

**南京航空航天大学**  
**二〇一〇年硕士研究生入学考试试题**

考试科目: 金属材料学

说 明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效

一、名词解释 (每个 4 分, 共 20 分)

1. 合金钢; 2. 氢脆; 3. 韧-脆转变温度; 4. 氮化; 5. 时效硬化。

二、填空题 (每个空 1 分, 共 20 分)

1. 按合金钢中合金元素总质量分数分, 合金钢可分为: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
2. 为改善低合金高强度结构钢的耐大气腐蚀性能, 通常加入的合金元素是\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
3. 由于通常的渗碳温度高达  $930^{\circ}\text{C}$  左右, 对于用\_\_\_\_、\_\_\_\_脱氧的钢, 奥氏体晶粒会发生急剧长大。为了防止奥氏体晶粒的长大, 常加入阻止奥氏体的晶粒长大的强碳化物形成元素\_\_\_\_、\_\_\_\_; 在航空发动机齿轮用渗碳钢中, 常加入\_\_\_\_, 可提高渗层和心部的韧性, 并降低韧-脆转变温度。
4. 18-4-1 退火后的组织为索氏体基体上分布着均匀细小的碳化物颗粒, 其碳化物的类型为  $\text{M}_6\text{C}$  型、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
5. 铁素体不锈钢的主要缺点是韧性低、脆性大。引起脆性的原因主要有: 粗晶脆性、\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
6. 碳在铸铁中既可以化合状态的渗碳体 ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) 形式存在, 也可以游离状态的石墨 (G) 形式存在。据此可以把铸铁分为三类: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
7. 根据使用状态的组织, 钛合金可分为三类: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

三、单项选择题 (每小题 1 分, 共 20 分)

1. 一般情形, 合金与其成份金属相比较, 通常(A)合金强度较高, 延性较小; (B)合金强度较低, 延性较大; (C)合金强度较高, 延性较大; (D)合金强度较低, 延性较小。
2. 合金的凝固温度(A)有一定范围, 与成分有关; (B)一定, 但随成分而变; (C)有一定范围, 与成分无关; (D)一定。
3. 炼铁的主要铁矿为(A)黄铁矿; (B)磁铁矿; (C)赤铁矿; (D)菱铁矿。
4. 目前国际上最重要的炼钢法是(A)平炉法; (B)电炉法; (C)吹气转炉法; (D)坩埚炉法。
5. 能使钢发生生冷脆性元素为(A)锰; (B)钨; (C)磷; (D)铬。
6. 硫对碳钢具有高温脆性之作用, 使碳钢无法做热加工, 必须于制钢过程中添加何种元素以消除? (A)碳; (B)铜; (C)硅; (D)锰。



7. 为了改善钢的切削性能, 通常加入适量的(A)铅; (B)铜; (C)硅; (D)碳。
8. 锉刀的材料以何种最适宜? (A)铸铁; (B)低碳钢; (C)中碳钢; (D)高碳钢。
9. 过共析钢正常化处理, 加热温度在(A)Ac<sub>2</sub> 以上 20℃~40℃; (B)Ac<sub>m</sub> 以上 20℃~40℃; (C)A<sub>3</sub> 以上 20℃~40℃; (D)Ac<sub>1</sub> 以上 20℃~40℃。
10. 氮化表面硬化法是使用(A)CH<sub>4</sub> 气体; (B)NO<sub>2</sub> 气体; (C)NH<sub>3</sub> 气体; (D)NO 气体。
11. 变压器及电机用的铁心材料大部分采用(A)钨钢; (B)钼钢; (C)锰钢; (D)硅钢。
12. 高速工具钢的回火温度应选用(A)550~570℃; (B)300~350℃; (C)100~150℃; (D)200~250℃。
13. 铬对高速钢的影响, 下列叙述中何者为误(A)含量在 5%以上可使钢材硬度变小; (B)可增加钢材硬度; (C)增加奥氏体内钨的溶解度; (D)使合金化合物稳定而益于淬火。
14. 不锈钢中主要合金元素为(A)铁、碳、铬; (B)镍、钨、铬; (C)铁、铜、锌; (D)铁、钨、铬。
15. 耐热钢广泛用于蒸汽阀, 其主要成份是(A)硅、铜; (B)硅、磷; (C)硅、锰; (D)硅、铬。
16. 生铁凝固迅速则成为(A)灰口铁; (B)麻口铁; (C)白口铁; (D)球铁。
17. 普通铸铁加热到 450℃ 以上, 随着加热温度的提高和加热时间的延长以及反复加热次数的增多, 除了在铸铁表面发生氧化外, 铸铁在每次加热冷却后其体积都发生膨胀的现象称为(A)铸铁热生长; (B)铸铁之偏析; (C)铸铁之共晶; (D)铸铁之季化。
18. 一般灰铸铁常用的热处理是(A)退火; (B)正常化; (C)球化; (D)淬火。
19. 下列那一种金属为轻金属(A)锡; (B)铜; (C)锌; (D)镁。
20. 内燃机活塞最适宜采用(A)铝、铜、硅、镁系合金; (B)硅、铝、镁系合金; (C)铝、镁、铅系合金; (D)铝、铜、镁、镍系合金。

四、判断题 (正确的打√, 错误的打×, 每小题 1 分, 共 20 分)

1. 钢中  $w_S \leq 0.035\%$ ,  $w_P \leq 0.035\%$  的碳钢称为高级优质碳素钢。
2. 遵循 Hägg 定则, 间隙固溶体的形成条件是:  $r_x/r_{Me} \leq 0.59$ 。
3. 铁的碳化物是最不稳定的, 渗碳体中 Fe 的原子可以被若干合金元素的原子所取代形成合金碳化物。
4. 为了防止钢中硫引起的热脆性, 可通过加入稀土元素生成稀土硫化物的办法来解决。
5. 层错能越低, 越有利于位错扩展和形成位错, 使滑移困难, 导致钢的加工硬化趋势增大。
6. 钢中较常见的是“白点”是由氮过量引起的。
7. 微合金化元素 Nb、V、Ti 延缓轧制时奥氏体再结晶能力由强到弱的顺序是铌、钛、钒。
8. 在金属离子空位的氧化物膜层中, 加入低价合金元素离子时, 由于低价元素对静电场的平衡贡献少, 可有更多的金属离子溶入空位, 其结果是氧化膜层中的金属离子空位浓度被降低,



最终导致通过空位的传导被减弱, 金属的抗氧化性将提高。

9. 常规热轧和控制轧制之间的差别在于: 常规热轧的铁素体形核只在奥氏体晶界上形成; 而控制轧制过程中, 奥氏体晶粒被形变带划分为几个部分, 使得铁素体形核不仅发生在奥氏体晶界上, 而且还在奥氏体的晶内。这样大大提高了形核率, 从而细化了晶粒。

10. 18Cr2Ni4WA、20Cr2Ni4A 等钢可渗碳后直接淬火, 以保证渗碳层中较少的残余奥氏体含量, 提高表面硬度。

11. 对于要求耐磨性良好的零件, 通常选用含有 Cr、Mo、Al 的调质钢进行氮化处理, 氮化处理后零件必须进行淬火+高温回火, 以获得氮化所需的性能。

12. 热作模具钢的一般为亚共析钢(合金元素含量高的已属于过共析钢), 为了获得热作模具所要求的力学性能, 要进行淬火及低温回火。

13. Cr 在高速钢中的作用是能显著增加钢的淬透性, 使高速钢在切削过程中的抗氧化作用增强, 利用 Cr 氧化膜的致密性防止粘刀, 降低磨损。

14. 高速钢的正常淬火组织为马氏体+碳化物。

15. 奥氏体不锈钢晶间腐蚀主要是在敏化温度区间内容易导致晶内相对于晶界贫铬, 使得晶内的铬含量被降低到  $n/8$  量限度以下, 因而在晶界附近发生了腐蚀。

16. 在不锈钢中, 只要铬的含量在一个  $n/8$  范围内, 随着铬含量的增加, 钢的耐蚀性能不变。

17. 为了保证低碳珠光体型热强钢在使用温度下组织性能稳定, 一般采用使用温度进行高温回火即可。

18. 当铸铁共晶液体结晶时, 从热力学条件来说, 对石墨化过程总是有利的; 从动力学条件来看, 有利于渗碳体的形成。

19. 工业上常通过变质处理来改变 Al-Si 共晶组织的形态, 在浇注前向  $820\sim 850^{\circ}\text{C}$  的合金液中投入质量为合金液  $2\sim 3\%$  的稀土镁合金变质剂, 浇注后, 可使组织明显细化, 得到树枝状的初生  $\alpha$  固溶体+细小均匀的共晶体, 强度和塑性得到了显著的提高。

20. MB2 属 Mg-Al-Zn 系, 不能热处理强化, 塑性较好, 适于加工成各种板、棒和锻件等半成品。

五、问答题(1~5 题每小题 8 分, 第 6 题 12 分, 共 52 分)

1. 对工程应用来说, 普通碳素钢的主要局限性是哪些?

2. 为什么说得到马氏体随后回火处理是钢中最经济而又最有效的强韧化方法?

3. 在什么温度范围内, 奥氏体不锈钢最易遭受晶间腐蚀? 为什么在这温度范围? 对奥氏体不锈钢而言, 何谓稳定处理?

4. 举出典型钢种说明低碳珠光体型热强钢的合金化原理。

5. 铝合金的合金化机制主要有哪些? 试述主加元素硅、铜、镁、锰、锌和辅加元素钛、硼、



稀土等的作用？

6. 某企业在用 18Cr2Ni4WA 钢制造齿轮时，磨削加工过程中，与磨削方向基本垂直的表面常常出现大量的较规则排列的裂纹，即磨削裂纹。试分析磨削裂纹产生的机理，并从热处理及磨削工艺提出可能的防止措施。

六、在下表中填入对应材料牌号的所属类别名称，并列出应用举例和相应的最终热处理方法。  
(共 18 分)

轴承内外圈、高速切削刀具、压气机叶片、400~500℃ 高压导管、发动机主轴、变速箱壳体

材料牌号	所属类别名称	应用举例	最终热处理方法
例：20CrMnTi	合金渗碳钢	汽车齿轮	淬火+低温回火
ZG200-400			
40CrNiMoA			
W18Cr4V2Co8			
G20CrNi2Mo			
35CrMo			
2A80			