

《金属材料》课程教学大纲

一、课程概况

课程名称	金属材料		课程号	107412003			
课程英文名称	Principles of Metallography		学时/学分	36/2			
课程性质	选修		适用专业	材料物理			
课程负责人	张旭东		教学团队	—			
选用教材及参考书目	《金属学与热处理》崔忠圻等主编，哈尔滨工业大学出版社；《材料科学基础》胡庚祥、蔡荀等主编，上海交通大学出版；《材料科学基础》，潘金生等编，清华大学出版社；《金属材料学》吴承建 陈国良 强文江等编著，冶金工业出版社。						
<p>课程简介：本课程是对材料学中金属材料相关的基础理论和应用技术的较深入和全面地介绍。课程包括金属学和金属材料两大部分。其中金属学部分作为对《材料科学基础》（《材料科学与工程导论》教材）课程的补充内容，着重介绍有关位错理论、凝固理论、相变和相图（含三元相图）、材料热力学、热处理原理等内容。金属材料部分主要介绍金属材料合金化的一般规律及钢的合金化原理、分类和性能特点和应用等。</p>							
课程目标 (Course Objectives, CO)							
知识目标 (CO1)	掌握位错理论、金属凝固理论、相变和相图（含三元相图）、材料热力学、热处理原理等基础理论知识						
	掌握金属材料的合金化原理和材料性能特征及优化原理						
	熟悉金属材料在工程应用中的基本知识						
能力目标 (CO2)	具有材料设计和研究的基本理论素养						
	掌握材料性能和缺陷的分析研究方法						
	了解金属材料的工程加工和应用						
素质、情感价值观目标 (CO3)	学习专业知识的同时获得对金属材料重要性的认识以及对专业与职业的认识与认同						
	能在设计开发解决方案的过程中，运用材料科学基础理论、工程管理与经济决策方法						
教学方式 (Pedagogical Methods, PM)	<input checked="" type="checkbox"/> PM1 讲授法教学	27 学时	%	<input checked="" type="checkbox"/> PM2 研讨式学习	3 学时	%	
	<input checked="" type="checkbox"/> PM3 案例教学	6 学时	%	<input type="checkbox"/> PM4 翻转课堂	学时	%	
	<input type="checkbox"/> PM5 混合式教学	学时	%	<input type="checkbox"/> PM6 体验式学习	学时	%	
考核方式 (Evaluation)	考试	<input checked="" type="checkbox"/> EM1 课程作业	25%	<input type="checkbox"/> EM2 单元测试	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	25%

Methods,EM)	课 必 选	<input type="checkbox"/> EM4 期中考试	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM5 期末考试	50%	<input type="checkbox"/> EM6 撰写论文/ 实验报告	%
	考 查 课 必 选	<input type="checkbox"/> EM1 课程作业	%	<input type="checkbox"/> EM2 单元测试	%	<input type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	%
		<input type="checkbox"/> EM4 期末考试	%	<input type="checkbox"/> EM5 撰写论文/ 实验报告	%		
	自 选	<input type="checkbox"/> EM10 课堂互动	%	<input type="checkbox"/> EM11 实验	%	<input type="checkbox"/> EM12 实训	%
		<input type="checkbox"/> EM13 实践	%	<input type="checkbox"/> EM14 期末考试	%		

二、教学大纲的定位说明

(一) 课程教学目标

1.概述金属材料的基本特性，分类，应用，历史、现状和前景。

2.阐述位错模型、位错应力场、位错能、位错线张力、位错的相互作用、位错的运动等概念和性质，描述位错增殖机制。阐述晶体中全位错和不全位错类型和特征。归纳金属单晶和多晶塑性变形的特点，解释金属强化的位错机制。

3.归纳金属凝固及其他相变中形核和长大规律，比较不同类型材料中对形核和长大的影响因素的不同，能够推导临界半径和形核功等基本公式。阐述合金平衡凝固和非平衡凝固特点，理解并阐述合金凝固过程溶质再分配原理和过程，推导成分过冷条件。理解和概括凝固理论在晶粒细化和单晶制备中的应用。

4.熟悉二元相同的类型并能说出各相区组织和计算各相含量，熟悉三元相同的类型并能说出各相区组织和计算各相含量，理解概括相图相变热力学理论。

5.归纳钢热处理的加热转变和冷却转变特征和影响因素，判断冷却转变中不同组织形成的条件，比较不同组织结构和性能特点，比较不同热处理工艺的特点和应用。

6.阐述钢的合金化原理，了解列出不同钢种的合金化特征、热处理工艺、组织和性能特征。

(二) 课程教学目标与培养目标的关系

课程目标	教学目标	支撑的毕业要求	支撑强度
知识目标 (CO1)	1~6	3.1	H
能力目标 (CO2)	1~6	3.1	H

素质、情感价值观目标 (CO3)	1、6	11.2、11.3	H
---------------------	-----	-----------	---

(三) 支撑课程目标的教学内容与方法

课堂讲授为主，讨论和实例分析为辅。

(1) 先修课程要求，与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接

先修课程：《材料科学与工程导论》《材料力学性能》等。

属于金属学范畴但在《材料科学与工程导论》（《材料科学基础》课程）已经讲授较为充分的内容本课程将不再涉及，如晶体学、材料力学性能、材料的失效等内容。

(2) 检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

课堂讨论、提问和作业作为平时考核基本方式，各占 25%。期末考试占 50%，考试可以采用开卷或者闭卷方式进行。

三、课程内容与安排

第一章 绪论（1 学时）

学习目标：

- 1.了解金属材料及发展概况。
- 2.了解金属材料在国民经济中的地位与作用。
- 3.了解本课程的性质、地位和任务
- 4.掌握金属材料的基本性质和分类。

教学重点：金属材料的四个发展阶段，金属材料的基本性质和分类

教学难点：金属材料的基本性质和分类

教学方法：讲授、讨论

第二章 实际金属的晶体结构（6 学时）

第一节 点缺陷

第二节 位错模型及位错的弹性性质

第三节 实际晶体中的位错

学习目标:

- 1.点缺陷、线缺陷。
- 2.刃型位错、螺型位错的结构特征、应力场、相互作用、增殖。实际晶体中的位错。

重点掌握:

位错的概念，柏氏矢量及其性质。位错的运动，两种位错的应力场的特征，位错的能量，位错的受力和线张力，位错的相互作用。不全位错，堆垛层错，位错反应，扩展位错，位错的增殖。

掌握：肖克莱不全位错和弗莱克不全位错及其特征。

了解：位错概念的提出过程。汤姆逊四面体。

难点：位错应力场和相互作用。

教学方法：讲授、讨论

第三章 纯金属的结晶（3学时）

第一节 纯金属的结晶过程

第二节 结晶的热力学条件

第三节 形核规律

第四节 长大规律

第五节 结晶理论的某些实际应用

学习目标:

- 1.纯金属的凝固过程。
- 2.结晶的热力学条件。

3.形核及长大的规律。

4.凝固理论的应用。

重点掌握:

结晶的热力学条件，过冷度的概念。

均匀形核和非均匀形核的条件和规律，形核率。

长大的方式和规律，线长大速度。

细化金属铸件的晶粒的方法。

掌握:

单晶、微晶、纳米晶、非晶、准晶的概念。

定向凝固与快速凝固。

了解: 单晶体的制备，急冷技术。

难点: 形核的条件和规律，长大的方式和规律。

教学方法: 讲授、讨论

第四章 二元合金的相结构与结晶 (5 学时)

第一节 合金的相和相结构。

第二节 相图的基本知识

第三节 匀晶相图及固溶体的结晶

第四节 共晶相图及其合金的结晶

第五节 包晶相图及其合金的结晶

第六节 其他类型的二元合金相图

第七节 二元相图的分析和使用

第八节 金属铸锭的宏观组织与缺陷

学习目标:

合金的相结构：一次固溶体、二次固溶体、置换固溶体、间隙固溶体、固溶度的影响因素，超结构，中间相，正常价化

合物、电子化合物，间隙相和间隙化合物，拓扑密堆相。

二元相图的基本类型，固溶体合金的非平衡凝固、溶质再分配、成分过冷，二元相图的分析与使用方法。

重点掌握：

相律，杠杆定理，二元相图的几何规律。

匀晶相图，固溶体合金的非平衡凝固，溶质再分配和成分过冷，合金生长形态。

共晶相图，伪共晶、非平衡共晶、离异共晶的概念。

包晶相图，具有包晶转变的非平衡凝固。

二元相图的基本分析方法。

合金的相结构，固溶体、金属间化合物的分类、特征。

掌握：

其他类型的二元相图。

复杂二元相图的分析方法。

根据相图判断合金的性能。

区域熔炼。

铸件组织与缺陷，偏析。

难点：

非平衡凝固中的溶质再分配、成分过冷。

二元相图的分析和使用。

金属间化合物的分类、特征。

教学方法：讲授、讨论

第五章 三元相图（6学时）

第一节 三元相图的成分标示法

第二节 三元系平衡转变的定量法则

第三节 三元匀晶相图

第四节 三元共晶相图

第五节 三元合金相图的四相平衡转变

第六节 具有化合物的三元相图及其分割

第七节 三元合金相图应用举例

学习目标:

- 1.三元相图的成分表示方法及定量法则。
- 2.三元匀晶相图、三元共晶相图。
- 3.四相平衡转变。
- 4.三元相图应用举例。

重点掌握:

直线定律和重心定律。

三元匀晶相图和三元匀晶合金的凝固过程。

三元共晶相图和三元共晶合金的凝固过程。

三元相图应用举例。

掌握:

四相平衡转变。

具有化合物的三元相图及其分割。

难点:

三元共晶相图和三元共晶合金的凝固过程，四相平衡转变。

教学方法: 讲授、讨论

第六章 金属及合金的塑性变形 (4 学时)

第一节 金属的变形特性

第二节 单晶体的塑性变形

第三节 多晶体的塑性变形

第四节 合金的塑性变形

第五节 塑性变形对金属组织与性能的影响

第六节 金属和合金强化的位错机制

学习目标:

塑性变形的机理,塑性变形对组织与性能的影响,滑移系,晶体转动。

金属强化的位错机制。

重点掌握:

滑移,滑移系,滑移的临界分切应力,滑移时的晶体转动,多滑移和交滑移。

孪生及其特点,扭折及其特点。

多晶体的塑性变形过程,晶粒尺寸对塑性变形的影响。

单晶体和多晶体的应力应变曲线。

变形过程显微组织和性能的变化,应力和织构。

金属强化的位错机制,固定位错、林位错、位错交割和增殖。

掌握:

孪生晶体学。

裂纹的萌生机制。

难点:

多滑移和交滑移,固定位错。

固定位错、林位错、位错交割和增殖。

教学方法: 讲授、讨论

第七章 金属及合金的回复与再结晶(3学时)

第一节 形变金属及合金在退火过程中的变化

第二节 回复

第三节 再结晶

第四节 晶粒长大

第五节 金属的热加工

学习目标:

形变金属材料退火时的回复、再结晶、晶粒长大过程及其微观机制。

回复和再结晶动力学。

金属的热变形。

重点掌握:

不同温度下的回复机制。

再结晶的形核机制。

影响再结晶的因素，再结晶后晶粒的大小。

晶粒的正常长大和异常长大过程及影响因素。

动态回复和动态再结晶。

掌握:

回复动力学。

再结晶动力学。

超塑性。

难点:

再结晶形核机制、晶粒长大过程，回复和再结晶动力学。

教学方法: 讲授、讨论

第八章 钢的热处理原理（3学时）

第一节 钢在加热时的转变

第二节 钢在冷却时的转变

第三节 钢在回火时的转变

学习目标:

固态相变中的形核、长大。

钢的加热转变过程，扩散对奥氏体化转变、均匀化和晶粒长大的影响。

钢的冷却转变及动力学过程，TTT曲线和CCT曲线及应用。

珠光体、索氏体、屈氏体、上贝氏体、下贝氏体、马氏体转变区间。

珠光体、马氏体、贝氏体转变的机理和特征。

重点掌握:

1.钢的加热转变过程，扩散对奥氏体化转变和均匀化的影响。

2.TTT曲线和CCT曲线。珠光体、索氏体、屈氏体、上贝氏体、下贝氏体、马氏体转变区间。

3.碳和合金元素对C曲线的影响。

4.珠光体、马氏体、贝氏体转变的机理和特征。

掌握: 固态相变的基本特征。

难点: 加热和冷却过程晶粒大小的影响因素，马氏体、贝氏体转变机理，淬火组织的回火转变。

第九章 钢的热处理工艺 (2学时)

第一节 钢的退火与正火

第二节 钢的淬火与回火

第三节 其他类型的热处理

学习目标:

- 1.退火、正火、淬火、回火工艺、目的和特点。
- 2.回火过程组织的转变。
- 3.回火脆性。

重点掌握: 退火工艺的种类、目的和工艺特点; 正火与退火的区别; 淬火工艺特点; 淬火组织的回火转变; 回火脆性。

掌握: 表面热处理和化学热处理。

难点: 淬火组织的回火转变; 退火、正火、淬火加热温度区间的确定。

教学方法: 讲授、讨论

第十章 工业用钢 (3 学时)

第一节 钢的合金化原理

第二节 钢的分类、编号、合金化、热处理和性能特点。

学习目标:

钢铁冶炼过程的氧化还原反应。

铁碳相图和钢中的基本相。

碳和杂质元素对碳钢的组织 and 性能的影响。

钢中的主要合金元素。

合金元素与铁的相互作用及铁基固溶体。

合金元素与碳的相互作用及钢中的碳化物

钢中的氮化物和硼化物。

钢中的金属间化合物。

钢中的非金属相。

合金元素对铁碳相图相变的影响。

合金元素对钢的热处理中加热转变的影响。

合金元素对钢的热处理中冷却转变的影响。

钢的分类、编号、合金化和性能特点。

重点掌握：

钢中的基本相，合金元素与碳的相互作用以及钢中的碳化物类型，合金元素对相图的影响，合金元素对 CCT 曲线的影响，钢的分类、编号、合金化和性能特点。

掌握：碳和杂质元素对碳钢的组织 and 性能的影响，钢中的氮化物、硼化物、金属间化合物。

了解：钢铁冶炼工艺，钢铁冶炼过程的氧化还原反应。

难点：合金元素对 CCT 曲线和对相图的影响，钢的分类、编号和性能特点。

教学方法：讲授、讨论

制定人：张旭东

审定人：史蓉蓉

批准人：贺德行

日期：2024.10.10