

# 基坑工程手册

(第二版)

刘国彬 主编  
王卫东

刘建航 顾问  
侯学渊

中国建筑工业出版社

# 基坑工程手册

(第二版)

刘国彬 王卫东 主编  
刘建航 侯学渊 顾问

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

基坑工程手册/刘国彬,王卫东主编. —北京:中国建筑工业出版社, 2009

ISBN 978-7-112-11552-5

I. 基… II. ①刘…②王… III. 基坑-工程施工-技术手册 IV. TU46-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 204512 号

本手册(第二版)在(第一版)的基础上,跟踪基坑工程国内外最新的进展,全部由来自设计施工第一线的经验丰富的专家重新撰写,系统地总结了国内外基坑工程的实践经验,全面地阐述了基坑工程的基本计算理论、设计方法、施工工艺、施工管理技术以及相关的信息,内容覆盖各种地质条件和全国各区域,充分反映了国内外基坑工程技术和施工的当前水平和发展趋势,以满足基坑工程设计和施工的需要。

本手册共 34 章,由绪论、总体方案设计、设计计算理论、设计施工方法、相关技术和区域工程进展六部分构成。各章还附有经典工程实例介绍,以使读者能更好地理解与掌握。本书是从事岩土工程特别是基坑工程的设计施工管理人员必备的参考用书。

责任编辑:戚大庆 王梅 石振华

责任设计:崔兰萍

责任校对:陈波 关健

## 基坑工程手册

(第二版)

刘国彬 王卫东 主编

刘建航 侯学渊 顾问

\*

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

北京红光制版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

\*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:84 $\frac{1}{4}$  字数:2101千字

2009年11月第二版 2009年11月第三次印刷

印数:11501—17500册 定价:180.00元

ISBN 978-7-112-11552-5

(18805)

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)

## 《基坑工程手册》第二版编撰委员会

主 编：刘国彬 王卫东

顾 问：刘建航 侯学渊

编 委：（以姓氏笔画为序）

王卫东 王 平 王吉望 王建华 王 梅

王 蓉 邓文龙 石振华 刘红军 刘国彬

沈水龙 杨光照 杨志银 何毅良（香港）

李进军 李维峰（台湾） 李镜培 李耀良

吴国明 张 帆 张志豪 张 雁 周同和

周 健 林 靖 郑 刚 咸大庆 徐中华

郭院成 顾倩燕 秦夏强 黄宏伟 黄茂松

梁志荣 龚 剑 缪俊发 蔡袁强

## 序

基坑工程技术随着城市建设的发展，正发生日新月异的变化。近十几年来我国各大城市大型地下空间开发进展迅速，涌现了大量技术复杂的基坑工程建设项目，基坑工程已向超深超宽和信息化安全监控技术发展，在基坑设计理论，施工方法和施工管理技术等各方面，积累了丰富的实践经验，取得了突破性进步，极大地提升了基坑工程的技术水平。在此形势下，十多年前出版的基坑工程手册（第一版）亟待更新，需要经验丰富年轻有为的设计施工专家为主编、全面系统地总结国内外最近的基坑工程实践经验、编撰基坑工程手册（第二版），以有力推动我国基坑工程的技术进步。基坑工程手册（第二版）的出版是我国基坑工程领域的及时雨。

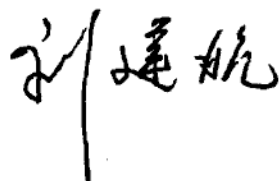
基坑工程手册（第二版）经编委会多次会议的深入讨论和精心修改，在全体参编者的共同努力下，手册充分体现了实用性、全面性和新颖性。首先是实用性，手册增加了大量的各类基坑工程实例，具体阐述了典型工程的工程地质和环境条件、设计理论和设计依据的采用以及施工工艺和施工监测的实际经验，使手册面向一线的科研与工程技术人员，为之提供了基坑工程理论与实践密切结合的需要综合运用多方面知识，利于高水平地解决工程实际问题。手册的全面性，体现在对基坑工程领域的理论、勘察设计、施工、监测和检测等各方面内容作了全面展示，同时在工程地区上覆盖了全国各地域（包括香港、台湾地区），还在工程地质上考虑了可能遇到的各种地层条件，包括软土与岩石相接的复杂地层。手册的新颖性，体现在手册密切结合近期难险深重的基坑工程实践，反映了最新的技术进步、最新的发展，吸取了国内外最新研究的技术成果，总结经验教训反映发展趋势，大量地增加了近十几年来基坑工程领域涌现的成熟应用的技术成果。

基坑工程大规模的飞跃发展，不可避免地带来了诸多的基坑安全和环境安全问题。基坑的变形控制 and 环境保护往往成为基坑工程成败的关键。为了解决基坑变形对周围环境的影响与保护的难题，手册中着重介绍了基坑工程设计从强度控制设计转至变形控制设计的过渡，并提出了采用理论导向、量测定量和经验判断三者相结合的切实可行的方法。为实现理论导向，手册中介绍了关于基坑稳定性和基坑变形理论的国内外最新进展及其应用，这对于解决在复杂的地质、环境和施工条件下基坑变形控制的实际问题，具有决定性的指导意义。手册中归纳了诸多基坑工程设计和施工的成功经验及信息化施工管理、加强施工动态监控的经验，可为基坑工程中确保基坑安全和环境安全，提供定量分析、应变决策的重要参考借鉴。手册中提到在基坑施工中充分利用时空效应规律，这是安全经济地解决基

坑变形控制的难题、以确保基坑和环境安全的有效方法。手册中有关的理论阐释与案例说明很有启示作用。今后在基坑工程实践中,进一步深化研究考虑时空效应的施工参数与基坑变形的量化关系可使基坑工程利用时空效应的技术更臻完善。

基坑工程手册(第二版)是目前基坑工程领域中理论与实践结合的处于技术前沿的应用工程著作,具有丰厚的技术含量和重大的实用价值,愿广大读者从中受益。

中国工程院院士

Handwritten signature of Liu Jianhang in black ink, consisting of three characters in a cursive style.

2009年11月

# 前 言

《基坑工程手册》(第一版)由中国建筑工业出版社于1997年出版,是我国第一本系统地总结当时国内外基坑工程的经验、较全面地提出基坑工程的设计理论和施工方法、反映当时我国基坑工程设计和施工水平及发展趋势的书籍,是基坑工程领域的一本经典著作,对提高我国基坑工程的设计和施工水平发挥了重要作用,在基坑工程领域产生了深远的影响。

随着我国建设事业的飞速发展,基坑工程呈现出方兴未艾的发展态势。大规模的高层建筑地下室、地下商场的建设和大规模的市政工程如地下停车场、大型地铁车站、地下变电站、大型排水及污水处理系统的施工都面临深基坑工程,并且不断地刷新着基坑工程的规模、深度和难度记录。大量的工程建设和复杂多变的工程环境以及市场竞争机制的引入,给深基坑工程开挖与支护新技术的表现提供了广阔的舞台,也使得在《基坑工程手册》(第一版)出版后的十几年来,我国基坑工程在理论、设计、施工、监测与检测等各方面均取得了长足的进步,并积累了更为丰富的经验。为了系统地反映基坑工程的技术进步、及时吸收国内外最新研究成果、深入总结大量基坑工程的经验与教训、全面反映当前基坑工程领域的发展状况和趋势,中国建筑工业出版社考虑对原手册进行修订,出版《基坑工程手册》第二版(以下简称《手册》),以使其发挥更大的作用。

受中国建筑工业出版社的委托,由同济大学刘国彬教授和华东建筑设计研究院有限公司王卫东教授级高级工程师担任《手册》的主编,由第一版的主编刘建航院士和侯学渊教授担任顾问,邀请了全国各地(包括香港和台湾地区)在基坑工程设计、施工、教学、研究、管理领域第一线工作的37名专家组成《手册》编撰委员会。2008年4月在上海召开了第一次编委会会议,讨论了《手册》的编写原则和总体框架,拟定了章节目录。2008年12月在武汉召开了第二次编委会会议,讨论了各位编委提交的《手册》初稿,并对各章的相互关系作了初步协调。2009年5月在青岛召开了第三次编委会,对各位编委提交的《手册》深化稿进行了深入的讨论,对稿件的具体内容、格式和章节间的协调提出了进一步的修改意见。会后由刘国彬、王卫东两位主编组织了修改工作的实施并进行了统编定稿。

《手册》继承了第一版的框架体系,并作了适当的发展,以第1章“绪论”为主线,将全书有机地串连起来,说明全书的主旨、框架、主要内容和要点;第2章“基坑工程总体方案设计”从基坑工程总体设计的角度阐述了基坑工程设计和施工所涉及到的主要内容,基本上体现了基坑工程的全貌;第3章至第8章为《手册》的理论部分,系统地阐述了土的工程性质、土压力、基坑稳定性、挡土结构内力、基坑变形、地下水渗流的分析方法,是基坑工程设计施工的理论基础;第9章至第18章主要介绍各种支护结构的设计和施工方法;第19章至第31章介绍了基坑工程的相关技术;第32章介绍基坑工程设计和施工中应注意的一些问题;最后两章介绍香港和台湾地区的基坑工程。

《手册》相对于第一版，在章节编排上作了大幅的调整，新增了13章内容，分别是第8章“地下水渗流分析”、第9章“土钉墙的设计与施工”、第18章“支护结构与主体结构相结合及逆作法”、第19章“考虑时空效应的设计与施工”、第23章“基坑土方施工”、第24章“基坑土体加固”、第26章“岩石地区基坑的设计与施工”、第27章“其他形式的支护技术”、第30章“风险分析与安全评估”、第31章“基坑工程施工组织设计”、第32章“基坑工程设计与施工应注意的一些问题”、第33章“香港地区的基坑工程”和第34章“台湾地区的基坑工程”。其他章节的内容也基本上作了重新改写，例如第6章“挡土结构的内力分析”一章中大幅缩减了目前已用得较少的古典分析方法，转而详细介绍目前被广泛应用的弹性地基梁方法，增加了弹性地基板方法、土与结构共同作用的平面和三维分析方法等；又如第13章“型钢水泥土搅拌墙的设计和施工”将第一版中关于SMW工法设计和施工的一节内容扩充为一章，全面介绍型钢水泥土搅拌墙的相互作用机理、设计与计算、施工与检测及新技术的发展等方面的内容；再如第28章“环境影响的分析与保护措施”一章中增加了基坑环境调查、基坑周边环境的容许变形量、围护结构施工引起的地表与建筑物沉降、基坑开挖对周边环境的影响分析与预估等新内容；以反映基坑工程领域国内外的最新研究成果及近年来涌现出的成熟应用技术。

《手册》在编撰过程中，吸收了原手册的精华和优点，力求做到对基坑工程领域在理论、设计、施工、检测、监测、工程应用等方面的内容作全方位的展示；增加了大量工程实例，更加突出手册的实用性；反映最新的技术进步和发展趋势，总结经验教训，吸收最新研究成果和成熟应用技术；扩大其覆盖面，从地域上覆盖全国（含香港和台湾地区），从地质条件上覆盖到可能遇到的各种地质条件如软土、硬土、岩石等；面向一线的科研与工程技术人员，使之成为设计施工技术人员的好帮手和好工具，以利于解决设计和施工中的实际问题。

《手册》各章节的编撰工作是建立在近年来大量的基坑工程实践经验和科研成果的坚实基础之上的，这些工程实践和科研成果是很多单位和个人辛勤劳动的结晶，谨向他们表示衷心的感谢。《手册》的编撰工作得到了全国各地许多单位和专家的支持和帮助，华东建筑设计研究院有限公司、同济大学、上海广大基础工程有限公司、中国第一冶金建设有限责任公司、青岛市勘察设计协会、中国海洋大学、青岛市勘察测绘研究院、郑州大学综合设计研究院、化工部郑州地质工程勘察院，上海同是工程科技有限公司等单位在《手册》的编撰过程中提供了相关的技术资料，对编撰工作给予了大力支持；华东建筑设计研究院有限公司的徐中华博士、李进军博士和宋青君工程师及同济大学的王蓉博士、冯虎博士和沈圆顺博士参加了编委会的组织、协调及联系工作，并对稿件的编辑、校稿做了大量的工作；对以上为《手册》出版做出贡献的单位和个人，在此一并致以诚挚的谢意。

虽然《手册》各章的作者都是基坑工程领域的专家和学者，但由于时间仓促及限于学术水平，疏漏和不足之处在所难免，敬请广大读者不吝指正。

《基坑工程手册》第二版编撰委员会

2009年10月



本书的编著成员分工如下:

第1章	绪论	同济大学	刘国彬		
第2章	基坑工程总体方案设计	华东建筑设计研究院有限公司	王卫东	宋青君	戴斌
第3章	土的工程性质	同济大学	周健	贾敏才	
第4章	土压力	同济大学	李镜培	梁发云	
第5章	基坑稳定性	同济大学	黄茂松		
第6章	挡土结构的内力分析	上海交通大学	王建华	张璐璐	
第7章	基坑变形估算	同济大学	刘国彬	张伟立	冯虎
第8章	地下水渗流分析	上海交通大学	沈水龙	孙文娟	
第9章	土钉墙的设计与施工	深圳冶建院建筑技术有限公司	杨志银	付文光	
第10章	水泥土重力式围护墙的设计与施工	中船第九设计研究院工程有限公司 上海广大基础工程有限公司	林靖 章兆熊	李超	左宇玲
第11章	地下连续墙的设计与施工	华东建筑设计研究院有限公司 上海市基础工程有限公司	王卫东 李耀良	邸国恩 袁芬	
第12章	排桩的设计与施工	天津大学	郑刚		
第13章	型钢水泥土搅拌墙的设计与施工	上海申元岩土工程有限公司 上海广大基础工程有限公司	梁志荣 吴国明	李忠诚 章兆熊	
第14章	钢板桩的设计与施工	中船第九设计研究院工程有限公司	顾倩燕	高加云	
第15章	钢筋混凝土板桩的设计与施工	中国二十冶建设有限公司	秦夏强	谢非	
第16章	内支撑系统的设计与施工	华东建筑设计研究院有限公司 上海市第二建筑有限公司	王卫东 邓文龙	翁其平 章晓鹏	
第17章	锚杆的设计与施工	浙江大学	蔡袁强	占宏	
第18章	支护结构与主体结构相结合及逆作法	华东建筑设计研究院有限公司 上海市第二建筑有限公司	王卫东 邓文龙	徐中华 章晓鹏	
第19章	考虑时空效应的设计与施工	同济大学	刘国彬	王蓉	冯虎
第20章	高压旋喷桩的设计与施工	冶金建筑研究总院(沪) 上海宏顿地基工程公司	王吉望		
第21章	注浆技术	上海隧道地基注浆工程有限公司	张帆		
第22章	降排水的设计与施工	上海广联建设发展有限公司 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院 上海长凯岩土工程有限公司	缪俊发 杨光煦 陆建生		
第23章	基坑土方施工	上海建工(集团)总公司	龚剑	姜峰	周虹
第24章	基坑土体加固	中船第九设计研究院工程有限公司	林靖	汪贵平	
第25章	沉井与沉箱技术	上海市基础工程有限公司	李耀良	袁芬	
第26章	岩石地区基坑的设计与施工	中国海洋大学 青岛市勘察测绘研究院	刘红军 孙涛		

	中国石油天然气华东勘察设计研究院	张志豪
第 27 章 其他形式的支护技术	郑州大学综合设计研究院	周同和
	中国第一冶金建设有限责任公司	王 平
	郑州大学	郭院成 宋建学
第 28 章 环境影响的分析与保护措施	华东建筑设计研究院有限公司	王卫东 徐中华
第 29 章 基坑监测与信息化施工	同济大学	刘国彬
	中国海洋大学	刘 涛
第 30 章 风险分析与安全评估	同济大学	黄宏伟 闫玉茹
第 31 章 基坑工程施工组织设计	上海建工(集团)总公司	龚 剑 姜 峰
第 32 章 基坑工程设计与施工应注意的一些问题	中国土木工程学会 中国建筑科学研究院	张 雁 杨生贵
第 33 章 香港地区的基坑工程	Ove Arup & Partners Hong Kong Limited 华东建筑设计研究院有限公司	何毅良(香港) James W. C. Sze(香港) 李进军
第 34 章 台湾地区的基坑工程	国立台湾科技大学	李维峰(台湾) 廖惠菁(台湾)
索引	中国建筑工业出版社	戚大庆 王 梅 石振华

本书编著过程中下列单位提供了相关的技术资料,对编著工作给予了支持:

华东建筑设计研究院有限公司

同济大学

上海广大基础工程有限公司

中国第一冶金建设有限责任公司

青岛市勘察设计协会

中国海洋大学

青岛市勘察测绘研究院

郑州大学综合设计研究院

化工部郑州地质工程勘察院

上海同是工程科技有限公司

尊敬的读者：

感谢您选购我社图书！建工版图书按图书销售分类在卖场上架，共设22个一级分类及43个二级分类，根据图书销售分类选购建筑类图书会节省您的大量时间。现将建工版图书销售分类及与我社联系方式介绍给您，欢迎随时与我们联系。

★建工版图书销售分类表（见下表）。

★欢迎登陆中国建筑工业出版社网站www.cabp.com.cn，本网站为您提供建工版图书信息查询，网上留言、购书服务，并邀请您加入网上读者俱乐部。

★中国建筑工业出版社总编室 电话：010—58934845 传真：010—68321361

★中国建筑工业出版社发行部 电话：010—58933865 传真：010—68325420  
E-mail: hbw@cabp.com.cn

## 建工版图书销售分类表

一级分类名称（代码）	二级分类名称（代码）	一级分类名称（代码）	二级分类名称（代码）
建筑学 (A)	建筑历史与理论 (A10)	园林景观 (G)	园林史与园林景观理论 (G10)
	建筑设计 (A20)		园林景观规划与设计 (G20)
	建筑技术 (A30)		环境艺术设计 (G30)
	建筑表现·建筑制图 (A40)		园林景观施工 (G40)
	建筑艺术 (A50)		园林植物与应用 (G50)
建筑设备·建筑材料 (F)	暖通空调 (F10)	城乡建设·市政工程· 环境工程 (B)	城镇与乡(村)建设 (B10)
	建筑给水排水 (F20)		道路桥梁工程 (B20)
	建筑电气与建筑智能化技术 (F30)		市政给水排水工程 (B30)
	建筑节能·建筑防火 (F40)		市政供热、供燃气工程 (B40)
	建筑材料 (F50)		环境工程 (B50)
城市规划·城市设计 (P)	城市史与城市规划理论 (P10)	建筑结构与岩土工程 (S)	建筑结构 (S10)
	城市规划与城市设计 (P20)		岩土工程 (S20)
室内设计·装饰装修 (D)	室内设计与表现 (D10)	建筑施工·设备安装技 术 (C)	施工技术 (C10)
	家具与装饰 (D20)		设备安装技术 (C20)
	装修材料与施工 (D30)		工程质量与安全 (C30)
建筑工程经济与管理 (M)	施工管理 (M10)	房地产开发管理 (E)	房地产开发与经营 (E10)
	工程管理 (M20)		物业管理 (E20)
	工程监理 (M30)	辞典·连续出版物 (Z)	辞典 (Z10)
	工程经济与造价 (M40)		连续出版物 (Z20)
艺术·设计 (K)	艺术 (K10)	旅游·其他 (Q)	旅游 (Q10)
	工业设计 (K20)		其他 (Q20)
	平面设计 (K30)	土木建筑计算机应用系列 (J)	
执业资格考试用书 (R)		法律法规与标准规范单行本 (T)	
高校教材 (V)		法律法规与标准规范汇编/大全 (U)	
高职高专教材 (X)		培训教材 (Y)	
中职中专教材 (W)		电子出版物 (H)	

注：建工版图书销售分类已标注于图书封底。

# 目 录

<b>第1章 绪论</b> .....	1	2.2.3 主体结构设计与施工条件	15
1.1 引言 .....	1	2.2.4 设计规范与标准 .....	16
1.2 基坑工程的作用 .....	1	2.3 总体方案选型 .....	16
1.3 基坑工程的特点 .....	2	2.3.1 顺作法 .....	17
1.4 基本技术要求 .....	4	2.3.2 逆作法 .....	19
1.4.1 设计的基本技术要求 .....	4	2.3.3 顺逆结合 .....	20
1.4.2 施工的基本技术要求 .....	5	2.4 基坑周边围护结构选型 .....	26
1.5 基坑工程设计 .....	6	2.4.1 土钉墙 .....	26
1.5.1 设计依据 .....	6	2.4.2 水泥土重力式围护墙 .....	28
1.5.2 计算理论 .....	6	2.4.3 地下连续墙 .....	28
1.5.3 设计内容 .....	6	2.4.4 灌注桩排桩围护墙 .....	30
1.5.4 设计管理 .....	7	2.4.5 型钢水泥土搅拌墙 .....	31
1.5.5 设计和施工的配合 .....	7	2.4.6 钢板桩围护墙 .....	32
1.5.6 动态设计 .....	7	2.4.7 钢筋混凝土板桩围护墙 .....	33
1.6 基坑工程施工 .....	7	2.5 支撑与锚杆系统 .....	33
1.6.1 无支护基坑施工 .....	7	2.5.1 内支撑系统 .....	33
1.6.2 有支护基坑施工 .....	8	2.5.2 锚杆系统 .....	38
1.6.3 环境保护 .....	8	2.6 基坑加固 .....	41
1.6.4 安全风险管控 .....	9	2.7 地下水控制 .....	44
1.6.5 信息化施工 .....	10	2.8 基坑开挖 .....	46
1.7 手册的使用 .....	10	2.9 基坑监测 .....	48
1.7.1 手册的主要内容及关系 .....	10	2.10 工程实例——某基坑工程支护方案设计 .....	50
1.7.2 手册的使用方法 .....	10	2.10.1 工程概况 .....	50
参考文献 .....	11	2.10.2 基坑总体设计方案选型分析 .....	52
<b>第2章 基坑工程总体方案设计</b> .....	12	2.10.3 围护体选型分析 .....	52
2.1 概述 .....	12	2.10.4 水平支撑体系选型 .....	54
2.1.1 安全性要求 .....	12	2.10.5 最终选择的支护设计方案 .....	56
2.1.2 环境保护要求 .....	12	参考文献 .....	56
2.1.3 技术经济性要求 .....	12	<b>第3章 土的工程性质</b> .....	57
2.1.4 可持续发展要求 .....	13	3.1 概述 .....	57
2.2 设计条件 .....	13	3.2 土的物理性质 .....	58
2.2.1 工程地质与水文地质条件 .....	13		
2.2.2 周边环境条件 .....	15		

3.2.1 土的物理状态 .....	58	4.3.3 不同围护结构的土压力分布 模式 .....	110
3.2.2 土的物理指标 .....	60	4.4 非极限状态下的土压力分析 方法简介 .....	117
3.2.3 基坑开挖与土的物理性质 的变化 .....	61	参考文献 .....	120
3.3 土的力学性质 .....	61	<b>第5章 基坑稳定性</b> .....	121
3.3.1 有效应力与孔隙水压力 .....	61	5.1 概述 .....	121
3.3.2 土的渗透性 .....	64	5.2 整体稳定性分析 .....	124
3.3.3 土的变形特性 .....	68	5.2.1 整体稳定性分析的条分法 .....	124
3.3.4 土的强度特性 .....	76	5.2.2 坑底有软弱夹层时土坡的 稳定性 .....	129
3.3.5 土的流变特性 .....	82	5.2.3 考虑地下水渗流作用时的 稳定计算 .....	129
3.4 土的本构关系 .....	84	5.2.4 整体稳定性分析新方法 .....	130
3.4.1 非线性弹性模型 .....	85	5.2.5 重力式围护体系的整体稳定性 验算 .....	134
3.4.2 弹塑性模型 .....	85	5.2.6 锚杆支护体系的整体稳定性 验算 .....	134
3.4.3 黏弹塑性模型 .....	88	5.3 抗隆起稳定分析 .....	136
参考文献 .....	89	5.3.1 黏土基坑不排水条件下的抗隆起 稳定性分析 .....	136
<b>第4章 土压力</b> .....	91	5.3.2 同时考虑 $c-\varphi$ 时基坑抗隆起 稳定分析 .....	139
4.1 概述 .....	91	5.4 抗倾覆、抗水平滑移稳定性 分析 .....	142
4.1.1 土压力的类型 .....	91	5.5 抗渗流稳定性及抗承压水 稳定性分析 .....	144
4.1.2 土压力计算的经典理论 .....	92	参考文献 .....	146
4.1.3 土压力与位移的关系 .....	94	<b>第6章 挡土结构的内力分析</b> .....	147
4.2 基坑工程中的土压力与水 压力计算 .....	95	6.1 概述 .....	147
4.2.1 静止土压力计算中的参数 确定 .....	95	6.2 荷载结构分析方法 .....	149
4.2.2 土压力计算的水土分算与 合算方法 .....	96	6.2.1 平面弹性地基梁法 .....	149
4.2.3 基坑工程中的水压力分布 与计算 .....	98	6.2.2 空间弹性地基板法 .....	154
4.2.4 成层土的土压力计算 .....	102	6.2.3 基坑施工过程的模拟 .....	155
4.2.5 黏性土中的 Coulomb 土压力 计算 .....	103	6.3 土与结构共同作用方法 .....	158
4.2.6 地面超载作用下的土压力 计算 .....	104	6.3.1 土的本构关系模型选取 .....	158
4.2.7 地震时土压力计算 .....	105	6.3.2 连续介质有限元法 .....	160
4.3 基坑开挖支护中的土压力特点与 分布规律 .....	108	6.3.3 其他数值分析方法 .....	169
4.3.1 支护结构上土压力的形成与 发展 .....	108	6.4 工程计算实例 .....	169
4.3.2 深基坑支护结构土压力的 特点 .....	109	6.4.1 上海银行大厦基坑工程 .....	169

6.4.2 上海世博地下变电站基坑工程	174	8.3.1 流网分析法	241
参考文献	181	8.3.2 解析法	242
<b>第7章 基坑变形估算</b>	183	8.3.3 数值分析法	243
7.1 概述	183	8.4 基坑降水对周边环境的 影响分析	244
7.2 基坑变形规律	183	8.4.1 降水引起地面沉降的 机理分析	244
7.2.1 围护墙体变形	183	8.4.2 降水引起地面沉降的 计算方法	246
7.2.2 坑底隆起变形	185	8.4.3 有限单元法	250
7.2.3 地表沉降	185	8.5 工程实例分析	251
7.2.4 坑外土体位移场	189	8.5.1 彭越浦泵站	251
7.2.5 基坑的三维空间效应	190	8.5.2 上海环球金融中心	254
7.3 基坑变形机理及影响因素	191	参考文献	258
7.3.1 基坑周围地层移动的机理	191	附录	260
7.3.2 影响基坑变形的相关因素	195	<b>第9章 土钉墙的设计与施工</b>	272
7.4 基坑变形计算的理论、经验 方法	200	9.1 土钉墙的起源与发展概况	272
7.4.1 围护结构水平位移	200	9.2 土钉墙的类型、特点及适用 条件	273
7.4.2 坑底隆起	204	9.2.1 土钉墙的概念	273
7.4.3 墙后地表沉降	207	9.2.2 土钉墙的基本结构	273
7.4.4 周围地层位移	211	9.2.3 土钉墙的特点	274
7.5 数值计算方法	213	9.2.4 复合土钉墙的类型及特点	275
7.5.1 概述	213	9.2.5 土钉与锚杆的比较	277
7.5.2 本构模型和单元	213	9.2.6 土钉墙与重力式挡土墙的 比较	278
7.5.3 模型边界	215	9.2.7 土钉墙与疏排桩—土钉墙复合 支护技术的比较	279
7.5.4 土体本构模型参数	216	9.2.8 土钉墙及复合土钉墙的 适用条件	281
7.5.5 基坑三维效应的简化计算	226	9.2.9 关于土钉墙这一术语的 说明与探讨	281
参考文献	229	9.3 土钉墙的作用机理与 工作性能	283
<b>第8章 地下水渗流分析</b>	232	9.3.1 土钉墙的作用机理	283
8.1 概述	232	9.3.2 土钉墙工作性能的试验 研究	286
8.1.1 地下水的基本性质	232	9.3.3 土钉墙的工作性能	288
8.1.2 地下水对基坑工程的作用	234	9.3.4 复合土钉墙的作用机理与 工作性能探讨	290
8.2 含水层的水文地质参数与 确定	237		
8.2.1 水文地质参数	237		
8.2.2 水文地质参数的经验值	238		
8.2.3 水文地质参数的测定	239		
8.2.4 基坑降水设计对水文地质参数 的要求	239		
8.3 地下水渗流分析方法	240		

9.3.5 土钉墙抗冻工作性能探讨 .....	296	10.3.2 水、土压力的计算 .....	345
9.4 土钉墙及复合土钉墙的 设计计算 .....	297	10.3.3 稳定性验算 .....	345
9.4.1 设计参数选用及构造设计 一般原则 .....	297	10.3.4 墙体应力验算 .....	346
9.4.2 稳定性分析与计算 .....	312	10.3.5 格栅截面验算 .....	346
9.4.3 土钉抗力验算 .....	319	10.3.6 墙体变形计算 .....	346
9.5 土钉墙的变形计算与探讨 .....	323	10.4 水泥土重力式围护墙的 构造要求 .....	348
9.6 土钉墙施工质量控制及 检测要点 .....	326	10.4.1 水泥土重力式围护墙的 平面布置 .....	348
9.6.1 施工质量控制要点 .....	326	10.4.2 水泥土重力式围护墙的 竖向布置 .....	348
9.6.2 质量检测要点 .....	331	10.4.3 水泥土重力式围护墙加 固体技术要求 .....	348
9.6.3 土钉抗拔试验方法 .....	332	10.4.4 水泥土重力式围护墙压顶板及 连结的构造 .....	350
9.7 工程应用实例 .....	333	10.4.5 外掺剂 .....	350
9.7.1 深圳市金稻田国际广场 基坑支护 .....	333	10.5 控制和减少墙体变位的 措施 .....	350
9.7.2 深圳市南山文化中心区中 水处理站基坑支护工程 .....	334	10.6 水泥土重力式围护墙施工 .....	351
参考文献 .....	335	10.6.1 双轴水泥土搅拌机 .....	351
<b>第 10 章 水泥土重力式围护墙的 设计与施工</b> .....	337	10.6.2 双轴水泥土搅拌桩施工工艺 .....	352
10.1 概述 .....	337	10.6.3 水泥土搅拌墙施工要点 .....	354
10.1.1 水泥土重力式围护墙的 概念 .....	337	10.6.4 施工环境保护 .....	356
10.1.2 水泥土的发展与现状 .....	337	10.7 质量检验 .....	357
10.1.3 水泥土重力式围护墙的 应用 .....	338	10.7.1 成桩施工期 .....	357
10.2 水泥土重力式围护墙的类型与 适用范围 .....	338	10.7.2 基坑开挖前 .....	357
10.2.1 水泥土重力式围护墙的 类型 .....	338	10.7.3 基坑开挖期 .....	358
10.2.2 水泥土重力式围护墙的 特点 .....	338	10.8 工程实例 .....	358
10.2.3 水泥土重力式围护墙的 适用条件 .....	339	参考文献 .....	362
10.2.4 加固土的物理力学特性 .....	340	<b>第 11 章 地下连续墙的设计与施工</b> .....	363
10.3 水泥土重力式围护墙的 设计计算 .....	343	11.1 概述 .....	363
10.3.1 水泥土重力式围护墙的 设计方法 .....	343	11.1.1 地下连续墙的特点与 适用条件 .....	364
		11.1.2 地下连续墙的结构形式 .....	364
		11.2 地下连续墙的设计 .....	365
		11.2.1 墙体厚度和槽段宽度 .....	366
		11.2.2 地下连续墙的入土深度 .....	366
		11.2.3 内力与变形计算及 承载力验算 .....	367

11.2.4 地下连续墙设计构造 .....	368	12.4.1 双排桩的平面布置 .....	441
11.2.5 地下连续墙施工接头 .....	370	12.4.2 双排桩的受力与变形特点 .....	441
11.3 地下连续墙的施工 .....	374	12.4.3 双排桩的内力与变形计算 .....	445
11.3.1 国内主要成槽工法介绍 .....	374	12.5 桩体与帽梁、围檩的连接	
11.3.2 施工工艺与操作要点 .....	382	构造 .....	447
11.4 特殊形式地下连续墙的		12.5.1 单排桩与帽梁、围檩的	
设计与施工 .....	395	连接构造 .....	447
11.4.1 圆筒形地下连续墙 .....	395	12.5.2 双排桩与帽梁的连接构造 .....	448
11.4.2 格形地下连续墙 .....	400	12.6 桩—锚支护结构 .....	449
11.4.3 预制地下连续墙 .....	403	12.6.1 桩—锚支护结构的特点 .....	449
11.5 地下连续墙工程问题的		12.6.2 桩—锚支护结构的受力与	
处理 .....	408	变形计算 .....	450
11.5.1 地下连续墙渗漏问题		12.7 排桩的施工要点 .....	450
处理措施 .....	408	12.7.1 柱列式灌注桩围护体的施工 .....	450
11.5.2 地下连续墙的墙身缺陷的		12.7.2 隔水帷幕与灌注桩重合	
处理措施 .....	409	围护体施工 .....	452
11.6 工程实例 .....	410	12.7.3 人工挖孔桩围护体施工 .....	452
11.6.1 上海银行大厦 .....	410	12.7.4 咬合桩围护体的施工 .....	452
11.6.2 上海世博 500kV 地下		12.7.5 桩—锚支护结构的施工 .....	454
变电站 .....	413	12.8 隔水帷幕的设计与施工 .....	454
11.6.3 中船长兴岛造船基地 .....	418	12.8.1 隔水帷幕的设计 .....	454
11.6.4 深圳国贸地铁车站 .....	421	12.8.2 隔水帷幕的施工 .....	454
11.6.5 上海瑞金医院单建式		12.9 工程实例 .....	457
地下车库 .....	426	12.9.1 单排桩支护工程	
参考文献 .....	427	实例之一 .....	457
<b>第 12 章 排桩的设计与施工</b> .....	429	12.9.2 单排桩支护工程	
12.1 概述 .....	429	实例之二 .....	460
12.1.1 排桩围护体的类型与特点 .....	429	12.9.3 双排桩支护工程实例 .....	462
12.1.2 排桩围护体的止水 .....	429	12.9.4 咬合桩工程实例 .....	465
12.1.3 排桩围护体的应用 .....	430	参考文献 .....	468
12.2 排桩围护墙设计 .....	432	<b>第 13 章 型钢水泥土搅拌墙的设计与</b>	
12.2.1 桩体材料 .....	432	<b>施工</b> .....	469
12.2.2 桩体平面布置及入土深度 .....	432	13.1 概述 .....	469
12.2.3 单排桩内力与变形计算 .....	432	13.1.1 型钢水泥土搅拌墙国内外发展	
12.2.4 桩体配筋构造 .....	437	和应用现状 .....	470
12.3 咬合桩的设计 .....	438	13.1.2 型钢水泥土搅拌墙的特点 .....	471
12.3.1 咬合桩的工作机理 .....	438	13.1.3 型钢水泥土搅拌墙的适用	
12.3.2 咬合桩的设计 .....	440	条件 .....	472
12.4 双排桩的设计 .....	441	13.1.4 型钢水泥土搅拌墙在工程应用	
		中存在的问题 .....	473



13.2 型钢水泥土搅拌墙相互 作用机理 .....	474	13.7.1 上海临港燃气大厦工程 .....	504
13.2.1 型钢与水泥土的相互作用 研究现状 .....	474	13.7.2 苏州地铁钟南街站工程 .....	511
13.2.2 型钢与水泥土相互作用 过程 .....	474	参考文献 .....	513
13.2.3 型钢与水泥土组合刚度 探讨 .....	475	<b>第14章 钢板桩的设计与施工</b> .....	514
13.3 型钢水泥土搅拌墙设计与 计算 .....	476	14.1 概述 .....	514
13.3.1 型钢水泥土搅拌墙设计参数 的确定 .....	476	14.1.1 钢板桩 .....	514
13.3.2 内插型钢拔出验算 .....	479	14.1.2 钢板桩支护结构 .....	515
13.3.3 型钢水泥土搅拌墙构造 设计 .....	481	14.2 钢板桩的设计 .....	516
13.3.4 三轴水泥土搅拌桩主要设计 控制参数 .....	483	14.2.1 设计参考资料 .....	516
13.4 型钢水泥土搅拌墙的施工 .....	484	14.2.2 荷载作用 .....	516
13.4.1 型钢水泥土搅拌墙施工 机械 .....	484	14.2.3 钢板桩支护结构的计算 .....	518
13.4.2 型钢水泥土搅拌墙施工顺序和 工艺流程 .....	488	14.2.4 钢板桩型号的选择 .....	524
13.4.3 型钢水泥土搅拌墙施工 要点 .....	490	14.2.5 钢板桩的防腐蚀设计 .....	526
13.4.4 型钢插入和拔除施工 .....	492	14.2.6 钢板桩的止水设计 .....	527
13.5 型钢水泥土搅拌墙质量控制 与措施 .....	493	14.3 钢板桩的施工 .....	528
13.5.1 型钢水泥土搅拌墙施工质量 控制措施 .....	493	14.3.1 施工前准备 .....	528
13.5.2 改善搅拌桩强度的技术 措施 .....	495	14.3.2 沉桩设备及其选择 .....	528
13.5.3 型钢水泥土搅拌墙质量检查 与验收 .....	495	14.3.3 沉桩方法 .....	534
13.5.4 水泥土搅拌桩的强度检测 .....	496	14.3.4 沉桩的质量控制 .....	536
13.6 型钢水泥土搅拌墙新发展 .....	501	14.3.5 钢板桩的拔除 .....	537
13.6.1 型钢水泥土搅拌墙在坚硬砂 砾土等复杂地层的施工和超过 30m深墙的施工 .....	501	14.3.6 钢板桩施工对环境的影响及 对策 .....	542
13.6.2 TRD工法 .....	503	14.4 钢板桩基坑工程实例 .....	544
13.7 工程实例 .....	504	14.4.1 中船长兴造船基地一期工程 1、2#坞坞口基坑 .....	544
		14.4.2 长江引水三期取水泵房基坑 围护 .....	546
		14.4.3 上海浦东机场二期基坑 工程 .....	548
		参考文献 .....	551
		<b>第15章 钢筋混凝土板桩的设计 与施工</b> .....	552
		15.1 概述 .....	552
		15.2 钢筋混凝土板桩构造设计 .....	552
		15.2.1 截面形式 .....	553
		15.2.2 截面计算 .....	555
		15.2.3 构造要求 .....	555
		15.3 钢筋混凝土板桩支撑或 锚碇设计及板桩内力计算 .....	555