

2007 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（2×10=20 分）

组元：组成合金的最小的、独立单元体。

晶体结构：原子（分子或离子）在三维空间的实际排列情况。

金属键：金属原子之间的结合键，称为金属键；它没有方向性和饱和性。

相变过冷度：钢在冷却过程中，实际发生相变温度与平衡相图临界温度之差。

形变织构：塑性变形中，变形量很大时，破坏了多晶体中各晶粒取向的无序性即出现择优取向，变形金属中的这种组织状态则称之为形变织构。晶格：规则排列的空间点阵用直线连接起来形成的空间格子称为晶格。

二次硬化：一些含有 Mo、W、V 等的钢回火时，其硬度不随回火温度的升高而降低，而且达到某一温度硬度升高，在另一温度达到最大值，这一现象称为二次硬化。配位数：晶体结构中 与任一个原子最近邻、等距离的原子数。

固溶体：溶质组元溶于溶剂点阵中而组成的单一均匀固体。奥氏体：碳溶与 γ -Fe 中形成的过饱和固溶体。

二、填空：（1×20 分）

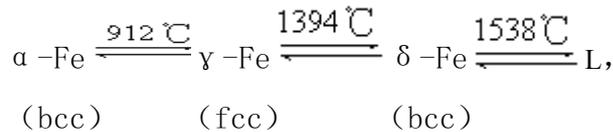
1. 体心立方和面心立方晶格中，单位晶胞原子数分别为（ 2 ）和（ 4 ），其致密度分别为（ 68% ）和（ 74% ），配位数分别为（ 8 ）和（ 12 ）。
2. 位错分为两种，它们是（刃型位错）和（螺型位错）；有多余半原子面的是（刃型位错）。
3. 金属的结晶过程主要由（形核）和（长大）两个基本过程组成。
4. 常温下，金属单晶体的塑性变形方式有（滑移）和（孪生）。
5. 强化金属材料的基本方法有（细晶强化）、（形变强化）、（弥散强化）、（热处理强化）、（固溶强化）和（沉淀强化）等。
6. 亚共析钢的正常淬火温度范围是（ $A_{c3} \pm 30 \sim 50^\circ\text{C}$ ），过共析钢的正常淬火温度范围是（ $A_{c1} \pm 30 \sim 50^\circ\text{C}$ ）。

三、简答题（50 分）

1. 在面心立方（fcc）中， $\langle 110 \rangle$ 晶向族中位于 (111) 晶面上的晶向有 $[0\bar{1}1]$ 、

$[011]$ 、 $[\bar{1}01]$ 、 $[\bar{1}10]$ 、 $[\bar{1}\bar{1}0]$

2. 纯铁的同素异构转变为:



实际意义: 有了纯铁的同素异构转变, 才有铁碳合金的固态相变, 正是有固态相变, 才有可能对铁碳合金进行热处理和合金化来改变合金性能。

举例: 某一亚共析钢, 通过加热方式进行奥氏体化, 然后以不同方式及冷却速度冷却, 得到不同组织, 则具有不同性能。

3. 铸锭凝固后得到的组织为:

表层等轴细晶区, 中间柱状晶区, 中心粗大等轴晶区

改善铸材组织的方法和途径有: 机械搅拌、超声波振动、电磁搅拌等。

4. 金属冷加工后组织变化: 形成纤维组织、形变组织;

性能变化: 加工硬化等

5. 奥氏体不锈钢产生晶间腐蚀的原因:

(1) 奥氏体不锈钢在 $450\sim 850^\circ\text{C}$ 区间受热后, 原来固溶在奥氏体中的碳与铬结合, 在奥氏体晶界上析出连续网状含铬的 Cr_{23}C_6 , 引起晶界周围基体产生贫铬区, 成为微阳极而发生腐蚀。

(2) 消除晶界腐蚀的方法有:

- ① 采用高温 $1050\sim 1100^\circ\text{C}$ 固溶处理, 通过扩散消除贫铬;
- ② 生产超低碳 ($\text{C}\% < 0.03\%$) 不锈钢;
- ③ 加入强碳化物形成元素;
- ④ 钢中含少量 δ 铁素体。

四、计算题 (40 分)

1. 绘制的 A-B 二元相图如右图。

解: 设共晶线上两 endpoint 成分分别为

$w_B = x$, $w_B = y$, 共晶点的成分

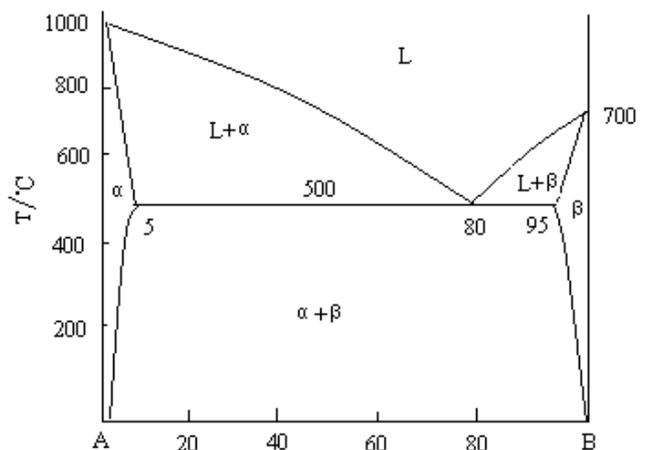
为 $w_B = z$, 则根据已知条件, 有:

$$73.3\% = \frac{z - 0.25}{z - x} \times 100\%$$

$$26.7\% = \frac{0.25 - x}{z - x} \times 100\%$$

$$40\% = \frac{z - 0.50}{y - x} \times 100\%$$

$$50\% = \frac{y - 0.50}{y - x} \times 100\%$$



$w_B \%$

A-B 二元相图

由上式分别解得 $x=0.05B$, $y=0.95B$, $z=0.80B$

2. 碳含量 (C%) 为 0.171%, 属于亚共析钢。

3. 简答: 结晶过程略,

珠光体含量为 53%, 二次渗碳体含量为 15.5%, 变态莱氏体含量为 31.5%,

五、分析题: (20 分)

W18Cr4V 是较为常见的高速工具钢, 该钢的热处理工艺为:

1. 首先对铸态的高速钢进行往复锻造, 以打碎莱氏体中的网状 (或鱼骨状) 的碳化物 (M_6C), 细化晶粒;

2. 成品热处理

① 预热:

预热一次 ($800\sim 860^\circ\text{C}$) 或两次 ($500\sim 650^\circ\text{C}$ 一次, $800\sim 860^\circ\text{C}$ 一次);

② 淬火:

1280°C

③ 回火:

560°C 一小时 (三次)。

简要说明: 首先对铸态高速钢进行往复锻造, 以打碎网状碳化物 (M_6C), 细化晶粒; 预热的是使合金元素充分溶入奥氏体中, 高温淬火是获得高合金的马氏体; 高温回火的目的是减少这种高合金中的残留奥氏体数量, 且析出弥散合金碳化物, 产生二次硬化, 使该钢具有红硬性及高的回火稳定性。三次高温回火的目的是使残余奥氏体量不断减少, 从大约 20% 减少到 2~3% 左右。