



## 研究生课程教学大纲

课 程 名 称：	金属宏微观摩擦磨损原理		
	Principles of macro- and micro- friction and wear of metals		
课 程 编 号：	ZX14108D		
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 专业及层次：	材料科学与工程专业，博士研究生		
授 课 语 言：	中文		
先 修 课 程：	材料科学基础，表面工程，摩擦与磨损		
负 责 人：	于思荣	团 队 成 员：	刘恩洋

### 一、课程简介

本课程为材料科学与工程专业博士研究生的一门专业选修课。其任务是运用相关基础课、技术基础课的理论来阐明金属宏微观摩擦磨损的基本原理，着重阐述摩擦磨损过程中的变化规律和特征，进而介绍基本理论、分析计算方法及实验测试技术，论述摩擦学与相关学科交叉形成的新的研究领域。通过本课程的学习，学生应对金属宏微观摩擦磨损的基本原理有深入的理解，掌握仿生摩擦学、微纳米摩擦学的机理，为开发减摩耐磨新材料及提高材料服役寿命奠定坚实的理论基础。

### 二、课程大纲

#### （一）课程目标

目标 1：掌握金属宏微观摩擦磨损的基本原理。

目标 2: 掌握仿生摩擦学的机理。

目标 3: 掌握工程材料宏微观摩擦磨损失效分析方法及表面防护措施。

## (二) 课程内容

### 第 1 章 滑动摩擦磨损与机理 (8 学时)

本章重点难点: 宏观摩擦理论, 微观摩擦理论, 影响磨损的主要因素; 减少磨损的措施。

#### 1.1 滑动摩擦与机理

摩擦的基本特性, 宏观摩擦理论, 微观摩擦理论, 滑动摩擦。

#### 1.2 磨损特征与机理

磨损的分类: 粘着磨损, 磨粒磨损, 疲劳磨损, 腐蚀磨损; 影响磨损的主要因素; 减少磨损的措施。

### 第 2 章 宏观磨损规律与磨损理论 (6 学时)

本章重点难点: 宏观磨损理论。

#### 2.1 宏观磨损规律

摩擦副材料, 磨损过程曲线, 表面品质与磨损。

#### 2.2 宏观磨损理论

粘着磨损理论, 能量磨损理论, 剥层理论与疲劳磨损理论, 磨损计算。

### 第 3 章 抗磨损设计与表面涂层 (4 学时)

本章重点难点: 摩擦副材料选配原则。

#### 3.1 抗磨损设计

润滑剂与添加剂选择, 摩擦副材料选配原则。

#### 3.2 表面涂层

表面涂层制备方法, 表面涂层性能测试。

### 第 4 章 仿生摩擦学 (8 学时)

本章重点难点: 生物减少摩擦的系统, 增生物加摩擦的系统, 金属摩擦磨损系统的仿生设计及制造。

#### 4.1 生物的摩擦和粘附系统

生物粘附, 减少摩擦的系统, 增加摩擦的系统, 粘附介质, 粘附增加系统, 抗粘附机制。

#### 4.2 生物摩擦学

生物软组织的力学基础, 关节润滑液的特性, 人和动物关节的润滑, 人工关节的摩擦与磨损。

#### 4.3 昆虫的摩擦装置

昆虫附着装置的原理, 昆虫表皮一材料的超微结构, 具有两互补表面的系统,

一种适应性强的表面系统，外表皮的分泌物，金属摩擦磨损系统的仿生设计及制造。

#### 第 5 章 微/纳米摩擦学（6 学时）

本章重点难点：微观摩擦学原理。

##### 5.1 微/纳米摩擦学的物理原理

微/纳米范围的粘着，微/纳米范围的润滑，微/纳米范围的摩擦，微/纳米范围的磨损。

##### 5.2 微观摩擦学

微观摩擦，微接触与粘着现象，微观磨损，分子膜与边界润滑。

### 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	4	理论讲授	4	文献阅读	目标 1
1.2	4	理论讲授	4	文献阅读	目标 1
2.1	3	理论讲授	3	文献阅读	目标 1
2.2	3	理论讲授	3	文献阅读	目标 1
3.1	2	理论讲授	2	文献阅读/案例分析	目标 3
3.2	2	理论讲授	2	文献阅读/案例分析	目标 3
4.1	3	理论讲授	3	文献阅读	目标 2
4.2	2	理论讲授	2	文献阅读/案例分析	目标 2
4.3	3	理论讲授	3	文献阅读/案例分析	目标 2
5.1	3	理论讲授	3	文献阅读	目标 1
5.2	3	理论讲授	3	文献阅读	目标 1

### 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，平均每章 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。	10%	目标 1-3

	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。		
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。	10%	目标 1-3
期末考试	1. 开卷考试，成绩采用百分制，卷面成绩总分 100 分。 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，题型主要有概念题、简答题、分析题、计算题等。	80%	目标 1-3

## (二) 评分标准

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
平时作业	不按时提交作业，问题分析和方案设计存在严重问题，作业完成不认真。	按时提交作业，问题分析基本正确、方案设计基本合理，文献查阅不足。	按时提交作业，问题分析正确，方案设计合理，能够查阅相关文献。要点有，但分析不足。	按时提交作业，问题分析正确，方案设计合理，能够查阅相关文献并进行分析。书写认真、逻辑清楚。
课堂表现	不主动参与讨论，被动参与时不能提出解决方案。	能够主动参与讨论，但所提出的方案存在问题；或者被动参与讨论，所提出的方案基本合理。	能够参与讨论，所提出的方案合理。	能够主动参与讨论，所提出的方案合理。
期末考试	按卷面成绩。	按卷面成绩。	按卷面成绩。	按卷面成绩。

## 五、教材与参考资料

### (一) 教材

1. 温诗铸，黄平. 摩擦学原理（第 4 版）. 清华大学出版社，2012 年

### (二) 主要参考资料：

1. 温诗铸. 纳米摩擦学. 清华大学出版社，2001 年

2. M. 谢尔格, S. 戈尔博. 微纳米生物摩擦学—大自然的选择. 李健, 杨膺, 顾卡丽, 董光能等译. 机械工业出版社, 2001 年
3. B. 布尚. 摩擦学导论. 葛世荣译. 机械工业出版社, 2007 年

## 六、其它说明

大纲执笔人：于思荣

审核人（学位点负责人）：

分管院长签字：