

827

华南理工大学
2018 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 材料科学基础

适用专业: 材料科学与工程; 材料工程(专硕)

共 8 页

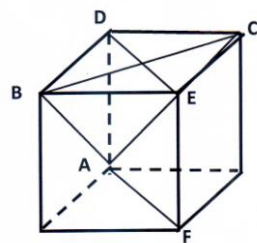
一、填空题: (每空 0.5 分, 共 20 分)

1、金属材料的 (1) 和 (2) 是决定材料性能的基本依据, 金属材料的热处理是在明晰材料 (3) 的前提下来设计热处理工艺。

2、晶界本身的强度与温度有关。一般情况下, 若晶粒的熔点为 T , 则当温度低于 $T/2$ 时, 晶界强度 (4) 晶内强度; 当温度高于 $T/2$ 时, 晶界强度 (5) 晶内强度, 晶粒形成粘滞流动, 使材料形成蠕变变形。

3、碳钢经奥氏体化后经过冷至 C 曲线中珠光体和马氏体线之间的区域保温将形成贝氏体, 保温温度接近珠氏体转变温度时, 形成的组织是 (6); 保温温度接近马氏体转变温度时, 形成的组织是 (7), 等温淬火热处理希望获得的组织是 (8)。

4、下图立方晶系中, ABC 面和 ADEF 面的晶面指数分别为 (9) 和 (10), 这两个面所在晶带轴指数为 (11)。



5、置换固溶体的溶解度与原子尺寸因素、(12) 因素、原子价因素和晶体结构有关。

6、室温下 Fe 的晶体结构类型为 (13), 它的晶格常数为 0.2863nm , 原子半径为 (14)。

7、 $\alpha\text{-Fe}$ 转变为 $\gamma\text{-Fe}$ 时, 体积会 (15), 这是因为 (16); $\gamma\text{-Fe}$ 的 (17) 间隙比 (18) 间隙大, 奥氏体中碳原子位于 (19) 间隙中。

- 8、组元 A、B 在液态和固态都无限互溶，它们形成的相图称为（ 20 ）相图。如平衡分配系数 $K_0 < 1$ ，则可判断组元（ 21 ）的熔点较高。
- 9、刃型位错既可以作（ 22 ）运动，又可以作（ 23 ）运动；而螺型位错只能作（ 24 ）运动。
- 10、冷变形金属低温回复时，主要是（ 25 ）密度下降；高温回复时，主要发生（ 26 ）过程。
- 11、金属再结晶后的晶粒大小与（ 27 ）、原始晶粒大小、（ 28 ）和杂质等有关。
- 12、具有粗糙界面的金属，其长大机制为（ 29 ），具有光滑界面的金属化合物、半金属或非金属，其长大机制可能有两种方式，其一为（ 30 ）方式，其二为（ 31 ）方式。
- 13、 A_1 、 A_3 、 A_{cm} 分别是 Fe-Fe₃C 相图中的（ 32 ）线、（ 33 ）线和（ 34 ）线。
- 14、再结晶的驱动力是（ 35 ），晶粒长大的驱动力是（ 36 ）。
- 15、多晶体中的晶界有大角度与小角度晶界之分，通常大角度与小角度晶界是按（ 37 ）的大小来分的。对于小角度晶界按其特征又分为（ 38 ）、（ 39 ）和（ 40 ）等多种类型。

二、选择题：（每题 1 分，共 20 分）

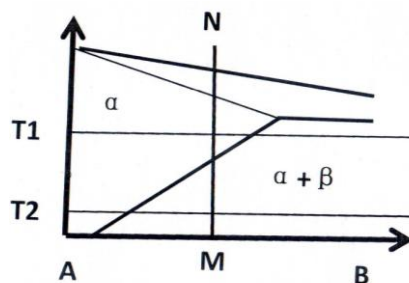
- 1、45 钢经调质处理后获得回火索氏体，回火索氏体属于（ ）。
A. 单相组织 B. 双相组织 C. 三相组织 D. 四相组织
- 2、含碳量最低的相或组织产物是（ ）。
A. 铁素体 B. 渗碳体 C. 珠光体 D. 马氏体
- 3、40Cr 钢和 40 钢中的碳含量相同，完全奥氏体化后测量出的 C 曲线变化为（ ）。
A. 40Cr 的 C 曲线在 40 钢的下面 B. 40Cr 的 C 曲线在 40 钢的上面
C. 40Cr 的 C 曲线在 40 钢的左边 D. 40Cr 的 C 曲线在 40 钢的右边
- 4、根据三元相图的垂直面图，（ ）。
A. 可以确定所有的三相区内发生的三相平衡反应的反应式

- B. 可以确定四相平衡反应的反应式，如果四相区同时和四个相区相邻
- C. 可以用杠杆定律计算两相区内各相的相对量
- D. 可以用重心法则计算三相区内各相的相对量
- 5、非均匀形核比均匀形核所需的过冷度要小得多，这是因为（ ）。
- A. 非均匀形核的临界半径较小 B. 在未溶杂质上不需要再形核
- C. 非均匀形核的临界形核功较小 D. 非均匀形核的临界形核功较大
- 6、关于马氏体相变，下列说法错误的是（ ）。
- A. 马氏体相变是通过均匀切变进行的 B. 马氏体相变属于扩散型相变
- C. 马氏体与母相是共格的，存在确定的位相关系 D. 马氏体相变具有可逆性
- 7、面心立方晶体的肖克莱不全位错（ ）。
- A. 只能是纯刃型位错 B. 只能攀移
- C. 可以是二维曲线形状 D. 可通过部分抽调一层密排面形成
- 8、位错在运动时，（ ）。
- A. 位错类型不变 B. 位错线形状不变 C. 柏氏矢量不变 D. 以上都不对
- 9、渗碳体是一种具有复杂晶体结构的（ ）。
- A. 间隙相 B. 间隙化合物 C. 间隙固溶体 D. 电子化合物
- 10、金属的常见晶体结构中，（ ）结构不能称为一种空间点阵。
- A. 密排六方 B. 面心立方 C. 体心立方 D. 简单立方
- 11、三种组元组成的试样在空气中用 X 射线衍射分析其随温度变化而发生相变的情况，最多可记录到（ ）共存。
- A. 2 相 B. 3 相 C. 4 相 D. 5 相
- 12、A 和 A-B 合金焊合后发生柯肯达尔效应，测定界面向 A 试样方向移动，则（ ）。
- A. A 组元的扩散速率大于 B 组元 B. 与 (A) 相反
- C. A、B 两组元的扩散速率相同 D. 以上说法都不正确
- 13、当金属材料塑性变形量较大时，由于（ ），造成“织构”现象。
- A. 交滑移 B. 复滑移 C. 晶体的转动 D. 单滑移

- 14、晶体的孪生变形与滑移变形不同，在于（ ）。
- A. 孪生是均匀切变过程，而滑移则不是
 - B. 滑移的机制是位错运动造成的，而孪生则不是
 - C. 滑移的结构导致晶体体积变化，而孪生则不是
 - D. 滑移沿着特定的晶体学面与方向进行，而孪生则可沿任意晶体学面和方向进行
- 15、关于 CCT 曲线，错误的说法是（ ）。
- A. 从 CCT 曲线可以获得钢的临界淬火速度
 - B. CCT 曲线是制定钢的冷却规范的依据
 - C. 根据 CCT 曲线可以估计淬火后钢件的组织和性能
 - D. CCT 曲线是制订热处理加热规范的依据
- 16、Fe 丝在室温下反复弯折，会越变越硬，直到断裂；而 Pb 丝在室温下反复弯折，则始终处于软态。其原因是（ ）。
- A. Pb 不发生加工硬化，不发生再结晶，Fe 发生加工硬化，不发生再结晶
 - B. Fe 不发生加工硬化，不发生再结晶，Pb 发生加工硬化，不发生再结晶
 - C. Pb 发生加工硬化，发生再结晶，Fe 发生加工硬化，不发生再结晶
 - D. Fe 发生加工硬化，不发生再结晶，Pb 发生加工硬化，不发生再结晶
- 17、含碳量 0.45wt.% 的铁碳合金平衡结晶后，按相组成物计算重量百分比，其中铁素体占（ ）。
- A. 93.27% B. 41.56% C. 57.23% D. 67.30%
- 18、立方晶系中， $\{110\}$ 晶面族包括（ ）组晶面。
- A. 6 B. 4 C. 8 D. 12
- 19、加热温度相同时，加热速度对奥氏体晶粒大小的影响是（ ）。
- A. 加热速度越快，奥氏体晶粒越细
 - B. 加热速度越快，奥氏体晶粒越大
 - C. 影响不大
 - D. 取决于不同的材料
- 20、面心立方结构的铝晶体中，每个铝原子在（111）面上的原子配位数为（ ）。
- A. 12 B. 6 C. 4 D. 3

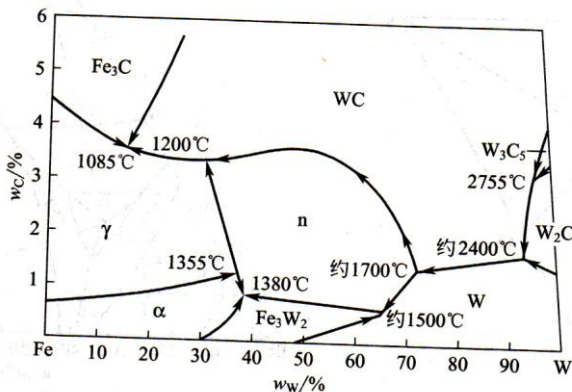
三、简答题：（每题 5 分，共 40 分）

- 1、根据结构转变的热力学条件和动力学条件，简述稳态结构和亚稳态结构之间的关系。
- 2、何谓成分过冷？成分过冷对晶体生长形态有何影响？
- 3、说明晶体缺陷对金属固态相变成核的影响。
- 4、含碳 2.0wt% 的铁碳合金试样，其室温组织中观察到少量的不平衡莱氏体，试简述其原因。
- 5、一个冷凝水管拟用金属 Cu 作为材料，但强度达不到要求，你有哪些办法可以提高它的强度？（要求提出四种以上强化手段）。
- 6、下图为元素 A 和 B 组成的二元相图，成分为 MN 的合金加热到 T_1 温度后充分保温后快冷至低温，然后在 T_2 温度保温时效，分析从时效开始至最后 MN 合金中相组成（包括亚稳相）变化过程。



- 7、试分析在 (111) 面上运动的伯氏矢量为 $b = \frac{a}{2}[\bar{1}10]$ 的螺位错受阻时，能否通过交滑移转移到 $(\bar{1}11)$ 、 $(1\bar{1}1)$ 或 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 面中的哪个面上继续滑移运动？为什么？请绘图表示与说明。

8、下图为 Fe-W-C 三元系液相面投影图，试判断 1085°C、1200°C、1355°C 和 1700°C 所发生的四相平衡转变的类型和转变反应式，并说明 C 含量为 2wt.%，W 含量为 20wt.% 的三元 Fe-W-C 合金在平衡冷却过程中的初生相。



四、论述题：（共 70 分）

1、论述晶界和晶粒大小对多晶体塑性变形的作用和影响。（10 分）

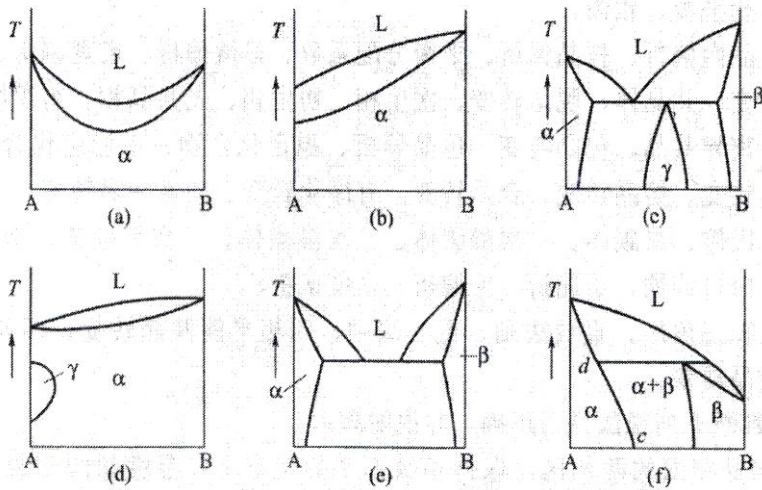
2、金属结晶为什么要有过冷度？形核率与温度的关系如何？什么是金属玻璃？如何获得？从形核率和温度的关系解释金属玻璃的形成。（10 分）

3、解答下面有关扩散问题：（共 12 分）

（1）钢在较低温度渗碳有一定的优越性，淬火变形小又可得到较细的晶粒，并能延长炉子的寿命。某人设想将渗碳温度从 1000°C 降到 900°C，而将渗碳时间相应延长 10%，即能获得同样结果。设分析这种设想是否正确。（已知碳在奥氏体中的扩散激活能为 140kJ/mol）。（8 分）

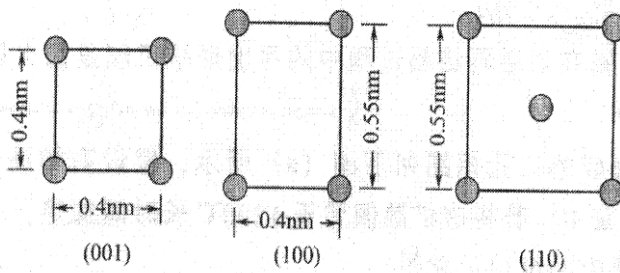
（2）扩散的微观机制有哪些？一般情况下，哪种机制扩散快一些？（4 分）

4、试判断下列相图的正确性，如果是错误的，指出错误所在，并说明理由。(12分)



5、下图所示为某晶体结构的几个晶面原子结构图，试回答以下问题：(共8分)

- (1) 绘出其晶体结构的晶胞图，并给出晶胞所占有的原子数。(3分)
- (2) 指出其所属布拉菲点阵类型。(2分)
- (3) 计算其致密度。(3分)



6、已知 20 钢的 $A_{c1}=735^{\circ}\text{C}$ ， $A_{c3}=845^{\circ}\text{C}$ ；T10 钢的 $A_{c1}=730^{\circ}\text{C}$ ， $A_{cm}=875^{\circ}\text{C}$ 。(共 18 分)

- (1) 20 钢供货状态(正火组织)硬度为 HRC15~20，经淬火后的硬度只有 HRC35~40，

写出淬火前后的相或组织组成，并解释硬度不足的原因；（3分）

（2）20 钢经 $930^{\circ}\text{C}+20\text{h}$ 高碳势气体渗碳后炉冷，表面碳浓度为 1.2%，经金相检验，渗碳层只有 0.3mm，且碳化物呈网状分布，试分析表面碳浓度偏高，渗碳层厚度不足且形成网状碳化物的原因；（3分）

（3）将步骤（2）渗碳后样品重新置于气体渗碳炉中，在中碳势于 930°C 再渗碳 4h 后水冷，表面碳浓度为 1.0%，渗碳层只有 1.0mm，但表面硬度只有 HRC53~55，试分析淬火后从表面至心部相或组织组成的变化规律，并解释表面硬度低的原因；（3分）

（4）将 20 钢先高碳势下渗碳 $930^{\circ}\text{C}+20\text{h}$ 后，立即在中碳势下渗碳 $930^{\circ}\text{C}+4\text{h}$ ，炉冷至 780°C 后水冷，表面硬度为 HRC60~61，试分析从表面至心部相或组织组成的变化规律，并解释表面硬度升高的原因；（3分）

（5）用户希望心部的渗碳体为细粒状，表面的为板条状马氏体+粒状碳化物组织，对于已经用步骤（4）处理的样品，制定满足客户要求的热处理工艺方案；（4分）

（6）20 钢为本质粗晶粒钢，渗碳后基体中可能存在什么组织缺陷，你如何通过合理的合金化设计来防止该缺陷。（2分）