

华南理工大学
2016 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: 金属学

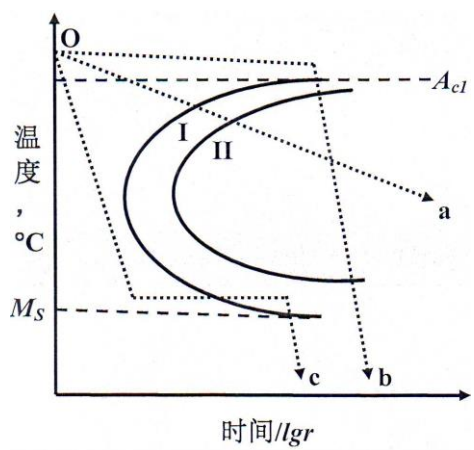
适用专业: 材料加工工程, 生物医学工程, 材料工程(专硕), 生物医学工程(专硕)

共 6 页

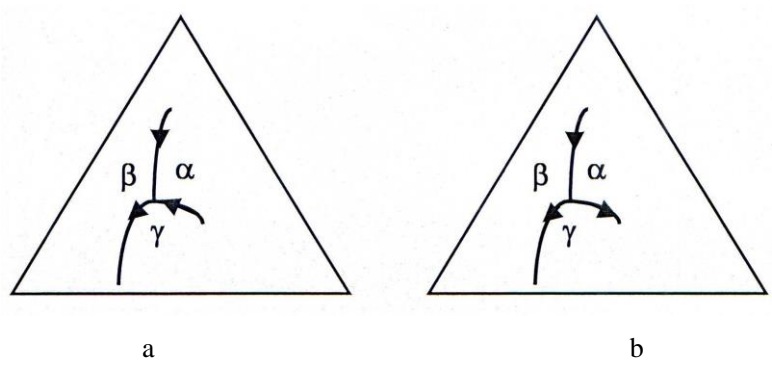
一、填空题 (每空 0.5 分, 共 25 分)

- 1、金属的结晶过程是 (1) 和 (2) 两个基本过程。
- 2、影响置换固溶体固溶度大小的因素主要有 (3)、(4)、(5) 和 (6) 等。
- 3、普通铸造凝固条件下, 实现铸件晶粒细化的途径主要有 (7)、(8) 和 (9)。
- 4、当 $\alpha\text{-Fe}$ 转变为 $\gamma\text{-Fe}$ 时体积 (10), 这是由于 (11) 所致。
- 5、低碳马氏体的亚结构是 (12), 高碳马氏体的亚结构是 (13)。
- 6、纯金属的晶粒长大是 (14) 扩散过程, 其扩散驱动力是 (15); 而钢渗碳过程中碳的扩散属于 (16) 扩散, 其扩散驱动力是 (17)。
- 7、与单晶体相比较, 多晶体的塑性变形也以 (18) 和 (19) 为基本方式, 但由于受 (20) 和 (21) 的影响, 其塑性变形抗力比单晶体高。
- 8、金属塑性变形后会残留三类内应力, 一般表述为第一类、第二类和第三类, 具体分别是 (22)、(23) 和 (24)。
- 9、热加工是指 (25) 温度以上的加工过程。
- 10、熔炼铜时加入少量镍后铜的强度和硬度升高, 这种强化称为 (26); 退火纯铜在室温下拉拔后强度和硬度也升高, 这种强化称为 (27)。铜熔化后, 快速冷却的铜比缓慢冷却的铜的强度和硬度高, 这种强化称为 (28); 在熔化的熔液中掺入一些微纳米钨粉, 搅拌均匀后凝固, 强度和硬度升高, 这种强化称为 (29)。
- 11、匀晶转变形成固溶体过程中, 若凝固在非平衡条件下进行, 则易于产生 (30) 偏析, 影响偏析程度的因素主要有 (31)、(32) 和 (33) 等。
- 12、化学热处理通常是由 (34)、(35) 和 (36) 三个基本过程构成。
- 13、固态相变的驱动力是 (37), 阻力是 (38) 和 (39)。
- 14、位错的滑移面是 (40) 和 (41) 所构成的平面, 刃型位错的滑移面有 (42) 个, 螺型位错的滑移面有 (43) 个。

15、T8 钢经下图所示的 a、b、c 三种冷却方式冷却后转变组织分别是（ 44 ）、（ 45 ）和（ 46 ）。



16、 判断以下三元相图四相平衡的类型：
 图 a 中交点所对应的温度发生三元（ 47 ）转变，反应式为（ 48 ）；
 图 b 中交点所对应的温度发生三元（ 49 ）转变，反应式为（ 50 ）。



二、选择题（单选题，每题 1 分，共 20 分）

- 面心立方晶格原子密度最大的晶面和晶向分别是（ ）。

A. {111}、<110>

B. {110}、<111>

C. {100}、<111>

D. {111}、<111>
- 金属回复与再结晶的驱动力主要是（ ）。

A. 点阵畸变储存能

B. 宏观变形不均匀所致内应力

C. 变形生热所致热应力

D. 晶粒间变形不均匀所致内应力

- 3、在设计零件中尽量避免尖角和棱角的主要目的是（ ）。
- A. 增加外形美观 B. 便于塑性加工成形
C. 防止淬火开裂 D. 改善显微组织
- 4、 α -Fe 由室温加热到 912°C 后形成 γ -Fe，其磁性性能（磁导率）变化为（ ）。
- A. 变化不大 B. 显著降低 C. 显著增加 D. 稍有增加
- 5、38CrMoAl 是常用的渗氮钢，其热处理工艺为（ ）。
- A. 球化退火→渗氮→调质 B. 调质→渗氮→正火
C. 完全退火→调质→渗氮 D. 渗氮→完全退火→调质
- 6、以下哪种材料常用作冷作模具钢（ ）。
- A. 45 钢 B. GCr15 C. Q235 D. 40Cr
- 7、65Mn 是本质粗晶粒钢，以下哪种热处理能保持其内部奥氏体晶粒不明显长大（ ）。
- A. 渗碳（ $930^{\circ}\text{C}+4\text{h}$ ） B. 扩散退火（ $980^{\circ}\text{C}+8\text{h}$ ）
C. 正火（ $950^{\circ}\text{C}+4\text{h}$ ） D. 淬火（ $850^{\circ}\text{C}+4\text{h}$ ）
- 8、某一工件需要表面淬火，若希望淬火深度为 3 毫米，应选用（ ）工艺。
- A. 高频 B. 中频 C. 工频 D. 先高频后工频
- 9、共析钢加热到 727°C 时发生奥氏体转变，奥氏体转变属于（ ）。
- A. 一级相变 B. 二级相变 C. 三级相变 D. 四级相变
- 10、铁素体和渗碳体排列方向一致的珠光体组织构成一个珠光体团，奥氏体等温转变成珠光体后，一个原奥氏体晶粒内可形成（ ）个珠光体团。
- A. 一个 B. 2 个 C. 3 个 D. 多个
- 11、一根弯曲的位错线，（ ）。
- A. 具有唯一的柏氏矢量 B. 具有唯一的位错类型
C. 柏氏矢量和位错类型处处不同 D. 上述说法都不正确
- 12、三元系发生共晶转变时，在四相平衡平面的（ ）。
- A. 上方邻接一个和下方邻接三个三相区 B. 上、下方各邻接两个三相区
C. 上方邻接三个和下方邻接一个三相区 D. 上方邻接四个三相区

- 13、界面能最低的相界面是（ ）。
- A. 共格界面 B. 半共格界面 C. 小角度晶界 D. 非共格界面
- 14、再结晶与重结晶都经历了形核与长大两个阶段，但再结晶前后，晶粒的（ ）。
- A. 晶格类型与化学成分都改变 B. 晶格类型与化学成分都不变
C. 晶格类型不变，化学成分改变 D. 晶格类型改变，化学成分不变
- 15、若回火产物是在 α 相（铁素体）基体上分布着微小的粒状碳化物， α 相已经回复，但尚未再结晶，故仍具有马氏体的针状特征，这种组织称为（ ）。
- A. 回火马氏体 B. 回火屈氏体 C. 回火索氏体 D. 贝氏体
- 16、间隙固溶体与间隙化合物相的（ ）。
- A. 结构相同，性能不同 B. 结构不同，性能相同
C. 结构相同，性能也相同 D. 结构和性能都不相同
- 17、立方晶体中，(110)和(211)面同属于（ ）晶带。 -
- A. [110] B. [100] C. [211] D. [111]
- 18、A 和 A-B 合金焊合后发生柯肯达尔效应，测得界面向 A 试样方向移动，则（ ）。
- A. A 组元的扩散速率大于 B 组元 B. B 组元的扩散速率大于 A 组元
C. A、B 两组元的扩散速率相同 D. A、B 两组元的原子尺寸不同
- 19、非均匀形核时，最有限的活性质点总是使接触角 θ （ ）。
- A. 趋于 180° B. 趋于 90° C. 趋于 0° D. 趋于 45°
- 20、合金组织中成分、结构和性质相同的部分称之为相，下面属于相的是（ ）。
- A. 珠光体 B. 奥氏体 C. 莱氏体 D. 索氏体

三、名词解释（每题 3 分，共 21 分）

- 1、二次再结晶
- 2、位错的攀移
- 3、不锈钢合金化的 $n/8$ 规律
- 4、本质晶粒度
- 5、金属玻璃
- 6、成分过冷
- 7、伪共晶

四、简答题（共 6 题，每题 5 分，共 30 分）

1、比较金属材料、陶瓷材料、高分子材料和复合材料在结合键上的差别。

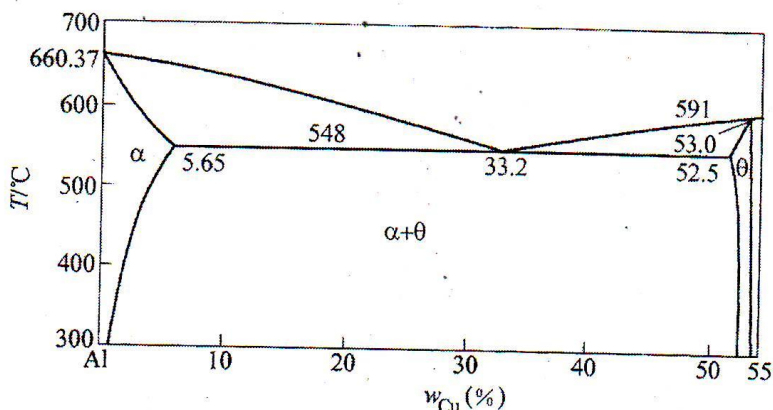
2、什么是解理面，金属晶体材料为何容易沿解理面断裂？

3、球墨铸铁中的碳含量很高，工程中希望获得板条状马氏体为主的基体来强化球墨铸铁，写出球墨铸铁的淬火工艺，并简要说明理由。

4、简述多组分合金中成分过冷对晶体生长形状的影响。

5、Al-Cu 二元合金相图如下图所示：

- (1) 分析什么成分的合金适于压力加工，什么成分的合金适于铸造？
- (2) 用什么方法可提高 $w_{\text{Cu}} < 5.6\%$ 的铝合金的强度？



6、拉伸铜单晶，拉力轴方向 $[001]$ ， $\sigma=10^6\text{Pa}$ ，求在 (111) 面上一个 $b=\frac{a}{2}[101]$ 的螺位错线所受的力（已知铜的点阵常数 $a=0.36\text{nm}$ ）。

（提示：立方晶系中两晶向的夹角关系为 $\cos \alpha = \frac{u_1 u_2 + v_1 v_2 + w_1 w_2}{\sqrt{u_1^2 + v_1^2 + w_1^2} \cdot \sqrt{u_2^2 + v_2^2 + w_2^2}}$ ）

五、论述题（共 54 分）

1、试从晶体结构的角度，说明间隙固溶体、间隙相及间隙化合物之间的区别。（10 分）

2、某面心立方晶体的可动滑移系是 $(1\ 1\ \bar{1})[\bar{1}\ 1\ 0]$ 。试回答下列问题：（13 分）

- 1) 指出引起滑移的单位位错的柏氏矢量。（3 分）
- 2) 若滑移是由纯刃型位错引起，指出位错线的方向和滑移方向。（3 分）
- 3) 若滑移是由螺型位错引起，指出位错线的方向和滑移方向。（3 分）
- 4) 假定在滑移系上作用一大小为 0.7MPa 的切应力，试计算单位刃型位错和单位螺型位错受力的大小和方向。（点阵常数 $a=0.2\text{nm}$ ）（4 分）

3、针对 Fe-C 合金回答下列问题：（13 分）

- 1) 画出 Fe-Fe₃C 相图，并标出相组成和主要的转变温度。（5 分）
- 2) 简述含碳量从 6.69% 逐渐降低过程中 Fe₃C 的形态变化规律。（3 分）
- 3) 分别计算 Fe-3.0%C 合金室温下的相组成物和组织组成物中各自的相对含量。（5 分）

4、某厂提供的 Cr12MoV 钢含碳量为 1.5%，球化退火后，经 X 射线衍射定量分析，合金中的碳全部以碳化物 M₂₃C₆、M₇C₃、M₆C 和 MC 的形式存在。其中 24% 的碳以 M₂₃C₆ 形式存在，50% 的碳以 M₇C₃ 形式存在，其余以 M₆C 和 MC 的形式存在。在淬火加热时，M₂₃C₆ 型碳化物在 950℃ 时开始溶入奥氏体中，980℃ 时溶解完毕，M₇C₃ 型碳化物在 1050℃ 时开始溶解，1120℃ 时能溶解 70%，其余碳化物需要在 1200℃ 以上才能开始溶解于奥氏体中。回答下列问题：（18 分）

1) 将该钢分别在 990℃ 和 1120℃ 充分保温并使碳化物的溶解达到平衡，在 990℃ 和 1120℃ 溶解到奥氏体中的碳浓度各是多少？（4 分）

2) 该钢在上述两种温度充分保温后油冷淬火，用金相显微镜观察，其组织形貌有何特征？解释形成这些组织特征的原因。（5 分）

3) 对淬火后样品进行硬度检验，发现 990℃ 淬火样品的硬度为 HRC62，而 1120℃ 淬火样品其硬度为 HRC56，为什么？（4 分）

4) 对上述两温度淬火的样品进行 420℃ 回火，990℃ 淬火样品的硬度为 HRC54，而 1120℃ 淬火样品的硬度为 HRC58，说明各自硬度变化的原因。（5 分）