

《材料科学基础》教学大纲

课程编号: B04010310

课程名称: 材料科学基础

英文名称: Fundamentals of Materials Science

课程性质: 专业基础课

学时/学分: 64 /4

考核方式: 闭卷考试

选用教材: 《材料科学基础》, 石德珂编, 机械工业出版社, 2012 年, 第 2 版

先修课程: 大学物理、物理化学、材料科学导论

后继课程: X 射线衍射与电子显微分析

适用专业及层次: 材料物理、新能源材料与器件专业, 本科

大纲执笔人: 郝春成 马继

大纲审核人: 王宝祥

一、教学目标

通过本课程的学习, 使学生具备下列能力:

1. 能够准确理解材料的化学成分、组织结构与性能之间的关系及其变化规律的基础理论;
2. 能够运用显微组织的分析方法对材料的晶体结构、结晶过程及变形机制进行深入分析;
3. 能够把握相图的基本知识, 包括二元相图的基本类型, 二元相图的分析与使用方法, 铁碳相图; 三元相图的成分表示法等。
4. 能够了解结晶理论的实际应用, 塑性变形对金属组织与性能的影响, 金属及合金强化机制为后继专业课的学习奠定基础。

二、课程目标与毕业要求的对应关系 (表格可以扩展)

毕业要求	指标点	课程目标
1. 掌握材料结构与性能等方面的基础知识、基本理论	1-1 掌握关于材料的基础知识和基本理论	1-1 使学生掌握晶体学理论、凝固理论、相图知识和位错理论。

	1-2 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	1-2 使学生掌握材料结构与力学性能间的关系、材料位错与材料强化之间的关系以及原子扩散对材料性能的影响规律。
	1-3 掌握材料结构对性能的影响机制及定量关系表达	1-3 掌握固溶规律、杠杆定律和扩散机制。
2. 掌握材料科学理论中的重要影响因素及其对材料应用的影响。	2-1 掌握温度对材料的组织结构与性能的影响	2-1 掌握材料在加热时组织性能变化的特点
	2-2 掌握应力场的变化对材料的组织结构与性能的影响	2-2 了解材料的受力状态及组织性能的变化规律
	2-3 掌握界面、变形、结晶度等对材料的组织结构与性能的影响	2-3 掌握塑性变形、界面结构、再结晶处理对材料组织和性能的影响
3. 运用所学的基础理论和基本知识能够分析和预测材料的应用前景	3-1 运用所学的材料科学基础知识分析材料的应用	3-1 使学生能够运用晶体学知识、相图知识、固溶体知识热力学知识对材料的应用进行合理的分析。
	3-2 运用所学的材料科学基础理论分析和预测材料的应用	3-2 使学生能够运用凝固理论、断裂理论、扩散理论分析和预测材料的应用前景。

三、教学基本内容

第一章：绪论

课程的性质与任务，内容及研究方法，课程特点学习方法，材料发展简史。

第二章：晶体学基础及晶体结构（支撑课程目标1-1、3-1）

1. 基本概念（空间点阵，晶胞，原胞，点阵常数）
2. 晶面指数和晶向指数
3. 三种晶体结构及原子堆垛方式

要求学生：了解并掌握晶体结构分析的基本原理和方法。

第三章：凝固与结晶（支撑课程目标1-1、3-2）

1. 液态金属的凝固
2. 晶核的形成
3. 晶核的长大
4. 凝固理论应用

要求学生：掌握凝固理论，对凝固过程中所发生的物理变化有清晰的认识和理解，并能运用所学知识分析和预测相关应用。

第四章：二元相图及金属凝固组织（支撑课程目标1-1、1-3、3-1）

1. 相,合金相,相平衡
2. 二元相图;表示法及杠杆定律及相图测绘
4. 匀晶相图及固溶体合金的凝固与组织
5. 共晶相图及共晶系合金的凝固组织
6. 包晶相图及包晶系合金的凝固组织
7. 其它二元相图及二元相图的分析方法、铁碳相图
8. 相图的热力学基础

要求学生：掌握二元相图的表示、分类及其分析方法，通过对相图的热力学知识的学习能够更加深入的理解相关相图知识。

第五章：固体材料的结构（支撑课程目标1-3、3-1）

1. 固溶体
2. 金属间化合物
3. 玻璃相及其它相结构

要求学生：掌握固溶体的分类及各种类型固溶体间的关联规律，并能实际分析几种特殊固溶体的结构。

第六章：晶体结构缺陷（支撑课程目标1-1、1-2、2-2）

1. 点缺陷
2. 位错的基本类型及特征
3. 柏氏矢量
4. 位错的运动（宋体五号）
5. 位错的应力场（宋体五号）
6. 位错的应变能
7. 位错的受力
8. 位错与晶体缺陷的相互作用
9. 位错的萌生与增殖
10. 实际晶体中的位错组态

要求学生：理解位错的概念和分类，掌握位错的动力学性质以及位错间的相互作用规律。

第七章：界面（支撑课程目标2-3）

1. 表面
2. 界面与亚界面
3. 界面的偏聚
4. 孪晶界及相界

要求学生：理解材料的界面对材料应用的重要影响，掌握界面的种类及其对材料性能的影响。

第八章：材料的变形（支撑课程目标1-2、2-3、3-2）

1. 材料的弹性变形
2. 单晶体的塑性变形
3. 多晶体的塑性变形
4. 塑性变形对材料组织和性能的影响
5. 晶体的断裂

要求学生：掌握晶体的变形理论和断裂理论，理解材料的变形对材料性能的影响规律。

第九章：回复再结晶与热加工（支撑课程目标2-1、2-3、3-1）

1. 变形金属在加热时组织性能变化的特点
2. 冷变形金属的回复
3. 冷变形金属的再结晶

4. 晶体的高温变形

要求学生：掌握材料受热对其组织性能变化的特点，并能运用所学知识分析材料的变形机制。

第十章：固体中的扩散（支撑课程目标1-2、1-3、3-2）

1. 扩散方程
2. 固溶体合金中的扩散
3. 扩散的热力学分析
4. 扩散机制
5. 影响扩散的因素
6. 扩散的实例分析

要求学生：掌握扩散理论，包括各种类型的扩散方程及扩散机制。理解并能分析扩散的影响因素及其在实际应用中的控制方法。

四、教学重点与难点

第一章：绪论

教学重点：材料发展史

教学难点：材料的化学成分、组织结构与性能之间的关系

第二章：晶体学基础及晶体结构（支撑课程目标1-1、3-1）

教学重点：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。

教学难点：六方晶系布拉菲指数标定，原子的堆垛方式。

第三章：凝固与结晶（支撑课程目标1-1、3-2）

教学重点：有关过冷的概念、金属凝固和形核的条件。

教学难点：与临界晶核有关参数的推导。

第四章：二元相图及金属凝固组织（支撑课程目标1-1、1-3、3-1）

教学重点：相律与杠杆定律，匀晶转变与偏析，共晶转变及其不平衡组织，相图中的几何规律，铁碳相图中典型合金的凝固过程及其相与组织的相对量计算，利用相图判断材料的性能。

教学难点：二次杠杆的应用；相图的热力学原理。

第五章：固体材料的结构（支撑课程目标1-3、3-1）

教学重点：各种相的概念及其分类方法。

教学难点：中间相的结构及其区别。

第六章：晶体结构缺陷（支撑课程目标1-1、1-2、2-2）

教学重点：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。

教学难点：位错模型，位错的应力场，不全位错的原子模型。

第七章：界面（支撑课程目标2-3）

教学重点：晶界的结构与晶界能，润湿行为。

教学难点：界面能与显微组织的变化。

第八章：材料的变形（支撑课程目标1-2、2-3、3-2）

教学重点：塑性变形的位错机制；典型的滑移系；滑移的分类及滑移的痕迹；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。

教学难点：等效滑移系的确定。

第九章：回复再结晶与热加工（支撑课程目标2-1、2-3、3-1）

教学重点：冷变形金属在加热时的组织与性能变化；回复、再结晶等概念；回复与再结晶的驱动力和机制；正常长大与异常长大；临界变形量的意义与应用；热加工过程中组织与性能变化。

教学难点：回复、再结晶与晶粒长大过程驱动力的识别。

第十章：固体中的扩散（支撑课程目标1-2、1-3、3-2）

教学重点：扩散的概念、本质与分类；扩散的驱动力；扩散定律及其应用。

教学难点：反应扩散及其溶质浓度分布。

五、教学建议进度（学时数64）

第一章	绪论	（学时数2）
第二章	晶体学基础及晶体结构	（学时数4）
第三章	凝固与结晶	（学时数6）
第四章	二元相图及金属凝固组织	（学时数12）
第五章	固体材料的结构	（学时数4）
第六章	晶体结构缺陷	（学时数12）
第七章	界面	（学时数4）
第八章	材料的变形	（学时数6）
第九章	回复再结晶与热加工	（学时数6）

第十章 固体中的扩散 (学时数8)

课内外时间比例为 1: 2

六、教学方法

1. 传递-接受型教学方法
2. 反转课堂教学

七、考核方式

闭卷考试

八、成绩评定方法

平日测验成绩占期末总评成绩的 20%，期末测验成绩占期末总评成绩的 80%。

九、教学参考书：

1. 《材料科学基础》。刘智恩编，西北工业大学出版社, 2003 年第 2 版
2. 《材料科学基础》。胡赓祥、蔡珣编，上海交通大学出版社. 2000 年
3. 《材料科学基础》。潘金生、仝健民、田民波编，清华大学出版社，1998

年