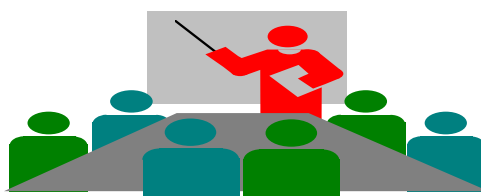


机械工程材料习题集

曾美琴 梁耀能 罗堪昌 李伯林 编



华南理工大学

2003 年

—1—

华南理工大学机械工程材料精品课程

第一章 金属的晶体结构

一、 名词概念解释

- 1、金属键、晶体、非晶体
- 2、晶格、晶胞、晶格常数、致密度、配位数
- 3、晶面、晶向、晶面指数、晶向指数
- 4、晶体的各向异性、伪各向同性
- 5、晶体缺陷、空位、位错、柏氏矢量
- 6、单晶体、多晶体、晶粒、亚晶粒
- 7、晶界、亚晶界、相界

二、 思考题

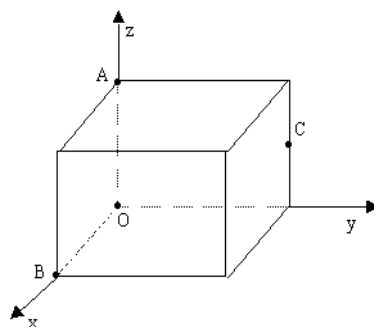
- 1、常见的金属晶体结构有几种？ 试画出晶胞简图， 说明其晶格常数特点。
- 2、 α -Fe、 γ -Fe、Cu 的晶格常数分别是 2.066\AA 、 3.64\AA 、 3.6074\AA ， 求
 - (1) α -Fe 与 γ -Fe 的原子半径及致密度；
 - (2) 1mm^3 Cu 的原子数。
- 3、画出下列立方晶系的晶面及晶向
 - (1) (100)、(110)、(111)及[100]、[110]、[111]
 - (2) (101)、(123)及[101]、[123]
- 4、在立方晶体结构中， 一平面通过 $y = \frac{1}{2}$ 、 $z=3$ 并平行于 x 轴， 它的晶面指数是多少？

试绘图表示。

- 5、体心立方晶格中的{110}晶面族， 包括几个原子排列相同而空间位向不同的晶面？ 试绘图表示。

- 6、已知立方晶胞中三点 A、B、C 如图所示， A、B 是晶胞角顶， C 是棱边中点， 求：

- (1) ABC 面晶面指数；
- (2) ABC 面的法向指数；
- (3) 晶向 $\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{BC} \cdot \overrightarrow{CA}$ 的晶向指数。



- 7、何为晶向及晶面的原子密度？ 体心立方晶格中， 哪个晶面及晶向的原子密度最大？
- 8、为何单晶体具有各向异性， 而多晶体在一般情况下不显示出各向异性？
- 9、何为晶体缺陷？ 金属中存在哪些晶体缺陷？
- 10、实际晶体与理想晶体有何区别？
- 11、位错的定义是什么？ 了解三种基本位错的模型及其特点。
- 12、怎样确定位错的柏氏矢量？ 柏氏矢量的物理意义是什么？

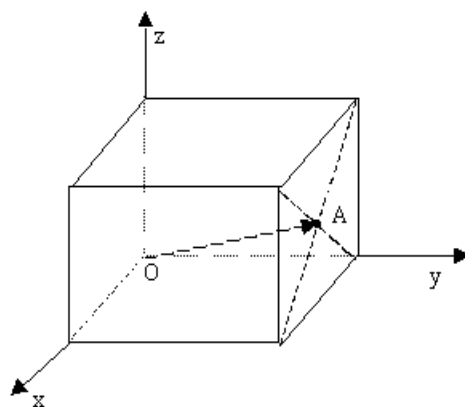
三、 填空题

- 1、常见的金属晶格类型有_____、_____、_____三种， α -Fe、Cr、W、Mo 属于_____， γ -Fe、Al、Cu、Ni 属于_____， 而 Be、Mg、Zn、Cd 属于_____。
- 2、晶胞中原子排列的紧密程度， 可以用_____和_____两个参数来衡量。
- 3、面心立方晶格 {100}、{110}、{111} 晶面的原子密度分别是_____、_____、_____； $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 晶向的原子密度分别是_____、_____、_____。 可见， _____晶面和_____晶向的原子密度最大。
- 4、与理想晶体比较， 实际金属的晶体结构是_____晶体， 而且存在_____。
- 5、三种典型金属晶格中， _____、_____晶格的原子排列是最紧密的。
- 6、晶格常数为 a 的面心立方晶胞， 其原子数为_____， 原子半径为_____， 配位数为_____， 致密度为_____。
- 7、实际金属中最常见的点缺陷是_____和_____； 线缺陷是_____； 面缺陷是_____。

8、如图立方晶胞中 OA 的晶向指数为_____， 与此晶向垂直的晶面的晶面指数是_____

9、凡金属晶格缺陷都会引起晶格_____， 一般都会使金属的强度、硬度_____， 塑性、韧性_____。

10、位错是_____与



_____的边界线。

11、刃型位错的柏氏矢量与位错线互相_____, 螺型位错的柏氏矢量与位错线互相_____。

12、位错的滑移面是_____和_____所构成的平面。刃型位错的滑移面有_____个; 螺型位错的滑移面有_____个。

四、 选择题

1、在金属中能够完整地反映出晶格特征的最小几何单元叫()。

A、晶胞; B、晶格; C、晶体

2、单晶体的性能特点是()。

A、各向同性; B、各向异性; C、无规律

3、体心立方晶胞原子数、原子半径、致密度分别是()。

A、2, $\frac{\sqrt{3}}{4}a$, 0.68; B、4, $\frac{\sqrt{3}}{4}a$, 0.74; C、2, $\frac{\sqrt{2}}{4}a$, 0.68

4、符号{ h k l }表示()。

A、晶面族; B、晶向族; C、晶面

5、立方晶系中, 晶格常数是指()。

A、最近邻原子间距; B、最近邻原子间距的一半; C、晶胞棱边长度

6、体心立方晶格原子密度最大的晶面和晶向分别是()。

A、{111}、<110>; B、{110}、<111>; C、{100}、<111>

7、在立方晶格中, 晶向指数 [UVW] 与晶面指数 (hkl) 满足 $hU + kV + lW = 0$ 时, 则此晶面与晶向()。

A、平行; B、垂直; C、成 45° 夹角

8、实际金属结晶后往往形成(), 使性能呈无向性。

A、单晶体; B、多晶体; C、非晶体

9、实际金属中存在许多缺陷, 其中晶界属于()。

A、点缺陷; B、线缺陷; C、面缺陷

五、 判断题

() 1、凡是原子具有规则排列的物质都叫晶体。

() 2、密排六方晶胞共有 17 个原子。

- () 3、空间点阵相同的晶体， 它们的晶体结构不一定相同。
- () 4、体心立方晶胞体心位置上的原子的配位数比角上原子的配位数大。
- () 5、在立方晶系中， 改变晶向指数的数字顺序， 所表示的晶向上的原子排列情况是完全相同的。
- () 6、立方晶系中指数相同的晶面及晶向互相垂直。
- () 7、晶格中每个结点都具有完全相同的周围邻点。
- () 8、工业上使用的实际金属材料都表现出鲜明的各向异性特征。
- () 9、金属晶格中的空位和间隙原子会引起晶格畸变， 从而导致金属塑性提高。
- () 10、晶体结构的配位数愈大， 其晶格致密度也愈大。
- () 11、刃位错线运动方向垂直于位错线。
- () 12、位错引起的晶格畸变的大小可用柏氏矢量表示出来。

第二章 纯金属的结晶

一、 名词概念解释

- 1、过冷、过冷度
- 2、均匀形核、非均匀形核
- 3、形核率、长大线速度
- 4、正温度梯度、负温度梯度
- 5、平面长大、枝晶长大
- 6、变质处理

二、 思考题

- 1、金属结晶的基本规律是什么？
- 2、结晶的热力学条件是什么？
- 3、金属晶核的形成率和长大线速度受哪些因素影响？
- 4、晶粒大小对金属力学性能有何影响？ 怎样控制铸件晶粒大小？ 实际生产中常用什么有效方法获得细晶粒？
- 5、简述铸锭的典型组织与缺陷。
- 6、钢锭、铜锭、铝锭在一般情况下各希望减少或扩大柱状晶区？ 为什么？

三、 填空题

- 1、_____称为金属结晶的过冷现象，
_____称为过冷度。
- 2、金属结晶过程是_____与_____的过程， 这是结晶的基本规律。
- 3、金属结晶时的冷却速度越快， 则过冷度越_____, 结晶后的晶粒越_____, 其强度越_____, 塑性和韧性_____。
- 4、对晶核的形成和长大来说， _____是驱动力， _____是必须条件。
- 5、纯金属结晶时， 如果结晶前沿液相存在正的温度梯度， 晶体只能按_____

方式长大，最后晶体生长成主要以_____作为外表面的规则形状。

6、典型的金属铸锭组织由三层组成，即_____、_____、_____。

7、在金属铸锭中，除组织不均匀外，还经常存在_____等各种铸造缺陷。

8、其它条件相同时，在下列铸造条件下，就铸件晶粒大小来说：

(1) 金属模浇注的比砂模浇注的_____；

(2) 铸成薄件的比铸成厚件的_____；

(3) 浇注时采用震动的比不采用震动的_____。

四、 选择题

1、在具有一定过冷度的金属液体结晶时，液体与固相晶体的自由能差($\Delta G = G_{\text{固}} - G_{\text{液}}$) ()。

A、 >0 ； B、 $=0$ ； C、 <0

2、纯金属结晶时冷却曲线上的水平台阶，表示()。

A、结晶时放出结晶潜热； B、由外界补偿一定热量使其结晶；
C、结晶时的孕育期

3、金属结晶后晶粒大小取决于结晶时的形核率 N 和核长大速度 G ，要细化晶粒必须 ()。

A、增大 N 和 G ； B、增大 N 、降低 G ； C、降低 N 、增大 G

4、较大型铸件一般是通过()来细化晶粒的。

A、增大过冷度； B、降低冷却速度； C、变质处理

5、纯金属材料凝固后的晶粒大小主要取决于()

A、过冷度的大小； B、温度梯度的正负； C、晶体长大方式

五、 判断题

() 1、物质从液态到固态的转变过程称为“结晶”。

() 2、液态金属冷却速度越快，其实际结晶温度越接近理论结晶温度。

() 3、结晶时非均匀形核总比均匀形核容易。

() 4、在铁水中加入硅铁颗粒，使铸铁晶粒细化，这种方法称为变质处理。

() 5、液态金属结晶时，过冷度越大，晶体越呈树枝状长大，且分枝越细密。

第三章 金属的塑性变形与再结晶

一、 名词概念解释

- 1、弹性变形、塑性变形
- 2、滑移、滑移线、滑移带、孪生
- 3、滑移面、滑移方向、滑移系
- 4、软位向、硬位向
- 5、纤维组织、织构、丝织构、板织构
- 6、加工硬化
- 7、回复、多边化
- 8、再结晶、再结晶温度、临界变形度
- 9、热加工、冷加工
- 10、流线、带状组织

二、 思考题

- 1、在晶胞中画出体心立方、面心立方、密排六方的滑移系。
- 2、什么叫临界分切应力？其表达式是什么？
- 3、为什么实际测定的晶体滑移所需的临界切应力远小于理论计算值？
- 4、多晶体塑性变形与单晶体相比，有何特点？
- 5、为什么金属晶粒愈细，强度愈高，塑性与韧性也愈好？
- 6、金属经塑性变形后，组织和性能发生什么变化？如接着加热，随加热温度提高，组织和性能又发生什么变化？
- 7、什么叫加工硬化？它的重要意义是什么？
- 8、说明回复与再结晶在工业上的应用。
- 9、金属铸件能否通过再结晶退火来细化晶粒，为什么？
- 10、金属经塑性变形后会造成哪几种残余内应力？对金属制品有何影响？如何消除？
- 11、影响再结晶温度的因素有哪些？
- 12、再结晶后的晶粒大小主要取决于什么因素？
- 13、为什么生产中一般应尽量避免在临界变形度这一范围内加工变形？

- 14、冷热加工的本质区别何在？ 讨论室温下反复弯折细铁丝和铅丝的过程及引起的结果。
- 15、热加工对金属组织和性能有何影响？ 钢材在热变形加工（如锻造时），为什么不会出现硬化现象？
- 16、在室温下对铅板快速进行弯折，愈弯愈硬，而稍隔一段时间再行弯折，铅板又象最初一样柔软，这是什么原因？
- 17、你认为室内用的花线与户外架空铜导线在冷拔加工后的热处理是否相同？为什么？

三、 填空题

- 1、塑性变形的方式主要有_____和_____，而大多数情况下是_____。
- 2、滑移常沿晶体中_____的晶面及晶向发生。
- 3、在体心立方晶格中，原子密度最大的晶面是 {_____}，有_____个，原子密度最大的晶向是 $\langle \text{_____} \rangle$ ，有_____个，因此其滑移系数目为_____；在面心立方晶格中，原子密度最大的晶面是 {_____}，有_____个，原子密度最大的晶向是 $\langle \text{_____} \rangle$ ，有_____个，因此其滑移系数目为_____。两者比较，具有_____晶格的金属塑性较好，其原因是_____。
- 4、 τ_k 与 σ_s 的关系式为_____，由此式可知，当外力与滑移面和滑移方向的夹角都接近于 45° 时， σ_s 最_____，滑移面处于此位向时称为_____位向。
- 5、多晶体金属的塑性变形由于受到_____和_____的影响，与单晶体金属相比，塑性变形抗力_____。
- 6、金属在塑性变形时，随变形量的增加，变形抗力迅速_____，即强度、硬度_____，塑性、韧性_____，产生所谓加工硬化现象。这种现象可通过_____加以消除。
- 7、冷深冲件出现“制耳”现象，是由于原板材在轧制时组织出现了_____。
- 8、变形金属在加热时，会发生_____、_____和_____三个阶段的变化。
- 9、冷绕成形的钢质弹簧，成形后应进行_____退火，温度约为_____ $^\circ\text{C}$ 。
- 10、回复退火也称_____。
- 11、冷拉拔钢丝，如变形量大，拉拔工序间应穿插_____退火，目的是_____。
- 12、热加工与冷加工的划分应以_____为界线。_____的塑性变形称为冷加工；_____的塑性变形称为热加工。
- 13、热加工后钢中的_____沿加工方向延伸，形成彼此平行的宏观条纹组织，称为_____。
- 14、热加工“纤维组织（流线）”使金属力学性能具有明显各向异性，纵向的强度、塑

性、韧性_____于横向。

四、 选择题

- 1、晶体在滑移的同时向()方向发生转动。
A、切应力; B、正应力; C、外力
- 2、根据滑移系的数目, 三种典型金属晶格的塑性好坏顺序是()。
A、体心立方 > 面心立方 > 密排六方
B、面心立方 > 体心立方 > 密排六方
C、密排六方 > 体心立方 > 面心立方
- 3、滑移是由于滑移面上的()而造成的。
A、位错运动; B、晶格畸变; C、晶格位向差
- 4、滑移面及滑移方向与外力()时, 最易滑移。
A、平行; B、成 45°夹角; C、垂直
- 5、滑移过程中晶体转动的结果, 使原来有利于滑移的晶面滑移到一定程度后变成不利于滑移的晶面, 此现象称()。
A、物理硬化; B、几何硬化; C、加工硬化
- 6、金属多晶体比单晶体滑移抗力高, 原因之一是多晶体 ()。
A、位错密度非常高; B、滑移系比单晶体少; C、存在大量晶界
- 7、金属的晶粒愈细, ()。
A、塑性变形抗力愈高, 塑性变形能力愈差;
B、塑性变形抗力愈高, 塑性变形能力愈好;
C、塑性变形抗力愈低, 塑性变形能力愈好;
- 8、()内应力是使金属强化的主要原因, 也是变形金属的主要内应力。
A、宏观; B、微观; C、晶格畸变
- 9、冷变形金属经回复后, ()。
A、消除了加工硬化; B、显著降低了内应力; C、细化了晶粒
- 10、冷变形金属经再结晶退火后, 力学性能的变化是()。
A、强度、硬度降低, 塑性、韧性升高;
B、强度、硬度升高, 塑性、韧性降低;
C、强度、硬度、塑性、韧性都升高;
D、强度、硬度、塑性、韧性都降低
- 11、当金属塑性变形量较大 (70~90%) 时, 由于()而产生“织构”现象。

- A、晶粒被拉长； B、晶粒被破碎； C、晶粒转动
- 12、所谓再结晶温度，是指()。
- A、再结晶开始温度； B、最高再结晶温度；
C、大变形量时的再结晶最高温度
- 13、生产上，冷变形金属的再结晶退火温度()。
- A、就是再结晶温度； B、比再结晶温度高 100~200℃；
C、比再结晶温度低 100~200℃
- 14、为了合理利用热加工纤维组织，零件在使用时应使()平行于纤维组织，
()垂直于纤维组织。
- A、拉应力； B、切应力； C、冲击应力

五、 判断题

- () 1、滑移只能在切应力的作用下发生。
- () 2、单晶体的塑性变形方式是滑移，而多晶体的塑性变形方式只能是孪生。
- () 3、加工硬化是由于位错密度增加以致于缠结，使金属强度提高。所以当金属中无位错存在时，强度最低。
- () 4、 α -Fe 与 γ -Fe 的滑移系都是 12，故塑性是一样的。
- () 5、原子密度最大的晶面之间的面间距最大。
- () 6、滑移面对塑性变形的作用比滑移方向大。
- () 7、一般来说，多晶体的变形抗力比单晶体低。
- () 8、再结晶后，晶粒外形与晶格型式都发生了改变。
- () 9、对经塑性变形的金属进行回复处理，可使金属的强度和塑性恢复到变形前的水平。
- () 10、金属的预先变形程度愈大，其再结晶温度愈低。
- () 11、一般来说，高纯金属比工业纯金属更易发生再结晶。
- () 12、纯铜的熔点是 1083℃，所以它的最低再结晶温度为 433.2℃。
- () 13、生产中为使再结晶后晶粒细小，应选择临界变形度范围内进行冷变形加工。
- () 14、对于截面尺寸较大，变形量较大，材料在常温下硬脆性较大的金属制品，应采用热加工方法成型。
- () 15、冷轧钢板的尺寸精度与表面光洁度都比热轧钢板好。
- () 16、金属在热加工时形成“带状组织”是改善力学性能的方法之一。

第四章 合金的相结构与二元合金相图

一、 名词概念解释

- 1、合金、组元、相、组织
- 2、固溶体、金属化合物
- 3、置换固溶体、间隙固溶体、有限固溶体、无限固溶体、有序固溶体、无序固溶体
- 4、固溶强化
- 5、相图、晶内偏析、比重偏析
- 6、相组成物、组织组成物
- 7、伪共晶、离异共晶

二、 思考题

- 1、影响固溶体结构形式和溶解度的因素有哪些？
- 2、金属化合物有哪些基本类型？ 它们对合金的性能有何影响？
- 3、置换原子与间隙原子的固溶强化效果哪个大些？ 为什么？
- 4、在匀晶相图上证明杠杆定律， 说明其适用条件。
- 5、什么叫相律？ 并用相律解释二元相图中各个相区。
- 6、分析枝晶（ 晶内 ）偏析出现的原因、过程、对合金性能的影响及消除方法。
- 7、何为共晶、共析、包晶反应？ 分别画出其图形特征、写出反应式， 并比较其异同点。
- 8、有两个尺寸、形状均相同的铜镍合金铸件， 一个含 Ni90%， 另一个含 Ni50%， 铸后自然冷却， 问凝固后哪个铸件的偏析较严重？ 为什么？
- 9、对比纯金属结晶与固溶体结晶过程的异同。
- 10、固溶体合金的铸造性能与成分的关系如何？
- 11、什么叫离异共晶？ 说明产生离异共晶的条件。

三、 填空题

- 1、合金中的基本相结构， 有_____和_____两类。
- 2、固溶体中含量较多的元素称为_____， 含量较少的元素称为_____， 固

溶体的晶格与_____元素的晶格相同。

3、按_____原子在_____晶格中所处位置不同， 可将固溶体分为_____和_____两类。

4、当合金中出现金属化合物时， 通常能使合金的强度、硬度_____， 耐磨性_____， 塑性、韧性_____。

5、金属化合物根据其形成条件可分为三种类型， 即_____、_____和_____。

6、相图中的临界点是在_____的条件下测得的， 相图也称为_____图或_____图。

7、在二元相图的单相区中， 相的成分即等于_____的成分， 而在两相区中， 相互处于平衡状态的两个相的成分， 分别沿着两相区的_____线改变。

8、固溶体的结晶温度变化范围及成分范围越大， 铸造性能越_____， 越有利于_____状晶体的生成和长大， 因而流动性越_____， 分散缩孔越_____， 集中缩孔越_____。

9、二组元_____完全相同是形成无限固溶体的必要条件。

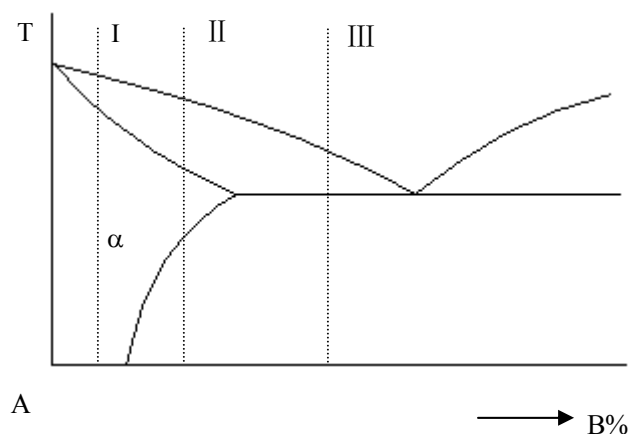
10、二元合金相图中最多可有_____相平衡共存， 在相图中表现为_____线。

11、由两相或多相构成的组织称为_____， 其性能与各相的_____、_____、_____和分布有关。

12、二元合金相图中的恒温转变包括_____反应、_____反应和_____反应。

13、合金的基本强化方式， 包括_____、_____、_____等。

14、下图的三个合金， 铸造性能最好的是合金_____， 最差的是_____， 压力加工性能最好的是合金_____， 最差的是_____， 时效硬化效果最好的是合金_____， 不能时效硬化的是合金_____。



四、 选择题

- 1、合金中成分、结构和性能相同的均匀组成部分称为()。
A、组元； B、相； C、组织
- 2、若 A、B 两组元形成化合物相， 则该相晶体结构()。
A、与 A 相同； B、与 B 相同； C、与 A、B 不同
- 3、当非金属原子与金属原子直径比()时， 将形成间隙相。
A、 < 0.59 ； B、 > 0.59 ； C、 > 0.61
- 4、二元相图的杠杆定律用于确定两相区中两相的()。
A、成份； B、相对重量； C、晶体结构
- 5、有一 Cu-Ni 合金的铸态组织为树枝状 α 固溶体， 枝干富 Ni、枝间富 Cu， 则其组织为()。
A、单相； B、两相； C、多相
- 6、二元相图中的水平线是()相平衡。
A、1； B、2； C、3； D、4
- 7、两组元在液、 固态都无限互溶所构成的相图是()相图。
A、匀晶； B、共晶； C、包晶
- 8、共析转变的产物属于()。
A、单相固溶体； B、机械混合物； C、金属化合物、
- 9、固溶体合金中产生晶内偏析是因为()。
A、冷却较快， 原子扩散来不及充分进行；
B、结晶时无限缓慢冷却， 使高熔点组元过早结晶；
C、结晶过程的温度变化范围太大

五、 判断题

- () 1、间隙固溶体一定是无限固溶体。
- () 2、固溶强化的本质是溶质原子的溶入使溶剂晶格发生了畸变所致。
- () 3、间隙相的晶体结构与含量较多的组元相同。
- () 4、合金中的相构成了组织， 组织决定了合金的性能。
- () 5、固溶体合金平衡结晶过程中， 由于不同温度结晶出来的固溶体成份不同， 因而结晶后所得的固溶体成份也是不均匀的。
- () 6、合金的结晶间隔越大， 铸件的组织越疏松。

- () 7、凡二元合金从液相结晶成固相后， 晶体结构便不再改变。
- () 8、固溶体中的置换原子的固溶强化效果一定比间隙原子好。
- () 9、在二元相图的两相区中， 两相的成分和相对重量都随温度而变化。
- () 10、在共晶线成分范围内的合金室温组织都是共晶体。
- () 11、共晶体和共析体是二元合金中非常重要的两个相。
- () 12、Cu-Ni 合金在室温下是单相固溶体， 因单相固溶体的硬度随溶质原子的溶入量的增加而提高， 所以含 Ni90% 的合金的硬度比含 Ni50% 的高。
- () 13、合金中的相、相的成分和相对量、组织形态、晶粒大小都可在相图上反映出来。

第五章 铁碳合金

一、 名词解释

- 1、铁素体、奥氏体、渗碳体、珠光体、莱氏体
- 2、 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{I}$ 、 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{II}$ 、 $\text{Fe}_3\text{C}_\text{III}$ 、 Fe_3C 共析、 Fe_3C 共晶
- 3、钢、白口铸铁
- 4、冷脆、热脆

二、 思考题

- 1、何谓同素异构转变？说明铁的同素异构转变，并简述纯铁的力学性能。
- 2、指出铁素体、奥氏体、渗碳体、珠光体、莱氏体的符号、定义及性能特点。
- 3、铁碳相图由哪几种基本类型的相图组成？
- 4、默画出 Fe-Fe₃C 相图，标出各点温度及含碳量，并
 - (1) 以相组成物及组织组成物填写相图。
 - (2) 说明下列点、线的意义：S、P、C、E、ES、GS、PQ、HJB、ECF、PSK
- 5、按含碳量和组织的不同，铁碳合金相图上的合金可分成哪几类？其成分、组织及性能特征如何？
- 6、写出 Fe-Fe₃C 相图的三个基本反应的反应式，注明反应温度、各相含碳量及产物名称。
- 7、如何从成分、组织和性能上区分钢和铸铁？
- 8、以冷却曲线形式分析下列合金的结晶过程，画出室温组织示意图，计算室温组织相对量：
 - (1) 0.6%C； (2) 0.77%C； (3) 1.2%C； (4) 3.0%C； (5) 4.3%； (6) 5.0%C
- 9、根据 Fe-Fe₃C 相图计算：
 - (1) 二次渗碳体及三次渗碳体的最大含量；
 - (2) 莱氏体中的共晶渗碳体及珠光体中的共析渗碳体的含量。
- 10、某批牌号不明的退火碳钢，经金相分析，结果如下，试计算含碳量，写出钢号。
 - (1) 组织为 P+F，其中 P 占 60%；
 - (2) 组织为 P+Fe₃C 网状，其中 P 占 90%；
 - (3) 组织为 F+Fe₃C 粒状，其中 Fe₃C 粒状占 18%；

11、根据 Fe-Fe₃C 相图，说明产生下列现象的原因：

- (1) 含碳 0.5% 的钢比含碳 1.2% 的钢硬度低；
- (2) 室温下，含碳 0.8% 的钢比含碳 1.2% 的钢强度高；
- (3) 变态莱氏体的塑性比珠光体的塑性差；
- (4) 在 1100℃，含碳 0.4% 的钢能进行锻造，含碳 4.0% 的生铁不能锻造。
- (5) 平衡状态下，>2.11%C 的铁碳合金，切削加工性很差；
- (6) 钢铆钉宜用低碳钢制造；
- (7) 一般要把钢材加热到高温（约 1000~1250℃）下进行热轧或锻造。
- (8) 钳工锯 T8、T10、T12 等钢料时比锯 10、20 钢费力，锯条容易磨钝。

12、随含碳量的增加，渗碳体的数量、分布、形态如何变化？对钢的力学性能有何影响？

13、钢中常存杂质有哪些？对钢的性能有何影响？

14、碳钢有哪几种分类方法？如何编号？

15、指出下列各种钢的类别、含碳量及用途：

- (1) Q235； (2) 08F； (3) 45； (4) 40Mn； (5) T10； (6) T12A；

三、 填空题

1、纯铁的同素异构转变为_____1394℃_____912℃_____, 它

们的晶体结构依次为_____、_____和_____。

2、常温平衡状态下，铁碳合金基本相有_____等_____个。

3、Fe-Fe₃C 相图有_____个单相区，各相区的相分别是_____。

4、Fe-Fe₃C 相图有_____条水平线，即_____线，
它们代表的反应分别是_____。

5、工业纯铁的含碳量为_____，室温平衡组织为_____。

6、共晶白口铁的含碳量为_____，室温平衡组织中 P 占_____%，Fe₃C 共晶占
_____%，Fe₃C_{II}占_____%。

7、一钢试样，在室温平衡组织中，珠光体占 60%，铁素体占 40%，该钢的含碳量为_____。

8、钢的组织特点是高温组织为_____，具有良好的_____性，因而适于
_____成形。

9、白口铸铁的特点是液态结晶都有_____转变，室温平衡组织中都有_____，
因而适于通过_____成形。

- 10、珠光体中铁素体的相对量为_____， 渗碳体的相对量为_____。
- 11、工业上使用的钢的含碳量， 一般都不超过_____。
- 12、 A_1 、 A_3 、 A_{cm} 是 Fe-Fe₃C 相图中的_____线、_____线和_____线。
- 13、铁素体(F)是_____在_____中的间隙固溶体， 其晶体结构为_____立方。
- 14、用苦味酸钠溶液浸蚀的过共析钢平衡组织， 其中呈黑色网状的是_____， 而浅灰色的是_____。
- 15、用硝酸酒精浸蚀的亚共析钢平衡组织， 在 100 倍显微镜下观察， 其中呈亮白色的是_____， 暗黑色的是_____。
- 16、碳钢中的常存杂质有_____， 其中_____和_____是有害无素， 因为_____会引起冷脆， _____会引起热脆。
- 17、碳钢的质量， 主要依据_____来区分。
- 18、低碳钢、中碳钢和高碳钢的含碳量范围分别为_____ %、_____ % 和_____ %。

四、 选择题

- 1、质量一定的 γ -Fe $\xrightarrow{912^\circ\text{C}}$ α -Fe 时， 体积()。
- A、胀大； B、缩小； C、不变
- 2、碳在 γ -Fe 中的最大溶解度为()。
- A、0.02%； B、0.77%； C、2.11%； D、4.3%
- 3、渗碳体是一种具有复杂晶体结构的()。
- A、间隙相； B、间隙化合物； C、间隙固溶体
- 4、铁碳合金在平衡结晶过程中， ()。
- A、只有含碳 0.77% 的合金才有共析转变发生；
- B、只有含碳小于 2.06% 的合金才有共析转变发生；
- C、含碳 0.0218~6.69% 的合金都有共析转变发生
- 5、由()析出的渗碳体叫做三次渗碳体。
- A、铁素体； B、奥氏体； C、液态金属
- 6、铁碳合金中， ()组织为共晶反应产物。
- A、铁素体； B、珠光体； C、莱氏体
- 7、平衡结晶时， 凡含碳量()的铁碳合金， 自 1148℃冷至 727℃时， 均从奥氏体中析出二次渗碳体。

- A、0.0218~6.69%； B、0.77~2.11% C、0.77~6.69%
- 8、一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体()。
- A、晶体结构不同， 组织形态相同；
B、晶体结构相同， 组织形态不同；
C、晶体结构与组织形态都不同
- 9、由于三次渗碳体的数量很少， 故对()性能的影响可忽略不计。
- A、工业纯铁； B、钢和铸铁； C、所有 Fe-C 合金
- 10、室温平衡状态下， 钢中的碳绝大部分是以()形式存在于组织中。
- A、铁素体； B、渗碳体； C、石墨碳
- 11、含碳量 0.45% 的铁碳合金平衡结晶后， 按相组成物计算， 其中铁素体占()。
- A、93.60%； B、42.77%； C、57.23%
- 12、钢的力学性能与()的数量、形态和分布有关。
- A、铁素体； B、奥氏体； C、渗碳体
- 13、含碳 1.2% 的铁碳合金平衡结晶时， 727℃时的 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ 量与冷至室温时的 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ 量相比，
()。
- A、727℃时多； B、室温时多； C、一样多
- 14、平衡结晶时， 从奥氏体中析出的 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ 一般呈()状分布。
- A、薄片； B、颗粒； C、网

五、 判断题

- () 1、奥氏体是 C 在 $\gamma\text{-Fe}$ 中的间隙固溶体。
- () 2、在室温平衡状态下， 珠光体和莱氏体都是由 F 和 Fe_3C 两种基本相组成的。
- () 3、亚共析钢室温组织中珠光体的数量随含碳量增加而增加。
- () 4、含碳量 $< 0.77\%$ 的铁碳合金平衡结晶时， 奥氏体转变成铁素体的转变温度随含碳量增加而升高。
- () 5、铁碳合金中的机械混合物， 其强度、硬度都比其组成相高。
- () 6、共晶反应发生于所有含碳量大于 2.11% 而小于 6.69% 的铁碳合金中。
- () 7、过共析钢平衡结晶时， 从 1148℃冷至 727℃时， 奥氏体的含碳量不断降低。
- () 8、平衡状态下， 铁碳合金的强度和硬度随含碳量增加而提高。
- () 9、过共的钢的室温平衡组织由珠光体和二次渗碳体两相组成。
- () 10、铁碳合金室温下平衡组织由铁素体和渗碳体组成。 通常铁素体作为基体，

而渗碳体作为第二相。

- () 11、亚共析钢加热到 $A_{c1} \sim A_{c3}$ 之间时，奥氏体的含碳量大于钢的含碳量。
- () 12、08F 是含碳量为 0.8% 的优质碳素工具钢。
- () 13、含碳量 0.45% 的铁碳合金锻造时应加热到 Fe-Fe₃C 相图中 PSK 线与 GS 线之间的温度范围。
- () 14、在 Fe-Fe₃C 相图中，PQ 线为碳在铁素体中的固溶线。

第六章 钢的热处理

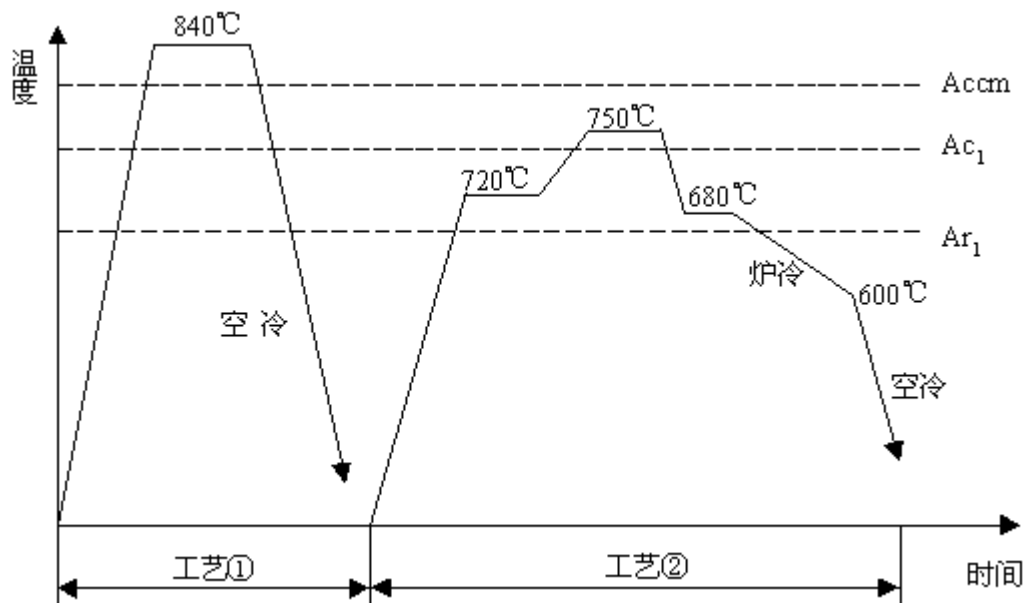
一、名词概念解释

- 1、再结晶、重结晶
- 2、起始晶粒度、实际晶粒度、本质晶粒度
- 3、奥氏体、过冷奥氏体、残余奥氏体
- 4、珠光体、索氏体、屈氏体、贝氏体、马氏体
- 5、临界冷却速度
- 6、退火、正火、淬火、回火、冷处理、时效
- 7、调质处理
- 8、淬透性、淬硬性
- 9、回火马氏体、回火索氏体、回火屈氏体
- 10、第一类回火脆性、第二类回火脆性
- 11、表面淬火、化学热处理

二、思考题

- 1、何谓热处理？热处理有哪些基本类型？举例说明热处理与你所学专业有何联系？
- 2、指出 Ac_1 、 Ac_3 、 Ac_{cm} 、 Ar_1 、 Ar_3 、 Ar_{cm} 各临界点的意义
- 3、加热时，共析钢奥氏体的形成经历哪几个基本过程？而亚共析钢和过共析钢奥氏体形成有什么主要特点？
- 4、奥氏体形成速度受哪些因素影响？
- 5、如何控制奥氏体晶粒大小？
- 6、具体加热条件下，本质细晶粒钢的奥氏体晶粒一定比本质粗晶粒钢细吗？为什么？
- 7、将 20 钢及 60 钢同时加热至 860°C ，并保温相同时间，问哪种钢奥氏体晶粒粗大些？
- 8、珠光体、贝氏体、马氏体组织各有哪几种基本类型？它们在形成条件、组织形态和性能方面有何特点？
- 9、画出共析钢 TTT 曲线（C 曲线），指出各线、区的物理意义。
- 10、试述影响 C 曲线形状和位置的主要因素。
- 11、共析钢的 CCT 曲线与 TTT 曲线相比，有哪些主要区别？
- 12、画出亚共析钢和过共析钢的 C 曲线示意图，并分析各种冷却条件所获得的组织。

- 13、何谓淬火临界冷却速度 V_K ? V_K 的大小受什么因素影响? 它与钢的淬透性有何关系?
- 14、在 T8 钢的 TTT 曲线图上定性画出下列组织的冷却曲线, 并指出其分别属于何种热处理工艺。
- (1) P; (2) S; (3) T+M; (4) B_下; (5) M+A'
- 15、试述退火、正火、淬火、回火的目的, 熟悉它们在零件加工工艺路线中的位置。
- 16、退火操作工艺方法有几种? 各适用于什么钢种? 应用范围如何? 起到什么作用?
- 17、试确定下列钢件应取正火或何种退火工艺? 目的如何?:
- (1) 经冷轧制的 15 钢板在下一道冷轧前;
- (2) 20 钢切削以前;
- (3) 60 钢锻坯;
- (4) 具有片状渗碳体的 T12 钢锻坯;
- (5) 具有网状渗碳体的 T12 钢锻坯;
- (6) 冷成型弹簧
- 18、正火与退火的主要区别是什么? 生产中应如何选择正火及退火?
- 19、等温退火与普通退火相比, 有何特点?
- 20、一个 T12 钢锻造毛坯, 在切削加工前热处理工艺如图:



- 问: (1) 本工艺的目的;
- (2) 工艺名称;

- (3) 工艺过程的组织变化;
- (4) 为什么这里要安排工艺①? 在什么情况下可取消工艺①?
- 21、亚共析钢与过共析钢淬火温度应如何选择? 为什么?
- 22、常用的淬火方法有哪几种? 说明它们的主要特点及应用范围。
- 23、常用的淬火冷却介质有哪些? 说明其冷却特性、优缺点及应用范围。
- 24、 $\phi 10\text{mm}$ 的 45 钢试样经 700°C 、 760°C 、 840°C 、 950°C 加热保温并水冷所获得的室温组织是什么? 你认为哪个温度是合适的淬火温度? 为什么? (45 钢 $A_{c1}=730^{\circ}\text{C}$, $A_{c3}=780^{\circ}\text{C}$)
- 25、有两个含碳量为 1.2% 的碳钢薄试样, 分别加热到 780°C 和 860°C 并保温相同时间, 使之达到平衡状态, 然后以大于 V_K 冷却速度冷至室温。试问 (T12 钢 $A_{c1}=730^{\circ}\text{C}$, $A_{cm}=820^{\circ}\text{C}$):
- (1) 哪个温度加热淬火后马氏体晶粒较粗大?
- (2) 哪个温度加热淬火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?
- (4) 哪个温度加热淬火后未溶碳化物较少?
- (5) 你认为哪个温度淬火合适? 为什么?
- 26、为什么工件经淬火后往往会产生变形, 有的甚至开裂? 减少变形及防止开裂有哪些途径?
- 27、淬透性与淬硬层深度有什么联系和区别? 它们各自的影响因素有哪些?
- 28、淬透性的高低对钢的力学性能有何影响?
- 29、用什么方法测定钢的淬透性? 如何表示?
- 30、机械设计中如何考虑钢的淬透性?
- 31、欲选用 40MnB 制造圆柱形工件, 在水中淬火后要求距中心 $3/4$ 半径处的硬度不低于 HRC45, 试问工件截面的最大半径可以是多大? (参考教材资料)
- 32、选用 40Cr 钢制造一根 $\phi 55\text{mm}$ 的轴, 试画出经水中淬火后沿截面的硬度分布图。(参考教材资料)
- 33、两个同成分的过共析钢工件经不同奥氏体化加热后, A 工件为粗大均匀的奥氏体, B 工件为细小奥氏体加部分残留碳化物。问 1) 哪一个的淬透性好? 为什么? 2) 哪一个的淬火硬度高? 为什么? 3) 能否确定哪一个的淬透层深度大? 为什么?
- 34、常用的回火操作有哪几种? 指出各种回火操作得到的组织、性能及其应用范围。
- 35、从形成条件、组织形态和力学性能等方面区分马氏体与回火马氏体, 屈氏体与回火屈氏体, 索氏体与回火索氏体。
- 36、甲、乙两厂生产同一批零件, 材料均选用 45 钢, 硬度要求 HB220~250。甲厂采用正火, 乙厂采用调质, 都达到硬度要求。试分析甲、乙两厂产品的组织和性能的差别。

- 37、表面淬火的目的是什么？ 有哪些常用方法？ 一般应进行什么预先热处理？
- 38、何谓化学热处理？ 化学热处理包括哪几个基本过程？ 常用的化学热处理方法有哪几种
- 39、渗碳的主要目的是什么？ 渗碳后要经过什么热处理？ 获得什么组织？ 性能特点如何？
- 40、试以汽车、拖拉机齿轮为例说明如何选择渗碳层深度和含碳量。
- 41、试述氮化的目的、特点和应用场合。
- 42、碳氮共渗有哪些工艺方法？ 中温气体碳氮共渗与气体渗碳比较有何优缺点？
- 43、试说明表面淬火、渗碳、氮化热处理工艺在用钢、性能、应用范围等方面的差别。
- 44、写出下列零件的加工工艺路线、各热处理工序的作用及所获组织。（设均用锻坯、具有足够淬透性）。
- (1) 45 钢机床主轴， 要求整体综合力学性能良好， 轴颈耐磨。
- (2) 20CrMnTi 钢制拖拉机变速齿轮。
- (3) 38CrMoAlA 钢制镗床镗杆。
- (4) T12 钢制丝锥。
- 45、某型号柴油机的凸轮轴， 要求凸轮表面有高的硬度 ($HRC > 50$)， 而心部具有良好的韧性 ($a_k > 40J$)， 原采用 45 钢调质处理再在凸轮表面进行高频淬火， 最后低温回火， 现因工厂库存的 45 钢已用完， 只剩 15 钢， 拟用 15 钢代替。 试说明：
- (1) 原 45 钢各热处理工序的作用；
- (2) 改用 15 钢后， 仍按原热处理工序进行能否满足性能要求？ 为什么？
- (3) 改用 15 钢后， 为达到所要求的性能， 在心部强度足够的前提下应采用何种热处理工艺？
- 46、什么是第一类回火脆性？ 什么是第二类回火脆性？ 产生的原因是什么？ 如何消除或避免？

三、 填空题

- 1、钢的热处理是通过钢在固态下_____、_____和_____的操作来改变其_____， 从而获得所需性能的一种工艺。
- 2、钢在加热时 $P \rightarrow A$ 的转变过程伴随着铁原子的_____， 因而是属于_____型相变。
- 3、钢加热时的各临界温度分别用_____、_____和_____表示；冷却时的各临界温度分别用_____、_____和_____表示。

- 4、加热时，奥氏体的形成速度主要受到_____、_____、_____和_____的影响。
- 5、在钢的奥氏体化过程中，钢的含碳量越高，奥氏体化的速度越_____，钢中含有合金元素时，奥氏体化的温度要_____一些，时间要_____一些。
- 6、一般结构钢的A晶粒度分为_____级，_____级最粗，_____级最细。按930℃加热保温3~8h后，晶粒度在_____级的钢称为本质粗晶粒钢，_____级的钢称为本质细晶粒钢。
- 7、珠光体、索氏体、屈氏体均属层片状的_____和_____的机械混合物，其差别仅在于_____。
- 8、对于成分相同的钢，粒状珠光体的硬度、强度比片状珠光体_____，但塑性、韧性较_____。
- 9、影响C曲线的因素主要是_____和_____。
- 10、根据共析钢相变过程中原子的扩散情况，珠光体转变属_____转变，贝氏体转变属_____转变，马氏体转变属_____转变。
- 11、马氏体的组织形态主要有两种基本类型，一种为_____马氏体，是由含碳量_____的母相奥氏体形成，其亚结构是_____；另一种为_____马氏体，是由含碳量_____的母相奥氏体形成，其亚结构是_____。
- 12、上贝氏体的渗碳体分布在_____，而下贝氏体的渗碳体较细小，且分布在_____，所以就强韧性而言， $B_{下}$ 比 $B_{上}$ _____。
- 13、钢的C曲线图实际上是_____图，也称_____图，而CCT曲线则为_____。
- 14、过冷奥氏体转变成马氏体，仅仅是_____的改变，而_____没有改变，所以马氏体是碳在 α -Fe中的_____。
- 15、其他条件相同时，A中的C%愈高，A \rightarrow M的 M_s 温度愈_____，A'量也愈_____。
- 16、马氏体晶格的正方度(c/a)表示了_____， c/a 的值随_____而增大。
- 17、目前生产上，在选择淬火冷却介质时，通常是碳素钢零件淬_____，合金钢零件淬_____。
- 18、_____称为淬火临界冷却速度 V_k ， V_k 愈小，钢的淬透性愈_____。
- 19、钢的淬硬性主要决定于_____，钢的淬透性主要决定于_____和_____。
- 20、淬火钢在150~250℃回火称为_____回火；在100~150℃进行长时间加热

(10~50 小时), 称为_____处理, 目的是_____。

21、通常利用_____淬火获得以下贝氏体为主的组织。

22、所谓正火, 就是将钢件加热至_____或_____以上 30~50℃, 保温后_____冷却的一种操作。

23、某小零件本应用 T12 钢制造, 但错用了 45 钢, 淬火沿用了 T12 钢的工艺, 则淬火后的组织为_____, 硬度_____。

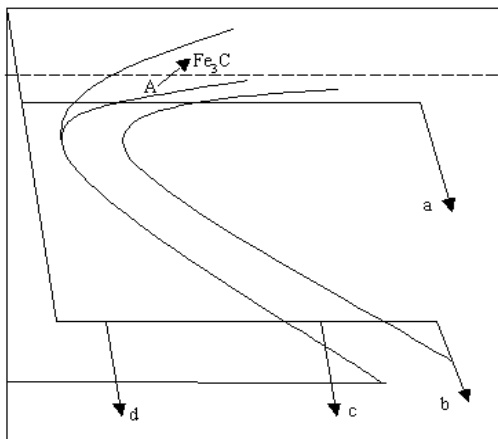
24、20 钢和 T12 钢锻坯在切削之前应分别采用_____火和_____火, 而已经冷轧的 15 钢在下一道冷轧前用_____火; 冷成形的弹簧宜用_____火; 焊接构件一般采用_____火的热处理。

25、T12 钢淬火温度应为_____+30~50℃, 淬火组织为_____, 若加热到 Accm 以上水淬, 其组织为_____, 此时不但因为没有了_____以及_____增多而降低了钢的硬度和耐磨性, 而且还因为_____而使淬火马氏体片粗大。

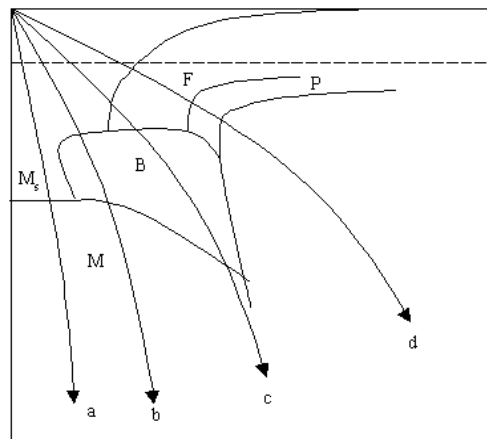
26、 $J\frac{36}{10\sim15}$ 是_____的符号, 它表示_____。

27、以 45 钢制造的机床传动齿轮, 预先热处理应采用_____处理, 使其整体获得_____组织, 最终热处理应采用_____处理, 使其表面获得_____组织, 以满足使用性能要求。

28、某过共析钢 TTT 曲线如图, 按 a、b、c、d 冷却规范获得的组织依次为_____、_____、_____、_____。



(28 题图)



(29 题图)

- 29、某亚共析钢 CCT 曲线如图，按 a、b、c、d 速度冷却获得的组织依次为_____、_____、_____、_____。
- 30、45、T8、T12 钢中，在正常淬火条件下，_____钢淬透性最好，_____钢淬硬性最好。
- 31、_____称为调质，组织是_____。
- 32、感应加热淬火用钢的含碳量以_____为宜。
- 33、化学热处理的基本过程是_____、_____和_____。
- 34、工件淬火时先在水中冷却一定时间后再放至油中冷却的方法叫做_____。
- 35、低碳钢渗碳后缓冷到室温的渗层组织，最外层应是_____层，中间是_____层，再往里是_____层。
- 36、氮化层厚度一般不超过_____mm，所以氮化零件留磨量在直径方向不应超过_____mm。
- 37、习惯上中温碳氮共渗又称_____，低温碳氮共渗又称_____。

四、 选择题

- 1、共析钢加热到 A_{c1} 以上时，将发生()的转变。
A、 $F \rightarrow A$ ； B、 $Fe_3C \rightarrow A$ ； C、 $P \rightarrow A$ ；
- 2、钢的过冷 A 向 B 转变时()。
A、Fe、C 原子都不扩散；
B、Fe 原子不扩散，C 原子扩散；
C、Fe、C 原子都扩散。
- 3、钢的()直接影响钢的性能。
A、实际晶粒度； B、起始晶粒度； C、本质晶粒度
- 4、确定碳钢淬火加热温度的基本依据是()。
A、Fe-Fe₃C 相图； B、“C” 曲线图； C、淬透性曲线图
- 5、 A_3 、 A_{c3} 、 A_{r3} 三者之间的关系是()。
A、 $A_3 = A_{c3} = A_{r3}$ ； B、 $A_{c3} > A_3 > A_{r3}$ ； C、 $A_{c3} < A_3 < A_{r3}$
- 6、原始组织分别为粗片状、细片状、球状珠光体在加热时奥氏体的形成速度大小依次为()。
A、 $V_{\text{粗片P}} > V_{\text{细片P}} > V_{\text{球状P}}$ ；
B、 $V_{\text{粗片P}} < V_{\text{细片P}} < V_{\text{球状P}}$ ；
C、 $V_{\text{细片P}} > V_{\text{粗片P}} > V_{\text{球状P}}$

- 7、过共析钢加热到 $A_1 - A_{cm}$ 之间时，（ ）。
- A、奥氏体的含碳量小于钢的含碳量；
 - B、奥氏体的含碳量大于钢的含碳量；
 - C、奥氏体的含碳量等于钢的含碳量
- 8、亚共析钢加热到 $A_1 - A_3$ 之间时，奥氏体的含碳量（ ）钢的含碳量。
- A、小于；
 - B、大于；
 - C、等于
- 9、在过冷奥氏体等温转变图的“鼻子”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好，转变速度最慢；
 - C、过冷奥氏体稳定性最差，转变速度最快；
 - D、过冷奥氏体稳定性最差，转变速度最慢
- 10、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；
- 11、与 40 钢相比，40Cr 钢的特点是（ ）。
- A、C 曲线左移， M_s 点上升；
 - B、C 曲线右移， M_s 点下降；
 - C、C 曲线右移， M_s 点上升；
- 12、马氏体的硬度主要取决于（ ）。
- A、马氏体的含碳量；
 - B、马氏体含合金元素量；
 - C、冷却速度；
 - D、奥氏体的晶粒度
- 13、回火索氏体比索氏体具有较好的 δ 、 ψ 、 a_k ，是由于（ ）所致。
- A、F 的过饱和程度不同；
 - B、碳化物片层间距不同；
 - C、碳化物形态不同
- 14、上贝氏体和下贝氏体的力学性能相比，（ ）。
- A、上贝氏体具有较高强度和韧性；
 - B、下贝氏体具有较高强度和韧性；
 - C、两者均具有较高强度和韧性
- 15、45 钢加热保温后以大于 V_k 的冷却速度水淬，发现硬度偏低，其原因是（ ）。
- A、冷却过程中析出了 F；
 - B、 A' 量太多。

- C、加热温度低于 Ac_3 ，有未溶 F
- 16、为了提高 T12 钢强韧性，希望控制其淬火马氏体的含碳量，以减少孪晶马氏体的相对量及获得部分板条马氏体，则应()。
- A、快速加热到稍高于 Ac_1 ，保温较短时间后淬火；
B、加热到接近 Ac_{cm} ，充分保温后淬火；
C、加热到 Ac_{cm} 以上，充分保温后淬火；
- 17、晶粒粗大的 60 钢坯，欲细化晶粒，应进行()。
- A、再结晶退火； B、完全退火； C、扩散退火
- 18、为改善有严重网状渗碳体的 T12 钢的切削加工性，宜采用()作预先热处理。
- A、球化退火； B、完全退火； C、正火+球化退火
- 19、最常用的淬火冷却介质是清水、盐水和油，其冷却能力大小依次为：()。
- A、 $V_{\text{清水}} > V_{\text{盐水}} > V_{\text{油}}$ ； B、 $V_{\text{盐水}} > V_{\text{清水}} > V_{\text{油}}$ ；
C、 $V_{\text{油}} > V_{\text{清水}} > V_{\text{盐水}}$ ； D、 $V_{\text{油}} > V_{\text{盐水}} > V_{\text{清水}}$
- 20、()不宜采用等温淬火工艺。
- A、大尺寸的碳钢工件； B、合金钢工件； C、形状复杂的小尺寸工件
- 21、为了消除残余奥氏体，保证精密工件尺寸长期稳定性，应采用()。
- A、冷处理； B、调质处理； C、时效处理
- 22、原始组织为片层状珠光体加二次渗碳体的过共析钢在球化退火时，使()发生了球化而获得球状珠光体。
- A、二次渗碳体；
B、二次渗碳体及铁素体；
C、二次渗碳体及片层状渗碳体
- 23、淬火钢回火时，力学性能变化的总趋势是随着回火温度升高，()。
- A、强度硬度升高，塑性和韧性降低；
B、强度硬度降低，塑性和韧性升高；
C、强度硬度升高，塑性和韧性升高
- 24、第二类回火脆性()。
- A、主要在含 Cr、Ni 等元素的合金钢中出现；
B、与回火后的冷却速度无关；
C、具有不可逆性
- 25、高碳钢淬火后在 100~200℃ 回火时硬度略有升高是由于()的缘故。
- A、马氏体中碳原子的偏聚和大量 ϵ -碳化物弥散析出；
B、残余奥氏体转变成回火马氏体；

- C、 ϵ -碳化物转变为 Fe_3C 并逐渐长大
- 26、关于 CCT 曲线，错误的说法是()。
- A、从 CCT 曲线可以获得钢的临界淬火速度；
B、CCT 曲线是制定钢的冷却规范的依据；
C、根据 CCT 曲线可以估计淬火后钢件的组织和性能；
D、CCT 曲线是制订热处理加热规范的依据。
- 27、若回火产物是在 α 相（铁素体）基体中分布着微小的粒状碳化物， α 相已经回复，但尚未再结晶，故仍具有马氏体的针状特征，这种组织称()。
- A、回火马氏体； B、回火屈氏体； C、回火索氏体
- 28、感应加热表面淬火的硬化层深度主要取决于()。
- A、钢的含碳量； B、钢的淬透性；
C、淬火介质的冷却能力； D、感应电流的频率
- 29、一模数 4 的齿轮，为获得 1.5mm 深并沿齿廓分布的硬化层，应采用()热处理方法。
- A、感应加热表面淬火； B、渗碳淬火； C、氮化
- 30、若渗碳件渗层出现网状碳化物，则渗碳后的热处理宜采用()十淬火十低温回火。
- A、完全退火； B、球化退火； C、正火
- 31、在常用的表面热处理方式中，()处理变形最小。
- A、感应加热表面淬火； B、渗碳； C、氮化
- 32、钢的晶粒大小，主要取决于()。
- A、奥氏体化的温度； B、奥氏体化后的冷却速度； C、奥氏体成分的均匀程度
- 33、质量一定的奥氏体转变为马氏体，其体积()。
- A、胀大； B、缩小； C、不变
- 34、某零件调质处理后硬度偏低，补救的方法是()。
- A、重新淬火后，选用低一点温度回火；
B、再一次回火，回火温度降低一点；
C、再一次回火，回火温度提高一点
- 35、下列说法，错误的是()。
- A、形状复杂的模具应选用淬透性高的钢；
B、焊接件宜选用淬透性低的钢；
C、淬火时淬透性高的钢应淬水
- 36、淬火钢回火后的硬度主要取决于()。

- A、回火加热温度； B、回火时间； C、回火后的冷却
- 37、实际工件的()与工件的尺寸及淬火介质的冷却能力等因素有关。
- A、淬透性； B、淬硬性； C、淬透层深度

五、 判断题

- () 1、奥氏体的形成速度随其含碳量增加而降低。
- () 2、甲、乙两种钢， 在 1150℃加热， 保温 2 小时， 测其晶粒度， 甲钢 3 级， 乙钢 6 级， 据此可判断甲钢是本质粗晶粒钢， 乙钢是本质细晶粒钢。
- () 3、奥氏体化温度时间相同， 60 钢晶粒比 20 钢细。
- () 4、奥氏体化温度越高， 奥氏体越稳定。
- () 5、与亚共析钢、共析钢比较， 过共析钢 C 曲线鼻子最靠右， 其过冷奥氏体最稳定。
- () 6、钢的实际晶粒度主要取决于钢在加热后的冷却速度。
- () 7、过冷奥氏体转变时， 珠光体、贝氏体、马氏体的形成都是形核和长大的过程。
- () 8、冷却时， 过冷奥氏体的转变速度随过冷度的增大而不断加快。
- () 9、马氏体相变时， 其母相奥氏体含碳量愈高， M_s 和 M_f 点愈高。
- () 10、高碳马氏体的晶体结构属体心正方。
- () 11、在 M_s 下某温度充分保温， 可使 A' 最大限度地转变成 M。
- () 12、过冷奥氏体连续冷却转变的孕育期比等温转变时长， 转变温度也低。
- () 13、除 Co 以外的合金元素溶入奥氏体后， 都增大其稳定性， 使 C 曲线右移， V_k 减少。
- () 14、去应力退火是通过组织变化达到细化晶粒而消除残余内应力的一种热处理方法。
- () 15、在实际淬火操作， 凡用淬透性较高的钢制造的零件， 无论尺寸大小， 其淬硬层深度都一定是较大的。
- () 16、为了获得良好的焊接性， 焊接构件用钢应选用含碳量较低并同时含有尽可能多的提高淬透性的合金元素的钢。
- () 17、钢的淬透性主要取决于钢的化学成分和奥氏体化条件， 而不考虑工件尺寸和冷却介质的影响。
- () 18、过共析钢淬火温度愈高， 奥氏体含碳量越高， 则淬火后硬度越高。
- () 19、加热温度不超过 A_{c1} 的热处理操作统称回火。

- () 20、同一钢种水淬时比油淬时的淬透性好， 小件淬火时比大件淬火时淬透性好。
- () 21、零件淬火后必定要回火。
- () 22、对于大尺寸的中碳钢工件， 可用正火代替调质。
- () 23、在淬火马氏体的回火过程中， 硬度随回火温度的升高而不断降低； 冲击韧性随回火温度的升高而不断提高。
- () 24、感应加热表面淬火时， 由于加热速度很快， 致使珠光体转变为奥氏体的转变温度升高， 转变所需时间缩短， 因此可获细小的奥氏体晶粒， 淬火后的马氏体也是极细的隐晶马氏体。
- () 25、渗碳是通过活性碳原子溶入高温铁素体中， 而后向钢的内部扩散来实现的。
- () 26、齿轮渗碳时， 模数大的齿轮， 其渗碳层厚度应小一些， 以提高抗冲击能力。
- () 27、钢在氮化后， 无需淬火便具有很高的表面硬度及耐磨性。
- () 28、最常用的氮化钢是 38CrMoAl。
- () 29、感应加热通常采用淬透性高的合金钢。
- () 30、中温碳氮共渗热处理又称氰化。
- () 31、过共析钢组织中的网状二次渗碳体可用完全退火方法消除。
- () 32、消除淬火马氏体在回火时的第一类回火脆性， 可以在回火后快速冷却， 或选用含钼、钨等合金元素的钢。

第七章 合金钢

一、 名词概念解释

- 1、非合金钢、低合金钢、合金钢、合金元素
- 2、合金结构钢、合金工具钢、轴承钢；不锈、耐蚀、耐热钢
- 3、热硬性、回火稳定性、二次硬化
- 4、化学腐蚀、电化学腐蚀、钝化
- 5、蠕变、热强性
- 6、粉末冶金、硬质合金

二、 思考题

- 1、试比较碳钢及合金钢的性能、用途及优缺点。
- 2、什么是合金元素？合金元素在钢中的作用如何？常用的合金元素有哪些？
- 3、合金元素 Cr、Mn、W、Mo、V、Ni、Si、Al 等在退火状态的钢中如何分布？它们对钢的基本相有何影响？
- 4、哪些属于碳化物形成元素？一般强碳化物形成元素对钢的回火稳定性有何影响？
- 5、合金元素 Mn、Cr、W、Mo、V、Ti、Zr、Ni 对钢的 C 曲线和 Ms 点有何影响？
- 6、解释下列现象：
 - (1) 在相同含碳量情况下，除了含 Ni 和 Mn 的合金钢外，大多数合金钢的热处理加热温度都比碳钢要高，保温时间要长；
 - (2) 含碳量 $\geq 0.40\%$ 、含铬 12% 的铬钢属于过共析钢，而含碳 1.5%、含铬 12% 的钢属于莱氏体钢；
 - (3) 高速钢在热锻或热轧后，经空冷获得马氏体组织。
- 7、低合金结构钢的成分有何特点？其主要用途有哪些？
- 8、何谓渗碳钢？为什么渗碳钢的含碳量均属于低碳钢之范围？合金渗碳钢含主要元素有哪些？它们在钢中的作用如何？
- 9、试以 20Cr、20CrMnTi、18Cr2Ni4W 三种钢为例，说明低淬透性、中淬透性及高淬透性合金渗碳钢经渗碳、淬火、低温回火后表面及心部的性能特点。

10、写出 20CrMnTi 钢制汽车传动齿轮加工工艺路线，并分析各热处理工艺的主要目的及所获得的组织。

11、何谓调质、何谓调质钢？为什么调质钢的含碳量均属中碳钢范围？

12、试述合金元素 Cr、Ni、Mn、Si 等在合金调质钢中所起的主要作用（以直径为 $\phi 50$ 的轴分别用 40 钢和 40CrNi 钢制造为例，分析其调质后的性能并作具体说明。）

13、合金弹簧钢常含合金元素有哪些？它们在钢中的主要作用如何？

14、简述热成形弹簧及冷成形弹簧的热处理特点。

15、试分析滚动轴承钢的成分特点及经淬火及低温回火后的性能特点？

16、以碳素工具钢制造的工具，经淬火及低温回火后硬度可达 HRC60 或以上，但此类工具只能在低温（ $<200^{\circ}\text{C}$ ）或常温下使用，为什么？

17、分析比较 T9 碳素工具钢与 9SiCr 合金工具钢：

（1）为什么 9SiCr 钢的淬火加热温度要比 T9 钢高些？

（2）为什么 T9 钢制造的刀具刃部受热至 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ 其硬度及耐磨性将迅速下降，甚至失效；而以 9SiCr 钢制造的刀具刃部在 $230\sim 250^{\circ}\text{C}$ 条件下工作，其硬度仍可保持 HRC60，可维持正常工作？

（3）9SiCr 钢制圆板牙如何进行热处理？试对其热处理工艺进行分析。

18、分析高速钢 W18Cr4V 中碳及合金元素的作用。高速钢为什么要进行锻造？

19、高速钢 W18Cr4V 的 A_{c1} 约为 820°C ，为什么其淬火加热温度选择在 $1260\sim 1280^{\circ}\text{C}$ 那么高？淬火后通常要进行 560°C 三次回火，目的何在？

20、简述冷作模具钢 Cr12MoV 中各合金元素的主要作用，以该钢制造冷冲模具时，加工工艺路线如何，淬火及回火温度应如何选择？

21、分析热作模具钢的工作条件及性能要求，简述 5CrMnMo 热锻模具钢合金元素的作用及热处理特点。

22、热挤压模具钢 3Cr2W8V 的平均含碳量仅为 0.3%，但已属过共析钢，试分析其原因。

23、为什么量具在保存和使用过程中尺寸会发生变化？采取什么措施可使量具尺寸得到长期稳定？

24、常用的不锈钢有哪几种？其用途如何？为什么不锈钢中含铬量都超过 12%？含铬量为 12% 的 Cr12MoV 钢是否也具有不锈钢的抗腐蚀性能？为什么？

25、与 Cr13 型不锈钢比较，奥氏体型不锈钢有何特性？1Cr18Ni9Ti 钢中各合金元素有何作用？

26、耐热钢的耐热性含义是什么？抗氧化钢中常含元素 Si、Cr、Al 及 Re（稀土）在钢中有什么作用？

27、简述不锈钢及耐热钢的合金化原理。

28、硬质合金有何特点？指出下列硬质合金的类别、成分及用途：

(1) YG8；(2) YT15；(3) YG3X

29、与高速钢比较，硬质合金有何优缺点？简述硬质合金的成型工艺方法及性能特点。

三、 填空题

1、Ni、Mn、C、N、Cu 等元素能_____Fe-Fe₃C 相图的 γ 区，使临界点 A₁____，A₃_____。

2、除 Co 外大多数合金元素溶入奥氏体后总是不同程度地使“C”曲线向_____移动，使钢的临界冷却速度_____，淬透性_____。

3、含 Cr、Mn 的合金结构钢淬火后在 550~600℃回火后，将出现第_____类回火脆性。

4、易切削钢中常用的附加元素有_____、_____、_____、_____，这类元素在钢中的主要作用是_____。

5、对 40Cr 钢制零件进行调质处理时，在高温回火后应_____冷却，目的是_____。

6、以铅浴等温处理的冷拉弹簧钢丝，经绕制成弹簧后应进行_____处理，而不需象热轧弹簧那样要进行_____处理。

7、滚动轴承钢预先热处理球化退火的目的在于_____，以利切削加工，并为零件的最终热处理_____作_____准备。

8、按化学成份分类，就含碳量而言，渗碳钢属_____钢，调质钢属_____钢，轴承钢属_____钢。

9、以 T12 钢制造的工模具经预先热处理球化退火后应获得_____组织，其组织中的_____呈球状或粒状。

10、高速钢 W18CrV 中合金元素 W 的作用是_____；Cr 的作用是_____；V 的作用是_____。高速钢的锻造不仅是为了成型，而且是为了_____。高速钢淬火后需经_____℃_____次回火，回火后其组织由_____、_____及少量_____构成，其性能具有_____、_____、_____。

11、含 W、Mo、V、Cr 等元素的高合金钢，在回火的冷却过程中，残余奥氏体转变为_____，淬火钢的硬度_____，这种现象称为_____。

12、简述下列合金元素的主要作用：

(1) Cr 在 40Cr 钢中主要起_____作用；
在 1Cr13 钢中主要起_____作用；

(2) Ti 在 20CrMnTi 钢中主要起_____作用；
在 1Cr18Ni9Ti 钢中主要起_____作用。

13、金属腐蚀一般包括_____腐蚀及_____腐蚀，前者受_____腐蚀，
后者受_____腐蚀，_____腐蚀过程有电流产生。

14、根据组织分类，4Cr13 属_____不锈钢；Cr17 属_____不锈钢；0Cr18Ni9Ti
属_____不锈钢。

15、提高 18-8 型不锈钢防腐性能的常用热处理方法有_____处理、_____处理
及_____处理等三种。

16、填下表：

钢 号	类 别 (按用途分类)	主要化学成分 (平均含量)		用途举例	最终热处理
		C%	Me%		
Q235					
45					
T12A					
Q345					
20CrMnTi			Cr Mn Ti		
40Cr			Cr		
35CrMo			Cr Mo		
60Si2Mn			Si Mn		
GCr15			Cr		
CrWMn			Cr W Mn		
9SiCr			Si Cr		
W18Cr4V			W Cr V		
Cr12MoV			Cr Mo V		
5CrMnMo			Cr Mn Mo		
1Cr13			Cr		

1Cr18Ni9Ti			Cr Ni Ti		
------------	--	--	----------	--	--

- 17、耐磨钢 ZGMn13 水韧处理后应获得单一的_____组织， 该组织具有_____性能， 主要用于受_____磨损的零件。
- 18、二次硬化效应产生的原因， 一是_____， 二是_____。
- 19、红硬性是指_____。

四、 选择题

- 1、由于合金元素对 Fe-Fe₃C 相图 E 点的影响， 使合金钢出现共晶组织的最低含碳量（ ）。
A、 <2.11%； B、 =2.11%； C、 >2.11%
- 2、合金元素溶入奥氏体后能使淬火钢在回火过程中马氏体分解速度减慢， 从而（ ）。
A、 降低回火稳定性； B、 提高回火稳定性； C、 降低淬透性
- 3、渗碳钢宜选择含碳量为（ ）的渗碳钢制造。
A、 0.1~0.25%； B、 0.3~0.5%； C、 0.6~0.8%
- 4、 以 45 钢制造的车床主轴， 经调质处理后， 其组织为回火索氏体， 硬度值约为（ ）。
A、 HB200~230； B、 HB350~400； C、 HRC55~58
- 5、用于制造动力机械传动齿轮的 20CrMnTi 钢属于（ ）。
A、 不锈钢； B、 合金渗碳钢； C、 合金调质钢
- 6、以 12Cr2Ni4A 高淬透性合金渗碳钢制造的内燃机车主动牵引齿轮， 渗碳后（ ）。
A、 不必淬火回火； B、 必须淬火回火； C、 淬火后不用回火
- 7、T12 钢制的冷冲模， 最后热处理是（ ）。
A、 渗碳淬火+ 低温回火； B、 高频淬火+ 低温回火； C、 整体淬火+ 低温回火
- 8、热锻模具钢 5CrMnMo 加热后在油中淬火冷却至接近（ ）时即应取出并尽快回火， 以防止开裂。
A、 Ar 点； B、 Ms 点； C、 室温
- 9、以 60Si2Mn 钢制造的弹簧， 淬火后经 450℃回火获得（ ）组织， 从而具有高的弹性极限。
A、 回火马氏体； B、 回火屈氏体； C、 回火索氏体
- 10、以 38CrMoAl 钢制造的氮化件预先热处理应采用（ ）处理， 使其获得良好的综合力学性能。
A、 退火； B、 渗碳； C、 调质

- 11、碳素工具钢和低合金刀具钢的预先热处理宜采用（ ）。
A、球化退火； B、完全退火； C、调质
- 12、用于制造冷作模具的低合金刀具钢，如 CrWMn，淬火后常用（ ）回火处理，使其具有高硬度、耐磨及一定韧性的力学性能。
A、高温； B、中温； C、低温
- 13、高速钢经过常规淬后再经 560℃三次回火，其硬度值（ ）。
A、稍有下降； B、稍有提高； C、不变
- 14、高速钢铸态组织中粗大的鱼骨状碳化物可用（ ）。
A、锻造； B、球化退火； C、调质
- 15、高速钢淬火冷却时，常常在 580~600℃停留 10~15 分钟，然后在空气中冷却，这种操作方法叫做（ ）。
A、双介质淬火； B、等温淬火； C、分级淬火
- 16、3Cr2W8 属于（ ）钢。
A、亚共析钢； B、压铸模具； C、渗碳
- 17、有一 Cr12MoV 钢制的模具，淬火后发现硬度较低（HRC50 左右），但经 510℃回火后，硬度升至 HRC61，可能的原因是（ ）。
A、淬火时冷却速度小于 $V_{\text{临}}$ ； B、淬火温度较高，产生二次硬化；
C、淬火温度偏低
- 18、不锈钢 1Cr18Ni9Ti 固溶处理的主要目的是（ ）。
A、提高强度； B、改善耐磨性； C、提高耐腐蚀性
- 19、不锈钢通常含有较多的（ ）合金元素使之具有良好的抗腐蚀性能。
A、Cr； B、Mn； C、Si

五、 判断题

- （ ）1、由于合金元素对 Fe-Fe₃C 相图中 S 点的影响，故一般合金钢共析成分含碳量 <0.77%。
- （ ）2、除 Co 和 Al 外，大多数合金元素总是不同程度地升高钢的 Ms 点，并降低钢淬火后的残余奥氏体含量。
- （ ）3、含 Cr、Ni、Mn 等合金元素的合金调质钢，淬火后经 500~550℃回火，随后快速冷却将不会出现第二类回火脆性。
- （ ）4、5CrMnMo 中的合金元素 Mo 可有效地抑制该钢回火时第二类回火脆性的产生。
- （ ）5、以调质钢制造的工件，要获得具有良好综合力学性能的 S_回组织，其前提

是淬火工序必须获得奥氏体组织。

- () 6、高速钢 W18Cr4V, $W_c=0.7\sim0.8\%$, 铸态组织存在莱氏体。
- () 7、高合金工具钢分级淬火将获得性能优异的下贝氏体组织。
- () 8、20CrMnTi 钢的淬透性及淬硬性均比 T10 钢要好。
- () 9、渗碳钢经渗碳处理后即可获得高硬度耐磨的表面性能。
- () 10、以小尺寸的 W18Cr4V 钢制造的小工具, 加热至 1270℃保温后空冷或风冷也可获得高硬度组织。
- () 11、Cr12 和 1Cr13 钢的成分及性能接近, 故用途也基本相同。
- () 12、耐磨钢 ZGMn13 水韧处理的目的是获得高硬度的马氏体组织。
- () 13、弹簧热处理后喷丸处理可提高其使用寿命。
- () 14、滚动轴承钢如 GCr15 不但可制造滚动轴承, 也可用于制造一般轧辊及代替某些低合金刃具钢制造工模具。
- () 15、要提高钢的耐蚀性, 一方面要尽量使合金在室温下呈单一均匀的组织, 另一方面更主要地是提高其电极电位, 常用的方法是加入 Cr、Ni 等金属元素。
- () 16、如以含碳量为 1.2% 的碳素工具钢代替 20CrMnTi 钢制造汽车齿轮, 不必渗碳而只要淬火加低温回火即可满足齿轮表硬心韧的性能要求。
- () 17、硬质合金是将一些难熔的碳化物粉末加粘结剂后加压成形便可使用的粉末冶金材料。
- () 18、对量具等精密工件进行冷处理的目的是, 是为了尽量消除残余奥氏体, 以保持长期尺寸稳定性。
- () 19、滚动轴承钢 GCr15 由于含碳量高 (0.95~1.05%)、含 Cr 也高达 15%, 因而具有高的硬度、耐磨性和红硬性。
- () 20、热作模具钢的回火温度应略高于其工作温度。

第八章 铸铁

一、 名词概念解释

- 1、石墨化、石墨化退火
- 2、灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、变质铸铁、白口铸铁
- 3、碳当量

二、 思考题

- 1、根据铸铁中碳的存在形式及石墨形态， 可将铸铁分成几类？ 各类铸铁的组织有什么特点？
- 2、白口铸铁、灰口铸铁和钢， 这三者的成分、组织和性能有何主要区别？
- 3、铸铁的石墨化过程怎样？ 影响石墨化的因素有哪些？ 分析在石墨化的二个阶段中， 若分别进行完全石墨化、部分石墨化、未石墨化， 将分别得到何种组织？
- 4、简述石墨形态对铸铁性能的影响， 并举例说明。
- 5、为什么一般机器的支承座、壳体、机床身等零部件常用灰口铸铁制造？
- 6、以灰口铸铁铸造的磨床床身， 铸造成形后未经任何形式热处理即进行机械加工， 结果发现床身在使用过程中很快发生变形， 机床精度下降， 试分析引起变形的原因。
- 7、灰口铸铁铸件的薄壁处常出现白口组织， 造成切削加工困难， 试分析产生原因， 并提出改善措施。
- 8、可锻铸铁在石墨化退火前要求铸成什么组织？ 应采取哪些措施使之保证获得该种组织？ 与灰口铸铁比较， 可锻铸铁有何优缺点？ 可锻铸铁可否锻造？
- 9、相同基体的灰口铸铁、可锻铸铁与球墨铸铁比较， 为什么球墨铸铁的强度、塑性等力学性能均较好？
- 10、要使球墨铸铁分别获得珠光体、铁素体及贝氏体的基本组织， 工艺上应采取哪些措施？ 不同基体的球墨铸铁， 其力学性能将有何区别？
- 11、有一凸轮轴， 选用 QT900-2 铸铁制造， 要求获得下贝氏体 + 石墨组织， 试选择合适的热处理工艺方法。
- 12、指出下列牌号铸铁的类别、用途及主要性能指标：

- (1) HT150; (2) HT250; (3) KTH350-10; (4) KTZ550-04;
(5) KTB 380-12; (6) QT450-10

13、简述耐磨铸铁、耐热铸铁、耐蚀铸铁的合金化原理。

14、铸铁的性能必定比钢性能差，这种说法是否正确？试举例说明。

15、下列工件宜选择何种铸铁制造？试作简要说明。

- (1) 车床导轨;
(2) 工件温度为 900~950℃的加热炉炉底板;
(3) 硝酸盛贮器

三、 填空题

- 1、铸铁与钢比较，其成分主要区别是含_____和_____量较高，且杂质元素_____和_____含量较多。
- 2、_____和_____是影响铸铁石墨化的主要因素。
- 3、白口铸铁中的碳主要以_____形式存在，而灰口铸铁中的碳主要以_____形式存在，两者比较，前者的硬度_____而脆性_____。
- 4、石墨的存在给灰口铸铁带来一系列的优越性能，如_____、_____、_____、_____。
- 5、含碳量为 2.5~4.0% 的铸铁，如果全部按 Fe-G 相图进行结晶，其石墨化过程可分为如下二个阶段：
第一阶段：在 1153℃通过_____形成 G_{共晶}。
第二阶段：在 1153℃~738℃冷却过程中自_____中析出 G_{II} 以及在 738℃通过_____形成 G_{共析}。
- 6、渗碳体是亚稳定相，高温长时间加热会分解为_____和_____。
- 7、灰口铸铁、可锻铸铁及球墨铸铁的石墨形态分别呈_____、_____及_____。
- 8、HT200 是_____的牌号，其中的碳主要以_____的形式存在，其形态呈_____状，由于它具有良好_____性能，在机床业中常用来制造_____。
- 9、球墨铸铁是通过浇铸前向铁水中加入一定量的_____进行球化处理，并加入少量的_____促使石墨化，在浇铸后直接获得球状石墨结晶的铸铁。
- 10、铸铁在凝固过程中，如果第一阶段充分地石墨化，第二阶段或充分石墨化、或部分石墨化、或完全不石墨化，则分别得到_____、_____、_____为基体的铸铁。
- 11、铸铁的耐热性主要指它在高温下抗_____和抗_____的能力，铸铁中加入适量的_____、_____、_____等合金元素可有效地提高其耐热性能。

四、 选择题

- 1、铸铁中的合金元素()对石墨化起促进作用。
A、Mn; B、S; C、Si
- 2、经变质处理后的灰口铸铁, 其石墨形态呈()状。
A、球; B、细片; C、团絮
- 3、可锻铸铁的生产过程必须经过两个步骤, 第一步要铸成(), 第二步再经过石墨化退火而成。
A、灰口铸件; B、麻口铸件; C、白口铸件
- 4、常用铸件的含碳量通常控制在()成份范围内。
A、亚共晶; B、共晶; C、过共晶
- 5、就塑性而言, ()基体的灰口铸铁塑性较好。
A、P; B、F; C、P+F
- 6、铸造过程, 铸件的组织与冷却速度有关, ()冷时铸件易出现白口组织。
A、快; B、慢; C、中速
- 7、灰口铸件淬火处理后, 其组织中的片状石墨将()。
A、变为M; B、变为P; C、不变
- 8、石墨在铸铁中具有良好的吸振作用和减摩作用, 尤基是()石墨更好。
A、片状; B、团絮状; C、球状
- 9、将铸件加热到 500℃~560℃, 保温后随炉冷至 150℃~200℃出炉空冷, 此处理称为()。
A、再结晶退火; B、高温回火; C、消除应力退火
- 10、要获得珠光体为基的球墨铸铁, 可采用()。
A、高温退火; B、低温退火; C、正火
- 11、耐热铸铁大多使用()为基体组织 + 球状石墨, 以免受热时发生渗碳体分解石墨化及氧化性气体渗入铸铁内。
A、P; B、F; C、P+F

五、 判断题

- () 1、工业上常用铸铁中的碳大部分不再以化合态 (Fe_3C) 的形式而是以游离的石墨状态存在。

- () 2、铸铁的碳当量不宜超过共晶成分， 否则铸件性能会显著降低。
- () 3、灰口铸铁的缺口敏感性高于一般钢制零件。
- () 4、铸铁中的元素 C 及 Si 都是促进石墨化元素， 因而铸件中的 C 及 Si 含量较低时， 铸件中容易出现白口组织。
- () 5、可锻铸铁中的石墨形态呈团絮状结构， 对基体割裂程度大大降低， 塑性良好， 因而可以通过锻造方法改变铸件形状。
- () 6、热处理可以改变球状石墨的形态和分布。
- () 7、对铸铁进行低温退火时， 其主要目的是消除铸造应力， 稳定铸件尺寸。
- () 8、铸铁组织中的石墨形态主要由一次结晶， 即第一阶段石墨化所控制。
- () 9、因为钢的杂质元素含量较铸铁低， 因而钢的性能必定优于铸铁。
- () 10、耐蚀铸铁中加入大量的 Si、Al、Cr 等合金元素， 目的在于提高基体组织的电极电位及使表面形成一层致密的保护性氧化膜。

第九章 有色金属及其合金

一、 名词概念解释

- 1、时效强化、自然时效、人工时效
- 2、硅铝明
- 3、紫铜、黄铜、青铜
- 4、巴氏合金

二、 思考题

- 1、掌握铝合金的分类、编号方法及性能特点。
- 2、防锈铝合金及硬铝合金可以通过哪些途径达到强化的目的？ 试分析其强化原理。
- 3、硅铝明如何进行变质处理？ 试简述变质处理之目的。
- 4、为什么硅铝明具有良好的铸造性能？ ‘
- 5、下列零件需用铝或铝合金制造， 试选择适用的材料牌号， 并作简要说明。
 - (1) 形状较复杂的仪表壳体；
 - (2) 建筑门窗；
 - (3) 内燃机气缸体；
 - (4) 飞机蒙皮
- 6、什么样的合金才能时效强化？ 钢的强化方法和有色金属的强化方法有何不同？
- 7、简述黄铜中锌含量对性能的影响， 为什么其含锌量一般可达 40%？
- 8、为什么含锌量较多的黄铜， 经冷加工后不适宜于在潮湿的大气、海水及在含有氨的情况下使用？ 用什么方法改善其抗蚀性？
- 9、锡青铜属于什么合金？ 为什么工业用锡青铜的含锡量大多不超过 11%？
- 10、纯铜能否通过热处理方法加以强化？ 为什么？ 要提高其强度应采取什么手段？
- 11、轴瓦材料必须具有什么特征？ 对轴承合金的组织有什么要求？ 何谓巴氏合金？ 巴氏合金有哪几类？ 举例说明常用巴氏合金的成分、性能及用途。
- 12、指出下列合金的类别、成份、主要特征及用途：
 - (1) ZL109；
 - (2) LY12、 LD7、 LC6、 LF5；

- (3) H62、H70;
- (4) ZQSn6-6-3、ZQA19-4;
- (5) ZChSnSb11-6 、ZChPbSb16-16-2

三、 填空题

- 1、根据铝合金的成分及生产工艺特点， 可将其分为_____铝合金和_____铝合金两大类.
- 2、纯铝及防锈铝合金采用_____的方法可以达到提高强度之目的。
- 3、硬铝合金的热处理强化， 是先进行_____处理， 得到_____组织，这时强度仍较低， 接着经_____处理， 强化硬度才明显提高。
- 4、Cu-Zn 合金一般称为_____铜， 而 Cu-Sn 合金一般称为_____铜。
- 5、纯铜具有_____晶格， 塑性_____， 强度_____， 耐腐蚀性能_____。
- 6、制造轴瓦及其内衬的合金叫做_____。
- 7、以轴承合金制造的轴瓦， 应具有如下组织： 在_____基体上分布着_____质点或在_____基体上分布着_____质点。
- 8、将下列合金对号填空：
LY12、 ZL104、 LF2、 H68、 LC4、 ZQSn10
铸造铝合金_____、超硬铝合金_____、硬铝合金_____、青铜合金_____、
黄铜_____、防锈铝合金_____。

四、 选择题

- 1、以工业纯铝制造的导线经过冷拔产生塑性变形后其强度() 。
A、提高； B、降低； C、不变
- 2、铝的晶格类型是() 。
A、体心立方； B、面心立方； C、密排六方
- 3、硬铝合金的抗腐蚀性能较差， 但通过() 方法可以提高其抗蚀能力。
A、提高含铜量； B、包高纯铝； C、时效
- 4、超硬铝合金只有经过() 处理才能获得高的强度及硬度。
A、淬火 + 时效； B、退火； C、冷变形
- 5、硅铝明合金浇注前在液态合金中加入微量钠盐的操作称为() 处理。
A、变质； B、调质； C、合金化

- 6、我国古代遗留下来的文物如铜镜、铜钟等物件是人类最早应用的合金（ ）制造的。
A、黄铜； B、锡青铜； C、铝青铜
- 8、轴承合金中在软基体上分布着的硬质点一般为（ ），其体积约占 15~30%。
A、固溶体； B、化合物； C、杂质

五、 判断题

- （ ） 1、工业纯铝因表面形成一层极致密的氧化铝薄膜， 有效地隔绝铝和氧的接触，故具有良好的抗大气腐蚀性能。
- （ ） 2、工业纯铝常含有 Fe、Si 等杂质， 杂质含量愈多， 其导电、热及抗大气腐蚀性能愈低。
- （ ） 3、纯铜在熔点以下加热或冷却均无同素异构转变， 故不能通过热处理方法加以强化。
- （ ） 4、黄铜含锌量大于 7% 时， 若经冷塑性变形， 由于存在残余内应力，接触大气、水、氨等介质便易产生应力腐蚀。
- （ ） 5、为了提高 Sn 基轴承合金的疲劳强度、承压能力和使用寿命， 生产上常用方法是淬火回火处理。
- （ ） 6、巴氏合金的组织为软基体上分布着硬质点。

第十章 工程非金属材料

一、 名词概念解释

- 1、有机材料、无机非金属材料、复合材料
- 2、高分子、单体、链节、聚合度
- 3、聚合反应、缩聚反应
- 4、塑料、橡胶、胶粘剂、陶瓷
- 5、老化
- 6、玻璃态、高弹态、粘流态

二、 思考题

- 1、高聚物有哪些基本特性？
- 2、列表比较各种热塑性塑料及热固性塑料的结构、性能及一般用途。
- 3、塑料主要由哪些成份组成？ 各种成份在塑料中的主要作用如何？
- 4、对塑料件设计时的结构工艺性要求包括哪些方面？ 各方面应如何合理掌握？ 试举例说明。
- 5、设计塑料件时， 选材应注意哪些原则？
- 6、对塑料和橡胶， 玻璃化温度应高些好还是低些好？ 为什么？
- 7、塑料制品有哪些成形方法？ 它们各自的应用范围如何？
- 8、橡胶由哪些主要成份构成？ 试分析各种成份在橡胶中的主要作用。
- 9、合成橡胶为什么具有高弹性？ 怎样防止合成橡胶因温度升高而变软发粘及老化现象？
- 10、常用工业陶瓷有哪几种？ 简述各种陶瓷的主要成分、性能及用途。
- 11、陶瓷有哪些优缺点？ 用陶瓷作刀具材料有何利弊？
- 12、什么叫复合材料？ 复合材料具有哪些性能特点？ 它较单一材料具有哪些优越性？

三、 填空题

- 1、高聚物如在室温下处于玻璃态称为_____， 处于高弹态称为_____， 处于粘流态称为_____。

- 2、高聚物根据其分子在空间的规整性可分为_____型和_____型两类。
- 3、目前广泛应用的 ABS 塑料是由_____、_____和_____三种单体共聚而成的共聚物。
- 4、塑料按树脂的热性能分类可分为_____型塑料和_____塑料两大类。
- 5、塑料的常用成型方法有_____、_____、_____、_____、_____等五种。
- 6、由单体聚合成高聚物的方法有_____和_____两种。
- 7、塑料是以树脂为基础，再加入用于改善各种性能的添加剂如_____、_____、_____等制成的。
- 8、按原料来源，橡胶可分为_____和_____两大类。
- 9、橡胶制品的成型工艺流程主要包括有_____、_____、_____、_____等四道工序，而_____是最重要的也是最后的一个工艺过程。
- 10、常用橡胶的使用温度在_____和_____之间，这时橡胶处于高弹变形态，弹性模量低。
- 11、橡胶的缺点是易老化，即在使用和贮存过程中也会出现_____、_____、_____及_____等现象，_____、_____变差，防止橡胶老化可加入防老剂。
- 12、陶瓷的组织结构主要有_____相、_____相和_____相三种形式。
- 13、和金属材料一样，陶瓷中晶体缺陷有_____、_____和_____三种形式。
- 14、传统陶瓷是由_____、_____和_____等天然原料，经_____、_____和_____制成。
- 15、复合材料主要由_____和_____构成。

四、 选择题

- 1、目前热塑性塑料中（ ）具有突出的耐低温性能、化学稳定性好，王水对它也不起作用，故有塑料王之称。
- A、ABS； B、PVC； C、F-4
- 2、将具有两个或以上活泼官能团（OH、NH）等的低分子化合物相互缩合成高聚物的过程称为（ ）。
- A、均聚反应； B、共聚反应； C、缩聚反应
- 3、按塑料的反应范围分类，ABS 塑料属于（ ）。
- A、通用塑料； B、工程塑料； C、耐热塑料
- 4、机械强度是决定橡胶使用寿命的重要因素，工业生产中常以（ ）及定伸强度表示橡胶的机械强度。

A、屈服强度； B、抗撕裂强度； C、疲劳强度

5、使用温度范围最大的橡胶是（ ）橡胶，其使用范围可在-100~300℃之间。

A、苯； B、丁腈； C、硅

6、陶瓷中的玻璃相是烧结时各组成物和杂质产生一系列的物理作用及化学反应后而形成的一种（ ）物质。

A、晶体； B、非晶体； C、液态

五、 判断题

（ ） 1、目前工业产品广泛应用的高分子合成材料只能用农副产品作原料。

（ ） 2、高聚物在不同温度下会呈现不同的物理状态， 具有不同的机械性能。

（ ） 3、高分子化合物的化学组成一般都比较简单， 通常由 C、H、O、N、S 等构成。

（ ） 4、结晶型高聚物的结晶度愈大， 高聚物材料或制品的强度、硬度和刚性愈大，耐热耐蚀性也愈好， 而弹性伸长率及冲击强度则降低。

（ ） 5、由于塑料的散热性能差， 弹性大， 因此塑性通常不能进行车、铣等机械切削加工。

（ ） 6、由于塑料的强度、硬度比金属材料低， 所以塑料的耐磨性远远低于金属材料。

（ ） 7、随不同温度的变化， 陶瓷的晶相也会发生同素异构转变。

（ ） 8、塑料属于无机化合物， 而陶瓷属于有机非金属固体材料。

（ ） 9、在复合材料的多相体系中， 基体相起粘结作用， 增强相起提高强度或韧性作用。

第十一章 机械零件选材及工艺路线分析

一、 名词概念解释

- 1、力学性能、工艺性能、经济性；
- 2、热应力、组织应力；
- 3、加工余量、加工工艺路线。

二、 思考题

- 1、机械零件选材应主要考虑哪些基本原则？
- 2、在机械零件设计图纸上如何标注热处理技术条件？ 试举例说明。
- 3、在设计需淬火处理的零件结构时， 为防止淬火过程中产生变形超差及开裂， 应考虑哪些原则？
- 4、钢的切削加工性与其化学成分、金相组织及硬度之间有何关系？ 如何改善钢的切削加工性？ 试举例说明。
- 5、下列要求能否达到？ 为什么？
 - (1) 要求截面为 $\Phi 50\text{mm}$ 的 40Cr 钢轴类零件获得与截面为 $\Phi 12.5\text{mm}$ 试样相同的性能指标；
 - (2) 要求低碳钢不经过化学热处理， 只经过淬火获得高硬度 HR58~60；
 - (3) 要求 T12A 钢制刀淬硬到 HRC67~70。
- 6、对 9Mn2V 钢制精密淬硬丝杆进行热处理工艺分析， 指出各热处理工序的主要作用， 已知：
 - (1) 技术要求： 硬度 ~HRC56， 较高耐磨性， 低变形和高的尺寸稳定性。
 - (2) 工艺路线： 锻造—球化退火—切割金相试样检查—毛坯校直—粗车——消除应力——退火——精车成丝杆—整体淬火—热校直—回火—冷处理—回火—清理、喷砂、校验—粗磨—人工时效—半精磨—人工时效—精磨至达到全部尺寸要求。
- 7、模数为 3.5 的汽车圆柱齿轮， 工作时受较大的冲击作用力， 要求心部性能： $\sigma_b > 900\text{Mpa}$ ， $\sigma_s > 700\text{Mpa}$ ， $A_k > 50\text{J}$ ； 要求表面硬度达到 HRC58~60， 问选用哪一种钢制造为宜？ 其工艺路线应如何安排？ 并说明工艺路线中各热处理工序的工艺方法及主要目的。
- 8、以 45 钢制造的 C616 车床传动齿轮的加工工艺路线安排如下：
下料—锻造—正火—粗加工—调质—加工齿形—高频淬火、回火—精磨。

试简要分析各热处理工序的作用及所获得的组织。

9、某高速内燃机曲轴拟用高强度合金结构钢 42CrMo 制造，试制定加工加工工艺路线，并分析各工序之主要目的。

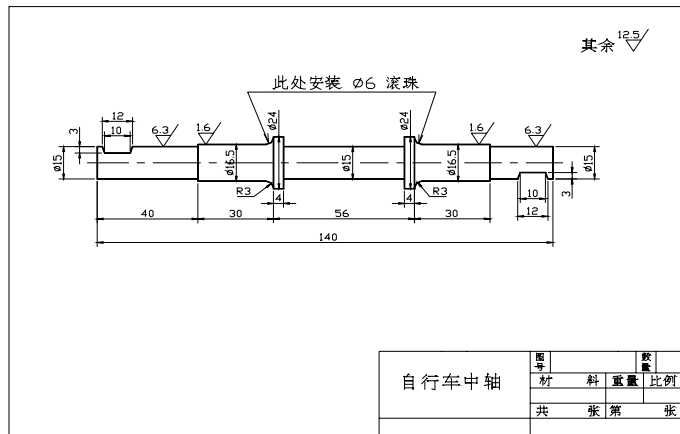
10、已知精密镗杆的工作条件及性能要求为：（1）在重负荷条件下工作，承受冲击及弯曲载荷作用；（2）精度要求高，并在滑动轴承作支承下运转；（3）内锥孔和外圆常有对摩擦。热处理技术条件为：氮化层深度 0.5mm，表面硬度 HV850，心部硬度 HB250~280。试选材及制定加工工艺路线。

11、机器零件一般都选用结构钢制造，但某些主要受摩擦作用的零件选用工具钢制造也可获得良好使用性能，试举例说明哪些零件可选用工具钢制造，并分析其原因。

12、为下列机械零件：

（1）选择材料（标明钢号），并解释选择该材料的理由。

（2）标出热处理技术要求（一般标硬度，如为表面热处理，则要标硬化层或渗层的厚度、硬度及处理范围），写出该零件原则上的工艺路线，并解释每个热处理工序获得的组织及所起的作用。



A、自行车中轴

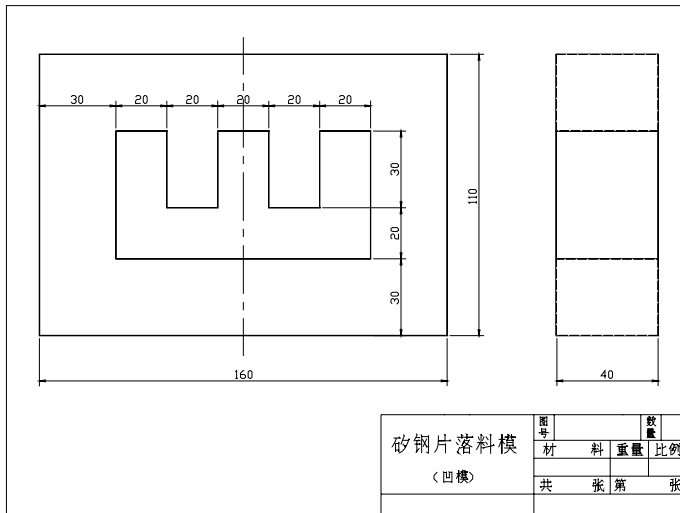
主要技术要求：

- 1、安装滚珠处及偏钉凹槽处硬度高，耐磨性好；
- 2、能承受较大的冲击载荷。

B、砂钢片落料模（凹模）

主要技术要求：

整体硬度高，耐磨性好。



三、 填空题

- 1、在生产中最常用的比较方便的零件热处理质量检验方法是测定其_____值，所以在机械零件设计图纸上一般都以_____作为热处理技术条件。
- 2、用金属材料制造机械零件的基本加工方法有_____、_____、_____、_____和_____等五种。
- 3、选材时在满足力学性能要求的前提下，应优先选用加工工艺性能好且成本较低的_____或_____制造金属机械零件。
- 4、机械零件经过热处理后，不可避免地会产生变形，因此在热处理前的粗加工过程必须留有合理的_____，以便精加工至尺寸要求。
- 5、轴类零件大都要求具有良好的综合力学性能，因此_____是不可缺少的手续。
- 6、齿轮类零件一般要求表面_____，心部_____，因此轻载齿轮用 45 钢制造后必须经_____表面处理，而重载齿轮用 20CrMnTi 等钢制造必须用_____等化学热处理方法才满足性能要求。
- 7、一般认为，当钢的硬度为_____ HB 时，其切削性能最佳。为此，在选用预先热处理时，低碳钢应采用_____；中碳钢应采用_____；高碳钢应采用_____。

四、 选择题

- 1、某些零件由于结构形状复杂，就力学性能而言，用碳钢可满足要求，但淬火时变形大易开裂，此时可考虑更换材料，以()代替碳钢。
A、铸铁； B、合金钢； C、硬质合金
- 2、以 45 钢制造的机床主轴，因承受交变的弯曲应力、扭转应力及冲击载荷作用，因此经调质处理后其内部金相组织应为()，硬度控制在 HB200~230 左右。
A、M_回； B、S_回； C、B_下
- 3、现有一冷冲压模具，原用 T10 钢制造，但使用寿命较短，若选用()制造，并通过适当热处理将可提高其使用寿命。
A、40Cr； B、Cr12MoV； C、HT200
- 4、以 QT600-3 制造的曲轴，为增加其组织中的珠光体含量及使珠光体细化，以提高其强度硬度等性能，在浇铸成形后应进行()处理。
A、淬火； B、正火； C、退火

5、有一轴类工件经淬火回火后其硬度值为 HRC45~48, 现需对其精车, 应选用以() 制造的刀具为宜。

A、高速钢; B、硬质合金; C、耐热钢

6、在设计机械零件选材时, 在满足力学性能及加工工艺性能的前提下, 应优先选用()。

A、高合金钢; B、低合金钢; C、铸铁或碳钢

7、在设计零件时避免尖角和棱角是一种()措施。

A、增加外形美的; B、便于加工成形的; C、防止淬火开裂的

8、下列材料中, ()的锻造性能最好。

A、可锻铸铁; B、优质高碳高合金钢; C、低碳钢

9、就含碳量而言, 对焊接成形的一般压力容器, 宜选择()钢制造。

A、高碳; B、中碳; C、低碳

五、 判断题

() 1、制造大截面尺寸、形状复杂及要求高强度的淬火零件, 常选择淬透性好的高强度合金钢。

() 2、以 20CrMnTi 钢制造的齿轮无需化学热处理, 淬火后其表面硬度也可获得 HRC58~62 的高硬度。

() 3、以 T12A 这种高级优质碳素工具钢制造的模具, 经淬火处理后, 其硬度值一般可达到 HRC70~73。

() 4、人们认为内燃机曲轴在动载荷下工作, 要求材料具有较高的冲击韧性, 但实践证明这种想法不够全面, 实际上所有曲轴均可以球墨铸铁代替锻钢制造。

() 5、对于已标准化的零件, 如滚动轴承或材料已基本定型并有较久使用历史的零件, 如以铸造铝合金制造发动机的活塞等, 如无特殊原因或要求, 设计时不必另行选材。