



新世纪高职高专实用规划教材

● 建筑系列

建筑工程测量

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

李井永 主 编

袁影辉 朱莉宏 刘有根 副主编



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材 建筑系列

建筑工程测量

李井永 主 编

袁影辉 朱莉宏 刘有根 副主编

清华大学出版社
地址：北京清华大学学研大厦A座
邮编：100084
电话：(010)62770175
客户服务热线：(010)62786544

清华大学出版社
地址：北京清华大学学研大厦A座
邮编：100084
电话：(010)62770175
客户服务热线：(010)62786544

ISBN 7-302-10497-2
定价：28.00元
印 数：10000
号 字：183千字
次 开：2005年3月第1版 2005年3月第1次印刷
行 香：北京清华大学出版社
社 香：北京清华大学出版社
印 香：北京清华大学出版社
中 香：北京清华大学出版社
编 香：北京清华大学出版社
人 香：北京清华大学出版社
王 香：北京清华大学出版社
转 香：北京清华大学出版社
面 香：北京清华大学出版社
封 香：北京清华大学出版社
文 香：北京清华大学出版社
编 香：北京清华大学出版社
审 香：北京清华大学出版社
校 香：北京清华大学出版社
对 香：北京清华大学出版社
校 香：北京清华大学出版社
总 香：北京清华大学出版社
社 香：北京清华大学出版社
址 香：北京清华大学出版社
网 香：www.tup.com.cn
电 香：(010)62770175

清华大学出版社

北 京

清华大学出版社 地址：北京清华大学学研大厦A座 邮编：100084 电话：(010)62770175 客户服务热线：(010)62786544

内 容 简 介

本书是依据高职高专院校建筑工程类专业建筑工程测量课程的教学要求编写的。内容包括绪论、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、测量误差的基本知识、小地区控制测量、地形图测绘与应用、施工测量的基本工作、建筑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、曲线型建筑物的施工放样、管道工程测量、建筑物变形观测与竣工测量、新型测量仪器及其使用方法简介,共15章。

教材编写中尽量体现“新”字和“精”字。在内容组织上以必需、实用和够用为原则,简化理论推导,注重实用性。

本书可作为建筑工程类专业高职高专教材,也可作为相关专业普通专科、电大、职大、函大、自学培训用教学用书,还可作为建筑设计和工程技术人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/李井永主编,袁影辉,朱莉宏,刘有根副主编. —北京:清华大学出版社,2005.3
(新世纪高职高专实用规划教材 建筑系列)

ISBN 7-302-10497-2

I.建… II.①李… ②袁… ③朱… ④刘… 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(2005)第011987号

出版者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

地址:北京清华大学学研大厦

邮编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:彭欣

文稿编辑:桑任松

封面设计:陈刘源

排版人员:养玉

印刷者:北京市通州大中印刷厂

装订者:北京市密云县京文制本装订厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:185×260 印张:16 字数:367千字

版次:2005年3月第1版 2005年3月第1次印刷

书号:ISBN 7-302-10497-2/TU·253

印数:1~5000

定 价:23.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103或(010)62795704

《新世纪高职高专实用规划教材》序

编写目的

目前,随着教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,进入到一个新的历史阶段。学校规模之大,数量之众,专业设置之广,办学条件之好和招生人数之多,都大大超过了历史上任何一个时期。然而,作为高职院校核心建设项目之一的教材建设,却远远滞后于高等职业教育发展的步伐,以至于许多高职院校的学生缺乏适用的教材,这势必影响高职院校的教育质量,也不利于高职教育的进一步发展。

目前,高职教材建设面临着新的契机和挑战:

(1) 高等职业教育发展迅猛,相应教材在编写、出版等环节需要在保证质量的前提下加快步伐,跟上节奏。

(2) 新型人才的需求,对教材提出了更高的要求,即教材要充分体现科学性、先进性和实用性。

(3) 高职高专教育自身的特点是强调学生的实践能力和动手能力,教材的取材和内容设置必须满足不断发展的教学需求,突出理论和实践的紧密结合。

有鉴于此,清华大学出版社在相关主管部门的大力支持下,组织部分高等职业技术学院的优秀教师以及相关行业的工程师,推出了一系列切合当前教育改革需要的高质量的面向就业的职业技术实用型教材。

系列教材

本系列教材主要涵盖以下领域:

- 计算机基础及其应用
- 计算机网络
- 计算机图形图像处理与多媒体
- 电子商务
- 计算机编程
- 电子电工
- 机械
- 数控技术及模具设计
- 土木建筑
- 经济与管理
- 金融与保险

另外,系列教材还包括大学英语、大学语文、高等数学、大学物理、大学生心理健康等基础教材。所有教材都有相关的配套用书,如实训教材、辅导教材、习题集等。

教材特点

为了完善高等职业技术教育的教材体系,全面提高学生的动手能力、实践能力和职业技术素质,特意聘请有实践经验的高级工程师参与系列教材的编写,采用了一线工程技术人员与在校教师联合编写的模式,使课堂教学与实际操作紧密结合。本系列丛书的特点如下:

- (1) 打破以往教科书的编写套路,在兼顾基础知识的同时,强调实用性和可操作性。
- (2) 突出概念和应用,相关课程配有上机指导及习题,帮助读者对所学内容进行总结和提高。
- (3) 设计了“注意”、“提示”、“技巧”等带有醒目标记的特色段落,使读者更容易得到有益的提示与应用技巧。
- (4) 增加了全新的、实用的内容和知识点,并采取由浅入深、循序渐进、层次清楚、步骤详尽的写作方式,突出实践技能和动手能力。

读者定位

本系列教材针对职业教育,主要面向高职高专院校,同时也适用于同等学历的职业教育和继续教育。本丛书以三年制高职为主,同时也适用于两年制高职。

本系列教材的编写和出版是高职教育办学体制和运作机制改革的产物,在后期的推广使用过程中将紧紧跟随职业技术教育发展的步伐,不断吸取新型办学模式、课程改革的思路和方法,为促进职业培训和继续教育的社会需求奉献我们的力量。

我们希望,通过本系列教材的编写和推广应用,不仅有利于提高职业技术教育的整体水平,而且有助于加快改进职业技术教育的办学模式、课程体系和教学培训方法,形成具有特色的职业技术教育的新体系。

王申午 教材编委会

新世纪高职高专实用规划教材

建筑系列编委会

主任 吴文虎

副主任 王作兴

委员 (排名不分先后)

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 孙巨凤 | 张毅 | 张凤玲 | 刘尊明 | 张林 |
| 刘福智 | 刘学贤 | 齐飞 | 刘福元 | 王亚飞 |
| 潘立常 | 赵清江 | 牟培超 | 王兴强 | 苑芳友 |
| 尹茜 | 步文萍 | 王恒 | 李井永 | 袁影辉 |
| 朱莉宏 | 燕毅峰 | 丁锐 | 徐菁 | 曹永先 |
| 桑佃军 | 牟明 | 杨月英 | 张加 | 王鹏 |
| 许强 | 董桂花 | 王鲁娟 | 张焕生 | 高绍远 |
| 陆家才 | 刘永哲 | 高一飞 | 孙一红 | 魏秦 |
| 张朝春 | 刘淑静 | 郑少瑛 | 张国崑 | 邓怀东 |
| 王翠琳 | 阎培明 | 王戎 | 刘吉贵 | 刘有根 |

前 言

我国传统的高等教育，一直以培养高精尖研究型人才为目标，近年来，我国经济高速发展，各行各业都急需应用型技术人才，传统的高等教育已不能满足经济快速发展的需要。因此，近年来国家大力扶持高职高专和各种层次的职业教育。现在，我国的职业教育已初具规模，但不管是哪种类型的职业教育，由于是新生事物，加上传统教学方式的影响，教材建设已严重滞后。在工程建设中，工程测量是保证建筑工程施工和工程质量的关键环节。为了满足培养建筑工程类专业高级实用型人才对建筑工程测量知识的需要，清华大学出版社和所有编者经过精心策划，仔细调研，以编者多年的工程测量教学和施工一线的实践经验为基础，对建筑工程测量知识进行重新组织，参照各种相关规范编写了这本建筑工程测量教材。

本书在编写过程中参考了工程测量的新标准和新规范，知识面宽，具有较强的教学适用性和较宽的专业适应面。内容组织以必需、实用和够用为原则，一方面注重建筑工程测量学的系统性，另一方面又突出建筑工程测量的实践性。例如，对地形图测绘及应用部分进行简化，而对施工测量方面的知识进行了细化，突出可操作性，力求体现职业教育的特点。本书知识讲解深入浅出，淡化理论推导，注重实用性。每章前均有“本章学习目标”，每章后均有“本章小结”，并附有“练习与作业”，这既突出了知识点，又便于教师教学和学生自学，也有利于自学。

本书由沈阳建筑大学职业技术学院李井永任主编，河北工业职业技术学院袁影辉和沈阳建筑大学职业技术学院朱莉宏、刘有根任副主编，连云港职业技术学院燕毅峰、内蒙古建筑职业技术学院丁锐和沈阳建筑大学职业技术学院王芳参加编写。具体分工为：李井永编写第1章、第4章、第7章，并与刘有根负责统稿、书稿的初审及版面的初步规划等工作；袁影辉编写第10章、第11章、第12章和第13章；朱莉宏编写第3章、第5章和第6章；燕毅峰编写第2章、第8章和第9章；丁锐编写第14章和第15章；王芳负责图稿的统稿和编辑工作。

本书编者都是多年从事测量教学并在施工一线实践的双师型教师，本书经过清华大学出版社和各位编者精心策划，准确定位，严格参照各种相关规范，注重实践性，在知识讲解上力争做到深入浅出，满足施工一线需要。书中编入了很多建筑工程测量新知识，具有较强的教学适用性和较宽的专业适应面。

在本书编写的过程中，得到了所在院校和清华大学出版社的鼓励和支持，全体编者在此表示深切的谢意。编写过程中参阅了其他一些院校编写的教材，在参考文献中一并列出。

由于编者水平有限，时间仓促，书中缺点和错误在所难免，敬请同行和读者批评指正。

编 者

目 录

| | | | |
|-----------------------------------|----|-------------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 | 1 | 2.4 水准测量成果计算 | 28 |
| 1.1 建筑工程测量的任务..... | 1 | 2.4.1 水准测量的精度要求..... | 28 |
| 1.1.1 测量学的概念和内容..... | 1 | 2.4.2 闭合水准路线成果计算..... | 28 |
| 1.1.2 建筑工程测量学的任务..... | 1 | 2.4.3 附和水准路线成果计算..... | 31 |
| 1.2 地面点位的确定..... | 2 | 2.4.4 支水准路线成果计算..... | 33 |
| 1.2.1 点位..... | 2 | 2.5 微倾式水准仪的检验与校正 | 34 |
| 1.2.2 测量的基准面和基准线..... | 2 | 2.5.1 水准仪的轴线及其应 | |
| 1.2.3 确定地面点位的方法..... | 3 | 满足的条件..... | 34 |
| 1.3 用水平面代替水准面的限度..... | 4 | 2.5.2 水准仪的检验与校正方法..... | 35 |
| 1.3.1 对水平距离的影响..... | 4 | 2.6 本章小结 | 37 |
| 1.3.2 对高程的影响..... | 5 | 2.7 练习与作业 | 39 |
| 1.3.3 对水平角的影响..... | 5 | 第 3 章 角度测量 | 41 |
| 1.4 测量工作概述..... | 6 | 3.1 角度测量原理..... | 41 |
| 1.4.1 测量的三项基本工作..... | 6 | 3.1.1 水平角测量原理..... | 41 |
| 1.4.2 测量工作的基本原则..... | 6 | 3.1.2 竖直角测量原理..... | 42 |
| 1.5 本章小结..... | 7 | 3.2 光学经纬仪的构造及读数..... | 42 |
| 1.6 练习与作业..... | 8 | 3.2.1 光学经纬仪的构造..... | 42 |
| 第 2 章 水准测量 | 9 | 3.2.2 光学经纬仪的读数方法..... | 45 |
| 2.1 水准测量的原理..... | 9 | 3.3 经纬仪的使用方法..... | 47 |
| 2.1.1 高差法..... | 9 | 3.3.1 安置仪器..... | 47 |
| 2.1.2 仪器高法(视线高法)..... | 10 | 3.3.2 瞄准目标及读数..... | 48 |
| 2.2 水准仪的构造及其使用..... | 11 | 3.4 水平角观测..... | 49 |
| 2.2.1 DS ₃ 型微倾水准仪..... | 11 | 3.4.1 测回法..... | 49 |
| 2.2.2 水准尺和尺垫..... | 14 | 3.4.2 方向观测法..... | 51 |
| 2.2.3 水准仪的使用..... | 15 | 3.5 竖直角观测..... | 52 |
| 2.2.4 自动安平水准仪..... | 17 | 3.5.1 竖直角盘构造..... | 52 |
| 2.3 水准测量方法..... | 19 | 3.5.2 竖直角计算公式..... | 53 |
| 2.3.1 水准点和水准路线..... | 19 | 3.5.3 竖直角观测方法..... | 54 |
| 2.3.2 水准测量方法和记录..... | 21 | 3.6 经纬仪的检验..... | 55 |
| 2.3.3 水准测量的检核..... | 24 | 3.6.1 经纬仪应满足的几何条件..... | 55 |
| 2.3.4 水准测量的误差 | | 3.6.2 照准部水准管轴垂直于 | |
| 和注意事项..... | 25 | 竖轴的检验..... | 56 |

| | | | | | |
|------------|------------------------|-----------|------------|-------------------------|------------|
| 3.6.3 | 十字丝竖丝垂直于横轴的检验 | 57 | 5.2.2 | 容许误差 | 86 |
| 3.6.4 | 望远镜视准轴垂直于横轴的检验 | 57 | 5.2.3 | 相对误差 | 86 |
| 3.6.5 | 竖盘指标差的检验 | 58 | 5.3 | 等精度观测平差 | 87 |
| 3.7 | 角度测量误差 | 58 | 5.3.1 | 算术平均值 | 87 |
| 3.7.1 | 安置仪器的误差 | 58 | 5.3.2 | 观测值的改正数 | 87 |
| 3.7.2 | 目标偏心误差 | 59 | 5.3.3 | 按观测值的改正数计算中误差 | 88 |
| 3.8 | 本章小结 | 60 | 5.4 | 本章小结 | 90 |
| 3.9 | 练习与作业 | 60 | 5.5 | 练习与作业 | 90 |
| 第4章 | 距离测量与直线定向 | 62 | 第6章 | 小地区控制测量 | 91 |
| 4.1 | 钢尺量距 | 62 | 6.1 | 控制测量概述 | 91 |
| 4.1.1 | 钢尺量距的工具 | 62 | 6.1.1 | 平面控制测量 | 91 |
| 4.1.2 | 钢尺量距的一般方法 | 63 | 6.1.2 | 高程控制测量 | 92 |
| 4.1.3 | 钢尺尺长方程式的确定 | 66 | 6.2 | 导线测量 | 92 |
| 4.1.4 | 钢尺量距的精密方法 | 67 | 6.2.1 | 导线的布设形式与等级 | 92 |
| 4.1.5 | 钢尺量距的误差及注意事项 | 70 | 6.2.2 | 导线测量的外业工作 | 93 |
| 4.2 | 光电测距仪量距 | 70 | 6.2.3 | 导线测量的内业计算 | 95 |
| 4.2.1 | 光电测距的基本原理 | 71 | 6.3 | 高程控制测量 | 101 |
| 4.2.2 | 光电测距仪及其使用方法 | 72 | 6.3.1 | 三、四等水准测量 | 102 |
| 4.2.3 | 测距仪使用注意事项 | 74 | 6.3.2 | 图根水准测量 | 103 |
| 4.3 | 直线定向 | 75 | 6.3.3 | 三角高程测量 | 104 |
| 4.3.1 | 标准方向 | 75 | 6.4 | 本章小结 | 105 |
| 4.3.2 | 方位角和象限角及其关系 | 76 | 6.5 | 练习与作业 | 105 |
| 4.3.3 | 坐标方位角的推算 | 78 | 第7章 | 地形图测绘与应用 | 107 |
| 4.4 | 用罗盘仪测量磁方位角 | 78 | 7.1 | 地形图基本知识 | 107 |
| 4.4.1 | 罗盘仪的构造 | 78 | 7.1.1 | 地形图比例尺及比例尺精度 | 107 |
| 4.4.2 | 磁方位角的测量 | 79 | 7.1.2 | 地形图的图名、编号、图廓和接合图表 | 108 |
| 4.5 | 本章小结 | 79 | 7.1.3 | 地物符号 | 110 |
| 4.6 | 练习与作业 | 80 | 7.1.4 | 等高线基本知识 | 113 |
| 第5章 | 测量误差的基本知识 | 82 | 7.2 | 视距测量 | 118 |
| 5.1 | 测量误差概述 | 82 | 7.2.1 | 视距测量的基本原理 | 118 |
| 5.1.1 | 测量误差的来源 | 82 | 7.2.2 | 视距测量的施测方法 | 120 |
| 5.1.2 | 测量误差的分类 | 82 | 7.2.3 | 视距测量的注意事项 | 120 |
| 5.1.3 | 偶然误差的特性 | 83 | 7.3 | 用经纬仪测绘法测绘地形图 | 121 |
| 5.2 | 评定精度的标准 | 85 | 7.3.1 | 测图前的准备工作 | 121 |
| 5.2.1 | 中误差 | 85 | 7.3.2 | 经纬仪测绘法 | 122 |

| | | | |
|--------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| 7.3.3 地形图拼接、检查与整饰..... | 126 | 第 10 章 民用建筑施工测量 | 163 |
| 7.4 地形图应用的基本知识..... | 127 | 10.1 概述..... | 163 |
| 7.4.1 地形图的基本应用..... | 127 | 10.1.1 民用建筑施工测量的准备工作..... | 163 |
| 7.4.2 地形图在工程建设规划设计中的应用..... | 133 | 10.1.2 施工测量的主要内容及原则..... | 165 |
| 7.5 本章小结..... | 137 | 10.2 建筑物的定位和放线..... | 165 |
| 7.6 练习与作业..... | 139 | 10.2.1 建筑物的定位..... | 165 |
| 第 8 章 施工测量的基本工作 | 142 | 10.2.2 建筑物的放线..... | 166 |
| 8.1 施工测量概述..... | 142 | 10.3 建筑物基础施工测量..... | 167 |
| 8.1.1 施工测量的特点..... | 142 | 10.3.1 建筑物基槽开挖与抄平..... | 167 |
| 8.1.2 施工测量的原则..... | 143 | 10.3.2 在垫层上投测基础的中心线..... | 168 |
| 8.1.3 施工测量的精度..... | 143 | 10.3.3 基础墙体标高的控制..... | 168 |
| 8.2 测设的基本工作..... | 143 | 10.3.4 基础墙体顶面标高检查..... | 169 |
| 8.2.1 已知水平距离的测设..... | 144 | 10.4 建筑物墙体施工测量..... | 169 |
| 8.2.2 水平角的测设..... | 145 | 10.4.1 墙体的定位..... | 169 |
| 8.2.3 高程的测设..... | 146 | 10.4.2 墙体各部位高程的控制..... | 169 |
| 8.3 坡度线测设..... | 147 | 10.5 建筑物楼梯的施工测量..... | 170 |
| 8.3.1 水平视线法..... | 148 | 10.5.1 预制式楼梯安装放线..... | 170 |
| 8.3.2 倾斜视线法..... | 149 | 10.5.2 现浇式楼梯放线..... | 171 |
| 8.4 点的平面位置测设..... | 149 | 10.6 高层建筑施工测量..... | 171 |
| 8.4.1 直角坐标法..... | 150 | 10.6.1 高层建筑施工测量的特点..... | 171 |
| 8.4.2 极坐标法..... | 150 | 10.6.2 轴线的投测..... | 172 |
| 8.4.3 角度交会法..... | 151 | 10.6.3 高程传递..... | 173 |
| 8.4.4 距离交会法..... | 152 | 10.6.4 现浇柱的施工测量..... | 173 |
| 8.5 本章小结..... | 152 | 10.7 本章小结..... | 174 |
| 8.6 练习与作业..... | 154 | 10.8 练习与作业..... | 175 |
| 第 9 章 建筑施工现场的控制测量 | 155 | 第 11 章 工业建筑施工测量 | 176 |
| 9.1 施工控制网概述..... | 155 | 11.1 概述..... | 176 |
| 9.2 平面施工控制网..... | 156 | 11.1.1 工业建筑施工测量的准备工作..... | 176 |
| 9.2.1 建筑基线..... | 156 | 11.1.2 施工测量的主要内容及原则..... | 177 |
| 9.2.2 建筑方格网..... | 158 | 11.2 厂房控制网的测设..... | 177 |
| 9.2.3 施工坐标系与测量坐标系的坐标换算..... | 159 | 11.2.1 单一厂房控制网的测设..... | 177 |
| 9.3 高程施工控制网..... | 160 | | |
| 9.4 本章小结..... | 161 | | |
| 9.5 练习与作业..... | 161 | | |

| | | | | | |
|---------------------------|----------------|--------|------------------------------|-----------------|-----|
| 11.2.2 | 大型工业厂房控制网的测设 | 178 | 13.3.1 | 水准点的布设 | 202 |
| 11.3 | 厂房基础施工测量 | 179 | 13.3.2 | 纵断面水准测量 | 202 |
| 11.3.1 | 厂房柱列轴线的测设 | 179 | 13.3.3 | 纵断面图的绘制 | 204 |
| 11.3.2 | 杯形基础的施工测量 | 180 | 13.4 | 管道横断面测量 | 205 |
| 11.3.3 | 杯形基础的抄平放线 | 180 | 13.4.1 | 确定横断面方向 | 205 |
| 11.4 | 厂房构件安装测量 | 181 | 13.4.2 | 横断面测量 | 206 |
| 11.4.1 | 柱子的安装测量 | 181 | 13.4.3 | 横断面图的绘制 | 208 |
| 11.4.2 | 吊车梁的安装测量 | 182 | 13.5 | 管道施工测量 | 209 |
| 11.4.3 | 屋架的安装测量 | 183 | 13.5.1 | 地下管道施工测量 | 209 |
| 11.5 | 烟囱、水塔施工测量 | 184 | 13.5.2 | 架空管道施工测量 | 212 |
| 11.5.1 | 烟囱的定位测量 | 184 | 13.6 | 管道竣工测量 | 212 |
| 11.5.2 | 烟囱基础的施工测量 | 184 | 13.7 | 本章小结 | 212 |
| 11.5.3 | 烟囱主体的施工测量 | 185 | 13.8 | 练习与作业 | 213 |
| 11.6 | 本章小结 | 185 | 第 14 章 建筑物变形观测与竣工测量 | 215 | |
| 11.7 | 练习与作业 | 186 | 14.1 | 概述 | 215 |
| 第 12 章 曲线型建筑物的施工放样 | 187 | 14.1.1 | 建筑物变形观测的内容和目的 | 215 | |
| 12.1 | 圆弧形建筑物的施工放样 | 187 | 14.1.2 | 竣工测量 | 215 |
| 12.1.1 | 直接拉线法 | 187 | 14.2 | 建筑物沉降观测 | 216 |
| 12.1.2 | 坐标计算法 | 188 | 14.2.1 | 观测点及水准点的设置 | 216 |
| 12.2 | 椭圆形建筑物的施工放样 | 189 | 14.2.2 | 沉降观测的时间、方法及精度要求 | 218 |
| 12.2.1 | 直接拉线法 | 190 | 14.2.3 | 沉降观测的成果整理 | 219 |
| 12.2.2 | 几何作图法 | 190 | 14.3 | 建筑物的倾斜观测 | 220 |
| 12.2.3 | 坐标计算法 | 191 | 14.3.1 | 建筑物倾斜观测的方法 | 220 |
| 12.3 | 双曲线形建筑物的施工放样 | 193 | 14.3.2 | 建筑物倾斜观测举例 | 220 |
| 12.4 | 抛物线形建筑物的施工放线 | 194 | 14.4 | 建筑物位移与裂缝观测 | 222 |
| 12.5 | 三角形建筑物的施工放样 | 195 | 14.4.1 | 建筑物位移观测 | 222 |
| 12.6 | 齿形建筑物的施工放样 | 196 | 14.4.2 | 建筑物裂缝观测 | 223 |
| 12.7 | 本章小结 | 197 | 14.5 | 竣工测量 | 224 |
| 12.8 | 练习与作业 | 198 | 14.5.1 | 竣工测量概述 | 224 |
| 第 13 章 管道工程测量 | 199 | 14.5.2 | 竣工总平面图的编绘 | 224 | |
| 13.1 | 管道工程测量概述 | 199 | 14.6 | 本章小结 | 225 |
| 13.2 | 管道中线测量 | 200 | 14.7 | 练习与作业 | 226 |
| 13.2.1 | 主点测设数据的准备和测设方法 | 200 | 第 15 章 新型测量仪器及其使用方法简介 | 227 | |
| 13.2.2 | 中桩的测设 | 201 | 15.1 | 概述 | 227 |
| 13.2.3 | 转向角测量 | 201 | | | |
| 13.3 | 管道纵断面测量 | 202 | | | |

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| 15.2 激光水准仪及其应用.....227 | 15.5 激光平面仪及其应用..... 231 |
| 15.2.1 激光水准仪的构造227 | 15.5.1 激光平面仪的构造..... 231 |
| 15.2.2 激光水准仪的使用228 | 15.5.2 激光平面仪的使用..... 231 |
| 15.2.3 激光水准仪的应用228 | 15.5.3 激光平面仪的应用..... 231 |
| 15.3 激光经纬仪及其应用.....228 | 15.6 全站仪..... 231 |
| 15.3.1 激光经纬仪的构造228 | 15.6.1 全站仪的构造..... 232 |
| 15.3.2 激光经纬仪的使用229 | 15.6.2 全站仪的使用..... 233 |
| 15.3.3 激光经纬仪的应用229 | 15.7 GPS 简介 233 |
| 15.4 激光铅垂仪及其应用.....230 | 15.8 本章小结..... 234 |
| 15.4.1 激光铅垂仪的构造230 | 15.9 练习与作业..... 234 |
| 15.4.2 激光铅垂仪的使用230 | 参考文献 235 |
| 15.4.3 激光铅垂仪的应用230 | |

第 1 章 绪 论

本章学习目标

- 掌握测量学的概念、内容和建筑工程测量学的任务
- 掌握测量基准面和基准线的种类；掌握大地水准面的概念
- 掌握高程、绝对高程、相对高程、高差的概念
- 了解用水平面代替水准面对高程测量、水平角测量和距离测量的影响
- 初步掌握测量的三项基本工作和测量工作的基本原则

1.1 建筑工程测量的任务

1.1.1 测量学的概念和内容

测量学是研究地球形状和大小以及确定地面点位的科学。它的内容包括测定和测设两部分。

1. 测定

测定是指利用各种测量仪器和工具，通过实地测量和计算获得观测数据，利用地形图图式，把地球表面的地物和地貌按一定的比例尺缩绘成地形图，供国防、经济建设、规划设计和科学研究使用。测定也称测图。

2. 测设

测设是指把图纸上设计好的建筑物和构筑物的平面位置和高程标定于地面，作为施工的依据。测设通常又称为放线。

1.1.2 建筑工程测量学的任务

建筑工程测量学是测量学的一个分支，它研究建筑工程在勘察设计、施工和工程使用中的各种测量工作，它的具体任务有以下三个方面。

1. 测绘大比例尺地形图

此项工作属于测定的范畴。大于 1 : 10 000 的比例尺通常称为大比例尺。大比例尺地形图是工程建设中勘察设计的重要依据。

2. 建筑物的施工测量

此项工作属于测设的范畴。包括施工中的各种测量工作及竣工测量。

3. 建筑物的变形观测

对一些重要建筑物和构筑物，为保证施工和运营期间的安全，必须对建筑物的沉降、倾斜及裂缝等情况进行观测。

1.2 地面点位的确定

1.2.1 点位

地面点位即地面上点的空间位置，确定地面点位是测量学的根本任务。地面点位需要三个量来描述，测量学中常用的量为高程平面直角坐标。

1.2.2 测量的基准面和基准线

要描述地面点的高程，必须确定起算的基准面。要确定地面点的平面位置，必须以铅垂线为基准线。

1. 大地水准面

地球表面高低起伏变化非常大，有高出海平面 8848.13 m 的珠穆朗玛峰，也有低于海平面 11022 m 的马里亚纳海沟，但这与地球的半径 6371 km 相比，还是很小的。海洋面积约占地球表面的 71%，陆地约占 29%，因此人们设想一个完全处于静止和平衡状态、没有潮汐风浪的海洋表面，以及由它延伸穿过陆地并处处保持着与铅垂线正交这一特性而形成的封闭曲面，称为大地水准面。大地水准面只有一个。我国现行的“1985 国家高程基准”水准原点在青岛，它对青岛验潮站 1953~1979 年的观测数据取平均，确定大地水准面在水准原点下 72.260 m 处。

2. 水准面和水平面

地球上任意自由静止的水面称为水准面，水准面是与大地水准面平行的不规则椭球面，有无数个。与水准面相切的平面称为水平面。

3. 铅垂线

在细线的下端悬吊一重物，上端固定，当它们静止时，细线的方向线即为铅垂线的方向。它是地球上物体重力的作用线。

1.2.3 确定地面点位的方法

1. 地面点的高程

地面点到高程基准面的铅垂距离称为高程。高程按基准面的不同可分为绝对高程和相对高程两种,如图 1.1 所示。

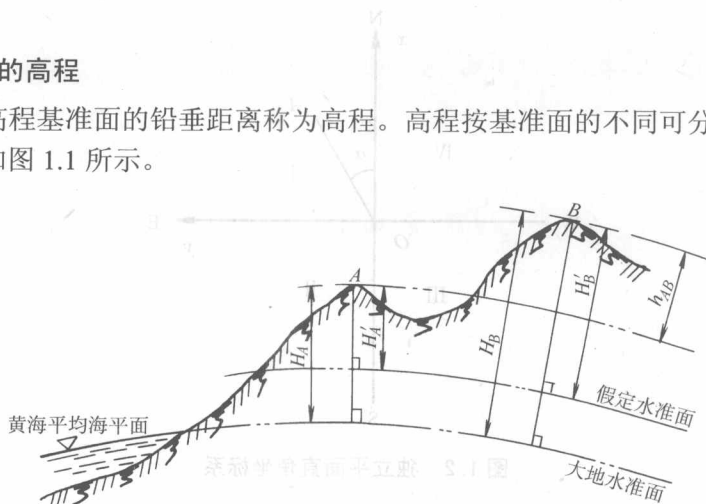


图 1.1 高程和高差

(1) 绝对高程

地面点到大地水准面的铅垂距离称为绝对高程。绝对高程通常又叫海拔,通常用 H 表示。

(2) 相对高程

地面点到任意水准面的铅垂距离称为相对高程。相对高程又叫假定高程,通常用 H' 表示。

(3) 高差

两地面点间的高程差称为高差,用 h 表示。图 1.1 中 B 点相对于 A 点的高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-1)$$

由式(1-1)可知,不管是用绝对高程计算高差还是用相对高程计算高差,公式的形式是一致的。

显然,当 $h_{AB} > 0$ 时,表明 B 点高于 A 点,反之 B 点低于 A 点。当 $h_{AB} = 0$ 时,表明 B 点和 A 点的高程相等。

B 点相对于 A 点的高差与 A 点相对于 B 点的高差绝对值相等,符号相反。即:

$$h_{BA} = H_A - H_B = H'_A - H'_B = -h_{AB} \quad (1-2)$$

2. 地面点的平面位置

地面点在大地水准面上的投影位置可用地理坐标、高斯平面直角坐标或测量学平面直角坐标表示。地理坐标即地面点的经纬度。高斯平面直角坐标系是将地球按 6° 或 3° 经度划分为若干带,并以平面代替每一带的地球曲面建立的直角坐标。建筑工程测量中一般不采用地理坐标和高斯平面直角坐标表示地面点的位置,因此本教材只讲述测量学中的独立平面直角坐标。

当测区较小时,可用水平面代替大地水准面,用平面直角坐标表示点的平面位置,如图 1.2。注意测量学中的平面直角坐标系和数学中的平面直角坐标系有三处不同:一是坐标

轴,纵轴为 x 轴, x 轴正向为正北方向,横轴为 y 轴, y 轴正向沿正东方向;二是象限按顺时针方向编号;三是对角度的定义,起始边为纵轴,顺时针方向。

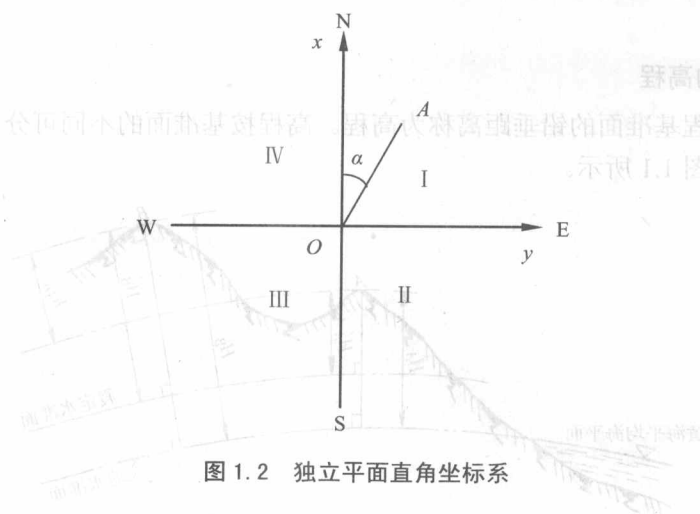


图 1.2 独立平面直角坐标系

1.3 用水平面代替水准面的限度

大地水准面是一个近似的椭球面,测量中用水平面代替大地水准面必然对距离、高程和水平角的测量产生影响。

1.3.1 对水平距离的影响

如图 1.3 所示, a 、 b 分别是地面点 A 、 B 沿铅垂线在大地水准面上的投影点,如果用通过 a 点的水平面代替大地水准面,则 B 点在水平面上的投影点为 b' ,显然,弧 ab 的长度 D 和直线 ab' 的长度 D' 之差,就是以水平面代替水准面对距离测量产生的误差,即

$$\Delta D = D' - D = R \tan \theta - R \theta = R(\tan \theta - \theta) \quad (1-3)$$

将 $\tan \theta$ 用级数展开有

$$\tan \theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{5}{12}\theta^5 + \dots$$

由于 θ 角很小,所以只取前两项代入式(1-3)有

$$\Delta D = R \left(\theta + \frac{1}{3}\theta^3 - \theta \right) = \frac{1}{3}R\theta^3 \quad (1-4)$$

由图 1.3 可知 $\theta = D/R$, 故

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1-5)$$

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1-6)$$

取地球半径 $R=6371$ km, 并以不同的距离 D 代入式(1-6), 经验算, 当 $D=10$ km 时, 相对误差 $\Delta D/D=1/1200000$, 对于精密的距离测量, 这样小的误差也是允许的。可见, 对半径小于 10 km 的小区域, 可不考虑用水平面代替水准面对距离的影响。

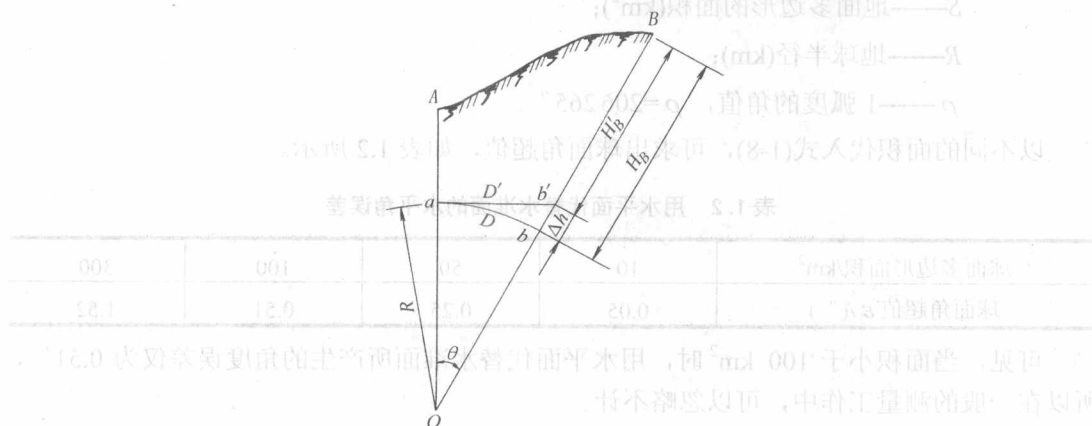


图 1.3 用水平面代替水准面对水平距离和高程的影响

1.3.2 对高程的影响

图 1.3 中, H_B 为 B 点的绝对高程, H'_B 为用水平面代替大地水准面后 B 点的高程。可见, 图中的 Δh 即为由此产生的误差。

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + D'^2$$

$$\Delta h = \frac{D'^2}{2R + \Delta h}$$

由于 D 和 D' 相差很小, 且 $2R \gg \Delta h$, 故上式变为

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \quad (1-7)$$

以不同的距离代入式(1-7), 可求出相应的高程误差, 如表 1.1 所示。

表 1.1 地球曲率对高程的影响

| D/km | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1 | 2 | 5 | 10 |
|----------------------|-----|-----|-----|----|-----|------|------|
| $\Delta h/\text{mm}$ | 0.8 | 3.1 | 20 | 78 | 314 | 1962 | 7848 |

可见, 用水平面代替水准面, 对高程的影响非常大。因此, 高程测量中, 即使很小的距离, 也必须考虑地球曲率对高程的影响。

1.3.3 对水平角的影响

从球面三角学可知, 同一空间多边形在球面上投影的各内角和, 比在平面上投影的各内角和大一个球面角超值 ε 。