

全国应用型高等院校

土建类“十一五”规划教材

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

# 建筑工程测量

主 编 薛新强 李洪军  
副主编 张国玉 刘玉芸  
李艳华 邓智勇



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

全国应用型高等院校 土建类“十一五”规划教材

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

# 建筑工程测量

主 编 薛新强 李洪军  
副主编 张国玉 刘玉芸  
李艳华 邓智勇



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书属“全国应用型高等院校土建类‘十一五’规划教材”之一，依据我国现行的规程规范，综合院校学生实际能力和就业特点，根据教学大纲及培养技术应用型人才的总目标来编写。本教材充分总结教学与实践经验，对基本理论的讲授以应用为目的，教学内容以必需、够用为度，突出实训、实例教学，紧跟时代和行业发展步伐，力求体现高职高专、应用型本科教育注重职业能力培养的特点。

本书共分三篇 14 章，主要介绍了测量的基本知识、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、控制测量、测量误差基本知识、大比例尺地形图的基本知识与测绘技术、地形图应用、施工测量基本测设、建筑施工测量、曲线建筑物施工测量、管道工程测量和 GPS 全球定位系统、全站仪等内容。

本书主要适用于高等职业技术学院、高等专科学校、应用型本科院校、职工大学、成人教育学院大专层次建筑工程技术、城乡规划、市政工程、给水排水和供热与通风等专业的教材，也可作为广大工程技术人员的参考书，还可供专科层次的相关专业自学、岗位培训作教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程测量/薛新强, 李洪军主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2008

全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-5084-5577-8

I. 建… II. ①薛…②李… III. 建筑测量—高等学校—教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 094195 号

书 名	全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材 <b>建筑工程测量</b>
作 者	主 编 薛新强 李洪军 副主编 张国玉 刘玉芸 李艳华 邓智勇
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 12.75 印张 302 千字
版 次	2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	<b>26.00 元</b>

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 编写委员会

主任委员：郭维俊 王皖临 李洪军  
副主任委员：王丽玫 王明道 郭大州 薛新强 张新华 杜俊芳  
委员：（按拼音先后排序）  
安昶 白香鸽 曹雪梅 常积玉 陈志华 邓智勇  
丁纯刚 丁小艳 范建洲 樊松丽 归晓慧 韩庆  
贺云 侯捷 计荣利 江传君 李广辉 李松岭  
李艳华 李险峰 李学田 李泽 刘琦 刘勇  
刘永坤 刘玉芸 刘云 雒六元 罗秋滚 马光鸿  
马守才 暮雪华 彭颖 皮凤梅 钱军 覃爱萍  
盛培基 汪辉 王丽英 王玲 汪洋 王一举  
魏大平 吴春光 邬琦姝 姚艳红 杨锦辉 杨文选  
杨晓军 杨晓宁 杨志刚 许崇华 徐凤纯 张国玉  
张国珍 张海燕 张军 张明朗 张彦鸽 张志鹏  
赵冬梅 赵书远 赵珍玲 周巍 庄森 邹露萍

本册主编：薛新强 李洪军

本册副主编：张国玉 刘玉芸 李艳华 邓智勇

本册参编：吴玉秀 刘春燕

# 序

随着我国建设行业的快速发展，建筑行业对专业人才的需求也呈现出多层面的变化，从而对院校人才培养提出了更细致、更实效的要求。我国因此大力发展职业技术教育，大量培养高素质的技能型、应用型人才，教育部也就此提出了实施要求和教改方案。快速发展起来的高等职业教育和应用型本科教育是直接为地方或行业经济发展服务的，是我国高等教育的重要组成部分，应该以就业为导向，培养目标应突出职业性、行业性的特点，从而为社会输送生产、建设、管理、服务第一线需要的专门人才。

在上述背景下，作为院校三大基本建设之一的高等职业及应用型本科教育的教材改革和建设必须予以足够的重视。目前，技术型、应用型教育的办学主体多种多样，各种办学主体对培养目标也各有理解，使用的教材也复杂多样，但总体来讲，相关教材建设还处于探索阶段。

有鉴于此，中国水利水电出版社于2007年组织了全国几十所院校共同研讨土建类高职高专、应用型本科教学的现状、特点和发展，启动了《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的编写和出版工作。

本套教材从培养技术应用型人才的总目标出发予以编写，具有以下特点：

(1) 教材结合当前院校生源和就业特点、以培养“有大学文化水平的能工巧匠”为教学目标来编写。

(2) 教材编写者均经过院校推荐、编委会资格审定筛选而来，均为院校一线骨干教师，具有丰富的教学和实践经验。

(3) 教材结合新知识、新技术、新工艺、新材料、新法规、新案例，对基本理论的讲授以应用为目的，教学内容以“必需、够用”为度；在教材的编写中加强实践性教学环节，融入足够的实训内容，保证对学生实践能力的培养。

(4) 教材编写力求周期短、更新快，并建立新法规、新案例等新内容的网上及时更新地址，从而紧跟时代和行业发展步伐，体现高等技术应用性人才的培养要求。

本套教材图文并茂、深入浅出、简繁得当，可作为高职高专院校、应用型本科院校土建类建筑工程、工程造价、建设监理等专业教材使用，其中小

部分教材根据其内容特点明确了适用的细分专业；该套教材亦可为工程技术人员参考借鉴，也可作为成人、函授、网络教育、自学考试等参考用书使用。

《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的出版是对高职高专、应用型本科教材建设的一次有益探索，限于编者的水平和经验，书中难免有不妥之处，恳请广大读者和同行专家批评指正。

**编委会**

2008年5月

# 前 言

本书为全国应用型高等院校“十一五”规划教材之一，是根据高职高专建筑工程技术专业教学大纲的要求，经过十几年来的教学实践，广泛征求有关测绘和各行业部门的意见，并根据收集到的资料和一些生产单位的实践经验，对原试用教材的内容和结构体系作了较大的调整。在编写中，我们按照着重突出技能培养的宗旨，重新列出编写的纲目，广泛征询意见和建议，经反复修改补充后拟定出全书具体的章节结构，然后着手分工编写；对编写出的初稿再经过汇总审阅和修整后，终送出版社付梓面世。

本教材具有较强的实用性和通用性，突出以能力为本位的指导思想，体现高等职业教育的特点，突出应用，注重实践。本教材遵循教学认知规律，针对高职高专学生就业去向，内容和语言凸显实践实用性，紧密结合工程实际，尽量减少枯燥的理论陈述。教材内容新颖，结构合理，密切结合了施工现场测量工作的实际情况，方便学生根据教材内容对仪器进行操作，也是教师指导测量实训、考核学生动手能力的适用教材。

书中全面系统地讲述了测量学的基础理论和基本知识，常用测量仪器的构造和使用方法，角度、距离和高差的测量方法，地形图的测绘和使用方法，以及一般建筑物、构筑物的施工测量方法，并适当地介绍了一部分测绘新仪器、新技术的应用方法。本书在对建筑工程测量内容的取舍与难易程度的把握时，以必需、够用为度。在讲解测量仪器的构造与各种测量方法的过程中，基本做到了图文并茂，直观形象。在阐述测量学理论时，力求深入浅出，通俗易懂。全书的文字叙述简洁，语言精练。

本教材共分三篇 14 章，第 1 章绪论（编写人：邓智勇）；第 2 章水准测量（编写人：李洪军）；第 3 章角度测量（编写人：李艳华）；第 4 章距离测量与直线定向（编写人：张国玉）；第 5 章控制测量（编写人：刘春燕、李艳华）；第 6 章测量误差基本知识（编写人：邓智勇）；第 7 章大比例尺地形图的基本知识与测绘技术（编写人：刘玉芸）；第 8 章地形图应用（编写人：李艳华）；第 9 章施工测量基本测设（编写人：李洪军）；第 10 章建筑施工测量（编写人：薛新强、李艳华）；第 11 章曲线建筑物施工测量（编写人：刘玉芸）；第 12 章管道工程测量（编写人：张国玉）；第 13 章 GPS 全球定位系统（编写

人：薛新强)；第 14 章全站仪 (编写人：吴玉秀)。

李慧副教授在审稿中提出了许多宝贵的意见。在编写中，我们参考了列于书后的诸多专家的著述，并得到了许多生产单位和测绘部门的有力支持和帮助。在此，我们一并谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者的实践经验和理论水平有限，书中不妥之处乃至疏误在所难免，恳请广大读者和测量工程技术人员不吝批评指正。

**编者**

2008 年 6 月



# 目 录

序  
前言

## 第一篇 测量技术基础

第1章 绪论	3
1.1 建筑工程测量的任务	3
1.2 地面点位的确定	4
1.3 建筑工程测量工作概述	10
本章小结	11
复习思考题	11
第2章 水准测量	13
2.1 水准测量的基本原理	13
2.2 水准测量的仪器和工具	14
2.3 DS <sub>3</sub> 型水准仪的使用	18
2.4 水准测量的实测与记录	19
2.5 水准测量的内业计算	23
2.6 水准测量的误差与注意事项	24
2.7 水准仪的检验与校正	25
本章小结	26
复习思考题	27
第3章 角度测量	30
3.1 水平角观测的基本原理	30
3.2 经纬仪的类型及使用	30
3.3 水平角的观测方法	37
3.4 竖直角观测的方法	40
3.5 水平角的观测误差及其减弱措施	44
3.6 经纬仪的检验与校正	47
本章小结	50
复习思考题	51

<b>第4章 距离测量与直线定向</b> .....	53
4.1 直线定线 .....	53
4.2 钢尺量距的一般方法 .....	54
4.3 钢尺量距的精密方法 .....	57
4.4 光电测距仪简介 .....	59
4.5 直线的定向 .....	61
4.6 罗盘仪及其使用 .....	62
本章小结 .....	62
复习思考题 .....	63
<b>第5章 控制测量</b> .....	64
5.1 控制测量概述 .....	64
5.2 导线测量外业 .....	66
5.3 导线测量内业 .....	68
5.4 高程控制测量 .....	70
本章小结 .....	73
复习思考题 .....	73
<b>第6章 测量误差基本知识</b> .....	74
6.1 测量误差概述 .....	74
6.2 测量误差的分类及特征 .....	75
6.3 评定测量精度的指标 .....	76
6.4 测量误差传播定律 .....	77
本章小结 .....	80
复习思考题 .....	80
<b>第7章 大比例尺地形图的基本知识与测绘技术</b> .....	81
7.1 概述 .....	81
7.2 地形图的图名、图号和图廓 .....	85
7.3 地物符号和地貌符号 .....	86
7.4 碎部测量前的准备工作 .....	90
7.5 碎部测量 .....	91
本章小结 .....	96
复习思考题 .....	97
<b>第8章 地形图应用</b> .....	98
8.1 地形图应用的基本内容 .....	98
8.2 地形图在工程规划设计中的应用 .....	100
本章小结 .....	107
复习思考题 .....	108

## 第二篇 建筑施工测量技术

<b>第9章 施工测量基本测设</b> .....	111
9.1 水平距离、水平角和高程的测量 .....	111
9.2 平面点位的测量 .....	114
9.3 已知水平线及已知坡度线的测设 .....	116
本章小结.....	118
复习思考题.....	118
<b>第10章 建筑施工测量</b> .....	120
10.1 施工测量概述.....	120
10.2 建筑施工控制测量.....	121
10.3 民用建筑施工测量.....	122
10.4 工业建筑施工测量.....	126
10.5 高层建筑施工测量.....	129
10.6 激光定位技术在施工测量中的应用.....	132
10.7 建筑物变形观测.....	133
10.8 工程竣工总平面图的编绘.....	135
本章小结.....	136
复习思考题.....	137
<b>第11章 曲线建筑物施工测量</b> .....	138
11.1 弧形建筑物的施工测量.....	138
11.2 缓和曲线建筑物的施工测量.....	141
本章小结.....	144
复习思考题.....	145
<b>第12章 管道工程测量</b> .....	146
12.1 中线测量.....	148
12.2 纵横断面测量.....	150
12.3 管道施工测量.....	154
12.4 管道竣工测量.....	158
本章小结.....	159
复习思考题.....	159

## 第三篇 建筑工程测量新技术应用

<b>第13章 GPS 全球定位系统</b> .....	163
13.1 概述.....	163

13.2	GPS 测量的实施 .....	171
13.3	GPS 施工测控技术的应用 .....	180
	本章小结 .....	182
	复习思考题 .....	182
<b>第 14 章</b>	<b>全站仪 .....</b>	<b>183</b>
14.1	全站仪概述 .....	183
14.2	全站仪测量 .....	185
14.3	全站仪使用时注意事项与维护 .....	189
	本章小结 .....	191
	复习思考题 .....	191
	参考文献 .....	192

第一篇

测量技术基础



# 第 1 章 绪 论

## 本章要点

主要介绍测量学基本概念、分类、地面点位确定、测量基本工作。通过本章的学习主要掌握工程测量的概念、基本任务，地面点位置的确定方法和测量工作的基本要素、程序。

## 1.1 建筑工程测量的任务

### 1.1.1 测量学的概念及分类

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地面点位的科学，它的内容包括测定（测绘）和测设两部分。测定（测绘）是指使用测量仪器和工具，通过测量和计算得到一系列测量数据，把地球表面的地物和地貌缩绘成地形图。测设是指将设计图纸上规划设计好的建筑物、构筑物位置，在地面上标定出来，作为施工的依据。

测量学按照研究对象、性质及采用技术的不同，又分为：

（1）大地测量学。大地测量学是研究和确定地球形状、大小、重力场、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学科。近年来随着空间技术的发展，大地测量正在向空间大地测量和卫星大地测量方向发展。其基本任务是建立国家大地控制网，测定地球的形状、大小和重力场，为地形测图和各种工程测量提供基础计算数据；为空间科学、军事科学及研究地壳变形、地震预报等提供重要资料。按照测量手段的不同，大地测量学又分为常规大地测量学、卫星大地测量学及物理大地测量学等。

（2）普通测量学。普通测量学是研究地球表面局部区域内测绘工作的基本理论、仪器和方法的学科，是测绘学的一个基础部分。局部区域指在该区域内进行测量、计算和制图时，可以不顾及地球的曲率，把这个区域的地面简单地当作平面处理，而不致影响测图的精度。

（3）摄影测量与遥感学。摄影测量与遥感学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。其基本任务是通过拍摄影像片或遥感图像进行处理、量测、解译，以测定物体的形状、大小和位置进而制作成图。根据获得影像的方式及遥感距离的不同，本学科又分为地面摄影测量学、航空摄影测量学和航天遥感测量等。

（4）地图制图学。地图制图学是研究模拟和数字地图的基础理论、设计、编绘、复制的技术、方法以及应用的学科。它的基本任务是利用各种测量成果编制各类地图，其内容

一般包括地图投影、地图编制、地图整饰和地图制印等分支。

(5) 工程测量学。工程测量学是研究在工程建设的设计、施工和管理各阶段中进行测量工作的理论、方法和技术。工程测量是测绘科学与技术国民经济和国防建设中的直接应用，是综合性的应用测绘科学与技术。

### 1.1.2 建筑工程测量的任务

建筑工程测量是工程测量学的一个组成部分。它是研究建筑工程在勘测设计、施工和运营管理阶段所进行的各种测量工作的理论、技术和方法的学科。它的主要任务是：

(1) 测绘大比例尺地形图。把工程建设区域内的各种地面物体的位置和形状，以及地面的起伏形状，依照规定的符号和比例尺绘成地形图，为工程建设的规划设计提供必要的图纸和资料。

(2) 施工放样和竣工测量。把图纸上已设计好的建（构）筑物，按设计要求在现场标定出来，作为施工的依据；配合建筑施工，进行各种测量工作，以保证施工质量；开展竣工测量，为工程验收、日后扩建和维修管理提供资料。

(3) 建筑物的变形观测。对于一些重要的建（构）筑物，在施工和运营期间，为了确保安全，了解建（构）筑物变形规律，应定期对建（构）筑物进行变形观测。

由此可见，测量工作贯穿于工程建设的整个过程，测量工作的质量直接关系到工程建设的速度和质量。所以，每一位从事工程建设的人员，都必须掌握必要的测量知识和技能。

## 1.2 地面点位的确定

### 1.2.1 地球的形状和大小

建筑测量工作是在地球表面上进行的，其基本任务是地面点位置的确定。点是地球表面上的形成地物和地貌最基本的单元，合理的选择一些地面点，对其进行测量，就能把地物和地貌准确地表现出来，因此测量工作中最基本的工作就是地面点位的确定。

为了确定地面点位，就需要相应的基准面和基准线作为依据，测量工作是在地球表面进行的，那测量工作的基准面和基准线就和地球的形状和大小有关。

地球的自然表面是很不规则的，其上有高山、深谷、丘陵、平原、江湖、海洋等，最高的珠穆朗玛峰高出海平面 8844m，最深的太平洋马里亚纳海沟低于海平面 11022m，其相对高差不足 20km，与地球的平均半径 6371km 相比，是微不足道的，就整个地球表面而言，陆地面积仅占 29%，而海洋面积占了 71%。因此，我们可以设想地球的整体形状是被海水所包围的球体，即设想将静止的海水向整个陆地延伸，用所形成的封闭曲面来代替地球表面，如图 1-1 所示，此封闭曲面称为大地水准面。由大地水准面所包围的形体称为大地体，通常用大地体来代表地球的真实形状和大小。研究地球形状和大小，就是研究大地水准面的形状和大地体的大小。

水准面的特性是处处与铅垂线相垂直。水准面和铅垂线就是实际测量工作所依据的面和线。

由于地球内部质量分布不均匀，致使地面上各点的铅垂线方向产生不规则变化，所



以，大地水准面是一个不规则的无法用数学式表述的曲面，在这样的面上是无法进行测量数据的计算及处理的。因此人们进一步设想，用一个与大地体非常接近的又能用数学式表述的规则球体即旋转椭球体来代表地球的形状，如图 1-2 所示，它是由椭圆 NESW 绕短轴 NS 旋转而成的。旋转椭球体的形状和大小由椭球基本元素确定，即椭圆的长半轴  $a$ ，短半轴  $b$  及扁率  $\alpha$ ，其关系式为：

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

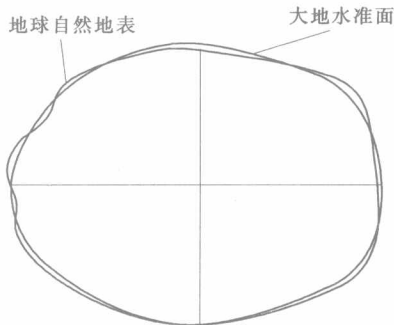


图 1-1 地球自然表面

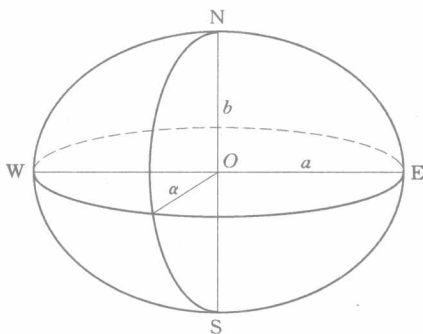


图 1-2 旋转椭球体

某一国家或地区为处理测量成果而采用与大地体的形状大小最接近，又适合本国或本地区要求的旋转椭球，这样的椭球体称为参考椭球体。确定参考椭球体与大地体之间的相对位置关系，称为椭球体定位。参考椭球体面只具有几何意义而无物理意义，它是严格意义上的测量计算基准面。

我国的 1954 年北京坐标系采用的是克拉索夫斯基椭球，1980 国家大地坐标系采用的是 1975 国际椭球，而全球定位系统 (GPS) 采用的是 WGS-84 椭球。我国目前采用的地球椭球体的参数值为：

$$a = 6378140\text{m}, b = 6356755\text{m}, \alpha = 1 : 298.257$$

由于参考椭球的扁率很小，在小区域的普通测量中可将地（椭）球看作圆球，其半径  $R = (a + a + b) / 3 = 6371\text{km}$ 。当测区范围更小时还可以把地球看作是平面，使计算工作更为简单。

(1) 水准面和水平面。人们设想以一个静止不动的海水面延伸穿越陆地，形成一个闭合的曲面包围了整个地球，这个闭合曲面称为水准面。水准面的特点是水准面上任意一点的铅垂线都垂直于该点的曲面。与水准面相切的平面，称为水平面。

(2) 大地水准面。水准面有无数个，其中与平均海水面相吻合的水准面称为大地水准面，它是测量工作的基准面。由大地水准面所包围的形体，称为大地体。

(3) 铅垂线。重力的方向线称为铅垂线，它是测量工作的基准线。在测量工作中，取得铅垂线的方法如图 1-3 所示。

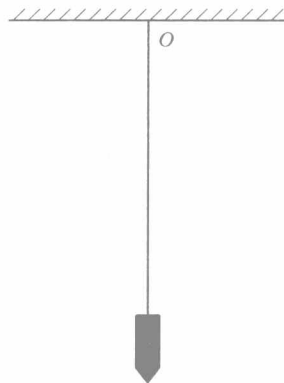


图 1-3 铅垂线