



高等学校土木工程类“十二五”规划教材

财政部文化产业发展专项资金资助项目

Soil Mechanics and Foundations

# 土力学与地基基础

主 编 邹新军

副主编 刘 杰 周德泉 陈秋南

主 审 赵明华

湖南大学出版社



高等学校土木工程专业 十一五 规划教材  
财政部文化产业发展专项资金资助项目

Soil Mechanics and Foundations

# 土力学与地基基础

主 编 邹新军

副主编 刘 杰 周德泉 陈秋南

主 审 赵明华

湖南大学出版社

## 内容简介

本书包括土力学(专业基础)和基础工程(专业)两部分,主要内容有绪论,土的性质与工程分类,土中应力计算,土的压缩性与地基沉降计算,土的抗剪强度,土压力、地基承载力与土坡稳定,浅基础设计,桩基础,沉井基础及其他深基础,基坑工程,特殊土地基,地基处理技术等。全书稿理论知识结合工程实践,重点介绍工程实践中常见的土的受力情况与基础的构造,并附有详细的例题与习题供读者学习参考,亦可供土建类专业勘察、设计和施工技术人员参考使用。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

土力学与地基基础/邹新军主编. —长沙: 湖南大学出版社, 2016. 3

(高等学校土木工程类“十二五”规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5667 - 0962 - 2

I. ①土... II. ①邹... III. ①土力学 ②地基—基础(工程)

IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 199876 号

---

## 土力学与地基基础

TULIXUE YU DIJI JICHU

---

主 编: 邹新军

策划编辑: 卢 宇

责任编辑: 陈 燕 龙思成 责任校对: 全 健 责任印制: 陈 燕

印 装: 衡阳顺地印务有限公司

开 本: 787×1092 16 开 印张: 26.25 字数: 623 千字

版 次: 2016 年 3 月第 1 版 印次: 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5667 - 0962 - 2/TU · 198

定 价: 56.00

---

出 版 人: 雷 鸣

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山 邮 编: 410082

电 话: 0731 - 88822559(发行部), 88821315(编辑室), 88821006(出版部)

传 真: 0731 - 88649312(发行部), 88822264(总编室)

网 址: <http://www.hnupress.com>

电子邮箱: [pwessluy@hmu.ehe.cn](mailto:pwessluy@hmu.ehe.cn)

---

版权所有, 盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错, 请与发行部联系

# 高等学校土木工程类“十二五”规划教材

顾 问 周绪红

主 任 周先雁

副主任 邓铁军 陈伯望

编委会名单(按姓氏笔画排序)

王卫东 方 志 邓铁军 邢心魁 刘 杰

孙义刚 杨春峰 肖勇刚 宋固全 张 红

张 敏 陈伯望 陈金陵 陈秋南 陈燕菲

周书葵 周先雁 周 基 施 周 夏力农

黄小林 曹国辉 龚 鐕 谢方平

参加编写院校

湖南大学

中南大学

中南林业科技大学

南昌大学

贵州大学

长沙理工大学

湖南城市学院

湖南农业大学

桂林理工大学

南华大学

湖南科技大学

湖南工业大学

贵州师范大学

桂林电子科技大学

贵州民族大学

沈阳大学

长沙学院

湖南工程学院

湖南科技学院

邵阳学院

湖南工学院

## 序

随着我国经济社会的快速发展,基本建设规模不断扩大,为土木工程的发展带来了千载难逢的契机,也对土木工程人才培养提出了更高的要求。目前,我国正在进行的土木工程基本建设的数量、规模在世界上首屈一指,一批大型、特大型工程项目不断上马和竣工,土木工程的发展正处于前所未有的高速发展时期。在这个重要的历史时期,高等工程教育承担着培养中国特色社会主义现代化建设高级专门人才的历史重任。

然而,我国土木工程人才培养在适应社会发展需要方面还存在较大差距。其一是课程体系和教学方法没有根本性的转变。近10年来,高等院校开展了大规模的教学内容和课程体系改革,推出了一批优秀教材和精品课程,取得了明显成效。但是,传统的课程体系、教学计划、培养模式并没有普遍深刻地变化,不同科类的知识依然相互分离,综合性的课程还不多见,理论与工程实践脱节的局面并未得到根本改善。其二是教学内容没有做到与时俱进和与世界先进水平接轨。随着工业化进程的加快和科技水平的发展,教学内容不断增加,教学要求不断提高,我们还是习惯于增加课程、增加学时,而忽视了课程的整合、融合、拓宽、更新和更加注重应用;在教学方法上依然以讲授为主,学生自主学习、自我体验、自由创造的环境还不具备,现代工程要求的多学科综合性、实践性、适应性的特征在人才培养的过程中体现得还远远不够。其三是人才培养质量与社会需求脱节。不同高校培养计划、课程设置千篇一律,缺少学校特色和行业特色,陷入“异校同质”的困局,尤其是近10年来,某些新升格的本科院校,在人才培养上盲目追求“研究型”、“系统性”和“理论性”,导致理论与实践、学习与应用严重脱节。因此,我们必须根据社会发展需求,依据各自高校和行业的固有特点,对人才培养目标进行科学定位,对教学内容和课程体系进行改革,并将改革成果体现在教材建设之中。

正是为了适应教学改革的要求,湖南大学出版社精心组织出版了这套“高等学校土木工程类十二五规划创新教材”,作为“高校教材立体化出版及平台建设”和“中国工程教育在线”项目的子项目,由财政部资助并被列入新闻出版总署新闻出版业发展项目库重点项目。这套规划教材涵盖了土木工程专业各个专业方向的主要专业基础课程和专业课程,具有如下几个显著特点:一是紧扣发展。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要》和《高等学校土木工程本科指导性专业规范》精神以及土木工程专业评估的要求组织教材内容,力图在教材中反映新材料、新技术、新结构、新成果。二是强化应用。强调学生创新思维的训练,注重学生创新精神、创新能力和工程实践能力的培养,教材内容与现行国家规范、规程相结合,与国家的注册执业资格考试制度相结合。三是服务师生。围绕“教师教学需要”和“学生学习需要”两个中心点,秉持“体现内容的前沿性、保持内容的整体性和系统性、兼顾内容的全面性与精练

性、突出工程实践性”等原则,精心组织教材内容,同时对教材进行了立体化开发,包括纸质教材、电子书、电子课件、多媒体素材库和工程教育网站。

系列教材以主教材为中心,配套辅导教材、教师用演示文稿、电子资料(电子资料库)、教学网站等载体,提供包含主体知识、案例及案例分析、习题试题库及答案、教案、课件、学习软件、自测(考试)软件等内容的立体化教材。一方面,满足课程教学的需要;另一方面,面向工程教育,提倡以“能力为导向”的交互式学习方法,建立了教材配套的立体化资源,使得学生不仅可利用教材在课堂上学习知识,而且能够在课后进行更多的主动式、自主式学习。

教材建设是反映时代发展、体现教学内容和教学方法、培养适应社会需求人才的重要载体。这套教材的出版、发行和使用,将促进土建类课程、教材、教学内容和教学方法的改革,为人才培养模式创新做出有益的探索,从而进一步提高人才培养的质量。

周绪红

重庆大学校长 中国工程院院士

2014年10月于重庆大学

# 前 言

本教材紧密结合人才培养模式的改革,根据“拓宽专业基础、提高综合素质、增强创新能力”的要求,特别是为满足“卓越工程师”的培养需求,在课时安排、知识结构及内容编排等方面精心规划,内容涵盖原建筑工程、交通土建工程及铁道工程等专业领域内土力学与基础工程两大知识体系的主要内容,原则上与我国现行的各有关规范规程保持一致,但又力求淡化与规范或规程的关系,尽量以共性内容为主,便于土木工程专业本科学生的“宽口径”培养(包括建筑工程、桥梁工程、道路工程、岩土工程、工程管理等专业方向),同时可作为土木工程专业技术人员参考用书。

本教材以现代土力学与基础工程的基本理论为依据,系统而精炼地论述了土力学的成熟成果与观点、基础工程的最新设计计算方法和施工技术,遵照“少而精”的原则精选教材内容,每章开头设有内容提要、指导学习方法,章中安排有典型例题,章末有思考题和习题,并附有解题思路与参考答案,以便提高学生的自学能力与专业实践感性认识。

参加本教材编写的作用有:湖南大学邹新军(第7、第8章),张玲(第6、第12章);湖南工业大学刘杰(第1、第9章);长沙理工大学周德泉(第2、第11章);湖南科技大学陈秋南(第5、第10章);贵州大学戴自然(第3、第4章)。全书由邹新军主编,湖南大学赵明华教授主审。

限于编者水平,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2015年7月

# 目 录

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 第1章 绪 论 .....              | (1)  |
| 1.1 土力学、地基与基础工程的基本概念 ..... | (1)  |
| 1.2 本学科的发展概况 .....         | (3)  |
| 1.3 本学科的发展方向 .....         | (4)  |
| 1.4 本课程的特点与学习要求 .....      | (5)  |
| 第2章 土的性质及工程分类 .....        | (6)  |
| 2.1 概 述 .....              | (6)  |
| 2.2 土的组成与结构 .....          | (7)  |
| 2.2.1 土中固体颗粒 .....         | (7)  |
| 2.2.2 土中水和气 .....          | (13) |
| 2.2.3 土的结构和构造 .....        | (17) |
| 2.3 土的物理性质 .....           | (19) |
| 2.3.1 土的三相比例指标及其换算 .....   | (19) |
| 2.3.2 无黏性土的密实度 .....       | (23) |
| 2.3.3 黏性土的物理特征 .....       | (24) |
| 2.3.4 土的动力性质 .....         | (26) |
| 2.4 地基岩(土)的工程分类 .....      | (34) |
| 2.4.1 建筑地基的岩土分类 .....      | (35) |
| 2.4.2 细粒土按塑性图分类 .....      | (38) |
| 2.5 土的渗透性与渗流 .....         | (38) |
| 2.5.1 土的渗透性及测定 .....       | (39) |
| 2.5.2 土中渗流与流网 .....        | (42) |
| 2.5.3 渗流破坏及其控制 .....       | (46) |
| 思考题 .....                  | (50) |
| 习 题 .....                  | (50) |
| 第3章 土中应力计算 .....           | (53) |
| 3.1 土的自重应力 .....           | (53) |
| 3.1.1 均质土的自重应力 .....       | (53) |
| 3.1.2 成层土的自重应力 .....       | (53) |
| 3.1.3 存在地下水时的自重应力 .....    | (54) |
| 3.2 基底压力 .....             | (55) |
| 3.2.1 基底压力分布 .....         | (55) |

|       |                  |       |
|-------|------------------|-------|
| 3.2.2 | 基底压力的简化计算        | (56)  |
| 3.2.3 | 基底附加压力           | (58)  |
| 3.3   | 地基附加应力           | (58)  |
| 3.3.1 | 竖向集中力下的地基附加应力    | (58)  |
| 3.3.2 | 分布荷载下地基附加应力      | (60)  |
| 3.3.3 | 非均质和各向异性地基中的附加应力 | (71)  |
| 3.4   | 有效应力原理           | (73)  |
| 3.4.1 | 有效应力原理的基本概念      | (73)  |
| 3.4.2 | 有效应力原理的应用        | (74)  |
|       | 思考题              | (77)  |
|       | 习 题              | (78)  |
| 第 4 章 | 土的压缩性与地基沉降计算     | (79)  |
| 4.1   | 土的压缩性            | (79)  |
| 4.1.1 | 基本概念             | (79)  |
| 4.1.2 | 固结试验及压缩性指标       | (80)  |
| 4.1.3 | 土的载荷试验及变形模量      | (83)  |
| 4.2   | 地基沉降量计算          | (84)  |
| 4.2.1 | 分层总和法基本假定        | (84)  |
| 4.2.2 | 分层总和法计算步骤        | (85)  |
| 4.2.3 | 规范方法             | (87)  |
| 4.3   | 应力历史对地基沉降的影响     | (92)  |
| 4.3.1 | 天然土层的应力历史        | (92)  |
| 4.3.2 | 先期固结压力的确定        | (93)  |
| 4.3.3 | 考虑应力历史的最终沉降计算    | (93)  |
| 4.4   | 地基变形与时间的关系       | (95)  |
| 4.4.1 | 饱和土的渗透固结         | (95)  |
| 4.4.2 | 太沙基一维固结理论        | (95)  |
| 4.4.3 | 地基沉降-时间关系计算      | (100) |
|       | 思考题              | (101) |
|       | 习 题              | (101) |
| 第 5 章 | 土的抗剪强度           | (104) |
| 5.1   | 土的抗剪强度理论         | (104) |
| 5.1.1 | 库仑公式             | (104) |
| 5.1.2 | 莫尔-库仑强度理论        | (106) |
| 5.2   | 抗剪强度的测定方法        | (108) |
| 5.2.1 | 直接剪切试验           | (108) |
| 5.2.2 | 三轴压缩试验           | (110) |
| 5.2.3 | 无侧限抗压强度试验        | (112) |

|       |                         |       |
|-------|-------------------------|-------|
| 5.2.4 | 十字剪切板试验 .....           | (114) |
| 5.3   | 孔隙压力系数 .....            | (115) |
| 5.4   | 抗剪强度指标的选用 .....         | (118) |
| 5.4.1 | 不同试验条件下黏性土抗剪强度指标 .....  | (118) |
| 5.4.2 | 黏性土的残余强度指标 .....        | (124) |
| 5.4.3 | 无黏性土的抗剪强度指标 .....       | (125) |
| 5.4.4 | 抗剪强度指标的选择 .....         | (126) |
| 5.5   | 应力路径 .....              | (127) |
|       | 思考题 .....               | (130) |
|       | 习 题 .....               | (130) |
| 第6章   | 土压力、地基承载力和土坡稳定 .....    | (131) |
| 6.1   | 概 述 .....               | (131) |
| 6.2   | 作用在挡土墙上的土压力 .....       | (132) |
| 6.3   | 朗金土压力理论 .....           | (133) |
| 6.3.1 | 基本概念 .....              | (133) |
| 6.3.2 | 主动土压力 .....             | (134) |
| 6.3.3 | 被动土压力 .....             | (135) |
| 6.3.4 | 几种情况下的土压力计算 .....       | (136) |
| 6.4   | 库伦土压力理论 .....           | (139) |
| 6.4.1 | 基本概念 .....              | (139) |
| 6.4.2 | 主动土压力 .....             | (139) |
| 6.4.3 | 被动土压力 .....             | (143) |
| 6.4.4 | 《建筑地基基础设计规范》推荐的公式 ..... | (143) |
| 6.4.5 | 土压力计算的几个应用问题 .....      | (144) |
| 6.5   | 挡土墙设计 .....             | (145) |
| 6.5.1 | 常用挡土墙类型 .....           | (145) |
| 6.5.2 | 重力式挡土墙的设计计算 .....       | (146) |
| 6.6   | 加筋土挡土墙简介 .....          | (150) |
| 6.6.1 | 面板 .....                | (151) |
| 6.6.2 | 筋带 .....                | (152) |
| 6.6.3 | 填料 .....                | (152) |
| 6.6.4 | 加筋土挡土墙的设计计算 .....       | (152) |
| 6.7   | 地基破坏形式及地基承载力 .....      | (154) |
| 6.7.1 | 地基的破坏形式 .....           | (154) |
| 6.7.2 | 地基的临塑荷载和界限荷载 .....      | (155) |
| 6.8   | 地基的极限承载力 .....          | (157) |
| 6.8.1 | 普朗德尔公式 .....            | (157) |
| 6.8.2 | 太沙基公式 .....             | (158) |
| 6.9   | 土坡稳定性分析 .....           | (159) |

|       |                             |       |
|-------|-----------------------------|-------|
| 6.9.1 | 无黏性土边坡的稳定性分析 .....          | (159) |
| 6.9.2 | 黏性土边坡的稳定性分析 .....           | (160) |
| 思考题   | .....                       | (162) |
| 习 题   | .....                       | (162) |
| 第7章   | 浅基础设计 .....                 | (164) |
| 7.1   | 地基基础设计的基本原则 .....           | (164) |
| 7.1.1 | 概述 .....                    | (164) |
| 7.1.2 | 概率极限设计方法与极限状态设计原则 .....     | (165) |
| 7.1.3 | 地基基础设计基本规定 .....            | (166) |
| 7.2   | 浅基础的类型 .....                | (168) |
| 7.2.1 | 无筋扩展基础 .....                | (168) |
| 7.2.2 | 扩展基础 .....                  | (170) |
| 7.2.3 | 柱下条形基础 .....                | (171) |
| 7.2.4 | 筏形基础 .....                  | (172) |
| 7.2.5 | 壳体基础 .....                  | (172) |
| 7.2.6 | 岩层锚杆基础 .....                | (173) |
| 7.3   | 基础埋置深度的选择 .....             | (173) |
| 7.3.1 | 建筑结构条件与场地环境条件 .....         | (173) |
| 7.3.2 | 工程地质条件 .....                | (174) |
| 7.3.3 | 水文地质条件 .....                | (175) |
| 7.3.4 | 地基冻融条件 .....                | (175) |
| 7.4   | 地基承载力 .....                 | (178) |
| 7.4.1 | 按土的抗剪强度指标确定 .....           | (179) |
| 7.4.2 | 按地基载荷试验确定 .....             | (180) |
| 7.4.3 | 按地基规范承载力表确定 .....           | (182) |
| 7.5   | 基础底面尺寸的确定 .....             | (184) |
| 7.5.1 | 按地基持力层的承载力计算基底尺寸 .....      | (184) |
| 7.5.2 | 软弱下卧层的验算 .....              | (186) |
| 7.6   | 地基变形验算 .....                | (190) |
| 7.6.1 | 地基变形特征 .....                | (190) |
| 7.6.2 | 地基变形验算 .....                | (192) |
| 7.7   | 扩展基础设计 .....                | (194) |
| 7.7.1 | 扩展基础的构造要求 .....             | (194) |
| 7.7.2 | 墙下钢筋混凝土条形基础的底板厚度和配筋计算 ..... | (197) |
| 7.7.3 | 柱下钢筋混凝土单独基础底板厚度和配筋计算 .....  | (198) |
| 7.8   | 柱下钢筋混凝土条形基础设计 .....         | (204) |
| 7.8.1 | 地基基础与上部结构相互作用的概念 .....      | (204) |
| 7.8.2 | 柱下钢筋混凝土条形基础设计 .....         | (206) |
| 7.9   | 筏形基础设计 .....                | (211) |

|        |                     |       |
|--------|---------------------|-------|
| 7.9.1  | 构造要求 .....          | (212) |
| 7.9.2  | 筏形基础的结构和内力计算 .....  | (212) |
| 7.10   | 减轻不均匀沉降损害的措施 .....  | (216) |
| 7.10.1 | 建筑措施 .....          | (216) |
| 7.10.2 | 结构措施 .....          | (221) |
| 7.10.3 | 施工措施 .....          | (222) |
| 思考题    | .....               | (222) |
| 习 题    | .....               | (223) |
| 第8章    | 桩基础 .....           | (226) |
| 8.1    | 概述 .....            | (226) |
| 8.1.1  | 桩基础及其应用 .....       | (226) |
| 8.1.2  | 桩基础类型及适用条件 .....    | (227) |
| 8.1.3  | 桩基础设计原则 .....       | (232) |
| 8.2    | 桩的竖向承载力 .....       | (233) |
| 8.2.1  | 桩的荷载传递机理 .....      | (233) |
| 8.2.2  | 桩的荷载传递 .....        | (233) |
| 8.2.3  | 桩侧摩阻力和桩端阻力 .....    | (234) |
| 8.2.4  | 单桩的破坏模式 .....       | (235) |
| 8.2.5  | 单桩竖向抗压承载力 .....     | (236) |
| 8.2.6  | 单桩竖向抗拔承载力 .....     | (245) |
| 8.2.7  | 桩的负摩阻力 .....        | (246) |
| 8.2.8  | 群桩基础 .....          | (248) |
| 8.2.9  | 基桩竖向承载力验算 .....     | (252) |
| 8.2.10 | 桩基的沉降 .....         | (253) |
| 8.3    | 桩的水平承载力 .....       | (254) |
| 8.3.1  | 水平荷载作用下桩的工作性状 ..... | (254) |
| 8.3.2  | 水平受荷桩的理论分析 .....    | (255) |
| 8.3.3  | 单桩水平静载荷试验 .....     | (259) |
| 8.3.4  | 桩基水平承载力验算 .....     | (261) |
| 8.4    | 承台的计算 .....         | (262) |
| 8.4.1  | 构造要求 .....          | (262) |
| 8.4.2  | 承台的内力计算 .....       | (263) |
| 8.4.3  | 受冲切计算 .....         | (264) |
| 8.4.4  | 受剪计算 .....          | (264) |
| 8.4.5  | 局部受压计算 .....        | (265) |
| 8.4.6  | 受弯计算 .....          | (265) |
| 8.5    | 桩基础设计 .....         | (265) |
| 8.5.1  | 资料收集 .....          | (266) |
| 8.5.2  | 桩型、桩长和截面尺寸选择 .....  | (266) |

|        |                         |       |
|--------|-------------------------|-------|
| 8.5.3  | 桩的平面布置 .....            | (267) |
| 8.5.4  | 桩身截面强度计算 .....          | (268) |
| 8.5.5  | 设计实例 .....              | (270) |
| 8.6    | 桩基检测 .....              | (272) |
|        | 思考题 .....               | (272) |
|        | 习 题 .....               | (273) |
| 第9章    | 沉井基础及其他深基础 .....        | (274) |
| 9.1    | 概 述 .....               | (274) |
| 9.1.1  | 沉井的作用及适用条件 .....        | (274) |
| 9.1.2  | 沉井的分类 .....             | (275) |
| 9.1.3  | 沉井基础的构造 .....           | (276) |
| 9.2    | 沉井的施工 .....             | (277) |
| 9.2.1  | 旱地沉井施工 .....            | (278) |
| 9.2.2  | 水中沉井施工 .....            | (280) |
| 9.2.3  | 泥浆套和空气幕下沉沉井施工简介 .....   | (280) |
| 9.2.4  | 沉井下沉过程中遇到的问题及处理 .....   | (282) |
| 9.3    | 沉井的设计与计算 .....          | (283) |
| 9.3.1  | 沉井作为整体深基础的计算 .....      | (283) |
| 9.3.2  | 沉井施工过程中的结构强度计算 .....    | (286) |
| 9.3.3  | 浮运沉井计算要点 .....          | (291) |
| 9.4    | 沉井基础算例 .....            | (292) |
| 9.4.1  | 设计资料 .....              | (292) |
| 9.4.2  | 沉井高度及各部分尺寸 .....        | (292) |
| 9.4.3  | 荷载计算 .....              | (293) |
| 9.4.4  | 基底应力验算 .....            | (294) |
| 9.4.5  | 横向抗力验算 .....            | (295) |
| 9.4.6  | 沉井自重下沉验算 .....          | (295) |
| 9.5    | 其他深基础简介 .....           | (295) |
| 9.5.1  | 墩基础 .....               | (296) |
| 9.5.2  | 地下连续墙 .....             | (297) |
|        | 思考题 .....               | (299) |
|        | 习 题 .....               | (299) |
| 第10章   | 基坑工程 .....              | (300) |
| 10.1   | 概 述 .....               | (300) |
| 10.1.1 | 基坑及基坑支护 .....           | (300) |
| 10.1.2 | 基坑支护结构的类型及适用条件 .....    | (301) |
| 10.1.3 | 基坑支护工程设计原则内容和安全等级 ..... | (303) |
| 10.1.4 | 作用于支护结构上的荷载及土压力计算 ..... | (304) |

|        |                   |       |
|--------|-------------------|-------|
| 10.2   | 排桩支护结构 .....      | (304) |
| 10.2.1 | 悬臂式桩计算 .....      | (305) |
| 10.2.2 | 单层支锚桩计算 .....     | (308) |
| 10.2.3 | 多支点桩计算 .....      | (311) |
| 10.3   | 水泥土桩支护结构 .....    | (312) |
| 10.3.1 | 概述 .....          | (312) |
| 10.3.2 | 水泥土桩墙计算 .....     | (313) |
| 10.3.3 | 水泥土桩墙水平位移计算 ..... | (315) |
| 10.3.4 | 水泥土桩墙构造要求 .....   | (315) |
| 10.4   | 土钉支护结构 .....      | (316) |
| 10.4.1 | 概述 .....          | (316) |
| 10.4.2 | 土钉支护结构的设计参数 ..... | (316) |
| 10.4.3 | 土钉抗力设计 .....      | (317) |
| 10.4.4 | 土钉墙支护内部稳定分析 ..... | (319) |
| 10.4.5 | 土钉墙外部稳定性分析 .....  | (319) |
| 10.5   | 基坑稳定性验算 .....     | (320) |
| 10.5.1 | 概述 .....          | (320) |
| 10.5.2 | 基坑整体稳定性验算 .....   | (320) |
| 10.5.3 | 支护结构踢脚稳定性验算 ..... | (320) |
| 10.5.4 | 基坑底抗隆起稳定性验算 ..... | (321) |
| 10.5.5 | 基坑渗流稳定性验算 .....   | (323) |
| 思考题    | .....             | (324) |
| 习 题    | .....             | (324) |

## 第11章 特殊土地基 .....

|        |                       |       |
|--------|-----------------------|-------|
| 11.1   | 软土地基 .....            | (327) |
| 11.1.1 | 软土的成因与分类 .....        | (327) |
| 11.1.2 | 软土的工程特性 .....         | (327) |
| 11.1.3 | 软土地基的承载力、沉降和稳定性 ..... | (327) |
| 11.2   | 湿陷性黄土地基 .....         | (331) |
| 11.2.1 | 黄土的特征和分布 .....        | (331) |
| 11.2.2 | 湿陷原因和影响因素 .....       | (331) |
| 11.2.3 | 黄土地基的湿陷性评定及勘察 .....   | (332) |
| 11.2.4 | 湿陷性黄土地基的工程措施 .....    | (335) |
| 11.3   | 膨胀土地基 .....           | (336) |
| 11.3.1 | 膨胀土的特征与危害性 .....      | (336) |
| 11.3.2 | 膨胀土胀缩变形主要影响因素 .....   | (337) |
| 11.3.3 | 膨胀土地基勘察和评价 .....      | (337) |
| 11.3.4 | 膨胀土地基计算及工程措施 .....    | (339) |
| 11.4   | 山区地基和红黏土地基 .....      | (341) |

|        |                      |       |
|--------|----------------------|-------|
| 11.4.1 | 土岩组合地基 .....         | (341) |
| 11.4.2 | 岩溶与土洞 .....          | (342) |
| 11.4.3 | 红黏土地基 .....          | (343) |
| 11.5   | 冻土地基及盐渍土地基 .....     | (344) |
| 11.5.1 | 冻土性质 .....           | (344) |
| 11.5.2 | 冻土地基基础设计 .....       | (348) |
| 11.5.3 | 盐渍土的分类与评价 .....      | (348) |
| 11.5.4 | 盐渍土地基防腐措施 .....      | (353) |
| 11.6   | 地震区地基及动力机器基础 .....   | (353) |
| 11.6.1 | 地基基础抗震设计 .....       | (353) |
| 11.6.2 | 动力机器基础设计原理 .....     | (357) |
|        | 思考题 .....            | (361) |
|        | 习 题 .....            | (361) |
| 第 12 章 | 地基处理技术 .....         | (362) |
| 12.1   | 概述 .....             | (362) |
| 12.1.1 | 地基处理的定义与目的 .....     | (362) |
| 12.1.2 | 地基处理的对象及特性 .....     | (363) |
| 12.1.3 | 地基处理方法分类 .....       | (364) |
| 12.1.4 | 一些新的地基处理方法 .....     | (365) |
| 12.2   | 换土垫层法 .....          | (366) |
| 12.2.1 | 换土垫层法的原理 .....       | (366) |
| 12.2.2 | 垫层的设计 .....          | (367) |
| 12.2.3 | 施工要点 .....           | (370) |
| 12.2.4 | 质量检测 .....           | (370) |
| 12.3   | 碾压法与夯实法 .....        | (370) |
| 12.3.1 | 机械碾压法 .....          | (370) |
| 12.3.2 | 振动压实法 .....          | (371) |
| 12.3.3 | 重锤夯实法 .....          | (371) |
| 12.3.4 | 强夯法 .....            | (372) |
| 12.4   | 排水固结预压法 .....        | (375) |
| 12.4.1 | 加固原理与应用条件 .....      | (375) |
| 12.4.2 | 排水固结法的组成 .....       | (376) |
| 12.4.3 | 砂井堆载预压法设计计算 .....    | (378) |
| 12.4.4 | 排水固结法施工简介与现场观测 ..... | (381) |
| 12.5   | 挤密法和振冲法 .....        | (381) |
| 12.5.1 | 挤密、振冲作用机理 .....      | (381) |
| 12.5.2 | 砂(石)桩 .....          | (382) |
| 12.6   | 高压喷射注浆法与深层搅拌法 .....  | (385) |
| 12.6.1 | 高压喷射注浆法 .....        | (385) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 12.6.2 深层搅拌法 .....           | (387) |
| 12.7 土工合成材料 .....            | (389) |
| 12.7.1 特点和适用范围 .....         | (389) |
| 12.7.2 作用原理 .....            | (389) |
| 12.8 复合地基 .....              | (390) |
| 12.8.1 复合地基的概念与分类 .....      | (390) |
| 12.8.2 桩体复合地基作用机理及加固模式 ..... | (392) |
| 12.8.3 桩体复合地基的有关设计参数 .....   | (393) |
| 12.8.4 桩体复合地基承载力确定 .....     | (393) |
| 12.8.5 桩体复合地基沉降计算 .....      | (394) |
| 12.9 托换技术 .....              | (395) |
| 12.9.1 基础托换 .....            | (395) |
| 12.9.2 纠偏托换 .....            | (398) |
| 思考题 .....                    | (399) |
| 习 题 .....                    | (400) |
| 参考文献 .....                   | (401) |

# 第1章 绪 论

## 1.1 土力学、地基与基础工程的基本概念

土是矿物或岩石构成的松软集合体。由于其形成年代、生成环境及物质成分不同,工程特性亦复杂多变。例如我国沿海及内陆地区的软土,西北、华北和东北等地区的黄土,高寒地区的永久冻土以及分布广泛的红黏土、膨胀土和杂填土等,其性质各不相同。因此,在建筑物设计前,必须充分了解、研究建筑场地相应土(岩)层的成因、构造、地下水情况、土的工程性质、是否存在不良地质现象等,从而对场地的工程地质条件做出正确的评价。

土力学是运用力学的一般原理,研究土的物理、化学和力学性质及土体在荷载、水、温度等外界因素作用下工程性状的应用科学。它是工程力学的一个分支,是本课程的理论基础。土力学的研究对象是以矿物颗粒组成骨架的松散颗粒集合体,其物理、化学和力学性质与一般刚性或弹性固体以及流体等都有所不同,因此,必须通过专门的手段与方法技术进行探讨。

土是自然历史产物,研究它的性质,除了运用一般连续的介质力学的原理外,还要作一些基本假设,并同实际情况相结合来研究。在土力学的研究中,不仅提出了一些计算模型,还必须重视土的现场勘察及室内土工试验测定其计算参数,因此土力学是一门实践性很强的学科,土工试验非常重要。汪闻韶院士说:土力学是三分计算,七分实验,即说明了土力学实验的重要性。

土力学的主要研究内容包括以下方面:研究土的渗透性和渗流;研究土体的应力-应变和应力-应变-时间的本构关系,以及强度准则和理论;研究在均布荷载或偏心荷载以及在各种形式基础的作用下,基础与地基土体接触面上的应力分布和地基土体中的应力分布,地基的压缩变形及其与时间的关系,以及地基的承载能力和稳定性;根据极限平衡原理用稳定性系数评价天然土坡的稳定性和进行人工土坡的设计;计算在自重和建筑物附加荷载作用下土体的侧向压力,为设计挡土结构物提供依据;改进和研制为进行上述研究所必需的技术、方法和仪器设备。

任何建筑物都建造在一定的地层(土层或岩层)上,建筑物的全部荷载都由它下面的地层来承担。通常,把受建筑物影响的那一部分地层称为地基,将结构承受的各种作用传递到地基上的结构称为基础(如图1-1所示)。

地基可分为天然地基与人工地基。未经人工处理就可以满足设计要求的地基称为天然地基。若地基软弱、承载力不能满足设计要求,或存在不良工程地质问题,则需对地基进行加固处理(例如采用换土垫层、深层密实、排水固结、化学加

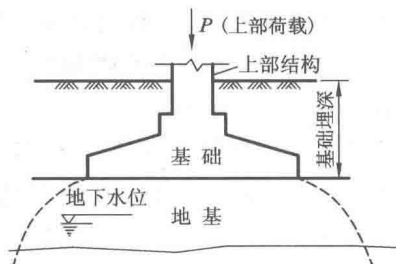


图1-1 地基与基础示意图