

土 木 工 程 教 材 精 选

土力学地基基础

(第 4 版)

Soil Mechanics and
Geotechnical Engineering
(Fourth Edition)

陈希哲 编著

Chen Xizhe



清华大学出版社

土 木 工 程 教 材 精 选

内容简介

本书是土木工程专业基础课程教材，主要介绍土力学和地基基础工程的基本概念、基本原理和基本计算方法。全书共分八章，第一章介绍土的性质，第二章介绍土的应力和应变，第三章介绍土的强度，第四章介绍土的变形，第五章介绍土的渗透性，第六章介绍土的固结，第七章介绍土的动力特性，第八章介绍土的工程应用。本书可作为土木工程专业及相关专业的教材，也可供从事岩土工程工作的工程技术人员参考。

土力学地基基础

(第4版)

主编：陈希哲

Soil Mechanics and

Geotechnical Engineering
(Fourth Edition)

清华大学出版社

陈希哲 编著

Chen Xizhe

清华大学出版社

http://www.tup.com.cn

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175

010-62770175



本书是土木工程专业基础课程教材，主要介绍土力学和地基基础工程的基本概念、基本原理和基本计算方法。全书共分八章，第一章介绍土的性质，第二章介绍土的应力和应变，第三章介绍土的强度，第四章介绍土的变形，第五章介绍土的渗透性，第六章介绍土的固结，第七章介绍土的动力特性，第八章介绍土的工程应用。本书可作为土木工程专业及相关专业的教材，也可供从事岩土工程工作的工程技术人员参考。

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地阐明了土力学的基本理论,介绍了地基基础的基本原理。全书共分 11 章:绪论;工程地质;土的物理性质及工程分类;土的压缩性与地基沉降计算;土的抗剪强度与地基承载力;土压力与土坡稳定;工程建设的岩土工程勘察;天然地基上的浅基础设计;桩基础与深基础;软弱地基处理;特殊土地基;地震区的地基基础。本书内容简明扼要、重点突出、图文并茂、便于自学。各章附有复习思考题、习题及答案。

本书可作为各类高等院校土建、铁道、交通、地质、冶金、石油、农业、林业等有关专业大学本科和在职工程师进修班的教材。有关专业大专班可删减若干次要理论和特殊土地基内容,仍可采用为教材。本书亦适合建筑设计院、勘察院和建筑公司工程师学习参考。

* 封面图案为西班牙欧洲大门

图书在版编目(CIP)数据

土力学地基基础/陈希哲编著. —4 版. —北京:清华大学出版社,2004

(土木工程教材精选)

ISBN 7-302-07877-7

I. 土… II. 陈… 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(2003)第 125564 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

责任编辑:汪亚丁

版式设计:刘伟森

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:203×253 印张:34.75 字数:732 千字

版 次:2004 年 4 月第 4 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-07877-7/TU·218

印 数:1~5000

定 价:39.80 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

第三版前言

《土力学地基基础》是高等院校土木建筑有关专业的一门重要课程。随着世界科学技术的发展和超高层建筑与重型设备的兴建,土力学理论和地基基础技术更显得重要。据统计,各国发生的建筑工程事故中,以地基基础引起为首。因此,本课程是各有关专业的大学生和工程技术人员必须掌握的一门现代科学。

自从 1925 年美国土力学家太沙基发表第一部土力学专著,使土力学成为一门独立的学科以来,由于世界各地工程建设的推动,土力学发展迅速,资料浩瀚。作为初学者的大学教材,不宜包罗万象,而应当选用那些成熟的理论与典型的经验,使教材体现少而精。本书的内容与次序参照若干重点院校本课程的教学计划与教学大纲安排,选择了土力学中基本理论和地基基础工程设计和施工中常用的技术问题,分 11 章进行阐述。本书的特点之一为工程实例和计算例题多,引入最新技术和先进经验。

本教材参考了有关高等院校新编的同类教材^[1~6]。在编著本书过程中,着重点放在理论紧密联系实际,语言通俗易懂,文字简明扼要,力求深入浅出,便于自学。本教材适合于讲课学时为 80~100 的大学本科与工程师进修班用。大专院校学时较少时,可适当删减理论性较强的若干内容,仍然适用。为使教学生动形象,作者编著一套工程实例教学幻灯片(250 片),由清华大学音像出版社出版,与本教材配套使用,效果更好。

为便于读者复习和练习,各章都附有复习思考题、习题及答案。这些内容除大部分为作者自编以外,参用了福州大学主编的《土力学与基础工程》讲义。

本书自 1982 年 5 月第一版问世以来,受到全国有关高等院校师生和工程师的欢迎,印刷 5 次,发行 10 万多册。1989 年 8 月第二版,印刷 11 次,发行 8 万多册。鉴于近年来我国颁布了下列 9 本新规范:《土的分类标准》(GBJ 145—90)1992,《土工试验方法标准》(GBJ 123—88)1991,《岩土工程勘

察规范》(GB 50021—94)1995,《软土地区工程地质勘察规范》(JGJ 83—91)1992,《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91)1992,《湿陷性黄土地区建筑规范》(GBJ 25—90)1992,《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ 112—87)1989,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)1995,《建筑物増层与纠倾技术规范》1995,此外还有若干省市颁布了《建筑地基基础规范》。为使高等院校教学与国家上述新规范一致,同时将本书第二版出版以后国内外的最新理论与先进技术引进教材,作为本书第三版。限于时间和作者水平,书中错误和不当之处,欢迎读者批评指正。

本书在编著过程中,得到清华大学不少同志的关注。沈阳建筑工程学院李文仡老师提供素材,总参某部高级工程师叶朴帮助收集资料编写部分章节初稿并设计封面,清华大学建筑设计研究院叶菁帮助收集资料绘制部分插图,在此表示衷心感谢!

作 者

1997年1月1日

第四版前言

土力学和地基基础是高等院校土木工程专业四年制本科教育专业基础课的必修课。本书是在第三版的基础上并参照新修订的各种相关规范修订而成的,改编的过程中基本上保留了本书工程实例丰富、内容浅显的特点,同时对书中不合新规范的地方一一做了调整,并梳理了部分章节的逻辑顺序,对于一些文字上的差错和不妥之处,也进行了订正。

由于本书的原作者陈希哲老师不幸故去了,故此次修订是请北京寓新建筑设计公司的高级工程师郭继武、北京清华建筑工程咨询公司的高级工程师张广祥等专家完成的,在此表示衷心的感谢!

希望广大读者对本书提出批评和改进意见,以便进一步提高质量,使本书在培养土木工程师的工作中发挥更好的作用。

清华大学出版社

2003年11月

土力学及基础工程 常用符号与单位

A	基础底面面积, m^2
A_p	桩身的横截面面积, m^2
a	土的压缩系数, kPa^{-1}
a_{1-2}	土样上的压力在 100kPa 至 200kPa 区间土的压缩系数, kPa^{-1}
b	条形基础宽度, 矩形基础短边, 力矩作用方向的基础长度, m 条分法分条的宽度, m
C_c	土的曲率系数, 土的压缩指数
C_u	土的不均匀系数
C_v	土的固结系数, cm^2/a
c	土的粘聚力, kPa
D	扩底桩底端直径, m
D_r	土的相对密实度
d	天然地面下基础埋深, m 土粒粒径, mm 桩的设计直径, mm
d_{60}	土的限定粒径, mm
d_{10}	土的有效粒径, mm
E	土的变形模量, kPa
E_s	土的压缩模量, kPa
e	土的孔隙比 偏心距, m
e_0	土的初始孔隙比

f_{sk}	修正后的地基承载力特征值, kPa
f_k	地基承载力特征值, 地基承载力标准值, kPa
f_0	地基承载力基本值, kPa
G	基础及其上回填土之总重力, kN
G_{10}	动水力, kN/m ³
G_s	土粒比重
H	土层厚度, m
	土样高度, cm
	挡土墙高度, m
H_g	自地面算起的建筑物高度, m
h	基础高度, m
	水头, m
I_L	土的液性指数
I_p	土的塑性指数
i	水力坡降
K	安全系数
	基床系数, kN/m ³
K_a	主动土压力系数
K_0	静止土压力系数
K_p	被动土压力系数
k	土的渗透系数, cm/s
L	房屋长度或沉降缝分隔的单元长度, 渗径, m
l	基础底面长度, m
l_p	桩身长度, m
M	作用于基础底面的力矩, kN·m
N	作用于基础顶面的竖直荷载, kN
	桩顶轴向荷载, kN
N_C, N_D, N_q	承载力系数
N_{10}	锤重 10kg 的轻便触探试验锤击数
$N(N_{63.5})$	锤重 63.5kg 的标准贯入试验锤击数
n	土的孔隙度, %
	桩的数量
P	集中荷载, kN

P_a	总主动土压力, kN
P_0	总静止土压力, kN
P_p	总被动土压力, kN
p	单位面积分布荷载, kPa
	基础底面平均压力, kPa
p_a	单位面积主动土压力, kPa
p_{cr}	地基的临塑荷载, kPa
p_0	基础底面平均附加压力, kPa
	单位面积静止土压力, kPa
p_p	单位面积被动土压力, kPa
p_s	静力触探比贯入阻力, kPa
p_u	地基极限荷载, kPa
Q	基础承受的剪力, kN
	单桩所受竖向力设计值, kN
Q	第四纪地质时代
q_p	桩端土的承载力标准值, kPa
q_s	桩周土摩擦力标准值, kPa
q_u	无侧限抗压强度, kPa
R	单桩竖向承载力设计值, kN
	土坡稳定圆弧法圆弧半径, m
R	单桩竖向承载力标准值, kN
s	地基最终沉降量, mm
	土体中某点任意面上的抗剪强度, kPa
s'	计算的地基变形值, mm
s_c	地基的固结沉降量, mm
s_d	地基的瞬时沉降量, mm
S_r	土的饱和度
s_s	地基的次固结沉降量, mm
s_t	经历时间 t 时的地基沉降量, mm
s_{∞}	地基最终沉降量, mm
t	时间, s 或 a
U_t	固结度, %
u	饱和土中孔隙水压力, kPa
	周边长度, m

u_p	桩身周长, m
V	体积, cm^3, m^3
v	渗透速度, cm/s
W	截面抵抗矩, m^3
	重力, kN
w	土的含水率, % ^①
w_l	液限, %
w_p	塑限, %
w_s	缩限, %
z	基础底面至地基中某点的距离, m
z_n	地基压缩层沉降计算深度, m
α	角度, ($^\circ$)
	集中荷载作用下地基附加应力系数
α_c	矩形面积均布荷载作用下地基附加应力系数
α_{tc}	矩形面积三角形分布竖向荷载作用下地基附加应力系数
α_s	条形面积均布荷载作用下地基附加应力系数
α_{ts}	条形面积三角形分布竖向荷载作用下地基附加应力系数
$\bar{\alpha}$	地基平均附加应力系数
α_w	含水比
β	土的变形模量与压缩模量之比值
	挡土墙填土面倾斜角, ($^\circ$)
	边坡坡角, ($^\circ$)
γ	土的单位体积的重力, 简称土的重度, kN/m^3
γ_d	土的干重度, kN/m^3
γ_m	基底水平面以上土的加权平均重度, kN/m^3
γ_{sat}	土的饱和重度, kN/m^3
γ_w	水的重度, kN/m^3
γ'	土的有效重度, 或称浮重度, kN/m^3
γ_G	基础及其上填土的平均重度, kN/m^3
δ	土对挡土墙墙背的摩擦角, ($^\circ$)
θ	地基的附加压力扩散角, ($^\circ$)

① 很多教材亦称为含水率, 此处采用《岩土工程基本术语标准》的规定。

λ	应变
μ	土的泊桑比,侧膨胀系数
	土对挡土墙基底的摩擦系数
ξ	土的侧压力系数(同 K_0)
σ	土体中某点任意面上的法向应力, kPa
σ_c	土的自重压力, kPa
σ_{cd}	基础底面处土的自重压力, kPa
σ_z	基底下深度 z 处地基附加应力, kPa
σ'	饱和土中有效应力, kPa
σ_1	土体中某点主平面上的最大主应力, kPa
σ_3	土体中某点主平面上的最小主应力, kPa
τ	土体中某点任意面上的切向应力, kPa
τ_f	土的抗剪强度, kPa
φ	土的内摩擦角, ($^\circ$)
φ'	土的有效摩擦角, ($^\circ$)
ω	沉降系数
η_b	基础宽度的承载力修正系数
η_d	基础埋深的承载力修正系数
ψ_s	沉降计算经验系数
ψ_i	采暖对冻深的影响系数

目 录

第三版前言	I	1.3.3 洪积层	23
第四版前言	III	1.3.4 冲积层	24
土力学及基础工程常用符号与单位	V	1.3.5 海相沉积层	25
绪论	1	1.3.6 湖沼沉积层	26
0.1 国内外地基基础工程 成败实例	1	1.4 不良地质条件	26
0.2 本课程的任务和作用	14	1.4.1 断层	26
0.3 本课程的内容与学习要求	16	1.4.2 岩层节理发育的场地	27
0.4 本学科发展简介	17	1.4.3 滑坡	27
第1章 工程地质	18	1.4.4 河床冲淤	28
1.1 概述	18	1.4.5 岸坡失稳	28
1.1.1 工程地质的内容与重点	18	1.4.6 河沟侧向位移	29
1.1.2 建筑场地的形成	18	1.5 地下水	30
1.1.3 地质年代	19	1.5.1 地下水对工程的影响	30
1.2 矿物与岩石	19	1.5.2 地下水分类	31
1.2.1 主要的造岩矿物	19	1.5.3 地下水位	32
1.2.2 岩石的类型和性质	20	1.5.4 地下水的运动	32
1.3 第四纪沉积层	22	1.5.5 地下水水质	35
1.3.1 残积层	22	复习思考题	36
1.3.2 坡积层	23	习题	36
		第2章 土的物理性质及工程分类	38
		2.1 土的生成与特性	38

2.1.1 土的生成	38	3.2 有效应力原理	71
2.1.2 土的结构和构造	39	3.2.1 土中两种应力试验	71
2.1.3 土的工程特性	40	3.2.2 有效应力原理	72
2.1.4 土的生成与工程特性 的关系	41	3.2.3 现场应用实例	72
2.2 土的三相组成	42	3.3 侧限条件下土的压缩性	72
2.2.1 土的固体颗粒	42	3.3.1 侧限压缩试验	73
2.2.2 土中水	45	3.3.2 侧限压缩性指标	73
2.2.3 土中气体	46	3.3.3 土层侧限压缩变形量	76
2.3 土的物理性质指标	46	3.4 土的压缩性原位测试	77
2.3.1 土的三项基本物理性 质指标	47	3.4.1 载荷试验	77
2.3.2 反映土的松密程度的指标 ..	49	3.4.2 旁压试验	82
2.3.3 反映土中含水程度的指标 ..	49	3.5 地基中的应力分布	84
2.3.4 特定条件下土的密度 (重度)	50	3.5.1 土层自重应力	84
2.4 土的物理状态指标	53	3.5.2 基础底面接触压力	85
2.4.1 无粘性土的密实度	53	3.5.3 基础底面附加压力	87
2.4.2 粘性土的物理状态指标	54	3.5.4 地基中的附加应力	88
2.5 地基土的工程分类	58	3.6 地基的最终沉降量	100
2.5.1 岩石	59	3.6.1 分层总和法	100
2.5.2 碎石土	60	3.6.2 《建筑地基基础设计规范》 推荐沉降计算法	105
2.5.3 砂土	61	3.6.3 相邻荷载对地基沉降 的影响	113
2.5.4 粉土	62	3.7 应力历史对地基沉降的影响	114
2.5.5 粘性土	62	3.7.1 土的回弹曲线和再 压缩曲线	114
2.5.6 人工填土	63	3.7.2 正常固结、超固结和 欠固结的概念	115
复习思考题	64	3.7.3 正常固结粘性土的 现场原始曲线	116
习题	65	3.7.4 超固结土与欠固结土的 现场原始压缩曲线	118
第3章 土的压缩性与地基沉降计算	67	3.7.5 超固结土与欠固结土 的沉降计算	118
3.1 土的变形特性	68		
3.1.1 基本概念	68		
3.1.2 土的应力应变关系	69		

3.8 地基沉降与时间的关系	119	4.4 影响抗剪强度指标的因素	161
3.8.1 地基沉降与时间关系		4.4.1 抗剪强度的来源	161
计算目的	119	4.4.2 影响抗剪强度指标	
3.8.2 饱和土的渗流固结	120	的各种因素	162
3.8.3 单向固结理论	121	4.5 地基的临塑荷载和临界荷载	164
3.8.4 地基沉降与时间关系		4.5.1 地基的临塑荷载	164
计算	124	4.5.2 地基的临界荷载	167
3.8.5 地基沉降与时间经验		4.6 地基的极限荷载	170
估算法	127	4.6.1 地基的极限荷载概念	170
3.8.6 地基瞬时沉降与次		4.6.2 太沙基(K. Terzaghi)	
固结沉降	129	公式	172
3.9 建筑物沉降观测与地基		4.6.3 斯凯普顿(Skempton)	
允许变形值	130	公式	176
3.9.1 地基变形特征	130	4.6.4 汉森(Hansen J. B.)	
3.9.2 建筑物的沉降观测	131	公式	178
3.9.3 建筑物的地基变形允许值 ..	131	4.6.5 影响极限荷载的因素	183
3.9.4 防止地基有害变形的措施 ..	132	复习思考题	184
复习思考题	133	习题	185
习题	134		
第4章 土的抗剪强度与地基承载力 ..	137	第5章 土压力与土坡稳定	188
4.1 概述	137	5.1 概述	188
4.1.1 地基强度的意义	137	5.1.1 挡土墙的用途与类型	188
4.1.2 土的强度的应用	139	5.1.2 土压力的种类	189
4.2 土的极限平衡条件	140	5.1.3 影响土压力的因素	190
4.2.1 土体中任一点的应力状态 ..	140	5.1.4 挡土墙发生事故实例	191
4.2.2 摩尔—库仑破坏理论	143	5.2 静止土压力计算	192
4.2.3 土的极限平衡条件	143	5.2.1 产生条件	192
4.3 抗剪强度指标的确定	147	5.2.2 计算公式	193
4.3.1 直接剪切试验	147	5.2.3 静止土压力的应用	194
4.3.2 三轴压缩试验	151	5.3 朗肯土压力理论	195
4.3.3 无侧限抗压强度试验	158	5.3.1 无粘性土的土压力	195
4.3.4 十字板剪切试验	160	5.3.2 粘性土的土压力	199
		5.4 库仑土压力理论	203

5.4.1 无粘性土主动土压力	203	6.3 岩土工程勘察方法	248
5.4.2 无粘性土被动土压力	206	6.3.1 钻探法	248
5.5 几种常见情况的土压力	209	6.3.2 触探法	253
5.5.1 粘性土应用库仑土 压力公式	209	6.3.3 掘探法	258
5.5.2 填土表面作用均布荷载	211	6.4 地基土的野外鉴别与描述	259
5.5.3 墙后填土分层	212	6.4.1 地基土野外鉴别	259
5.5.4 填土中有地下水	213	6.4.2 土的野外描述	261
5.6 挡土墙设计	215	6.5 岩土工程勘察成果报告	263
5.6.1 挡土墙型式的选择	215	6.5.1 文字部分	263
5.6.2 挡土墙初定尺寸	217	6.5.2 图表部分	263
5.6.3 挡土墙的稳定性验算	218	6.5.3 岩土工程勘察成果 报告实例	263
5.6.4 墙后回填土的选择	221	6.6 验槽	270
5.6.5 墙后排水措施	221	6.6.1 验槽的目的	270
5.7 土坡稳定分析	224	6.6.2 验槽的内容	271
5.7.1 土坡稳定的作用	224	6.6.3 验槽注意事项	272
5.7.2 影响土坡稳定的因素	226	复习思考题	272
5.7.3 土坡稳定分析圆弧法	226	习题	273
5.7.4 简单土坡稳定计算	234		
复习思考题	236	第7章 天然地基上浅基础的设计	275
习题	236	7.1 概述	275
第6章 工程建设的岩土工程勘察	238	7.1.1 地基基础的重要性与 复杂性	275
6.1 概述	238	7.1.2 地基基础方案的类型	276
6.1.1 岩土工程勘察的目的	238	7.1.3 天然地基上浅基础的设 计内容与步骤	279
6.1.2 确定岩土工程勘察等级	240	7.1.4 浅基础设计所需资料	279
6.1.3 野外勘察的准备工作	242	7.2 浅基础的类型	279
6.2 各阶段勘察的内容与要求	244	7.2.1 浅基础的结构类型	279
6.2.1 可行性研究勘察(选址 勘察)	244	7.2.2 基础的材料	283
6.2.2 初步勘察	245	7.3 基础的埋置深度	286
6.2.3 详细勘察	246	7.3.1 上部结构情况	286
6.2.4 施工勘察	247	7.3.2 工程地质和水文地质条件	286

7.3.3 当地冻结深度	288	7.10.3 筏形基础的承载力计算 要点	321
7.3.4 建筑场地的环境条件	292	7.11 箱形基础简介	321
7.4 地基计算	294	7.11.1 概述	321
7.4.1 基本规定	294	7.11.2 箱形基础的特点	321
7.4.2 承载力计算	296	7.11.3 箱形基础的适用范围	322
7.4.3 地基承载力特征值 f_{ak} 及 影响其大小的因素	297	7.12 地基基础与上部结构共同 工作的概念	322
7.4.4 地基承载力特征值的确定 ..	298	7.12.1 地基、基础与上部结构 的关系	322
7.4.5 地基变形计算	300	7.12.2 基础刚度的影响	323
7.4.6 软弱下卧层强度验算	301	7.12.3 地基软硬的影响	324
7.4.7 地基稳定性计算	302	7.12.4 上部结构刚度的影响	326
7.5 基础尺寸设计	302	7.13 地基基础方案比较与改善 的措施	329
7.5.1 中心荷载作用下基础尺寸 ..	303	7.13.1 地基基础设计方案比较 ..	329
7.5.2 偏心荷载作用下基础尺寸 ..	304	7.13.2 减轻不均匀沉降危害 的措施	320
7.6 无筋扩展基础设计	307	7.13.3 补偿性基础设计	332
7.6.1 无筋扩展基础适用范围	307	复习思考题	334
7.6.2 无筋扩展基础底面宽度	307	习题	334
7.7 扩展基础设计	309	第8章 桩基础与深基础	337
7.7.1 扩展基础适用范围	309	8.1 概述	337
7.7.2 扩展基础构造要求	309	8.1.1 桩基础与深基础适用范围 ..	337
7.7.3 扩展基础计算	310	8.1.2 深基础的类型	337
7.8 柱下条形基础设计	315	8.1.3 深基础的特点	338
7.8.1 应用范围	315	8.2 桩及桩基础的分类	338
7.8.2 截面类型	316	8.2.1 按承载性状分类	338
7.8.3 设计要点	316	8.2.2 按桩的使用功能分类	339
7.9 十字交叉基础	318	8.2.3 按桩身材料分类	340
7.9.1 应用范围	318	8.2.4 按桩的施工方法分类	345
7.9.2 设计要点	318	8.2.5 按成桩方法分类	354
7.9.3 三种节点荷载分配	319		
7.10 筏形基础	320		
7.10.1 应用范围	320		
7.10.2 筏形基础内力的计算及 配筋要求	320		

8.2.6 按桩径大小分类	355	9.1.2 地基处理的对象	415
8.3 桩的承载力	356	9.1.3 地基处理方案的确定	418
8.3.1 单桩竖向极限承载力标 准值	356	9.1.4 地基处理施工注意事项	419
8.3.2 单桩竖向承载力设计值	364	9.2 机械压实法	420
8.3.3 单桩抗拔承载力	364	9.2.1 土的压实原理	420
8.3.4 单桩水平承载力	365	9.2.2 分层碾压法	421
8.3.5 桩身材料验算	366	9.2.3 振动压实法	421
8.3.6 单桩竖向承载力特征值 的确定	366	9.3 强夯法	422
8.3.7 群桩竖向承载力	374	9.3.1 概述	422
8.3.8 桩的负摩阻力	376	9.3.2 强夯法的设备与施工	422
8.4 桩基础设计	379	9.3.3 强夯法设计	424
8.4.1 选择桩的类型	379	9.3.4 强夯法的适用范围	427
8.4.2 确定桩的规格与单桩竖向 承载力	379	9.3.5 强夯加固地基的效果	428
8.4.3 计算桩的数量进行平面 布置	380	9.3.6 对强夯法的评价	428
8.4.4 桩基础验算	382	9.4 换填垫层法	429
8.4.5 桩承台设计	383	9.4.1 概述	429
8.5 深基础	390	9.4.2 垫层的设计	430
8.5.1 沉井基础	390	9.4.3 垫层的施工	431
8.5.2 地下连续墙	401	9.4.4 垫层的质量控制标准	432
8.5.3 箱桩基础	406	9.4.5 换土垫层的承载力	433
8.5.4 大直径桩墩基础	406	9.5 预压固结法	435
8.5.5 深基槽护坡工程	407	9.5.1 预压法的原理与作用	435
复习思考题	410	9.5.2 堆载预压法	437
习题	411	9.5.3 真空预压法	438
		9.5.4 质量检验	440
		9.5.5 预压的效果	440
第9章 软弱地基处理	414	9.6 挤密法	441
9.1 概述	414	9.6.1 砂石桩法	441
9.1.1 建筑物的地基处理目的 与意义	414	9.6.2 土桩挤密法	444
		9.6.3 灰土桩挤密法	446
		9.7 振冲法	447
		9.7.1 振动水冲法	447
		9.7.2 干法振动砂石桩	450