

2005 年硕士研究生入学考试试题参考答案

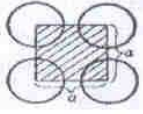
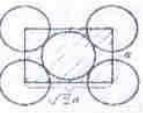
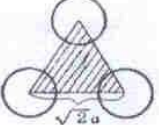
考试科目及代码：金属学 409

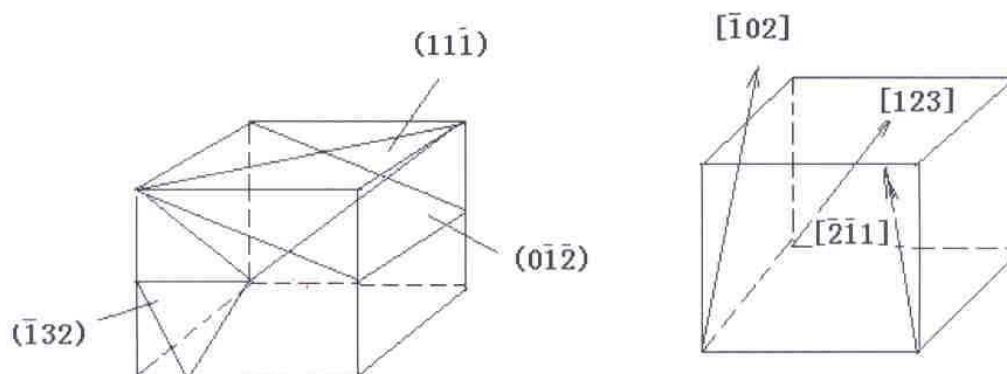
适用招生专业：材料加工工程

一、名词解释

1. 相：合金中结构相同、成分和性能均一并以界面相互分开的组成部分；
2. 合金：两种或两种以上的金属，或金属与非金属，经过熔炼或烧结、或用其它方法组合而成的具有金属特性的物质；
3. 晶体：原子（离子、分子）在三维空间有规则、周期性重复排列的物体；
4. 再结晶：冷变形后的金属加热到一定温度后，在原来变形组织中重新产生了无畸变的新晶粒，性能也发生了明显变化，并恢复到完全软化状态，这个过程为再结晶
5. 塑性变形：金属或合金在力的作用下所引起的形状或尺寸的改变称为形变。作用力去除后，永远残留的那部分形变为塑性变形；
6. 晶体缺陷：晶体内部局部的或总体的不规则，通常讲的晶体缺陷是指晶体内部局部的严重不规则性；
7. 加工硬化：金属塑像变形过程中，随着变形程度的增加，金属的强度、硬度增加，而塑像韧性下降的现象；
8. 表面淬火：快速加热使工件表面奥氏体化，随后快冷，表面淬成马氏体（高硬度、耐磨），心部保持原始组织（良好塑韧性）的热处理；
9. 二次固溶体：以化合物为溶剂的固溶体称为二次固溶体或中间固溶体；
10. 化学热处理：将工件放在一定温度的化学活性介质中，使一种或几种元素的原子渗入钢件表面，以改变钢件表面层的化学成分，从而获得预期组织和性能的热处理。

二、1.

晶面指数	晶面示意图	晶面密度 (原子数/面积)
(100)		$\frac{\frac{1}{4} \times 4}{a^2} = \frac{1}{a^2}$
(110)		$\frac{\frac{1}{4} \times 4 + 1}{\sqrt{2}a^2} = \frac{1.4}{a^2}$
(111)		$\frac{\frac{1}{6} \times 3}{\frac{\sqrt{3}}{2}a^2} = \frac{0.58}{a^2}$



3. 证明:

由 $\gamma\text{-Fe} \rightarrow \alpha\text{-Fe}$ 时, 致密度 K 将发生变化, 即由 $K_\gamma=74\%$ 变为 $K_\alpha=68\%$,

$$\because K_\gamma = \frac{nv}{V_\gamma} \therefore V_\gamma = \frac{nv}{K_\gamma}; \text{同理 } V_\alpha = \frac{nv}{K_\alpha}$$

在由 $\gamma\text{-Fe} \rightarrow \alpha\text{-Fe}$ 的过程中, 原子数 n 不发生变化;

又 \because 原子半径也不变化, \therefore 原子体积 v 不变, nv 不变; 假如转变前的体积为 V_γ , 转变后的体积为 V_α , 故有

$$\left| \frac{\Delta V}{V_\gamma} \right| = \left| \frac{V_\alpha - V_\gamma}{V_\gamma} \right| = \left| 1 - \frac{V_\alpha}{V_\gamma} \right| = \left| 1 - \frac{nv/K_\alpha}{nv/K_\gamma} \right| = \left| 1 - \frac{K_\gamma}{K_\alpha} \right| = \left| 1 - \frac{0.74}{0.68} \right| = 9\% \quad \# \text{证毕}$$

三、

1. 答

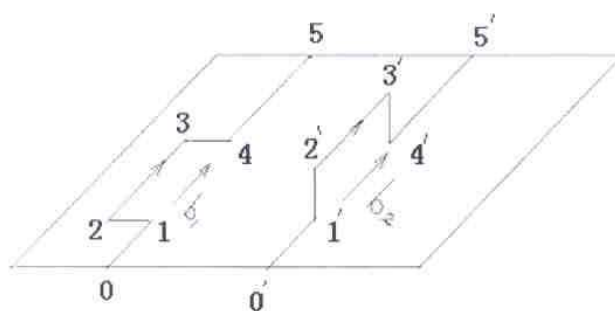


图: 面心立方晶体 (111) 上螺型位错示意图

①如图位错线段 1234 为扭折 $1'2'3'4'$ 为割阶, 因原者位于原滑移面上, 而后
者不位于原滑移面上;

其柏氏矢量方向与原柏氏矢量方向相同, 因为它们仍然是原位错线上的一段,

而一条位错线上各处的柏氏矢量方向和大小均相同。

- ②由于扭折和原始位错处于同一滑移面上，因而在位错线张力和正负刃位错引力作用下比较容易通过其自身的滑动而消失；割阶相反，它和原始位错处于不同的滑移面上，故较难去除。

2.

解：①当 $T=870+273=1143\text{K}$ 时，将已知条件代入，有：

$$D_{870} = D_0 e^{-Q/RT} = 2.0 \times 10^{-5} \times e^{-140 \times 10^3 / (8.314 \times 1143)} = 7.99 \times 10^{-12} \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$\textcircled{2} \because C = C_1 + \frac{C_2 - C_1}{2} (1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}})$$

所谓渗碳结果相同，是指在相同的层深处碳浓度相同，即： $C_{870} = C_{927}$ ， $x_{870} = x_{927}$

$$\text{又} \because C_{870} = C_1 + \frac{C_2 - C_1}{2} (1 - \operatorname{erf} \frac{x_{870}}{2\sqrt{D_{870}t_{870}}})$$

$$C_{927} = C_1 + \frac{C_2 - C_1}{2} (1 - \operatorname{erf} \frac{x_{927}}{2\sqrt{D_{927}t_{927}}})$$

$$\therefore \frac{1}{\sqrt{D_{870}t_{870}}} = \frac{1}{\sqrt{D_{927}t_{927}}}, \quad \text{即 } t_{870} = D_{927} \times t_{927} / D_{870} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{而 } D_{927} = D_0 e^{-Q/RT} = 2.0 \times 10^{-5} \times e^{-140 \times 10^3 / (8.314 \times (927+273))} = 1.61 \times 10^{-11} \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$D_{870} = 7.99 \times 10^{-12} \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$t_{927} = 10 \text{ (h) (已知条件)}$$

$$\text{将以上数字代入 (1) 式得： } t_{870} = 1.61 \times 10^{-11} \times 10 / (7.99 \times 10^{-12}) = 20.15 \text{ (h)}$$

四、

- 根据凝固理论可知，凝固时单位体积中的晶粒数 (Z) 决定于形核率 (N) 和长大速度 (G)，所以控制晶粒大小主要从这两各因素 (N、G) 着手，细化晶粒的途径有：

- ① 增加过冷度 ΔT ： ΔT 增大，N 和 G 一般都随着增大，但 N 的增长率大于 G，因此 ΔT 增大会使 N 和 G，即晶粒数增多，从而使晶粒变细。
- ② 加入形核剂：形核剂的加入使不均匀形核所需的现成基底增多，使晶粒数大大增加，从而使晶粒显著细化。
- ③ 振动作用：振动一方面由于能量的输入，使 N 提高，另一方面使生长的晶粒破碎，以提供更多的结晶核心，从而使晶粒细化。

- 所谓相是均匀具有特定物理和化学性能的集合体，它没有成分和性质的突变，而共晶体是由两各以上的这种集合体组成的，是两各以上的相的混合物，相与相之间有成分和性质的突变。

- 多晶体塑性变形的特点是：各晶粒变形的不同时性、不均匀性和相互协调性。

2. 根据题意知, 该钢的组织是 $P+Fe_3C_{II}$, 设该钢的含碳量为 $x\%$, 则 Fe_3C_{II} 量为:

$$W_{Fe_3C_{II}} = (x - 0.77) / (6.69 - 0.77) \quad (\because W_{Fe_3C_{II}} = 7\% \text{ 已知})$$

$$\therefore x = 1.18$$

即: 该钢的含碳量为 1.18%。

3. 解: $(W_{Fe_3C_{II}})_{\max} = [(2.11 - 0.77) / (6.69 - 0.77)] \times 100\% = 22.6\%$

$$(W_{Fe_3C_{III}})_{\max} = [(0.0218 - 0) / (6.69 - 0)] \times 100\% = 0.33\%$$

4. 解: 方法一: $W_C \approx P \times 0.77\% \approx 58.4\% \times 0.77\% \approx 0.45\%$

方法二:

$$\frac{w_C - 0.0008}{0.77 - 0.0008} \times 100\% = 58.4\%$$

解得: $W_C = 0.450\%$

$$\text{方法三: } \frac{0.77 - w_C}{0.77 - 0.0218} \times 100\% = 41.6\%$$

解得: $W_C = 0.458\%$

A 钢含碳量为 0.450% 左右;

$$\text{方法一: } \frac{6.69 - w_C}{6.69 - 0.77} \times 100\% = 92.7\%$$

解得: $W_C = 1.2\%$

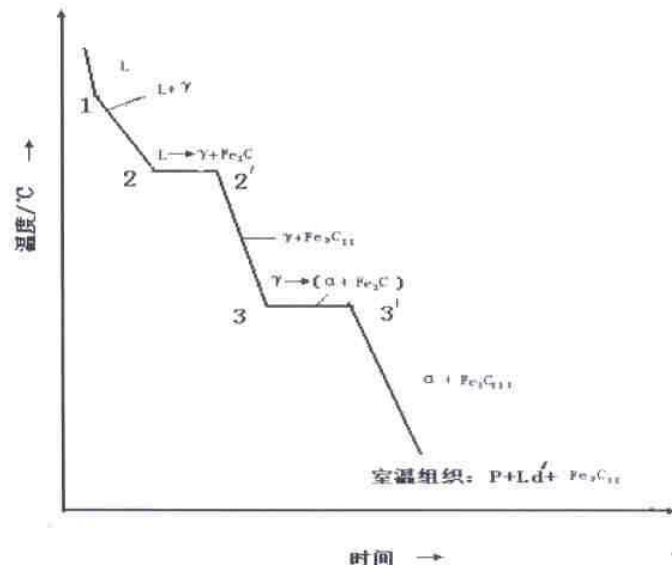
$$\text{方法二: } \frac{w_C - 0.77}{6.69 - 0.77} \times 100\% = 7.3\%$$

解得: $W_C = 1.2\%$

B 钢含碳量为 1.2%

5.

① 结晶过程分析入图:



② 室温下各组织组成物相对量的计算:

此合金室温下的组织为 $P+L_d'+Fe_3C_{II}$

$\therefore L_d'$ 是由 L_d 转变而来的

$\therefore W_{L_d'}\% = W_{L_d}\%$, 在 1148°C 稍下:

$$W_{L_d'}\% = W_{L_d}\% = \frac{3.5 - 2.11}{4.3 - 2.11} \times 100\% = 63.5\%$$

$$w_{L_d'} \times 100\% = w_{L_d} \times 100\% = \frac{3.5 - 2.11}{4.3 - 2.11} \times 100\% = 63.5\%$$

$$w_{\gamma}\% = 1 - 63.5\% = 36.5\%$$

冷却到 727°C 时 γ 分解为 $F+Fe_3C_{II}$, Fe_3C_{II} 在含碳 2.11% 的铁碳合金

$$\text{中含量为: } W_{Fe_3C_{II}}\% = \frac{2.11 - 0.77}{6.69 - 0.77} \times 100\% = 22.6\%$$

$$\therefore Fe_3C_{II} \text{ 在含 } 3.5\%C \text{ 合金中的含量为 } W_{Fe_3C_{II}}\% = 22.6\% \times 36.5\% = 8.25\%$$

$$\therefore W_P\% = 36.5\% - 8.25\% = 28.25\%$$

即组织为:

$$W_{L_d'}\% = 63.5\%, \quad W_{Fe_3C_{II}}\% = 8.25\%, \quad W_P\% = 28.25\%$$