形图的基本知识	115
第二节 地形图的分幅与编号	119
第三节 地形图的阅读	122
第四节 地形图应用的基本内容	123
第五节 地形图在工程规划中的应用	125
第六节 面积量算	127
思考与练习	131
第九章 测设(放样)的基本工作	132
第一节 概述	132
第二节 施工控制网的布设	132
第三节 测设(放样)的基本工作	135
第四节 测设点的平面位置	137
第五节 已知坡度直线的测设	138
第六节 圆曲线的测设	139

思考与练习	141
第十章 大坝施工测量	143
第一节 土坝的控制测量	143
第二节 土坝清基开挖与坝体填筑的施工测量	145
第三节 混凝土坝的施工控制测量	148
第四节 混凝土坝清基开挖线的放样	150
第五节 混凝土重力坝坝体的立模放样	150
思考与练习	154
第十一章 渠道测量	155
第一节 渠道选线测量	155
第二节 中线测量	157
第三节 纵断面测量	159
第四节 横断面测量	162
第五节 土方量计算	164
第六节 渠道边坡放样	166
思考与练习	168
第十二章 全站仪及其应用	170
第一节 概述	170
第二节 全站仪的结构与功能	172
第三节 全站仪的测量方法	175
思考与练习	178
第十三章 3S 技术简介	179
第一节 全球定位系统 (GPS) 简介	179
第二节 遥感 (RS) 技术及应用	184
第三节 地理信息系统 (GIS) 简介	186
思考与练习	191

第一章 绪 论

第一节 水利工程测量的任务

测量学 (Surveying) 是研究地球的形状和大小以及确定空间位置信息的科学。从数学原理知, 物体的几何形状及它的大小可由此物体的一些特征点位置, 如它们在空间直角坐标系中的坐标 x 、 y 、 z 值来求得。因此, 测量工作的一个基本任务便是求得点在规定坐标系中的坐标值。

测量学的任务包括测绘 (Survey and map) 和测设 (Setting out) 两个方面。测绘就是使用各种测量仪器和工具, 运用各种测量方法测定地球表面的地物和地貌的位置, 按一定的比例尺缩绘成地形图。测设是将图纸上设计好的建筑物的平面位置和高程, 按设计要求标定在地面上, 作为施工依据, 又称为施工放样。

测量学按照研究对象和范围的不同, 产生了多个分支学科:

(1) 大地测量学 (Geodetic Surveying)。大地测量学是研究整个地球的形状和大小, 解决大范围控制测量和地球重力场问题的学科。近年来, 随着人造地球卫星技术的发展, 大地测量学又分为常规大地测量学和卫星大地测量学。

(2) 地形测量学 (Topometric Surveying)。地形测量学是研究小区域内测绘地形图的基本理论、技术和方法的学科。可以不考虑地球曲率的影响, 把小区域内的地球表面当作水平面对待。

(3) 摄影测量学 (Photographic Survey)。摄影测量学是利用摄影相片来测定物体的形状、大小和空间位置的学科。由于获得相片的方法不同, 摄影测量学可分为地面摄影测量学、航空摄影测量学、水下摄影测量学和航天摄影测量学。

(4) 海洋测绘学 (Ocean Survey)。海洋测绘学是以海洋和陆地水域为研究对象所进行的测量和海图编制工作的学科。

(5) 工程测量学 (Engineering Surveying)。工程测量学是研究工程建设在勘测、规划、设计、施工、运行管理各个阶段的测量工作的理论、技术和方法的学科。

以上各门学科既自成体系又相互关联, 只有密切配合才能更好地为我国的现代化建设服务。

测量工作在水利水电建设中起着十分重要的作用。兴建水利工程, 从工程的规划、设计、施工到运行管理的各个阶段都离不开测量工作。例如, 在某河流上修建水电站, 首先必须根据地形图进行规划设计, 选择坝址, 从而进行水文计算、地质勘探、经济调查等工作, 充分论证规划设计的可行性。坝址选定后, 必须有详尽的大比例尺地形图作为坝体、

厂房和其他水工建筑物设计布置的依据。在施工过程中,又要通过施工放样指导开挖、砌筑和设备安装。投入运行后,还要进行变形观测,确保安全运行。因此,从事水利水电建设的工程技术人员,应当具备测量学的基本知识和技能,把测量学作为必需的一门基础技术课程,学好有关水利水电工程测量的内容。

第二节 地面点位的确定

一、测量学的基准线和基准面

在测量学中,某点的基准线(Datum Line)就是通过该点的铅垂线(Plumb Line)。所谓铅垂线,就是地面上一点的重力线方向。

测量工作是以地球为工作对象,地球表面起伏不平,有高山、深谷、平原、海洋等,称之为地球的自然表面。由于地球表面约71%的面积被海洋覆盖,虽有高山和深海,但这些高低起伏与地球半径相比是很微小的,可以忽略不计。所以人们设想有一个不受风流和潮汐影响的静止海水面,向陆地和岛屿延伸形成一个闭合的曲面,把这个曲面称为水准面。水准面(Level Surface)的特点是面上任意一点的铅垂线都垂直于该点的曲面,位于不同高度的水准面有无数个,而与平均海水面相吻合的水准面称为大地水准面(Geoidal Surface),它就是点位投影和计算高程的基准面(Datum Surface),由这个面所围成的几何形状称为大地球体,可以把它看作地球的实际形状。

由于地球内部质量分布不均匀,引起铅垂线方向变化,以致大地水准面的形状相当复杂,为便于计算及制图,测量学上就选用一个和大地水准面总的形状非常接近的数学形体来代表地球形体。如图1-1所示,这个数学形体是椭圆 PQP_1E 绕其短轴 PP_1 旋转而形成的旋转椭球体,又称为参考椭球体。它的外表面称为参考椭球面(Ellipsoidal Surface)。我国目前采用的参考椭球体的参数为:

长半径 $a = 6\,378\,140\text{ m}$

短半径 $b = 6\,356\,755\text{ m}$

扁率 $\alpha = (a - b)/a = 1/298.257$

由于参考椭球体的扁率很小,所以在测量精度要求不高的情况下,可以把地球看作是圆球,其半径为6371 km。

二、地面点的坐标

如图1-2所示,设想将地面上高度不同的A、B、C三个点分别沿铅垂线方向投影到大地水准面 P' 上,得到相应的投影点 a' 、 b' 、 c' ,这些点分别表示地面点在球面上的相应位置。

如果在测区的中央作水平面 P 并与水准面 P' 相切,过A、B、C各点的铅垂线与水平面相交于 a 、 b 、 c ,这些点便代表地面点在水平面上的相应位置。

由此可见,地面点的空间位置可以用点在水准面或水平面上的位置及点到大地水准面的铅垂距离来确定。

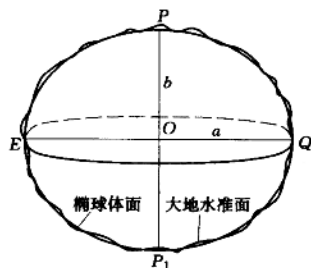


图 1-1 测量基准面示意图

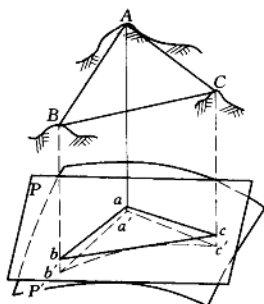


图 1-2 测量投影示意图

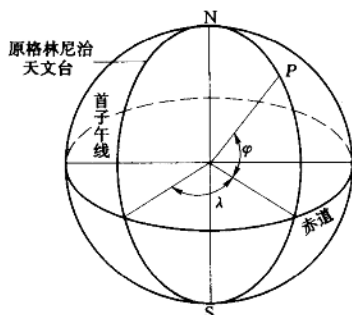


图 1-3 地理坐标示意图

测量中常用的坐标系有：

1. 天文地理坐标系

地面点在球面上的位置常采用经度 (λ) 和纬度 (φ) 来表示，称为地理坐标。它以铅垂线为基准线，以大地水准面为基准面。

如图 1-3 所示，N、S 分别是地球的北极和南极，NS 称为地轴。过地面点和地轴的平面称为子午面。子午面与地球的交线称为子午线。通过格林尼治天文台的子午面（又称首子午面）与任意子午面的夹角 λ 称为经度。由首子午面向东量称为东经，向西量称为西经，其取值范围为 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

通过地心且垂直于地轴的平面称为赤道面。过地面任意点的铅垂线与赤道面的夹角称为该点的纬度。由赤道面向北称为北纬，向南称为南纬，其取值范围为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。

我国位于东半球和北半球，所以各地的地理坐标都是东经和北纬，例如，北京的地理坐标为东经 $116^\circ 28'$ ，北纬 $39^\circ 54'$ 。

2. 高斯平面直角坐标系

地理坐标是球面坐标，若直接用于工程建设规划、设计、施工，会带来很多计算和测量不便。为此，须将球面坐标按一定数学法则归算到平面上，即测量工作中所称的投影。我国采用的是高斯投影法。

高斯投影法是将地球按 6° 的经差分成 60 个带，从首子午线开始自西向东编号，东经 $0^\circ \sim 6^\circ$ 为第 1 带， $6^\circ \sim 12^\circ$ 为第 2 带，以此类推，如图 1-4 所示。位于各带边缘的子午线称为分带子午线，位于各分带中央的子午线称为中央子午线，设其经度为 λ ，则在东半球第 N 带中央子午线的经度为

$$\lambda_0 = 6N - 3$$

每带独立进行投影，如图 1-6 所示。投影时使地球椭球上某 6° 带的中央子午线与假想的套在地球椭球体外的空心圆柱面相切，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 6° 带投影到圆柱面上，然后将圆柱面沿通过南北极的母线 (mm 及 nn) 切开并展成平面，即得到 6° 带在平面上的投影。中央子午线和赤道为互相垂直的直线，分别为 x 轴和 y 轴，交点为原点，组成高斯平面直角坐标系。投影中，除中央子午线和赤道为直线外，其余各纬线和经线均为曲线，且距中央子午线距离愈大，投影变形愈大，因

此,为满足测量工作的要求,在6°带的基础上进一步划分出3°带投影,即每隔3°为一带,其中央子午线在奇数带时与6°带中央子午线重合,偶数带时与6°带的边缘子午线重合,全球共分120带。其中央子午线经度为

$$\lambda'_0 = 3n$$

式中: λ'_0 为3°带中央子午线经度; n 为3°带带号。

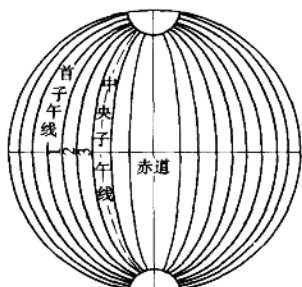


图 1-4 6°带划分示意图

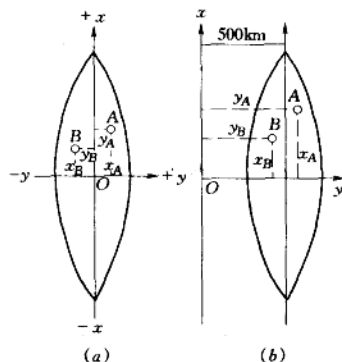


图 1-5 高斯平面直角坐标系

我国位于北半球, x 坐标均为正值, y 坐标则有正有负, 如图 1-5 (a) 所示, 设

$$y_A = +136\,780\text{ m}$$

$$y_B = -272\,440\text{ m}$$

为了避免出现负值, 将每带的坐标原点向西移 500km, 如图 1-5 (b) 所示, 纵轴西移后, $y_A = 500\,000 + 136\,780 = 636\,780\text{m}$, $y_B = 500\,000 - 272\,440 = 227\,560\text{m}$ 。

为了确定某点所在的带号, 规定在横坐标之前均冠以带号。设 A, B 点均位于 20 带, 则 $y_A = 20636780\text{m}$, $y_B = 20227560\text{m}$ 。

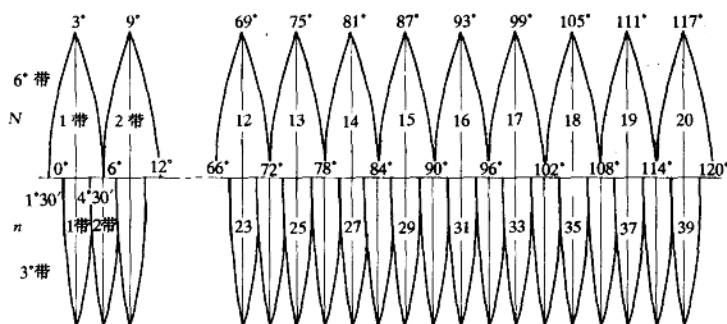


图 1-6 3°带和 6°带划分

3. 独立直角坐标系

当测区面积较小时 (半径小于 10km), 可以不考虑地球曲率的影响, 不必进行复杂的投影计算, 直接将地面点沿铅垂线投影到水平面上, 用平面直角坐标表示其投影位置。如图 1-7 所示, 一般将独立平面直角坐标系的原点选在测区西南角, 以使测区内任意点的

坐标均为正值。坐标系原点可以是假定坐标值,也可以采用高斯平面直角坐标值。规定 x 轴向北为正, y 轴向东为正,坐标象限按顺时针编号,如图 1-8 所示。

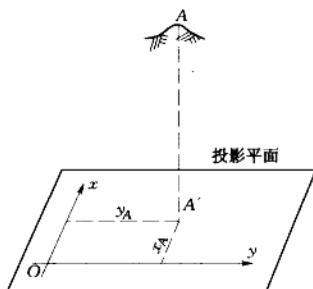


图 1-7 独立平面直角坐标系

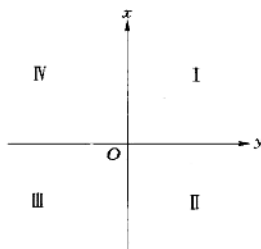


图 1-8 测量坐标象限

4. 空间直角坐标系

随着卫星定位技术的发展,采用空间直角坐标来表示空间一点的位置,已在各个领域越来越多地得到应用。空间直角坐标系是以地球的质心为原点 O , z 轴指向地球北极, x 轴指向格林尼治子午面与地球赤道的交点 E ,过 O 点与 xOz 面垂直,按右手规则确定 y 轴方向,如图 1-9 所示。

三、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,简称高程 (Height),用 H 表示。如图 1-10 所示, H_A 、 H_B 分别表示 A 点和 B 点的高程。

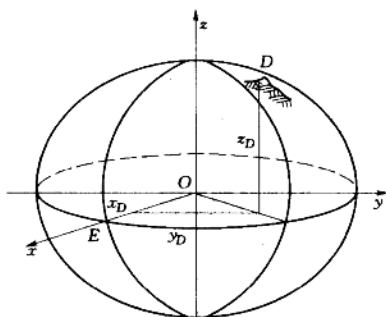


图 1-9 空间直角坐标系

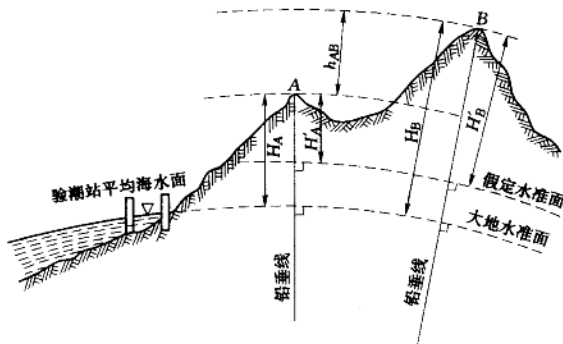


图 1-10 高程示意图

我国的高程以青岛验潮站 1953~1979 年验潮资料确定的黄海平均海水面为基准,并在青岛建立国家水准原点,其高程为 72.260m,称为“1985 国家高程基准”。

局部地区采用国家高程基准有困难时,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成为该点的相对高程。 H'_A 、 H'_B 分别表示 A、B 两点的相对高程。

地面两点之间的高程差称为高差 (Altitude Difference), 用 h 表示。A、B 两点之间的高差为

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

或
$$h_{AB} = H'_B - H'_A \quad (1-2)$$

B、A 两点之间的高差为

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

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

可见
$$h_{AB} = -h_{BA}$$

第三节 用水平面代替水准面的限度

当测区范围小,用水平面代替水准面所产生的误差不超过测量误差的容许范围时,可以用水平面代替水准面。但是在多大面积范围才容许使用这种代替,有必要加以讨论。为讨论方便,假定大地水准面为圆球面。

一、对距离的影响

如图 1-11 所示,设地面上 A、B、C 三个点在大地水准面上的投影点是 a 、 b 、 c ,用过 a 点的水平面代替大地水准面,则地面点在水平面上的投影点是 a 、 b' 、 c' 。设 ab 的弧长为 D , ab' 的长度为 D' ,球面半径为 R , D 所对的圆心角为 θ ,则用水平长度 D' 代替弧长 D 所产生的误差为

$$\Delta D = D' - D$$

将 $D = R\theta$, $D' = R\tan\theta$ 代入上式,整理后得

$$\Delta D = R(\tan\theta - \theta) \quad (1-5)$$

将 $\tan\theta$ 展开为级数式

$$\tan\theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{5}{12}\theta^5 + \dots$$

因 D 比 R 小得多, θ 角很小,只取级数式前两项代入式 (1-5),得

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

将 $\theta = D/R$ 代入上式得

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1-6)$$

取 $R = 6371\text{km}$,用不同的 D 值代入式 (1-6) 得到表 1-1 的结果。当两点相距 10km 时,用水平面代替大地水准面产生的长度误差为 0.8cm,相对误差为 $1/1220000$,相当于精密测距精度的 $1/1000000$ 。所以在半径为 10km 测区内进行距离测量时,可以用水平面

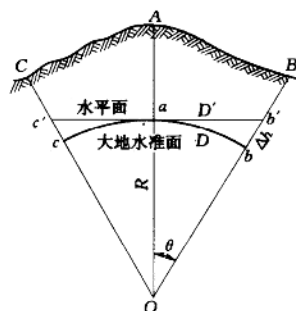


图 1-11 水平面代替水准面

代替大地水准面。

二、对高程的影响

在图 1-11 中, 以大地水准面为基准的 B 点绝对高程 $H_B = Bb$, 用水平面代替大地水准面时, B 点的高程 $H'_B = Bb'$, 两者之差 Δh 就是对高程的影响, 也称为地球曲率的影响。在 $\triangle Oab'$ 中

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + D'^2$$

$$\Delta h = \frac{D'^2}{2R + \Delta h}$$

D 与 D' 相差很小, 可用 D 代替 D' , Δh 与 $2R$ 相比可忽略不计, 则

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

对于不同 D 值, 产生的高程影响如表

表 1-1 不同 D 值对高程的影响

D(km)	0.05	0.1	0.2	1	10
Δh (mm)	0.2	0.8	3.1	78.5	7850

1-1 所示。

计算结果表明, 地球曲率对高程的影响较大, 进行高程测量时, 应考虑地球曲率对高程的影响。

第四节 测量工作概述

一、测量工作的基本内容

测量工作的主要目的是确定点的坐标和高程。在实际工作中, 常常不是直接测量点的坐标和高程, 而是观测坐标和高程已知的点与坐标和高程未知的待定点之间的几何位置关系, 然后计算出待定点的坐标和高程。

如图 1-12 所示, 设 A, B 为坐标、高程已知点, C 为待定点, 三点在投影平面上的投影位置分别是 a, b, c。在 $\triangle abc$ 中, ab 边的长度是已知的, 只要测量出一条未知边的边长和一个水平角 (或两个水平角、或两个未知边长), 就可以推算出 C 点的坐标。可见, 测定地面点的坐标主要是测量水平距离和水平角。

欲求 C 点的高程, 则要测量出高差 h_{AC} (h_{BC}), 然后推算出 C 点的高程, 所以测定地面点高程主要是测量高差。

因此, 高程测量、角度测量、距离测量是测量工作的基本内容。

测量工作一般分外业和内业两种。外业工作的内容包括应用测量仪器和工具在测区内所进行的各种测定和测设工作。内业工作是将外业观测的结果加以整理、计算, 并绘制成图以便使用。

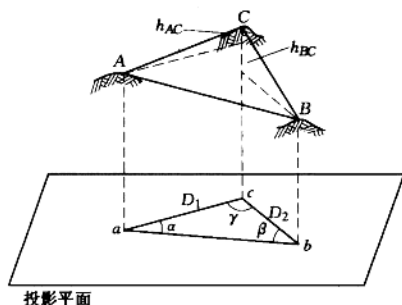


图 1-12 测量投影