

2016 年 829 硕士研究生入学考试试题参考答案

(考生注意: 全部答案必须写在答题纸上否则后果自负!)

考试科目: 金属学与热处理 考试科目代码: 829

一、名词解释

过冷度: 金属的理论结晶温度 T_m 与实际结晶温度 T_n 之差, 称为过冷度。

位错: 在晶体中某处有一列或若干列原子发生了有规律的错排现象, 使部分原子离开了其平衡位置, 发生了有规律的错动。

固溶体: 合金的组元之间以不同比例相互混合形成的固相, 其晶体结构与组元合金的某一组元的相同, 这种相就称为固溶体。

滑移: 滑移是指晶体的一部分沿着一定的晶面和晶向相对于另一部分作相对的滑动。

加工硬化: 随着变形程度的增加, 金属的强度, 硬度增加而塑性韧性下降, 这一现象即为加工硬化。

珠光体: 珠光体是奥氏体发生共析转变所形成的铁素体与渗碳体的共析体。

正火: 正火是将钢加热到 A_{c3} (或 A_{cm}) 以上适当温度, 保温以后在空气中冷却得到珠光体类组织的热处理工艺。

淬硬性: 淬硬性表示钢淬火时的硬化能力, 用淬火马氏体可能得到的最高硬度表示。

蠕变: 在一定温度和较小的恒定外力的作用下, 材料的形变随时间增大而逐渐增大的现象。

晶间腐蚀: 这种沿着材料晶粒间界处发生腐蚀, 使晶粒之间丧失结合力的局部破坏现象, 称为晶间腐蚀。

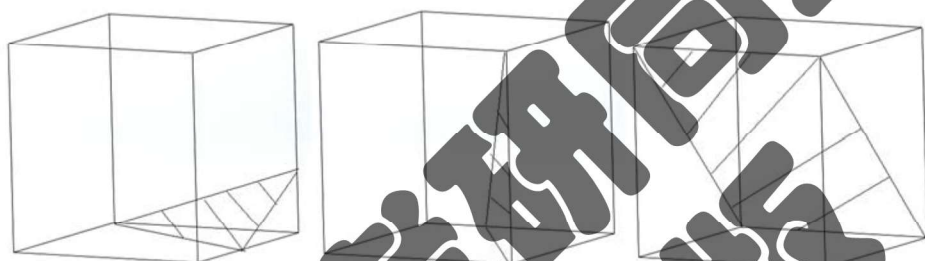
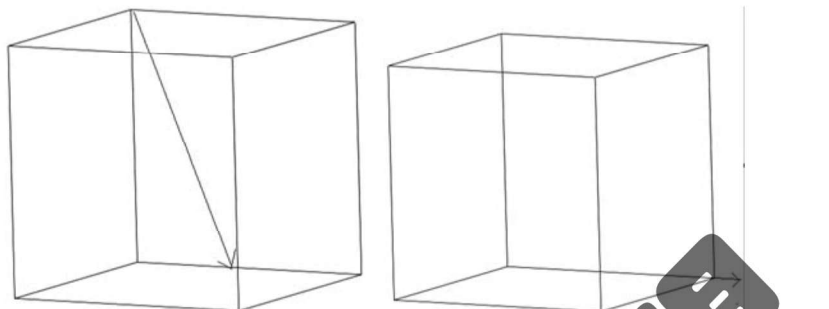


(红果园考研同盟版权所有, 网址: hgykym.taobao.com)



二、晶体结构知识检验

1.



2. 包含 4 个晶面; 分别为 (111) $(\bar{1}\bar{1}1)$ $(1\bar{1}\bar{1})$ $(11\bar{1})$



3. 解: 由于铜原子具有面心立方结构所以其晶胞与半径应满足以下关系

$$\frac{\sqrt{2}}{4}a = r = 1.278 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

解得 $a = 3.615 \times 10^{-8} \text{ cm}$

所以一个晶胞的体积为 $V = a^3 = 4.724 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$

一个晶胞具有 4 个铜原子, 所以质量为

$$m = \frac{4 \times 63.5}{6.02 \times 10^{23}} = 4.219 \times 10^{-22} \text{ g}$$

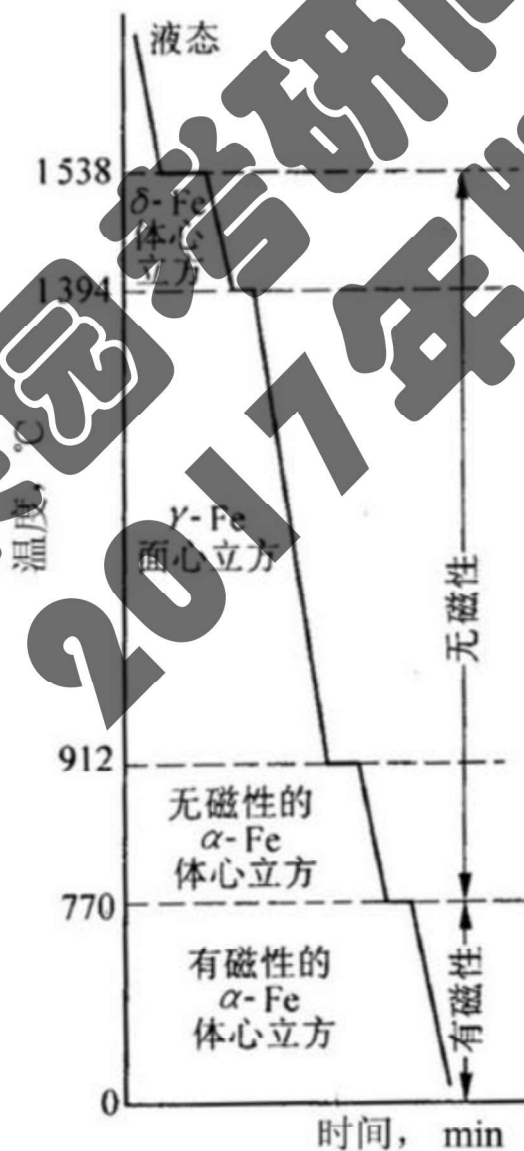
所以铜原子的密度 ρ 为

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4.219}{4.724} \times 10 = 8.93 \text{ g/cm}^3$$

三、相图知识检验

1.答: 一些金属, 在固态下随温度或压力的改变, 还会发生晶体结构变化, 即由一种晶格转变为另一种晶格的变化, 称为同素异构转变。

由下图可以看出, 纯铁在 1838°C 结晶为 $\delta\text{-Fe}$, 它具有体心立方结构, 当温度继续冷却至 1394°C 时, $\delta\text{-Fe}$ 转变为面心立方晶格的 $\gamma\text{-Fe}$, 当温度继续降至 912°C 时, 面心立方的 $\gamma\text{-Fe}$ 又转变为体心立方晶格的 $\alpha\text{-Fe}$, 在 912°C 以下, 铁的结构不再发生变化, 这样, 铁就具有三种同素异构状态, 纯铁在凝固后的冷却过程中, 经两次同素异构转变后晶粒得到细化。



(也可以参考教材 108 页图 4-1)

2.答: 铁碳合金中二次渗碳体即 $\text{Fe}_3\text{C II}$ 的最大可能含量产生在 2.11%C 的铁碳合金中, 因此

$$(\text{Fe}_3\text{C II})_{\max} = (2.11 - 0.77) / (6.69 - 0.77) \times 100\% = 22.64\%$$

三次渗碳体即 $\text{Fe}_3\text{C III}$ 的可能最大含量在 0.0218%C 的铁碳合金中, 因此

$$(\text{Fe}_3\text{C III})_{\max} = (0.0218 - 0.0008) / (6.69 - 0.0008) \times 100\% = 0.31\%$$



(红果园考研同盟版权所有, 网址: hgykytm.taobao.com)



3.答: 在亚共析钢中, 随着含碳量的增加, 珠光体逐渐增多, 强度硬度升高, 而塑性韧性下降, 在过共析钢中, 含碳量 w_c 在接近 1% 时其强度达到最高值, 含碳量继续增加, 强度下降, 这是由于脆性的二次渗碳体在含碳量 w_c 高于 1% 时于晶界形成连续的网络, 使钢的脆性大大增加, 因此 T8 钢的强度, 塑性, 韧性均大于 T12 钢, 硬度小于 T12 钢。

4.答: 此组织为亚共晶的白口铁的室温组织, 图中的金相组织为珠光体和二次渗碳体和低温莱氏体, 图中的体积较大的团状组织是珠光体, 它是由初晶奥氏体转变而成, 小的颗粒是二次渗碳体, 它是从初晶奥氏体和共晶奥氏体中析出的, 和共晶渗碳体连成一片, 难以分辨。

$$5. (1) w_{\alpha} = \frac{0.75 - 0.5}{0.75 - 0.15} \times 100\% = 41.7\%$$

$$w_L + w_{(\alpha+\beta)} = 1 - w_{\alpha} = 58.3\%$$

$$w_{\alpha\text{共}} = \frac{0.95 - 0.75}{0.95 - 0.15} \times 58.3\% = 14.58\%$$

$$w_{\beta\text{共}} = \frac{0.75 - 0.15}{0.95 - 0.15} \times 58.3\% = 43.72\%$$

(2) 假设该合金的 B 质量分数为 w_B , 则

$$w_{\beta\text{初}} = \frac{w_B - 0.75}{0.95 - 0.75} \times 100\% = 50\%$$

$$\text{解得 } w_B = 0.85$$

四、综合分析题

1.由表层的细晶区, 中间的柱状晶区和心部的等轴晶区组成;

表层细晶区: 当高温的金属液体倒入铸型后, 结晶首先从型壁处开始, 由于靠近型壁的一薄层液体产生极大的过冷度, 加上型壁可以作为非均匀形核的基底, 使得在此一薄层产生大量的形核, 并同时向各个方向生长, 由于晶核数量很多, 故临近的晶粒彼此相遇, 不能继续生长, 这样便形成表层细晶区。

柱状晶区: 由于伴随着浇注的进行出现的种种因素使得液态金属冷却缓慢, 温度梯度变得平缓, 尽管在结晶前沿液体中有适当的过冷度, 但这一过冷度很小, 不能生成新的晶核, 但有利于细晶区内靠近液相的某些小晶粒的继续长大, 而稍远处的液体仍处于过热之中, 无法另行生核, 因此结晶主要靠晶粒的继续长大进行。垂直于型壁方向散热最快, 因而晶体沿其相反方向择优生长形成柱状晶。

中心等轴晶区: 随着柱状晶的发展, 经过散热, 铸锭中心部分的液态金属的温度全部降至熔点以下, 再加上液态金属中杂质等因素的影响, 满足了形核对过冷度的要求, 于是在整个剩余液体中同时形核, 由于此时的散热失去了方向性, 晶核在液体中可以自由长大, 在各个方向的长大速度也差不多, 因此长成了等轴晶。

2.会产生三种内应力

(1) 宏观内应力, 它是由金属工件或材料各部分的不均匀变形所引起的, 它是整个物体范围内处于平衡的力。

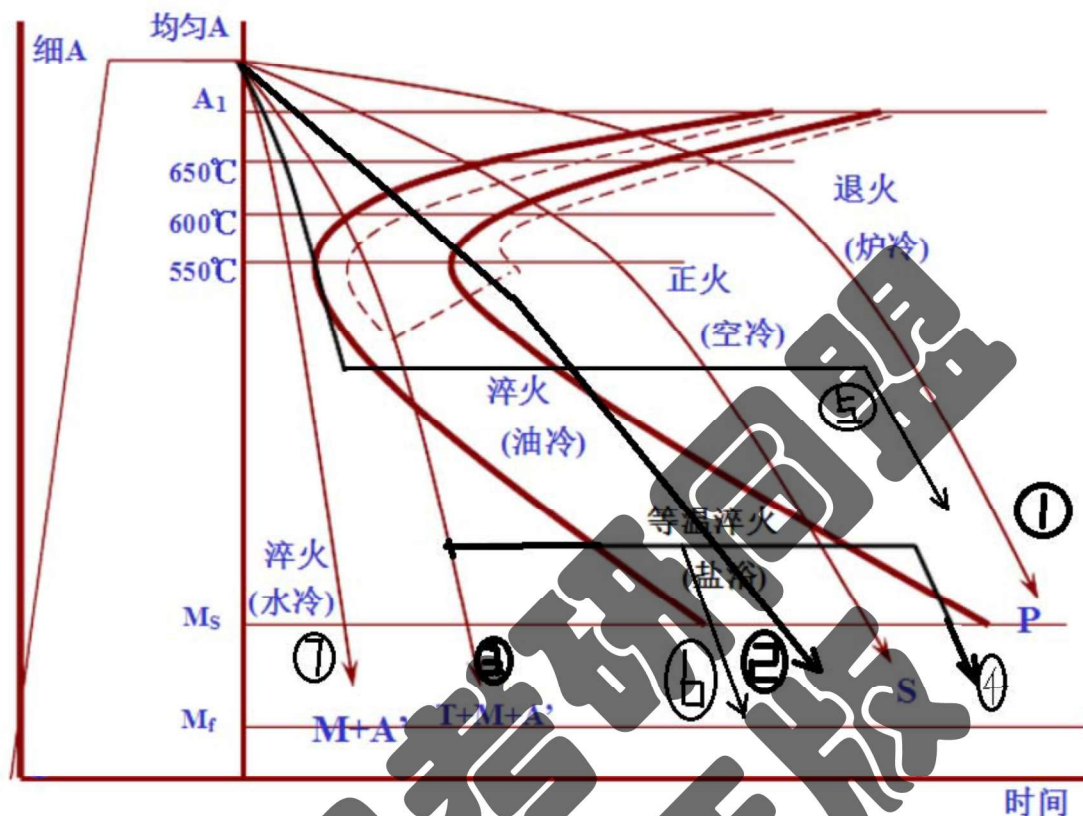
(2) 微观内应力, 它是金属经冷塑性变形后, 由于晶粒或亚晶粒变形不均匀引起的, 它是在晶粒或亚晶粒范围内处于平衡的力

(3) 点阵畸变, 塑性变形使金属内部产生大量的位错和空位, 使点阵中的一部分原子偏离其平衡位置, 造成点阵畸变。

残留应力的存在对金属材料的性能是有害的, 他导致材料及工件的变形、开裂和产生应力腐蚀。残余内应力可以通过自然时效或者热处理时效(退火或者正火)的方法消除。

3.拉拔钢丝拉过模孔后, 其断面尺寸必然减少, 而每单位面积上所受应力却会增加, 通过产生的加工硬化, 使强度增加, 不会被拉断, 但再进行后续拉拔过程中, 由于加工硬化的产生使继续拉拔变得困难, 所以在多次拉拔过程中, 要增加多次中间退火, 以便消除加工硬化。

4.



5. (1) 0.5mm: 金相组织为淬火马氏体(片状马氏体)+碳化物+残余奥氏体, 因为 0.5mm 在渗碳层的表层, 所以含碳量比较多, 会有碳化物的产生, 以及正常淬火得到的片状马氏体, 以及未能转化完全的残余奥氏体。

(2) 5mm: 金相组织为淬火马氏体(板条状马氏体), 由于 5mm 不在渗碳层范围内, 但是还在淬透层范围内, 所以最终可以完全得到马氏体。

(3) 30mm: 金相组织为马氏体+铁素体, 30mm 属于心部区域, 远离淬透深度, 冷却速度小于临界淬火速度, 所以最终只能得到少量马氏体和铁素体。



(红果园考研同盟版权所有, 网址: hgykym.taobao.com)

