



## 研究生课程教学大纲

课程名称：	材料力学性能		
性能			
	Mechanical Properties of Materials		
课程编号：	ZB14125T		
开课单位：	材料科学与工程学院	开课学期：	2
课内学时：	32	学分：	2
适用学科	材料科学与工程		
专业及层次：	硕士生		
授课语言：	中文		
先修课程：	材料科学与基础		
负责人：	王彦芳	团队成员：	斯佳佳

### 一、课程简介

《材料力学性能》是材料科学与工程硕士研究生的方向必修课程。本课程以材料学科与固体力学学科的交叉为主线，系统全面介绍材料的宏微观力学性能，以及在各种载荷作用下材料的宏微观破坏机制，体现了“科学”与“工程”、“宏观”与“微观”、“结构”与“功能”的结合，以加强基础、拓宽专业面、注重能力与素质培养，培养学生从微观理论角度解决材料性能的创新与实践能力。课程主要讲述以下内容：金属静载力学性能试验及变形行为（包括弹性变形、塑性变形及材料在压缩、弯曲与扭转载荷下的力学性能）、材料的强度及强化理论、金属的断裂与韧化、材料硬度及其尺度效应，先进金属材料力学性能（智能材料、非晶态合金、高熵合金等）及金属材料在特殊条件下的力学性能（如应力腐蚀、腐蚀磨损、冲蚀磨损等）。

## 二、课程大纲

### （一）课程目标

目标 1：掌握位错理论的基本概念，能应用材料力学性能相关的基本概念与基础知识，进行弹性变形、塑性变形、强化与断裂、微观硬度等材料的复杂工程问题的宏微观数学建模、公式推导与理论分析。

目标 2：掌握工程材料宏微观力学性能测试原理和方法，能针对弹性、塑性、强度与失效等材料力学性能的关键环节进行工程材料的综合设计与应用、失效分析与评估。

目标 3：能够基于材料宏微观力学性能的基本原理与方法，对先进金属材料力学性能进行分析、预测及评估。

### （二）课程内容

#### 第 1 章 绪论

1.1 材料力学性能的主要指标与工程应用背景

1.2 材料强度与断裂的物理本质

1.3 材料力学性能的微观理论基础

#### 第 2 章 材料的弹性变形

本章重点难点：弹性变形的实质，弹性变形的不完整性

2.1 弹性变形的特点及实质

弹性变形的特点，双原子模型，Hook 定律。

2.2 弹性变形的力学性能指标

弹性模量，影响弹性模量的因素，比例极限及弹性极限，弹性比功。

2.3 弹性变形的不完整性

滞弹性，粘弹性，伪弹性，Bauschinger 效应，内耗

2.4 非晶态合金的弹性

#### 第 3 章 材料的塑性变形

本章重点难点：塑性变形的物理过程，屈服产生的条件及微观机制，形变强化过程及机制，缩颈的判据及应用。

3.1 塑性变形的特点及物理过程

塑性变形的特点，塑性变形的基本形式，单晶体的塑性变形，多晶体的塑性变形，细晶强化。

3.2 屈服变形及其微观机制

屈服现象，物理屈服，物理屈服的条件，屈服的位错机制，屈服强度及其影响因素。

3.3 形变强化及其微观机制

形变强化、易滑移阶段及微观机制，线性强化阶段及微观机制，抛物线强化阶

段的微观机制，应变硬化指数，形变强化的工程意义。

### 3.4 缩颈

缩颈现象，缩颈的判据。

## 第4章 材料的强化理论

本章重点难点：非均匀强化，第二相强化，形变热处理。

### 4.1 固溶强化

均匀强化，Mott-Nabarro 理论，Fleischer 理论，Fleltham 理论；非均匀强化，浓度梯度强化，Cottrell 气团强化，Snoek 气团强化，静电相互作用强化，化学相互作用（Suzuki 气团）强化，有序强化

### 4.2 第二相强化

沉淀强化过程，沉淀强化的效果；弥散强化的特点，第二相强化理论，共格应变强化理论，化学强化（切过机制）理论，Orowan 绕过机制，间接强化。

### 4.3 其它强化方式

纤维强化，相变强化，形变热处理强化，界面强化，表面强化。

### 4.4 强化的耦合效应及强化新进展

## 第5章 材料的断裂与韧化

本章重点难点：金属断裂的机制，金属脆化机制，金属韧化机制及措施。

### 5.1 金属的断裂类型及机制

金属断裂的类型，韧性断裂与脆性断裂，穿晶断裂与沿晶断裂，纯剪切断裂与微孔聚集型断裂、解理断裂。

### 5.2 金属的脆化类型及脆化机制

缺口脆化，缺口前方应力分布及缺口效应，缺口弯曲试验；冲击脆化，冲击弯曲试验；低温脆化，韧脆转变温度评价方法，落锤试验，裂纹体的断裂与断裂韧性

### 5.3 金属韧化机制及措施

影响塑韧性的因素，金属韧化措施，提高金属材料强韧性的途径及方法。

## 第6章 材料在特殊条件下的力学性能

本章重点难点：应力腐蚀，摩擦磨损，腐蚀磨损交互作用机制

### 6.1 应力腐蚀

应力腐蚀产生条件、断裂机理及断口特征、应力腐蚀抗力指标、防止应力腐蚀的措施。

### 6.2 摩擦磨损

磨损模型、磨损试验方法。

### 6.3 腐蚀磨损

氧化磨损、特殊介质腐蚀磨损、腐蚀磨损交互作用机制。

## 第7章 材料的硬度

本章重点难点：材料硬度的物理意义、提高材料硬度的方法和原理

### 7.1 常用硬度单位

莫氏硬度、布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度基本概念、测量原理和应用范围

### 7.2 显微硬度与纳米硬度

显微硬度原理、显微硬度特点及其应用，纳米压痕硬度的测量原理与方法，纳米压痕硬度的计算方法。

### 7.3 典型的高硬度材料

金属材料、陶瓷材料、矿物材料的硬度及其影响因素，材料硬度的提升方法与机制，重点文献分析。

## 第8章 非晶与高熵合金的力学性能

本章重点难点：非晶合金的变形能力与变形机制、高熵合金的四大效应与力学性能的关系

### 8.1 非晶合金的力学性能

非晶合金概述、非晶合金微观组织结构对应力应变关系的影响、非晶合金的强度塑性与硬度、非晶合金的耐磨性能、非晶合金的应用。

### 8.2 高熵合金的力学性能

高熵合金概述、高熵合金的四大效应、高熵合金的力学性能特点、高熵合金中的新型变形机制、高熵合金的应用、其他高熵材料。

## 三、教学安排及要求

内容	课内学时	教学方式	课外学时	课外环节	课程目标
1-2.1	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业	目标 1
2.2-2.4	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业	目标 2
3.1-3.2	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业	目标 1
3.3-3.4	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 2
4.1	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业	目标 2
4.2	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 2

4.3-4.4	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 1
5.1	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业	目标 1
5.2	4	(理论讲授/案例研讨)	4	线上学习/作业报告	目标 2
5.3	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 2
6.1-6.3	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 1
7.1-7.2	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 1
7.3	2	(理论讲授/案例研讨)	2	专题调研	目标 3
8.1	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 3
8.2	2	(理论讲授/案例研讨)	2	线上学习/作业报告	目标 3

#### 四、考核内容、方式及评分标准

##### (一) 考核环节

考核环节		总成绩占比	支撑课程目标
平时作业	1. 共布置若干道题目，平均每周 1 道题。 2. 成绩采用百分制，根据作业完成准确性、是否按时上交、是否独立完成评分。 3. 考核学生对基本知识的掌握能力，综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力，题型主要有分析计算、调研报告、案例分析报告、文献综述等。	20%	目标 1, 2, 3
课堂表现	1. 本课程要求根据专题提纲，学生自由选题，参与课堂讨论。 2. 成绩采用百分制，主要根据 PPT 准备、讲述表现、综合应用知识分析问题解决问题的能力、创新性等评分。	20%	目标 2
期末考试	1. 开卷考试，成绩采用百分制，卷面成绩	60%	目标 1, 2, 3

	<p>总分 100 分。</p> <p>2. 主要考核学生综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力，题型主要有简答题、作图题、分析题、计算题等。</p>		
--	--	--	--

## (二) 评分标准

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
平时作业	作业完成准确性较差、上交不及时、有抄袭问题等	作业完成较准确性、上交不及时不超过 2 次、独立完成	作业完成较准确性、按时上交、独立完成	作业完成准确、按时上交、独立完成
课堂表现	不准备 PPT 参与课堂讨论或 PPT 表达不清晰，逻辑性差等	能准备 PPT 参与课堂讨论，但讨论内容与选题提纲差距大或 PPT 表达和逻辑性等表现一般	积极准备 PPT 参与课堂讨论，具有一定的创新性和开拓性	积极准备 PPT 参与课堂讨论，具有创新性和开拓性，能够对其他同学的展示进行质疑
期末考试	试卷表现较差	试卷表现一般	试卷表现良好	试卷表现优秀

## 五、教材与参考资料

### (一) 教材

1. 王磊, 涂善东. 材料强韧学基础, 上海交通大学出版社, 2012 年 9 月;
2. 周益春等. Micro- and Micromechanical Properties of Materials, 高等教育出版社, 2014

### (二) 主要参考资料:

1. 甄良, 邵文柱, 杨德庄编著, 《晶体材料强度与断裂的微观理论》, 科学出版社, 2019 年 3 月。
2. 张俊善编著, 《材料强度学》, 上海交通大学出版社, 2012 年 9 月
3. Robert M.Rose. The Structure and Properties of Materials, WLEY, 1999
4. Zhang Y. Microstructures and Properties of high-entropy alloys, Progress in Materials Science, 2014(61):1-93.
5. Trexler M.M. Mechanical properties of bulk metallic glasses, Progress in Materials Science, 2010(55):759-839.

## 六、其它说明

无。

大纲执笔人: 王彦芳, 斯佳佳 审核人 (学位点负责人) :

分管院长签字：