



21世纪高等院校
土木与建筑专业“十二五”规划教材

孙义刚 顾问

建筑工程 测量学

主编 周新力 魏东升



中国建材工业出版社



21 世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材

建筑工程测量学

主 编 周新力 魏东升
副主编 徐建英 黄雄伟 王汉雄
张艳秋 梁彦兰

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量学 / 周新力, 魏东升主编. — 北京 :
中国建材工业出版社, 2012. 8
21 世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-80227-877-6
I. ①建… II. ①周… ②魏… III. ①建筑测量-高等
学校-教材 IV. ①TU198
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 187994 号

内 容 提 要

本书共由 18 章内容组成, 分别为绪论、测量学基本内容介绍、地面点位置的描述和坐标系的确定、水准仪、经纬仪和全站仪、GPS 卫星接收机设备、遥感摄影测量、高程控制测量、平面导线控制测量、平面三角控制测量、GPS 控制测量、地形图测绘、测量误差、工程测量、房屋工程施工测量、线路工程测量、独立构筑物工程测量、建筑物或构造物的变形观测。全书内容深入浅出, 简繁得当, 理论联系实际, 具有较强的针对性和实用性。

本书可作为高等院校房屋建筑工程、道路桥梁工程、水利水电工程等专业教材使用, 也可供工程技术人员参考借鉴。

建筑工程测量学

周新力 魏东升 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 19

字 数: 426 千字

版 次: 2012 年 8 月第 1 版

印 次: 2012 年 8 月第 1 次

定 价: 38.00 元

本社网址: www.jccbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。电话: (010)88386906

对本书内容有任何疑问及建议, 请与本书责编联系。邮箱: jiaocaidayi51@sina.com

序 Preface

2007年工程测量新规范(GB 50026—2007)出台以后,在基本建设管理中对工程测量有了新的要求,这是提高工程质量、加速工程进度、降低工程造价、提高经济效益的一项重大措施,也是研究和学习国际上工程测量先进经验的产物。

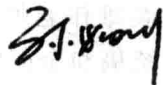
工程测量技术的发展进一步促使工程施工单位在独立、公正、科学、服务等特征上提高自身的水平,使我国的工程建设更迅速地与国际要求接轨。工程测量包括勘察、设计、施工、竣工和验收等各建设阶段的测量工作。以工程类别区分,有建筑工程、道路桥梁工程、水利电力工程等土木工程方面的测量,另外,还有机械、化工、化纤、石油、冶金、动力等管道与设备安装工程方面的测量。

目前,国家对工程测量类人才需求日增,对高等院校建设类高素质人才培养目标提出了新的要求,从而对土建类教材建设也提出了新的要求。有鉴于此,中国建材工业出版社组织启动了21世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材的编写和出版工作。本教材正是为了适应当今时代对高层次建设类人才培养的需求而编写的。

本教材编者经验丰富,均经过院校推荐、编委会资格审定,是一线骨干教师,具有丰富的教学和实践经验。

本教材力求贯彻少而精和理论联系实际的原则,突出理论知识的应用,加强针对性和实用性,并尽量反映国内外最新成就和发展趋势。

希望这本教材能有助于培养适应中国特色社会主义发展需要的、素质全面的新型工程建设人才。



湖南邵阳学院城建系副主任

前言

Foreword

“建筑工程测量学”是房屋建筑和民用建筑工程、道路与桥梁工程、水利水电工程、工程地质等专业的一门实践性很强的基础课程。近年来,随着电子水准仪、全站仪、GPS全球定位系统等现代测绘技术的发展和普及,以及建筑业由传统的承包经营方式向国际上“交钥匙”经营方式的逐渐转变,加之各地区高层建筑和高速公路的兴建,对测量从业人员的“实践技能”要求有了更新的标准。鉴于上述情况,本书着重从以下两方面进行创新:

一是本教材的内容在广度上侧重于“宽”。尽管近年根据不同专业编写出的测量学教材以及相关的参考书籍有很多版本,但这些书大多有五分之四的内容相互之间交叉重叠,不仅浪费读者金钱,还浪费时间。本教材在内容的广度上正确地区分了“教材内容”与课程的“教学内容”,一方面本书是根据教学需要编写的,是一本专材,在专业内容广度上有所侧重;另一方面,本书还是一本通材,其内容能适合不同专业的从业人员学习和阅读。

二是本教材的形式在深度上侧重于“简”。测量学内容的实践性很强,教材内容不能过于深奥和抽象,但这并不意味着要将难度较大的内容机械地加以删减和浅化。本书把这些知识难点加以形象化的简化,将有助于学生对教材内容的全面理解和掌握。

本书由周新力、魏东升担任主编;徐建英、黄雄伟、王汉雄、张艳秋、梁彦兰担任副主编。具体编写分工如下:第2、6、11章由邵阳学院周新力老师编写;第3、4、8、13章由长沙学院徐建英老师编写;第10章由中南林业科技大学魏东升老师编写;第1、16章由安阳工学院梁彦兰老师编写;第17、18章由黄淮学院王汉雄老师编写;第5、7、9、12、14章由邵阳学院黄雄伟老师编写;第15章由辽东学院张艳秋老师编写;周新力和魏东升对全书进行了统稿和全面修改。

本书在编写过程中参照了很多专家和同行所编写的有关测量方面的书籍,在此向他们表示由衷的感谢。由于编者实践经验和专业水平有限,书中难免有错漏及不妥之处,敬请广大读者、专家和同行批评、赐教。

编 者

目录 Contents

第 1 章 绪论 / 1

- 1.1 测量学的研究对象 / 1
- 1.2 测量学的发展概况 / 3

第 2 章 测量学基本内容介绍 / 6

- 2.1 测量的坐标系统概述 / 6
- 2.2 现代测量的主要技术设备 / 8
- 2.3 测量的主要误差 / 10
- 2.4 测量的基本工作程序 / 12
- 2.5 建筑工程测量基本工作内容 / 14

第 3 章 地面点位置的描述和坐标系的确定 / 17

- 3.1 测量基准面的确定 / 17
- 3.2 地面点高低位置的表示 / 18
- 3.3 水平面代替水准面的限度 / 19
- 3.4 地面点平面位置的表示 / 22
- 3.5 标准方向线的确定 / 25
- 3.6 地面点空间位置的表示 / 27

第 4 章 水准仪 / 30

- 4.1 水准仪的基本构造 / 30
- 4.2 水准仪测量高程的原理与方法 / 34
- 4.3 水准仪测量的高程与大地高之间的转换 / 35
- 4.4 水准仪或电子水准仪测量平面坐标的原理与方法 / 36
- 4.5 水准仪的操作程序 / 36
- 4.6 水准仪或电子水准仪的检验与校正 / 38
- 4.7 水准仪设备系列测量功能的演变背景 / 41

第5章 经纬仪和全站仪 / 46

- 5.1 经纬仪和全站仪的基本构造 / 46
- 5.2 经纬仪或全站仪的操作方法 / 52
- 5.3 角度测量 / 53
- 5.4 经纬仪或全站仪测量的原理与方法 / 57
- 5.5 测量的平面坐标与大地地理坐标之间的转换 / 62
- 5.6 经纬仪或全站仪的检验与校正 / 63
- 5.7 角度测量误差分析 / 68
- 5.8 角度测量设备的发展演变 / 69

第6章 GPS 卫星接收机设备 / 75

- 6.1 GPS 系统的基本组成 / 75
- 6.2 GPS 系统的测量原理与方法 / 79
- 6.3 GPS 测量坐标的转换 / 81
- 6.4 GPS 坐标转换参数的测定 / 83
- 6.5 GPS 卫星全球定位系统产生的背景 / 85
- 6.6 GPS 卫星全球定位系统的发展 / 87

第7章 遥感摄影测量 / 90

- 7.1 遥感摄影测量概述 / 90
- 7.2 遥感摄影测量的基本原理与方法 / 91
- 7.3 摄影影像的像平面坐标转换成地面坐标的方法 / 93

第8章 高程控制测量 / 96

- 8.1 水准测量前的准备工作 / 96
- 8.2 水准测量的外业施测方法 / 98
- 8.3 水准测量的内业成果整理 / 101
- 8.4 水准测量的精度分析 / 104

第9章 平面导线控制测量 / 108

- 9.1 平面控制测量概述 / 108
- 9.2 导线测量 / 109

9.3 导线测量闭合差超限检查办法 / 117

第 10 章 平面三角控制测量 / 120

- 10.1 三角测量前的准备工作 / 120
- 10.2 三角测量的外业施测方法 / 122
- 10.3 三角测量的内业成果整理 / 124

第 11 章 GPS 控制测量 / 130

- 11.1 GPS 测量前的准备工作 / 130
- 11.2 GPS 控制测量的外业施测方法 / 133
- 11.3 GPS 控制测量的内业成果整理 / 134
- 11.4 GPS 测量的精度分析 / 136

第 12 章 地形图测绘 / 140

- 12.1 经纬仪或全站仪地形测量的基本工作方法 / 140
- 12.2 GPS(RTK)测绘地形图的原理与方法 / 149
- 12.3 遥感摄影技术测绘地形图的原理与方法 / 150

第 13 章 测量误差 / 158

- 13.1 测量误差产生的因素 / 158
- 13.2 测量误差的基本特点 / 159
- 13.3 测量误差的衡量与评定 / 160
- 13.4 函数值测量精度的评定 / 162
- 13.5 处理测量误差的主要措施 / 164
- 13.6 等精度直接观测平差 / 166
- 13.7 不等精度直接观测平差 / 168

第 14 章 工程测量 / 172

- 14.1 地形图的识读 / 172
- 14.2 地形图上获取施工放样数据的方法 / 185
- 14.3 施工放样的基本工作 / 189

第 15 章 房屋工程施工测量 / 195

- 15.1 建筑基线和建筑方格网的布设 / 196
- 15.2 建筑场地的土地平整测量 / 200
- 15.3 房屋建筑的定位测量 / 203
- 15.4 民用建筑物施工测量 / 208
- 15.5 工业建筑物施工测量 / 213

第 16 章 线路工程测量 / 221

- 16.1 线路的中线交点和转点的测设 / 221
- 16.2 线路的中线测量 / 224
- 16.3 线路的纵横断面水准测量 / 231
- 16.4 地面道路施工测量 / 236
- 16.5 地下管道施工测量 / 240

第 17 章 独立构筑物工程测量 / 244

- 17.1 隧道工程测量 / 244
- 17.2 桥梁工程测量 / 253
- 17.3 水利工程测量 / 272

第 18 章 建筑物或构造物的变形观测 / 280

- 18.1 变形观测概述 / 280
- 18.2 垂直位移观测 / 283
- 18.3 水平位移观测 / 288
- 18.4 建筑物的倾斜、挠度和裂缝观测 / 291

参考文献 / 295

第 1 章 绪 论

● 知识要点

测量学的概念;测量学的内容;测量学的应用及其发展概况。

● 学习目标

通过本章的学习,了解测量学的基本概念和基本内容,熟悉测量学在各行业的应用和发展趋势。

1.1 测量学的研究对象

测量学狭义的内涵主要是一门研究地球的形状和大小,确定地面点坐标的学科,而广义的内涵则是指研究三维空间中各种物体的形状、大小、位置、方向和其分布的学科。

1.1.1 测量学的分支

(1)大地测量学。研究测定地球的形状和大小及地球的重力场的测量方法、分布情况及其应用的学科。近年来,因人造地球卫星的发射和科学技术的发展,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。研究将地球表面局部地区的地貌、地物测绘成地形图和编制地籍图的基本理论和方法。地形测量学按使用的测量设备和技术不同又可分为以利用水准仪、经纬仪和全站仪等测量仪器进行地形测量的方法和理论为主要研究对象的常规地形测量学和以利用航天、航空、地面的摄影和遥感信息等技术进行地形测量的方法和理论为主要研究对象的摄影和遥感地形测量学。

(3)工程测量学。研究和测量地图的理论和技术在工程建设的勘察、设计、施工管理和竣工验收等各个阶段的应用,以及水利大坝、道路桥梁、高层建筑等工程建筑的变形监测的应用。

(4)天文和海洋测量学。研究利用卫星定位技术和 3S 技术等现代测绘科技新技术,来测定恒星的坐标或测绘海洋和陆地水域等的理论和技术。

1.1.2 测量学的应用

1. 测量学在国防建设中的应用

“天时,地利,人和”是打胜仗的三大要素。要有地利就要了解和利用地利。地形图上详细表示着山脉、河流、道路、居民点等地形和地物,具有确定位置、辨识方向的作用。地形图一直在军事活动(例如战役的指挥、战略战术的部署等)中起着重要的作用,这对于行军、布防以及了解敌情等军事活动都是十分重要的。因此,早就成为军事上不可缺少的工具,获得广泛的应用。人造卫星定位技术早期用于军事部门,后逐步解密才在测绘及其他众多部门中获得应用;海洋测量技术首先是由航海的需要而产生,但其高速发展的动力主要来自军事部门的需要。至今军事测绘部门仍在测绘领域科技前沿对重大课题进行探索和研究。传统上各国测绘部门隶属军事部门,至今相当多国家的测绘部门仍然隶属军事部门。测量学在国家的战略防御系统中起着至关重要的作用。

同时,测量学还服务于国家领土的管理,是国界划分的重要依据。《战国策·燕策》中关于荆轲刺秦王“图穷而匕首见”的记述,表明在战国时期地图在政治上象征着国家的领土和主权。当代,在一些国家间的领土争执中,也常以对方出版的地图上对国境线的表示作为有利于己方的证据或者用测量技术为手段标定国界。

2. 测量学在经济建设中的应用

测量学的起源和土地界线的划定紧密联系着。非洲尼罗湖每年泛滥会把土地的界线冲刷掉,为了每年恢复土地的界线很早就采用了测量技术。早期亦称“土地测量”、“土地清丈”等,用以测定地块的边界和坐落,求算地块的面积。在农业为主的社会里,国家为了征税而开展地籍测量,同时记录业主姓名和土地用途等。在我国,地籍测量和土地资源调查是国家管理土地的基础,其成果不仅用于征税,还用于管理土地的权属以保障用地的秩序,提高土地利用的效益,合理和节约利用十分珍贵和有限的土地。

随着测绘技术在各方面的应用愈来愈广泛,测绘科技国际间的交流日益频繁,不少国家还建立了民用的测绘机构,使测量在经济建设中发挥更大的作用。

3. 测量学在工程建设中的应用

在修建宫殿、陵墓时需要平整地基,开凿渠道修建运河需要了解地形的起伏,建造城市时中心线常要定向,开挖地道更需仔细地定向定位定高度等。我国的考古工作者研究证实,早在2000多年前在修建宫殿时已经有平整地基的措施。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愈来愈广泛。例如,粒子加速器的磁块必须以0.1mm的精度安放在设计的位置上。某些飞行器的助飞轨道要求其准直度的偏差小于长度的 10^{-6} 。建筑物建成后(甚至在施工期间)会因地基承载力弱或因自重和外力的作用而产生变形,如大坝可能位移、高层建筑物可能倾斜等。

为了保障建筑物的安全使用,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,为此要使用自动化的监测和记录的仪器。

4. 测量学在地壳形变等科研中的应用

认识地球是人类探索的目标之一,也是测量学的任务之一。当前,随着人类社会的进步和科学技术的迅猛发展,导致对地球内部和外部的位置和形状变化的影响日益增大,测量学在研究地壳的形变、地表的沉降、地震等监测方面也有着重要的作用。

1.2 测量学的发展概况

1.2.1 测量学的发展背景

早在公元前6世纪古希腊的毕达哥拉斯(Pythagoras)就提出了地球形状的概念。两世纪后,亚里士多德(Aristotle)做了进一步论证,支持这一学说。又一世纪后,埃拉托斯特尼(Eratosthenes)用在南北两地同时观测日影的办法首次推算出地球子午圈的周长。其想法很简单,先测量地面上一段(子午线)的弧长 l ,再测量该弧长所对的中心角 θ ,则地球的半径 R 就可求得,即

$$R = \frac{l}{\theta} \quad (1-1)$$

地球子午线的周长可为 $L = 2\pi R$,这里关键在于如何求 θ ,为此要同时在南北两点测量竖杆影子的长度。凭影长和杆高就可以求得两个杆子与阳光的夹角 φ_1 和 φ_2 。设在同一时刻两地的阳光相互平行,则

$$\theta = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (1-2)$$

在人类认识地球形状和大小的过程中,测量学获得了飞速的发展。例如:三角测量和天文测量的理论和技术、高精度经纬仪制作的技术、距离丈量的技术及有关理论、测量数据处理的理论以及误差理论等。在测量学发展的过程中很多数学家、物理学家作出了巨大的贡献,如托勒密、墨卡托等。高斯的“最小二乘法”原理是测量平差的理论得以构建的基础。

1.2.3 我国测量学的发展现状

我国是世界文明古国,由于生活和生产的需要,测量工作开始得很早。春秋战国时编制了四分历,一年为365.25日,与罗马人采用的儒略历相同,但比其早四五百年。南北朝时祖冲之所测的朔望月为29.530588日,与现今采用的数值只差0.3秒。宋代杨忠辅编制的《统天历》,一年为365.2425日,与现代值相比,只有26秒误差。之所以能取得这样准确的数据,在于公元前四世纪就已创制了浑天仪,用它来测定天体的坐标入宿度和去极度(相当于现代赤道坐标系统的赤经差和90°—赤纬)。汉代张衡改进了浑天仪,并著有《浑天仪图注》。元代郭守敬

改进浑天仪为简仪。用于天文观测的仪器还有圭、表和复矩。用以计时的仪器有漏壶和日晷等。在地图测绘方面,由于行军作战的需要,历代帝皇都很重视。目前见于记载最早的古地图是西周初年的洛邑城址附近的地形图。周代地图使用很普遍,管理地图的官员分工很细。现在能见到的最早的古地图是长沙马王堆三号墓出土的公元前 168 年陪葬的占长沙国地图和驻军团,图上有山脉、河流、居民地、道路和军事要素。西晋时裴秀编制了《禹贡地域图》和《方丈图》,并创立了地图编制理论——《制图六体》。此后历代都编制过多种地图,其中比较著名的有:南北朝时谢庄创制的《木方丈图》;唐代贾耽编制的《关中陇右及山南九州等图》及《海内华夷图》;北宋时的《淳化天下图》;南宋时石刻的《华夷图》和《禹迹图》(现保存在西安碑林);元代朱思本绘制的《舆地图》;明代罗洪先绘制的《广舆图》(相当于现代分幅绘制的地图集);明代郑和下西洋绘制的《郑和航海图》;清代康熙年间绘制的《皇舆全览图》;1934 年,上海申报馆出版的《中华民国新地图》等。我国历代能绘制出较高水平的地图,是与测量技术的发展有关联的。我国古代测量长度的工具有丈杆、测绳(常见的有地钯、云钯和均高)、步车和记里鼓车;测量高程的仪器工具有矩和水平(水准仪);测量方向的仪器有望筒和指南针(战国时期利用天然磁石制成指南工具——司南,宋代出现人工磁铁制成的指南针)。测量技术的发展与数理知识紧密关联。公元前问世的《周髀算经》和《九章算术》都有利用相似三角形进行测量的记载。三国时魏人刘徽所著的《海岛算经》,介绍利用丈杆进行两次、三次甚至四次测量(称重差术),求解山高、河宽的实例,大大促进了测量技术的发展。我国古代的测绘成就,除编制历法和测绘地图外,还有:唐代在僧一行的主持下,实量了从河南白马,经过浚仪、扶沟到上蔡的距离和北极高度,得出子午线一度的弧长为 132.31km,为人类正确认识地球作出了贡献。北宋时沈括在《梦溪笔谈》中记载了磁偏角的发现。元代郭守敬在测绘黄河流域地形图时,“以海面较京师至汀梁地形高下之差”,是历史上最早使用“海拔”观念的人。清代为统一尺度,规定二百里合地球上经线 1° 的弧长,即每尺合经线上百分之一秒,一尺等于 0.317m。

中华人民共和国成立后,我国测绘事业有了很大的发展。建立和统一了全国坐标系统和高程系统;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;完成了珠穆朗玛峰和南极长城站的地理位置和高程的测量;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、葛洲坝水电站、宝山钢铁厂、北京正负电子对撞机等工程的精确放样和设备安装测量。出版发行地图 1600 多种,发行量超过 11 亿册。在测绘仪器制造方面,从无到有,现在不仅能生产系列的光学测量仪器,还研制成功各种测程的光电测距仪、卫星激光测距仪和解析测图仪等先进仪器。测绘人才培养方面,已培养出各类测绘技术人员数万名,大大提高了我国测绘科技水平。特别是近年来,我国测绘科技发展更快,例如 GPS 全球定位系统已得到广泛应用,全国 GPS 大地网即将完成;地理信息系统方面,我国第一套实用电子地图系统(全称为国务院国情地理信息系统)已在国务院常务会议室建成并投入使用,这说明我国目前的测绘科技水平,虽与国际先进水平相比,还有一定的差距,但只要发愤图强,励精图治,是能迅速赶上和超过国际测绘科技水平的。

1.2.2 世界测量学的发展现状

测量学科在过去的近30年里发展非常迅猛,彻底改变了过去“传统”测量工作中大量依靠人工作业的、低效的、技术落后的模式,迈进一个全信息化的电子技术时代。现今社会的进步、经济的发展和自然环境的利用保护等各个方面的发展,使测量学面临着更为艰巨、更加困难和更富有挑战性的任务。例如,动态地更精确地研究地球形状、大小及其重力场和地球动力学涉及的地球板块运动、地壳形变、地震的机理和预报、地球的内部构造和活动,为卫星、空间探测器、导弹制导,海陆空导航,环境监测与保护等发挥积极作用。进一步研究人类从空间对地球表面进行探测的技术,以解决城市规划、环境监测与保护、资源探测与开发、精细农业、交通导航与通信技术、地图测绘和地理信息系统等任务。应用现代测绘科技,实施测控的自动化、智能化、信息化,从而确保工程建设的高质高效和长期运行中的安全。以数字地球的开发为契机,研究建立数字城市、数字流域、数字行业等以在防洪抗旱、防灾减灾、生态农业、环境保护、水资源综合利用、交通导航、大型工程项目的评估和立项论证等各个方面发挥作用。

本章小结

1. 测量学是一门研究地球的形状和大小,确定地面点的三维空间坐标的学科。它的主要内容包括大地测量学、地形测量学、工程测量学和海洋测绘学等。
2. 测量学的应用非常广泛,主要在国防建设、经济建设、工程建设和科研等领域发挥重要作用。
3. 我国目前的测绘科技水平与国际先进水平相比还有一定的差距,有待从业人员的不懈努力。

思考题

1. 什么是测量学?其基本内容有哪些?
2. 测量学主要用于哪些领域?
3. 测量学的发展趋势怎样?

第 2 章

测量学基本内容介绍

● 知识要点

测量坐标系的类型;测量设备的主要类型;测量工作的基本程序,测量误差的主要类型和测量工作的基本内容。

● 学习目标

通过本章的学习,了解测量什么?用什么测量?怎样测量?为什么要按一定程序进行测量?测量在工程建设中是怎样进行的?

2.1 测量的坐标系统概述

测量的目的就是确定地面上(包括空中、地下和海底)点的位置和位移状况,而空间里任何一个点的位置和运动轨迹都离不开一个参照基准,因此,在测量前需要首先建立一个特定的坐标系统。为了准确描述目标点在地球上的位置,测量上通常采用固联在地球上、随同地球自转的地球坐标系。

目前,世界上所采用的地球坐标系一般有参心坐标系和地心坐标系两种类型,如图 2-1 所示。

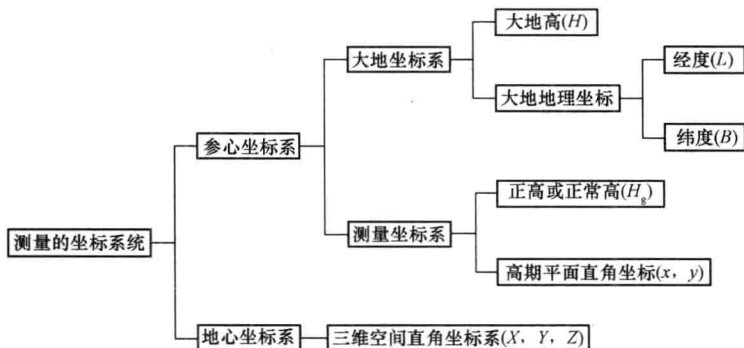


图 2-1 地球坐标系类型

2.1.1 参心坐标系

参心坐标系是指由原点、参考面和基准方向所定义的坐标系。该坐标系一般以参考椭球体为基准,其中心通常与地球的质心不一致,其表现的形式主要是以大地坐标系或测量坐标系来表示的,即由点到基准面的垂直距离和点在基准面上的投影坐标所表示的坐标系,例如我国的西安大地坐标系(C_{80})和北京坐标系(BJ-54)就属于这类坐标系。在常规的大地测量中,世界上绝大多数国家均采用此坐标系作为测绘各种大、中比例尺地形图的测量坐标系统。

(1)大地坐标系由大地高(H)和大地地理坐标(经度 L 、纬度 B)所表示的坐标系[图 2-2(a)]。

(2)测量坐标系由正高或正常高(H_g)和高斯平面直角坐标(x, y)所表示的坐标系[图 2-2(b)]。

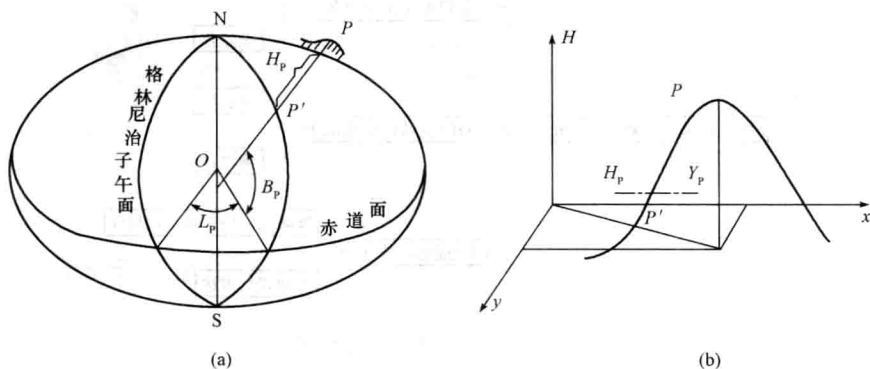


图 2-2 参心坐标系示意图

2.1.2 地心坐标系

地心坐标系是指用原点和三个坐标轴方向所定义的坐标系。该坐标系以地球的质心为坐标原点,其表现的形式主要是以空间三维直角坐标系来表示的(图 2-3),即由 X, Y, Z 三个互相垂直的坐标轴所表示的坐标系。对于各种先进的空间卫星大地测量技术,如全球定位系统(GPS)所采用的世界大地坐标系(WGS-84)就属于这种坐标系。

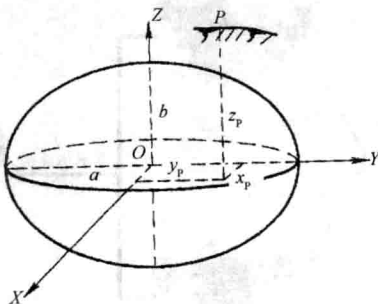


图 2-3 地心坐标系示意图

2.2 现代测量的主要技术设备

测量的实质是将待测的量直接或间接地与一个同类的计量单位进行比较。由于地面点的高程、平面坐标和三维坐标等数据元素在不同的参照系或者不同的坐标系中会有不同的数值,因此,它们一般无法通过测量直接来获得,而是需要根据一些量的间接计算才能得到,这些量就是指那些与测量基准的起算数据无关的元素,如高差(垂直距离)、水平距离、空间距离和水平角、竖直角等,其数值可以通过观测直接获得。

目前无论是用直接的还是间接的观测方式,现代最基本的测量设备主要可分为常规电子测量设备、GPS全球定位系统和RS遥感系统三大系统,如图2-4所示。

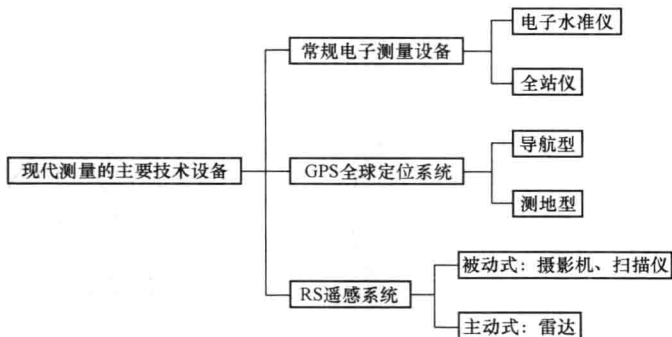


图 2-4 现代测量设备系统

2.2.1 常规电子测量设备

常规电子测量设备主要包括水准仪及电子水准仪和经纬仪及电子全站仪两套设备。

(1)水准仪及电子水准仪。一种主要用于测量高程的设备,目前在普通微倾式水准仪的基础上随着电子技术的发展,经由自动安平水准仪和精密水准仪的改进而产生的电子水准仪(图2-5),也称数字水准仪,是集电子光学、图像处理、计算机技术于一体的当代最先进、精度最高的高程测量设备,代表了当代水准仪的发展方向,主要用于高等级高精度的水准测量。

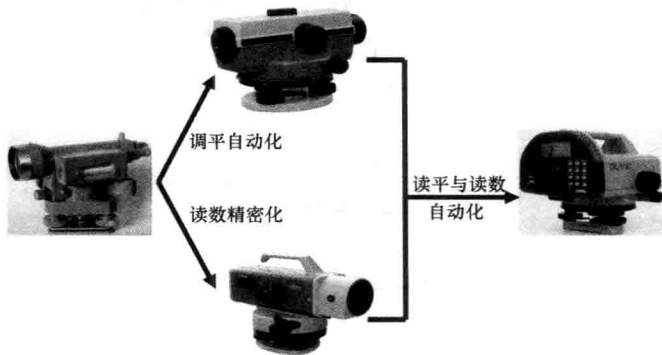


图 2-5 电子水准仪的产生历程