

《土力学》课程教学大纲

课程代码：150233

课程名称：土力学/Soil mechanics

学时学分：64/4

适用专业：地质工程、城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、
水利水电工程

开课部门：地质工程学院

一、课程定位

（一）课程性质

土力学是地质工程、城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程专业学科专业课程模块的专业核心课程。

（二）课程在人才培养过程中的作用

该课程的教授内容既是本专业学生必须掌握的专业知识内容，也是后续相关专业课程学习所必需的基础知识。同时，授课中体现课程思政春风化雨的育人效果。

（三）本课程与其它课程关系

先修课程：理论力学，材料力学，弹性力学，工程地质学。

后续课程：基础工程，岩土工程勘察，地质灾害治理工程设计，工程测试与监测技术，地下结构工程、环境与地质灾害评价。

先修课程为本课程的学习提供必要知识基础，同时本课程作为后续课程的理论基础。

二、教学目标

（一）知识目标

通过本课程的学习，使学生了解土的成因和分类方法、了解国内外研究现状和发展趋势，正确理解土力学的基本概念和基本原理，掌握土的渗透性及渗流、土中应力、地基沉降、土的抗剪强度、地基承载力、土压力计算方法、土坡稳定分析方法、以及一般土工试验方法。

（二）能力目标

通过本课程的学习，使学生能够应用土力学的基本原理和方法，解决实际工程中

与土体有关的强度、变形、渗流和稳定等问题。

（三）素质目标

通过本课程的学习，使学生掌握扎实的土力学基本理论和土工试验操作技能；加强学生对专业的理解，培养学生运用专业知识分析问题和解决问题的能力；使学生具有较强的工程实践能力和初步科学研究、创新能力。

三、本课程所支撑的毕业要求

序号	毕业要求指标点	毕业要求指标点具体内容
1	毕业要求：2.1	能够应用从事地质工程（城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程）所需的数学、自然科学、工程基础和专业基本理论，识别、表达和分析复杂的地质工程(城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程)问题的关键环节和影响因素。
2	毕业要求：3.2	能够应用地质工程（城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程）的基本理论和方法，通过建模进行工程设计或施工方案的计算分析，针对复杂的地质工程（城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程）问题，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的影响，提出经济、安全、合理的解决方案或能够对地质工程（城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程）的体系、结构、构件（节点）或施工方案进行设计。
3	毕业要求：4.1	能够基于科学原理并采用科学方法对复杂地质工程（城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程）问题的物理力学参数、材料特性进行实验研究和验证，包括实验设计和数据获取，通过信息综合分析得到合理有效的结论。
4	毕业要求：5.3	能够针对复杂地质工程（城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程）问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，对复杂地（城市地下空间工程、土木工程、地下水科学与工程、水利水电工程）问题进行模拟和预测，同时能够理解其局限性和适用范围及特点。

注：不同专业毕业要求指标点序号可能不同(或缺某项)，但毕业要求指标点具体内容已全覆盖。

四、毕业要求指标点在本课程中的实现路径

（一）课程目标

通过本课程的理论教学，旨在使学生全面了解和掌握土力学基本理论技能和一定的实践知识。通过本课程的教学，达到以下列课程目标：

课程目标 1：掌握土力学基本概念和基本原理；

课程目标 2：掌握土力学的物理力学指标的测试方法；

课程目标 3：掌握土力学强度、变形、渗透等核心内容；

课程目标 4：会使用基本土力学理论分析挡土墙压力、地基承载力、边坡稳定问题。

（二）毕业要求指标点与课程教学目标的对应关系

序号	毕业要求指标点	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
1	毕业要求：2.1	L2	/	L1	/
2	毕业要求：3.2	L2	L1	L2	/
3	毕业要求：4.1	L2	L2	L4	L5
4	毕业要求：5.3	L2	L3	L2	L5

支撑关系：L1 认知；L2 理解；L3 应用；L4 分析；L5 综合；L6 评判

五、教学内容与基本要求

绪 论

1. 教学内容

什么是土，什么是土力学，土力学有何特点，为什么要学习土力学，土力学包括哪些内容，土力学的学习方法，土力学的发展简史和前景

2. 重点难点

重点：土力学概念、土的主要特性、土在工程建设中的作用，土力学所研究的问题和任务。

难点：土的多样性、土的易变性以及土在工程中的应用的特点。

3. 基本要求

（1）了解土力学的重要性、发展概况及土力学的学科特点，课程的学习内容、要求和学习方法；

（2）理解土、土力学等的概念；

（3）掌握土力学所研究的问题和任务。

4. 教学方法

板书与多媒体课件、案例式教学相结合的授课方法。

5. 课程思政

（1）以案例教学方式，结合国内外古老的建筑结构和中央电视台播放的《改革

开放 40 年专题纪录片》当中的基本建设（高楼大厦、高铁、桥梁、隧道等）所取得的伟大成就，激发学生的民族自豪感和爱国热情，增强学生的“四个自信”。以国内外许多建筑工程的事故为例，讲述土力学学科的重要性，同时要求学生具备扎实的理论基础、良好的职业道德、社会责任、诚信守则、诚实公正、敬业精神，工程设计做到合理、经济、安全。

（2）以课堂要求，引导学生凡事从诚信做起。比如：课堂考勤、作业不抄袭、不弄虚作假等，诚信是一个人的根本。

（3）通过土力学的课程思维导图讲述，鼓励学生积极讨论、分析和解答难题，鼓励学生克服懒惰情绪和畏难情绪，培养学生积极探索、求真务实的学习态度；培养学生科学严谨的实验态度。

（4）通过土力学的重要性、发展概况及所研究的问题和任务，进行工程与社会思维的教育：能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

（5）实践是检验真理的唯一标准

素材：模糊数学的创始人扎德（L.A.Zadeh）讲过：“当系统的复杂性增加时，我们做出系统特点的精确而有意义的描述的能力将相应降低”。这对于土力学和土工实践是非常实用的。

由于土的性质的复杂性，影响因素的多样性以及作为天然材料不可控的性质变异性，在解决实际问题时，经典数学与力学往往难以奏效，实用主义也就成为土力学的有效的工作方法和有特色的风格，当然由于有关土的工程实践的扩展，它也是需要发展和提高的。

有效应力原理思政案例

通常认为太沙基（Karl Terzaghi）是土力学学科的奠基人。太沙基在他的《实用土力学》（Soil Mechanics in Engineering Practice）一书中，对于著名的有效应力原理，写道：Fortunately, although no theoretical basis for Eq. 15.2 has been found, its empirical basis is so well established that a quantitative knowledge of the interparticle reactions is not needed.（虽然对于这一公式，还没有发现其理论的基础，幸而，其极好的实践验证，可以无需再对颗粒间的相互作用作定量的探知）。

在欧美使用很广泛的《土力学》教材，《Craig's Soil Mechanics》中也指出：Terzaghi presented his Principle of Effective Stress, an intuitive relationship based on experimental data.（太沙基提出的有效应力原理，一个基于试验资料的直观的应力关系）。

确实，有效应力原理不是从严密的复杂的微分方程推导而来，也不是从微观的颗

粒间相互作用的定量关系计算得来的。但实践是检验真理的唯一标准，大量的试验结果和工程实践已经证明了有效应力原理的正确性。该原理已经成为土力学中最基本、最重要的理论之一。

第一章 土的组成

1.教学内容

第一节 概述

土的概念，土的基本特征、土的生成

第二节 土的固体颗粒

土粒粒度与粒组，粒度成分分析试验，土的粒径级配累积曲线，土粒的矿物成分

第三节 土中水和土中气

结合水，自由水，土中气

第四节 粘土颗粒与水的相互作用

黏土矿物，电泳和电渗，双电层

第五节 土的结构构造

土的结构，土的构造

2.重点难点

重点：土的三相性、土的固体颗粒特征、级配及分析方法、土中水的类型和特点、粘土颗粒与水的相互作用、土的结构构造。

难点：土颗粒的粒度成分划分、级配及分析方法、粘性土的亲水性。

3.基本要求

- (1) 了解土的成因和组成、土中气在颗粒中的作用；
- (2) 理解土粒的矿物成分与粒组关系、粘土颗粒与水的相互作用，土的三种微观结构及其构造；
- (3) 掌握土粒粒组的划分、粒度成分分析方法、三种亲水性粘土矿物、土中水的类型及其特点。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法

5. 课程思政

(1) 土的性质因其成因、沉积环境、沉积时间和气候条件的不同而呈现千差万别的特点，培养学生以全面的、历史的、运动的、辩证的、实事求是的科学态度分析问题和解决问题的能力。

(2) 通过土体“宏观”结构构造和“微观”的双电层结构，来建立宏、微观结构性研究。以为树立学生们宏观和微观看待问题以及宏观与微观相联系问题的能力。

第二章 土的物理性质及分类

1.教学内容

第一节 概述

第二节 土的三相比例指标

土的三相比例关系图，指标的定义，指标间的换算

第三节 粘性土的物理特征

粘性土的可塑性和界限含水量，粘性土的物理状态指标，粘性土的活动度、灵敏度和触变性

第四节 无粘性土的密实度

砂土的密实度，碎石土的密实度

第五节 粉土的密实度和湿度

第六节 土的压实性

土的胀缩性，土的湿陷性，土的冻胀性

第七节 土的胀缩性、湿陷性和冻胀性

室内击实试验，细粒土的压实性，无粘性土的压实性

第八节 土的分类

土的分类原则和标准，建筑地基土的分类，公路桥涵地基土的工程分类

习题课：土的三相比例指标计算

2.重点难点

重点：土的三相比例指标及其换算；无粘性土的密实度和粘性土的物理特征；土的压实机理；地基土的工程分类。

难点：土的物理性质指标、土的物理状态指标与土的力学性质之间的联系。

3.基本要求

- (1) 了解土的胀缩性、湿陷性和冻胀性；
- (2) 理解土的压实度对工程的评定标准，土的工程分类原则和方法，土的类别与其工程特性关系；
- (3) 掌握土的物理性质指标的概念及其测定方法，土三相比例指标及其换算关系，土的压实机理和影响因素。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法

5. 课程思政

- (1) 通过土的三相组成，使学生深入理解物质的对立统一、相互联系、相互作用和相互转化的观点；从量变到质变，用最小的能量获得最大的收益；树立全面、系

统、发展的思维，透过现象看本质。

(2) 以本章的三个独立基本量，即土的天然密度环刀法、含水量烘干法、土粒相对密度比重瓶法的实验设备、操作步骤等为素材，培养学生科学严谨的实验态度，遵守实验室规章制度和实验操作规程，爱护公共财物，培养良好的行为习惯，尊重实验小组成员，培养团队协作能力；鼓励学生按比例尺规作图、作业笔迹工整、书写认真、物理量单位正确，从细节培养精益求精的工匠精神；

(3) 培养学生遵守行业国家标准和规范，增强遵纪守法意识，强化主人翁意识。

第三章 土的渗透性与渗流

1. 教学内容

第一节 概述

第二节 土的渗透性

渗流中的水头与水力坡降，渗透试验与达西定律，渗透系数的测定及影响因素，层状地基的等效渗透系数

第三节 渗透破坏与控制

渗透力，渗透变形，渗透变形的防治措施

习题课：土的渗流量、渗透系数、渗透力计算

2. 重点难点

重点：达西渗透定律、渗透系数、渗透力和渗透稳定性。

难点：渗透变形破坏类型的判断。

3. 基本要求

(1) 了解渗流的概念；

(2) 理解渗透性指标的测定方法及其影响因素、渗透力、渗透变形破坏的概念、渗透变形的形式与特点；

(3) 掌握达西定律及其适用性。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法

5. 课程思政

本章课程思政体现在美国 Teton（提堂）坝、九江大堤坝、三峡大坝三个工程案例中。

(1) 对于美国 Teton（提堂）坝渗透破坏案例：

教训：土木、水利工程师仅将简单的将符合规范的计算结果，作为大坝安全的依据或保证有待斟酌；即使符合现行的土木、水利规范，依然不是安全的设计。

警示：应结合现场情况，及时发现复杂的特殊岩土体，进行完善和修正设计参数，

需要有扎实的专业知识与丰富的实践经验。

(2) 九江大堤坝渗透破坏案例：

教训与警示：虽已过 20 年，主要原因至今无定论，但无论是设计、施工或者监测原因，都是工程问题，都是土木、水利工程师的责任，是对工程人员完备的专业知识与高尚的职业素养、职业道德的综合要求。

共勉：“我们的专业，关系到国家和人民，应心存敬畏，不应视为儿戏，课程随便听听，实验随便做做，设计随便算算”。

九八”抗洪精神具有鲜明的时代特征。它以共产主义精神为灵魂，以大局意识为核心，以社会主义大协作精神为纽带，以革命英雄主义精神为旗帜，以科技、法制和效率意识为动力。这种精神植根于社会主义和改革开放的新时代。

(3) “世界工程奇迹”的“水坝”案例

2018 年 4 月 24 日，习近平总书记登上三峡大坝，说到“大国重器必须掌握在自己手里。要通过自力更生，倒逼自主创新能力的提升！”“我们自己迎难而上，不仅取得了三峡工程这样的成就，而且培养出一批人才，我为你们感到骄傲，为我们国家有这样的能力感到自豪！”

土木人的责任与使命：作为未来的工程建设者，在提升自己职业技能的同时，也必须遵守职业操守，千里之堤，溃于蚁穴；必须具有职业道德；求真务实、实践创新、精益求精、理论联系实际的工作作风；牢记“四个意识”、坚定“四个自信”，在工作中发扬集体主义，自强不息、坚韧担当的精神。

第四章 土中应力

1. 教学内容

第一节 概述

土中应力，土中应力分类，土力学中应力符号的规定，地基中的应力状态，应力计算基本假定

第二节 土中自重应力

均质土自重应力，侧向自重应力和剪应力，成层地基自重应力，有不透水层时的自重应力，地下水位升降时土中自重应力

第三节 基底压力

基底压力的影响因素，基底压力的分布，基底压力的简化计算，矩形基础上的集中荷载，矩形面积单向偏心荷载

第四节 地基附加应力

基底附加压力，竖直集中力—布辛奈斯克解答，均布矩形荷载下地基附加应力计算，矩形面积竖直三角形分布荷载的附加应力，圆形面积均布荷载作用时圆心下的附

加应力计算，竖直线布荷载作用下的附加应力，条形面积竖直均布荷载任意点的附加应力，条形基底三角形分布荷载作用下地基附加应力，影响土中应力分布的因素

习题课：地基附加应力计算

2. 重点难点

重点：土中自重应力、基底压力和地基附加应力的计算。

难点：自重应力作用下的应力计算；垂直集中荷载、线荷载、条形荷载、矩形荷载作用下的应力计算；基底接触压力；非均质或各向异性地基的附加应力。

3. 基本要求

(1) 了解土中应力计算的目的及方法，基底压力分布规律，非均质或各向异性地基的附加应力分布规律；

(2) 理解土中一点的应力状态和应力平衡方程，地基附加应力的分布规律；

(3) 掌握土中自重应力、基底压力、地基附加应力的概念和计算方法，集中力作用下的土中应力计算，运用角点法求解矩形面积均布荷载作用下、矩形面积三角形分布荷载作用下、条形均匀荷载作用下地基附加应力。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法、案例教学法

5. 课程思政

通过土体中地基与基础的应力概念和工程案例，包括三个方面课程思政：

(1) 是要充分理解建筑结构体系的整体和部分的辩证关系；在分析具体的地基应力时，必须要坚持整体与局部的有机统一。整体（建筑结构体系）和部分（地基）二者不可分割，相互影响。整体（建筑结构体系）的性能状态及其变化会影响到部分的性能状态及其变化。部分（地基）也制约着整体，甚至在一定条件下关键部分性能会对整体的性能状态起决定作用。所以，在分析建筑结构体系中的地基应力时，要树立全局观念，要充分考虑整体受荷效应，从而获得地基应力最优计算结果。搞好局部，使整体（建筑结构体系）功能得到最大发挥。

(2) 是地基强度提高的成本与安全相对关系。地基强度越大，正常情况下越安全。因此，在选择建筑场地时，要充分考虑地基应力及其强度的问题。如果地基本身比较弱，需要适当加固地基时，要考虑工程经济性能指标，加固得越强，成本越高。反过来，为了控制工程成本，地基加强稍弱时，尽管工程费用节省了，但工程安全性会降低。因此，必须要辩证地考虑一个“度”的问题。

(3) 是在计算地基应力时用到的理论公式，前提是假定地基是均质的、连续的半无限空间体，引导学生理解理想与现实相互联系和相互矛盾的关系，解决问题学会抓主要矛盾。

第五章 土的压缩性

1. 教学内容

第一节 概述

定义：压缩性、固结，压缩性指标测试

第二节 固结试验及压缩性指标

侧限压缩试验，压缩曲线和压缩性指标，土的回弹和再压缩曲线

第三节 应力历史对压缩性的影响

沉积土层的应力历史，现场原始压缩曲线及压缩性指标

第四节 土的变形模量

土的变形模量，旁压试验和旁压模量、变形模量和压缩模量的关系

第五节 土的弹性模量

定义、测试方法

2. 重点难点

重点：固结试验、压缩性指标、应力历史对土的压缩性影响。

难点：土的应力历史，现场原始压缩曲线及压缩性指标。

3. 基本要求

- (1) 了解室内三轴试验测定土的弹性模量；
- (2) 理解现场载荷试验测定土的变形模量；
- (3) 掌握室内固结试验并测定土的压缩性指标，土的压缩性指标间的关系，应力历史对土的压缩性影响。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法。

5. 课程思政

通过土样单向压缩试验时土样的高度、孔隙比随加载大小产生非线性变化，但土粒体积是始终不变的，经此可建立等式求得土样高度、孔隙比与加载值之间的函数关系，鼓励学生在复杂多变的因素中找到内在联系，抓住事物现象的本质，掌握科学分析问题方法；同时这也提示我们应坚持信念、不忘初心、方为始终。

牢固树立物质是运动的、运动是有规律的思维观；土的压硬性——体现“厚德载物”，土的固结——体现“厚积薄发”。

第六章 地基变形

1. 教学内容

第一节 概述

地基沉降的计算目的，地基变形的计算方法

第二节 地基变形的弹性力学公式

集中力 P 作用下弹性半空间表面的沉降量，绝对柔性基础均布矩形荷载作用在地基表面的沉降量，绝对刚性基础均布矩形荷载作用下基础平均沉降量

第三节 基础最终沉降量

分层总和法，规范方法（应力面积法），应力历史法，斯肯普顿一比伦法，基础沉降量计算方法讨论

第四节 地基变形与时间的关系

饱和土中有效应力原理，一维固结理论，地基固结度，地基固结过程中任意时刻的变形量，利用沉降观测资料推算后期沉降量

习题课：基础最终沉降量计算

2.重点难点

重点：地基沉降量的分层总和法和规范法的计算方法与步骤，地基沉降量随时间变化的计算。

难点：规范法计算地基沉降量、一维固结理论、地基变形与时间变的关系。

3.基本要求

（1）了解土的不同应力历史条件下的沉降计算方法，了解实测沉降~时间关系的应用；

（2）理解饱和土的有效应力原理、饱和土的单向固结理论，地基固结度，固结与时间关系；

（3）掌握分层总和法和规范法计算地基最终沉降量。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法。

5. 课程思政

（1）通过地基变形分层总和法和固结理论的基本假定及其公式，以抓矛盾的主要方面为突破把复杂问题概化或抽象成几何模型、物理模型、数学模型，运用“主要矛盾与次要矛盾”原理分析解决问题，提升学生善于分析问题和解决问题的能力。

（2）沉降量计算量是比较大的，且需要反复计算，鼓励学生戒骄戒躁、一丝不苟地按照规范要求进行，培养学生精益、钻研、认真的工作作风。

（3）地基的沉降是随着时间的持续而发生变化的，培养学生以联系的、运动的、发展的观点看问题，不要以片面的、静止的观点看问题。

第七章 土的抗剪强度

1.教学内容

第一节 概述

土体强度及其特点，工程中土的强度问题

第二节 土的抗剪强度理论

库仑公式与抗剪强度指标，土的抗剪强度机理，莫尔-库仑强度理论

第三节 土的剪切强度试验

直剪试验，三轴试验，无侧限抗压试验，十字板剪切试验

第四节 三轴压缩试验中的孔隙压力系数

孔隙压力系数 B ，孔隙压力系数 A

第五节 饱和粘性土的抗剪强度

不固结不排水抗剪强度（UU 试验），固结不排水抗剪强度（CU 试验），固结排水抗剪强度（CD 试验），抗剪强度指标的选择

第六节 应力路径在强度问题中的应用

土中一点的应力状态可用莫尔圆表示，正常固结土应力路径，超固结土应力路径

第七节 无粘性土的抗剪强度

无粘性土的抗剪强度，影响无粘性土的抗剪强度的因素

习题课：土中一点应力计算、判别土体是否发生剪切破坏

2.重点难点

重点：莫尔-库仑强度理论，剪切试验方法及抗剪强度指标的确定，土的极限平衡条件及其应用。

难点：无粘性土、粘性土在剪切过程中的性状，实际工程中土的抗剪强度指标的选择。

3.基本要求

（1）了解土的强度的概念与工程意义，应力路径的概念，无粘性土休止角试验和大型直接剪切试验；

（2）理解抗剪强度的影响因素，抗剪强度指标的测定方法和选择，无粘性土、粘性土的抗剪强度特性，三轴试验孔隙压力系数的概念；

（3）掌握莫尔-库仑抗剪强度理论和极限平衡理论，抗剪强度指标的测定方法和选择，利用土的极限平衡条件判断土体一点所处状态是否发生剪切破坏，不同固结和排水条件下土的抗剪强度指标的意义及应用

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法。

5. 课程思政

思政：实践是检验真理的唯一标准。

素材：常见到“强度准则”与“强度理论”这两种提法。材料强度的数学表达式

可以叫“强度准则”；而反映了材料强度的机理的表述则为“强度理论”，通常后者也表示为相应的数学公式。当前工程中广泛使用的是 Mohr-Coulomb 强度准则（理论），一般认为这一准则不能反映土的强度的非线性，也不能反映中主应力对抗剪强度的影响。多年来，曾有很多土的抗剪强度准则被提出，它们有的能够反映土强度的非线性，多数能够反映中主应力的影响，例如莱特-邓肯（Lade-Duncan）强度准则、松岗元-中井照夫（Matsuoka-Nakai）空间滑动面强度准则和俞茂宏双剪应力强度理论（统一强度理论）等。可是在工程界广泛应用的还是摩尔库伦强度准则，原因在于它的实用性：表述简单、可用直剪或三轴试验测定其参数、工程设计计算很方便；另外，它区别于四大古典强度理论，正确地反映了土强度的机理：破坏面上的抗剪强度与该面上的正应力有关。还有，基于以上的那些精雕细刻的各种土的强度准则只是揭示了土的强度的影响因素，提高了人们对土的强度的认识，在实际工程中基本没有被采用。

最核心的实践是这个数学上、力学上都不完美的 Mohr-Coulomb 理论，确确实实解决了大量各种挡土结构物的破坏（土压力理论）、各种类型的滑坡（边坡稳定）、地基破坏（地基承载力）工程问题。

第八章 土压力

1. 教学内容

第一节 概述

挡土墙、土压力的概念，挡土墙类型，挡土墙的破坏形式

第二节 挡土墙侧的土压力

墙体位移与土压力类型，土压力分类，静止土压力计算

第三节 朗肯土压力理论

朗肯主动极限平衡应力状态，朗肯土压力理论基本条件和假定，主动土压力计算，朗肯被动土压力计算，特殊情况下的土压力计算

第四节 库仑土压力理论

库仑土压力理论，无粘性土的主动土压力，无粘性土的被动土压力，粘性填土的土压力

第五节 朗肯与库仑理论的比较

分析方法，应用条件，计算误差

习题课：朗肯土压力计算

2. 重点难点

重点：土压力的类型及产生条件，朗肯土压力和库仑土压力的计算。

难点：有超载、成层土、有地下水情况的土压力计算。

3. 基本要求

- (1) 了解土压力的概念，挡土墙抗倾覆、抗滑动稳定性验算的概念；
- (2) 理解有超载、成层土、有地下水情况的土压力计算；
- (3) 掌握土压力的类型及产生条件，静止土压力、主动土压力、被动土压力的计算方法、朗肯和库仑土压力理论及实际应用。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法。

5. 课程思政

- (1) 培养学生严谨设计、科学施工的职业道德素养。

土压力计算的准确性是挡土墙安全与否的关键，如计算错误可能造成构件强度不足，进而导致人员伤亡的惨剧，以挡土墙破坏的工程事故案例，分析事故发生的原因，教导学生强化工程设计、施工的科学性、严谨性及职业道德的重要性，加强未来工程师们的社会责任感教育，让“生命至上、安全第一”理念内化于心外化于行。

案例：2015 年 5 月 9 日 15 时 45 分左右，兰陵县鲁城镇的兰陵顺天运输有限公司驻地院内一在建挡土墙工程，在施工过程中部分墙体发生坍塌事故，造成 10 人死亡，3 人受伤，直接经济损失 721.5 万元。倒塌的挡土墙位于公司停车场北侧，倒塌长度约在 30m 至 40m 左右。根据现场判断，整条挡土墙西高东低，与地面约 90 度垂直，最高处有 8~9m，倒塌的为东半部分。

经调查认定，造成事故的直接原因是，兰陵顺天运输有限公司对挡土墙未进行正规设计；挡土墙非法施工，砌筑质量不符合施工规范要求，事故前期降雨导致回填土结合力下降，挡土墙侧向水土总压力增大，超过挡土墙极限承载能力，导致墙体瞬间坍塌。是一起因非法建设施工造成的生产安全责任事故。

(2) 通过朗肯与库伦土压力理论的对比分析，一个是墙背垂直、光滑，填土面水平，一个是墙背不垂直、不光滑，填土面倾斜等假设，看似悖论的假设及计算理论，最终能给出朗肯土压力理论是库伦土压力理论的特殊情况。让学生们建立起来大胆假设、合理推理、工程验证的思维意识，也让其理解“矛盾的普遍性寓于特殊性之中，并通过特殊性表现出来”的辩证关系。

第九章 地基承载力

1. 教学内容

第一节 概述

建筑物地基设计的基本要求，现场试验确定地基承载力

第二节 浅基础的地基破坏模式

地基的破坏类型，影响地基剪切破坏模式的因素

第三节 地基临界荷载

地基变形的三个阶段，临塑荷载和极限荷载，临界荷载

第四节 地基极限承载力

普朗德尔、赖斯纳极限承载力，太沙基（Terzaghi）公式，汉森（Hansen）、魏锡克公式，极限承载力公式的比较

第五节 地基容许承载力和地基承载力特征值

通过公式计算，通过载荷试验确定，通过旁压试验确定承载力特征值，通过经验确定

2.重点难点

重点：地基极限荷载公式一般形式的推导和分析，影响地基承载力的因素，太沙基极限荷载理论、汉森极限荷载理论的应用。

难点：地基极限承载力的求解原理。

3.基本要求

（1）了解地基破坏模式、破坏阶段及地基临塑荷载、临界荷载、极限荷载的概念；

（2）理解几种地基极限承载力公式的建立方法及其应用；

（3）掌握影响地基承载力的因素，按极限平衡条件确定地基临塑荷载、临界荷载、极限荷载的方法，规范确定地基承载力特征值的方法。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法。

5. 课程思政

培养学生运用信息化手段、现代计算机技术及软件进行工程设计的职业道德素养；同时，让学生对事物或者问题进行区分，以认识其差别、特点和本质的一种辩证逻辑思维方法。

依据本章的地基承载力确定方法的公式的自编软件和商业软件进行课程思政。用 excel 编制的地基承载力确定方法公式，进行同一工况下的计算结果对比分析；用本次课程介绍了地基规范对于地基承载力深宽修正的相关要求，对规范进行深宽修正的原理剖析。结合 PKPM 基础软件中对于独立基础、条形基础及筏板基础的地基承载力自动修正所涉及的参数结合具体工程案例，手工校核地基承载力修正结果，并对比软件如何自动进行地基承载力修正的过程。

地基承载力计算因地制宜，经验和计算相辅相成，树立综合判断整体观；一切事情从基础开始；要有安全与经济的辩证思维。

第十章 土坡和地基的稳定性

1.教学内容

第一节 概述

土坡的类型，滑坡现象，滑坡滑动的根本原因

第二节 无粘性土坡的稳定性

无渗流情况下无粘性土坡稳定性分析，有沿坡渗流情况下无粘性土坡稳定性分析

第三节 粘性土坡的稳定性

整体圆弧滑动法，瑞典条分法，改进的毕肖普（Bishop）法，简布（Janbu）法，折线滑动法，几种方法比较

第四节 土坡稳定性的影响因素

土体抗剪强度指标及稳定安全系数的选择，坡顶开裂时的土坡稳定性，粘性土中水渗流时的土坡稳定性

第五节 地基的稳定性

基础连同地基一起滑动的三种地基稳定性问题，土坡坡顶建筑物地基的稳定性

2.重点难点

重点：粘性土坡圆弧滑动条分法的分析原理和计算方法，瑞典条分法、毕肖普法。

难点：工程中的土坡稳定性计算。

3.基本要求

（1）了解土坡滑坡的滑动面形状及其产生滑动的原因，非圆弧滑动面土坡稳定分析：Janbu 条分法、毕肖普等其它常用分析方法，水对土坡稳定的作用；

（2）理解无粘性土土坡的稳定性分析法，土的抗剪强度指标及稳定安全系数的选择；

（3）掌握无粘性土土坡稳定分析和粘性土坡稳定分析的原理及计算方法。

4. 教学方法

板书与多媒体课件相结合的授课方法，案例教学法。

5. 课程思政

（1）首先让学生建立顺应自然、改造自然、生态文明和风险意识。

（2）以不平衡力（传递系数法）案例进行“创新”课程思政：

当时，英美和北欧一些国家在各种黏性土上建设工程，对黏性土中产生的滑坡（主要为圆弧形滑面）进行了研究，提出了一些条分法。本章讲解了不少。

但对于建造在西南山区的铁路，地质复杂，滑坡滑面形状多样，不能够完全照搬西方经验。1973 年，铁道部第二勘测设计院和西北所共同主持开展了“抗滑桩加固抗力与设计理论”的研究。

首要问题：如何计算作用在抗滑桩上的滑坡推力？由此提出了传递系数法。传递系数法也叫不平衡推力法，是我国独创的边坡稳定性分析方法，在滑坡的分析治理中

得到了广泛应用，已写入我国各行各业的边坡规范中（郑颖人，2004）。

那时候，滑坡推力计算是一项较为繁琐的工作，为了使计算简便，我国科研工作者创造性地设计制作了计算盘。可省去查取三角函数的工作。

以上事例说明，土木工程科学研究须着眼于国家重大需求，在实践中寻找课题，勇于探索，敢于创新，最终回到实际中解决工程问题。

由此：创新是一个民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力，也是中华民族最深沉的民族禀赋。在激烈的国际竞争中，惟创新者进，惟创新者强，惟创新者胜（习近平，2013）。

六、课程内实践教学内容与要求

本课程内实践教学内容共计 8 学时，应开设实践（实验）项目 5 个。

课程思政

教育学生理论联系实际、劳动意识、实事求是、从实践中来到实践中去；求真务实；工程伦理、知行合一；诚信、责任担当、团队协作；遵纪守法。

所在章	实践（实验）项目名称	要求	学时	类型	场地
第一章	筛分实验	必做	2	设计性	实验室
第二章	界限含水量实验	必做	1	设计性	实验室
第二章	含水量实验	必做	1	设计性	实验室
第五章	固结实验	必做	2	设计性	实验室
第七章	直剪实验	必做	2	设计性	实验室

七、课程学时分配（以章节为单位）

章次	各章名称	学时分配			学时合计
		理论	实践（实验）	讨论/习题	
	绪论	2		0	2
第一章	土的组成	2	2	0	4
第二章	土的物理性质及分类	4	2	1	7

第三章	土的渗透性及渗流	4	0	1	5
第四章	土中应力	4	0	1	5
第五章	土的压缩性	4	2	1	7
第六章	地基变形	6	0	2	8
第七章	土的抗剪强度	6	2	2	10
第八章	土压力	4	0	2	6
第九章	地基承载力	4	0	1	5
第十章	土坡和地基的稳定性	4	0	1	5
	合 计	44	8	12	64

八、推荐教材和教学参考书

1. 推荐教材：

土力学，东南大学等合编，中国建筑工业出版社，2016 年 10 月第四版。

2. 教学参考书：

- [1] 土力学，李广信、张丙印、于玉贞，清华大学出版社，2013 年 10 月第 2 版；
- [2] 土力学地基基础，陈希哲、叶菁，清华大学出版社，2013 年 6 月第 5 版；
- [3] 土力学与基础工程，韩建刚 李巨文，重庆大学出版社，2010 年 2 月第 1 版；
- [4] 土力学原理，张孟喜，华中科技大学出版社，2007 年 9 月第 1 版；
- [5] 土力学与基础工程，赵明华，武汉理工大学出版社，2014 年 7 月第 4 版；
- [6] 土力学原理，赵成刚、白冰，清华大学出版社，2017 年 8 月第 2 版；
- [7] 土力学，廖红建，高等教育出版社，2018 年 1 月第 3 版；
- [8] 土力学及基础工程学习辅导与习题精解，莫海鸿，中国建筑工业出版社，2006 年 6 月第一版；
- [9] 中华人民共和国国家标准.岩土工程勘察规范（2009 年版）GB 50021-2001，中国建筑工业出版社，2009 年 10 月第二版；
- [10] 土力学复习与习题，钱建固、袁聚云、张陈蓉，人民交通出版社，2016 年 12 月第 1 版；
- [11] 中华人民共和国国家标准.地基基础设计规范 GB 50007-2011，中国建筑工业出版社，2011 年 3 月第一版；
- [12] 中华人民共和国国家标准.土工试验方法标准 GB/T 50123—1999，中国计划出版社，1999 年 9 月第一版。

3. 教学信息化资源（建议）：

<http://www.youku.com/>

4. 推荐期刊：

《岩土工程学报》，《岩石力学与工程学报》，《Geotechnique》，《Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering》。

5. 推荐网站：

中国知网， Springerlink

九、考核方式

考核形式为笔试（闭卷）。

课程的总成绩由期末考核成绩、期中考试成绩、平时成绩组成，期末考核成绩占 50%，期中考试成绩占 10%，平时成绩占 40%（平时成绩包括试验成绩、课堂出勤、课堂表现、随堂测验、课后作业等）。要求实验教学环节必须参加，不能缺勤，否则平时成绩记零分。

修订人：张建毅

修订日期：2020 年 3 月 10 日

审核人：李巨文

审核日期：2020 年 3 月 12 日