

# 中国兵器工业集团公司第五三研究所

## 二〇〇六年招收硕士研究生入学考试试题

### 材料科学基础

#### 一、名词解释（共 30 分，每小题 2 分）

1 变形强化 2 等轴晶 3 晶胞 4 弗兰克尔 (Frenkel) 缺陷 5 攀移 6 晶内吸附 7 晶内偏析 8 伪共晶 9 共晶渗碳体 10 自然时效 11 孪晶变形 12 二次再结晶 13 抗磁体 14 蠕变 15 胞状偏析

#### 二、简答题（共 90 分）

1. 烧结时的速率主要取决于哪些因素？（6 分）
2. 马氏体相变的基本特征？（12 分）
3. 加工硬化的原因？（6 分）
4. 柏氏矢量的意义？（6 分）
5. 如何解释低碳钢中有上下屈服点和屈服平台这种不连续的现象？（8 分）
6. 已知  $916^{\circ}\text{C}$  时， $\gamma\text{-Fe}$  的点阵常数  $0.365\text{nm}$ ，(011) 晶面间距是多少？（5 分）
7. 画示意图说明包晶反应种类，写出转变反应式？（4 分）
8. 计算  $w_c=3.3\%$  的铁碳合金常温下莱氏体的相对含量，组织中珠光体的相对含量和共析渗碳体的含量。（9 分）
9. 从形核角度分析人工降雨时为什么喷洒  $\text{AgI}$  粒子？（4 分）
10. 影响成分过冷的因素是什么？（9 分）
11. 影响线形聚合物结晶的因素是什么？（6 分）
12. 单滑移、多滑移和交滑移的意义是什么？（9 分）
13. 简要说明纯金属中晶粒细度和材料强度的关系，并解释原因。（6 分）

#### 三、论述题（30 分，每小题 15 分）

1. 试论述含碳量对铁碳合金平衡组织和性能的影响。
2. 论述影响扩散的主要因素。

## 材料科学基础答案:

### 一、 名词解释 (共 30 分, 每小题 2 分)

1. 变形强化  
纯金属经变形后, 其流变压力随变形程度的增加而增加。
2. 等轴晶  
每个核心在各个方向上的生产条件接近, 最终得到的晶粒在空间三维方向上的尺度相当, 此晶粒为等轴晶。
3. 晶胞  
构成晶格的最基本单元。
4. 弗兰克尔 (Frenkel) 缺陷  
晶体中的原子挤入结点的间隙, 形成间隙原子的点缺陷, 把空位和间隙原子这一对点缺陷称为 $\sim$ 。
5. 攀移  
刃型位错的半原子面向上或向下移动, 位错线运动方向与柏氏矢量垂直。
6. 晶内吸附  
少量杂质或合金元素在晶界内部分布不均匀, 常偏聚于晶界, 它是异类原子与晶界交互作用的结果, 晶界处排列相对无序, 而外来原子与基体原子产生相晶格应变, 逐渐迁移到表面。
7. 晶内偏析  
不平衡结晶的固溶体内部富含高熔点组元, 而后结晶的外部富含低熔点组元, 这种晶粒内部出现的成分不均匀现象叫 $\sim$ 。
8. 伪共晶  
在不平衡结晶条件下, 成分在共晶点附近的合金由于过冷同时结出两相, 形成共晶组织特征, 但不是共晶成分。
9. 共晶渗碳体  
1148℃下,  $w_c = 2.11 \sim 6.69\%$  的铁碳合金共晶生成莱氏体, 莱氏体中渗碳体为 $\sim$ 。
10. 自然时效  
过饱和固溶体在快速冷却后, 在室温长期放置, 使之相变叫人工时效。
11. 孪晶变形  
晶体在切应力作用下沿一定的晶面和晶向, 在一个区域内连续顺序的切变, 变形的结果是这部分的晶体取向改变了 (晶体结构和对称性未变), 但已变形的晶体部分与未变形部分保持着晶面对称关系, 这个对称晶面叫 $\sim$ 。
12. 二次再结晶  
再结晶完成后, 晶体不连续不均匀的长大。
13. 抗磁体  
材料内部的磁矩削弱了外磁场,  $\mu < \mu_0$ , 这种物质为 $\sim$ 。
14. 蠕变  
材料在高温下的变形与应力有关, 还与作用的时间有关, 叫 $\sim$ 。
15. 胞状偏析  
在小的成分过冷区条件下晶体以胞状生长时, 胞壁富含较多杂质。

### 二、简答题 (共 90 分)

1. 烧结时的速率主要取决于哪些因素？（6分）  
• 1' 细；原子扩散速率（温度）。
2. 马氏体相变的基本特征？（12分）  
无扩散相变；一种发生均匀点阵变形的转变；存在一个无畸变面；有滑移或孪晶变形。
3. 加工硬化的原因？（6分）  
位错交割；位错反应；位错增殖。
4. 柏氏矢量的意义？（6分）  
它描述了位错线上原子畸变特征、方向、大小；位错的畸变能和柏氏矢量的平方成正比。
5. 如何解释低碳钢中有上下屈服点和屈服平台这种不连续的现象？（8分）  
柯氏气团作用，碳原子偏聚于刃型位错的下方，具有钉扎位错的现象；位错增殖。
6. 已知 916℃ 时， $\gamma$ -Fe 的点阵常数 0.365nm，(011) 晶面间距是多少？（4分）  
面心立方的  $\gamma$ -Fe， $a = b = c = 0.365\text{nm}$ ，对立方晶系，  
$$d = a\sqrt{0^2 + 1^2 + 1^2} = 0.365\sqrt{2} = 1.03\text{nm}$$
7. 画示意图说明包晶反应种类，写出转变反应式？（5分）  
 $L + \alpha = \beta$
8. 计算  $w_c = 3.3\%$  的铁碳合金常温下莱氏体的相对含量，组织中珠光体的相对含量和共析渗碳体的含量。（9分）  
莱氏体  $L_{d'} = \frac{3.3 - 2.11}{4.3 - 2.11} = 0.543$   
珠光体  $w_p = \frac{4.3 - 3.3}{4.3 - 2.11} \times \frac{6.69 - 2.11}{6.69 - 0.77} = 0.353$   
渗碳体  $w_{Fe_3C_{II}} = \frac{4.3 - 3.3}{4.3 - 2.11} \times \frac{2.11 - 0.77}{6.69 - 0.77} = 0.103$
9. 从形核角度分析人工降雨时为什么喷洒 AgI 粒子？（4分）  
AgI 与冰的晶格常数与晶体结构相近（密排六方），能降低表面能，减少晶核形成成功。
10. 影响成分过冷的因素是什么？（9分）  
温度梯度（平缓有利）；凝固速度（越快越有利）；凝固范围（越大越有利）。
11. 影响线形聚合物结晶的因素是什么？（6分）  
链结构的对称性和柔顺性（对称高的易结晶）；结构的规整性；共聚（无规共聚不能结晶）。
12. 单滑移、多滑移和交滑移的意义是什么？（9分）  
只有一个滑移系统上的分切应力最大并达到临界分切应力，形成单滑移，这种情况下，加工硬化最弱；当拉力轴在晶体的特定取向上可能使几个滑移系的分切应力相等，在同时达到了临界分切应力时发生多滑移，这种情况下会发生加工硬化现象；交滑移是螺旋位错在两个相交的滑移面上运动，当螺旋型位错在一个滑移面上运动遇到障碍会转到另一个滑移面上继续滑移，滑移

方向不变。交滑移影响材料的塑性。

13. 简要说明纯金属中晶粒细度和材料强度的关系，并解释原因。(6分)

$$\sigma_{ys} = \sigma_0 + k_y d^{\frac{1}{2}}$$

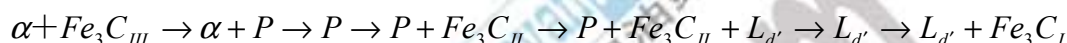
Hall-Petch 霍尔-佩奇公式，细度减小，屈服强度增加，用晶界位错塞积模型解释。对粗晶粒，晶界塞积的位错多，产生应力集中大，在变形传递中容易使位错源开动，因此屈服强度低。

### 三、论述题

1. 试论述含碳量对铁碳合金平衡组织和性能的影响。

1) 对平衡组织的影响

C 增加



2) 力学性能，强度和硬度上升，塑性下降

3) C 增加可锻性降低

4) 流动性

随碳增加，液相线温度降低，当浇注温度相同时，含碳量高的钢液相线温度和钢液温差大，过热大，对钢的流动有利。当浇注温度一定时，钢液的流动性随含碳量的提高而提高。

2. 论述影响扩散的主要因素。

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

与 Q/T 有关

与扩散、晶体结构、原子结合力、合金成分有关。