

土 体 工 程

朱小林 杨桂林 编著



同济大学出版社

土 体 工 程

朱小林 杨桂林 编著

同济大学出版社

内 容 提 要

本书是同济大学岩土工程专业的主课教材,本教材是在本科生使用已 20 多年的基础上,进行再充实和更新改编而成。

全书系统论述土的工程性质的形成、变化机理和研究方法;土的工程勘察基本知识、勘探与取样技术和原位测试技术与工程应用;土工参数的统计分析原理与方法;各类土地基的岩土工程评价与勘察;高层建筑地基变形的特殊问题以及桩基的岩土工程评价与勘察。本书取材新、内容丰富,反映了当前国内外的先进技术水平和理论研究成果,并密切联系工程实践,有很强的实用性。

本书可作为高等院校的土建、岩土工程及工程地质等专业本科生的教科书和研究生的参考书,也可供从事岩土工程勘察、设计、施工等科技人员参考。

责任编辑 曹炽康

封面设计 陈益平

土 体 工 程

朱小林 杨桂林 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

上海市青浦县任屯印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:24 字数:610 千字

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—2000 定价:20.00 元

ISBN7—5608—1631—2/TU·189

前 言

土体工程是岩土工程学科中的一个重要课程。因为土沉积物分布极广，而大量的工程（建筑物、道路、桥梁、港口、地铁、隧道等）都要遇到土，或把土作为地基，或把土作为建筑介质，或把土作为建筑材料。我们把工程影响范围内的土层综合体称为土体，亦即土体可以由一个或几个土层组成，它是自然历史的产物。土体在其形成及发展的历史过程中经受到各种因素的作用，并在地球表面有一定的分布规律和埋藏条件，使土体具有一定的工程特性。土体在工程的施工和使用期间，又会产生不断的变化，并对工程产生各种影响，我们要预测这些影响的结果，保证不致危及工程的稳定性和安全运行。但是土在工程设计与施工中表现出与岩体和人工建筑材料（如混凝土、钢材等）完全不同的特性。土的工程性质更为复杂并易于变化。土体在大多数情况下是非均质的，各向异性的，而且常常是成层的。在外部荷载、湿度、温度和化学物质等因素的作用下，土的性质会发生变化，并随着时间不断产生变化。

土的主要工程性质已在先修课程“土力学”中作了介绍。土力学主要从应力、应变和时间关系，用力学的方法研究地基承载力、侧向土压力、土体的变形和固结、土坡的稳定性等土工问题，对于非力学因素引起的土的性质变化、区域性特殊土的工程性质与土工计算；高层建筑地基变形的特殊问题以及桩基的承载力和变形验算等问题在土力学中并未涉及。土力学中也介绍了室内土工试验的原理和试验方法，而对现场的原位测试技术也并未涉及。

全书分五篇，共 23 章论述以下内容：

第一篇：土的工程性质的形成、决定和控制土的工程性质的因素、土的工程性质的变化机理和研究方法；

第二篇：岩土工程勘察的基本知识、勘探与取样技术和原位测试技术与工程应用；

第三篇：土的工程参数的统计分析原理和方法；

第四篇：各类土地基的岩土工程评价与勘察要点；

第五篇：高层建筑地基变形和桩基的岩土工程评价与勘察要点。

本书是同济大学岩土工程专业的主课教材，是在本科生使用已 20 余年的基础上，进行充实和更新改编而成。该教材将土质学、土力学、工程地质、地基基础及数理统计有机结合起来，反映了当前国内外先进技术水平，并吸取了最近修订的有关规范和科研成果，密切联系工程实践，有很强的实用性。

本书前三篇（第 1~13 章）由朱小林（教授）编写，第四篇、第五篇（第 14~23 章）由杨桂林（教授）编写。

限于编者水平，本书不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1995 年 2 月

主 要 符 号 表

- A —— 基础底面面积, 桩的横截面面积;
 A_b —— 桩端横截面面积;
 A_c —— 活动性指数;
 A_f —— 土破坏时孔隙水压力系数;
 a —— 土的压缩系数;
 $a_{\max}$ —— 地震地面最大加速度;
 B —— 基础底面宽度, 建筑物宽度;
 B_q —— 静探孔隙水压力系数;
 C —— 土的内聚力;
 c_a —— 取土器面积比, 土对桩身的粘附力;
 c_c —— 土的曲率系数, 土的压缩指数;
 C_e —— 土的回弹指数, 土的真内聚力;
 C_u —— 土的不均匀系数, 土的不排水抗剪强度;
 C_v —— 土的竖向固结系数;
 C_h —— 土的水平向固结系数;
 c_i —— 取土器内间隙比;
 c_o —— 取土器外间隙比;
 D —— 基础埋置深度, 基坑开挖深度, 介电常数;
 D_{cr} —— 基坑开挖临界深度;
 D_r —— 土的相对密度;
 d —— 土的粒径, 桩径或桩截面宽度, 基础埋置深度;
 d_a —— 大气影响深度;
 d_{10} —— 土的有效粒径;
 d_{50} —— 土的平均粒径;
 d_{60} —— 土的限制粒径;
 d_s —— 标准贯入点深度;
 d_o —— 液化土特征深度;
 d_u —— 上覆非液化土层厚度;
 d_w —— 地下水位深度;
 E —— 土的弹性模量;
 E_s —— 土的压缩模量;
 E_o —— 土的变形模量;
 E_i —— 土的初始切线模量, 自由落锤能量;
 E_{LE} —— 地基液化指数;

E_{es} ——土的回弹再压缩模量;
 E_M ——土的旁压模量;
 E_{sp} ——土的自重压力至自重压力加附加压力阶段的压缩模量;
 E_p ——传至探头的第一个压缩模量;
 E_u ——土的不排水模量;
 e ——土的孔隙比;
 e_o ——偏心距;
 f_o ——地基承载力基本值;
 f_k ——地基承载力标准值;
 f_s ——静探侧壁摩阻力;
 G ——土的颗粒比重;
 G_c ——土的粗颗粒部分的比重;
 G_x ——土的细颗粒部分的比重;
 G_M ——土的旁压剪切模量;
 g ——重力加速度;
 H ——建筑物高度, 桩端全断面入土深度, 计算点地表深度, 承压水头高度;
 H_c ——土的毛细上升高度;
 h ——土层厚度, 土层深度, 水头相对高度;
 h_o ——试样原始高度;
 h_w ——试样浸水膨胀稳定后的高度;
 I_o ——承压板影响系数;
 I_1 ——承压板深度修正系数;
 I_L ——土的液性指数;
 I_p ——土的塑性指数, 土样扰动指数;
 I_r ——土的刚度指标, 土的液塑比;
 i ——渗流水头梯度;
 K ——安全系数, 土的侧压力系数, Boltzmann 常数;
 K_o ——土的静止侧压力系数;
 K_c ——最大最小主应力比;
 K_d ——土的压实指标;
 K_e ——土的膨胀性指标;
 K_h ——水平向渗透系数;
 K_m ——旁压侧向基床反力系数;
 K_s ——基床反力系数;
 K_v ——载荷试验基床反力系数, 垂直向渗透系数;
 L ——基础长度, 桩长, 渗透路径长度;
 M ——地震震级;
 m_B ——基础宽度的地基承载力修正系数;
 m_D ——基础埋深的地基承载力修正系数;
 m_v ——体积压缩系数;

N ——标准贯入锤击数, 上部结构荷重, 桩身轴向压力;
 N' ——实测标准贯入锤击数;
 N_o ——液化判别标准贯入击数基准值;
 N_{cr} ——液化判别标准贯入击数临界值;
 N_B, N_c, N_D ——承载力系数;
 N_{10} ——轻便动力触探击数;
 N_{28} ——中型动力触探击数;
 N_{120} ——超重型动力触探击数;
 $N_{63.5}^*$ ——重型圆锥动力触探击数;
 n ——土的孔隙度, 统计子样数;
 n_d ——能量指数;
 OCR ——土的超固结比;
 p ——基础底面处平均压力;
 p_o ——基础底面处平均附加压力, 载荷试验比例界限压力;
 p_{co} ——基础底面处土的自重压力;
 p_c ——土的粘粒含量, 前期固结压力;
 p_D ——渗流动水压力;
 p_F ——渗透压力;
 p_f ——旁压试验临塑压力;
 p_{kp} ——临塑荷载;
 $p_{\frac{1}{4}}$ ——界限荷载;
 p_{CZH} ——饱和自重压力;
 p_s ——静探比贯入阻力;
 p_{sh} ——湿陷起始压力;
 p_{sb} ——桩端附近的静探比贯入阻力标准值;
 p_e ——膨胀力;
 p_{so} ——液化判别静探比贯入阻力基准值;
 Q ——离差平方和;
 Q_u ——单桩极限承载力;
 Q_{su} ——单桩桩侧极限总摩阻力;
 q_c ——静探锥尖阻力;
 $\bar{q}_{cb}$ ——桩端附近的静探锥尖阻力平均值;
 q_{bu} ——桩端单位极限阻力;
 q_{su} ——桩侧单位极限摩阻力;
 q_s^n ——桩侧负摩阻力标准值;
 R ——气体常数;
 R_f ——静探摩阻比;
 R_{D+L} ——群桩基础底面下经深宽修正后的地基承载力设计值;
 r ——相关系数;

r_d —— 动应力衰减系数;
 S —— 标准差, 沉降量;
 S_s —— 地基浸水下沉量(湿陷量), 地基收缩变形量;
 S_e —— 地基膨胀变形量;
 S_{es} —— 地基胀缩变形量;
 T —— 温度, 时间;
 t_{50} —— 超孔压消散 50% 的时间;
 U —— 桩身截面周长;
 u —— 孔隙水压力;
 ω —— 土的含水量;
 ω_{op} —— 土的最优含水量;
 ω_L —— 土的液限;
 ω_P —— 土的塑限;
 ω_s —— 土的缩限;
 ω_{es} —— 胀缩指数;
 α —— 显著性水平, 附加压力系数, 杆长校正系数;
 α_b —— 桩端极限阻力综合修正系数;
 α_w —— 含水比;
 β —— 置信水平, 边坡坡角, 计算地基压缩层厚度的土类参数;
 β_s —— 桩侧极限摩阻力综合修正系数;
 γ —— 土的重力密度(重度), 剪应变;
 γ' —— 土的浮重度;
 γ_w —— 水的重度;
 Δ_s —— 地基的总湿陷量;
 Δ_{ss} —— 地基的计算自重湿陷量;
 δ —— 变异系数, 桩身与土间的表面摩擦角;
 δ_{ef} —— 土的自由膨胀率;
 δ_{ep} —— 土的膨胀率(在压力 p 作用下);
 δ_s —— 土的湿陷系数, 土的收缩率;
 δ_{ss} —— 土的自重湿陷系数;
 ε —— 应变;
 $\dot{\varepsilon}$ —— 应变速率;
 ε_v —— 体积应变;
 ε_c —— 旁压试验孔壁的径向应变;
 ζ_n —— 负摩阻力系数;
 θ —— 应力扩散角;
 λ_c —— 土的压实系数;
 λ_s —— 土的收缩系数;
 μ —— 土的泊松比;
 σ_z —— 基底以下 Z 深度处的竖向附加压力;

目 录

第一篇 土的工程性质

第1章 土的粒度成分与矿物成分	(3)
1-1 土的粒度成分	(3)
1-2 土的矿物成分	(4)
1-3 粘土矿物的结晶结构及基本特征	(6)
1-4 粘土矿物与成因间的联系	(10)
第2章 土中的水	(12)
2-1 土中的水分子	(12)
2-2 土中水的不同形态和特征	(13)
一、表面结合水	
二、液态水	
第3章 土粒与水的相互作用	(17)
3-1 粘土粒的表面带电现象	(17)
3-2 粘土粒的双电层概念	(18)
3-3 土粒间的相互作用	(19)
3-4 粘土中的离子交换	(20)
第4章 土的结构	(22)
4-1 土的结构的基本特性	(22)
4-2 单粒结构	(25)
4-3 多粒结构	(27)
4-4 土的灵敏性	(28)
第5章 土的工程性质的变化机理	(29)
5-1 土的塑性	(29)
5-2 土的体积变化	(32)
一、土的干缩与湿胀	
二、土的压缩与固结	
三、温度变化引起土的体积变化	
5-3 土的强度和土的应力应变关系	(41)
一、土的强度的特性	
二、土的应力应变关系特性	
第6章 土的工程分类	(47)
6-1 土的工程分类的原则	(47)

6-2	国外土的工程分类	(47)
	一、美国的土的工程分类	
	二、英国工程用的土分类体系	
	三、前苏联建筑法规(СНП II-15-74)地基土的分类	
6-3	我国国内土的工程分类	(54)
	一、《土的分类标准》(GBJ145-90) 的土的工程分类	
	二、《建筑地基基础设计规范》(GBJ7-89) 等的地基土的分类	

第二篇 岩土工程勘察

第7章	岩土工程勘察的基本知识	(61)
7-1	岩土工程勘察的基本任务	(61)
7-2	岩土工程勘察的基本程序	(62)
7-3	岩土工程勘察的分级	(62)
	一、岩土工程安全等级	
	二、场地复杂程度分级	
	三、地基复杂程度分级	
	四、岩土工程勘察等级	
7-4	勘察阶段	(65)
	一、选址勘察	
	二、初步勘察	
	三、详细勘察	
	四、施工勘察	
7-5	岩土工程评价准则	(66)
	一、极限状态法	
	二、定性与定量评价	
	三、定值法准则与概率法准则	
7-6	岩土工程勘察的主要工作	(67)
	一、勘察纲要	
	二、工程地质测绘与调查	
	三、勘探工作	
	四、测试工作	
	五、长期观测工作	
	六、岩土工程分析评价与成果报告	
第8章	工程地质勘探与取样	(70)
8-1	工程地质钻探	(71)
	一、钻探的基本程序	
	二、浅孔钻的钻进方法	
	三、浅孔钻的常用设备	
8-2	取土技术和取土器	(73)
	一、取土质量等级	

二、取土器技术参数	
三、取土器类型	
四、取土质量的鉴定方法	
第 9 章 原位测试技术	(82)
9-1 载荷试验	(82)
一、载荷试验的基本原理	
二、载荷试验的设备与试验技术要求	
三、静力载荷试验资料的整理	
四、静力载荷试验的适用条件与资料应用	
9-2 十字板剪力试验	(92)
一、十字板剪力试验的原理	
二、十字板剪力试验的设备与试验要求	
三、十字板剪力试验的适用条件和影响因素	
四、十字板剪力试验资料的应用	
9-3 静力触探试验	(97)
一、静力触探探头的工作原理	
二、静力触探的设备及试验要点	
三、影响静力触探试验成果的因素	
四、静力触探试验资料的整理	
五、静力触探试验的成果应用	
9-4 圆锥动力触探	(110)
一、圆锥动力触探的基本原理	
二、圆锥动力触探的设备与试验技术要求	
三、圆锥动力触探的影响因素和触探指标的修正	
四、圆锥动力触探试验资料的整理	
五、圆锥动力触探的应用	
9-5 标准贯入试验	(116)
一、标准贯入试验的原理	
二、标准贯入试验的技术要求	
三、标准贯入试验的修正	
四、标准贯入试验的成果整理	
五、标准贯入试验的应用	
9-6 旁压试验	(123)
一、旁压试验的基本原理	
二、旁压试验的技术要求	
三、旁压试验的资料整理	
四、旁压试验的应用	
第 10 章 岩土工程监测	(128)
10-1 土体位移(变形)量测	(128)
一、垂直沉降观测	

二、水平位移的测量	
三、边坡变形的观测	
10-2 土压力的测量	(132)
一、测量接触压力的土压力盒	
二、土体内部压力的测量	
三、永久或临时支撑结构承受荷载的测量	
10-3 孔隙水压力的测量	(134)
一、敞开式测压管或观测井	
二、封闭式测压计	

第三篇 土工参数的统计分析

第 11 章 土的工程参数的统计分析	(139)
11-1 试验数据的整理与经验分布	(139)
11-2 土的工程参数常用的概率分布模型	(142)
一、均匀分布	
二、正态分布	
三、对数正态分布	
四、贝塔分布	
11-3 试验数据的特征参数的分析计算	(148)
一、位置特征参数	
二、离散性特征参数	
三、分布特征参数	
四、相关特征参数	
11-4 设计参数的估计	(152)
一、总体平均值和总体均方差	
二、置信区间估计	
11-5 试验数量(或子样样本容量)	(154)
第 12 章 方差分析及正交试验设计	(156)
12-1 单因素方差分析	(156)
12-2 双因素的方差分析	(160)
12-3 正交试验设计简介	(162)
第 13 章 回归分析和判别分析	(172)
13-1 一元线性回归分析	(172)
13-2 判别分析简介	(177)
一、判别分析的准则	
二、两组线性判别分析	

第四篇 地基土的岩土工程评价

第 14 章 地基土岩土工程评价的任务和方法	(185)
14-1 地基评价的任务和内容	(185)

14-2	确定地基承载力的原则	(185)
14-3	确定地基承载力的方法	(186)
14-4	可能出现地基稳定性问题的条件	(189)
第 15 章	粘性土和软土地基的岩土工程评价	(191)
15-1	粘性土的工程分类及其基本特征	(191)
	一、老粘性土	
	二、一般粘性土	
	三、新近沉积粘性土	
15-2	软土的生成环境与工程特性	(192)
	一、淤泥和淤泥质土的生成环境与组成成分	
	二、淤泥和淤泥质土的结构性和状态特征	
	三、淤泥和淤泥质土的物理力学特性	
	四、不同成因的淤泥和淤泥质土的工程地质特征	
15-3	粘性土和软土地基承载力的综合评价	(202)
	一、影响粘性土和软土地基承载力的因素	
	二、确定粘性土和软土地基承载力的方法	
15-4	软土地基工程勘察要点	(209)
	一、应着重查明的问题	
	二、对勘探、取土方法与取土器的要求	
	三、现场观察描述与现场试验的重要意义	
第 16 章	砂土和粉土地基的岩土工程评价	(213)
16-1	砂土和粉土的基本特征及岩土工程问题	(213)
16-2	砂土和粉土紧密状态的评定问题	(215)
16-3	砂土和粉土地基在静载作用下的承载力	(219)
	一、影响砂土和粉土地基承载力的因素	
	二、砂土和粉土地基承载力的确定方法	
16-4	砂土和粉土在动荷载作用下的液化问题及其评价	(228)
	一、影响砂土和粉土液化的因素	
	二、判别砂土和粉土液化可能性的方法	
16-5	流砂问题	(236)
第 17 章	碎石土地基的岩土工程评价	(238)
17-1	碎石土的基本特征及岩土工程问题	(238)
17-2	碎石土物理性质指标的测定	(239)
17-3	碎石土力学强度指标的测定	(242)
17-4	碎石土地基承载力的评定	(245)
第 18 章	黄土地基的岩土工程评价	(248)
18-1	黄土和黄土状土的形成、分布及工程特性	(248)
18-2	黄土湿陷性和湿陷类型的划分及评价方法	(250)
	一、黄土湿陷性的判别	
	二、黄土及其建筑场地的湿陷类型与判别方法	

18-3	黄土湿陷起始压力及测定方法	(254)
	一、黄土湿陷起始压力的意义和用途	
	二、黄土湿陷起始压力的确定方法	
18-4	湿陷性黄土地基的湿陷等级和工程地质分区	(257)
	一、黄土地基湿陷等级的划分	
	二、中国湿陷性黄土的工程地质分区	
18-5	湿陷性黄土地基承载力和压缩变形计算	(261)
18-6	黄土地基岩土工程勘察要点	(263)
	一、应着重查明的问题	
	二、勘察阶段及场地复杂程度的划分	
	三、勘探点的布置与深度	
	四、采取原状土样问题	
	五、季节性对湿陷性黄土物理力学指标的影响	
第 19 章	红粘土地基的岩土工程评价	(267)
19-1	红粘土的形成、分布与研究意义	(267)
19-2	红粘土的成分、物理力学特征及其变化规律	(267)
	一、红粘土的组成成分	
	二、红粘土的一般物理力学特征	
	三、红粘土的物理力学性质变化范围及其规律性	
19-3	红粘土地基的承载力	(274)
	一、确定红粘土地基承载力的几个原则问题	
	二、确定红粘土地基承载力的一般方法	
	三、关于按变形考虑红粘土地基承载力问题	
	四、关于按物理指标(ω_L 、 e)确定红粘土地基承载力	
19-4	红粘土地基岩土工程勘察要点	(279)
	一、应着重查明的问题	
	二、红粘土地基类型与勘察工作	
第 20 章	填土地基的岩土工程评价	(281)
20-1	填土分布概况与研究意义	(281)
20-2	填土的工程分类及岩土工程问题	(281)
	一、素填土	
	二、杂填土	
	三、冲填土	
20-3	填土地基的勘察与评价	(285)
	一、素填土和压实填土地基的勘察与评价	
	二、杂填土地基的勘察与评价	
	三、冲填土地基评价资料	
第 21 章	膨胀土地基的岩土工程评价	(291)
21-1	膨胀土的分布与研究意义	(291)
21-2	土的胀缩特性指标及其试验条件	(293)

一、自由膨胀率 $\delta_e(\%)$	
二、膨胀率 $\delta_w(\%)$	
三、膨胀力 p_e	
四、土的收缩率 δ_s 及收缩系数 λ_s	
21-3 膨胀土的一般特征及影响地基胀缩变形的因素	(296)
一、膨胀土的一般特征	
二、影响地基胀缩变形的主要因素	
21-4 膨胀土的判别	(305)
一、按土体的现场工程地质特征判别	
二、按已有建筑物的变形、裂缝特征判别	
三、按特征指标定量判别	
21-5 膨胀土建筑场地与地基评价	(311)
一、膨胀土建筑场地分类	
二、膨胀土的膨胀潜势分类	
三、膨胀土地基的胀缩等级	
四、膨胀土地基变形计算	
五、膨胀土地基承载力的确定方法与要求	
六、膨胀土地基的稳定性验算	
21-6 膨胀土地基的设计原则与工程措施	(317)
21-7 膨胀土建筑场地地基的岩土工程勘察要点	(319)

第五篇 高层建筑地基变形和桩基的岩土工程评价

第 22 章 高层建筑地基变形的特殊问题	(323)
22-1 概述	(323)
22-2 为减少高层建筑地基变形的地基基础设计措施	(323)
一、一般准则与经验	
二、关于采用的基础类型问题	
22-3 补偿性基础的施工条件及其与地基变形和稳定性的关系	(326)
一、基坑土质条件较好时的常规施工问题	
二、基坑开挖的临界深度	
三、基坑隆起与再压缩变形的影响与预防措施	
四、坑壁侧向位移和坑外沉降	
五、减少基坑开挖与基础施工中应力解除的方法	
六、施工及使用过程增大地基变形和不均匀变形的其他重要因素	
22-4 高层建筑地基变形的计算问题	(332)
一、基底压力取值及考虑地下水浮力作用的必要性	
二、附加压力沿深度分布方程	
三、大基础地基压缩层厚度的计算方法	
四、考虑地基、基础与上部结构共同作用、基底回弹再压缩沉降等因素， 综合估算大基础平均沉降	

五、整体倾斜计算问题	
22-5 深基变形参数选择及取值问题	(338)
第 23 章 桩基的岩土工程评价与设计原则	(341)
23-1 桩基的岩土工程问题	(341)
23-2 桩基设计原则	(341)
一、桩型与成桩工艺选择	
二、桩的布置原则	
三、桩的承载能力和正常使用状态验算要求	
四、考虑承台、桩、土共同工作的条件	
23-3 桩基持力层的选择及桩端全断面进入持力层的深度	(345)
一、桩基持力层的选择	
二、桩端全断面进入持力层的深度	
23-4 单桩竖向极限承载力	(347)
一、单桩竖向极限承载力的确定原则	
二、用静力触探资料确定混凝土预制桩单桩竖向极限承载力	
三、用其他原位测试资料估算单桩竖向极限承载力	
四、按经验参数估算单桩竖向极限承载力	
23-5 桩基整体强度验算	(359)
一、群桩基础整体强度验算	
二、群桩基础软弱下卧层的强度验算	
23-6 桩基沉降计算	(361)
23-7 桩的负摩阻力	(362)
一、产生负摩阻力的原因	
二、影响负摩阻力大小的因素与分布条件	
三、负摩阻力对桩基承载力和沉降影响的验算	
四、桩侧负摩阻力及其引起的下拉荷载的计算	
23-8 桩基勘察要点	(365)

第 一 篇

土的工程性质

- ☆第 1 章 土的粒度成分与矿物成分
- ☆第 2 章 土中的水
- ☆第 3 章 土粒与水的相互作用
- ☆第 4 章 土的结构
- ☆第 5 章 土的工程性质的变化机理
- ☆第 6 章 土的工程分类