

二〇〇八年招收硕士研究生入学考试试题简答(简要)

考试科目及代码: 金属学 809

适用专业: 材料加工工程

一.名词解释：(2×10=20 分)

1. 线缺陷：原子排列的不规则区域在空间一个方向上的尺寸很大，而在其余两个方向上的尺寸很小。
2. 亚晶界：两相邻亚晶粒间的边界称为亚晶界。
3. 自发形核：在一定条件下，从液态金属中直接产生，原子呈规则排列的结晶核心。
4. 热加工：将金属加热到再结晶温度以上一定温度进行压力加工。
5. 金属间化合物：合金的组元间发生相互作用形成的一种具有金属性质的新相，称为金属间化合物。
6. 固溶强化：通过溶入某种溶质元素形成固溶体而使金属的强度、硬度升高的现象称为固溶强化。
7. 热脆：S 在钢中以 FeS 形成存在，FeS 会与 Fe 形成低熔点共晶，当钢材在 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 压力加工时，会沿着这些低熔点共晶体的边界开裂，钢材将变得极脆，这种脆性现象称为热脆。
8. 淬硬性：钢在淬火后获得马氏体的最高硬度。
9. 重结晶：由于温度变化，引起晶体重新形核、长大，发生晶体结构的改变，称为重结晶。
10. 冷处理：把冷到室温的淬火钢继续放到深冷剂中冷却，以减少残余奥氏体的操作。

二、填空：(1×20 分)

1. 体心立方和面心立方晶胞中, 密排面分别为 $\{110\}$ 和 $\{111\}$, 密排方向分别为 $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 110 \rangle$, 其晶胞原子半径分别为 $(\frac{\sqrt{3}}{4}a)$ 和 $(\frac{\sqrt{2}}{4}a)$ 。
2. 晶体缺陷分为 (点)、(线) 和 (面)。
3. 钢的淬火分为: (单液淬火)、(双液淬火)、(分级淬火) 和 (等温淬火)。

4. 固态相变分为三大类：（扩散型相变）、（非扩散型相变）和（过度型相变）。
5. 耐热钢是指在高温下工作并具有一定（强度）、（抗氧化性）、（耐腐蚀性）。
6. 渗碳钢的成分中，碳含量的要求为（低碳）。

三. 简答：（50 分）

1. 答：如果金属中无晶体缺陷时，通过理论计算具有极高的强度，随着晶体中缺陷的增加，金属的强度迅速下降，当缺陷增加到一定值后，金属的强度又随晶体缺陷的增加而增加。因此，无论点缺陷，线缺陷和面缺陷都会造成晶格畸变，从而使晶体强度增加。同时晶体缺陷的存在还会增加金属的电阻，降低金属的抗腐蚀性能。
2. 答：①随着变形的增加，晶粒逐渐被拉长，直至破碎，这样使各晶粒都破碎成细碎的亚晶粒，变形愈大，晶粒破碎的程度愈大，这样使位错密度显著增加；同时细碎的亚晶粒也随着晶粒的拉长而被拉长。因此，随着变形量的增加，由于晶粒破碎和位错密度的增加，金属的塑性变形抗力将迅速增大，即强度和硬度显著提高，而塑性和韧性下降产生所谓“加工硬化”现象。
②金属的加工硬化现象会给金属的进一步加工带来困难，如钢板在冷轧过程中会越轧越硬，以致最后轧不动。另一方面人们可以利用加工硬化现象，来提高金属强度和硬度，如冷拔高强度钢丝就是利用冷加工变形产生的加工硬化来提高钢丝的强度的。加工硬化也是某些压力加工工艺能够实现的重要因素。如冷拉钢丝拉过模孔的部分，由于发生了加工硬化，不再继续变形而使变形转移到尚未拉过模孔的部分，这样钢丝才可以继续通过模孔而成形。
3. 答：因为钢的含碳量范围在 0.0218%-2.11%之间，渗碳体含量较少，铁素体含量较多，而铁素体有较好的塑韧性，因而钢适宜于压力加工；而铸铁组织中含有大量以渗碳体为基体的莱氏体，渗碳体是硬脆相，因而铸铁适宜于通过铸造成形。
4. 答：（1）热处理包括普通热处理和表面热处理；普通热处理里面包括退火、正火、淬火和回火，表面热处理包括表面淬火和化学热处理，表面淬火包括火焰加热表面淬火和感应加热表面淬火，化学热处理包括渗碳、渗氮和碳氮共渗等。
（2）热处理是机器零件加工工艺过程中的重要工序。在机械制造中具有重要的地位和作用，适当的热处理可以显著提高钢的机械性能，延长机器零件的使用寿命。热处理工艺不但可以强化金属材料、充分挖掘材料潜力、降低

结构重量、节省材料和能源,而且能够提高机械产品质量、大幅度延长机器零件的使用寿命。此外,通过热处理还可使工件表面具有抗磨损、耐腐蚀等特殊物理化学性能。

5. 答:(1) 淬火中变形与开裂的主要原因是由于淬火时形成内应力。根据淬火内应力形成原因的不同可分为:热应力与组织应力两种。

(2) 工件在加热和(或)冷却时由于不同部位存在着温度差别而导致热胀和(或)冷缩不一致所引起的应力称为热应力。热应力引起工件变形特点时:使平面边为凸面,直角边钝角,长的方向变短,短的方向增长,一句话,使工件趋于球形。

钢中奥氏体体积最小,奥氏体转变为其它各种组织时比体积都会增大,使钢的体积膨胀;工件淬火时各部位马氏体转变先后不一致,因而体积膨胀不均匀。这种由于热处理过程中各部位冷速的差异使工件各部位相转变的不同时性所引起的应力,称为相变应力(组织应力)。组织应力引起工件变形的特点却与此相反:使平面变为凹面,直角变为钝角,长的方向变长;短的方向缩短,一句话,使尖角趋向于突出。

工件的变形与开裂是热应力与组织应力综合的结果,但热应力与组织应力方向恰好相反,如果热处理适当,它们可部分相互抵消,可使残余应力减小,但是当残余应力超过钢的屈服强度时,工件就发生变形,残余应力超过钢的抗拉强度时,工件就产生开裂。为减小变形或开裂,出了正确选择钢材和合理设计工件的结构外,在工艺上可采取下列措施:

1) 采用合理的锻造与预先热处理

锻造可使网状、带状及不均匀的碳化物呈弥散均匀分布。淬火前应进行预备热处理(如球化退火与正火),不但可为淬火作好组织准备,而且还可消除工件在前面加工过程中产生的内应力。

2) 采用合理的淬火工艺:

正确确定加热温度与加热时间,可避免奥氏体晶粒粗化。对形状复杂或导热性差的高合金钢,应缓慢加热或多次预热,以减少加热中产生的热应力。工件在加热炉中安放时,要尽量保证受热均匀,防止加热时变形;选择合适的淬火冷却介质和淬火方法(如马氏体分级淬火、贝氏体等温淬火),以减少冷却中热应力和相变应力等。

3) 淬火后及时回火

4. 固态相变分为三大类：（扩散型相变）、（非扩散型相变）和（过度型相变）。
5. 耐热钢是指在高温下工作并具有一定（强度）、（抗氧化性）、（耐腐蚀性）。
6. 渗碳钢的成分中，碳含量的要求为（低碳）。

三. 简答：（50 分）

1. 答：如果金属中无晶体缺陷时，通过理论计算具有极高的强度，随着晶体中缺陷的增加，金属的强度迅速下降，当缺陷增加到一定值后，金属的强度又随晶体缺陷的增加而增加。因此，无论点缺陷，线缺陷和面缺陷都会造成晶格畸变，从而使晶体强度增加。同时晶体缺陷的存在还会增加金属的电阻，降低金属的抗腐蚀性能。
2. 答：①随着变形的增加，晶粒逐渐被拉长，直至破碎，这样使各晶粒都破碎成细碎的亚晶粒，变形愈大，晶粒破碎的程度愈大，这样使位错密度显著增加；同时细碎的亚晶粒也随着晶粒的拉长而被拉长。因此，随着变形量的增加，由于晶粒破碎和位错密度的增加，金属的塑性变形抗力将迅速增大，即强度和硬度显著提高，而塑性和韧性下降产生所谓“加工硬化”现象。
②金属的加工硬化现象会给金属的进一步加工带来困难，如钢板在冷轧过程中会越轧越硬，以致最后轧不动。另一方面人们可以利用加工硬化现象，来提高金属强度和硬度，如冷拔高强度钢丝就是利用冷加工变形产生的加工硬化来提高钢丝的强度的。加工硬化也是某些压力加工工艺能够实现的重要因素。如冷拉钢丝拉过模孔的部分，由于发生了加工硬化，不再继续变形而使变形转移到尚未拉过模孔的部分，这样钢丝才可以继续通过模孔而成形。
3. 答：因为钢的含碳量范围在 0.0218%-2.11%之间，渗碳体含量较少，铁素体含量较多，而铁素体有较好的塑韧性，因而钢适宜于压力加工；而铸铁组织中含有大量以渗碳体为基体的莱氏体，渗碳体是硬脆相，因而铸铁适宜于通过铸造成形。
4. 答：（1）热处理包括普通热处理和表面热处理；普通热处理里面包括退火、正火、淬火和回火，表面热处理包括表面淬火和化学热处理，表面淬火包括火焰加热表面淬火和感应加热表面淬火，化学热处理包括渗碳、渗氮和碳氮共渗等。
（2）热处理是机器零件加工工艺过程中的重要工序。在机械制造中具有重要的地位和作用，适当的热处理可以显著提高钢的机械性能，延长机器零件的使用寿命。热处理工艺不但可以强化金属材料、充分挖掘材料潜力、降低

常都有不同程度的滞后现象。

五、分析题：(20 分)

答：通常把经调质处理后的钢称为调质钢。从含碳量上看，低碳钢在淬火及低温回火状态虽具有良好的综合机械性能，但它的疲劳极限低于中碳钢，淬透性也不如中碳钢。高碳钢虽然强度高，但它的韧性及塑性很低。因此，调质钢的含碳量均为中碳。

合金调质钢中常含合金元素有铬、锰、镍、硅、钼、钨、钒、铝、钛等。合金调质钢的主加元素有铬、锰、镍、硅等，以增加淬透性。它们在钢中除增加淬透性外，还能强化铁素体，起固溶强化作用。辅加元素有钼、钨、钒、铝、钛等。钼、钨的主要作用是防止或减轻第二类回火脆性，并增加回火稳定性；钒、钛的作用是细化晶粒；加铝能加速渗氮过程。