



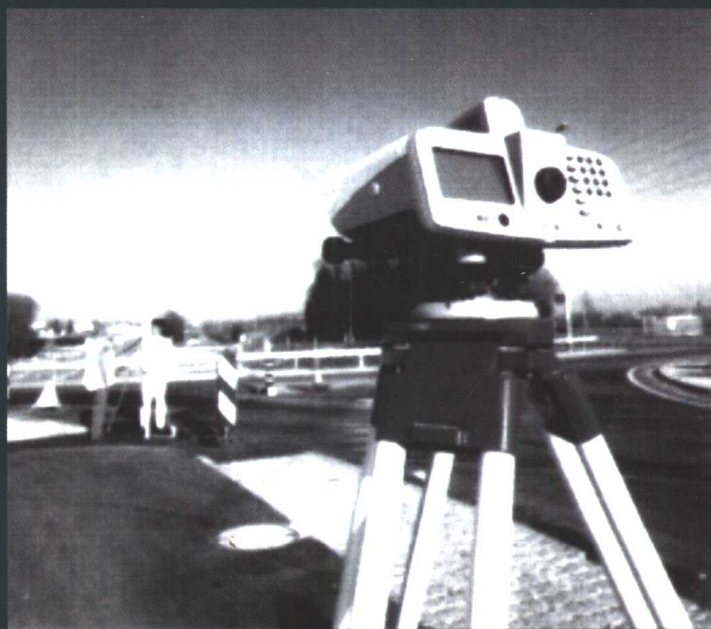
普通高等教育“十五”国家级规划教材

交通土木工程测量

主编 张坤宜 副主编 覃辉 金向农

武汉大学出版社

(修订版)



普通高等教育“十五”国家级规划教材

交通土木工程测量

(修订版)

主 编 张坤宜
副主编 覃 辉 金向农

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

交通土木工程测量/张坤宜主编;覃辉,金向农副主编. —修订版. —武汉:
武汉大学出版社, 2003. 9

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-307-04011-5

I. 交… II. ①张… ②覃… ③金… 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(2003)第 067167 号

责任编辑: 王金龙 责任校对: 王 建 版式设计: 支 笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 武汉理工大印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 25.75 字数: 603 千字

版次: 1999 年 6 月人民交通社第 1 版 2003 年 9 月第 1 次修订

2003 年 9 月修订版第 1 次印刷

ISBN 7-307-04011-5/U·7 定价: 36.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题者, 请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 提 要

本书在高等学校测绘学科教学指导委员会的指导下,从土木工程建设的技術需求出发,确立新的教材体系,比较完善地介绍现代测绘学科基本理论和技术方法;结合建筑、路线、桥梁、隧道等土木工程,比较全面地叙述土木工程测量的基本技术原理和方法,是一部适合高等学校土木工程等专业教学改革需要的“工程测量学”教材。本书第一版于1999年曾获得第四届全国高等学校优秀测绘教材二等奖。此次修订全书为十七章,体系新颖,知识结构严谨,土木工程测量技术丰富,适应性强,内容先进,特色鲜明。本书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。

序

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。随着现代测绘新技术的发展,现在的工程测量学的服务范围和服务对象正在不断扩大,应用更加广泛。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,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,高等教育改革持续发展,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,现在作了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。这从一个重要的方面说明这本教材的质量和水平。总的说来,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,即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,教材中实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中发挥积极作用,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。

李坤宜

2003.4.28.

松 2012 太子

修订版前言

20 世纪 90 年代,经广东省教育厅、广东工业大学教学研究立项,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》(张坤宜编著,王依主审,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)是整个研究的重要成果。全国高等学校测绘专业教学指导委员会、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的率先成果,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。修订中吸收部分教学经验丰富的教师组成修订小组,由张坤宜担任主编,覃辉、金向农担任副主编。杜宏彪博士参加修订方案研究,蒋利龙、易又庆、魏德宏、赵滔滔等参加教学改革研究和部分修订工作。

一、修订的主要方面

1. 结构调整

将原《交通土木工程测量》结构调整 17 章,其中第九章“全站测量”提前为第六章,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第三章、第四章中;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”、“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录。

3. 全面优化

全书各章节涉及到结构、内容的调整,涉及到文字、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,全书有习题 320 道以上,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促使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的教学改革需要。

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,强调测量技术方法与土木工程的密切关系,正确处理了测量技术的立足点和应用问题。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,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

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教学内容体系结构的密切关系,同时又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中的地位。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。尤其是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。

本书修订过程倾注着很多党政领导、专家、同事、朋友的关心和帮助,得到武汉大学出版社的大力支持。尤其是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》修订版,并为《交通土木工程测量》修订版序言,全体编写人员备受鼓舞和鞭策。在此向宁津生院士,向关心和支持本书修订工作的领导、专家、同事、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、广东徠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,希望专家和读者多提宝贵意见。

编者

2003 年 6 月于广州

第一版前言

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的新思路,构筑新的完整性体系,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,即:地球体概念;点位的坐标系统、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”,勾绘出测量技术的基本轮廓和特点,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

绪论之后第二章以“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。其中设立的第五章专门介绍测量数据初级处理的内容,第六章引入条件平差作为该书基本的严密计算理论,在第七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内容

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,理顺关系增强教学目的,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,充分反映土木工测技术的发展。

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表相结合,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。全国高等学校测绘学科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提高。最后由全国高等学校测绘学科教学指导委员会审定通过。副教授杜宏彪博士对教材改革提出很多宝贵意见,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,对关心和支持的同事、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。

张坤宣

1998年6月于广州

目 录

序	1
修订版前言	1
第一版前言	1
第一章 绪 论	1
第一节 测量学与交通土木工程	1
第二节 地球体的有关概念	2
第三节 坐标系统的概念	4
第四节 高程系统的概念	8
第五节 地面点定位的概念	9
习题	12
第二章 角度测量	14
第一节 角度测量的概念	14
第二节 光学经纬仪	15
第三节 光学经纬仪基本操作	21
第四节 水平角观测技术方法	24
第五节 竖直角观测技术方法	29
第六节 角度测量误差与预防	33
第七节 光电经纬仪	36
习题	41
第三章 距离测量	44
第一节 光电测距原理	44
第二节 红外测距仪及其使用	47
第三节 光电测距成果处理	53
第四节 钢尺量距原理与方法	57
第五节 光学测距原理与方法	64
习题	68
第四章 高程测量	70
第一节 水准测量原理	70

第二节	一测站水准测量基本操作	74
第三节	水准测量高差观测技术	77
第四节	水准测量误差及其消除	81
第五节	精密水准仪	85
第六节	水准路线图形和计算	88
第七节	三角高程测量与高程导线	91
习题		94
第五章	测量成果初级处理	98
第一节	观测值的改化	98
第二节	方位角的确定	102
第三节	地面点坐标换带的概念	109
第四节	数的凑整与留位	111
习题		113
第六章	全站测量	115
第一节	全站测量技术概念	115
第二节	全站仪基本技术装备	119
第三节	几种全站仪及其基本应用	123
习题		133
第七章	GPS 技术原理	135
第一节	概述	135
第二节	GPS 系统的组成	135
第三节	GPS 坐标系统	139
第四节	GPS 卫星定位基本原理	139
习题		145
第八章	测量误差与平差	146
第一节	误差与精度	146
第二节	误差传播律	150
第三节	算术平均值与加权平均值	154
第四节	最小二乘与条件平差原理	159
习题		167
第九章	工程控制测量	171
第一节	控制测量技术概况	171
第二节	精密附和导线	177
第三节	精密闭合导线	185

第四节	导线的简易计算	188
第五节	工程小三角测量与计算	194
第六节	建筑基线与方格控制	200
第七节	GPS 测量的实施	204
习题		207
第十章	地形图测绘原理	211
第一节	概 述	211
第二节	地形图图式	213
第三节	碎部测量	218
第四节	光学速测法碎部测量	221
第五节	地籍测量与竣工测量	226
习题		228
第十一章	地形图应用原理与方法	230
第一节	地形图的阅读	230
第二节	图上定点位	233
第三节	用图选线、绘断面图和定汇水范围	237
第四节	用图测算面积	239
第五节	用图测算土方量	243
习题		247
第十二章	大比例尺地形图数字化	250
第一节	地形图数字测量原理	250
第二节	内外业一体化数字测图	253
第三节	模拟地形图的数字化	262
第四节	数字地形图的应用	270
习题		278
第十三章	施工测量原理与方法	280
第一节	概 述	280
第二节	放样的基本工作	281
第三节	地面点平面位置的放样方法	287
第四节	激光定向定位原理与方法	290
习题		292
第十四章	路线中线测量	294
第一节	路线测量与路线工程建设	294
第二节	路线中线的直线测量	299

第三节	圆曲线参数及其测设	306
第四节	缓和曲线参数及其测设	310
第五节	复曲线及缓和复曲线参数	317
第六节	曲线的特殊测设	323
	习题	328
第十五章	路线断面测量	332
第一节	概 述	332
第二节	路线纵断面测量	333
第三节	路线横断面测量	340
	习题	344
第十六章	工程测量	346
第一节	公路施工测量	346
第二节	桥址工程测量	353
第三节	建筑轴线直线定位	359
第四节	隧道测量	366
	习题	374
第十七章	工程变形测量与仪器检验	376
第一节	工程变形测量	376
第二节	工程测量仪器一般检验	380
	习题	384
附录:		
一、	过河水准测量记录	385
二、	子午线收敛角 γ 的计算	385
三、	地面点位坐标的换带计算	386
四、	矩阵加边求逆 N^{n-1}	388
五、	basic 程序	390
六、	坐标系旋转的坐标变换计算公式	393
七、	测量仪器的安全	393
主要参考文献		395

第一章 绪 论

学习目标:理解测量科学技术在土木工程的意义;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。

第一节 测量学与交通土木工程

一、测量学概念

测量学是一门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到测量科学。人类在地球上的存在总要有个生存、发展的场所,例如土地以及地面上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。测量科学正是适应人类生存、发展的需要和土木工程建设的定位技术需求而发展起来的,漫长人类文明史中的生产活动与测量科学息息相关。

在社会生产力和科学技术高度发展的今天,现代社会对测量科学的需求已遍及各行各业,测量学发展非常迅速,有着广阔的发展前景。20世纪中期以后出现激光技术、微电子技术、航天技术、计算机技术等重大成就,极大地推动测量学科的飞跃和革新,主要贡献有激光红外测距、卫星全天候定位、摄影与遥感、数字化测量技术等。测量学已经是具有现代完整理论基础和现代先进技术的重要学科。

测量科学在应用中的主要技术表现是测量与绘图,故测量学又有“测绘学”之称。现代科技条件下的测绘学,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、更新等过程的科学技术。测绘学获得的数据或图像成为可以储备、传播、应用的地球空间信息。地球空间信息是测绘学的成果。在现代测绘科学与计算机信息科学整合的条件下,地球空间信息科学由此发展起来。由于测绘学是实现地球空间信息的科学,在这个意义上,测量学又有地球空间信息工程学之称。

二、测绘学的分支学科

由于测量学所涉及的研究对象、方式、手段各有区别,因而测量学在自身的发展中形成了特色各异的其他分支测量学科,这些分支学科是:大地测量学、摄影测量与遥感学、海洋测量学、地图学和工程测量学。

1) 大地测量学。这是研究和确定地球形状、大小、整体与局部运动和地表面点的几何位置以及它们的变化的理论和技术的科学。

2) 摄影测量与遥感学。这是研究利用电磁波传感器获取目标物的影像数据,从中提取

语义和非语义信息,并用图形、图像和数字形式表达的学科。

3) 地图学。这是研究模拟和数字地图的基础理论、设计、测绘、复制的技术方法以及应用的学科。

4) 海洋测绘。这是以海洋水体和海底为研究对象的测量理论与技术的学科。

5) 工程测量学。这是研究工程建设与自然资源开发中在规划、勘测设计、施工与管理各个阶段进行的测量理论与技术的学科。

三、测绘科学在土木工程建设中的地位

测量是交通土木工程规划建设的重要依据。例如现代城市化建设及交通网络的规划,确定一条交通线的走向,必须测量学科提供的地形图和有关的地理信息参数才能实现。地形图和有关的地理信息是优化城市建设规划、有效利用土地、提高规划建设效益、促进城市化建设的重要一环。

测量是交通土木工程勘察设计现代化的重要技术。对于一个区域地形或者一条待定交通线地面的高低平斜、河川宽窄深浅以及地面附属物,只有经过详细测量并获得大量地面基础信息,才能进行交通土木工程的设计。交通土木工程领域关注测量科技的发展,尽快应用测绘新技术。现代测量技术成为交通土木工程勘察设计现代化的重要技术。

测量是交通土木工程顺利施工的重要保证。一条设计的公路中心线的标定,一座设计的建筑物实际位置的确定,建筑构件的精确安装,地下隧道的准确开通,测量技术工作在其中发挥重要的保证作用。

测量是房产、地产管理的重要手段,是检验工程质量和监视重要交通土木工程设施安全营运的重要措施。

交通土木工程测量是现代化交通土木工程必不可少的基本技术。这门技术不仅包括有测量学科的基本理论和技术原理,而且具有工程测量学的意义。土木工程技术人员明确测量学科在交通土木工程建设中的重要地位,熟练掌握测量基本理论和技术原理,熟练掌握和应用工程测量基本理论和方法,是进行交通土木工程技术工作的基本条件。

[注解]

1. 信息采集。信息开始是通讯领域的术语,如信件、消息、新闻等。现代通讯技术的发展进程极大地扩大了信息的含义,即便是一个物体的位置、大小、形状也可以理解为信息。若随之记录下来,这就是信息采集。可以理解,对地球表面上某一物体的测量所得到的有关数据是信息,测量就是这种信息采集的技术手段。

2. 遥感。不与被测物体直接接触,由传感器感知并揭示被测物体的形状、性质等信息,这就是遥感。

3. 传感器。一种利用电磁感应原理测定被测物体的器件或仪器设备。

4. 模拟地图和数字地图。见第十二章。

第二节 地球体的有关概念

一、地球体的有关概念

测量在地球面上进行,测量技术工作与地球体有着密切关系,必然涉及地球体的有关

概念。

垂线:重力(万有引力)的作用线称为铅垂线,简称垂线。一条细绳系一个重物(图1.1),细绳在重物作用下形成下垂的方向线就是垂线。图1.1中的重物称为垂球。垂线是测量技术工作的一条基准线。

水准面:某一时刻处于没有风浪的海洋水面,称为水准面。水准面是一个理想化的静止曲面,性质有:①水准面处处与其相应的垂线互相垂直。②因海水有潮汐,静止曲面所处的高度随时刻不同而异,因此不同时刻的水准面存在不同的高度。③同一水准面上各点重力位能相等。故水准面又称为重力等位曲面。

大地水准面:在高度不同的水准面中选择一个高度适中的水准面作为平均海面,这个没有风浪没有潮汐的平均海面就称为大地水准面。大地水准面通过验潮站对海面长期观测得到,我国验潮站设在山东青岛。

大地体:大地水准面包围的曲面形体称为大地体。大地测量学的研究表明,大地体是一个上下略扁的椭球体(图1.2)。从整个地球表面现状看:①海洋表面(约占71%)大于陆地表面(约占29%),大地水准面所依据的海洋表面在很大程度上可代表地球表面;②地球表面的高低不平程度与地球半径相比可忽略不计(如珠峰高8 848 m,与地球半径6 371 000 m的比值不足千分之二),因此大地体代表地球的表面形体。

参考椭球体:大地水准面具有水准面的第一性质。由于地球内部物质的不均匀性,大地水准面各处重力线方向不规则(图1.3),因此,大地水准面是一个起伏变化的不规则曲面。由此可见,大地体表面也是不规则的曲面。

为了正确计算测量成果,准确表示地面点的位置,必须用一个近似于大地体的规则曲面体表示大地体,这个规则曲面体就是参考椭球体。参考椭球体可用一个简单数学公式表示,即

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1 \quad (1-1)$$

式中 a 、 b 是参考椭球体的几何参数, a 是长半径, b 是短半径。参考椭球体扁率 α 满足下式

$$\alpha = \frac{a-b}{a} \quad (1-2)$$

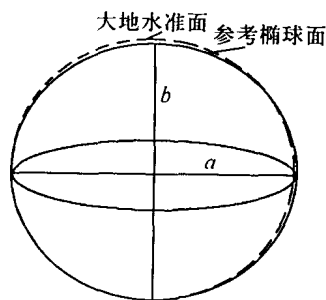


图 1.2

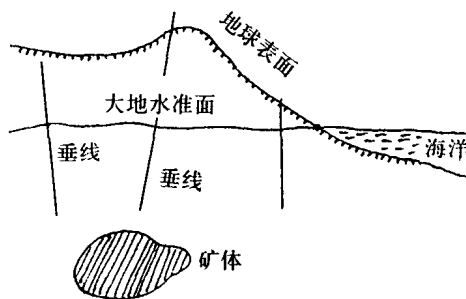


图 1.3

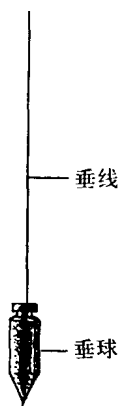


图 1.1