



研究生课程教学大纲（模板）

| | | | |
|------------|---------------------------------------|-------|--------|
| 课程名称： | 材料磨损与表面工程学 | | |
| | Material Wear and Surface Engineering | | |
| 课程编号： | ZX14105T | | |
| 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及材料工程专业，学术硕士研究生，专业硕士研究生 | | |
| 授课语言： | 中文 | | |
| 先修课程： | 材料科学基础，摩擦与磨损，表面工程 | | |
| 负责人： | 于思荣 | 团队成员： | 韩彬，刘恩洋 |

一、课程简介

本课程为材料科学与工程专业学术硕士、材料与化工专业学位硕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材料摩擦磨损的基本原理，介绍材料磨损设计方法和磨损失效分析方法，阐明表面敷层的形成与结合机理，阐明各类现代表面工程技术的特点、适用范围、典型设备、工艺措施和应用实例。通过本课程的学习，学生应对材料摩擦磨损的基本原理有深入的理解，掌握有关材料表面的基本概念和某些重要理论，对现代表面技术的形成、分类、涵义和内容有一定深度的了解，为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：掌握材料磨损的基本原理，掌握磨损的设计方法，掌握磨损失效分析的方法。

目标 2：掌握现代表面工程技术的基本原理、基本工艺；了解不同工艺技术的优缺点、选用原则以及最新进展；能够运用所学表面工程技术解决磨损的实际问题。

（二）课程内容

第 1 章 磨损形式（4 学时）

本章重点难点：各类磨损的机理及影响因素；减少各类磨损的措施。

1.1 粘着磨损

粘着磨损的概念，粘着磨损的类型，粘着磨损的机理，粘着磨损定量关系式，粘着磨损磨屑的形成过程，影响粘着磨损的主要因素，减少粘着磨损的措施。

1.2 磨料磨损

磨料磨损的概念，磨料磨损的分类，磨料磨损的机理，磨料磨损简化计算模型，影响磨料磨损的主要因素，减少磨料磨损的措施。

1.3 疲劳磨损

疲劳磨损的概念，疲劳磨损的分类，疲劳磨损的机理，影响疲劳磨损的主要因素，减少疲劳磨损的措施。

1.4 腐蚀磨损

腐蚀磨损的概念，氧化磨损，影响氧化磨损的因素，特殊介质腐蚀磨损，影响腐蚀磨损的主要因素，减少腐蚀磨损的措施。

1.5 冲蚀

冲蚀的概念，冲蚀的机理，影响冲蚀的主要因素，减少冲蚀的措施。

1.6 微动磨损

微动磨损的概念，微动磨损的发生过程，微动磨损的主要特征，微动磨损的机理，影响微动腐蚀磨损的主要因素，减少微动磨损的措施。

第 2 章 摩擦副的抗磨损设计（4 学时）

本章重点难点：各类摩擦副的抗磨损设计。

2.1 粘着磨损摩擦副材料的选配原则

粘着磨损摩擦副材料的选配原则。

2.2 磨粒磨损摩擦副材料的选配原则

磨粒磨损摩擦副材料的选配原则。

2.3 疲劳磨损摩擦副材料的选配原则

疲劳磨损摩擦副材料的选配原则。

2.4 腐蚀磨损摩擦副材料的选配原则

腐蚀磨损摩擦副材料的选配原则。

2.5 冲蚀磨损材料的选材原则

冲蚀磨损材料的选材原则。

2.6 微动磨损摩擦副材料的选配原则

微动磨损摩擦副材料的选配原则。

第3章 磨损失效分析及磨损数据处理（8学时）

本章重点难点：磨损失效分析的步骤；分维数的计算；人工神经网络在摩擦磨损中的应用。

3.1 磨损失效

3.2 磨损失效分析

磨损失效分析的方法；磨损失效分析的步骤；磨损失效分析的内容；磨损失效模式的判断。

3.3 预防磨损失效的措施

改进结构设计和制造工艺；改进使用条件，提高维护质量；工艺措施；选材。

3.4 磨损表面分形分析

分形与分维；分维数的确定方法；分维数的计算。

3.5 磨损数据处理—人工神经网络的应用

人工神经网络简介；试验结果采集；人工神经网络模型的建立；人工神经网络预测结果。

第4章 表面改性技术（4学时）

本章重点难点：金属表面化学热处理，离子束表面扩渗处理。

4.1 金属表面形变强化

表面形变强化原理，表面形变强化的主要方法与应用。

4.2 表面热处理

感应加热表面淬火，火焰加热加热表面淬火，接触电阻加热表面淬火，浴炉加热表面淬火，电解液加热表面淬火，高能束加热表面淬火，表面光亮处理。

4.3 金属表面化学热处理

渗硼，渗氮，渗氮，渗金属，渗其他元素。

4.4 离子束表面扩渗处理

等离子体的物理概念，离子渗氮，离子渗碳与离子渗氮共渗，离子渗金属及其他元素。

第5章 表面敷层的形成与结合机理（6学时）

本章重点难点：堆焊层与基体的结合，热喷涂层与基体的结合。

5.1 表面与敷层结合概述

表面与界面，敷层界面结合的类型，敷层界面的结合性能与影响因素。

5.2 堆焊层的形成与结合

敷层与基体的冶金结合，敷层成分的控制，熔合区的特点，基材的受热变质，焊接缺陷的控制。

5.3 热熔融涂层的形成与结合

热喷涂涂层的形成，热喷涂与基体的结合形式，影响结合强度的主要因素，提高结合强度的措施，熔结结合的特点。

5.4 气相沉积层的形成与结合

气相与固体的相互作用，薄膜的生长，不同晶态的形成，不同沉积方法的成膜及薄膜结构特点，薄膜的附着力及其影响因素。

第6章 金属覆盖层技术（4学时）

本章重点难点：堆焊的原理，热喷涂原理，激光表面处理原理。

6.1 堆焊技术

异种金属堆焊的基本原理，堆焊层组织结构，常用堆焊材料与堆焊方法。

6.2 热喷涂技术

热喷涂种类与特点，热喷涂原理，热喷涂工艺方法，热喷涂材料与应用，喷涂涂层的性能测试与质量检验。

6.3 高能束表面处理

激光表面处理，电子束表面处理，离子注入表面改性。

6.4 气相沉积技术

物理气相沉积，化学气相沉积。

第7章 表面的分析与测试（2学时）

本章重点难点：物理及力学性能检测方法，耐磨性检测方法。

7.1 外观检测

7.2 成分及组织结构分析

7.3 物理及力学性能检测

7.4 耐蚀性检测

7.5 耐磨性检测

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 | 1 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/案例分析 | 目标1 |
| 1.2 | 1 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/案例分析 | 目标1 |

| | | | | | |
|-----|-----|-----------|---|-----------|------|
| 1.3 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 1.4 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 1.5 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 1.6 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 2.1 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读/案例分析 | 目标 1 |
| 2.2 | 1 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/案例分析 | 目标 1 |
| 2.3 | 0.5 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 2.4 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 2.5 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 2.6 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 3.1 | 0.5 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 3.2 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 3.3 | 1.5 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 3.4 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 3.5 | 2 | 理论讲授 | 4 | 文献阅读/编程计算 | 目标 1 |
| 4.1 | 1 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 4.2 | 1 | 理论讲授/案例分析 | 1 | 文献阅读/案例分析 | 目标 2 |
| 4.3 | 1 | 理论讲授/案例分析 | 1 | 文献阅读/案例分析 | 目标 2 |
| 4.4 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 5.1 | 1 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 5.2 | 2 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 5.3 | 2 | 理论讲授/案例分析 | 1 | 文献阅读/案例分析 | 目标 2 |
| 5.4 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 6.1 | 1 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 6.2 | 1 | 理论讲授/案例分析 | 1 | 文献阅读/案例分析 | 目标 2 |
| 6.3 | 1 | 理论讲授/案例分析 | 1 | 文献阅读/案 | 目标 2 |

| | | | | | |
|---------|---|-----------|---|-----------|------|
| | | | | 例分析 | |
| 6.4 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 7.1-7.3 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 7.4-7.5 | 1 | 理论讲授/案例分析 | 1 | 文献阅读/案例分析 | 目标 2 |

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。 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。 | 10% | 目标 1、2 |
| 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 1、2 |
| 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，题型主要有简答题、作图题、分析题、计算题等。 | 60% | 目标 1、2 |

(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. 于思荣，《材料磨损与防护》，校内自编教材，2022年；
2. 韩彬，于思荣，李美艳，曹宁，《表面工程》，校内自编教材，2022年。

(二) 主要参考资料：

1. 温诗铸，黄平. 摩擦学原理.清华大学出版社，2012年
2. B.布尚.摩擦学导论.葛世荣译.机械工业出版社，2007年
3. 徐滨士，朱绍华，刘世参.材料表面工程.哈尔滨工业大学出版社,2005年
4. 姚寿山,李戈扬,胡文彬.表面科学与技术,机械工业出版社,2005年
5. 徐滨士,刘世参. 表面工程新技术, 国防工业出版社, 2002年
6. 曾晓雁,吴懿平. 表面工程学,机械工业出版社 2004年

六、其它说明

大纲执笔人：于思荣，韩彬 审核人（学位点负责人）：

分管院长签字：