

## 机械工程材料模拟练习题

### 一、填空题（每空 0.5 分）

1. 常用测定硬度的方法有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度测试法。
2. 金属材料的力学性能主要包括强度、硬度、弹性、塑性等；强度的主要判据有屈服强度和抗拉强度，强度和塑性可以用拉伸试验来测定；压入法测量方法简便、不破坏试样，并且能综合反映其它性能，在生产中最常用。
3. 铁碳合金在室温下平衡组织组成物的基本相是铁素体和渗碳体，随着碳的质量分数的增加，渗碳体相的相对量增多，铁素体相的相对量却减少。
4. 珠光体是一种复相组织，它由铁素体和渗碳体按一定比例组成。珠光体用符号 P 表示。
5. 铁碳合金中，共析钢的  $w_c = 0.77\%$ ，室温平衡组织为珠光体；亚共析钢的  $w_c = 0.0218\% - 0.77\%$ ，室温平衡组织为铁素体和珠光体；过共析钢的  $w_c = 0.77\% - 2.11\%$ ，室温平衡组织为珠光体和二次渗碳体。
6. 铁碳合金结晶过程中，从液体中析出的渗碳体称为一次渗碳体；从奥氏体中析出的渗碳体称为二次渗碳体；从铁素体中析出的渗碳体称为三次渗碳体。
7. 低碳钢的碳质量分数范围是： $W_c < 0.25\%$ 、中碳钢： $W_c = 0.25\% - 0.6\%$ 、高碳钢： $W_c > 0.6\%$ 。
8. 金属的晶粒越细，强度、硬度越高，塑性、韧性越好。实际生产中可通过增加过冷度、变质处理和附加振动来细化晶粒。
9. 常用金属中， $\gamma$ -Fe、Al、Cu 等金属具有面心立方晶格， $\alpha$ -Fe 具有体心立方晶格。
10. 金属的结晶是在过冷的情况下结晶的，冷却速度越快，过冷度越大，金属结晶后的晶粒越细小，力学性能越好。
11. 钢的热处理工艺是由（加热）、（保温）和（冷却）三个步骤组成的；热处理基本不改变钢件的（形状和尺寸），只能改变钢件的（结构组织）和（力学性能）。
12. 完全退火适用于（亚共析碳）钢，其加热温度为（Ac3 以上 30-50°C），冷却速度（缓慢），得到（铁素体和珠光体）组织。
13. 球化退火又称为（均匀化）退火，其加热温度在（Ac1 + 20-30°C），保温后（随炉缓慢）冷却，获得（球状珠光体）组织；这种退火常用于高碳工具钢等。
14. 中碳钢淬火后，再经低温回火后的组织为（回火马氏体），经中温回火后的组织为（回火托氏体），经高温回火后的组织为（回火索氏体）；淬火高温回火后具有（综合力学）性能。
15. 钢的高温回火的温度范围在（500-650°C），回火后的组织为（回火索氏体）。
16. 按化学成份分类，就含碳量而言，渗碳钢属低碳钢，调质钢属中碳钢，滚动轴承钢属高碳钢。
17. 高速钢 W18Cr4V 中合金元素 W 的作用是提高钢的红硬性和回火稳定性；Cr 的作用是提高钢的淬透性；V 的作用是与 C 形成稳定的 VC，具有极高的硬度和耐磨性。高速钢的锻造不仅是为了成型，而且是为了使莱氏体中呈粗大鱼骨状的共晶合金碳化物均匀分布在基体上。高速钢淬火后需经560°C 三次回火，回火后其组织由隐针马氏体、粒状碳化物及少量残余奥氏体构成，其性能具有高硬度、高强度、高耐磨性。
18. 按用途分，合金钢可分为（合金结构）钢、（合金工具）钢、（特殊性能）钢。
19. 40Cr 钢中铬的平均含量约为（W\_{Cr} < 0.2\%），GCr9 钢中铬的平均含量约为（0.9\%）。
20. 与铸钢相比，普通灰口铸铁具有以下优异的使用性能：（铸造性能）、（减震性）和（切削加工性），但是（塑性和韧性）差。
21. 可锻铸铁的生产过程是首先铸成（白口）铸件，然后再经过（石墨化退火或氧化脱碳），使其组织中的（渗碳体）转变成为（团絮状石墨）。
22. （化学成分）和（冷却速度）是影响铸铁石墨化的主要因素。
23. 球墨铸铁是通过浇铸前向铁水中加入一定量的（球化剂）进行球化处理，并加入少量的（碳和硅）促使石墨化，在浇铸后直接获得球状石墨结晶的铸铁。
24. 填出下列力学性能指标的符号：屈服强度 σ\_s，洛氏硬度 C 标尺 HRC，冲击韧

性 a。(ak)

25. 碳素钢除铁、碳外，还常有锰、硅、硫、磷等杂质元素，其中锰是有益元素，硫、磷是有害元素。
26. 内部原子杂乱排列的物质叫做非晶体，内部原子规则排列的物质叫晶体，一般固态金属都属于晶体。
27. QT400-15 表示名称为铁素体球墨铸铁的材料，其中两组数字分别表示和断面伸长率，其石墨形态为球状。
28. 自由锻的基本工序有镦粗、拔长、冲孔、扩孔、弯曲、扭转、错移和切割等。
29. 在亚共析碳钢中，钢的力学性能随含碳量的增加其强度提高而塑性下降，这是由于平衡组织中珠光体增多而铁素体减少的缘故。

## 二、选择题(每空1分)

1. 表示金属材料屈服强度的符号是(B)。  
A.  $\sigma_s$  B.  $\sigma_0$  C.  $\sigma_b$  D.  $\sigma_{-1}$
2. 表示金属材料弹性极限的符号是(A)。  
A.  $\sigma_s$  B.  $\sigma_0$  C.  $\sigma_b$  D.  $\sigma_{-1}$
3. 金属材料在载荷作用下抵抗变形和破坏的能力叫(A)。  
A. 强度 B. 硬度 C. 塑性 D. 弹性
4. 下面所列组织中，脆性最大的是(D)；塑性最好的是(C)。  
(a)F (b)P (c)A (d) $Fe_3C$
5. 在 $Fe-Fe_3C$ 相图中，钢与铁的分界点的含碳量为(C)。  
A. 2% B. 2.06% C. 2.11% D. 2.2%
6. 莱氏体是一种(C)。  
A. 固溶体 B. 金属化合物 C. 机械混合物 D. 单相组织金属
7. 在 $Fe-Fe_3C$ 相图中，ES线也称为(D)。  
A. 共晶线 B. 共析线 C. A<sub>1</sub>线 D. Acm线
8. 在 $Fe-Fe_3C$ 相图中，共析线也称为(D)。  
A. A<sub>1</sub>线 B. ECF线 C. Acm线 D. PSK线
9. 珠光体是一种(C)。  
A. 固溶体 B. 金属化合物 C. 机械混合物 D. 单相组织金属
10. 加热是钢进行热处理的第一步，其目的是使钢获得(B)。  
A. 均匀的基体组织 B. 均匀的A体组织 C. 均匀的P体组织 D. 均匀的M体组织
11. 完全退火主要用于(A)。  
A. 亚共析钢 B. 共析钢 C. 过共析钢 D. 所有钢种
12. 共析钢在奥氏体的连续冷却转变产物中，不可能出现的组织是(C)。  
A. P B. S C. B D. M
13. 退火是将工件加热到一定温度，保温一段时间，然后采用的冷却方式是(C)。  
A. 随炉冷却 B. 在油中冷却 C. 在空气中冷却 D. 在水中冷却
14. 经过热成形制成的弹簧，其使用状态的组织是(C)。  
A. 珠光体 B. 回火马氏体 C. 回火屈氏体 D. 索氏体
15. 为了改善20钢的切削加工性能，一般应采用(B)。  
A. 退火 B. 正火 C. 淬火
16. 亚共析钢的淬火加热温度一般确定为(B)以上 30℃~50℃。  
A.  $A_{C_1}$  B.  $A_{C_3}$  C.  $A_{cm}$
17. 可用作弹簧的钢是(C)。

A, 20 B, 9SiCr C, 60Si2Mn D, 20 CrMnMo

18. 制造板牙常选用 (D) 钢。

A, 5 CrNiMo B, Cr12MoV C, W18 Cr4V D, 9 SiCr

19. 20CrMnTi 钢根据其组织和机械性能，在工业上主要作为一种 (A) 使用。

A. 合金渗碳钢 B. 合金弹簧钢 C. 合金调质钢 D. 滚动轴承钢

20. 将相应的牌号填入括号内：硬铝 (A), 黄铜 (B)。

a、2A11 (LY11); b、H62; c、3A21 (LF21)。

21. 塑性是指金属在静载荷作用下 (C), 强度是指金属在静载荷作用下 (D)。

a、抵抗塑性变形的能力；b、抵抗破断的能力；c、产生残余变形而不被破坏的能力；d、抵抗塑性变形和断裂的能力。

22. 马氏体是 (D), 奥氏体是 (B)。

a、铁和碳的金属化合物；b、碳在  $\gamma$ -Fe 中的固溶体；

c、碳在  $\alpha$ -Fe 中的固溶体；d、碳在  $\alpha$ -Fe 中的过饱和固溶体。

23. 当浇注具有圆柱形内腔的铸件时，用 (C) 可省去型芯。

a、压力铸造；b、熔模铸造；c、离心铸造

24. 区别冷变形和热变形的依据是 (B)。

a、变形时是否有加热；b、变形温度的高低；

c、变形后是否有加工硬化组织。

25. 随温度下降从奥氏体中析出的渗碳体称为 (B)，从铁素体中析出的渗碳体称为 (C)。

a、一次渗碳体；b、二次渗碳体；c、三次渗碳体。

26. 常温下金属的晶粒越细，则力学性能是 (B)。

a、强度越高，塑性越好；b、强度越高，塑性越差；

c、强度越低，塑性越差。

27. 马氏体、贝氏体、珠光体、渗碳体四者相比，(C) 的硬度最高，(D) 的硬度最低。

a、马氏体；b、贝氏体；c、渗碳体；d、珠光体。

28. 将相应的牌号填入括号内，灰铸铁 (B), 高速钢 (C), 不锈钢 (A)。

a、0Cr19Ni9; b、HT200; c、W18Cr4V。

29. 金属型铸造适用于 (A) 生产。

a、大批、大量；b、小批量；

c、成批、大量、也可单件。

### 三、名词解释 (每题 3 分)

1. 第二类回火脆性：合金钢在 450-650 $^{\circ}$ C 范围内回火后，缓冷时出现的脆性，是一种可逆的回火脆性。(书中：淬火合金钢在 450-650 $^{\circ}$ C 回火时出现的回火脆性)

2. 二次硬化：钢中含有 Cr、Mo、V、Ti、Ni 等碳化物形成元素，经淬火并在 500-600 $^{\circ}$ C 之间回火时，不仅硬度不降低，反而升高到接近淬火钢得高硬度的强化效应。(书中：淬火合金钢在 500-600 $^{\circ}$ C 温度范围内回火时，硬度升高的现象)

3. 回火稳定性：淬火钢在回火时抵抗强度、硬度下降的能力

4. 固溶强化：通过形成固溶体使金属强化的现象 (书中：当溶质原子融入溶剂晶格，使溶剂晶格发生畸变，导致固溶体强度、硬度提高，塑性和韧性略有下降的现象)

5. 时效处理：金属工件经固溶处理，冷塑性变形，经铸造、锻造后，在较高的温度设置成定温，保持其性能、形状、尺寸随时间的变化的热处理工艺

6. 调质处理：淬火后高温回火的热处理方法

7. 淬透性：刚淬火时获得马氏体的能力

8. 淬火临界冷却速度 ( $V_k$ ): 冷却速度  $V_k$  与 C 曲线鼻尖相切点
9. 石墨化退火: 可 ~~X~~ 段化退火使渗碳体在高温下长时间保温分解为团絮状石墨
10. 铁素体: 碳溶解于体心立方晶格  $\alpha$ -Fe 中所形成的固溶体
11. 退火: 将金属和合金加热到适当温度, 保持一定时间, 然后缓慢冷却的热处理工艺
12. 同素异构转变: 高温状态下的晶体, 在冷却过程中晶格结构发生改变的现象
13. 铸造工艺图: 用红、蓝两色铅笔, 将各种简明的工艺符号, 标注在产品零件图上的图样
14. 焊接性: 金属材料对焊接加工的适应性
15. 淬火: 将刚加热到  $A_{c3}$  或  $A_{c1}$  以上, 保温一定时间使其奥氏体化, 再以大于临界冷却速度快速冷却, 从而发生马氏体转变的热处理工艺
16. 铸造: 将液态金属浇注到铸型型腔中, 讲其冷却凝固后, 获得一定形状的毛胚或零件的方法
17. 奥氏体: 碳溶解于面心立方晶格  $\gamma$ -Fe 中所形成的固溶体
18. 加工硬化: 随着塑性变形量得增加, 金属的强度、硬度升高, 塑性、韧性下降的现象

#### 四、判断题 (每题 1.5 分)

1.  $A_{c1}$  表示奥氏体向珠光体平衡转变的临界点。(~~X~~)
2. 临界淬火冷却速度 ( $V_k$ ) 越大, 钢的淬透性越高。(~~X~~)
3. 钢氮化处理后必须经过淬火才能获得高硬度。(~~X~~)
4. 退火与正火在工艺上的主要区别是正火的冷却速度大于退火。(~~V~~)
5. 球化退火可使过共析钢中严重连续网状二次渗碳体及片状共析渗碳体得以球化化。(~~V~~)
6. 40 钢比 40Cr 钢的淬透性、淬硬性和回火稳定性均低。(~~X~~)
7. 接近共晶成分的合金, 流动性最好。(~~V~~)
8. 1Cr13 钢的含铬量比 GCr15 钢低。(~~X~~)
9. 钢的加热温度低于 727℃ 时, 其组织不发生变化。(~~X~~)
10. 用同一钢料制造的截面不同的两个零件, 在相同条件下进行淬火, 小件比大件的淬硬层深, 故钢的淬透性好。(~~X~~)
11. 感应加热表面淬火时, 电流频率越高, 淬硬层越深。(~~X~~)
12. 可锻铸铁由于具有较好的塑性, 故可以进行锻造。(~~X~~)
13. 由于可锻铸铁的塑性比灰铸铁好, 所以是可以锻造的铸铁。(~~X~~)
14. 砂型铸造、金属型铸造、熔模铸造、压力铸造相比, 大批生产时压力铸造的生产率最高。(~~V~~)
15. 承受重载荷的重要零件, 例如轴、齿轮、连杆等大多采用锻件毛坯。(~~X~~)
16. 淬火钢随着回火温度的升高, 钢的硬度值显著降低, 这种现象称为回火脆性。(~~X~~)
17. 灰铸铁通过球化退火可以转变为球墨铸铁。(~~X~~)
18. 在室温下进行金属变形加工, 称为冷加工。(~~X~~)
19. 淬透性好的钢, 淬火后硬度一定很高。(~~X~~)
20. 将钢件加热到  $A_1$  以下某一温度, 保温、冷却, 称为回火。(~~X~~)
21. 珠光体的含碳量是 6.69%。(~~0.77%~~) (~~X~~)

#### 五、说出下列钢号属于哪一类钢, 并说出牌号中各符号和数字的含义 (每空 1 分)

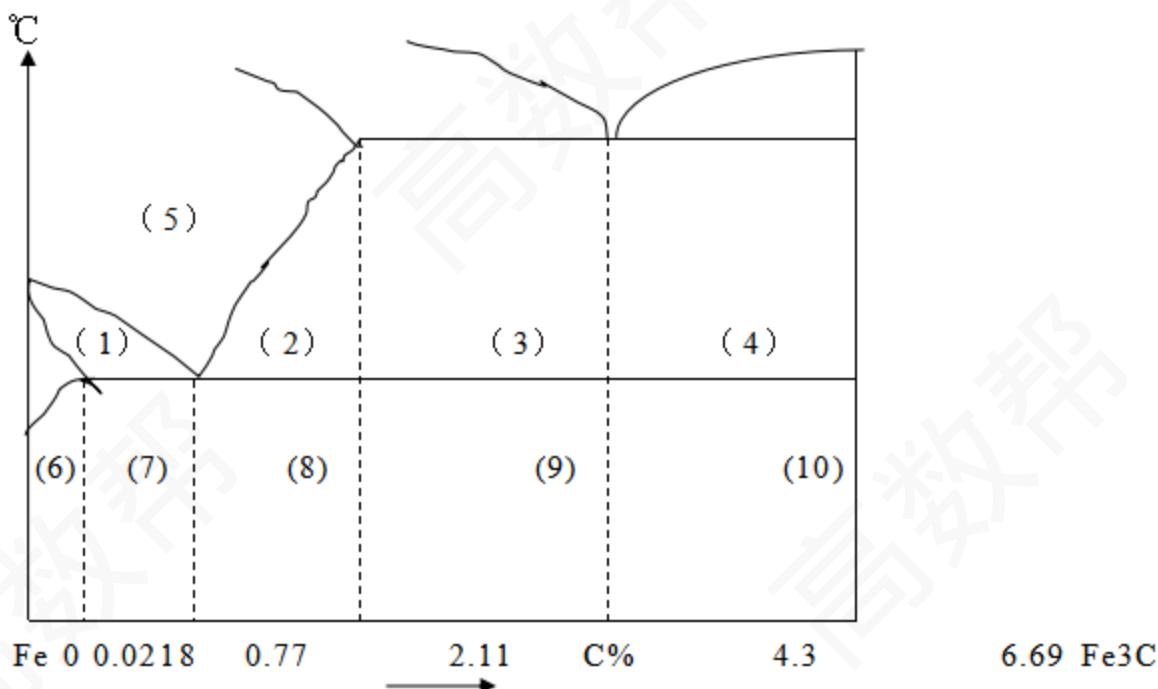
钢号	类型	牌号中各符号和数字含义
Q390	碳素结构钢	屈服点为 390MPa

50CrVA	弹簧钢	数字表示弹的质量分数万倍
T8A	碳素工具钢	表示平均 $W_c=0.8\%$ 的碳素工具钢, A 表示高级优质钢
35	优质碳素结构钢	表示 $W_c=0.35\%$
GCr15SiMn	滚动轴承钢	“G”是滚的首字母, 含 Cr1.5%, 含 Si0.1%
1Cr19Ni9Ti	奥氏体不锈钢	$W_c=0.1\% , W_{Cr}=19\% , W_{Ni}=9\% , W_{Ti}=1\%$

## 六、填图及计算

1. 在下图中数字所标的七个区域内填上相应的组织组成物。(每空 1 分)

- 1: F+A    2: A+Fe3C II    3: A+Fe3C II +Ld    4: Fe3C I +Ld    5: A    6: F+Fe3C II    7: F+P  
 8: P+Fe3C II    9: P+Fe3C II +Ld'    10: Fe3C I + Ld'



2. 计算上图中含碳量为 0.77% 的铁碳合金中常温下铁素体与渗碳体的相对含量。  
 。 ( ) 分

$$\begin{cases} Q_F + Q_{Fe_3C} = 1 \\ Q_F \cdot 0 + Q_{Fe_3C} \times 6.69\% = 0.77\% \end{cases} \Rightarrow Q_{Fe_3C} = \frac{0.77\%}{6.69\%} = 0.115$$

$$Q_F = 0.885$$

$$\frac{Q_F}{Q_{Fe_3C}} = \frac{0.885}{0.115} = 7.69$$

## 七、问答题

1. 何谓共析反应和共晶反应？试比较这两种反应的异同点。

共析反应：一定温度下，一定成分的固相同时析出两种一定成分的固相的反应

共晶反应：一定温度下，一定成分的液相同时结晶出两种成分和结构都不相同的新固相的反应

相同点：共析和共晶转变都会形成两相混合物

不同点：相对于共晶体，共析体的组织较细小且均匀，共析反应母相是固相，而共晶则是液相

2. 淬火的目的是什么？亚共析碳钢及过共析碳钢淬火加热温度应如何选择？试从获得的组织及性能等方面加以说明。

目的：获得马氏体，提高钢的性能、硬度和耐磨性

共析钢淬火温度为  $Ac_3+30-50^{\circ}C$ ，组织为  $W_c \leq 0.5\%$  时为 Mn 和均匀而细小的马氏体， $W_c > 0.5\%$  时为 Mn+A

过共析钢淬火温度为  $Ac_1+30-50^{\circ}C$ ，温度高于  $Accm$ ，则奥氏体晶粒粗大，含碳量高，淬火后马氏体晶粒粗大，A%增大，硬度、耐磨性下降，脆性、变形裂开倾向增加。组织物为 M' + Fe<sub>3</sub>（颗粒+A'），这种组织不仅具有高强度、高耐磨性

3. 晶粒大小对金属的性能有什么影响？细化晶粒的方法有哪几种？

常温下，晶粒越细，晶界面积越大，因而金属的强度、硬度越高，同时塑性、韧性也好

高温下，晶界呈粘滞状态，在协助作用下易产生滑动，因而细晶粒无益，但晶粒太粗易产生应力集中，因而高温下晶粒过大过小都不好

方法：1：增大过冷度 2：变质处理 3：附加振动

4. 为什么一般情况下亚共析钢采用完全（奥氏体化）淬火，过共析钢采用不完全淬火？

1：亚共析钢才用完全淬火是因为如果加热温度过低（<Ac<sub>3</sub>），在淬火钢中将出现铁素体组织，造成淬火硬度不足，如果加热温度过高（>Ac<sub>3</sub>），将引起奥氏体晶粒粗大，淬火后得到粗大的马氏体组织，韧性降低

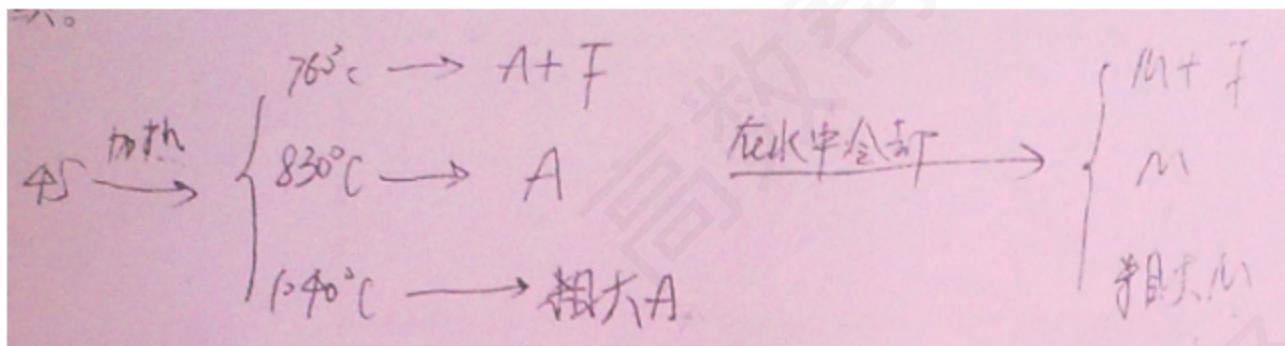
2：过共析钢才用不完全淬火是因为如果加热温度高于 Accm，则奥氏体晶粒粗大，含碳量高，淬火后马氏体晶粒粗大，残余奥氏体增多，使刚硬度、耐磨性下降，脆性变形裂开倾向增加

5. 为减少钢件的淬火变形、防止开裂，从淬火方法上应采取哪些措施？

选择合适的淬火方法可以在获得所要求的淬火组织和性能条件下，尽量减小淬火应力，从而减小工件变形和开裂的倾向

措施：单液淬火法，双液淬火法，分级淬火法，等温淬火法，局部淬火法，冷处理

6. 45 钢（ $Ac_1=730^{\circ}C$ ,  $Ac_3=780^{\circ}C$ ）分别加热至  $760^{\circ}C$ ,  $830^{\circ}C$ ,  $1040^{\circ}C$  时的组织以及在水中冷却后的组织。



7. . 45 ( $\text{Ac}_1=730^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{Ac}_3=780^{\circ}\text{C}$ ) 钢制造的连杆, 要求具有良好的综合机械性能, 试确定淬火、回火加热温度及淬火、回火后的组织。

淬火温度:  $810\text{--}830^{\circ}\text{C}$     高温回火:  $500\text{--}650^{\circ}\text{C}$     淬火组织: M    回火组织: 回火索氏体

8. 试说明下列合金钢的名称及其主要用途。

W18Cr4V、1Cr18Ni9Ti

高速钢, 是合金工具钢中的重要钢种

奥氏体不锈钢, 用于化工设备和管道

9. 指出普通灰口铸铁与球墨铸铁在石墨形态、机械性能和应用方面的主要区别。

石墨形态: 前者为片层状, 后者为球状

球墨铸铁与灰铸铁相比, 有高的强度和良好的塑性和韧性, 屈服点比碳素结构钢高, 疲劳强度接近中碳钢, 同时, 它具有灰铸铁的减震性, 减磨性和小的缺口敏感性等优良性能, 球墨铸铁中的石墨球的圆管度越好, 球径越小, 分布约均匀, 则球墨铸铁的力学性能就越好(高强度, 塑性、韧性好)

10. 拟用 T10 制造形状简单的车刀, 工艺路线为: 锻造—热处理—机加工—热处理—磨加工

(1) 试写出各热处理工序的名称并指出各热处理工序的作用;

(2) 指出最终热处理后的显微组织及大致硬度;

(3) 制定最终热处理工艺规定(温度、冷却介质)

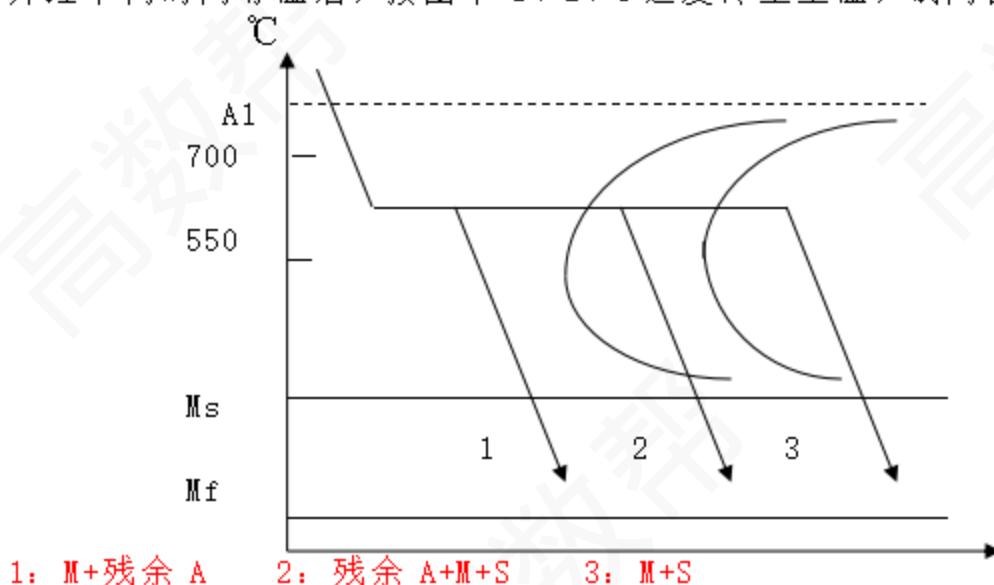
1: 锻造: 自由锻    热处理: 退火, 改善切削性能    机加工: 切削

热处理: 淬火, 增加硬度及耐磨性, 低温回火, 细小的马氏体减少淬火应力, 防止裂纹  
磨加工: 锉削

2: 细小回火马氏体, 粒状合金碳化物, 少量的残余奥氏体

3: 温度:  $\text{Ac}_1+30\text{--}50^{\circ}\text{C}$ , 冷却介质为油(空气、水选……)

11. 下图为 T8 钢的等温转变曲线(C 曲线), 若使该钢在  $620^{\circ}\text{C}$  进行等温转变, 并经不同时间等温后, 按图中 1、2、3 速度冷至室温, 试问各获得什么组织?



## 12. 何谓再结晶？它对工件的性能有何影响？

金属的组织和性能又重新回到冷却变形前的状态，而且结晶出的经历与变形前完全一样，成为再结晶过程。

影响：强度、硬度降低，塑性、韧性升高，消除了加工硬化

### 工程材料试题

#### 一、名词解释题（每题3分，共30分）

- 1、金属化合物；与组成元素晶体结构均不相同的固相
- 2、固溶强化；随溶质含量增加，固溶体的强度、硬度提高，塑性、韧性下降的现象。
- 3、铁素体；碳在 $\alpha$ -Fe中的固溶体
- 4、加工硬化；随冷塑性变形量增加，金属的强度、硬度提高，塑性、韧性下降的现象。
- 5、球化退火；将工件加热到 $Ac_1$ 以上30—50摄氏度保温一定时间后随炉缓慢冷却至600摄氏度后出炉空冷。
- 6、金属键；金属离子与自由电子之间的较强作用就叫做金属键。
- 7、再结晶；冷变形组织在加热时重新彻底改组的过程。
- 8、枝晶偏析；在一个枝晶范围内或一个晶粒范围内成分不均匀的现象。
- 9、正火；是将工件加热至 $Ac_3$ 或 $Accm$ 以上30~50℃，保温一段时间后，从炉中取出在空气中冷却的金属热处理工艺。
- 10、固溶体。合金在固态时组元间会相互溶解，形成一种在某一组元晶格中包含有其他组元的新相，这种新相称为固溶体

#### 二、简答题（每题8分，共48分）

- 1、金属结晶的基本规律是什么？晶核的形成率和成长率受到哪些因素的影响？《P16》

##### 1 結晶的基本過程——晶核形成與晶核长大

結晶時的冷却速度（即過冷度）隨着過冷度的增大，晶核的形成率和成長率都增大，但形成率的增長比成長率的增長快，同時液體金屬中難溶杂质以及振動和攪拌的方法也會增大形核率

- 2、手锯锯条、普通螺钉、车床主轴分别用何种碳钢制造？

手锯锯条：它要求有较高的硬度和耐磨性，因此用碳素工具钢制造。如T9, T9A, T10, T10A, T11, T11A

普通螺钉：它要保证有一定的机械性能，用普通碳素结构钢制造，如Q195, Q215, Q235

车床主轴：它要求有较高的综合机械性能，用优质碳素结构钢，如30, 35, 40, 45, 50

- 3、金属经冷塑性变形后，组织和性能发生什么变化？

《1》晶粒沿变形方向拉长，性能趋于各向异性，如纵向的强度和塑性远大于横向等。《2》晶粒破碎，位错密度增加，产生加工硬化，即随着变形量的增加，强度和硬度显著提高，而塑性和韧性下降，《3》织构现象的产生，即随着变形的发生不仅金属中晶粒会被破碎拉长，而且各晶粒的晶格位向也会沿着变形的方向同时发生转动，转动结果金属中每个晶粒的晶格位向趋于大体一致，产生织构现象，《4》冷压力加工过程中由于材料各部分的变形不均匀或晶粒内各部分和各晶粒间的变形不均匀，金属内部会形成残余的内应力，这在一般情况下都是不利的，会引起零件尺寸不稳定。

- 4、固溶体和金属间化合物在结构和性能上有什么主要差别？

在结构上：固溶体的晶体结构与溶剂的结构相同，而金属间化合物的晶体结构不同于组成它的任一组元，它是以分子式来表示其组成。

在性能上：形成固溶体和金属间化合物都能强化工合，但固溶体的强度，硬度比金属间化合物低，塑性，韧性比金属间化合物好，也就是固溶体有更好的综合机械性能。

- 5、实际晶体中的点缺陷，线缺陷和面缺陷对金属性能有何影响？

如果金属中无晶体缺陷时，通过理论计算具有极高的强度，随着晶体中缺陷的增加，金属的强度迅速下降，当缺陷增加到一定值后，金属的强度又随晶体缺陷的增加而增加。因此，无论点

缺陷，线缺陷和面缺陷都会造成晶格畸变，从而使晶体强度增加。同时晶体缺陷的存在还会增加金属的电阻，降低金属的抗腐蚀性能。

6、比较退火的状态下的45钢、T8钢、T12钢的硬度、强度和塑性的高低，简述原因。

### 三、综合分析题（共22分）

1、(12分)有两个含碳量为1.2%的碳钢薄试样，分别加热到780℃和860℃并保温相同时间，使之达到平衡状态，然后以大于 $v_k$ 的冷却速度至室温。试问：

(1) 哪个温度加热淬火后马氏体晶粒较粗大？

因为860摄氏度加热温度高，加热时形成的奥氏体晶粒粗大，冷却后得到的马氏体晶粒叫粗大。

(2) 哪个温度加热淬火后马氏体含碳量较多？

因为加热温度860已经超过了 $A_{cm}$ ，此时碳化物全部溶于奥氏体中，奥氏体中含碳量增加，而奥氏体向马氏体转变是非扩散型转变，所以冷却后马氏体含碳量较多。

(3) 哪个温度加热淬火后残余奥氏体较多？

因为加热温度860已经超过了 $A_{cm}$ ，此时碳化物全部溶于奥氏体中，使奥氏体中含碳量增加，降低钢的Ms和Mf点，淬火后残余奥氏体增多。

(4) 哪个温度加热淬火后未溶碳化物较少？

因为加热温度860已经超过了 $A_{cm}$ ，此时碳化物全部溶于奥氏体中，因为加热淬火后未溶碳化物较少。

(5) 你认为哪个温度加热淬火后合适？为什么？

780加热淬火后合适。因为含碳量为1.2%的碳钢属于过共析钢，过共析碳钢淬火加热温度 $Ac_1+(30\sim 50)$ 摄氏度，而780在这个温度范围内，这时淬火后的组织为均匀而细小的马氏体和颗粒状渗碳体及残余奥氏体的混合组织，使钢具有高的强度，硬度和耐磨性，而且也具有较高的韧性。

2、(10分)说明45钢试样( $\phi 10mm$ )经下列温度加热、保温并在水中冷却得到的室温组织：700℃，760℃，840℃，1100℃。

700：因为它没有达到相变温度，因此没有发生相变，组织为铁素体和珠光体。

760：它的加热温度在 $Ac_1\sim Ac_3$ 之间，因此组织为铁素体，马氏体和少量残余奥氏体。

840：它的加热温度在 $Ac_3$ 以上，加热时全部转变为奥氏体，冷却后的组织为马氏体和少量残余奥氏体。

1100：因为它的加热温度过高，加热时奥氏体晶粒粗化，淬火后得到粗片状马氏体和少量残余奥氏体。

齿轮：20CrMnTi渗碳钢；C%=0.2%，Cr,Mn,Ti<1.5%；渗碳+淬火+低温回火；组织为回火马氏体。（3分）

连杆：40Cr调质钢；C%=0.4%，Cr<1.5%；调质处理（淬火+高温回火）；组织为回火索氏体。（2分）

弹簧：65Mn弹簧钢；C%=0.65%，Mn<1.5%；淬火+中温回火；组织为回火托氏体。（2分）

冷冲压模具：Cr12MoV冷变形模具钢；C%>1%，Cr=12%，Mo,V<1.5%；淬火+低温回火；组织为回火马氏体。（2分）

滚动轴承：GCr15Mo轴承钢；C%=1%，Cr=1.5%，Mo<1.5%；球化退火+淬火+低温回火；组织为回火马氏体。（2分）

车刀：W6Mo5Cr4V2高速钢；W%=6%，Mo%=5%，Cr%=4%，V%=2%；淬火+560℃三次回火；组织为回火马氏体+碳化物。（3分）

锉刀：T10碳素工具钢；C%=1%；淬火+低温回火；组织为回火马氏体+碳化物。（2分）

热锻模具：5CrMnMo热变形模具钢；C%=0.5%，Cr,Mn,Mo<1.5%；淬火+高温回火；组织为回火索氏体。（2分）

机床床身：HT300灰口铁；无需热处理。（2分）

## 2007年本科工程材料试题标准答案

### 一、分析题（分析下列材料强化方法的主要机理）(25分)

- 1、细晶强化：金属组织中晶界大量增加
- 2、弥散强化：金属组织中第二相细小均匀分布
- 3、固溶强化：固溶体的晶格畸变
- 4、二次硬化：包括二次淬火（过冷奥氏体转变成马氏体）和二次相析出（过冷奥氏体和马氏体中析出弥散碳化物）使得材料回火后硬度提高。
- 5、加工硬化：位错数量急剧增加使得材料强度硬度提高

### 二、填空题(25分)

- 1、马氏体是碳在 $\alpha$ -Fe过饱和固溶体，其形态主要有板条状、针片状。  
其中，针片状马氏体硬度高、塑性差。
- 2、W18Cr4V钢的淬火加热温度为1270—1280℃，回火加热温度为560℃，回火次数3，W的主要作用提高红硬性，Cr的主要作用提高淬透性，V的主要作用提高硬度和韧性。
- 3、材料选择的三个主要原则使用性原则，工艺性原则，经济性原则。
- 4、合金结构钢与碳素结构钢相比，其突出优点是淬透性好，强度高。
- 5、在工程图学中零件的力学性能通常用硬度表示。HBS 测量范围是≤450HBS，HBW 测量范围是≤650HBW，HRC 测量范围是 20—67HRC。
- 6、共析钢淬火形成M+A后，在低温、中温、高温回火后的产物分别为回火马氏体，回火托氏体，回火索氏体。
- 7、钢在淬火时，钢的淬硬性取决于碳的质量分数，转钢的淬透性取决于合金元素的含量。
8. 45钢正火后渗碳体呈片状，调质处理后渗碳体呈粒状。

### 三、简答题（10分）

由T12材料制成的丝锥，硬度要求为HRC60~64。生产中混入了Q235钢料，如果按T12钢进行淬火+低温回火处理，问其中Q235钢制成的丝锥的性能能否达到要求？为什么？

不能达到要求。

Q235属于普通碳素结构钢，碳的质量分数很低，一般在0.10~0.17%，按照T12淬火温度淬火(760~780℃)，钢中只有少量珠光体转变成马氏体，大量铁素体未发生转变。因此淬火后的硬度很低，不能使用。

### 四、下面材料所属类别，常用热处理工艺和应用实例(15分)

材料排号	类别	典型热处理工艺	应用举例
QT600	球墨铸铁	等温淬火 + 高温回火	曲轴，齿轮箱
1Cr18Ni9Ti	不锈钢	固溶处理	耐蚀罐体，炉条
5CrMnMo	热作模具钢	淬火 + 中温回火	热锻模 热挤压模
65Mn	碳素钢	淬火 + 中温回火	弹簧 发条
GCr15	滚动轴承钢	淬火 + 低温回火	滚珠 套圈

### 五、分析题（25分）

车床主轴要求轴颈部位硬度为54—58HRC，其余地方为20—25HRC，其加工路线为：

下料→锻造→正火→机加工→调质→机加工（精）  
→轴颈表面淬火→低温回火→磨加工

指出：1、主轴应用的材料：45钢

2、正火的目的，去除应力，细化晶粒  
3、调质目的和大致热处理工艺

获得回火索氏体，实现强度、硬度、塑性、韧性良好配合。

加热820—840℃，保温一段时间，淬入盐水中，随后加热到600℃回火1—1.5小时

时

出炉空冷。

#### 4、表面淬火目的

提高轴颈表面硬度，提高耐磨性。

#### 5、低温回火目的及工艺

消除主轴高频淬火应力和脆性。

一般再回火炉中加热到 150—180℃，保温 1—2 小时出炉空冷。

### 工程材料试题答案

#### 一、(15分)名词解释(每小题3分)

1. 过冷度
2. 正火
3. 奥氏体
4. 热加工
5. 调质处理

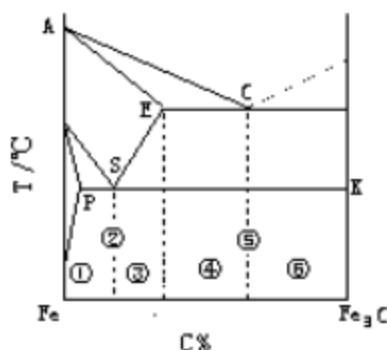
答案：

1. 过冷度 — 理论结晶温度与实际结晶温度之差
2. 正火 — 将钢件加热到  $A_{c1}$  或  $A_{c3}$  以上 30—50℃，保温适当时间后在静止的空气中冷却的热处理工艺，称为正火。
3. 奥氏体 — 碳固溶于  $\gamma$ -Fe 中形成的间隙固溶体称为奥氏体，用  $\gamma$  或 A 表示。
4. 热加工 — 高于再结晶温度的塑性变形。
5. 调质处理 — 将淬火加高温回火相结合的热处理称为调质处理。

对于上述名词解释，如学生用自己的语言回答，考虑其对概念或名词含义理解程度酌情给分。

#### 二、利用铁碳相图回答下列问题(15分)

- (1) 写出  $Fe-Fe_3C$  相图上①—⑥区的组织组成物，标明 A, E, C, S, P, K 各点的含碳量。



- ①区：  $F+P$     ②区：  $P$     ③区：  $P+Fe_3C$   
④区：  $P+Fe_3C+L$     ⑤区：  $L$     ⑥区：  $Fe_3C+L$   
A点： 0    E点： 2.14%    C点： 4.3%  
S点： 0.8%    P点： 0.02%    K点： 6.69%

- (2) 计算室温下含碳 0.6% 的钢中珠光体和铁素体各占多少？

- (3) 说明含碳量 1.0% 的钢比含碳量为 0.5% 的钢的硬度高。

答：(1) 空格中斜体部分为答案。(6 分，每空格 0.5 分)

(2) (5 分)

由杠杆定律得：

室温下含碳 0.6% 的钢中珠光体为：  $(0.6-0.02) / (0.8-0.02) *100\% = 74.4\%$

室温下含碳 0.6% 的钢中铁素体为：  $100\%-74.4\% = 25.6\%$

(3) 含碳量 1.0% 的钢中含有硬度高的渗碳体，而含碳量为 0.5% 的含有较硬度较低的铁素体，故含碳量 1.0% 的钢比含碳量为 0.5% 的钢的硬度高。(4 分)

#### 三、简答(24分)(每小题4分)

1. 在铸造生产中，采用哪些措施获得细晶粒组织？
2. 说明实际金属晶体缺陷种类及特征。
3. 石墨的形态对铸铁都有哪些影响？
4. 常见的热处理方法有哪些？
5. 什么是铝合金的固溶处理和时效处理。
6. 回火的目的是什么，常用的回火操作有哪几种？

答案：

1. 在铸造生产中，采用哪些措施获得细晶粒组织？

答：(1) 增加过冷度 (2) 进行变质处理 (3) 附加振动

2. 说明实际金属晶体缺陷种类及特征。

答：根据晶体缺陷的几何尺寸大小可分为三类：点缺陷，线缺陷，面缺陷。点缺陷的主要类型有空位和间隙原子。晶体中的线缺陷就是位错。面缺陷包括晶界、亚晶界和孪晶界。

## 2. 简述石墨形态对铸铁的影响？

答：根据铸铁中石墨形态，铸铁可分为：(1)灰铸铁它是以片状石墨形式存在。(2)球墨铸铁它是铁液经过球化处理，使石墨呈球状的铸铁。(3)可锻铸铁它是白口铸铁通过可锻化退火，使石墨呈团絮状的铸铁。灰铸铁的抗拉强度和塑性就越低。球墨铸铁中石墨呈球状使球墨铸铁的抗拉强度、塑性和韧性、疲劳强度不仅高于其它铸铁，而且可以与相应组织的铸钢相比。可锻铸铁的石墨呈团絮状，因此它不但比普通灰铸铁具有较高强度，而且有较高的塑性和韧性。

## 4. 常见的热处理方法有哪些？

答：退火、正火、淬火、回火、表面热处理、化学热处理。

## 5. 什么是铝合金的固溶处理和时效处理。

答：当铝合金加热到 $\alpha$ 相区，保温后在水中快冷，其强度和硬度并没有明显升高，而塑性却得到改善，这种热处理称为固溶处理。固溶处理后铝合金的强度和硬度随时间而发生显著提高的现象，称为时效处理。

## 6. 回火的目的是什么，常用的回火操作有哪几种？

答：回火的目的：1 获得工件所需的组织。2 稳定尺寸。3 消除淬火内应力。

回火的种类：低温回火；中温回火；高温回火

对于上述简答，如学生用自己的语言回答，考虑其对含义理解程度酌情给分。

## 四、指出下列金属材料的类别（12分）（每空格0.5分）

(1) H68	黄铜	(2) W18Cr4V	高速钢	(3) Q235-A.F	普通碳钢
(4) 1Cr18Ni9Ti	不锈钢	(5) GCr15	滚动轴承钢	(6) QT600-02	球墨铸铁
(7) 45	优质碳素结构钢	(8) HT200	灰口铸铁	(9) 55Si2Mn	合金弹簧钢
(10) KTH350-06	可锻铸铁	(11) T10A	优质碳素工具钢	(12) 40Cr	合金调质钢
(13) 20	优质碳素结构钢	(14) ChSnSb11-6	轴承合金	(15) Q235C	普通碳钢
(16) QSn4-3	锡青铜	(17) QA17	铝青铜	(17) 08	优质碳素结构钢
(19) T12	碳素工具钢	(20) Y30	易切削钢	(21) HT150	灰口铸铁
(22) 35	优质碳素结构钢	(23) 16Mn	低合金结构钢	(24) 20Cr	合金渗碳钢

答案：表格中斜体部分为答案，上述填空如果按大类回答酌情给分。

## 五、综合应用题（14分）（每小题7分）

(1) 某机床主轴选用45钢锻造毛坯，要求有良好的综合机械性能且轴径部分要耐磨(HRC 50-55)，试为其编写简明的工艺路线，并说明各热处理工序的作用。

(2) 一批45钢小轴因组织不均匀，需采用退火处理。拟采用以下几种退火工艺：

- ① 缓慢加热至700℃，经长时间保温后随炉冷至室温；
- ② 缓慢加热至840℃，经长时间保温后随炉冷至室温；
- ③ 缓慢加热至1100℃，经长时间保温后随炉冷至室温；

试说明上述三种工艺会导致小轴组织发生何变化？若要得到大小均匀的细小晶粒，选何种工艺最合

适?

答案:

(1) 主轴的工艺路线:

下料→锻造→正火→粗加工→调质→半精、精加工→表面淬火、低温回火→精加工。

正火处理是为了得到合适的硬度,以便机械加工,同时为调质处理做好组织准备。

调质处理是为了使主轴得到高的综合机械性能和疲劳强度,为了更好地发挥调质效果,将它安排在粗加工后进行。

表面淬火是为了使轴径部分得到所需硬度,以保证装配精度和不易磨损。

(2)

- ① 缓慢加热至 700℃,经长时间保温后随炉冷至室温,小轴的组织无变化。
- ② 缓慢加热至 840℃,经长时间保温后随炉冷至室温,小轴的晶粒得到细化且比较均匀。
- ③ 缓慢加热至 1100℃,经长时间保温后随炉冷至室温,由于加热温度高、加热时间长,会使奥氏体晶粒粗化。

所以,为了要得到大小均匀的细小晶粒,选用第二种方法,即缓慢加热至 840℃,经长时间保温后随炉冷至室温。

2007—2008 学年第 2 学期工程材料课程期末考试试卷 (A 卷) 答案

本试卷共 六 道大题, 满分 100 分。

一、 填空题(本大题 20 分,每空 1 分)

- 1、共晶转变和共析转变的产物都属于 两 相混合物。
- 2、塑性变形后的金属经加热将发生回复、 再结晶 、晶粒长大的变化。
- 3、共析钢的含碳量为 0.77% 。
- 4、Q235 钢的含义是为 屈服点数值(屈服强度)为 235MPa 的碳素结构钢 。
- 5、单晶体塑性变形中滑移的实质是 在切应力作用下,位错沿滑移面的运动 。
- 6、体心立方晶格的致密度为 68% 。
- 7、根据钢的成分、退火的工艺与目的不同,退火常分为 完全退火 、 等温退火 、 均匀化退火 、 球化退火 、 去应力退火 等几种。
- 8、钢在奥氏体化后,冷却的方式通常有 等温冷却 和 连续冷却 两种。
- 9、在铁碳合金的室温平衡组织中,强度最高的合金含碳量约为 0.9 %。
- 10、工具钢按用途可分为 刀具钢 钢、 模具钢 钢、 量具钢 钢。 得分:
- 11、常用测定硬度的方法有 布氏硬度 、 洛氏硬度 和 维氏硬度 测试法。

二、判断题(本大题 10 分,每小题 1 分)

(在括号里正确的划“√”,错误的划“×”)

- 1、单晶体具有各向同性,多晶体具有各向异性。 ( × )
- 2、物质从液体状态转变为固体状态的过程称为结晶。 ( √ )
- 3、共晶转变是在恒温下进行的。 ( √ )
- 4、铁素体是碳溶解在 γ-Fe 中所形成的间隙固溶体。 ( × )
- 5、热处理选用的钢一般为本质细晶粒钢。 ( √ )
- 6、热处理的加热,其目的是使钢件获得表层和心部温度均匀一致。 ( × )
- 7、弹簧在热处理后再进行喷丸处理,目的是在表面形成残余压应力。 ( √ ) 8、熔点为 232℃ 的锡在室温下的塑性变形是冷加工。 ( × )
- 9、金属结晶时,冷却速度愈大,则结晶后金属的晶粒愈粗大。 ( × )
- 10、铸铁经过热处理,改变了基体和石墨形态,从而提高了性能。 ( × )

三、单选题(本大题 20 分,每小题 1 分)

(不选、错选或多选答案者,该小题不得分)

- 1、在晶体缺陷中,属于面缺陷的有 \_\_\_\_ 。 ( ③ )
  - ①间隙原子
  - ②位错
  - ③晶界
- 2、建立相图时采用的冷却速度应为 \_\_\_\_ 。 ( ③ )

- ①快速 ②中速 ③极缓慢
- 3、在发生共晶转变  $L \rightarrow \alpha + \beta$  时,  $L$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  三相的成分为 \_\_\_\_。 (2)  
①相同 ②确定不变 ③不断变化
- 4、对板料进行多次拉伸时, 为了消除形变强化, 中途应进行 \_\_\_\_。 (2)  
①完全退火 ②再结晶退火 ③正火
- 5、正火是将工件加热到一定温度, 保温一段时间, 然后采用的冷却方式是 \_\_\_\_。 (3)  
①随炉冷却 ②在油中冷却 ③在空气中冷却
- 6、合金固溶强化的基本原因是 \_\_\_\_。  
(2)  
①晶粒变细 ②晶格发生畸变 ③晶格类型发生了改变
- 7、大多数合金元素均在不同程度上有细化晶粒的作用, 其中细化晶粒作用最为显著的有 \_\_\_\_。  
(3)  
①Mn, P ②Mn, Ti ③Ti, V
- 8、分级淬火的目的是 \_\_\_\_。  
(2)  
①使工件在介质停留期间完成组织转变  
②使工件内外温差较为均匀并减小工件与介质间的温差  
③使奥氏体成分趋于均匀
- 9、一个合金的室温组织为  $\alpha +$  二次  $\beta + (\alpha + \beta)$ , 它由 \_\_\_\_ 组成。  
(1)  
①二相 ②三相 ③四相
- 10、制造普通螺母的钢应选用 \_\_\_\_。  
(1)  
①Q235 ②65Mn ③T12
- 11、渗碳体的性能特点是 \_\_\_\_。  
(2)  
①强度和硬度不高, 塑性良好  
②硬度高, 极脆, 塑性几乎等于零  
③强度较高, 硬度适中, 有一定的塑性
- 12、一个理想的淬火冷却介质应具有的冷却特性是 \_\_\_\_。  
(2)  
①在约 550℃以上高温区冷速应尽可能缓慢, 在低于约 250℃的低温区应具有足够快的冷速  
②在约 550℃以上高温区冷速应具有足够快的冷速, 在低于约 250℃的低温区应尽可能缓慢  
③从高温至低温一直保持足够快的冷却速度
- 13、将变形金属加热发生再结晶转变时 \_\_\_\_。  
(2)  
①只有晶格类型发生变化  
②只有晶粒大小、形状发生变化  
③晶格类型、晶粒大小、形状都发生变化
- 14、挖掘机铲齿、坦克和拖拉机履带宜采用 \_\_\_\_。  
(3)  
①可锻铸铁 ②球墨铸铁 ③高锰钢 ZGMn13
- 15、除 \_\_\_\_ 元素外, 其它合金元素溶于奥氏体后, 均能增加过冷奥氏体的稳定性。  
(1)  
①Co ②Cr ③Mn
- 16、属于体心立方晶格的金属有 \_\_\_\_。

(②)

① $\alpha$ -Fe、铝 ② $\alpha$ -Fe、铬 ③ $\gamma$ -Fe、铝

17、每个体心立方晶胞中包含有 \_\_\_\_\_ 个原子。

(②)

①1 ②2 ③3

18、在以下晶体中，滑移系数目最多的晶格类型是 \_\_\_\_\_。

(②)

①密排六方 ②体心立方 ③简单立方

19、欲要提高18-8型铬镍不锈钢的强度，主要是通过 \_\_\_\_\_。

(③)

①时效强化方法 ②固溶强化方法 ③冷加工硬化方法

20、在Fe-Fe<sub>3</sub>C相图中，共析线也称为 \_\_\_\_\_。

(①)

① A<sub>1</sub>线 ② ECF线 ③ Acm线

#### 四、简答题(共25分)

1、奥氏体形成的四个步骤是什么？(4分)

答：(1) 奥氏体晶核的形成；(1分)

(2) 奥氏体晶核的长大；(1分)

(3) 残余渗碳体的溶解；(1分)

(4) 奥氏体成分的均匀化。(1分)

2、按回火温度高低，回火可分为哪几类？主要的温度区间、回火后的得到的组织、性能和用途是什么？(6分)

答：(1)、低温回火(150~250℃)回火后的组织为回火马氏体。这种回火主要保持钢在淬后所得到的高强度、硬度和耐磨性(1分)。在生产中低温回火被广泛应用于工具、量具、滚动轴承、渗碳工件以及表面淬火工件等。(1分)

(2)、中温回火(350~500℃)回火后的组织为回火屈氏体。经中温回火后，工件的内应力基本消除，其力学性能特点是具有极高的弹性极限和良好的韧性(1分)。中温回火主要用于各种弹簧零件及热锻模具的处理。(1分)

(3)、高温回火(500~650℃)高温回火后的组织是回火索氏体。钢的强度、塑性和韧性具有良好的配合，即具有较高的综合机械性能(1分)。因而，调质处理被广泛应用于中碳结构钢和低合金经构钢制造的各种重要的结构零件，特别是在交变载荷下工作的连杆、螺栓以及轴类等。(1分)

3、高分子材料的主要性能特点是什么？(6分)

答：高分子材料性能特点：具有高弹性和粘弹性；(1分)

强度低，比强度高；(1分)

耐磨、减磨性能好；(1分)

绝缘、绝热、绝声；(1分)

耐热性不高，耐蚀性能好；(1分)

存在老化问题。(1分)

4、提高金属耐蚀性的途径是什么？不锈钢中最主要的合金元素是哪一个元素？(4分)

答：(1) 提高金属的电极电位；(1分)

(2) 使金属易于钝化，形成致密、完整、稳定的与钢基体结合牢固的钝化膜；(1分)

(3) 形成单相组织。(1分)

不锈钢中最主要的合金元素是Cr。(1分)

5、说明下列符号各是什么指标？各代表什么意思？(5分)

(1)E (2)σ<sub>s</sub> (3)ψ (4)α<sub>k</sub> (5)HRC

答：(1) E：弹性模量；刚度指标(1分)

(2)  $\sigma_s$ : 屈服点(强度); 强度指标 (1分)

(3)  $\psi$ : 断面收缩率; 塑性指标 (1分)

(4)  $a_k$ : 冲击韧度; 韧性指标 (1分)

(5) HRC: 洛氏硬度; 硬度指标 (1分)

## 五、选材题(本大题10分,每空1分)

从下列钢号中选取合适的钢号填入表中,并说明其热处理工艺。

65Mn、20CrMnTi、GCr9、45、Q345

零件名称	钢号	热处理
汽车变速齿轮	20CrMnTi	渗碳+淬火+低温回火
弹簧	65Mn	淬火+中温回火
滚动轴承	GCr9	球化退火+淬火+低温回火
压力容器	Q345	热轧状态或正火状态
机床主轴	45	淬火+高温回火

## 六、作图题(本大题共15分)

试画出 Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图中钢的部分(包晶部分可省略)(4分),并完成下列各题:

1、标明各特征点的成分、温度,按相组成填充各相区; (4分)

2、写出共析反应式,分析含碳量为 0.4% 的钢的平衡结晶过程; (4分)

3、一种合金的显微组织为珠光体占 94%,二次渗碳体占 6%,这种合金属于那一类合金? 其含碳量为多少? (3分)

答: 1、如下图

(8分)

2、 $A_{0.77} \rightleftharpoons F_{0.02} + Fe_3C$  (2分)

$L \rightarrow L + \delta \rightarrow A \rightarrow A + F \rightarrow P \rightarrow F + P$  (2分)

3、过共析钢 (1分)

$w(C) = 6\% (6.69\% - 0.77\%) + 0.77\% = 1.125\%$  (2分)

