



高职交通运输与土建类专业规划教材

工程测量

GONG CHENG CE LIANG



主 编	王洪章
副主编	张晓雅 张宪丽
主 审	崔吉福



人民交通出版社
China Communications Press



Abstract

[illegible]

Abstract



高职交通运输与土建类专业规划教材

工程测量

GONG CHENG CE LIANG



主 编	王洪章
副主编	张晓雅 张宪丽
主 审	崔吉福



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书以高职教育教学改革和人才培养目标为出发点,针对交通土建类专业中本课程教学特点和专业需要,精心编写而成。本教材共分十三章,前九章为测量基本技能部分,其中包括工程测量的基本概念、基础理论及各种测量仪器构造、使用方法、校正方法和注意事项,以及测绘新科技 GPS 的基本理论及应用、测量误差的基本知识、地形图的测绘及应用、测设的基本工作等内容;后五章主要讲述了建筑工程、交通线路、桥梁及隧道工程的施工测量知识。

本书可作为高职测绘、铁道工程、道路与桥梁、城市轨道交通工程、建筑工程及相应土建类专业教材使用,也可作为土建工程技术人员参考用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

工程测量/王洪章主编. —北京:人民交通出版社,
2008.2

高职交通运输与土建类专业规划教材

ISBN 978-7-114-06762-4

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 (2008) 第 011886 号

书 名: 工程测量

著 作 者: 王洪章

责任编辑: 杜 琛

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18.25

字 数: 457 千

版 次: 2008 年 2 月 第 1 版

印 次: 2008 年 2 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06762-4

印 数: 0001~3500 册

定 价: 30.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言 Preface

“工程测量”是高等职业教育土建类专业的一门重要专业技能课程,它主要研究工程测量的基本概念、基础理论,测量误差的基本知识,地形图的测绘与应用,各种测量仪器构造、使用、检校方法以及将交通线路工程、桥梁工程、隧道工程及建筑工程的施工测量方法融为一体的综合性学科。

“工程测量”具有专业性强、实践性强、技术性强的特点,同时结合高等职业教育培养高素质技能型人才的目标,本书注重理论联系实际,强调解决实际问题,即保证全书的系统性和完整性,又体现内容的先进性、实用性、可操作性,便于实践教学、案例教学。书中还综合了全站仪、GPS等最先进测量仪器的基本原理、构造和测量方法,具有适用性和前瞻性,便于学生自学和指导工程实践。

书中多处引用铁道部、交通部、建设部等部门测量规范,文中不一一标明,均用《测规》表达。

本书由哈尔滨铁道职业技术学院王洪章主编;西安铁路工程职业技术学院张晓雅、哈尔滨铁道职业技术学院张宪丽任副主编;全书由哈尔滨铁道职业技术学院崔吉福主审。全书共分十四章,第一、二章由哈尔滨铁道职业技术学院王淑媛编写;第三、四章由哈尔滨铁道职业技术学院杨敏编写;第五章由哈尔滨铁道职业技术学院李海洋编写;第七、八、九、十章由西安铁路工程职业技术学院张晓雅编写;第十一、十二、十三章由哈尔滨铁道职业技术学院张宪丽编写;第六、十四章由哈尔滨铁道职业技术学院王洪章编写。本书编写工程中,陕西铁路工程职业技术学院及济南铁路职业技术学院的同仁提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,水平有限,书中难免有不足之处,恳切希望读者批评指正。

编 者

2008年1月于哈尔滨

目录 | Content

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务及作用	1
第二节 地面点位的表示方法	2
第三节 用水平面代替水准面的范围	6
第四节 测量工作概述	8
第二章 水准测量	11
第一节 水准测量原理	11
第二节 水准测量的仪器和工具	13
第三节 水准测量的方法	18
第四节 水准测量的成果计算	22
第五节 微倾式水准仪的检验与校正	25
第六节 水准测量误差及注意事项	28
第七节 精密水准仪、自动安平水准仪	30
第三章 角度测量	34
第一节 角度测量原理	34
第二节 光学经纬仪的构造与使用	35
第三节 水平角观测方法	38
第四节 竖直角观测方法	42
第五节 经纬仪的检验与校正	45
第六节 水平角观测的误差分析	48
第四章 距离测量与直线定向	53
第一节 钢尺量距	53
第二节 视距测量	55

第三节	直线定向	56
第五章	全站仪及 GPS 测量简介	61
第一节	全站仪简介	61
第二节	角度测量与距离测量	65
第三节	坐标测量	73
第四节	坐标放样	76
第五节	GPS 概述	83
第六节	GPS 的组成	84
第七节	GPS 坐标系统原理	84
第八节	GPS 卫星定位原理	85
第九节	GPS 测量的设计与实施	86
第六章	测量误差的基本知识	89
第一节	测量误差概述	89
第二节	评定精度的指标	92
第三节	误差传播定律	94
第四节	等精度直接观测平差	97
第七章	小区域控制测量	101
第一节	控制测量概述	101
第二节	导线测量	103
第三节	交会定点	115
第四节	小三角测量	119
第五节	三、四等水准测量	125
第八章	地形测量	131
第一节	大比例尺地形图的基本知识	131
第二节	大比例尺地形图的测绘	138
第三节	地形图的应用	148
第九章	施工测量的基本知识	160
第一节	施工测量概述	160

第二节	施工测量的基本工作	161
第三节	施工测量中点位测设的方法	165
第十章	建筑施工测量	169
第一节	建筑场地的控制测量	169
第二节	民用建筑的施工测量	171
第三节	烟囱施工测量	176
第四节	工业厂房施工测量	178
第五节	建筑物的变形观测	184
第十一章	线路的曲线测设	190
第一节	线路平面组成和平面位置的标志	190
第二节	圆曲线的测设	191
第三节	圆曲线的详细测设	193
第四节	圆曲线加缓和曲线及其主点测设	198
第五节	加缓和曲线后曲线的详细测设	202
第六节	遇障碍时曲线的测设方法	205
第七节	任意点极坐标法测设曲线	209
第八节	回头曲线的测设和曲线测设误差	213
第十二章	铁路及公路线路测量	216
第一节	铁路线路测量概述	216
第二节	新线初测	217
第三节	新线定测	221
第四节	线路施工测量	233
第五节	既有铁路线路和站场测量	237
第六节	公路线路测量	251
第七节	公路施工测量	253
第十三章	桥梁测量	257
第一节	桥轴线长度所需精度估算	257
第二节	桥梁的控制测量	258
第三节	桥梁墩、台中心的测设	260

第四节	桥梁放样测量	263
第十四章	隧道测量	266
第一节	概述	266
第二节	隧道进洞测量	267
第三节	隧道洞内控制测量	269
第四节	隧道贯通精度的预计	271
第五节	隧道施工测量	275
第六节	隧道竣工测量	278
参考文献		280

第一章

绪 论

本章提要

本章介绍了测量学的基本概念、任务及作用,地面点位的表示方法及用水平面代替水准面的范围,测量工作的原则和要求,这些重要概念是学习本书后续各章必备的基本知识。

第一节 测量学的任务及作用

一、测量学的概念及分类

测量学是测绘科学的重要组成部分,是研究地球形状和大小以及确定地球表面(含空中、地表、地下和海洋)物体的空间位置,并对这些空间位置信息进行处理、储存、管理的科学。

测绘科学是一门既古老又在不断发展中的学科。按照研究范围和对象及采用技术的不同,可以分为以下多个学科。

大地测量学:研究和测定地球形状、大小和地球重力场,以及建立大地区域控制网的理论、技术和方法的学科。在大地测量学中,必须考虑地球的曲率。由于空间技术的发展,大地测量学正在从常规大地测量学向空间大地测量学和卫星大地测量学方向发展。

普通测量学:不顾及地球曲率的影响,研究在地球表面局部区域内测绘工作的理论、技术和方法的学科。

摄影测量学:研究利用摄影或遥感技术获取被测物体的信息,以确定其形状、大小和空间位置的学科;根据获得像片的方式不同,摄影测量学又可分为航空摄影测量学、航天摄影测量学、地面摄影测量学和水下摄影测量学等。

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海图编制工作的学科。

工程测量学:研究工程建设在设计、施工和管理各阶段进行测量工作的理论、技术和方法的学科。

地图制图学:利用测量、采集和计算所得的成果资料,研究各种地图的制图理论、原理、工艺技术和应用的学科。研究内容包括地图编制、地图投影学、地图整饰、印刷等。这门学科正在向制图自动化、电子地图制作及地理信息系统方向发展。

本教材主要介绍普通测量学及部分工程测量学的基本知识。它主要包括两方面的内容:

测定和测设。前者是指使用测量仪器,通过测量和计算得到一系列测量数据,或将地球表面的地物和地貌缩绘成地形图,供经济建设、国防建设、规划设计及科学研究使用;后者是指把图纸上规划设计好的建筑物或设计数据标定在地面上,是将图纸上的建筑物或构筑物付诸实施的过程。

二、测量学的任务及工程测量学的作用

测量学的主要任务是测绘大比例地形图、建筑物的施工测量和建筑物的变形观测。在国民经济建设的勘测、设计、施工、竣工及养护维修各阶段都需要测绘工作,在国防建设中也不例外,地形图便是战略部署的重要资料之一。随着科学技术的发展,测绘科学在国民经济建设和国防建设中的作用将日益扩大。近年来,在地震预测、海底资料勘测、近海油井钻探、地下电缆埋设、灾情监视与调查、宇宙空间技术以及其他科学研究方面都越来越多地用到测绘技术。科学技术的研究、地壳的形变、地震预报以及地极周期性运动的研究等,都要应用测绘资料。此外,在海底资源勘测、海上油井钻探等方面,也都需要提供测量资料。

在工农业建设、各类土木工程建设中,从勘测设计阶段到施工、竣工阶段,都需要进行大量的测绘工作。例如,铁路、公路在建造之前,为了确定一条最经济合理的路线,事先必须进行该地带的测量工作,由测量的成果绘制带状地形图,在地形图上进行线路设计,然后将设计路线的位置标定在地面上以便进行施工;在路线跨越河流时必须建造桥梁;在山地需要开挖隧道时,开挖之前,必须在地形图上确定隧道的位置,并由测量数据来计算隧道的长度和方向;在隧道施工期间,通常从隧道两端开挖,这就需要根据测量的成果指示开挖方向等,使之符合设计要求。

可见,测量工作贯穿于土木工程建设的整个过程。因此,学习和掌握测量学的基本知识和技能是涉及土木工程各专业的一门专业技能课。

第二节 地面点位的表示方法

一、地球的形状和大小

1. 水准面和水平面

测量工作是在地球的自然表面进行的,而地球自然表面是不平坦和不规则的,有高达8844.43m的珠穆朗玛峰,也有深至11022m的玛利亚那海沟,虽然它们高低起伏悬殊,但与地球的半径6371km相比较,还是可以忽略不计的。另外,地球表面海洋面积约占71%,陆地面积仅占29%。因此,人们设想以一个静止不动的海水面延伸穿越陆地,形成一个闭合的曲面包围整个地球,这个闭合曲面称为水准面。其特点是水准面上任意一点的铅垂线都垂直于该点的曲面。与水准面相切的平面,称为水平面。

2. 大地水准面

事实上,海水受潮汐及风浪的影响,时高时低,所以水准面有无数个,其中与平均海面相吻合的水准面称为大地水准面,也可称为绝对水准面,它是测量工作的基准面。由大地水准面所包围的形体,称为大地体。它代表了地球的自然形状和大小。

3. 铅垂线

由于地球的自转,地球上任一点都同时受到离心力和地球引力的作用,这两个力的合力称为重力,重力的方向线称为铅垂线,它是测量工作的基准线。

4. 地球椭球体

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有微小起伏的复杂曲面,如图 1-1a),b) 所示,人们无法在这样的曲面上直接进行测量数据的处理。为了解决这个问题,人们选用了—个既非常接近大地水准面,又能用数学式表示的几何形体来代替地球总的形状,这个几何形体是由椭圆绕其短轴旋转而成的旋转椭球体,又称地球椭球体,如图 1-1c) 所示。决定地球椭圆体形状和大小的参数为椭圆的长半径 a ,短半径 b 及扁率 α ,其关系式为

$$\alpha = \frac{a-b}{a} \quad (1-1)$$

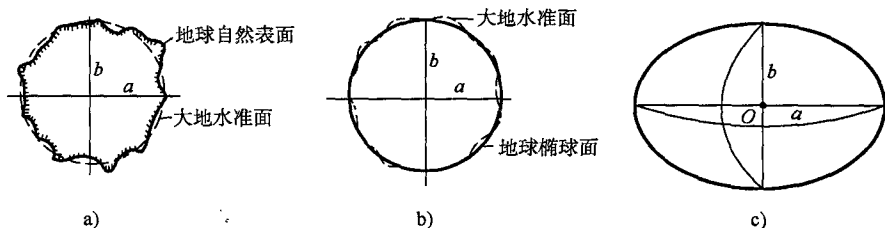


图 1-1 大地水准面与地球椭球体
a) 大地水准面; b) 地球椭球体

我国目前采用的地球椭球体的参数值为

$$a=6378140\text{m}, b=6356755\text{m}, \alpha=1:298.257。$$

由于地球椭球体的扁率 α 很小,当测量的区域不大时,可将地球看作半径为 6371km 的圆球。在小范围内进行测量工作时,可以用水平面代替大地水准面。

二、确定地面点位的方法

测量工作的实质是确定地面点的空间位置,而地面点的空间位置须由三个参数来确定,即该点在大地水准面上的投影位置(两个参数)和该点的高程。

1. 地面点在大地水准面上的投影位置

地面点在大地水准面上的投影位置,可用地理坐标和平面直角坐标表示。

地理坐标是用经度 λ 和纬度 ϕ 表示地面点在大地水准面上的投影位置。由于地理坐标是球面坐标,不便于直接进行各种计算,在工程上为了使用方便,常采用平面直角坐标系来表示地面点位。下面介绍两种常用的平面直角坐标系。

(1)高斯平面直角坐标 地球椭球面是一个不可展的曲面,必须通过投影的方法将地球椭球面的点位换算到平面上。地图投影方法有多种,我国采用的是高斯投影法。利用高斯投影法建立的平面直角坐标系,称为高斯平面直角坐标系。在广大区域内确定点的平面位置,一般采用高斯平面直角坐标系。

高斯投影法是将地球划分成若干带,然后将每带投影到平面上。如图 1-2 所示,投影带是从首子午线起,每隔经度 6° 划分一带,称为 6° 带,将整个地球划分成 60 个带。带号从首子午线起自西向东编, $0^\circ \sim 6^\circ$ 为第 1 号带, $6^\circ \sim 12^\circ$ 为第 2 号带,……。位于各带中央的子午线,称为中央子午线,第 1 号带中央子午线的经度为 3° ,任意号带中央子午线的经度 L_0 ,可按式(1-2)计算。

$$L_0 = 6N - 3 \quad (1-2)$$

式中: N —— 6° 带的带号。

为了叙述方便,把地球看作圆球,并设想把投影面卷成圆柱面套在地球上,如图 1-3a) 所示,使圆柱的轴心通过圆球的中心,并与某 6° 带的中央子午线相切。在球面图形与柱面图形保持等角的条件下,将该 6° 带上的图形投影到圆柱面上。然后,将圆柱面沿过南、北极的母线剪开,并展开成平面,这个平面称为高斯投影平面。如图 1-3b) 所示,投影后在高斯投影平面上中央子午线和赤道的投影是两条互相垂直的直线,其他的经线和纬线是曲线。

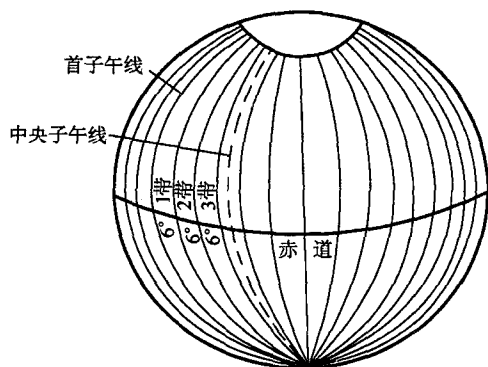


图 1-2 高斯平面直角坐标的分带

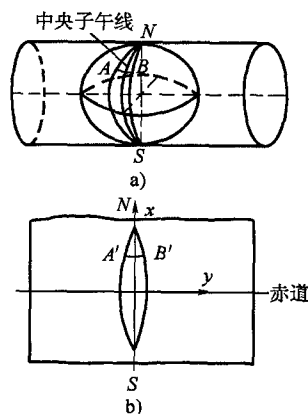


图 1-3 高斯投影方法

我们规定中央子午线的投影为高斯平面直角坐标系的纵轴 x ;赤道的投影为高斯平面直角坐标系的横轴 y ,两坐标轴的交点为坐标原点 O 。并令 x 轴向北为正, y 轴向东为正,由此建立了高斯平面直角坐标系,如图 1-4 所示。

在图 1-4a) 中,地面点 A 、 B 的平面位置可用高斯平面直角坐标 x 、 y 来表示。由于我国位于北半球, x 坐标均为正值, y 坐标则有正有负,如图 1-4a) 所示

$$y_A = +136780\text{m}, y_B = -272440\text{m}$$

为了避免 Y 坐标出现负值,将每带的坐标原点向西移 500km,如图 1-4b) 所示,纵轴西移后。

$$y_A = (500000 + 136780)\text{m} = 636780\text{m}$$

$$y_B = (5000000 - 272440)\text{m} = 227560\text{m}$$

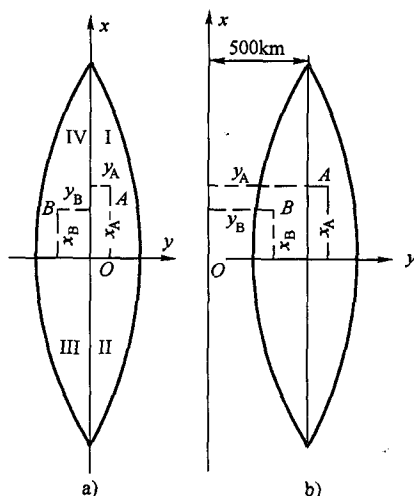


图 1-4 高斯平面直角坐标

a) 坐标原点西移前的高斯平面直角坐标; b) 坐标原点西移后的高斯平面直角坐标

为了正确区分某点所处投影带的位置,规定

在横坐标值前冠以投影带带号。如 A、B 两点均位于第 20 号带,则

$$y_A = 20636780m$$

$$y_B = 20227560m$$

在高斯投影中,除中央子午线外,球面上其余的曲线投影后都会产生变形。离中央子午线近的部分变形小,离中央子午线越远则变形越大,两侧对称。当要求投影变形更小时,可采用 3°带投影。

如图 1-5 所示,3°带是从东经 1°30' 开始,每隔经度 3°划分一带,将整个地球划分成 120 个带。每一带按前面所叙方法,建立各自的高斯平面直角坐标系。各带中央子午线的经度 L'_0 ,可按式(1-3)计算。

$$L'_0 = 3n \quad (1-3)$$

式中: n ——3°带的带号。

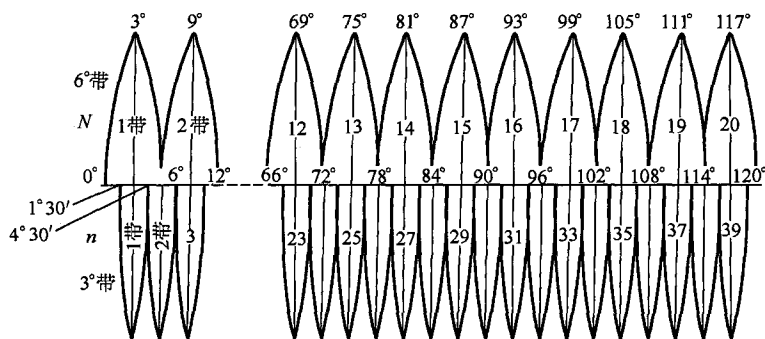


图 1-5 高斯平面直角坐标系 6°带投影和 3°带投影的关系

(2)独立平面直角坐标 当测区范围较小时,可以用测区中心点 A 的水平面来代替大地水准面,如图 1-6 所示。在这个平面上建立的测区平面直角坐标系,称为独立平面直角坐标系。在局部区域内确定点的平面位置,可以采用独立平面直角坐标。

在独立平面直角坐标系中,规定南北方向为纵坐标轴,记作 x 轴, x 轴向北为正,向南为负;以东西方向为横坐标轴,记作 y 轴, y 轴向东为正,向西为负;坐标原点 O 一般选在测区的西南角,使测区内各点的 x 、 y 坐标均为正值;坐标象限按顺时针方向编号,如图 1-7 所示,其目的是便于将数学中的公式直接应用到测量计算中,而不需作任何变更。

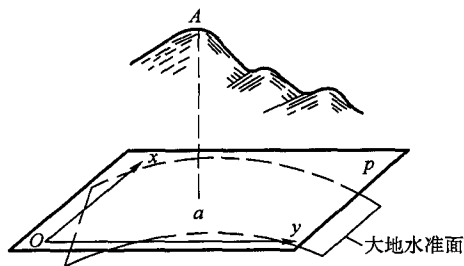


图 1-6 地面点位的确定

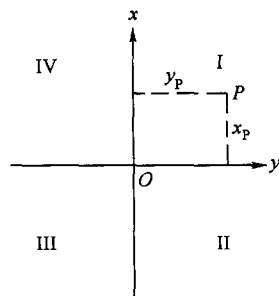


图 1-7 坐标象限

2. 地面点的高程

(1)绝对高程 地面点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程,又称海拔,在工程测量中习惯称为高程,用 H 表示。如图 1-8 所示,地面点 A、B 的高程分别为 H_A 、 H_B 。

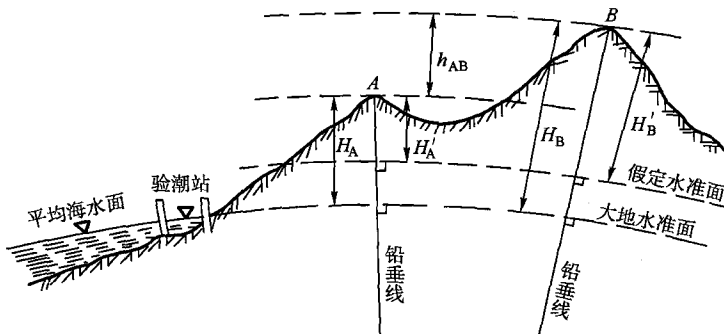


图 1-8 高程和高差

我国在青岛设立验潮站,长期观测和记录黄海海水面的高低变化,取其平均值作为绝对高程的基准面。目前,我国采用的“1985 年国家高程基准”,是以 1953 年至 1979 年青岛验潮站观测资料确定的黄海平均海面,作为绝对高程基准面。并在青岛建立了国家水准原点,其高程为 72.260m。

(2)相对高程 个别地区采用绝对高程有困难时,也可以假定一个水准面作为高程起算基准面,这个水准面称为假定水准面。地面点到假定水准面的铅垂距离,称为该点的相对高程或假定高程。如图 1-8 中, A、B 两点的相对高程为 H'_A 、 H'_B 。

(3)高差 地面两点间的高程之差,称为高差,用 h 表示。高差有方向和正负。如图 1-8 中, A、B 两点的高差为

$$h_{AB} = H_B - H_A \quad (1-4)$$

当 h_{AB} 为正时, B 点高于 A 点;当 h_{AB} 为负时, B 点低于 A 点。

B、A 两点的高差为

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

由此可见, A、B 两点的高差与 B、A 两点的高差绝对值相等,符号相反

即

$$h_{AB} = -h_{BA} \quad (1-6)$$

综上所述,我们只要知道地面点的三个参数 x 、 y 、 H , 那么地面点的空间位置就可以确定了。

第三节 用水平面代替水准面的范围

在前面我们介绍了,当测区范围较小时,可以把水准面看作水平面。为此,要讨论用水平面代替水准面对距离、角度和高差的影响。以便给出用水平面代替水准面的限度。为叙述方便,假定水准面为球面。

一、对距离的影响

如图 1-9 所示,地面上 A、B 点在大地水准面上的投影点是 a、b,用过 a 点的水平面代替大地水准面,则 B 点在水平面上的投影为 b'。

设 ab 的弧长为 D, ab' 的长度为 D', 球面半径 R, D 所对圆心角为 θ , 则以水平长度 D' 代替弧长 D 所产生的误差 ΔD 为

$$\Delta D = D' - D = R \tan \theta - R \theta = R(\tan \theta - \theta) \quad (1-7)$$

将 $\tan \theta$ 用级数展开为

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

因为 θ 角很小, 所以只取前两项代入式(1-7)得

$$\Delta D = R\left(\theta + \frac{1}{3}\theta^3 - \theta\right) = \frac{1}{3}R\theta^3 \quad (1-8)$$

又因 $\theta = \frac{D}{R}$, 则

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1-9)$$

$$\Delta D/D = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1-10)$$

取地球半径 $R=6371\text{km}$, 并以不同的距离 D 值代入式(1-9)和式(1-10), 则可求出距离误差 ΔD 和相对误差 $\Delta D/D$, 如表 1-1 所示。

水平面代替水准面的距离误差和相对误差

表 1-1

距离 D(km)	距离误差 $\Delta D(\text{mm})$	相对误差 $\Delta D/D$	距离 D(km)	距离误差 $\Delta D(\text{mm})$	相对误差 $\Delta D/D$
10	8	1 : 1220000	50	1026	1 : 49000
20	128	1 : 200000	100	8212	1 : 12000

由表 1-1 可知, 当距离 D 为 10km 时, 用水平面代替水准面所产生的距离相对误差为 1 : 1220000, 这样小的误差, 就是对精密的距离测量也是允许的。因此, 在半径为 10km 的范围内进行距离测量时, 可以用水平面代替水准面, 而不必考虑地球曲率对距离的影响。

二、对水平角的影响

从球面三角学可知, 同一空间多边形在球面上投影的各内角和, 比在平面上投影的各内角和 大一个球面角超值 ϵ 。

$$\epsilon = \rho \frac{S}{R^2} \quad (1-11)$$

式中: ϵ ——球面角超值,″;

S ——球面多边形的面积, km^2 ;

R ——地球半径, km ;

ρ ——1 弧度的秒值, $\rho=206265''$ 。

以不同的面积 S 代入式(1-11),可求出球面角超值,如表 1-2 所示。

水平面代替水准面的水平角误差

表 1-2

球面多边形面积 $S(\text{km}^2)$	球面角超值 $\epsilon(″)$	球面多边形面积 $S(\text{km}^2)$	球面角超值 $\epsilon(″)$
10	0.05	100	0.51
50	0.25	300	1.52

由表 1-2 可知,面积 S 为 100km^2 时,用水平面代替水准面所产生的角度误差仅为 $0.51''$,所以在一般的测量工作中,可以忽略不计。

三、对高程的影响

如图 1-9 所示,地面点 B 的绝对高程为 H_B ,用水平面代替水准面后, B 点的高程为 H'_B , H_B 与 H'_B 的差值即为水平面代替水准面产生的高程误差,用 Δh 表示,则

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

上式中,可以用 D 代替 D' , Δh 相对于 $2R$ 很小,可略去不计,则

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \quad (1-12)$$

以不同的距离 D 值代入式(1-12),可求出相应的高程误差 Δh ,如表 1-3 所示。

水平面代替水准面的高程误差

表 1-3

距离 $D(\text{km})$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	5	10
$\Delta h(\text{mm})$	0.8	3	7	13	20	78	314	1962	7848

由表 1-3 可知,用水平面代替水准面,对高程的影响是很大的,在 0.2km 的距离上,就有 3mm 的高程误差,这是不能允许的。因此,在进行高程测量时,即使距离很短,也应顾及地球曲率对高程的影响。

第四节 测量工作概述

一、测量的基本工作

地球表面的外形是复杂多样的,在测量工作中将其分为地物和地貌两大类;地面上的物体如河流、道路、房屋等称为地物;地面高低起伏的形态称为地貌。地物和地貌统称为地形。地形图由为数众多的地形特征点所组成。在测区中构成一个骨架,起着控制的作用,可以将它们称为控制点,测量控制点的工作称为控制测量。然后以控制点为基础,测量它周围的地形,这