



“十一五”高等学校通用教材（土木建筑类）

基础工程

JICHUGONGCHENG

● 徐晓红 主编



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



“十一五”高等学校通用教材（土木建筑类）

JICHU GONGCHENG

基 础 工 程

徐晓红 主编



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基础工程/徐晓红主编. —北京: 中国计量出版社, 2008. 8

“十一五”高等学校通用教材 (土木建筑类)

ISBN 978-7-5026-2838-3

I. 基… II. 徐… III. 地基—基础 (工程)—高等学校教材 IV. TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 062371 号

内 容 提 要

基础工程是《土力学》的后续专业课, 为适应新世纪土木工程专业高级技术应用型人才培养的发展和需要, 本书依据土木工程专业教学指导委员会制定的《土力学地基基础课程教学大纲》编写而成。书中的基本理论和方法完全依照我国现行的结构设计规范及施工规程的相关标准。全书共分 7 章, 包括: 绪论、天然地基上浅基础设计原理、天然地基基础设计、桩基础与深基础、软弱地基处理、基坑工程、挡土墙设计。章首编有内容提要和学习要求, 章末附有思考题与习题。

本教材可作为高校土木工程专业、工程管理专业以及其他相关专业的本科教材, 也可供高职高专学生和工程技术人员参考使用。

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](http://www.zgjl.com.cn)
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京市密东印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 10 75
字 数 225 千字
版 次 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000
定 价 21 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

教材编委会

主任 赵惠新 刘国普 刘宝兰

副主任 李保忠 景海河 丁琳 薛志成 杨国义

委员 (按姓氏笔画排序)

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 于秀娟 | 邓一兵 | 王福彤 | 付伟庆 | 左宏亮 |
| 左敬岩 | 孙林 | 刘汉青 | 吕名云 | 齐伟军 |
| 刘俊玲 | 乔雅敏 | 安静波 | 陈勇 | 李小勇 |
| 杜永峰 | 李国东 | 宋国利 | 李绍峰 | 张春玉 |
| 李保忠 | 张俊杰 | 张智均 | 张新全 | 张燕坤 |
| 周莉 | 杨璐 | 郦伟 | 胡焜 | 赵文军 |
| 赵延林 | 姜连馥 | 高建岭 | 徐晓红 | 钱晓丽 |
| 程桢 | 董连成 | 程选生 | 潘睿 | 谭继亮 |

策划 刘宝兰 李保忠

— 本 书 编 委 会 —

主 编 徐晓红

副主编 夏 春
高 雁

编 委 (按姓氏笔画排序)

李 刚 孟丽岩

赵延林

主 审 韩 雪

编写说明

近年来，建筑业的快速发展对整个社会经济起到了良好的推动作用，尤其是房地产业和各项基础设施建设的深入开展与逐步完善，使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。为此，教育部对普通高校“土木建筑类”各专业的设置和教材也多次进行了相应的调整，使“建筑工程”和“交通土建工程”等相关专业逐步向“土木工程”转化，“十一五”期间，这种转化将进一步得到完善，这将使“土木工程”的内涵大大拓宽。所以，编写高等院校土木建筑类各专业所需的基础课和专业课教材势在必行。

针对这些变化与调整，由中国计量出版社牵头组织了“十一五”高等学校通用教材（土木建筑类）的编写与出版工作，该套教材主要适用于应用型人才培养院校的建筑工程、工程管理、交通土建以及水利工程等相关专业。该学科具有发展迅速、技术应用性强的特点，因此，我们有针对性地组织了黑龙江科技学院、黑龙江大学、兰州理工大学、北方工业大学、黑龙江工程学院、广东惠州学院、深圳大学、哈尔滨工程大学、东北林业大学、大庆石油学院、大连大学、哈尔滨学院以及黑龙江东方学院等45所相关高校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，以此来满足土木建筑类各专业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、有创新能力的高技术专门人才，进一步提高土木建筑类专业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建筑类专业的实际教学需要，本次教材的编写尤其注重了理论体系的实用性与前沿性，不仅将建筑工程领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过教材的学习可以深入把握国际建筑业发展的全貌，而且使学生通过学习能将教材中的理论迅速应用于工程实践，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建筑类高校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。

教材编委会

2008年8月

前 言

• FOREWORD •

基础工程是《土力学》的后续专业课，本教材是根据土木工程专业教学的基本要求，并结合新世纪教学改革的需求及在实际工程中专业的最新发展动态编写的。

本教材主要介绍基础工程勘察和基础工程设计、施工的基本原理、基本理论的适用方法。主要内容包括：天然地基上浅基础设计原理、天然地基基础设计、桩基础与深基础、软弱地基处理、基坑工程、挡土墙设计等，对常用的基础工程知识做了系统的介绍。在编写过程中注意理论联系实际，始终以解决工程实际问题为主线，在上部结构和地质情况发生变化中寻找解决问题的方法。本书执行现行的结构设计规范、规程及标准，结合学生特点突出应用性。

本书编写提纲经编写人员集体讨论制定，经多次修改后定稿，各章作者在写法上充分考虑了教学基本要求。

参加本书编写的人员有：黑龙江省黑龙江科技学院的徐晓红、赵延林、孟丽岩；山东省青岛农业大学的夏春、李刚；浙江省台州市台州职业技术学院的高雁。徐晓红编写第1章、第5章；夏春、高雁编写第2章、第3章；李刚、徐晓红编写第4章；赵延林编写第6章；孟丽岩编写第7章。

本书由徐晓红统稿，并任主编；夏春、高雁任副主

编。黑龙江科技学院的韩雪副教授作为本教材的主审在百忙中拨冗审稿，在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促和编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2008年8月

目 录

• CONTENTS •

| | |
|-------------------------------|------|
| 第一章 绪论 | (1) |
| 第一节 概述 | (1) |
| 第二节 基础工程的内容 | (2) |
| 第三节 基础工程的发展现状 | (4) |
| 第四节 基础工程课程内容和学习方法 | (6) |
| 思考题与习题 | (6) |
| 第二章 天然地基上浅基础设计原理 | (8) |
| 第一节 概述 | (8) |
| 第二节 岩土工程勘察 | (9) |
| 一、选址勘察(可行性研究勘察)基本要求 | (10) |
| 二、初步勘察基本要求 | (10) |
| 三、详细勘察 | (11) |
| 四、勘察任务书 | (11) |
| 五、岩土工程勘察报告内容及阅读 | (12) |
| 第三节 岩土的工程分类及工程特性指标 | (13) |
| 一、岩石分类 | (13) |
| 二、碎石土分类 | (13) |
| 三、砂土分类 | (13) |
| 四、粉土分类 | (14) |
| 五、粘性土分类 | (14) |
| 六、特殊土分类 | (15) |
| 第四节 浅基础的类型及适用条件 | (17) |

| | | |
|------|--------------------------|------|
| | 一、刚性基础(无筋扩展基础) | (17) |
| | 二、柔性基础(钢筋混凝土基础) | (17) |
| 第五节 | 基础埋置深度的选择 | (20) |
| | 一、建筑物的用途和作用在地基上的荷载 | (21) |
| | 二、工程地质和水文地质条件 | (21) |
| | 三、相邻建筑物基础埋深的影响 | (21) |
| | 四、地基土冻胀和融陷的影响 | (22) |
| | 五、补偿基础设计概念 | (22) |
| 第六节 | 基础地基承载力验算 | (23) |
| | 一、持力层承载力验算 | (23) |
| | 二、软弱下卧层承载力验算 | (28) |
| 第七节 | 地基变形验算 | (29) |
| | 一、地基允许变形值按变形特征分类 | (29) |
| | 二、不同建筑物变形值控制 | (30) |
| | 三、变形观测 | (30) |
| 第八节 | 基础截面尺寸的确定 | (31) |
| | 一、刚性基础 | (31) |
| | 二、柔性基础 | (31) |
| 第九节 | 地基稳定验算 | (32) |
| | 一、圆弧滑动法 | (32) |
| | 二、建在斜坡上的建筑物 | (33) |
| 第十节 | 地基、基础与上部结构相互作用 | (33) |
| | 一、基本概念 | (33) |
| | 二、上部结构刚度对共同作用的影响 | (33) |
| | 三、地基土性质与计算模型的影响 | (34) |
| | 四、减轻不均沉降危害的措施 | (35) |
| 第十一节 | 地基基础抗震设计原则 | (37) |
| | 一、一般原则 | (37) |
| | 二、天然地基的抗震验算 | (38) |
| 第十二节 | 地基计算模型 | (40) |
| | 一、文德勒地基模型 | (40) |
| | 二、弹性半空间地基模型 | (41) |
| | 三、有限压缩层地基模型 | (42) |
| | 思考题与习题 | (43) |

| | |
|------------------------------|------|
| 第三章 天然地基基础设计 | (45) |
| 第一节 概述 | (45) |
| 一、地基基础设计的要点 | (45) |
| 二、地基基础方案类型 | (45) |
| 三、浅基础设计应考虑的因素 | (46) |
| 第二节 刚性基础 | (46) |
| 第三节 墙下钢筋混凝土条形基础 | (48) |
| 一、构造要求 | (48) |
| 二、轴心荷载作用计算 | (49) |
| 三、偏心荷载作用计算 | (50) |
| 第四节 柱下钢筋混凝土独立基础 | (50) |
| 一、构造要求 | (50) |
| 二、基础的冲切验算 | (51) |
| 三、基础的抗弯验算 | (52) |
| 第五节 联合基础设计 | (55) |
| 一、矩形联合基础 | (56) |
| 二、梯形联合基础 | (58) |
| 三、连梁式联合基础 | (58) |
| 第六节 柱下条形基础 | (59) |
| 一、构造要求 | (59) |
| 二、内力简化计算 | (60) |
| 第七节 柱下交叉条形基础 | (62) |
| 第八节 筏板基础与箱形基础 | (63) |
| 一、筏板基础 | (63) |
| 二、箱形基础 | (64) |
| 思考题与习题 | (65) |
| 第四章 桩基础与深基础 | (66) |
| 第一节 概述 | (66) |
| 一、深基础的适用范围 | (66) |
| 二、深基础的特点 | (66) |
| 第二节 桩基础类型及适用条件 | (67) |
| 一、桩的分类 | (67) |

| | | |
|------------|------------------------|--------------|
| | 二、桩的适用条件 | (69) |
| | 三、桩的选用原则 | (69) |
| 第三节 | 单桩承载力 | (70) |
| | 一、单桩竖向承载力 | (70) |
| | 二、单桩水平承载力 | (74) |
| | 三、单桩抗拔承载力 | (76) |
| 第四节 | 群桩承载力与沉降 | (77) |
| | 一、群桩的工作特点 | (77) |
| | 二、群桩的竖向承载力设计值 | (81) |
| | 三、桩基承载力验算 | (82) |
| | 四、桩基沉降验算 | (84) |
| 第五节 | 桩基础设计 | (88) |
| | 一、桩基础设计原则 | (88) |
| | 二、桩基础设计步骤 | (89) |
| 第六节 | 沉井基础 | (99) |
| | 一、沉井的适用范围及类型 | (100) |
| | 二、沉井的构造 | (100) |
| | 三、沉井的施工 | (101) |
| | 思考题与习题 | (103) |
| 第五章 | 软弱地基处理 | (105) |
| 第一节 | 概述 | (105) |
| | 一、建筑地基处理的目的与意义 | (105) |
| | 二、地基处理的对象 | (105) |
| | 三、地基处理的原则 | (106) |
| | 四、地基处理步骤 | (106) |
| | 五、地基处理技术的国内外发展 | (107) |
| 第二节 | 常用的软土地基处理方法及应用范围 | (107) |
| | 一、机械压实法 | (107) |
| | 二、换填垫层法 | (108) |
| | 三、强夯法和强夯置换法 | (108) |
| | 四、排水固结法 | (109) |
| | 五、挤密桩法 | (111) |
| | 六、振冲法 | (112) |

| | | |
|------------|-------------------------|--------------|
| | 七、加筋法 | (113) |
| | 八、化学处理(胶结法) | (114) |
| | 九、冷热处理法 | (115) |
| 第三节 | 换填垫层法设计 | (115) |
| | 一、垫层材料选择 | (115) |
| | 二、垫层的作用 | (115) |
| | 三、垫层的计算 | (116) |
| | 四、垫层的施工方法 | (118) |
| | 五、垫层的质量检验 | (119) |
| 第四节 | 复合地基 | (120) |
| | 一、概述 | (120) |
| | 二、竖向增强体复合地基的设计 | (122) |
| 第五节 | 既有建(构)筑物地基加固技术 | (124) |
| | 一、概述 | (124) |
| | 二、基础加宽和加深技术 | (125) |
| | 三、墩式托换 | (126) |
| | 四、锚杆静压桩技术 | (126) |
| | 五、树根桩技术 | (127) |
| | 思考题与习题 | (128) |
| 第六章 | 基坑工程 | (130) |
| 第一节 | 概述 | (130) |
| | 一、基坑工程的分类与内容 | (130) |
| | 二、基坑工程的设计原则 | (130) |
| | 三、基坑支护结构的极限状态设计方法 | (131) |
| | 四、基坑工程的安全等级 | (132) |
| 第二节 | 基坑工程的特点 | (132) |
| | 一、基坑工程的一般特点 | (132) |
| | 二、现代城市深基坑工程的特点 | (133) |
| 第三节 | 典型支护形式 | (133) |
| | 一、地下连续墙支护 | (134) |
| | 二、排桩支护 | (135) |
| | 三、土钉支护 | (136) |
| | 四、锚杆支护 | (138) |

| | | |
|-------------|-----------------------|--------------|
| 第四节 | 基坑工程的设计内容与设计方法 | (139) |
| 第五节 | 基坑工程的环境要求 | (141) |
| | 思考题与习题 | (141) |
| 第七章 | 挡土墙设计 | (143) |
| 第一节 | 概述 | (143) |
| | 一、挡土墙的用途 | (143) |
| | 二、挡土墙的类型及适用范围 | (144) |
| 第二节 | 挡土墙设计原则 | (146) |
| | 一、挡土墙设计的基本原则 | (146) |
| | 二、挡土墙尺寸的确定 | (146) |
| 第三节 | 重力式挡土墙设计 | (147) |
| | 一、重力式挡土墙的计算 | (147) |
| | 二、重力式挡土墙的构造要求 | (155) |
| | 三、重力式挡土墙的墙后排水措施 | (156) |
| | 思考题与习题 | (157) |
| 参考文献 | | (158) |

第一章 绪 论

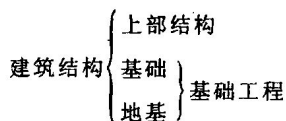
内容提要及学习要求

本章主要介绍基础工程的基本概念，基础设计内容及基本要求，基础工程的发展现状，基础工程课程内容和学习方法。通过本章学习，要求了解基础工程的基本概念及基础工程的重要性；熟悉基础工程的设计内容及基础工程的发展现状；了解基础工程课程内容和学习方法，树立同学的工程意识。

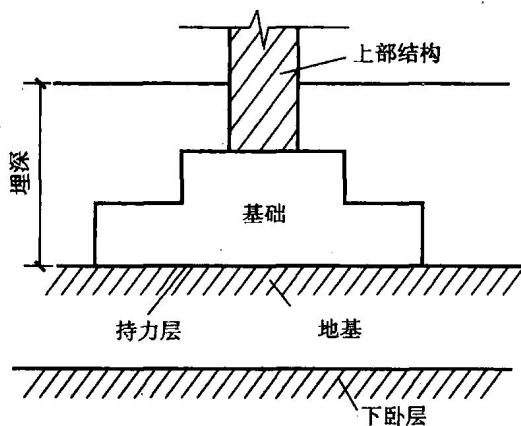
第一节 概 述

前面学过许多建筑结构体系如框架结构、排架结构等这些结构通常用在地面上部的建筑上称建筑的上部结构；任何建筑都建在土层或岩层上，建筑物的全部荷载均由其下的地层来承担，受建筑物影响的那一部分地层称为地基；建筑物向地基传递荷载的下部结构称为基础。如图 1—1 所示。

基础工程就是研究下部结构与岩土相互作用共同承担上部结构所产生各种变形与稳定问题。就是解决岩土地层中建筑工程的技术问题。



(a) 建筑物三部分示意图



(b) 地基基础示意

图 1—1



根据基础的埋置深度和施工方式基础可分为两类。把埋深不大(小于或相当于基础底面宽度,一般认为小于5 m)用普通的施工方法即可施工的基础称浅基础。对浅层土质不良需利用深处良好地层,采用专门的施工方法和机具建造的基础称深基础如桩基础和沉井基础,如图1—2所示。开挖基坑后可以直接修筑的地基称天然地基,那些不能满足要求而需要事先人工去处理的地基称人工地基。如用第五章讲的地基处理方法处理过的地基。在天然地基上修建的浅基础称天然地基上浅基础,如图1—3所示。在人工地基上修建的浅基础称人工地基上浅基础,如图1—4所示。

建筑物的上部结构、基础和地基三部分,功能不同,研究方法各异,但它们又是建筑物的有机组成部分,缺一不可、彼此联系、相互制约。所以,科学的、理想的方法是将三部分统一起来进行设计计算。依目前的理论水平,还很难做到这一点。尽管如此,我们在处理地基基础问题时,头脑里一定要有地基—基础—上部结构相互作用的整体概念,尽可能全面地加以考虑。

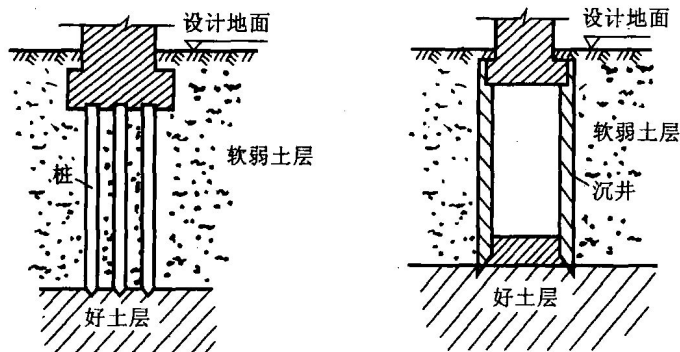


图1—2 深基础

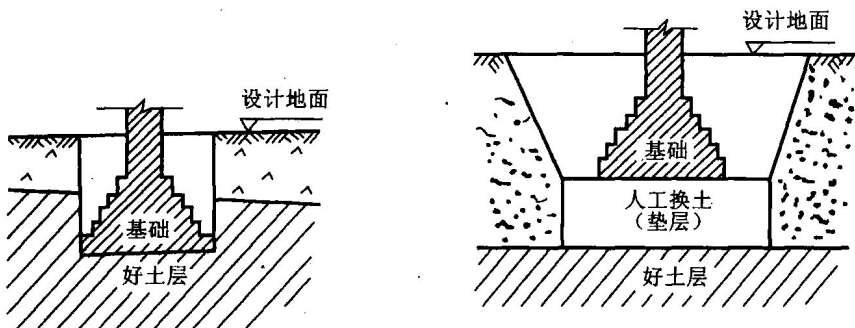


图1—3 天然地基上浅基础

图1—4 人工地基上浅基础

第二节 基础工程的内容

基础工程内容包括基础的设计、施工和监测。一些内容在其他课中已学过,这里