

## 二、抽题

### 1 试说明亚共析钢的室温显微组织特点。

亚共析钢的室温组织为铁素体+珠光体以及很少量的三次渗碳体组织，三次渗碳体一般依附在共析渗碳体上而无法区分，并且随含碳量的增加珠光体的量增加。

### 2 试说明一种金属材料的加工技术及其特点。

A) 连铸连轧：将钢液不断浇入一水冷的锭模中，钢液很快凝固，凝固后立即抽出模外进行轧制。连铸连轧时铸锭上方不断有液体补缩，因而没有集中的缩孔；由于冷速较快，只有柱状晶而没有等轴晶，杜绝了缩松；柱状晶生长快，当杂质还没有足够的时间被排除到生长前沿的液体中时就已凝固，减轻偏析程度；没有成分过冷区；提高了生产率，改善了铸锭质量。

B) 感应加热表面淬火：利用通入交流电的加热感应器在工件中产生一定频率的感应电流，感应电流的集肤效应使工件表面层被快速加热到奥氏体区后，立即喷水冷却，工件表层获得一定深度的淬硬层。可分为高频感应加热、中频感应加热和工频感应加热。优点：淬火质量好，表层组织细，硬度高，脆性小，生产效率高，便于自动化。缺点：设备较贵，形状复杂的感应器不易制造，不适于单件生产。

### 3 举例说明提高高分子材料强度的途径有哪些。

1) 改变结晶度，结晶度越高，强度越高；2) 改变侧基性质，侧基由更大的原子团取代时，使单键旋转困难，强度、弹性模量提高；3) 改变主链结构，引入 C—O 键或 C—N 键，使材料强度提高；4) 共聚，相当于高分子材料的“合金化”如 ABS 塑料，丙烯晴，丁二烯，苯乙烯；5) 拉拔强化，在  $T_g$  温度附近冷拉，可使强度和弹性模量提高。

### 4 什么是同素异构转变，简述纯铁在常压下有哪几种同素异构转变。

同一元素在固态下随温度变化而发生的晶体结构的转变的现象叫同素异构转变。铁的同素异构转变过程： $\delta\text{-Fe} = (1394^\circ\text{C}) \gamma\text{-Fe} = (912^\circ\text{C}) \alpha\text{-Fe}$

### 5 请解释一下过冷现象和过冷度。

过冷现象：在实际结晶过程中，实际结晶温度  $T_n$  总是低于理论结晶温度  $T_0$  的现象叫过冷现象。

过冷度：实际结晶温度与理论结晶温度的差值 ( $\Delta T = T_0 - T_n$ )。

过冷度是一切物质结晶的必要条件，液体冷速越快，过冷度越大，液体与固体间的自由能

差  $\Delta F (=F_L - F_s)$  越大，物质结晶的驱动力越大。

之所以要存在过冷度是因为在低于理论结晶温度时金属处于固态的自由能比处于液态的自由能低，这个自由能的差值提供了相变的驱动力，只有存在过冷度才存在相变的驱动力。

### 6 试说明何谓失效，零件失效方式有哪些。

零（构）件失去其设计要求的效能即为失效。

常见的失效形式：过量变形、断裂、磨损和腐蚀。

过量变形：过量弹性变形、过量塑性变形、高温蠕变变形

断裂：静载及冲击载荷作用下的断裂、交变载荷作用下的疲劳断裂和高温条件下蠕变引起的断裂

磨损：磨粒磨损、粘着磨损、疲劳磨损（接触疲劳）、腐蚀磨损

腐蚀：高温氧化腐蚀、电化学腐蚀与应力腐蚀

### 7 试说明含碳量对铁碳合金力学性能的影响。

渗碳体是铁碳合金中的强化相。随着含碳量的增加，渗碳体含量的增多，钢的强度、硬度增加，塑性、韧性降低。当含碳量大于 1.0% 时，由于网状二次渗碳体的出现，使钢的强度又会降低。

#### 8 简述铝合金的实效强化机理。

铝合金时效强化的实质：固溶处理+时效处理。

固溶处理：将铝合金加热到高于固溶度曲线某一温度并保温一定时间后，得到均匀的单相  $\alpha$  固溶体，再将其放入水中迅速冷却，使第二相  $\theta$  来不及从  $\alpha$  固溶体中析出，而获得过饱和的  $\alpha$  固溶体组织。

时效强化：淬火后铝合金在室温或低温加热下保温一段时间，随时间延长，其强度、硬度显著升高的现象。

铝合金时效强化过程的实质是过饱和固溶体的脱溶分解过程。当铝合金淬火后得到过饱和固溶体是处于不稳定状态，有析出第二相的倾向。但在室温和较低温度加热条件下，由于溶质原子移动缓慢，在固溶体内形成许多区域极小的溶质原子偏聚区，造成晶格严重畸变，使位错运动受阻，随着时效的进行会析出一些硬质第二相，弥散分布的第二相阻碍位错的运动，从而促使合金强度明显提高。

#### 9 何谓加工硬化？它给生产带来哪些好处和困难。

加工硬化：指由塑性变形导致材料强度、硬度升高，塑性、韧性降低现象。

加工硬化具有以下技术意义：

- a 是提高金属材料强度的一种重要方法；
- b 能使金属的各种冷成型工艺得以进行；
- c 能防止零件的偶然过载断裂。

加工硬化的不利影响：

- a 使材料进一步塑性变形困难
- b 使材料的塑韧性下降
- c 导致材料的各向异性

#### 10 塑料和橡胶的本质区别是什么。

本质区别是塑料的  $T_g$  温度高，其在室温下处于玻璃态；橡胶的  $T_g$  温度低，其在室温下处于高弹态。

#### 11 合金与聚合物的形状记忆原理有何不同。

合金的形状记忆原理：与其在某一临界温度以上加热后快冷时转变为热弹性马氏体有关。它在加热时不分解，直接转变为母相，因而形状也就恢复成母相形状，即变形的初始形态。

聚合物的形状记忆原理：这种聚合物有两相结构，即固定相和可逆相。成形后固定相分子链间的缠绕确定初次形状，然后在高于  $T_g$ ，低于  $T_f$  的温度下，仅可逆相软化，施加外力并冷至  $T_g$  以下温度后，制品形状改变，但固定相处于高应力变形状态，再将变形后制品加热至高于  $T_g$  温度后，可逆相软化，固定相在回复应力作用下使制品恢复形状。

合金的形状记忆通过相变实现，而聚合物的没有相变。

#### 12 何谓韧性断裂和脆性断裂？影响脆性断裂的因素有哪些。

韧性断裂：断裂前发生明显宏观塑性变形。

脆性断裂：断裂前不发生塑性变形，断裂后其断口齐平，由无数发亮的小平面组成。

决定材料断裂类型的主要因素有：加载方式、材料本质、温度、加载速度、应力集中及零件尺寸。

#### 13 试述石墨形态对铸铁的性能影响。

铸铁中石墨的存在形态有片状、球状、团絮状和蠕虫状。

石墨呈片状，且尺寸越大，含量越多，越尖，分布越不均匀，其对基体的割裂作用就越大，铸铁的抗拉强度和塑性就越差。

石墨呈球状，对基体的割裂作用小，应力集中也小，使基体的强度得到充分的发挥，使其有很好的抗拉强度、弯曲疲劳强度和良好的塑韧性。

石墨呈团絮状，对基体的切割作用小，故强度、塑性及韧性均比灰铁高。

石墨呈蠕虫状，与片状石墨相比，蠕虫状石墨的长宽比值明显减小，尖端变圆变钝，对基体的切割作用减小，应力集中减小，故蠕墨铸铁的抗拉强度、塑性、疲劳强度等均优于灰铸铁，而接近铁素体基体的球墨铸铁。

14 玻璃化温较低的热塑性塑料变形时能否出现“加工硬化”现象？请简单解释。

玻璃化温度较低的热塑性塑料变形时能出现“加工硬化”。主要是由于变形时分子链沿受力方向定向排列，与金属的织构类似，分子链主干上是共价键，定向排列的分子链越多，表现出的共价键力越强，则弹性模量与强度提高。

15 钢的热处理方法有哪几种，简要表述其中一种的工艺过程。

钢的热处理主要有普通热处理，表面热处理和特种热处理。普通热处理包括：正火、回火、淬火和退火；表面热处理包括：表面淬火和表面化学热处理；特种热处理包括：形变热处理、真空热处理和可控气氛热处理。

退火：将零件加热到临界点（ $A_1$ 、 $A_3$ 、 $A_{cm}$ ）以上或临界点以下某一温度保温一定时间后，以十分缓慢的冷却速度（炉冷、坑冷、灰冷）进行冷却的一种操作工艺。

常用的有完全退火、球化退火和去应力退火等。

1) 完全退火

对于亚共析钢，加热至  $A_{c3}$  以上，保温一定时间，然后缓慢冷却到  $500^\circ\text{C}$  后出炉冷却，得到铁素体+珠光体。

2) 球化退火

对于共析钢和过共析钢，加热至  $A_{c1}$  以上，保温一定时间，使钢的  $\text{Fe}_3\text{C}$ （碳化物）趋于球化，然后缓慢冷却到  $600^\circ\text{C}$  后出炉冷却，得到球状珠光体组织。

3) 去应力退火

把钢件加热到  $500\sim 650^\circ\text{C}$ ，保温一定时间，随炉冷却至  $200^\circ\text{C}$  后出炉，消除残余应力。

三、 自由提问

四、抢答题：

1 举例说明材料对人类社会发展的贡献。

人类社会每次文明的跨越式发展都是以制造工具的材料更新换代为物质基础的。原始的和会向奴隶社会的转变伴随着人类的使用材料由天然的石头、木材等演变为对青铜冶炼技术的掌握和发展；铁器的出现更是封建农耕社会的基础；没有钢材、合金钢等高性能金属材料的出现则不会有现代的工业文明；20 世纪以来，半导体材料、激光材料和光导纤维的出现更是构成了我们现代高度发达的信息社会。我们无法想象没有材料科学的进步，人类怎样实现社会文明的发展。面对未来超导材料、超高性能材料的出现必然会人类社会文明再次推向一个高峰。近年来纳米技术发展很快，我认为纳米材料的发展和应用必然会导致新一轮的科技革命。

2 试简要说明隐身飞机如何对雷达进行隐形的。

要使目标对雷达由隐身能力，就必须减弱雷达所接受的反射波。雷达隐身技术中目前主要使用吸波涂料，吸波结构材料，雷达透波材料和智能蒙皮材料；还有对飞机的外形进行特殊的设计，减小垂直截面以及较大面积的同一直线，增加锯齿形边缘。

### 3 讨论一下复合材料及其应用前景。

复合材料：由两种或两种以上不同性质的材料，通过不同的工艺方法合成的多相材料。按基体性质可分为：金属基复合材料和非金属基复合材料；按增强相的形态可分为：纤维增强基复合材料、颗粒增强基复合材料和叠层复合材料。

复合材料的特点：比强度比模量高；抗疲劳和破断安全性好；高温性能优良；减震性好。

复合材料具有普通材料所没有的优良性能，他有很好的应用前景。玻璃钢在航空航天工业中可用于制造雷达罩、直升飞机机身、螺旋桨、发动机叶轮，火箭和导弹发动机壳体及燃料箱等。玻璃钢无磁性，用它制造的扫雷艇可避免水雷袭击，在电机电器工业及石油化工工业中也有广泛的应用。由于碳纤维增强塑料、硼纤维等有低密度、高强度、高弹性模量，他们主要应用于航空航天工业，纤维增强铝合金、钛合金也主要用于航空航天工业。

### 4 举例说明超导材料的应用领域和前景。

超导材料可用于电力传输与储存，磁流体发电，磁悬浮列车，超导计算机等领域。用超导电线输电，可大大减小电能损耗，而且省去了变压器和变电所；而且正常导体由于存在电阻，无法储存电能，而用巨大的超导线圈则可实现这一目标。应用超导体的磁流体发电机可直接将热能转换为电能、效率高、启动快、污染小。利用超导体的约瑟夫效应制成的超导体计算机，具有很高的运算速度和巨大的运算能力，是 21 世纪超导计算机发展的方向之一，在国民经济和国防建设中都有广泛的应用。

### 5 讨论提高钢的力学性能有哪些方法。

细晶强化：铸造过程中进行变质处理，实现非均匀形核，实现晶粒细化；塑性变形后进行回复再结晶，可以实现晶粒的细化，变形量越大得到的晶粒越细小，避免在临界变形度范围进行变形。晶粒越细小，材料的强度、塑韧性越好。

加工硬化：随着变形量的增大使钢的强度、硬度增加，塑性、韧性有所下降；对于中低碳钢可以通过冷变形使材料的强度明显提高，对于高碳钢，由于塑韧性较差，脆性较大，一般不能通过冷变形使强度提高。

热处理：淬火可以明显提高材料的硬度，材料的塑韧性下降；对低碳钢，正火可明显提高材料的强度和硬度，对于高碳钢经正火可以消除网状渗碳体，使材料的强度、塑韧性提高；退火可以提高钢的塑韧性。

加入一些合金元素：加入一些合金元素如 W、V、Ti 等可以提高材料的高温强度；加入 V、Ti、Nb 等可细化晶粒，提高强度和塑韧性；加入 Ni、Si、Al 等可以实现固溶强化。