

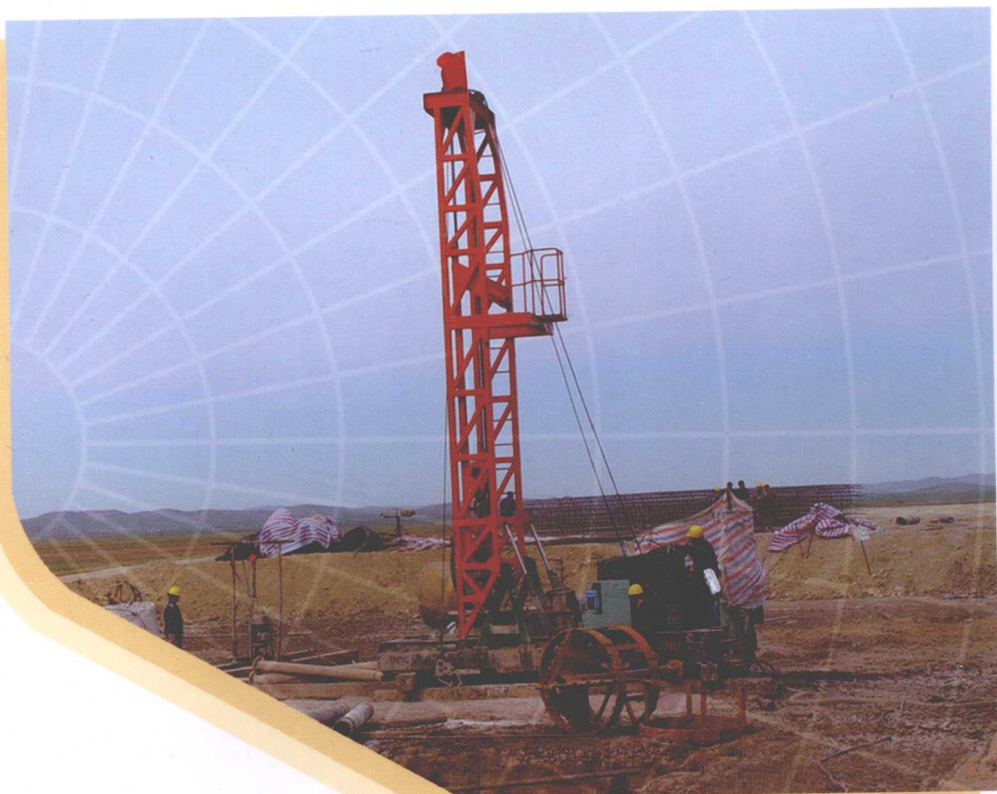


教育部高职高专资源勘查类专业教学指导委员会审查通过
高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

主 编：徐克里 黄世华 黄建国

基础工程施工技术

JICHU GONGCHENG SHIGONG JISHU



地质出版社



教育部高职高专资源勘查类专业教学指导委员会审查通过
高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

基础工程施工技术

主编：徐克里 黄世华 黄建国

主审：申晓春

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本教材简明而系统地阐述了基础工程施工技术的基本概念、基本理论。基础工程施工技术是工程地质、钻探技术等专业高职学生的一门主干专业课。教材编写充分考虑高职院校学生的培养目标, 亦即培养高技能应用型人才。

全教材共分七章: 第一章概论、第二章钻孔技术、第三章桩基础施工技术、第四章地下连续墙施工、第五章锚固技术、第六章降排水工程、第七章地基处理技术。

本教材可作为高职高专钻探技术、工程勘察类专业的教学用书, 也可供相关专业技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

基础工程施工技术/徐克里等主编. —北京: 地质出版社, 2009. 8

(高职高专院校资源勘查类专业系列教材)

ISBN 978-7-116-06155-2

I. 基… II. 徐… III. 基础(工程)-工程施工-高等学校: 技术学校-教材 IV. TU753

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117921 号

策划编辑: 王章俊 魏智如

责任编辑: 王春庆

责任校对: 杜悦

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324514 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82324340

印 刷: 北京地质印刷厂

开 本: 787 mm × 1092 mm^{1/16}

印 张: 13.5

字 数: 320 千字

印 数: 1—3000 册

版 次: 2009 年 8 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 20.80 元

书 号: ISBN 978-7-116-06155-2

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

编 委 会

主 任：桂和荣

副主任：王章俊

委 员（以姓氏笔画为序）：

马艳平	马锁柱	刘 瑞	李立志	李 华
李军凯	陈洪冶	罗 刚	肖 松	辛国良
范吉钰	郝志贤	殷 瑛	徐汉南	徐耀鉴
夏敏全	韩运宴	靳宗菊	魏智如	

编写院校

安徽工业经济职业技术学院

长春工程学院

重庆科技学院

东北大学

甘肃工业职业技术学院

湖北国土资源职业学院

湖南工程职业技术学院

河北地质职工大学

江西应用技术职业学院

吉林大学

辽宁地质工程职业学院

南京大学

徐州建筑职业技术学院

云南国土资源职业学院

郑州工业贸易学校（郑州地校）

中国地质大学（北京）

主审院校

安徽理工大学

安徽工业经济职业技术学院

北方机电工业学校

长春工程学院

河南理工大学

湖北国土资源职业学院

湖南工程职业技术学院

淮南职业技术学院

吉林大学

江西理工大学

江西应用技术职业学院

昆明理工大学

昆明冶金高等专科学校

克拉玛依职业技术学院

宿州学院

山东胜利职业学院

石家庄职业技术学院

太原理工大学

徐州建筑职业技术学院

云南国土资源职业学院

郑州工业贸易学校（郑州地校）

中国地质大学（北京）

中国地质大学（武汉）

编写说明

随着我国社会经济的快速发展,对高技能应用型人才的需求不断增大,我国政府逐年加大了对职业教育的投入。在这一背景下,地学职业教育也取得了长足进展。但是,由于历史原因,我国的地学职业教育起步较晚,基础相对薄弱,一直没有一套比较系统的专业教材。组织编写一套能够满足各校教学需要,特色鲜明的地学类高等职业教育教材成为教育管理部门和广大师生的强烈愿望和迫切要求。

经过深入调研和精心准备,教育部高等学校高职高专资源勘查类专业教学指导委员会(以下简称“教指委”)会同地质出版社,于2006年7月初组织全国分属地矿、冶金、有色、石油、核工业等部门的10所高职高专院校的一线教师,在河南郑州召开了教材编写研讨会。会议决定,先期编写23种急需的资源勘查类、地质工程与技术类专业高职高专教材,以满足各校教学之需。首批编写的教材包括《普通地质学》、《矿物学基础》、《岩石学》、《地球化学找矿方法》、《岩土工程勘察》等,并分别于2007年8月、2008年1月出版。

2008年5月,教指委在湖南长沙组织召开了“全国高等学校高职高专资源勘查类专业教学改革与教材建设研讨会”。会议决定,继续组织编写第二批资源勘查类专业高职高专层次的专业教材。第二批列选的教材共20种,包括:《普通化学》、《晶体光学及光性矿物学》、《区域地质调查工作方法》、《矿山地质学》、《基础工程施工技术》等,分别于2009年8月、2010年1月出版。

本套教材的编写紧扣高等职业教育的培养目标,努力彰显下列特点:

1. 坚持理论够用,注重实践的编写原则。高职高专教育既是我国高等教育又是职业教育的组成部分,并以培养高技能应用型人才为目标。因此,教材内容不仅要具备高等教育的知识内涵,同时还要兼具职业能力与技术培养的要求,以满足学生综合素养和职业素质两方面能力的提升。

2. 教材内容紧跟形势,体现出与时俱进的科学发展观。最近10年来,地学基础研究领域的新理论、新发现、新成果层出不穷,地学应用领域的新技术、新标准、新方法日新月异。将这些最新成果融入教材,使学生所学知识与行业需求紧密结合是教材编写的基本要求之一。

3. 体现系列教材的特点,内容避免重复。由于各校教学大纲及课程设置上的差异,对教材编写立项和取材造成了困难。本套教材以各校教学大纲为参考,内容安排和课时设计遵循从众原则,最大限度地避免了不同教材之间的内容重复。

4. 教材篇幅与课时设计紧密挂钩,内容力求简明精炼。本套教材编写以各校的教学大纲为基础,以专业规范为标准,努力控制篇幅,突出重点。

5. 充分考虑职业教育的特点,编写体例有所创新,便于教、学双方使用。为培养学生的实际动手能力和实践认知能力,多数教材附有实习(实验)指导书,或以附录的形式附于书末。此外,每章开篇增加了内容简介、学习目的等导读性内容;结尾总结本章应掌握的重点、难点等总结性内容;最后,针对本章重点列出本章的复习思考题。

本套教材的编写组织严密,管理到位。教材编写从立项伊始就成立了以教指委主任桂和荣教授为主任委员、以地质出版社副社长王章俊编审为副主任委员的教材编写委员会。编委会积极开展工作,充分发挥参编院校、教指委、出版社的不同职能,保证了教材编写、评审、出版过程的有序进行。为保证教材质量,教指委承担了绝大多数教材的审稿任务,并分别于2007年4月、2009年5月两次主持召开教材评审会,对每种教材进行严格的质量评审。

本套教材的编写与出版还得到了中国地质学会教育研究分会的支持和帮助。教材编写过程中,分会领导提出了许多指导性意见和建议,并积极推荐知名专家参与教材的审稿把关工作。

这套教材的出版,从品种上构建了我国资源勘查类专业高等职业教育教材建设的体系和框架,极大地缓解了这一专业层次教材的短缺和不足。精品教材的诞生有一个反复锤炼的过程,本套教材的编写虽经多方努力,问题和不足仍在所难免,恳请各校师生及广大读者提出宝贵意见,以便修订时更改和完善。

教材编写委员会

2009年6月

前 言

2008年5月,教育部高等学校高职高专资源勘查类专业教学指导委员会(下称“教指委”)、地质出版社在湖南长沙组织召开了“全国高等院校高职高专资源勘查类专业教学改革及教材建设研讨会”。会议决定,在2006年组织编写并已出版的第一批资源勘查类专业高职高专教材的基础上,继续组织编写第二批教材。《基础工程施工技术》作为续编教材之一,予以立项。吉林大学应用技术学院、安徽工业经济职业技术学院承担了本教材的编写工作。教材内容按60~70学时设计。

编者在认真研究多所院校本课程教学大纲的基础上,制定了教材编写大纲。地质出版社组织多所院校教师,对编写大纲反复征求意见并提交给编者,编者据此做了进一步的修改和完善。教材主要内容确定为:钻孔技术、桩基础施工技术、地下连续墙施工、锚固技术、降排水工程、地基处理技术等。

《基础工程施工技术》是工程地质、钻探技术等专业高职学生的一门主干专业课。教材编写充分考虑高职院校学生的培养目标,亦即培养高技能应用型人才;贯彻“理论够用,注重实践”的取材原则;介绍了最新发布的国家或行业标准;吸收了最近几年基础工程施工领域出现的新方法、新技术。

《基础工程施工技术》实践性很强,因此,在讲授本课程时,必须做到理论与实验、实习相结合,并加强实践性教学环节,以提高学生实际操作能力和独立工作的能力。基础工程施工所涉及到各种技术有地区性和经验性的特点,因而在本课程讲授过程中应结合本地区的特点安排学生深入施工一线了解施工过程,了解施工设备、工具的使用等相关实践知识。

教材编写由吉林大学徐克里、安徽工业经济职业技术学院黄世华、吉林大学黄建国等共同完成。具体分工如下:徐克里负责编写大纲的起草和制定;完成了第一章概论、第二章钻孔技术、第三章桩基础施工技术、第四章地下连续墙施工的编写。黄世华负责第七章地基处理技术的编写。黄建国负责第五章锚固技术、第六章降排水工程的编写。吉林大学王福平老师参加了第二章到第六章部分图表的绘制。全书最后由徐克里统编定稿。

教材初稿完成后，湖南工程职业技术学院申晓春副教授作为本书主审通读了全部书稿，提出了很好的修改意见。2009年5月，教指委和地质出版社在江西赣州主持召开了教材评审会，与会专家对本教材主审提出的修改意见做了进一步的补充和完善。会后，编者根据教材评审意见对书稿做了最后的修改，并统编定稿。编者谨向教材主审和有关专家致以诚挚的感谢！

教材编写过程中，参考了兄弟院校过去编写的相关教材，引用了最近几年有关基础工程施工方面的新成果、新技术，得到了业内专家和同行的大力支持，在此编者一并致谢。由于编者水平有限，疏漏与错误在所难免，诚挚希望使用本书的同志提出批评和指正。

编 者

2009年6月

目 次

前 言

第一章 概论	(1)
第一节 基础与地基	(1)
一、基础与地基的概念	(1)
二、基础的分类	(2)
三、地基基础在建筑工程中的重要性	(4)
第二节 课程的主要内容	(4)
一、钻孔技术	(4)
二、基础施工技术	(5)
三、地基处理施工技术	(5)
四、锚固技术	(5)
五、降排水工程	(5)
第二章 钻孔技术	(6)
第一节 概述	(6)
一、工程孔施工方法分类	(6)
二、工程孔施工的主要特点	(7)
三、工程孔施工中的主要难题	(7)
第二节 无循环回转钻进	(7)
一、螺旋钻进	(7)
二、钻斗钻进	(11)
第三节 正循环回转钻进	(15)
一、概述	(15)
二、设备的选择	(15)
三、钻头选择	(17)
四、钻进工艺的选择	(18)
五、施工中注意事项	(19)
第四节 反循环回转钻进	(19)
一、概述	(19)
二、反循环回转钻进的类型	(20)

三、设备和机具	(23)
四、钻进工艺	(25)
第五节 冲击钻进和冲抓钻进	(26)
一、冲击钻进	(26)
二、冲抓钻进	(30)
第六节 扩底桩孔施工法	(33)
一、概述	(33)
二、扩底桩孔施工技术	(34)
第三章 桩基础施工技术	(38)
第一节 概述	(38)
一、桩基础的含义	(38)
二、桩基础的类型	(39)
第二节 施工组织设计	(40)
一、施工组织设计的意义及作用	(40)
二、组织设计的编写	(41)
第三节 钻孔灌注施工前的准备	(43)
一、施工场地的准备	(43)
二、埋置护筒	(44)
三、制备泥浆	(46)
四、设备安装	(48)
五、试成孔	(48)
第四节 桩孔的施工	(48)
一、桩孔施工的一般规定	(48)
二、桩孔质量标准及检测方法	(49)
第五节 清孔	(51)
一、清孔的一般规定	(51)
二、清孔方法	(51)
第六节 钢筋笼的制作及吊放	(52)
一、钢筋笼制作的一般规定	(52)
二、钢筋笼制作方法	(54)
三、钢筋笼的吊放	(55)
第七节 混凝土的配制与灌注	(55)
一、混凝土的配制与灌注的一般要求	(55)
二、混凝土配制材料	(55)
三、混凝土的配合比	(57)

四、混凝土的拌制	(59)
五、混凝土的灌注	(60)
第八节 桩基础其他施工方法	(64)
一、沉管灌注桩	(64)
二、夯扩桩施工	(67)
三、静压桩施工	(69)
第九节 桩基础质量通病防治	(71)
一、钻孔灌注桩质量通病防治	(71)
二、现场钻孔灌注桩吊放钢筋笼入孔时的质量通病及防治	(74)
三、沉管灌注桩质量通病防治	(74)
四、静压桩质量通病防治	(75)
第十节 桩基础的检测与验收	(76)
一、桩基础的检测	(76)
二、桩基础的验收	(77)
第四章 地下连续墙施工	(80)
第一节 概述	(80)
一、地下连续墙的分类	(80)
二、地下连续墙的功能和特点	(81)
三、地下连续墙的应用	(82)
四、地下连续墙施工流程	(82)
第二节 地下连续墙施工前的准备工作	(82)
一、施工地质环境条件调查	(82)
二、施工方案制订	(83)
三、场地准备	(84)
四、材料、成品、半成品构配件进场验收和复试要求	(84)
五、导墙的施工	(84)
六、泥浆（或稳定液）制备	(86)
七、单元槽段的划分	(87)
第三节 地下连续墙施工工艺	(89)
一、挖槽工艺	(89)
二、清槽工艺	(90)
三、接头的施工	(91)
四、钢筋笼的制作与吊放	(93)
五、混凝土灌注工艺	(94)
第四节 质量标准和检查方法	(95)

第五章 锚固技术	(98)
第一节 概述	(98)
一、锚固技术的特点	(98)
二、锚杆的构造	(99)
三、灌浆锚杆的工作原理	(101)
第二节 锚杆的施工技术	(102)
一、锚杆的成孔工艺	(103)
二、锚杆的制作与安放	(109)
三、注浆材料与工艺	(113)
四、锚杆的张拉与锁定	(114)
第三节 锚杆的应用	(115)
一、深基坑支护	(115)
二、结构抗浮	(116)
三、边坡锚固	(116)
四、抗倾覆力的基础锚固	(117)
五、帐幕-悬索结构	(117)
六、坝体锚固	(117)
第六章 降排水工程	(120)
第一节 概述	(120)
一、降水的作用	(120)
二、降水方法分类及适用条件	(121)
三、施工排水及排水方案设计	(124)
第二节 降水施工方法	(127)
一、成井工艺	(127)
二、井点运行与管理	(129)
三、施工要点	(130)
四、验收规范	(130)
第三节 降水工程对邻近建筑物的影响及预防措施	(131)
一、降水对邻近建筑物的影响	(131)
二、预防降水影响的措施	(132)
第七章 地基处理技术	(134)
第一节 概述	(134)
一、地基处理的对象与目的	(134)
二、地基处理方法分类	(134)
三、地基处理工程施工管理	(137)

四、复合地基的概念	(139)
第二节 振冲法	(140)
一、振冲法的概念	(140)
二、振冲碎石桩施工工艺	(141)
三、振冲法施工质量检验	(144)
四、振冲法施工实例——振冲碎石桩加固砂性地基	(144)
第三节 高压喷射注浆法	(145)
一、高压喷射注浆法的概念及特点	(145)
二、高压喷射注浆法的应用	(147)
三、高压喷射注浆法的工艺型式	(148)
四、高压喷射注浆法施工工艺	(149)
五、高压喷射注浆施工质量检验	(154)
六、施工实例	(155)
第四节 深层搅拌法	(156)
一、深层搅拌法的概念、特点及应用	(156)
二、深层搅拌桩施工工艺	(157)
三、深层搅拌桩施工质量检验	(166)
四、施工实例	(168)
第五节 挤密桩施工法	(169)
一、土和灰土挤密桩施工技术	(169)
二、石灰桩施工技术	(172)
三、水泥粉煤灰碎石桩 (CFG 桩)	(174)
第六节 静压灌浆法	(182)
一、概述	(182)
二、灌浆浆液材料	(183)
三、灌浆工艺分类	(186)
四、灌浆方案选择	(188)
五、灌浆施工工艺	(191)
六、灌浆施工质量检验	(196)
七、工程实例——坝基砂砾石灌浆加固实例	(197)
参考文献	(199)

第一章 概 论

内容介绍与学习目的

本章重点介绍了地基与基础的概念、基础的分类,介绍了本课程主要内容。要求掌握地基和基础的概念,理解地基与基础的关系,了解基础的分类。

第一节 基础与地基

一、基础与地基的概念

房屋建筑均由上部结构与基础两大部分组成。一般以室外地面整平标高为基准,地面标高以上部分称为上部结构,地面标高以下部分称为基础。

基础是埋置于地面以下承受上部结构荷载,并将荷载传递给下卧层的人工构筑物。

上部结构的荷载通过基础传至地层,使其产生应力和变形。随着深度增加,地层中应力向四周深部扩散,并迅速减弱。到某一深度后,上部荷载引起的应力与变形已很小,对工程已无实际意义而可忽略。故一般将基础底部标高至该深度范围内的地层统称为建筑物的地基。对地基承载力和变形起主要作用的地层,称为地基主要受力层,简称为地基受力层。在受力层范围内,埋置基础底面处的地层称为持力层,持力层下的地层称为下卧层,强度低于持力层的下卧层称为软弱下卧层(图1-1)。

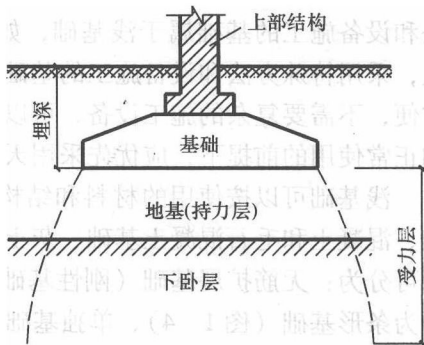


图1-1 地基与基础示意图

基础的主要功能如下:

- (1) 扩散压力。由于基础的底面积较上部结构的底面积大,基础可将所受较大荷载转变为较低压力传递到地基。
- (2) 传递压力。当上部地层较差时,采用深基础(如桩基、墩基、地下连续墙以及沉井)将荷载传递到深部较好的地层(如岩层或砂卵石层)。
- (3) 调整地基变形。利用筏形和箱形基础、摩擦群桩等基础所具有的刚度和上部结构共同作用,调整地基的不均匀变形沉降。

此外,采取相应措施,基础还可起到抗滑或抗倾覆及减振的作用。

地基是指直接承受构造物荷载影响的地层。基础下面承受建筑物全部荷载的土体或岩体称为地基。地基不属于建筑的组成部分,但它对保证建筑物的坚固耐久具有非常重要的作用,是地球地壳的一部分。

地基是支撑由基础传递的上部结构荷载的土体（或岩体）。为了使建筑物安全、正常地使用而不遭到破坏，要求地基在荷载作用下不能产生破坏；组成地基的土层因膨胀收缩、压缩、冻胀、湿陷等原因产生的变形不能过大。在进行地基设计时，要考虑：①基础底面的单位面积压力小于地基的容许承载力。② 建筑物的沉降值小于容许变形值。③ 地基无滑动的危险。由于建筑物的大小不同，对地基的强弱程度的要求也不同，地基设计必须从实际情况出发考虑三个方面的要求。有时只需考虑其中的一个方面，有时则需考虑其中的两个或三个方面。若上述要求达不到时，就要对基础设计方案作相应的修改或进行地基处理（对地基内的土层采取物理或化学的技术处理，如表面夯实、土桩挤密、振冲、预压、化学加固和就地拌和桩等方法），以改善其工程性质，达到建筑物对地基设计的要求。

从现场施工的角度来讲，地基可分为天然地基、人工地基。天然地基是不需要人工加固的天然土层，可节约工程造价。人工地基是需要经过人工处理或改良的地基。

基础工程是基础的设计与施工工作，以及有关的工程地质勘察、基础施工所需基坑的开挖、支护、降水和地基处理工作的总称。

二、基础的分类

在工程实践中，通常将基础分为浅基础和深基础两大类，但尚无准确的区分界限，目前主要按基础埋置深度和施工方法不同来划分。一般埋置深度在 5 m 以内，且能用一般方法和设备施工的基础属于浅基础，如条形基础、独立基础等；当需要埋置在较深的土层上，采用特殊方法和设备施工的基础则属于深基础，如桩基础等。浅基础技术简单，施工方便，不需要复杂的施工设备，可以缩短工期、降低工程造价。因此，在保证建筑物安全和正常使用的前提下，应优先采用天然地基上的浅基础设计方案。

浅基础可以按使用的材料和结构形式分类。按使用的材料可分为：砖基础、毛石基础、混凝土和毛石混凝土基础、灰土和三合土基础、钢筋混凝土基础等；按基础的刚度不同可分为：无筋扩展基础（刚性基础）（图 1-2）、扩展基础（图 1-3）。按结构形式可分为条形基础（图 1-4）、单独基础（图 1-5）、箱形基础（图 1-6）等。

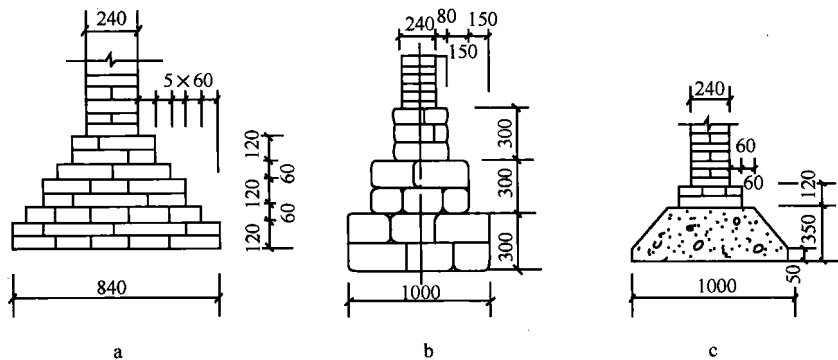


图 1-2 无筋扩展基础（单位：mm）

a—砖基础；b—砖石基础；c—素混凝土基础

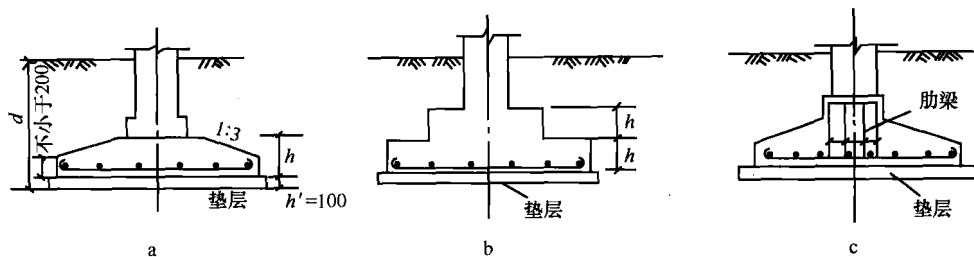


图 1-3 扩展基础 (单位: mm)
a—锥形; b—台阶形; c—有肋的扩展基础

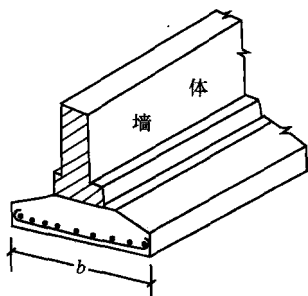


图 1-4 墙下条形基础

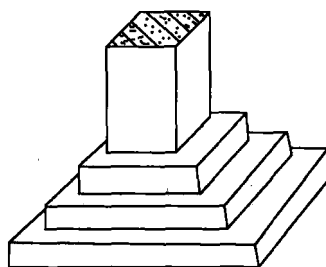


图 1-5 柱下单独基础

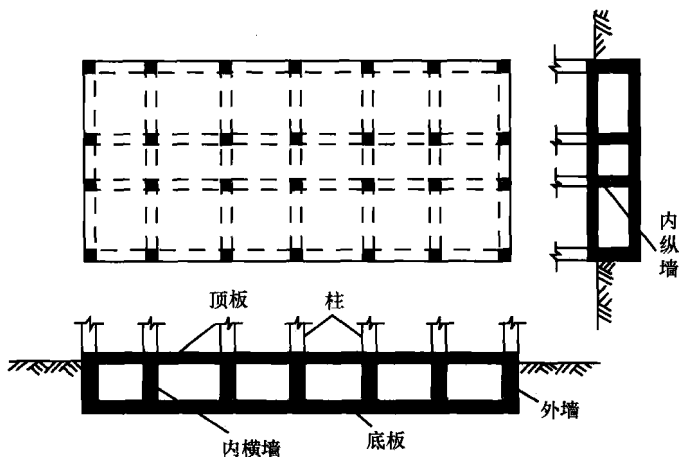


图 1-6 箱形基础

深基础的主要类型有桩基础 (图 1-7)、地下连续墙基础、墩基础 (图 1-8) 和沉井基础。深基础由于埋置深度大, 一般需要专业的施工队伍使用特殊方法和设备施工, 例如大口径钻挖孔技术等。

基础对整个建筑物的安全、使用、工程量、造价及工期的影响很大, 并且属于地下隐蔽工程, 一旦失事, 难以补救, 因此, 在设计和施工时应引起高度重视。