

## 目录:

### 第 1 章金属晶体与晶体结构

- 1.1 晶体的基本特性
  - 1.1.1 晶体的概念
  - 1.1.2 晶体的基本共性
  - 1.1.3 晶体的稳定性和不完整性
- 1.2 晶体的基本对称性
  - 1.2.1 点对称操作
  - 1.2.2 7 种晶系
  - 1.2.3 平移对称操作
  - 1.2.4 14 种布拉菲点阵
- 1.3 金属晶体的常见结构
  - 1.3.1 单质晶体结构
  - 1.3.2 AX 型化合物
  - 1.3.3 AX<sub>2</sub> 型化合物
  - 1.3.4 AX<sub>3</sub> 型化合物
  - 1.3.5 结构转变及概率占位
  - 1.3.6 拓扑密堆型化合物
- 1.4 晶体取向与多晶体织构
  - 1.4.1 晶体取向
  - 1.4.2 晶体学织构
  - 1.4.3 取向分布函数的数学原理
  - 1.4.4 织构的表达与定量分析
  - 1.4.5 六方晶系与四方晶系的取向空间
- 1.5 金属晶体结构的 X 衍射分析简介
  - 1.5.1 X 射线衍射的布拉格方程
  - 1.5.2 X 射线衍射强度
  - 1.5.3 X 射线衍射的结构因子
  - 1.5.4 晶体点阵类型所引发的系统消光
  - 1.5.5 多晶体极图的 X 射线测量原理
  - 1.5.6 中子衍射结构分析

### 第 2 章金属中的点缺陷

- 2.1 点缺陷的热力学分析

- 2.1.1 点缺陷的基本热力学关系
- 2.1.2 空位浓度的测量
- 2.1.3 自间隙原子的产生
- 2.2 受辐照金属的点缺陷组态
  - 2.2.1 自间隙原子与空位的组态
  - 2.2.2 点缺陷的聚集和自组织
  - 2.2.3 合金体系中持续点缺陷流引起的原子再分布
- 2.3 受辐照金属的回复与辐照损伤
  - 2.3.1 辐照后的回复
  - 2.3.2 辐照损伤

### 第3章金属晶体中的线缺陷

- 3.1 位错学说的产生
  - 3.1.1 理论剪切强度的估算
  - 3.1.2 位错理论的提出
- 3.2 位错的几何形态
  - 3.2.1 位错的基本类型
  - 3.2.2 柏氏回路及位错的柏氏矢量
  - 3.2.3 位错的实验观察
  - 3.2.4 位错的密度
- 3.3 位错的运动
  - 3.3.1 位错的运动方向
  - 3.3.2 位错的滑移运动
  - 3.3.3 位错的攀移运动
  - 3.3.4 位错的交滑移运动
  - 3.3.5 位错运动的点阵阻力——PN力
  - 3.3.6 位错运动与晶体的塑性变形
  - 3.3.7 位错滑移造成的取向变化
- 3.4 位错的弹性性质
  - 3.4.1 应力和应变分析
  - 3.4.2 位错的应力场
  - 3.4.3 位错的弹性应变能
  - 3.4.4 作用在位错线上的力
- 3.5 位错与溶质原子的交互作用

- 3.5.1 位错与溶质原子的弹性交互作用
- 3.5.2 位错与溶质原子的静电交互作用
- 3.5.3 位错与溶质原子的化学交互作用
- 3.6 位错增殖与塞积
  - 3.6.1 位错增殖
  - 3.6.2 位错塞积群
- 3.7 实际晶体结构中的位错
  - 3.7.1 全位错
  - 3.7.2 不全位错
  - 3.7.3 面心立方金属堆垛层错的类型
  - 3.7.4 体心立方金属中的位错结构
  - 3.7.5 有序合金中的位错

## 第4章金属的面缺陷

- 4.1 晶界的取向特征
  - 4.1.1 晶界的空间几何特点
  - 4.1.2 晶界取向差
    - 4.1.3 多晶体晶界的取向差分布
    - 4.1.4 平移界面及其取向特征
- 4.2 晶界的基本结构
  - 4.2.1 小角度晶界结构
  - 4.2.2 小角度晶界能量
  - 4.2.3 大角度晶界结构与重合位置点阵
  - 4.2.4 大角度晶界能量
  - 4.2.5 晶界的平衡偏析
- 4.3 晶界的迁移特征
  - 4.3.1 小角度晶界的迁移率
  - 4.3.2 大角度晶界的迁移率
  - 4.3.3 晶界上偏聚的溶质对晶界迁移的拖曳
- 4.4 金属的表面
  - 4.4.1 表面张力和表面能
  - 4.4.2 表面的微观形貌
  - 4.4.3 表面弛豫和重构
  - 4.4.4 表面吸附与表面偏析

## 4.5 相界面

### 4.5.1 相界面的基本特征

### 4.5.2 界面的平衡形貌

## 第5章金属静载力学性能试验

### 5.1 静载拉伸性能指标

#### 5.1.1 拉伸试验与拉伸曲线

#### 5.1.2 比例极限

#### 5.1.3 弹性极限

#### 5.1.4 弹性比功

#### 5.1.5 屈服强度

#### 5.1.6 抗拉强度

#### 5.1.7 延伸率和断面收缩率

### 5.2 拉伸真实应力 应变曲线

#### 5.2.1 真实应力 应变曲线与工程应力 应变曲线的比较

#### 5.2.2 金属塑性变形的加工硬化

#### 5.2.3 金属的加工硬化指数与成形性

### 5.3 其他静载力学性能试验方法

#### 5.3.1 压缩试验

#### 5.3.2 弯曲试验

#### 5.3.3 扭转试验

## 第6章金属静载变形行为

### 6.1 弹性变形物理本质

#### 6.1.1 弹性变形现象及其特点

#### 6.1.2 胡克定律

#### 6.1.3 弹性变形的物理本质

### 6.2 弹性常数

#### 6.2.1 弹性常数的工程意义

#### 6.2.2 影响弹性模量的因素

### 6.3 弹性不完整性与内耗

#### 6.3.1 弹性后效

#### 6.3.2 循环韧性

### 6.4 金属的塑性变形及其微观机制

- 6.4.1 金属的塑性变形及其特点
- 6.4.2 金属的塑性变形微观机制
- 6.4.3 材料塑性的工程意义

## 第7章金属强度与强化理论

- 7.1 金属强度的本质与构成
  - 7.1.1 点阵阻力
  - 7.1.2 位错间的交互作用阻力
  - 7.1.3 金属屈服强度的本质及构成
  - 7.1.4 金属强化的一般途径
- 7.2 金属的细化晶粒强化
  - 7.2.1 多晶体的屈服强度
  - 7.2.2 Hall-Petch 公式
  - 7.2.3 细化晶粒强化的基本规律
- 7.3 金属的固溶强化
  - 7.3.1 固溶强化现象
  - 7.3.2 固溶强化机理
- 7.4 金属的第二相强化
  - 7.4.1 分散型第二相的强化
  - 7.4.2 集聚型第二相的强化
- 7.5 金属的形变强化
  - 7.5.1 单晶体的形变强化
  - 7.5.2 多晶体的形变强化
  - 7.5.3 影响形变强化的因素
  - 7.5.4 各种基本强化机制的耦合效应

## 第8章金属的断裂与韧化

- 8.1 金属韧性断裂
  - 8.1.1 纯剪切型断裂
  - 8.1.2 微孔聚集型断裂
- 8.2 金属脆性断裂
  - 8.2.1 解理断裂
  - 8.2.2 沿晶断裂
- 8.3 金属脆化因素与脆化机制

- 8.3.1 缺口脆性
- 8.3.2 冲击脆性
- 8.3.3 低温脆性
- 8.3.4 金属韧化机制

## 第9章金属裂纹体的断裂与断裂韧性

- 9.1 格里菲斯理论
  - 9.1.1 理论断裂强度
  - 9.1.2 格里菲斯断裂理论
- 9.2 线弹性断裂力学的基本原理
  - 9.2.1 裂纹尖端的应力场及其强度因子  $K_I$
  - 9.2.2 断裂韧性和脆断判据
  - 9.2.3 裂纹尖端塑性区及其修正
  - 9.2.4 裂纹扩展能量释放率
  - 9.2.5 弹塑性状态的断裂判据——COD 和  $J$  积分简介
- 9.3 断裂韧性测试与应用
  - 9.3.1 试样制备
  - 9.3.2 测试方法
  - 9.3.3 试验结果的处理
  - 9.3.4 断裂韧性的应用

## 第10章金属的疲劳

- 10.1 金属机械疲劳现象
  - 10.1.1 循环应力
  - 10.1.2 疲劳断口特征
- 10.2 疲劳强度与疲劳寿命
  - 10.2.1 高周疲劳
  - 10.2.2 低周疲劳
- 10.3 疲劳损伤理论及疲劳性能的提高
  - 10.3.1 疲劳裂纹的萌生
  - 10.3.2 疲劳裂纹的扩展
  - 10.3.3 疲劳裂纹扩展速率
  - 10.3.4 提高疲劳性能的途径

## 第 11 章金属的蠕变与应力松弛

### 11.1 热力耦合变形及其时间效应

#### 11.1.1 热力耦合变形过程

#### 11.1.2 载荷的时间效应

### 11.2 蠕变机理与应力松弛

#### 11.2.1 金属的蠕变现象

#### 11.2.2 蠕变机制

#### 11.2.3 蠕变断裂过程

#### 11.2.4 金属的应力松弛

### 11.3 蠕变抗力指标与影响因素

#### 11.3.1 蠕变抗力指标

#### 11.3.2 蠕变抗力影响因素

## 第 12 章金属材料的电学性能

### 12.1 金属材料的电学基本理论

#### 12.1.1 经典自由电子论

#### 12.1.2 晶体能带理论

#### 12.1.3 导体与非导体能带

### 12.2 金属材料的基本导电性能

#### 12.2.1 电阻电阻率电导率

#### 12.2.2 电学性能与微观结构之间的关系

### 12.3 半导体的导电特性

#### 12.3.1 半导体导电特性概述

#### 12.3.2 本征半导体的导电性

#### 12.3.3 非本征半导体的导电性

#### 12.3.4 半导体导电特性小结

### 12.4 金属材料的热电效应

#### 12.4.1 塞贝克效应

#### 12.4.2 帕耳帖效应

#### 12.4.3 汤姆孙效应

#### 12.4.4 热电效应的应用——热电偶

### 12.5 金属的超导原理

#### 12.5.1 超导体的基本性质

#### 12.5.2 BCS 理论

12. 5. 3 两类超导体的基本特征

12. 5. 4 超导隧道效应

12. 5. 5 超导材料的发展

12. 5. 6 超导材料的应用

## 第 13 章材料的磁性能

13. 1 材料磁性概述

13. 1. 1 基本磁学量

13. 1. 2 磁性系统的单位

13. 1. 3 材料的抗磁性和顺磁性

13. 2 磁性起源和原子磁矩

13. 2. 1 自由原子的磁矩

13. 2. 2 材料中的原子磁矩

13. 3 自发磁化理论

13. 3. 1 铁磁性材料的宏观特征

13. 3. 2 外斯分子场理论

13. 3. 3 直接交换作用

13. 3. 4 稀土金属化合物中的间接交换作用

13. 3. 5 亚铁磁性“分子场”理论

13. 3. 6 亚铁磁性材料

13. 3. 7 反铁磁性和亚铁磁性的超交换作用

13. 4 磁各向异性, 磁致伸缩和退磁场

13. 4. 1 磁晶各向异性能

13. 4. 2 磁致伸缩

13. 4. 3 退磁场能

13. 5 磁畴

13. 5. 1 磁畴壁

13. 5. 2 磁畴

13. 5. 3 不均匀和多晶体磁畴结构

13. 5. 4 单畴结构

13. 6 磁性材料的技术磁化

13. 6. 1 技术磁化和反磁化过程

13. 6. 2 磁化曲线上的磁导率

13. 6. 3 磁滞回线上的矫顽力

- 13.6.4 剩余磁化强度
- 13.6.5 趋近饱和定律
- 13.7 铁磁性材料在交变磁场中的磁化
  - 13.7.1 动态磁化过程的特点和复数磁导率
  - 13.7.2 磁谱和截止频率
  - 13.7.3 铁磁体的交流损耗
- 13.8 磁性测量方法
  - 13.8.1 磁性材料直流特性测量
  - 13.8.2 材料的交流（动态）磁性测量
- 13.9 磁电阻效应

## 第 14 章材料的光学性质

- 14.1 光的基本性质
  - 14.1.1 波粒二象性
  - 14.1.2 光的波动性
  - 14.1.3 光子的能量和动量
  - 14.1.4 材料光学常数间的基本关系
- 14.2 光在材料中传播
  - 14.2.1 光通过材料的现象
  - 14.2.2 光在材料中的折射和反射
  - 14.2.3 材料的透光性能
- 14.3 材料的光发射
  - 14.3.1 激励方式
  - 14.3.2 材料发光的基本性质
  - 14.3.3 材料的发光过程
  - 14.3.4 受激辐射和自发辐射
  - 14.3.5 产生激光的条件
  - 14.3.6 半导体激光

## 第 15 章材料的热学性能和晶格振动

- 15.1 晶格振动
  - 15.1.1 一维单原子振动
  - 15.1.2 一维复式格子的情形
  - 15.1.3 声学波和光学波

- 15.1.4 周期性边界条件
- 15.1.5 晶格振动的量子化声子
- 15.2 材料的热容
  - 15.2.1 电子热容
  - 15.2.2 晶格振动热容
  - 15.2.3 德拜温度和熔点的关系
  - 15.2.4 热容与材料的组织、状态的关系
  - 15.2.5 差示扫描热分析
- 15.3 材料的热膨胀
  - 15.3.1 热膨胀系数
  - 15.3.2 热膨胀的物理本质
  - 15.3.3 热膨胀系数与其他物理量之间的关系
  - 15.3.4 影响热膨胀系数的因素
  - 15.3.5 膨胀合金
- 15.4 材料的导热性
  - 15.4.1 材料的热传导
  - 15.4.2 热传导的微观机制

## 第 16 章 金属的储氢性能

- 16.1 储氢金属的基本特征
    - 16.1.1 金属储氢的基本原理
    - 16.1.2 储氢金属的分类
  - 16.2 储氢金属的热力学与动力学特性
    - 16.2.1 储氢金属的热力学特性
    - 16.2.2 储氢金属的动力学特性
  - 16.3 储氢金属的储氢结构与性能
    - 16.3.1 常规储氢结构
    - 16.3.2 AB<sub>5</sub> 型晶体的储氢结构与性能
    - 16.3.3 镁基储氢合金的结构和性能
    - 16.3.4 Laves 相的储氢结构与性能
    - 16.3.5 其他储氢合金
- 参考文献