



# 岩石土工程学

Geotechnical Engineering

谢定义 林本海 邵生俊 编著



高等教育出版社

内容简介

# 岩土工程学

## Geotechnical Engineering

谢定义 林本海 邵生俊 编著



高等教育出版社

ISBN 7-03-014748-0

## 内容简介

本书是我国第一本具有学科性、系统性、完整性与简明性的“岩土工程学”专著。

本书根据学科的发展,提出了岩土工程学的基本框架,强调了岩土工程学在指导岩土工程建设上的重要性,并对岩土工程学的本质特点、主要内容、基本方法、研究课题和发展趋向进行了概要而系统的分析。本书突出了以“岩土”为基础、以“工程”为中心、以“稳定”为目标的思想,内容包括了以工作内容为主线索的岩土工程勘察、岩土工程设计、岩土工程施工、岩土工程检测以及岩土工程管理等五个方面带有共性的有关要求和方法;也包括了以工程类型为主线索的岩土地基工程、岩土边坡工程、岩土洞室工程、岩土支护工程和岩土环境工程等五个方面带有个性的有关要求和方法。

本书可以作为岩土工程学科研究生的基本教学用书,亦可作为其他土建类专业本科生和岩土工程科技人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

岩土工程学/谢定义,林本海,邵生俊编著. —北京:  
高等教育出版社,2008.11

ISBN 978-7-04-024748-0

I. 岩… II. ①谢…②林…③邵… III. 岩土工程 IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 121061 号

策划编辑 刘剑波 责任编辑 葛心 封面设计 李卫青  
责任绘图 尹莉 版式设计 王莹 责任校对 王雨  
责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100120  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 31.25  
字 数 530 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 11 月第 1 版  
印 次 2008 年 11 月第 1 次印刷  
定 价 52.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24748-00

## 前 言

人类和岩土打交道来解决自己衣、食、住、行中的有关问题已经年代久远,也已经积累了丰富的经验。由于现代的工程建设和不断向更大、更深、更高、更重的方向发展,它又给岩土工程带来了一系列的新的问题。传统的、经验性的岩土工程技术,已经越来越不能够与当代工程建设在质量、速度、环境、耐久以及安全等方面的要求相适应。岩土工程建立起自己更完整的体系,更有力的理论,更先进的技术,以及符合客观规律的运作方法,使岩土工程从技术上升到科学,用科学来发展技术、创新技术,已是大势之所趋!

目前,国内外已经积累了大量关于岩土工程的手册性、资料性、经验性、实录性的书刊与文献,但至今还没有一本具有学科性、系统性、完整性与简明性的“岩土工程学”专著或教材。而且,对于“岩土工程学”的基本框架也没有一个为公众所承认的体系。近年来,由于岩土工程学科建设的需要,我们为岩土工程学科的研究生创设了“岩土工程学”这一学位课,经过多年的实践与改进,逐渐形成了一个新的体系,积累了多方面的资料。本书就是编者对于它有关内容和方法的完整化与概括总结,其主要目的是希望能够推动同行们在岩土工程学上的再创造!

由于岩土工程的涉及面十分广阔,它不同条件下的个性也十分明显。虽然处理岩土工程新问题的对策和方法日新月异,层出不穷,但它的可开发潜力仍然很大。本书主要是研究生教材型的专业书,因篇幅有限,必须在“突出主题,搭好结构,着重思路,研究规律,指明方向,推动深化”上下工夫,不求全求多,但求精求法,注重于认识问题、分析问题和解决问题的思维方法、理论依据、基本原则与典型剖析。它不想替代、也无法替代已有大量资料文献的重要作用,只想尽量为更好地利用与理解现有大量资料和创造新的资料提供必要的帮助;它也不想大篇地抄录已有资料文献中有关的数学力学推导、数据图表和施工的机具与方法步骤,而是努力使它们各得其所,互相补充,彼此配合。关于参考文献,本书除选择各领域内一些具有代表性的著作外,主要包括了编者接触到和引用到的一些新文献。其他大量已有的文献可以从各有关著作得到。此外,本书体系的建立和对一些问题的分析、分类或评价,自然反映了编著者自己的认识、体会与观点。它只可视为“百家争鸣”中的一种见解,以便为学术批评与

深入探讨创造一种宽松的气氛与环境。

本书的内容以“岩土”为基础(始终要面对性质变化错综复杂的岩体和土体,以及与岩土体不可分割的水体);以“工程”为中心(始终要围绕拟建工程在其具体岩、土体条件下的合理实现,确保它的正常使用),以“稳定”为目标(始终要把工程在各种可能最不利组合条件下的安全和稳定性作为解决问题的总目标)。它包括了以工作内容为主线索的岩土工程勘察、岩土工程设计、岩土工程施工、岩土工程检测以及岩土工程管理等五个方面带有共性的有关要求和方法;还包括了以工程类型为主线索的岩土地基工程、岩土边坡工程、岩土洞室工程、岩土支护工程和岩土环境工程等五个方面带有个性的有关要求和方法。由这两条线索的发展和交织构成了一个《岩土工程学》的基本框架体系。

如果把岩土工程的发展分为古典岩土工程(即在小规模、少环节上,早期以经验或简单试验为基础而建立的一些理论和技术)、传统岩土工程(即在相当规模上,多个方面内,以广泛工程实施为背景而建立的岩土工程理论与技术)及现代岩土工程(即针对一些高、大、深重建筑物,并且以“人地协调”、“持续发展”的原则为目标的岩土工程理论与技术),那么,传统岩土工程与现代岩土工程的结合应该成为本书努力的方向!

本书由谢定义在多年教学经验的基础上提出了书稿,由林本海、邵生俊对全书进行了细致的校改与补充,并分别增写了城市地下工程部分与岩土工程管理体制、地裂区地基、断层区地基、高速铁路地基等部分章节,为本书增添了新的内容,更好地反映了现代化建设的需要。

最后,在本书即将问世的时候,本书的编者以一种兴奋和感激的心情记忆着为本书贡献过不同见解和心血的西安理工大学岩土工程研究所的诸位教授和历届研究生青年学子,更记忆着为本书提供过丰富素材、经验以及大量文献资料的专家与有关文献的撰著者。希望能够听到他们和读者的建议、批评与指正!

编者

2007年10月1日

# 符 号 表

- $A$ ——桩的侧面积,扩大头处的净承压面积
- $A_c$ ——承台底地基土的净面积
- $A_n$ ——桩身换算截面面积
- $b$ ——基础宽度
- $C_G, C_{Qi} (i=2, 3, \dots, n)$ ——荷载效应系数
- $D$ ——锚固体的直径
- $D_1$ ——钻孔直径
- $D_2$ ——扩大头的锚固体直径
- $d$ ——基础的埋置深度
- $d_c$ ——桩端的等代直径
- $E_s$ ——基土的压缩模量
- $e$ ——桩的锤击贯入度
- $F_s$ ——安全系数
- $f$ ——地基承载力设计值,山岩牢固系数值,桩端平面处经修正后的天然地基土承载力设计值,平均单位摩阻力
- $f_k$ ——标准值
- $f_m$ ——平均值
- $f_{rc}$ ——岩石饱和单轴抗压强度
- $f_{si}$ ——第  $i$  层土的探头平均侧阻力
- $f_t$ ——桩身混凝土抗拉强度设计值
- $G$ ——结构的永久荷载
- $h$ ——锤的落距
- $K$ ——抗压强度的安全系数
- $\bar{K}$ ——中心安全系数
- $K_0$ ——土的侧压力系数
- $K_b$ ——标准安全系数
- $k$ ——弹性地基梁的反力系数值
- $k_h$ ——桩的横向抗力系数
- $L$ ——桩长
- $L_1$  和  $L_2$ ——无和有扩大头的锚杆长度

- $l_i$ ——桩身穿越第  $i$  层土的厚度  
 $M$ ——锤重  
 $M_b, M_d, M_c$ ——地基承载力系数  
 $m$ ——置换率  
 $n$ ——桩、土应力分担比, 桩数  
 $P$ ——上部结构的荷载  
 $P_a$ ——单桩承载力  
 $P_f$ ——失效概率, 破坏概率  
 $[P_f]$ ——目标失效概率  
 $p$ ——土工织物抗拉强度  
 $p_{pf}$ ——复合地基桩体和土体的极限承载力  
 $p_{sk}$ ——桩端附近土静力触探比贯入阻力标准值的平均值  
 $Q$ ——结构的可变荷载, 桩锤的重量, 桩台底面以上基础的荷载  
 $Q_1$ ——第一可变荷载  
 $Q_{ck}$ ——桩承台底地基土极限抗力的特征值  
 $Q_i$  及  $\psi_{ci}$ ——伴随荷载及相应的组合系数  
 $Q_k$ ——作用效应标准值  
 $q$ ——扩大头处土体的抗压强度  
 $q_c$ ——桩端附近探头阻力按土层厚度的加权平均值  
 $q_s^n$ ——中性点以上桩的平均负摩擦力的标准值  
 $q_{ski}$ ——桩周第  $i$  土层的极限摩阻力标准值  
 $q_{pk}$ ——极限端阻力标准值  
 $q_u$ ——抗压强度  
 $q_{uk}^w$ ——下卧层的承载力标准值(深度修正后)  
 $R$ ——抗力, 结构抗力  
 $R_h$ ——单桩的水平承载力设计值  
 $r$ ——土工织物隆起形状假想圆的半径  
 $S$ ——作用力, 荷载效应  
 $S_1, S_2$ ——加固层的沉降量和下卧层的沉降量  
 $S_{ax}, S_{ay}$ ——纵横向的桩距  
 $S_u$ ——土无侧限抗压强度  
 $[s]$ ——各类变形的限值(容许值)  
 $s$ ——变形的计算值  
 $s'$ ——按分层总和法算得的桩基沉降量  
 $t$ ——桩端至下卧层顶的距离

- $t_\alpha$ ——学生氏函数  
 $u$ ——桩的周长  
 $Z$ ——随机变化的功能函数  
 $\alpha$ ——风险率,应力的扩散角,修正系数,基础的形状系数,桩端承载力修正系数  
 $\beta$ ——基础的形状系数  
 $\beta_i$ ——第  $i$  层土的侧阻力综合修正系数  
 $\gamma$ ——基底以下土的天然重度,岩土参数的分项系数  
 $\gamma_A$ ——岩土参数作用效应的分项系数  
 $\gamma_n$ ——工程重要性分项系数  
 $\gamma_0$ ——基底以上土重度的加权平均值,桩基的重要性系数  
 $\gamma_m$ ——中性点以上桩周土的有效平均重度  
 $\gamma_q$ ——地基承载力分项系数  
 $\gamma_Q$ ——作用力效应分项系数  
 $\gamma_p, \gamma_s$ ——端阻力和摩阻力的分项抗力系数  
 $\gamma_R$ ——抗力的分项系数  
 $\gamma_{Rd}$ ——抗力效应函数计算模式不定性的分项系数  
 $\gamma_{sd}$ ——作用效应函数计算模式不定性的分项系数  
 $\gamma_{sp}$ ——桩摩阻力和端阻力的综合分项抗力系数  
 $\gamma_z$ ——下卧层顶面以上各土层的加权平均重度  
 $\delta$ ——变异系数  
 $\zeta, \eta$ ——群桩效应承载力的折减系数的沉降比  
 $\zeta_n$ ——桩周土的负摩擦系数  
 $\zeta_{si}$ ——覆盖层段的侧阻力发挥系数  
 $\zeta_r, \zeta_p$ ——嵌岩段侧阻力与端阻力的修正系数;  
 $\eta_b$ ——承台底摩阻效应系数  
 $\eta_c$ ——承台土阻力的群桩效应系数  
 $\eta_e$ ——承台侧向土的抗力效应系数(液化时  $\eta_e = 0$ )  
 $\eta_i$ ——桩的相互影响效应系数  
 $\eta_t$ ——桩顶约束效应系数  
 $\eta_s$ ——桩摩阻力的群桩效应系数  
 $\eta_{sp}$ ——侧阻力、端阻力综合的群桩效应系数  
 $\eta_p$ ——桩端阻力的群桩效应系数  
 $\theta$ ——基础沉降后边缘处土工织物隆起的倾斜角,扩散角  
 $\lambda_1$  和  $\lambda_2$ ——复合地基桩和土的极限强度发挥系数



$\lambda_c$	——压实系数	煤田岩土学——1
$\lambda_s, \lambda_p$	——侧阻力和端阻力的挤土效应系数	习国德——1
$\mu_z, \sigma_z$	——功能函数的均值和标准差	结构工程——1
$\xi_N$	——桩顶竖向压力影响系数	土力学——1
$\sigma$	——锚固段上作用的法向应力	岩土工程——1
$\sigma_f$	——标准差	岩土工程——1
$\phi_c$	——作用效应组合系数	岩土工程——1
$\phi'$	——土的有效内摩擦角	土力学——1
$\chi_z, \phi_{z\phi}, M_z, V_z$ 和 $p_z$	——桩的位移、转角、弯矩、剪力和水平抗力	岩土工程——1
$\psi_s$	——修正系数	岩土工程——1
$\psi_{si}, \psi_p$	——第 $i$ 层土摩阻力尺寸效应系数和端阻力的尺寸效应系数	岩土工程——1
$\psi$	——桩基沉降计算的经验系数	岩土工程——1

# 目 录

第一章 绪论	1
1.1 岩土工程学的本质特点	1
1.2 岩土工程学的基本框架	2
1.3 岩土工程学的发展趋向	3
1.4 结论	5
第二章 岩土工程的勘察、设计、施工、检测与管理	6
2.1 岩土工程勘察	6
2.1.1 概述	6
2.1.2 岩土工程勘察的基本方法	6
2.1.3 岩土工程勘察的主要内容	8
2.1.4 岩土工程勘察的主要工作量与要求	8
2.1.5 岩土工程勘察的目的与任务	12
2.1.6 岩土工程勘察的技术文件	12
2.2 岩土工程设计	13
2.2.1 概述	13
2.2.2 岩土工程设计的特点	13
2.2.3 岩土工程设计的原则	13
2.2.4 岩土工程设计的内容	14
2.2.5 岩土工程设计的方法	15
2.2.6 岩土工程设计的新途径	16
2.2.7 岩土工程设计的技术文件	18
2.3 岩土工程施工	18
2.3.1 概述	18
2.3.2 岩土工程施工的特点	18
2.3.3 岩土工程施工的核心	19
2.3.4 岩土工程施工的对象	19
2.4 岩土工程检测	20
2.4.1 概述	20
2.4.2 岩土工程检测的特点	20
2.4.3 岩土工程检测的目的	20

2.4.4	岩土工程检测的要求	21
2.4.5	岩土工程检测的关键	21
2.5	岩土工程管理	22
2.5.1	概述	22
2.5.2	岩土工程管理的特点	23
2.5.3	岩土工程管理的核心	23
2.5.4	岩土工程管理的原则	23
2.5.5	岩土工程管理的体制	23
2.5.6	岩土工程管理的形式	24
2.6	结论	25
<b>第三章</b>	<b>岩土地基工程(一)</b>	
—	岩土地基工程的方案与设计的基本理论	28
3.1	岩土地基工程的特点	28
3.1.1	岩质地基与土质地基	28
3.1.2	地基、基础与上部结构系统	29
3.1.3	地基对建筑物的主导作用	29
3.2	岩土地基工程方案设计的基本思路	29
3.2.1	地基措施	30
3.2.2	基础措施	44
3.2.3	上部结构措施	57
3.2.4	施工措施	59
3.2.5	地基及基础方案选择举例	60
3.3	岩土地基工程设计的基本理论	61
3.3.1	极限状态设计理论	62
3.3.2	共同工作设计理论	64
3.3.3	概率统计理论	67
3.3.4	概率极限状态设计理论	82
3.3.5	动态设计理论	85
3.4	结论	86
<b>第四章</b>	<b>岩土地基工程(二)</b>	
—	天然地基工程	88
4.1	天然地基设计的基本原则和步骤	88
4.2	天然地基(浅基础)	89
4.2.1	浅基础的类型与设计	89
4.2.2	浅基础的构造与选择	92

061	4.3	天然地基(深基础)	95
061	4.3.1	深基础的主要形式	95
061	4.3.2	桩基础设计的基本要求	96
179	4.3.3	桩基础中基桩类型的选择	97
181	4.3.4	单桩竖向承载力的确定	99
181	4.3.5	单桩水平承载力的确定	105
181	4.3.6	桩数、桩距、桩的分布与计算	108
181	4.3.7	承台与基桩的设计	117
181	4.3.8	桩基的施工	118
181	4.3.9	桩基设计中的一些问题	122
005	4.4	结论	126
		<b>第五章 岩土地基工程(三)</b>	
005		——人工地基工程	131
102	5.1	概述	131
102	5.1.1	地基处理与复合地基	131
102	5.1.2	地基处理方案的优选	132
102	5.1.3	层式处理地基和桩式处理地基	132
102	5.2	层式处理的人工地基	133
102	5.2.1	层式处理地基的承载特性与破坏形式	133
005	5.2.2	换填层处理地基	133
015	5.2.3	土桩层处理地基	136
	5.2.4	强夯层处理地基	137
115	5.2.5	预压层处理地基	141
115	5.2.6	灌浆层处理地基	143
115	5.2.7	加筋层处理地基	146
115	5.2.8	层式处理地基的设计要点	150
115	5.3	桩式处理的人工地基	150
012	5.3.1	桩式处理地基的承载特性	150
015	5.3.2	桩式处理地基的类型	153
122	5.3.3	桩式处理地基系统的方案优化	158
053	5.3.4	桩式处理地基中桩的设计与施工	166
124	5.3.5	桩式处理地基的承载力与沉降	176
053	5.4	结论	181
		<b>第六章 岩土地基工程(四)</b>	
122		——地基与基础的整治与改造	190

280	6.1	概述	190
290	6.2	建筑物地基的整治与改造工程	190
300	6.2.1	建筑物的增层加高	190
310	6.2.2	建筑物的邻建和扩建	191
320	6.2.3	建筑物地基的工后加固	191
330	6.2.4	建筑物对变形的适应和承受能力	192
340	6.3	建筑物基础的整治与改造工程	192
350	6.3.1	基础托换工程	192
360	6.3.2	基础托换技术	193
370	6.3.3	基础施工中有关问题的整治	197
380	6.4	建筑物偏斜的整治与改造工程	200
390	6.4.1	建筑物的纠偏扶正技术	200
400	6.4.2	建筑物的顶升纠偏	201
410	6.4.3	建筑物的迫降纠偏	201
420	6.5	若干工程实例	204
430	6.5.1	深层冲孔纠偏	204
440	6.5.2	顶桩法纠偏施工	205
450	6.5.3	湿陷性黄土地基上住宅楼浸水纠偏	207
460	6.5.4	锚杆静压桩加固危房	207
470	6.5.5	2 000 m <sup>2</sup> 厂房柱基础整体顶升复位	209
480	6.6	结论	210
<b>第七章 岩土地基工程(五)</b>			
490	——特殊条件下的地基工程		213
500	7.1	概述	213
510	7.2	特殊土类条件下的地基工程	213
520	7.2.1	主要的特殊土类及其分布	213
530	7.2.2	软土地基	214
540	7.2.3	湿陷性黄土地基	216
550	7.2.4	胀缩性土地基	218
560	7.2.5	盐渍土地基	223
570	7.2.6	填土地基	226
580	7.2.7	红粘土地基	227
590	7.2.8	冻土地基	229
600	7.2.9	污染土地基	233
610	7.2.10	风化岩与残积土地基	233

7.3	特殊地区条件下的地基工程	236
7.3.1	地震区地基	237
7.3.2	地裂区地基	243
7.3.3	岩溶区地基	251
7.3.4	采空区地基	253
7.3.5	泥石流区地基	256
7.3.6	风沙荒漠区地基	258
7.3.7	断层区地基	261
7.4	特殊工程条件下的地基工程	265
7.4.1	建筑工程地基	265
7.4.2	市政工程地基	267
7.4.3	交通工程地基	269
7.4.4	矿山工程地基	281
7.4.5	油气工程地基	283
7.4.6	电业工程地基	284
7.4.7	水利水电工程地基	286
7.5	结论	287
第八章	岩土边坡工程	291
8.1	概述	291
8.1.1	岩土边坡工程的特点	291
8.1.2	岩土的自然边坡	292
8.1.3	岩土的工程边坡	292
8.1.4	岩土边坡的滑坡	293
8.2	岩质边坡工程	293
8.2.1	岩质边坡工程的稳定特性	294
8.2.2	岩质边坡工程的稳定性评价	295
8.3	土质边坡工程	301
8.3.1	土质边坡工程的稳定特性	301
8.3.2	土质边坡工程的稳定性评价	303
8.4	岩土滑坡工程	305
8.4.1	岩土滑坡问题的特殊性	305
8.4.2	滑坡的特性与机理	305
8.4.3	滑坡的发育、发展规律	307
8.4.4	滑坡的稳定性评价	308
8.4.5	滑坡的预测与预报	312

8.4.6	滑坡的整治与防治	315
8.5	岩土边坡工程的加固增稳与实例	319
8.5.1	加固增稳的基本途径	319
8.5.2	边坡治理的若干实例	320
8.6	结论	322
<b>第九章</b>	<b>岩土洞室工程</b>	<b>326</b>
9.1	概述	326
9.1.1	岩土洞室工程的特点	326
9.1.2	岩土洞室工程的基本问题	326
9.1.3	岩土洞室工程的影响因素	327
9.2	岩土洞室工程洞线与洞型的选择	328
9.2.1	岩土洞室工程洞线的选择	328
9.2.2	岩土洞室工程的洞型选择	329
9.3	岩土洞室工程的衬护理论	329
9.3.1	岩土洞室工程体系的共同工作	329
9.3.2	岩土洞室工程的围岩压力	331
9.3.3	岩土洞室工程的衬砌结构	333
9.4	岩土洞室工程的成洞技术	334
9.4.1	岩土洞室的开挖与支护	335
9.4.2	矿山法与新奥法	339
9.4.3	盾构法与掘进机法	343
9.4.4	洞室工程成洞的新技术	348
9.5	岩土洞室工程的施工安全与环境	349
9.5.1	洞口工程与支撑拆除施工	349
9.5.2	塌方、流沙与瓦斯的处理	350
9.5.3	监测预报与反馈分析	352
9.6	城市岩土洞室工程(城市地下工程)	352
9.6.1	地下空间、地下工程与城市地下工程	352
9.6.2	城市地下空间开发利用的必要性	353
9.6.3	城市地下空间资源开发利用的主要特点	354
9.6.4	城市地下工程的举例	354
9.7	结论	373
<b>第十章</b>	<b>岩土支护工程</b>	<b>380</b>
10.1	岩土支护工程的特点	380
10.2	岩土支护工程的桩、板、墙、撑技术	381

10.2.1	岩土支护工程的传统技术	381
10.2.2	传统支护结构的形式	381
10.2.3	传统支护结构的设计思想	385
10.2.4	传统支护结构的设计理论	386
10.3	岩土支护工程喷、锚、网、筋技术	392
10.3.1	岩土支护工程的新兴技术	392
10.3.2	喷锚网筋支护的基本经验	395
10.4	岩土支护工程的水、土、测、修技术	399
10.4.1	治水——一种根本性的“支护”途径	399
10.4.2	固土——一种减轻支护压力的积极措施	403
10.4.3	监测——一种及时发现支护问题的重要手段	405
10.4.4	维修——一种防微杜渐的补充支护措施	405
10.5	岩土支护工程的若干实例	405
10.5.1	搅拌桩墙支护工程	405
10.5.2	旋喷桩墙支护工程	406
10.5.3	地下连续墙支护工程	407
10.5.4	沉井支护工程	407
10.5.5	预应力锚索支护工程	411
10.5.6	喷锚网支护工程	412
10.5.7	其他特殊处理的工程	413
10.6	结论	415
第十一章	岩土环境工程	418
11.1	岩土环境工程的特点	418
11.1.1	概述	418
11.1.2	岩土环境工程学	421
11.1.3	岩土环境工程的发展	422
11.2	地水环境问题	425
11.2.1	概述	425
11.2.2	污染土问题	426
11.2.3	区域性地面沉降问题	430
11.3	固废环境问题	432
11.3.1	概述	432
11.3.2	垃圾处置问题	432
11.3.3	放射性废弃物问题	437
11.4	施工环境问题	440



188	11.4.1	概述	440
188	11.4.2	深基坑开挖施工	440
192	11.4.3	打桩施工	442
195	11.4.4	强夯施工	443
198	11.4.5	地下掘进施工	444
199	11.4.6	真空预压地基施工	446
202	11.5	生态环境问题	447
202	11.5.1	概述	447
205	11.5.2	香根草生物工程技术	447
205	11.5.3	土工格室护坡技术	448
206	11.5.4	生态种植基喷播技术	448
206	11.5.5	绿化混凝土护砌技术	449
206	11.6	结论	451
		参考文献	456
		中英文名词对照表	470