

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) γ -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) α -Fe、Al、Cu、Ni、V、Mg、Zn 各属何种晶体结构?
答: ① 体心立方: α -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(ΔT)。

- (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°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 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($T_{\text{再}}=(0.35\sim0.4)T_{\text{熔}}$)。
- (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 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 A_{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(AC_3 以上 $30+50^{\circ}\text{C}$), 过共析钢的正常淬火温度范围是(AC_1 以上 $30+50^{\circ}\text{C}$)。
- (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(Co)、(Al)外, 几乎所有的合金元素都使 M_s 、 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 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 α -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 α -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 γ -Fe中的间隙固溶体 b. 碳在 α -Fe中的间隙固溶体
c. 碳在 α -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°C b. 850°C c. 920°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. $600\sim 650^{\circ}\text{C}$ b. $800\sim 820^{\circ}\text{C}$
c. $900\sim 950^{\circ}\text{C}$ d. $1000\sim 1050^{\circ}\text{C}$

(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+Fe₃C+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。