



建设部普通高等教育

土建学科专业“十一五”规划教材

土力学原理

Fundamentals of Soil Mechanics (第2版)

赵成刚 白冰 等编著



清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社

<http://www.bjtup.com.cn>



建设部普通
土建学科专



土力学原理

(第2版)

赵成刚 白 冰 等编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书结合土力学学科近年来的发展,系统地介绍了土力学的基本原理和分析方法,力求深入全面地阐述土力学的基本内容和实质。全书共分 11 章,主要内容包括土的物理性质及工程分类、土的渗透性和渗流、土体中的应力计算、土的压缩与固结、土的抗剪强度、土的临界状态理论、土压力计算、地基承载力、土坡稳定分析等。各章后附有思考题和习题,书末附有习题答案和部分习题的详细解答。

本书主要作为高等学校土木工程各专业及相近专业土力学课程的教材或参考书,也可供土木工程研究人员和工程技术人员参考,还可作为考研复习的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

土力学原理 / 赵成刚, 白冰编著. —2 版. —北京: 北京交通大学出版社: 清华大学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-5121-3310-5

I. ①土… II. ①赵… ②白… III. ①土力学 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 184827 号

土力学原理

TULIXUE YUANLI

责任编辑: 韩 乐

出版发行: 清华大学出版社 邮编: 100084 电话: 010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414 <http://www.bjtu.com.cn>

印 刷 者: 北京时代华都印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185 mm×230 mm 印张: 26.75 字数: 599 千字

版 次: 2004 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 2 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-3310-5/TU·165

印 数: 1~3 000 册 定价: 48.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

第 2 版前言

出版高质量和高水平的本科生教材,是我们长期从事本科生“土力学”教学的教授应尽的义务和责任,也一直是我和前后编写、修订本书的编写组成员们追求的目标。本书第 2 版是经过 13 年的教学实践和不断修订、改进的结果,反映了我们对土力学理论不断深入、发展、变化的认识和理解,以及教学经验的积累和新的工程需求。通过逐渐修订而形成的这本《土力学原理》第 2 版,就是我们上述追求的结果。我们努力使本书不同于一般土力学教材,除了书的封底列出了本书的五大特色外,第 2 版在以下几方面进行了修订:

1. 介绍了土的连续化与平均化理论以及表征体元的概念。一个不引人注意,但非常基础而重要的问题是:为何把土这样一种疏松、离散和黏结力很弱的矿物颗粒及其周围充满液体和气体的混合离散物,用连续介质力学理论进行描述和分析,而这样做的理由和前提是什么?有何科学依据?适用条件为何?这些就是土的连续化与平均化理论以及表征体元的概念所论述和回答的问题(见 2.6 节)。

2. 初步探讨了土力学理论预测的不确定性产生的原因(见 1.4.2 节)。

3. 在黏土矿物的晶体结构与分类(见 2.3.1 节)中增加了部分内容,从微观的角度介绍了膨胀土产生的机理(见 18~22 页)。

4. 较为详细地介绍了土的结构性(见 2.5 节)。这里基于我们的研究和认识,给出了关于土的结构性的定义和说明。此节改动较大,篇幅也增加了。

5. 对土力学中的有效应力及其局限性进行了概括性的讨论,见 1.4.2 节、4.6.1 节、5.1 节和 6.1 节等。

6. 用土样的室内实验结果对场地的沉降进行预测,其理由和前提条件是什么?我们在 5.2 节“土体的压缩特征”的一开始增加了对这一问题的讨论。

7. 对第 5 章的固结理论部分进行了改写,并对其中正负号的使用进行了一些修正。本质上说,渗流之所以会出现负号,是由于渗流是从总势能高的地方流向总势能低的地方(由大到小的方向流动),而这与其坐标的正向(由小到大的方向)相反,因此出现了负号。

8. 对第 7 章原始剑桥模型和修正剑桥模型的推导进行了简化,使其易懂。另外还增加了一些习题和思考题,以补充原有这一部分的缺失。

9. 对第 10 章边坡稳定的有限元分析部分进行了补充和修改,增加了一些必要的基本性内容。

10. 对原修订本中的部分内容作了改写,并修正了一些错误。

11. 删去了原修订本中本科生教学中一些不必要的内容(例如删去了 Terzaghi 和 Biot 三维固结理论以及附录中的例题精选),使得增加的部分与删去的部分大致相当。本书的篇幅没有很大变化。

参加第2版编写工作的有:赵成刚,负责全书总体内容修订的安排,并具体负责第1章、第2章、第6章、第5章除了固结以外部分的修订,以及4.6.1节有效应力原理中的部分修订;白冰,负责第3章、第4章、第8章的修订;丁洲祥,负责第5章固结理论部分的修订;刘艳,负责第7章的修订,并负责2.6节土的连续化和平均化理论的编写;陈曦,负责第10章的修订;李舰和蔡国庆也参加了部分修改和校对工作。

土力学是从实际工程的需要出发,并由工程师发展起来的一门学科。它具有很强的实用性和经验性的特点。这一特点具有两面性:一方面,它可以用于解决很多实际工程问题,为广大岩土工程师提供了理论和分析工具;另一方面,它缺少严密性、科学性和系统性,其预测结果不确定性非常大,是一门半经验、半理论的学科。

土力学发展至今,其理论基础仍然很不完善,仍处于半理论、半经验的发展阶段。其具体体现是:多数理论假定渗流与变形和强度无直接联系,渗流与变形的理论分别是根据不同的假定而建立的,土力学各章节之间缺少有机和统一的理论基础;经验公式和方法还随处可见;预测结果具有非常大的不确定性,经验、工程判断、艺术和技巧还继续发挥重要的作用。虽然现代土力学的发展,进一步完善了土力学的理论基础,但这种发展与变化仍然没有从根本上改变上述状况,理论预测结果仍然具有非常大的不确定性,土力学完备和统一的理论基础仍有待于研究和发展。这里“完备”的含义是,在建立新的理论和模型时应该把一些对土力学的性质和行为具有重要影响的因素尽可能多地考虑进来,即达到尽可能的完备,以便减少由于过多的简化而带来的不确定性。例如非饱和土力学中所做的工作,它为了尽可能减小土力学理论中所存在的不确定性,增加了吸力变量。致力于使土力学的理论建立在完备、严密和科学的基础之上,即用完备、严密、统一、科学的理论,例如多相孔隙介质理论或热力学理论,来研究和描述土的性质的理论称为理性土力学。这方面的内容在我们撰写的专著《理性土力学与热力学》中已经进行了一些讨论。

通常在一门学科中,工程经验的作用和科学理论的作用是成反比关系的;科学所起的作用和占有的比重越大,工程经验和技艺的作用就越小。人类土木工程的实践表明,土力学诞生之前,岩土工程完全依靠经验和技艺。土力学诞生之后,随着学科不断发展,科学理论所起的作用也越来越大。面对这种状况,一方面要在应用中积累更多的经验,培养和提高处理工程问题的技艺和水平。但另一方面,也要促使土力学和岩土工程学科的理论不断向前发展,最后和其他学科一样达到成熟的水平,即仅利用科学理论就能够较为准确地预测土体的行为,这也是土力学者所追求的目标。

本书不可能没有缺点,它所讨论的都是一些基础性的内容,所以本书绝大部分内容是取自他人的成果,有特色的内容并不多,错误之处也在所难免,一个例证就是多次修改后,仍然有错误。我们能够做的是,以当前的视野和尽可能正确、清晰的概念论述土力学的内容。

随着时间和土力学学科的发展,此书可以继续修订。但这一版可能是我主持修订这本书的最后一版,原因是我已经超过退休的年龄,没有精力再做此事。同我的研究论文相比,我更珍视此书,因为这本书伴随和包含了我更多的时间和精力。但退休也有好处,即没有教学和科研的催促,也没有拿项目和发表文章的压力。因此我想,与其发表一些用处不太大的文章,不如多花些时间和精力,用心地把这本书写好,用于教育优秀的学生。而后者的意义更大,因为它有助于使更多的学生掌握更加清晰和科学的土力学的基本内容和概念,为将来的研究和工程应用打下良好的理论基础。

当然此书仅是一部本科生的教学用书,它的深度和广度是很不够的。而高等土力学可以填补这一不足。我从事高等土力学的教学和研究已经三十多年,积累了一些材料和经验,希望在我七十岁前,能够撰写、出版一本为研究者或研究生使用的高等土力学、基础性理论的书。这也是希望将来为我所从事的专业做最后一点事情。

我只希望本书能为我国本科生“土力学”课程的教学提供一本较好的教学用书。

赵成刚

2017年5月于北京交通大学土建学院

修订本前言

本书经过 5 年的使用,得到了广大读者的认可,连续印刷了 3 次。并且最后一次印刷不到 3 个月,又告售罄,要求再次印刷。考虑到教学经验的累积和一些新的需求,目前有必要对原书进行修订,出修订本。

修订本仍然保持了第 1 版的基本编写思想,除了对第 1 版中存在的错误及一些局部的论述进行了修正以外,主要在以下几方面进行了增删和修订。

(1) 在第 1 章 1.1 节中,增加了“研究土力学的目的有两个:①揭示土的行为和性质及其发展和变化的客观规律;②为岩土工程的设计、施工和维护提供理论基础”。而在第 1 章 1.2 节中,在学习土力学的目的中增加了“为揭示和认识土的行为和工程性质提供理论基础”。这样做的目的是试图改变目前岩土工程界很多人对土力学的观点和看法,即认为:学习土力学的唯一目的是指导工程实践。这种观点和看法对于工程师来说是可以理解的,但对于从事土力学研究的人来说却是片面的。实际上,土力学作为一门科学,它具有两重任务:①揭示土的行为和性质及其发展和变化的客观规律;②为工程和建设服务。它本身的发展也应该遵循作为一门科学的发展规律,而不仅仅是为工程和建设服务。我们反对以下实用主义的研究观点,即土力学的研究一旦不能直接为工程和建设服务,则其研究的价值就会受到质疑。并且从本科生阶段就应建立正确的观点和学习目的,以避免对土力学采用实用主义的态度。

(2) 增加了第 7 章(土的基本性质和临界状态理论简介)。临界状态土力学是现代土力学的重要部分。这部分内容是为一些学有余力的优秀本科学生提供了解临界状态土力学的一个简明、易懂的学习材料,为今后深入研究和创造性地从事土力学的应用提供必要的理论基础。这部分内容在一般本科生土力学教材中是没有的,有些高等土力学教材虽然有剑桥模型的介绍,但多数都是从弹塑性本构模型的角度出发,仅把它作为一种数学模型加以介绍。目前有很多人把临界状态土力学仅理解为一种弹塑性本构模型(或剑桥模型)。这种理解是片面的,不利于对现代土力学的认识和理解。实际上,临界状态土力学为深入认识和描述土的行为和性质提供了理论基础。如果不从这样的角度去理解临界状态土力学,就很难深入地认识和把握现代土力学的实质。临界状态土力学或它的经典的、具有代表性的剑桥模型,从其数学的表达式和参数来看是简单的,但对于初学者来说,要深入理解它却并非易事。这一章的内容仅是对于临界状态土力学的一个简单介绍,而要想更加全面和深入地了解有关内容,可以参考 Schofield 和 Wroth 于 1968 年、Atkinson 和 Bransby 于 1978、Wood 于 1990 年写的 3 本书(见参考文献)。

(3) 原书第 10 章土的压实内容不多,作为独立一章,其篇幅偏少。这次再版,按照一般土力学教科书的做法,将其并入第 2 章中,并作为该章的一节。

(4) 第 6 章土的抗剪强度的部分内容重新改写了,并增加了颗粒之间的咬合与剪胀对抗剪强度影响的内容。

(5) 第 4 章中增加了多孔介质中物理量(如应力、渗流速度)平均化描述的基本思想。并对土中有效应力的概念及有效应力原理重新进行了阐述。

土力学理论目前仍然处于发展的初期阶段,其理论基础不统一、不协调(赵成刚,2006),需要花大力气进行研究和发 展。本书仅介绍土力学的基本原理,而没有介绍其他更加深入的内容,例如,非饱和土力学、土动力学及有希望成为土力学的统一和协调的理论基础的连续孔隙介质土力学理论(赵成刚,2009)。这主要是因为本书是为本科生的教学而编写的,其他与本科生的教学关系不大的内容只能割爱。实际上为硕士生开设的高等土力学可以包括这些更加深入的内容。本人希望今后能有时间和精力编写一本高等土力学教科书。但就目前高校的状况,恐怕挤不出时间和精力再做这样的事了。

本书修订本是由以下教师在第 1 版的基础上修订完成的,分工为:赵成刚教授负责第 1 章、第 2 章、第 6 章的修订和第 7 章的编写(博士生刘艳编写了第 7 章的例题);白冰教授负责第 3 章、第 4 章、第 8 章的修订;李伟华副教授负责把第 10 章改写和并入第 2 章中及第 5 章的修订;曾巧玲副教授负责第 9 章的修订;李涛教授负责第 10 章的修订;附录 C 土力学名词索引由白冰教授和赵成刚教授共同编写。由于编者水平有限,虽然经过修订,书中难免还会有缺点和错误,希望广大读者不吝赐教。

赵成刚

(2009 年 8 月于北京交大红果园)

第 1 版前言

目前土力学的教材很多,有几十种。在本科生教学中经常使用的教材也有十几种。有这么多的土力学教材,为什么还要再编写一本新教材?编写新教材的目的和意义是什么?这是任何一本新教材的编者都必须认真考虑并给予回答的问题。

要回答编写新教材的必要性问题,首先需要考察一下我国使用土力学教材的现状。目前,我国所使用的土力学教材除了增加了个别现代内容的章节(如土质的改良和加固、Biot 固结理论等)外,与 20 世纪五六十年代的教材没有多少区别,但国际上很多新版的土力学教科书与我国五六十年代的教科书相比,无论在内容和版式上都有了很大的改变。就连 Terzaghi 和 Peck 撰写的《工程实用土力学》这本经典著作,也于 1996 年在 Peck 主持下写出了新版本,其中关于土力学的内容增加了近 40%。

与国际上现行同类土力学教科书相比,我国的教材显然落后了。造成这种落后局面的原因是多方面的。一个重要原因是许多编者不愿耗费很多精力去研究、参考最新土力学的进展和成果。当然,这也和我国的信息闭塞,资料难于获得有关;但起码应该参考国外新出的一些优秀的土力学教科书,而不能把眼光仅局限在国内。应该指出,一些较好的教材追求简单、易懂、易于教学,这些教学思想是合理的;但也有一些教材编写者认为,教材应该介绍成熟的方法,而排斥不完善的理论和方法,所以把土力学的理论作为绝对真理加以介绍。这样做未必恰当,例如,土力学的奠基者 Terzaghi 在编写《工程实用土力学》一书时,就采用了很多经验公式, Terzaghi 并没有因为这些公式不是完美无缺的且都有其适用范围与局限性就不采用了。

这种教学思想的不足之处在于不利于培养学生的创新能力。它会使学生产生一种误解和思想惯性,即认为土力学的理论十分完美、成熟,只要按土力学的理论去分析、解决问题就万事大吉了。但事实并非如此,土力学的理论还很不完善,例如,书中各章之间及各种概念和方法之间缺少有机的联系与统一的理论基础,经验公式还随处可见;非饱和土和土动力学的理论也很不完善、很不成熟;还有很多问题其理论结果难以描述土的实际情况或与实际情况偏差很大,缺少重现性。因此,需要对上述教学思想方法进行改良或修正。所谓改良或修正是指继承其优点,即使教材应尽可能的简单、易懂、易于教学,但另一方面也应使学生了解并认识到土力学理论的不完善性,从而更深入、更全面地理解土力学的内容与实质,为今后的土力学的工程应用和科学研究打下良好的基础。

我们编写本书的基本思想是:

- (1) 尽量简明、易懂;

(2) 尽可能地介绍一些新的研究成果;

(3) 尽可能地给出各种方法的适用范围和局限性,使学生了解土力学是不完善的;在本书的最后一章中,还给出了应用土力学时应注意的一些问题,以便在实践中正确地应用土力学的知识。

细心的读者会发现,与其他土力学教材相比,本书的第2章内容偏多。这主要是因为编者认为,土力学是在宏观的唯象的基础上建立起来的,一般并不需要了解土的微观结构和土与水或土与周围环境的相互作用。在许多情况下,只要通晓土的宏观力学性质,就足以解答所遇到的岩土工程问题。过去大多数土力学教科书正是侧重于这方面而写成的。但有时,尤其是对某些问题要获得圆满解答时,对土为什么会具有特定的性质和行为的知识会显得很重要。岩土工程师了解土为什么会具有这种特定性质的知识,犹如结构工程师了解建筑材料的性质一样重要。为增强这方面的知识,并对土为什么会具有这些性质加以说明和解释,我们把第2章的内容增加了很多,以期满足这方面的要求。另外,本书主要讲述经典土力学的内容,而对现代土力学的内容(如临界状态土力学等)很少涉及,该内容将在《高等土力学》的教科书中讲述。

本书由北京交通大学岩土所土力学教研室的几位老师和北方工业大学建筑学院的两位老师集体编写。第1章和第2章由赵成刚教授和王运霞副教授(北方工业大学)编写,第3章由张兴强副教授和白冰教授编写,第4章和第7章由白冰教授编写,第5章由侯永峰副教授编写,第6章由赵成刚教授编写,第8章由曾巧玲副教授编写,第9章由王运霞副教授编写,第10章由崔江余副教授编写,第11章由赵成刚教授编写,附录部分由王运霞副教授和李小勇副教授(北方工业大学)编写。全书由赵成刚教授和白冰教授统编、审校。

本书得到北京交通大学教材出版基金资助,在此表示感谢。

由于本书是多位编者合作的产物,又因编者水平有限,以及客观条件和时间精力等方面的限制,难以很好地履行上述基本思想,缺点与错误在所难免,希望广大读者不吝赐教。

作者通信地址:北京市海淀区上园村3号北京交通大学土建学院 赵成刚

邮政编码:100044

E-mail:cgzhao@bjtu.edu.cn

赵成刚

2004年8月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 土力学研究的内容和目的	(1)
1.2 学习土力学的目的	(1)
1.3 土力学与其他学科的联系	(1)
1.4 土的工程性质的基本特征和表现	(2)
1.4.1 土的工程性质的4个基本特征	(2)
1.4.2 土力学理论预测的不确定性	(3)
1.5 土工中问题的处理	(4)
1.6 地基与基础的概念	(5)
1.7 学习土力学时应注意的问题	(5)
第2章 土的组成、性质和工程分类	(8)
2.1 概述	(8)
2.2 土的生成和演变	(9)
2.2.1 风化作用	(9)
2.2.2 不同生成条件下土的特点	(11)
2.2.3 土的沉积与成岩作用	(12)
2.3 土的物质组成	(13)
2.3.1 土中固体颗粒	(13)
2.3.2 土中的水和气	(26)
2.4 土-水-电解质系统及其相互作用	(31)
2.4.1 黏粒的胶体特性	(32)
2.4.2 黏土的双电层	(32)
2.4.3 黏土的触变与陈化	(34)
2.5 土的结构	(35)
2.5.1 基本单元体	(39)
2.5.2 土的结构联结	(43)
2.5.3 土的基本单元的排列与孔隙	(44)
2.5.4 土结构的分析与分类	(46)

2.5.5	土体结构	(48)
2.6	土的连续化与平均化理论	(49)
2.6.1	表征体元	(50)
2.6.2	多孔介质表征体元的平均化	(53)
2.7	土的物理性质指标	(55)
2.7.1	土的三相草图	(56)
2.7.2	三个实测物理性质指标	(56)
2.7.3	换算的物理性质指标	(58)
2.7.4	用3个实测指标表示其余6个换算指标	(59)
2.7.5	几种常用指标之间关系式的推导	(60)
2.8	土的物理状态指标	(63)
2.8.1	粗颗粒土的密实度	(63)
2.8.2	细颗粒土的稠度	(66)
2.9	土的压实性	(69)
2.9.1	影响土压实性的因素	(69)
2.9.2	填土压实质量的控制	(71)
2.10	土的工程分类	(72)
2.10.1	《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)的分类法	(73)
2.10.2	《土的工程分类标准》(GB/T 50145—2007)的分类法	(76)
2.10.3	土工程分类小结	(80)
	思考题	(81)
	习题	(82)
第3章	土的渗透性和渗流	(86)
3.1	概述	(86)
3.2	土的渗透性和渗流定律	(87)
3.2.1	土的渗透性	(87)
3.2.2	达西定律	(90)
3.2.3	达西定律的适用范围	(91)
3.2.4	渗透系数的测定及其影响因素	(92)
3.3	渗流破坏和控制	(95)
3.3.1	渗透力的计算	(95)
3.3.2	土的渗透变形(渗透破坏)和防治措施	(97)
3.4	流网及其性质	(101)
3.4.1	平面渗流基本微分方程	(101)
3.4.2	流网的性质	(102)

思考题	(103)
习题	(104)
第4章 土体中的应力计算	(106)
4.1 概述	(106)
4.1.1 土中应力计算的基本假定和方法	(106)
4.1.2 地基中的几种典型应力状态	(107)
4.2 土体中自重应力计算	(109)
4.2.1 基本计算公式	(109)
4.2.2 土体成层及有地下水存在时的计算公式	(109)
4.2.3 水平向自重应力的计算	(110)
4.3 基础底面的压力分布及计算	(111)
4.3.1 基底压力的分布规律	(111)
4.3.2 基底压力的简化计算	(113)
4.3.3 基底附加压力的计算	(115)
4.4 集中荷载作用下土中应力计算	(116)
4.4.1 竖向集中荷载作用	(116)
4.4.2 水平集中荷载作用	(120)
4.5 分布荷载作用下土中应力计算	(120)
4.5.1 空间问题的附加应力	(121)
4.5.2 平面应变问题的附加应力	(127)
4.5.3 关于土中应力的一些讨论	(133)
4.6 有效应力原理	(137)
4.6.1 有效应力原理的基本思想	(137)
4.6.2 孔隙压力系数的概念	(140)
4.6.3 毛细现象作用下的有效应力	(143)
4.6.4 渗流作用下的有效应力	(144)
思考题	(145)
习题	(145)
第5章 土的压缩与固结	(149)
5.1 概述	(149)
5.2 土体的压缩特征	(151)
5.2.1 土的压缩试验与压缩性指标和压缩计算	(152)
5.2.2 土的变形模量	(157)
5.2.3 应力历史对土的压缩性的影响	(160)
5.3 地基沉降计算	(164)

5.3.1	弹性理论公式计算瞬时沉降	(164)
5.3.2	分层总和法计算地基沉降	(164)
5.3.3	规范法计算地基沉降	(169)
5.3.4	次固结沉降的计算	(171)
5.4	沉降差和倾斜	(172)
5.4.1	由于偏心荷载引起的倾斜	(172)
5.4.2	相邻基础的影响	(174)
5.5	土体的固结理论	(175)
5.5.1	太沙基一维固结理论	(176)
5.5.2	荷载随时间变化时的固结计算	(182)
5.5.3	固结系数的试验确定	(183)
思考题		(186)
习题		(187)
第6章 土的抗剪强度		(190)
6.1	概述	(190)
6.2	土的强度理论与破坏	(192)
6.2.1	土的屈服与破坏	(192)
6.2.2	土的破坏准则	(195)
6.2.3	莫尔-库仑强度准则	(197)
6.2.4	土中一点应力的极限平衡条件	(198)
6.2.5	考虑剪胀摩擦的抗剪强度	(201)
6.3	土的抗剪强度的测定方法	(203)
6.3.1	直接剪切试验	(203)
6.3.2	三轴剪切试验	(205)
6.3.3	无侧限抗压强度试验	(207)
6.3.4	十字板剪切试验	(208)
6.4	应力路径	(210)
6.4.1	几种典型的应力路径	(212)
6.4.2	k_0 线	(212)
6.4.3	k_f 线	(213)
6.5	土的排水和不排水条件下的剪切性质	(214)
6.5.1	砂土剪切时应力-应变特性	(214)
6.5.2	黏土剪切时应力-应变特性	(216)
6.5.3	密实度-有效应力-抗剪强度之间的关系	(218)
6.5.4	总应力抗剪强度和有效应力抗剪强度	(218)

6.6	无黏性土的抗剪强度	(219)
6.6.1	无黏性土抗剪强度机理	(219)
6.6.2	影响无黏性土抗剪强度的因素	(220)
6.7	黏性土的抗剪强度	(223)
6.7.1	土的抗剪强度标准试验方法简介	(224)
6.7.2	抗剪强度指标	(226)
6.7.3	黏性土抗剪强度指标的选择	(231)
	思考题	(234)
	习题	(235)
第7章	土的基本性质和临界状态理论简介	(238)
7.1	概述	(238)
7.2	土的变形和强度的基本性质	(239)
7.3	应力与应变的表示	(240)
7.4	土的临界状态理论	(241)
7.4.1	土的临界状态	(241)
7.4.2	正常固结线和回弹线及 Roscoe 面	(243)
7.4.3	超固结土与 Hvorslev 面	(245)
7.4.4	排水与不排水及正常固结路径	(248)
7.4.5	砂土和黏土的相似性	(252)
7.4.6	土的干、湿区域的划分	(254)
7.4.7	统一、完整的边界面图	(255)
7.5	剑桥模型	(257)
7.5.1	塑性理论基础	(257)
7.5.2	弹性应变的计算	(258)
7.5.3	原始剑桥模型	(261)
7.5.4	修正剑桥模型	(267)
7.5.5	剑桥模型的局限性	(270)
	思考题	(270)
	习题	(271)
第8章	土压力计算	(274)
8.1	概述	(274)
8.2	静止土压力计算	(277)
8.3	朗肯土压力理论	(279)
8.3.1	基本原理和假定	(279)
8.3.2	朗肯主动土压力计算	(281)

8.3.3	朗肯被动土压力计算	(282)
8.3.4	几种典型情况下的朗肯土压力	(283)
8.4	库仑土压力理论	(287)
8.4.1	基本原理和假定	(287)
8.4.2	库仑主动土压力计算	(287)
8.4.3	库仑被动土压力计算	(292)
8.4.4	几种特殊情况下的库仑土压力计算	(293)
8.5	关于土压力计算的讨论	(295)
8.5.1	朗肯土压力理论与库仑土压力理论的比较	(295)
8.5.2	土压力的实际分布规律	(296)
8.5.3	土压力随时间的变化	(298)
8.6	填埋式结构物上的土压力	(299)
8.6.1	填埋式结构物上的土压力特点	(299)
8.6.2	沟埋式结构物竖直土压力计算	(300)
8.6.3	上埋式结构物竖直土压力计算	(301)
8.6.4	结构物顶部土压力的减荷措施	(302)
	思考题	(303)
	习题	(304)
第9章	地基承载力	(307)
9.1	概述	(307)
9.2	地基的变形和失稳破坏形式	(308)
9.2.1	地基的主要破坏形式	(308)
9.2.2	地基的破坏过程	(309)
9.3	地基的临塑荷载和临界荷载	(311)
9.3.1	地基的临塑荷载 p_{cr}	(311)
9.3.2	地基的临界荷载 $p_{\frac{1}{4}}$ 、 $p_{\frac{1}{3}}$	(313)
9.3.3	关于临塑荷载 p_{cr} 和临界荷载 $p_{\frac{1}{4}}$ 、 $p_{\frac{1}{3}}$ 的讨论	(313)
9.4	地基的极限承载力 p_u	(314)
9.4.1	普朗特-雷斯诺极限承载力公式	(314)
9.4.2	太沙基地基极限承载力公式	(317)
9.4.3	梅耶霍夫地基极限承载力公式	(321)
9.4.4	汉森极限承载力公式	(323)
9.4.5	关于地基极限承载力的讨论	(324)
9.5	按规范确定地基承载力	(327)
9.5.1	概述	(327)

9.5.2	按《桥规》确定地基承载力	(327)
9.5.3	按《建规》确定地基承载力	(332)
9.6	原位测试确定地基承载力	(336)
9.6.1	载荷试验	(336)
9.6.2	静力触探	(339)
9.6.3	动力触探	(341)
9.6.4	标准贯入试验	(342)
9.6.5	十字板剪切试验	(343)
	思考题	(343)
	习题	(344)
第10章	土坡稳定性分析	(346)
10.1	概述	(346)
10.2	无黏性土土坡稳定性分析	(349)
10.2.1	无渗透力作用时的无黏性土土坡	(349)
10.2.2	有渗流作用时的无黏性土土坡	(350)
10.3	黏性土土坡稳定性分析——整体圆弧滑动法	(351)
10.4	条分法基本原理	(353)
10.4.1	瑞典条分法	(355)
10.4.2	毕肖甫条分法	(360)
10.5	一般形状滑动面的土坡稳定性分析	(363)
10.6	土坡稳定性分析的有限元法	(368)
10.7	特殊土的流滑	(370)
10.8	总结	(371)
	思考题	(372)
	习题	(372)
第11章	如何用好土力学	(373)
附录A	习题答案	(377)
附录B	土力学名词索引	(394)
附录C	土的平均物理力学性质指标	(400)
附录D	附加应力系数表	(402)
	参考文献	(407)