

# 材料科学基础教学大纲

**先修课程：**高等数学、普通化学、普通物理、物理化学、理论力学等

**课程教学目标：**

1. 帮助学生获得必需的材料科学基础知识，掌握材料科学发展基本规律；
2. 接受从事材料科学与工程研究的基本实验能力的培养，掌握材料光学组织分析与样品制备的基本技能；提高认识材料、了解材料、分析材料的能力；
3. 牢固树立起材料的成分—工艺—结构—性能的相互关系。

**适用学科专业：**材料科学与工程

**教学手段与方法：**面授与实验相结合

**基本教学内容与学时安排**

**材料科学基础 I 的内容如下：**

## 第一章 晶体结构

### 1. 晶体学基础

- (1) 晶体与非晶体，晶体结构与空间点阵、晶胞、Bravais 点阵、晶系
- (2) 晶面、晶向指数的表示方法，晶带、晶带轴

### 2. 金属和合金的晶体结构

- (1) 典型金属的晶体结构 (fcc、bcc、hcp) 亚金属晶体结构特点
- (2) 合金相的晶体结构：固溶体、中间相

### 3. 陶瓷材料的晶体结构：离子晶体陶瓷，共价晶体陶瓷，非晶型陶瓷

## 第二章 晶体材料中的缺陷

### 1. 点缺陷

产生及类型、平衡浓度及对晶体性能的影响

### 2. 线缺陷：位错

(1) 位错学说的产生、位错的基本类型（刃、螺及混合位错）、柏氏矢量的求法及意义、位错密度

(2) 位错运动及作用在位错线上的力

(3) 位错的应力场和应变能：螺位错的应力场，刃位错的应力场、位错的应变能及线张力

(4) 位错间的交互作用

(5) 实际晶体中的位错（全位错、不全位错）、位错反应和扩展位错

### 3. 面缺陷

晶界结构模型，孪晶界、层错、相界面、表面、界面能及界面特性、陶瓷材料的界面

## 第三章 相图

1. 相图基本知识：相图意义，相平衡条件、相律、相图表示方法与制作（一元、二元、三元），相图中相的数量、成分及相对量的确定（一元、二元、三元）

## 2. 二元相图：

（1）匀晶相图、共晶和共析相图、包晶和包析相图及二元相图中其它三相平衡反应，平衡凝固过程和非平衡凝固过程。

（2）二元相图分析方法及应用

3. Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图：相图基本分析，典型合金的平衡凝固过程及显微组织、碳钢、Fe-G 相图、铸铁石墨化过程，分类及影响因素

## 4. 三元相图

（1）匀晶相图：形成条件及特点，等温截面图，垂直截面图

（2）固态下完全不互溶的三元共晶相图：立体图、投影图及不同成分点合金的转变过程，水平截面图，垂直截面图

（3）固态下部分互溶的三元共晶相图：立体图及相区、水平截面图，投影图及不同合金的组织转变过程，垂直图

（4）四相平衡转变及三元相图分析方法与实例：四相平衡转变的基本类型，投影图和截面图上的四相平衡转变，复杂三元相图的分析方法及实例

## 第四章 金属和合金的凝固

### 1、纯金属的凝固

热力学条件、过冷度、凝固过程（形核、长大）

### 2、合金的凝固

溶质原子分布、成分过冷和固溶体晶体生长形态，共晶合金的凝固。

### 3、铸锭组织与缺陷

铸锭三晶带形成机制及影响因素，宏观偏析、微观偏析、疏松、缩孔、气孔和夹杂

## 第五章 材料的变形与强化

### 1、滑移变形

### 2、孪生变形

### 3、金属与合金强化机制

（1）多晶体的塑性变形：晶界及晶粒尺寸的影响：细晶强化

（2）纯金属的形变强化：位错交割、反应、增值

（3）溶质原子对塑性变形的影响：固溶强化

（4）第二相弥散颗粒对塑性变形的影响：弥散强化

### 4、塑性变形后金属及合金显微组织及性能的变化

晶粒形态改变，亚结构变形、形变织构、残余应力，性能变化

## 5、回复与再结晶

(1) 冷变形金属加热时显微组织、储能及性能变化；

(2) 回复：机制、动力学；

(3) 再结晶：形核、长大、动力学、影响因素、再结晶后晶粒长大、再结晶后组织、结构变化。

(4) 金属的热加工，动态回复和动态再结晶，热加工后组织与性能，超塑性。

## \* 第六章 功能材料基础

导体、绝缘体、半导体的电子结构、能带理论；磁性材料的磁结构与性能；超导体特性理论

## 材料科学基础 II 的内容如下：

### 第一章 固体中的扩散

扩散宏观定律（Fick 第二、二定律）及应用；

扩散的影响因素；

扩散机制；

反应扩散。

### 第二章 脱溶相变

1、固态相变基础

2、时效

3、调幅分解

### 第三章 过冷奥氏体的等温转变和连续冷却转变

1、加热时奥氏体化；

2、TTT 曲线

3、CCT 曲线

4、珠光体转变

5、贝氏体转变

### 第四章 马氏体转变

1、马氏体相变的基本特征；

2、影响因素；

3、马氏体逆转变和形状记忆效应；

4、马氏体的形貌；

5、马氏体的回火。

### 第五章 钢的热处理

1、常规热处理工艺；

- 2、钢的表面热处理；
- 3、钢的化学热处理；
- 4、热处理新技术。

## 第六章 软物质的自组织

- 1、定义；
- 2、常见软物质体系；
- 3、软物质的表现；
- 4、自组织的原理和控制；
- 5、自组织的形式；
- 6、控制自组织的形貌的途径。

### 三、实验内容与基本要求

实验一 晶体学模型	1
实验二 材料显微镜构造及使用	1
实验三 二元合金组织分析	2
实验四 Fe-C 平衡组织分析	2
实验五 凝固过程观察	1*
实验六 形变与再结晶	2*
实验七 钢的热处理及 Fe-C 合金非平衡组织分析	3
实验八 钢的淬透性测定及应用	2*

基本要求：能熟练制备金相样品，并能用光学显微镜对材料中常见的组织进行分析。

### 四、能力培养要求：

- 1、分析能力：在牢固掌握结构决定性能的原理前提下对如何控制具体材料的组织、性能有较强的分析能力。
- 2、实践能力：能熟练制备光学组织分析样品，并能用光学显微镜对金属、陶瓷、高分子材料中常见的组织进行分析
3. 自学能力：具有自学各种具体材料教学参考书的能力，
4. 表达能力：作业清晰、整洁、实验报告规范

