



岩土工程丛书

SERIES BOOK

—12—

高大钊 著

Soil Mechanics in Engineering Practice

实用土力学 (下)

—— 岩土工程疑难问题答疑笔记整理之三



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

责任编辑：曲 乐 周 宇

美术编辑：王红锋

ISBN 978-7-114-11812-8



网上购书：www.jtbook.com.cn
上下册统一定价：108.00元

要 要 要 要



岩土工程丛书
SERIES BOOK

12

实用土力学 (下)

——岩土工程疑难问题答疑笔记整理之三

Soil Mechanics in Engineering Practice

高大钊 著



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是作者在中国工程勘察信息网“高大钊教授专栏”中对同行提出的有关岩土工程疑难问题所作答复的笔记整理稿的第三部分,与之前在人民交通出版社出版的《土力学与岩土工程师》《岩土工程勘察与设计》共同构成完整的岩土工程疑难问题答疑体系。《土力学与岩土工程师》是从体制改革出发,讨论岩土工程师应该具备什么样的土力学素养,是从“人”出发来讨论问题的;《岩土工程勘察与设计》主要讨论岩土工程勘察和设计工作中产生的一些问题,重点讲“事”;《实用土力学》着重于从土力学原理来讨论规范,重点讲“理”。本书共分7章,内容包括天然地基浅基础设计的土力学原理、地基处理技术的土力学问题、桩基基础工程的土力学问题、深基坑、高边坡工程中的土力学问题,地基抗震与土力学等。全书共回答了501个岩土工程方面的问题,也包括了网友之间不同意见的讨论,引用了50篇参考文献。

图书在版编目(CIP)数据

实用土力学—岩土工程疑难问题答疑笔记整理. 3 /

高大钊著. —北京:人民交通出版社股份有限公司,
2014. 11

(岩土工程丛书)

ISBN 978-7-114-11812-8

I. ①实… II. ①高… III. ①土力学②岩土工程

IV. ①TU4

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第247782号

岩土工程丛书

-12-

书 名:实用土力学(下)

——岩土工程疑难问题答疑笔记整理之三

著 作 者:高大钊

责任编辑:曲 乐 周 宇

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:57.25

字 数:992千

版 次:2014年11月第1版

印 次:2014年11月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11812-8

印 数:0001~3000册

定 价:108.00元(上下两册)

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

谨以此书献给我的老师俞调梅教授
——纪念先生诞辰 100 周年

俞调梅教授诞生于 1911 年,早年留学英国,师从 K. Terzaghi,是我国岩土工程教育事业的开拓者和奠基人。他考虑到岩土工程人才的知识面要宽广的这种需求,在 20 世纪 70 年代末到 80 年代初,就主张从各个有关专业本科毕业生中选拔、培养岩土工程人才,包括培养硕士生和博士生、通过进修班和在职培养等多种方法造就岩土工程师。1958 年~1966 年,他试办了九届地基基础专业五年制本科班;在 20 世纪 70 年代,他试办了地基基础研究生班;在 20 世纪 80 年代,他又举办了十届岩土工程师脱产进修班和很多的短期培训班。在这几十年中,他培养了许多土力学专业的进修教师和研究生。在造就专业人才的同时,大量的教育实践也丰富了他以多种教学方式培养岩土工程人才的教育思想。

《岩土工程丛书》编审出版委员会

名誉主任委员	许溶烈	孙 钧	刘建航	沈珠江	郑颖人
主任委员	史佩栋				
副主任委员	高大钊(常务)	朱合华	张建民	陈云敏	
	韩 敏	岳中琦(港)			
委 员	(按姓氏汉语拼音为序)				
	包承纲	白 云	陈云敏	陈正汉	
	崔玉军	冯夏庭	傅德明	高大钊	
	龚晓南	顾宝和	桂业琨	郭蔚东(澳)	
	韩 杰(美)	韩 敏	何满潮	李广信	
	李建中(台)	李永盛	李焯芬(港)	廖红建	
	凌天清	刘建航	刘金砺	刘松玉	
	莫若楫(台)	秦中天(台)	沈珠江	史佩栋	
	施建勇	孙 钧	王钟琦	谢永利	
	许溶烈	杨林德	殷建华(港)	岳中琦(港)	
	杨志法	宰金珉	张建民	张苏民	
	赵锡宏	郑 刚	郑颖人	周申一	
	朱合华	吴世明	何毅良(港)		
秘 书	曲 乐	艾智勇	丁源萍		

总 序

2002年3月23日,对于《岩土工程丛书》(以下简称《丛书》)而言,是一个值得纪念的日子,因为在那一天,我们萌生了组织出版这套《丛书》的构想。

经过两岸三地部分专家学者数度聚首商讨,又以函电形式广泛征求各方意见,反响热烈,令人鼓舞。大家的观点几近一致,都认为面对我国岩土工程的空前大发展,认真总结半个多世纪,特别是近20余年以来弥足珍贵的工程经验、科研成果和事故教训,实属当务之急。这不仅对于指导当前持续高速发展的工程建设,以确保设计施工质量和工程安全大有裨益,而且对于培养专业人才、提升行业素质、促进学科进步,乃至加强对外交流,都极具重大意义。这也是出版此《丛书》的宗旨和指导思想。

根据各方推举,本《丛书》的编委会承蒙深孚众望的国内20余所高等院校、科研院所和10余家有关企事业单位(含出版社)的41位专家组成,其中含内地36位,香港3位,台湾2位,其名单列于卷首^{*}。在各位编委和同行专家的热情关怀和出版社领导的大力支持下,《丛书》即将陆续问世,我们的内心怎能不激动?

由于岩土工程源远流长,而又与时俱进,日新月异,本《丛书》的素材将取之不尽,因此它将是开放性、系列性的,成熟一本,出版一本。其稿源将包括编委本人报送的,编委推荐的,以及编委会特约或组织撰写的各类作品。同时,我们热忱欢迎海内外各地同仁多赐佳作,共襄此举。

本《丛书》将分为专题著述、工程案例和手册指南三大类,其选题将围绕岩土工程发展中的热点难点技术问题、理论问题和重大工程的进展研究确定。著述内容力求精炼浓缩、深入浅出,实用性与学术性相结合,文字可读性强;工程案例将侧重于有影响和代表性的项目,可一例一书,也可同类工程数例并写于一书;要使之从实践中来,提到理论的高度进行分析与总结,以期能为日后的工程所用;手册指南将不重复已有的出版物而推陈出新。

本《丛书》稿件的审查,一般可由作者在征求编委会的意见后,自行约请专家审查并提出评语,必要时也可商请编委会指定专家负责。书稿经审定后,将由作者

^{*} 现已增至47位。



与出版社直接签订合同,履行各自的权利与义务。文责由作者自负。

本《丛书》的读者对象主要是从事岩土工程勘察、设计、施工、检测、监理等方面的专业人士,也可供高等院校、科研院所相关专业的教师、研究人员、研究生和大学高年级学生等参考。

衷心希望本《丛书》能成为岩土工程界广大同仁的良师益友!

史佩栋 高大钊 朱合华

2003年7月

序

高大钊教授在中国工程勘察信息网上答疑,至2014年8月,已经整整10年了。高教授将答疑信息整理、归纳、升华,先后出版了三部著作:第一部是2008年出版的《土力学与岩土工程师》;第二部是2010年出版的《岩土工程勘察与设计》;第三部就是这次出版的《实用土力学》。诚如作者所言:第一部主要从“人”出发,讲岩土工程师应当具备怎样的土力学素养;第二部主要讲“事”,讲勘察与设计的关系;第三部主要讲“理”,讲工程实践中的土力学问题,执行规范中的土力学问题。三部著作各有重点,步步深入。三部著作是高教授10年辛苦的结晶,内容具体细致,工程师们“用得着,读得懂”,对岩土工程师素质的提高必将产生深远的影响。

《实用土力学》“讲理”,是结合工程实践中遇到的问题,讲述土力学的基本原理,对于岩土工程师来说,实在是太重要了。我在高教授网上答疑的第一部著作《土力学与岩土工程师》“序”中曾提到,工程师阶层的产生是源于科学家与工匠的结合,既有实践经验,又深知其背后的科学原理,是理论与实践结合得最好的职业群体,是这个群体造就了近现代工程技术的辉煌。因此,丰富的经验和深厚的理论,两者缺一,都称不上一个真正意义上的工程师。《实用土力学》贵在“讲理”二字,贵在结合工程实践讲理,结合执行规范遇到的问题讲理,讲理贯彻了这部著作的始终。

岩土工程师掌握知识,一要深透,二要宽广,三要灵活。所谓“深透”,就是要牢牢掌握基本概念。我曾在不同场合多次提到,概念是事物的本质,是事物的理性,概念有深刻的内涵,具有普适性,放之四海而皆准。概念清楚的人,能透过现象,看到本质,举一反三;概念不清的人,只能就事论事,他的经验是表面的、片面的、非理性的,凭直观经验处理问题,容易犯原则性的错误。所谓“宽广”,就是既有自己独到的专长,又有广博的视野;既是本行业的专家,又有风采多姿的人生。要横看成岭侧成峰。岩土工程涉及多门学科和多种技术,除土力学、岩石力学外,还有工程地质学、水文地质学、结构力学、勘探与测试技术、施工技术、地球物理技术、信息技术等,环境岩土工程还涉及物理化学、地球化学、生物化学、岩土修复技术等。知识面狭窄的人当不好岩土工程师。所谓“灵活”,就是善于将书本理论用于现场实践,结合具体条件理解抽象的概念;善于将工程中遇到的问题进行理论概括,将具体经验提高到理论层面上总结;善于对关键性工程问题进行综合分析,不



拘泥于死板的教条,见微而知著,遇到复杂情况时善于做出明智的判断。

岩土工程师最忌讳的就是知其然而不知其所以然,讲理就是向工程师们讲“其所以然”,就是正本清源,还事物的原来面目,还事物的本质面目。讲理要有一个真理面前人人平等的氛围,不能搞权威主义。在这方面,高教授及其《实用土力学》是我们学习的楷模。高教授是我们岩土工程界人人尊敬的大专家、名教授,但他总是平易近人,从不居高临下。解答问题时,总是深入浅出,细细剖析,必要时还旁征博引,从问题的源头,从不同专家的不同见解,不同部门和不同规范的规定中梳理出头绪,给出有根有据、令人信服的答案。权威是需要的,专家是权威,规范是权威,但不能将权威绝对化、神圣化。绝对化和神圣化就是提倡盲目,提倡迷信,不利于科技创新,不利于学术繁荣,与科学发展观背道而驰。我们对规范应该有一个正确的态度,那就是要自觉遵守,而不是盲目执行。规范是同行专家集体智慧的结晶,具有很高的权威性,但只能规定量大面广的问题,而实际情况千差万别,规范是绝对包不住的,大量问题只能由工程师凭自己的理论素养和工程经验酌情处理。对规范的过分依赖是一种不健康的倾向,不利于工程师的独立思考和素质培养,也不利于做好工程和技术创新。规范制订者也应持开放的态度,心平气和地对待不同意见,耐心解释使用者提出的问题,认真听取第一线工程师的意见。权威依靠的是自身正确而不是权势,违反科学原理的主张总归是站不住的。

改革开放以来三十多年的大发展,我国岩土工程的难度和规模都是举世无双。我们已经完全可以依靠自己的力量,在复杂的地质条件下建造世界上最高的建筑、最深的隧道、最长的桥梁,进度迅速,巍峨壮丽,十分精彩。但问题也不少,还只能称得上岩土工程大国,称不上岩土工程强国。工程的规模和难度是大国的象征,工程的优秀、过程的精致、工程师素质和能力的高超才是强国的标志。而现今我国的岩土工程,总体上还是比较粗放,岩土工程师素养不高更是最薄弱的环节。要成为岩土工程强国,恐怕需要一代人甚至几代人的努力。这里有复杂的社会、体制等深层次问题,但岩土工程师优良素质的培养更是需要长时间不懈努力才能奏效的根本性措施,《实用土力学》的出版必将大大推动这个进程。现在,我国岩土工程已经走向国际,有在发展中国家,也有在发达国家,这或许是促进自强的机遇,借以促进管理水平和科技水平的提高。随着中央新一轮改革开放向纵深发展,随着民族复兴和国家富强的逐渐显现,我国引领世界岩土工程的强国之梦一定能够早日实现。

顾宝和

2014年7月1日

前言

写在网络答疑十年之际

《实用土力学》出版于网络答疑十年之际,可能也并不是巧合。《实用土力学》是岩土工程疑难问题答疑之三,十年来网络答疑这个园地是我退休以后的又一个联系工程实践的平台,是面向社会的一个讲台,也是这三本书得以写成的资料来源。

自2004年8月至今,在中国工程勘察信息网上,为我开辟的这个专栏是一个聚集同行的智慧和经验的技术信息宝库,是反映了十年来我国岩土工程发展脉络的一个样本。

对历史长河来说,十年是短暂的瞬间,但对一个人来说,并不短暂,一个人能有几个十年?退休以后的这十来年,我主要做了两件事:一件是为岩土工程师注册考试出题和评分,还有一件就是网络答疑。这两件事使我在退休以后仍然生活很丰富、很充实,我也在不断地学习,有很多的收获。我很想继续为大家做点事,但我今年已进入八十岁的高龄。两年前已退出注册考试专家组,这本书的出版或许也是向网络答疑告别。

在这十年中,中国工程勘察信息网的领导和工作人员为这个讨论平台的发展默默无闻地努力工作,感谢他们为我创造了这个联系同行的平台。我也要感谢几位版主,他们帮我解答了网友提出的许多问题,我连他们的真实姓名也不知道。也许我们本来就是认识的,但由于我不知道他是谁,可能见了面也没有办法向他道谢。十年了,十年并不是一个短暂的时间,感谢他们长期地坚持这项工作。在这十年里,我曾经邀请过几位学者在网络里帮我答疑,他们是王长科总工程师、陈轮教授和李镜培教授。他们都很忙,能够抽出时间来为大家答疑是很不容易的,在此向他们表示深深的谢意。我还要感谢许多朋友,像顾宝和大师、张旷成大师、林在贯大师和钱志雄总工对网络答疑的支持,他们为我提供了许多宝贵的资料,在我的书中引用了与他们对技术问题的一些讨论内容,特别是顾宝和大师,他为这三本书都写了序,热心地支持这项答疑的活动。当然,我也要感谢广大的网友读者,你们的踊跃参与,提供了许多宝贵的思想,提出了许多令人深思的问题;你们积极地参与



讨论,使这个论坛能历经十年而经久不衰,如此地兴旺。

在同行网友的鼓励和支持下,从2008年开始,在整理网络答疑笔记的基础上,撰写了《土力学与岩土工程师》和《岩土工程勘察与设计》两本书,分别于2008年和2010年在人民交通出版社出版。

2011年年底,人民交通出版社的曲乐副编审希望我继续完成原来打算写成三本书的计划,在前两本书的基础上出版第三本书,我答应了他的约稿。

怎样写这第三本书呢?一方面应该把2010年6月以来的这四年中在网络上讨论的问题集中整理出来,另一方面也应该对这近十年的网络答疑作一个综合性的归纳和升华,以反映这个时代的特点,反映我国岩土工程技术发展的喜悦与忧虑,反映我国岩土工程师的努力与彷徨,反映岩土工程技术的成就与无奈。网络讨论的主要内容是同行在工程实践中感到困惑和疑难的一些问题,这些问题来自工程实践第一线,大多与如何执行岩土工程规范的条文有关,而这些问题的解决又依赖于正确理解土力学的基本原理,正确理解岩土工程规范与土力学理论的关系。可以这样来认识,岩土工程规范中,许多条文均立足于土力学原理(当然并不是全部),因此,正确执行规范的条文需要土力学原理的支撑,对规范条文的不同理解的争论,需要根据土力学原理来判断,讨论有些条文的规定是否妥当,也需要依据土力学的原理来判定。

第一本书,即《土力学与岩土工程师》,主要是从体制改革出发,讨论岩土工程师应该具备什么样的土力学素养,是从人出发来讨论问题的。第二本书,即《岩土工程勘察与设计》,主要讨论岩土工程勘察和设计工作中产生的一些问题,重点在于讲事。那么,在这第三本书中,应该着重于从土力学原理来讨论规范,重点在于讲理。

结合工程问题,结合规范来讨论土力学原理,必然会涉及一些力学的基本概念和基本假定,涉及工程应用中如何进行简化的问题,涉及对一些经典土力学问题的评价,涉及岩土工程界对一些学术问题的讨论甚至争论。但在本书中,我只是想对这些问题谈一些基本的看法,对与不对让大家去判别。认为不对的不听,认为对的可以参考。我并无意介入有些涉及一些基本原理的争论,也不准备回应对土力学原理的任何质疑。

基于上述的考虑,原来准备将书名定为《土力学与岩土工程规范》。因为我是一个终身从事土力学教学工作的教师,我在网络上大多也是从土力学的角度为大家答疑解惑,讨论的内容很多是对规范的理解和如何执行规范的问题。当时认为这个书名可能比较好地贴近十年的网络讨论,也反映了我所能起的一点微薄的



作用。

记得在 20 世纪 80 年代初,中国建筑工业出版社朱象清总编辑约请俞调梅教授写一本《实用土力学》,先生带着我们几个弟子进行了准备,写了大纲,也分章讨论了几次内容。先生对我们写这本书的原则要求是:“写工程师有用的内容,写得让他们看得懂”。这寥寥数语却高度概括了先生对我们的很高要求,先生为我们开了长长一大篇的参考文献目录,要求我们阅读。当时,对于什么是对工程师有用的内容,我们虽然也知道一些,但理解得不深刻,也不全面。这样确实很难写,一下笔就入了俗套,写得没有新意。我们想写的不符合先生的要求,先生要求我们写的,我们不是很清楚。就这样,直到先生去世也没有能写成这本书,成为我们非常遗憾的一件事。

我把这两件事联系起来,突然有一种灵感,是不是可以把这本书名定为《实用土力学》呢?这本书里写的是对工程师很有用的土力学知识,是工程师常用的规范的基本原理,这不就是工程师有用的土力学吗?在网络上采用答疑和讨论的方法已经实践了十年,证明效果是可以的,用这种方法写,能使工程师容易理解和接受。这样的写法可能比较符合 30 年前俞调梅先生对写《实用土力学》的要求,也完成了我们的一个心愿。

这个想法也许不错,但却提出了一个很高的目标,也许还是不能满足先师的要求。我又听取了几位朋友的意见,他们也表示赞成,提出了一些希望。于是我就按照写实用土力学的要求,重新组织内容,安排章节体系。

当然,能否写成?读者是否满意?我也没有把握,这有待于读者的检验。

本书引用了许多规范和其他文献资料。引用规范时,一般就在文中直接写出所引用规范的名称、编号和版本的年号,不再作为参考文献列入文献目录。

由于本书成书的过程比较长,前后跨越了四年的时间,在这期间,不断有规范出了新的版本。在定稿时,为了尊重网友当年参与网络讨论时所依据的规范版本,即使规范已有所变化,为了尊重历史,不再按新的版本全部加以修改重写。

在本书即将脱稿的时候,我们学校的这些老人还在做的一件事,就是在为郑大同教授 100 周年诞辰写一本纪念文集。同济大学的地基教研室有 3 位老教授,张问清教授、俞调梅教授和郑大同教授,正是他们三位老先生开创了同济大学的岩土工程学科,我们这些人都是他们的学生,今天所做的,不过是传承他们的学术思想。

在我们这本书中,许多有关地基承载力理论的论述都引自郑大同先生的专著



《地基极限承载力的计算》。

那是在 20 世纪 70 年代初,当时地基教研室正在开展静力触探预估单桩承载力的研究项目。为了研究静力触探探头贯入土体的力学机理,郑大同先生将国际上当时最新发表的一些理论研究成果介绍给桩基研究小组,例如,1972 年魏西克在 ASCE 上刚发表的“Expansion Cavities in Infinite Soil mass”。在 1976 年教研室办“桩基础研究生班”时,郑先生在为这个研究生班写的教材中就已经写入了土体中的孔扩张理论这些当时属于非常前沿的理论研究的成果。在这个教材的基础上,先生对地基极限承载力的课题进行了系统的研究,对国外在这个领域的研究成果进行了高度地综合,写出了《地基极限承载力的计算》^[1]一书,于 1979 年由中国建筑工业出版社出版。

十多年前,我在主编《岩土工程的回顾与前瞻》一书时,比较系统地查阅了 20 世纪我国许多土力学的著作,发现除了先生的这本书外,竟还找不到第二本能那样全面地介绍地基极限承载力计算理论的专著。在《地基极限承载力的计算》这本书中,先生深入浅出地推导这些理论公式,将比较复杂的塑性力学问题的推导写得那么流畅,那么容易读懂,而且还设计了很多计算的例题,让后辈们能够学习和具体应用这些比较深奥的理论成果。

由于历史原因,我们经历了长期的闭国自锁,对当时国际上技术的发展知之不多。但即使在“文化大革命”那种随时都有可能受到批判的政治环境中,像郑大同先生这样的一代老知识分子仍然关注着国外科学技术的进展趋势,大量阅读国外文献资料,而且那样及时地把当时国际上最新的研究成果介绍给后辈。

今天,我们重读先生写这本著作的后记是深受教益的。郑先生在后记中写道:“本文原稿是 1976 年为同济大学桩基研究班编写的‘静力触探在地基基础中的应用’讲义的部分内容,后在原稿的基础上,重新加以整理,增加了别列赞策夫关于摩擦桩极限承载力的课题。魏西克的无限土体内孔的扩张理论中,把‘平均体积应变的估值’和‘超孔隙水压力的估值’也补充进去。同时,又介绍了巴利在 1976 年发表的关于曲线型破坏包络线的内容。除此以外,又补充了一些例题,有助于理解这些理论的分析方法……了解一些关于这一课题的目前国际水平,对我们今后的科研工作,将是有益的。”我眼前翻开的这本专著,纸张已经发黄和脆裂,写书的百岁老人在二十多年前,也已经远离我们而去。他为我们留下的这本篇幅虽然不大,但内容非常厚重的传世之作,是我们学习土力学的一本范本,也是先生留给我们地



基教研室的一份遗产。这篇平实淡定的后记,文风也犹如先生的一贯为人,那样低调,默默地耕耘着,指导着我们,对我们寄予厚望。

高占钊

2014年初夏于同济园

目 录

第1章 岩土工程规范与土力学的关系	1
1.1 与岩土工程规范的历史渊源	1
1.2 对岩土工程规范的一些认识	5
1.3 岩土工程师的职责是将土力学的基本原理用于解决工程实践中的问题	23
1.4 执行岩土工程规范的特殊问题——施工图审查工作的一些特点	42
第2章 岩土工程勘察与土力学	55
2.1 我国岩土工程勘察面临的挑战	56
2.2 取土过程对土样产生的力学作用	106
2.3 如何理解规范关于勘探孔深度和取样数量的规定	114
2.4 岩土原始应力状态的工程意义	120
2.5 抗剪强度试验如何模拟工程的应力条件和物理条件	131
2.6 回弹模量与回弹指数的不同	146
2.7 土层划分与评价的工程意义	155
2.8 勘察报告中需要的定量计算	186
第3章 天然地基浅基础设计的土力学原理	211
3.1 天然地基浅基础的设计方法建立在哪些力学原理的基础上	215
3.2 地基基础设计的基本原则	336
3.3 地基基础方案比选	368
3.4 深度修正时选取等效的基础埋置深度的原则	373
3.5 利用荷载试验确定地基承载力的方法	379
3.6 软弱下卧层承载力验算的几个力学概念	383
3.7 基础设计	396
3.8 抗浮设计的关键问题	398
第4章 地基处理技术中的土力学问题	417
4.1 复合地基计算的力学概念	417
4.2 地基处理设计是地基基础设计的一部分吗	450



4.3	如何选择地基处理方案	459
4.4	如何进行地基处理的设计与计算	490
4.5	地基处理的检测、监测与试验	511
4.6	如何分析这些地基处理的事故	525
第5章	桩基础工程的土力学问题	537
5.1	深基础与浅基础的传力机理不同之处	538
5.2	桩基设计的基本概念	578
5.3	单桩承载力的概念和预估方法	602
5.4	桩基沉降计算	613
5.5	桩的负摩阻力问题	627
5.6	桩基方案比选	630
5.7	桩的检测与试验	643
5.8	桩基工程施工中问题与事故分析	659
第6章	深基坑、高边坡工程中的土力学问题	681
6.1	土与挡土结构的接触压力	684
6.2	基坑、边坡工程的稳定性与静力平衡分析	718
6.3	基坑、边坡工程的地面荷载	731
6.4	基坑、边坡工程的支护结构的内力	734
6.5	水对基坑、边坡工程的力学作用	737
6.6	基坑工程的施工监测与环境影响	750
6.7	基坑与边坡的设计方法	760
6.8	如何根据工程条件选用基坑工程方案	782
6.9	从典型的工程事故案例看我国深基坑工程质量安全问题的现状	793
第7章	地基抗震与土动力学	804
7.1	地震分析中的动力学概念	804
7.2	地质条件对震害的影响	830
7.3	液化判别的力学机制	847
7.4	抗震措施的力学作用	869
	参考文献	875