



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

交通土木工程测量

HIGHWAY AND CIVIL ENGINEERING SURVEYING

(第三版)

主编 张坤宜

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

Civil Professional Textbooks for the 11th Five-Year Plan

主审 王 侖



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

交通土木工程测量

Highway and Civil Engineering Surveying

(第三版)

主 编 张坤宜

主 审 王 侬

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

交通土木工程测量(第三版)/张坤宜 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008年7月
ISBN 978-7-5609-4597-2

I. 交… II. 张… III. 道路工程:土木工程-工程测量-高等学校-教材
IV. U412.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 079839 号

交通土木工程测量(第三版)

张坤宜 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:王红梅

责任校对:汪世红

封面设计:张璐 秦茹

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉众心图文激光照排中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:850mm×1065mm 1/16

印张:26

字数:529 000

版次:2008年7月第3版

印次:2008年7月第4次印刷

定价:42.80元
(含1CD)

ISBN 978-7-5609-4597-2/U·39

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书遵循教育部“十一五”国家级规划教材建设要求,在全国高等学校测绘学科教学指导委员会的指导下,根据测绘学科体系核心特征,以当代测绘新技术为主导,从现代工程建设的定位技术需求出发,以全新的教学体系和科学的知识结构介绍现代测绘学科基本理论和技术;有机地结合路线、路面、桥梁、建筑、隧道等建设领域,比较全面叙述现代交通、土木工程测量基本技术原理和方法,是一部适合提高高等学校土木工程类专业教学质量需要的工程测量技术教材。全书十七章,可作为高等学校交通、土木专业的教学用书,也可供从事土木工程研究、生产的科技人员参考。

本书第一版是经全国高等学校测绘学科教学指导委员会审定通过的“九五”规划教材,获得第四届全国高等学校优秀测绘教材二等奖。本书第二版经全国高等学校测绘学科教学指导委员会推荐,教育部审定为“十五”国家级规划教材。

第三版前言

本书第一版是20世纪90年代在广东省教育厅立项的“面向新世纪,建设土木测量新课程”教学改革研究项目的研究成果之一,是经全国高等学校测绘学科教学指导委员会审定通过的全国“九五”测绘规划教材,已获得第四届全国高等学校优秀测绘教材二等奖。2001年9月,“面向新世纪,建设土木测量新课程”项目获广东省高校优秀教学成果二等奖。

本书第二版是2001年广东省教育厅立项的“土木工程类专业当代测绘科学技术教学系统研究”省级重点教改项目的研究成果之一,经全国高等学校测绘学科教学指导委员会推荐,教育部审定通过的普通高等教育“十五”国家级规划教材。2005年10月,“土木工程类专业当代测绘科学技术教学系统研究”项目获广东省高校优秀教学成果二等奖。

本书经教育部审定为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。遵循教育部“十一五”国家级规划教材建设要求,在全国高校测绘学科教学指导委员会的指导下,本书根据测绘学科体系核心特征,以当代测绘技术为主导,从现代工程建设定位技术需求出发,以全新教学体系和科学知识结构介绍现代测绘学科基本理论和技术方法;有机地结合路线、路面、桥梁、建筑、隧道等建设领域,比较全面地叙述现代交通、土木工程测量基本技术原理和方法。

本书认真总结原一、二版的经验,认真吸取全国测绘学科的教学经验,遵照宁津生院士在第二版“序言”中关于“教材结构体系新、教学内容针对性强、内容脉络清晰、便于理解掌握、紧密结合工程专业应用、引进测绘新技术”等方面的指导,深入进行细致的修订,努力促进第三版在“更具时代特色”方面有所进步。

20世纪90年代初,测绘科技迅速发展,成为工程建设领域生产力的重要组成部分;但是测绘技术教学情况依然如故,反差很大;传统测量技术观念影响造成的工程损失也不少。由此感到传统教学的危机和压力,值得教学改革研究的事不少。教学面前,我们能做什么?适应发展,先从教学内容改革做起,《交通土木工程测量》就这样撰写出来了。在上述多个成果以及教育部审定“十一五”国家级规划教材的历程中,我们感到《交通土木工程测量》的出版离不开有关各界及领导、专家、读者的关爱和扶持。《交通土木工程测量》的历程促进了课程建设,课程建设促进了《交通土木工程测量》的稳步进展。《交通土木工程测量》教学课件及思考与训练等尝试作品是课程建设的基本成果,在第三版出版之际,我们将课程建设的基本成果随书奉献读者。

全书共十七章,对旧版本进行内容优化和更新,增强测绘技术特征、信息特征的叙述,吸纳重要测量定位技术新成果,增补部分章节,调整部分章节名称等。修订较

多的有第6章第2、3节,第7章第2、3、4节,第9章第8节,第12章第2、3、4节等。其中,测量新仪器、测绘新软件、测量新方法等的内容选用了有关部门、单位近期的新成果。金向农、速云中、李益强、张齐周等同志对本书提供很多支持和帮助,侯林峰同志参加第7章第4节,第12章第2、3、4节部分材料的整理和编写。

由于路线测量定位技术的特殊性,我们会同广州公路工程公司等单位研究和试验,结合测量定位原理,给出有关路线曲线定位方程和方法,并且把部分成果编为第14章第4、5、6、7节。我们期待这部分内容在教学实践中发挥作用,同时期望与同行和路线工程的朋友共享教学进步成果。

为了保证教材质量,华中科技大学出版社特邀请合肥工业大学王依教授出任本书主审。王依教授严肃认真、实事求是地审评了全书,客观评价了本书的创新特色和效果,肯定了其在工程建设领域的测绘技术教学优势,肯定了路线测量定位技术内容的独创性,同时提出很多宝贵意见,对提高本书质量具有重要的指导意义。作者遵循主审意见,认真修正书稿中存在的不足之处,努力提高编写质量。在此,谨向王依老师致以衷心的感谢。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材《交通土木工程测量》(第三版)的完成,得到广东工贸职业技术学院、广东省测绘学会以及华中科技大学出版社的关心、支持。广州南方测绘、广州现代测绘、广州徠卡、武汉天宝、广州合众思壮、广州迈特等公司、单位,为本书的编写提供了很多新仪器、新技术的成果材料。本书出版之际,向全国高等学校测绘学科教学指导委员会、广东工贸职业技术学院、广东省测绘学会、华中科技大学出版社以及提供成果材料的测绘公司、单位表示衷心的感谢;向关心、关爱和支持《交通土木工程测量》的领导、专家、同志、朋友和读者,表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中会有不足之处,诚请专家、读者多提宝贵意见。

编 者

2008年春于广州

序 (修订版)

工程测量学是研究工程建设和自然资源开发中,在规划设计、施工兴建和营运管理各阶段进行控制测量、地形测量、施工放样和变形测量的理论和技术的学科。它是测绘科学技术在国民经济和国防建设中的直接应用,由此有不同的工程专业就有相应的工程测量学,例如水利、建筑、桥梁、矿山、交通、海洋、工业、军事,等等,不同的工程专业对工程测量的要求也有所不同。随着测绘技术的发展,现在的工程测量学的服务范围和服务对象正在不断扩大,并变得更加广泛。这样要编写一本适应于各种工程专业的工程测量学几乎是不可能的了,所以也就有了针对各种工程专业的工程测量学。《交通土木工程测量》就是一本紧密联系交通土木工程专业实际的工程测量学教材。这本教材的第一版是20世纪90年代在广东省教育厅立项的“面向新世纪,建设土木测量新课程”教学改革研究项目的研究成果之一。通过教学实践,显示出较好的教学效果,因此于1999年获得全国优秀测绘教材二等奖的殊荣。几年来,由于国家经济建设日新月异,高等教育改革持续进展,测绘科学技术不断进步,《交通土木工程测量》教材也应与时俱进,重新修订。

这本教材的第一版是经过全国高等学校测绘学科教学指导委员会审定通过的“九五”规划教材,现在经过较大修改的修订版又被教育部批准为“十五”国家级规划教材。这从一个方面说明这本教材的质量和水平。总的来说,首先,这本教材的工程专业应用的特色非常明显,紧紧扣住交通土木工程专业对测量工作的需求组织教材内容,针对性较强。其次,是教材的结构体系有别于已有的工程测量学教材,作了较大的改变,有一定新意。在讲清基本测量定位技术和数据处理方法的基础上,阐述测量控制到地形测图的全过程,最后落脚到交通土木工程测量上。采取这种结构体系,教材内容脉络清晰,便于学生理解和掌握。第三,教材中适时引进了测绘新技术,如全站测量、GPS定位技术以及数字化测图等,使教材具有时代感。尤其是这本教材的修订版,更具有这一特色。

由于这本教材从第一版的审定到评奖,我都参与过,现在教材主编张坤宜教授又将修订版的出版前书稿让我先睹为快,受益匪浅,因此写下此序,作为我的读书心得,并将此教材介绍给读者。衷心希望这本教材能在相关课程的教学发挥积极作用,并得到读者青睐。序中若有谬误之处,敬请编者和读者批评指正。

中国工程院院士、武汉大学教授
全国高等学校测绘学科教学指导委员会主任

2003.4.28

杨文斌

修订版前言

20 世纪 90 年代,经广东省教育厅教学研究立项,我们开展“面向新世纪,建设土木测量新课程”的改革研究,《交通土木工程测量》(全国高等学校测绘学科教学指导委员会审定的“九五”规划教材,张坤宜编著,王依主审)是整个研究的重要成果。全国高等学校测绘学科教学指导委员会、国家测绘局教育人才处和广东省测绘学会的领导和专家十分关心改革的进展。宁津生院士以及陶本藻教授、曾卓乔教授、王依教授、苏德基教授、张良琚教授、于正林教授、寇新健教授等,在百忙中关心、指导改革的进展,高度评价整个研究过程是在教育思想、教材体系、教学内容、教学方法、实践教学环节等方面对旧土木测量学课程系统全面的改革;《交通土木工程测量》是国内同行业教学改革率先成果,具有推广示范价值。

多年来,《交通土木工程测量》在教学改革的过程中接受实践的检验,同时得到各级领导和社会各界的爱护和支持,并于 1999 年 10 月获全国优秀测绘教材二等奖。2001 年 9 月“面向新世纪,建设土木测量新课程”的改革研究获广东省高等学校优秀教学成果二等奖。

随着教学改革不断深入,《交通土木工程测量》必须与时俱进,深入总结经验,适时修订,不断前进。此次修订得到教育部批准,《交通土木工程测量》获教育部“十五”国家级规划教材立项。修订按教育部“十五”国家级规划教材立项要求进行,同时得到全国高等学校测绘学科教学指导委员会精心指导。

一、《交通土木工程测量》的主要修订

(1) 结构调整。《交通土木工程测量》原结构调整 17 章,其中第 9 章“全站测量”提前为第 6 章,突出现代全站光电测量技术内容;原“地形图测绘”视距测量公式的内容合并 在第 3 章、第 4 章中;变形测量与仪器检验合为一章。全书进一步加强“角度测量、距离测量、高程测量、全站测量”的现代测绘技术呼应思路。

(2) 内容扩充。如增设“全站测量技术”及“GPS 技术原理”、“大比例尺地形图的数字化”三章的较新内容,扩充施工测设、建筑轴线测量、工程变形测量与仪器检验、缓和复曲线的技术内容,删除一些用处不大的传统技术和附件。

(3) 全面优化。全书各章节涉及结构、内容的调整,涉及文字、公式推论优化,书中图幅增至 480 余幅,全部得到美化。部分章节重新改写,大部分章节名、内容得到修改优化,同时修正原书中一些错误。

(4) 强化练习。增大习题量,全书习题 320 题以上,含有大量选择题,有力地促进教学基本训练。

二、修订版特色

修订版保留第一版的原有特点,基本特色更加鲜明。

(1) 核心特征。历史告诉我们,测量科学是以人类土木工程建设的定位需要发展起来的重要学科。当代科学技术的飞速发展,测量科学有着更为广泛的发展前景。然而测量科学的概念核心“地面点定位”与土木工程建设的“点位确定”,在定位技术范畴上的一致性没有改变,土木测量技术作为土木工程建设主要导向技术的性质没有改变,土木工程建设应用测绘新技术、新仪器的速度明显加快。本书确立测绘科学“地面点定位”为核心特征的课程体系,在教育思想上很容易把测量技术与土木工程建设的定位技术需求结合起来,增强测量技术在土木专业的地位,增强受教育者学习测量技术的积极性。“地面点定位”的核心特征为拓宽本教材的技术面向提供依据,符合宽口径土木工程专业教学改革需要。

2. 工程特征。测绘基本理论与技术原理在本书占有很大的部分,如何正确处理是教材改革的关键。工程特征,即本书以“地面点定位”核心特征为指导的土木化课程体系思想。土木化课程体系思想强调测量技术在土木工程的重要地位,强调测量技术原则的土木化表现形式,强调测绘技术原理在土木工程的应用,强调测量技术与土木工程的密切关系,正确处理了测量技术的落脚点、立足点和应用问题。土木化课程体系思想“立足土木,结合土木,服务土木”,比较全面地反映测量技术发展现状,显示本书的土木工程基本技术特色。

3. 主干特征。指的是本书体系的技术主干思想,重点在土木工程测量技术。土木工程形式多样,等级丰富,工程测量技术方法繁杂。总结我国土木工程测量技术教学经验,研究适应宽口径土木专业改革需要,本书的主干特征注重土木工程测量技术特点,强调综合,突出发挥举一反三、触类旁通功能,尽量避免面面俱到的弊端。在教学内容安排中采取两个措施:① 按技术用途设分支,即设“工程用图、测设方法、工程测量、变形测量、仪器检验”五个分支。② 按工程特征定类型,即定“线路工程、路面工程、桥址工程、建筑工程、隧道工程”五种类型。

4. 渐进特征。主要体现是,本书摒弃传统教学流程,强调以现代测绘技术为主导的渐进创新思路,在测绘基本技术的编排上,确立“角度测量、距离测量、高程测量、全站测量”的现代呼应联系,注重教材中现代测量技术原理、方法的新型逻辑关系、连续关系、互补关系,认真寻找、挖掘教材新体系的完整知识框架,开拓土木测量教材的技术视野,展示土木测量技术的最新发展。

5. 严密特征。本书的严密特征既反映在教学内容体系结构的密切关系,同时也反映现代测量基本理论和技术原理应用于现代土木工程的必要性和完整性。主要措施是:合理引入大地测量、测量平差和精密测量等严密性内容;引入矩阵理论,扩展现代数学基础,加强测量计算技术应用;恰当处理新技术与常规技术的关系,优化知识结构;注意土木测量技术概念规范化,防止简单化。

6. 时代特征。本书瞄准 21 世纪发展需要,确立新的教育思想,关注教育改革的新发展新要求,努力适应大土木专业改革等要求。以当代光电测量新技术为重点,增强全站测量技术、GPS 技术、测绘数字化技术等新内容,力求充实最新技术素材,增强测绘新技术在教材的地位。注重教学内容“全面、适当、先进、简明”的编写原则,科学优化的叙述方法,防止长篇大论,力求深入浅出,扩大新技术的潜在空间。探索教学新方法,简化教学过程。尤其工程实践上比较繁杂的数据处理问题,在教材中力求实现电算方法,提供程序,促进训练,增强学习效果。吸取土木工程有关学科的成果,促进学科知识交融。

本书修订过程倾注了很多党政领导、专家、同志、朋友的关心和帮助,得到武汉大学出版社的大力支持。尤其全国高等学校测绘学科教学指导委员会主任宁津生院士百忙之中全面细致审阅和精心指导《交通土木工程测量》的修订,并为《交通土木工程测量》修订版作序,全体编写人员倍受鼓舞和鞭策。在此向宁津生院士,向关心和支持的领导、专家、同志、朋友,向武汉大学出版社表示衷心的感谢。同时感谢广州南方测绘仪器公司、广东现代测绘仪器公司、广东徕卡仪器维修中心等单位的大力支持。

《交通土木工程测量》是一部高等学校土木工程等专业的教学用书,也可作为有关工程技术人员的参考书。改造旧课程、建设新课程是一项艰巨工程,《交通土木工程测量》是一个改革尝试。由于我们的水平有限,书中会有不足之处,有待不断总结经验 and 提高,希望有关读者和专家多提宝贵意见。

编 者

2003 年 5 月于广州

前 言

本书以当代测绘新技术为主导,结合交通土木工程专业实际,改变传统的教材体系,寻求测绘技术循序渐进新思路,构筑新的完整体系,完善各篇章知识结构,实现教学内容的重组和扩充,较好地提高教学质量。试验性应用实践表明,该书有如下特点。

(1) 以测量学概念核心——“定位”展开绪论的基本内容,恰当地把握绪论导向。

绪论作为全课程的“导向纲目”,抓住测量概念核心——“定位”,简要地展开说明测量学科的产生和发展,同时回答现代测量科学在交通土木工程中的重要地位。根据“定位”概念的引入,绪论注重三个基本内容的叙述,包括:地球体概念;点位置的坐标系统、高程系统及其简明原理;定位的技术过程、定位基本工作及原则等。基本内容中加强高斯坐标系统和高程系统的应用基础原理,郑重提出测量定位技术工作四原则:等级、整体、控制、检核。

从“定位概念”到“定位原则”,勾绘出测量技术基本轮廓和特点,标明深入学习和掌握测量技术的基本方向。

(2) 以测绘技术方法的渐进性过程,构筑教材的新体系。

绪论之后第2章以“角度测量”开始全书的基本内容。这种叙述形式来自于该书以测绘技术方法渐进性过程构筑的完整新体系。新体系中测量基本技术工作的完整顺序是“角度测量、距离测量、高程测量、全站测量”。本书“角度测量、距离测量、高程测量”连续三章知识结构及内容的扩充,改变“老三件”的传统思路,勾绘出测绘新技术条件下各种测量基本技术工作之间的密切关系,教学内容的叙述与扩充循序渐进、步步深入,承前启后、关系密切。“全站测量”作为独立一章安排在“控制测量”、“地形测量”之后,即在对地面点坐标、高程计算原理比较理解的基础上,重点叙述光电测角、全站仪及全站测量概念、数字化测量原理及GPS技术原理,把当今工程测量技术集中到现代“全站”意义上,有效地显示出测量技术渐进性深化过程的最新发展。

(3) 注重测绘技术的严密性,加强交通土木工程测量技术的精密性。

增设测绘技术的科学性、严密性内容,扩展教材基础广度和深度,是教材新体系追求的主要目标之一。《交通土木工程测量》以当代交通土木工程的技术需求为基础,把大地测量技术和精密工程测量技术适当地融入教材中。其中设立的第5章专门介绍测量数据初级处理的内容,第6章引入条件平差作为该书基本的严密计算理论,在第7章控制测量等章节中详细叙述精密计算原理与方法等,解决了一般旧课程中严密性内容的空白状态,成为教材新体系的重要组成部分。

(4) 从教材完整性系统出发,健全知识结构,精练组合、扩充土木工程测量技术。

健全知识结构,即根据教材新体系,结合交通土木工程基本要求和测绘技术特点,研究解决有关技术问题,加强各篇章突破口的选择,重视技术知识骨干,理顺关系强化教学目的,精练组合、扩充工测技术内容,增强教学内容的适应性。教材比较全面介绍地籍测量、竣工测量、激光定向应用、路线测量、管线测量、道路施工测量、桥址工程测量、隧道测量、建筑轴线测量、垂直度测量、变形测量等技术,充分反映土木工程测量技术的发展。

(5) 合理利用技术进步成果,努力实现教学内容的先进性。

坚持“全面、适当、先进、简明”的优化原则,以光电测距和全站测量技术为重点,大力加强光电测量技术内容,力求充实最新技术素材,着重提高测绘新技术在教材中的地位。教材中引入矩阵理论,简化条件平差原理及其他参数计算公式推证原理的叙述,加强课程的数学基础和计算新技术的应用,增强教材的知识密度。吸取交通土木有关学科的成果,论证和解决教材中的技术难点,努力改善教学内容,使测量技术原理的叙述和方法归纳等教学内容更加符合要求。

此外,书中的内容与大量的图示相结合,与最新规范要求相结合,示例详细实践性强,计算表格完整,便于工程应用。书中各章备有习题和思考题,可供练习或复习用。

本书得到广东工业大学和人民交通出版社有关领导和专家的热心支持。全国高等学校测绘类专业教学指导委员会和武汉测绘科技大学教务处十分关心和支持《交通土木工程测量》的教材改革尝试,及时组织评审。本书评审人是王依教授、彭先进教授、高飞副教授,他们对教材提出很多宝贵意见,促进了教材改革和质量的提高。最后由全国高等学校测绘类专业教学指导委员会审定通过。郭汨汨同志参与了《交通土木工程测量》的编写全过程,在搜集资料、编绘图表、校核书稿等方面做了很多工作。作者对以上有关单位的领导和专家的指导和帮助,对关心和支持的同志、朋友表示衷心的感谢。

《交通土木工程测量》是一部高等学校交通土木专业的教学用书,也可作为有关工程技术人员的参考书。由于水平有限,书中会有不足之处,有待不断总结经验和提高,希望有关读者和专家多提宝贵意见。

张坤宜

1998年6月于广州

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 测量学与交通土木工程	(1)
1.2 地球体	(3)
1.3 坐标系统	(5)
1.4 高程系统	(9)
1.5 地面点定位的概念	(10)
习题	(13)
第 2 章 角度测量	(15)
2.1 角度测量的概念	(15)
2.2 光学经纬仪	(16)
2.3 经纬仪基本操作	(22)
2.4 光电经纬仪	(25)
2.5 水平角观测技术方法	(30)
2.6 竖直角观测技术方法	(36)
2.7 角度测量误差与预防	(39)
习题	(43)
第 3 章 距离测量	(46)
3.1 光电测距原理	(46)
3.2 红外测距仪及其使用	(49)
3.3 光电测距成果处理	(55)
3.4 钢尺量距原理与方法	(59)
3.5 光学测距原理与方法	(66)
习题	(69)
第 4 章 高程测量	(72)
4.1 水准测量原理	(72)
4.2 一测站水准测量基本操作	(76)
4.3 水准测量高差观测技术	(79)
4.4 水准测量误差及其预防	(83)
4.5 精密水准仪	(87)
4.6 水准路线图形和计算	(90)
4.7 三角高程测量与高程导线	(93)

习题	(97)
第 5 章 观测成果初级处理	(101)
5.1 观测值的改化	(101)
5.2 方位角的确定	(105)
5.3 地面点坐标换带的概念	(112)
5.4 数据的凑整、留位、检查	(114)
习题	(117)
第 6 章 全站测量	(119)
6.1 全站测量技术原理	(119)
6.2 全站仪基本技术装备	(124)
6.3 几种全站仪及其基本应用	(128)
习题	(135)
第 7 章 全球定位系统原理	(137)
7.1 概述	(137)
7.2 GPS 系统的组成	(138)
7.3 GPS 卫星定位基本原理	(141)
7.4 GPS 数据采集	(147)
习题	(150)
第 8 章 测量误差与平差	(151)
8.1 误差与精度	(151)
8.2 误差传播律	(155)
8.3 算术平均值	(160)
8.4 加权平均值	(162)
8.5 最小二乘原理	(165)
8.6 条件平差原理	(167)
习题	(174)
第 9 章 工程控制测量	(178)
9.1 控制测量技术概况	(178)
9.2 精密附和导线	(184)
9.3 精密闭合导线	(192)
9.4 导线的简易计算	(196)
9.5 工程小三角测量与计算	(201)
9.6 工程交会定点与计算	(206)
9.7 建筑基线与方格控制	(209)
9.8 GPS 网形设计	(212)
习题	(215)

第 10 章 地形图测绘原理	(218)
10.1 概述	(218)
10.2 地形图图式	(220)
10.3 地形图测绘概念	(224)
10.4 碎部测量基本方法	(228)
10.5 竣工测量	(233)
习题	(233)
第 11 章 地形图应用原理与方法	(235)
11.1 地形图的阅读	(235)
11.2 图上定点位	(238)
11.3 用图选线、绘断面图和定汇水范围	(241)
11.4 地域面积的测算	(243)
11.5 土方量的测算	(246)
习题	(250)
第 12 章 大比例尺数字地形图	(253)
12.1 地形图数字测量原理	(253)
12.2 内外业一体化数字测图	(255)
12.3 模拟地形图的数字化	(264)
12.4 数字地形图的基本应用	(267)
习题	(275)
第 13 章 施工测量原理与方法	(276)
13.1 概述	(276)
13.2 放样的基本工作	(277)
13.3 地面点平面位置的放样方法	(282)
13.4 激光定向定位原理与方法	(285)
习题	(288)
第 14 章 路线中线测量	(290)
14.1 路线测量与路线工程建设	(290)
14.2 路线中线的直线测量	(294)
14.3 圆曲线参数及其测设	(300)
14.4 缓和曲线定位测设参数	(304)
14.5 缓和曲线弧长方程与缓圆组合定位	(311)
14.6 缓和复曲线的定位模式	(315)
14.7 曲线的特殊测设定位	(320)
习题	(326)

第 15 章 路线断面测量	(329)
15.1 概述	(329)
15.2 路线纵断面测量	(330)
15.3 路线横断面测量	(338)
习题	(341)
第 16 章 工程测量	(343)
16.1 公路施工测量	(343)
16.2 桥址工程测量	(350)
16.3 建筑轴线直线定位	(355)
16.4 隧道测量	(361)
习题	(370)
第 17 章 工程变形测量与仪器检验	(372)
17.1 工程变形测量	(372)
17.2 工程测量仪器一般检验	(377)
习题	(381)
附录	(382)
附录一 过河水准测量记录	(382)
附录二 子午线收敛角 γ 的计算	(383)
附录三 地面点位坐标的换带计算	(384)
附录四 矩阵加边求逆 N^{n-1}	(386)
附录五 BASIC 程序	(388)
附录六 坐标系旋转的坐标变换公式	(390)
附录七 测量仪器的安全	(390)
附录八 CASIO 编程计算器	(392)
附录九 中插缓和曲线 l_M 的弧长方程	(395)
参考文献	(398)

第 1 章 绪 论

学习目标:理解测量科学技术对土木工程的意义,掌握坐标系统、高程系统的概念和应用,理解测量定位概念与技术过程,把握绪论对于学习本书的基本导向。

1.1 测量学与交通土木工程

1.1.1 测量学概念

测量学是研究测定地面点位置、研究确定并展示地球表面形态与大小的科学。

人类在从事生产活动的过程中必然要涉及测量科学。人类在地球上的存在总要有个立足之地,总要有个生存、发展的场所,例如,土地以及地面上的土木构造物就是最基本的场所。这些场所的建造和使用,都离不开点位置的确定,离不开边界点、边界线的确定,离不开这些场所的面积以及土木工程的位置测定。测量科学适应人类生存、发展的需要和土木工程建设的定位技术的需求而发展起来,漫长人类文明史中的生产活动都与测量科学息息相关。

测量学的概念说明,测量科学有定位技术和定位信息两大学科核心特征。

(1) 定位技术特征。测量定位即测定地面点位置,是测量科学的科技体系核心。测定空间点的位置,是测量学概念的扩展。空间点定位是测量科学的第一核心技术任务;研究确定地球表面形态与大小,是测量科学的第二核心技术任务。

(2) 定位信息特征。测定地面点位置、确定地球表面形态与大小,其结果主要以定位信息的形式展示,如点位置及其参数、地面图像等。展示定位信息是测量科学的核心属性特征。

在社会生产力和科学技术高度发展的今天,现代社会各行业对定位技术的迫切需求的集中表现是对测量学科的定位技术和定位信息的需求。20 世纪中期以后出现的激光技术、微电子技术、航天技术、计算机技术以及信息通信技术等重大成就,极大地推动测量学科的发展和革新。测量学科的主要贡献,如激光红外光电测距、卫星全天候定位、摄影与遥感、数字测量技术和现代测量平差理论等,为测量定位与信息采集提供了重要科技条件。测量学已经是具备完整理论基础和现代先进技术的、不断发展的重要学科。

由于测量科学是以测绘地球表面图像的技术方式实现定位信息展示特征的,故测量科学又有“测绘学”之称。现代科技条件下的测量学,是对地球整体及其表面和外层空间的物体与地理分布有关信息的采集,并赋予处理、管理、更新等过程的科学