

21世纪全国应用型本科 土木建筑 系列实用规划教材

土力学

【第2版】

主 编◎肖仁成 周 晖



- 依据国家最新相关规范编写，注重关联课程的融合
- 侧重知识的实用性，附有土力学实验内容



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

土力学(第 2 版)

主 编 肖仁成 周 晖
副主编 陈文昭 孙建超 杨 蕊
主 审 袁聚云



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书依据国家最新相关规范及教学要求编写。本书共 8 章, 主要包括绪论、土的物理性质及工程分类、土的基本工程力学性质、土的抗剪强度理论、地基中应力计算、地基的变形计算、地基承载力理论、土压力理论和边坡稳定分析。本书附录附有土力学实验, 另外还介绍了 Visual Basic 6.0 的基本知识和地基承载力计算源程序。本书强调精简、实用和实践性, 也注重介绍基本的理论知识。

本书可作为高等院校土木工程专业(建工、岩土、水利、交通、道路与桥梁、铁道等各个专业方向)的教材, 也可作为相关专业工程技术人员的技术参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

土力学/肖仁成, 周晖主编. —2 版. —北京: 北京大学出版社, 2014.1

(21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-23669-7

I. ①土… II. ①肖…②周… III. ①土力学—高等教育—教材 IV. ①TU43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 316990 号

书 名: 土力学(第 2 版)

著作责任者: 肖仁成 周 晖 主编

策 划 编 辑: 卢 东 吴 迪

责 任 编 辑: 卢 东

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-23669-7/TU · 0381

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 信 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 285 千字

2006 年 1 月第 1 版

2014 年 1 月第 2 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

第2版前言

本书自2006年第1版出版以来,经有关院校教学使用,市场反映良好。为了更好地开展教学,适应教学研究型大学的大学生学习的要求,秉承培养卓越土木工程师的宗旨,我们对本书进行了修订。

这次修订主要做了以下工作。

1. 对全书的版式进行了全新的编排,增加了教学要点、技能要点、引例、应用实例和实例分析,并增补了部分新的内容。

2. 修改了第1版中的差错。

经修订,本书具有以下特点。

1. 编写体例新颖。修订时借鉴了其他优秀教材的写作思路、写作方法以及章节安排,编排清新活泼、图文并茂,内容深入浅出,以适合当代教学。

2. 注重人文、环境与科技结合渗透。通过对相关知识的历史、实例、理论来源等的介绍,增强教材的可读性,提高学生的人文素养和环保知识。

3. 注重相关课程的关联融合。明确知识点的重点和难点,注意“土力学”与“工程地质”、“流体力学”、“材料力学”等课程的关联性,做到新旧知识内容的融合和综合运用。

4. 注重知识拓展应用可行。强调锻炼学生的思维能力以及运用概念解决问题的能力。在编写过程中有机融入最新的实例以及操作性较强的案例,以应用实例或生活类比案例来引出全章的知识点,从而提高教材的可读性和实用性,培养学生的职业意识和执业能力。

5. 注重知识体系实用有效。以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,既强调基础知识与理论体系的完整性,也着重讲解应用型人才培养所需的内容和关键点,突出实用性和可操作性。

本书绪论及第1、2、3章和附录由南华大学肖仁成和周晖修订,第4章由南京工程学院张雪颖和新乡学院杨蕊修订,第5、7章由郑州升达经贸管理学院孙建超修订,第6章由武汉科技大学俞晓和南华大学陈文昭修订,第8章由湖南工业大学祝方才修订,全书由肖仁成统稿,袁聚云主审。

对于本书存在的不足之处,欢迎广大同行批评指正。

编 者

2013年10月

第 1 版前言

随着高等教育规模的扩大及土木工程专业的高等教育的改革,土木工程专业的课程体系和学时不断完善和调整。同时,《土力学》的内容在近几年也有了较快的发展,各种岩土工程新的施工方法和地基处理方法也在不断出现,它促使《土力学》的理论不断更新和发展以及内容不断增加。一方面专业课学时在减少,而另一方面内容在不断地增加。因此,这就迫使各个有关高等院校都在探索教材的更新。尽管在国家规范《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)颁布以后,相继出现了《土力学》与《基础工程》的多种版本,但是,由于我国高等学校数量较多,各类本科高等学校的水平层次相差也较大,因而普遍感到可供选择的教材及参考书目仍嫌不足。许多地方院校在北京大学出版社组织的全国土木类教材编写研讨会上强烈要求尽快出版实用性较强的土木类本科教材和教学科研参考书,以便于学生和工程人员尽快以较少的时间掌握其基本理论。

K.Terzaghi 等人在创立《土力学》时就强调其实践性,这也是《土力学》这一学科的独有特点。作者就是在上述基础上,根据自己几十年以来的教学与科研经验,按照上述要求来撰写本书的。

本书的宗旨就是突出其工程实践性,同时也注意基本理论的阐述。既考虑其工程需要,也考虑青年土木工程师将工程经验上升为理论总结的要求。同时,结合作者从事岩土工程的教学与科研的实践,对于人们特别容易混淆的一些概念和在工程处理中容易出现错误,予以特别的强调。

因为土力学与其他工程力学的差异比较大,本书尽量做到将与材料力学与弹性力学有关的知识放在书的前面进行讲授。对一些工程应用中很重要的数理知识与理论公式尽量在书中有所反映,以便读者在以后的继续深造过程中有所准备,也希望如此能反映循序渐进的学习规律。

考虑到计算机技术的发展及以后计算机在工程管理和岩土工程原位测试中的重要性,本书尽量采用简明扼要的“幻灯片”式的叙述方式,以使读者一目了然。同时对 Visual Basic 语言进行了适当介绍,并提供了部分源程序,以提高读者在这一方面的兴趣。并希望有兴趣的读者能很快用 Visual Basic 语言写出工程报告、掌握模数转换等测试技术工作中的编程知识,也期望土力学中会慢慢地去掉大量查表的方法而改用计算机软件进行计算。这些小程序,以后我们可以以工具的方式将它挂在各种大型土木工程设计与施工软件(如 PKPM)上。

如果本书能达到上述要求,作者们真的是十分欣慰。但是由于作者们的学识有限,可能很多方面未能尽如人意,敬请谅解!同时也希望广大读者和土木界各位同仁对书中的各处谬误予以指正。

本书共分 8 章,其中绪论及第 1、2、3、7 章和附录由南华大学肖仁成编写;第 4 章和第 5 章由南京工程学院张雪颖编写;第 6 章由武汉科技大学俞晓编写;第 8 章由株洲工学



院祝方才编写。全书集体讨论 3 次, 由俞晓和祝方才负责组织, 全书由肖仁成负责统编, 由同济大学博士生导师袁聚云任主审。

最后, 在本书的出版工作中, 得到了北京大学出版社的大力协助, 在此一并表示感谢!

编 者

2005 年 12 月

北京大学出版社土木建筑系列教材(已出版)

序号	书名	主编	定价	序号	书名	主编	定价
1	建筑设备(第2版)	刘源全 张国军	46.00	50	土木工程施工	石海均 马 哲	40.00
2	土木工程测量(第2版)	陈久强 刘文生	40.00	51	土木工程制图	张会平	34.00
3	土木工程材料(第2版)	柯国军	45.00	52	土木工程制图习题集	张会平	22.00
4	土木工程计算机绘图	袁 果 张渝生	28.00	53	土木工程材料(第2版)	王春阳	50.00
5	工程地质(第2版)	何培玲 张 婷	26.00	54	结构抗震设计	祝英杰	30.00
6	建设工程监理概论(第3版)	巩天真 张泽平	40.00	55	土木工程专业英语	霍俊芳 姜丽云	35.00
7	工程经济学(第2版)	冯为民 付晓灵	42.00	56	混凝土结构设计原理(第2版)	邵永健	52.00
8	工程项目管理(第2版)	仲景冰 王红兵	45.00	57	土木工程计量与计价	王翠琴 李春燕	35.00
9	工程造价管理	车春鹏 杜春艳	24.00	58	房地产开发与管理	刘 薇	38.00
10	工程招标投标管理(第2版)	刘昌明	30.00	59	土力学	高向阳	32.00
11	工程合同管理	方 俊 胡向真	23.00	60	建筑表现技法	冯 柯	42.00
12	建筑工程施工组织与管理(第2版)	余群舟 宋会莲	31.00	61	工程招投标与合同管理	吴 芳 冯 宁	39.00
13	建设法规(第2版)	肖 铭 潘安平	32.00	62	工程施工组织	周国恩	28.00
14	建设项目评估	王 华	35.00	63	建筑力学	邹建奇	34.00
15	工程量清单的编制与投标报价	刘富勤 陈德方	25.00	64	土力学学习指导与考题精解	高向阳	26.00
16	土木工程概预算与投标报价(第2版)	刘 薇 叶 良	37.00	65	建筑概论	钱 坤	28.00
17	室内装饰工程预算	陈祖建	30.00	66	岩石力学	高 玮	35.00
18	力学与结构	徐吉恩 唐小弟	42.00	67	交通工程学	李 杰 王 富	39.00
19	理论力学(第2版)	张俊彦 赵荣国	40.00	68	房地产策划	王直民	42.00
20	材料力学	金康宁 谢群丹	27.00	69	中国传统建筑构造	李合群	35.00
21	结构力学简明教程	张系斌	20.00	70	房地产开发	石海均 王 宏	34.00
22	流体力学(第2版)	章宝华	25.00	71	室内设计原理	冯 柯	28.00
23	弹性力学	薛 强	22.00	72	建筑结构优化及应用	朱杰江	30.00
24	工程力学(第2版)	罗迎社 喻小明	39.00	73	高层与大跨建筑结构施工	王绍君	45.00
25	土力学(第2版)	肖仁成 俞 晓	25.00	74	工程造价管理	周国恩	42.00
26	基础工程	王协群 章宝华	32.00	75	土建工程制图	张黎骅	29.00
27	有限单元法(第2版)	丁 科 殷水平	30.00	76	土建工程制图习题集	张黎骅	26.00
28	土木工程施工	邓寿昌 李晓目	42.00	77	材料力学	章宝华	36.00
29	房屋建筑学(第2版)	聂洪达 鄢恩田	48.00	78	土力学教程	孟祥波	30.00
30	混凝土结构设计原理	许成祥 何培玲	28.00	79	土力学	曹卫平	34.00
31	混凝土结构设计	彭 刚 蔡江勇	28.00	80	土木工程项目管理	郑文新	41.00
32	钢结构设计原理	石建军 姜 袁	32.00	81	工程力学	王明斌 庞永平	37.00
33	结构抗震设计	马成松 苏 原	25.00	82	建筑工程造价	郑文新	39.00
34	高层建筑施工	张厚先 陈德方	32.00	83	土力学(中英双语)	郎煜华	38.00
35	高层建筑结构设计	张仲先 王海波	23.00	84	土木建筑 CAD 实用教程	王文达	30.00
36	工程事故分析与工程安全(第2版)	谢征勋 罗 章	38.00	85	工程管理概论	郑文新 李献涛	26.00
37	砌体结构(第2版)	何培玲 尹维新	26.00	86	景观设计	陈玲玲	49.00
38	荷载与结构设计方法(第2版)	许成祥 何培玲	30.00	87	色彩景观基础教程	阮正仪	42.00
39	工程结构检测	周 详 刘益虹	20.00	88	工程力学	杨云芳	42.00
40	土木工程课程设计指南	许 明 孟苗超	25.00	89	工程设计软件应用	孙香红	39.00
41	桥梁工程(第2版)	周先雁 王解军	37.00	90	城市轨道交通工程建设风险与保险	吴宏建 刘宽亮	75.00
42	房屋建筑学(上:民用建筑)	钱 坤 王若竹	32.00	91	混凝土结构设计原理	熊丹安	32.00
43	房屋建筑学(下:工业建筑)	钱 坤 吴 歌	26.00	92	城市详细规划原理与设计方法	姜 云	36.00
44	工程管理专业英语	王竹芳	24.00	93	工程经济学	都沁军	42.00
45	建筑结构 CAD 教程	崔钦淑	36.00	94	结构力学	边亚东	42.00
46	建设工程招投标与合同管理实务	崔东红	38.00	95	房地产估价	沈良峰	45.00
47	工程地质(第2版)	倪宏革 周建波	30.00	96	土木工程结构试验	叶成杰	39.00
48	工程经济学	张厚钧	36.00	97	土木工程概论	邓友生	34.00
49	工程财务管理	张学英	38.00	98	工程项目管理	邓铁军 杨亚频	48.00

序号	书名	主编	定价	序号	书名	主编	定价
99	误差理论与测量平差基础	胡圣武 肖本林	37.00	120	房地产测量	魏德宏	28.00
100	房地产估价理论与实务	李 龙	36.00	121	土力学	贾彩虹	38.00
101	混凝土结构设计	熊丹安	37.00	122	交通工程基础	王富	24.00
102	钢结构设计原理	胡习兵	30.00	123	房屋建筑学	宿晓萍 隋艳娥	43.00
103	钢结构设计	胡习兵 张再华	42.00	124	建筑工程计量与计价	张叶田	50.00
104	土木工程材料	赵志曼	39.00	125	工程力学	杨民献	50.00
105	工程项目投资控制	曲 娜 陈顺良	32.00	126	建筑工程管理专业英语	杨云会	36.00
106	建设项目评估	黄明知 尚华艳	38.00	127	土木工程地质	陈文昭	32.00
107	结构力学实用教程	常伏德	47.00	128	暖通空调节能运行	余晓平	30.00
108	道路勘测设计	刘文生	43.00	129	土工试验原理与操作	高向阳	25.00
109	大跨桥梁	王解军 周先雁	30.00	130	理论力学	欧阳辉	48.00
110	工程爆破	段宝福	42.00	131	土木工程材料习题与学习指导	鄢朝勇	35.00
111	地基处理	刘起霞	45.00	132	建筑构造原理与设计(上册)	陈玲玲	34.00
112	水分析化学	宋吉娜	42.00	133	城市生态与城市环境保护	梁彦兰 阎 利	36.00
113	基础工程	曹 云	43.00	134	房地产法规	潘安平	45.00
114	建筑结构抗震分析与设计	裴星洙	35.00	135	水泵与水泵站	张 伟 周书葵	35.00
115	建筑工程安全管理与技术	高向阳	40.00	136	建筑工程施工	叶 良	55.00
116	土木工程施工与管理	李华锋 徐 芸	65.00	137	建筑学导论	裘 鞠 常 悦	32.00
117	土木工程试验	王吉民	34.00	138	工程项目管理	王 华	42.00
118	土质学与土力学	刘红军	36.00	139	园林工程计量与计价	温日琨 舒美英	45.00
119	建筑工程施工组织与概预算	钟吉湘	52.00				

相关教学资源如电子课件、电子教材、习题答案等可以登录 www.pup6.com 下载或在线阅读。

扑六知识网(www.pup6.com)有海量的相关教学资源和电子教材供阅读及下载(包括北京大学出版社第六事业部的相关资源),同时欢迎您将教学课件、视频、教案、素材、习题、试卷、辅导材料、课改成果、设计作品、论文等教学资源上传到 pup6.com, 与全国高校师生分享您的教学成就与经验, 并可自由设定价格, 知识也能创造财富。具体情况请登录网站查询。

如您需要免费纸质样书用于教学, 欢迎登陆第六事业部门户网(www.pup6.com)填表申请, 并欢迎在线登记选题以到北京大学出版社来出版您的大作, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

扑六知识网将打造成全国最大的教育资源共享平台, 欢迎您的加入——让知识有价值, 让教学无界限, 让学习更轻松。

联系方式: 010-62750667, donglu2004@163.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信咨询。

目 录

绪论	1	2.5 土的应力历史	33
第 1 章 土的物理性质及工程分类	4	2.5.1 前期固结压力与自重应力的关系	33
1.1 工程地质概述	5	2.5.2 原始压缩曲线	33
1.2 土的组成	6	2.6 土的有效应力原理	34
1.2.1 土中的固体颗粒	6	2.7 土的压实原理与填土工程	34
1.2.2 土中的水和气	8	本章小结	37
1.2.3 土的结构和构造	8	习题	38
1.3 土的物理性质指标	9	第 3 章 土的抗剪强度理论	40
1.3.1 土的三相图	9	3.1 土的抗剪强度构成因素	41
1.3.2 土的基本物理指标	9	3.1.1 土的抗剪强度	41
1.3.3 土的其他物理指标	10	3.1.2 土的抗剪强度构成因素	42
1.3.4 基本物理指标与其他物理指标的关系	10	3.2 土的极限平衡理论	42
1.3.5 无粘性土的密实度	13	3.3 土的抗剪强度的室内测定方法	44
1.3.6 粘性土的物理特征	13	3.3.1 直接剪切试验	44
1.4 土的工程分类	15	3.3.2 土的三轴压缩试验	46
本章小结	18	3.3.3 土的抗剪强度试验成果整理	47
习题	18	3.4 土的孔隙压力系数	50
第 2 章 土的基本工程力学性质	19	3.5 土的应力路径	52
2.1 概述	20	3.5.1 基本概念	53
2.2 土的渗透性质	21	3.5.2 直剪试验的应力路径	53
2.2.1 土的渗透与渗流	21	3.5.3 三轴试验的应力路径	53
2.2.2 渗透系数和渗透力	22	3.5.4 建筑物地基中两种常见情况的应力路径	54
2.2.3 渗流引起的工程问题	24	3.5.5 研究应力路径的意义	55
2.3 二维渗流与流网	26	本章小结	55
2.3.1 二维渗流运动微分方程式	26	习题	55
2.3.2 流网的绘制方法	28	第 4 章 地基中应力计算	57
2.3.3 流网的应用	28	4.1 概述	58
2.4 土的压缩性	29	4.1.1 土体的应力-应变关系	58
2.4.1 压缩曲线和压缩指标	29	4.1.2 土力学中应力符号的规定	59
2.4.2 土的压缩模量	31	4.2 地基中的自重应力	60
2.4.3 土的变形模量	31	4.3 基底压力	63
2.4.4 土的压缩模量和变形模量的关系	32	4.3.1 基底压力的分布	63



4.3.2 基底压力的简化计算方法	64	5.6.2 地基沉降与时间关系的 经验估算法	105
4.3.3 基底附加压力	66	本章小结	106
4.4 地基附加应力的空间课题	67	习题	106
4.4.1 假定	67	第6章 地基承载力理论	108
4.4.2 竖向集中荷载作用下的 附加应力	68	6.1 概述	109
4.4.3 矩形均布荷载作用下的 附加应力	71	6.2 地基破坏模式	110
4.4.4 三角形分布的矩形荷载 作用下的附加压力	76	6.2.1 地基剪切破坏的三个模式	110
4.4.5 条形均布荷载作用下的 附加应力	77	6.2.2 整体剪切破坏的三个阶段	111
4.4.6 圆形均布荷载作用下的 附加应力	78	6.3 地基临塑荷载和塑性荷载	112
4.4.7 非均质和各向异性地基中的 附加应力	79	6.4 地基极限荷载	115
4.4.8 双层地基中应力的集中和 扩散	80	6.4.1 普朗德尔公式	115
4.4.9 变形模量随深度增大的 地基	80	6.4.2 太沙基公式	117
本章小结	81	6.4.3 汉森公式	119
习题	81	6.5 浅基础地基承载力设计值的确定	122
第5章 地基的变形计算	83	6.5.1 地基承载力的设计原则	122
5.1 概述	84	6.5.2 我国《建筑地基基础设计 规范》的地基承载力 特征值	123
5.2 地基沉降的弹性力学公式	84	6.5.3 我国《路桥地基规范》的 地基承载力容许值	127
5.3 地基最终沉降量的简化计算方法	87	本章小结	129
5.3.1 分层总和法	87	习题	129
5.3.2 按规范方法计算	90	第7章 土压力理论	131
5.4 土的应力历史对地基沉降的影响	95	7.1 挡土结构与土压力种类	132
5.4.1 前期固结压力的确定	96	7.2 静止土压力计算	133
5.4.2 现场原始压缩曲线	97	7.3 朗肯土压力理论	134
5.4.3 考虑应力历史影响的地基 最终沉降量计算	99	7.4 库伦土压力理论	139
5.5 饱和土的单向固结理论	100	7.4.1 库伦土压力理论简介	139
5.6 地基沉降与时间的关系	102	7.4.2 主动土压力	139
5.6.1 地基沉降与时间关系的 理论计算法	103	7.4.3 被动土压力	141
		7.5 土压力计算中的工程问题	142
		本章小结	143
		习题	143

第 8 章 边坡稳定分析	145	8.7.2 施工过程对边坡稳定的影响	159
8.1 概述	146	8.7.3 边坡稳定的计算机分析方法	160
8.2 粘性土边坡的滑动模式	147	本章小结	160
8.3 边坡稳定分析的费伦纽斯法	149	习题	160
8.4 边坡稳定分析的毕晓普法	151	附录 A 土力学实验	162
8.5 非圆弧滑动的普遍条分法——简布法	153	附录 B Visual Basic 应用	180
8.6 不平衡推力传递法	156	附录 C 习题参考答案	189
8.7 边坡稳定分析的工程考虑	158	参考文献	191
8.7.1 地下水对边坡稳定分析的影响	158		

绪 论

1. 土力学、地基和基础的概念

土力学可以说既是一门古老的工程技术，又是一门很年轻的学科。土力学真正发展起来是 20 世纪 20 年代以后的事情。在学习土力学时，应注意下述名词，这些名词是在工程实践中容易混淆的基本概念。

(1) 土力学：用力学知识和土工测试技术，研究土的物理、力学性质，土的变形及其强度的一门学科。土力学是土木工程学科中的一门基础学科，是工程力学的一个分支，它的一个突出特点是实践性。

(2) 地基：基础下面支承建筑物全部重量的地层，称为建筑物的地基。

(3) 天然地基：没有经过人工加固处理的地基。

(4) 人工地基：经过人工加固处理后的地基。

(5) 基础：直接与地基接触，并把上部结构的荷载传给地基的那一部分地下结构，称为基础。

(6) 浅基础：埋深 $d < 5\text{m}$ 的基础。它采用普通的施工方法就能达到目的。它包括单独基础、扩展基础、条形基础、交叉梁基础、筏板和箱形基础等。

(7) 深基础： $d > 5\text{m}$ 的基础。需要采用特殊的施工方法，常见的形式有桩、墩、沉井、地下连续墙等。

建筑物的地基、基础和上部结构三部分，彼此联系，相互制约，共同工作。地基及基础的示意图如图 0.1 所示。

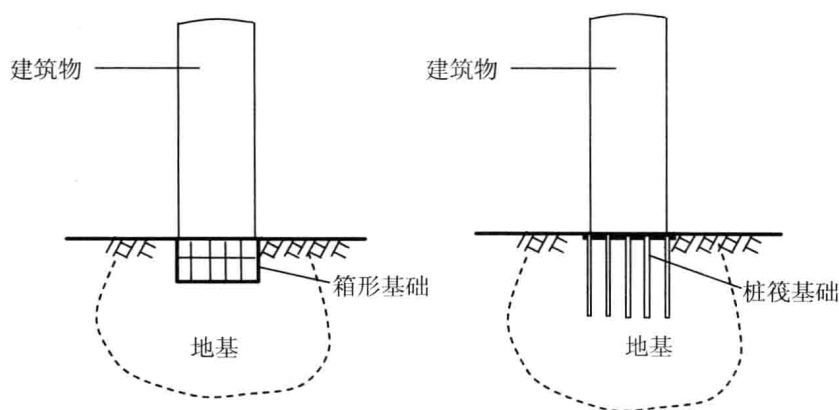


图 0.1 地基及基础示意图

2. 学科发展概况

土力学的发展概况与基本组成内容见表 0-1。



表 0-1 土力学的发展和基本组成内容

学 者	国家	时间	内 容	特 点
库伦(C.A.coulomb)	法国	1773	砂土的抗剪强度理论 $\tau = \sigma \tan \varphi$	铁路时代、实践性
		1776	挡土墙土压力理论	
达西(Darcy)	法国	1856	达西定律($V=Ki$)	砂土的透水性
朗肯(W.J.M.Rankine)	英国	1857	土压力理论	简明的理论公式
文克勒(E.Winkler)	捷克	1867	文克勒地基模型	地基沉降计算
布辛奈斯克(J.Boussinesq)	法国	1885	弹性半空间在竖向集中力作用下的数学解	地基变形计算的基本工具
费伦纽斯(W.Fellenius)	瑞典	1922	土坡稳定分析方法	极限平衡理论
太沙基(K.Terzaghi)	美国	1925	发表《土力学》	超孔隙压力、有效应力原理
		1929	发表《工程地质学》	

计算机技术的发展,使得土力学理论、试验技术及原位测试技术得以飞速发展

3. 学科特点和学习要求

土是岩石风化产物经各种地质作用搬运、沉积而成,是一种由固态、液态和气态物质组成的三相体系。其特点是受环境条件变动的影响,这些影响包括大环境(如污染)和小环境(施工、人工活动)的影响。

土类特殊性——区域性特征(黄土、冻土、软土、红粘土……)决定了我们在工程中的态度应该实事求是,并注意培养自己的综合素质,同时也应该十分重视实践的重要性。一切理论计算结果只能作为一种参考手段,经验的积累显得特别重要。同样地,一切试验和原位测试结果也只能作为岩土工程中设计与施工过程中的一种参考依据。因此,综合分析问题能力的培养、理论模式的假定条件和工程实践的差别的分析能力、试验技术的研究以及已有的地区工程经验的积累都是很重要的。

本课程涉及工程地质学、土力学、结构设计和施工等多种学科及土木建筑工程的各个领域。

关系最为密切的学科及课程主要如图 0.2 所示。

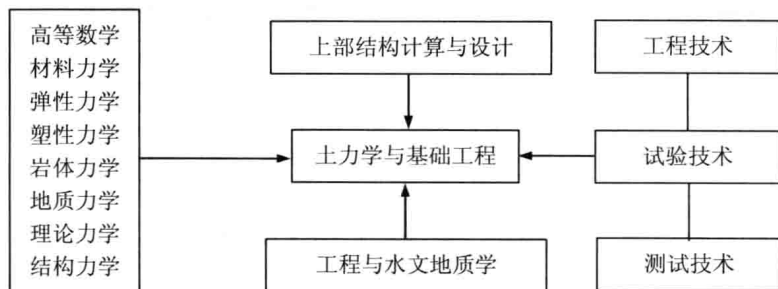


图 0.2 土力学与其他学科的关系示意图

4. 学科研究热点

目前本学科需要进一步研究的问题主要有以下一些方面,随着工程规模的进一步扩大,还会有许多新的问题出现。

- (1) 土的本构关系。
- (2) 土动力学。
- (3) 桩基。
- (4) 深基坑开挖与支护。
- (5) 土工合成材料。
- (6) 地基处理。
- (7) 离心模型。
- (8) 概率论在土工中的应用。
- (9) 勘探技术。
- (10) 环境岩土工程。
- (11) 计算机技术的应用,包括原位测试技术和计算机仿真技术等。

第 / 章

土的物理性质及工程分类

教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
工程地质基础	(1) 掌握地层地质年代的概念 (2) 掌握地质构造与沉积环境的概念	工程地质基础
土的物理性质	(1) 粘性土的物理性质 (2) 无粘性土的物理性质 (3) 土的三相比例指标	(1) 土的颗粒级配 (2) 土的物理特征
土的工程分类	(1) 土颗粒大小与土的工程性质的关系 (2) 土的工程分类	(1) 土的地质年代与工程性质 (2) 土的工程分类原则

技能要点

技能要点	掌握程度	应用方向
土的工程分类	(1) 熟练掌握土的物理性质 (2) 熟练掌握土的工程分类	(1) 工程勘察地质编录 (2) 土木工程设计与施工



基本概念

地质构造、土的物理性质、土的颗粒级配、土的工程分类



引例

随着现代科学技术的发展,超高层建筑物越来越多,如图为建造中的迪拜塔,高度达到 828m。而高铁的出现,地铁的深度和规模的扩大,过江隧道和跨海隧道的建造,都对我们的设计和施工技术提出了更高要求。当今,先进的结构理论,高效的计算技术,独特的试验设备,新型的施工技术以及高强、轻质的材料,为建筑物规模的突破创造了有利条件。实质上,建筑物高度规模的竞争既显示了各个国家的经济和政治实力,同时,又显示了人类智慧的高度发挥。

万丈高楼平地起,无论多么复杂的工程设计与施工,都要求我们对这些工程的复杂的地质环境有深入地了解。



1.1 工程地质概述

为了解土的成因及其物理力学性质,我们有必要回顾一下有关的工程地质关于岩石、矿物、地质构造和地质年代等内容。

1. 岩石

岩浆岩: 由从地壳下面喷出的熔融岩浆冷凝而成。埋藏条件为由深到浅;颜色由浅色到深色;种类有花岗岩、正长岩、玄武岩等。其工程性质主要与其矿物成分及成岩环境等因素决定。

沉积岩: 母岩破碎物经搬运、沉积,继而又受到压紧、化学物质的胶结、再结晶或硬结等成岩作用再一次形成的岩石,如湖南的红色砂页岩等。

变质岩: 母岩或母岩破碎沉积物在高温高压下使原来岩石的结构、构造甚至矿物成分改变,形成新的岩石,如片麻岩等。

2. 矿物

地壳中天然生成的自然元素或化合物,是组成岩石的基本单元。

3. 地质构造

褶皱构造: 向斜、背斜。

断裂构造: 断层、节理。

这些构造直接影响到所建建筑物的稳定等问题。



4. 地质年代

地壳发展历史与地壳运动、沉积环境及生物演化相应的时代段落。

年代：代、纪、世、期。

岩层：界、系、统、层。

5. 第四纪沉积物

(1) 残积物。

岩石风化以后残留于原地的碎屑物质。

(2) 坡积物。

水流将高处的风化岩石缓慢地冲洗、剥蚀，沿着山坡逐渐向下移动，堆积在较平缓的山坡上，形成坡积物。

(3) 洪积物。

洪水冲刷地表并搬运大量的泥砂、石块，堆积于山谷冲沟出口或山前平原形成的堆积物。

(4) 冲积物。

河流流水冲刷两岸基岩及其上覆盖物后，经搬运沉积在河流坡降平缓地带，包括河漫滩、一级阶地、二级阶地等。

(5) 湖泊沉积物。

湖浪冲蚀湖岸而形成的碎屑物质在湖边和湖心沉积的湖泊沉积物。

(6) 海洋沉积物。

海洋沉积物按照在海洋中沉积的位置和颗粒组成可分为滨海沉积物、浅海沉积物、陆坡沉积物、深海沉积物。

1.2 土的组成

地基中的土是由固体颗粒、气体和液体组成的，其物理力学性质与普通固体材料有很大差别。因此，我们应该研究其组成及其相互关系。

1.2.1 土中的固体颗粒

1. 土粒大小与工程性质

粗大颗粒：岩石经物理风化作用形成的碎屑或未产生化学变化的矿物颗粒，块状或粒状。粘结力小，表面所带电荷少，搬运路径短。因此，性质简单。

细小颗粒：化学风化作用形成的次生矿物和生成过程中混入的有机物质，片状。粘结力大，搬移路径长，性质复杂，具有很强的与水作用能力。颗粒越小，表面积越大，颗粒表面所带电荷越多，则其与水作用的能力越强。因此，性质复杂。

2. 土的颗粒级配

级配良好：颗粒大小排列，空隙小，密实。