《材料力学》课程教学大纲

|  |  |
| --- | --- |
| 课程名称：材料力学 | 课程代码：MEAU3004 |
| 英文名称：Mechanics of Materials |
| 课程性质：大类基础课程 | 学分/学时：3.5学分/63学时 |
| 开课学期：第4学期 |  |
| 适用专业：机械工程、机械电子工程、材料成型及控制工程 |
| 先修课程：高等数学、线性代数、大学物理、理论力学 |
| 后续课程：机械设计，机械原理 |
| 开课单位：苏州大学机电工程学院 | 课程负责人：高强 |
| 大纲执笔人：高强 | 大纲审核人： |

一、课程性质和教学目标（在人才培养中的地位与性质及主要内容，指明学生需掌握知识与能力及其应达到的水平）

**1、课程性质：**材料力学是变形体力学的重要基础分支之一，是一门为设计工程实际构件提供必要理论基础的重要技术基础课，也是一门理论与实验相结合的课程。

**2、教学目标：**学习材料力学的目的就是能对识别和提炼实际工程中遇到的力学问题，并为机械工程的设计和计算提供适当的方法。通过学习本课程，使学生掌握将工程实际构件抽象为力学模型的方法；掌握研究杆件内力、应力、变形分布规律的基本原理和方法；掌握分析杆件强度、刚度和稳定性问题的理论与计算；具有熟练的计算能力和一定的实验能力；为后续相关课程的学习，以及进行构件设计和科学研究打好力学基础，培养构件分析、计算和实验等方面的能力。

本课程的具体教学目标如下：

1. 通过本课程的学习，对构件在载荷下的力学性能有基本认识，充分理解应力和应变等基本概念。能进行工程构件的内力和应力分析，确定危险截面并进行强度计算；
2. 能应用变形协调条件、物理定律、静力学关系进行简单结构（包括圆轴和梁等杆件）的变形和位移计算；
3. 掌握复杂应力状态下单元体的主应力和主应变概念。能应用强度理论和组合变形的知识对复杂工程问题进行力学建模和分析；
4. 掌握压杆稳定性的概念，细长压杆的欧拉公式及其适用范围；掌握不同柔度压杆的临界应力和安全因数法的稳定性计算；了解提高压杆稳定性的措施。

**3、教学目标与毕业要求的对应关系：**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 指标点 | 课程目标 | 对应关系说明 |
| 毕业要求1：工程知识 | 1-1能将掌握的数理知识，用于专业问题的理解、建模、分析与求解 | 教学目标1 | 通过本课程的学习，对材料在载荷下的力学性能有基本认识，充分理解应力和应变等基本概念。能进行工程构件的内力和应力分析，确定危险截面并进行强度计算。 |
| 教学目标2 | 能应用变形协调条件、物理定律、静力学关系进行简单结构（包括圆轴和梁等杆件）的变形和位移计算。 |
| 毕业要求2：问题分析 | 2-1 能运用数理和工程知识进行机械专业领域复杂工程问题中的内涵识别与理解分析 | 教学目标3 | 掌握复杂应力状态下单元体的主应力和主应变概念。能应用强度理论和组合变形的知识对复杂工程问题进行力学建模和分析。 |
| 毕业要求3：设计/开发解决方案 | 3-1能针对复杂问题进行调研并明确工程实际要求，完成机械工程问题的需求分析 | 教学目标4 | 对机械零部件在使用和制造过程中的失效有一定认识。掌握压杆稳定性的概念，了解材料疲劳的概念。 |

二、课程教学内容及学时分配（含课程教学、自学、作业、讨论等内容和要求，指明重点内容和难点内容。重点内容：★；难点内容：∆）

1. 第一章 绪论（2学时）（支撑教学目标1）
* **教学内容**

材料力学的研究对象、任务以及研究方法；可变形固体及其基本假设；材料力学主要研究对象的几何特征以及杆件变形的基本形式。

§1-1 材料力学的任务与研究对象

（1）强度、刚度与稳定性

（2）材料力学的研究对象

§1-2 材料力学的基本假设

§1-3 外力与内力

（1）外力

（2）内力与截面法

§1-4 应力

（1）正应力与切应力

（2）单向应力、纯剪切与切应力互等定理

§1-5 应变

§1-6 胡克定律

§1-7 杆件变形的基本形式

* **重点及难点**

★ 内力与截面法的概念；

∆ 正应力、切应力和线应变、切应变的概念。

1. 第二章 轴向拉压应力与材料的力学性能（6学时）（支撑教学目标1）
* **教学内容**

§2-1 引言

§2-2 轴力与轴力图

（1）轴力

（2）轴力计算

（3）轴力图

§2-3 拉压杆的应力与圣维南原理

（1）拉压杆横截面上的应力

（2）拉压杆斜截面上的应力

（3）圣维南原理

§2-4 材料拉伸时的力学性能

（1）拉伸试验与应力—应变图

（2）低碳钢的拉伸力学性能

§2-5 材料拉压力学性能进一步研究

（1）一般金属材料的拉伸力学性能

（2）复合材料与高分子材料的拉伸力学性能

（3）材料在压缩时的力学性能

（4）温度对材料力学性能的影响

§2-6 应力集中概念

（1）应力集中

（2）应力集中对构件强度的影响

§2-7 许用应力与强度条件

（1）失效与许用应力

（2）强度条件

§2-8 连接部分的强度计算

（1）剪切与剪切强度条件

（2）挤压与挤压强度条件

**\***§2-9 结构可靠性设计概念简介

* **目标及要求**

1）建立轴力的概念，熟悉掌握轴力计算和轴力图绘制的方法；

2）理解拉伸正应力公式的推导过程，了解应力随所在截面方位的变化规律；

3）明确低碳钢和铸铁在拉伸与压缩变形中的力学行为，掌握材料力学性能指标的力学意义和测试方法；

4）明确许用应力的概念，理解引入安全系数的原因；

5）熟练掌握拉压杆的强度条件和连接件强度问题的计算方法。

* **重点及难点**

★ 轴向拉伸与压缩时横截面上的内力和应力；

★ 剪切和挤压的实用计算；

★ 低碳钢和铸铁的力学性能；

∆ 剪切内容较多涉及工程实际结构，看懂工程结构荷载图，进行受力分析。

1. 第三章 轴向拉压变形（6学时）（支撑教学目标1、2）
* **教学内容**

§3-1 引言

§3-2 拉压杆的变形与叠加原理

（1）拉压杆的轴向变形与胡可定律

（2）拉压杆的横向变形与泊松比

（3）叠加原理

§3-3 桁架节点位移分析与小变形概念

（1）节点位移分析

（2）小变形概念

§3-4 拉压与剪切应变能

（1）应变能概念

（2）外力功与应变能计算

（3）拉压与剪切应变能密度

§3-5 简单拉压静不定问题

（1）静定与静不定问题

（2）静不定问题分析

（3）静不定问题求解要点与内力特点

**\***§3-6 热应力与初应力

（1）热应力概念

（2）初应力概念

**\***§3-7 拉压杆弹塑性分析简介

（1）塑性极限状态与极限载荷

（2）拉压静不定问题弹塑性分析

**\***§3-8 结构优化设计概念简介

（1）优化设计概念

（2）实例分析

* **目标及要求**

1）明确弹性模量，泊松比和截面抗拉刚度的概念，熟练掌握用胡克定律计算拉压杆变形的方法；

2）掌握“用切线代替圆弧”求简单桁架节点位移的方法；

3）了解静不定问题的一般解法，熟练掌握一次静不定杆系的解法；

4）建立应变能和应变能密度的概念，并掌握其计算方法。

* **重点及难点**

★ 轴向拉伸或压缩时的变形；

★ 胡克定律；

★ 小变形概念；

∆ 静不定问题及其求解思路和方法。

1. 第四章 扭转（8学时）（支撑教学目标1，2）
* **教学内容**

§4-1 引言

§4-2 扭力偶矩计算与扭矩

（1）功率、转速与扭力偶矩之间的关系

（2）扭矩与扭矩图

§4-3 圆轴扭转横截面上的应力

（1）扭转试验与假设

（2）圆轴扭转切应力一般公式

（3）圆轴扭转最大切应力

（4）薄壁圆轴的扭转切应力

§4-4 圆轴扭转破坏与强度条件

（1）扭转失效与扭转极限应力

（2）轴的强度条件

（3）圆轴合理截面与减缓应力集中

§4-5 圆轴扭转变形与刚度条件

（1）圆轴扭转变形

（2）圆轴扭转刚度条件

§4-6 简单静不定轴

§4-7 非圆截面轴扭转

（1）自由扭转与限制扭转

（2）矩形截面轴扭转

（3）椭圆等非圆截面轴扭转

§4-8 薄壁杆扭转

（1）闭口薄壁杆的扭转应力

（2）闭口薄壁杆的扭转变形

（3）开口薄壁杆扭转概念

* **目标及要求**

1）能够根据轴的传递功率和转速计算外力偶矩；

2）熟练掌握扭矩的计算和扭矩图的绘制方法；

3）理解圆轴扭转时切应力和扭转角公式的推导过程，明确其中平面假设的意义和作用；

4）熟练掌握受扭圆轴强度和刚度的计算方法；

5）了解有关矩形截面杆扭转时横截面上切应力分布规律的主要结论及其强度和刚度的计算方法；

6）了解薄壁杆自由扭转时强度和刚度的计算方法；

7）会求解简单的扭转静不定问题。

* **重点及难点**

★ 圆轴扭转时的应力公式的推导及其应用；

★ 圆轴扭转时的扭转角和单位扭转角的计算；

★ 圆轴扭转时的强度与刚度的计算；

∆ 圆轴扭转时的静不定问题及其求解。

1. 第五章 弯曲内力（6学时）（支撑教学目标1）
* **教学内容**

§5-1 引言

§5-2 梁的约束与类型

（1）支座形式与支反力

（2）梁的类型

§5-3 剪力与弯矩

§5-4 剪力、弯矩方程与剪力、弯矩图

§5-5 剪力、弯矩与载荷集度间的微分关系

（1）剪力、弯矩与载荷集度间的微分关系

（2）利用剪力、弯矩与载荷集度间的微分关系绘制剪力、弯矩图

§5-6 刚架与曲梁的内力

（1）刚架内力

（2）曲梁内力

* **目标及要求**

1）明确平面弯曲的概念，理解将实际受弯构件简化为力学模型的过程；

2）熟练掌握建立剪力、弯矩方程和绘制剪力、弯矩图的方法；

3）深刻理解弯矩、剪力与载荷集度间的微分关系，并掌握用该关系绘制或检验梁的剪力、弯矩图的方法。

* **重点及难点**

★ 弯曲的内力、剪力和弯矩；

★ 梁和刚架的剪力图和弯矩图的绘制；

★ 利用载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系的几何意义直接绘制剪力图和弯矩图；

∆ 利用载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系的几何意义直接绘制剪力图和弯矩图。

1. 第六章 弯曲应力（6学时）（支撑教学目标1）
* **教学内容**

§6-1 引言

§6-2 弯曲正应力

（1）试验与假设

（2）弯曲正应力一般公式

（3）最大弯曲正应力

§6-3 弯曲切应力

（1）矩形截面梁的弯曲切应力

（2）工字形与箱形薄壁截面梁的弯曲切应力

（3）圆形截面梁的弯曲切应力

（4）弯曲正应力与弯曲切应力比较

§6-4 梁的强度条件

（1）弯曲正应力强度条件

（2）弯曲切应力强度条件

§6-5 梁的合力强度设计

（1）梁的合理截面形状

（2）变截面梁与等强度梁

（3）梁的合理受力

§6-6 双对称截面梁的非对称弯曲

（1）弯曲正应力分析

（2）中性轴与最大弯曲正应力

* **目标及要求**

1）明确纯弯曲和横力弯曲的概念，掌握推导梁弯曲正应力公式的方法；

2）熟练掌握弯曲正应力的计算、弯曲正应力强度条件及其应用；

3）理解矩形截面梁弯曲切应力公式的推导过程，掌握相应的切应力分布规律；

4）掌握常见截面梁横截面上最大切应力的计算和弯曲应力强度的校核方法；

5）了解提高梁强度的一些主要措施。

* **重点及难点**

★ 纯弯曲时的正应力计算公式；

★ 弯曲时的正应力强度条件；

★ 几种常见提高弯曲强度的措施；

∆ 弯曲剪应力计算公式；

∆ 弯曲剪应力强度条件。

1. 第七章 弯曲变形（6学时）（支撑教学目标1、2）
* **教学内容**

§7-1 引言

§7-2 挠曲轴近似微分方程

§7-3 计算梁位移的积分法

**\***§7-4 计算梁位移的奇异函数法

（1）弯矩的通用方程

（2）梁位移的通用方程

§7-5 计算梁位移的叠加法

（1）叠加法

（2）逐段分析求和法

§7-6 简单静不定梁

§7-7 梁的刚度条件与合理刚度设计

（1）梁的刚度条件

（2）梁的合理刚度设计

* **目标及要求**

（1）明确挠曲线、挠度和转角的概念，深刻理解梁挠曲线近似微分方程的建立过程；

（2）掌握计算梁变形的积分法和叠加法；

（3）了解梁的刚度条件和提高梁刚度的主要措施；

（4）掌握运用变形比较法解简单超静定问题。

* **重点及难点**

★挠曲线的微分方程的建立；

★ 对挠曲线的微分方程进行积分；

∆ 简单静不定梁求解的思路和方法。

1. 第八章 应力应变状态分析（9学时）（支撑教学目标3）
* **教学内容**

§8-1 引言

§8-2 平面应力状态应力分析

（1）平面应力状态

（2）斜截面应力一般公式

§8-3 应力圆

（1）应力圆

（2）应力圆的绘制与应用

§8-4 极值应力与主应力

（1）平面应力状态的极值应力

（2）主应力

（3）纯剪切状态的最大应力与圆轴扭转破坏分析

§8-5 复杂应力状态的最大应力

（1）三向应力圆

（2）最大应力

§8-6 平面应变状态应变分析

（1）任意方位的应变

（2）应变圆

（3）最大应变与主应变

§8-7 广义胡克定律

（1）广义胡可定律

（2）主应变与主应力的关系

**\***§8-8 复杂应力状态下的应变能

（1）应变能密度一般表达式

（2）体应变

（3）畸变能密度

**\***§8-9 复杂材料应力应变关系简介

（1）正轴应力应变关系

（2）各向异性与拉剪耦合

* **目标及要求**

1）明确一点应力状态、主平面和主应力等基本概念，熟练掌握从构件中截取单元体的方法；

2）掌握用解析法和图解法分析、计算平面应力状态下任意截面上的应力、主应力并确定主平面方位；

3）了解三向应力圆的画法，熟练掌握最大切应力计算方法；

4）了解平面应变状态的分析方法和有关结论；

5）掌握广义胡克定律及其应用。

* **重点及难点**

★ 二向应力状态分析——解析法.

★ 莫尔圆的绘制及其应用.

★ 广义胡克定律.

∆ 莫尔圆的绘制及其应用

1. 第九章 强度理论（4学时）（支撑教学目标3）
* **教学内容**

§9-1 引言

§9-2 关于断裂的强度理论

（1）最大拉应力理论——第一强度理论

（2）最大拉应变理论——第二强度理论

§9-3 关于屈服的强度理论

（1）最大切应力理论——第三强度理论

（2）畸变能理论——第四强度理论

§9-4 强度理论的应用

（1）脆性与塑性状态

（2）单向与纯剪切组合应力状态的强度条件

（3）许用切应力的确定

§9-5 承压薄壁圆筒的强度计算

（1）薄壁圆筒应力分析

（2）壁圆筒的强度条件

（3）厚壁圆筒应力简介

**\***§9-6 关于强度理论的试验研究

（1）关于断裂准则的试验研究

（2）关于屈服准则的试验研究

**\***§9-7 莫尔强度理论

（1）莫尔理论要点

（2）莫尔理论强度条件

* **目标及要求**

1）了解各个强度理论的基本观点，相应的强度条件及其应用范围；

2）能正确应用强度理论进行强度计算，熟练掌握第三和第四强度理论进行强度计算的方法。

* **重点及难点**

★ 四个强度理论；

∆ 第四强度理论。

1. 第十章 组合变形（4学时）（支撑教学目标1、3）
* **教学内容**

§10-1 引言

§10-2 弯拉（压）组合

§10-3 偏心压缩与截面核心概念

（1）偏心压缩

**\***（2）截面核心概念

§10-4 弯扭组合与弯拉（压）扭组合

（1）弯扭组合

（2）弯拉（压）扭组合

§10-5 矩形截面杆组合变形一般情况

* **目标及要求**

1）了解组合变形杆件强度计算的基本方法，掌握危险截面和危险点的判定方法；

2）掌握拉弯组合变形杆的应力和强度计算；

3）熟练掌握圆轴在弯扭组合变形时的应力和强度计算。

* **重点及难点**

★ 求解拉伸或压缩与弯曲的组合的原理和方法；

★ 求解扭转与弯曲的组合的原理和方法；

∆ 求解扭转与弯曲的组合的原理和方法。

1. 第十一章 压杆稳定问题（6学时）（支撑教学目标4）
* **教学内容**

§11-1 引言

§11-2 两端铰支细长压杆的临界载荷

（1）临界载荷的欧拉公式

（2）小挠度理论与理想压杆模型的实际意义

§11-3 两端非铰支细长压杆的临界载荷

（1）一端铰支、另一端固定的细长压杆

（2）细长压杆临界载荷一般公式

§11-4 中、小柔度杆的临界应力

（1）临界应力与柔度

（2）欧拉公式的适用范围

（3）临界应力的经验公式

§11-5 压杆稳定条件与合理设计

（1）压杆稳定条件

（2）折减系数法

（3）压杆的合理设计

* **目标及要求**

1）明确稳定平衡、不稳定平衡和临界载荷的概念，理解两端铰支压杆临界载荷公式的推导过程；

2）理解相当系数的力学意义，熟练掌握常见四种约束形式细长杆的临界载荷的计算；

3）明确压杆柔度、临界应力和临界应力总图的概念，熟练掌握大柔度、中柔度和小柔度三类压杆的判别方法及其临界载荷的计算和稳定性的校核方法；

4）了解根据压杆稳定性条件设计杆件截面的稳定系数；

5）了解提高压杆稳定性的主要措施。

* **重点及难点**

★ 两端铰支细长压杆的临界压力；

★ 其它支承条件细长压杆的临界压力；

∆ 用安全系数法进行压杆稳定性的校核。

三、教学方法

1、课堂讲授

根据以上要求具体讲授材料力学的基本知识、原理、方法，并注意同工程实践和其他课程的联系，强调知识的综合性、连贯性和实用性。

采用CAI课件等现代化多媒体教学手段结合传统教学方法讲授。课堂教学采用启发式、引导式教学，培养学生思考问题、分析问题和解决问题的能力；通过引入工程实际问题，提高学生的学习兴趣；通过实验加强学生对理论知识的深入学习，提高学习效果；在教学中注意各章节的学习要求、重点难点，结合课堂练习和单元测验及时消化和应用所学理论知识。

1. 教学辅助资料：工程实践资料及实验资料。
2. 作业布置

本课程是一门基础性很强的课程，同其他后续课程联系较紧密，且包含大量数学计算，所以要求学生强化练习，作业以课后习题为主，2学时即可布置一次作业；此外还要加强课堂练习，辅以习题课。

四、考核及成绩评定方式

**1、考核方式**

过程化考核

**2、成绩构成**

平时成绩+期中考试成绩+单元+期末考试成绩。其中的各项权重系数可根据具体情况商定，但期末考试原则上不超过40%。

五、教材及参考书目

**1、教材**

材料力学（I）（第4版），单辉祖编著，高等教育出版社，2016年6月，ISBN 9787-04-045268-6

**2、成绩构成**

1. 材料力学典型题解析及自测试题，苟文选主编，西北工业大学出版社，2000年12月。
2. 材料力学提要与例题解析，郭应征编著，清华大学出版社，2008年。
3. 工程力学基础 [德] K.马格努斯、H.H.缪勒著，张维等译，北京理工大学出版社， 1997年7月。
4. Mechanics of Materials, A. Bedford and K.M. Liechti, 清华大学出版社，2004年12月。