

桩基工程手册

(第二版)

龚晓南 主编

中国建筑工业出版社

桩基工程手册

(第二版)

龚晓南 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

桩基工程手册/龚晓南主编. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-112-18072-1

I. ①桩… II. ①龚… III. ①桩基础-工程施工-技术手册 IV. ①TU473.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 085198 号

本书结合工程建设发展需要, 着重反映近年来我国在桩基工程实践中的新经验和新方法, 也包含科研工作中较系统的新成果, 同时适当介绍国外先进技术, 并附有工程实例。全书共分 19 章, 包括: 总论, 竖向荷载下单桩和群桩的承载力, 单桩和群桩的沉降计算, 水平荷载下单桩和群桩基础受力分析, 桩的抗拔承载力, 桩的负摩阻力, 被动桩, 桩基的结构设计, 预制钢筋混凝土桩的施工, 灌注桩施工, 钢桩的施工, 深水桩基础, 特殊土地基中桩基础, 复合桩基, 桩的现场载荷试验, 桩基抗震设计与计算, 桩基工程质量检验, 桩基工程的原型观测, 桩基施工环境效应及对策。

责任编辑: 石振华 王 梅 杨 允

责任设计: 张 虹

责任校对: 陈晶晶 赵 颖

桩基工程手册 (第二版)

龚晓南 主编

*

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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 70 字数: 1746 千字

2016 年 1 月第二版 2016 年 1 月第三次印刷

定价: 168.00 元

ISBN 978-7-112-18072-1

(27309)

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)

《桩基工程手册》(第二版) 编写委员会

主 编: 龚晓南

委 员: 章履远 高文生 陈竹昌 赵明华 刘祖德

冯忠居 魏汝龙 黄绍铭 李耀良 沈保汉

周国然 滕文川 李 亮 龚一鸣 潘凯云

关立军 鹿 群

各章编写人

第 1 章	总论	龚晓南			
第 2 章	竖向荷载下单桩和群桩的承载力	高文生	刘金砺		
第 3 章	单桩和群桩的沉降计算	陈竹昌			
第 4 章	水平荷载下单桩和群桩基础受力分析	赵明华	邹新军	邓友生	
第 5 章	桩的抗拔承载力	刘祖德	杜 斌		
第 6 章	桩的负摩阻力	冯忠居			
第 7 章	被动桩	魏汝龙	王年香	杨守华	高长胜
第 8 章	桩基的结构设计	黄绍铭	岳建勇	刘陕南	
第 9 章	预制钢筋混凝土桩的施工	李耀良	张日红		
第 10 章	灌注桩施工	沈保汉	张海春	熊宗喜	
第 11 章	钢桩的施工	李耀良			
第 12 章	深水桩基础	周国然			
第 13 章	特殊土地基中桩基础				
13.1	概述	龚晓南			
13.2	湿陷性黄土地基中桩基础	滕文川			
13.3	盐渍土地基中桩基础	滕文川	鲁海涛		
13.4	冻土地基中桩基础	滕文川	曾晓东		
13.5	膨胀土地基中桩基础	李 亮			
13.6	岩溶地基中桩基础	赵明华			
第 14 章	复合桩基	龚晓南			
第 15 章	桩的现场载荷试验	龚一鸣	张耀年	施 峰	
第 16 章	桩基抗震设计与计算	潘凯云	罗强军	高国家	
第 17 章	桩基工程质量检验	关立军			
第 18 章	桩基工程的原型观测	魏汝龙	王年香	杨守华	高长胜 何 宁
第 19 章	桩基施工环境效应及对策	鹿 群	龚晓南		

序 (第二版)

桩基础是土木工程建设中应用最多的基础形式,在建筑工程、交通工程、港口工程、海洋工程等领域得到广泛应用。改革开放以来,我国土木工程建设发展很快。随着土木工程建设的发展,我国桩基工程发展也很快,在新桩型引进和研发、桩基工程理论研究、桩基工程设计计算水平、桩基施工机械和施工工艺、桩基工程监测技术以及桩基工程施工管理等各个方面都有了长足的发展。为了总结近二十年来我国在桩基工程领域理论和实践的新发展,总结经验,更好地为工程建设服务,中国建筑工业出版社委托浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心龚晓南教授,邀请有关桩基工程专家、学者,在《桩基工程手册》(第一版)(1995,中国建筑工业出版社)的基础上组织编写《桩基工程手册》(第二版)。

《桩基工程手册》(第二版)与第一版相比,在章节设置上增加了桩的抗拔承载力,桩的负摩阻力,特殊土地基中桩基础,复合桩基,桩基抗震设计与计算,桩基施工环境效应及对策等章节,内容较全面。《桩基工程手册》(第二版)在广度和深度上都有较大的发展,较好地反映了我国桩基技术的发展,希望《桩基工程手册》(第二版)的出版推动我国桩基技术水平的进一步发展。

中国工程院院士



2015年8月26日

序（第一版）

城市建设立体化，交通高速化，以及改善综合居住环境已成为现代土木工程特征。现代土木工程建设对地基基础提出了更高的要求，桩基础在高层建筑、桥梁、港口以及近海结构等工程中正在广泛应用。新的桩型、新的施工工艺、新的桩材被采用，桩基工程设计计算理论、方法，施工工艺，原型试验及检测方法发展很快。新中国成立以来，特别是改革开放以后，我国城市高层建筑和道路桥梁的地基基础大量采用了桩基，在设计和施工的过程中研究解决了不少特殊问题并积累了许多实践经验。为了总结我国在桩基工程领域的理论和实践，供土木工程技术人员在从事桩基础设计、施工、监测工作，以及土木类大专院校有关专业师生应用参考，中国土木工程学会土力学及基础工程学会地基处理学术委员会应中国建筑工业出版社委托，邀请全国桩基工程专家，学者，组成《桩基工程手册》编写委员会，负责《桩基工程手册》的编写组织工作。在建筑、交通、铁道等各部门桩基工程同行的大力支持下，完成了《桩基工程手册》编写工作。它反映了我国目前桩基工程的先进水平，希望《桩基工程手册》的出版进一步推动我国桩基工程的发展。

中国科学院院士

卢肇钧

1995年8月

前 言

《桩基工程手册》(第一版)于1995年出版,至今已近20年。在这段时间我国土木工程建设发展很快,桩基技术也得到很多发展。无论是新桩型的应用、桩基施工技术、桩基设计水平、桩基理论研究、桩基监测技术以及桩基施工管理等各个方面都有了长足的发展,受中国建筑工业出版社的委托组织编写《桩基工程手册》(第二版)。

《桩基工程手册》(第二版)的对象与第一版基本相同,以从事桩基工程设计和施工的中等以上工程技术人员为主,内容结合工程建设发展需要,着重反映近年来我国在桩基工程实践中的新鲜经验,也包含科研工作中较系统的新成果,并适当介绍国外先进技术,尽可能附有工程实例。

桩基工程的质量和承载能力,不仅与场地工程地质条件有关,而且与桩基施工工艺、程序和施工队伍的经验有密切关联。因此,读者在使用《桩基工程手册》中介绍的方法、试验数据、计算参数和工程实例时,应结合当地的经验和施工条件全面考虑,不宜盲目套用。《桩基工程手册》(第二版)与第一版一样主要针对建筑工程的桩基,兼顾桥梁及港口码头用桩。

《桩基工程手册》(第二版)与第一版相比,章节设置上增加了桩的抗拔承载力,桩的负摩阻力,特殊土地基中桩基础,复合桩基,桩基抗震设计与计算,桩基施工环境效应及对策等章节,桩基设计原则合并在总论中介绍。《桩基工程手册》(第二版)与第一版相比,广度和深度都有较大的发展,如在现浇钢筋混凝土桩的施工中增设了静钻植桩工法。《桩基工程手册》(第二版)共分十九章,包括:总论,竖向荷载下单桩和群桩的承载力,单桩和群桩的沉降计算,水平荷载下单桩和群桩基础受力分析,桩的抗拔承载力,桩的负摩阻力,被动桩,桩基的结构设计,预制钢筋混凝土桩的施工,灌注桩施工,钢桩的施工,深水桩基础,特殊土地基中桩基础,复合桩基,桩的现场载荷试验,桩基抗震设计与计算,桩基工程质量检验,桩基工程的原型观测,桩基施工环境效应及对策。

《桩基工程手册》(第二版)由浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心龚晓南教授主编,参加各章编写工作的有:中国建筑科学研究院高文生研究员,同济大学陈竹昌教授,湖南大学赵明华、邹新军教授,武汉大学刘祖德和杜斌教授,长安大学冯忠居教授,南京水利科学研究院魏汝龙、王年香、杨守华和高长胜研究员,上海民用设计院黄绍铭、岳建勇和刘陕南教授级高工,上海基础工程公司李耀良教授级高工,浙东建材公司张日红研究员,北京建筑工程研究院沈保汉研究员,浙江建筑投资集团章履远教授级高工,上海三航局设计院周国然教授级高工,甘肃土木工程科学研究院滕文川、鲁海涛教授级高工和曾晓东教授级高工,中南大学李亮教授,福建省建筑科学研究院龚一鸣、张耀年、施峰教授级高工,云南怡成建筑设计有限公司潘凯云教授级高工,中国建筑科学研究院关立军研究员,天津城建大学鹿群教授等。

《手册》编写工程中得到全国有关同行的支持,提供了大量资料。浙江大学滨海和城

市岩土工程研究中心博士研究生周佳锦、陶燕丽、刘念武和豆红强，研究生孙中菊和朱旻为部分书稿打印、制图、校对，周佳锦、刘峰、朱旻和王志琰为编排索引等做了大量工作。《手册》是集体辛勤劳动的产物，借此向所有为本手册作出贡献的同志致以衷心感谢。

《手册》中如有错误和不当之处，敬请读者批评指出。为便于再次印刷和再版时增补订正，来函请寄：杭州浙江大学紫金港校区安中大楼（A415 室）浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心龚晓南（E-mail: 13906508026@163.com）。

龚晓南

浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心

— 2015 年 8 月 16 日

目 录

第1章 总论	1
1.1 桩和桩基础及其效用	1
1.2 桩和桩基础发展概况	1
1.3 桩的分类及适用范围	2
1.4 桩基工程勘察要点	4
1.5 桩和桩基础的设计原则	5
1.6 桩基础发展展望	6
1.7 关于地基承载力和桩基承载力表达 形式的说明	8
参考文献	10
第2章 竖向荷载下单桩和群桩的 承载力	11
2.1 概述	11
2.1.1 竖向荷载下桩基的工作原理	11
2.1.2 影响单桩竖向承载力的因素	11
2.1.3 桩基的竖向极限承载力	12
2.1.4 桩基竖向承载力的确定方法	13
2.2 单桩竖向抗压承载力	14
2.2.1 竖向荷载下单桩的荷载传递 特性	14
2.2.2 桩侧阻力	18
2.2.3 桩端阻力	23
2.2.4 桩侧阻力与桩端阻力的耦合 作用	27
2.2.5 单桩承载力的确定方法	29
2.2.6 大直径桩的承载特性	40
2.2.7 超长桩承载特性	46
2.2.8 后注浆灌注桩的竖向承载力	52
2.3 群桩竖向承载力	57
2.3.1 群桩承载特性	57
2.3.2 桩基与复合桩基	66
2.3.3 承台土反力与承台分担荷载的 作用	68
2.3.4 群桩极限承载力计算	74
2.3.5 群桩软弱下卧层验算	79
参考文献	82

第3章 单桩和群桩的沉降计算	83
3.1 单桩的沉降计算	83
3.1.1 概述	83
3.1.2 荷载传递法	84
3.1.3 弹性理论法	88
3.1.4 剪切变形传递法	95
3.1.5 单桩沉降计算的其他方法	97
3.2 群桩沉降的试验和现场观测	103
3.2.1 打入群桩沉降的试验研究	103
3.2.2 钻孔群桩沉降的试验研究	104
3.2.3 打入桩基沉降的现场观测	105
3.2.4 打入桩基与钻孔桩基沉降的 现场观测	110
3.3 群桩的沉降计算	113
3.3.1 等代墩基法计算群桩的沉降	113
3.3.2 按 Mindlin 解确定地基土附加 应力的群桩沉降计算方法	117
3.4 非黏性土中群桩的沉降	122
3.4.1 采用原位测试估算群桩沉降	122
3.4.2 沉降比法	124
3.5 弹性理论计算群桩的沉降	125
3.5.1 两根桩的相互作用	125
3.5.2 群桩沉降的弹性理论解	127
3.6 土变形指标	139
3.6.1 问题的提出与背景情况	139
3.6.2 先行探索的桩型与桩周土 特性	140
3.6.3 其他工作	141
参考文献	141
第4章 水平荷载下单桩和群桩基础 受力分析	144
4.1 水平荷载下单桩的受力特性	144
4.1.1 工作性能及其破坏性状	144
4.1.2 计算方法分类	146
4.2 刚性桩的计算分析	152
4.2.1 概述	152

4.2.2 极限地基反力法	153	5.3.2 变截面桩抗拔承载力的计算	268
4.2.3 地基反力系数法	153	5.3.3 嵌岩式锚桩抗拔承载力的 计算	276
4.2.4 《公路桥梁钻孔桩计算 手册》法	156	5.4 抗拔桩的布桩原则	277
4.3 弹性桩的计算分析	157	5.4.1 桩型选择	277
4.3.1 概述	157	5.4.2 抗拔桩的布置	278
4.3.2 地基反力系数沿深度为常数的 计算方法	158	5.4.3 持力层	278
4.3.3 地基反力系数沿深度按线性 增大的计算方法	158	5.5 抗拔桩的施工及事故	279
4.3.4 地基反力系数沿深度按凸抛物线 增大的计算方法	181	5.5.1 抗拔桩施工	279
4.3.5 线弹性地基反力法幂级数 通解	182	5.5.2 抗拔桩事故	280
4.3.6 地面处抗力不为零的计算 方法	185	参考文献	281
4.3.7 综合刚度原理及双参数法	187	第6章 桩的负摩阻力	282
4.3.8 p - y 曲线法	189	6.1 负摩阻力的成因及工程影响	282
4.3.9 弹性地基反力法的数值计算 方法简介	197	6.1.1 负摩阻力定义	282
4.4 群桩基础计算分析	215	6.1.2 负摩阻力产生的条件及工程 影响	282
4.4.1 概述	215	6.1.3 中性点位置的确定	284
4.4.2 高承台群桩基础的受力分析	219	6.2 单桩负摩阻力的计算	285
4.4.3 低承台群桩基础的受力分析	225	6.2.1 单桩负摩阻力的计算	285
4.4.4 低承台群桩基础水平承载力 特征值确定	226	6.2.2 负摩阻力下的单桩容许承载力 计算	287
4.5 提高桩基水平承载力的措施	229	6.2.3 相关规范对负摩阻力的考虑	289
4.5.1 桩的刚度和强度	229	6.2.4 时间效应产生的负摩阻力 评估	290
4.5.2 桩基的构造措施	230	6.3 群桩负摩阻力的计算	291
4.5.3 桩侧土体水平抗力	231	6.3.1 负摩阻力的群桩效应机理	291
参考文献	232	6.3.2 群桩负摩阻力的计算	292
第5章 桩的抗拔承载力	233	6.4 减小负摩阻力的措施	293
5.1 概述	233	6.4.1 减小单桩负摩阻力的措施	293
5.1.1 抗拔桩的定义、适用范围、 类别	233	6.4.2 减小群桩负摩阻力的措施	295
5.1.2 发展历程及趋势	236	参考文献	296
5.2 抗拔桩的受力性状	237	第7章 被动桩	297
5.2.1 等截面桩的受力特征	239	7.1 概述	297
5.2.2 变截面桩的受力特征	247	7.2 被动桩工作原理	297
5.2.3 嵌岩式锚桩的受力特征	255	7.3 被动桩设计理论与方法	301
5.2.4 抗拔桩群桩的受力特征	257	7.3.1 被动桩计算方法	301
5.3 抗拔桩的承载力计算	258	7.3.2 塑性变形理论法	307
5.3.1 等截面桩抗拔承载力的计算	258	7.3.3 散体极限平衡理论法	313
		7.3.4 强度折减有限单元法	315
		7.4 被动桩稳定简化分析法	318
		7.4.1 概述	318
		7.4.2 岸坡稳定分析的简化 Bishop 法	320

7.4.3 桩基-岸坡稳定简化分析方法	322	9.6 振动法沉桩	453
7.4.4 桩基性状的简化计算	325	9.6.1 振动法沉桩机理	453
7.5 岸坡被动桩	327	9.6.2 振动法沉桩适用范围	454
7.5.1 概述	327	9.6.3 振动法沉桩机械设备的选择	454
7.5.2 现场观测	328	9.6.4 振动法沉桩施工	466
7.5.3 土工离心模型试验	333	9.7 静压法沉桩	466
7.5.4 大型砂槽模型试验	337	9.7.1 静压法沉桩机理	466
参考文献	340	9.7.2 静压法沉桩适用范围	466
第8章 桩基的结构设计	342	9.7.3 静压法沉桩机械设备	467
8.1 概述	342	9.7.4 静压法沉桩施工	472
8.2 桩基结构设计的一般要求	343	9.7.5 静压法常见问题及处理	475
8.2.1 桩身的构造要求	343	9.8 静钻根植桩法	478
8.2.2 承台的构造要求	359	9.8.1 前言	478
8.2.3 桩基结构的设计原则	366	9.8.2 日本预制桩产品及工法概要	479
8.3 桩身的结构计算	367	9.8.3 静钻根植桩产品性能	480
8.3.1 施工阶段预制混凝土桩的桩身 结构计算	368	9.8.4 静钻根植工法	483
8.3.2 使用阶段桩顶荷载及桩身结构 计算	375	9.8.5 工程应用	489
8.4 承台的结构计算	383	9.8.6 结语	493
8.4.1 荷载及桩顶反力的计算	383	9.9 施工质量控制与标准	493
8.4.2 承台结构承载能力极限状态 计算	384	9.9.1 材质检验	493
8.4.3 承台结构正常使用极限状态 计算	399	9.9.2 制作质量检验	493
参考文献	401	9.9.3 强度检验	494
第9章 预制钢筋混凝土桩的施工	403	9.9.4 沉桩质量检验	495
9.1 概述	403	9.9.5 验收标准	496
9.2 预制钢筋混凝土桩的常用规格	403	9.10 预制桩施工对环境影响分析及 保护措施	496
9.3 预制钢筋混凝土桩的制作	404	9.10.1 施工噪声及防护	497
9.3.1 普通钢筋混凝土桩	404	9.10.2 振动影响及防护	499
9.3.2 预应力钢筋混凝土桩	407	9.10.3 挤土影响及防护	507
9.4 预制桩的吊运、堆放及运输	409	参考文献	511
9.4.1 预制桩的起吊	409	第10章 灌注桩施工	513
9.4.2 预制桩的运输	410	10.1 概述	513
9.4.3 预制桩的堆放	410	10.1.1 灌注桩分类	513
9.5 锤击法沉桩	410	10.1.2 灌注桩施工的一般概念	513
9.5.1 锤击法沉桩机理	410	10.2 干作业螺旋钻孔灌注桩	520
9.5.2 锤击法沉桩机械设备及衬垫的 选择	411	10.2.1 适用范围及原理	520
9.5.3 锤击法沉桩施工	433	10.2.2 干作业螺旋钻孔灌注桩施工	521
9.5.4 沉桩阻力及停打标准	440	10.3 全套管灌注桩	524
9.5.5 锤击法沉桩常见问题及处理	446	10.3.1 适用范围及原理	524
		10.3.2 施工机械及设备	525
		10.3.3 摇动式全套管冲抓取土灌注桩 施工工艺	528
		10.3.4 回转式全套管钻机冲抓取土	

灌注桩施工的施工程序	531	10.13.1 概述及分类	632
10.4 人工挖(扩)孔灌注桩	531	10.13.2 螺旋灌注桩	632
10.4.1 适用范围及原理	531	10.13.3 螺杆灌注桩	637
10.4.2 施工机具	533	10.13.4 旋转挤压灌注桩和浅螺旋 灌注桩	641
10.5 反循环钻成孔灌注桩	538	10.14 冲击钻成孔灌注桩	644
10.5.1 适用范围及原理	538	10.14.1 使用范围及原理	644
10.5.2 施工工艺	541	10.14.2 施工机械及设备	645
10.6 正循环钻成孔灌注桩	544	10.14.3 施工工艺	650
10.6.1 适用范围及原理	544	10.15 长螺旋钻孔压灌后插笼灌注桩	658
10.6.2 施工机械及设备	545	10.15.1 适用范围及原理	658
10.6.3 施工工艺	547	10.15.2 施工机械及设备	661
10.7 潜水钻成孔灌注桩	553	10.15.3 施工工艺	662
10.7.1 适用范围及原理	553	10.16 钻孔压浆灌注桩	664
10.7.2 施工机械与设备	554	10.16.1 适用范围及基本原理	664
10.7.3 施工工艺	555	10.16.2 施工机械及设备	666
10.8 旋挖钻斗钻成孔灌注桩	558	10.16.3 施工工艺	667
10.8.1 适用范围及原理	558	10.17 灌注桩后注浆技术	671
10.8.2 施工机械及设备	559	10.17.1 基本原理及分类	671
10.8.3 施工工艺	565	10.17.2 泥浆护壁钻孔灌注桩桩端 压力注浆工艺	680
10.9 钻孔扩底灌注桩	579	10.17.3 干作业钻孔灌注桩桩端压力 注浆工艺	688
10.9.1 基本原理及分类	579	10.17.4 泥浆护壁钻孔灌注桩桩侧压力 注浆工艺	688
10.9.2 干作业钻孔扩底桩	580	10.18 水下混凝土灌注	690
10.9.3 水下作业钻孔扩底桩	583	10.18.1 概述	690
10.10 挤扩灌注桩	590	10.18.2 主要机具	690
10.10.1 挤扩扩孔灌注桩	590	10.18.3 导管法施工	693
10.10.2 挤扩多分支承载力盘灌注桩	592	10.18.4 水下混凝土配制要求	696
10.10.3 三岔双向挤扩灌注桩基本 情况	594	参考文献	697
10.10.4 三岔双向挤扩灌注桩设计 要点	596	第11章 钢桩的施工	703
10.10.5 三岔双向挤扩灌注桩施工 工艺	598	11.1 概述	703
10.11 沉管灌注桩	603	11.2 常用钢桩的类型与规格	704
10.11.1 普通直径沉管灌注桩	603	11.2.1 钢管桩的桩型及构造	704
10.11.2 普通直径静压沉管扩 灌注桩	611	11.2.2 H型钢桩的桩型及构造	705
10.11.3 大直径沉管灌注桩	612	11.3 钢桩的主要附件	706
10.12 夯扩灌注桩	622	11.4 钢桩的制作	708
10.12.1 适用范围及原理	622	11.5 施工机械的选用	709
10.12.2 施工机械与设备	623	11.5.1 打桩机及桩锤、桩帽	709
10.12.3 施工工艺	624	11.5.2 焊接设备及材料	718
10.13 旋转挤压灌注桩	632	11.5.3 送桩管	719
		11.5.4 钢管桩内切割机	719

11.6 钢桩的施工	720	12.3.2 锤击法水上沉桩施工顺序及 工艺	755
11.6.1 施工流程要点及试桩	720	12.3.3 水上沉桩施工水位的确定	755
11.6.2 打桩机定位及跑位顺序确定	720	12.3.4 水上沉桩桩位控制	755
11.6.3 测量控制及样桩布置	722	12.3.5 锤击法水上沉桩施工管理及 记录	758
11.6.4 沉桩施工及施工记录	722	12.3.6 水上接桩及送桩	759
11.6.5 电焊接桩	725	12.3.7 沉桩阻力及停打标准	761
11.7 施工质量控制与标准	728	12.3.8 水上沉桩的质量控制及质量 校验	761
11.7.1 平面位移	728	12.4 水上静压法沉桩	763
11.7.2 垂直度	729	12.4.1 概述	763
11.7.3 打入深度控制、沉桩阻力及 停打标准	729	12.4.2 水上静压法沉桩的使用意义	763
11.7.4 焊接质量控制及检测	732	12.4.3 水上压桩设备	764
11.8 钢桩施工常见问题及处理	733	12.4.4 压桩适用条件与桩的设计、 施工要点	768
11.8.1 桩的偏位	733	12.5 冲沉桩	771
11.8.2 桩的扭转	734	12.5.1 概述	771
11.8.3 桩的损坏和折断	734	12.5.2 水冲沉桩的分类、桩型及设备 介绍	772
11.8.4 桩的折断	735	12.5.3 水冲沉桩的施工工艺	773
参考文献	735	12.5.4 水冲锤击沉桩	774
第12章 深水桩基础	737	12.5.5 工程实例	775
12.1 概述	737	12.5.6 水冲桩的发展趋势	777
12.1.1 桩基水上施工特点	737	12.5.7 常见事故及处理	779
12.1.2 桩基水上施工应用范围	737	12.5.8 水冲锤击沉桩记录	779
12.1.3 桩基水上施工常用桩型和 桩材	738	12.6 振动沉桩	781
12.1.4 桩及桩材制作	738	12.6.1 概述	781
12.1.5 打桩船、打桩锤及衬垫的 选择	738	12.6.2 振动沉桩(拔)施工设备	781
12.1.6 桩的起吊、堆放、装船及 水上运输	744	12.6.3 工程实例	783
12.2 桩基水上施工准备	747	12.7 特殊桩型的水上施工	786
12.2.1 水文、气象条件对桩基施工的 影响	747	12.7.1 超长桩的施工	786
12.2.2 水上桩基施工组织设计的基本 内容	748	12.7.2 板桩水上施工	786
12.2.3 施工水域探摸及障碍物的清理、 水深地形复测	748	12.8 水上桩基施工常见问题及其处理	788
12.2.4 申请抛锚证及施工许可证	749	12.8.1 钢管桩的防腐蚀措施	788
12.2.5 水上桩基施工测量	750	12.8.2 水上斜坡上打桩的岸坡稳定 问题	789
12.2.6 施工警戒区的确定和安全防护 措施	751	12.8.3 水上桩基施工的其他问题	789
12.2.7 锚缆平面布置	752	参考文献	790
12.3 锤击法水上沉桩	753	第13章 特殊土地基中桩基础	791
12.3.1 概述	754	13.1 概述	791
		13.2 湿陷性黄土地基中桩基础	791
		13.2.1 湿陷性黄土的工程特性	791

13.2.2 湿陷性黄土桩基础设计	793	15.1 概述	892
13.2.3 湿陷性黄土地基中桩基础施工 要点	797	15.1.1 桩身的材料破坏	892
13.2.4 湿陷性黄土地基中桩的试验及 检测	798	15.1.2 桩的地基土强度破坏	892
13.2.5 工程案例	801	15.2 竖向承压荷载试验	893
13.3 盐渍土地基中桩基础	805	15.2.1 试验的目的和意义	893
13.3.1 盐渍土的分类及其工程特性 ...	805	15.2.2 试验装置、仪表和测试元件 ...	894
13.3.2 盐渍土地基中的桩基设计	809	15.2.3 试桩制备、加载与测试	896
13.3.3 盐渍土地基中的桩基施工 要点	810	15.2.4 试验成果整理	898
13.3.4 盐渍土地基中桩的试验及 检测	811	15.2.5 单桩竖向极限承载力的确定 ...	899
13.4 冻土地基中桩基础	812	15.2.6 工程实例	900
13.4.1 冻土地基的工程特性	813	15.3 单桩竖向抗拔静载试验	905
13.4.2 冻土地基中桩基设计	817	15.3.1 试验的目的和意义	905
13.4.3 冻土地基中桩基施工要点	821	15.3.2 试验装置、仪表和测试元件 ...	905
13.4.4 冻土地基中桩的试验及检测 ...	822	15.3.3 竖向抗拔荷载试验	907
13.4.5 工程案例	825	15.3.4 试验成果整理	908
13.5 膨胀土地基中桩基础	826	15.3.5 工程实例	909
13.5.1 膨胀土的特性	827	15.4 单桩水平静载试验	911
13.5.2 膨胀土地基与地基评价	832	15.4.1 试验的目的和意义	911
13.5.3 桩基设计中的考虑	836	15.4.2 试验装置、仪表和测试元件 ...	912
13.5.4 设计参数与计算公式	839	15.4.3 试桩制备、加载和测试	913
13.6 岩溶地基中桩基础	847	15.4.4 试验成果整理	914
13.6.1 概述	847	15.4.5 工程实例	918
13.6.2 岩溶地基中桩基嵌岩深度 计算	848	15.5 Osterberg 法静载荷试桩技术	927
13.6.3 岩溶地基中桩基下伏溶洞顶板 安全厚度确定	851	15.5.1 概述	927
13.6.4 岩溶地基中桩基础的处治 方法	859	15.5.2 测试原理	927
参考文献	867	15.5.3 试验加载装置及方式	928
第14章 复合桩基	870	15.5.4 试验方法	929
14.1 复合桩基发展概况	870	15.5.5 试验成果整理	930
14.2 复合桩基的定义、本质和形成 条件	871	15.5.6 单桩竖向极限承载力	930
14.3 复合桩基的适用范围	872	15.5.7 Osterberg 法的局限性及若干 技术问题	931
14.4 复合桩基承载力计算	872	15.5.8 国内应用情况	932
14.5 复合桩基沉降计算	875	参考文献	932
14.6 复合桩基设计	875	第16章 桩基抗震设计与计算	934
14.7 长短桩复合桩基	876	16.1 桩基对建筑抗震的有利作用及 震害分析	934
14.8 工程实例	878	16.1.1 桩基对建筑抗震的有利作用 ...	934
参考文献	891	16.1.2 桩基震害分析	934
第15章 桩的现场载荷试验	892	16.2 水平和竖向地震作用	936
		16.2.1 水平地震作用计算及影响 因素	936
		16.2.2 竖向地震作用计算	937
		16.3 桩基抗震设计的一般原则	938
		16.3.1 桩基选型	938
		16.3.2 桩基布置	938

16.3.3 非液化地基上低承台桩的设计原则	938
16.3.4 液化地基上低承台桩的设计原则	939
16.4 桩基抗震验算	940
16.4.1 地震作用下的桩基竖向承载力验算	940
16.4.2 地震作用下的桩基水平承载力验算	943
16.4.3 软土地基上桩基的抗震设计	946
16.4.4 液化侧扩范围内的桩基设计	946
16.4.5 隔震建筑采用桩基的抗震验算	946
16.4.6 桩身及承台抗震承载力验算	947
16.5 桩基的抗震构造要求	947
16.5.1 一般要求	947
16.5.2 液化地基上的桩	948
16.5.3 软土地基上的桩	948
16.5.4 承台系梁	949
16.6 按性能目标设计时桩基抗震验算的探讨	949
16.6.1 桩基按性能目标抗震设计的原则和基本假定	949
16.6.2 桩基抗震性能目标、抗震作用效应组合及构件承载力	950
16.6.3 按《建筑桩基技术规范》附录C进行低承台(或地下室)桩基抗震验算的讨论	951
16.6.4 计算实例	959
参考文献	966
第17章 桩基工程质量检验	967
17.1 概述	967
17.2 常用桩型施工中容易出现的质量问题	969
17.2.1 泥浆护壁成孔灌注桩	969
17.2.2 长螺旋钻孔压灌桩	970
17.2.3 沉管灌注桩	970
17.2.4 人工挖孔灌注桩	970
17.2.5 预制桩	971
17.3 桩基施工的全过程检验	972
17.3.1 施工前检验	972
17.3.2 施工检验	973
17.3.3 施工后检验	978
17.4 施工后桩基质量的检验方法	981
17.4.1 低应变反射波法	981

17.4.2 高应变法检测	990
17.4.3 声波透射法检测	1011
17.4.4 钻芯法	1018
参考文献	1029
第18章 桩基工程的原型观测	1030
18.1 概述	1030
18.2 桩基原型观测目的及仪器	1030
18.2.1 桩基原型观测目的	1030
18.2.2 常规仪器类型及其特点	1031
18.2.3 监测仪器的埋设与观测	1032
18.2.4 分布式光纤传感技术	1032
18.3 桩基性状及其监测	1033
18.3.1 桩基中的荷载分布	1034
18.3.2 桩基中的负摩擦力	1037
18.3.3 桩基与土体的相互作用	1038
18.4 工程实例	1040
18.4.1 高层建筑下的桩基	1040
18.4.2 大面积填土或堆载附近的桩基	1052
18.4.3 岸坡上的码头桩基	1062
18.4.4 光纤在桩基监测中的应用	1065
18.5 结语	1071
参考文献	1072
第19章 桩基施工环境效应及对策	1074
19.1 概述	1074
19.2 挤土桩的环境效应	1074
19.2.1 沉桩挤土机理及主要影响因素	1076
19.2.2 土体位移简化计算方法	1080
19.2.3 成层地基中挤土桩的挤土效应	1081
19.2.4 防治对策	1081
19.3 锤击式沉桩施工对环境的影响	1085
19.3.1 锤击式沉桩产生的振动	1085
19.3.2 锤击式沉桩产生的噪声	1093
19.3.3 防治对策	1094
19.4 非挤土灌注桩施工对环境的影响	1096
19.4.1 排放泥浆对环境的污染问题	1096
19.4.2 防治对策	1097
参考文献	1097
索引	1099

第 1 章 总 论

龚晓南 （浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心）

1.1 桩和桩基础及其效用

桩是在地基中设置的柱型构件，依靠地基土体提供的侧摩阻力和端阻力承担荷载。通过打入、压入或植入设置的称为预制桩；通过钻孔灌注设置的称为灌注桩。按工程应用，桩主要有三类：第一类桩与地基及连接桩顶的承台组成桩基础，用于承担上部结构传来的竖向和水平荷载；第二类桩主要用于支挡土压力，如基坑围护结构中的支护桩、边坡加固中的抗滑桩等；第三类桩用于形成复合地基。第一类桩是主要的，占工程应用的大多数。第二类桩主要承受水平荷载。第二类桩中用于基坑围护的支护桩设计、施工，因为在深基坑工程设计施工手册等著作和手册中已有详细介绍，本手册不再介绍。同样用于形成复合地基的第三类桩，在复合地基理论及工程应用等著作和手册中已有详细介绍，本手册也不再介绍。本手册主要介绍上述的第一类桩及第二类桩中的被动桩。

在地基中设置的各类钢筋混凝土桩、钢桩和木桩可与地基、承台组成桩基础。桩基础是一种人工地基，广义上也可将桩基础视为一类地基处理手段。当天然地基不能满足工程建设所要求的稳定和变形要求时，需要通过处理形成人工地基以满足工程建设的要求。常用的人工地基有三大类：桩基础、复合地基、经土质改良形成的人工地基。建筑工程中，最常用的是桩基础。顺便指出，在地基处理过程中通过土质改良形成的增强体，如各类水泥土桩，以及在地基中设置的散体材料桩，如碎石桩，不属于桩基础中的桩。

桩的效用是通过桩侧土的抗力和桩端土的抗力，将上部结构的荷载传递给地基层。通过桩基础可将上部结构的荷载传递到地基深部较坚硬、压缩性小的土层或岩层。采用桩基础可以提供较大的竖向承载力和水平承载力，使产生的沉降量较小。

在一般建筑工程中，桩承受竖向载荷为主，但在港口、桥梁、高耸塔形建筑、近海钻采平台、支挡结构等工程中，桩还需承受较大的水平载荷。

1.2 桩和桩基础发展概况

桩的应用历史可以追溯到远古时代，当人类有简单土木工程活动时，就开始用木桩加固地基。早在新石器时代，人类在湖泊和沼泽地里，木桩搭台作为水上住所。浙江余姚河姆渡新石器时代遗址发现了遗存的木桩，距今已有 6000 余年。我国汉朝已用木桩修桥。到宋朝，桩基技术已比较成熟，上海的龙华塔和太原的晋祠圣母殿等都是现存的北宋年代修建的桩基建筑物。在世界各地保存有许多人类在古代使用木桩支承房屋、桥梁、码头等的遗存，如英国保存有一些罗马时代修建的木桩基础的桥和居民点。