



普通高等教育“十五”、“十一五”国家级规划教材
全国高等学校优秀测绘教材
广东省高等学校第四届、第五届优秀教学成果主教科书
广东省高等学校“工程测量”精品课程专项建设核心教材

交通土木工程测量

Highway and Civil Engineering Surveying

(第四版)

张坤宜 主 编
高成发 主 审



人民交通出版社
China Communications Press

普通高等教育“十五”、“十一五”国家级规划教材
全国高等学校优秀测绘教材
广东省高等学校第四届、第五届优秀教学成果主教科书
广东省高等学校“工程测量”精品课程专项建设核心教材

Highway and Civil Engineering Surveying

交通土木工程测量

(第四版)

主 编	张坤宜		
副主编	金向农	邓 晖	汪善根
	李益强	张齐周	
主 审	高成发		

人民交通出版社

内 容 提 要

本书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、隧道、工业民用建筑等社会工程建设领域,比较全面地叙述现代交通建设、土木建筑等工程测量基本技术原理和方法,是一部满足提高高等学校建设工程类专业教学质量需要的工程测量技术教材。

本书共分十七章,可作为高等学校交通、土木等专业的教学用书,也可供从事交通、土木工程研究、生产的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通土木工程测量 / 张坤宜主编. — 4 版. — 北京:
人民交通出版社, 2013. 9

ISBN 978-7-114-10815-0

I. ①交… II. ①张… III. ①道路工程 - 土木工程 -
工程测量 IV. ①U412.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 177179 号

普通高等教育“十五”、“十一五”国家级规划教材

全国高等学校优秀测绘教材

广东省高等学校第四届、第五届优秀教学成果主教科书

广东省高等学校“工程测量”精品课程专项建设核心教材

书 名: 交通土木工程测量(第四版)

著 者: 张坤宜

责任编辑: 孙 玺 刘永超

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 25.75

字 数: 632 千

版 次: 2013 年 9 月 第 4 版

印 次: 2013 年 9 月 第 4 版 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10815-0

定 价: 48.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第二版序 ※

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,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,而变得更加广泛。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,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。这从一个重要的方面说明了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活动中发挥积极作用,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。

中国工程院院士,武汉大学教授
教育部高等学校测绘学科教学指导委员会主任

宁津生

2003.4.28

松之V12大子

※注:这是中国测绘学家,教育部高等学校测绘学科教学指导委员会主任,宁津生院士为“十五”国家级规划教材《交通土木工程测量》(第二版)所撰写的序言。

第四版前言

近年来,现代测量技术的发展日新月异,应用于工程实践更加广泛深入,高等院校的现代测量技术教学稳步推进,在培养学生掌握基础知识、基本技能和基本方法的同时,更加注重培养学生的工程实践能力,所有这些都对工程测量教材建设提出了更高的要求。为了更好地满足交通、土木相关专业工程测量的教学需要,提高教材的适用性,本书编者对2008年出版的“十一五”国家级规划教材《交通土木工程测量》(第三版)进行了修订。

此次修订工作,是在进一步学习本书第二版序,参考相关院校的使用意见,继承前三版教材优良传统的基础上开展的,主要做了以下三方面的工作:

一是,总结以往教材编写经验,全面优化教材知识结构。本次修订,结合现今测量科学的发展,对全书内容进行了结构重组,并对大部分章节的内容进行了增补重写,如根据工程测量的实际情况,把光学经纬仪、光电经纬仪、全站仪及其技术有机结合起来,强化全站测量的有关内容,同时对原“全站测量”一章做了相应修改,增加全站仪机理内容,使教材内容更加贴近工程实际需要。

二是,补充完善测量新技术内容,力求保持教材内容的先进性。近年来,我国测量技术发展迅速,如“北斗”卫星导航系统、高精度自动全站仪、网络RTK测量系统等相继出现。在测量原理上,如曲线定位原理与技术等也取得了一系列新进展,并在工程测量实践中得到应用。本次修订后的教材,比较全面地反映了测量定位技术的新进展,提出并完善曲线定位新技术路线的内容,其他各章都有相应的内容修订,使本书更具先进性,更有时代感。

三是,大量补充教学辅助资源,提高教材的教学适用性。此次修订,编者结合教学实际,在上一版基础上,补充了大量练习题,同时,书后所附光盘备有教学课件、实训参考课件、练习题答案参考、教学实训指导视频资料和模拟生产实习训练指导资料等,可供师生教学参考。

本次修订由张坤宜(广东工业大学)任主编,由金向农(广州大学)、邓晖(华南理工大学)、汪善根(广州大学)、李益强(广东工贸职业技术学院)、张齐周(广东工贸职业技术学院)任副主编,参加修订工作的还有徐兴彬、侯林峰、孙颖、杜向锋、

魏福生等。

为了保证教材修订质量,人民交通出版社特邀东南大学高成发教授担任本书主审。主审在肯定本书编写内容的同时,也提出了很多宝贵意见,我们遵循主审意见,对书稿进行了修改与完善。在此,谨向高成发教授致以衷心的感谢。

本次修订得到行业内各有关单位和人士的关怀与帮助,南方测绘仪器公司为修订工作提供了全新的技术装备,广州现代测绘、宏拓、徕卡、索佳等公司也为本书的修订工作给予了大力支持,在此,向他们深表谢意。

本书第一版、第二版是广东省教育厅连续立项的“面向新世纪,建设土木测量新课程”、“土木工程类专业当代测绘科学技术教学系统研究”项目的研究成果,第三版被列为广东省高等学校“工程测量”精品课程核心教材。在此期间,《交通土木工程测量》在全国测绘专业“九五”规划教材基础上,经教育部高等学校测绘学科教学指导委员会审评推荐,教育部批准,连续被评为“普通高等教育‘十五’、‘十一五’国家级规划教材”,宁津生院士更是欣然为本书第二版作序。在第四版出版之际,我们特向教育部高等学校测绘学科教学指导委员会,向宁津生院士致以崇高的敬意,对广东省教育厅、人民交通出版社、武汉大学出版社、华中科技大学出版社为《交通土木工程测量》教材改革研究与建设所付出的巨大努力表示衷心感谢。

因编者水平有限,本版修订及相关随书作品中会有不足之处,诚请专家、读者多提宝贵意见。

主 编

2013 年春于广州

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”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”省级重点教改培育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,并被教育部审定为普通高等教育“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”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,以当代测量技术为主导,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、楼房、隧道等工程建设领域,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,测绘科技发展很快,对经济发展的推动已经明显反映出来,测绘科技成为工程建设领域生产力的重要组成部分;但是有关学校工程专业的测绘技术教学情况依然如故,反差很大;传统测量技术观念的影响造成工程损失也不少。由此编者感触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》的撰写及其教学探索就这样开始了。在上述多个成果以及教育部审定为“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》离不开各界有关领导、专家及读者的关爱和扶持。

《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教材建设的配套成果。教学实践中,应用《交通土木工程测量》整套课件有利于扩大工程测量教学知识空间,提高备课、讲课效率,加快知识理解和掌握,有利于能力培养,深受学生欢迎。在第三版出版之际,我们将课程建设的基本成果随书奉献给读者。

全书共分十七章,均进行了内容优化和更新,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、测量新方法的内容更新,重点选用近期有关部门、单位的新成果。金向农、速云中、李益强、张齐周等同志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进行研究和试验,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,同时期望与同行们和从事路线工程勘测设计的朋友们共享教学进步成果。

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侬教授出任本书主审。王侬教授,严肃认真、实事求是审评全书,客观评价了本书的创新特色和效果,肯定了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,同时提供了很多宝贵意见,对提高质量具有重要的指导意义。我们遵循主审意见,认真修正其中存在的不足之处,努力提高编写质量。在此,谨向王老师致以衷心的感谢。

“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、华中科技大学出版社关心、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、广州迈特等单位,为本书提供很多新仪器、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,本书及相关随书作品中会有不足之处,诚请专家、读者多提宝贵意见。

编 者

2008 春于广州

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学与交通土木工程	1
第二节 地球体及其椭球参数	4
第三节 坐标系统的概念	6
第四节 高程系统的概念	10
第五节 地面点定位的概念	11
练习题	14
第二章 角度测量	16
第一节 角度测量的概念	16
第二节 角度测量仪器	17
第三节 角度测量基本操作	25
第四节 水平角观测技术方法	29
第五节 竖直角观测技术方法	35
第六节 角度测量误差与预防	37
练习题	41
第三章 距离测量	45
第一节 光电测距原理	45
第二节 红外测距仪及其使用	50
第三节 光电测距成果处理	55
第四节 钢尺量距	60
第五节 视距法测距	66
练习题	69
第四章 高程测量	72
第一节 水准测量原理	72
第二节 水准测量高差观测技术	77
第三节 水准测量误差及其预防	83
第四节 精密水准仪	86
第五节 水准路线图形和计算	92
第六节 三角高程测量与高程导线	95
练习题	99
第五章 观测成果初级处理	103
第一节 观测值的改化	103

第二节	方位角的确定	107
第三节	地面点坐标换带的概念	114
第四节	数据的凑整、留位、检查	116
练习题		119
第六章	全站测量	121
第一节	全站测量技术原理	121
第二节	全站仪及其功能	125
第三节	全站仪基本应用机理	129
练习题		136
第七章	全球定位技术原理	138
第一节	概述	138
第二节	GPS 系统的组成	139
第三节	GPS 定位基本原理	142
第四节	GPS 数据采集辅助工作	146
第五节	GPS RTK 测量系统	149
练习题		158
第八章	测量误差与平差	160
第一节	测量误差与精度	160
第二节	误差传播律	164
第三节	平均值原理与方法	168
第四节	最小二乘原理	174
第五节	条件平差原理	176
练习题		182
第九章	工程控制测量	186
第一节	控制测量技术概况	186
第二节	精密附和导线	192
第三节	精密闭合导线	198
第四节	导线的简易计算	201
第五节	全站仪控制测量	207
第六节	建筑基线与方格控制	212
第七节	GPS 网形设计	215
练习题		217
第十章	地形图测绘原理	221
第一节	地形图及其图式	221
第二节	地形图测绘概念	227
第三节	碎部测量基本方法	231
第四节	地籍测量、竣工测量概念	237
练习题		238

第十一章	地形图应用原理与方法	240
第一节	地形图的阅读	240
第二节	以地形图定点位	243
第三节	工程线面的地形图测算	247
第四节	以地形图测算工程土方	252
	练习题	256
第十二章	大比例尺数字地形图	259
第一节	地形图数字化测量原理	259
第二节	内外业一体化数字测图	261
第三节	数字地形图的基本应用	269
	练习题	276
第十三章	施工测量原理与方法	278
第一节	概述	278
第二节	直接定位元素的放样	279
第三节	地面点平面位置的放样方法	285
第四节	激光定向定位原理与方法	288
	练习题	291
第十四章	路线中线测量	293
第一节	路线测量与路线工程建设	293
第二节	路线中线的直线测量	297
第三节	圆曲线参数及其测设	303
第四节	缓和曲线定位参数	308
第五节	缓和曲线弧长与缓圆组合	316
第六节	缓和复曲线的定位模式	321
第七节	曲线的特殊定位	325
	练习题	330
第十五章	路线断面测量	334
第一节	概述	334
第二节	路线纵断面测量	335
第三节	路线横断面测量	342
	练习题	346
第十六章	工程测量	348
第一节	公路施工测量	348
第二节	桥址工程测量	354
第三节	建筑轴线直线定位	360
第四节	隧道测量	366
	练习题	375
第十七章	变形监测与仪器检验	377

第一节 工程变形监测.....	377
第二节 工程测量仪器一般检验.....	382
练习题.....	386
附录.....	387
附录一 测量仪器的安全.....	387
附录二 子午线收敛角 γ 的计算	388
附录三 矩阵加边求逆 N^{n-1}	390
附录四 BASIC 程序.....	392
附录五 中插缓和曲线 l_M 的弧长方程	394
参考文献.....	396

第一章 绪 论

[学习目标] 掌握测量学概念、定位核心与特征及其技术过程,理解测量科学技术在工程建设的意义,掌握坐标系统、高程系统的概念和应用,把握本书学习的基本导向。

第一节 测量学与交通土木工程

一、测量学概念

1. 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土木构造物就是最基本的场所。这些场所的整治、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,离不开这些场所的位置以及面积的测定,测量定位是人类生活与生产活动的基本需要。测量科学适应人类生存、发展需要和工程建设的定位需求而发展起来,在漫长的人类文明史中的生产活动都与测量科学息息相关。

2. 测量学的科学体系核心与学科特征

从测量学的概念,说明定位是测量科学体系的核心。测量科学体系核心具有三大学科特征:定位技术特征、定位信息特征和定位保障特征。

定位技术特征。根据测量学概念,测定地面点位置,即地面点的测量定位。定位是测量的出发点和归宿,地面点测量技术就是定位技术。地面点的测量定位,即空间点的测量定位。空间点的定位是测量科学第一核心技术任务,研究确定地球表面形态与大小,是测量科学第二核心技术任务。

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出来,如点位置及其参数,由点云构成的地球表面图、像等。地球表面形态错综复杂信息的有序确定与展示特征是测量科学的核心属性。随着科技的发展,测量定位信息的展示方式也不断发展。

定位保障特征。定位保障来自于测量定位技术和定位信息的实时性、真实性、严密性、准确性。通行的测量定位保障,包括有定位准确性保障、可靠性保障。定位保障具有测量质量保障的意义。定位保障的外延是定位物的质量状态保障及其效益保障,同时具有社会需要的定

位法律保障。

在社会生产力和科学技术高度发展的今天,社会各行业对测量科技的迫切需求的集中表现仍然是测量学科的定位技术、定位信息和定位保障。测量“定位”的大视野不仅盘踞了测量科技的全部根基,而且正在迅猛向社会其他相关领域扩展。

20 世纪中期以后出现激光技术、微电子技术、航天技术、计算机技术以及信息通信技术等重大成就,极大地推动测量学科的飞跃和革新。测量学科的主要贡献,激光红外光电测距技术、卫星全天候定位技术、摄影遥感技术、数字测量技术和现代测量平差理论等,为测量定位技术、定位信息采集与展示提供了重要科技条件。测量学的现代学科理论基础和现代先进定位技术的快速发展,深受社会多行业的广泛关注。

3. 测绘学概念

测量科学具有对地球表面进行测绘并以图像等形式实现定位信息展示的特点,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物体与地理分布的信息采集,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。

围绕我国国土核心利益的测绘需要的测绘学科引领着我国测量科技的发展,在引领地球信息需求潮流中扮演着重要的角色,测绘学科是适合我国实际的测量学科名称。

二、测量学的分支学科

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一门理论和技术的科学。

(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) 海洋测绘学。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、测量科学在工程建设领域的地位

历史和现实告诉我们,测量科学体系核心与工程建设的基本定位需求的一致性,是测量定位技术、定位信息发展的基本条件,是测量科技应用不断扩大的基本原因。尤其测量定位技术现代化发展迅速,工程建设对定位保障需求的日益增长,测量科学技术在国民经济建设、社会

可持续发展和国防建设中的定位保障地位不断提高。

测量科学在工程建设领域中的定位保障地位的主要反映如下。

(1) 测量科学是交通土木工程建设规划的重要依据。众所周知,一座座建成的现代建筑并非空中楼阁,一条条铺设的现代交通路线并非盘绕彩云的飘带。描述并展示地球表面的地形图件及其信息,是现代交通土木工程建设规划的定位保障依据,包括交通基础设施在内的各种建筑物正是在科学规划之后,以及以地球表面为基础而逐步定位形成的产物。

例如,现代城市化建设及交通网络的规划,一条交通线走向的确定,必须利用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。后续的课程内容将会认识到,失去测量科学技术提供的定位保障依据,人们就无法开阔眼界认识地球资源,现代交通土木工程规划建设必将成为空话。

(2) 测量科学是交通土木工程勘察设计现代化的重要技术。对一个区域或者一条待定交通线地面的高低平斜、河川的宽窄深浅以及地面附属物的情况,只有经过详细测量并获得大量地面基础信息后才能准确了解,了解了这些信息后,才能进行交通土木工程的设计。交通土木工程领域应关注测量科技发展,尽快应用测量定位新技术,以便尽快提高工程勘测技术水平,实现交通土木工程勘测设计的高效益。现代测量技术已经成为实现交通土木工程勘察设计现代化的重要技术。

(3) 测量科学是交通土木工程顺利施工的重要保证。一条设计的交通路线的标定,一座设计的建筑物及其部件实际位置的确定,现代工业构件的精确安装,地下隧道的准确开通,测量技术工作在其中都发挥着重要的定位作用。

(4) 测量科学是房产、地产管理的重要手段,是检验工程综合质量和监视重要交通土木工程设施安全运营的重要措施。测量科技作为重要措施的实施,是交通土木工程设施安全运营的定位质量保障的重要体现。

由于现代测量技术具有提高工程建设社会效益的独特明显优势,工程建设技术领域应用现代测量科技的速度明显加快,现代测量科技正在以各种方式迅速渗透到工程建设技术领域。工程测量技术是工程建设不可缺少的定位技术。

工程测量技术的测量学科属性明显,在工程建设类行业中属于工程定位与导向的重要技术。“工程测量”是土木工程专业必修的工程基本技术课程。这门技术课程不仅包括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。土木工程技术人员应明确测量学科在交通土木工程建设中的重要保障地位,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。这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:信息开始是通信领域的术语,如信件、消息、新闻等。现代通信领域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、十二章。