



普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

基础工程

张四平 主编

张季超 主审

中国建筑工业出版社

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

基 础 工 程

张四平 主编
张季超 主审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础工程/张四平主编. —北京:中国建筑工业出版社, 2012. 8

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材. 高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

ISBN 978-7-112-14563-8

I. ①基… II. ①张… III. ①地基-基础(工程)-高等学校-教材 IV. ①TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 183404 号

本书按照高等学校土木工程学科专业指导委员会最新编制的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》编写, 严格遵循专业规范编制的基本原则, 对专业规范提出的核心知识作到了完全覆盖。这些核心知识是土木工程专业包括建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程几个方向必须掌握的核心内容。

基础工程是高等院校土木工程专业的主要专业基础课之一, 本教材系统介绍了基础工程的基本知识和基本理论, 科学规范地反映了现阶段基础工程的设计和施工水平。本书按照我国现行土木工程类标准规范进行编写, 内容实践性强, 涉及领域广泛, 主要包括: 浅基础、连续基础、桩基础、沉井基础及地下连续墙、挡土墙、基坑工程、地基处理、区域性土地基、动力机器基础与地基基础抗震等。

本书可作为土木工程专业的本(专)科教材, 亦可供从事基础工程设计和施工的工程技术人员参考使用。

为更好地支持本课程教学, 本书作者制作了教学课件, 有需要的老师请发送邮件至 jiangongkejian@163.com 免费索取。

* * *

责任编辑: 王 跃 吉万旺

责任设计: 陈 旭

责任校对: 刘梦然 党 蕾

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

基 础 工 程

张四平 主编

张季超 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京世知印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{3}{4}$ 字数: 436 千字

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月第一次印刷

定价: 45.00 元(赠送课件)

ISBN 978-7-112-14563-8

(22611)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本系列教材编审委员会名单

主 任：李国强

常务副主任：何若全

副 主 任：沈元勤 高延伟

委 员：（按拼音排序）

白国良 房贞政 高延伟 顾祥林 何若全 黄 勇
李国强 李远富 刘 凡 刘伟庆 祁 皓 沈元勤
王 燕 王 跃 熊海贝 阎 石 张永兴 周新刚
朱彦鹏

组 织 单 位：高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社

出版说明

从 2007 年开始高校土木工程学科专业教学指导委员会对全国土木工程专业的教学现状的调研结果显示, 2000 年至今, 全国的土木工程教育情况发生了很大变化, 主要表现在: 一是教学规模不断扩大。据统计, 目前我国有超过 300 余所院校开设了土木工程专业, 但是约有一半是 2000 年以后才开设此专业的, 大众化教育面临许多新的形势和任务; 二是学生的就业岗位发生了很大变化, 土木工程专业本科毕业生中 90% 以上在施工、监理、管理等部门就业, 在高等院校、研究设计单位工作的大学生越来越少; 三是由于用人单位性质不同、规模不同、毕业生岗位不同, 多样化人才的需求愈加明显。《土木工程指导性专业规范》(以下简称《规范》)就是在这种背景下开展研究制定的。

《规范》按照规范性与多样性相结合的原则、拓宽专业口径的原则、规范内容最小化的原则和核心内容最低标准的原则, 对专业基础课提出了明确要求。2009 年 12 月高校土木工程学科专业教学指导委员会和中国建筑工业出版社在厦门召开了《规范》研究及配套教材规划会议, 会上成立了以参与《规范》编制的专家为主要成员的系列教材编审委员会。此后, 通过在全国范围内开展的主编征集工作, 确定了 20 门专业基础课教材的主编, 主编均参与了《规范》的研制, 他们都是各自学校的学科带头人和教学负责人, 都具有丰富的教学经验和教材编写经历。2010 年 4 月又在烟台召开了系列规划教材编写工作会议, 进一步明确了本系列规划教材的定位和编写原则: 规划教材的内容满足建筑工程、道路桥梁工程、地下工程和铁道工程四个主要方向的需要; 满足应用型人才培养要求, 注重工程背景和工程案例的引入; 编写方式具有时代特征, 以学生为主体, 注意 90 后学生的思维习惯、学习方式和特点; 注意系列教材之间尽量不出现不必要的重复等编写原则。为保证教材质量, 系列教材编审委员会还邀请了本领域知名教授对每本教材进行审稿, 对教材是否符合《规范》思想, 定位是否准确, 是否采用新规范、新技术、新材料, 以及内容安排、文字叙述等是否合理进行全方位审读。

本系列规划教材是贯彻《规范》精神、延续教学改革成果的最好实践, 具有很好的社会效益和影响, 住房和城乡建设部已经确定本系列规划教材为《普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材》。在本系列规划教材的编写过程中得到了住房和城乡建设部人事司及主编所在学校和学院的大力支持, 在此一并表示感谢。希望使用本系列规划教材的广大读者提出宝贵意见和建议, 以便我们在重印再版及规划和出版专业课教材时得以改进和完善。

高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社
2011 年 6 月

前 言

基础工程是高等院校土木工程专业的主要专业基础课之一，对培养新型工程科技人才和推进工程教育起着重要作用。

本书为普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材，同时也是高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)。本书按照我国现行土木工程类标准规范进行编写，符合土木工程指导性专业规范的要求。本教材主要介绍了浅基础、连续基础、桩基础、沉井基础及地下连续墙、挡土墙、基坑工程、地基处理、区域性土地基、动力机器基础与地基基础抗震等 10 章，本书内容实践性强，涉及领域广泛。

本教材系统介绍了基础工程的基本知识和基本理论，科学规范地反映了现阶段基础工程施工水平，条理清晰，重点突出，语言精练，图文并茂，注重工程教育与实践应用，具有较强的指导性和可操作性，积极培养学生实践能力与创新精神，使学生了解和掌握现行规范体系，加强基础工程理论与应用研究，具备运用专业知识分析和解决工程实际问题的能力，努力培养具备世界眼光的卓越工程师。

各章作者在写法上充分考虑了教学的要求，尽可能讲清基本概念，力求深入浅出，着重阐明基本原理和基本方法，不包罗万象，不拘泥细节；与有关工程技术规范的精神保持一致，取材方面以房屋建筑为主，但又兼顾桥梁等方面的基础问题。

本教材由重庆大学张四平主编，重庆大学吴曙光、华北水利水电学院李晓克副主编。参加编写的还有：第 1 章张四平，第 2 章重庆大学梁健(其中 2.4 由重庆大学干腾君编写)，第 3 章重庆大学陈建功，第 4 章重庆大学卢黎(其中 4.3 由干腾君编写，4.4 由李晓克编写)，第 5 章兰州交通大学黄志军，第 6 章 6.1~6.3 重庆大学谢强、6.4~6.7 山东理工大学黄占芳，第 7 章吴曙光，第 8 章重庆大学曾祥勇，第 9 章重庆大学李东升(其中 9.3 由黄志军编写)，第 10 章李晓克。全书由重庆大学胡岱文统稿，广州大学张季超主审。

本教材在编写过程中参考了许多文献资料，再次对各位作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中还在的不足之处，敬请广大读者批评指正。

目 录

第1章 绪论	1	2.6.1 无筋扩展基础设计	33
1.1 地基与基础的基本概念	1	2.6.2 刚性扩大基础设计	34
1.2 基础工程的重要性	1	2.7 扩展基础设计	36
1.3 基础工程的特点及学习方法	3	2.7.1 扩展基础的构造要求	36
1.4 基础工程的发展概况	4	2.7.2 扩展基础的计算	38
第2章 浅基础	5	2.8 防止或减轻不均匀沉降	
本章知识点	5	危害的措施	46
2.1 概述	5	2.8.1 建筑措施	46
2.1.1 浅基础的设计方法	5	2.8.2 结构措施	49
2.1.2 地基基础设计的原则	6	2.8.3 施工措施	50
2.2 浅基础的类型	9	思考题	51
2.2.1 无筋扩展基础	9	习题	51
2.2.2 扩展基础	11	第3章 连续基础	52
2.2.3 柱下条形基础	12	本章知识点	52
2.2.4 筏板基础(片筏基础)	14	3.1 概述	52
2.2.5 箱形基础	15	3.2 地基、基础与上部结构相互	
2.2.6 独立基础	15	作用的概念	53
2.3 基础的埋置深度	16	3.2.1 地基及基础的相互作用	54
2.3.1 确定基础埋置深度的意义		3.2.2 上部结构刚度对基础受力	
和原则	16	状况的影响	55
2.3.2 选择基础埋深的影响因素	16	3.2.3 地基变形对上部结构的影响	56
2.4 地基承载力	20	3.3 柱下条形基础的设计	57
2.4.1 按现场载荷试验的确定方法	20	3.3.1 基础梁的纵向内力计算	58
2.4.2 根据土的抗剪强度指标由		3.3.2 柱下条形基础构造要求	65
理论公式计算的确定方法	21	3.3.3 柱下条形基础设计步骤	66
2.4.3 现行规范的经验公式计算		3.3.4 工程案例	67
方法	22	3.4 柱下交叉条形基础的设计	70
2.4.4 地基变形验算	24	3.4.1 柱下交叉条形基础概述	70
2.5 基础底面尺寸的确定	26	3.4.2 设计要点	71
2.5.1 按地基持力层的承载力计算		3.4.3 工程案例	73
基底尺寸	27	3.5 筏形基础	75
2.5.2 软弱下卧层承载力的验算	31	3.5.1 概述	75
2.6 无筋扩展基础设计	33	3.5.2 设计要点	75

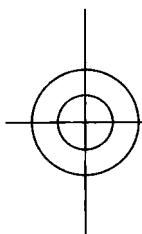
3.6 箱形基础	78	4.8.1 必要的设计资料	135
3.6.1 概述	78	4.8.2 选择桩的类型、桩长及桩 的截面尺寸	135
3.6.2 设计要点	78	4.8.3 桩的数量和平面布置	137
3.7 地下室设计时应考虑的几个 问题	82	4.8.4 桩基的验算	141
思考题	84	4.8.5 桩身结构设计	144
习题	84	4.8.6 桩基设计实例	146
第4章 桩基础	86	思考题	149
本章知识点	86	习题	149
4.1 概述	86	第5章 沉井基础及地下连续墙	151
4.1.1 桩基础的特点和应用范围	86	本章知识点	151
4.1.2 桩基础的设计原则	88	5.1 沉井基础概述	151
4.1.3 桩基础设计等级	88	5.2 沉井类型和构造	152
4.2 桩基础的分类和选型	89	5.2.1 沉井分类	152
4.2.1 按桩基础的承载性状分类	89	5.2.2 沉井构造	153
4.2.2 按桩基础的施工方法分类	90	5.3 沉井施工	155
4.2.3 按桩基础的设置效应分类	94	5.3.1 旱地上沉井的施工	155
4.3 单桩的竖向承载力	95	5.3.2 水中沉井的施工	157
4.3.1 单桩的竖向荷载传递机理	95	5.3.3 泥浆润滑套与壁后压气 沉井施工法	157
4.3.2 单桩竖向受力的影响因素	96	5.4 沉井设计与计算	158
4.3.3 桩侧负摩阻力	96	5.4.1 沉井作为整体深基础的 设计与计算	159
4.3.4 单桩竖向承载力的确定	98	5.4.2 考虑土体弹性抗力的沉井 设计与计算	160
4.4 单桩的水平承载力	109	5.4.3 沉井施工过程中结构 强度计算	164
4.4.1 单桩水平承载力临界状态	110	5.4.4 浮运沉井的计算要点	172
4.4.2 单桩水平承载力影响因素	110	5.5 地下连续墙简介	174
4.4.3 桩的水平静载试验	111	5.5.1 地下连续墙发展	174
4.4.4 水平荷载作用下的竖直桩	113	5.5.2 地下连续墙分类	174
4.5 群桩基础	118	5.5.3 地下连续墙适用范围	176
4.5.1 群桩的工作特性	118	5.5.4 地下连续墙优缺点	176
4.5.2 承台效应	121	5.5.5 地下连续墙施工工艺	177
4.6 桩基础的沉降计算	122	5.5.6 地下连续墙检测	178
4.6.1 桩基础沉降原理	122	思考题	179
4.6.2 桩基础沉降验算要求	123	习题	179
4.6.3 沉降计算的半理论半 经验方法	123	第6章 挡土墙	181
4.7 承台设计	126	本章知识点	181
4.7.1 构造要求	126		
4.7.2 承台的计算	127		
4.8 桩基础设计	135		

6.1 概述	181	7.2.5 其他支护结构	215
6.2 挡土墙的类型	182	7.3 水泥土桩墙支护结构	217
6.2.1 重力式挡土墙	182	7.3.1 概述	217
6.2.2 悬臂式挡土墙	183	7.3.2 水泥土墙计算	217
6.2.3 扶壁式挡土墙	184	7.3.3 水泥土墙设计特性及构造 要求	219
6.2.4 锚杆式或锚定板挡土墙	184	7.4 排桩、地下连续墙支护结构 ...	219
6.2.5 加筋土挡土墙	184	7.4.1 概述	219
6.3 重力式挡土墙	184	7.4.2 排桩支护结构计算	220
6.3.1 重力式挡土墙的选型	184	7.5 土钉支护结构	223
6.3.2 重力式挡土墙的构造	185	7.5.1 概述	223
6.3.3 重力式挡土墙的计算	187	7.5.2 土钉支护结构参数的确定	223
6.4 悬臂式挡土墙	190	7.5.3 土钉抗力设计	224
6.4.1 悬臂式挡土墙的构造	190	7.5.4 土钉墙支护内部稳定性分析	226
6.4.2 悬臂式挡土墙的计算	191	7.5.5 土钉墙外部稳定性分析	227
6.5 扶壁式挡土墙	194	7.6 基坑稳定性分析	228
6.5.1 扶壁式挡土墙的构造	194	7.6.1 概述	228
6.5.2 扶壁式挡土墙的计算	195	7.6.2 基坑整体稳定性分析	228
6.6 加筋土挡土墙	196	7.6.3 支护结构踢脚稳定性分析	229
6.6.1 加筋土挡土墙构造	196	7.6.4 基坑底抗隆起稳定性分析	229
6.6.2 加筋土挡土墙的设计	198	7.6.5 基坑渗流稳定性分析	231
6.7 锚杆挡土墙	200	7.7 地下水控制	232
6.7.1 柱板式锚杆挡土墙的构造	200	7.7.1 概述	232
6.7.2 柱板式挡土墙设计	202	7.7.2 集水明排法	232
思考题	206	7.7.3 降水法	233
习题	206	7.7.4 截水与回灌	235
第7章 基坑工程	207	7.8 基坑现场监测与信息化施工 ...	236
本章知识点	207	7.8.1 基坑现场监测目的与原则	236
7.1 概述	207	7.8.2 基坑工程监测方法	237
7.1.1 基坑工程的概念及特点	207	7.8.3 基坑信息化施工	240
7.1.2 基坑工程设计内容	208	7.9 工程实例	242
7.1.3 基坑支护设计原则	209	7.9.1 工程概况	242
7.1.4 作用于支护结构上的荷载 及土压力计算	210	7.9.2 基坑支护方案	242
7.2 基坑支护结构的类型	212	7.9.3 信息化施工过程	244
7.2.1 放坡开挖及简易支护结构	212	7.9.4 实施效果	246
7.2.2 重力式挡土墙支护结构	212	思考题	247
7.2.3 排桩或地下连续墙式支护 结构	213	习题	247
7.2.4 土钉墙支护结构	214	第8章 地基处理	248
		本章知识点	248

8.1 概述	248	8.9.1 基本原理及适用范围	268
8.1.1 地基处理的目的及意义	248	8.9.2 设计要点	268
8.1.2 地基处理方法的分类	249	8.9.3 施工要点及质量检验	268
8.1.3 地基处理方法确定	249	8.10 其他地基处理方法	269
8.2 换填垫层法	250	思考题	269
8.2.1 基本原理及适用范围	250	习题	270
8.2.2 设计要点	251	第9章 区域性土地基	271
8.2.3 施工要点及质量检验	252	本章知识点	271
8.2.4 工程实例	253	9.1 概述	271
8.3 预压法	254	9.2 软土地基	271
8.3.1 基本原理及适用范围	254	9.2.1 软土成因类型及分布	271
8.3.2 设计要点	254	9.2.2 软土的工程性质	272
8.3.3 施工要点及质量检验	255	9.2.3 软土地基评价	273
8.3.4 工程实例	256	9.2.4 软土地基处理	274
8.4 强夯法和强夯置换法	257	9.3 黄土地基	274
8.4.1 基本原理及适用范围	257	9.3.1 黄土的分布、特征	274
8.4.2 设计要点	258	9.3.2 黄土地基湿陷性主要影响 因素	275
8.4.3 施工要点及质量检验	259	9.3.3 湿陷性黄土地基的勘察与 评价	276
8.4.4 工程实例	260	9.3.4 湿陷性黄土地基的工程 措施	279
8.5 复合地基基本理论	260	9.4 膨胀土地基	281
8.5.1 复合地基的概念与分类	260	9.4.1 膨胀土成因类型及分布	281
8.5.2 复合地基工作机理及设计 参数	261	9.4.2 膨胀土对建筑物的危害	281
8.5.3 复合地基承载力确定	262	9.4.3 膨胀土地基评价	283
8.5.4 复合地基变形计算	263	9.4.4 膨胀土地基计算及工程 措施	285
8.6 柔性桩复合地基	263	9.5 冻土地基	287
8.6.1 基本原理及适用范围	263	9.6 山区地基	289
8.6.2 设计要点	264	9.6.1 土岩组合地基	289
8.6.3 施工要点及质量检验	264	9.6.2 填土地基	291
8.7 半刚性桩复合地基	265	9.6.3 岩石地基	293
8.7.1 基本原理及适用范围	265	9.6.4 岩溶和土洞	295
8.7.2 设计要点	265	9.7 其他特殊土地基	297
8.7.3 施工要点及质量检验	266	9.7.1 红黏土地基	297
8.8 灰土挤密桩法和土挤密 桩法	266	9.7.2 盐渍土地基	298
8.8.1 基本原理及适用范围	267	思考题	301
8.8.2 设计要点	267	习题	301
8.8.3 施工要点及质量检验	267		
8.9 单液硅化法和碱液法	268		

第 10 章 动力机器基础与地基

基础抗震	302
本章知识点	302
10.1 概述	302
10.1.1 动力机器基础	302
10.1.2 抗震地基基础	303
10.2 动力机器基础	303
10.2.1 块式基础的振动计算理论 ...	303
10.2.2 地基土动力参数确定	305
10.2.3 动力机器基础设计	310
10.2.4 动力机器基础的减振与隔振	313
10.3 抗震地基基础	313
10.3.1 地基基础的震害破坏	313
10.3.2 地基基础抗震设计	314
10.3.3 地基土液化判别及抗震措施	316
本章小结	319
思考题	319



第1章

绪 论

1.1 地基与基础的基本概念

万丈高楼从地起，一切建筑物均以地球为依托，即无论建筑物的使用要求、荷载条件如何，其荷载最后总是由其下的地层来承担。凡是因建筑物荷载作用而产生应力与变形的岩土体，统称为地基。将建筑物荷载传递给地基的地下结构部分称为基础(图 1-1)。

地基是地层的一部分，地层由岩层和土层组成，它们均是自然界的产物。为保证建筑物的安全使用，地基应满足两个基本要求：

(1)作用于地基上的荷载不超过地基承载力，并有足够的安全储备，即满足地基的强度和稳定性要求。(2)地基的变形不超过建筑物的容许变形值，即满足地基的变形要求。天然地基为不需任何处理便可作为建筑物的地基。反之，需采取某些处理措施，使地层适应建筑物荷载和变形的需要，这种经人工处理后的地基称为人工地基。

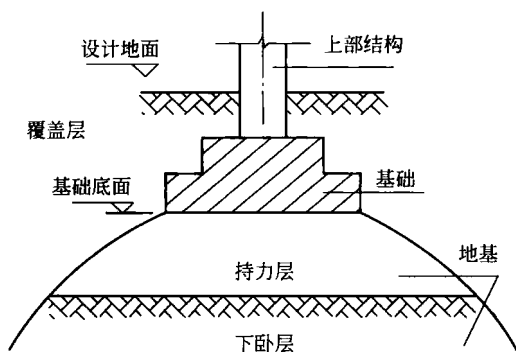


图 1-1 地基基础示意图

基础是建筑物的一部分，它的任务是将上部结构的荷载妥善地传递给地基，并保证上部结构的安全和稳定。因此基础也应有足够的强度、刚度和耐久性。基础结构形式很多，习惯上据其埋深不同可分为浅基础和深基础两大类。当基础埋深不大(一般小于 5m 或不大于基础底面宽度)时称为浅基础；反之，埋深较大，且需采用特殊方法和机具施工的基础称为深基础。

建筑物一般是由上部结构、基础和地基三部分组成，虽然各自的功能不同，研究方法各异，但却是彼此联系、相互制约、共同工作的整体。因此，在进行基础工程的设计与施工时，应从地基、基础和上部结构相互作用的整体概念出发，综合分析考虑，选取安全可靠、技术先进、经济合理以及施工简便的地基基础方案。

1.2 基础工程的重要性

基础支承上部结构荷载并将其传递给地基，起到承上启下的作用。基础

工程是整个建筑工程中的一个重要组成部分，是建筑物的根基。大量事实表明，在土木工程失事案例中，地基基础问题占很大的比例，且事故一旦发生，进行补救相当困难。

一些国际上有名的基础工程失败事例应引以为戒。图 1-2 所示为巴西一幢 11 层大厦因严重倾斜而倒塌。该大厦始建于 1955 年，1958 年初建成时发现有明显沉降。还未来得及采取加固措施，即于当年 1 月 30 日晚发生整体倒塌。事后经调查，地基为较厚的软弱黏土和泥炭层，21m 长的桩未能达到较好的持力层，由于地基承载力不足而发生毁灭性破坏。1173 年建造的意大利比萨斜塔(图 1-3)，塔高 58m。该塔建至第二层时发生倾斜。停工近 100 年后又续建，仍不断倾斜。至上世纪末，该塔的总沉降量已达 3m 多，塔顶水平偏移 5m 多。由于 1590 年伽利略曾在此塔做落体实验，创立了物理学上著名的落体定律，斜塔成为世界上最珍贵的历史文物之一。为此，意大利花费巨资进行地基加固处理，使之得以保存。

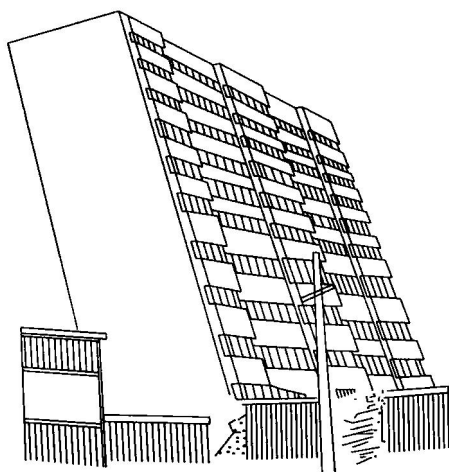


图 1-2 巴西某大厦

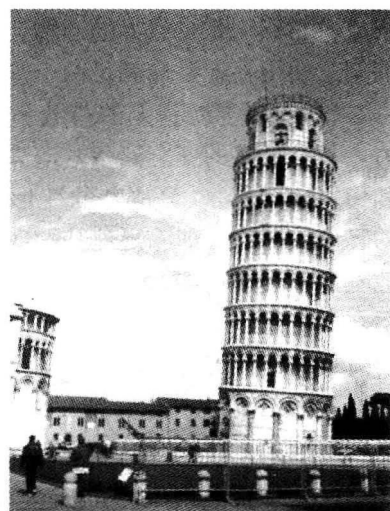


图 1-3 比萨斜塔

基础工程视其复杂程度、设计与施工是否合理，所占工程造价比例变动很大，从百分之几到几十之间，若地基还需处理，则费用更多。如重庆黄花园某公司修建 7~9 层砖混结构住宅，建筑物地处嘉陵江边，典型的土岩组合地基，土层厚度相差达 20 多米，且下卧基岩面坡度较陡(图 1-4)。原设计为全部桩基础，预算基础工程费用约占建筑总投资的 80%，后结合修改建筑设计，基础视上部结构及地质条件不同，采用不同形式、尺寸，并进行局部换土垫层。修改后基础费用仅占总投资 14.5%。

从以上工程实例可见，基础工程实属百年大计，必须认真对待。随着国民经济的发展，作为建筑物的重要组成部分——基础工程，其越来越重要，应受到最广泛的重视。

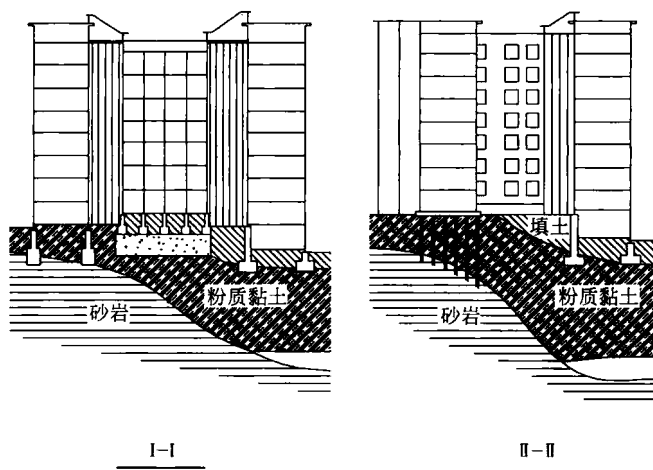
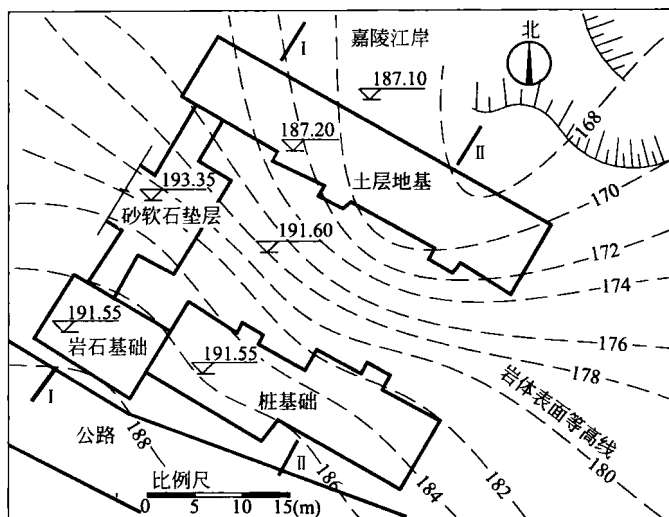


图 1-4 重庆黄花园某住宅

1.3 基础工程的特点及学习方法

基础工程是土木工程专业的一门重要的专业课。该课程以土力学为其理论基础，并涉及工程地质学、工程力学、结构工程和施工技术等领域，是一门综合性强、内容广泛，理论性和实践性均较强的课程。因此，在学习时应充分重视工程地质学的基本概念，牢固掌握土力学的基本原理，结合结构工程理论和施工知识，分析和解决基础工程方面的问题。

地基岩土因其形成过程、物质成分、气候条件以及环境等因素影响，性质和分布极其复杂，且在较小的范围内也可能有很大的变化。进行基础工程设计时，必须通过勘察及测试来获取所需的各种参数和资料。因此，在学习时应注重岩土工程测试技术，掌握现场原位测试和室内土工试验方法，避免

千篇一律机械套用地质勘察资料进行基础工程设计计算。

我国地域辽阔,自然地理环境不同,分布着多种多样性质各异的岩土,如软土、湿陷性黄土、膨胀土、红黏土、冻土和山区地基。不同区域的岩土还具有各自的一些特殊性质。因此,在学习时应重视地区性工程经验,注重理论与实践相结合,因地制宜地解决和处理地基基础问题。

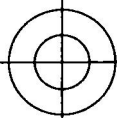
基础工程是地下隐蔽工程,基础工程的勘测、设计和施工质量,直接影响建筑物的安危。一旦出现问题,补救起来比较困难。因此,在学习时应明确施工质量的重要性,掌握各项基础工程施工方法和地基处理技术措施的可行性及其适用条件,增强解决地基基础问题的能力。

1.4 基础工程的发展概况

基础工程是人类在长期生产实践中逐步总结提高而形成的,它既是一门古老的工程技术,又是一门年青的应用科学。人类自远古以来就不断地创造发展了地基基础工艺,许多宏伟壮丽的古建筑群,如故宫、太庙、天坛以及万里长城、南北大运河、埃及金字塔等,都有牢固的地基基础,经历无数次地震强风度过千百年留存至今。充分说明了人类祖先在解决复杂地基基础问题方面,早就具有丰富的经验和很高的技术水平。

18世纪欧洲产业革命后,不断扩大的城市建设、水利、道路工程等,促使人们重视基础工程方面的问题并开展研究,相继提出了砂土抗剪强度公式、土压力理论、半无限弹性体在垂直集中力作用下的应力应变解答以及土坡稳定分析等一系列理论与方法。到20世纪20年代,美国土力学专家太沙基发表了《土力学》专著,使得作为本学科理论基础的土力学成为一门独立的学科,同时也带动了各国学者对基础工程各方面的探索与研究,并取得不断进展。

随着人类文明进步和生产建设的发展,尤其是电子计算机的普及应用、土工测试仪器及施工机械的迅速发展,基础工程,无论在设计理论,还是在施工技术上均出现了令人瞩目的发展。我国改革开放以来,在土建、桥隧、道路、港口、水利、海洋等工程领域进行了大规模的现代化建设,如各地的高层与超高层建筑,地质条件复杂的地铁、隧道及高速公路、青藏铁路,南水北调工程,三峡水利工程,海洋石油平台等,成功地解决了一个又一个地基基础方面的难题,有效地促进了我国基础工程的现代化发展。



第2章

浅基础

本章知识点

【知识点】 浅基础的设计内容与步骤，浅基础设计方法，地基基础设计的原则；浅基础的类型；基础埋置深度的选择；地基承载力；基础底面尺寸的确定；扩展基础设计；减轻不均匀沉降损害的措施。

【重点】 理解浅基础的设计内容与步骤，浅基础设计方法，地基基础设计的原则；浅基础的类型及适用条件。掌握地基承载力设计值；基础底面尺寸的确定；软弱下卧层验算方法。

【难点】 地基承载力设计值；基础底面尺寸的确定；软弱下卧层验算方法。

地基基础方案通常有：天然地基上浅基础、人工地基上浅基础和深基础三大类。天然地基上浅基础方案具有技术简单、施工方便、材料节省和价格较低的优点，故一般应优先选用。如果建筑场地浅层的土质不能满足建筑物对地基的承载力和变形的要求时，应当选用经济、可行的地基处理方案，即采用人工地基方案，若是基地处理不经济或无条件时，可采用深基础方案。

本章主要针对浅基础设计进行讲解，余见其他章节。

2.1 概述

2.1.1 浅基础的设计方法

浅基础的设计内容，可归纳为地基设计和基础(结构)设计两大部分。这部分计算的关键问题，在于确定基底压力或地基反力的大小和分布形状；而基底压力或地基反力的大小和分布，则涉及地基、基础和上部结构之间的共同工作问题。由于这个问题十分复杂，在实际工程中的基础设计，均是根据工程的不同情况和需要，作了适当的简化。按其简化情况的不同，基础的设计方法可分为下述三类。

1. 常规设计法(或简化计算法)

这类方法是不考虑地基、基础与上部结构的共同作用,把三者分离开来分别进行计算。计算时视上部结构的墙柱底端为固端支座或铰支座,不考虑其不均匀下沉,只要求它们之间满足静力平衡条件,而不考虑变形协调条件,同时假定基底压力和地基反力呈直线分布。这类方法只适用于上部结构的荷载分布、柱距和地基压缩性都比较均匀(这才有可能忽略基础的不均匀沉降,按静力平衡条件计算)以及基础的相对刚度较大(基底压力和地基反力方可能直线分布)的情况。由于此类方法只有当基础的刚度很大而地基相对软弱时,方符合计算假定和比较接近实际,所以常规设计法又称为刚性设计法。这类方法通常有静力平衡法(或静定分析法)和倒梁法(反梁法或连续梁法)。静力平衡法是采用直线分布的地基反力,根据基顶荷载和地基反力的静力平衡条件计算基础任意截面的内力(弯矩和剪力)的方法,适用于上部结构是柔性的情况;倒梁法则是以柱端作为不动铰支座(或固定支座),用直线分布的地基反力和柱(或墙)位处的弯矩作为基础上的荷载,按倒置的连续梁(或悬臂梁)计算其内力的方法,适用于上部结构是刚性的情况。这类方法常用于单独基础、墙下条形基础,倒梁法还用于刚性筏板基础。

2. 地基上梁的计算法

这类方法是事先不假定地基反力分布,仅考虑地基与基础的相互作用,而忽略上部结构刚度影响,以静力平衡条件和变形协调条件为基础,利用不同的地基应力应变关系,建立满足上述条件的方程,直接或近似求解基础内力的方法,如文克勒(Winkler)地基上梁的解法、有限压缩层地基上梁的解法、线性变形体地基上梁的解法和弹塑性地基上梁的解法等。此类方法适用于不同的基础相对刚度、荷载分布和地基条件。但由于此法未考虑上部结构刚度的影响,计算的内力偏离实际,尤其是地基较为软弱而上部结构刚度很大时,对基础的变形和内力有显著的调整作用,上述方法的计算结果,对基础一般偏于安全。

3. 考虑上部结构刚度的计算法

这类方法不仅考虑了地基与基础的相互作用,而且还考虑了上部结构刚度的影响,符合基础实际的工作状态和作用性状,因而可得出较为满意的计算结果,鉴于这样计算复杂、工作量又大,通常对上部结构作适当简化以考虑其刚度的影响,如等效刚度梁、逐次逼近法、逐次弹性杆法和有限单元法等。这类方法适用于基础结构比较复杂的情况。

2.1.2 地基基础设计的原则

1. 地基基础设计等级的划分

根据地基复杂程度、建筑物规模和功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度,《建筑地基基础设计规范》将地基基础设计分为三个设计等级,设计时应根据具体情况,按表 2-1 选用。