



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
(经典精品系列教材)

土力学

(第四版)

东南大学 浙江大学 合编
湖南大学 苏州大学

中国建筑工业出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
(经典精品系列教材)

土 力 学

(第四版)

东南大学 浙江大学 合编
湖南大学 苏州大学
刘松玉 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土力学/东南大学等合编. —4 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 12

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材. 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材. 经典精品系列教材

ISBN 978-7-112-19903-7

I. ①土… II. ①东… III. ①土力学-高等学校-教材 IV. ①TU43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 228327 号

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。

为更好地支持本课程的教学, 我们向使用本书的教师免费提供教学课件, 有需要者请与出版社联系, 邮箱: jzsgjskj@163.com。

* * *

责任编辑: 朱首明 刘平平

责任校对: 王宇枢 关 健

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
(经典精品系列教材)

土 力 学

(第四版)

东南大学 浙江大学 合编
湖南大学 苏州大学
刘松玉 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)
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: 427 千字
2016 年 12 月第四版 2016 年 12 月第三十三次印刷

定价: 42.00 元

ISBN 978-7-112-19903-7

(29415)

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)

出 版 说 明

1998年教育部颁布普通高等学校本科专业目录，将原建筑工程、交通土木工程等多个专业合并为土木工程专业。为适应大土木的教学需要，高等学校土木工程学科专业指导委员会编制出版了《高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲》，并组织我国土木工程专业教育领域的优秀专家编写了《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》。该系列教材2002年起陆续出版，共40余册，十余年来多次修订，在土木工程专业教学中起到了积极的指导作用。

本系列教材从宽口径、大土木的概念出发，根据教育部有关高等教育土木工程专业课程设置的教學要求编写，经过多年的建设和发展，逐步形成了自己的特色。本系列教材投入使用之后，学生、教师以及教育和行业行政主管部门对教材给予了很高评价。本系列教材曾被教育部评为面向21世纪课程教材，其中大多数曾被评爲普通高等教育“十一五”国家级规划教材和普通高等教育土建学科专业“十五”、“十一五”、“十二五”规划教材，并有11种入选教育部普通高等教育精品教材。2012年，本系列教材全部入选第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

2011年，高等学校土木工程学科专业指导委员会根据国家教育行政主管部门的要求以及新时期我国土木工程专业教学现状，编制了《高等学校土木工程本科指导性专业规范》。在此基础上，高等学校土木工程学科专业指导委员会及时规划出版了高等学校土木工程本科指导性专业规范配套教材。为区分两套教材，特在原系列教材丛书名《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》后加上经典精品系列教材。各位主编将根据教育部《关于印发第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材书目的通知》要求，及时对教材进行修订完善，补充反映土木工程学科及行业发展的最新知识和技术内容，与时俱进。

高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社

第四版前言

《土力学》教材第三版于2010年10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和“面向21世纪课程教材”。2002年5月教育部指定本书第一版为普通高等教育“十五”国家级规划教材（修订），2008年1月本书第二版被建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会推荐为“建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会‘十一五’推荐教材”；2012年11月本书第三版被教育部评审确定为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。第四版修订是在第三版基础上，适当补充最新成果，采用新颁规范、标准，反映成熟观点，力求系统性，由浅入深，便于教和学。主要修订内容如下：

本书第四版第1章“土的组成”，增加污染土介绍，适当补充了双电层理论。第2章“土的物理性质及分类”，按照最新国家和行业土分类标准进行了土分类介绍；对粉土的介绍进行了适当调整；第6章，将土的有效应力原理进行单列一节；第8章，对土压力的计算方法按照新规范进行了修改；第10章，根据《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》（JTG/T D31-02-2013），对土坡稳定分析方法进行了相应修改补充；第十一章，按照新规范对不同工程的压实度的要求、地震液化判别方法等进行了补充完善。此外，为了便于学习和应用，增加了部分思考题和符号含义附录。

本书第一版、第二版发行以来，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四版的关心和协助，在此一并表示十分感谢。

由于本教材前三版原主编之一张克恭教授已于2009年初不幸逝世，考虑到本书的延续性和出版要求，经协商本书第四版由刘松玉教授主持修编工作，故第四版主编人改为刘松玉；另外，原参编部分老师已退休，各参编单位经协商对本版编写人员作了适当补充，具体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（石名磊、邵信发、李仁民），第4章（龚维明），第5章（张克恭、杜延军）；第6章（张克恭、邵俐）；浙江大学——第7、8章（张季容、周建），第9章（张季容、周建）；湖南大学——第10章（赵明华）；苏州大学——第11章（陈甦）。

本书由刘松玉教授主编，河海大学殷宗泽教授主审。

第三版前言

《土力学》教材第二版于2005年12月出版发行，于2008年1月被教育部评为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。第三版修订是在第二版基础上，适当补充最新成果，采用新颁规范、标准，反映成熟观点，力求系统性，由浅入深，便于教和学。主要修订内容如下：

本书第三版第1章“土的组成”，增加少量污染土介绍，适当补充了双电层理论。第2章“土的物理性质及分类”，按照最新国家和行业土分类标准进行了土分类介绍；对黏粒的界限以国标为主（ $<0.005\text{mm}$ ）说明，其他规范的规定简要说明；对液限的测定标准进行了明确并与分类进行统一；第4章“土中应力”，在土的附加应力计算中增加三角形分布条形荷载附加应力系数表。第六章“地基变形”，对地基固结度的内容重新进行编写，补充了固结系数的推求方法；增加最终沉降推算的Asaoka方法；增加土次固结特性与规律；删去了路基的沉降与变形部分；第七章，对莫尔-库伦强度理论的阐述方式进行了修改。此外，为了便于学习和应用，增加了部分例题和符号含义附录。

本书第一版、第二版出版发行以来，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其他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三版的关心和协助，在此一并表示十分感谢。

由于本教材主编张克恭教授已于2009年初不幸逝世，编写人员作了适当补充，本书第三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（石名磊、邵信发、李仁民），第4章（龚维明），第5章（张克恭、杜延军）；第6章（张克恭、邵俐）；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）。

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	38
§ 2.4 无黏性土的密实度	43
§ 2.5 粉土的密实度和湿度	45
§ 2.6 土的胀缩性、湿陷性和冻胀性	46
§ 2.7 土的分类	48
思考题与习题	59
第3章 土的渗透性及渗流	61
§ 3.1 概述	61
§ 3.2 土的渗透性	62
§ 3.3 土中二维渗流及流网	73
§ 3.4 渗透破坏与控制	79
思考题与习题	83
第4章 土中应力	85
§ 4.1 概述	85
§ 4.2 土中自重应力	86
§ 4.3 基底压力	90
§ 4.4 地基附加应力	96

思考题与习题	117
第5章 土的压缩性	119
§ 5.1 概述	119
§ 5.2 固结试验及压缩性指标	120
§ 5.3 应力历史对压缩性的影响	125
§ 5.4 土的变形模量	129
§ 5.5 土的弹性模量	135
思考题与习题	136
第6章 地基变形	138
§ 6.1 概述	138
§ 6.2 地基变形的弹性力学公式	140
§ 6.3 基础最终沉降量	144
§ 6.4 地基变形与时间的关系	166
思考题与习题	184
第7章 土的抗剪强度	187
§ 7.1 概述	187
§ 7.2 土的抗剪强度理论	188
§ 7.3 土的抗剪强度试验	192
§ 7.4 三轴压缩试验中的孔隙压力系数	197
§ 7.5 饱和黏性土的抗剪强度	200
§ 7.6 应力路径在强度问题中的应用	206
§ 7.7 无黏性土的抗剪强度	208
思考题与习题	209
第8章 土压力	211
§ 8.1 概述	211
§ 8.2 挡土墙侧的土压力	211
§ 8.3 朗肯土压力理论	213
§ 8.4 库伦土压力理论	221
§ 8.5 朗肯理论与库伦理论比较	231
思考题与习题	232
第9章 地基承载力	234
§ 9.1 概述	234
§ 9.2 浅基础的地基破坏模式	235
§ 9.3 地基临界荷载	237
§ 9.4 地基极限承载力	241
§ 9.5 地基容许承载力和地基承载力特征值	254

思考题与习题	256
第 10 章 土坡和地基的稳定性	258
§ 10.1 概述	258
§ 10.2 无黏性土坡的稳定性	259
§ 10.3 黏性土坡的稳定性	260
§ 10.4 土坡稳定性的影响因素	274
§ 10.5 地基的稳定性	277
思考题与习题	279
第 11 章 土在动荷载作用下的特性	281
§ 11.1 概述	281
§ 11.2 土的压实性	283
§ 11.3 土的振动液化	288
§ 11.4 周期荷载下土的强度和变形特征	297
§ 11.5 土的动力特征参数简介	300
思考题与习题	302
附录	304
参考文献	315

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、高速铁路、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，一般的土木工程建筑也难以建成，更不用说高楼大厦、大桥、高塔；基础是建筑物的一个实体部分，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. 普朗德尔 (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。土力学论著和教材则像雨后春笋般地蓬勃发展，例如苏联学者 H. M. 格尔谢万诺夫 (Герсеванов, 1931) 出版了《土体动力学原理》专著；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；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，陈宗基院士开始了对土的流变学和黏土结构的研究；黄文熙院士对土的液化、土的本构理论以及沉降计算方法等进行开拓性研究，他在 1983 年主编了一本理论系统的土力学专著《土的工程性质》，系统地介绍国内外有关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，郑颖人院士、龚晓南院士编写的《高等土力学》，李广信教授主编的《高等土力学》，很多高等院校用作为研究生高等土力学课程的教材，在国内有很大的影响。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。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)、巴黎(2015, 十八届)。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)。

我国1957年由茅以升主持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，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)，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基础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)。相应的全国学术会议则改名为土力学与岩土工程学术会议，并继续召开了系列会议：北京(2003, 九届)，重庆(2007, 十届)，兰州(2011, 十一届)，上海(2015, 十二届)。另外，欧洲、美国、亚洲、澳洲等地区也定期召开洲际土力学与岩土工程学术会议。上述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物。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