



百校土木工程专业通用教材

(第二版)

# 土木工程测量

TUMUGONGCHENG CELIANG

同济大学出版社

主 编 覃 辉  
副主编 唐平英 余代俊  
主 审 宁津生

百校土木工程专业通用教材

# 土木工程测量

(第二版)

主 编 覃 辉  
副主编 唐平英 余代俊  
主 审 宁津生

同济大学出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

土木工程测量(第二版)/覃辉主编. —上海:同济大学出版社,2005.2

百校土木工程专业通用教材

ISBN 7-5608-2746-2

I. 土... II. 覃... III. 土木工程-工程测量-高等学校-教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 002290 号

百校土木工程专业通用教材

**土木工程测量(第二版)**

主编 覃 辉

责任编辑 杨宁霞 责任校对 郁 峰 封面设计 李志云

---

出 版 同济大学出版社  
发 行 (上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)  
经 销 全国各地新华书店  
照 排 南京展望文化发展有限公司  
印 刷 苏州望电印刷有限公司印刷  
开 本 787×960 1/16  
印 张 30.25  
字 数 605 000  
印 数 1—6 100  
版 次 2005 年 2 月第 2 版 2005 年 2 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 7-5608-2746-2/TU·538  
定 价 45.00 元(附光盘)

---

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

## “百校土木工程专业通用教材”编写委员会

主任 陈以一 (同济大学)

委员 (排名不分主次)

刘春原 (河北工业大学)

许成祥 (长江大学)

赵顺波 (华北水利水电学院)

朱彦鹏 (兰州理工大学)

麻建锁 (河北建筑工程学院)

周新刚 (烟台大学)

覃 辉 (五邑大学)

许 强 (成都理工大学)

梁兴文 (西安建筑科技大学)

方 云 (中国地质大学·武汉)

陈忠汉 (苏州科技学院)

王全凤 (华侨大学)

李章政 (四川大学)

李传才 (武汉大学)

虞庐松 (兰州交通大学)

范 进 (南京理工大学)

郑荣跃 (宁波大学)

赵 林 (河南科技大学)

王广月 (山东大学)

杜守军 (河北农业大学)

白晓红 (太原理工大学)

肖 琦 (东北电力学院)

徐汉涛 (南通工学院)

严 兵 (江西科技师范学院)

高洪波 (信阳师范学院)

策划 周克荣 (同济大学)

## 第二版前言

《土木工程测量》第一版出版一年来,我们收到了来自全国高等院校师生、测绘企业、施工企业和测绘管理部门的一百多封读者的电子邮件,他们在肯定该书特色的同时,也指出了书中存在的不足,热忱地提出了改进意见,并殷切希望尽早修订出版第二版。我们根据一年来的使用情况和广大读者的意见进行了全面修订,精心编写了第二版。与第一版比较,第二版的体系架构没变,但对内容作了较大的修改,主要如下:

(1) 修正了第一版中存在的错误。

(2) 选择当前测绘仪器市场的主流产品,从最佳角度拍摄仪器图片重新精确绘制插图;对有人物的插图,聘请靓丽的专业模特拍摄后描绘,绝大部分插图是按 500 万像素的高分辨率输出。我们以为,精美的插图不但对准确理解教材内容有很好的帮助,也使学习《土木工程测量》课程变成一种美好的享受。

(3) 重新编写附录 I,适当删除 fx-4800P 说明书中已有内容,加大 fx-4800P 应用与编程技巧的篇幅,专门制作了介绍 fx-4800P 特性及应用的 PowerPoint 教学片,以帮助读者提高学习使用 fx-4800P 的效率。

(4) 全面优化 fx-4800P 测量计算程序,增加高斯投影正反算、边长投影、单一水准路线近似平差、单一导线近似平差、公路圆曲线和基本型平面线型的中桩与边桩坐标计算等常用测量计算程序,每个程序都按数学模型、变量对照、程序与案例的架构编写,以提高阅读程序的效率。限于本书的篇幅,我们将新增的 fx-4800P 测量程序内容的 PDF 文档全部放置在随书光盘“\CASIOfx-4800P 测量计算程序”路径下。为便于读者在 Word 中输入与编辑程序,还将 fx-4800P 的全部程序命令和按键图案制成了 Word 对象放置在“fx4800P\_fx4850P 键盘与程序命令符号.doc”文档中。

(5) 增加南方测绘公司的 ND3000 红外测距仪的操作,删除原 DI1000 的陈旧内容,新增徕卡 DISTO classic5a 手持激光测距仪,增加精密测距工具——空盒气压表和通风干湿温度计。

(6) 删除 JT15 陀螺经纬仪及逆转点法和中天法等传统内容,新增由西安测绘研究所研制、西安 1001 工厂生产的 Y/JTG-1 自准直陀螺经纬仪。Y/JTG-1 在中纬度地区一次定向中误差 $\leq \pm 7''$ ,它是目前国内最先进的、定向精度最高的陀螺经纬仪产品。仪器应用电脑程序控制器,观测操作基本实现了自动化。Y/JTG-1 自准直陀螺经纬仪在隧道施工测量中有极其重要的应用价值。

(7) 将正文中的各种仪器按键,由加框文字表示全部换成仿真按键图案对象以

美化版面,便于读者学习仪器的操作方法。

(8) 在图形面积的量算一节中,删除了陈旧的透明方格纸法、平行线法、解析法,增加了 CAD 法。

(9) 删除了建筑方格网与建筑基线内容,因为随着全站仪的普及,施工控制网主要布设为导线形式。

(10) 删除了已较少使用的边长交会法,新增数字化测设法。数字化测设是我们研发的一种全新放样方法,它的实质就是应用全站仪和 RTK GPS 的坐标放样功能,直接测设点位。将数字化测设应用于工业与民用建筑及道路曲线测设时,需要解决生成放样点坐标数据文件的问题。我们提出了在南方测绘公司的 CASS 上采集与生成坐标数据文件的解决方案。对于建筑物和构筑物,使用 CASS 打开校准后的 dwg 格式的基础平面图上采集;对于路线圆曲线和基本型平面线形,执行 CASS 的工程应用命令完成。我们的放样实践证明,数字化测设与传统测设方法比较,至少可以提高工效 6 倍。为帮助读者迅速掌握数字化测设方法,我们制作了 CASS 上采集坐标数据文件操作过程的 .avi 格式视频演示文件。数字化测设是一个新生事物,需要在生产实践中不断提高与完善,希望读者多与我们交流使用数字化测设的经验与体会,共同提高。

(11) 新型全站仪介绍了四款国内外厂商的最新产品:① 彩屏 Win CE 智能型全站仪——拓普康 GTS-720,该仪器具有 RS-232C 串口、USB 接口、CF 数据存储卡和蓝牙无线等四种与计算机的通讯功能,除具有标准测量程序“Standard Meas”外,还带有功能丰富的“TopSURV”测量软件包,其图形化操作界面不但可以提高测量的效率,也使学习使用全站仪变得更加简单。在随书光盘“\GTS-720 抓屏软件”路径下放置了拓普康公司开发的抓屏软件“rCE.exe”,读者只要用 USB 通讯电缆将 GTS-720 与计算机连接好,执行该软件,全站仪屏幕的显示内容就可以实时显示在计算机屏幕上。② 具有无棱镜测距及可见激光指向功能的新型脉冲全站仪拓普康 GPT-3000 系列,在数字化测设中,使用 GPT-3000 系列全站仪可以显著地缩短镜站寻点时间;③ 徕卡 TPS1200 系列全站仪是徕卡 1200 测量系统的组成部分,它还包括 GPS1200,两者的操作界面和数据格式完全相同。TPS1200 系列全站仪的产品线非常长,基本型为 TC,最高端型 TCRP 具有徕卡专业技术的 PinPoint 无棱镜测距、马达驱动自动目标识别、超级搜索、EGL 导向光、GUS74 激光指向,使用控制器 RX1220 可以实现司镜员单人控制测站全站仪进行整个测量工作。徕卡全站仪全线产品都实现了电子气泡代替管水准器,激光对中代替光学对中;④ 南方测绘公司的 NTS-660 系列全站仪是目前最先进的国产全站仪之一,其程序功能新增了横断面放样、公路曲线设计与放样、导线平差、解析坐标计算、龙门板标定和钢尺联测等施工测量中的常用功能。NTS-660 系列带给我们的欣喜是,国产全站仪首次 in 高端全站仪市场上崭露头角。

(12) 新增“§5.7 索佳超站仪 SET3110MV 简介”一节内容。SET3110MV 是

索佳公司 2004 年最新推出的产品,也是世界上首台全站仪产品。仪器在全站仪的基础上新增摄像部,摄像部采用广角 CCD 和聚焦视准 CCD 自动照准目标进行观测,仪器无水平、垂直微动螺旋和目镜,不能手动操作望远镜观测目标,只能通过摄像部对目标拍摄的图像进行自动照准观测。

(13) 根据收集到的资料,精心制作了经典测量仪器回顾展 PowerPoint 教学片,旨在让读者了解测量仪器的发展进程,鉴于资料还不全,热忱欢迎读者为我们提供更多的经典测量仪器图片资料。

(14) 为南方测绘、拓普康、徕卡、索佳、天测、宾得等国内外测量仪器制造商制作了精美的测量全线产品 PowerPoint 教学片,详细给出了进口测量仪器的主要性能和技术参数,还为个别最新技术的测量仪器产品配备了最新录象片。通过播放这些教学片,读者可以迅速了解当今测量仪器的现状和发展趋势,也为读者选购测量仪器提供参考信息。

(15) 将南方测绘、拓普康、徕卡、索佳、天测、宾得、苏州一光等公司生产的测量仪器与程序说明书全部放置在随书光盘的“\测量仪器说明书”路径下,说明书文档均为 PDF 格式,读者需要先执行随书光盘“\Acrobat”路径下的 Setup 文件,安装好 Adobe 公司的免费软件 Acrobat 阅读器才可以观看或打印说明书的内容。

(16) 为便于教师重新设计并印刷测量实验表格的需要,将本书附录 II 中的测量实验记录表格的 Word 文档放置在随书光盘“\测量实验表格”路径下。

(17) 重新制作每章的 PowerPoint 电子教案,新电子教案中的仪器图片全部改为 500 万像素数码相机拍摄的高分辨率精美图片,其布局与结构更趋合理,更便于多媒体教学使用。

(18) 随书光盘由第一版的 CD 光盘升级为 DVD 光盘,光盘容量由 630MB 增加到 1.63GB,光盘中放置了更加丰富的测量教学与仪器技术资料。本书的课程网页已更名为 [dept.wyu.cn/surveying](http://dept.wyu.cn/surveying),由于随书光盘容量增大了数倍,已很难将第二版随书光盘内容全部放置到网页上。在今后第二版重复印刷时,我们将根据测量仪器产品发展的最新状况和读者的反馈信息更新光盘的内容,请读者及时关注出版社的图书征定通知。

进入 21 世纪,测绘软硬件设备的发展速度明显加快,科技含量越来越高,各种先进测绘产品的不断问世,正在深刻地改变着测量生产方式与测量学教学内容,我们唯有与时俱进地更新与优化教材内容与体系,才能跟上测量科技飞速发展的步伐,不断为广大读者提供先进的测绘图书产品。

第二版修订工作由覃辉完成。中南大学何凭宗、拓普康北京事务所徐卫东、卡西欧(上海)贸易公司欧阳鹏、南方测绘公司周浩提出了部分修改意见,卡西欧(上海)贸易公司、南方测绘公司、拓普康北京事务所、欧亚测量系统徕卡服务中心、索佳北京代表处提供了全部仪器设备、软件与技术资料支持,解放军总参谋部西安测绘研究所田育民审阅并修改了陀螺经纬仪的内容,解放军信息工程大学测绘学院大地测量系孙

现中、武汉大学测绘学院空间大地测量研究所蒋征及实验中心的老师们提供了大量经典测量仪器图片,全书由全国高等学校测绘学科教学指导委员会主任、中国工程院院士宁津生教授评审,在此一并致谢。

第二版是我们全面贯彻以读者为本的著书理念,倾尽全力精心打造的一部力作,通过简练的文字、精美的插图和丰富的多媒体资料多方位诠释了测量新技术在测量学教学内容、教学方法和教学体系改革中的应用。真诚地希望继续得到广大读者的批评意见,以改进我们的修订工作。敬请读者将使用中发现的问题和建议及时发送到 [qh-506@163.com](mailto:qh-506@163.com) 信箱。

我们坚信,读者的每一条意见都对我们的再版修订工作有重要的参考价值。

编者

2005年1月



## 初 版 前 言

本书是按照高等学校土木工程专业指导委员会编制的《高等学校土木工程专业本科培养目标和培养方案及课程教学大纲》(2002年11月出版)中的《测量学》课程教学大纲的要求组织编写的,经全国高等学校测绘学科教学指导委员会主任、中国科学院院士宁津生教授亲自评审后推荐出版。本书适用于土木工程专业各方向和建筑学、城市规划、给排水、房地产经营与管理以及测绘工程等专业作为测量学课程教材,也可用于土建工程技术人员的继续教育教材。

1999年1月1日颁布实施的《中华人民共和国高等教育法》规定:“高等教育的任务是培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才。”实践能力一般是指综合应用专业技术知识完成某项任务的能力,衡量其强弱的标准是完成任务的质量和效率。测量学作为土建类专业一门重要的专业基础课程,培养学生工程实践能力主要体现在测、算、绘三个方面。正如宁津生院士在各种学术会议上多次强调的:测绘学科是受新技术影响最大的传统学科之一,3S技术——GPS(全球定位系统)、GIS(地理信息系统)和RS(遥感系统)的不断发展、成熟与应用的日益普及,赋予了测量学传统教学内容测、算、绘崭新的诠释。在21世纪,如果不将测绘新技术,尤其是市场上已经非常成熟的新技术引入到测量学课程的教学,是很难让工程界信服我们高等学校培养的学生具有较强的实践能力。

早在1996年,中国工业与应用数学学会和全国高等学校数学与力学教学指导委员会,相继将《数学实验》课程列为面向21世纪教学内容和课程体系革新的突破口,并定位于理工科大学生数学教育的基础课。《数学实验》课程倡导将数学工具软件如 Mathematica, Matlab 等作为学习、研究和应用数学的一种新的手段,早在20世纪80年代就已经在美国等西方发达国家的大学里成为大学生必须掌握的基本程序语言,更是早已成为研究设计单位和工业部门解决工程计算问题的一种标准软件。现在,诸如 Mathematica 数学工具软件、Excel 电子表格软件和 AutoCAD 绘图软件就像20世纪80年代的电子计算器一样,已经成为当代大学生学习与获取知识的重要基本工具。因此,测量学教材必须应用这些基础课教学改革成果。

随着GPS接收机的高度智能化、数据处理的自动化以及价格的不断下降,使用GPS进行控制测量已经变得比使用传统的测角量边的测量方法更加便利和容易掌握;而作为GIS前端数据采集的数字测图技术,在学生已经学习过AutoCAD以后,也变得比传统的经纬仪和平板仪测图法更容易操作。新技术的使用,不但可以激发学生测量学的兴趣,更重要的是可以极大地提高他们学习和工作的效率。

本书将 Mathematica, Excel, AutoCAD 作为基本工具应用到了测量学的公式证

明、数据计算和绘图中。在适当介绍数字测图原理和全球定位系统原理的基础上,结合 CASS5.1 地形地籍数字成图软件和 NGS9600 静态 GPS 接收机,介绍了数字测图和 GPS 控制测量的基本方法。我们的教学改革实践证明,通过周密地计划与合理地组织测量实习,完全可以培养学生较熟练地掌握这些新技术。实施这些教学内容的另一个重要目的是让学生了解:新技术本身虽然是比较复杂的,但是,学习与掌握使用新技术的操作方法是容易实现的,从而进一步激发学生关注新技术、学习新技术的兴趣。

承蒙南方测绘仪器公司为本书提供了 CASS5.1 学习版,可供广大读者免费无限次使用,它的全部安装文件放置在随书光盘的“CASS 安装文件”路径中,其用户手册和参考手册的 Word 文档放置在随书光盘的“CASS 说明书”路径中。

CASS5.1 学习版与正式版的区别主要有两点:① 光盘中的 CASS5.1 删除了打印功能和块存盘命令 Wblock,使用 Qsave 命令存盘时,只能保存 90 kB 以内的图形文件;② 学习版只能在中望 CAD 下安装,光盘的“CASS 安装文件”路径下有广州中望龙腾科技发展有限公司授权给本书读者使用的中望 CAD 的安装程序。中望 CAD 的使用说明书放置在随书光盘“中望 CAD 使用说明书”文件夹下。有关中望 CAD 操作的视频演示片,请读者注意从 [www.wyu.edu.cn/stations/surveying](http://www.wyu.edu.cn/stations/surveying) 网页及时下载,有关中望 CAD 的信息,请从 [www.zwcad.com](http://www.zwcad.com) 网址查看。

安装学习版 CASS5.1 的操作步骤是:先执行光盘“CASS 安装文件”路径下的“中望 CAD 中文版(简体).exe”文件,系统自动安装中望 CAD。完成安装后,先运行一次中望 CAD,然后关闭它;再执行该路径下的“Setup.exe”命令安装 CASS5.1 学习版。全部安装过程请读者播放随书光盘“教学演示片”文件夹下的“中望 CAD 中文版与 CASS5.1 学习版的安装方法 VCD 教学片.avi”视频演示文件观看。

要说明的是,中望 CAD 的安装将不影响用户计算机中已经安装的 AutoCAD 的正常使用,且中望 CAD 中的绝大部分命令、操作界面和操作方法与 AutoCAD 完全相同。

为了便于读者学习 CASS 和应用 AutoCAD 解决测量中的制图问题,掌握软件的操作技巧,我们将一些重要的操作过程制作成了带同期录音的视频演示片。视频演示片文件的扩展名为.avi。如果读者计算机安装有声卡并连接好了音箱,可以打开音箱的电源听到解说声音。全部视频演示片文件放置在随书光盘的“演示片文件”文件夹下。用户可以使用 Windows 附件中的“Windows Media Player”多媒体播放软件或用“豪杰解霸”软件播放需要观看的视频文件。

光盘中还给出了最新型号静态 GPS 接收机 NGS9600 后处理软件 Gpsadj 的用户操作手册的 Word 文档,给出了下载最新星历预报文件的互联网网址和操作 Gpsadj 进行星历预报的方法。

考虑到测量经常需要在野外进行适度的计算,同时,作为工程技术人员,工作中也经常需要使用计算器进行日常计算,因此,可编程计算器仍然是一种比较重要的便

携计算工具。本书中的例题演算采用的是 CASIO fx-4800P 计算器,它可以在程序区域中最多存储 4 500 字节的程序与数据,完全可以满足一般工程计算的需要。

本书由覃辉担任主编并统稿,唐平英和余代俊任副主编。各章编写分工如下:覃辉编写第 1 章、第 3 章的 3.8 和 3.9 节、第 4 章的 4.5 节、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章的 9.7 和 9.8 节、第 11 章、附录 I 和各章节 CASIO fx-4800P 编程、Excel 电子表格计算以及撰写测量学英文名词的内容,并制作随书光盘。余代俊编写第 2 章,王仁谦编写第 3 章,徐汉涛编写第 4 章,党星海编写第 9 章,高永泉编写第 10 章,叶海青编写第 12 章,马保卿编写第 12 章的 12.7 和 12.8 节,唐平英编写第 13 章,罗新宇编写第 13 章的 13.7 和 13.8 节,袁辉编写附录 II。全书近 400 幅插图全部由覃辉采用最新版 AutoCAD2004 精心绘制并打印输出为 JPG 图像格式文件创建,其绘图技巧与输出 JPG 图像格式文件的方法请读者参阅文献[29]或浏览并下载 [www.wyu.edu.cn/stations/huitu](http://www.wyu.edu.cn/stations/huitu) 网站上的相关内容。

为了便于教师教学和学生复习,我们将本书全部 13 章的内容制成了 20 个总容量约 154 MB 的 Microsoft PowerPoint2000 格式的电子教案,在使用过程中有何建议和意见请发电子邮件给我们,我们根据读者的意见修改后,将在 [www.wyu.edu.cn/stations/surveying](http://www.wyu.edu.cn/stations/surveying) 网页上发布,供读者免费下载。我们还将在上述网页上发布最新版的 CASS 和 Gpsadj 等测绘与数据处理软件、最新型的测绘仪器介绍等内容,欢迎读者及时上网浏览和下载。读者对本书以及我们的网页有何意见和建议,欢迎将其发送到 [qh-506@163.com](mailto:qh-506@163.com) 邮箱,我们将及时地加以改进。

感谢全国高等学校测绘学科教学指导委员会主任、中国工程院院士宁津生教授担任本书的主审工作。

编 者

2003 年 10 月

# 目 录

## 第二版前言

## 初版前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
§ 1.1 测量学简介 .....	1
§ 1.2 地球的形状和大小 .....	3
§ 1.3 测量坐标系与地面点位的确定 .....	4
§ 1.3.1 确定点的球面位置的坐标系 .....	5
§ 1.3.2 确定点的高程系.....	11
§ 1.3.3 WGS-84 坐标系 .....	12
§ 1.4 地球曲率对测量工作的影响 .....	13
§ 1.5 测量工作概述 .....	14
§ 1.6 测量常用计量单位与换算 .....	16
思考题与练习题.....	17
<b>第 2 章 水准测量</b> .....	18
§ 2.1 水准测量原理 .....	18
§ 2.2 水准测量的仪器与工具 .....	20
§ 2.3 水准测量方法与成果处理 .....	26
§ 2.4 微倾式水准仪的检验与校正 .....	33
§ 2.5 水准测量误差及其消减方法 .....	36
§ 2.6 自动安平水准仪 .....	37
§ 2.7 精密水准仪和精密水准尺 .....	39
§ 2.8 数字水准仪和条码水准尺 .....	42
思考题与练习题.....	44
<b>第 3 章 角度测量</b> .....	46
§ 3.1 角度测量原理 .....	46
§ 3.2 光学经纬仪的结构及其度盘读数 .....	47

§ 3.2.1 DJ6 级光学经纬仪的结构 .....	47
§ 3.2.2 DJ6 级光学经纬仪的读数装置 .....	49
§ 3.2.3 DJ2 级光学经纬仪 .....	52
§ 3.3 经纬仪的安置与水平角观测 .....	55
§ 3.4 水平角测量方法 .....	57
§ 3.5 竖直角测量方法 .....	61
§ 3.6 经纬仪的检验和校正 .....	66
§ 3.7 水平角测量的误差分析 .....	69
§ 3.8 激光经纬仪 .....	73
§ 3.9 电子经纬仪 .....	74
§ 3.9.1 电子经纬仪的测角原理 .....	74
§ 3.9.2 ET-02 电子经纬仪的使用 .....	75
<b>思考题与练习题</b> .....	78
<b>第 4 章 距离测量与直线定向</b> .....	81
§ 4.1 钢尺量距 .....	81
§ 4.2 视距测量 .....	86
§ 4.3 电磁波测距 .....	89
§ 4.3.1 光电测距仪的基本原理 .....	90
§ 4.3.2 ND3000 红外测距仪及其使用 .....	94
§ 4.3.3 手持激光测距仪简介 .....	96
§ 4.3.4 光电测距的误差分析 .....	99
§ 4.3.5 光电测距仪使用注意事项 .....	100
§ 4.4 直线定向 .....	101
§ 4.5 陀螺经纬仪与直线真子午线方位角的测定 .....	104
<b>思考题与练习题</b> .....	107
<b>第 5 章 全站仪及其使用</b> .....	109
§ 5.1 全站仪概述 .....	109
§ 5.2 NTS-355 全站仪的基本操作 .....	111
§ 5.3 NTS-355 全站仪的存储管理 .....	121
§ 5.4 使用 NTS-355 全站仪进行建筑施工放样 .....	126
§ 5.5 使用 NTS-355 全站仪进行数据采集 .....	129
§ 5.6 高端全站仪简介 .....	133
§ 5.7 索佳超站仪 SET3110MV 简介 .....	140
<b>思考题与练习题</b> .....	142

<b>第 6 章 测量误差的基本知识</b> .....	143
§ 6.1 测量误差的概念 .....	143
§ 6.2 偶然误差的特性 .....	144
§ 6.3 评定真误差精度的指标 .....	146
§ 6.4 误差传播定律及其应用 .....	149
§ 6.5 等精度独立观测量的最可靠值与精度评定 .....	151
§ 6.6 不等精度独立观测量的最可靠值与精度评定 .....	155
§ 6.6.1 权 .....	155
§ 6.6.2 加权平均值及其中误差 .....	156
§ 6.6.3 单位权中误差的计算 .....	157
<b>思考题与练习题</b> .....	159
<b>第 7 章 小地区控制测量</b> .....	161
§ 7.1 控制测量概述 .....	161
§ 7.2 平面控制网的定向、定位与坐标正反算 .....	166
§ 7.3 导线测量 .....	169
§ 7.4 交会定点的计算 .....	180
§ 7.5 三、四等水准测量 .....	185
§ 7.6 三角高程测量 .....	189
<b>思考题与练习题</b> .....	191
<b>第 8 章 全球定位系统(GPS)的原理、测量方法与数据处理</b> .....	194
§ 8.1 GPS 概述 .....	194
§ 8.2 GPS 的组成 .....	196
§ 8.2.1 地面监控系统 .....	196
§ 8.2.2 用户设备 .....	197
§ 8.3 GPS 定位的基本原理 .....	198
§ 8.3.1 工作卫星信号 .....	198
§ 8.3.2 伪距定位 .....	199
§ 8.3.3 载波相位定位 .....	200
§ 8.3.4 实时差分定位 .....	202
§ 8.4 GPS 测量实施 .....	204
§ 8.5 使用 NGS9600 静态 GPS 接收机进行控制测量的案例 .....	206
§ 8.5.1 星历预报 .....	206
§ 8.5.2 数据采集 .....	208

§ 8.5.3 数据处理 .....	210
<b>思考题与练习题</b> .....	216
<b>第 9 章 大比例尺地形图的测绘</b> .....	217
§ 9.1 地形图的比例尺 .....	217
§ 9.2 大比例尺地形图图式 .....	221
§ 9.3 地貌的表示方法 .....	224
§ 9.4 1:500~1:2 000 大比例尺地形图的分幅与编号 .....	228
§ 9.5 测图前的准备工作 .....	229
§ 9.6 大比例尺地形图的解析测绘方法 .....	230
§ 9.6.1 量角器配合经纬仪测图法 .....	231
§ 9.6.2 经纬仪联合光电测距仪测图法 .....	232
§ 9.6.3 大平板仪测图法 .....	232
§ 9.6.4 地形图的绘制 .....	235
§ 9.6.5 地形图测绘的基本要求 .....	236
§ 9.6.6 地形图的拼接、检查和提交的资料 .....	237
§ 9.7 航空摄影测量成图简介 .....	238
§ 9.8 地籍测量简介 .....	243
<b>思考题与练习题</b> .....	252
<b>第 10 章 地形图的应用</b> .....	254
§ 10.1 地形图的识读 .....	254
§ 10.2 地形图应用的基本内容 .....	261
§ 10.3 图形面积的量算 .....	264
§ 10.4 工程建设中的地形图应用 .....	270
§ 10.5 建筑设计中的地形图应用 .....	275
§ 10.6 给排水设计中的地形图应用 .....	275
§ 10.7 城市规划用地分析的地形图应用 .....	276
<b>思考题与练习题</b> .....	277
<b>第 11 章 大比例尺数字测图及其在土木工程中的应用</b> .....	278
§ 11.1 大比例尺数字地形图生产方法概述 .....	278
§ 11.2 内外业一体化数字测图 .....	280
§ 11.2.1 CASS5.1 对计算机软硬件的要求 .....	281
§ 11.2.2 CASS5.1 的操作界面 .....	281
§ 11.2.3 草图法数字测图 .....	282
§ 11.2.4 电子平板法数字测图 .....	288

§ 11.2.5	等高线的处理	291
§ 11.2.6	地形图的整饰	297
§ 11.3	图解地形图的数字化	299
§ 11.3.1	手扶跟踪数字化	299
§ 11.3.2	扫描数字化	303
§ 11.4	数字地形图应用基础	306
§ 11.4.1	查询计算与结果注记	306
§ 11.4.2	土方量的计算	309
§ 11.4.3	坐标数据文件的输出	312
§ 11.5	数字地形图在路线勘察设计中的应用	313
§ 11.5.1	路线曲线设计	313
§ 11.5.2	不含路线曲线的中线纵断面图的绘制	314
§ 11.5.3	包含路线曲线的中线纵、横断面图的绘制和 土方量的计算	316
§ 11.6	数字地形图与 GIS 的数据交换	319
§ 11.6.1	输出 ARC/INFO E00 格式文件	320
§ 11.6.2	输出 MAPINFO MIF/MID 格式文件	320
§ 11.6.3	输出国家空间矢量格式	320
§ 11.6.4	输出文本格式的数据交换文件	321
	<b>思考题与练习题</b>	321

## **第 12 章 建筑施工测量**..... 322

§ 12.1	施工控制测量	322
§ 12.2	工业与民用建筑施工放样的基本要求	323
§ 12.3	施工放样的基本工作	325
§ 12.4	点的平面位置的测设	329
§ 12.5	建筑施工测量	334
§ 12.5.1	轴线的测设	334
§ 12.5.2	基础施工测量	335
§ 12.5.3	工业厂房构件安装测量	337
§ 12.5.4	高层建筑的轴线投测和高程传递	340
§ 12.6	管道工程测量	344
§ 12.7	建筑变形测量	349
§ 12.7.1	建筑变形测量的一般规定	349
§ 12.7.2	沉降观测	351
§ 12.7.3	位移观测	358
§ 12.8	竣工总平面图的编绘	363



思考题与练习题 .....	364
<b>第 13 章 路线测量与桥梁、隧道施工测量</b> .....	366
§ 13.1 路线测量概述 .....	366
§ 13.2 路线中线测量 .....	367
§ 13.3 圆曲线及其测设 .....	372
§ 13.4 基本型平面线形及其测设 .....	382
§ 13.5 路线纵横断面测量 .....	388
§ 13.6 路线施工测量 .....	397
§ 13.7 隧道测量 .....	402
§ 13.7.1 隧道测量概述 .....	402
§ 13.7.2 洞外控制测量 .....	403
§ 13.7.3 隧道施工测量 .....	405
§ 13.7.4 洞内控制测量 .....	409
§ 13.7.5 竖井联系测量 .....	409
§ 13.8 桥梁施工测量 .....	411
§ 13.8.1 桥位控制测量 .....	411
§ 13.8.2 桥墩的测设 .....	414
思考题与练习题 .....	415
<b>附录 I CASIO fx - 4800P 可编程序计算器的使用</b> .....	419
<b>附录 II 测量实验</b> .....	439
实验一 DS3 光学水准仪的认识和使用 .....	441
实验二 水准测量 .....	443
实验三 水准仪的检验与校正 .....	444
实验四 DJ6 光学经纬仪的认识和使用 .....	446
实验五 测回法测量水平角 .....	448
实验六 方向观测法测水平角 .....	449
实验七 竖直角与视距三角高程测量 .....	451
实验八 经纬仪的检验和校正 .....	453
实验九 钢尺量距与罗盘仪的使用 .....	456
实验十 地形测量(量角器配合经纬仪测图法) .....	457
实验十一 NTS - 355 全站仪建筑物轴线交点的放样(测设) .....	459
<b>参考文献</b> .....	464