



21 世纪高等学校规划教材

21Shiji Gaodeng Xuexiao Guihua Jiaocai

土木工程测量

Tumu Gongcheng Celiang

● 郭宗河 主编



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

21 世纪高等学校规划教材

TUMU GONGCHENG CELIANG

土木工程测量

郭宗河 主编



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程测量/郭宗河主编. —北京: 中国计量出版社, 2011. 3

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5026 - 3416 - 2

I. ①土… II. ①郭… III. ①土木工程 - 工程测量 - 高等学校 - 教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 025141 号

内 容 提 要

本书是按照我国高等学校土木工程专业指导委员会编制的《测量学》课程教学大纲和当前“宽口径、厚基础、重能力、求创新”的人才培养模式, 针对“大土木”专业的教学要求, 并结合我国近年来高等教育的改革发展趋势以及作者多年教学、科研与工程实践经验编著而成。全书共分四大部分: 第一部分主要介绍土木工程测量的一些基本概念、基本理论以及基本测量技术和方法, 包括绪论、高程测量、角度测量、距离测量、地面点位的测定 5 章; 第二部分主要介绍土木工程规划设计阶段的测量工作, 包括地形图的基本知识、地形图的测绘、地形图的应用 3 章; 第三部分则主要介绍土木工程施工阶段的测量工作, 包括施工测量的基本工作、建筑工程测量、道路工程测量、桥梁工程测量、地下工程测量以及变形观测 6 章; 第四部分为附录篇, 包括测量误差基本知识、测量实验与测量实习、测量仪器检验与校正、摄影测量与遥感简介、地籍测量与房产测量简介、Excel 在测量数据处理中的应用、部分专业名词英汉对照表 7 个方面。

本书既可作为土木工程专业学习测量学的教材, 也可作为城市规划、建筑学、资源环境与城市规划、给排水工程、建筑环境与设备工程、环境工程、交通工程、工程管理和工程造价管理等专业的教学用书, 亦可作为有关工程技术人员的实用参考用书。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)

电 话 (010) 64275360

网 址 <http://www.zgjl.com.cn>

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京市媛明印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 20

字 数 459 千字

版 次 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1—3 000

定 价 37.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换

版权所有 侵权必究

编 审 委 员 会

顾 问 赵惠新 (黑龙江大学)

主 任 邓寿昌 (中南林业科技大学)

副主任 刘殿忠 (吉林建筑工程学院)

姜连馥 (深圳大学)

高 潮 (大连海洋大学)

郇 伟 (惠州学院)

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁 琳 (黑龙江大学)

叶 青 (浙江工业大学)

刘 东 (东北农业大学)

关 萍 (大连大学)

张兆强 (黑龙江八一农垦大学)

张季超 (广州大学)

张燕坤 (北方工业大学)

杨 璐 (沈阳工业大学)

赵文军 (黑龙江大学)

郭宗河 (青岛理工大学)

原 方 (河南工业大学)

徐建国 (郑州大学)

薛志成 (黑龙江科技学院)

本书编委会

主 编 郭宗河（青岛理工大学）

编 委 郑进凤（青岛理工大学）

段琪庆（济南大学）

殷耀国（宁夏大学）

曾 云（中国地质大学〈武汉〉）

何亮云（湖南城市学院）

李伟文（深圳大学）

苗凤敏（青岛市房地产职业中等专业学校）

刘 军（深圳大学）

序 言

伴随着近年来经济的空前发展和社会各项改革的不断深化，建筑业已成为国民经济的支柱产业和重要的经济增长点。该行业的快速发展对整个社会经济起到了良好的推动作用，尤其是房地产业和公路桥梁等各项基础设施建设的深入开展和逐步完善，也进一步促使整个国民经济逐步走上了良性发展的道路。与此同时，建筑行业自身的结构性调整也在不断进行，这种调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更高的要求，因此，近年来教育部对高校土木工程类各专业的发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高等院校土木工程类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高等教育逐步从偏重于理论的教育模式中脱离出来，真正成为为国家培养生产一线的高级技术应用型人才的教育，“十一五”期间，这种转化将加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高等院校土木工程类各专业所需教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国计量出版社牵头组织了21世纪高等学校规划教材的编写与出版工作，该套教材主要适用于高等院校的土木工程、工程监理以及道路与桥梁等相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了中南林业科技大学、深圳大学、大连海

洋大学、黑龙江大学、吉林建筑工程学院、浙江工业大学、东北农业大学、大连大学、沈阳工业大学、青岛理工大学、郑州大学、河南工业大学以及北方工业大学等多所相关高校、科研院所以及企业中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材的主编与主审，从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广的好教材提供了必要的保障，以此来满足土木工程类各专业普通高等教育的不断发展和当前全社会范围内建设工程项目安全体系建设的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高土木工程类各专业高等教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校土木工程类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重了理论与实践的深度融合，不仅将建筑领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习可以深入把握建筑行业发展的全貌，而且也将建筑行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将会推动我国土木工程类高等教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材编审委员会

2010年8月

前言

FOREWORD

本书是按照我国高等学校土木工程专业指导委员会编制的《测量学》课程教学大纲和当前“宽口径、厚基础、重能力、求创新”的人才培养模式，针对“大土木”专业的教学要求，并结合我国近年来高等教育的改革发展趋势以及作者多年教学、科研与工程实践经验编著而成，除可作为土木工程专业学习《测量学》的教材外，还可作为其他相关专业的教学用书和有关工程技术人员实用参考用书。

概括起来，本书的编写特色具有以下几点。

(1) 在继承、借鉴现有同类教材好的做法的同时，力求有所突破，在遵循“先进性、科学性、系统性、完整性、实用性”等编写原则的基础上，采用“模块化”编写方式，并把教学重点转移到测量技术的介绍和测量成果的应用上来，让学生学有所长、学有所用、学以致用，以真正适合于大土木专业的教学要求。

(2) 在教材内容的选编上，做到了“新”与“精”。即除介绍传统的测量学内容外，还引入测绘新仪器、新技术、新方法及其应用，并对其进行精选、重新进行优化整合，将前沿性的新知识有机地融合到教材中去，从而使其体系更加合理完善。

(3) 在三项基本测量工作之后，增加了“地面点位的测定”一章，并首创性地将地面测量定位技术和卫星测量定位技术汇集在一起。在地面测量定位技术中，首先介绍了利用传统

测量仪器测定点平面位置的几种常用方法和三角高程测量，在此基础上又介绍了现代测量仪器——电子全站仪及其使用。这样，既可以起到对前面几章内容的总结和补扩作用，又可以回归到最初的学习目标——地面点位的确定，从而给学生一个完整的概念。

(4) 编写时，基本做到了逐字逐句认真、仔细推敲，通俗易懂、图文并茂，并力求名词术语准确、技术要求采用最新标准和规范。

(5) 为了便于学生的学习和掌握，每章之后都附有“学习指导与要求”以及“思考题与习题”。

本书由青岛理工大学郭宗河教授主编。参加编写的人员及具体分工如下：第一章、附录 B 和附录 C，由青岛理工大学郑进凤编写；第二章，由济南大学段琪庆编写；第三、四、五、八、十、十一、十二、十三章，由青岛理工大学郭宗河编写；第六、七章，由宁夏大学殷耀国编写；第九章，由中国地质大学（武汉）曾云编写；第十四章，由湖南城市学院何亮云编写；附录 A，由深圳大学李伟文编写；附录 D 和附录 E，由青岛市房地产职业中等专业学校苗凤敏编写；附录 F 和附录 G，由深圳大学刘军编写。全书最终由郭宗河负责统稿、修稿、定稿和校稿等工作。

在本书的编写过程中，参阅了大量的资料，在此特向有关作者表示谢意。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010 年冬于青岛

目 录 CONTENTS

第一篇 测量学的基础知识

第一章 绪论	(3)
第一节 土木工程测量的任务与作用	(3)
第二节 测量上地面点位的表示方法	(5)
第三节 测量的基本工作与基本要求	(12)
学习指导与要求	(14)
思考题与习题	(15)
第二章 高程测量	(16)
第一节 水准测量原理	(16)
第二节 微倾式水准仪的构造与使用	(17)
第三节 普通水准测量的外业	(21)
第四节 普通水准测量的内业	(28)
第五节 自动安平水准仪和电子水准仪	(32)
学习指导与要求	(35)
思考题与习题	(36)
第三章 角度测量	(37)
第一节 水平角测量原理	(37)
第二节 光学经纬仪的构造与使用	(37)
第三节 水平角观测	(42)
第四节 竖直角测量	(47)
第五节 电子经纬仪简介	(52)
学习指导与要求	(52)
思考题与习题	(53)
第四章 距离测量	(54)
第一节 卷尺丈量	(54)

第二节 视距测量	(59)
第三节 光电测距	(61)
学习指导与要求	(67)
思考题与习题	(67)
第五章 地面点位的测定	(68)
第一节 地面定位技术	(68)
第二节 卫星定位技术	(79)
学习指导与要求	(87)
思考题与习题	(87)

第二篇 地形图及其测绘与应用

第六章 地形图的基本知识	(91)
第一节 概述	(91)
第二节 地形图的比例尺	(93)
第三节 地形图的分幅与编号	(95)
第四节 地形图的图外注记	(98)
第五节 地形图图式	(100)
第六节 数字地(形)图简介	(109)
学习指导与要求	(111)
思考题与习题	(111)
第七章 地形图的测绘	(113)
第一节 概述	(113)
第二节 控制测量	(114)
第三节 碎部测量	(133)
第四节 地形图测绘的内容与取舍	(148)
学习指导与要求	(151)
思考题与习题	(151)
第八章 地形图的应用	(153)
第一节 地形图比例尺的选用	(153)
第二节 地形图识读的基本方法	(154)
第三节 地形图应用的基本内容	(156)
第四节 地形图在工程建设中的应用	(162)
学习指导与要求	(167)
思考题与习题	(168)

第三篇 土木工程施工测量

第九章 施工测量的基本工作	(171)
第一节 概述	(171)
第二节 测设的三项基本工作	(171)
第三节 点平面位置的测设	(173)
学习指导与要求	(174)
思考题与习题	(174)
第十章 建筑工程测量	(176)
第一节 概述	(176)
第二节 建筑工程施工控制测量	(176)
第三节 一般民用建筑施工测量	(181)
第四节 高层建筑施工测量	(185)
第五节 工业建筑施工测量	(190)
第六节 建筑竣工测量与竣工图编绘	(194)
学习指导与要求	(195)
思考题与习题	(195)
第十一章 道路工程测量	(196)
第一节 概述	(196)
第二节 道路中线测量	(197)
第三节 纵横断面测量	(207)
第四节 道路施工测量	(212)
第五节 道路竣工测量	(219)
学习指导与要求	(219)
思考题与习题	(220)
第十二章 桥梁工程测量	(222)
第一节 概述	(222)
第二节 水下地形测量	(223)
第三节 桥梁施工控制测量	(229)
第四节 桥梁施工细部测量	(231)
第五节 桥梁竣工测量	(236)
学习指导与要求	(237)
思考题与习题	(238)

第十三章 地下工程测量	(239)
第一节 概述	(239)
第二节 地上地下控制测量	(239)
第三节 地上地下联系测量	(243)
第四节 地下工程施工测量	(247)
第五节 地下工程竣工测量	(249)
学习指导与要求	(252)
思考题与习题	(253)
第十四章 变形观测	(254)
第一节 概述	(254)
第二节 沉降观测	(256)
第三节 位移观测	(258)
第四节 倾斜观测	(260)
第五节 挠度观测	(263)
第六节 裂缝观测	(265)
学习指导与要求	(265)
思考题与习题	(266)

第四篇 附 录

附录 A 测量误差的基本知识	(269)
附录 B 测量实验与测量实习	(275)
附录 C 测量仪器检验与校正	(280)
附录 D 摄影测量与遥感简介	(288)
附录 E 地籍测量与房产测量简介	(291)
附录 F Excel 在测量数据处理中的应用	(296)
附录 G 土木工程测量专业名词汉英对照表	(299)
参考文献	(307)

第一篇 测量学的基础知识



第一章 绪 论

第一节 土木工程测量的任务与作用

土木工程测量是指在土木工程勘察、规划、设计、施工、竣工以及运营管理各个阶段所进行的一系列测量工作,是工程测量(在各类工程建设勘察、规划、设计、施工、竣工以及运营管理各个阶段所进行的各种测量工作)的重要组成部分,而工程测量又是整个测绘工作的一个组成部分。

研究测绘工作的理论、技术和方法的学科,称为测绘学(或测量学)。在 GB/T 14911—2008《测绘基本术语》中,测绘学的定义为:“测绘学是研究地理信息的获取、处理、描述和应用的学科。其内容包括:研究测定、描述地球的形状、大小、重力场,地表形态以及它们的各种变化,确定自然和人造物体、人工设施的空间位置及属性,制成各种地图和建立有关信息系统”。

时至今日,测绘学已发展成为一门博大精深的一级学科(测绘科学与技术),内容体系十分庞大;若按其研究对象和手段等的不同,通常分为普通测量学、大地测量学、摄影测量学与遥感、工程测量学、地图制图学与地理信息系统、海洋测量学等多个分支学科。

(1) 普通测量学

普通测量学是指研究地球表面较小区域内测绘工作的基本理论、技术、方法和应用的学科,是测绘学的基础部分。研究时,可以不顾及地球曲率的影响,把该小区域的投影球面直接当作平面看待。

(2) 大地测量学

大地测量学是指以地球表面上一个较大的区域、甚至整个地球为研究对象,研究在广大地区建立国家大地控制网,测定地球的形状、大小和研究地球重力场的理论、技术和方法的学科。

(3) 摄影测量学与遥感

摄影测量学与遥感是指研究利用摄影和遥感的手段,获得被测物体的影像信息,并进行分析、处理,以确定其形状、大小、空间位置及属性等的学科。

(4) 工程测量学

工程测量学是指研究在工程建设勘察、规划、设计、施工、竣工以及运营管理各个阶段所进行的各种测量工作的理论、技术和方法的学科。

(5) 地图制图学与地理信息系统

地图制图学是指利用测量所得的资料,研究如何投影编绘和制印各种地图的学科。近年来,随着计算机等技术的发展,传统的人工制图已逐步被机助制图所取代,并向地理信息

系统方向发展。

地理信息系统是指“在计算机软硬件支持下,对地理空间数据进行采集、存储、管理、处理、分析、建模、显示、输出,以提供对资源、环境及各种区域性研究、规划、管理与决策所需信息的人机系统”。它不仅对地理空间数据具有良好的组织管理能力,更重要的是可以通过地理空间分析产生常规方法难以得到的分析决策信息,并可在系统的支持下进行空间过程演化的模拟和预测。GIS 为我们提供了一个认识、理解地理空间的全新方式和分析、处理海量地理空间数据的通用技术和手段。

(6) 海洋测量学

海洋测量学是指研究海洋测量与海图编制的理论、技术和方法的学科。由于海洋测量的环境与陆地测量差异很大,在内容、仪器、方法上都有别于陆地测量,因此逐步形成了具有显著特色的海洋测绘工作以及特有的学科体系(陆地水域——江河湖泊的测绘,通常也被列入海洋测量中)。

作为时代的结晶,测绘科学与技术在人们认识自然、改造自然与发展生产力的过程中发挥了十分重要的作用。目前,测绘作为一种先行性、基础性和服务性的工作,其成果已广泛应用于国防建设、国民经济建设、科学研究、各级行政管理以及人们的日常生活中。

本书为土木工程专业学习测量学的实用教程,首先介绍一些测量学的基础知识,然后再介绍其在各类土木工程建设中的应用。具体地,可概括为测定和测设两个方面。

测定是指使用测量仪器和工具,对地面上已有的自然地理要素(例如水系、地貌、植被等)和社会经济要素(例如人工建筑物、构筑物、行政区划及交通线路等)进行测量,得到一系列测量数据或绘制成图,供国民经济建设、国防建设、科学研究以及人们的日常生活使用。

测设则是指把图纸上规划设计好的建(构)筑物的位置、形状、大小等在地面(其他施工面)上标定出来,作为施工的依据,故又称为施工放样,它是工程设计与工程施工之间的桥梁。

可见,测定和测设恰好是一个相反的过程。但其实质却是一样的,关键问题都是要确定地面点的位置。

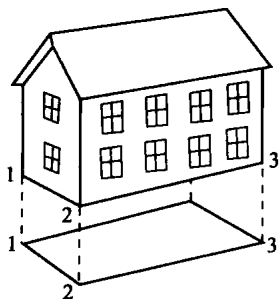


图 1—1 房屋测定示意图

如图 1—1 所示,只要测定出房屋轮廓上的特征点(转折点,即房角点)1,2,3,⋯的位置,即可确定该房屋的位置、形状与大小;若将其展绘到图纸上,并用直线相应地连接这些点,就可以获得该栋房屋在图上的平面位置,同时也可显示出其形状与大小。相反,要把规划设计好的建(构)筑物测设到地面上,关键问题仍是要将其归结为一些特征点并这些特征点的位置在地面上确定出来。

因此,不管地形(地形为地物和地貌的合称。地物是指地面上固定性的物体,如河流、湖泊、道路和房屋等;而地貌则是指地面高低起伏的自然形态,如高山、丘陵、凹地和陡崖等)或者设计多么复杂,测量工作总是把欲测定或测设的地物或地貌,先概括抽象为一定的几何图形,然后再将其进一步归结为一些特征点进行观测或测设。因此,测量的根本任务就是确定地面点的位置,测量学也可简单地理解为就是研究如何确定地面点位的科学。

作为一名土木工程人员,必须掌握一定的测量知识和技能。因为,在土木工程建设的每