

13 级金属材料工程专业 教学大纲汇编

河北工程大学材料科学与工程学院

目 录

《材料科学基础》教学大纲.....	1
《材料现代分析方法》教学大纲.....	8
《表面工程学》教学大纲.....	14
《焊接工程学》教学大纲.....	18
《材料力学性能》教学大纲.....	22
《材料冶金传输原理》教学大纲.....	27
《粉末冶金原理》教学大纲.....	30
《复合材料》教学大纲.....	36
《材料物理性能与功能材料》教学大纲.....	40
《金属材料先进制备技术》教学大纲.....	45
《金属材料学》教学大纲.....	49
《失效分析与防护》教学大纲.....	53
《材料科学研究方法》教学大纲.....	57
《铸造合金及其熔炼》教学大纲.....	61
《专业前沿进展概况》教学大纲.....	65
《计算机在材料科学中的应用》教学大纲.....	69
《金属的腐蚀与防护》教学大纲.....	73
《先进结构材料》教学大纲.....	77
《材料现代设计理论与方法》教学大纲.....	80
《工程伦理》教学大纲.....	84
《热处理工程基础》教学大纲.....	88
《创新能力与实践》教学大纲.....	94
《专业课程设计》教学大纲.....	97
《材料成型工艺实习》教学大纲.....	99
《生产实习》教学大纲.....	101
《金属材料专业毕业设计（论文）》教学大纲.....	103
《金属材料专业毕业实习》教学大纲.....	107
《应用写作与专业外语》教学大纲.....	111
《工程导论》 教学大纲.....	116
《工程化学》教学大纲.....	119
《粉末冶金材料》课程教学大纲.....	126
《无损检测》教学大纲.....	133

《材料科学基础》教学大纲

课程编号: C050130507

课程名称: 材料科学基础

课程类型: 专业基础课组

英文名称: Fundamentals of Materials Science

适用专业: 材料科学与工程

总学时: 70

学分: 4.5

一、课程的性质、目的和任务

性质: 材料科学基础是材料金属材料 and 冶金工程专业的一门重要的学科基础理论课程。

目的: 本课程的教学目的是使学生系统掌握材料的化学成分、组织结构与性能之间的关系及其变化规律的基础理论, 材料热处理的基本原理和方法, 以及金相组织的分析方法, 能从材料组成-结构-性能相互联系的角度理解、解释材料制备、通过热处理进行材料改性以及使用过程中的各种化学、物理现象和性能。

任务: 为后续专业课打下牢固的基础, 同时为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论基础。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

通过学习, 应着重掌握材料成分、组织、结构及加工过程与性能间的相互关系;

了解材料科学在国民经济中的地位与作用与材料科学的发展历史。

掌握材料中原子的结合方式、晶体学基础、材料的晶体结构、相结构。

掌握点缺陷、线缺陷、面缺陷的有关概念、规律、实际应用等基本理论。

掌握纯金属的结晶过程、结晶的条件、形核规律、长大规律, 了解结晶理论的实际应用。

掌握相图的基本知识、二元相图的基本类型、二元相图的分析与使用方法, 熟练记忆和应用 Fe-Fe₃C 相图。

掌握三元相图的成分表示法, 理解三元系平衡转变的定量法则、三元匀晶相图、三元共晶相图、三元相图的四相平衡转变、具有化合物的三元相图的分析方法。

掌握弹性变形、单晶体的塑变、多晶体的塑变的规律, 掌握塑性变形对金属组织与性能的影响, 金属及合金强化的位错解释。

掌握金属及合金在加热过程中的组织与性能变化, 掌握回复、再结晶、晶粒长大及金属的热变形的规律。

掌握扩散的基本理论。

三、课程教学内容

0. 绪论

内容:

0.1 材料科学在国民经济中的地位与作用

0.2 材料科学的发展简史

0.3 本课程的主要内容和学习方法

重点：本课程的主要内容

难点：学习方法

要求：了解材料科学在国民经济中的地位与作用和材料科学的发展简史,掌握本课程的主要内容和学习方法.

1 金属的晶体结构

内容:

1.1 金属

1.2 金属的晶体结构

1.3 实际晶体的晶体结构

重点：金属原子的结构特点和结合能；空间点阵及有关概念，晶向、晶面指数的标定，典型金属的晶体结构；位错等有关基本概念，点缺陷的平衡性质，位错的运动与晶体滑移的关系，位错的性质，柏氏矢量的性质与应用，位错反应与位错的增殖，点缺陷的平衡性质，晶界的结构与特性。

难点：金属原子的结构特点和结合能；六方晶系布拉菲指数标定，原子的堆垛方式；线缺陷，位错模型，位错的应力场，不全位错的原子模型。

要求：理解和掌握材料的结合方式，晶体学基础，材料的晶体结构，晶体缺陷（点缺陷，线缺陷，面缺陷）。

2 纯金属的结晶

2.1 金属结晶的现象

2.2 金属结晶的热力学条件

2.3 金属结晶的结构条件

2.4 晶核的形成

2.5 晶核长大

2.6 金属铸锭的组织与缺陷

重点：金属结晶的微观过程；结晶的热力学条件的推导、有关过冷的概念、金属凝固的条件；有关近程有序、远程有序和相起伏的概念；晶核形成的条件；形核规律；固液界面的几种微观结构、晶体长大的机制、树枝状晶的形成机理；结晶理论应用；铸锭的组织形态和特点、铸锭缺陷的种类和形成原因。

难点：与临界晶核半径、形核率、形核功有关参数的推导；螺型位错长大机制、控制长大速度的措施；铸锭组织的控制。

要求：理解和掌握纯金属的结晶过程，结晶的热力学条件，形核规律，长大规律，结晶理论的实际应用。

3 二元合金的相结构与结晶

3.1 合金中的相

相的分类、影响相结构的因素

3.2 合金的相结构

固溶体、金属化合物

3.3 二元合金相图的建立

二元相图的表示方法、二元合金相图的测定方法、相律及杠杆定律

3.4 匀晶相图及固溶体的结晶

相图分析、固溶体合金的平衡结晶过程、固溶体的不平衡结晶、区域偏析和区域提纯、成分过冷及其对晶体成长形状和铸锭组织的影响

3.5 共晶相图及其合金的结晶

相图分析、典型合金的平衡结晶及其组织、不平衡结晶及组织、比重偏析和区域偏析

3.6 包晶相图及其合金的结晶

相图分析、典型合金的平衡结晶及组织、不平衡结晶及组织、包晶转变的实际应用

3.7 其它类型的二元合金相图

组元间形成化合物的相图、偏晶、熔晶和合晶相图、具有固态转变的二元合金相图

3.8 二元相图的分析和使用

相图分析步骤、应用相图时要注意的问题、根据相图判断合金的性能

重点：各种相的概念及其分类方法；二元相图的建立及含义；相律与杠杆定律；匀晶转变、固溶体的结晶过程与偏析；共晶转变及其结晶组织；包晶转变及其结晶组织；偏晶相图、熔晶相图和合晶相图的特点，共析转变和包析转变及其结晶组织；相图中的几何规律，相图的分析方法，利用相图判断材料的性能。

难点：中间相的结构及其区别；二次杠杆的应用；相图的热力学原理；不平衡凝固与偏析、成分过冷对组织的影响；利用相图判断材料的性能；不平衡凝固与偏析；利用相图判断材料的性能；包晶转变的实际应用；利用相图判断材料的性能；复杂二元相图分析；利用相图判断材料的性能。

要求：理解和掌握相图的基本知识，二元相图的基本类型，二元相图的分析与使用，铁碳相图和铁碳合金。

4 铁碳合金

4.1 铁碳合金的组元及基本相

纯铁、渗碳体的概念，铁的同素异晶转变，铁素体、奥氏体、渗碳体的晶体结构

4.2 Fe—Fe₃C 相图分析

相图中的点、线、区及其意义、包晶转变、共晶转变、共析转变、三条重要的特性曲线

4.3 铁碳合金的平衡结晶过程及组织

$\omega_{\text{C}}=0.01\%$ 的工业纯铁、共析钢、亚共析钢、过共析钢、共晶白口铁、亚共晶白口铁、过共晶白口铁

4.4 含碳量对铁碳合金平衡组织和性能的影响

对平衡组织的影响、对机械性能的影响、对工艺性能的影响

4.5 钢中的杂质元素及钢锭组织

钢中的杂质元素及其影响、钢锭的组织及其宏观缺陷

重点：铁的同素异晶转变及其晶体结构，铁素体、奥氏体、渗碳体的晶体结构及其性能；铁碳合金相图及其各点、线、区的名称及含义，包晶转变、共晶转变和共析转变的条件及其组织，GS线、ES线和PQ线的含义及应用；铁碳相图中典型合金的凝固过程、组织特点及其相与组织组成物的相对量计算；含碳量对铁碳合金平衡组织和性能的影响；锰、硅、硫、磷、氮、氢、氧对铁碳组织和性能的影响，钢锭组织的组成。

难点：渗碳体的晶体结构；铁碳合金相与组织组成物的相对量计算；钢锭组织中的宏观缺陷及其形成因素。

要求：理解和掌握铁碳合金的基本组成、铁碳合金相图及其转变过程、铁碳合金的结晶过程及其组织、元素对铁碳合金结晶过程及其组织的影响。

5 三元合金相图

5.1 三元合金相图的表示方法

成分三角形、在成分三角形中具有特定意义的直线

5.2 三元系平衡相的定量法则

直线法则和杠杆定律、重心法则

5.3 三元匀晶相图

相图分析、三元固溶体合金的结晶过程、等温截面、变温截面、投影图

5.4 三元共晶相图

组元在固态完全不溶的共晶相图、组元在固态有限溶解，具有共晶转变的相图

5.5 三元相图总结

三元系的两相平衡、三元系的三相平衡、三元系的四相平衡、相区接触法则

5.6 三元合金相图应用举例

Fe-C-Si 三元系变温截面、Fe-C-Cr 三元系等温截面、Al-Cu-Mg 三元系液相面投影图

重点：成分三角形的建立和应用；直线法则与重心定律；材料的凝固过程分析，投影图的建立及其应用；三元共晶相图的应用；材料的凝固过程分析；投影图的建立及其应用；立体图中的三相平衡转变和四相平衡转变特征；三元系反应类型的判断；相区接触法则；材料的凝固过程分析。

难点：利用投影图分析特定成分材料的凝固过程；三元共晶相图立体图形与凝固过程分析；利用投影图分析特定成分材料的凝固过程；利用全方位投影图分析特定成分材料的凝固过程。

要求：主要讲述三元相图的成分表示法，三元系平衡转变的定量法则，三元匀晶相图，三元共晶相图，三元相图的四相平衡转变，具有化合物的三元相图，三元相图应用举例。

6 金属及合金的塑性变形与断裂

6.1 金属的变形特性

应力—应变曲线、真应力—真应变曲线、金属与合金的弹性变形

6.2 单晶体的塑性变形

滑移、孪生

6.3 多晶体的塑性变形

多晶体的塑性变形过程、晶粒大小对塑性变形的影响

6.4 合金的塑性变形

单相固溶体的塑性变形、多相合金的塑性变形

6.5 塑性变形对金属组织和性能的影响

塑性变形对组织结构的影响、塑性变形对金属性能的影响、残余应力

6.6 金属的断裂

断裂分类、微孔聚集型断裂、解理断裂、沿晶断裂、影响材料断裂的基本因素、断裂韧性及其应用

重点：金属塑性变形的过程，弹性变形的微观现象；滑移和孪生的产生；滑移特征；典型的滑移系；滑移的分类及滑移的痕迹；塑性变形的位错机制；

孪生变形特点；临界分切应力；多晶体变形的特点；合金变形的特点；塑性变形对材料组织和性能的影响；金属强化的位错解释；残余应力的类型及特点；常见断裂类型的形成机理、断裂过程和断口形貌。

难点：等效滑移系的确定；金属强化的位错解释；断裂韧性的应用。

要求：理解和掌握金属的变形特点，单晶体的塑变，多晶体的塑变，塑性变形对金属组织与性能的影响，金属及合金强化的位错解释，断裂。

7 金属及合金的回复与再结晶

7.1 形变金属与合金在退火过程中的变化

显微组织的变化、储存能及内应力的变化、机械性能的变化、其他性能的变化、亚晶粒尺寸

7.2 回复

退火温度和时间对回复过程的影响、回复机理、亚结构的变化、回复退火的应用

7.3 再结晶

再结晶晶核的形成与长大、再结晶温度及其影响因素、再结晶晶粒大小的控制

7.4 晶粒长大

晶粒的正常长大、晶粒的反常长大、再结晶退火后的组织

7.5 金属的热加工

金属的热加工与冷加工、动态回复与动态再结晶、热加工后的组织与性能
重点：冷变形金属在加热时的组织与性能变化；回复的概念；回复的驱动力、机制、组织与性能的变化规律及其应用；材料亚结构的变化；再结晶的概念；再结晶的驱动力、机制、组织与性能的变化规律及其应用；再结晶晶粒大小的影响因素；临界变形度及对再结晶晶粒大小的影响；临界变形量的意义与应用；正常长大与异常长大；长大的驱动力和机制；热加工与冷加工的概念；动态回复与动态再结晶的过程、特点和机制；热加工过程中组织与性能变化。

难点：多边化；位错攀移和滑移的过程；再结晶形核机制；再结晶过程的驱动力；回复、再结晶与晶粒长大过程驱动力的识别；动态回复与动态再结晶的机制；纤维组织和带状组织对性能的影响及其应用。

要求：主要讲述金属及合金在退火过程中的变化，回复，再结晶，晶粒长大，金属的热变形。

8 扩散

8.1 概述

扩散现象和本质、扩散机理、固态金属扩散的条件、固态扩散的分类

8.2 扩散定律

菲克第一定律、菲克第二定律、扩散应用举例

8.3 影响扩散的因素

温度、晶体结构、固溶体类型、晶体缺陷、化学成分

难点：反应扩散及其溶质浓度分布；菲克第二定律的应用。

重点：扩散的概念、本质与分类；扩散的驱动力和机理；扩散定律及其应用；影响扩散的各种因素。

要求：理解和掌握扩散的基本定律、扩散的微观机理与现象以及影响扩散的因素。

四、课内实践教学要求

1. 课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 习题		绘制立方晶系的晶向和晶面					课外
2. 习题		晶面指数和晶向指数的计算和绘制					课外
3. 习题		刃型位错柏氏矢量的计算					课外
4. 习题		匀晶相图、共晶相图、包晶相图的绘制和相成分的含量计算					课外
5. 习题		铁碳合金相图的绘制以及相组成物和组织组成物的含量计算					课外
6. 习题		在成分三角形中绘制三元合金的位置					课外
7. 习题		再结晶温度的估算					课外
8. 习题		扩散系数的计算					课外
9. 习题							课外
合 计							

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、学时分配

序号	主要内容	讲课时	习题课时	讨论课时	实验课时	教学手段等
1	绪论	2				多媒体、图片
2	金属的晶体结构	6				多媒体、图片
3	纯金属的结晶	10				多媒体、图片
4	二元合金的相结构与结晶	10				多媒体、图片
5	铁碳合金	10				多媒体、图片
6	三元合金相图	4				多媒体、图片
7	金属及合金的塑性变形与断裂	12				多媒体、图片
8	金属及合金的回复与再结晶	8				多媒体、图片
9	扩散	6				多媒体、图片
10	总复习	2				
	小计	70				
		70				

六、本课程与其它相关课程的联系

先修课：材料力学、物理化学、金属工艺学等课程。

后续课：金属材料学、材料加工原理、金属塑性变形原理、材料表面处理等。为材料专业学生提供材料方面的基本知识和基本实验方法的训练，为后续专业课程的学习打下牢固的基础，同时通过实验研究与训练为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论和实践基础。

七、考核方式

本课程为考试课，其中：

- (1) 平时考核：20%
- (2) 期末考核：80%

八、建议教材和教学参考书

[1] 束德林. 工程材料力学性能（第2版），北京：机械工业出版社，2007. 5.

[2] 郑修麟. 材料的力学性能（第2版）. 西安：西北工业大学出版社，2000. 4.

[3] 孙茂才. 金属力学性能. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2003. 6.

[4] 戴雅康. 金属力学性能实验. 北京：机械工业出版社，1991

制 定：金属材料工程教研室

执 笔 人：李美霞

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《材料现代分析方法》教学大纲

课程编号：C050130613

课程名称：材料现代分析方法

课程类型：专业基础课

英文名称：Advanced Analysis Methods for Materials

适用专业：金属材料工程

总学时：40

学 分：2.5

一、本课程的性质、目的及任务

性质：《材料现代分析方法》是金属材料工程专业的一门专业基础课程，在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有实用性强、理论和实践结合、软硬件结合等特点。

目的：通过本课程的学习，要求学生掌握 X 射线衍射分析、电子显微分析、电子能谱分析、等测试技术的基本原理、仪器构造、工作原理及其在材料科学中的应用，具有正确选择材料分析方法的能力。

任务：使学生掌握专业从事材料分析测试工作的初步基础；具备通过继续学习掌握材料分析新方法、新技术的自学能力，培养学生正确选用现代分析技术开展材料组成、结构与性能关系的科学研究能力。

二、课程教学的基本要求

- 1、了解 X 射线衍射、电子显微分析技术等 在材料科学中的应用。
- 2、掌握 X 射线衍射和各种电子显微分析技术的原理及所能解决的问题。
- 3、正确地运用现代分析技术开展有关的科学研究。

三、课程教学内容

1. 绪论

内容：

- 1.1 学习材料现代分析方法的 意义与重要性
- 1.2 现代分析方法与传统的显微组织结构、化学成分分析方法的 不同
- 1.3 常用的材料现代分析方法

重点：材料现代分析方法的 意义、重要性

难点：常用的现代分析方法与传统的显微组织结构、化学成分分析方法的 不同

要求：掌握材料现代分析方法的 意义、重要性，理解常用的现代分析方法与传统的显微组织结构、化学成分分析方法的 不同，了解材料现代分析方法在材料科学发展过程中的 重要性。

2. X 射线物理学基础

内容：

- 2.1 X 射线的性质
- 2.2 X 射线的产生及 X 射线谱
- 2.3 X 射线与物质的相互作用

重点：X射线的产生和X射线与物质的相互作用

难点：X射线与物质的相互作用

要求：系统掌握X射线产生的原理、特征X射线的特点、X射线的衰减、X射线与物质的相互作用，能够区别认识光电效应、荧光辐射和俄歇效应的原理和产物，掌握吸收限的概念及其两个应用，能够利用透射系数公式解决各种实际问题。

3. X射线衍射方向

内容：

3.1 晶体几何学基础

3.2 布拉格方程

3.3 X射线衍射方法

重点：晶体点阵和布拉格定律

难点：倒易点阵

要求：掌握布拉格方程的推导过程、规律及其应用，掌握倒易点阵和倒易矢量的概念和特点，理解倒易球的构成及其特点，掌握倒易空间的衍射方程和爱瓦尔德图解，理解单晶体和多晶体的倒易点阵和衍射花样特征，掌握X射线衍射三种分析方法。

4. X射线衍射强度

内容：

4.1 多晶体衍射图像的形成

4.2 单位晶胞对X射线的散射与结构

4.3 洛仑兹因数

4.4 影响衍射强度的其他因数

4.5 多晶体衍射的积分强度公式

重点：X射线的衍射强度理论

难点：晶体的结构因素与衍射消光

要求：掌握多晶体衍射图像的形成及其规律，系统掌握X射线衍射强度的影响因素和计算公式，掌握三种常见晶体的消光规律。

5. 多晶体分析方法

内容：

5.1 德拜-谢乐法

5.2 其他照相法简介

5.3 X射线衍射仪

重点：多晶体的德拜法与衍射仪法的设备构造与分析原理

难点：多晶体德拜相的误差来源及其计算步骤

要求：掌握德拜花样的爱瓦尔德图解、德拜相机的构造和底片的三种安装方法，了解立方晶系德拜相的计算步骤，掌握衍射仪的构造、多晶体分析方法及其与德拜法的异同。

6. 物相分析及点阵参数精确测定

内容：

6.1 定性分析

6.2 定量分析

6.3 点阵参数的精确测定

6.4 非晶态物质及其晶化过程的 X 射线衍射分析

重点: 物相定量的原理与方法、精确测定点阵常数的方法

难点: 物相定量分析和精确测定点阵常数的方法

要求: 弄清 X 射线物相定性和定量分析的原理, 掌握定量分析的方法, 了解点阵参数的误差来源, 系统掌握点阵参数精确测定的三种方法, 了解非晶物质的 X 射线图形特征及其晶化过程。

7. 宏观残余应力的测定

内容:

7.1 物体内应力的产生与分类

7.2 X 射线宏观应力测定的基本原理

7.3 宏观应力测定方法

7.4 X 射线宏观应力测定中的一些问题

重点: 物体内应力的产生、分类及对衍射图像的影响及其测定方法

难点: X 射线宏观应力测定的基本原理

要求: 掌握物体内应力的产生、分类及其对衍射图像的影响, 熟悉 X 射线宏观应力测定的基本原理, 掌握 X 射线宏观应力测定的方法。

8. 电子光学基础

内容:

8.1 电子波与电磁透镜

8.2 电磁透镜的像差与分辨率

8.3 电子透镜的景深和焦长

重点: 电磁透镜的像差、分辨率、景深和焦长

难点: 电磁透镜分辨率的决定因素

要求: 理解电磁透镜的聚焦原理和像差来源, 掌握分辨率的概念与电磁透镜分辨率的决定因素, 掌握景深和焦长的定义和影响因素。

9. 透射电子显微镜

内容:

9.1 透射电子显微镜的构造与成像原理

9.2 主要部件的结构与工作原理

9.3 透射电子显微镜分辨率和放大倍数的测定

重点: 透射电子显微镜构造与成像原理

难点: 透射电镜的成像原理

要求: 掌握透射电子显微镜构造与成像原理、成像操作和衍射操作, 掌握透射电镜试样要求, 了解透射电镜分辨率和放大倍数的测定方法。

10. 电子衍射

内容:

- 10.1 电子衍射原理
- 10.2 电子显微镜中的电子衍射
- 10.3 单晶体电子衍射花样标定
- 10.4 复杂电子衍射花样

重点：晶体倒易点阵与电子衍射谱，电子衍射原理，选区电子衍射的原理与操作，多晶电子衍射花样的分析，单晶电子衍射花样的分析

难点：电子衍射原理

要求：掌握电子衍射和 X 射线衍射的异同，掌握电子衍射原理、晶带定理、零层倒易截面、选区电子衍射的原理与操作，掌握单晶体电子衍射花样的标定方法，了解常见复杂电子衍射花样。

11. 晶体薄膜衍衬成像分析

内容：

- 11.1 薄膜样品的制备方法
- 11.2 衍射衬度成像原理
- 11.3 消光距离
- 11.4 衍衬运动学理论
- 11.5 衍衬动力学
- 11.6 晶体缺陷分析

重点：衍衬成像原理，衍衬运动学理论和晶体缺陷分析

难点：衍衬运动学理论

要求：掌握薄膜样品的要求和制备方法，掌握明场成像、暗场成像和中心暗场成像原理与操作，理解动力学理论和运动学理论的区别，了解几种常见晶体缺陷在透射电镜图像中的表现形式。

12. 扫描电子显微镜

内容：

- 12.1 电子束与固体样品作用时产生的信号
- 12.2 扫描电镜的构造和工作原理
- 12.3 扫描电镜的主要性能
- 12.4 表面形貌衬度原理及其应用
- 12.5 原子序数衬度原理及其应用

重点：电子束与固体样品作用时产生的信号和各信号的应用

难点：扫描电子显微镜、表面形貌衬度、原子序数衬度原理

要求：掌握电子束与固体样品作用时产生的信号和各信号的应用，掌握扫描电镜的构造和工作原理，掌握表面衬度成像、原子序数衬度成像原理及其应用。

13. 电子探针显微分析

内容：

- 13.1 电子探针仪的构造和工作原理
- 13.2 电子探针仪的分析方法及其应用

重点难点：

重点：电子探针仪的分析方法与应用

难点：定量分析的基本原理

要求：掌握波谱仪和能谱仪的工作原理和特点，熟悉电子探针仪的分析方法和应用。

14. 其他显微分析方法

内容：

14.1 离子探针显微分析

14.2 低能电子衍射分析

14.3 俄歇电子能谱分析

14.4 场离子显微镜与原子探针

14.5 扫描隧道显微镜与原子力显微镜

14.6 X射线光电子能谱仪

14.7 红外光谱

14.8 激光拉曼光谱

14.9 紫外-可见光谱

14.10 原子发射光谱

14.11 原子吸收光谱

14.12 核磁共振

14.13 电子能量损失谱

14.14 扫描透射电子显微镜

重点：各种现代仪器的分析方法及应用

难点：各种现代分析方法的原理

要求：熟悉各种现代分析方法的原理及其应用

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. X射线衍射结构分析	2	介绍XRD的工作原理，掌握粉末试样结构分析方法。	必修	实验	演示	15	课内完成
2. 扫描电镜组织观察与能谱分析	2	介绍SEM的工作原理，观察二次电子图像、背散射电子图像，进行能谱仪微区成分分析。	必修	实验	演示	15	课内完成
3. 透射电镜试样制备	4	介绍透射电镜的结构、成像原理及操作掌握透射电镜试样的制备过程。	必修	实验	演示	15	课内完成
合计	8						

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、课时分配及教学方式和手段

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 绪论	2					
2. X射线物理学基础	2					
3. X射线衍射方向	2					
4. X射线衍射强度	2					
5. 多晶体分析方法	2					
6. 物相分析及点阵参数精确测定	4					
7. 宏观残余应力的测定	4					
8. 电子光学基础	1					
9. 透射电子显微镜	1			4		
10. 电子衍射	4					
11. 晶体薄膜衍衬成像分析	2					
12. 扫描电子显微镜	2			2		
13. 电子探针显微分析	2			2		
14. 其他显微分析方法	2					
合计	32			8		

六、本课程与其他课程的联系

材料现代分析方法的先修课程是高等数学、普通物理、材料科学基础和材料力学性能，又为热处理工程基础等课程的学习奠定基础。

七、考核方式

本课程是考试课。

- (1) 平时考核：课堂表现、出勤率、作业
- (2) 实践考核：实验报告
- (3) 期末考核：考试

八、建议教材和教学参考书

- [1] 周玉 主编，材料分析方法，机械工业出版社，2012.1
- [2] 李树堂 主编，晶体X射线衍射学基础，冶金工业出版社，1999.6

制 定：金属材料教研室

执 笔 人：刘晓艳

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《表面工程学》教学大纲

课程编号: C050140602

课程名称: 表面工程学

课程类型: 专业方向课

英文名称: Science of the Surface Engineering

适用专业: 金属材料工程

总学时: 32

学分: 2

一、本课程的性质、目的及任务

性质: 《表面工程学》是金属材料工程专业的一门专业应用课程, 在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有实用性强、理论和实践结合等特点。

目的: 通过本课程的学习, 使学生掌握金属表面处理技术的分类、含义、原理和应用, 在实际工程应用中会恰当的选择合适的表面处理方法。

任务: 要求学生掌握金属表面改性技术、镀层技术、转化膜技术、堆焊技术和热喷涂技术的原理、特点、分类和应用领域。

二、课程教学的基本要求

1、掌握整平、脱脂、除锈等表面预处理和表面镀层技术、转化膜技术、堆焊技术、热喷涂技术、气相沉积和高能束表面处理的基本原理和工艺。

2、理解材料成分、处理工艺、组织结构和性能的关系;

3、了解不同工艺技术的优缺点、选用原则以及最新进展;

4、能够运用所学表面处理技术解决实际问题。

三、课程教学内容

1. 金属表面处理技术概述

内容:

1.1 金属表面处理技术基本知识

1.2 金属的磨损和腐蚀

重点: 金属表面处理技术的含义、特点和分类; 腐蚀的基本概念、分类及防护措施

难点: 腐蚀的基本概念、分类及防护措施

要求: 掌握金属表面处理技术的含义和意义, 了解金属表面处理的分类及其在实际工程中的应用, 掌握金属磨损和腐蚀的基本概念、分类及防护措施。

2. 金属表面预处理

内容:

2.1 表面平整

2.2 表面脱脂

2.3 表面除锈

重点: 金属表面平整、脱脂、除锈和火花等金属表面预处理工艺原理、特点及应用

难点: 脱脂、除锈的分类与原理

要求: 了解表面预处理在表面处理过程中的重要作用, 掌握金属表面平整、脱脂、除

锈和火花等金属表面预处理工艺原理、特点及应用。

3. 金属表面改性技术

内容:

3.1 表面热处理

3.1.1 感应淬火

3.2 化学热处理

3.3 表面形变强化技术

重点: 金属表面改性技术的含义、原理、分类、特点和应用

难点: 表面热处理、化学热处理和形变强化的原理

要求: 掌握金属表面改性技术的含义, 掌握表面热处理、化学热处理和形变强化的原理、分类、特点和应用。

4. 金属表面镀层技术

内容:

4.1 普通电镀

4.2 电刷镀

4.3 化学镀

4.4 热浸镀

重点: 普通电镀、电刷镀、化学镀和热浸镀的原理、特点和应用

难点: 电刷镀、化学镀的原理

要求: 掌握普通电镀、电刷镀、化学镀和热浸镀的原理、特点和应用, 了解复合镀膜技术的概念与发展。

5. 金属表面转化膜技术

内容:

5.1 金属表面转化膜概述

5.2 钢铁的发蓝处理

5.3 金属的磷化处理

5.4 铝及铝合金的氧化处理

5.5 阳极氧化膜的着色与封闭

重点: 表面转化膜技术的典型工艺和应用

难点: 发蓝、磷化、氧化处理的分类和原理

要求: 掌握发蓝、磷化和氧化处理等表面转化膜技术的原理、工艺和应用, 熟悉阳极氧化膜的着色与封闭分类与工艺。

6. 堆焊技术

内容:

6.1 堆焊技术概述

6.2 堆焊材料

6.3 焊条电弧堆焊

6.4 氧乙炔火焰堆焊

6.5 埋弧堆焊

6.6 CO₂ 气体保护堆焊

6.7 其它堆焊方法

重点: 常用堆焊方法的原理、工艺、装置、特点和应用

难点：焊条电弧堆焊、氧乙炔火焰堆焊、埋弧堆焊、二氧化碳气体保护堆焊等堆焊技术的原理与特点

要求：掌握焊条电弧堆焊、氧乙炔火焰堆焊、埋弧堆焊、二氧化碳气体保护堆焊等堆焊技术的原理、工艺、装置、特点和应用，根据工件的材质、服役条件和性能要求选择合理的堆焊工艺方法。

7. 热喷涂技术

内容：

- 7.1 热喷涂技术概述
- 7.2 热喷涂材料
- 7.3 火焰类喷涂
- 7.4 电弧类喷涂
- 7.5 热喷涂涂层系统的设计

重点：热喷涂工艺的原理、装置、特点和用途

难点：各类火焰类喷涂和电弧类喷涂的特点

要求：熟悉热喷涂材料分类与性能特点，掌握各类火焰类喷涂和电弧类喷涂的原理、装置、特点和用途，能够根据实际情况对喷涂材料和喷涂工艺进行选择 and 设计。

8. 金属表面处理新技术

内容：

- 8.1 气相沉积技术
- 8.2 激光表面处理技术
- 8.3 电子束表面处理技术
- 8.4 离子注入技术

重点：气相沉积和高能束等表面处理技术的原理、特点

难点：物理气相沉积与化学气相沉积原理

要求：掌握气相沉积和高能束等表面处理新技术的原理、特点，并了解其应用。

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
铝合金表面磁控溅射镀硬质膜	4	掌握磁控溅射镀膜原理，并对镀膜前后铝合金的硬度进行检测	必修	实验	演示	15	课内完成
合计	4						

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、课时分配及教学方式和手段

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 金属表面处理技术概述	2					

2. 金属表面预处理	2					
3. 金属表面改性技术	4					
4. 金属表面镀层技术	4					
5. 金属表面转化膜技术	4					
6. 堆焊技术	4					
7. 热喷涂技术	4					
8. 金属表面处理新技术	4			4		
合 计	28			4		

六、本课程与其他课程的联系

表面工程学的先修课程是普通化学、材料科学基础、材料力学性能、金属材料热处理。

七、考核方式

本课程是考试课。

- (1) 平时考核：课堂表现、出勤率、作业
- (2) 实践考核：实验成绩
- (3) 期末考核：考试

八、建议教材和教学参考书

- [1] 王学武 主编，金属表面处理技术，机械工业出版社，2012.6
- [2] 曾晓雁 吴懿平 主编，表面工程学，机械工业出版社，2012.1

制 定：金属材料教研室

执 笔 人：刘晓艳

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《焊接工程学》教学大纲

课程编号：C050140603

课程名称：焊接工程学

课程类型：专业方向课

英文名称：Welding Engineering Science

适用专业：材料科学与工程

总学时：40

学分：2.5

一、课程的性质、目的和任务

《焊接工程学》是材料成型及控制工程专业的一门专业必修课。其教学目的是培养学生具有焊接工程的基础理论知识和基本的焊接工艺和焊接结构设计的能力。

本课程的教学任务是掌握各种焊接技术的基本原理、基本理论、工艺参数和应用范围，学会金属材料的焊接、焊接结构等分析研究方法，理解不同材料、不同焊接过程的特点及区别，掌握焊接实验的基本内容及方法，具有合理选择金属材料、焊接材料，制定合理的焊接工艺和分析、解决处理焊接技术及有关实际生产问题的能力。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

1. 掌握焊接电弧的物理基础、熔滴过渡和自动焊接调节原理等基础理论。
2. 掌握焊条、焊剂、焊丝的型号和牌号；掌握气体对焊接金属的作用机理。
3. 掌握熔池凝固时焊缝固态相变的理论要点。
4. 掌握焊接热影响区的组织变化特点。
5. 掌握各种焊接裂纹的形成原因、特征、影响因素及如何避免措施。

三、课程教学内容

0. 绪论

- 0.1 焊接工程的物理本质
- 0.2 焊接热源的种类及其特性
- 0.3 焊接加热特点及焊接接头的形成
- 0.4 焊接温度场
- 0.5 学习本课程的任务、内容及要求

1. 焊接化学冶金

- 1.1. 焊接化学冶金过程的特点
- 1.2. 气相对金属的作用
- 1.3. 熔渣及其对金属的作用
- 1.4. 合金过渡

重点：焊条熔化及熔池形成，焊接化学冶金反应区及其反应条件，焊接区内的气体；氮氢氧对金属的作用，合金过渡的目的及方式，合金过渡过程的理论分析，合金过渡系数及其影响因素。

难点：焊接化学冶金反应区及其反应条件、合金过渡过程的理论分析

2. 焊接材料

2.1. 焊条

2.2. 焊剂

2.3. 焊丝

重点：焊条的分类，焊条的型号和牌号，焊条的组成，焊条的设计；焊剂的分类、型号和牌号；焊丝的分类、型号和牌号。

难点：焊接材料型号和牌号的区分。

3. 熔池凝固和焊缝固态相变

3.1. 熔池凝固

3.2. 焊缝固态相变

3.3. 焊缝中的气体和夹杂

3.4. 焊缝性能的控制

重点：熔池凝固的条件和特点，熔池结晶的一般规律，熔池结晶的线速度及形态，焊缝金属的化学成分不均匀性；低碳钢焊缝的固态相变组织及低合金钢焊缝的固态相变组织；焊缝中的气体与夹杂；焊缝金属的固溶球化和变质处理。

难点：熔池结晶的一般规律。

4. 焊接热影响区的组织和性能

4.1. 焊接热循环

4.2. 焊接热循环条件下的金属组织转变特点

4.3. 焊接热影响区的组织和性能

4.4. 焊接热力模拟实验方法的特点

重点：焊接热循环的主要参数及数值模拟；焊接时加热及冷却过程组织转变的特点，焊接热影响区的组织分布及性能；焊接热模拟技术发展的背景；焊接模拟实验的基本方法特点及其意义

难点：焊接热循环的主要参数及数值模拟

5. 焊接裂纹

5.1. 概述

5.2. 焊接热裂纹

5.3. 焊接冷裂纹

5.4. 再热裂纹

5.5. 层状裂纹

5.6. 应力腐蚀裂纹

5.7. 焊接裂纹综合分析和判断

重点：焊接裂纹的危害性、分类及一般特征；结晶裂纹的形成机理、影响因素及防治措施；冷裂纹的危害性及一般特征，焊接冷裂纹的机理及防治；再热裂纹的主要特征及发生机理、影响因素与防治；层状裂纹的特征、危害性、

形成机理、影响因素及判据等，应力腐蚀裂纹的危害性、特征、机理影响因素等；焊接裂纹的宏观、微观和断口分析及判断。

难点：焊接冷裂纹的机理及防治，焊接裂纹的宏观、微观和断口分析及判断

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
焊缝金相观察	2	焊接接头和热影响区金相组织观察与分析	必修	实验	演示	5	课外
焊接裂纹观察	2	典型焊接热裂纹的金相形态和断口观察	必修	实验	演示	5	课外
合计	4						

五、学时分配

序号	主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时
1	焊接过程的物理本质及焊接热源的种类与特性	2			
2	焊条、焊剂、焊丝	4			
3	焊接化学冶金工程的特点；	2			
4	气相对金属的作用	2			
5	熔渣及其对金属的作用；合金过渡	2			
6	熔池凝固	2			
7	焊缝固态相变	2			
9	焊缝中的气孔和夹杂；焊缝性能的控制	2			
10	焊接热循环	2			
11	焊接热循环条件下的金属组织转变特点	4			
12	焊接热影响区的组织和性能	2			2

13	焊接热裂纹	2			2
14	焊接冷裂纹	2			
15	再热裂纹、层状撕裂	2			
16	应力腐蚀裂纹；焊接 裂纹综合分析和判断	2			
合 计		36			4

六、本课程与其它相关课程的联系

根据本课程的内容，学生在学习本课程之前应具备以下基础：

1. 在力学方面：应具有材料力学、理论力学的基本知识；
2. 在材料科学方面：应具有材料成型、金属凝固与结晶、金属冶金等方面的基本知识；
3. 在机械加工方面：应具有机械冷加工和热加工的基本知识和技能。

七、考核方式

本课程为考试课，其中：

- (1)平时考核：课堂表现、出勤率、作业（20%）
- (2)期末考核：考查（80%）

八、建议教材和教学参考书

[1]华中科技大学，熊腊森主编，《焊接工程基础》，机械工业出版社，2002

[2]天津大学，张文钺主编，《焊接冶金学》，机械工业出版社，1999

[3]中国机械工程学会焊接分会编著，《焊接手册》，机械工业出版社，2000

[4]清华大学，黄天佑编，《材料加工工艺》，清华大学出版社，2004

制 定：金属材料工程教研室

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《材料力学性能》教学大纲

课程编号：C050130509

课程名称：材料力学性能

课程类型：专业基础课

英文名称：Mechanical Properties of Materials

适用专业：金属材料工程

总学时：48

学分：3

一、课程的性质、目的和任务

性质：本课程是金属材料工程的专业基础课，为必修课程。

目的：通过本课程的学习，使学生能够从各种机械零件或构件最常见的服役条件和失效现象出发，了解材料失效现象的微观机制，提出衡量材料失效抗力的力学性能指标；掌握各种指标的物理概念、实用意义和测试方法；明确它们之间的相互关系；分析各种因素对力学性能指标的影响。

任务：为从事金属材料研究和应用金属材料提供基本的、广泛的正确选择材料的理论基础。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

(1) 要让学生掌握各种指标的物理概念、工程意义、测试方法和测试技术；

(2) 要让学生理解各种力学性能指标之间的相互关系；

(3) 要让学生了解和掌握材料强度的研究思想和方法；

(4) 要让学生掌握正确选材和合理使用材料的理论依据。

2. 能力培养要求

(1) 掌握各种指标的物理概念、工程意义、测试方法和测试技术；

(2) 掌握正确选材和合理使用材料的理论依据。

三、课程教学内容

1. 金属在单向静拉伸载荷下的力学性能

内容：

1.1 拉伸力-伸长曲线和应力-应变曲线

1.2 弹性变形

1.3 塑性变形

1.4 金属的断裂

重点：

(1) 力学性能指标的确定

(2) 金属断裂分析

难点：金属断裂机制

要求：拉伸力学性能是金属材料最重要的力学性能指标，本专业的学生必须掌握该指标的物理概念、实用意义和测试方法，以及各种因素对力学性能指

标的作用。理解弹性模量、弹性比功、滞弹性、包伸格效应、屈服、应变硬化、缩颈等基本概念。

2. 金属在其它静载荷下的力学性能

内容：

- 2.1 应力状态软性系数
- 2.2 压缩
- 2.3 弯曲
- 2.4 扭转
- 2.5 缺口试样静载荷试验
- 2.6 硬度

重点：

- (1) 工程材料压缩测试
- (2) 缺口试样静载荷试验
- (3) 硬度的测定

难点：缺口试样静载荷试验

要求：理解和掌握应力状态软性系数、缺口效应等基本概念；掌握压缩、弯曲、扭转和硬度实验方法和力学指标及测试方法。

3. 金属在冲击载荷下的力学性能

内容：

- 3.1 冲击载荷下金属变形和断裂的特点
- 3.2 冲击弯曲和冲击韧性
- 3.3 低温脆性
- 3.4 影响韧脆转变温度的冶金因素

重点：

- (1) 冲击韧性
- (2) 低温脆性

难点：低温脆性微观机理

要求：理解和掌握冲击载荷下的力学指标、测试方法及影响因素；了解低温脆性的物理本质和韧脆转变温度的测试方法及影响因素。

4. 金属的断裂韧性

内容：

- 4.1 线弹性条件下的金属断裂韧性
- 4.2 断裂韧性 K_{Ic} 的测试
- 4.3 影响断裂韧性 K_{Ic} 的因素
- 4.4 断裂 K 判据应用案例
- 4.5 弹塑性条件下金属断裂韧度的基本概念

重点：

- (1) 金属断裂韧度的确定

(2) 断裂 K 判据的应用

难点：线弹性条件下的金属断裂韧性

要求：理解应力场强度因子、断裂韧性 K_{Ic} 等基本概念；掌握断裂韧性的 K 判据及断裂韧性 K_{Ic} 的计算方法及测试方法；了解断裂韧性 G_{Ic} 、 J_{Ic} 、和 c 等概念。

5. 金属的疲劳

内容：

5.1 金属疲劳现象及特点

5.2 疲劳曲线及基本疲劳力学性能

5.3 疲劳裂纹扩展速率及疲劳门槛值

5.4 疲劳过程及机理

5.5 影响疲劳强度的主要因素

5.6 低周疲劳

重点：

(1) 疲劳极限

(2) 疲劳裂纹的形成与扩展机理

(3) 影响疲劳强度的因素

难点：疲劳裂纹的形成与扩展机理

要求：了解疲劳现象及特点；掌握主要疲劳力学性能指标 -1 、 da/dN 和 K_{th} 。了解疲劳过程与机制及影响疲劳强度的主要因素；了解低周疲劳、热疲劳及冲击疲劳。

6. 金属的应力腐蚀和氢脆断裂

内容：

6.1 应力腐蚀

6.2 氢脆

重点：应力腐蚀和氢脆的概念、产生的机理。

难点：应力腐蚀和氢脆的现象与机理

要求：了解金属的应力腐蚀与氢脆的产生条件、机制、断口形貌、影响因素及防止措施及应力腐蚀与氢脆的异同。

7. 金属磨损和接触疲劳

内容：

7.1 磨损概念

7.2 磨损模型

7.3 磨损试验方法

7.4 金属接触疲劳

重点：

(1) 磨损的物理本质

(2) 金属接触疲劳的现象与机理

难点：磨损与接触疲劳的机理

要求：掌握磨损概念及磨损实验方法；了解粘着磨损、磨粒磨损和腐蚀磨损特点；了解接触疲劳概念和影响接触疲劳的因素。

8. 金属高温力学性能

内容：

8.1 金属的蠕变现象

8.2 蠕变变形与蠕变断裂机理

8.3 金属高温力学性能指标及其影响因素

重点：

(1) 蠕变变形与蠕变断裂机理

(2) 蠕变极限

难点：蠕变变形与蠕变断裂机理

要求：了解金属的蠕变现象；蠕变变形与蠕变断裂机制；掌握高温力学性能指标及测试方法。

四、课内实践教学要求

课外项目名称	学时	内容及要求	项目性质	项目形式	项目类型	每组人数	其他说明
1. 材料单相静载拉伸试验	4	单向静载拉伸，掌握材料在拉伸时的应力—应变曲线与断裂的特征与机理。	选修	实验	验证	6-8	课内
2. 材料硬度试验	4	掌握常规硬度测试方法，了解硬度试验的机理和数据分析。	必修	实验	验证	6-8	课内
3. 摩擦磨损实验	4	掌握摩擦磨损的测试方法，了解摩擦磨损的基本原理	必修	实验	验证	6-8	课内
4. 疲劳实验	4	了解疲劳曲线及疲劳强度的测试方法	选修	实验	验证	6-8	课内
合计	8						

五、学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 金属在单向静拉伸载荷下的力学性能	6	2				
2. 金属在其它静载荷下的力学性能	4	2		4		
3. 金属在冲击载荷下力学性能	2	1				
4. 金属的断裂韧度	6	1				
5. 金属的疲劳	6	1				
6. 金属的应力腐蚀与氢脆	2	1				
7. 金属磨损和接触疲劳	2	1		4		
8. 金属高温力学性能	2	1				

小计（学时）	30	10		8		
共计（学时）	48					

六、本课程与其它相关课程的联系

先修课程：工程导论、工程力学、材料科学基础。

后续课程：金属材料学、热处理工程基础。

七、考核方式

本课程为考试课，其中：

(1)平时考核：20%

(2)实践考核：16%

(3)期末考核：64%

八、建议教材和教学参考书

建议教材：束德林. 工程材料力学性能（第2版），北京：机械工业出版社，2007. 5.

教学参考书：

(1) 郑修麟. 材料的力学性能（第2版）. 西安：西北工业大学出版社, 2000. 4.

(2) 孙茂才. 金属力学性能. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社, 2003. 6.

(3) 戴雅康. 金属力学性能实验. 北京：机械工业出版社, 1991

制 定：金属材料工程系教研室

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《材料冶金传输原理》教学大纲

课程编号：C050130511

课程名称：材料冶金传输原理

课程类型：专业基础课

英文名称：Transmission Principle of Metallurgy

适用专业：金属材料工程

总学时：40

学分：2.5

一、课程的性质、目的和任务

《材料冶金传输原理》是金属材料工程专业的一门专业基础课程。

目的：要求学生掌握冶金传输过程的基本概念、基本理论。使学生掌握冶金过程的动量、热量和质量传输的理论知识，应用“三传”的理论去分析冶金过程的现象和问题，培养学生分析问题和解决问题的能力。

任务：本课程的任务是通过该课程的教学，使学生运用基本知识分析冶金过程，深入了解复杂的冶金反应过程中各因素的影响机理，从而为改进冶金工艺操作和设备、提高控制和设计水平打下基础，同时为冶金反应过程提供物理模型和数学模型，学习计算机求解的基本方法。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

正确理解和运用动量传输、热量传输、质量传输的基本概念、基本定理及其基本规律；熟悉动量传输、热量传输、质量传输之间的相似性，采用理论联系实际、三种传递过程类比对照的方法综合理解、分析三种传输现象；了解动量传输、热量传输、质量传输的基本理论和基本规律在实际工程中的具体应用。

2. 能力培养要求

培养学生定性分析、定量分析、仿真实验以及初步联系工程实际等方面的综合技能。

三、课程教学内容

0. 绪论

内容：动量、热量与质量传输的类似性；传输过程的研究方法

重点难点：“三传”的概念、规律及“三传”现象的类比

1. 流体的性质

内容：流体的概念及连续介质模型；流体的主要物理性质；流体的粘性和内摩擦定律；非牛顿流体

重点难点：流体的主要物理性质；流体的粘性和内摩擦定律

2. 流体动力学

内容：流体运动的描述；连续性方程；理想流体的欧拉方程；实际流体的N-S方程；伯努利方程；伯努利方程的应用；稳定流的动量方程及其应用

重点难点：上述方程的推导及应用

3. 层流流动及湍流流动

内容：流动状态及阻力分类；流体在圆管中的层流运动；流体在平行平板间的层流运动；流体在圆管中的湍流运动；沿程阻力系数值的确定；局部阻力

重点难点：雷诺数；流体在上述流动特例中的规律及其沿程损失的计算

4. 边界层理论

内容：边界层理论的基本概念；平面层流边界层微分方程；边界层内积分方程；平板扰流摩擦阻力计算

重点难点：边界层的定义及形成特点；上述方程的推导及其解的应用；平板扰流摩擦阻力的计算

5. 相似原理与量纲分析

内容：相似的概念；流体流动过程中的相似准数；相似三定律；量纲分析基础；相似模型研究法

重点难点：相似准数的推导过程及其物理意义；准数方程；量纲的和谐性及 π 定理的应用

6. 热量传输的基本概念

内容：热量传递方式与傅里叶导热定律；温度场、等温面和温度梯度；热导率与热扩散率

重点难点：傅里叶导热定律；热导率与热扩散率

7. 导热

内容：导热微分方程；一维稳态导热；接触热阻；二位稳态导热；一维非稳态导热；二维及三维非稳态导热

重点难点：导热微分方程的推导；边界条件与初始条件；一维稳态导热；

8. 对流换热

内容：对流换热的机理及影响因素；对流换热微分方程组；对流换热的准数方程式；强制对流换热的计算；自然对流换热的计算

重点难点：换热微分方程及能量微分方程的推导；强制对流换热及自然对流换热的计算

9. 质量传输基本概念和传质微分方程

内容：浓度、速度、扩散通量密度；扩散系数；质量传输微分方程；定解条件

重点难点：双组分混合物中各组分的浓度、速度及通量密度的各种表示式；质量传输微分方程的推导及各种形式

10. 分子传质

内容：一维稳定态分子扩散；非稳定态分子扩散

重点难点：一维稳定态分子扩散

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 雷诺实验	4	观察液体在玻璃管道中的流动状态；测定下临界雷诺数	选修	实验	综合	10	课内完成
2. 粉末或散装绝热材料导热系数测定实验	4	掌握导热系数的测定方法；掌握使用热电偶测温、直流电位差计测热电势的方法	选修	实验	综合	10	课内完成
合计	4						

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
0. 绪论	1					
1. 流体的性质	1					
2. 流体动力学	4	2				
3. 层流流动及湍流流动	4	2		4		
4. 边界层理论	2	2				
5. 相似原理与量纲分析	2					
6. 热量传输的基本概念	2					
7. 导热	4			4		
8. 对流换热	2	2				
9. 质量传输基本概念和传质微分方程	4					
10. 分子传质	2					
合计	28	8		4		

六、本课程与其他相关课程的联系

先修课程：工程导论、高等数学

后续课程：金属材料学、热处理工程基础

七、考核方式

本课程为考试课，其中：

(1)平时考核：包括出勤率、提问、作业等形式，占总成绩的 20%

(2)实践考核：

(3)期末考核：闭卷考试，成绩占总成绩的 80%

八、建议教材和教学参考书

[1] 《材料加工冶金传输原理》吴树森主编，机械工业出版社，2001 年 5 月

[2] 《Transport Phenomena》R. Byron Bird 主编，化学工业出版社，2002 年 8 月

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：谢海龙

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《粉末冶金原理》教学大纲

课程编号：C050130615

课程名称：粉末冶金原理

课程类型：专业基础课

英文名称：Theory of Powder metallurgy

适用专业：材料科学与工程

总学时：32

学分：2

考核方式：考试

一、本课程的性质、目的及任务

性质：本课程是金属材料工程和冶金工程的专业基础课，为必修课程。

目的：本课程的教学目的是使学生系统掌握粉末冶金材料的粉末制取、成形、烧结、锻造各工艺原理和过程及与材料性能之间的关系及其变化规律的基础理论，丰富金属材料制备理论及制备方法。

任务：为后续专业课打下牢固的基础，同时为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论基础。

二、课程的基本要求

1. 课程教学的基本要求

- (1) 通过学习，应着重掌握粉末冶金材料制粉-成形-烧结的基本工艺；
- (2) 了解粉末冶金材料科学在国民经济中的地位与作用与材料科学的发展历史。
- (3) 掌握粉末冶金材料粉末制备、成型方法、烧结工艺与材料成分、组织、结构及加工过程与性能间的相互关系；
- (4) 掌握粉末的制取方法及基本理论和粉末性能及其测定方法。
- (5) 掌握粉末成形压制过程，压制压力与压坯密度的关系及影响压制过程的因素。
- (6) 了解和掌握特殊成形方法，包括等静压、粉末连续成形、粉浆浇注成形、粉末注射成型及爆炸成形原理及过程。
- (7) 掌握烧结过程的热力学基础知识和烧结机构、单元系烧结和多元系固相烧结，了解液相烧结、烧结气氛、活化烧结、热压的原理和条件。
- (8) 掌握粉末锻造工艺过程和塑性理论、了解锻造过程中的断裂和变形机构。
- (9) 掌握粉末材料的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响，了解弥散强化、颗粒强化、纤维强化、相变韧化和弥散韧化的基本原理和方法。

2. 能力培养要求

- (1) 掌握粉末材料的制粉-成形-烧结的基本工艺，会利用化学成分、组织结构与性能之间的关系及其变化规律的基础理论及相关知识分析相关科学问题；
- (2) 掌握正确选材和合理使用材料的理论依据。

三、课程教学内容

0. 绪论

内容：

0.1 粉末冶金简介

粉末冶金：出现、定义、基本工艺、粉末冶金特点、应用

0.2 粉末材料科学的发展简史

块炼铁技术与粉末冶金技术、现代发展

0.3 我国粉末冶金现状

机械零件部分：弱

硬质合金：产量多但质量差

0.4 材料科学与粉末冶金

重点：建立粉末冶金的基本概念，能够区分该法与其它材料制备方法的优劣

难点：该课是粉末冶金的开篇，没有理论难点，但需要激发学生对该技术的兴趣

要求：建立粉末冶金基本概念及工艺特点；了解粉末冶金的发展历史及现状。

1 粉末的制取

内容：

1.1 概述

粉末冶金技术制粉、分类、粉末制备的本质、方法分类、方法的选择原则

1.2 还原或还原-化合法

还原过程基本原理、金属氧化物还原的热力学、金属氧化物还原反应的动力学；碳还原法、碳还原铁氧化物的基本原理、工艺及影响铁粉质量的基本因素、影响还原过程和制粉质量的因素；氢气还原制备铁粉；氢还原法制取钨粉、难熔金属化合物粉末的制取。

1.3 气相沉积法

金属蒸气冷凝、羰基法、气相还原法、化学气相沉积（CVD）、物理气相沉积（PVD）、羰基物热离解、基本原理、影响形核长大的因素、羰基法特点、化学气相沉积、基本原理、工艺与影响因素、影响涂层质量的因素

1.4 液相沉积法

1.5 电解法

概念、电解法基本原理

1.6 雾化法

雾化法概念、分类、二流雾化、雾化过程、喷嘴结构、喷嘴结构分类、注意事项、气雾化、水雾化、工艺举例：气体雾化法制取铜和铜合金粉工艺、水雾化法制取铁粉和合金钢粉的工艺；影响雾化粉末性能的因素、金属液流、制备细粉末的条件、制备球形粉末的条件、离心雾化（简要介绍）、其它雾化法。

1.7 机械粉碎法

机械研磨概念、任务、分类、机械研磨的基本规律、影响球磨的因素、其他机械粉碎法

1.8 超细金属粉末及其制取

重点：建立常规粉末制备方法的概念，掌握粉末制备的本质，掌握还原的热力学原理，并能灵活运用 $\Delta G_{x0}-T$ 图解决类似问题；掌握固体碳还原的基本原理，可以掌握其相应的还原工艺及注意事项；掌握钨粉制备的工艺流程，尤其是分段还原的原理；掌握影响制备钨粉的粒度和纯度的因素；掌握二流雾化的制备方法以及其影响因素，掌握水雾化及气雾化的特点和代表工艺过程；掌握机械法制备粉末的关键工艺及其影响因素；羰基法和气相沉积法原理和影响因素；

难点：还原动力学，故要求学生可以运用动力学解释问题，不要求推导；固体碳还原热力学；钨粉长大机理；喷雾结构；机械法中球磨的规律及其推导
要求：了解粉末制备的基本概念以及分类；掌握还原法的基本原理；掌握固体碳还原法的基本原理；掌握固体碳还原工艺以及影响制备粉末的影响因素；掌握钨粉制备的基本原理；钨粉制备的工艺流程；掌握影响制备钨粉的粒度和纯度的因素；了解雾化法制粉的分类；掌握雾化法制粉常规粉末制备的工艺特点；掌握影响二流雾化性能的影响因素；掌握机械法制备粉末的工艺特点及影响因素；掌握电解法制备粉末的工艺特点及影响因素；了解气相制粉方法的特点；理解羰基法和化学气相沉积法制粉方法。

2 粉末及粉末性能

2-1 粉末体

粉末颗粒、粉末性能、工艺性能、粒度测定方法

2-2 粉末的比表面及其测定

定义、测定方法

重点：粉末体，粉末颗粒概念；粉末的比表面积计算

难点：本章节属于基础知识篇，无知识难点。

要求：熟悉粉末以及粉末的性能、掌握常规评估粉体性能的方法。

3 粉体成形

3-1 概述

定义、成形方法：

3-2 压制（封闭钢模）

特点、压制材料、压制前的预处理、金属粉末压制过程、金属粉末的压坯强度：抗压强度、抗弯强度

3-3 压制压力与压坯密度的关系

密度变化规律、粉末或压坯的相对密度解析关系、压制过程中力的分析、压坯密度的分布、影响压制过程的因素、压制废品

3-4 等静压成形

等静压制的基本原理、等静压工艺、准等静压、热等静压

3-5 粉末轧制

粉末轧制原理、粉末轧制特点、应用：带材、板材

3-6 注射成形

工艺、成形、脱除粘结剂和烧结

3-7 其它成形方法

磁场成形、其它成形方法：准等静压、挤压成形、粉末锻造、离心力成形、松散烧结、磁场成形

重点：粉末压制特性和压制过程；压坯在压制过程中的密度变化规律和压制压力与压坯密度的定量；压制过程中的密度分布和影响因素；等静压的基本原理和工艺流程以及其影响因素；注射成形的基本原理，以及其区别于常规方法的优点；烧结的基本概念和烧结的本质。

难点：巴尔申压制理论、川北公夫压制理论、黄培云双对数理论公示的推导的推导；注射成形的脱粘烧结工艺。

要求：了解粉末成形概念、熟悉粉末压制方法以及压制特性、熟悉粉末压制过程；熟悉压坯在压制过程中的密度变化规律、理解压制压力与压坯密度的定量关系；理解压制压力与压坯密度的定量关系、学会分析压制过程中的受力

情况、掌握压坯密度分布及其影响因素；了解等静压成形的基本概念和基本原理、熟悉等静压的工艺流程、了解准等静压、热压工艺流程及其影响因素；了解粉末轧制的概念、基本原理和工艺特点、熟悉注射成形的概念、基本原理和工艺特点；了解粉末成形的其它方法，并能根据实际情况选取最合适的成形方法、掌握烧结的基本概念、熟悉烧结分类，理解烧结的本质。

4 烧结

4-1 概述

简介、定义、分类、烧结理论所研究得问题

4-2 烧结过程的热力学基础

烧结的基本过程、烧结的热力学问题、烧结的原动力、蒸发凝聚机构、体积扩散、表面扩散、塑性流动

4-3 单元系烧结

烧结温度及时间、烧结体密度和尺寸的变化、显微组织变化、粉末烧结过程的特点、影响烧结过程的因素

4-4 多元系烧结

互溶系固相烧结、无限互溶、有限互溶、互不溶解系

4-5 液相烧结

液相烧结条件、溶解度、液相烧结过程和机构、烧结机构、烧结合金组织、液相烧结合金举例：WC-Co 为例

4-6 热压烧结

工艺特点、致密化理论

4-7 活化烧结

采用化学或物理等措施，使烧结温度降低，烧结过程加快，或使烧结体的密度和其它性能得到提高的方法。

重点： 烧结的基本过程，掌握不同过程烧结的典型特点；理解烧结热力学理论；粘性流动、蒸发凝聚和晶界扩散烧结机构；单元系烧结的概念和单元系烧结的显微组织变化，尤其是在结晶的发生；多元系烧结的概念以及液相烧结的烧结条件；液相烧结机构和理解热压烧结和活化烧结的概念

难点： 烧结的原动力模型建立和推导、蒸发凝聚烧结机构、单元系烧结的显微组织变化、液相烧结的烧结条件、典型的液相烧结的代表合金

要求： 掌握烧结的基本过程、理解烧结过程的热力学理论、了解烧结过程的原动力理论；了解不同的烧结机构原理、理解烧结机构的理论推导、掌握各个机构建立的定性表达式及适用范围；理解单元系烧结的概念、熟悉单元系烧结的特点、掌握单元系烧结的显微组织变化、了解单元系烧结的影响因素；理解多元系烧结的概念、熟悉多元系烧结的特点、熟悉多元系烧结热力学基础、理解液相烧结的烧结条件；解液相烧结机构、掌握典型的液相烧结的代表合金、理解热压烧结和活化烧结的概念、了解热压烧结和活化烧结的工艺流程和工艺特点。

5 粉末锻造

5.1 粉末锻造工艺过程和塑性理论

5.2 锻造过程中的断裂和变形机构

重点： 粉末锻造工艺过程和塑性理论、锻造过程中的断裂。

难点： 锻造过程中的变形机构

要求：理解和掌握粉末锻造工艺过程和塑性理论，会分析锻造过程中的断裂和变形机构。

6. 粉末材料的孔隙性能与复合材料的强韧化

6.1 粉末材料的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响

6.2 弥散强化、颗粒强化、纤维强化、相变韧化和弥散韧化

重点：粉末材料的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响。

难点：相变韧化和弥散韧化

要求：理解和掌握粉末材料的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响关系，理解弥散强化、颗粒强化、纤维强化、相变韧化和弥散韧化原理和特点。

四、课内实践教学要求

1. 课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 习题		制取铁粉的主要还原方法及特点？					课外
2. 习题		还原钨粉的过程机理及影响因素？					课外
3. 习题		粉末粒度的计算方法					课外
4. 习题		压坯中密度分布不均匀的状况及其产生原因					课外
5. 习题		粉末常见的成形方法					课外
6. 习题		粉末烧结的阶段划分及时际过程的现象					课外
7. 习题		粉末锻造过程断裂产生的条件、位置及预防错施					课外
8. 习题		粉末冶金多空材料有哪些特性？应用？					课外
合计							

五、课时分配

序号	主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	教学手段等
1	粉末冶金材料概述	3				多媒体、图片
2	还原法或还原化-合法制粉	3				多媒体、图片
3	气相沉积及液相沉积法制粉	2				多媒体、图片
4	电解法及雾化法制粉	2				多媒体、图片
5	机械法制粉及超细粉的制备	2				多媒体、图片

6	粉末性能及其测定	2				多媒体、图片
7	粉末的压制过程	3				多媒体、图片
8	压坯的密度	2				多媒体、图片
9	粉末特殊成型	2				多媒体、图片
10	烧结	3				多媒体、图片
11	粉末锻造	2				多媒体、图片
12	粉末材料的孔隙性能	2				多媒体、图片
13	复合材料的强韧化	2				多媒体、图片
14	复习	2				
	小计	32				
		32				

六、本课程与其它课程的联系

先修课：材料科学基础、金属材料学、金属工艺学等课程。

后续课：材料加工原理、金属塑性变形原理、复合材料等。为材料专业学生提供材料方面的基本知识和基本实验方法的训练，为后续专业课程的学习打下牢固的基础，同时通过实验研究与训练为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论和实践基础。

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

- (1)平时考核：20%
- (2)实践考核：0%
- (3)期末考核：80%

八、建议教材和教学参考书

[1] 黄培云. 粉末冶金原理（第2版），北京：冶金工业出版社，2008.7.

[2] 李长青. 粉末冶金教程，徐州：中国矿业大学出版社. 2010

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：李美霞

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《复合材料》教学大纲

课程编号：C050140705

课程名称：复合材料

课程类型：专业方向课

英文名称：Composite Materials

适用专业：金属材料工程

总学时：32

学分：2

一、课程的性质、目的和任务

《复合材料学》是针对材料专业高年级学生开设的一门专业选修课程。本课程是学生在学完了材料学基础、无机非金属材料学等主要专业基础课程之后，进一步拓宽专业知识而开设的课程。它包括金属基复合材料，聚合物基（或高分子基）复合材料及无机非金属基复合材料三大块内容。

目的：通过课堂教学与课程论文交流等方式，使学生能够较全面和系统地理解复合材料的重要基本概念和理论，各类复合材料的性能、成型工艺、界面特征和结构设计以及复合材料，特别是先进复合材料的发展趋势。

任务：要求学生具有初步的复合材料设计能力，为学生今后在复合材料领域的深造和专门研究奠定较坚实的基础。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

(1) 课程的重点和难点

重点：复合材料的重要基本概念和理论，各类复合材料的性能、成型工艺、界面特征和结构设计以及复合材料。

难点：先进复合材料的发展趋势；复合材料设计思维和技术方法。

(2) 先修课程及基本要求

先修课程：材料力学性能、材料科学基础等

基本要求：掌握复合材料的重要基本概念和理论，各类复合材料的性能、成型工艺、界面特征和结构设计以及复合材料。

2. 能力培养要求

(1) 了解和掌握各类复合材料中典型材料的性能及应用。

(2) 掌握典型复合材料的成型及制备技术。

(3) 掌握金属基复合材料、聚合物基复合材料、陶瓷基复合材料材料的结构和性能特点。

(4) 掌握复合材料中的基体材料及增加材料的种类、基本物化性能及其特点。

三、课程教学内容

绪论

了解本课程的性质和内容，以及本课程在材料科学研究及生产实践中的地位与其它课

程的关系。

1. 复合材料总论

内容

1.1 材料的复合化趋势

1.2 复合材料的定义

1.3 复合材料的分类

1.4 复合材料发展简史

1.5 复合材料性能概述

1.6 复合材料的应用

重点：复合材料产生的历史背景，复合材料的分类及其应用。

难点：复合材料的基本性能，复合材料的应用现状

2. 复合材料的增强体材料

内容

2.1 概述

2.2 玻璃纤维及其制品

2.3 碳纤维

2.4 其他纤维、晶须

2.5 颗粒

2.6 表面处理

重点：增强体材料的选择原则，常用纤维增强体与颗粒增强体的性能。

难点：增强体材料的选择原则，玻璃纤维与碳纤维的结构特点，增强体材料的表面处理。

3. 复合材料的基体材料

内容

3.1 概述

3.2 聚合物基体材料

3.3 金属基体材料

3.4 陶瓷基体材料

重点：基体材料的选择原则，常用聚合物、金属和陶瓷基体材料的性能。

难点：基体材料的选择原则，复合材料基体的作用。

4. 复合材料的界面

内容

4.1 复合材料的界面概述

4.2 界面结合类型与界面模型

4.3 金属基复合材料的界面

4.4 聚合物基复合材料的界面

4.5 陶瓷基复合材料的界面

重点：金属基与陶瓷基复合材料的界面特征，界面结合类型的划分

难点：界面模型的提出，及其与界面类型的关系。

5. 聚合物基复合材料

内容

5.1 概述

5.2 聚合物基体

5.3 常用的 PMC

5.4 制备工艺

5.5 树脂基复合材料力学性能与应用

重点：聚合物基复合材料成型加工技术。

难点：聚合物基复合材料结构设计的过程。

6. 金属基复合材料 MMC

内容

6.1 金属基复合材料 MMC 的种类和基本性能

6.2 铝基复合材料

6.3 镍基复合材料

6.4 钛基复合材料

6.5 碳纤维增强金属基复合材料

6.6 金属基复合材料 MMC 的制备工艺

重点：典型 MMC 的特点及制备工艺。

难点：镍-蓝宝石反应的性质和影响。

7. 陶瓷基复合材料

内容

7.1 陶瓷基复合材料的定义、种类及基本性能

7.2 陶瓷基复合材料的成型加工技术

7.3 陶瓷基复合材料的应用

重点：CMC 的定义与分类，典型 MCC 的特点及制备工艺。

难点：陶瓷基复合材料的界面和强韧化机理。

8. 水泥基复合材料

内容

8.1 水泥基复合材料的起源与发展

8.2 水泥基复合材料的制备技术

8.3 水泥基复合材料的发展前景

重点：水泥基复合材料的制备技术。

难点：水泥基复合材料的制备技术。

9. 碳碳复合材料

内容

9.1 碳碳复合材料的研究进展

9.2 碳碳复合材料的成型加工技术

9.3 碳碳复合材料的应用

重点：碳碳复合材料的种类与基本性能，碳复合材料的性质。

难点：碳复合材料的强度特点。

10. 混杂纤维复合材料

内容

10.1 混杂纤维复合材料的种类和基本特性

10.2 混杂纤维复合材料的结构设计

重点：混杂纤维复合材料的种类与基本性能。

难点：混杂纤维复合材料的基本特点。

四、 课内实践教学要求

无

五、 学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 复合材料总论	2					
2. 复合材料的增强体材料	4					
3. 复合材料的基体材料	4					
4. 复合材料的界面	4					
5. 聚合物基复合材料	4					
6. 金属基复合材料	4					
7. 陶瓷基复合材料	2					
8. 水泥基复合材料	2					
9. 碳碳复合材料	2					
10. 混杂纤维复合材料	2					
11. 总复习	2					
合 计	32					

六、 本课程与其它相关课程的联系

先修课程：材料科学基础、材料力学性能、材料热处理工程基础。

七、 考核方式

本课程为考试课，其中：

- (1) 平时考核 20%：课堂表现、出勤率、作业
- (2) 期末考核 80%：考试成绩

八、 建议教材和教学参考书

建议教材：王荣国，武卫莉，谷万里. 复合材料概论，哈尔滨工业大学出版社，

2011.2

教学参考书：

- (1) 陈华辉. 现代复合材料，中国物资出版社，1998.
- (2) 胡保全，牛晋川. 先进复合材料，国防工业出版社，2013.5

制 定：金属材料工程系教研室

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《材料物理性能与功能材料》教学大纲

课程编号：C050130716

课程名称：材料物理性能与功能材料

课程类型：专业基础课

英文名称：Physical Properties of Materials and Function Materials

适用专业：金属材料工程

总 学 时：64

学 分：4

一、课程的性质、目的和任务

《材料物理性能与功能材料》是金属材料工程专业的一门专业基础课程，在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有实用性强、理论和实践结合、软硬件结合等特点。

目的：通过本课程的学习，使学生对材料的物理性能（电、热、磁和光）的本质有一定的认识，掌握物理性能与材料成份、组织结构之间的关系及其变化规律。激发学生认识材料本质、探索物质现象产生原因的兴趣；使学生了解新材料的发展现状，熟悉功能材料的特点制备和改进方法，激发学生参与科学研究、改善材料性能的热情。

任务：较为系统地介绍材料的物理性能（电、热、磁和光）及其相互转化功能，介绍材料物理性能测试与检测技术；根据新材料发展，将新材料作为应用举例在相应的物理性能教学中给出，介绍功能材料的特点、分类、发展现状和制备方法。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

- (1) 掌握材料物理性能的基本参数的物理意义及其本质；
- (2) 掌握材料物理参数与成分、结构的关系及影响因素，为设计新材料和材料改性打下一定基础；
- (3) 掌握材料物理性能的测量方法及其分析方法，培养科学实验的能力。
- (4) 了解功能材料的特点、发展现状及其生产制备方法和改进措施。

2. 能力培养要求

- (1) 掌握材料物理性能的主要测试方法，培养学生分析各类模型与计算等方面的能力。
- (2) 掌握制备方法和改进措施。

三、课程教学内容

0. 绪论

内容：

- (1) 功能材料的发展概况
- (2) 功能材料的特点
- (3) 功能材料的分类
- (4) 功能材料学科的内容和相关学科
- (5) 功能材料的现状和展望

重点：掌握功能材料的定义、特点、分类

难点：功能材料的定义，功能材料与结构材料的区别

1. 电性材料

内容：

- (1) 导电材料
- (2) 半导体材料
- (3) 超导材料

重点：导电材料的种类和应用；电阻材料；典型半导体材料的特性；典型超导材料的特点。

难点：导体导电的原理；半导体的概念，固体能带理论；超导的原理。

2. 磁性材料

内容：

- (1) 软磁材料
- (2) 硬磁材料
- (3) 磁记录材料

重点：典型的软磁、硬磁材料的特点；典型磁性材料的特点。

难点：材料磁性的起源；磁记录技术的原理。

3. 光学材料

内容：

- (1) 激光材料
- (2) 光纤材料
- (3) 发光材料
- (4) 红外材料
- (5) 液晶材料
- (6) 光存储材料

重点：激光的特性和激光器的基本结构；典型的激光材料的特点；光纤的结构；典型的光纤材料及其制造工艺；光致发光、电致发光、射线致发光、等离子发光的定义；典型的光致发光、电致发光、射线致发光、等离子发光材料的特点；红外线的基本性质；液晶分子结构和分类；液晶的效应；光存储技术的特点；光盘的分类。

难点：激光发光的原理；典型的激光材料发光的原理；光导原理；光致发光、电致发光、射线致发光、等离子发光的原理；液晶材料的物理性能；光存储的原理和读出原理。

4. 功能转换材料

内容：

- (1) 压电材料

- (2) 热释电材料
- (3) 光电材料
- (4) 电光材料
- (5) 磁光材料
- (6) 热电材料
- (7) 声光材料

重点：压电效应的定义和压电材料的种类；热释电效应的定义和热释电材料的特点及应用；光电导材料的定义、种类及应用；光电动势材料的定义、分类；电光效应的定义、电光材料的种类；磁光效应的分类、磁光材料的种类；热电效应的分类、热电材料的种类及应用；声光效应的定义、分类、声光材料的种类。

难点：压电材料的主要特性；热释电材料的主要特性；光电导材料的主要特性；光电池的主要特性；电光效应的机理；磁光效应的原理；金属热电性的微观机理；声光效应的机理。

5. 能源材料

内容：

- (1) 储氢材料
- (2) 金属氢化物镍电池材料
- (3) 锂离子电池材料
- (4) 燃料电池材料
- (5) 太阳能电池材料

重点：储氢合金材料的分类、储氢合金的制备方法；Ni-MH 电池的特点、结构、正负极及电解质的特点；锂离子电池的正负极、电解质材料的特点；燃料电池的类别、燃料电池材料的特点；太阳能电池的种类及材料特点。

难点：金属储氢的原理；储氢合金制备方法的原理；Ni-MH 电池的工作原理；锂离子电池的工作原理；燃料电池的工作原理；太阳能电池的工作原理。

6. 智能材料

内容：

- (1) 智能材料的定义与内涵
- (2) 智能材料的分类与智能材料系统
- (3) 金属系智能材料与形状记忆合金
- (4) 无机非金属系智能材料
- (5) 高分子系智能材料

重点：智能材料的定义和内涵；智能材料的分类、智能材料系统、智能材料系统的智能功能和生命特征；形状记忆效应的定义、分类；典型的形状记忆合金的特点；电流变体的概念、电流变体的组成、应用；磁流变体的概念、组成、性能特点、应用；电致变色现象的概念、材料及应用；药物控制释放体系、智能凝胶的种类、应用。

难点：形状记忆效应的原理；电流变效应的机理；磁流变体的转变机理；电致变色现象机理。

7. 梯度功能材料

- (1) 梯度功能材料的分类及其特点
- (2) 梯度光折射率材料
- (3) 热防护梯度功能材料
- (4) 梯度功能材料的应用

重点：梯度功能材料的定义、分类、特点；梯度光折射材料的种类、制备方法；热防护梯度材料的构成；热防护梯度材料的种类、制备方法。

难点：梯度折射率材料的折射率梯度类型；热防护梯度功能材料的设计概念、设计程序。

8. 生物医学材料

- (1) 生物医学材料的性能要求
- (2) 生物金属材料
- (3) 生物陶瓷材料
- (4) 生物高分子材料

重点：生物相容性要求、生物功能性要求；生物体用金属材料必须具备的条件；典型生物金属材料的特点；生物陶瓷的分类；典型生物陶瓷材料的特点、制备方法；生物高分子材料的定义、典型材料的特点。

难点：生物相容性；制备方法。

9. 功能薄膜材料

- (1) 成膜技术
- (2) 导电薄膜
- (3) 光学薄膜
- (4) 磁性薄膜

重点：薄膜制备技术的原理、特点；金属透明导电薄膜、氧化物透明导电薄膜的特点；反射膜、防反射膜、吸收膜、激光器用光学薄膜、无光源器件薄膜、紫外探测器用膜的典型材料的特点；巨磁电阻薄膜、磁致伸缩薄膜材料的特点。

难点：真空相关的知识；薄膜制备技术的原理；巨磁电阻效应的机理。

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 单向静拉伸实验	4	单向静载拉伸，掌握材料在拉伸时的应力—应变曲线与断裂的特征与机理。	选修	实验	验证	10	课内
2. 冲击实验	4	掌握常温下冲击韧性的试验方法、了解试验机的构造、使用和冲击试样的要求。	选修	实验	验证	10	课内
3. 疲劳实验	4	了解疲劳曲线及疲劳强度的测试方法	选修	实验	验证	10	课内
4. 硬度实验	4	掌握常规硬度测试方法，了解硬度试	选	实	验	1	课

		验的机理和数据分析。	修	验	证	0	内
5. 热分析技术	4	掌握常见热分析方法及其应用。理解材料的热学性能	选	实	验	1	课
6. 小电阻测定实验	4	掌握小电阻测定方法及原理	修	实	验	0	内
7. 材料的介电常数测定实验	4	掌握介电常数测定试验方法，理解介电测量原理	选	实	验	1	课
8. 铁磁材料磁化曲线和磁滞回线的测量	4	学习饱和磁化强度测量方法，直观认识磁化特征和磁滞现象，加深对自发磁化的理解。	修	实	验	0	内
合 计	16						

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作 业
0 绪论	2					
1 电性材料	6					
2 磁性材料	4					
3 光学材料	6					
4 功能转换材料	4					
5 能源材料	4					
6 智能材料	6					
7 梯度功能材料	4					
8 生物医学材料	6					
9 功能薄膜材料	6					
课内实验				16		
共计（学时）	48			16		

六、本课程与其他相关课程的联系

先修课程：大学物理、材料科学基础、物理化学、电工电子技术

后续课程：复合材料

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

(1)平时考核：10%

(2)实践考核：10%

(3)期末考核：闭卷考试 80%

八、建议教材和教学参考书

[1] 陈玉安, 王必本, 廖其龙. 现代功能材料. 重庆大学出版社, 2008

[2] 马向东, 王振廷. 材料物理性能. 中国矿业大学出版社, 2002

[3] 邱成军, 王元化, 王义杰. 材料物理性能. 哈尔滨工业大学出版社, 2003

[4] 田蔚. 材料物理性能（第二版）. 北京航空航天大学出版社, 2004

[5] 田蔚编, 《功能材料》, 北京航空航天大学出版社, 1995

[6] 殷景华等主编,《功能材料概论》,哈尔滨工业大学出版社,1999.

制 定:金属材料工程系

执 笔 人:谢海龙

审 定 人:郑立允

制定时间:2013年8月

《金属材料先进制备技术》教学大纲

课程编号: C050220621

课程名称: 金属材料先进制备技术

课程类型: 专业拓展课

英文名称: Advanced preparation technology for metal materials

适用专业: 金属材料工程

总 学 时: 32

学 分: 2

一、本课程的性质、目的及任务

性质: 本课程是金属材料工程的专业拓展课,为选修课程。

目的: 通过本课程的学习,使学生能够了解一系列先进的材料制备技术以及所制备材料的特殊性能和用途。制备技术包括快速凝固技术、薄膜材料制备技术、纳米材料制备技术、高能束技术、极限材料和极端条件下材料的制备技术、金属基材料的制备技术等

任务: 为从事金属材料制备和金属材料技术研究提供基本的、广泛的正确选择制备材料的方法和技术基础。

二、课程的基本要求

1. 课程教学的基本要求

- (1) 要让学生了解各种材料的制备新技术;
- (2) 要让学生了解不同材料对制备技术的选择及其异同点;
- (3) 要让学生了解各种制备技术的基本原理;
- (4) 要让学生了解金属材料制备技术的大致发展历程和趋势。

2. 能力培养要求

- (1) 了解各种材料的制备新技术,基本原理;
- (2) 了解不同材料对制备技术的选择及其异同点。

三、课程教学内容

1 凝固技术及其应用

内容

1.1 快速凝固技术

1.2 定向凝固技术

1.3 新型大块非晶制备技术

1.4 新型材料半固态制备技术

重点: 快速凝固技术方法

难点: 快速凝固技术的基本原理

要求: 了解不同凝固技术的基本原理和方法,能够根据不同要求选择快速凝固技术

2 薄膜材料的制备

内容

2.1 物理气相沉积

2.2 化学气相沉积

2.3 其他新型物理制备技术

重点：薄膜材料的制备基本技术方法

难点：气相沉积法制备薄膜材料的基本原理

要求：了解制备薄膜不同技术的基本方法，能够根据要求选择薄膜材料的制备方法技术

3 纳米材料的制备

内容

3.1 纳米颗粒的气相、液相、固相法制备

3.2 一维纳米材料的制备

3.3 二维三维纳米材料的制备

3.4 纳米材料制备的新进展

重点：纳米材料的制备基本技术方法

难点：纳米材料制备技术的基本原理

要求：了解制备纳米材料不同技术的基本方法，能够根据要求选择纳米材料的制备方法和技术

4. 高能束技术及其应用

内容

4.1 激光束与材料的作用

4.2 电子束热处理

4.3 离子束与表面改性

重点：高能束技术的基本获取方法和应用领域

难点：高能束技术的基本原理

要求：了解制不同方式获得高能束技术的的基本方法，能够根据要求选择不同的高能束技术

5 极限材料和极端条件下材料的制备

内容

5.1 极端材料

5.2 超高压条件

5.3 微重力条件

5.4 真空条件

重点：极限材料和极端条件下材料的基本获取方法和应用领域

难点：各种极端条件的获取技术和基本原理

要求：了解极限材料和极端条件下材料的基本获取方法和应用领域，能够根据要求选择各种极端条件的获取技术

6 其他材料特殊制备技术

内容

6.1 自蔓延高温合成技术

6.2 金属雾化喷射沉积技术

6.3 MEMS 的制备技术

6.4 超导加工工艺

6.5 新型压力加工

重点：其他几种重要的材料特殊制备技术和应用

难点：各种其他材料特殊制备技术的基本原理

要求：了解其他几种重要的材料特殊制备技术的基本过程和应用领域，能够根据要求选择其他特殊制备技术

7 金属基复合材料的制备技术

内容

7.1 固态制备工艺

7.2 液相制备工艺

7.3 反应性工艺

7.4 喷射喷涂

7.5 结语

重点：金属基复合材料的制备技术的种类和应用情况

难点：各种金属基复合材料的制备技术的基本原理

要求：了解金属基复合材料的制备技术的基本过程和应用领域，能够根据要求选择金属基复合材料的制备技术

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 习题		快速凝固技术的关键及大快非晶的制备方法？					课外
2. 习题		薄膜材料制备及影响因素？					课外
3. 习题		纳米材料的制备方法及其分类？					课外
4. 习题		高能束技术原理及其分类？					课外
5. 习题		极限材料特点及极端条件下材料的制备？					课外
6. 习题		材料的其他特殊制备方法？					课外
7. 习题		金属基复合材料的制备技术有哪些？					课外
合计							

五、课时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1 凝固技术及其应用	4					
2 薄膜材料的制备	4					
3 纳米材料的制备	4					
4. 高能束技术及其应用	4					
5 极限材料和极端条件下材料的制备	4					
6 其他材料特殊制备技术	6					
7 金属基复合材料的制备技术	6					

小计（学时）	32					
共计（学时）	32					

六、本课程与其它课程的关系

先修课程：工程导论、材料科学基础、金属材料学、热处理工程基础。

后续课程：无要求

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

(1)平时考核：30%

(2)实践考核：0%

(3)期末考核：70%

八、建议教材和教学参考书

[1] 严彪. 金属材料先进制备技术, 北京: 化学工业出版社, 2006. 9.

[2] 姚广春. 金属材料先进制备技术, 沈阳: 东北大学出版社, 2006. 12.

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：李美霞

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《金属材料学》教学大纲

课程类型：C050140604

课程名称：金属材料学

课程类型：专业方向课

英文名称：Metal Materials

适用专业：金属材料工程

总学时：40

学分：2.5

一、本课程的性质、目的及任务

性质：《金属材料学》是金属材料工程专业的一门专业必修课程，在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有实用性强、理论和实践结合、软硬件结合等特点。

目的：使学生系统掌握有关金属材料学方面的知识，培养学生研究开发和合理应用金属材料的初步能力。

任务：要求学生掌握金属材料合金化的一般规律及金属材料的成分、工艺、组织、性能及应用的关系。

二、课程教学的基本要求

- 1、掌握合金元素在钢中的作用原理及规律。
- 2、掌握各类常用合金钢的合金化，热处理和主要用途及发展方向。
- 3、掌握各类铸铁的成分，组织和性能特点，初步了解各类铸铁的生产工艺。
- 4、掌握常用有色金属及其合金的成分，性能和热处理特点。
- 5、掌握金属材料合金化的一般规律及金属材料的成分、工艺、组织、性能及应用的关系。

三、课程教学内容

0. 绪论

内容：

0.1 金属材料发展简史

0.2 现代金属材料

0.3 金属材料的可持续发展与趋势

要求：了解金属材料在国民经济中的地位与作用、金属材料的发展概况和本课程的性质、地位和任务。

1. 钢的合金化原理

内容：

1.1 合金元素和铁的作用

1.2 合金钢中的相组成

1.3 合金元素在钢中的分布及偏聚

1.4 合金钢中的相变

1.5 合金元素对钢强韧化的影响

1.6 合金元素对钢工艺性的影响

1.7 微量元素在钢中的作用

1.8 金属材料的环境协调性设计

1.9 合金钢的分类与编号

要求：合金元素与钢中铁、碳的作用；合金元素对钢的相变的影响。

2. 工程构件用钢

内容：

- 2.1 工程结构钢的基本要求
- 2.2 低合金高强度结构钢的合金化
- 2.3 铁素体 珠光体钢
- 2.4 微珠光体低合金高强度钢
- 2.5 针状铁素体钢
- 2.6 低碳贝氏体和马氏体钢
- 2.7 双相钢
- 2.8 低合金高强度钢发展趋势

要求：工程结构件用钢的力学性能特点、耐大气腐蚀性及其常用构件用钢。

3. 机器零用钢

内容：

- 3.1 机器零件用钢一般性能要求
- 3.2 整体强化态钢
- 3.3 表面强化态钢
- 3.4 耐磨钢
- 3.5 零件材料选择基本原则与思路

要求：机器零件用钢的强韧化机制及各类钢的化学成分特点和热处理特点。

4. 工具用钢

内容：

- 4.1 工具用钢的合金化、组织性能的特点及分类
- 4.2 碳素钢及低合金刀具钢
- 4.3 高速钢
- 4.4 冷作模具钢
- 4.5 热作模具钢
- 4.6 其他工具用钢

要求：速工具钢与冷、热作模具钢及合金元素的作用。

5. 特殊性能钢

内容：

- 5.1 概述
- 5.2 铁素体不锈钢
- 5.3 马氏体不锈钢
- 5.4 奥氏体不锈钢
- 5.5 双相不锈钢
- 5.6 热强钢
- 5.7 抗氧化钢

要求：金属的腐蚀与防护，合金元素在不锈钢中的作用；耐热钢的性能特点及合金化原理。

6. 铸铁

内容：

- 6.1 铸铁的石墨化及影响因素
- 6.2 石墨的形成及生长机理

- 6.3 灰铸铁
- 6.4 球墨铸铁
- 6.5 蠕墨铸铁
- 6.6 可锻铸铁
- 6.7 特种性能铸铁

要求：各类铸铁的石墨、热处理与组织性能之间的关系。

7. 有色金属合金

内容：

- 7.1 铝合金
- 7.2 铜合金
- 7.3 钛合金
- 7.4 镁合金
- 7.5 锌合金

要求：铝合金、铜合金的分类、热处理、成分及性能特点。

8. 新型金属材料

内容：

- 8.1 形状记忆合金：镍基、铜基、铁基形状记忆合金特点与应用
- 8.2 其它金属功能材料
- 8.3 金属基复合材料基本概念
- 8.4 金属基复合材料设计与常用制备技术
- 8.4 金属基复合材料的应用与发展

要求：了解镍基、铜基、铁基形状记忆合金特点与应用；了解金属基复合材料设计与常用制备技术；了解形状记忆合金和金属基复合材料应用与发展

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 平衡组织观察(1)	2	介绍纯铁和碳钢的组织结构，采用金相显微镜观察纯铁和碳钢的微观组织，熟悉纯铁和不同成分碳钢的相组织组成及区别。	必修	实验	演示	15	课内完成
2. 平衡组织观察(2)	2	介绍铸铁及变形纯铁的显微组织，采用金相显微镜观察铸铁及变形纯铁的微观组织，熟悉其相组织组成。	必修	实验	演示	15	课内完成
合计	4						

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、课时分配及教学方式和手段

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 绪论	1					
2. 钢合金化原理	7					

3. 工程构件用钢	2					
4. 机器零件用钢	6					
5. 工具用钢	6			2		
6. 特殊性能钢	4					
7. 铸铁	4			2		
8. 有色金属合金	4					
9. 新型金属材料	2					
合 计	36			4		

六、本课程与其他课程的联系

金属材料学的先修课程是高等数学、普通化学、材料科学基础、材料力学性能和材料物理性能，这门课程的学习又为热处理工程基础、复合材料和材料现代分析方法的学习奠定基础。

七、考核方式

本课程是考试课。其中：

- (1) 平时考核：课堂表现、出勤率、作业；
- (2) 实验报告：预习、出勤、操作、报告；
- (3) 期末考核：期末成绩。

八、建议教材和教学参考书

- [1] 戴起勋，《金属材料学》，化学工业出版社，2009.5
- [2] 王笑天，《金属材料学》，机械工业出版社，1987.9
- [3] 吴承建，《金属材料学》，冶金工业出版社，2000.10
- [4] 崔 琨，《钢铁材料及有色金属材料》，机械工业出版社，1981.8

制 定：金属材料工程系
执 笔 人：郑立允
审 定 人：郑立允
制定时间：2013年8月

《失效分析与防护》教学大纲

课程编号：C050220618

课程名称：失效分析与防护

课程类型：专业拓展课

英文名称：Fracture Analysis and Protection

适用专业：金属材料工程

总学时：32

学分：2

一、课程的性质、目的和任务

失效分析是一门新兴的边缘科学，属于专业技术综合课程，主要通过对各种损坏构件的故障进行分析，论述如何提高金属构件的质量和设备的安全可靠。应用失效分析技术，可以指导各类产品的设计、选材、加工、寿命评估、质量检测及管理等工作。

目的：旨在使学生掌握各种失效特征及原因、影响产品质量的各种因素、解决构件早期失效的措施，了解失效分析经常使用的设备、方法、标准，能够通过本课程学习具有一定的构件的故障分析及排除能力。

任务：要求学生掌握静载荷作用下的断裂、疲劳断裂、磨损与腐蚀、技术构件加工缺陷等引起的失效分析的基本方法，

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

(1) 课程的重点和难点

本课程的重点是讲授失效分析的基础知识、基本方法，及静载荷作用下的断裂、疲劳断裂、磨损与腐蚀、技术构件加工缺陷等引起工件失效的特征、分析思路和方法及防护措施。

(2) 先修课程及基本要求

材料力学性能、金属材料、表面工程、金属热处理原理及工艺等，其基本要求掌握材料拉伸、疲劳等力学性能，材料的表面处理技术及热处理工艺和材料物理性能基础知识。

2. 能力培养要求

- 1、熟悉常用金属构件的各种失效特征及影响因素
- 2、掌握引起失效的常见原因及预防措施
- 3、掌握失效分析常用的分析方法和设备
- 4、能够对一般的失效件进行分析

三、课程教学内容

1. 概述

内容：

- 1.1 失效与失效分析
- 1.2 失效分析的意义
- 1.3 失效的现状与发展趋势

重点难点：了解失效分析学的发展史及概况。

2. 失效分析基础知识

内容:

- 2.1 机械零件失效形式与来源
- 2.2 应力集中与零件失效
- 2.3 残余应力与零件失效
- 2.4 材料的韧性与断裂设计
- 2.5 应力分析与失效分析

重点难点: 熟悉引起失效的各种原因;掌握各前续课程及专业知识在失效分析中的作用。

3. 失效分析基本方法

内容:

- 3.1 失效分析的思路及方法
- 3.2 失效分析的程序及步骤
- 3.3 断口分析

重点难点: 掌握失效分析的思路及一般程序;断口分析在失效分析中的作用。

4. 静载荷作用下的断裂失效分析

内容:

- 4.1 过载断裂失效分析
- 4.2 材料致脆断裂失效分析
- 4.3 环境致脆断裂失效分析
- 4.4 混合断裂失效分析

重点难点: 掌握各种断裂失效的特征、产生原因及预防措施。

5. 疲劳断裂失效分析

内容:

- 5.1 疲劳断裂失效的基本形式和特征
- 5.2 疲劳断口形貌及其特征
- 5.3 疲劳断裂失效类型与鉴别
- 5.4 疲劳断裂失效的原因与预防

重点难点: 掌握疲劳断裂特征、产生原因、影响因素及预防措施。

6. 磨损与腐蚀失效分析

内容:

- 6.1 磨损失效分析
- 6.2 腐蚀失效分析

重点难点: 掌握磨损失效特征、影响因素及预防措施。

7. 金属构件加工缺陷与失效

内容:

- 7.1 铸造加工缺陷与失效
- 7.2 锻造加工缺陷与失效
- 7.3 焊接加工缺陷与失效分析
- 7.4 热处理缺陷与失效
- 7.5 金属零件冷加工缺陷与失效

重点难点: 掌握加工制造过程中失效的特征及产生原因。

8. 实际构件失效分析实例

内容:

- 8.1 风机轴断裂分析

- 8.2 减速齿轮早期开裂分析
- 8.3 振动压路机驱动桥弧齿准双曲面齿轮的失效分析
- 8.4 电站锅炉联箱导汽管爆管失效分析
- 8.5 供热管道不锈钢波纹管膨胀节失效分析
- 8.6 潜水泵叶轮腐蚀破裂分析
- 8.7 冷凝器管腐蚀失效分析
- 8.8 离心机叶片开裂失效分析
- 8.9 热挤压模具失效分析
- 8.10 埋地管道金属泄漏分析

重点难点：掌握失效分析的一般程序及失效表现的特征和判别方法；综合运用所学知识，对实际工程构件进行失效分析。

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 金属疲劳行为	3	应力疲劳试验方法；应力比、加载波形对疲劳曲线和强度的影响	必修	实验	演示		
2. 金属疲劳断裂失效分析	3	疲劳断口形貌及其特征；疲劳断裂失效类型及鉴别；疲劳断裂失效原因与预防	必修	实验	演示		
合计	6						

五、学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 概述	2					
2. 失效分析基础知识	4					
3. 失效分析基本方法	2					
4. 静载荷作用下的断裂失效分析	4					
5. 疲劳断裂失效分析	4			6		
6. 磨损与腐蚀失效分析	4					
7. 金属构件加工缺陷与失效	4					
8. 实际构件失效分析实例	2					
合计	26			6		

六、本课程与其它相关课程的联系

失效分析与防护的先修课程是材料力学性能、金属材料、表面工程、金属热处理原理及工艺等。

七、考核方式

本课程为考查课，其中：

(1)平时考核：课堂表现、出勤率、作业（19%）

(2)实验成绩（1%）

(3)期末考核：考查（80%）

八、建议教材和教学参考书

[1] 孙智 主编，失效分析，机械工业出版社，2005.6

[2] 张鲁阳 主编，模具失效与防护，机械工业出版社，2013.7

制 定：金属材料工程教研室

执 笔 人：刘晓艳

审 定 人：郑立允

制定时间：2013年8月

《材料科学研究方法》教学大纲

课程编号：C050220626

课程名称：材料科学研究方法

课程类型：专业拓展课

英文名称：Materials Science and Research Method

适用专业：金属材料工程

总学时：32

学分：2

一、课程的性质、目的和任务

《该课程作为材料类各专业的专业基础教学知识平台之一设置。该课程体系的目的是使材料类各专业及相关专业的学生对材料科学与工程学科的内在科学规律和发展趋势有一个宏观的认识，对材料的研究开发思路和各种方法有一个科学辩证的概念，进一步激发学生的学习积极性和创新精神，为以后各有关课程的学习打下良好的基础。本课程基本的任务是：

- 1、了解材料科学与工程学科的历史、地位、作用；
- 2、掌握现代材料研究和技术开发工作的基本方法、基本过程、基本思路和基本分析手段；
- 3、从宏观到微观比较深入地了解各类材料的共同特点与共同的效应；

二、课程教学的基本要求

- 1、了解材料学科的发展史及在人类发展的历史进程中的作用，了解自然科学的各种研究方法在材料科学中的应用。
- 2、掌握金属材料、无机非金属材料 and 有机高分子材料等三大类各类材料组织、性能和应用的主要特点及其共同的特性。了解三大材料的交叉与融合这一现代科学研究发展的特点；了解研究方法的创新、数学理论和计算机技术的发展在新材料、新技术开发中的作用。熟悉形成现代材料科学与工程大学科的基础。
- 3、全面了解材料研究的自然科学基本方法，重点掌握归纳法、演绎法、模型法、系统法等。
- 4、认识材料结构与性能是材料体系中直接相关的问题，是材料科学中的核心。掌握各类材料的基本结构及其变化规律、材料性能的基本特性、结构与性能的系统分析方法。掌握材料过程的基本原理、分析方法及评价参量。
- 5、增强现代材料发展的环境因素意识，重视材料的资源和环境污染的问题。掌握材料环境协调性评价与设计的基本方法与思路。
- 6、掌握材料设计的基本概念，要认识到材料科学从经验科学逐步走向理性科学，很重要的发展方向是模拟设计和计算设计。了解各种数学方法在计算设计中的应用，了解国内外在模拟设计方面取得的主要成果，了解材料计算设计领域的研究动态。
- 7、掌握物理模拟与数值模拟的基本概念、方法和思路。了解目前物理模拟与数

值模拟方面所进行的研究及取得的成果。

8、 认识到材料的设计—组成—制备—结构—性能—使用—环境是材料研究的主线；认识材料失效分析的重要性；掌握材料失效分析的基本概念及方法。

9、 了解材料循环、绿色材料技术和材料经济分析的基本概念。

10、 了解材料科学与工程各领域的发展趋势，了解各类新材料开发的意义。

三、 课程教学内容

1、 材料科学发展史

材料科学在人类历史发展各个阶段的状况及成就，石器时代，青铜时代，铁器时代，近代和现代的几次工业革命中材料的发展与对促进生产力的作用，特别着重近代和现代时期的材料发展情况。

2、 材料科学共性

全材料科学的形成过程 材料学科的细分化到综合、材料学科的交叉和渗透、材料科学与工程的形成；材料科学与工程学科的地位和特点；材料科学的共性规律 晶体学结构规律、材料缺陷与断裂强度、材料的相变原理、材料的形变与断裂规律、材料的强韧化原理；材料的共同效应 界面效应、表面效应、复合效应、形状记忆效应、动态效应、环境效应和纳米效应。

3、 材料研究基本方法

重点介绍材料研究的自然科学基本方法、特点及应用 类比法、归纳法、演绎法、移植法、组合法、系统分析法、黑箱法、相关法、数学方法、模型法等。

4、 材料结构设计 with 系统分析

材料结构的基本特性 可分与穷尽、转变与守恒、表象与真实、量变与质变；材料性能的基本特性 现象与本质、区分与联系、复合与转换、主要与次要等；材料结构的稳定性；材料结构的测定与表征；材料结构的设计与控制；结构与性能的系统分析方法；材料结构的自组织；材料结构的仿生研究；材料过程的基本原理和材料过程的能量分析方法。

5、 材料使用与环境评价方法

材料与环境、资源的关系 材料生产对环境和资源的影响、生态环境材料与能源材料、材料流理论；材料环境协调性评价与设计 材料环境协调性评价、材料环境协调性设计、生态环境材料设计的原则、金属材料的环境协调性设计、非金属材料的环境协调性设计、环境协调性产品的设计；材料环境适应性评估 材料工况环境适应性评估、材料自然环境适应性评估。

6、 材料计算设计与方法

材料设计概述 定义、发展、范围、层次、任务；材料设计的主要途径与方法 从相图角度进行设计，从数量冶金学角度进行设计，基于量子理论的设计，基于物理、数值模拟的设计，多尺度材料模型与计算设计；材料设计的主要技术；数学方法在计算设计中的应用 有限元法、遗传算法、分形理论等；材料计算设计实例 复合材料的可设计性与研究方法，超硬材料计算设计，工程应用层次的材料计算设计。

7、 材料物理模拟与数值模拟

模型化的基本概念、数值模型化与模拟、基本范畴与分类、基本思路；材料研究的物理模拟 基本概念、金属塑性加工物理模拟、薄板冲压工艺模拟技术、塑料注射成形过程模拟仿真；材料研究的数值模拟 基本概念、铸造工艺过程的数值模拟、计算机数值模拟应用的实例。

8、 材料失效分析方法（可布置自学）

材料失效分析概述 概念、思路、方法、作用与发展；材料主要失效类型 材料的变形、材料的断裂、材料的腐蚀、材料的磨损、材料的其它失效形式。

9、 材料经济学

材料的循环：生态材料、再生材料、绿色材料技术。材料的选用与竞争：材料选用的基本原则、各类材料的竞争、材料竞争的国际化；材料的经济分析：材料经济分析方法、材料经济的能源与环境因素、材料经济的潜在效益。

10、 材料发展前沿与重点

新材料研究与发展概况 信息功能材料、生物材料、其它功能材料、功能复合材料、生态环境材料、能源材料；纳米材料与纳米技术；材料制备工艺与技术的开发；材料设计与一体化技术；材料科学基础理论的深入研究；传统材料与表面技术

四、 课内实践教学要求

本课程为纯理论课。

五、 学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
第1章 材料科学发展史	2					
第2章 材料科学共性	4					
第3章 材料研究基本方法	4					
第4章 材料结构设计与系统分析	2					
第5章 材料使用与环境评价方法	4					
第6章 材料计算设计与方法	2					
课堂讨论	2					
第7章 材料物理模拟与数值模拟	2					
第8章 材料失效分析方法	2					
第9章 材料经济学	2					
第10章 材料发展前沿与重点	2					

查阅新的文献资料写作小论文	2					
课程总复习	2					
	32					

六、 本课程与其它相关课程的联系

要求学生在学习本门课之前，应熟练掌握材料科学基础课程的基本知识和理论。

七、 考核方式

1. 考核方式：考查。
2. 考核目标：考核学生对基本概念的掌握情况，对专业理论知识的掌握情况，以及把握材料专业发展方向的能力。
3. 成绩构成：考试：70%，平时：30%。

八、 建议教材和教学参考书

- [1] 《材料设计》，熊家炯主编，天津，天津大学出版社，2000
- [2] 材料学的方法论，肖纪美著，北京，冶金工业出版社，1994

制 定：金属材料工程 教研室

执 笔 人：姜瑞姣

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《铸造合金及其熔炼》教学大纲

课程编号：C050130614

课程名称：铸造合金及其熔炼

课程类型：专业基础课

英文名称：Casting Alloy and Smelting

适用专业：金属材料工程

总学时：48

学分：3

一、 课程的性质、目的和任务

《铸造合金及其熔炼》课试材料加工及控制工程专业的骨干课之一，本课程的教学目的是使学生掌握常用铸铁的成分、组织、性能及其内在联系，掌握铸铁熔炼的基本原理，了解各种铸铁的生产方法及冲天炉的操作工艺，为获得合格的铸铁件奠定合金及熔炼方面的基础。掌握铸造碳钢、低合金钢、高合金钢的化学成分、金相组织、力学性能的关系，掌握合金元素在铸钢中的作用，掌握炼钢工艺特点，了解炼钢设备的基本构造。掌握常用的铸造铝合金、铸造铜合金的成分、组织、性能及应用的关系，掌握合金的铸造性能及熔炼工艺原理的基础知识，常用合金及其典型熔炼工艺。

二、 课程教学的基本要求

- 1、 掌握常用铸铁的成分、组织、性能及其内在联系的规律性，掌握常用合金元素的作用。
- 2、 了解孕育机理、球化机理及固态石墨化机理，了解各种铸铁的生产方法。
- 3、 掌握冲天炉熔炼的基本原理和获得高温优质铁水的途径。
- 4、 了解冲天炉的结构、操作工艺和熔炼过程的控制方法。
- 5、 全面、系统的讲授常用的铸造碳钢及铸造合金钢的牌号、化学成分、组织与性能，阐明铸态组织的形成机理和热处理方法。
- 6、 介绍国内外在铸钢材料方面的研究成果、发展方向及动态，以扩大思路，开阔眼界。
- 7、 讲授电弧炉炼钢及感应炉炼钢的工艺过程，阐明炼钢过程中各期主要的物理化学反应，对钢水质量和铸件质量的影响。
- 8、 从冶炼钢方面的新技术，从冶金因素方面指明进一步提高铸件质量的途径。
- 9、 重点掌握铝硅合金的成分、组织、性能的关系，及提高铝硅合金性能的主要途径，了解铝铜合金、铝镁合金、铝锌合金的成分、组织、性能的关系。掌握合金元素的作用。
- 10、 掌握锡青铜、铝青铜、特殊黄铜的成分、组织、性能的关系，掌握其铸造特点。

- 11、 掌握气体在有色合金中的溶解和析出规律，氧化夹杂的生成条件及存在形态，掌握常用有色合金的熔炼、精炼工艺及变质方法。

三、 课程教学内容

11、 铸铁及其熔炼

- (1) 铁碳双重相图及其分析，常见元素对铁碳相图各临界点的影响，碳当量及其意义；铸铁的一次结晶过程及固态相变；
- (2) 灰铸铁的组织及性能特点，影响铸铁铸态组织的因素，灰铸铁的生产、铸造性能及热处理；
- (3) 球墨铸铁的性能特点及应用，球墨铸铁的铸造性能及常见缺陷；蠕墨铸铁的组织、性能及生产；可锻铸铁的分类、牌号及用途，固态石墨化原理及加速措施，以及常见缺陷；
- (4) 特种性能铸铁：减摩铸铁、冷硬铸铁、抗磨铸铁、耐热铸铁及耐腐蚀铸铁；
- (5) 冲天炉的基本原理、基本构造、焦炭燃烧基本规律、冲天炉内炉气及炉温分布特征、热交换，影响铁液温度的主要因素；冲天炉强化熔炼的主要措施、成分变化规律、铁液的脱硫处理、参数选择；

12、 铸钢及其熔炼

- (1) 铸造碳钢的化学成分、性能及应用，铸造碳钢的结晶过程及铸造组织，碳钢铸件的热处理、金相组织及力学性能，影响铸造碳钢力学性能的主要因素；碳钢的铸造性能及焊接性能；
- (2) 锰系、铬系、镍系铸造低合金钢，低合金高强度铸钢，微量合金化铸钢；抗磨用铸造低合金钢；低合金钢铸件的热处理、铸造性能及焊接性能；
- (3) 铸造高合金钢，高锰钢成分、热处理及性能，高锰钢的加工硬化机理，化学成分对高锰钢性能的影响，高锰钢的铸造性能；
- (4) 铸造不锈钢及其耐蚀原理，铸造铬镍不锈钢的化学成分、铸造性能及应用范围，抗磨耐蚀合金铸钢，铸造耐热钢
- (5) 电弧炉炼钢，三相电弧炉的构造和工作原理，碱性电弧炉氧化法炼钢，酸性电弧炉氧化法炼钢
- (6) 感应电炉炼钢，无芯感应电炉的构造及工艺，真空感应电炉炼钢
- (7) 钢的炉外精炼，吹氩精炼原理，氩氧脱碳精炼法，真空氧氩脱碳精炼法，真空氧氩脱碳转炉精炼法，钢包电弧加热精炼法。

13、 铸造非铁合金及其熔炼

- (1) 硅铝类合金的成分、组织、性能及变质处理，铝铜类合金，铝镁类合金，铝锌类合金，铝铸件的热处理
- (2) 铝合金液的精炼原理，铝液精炼工艺，铝合金组织控制，铝合金炉料组成、配料计算及典型熔炼工艺；
- (3) 铸造锡青铜，铸造铝青铜，铸造铅青铜，铸造黄铜，
- (4) 铸造铜合金的熔炼，铜合金的氧化和脱氧，铜液的吸气除气，铜铸件中气孔形成机理，铜合金液质量检测，铜合金熔炼工艺；
- (5) 铸造镁合金，镁铝锌合金，镁锌锆合金，镁合金氢化处理，镁合金的熔铸特点
- (6) 铸造锌合金的成分、组织及工艺性能，工业锌合金及熔炼工艺。

四、 课内实践教学要求

要求学生独立完成球墨铸铁铸件的工艺过程，并观察金相组织的组织分析及对性能的影响(暂无)。

五、 学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
课程介绍	0.5					
铸铁的结晶与组织的形成	1.5					
灰铸铁	2					
球墨铸铁及蠕墨铸铁	2					
可锻铸铁	2					
铸铁的熔炼	3					
铸造碳钢	21					
铸造低合金钢						
铸造高合金钢						
电弧炉炼钢						
感应电炉炼钢						
炼钢技术的发展						
铝合金	15					
铜合金						
其它合金						
铝合金的熔炼						
铜合金的熔炼						
习题课		3				

六、 本课程与其它相关课程的联系

要求学生在学习本门课之前，应熟练掌握相图的基本知识和理论，掌握金属学原理、传热学原理、冶金学原理。而且，要求学生在生产实习中对实际生产有较好的感性认识。

七、考核方式

1. 考核方式：考试

2. 考核目标：考核学生对基本概念的了解情况，对专业理论知识的掌握情况，以及运用专业理论知识分析问题和解决问题的能力。

3. 成绩构成：考试：80%，平时：20%。

八、建议教材和教学参考书

《铸造合金及其熔炼》，陆文华等编，机械工业出版社出版社，出版时间 2004

制 定：金属材料工程系教研室

执 笔 人：马良

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《专业前沿进展概况》教学大纲

课程编号：C050130304

课程名称：专业前沿进展概况

课程类型：专业基础课

英文名称：Advance overview of professional frontier

适用专业：材料科学与工程

总学时：30

学分：2

一、课程的性质、目的和任务

专业前沿进展概况是金属材料专业的专业必修课，通过对当前材料领域内的研究热点的讲解，给学生提供一个初步了解材料专业的机会。

目的：带领学生初步了解材料专业，什么是材料科学？以及材料科学当前的研究热点问题，通过讲解引起学生的兴趣。

任务：使学生对当前材料领域的发展有一个初步的认知。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

- 1、初步了解形状记忆合金，并了解形状记忆合金的应用前景；
- 2、初步了解航空领域中金属材料的应用范围，简述航空用铝合金和钛合金的发展；
- 3、简述非晶合金的概念及非晶的发展现状；
- 4、简述超长寿命疲劳的概念，并与工程实践紧密结合；
- 5、简述工程失效分析的概念，讲解典型的失效案例并带领学生参与进来；
- 6、初步了解纳米材料的发展现状；
- 7、磁记录材料的发展及应用；
- 8、工程上关键构件材料轴承钢的发展现状及当前的研究热点。
- 9、掌握纳米贝氏体钢的成分及热处理工艺，了解其滚动接触疲劳性能，掌握合金元素在纳米贝氏体钢中的作用。

三、课程教学内容

1. 航空铝合金及其研究进展

重点讲述铝合金性能及应用、铝合金分类及牌号、航空用铝合金及其疲劳与腐蚀、Al-Cu-Mg-Ag 新型耐热铝合金研究背景与发展。

2. 非晶合金研究进展

简单介绍非晶态合金的概念，结构性能及其主要应用领域，以及目前的研究进展状况。是学生对于这种亚稳定状态的新型金属材料有一定的认识 and 了解。

3. 形状记忆钛合金

介绍形状记忆合金的现象，概念，原理，主要合金体系及其应用领域。介绍目前，形状记忆合金的研究进展

4. 激光熔覆技术在钛及钛合金中的应用

激光成型技术是今年发展起来的一种快速高效的材料成型技术。本次课程主要介绍激光加工成型的主要方法，应用原理以及在钛合金当中的使用现状。

5. 超长寿命疲劳研究进展及工程应用

重点讲述超长寿命疲劳的概念及超长寿命疲劳的工程结构零部件中的应用。

6. 失效分析案例分析

讲述失效分析是什么？解决的是什么问题？

典型失效分析案例的讲解，特别是结合材料专业知识分析历史发生的重大失效事件。

7. 纳米材料

介绍纳米的概念及纳米材料的新奇性能，激发学生学习纳米材料的兴趣，结合应用讲述纳米材料的制备方法。

8. 复合材料

介绍复合材料的特点和分类，结合复合材料在航空航天方面的应用讲述复合材料制备方法及其关键技术。

9. 超级贝氏体钢滚动接触疲劳研究进展（一）

了解超级贝氏体组织当前的研究热点，国内外有哪些学者在做，他们的研究方向主要集中在哪些方面等。

10. 超级贝氏体钢滚动接触疲劳研究进展（二）

掌握超级贝氏体的组织特征，了解超级贝氏体钢的各种力学性能，如拉伸性能、磨损性能和疲劳性能。

11. 合金元素在超级贝氏体钢中的作用分析（一）

了解各种合金元素，如C、Si、Cr、Mn、Mo、Ni、Co、Cu等对超级贝氏体钢的相变影响规律。

12. 合金元素在超级贝氏体钢中的作用分析（二）

掌握超级贝氏体相变机制及结晶学规律。

13. 金属表面处理技术-热喷涂在工程上的应用

了解各种热喷涂技术的基本原理，了解工艺参数对涂层质量的影响规律，掌握涂层组织结构与性能的关系

14 磁记录研究进展（一）

介绍磁现象的由来、三种常用的信息存储方式、磁记录存储技术的特点、磁记录的发展简史、水平磁记录和垂直磁记录、垂直磁记录介质的研究进展。

15. 磁记录研究进展（二）

介绍下一代垂直磁记录的候选技术及材料。

四、课内实践教学要求

无

五、学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
航空铝合金及其研究进展	2					

非晶合金研究进展	2					
形状记忆钛合金	2					
激光熔覆技术在钛及钛合金中的应用	2					
超长寿命疲劳研究进展及工程应用	2					
失效分析案例分析	2					
纳米材料	2					
复合材料	2					
超级贝氏体钢滚动接触疲劳研究进展（一）	2					
超级贝氏体钢滚动接触疲劳研究进展（二）	2					
合金元素在超级贝氏体钢中的作用分析（一）	2					
合金元素在超级贝氏体钢中的作用分析（二）	2					
金属表面处理技术-热喷涂在工程上的应用	2					
磁记录研究进展（一）	2					
磁记录研究进展（二）	2					
合 计	30					

六、本课程与其它相关课程的联系

先修课程：无

后修课程：材料科学基础、金属力学性质、焊接工程学等。

专业前沿进展概况是进入专业领域的入门课程，通过本课程的学习目的是引起学生学习的兴趣，了解国内外材料领域的研究热点及领域内的前沿，为将来的科研开个好头。

七、考核方式

本课程为考查课，其中：

- (1) 平时考核：课堂表现、出勤率、作业（20%）
- (2) 期末考核：考查（80%）

八、建议教材和教学参考书

- [1] 孙智 主编，失效分析，机械工业出版社，2005.6
- [2] 崔忠圻 主编，金属学与热处理，机械工业出版社，2007.8
- [3] 戴圣龙 等 主编，先进航空铝合金材料与应用，国防工业出版社，2012.5

制 定：金属材料工程教研室

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《计算机在材料科学中的应用》教学大纲

课程编号：C050130610

课程名称：计算机在材料科学中的应用

课程类型：专业基础课

英文名称：Applications of Computer in Materials Science

适用专业：金属材料工程

总学时：40

学分：2.5

考核性质：考查

一、本课程的性质、目的及任务

《计算机在材料科学中的应用》是金属材料工程专业的一门专业基础课程，在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有实用性强、理论和实践结合、软硬件结合等特点。

目的：使学生学会研究材料科学中的科技文献资料查阅、实验方案设计、结构模拟与性能预报、微观组织表征与材料性能检测以及实验数据分析处理中计算机应用的理论知识和研究方法，注重培养学生利用计算机解决实际问题的能力，培养学生的创新意识。

任务：要求学生掌握科技文献查阅方法、正交实验设计方法、计算机在微观组织分析与性能检测应用的理论方法，重点掌握 Materials studio、Excel、Origin、Photoshop、Jade、Peakfit 等材料模拟与实验数据分析处理软件。

二、课程基本要求

1. 课程教学的基本要求

(1) 课程的重点和难点

本课程的重点是讲授科技文献资料查阅的方法原理及应用，正交实验设计方法的原理及在教学与毕业设计中的应用；重点讲授微观组织表征与材料性能检测以及实验数据分析处理中计算机应用的理论方法和应用。

本课程的难点是掌握 Materials studio、Excel、Origin、Photoshop、Jade、Peakfit 等材料模拟与实验数据分析处理软件。

(2) 基本要求

了解计算机及网络对材料科学研究与发展的重要性，以及材料相关的主要研究机构和数据库网站；

理解计算机在材料微观组织表征与材料性能检测应用中的原理和方法；

掌握正交试验设计的原理以及 Excel、Origin、Photoshop、Jade、Peakfit 等实验数据分析处理软件的原理和操作。

2. 能力培养要求

通过本课程的学习，要求学生掌握科技文献查阅、实验方案设计、组织与性能预报及实验数据处理的理论知识和技术；正确地运用所学知识开展有关的毕业设计与科学研究。

三、课程教学内容

1. 计算机的基本概念及发展历程

内容：

1.1 计算机的发展历程

1.2 计算机软件技术的发展

1.3 人工智能的发展

1.4 计算机图形学的发展

重点难点:

本章重点: 计算机图形学的发展。

本章难点: 计算机图形学的发展。

2. 材料科学概述

内容:

2.1 材料科学的基本要素

2.2 材料的分类

2.3 材料科学的研究特点

2.4 材料科学的研究内容

重点难点:

本章重点: 材料科学的基本要素。

本章难点: 材料科学的研究内容。

3. 互联网在材料科学研究中的应用

内容:

3.1 搜索引擎

3.2 材料科学专业网站

3.3 材料专业数据库资源

3.4 索引数据库检索 (EI、SCI、ISTP、CA 等)

3.5 全文数据库检索 (SDOS、ACS、IEEE、中国期刊网 CNKI 全文数据库、维普全文数据库等)

重点难点:

本章重点: 材料科学专业网站和数据库检索。

本章难点: SCI、EI 科技论文检索。

4. 正交试验设计

内容:

4.1 正交实验设计基本概念

4.2 正交试验设计的基本原理

4.3 正交表及其基本性质

4.4 正交表的类别

重点难点:

本章重点: 正交试验设计的基本原理。

本章难点: 正交表的基本性质。

5. 正交试验设计的基本程序

内容:

5.1 明确试验目的, 确定试验指标

5.2 选因素、定水平, 列因素水平表

5.3 选择合适的正交表

5.4 表头设计

5.5 编制试验方案, 按方案进行试验, 记录试验结果

5.6 正交试验结果分析

重点难点:

本章重点: 正交试验设计和实验结果分析。

本章难点：正交表的合理选择。

6. 材料研究中的计算机模拟

内容：

6.1 简介

6.2 计算机模拟能够解决的材料科学问题

6.3 材料计算机模拟的方法

6.4 Materials Studio 模拟软件简介

重点难点：

本章重点：计算机模拟与实验、理论之间的关系。

本章难点：Materials Studio 模拟软件的原理与操作。

7. 计算机在材料检测中的应用

内容：

7.1 在线测量基本原理

7.2 材料成分的检测

7.3 材料组织结构的检测

7.4 材料力学性能的检测

7.5 材料物理性能的测量

重点难点：

本章重点：计算机模拟与实验、理论之间的关系。

本章难点：Materials Studio 模拟软件的原理与操作。

8. 上机操作

内容：

8.1 科技论文检索

8.2 Origin、Excel

8.3 Jade

8.4 Peakfit、Photoshop

8.5 Digitalmicrograph

8.6 Materials studio

重点难点：

本章重点：Origin、Jade 软件的操作。

本章难点：Materials Studio 模拟软件的操作。

四、课内实践教学要求

课外项目名称	学时	内容及要求	项目性质	项目形式	项目类型	每组人数	其他说明
1. 科技论文检索	4	掌握科技论文检索的原理和上机操作	必修	实验	验证		课内
2. Origin、Excel 软件操作	4	掌握 Origin、Excel 软件进行实验数据处理与分析的方法	必修	实验	验证		课内
3. Jade 软件操作	2	掌握 Jade 软件进行实验数据处理与定量计算的方法	必修	实验	验证		课内
4. Peakfit、Photoshop 软件操	2	掌握 Peakfit、Photoshop 软件进行实验数据处理与定量计算的方法	必修	实验	验证		课内

作							
5. Materials studio	4	掌握 Materials studio 软件进行实验数据处理与计算机模拟的方法	必修	实验	验证		课内
6. Digitalmicrograph	4	掌握 Digitalmicrograph 对 TEM 照片进行形貌观察、晶粒尺寸统计与晶体结构分析的技术	必修	实验	验证		课内
合 计	20						

五、课时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 计算机发展历程与材料科学概述	2					
2. 互联网在材料科学中的应用	4			4		
3. 正交试验设计	6					
4. 材料研究中的计算机模拟	4			4		
5. 计算机在材料检测中的应用	2			12		
小计（学时）	20			20		
共计（学时）	40					

六、本课程与其它课程的联系

先修课程：材料科学基础。

后续课程：材料现代设计理论与方法、材料分析方法、毕业设计。

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中

(1)平时考核：15%

(2)上级考核：15%

(3)期末考核：70%

八、建议教材和教学参考书

[1] 许鑫华. 计算机在材料科学中的应用, 机械工业出版社, 2003.

[2] 杨明波, 胡红军, 唐丽文. 计算机在材料科学与工程中的应用, 化学工业出版社, 2008.

[3] 汤爱涛. 计算机在材料工程中的应用, 重庆大学出版社, 2008.

[4] 曾令可. 计算机在材料科学与工程中的应用, 武汉理工大学出版社, 2004.

[5] 刘兴江. 计算机在材料科学与工程中的应用, 东北大学出版社, 2007.

[6] 李琼. 计算机在材料科学中的应用, 电子工业出版社, 2007.

[7] 乔宁. 材料科学中计算机的应用, 中国纺织出版社, 2007.

[8] 张朝晖. 计算机在材料科学与工程中的应用, 中南大学出版社, 2008.

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：姜瑞姣

审 定 人：系主任

制定时间：2013年8月

《金属的腐蚀与防护》教学大纲

课程编号: C050220607

课程名称: 金属的腐蚀与防护

课程类型: 专业拓展课

英文名称: Metallic Corrosion and Protection

适用专业: 金属材料工程

总学时: 16

学 分: 1.0

一、本课程的性质、目的及任务

性质: 《金属的腐蚀与防护》是金属材料工程专业的一门应用性较强的专业拓展课程。

目的: 使学生了解材料发生各种腐蚀的基本规律及作用机理, 掌握材料腐蚀的评价方法、控制原理及防腐技术, 并能够结合材料的成分与结构特征, 分析耐腐蚀材料的设计及其热处理原理。

任务: 通过本课程的学习, 使学生能从金属腐蚀的基本原理出发, 研究、测量和分析各种金属腐蚀问题, 使学生有能力独立地、正确地制定完整的防腐蚀方案。

二、课程教学的基本要求

1、要求学生掌握材料与腐蚀环境作用的规律、作用机理、影响因素以及腐蚀破坏的危害性;

2、掌握控制、预防和预测材料及其结构腐蚀发生或发展的技术与方法。

3、能根据实际情况对金属的腐蚀设计防护工艺。

三、课程教学内容

1. 绪论

内容:

1.1 材料腐蚀的基本概念

1.2 腐蚀的危害与腐蚀控制的重要性

1.3 腐蚀科学与防护技术的研究进展

1.4 材料腐蚀的分类

1.5 材料腐蚀程度的评定方法

重点难点: 材料腐蚀的概念与分类

要求: 掌握材料腐蚀的基本概念, 了解腐蚀的危害与腐蚀控制的重要性、腐蚀科学与防护技术的研究进展, 熟悉材料腐蚀的分类与腐蚀程度的评定方法。

2. 电化学腐蚀热力学

内容:

2.1 腐蚀倾向的热力学判据

2.2 腐蚀电池及其工作历程

2.3 电极电位与电化学腐蚀倾向的判断

2.4 电位-pH图及其应用

2.5 实际中的腐蚀电池类型

重点难点: 电极电位与电化学腐蚀倾向的判断、电位-pH图及其应用

要求：了解腐蚀过程的热力学判据、腐蚀电池及其工作历程，掌握电位-pH图及其应用，理解与掌握金属电极电势、标准电极电势和金属电动序，了解腐蚀电池的构成及其类型。

3. 电化学腐蚀动力学

内容：

- 3.1 腐蚀电池的电极过程
- 3.2 腐蚀速率与极化作用
- 3.3 腐蚀极化图及其应用
- 3.4 极化控制下的腐蚀动力学方程式
- 3.5 混合电位理论及其应用
- 3.6 腐蚀速率的电化学测定方法

重点难点：腐蚀速率与极化作用、极化控制下的腐蚀动力学方程式、混合电位理论及其应用

要求：理解并掌握腐蚀电池的电极过程：阳极过程、阴极过程。了解腐蚀速度与极化作用，理解腐蚀极化图、混合电势理论，掌握腐蚀极化图及混合电势理论的应用。掌握活化极化腐蚀动力学方程，浓差极化腐蚀动力学方程，了解腐蚀速度的电化学测定方法。

4. 析氢腐蚀与耗氧腐蚀

内容：

- 4.1 析氢腐蚀
- 4.2 耗氧腐蚀

重点难点：析氢腐蚀与耗氧腐蚀的原理

要求：掌握析氢腐蚀与吸氧腐蚀阴极去极化的电化学特征，了解影响析氢腐蚀与吸氧腐蚀的因素及其控制过程。

5. 金属的钝化

内容：

- 5.1 钝化现象
- 5.2 有钝化特性金属的极化曲线
- 5.3 金属的自钝化
- 5.4 钝化理论
- 5.5 影响金属钝化的因素

钝化现象；有钝化特性金属的极化曲线；钝化理论；影响钝化的因素

重点难点：钝化理论、影响钝化的因素

要求：了解钝化现象、钝化金属的自钝化及钝化理论、影响金属钝化的因素。

6. 局部腐蚀

内容：

- 6.1 局部腐蚀与全面腐蚀的比较
- 6.2 电偶腐蚀
- 6.3 点腐蚀
- 6.4 缝隙腐蚀
- 6.5 晶间腐蚀
- 6.6 选择性腐蚀

重点难点：电偶腐蚀、点蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀、选择性腐蚀的原理

要求：了解局部腐蚀与全面腐蚀的比较。掌握电偶腐蚀，点蚀，缝隙腐蚀，丝状腐蚀，

晶间腐蚀，选择性腐蚀的电化学特征及其控制方法。

7. 应力作用下的腐蚀

内容：

- 7.1 应力作用下腐蚀破坏的范畴
- 7.2 应力腐蚀开裂
- 7.3 氢致损伤
- 7.4 腐蚀疲劳
- 7.5 磨损腐蚀
- 7.6 低熔点金属致脆

重点难点：应力作用下腐蚀破坏的范畴；腐蚀与断裂，氢致损伤、腐蚀疲劳概念和机理

要求：掌握应力腐蚀与断裂，氢脆和氢损伤的产生及其机理并了解其控制方法，了解腐蚀疲劳，磨损腐蚀的概念、机理及其控制。

8. 金属在自然环境中的腐蚀

内容：

- 8.1 大气腐蚀
- 8.2 海水腐蚀
- 8.3 土壤腐蚀
- 8.4 微生物腐蚀

重点难点：大气腐蚀、海水腐蚀、土壤腐蚀和微生物腐蚀的原理

要求：掌握大气腐蚀、海水腐蚀机理及其影响因素，了解土壤腐蚀机理及其影响因素，了解金属在工业环境中的腐蚀。

9. 高温腐蚀

内容：

- 9.1 高温腐蚀的类型和研究高温腐蚀的重要性
- 9.2 金属高温氧化的热力学基础
- 9.3 金属氧化膜的结构和性质
- 9.4 金属高温氧化的动力学和机理
- 9.5 影响金属氧化行为的因素
- 9.6 合金的氧化
- 9.7 金属材料的热腐蚀

重点难点：高温腐蚀的类型、金属高温氧化的热力学和动力学

要求：了解金属高温氧化的热力学和影响金属氧化速度的因素，掌握金属氧化膜的特性、金属氧化动力学，了解合金的氧化。

10. 腐蚀控制方法及其选择

内容：

- 10.1 正确选用材料及合理设计结构和加工工艺
- 10.2 腐蚀环境处理与缓蚀剂的应用
- 10.3 电化学保护
- 10.4 表面涂镀层与改性技术
- 10.5 腐蚀控制方法的选择原则

重点难点：腐蚀环境处理与缓蚀剂的应用、电化学保护、表面涂镀层与改性技术等防护技术、腐蚀控制方法的选择原则

要求：理解和掌握材料选择与结构设计，掌握电化学保护，了解缓蚀剂和表面保护覆盖层。

四、课内实践教学要求

无。

五、课时分配及教学方式和手段

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 绪论	2					
2. 电化学腐蚀热力学	2					
3. 电化学腐蚀动力学	2					
4. 析氢腐蚀与耗氧腐蚀	2					
5. 金属的钝化	2					
6. 局部腐蚀	2					
7. 应力作用下的腐蚀	1					
8. 金属在自然环境下的腐蚀	1					
9. 高温腐蚀	1					
10. 腐蚀控制方法及其选择	1					
合计	16					

六、本课程与其他课程的联系

先修课程：材料科学基础，金属材料学

七、考核方式

本课程是考查课。

(1) 平时考核：包括出勤率、提问及作业，占总成绩的 30%

(2) 期末考核：采用学习报告、论文或开卷考试的方式，占总成绩的 70%

八、建议教材和教学参考书

[1] 《材料的腐蚀与防护》刘道新编，西北工业大学出版社，2006 年

[2] 《金属的腐蚀与防护》赵麦群雷阿丽编，国防工业出版社，2011 年

制 定：金属材料教研室

执 笔 人：刘晓艳

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《先进结构材料》教学大纲

课程编号：C05022602

课程名称：先进结构材料

课程类型：专业基础课

英文名称：Advanced Structural Materials

适用专业：金属材料工程

总学时：16

学分：1

考核性质：考查

一、本课程的性质、目的及任务

《先进结构材料》是金属材料工程专业的一门专业扩展课程，在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有理论性强、基础理论知识与科学研究前沿结合等特点。

目的：对以往基础理论知识进行总结，全新的视觉理解金属材料科学，激发对科学研究的兴趣，注重培养学生运用所学理论知识解决实际问题的能力，培养学生的创新意识。

任务：要求学生全面掌握材料科学“正四面体”的理论知识，重点掌握先进结构材料的定位，金属结构材料的研究、发展前沿知识与理论，以及一些典型的先进结构材料。

二、课程基本要求

1. 课程教学的基本要求

(1) 课程的重点和难点

本课程的重点是讲授先进结构材料的定义与研究特点，典型先进结构材料的研究前沿与存在的科学难题，先进结构材料的设计原理、方法与应用。

本课程的难点是从整体上掌握材料科学的理论知识，掌握制备工艺-微观组织-力学性能之间的相关性，以及解决科学难题的创新性思维的培养。

(2) 基本要求

了解先进结构材料的基本概念、发展的驱动力和研究特点，了解典型先进结构材料的应用及应用前景；

理解结构材料的变形机理的重要性，理解材料制备工艺-微观组织结构-力学性能之间的相关性；

掌握结构材料存在的最主要的科学难题是强度-塑性、韧性与热稳定性间的“倒置”关系及其根本原因，掌握典型先进结构材料的研究思想、实验操作和性能优势。

2. 能力培养要求

通过本课程的学习，要求学生掌握用于国家重大需求的先进结构材料的发展研究理论、方法和技术，正确地运用所学知识解决实际难题，开展有关的毕业设计与科学研究。

三、课程教学内容

1. 绪论

内容：

1.1 基础知识回顾

1.2 先进结构材料的概念与典型事例

- 1.3 先进结构材料的应用
- 1.4 先进结构材料发展的驱动力
- 1.5 先进结构材料的研究特点

重点难点:

本章重点: 基础知识、先进结构材料的定义与研究特点。

本章难点: 先进结构材料典型事例中制备工艺-微观组织-力学性能的关系。

2. 纳米结构金属材料

内容:

- 2.1 纳米的概念
- 2.2 纳米结构材料与纳米技术的概念
- 2.3 纳米结构材料的组成
- 2.4 纳米材料的分类
- 2.5 纳米材料的应用
- 2.6 纳米材料的制备技术
- 2.7 纳米材料的表征技术
- 2.8 纳米结构材料力学性能的早期预测
- 2.9 纳米结构材料力学性能的实验证实与研究焦点
- 2.10 纳米结构材料新的变形机理
- 2.11 纳米结构材料低塑性的原因
- 2.12 提高纳米结构材料塑性的策略
- 2.13 特定条件下纳米结构材料的性能优势
- 2.14 梯度纳米结构材料
- 2.15 纳米结构材料的热稳定性

重点难点:

本章重点: 纳米结构材料的塑性变形制备技术的机理、采用 XRD 与 TEM 定量计算晶粒尺寸的原理和技术、纳米结构材料低塑性与低稳定性的原因、提高纳米结构材料塑性与热稳定的策略。

本章难点: 金属材料变形机理与晶粒尺寸的关系、金属材料力学性能调控的本质、纳米级晶粒尺寸定量计算的方法、纳米结构材料低塑性的根本原因。

3. 钛合金的相变、结构、性能及应用

内容:

- 3.1 纯钛特性
- 3.2 钛合金的性能优势与应用
- 3.3 钛合金的发展、研究历程
- 3.4 钛合金的分类
- 3.5 钛合金的相变
- 3.6 钛合金的热机械加工
- 3.7 β 钛合金的研究现状
- 3.8 低成本钛合金的研究现状

重点难点:

本章重点: 钛合金的性能优势、相变、提高钛合金力学性能的原理与方法、降低钛合金成本的方法。

本章难点: 钛合金的相变与变形机理。

4. 生物医用结构材料

内容:

- 4.1 生物医用材料定义与研究意义
- 4.2 生物医用材料的发展演变
- 4.3 生物医用材料失效及原因
- 4.4 理想生物医用材料的要求
- 4.5 近现代生物医用金属材料的发展
- 4.6 β 钛合金的性能优势与研究目标
- 4.7 合金元素的影响
- 4.8 生物医用结构材料的发展趋势

重点难点:

本章重点: 生物医用材料失效的原因、理想生物医用材料的性能要求、提高生物医用钛合金性能的原理和方法。

本章难点: 生物移植材料与宿主的相互作用、降低生物医用钛合金弹性模量的原理。

四、课内实践教学要求

无。

五、课时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 绪论	2					
2. 纳米结构材料	8					
3. 钛合金的相变、结构、性能及应用	4					
4. 生物医用结构材料	2					
小计(学时)	16					
共计(学时)	16					

六、本课程与其它课程的联系

先修课程: 材料科学基础、现代分析方法、金属学与热处理、材料力学性能、材料现代设计理论与方法、金属材料先进制备技术。

后续课程: 毕业设计、毕业实习。

七、考核评价方式

本课程为考查课, 其中:

(1)平时考核: 30%

(2)期末考核: 70%

八、建议教材和教学参考书

[1] 曹晓明, 武建军, 温鸣. 《先进结构材料》, 化学工业出版社, 2005.

[2] Valiev R Z, Zhilyaev A P, Langdon T G. Bulk Nanostructured Materials: Fundamentals and Applications. Wiley-TMS, 2013.

[3] Soboyejo W O, Srivatsan T S. Advanced Structural Materials: Properties, Design Optimization, and Applications. CRC Press, 2007.

制 定: 金属材料工程系

执 笔 人: 梁顺星

审 定 人: 郑立允

制定时间: 2013年8月

《材料现代设计理论与方法》教学大纲

课程编号：C050220625

课程名称：材料现代设计理论与方法

课程类型：专业拓展课

英文名称：Modern design theories and methods of materials

适用专业：金属材料工程

总学时：32

学分：2

考核性质：考查

一、本课程的性质、目的及任务

《材料现代设计理论与方法》是金属材料工程专业的一门专业基础课程，在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有理论性强、理论和实践结合、软硬件结合等特点。

目的：使学生学会研究并设计具有优异性能或特定用途的新材料的理论和方法，并将这些新材料设计理论和方法应用到实践，注重培养学生运用所学理论知识解决实际问题的能力，培养学生的创新意识。

任务：要求学生掌握现代材料设计理论与方法诞生的背景及材料科学所面临的挑战，重点掌握材料现代设计的理论、材料现代设计的方法和计算技术以及材料设计专题。

二、课程基本要求

1. 课程教学的基本要求

(1) 课程的重点和难点

本课程的重点是讲授材料现代设计电子理论、材料现代设计分子动力学基础的理论知识与原理；重点讲授材料设计的蒙特卡洛方法、材料设计专家系统和材料设计的分子动力学方法的原理以及合金设计方法与应用。

本课程的难点是掌握材料现代设计电子理论的原理，材料设计的分子动力学方法的原理。

(2) 基本要求

了解材料现代设计的概念和主要内容，了解材料现代设计理论的层次与分类，了解材料设计专家系统；

理解材料现代设计电子理论、材料现代设计分子动力学基础的理论知识与公式推导和计算，理解蒙特卡洛方法、分子动力学方法的操作步骤；

掌握材料现代设计电子理论、分子动力学方法与计算技术的基本原理，掌握热力学方法、组织法进行合金设计的专题。

2. 能力培养要求

通过本课程的学习，要求学生掌握为了应对当下对新材料的要求与挑战设计新材料的理论、方法和计算技术，正确地运用所学知识解决实际难题，开展有关的毕业设计与科学研究。

三、课程教学内容

1. 绪论

内容：

1.1 什么是材料？新材料发展面临的挑战

1.2 中华民族对材料发展的贡献

1.3 材料现代设计诞生的背景

- 1.4 材料现代设计的研究历史
- 1.5 材料现代设计的研究现状和趋势
- 1.6 材料设计的意义
- 1.7 材料现代设计的内涵与研究内容
- 1.8 材料设计的分类

重点难点:

本章重点: 材料现代设计诞生的背景、材料设计的意义。

本章难点: 材料现代设计的研究现状和趋势、材料设计的层次。

2. 现代电子理论

内容:

- 2.1 前言
- 2.2 原子间的相互作用
- 2.3 自由电子近似
- 2.4 近自由电子近似
- 2.5 布里渊区理论
- 2.6 第一原理与密度泛函思想
- 2.7 Thomas-Fermi 理论与 Kohn-Sham 泛函

重点难点:

本章重点: 自由电子近似理论原理、第一原理与密度泛函思想。

本章难点: 自由电子理论的薛定谔方程推导和求解。

3. 分子动力学基础

内容:

- 3.1 分子动力学的基本原理及特点
- 3.2 平衡态分子动力学模拟理论
- 3.3 非平衡态分子动力学模拟

重点难点:

本章重点: 分子动力学的基本原理、平衡态分子动力学模拟理论。

本章难点: 平衡态分子动力学模拟理论中基本方程势函数的选择和求解。

4. 蒙特卡洛方法

内容:

- 4.1 蒙特卡洛方法概述
- 4.2 随机数与伪随机数
- 4.3 任意分布的伪随机变量的抽样
- 4.4 蒙特卡洛计算中减少方差的技巧

重点难点:

本章重点: 随机数的产生和检验原理。

本章难点: 伪随机变量的抽样方法、蒙特卡洛计算中减少误差的方法。

5. 分子动力学模拟计算技术

内容:

- 5.1 运动方程的数值解法
- 5.2 分子动力学模拟的一般步骤
- 5.3 平衡态分子动力学模拟
- 5.4 平衡态分子动力学模拟

重点难点:

本章重点：分子动力学模拟的操作步骤。

本章难点：微正则系综的分子动力学模拟。

6. 材料设计专家系统

内容：

6.1 专家系统的原理和结构

6.2 专家系统的构建

6.3 PZT 专家系统

重点难点：

本章重点：专家系统的原理和结构。

本章难点：专家系统的构建。

7. 合金设计方法及应用

内容：

7.1 合金设计方法

7.2 合金设计程序与步骤

7.3 合金设计技术中存在的问题

7.4 阶乘和多次线性回归法设计 AF1410

7.5 显微组织工程用于碳钢力学性能预测

7.6 热力学辅助设计合金

7.7 能带参数法辅助设计合金

重点难点：

本章重点：合金设计程序、阶乘和多次线性回归法设计 AF1410、显微组织工程法预测碳钢力学性能。

本章难点：能带参数法辅助设计合金。

8. 多晶材料晶粒生长的 Monte-Carlo 模拟

内容：

8.1 简介

8.2 正常晶粒生长的模拟

8.3 异常晶粒生长模拟

本章重点：正常晶粒生长模拟。

本章难点：异常晶粒生长模拟。

四、课内实践教学要求

无。

五、课时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 绪论	4					
2. 现代电子理论	6					
3. 分子动力学基础	4					
4. 蒙特卡洛方法	4					
5. 分子动力学模拟计算技术	4					
6. 材料设计专家系统	2					
7. 合金设计方法及应用	6					

8. 多晶材料晶粒生长的 Monte-Carlo 模拟	2					
小计 (学时)	32					
共计 (学时)	32					

六、本课程与其它课程的联系

先修课程：材料科学基础、现代分析方法、金属学与热处理、材料力学性能。

后续课程：先进结构材料、复合材料、材料研究方法。

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

(1)平时考核：30%

(2)期末考核：70%

八、建议教材和教学参考书

[1] 曹茂盛.《材料现代设计理论与方法》，哈尔滨工业大学出版社，2007 第 2 版.

[2] 张跃，谷景华等.《计算材料科学基础》北京航空航天大学出版社，2007.

[3] 吴兴惠，项金钟编著.《现代材料计算与设计教程》电子工业出版社，2002.

[4] 熊家炯.《材料设计》天津大学出版社，2000.

[5] 戴起勋.《材料设计教程》化学工业出版社，2007.

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《工程伦理》教学大纲

课程编号：C05013501

课程名称：工程伦理

课程类型：公共基础课

英文名称：Ethics in Engineering

适用专业：金属材料工程

总学时：18

学分：1

考核性质：考查

一、本课程的性质、目的及任务

工程伦理学是伦理学的一个分支学科，是以工程活动中的社会伦理关系为对象，进行系统研究和学术建构的理工与人文两大知识领域交叉融合的新学科，是金属材料工程专业的一门工程伦理教育课程，属技术基础课。

目的和任务：通过本课程学习，使学生充分了解和明确地认识到，工程是人类将基础科学知识和研究成果应用于自然资源的开发、利用，创造出具有使用价值的人工产品或技术服务的有组织的活动，工程师在现代工程活动中扮演的重要角色，工程自身的技术复杂性和社会联系性，要求工程技术人员不仅精通技术业务，能够创造性地解决有关专业的技术难题，还要求他善于管理和协调，处理好与工程活动相关联的各种社会关系，要求工程技术人员打破技术眼光的局限，对工程活动的全面社会意义和长远社会影响建立自觉的认识，承担起全部社会责任，为学生今后的专业学习和学生个人能力的发展提供一个正确的引导。

二、课程基本要求

了解工程概念、工程与科技的关系，掌握工程的技术性特征和服务社会的特征，了解工程伦理学的要求和研究趋势，引导学生在专业学习时关注伦理问题。培养科技热情，建立用技术服务社会的职业向往和职业自豪感；

理解科技的正负面影响，从而认识到对科技运用进行伦理规范的必要性，理解学生对工程活动中存在的伦理问题的道德敏感，建立工程伦理问题意识，了解人道主义的精神内涵，培植自己的道德基础；

掌握工程师的道德担当意识，坚持原则的勇气，建立工程师的法律责任的意识，掌握伦理分析的方法与步骤，工程师的职业活动和社会道德责任，将理论学习与行为培养联系起来，通过活动策划与实施培养道德敏感和行动能力，进行自我教育。

三、课程教学内容

1. 导论

内容:

- 1.1 工程伦理学课程设置的必要性
- 1.2 国内外的工程伦理学研究教育
- 1.3 工程伦理学需掌握内容
- 1.4 工程伦理学课程目的

重点难点:

本章重点: 工程伦理学课程目的。

本章难点: 无。

2. 工程

内容:

- 2.1 工程的发展
- 2.2 工程的定义
- 2.3 大工程观
- 2.4 生产与工程, 科学、技术与工程的区别与联系
- 2.5 工程的特点
- 2.6 工程师应当满足的两个一般标准
- 2.7 工程师的社会作用

重点难点:

本章重点: 工程的定义、大工程观、科学、技术与工程的区别。

本章难点: 无。

3. 伦理学及工程伦理学

内容:

- 3.1 基本概念
- 3.2 伦理学的研究对象
- 3.3 伦理学的意义和使命
- 3.4 伦理学的研究方法
- 3.5 工程伦理学的含义
- 3.6 工程伦理学的目标、内容和地位
- 3.7 工程伦理学的界定
- 3.8 工程案例

重点难点:

本章重点: 工程伦理学的目标、内容及意义。

本章难点: 无。

4. 工程造福人类

内容:

- 4.1 工程造福人类的含义
- 4.2 中西方人文思想
- 4.3 工程造福人类的内容
- 4.4 解决伦理问题的原则

重点难点:

本章重点: 工程造福人类的内容、解决伦理问题的原则。

本章难点: 无。

5. 科学研究中的伦理

内容:

- 5.1 关注科学研究伦理的原因
- 5.2 科学研究中的不端行为
- 5.3 现实生活中有越轨行为的原因
- 5.4 科学工作者的共同价值观
- 5.5 科学工作者的精神气质——行为规范
- 5.6 科学工作者的社会责任
- 5.7 工程案例

重点难点:

本章重点: 科学研究中的不端行为、科学工作者的行为规范。

本章难点: 科学工作者的社会责任。

6. 工程师的责任

内容:

- 6.1 工程案例
- 6.2 工程师职业责任的内容
- 6.3 工程实践中的责任问题
- 6.4 工程师的责任
- 6.5 工程师在国际环境下的责任

重点难点:

本章重点: 工程实践中的责任、工程师职业责任的转变。

本章难点: 工程师职业责任的转变、多人责任问题。

7. 工程目标与手段的伦理价值分析

内容:

- 7.1 工程价值冲突的选择难题
- 7.2 工程价值选择分析与结论
- 7.3 工程目标选择的困境分析
- 7.4 工程目标选择与手段选择

重点难点:

本章重点: 工程价值选择分析、伦理视觉下工程目标与手段的关系。

本章难点: 工程目标价值的审视。

8. 工程项目中的风险与防范

内容:

- 8.1 工程风险的概念界定
- 8.2 工程风险的特点
- 8.3 工程风险识别
- 8.4 工程风险估计
- 8.5 工程风险的防范对策

重点难点:

本章重点: 工程风险的特点、识别。

本章难点: 无。

四、课内实践教学要求

无。

五、课时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 导论	1					
2. 工程	2					
3. 伦理学及工程伦理学	1					
4. 工程造福人类	2					
5. 科学研究中的工程伦理	4					
6. 工程师的责任	4					
7. 工程目标与手段的伦理价值分析	2					
8. 工程项目中的风险与防范	2					
小计（学时）	18					
共计（学时）	18					

六、本课程与其它课程的联系

先修课程：材料科学基础、材料现代分析方法、金属学与热处理、材料力学性能。

后续课程：先进结构材料、复合材料、失效分析与防护。

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

(1)平时考核：30%

(2)期末考核：70%

八、建议教材和教学参考书

[1] 张永强.《工程伦理学》，北京理工大学出版社，2011年.

[2] 维西林.《工程伦理与环境》，清华大学出版社，2005年.

[3] 肖平.《工程伦理导论》，北京大学出版社，2009年.

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：郑立允

审 定 人：郑立允

制定时间：2013.8

《热处理工程基础》教学大纲

课程编号：C050140501

课程名称：热处理工程基础

课程类型：专业方向课

英文名称：Fundamental of Heat Treatment

适用专业：金属材料工程

总学时：60

学分：4

一、课程的性质、目的和任务

《热处理工程基础》是金属材料专业的一门重要专业课，是一门理论性和实践性都很强的课程。

目的：使学生通过学习，了解各种热处理技术，热处理设备，掌握一般热处理工艺，具有制定常用材料热处理工艺的能力。

任务：主要讲授钢的加热和冷却时的转变的理论，珠光体转变、马氏体转变、贝氏体转变；钢的退火、正火、淬火、回火工艺；钢的过冷奥氏体转变图；淬火应力与淬火缺陷；表面淬火；钢的化学热处理基础；钢的渗碳、渗氮、碳氮共渗等化学热处理工艺；铸铁热处理原理及工艺；热处理设备等。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

(1) 要使学生了解各种热处理的特点及应用范围，了解常见的热处理设备；

(2) 要使学生理解零件的热处理工艺后的组织和性能；

(3) 使学生掌握常见机械零件的热处理工艺的制定，热处理设备的使用。

2. 能力培养要求

学生能够了解各种热处理技术，热处理设备，掌握一般热处理工艺，具有制定常用材料热处理工艺的能力。

三、课程教学内容

0. 概述

1. 金属固态相变基础

内容：

1.1 金属固态相变的主要类型

1.2 金属固态相变的基本特性

1.3 固态相变中的形核

1.4 固态相变中新相的长大

1.5 综合转变动力学-奥氏体等温转变图

1.6 组织粗化

重点：

(1) 金属固态相变的主要类型

(2) 奥氏体的等温转变

难点：金属固态相变的形核与长大机理

要求：通过本章节的讲授，使学生了解金属固态相变的类型及一般特征，掌握金属固态相变的规律。

2. 钢中奥氏体的形成

内容:

- 2.1 奥氏体的结构、组织与性能
- 2.2 奥氏体形成的热力学条件
- 2.3 奥氏体的形成机制
- 2.4 奥氏体等温形成动力学
- 2.5 连续加热时奥氏体的形成
- 2.6 奥氏体晶粒长大及其控制
- 2.7 非平衡组织加热时奥氏体的形成

重点:

- (1) 钢的加热转变过程
- (2) 奥氏体的晶粒长大及其控制

难点:

- (1) 非平衡态钢的加热转变
- (2) 连续加热时奥氏体的形成

要求: 通过本章节的讲授, 使学生能够掌握钢中奥氏体的形成过程, 了解奥氏体转变的热力学和动力学特点。

3. 珠光体转变

内容:

- 3.1 珠光体的组织形态及晶体学
- 3.2 珠光体转变机制
- 3.3 先共析转变和伪共析转变
- 3.4 珠光体转变动力学
- 3.5 珠光体的力学性能
- 3.6 钢中碳化物的相间沉淀

重点:

- (1) 片状珠光体的形成机制
- (2) 先(伪)共析钢的珠光体转变
- (3) 珠光体的力学性能

难点:

- (1) 珠光体组织的力学性能
- (2) 珠光体转变机制

要求: 通过本章节的讲授, 使学生了解珠光体的组织形貌, 理解珠光体的转变过程, 掌握珠光体的组织对力学性能的影响。

4. 马氏体转变

内容:

- 4.1 马氏体转变的主要特征
- 4.2 钢中马氏体转变的晶体学
- 4.3 马氏体的组织形态及影响因素
- 4.4 马氏体转变的热力学
- 4.5 马氏体转变动力学
- 4.6 马氏体的性能

重点:

- (1) 马氏体的形貌

(2) 马氏体的性能

难点:

(1) 马氏体的相变机制

(2) 马氏体的形状记忆效应

要求: 通过本章节的讲授, 使学生了解马氏体转变的基本特征、马氏体的组织形貌及马氏体转变的晶体学, 掌握马氏体组织的力学性能。

5. 贝氏体转变

内容:

5.1 贝氏体转变特征

5.2 贝氏体组织形态

5.3 贝氏体的形成条件

5.4 贝氏体的转变机制

5.5 贝氏体转变产物的力学性能

5.6 贝氏体组织的应用

重点:

(1) 贝氏体转变机制

(2) 贝氏体形貌

(3) 贝氏体的力学性能

难点:

(1) 贝氏体的分类

(2) 贝氏体的转变机制

要求: 通过本章节的讲授, 使学生了解贝氏体的基本特征, 理解贝氏体转变机制, 掌握贝氏体组织的力学性能。

6. 钢的过冷奥氏体转变图

内容:

6.1 过冷奥氏体等温转变图

6.2 过冷奥氏体连续冷却转变图

6.3 过冷奥氏体转变图的应用

重点:

(1) 过冷奥氏体的等温转变图

(2) 过冷奥氏体的连续冷却转变图

难点: 过冷奥氏体的等温及连续冷却转变图的生成过程。

要求: 通过本章节的讲授, 使学生了解过冷奥氏体的等温及连续冷却转变动力学图, 理解动力学图的生成过程, 掌握动力学在热处理工艺制定中的作用。

7. 过饱和固溶体的脱溶分解

内容:

7.1 铝合金在时效过程中组织和性能的变化

7.2 钢的回火转变

7.3 调幅分解

重点:

(1) 钢回火时的组织转变

(2) 钢回火后的力学性能变化

难点：调幅分解

要求：通过本章节的讲授，使学生理解过饱和固溶体分解过程中的组织转变，掌握不同分解状态下的组织形貌及力学性能。

8. 钢的退火和正火

内容：

8.1 钢的退火

8.2 钢的正火

8.3 退火与正火后钢的组织性能及工艺选用

重点：退火和正火的基本含义、工艺特点及原理。

难点：退火、正火工艺的正确选择应用。

要求：理解退火和正火的基本含义、工艺特点及原理，掌握退火、正火工艺的正确选择应用。

9. 钢的淬火及回火

内容：

9.1 钢的淬火与分类

9.2 钢的淬透性

9.3 淬火介质

9.4 淬火工艺

9.5 回火工艺

9.6 钢的表面淬火

9.7 淬火缺陷与防止

9.8 淬火工艺的新发展

重点：淬火的基本含义、工艺特点及原理，淬透性的含义及试验结果分析，淬火缺陷及防止

难点：淬火回火工艺的应用。

要求：理解淬火的基本含义、工艺特点及原理，掌握淬火、回火工艺的正确选择应用。

10. 钢的化学热处理

内容：

10.1 化学热处理的分类与基本过程

10.2 钢的渗碳

10.3 钢的渗氮

10.4 钢的碳氮共渗与软氮化

10.5 其它化学热处理

重点：钢的渗碳、渗氮的工艺原理。

难点：钢的渗碳、渗氮的工艺原理及应用。

要求：理解化学热处理的基本含义、工艺特点及原理，了解化学热处理的基本工艺方法。

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 碳钢热处理后的显微组织观察与分析	4	观察和分析碳钢经不同热处理后显微组织特征	必修	实验	演示	10	课内
2. 热处理综合实验	4	根据金相组织判断材料的基本性能	必修	实验	验证	10	课内
3. 碳钢的普通热处理	4	改变热处理工艺（温度和时间及冷却速度），观察金相组织的变化	必修	实验	验证	10	课内
合 计	12						

五、学时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
0. 绪论	2					
1. 金属固态相变基础	4					
2. 钢中奥氏体的形成	4			4		
3. 珠光体转变	4					
4. 马氏体转变	6					
5. 贝氏体转变	6					
6. 钢的过冷奥氏体转变图	4			4		
7. 过饱和固溶体的脱溶分解	4					
8. 钢的退火与正火	4					
9. 钢的淬火与回火	6			4		
10. 钢的化学热处理	4					
小计	48			12		
合计	60					

六、本课程与其他相关课程的联系

根据本课程的内容，学生在学习本课程之前应具备以下课程基础：物理化学 冶金传输原理 材料科学基础 材料成型技术基础

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

- (1)平时考核：10%
- (2)实践考核：10%
- (3)期末考核：闭卷考试 80%

八、建议教材和教学参考书

- [1]. 陆兴 主编 《热处理工程基础》机械工业出版社 2008.3
- [2]. 夏立芳 主编，《金属热处理工艺学》，哈尔滨工业大学出版社，2008.7
- [3]. 刘云旭 主编，《金属热处理原理》机械工业出版社 1981年
- [4]. 刘永栓 主编，《钢热处理》冶金工业出版社 1987年

- [5]. 安运铮 主编,《热处理工艺学》 机械工业出版社 1982 年
- [6]. 曾祥模 主编,《热处理炉》, 西北工大出版社, 1996
- [7]. 吴克英 主编,《现代热处理炉》 机械工业出版社 1997
- [8]. 刘孝曾 主编,《热处理设备及设计》 机械工业出版社 1989

制 定: 金属材料工程系

执 笔 人: 谢海龙

审 定 人: 郑立允

制定时间: 2013 年 8 月

《创新能力与实践》教学大纲

课程编号: C050130305

课程名称: 创新能力与实践

课程类型: 专业基础课

英文名称: Innovative Abilities and Practice

适用专业: 金属材料工程

总学时: 30

学分: 2

一、本课程的性质、目的及任务

性质: 《创新能力与实践》是金属材料工程专业的一门专业基础课程, 在金属材料工程专业的教学中有着重要地位。它具有理论和实践结合的特点。

目的: 通过本课程的学习, 要求学生熟悉本专业前沿进展, 了解金属材料在工程中的应用, 并能够根据实际工程背景设计 2~3 个材料或设备, 具体内容根据学科发展进行更改。

任务: 培养学生的创新能力与实践能力, 扩大学生知识面, 树立团队协作精神, 提高学生综合运用所学知识解决实际问题的能力。

二、课程教学的基本要求

1、了解典型金属材料的研究前沿、成分设计、热处理工艺等内容。

2、了解金属材料主要性能测试方法及相关分析理论与研究进展。

3、了解金属材料典型的加工成型方法与研究进展。

3、培养学生动手实践能力, 培养学生创新意识和综合设计研发能力, 培养学生正确的设计思想、严谨的工作作风和独立处理问题的能力, 培养学生的团队协作精神。

三、课程教学内容

1. 金属材料的成分设计、热处理工艺等内容

内容:

1.1 金属材料的成分设计

1.3 金属材料的热处理工艺制定

要求: 了解典型金属材料的研究方法、成分设计、热处理等。

2. 金属材料主要性能测试方法及相关分析理论

内容:

2.1 金属材料主要性能及其测试方法;

2.2 金属材料主要性能相关分析理论;

2.3 金属材料主要性能的研究进展

要求: 了解金属材料主要性能测试方法及相关分析理论与研究进展。

3. 金属材料典型的加工成型方法与研究进展

内容:

3.1 金属材料典型的加工成型方法

3.2 金属材料加工成型方法的新进展

要求：了解金属材料典型的加工成型方法与研究进展。

四、课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
1. 金属材料的成分设计、热处理工艺等内容	4	介绍合金化原理及成分设计方法，学习合金元素对组织和性能的影响，根据实验要求进行典型金属材料成分设计、热处理与组织观察。	必修	实验	综合	15	课内完成
2. 金属材料主要性能及其测试方法	8	介绍金属材料主要的性能及其指标，掌握常用金属材料性能测试方法及相关理论，根据使用要求设计正确的性能指标及其测试方法	必修	实验	设计	15	课内完成
3. 金属材料典型的加工成型方法	8	介绍金属材料典型的加工成型方法及其机理，掌握常用金属材料加工成型方法及相关新进展，根据实验要求设计正确的加工成型方法及其工艺参数	必修	实验	设计	15	课内完成
合 计	20						

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、课时分配及教学方式和手段

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作 业
1. 金属材料的成分设计、热处理工艺等内容	2			4		
2. 金属材料主要性能测试方法及相关分析理论	4			8		
3. 金属材料典型的加工成型方法与研究进展	4			8		
合 计	10			20		

六、本课程与其他课程的联系

创新能力与实践的先修课程是普通物理、材料科学基础、材料力学性能与热处理工程基础。

七、考核方式

本课程是考查课。

(1) 平时考核：课堂表现与出勤率，占 20%

(2) 期末考核：实验报告与设计成绩，占 80%

八、建议教材和教学参考书

[1] 戴起勋 主编，金属材料学，化学工业出版社，2009.5

[2] 胡美些 主编, 金属材料检测技术, 机械工业出版社, 2011. 7

[3] 毛卫民 主编, 金属材料成形与加工, 清华大学出版社, 2008. 12

制 定: 金属材料教研室

执 笔 人: 刘晓艳

审 定 人: 郑立允

制定时间: 2013 年 8 月

《专业课程设计》教学大纲

课程代码: C050150506
中文名称: 专业课程设计
课程性质: 专业方向课
英文名称: Course design for Special
适用专业: 金属材料工程
总学时: 2周
学 分: 3

一、 课程的性质、目的和任务

本课程设计是金属材料工程专业的重要实践教学环节,通过让学生自己设计实验方案,使学生了解并掌握金属材料研究的一般方法,培养学生的创造性思维和实际动手能力,巩固和加深理解所学的理论知识,掌握查阅资料和撰写科技论文的能力,学会材料研究的设计和实施方案的制定方法,熟悉各种仪器设备的结构及工作原理,掌握实验数据的处理方法,使学生有初步设计实验的能力及一定的科研能力,为从事材料研究工作奠定必要的基础。

二、 课程教学的基本要求

1. 使学生学会查阅资料制定设计(实验)研究方案,具有初步的独立设计能力;
2. 熟悉实验用各种仪器设备;
3. 独立完成各种设计(实验);综合运用所学的理论知识独立分析和解决设计(实验)中问题;
4. 掌握科技报告(论文)的写作方法。

三、 课程教学内容

本课程为设计型实验,要求学生根据本人兴趣在指导教师的指导下制定研究题目,设计研究思路和方法,根据实验方案实施研究,最终以科技报告(论文)形式提交研究报告。具体要求:

- 1 掌握查阅和归纳整理中英文资料的能力。
- 2 根据所研究材料的国内外现状,能够制定可靠合理的研究方案,提出本设计(实验)的创新点。
- 3 熟悉材料的性能测试方法,根据本学院的仪器设备条件测定材料的性能。
- 4 要求详细记录实验过程和现象,能够根据相关理论知识进行组织性能分析。得出实验总结结论。
- 5 撰写课程设计报告。

四、 课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
热处理炉课程设计	2w	按照给定的参数,为工厂设计一台热处理电阻炉。	必修	实验	设计	10	课内
合 计	2w						

五、学时分配

序号	工作内容	课时分配及教学方式与手段
1	布置设计任务，讲解设计流程和要求计算的主要项目	半天
2	查阅资料	2天半
3	按照要求计算参数	9天
4	编写设计计算说明书	2天

六、本课程与其他课程的联系

学生在进入本课程学习之前，应学过下列课程：

材料科学基础、热处理工程基础等。

本课程学习结束后，为学生顺利进入毕业设计打下良好的理论基础，本课程是一门设计性强的技术基础课。它具有很强的实践性，在整个人材培养中有不可缺少与替代的重要作用。

七、课程设计考核方法

根据完成工作量情况，及设计实验成果，实施各阶段的质量及考核，形成各阶段的考核成绩。最终的考核成绩在各阶段考核成绩的基础上，由指导教师结合考勤记录及课程设计报告给出总成绩。按优秀、良好、中等、及格、不及格评定成绩。

八、建议教材及教学参考书

教材和参考书名称	编 著	出 版 社	出版日期
1 《热处理工程基础》	陆兴	机械工业出版社	2008.3
2 《热处理炉》	曾祥模	西北工大出版社	1996.3
3 《热处理手册》	手册编委会	机械工业出版社	2001.6
4 《热处理设备及设计》	刘孝曾	机械工业出版社	1989.6
5 《金属材料学》	戴起勋	化学工业出版社	2005.8
6 《现代热处理炉》	吴克英	机械工业出版社	1997.7
7 《复合材料》	周曦亚	化学工业出版社	2004.7
8 《功能材料学》	周鑿我	北京理工出版社	2002.3
9 《材料现代分析方法》	左演声	北京工业大学出版社	2000.12

制 定：金属材料工程系

执笔人：谢海龙

审定人：郑立允

制定时间：2013年8月

《材料成型工艺实习》教学大纲

课程代码：C050150405

中文名称：材料成型工艺实习

课程类型：专业方向课

英文名称：Perceptual Practice for Special

适用专业：金属材料工程

总学时：2周

学分：3

一、实习目的及任务

1、通过认识实习，接触生产实际，树立理论知识为生产实践服务的观念，学习理论联系实际的思维方法，培养学生解决实际问题的能力，接受安全教育树立安全第一的观念和了解安全生产的常识。

2、通过现场教学、现场观摩及生产操作，初步了解金属材料生产的全过程——熔炼、铸锭、压力加工、热处理、金相和性能检测，为以后的专业学习和未来的专业工作留下直观感受和打下认识基础。

3、通过参观及现场工程技术人员的讲课，在互联网上搜索、查阅的有关信息和校园网中文期刊数据库，了解我国金属材料生产厂的产品、技术、设备与市场的发展现状和趋势。

二、实习内容

1、实习前上互联网初步了解工厂的历史、现状和发展目标，生产规模、技术水平、自主创新（包括制度创新、管理创新和技术创新）方向、经济效益。

2、实习见闻：厂房及车间平面布置、物料运输路线，金属材料生产的全过程（熔炼、铸锭、压力加工、热处理、金相和性能检测）的主要设备、工艺流程和参数、特点，主要生产设备的产地、成本和目前的先进程度、发达国家的改进方向，各车间的原材料、半成品或制成品的种类、规格、质量检验要求、废品的缺陷和影响因素、成品率，新产品重点研制方向和知识产权、人员学历职称素质、产品获奖、管理达标状况，原料和能源供给状况和环境污染状况。

三、实习进度安排

提前两星期以上联系工厂接待人员和争取本校安排交通车，在各单位实习一天，根据实际情况再联系一至两家企业参观。参观结束后下一周按要求完成并提交实习报告。

四、实习步骤

1. 先在互联网上搜索、查阅的有关信息和校园网维普中文期刊数据库了解我国金属材料生产厂的产品、技术、设备与市场的发展现状和趋势。

2. 在工厂进行基本情况介绍和安全知识教育；

3. 现场参观生产过程和主要生产设备；

4. 由工厂技术人员和带队指导教师进行答疑；

5. 返回学校撰写实习报告，并于实习下一周的星期一收齐统一交给指导教师。

五、实习注意事项

1. 一切行动听指挥，模范地遵守学校和工厂的组织纪律，珍惜学校声誉和给工厂留下良好印象，进厂后注意跟随集体行动，离开大队时必须向老师请假；

2. 认真听取安全教育，在车间留心避开上下、左右、前后的天车、汽车、设备、管线和物料等，特别注意不要用手触摸看似冷却的物料和设备、产品，严防烫伤身体和损坏设备（如触碰按键可能造成误操作和严重事故）、产品；

3. 珍惜学习机会，实习前做好准备、实习中虚心求教、实习后做好总结，须知“处处留心皆学问”。

六、实习考核方式

参观结束后下一周按要求完成并提交实习报告。实习报告要求手写，不用电脑打印，每人 3000 字以上，不能互相抄袭。

实习考核方式以实习报告成绩占 70%，现场实际表现占 30%。

实习报告的内容主要是见闻和感想。包括初次接触金属材料生产企业的收获，看到的生产技术特点、不够理想的状况和可能的改进方案，通过生产和研发来提高产品质量和成品率的影响因素，设想为改进技术和提高经济效益自己将来最应该在哪些方面加强学习和努力工作。

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：李美霞

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《生产实习》教学大纲

课程代码：C050150708

中文名称：生产实习

课程性质：专业方向课

英文名称：Production Practice

适用专业：金属材料工程

总学时：4周

学分：6

一、课程的性质、目的和任务

生产实习是教学计划中一个重要的实践性教学环节。生产实习是在学生已基本完成基础课和技术基础课学习，并通过金属工艺学课程学习和金工实习后，已初步了解常用金属的性质及其冷热加工基本知识的情况下进行。

1. 生产实习的目的

使学生了解社会、接触生产实际、增加实践认识、增强劳动观念和职业的责任感与事业心；培养学生独立工作能力，获得本专业初步的生产技术和管理知识，巩固和扩大已学知识，获得必要的专业感性知识，为后续的专业课学习打下良好的基础。

2. 生产实习的任务

(1) 巩固和扩大学生在基础和技术基础课中已学过的理论知识，培养学生理论联系实际、分析问题和解决问题的能力；

(2) 了解铸造、冲压、焊接、注塑生产工艺过程在制造业中的地位与作用；

(3) 了解铸造、冲压、焊接、注塑生产的主要工艺特点及主要设备和配套工艺装备；

(4) 了解与铸造、冲压、焊接、注塑相关的切削加工、下料、装配、热处理等工艺过程；

(5) 学习有关车间生产管理的知识。

二、课程教学的基本要求

1. 虚心向工人师傅和技术人员请教、学习。学习他们的勤劳、踏实、敬业、岗位责任感等优良作风和品质；

2. 切实作好实习记录，包括工厂技术、管理人员的讲解和报告内容、主要产品的结构、加工工艺流程、使用设备名称、型号、加工工艺规范参数等；

3. 实习期间学生必须严格遵守工厂的各项规章制度，按时出勤，注意在生产车间参观过程中与往返途中的安全。

4. 实习结束后，以实习厂家的生产、工艺情况为主要内容，结合所学专业知识和文献资料，认真写出实习报告。

三、课程教学内容

了解各种铸件、焊件、冲压及注（吸）塑件的生产工艺过程与工艺特点，所用设备的基本结构和工作原理；了解与材料成形相关的加工工艺方法与设备、工装使用情况；了解各生产过程的质量管理方法及检验手段。

四、课内实践教学要求

1. 实习方法

(1) 每次实习前实习指导教师与实习厂家联系、协商，制定具体实习计划与日程安排；

(2) 实习前召开学生实习动员会，介绍实习的目的、内容、要求与具体安排，介绍实习厂家的总体情况；

(3) 到达实习厂家后首先请有关工程、技术管理人员介绍工厂概况、主要产品与技术发展情况、生产任务与规模、生产组织与管理、产品营销知识以及厂区安全与人身防护知识等；

(4) 听完介绍后由厂方人员和实习指导教师带领，按照不同产品的生产过程对下料、铸造、焊接、冲压模具、注塑模具、装配与机械加工等车间进行现场参观并进行实地讲解；

(5) 工厂参观实习结束后，要求撰写实习报告。

2. 实习报告应包括以下内容：

(1) . 实习工厂的产品制造与质量管理概况；

(2) . 实习中所见到的各种具体的铸造、冲压、焊接、注塑加工工艺方法，所使用的设备情况和工艺特点；

(3) . 实习中所见到的机械加工、装配、热处理等加工方法与相关设备；

(4) . 实习体会与建议。

实习报告总字数不少于 5000 字，要求在实习结束后一周内完成。

五、学时分配

生产实习时间为四周，实习地点以本市及周边地区金属材料、机械、制造行业中一些技术装备先进的大、中型企业为主。原则上每个企业参观实习一天，具体日程安排由指导教师与厂方协商后确定。

六、本课程与其它想关课程的联系

学生在进入本课程学习之前，应学过下列课程：

材料科学基础、热处理工程基础等。

本课程学习结束后，为学生顺利进入毕业设计打下良好的理论基础，本课程是一门设计性强的技术基础课。它具有很强的实践性，在整个人材培养中有不可缺少与替代的重要作用。

七、考核与成绩评定

实习结束时，由指导教师对学生进行考核。考核为实习报告内容，并结合学生在实习过程中的表现。成绩按五级记分（优、良、中、及格、不及格）评定。

八、建议教材和教学参考书

[1]. 陆兴 主编 《热处理工程基础》机械工业出版社 2008.3

[2]. 吴克英 主编，《现代热处理炉》 机械工业出版社 1997

[3]. 刘孝曾 主编，《热处理设备及设计》 机械工业出版社 1989

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：谢海龙

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《金属材料专业毕业设计（论文）》教学大纲

课程编号：C050150810

课程名称：专业毕业设计

课程类型：专业方向课

英文名称：Graduation project for Special

适用专业：材料科学与工程

总学时：12周

学 分：18

一、课程的性质、目的和任务

毕业论文（设计）是高等院校本科教育人才培养计划的重要组成部分，是本科教学过程中最后一个重要的教学环节，对培养学生综合运用基础理论、基础知识和基本技能解决实际问题的能力，使学生获得基本训练，实现培养目标等方面都起着重要作用。

通过这一教学环节，使学生进一步掌握金属材料工业的生产技术，工程设计改造，新产品开发应用和企业管理等方面的内容，巩固学生的理论知识、扩大知识面，提高综合运用所学知识和技能，同时掌握金属材料生产工艺设计的计算、工程绘图（包括计算机绘图）及撰写科学技术论文的一般程序和方法；进行一次工程技术人员必备的基本技能的训练，使学生在毕业以后能较快地胜任技术工作。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

1. 毕业设计（论文）的形式，工科以毕业设计为主，其它学科以毕业论文为主。各学院可针对自身学科、专业特点自行确定毕业设计（论文）形式。
2. 选题必须符合本专业的培养目标和培养要求，能够使学生得到综合训练。
3. 选题应与科研、生产和社会实践紧密结合，培养学生的工程意识与综合应用所学知识解决实际问题的能力。提倡与学科竞赛、大学生创新创业训练计划项目结合。
4. 鼓励不同专业或不同学科之间的相互结合和交叉，鼓励基础课教师共同参与指导或联合指导毕业设计（论文）。
5. 选题应有一定的深度与广度，工作量饱满，使学生在规定时间内经过努力能按时完成任务。
6. 选题原则上一人一题。多人一题的，必须有明确的分工和侧重，以保证每人都受到较全面的训练。
7. 毕业设计（论文）题目由指导教师或学生提出，经学院审定公布后，师生进行双向选择。
8. 题目一经选定，不得随意更改。因特殊情况确需更改题目的，须经指导教师同意并报学院批准。

三、课程教学内容

毕业设计（论文）是高等学校最后一个重要的教学环节，是整个教学过程的总结，对教学起着检查、巩固和提高的作用。与其他教学环节的不同之处在于它的独立性、综合性和实用性。对于学生来说，毕业设计（论文）既可以全面检查学生基础理论掌握的情况、技能的熟练程度及分析和解决问题的能力，又能培养和锻炼学生的实际工作能力。因此，毕业设计（论文）教学环节包括如下教学内容：

1、毕业设计（论文）选题要求

（1）从本专业的人才培养目标出发，保证基本的工程训练和综合能力训练，满足教学基本要求。

（2）在满足教学基本要求的前提下，选题应尽量结合金属材料生产、科研、工程项目的实际任务，以进一步促进教学、科研、生产的有机结合。

（3）选题应注意有理论深度和实际价值。要求具有运用知识和培养能力的综合性，又要符合学生的实际，题目不宜过大，难度要适中，其任务量要保证中等水平的学生按教学计划中规定的毕业设计（论文）时间和基本要求，经过努力可以完成为宜。

（4）贯彻因材施教的原则，使各类学生在原有的水平和能力上有较大提高，鼓励优秀学生有所创新。毕业设计（论文）题目原则上一人一题，个别须采用同一大题目，则分列出小题，要求每一个学生独立完成一个小专题，使每个学生都有工作量饱满的独立完成部分。

（5）同一毕业设计（论文）课题不能连续使用两届以上，除非有明显创新。

2、向学生下达任务书

指导教师编写毕业设计（论文）指导书，向学生宣布毕业设计（论文）要求及有关管理规定后，下达任务书，阐述设计（论文）课题的目的、性质、内容和要求，做好学生的思想动员工作。

3、查阅文献，收集资料

题目和任务确定之后，要着手查找、收集各种资料（文献资料查阅不得少于10篇，其中外文文献应在两篇以上），从文献和资料中进一步了解在此问题上前人研究的程度，最新发现和当前研究的重点，并进一步形成自己的观点和见解。

4、作好开题报告或开题综述

指导教师指导学生写好开题报告或开题综述，包括文献综述、方案论证、设计思路、进程安排、所需的仪器设备等。

5、设计制图和实验研究阶段

毕业设计（论文）的主要工作将在这段时间内完成。老师做好指导工作，定期检查学生的工作进度和工作质量，及时解答和处理学生提出的问题。在了解课题的基础上，初步拟出解决课题的几种总体方案，并对各方案进行分析比较，要指出各方案的优缺点，提出方案实施的可能性，最后确定最佳方案。在选定方案后，在指导教师的指导下，即可按照设计（论文）进程表，逐步进行设计计算、绘图（含计算机绘图）或实验。

6、撰写设计说明书或论文阶段

在完成了设计制图和实验研究后，学生在教师的指导下按《河北工程大学毕业设计（论文）撰写规范标准》撰写毕业设计（论文），并交指导老师审定。

7、毕业答辩

学生在指导老师指导下完成了设计（论文）后，将设计（论文）交指导老师和评阅老师审阅，写出评语和评分后交答辩小组，经资格审查后，答辩小组对学生逐个进行公开答辩。

四、课内实践教学要求

每个学生的毕业设计，根据指导老师的课题要求，自行进行选题和开展实验。

五、学时分配

查阅文献，收集资料：1周

开题报告或开题综述：2周

设计制图和实验研究阶段：6周

撰写设计说明书或论文阶段：2周

毕业答辩：1周

六、本课程与其它相关课程的联系

先修课程：金属材料学、材料科学基础、焊接工程学、金属力学性质等。

后修课程：无

毕业设计（论文）是高等学校最后一个重要的教学环节，是整个教学过程的总结，对教学起着检查、巩固和提高的作用。与其他教学环节的不同之处在与它的独立性、综合性和实用性。对于学生来说，毕业设计（论文）既可以全面检查学生基础理论掌握的情况、技能的熟练程度及分析和解决问题的能力，又能培养和锻炼学生的实际工作能力。

七、考核方式

毕业设计（论文）必须经过“审阅”、“评阅”、“答辩”三个环节，由指导教师、评阅教师、答辩小组分别写出评语并给成绩，最后综合评定学生的成绩。“审阅”、“评阅”、“答辩”三个环节成绩占毕业设计（论文）总成绩的比例分别为40%、30%、30%。毕业设计（论文）总成绩采取优秀、良好、中等、及格、不及格五级记分制。

八、建议教材和教学参考书

[1] 河北工程大学普通全日制本科学生毕业设计（论文）管理办法（试行），2012.9。

制 定：金属材料工程教研室

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《金属材料专业毕业实习》教学大纲

课程编号：C050150809

课程名称：专业毕业实习

课程类型：专业方向课

英文名称：Final practice for Special

适用专业：材料科学与工程

总学时：4周

学 分：6

一、课程的性质、目的和任务

毕业实习是学校本科教学培养方案和教学计划的重要环节，旨在培养学生的实践能力、分析问题和解决问题的能力以及综合运用所学基础知识和基本技能的能力，同时也是为了增强学生适应社会的能力和就业竞争力。毕业实习是实现课堂教学和社会实践相结合的重要途径，也是学生从学校走向社会的一个不可或缺的过渡阶段。

通过实习，使学生比较全面系统地熟悉材料类公司的经营业务和管理工作，掌握保险公司工作的基本处理程序和方法，认识金属材料在现代经济中的地位与作用，从而进一步巩固和使用所学的专业知识，为今后从事金属材料相关工作打下较好的实践基础。要求学生结合毕业论文的撰写，开展调查研究，搜集必要的数据和资料，并争取得到有关业务部门的指导帮助。

二、课程教学的基本要求

1. 课程教学的基本要求

1. 学生必须认真到实习单位进行实习，服从实习单位安排，遵守纪律，文明礼貌，切实做到有收获，不走过场。
2. 学生每半月必须与指导教师联系一次，汇报情况，接受指导。
3. 实习结束，必须由实习单位出具盖有公章的鉴定。学生要认真填写实习报告并撰写调研报告。学生返校后要将“毕业实习报告”等相关材料一并交给指导教师，由指导教师评阅和打分后，交学院教学登记和存档。

（一）实习总课时数

根据金属材料专业教学计划，毕业实习时间共4周（即第八学年的第1至第4周）。

（一）落实实习单位与实习回执

学生应在春节前落实实习单位，并根据实习要求和接收单位的实际情况制定实习方案。实习回执（实习计划）于开始实习第1周内邮寄或用电子文档方式寄（送）交指导教师。相关表格可从教务处网站上下载。

（二）学生考勤

实习过程中要记好“实习日记”，对所从事的工作进行记录和总结。按照规定向指导教师寄（送）考勤表。

（三） 指导教师的职责与指导检查

1. 学院将根据需要，选派理论与业务素质高，责任心强的教师担任毕业实习指导教师，原则上由本专业讲师以上职称的教师担任；
2. 指导教师应在学生毕业实习前，与被指导学生见面，告知有关事项。
3. 指导教师应定期到学生实习点检查学生实习情况，并给予必要的业务指导。对于分散实习的学生，指导教师要进行过程监控管理，可采用电话、网络、信函等方式与学生或实习单位联系。对于在当地实习的学生，指导教师可采用实地检查方式进行监控。
4. 指导教师应与系部、实习单位经常保持联系，了解学生实习情况，协调有关问题。
5. 指导学生撰写毕业实习报告和调研报告。

（一） 量化考核

实习结束后，由实习指导教师负责对学生的实习成绩进行量化考核，并根据相应的考核标准评定等级，由学院进行审核。

（二） 实习鉴定

毕业实习结束后，学生应填写并提交统一印制下发的“毕业实习报告”。实习结束返校后，一周内将经实习单位指导人员签字、单位盖章的考勤表和“毕业实习报告”交给指导教师。

三、课程教学内容

各学院根据专业的不同性质，在满足实习大纲要求的基础上，可以采取集中组织实习和灵活分散实习两种方式。

(1)集中实习：系（教研室）安排的指导教师和实习单位联系同意接收学生实习后，报学院审核批准，以专业班级集中组织到实习单位实习，指导教师跟班进行指导。

(2)分散实习：为充分发挥学生的独立分析和解决问题能力，增强学生的主动性，减少依赖性，允许学生进行分散实习。学生可将实习大纲交送实习单位，实习单位委派一名工程师以上职称的工程技术人员担任该学生的指导工作并安排其实习，学生须将接受单位意见反馈给学院。实习结束后，学生要将《分散实习考核表》（实习单位填写好并加盖公章）同实习报告一起交指导教师，作为教师评定学生实习成绩的参考。

四、课内实践教学要求

(1)执行实习计划，做好实习前有关准备工作。实习前应提前到实习地点了解和熟悉情况，收集所需要的资料，商定指导实习的技术人员，并根据实习大纲要求和实习单位的具体情况拟定出实习方案(教案)，其内容应包括:实习内容和要求；实习的具体岗位；实习的程序和具体时间安排；现场上课内容、地点及上课人；参观的时间、地点和内容等。

(2)做好学生思想政治工作，关心学生的身体健康和生活状况。了解和处理实习中的业务和生活问题，定期向学院及实习单位汇报。

(3)认真指导学生实习，严格要求，不得放任自流。要经常检查学生实习日记和完成作业情况，指导编写实习报告。

(4)组织学生做好毕业实习总结报告、专题总结等，批阅实习报告，评定实习成绩并写出书面评语。

(5)实习结束后，负责实习工作的总结，书面向学院报告。

五、学时分配

毕业实习进度主要包括毕业实习准备和动员、毕业实习实施和督察、毕业实习验收和成绩评定等三个阶段。

(二) 毕业实习时间分配

1. 毕业实习准备和动员阶段：第七学期第 16-17 周
2. 毕业实习实施和督察阶段：第八学期第 1-4 周
3. 毕业实习验收和成绩评定阶段：第八学期第 9-10 周

六、本课程与其它相关课程的联系

先修课程：金属材料学、材料科学基础、焊接工程学、金属力学性质等。

后修课程：无

毕业实习是高等学校最后一个重要的教学环节，是整个教学过程的总结，对教学起着检查、巩固和提高的作用。与其他教学环节的不同之处在与它的独立性、综合性和实用性。对于学生来说，毕业实习是在校期间的最后一次实习，通过毕业实习为将来离校参加工作，开阔眼界，并打下良好的基础。

七、考核方式

1. 实习结束后，学生根据实习大纲和实习指导书的内容及要求，提交自己撰写的实习报告后方可参加考核。

2. 指导教师根据学生在实习期间的表现、态度、任务完成情况、实习日记、实习报告、实习单位指导人员(分散实习)的评语、答辩等进行综合评分，考试方式可采取笔试、面试、实际操作等。按优、良、中、及格、不及格五级记分制记分。

3. 对未能达到实习大纲的基本要求、实习期间请假、缺席超过全部实习时间的 1/3 以上者、实习报告马虎潦草、内容有明显错误、考核时不能回答主要问题或有原则性错误的学生，做不及格处理，学院安排重修。

八、建议教材和教学参考书

[1] 河北工程大学学生实习管理办法（校教〈2007〉14号）。

制 定：金属材料工程教研室

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013 年 8 月

《应用写作与专业外语》教学大纲

课程编号: C050130612

课程名称: 应用写作与专业外语

课程类型: 专业基础课

英文名称: Special English

适用专业: 金属材料工程

总学时: 48

学分: 3

一、课程的性质、目的和任务

专业英语是金属材料工程专业本科生在完成《大学英语教学大纲》所规定的大学英语的基础阶段教学后, 开设的一门必修课。基础英语是专业英语的基础, 但专业英语在词汇、语法、句法及文风等方面又都带有自己的专业的特色。本课程的目的和任务是通过学习, 一方面可以使 学生获得有关专业英语的阅读技巧, 专业英语的写作特点等方面的知识; 掌握金属材料工程专业词汇的形成规律、基本特点及构词方法, 进而较轻松自如地掌握专业词汇、并做到译文准确通顺, 符合汉语习惯, 并初步具备用英语写作专业学术论文的能力; 在良好的口语基础上, 能与外籍人士进行有关专业方面的交流, 并为学习后续课程打下良好基础。另一方面, 还可以了解本学科的专业基础知识和发展动态。

通过课堂讲授、翻译、作业等教学环节的教学, 重点培养学生对本专业外文资料的阅读能力, 以适应专业技术的迅速发展和国际间科学技术交流的需要。

二、课程的基本要求

1. 积累 1000 左右的专业词汇。
2. 熟悉英语科技文献中常见的语法现象, 能借助词典或尽可能不用词典顺利阅读专业文献。
3. 能比较熟悉地进行科技文献的英汉翻译, 初步具有科技文献的汉译英的能力和专业学术论文的写作能力。
4. 在读写的基础上, 尽可能提高听说能力。

三、课程教学内容

1. The Structure of Metals

- 1.1. Introduction
- 1.2. The Crystal Structure of Metals
- 1.3. Cold-, Warm-, and Hot-Working
- 1.4. Work Hardening (Strain Hardening)
- 1.5. Plastic Deformation of Polycrystalline Metals

重点: 金属的晶体结构, 金属加工硬化、塑性变形时材料的组织和性能变化。

难点: 加工硬化、塑性变形时组织和性能变化的机理及影响因素。

2. Mechanical Behavior, Testing, and Manufacturing Properties of Materials

- 2.1. Introduction
- 2.2. Tension
- 2.3. Compression

2.4. Torsion

2.5. Bending

2.6. Hardness

重点：金属的力学性能指标及测定方法。

难点：金属力学性能的测定方法。

3. Physical Properties of Materials

3.1. Introduction

3.2. Density, Melting Point, Specific Heat

3.3. Thermal Conductivity, Thermal Expansion

3.4. Electrical, Magnetic, and Optical Properties

3.5. Corrosion Resistance

重点：材料的密度、比强度和比刚度

难点：材料的比强度和比刚度

4. Metal Alloys Structure and Cast iron

4.1. Introduction

4.2. Structure of Alloys

4.3. The Iron-Carbon System

4.4. Cast Irons

重点：合金的结构，铁碳相图

难点：铁碳相图

5. Ferrous Metals and Alloys

5.1. Introduction

5.2. Production of Iron and Steel

5.3. Carbon and Alloy Steels

5.4. Tool and Die steels

重点：钢铁的生产过程，钢的分类。

难点：钢铁的生产过程。

6. Nonferrous Metals and Alloys

6.1. Introduction

6.2. Aluminum, Magnesium, Copper, Titanium and their alloys

6.3. Superalloys

6.4. Low-Melting Alloys

6.5. Precious Metals

6.6. Shape-Memory Alloys

6.7. Amorphous Alloys

重点：常用有色合金的性能特点及应用。

难点：有色合金的应用。

7. Polymers: Structure, General Properties, and Applications

7.1. Introduction

7.2. The Structure of Polymers

7.3. Thermoplastics and Thermoset

7.4. Elastomers

重点：聚合物的分类、结构，塑料的组成及性能。

难点：聚合物的结构、塑料的性能。

8. Composite Materials: Structure, General Properties, and Applications

8.1. Introduction

8.2. The Structure of Reinforced Plastics

8.3. Properties and Applications of Reinforced Plastics

8.4. Metal-Matrix Composites

8.5. Ceramic-Matrix Composites

重点：复合材料的主要类型及各自的性能特点。

难点：复合材料的性能特点。

9. Fundamentals of Metal-Casting

9.1 Introduction

9.2 Solidification of Metals

9.3 Metal-Casting Processes

重点：铸造的方法、工艺及原理。

难点：金属及合金铸件的凝固特点。

10. Forging of Metals

10.1. Introduction

10.2. Open-Die Forging

10.3. Impression-Die and Closed-Die Forging

10.4. Extrusion and Drawing

重点：典型金属锻造的方法、工艺及设备。

难点：各锻造工艺间的区别及选用。

11. Processing of Powder Metallurgy

11.1. Introduction

11.2. Production of Metal Powders

11.3. Compaction of Metal Powders

11.4. Sintering

11.5. Process Capabilities

11.6. Economics of Powder Metallurgy

重点：粉末冶金的基本过程，金属粉末的生产方法。

难点：金属粉末生产方法和压制方法的选择。

12. Forming and Shaping Plastics and Composite Materials

12.1 Introduction

12.2 Injection Molding

12.3 Blow Molding

重点：注射成形、吹塑成形的工艺特点及原理。

难点：塑料成形工艺的选择。

13. Rapid-Prototyping Operations

13.1.Introduction

13.2.Additive Processes

13.3.Applications of Rapid-Prototyping Technology

重点：快速成型的基本过程。

难点：典型快速成形的工作原理。

四、实践教学要求

1. 课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明
合 计							

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、课时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1 The Structure of Metals	6					
2.Mechanical Behavior, Testing, and Manufacturing Properties of Materials	4					
3.Physical Properties of Materials	4					
4.Metal Alloys Structure and Cast iron	6					
5.Ferrous Metals and Alloys	6					
6.Nonferrous Metals and Alloys	4					
7.Polymers: Structure, General Properties, and Applications	4					
8.Composite Materials: Structure, General	4					

Properties, and Applications						
9. Fundamentals of Metal-Casting	2					
10. Forging of Metals	2					
11. Processing of Powder Metallurgy	2					
12. Forming and Shaping Plastics and Composite Materials	2					
13. Rapid-Prototyping Operations	2					
合计	48					

六、本课程与其他课程(项目)的联系

根据本课程的内容，学生在学习本课程之前应具备以下基础：

1. 在大学英语方面：应具有大学英语教学所规定的基本词汇量、语法和听、说、读、写能力；

2. 在材料科学方面：应具有金属材料、材料科学与基础、材料力学和物理性能、材料成形等方面的基本知识。

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

(1)平时考核：课堂表现、出勤率、作业

(2)实践考核：实验报告

八、建议教材及教学参考书

[1]唐一平改编，《制造工程与技术》(Manufacturing Engineering and Technology, 原著 Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid)，高等教育出版社，2005. 3

[2]匡少平等编，《材料科学与工程专业英语》，化学工业出版社，2002. 2

[3]李洪涛等编，《材料科学英语阅读》，哈工大出版社，1999. 9

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：郑立允

制定时间：2013. 8

《工程导论》 教学大纲

课程编号: C050130101

课程名称: 工程导论

课程类型: 专业基础课

英文名称: The Introduction of Material Science

适用专业: 金属材料工程

总学时: 18

学分: 1

一、本课程的性质、目的及任务

《材料科学工程导论》是金属材料专业的一门入门课。本课程的任务是结合金属材料生产发展的实际情况,参考国内外现代金属领域新技术,介绍材料的结构、性能、合成方法及其应用的相关知识与发展趋势;了解材料研究领域的一些新材料、新理论和新方法。。本课程的目的是使学生通过学习,了解金属材料的性质、发展、应用等,建立起学生学习该专业的兴趣。

二、课程教学的基本要求

- (1) 要使学生了解金属材料的特点;
- (2) 要使学生了解金属材料理论的基础;
- (3) 使学生知道材料的发展方向及应用范围。

三、课程教学内容

第一章 绪论

- 1.1、材料的发展与人类的文明
- 1.2、材料的分类
- 1.3、材料科学与工程
- 1.4、材料的发展趋势

重点: 材料的分类

难点: 材料的发展趋势

第二章 工程材料的基本性能

- 2.1、材料的力学性能
- 2.2、材料的物理、化学性能
- 2.3、不同种类材料的主要性能比较

重点: 材料的力学性能

难点: 不同种类材料的主要性能比较

第三章 材料的结构

- 3.1、材料结构和原子特性
- 3.2、原子间作用力和结合能
- 3.3、原子间的结合键
- 3.4、原子间结合键与材料类型及性质

重点: 组成的材料原子结合方式

难点: 材料的晶体结构

第四章 金属材料

- 4.1、金属材料的制备与合成
- 4.2、金属的晶体结构及晶体缺陷

- 4.3、纯金属的结晶和铸锭
- 4.4、金属材料的成型工艺
- 重点：**金属材料的结构与性能，成型工艺
- 难点：**有色金属和合金的特性

第五章 陶瓷材料

- 5.1、陶瓷概述
- 5.2、陶瓷材料的结构与工艺性能
- 5.3、陶瓷材料的制备工艺
- 重点：**陶瓷材料的结构、性能和用途
- 难点：**陶瓷材料的结构、性能、用途和制造工艺。

第六章 复合材料

- 6.1. 复合材料基础
- 6.2. 复合材料的基体材料
- 6.3. 复合材料的增强材料
- 6.4. 常用复合材料
- 重点：**复合材料的概念、性能以及应用
- 难点：**复合材料的增强机制

第七章 新材料简介

- 7.1、纳米材料
- 7.2、超导材料
- 7.3、生物材料、
- 7.4、智能材料
- 7.5、非晶态材料
- 7.6、形状记忆合金
- 重点：**功能材料的特点、种类、性质以及应用
- 难点：**功能材料的特性与用途

第八章 教学计划——理论教学及各实践环节

- 8.1、 CISO 思想简介
- 8.2、 金属材料专业教学计划
- 8.3、 理论教学课程体系
- 8.4、 实践环节介绍
- 重点：**实验、实习、课程设计、毕业设计等环节
- 难点：**实验、实习、课程设计、毕业设计等环节

四、实践教学要求

1. 课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求	实践性质	实践形式	实践类型	每组人数	其他说明

合 计							

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、课时分配

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作 业
1. 绪论	2					
2. 工程材料的基本性能	2					
3. 材料的结构	2					
4. 金属材料	2					
5. 陶瓷材料	2					
6. 复合材料	2					
8. 新材料简介	2					
9. 教学计划——理论教学及各实践环节	2					
合 计	18					

六、本课程与其他课程(项目)的联系

材料现代分析方法的先修课程是高等数学、普通物理。

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

(1)平时考核：课堂表现、出勤率、作业

(2)实践考核：无

八、建议教材和教学参考书

(一)教材

[1] 王高潮 编，《材料科学与工程导论》，机械工业出版社，2006

(二)主要参考书

[1]杨瑞成 《材料科学与工程导论》，哈尔滨工业大学出版社，2000

[2]赵连泽《新型材料学导论》，南京大学出版社，2000

[3]西安交大，石德柯编，《材料科学基础》（第一版），机械工业出版社，1999

[4]哈尔滨工业大学，赵品编，《材料科学基础教程》，哈尔滨工业大学出版社，2002

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：梁顺星

审 定 人：系主任

制定时间：2013.8

《工程化学》教学大纲

课程编码: B099070103

课程名称: 工程化学

课程类型: 专业基础课

英文名称: Engineering Chemistry

适用专业: 土木工程、城市地下空间工程、自然地理与资源环境、金材等

总学时: 40

学 分: 2.5

一、本课程的性质、目的及任务

《工程化学》是非化学化工类理工科本科(土木工程、城市地下空间工程、自然地理与资源环境、金材等)专业的一门必修公共基础课。

本课程教学目的是从物质的化学组成、化学结构和化学反应出发, 密切联系现代工程技术中遇到的如材料的选择和寿命、环境的污染与保护、能源的开发与利用、信息传递、生命科学发展等有关化学问题, 深入浅出地介绍有现实应用价值和有潜在应用价值的基础理论和基本知识, 使学生在今后的实际工作中能有意识的运用化学观点去思考、认识和解决问题, 旨在培养学生化学意识及工程思维方法, 为将来学习、工作打坚实基础。

本课程的教学任务

1. 使学生掌握化学热力学、动力学、化学平衡、电化学及金属材料电化腐蚀、元素周期律、近代物质结构等基本化学理论。
2. 使其了解化学在材料、环境、信息、能源和生命科学等方面的应用。
3. 化学意识、环境意识与可持续发展历史责任是工程技术人员素质培养知识结构不可缺部分, 本课程结合授课对象将化学理论知识与工程技术实例在经纬交织过程中渗透化学学科思想, 培养工程技术人员应具备的“三同时”、“创新思维”、“实践-认识-实践”辩证思维等基本素质。

二、课程教学的基本要求

1. 了解化学在素质教育中的重要作用及与衣食住行及科技发展四大支柱的重要关系; 理解物质层次及其运动理论, 系统与环境、相与聚集状态、状态函数、化学计量系数与反应进度等基本概念。

2. 理解热力学第一定律, 明确焓变和内能的变化是不同过程中系统变化时总能量的改变, 掌握用 Hess 定律、标准摩尔生成焓计算标准摩尔反应焓变的方法; 了解化学反应热效应的测量方法。

3. 理解工程自发过程的特征及两大影响因素, 了解熵、吉布斯自由能的概念; 掌握

$\Delta_r S_m^\ominus$ 、 $\Delta_r G_m^\ominus$ 、 $\Delta_r G_m$ 的概念、意义及计算方法; 并掌握在等温等压条件下在标准及非标准状态自发进行的判据; 理解化学反应方向判断两套判据的统一, 会应用两判据判断化学反应自发进行的方向, 了解化学领域处理问题的方法。

掌握化学平衡状态的特点, 化学平衡常数定义及写法、意义及计算应用; 掌握平衡常数与 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的关系; 理解多重平衡规则; 掌握 c 、 p 、 T 等因素对平衡的影响。

掌握化学反应速率表达方式、速率方程、碰撞理论、过渡状态理论,掌握改变化学反应速率对工程实际的意义及方法原则。会综合考虑热力学、动力学因素判断工程实际问题的可能性与现实性,能综合选择适宜的工程反应条件。

4. 使学生正确理解溶液浓度不同表示之间关系;理解 T_b 、 T_f 意义,掌握溶液的蒸汽压下降、凝固点下降、沸点上升和产生渗透压的原因;掌握稀溶液依数性及应用。

了解电离理论、质子理论和电子理论对酸碱的定义,掌握酸碱解离常数和溶液 pH 值的有关计算,理解缓冲作用原理,掌握缓冲溶液 pH 值的计算和配置缓冲溶液各种方法。

了解溶度积的概念及难溶电解质的溶解平衡特点及溶度积规则。能联系实例,掌握溶度积规则在锅炉清洗、沉淀法处理废水等方面的应用。能联系实例理解配位化合物组成中的基本概念和命名原则;了解配位平衡,掌握溶液中离子竞争关系应用。

5. 理解氧化还原反应和原电池的关系;理解 ΔG 与原电池电动势的关系,掌握标准吉布斯函数变、标准电动势和平衡常数的换算;了解原电池的组成及表示,理解原电池工作原理,了解双电层结构的产生机理。掌握电极电势的概念及能斯特方程应用,理解影响电极电位的因素及多重平衡对电池电极电位的影响。

了解电解池的工作原理及应用领域;了解分解电压的存在原因及溶液中离子的放电规律。

了解金属发生电化学腐蚀的原因;理解化学腐蚀和电化学腐蚀的区别,掌握析氢和吸氧腐蚀的电化学机理,了解电化学腐蚀的应用及防护措施。

6. 理解电子运动的特征,了解核外电子运动状态的描述方法;了解波函数表达及有关图形的意义,掌握四个量子数的符号及物理意义,掌握电子组态表示的意义;掌握核外电子排布原则及方法,掌握未成对电子数的确定方法,理解核外电子排布和元素周期律变化规律的间关系。

理解原子通过化学键结合成分子,了解化学键的本质、电负性概念,了解共价键的饱和性和方向性;掌握杂化轨道理论理论;了解 σ 键、 π 键,以及等性杂化、不等性杂化、孤对电子等概念;了解极性分子与非极性分子的特点;掌握分子间作用力的种类和存在范围;理解色散力是分子间力的主要来源;掌握氢键特点。

7. 了解化学与材料发展的关系,金属元素化学与金属材料,非金属元素与无机非金属材料,高分子化学与高分子材料,复合材料、纳米材料。(土木工程、城市地下空间工程、自然地理与资源环境、金材专业选讲)

8. 了解大气污染及其控制,水污染及其控制,固体废弃物污染及其资源化;环境保护与可持续发展。(土木工程、城市地下空间工程、自然地理与资源环境、金材专业选讲)

三、课程教学内容

1. 绪论

- (1) 化学学科的发展及学习工程化学的重要性
- (2) 工程化学的任务及教学内容
- (3) 工程化学的学习要求
- (4) 重要基本概念

了解化学学科的概貌和本课程的教学目的与要求。理解化学是原子和分子水平上研究物质的组成、结构、性质、变化规律和变化过程中能量关系的科学。

理解物质层次及其运动理论，理解系统、环境概念；掌握“物质的量”的符号、单位及有关计算；理解反应进度的概念，掌握化学计量数正、负值的确定。

重点：理解化学的原子和分子水平特征；理解物质层次及其运动理论对应，明确本课程研究对象所属层次；理解工程中物相与物态区别，了解物质存在的六态。掌握物质进度概念在热力学动力学中应用。

难点：物质层次界定；物相工程相图表达；物质进度应用。

2. 化学反应中的能量转化

(1) 化学反应热效应

(2) 化学反应热效应的计算

掌握状态函数、标准态等重要概念，理解热力学第一定律，掌握化学反应中热效应和焓变的意义，了解恒容热效应 (Q_v) 与热力学能、恒压热效应 (Q_p) 与焓变之间的关系；会写热化学方程式，明确热化学方程式的实际应用；掌握用标准摩尔生成焓、Hess 定律计算标准摩尔反应焓变的方法；了解化学反应热效应的实验测定方法。

重点：

(1) 掌握状态函数, 标准态和反应焓变等概念；

(2) 会应用 Hess 定律和物质的标准摩尔生成焓计算标准摩尔反应焓变。

难点：反应进度概念应用。

3. 化学反应的基本原理

(1) 化学反应的方向和限度

(2) 化学反应速度

了解 G 在化学反应中的意义，理解反应自发性判据，理解 $\Delta_r H_m^\circ(T) \approx \Delta_r H_m^\circ(298.15)$ ， $\Delta_r S_m^\circ(T) \approx \Delta_r S_m^\circ(298.15)$ ，掌握 $\Delta_r G_m^\circ(T)$ ， $\Delta_r G_m^\circ(298.15)$ ， $\Delta_r G_m$ 的计算方法。会从物质的热力学函数表中查 $\Delta_f H_m^\circ$ 、 $\Delta_f G_m^\circ$ 和 S° ，并用于计算在标准状态下反应的焓变、吉布斯自由能变和熵变，并会用吉布斯自由能变化去判断化学反应的方向；理解化学反应等温式的含义，会用其求算 $\Delta_r G_m^\circ$ 和 K° 平衡；根据吉布斯自由能—亥姆霍兹公式理解 ΔG 与 ΔH 及 ΔS 的关系，并用于分析温度对化学反应自发性的影响；掌握化学平衡的概念，理解平衡常数的意义，掌握有关化学平衡的计算，熟悉有关化学平衡移动原理；理解多重平衡规则。

掌握化学反应速率表示方法、速率方程、速率理论（碰撞理论、过渡状态理论）和活化能概念；了解速度方程的实验测定和阿累尼乌斯公式的有关计算；理解反应分子数和反应级数的概念，掌握两种速率方程（质量作用定律——基元反应，实验速率方程——非基元反应），会进行基元反应有关的简单计算；理解并会用浓度、温度、催化剂诸因素对化学反应速率的影响；初步掌握阿累尼乌斯公式的应用，会用其求算活化能及某温度下的反应速率；能综合选择适宜的工程条件。

重点：理解化学反应方向判断两套判据的统一；能熟练判断工程问题化学反应在标准及非标准状态下进行的方向； K° 定义式与热力学等温方程的综合应用；多重平衡规则及应用；质量作用定律和实验速率方程；温度、催化剂对化学反应速率的影响。

难点：化学反应方向判断的两套判据的统一及灵活应用；过渡状态理论；催化剂对化学反应速率的影响，科研实践中催化剂的重要性。

4. 水化学

- (1) 稀溶液的通性
- (2) 水溶液中的单相离子平衡
- (3) 难溶电解质的多相离子平衡
- (4) 配位离子的解离平衡

了解溶液浓度不同表示之间关系；理解 T_b 、 T_f 意义及应用；掌握溶液的蒸汽压下降、凝固点下降、沸点上升和产生渗透压的原因，并能利用依数性解释现象。

了解电离理论、质子理论和电子理论对酸碱的定义，掌握酸碱解离常数和溶液 pH 值的有关计算，理解稀释定律；掌握缓冲溶液作用原理，能进行缓冲溶液 pH 值的计算并会配置缓冲溶液。

理解难溶电解质的溶度积和溶解度关系及换算，掌握从热力学数据和平衡时溶液的离子浓度计算溶度积的方法；掌握沉淀的生成和分步沉淀、沉淀溶解和沉淀的转化，能联系实例理解溶度积规则的应用。

掌握配位化合物组成中的基本概念和命名原则；了解配位化合物的分级解离，理解 $K_{不稳}$ 、 $K_{稳}$ 的意义及应用。掌握溶液中离子竞争关系应用。

重点：稀溶液依数性的应用；酸碱质子理论，一元弱酸、弱碱及缓冲溶液 pH 计算；溶度积及溶度积规则的应用；溶液中离子竞争关系及多重平衡规则的应用。

难点：易挥发电解质溶液与难挥发电解质溶液蒸汽压区别；弱酸（或弱碱）及少量强碱（或强酸）配置缓冲溶液方法；分步沉淀中沉淀完全概念；溶液中离子竞争方向判断。

5. 电化学及金属腐蚀及防腐

- (1) 氧化还原反应与原电池装置
- (2) 影响电极电势的因素
- (3) 电极电势的应用
- (4) 金属腐蚀与防腐
- (5) 电解

了解电化学基础与能源问题关系。熟练运用氧化数法及离子电子法配平氧化还原方程；了解氧化还原反应与原电池物理模型的关系，并能书写对应的电池符号；理解电化学与热力学及化学平衡之间关系，熟悉原电池电动势与反应的吉布斯函数变、热化学平衡常数间换算关系；了解电极电势与电池电动势的产生及影响因素；熟练掌握标准电极电势和能斯特方程的应用；理解影响电极电势的因素及其它平衡对电极电位的影响。

理解化学腐蚀和电化学腐蚀的区别，了解析氢和吸氧腐蚀的电化学机理，了解电化学腐蚀的应用，从选材、装配、使用，掌握与差异充气腐蚀相关的工程问题解决方案；了解影响金属腐蚀速率的因素；掌握电化学腐蚀的防护措施。

了解电镀、阳极氧化、电刷镀的工程应用。

重点：氧化还原反应和原电池的关系；电极电势的计算及其应用；化学腐蚀与电化学腐蚀；金属腐蚀的防护与利用

难点：电极电势产生的原因；其它平衡对电极电位的影响及能斯特方程的应用；电化学腐蚀及防护措施；

6. 物质结构基础

- (1) 原子结构——核外电子的运动状态
- (2) 原子核外电子排布和元素周期系
- (3) 化学键与分子间力作用力
- (4) 分子间力与氢键
- (5) 晶体结构和类型（不同专业选讲）

掌握电子运动特殊性（波粒二象性）；明确四个量子数的含义、取值及与核外电子运动状态的关系；理解原子轨道与电子云图；掌握电子排布与元素的周期位置、元素性质的周期性关系；掌握杂化理论、分子轨道理论；了解共价键的饱和性和方向性，理解等性杂化、不等性杂化、孤对电子等概念，了解极性分子与非极性分子的特点；了解分子轨道、成键轨道、反键轨道；掌握分子间作用力及氢键。

重点：掌握四个量子数的含义、取值及与核外电子运动状态的关系；理解原子轨道与电子云图；熟悉电子排布与元素的周期位置、元素性质的周期性关系；

难点：理解原子轨道与电子云图；原子轨道与波函数的关系；掌握核外电子排布原则及方法，掌握未成对电子数的确定方法；掌握杂化方式及分子间作用力类别判断。

7. 化学与材料(土木工程、装控、成型、金材专业选讲)

- (1) 化学与材料发展概述
- (2) 金属元素化学与金属材料
- (3) 非金属元素与无机非金属材料
- (4) 高分子化学与高分子材料
- (5) 复合材料
- (6) 纳米材料

使学生了解化学在材料开发与应用中的重要作用，了解无机新材料的分类及其发展概况；了解工程上某些金属及合金材料与化学有关的特性及正确选材的思路，了解金属材料表面加工与处理过程中的有关化学原理；了解高分子材料的老化及高分子材料的保护；了解陶瓷和复合材料；纳米材料的结构、性能及应用。

重点：了解工程上某些金属及合金材料合理选材的思路；了解金属材料表面加工与处理过程中的有关化学原理；了解高分子材料的老化及高分子材料的保护。

难点：高分子材料的保护。

8. 化学与环境保护（土木工程、城市地下空间工程、自然地理与资源环境、金材专业选讲）

- (1) 大气污染及其控制
- (2) 水污染及其控制
- (3) 固体废弃物污染及其资源化
- (4) 环境保护与可持续发展

了解常见大气污染物，全球大气环境问题、危害和预防措施，了解 PM2.5 产生原因、预防措施；了解室内污染及防治。

了解水资源的重要性、水质的分类和用途，水体污染物种类、来源、危害及水体污染的控制和治理方法，理解重金属元素的化学形态与毒性的关系及其DO、COD、BOD表示的意义。

了解固体废弃物污染物的分类及危害、固体废弃物、垃圾的处理利用，理解资源化思路。

了解清洁生产、绿色化学概念，理解环境保护与可持续发展战略。

重点：了解大气污染及水污染治理措施；理解可持续发展战略。

难点：了解大气污染及水污染治理措施。

四、课内实践教学要求

通过作业、课堂讨论、习题课、演示实验和课外查阅资料环节，加深对化学的基本原理和基础知识的理解和运用，及化学学科思想及工程思维方式训练。

五、课时分配及教学方式和手段

主要内容	讲课学时	习题课时	讨论课时	实验课时	上机课时	作业
1. 绪论	2					相、态
2. 化学反应中的能量转化	3					一、二、三、4、7、8、12、13
3. 化学反应的基本原理 化学热力学基础 化学反应进行的限度 化学动力学基础	7	0.5				一、二、三、6、7、9、11、12、15
4. 水化学 稀溶液的通性 水溶液中的单相离子平衡 难溶电解质的多相离子平衡 配位离子的解离平衡	9					一、二、三、5、7、9、13 四
5. 电化学及金属的腐蚀与防腐	6	0.5				一、二、三、4、6、7 四
6. 物质结构基础 原子结构、分子结构	6		0.5			一、二、三、1、3、4、6-11 四
7. 不同专业选讲： 化学与材料 化学与环境保护 化学与能源	5		0.5			习题及论文
合计	38	1	1			

采用启发式教学，培养学生思考问题、分析问题和解决问题的能力；引导和鼓励通过网络、自学获取知识，增加讨论课、习题课等教学环节。

在教学中采用电子教案、CAI 课件及多媒体教学系统等先进教学手段。根据不同的专业教学要求，考试或考查。分平时成绩，期末考试成绩或大作业。

六、本课程与其他课程的联系

具有初等的数学和物理学等方面的基本知识；与各专业的有些专业基础课有关，是大一学生拓宽化学知识和一门必修课，可安排在第一学期或第二学期完成。

七、考核方式

本课程为不含实验环节课程(考查课)按期末考核成绩占70%，平时成绩占30%计；

总成绩=课堂成绩*(1.0)+实践成绩*(0.0)+实验成绩*(0.0)

课堂成绩=平时成绩*(0.3)+期中成绩*(0.0)+期末成绩*(0.7)

八、建议教材和教学参考书

- [1] 申少华、陈希军等编，《普通化学》，矿业大学出版社，2012. 9
- [2] 童志平主编，《工程化学基础》（第二版），高等教育出版社，2008. 9.
- [3] 陈林根编，《工程化学基础》（第二版），高教出版社。2001. 9. 。
- [4] 刘祥萱等，《工程化学学习指导》科学出版社 2003. 6

制 定： 基础化学化学教研室

执笔人： 蔡冬梅

审定人： 郭增彩

制定时间： 2017. 4. 26

《粉末冶金材料》课程教学大纲

课程编号: C050220617

课程名称: 粉末冶金材料

课程类型: 专业拓展课

英文名称: Powder metallurgy material

适用专业: 金属材料工程

总学时: 32

学 分: 2

一、本课程的性质、目的及任务

性质: 本课程是金属材料工程和冶金工程的专业基础课, 为必修课程。

目的: 本课程的教学目的是使学生系统掌握粉末冶金材料的粉末制取、成形、烧结、锻造各工艺原理和过程及与材料性能之间的关系及其变化规律的基础理论, 丰富金属材料制备理论及制备方法。

任务: 为后续专业课打下牢固的基础, 同时为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论基础。

二、课程的基本要求

1.课程教学的基本要求

- (1) 通过学习, 应着重掌握粉末冶金材料制粉-成形-烧结的基本工艺;
- (2) 了解粉末冶金材料科学在国民经济中的地位与作用及材料科学的发展历史。
- (3) 掌握粉末冶金材料粉末制备、成型方法、烧结工艺与材料成分、组织、结构及加工过程与性能间的相互关系;
- (4) 掌握粉末的制取方法及基本理论和粉末性能及其测定方法。
- (5) 掌握粉末成形压制过程, 压制压力与压坯密度的关系及影响压制过程的因素。
- (6) 了解和掌握特殊成形方法, 包括等静压、粉末连续成形、粉浆浇注成形、粉末注射成型及爆炸成形原理及过程。
- (7) 掌握烧结过程的热力学基础知识和烧结机构、单元系烧结和多元系固相烧结, 了解液相烧结、烧结气氛、活化烧结、热压的原理和条件。
- (8) 掌握粉末锻造工艺过程和塑性理论、了解锻造过程中的断裂和变形机构。
- (9) 掌握粉末材料的的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响, 了解弥散强化、颗

粒强化、纤维强化、相变韧化和弥散韧化的基本原理和方法。

2. 能力培养要求

- (3) 掌握粉末材料的制粉-成形-烧结的基本工艺，会利用化学成分、组织结构与性能之间的关系及其变化规律的基础理论及相关知识分析相关科学问题；
- (4) 掌握正确选材和合理使用材料的理论依据。

三、课程教学内容

0. 绪论

内容：

0.1 粉末冶金简介

：出现、定义、基本工艺、粉末冶金特点、应用

0.2 粉末冶金粉末材料科学的发展简史

块炼铁技术与粉末冶金技术、现代发展

0.3 我国粉末冶金现状

机械零件部分：弱

硬质合金：产量多但质量差

0.4 材料科学与粉末冶金

重点：建立粉末冶金的基本概念，能够区分该法与其它材料制备方法的优劣

难点：该课是粉末冶金的开篇，没有理论难点，但需要激发学生对该技术的兴趣

要求：建立粉末冶金基本概念及工艺特点；了解粉末冶金的发展历史及现状。

1 粉末的制取

内容：

1.1 概述

粉末冶金技术制粉、分类、粉末制备的本质、方法分类、方法的选择原则

1.2 还原或还原-化合法

还原过程基本原理、金属氧化物还原的热力学、金属氧化物还原反应的动力学；碳还原法、碳还原铁氧化物的基本原理、工艺及影响铁粉质量的基本因素、影响还原过程和制粉质量的因素；氢气还原制备铁粉；氢还原法制取钨粉、难熔金属化合物粉末的制取。

1.3 气相沉积法

金属蒸气冷凝、 羰基法、气相还原法、化学气相沉积（CVD）、物理气相沉积（PVD）、羰基物热离解、.基本原理、影响形核长大的因素、.羰基法特点、化学气相沉积、基本原理、工艺与影响因素、影响涂层质量的因素

1.4 液相沉积法

1.5 电解法

概念、电解法基本原理

1.6 雾化法

雾化法概念、分类、二流雾化、雾化过程、喷嘴结构、喷嘴结构分类、注意事项、气雾化、水雾化、工艺举例：气体雾化法制取铜和铜合金粉工艺、水雾化法制取铁粉和合金钢粉的工艺；影响雾化粉末性能的因素、金属液流、制备细粉末的条件、制备球形粉末的条件、离心雾化（简要介绍）、其它雾化法。

1.7 机械粉碎法

机械研磨概念、任务、分类、机械研磨的基本规律、影响球磨的因素、其他机械粉碎法

1.8 超细金属粉末及其制取

重点：建立常规粉末制备方法的概念，掌握粉末制备的本质，掌握还原的热力学原理，并能灵活运用 $\Delta G_{x0}-T$ 图解决类似问题；掌握固体碳还原的基本原理，可以掌握其相应的还原工艺及注意事项；掌握钨粉制备的工艺流程，尤其是分段还原的原理；掌握影响制备钨粉的粒度和纯度的因素；掌握二流雾化的制备方法以及其影响因素，掌握水雾化及气雾化的特点和代表工艺过程；掌握机械法制备粉末的关键工艺及其影响因素；羰基法和气相沉积法原理和影响因素；

难点：还原动力学，故要求学生可以运用动力学解释问题，不要求推导；固体碳还原热力学；钨粉长大机理；喷雾结构；机械法中球磨的规律及其推导

要求：了解粉末制备的基本概念以及分类；掌握还原法的基本原理；掌握固体碳还原法的基本原理；掌握固体碳还原工艺以及影响制备粉末的影响因素；掌握钨粉制备的基本原理；钨粉制备的工艺流程；掌握影响制备钨粉的粒度和纯度的因素；了解雾化法制粉的分类；掌握雾化法制粉常规粉末制备的工艺特点；掌握影响二流雾化性能的影响因素；掌握机械法制备粉末的工艺特点及影响因素；掌握电解法制备粉末的工艺特点及影响因素；了解气相制粉方法的特点；理解羰基法和化学气相沉积法制粉方法。

2 粉末及粉末性能

2-1 粉末体

粉末颗粒、粉末性能、工艺性能、粒度测定方法

2-2 粉末的比表面及其测定

定义、测定方法

重点：粉末体，粉末颗粒概念；粉末的比表面积计算

难点：本章节属于基础知识篇，无知识难点。

要求：熟悉粉末以及粉末的性能、掌握常规评估粉体性能的方法。

3 粉体成形

3-1 概述

定义、成形方法：

3-2 压制（封闭钢模）

特点、压制材料、压制前的预处理、金属粉末压制过程、金属粉末的压坯强度：抗压强度、抗弯强度

3-3 压制压力与压坯密度的关系

密度变化规律、粉末或压坯的相对密度解析关系、压制过程中力的分析、压坯密度的分布、影响压制过程的因素、压制废品

3-4 等静压成形

等静压制的基本原理、等静压工艺、准等静压、热等静压

3-5 粉末轧制

粉末轧制原理、粉末轧制特点、应用：带材、板材

3-6 注射成形

工艺、成形、脱除粘结剂和烧结

3-7 其它成形方法

磁场成形、其它成形方法：准等静压、挤压成形、粉末锻造、离心力成形、松散烧结、磁场成形

重点：粉末压制特性和压制过程；压坯在压制过程中的密度变化规律和压制压力与压坯密度的定量；压制过程中的密度分布和影响因素；等静压的基本原理和工艺流程以及其影响因素；注射成形的基本原理，以及其区别于常规方法的优点；烧结的基本概念和烧结的本质。

难点：巴尔申压制理论、川北公夫压制理论、黄培云双对数理论公示的推导的推导；注射成形的脱粘烧结工艺。

要求：了解粉末成形概念、熟悉粉末压制方法以及压制特性、熟悉粉末压制过程；熟悉压坯在压制过程中的密度变化规律、理解压制压力与压坯密度的定量关系；理解压制压力与压坯密度的定量关系、学会分析压制过程中的受力情况、掌握压坯密度分布及其影响因素；了解等静压成形的基本概念和基本原理、熟悉等静压的工艺流程、了解准等静压、热压工艺流程及其影响因素；了解粉末轧制的概念、基本原理和工艺特点、熟悉注射成形的概念、基本原理和工艺特点；了解粉末成形的其它方法，并能根据实际情况选取最合适的成形方法、掌握烧结的基本概念、熟悉烧结分类，理解烧结的本质。

4 烧结

4-1 概述

简介、定义、分类、烧结理论所研究得问题

4-2 烧结过程的热力学基础

烧结的基本过程、烧结的热力学问题、烧结的原动力、蒸发凝聚机构、体积扩散、表面扩散、塑性流动

4-3 单元系烧结

烧结温度及时间、烧结体密度和尺寸的变化、显微组织变化、粉末烧结过程的特点、影响烧结过程的因素

4-4 多元系烧结

互溶系固相烧结、无限互溶、有限互溶、互不溶解系

4-5 液相烧结

液相烧结条件、溶解度、液相烧结过程和机构、烧结机构、烧结合金组织、液相烧结合金举例：WC-Co 为例

4-6 热压烧结

工艺特点、致密化理论

4-7 活化烧结

采用化学或物理等措施，使烧结温度降低，烧结过程加快，或使烧结体的密度和其它性能得到提高的方法。

重点： 烧结的基本过程，掌握不同过程烧结的典型特点；理解烧结热力学理论；粘性流动、蒸发凝聚和晶界扩散烧结机构；单元系烧结的概念和单元系烧结的显微组织变化，尤其是在结晶的发生；多元系烧结的概念以及液相烧结的烧结条件；液相烧结机构和理解热压烧结和活化烧结的概念

难点： 烧结的原动力模型建立和推导、蒸发凝聚烧结机构、单元系烧结的显微组织变化、液相烧结的烧结条件、典型的液相烧结的代表合金

要求： 掌握烧结的基本过程、理解烧结过程的热力学理论、了解烧结过程的原动力理论；了解不同的烧结机构原理、理解烧结机构的理论推导、掌握各个机构建立的定性表达式及适用范围；理解单元系烧结的概念、熟悉单元系烧结的特点、掌握单元系烧结的显微组织变化、了解单元系烧结的影响因素；理解多元系烧结的概念、熟悉多元系烧结的特点、熟悉多元系烧结热力学基础、理解液相烧结的烧结条件；解液相烧结机构、掌握典型的液相烧结的代表合金、理解热压烧结和活化烧结的概念、了解热压烧结和活化烧结的工艺流程和工艺特点。

5 粉末锻造

5.1 粉末锻造工艺过程和塑性理论

5.2 锻造过程中的断裂和变形机构

重点： 粉末锻造工艺过程和塑性理论、锻造过程中的断裂。

难点： 锻造过程中的变形机构

要求： 理解和掌握粉末锻造工艺过程和塑性理论，会分析锻造过程中的断裂和变形机构。

6. 粉末材料的孔隙性能与复合材料的强韧化

6.1 粉末材料的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响

6.2 弥散强化、颗粒强化、纤维强化、相变韧化和弥散韧化

重点： 粉末材料的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响。

难点： 相变韧化和弥散韧化

要求： 理解和掌握粉末材料的孔隙特性及孔隙度对粉末材料性能的影响关系，理解弥散强化、颗粒强化、纤维强化、相变韧化和弥散韧化原理和特点。

四、课内实践教学要求

1. 课内实践教学要求

课内实践教学名称	时	内容及要求	践	践	践	组	他
----------	---	-------	---	---	---	---	---

			性质	形式	类型	人数	说明
1. 习题		制取铁粉的主要还原方法及特点?					外
2. 习题		还原钨粉的过程机理及影响因素?					外
3. 习题		粉末粒度的计算方法					外
4. 习题		压坯中密度分布不均匀的状况及其产生原因					外
5. 习题		粉末常见的成形方法					外
6. 习题		粉末烧结的阶段划分及时际过程的现象					外
7. 习题		粉末锻造过程断裂产生的条件、位置及预防措施					外
8. 习题		粉末冶金多空材料有哪些特性? 应用?					外
合 计							

2. 课外实践项目教学要求

课外项目名称	时	内容及要求	目性质	目形式	目类型	组人数	他说明
1. 粉末压制、烧结		掌握粉末的压制方法及烧结过程	修	验	证		内
2. 粉末合金组织观察		掌握粉末合金组织观察的方法	修	验	证		内
合 计							

五、课时分配

序号	主要内容	讲 课 学 时	习 题 课 时	讨 论 课 时	实 验 课 时	教学手段 等
1	粉末冶金材料概述	2				多媒体、 图片
2	还原法或还原化-合法制粉	2				多媒体、

						图片
3	气相沉积及液相沉积法制粉	2				多媒体、 图片
4	电解法及雾化法制粉	2				多媒体、 图片
5	机械法制粉及超细粉的制备	2				多媒体、 图片
6	粉末性能及其测定	2				多媒体、 图片
7	粉末的压制过程	2			2	多媒体、 图片
8	压坯的密度	2				多媒体、 图片
9	粉末特殊成型	2				多媒体、 图片
10	1 烧结	2				多媒体、 图片
11	1 粉末锻造	2				多媒体、 图片
12	1 粉末材料的孔隙性能	2			2	多媒体、 图片
13	1 复合材料的强韧化	2				多媒体、 图片
	小计	2 6			4	
			30			

六、本课程与其它课程的联系

先修课：材料科学基础、金属材料学、金属工艺学等课程。

后续课：材料加工原理、金属塑性变形原理、复合材料等。为材料专业学生提供材料方面的基本知识和基本实验方法的训练，为后续专业课程的学习打下牢固的基础，同时通过实验研究与训练为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论和实践基础。

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中

(1)平时考核：20%

(2)实践考核：10%

(3) 期末考核：70%

八、建议教材和教学参考书

[1] 黄培云. 粉末冶金原理（第2版），北京：冶金工业出版社，2008.7.

[2] 李长青. 粉末冶金教程，徐州：中国矿业大学出版社，2010

制 定：材料科学与工程系

执 笔 人：李美霞

审 定 人：郑立允

制定时间：2013.7

《无损检测》教学大纲

课程编号：C050220605

课程名称：无损检测

课程类型：专业拓展课

英文名称：Nondestructive Testing

适用专业：金属材料工程

总 学 时：16

学 分：1

考核方式：考查

一、本课程的性质、目的及任务

本课程适合金属材料工程专业，是一门专业方向与拓展课，以适应大学本科教育扩大知识面、淡化专业、强化素质教育等教学改革的需要。

目的：重点突出对各种无损检测结果的分析和应用实例的介绍，简单介绍其检测原理和检测方法使学生对无损检测方法（超声波检测、射线检测、渗透检测、磁粉检测、涡流检测以及无损检测新技术）在材料科学和工程中的应用有一定的认识。

任务：培养学生无损检测意识，了解无损检测技术及其发展过程，拓展学生在材料研究和应用中的质量和安全检测能力。

二、课程基本要求

1. 课程教学的基本要求

了解各种无损检测技术特点、适用范围和发展过程；理解超声波检测、射线检测、渗透检测、磁粉检测、涡流检测技术的原理和方法；

2. 能力培养要求

通过对各种无损检测结果的分析和应用实例学习，培养学生在材料科学和工程中有意识的选择和运用合适的无损检测技术手段进行过程监督和检验的能力。

三、课程教学内容及学时分配

0. 绪论

内容：无损检测的概念、特点、适用范围及其发展历史

重点难点：无损检测的特点及适用范围

学时分配：1

1. 超声波检测

内容：超声检测的基础知识；超声场及介质的声参量简介；超声波在介质中的传播特性；由圆形压电晶片产生的声场简介（活塞源声场）；超声波检测方法；超声检测技术的应用

重点难点：超声波检测方法；超声检测技术的应用

学时分配：3

2. 射线检测

内容：射线检测的物理基础；X射线检测的基本原理和方法；X射照相检测技术；常见缺陷及其在底片上的影像特征； γ 射线探伤和中子射线检测简介；射线的防护

重点难点：X射照相检测技术；常见缺陷及其在底片上的影像特征

学时分配：3

3. 涡流检测

内容：涡流检测的基本原理；涡流检测的阻抗分析法；涡流检测的应用

重点难点：涡流检测的阻抗分析法；涡流检测的应用

学时分配：3

4. 磁粉检测

内容：磁粉检测的基本原理；磁化过程；磁粉检测技术

重点难点：磁粉检测技术

学时分配：3

5. 渗透检测

内容：渗透检测的基本原理；渗透检测技术

重点难点：渗透检测技术

学时分配：2

6. 无损检测新技术

内容：激光全息无损检测；声振检测法；微波无损检测；声发射检测技术；红外无损检测

重点难点：上述检测技术的应用

学时分配：1

四、实践教学要求

1. 课内实践教学要求

课内实践教学名称	学时	内容及要求
1.		
2.		

*注：实践性质：必修、选修；实践形式：实验、上机；实验类型：演示、验证、综合、设计；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

2. 课外实践项目教学要求

课外项目名称	时	内容及要求	目	目	目	组	他
			性	形	类	人	说
质	式	型	数	明			
1.							
2.							
合 计							

*注：项目性质：必修、选修；项目形式：项目设计、项目实施、项目研发；项目类型：分组设计、分组实施、分组研发；其他说明：课内完成，课内布置、课外完成。

五、课时分配

主要内容	讲 课学时	习 题课时	讨 论课时	实 验课时	上机 课时	作 业

0. 绪论	1					
1. 超声波检测	3					
2. 射线检测	3					
3. 涡流检测	3					
4. 磁粉检测	3					
5. 渗透检测	2					
6. 无损检测新技术	1					
合 计	16					

六、本课程与其他课程(项目)的联系

先修课程：材料科学基础，金属材料学

七、考核评价方式

本课程为考查课，其中：

- (1)平时考核：包括出勤率、提问及作业，占总成绩的 30%
- (2)实践考核：无
- (3)期末考核：采用学习报告、论文或开卷考试的方式，占总成绩的 70%

八、建议教材和教学参考书

- [1] 《无损检测》 李喜孟，机械工业出版社，2011 年
- [2] 《无损检测》邵泽波，刘兴德，化学工业出版社，2011 年

制 定：金属材料工程系

执 笔 人：姜瑞姣

审 定 人：梁顺星

制定时间：2013 年 7 月