

# 工程材料习题

## 1、材料的结构与性能特点

### 1.2 填空题

- (1) 同非金属相比, 金属的主要特性是( ① 热和电的良导体② 正的电阻温度系数③ 不透明、有金属光泽④ 塑性高、强韧性好 )。
- (2) 晶体与非晶体结构上最根本的区别是( 晶体内原子排列是有规则、周期性的 )。
- (3) 在立方晶系中,  $\{120\}$ 晶面族包括(  $(120)$   $(102)$   $(012)$  )等晶面。
- (4)  $\gamma$ -Fe 的一个晶胞内的原子数为( 4 )。

### 1.3. 选择正确答案

- (1) 晶体中的位错属于:  
a. 体缺陷    b. 面缺陷    c. 线缺陷    d. 点缺陷
- (2) 在面心立方晶格中, 原子密度最大的晶向是  
a.  $\langle 100 \rangle$     b.  $\langle 110 \rangle$     c.  $\langle 111 \rangle$     d.  $\langle 120 \rangle$
- (3) 在体心立方晶格中, 原子密度最大的晶面;  
a.  $\langle 100 \rangle$     b.  $\langle 110 \rangle$     c.  $\langle 111 \rangle$     d.  $\langle 120 \rangle$
- (4) 固溶体的晶体结构:  
a. 与溶剂相同    b. 与溶质相同    c. 与其他晶型相同
- (5) 间隙相的性能特点是:  
a. 熔点高、硬度低    b. 硬度高、熔点低.    c. 硬度高、熔点高

### 1.4. 综合分析题

- (1) 在立方晶胞中画出  $(110)$ 、 $(120)$  晶面和  $[\bar{2}11]$ 、 $[\bar{1}20]$  晶向。
- (2)  $\alpha$ -Fe、Al、Cu、Ni、V、Mg、Zn 各属何种晶体结构?  
答: ① 体心立方:  $\alpha$ -Fe、V ② 面心立方: Al、Cu、Ni ③ 密排六方: Mg、Zn
- (6) 实际金属晶体中存在哪些晶体缺陷? 它们对性能有什么影响?  
答: 实际金属晶体中存在: 点、线、面缺陷, 引起晶格畸变。
  - a. 点缺陷: 使电阻率和强度增加。
  - b. 面缺陷: 使塑性、强度增加。
  - c. 线缺陷 (位错): 在冷变形时, 使强度增加、塑性降低。
- (8) 什么是固溶强化? 造成固溶强化的原因是什么?  
答: 固溶强化: 形成固溶体使金属强度和硬度提高的现象。  
固溶强化原因: 溶质原子引起晶格畸变, 使变形抗力增加。
- (9) 间隙固溶体和间隙相有什么不同?  
答: 间隙固溶体: 晶格类型与溶剂相同。  
间隙相: 晶格类型与任一组元都不相同。

## 2 金属材料组织和性能的控制

### 2.2. 填空题

- (1) 结晶过程是依靠两个密切联系的基本过程来实现的, 这两个过程是( 形核 )和( 晶核长大 )。
- (2) 当对金属液体进行变质处理时, 变质剂的作用是( 增加晶核数量, 或阻碍晶粒长大 )。
- (3) 液态金属结晶时, 结晶过程的推动力是( 能量差 ), 阻力是( 表面能 )。
- (4) 过冷度是指(理论结晶温度 - 开始结晶温度), 其表示符号为(  $\Delta T$  )。

- (5) 典型铸锭结构的三个晶区分别为( 表面细晶区 )、( 柱状晶区 )和( 中心等轴晶 )。
- (6) 固溶体的强度和硬度比溶剂的强度和硬度( 高 )。
- (7) 固溶体出现枝晶偏析后, 可用(扩散退火)加以消除。
- (8) 一合金发生共晶反应, 液相  $L$  生成共晶体( $\alpha + \beta$ )。共晶反应式为( $L \rightarrow (\alpha + \beta)$ ) , 共晶反应的特点是( 在恒温下进行, 三相共存 )。
- (9) 一块纯铁在  $912^{\circ}\text{C}$  发生  $\alpha - \text{Fe} \rightarrow \gamma - \text{Fe}$  转变时, 体积将( 收缩 )。
- (10) 珠光体的本质是( 铁素体与渗碳体机械混合物 )。
- (11) 在铁碳合金室温平衡组织中, 含  $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$  最多的合金成分点为(  $2.11\% \text{C}$  ), 含  $\text{Le}'$  最多的合金成分点为(  $4.3\% \text{C}$  )。
- (12) 用显微镜观察某亚共析钢, 若估算其中的珠光体体积分数为  $80\%$ , 则此钢的碳的质量分数为(  $0.62\% \text{C}$  )。
- (13) 钢在常温下的变形加工称为( 冷 )加工, 而铅在常温下的变形加工称为( 热 )加工
- (14) 造成加工硬化的根本原因是( 位错运动受阻,引起塑性变形抗力增加 )。
- (15) 滑移的本质是( 位错的运动 )。
- (16) 变形金属的最低再结晶温度与熔点的关系是(  $T_{\text{再}} = (0.35 \sim 0.4) T_{\text{熔}}$  )。
- (17) 再结晶后晶粒度的大小主要取决于( 加热温度 )和( 预先变形度 )。
- (18) 在过冷奥氏体等温转变产物中, 珠光体和屈氏体的主要相同点是(  $\text{F} + \text{Fe}_3\text{C}$  的两相混合物 ), 不同点是 ( 屈氏体的片层间距小 )。
- (19) 用光学显微镜观察, 上贝氏体呈( 羽毛 )状, 下贝氏体呈( 黑色针状 )状。
- (20) 马氏体的显微组织形态主要有( 板条状 )、( 针状 )两种。其中( 板条马氏体 ) 的韧性较好。
- (21) 钢的淬透性越高, 则其  $\text{C}$  曲线的位置越( 靠右 ), 说明临界冷却速度越( 小 )
- (22) 马氏体是一种( 铁 )磁相, 在磁场中呈现磁性; 而奥氏体是一种( 顺 )磁相, 在磁场中无磁性。
- (23) 球化退火加热温度略高于  $\text{A}_{\text{c1}}$ , 以便保留较多的( 未溶碳化物粒子 )或较大的奥氏体中的( 碳浓度分布不均匀 ), 促进球状碳化物的形成。
- (24) 球化退火的主要目的是( 降低硬度 ), 它主要适用于( 过共析钢 )钢。
- (25) 亚共析钢的正常淬火温度范围是(  $\text{AC}_3$  以上  $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$  ), 过共析钢的正常淬火温度范围是(  $\text{AC}_1$  以上  $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$  )。
- (26) 淬火钢进行回火的目的是( 消除应力 ), 回火温度越高, 钢的强度与硬度越( 低 )。
- (27) 合金元素中, 碳化物形成元素有(  $\text{Mo}, \text{W}, \text{V}, \text{Nb}, \text{Ti}$  )。
- (28) 促进晶粒长大的合金元素有(  $\text{Mn}, \text{P}, \text{B}$  )。
- (29) 除(  $\text{Co}$  )、(  $\text{Al}$  )外, 几乎所有的合金元素都使  $\text{M}_s$ 、 $\text{M}_f$  点下降, 因此淬火后相同碳质量分数的合金钢与碳钢相比, 残余奥氏体( 多 ), 使钢的硬度( 下降)。
- (30) 一些含有合金元素(  $\text{Mn}, \text{Cr}, \text{Ni}$  )的合金钢, 容易产生第二类回火脆性, 为了消除第二类回火脆性, 可采用( 快冷 )和( 加入  $\text{Mo}$  元素 )。

### 2.3. 是非题

- (1) 凡是由液体凝固成固体的过程都是结晶过程。 (  $\times$  )

- (2) 室温下，金属晶粒越细，则强度越高、塑性越低。 ( × )
- (3) 在实际金属和合金中，自发生核常常起着优先和主导的作用。 ( × )
- (4) 当形成树枝状晶体时，枝晶的各次晶轴将具有不同的位向，故结晶后形成的枝晶是一个多晶体。 ( × )
- (5) 晶粒度级数的数值越大，晶粒越细。 ( √ )
- (6) 平衡结晶获得的 Ni 质量分数为 20% 的 Cu-Ni 合金比 Ni 质量分数为 40% 的 Cu-Ni 合金的硬 度 和 强 度 要 高 。
- ( × )
- (7) 一个合金的室温组织为  $\alpha + \beta + (\alpha + \beta)$ ，它由三相组成。 ( × )
- (8) 铁素体的本质是碳在  $\alpha$ -Fe 中的间隙相。 ( × )
- (9) 20 钢比 T12 钢的碳质量分数要高。 ( × )
- (10) 在退火状态(接近平衡组织)45 钢比 20 钢的塑性和强度都高。 ( × )
- (11) 在铁碳合金平衡结晶过程中，只有碳质量分数为 4.3% 的铁碳合金才能发生共晶反应。
- ( × )
- (12) 滑移变形不会引起金属晶体结构的变化。 ( √ )
- (13) 因为 B.C.C 晶格与 F.C.C 晶格具有相同数量的滑移系，所以两种晶体的塑性变形能力完全相同。
- ( × )
- (14) 孪生变形所需要的切应力要比滑移变形时所需的小得多。 ( × )
- (15) 金属铸件可以通过再结晶退火来细化晶粒。 ( × )
- (16) 再结晶过程是有晶格类型变化的结晶过程。 ( × )
- (17) 重结晶退火就是再结晶退火。 ( × )
- (18) 渗碳体的形态不影响奥氏体形成速度。 ( × )
- (19) 马氏体是碳在  $\alpha$ -Fe 中的过饱和固溶体。当奥氏体向马氏体转变时，体积要收缩。 ( × )

(20)当把亚共析钢加热到  $A_{c1}$  和  $A_{c3}$  之间的温度时,将获得由铁素体和奥氏体构成的两相组织,在平衡条件下,其中奥氏体的碳质量分数总是大于钢的碳质量分数。

( × )

(21)当原始组织为片状珠光体的钢加热奥氏体化时,细片状珠光体的奥氏体化速度要比粗片状珠光体的奥氏体化速度快。

( √ )

(22)当共析成分的奥氏体在冷却发生珠光体转变时,温度越低,其转变产物组织越粗。( × )

(23)在碳钢中,共析钢的淬透性最好。( √ )

(24)高合金钢既具有良好的淬透性,也具有良好的淬硬性。( × )

(25)经退火后再高温回火的钢,能得到回火索氏体组织,具有良好的综合机械性能。( × )

(26)调质得到的回火索氏体和正火得到的索氏体形貌相似,渗碳体形态一样。( × )

(27)在同样淬火条件下,淬透层深度越大,则钢的淬透性越好。( √ )

(28)感应加热过程中,电流频率愈大,电流渗入深度愈小,加热层也愈薄。( √ )

(29)表面淬火既能改变钢的表面组织,也能改善心部的组织和性能。( × )

(30)所有的合金元素都能提高钢的淬透性。( × )

(31)合金元素 Mn、Ni、N 可以扩大奥氏体区。( √ )

(32)合金元素对钢的强化效果主要是固溶强化。( × )

(33)60Si2Mn 钢比 T12 和 40 钢有更好的淬透性和淬硬性。( × )

(34)所有的合金元素均使  $M_s$ 、 $M_f$  下降。( × )

#### 2.4. 选择正确答案

(1)金属结晶时,冷却速度越快,其实际结晶温度将

a. 越高    b. 越低    c. 越接近理论结晶温度

(2)为细化铸造金属的晶粒,可采用:

a. 快速浇注    b. 加变质剂    c 以砂型代金属型

(3)在发生  $L \rightarrow (\alpha + \beta)$  共晶反应时,三相的成分:

a. 相同    b. 确定    c. 不定

(4)共析成分的合金在共析反应 $\gamma \rightarrow (\alpha + \beta)$ 刚结束时，其组成相为

- a.  $\gamma + \alpha + \beta$       b.  $\alpha + \beta$       c.  $(\alpha + \beta)$

(5)奥氏体是：

- a. 碳在 $\gamma$ -Fe中的间隙固溶体      b. 碳在 $\alpha$ -Fe中的间隙固溶体  
c. 碳在 $\alpha$ -Fe中的有限固溶体

(6)珠光体是一种：

- a. 单相固溶体      b. 两相混合物      c. Fe与C的化合物

(7)T10钢的碳质量分数为：

- a. 0.1%      b. 1.0%      c. 10%

(8)铁素体的机械性能特点是

- a. 强度高、塑性好、硬度低      b. 强度低、塑性差、硬度低  
c. 强度低、塑性好、硬度低

(9)面心立方晶格的晶体在受力变形时的滑移面是

- a.  $\{100\}$       b.  $\{111\}$       c.  $\{110\}$

(10)体心立方晶格的晶体在受力变形时的滑移方向是

- a.  $\langle 100 \rangle$       b.  $\langle 111 \rangle$       c.  $\langle 110 \rangle$

(11)变形金属再结晶后：

- a. 形成等轴晶，强度增大      b. 形成柱状晶，塑性下降  
c. 形成柱状晶，强度升高      d. 形成等轴晶，塑性升高

(12)奥氏体向珠光体的转变是：

- a. 扩散型转变      b. 非扩散型转变      c. 半扩散型转变

(13)钢经调质处理后获得的组织是：

- a. 回火马氏体      b. 回火屈氏体      c. 回火索氏体

(14)共析钢的过冷奥氏体在 $550 \sim 350^\circ\text{C}$ 的温度区间等温转变时，所形成的组织是

- a. 索氏体      b. 下贝氏体  
c. 上贝氏体      d. 珠光体

(15)若合金元素能使C曲线右移，钢的淬透性将

- a. 降低      b. 提高  
c. 不改变      d. 降低还是提高不确定

(16)马氏体的硬度取决于

- a. 冷却速度      b. 转变温度      c. 碳质量分数

(17)淬硬性好的钢：

- a. 具有高的合金元素质量分数      b. 具有高的碳质量分数      c. 具有低的碳质量分数

(18)对形状复杂，截面变化大的零件进行淬火时，应选用：

- a. 高淬透性钢      b. 中淬透性钢      c. 低淬透性钢

(19)直径为10mm的40钢的常规淬火温度大约为：

- a.  $750^\circ\text{C}$       b.  $850^\circ\text{C}$       c.  $920^\circ\text{C}$

(20)直径为10mm的40钢在常规淬火温度加热后水淬后的显微组织为

- a. 马氏体      b. 铁素体+马氏体      c. 马氏体+珠光体

(21)完全退火主要适用于

- a. 亚共析钢      b. 共析钢      c. 过共析钢

(22)钢的回火处理是在:

- a. 退火后进行    b. 正火后进行    c. 淬火后进行

(23)20 钢的渗碳温度范围是

- a. 600~650° C    b. 800~820° C  
c. 900~950° C    d. 1000~1050° C

(24)钢的淬透性主要取决于:

- a. 钢中碳质量分数    b. 冷却介质  
c. 钢中合金元素种类和质量分数

(25)钢的淬硬性主要取决于:

- a. 钢中碳质量分数    b. 冷却介质  
c. 钢中合金元素种类和质量分数

## 2.5 综合分析题

(3)在实际应用中,细晶粒金属材料往往具有较好的常温力学性能,细化晶粒、提高金属材料使用性能的措施有哪些?

(4)如果其他条件相同,试比较在下列铸造条件下铸件晶粒的大小:

- ①砂模浇注与金属模浇注;
- ②变质处理与不变质处理;
- ③铸成厚件与铸成薄件;
- ④浇注时采用震动与不采用震动。

答:(1)金属模浇注晶粒尺寸小于砂模浇注,原因是金属模冷却速度大,过冷度大,核率高。

(2)变质处理晶粒细小,原因是变质处理增加了非自发形核率,促进形核;

(3)铸成薄件晶粒细小,原因是薄件散热速度大,增加形核率;

(4)采用振动晶粒细小,振动打碎粗大枝晶,促进非均匀形核。

(14)金属塑性变形后组织和性能会有什么变化?

(26)为什么钢件淬火后一般不直接使用,需要进行回火?

(27)直径为 6mm 的共析钢小试样加热到相变点  $A_1$  以上 30° C,用图 1-4 所示的冷却曲线进行冷却,试分析其所得到的组织,说明各属于什么热处理方法。

答: a-单液淬火  $M+A'$

b-分级淬火  $M+A'$

c-油冷淬火  $T+M+A'$

d-等温淬火 下 B

e-正火 S

f-完全退火 P

g-等温退火 P

(29)确定下列钢件的退火方法,并指出退火目的及退火后的组织:

- ①经冷轧后的 15 钢板,要求降低硬度;
- ②ZG35 的铸造齿轮;
- ③锻造过热的 60 钢锻坯;
- ④改善 T12 钢的切削加工性能。

答:(1)再结晶退火 (2)扩散退火 (3)完全退火 (4)球化退火

(30)说明直径为 6mm 的 45 钢退火试样分别经下列温度加热: 700° C、760° C、840° C、1100° C,保温后在水中冷却得到的室温组织。

(32)指出下列工件的淬火温度及回火温度，并说出回火后获得的组织。

①45 钢小轴(要求综合机械性能好);

②60 钢弹簧;

③T12 钢锉刀。

答: 1)  $AC_3+30\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  高温回火 回火 S

2)  $AC_3+30\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  中温回火 回火 T

3)  $AC_1+30\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  低温回火 回火 M

(36)试述固溶强化、加工硬化和弥散强化的强化原理。

(43)用 T10 钢制造形状简单的车刀，其工艺路线为:

锻造—热处理—机加工—热处理—磨加工

①写出其中热处理工序的名称及作用。

②制定最终热处理(磨加工前的热处理)的工艺规范，并指出车刀在使用状态下的显微组织和大致硬度。

答: 1) 热处理名称:球化退火

2) 最终热处理:淬火+低温回火，使用状态组织:回火 M+Fe<sub>3</sub>C+A'

### 3.2 填空题

(1)20 是( 碳素结构 )钢，可制造( 轴,销 )。

(2)T12 是( 碳素工具 )钢，可制造( 扳牙,丝锥 )。

(3)按钢中合金元素含量，可将合金钢分为( 低合金钢 )，( 中合金钢 )和( 高合金钢 )几类。

(4)Q345(16Mn)是( 低合金高强度 )钢，可制造( 桥梁 )。

(5)20CrMnTi 是( 合金渗碳 )钢，Cr，Mn 的主要作用是( 提高淬透性 )，Ti 的主要作用是( 细化晶粒 )热处理工艺是( 渗碳后直接淬火、再低温回火 )。

(6)40Cr 是( 调质 )钢，可制造( 齿轮,轴 )。

(7)60Si2Mn 是( 弹簧 )钢，可制造( 汽车板簧 )。

(8)GCr15 是可制造( 滚珠轴承 )钢，可制造( 套圈、钢球 )

(9)9SiCr 是( 低合金工具 )钢，可制造( 钻头，板牙 )。

(10)CrWMn 是( 量具用 )钢，可制造( 量规 )。

(11)Cr12MoV 是( 冷作模具 )钢，可制造( 冷冲压模,冷挤压模 )

(12)5CrMnMo 是( 热作模具 )钢，可制造( 锻模 )

(13)W18Cr4V 是( 高速工具 )钢，碳质量分数是( 0.9-1.1%C )，w 的主要作用是( 保证高的热硬性 )、Cr 的主要作用是( 提高淬透性 )，V 的主要作用是( 细化晶粒，提高硬度及耐磨性)。热处理工艺是( 球化退火+淬火+三次回火 )，最后组织是( 马氏体+碳化物+残余奥氏体 )。

(14)1Cr13 是( 马氏体不锈 )钢，可制造( 汽轮机叶片 )。

(15)0Cr18Ni9Ti 是( 奥氏体不锈 )钢，Cr 的主要作用是( 提高基体电极电位 )，Ni 的主要作用是( 扩大 A 相区 )，Ti 的主要作用是( 减轻晶界腐蚀 )。

(16)灰口铸铁中碳主要以( 石墨 )的形式存在，可用来制造( 机床底座、端盖、床身等 )。

(17)球墨铸铁中石墨的形态为( 球状 )，可用来制造( 受力复杂的齿轮、曲轴、凸轮轴等 )。

(18)蠕墨铸铁中石墨的形态为( 蠕虫状 )，可用来制造( 汽缸和缸盖 )。

(19)影响石墨化的主要因素是( 加热温度、冷却速度 )和( 合金元素 )。

(20)球墨铸铁的强度、塑性和韧性均较普通灰口铸铁高，这是因为( 球墨铸铁的石墨呈球状 )。

(21)HT200 牌号中“HT”表示( 灰铸铁 )，数字“200”表示( 最低抗拉强度为 200MPa )。

(22)生产球墨铸铁选用( 稀土镁 )作为球化剂。

### 3.3 是非题

- (1)T8 钢比 T12 和 40 钢有更好的淬透性和淬硬性。 ( × )
- (2)调质钢的合金化主要是考虑提高其热硬性。 ( × )
- (3)高速钢需要反复锻造是因为硬度高不易成形。 ( × )
- (4)T8 钢与 20MnVB 相比, 淬硬性和淬透性都较低。 ( × )
- (5)W18Cr4V 高速钢采用很高温度淬火, 其目的是使碳化物尽可能多地溶入奥氏体中, 从而提高钢的热硬性。 ( √ )
- (6)奥氏体不锈钢只能采用加工硬化提高强度。 ( √ )
- (7)奥氏体不锈钢的热处理工艺是淬火后低温回火处理。 ( × )
- (8)铸铁可以经过热处理改变基体组织和石墨形态。 ( × )
- (9)可锻铸铁在高温时可以进行锻造加工。 ( × )
- (10)石墨化的第三阶段不易进行。 ( √ )
- (11)可以通过球化退火使普通灰口铸铁变成球墨铸铁。 ( × )
- (12)球墨铸铁可通过调质处理和等温淬火工艺提高其机械性能 ( √ )

### 3.4. 综合分析题

(1)说出 Q235A、15、45、65、T8、T12 等钢的钢类、碳质量分数, 各举出一个应用实例。

(7)简述高速钢的成分、热处理和性能特点, 并分析合金元素的作用。

(12)试就下列四个钢号: 20CrMnTi、65、T8、40Cr 讨论如下问题:

①在加热温度相同的情况下, 比较其淬透性和淬硬性, 并说明理由

②各种钢的川途、热处理工艺、最终的组织。

## 第 9 章

### 2.综合分析题

(1) 机床变速箱齿轮常用中碳钢或中合金钢制造, 它的工艺路线为:

下料→锻造→正火→粗加工→调质→精加工→齿轮高频淬火及回火→精磨

试分析正火处理、调质处理和高频淬火及回火的目的。

答: 正火目的: 均匀组织, 降低硬度, 改善切削性能。

调质处理: 获得索氏体组织, 使钢具有综合力学性能。

高频淬火及回火: 使表面获得回火马氏体组织, 提高表面的硬度和耐磨性能, 抗疲劳性能。

(3) 用 20CrMnTi 钢制造汽车齿轮, 加工工艺路线为

下料→锻造→正火→切削加工→渗碳、淬火及低温回火→喷丸→磨削加工

试分析正火和渗碳、淬火及低温回火处理及喷丸处理的目的。

答: 正火目的: 均匀组织, 降低硬度, 改善切削性能。

渗碳: 提高工件表面的碳含量。

淬火及低温回火: 使表面获得回火马氏体+渗碳体+残余奥氏体组织, 提高表面的硬度, 耐磨性能和抗疲劳性能。

喷丸处理: 提高表面的抗疲劳性能。