

习题与思考题 绪论

(一)填空题

1. 机械设计常用_____和_____两种强度指标。
2. 设计刚度好的零件, 应根据_____指标来选择材料。
3. T_K 是材料从_____状态转变为_____状态时的温度。
4. 冲击韧性的单位是_____; 延伸率的单位是_____; 屈服强度的单位是_____。
5. 屈强比是_____与_____之比。
6. 材料主要的工艺性能有_____, _____、_____, 和_____。

(二)判断题

1. 抗氧化性就是指材料在高温下完全不被氧化的性能。 ()
2. 材料硬度越低, 其切削加工性能就越好。 ()
3. 金属材料的导电导热性能远高于非金属材料。 ()
4. σ_s 和 $\sigma_{0.2}$ 都是材料的屈服强度。 ()
5. 材料的 E 值越大, 其塑性越差。 ()
6. 同一材料的延伸率 $\delta_5 > \delta_{10}$ 。 ()
7. 材料的抗拉强度与布氏硬度之间, 近似地成一直线关系。 ()
8. 各种硬度值之间可以互换。 ()
9. 用断面收缩率 ψ 表示塑性更接近材料的真实应变。 ()
10. 延伸率是试样拉断后的相对伸长量。 ()
11. 硬度是材料对局部变形的抗力, 所以硬度是材料的塑性指标。 ()

(三)选择题

1. 低碳钢拉伸试验时, 其变形过程可简单分为 _____ 几个阶段。
A. 弹性变形、塑性变形、断裂 B. 弹性变形、断裂
C. 塑性变形、断裂 D. 弹性变形、条件变形、断裂
2. 低碳钢拉伸应力—应变图中, σ - E 曲线上对应的最大应力值称为_____
A. 弹性极限 B. 屈服强度 C. 抗拉强度 D. 断裂强度
3. 材料开始发生塑性变形的应力值叫做材料的_____
A. 弹性极限 B. 屈服强度 C. 抗拉强度 D. 条件屈服强度
4. 测量淬火钢件及某些表面硬化件的硬度时, 一般应用_____
5. 有利于切削加工性能的材料硬度范围为_____
A. $<160HB$ B. $>230HB$ C. $(160\sim230)HB$ D. $(60\sim70)HRC$
6. 材料的_____值主要取决于其晶体结构特性, 一般处理方法对它影响很小。
A. $\sigma_{0.2}$ B. σ_b C. E

(四)改错题

1. 屈服就是材料开始塑变失效, 所以屈服强度就是材料的断裂强度。
2. 材料的断裂强度一定大于其抗拉强度。
3. 强度是材料抵抗变形和破坏的能力, 塑性是在外力作用下产生塑性变形而不破坏的能力所以两者的单位是一样的。

- 4 因为 $\sigma_b \approx \text{kHB}$ ，所以一切材料的硬度越高，其强度也越高。
5. 材料的电阻随温度升高而升高。

(五) 问答题

- 1 零件设计时，选取 $\sigma_{0.2}$ (σ_s) 还是选取 σ_b ，应以什么情况为依据？
2. 在测定强度指标时， σ_s 和 $\sigma_{0.2}$ 有什么不同？
3. 常用的测量硬度方法有几种？其应用范围如何？
4. δ 与 ψ 这两个指标，那个更准确地表达材料的塑性？为什么？
5. 有一碳钢制支架刚性不足，有人要用热处理强化方法；有人要另选合金钢；有人要改变零件的截面形状来解决。哪种方法合理？为什么？
6. 疲劳破坏是怎样形成的？提高零件疲劳寿命的方法有哪些？为什么表面粗糙和零件尺寸增大能使材料的疲劳强度值减小？
7. 如图 1—1 所以，为五种材料的应力—应变曲线：①45 钢；②铝青铜；③35 钢；④硬铝；⑤纯铜。试问，当外加应力为 30MPa 时，各材料处于什么状态？

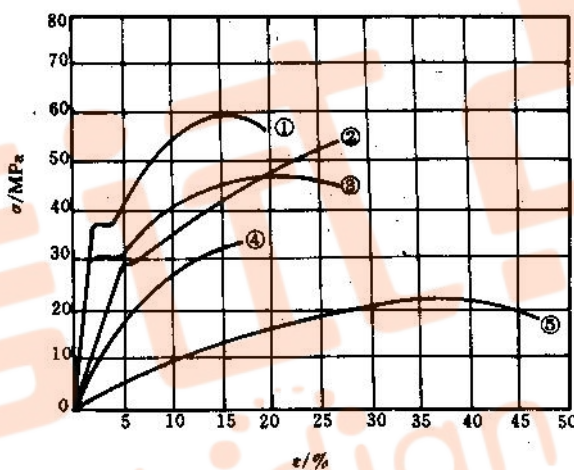


图 1-1

(六) 思考题

1. 根据上图，试计算出各种材料的 $\sigma_{0.2}$ (σ_s)、 σ_b 、 E 。并讨论：① 是否材料高强度就不会变形，低强度材料一定会变形？② 是否材料强度高时，其刚度就大？③ 是否材料强度高时，其塑性都低？

第一章 金属的晶体结构

(一) 填空题

1. 同非金属相比，金属的主要特性是_____。
2. 晶体与非晶体的最根本区别是_____。
3. 金属晶体中常见的点缺陷是_____，最主要的面缺陷是_____。
4. 位错密度是指_____，其数学表达式为_____。
5. 表示晶体中原子排列形式的空间格子叫做_____，而晶胞是指_____。
6. 在常见金属晶格中，原子排列最密的晶向，体心立方晶格是_____，而面心立方晶格是_____。

- 是_____。
7. 晶体在不同晶向上的性能是_____, 这就是单晶体的_____现象。一般结构用金属为_____晶体, 在各个方向上性能_____, 这就是实际金属的_____现象。
 8. 实际金属存在有_____, _____和_____三种缺陷。位错是_____缺陷。实际晶体的强度比理想晶体的强度_____得多。
 9. 常温下使用的金属材料以_____晶粒为好。而高温下使用的金属材料在一定范围内以_____晶粒为好。
 10. 金属常见的晶格类型是_____, _____, _____。
 11. 在立方晶格中, 各点坐标为: A (1, 0, 1), B (0, 1, 1), C (1, 1, 1/2), D(1/2, 1, 1/2), 那么 AB 晶向指数为_____, OC 晶向指数为_____, OD 晶向指数为_____。
 12. 铜是_____结构的金属, 它的最密排面是_____, 若铜的晶格常数 $a=0.36\text{nm}$, 那么最密排面上原子间距为_____。
 13. α -Fe、 γ -Fe、Al、Cu、Ni、Pb、Cr、V、Mg、Zn 中属于体心立方晶格的有_____, 属于面心立方晶格的有_____, 属于密排六方晶格的有_____。
 14. 已知 Cu 的原子直径为 0.256nm , 那么铜的晶格常数为_____。 $1\text{mm}^3\text{Cu}$ 中的原子数为_____。
 15. 晶面通过(0, 0, 0)、(1/2, 1/4, 0)和(1/2, 0, 1/2)三点, 这个晶面的晶面指数为_____。
 16. 在立方晶系中, 某晶面在 x 轴上的截距为 2, 在 y 轴上的截距为 1/2; 与 z 轴平行, 则该晶面指数为_____。
 17. 金属具有良好的导电性、导热性、塑性和金属光泽主要是因为金属原子具有_____的结合方式。
 18. 同素异构转变是指_____。纯铁在_____温度发生_____和_____多晶型转变。
 19. 在常温下铁的原子直径为 0.256nm , 那么铁的晶格常数为_____。
 20. 金属原子结构的特点是_____。
 21. 物质的原子间结合键主要包括_____, _____和_____三种。
 22. 大部分陶瓷材料的结合键为_____。
 23. 高分子材料的结合键是_____。

(二)判断题

1. 因为单晶体具有各向异性的特征, 所以实际应用的金属晶体在各个方向上的性能也是不相同的。 ()
2. 金属多晶体是由许多结晶位向相同的单晶体所构成。 ()
3. 因为面心立方晶体与密排六方晶体的配位数相同, 所以它们的原子排列密集程度也相同
4. 体心立方晶格中最密原子面是 {111}。
5. 金属理想晶体的强度比实际晶体的强度高得多。
6. 金属面心立方晶格的致密度比体心立方晶格的致密度高。
7. 实际金属在不同方向上的性能是不一样的。
8. 纯铁加热到 912°C 时将发生 α -Fe 向 γ -Fe 的转变, 体积会发生膨胀。 ()
9. 面心立方晶格中最密的原子面是 $\langle 111 \rangle$, 原子排列最密的方向也是 $\langle 111 \rangle$ 。 ()
10. 在室温下, 金属的晶粒越细, 则其强度愈高和塑性愈低。 ()
11. 纯铁只可能是体心立方结构, 而铜只可能是面心立方结构。 ()
12. 实际金属中存在着点、线和面缺陷, 从而使得金属的强度和硬度均下降。 ()
13. 金属具有美丽的金属光泽, 而非金属则无此光泽, 这是金属与非金属的根本区别。
14. 正的电阻温度系数就是指电阻随温度的升高而增大。
15. 多晶体是由多个取向不同的单晶体拼凑而成的。
16. 晶胞是从晶格中任意截取的一个小单元。
17. 从热力学上讲, 所有的晶体缺陷都使畸变能升高, 即都是非平衡态。
18. 从热力学上讲, 理想晶体没有晶体缺陷, 即没有晶格畸变能, 即为平衡状态。
19. 晶体中原子偏离平衡位置, 就会使晶体的能量升高, 因此能增加晶体的强度。

(三)选择题

1. 正的电阻温度系数是指
A. 随温度增高导电性增大的现象 B. 随温度降低电阻下降的现象
C. 随温度升高电阻减少的现象 D. 随温度降低电阻升高的现象
2. 金属键的一个基本特征是
A. 没有方向性 B. 具有饱和性 C. 具有择优取向性 D. 没有传导性
3. 晶体中的位错属于
A. 体缺陷 B. 点缺陷 C. 面缺陷 D. 线缺陷
4. 亚晶界的结构是
A. 由点缺陷堆集而成 B. 由位错垂直排列成位错墙面构成
C. 由晶界间的相互作用构成 D. 由杂质和空位混合组成
5. 多晶体具有
A. 各向同性 B. 各向异性 C. 伪各向同性 D. 伪各向异性
6. 在面心立方晶格中, 原子线密度最大的晶向是
A. $\langle 100 \rangle$ B. $\langle 110 \rangle$ C. $\langle 111 \rangle$ D. $\langle 112 \rangle$
7. 在体心立方晶格中, 原子面密度最小的晶面是
A. $\langle 100 \rangle$ B. $\{110\}$ C. $\{111\}$ D. $\{112\}$
8. 金属原子的结合方式是
A. 离子键 B. 共价键 C. 金属键 D. 分子键
9. 晶态金属的结构特征是
A. 近程有序排列 B. 远程有序排列 C. 完全无序排列 D. 部分有序排列

(四) 改错题

1. 面心立方晶格的致密度为 0.68。
2. γ -Fe 在 912°C 转变为 α -Fe 时体积收缩约 1%。这是因为 γ -Fe 的晶格常数大于 α -Fe 的晶格常数。
3. 实际金属缺陷越多, 则其强度硬度越低。
4. 常温下, 金属材料的晶粒越细小时, 其强度硬度越高, 塑性韧性越低。
5. 体心立方晶格的最密排面是 $\langle 100 \rangle$ 面。

(五) 问答题

1. 试用金属键的结合方式, 解释金属具有良好的导电性、导热性、塑性和金属光泽等基本特性。
2. 实际金属晶体中存在哪些晶体缺陷, 它们对金属的性能有什么影响?
3. 实际晶体与理想晶体有何不同?
5. 简述晶界的结构及特性?
7. 非晶体的结构有何特点? 性能怎样?
8. 何谓同素异构现象? 试以 Fe 为例阐述之。试分析 γ -Fe 向 α -Fe 的体积变化情况。

(六) 作图题

1. 分别画出面心立方和体心立方晶格中的(110)晶面的原子平面排列图, 并由图中找出原子半径与晶格常数之间的关系。
2. 画出体心立方、面心立方晶格中原子最密的晶面和晶向, 写出它们的晶面指数和晶向指数, 并求出其单位面积和单位长度上的原子数。
3. 标出图 2-1 中给定的晶面指数与晶向指数:
晶面 $OO' A' A$ 、 $OO' B' B$ 、 $OO' C' C$ 、 $OABC$ 、 $AA' C' C$ 、 $AA' D' D$;
晶向 OA 、 OB 、 OC 、 OD 、 OC' 、 OD' 。

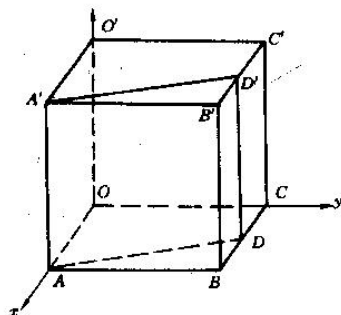


图 2-1

(七) 计算题

1. 已知铜原子直径为 0.256nm ，试计算 1mm^3 铜中的原子数。
2. 已知铁的原子量为 55.85 ， 1g 铁有多少个原子？计算它们在室温和 1000°C 时各有多少个晶胞？

(八) 思考题

1. 在立方晶胞内，绘出 $\{111\}$ 晶面族所包括的晶面。
2. 已知钛在 20°C 时，具有密排六方晶胞的体积是 0.16nm^3 ，其轴比 $c/a=1.59$ 。求 a 与 c 的值和钛在晶胞底面中的原子半径是多少？

第二章 纯金属的结晶

(一) 填空题

1. 金属结晶两个密切联系的基本过程是_____和_____。
2. 在金属学中，通常把金属从液态向固态的转变称为_____，通常把金属从一种结构的固态向另一种结构的固态的转变称为_____。
3. 当对金属液体进行变质处理时，变质剂的作用是_____。
4. 铸锭和铸件的区别是_____。
5. 液态金属结晶时，获得细晶粒组织的主要方法是_____。
6. 金属冷却时的结晶过程是一个_____热过程。
7. 液态金属的结构特点为_____。
8. 如果其他条件相同，则金属模浇注的铸件晶粒比砂模浇注的_____，高温浇注的铸件晶粒比低温浇注的_____，采用振动浇注的铸件晶粒比不采用振动的_____，薄铸件的晶粒比厚铸件_____。
9. 过冷度是_____。一般金属结晶时，过冷度越大，则晶粒越_____。
10. 影响非晶体凝固的主要因素是_____和_____。

(二) 判断题

1. 凡是由液态金属冷却结晶的过程都可分为两个阶段。即先形核，形核停止以后，便发生长大，使晶粒充满整个容积。
2. 凡是由液体凝固成固体的过程都是结晶过程。
3. 近代研究表明：液态金属的结构与固态金属比较接近，而与气态相差较远。 ()
4. 金属由液态转变成固态的过程，是由近程有序排列向远程有序排列转变的过程。 ()
5. 当纯金属结晶时，形核率随过冷度的增加而不断增加。 ()
6. 在结晶过程中，当晶核成长时，晶核的长大速度随过冷度的增大而增大，但当过冷度很

大时，晶核的长大速度则很快减小。

7. 金属结晶时，冷却速度愈大，则其结晶后的晶粒愈细。
8. 所有相变的基本过程都是形核和核长大的过程。
9. 在其它条件相同时，金属模浇注的铸件晶粒比砂模浇注的铸件晶粒更细
10. 在其它条件相同时，高温浇注的铸件晶粒比低温浇注的铸件晶粒更细。
11. 在其它条件相同时，铸成薄件的晶粒比铸成厚件的晶粒更细。
12. 金属的理论结晶温度总是高于实际结晶温度。
14. 在实际生产条件下，金属凝固时的过冷度都很小($<20^{\circ}\text{C}$)，其主要原因是由于非均匀形核的结果。 ()
15. 过冷是结晶的必要条件，无论过冷度大小，均能保证结晶过程得以进行。 ()
16. 在实际生产中，评定晶粒度方法是在放大 100 倍条件下，与标准晶粒度级别图作比较，级数越高，晶粒越细。 ()

(三) 选择题

1. 液态金属结晶的基本过程是_____
 - A. 边形核边长大 B. 先形核后长大
 - C. 自发形核和非自发形核 D. 枝晶生长
2. 液态金属结晶时，_____越大，结晶后金属的晶粒越细小。
 - A. 形核率 N B. 长大率 G C. 比值 N/G D. 比值 G/N
3. 过冷度越大，则_____
 - A. N 增大、 G 减少，所以晶粒细小 B. N 增大、 G 增大，所以晶粒细小
 - C. N 增大、 G 增大，所以晶粒粗大 D. N 减少、 G 减少，所以晶粒细小
4. 纯金属结晶时，冷却速度越快，则实际结晶温度将_____。
 - A. 越高 B. 越低 C. 越接近理论结晶温度 D. 没有变化
5. 若纯金属结晶过程处在液—固两相平衡共存状态下，此时的温度将比理论结晶温度_____
 - A. 更高 B. 更低 C. 相等 D. 高低波动
6. 在实际金属结晶时，往往通过控制 N/G 比值来控制晶粒度。在下列情况下将获得粗大晶粒_____。
 - A. N/G 很大 B. N/G 很小 C. N/G 居中 D. $N/G=1$

(四) 改错题

1. 过冷度就实际结晶温度。
2. 变质处理就是浇注时改变材料成分和质量的处理。
3. 理论结晶温度低于金属的实际结晶温度。
4. 凝固和结晶都是物质从液态变成固态的过程，所以凝固过程就是结晶过程。
5. 冷却速度越大，理论结晶温度就越低。

(五) 问答题

1. 试述结晶过程的一般规律，研究这些规律有何价值与实际意义？
2. 什么叫过冷度？为什么金属结晶时必须过冷？
3. 试从过冷度对金属结晶时基本过程的影响，分析细化晶粒，提高金属材料常温机械性能的措施。
4. 为什么实际生产条件下，纯金属晶体常以树枝状方式进行长大？
5. 为获得非晶态金属，经常将金属液滴到高速旋转的铜盘上，而玻璃则不需要采取这种措施，说明其原因。
6. 当对液态金属进行变质处理时，变质剂的作用是什么？
7. 晶粒大小对金属性能有何影响？如何细化晶粒？
8. 在铸造生产中，采用哪些措施控制晶粒大小？

三、复习自测题

(一)判断题

1. 液态金属结构与固态金属结构比较接近，而与气态金属相差较远。
2. 过冷是结晶的必要条件，无论过冷度大、小，都能保证结晶过程得以进行。
3. 当纯金属结晶时，形核率总是随着过冷度的增大而增加。 ()
4. 金属面心立方晶格的致密度比体心立方晶格的致密度高。 ()
5. 金属晶体各向异性的产生，与不同晶面和晶向上原子排列的方式和密度相关。 ()
6. 金属的结晶过程分为两个阶段，即先形核，形核停止之后，便发生长大，使晶粒充满整个容积。
7. 玻璃是非晶态固体材料，没有各向异性现象。 ()

(二)选择题

1. 纯金属结晶时，冷却速度越快，则实际结晶温度将____。
A. 越高 且越低 C 越接近理论结晶温度 D. 高低波动越大
2. 在实际金属结晶时，往往通过控制 N/G 比值来控制晶粒度。当____时，将获得粗大晶粒。
A. N/G 很大 B. N/G 很小 C. N/G 居中 , 0. $N/G=1$
3. 晶体中的晶界属于____。
A. 点缺陷 且线缺陷 C 面缺陷 D. 体缺陷
4. 材料的刚度与____有关。
A. 弹性模量 B. 屈服强度 C 抗拉强度 D. 延伸率
5. 纯金属结晶的冷却曲线中，由于结晶潜热而出现结晶平台现象。这个结晶平台对应的横坐标和纵坐标表示____。
A 理论结晶温度和时间 B 时间和理论结晶温度
C 自由能和温度 D. 温度和自由能

(三)问答题

1. 阐述液态金属结构特点并说明它为什么接近固态而与气态相差较远?
2. 如果其它条件相同，试比较下列铸造条件下铸件晶粒的大小，为什么?
①金属模浇注与砂模浇注；②高温浇注与低温浇注；
③铸成薄件与铸成厚件；④浇注时振动与不振动。

(四)作图题

1. 分别画出体心立方晶格和面心立方晶格中(110)晶面的原子平面排列图，并由图中找出原子半径与晶格常数之间的关系。
2. 绘图说明过冷度对金属结晶时形核率和长大率的影响规律，并讨论之。

第三章 二元合金的相结构与结晶

(一)填空题

1. 合金的定义是_____
2. 合金中的组元是指_____。
3. 固溶体的定义是_____
4. Cr、V 在 γ -Fe 中将形成_____固溶体。C、N 则形成_____固溶体。
5. 和间隙原子相比，置换原子的固溶强化效果要_____些。
6. 当固溶体合金结晶后出现枝晶偏析时，先结晶出的树枝主轴含有较多的_____组元。
7. 共晶反应的特征是_____，其反应式为_____
8. 匀晶反应的特征是_____，其反应式为_____

9. 共析反应的特征是____, 其反应式为____
 10. 合金固溶体按溶质原子溶入方式可以分为____, 按原子溶入量可以分为____和____
 11. 合金的相结构有____和____两种, 前者具有较高的____性能, 适合于做____相; 后者有较高的____性能, 适合于做____相
 12. 看图 4—1, 请写出反应式和相区:

ABC____; DEF____; GHI____;
 ①____; ②____; ③____; ④____; ⑤____; ⑥____;

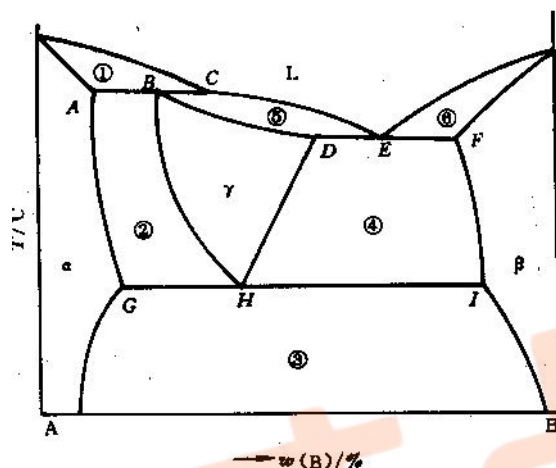


图 4-1

13. 相的定义是____, 组织的定义是____
 14. 间隙固溶体的晶体结构与____相同, 而间隙相的晶体结构与____不同。
 15. 根据图 4—2 填出:
 水平线反应式____; 有限固溶体____、 无限固溶体____。
 液相线____, 固相线____, 固溶线____、____

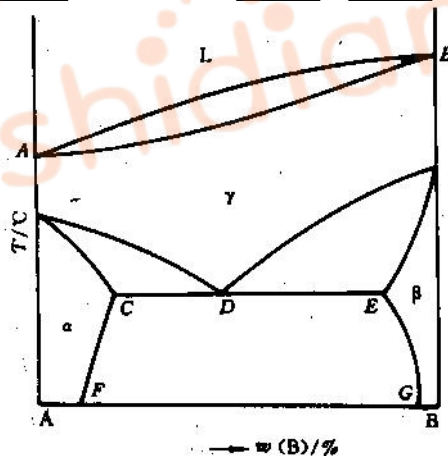


图 4-2

16. 接近共晶成分的合金, 其____性能较好; 但要进行压力加工的合金常选用____的合金。
 17. 共晶组织的一般形态是____。

(二)判断题

1. 共晶反应和共析反应的反应相和产物都是相同的。 ()

2. 铸造合金常选用共晶或接近共晶成分的合金, 要进行塑性变形的合金常选用具有单相固溶体成分的合金。 ()
3. 合金的强度与硬度不仅取决于相图类型, 还与组织的细密程度有较密切的关系。 ()
4. 置换固溶体可能形成无限固溶体, 间隙固溶体只可能是有限固溶体。 ()
5. 合金中的固溶体一般说塑性较好, 而金属化合物的硬度较高。 ()
6. 共晶反应和共析反应都是在一定浓度和温度下进行的。 ()
7. 共晶点成分的合金冷却到室温下为单相组织。 ()
8. 初生晶和次生晶的晶体结构是相同的。 ()
9. 根据相图, 我们不仅能够了解各种合金成分的合金在不同温度下所处的状态及相的相对量, 而且还能知道相的大小及其相互配置的情况。 ()
10. 亚共晶合金的共晶转变温度与共晶合金的共晶转变温度相同。 ()
11. 过共晶合金发生共晶转变的液相成分与共晶合金成分是一致的。 ()

(三)选择题

1. 固溶体的晶体结构是_____
 - A. 溶剂的晶型
 - B. 溶质的晶型
 - C. 复杂晶型
 - D. 其他晶型
2. 金属化合物的特点是_____
 - A. 高塑性
 - B. 高韧性
 - C. 高硬度
 - D. 高强度
3. 当匀晶合金在较快的冷却条件下结晶时将产生_____
 - A. 匀晶偏析
 - B. 比重偏
 - C. 枝晶偏析
 - D. 区域偏析
4. 当二元合金进行共晶反应时, 其相组成是_____
 - A. 由单相组成
 - B. 两相共存
 - C. 三相共存
 - D. 四相组成
5. 当共晶成分的合金在刚完成共晶反应后的组织组成物为_____
 - A. $\alpha + \beta$
 - B. $(\alpha + L)$
 - C. $(\alpha + \beta)$
 - D. $L + \alpha + \beta$
6. 具有匀晶型相图的单相固溶体合金_____
 - A. 铸造性能好
 - B. 锻压性能好
 - C. 热处理性能好
 - D. 切削性能好
7. 二元合金中, 共晶成分的合金_____
 - A. 铸造性能好
 - B. 锻造性能好
 - C. 焊接性能好
 - D. 热处理性能好
8. 共析反应是指_____
 - A. 液相 \rightarrow 固相 I + 固相 II
 - B. 固相 \rightarrow 固相 I + 固相 II
 - C. 从一个固相内析出另一个固相
 - D. 从一个液相中析出另一个固相
9. 共晶反应是指_____
 - A. 液相 \rightarrow 固相 I + 固相 II
 - B. 固相 \rightarrow 固相 I + 固相 II
 - C. 从一个固相内析出另一个固相
 - D. 从一个液相中析出另一个固相
10. 固溶体和它的纯金属组元相比_____
 - A. 强度高, 塑性也高些
 - B. 强度低, 但塑性高些
 - C. 强度低, 塑性也低些
 - D. 强度高, 但塑性低些

(四)改错题

1. 合金是指两种以上金属元素组成的具有金属特性的物质。
2. 在均匀固溶体中, 由于存在着晶界, 所以此固溶体是由不同位向晶粒所构成的多相系。
3. 合金元素 Cr、Mn、Si 在 α -Fe 和 γ -Fe 中只能形成间隙式固溶体; 而 C、N 在 α -Fe 和 γ -Fe 中则能形成代位式固溶体。
4. 置换原子的固溶强化效果比间隙原子的固溶强化效果大, 因为置换原子的半径一般比间隙原子大。
5. 杠杆定律只能在三相区内使用。
6. 合金在结晶过程中析出的初生相和次生相具有不同的晶型和组织形态。
7. 任何类型的固溶体的晶体结构为溶质的晶型。
8. 金属化合物的硬度较低。
9. 当共晶点成分的合金完成共晶反应后的组织组成物是 $\alpha + \beta$ 。

(五)问答题

1. 对比纯金属与固溶体结晶过程的异同, 分析固溶体结晶过程的特点。
2. 试述固溶强化, 加工强化和弥散强化的强化原理, 并说明它们的区别。
3. 什么是固溶体和化合物?它们的特性如何?
4. 何谓相图?相图能说明哪些问题?实际生产中有何应用价值?
5. 何谓杠杆定律?它在二元合金系中可以解决什么问题?
6. 为什么固溶体合金结晶时成分间隔和温度间隔越大则流动性不好, 分散缩孔大、偏析严重以及热裂倾向大?
7. 试比较共晶反应与共析反应的异同点。
8. 有两个形状和尺寸都完全相同的 Cu—Ni 合金铸件, 其中一个铸件的 $W(\text{Ni})=90\%$ 、另一铸件的 $w(\text{Ni})=50\%$, 铸造后哪一个偏析严重?为什么?
9. 请解释下列现象: (1)电阻丝大多用固溶体合金制造; (2)大多数铸造合金都选用共晶成分或接近共晶成分; (3)若室温下存在固溶体+化合物两相, 不易进行冷变形, 往往把它加热至单相固溶体态进行热变形; (4)若要提高具有共晶成分的铸件的性能, 往往增加浇注时的过冷度; (5)钢中若含硫量高会产生热脆性。

(七)计算题

1. 一个二元共晶反应如下: $L(W(\text{B})=75\%) \rightarrow \alpha(W(\text{B})=15\%) + \beta(W(\text{B})=95\%)$
 (1)求 $w(\text{B})=50\%$ 的合金完全凝固时初晶 α 与共晶 ($\alpha + \beta$) 的重量百分数, 以及共晶体中 α 相与 β 相的重量百分数;
 (2)若已知显微组织中 β 初晶与 ($\alpha + \beta$) 共晶各占一半, 求该合金成分。
2. 在固态下互不溶解的某二元合金, 从显微镜下观察得到初生组织 $W(\text{A})=85\%$, 已知共晶成分中 $W(\text{A})=24\%$, 求该合金的成分。
3. 有一种制造发动机汽缸的典型合金, 其成分 $W(\text{Si})=16\% - W(\text{Al})=84\%$ 。已知 Al—Si 相图如图 4—4。试分析: (1)熔融的液体合金缓慢冷却时, 在什么温度首先析出固相? 冷却到什么温度该合金完全凝固? (2)试计算该合金在 578°C 与在 570°C 时 Al 在 β 相中的溶解度? 4. 在 Fe—Fe₃C 相图中, 试比较 E 点与 P 点, S 点与 C 点; ES 线与 PQ 线、GS 线与 BC 线之间含义上的异同。

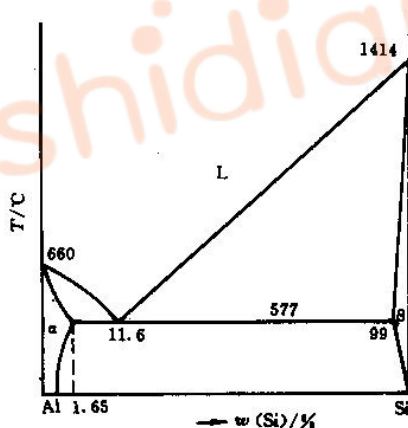
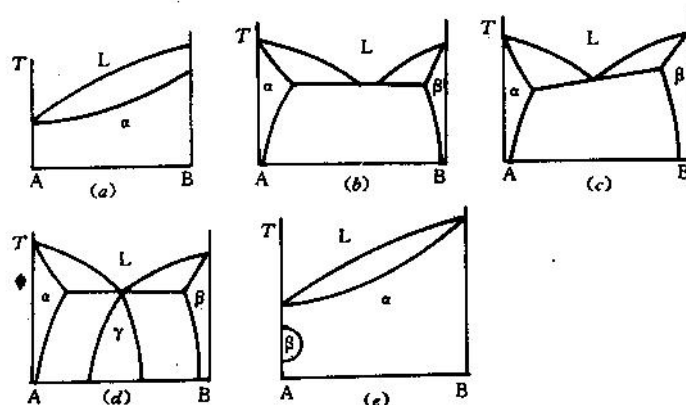


图 4-4

4. 若要配制四个不同成分的 Pb—Sn 合金 30g, 其组织要求为(参阅 Pb—Sn 合金相图);
 (1) α 相 92% 和 β 相 8%;
 (2) 亚共晶合金中, 要求共晶体占 30%;
 (3) 过共晶合金中, 要求共晶体占 70%;
 (4) 共晶合金。
 问分别计算出需要 Pb 和 Sn 各多少克?

(八)思考题

1. 试判断图 4—5 中所列相图的正确性, 若有错误, 请说明原因, 并加以改正。



2. 按照下面给出的条件, 示意画出二元合金的相图, 并填出各区域的相组成物和组织组成物。再根据相图画出合金的硬度与成分的关系曲线。已知 A、B 组元在液态时无限互溶, 在固态时能形成共晶, 共晶成分为 $W(B)=35\%$ 。A 组元在 B 组元中有限固溶, 溶解度在共晶温度时为 15%, 在室温时为 10%; B 组元在 A 组元中不能溶解。B 组元比 A 组元的硬度高。

第四章 铁碳合金

(一)填空题

1. Cr、V 在 γ -Fe 中将形成_____固溶体。C、N 则形成_____固溶体。
2. 渗碳体的晶体结构是_____, 按其化学式铁与碳原子的个数比为_____。
3. 当一块质量一定的纯铁加热到_____温度时, 将发生 α -Fe 向 γ -Fe 的转变, 此时体积将发生_____。
4. 共析成分的铁碳合金平衡结晶至室温时, 其相组成物为_____, 组织组成物为_____。
5. 在生产中, 若要将钢进行轧制或锻压时, 必须加热至_____相区。
6. 当铁碳合金冷却时发生共晶反应的反应式为_____, 其反应产物在室温下被称为_____。
7. 在退火状态的碳素工具钢中, T8 钢比 T12 钢的硬度_____, 强度_____。
8. 当 $W(C)=0.77\% - 2.11\%$ 间的铁碳合金从高温缓冷至 ES 线以下时, 将从奥氏体中析出_____, 其分布特征是_____。
9. 在铁碳合金中, 含三次渗碳体最多的合金成分点为_____, 含二次渗碳体最多的合金成分点为_____。
10. 对某亚共析碳钢进行显微组织观察时, 若估计其中铁素体约占 10%, 其 $W(C) =$ _____, 大致硬度为_____。
11. 奥氏体是_____在_____的固溶体, 它的晶体结构是_____。
12. 铁素体是_____在_____的固溶体, 它的晶体结构是_____。
13. 渗碳体是_____和_____的金属间化合物。
14. 珠光体是_____和_____的机械混合物。
15. 莱氏体是_____和_____的机械混合物, 而变态莱氏体是_____和_____的机械混合物。
16. 在 Fe—Fe₃C 相图中, 有_____, _____, _____, _____, _____五种渗碳体, 它们各自的形态特征是_____, _____, _____, _____, _____。
17. 钢中常存杂质元素有_____, _____, _____, _____等, 其中_____, _____是有害元素, 它们使钢产生_____, _____。
18. 纯铁在不同温度区间的同素异晶体有(写出温度区间)_____, _____, _____。

19. 碳钢按相图分为____、____、____;按 $W(C)$ 分为(标出 $W(C)$ 范围)____、____、____。
10. 在铁—渗碳体相图中,存在着四条重要的线,请说明冷却通过这些线时所发生的转变并指出生成物。ECF 水平线____、____; PSK 水平线____、____; ES 线____、____; GS 线____、____。
- 21 标出 Fe—Fe₃C 相图(图 4—3)中指定相区的相组成物:
①____, ②____, ③____, ④____, ⑤____。

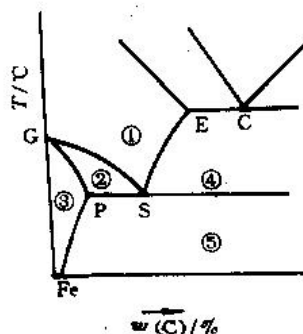


图 4-3

22. 铁碳合金的室温显微组织由____和____两种基本相组成。
23. 若退火碳钢试样中先共析铁素体面积为 41.6%, 珠光体的面积为 58.4%, 则其 $W(C)$ =____。
24. 若退火碳钢试样中二次渗碳体面积为 7.3%, 珠光体的面积为 92.7%, 则其 $W(C)$ =____。
25. 平衡条件下, $W(C)=0.5\%$ 的铁碳合金, 100% A 相的最低温度为____; 730℃ A 相的百分含量为____, A 相的 $W(C)$ =____; 这时先共析铁素体的百分含量为____。

(二)判断题

- 在铁碳合金中, 含二次渗碳体最多的成分点为 $W(C)$: 4.3% 的合金。 ()
- 在铁碳合金中, 只有共析成分点的合金在结晶时才能发生共析反应, 形成共析组织。 ()
- 退火碳钢的塑性与韧性均随 $W(C)$ 的增高而减小。而硬度与强度则随 $W(C)$ 的增高而不断增高。 ()
- 在铁碳合金中, 渗碳体是一个亚稳相, 而石墨才是一个稳定相。 ()
- 白口铸铁在高温时可以进行锻造加工。 ()
- 因为磷使钢发生热脆, 而硫使钢发生冷脆, 故硫磷都是钢中的有害元素。 ()
- 在室温下, 共析钢的平衡组织为奥氏体。 ()
- 纯铁加热到 912℃ 时, 将发生 $\alpha\text{-Fe} \rightarrow \gamma\text{-Fe}$ 的转变, 体积发生膨胀。 ()
- 铁碳合金中, 一次渗碳体, 二次渗碳体和三次渗碳体具有相同的晶体结构。 ()
- 在 Fe—Fe₃C 相图中, 共晶反应和共析反应都是在一定浓度和恒温下进行的。 ()
- 在 Fe—Fe₃C 相图中, 凡发生共晶反应的铁碳合金叫做白口铁; 凡发生共析反应的铁碳合金叫做钢。 ()
- 珠光体是单相组织。 ()
- 白口铁是碳以渗碳体形式存在的铁, 所以其硬度很高, 脆性很大。 ()
- $W(C)=1.3\%$ 的铁碳合金加热到 780℃ 时得到的组织为奥氏体加二次渗碳体。 ()
- $\alpha\text{-Fe}$ 是体心立方结构, 致密度为 68%, 所以其最大溶碳量为 32%。 ()
- $\gamma\text{-Fe}$ 是面心立方晶格, 致密为 0.74, 所以其最大溶碳量为 26%。 ()
- 钢材的切削加工性随 $w(C)$ 增加而变差。 ()
- 碳钢进行热压力加工时都要加热到奥氏体区。 ()

19. $W(C)=1.0\%$ 的碳钢比 $W(C)=0.5\%$ 的碳钢硬度高。 ()
20. 在室温下, $w(C)=0.8\%$ 的退火碳钢的强度比 $W(C)=1.2\%$ 的退火碳钢高。 ()
21. 钢铆钉一般用低碳钢制成。 ()
22. 钳工锯 T10、T12 钢料时比锯 10、20 钢费力, 且锯条容易磨钝。 ()
23. 钢适宜于通过压力加工成形, 而铸铁适宜于通过铸造成形。 ()
24. 工业纯铁的 $W(C)<0.2\%$ 。 ()
25. 工业纯铁的室温平衡组织为铁素体。 ()
26. 汽车外壳用低碳钢板制造, 而理发工具用碳素工具钢制造。 ()
27. 退火碳钢 $W(C)=0.9\%$ 左右时强度极限最高。 ()
28. 过共析钢由液态缓冷至室温中所析出的二次渗碳体在组织形态与晶体结构方面均与一次渗碳体不相同。 ()

(三)选择题

1. 渗碳体属于_____
 - A. 间隙固溶体
 - B. 间隙化合物
 - C. 间隙相
 - D. 正常化合物
2. δ -Fe 的晶型是_____
 - A. 体心立方
 - B. 面心立方
 - C. 密排六方
 - D. 简单立方
3. 铁素体的机械性能特点是
 - A. 具有良好的硬度与强度
 - B. 具有良好的综合机械性能
 - C. 具有良好的塑性和韧性
 - D. 具有良好的切削性和铸造性
4. $W(C)=4.3\%$ 碳的铁碳合金具有_____。
 - A. 良好的可锻性
 - B. 良好的铸造性
 - C. 良好的焊接性
 - D. 良好的热处理性
5. 建筑用钢筋宜选用_____
 - A. 低碳钢
 - B. 中碳钢
 - C. 高碳钢
 - D. 工具钢
6. 装配工使用的锉刀宜选用_____
 - A. 低碳钢
 - B. 中碳钢
 - C. 高碳钢
 - D. 过共晶白口铁
7. 纯铁在 912°C 以下的晶格类型是_____
 - A. 密排六方晶格
 - B. 面心立方晶格
 - C. 体心立方晶格
 - D. 简单立方晶格
8. 三次渗碳体是从_____
 - A. 钢液中析出的
 - B. 铁素体中析出的
 - C. 奥氏体中析出的
 - D. 珠光体中析出的
9. 二次渗碳体是从_____
 - A. 钢液中析出的
 - B. 铁素体中析出的
 - C. 奥氏体中析出的
 - D. 莱氏体中析出的
10. 在下述钢铁中, 切削性能较好的是_____
 - A. 工业纯铁
 - B. 45
 - C. 白口铁
 - D. T12A

(四)改错题

1. 合金元素 Cr、Mn、Si 在 α -Fe 和 γ -Fe 中只能形成间隙式固溶体; 而 C、N 在 α -Fe 和 γ -Fe 中则能形成代位式固溶体。
2. 渗碳体具有复杂的晶格类型, 但其 Fe 与 C 的原子个数比为 6.69。
3. 当一块纯铁加热到 1538°C 温度时, 将发生 α -Fe 向 γ -Fe 转变, 此时体积将收缩。
4. 在实际生产中, 若要钢的变形抗力小, 容易变形, 必须加热至 δ 单相区。
5. 在普通退火状态下的工具钢中, T8 钢比 T12 钢的强度和硬度都更高。
6. 纯铁在 $(1394\sim 1538)^\circ\text{C}$ 之间为面心立方的 α -Fe。
7. 按铁碳相图, 钢与铁的成分分界点一般是 $W(C)=4.3\%$ 。
8. 铁素体和奥氏体都具有良好的综合机械性能。
9. $W(C)=4.3\%$ 的铁碳合金应具有良好的压力加工性能。
10. 制作一把手用锉刀, 可选用 $W(C)=0.1\%$ 的铁碳合金。
11. 在铁碳合金系中, δ -Fe 的晶格类型是复杂斜方结构。
12. 工业纯铁平衡结晶过程中, 可能获得奥氏体; 冷到常温时可能获得珠光体。

(五)问答题

1. 根据铁碳相图, 说明产生下列现象的原因:

(1) 在 1100°C , $W(\text{C})=0.4\%$ 的钢能进行锻造, 而 $W(\text{C})=4.0\%$ 的生铁则不能锻造;

(2) 含碳量高的白口铸铁可做耐磨零部件;

(3) 绑扎物件一般采用低碳钢丝, 而起重机吊重物时则采用 $W(\text{C})=0.60\%\sim 0.75\%$ 的钢

丝绳;

(4) 用做汽车挡板的材料与用做锉刀的材料为什么不同。

2 试述铁碳相图在理论和实践中的重要意义, 并举例说明之;

3. 指出 Q235、45、T12A 钢的类别、主要特点及用途。

4. 一块低碳钢和一块白口铸铁, 大小和形状都一样, 如何迅速把它们区分开来?

5. 纯铁的三个同素异构体各叫什么名称? 晶体结构如何? 试绘出温度—时间曲线, 并标明转变临界点温度。

6. 试述 F、A 和 Fe_3C 的晶体结构和性能特点。

7. 何谓 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{I}$ 、 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{II}$ 、 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{III}$ 、 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{共析}$ 和 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{共晶}$? 在显微镜下它们的形态有何特点? 请指出 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{II}$ 、 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{III}$ 的最大百分含量的成分点。

8 根据铁碳相图, 解释下列现象:

(1) T8 钢比 40 钢的强度、硬度高、塑性、韧性差。(2) T12 钢比 T8 钢的硬度高, 但强度反而低;(3) 所有碳钢均可加热至 $(1000\sim 1100)^{\circ}\text{C}$ 区间热锻成型, 而任何白口铸铁在该温度区间, 仍然塑性、韧性差, 不能热锻成型;(4) 制造汽车外壳多用低碳钢, $W(\text{C})<0.2\%$; 制造机床主轴、齿轮等多用中碳钢 $W(\text{C})=0.25\sim 0.6\%$; 而制造车刀、丝锥、锯条等则多采用高碳钢 $W(\text{C})>0.6\%$, 而 $W(\text{C})=1.3\sim 2.1\%$ 之间的碳钢则基本不用。

(七)计算题

1. 分析 $w(\text{C})=0.2\%$ 、 $w(\text{C})=0.6\%$ 、 $w(\text{C})=0.77\%$ 的铁碳合金从液态缓冷至室温时的结晶过程和室温组织, 分别计算 $w(\text{C})=0.2\%$ 的铁碳合金在室温下相的相对量和组织相对量。

2. 分析 $w(\text{C})=3.2\%$ 、 $w(\text{C})=4.3\%$ 、 $w(\text{C})=4.7\%$ 的铁碳合金从液态缓冷至室温时的结晶过程和室温组织, 分别计算 $W(\text{C})=4.3\%$ 的铁碳合金在室温下相的相对量和组织相对量。

3. 计算在共析反应温度时, 珠光体中铁素体与渗碳体的相对量。

4. 分别计算共晶莱氏体在共晶反应温度、共析反应温度和室温时, 其组成相的相对量。

5. 若已知珠光体的 $\text{HB}\approx 200$, $\delta\approx 20\%$; 铁素体的 $\text{HB}\approx 80$, $\delta\approx 50\%$, 试计算 $W(\text{C})=0.45\%$ 钢的硬度与延伸率。

6. 某工厂仓库里积压了一批退火碳钢钢材, 如果取出其中的一根经制样后在金相显微镜下观察, 其组织为珠光体+铁素体, 若其中铁素体约占视场面积的 80% 时, 问此钢材的 $W(\text{C})$ 大约是多少?

7. 在铁碳相图中, 若将 ES 线近似地当成直线, 试求 $W(\text{C})=1.2\%$ 的钢在 780°C 经充分保温并快冷后的二次渗碳体含量。

8. 已知某铁碳合金 728°C 时有奥氏体 75%, 渗碳体 25%。求此合金的 $w(\text{C})$ 和室温时的组织组成物和相组成物的百分比。

9. 根据 Fe— Fe_3C 相图。用杠杆定律求 $w(\text{C})=0.45\%$ 的碳钢在略低于 727°C 时相组成物和组织组成物的相对量。

10. 利用杠杆定律进行下列各题的计算:

(1) $w(\text{C})=0.25\%$ 的碳钢退火组织中先共析铁素体和珠光体的相对含量各是多少?

(2) $w(\text{C})=0.5\%$ 的碳钢退火组织中先共析铁素体和珠光体的相对含量各是多少?

(3) $w(\text{C})=1.4\%$ 的碳钢退火组织中 Fe_3C 和 P 的相对含量各是多少?

(八)思考题

1. 分析 $w(\text{C})=2.11\%$ (正点) 的铁碳合金的平衡结晶过程, 并计算其室温组织组成物的相对含量。根据上述结果判断该铁碳合金是碳钢或是白口铁?

2. 有一块厚度为 10mm 的 T8 钢试样, 置于强烈的脱碳性气氛中于 930°C 长时间(如 4~6h)

- 加热，然后缓冷至室温。请绘出该试样从表面至心部的显微组织示意图，并解释之。
3. 有一块厚度为 10mm 的 10 钢试样，置于渗碳气氛中于 930℃ 长时间(如 4—6h)保温，然后缓冷至室温。请绘出该试样从表面至心部的显微组织示意图，并解释之。

第五章 金属及合金的塑性变形

(一)填空题

1. 硬位向是指_____，其含义是_____。
2. 从刃型位错的结构模型分析，滑移的实质是_____。
3. 由于位错的_____性质，所以金属才能产生滑移变形，而使其实际强度值大大的低于理论强度值。
4. 加工硬化现象是指_____，加工硬化的结果使金属对塑性变形的抗力_____，造成加工硬化的根本原因是_____。
5. 影响多晶体塑性变形的两个主要因素是_____、_____。
6. 金属塑性变形的的基本方式是_____和_____，冷变形后金属的强度_____，塑性_____。
7. 常温下使用的金属材料以_____晶粒为好，而高温下使用的金属材料以_____晶粒为好。
8. 面心立方结构的金属有_____滑移系，它们是_____。
9. 体心立方结构的金属有_____滑移系，它们是_____。
10. 密排六方结构的金属有_____滑移系，它们是_____。
11. 单晶体金属的塑性变形都是_____作用下发生的，常沿着晶体中_____和_____发生。
12. 金属经冷塑性变形后，其组织和性能会发生变化，如_____、_____、_____、_____等等。
13. 拉伸变形时，晶体转动的方向是_____转到_____。
14. 位错密度的定义是_____，单位为_____。
15. 晶体的理论屈服强度约为实际屈服强度的_____倍。
16. 内应力是指_____，它分为_____、_____、_____三种。
17. 滑移系是指_____，面心立方晶格的滑移面为_____，滑移系方向为_____，构成_____个滑移系。

(二)判断题

1. 金属在均匀塑性变形时，若外力与滑移面相平行，则意味着不可能进行塑性变形。
2. 在体心立方晶格中，滑移面为 $\{111\} \times 6$ ，滑移方向为 $\langle 110 \rangle \times 2$ ，所以其滑移系有 12 个。
3. 滑移变形不会引起晶体结构的变化。
4. 因为体心立方与面心立方晶格具有相同的滑移系数目，所以它们的塑性变形能力也相同。 ()
5. 在晶体中，原子排列最密集的晶面间的距离最小，所以滑移最困难。 ()
6. 孪生变形所需要的切应力要比滑移变形所需要的切应力小得多。 ()
7. 金属的加工硬化是指金属冷塑性变形后强度和塑性提高的现象。 ()
8. 单晶体主要变形的方式是滑移，其次是孪生。 ()
9. 细晶粒金属的强度高，塑性也好。 ()
10. 反复弯折铁丝，铁丝会越来越硬，最后会断裂。 ()
11. 喷丸处理及表面辗压能显著提高材料的疲劳强度。 ()
12. 晶体滑移所需的临界分切应力实测值比理论值小得多。 ()
13. 晶界处滑移的阻力最大。 ()
14. 滑移变形的同时伴随有晶体的转动，因此，随变形度的增加，不仅晶格位向要发生变化，

- 而且晶格类型也要发生变化。()
15. 滑移变形不会引起晶格位向的改变,而孪生变形则要引起晶格位向的改变。()
16. 面心立方晶格一般不会产生孪生变形;密排六方晶格金属因滑移系少,主要以孪生方式产生变形。()

(三)选择题

- 能使单晶体产生塑性变形的应力为()
A. 正应力 B. 切应力
- 面心立方晶体受力时的滑移方向为()
A $\langle 111 \rangle$ B $\langle 110 \rangle$ C $\langle 100 \rangle$ D $\langle 112 \rangle$
- 体心立方与面心立方晶格具有相同的滑移系,但其塑性变形能力是不同的,其原因是面心立方晶格的滑移方向较体心立方晶格的滑移方向()
A. 少 B. 多 C. 相等 D. 有时多有时少
- 冷变形时,随着变形量的增加,金属中的位错密度()。
A. 增加 B. 降低 C. 无变化 D. 先增加后降低
- 钢的晶粒细化以后可以()。
A. 提高强度 B. 提高硬度 C. 提高韧性 D. 既提高强度硬度,又提高韧性
- 加工硬化现象的最主要原因是()。
A. 晶粒破碎细化 B. 位错密度增加 C. 晶粒择优取向 D. 形成纤维组织
- 面心立方晶格金属的滑移系为()。
A. $\langle 111 \rangle \langle 110 \rangle$ B. $\langle 110 \rangle \langle 111 \rangle$ C. $\{100\} \langle 110 \rangle$ D. $\{100\} \langle 111 \rangle$
- 用铝制造的一种轻型梯子,使用时挠度过大但未塑性变形。若要改进,应采取下列()措施
A. 采用高强度铝合金 B. 用钢代替铝
C. 用高强度镁合金 D. 改进梯子的结构设计

(四)改错题

- 塑性变形就是提高材料塑性的变形。
- 滑移面是原子密度最大的晶面,滑移方向则是原子密度最小的方向
- 晶界处原子排列紊乱,所以其滑移阻力最小。

(五)问答题

- 试述金属经冷塑性变形后,其结构、组织与性能所发生的变化过程,分析发生变化的实质。
- 试述加工硬化对金属材料的强化作用,这些变化有什么实际意义?试举一些有用的例子,也举一些有害的事实。
- 增加金属中的位错密度,是强化金属材料的途径之一。那么,降低位错密度是否会使金属材料的强度降低?无位错的金属材料强度是否最低?为什么?
- 用低碳钢板冲压成型的零件,冲压后发现各部位的硬度不同?为什么?如何解决?
- 口杯采用低碳钢板冷冲而成,如果钢板的晶粒大小很不均匀,那么冲压后常常发现口杯底部出现裂纹,这是为什么?
- 面心立方、体心立方和密排六方金属的主要塑性变形方式是什么?温度、形变速度对其有何影响?
- 指出面心立方、体心立方和密排六方晶体中的滑移面。为什么滑移面为密排面,滑移方向是密排方向?
- 试阐述为什么金属的实际强度比理论强度低得多?
- 试用多晶体的塑性变形过程来阐述为什么晶粒越细的金属的强度、硬度越高、塑性、韧性也越好?
- 何谓加工硬化?产生原因及其消除方法是什么?

11. 试述内应力的分类及其对材料性能的影响。
12. 有些机器零件常采用表面喷丸处理从而大大提高零件的使用寿命，这是什么原因？

(六) 作图题

1. 画出 α -Fe 和 γ -Fe 的晶胞，在晶胞中指出发生滑移的一个晶面，在这个晶面上发生滑移的一系列晶向。

第六章 回复与再结晶

(一) 填空题

1. 金属再结晶概念的前提是_____，它与重结晶的主要区别是_____。
2. 金属的最低再结晶温度是指_____，它与熔点的大致关系是_____。
3. 钢在常温下的变形加工称_____，铅在常温下的变形加工称_____。
4. 回复是_____，再结晶是_____。
5. 临界变形量的定义是_____，通常临界变形量约在_____范围内。
6. 金属板材深冲压时形成制耳是由于_____造成的。
7. 根据经验公式得知，纯铁的最低再结晶温度为_____。

(二) 判断题

1. 金属的预先变形越大，其开始再结晶的温度越高。 ()
2. 变形金属的再结晶退火温度越高，退火后得到的晶粒越粗大。 ()
3. 金属的热加工是指在室温以上的塑性变形过程。 ()
4. 金属铸件不能通过再结晶退火来细化晶粒。 ()
5. 再结晶过程是形核和核长大过程，所以再结晶过程也是相变过程。 ()；
6. 从金属学的观点看，凡是加热以后的变形为热加工，反之不加热的变形为冷加工。 ()
7. 在一定范围内增加冷变形金属的变形量，会使再结晶温度下降。 ()
8. 凡是重要的结构零件一般都应进行锻造加工。 ()
9. 在冷拔钢丝时，如果总变形量很大，中间需安排几次退火工序。 ()
10. 从本质上讲，热加工变形不产生加工硬化现象，而冷加工变形会产生加工硬化现象。这是两者的主要区别。 ()

(三) 选择题

1. 变形金属在加热时发生的再结晶过程是一个新晶粒代替旧晶粒的过程，这种新晶粒的晶型()。
A. 与变形前的金属相同 B. 与变形后的金属相同
C. 与再结晶前的金属相同 D. 形成新的晶型
2. 金属的再结晶温度是()
A. 一个确定的温度值 B. 一个温度范围 C. 一个临界点 D. 一个最高的温度值
3. 为了提高大跨距铜导线的强度，可以采取适当的()。
A. 冷塑变形加去应力退火 B. 冷塑变形加再结晶退火
C. 热处理强化 D. 热加工强化
4. 下面制造齿轮的方法中，较为理想的方法是()。
A. 用厚钢板切出圆饼再加工成齿轮 B. 用粗钢棒切下圆饼再加工成齿轮
C. 由圆钢棒热锻成圆饼再加工成齿轮 D. 由钢液浇注成圆饼再加工成齿轮
5. 下面说法正确的是()。
A. 冷加工钨在 1 000℃发生再结晶 B. 钢的再结晶退火温度为 450℃

- C 冷加工铅在 0℃ 也会发生再结晶 D. 冷加工铝的 $T_{再} \approx 0.4T_m = 0.4 \times 660^\circ\text{C} = 264^\circ\text{C}$
- 6 下列工艺操作正确的是()。
- A. 用冷拉强化的弹簧丝绳吊装大型零件淬火加热时入炉和出炉
B 用冷拉强化的弹簧钢丝作沙发弹簧
C 室温可以将保险丝拉成细丝而不采取中间退火
D. 铅的铸锭在室温多次轧制成为薄板, 中间应进行再结晶退火
- 7 冷加工金属回复时, 位错()。
- A. 增加 B. 大量消失 C. 重排 D 不变
- 8 在相同变形量情况下, 高纯金属比工业纯度的金属()。
- A. 更易发生再结晶 B. 更难发生再结晶
C 更易发生回复 D. 更难发生回复
- 9 在室温下经轧制变形 50% 的高纯铅的显微组织是()。
- A. 沿轧制方向伸长的晶粒 B. 纤维状晶粒
C 等轴晶粒 D. 带状晶粒

(四)改错题

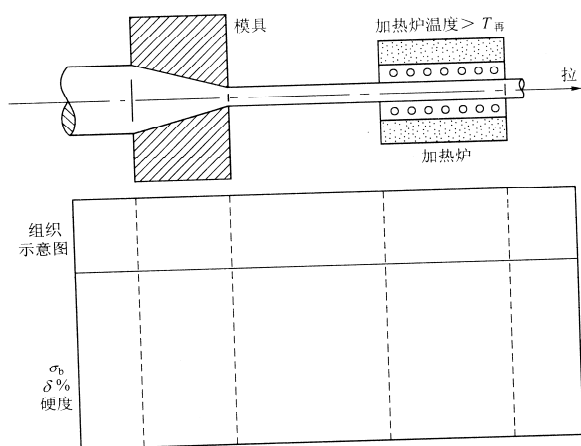
1. 钢的再结晶退火温度一般为 1 100℃。
3. 低碳钢试样的临界变形度一般都大于 30%。
4. 锡在室温下加工是冷加工, 钨在 1000℃ 变形是热加工。
5. 再结晶退火温度就是最低再结晶温度。
6. 再结晶就是重结晶。

(五)问答题

1. 钨($T_m = 3410^\circ\text{C}$)在 1 100℃、锡($T_m = 232^\circ\text{C}$)在室温时进行的冷变形加工分别属于冷加工或热加工?
2. 用一根冷拉钢丝绳吊装一大型工件入炉, 并随工件一起加热至 1 000℃, 当出炉后再次吊装工件时, 钢丝绳发生断裂, 试分析其原因。
3. 当把铅铸锭在室温下经多次轧制成薄铅板时, 需不需要进行中间退火?为什么?
4. 用冷拔钢丝缠绕的螺旋弹簧, 经低温加热后, 其弹力要比未加热的好, 这是为什么?
5. 在室温下对铅板进行弯折, 你会感到越弯越硬, 但稍隔一会儿再行弯折, 你会发现铅板又像初时一样柔软, 这是什么原因?
6. 用低碳钢板冲压成型的零件, 冲压后发现各部位的硬度不同?为什么? 如何解决?
7. 三个低碳钢试样变形度为 5%, 15%, 30%, 如果将它们加热至 800℃, 指出哪个产生粗晶粒?为什么?
8. 口杯采用低碳钢板冷冲而成, 如果钢板的晶粒大小很不均匀, 那么冲压后常常发现口杯底部出现裂纹, 这是为什么?
9. 试述影响再结晶过程的因素。如何确定纯金属的最低再结晶温度和实际再结晶退火温度?
10. 如何区分热加工与冷加工?为什么锻件比铸件的性能好?热加工会造成哪些缺陷?
11. 已知某低碳钢的抗拉强度为 500MPa, 若要选用这个牌号的钢来制造抗拉强度达 900MPa 的机器零件, 问应采用除热处理以外的哪一种加工方法。
12. 作沙发的冷拉弹簧钢丝, 冷卷簧以后一般的弹性都能符合要求。
13. 在冷拔钢丝生产过程中, 常常要穿插几次中间退火工序才能拉到最终所需的尺寸要求。如不中间退火, 一直拉拔到最终尺寸, 钢丝表面往往出现裂纹(发纹)甚至有中途拉断的现象发生。这是什么原因?试述中间退火的原理及其作用。
14. 解释产生下列现象的原因: 室温下, 铝的塑性优于铁; 铁的塑性优于锌。

(六)作图题

1. 拉制半成品铜丝的过程如图 5—1, 试在图的下部绘出不同阶段的组织和性能的变化示意图, 并加以适当解释。



图题 5-15

(七)计算题

1. 铅的熔点为 327°C ，锡的熔点为 232°C ，它们分别在室温 20°C 下进行压力加工，此时有无加工硬化现象?为什么?
2. 已知 W 的熔点为 3410°C ，Fe 为 1538°C ，Cu 为 1083°C ，Pb 为 327°C 。比较几种金属在室温下塑性变形的能力，并简述理由。

(八)思考题

1. 用以下三种方法制成齿轮，哪种方法最好?为什么?
 - (1) 由厚钢板切出圆饼再加工成齿轮
 - (2) 由粗钢棒切下圆饼再加工成齿轮
 - (3) 由圆钢棒热锻成圆饼再加工成齿轮
2. 在纯铁板上冲一个孔，再将此板加热至 200°C 、 400°C 、 600°C 后保温 1h，试分析其孔边缘内部组织的变化。

第七章 扩散习题与思考题

(一)选择题

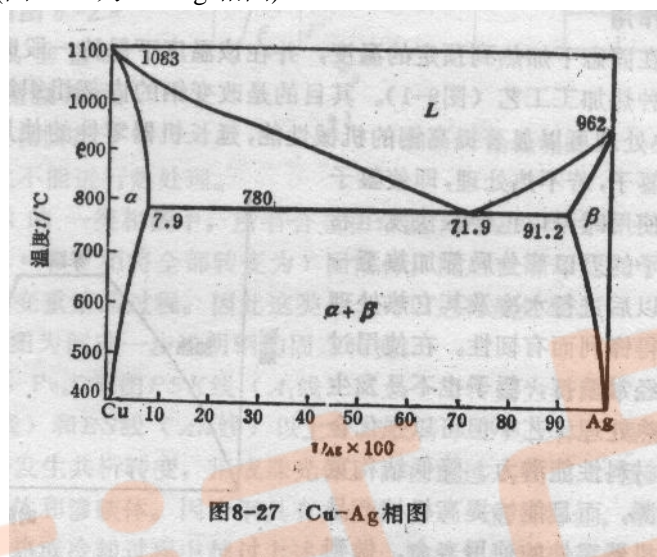
1. 菲克第一定律描述了稳态扩散的特征，即浓度不随()变化
A 距离 B 时间 C 温度
2. 原子扩散的驱动力是()
A 组元的浓度梯度 B 组元的化学势梯度 C 温度梯度

(二)问答题

- 1 何谓扩散，固态扩散有哪些种类?
- 2 何谓上坡扩散和下坡扩散?试举几个实例说明之。
- 3 扩散系数的物理意义是什么?影响因素有哪些?
- 4 固态金属中要发生扩散必须满足哪些条件。
- 5 铸造合金均匀化退火前的冷塑性变形对均匀化过程有何影响?是加速还是减缓?为什么。
- 6 已知铜在铝中的扩散常数 $D_0 = 0.84 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ ， $Q = 136 \times 10^3 \text{J/mol}$ ，试计算在 477°C 和 497°C 时铜在铝中的扩散系数。
- 7 有一铝—铜合金铸锭，内部存在枝晶偏析，二次枝晶轴间距为 0.01cm ，试计算该铸锭

在 477℃ 和 497℃ 均匀化退火时使成分偏析振幅降低到 1% 所需的保温时间。

- 8 可否用铅代替铅锡合金作对铁进行钎焊的材料，试分析说明之。
- 9 铜的熔点为 1083℃，银的熔点为 962℃，若将质量相同的一块纯铜板和一块纯银板紧密地压合在一起，置于 900℃ 炉中长期加热，问将出现什么样的变化，冷至室温后会得到什么样的组织(图 8-37 为 Cu-Ag 相图)。



- 10 渗碳是将零件置于渗碳介质中使碳原子进入工件表面，然后以下坡扩散的方式使碳原子从表层向内部扩散的热处理方法。试问：
 - (1) 温度高低对渗碳速度有何影响？
 - (2) 渗碳应当在 γ -Fe 中进行还是应当在 α -Fe 中进行？
 - (3) 空位密度、位错密度和晶粒大小对渗碳速度有何影响？

第八章 热处理原理

(一) 填空题

- 1 起始晶粒度的大小决定于_____及_____。
- 2 在钢的各种组织中，马氏体的比容_____，而且随着 $w(C)$ 的增加而_____。
- 3 热处理后零件的力学性能决定于奥氏体在不同过冷度下的_____及其_____。
- 4 板条状马氏体具有高的_____及一定的_____与_____。它的强度与奥氏体_____有关，_____越细则强度越高。
- 5 淬火钢低温回火后的组织是_____和_____；中温回火后的组织是_____，一般用于高_____的结构件；高温回火后的组织是_____，用于要求足够高的_____及高的_____的零件。
- 6 钢在加热时，只有珠光体中出现了_____和_____时，才有了转变成奥氏体的条件，奥氏体晶核才能形成。
- 7 马氏体的三个强化包括_____强化、_____强化、_____强化。
- 8 第二类回火脆性主要产生于含_____、_____、_____等合金元素的钢中，其产生的原因是钢中晶粒边界的_____增加的结果，这种脆性可用_____冷来防止，此外在钢中加入_____和 Mo 及_____热处理等方法也能防止回火脆性。

9. 共析钢加热至稍高于 727 °C 时将发生_____的转变，其形成过程包括_____、_____、_____等几个步骤。
- 10 根据共析钢转变产物的不同，可将 C 曲线分为_____、_____、_____三个转变区。
- 11 根据共析钢相变过程中原子的扩散情况，珠光体转变属于_____转变，贝氏体转变属于_____转变，马氏体转变属于_____转变。
12. 马氏体按其组织形态主要分为_____和_____两种。
13. 马氏体按其亚结构主要分为_____和_____两种。
14. 贝氏体按其形成温度和组织形态，主要分为_____和_____两种。
15. 珠光体按其组织形态可分为_____珠光体和_____珠光体；按片间距的大小又可分为_____体、_____体和_____体。
- 16 描述过冷奥氏体在 A1 点以下相转变产物规律的曲线有_____和_____两种；对比这两种曲线可看出，前者指示的转变温度比后者_____，转变所需的时间前者比后者_____，临界冷却速度前者比后者_____。
- 17 当钢发生奥氏体向马氏体组织的转变时，原奥氏体中 $w(C)$ 越高，则 M_s 点越_____，转变后的残余奥氏体量越_____。
- 18 钢的淬透性越高，则临界冷却速度越_____；其 C 曲线的位置越_____。

(二)判断题

1. 相变时新相的晶核之所以易在母相的晶界上首先形成，是因为晶界处能量高。()
2. 随奥氏体中 $W(C)$ 的增高，马氏体转变后，其中片状马氏体减少，板条状马氏体增多。()
3. 合金元素使钢的过冷奥氏体转变延慢的原因是合金元素在奥氏体中扩散很慢，另一原因是合金元素的存在使碳的扩散速度减慢。()
4. 第一类回火脆性是可逆的，第二类回火脆性是不可逆的。()
5. 马氏体降温形成时，马氏体量的不断增加不是依靠原有的马氏体长大，而是不断形成新的马氏体。()
6. 钢经加热奥氏体化后，奥氏体中碳与合金元素的含量与钢中碳及合金元素的含量是相等的。()
7. 所谓本质细晶粒钢，就是一种在任何加热条件下晶粒均不粗化的钢。()
8. 当把亚共析钢加热到 A_{c1} 和 A_{c3} 之间的温度时，将获得由铁素体与奥氏体构成的两组织，在平衡条件下，其中奥氏体的 $w(C)$ 总是大于钢的 $w(C)$ 。()
9. 马氏体是 C 在 $\alpha-Fe$ 中所形成的过饱和固溶体，当发生奥氏体向马氏体的转变时，体积发生收缩。()
- 10 钢在奥氏体化时，若奥氏体化温度愈高，保温时间愈长，则过冷奥氏体愈稳定，C 曲线愈靠左。()

(三)选择题

- 1 钢在淬火后所获得马氏体组织的粗细主要取决于_____。
A. 奥氏体的本质晶粒度 B. 奥氏体的实际晶粒度
C 奥氏体的起始晶粒度 D. 珠光体和铁素体的原始晶粒度
2. 高碳片状马氏体脆性较大的原因是_____。
A. 有显微裂纹存在 B. 固溶度太高
C 残余奥氏体存在于马氏体片间界处 D. 转变不完全
3. 低碳板条马氏体中板条群的大小决定于_____。
A. 冷却速度的大小 B. 奥氏体 $w(C)$ 多少
C 奥氏体晶粒的大小 D. 以上都不是
- 4 在淬火钢中 $w(C)$ 增加到 0.6% 以后，随 $w(C)$ 增加硬度不再继续增加，这是因为
A 随 $w(C)$ 的增加残余奥氏体的量增多的关系
B. 随 $w(C)$ 增加片状马氏体的量增多的关系
C 随 $w(C)$ 增加淬火内应力增大的关系
D. 随 $w(C)$ 增加非马氏体量减少的关系

5. 若钢中加入合金元素能使 C 曲线左移, 则将使淬透性_____
 - A. 提高 B. 降低 C. 不改变 D. 对小试样提高, 对大试样则降低
- 6 在过冷奥氏体等温转变图的鼻尖处, 孕育期最短, 故_____
 - A. 过冷奥氏体稳定性最好, 转变速度最快
 - B. 过冷奥氏体稳定性最差, 转变速度最快
 - C. 过冷奥氏体稳定性最差, 转变速度最慢
 - D. 过冷奥氏体稳定性最好, 转变速度最慢
- 7 钢进行奥氏体化的温度愈高, 保温时间愈长则_____
 - A. 过冷奥氏体愈稳定, C 曲线愈靠左
 - B. 过冷奥氏体愈稳定, C 曲线愈靠右
 - C. 过冷奥氏体愈不稳定, C 曲线愈靠左
 - D. 过冷奥氏体愈不稳定, C 曲线愈靠右
- 8 上贝氏体和下贝氏体的机械性能相比较, _____
 - A. 两者具有较高的强度和韧性
 - B. 两者具有很低的强度和韧性
 - C. 上贝氏体具有较高强度和韧性
 - D. 下贝氏体具有较高强度和韧性
9. 过共析钢加热到 A_{c1} — A_{cm} 之间时, 则_____
 - A. 奥氏体的 $w(C)$ 小于钢的 $w(C)$
 - B. 奥氏体的 $w(C)$ 大于钢的 $w(C)$
 - C. 奥氏体的 $w(C)$ 等于钢的 $w(C)$
 - D. 无法判断两者 $w(C)$ 的关系

(四) 改错题

- 1 低碳板条状马氏体的强化主要是固溶强化和孪晶强化。
- 2 低碳板条状马氏体又称为孪晶马氏体和位错马氏体。
- 3 共析钢上贝氏体在电镜观察下的典型形态是成一束束相互间大致平行, 含碳量稍微过饱和的铁素体条, 并在诸板条内部分布着沿板条长轴防线顺着排列的碳化物短棒或小片。
- 4 片状珠光体的力学性能, 主要决定于珠光体的 $W(C)$ 。
- 5 碳素钢的马氏体点 M_s 和 M_f 与奥氏体的 $w(C)$ 有关, 随着 $w(C)$ 增加, M_s 逐渐升高而 M_f 逐渐降低。
6. 珠光体的形成过程是铁素体和渗碳体同时生核和长大的过程。
- 7 加热到奥氏体的共析钢迅速冷到 230°C 时, 过冷奥氏体发生马氏体转变, 这时只发生铁原子的扩散而无碳的析出。
- 8 共析碳钢上贝氏体组织在光学显微镜下呈黑色针状或竹叶状; 下贝氏体组织在光学显微镜下具有羽毛状特征。
- 9 共析钢过冷奥氏体在连续冷却时, 只有贝氏体型和马氏体型转变, 而没有珠光体型转变。
10. 低碳钢淬火后, 只有经高温回火才可获得较为优良的力学性能。

(五) 问答题

- 1 珠光体类型组织有哪几种? 它们在形成条件、组织形态和性能方面有何不同?
2. 贝氏体类型组织有哪几种? 它们在形式条件、组织形态和性能方面有何不同?
3. 马氏体组织有哪几种基本类型? 它们在形成条件、晶体结构、组织形态、性能方面有何不同?
4. 马氏体的硬度与 $W(C)$ 之间存在着什么样的关系? 马氏体中的 $W(C)$ 是否代表钢中的 $W(C)$? 为什么?
5. 试比较共析碳钢过冷奥氏体等温转变曲线与连续转变曲线的异同点。
- 6 将 T8 钢小试样加热到 760°C 经保温后, 采用什么样的冷却方式才能得到下列组织:
 - ①珠光体; ②索氏体; ③ 屈氏体; ④上贝氏体; ⑤下贝氏体; ⑥屈氏体+马氏体;
 - ⑦马氏体+残余奥氏体(少量); ⑧下贝氏体+马氏体+少量残余奥氏体。在 C 曲线上描出工艺曲线示意图。
- 7 钢经淬火后为什么一定要回火? 回火存在哪些过程? 回火温度与钢的性能关系怎样?

8. 指出 $\phi 10\text{mm}$ 的 45 钢经下列温度加热并水冷后所获得的组织:
700C、760C、840C、1100℃
9. 将共析钢加热到 760℃, 保温足够长时间以获得均匀的奥氏体组织, 然后以下述不同的方法冷却, 试根据奥氏体等温转变曲线分析各获得什么组织:
 - ①很快冷到 630℃, 保持 10s 后淬至室温;
 - ②很快冷到 630℃, 保持 10s 后淬至 300C, 保温 10h, 淬至室温;
 - ③很快冷到 630℃, 保温 10h, 淬至室温;
 - ④很快冷到 350℃, 保温 1h, 淬至室温;
10. 生产热轧低碳钢板, 有时因 W(C)偏低强度不够而不合标准, 为了提高强度, 可在热轧后采用吹风甚至喷雾冷却。试解释其原因。

(六)作图题

1. 画出共析钢的过冷奥氏体等温转变曲线, 并标出三种转变中各种产物的转变温度范围。

第九章 热处理工艺

(一)填空题

1. 淬火钢低温回火后的组织是_____和_____; 中温回火后的组织是_____, 一般用于高_____的构件; 高温回火后的组织是_____, 用于要求足够高的_____及高的_____的零件。
2. 时效的方式有_____或称_____及_____两种方式。
3. 球化退火后, 球化等级是否符合要求, 主要决定于_____及_____。
- 4 一般来讲, 热处理不会改变被热处理工件的_____, 但却能改变它的_____。
- 5 根据铁碳相图, 碳钢进行完全退火的正常加热温度范围是_____, 它仅用于_____钢。
- 6 钢球化退火的主要目的是_____, 它主要适于_____钢。
- 7 钢的正常淬火加热温度范围, 对亚共析钢为_____; 对共析和过共析钢则为_____。
- 8 把两个 45 钢的退火态小试样分别加热到 $A_{c1} \sim A_{c3}$ 之间和 A_{c3} 以上温度快速水冷, 所得组织前者为_____加_____; 后者为_____。
- 9 把加热到 A_{cm} 以上温度后缓冷下来的 T10 钢小试样重新加热到 A_{c1} 以下温度, 然后快速水冷, 所得到的组织为_____加_____。
- 10 淬火钢进行回火的目的是_____; 回火温度越高, 钢的强度与硬度越_____。
- 11 T8 钢低温回火温度一般不超过_____, 回火组织为_____, 其硬度大致不低于_____。
12. 碳钢高温回火的温度一般为_____, 回火组织为_____, 高温回火主要适于_____类零件。
13. 淬火钢在(250~400)℃回火后产生的脆性通常称为_____或_____或_____。
- 14 作为淬火介质, 食盐水溶液 (NaCl) 浓度为_____, 苛性钠(NaOH)水溶液浓度为_____。
15. 淬火内应力主要包括_____和_____两种。
16. 淬火时, 钢件中的内应力超过钢的_____强度时, 便会引起 钢件的变形; 超过钢的_____强度时, 钢件便会发生裂纹。
17. 热应力的大小主要与冷却速度造成零件截面上的_____有关, 冷却速度_____, 截面温差_____, 产生的热应力愈大。
18. 热处理变形主要是指工件在热处理时所产生的几何形状的_____和体积的_____。
19. 具有最佳切削加工性能的硬度范围一般为_____, 为便利切削加工, 不同钢材宜采用不同的热处理方法。w(C)<0. 5%的碳钢宜采用_____, w(C)超过共析成分的碳钢宜采用_____, w (C)=在 0. 5%至共析成分之间的碳钢宜采用_____。
20. 常见淬火缺陷有_____, _____、_____和_____等。
21. 感应加热是利用_____原理, 使工件表面产生_____而加热的一种加热方法。
22. 我国常用的感应加热设备中, 高频设备频率范围为_____Hz, 中频设备频率范围为_____Hz, 工频设备频率范围为_____Hz。

23. 工件经感应加热表面淬火后, 表面硬度一般比普通淬火的高_____, 这种现象称_____。
24. 化学热处理包括_____、_____和_____三个基本过程。
25. 目前生产中用得较多的可控气氛渗碳法有_____和_____两种。
26. 渗碳零件表面碳含量应控制在_____之间为宜。否则会影响钢的机械性能。
W(C)过低, 使_____下降, W(C)过高, 使_____增大。
27. 根据氮化零件所用钢材和技术条件不同, 抗磨氮化可分为_____、_____和_____三种。

(二)判断题

- 回火索氏体和过冷奥氏体分解时形成的索氏体, 两者只是形成过程不同, 但组织形态和性能则是相同的。()
- 硬度试验操作既简便, 又迅速, 不需要制备专门试样, 也不会破坏零件, 根据测得的硬度值还能估计近似的强度值, 因而是热处理工人最常用的一种机械性能试验方法。()
- 淬火、低温回火后的钢, 常用布氏硬度试验方法测定其硬度。()
- 退火工件常用 HRC 标尺标出其硬度。()
- 当把亚共析钢加热到 A_{c1} 和 A_{c3} 之间的温度时, 将获得由铁素体与奥氏体构成的两组织, 在平衡条件下, 其中奥氏体的 $w(C)$ 总是大于钢的 $w(C)$ 。()
- 高合金钢既具有良好的淬透性, 又具有良好的淬硬性。()
- 表面淬火既能改变钢表面的化学成分, 也能改善其心部的组织与性能。()
- 淬火理想的冷却速度应该是在奥氏体等温转变曲线(即 C 曲线)的“鼻部”温度时要快冷, 以避免奥氏体分解, 则其余温度不必快冷, 以减少淬火内应力引起的变形或开裂。()
- 高碳钢淬火时, 将获得高硬度的马氏体, 但由于奥氏体向马氏体转变的终止温度在 0°C 以下, 故淬火后钢中保留有少量残余奥氏体。()
- 完全退火使钢的组织完全重结晶, 获得接近平衡状态的组织, 亚共析钢, 过共析钢都采用此工艺。()
- 低碳钢为了改善组织结构和机械性能, 改善切削加工性, 常用正火代替退火工艺。()
- 钢在临界温度以上加热过高, 使钢晶粒粗化, 降低钢的机械性能, 只有通过正火或退火来纠正这种钢的过热现象; 若钢产生过烧, 就只能成废品了。()
- 淬火、低温回火后能保证钢件有高的弹性极限和屈服强度、并有很好的韧性, 它常用于处理各类弹簧。()
- 一般碳钢件停锻后在空气中冷却, 相当于回火处理。()
- 经加工硬化了的金属材料, 为了基本恢复材料的原有性能, 常进行再结晶退火处理。()
- 某些重要的、精密的钢制零件, 在精加工前, 预先要进行调质处理。()
- 低碳钢的硬度低, 可以用淬火方法显著地提高其硬度。()
- 45 钢在水和油中冷却时, 其临界淬透直径分别用 $D_{0\text{水}}$ 和 $D_{0\text{油}}$ 表示, 它们的关系是 $D_{0\text{水}} > D_{0\text{油}}$ 。()

(三)选择题

- 钢经调质处理后所获得的组织是_____。
A. 淬火马氏体 B. 回火索氏体
C. 回火屈氏体 D. 索氏体
- 淬火钢产生时效硬化的原因是_____。
A. 在室温或小于 100°C 的温度下, 碳原子向晶格中的缺陷偏聚从而使该处碳浓度升高, 使马氏体的晶格畸变加大的结果。
B. 时效时析出高硬度碳化物的结果
C. 时效时由于残余奥氏体向珠光体转变的结果
D. 时效时由于残余奥氏体向贝氏体转变的结果
- 扩散退火的目的是_____。
A. 消除冷塑性变形后产生的加工硬化 B. 降低硬度以利切削加工

- C 消除或改善晶内偏析 D. 消除或降低内应力
4. 测量淬火钢、调质钢深层表面硬化层的硬度, 应选用_____标尺。
A. 布氏硬度计 HB B. 洛氏硬度计 HRA
C. 洛氏硬度计 HRC D. 洛氏硬度计 HRB
5. 测量氮化层的硬度, 应选用_____标尺。
A. 洛氏硬度计 HRC B. 洛氏硬度计 HRA
C. 维氏硬度计 HV 或表面洛氏硬度计 HRN D. 布氏硬度计 HB
6. 经过热处理的零件, 如表层存在残余压应力, 则钢的表面硬度和疲劳强度_____。
A. 均增加 B. 均降低 C. 均不变 D. 硬度降低、疲劳强度增加
7. 为消除碳素工具钢中的网状渗碳体而进行正火, 其加热温度_____是
A. $A_{cm} + (30 \sim 50) ^\circ C$ B. $A_{cm} - (30 \sim 50) ^\circ C$
C. $A_{c1} + (30 \sim 50) ^\circ C$ D. $A_{c1} - (30 \sim 50) ^\circ C$
8. 钢锭中的疏松可以通过_____得到改善。
A. 完全退火 B. 足够变形量的锻轧
C. 扩散退火 D. 正火
9. 过共析钢加热到 $A_{c1} - A_{cm}$ 之间时, 则_____。
A. 奥氏体的 $w(C)$ 小于钢的 $w(C)$ B. 奥氏体的 $w(C)$ 大于钢的 $w(C)$
C. 奥氏体的 $w(C)$ 等于钢的 $w(C)$ D. 无法判断两者 $w(C)$ 的关系
10. 钢丝在冷拉过程中必须经_____退火。
A. 扩散退火 B. 去应力退火
C. 再结晶退火 D. 重结晶退火
11. 工件焊接后应进行_____。
A. 重结晶退火 B. 去应力退火
C. 再结晶退火 D. 扩散退火
12. 为消除钢锭的偏析应进行_____退火。
A. 去应力退火 B. 再结晶退火
C. 重结晶退火 D. 扩散退火
13. 若将奥氏体化的工件, 淬入温度在 M_s 点附近的冷却介质中, 稍加保温后取出空冷, 以完成马氏体转变, 这种冷却方法称为_____; 将工件淬入高于 M_s 点的热浴中, 经一定时间保温, 使奥氏体进行下贝氏体转变后取出空冷, 这种淬火冷却方法称为_____。
A. 等温淬火, 分级淬火 B. 双液淬火, 等温淬火
C. 单液淬火, 分级淬火 D. 分级淬火, 等温淬火
14. 退火碳钢随 $w(C)$ 增加, 其室温相组成的变化是_____。
A. Fe_3C 量不断增加 B. Fe_3C 量不断减少
C. Fe_3C 量不变化 D. Fe_3C 量先减少后增加
15. 要求某钢件淬硬层深度为 0.6mm 时, 应选用的感应加热设备是_____。
A. 工频设备 B. 超音频设备 C. 中频设备 D. 高频设备
16. 通常出砂后的铸铁件需要经过_____热处理。
A. 完全退火 B. 去应力退火 C. 球化退火 D. 正火
17. 铸钢件因成分不均匀, 影响其性能, 这时可进行_____。
A. 扩散退火 B. 完全退火 C. 不完全退火 D. 去应力退火
18. 正火 T8 钢与完全退火 T8 钢相比_____。
A. 前者珠光体更细密, 故 σ_b 要低些
B. 前者珠光体更细密, 故 σ_b 要高些
C. 前者珠光体更粗大, 故 σ_b 要低些
D. 前者珠光体更粗大, 故 σ_b 要高些
19. 退火态亚共析钢, 随 $W(C)$ 增加_____。
A. HB、 σ_b 减小, δ 、 α_k 增加 B. HB、 σ_b 减小, δ 、 α_k 减小
C. HB、 σ_b 增加, δ 、 α_k 增加 D. HB、 σ_b 增加, δ 、 α_k 减小
20. 某钢的淬透性为 J45/15, 其含义是_____。

- A 15 钢的硬度为 40HRC B. 40 钢的硬度为 15HRC
C 该钢离试样末端 15mm 处硬度为 40HRC ,
D 该钢离试样末端 40mm 处硬度为 15HRC
21. 把 W(C)相同的两个过共析碳钢试样分别加热到 A 区和 A+Fe₃C 区后快速淬火, 则前者的淬火组织与后者相比_____。
- A. 残余奥氏体多; 硬度高 B 残余奥氏体多, 硬度低
C. 残余奥氏体少; 硬度高 D 残余奥氏体少, 硬度低
- 22 如果因淬火加热温度不当, 产生了过热或过烧, 那么_____。
- A 两种都可返修 B 两种都不可返修
C 过热可以返修, 过烧只能报废 D 过热只有报废, 过烧可以返修

(四) 改错题

- 1 为了消除加工硬化, 以便进一步进行加工, 常对冷加工后的金属进行完全退火。
- 2 淬火态钢件韧性差的主要原因在于存在残余奥氏体。
- 3 低碳钢淬火后, 只有经高温回火才可获得较为优良的力学性能。

(五) 问答题

- 1 试比较索氏体、屈氏体、马氏体与回火索氏体、回火屈氏体、回火马氏体它们之间在形成条件、组织形态与性能上的差别。
2. 淬火临界冷却速度 V_K 的大小受哪些因素影响? 它与钢的淬透性有何关系?
3. 试确定下列钢的淬火温度: 45、65、T8、T10、T12
4. 指出 $\Phi 10\text{mm}$ 的 45 钢经下列温度加热并水冷后所获得的组织:
700℃、760℃、840℃、1100℃
5. 45 钢在 760℃ 和 860℃ 加热淬火, 哪个温度淬火硬度高? 为什么?
6. T12 钢在 760℃ 和 860℃ 加热淬火, 哪个温度淬火硬度高? 为什么?
7. 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 钢钢板, 要求降低硬度 ② ZG35 的铸造齿轮
③ 锻造过热的 60 钢锻坯 ④ 具有片状渗碳体的 T12 钢坯
8. 淬火的目的是什么? 为什么亚共析钢的正常淬火温度范围选择为 $A_{c3}+(30\sim 50)^\circ\text{C}$; 而过共析钢选择 $A_{c1}+(30\sim 50)^\circ\text{C}$?
9. 常用的淬火冷却介质有几种? 分别说明它们的冷却特性、优缺点及应用范围。
10. 常用的淬火方法有几种? 说明它们的主要特点及其应用范围。
11. T8 钢如图 6—2 所示, 按①、②、③工艺冷却后的转变组织为何物?

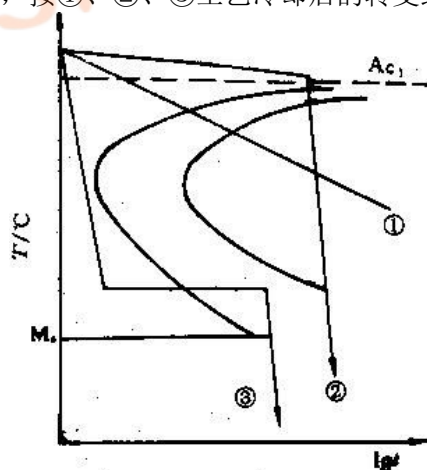


图 6-2 T8 钢等温转变曲线

12. 某钢的过冷奥氏体等温转变曲线如图 6—3 所示, 试指出该钢在 3000℃ 经不同时间等温后, 按(a)、(b)、(c)线冷却后得到的组织。

13. 某钢的连续冷却曲线如图 6—4 所示, 试指出该钢按图中(a)、(b)、(c)、(d)速度冷却后得到的室温组织。

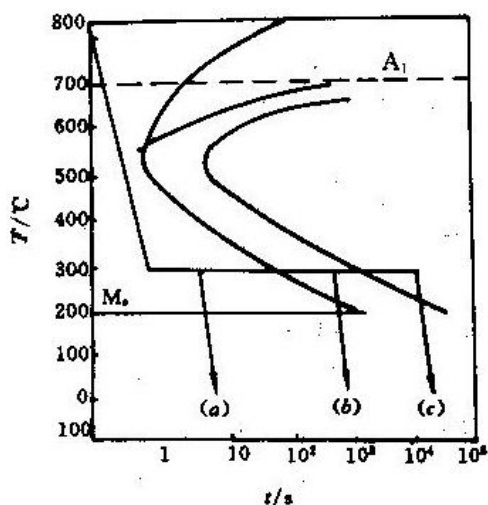


图 6-3 钢的等温转变曲线

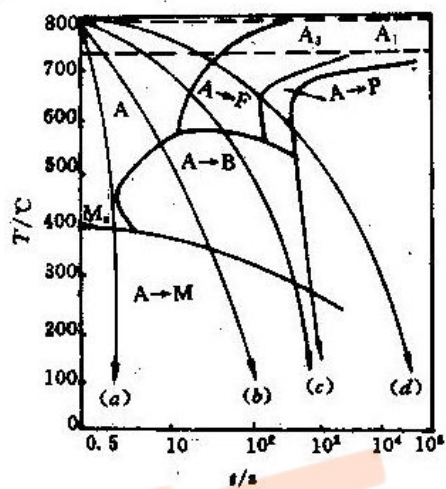


图 6-4 钢的连续冷却曲线

14. 指出下列钢件经淬火及回火后获得的组织和大致硬度; 并写出热处理加热温度。
① 45 钢的小轴(要求综合机械性能); ② 60 钢弹簧; ③ T12 钢锉刀。
15. 化学热处理和表面淬火各是用什么方法来提高钢的性能的?
16. 车床主轴要求轴颈部位的硬度为(56~58)HRC, 其余地方为(20~24)HRC, 其加工路线为: 锻造—正火—机械加工—轴颈表面淬火—低温回火—磨加工。请指出:
① 主轴应选用何种钢材;
② 正火、表面淬火、低温回火的目的和大致工艺;
③ 轴颈表面处的组织和其余地方的组织。
17. 在 T7 钢、10 钢、45 钢及 65 钢中选择合适的钢种制造汽车外壳(冷冲成型)、弹簧、车床主轴及木工工具。并回答下列问题:
① 采用哪些热处理? 加热温度多少?
② 组织和性能如何?
18. 现需制造一汽车传动齿轮, 要求表面具有高的硬度、耐磨性和高的接触疲劳强度, 心部具有良好韧性, 应采用如下哪种材料及工艺: ① T10 钢经淬火+低温回火; ② 45 钢经调质处理; ③ 用低碳合金结构钢 20CrMnTi 经渗碳+淬火+低温回火。
19. 某零件的金相组织是在黑色针状马氏体的基体上分布着有少量球状的渗碳体, 问此零件是经过了什么热处理工序? 为什么?
20. 一根直径为 6mm 的 45 钢圆棒, 先经 840℃ 加热淬火, 硬度为 55HRC(未回火), 然后从一端加热, 依靠热传导使 45 钢圆棒上各点达到如图 6—5 所示温度。试问:
① 各点处的组织是什么?
② 各点处自图示各温度缓冷至室温时各点处的组织是什么? 各点处自图示各温度水淬快冷至室温时各点处的组织又是什么?

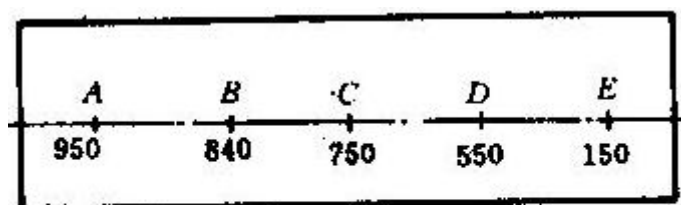


图 6-5 $\phi 6\text{mm}$ 45 钢圆棒

21. 柴油机的曲轴是一个关键性部件, 轴颈部分要求具有高的韧性、高的耐磨性和高的疲劳抗力, 你认为经过何种热处理能满足这些要求。
22. 生产热轧低碳钢板, 有时因 $w(C)$ 偏低强度不够而不合标准, 为了提高强度, 可在热轧后采用吹风甚至喷雾冷却。试解释其原因。
23. 某厂铆铝铆钉的铆枪的窝子原采用 T8 钢制造, 要求工作部分硬度(52~56)HRC, 尾部硬度(40~45)HRC 热处理工艺是: 整体在 800℃ 盐炉中加热, 水淬油冷, 整体在 280℃ 回火, 然后尾部在 630℃ 铅炉中回火。在工作时, 窝子边缘部分经常崩刃, 掉碴而报废, 寿命很低。后改用 20Cr 钢制造, 热处理工艺为: 加热温度为 920℃ 在盐水中淬火, 160℃ 回火。整体硬度在 5HRC 左右。使用寿命比 T8 钢提高了几十倍。试分析寿命提高的原因。

(六)作图题

1. 在共析钢过冷奥氏体等温转变图上, 画出常用淬火方法的冷却曲线示意图。

(七)思考题

1. 什么是回火脆性? 回火脆性产生的原因是什么? 如何防止?
2. 可控气氛热处理的分类和特点。

第十章 合金钢

(一)填空题

1. 决定钢的性能最主要的元素是_____。
2. 硫存在钢中, 会使钢产生_____, 磷存在钢中会使钢产生_____。
3. 碳钢中的有益元素是_____, _____, 碳钢中的有害杂质是_____。
4. 碳钢按质量分为_____, _____, _____三类, 它们的主要区别在于钢中_____, _____杂质的含量不同。
5. 碳钢按 $w(C)$ 分为_____, _____, _____三类, 其 $w(C)$ 分别为_____, _____, _____。
6. 钢按用途分为_____, _____, _____。
7. 20 钢属_____钢, 其 $w(C)$ 为_____。
8. 45 钢属_____钢, 其 $w(C)$ 为_____。
9. T8 钢属_____钢, 其 $w(C)$ 为_____。
10. 根据合金元素在钢中与碳的相互作用, 合金元素可分为_____和_____两大类。
11. 按钢中合金元素含量将合金钢分为_____钢、_____钢、_____钢, 其合金元素含量分别为_____, _____, _____。
12. 合金钢按用途分类可分为_____钢、_____钢、_____钢。
13. 除_____元素以外, 其它所有的合金元素都使 C 曲线往_____移动, 使钢的临界冷却速度_____, 提高了钢的_____性。
14. 形成强碳化物的合金元素有_____, _____, _____, _____。
15. 扩大奥氏体区域的合金元素有_____, _____, _____, _____。
16. 扩大铁素体区域的合金元素有_____, _____, _____, _____。
17. 除_____, _____元素以外, 几乎所有的合金元素都能阻止奥氏体晶粒长大, 起到细化晶粒的作用。
18. 几乎所有的合金元素除_____, _____以外, 都使 M_s 和 M_f _____点。因此, 钢淬火后在相同 $w(C)$ 下合金钢比碳钢组织的_____增多, 从而使钢的硬度_____。
19. 对钢回火脆性敏感的元素是_____, _____, _____; 为了消除回火脆性可采用_____和_____。
20. 合金结构钢按用途可分四类, 它们的 $w(C)$ 有一个大致范围。在 0.25%—0.55% 之间

- 的为____，在 0.45%~0.9%之间的为____，在 0.95%—1.15%之间的为____，在 0.15%~0.3%之间的为____。
21. 合金钢中提高淬透性的常用合金元素为____、____、____、____、____，其中作用最强烈的是____，其含量约为____。
 22. 机器上的传动件和连接件，在工作过程中要承受____、____、____、____等四种变形，并经受强烈____。
 23. 调质钢 w(C)范围____，加入 Cr、Mn 等元素是为了提高____，加入 W、Mo 是为了____。
 24. 40Cr 钢属____钢，其 w(C)为____，w(Cr)为____，可制造____零件。
 25. 16Mn 钢属____钢，其 w(C)为____，w(Mn)为____，可用在____方面。
 26. 工具钢按用途可分____、____和____。
 27. 工具钢按合金元素含量可分为____、____和____三类。
 28. 在轴承钢标准中，除对偏析、疏松和表面脱碳等作明确规定外，特别对____和____作了严格规定。
 29. 我国常用的铬轴承钢的 w(C)范围为____，w(Cr)范围为____。
 30. 弹簧在机器中的作用是____和____。
 31. 调质钢中加入钒(如 40MnVB)，钒是强____形成元素，起到____的作用，所形成的____熔点高，能起到____的作用。
 32. 在合金调质钢所属硅锰钢中，硅在钢中全部溶入固溶体，____效果显著。中碳锰钢加入硅后，可显著____钢的临界冷却速度，____淬透性与____稳定性，特别是 σ_s/σ_b (屈强比)。
 33. 常用的渗碳钢有____、____、____、____。
 34. 常用的调质钢有____、____、____、____；用于制造____。
 35. 高速钢需要进行反复锻造的目的是____，W18Cr4V 钢采用(1270—1300)℃高温淬火的目的是____，淬火后在(550—570)℃回火后出现硬度升高的原因是____，经三次回火后的显微组织是____。
 36. 20CrMnTi 是____钢，Cr、Mn 主要作用是____，Ti 主要作用是____。

(二)判断题

- 1 优质碳素结构钢用两位数字表示其平均 w(c)，以 0.01%为单位，如 45 表示 0.45%C 的钢 ()
- 2 碳素工具钢用代号“T”及后面的数字来编号，数字表示钢中平均 w(C)，以 0.1%为单位，如 T8 表示平均 W(C)为 0.8%。()
- 3 碳素工具钢经热处理后有好的硬度和耐磨性，但红硬性不高，故只宜作手动工具等。()
- 4 碳素结构钢的淬透性较好，而回火稳定性较差。()
- 5 合金调质钢的综合机械性能高于碳素调质钢。()
- 6 在钢中加入多种合金元素比加入单一元素的效果好些，因而合金钢将向合金元素多元少量的方向发展。()
- 7 碳钢中具有共析成分的钢，较之于亚共析钢和过共析钢有更好的淬透性。()
- 9 调质钢加入合金元素主要是考虑提高钢的红硬性。()
- 10 高速钢需要反复锻造是因为硬度高不易成型。()
- 11 奥氏体型不锈钢不能进行淬火强化。()
- 12 Ti12 与 20CrMnTi 相比较，淬透性和淬硬性都较低。()
- 13 T8 钢 Ti12 钢淬火温度相同，那么它们淬火后的残余奥氏体量也是一样的。()
- 14 不论钢的含碳量高低，其淬火马氏体的硬度高而脆性都很大。()
- 15 钢中合金元素含量越多，则淬火后钢的硬度越高。()
- 16 汽车拖拉机的齿轮要求表面高硬度、高耐磨；中心有良好的强韧性，应选用 40Cr 钢，经淬火+高温回火处理。()
- 17 所有的合金元素都能提高钢的淬透性。()
- 18 滚动轴承钢 (GCr15) 其 w(Cr)为 15%。()
- 19 调质处理的主要目的是提高钢的塑性。()

20. 调质结构钢多为过共析钢。 ()
21. 65Mn 是弹簧钢, 45Mn 是碳素调质钢。 ()
22. 钢号为 3W4Cr2VA 的钨铬钒钢, 是一种高合金结构钢。 ()
23. 弹簧工作时的最大应力出现在它的表面上。 ()
24. 对于受弯曲或扭转变形的轴类调质零件, 也必须淬透。 ()
25. 提高弹簧表面质量的处理方法之一, 是喷丸处理。 ()
26. 有高温回火脆性的钢, 回火后采用油冷或水冷。 ()
27. 含锰和含硼的合金调质钢过热倾向较小。 ()
28. 多数合金元素都使 C 曲线往右移, 但必须使合金元素溶入奥氏体后方有这样的作用。 ()
29. 硬质合金具有很高的硬度和红硬性, 作刀具时钨钴类合金适用于切削韧(塑)性材料, 钨钴钛类合金适用于切削脆性材料。 ()
30. 铸钢的铸造性能要比铸铁差, 但常用于制造形状复杂、锻造有困难, 要求有较高强度和塑性, 并要求受冲击载荷, 铸铁不易达到的零件。 ()

(三)选择题

1. 合金元素对奥氏体晶粒长大的影响是_____。
A. 均强烈阻止奥氏体晶粒长大; B. 均强烈促进奥氏体晶粒长大;
C. 无影响; D. 上述说法都不全面
2. 适合制造渗碳零件的钢有_____。
A. 16Mn、15、20Cr、1Cr13、12Cr2Ni4A B. 45、40Cr、65Mn、T12
C. 15、20Cr、18Cr2Ni4WA、20CrMnTi
3. 制造轴、齿轮等零件所用的调质钢, 其 W(C)范围是_____, 为提高淬透性应加入合金元素_____。
A. W(C)=0.27%~0.5% B. W(C)=0.6%~0.9% C. W(C)<0.25% (前空用)
A. Cr、Ni、Si、Mn、B B. W、Mo、V、Ti、Nb C. Co、Al、P、S。 (后空用)
4. 45、40CrNi 和 40CrNiMo 等调质钢产生第二类回火脆性的倾向是_____。
A. 40CrNiMo>40CrNi>45 B. 40CrNi>40CrNiMo>45
C. 45>40CrNi>40CrNiMo
5. 属冷作模具钢有_____。
A. 9SiCr、9Mn2V、Cr12MoV B. 5CrNiMo、9Mn2V、3Cr2W8V
C. 5CrMnMo、Cr12MoV、9SiCr
6. 属热作模具钢有_____。
A. 9CrWMn、9Mn2V、Cr12 B. 5CrNiMo、5CrMnMo、3Cr2W8V
C. 9SiCr、Cr12MoV、3Cr2W8V
7. 制造高速切削刀具的钢是_____。
A. T12A、3Cr2W8V B. Cr12MoV、9SiCr C. W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2
8. 制造医疗手术刀具的是_____。
A. GCr15、40Cr、Cr12 B. Cr17、2Cr13、1Cr18Ni9Ti
C. 2Cr13、1Cr13、Cr12MoV D. 3Cr13、4Cr13
9. 65、65Mn、60Si2Mn、50CrV 等属于类钢, 其热处理特点是_____。
A. 工具钢, 淬火+低温回火 B. 轴承钢, 渗碳+淬火+低温回火
C. 弹簧钢, 淬火+中温回火
10. 为了改善高速钢铸态组织中的碳化物不均匀性, 应进行_____。
A. 完全退火 B. 正火 C. 球化退火 D. 锻造加工
11. 高速钢刀具淬火后出现晶粒过大, 碳化物拖尾, 有的呈角状或有的沿晶界呈网状分布, 这种缺陷称为_____。
A. 严重脱碳 B. 过烧 C. 腐蚀 D. 过热
12. 为消除高速钢的过热组织, 生产中常用的热处理工艺是_____。
A. 直接重新按正常工艺规程淬火 B. 退火后重新加热淬火
C. 回火后重新加热淬火

13. 为消除碳素工具钢中的网状渗碳体而进行正火, 其加热温度是_____。
A. $A_{ccm} - (30 \sim 50)^\circ\text{C}$ B. $A_{ccm} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$
C. $A_{c1} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$ D. $A_{c3} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$
14. 40Cr 钢制 $\Phi 18\text{mm} \times 450\text{mm}$ 丝杠, 硬度要求(250~280)HB, 其热处理工艺为_____。
A 正火 B 退火 C 调质 D. 表面淬火+回火
15. 45 钢在水和油中冷却时, 其临界直径分别用 $D_{0\text{水}}$ 和 $D_{0\text{油}}$ 表示, 它们的关系是_____。
A. $D_{0\text{水}} < D_{0\text{油}}$ B. $D_{0\text{水}} > D_{0\text{油}}$ C. $D_{0\text{水}} = D_{0\text{油}}$
16. 用轴承钢 GCr15 制造零件, 若在热压成型后有粗大网状碳化物, 应采用_____的预备热处理工艺消除之。
A. 完全退火 B 球化退火 C. 完全退火+球化退火 D. 正火+球化退火
17. 合金调质钢必须具备的热处理性能是_____。
A. 回火稳定性 B. 热稳定性 C 足够的淬透性
18. 在下列调质钢中, 淬透性最好的是_____。
A. 40 B. 40Cr C. 40Mn2 D. 40MnB
19. 40Cr 与 40 钢相比较, 其热处理工艺参数特点是_____。
A. C 曲线左移, M_s 点上升 B. C 曲线左移, M_s 点下降
C. C 曲线右移, M_s 点下降 D. C 曲线右移, M_s 点上升
20. T8 钢与 60 钢相比较, T8 钢的热处理工艺参数特点是_____。
A. M_s 点低, C 曲线靠左 B. M_s 点低, C 曲线靠右
C. M_s 点高, C 曲线靠左 D. M_s 点高, C 曲线靠右
21. 40CrNiMoA 钢与 40 钢相比, 40CrNiMo 钢的热处理工艺参数特点是_____。
A. M_s 点低, 淬火后残余奥氏体量少 B. M_s 点低, 淬火后残余奥氏体量多
C. M_s 点高, 淬火后残余奥氏体量少 D. M_s 点高, 淬火后残余奥氏体量多
22. 同种调质钢淬透试样与未淬透试样相比, 当回火硬度相同时_____。
A. 淬透试样 σ_b 大大提高 B. 淬透试样 σ_b 大大降低
C. 未淬透试样 σ_b 和 α_k 明显下降 D. 未淬透试样 σ_b 和 α_k 明显提高
23. 合金调质钢中的硼能显著提高钢的淬透性, 其 $w(B)$ 范围一般为_____。
A. $w(B) = 0.0001\% \sim 0.0004\%$ B. $w(B) = 0.001\% \sim 0.003\%$
C. $w(B) = 0.01\% \sim 0.04\%$ D. $w(B) = 0.1\% \sim 0.4\%$
24. 钢的红硬性(热硬性)主要取决于_____。
A. 钢的 $w(C)$ B. 马氏体的 $w(C)$
C. 残余奥氏体 $w(C)$ D. 马氏体的回火稳定性
25. 1Cr18Ni9Ti 奥氏体型不锈钢, 进行固溶处理的目的是_____。
A. 获得单一的马氏体组织, 提高硬度和耐磨性 B. 提高抗腐蚀性、防止晶间腐蚀
C. 降低硬度, 便于切削加工
26. 制造一直径为 25mm 的连杆, 要求整个截面上具有良好的综合机械性能, 应该选用_____。
A. 45 钢经正火处理 B. 60Si2Mn 钢经淬火+中温回火 C. 40Cr 钢, 经调质处理
27. 制造高硬度、高耐磨的锉刀应选用_____。
A. 45 钢经调质 B. Cr12MoV 钢经淬火+低温回火 C. T12 钢经淬火+低温回火
28. 汽车、拖拉机的齿轮要求表面高硬度、高耐磨, 中心有良好的强韧性, 应选用_____。
A. T8 钢淬火+低温回火 B. 40Cr 钢淬火+高温回火
C. 20CrMnTi 钢渗碳淬火+低温回火
29. 拖拉机和坦克履带受到严重的磨损及强烈冲击应选用_____。
A. T12 钢淬火+低温回火 B. ZGMn13 经水韧处理
C. W18Cr4V 钢淬火+低温回火
30. 无第二类回火脆性的钢是_____。
A. 碳素钢 B. 铬钢 C. 锰钢
31. 一圆棒料经调质后, 发现其上有纵向裂纹, 宏观上裂纹呈黑色且有脱碳现象。此种裂纹是_____。
A. 原材料裂纹 B. 淬火裂纹

(四)问答题

1. 钢中常存的杂质有哪些？硫、磷对钢的性能有哪些影响？
2. 为什么比较重要的大截面结构零件都必需用合金钢制造？与碳钢相比，合金钢有何优点？
3. 合金钢中经常加入的合金元素有哪些？怎样分类？
4. 合金元素——Mn、Si、Cr、Ni、W、Mo、V、Ti、Nb、Al、Co 在退火钢中如何分布？它们对钢的组成相有何影响？
5. 合金元素——Mn、Si、Cr、Ni、W、Mo、V、Ti、Nb、Al、Co 对钢的等温转变曲线（C 曲线）有何影响？
6. 合金元素——Mn、Si、Cr、Ni、W、Mo、V、Ti、Nb、Al、Co 对钢的 Ms 点有何影响？对钢的热处理、组织、性能有何影响？
7. 为什么碳钢在室温下不存在单一奥氏体或单一铁素体组织，而合金钢中有可能存在这类组织？
8. 合金元素对回火转变有何影响？
9. 简述合金调质钢的合金化原则。
10. 合金渗碳钢中常加入哪些合金元素？它们对钢的热处理、组织和性能有何影响？
11. 为什么合金弹簧钢把 Si 作为重要的主加合金元素？弹簧淬火后为什么要进行中温回火？为了提高弹簧的使用寿命，在热处理后应采用什么有效措施？
12. 为什么滚动轴承钢的含碳量均为高碳？为什么限制钢中含 Cr 量不超过 1.65%？为什么对钢中的非金属夹杂物限制特别严格？
13. 铬镍钢突出的优点何在？主要缺点是什么？怎样克服其缺点？
14. 一般刀具钢要求什么性能？高速切削刀具钢要求什么性能？为什么？
15. 为什么刀具钢中含高碳？合金刀具钢中加入哪些合金元素？其作用怎样？
16. 为什么 9SiCr 钢的热处理加热温度比 T9 钢高？
17. 直径 $\phi 30\text{mm} \sim \phi 40\text{mm}$ 的 9SiCr 钢在油中冷却能淬透，而相同尺寸的 T9 能否淬透？（以心部获得半马氏体组织为淬透标准，半马氏体组织硬度为 50HRC 左右，已知 9SiCr J50/15，T9 J43/15）。
18. 简述高速钢(W18Cr4V 与 W6Mo5Cr4V2)中合金元素的作用。
19. W18Cr4V 钢的 A_{cl} 约为 820°C ，若按一般工具钢淬火加热温度通式计算出的加热温度，能否达到高速切削刀具要求的性能？为什么？该钢正常淬火后都要进行三次回火，这又是为什么？560~C 三次回火这算调质处理吗？
20. 什么叫热硬性(红硬性)？它与“二次硬化”有何关系？W18Cr4V 钢的二次硬化发生在哪个回火温度范围？
21. 试述 W18Cr4V 钢铸造、退火、淬火及回火的金相组织。
22. 冷作模具钢所要求的性能是什么？为什么尺寸较大的、重负荷的、要求高耐磨和微变形的冷冲模具大都选用 Cr12MoV 钢制造？
23. 热作模具钢性能要求有何特点？试分析 5CrNiMo 和 5CrMnMo 钢中合金元素作用。
24. 为什么量具在保存和使用过程中尺寸会发生变化？采用什么措施，可使量具尺寸保持长期稳定？
25. 何谓化学腐蚀与电化学腐蚀？提高钢的耐蚀性途径有哪些？
26. 不锈钢的成分特点？Cr12MoV 是否为不锈钢？
27. 汽轮机叶片、硝酸槽、外科手术刀、手表外壳用何种不锈钢制造？其热处理工艺怎样？
28. 奥氏体不锈钢和耐磨钢的淬火目的与一般钢的淬火目的有何不同？
29. 硬质合金与高速钢相比较有何优点？
30. 某工厂用 T10 钢制造的钻头给一批铸铁件打批 $\phi 10\text{mm}$ 深孔，打几个孔以后钻头很快就磨损，经检验，钻头的材质、热处理工艺、金相组织、硬度均合格，试问失效原因，并请提出解决办法。

(五)思考题

1. 为什么说得到马氏体是钢中最经济而又最有效的强化方法?
2. 有一批低碳冷轧薄钢板, 在冲压前表面质量很好, 但在冲压后在某些部位出现水波纹状的绉折。试分析形成原因及消除办法。
3. 直径为 25mm 的 40CrNiMo 棒料毛坯, 经正火处理后硬度高很难切削加工, 这是什么原因?设计一个最简单的热处理方法以提高其机械加工性能。
4. 某厂的冷冲模原用 W18Cr4V 钢制造, 在使用时经常发生崩刃, 掉渣等现象, 冲模寿命很短; 后改用 W6Mo5Cr4V2 钢制造, 热处理时采用低温淬火(1150℃), 冲模寿命大大提高。试分析其原因。
5. 一些中、小工厂在用 Cr12 型钢制造冷作模具时, 往往是用原钢料直接进行机械加工或稍加改锻后进行机械加工, 热处理后送交使用, 经这种加工的模具寿命一般都比较短。改进的措施是将毛坯进行充分地锻造, 这样的模具使用寿命有明显提高。这是什么原因?
6. 现有 $\phi 35\text{mm} \times 200\text{mm}$ 轴两根, 一根为 20 钢, 经 920℃ 渗碳后直接水淬及 180℃ 回火, 表面硬度(58—62)HRC; 另一根为 20CrMnTi 钢, 经 920℃ 渗碳后直接油淬, 一 80℃ 冷处理及 180℃ 回火, 表面硬度(60~64)HRC。这两根轴的表层和心部的组织与性能有何区别?并说明其原因。
7. 某厂采用 9Mn2V 钢制造模具, 设计要求硬度为(53~58)HRC。采用 790℃ 油淬并用(200—220)℃ 回火。但该模具在使用时经常发生脆性断裂。后将热处理工艺改为加热至 790℃ 后, 在(260~280)℃ 的硝酸盐浴槽中等温 4 小时后空冷处理, 硬度降至 50HRC 但是寿命却大为提高, 不再发生脆断。试分析其原因。
8. 汽车、拖拉机变速箱齿轮和汽车后桥齿轮多半用渗碳钢制造, 而机床变速箱齿轮又多半用中碳(合金)钢制造, 试分析其原因何在?
9. 滚齿机上的螺栓, 本应用 45 钢制造, 但错用了 T12 钢, 其退火、淬火都沿用了 45 钢的工艺, 问此时将得到什么组织和性能?
10. 低碳钢的硬度低, 可否用淬火方法显著提高其硬度?
11. 高速钢热处理时能否用一次长时间回火代替多次回火?为什么?
12. 在冷拔 GCr15 钢丝时, 一拔就裂, 原来该钢经过退火处理其加热温度为 920℃, 后经 820~840℃ 淬火 180℃ 回火, 试分析拔裂的原因 (已知 GCr15 钢 $A_{c7}=745^{\circ}\text{C}$, 900°C)。
13. 大螺丝刀要求杆部为细珠光体而顶端为回火马氏体, 只有一种外部热应如何处理?
14. 要制造机床主轴、拖拉机后桥齿轮、铰刀、汽车板簧等。拟选择合适的钢种, 并提出热处理工艺。其最后组织是什么?性能如何?
15. 指出下列钢中 Mn 的作用 16Mn、20MnVB、40MnB、65Mn、9Mn2V、ZGMn13
16. 分析 Cr 在下列钢中的作用 20CrMnTi、40Cr、GCr15、9SiCr、1Cr28、W18Cr4V、Cr12MoV、3Cr13、40CrNi、1Cr18Ni9、15CrMo。
17. 解释合金钢产生下列现象的原因(与碳钢对比)。
 - (1)高温轧制或锻造后, 空冷下来能获得马氏体组织;
 - (2)在相同的 W(C)和相同的热处理后, 合金钢具有较高的综合机械性能;
 - (3)在相同 W(C)情况下, 合金钢的淬火变形、开裂现象不易发生;
 - (4)在相同 W(C)情况下, 合金钢具有较高的回火稳定性;
 - (5)在相同 W(C)情况下, 除了含 Ni、Mn 的合金钢外, 其他大部分合金钢的热处理加热温度都比碳钢高;
 - (6) $w(\text{C}) \geq 0.4$ 、 $w(\text{Cr})=12\%$ 的铬钢属于过共析钢, 而 $w(\text{C})=1.5\%$, $w(\text{Cr})=12\%$ 铬钢属于莱氏体钢。
18. 在机器零件用钢选用中, 有人提出“淬透性原则”, 即认为对于一般常用机器零件用钢而言, 只要满足了淬透性要求, 就可以选用或互相代用。这种论点你认为怎样?试分析说明之。
19. 用 20CrMnTi 钢制造渗碳齿轮, 淬火时齿部可以淬透, 渗碳温度为 930℃, 时间 8h, 渗碳层厚度为 1mm。试回答下面问题。
 - ① 渗碳后缓慢冷至室温, 画出从齿面到齿心的显微组织示意图;
 - ② 渗碳后降温至 840℃ 淬火, 画出从齿面到齿心的显微组织示意图。
20. 某工厂生产一种柴油机的凸轮, 其表面要求具有高硬度(50<HRC), 而零件心部要求具有良好的韧性($\alpha_K > 50\text{J}/\text{cm}^2$), 本来是采用 45 钢经调质处理后再在凸轮表面上进行高频

淬火，最后进行低温回火。现因工厂库存的 45 钢已用完，只剩下 15 号钢，试说明以下几个问题。

- ①原用 45 钢各热处理工序的目的；
- ②改用 15 号钢后，仍按 45 钢的上述工艺路线进行处理，能否满足性能要求？为什么？
- ③改用 15 号钢后，应采用怎样的热处理工艺才能满足上述性能要求？为什么？

第十一章 铸铁习题与思考题

(一)填空题

1. 碳在铸铁中的存在形式有_____和_____。
2. 影响铸铁石墨化最主要的因素是_____和_____。
3. 根据石墨形态，铸铁可分为_____、_____、_____和_____。
4. 根据生产方法的不同，可锻铸铁可分为_____和_____。
5. 球墨铸铁是用一定成分的铁水经_____和_____后获得的石墨呈_____的铸铁。
6. HT350 是_____的一个牌号，其中 350 是指_____为_____。
7. KTH300-06 是_____的一个牌号，其中 300 是指_____为_____；06 是指_____为_____。
8. QT1200-01 是_____的一个牌号，其中 1200 是指_____为_____；01 是指_____为_____。
9. 普通灰口铸铁按基体的不同可分为_____、_____、_____。其中以_____的强度和耐磨性最好。
10. 可锻铸铁按基体的不同可分为_____和_____。
11. 球墨铸铁按铸态下基体的不同可分为_____、_____和_____。
12. 球墨铸铁经等温淬火其组织为_____。
13. 铸铁（除白口铸铁外）与钢相比较，其成分上的特点是_____和_____高，其组织上的特点是_____。
14. 球墨铸铁的强度、塑性和韧性较普通灰口铸铁为高，这是因为_____。
15. 生产变质铸铁常选用_____和_____作为变质剂。
16. 生产球墨铸铁常选用_____和_____作为球化剂。
17. 生产可锻铸铁的方法是_____。
18. 灰口铸铁铸件薄壁处（由于冷却速度快）出现_____组织，造成_____困难，采用_____克服之。
19. 铸铁具有优良的_____性、_____性、_____性和_____性。
20. 普通灰口铸铁软化退火时，铸铁基体中的_____全部或部分石墨化，因而软化退火也叫做退火。
21. 球墨铸铁等温淬火的目的是提高它_____以及_____和_____。
22. 铸铁件正火的目的是提高_____和_____，并为表面淬火做好组织准备。
23. 灰口铸铁经正火处理，所获得的组织为_____。
24. 球墨铸铁的淬透性比较好，一般件采用_____淬，形状简单硬度要求较高时采用_____淬。
25. 普通灰口铸铁软化退火的主要目的是_____和_____。

(二)判断题

1. 可锻铸铁在高温状态下可以进行锻造加工_____。
2. 铸铁可以经过热处理来改变基体组织和石墨形态_____。
3. 可以通过热处理的方法获得球墨铸铁_____。
4. 共析反应时形成共析石墨(石墨化)不易进行_____。
5. 利用热处理方法来提高普通灰口铸铁的机械性能其效果较显著_____。
6. 可以通过热处理方法提高球墨铸铁的机械性能其效果较显著_____。
7. 灰口铸铁的抗拉强度、韧性和塑性均较钢低得多，这是由于石墨存在，不仅割裂了基体的连续性，而且在尖角处造成应力集中的结果_____。
8. 碳全部以渗碳体形式存在的铸铁是白口铸铁_____。

9. 由于石墨的存在, 可以把铸铁看成是分布有空洞和裂纹的钢_____。
10. 含石墨的铸铁具有低的缺口敏感性_____。
11. 含石墨的铸铁切削加工性比钢差, 所以切削薄壁、快冷的铸铁零件毛坯时容易崩刃。
12. 灰口铸铁与孕育铸铁组织的主要区别是孕育铸铁的石墨片细而密_____。
13. 可锻铸铁是由灰口铸铁经可锻化退火得到_____。
14. 硫和锰是促进铸铁石墨化的元素_____。
15. 灰口铸铁在工业上应用最广泛_____。
16. 可以通过热处理的方法获得球墨铸铁_____。
17. 铸铁件只有在热处理时, 才发生石墨化_____。
18. 石墨是由碳构成的晶体, 它的强度、硬度和塑性都较好, 所以石墨是铸铁中很重要的成分_____。
19. 为了减小或消除铸件的内应力, 而且铸造后不再进行其它热处理时, 可进行去应力退火_____。
20. 铸铁件经正火处理的主要目的是为降低硬度和改善切削加工性能_____。

(三)选择题

1. 根据冷却速度对铸铁石墨化的影响_____。
 - A. 金属模铸件易得到白口、砂模铸件易得到灰口
 - B. 金属模铸件易得到灰口、砂模铸件易得白口
 - C. 薄壁铸件易得到灰口、厚壁铸件易得到白口
 - D. 上述说法都不对
2. 为消除灰口铸铁中较多的自由渗碳体, 以便切削加工, 可采用_____。
 - A. 低温石墨化退火
 - B. 高温石墨化退火
 - C. 再结晶退火
 - D. 去应力退火
3. 为促进铸铁石墨化, 可采用下述方法_____。
 - A. 提高 $w(C)$ 、 $w(Si)$, 提高冷却速度
 - B. 增加 $W(C)$ 、 $w(Si)$, 降低冷却速度
 - C. 降低 $w(C)$ 、 $w(Si)$, 提高冷却速度
 - D. 降低 $W(C)$ 、 $w(Si)$, 降低冷却速度
4. 碳、硅、硫三元素对铸铁石墨化的影响是_____。
 - A. 碳促进石墨化, 硅、硫抑制石墨化
 - B. 碳、硅、硫均促进石墨化
 - C. 碳、硅、硫均抑制石墨化
 - D. 上述说法都不对
5. 灰口铸铁中的片状石墨由下述方式获得_____。
 - A. 由白口铸铁经高温回火获得
 - B. 由白口铸铁经低温回火获得
 - C. 直接由液体中结晶而得
 - D. 上述说法都不对
6. 灰口铸铁热处理可达到如下目的_____。
 - A. 改变基体组织和石墨形态
 - B. 只改变基体组织, 不改变石墨形态
 - C. 只改变石墨形态, 不改变基体组织
 - D. 上述说法都不对
7. 灰口铸铁正火后获得的基体组织为_____。
 - A. 铁素体
 - B. 珠光体
 - C. 珠光体+渗碳体
 - D. 贝氏体
8. 可锻铸铁中的团絮状石墨由下述方法获得_____。
 - A. 由白口铸铁经高温退火从渗碳体分解而来
 - B. 直接从液体中结晶而来
 - C. 由灰铁经锻造而得
 - D. 上述说法都不对
9. 球墨铸铁中的石墨由下述方式获得_____。
 - A. 由白口铸铁经高温退火获得
 - B. 由白口铸铁经低温回火获得
 - C. 直接由液体中结晶获得
 - D. 上述说法都不对
10. 可锻铸铁应理解为_____。
 - A. 锻造成型的铸铁
 - B. 可以锻造的铸铁
 - C. 具有一定的塑性与韧性的铸铁
 - D. 上述说法都不对
11. 生产球墨铸铁前, 在浇注前往铁水中加入: ①一定量镁、稀土镁合金或稀土元素; ② $W(Si) = 0.6\% \sim 0.8\%$ 的硅铁。它们的作用是_____。
 - A. ①作球化剂、②作孕育剂
 - B. ①作孕育剂、②作球化剂
 - C. ①、②均作球化剂
 - D. ①、②均作孕育剂
12. 球墨铸铁热处理的作用是_____。

- A. 只能改变基体组织、不能改变石墨形状和分布
 B. 不能改变基体组织、只能改变石墨形状和分布
 C. 两者均可改变
 D. 两者均无法改变
13. 球墨铸铁等温淬火的目的是为了获得如下基体组织____
 A 马氏体 B 马氏体+少量残余奥氏体
 C 上贝氏体+残余奥氏体+少量马氏体 D 下贝氏体+少量残余奥氏体+少量马氏体
14. 铸铁熔点比钢____, 流动性比钢____, 收缩率比钢____, 故铸造性能好。
 A 高、好、小 B 低、好、小 C 高、坏、大 D 低、坏、大
15. 制造机床床身应选用____
 A. 可锻铸铁 B 灰口铸铁 C 球墨铸铁 D 白口铸铁
16. 制造柴油机曲轴应选用____
 A. 可锻铸铁 B 灰口铸铁 C 球墨铸铁 D 白口铸铁
17. 通常浇铸出砂后的铸铁件都要进行退火, 用得最普遍的是进行____
 A 扩散退火 B 完全退火 C 不完全退火 D 去应力退火
18. 制造机床主轴应选用____
 A 可锻铸铁 B 灰口铸铁 C 球墨铸铁 D 白口铸铁
19. 制造农用机械的犁铧应选用____
 A 可锻铸铁 B 灰口铸铁 C 球墨铸铁 D 白口铸铁
20. 制造自来水管的弯头、接头、三通应选用____。
 A 可锻铸铁 B 灰口铸铁 C 球墨铸铁 D 白口铸铁

(四)改错题

1. 铸铁化学成分相同的情况下, 当冷凝速度越缓慢, 石墨越不易析出。 ()
2. 铸铁中的碳元素是组成石墨的组元, 所以它不是促进石墨化的元素。 ()
3. 钢的各种热处理方法原则上不适用于铸铁。 ()
4. 白口铸铁硬度高而脆性大, 除作为炼钢用外, 还可作为生产可锻铸铁的原料, 不能用来制造机械零件。 ()
5. 铸铁的石墨化过程只与其成分有关, 而与冷却速度没有关系。 ()
6. 热处理能改变铸铁的基体组织, 也能改变石墨的形状和分布。 ()

(五)问答题

1. 影响铸铁组织的主要因素是什么?为什么三低($w(C)$ 、 $w(Si)$ 、 $w(Mn)$ 含量低)一高(含 $w(S)$ 量高)的铸铁容易形成白口?
2. 普通灰口铸铁中, 为什么 $w(C)$ 和 $w(Si)$ 越高, 则铸铁抗拉强度和硬度越低?
3. 灰口铸铁件薄壁处, 常出现高硬度层, 机加工困难, 说明产生原因及消除方法。
4. 为什么可锻铸铁在可锻化退火前要求原始组织应全为白口(实际是白口铸铁)。
5. 为什么可锻铸铁适宜制造薄壁零件, 而球铁则不适宜制造这类零件。
6. 为什么灰口铸铁一般不进行淬火和回火处理, 而球墨铸铁可以进行这类热处理?
7. 比较各类铸铁性能的优劣顺序。与钢相比较, 铸铁在性能上(包括工艺性能)有什么优缺点?
8. 灰口铸铁磨床床身, 铸造以后就进行切削加工, 切削后会产生不允许的变形, 可用什么方法防止或改善?
9. 要使球墨铸铁分别得到珠光体、铁素体和贝氏体的基体组织, 热处理工艺上如何控制? 依据是什么?
10. 提高灰口铸铁机械性能的最主要的方法是什么?

(六)思考题

1. 发动机的汽缸盖系用灰口铸铁制造, 在工作中常被加热到(500~600)℃, 试指出汽缸盖在反复地加热至这样的温度, 可能发生的现象, 对性能的影响以及消除的方法

2. 假定白口铸铁的组织十分致密，也就是说没有任何气孔存在，当进行可锻化退火时，渗碳体全部转变为石墨和铁素体，此时铸铁的体积是否发生变化？
3. 机器上某些重型齿轮，要求齿轮的 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ ， $\delta \geq 12\%$ 为了进一步提高性能(主要是耐磨性能)必需将齿轮进行热处理。问选用何种铸铁？热处理工艺如何？
4. 为了提高灰口铸铁的尺寸稳定性，经常在铸铁中加入少量的铬。试分析 Cr 对灰口铸铁组织与性能的影响。

考试点
kaoshidian.com