

土建专业精品教材



土力学与地基基础

主编 罗从双 李党义 李曦

TU LI XUE
YU DI JI JI CHU



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

土建专业精品教材

土力学与地基基础

主 编 罗从双 李党义 李 曦

副主编 胡明江 郝延周 陈泰霖

韩 娟 吴桂芹 黄 丹

曲梦露 苑翠和



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书首先介绍了工程地质的基本知识,如工程地质条件、地质构造、不良地质现象等;然后介绍了土力学基本知识,主要包括土的物理性质及工程分类、土体应力与地基变形、土体强度与地基承载力;最后重点介绍了岩土工程勘察、地基基础设计、边坡与基坑工程、特殊地基处理等。

本书内容包括了土木工程、道路桥梁、地下工程等领域所用到的基本知识,并分析了工程地质、土力学对工程建设的影响,从而为土木工程的设计与施工打下基础。

本书可作为大专院校的土木工程、道路桥梁、城市地下空间工程等专业或相关专业的教材,也可供从事土木工程设计、施工人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土力学与地基基础 / 罗从双, 李党义, 李曦主编

— 上海: 上海交通大学出版社, 2015

ISBN 978-7-313-13672-5

I. ①土… II. ①罗… ②李… ③李… III. ①土力学—高等学校—教材②地基—基础(工程)—高等学校—教材 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 205277 号

土力学与地基基础

主 编: 罗从双 李党义 李 曦

出版发行: 上海交通大学出版社

地 址: 上海市番禺路 951 号

邮政编码: 200030

电 话: 021-64071208

出 版 人: 韩建民

印 制: 北京忠信印刷有限责任公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 16.5 字 数: 307 千字

版 次: 2015 年 9 月第 1 版

印 次: 2015 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-313-13672-5/TU

定 价: 38.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与发行部联系

联系电话: 010-62137141

前言

为满足市场对复合型及应用型人才的需要,教育部对高等院校的专业设置、课程设置、教材编写等进行了大量的改革。目前的大土木工程专业不仅包括了土木工程专业,还包括了道路桥梁工程、地下工程、工民建工程等相关专业。

总体而言,本书主要有如下几个特点:

- 内容实用,综合性强。土力学与地基基础作为土木工程专业的一门专业基础课,教材和教学内容涵盖了土木工程的许多方面,但是大多数教材内容比较单一,且只是侧重某一方面,故难以满足目前的教学要求。为此,我们把工程地质、土力学、地基基础等相关内容综合到了本教材中。
- 讲解简明扼要、通俗易懂。鉴于书中涉及的内容较多,因此,我们在讲解相关内容时都力求简明扼要、通俗易懂,并且结合工程实例来学习各种基本原理。
- 体例丰富,案例众多。书中各章在开始时都明确了学习重点、难点及目标,并在章尾附有思考练习题,以便让学生加深对基本知识的理解与掌握,并能做到举一反三、融会贯通。另外,为了便于读者更好地理解所学内容,书中给出了大量案例。
- 精心编写,集各教材所长。本教材在编写过程中学习借鉴了同类教材的优点和长处,并综合了相关规范、设计手册和工程资料等。

本教材由河南城建学院的罗从双、李党义、李曦担任主编,河南城建学院胡明江和郝延周、河南水利与环境职业学院陈泰霖、郑州科技学院韩娟、吴桂芹、黄丹、曲梦露、苑翠和担任副主编,徐惠萍、吴惠参与编写。具体分工如下:罗从双编写第2章和第3章;李党义编写第4章;李曦编写第8章;胡明江编写第6章6.1~6.3节和第7章7.1节、7.2节、7.4节;郝延周编写了第6章6.4节和第7章的7.3节;黄丹编写第9章。

由于编写时间和编写水平所限,本书存在的缺点及不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年8月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 土力学与地基基础课程简介	2
1.1.1 基本概念	2
1.1.2 土力学、地基与基础之间的关系	2
1.2 本课程的特点及研究任务	3
1.3 本学科的发展史	3
1.4 本课程的内容和学习要求	4
本章小结	5
思考与练习	5
第2章 工程地质的基本知识	7
2.1 概述	8
2.2 工程地质条件及工程特性	8
2.2.1 岩土类型及工程性质	8
2.2.2 水文地质条件	10
2.3 地质构造及工程性质	12
2.3.1 单斜构造	13
2.3.2 褶皱构造	14
2.3.3 断裂构造	14
2.4 不良地质现象及工程性质	17
2.4.1 滑坡	17
2.4.2 泥石流	19
2.4.3 岩溶	20
2.4.4 采空区	21
本章小结	22
思考与练习	22

第3章 土的物理性质及工程分类	23
3.1 土的成因及组成	24
3.1.1 土的成因	24
3.1.2 土的物质组成	26
3.2 土的结构和构造	28
3.2.1 土的结构	28
3.2.2 土的构造	30
3.3 土的物理性质指标及物理状态指标	30
3.3.1 土的实测指标	31
3.3.2 土的导出指标	32
3.3.3 土的物理状态指标	37
3.4 地基土(岩)的工程分类	41
3.4.1 岩石与岩体的工程分类	42
3.4.2 碎石土、砂土、粉土和黏性土的工程分类	44
3.4.3 特殊土的工程分类	45
本章小结	46
思考与练习	46
第4章 土中应力与地基变形	49
4.1 土中应力与基底压力	50
4.1.1 土体自重应力	50
4.1.2 基底压力	52
4.1.3 地基附加应力计算	56
4.2 土的压缩性	66
4.2.1 基本知识	66
4.2.2 室内压缩试验与压缩性指标	67
4.2.3 土压缩性的原位测试	70
4.3 地基最终沉降量计算	72
4.3.1 分层总和法	73
4.3.2 规范法	78
4.3.3 地基沉降与时间的关系	82
4.4 建筑物的变形观测	83
4.4.1 建筑物的沉降观测	83
4.4.2 地基允许变形值	84
4.4.3 工程实例	85

本章小结·····	87
思考与练习·····	89
第5章 土的强度与地基承载力·····	93
5.1 土的抗剪强度与极限平衡理论·····	94
5.1.1 抗剪强度的概念·····	94
5.1.2 库仑定律·····	94
5.1.3 土的抗剪强度的构成及抗剪强度指标·····	96
5.1.4 土中一点的应力状态·····	96
5.1.5 土的极限平衡条件·····	97
5.2 抗剪强度指标的测定——剪切试验·····	99
5.2.1 直接剪切试验·····	100
5.2.2 三轴剪切试验·····	101
5.2.3 十字板剪切试验·····	103
5.3 地基承载力的确定·····	104
5.3.1 平板载荷试验确定地基承载力·····	105
5.3.2 地基承载力理论计算·····	106
5.3.3 确定地基承载力的其他方法·····	108
5.3.4 工程实例·····	110
本章小结·····	111
思考与练习·····	112
第6章 岩土工程勘察·····	115
6.1 岩土工程勘察的任务和内容·····	116
6.1.1 岩土工程勘察的任务·····	116
6.1.2 岩土工程勘察等级·····	116
6.1.3 岩土工程勘察阶段的划分及基本要求·····	118
6.1.4 岩土工程勘察的基本程序·····	121
6.2 岩土工程勘察的方法·····	122
6.2.1 工程地质测绘·····	122
6.2.2 工程地质勘探·····	123
6.2.3 工程地质原位测试·····	128
6.2.4 工程地质现场监测·····	130
6.3 岩土的野外鉴别方法·····	134
6.3.1 岩石的野外鉴别方法·····	134

6.3.2 土的野外鉴别方法	135
6.4 岩土工程勘察报告书	137
6.4.1 岩土工程勘察报告的主要内容	137
6.4.2 岩土工程勘察报告的阅读与使用	138
6.4.3 工程实例	139
本章小结	141
思考与练习	141
第7章 基础设计	143
7.1 地基与基础概述	144
7.1.1 天然地基、人工地基和特殊地基	144
7.1.2 浅基础与深基础	144
7.1.3 基础的其他分类方式	145
7.1.4 基础设计的等级、原则与步骤	145
7.2 天然地基的浅基础设计	147
7.2.1 刚性基础与柔性基础	148
7.2.2 独立基础	151
7.2.3 条形基础	156
7.2.4 满堂基础	157
7.2.5 基础埋深的确定	160
7.2.6 地基持力层承载力验算——基础底面尺寸的确定	163
7.2.7 地基变形验算	166
7.3 桩基础及其他深基础	167
7.3.1 桩基础的选用	168
7.3.2 桩基础的特点	169
7.3.3 桩的类型	169
7.3.4 桩的竖向极限承载力计算方法	171
7.3.5 其他深基础类型	176
7.4 减小建筑物不均匀沉降的方法	178
7.4.1 建筑措施	179
7.4.2 结构措施	182
7.4.3 施工措施	184
本章小结	184
思考与练习	184

第8章 边坡与基坑	187
8.1 土压力理论	188
8.1.1 土压力的类型与影响因素	188
8.1.2 静止土压力计算	189
8.1.3 朗肯土压力理论	190
8.1.4 库仑土压力理论	193
8.1.5 特殊情况下的土压力计算	197
8.2 挡土墙结构	202
8.2.1 挡土墙的类型	202
8.2.2 重力式挡土墙的计算与构造	204
8.3 土坡稳定	209
8.3.1 土坡的类型及引起土坡失稳的因素	209
8.3.2 无黏性土土坡的稳定分析	210
8.3.3 黏性土土坡的稳定分析	210
8.3.4 土质边坡的坡度	211
8.4 基坑工程	213
8.4.1 基坑工程的概念及特点	213
8.4.2 基坑支护结构的类型及适用条件	214
8.4.3 基坑支护工程设计原则和设计内容	217
8.4.4 作用于支护结构上的荷载及土压力计算	217
本章小结	218
思考与练习	219
第9章 软弱地基及特殊土地基处理	221
9.1 软弱地基及其处理	222
9.1.1 软弱地层的特点	222
9.1.2 软弱地基的处理方法	223
9.2 湿陷性黄土地基及其处理	234
9.2.1 湿陷性黄土地基	234
9.2.2 湿陷性黄土地基处理	234
9.3 膨胀土地基及其处理	236
9.3.1 膨胀土的工程危害	236
9.3.2 膨胀土地基处理措施	237
9.4 盐渍土地基及其处理	239
9.4.1 盐渍土的工程危害	239

9.4.2 盐渍土地基处理技术·····	240
9.5 冻土地基及其处理·····	242
9.5.1 冻土的工程危害·····	242
9.5.2 冻土地基处理技术·····	243
9.6 岩溶地基处理·····	247
9.6.1 岩溶的工程危害·····	247
9.6.2 岩溶地基处理·····	247
本章小结·····	249
思考与练习·····	250
参考文献·····	251

第1章

绪论



学习重点、难点

土力学与地基基础是土木工程专业的一门基础课程,也是一门重要的应用学科,是技术基础课和专业课的综合,涵盖了土力学与基础工程学两方面的内容。本学科利用土力学的理论知识做指导,运用基础工程学的技术来解决基础工程问题。通过本章的学习,要掌握土力学与地基基础课程的研究内容、特点以及作用。

本章内容提要

- ① 简要了解土力学与地基基础的产生与发展
- ② 掌握土力学与地基基础课程的特点和任务
- ③ 熟悉课程内容和学习要求

1.1 土力学与地基基础课程简介

土力学与地基基础是一门土木工程专业的必修课，属于专业基础课。《土力学与地基基础》这门课程主要讲授土力学的基本理论和地基基础设计的基本原理及计算方法，其核心是研究土的应力、应变、强度、变形及稳定性，其主要应用领域为城市建设、水利水电工程、环境工程、海洋工程、地下（隧道、地铁）工程、堤坝岸坡工程、交通（路桥、港口码头）工程、机场工程等各类土建工程。

1.1.1 基本概念

土力学是以工程力学和土工测试技术为基础，研究与工程建设有关的土的应力、变形、强度和稳定性等力学问题的一门应用学科。广义土力学还包括土的成因、组成、物理化学性质及分类等在内的土质学。土力学研究的两大基本问题是土体的强度和变形。土力学是土木工程领域的一门重要专业基础课，它涉及建筑工程、岩土工程、道路工程、桥梁工程、隧道工程等众多专业，也是进一步学习基础工程、进行地基处理和工程事故分析以及研究生阶段学习高等土力学等课程的基础。

- **地基：**承受由基础传下载荷的土体或岩体。建筑物的全部荷载都由它下面的地层来承担。未经人工处理就能满足设计要求的地基称为天然地基；需要对地基进行加固处理才能满足设计要求的地基称为人工地基。
- **基础：**建筑物地面以下的承重构件。它承受建筑物上部结构传下来的荷载，并把这些荷载连同本身的自重一起传给地基。通常情况下，建筑物基础应埋入地面以下一定深度进入持力层，即基础的埋置深度。按照基础的埋置深度的不同，基础可分为浅基础和深基础。

1.1.2 土力学、地基与基础之间的关系

土力学与地基基础这门课程是将土力学、地基与基础三个方面有机地组合在一起，利用土力学的理论知识和基础工程学的技术来解决工程中的安全问题。

地基、基础和上部结构三部分虽然各自功能不同、研究方法相异，但是无论从力学分析入手还是从经济观点出发，这三部分都是彼此联系、相互制约和共同作用的有机统一体，如图 1-1 所示。设计时应根据场地的工程地质条件，综合考虑地基、基础和上部结构三部分的共同作用和施工条件，选取安全可靠、经济合理的施工方案。

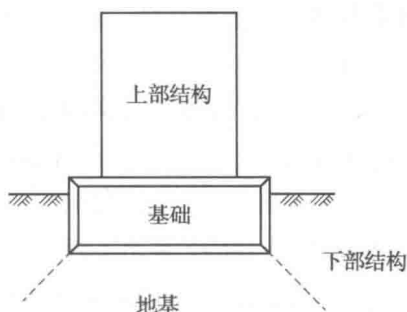


图 1-1 建筑物各部分

地基基础是指建立在土力学基础上的设计理论与计算方法,和土力学密不可分。研究地基基础工程,必然涉及大量的土力学问题。如果想保证地基、基础和上部结构的安全稳定,必须利用土力学的知识来研究土体的性质。

1.2 本课程的特点及研究任务

土力学与地基基础是土木工程领域中相关专业的重要课程,也是一门不可缺少的专业基础课程。本课程涉及工程地质学、土力学、结构设计和施工几个学科领域,具有内容多、综合性强、应用广泛等特点。

本课程的任务包括:掌握地基中岩土体的物理性质和土力学的基本知识;掌握工程地质的基本知识和工程地质勘察的手段方法;掌握各类建筑物的基础类型、特点及适用条件;熟悉地基处理的各类方法,为工程建设的安全稳定、经济合理、设计优化、施工顺利等提供参考依据。在建设过程中,必须结合地基的特点和建筑物的要求来进行基础设计,从而保证建筑质量和施工安全。

1.3 本学科的发展史

地基基础虽然是一门新兴的应用学科,但它属于一项古老的建筑工程技术。早在史前的人类建筑活动中,地基基础因技术成熟而被广泛应用。我国西安半坡村新石器时代遗址和殷墟遗址中的土台和石础;公元前2世纪修建的万里长城;隋、元扩建的京杭运河;隋朝大业年间李春设计建造的河北赵州安济桥;战国时期李冰领导修建的都江堰;唐代的西安小雁塔(其下为巨大的船形灰土基础);杭州湾五代大海塘工程(其基础为木桩和承台);郑州的隋朝超化寺(它是在淤泥中打进木桩形成塔基)等古代建筑中都体现了精湛的地基

基础施工技术,才使得遍布于我国各地的巍巍高塔,宏伟壮丽的宫殿、庙宇、寺院和水利工程等能逾千百年而不倒,留存至今。

作为本学科理论基础的土力学,开始于18世纪兴起了工业革命的欧洲,最早的土力学是用来解决铁路路基问题的。随着墙后土压力问题的提出,1773年,法国的C.A.库伦(Coulomb)创立了著名的砂土抗剪强度公式,提出了计算挡土墙土压力的土压力理论。1857年,英国人W.J.M.朗肯(Rankine, 1869)提出了挡土墙土压力理论。1885年,法国学者J.布辛奈斯克(Boussinesq)求得了弹性半空间体在竖向集中力作用下的应力和位移解。1852年,法国的H.达西(Darcy)创立了砂性土的渗流理论“达西定律”。1922年,瑞典学者W.费兰纽斯(Fellenius)提出了一种土坡稳定的分析方法。这一时期的理论研究为土力学发展成为一门独立学科奠定了基础。

1925年,美国人K.太沙基(Terzaghi)归纳了以往的理论研究成果,发表了第一本《土力学》(Erdbaumechnik)专著,又于1929年与其他学者一起发表了《工程地质学》(Ingenieurgeologie)。这些比较系统完整的科学著作的出版,带动了各国学者对本学科各个方面的研究和探索,从此《土力学》作为一门独立的学科而得到不断发展。从1936年在美国召开第一届国际土力学与基础工程会议起,至1989年,共计召开过12次国际会议。

我国的土力学与地基基础学科的发展开始于1957年召开的第四届国际土力学与基础工程会议。从1962年开始的全国土力学及基础工程学术讨论会的定期召开,已成为本学科迅速进展的里程碑。我国著名学者黄文熙、陈宗基等学者也对此做出了突出贡献,带动了本学科各个方面的探索和研究。

1.4 本课程的内容和学习要求

本课程包括土力学(专业基础课)和基础工程(专业课)两部分,是土木工程类专业的一门主要课程。其主要内容包括土的物理性质及其工程分类、工程地质、土体中的应力及地基变形、土的强度与地基承载力、地基勘察与测试、地基基础的类型及作用、边坡与基坑、特殊土地基及地基处理。

通过本课程的学习,应使学生掌握土力学的基本理论和计算方法,工程地质条件及其工程特性,土体中的应力、强度和变形特点,地基与基础的类型、特点以及适用条件等专业知识。学生能够根据建筑物的要求和地基勘察资料,选择优化的地基基础方案,运用土力学的原理进行一般建筑物的地基基础设计,从而为学习建筑施工等专业课程和从事地基基础设计和施工打下良好基础。



本章小结

本章介绍了土力学与地基基础学科的发展、课程的研究内容和学习要求、课程的特点和任务。

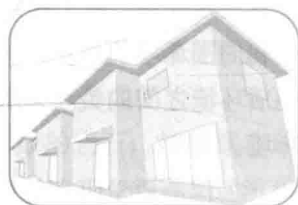


思考与练习

1. 简要分析本学科的发展概况。
2. 学习本课程应注意哪些问题?
3. 本课程的内容和重点是什么?
4. 本课程在土木工程专业中的地位 and 作用是什么?

第2章

工程地质的基本知识



学习重点、难点

任何工程建设都要在一定的地质环境中进行,工程建筑与地质环境之间的关系是相互关联、相互影响和相互制约的。只有熟悉掌握工程地质的基本知识,才能为工程建筑的地基与基础的规划、设计和施工提供参考依据,并保证工程的安全可靠、经济合理。

通过本章的学习,要掌握工程地质的基本知识,矿物、岩石的物理性质及工程性质,地质构造、地质条件与不良地质现象的工程性质,特别是地质对建筑物地基与基础的影响和相互关系。

本章内容提要

- ① 简要了解工程地质的基本概况
- ① 掌握地质条件、地质构造的工程性质
- ① 熟悉不良地质现象对地基与基础的影响