

第 1 章 原子结构与键合

一、相关概念和术语

- 1、金属键、离子键、共价键、分子键、氢键
- 2、单体、链节、缩聚、共聚
- 3、构型、旋光异构、全同立构、间同立构、无规立构、几何异构
- 4、构象、柔性
- 5、组织、相
- 6、稳态、亚稳态

二、基本问题

原子间的结合键对材料性能的影响

三、本章重点和难点

用金属键的特征解释金属材料的性能-----①正的电阻温度系数；②良好的延展性；

③良好的导电、导热性；④具有金属光泽

第2章 固体结构

一、需掌握的概念和术语：

1. 晶体与非晶体
2. 空间点阵、晶格、晶胞、晶系（七个），布拉菲点阵（14种）
3. 晶面指数、晶向指数、晶面间距
4. 各向同性与各向异性；同素异构转变（重结晶）
5. 三种典型晶体结构的特征（包括：晶胞形状、晶格常数、晶胞原子数、原子半径、配位数、致密度、各类间隙尺寸与个数，最密排面（滑移面）和最密排方向的指数与个数，滑移系数目等）。
6. 多晶体与单晶体、晶粒、晶界；

二、几个常用的公式

1. 指数相同的晶向和晶面必然垂直。如 $[111] \perp (111)$
2. 当一晶向 $[uvw]$ 位于或平行某一晶面 (hkl) 时，则必然满足： $h \cdot u + k \cdot v + l \cdot w = 0$
3. 晶面间距： $d_{(hkl)}$ 的求法：

(1) 立方晶系：
$$d_{(hkl)} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

$$d_{(hkl)} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{h}{a}\right)^2 + \left(\frac{k}{b}\right)^2 + \left(\frac{l}{c}\right)^2}}$$

(2) 正交晶系:

$$d_{(hkl)} = \frac{1}{\sqrt{\frac{4}{3} \frac{(h^2 + hk + k^2)}{a^2} + \left(\frac{l}{c}\right)^2}}$$

(3) 六方晶系:

$$d_{(hkl)} = \frac{1}{\sqrt{(h^2 + k^2)/a^2 + (l/c)^2}}$$

(4) 四方晶系:

以上公式仅适用于简单晶胞，复杂要考虑其晶面层数的增加。

4. 补充：在立方晶系中

①两个晶向 $[u_1 v_1 w_1]$ 与 $[u_2 v_2 w_2]$ 的夹角为 α ，则有：

$$\cos \alpha = \frac{u_1 u_2 + v_1 v_2 + w_1 w_2}{\sqrt{u_1^2 + v_1^2 + w_1^2} \cdot \sqrt{u_2^2 + v_2^2 + w_2^2}}$$

②两晶面 $(h_1 k_1 l_1)$ 与 $(h_2 k_2 l_2)$ 的夹角为 α ，则有：

$$\cos \alpha = \frac{h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2}{\sqrt{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2} \cdot \sqrt{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2}}$$

③两晶面 $(h_1 k_1 l_1)$ 与 $(h_2 k_2 l_2)$ 交线的晶向指数 $[u, v, w]$ ，可按：

$$\begin{cases} u = k_1 l_2 - l_1 k_2 \\ v = l_1 h_2 - h_1 l_2 \\ w = h_1 k_2 - k_1 h_2 \end{cases}$$

④ 两晶向 $[u_1 v_1 w_1]$ 与 $[u_2 v_2 w_2]$ ，它们所决定的晶面指数 (hkl)

为:

$$\begin{cases} h = v_1 w_2 - w_1 v_2 \\ k = w_1 u_2 - u_1 w_2 \\ l = u_1 v_2 - v_1 u_2 \end{cases}$$

三、本章重点及难点:

- 1、晶面指数、晶向指数、晶面间距
- 2、三种典型晶体结构的特征（包括：晶胞形状、晶格常数、晶胞原子数、原子半径、配位数、致密度、各类间隙尺寸与个数，最密排面（滑移面）和最密排方向的指数与个数，滑移系数目等）。
- 3、相、组织、固溶体的分类

第3章 晶体缺陷

一、需掌握的概念和术语：

- 1、点缺陷、Schottky 空位、Frenkel 空位、间隙原子、置换原子
- 2、线缺陷、刃型位错、螺型位错、混合型位错
- 3、柏氏矢量
- 4、位错运动、滑移、（双）交滑移、攀移、交割、割阶、扭折、塞积
- 5、位错应力场、应变能、线张力、作用在位错上的力
- 6、位错密度、位错源、位错生成、位错增殖、位错分解与合成、位错反应
- 7、全位错、不全位错、堆垛层错
- 8、面缺陷、表面、界面、界面能、晶界、相界

二、本章重点及难点：

- 1、点缺陷的平衡浓度公式
- 2、位错类型的判断及其特征、柏氏矢量 \vec{b} 的特征，
- 3、位错源、位错的增殖（F-R 源、双交滑移机制等）和运动、交割
- 4、关于位错的应力场、位错的应变能、线张力等可作为一般了解
- 5、晶界的特性（大、小角度晶界）、孪晶界、相界的类型

第4章 固体原子及分子的运动

一、需掌握的概念和术语：

1. 扩散的方程（菲克第一、二定律）、稳态、非稳态扩散、扩散通量
2. 空位、间隙、换位、晶界扩散机制
3. 扩散的驱动力；
4. 自扩散、互（异）扩散；上坡、下坡扩散；原子、反应扩散；
5. 固态金属扩散的条件。
6. Kirkendall 效应、激活能、跃迁、无规行走（醉步）
7. 扩散系数、影响扩散的因素

二、本章重点及难点

- 1、扩散方程的应用，如：渗碳等；
- 2、固态金属扩散的条件及影响扩散的因素

第5章 材料的形变和再结晶

一、需掌握的概念和术语：

1. 弹性变形、塑性变形、材料应力—应变曲线所对应的强度指标；
2. 塑性变形的实质、方式——滑移、孪生；
3. 滑移带、滑移线、滑移系、多滑移、交滑移；
4. 软（硬）位向，临界分切应力
5. 固溶强化、细晶（晶界）强化、弥散（沉淀）强化、形变强化（加工硬化）
6. 纤维组织、形变织构、带状组织、残余应力
6. 回复（低、中、高温）、再结晶（动、静态的），晶粒长大；
7. 再结晶温度及影响因素、临界变形度、二次再结晶。
8. 冷、热加工

二、本章重点和难点：

1. 位错理论在解释各类塑性变形等问题的应用。

如：①为何理论临界应力>>实际测量的值。

- ②各种强化机理（如：固溶强化、细晶（晶界）强化、弥散（沉淀）强化、形变强化（加工

硬化)等)

2. 再结晶温度及影响因素
3. 回复、再结晶、晶粒长大和二次再结晶的驱动力
4. 结晶、重结晶、再结晶和二次再结晶的区别
5. 去应力退火与再结晶退火工艺的制定与应用
6. 冷、热加工处理后对材料组织结构和性能的影响

考试点
kaoshidian.com

第6章 单组元相图及纯晶体的凝固

一、需掌握的概念和术语：

- ① 凝固与结晶、相、固态相变、组元、系、相图
- ② 相平衡、相律及应用
- ③ 结晶的热力学、动力学、能量和结构条件；
- ④ 过冷度（临界、动态）过冷度；
- ⑤ 均匀与非均匀形核；
- ⑥ 晶胚、晶核、临界晶核半径、临界形核功；（要会自己进行推导、计算，无论均匀与否）
- ⑥光滑（粗糙）界面；正、负温度梯度；平面与树枝长大。
- ⑦形核率及影响因素、变质处理（孕育处理）
- ⑧铸锭的三个晶区及形成原因，如何控制。

二、相关公式书上均有，要记住。

三、本章重点和难点：

- 1. 均匀形核与非均匀形核有何异同点。
- 2. 影响非均匀形核时，接触角 θ 的因素有哪些？选择什么样的异相质点可以大大促进结晶过程。
- 3. 晶体长大机制可略看。

4. 界面的生长形态与 L/S 前沿的温度梯度有何关系？

5. 能用结晶理论说明实际生产问题。如：变质处理和其它细化晶粒的工艺；单晶的制取和定向凝固技术。（略看）

考试点
kaoshidian.com

第6章 二元系相图及其合金的凝固

一、需掌握的概念和术语：

- 1、合金、相、组织（显微）
- 2、固溶体、化合物、间隙（置换）固溶体、有（元）序固溶体、有（元）限固溶体、间隙相[各类金属间化合物略看]
- 3、二元匀晶、共晶、包晶相图、二元共晶、包晶、共析反应
- 4、平衡结晶组织、伪共晶、离异共晶、晶内（枝晶）偏析
- 5、杠杆定律
- 6、共晶体、共析体；共晶、亚（过）共晶合金
- 7、成分过冷、平衡分配系数 k 。
- 8、相图与组织结构和性能的关系
- 9、Fe-Fe₃C 相图中的相与组织
- 10、铸锭的组织及缺陷

二、本章重点和难点：

1. 会利用相律来判断相图的正确与否。
2. 会进行二元合金平衡组织的分析。
3. 利用杠杆定律计算：相组成物与组织组成物的百分含量。
4. 明确合金结晶过程与纯金属结晶过程的异同点。

5. 根据相图来判断合金的性能。
6. 固溶体与金属化合物的性能特点。
7. 固溶强化及其机理
8. Fe-Fe₃C 相图

三、对于 Fe-Fe₃C 相图特别要求：

1. 非常熟练能会画出（包括：点、线、区、温度等）
2. 纯铁的同素异构转变 $\delta - Fe \leftrightarrow \gamma - Fe \leftrightarrow \alpha - Fe$
3. A、F、Fe₃C、P、Ld 的组成及性能特征
4. 工业纯铁、（亚、过）共析钢、（亚、过）共晶白口铁平衡结晶过程分析
5. 任意温度两相区的相组成物、组织组成物的计算，（正、反均可）
6. 结合实验会给出各类 Fe-Fe₃C 合金的室温显微组织。（包括：放大倍数、腐蚀剂）
7. 碳钢中的碳及杂质元素含量对 Fe-C 合金性能的影响

第8章 三元合金相图

一、需掌握的概念和术语

- 1、成分三角形、直线法则、重心法则、杠杆定律
- 2、蝴蝶形规律、等温截面、变温截面、投影图
- 3、三元匀晶、三元简单共晶、三元复杂共晶相图

二、本章重点和难点：

1. 结晶过程分析
2. 温度水平截面和垂直变温截面的认识。
3. 投影图要熟悉、根据投影图会分析三元简单共晶、三元复杂共晶相图结晶过程、画出任意温度的水平截面和图内任意直线的垂直变温截面
4. 直线法则、重心法则、杠杆定律的应用。
5. 三元相图的分析、相区接触法则（规律式）

第9章 材料的亚稳态

一、需掌握的概念和术语

- 1、平衡态、亚稳态、纳米材料
- 2、准晶、非晶、玻璃化转变
- 3、固态相变、扩散型相变、无扩散型相变、调幅分解、时效
- 4、马氏体转变、贝氏体转变

二、本章重点和难点：

1. 纳米晶、准晶以及非晶的结构特点及制备过程。
2. 固态相变和液固相变的异同点。
3. 马氏体和贝氏体转变的特征、机制及应用。