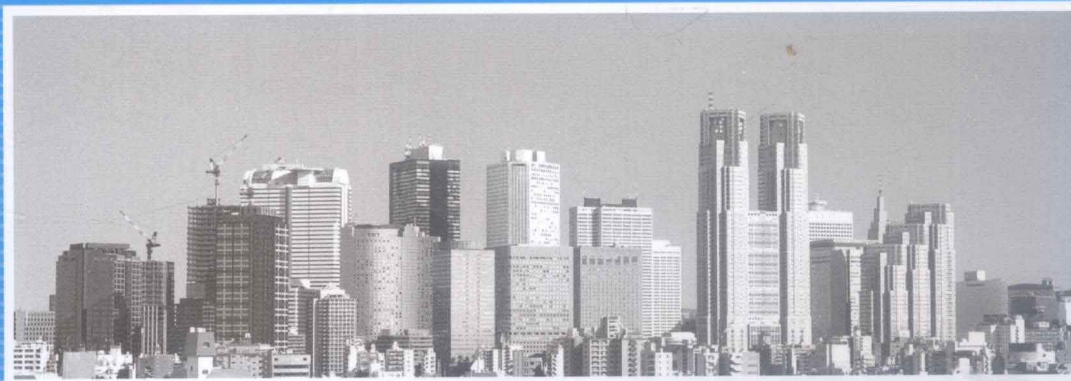




“十二五” 高等教育规划教材

测量学



主编 王晓光
主审 赵长胜

C E L I A N G
X U E



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

测 量 学

主 编 王晓光
副主编 孟凡影 马丽霞
主 审 赵长胜

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分 13 章。第一章至第四章为土木工程测量的基本知识、测量的基本工作和测量仪器的使用方法；第五章介绍测量误差的基本知识；第六章为小地区控制测量，包括 GPS 原理简介；第七章、第八章为地形图的基本知识及其在土木工程中的应用、大比例尺地形图测绘方法；第九章至第十三章为土木工程施工测量，包括施工测量的基本工作，工业与民用建筑施工测量，线路勘测，道路曲线测设方法，线路（管道、道路、桥梁、隧道）施工测量。

本书可作为普通高等学校土木工程、环境工程、建筑学、城市规划等各专业教材，也可供有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

测量学/王晓光主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2011. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 4936 - 2

I. ①测… II. ①王… III. ①测量学 - 高等学校 - 教材 IV. ①P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 161497 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 437 千字

责任编辑 / 胡 静

版 次 / 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

王玲玲

印 数 / 1 ~ 4000 册

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 38.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

序

测量学是我国高等学校许多工程类专业学生必修的一门专业技术课。长期以来，测量学的课程内容主要是针对小面积地表测绘工作，利用普通的（或常规的）测量仪器，通过平面测量方法直接测绘地形图。这就是通常所说的“白纸测图”，也可以称为“模拟测图”。学生通过对测量学的课程学习，对于测绘工作的概念和原理有了初步的比较直观的理解，同时也实际掌握了进行地形测量的具体方法，并能用于生产实践，这为学生进一步学习其他专业课打下了良好的基础。因此，我们不能忽视测量学课程在工程类专业所起的奠基作用。但是，当前以 3S（全球定位系统 GPS、遥感 RS、地理信息系统 GIS）新技术为代表的现代测绘技术的出现和发展，测绘学科经历了在理论上、方法上和技术体系上的巨大变革。这种变革不仅波及测绘学科的科学研究和生产实践，同时也不可避免地影响到测绘专业以及许多工程类专业的测量学课程的教学改革。

本书在上述背景条件下，在教材中充实了现代测绘新技术以及新的测绘仪器和设备的内容，并顾及到原有测量学的基本知识、基本测量仪器和基本测量方法，使得新旧内容有机联系，融为一体，既适应了当前现代测绘技术发展的新形势，也满足了相关工程类专业对测绘学课程的学习需要。本书主要针对土木工程等专业，对各专业相同的基础部分进行统一，对于原属于不同专业的施工测量部分，也根据其内容特点进行了重新归类 and 整合，求同存异，力求内容的系统与完整，并力求简洁，尽量压缩篇幅。

我们希望更多高校的工程类专业在教学中使用本教材，通过大家的教学实践，对本书进行不断地修改和完善。

徐州师范大学测绘学院院长

博士生导师

全国人大代表

赵长胜 教授

前 言

为了适应 21 世纪教育事业飞速发展的要求,贯彻执行新的高等学校招生专业目录,满足新专业目录下土木工程等专业的测量课程教学需要,我们编写了此书。

新专业目录中的土木工程专业涵盖了原专业目录下的建筑工程、交通土建、城镇建设、矿井建设等专业。在编写过程中,我们对各专业相同的基础部分进行统一;而对于原属于不同专业的施工测量部分,也根据其内容特点进行了重新归类与整合,求同存异,力求内容的系统与完整,语言简洁,尽量压缩篇幅。我们也充分考虑并兼顾了建筑学、城市规划、工程管理、建筑环境与设备工程、环境工程等各相关专业的教学需要。

当前正处于测绘技术飞速发展的时期,我们在教材中充实了现代测绘新技术,如 GPS、GIS、RS、数字测图等有关内容,以及新的测绘仪器和设备,如电子水准仪、电子经纬仪、全站仪等内容,使土木建筑类专业的学生不但能了解当前测绘科学技术发展的现状,更能结合专业的要求,拓宽视野,开阔思路,更好地应用测绘新技术为其专业服务。

在编写过程中,我们在充实新技术的同时,在满足现阶段工程技术需要的前提下,结合工程实际,对陈旧的传统内容进行了删除、压缩、修改,力求简洁实用,充实了最小二乘法原理应用、道路平面大地坐标计算的内容。

本教材编写工作:王晓光编写第五章、第十二章,孟凡影编写第一、第二、第三、第四、第六、第七章,马丽霞编写第八、第九、第十、第十一、第十三章。

本书由徐州师范大学测绘学院院长、博士生导师、全国人大代表赵长胜教授进行了认真、细致的审定,并提出了许多宝贵意见,他认真、细致的工作更好地保证了本书的质量。长春工程学院的张道明教授为本书的编写提出了很多宝贵的意见、建议和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务与作用	1
第二节 地面点位的确定	2
一、地球的形状和大小	2
二、测量坐标系统	3
三、测量的基本要素	6
四、用水平面代替水准面的限度	6
第三节 测量工作概述	8
一、测量工作的基本原则	8
二、控制测量的概念	9
三、碎部测量的概念	9
四、施工放样的概念	10
思考题与习题	10
第二章 水准测量	11
第一节 水准测量原理	11
第二节 水准仪和水准尺	11
一、DS3 微倾式水准仪	11
二、水准尺和尺垫	14
三、水准仪的使用	15
第三节 水准测量的外业	16
一、水准点	16
二、水准测量的实施	17
三、水准测量检核	18
第四节 水准测量成果计算	19
一、附和水准路线的成果计算	20
二、闭合水准路线的成果计算	21
第五节 微倾式水准仪的检验与校正	21
第六节 三、四等水准测量	23
一、技术要求	24
二、施测方法	24
第七节 水准测量的误差分析	27
一、仪器误差	27
二、观测误差	27
三、外界条件影响	28

第八节 几种典型的水准仪	29
一、精密水准仪	29
二、自动安平水准仪和激光扫平仪	31
三、电子水准仪	32
思考题与习题	34
第三章 角度测量	36
第一节 角度测量原理	36
一、水平角测量原理	36
二、竖直角测量原理	36
第二节 光学经纬仪	36
一、光学经纬仪的基本构造	37
二、光学经纬仪的测微装置与读数方法	38
三、分微尺测微器	38
四、对径符合测微	39
第三节 水平角测量	40
一、经纬仪的安置	40
二、水平角测量方法	41
第四节 竖直角测量	43
一、竖直度盘的构造	43
二、竖直角计算公式	44
三、竖盘指标差	44
四、竖直角观测	45
五、竖盘自动归零装置	46
六、三角高程测量	46
第五节 经纬仪的检验与校正	47
一、经纬仪轴线应满足的条件	47
二、经纬仪的检验与校正	48
第六节 水平角测量误差分析	50
一、仪器误差	51
二、观测误差	51
三、外界条件的影响	52
第七节 电子经纬仪	53
一、光栅度盘测角原理	53
二、格区式度盘动态测角原理	54
思考题与习题	55
第四章 距离测量与直线定向	57
第一节 钢尺量距	57
一、量距工具	57
二、一般量距	58

三、精密量距.....	59
四、钢尺量距误差及注意事项.....	60
第二节 视距测量.....	61
第三节 电磁波测距仪.....	63
一、光电测距仪的基本工作原理.....	64
二、红外测距仪.....	66
三、REDmini 短程测距仪及其使用.....	67
四、影响测距精度的因素和标称精度.....	68
第四节 全站仪.....	68
一、全站仪的结构原理.....	68
二、索佳 SET C (B) 系列全站仪的主要特点和技术指标.....	69
三、索佳 SET C (B) 系列全站仪的结构与键盘设置.....	70
四、索佳 SET C (B) 系列全站仪的操作与使用.....	72
五、全站仪使用的注意事项和养护.....	80
第五节 直线定向.....	80
一、标准方向.....	80
二、表示直线方向的方法——方位角.....	81
三、几种方位角之间的关系.....	81
四、正反坐标方位角.....	82
五、坐标方位角的推算.....	82
六、象限角.....	83
思考题与习题.....	83
第五章 测量误差基本知识.....	85
第一节 测量误差概述.....	85
一、观测与观测误差.....	85
二、观测误差的来源.....	85
三、观测误差的分类及其处理方法.....	85
第二节 观测值的算术平均值.....	88
一、算术平均值原理.....	88
二、最或是误差.....	88
三、最小二乘法原理.....	89
第三节 衡量观测值精度的标准.....	89
一、中误差.....	89
二、相对误差.....	91
三、极限误差和容许误差.....	92
第四节 误差传播定律及应用举例.....	93
一、误差传播定律推导.....	93
二、测量误差应用举例.....	95
第五节 加权平均值及其中误差.....	98

一、加权平均值	98
二、权的意义	99
三、确定权的常用方法	100
四、加权平均值中误差	101
五、单位权中误差	102
思考题与习题	103
第六章 小地区控制测量	105
第一节 控制测量概述	105
一、国家控制测量	105
二、工程控制测量	106
三、图根控制测量	109
第二节 导线测量	109
一、导线测量概述	109
二、导线的布设形式	111
三、导线测量的外业工作	111
四、导线测量的内业计算	112
第三节 小三角测量	119
一、小三角测量外业工作	119
二、小三角测量内业计算	120
第四节 测角交会	124
一、前方交会	124
二、侧方交会	126
三、后方交会	126
第五节 全球卫星定位系统	128
一、全球卫星定位系统 (GPS) 简介	128
二、GPS 定位基本原理	130
三、GPS 定位的实施	133
第六节 距离改化与坐标换带*	133
一、距离改化	133
二、坐标换带	134
思考题与习题	136
第七章 地形图基本知识与应用	139
第一节 地形图的比例尺	139
一、比例尺的种类	139
二、比例尺精度	140
第二节 地形图的分幅和编号	140
一、地形图的梯形分幅与编号	140
二、矩形分幅和编号	147
第三节 地形图图外注记	148

一、图名和图号	148
二、接图表	149
三、图廓和坐标格网线	149
四、三北方向线及坡度尺	149
五、投影方式、坐标系统、高程系统	150
六、成图方法	150
第四节 地形图图式	150
一、地物符号	150
二、地貌符号——等高线	154
第五节 地籍图基本知识	158
一、地籍要素	158
二、地理要素	161
第六节 地形图的应用	161
一、求图上某点的坐标和高程	161
二、确定图上直线的长度、坐标方位角和坡度	163
三、图形面积的量算	163
四、按设计线路绘制纵断面图	164
五、按限制坡度绘制同坡度线	165
六、确定汇水面积	165
七、平整场地中的土石方量计算	165
思考题与习题	168
第八章 大比例尺地形图测绘	171
第一节 测图前的准备工作	171
一、图纸选用	171
二、绘制坐标格网	171
三、展绘控制点	171
第二节 碎部点平面位置的测绘方法	172
一、极坐标法	172
二、方向交会法	172
三、距离交会法	172
四、直角坐标法	172
第三节 经纬仪测绘法	173
一、碎部点的选择	173
二、测站的测绘工作	174
第四节 平板仪测图原理	176
第五节 地形图的绘制	177
一、地物描绘	177
二、地貌勾绘	177
三、地形图的拼接	177

四、地形图的检查	178
五、地形图的整饰	179
六、验收	179
第六节 数字化测图概述	179
一、数字地图与白纸线划图的区别	179
二、数字化测图的作业模式	180
三、大比例尺数字化测图的主要工作内容及方法	180
四、“CASS4.0 地形地籍成图软件”简介	183
第七节 航空摄影测量简介	186
一、航摄相片的基本知识	186
二、航测成图过程简介	187
三、数字摄影测量	188
第八节 地籍图测绘	189
一、解析法	189
二、部分解析法	189
三、图解法	189
思考题与习题	190
第九章 施工测量基本工作	191
第一节 施工测量概述	191
一、施工测量的目的和内容	191
二、施工测量的特点	191
三、施工测量的原则	191
四、施工测量的准备工作	191
第二节 测设的基本工作	192
一、水平距离的测设	192
二、水平角的测设	192
三、高程的测设	193
第三节 点的平面位置的测设	194
一、直角坐标法	194
二、极坐标法	195
三、角度交会法	196
四、距离交会法	196
五、角度与距离交会法	196
第四节 坐标系统转换	197
思考题与习题	198
第十章 建筑施工测量	199
第一节 建筑施工控制测量	199
一、建筑方格网	199
二、建筑基线	201

三、高程控制测量	201
第二节 多层民用建筑施工测量	202
一、主轴线的测设	203
二、定位测量	204
三、轴线控制桩与龙门板的设置	205
四、基础施工测量	206
五、主体施工测量	207
第三节 工业厂房施工测量	208
一、厂房控制网的建立	208
二、柱列轴线的测设与基础施工测量	209
三、柱子安装测量	210
四、吊车梁的安装测量	212
五、吊车轨的安装测量	212
第四节 高层建筑施工测量	213
一、基础施工测量	213
二、主体结构施工测量	214
第五节 建筑物的变形观测	216
一、沉降观测	216
二、位移观测	218
三、倾斜观测	218
四、裂缝观测	219
第六节 竣工总平面图的编绘	220
一、编绘竣工总平面图的意义	220
二、编绘竣工总平面图的方法和步骤	220
三、竣工总平面图的附件	221
思考题与习题	221
第十一章 线路勘测	223
第一节 线路测量工作概述	223
一、线路测量的基本过程	223
二、线路测量的基本工作内容	225
三、线路测量的基本特点	225
第二节 中线测量	226
一、交点与转点的测设	226
二、转角的测定	228
三、里程桩的测设	229
第三节 圆曲线测设	230
一、圆曲线主点的测设	230
二、圆曲线的详细测设	232
第四节 纵断面测量	236

一、高程控制测量	236
二、线路纵断面测量	236
三、纵断面图的绘制	238
第五节 横断面测量	240
一、横断面方向的测定	240
二、横断面的测量方法	241
三、横断面图的绘制	241
思考题与习题	242
第十二章 道路曲线测设方法	244
第一节 虚交	244
一、圆外基线法	244
二、切基线法	246
第二节 复曲线的测设	246
第三节 回头曲线的测设	247
一、推磨法和辐射法	247
二、切基线法	248
三、顶点切线法	248
第四节 缓和曲线的测设	249
一、缓和曲线公式	249
二、圆曲线带有缓和曲线的主点测设	251
三、圆曲线带有缓和曲线段的详细测设	252
第五节 道路中线逐桩坐标计算	255
一、HZ点(含起点)至ZH点间	255
二、ZH点至YH点间	256
三、YH点至ZH点间	256
第六节 不对称曲线的平面计算	256
一、不对称曲线计算	256
二、曲线坐标和法线方位角的计算	259
三、边桩坐标计算	259
第七节 全站仪测设道路中线	259
一、导线测量	259
二、中线测量	260
思考题与习题	261
第十三章 线路施工测量	262
第一节 管道施工测量	262
一、地下管道施工测量	262
二、顶管施工测量	264
三、管道竣工测量	265
第二节 道路施工测量	266

一、路线恢复定线	266
二、路基边桩与边坡的测设	267
三、竖曲线的测设	269
第三节 桥梁施工测量	271
一、桥位控制测量	271
二、桥梁墩、台定位测量	273
三、墩、台基础施工测量	276
第四节 隧道施工测量	277
一、隧道施工测量概述	277
二、洞外控制测量	277
三、洞内外联系测量	278
四、洞内控制测量	280
五、施工测量	282
思考题与习题	284
参考文献	287

第一章 绪 论

第一节 测量学的任务与作用

测量学是研究地球的形状、大小，以及确定地面（包括空中和地下）点位的科学。它的内容包括测定和测设两个方面。测定是指通过各种测量工作，把地球表面的形状和大小缩绘成地形图，或得到相应的数字信息，供国防工程及国民经济建设的规划、设计、管理和科学研究使用。测设是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。

测量学按照研究范围和对象的不同，划分为若干分支学科。例如，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的工作，属于大地测量学的范畴。大地测量学是地学的重要组成部分，是整个测绘科学的基础理论学科。测量小范围地球表面形状时，不顾及地球曲率的影响，把地球局部表面当做平面看待所进行的测量工作，属于普通测量学的范畴。利用摄影或遥感技术获取地面物体的影像，进行分析处理并绘制成地形或建立数字模型的工作，属于摄影测量与遥感学的范畴。研究工程建设各阶段所进行的各种测量工作属于工程测量学的范畴。以海洋和陆地水域为对象所进行的测量和海图编制工作，属于海洋测绘学的范畴。利用测量所得的成果资料，研究如何投影编绘和制印各种地图的工作，属于制图学的范畴。全球卫星定位系统（GPS）、遥感（RS）、地理信息系统（GIS）（合称“3S”）代表着测绘学科高新技术发展的方向和水平。本书主要介绍普通测量学及部分工程测量学的内容。

测绘科学应用很广：在国民经济和社会发展规划中，测绘信息是最重要的基础信息之一，各种规划和设计及地籍管理，首先要有地形图和地籍图或相应的数字信息。另外，在各项工农业基本建设中，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。在国防建设中，军事测量和军用地图是现代大规模、诸兵种协同作战不可缺少的重要保障。至于远程导弹、空间武器、人造卫星或航天器的发射，要保证它精确入轨，随时校正轨道和命中目标，除了应测算出发射点和目标点的精确坐标、方位、距离外，还必须掌握地球形状、大小的精确数据和有关地域的重力场资料。在科学实验方面，诸如空间科学技术的研究，地壳的形变、地震预报、灾情监视与调查以及地极周期性运动的研究等，都要应用测绘资料。即使在国家的各级管理工作中，测量和地图资料也是不可缺少的重要工具。随着测绘科学高新技术的不断研究开发与应用，其必将为各个行业提供更为全面、准确、及时、适用的测绘信息成果与技术服务。

测绘科学在土木类各专业的工作中有着广泛的应用和重要的地位。例如，在勘测设计的各个阶段，要求有各种比例尺的地形图，供城镇规划、厂址选择、管道及交通线路选线以及总平面图设计和竖向设计之用。在施工阶段，要将设计的建筑物、构筑物的平面位置和高程测设于实地，以便进行施工。施工结束后，要进行竣工测量，绘制竣工图，供日后扩建和维修之用。即使是竣工后，对某些大型及重要的建筑物和构筑物还要进行变形观测，以保证工

程设施的安全使用。

土木类各专业学生，学习本课程之后，要求达到掌握普通测量学的基本知识和基础理论；能正确使用工程中常用测量仪器和工具，并了解测量新仪器、新技术的一般应用方法；了解大比例尺地形图的成图原理和方法；在工程设计和施工中，具有正确应用地形图和有关测量资料的能力和进行一般工程施工测设的能力，以便能灵活应用所学的测量知识为专业工作服务。

第二节 地面点位的确定

一、地球的形状和大小

测量工作是在地球表面上进行的，所以必须知道地球的形状和大小。地球的自然表面有高山、丘陵、平原、盆地及海洋等起伏状态，世界最高的珠穆朗玛峰高达 8 844.43 m，最深的马里亚纳海沟深达 11 022 m。高低起伏最大近 20 km，但这种起伏变化仍不足地球半径 6 371 km 的 1/300，故对地球总的形状的影响可忽略不计。由于地球表面 71%被海水所覆盖，所以可以把海水所覆盖的地球形体看作地球的形状。

由于地球的自转运动，地球上任一点都要受到离心力和地球引力的双重作用，这两个力的合力称为重力，重力的方向线称为铅垂线。铅垂线是测量工作的基准线。静止的水面称为水准面，水准面是受重力影响而形成的，是一个处处与重力方向垂直的连续曲面，并且是一个重力场的等位面。与水准面相切的平面称为水平面。水面可高可低，因此符合上述特点的水准面有无数多个，其中与平均海水面吻合并向大陆、岛屿延伸而形成的封闭曲面，称为大地水准面，如图 1-1 (a) 所示。大地水准面是测量工作的基准面。由大地水准面所包围的地球形体称为大地体。

用大地水准面代表地球表面的形状和大小是恰当的，但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复杂的曲面，如图 1-1 (b) 所示。如果将地球表面上的图形投影到这个复杂的曲面上，将对测量计算和绘图带来很多困难，为此选用一个非常接近大地水准面，并可用数学式表达的几何形体来代表地球的总形状，这个数学形体称为旋转椭球体，如图 1-1 (c) 所示。包围旋转椭球体的面称为旋转椭球面。

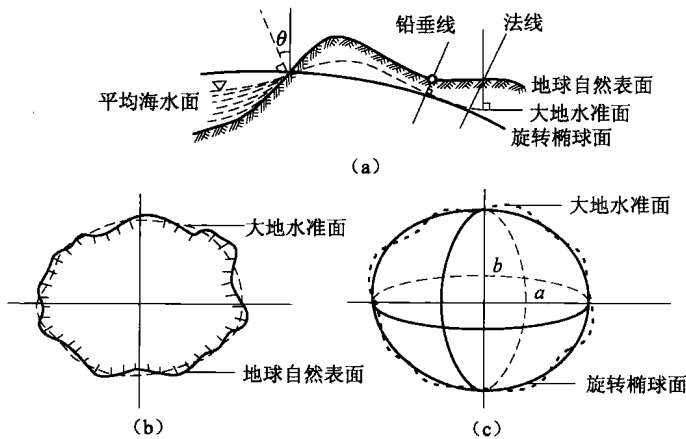


图 1-1 大地水准面和旋转椭球体

旋转椭球体是由一椭圆（长半轴为 a ，短半轴为 b ）绕其短半轴 b 旋转而成的椭球体。椭圆的长半轴 a 、短半轴 b 、扁率 α 是决定旋转椭球体的形状和大小的元素。随着测绘科学的进步，可以越来越精确地测定这些元素。目前，我国采用国际大地测量协会 IAG-75 参数： $a = 6\,378\,140\text{ m}$ ， $\alpha = 1/298.257$ ，推算值 $b = 6\,356\,755.288\text{ m}$ 。

由于地球椭球体的扁率很小，当测区不大时，可将地球当做半径为 $6\,371\text{ km}$ 的圆球。当测区面积很小时，也可用水平面代替水准面，作为局部地区的测量基准面。

二、测量坐标系

测量工作的基本任务是确定地面点的空间位置。确定地面点的空间位置需用 3 个量，通常是确定地面点在球面或平面上的投影位置（即地面点的坐标），以及地面点到大地水准面的铅垂距离（即地面点的高程）。

（一）地理坐标

在大区域内确定地面点的位置，以球面坐标系来表示，用经度、纬度表示地面点在球面上的位置，称为地理坐标。地理坐标又因采用的基准面、基准线的不同而分为天文地理坐标和大地地理坐标两种。

1. 天文地理坐标

用天文经度 λ 和天文纬度 φ 表示地面点在大地水准面上的位置，称为天文地理坐标。如图 1-2 所示，过地面上任一点铅垂线与地轴 $N-S$ 所组成的平面称为该点的子午面，过英国格林威治天文台的子午面称为首子午面。子午面与球面的交线称为子午线或称经线。球面上 F 点的天文经度 λ 是过 F 点的子午面与首子午面所夹的二面角。自首子午面向东 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为东经，向西为 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为西经。

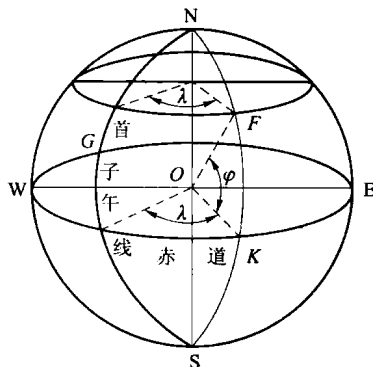


图 1-2 地理坐标

垂直于地轴并通过球心的平面称为赤道面。赤道面与球面的交线称为赤道。垂直于地轴且平行于赤道的平面与球面的交线称为纬线。球面上 F 点的纬度是过 F 点的铅垂线与赤道面的夹角，用 φ 表示。纬度从赤道起向北 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为北纬，向南 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为南纬。例如：北京市中心的天文地理坐标为东经 $116^\circ 24'$ ，北纬 $39^\circ 54'$ 。

2. 大地地理坐标

用大地经度 L 和大地纬度 B 表示地面点在旋转椭球面上的位置，称为大地地理坐标，简称大地坐标。地面上任意点 P 的大地经度 L 是该点的子午面与首子午面所夹的二面角； P 点的大地纬度 B 是过该点的法线（与椭球面相垂直的线）与赤道面的夹角。

大地经度、纬度是根据大地原点（该点的大地经度、纬度与天文经度、纬度相等）的起算数据，再按大地测量得到的数据推算而得。我国曾采用“1954 年北京坐标系”并于 1987 年废止，然后采用陕西省泾阳县永乐镇某点为国家大地原点，由此建立新的统一坐标系，称为“1980 年国家大地坐标系”。我国目前采用“2000 国家大地坐标系”，从 2008 年 7 月 1 日后新生产的各类测绘成果应采用“2000 国家大地坐标系”，其原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心。

（二）独立平面直角坐标

地理坐标是球面坐标，在球面上（尤其是椭球面上）求解点间的相对位置关系是比较复