



## 研究生课程教学大纲

课程名称：	金属强度与断裂		
	Metal strength and fracture		
课程编号：	ZX14100D		
开课单位：	材料科学与工程学院	开课学期：	1
课内学时：	32	学分：	2
适用学科专业及层次：	材料科学与工程学术学位博士、材料工程专业学位博士		
授课语言：	中文		
先修课程：	材料科学基础、金属力学性能		
负责人：	王勇	团队成员：	曹宁、李学达

### 一、课程简介

本课程为材料科学与工程学术学位博士生和材料工程专业学位博士生开设的专业选修课程。课程内容主要从材料特别是金属材料的工程应用出发，以应力应变状态、材料失效行为及相关理论为基础，介绍金属材料的强度与断裂理论，包括位错理论、金属弹性变形、塑性变形、断裂理论、断裂韧性与应力波理论、疲劳的宏观规律、疲劳微观理论及各种疲劳失效等内容，掌握金属材料失效的规律及克服失效的途径和方法。重点阐述金属材料力学性能的宏观规律和微观本质、测试及评定方法，以及在工程实际中的应用，力图将基本理论与工程实际相结合，以培养学生理论联系实际和灵活运用知识的能力，为装备制造过程中正确选择、合理使用材料提供依据，为研制新材料、改进和开发冷热加工艺提供线索、方向。

### 二、课程大纲

#### (一) 课程目标

目标 1：使学生能够掌握工程材料各力学性能指标的物理意义、工程意义及相互

关系，对应了解材料在各种服役条件下的失效现象及微观机理。

目标 2：掌握各力学性指标的规范测试技术，了解影响力学性能的因素，以及提高途径和方向，为机械设计和制造过程中正确选择、合理使用材料提供依据，为研制新材料、改进和开发冷热加工工艺提供线索、方向。在选材和改进工艺时还应做到兼顾安全、健康、环境及社会的可持续发展。

目标 3：为机器零件或构件的失效分析提供一定基础，在材料失效分析时理解应承担的责任，并遵守工程职业道德和规范。

## （二）课程内容

### 第 1 章 位错理论

本章重点难点：

#### 1.1 位错应力场

位错的能量及位错线张力，位错在外应力场中所受的力，位错与位错间的相互作用，位错与溶质原子的交互作用位错与表面的相互作用。

#### 1.2 位错动力学

宏观变形与位错运动的关系，扩展位错及其运动。

### 第 2 章 金属的弹性变形

本章重点难点

#### 弹性变形及其物理实质

弹性模量、比例极限、弹性极限、弹性比功、弹性的不完整性

### 第 3 章 晶体塑性变形

本章重点难点

#### 3.1 流变应力

流变应力与温度的关系，晶体变形与加工硬化。

#### 3.2 固溶体合金的变形——固溶强化

#### 3.3 复相合金的变形——弥散强化

#### 3.4 多晶体塑性变形——细晶强化

#### 3.5 金属间化合物的塑性变形

### 第 4 章 材料的断裂

本章重点难点

#### 4.1 材料断裂基本理论及力学基础

格里菲斯断裂理论，线弹性断裂力学基础，弹塑性断裂力学基础，断裂韧性测量原理，断裂的位错理论

#### 4.2 韧性（延性）断裂

脆性解理断裂，韧（延）-脆转变。

### 第 5 章 材料的增强、增韧方法及其机理

### 本章重点难点

- 5.1 材料增强方法的分类
- 5.2 材料组织强化方法的机理
- 5.3 复合强化的机理
- 5.4 复合材料的破坏准则
- 5.5 剪滞理论
- 5.6 预应力强化
- 5.7 表面改性
- 5.8 材料的增韧方法及其机理

### 第 6 章 蠕变损伤与断裂

#### 本章重点难点

- 6.1 概述
- 6.2 蠕变空洞形核
- 6.3 蠕变空洞的长大
- 6.4 蠕变裂纹扩展的空洞长大模型
- 6.5 控制蠕变裂纹扩展的断裂力学参数
- 6.6 持久寿命及其预测

### 第 7 章 循环变形与疲劳

#### 本章重点难点

##### 7.1 单晶体金属的循环变形

循环变形中位错亚结构的变化，实际材料的循环变形。

##### 7.2 疲劳失效行为的本质与力学问题

疲劳裂纹萌生，疲劳裂纹扩展，疲劳裂纹扩展的断裂力学问题，裂纹闭合，高温低周疲劳，蠕变疲劳交互作用。

### 第 8 章 材料的环境强度

#### 本章重点难点

##### 8.1 氢致开裂

##### 8.2 应力腐蚀

应力腐蚀开裂的一般特性，几种材料的应力腐蚀开裂，应力腐蚀开裂机制，应力腐蚀开裂的断裂力学。

##### 8.3 腐蚀疲劳

腐蚀疲劳的一般特性，腐蚀疲劳的断裂力学。

## 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
----	------	------	------	------	------

1.1	2	理论讲授	2	文献阅读/线上学习	目标 1
1.2	2	理论讲授	2	案例分析	目标 1
2	4	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读	目标 1
3	4	理论讲授/案例研讨	2	案例分析	目标 1
4.1	2	理论讲授	0	/	目标 1
4.2	2	案例研讨	2	文献阅读	目标 2
5	4	案例研讨	2	案例分析	目标 2、3
6	4	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读/线上学习	目标 2、3
7.1	2	案例研讨	2	案例分析	目标 2、3
7.2	2	案例研讨	2	案例分析	目标 2、3
8.1、8.2	2	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读/案例分析	目标 3
8.3	2	案例研讨	2	案例分析	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
课堂表现	1. 本课程要求每个学生有 2 次课堂报告（专题报告/案例分析报告），每次占比 50%。 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。	30%	目标 2、3
大作业课程报告	提交课程总评报告。	50%	目标 1-3

## (二) 评分标准

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
平时作业	期末考试前补交	延时一月完成	延时一周完成	按时完成
课堂表现	选用正确概念、原理、公式分析问题 40% 以下 40% 以下的概念清晰	选用正确概念、原理、公式分析问题 40% 以上 40% 以上的概念清晰	选用正确概念、原理、公式分析问题 60% 以上 60% 以上的概念清晰	选用正确概念、原理、公式分析问题 80% 以上 80% 以上的概念清晰
大作业 课程报告	调研不全面、不准确、书写不规范、无条理、无逻辑	调研不太全面准确、书写不太规范、较为无条理、较为无逻辑	调研较为全面准确、书写较为规范、较为有条理、较为有逻辑	调研全面准确、书写规范、有条理、有逻辑

## 五、教材与参考资料

### (一) 教材

张俊善. 材料强度学. 哈尔滨工业大学出版社, 2014

### (二) 主要参考资料:

1. 周惠久, 黄明志. 金属材料强度学. 科学出版社, 1989
2. 许金泉. 材料强度学. 上海交通大学出版社, 2009
3. Anatoly A. Komarovskiy. PHYSICS of STRENGTH and FRACTURE CONTROL. CRC PRESS, 2003

## 六、其它说明

大纲执笔人: 曹宁

审核人(学位点负责人):

分管院长签字: