

土力学课程教学大纲

课程代码：74120020

课程中文名称：土力学

课程英文名称：Soil mechanics

学分：2.5 周学时：2.0-1.0

面向对象：

预修要求：工程地质与水文地质，材料力学

一、课程介绍

（一）中文简介

土力学（Soil mechanics）是研究土体在力的作用下的应力-应变关系和强度的应用学科，是工程力学的一个分支。为工程地质学研究土体中可能发生的地质作用提供定量研究的理论基础和方法。主要用于土木、交通、水利等工程。《土力学》是一门土木工程专业必修课，属专业基础课。《土力学》所包含的知识既是土木工程专业学生必须掌握的专业知识。又是为后面的专业课程学习所必须的基础知识。

（二）英文简介

Soil mechanics is a branch of Engineering mechanics which focuses on stress - strain relations of soil materials. It provides the theoretical basis and quantitative research methods for geological effects in geology engineering. Soil mechanics can be used in civil engineering, transportation, water conservancy engineering. Soil mechanics is a compulsory professional course for civil engineering. soil mechanics contains the basic knowledge that the civil engineering students should learn for the following professional course.

二、教学目标

（一）学习目标

通过本课程的学习，使学生了解土的成因和分类方法，熟悉土的基本物理力学性质，掌握地基沉降、地基承载力、土压力计算方法和土坡稳定分析方法，掌握一般土工试验方法，达到能应用土力学的基本原理和方法解决实际工程中稳定、变形和渗流等问题的目的。

（二）可测量结果

通过课堂教学、课堂讨论、多媒体教学、习题作业等教学手段，学生应达到如下要求：

1. 牢固掌握土的基本物理力学性质，土的应力、变形、强度和地基计算等土力学的基本原理和计算方法；
2. 在掌握基本理论的同时，还要掌握主要土工试验的基本原理的一般操作技术；
3. 土的主要特点是复杂性、易变性，因此，学习时应注重理论联系实际，将土力学理论应用于实践，在实践中注意积累资料及经验，再去丰富理论。

三、课程要求

（一）授课方式与要求

授课方式：a.教师讲授（讲授核心内容、总结、按顺序提示今后内容、答疑、公布讨论主题等）；b.习题及答疑课（定期对每次课布置的习题进行讲解释疑，对同学在学习过程中存在问题进行答疑）；c. 期末闭卷考试。本课程与材料力学，工程地质与水文地质等课程有密切的联系，应学完这些课程后才能学习本课程。通过本课程的学习，综合运用各种专业知识理解并解决岩土工程相关的工程问题。掌握解决问题的基本原理和基本方法。通过文献阅读和课程作业提高中外文献的阅读能力和实际问题的解决能力。

考试评分与建议

课程的最终成绩由平时课堂讨论，课后阅读，课程作业和期末考试综合确定。其中，期末考试成绩占 60%，课堂发言、课程作业占 40%。

四、教学安排

第一章绪论（1 节课）

学习土力学、地基基础的概念及工程问题、学科特点与性质、学科发展、学习内容与参考书；

本章重点、难点：1. 土力学的基本概念和特点 2.地基基础的基本概念和特点

第二章土的物理性质及工程分类（8 节课）

本章学习内容与要求如下：

1. 土的生成

简要了解什么是土，它是怎样生成的，从土的形成来看它有什么特点。

2. 土的三相组成

学习土的固体颗粒、矿物成分、土粒形状、土中水、土中气等内容，掌握土的颗粒级配的含义及颗粒级配累积曲线的做法、用途，区分开三大类矿物成分（高岭石、伊里石、蒙脱

石)不同性质,土中水的主要形态类型。

3. 土的三相比例指标与土的物理形态

学习三相比例关系的计算(三相草图、三个基本物理实验、九个常用三相比例指标)、土的物理状态指标(无粘性土密实度、粘性土稠度)等内容,要求记住三相指标的定义式,熟练掌握三相指标的换算。

4. 土的结构与构造

学习颗粒间的作用力、颗粒间的排列型式(结构类型)、土的构造、粘性土的灵敏度,掌握单粒结构、蜂窝结构、絮状结构的特点与不同,了解土的层状构造、分散构造、结构状构造、裂隙状构造,理解灵敏度的含义与划分。

5. 土的压实特性

学习粗粒土和细粒土压实特性与压实机理,击实试验与击实功对压实曲线的影响,了解土的压实特性在分层压实处理地基中的应用意义。

6. 土的工程分类

学习最具代表性的两种土的工程分类方法:一种是《建筑地基基础设计规范》分类法;另一种是水电部的《土工试验规程》(SD128-84)分类法。掌握碎石土、砂土、粉土、粘性土的分类标志。本节是本章重点内容之一,应掌握各类土的分类方法,会根据土的物性指标,确定土的名称。

本章重点、难点: 1. 土的三相组成 2. 土的三相比例指标与土的物理形态 3. 土的结构与构造 4. 地基土的工程分类

第三章: 土的渗透性与土中水的渗流 (5 节课)

本章学习要点如下:

1. 土的渗透性与渗透定律

学习土的渗透性含义、渗流试验与达西定律渗透系数 K 的测定与影响因素,土的渗透变形,土的毛细性和土在冻结过程中水分的迁移和积累等内容,重点掌握渗透定律的内容与适用范围

2. 渗流力与渗流稳定问题

学习渗流力的概念,渗流力的分析方法及土的渗透变形类型与条件。重点掌握渗流力及流沙、管涌的基本概念。

3. 有效应力原理(饱和土)

是土力学最重要的原理之一,也是本章重要内容,学习有效应力原理的概念,饱和土中 μ 和

σ' 的计算。

本章重点、难点：1. 土的渗透性与渗透定律 2. 有效应力原理（饱和土）

第四章：地基中的应力计算（3 节课）

本章内容是地基基础设计和施工的基础知识，也是下章讨论地基变形的前提，因此应很好地掌握。地基中的应力包括自重应力和附加应力，前者是土受的重力作用而产生的，后者是由于基础等外部荷载所引起的，由于产生条件不同，因此两者的分布规律和计算方法也不同。要学会自重应力的计算方法和分布规律，及常用的典型规则的均布荷载下地基附加应力的计算方法，并掌握基础底面应力计算和分布特点。要求明确有效应力的概念，这对全书的理解大有好处。学习内容与要求如下：

1. 概述

学习地基的应力类型与意义、土的应力——应变关系假定、地基中常见的几种应力状态、应力符号规定。

2. 地基中的自重应力

学习均匀地基、成层地基土自重应力的计算。

3. 基础底面的接触压力（基底压力、基底反力、接触应力）

学习基底应力分布形式、实用简化计算方法、基底附加压力的计算等内容，记住中心荷载作用下和偏心荷载作用下基底压力及基底附加压力的计算公式。

4. 地基中的附加应力计算

是本章重要内容，学习地基基本假定、垂直集中力作用下的附加应力（Boussinesq 解）、矩形面积上不同的分布荷载作用下的附加应力、圆形面积垂直均布荷载作用中心点下的附加应力、条形荷载下地基应力、非均质和各向异性地基中的附加应力。要求建立地基弹性体内应力扩散概念、掌握几种典型规则的分布荷载下附加应力计算、会利用学过知识求不规则荷载作用下的附加应力；要求记住几个主要公式、条形均布荷载下应力分布规律、非均质和各向异性地基对附加应力有何影响。

本章重点、难点：1. 基础底面的接触压力 2. 地基中的附加应力计算

第五章：土的压缩性与固结理论（5 节课）

本章讨论荷载作用下土体的变形，这是土力学重要问题之一

1. 概述（土的应力——应变关系特性）

学习土的变形特点、土的本构关系模型，了解与土的力学性质有关的土的工程特点，要求从变形机理、应力——应变关系及变形与时间关系三个方面区分土材料与弹性材料的变形

特点。

2. 土的压缩性

学习土在侧限应力状态下的变形特性、土的变形模量。掌握压缩试验及有关指标的测定，四个压缩特性指标（压缩系数、压缩指数、压缩模量、变形模量）的关系，土的应力历史对压缩性的影响。

3. 饱和土体一维渗流固结理论

学习固结方程的建立与求解，固结度的计算和固结系数的确定方法，重点掌握饱和土体单向渗透固结方程是根据什么条件建立的，固结方程的推导步骤、适用条件，固结度的计算方法和固结系数的确定方法。学习地基沉降的时间—时间计算方法。是本章重要内容，要求熟练掌握其理论计算方法。

本章重点、难点：1. 土的应力—应变关系特性 2. 土的压缩性 3. 饱和土体一维渗流固结理论

第六章地基沉降与计算（5 节课）

学习本章时，重点要理解地基计算的基本原理，掌握估算基础沉降的分层总和法、《规范》推荐法和弹性力学公式，学会地基最终沉降量的计算方法。

1. 地基最终沉降量计算

是本章重要内容，学习有关概念、地基沉降的弹性力学公式、分层总和法、《规范》推荐法、三维变形状态下求固结沉降、用 $e-\log P$ 曲线计算基础沉降。要求掌握求地基沉降的弹性力学法、分层总和法、《规范》推荐法，会用 $e-\log p$ 曲线计算基础沉降。

2. 建筑物沉降观测与地基容许变形值

学习建筑物的沉降观测、地基容许变形值、防止有害地基变形的措施。要求掌握建筑物沉降观测方法及地基变形特征值类型。

本章重点、难点：1. 地基最终沉降量计算

第七章土的抗剪强度（6 节课）

本章要求重点掌握库仑定律、土的极限平衡条件、用直接剪切仪和三轴剪切仪测定抗剪强度指标的方法及三轴试验成果的整理。学习内容与要求如下：

1. 概述

学习地基强度的意义、土的强度成果在工程上的应用。

2. 土的抗剪强度和强度机理

学习土的抗剪强度的概念、抗剪强度机理（强度来源）、影响土抗剪强度的因素。要求

理解土的抗剪强度的含义，认清其机理，掌握影响土的抗剪强度的因素。

3. 土的极限平衡条件与摩尔——库仑破坏理论

是本章较为重要的内容，学习土中一点的应力状态、土的极限平衡条件、摩尔——库仑强度理论。要求掌握土的极限平衡条件表达式和摩尔——库仑强度理论的内容。

4. 抗剪强度测定方法

是本章重要内容，学习直剪试验、三轴剪切试验、抗剪强度的其它测定方法（无侧限抗压强度试验、十字板剪切试验）。要求掌握各个试验的原理和测定的指标。

5. 土的抗剪强度指标

是本章较为重要内容，学习总应力强度指标与有效应力强度指标（有效应力原理在强度上的应用）、三轴试验强度指标、直剪试验的强度指标。要求掌握固结排水剪、固结不排水剪不固结不排水剪试验条件下，土的应力历史为正常固结土、超固结土总应力强度指标（ c 、 ϕ ）和有效应力强度指标（ c' 、 ϕ' ）。

6. 剪切试验中土的性状

是重要内容，学习砂土和粘性土的性状，要求掌握砂土和粘性土残余强度的概念、砂土液化机理、粘土的蠕变性。

本章重点、难点：1. 土的抗剪强度和强度机理 2. 摩尔——库仑破坏理论 3. 抗剪强度测定方法

第八章：土压力及支挡结构（5 节课）

土压力是与土的抗剪强度有关的问题，也是土力学重要问题之一。学习本章时，要熟悉土压力的类型及它们产生的条件和适用范围，熟练掌握主动土压力计算方法，并熟悉重力式挡土墙的设计要点与计算步骤。本章的学习内容与要求如下：

1. 概述

学习工程上常用挡土墙类型、土坡失稳实例分析。

2. 墙体位移与土压力类型

学习影响土压力的因素、土压力的种类、产生主动土压力与被动土压力的条件。要求掌握主动土压力与被动土压力的概念，了解影响土压力的因素。

3. 静止土压力计算

学习其产生的条件、计算方法、土压力分布及应用。

4. 朗肯(Rankine,W.J.M.,1857)土压力理论

是本章重要内容，学习朗肯假设条件、主动土压力、被动土压力。要求掌握朗肯假设条

件，熟练掌握其计算方法。

5. 库仑(Coulomb C.A.,1776)土压力理论

是本章重要内容，学习方法要点与假设条件、数值解法与库尔曼图解法、朗肯与库仑土压力理论比较。要求掌握其假设条件及数值解法，从分析方法与计算误差上比较两个理论的不同。

6. 几种情况的土压力计算

是本章重要内容，学习填土面上有均布荷载作用、成层填土、填土中有水、填土是粘性土、填土表面有局部荷载时、填土表面有线荷载时、用朗肯理论计算倾斜墙被的土压力、板桩墙上的土压力。要求掌握上述内容。

7. 挡土墙设计

是本章重要内容，学习挡土墙的型式、减少主动土压力的措施、挡土墙计算。要求了解挡土墙的型式、熟练掌握重力式挡土墙设计与有关计算。

本章重点、难点：1. 朗肯土压力理论 2. 库仑土压力理论 3. 挡土墙设计

第九章：地基承载力（5 节课）

本章学习地基在外荷载作用下的破坏形式，地基的临塑荷载、临界荷载与极限荷载，确定地基承载力的理论公式、地基承载力设计值的确定和影响地基承载力的因素，要求掌握地基承载力的确定与计算，并从这些计算公式中了解影响地基承载力的因素。

1. 地基在外荷载作用下的破坏形式

学习地基在外荷载作用下的破坏形式、长条基础受铅直中心荷载作用地基破坏形式的特点、地基承载力与容许承载力。

2. 地基的临塑荷载、临界荷载与极限荷载

学习临塑荷载、临界荷载与极限荷载的计算方法。

3. 确定地基承载力的理论公式

是本章重要内容，学习普朗特极限承载力公式、魏锡克极限承载力公式、斯凯普顿公式、汉森公式、太沙基公式。要求掌握各理论公式的适用范围、假设条件和计算式。

4. 地基承载力设计值的确定

学习地基承载力的基本概念、学习按规范表格、按载荷试验 $P-S$ 曲线、按理论公式确定地基承载力设计值、学习地基承载力确定的其它方法，如静力触探试验法、标准贯入试验、当地建筑经验参考等方法确定地基承载力。要求掌握各方法的基本步骤。

5. 影响地基承载力的因素

主要是土的重度与地下水位、基底宽度、基础埋深、土的抗剪强度指标。

本章重点、难点：1. 地基的临塑荷载、临界荷载与极限荷载 2. 地基承载力设计值的确定

第十章：土坡稳定性分析（5 节课）

本章的学习内容与要求如下：

1. 概述

学习土坡的类型及常见的滑坡现象。

2. 无粘性土坡稳定分析

学习两种情况下（全干或全淹没情况、有渗流情况）无粘性土坡稳定分析方法。要求掌握无粘性土坡稳定安全系数的定义及推导过程，坡面有顺坡渗流作用下与全干或全淹没情况相比无粘性土土坡的稳定安全系数有何联系。

3. 粘性土坡的稳定分析

学习其整体圆弧法、瑞典条分法、毕肖甫法、普遍条分法、有限元等方法在粘性土稳定分析中的应用。要求掌握圆弧法进行土坡稳定分析及几种特殊条件下土坡稳定分析计算。

4. 边坡稳定分析的总应力法和有效应力法

学习稳定渗流期、施工期、地震期边坡稳定分析方法。

5. 土坡稳定分析讨论

学习讨论三个问题：土坡稳定分析中计算方法问题、强度指标的选用问题和容许安全系数问题。

本章重点、难点：1. 粘性土坡的稳定分析 2. 边坡稳定分析的总应力法和有效应力法

五、参考教材及相关资料

1. 龚晓南谢康和，土力学，北京：中国建筑工业出版社，2014
2. 陈仲颐、周景星、王洪瑾，土力学，北京：清华大学出版社，1997
3. 钱家欢，土力学，南京：河海大学出版社，1994
4. 华南理工大学、东南大学、浙江大学、湖南大学，地基及基础（第三版），北京：中国建筑工业出版社，1998
5. J.A Knappett and RF Craig. Craig' s soil Mechanics (Eighth Edition), Spon Press 2012

六、课程教学网站：

将通过校内网络提供必要的课件和文字材料链接