



“十一五” 高职高专系列教材（土木工程类）

土建工程测量

王剑英 王天成 主编
王丕嘉 主审

Tujian Gongcheng Celiang



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



“十一五”高职高专系列教材（土木工程类）

Tujian Gongcheng Celiang

土建工程测量

王剑英 王天成 主编

王丕嘉 主审



中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

土建工程测量/王剑英,王天成主编. —北京:中国计量出版社,2009.1

“十一五”高职高专系列教材(土木工程类)

ISBN 978-7-5026-2951-9

I. 土… II. ①王… ②王… III. 建筑测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 209225 号

内 容 提 要

本教材分为 16 章。内容包括绪论、水准测量、角度测量、距离测量和直线定线、测量误差的基本知识、小地区控制测量、地形图测绘及其应用、施工测量的基本工作、施工场地的控制测量、民用建筑施工测量、工业建筑施工测量、管道工程测量、道路测量、桥梁测量、建筑物变形观测、新型测量仪器简介。本教材结合高职高专教育的特点,以理论知识适度够用为原则,以知识应用为主线,编写中贴近工程实际需要,注重土建工程专业的实用性。

本教材可作为土建工程类专业高职高专教材,也可作为相关专业函授、电大、职大教学用书,还可作为工程技术人员的参考书。

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发行

印 刷 北京市密东印刷有限公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 19

字 数 445 千字

版 次 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

印 数 1—3 000

定 价 34.00 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

“十一五”高职高专系列教材(土木工程类)

编 审 委 员 会

主 任 解学祖 刘国普 刘宝兰

副主任 韩家宝 程 桢 鲁春梅 李保忠

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 敏	王天成	王丕嘉	王剑英	王莉力
王艳玉	马 旭	马利耕	马效民	田 莹
卢 爽	刘志胜	孙淑琴	吴丽萍	宋旭东
宋荣文	孟令涵	易津湘	张威琪	杨晓东
侯 威	柳志萍	耿卫江	董 茜	

策 划 李保忠 刘宝兰

— 本 书 编 委 会 —

主 编 王剑英(黑龙江工程学院)
王天成(哈尔滨职业技术学院)

副主编 程 楨(哈尔滨职业技术学院)
鲁春梅(哈尔滨职业技术学院)
于 强(哈尔滨中强测绘有限公司)

编 委 (按姓氏笔画排序)
于 萍(哈尔滨职业技术学院)
于纪淼(黑龙江工程学院)
王丽爽(上海励精有限公司)
邢娇秀(黑龙江工程学院)
吴丽萍(哈尔滨职业技术学院)

主 审 王丕嘉(哈尔滨职业技术学院)

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,而与此相关的职业教育正是在土木工程各项理论的实际应用层面培养专业人才的重要渠道,因此,近年来教育部对土木工程类各专业的职业教育发展日益重视,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,教育部对高职高专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,使高职高专教育逐步从普通本科的教育模式中脱离出来,使其真正成为为国家培养生产一线的高级技术应用型人才的职业教育,“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,编写高职高专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“十一五”高职高专系列教材(土木工程类)的编写与出版工作,该套教材主要适用于高职高专院校的土木工程、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哈尔滨职业技术学院、黑龙江工程学院、中国建筑科学研究院、哈尔滨铁道职业技术学院以及上海励精有限公司等多所相关职业院校、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职业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职业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职业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

2009年2月

前言

• FOREWORD •

本教材分为 16 章。内容包括绪论、水准测量、角度测量、距离测量和直线定线、测量误差的基本知识、小地区控制测量、地形图测绘及其应用、施工测量的基本工作、施工场地的控制测量、民用建筑施工测量、工业建筑施工测量、管道工程测量、道路测量、桥梁测量、建筑物变形观测、新型测量仪器简介。本教材结合高职高专教育的特点,以理论知识适度够用为原则,以知识应用为主线,编写中贴近工程实际需要,注重土建工程专业的实用性。

本书知识面宽,具有较强的教学实用性和较宽的专业适应面,在内容上力求讲清基本概念,做到基础理论知识适度,突出理论的应用思路、测绘仪器的操作技能和施工现场的应用方法,并注重运用图表说明内容和作业技巧,使读者易于理解,加深印象,便于应用。每章前均有“学习目标”,每章后均有“小结”,并附有结合实际“思考与练习”,便于学生巩固理论知识,培养生产实际应用的综合能力,同时也利于学生自学。

本书广泛吸收最新测绘技术。书中选编了电子经纬仪、电磁波测距仪、激光测绘仪器、全站仪和卫星全球定位系统等现代测绘技术。

本书共 16 章,教学时数按 84~120 学时分配。

本书由哈尔滨职业技术学院的王丕嘉老师主审。

本书由哈尔滨职业技术学院、黑龙江工程学院、中强测绘有

限公司及上海励精有限公司联合编写。王天成(第四章、第八章、第十四章)、王剑英(第二章、第三章、第十三章)、程桢(第六章、第十一章)、于纪淼(第七章的第一~第三节)、鲁春梅(第一章、第十章)、吴丽萍(第九章、第十二章)、于萍(第七章的第四节、第五章)、邢娇秀(第十五章)、于强和王丽爽(第十六章)。

在本书编写的过程中,得到了韩家宝同志的大力支持和帮助,全体编者在此表示深切的谢意,同时对编写过程中参阅了其他一些院校编写的教材及文献资料,在参考文献中一并列出,并表示感谢。

本书编者水平有限,难免存在缺点和不当之处,谨请使用本书的教师与读者批评指正。

编 者
2009 年 2 月

目 录

• CONTENTS •

第一章 绪论	(1)
第一节 土建工程测量的任务	(1)
第二节 测量工作的基准面和基准线	(2)
第三节 地面点位的确定	(3)
第四节 测量工作概述	(9)
小结	(10)
思考与练习	(10)
第二章 水准测量	(11)
第一节 水准测量原理	(11)
第二节 水准仪的构造和使用	(12)
第三节 水准测量的施测方法	(18)
第四节 水准测量的内业计算	(22)
第五节 水准仪的检验与校正	(25)
第六节 水准测量的误差及注意事项	(28)
小结	(31)
思考与练习	(31)

第三章 角度测量	(34)
第一节 角度测量原理	(34)
第二节 光学经纬仪的构造和角度测量工具	(35)
第三节 经纬仪的使用方法	(38)
第四节 水平角测量	(40)
第五节 竖直角测量	(43)
第六节 经纬仪的检验与校正	(46)
第七节 角度测量的误差与注意事项	(51)
小结	(53)
思考与练习	(54)
第四章 距离测量与直线定向	(56)
第一节 钢尺量距	(56)
第二节 普通视距测量	(62)
第三节 光电测距仪量距	(63)
第四节 直线定向和罗盘仪的使用	(68)
小结	(70)
思考与练习	(71)
第五章 测量误差的基本知识	(73)
第一节 测量误差概述	(73)
第二节 衡量精度的标准	(75)
第三节 等精度观测平差	(77)
小结	(79)
思考与练习	(79)

第六章 小地区控制测量	(80)
第一节 控制测量概述	(80)
第二节 导线测量	(82)
第三节 高程控制测量	(92)
小结	(97)
思考与练习	(97)
第七章 地形图测绘及其应用	(99)
第一节 地形图的基本知识	(99)
第二节 测图前的准备工作	(110)
第三节 用经纬仪测绘法测绘地形图	(113)
第四节 地形图应用的基本内容	(120)
小结	(131)
思考与练习	(132)
第八章 施工测量的基本工作	(133)
第一节 施工测量概述	(133)
第二节 测设的基本工作	(134)
第三节 点的平面位置测设	(138)
第四节 已知坡度直线的测设	(140)
第五节 曲线的测设	(142)
小结	(155)
思考与练习	(156)
第九章 施工场地的控制测量	(158)
第一节 概述	(158)

第二节 平面施工控制测量	(159)
第三节 高程施工控制测量	(163)
小结	(163)
思考与练习	(164)
第十章 民用建筑施工测量	(165)
第一节 概述	(165)
第二节 建筑物的定位和放线	(167)
第三节 建筑物基础施工测量	(170)
第四节 建筑物墙体施工测量	(171)
第五节 建筑物楼梯的施工测量	(173)
第六节 高层建筑施工测量	(174)
小结	(176)
思考与练习	(176)
第十一章 工业建筑施工测量	(178)
第一节 概述	(178)
第二节 厂房控制网的测设	(179)
第三节 厂房基础施工测量	(180)
第四节 厂房构件安装测量	(182)
第五节 烟囱、水塔施工测量	(185)
小结	(186)
思考与练习	(187)
第十二章 管道工程测量	(188)
第一节 概述	(188)
第二节 管道中线测量	(188)

第三节 管道纵断面测量	(191)
第四节 管道横断面测量	(194)
第五节 管道施工测量	(197)
第六节 管道竣工测量	(199)
小结	(200)
思考与练习	(200)
第十三章 道路测量	(202)
第一节 概述	(202)
第二节 交点和转点的测设	(203)
第三节 路线转角的测定和里程桩的测设	(206)
第四节 缓和曲线的测设	(210)
第五节 道路中线逐桩坐标计算	(217)
第六节 用全站仪测设道路中线	(219)
第七节 路线纵、横断面测量	(219)
第八节 道路施工测量	(227)
小结	(236)
思考与练习	(237)
第十四章 桥梁测量	(238)
第一节 概述	(238)
第二节 桥位控制测量	(238)
第三节 桥台、桥墩施工测量	(243)
第四节 涵洞施工测量	(249)
第五节 桥梁竣工后的沉降及位移观测	(251)
小结	(252)

思考与练习	(253)
第十五章 建筑物变形观测	(254)
第一节 概述	(254)
第二节 建筑物沉降观测	(255)
第三节 建筑物倾斜观测	(258)
第四节 建筑物位移与裂缝观测	(260)
第五节 竣工测量	(261)
小结	(263)
思考与练习	(263)
第十六章 新型测量仪器简介	(264)
第一节 概述	(264)
第二节 新型水准仪简介	(264)
第三节 新型经纬仪简介	(268)
第四节 激光铅垂仪及其使用	(272)
第五节 全站仪及其应用	(272)
第六节 GPS 控制测量简介	(285)
小结	(287)
思考与练习	(288)
参考文献	(289)

第一章 绪 论

学习目标:通过本章学习,要明确测量学的定义和土木工程测量的主要任务,了解地球形状和大小的概念,掌握确定地面点位的测量原理和方法,掌握大地水准面的概念,了解用水平面代替水准面对距离和高程的影响限度,并对测量工作的基本内容和基本原则有初步的认识。

第一节 土木工程测量的任务

一、概 念

测量学是研究地球的形状、大小和地表(包括地面上各种物体)的几何形状及其空间位置的科学。从数学原理可知,物体的几何形状及它的大小可由该物体的一些特征点的位置,如它们在空间直角坐标系中的坐标 x, y, z 值来求得。因此,测量工作的一个基本任务是求得点在规定坐标系中的坐标值。

二、土木工程测量的任务

土木工程测量运用测量学的基本原理和方法为各类建筑工程服务。工程建设一般分为勘测设计、施工建设和运营管理三个阶段,在这三个阶段中测量工作的主要任务如下。

(一) 测绘地形图

依照规定的符号和比例尺,把工程建设区域内的地貌和各种物体的几何形状及其空间位置绘成地形图,并把建筑工程所需的数据用数字表示出来,为规划设计提供图纸和资料。

(二) 建筑物的施工测量

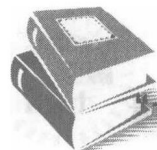
将拟建建筑物的位置和大小按设计图纸的要求在现场标定出来,作为施工的依据;按施工要求开展各种测量工作;进行竣工测量,为工程验收、日后扩建和维修管理提供依据和资料。

(三) 建筑物的变形观测

对于一些重要建(构)筑物,在施工和运营期间定期进行变形观测,以了解建(构)筑物的变形规律,监视其安全施工和运营情况,并为建筑结构和地基基础科学研究提供资料。

三、土木工程测量的内容

土木工程测量工作可分为两类:一类是测定点的坐标,如测绘地形图、竣工测量、建筑物变形观测,这类工作称为测定;另一类是将图纸上坐标已知的点在实地上标定出来,如施工放样,这类工作称为测设。



第二节 测量工作的基准面和基准线

一、地球的形状和大小

测量工作是在地球表面上进行的,所以必须了解地球的形状和大小。地球表面约 71% 的

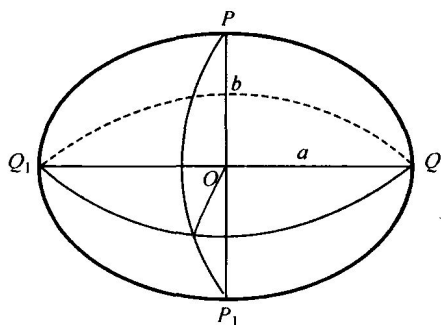


图 1—1 地球的形状

面积被海洋覆盖,虽有高山和深海,但这些高低起伏与地球半径相比是很微小的,可以忽略不计。所以人们设想有一个不受风浪和潮汐影响的静止海水面,向陆地和岛屿延伸形成一个封闭的形体,用这个形体代表地球的形状和大小,这个形体被称为大地体。长期测量实践表明,大地体近似于一个旋转的椭球体(图 1—1)。为了便于用数学模型来描述地球的形状和大小,测绘工作便取大小与大地体非常接近的旋转椭球体作为地球的参考形状和大小,因此旋转椭球体又称为参考椭球体,它的外表面又称为参考椭球面。我国目前采用的参考椭球体的参

数为:

长半径 $a = 6\,378\,140\text{m}$

短半径 $b = 6\,356\,755\text{m}$

扁率 $\alpha = (a - b) / a = 1/298.257$

由于参考椭球的扁率很小,所以在测量精度要求不高的情况下,可以把地球看作是圆球,其半径为 6 371 km。

二、铅垂线、水平面和水准面

(一) 铅垂线

铅垂线就是重力方向线,可用悬挂垂球的细线方向来表示(图 1—2),细线的延长线通过垂球 G 尖端。

(二) 水平面

与铅垂线正交的直线称为水平线,与铅垂线正交的平面称为水平面。

(三) 水准面和大地水准面

处处与重力方向垂直的连续曲线称为水准面。任何自由静止的水面都是水准面。水准面因其高度不同而有无数个,其中与不受风浪和潮汐影响的静止海水面相吻合的水准面称为大地水准面(图 1—3)。大地水准面只有一个。由于地球内部质量分布不均匀,所以地面上各点的铅垂线方向随之产生不规则变化,致使大地水准面成为有微小起伏的不规则的曲面。

确定地面点的位置需要有一个坐标系,测量工作的坐标系通常是建立



图 1—2 铅垂线