



面向21世纪课程教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高校土木工程
专业指导委员会规划推荐教材

土力学

(第三版)

东南大学 浙江大学 合编
湖南大学 苏州科技学院

中国建筑工业出版社

面向 21 世纪 课程 教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

土 力 学

(第三版)

东南大学 浙江大学 合编
湖南大学 苏州科技学院
张克恭 刘松玉 主编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土力学/张克恭, 刘松玉主编. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010. 8

面向 21 世纪课程教材. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材. (高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材)

ISBN 978-7-112-12332-2

I. ①土… II. ①张…②刘… III. ①土力学 IV. ①TU43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 149980 号

**面向 21 世纪课程教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
土力学
(第三版)**

东南大学 浙江大学
湖南大学 苏州科技学院 合编
张克恭 刘松玉 主编

*

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

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{3}{4}$ 字数: 450 千字

2010 年 10 月第三版 2010 年 10 月第二十次印刷

定价: **36.00 元**

ISBN 978-7-112-12332-2

(19566)

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)

本教材共分为 11 章，主要内容为：土的组成，土的物理性质及分类，土的渗透性及渗流，土中应力，土的压缩性，地基变形，土的抗剪强度，土压力，地基承载力，土坡和地基的稳定性，土在动荷载作用下的特性。

本书可作为高校土木工程专业教材，也可供相关专业师生学习和参考。

* * *

责任编辑：朱首明 刘平平

责任设计：陈 旭

责任校对：姜小莲 赵 颖

第二版前言

《土力学》教材第一版于2001年6月发行，是建设部高校土木工程学科专业指导委员会规划推荐教材，“面向21世纪课程教材”；并于2002年5月教育部指定为普通高等教育“十五”国家级规划教材（修订）。第一版修订，加强土质学内容，加强路桥专业内容，适当引进国外教材新内容，以基本理论为主，兼顾实践知识，结合现行规范标准，反映成熟观点，力求系统性，深入浅出，便于教和学。主要修订内容如下：

本书第一版原第1章“土的物理性质及分类”，第二版为新第2章，充实粉土的概念，调出“土的组成”另立新第1章，补充土的微观内容。原第2章新第3章“土的渗透性及渗流”，补充土的渗透微观内容；补充二维渗流和流网的应用。原第3章新第4章“土中应力”，补充土质堤坝自身的自重应力；补充地基附加应力“西娄提解”和“明德林解”的概念。原第4章“土的压缩性和固结理论”，调出“固结理论”第二版改为新第5章“土的压缩性”；调入“应力历史对压缩性的影响”。原第5章“地基沉降”，标题狭窄，第二版改为第6章“地基变形”；“地基的最终沉降量”改为“基础最终沉降量（地基最终变形量）”；调出“应力历史对压缩性的影响”；调入“固结理论”合于“地基变形与时间的关系”，以利教学；删去不便实际应用的“应力路径法计算沉降”；删去次要内容“土的固结系数”；补充“路基的沉降和位移”。原第6章新第7章“土的抗剪强度”，补充“土的强度指标的选用表”。原第7章新第8章“土压力”，充实“朗肯和库伦理论的比较”另列一节。原第8章新第9章“地基承载力”，补充地基极限承载力的梅耶霍夫公式。原第9章新第10章“土坡和地基的稳定性”，补充黏性土坡稳定分析的瑞典条分法、规范圆弧条分法和折线滑动法；原第10章新第11章“土在动荷载作用下的特性”，补充土的压实度对工程的评定标准；补充地基液化的判别与防治。

本书第一版发行以来，得到同济大学叶书麟教授、朱百里教授，天津大学顾晓鲁教授，浙江大学王铁儒教授，后勤工程学院陈正汉教授和暨南大学陈晓平教授以及专家学者提供宝贵的修订意见，表示衷心感谢；得到兄弟院校最新编著《土力学》教材的参考，还得到东南大学许多师生对本书第二版的关心和协助，在此一并表示十分感谢。

本书第二版编写单位和编写人员分工如下：

东南大学——绪论（张克恭、刘松玉），第1、3章（刘松玉），第2章（邵

信发、石名磊), 第4章(龚维明), 第5、6章(张克恭); 浙江大学——第7、8章(张季容), 第9章(朱向荣); 湖南大学——第10章(赵明华); 苏州科技学院——第11章(陈甦); 东南大学邵俐协助主编工作。

本书由东南大学张克恭教授、刘松玉教授主编, 河海大学殷宗泽教授主审。

第一版前言

土力学是高等学校土木工程专业必修的一门课程。本教材编写大纲经建设部高校土木工程学科专业指导委员会审定，遵循高校土木工程专业培养方案，在教学改革和实践的基础上，对教学内容进行了拓宽，包括建筑工程、公路与城市道路、桥梁工程、地下建筑工程等在内的专业知识。原建设部审定的工业与民用建筑专业教材（华南理工大学、东南大学、浙江大学、湖南大学编）《地基及基础》（1981年版）曾获建设部优秀教材二等奖，第二版（1991年）审定为高等学校教学用书，第三版（1998年）审定为高等学校推荐教材；1997年经建设部批准列入“普通高等教育建设部‘九五’重点立项教材”。为了适应新设置的土木工程专业课程的需要，将《地基及基础》课程与教材分为《土力学》与《基础工程》两门课程和两本教材。

《土力学》课程与《基础工程》课程紧密相连。本教材《土力学》，它既是独立的一门土力学课程教材，又与《基础工程》教材内容密切结合，所选用的符号、术语和计量单位前后贯穿一致，便于学习。本书力图考虑学科发展新水平，结合新规范，反映土力学的成熟成果与观点。全书重点突出，深入浅出，加强了各章之间的相互衔接，各章还附有习题及思考题。限于水平，难免有欠妥之处，请读者不吝指正。

本书编写单位及编写人员分工如下：

东南大学——绪论（张克恭、刘松玉）、第1章（邵信发、石名磊）、第2章（刘松玉）、第3章（龚维明）、第4、5章（张克恭）；

浙江大学——第6、7章（张季容）、第8章（朱向荣）；

湖南大学——第9章（赵明华）；

苏州城建环保学院——第10章（陈甦）；

东南大学邵俐老师协助主编做了许多工作。

本书由东南大学张克恭教授、刘松玉教授主编，河海大学殷宗泽教授主审。

目 录

绪论	1
§ 0.1 土力学的概念及学科特点	1
§ 0.2 土力学的发展简史	2
§ 0.3 本课程的内容、要求和学习方法	4
第1章 土的组成	10
§ 1.1 概述	10
§ 1.2 土中固体颗粒	12
§ 1.3 土中水和土中气	17
§ 1.4 黏土颗粒与水的相互作用	20
§ 1.5 土的结构和构造	26
思考题与习题	29
第2章 土的物理性质及分类	30
§ 2.1 概述	30
§ 2.2 土的三相比例指标	31
§ 2.3 黏性土的物理特征	37
§ 2.4 无黏性土的密实度	42
§ 2.5 粉土的密实度和湿度	44
§ 2.6 土的胀缩性、湿陷性和冻胀性	47
§ 2.7 土的分类	50
思考题与习题	61
第3章 土的渗透性及渗流	62
§ 3.1 概述	62
§ 3.2 土的渗透性	63
§ 3.3 土中二维渗流及流网	74
§ 3.4 渗透破坏与控制	80
思考题与习题	85
第4章 土中应力	86
§ 4.1 概述	86
§ 4.2 土中自重应力	87
§ 4.3 基底压力	91
§ 4.4 地基附加应力	97

思考题与习题	118
第5章 土的压缩性	120
§ 5.1 概述	120
§ 5.2 固结试验及压缩性指标	121
§ 5.3 应力历史对压缩性的影响	126
§ 5.4 土的变形模量	130
§ 5.5 土的弹性模量	136
思考题与习题	138
第6章 地基变形	139
§ 6.1 概述	139
§ 6.2 地基变形的弹性力学公式	141
§ 6.3 基础最终沉降量	145
§ 6.4 地基变形与时间的关系	167
思考题与习题	185
第7章 土的抗剪强度	188
§ 7.1 概述	188
§ 7.2 土的抗剪强度理论	189
§ 7.3 土的抗剪强度试验	193
§ 7.4 三轴压缩试验中的孔隙压力系数	198
§ 7.5 饱和黏性土的抗剪强度	201
§ 7.6 应力路径在强度问题中的应用	207
§ 7.7 无黏性土的抗剪强度	209
思考题与习题	210
第8章 土压力	212
§ 8.1 概述	212
§ 8.2 挡土墙侧的土压力	213
§ 8.3 朗肯土压力理论	214
§ 8.4 库伦土压力理论	222
§ 8.5 朗肯理论与库伦理论比较	232
思考题与习题	233
第9章 地基承载力	235
§ 9.1 概述	235
§ 9.2 浅基础的地基破坏模式	236
§ 9.3 地基临界荷载	238
§ 9.4 地基极限承载力	242
§ 9.5 地基容许承载力和地基承载力特征值	255

思考题与习题	257
第 10 章 土坡和地基的稳定性	259
§ 10.1 概述	259
§ 10.2 无黏性土坡的稳定性	260
§ 10.3 黏性土坡的稳定性	261
§ 10.4 土坡稳定性的影响因素	275
§ 10.5 地基的稳定性	278
思考题与习题	280
第 11 章 土在动荷载作用下的特性	282
§ 11.1 概述	282
§ 11.2 土的压实性	284
§ 11.3 土的振动液化	289
§ 11.4 周期荷载下土的强度和变形特征	299
§ 11.5 土的动力特征参数简介	302
思考题与习题	304
附录	306
参考文献	317

绪 论

§ 0.1 土力学的概念及学科特点

土力学是研究土体的一门力学，它是研究土体的应力、变形、强度、渗流及长期稳定性的一门学科。广义的土力学又包括土的生成、组成、物理化学性质及分类在内的土质学。土力学也是一门实用的学科，它是土木工程的一个分支，主要研究土的工程性质，解决工程问题。

在自然界中，地壳表层分布有岩石圈（广义的岩石包括基岩及其覆盖土）、水圈和大气圈。岩石是一种或多种矿物的集合体，其工程性质在很大程度上取决于它的矿物成分，而土是岩石风化的产物。土是由岩石经历物理、化学、生物风化作用以及剥蚀、搬运、沉积作用等交错复杂的自然环境中所生成的各类沉积物。因此，土的类型及其物理、力学性状是千差万别的，但在同一地质年代和相似沉积条件下，又有性状相似的特点。强风化岩石的性状接近土体，也属于土质学与土力学的研究范畴。

土中固体颗粒是岩石风化后的碎屑物质，简称土粒。土粒集合体构成土的骨架，土骨架的孔隙中存在液态水和气体。因此，土是由土粒（固相）、土中水（液相）和土中气（气相）所组成的三相物质；当土中孔隙被水充满时，则是由土粒和土中水组成的二相体。土体具有与一般连续固体材料（如钢、木、混凝土及砌体等建筑材料）不同的孔隙特性，它不是刚性的多孔介质，而是大变形的孔隙性物质。在孔隙中水的流动显示土的渗透性（透水性）；土孔隙体积的变化显示土的压缩性、胀缩性；在孔隙中土粒的错位显示土内摩擦和黏聚的抗剪强度特性。土的密度、孔隙率、含水量是影响土的力学性质的重要因素。土粒大小悬殊甚大，有大于 60mm 粒径的巨粒粒组，有小于 0.075mm 粒径的细粒粒组，介于 0.075~60mm 粒径的为粗粒粒组。

工程用土总的分为一般土和特殊土。广泛分布的一般土又可以分为无机土和有机土。原始沉积的无机土大致上可分为碎石类土、砂类土、粉性土和黏性土四大类。当土中巨粒、粗粒粒组的含量超过全重的 50% 时，属于碎石类土或砂类土；反之，属于粉性土或黏性土。碎石类土和砂类土总称为无黏性土，一般特征是透水性大，无黏性，其中砂类土具有可液化性；黏性土的透水性小，具有可塑性、湿陷性、胀缩性和冻胀性等；而粉性土兼有砂类土的可液化性和黏性土的可塑性等。特殊土有遇水沉陷的湿陷性土（如常见的湿陷性黄土）、湿胀干缩的胀

缩性土（习称膨胀土）、冻胀性土（习称冻土）、红黏土、软土、填土、混合土、盐渍土、污染土、风化岩与残积土等。

综上所述，土的种类繁多，工程性质十分复杂，试验还表明其应力应变关系呈现非线性弹性特点，因此在没有深入了解土的力学性质变化规律，没有条件进行繁复计算之前，不得不将土工问题计算进行必要的简化。例如，采用弹性理论求解土中应力分布，而用塑性理论求解地基承载力，将土体的变形和强度分别作为独立的求解课题。20世纪60年代以来，电子计算机的问世，已可将更接近于土本质的力学模型进行复杂的快速计算，现代科学技术的发展，也提高了土工试验的测试精度，发现了许多过去观察不到的新现象，为建立更接近实际的数学模型和测定正确的计算参数，提供了可靠的依据。但由于土的力学性质十分复杂，对土的本构模型（即土的应力—变形—强度—时间模型）的研究以及计算参数的测定，均远落后于计算技术的发展；而且计算参数的选择不当所引起的误差，远大于计算方法本身的精度范围。因此，对土的基本力学性质和土工问题计算方法的研究验证，是土力学的两大重要研究课题。

在土木工程中，天然土层常被作为各种建筑物的地基，如在土层上建造房屋、桥梁、涵洞、堤坝等；或利用土作为建筑物周围的环境，如在土层中修筑地下建筑、地下管道、渠道、隧道等；还可利用土作为土工建筑物的材料，如修建高速公路、铁路、土坝等。因此，土是土木工程中应用最广泛的一种建筑材料或介质。

“高楼万丈平地起，建筑屹立基础始”。平地指的是地基，没有地基的安全稳定，一般的土木工程也难以建成，更不用说高楼大厦、大桥、高塔；基础是建筑的一个实体部分，基础的安全稳定是上部结构（或桥梁的上、下部结构）安全屹立的保证；而整个场地的稳定，又是个别建筑物地基基础稳定的根本保证。因此地基基础与场地稳定性是密切关联的。要对场地稳定性进行评价，对建筑群选址或道路选线的可行性方案进行论证，对建筑物地基基础或路基进行经济合理的设计，尚须具备工程地质学、岩体力学等学科的基本知识，这也是土力学学科的一个特点。

§ 0.2 土力学的发展简史

古代许多宏伟的土木工程，如我国的万里长城、大型宫殿、大庙宇、大运河、开封塔、赵州桥等，国外的大皇宫、大教堂、古埃及金字塔、古罗马桥梁工程等，屹立至今，体现了古代劳动人民丰富的土木工程经验。

18世纪欧美国家在产业革命推动下，社会生产力有了快速发展，大型建筑、桥梁、铁路、公路的兴建，促使人们对地基土和路基土的一系列技术问题进行研究。1773年法国科学家C. A. 库仑（Coulomb）发表了《极大极小准则在若干静

力学问题中的应用》，介绍了刚滑楔理论计算挡土墙背粒料侧压力的计算方法；法国学者 H. 达西 (Darcy, 1855) 创立了土的层流渗透定律；英国学者 W. T. M. 朗肯 (Rankine, 1857)，发表了土压力塑性平衡理论；法国学者 J. 布辛奈斯克 (Boussinesq, 1885) 求导了弹性半空间 (半无限体) 表面竖向集中力作用时土中应力、变形的理论解。这些古典理论对土力学的发展起了很大的推动作用，一直沿用至今。

20 世纪 20 年代开始，对土力学的研究有了迅速的发展。瑞典 K. E. 彼得森 (Pettersson, 1915) 首先提出的，后由瑞典 W. 费兰纽斯 (Fellenius) 及美国 D. W. 泰勒 (Taylor) 进一步发展的土坡稳定分析的整体圆弧滑动面法；法国学者 L. 普朗德 (Prandtl, 1920) 发表了地基剪切破坏时的滑动面形状和极限承载力公式；1925 年美籍奥地利人 K. 太沙基 (Terzaghi) 写出了第一本《土力学》专著，他是第一个重视土的工程性质和土工试验的人，他所建立的饱和土的有效应力原理，将土的主要力学性质，如应力—变形—强度—时间各因素相互联系起来，并有效地用于解决一系列的土工问题，从此土力学成为一门独立的学科；L. 伦杜利克 (Rendulic, 1936) 发现土的剪胀性，土的应力—应变非线性关系，土具有加工硬化与软化的性质。有关土力学论著和教材方面，像雨后春笋般地蓬勃发展，例如前苏联学者 H. M. 格尔谢万诺夫 (Герсеванов, 1931) 出版了《土体动力学原理》专著；前苏联学者 H. A. 崔托维奇 (Цытович, 1935, …) 写出了《土力学》教材；K. 太沙基 (Terzaghi, K. and Peck, R. B., 1948) 又出版了《工程实用土力学》教材；前苏联学者 B. B. 索科洛夫斯基 (Соколовский, 1954) 出版了《松散介质静力学》一书；美籍华人吴天行 1966 年写了《土力学》专著并于 1976 年出第二版；英国的 G. N. 史密斯和 Ian G. N. 史密斯 (Smith, 1968, …) 出版了《土力学基本原理》大学本科教材；美国 H. F. 温特科恩 (Winterkorn, 1975) 和方晓阳主编《基础工程手册》一书，由 7 个国家 27 位岩土工程著名专家编写而成，该书 25 章内容包括地基勘察、土力学、基础工程三大部分，取材新颖，成为当时比较系统论述土力学与基础工程的一本有影响的著作。1993 年 D. G. 弗雷德隆德 (Fredlund) 和 H. 拉哈尔佐 (Rahardjo) 发表了《非饱和土力学》一书，日益引起国内外土力学界的注意。

我国学者早在 20 世纪 50 年代，陈宗基院士对土的流变学和黏土结构的研究；黄文熙院士对土的液化的探讨以及提出考虑土侧向变形的基础沉降计算方法，他在 1983 年主编一本理论性较强的土力学专著《土的工程性质》，书中系统地介绍国内外有关的各种土的应力应变本构模型的理论和研究成果。钱家欢、殷宗泽教授主编的《土工原理与计算》，较全面地总结土力学的新发展，很多高等院校用作为研究生高等土力学课程的教材，在国内有较大的影响。沈珠江院士在土体本构模型、土体静动力数值分析、非饱和土理论等方面取得了突出的成就，2000 年出版了《理论土力学》专著，全面总结了近 70 年来国内外学者的研究

成果。

1936年第一届国际土力学及基础工程学术会议在美国麻州坎布里奇召开,由土力学创始人 K. 太沙基 (Karl Terzaghi) 主持工作。第二至十六届会议的召开地点分别在鹿特丹 (1948, 二届)、瑞士 (1953, 三届)、伦敦 (1957, 四届)、巴黎 (1961, 五届)、加拿大 (1965, 六届)、墨西哥 (1969, 七届)、莫斯科 (1973, 八届)、东京 (1977, 九届)、斯德哥尔摩 (1981, 十届)、旧金山 (1985, 十一届)、里约热内卢 (1989, 十二届)、新德里 (1993, 十三届)、汉堡 (1997, 十四届)、伊斯坦布尔 (2001, 十五届)、大阪 (2005, 十六届)、开罗 (2010, 十七届)。1999年国际土力学及基础工程协会 (简称国际土协, ISSMFE-The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering) 改名为国际土力学及岩土工程协会 (ISSMGE-The International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering)。

1957年在北京设立了全国性的中国土力学及基础工程学会学术委员会,由茅以升主持开展工作,并于1978年成立了中国土木工程学会土力学及基础工程学会。1962年在天津召开第一届土力学及基础工程学术会议以来,第二至八届学术会议的召开地点分别在武汉 (1966, 二届)、杭州 (1979, 三届)、武汉 (1983, 四届)、厦门 (1987, 五届)、上海 (1991, 六届)、西安 (1995, 七届)、南京 (1999, 八届)、北京 (2003, 九届)、重庆 (2007, 十届),第八届起改名为土力学与岩土工程学术会议。1999年为与国际土协的名称相适应,中国土木工程学会土力学及岩土工程学会改名为中国土木工程学会土力学及岩土工程分会 (The Chinese Institution of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering-the China Civil Engineering Society, 英文简称 CISMGE-CCES)。还有欧洲、美国、亚洲、澳洲等地区召开的历届学术会议。以上国内外学术会议的召开,大大促进了土力学学科的发展,预计21世纪土力学理论与实践在非饱和土力学、环境土力学、土破坏理论等方面将取得长足的发展。

§ 0.3 本课程的内容、要求和学习方法

本课程内容第1章土的组成。首先阐明土广泛分布于地壳表层,其工程性质有很大差别,是土的成分和结构的不同所致,取决于土的成因特点。土是岩石风化的产物,主要有物理风化和化学风化。根据土的形成条件,常见的成因类型有七种沉积土。土具有散体性、多相性、自然变异性三个重要特性。然后详细介绍土中固体颗粒及粒度成分 (颗粒级配) 分析、土中水和土中气、黏土颗粒与水的相互作用、土的结构和构造。本章要求:掌握土粒粒组的划分、粒度成分分析方法、三种亲水性的黏土矿物、土中水类型;熟悉土粒的矿物成分与粒组的关系、黏土颗粒与水的相互作用,土的三种微观结构,土的层理构造、裂隙及大孔隙等

宏观结构；了解土中气在细粒土中的作用。

第2章土的物理性质及分类。首先阐明土是岩石风化的产物，从地质学观点，土是没有胶结或弱胶结的松散沉积物，或是三相组成的分散体，而从土质学观点，土是无黏性或有黏性的具有土骨架孔隙特性的三相体或二相体。土粒大小是影响土的性质最主要的因素，天然无机土就是大小土粒的混合体。土粒大小含量的相对数量关系是土的分类依据，大致上可划分为无黏性土（包括碎石类土和砂类土）、粉性土和黏性土。粉性土兼有砂类土和黏性土的性状。土的三相组成物质的性质和三相比例指标的大小，必然在土的轻重、松密、湿干、软硬等一系列物理性质有不同的反映。土中水与细粒（土粒粒径 $<0.075\text{mm}$ ）有着复杂的相互作用，产生细粒土的可塑性、结构性、触变性、胀缩性、湿陷性、冻胀性等物理特性。然后详细介绍在自然界中广泛分布的原始沉积的无机土的三相比例指标，黏性土的物理特征，无黏性土的密实度，粉土的密实度和湿度；简介区域分布的三种特殊土的概念，最后介绍土的分类。本章要求：掌握土的三相比例指标的定义及指标之间的换算关系，土的各种物理性质指标的概念及其测定方法；熟悉土的分类原则，不同行业土的分类方法；了解三种特殊土的概念。

第3章土的渗透性及渗流。首先阐明土的渗透性与土的强度、变形特性一起，是土力学中的几个重要课题。土的渗透性研究主要有三个方面问题及其与工程的关系。研究土的渗透性规律及其与工程的关系具有重要意义，土的渗透性是反映土的孔隙性规律基本内容之一。然后详细介绍土的渗透性及渗流规律、土中二维渗流及流网，再介绍渗透破坏与渗流控制。本章要求：掌握土的层流渗透定律及渗透性指标；熟悉渗透性指标的测定方法及影响因素，渗流时渗水量的计算，渗透破坏与渗流控制问题；了解土中二维渗流及流网的概念和应用。

第4章土中应力。首先阐明在研究土的变形、强度及稳定性问题时，都必须掌握土中原有的应力状态及其变化，土中应力的分布规律和计算方法是土力学的基本内容之一。按其起因可分为自重应力和附加应力两种。土中自重应力又可分为土体自身变形已经完成和尚未完成的两种情况。附加应力是产生地基变形的主要原因，计算地基附加应力时，基底压力的大小与分布是不可缺少的条件。土中应力按土骨架和土中孔隙的分担，受力可分为有效应力和孔隙应力两种。在研究宏观的土体受力时，可以把土粒和土中孔隙合在一起考虑两者的平均受力。在计算土体或地基的应力和变形时，可以把土体看成是线性变形体，从而简化计算，即可采用弹性理论和弹性力学公式。土体的变形和强度不仅与受力大小有关，更重要的还与土的应力历史和应力路径有关。土中渗流力（动水力）可引起土中应力的变化。然后详细介绍土中自重应力、基底压力、地基附加应力。地基附加应力主要由建筑物基础（或堤坝）底面的附加压力（包括桥台前后填土引起的基底附加压力）来计算。基底附加压力为基底压力与基底处建前土中自重应力之差值。地基附加应力的理论公式都是在柔性荷载作用下导得的。本章要求：掌握土

中自重应力、基底压力和地基附加应力的概念及其计算方法，等代荷载法可以求解任意分布的或不规则荷载面形状的局部荷载下地基附加应力，角点法可以求解均布、三角形分布或梯形分布的矩形和条形荷载下地基附加应力，均布条形和均布方形荷载下地基附加应力的分布规律；熟悉非均质或各向异性地基的附加应力分布规律及其与均质各向同性地基的差别；了解弹性半空间表面作用一个水平集中力时、弹性半空间内某一深度处作用一个竖向集中力时，分别采用西娄提公式、明德林公式求解地基附加应力。

第5章土的压缩性。首先阐明土的压缩性也是反映土的孔隙性规律基本内容之一。土的压缩和固结（压密）的定义。计算地基变形时，必须取得土的压缩性指标，无论采用室内试验或原位测试来测定压缩性指标，力求试验条件与土的天然应力状态及其在外荷载作用下的实际应力条件相适应。室内试验测定土的压缩性指标，常用不允许土样侧向膨胀的固结试验，有其简单操作和实用价值。原位测试测定土的压缩性指标，常用现场载荷试验，它是一项基本的原位测试。现场载荷试验和其他原位测试与室内试验比较，可以避免钻探、搬运和室内操作的土样受到应力释放和扰动。然后先介绍室内固结试验及压缩性指标，包括应力历史对土的压缩性的影响，再介绍现场载荷试验测定土的变形模量，最后介绍室内三轴压缩试验测定土的弹性模量。本章要求：掌握室内固结试验 $e-p$ 曲线和 $e-\lg p$ 曲线测定土的压缩性指标，应力历史对土的压缩性的影响；熟悉现场载荷试验测定土的变形模量；了解室内三轴压缩试验测定土的弹性模量。

第6章地基变形。首先阐明建筑物或土工建筑物的荷载通过基底或路堤底面传递到地基上，使天然土层原有的应力状态发生变化，导致地基中各点产生竖向和侧向变形，地基表面的竖向变形，称为基础沉降或地基表面沉降。基础沉降是土木工程在施工和使用时期土与结构物相互作用（变形协调）的综合反映。地基变形特征一般有四种，地基变形计算值不应大于建筑物或土工建筑物的地基变形允许值。成土年代长久的自重应力，土体已经完成了自身的变形，只需考虑地基附加应力产生的地基变形；成土年代不久的自重应力，尚应考虑土中自重应力产生的地基变形。研究地基变形，对于保证建筑物的正常使用、安全稳定、经济合理和环境保护，都具有很大的意义。分层总和法是计算基础最终沉降量（地基最终变形量）最常用的方法。土的固结（压密）问题，就是研究土中超孔隙水压力消散、有效应力增长全过程的理论问题。饱和土的有效应力原理和单向（一维）固结理论，是最基本的土的固结理论。然后详细介绍地基变形的弹性力学公式，基础最终沉降量的各种计算方法及讨论，地基变形与时间的关系。本章要求：掌握基础最终沉降量按分层总和法单向压缩基本公式和规范修正公式的计算、饱和土的有效应力原理；熟悉地基表面沉降的弹性力学公式、基础最终沉降量按应力历史法和斯肯普顿—比伦法的计算，饱和土的单向固结理论，地基固结度，地基固结过程中的变形量以及利用沉降观测资料推算后期沉降量；了解基础最终沉降

量按分层总和法的三向变形公式计算，刚性基础倾斜的弹性力学公式，在工程实际问题中遇到的有许多是土的二维、三维固结问题。

第7章土的抗剪强度。首先阐明土的抗剪强度特性也是反映土的孔隙性规律基本内容之一，土体剪切破坏的概念。在土木工程中的挡土墙侧土压力、地基承载力、土坡和地基稳定性等问题都与土的抗剪强度直接有关。土的抗剪强度指标不仅与土的种类及其性状有关，还与采取土样时的天然结构是否被破坏、室内试验时的排水条件是否符合现场条件有关。土的抗剪强度理论的基本假设是将土体视为塑性体。采用平面应变极限平衡理论及其方程。然后详细介绍土的抗剪强度理论，室内三种和现场一种土的抗剪强度试验，三轴压缩试验中的孔隙压力系数，饱和黏性土的三组抗剪强度指标（其中CU和CD试验还受应力历史的影响），抗剪强度指标的选择，应力路径在强度问题中的应用，无黏性土的抗剪强度。本章要求：掌握土的抗剪强度理论，黏性土的抗剪强度指标的测定和选择；熟悉无黏性土的剪胀性（剪缩称为负剪胀）和临界孔隙比，孔隙压力系数的概念和用途，应力历史、应力路径对土体强度指标的影响，了解无黏性土休止角试验和大型直接剪切试验的概念。

第8章土压力。首先阐明土压力通常是指挡土墙后的填土因自重或超载作用对墙背产生的侧压力。根据挡土墙可能位移的方向土压力可分为主动土压力、静止土压力、被动土压力三种。土压力的大小与填土的抗剪强度有关，还与墙后填土性质、超载和墙背倾斜方向等因素有关。挡土墙是防止土体坍塌的长条形构筑物。土压力理论是挡土墙设计、基坑支护设计以及研究地基承载力、土坡和地基稳定性问题时必须掌握的基本理论。然后详细介绍挡土墙侧土压力的基本概念、静止土压力，两种古典土压力理论的主动、被动土压力，两种理论的比较。本章要求：掌握静止土压力计算方法，两种古典土压力理论的基本假设、理论公式及其实际应用，朗肯土压力理论是根据半空间的应力状态和墙背土中各点的极限平衡条件来求解主动、被动土压力的理论，库伦土压力理论是根据墙背整个滑动土楔的极限平衡条件来求解主动、被动土压力的理论；熟悉挡土墙背填土面上有超载或车辆荷载时或非均质填土时的土压力计算方法，两种古典土压力理论的比较；了解挡土墙抗倾覆、抗滑动稳定性验算的概念。

第9章地基承载力。首先阐明地基承载力问题是土力学中一个重要研究课题，地基基础设计应限制基底压力不超过基础深宽修正后的地基容许承载力或地基承载力特征值，确定浅基础的地基承载力一般有四种方法。浅基础的地基破坏模式有三种。然后详细介绍理论公式确定浅基础的地基承载力、地基临塑荷载、临界荷载和极限承载力（极限荷载）、地基容许承载力和地基承载力特征值。本章要求：掌握地基的承载规律、发挥地基的承载能力、合理确定地基承载力，地基不致因荷载作用而发生剪切破坏或产生变形过大而影响建筑物的正常使用，临塑荷载和临界荷载确定地基承载力，平面应变问题地基承载力公式用于空间问题