



高职高专『十五』规划教材

测量学基础

赵雪云 李峰 主编



化学工业出版社



高职高专「十五」规划教材



测量学基础

赵雪云 李峰 主编



化学工业出版社

北京

本书介绍了测量学的基本知识、技能和方法。全书共 12 章, 内容包括绪论、测量学的基本知识、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、测量误差基本知识、平面控制测量、高程控制测量、地形图的基本知识、地形图测绘、地形图的应用、测绘新技术简介, 每章后面附有思考题与习题。另外, 本书配有《测量学基础实训指导书》(另册), 是学生实践动手的依据和资料。

本书可作为高职高专测量技术及相关专业的专业基础课教材, 也可作为建筑类等相关专业的教材或参考用书, 也可作为工程技术人员的自学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

测量学基础/赵雪云, 李峰主编. —北京: 化学工业出版社,
2008. 4

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-02379-7

I. 测… II. ①赵…②李… III. 测量学-高等学校: 技术
学院-教材 IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 036770 号

责任编辑: 王文峡 卓 丽

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17 1/2 字数 438 千字 2008 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本教材是工程测量技术专业系列教材之一,是根据高职高专工程测量技术专业人才培养目标与规格要求编写的。本教材根据国家最新发布的测量标准和规范,结合近些年高等职业教育工程测量技术专业的教学改革,体现了工程测量技术专业课程教学改革的最新成果。本教材主要是为了满足高等职业教育工程测量技术专业的教学需要,也能适应其他相关专业教学及岗位培训等的需要。

测量学基础是工程测量技术专业的一门重要的专业技术课,本教材重点介绍了测量学的基本知识、常用测量仪器的构造和使用方法、小面积大比例尺地形图测绘等内容。在编写过程中,编者力求突出实践应用与可操作性,突出“以能力为本位的思想”;注重紧密结合测量工作实际,努力做到“深入浅出”,文字通俗易懂,内容精练;针对教材的基础性,坚持为工程测量技术专业高职教育的定位服务,侧重测量学的基本概念、基础知识与基本技能,内容上体现概念准确、方法简单,兼顾教材内容的系统完整性,对学生的专业入门和培养学生的专业能力具有重要作用。

本教材由山西建筑职业技术学院赵雪云统稿并担任主编,山西建筑职业技术学院李峰任第二主编。第一、三、十二章由赵雪云编写,第四、五章及《测量学基础实训指导书》由李峰编写,第六、十章由山西煤炭职业技术学院常巧梅编写,第八、九、十一章由山西建筑职业技术学院杨静编写,第二、七章由山西煤炭职业技术学院曹海春编写。本书由山西煤炭职业技术学院索效荣主审。

本书可作为高职高专测量技术及相关专业的专业基础课教材,也可作为建筑类等相关专业的教材或参考用书,以及工程技术人员的自学参考书。

在本教材的编写过程中,得到了化学工业出版社、山西建筑职业技术学院道桥与测量教研室和山西煤炭职业技术学院测量教研室的专家、老师的大力支持与帮助,提出了很多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于水平、时间有限,书中难免有欠妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2008年2月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学概述及各分支学科简介	1
一、测量学的概念	1
二、测量学的分类	1
第二节 测量学的任务及作用	3
一、测量学的任务	3
二、测量学的作用	3
第三节 测量学的发展概况	4
思考题与习题	5
第二章 测量学的基本知识	6
第一节 平面坐标系统和高程系统	6
一、地球的形状和大小	6
二、平面坐标系统	8
三、高程系统	12
第二节 用水平面代替水准面的限度	13
一、地球曲率对水平距离的影响	13
二、地球曲率对水平角的影响	14
三、地球曲率对高差的影响	14
第三节 测量工作概述	15
一、测量的实质	15
二、测量的基本工作	15
三、测量工作的基本程序和原则	15
思考题与习题	16
第三章 水准测量	17
第一节 水准测量原理	17
一、水准测量原理	17
二、转点、测站	18
第二节 水准测量仪器和工具	19
一、DS ₃ 型微倾式水准仪的构造	19
二、自动安平水准仪简介	22
三、水准尺和尺垫	23
第三节 水准仪的使用	24

第四节 水准测量的施测方法	25
一、水准点和水准路线	25
二、水准测量的施测方法	26
第五节 水准测量成果计算	31
一、普通水准测量的精度要求	31
二、附合水准路线成果计算	31
三、闭合水准路线成果计算	33
四、支水准路线成果计算	33
第六节 微倾式水准仪的检验与校正	33
一、水准仪的主要轴线	33
二、水准仪的主要轴线应满足的条件	33
三、水准仪的检验与校正	34
第七节 水准测量的误差及注意事项	36
一、仪器误差	36
二、观测误差	37
三、外界条件的影响所带来的误差	37
思考题与习题	37
 第四章 角度测量	39
第一节 水平角测量原理	39
一、水平角的概念	39
二、水平角测量原理	39
第二节 经纬仪的构造	40
一、DJ ₆ 型光学经纬仪的构造	40
二、DJ ₆ 经纬仪读数装置和读数方法	42
三、DJ ₂ 光学经纬仪简介	44
四、电子经纬仪简介	45
第三节 经纬仪的使用	47
一、对中	47
二、整平	47
三、调焦与照准目标	48
四、读数	49
五、度盘置数	49
第四节 水平角测量	49
一、测回法	49
二、方向观测法	51
第五节 垂直角测量	52
一、垂直角的概念	52
二、竖直度盘的构造	53
三、垂直角的计算公式	54

四、垂直角的观测	54
五、竖盘指标差简介	56
六、垂直角观测注意事项	57
第六节 经纬仪的检验与校正	57
一、经纬仪的主要轴线	57
二、经纬仪的主要轴线间应满足的条件	57
三、经纬仪的检验与校正	58
思考题与习题	60
第五章 距离测量与直线定向	62
第一节 钢尺量距	62
一、距离丈量的工具	62
二、直线定线	63
三、距离丈量的一般方法	65
四、钢尺量距的精密方法	66
五、钢尺量距的误差及注意事项	70
第二节 视距测量	71
一、视距测量的计算公式	71
二、视距测量的观测与计算	72
三、视距测量的误差及注意事项	72
第三节 光电测距	72
一、测距原理	72
二、红外测距仪	73
三、使用测距仪的注意事项	76
第四节 直线定向	76
一、标准方向	76
二、方位角	77
三、象限角	78
四、坐标方位角与象限角之间的关系	78
第五节 罗盘仪及其使用	79
一、罗盘仪的构造	79
二、罗盘仪的使用	79
思考题与习题	80
第六章 测量误差基本知识	81
第一节 测量误差及其分类	81
一、测量误差	81
二、测量误差的分类	82
三、偶然误差的特性	83
第二节 衡量精度的标准	84

一、中误差	85
二、容许误差	85
三、相对误差	86
第三节 算术平均值及其观测值的中误差	86
一、算术平均值	86
二、观测值改正数	87
三、由观测值改正数计算观测值中误差	87
四、算术平均值的中误差	88
第四节 误差传播定律	89
一、线性函数误差传播定律	89
二、非线性函数误差传播定律	94
思考题与习题	96
第七章 平面控制测量	97
第一节 控制测量概述	97
一、控制测量的基本概念	97
二、平面控制测量的意义和方法	98
第二节 导线测量的外业工作	100
一、导线测量的布设形式	100
二、导线测量外业	101
第三节 导线测量内业计算	103
一、坐标正算的基本公式	104
二、坐标方位角的推算	104
三、闭合导线内业计算	105
四、附和导线内业计算	109
五、导线测量错误的检查	112
第四节 图根三角锁测量	113
一、概述	113
二、图根三角锁(网)测量的外业工作	114
三、线形锁的近似平差	115
四、中点多边形近似平差	119
第五节 解析交会测量	122
一、概述	122
二、前方交会	123
三、侧方交会	125
四、后方交会	127
第六节 辐射点的计算	129
思考题与习题	130
第八章 高程控制测量	134

第一节 概述	134
第二节 三、四等水准测量	135
一、技术要求	135
二、方法	135
第三节 三角高程测量	135
一、三角高程测量的基本原理	135
二、地球曲率和大气折光对高差的影响	136
三、图根三角高程路线的布设	137
四、三角高程测量的实施	138
五、三角高程测量路线的计算	139
六、独立交会高程点的计算	141
思考题与习题	141

第九章 地形图的基本知识 143

第一节 地形图和比例尺	143
一、地形图概述	143
二、比例尺及其分类	144
三、比例尺的精度	146
第二节 地形图的分幅与编号	147
一、梯形分幅和编号	147
二、正方形或矩形图幅的分幅与编号	150
三、国家基本比例尺地形图新的分幅和编号	151
四、地形图图名、图号、图廓及接合图表	153
第三节 地物、地貌在图上的表示符号	154
一、地物符号	154
二、地貌符号	157
思考题与习题	161

第十章 地形图测绘 162

第一节 测图前的准备工作	162
一、技术资料的准备与抄录	162
二、图纸准备	162
三、绘制坐标格网	162
四、展绘控制点	164
五、方法、仪器工具的准备	165
第二节 地形图的测绘方法	165
一、碎部点的选择	165
二、一个测站上的测绘工作	166
三、测站点的增补	170
四、注意事项	171

五、地物的测绘	172
六、地貌的测绘	175
七、几种典型地貌的测绘	178
八、测绘山地地貌时的跑尺方法	181
第三节 地形图的拼接、整饰与检查、验收	181
一、地形图的拼接	181
二、地形图的整饰	182
三、地形图的检查	183
四、地形图的验收	185
五、地形图质量评定	186
六、提交资料	187
思考题与习题	188
第十一章 地形图的应用	189
第一节 地形图的识读	189
一、图廓外的有关注记	190
二、地貌阅读	190
三、地物阅读	190
四、植被分布阅读	190
第二节 地形图应用的基本内容	191
一、在图上确定某点的坐标	191
二、在图上确定某点的高程	191
三、在图上确定两点间的直线距离	192
四、在图上确定某直线的坐标方位角	192
五、在图上确定某直线的坡度	192
第三节 地形图在工程建设中的应用	192
一、面积量算	192
二、按限制坡度选择最短路线	195
三、沿指定方向绘制纵断面图	195
四、确定汇水面积	196
第四节 地形图在平整土地中的应用	196
一、设计成水平场地	197
二、设计成一定坡度的倾斜地面	199
三、根据控制高程点设计倾斜面	200
思考题与习题	201
第十二章 测绘新技术简介	203
第一节 全站仪简介	203
一、全站仪的结构原理	203
二、全站仪的主要性能指标	204

三、全站仪的操作与使用	204
第二节 GPS 全球定位系统简介	215
一、概述	215
二、GPS 系统的组成	216
三、GPS 定位的基本原理	218
四、GPS 测量的实施	220
思考题与习题	221

参考文献	222
------	-----

第一章

绪 论

第一节 测量学概述及各分支学科简介

一、测量学的概念

测量学是研究地球空间信息的学科。具体地讲是一门研究如何确定地球的形状和大小,以及测定地面、地下和空间各种物体的空间位置和几何形态等信息的科学与技术。它为人类了解自然、认识自然和能动地改造自然服务。

测量学的主要技术表现为测量与绘图,故测量学又有“测绘学”之称。

二、测量学的分类

测量学是测绘科学技术的总称,它所涉及的技术领域非常广泛,从地球的形状、大小至地球以外的空间,到地面上局部的面积和点位等有关数据和信息。按照研究范围与测量手段的不同,又分为许多分支学科。

(一) 大地测量学

大地测量学是以地球表面上一个较大的区域,甚至整个地球为研究对象,研究地球的形状、大小和重力场,测定地面点几何位置和地球整体与局部运动的理论和技术的学科。研究地球的形状是指研究大地水准面的形状(或地球椭球的扁率);测定地球的大小就指测定地球椭球的大小;研究地球重力场是指利用地球的重力作用研究地球形状等;测定地面点的几何位置是指测定以地球椭球为参考面的地面点位置和以大地水准面为基准的地面点高程。

随着科学技术的发展,大地测量学科的研究和应用范围发生了革命性的变化。现代大地测量学已经超越了过去传统的局限性,由区域性大地测量发展为全球性大地测量;由研究地球表面发展为涉及地球内部;由静态大地测量发展为动态大地测量;由测地球发展为可以测月球和太阳系各行星,并有能力对整个地学领域及航天等有关空间技术做出重要贡献。

(二) 地形测量学

地形测量学是研究如何将地球表面较小区域内的地物(自然地物和人工地物)和地貌(地球表面起伏的形态)等测绘成地形图的基本理论、技术和方法的学科。地形图作为规划设计和工程施工建设的基本图件,在国民经济和国防建设中起着非常重要的作用。由于地形图测绘工作是在地表面范围不大的测区内进行的,而地球曲率半径很大(地球半径为6371km),可将小区域球面近似看作平面而不必顾及地球曲率及地球重力场的微小影响,从而使测量计算工作得到简化。

(三) 摄影测量学

摄影测量学是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

析,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。测绘大面积的地表形态,主要用航空摄影测量。

摄影测量学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。摄影测量学包括航空摄影、航天摄影、航空航天摄影测量、地面摄影测量等。航空摄影是在飞机或其他航空飞行器上利用航摄机摄取地面景物影像的技术;航天摄影是在航天飞行器(卫星、航天飞机、宇宙飞船等)中利用摄影机或其他遥感探测器(传感器)获取地球的图像资料和相关数据的技术;航空、航天摄影测量是根据在航空或航天飞行器上对地摄取的影像获取地面信息,测绘地形图;地面摄影测量是利用安置在地面上基线上两端点处的专用摄影机拍摄的立体像对,对所摄目标物进行测绘的技术。

用摄影测量手段成图是当今大面积地形图测绘的主要方法。目前,1:50000~1:10000的国家基本图主要采用摄影测量的方法完成。摄影测量发展很快,特别是与现代遥感技术相配合使用的光源可以是可见光或近红外光,其运载工具可以是飞机、卫星、宇宙飞船及其他飞行器。因此,摄影测量与遥感已成为测量学分支中非常活跃和富有生命力的一个独立学科。

(四) 工程测量学

工程测量学是研究在工程规划设计、施工建设和运营管理各阶段中进行的测量工作的理论、技术和方法的学科,所以又称为实用测量学或应用测量学。它是测绘学在国民经济和国防建设中的直接应用。按工程建设进行的程序,工程测量在各阶段的主要任务有:在规划设计阶段所进行的测量工作,测绘拟建工程区域的地形图,为工程规划设计提供翔实的资料。在施工阶段进行的各种施工测量,是将图上设计好的建筑物标定到实地,确保其形状、大小、位置和相互关系,称为放样,并根据工程施工进度要求在实地准确地标定出工程各部分的平面和高程位置,作为施工和安装的依据,以确保工程质量和安全生产。工程竣工后,要将建筑物测绘成竣工平面图,作为质量验收和日后维修的依据,称为竣工测量;对于大型工程,如高层建筑物、水坝等,工程竣工后,为监测工程的运行状况,确保安全,需对工程的位置和形态进行周期性的重复观测,称为变形监测。工程测量服务的领域非常广阔,有军事建筑、工业与民用建筑、道路修筑、水利枢纽建造等。工程测量按其服务的对象又分为城市测量、铁路工程测量、公路工程测量、水利工程测量、地质勘探工程测量、地籍测量、建筑工程测量、工业厂区施工安装测量和矿山测量等。

(五) 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。它以地图信息传输为中心,探讨地图及其制作的理论、工艺技术和使用方法。它主要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,所以亦称地图学。其主要内容包括地图编制学、地图投影学、地图整饰和制印技术等。传统地图制图学的内容包括地图投影、地图编制、地图设计、地图制印和地图应用等。随着计算机技术的引入,现代地图制图学还包括用空间遥感技术获取地球、月球等星球的信息,编绘各种地图、天体图以及三维地图模型和制图自动化技术等。

(六) 海洋测量学

海洋测量学是研究测绘海岸、水体表面、海底自然与人工形态及其变化状况的理论、技术和方法的学科。主要包括海道测量、海洋大地测量、海底地形测量、海洋专题测量以及航

海图、海底地形图、各种海洋专题图和海洋图集的编制等。

以上几门分支学科,既自成体系、各有专务,又密切联系、互相配合,才能更好地为测绘事业服务。

第二节 测量学的任务及作用

一、测量学的任务

测量学的任务概括起来有三个方面:一是精确测定地面点的平面位置和高程,研究地球的形状和大小;二是对地球表面、地壳浅层和外层空间的各种自然和人造物体的几何、物理和人文信息数据及其时间变化进行采集、量测、存储、分析、显示、分发和利用;三是进行经济建设和国防建设所需要的测绘工作,以推动生产与科技的发展。

二、测量学的作用

新世纪,科学技术突飞猛进,经济发展日新月异,测绘越来越受到普遍重视,其应用领域不断扩大。在国民经济建设中,测量技术的应用非常广泛。例如:铁路、公路在建设之前,为了确定一条最经济、最合理的路线,事先必须进行该地带的测量工作,由测量成果绘制带状地形图,在地形图上进行线路规划设计,然后将设计的路线标定在地面上,以便进行施工;在路线跨越河流时,必须建造桥梁,在建桥之前,要绘制河流两岸的地形图,为桥梁的设计提供重要的图纸资料,最后将设计的桥墩位置在实地标定出来;在矿山井下各矿井之间,同一矿井各水平之间需要掘进巷道,巷道开挖之前,需要测量标定巷道的开口位置和巷道的掘进方向,以保证巷道的正确贯通。城市规划、给水排水、煤气管道等市政工程的建设,工业厂房和高层建筑的建造,在设计之初都需测绘各种比例尺的地形图,供工程设计使用。在施工阶段,要将设计的工程平面位置和高程在实地标定出来,作为施工的依据。待工程完工后,还要测绘竣工图,供以后改扩建和维修之用;对某些重要的建筑物和构筑物,在其建成以后,还需要进行变形观测,以确保其安全运行。在房地产的开发、管理和经营中,房地产测绘起着重要的作用。地籍图和房产图以及其他测量资料准确地提供了土地的行政和权属界址,每个权属单元的位置、界线和面积,每幢房屋与每层房屋的几何尺寸和建筑面积,经土地管理和房屋管理部门确认后具有法律效力,可以保护土地使用权人和房屋所有权的合法权益,可为合理开发、利用和管理土地和房产提供可靠的图纸和数据资料,并为国家对房地产的合理税收提供依据。具体来说,测绘学在国民经济建设和国防建设中的主要作用可归纳为以下几方面。

- ① 提供地球表面一定空间内点的坐标、高程和地球表面点的重力值,为地形图测绘和地球科学研究提供基础资料。
- ② 提供各种比例尺地形图和地图,作为规划设计、工程施工和编制各种专用地图的基础图件。
- ③ 准确测绘国家陆海边界和行政区划界线,以保证国家领土完整和睦邻友好相处。
- ④ 为地震预测预报、海底和江河资源勘测、灾情和环境的监测调查、人造卫星发射、宇宙航行技术等提供测量保障。
- ⑤ 为地理信息系统的建立获得基础数据和图纸资料,以提供经济建设的决策参考。
- ⑥ 为现代国防建设和国家安全提供测绘保障。

随着我国经济社会信息化水平的不断提高,数字化基础地理信息已成为各个领域进行决策、管理、规划和建设等不可缺少的数字地理空间信息支撑条件,各方面对数字化测绘产品的需求量越来越大。我国将进入一个新的发展时期,在对经济结构进行战略性调整的同时,还将大力推进国民经济和社会信息化,以信息化带动工业化,实现社会生产力的跨越式发展。特别是随着国家西部大开发和中部崛起等重大战略的实施,国家将进一步加强水利、交通、能源、现代信息等基础设施建设,加大生态环境治理力度,合理进行资源的利用与开发,促进地区协调发展等,必将对测绘保障工作提出更高的要求,推动测绘事业进入新的发展阶段。

本课程属于测绘专业的专业基础课,通过本课程的学习,首先建立测量学科的有关基本概念,理解测量工作的基本原理,掌握测量工作的基本计算及量测技能,为后续专业课的学习打下坚实的基础。同时本课程还介绍了大比例尺地形测图的作业方法,意在培养测绘大比例尺地形图的基本技能。所以对本课程的学习应予以足够的重视。

本课程具有理论严密、概念多、实践性强等特点。通过本课程的学习,除了培养理论分析能力和实际动手能力之外,在素质方面,还要发扬测绘界吃苦耐劳、一丝不苟的优良传统,而且要具备执著的敬业精神、积极主动的工作态度和善于协作的团队精神。

测绘工作被称为“工程的眼睛”、“指挥员的参谋”。在经济和国防建设方面具有重大的意义和作用。在国家各方面建设工作规模日益巨大、复杂的形势下,测绘工作在国家建设事业中所承担的任务也愈来愈大。人们把测量工作者称为建设的“尖兵”,这是对测绘事业崇高的评价,也是对每位测绘人的鞭策。

第三节 测量学的发展概况

测量学是在人类生产实践活动中产生并不断发展形成的一门应用学科,有着悠久的历史。早在几千年前,由于当时社会生产发展的需要,中国、埃及、希腊等古代国家的人民就开始创造并运用测量工具进行土地丈量、水利与农田灌溉等工程中的测量工作。在远古时代我国就发明了指南针,以后又制造了浑天仪等测量仪器,并绘制了相当精确的全国地图。指南针于中世纪由阿拉伯人传到欧洲,之后在全世界得到广泛应用,到今天仍然是利用地磁测定方位的简便测量工具。我国古代劳动人民为测量学的发展做出了突出贡献。

测量学最早用于土地整理,随着社会生产的发展,逐渐应用到社会的许多生产部门。17世纪发明望远镜后,人们利用光学仪器进行测量,使测量科学迈进了一大步。自19世纪末发展了航空摄影测量后,又使测量学增添了新的内容。随着现代光学及电子学理论在测量中的应用,先后发明并制造了一系列激光、红外光、微波测距、测高、准直和定位的仪器。而惯性理论在测量学中的应用,又发明了陀螺定向、定位仪器。这些先进仪器的应用,大大改进了测量手段,提高了测量精度和速度。从20世纪60年代以来,由于电子计算技术的飞速发展,出现了自动绘制地形图的仪器。人造地球卫星的发射以及遥感、遥测技术的发展,使得测绘工作者可以获得更加丰富的地面信息。随着计算机科学、信息工程学、现代仪器学的迅猛发展,促使现代测绘技术正在发生革命性的变化。它体现在现代大地测量学、摄影测量与遥感学、工程测量学、地图学与地理信息系统、海洋测量和测绘仪器等学科中出现的新理论和新方法,极大地推进了测绘学科的发展。目前,现代测量学正在努力实现“3S”结合,即GPS(Global Positioning System)全球卫星定位系统、RS(Remote Sensing)遥感、GIS(Geographical Information System)地理信息系统的结合与集成。以3S技术为代表的

测绘新技术打破了传统测绘以大地、航测、制图学科划分的界限,具有观测范围大、速度快、精度高、全天候和部分智能化的特点。3S 的集成利用,构成整体的、实时的和动态的对地观测、分析和应用的运行系统,正满足了资源与环境调查、监测和自然灾害预测、预报,以及灾情调查、灾后恢复等对取得信息快捷准确的要求。由于 3S 技术的发展使人类有可能对社会、经济发展领域中诸多方面进行动态监测、综合分析和模拟预测,成为人类解决全球与区域性环境与发展问题的重要手段。

中华人民共和国成立后,我国测绘事业有了很大的发展。1954 年建立了 1954 年北京坐标系。1956 年建立了黄海高程系统;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;完成了国家基本图的测绘工作。2005 年再次准确测定了珠穆朗玛峰最新高程 (8844.43m)。1988 年 1 月 1 日,我国正式启用新的高程系统——1985 年国家高程基准,且在我国陕西西安泾阳县永乐镇建立了新的大地坐标原点,并用 IUGG-75 参考椭球,建立了我国独立的参心坐标系,称为 1980 年西安坐标系,为全国测绘工作奠定了良好的基础。与此同时,测绘工作者还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、宝山钢铁厂、北京正负电子对撞机、青藏铁路、长江三峡水利枢纽等特大型工程的精确放样和设备安装测量。在测绘仪器制造方面,从无到有,现在不仅能生产大量常规测量仪器,像全站仪、GPS 接收机等一些先进的仪器也可批量生产。在测绘人才培养方面,1950 年,中国人民解放军总参谋部测绘局成立,同时各大军区分别成立了测绘学校。1952 年,清华大学等 6 所高等院校设置了测量工程专业,积极培养测绘技术人员。1956 年,成立了全国统一的测绘管理机构——国家测绘总局。多年来,已有几十所高等学校先后设立了测绘专业,为国家培养了大量高、中级测绘人才,构成了我国测绘领域从事科研、教学、生产的强大的各级各类专业人才队伍,大大提高了我国测绘科技水平。“数字中国计划”作为国家的战略计划已经提上了议事日程,测绘工作也已经纳入了“中国 21 世纪议程”。配合国家产业结构调整战略,测绘产业也正在产业结构调整,一个由现代化的新技术结构、高效益的新产业结构、现代化的新管理体系构成的新型地理信息产业即将形成。测绘仪器集成化,测绘过程自动化、实时化、动态化,测绘成果数字化及测绘系统智能化将是未来测绘工作的发展方向。

思考题与习题

1. 测量学的研究对象是什么?目前测量学分成了哪些独立学科,它们的研究对象分别是什么?
2. 地形测量学的主要任务是什么?本课程与其他专业有何关系?
3. 试述测绘工作在我国经济建设中的重要作用。
4. 收集资料,了解当今测绘学科发展动态。

第二章

测量学的基本知识

第一节 平面坐标系统和高程系统

一、地球的形状和大小

多数测量工作都是在地球表面进行的，且测量学的主要研究对象是地球的自然表面，因此，必然会涉及地球的形状和大小问题。为了合理处理测量数据和测绘地形图，正确认识地球的形状和大小是非常必要的。

地球究竟是一个什么形状，怎样来表述它？这是自然科学研究的极其重要的问题之一。虽经过长期测定和研究，但现在还没有一个十分完善准确的结论。这一课题仍然是需要不断探讨和研究的重要课题。

地球的自然表面有海洋、有陆地，有高山、有深沟，是一个十分复杂的不规则表面，不便于用公式表达。在这样一个不规则的几何体表面无法进行测量的计算、绘图，也无法确定点间的相对位置。但要知道，在地球的自然表面，海洋面积约占其表面积的 71%，而陆地面积仅占约 29%。陆地表面虽然高低起伏，但最高的珠穆朗玛峰高出海面也不过 8844.43m；而最深的马里亚纳海沟也不过比海面低 11022m。这些最大的高低起伏，相对于地球的体积来说是极微小的。因此，可以设想有一个静止的海洋面，将它扩展延伸使其穿过陆地和岛屿，形成一个包围地球的封闭的海水面，将这个静止的海水面叫做水准面。由于海水受潮汐影响，时高时低，水准面有无穷多个。取一个与平均海面高度一致，穿过大陆和岛屿，包围地球的封闭水准面，来代替地球的自然表面，这个假想的水准面叫做大地水准面。大地水准面包围的球体叫做大地体，通常用大地体代表地球的形状和大小。

地球上的任一质点，因受到地球引力，同时还受到因地球自转产生的离心力的作用，地球引力与离心力的合力，就是大家所熟悉的重力，重力方向也就是所说的铅垂线方向。水准面的物理特征就是一个重力的等位面，等位面处处与产生等位能的力的方向垂直，即水准面是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。

由于地球引力的大小与地球内部的质量有关，而地球内部的质量分布又不均匀，这引起地面上点的各个重力方向产生不规则变化，因而大地水准面实际上是一个有微小起伏变化的不规则曲面。大地体也就是个无法用数学公式表达的不规则的球体。在这样一个不规则的形体表面还是无法进行测量工作的量测和计算。

长期的测量和研究结果表明，大地体与一个以椭圆的短轴为旋转轴的旋转椭球的形状十分近似。用一个可以用数学式表示的且与大地体非常接近的旋转椭球来代替大地体，将它作为测量工作中实际应用的地球形状。定位后的旋转椭球体称为参考椭球，其表面就称为参考