

## 一 失效分析

### 1 断裂可分为几类？韧性断裂和脆性断裂如何区分？

答：1) 根据材料断裂前所产生的宏观变形量大小，将断裂分为韧性断裂和脆断裂。

2) 韧性断裂是断裂前发生明显宏观塑性变形。而脆性断裂是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。

### 2 断裂过程分为几个阶段？韧性断裂和脆性断裂的断裂过程的区别在哪里？

答：1) 无论是韧性断裂还是脆性断裂，其断裂过程均包含裂纹形成和扩展两个阶段。裂纹自形成到扩展至临界长度的过程称为裂纹亚稳扩展阶段，在这一阶段裂纹扩展阻力大，扩展速度较慢；而把裂纹达到临界长度后的扩展阶段称为失稳扩展阶段，在这一阶段裂纹扩展阻力小，扩展速度很快。

2) 对于韧性断裂，裂纹形成后经历很长的裂纹亚稳扩展阶段，裂纹扩展与塑性变形同时进行，直至达到临界裂纹长度，最后经历失稳扩展阶段而瞬时断裂，因此韧性断裂前有明显的塑性变形。

对于脆性断裂，裂纹形成后很快达到临界长度，几乎不经历裂纹亚稳扩展阶段就进入裂纹失稳扩展阶段，裂纹扩展速度极快，故脆性断裂前无明显塑性变形。

### 3 什么是材料的韧性？评价材料韧性的力学性能指标有哪些？

答：1) 韧性是表示材料在塑性变形和断裂过程中吸收能量的能力，它是材料强度和塑性的综合表现。材料韧性好，则发生脆性断裂的倾向小。

2) 评价材料韧性的力学性能是冲击韧性和断裂韧性。

冲击韧性是材料在冲击载荷下吸收塑性变形功和断裂功的能力，常用标准试样的冲击吸收功  $A_k$  表示。

断裂韧性  $K_{IC}$  是评定材料抵抗脆性断裂的力学性能指标，指的是材料抵抗裂纹失稳扩展的能力。

### 4 材料韧性指标的含义及应用？

答：1) 冲击吸收功  $A_k$  是衡量材料冲击韧性的力学性能指标，冲击吸收功由冲击试验测得，它是将带有 U 形或 V 形缺口的标准试样放在冲击试验机上，用摆锤将试样冲断。冲断试样所消耗的功即为冲击吸收功  $A_k$ ，其单位为 J。 $A_k$  越高和韧脆转变温度  $T_K$  越低，则材料的冲击韧性越好。

2) 断裂韧性  $K_{IC}$  是评定材料抵抗脆性断裂的力学性能指标，指的是材料抵抗裂纹失稳扩展的能力，其单位为  $MPa \cdot m^{1/2}$  或  $MN \cdot m^{-3/2}$ 。

裂纹尖端应力场强度因子  $K_I$ 、零件裂纹半长度  $a$  和零件工作应力  $\sigma$  之间存在如下关系： $K_I = Y \sigma a^{1/2}$  式中， $Y=1\sim 2$ ，为零件中裂纹的几何形状因子。当  $K_I \geq K_{IC}$  时，零件发生低应力脆性断裂；当  $K_I < K_{IC}$  时，零件安全可靠。因此， $K_I = K_{IC}$  是零件发生低应力脆断的临界条件，即  $K_I = Y \sigma a^{1/2} = K_{IC}$  由此式可知，为了使零件不发生脆断，可以控制三个参数，即  $K_{IC}$ 、 $\sigma$  和  $a$ 。

### 5 什么是疲劳断裂？

答：疲劳断裂是指零件在交变载荷下经过较长时间的工作而发生断裂的现象。所谓交变载荷，是指载荷的大小、方向随时间发生周期性变化的载荷。

6 疲劳断口由哪几个部分组成？

答：典型的疲劳断口形貌由疲劳源区、疲劳裂纹扩展区和最后断裂区三部分组成。

7 什么是腐蚀？可分为几类？

答：1) 腐蚀是材料表面和周围介质发生化学反应或者电化学反应所引起的表面损伤现象。

2) 分类：化学腐蚀和电化学腐蚀。

8 发生电化学腐蚀的条件是什么？

答：不同金属间或同一金属的各个部分之间存在着电极电位差，而且它们是相互接触并处于相互连通的电解质溶液中构成微电池。

9 改善零件腐蚀抗力的主要措施是什么？

答：对于化学腐蚀：选择抗氧化材料如耐热钢、高温合金、陶瓷材料等，零件表面涂层。

对于电化学腐蚀：选择耐腐蚀材料；表面涂层；电化学保护；加缓蚀剂。

对于应力腐蚀：减小拉应力；去应力退火；选择  $K_{Isc}$  高的材料；改善介质。

10 金属材料在高温下的力学行为有哪些特点？

答：1) 材料的强度随温度的升高而降低。

2) 高温下材料的强度随时间的延长而降低。

3) 高温下材料的变形量随时间的延长而增加。

11 什么是蠕变？

答：材料在长时间恒温、恒应力作用下缓慢产生塑性变形的现象称为蠕变。

12 评价金属材料高温力学性能指标有哪些？

答：蠕变极限：高温长期载荷作用下材料对塑性变形的抗力指标称为蠕变极限。

持久强度：材料在高温长期载荷作用下抵抗断裂的能力。

13 高温下零件的失效方式有哪些？如何防止？

答：1) 高温下零件的失效形式：过量塑性变形（蠕变变形）、断裂、磨损、氧化腐蚀等。

2) 防止措施：正确选材（选熔点高、组织稳定的材料）；

表面处理（表面渡硬铬、热喷涂铝和陶瓷等）。

## 二 碳钢与热处理

### 1、合金元素在钢中的作用（八大作用）

作用

主要元素

细化 A 晶粒

Ti、V、Nb、Zr、Al

提高淬透性

除 Co 以外，如 Mn、Cr、W、Mo

提高回火抗力

Cr、W、Mo、V

固溶强化

Ni、Si、Al、Co、Cu、Mn、Cr、Mo、W

第二相强化

Mn、Cr、Mo、W

扩大 A 相

Ni、Mn、Cu、N

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com)

学院官方唯一 QQ: 2794882380

扩大 F 相

Si、Al、Ni、Cr、W、Mo、Ti

形成致密氧化膜

Si、Cr、W、Mo、V、Ti、Al

重点是 Cr、W、Mo 占了六大作用，另外两个作用一个是细晶，一个是扩大 A。

## 2、合金元素在钢中存在的形式（三种）

固溶体、化合物和游离态。

## 3、第一类回火脆性

一般认为低温回火脆性是由于 M 分解时沿 M 板条或片的界面析出断续的薄壳状碳化物，降低了晶界的断裂强度，使之成为裂纹扩展的途径，因而导致脆性断裂。

防止第一类回火脆性的措施是避免在 250℃~400℃ 回火。

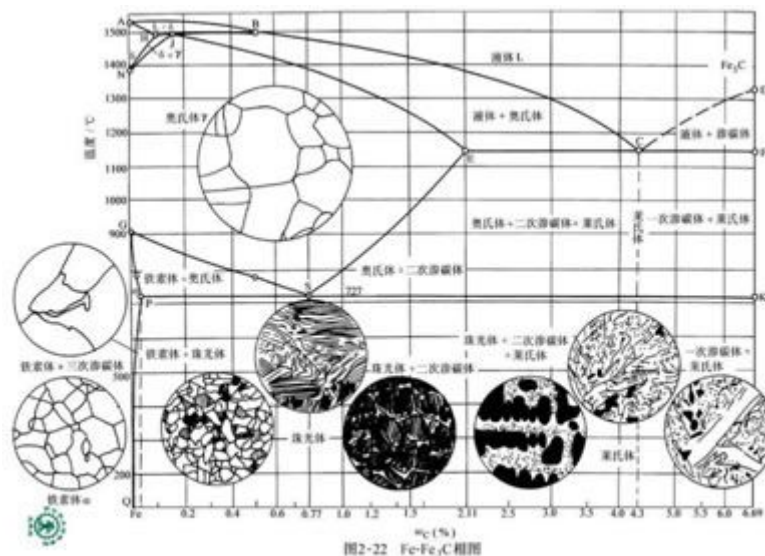
## 4、第二类回火脆性

第二类回火脆性是在回火过程中 Sb、P、Sn 在 A 晶界偏聚而引起的脆化现象。

防止第二类回火脆性措施有两个：

1) 加入 W、Mo 等能强烈阻止或延缓杂质元素在 A 晶界的偏聚。

2) 450℃~650℃ 回火快冷



## 1 细晶粒金属为什么在氧化腐蚀环境下使用性能不好？

答：由于晶界处原子能量较高，活性较大，易与异类原子发生相互作用，使晶界在高温下易氧化，在腐蚀介质中易腐蚀。所以，在氧化腐蚀环境下，晶粒越细、晶界越多，金属的耐氧化腐蚀性能越差，使用性能越不好。

## 2 应用杠杆定律计算平衡态 40 钢室温下的相组成物和组织组成物的质量百分数。

答：① 钢中的相组成物为铁素体和渗碳体，由杠杆定律：

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

$$M_{Fe_3C} = \frac{0.4 - 0.0008}{6.69 - 0.0008} \times 100\% \approx 6\%$$

$$M_{\alpha} = 1 - M_{Fe_3C} \approx 94\%$$

② 钢中的组织组成物为铁素体和珠光体，由杠杆定律：

$$M_{Fe_3C} = \frac{0.4 - 0.0008}{6.69 - 0.0008} \times 100\% \approx 6\%$$

$$M_{\alpha} = 1 - M_{Fe_3C} \approx 94\%$$

3 应用杠杆定律计算平衡态 T12 钢室温下的相组成物和组织组成物的质量百分数。

答：① 钢中的相组成物为铁素体和渗碳体，由杠杆定律：

$$M_{Fe_3C} = \frac{0.4 - 0.0008}{6.69 - 0.0008} \times 100\% \approx 6\%$$

$$M_{\alpha} = 1 - M_{Fe_3C} \approx 94\%$$

② 钢中的组织组成物为珠光体和  $Fe_3C$  II，由杠杆定律：

$$M_{Fe_3C} = \frac{0.4 - 0.0008}{6.69 - 0.0008} \times 100\% \approx 6\%$$

$$M_{\alpha} = 1 - M_{Fe_3C} \approx 94\%$$

4 残余压应力为什么能提高零件的疲劳性能？

答：当零件表层存在一定大小的残余压应力时，因能抵消零件在交变载荷作用下所承受的部分拉应力，所以能提高零件的疲劳性能。

5 造成回复阶段残余内应力明显下降的原因是什么？

答：通过原子的短距离扩散，能使变形金属中的弹性应变显著减小。

6 再结晶与同素异构转变为什么有着本质的不同？

答：在再结晶过程中变形金属并没有形成新相，新形成的晶粒在成分和晶格类型上与原来的晶粒完全相同，只不过是新晶粒消除了变形所产生的各种晶体缺陷而已。所以再结晶与同素异构转变有着本质的不同。

7 何谓过冷奥氏体？

**8 共析钢奥氏体等温转变产物的形成条件、组织形态及性能各有何特点？**

答：P 型转变  $A_1 \sim 560^\circ\text{C}$

珠光体 P:  $A_1 \sim 650^\circ\text{C}$

索氏体 S:  $650 \sim 600^\circ\text{C}$

托氏体 T:  $600 \sim 560^\circ\text{C}$

P、S、T 无本质区别，只有形态上的粗细之分，P 较粗、S 较细、T 更细。P、S、T 通称 P 型组织，组织越细，强度、硬度越高，塑、韧性越好

B 型转变  $560^\circ\text{C} \sim M_s$

$560 \sim 350^\circ\text{C}$  形成的 B 称为  $B_{\text{上}}$ ；

$350^\circ\text{C} \sim M_s$  形成的 B 称为  $B_{\text{下}}$ 。

$B_{\text{上}}$  由互相平行的过饱和 F 和分布在片间的断续细小的渗碳体组成，呈羽毛状，性硬而脆

$B_{\text{下}}$  由针叶状过饱和 F 和弥散分布在其中的极细小的渗碳体组成呈针叶状，具有良好综合力学性能。

M 型转变  $M_s \sim M_f$

片状马氏体：高碳，呈双凸透镜状，显微镜下呈针片状，强度高，塑韧性较差

板条马氏体：低碳，呈细长板条状，强度高，塑韧性好。

**9 影响奥氏体等温转变图的主要因素有哪些？比较亚共析钢、共析钢、过共析钢的奥氏体等温转变图。**

答：影响奥氏体等温转变图的主要因素为：含碳量及合金元素含量。

亚共析钢随  $w_c \uparrow$ ，C 曲线右移；过共析钢随  $w_c \uparrow$ ，C 曲线左移；共析钢过冷 A 最稳定（C 曲线最靠右）

除 Co 外，所有溶入 A 中的合金元素均使曲线右移。除 Co、Al 外，溶入 A 的合金元素都使 C 曲线上的  $M_s$ 、 $M_f$  点降低。

亚共析钢及过共析钢的过冷 A 的等温转变与共析钢一样，亦可分为高温 P 型转变、中温 B 型转变和低温 M 型转变。但在 P 型转变之前，亚共析钢有 F 的析出，过共析钢有  $\text{Fe}_3\text{C}$  析出。

**10 钢在被处理成马氏体组织时为什么还会有残余奥氏体存在？对钢的性能有何影响？**

答：在 M 相变时，由于体积膨胀，使尚未发生相变的过冷 A 受压，而停止相变，这部分 A 称为残余奥氏体  $A'$ 。

残余奥氏体使淬火钢的硬度降低，它是一种不稳定的组织，在温度下降时还会发生转变而使工件变形。

**11 何谓退火、正火、淬火及回火？并说明其目的是什么。**

答：将钢件加热到临界温度（ $A_{c1}$ 、 $A_{c3}$ 、 $A_{ccm}$ ）以上（有时以下）保温一定时间，然后缓冷（炉冷、坑冷、灰冷）的热处理工艺称退火。目的：得到平衡状态的组织。

将钢件加热到临界温度  $A_{c3}$ 、 $A_{ccm}$  以上  $30 \sim 80^\circ\text{C}$ ，保温一段时间后

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一 QQ: 2794882380

空冷的热处理工艺称正火。目的：对普通结构件为最终热处理，以细化组织，提高其强度和韧性；使中、低碳结构钢组织正常化，改善切削加工性能；为淬火作组织准备；抑制或消除过共析钢的网状渗碳体，为球化退火作组织准备。

将钢加热到临界温度（亚共析钢  $Ac_3$ ，过共析钢  $Ac_1$ ）以上  $30\sim 50^\circ\text{C}$ ，保温后快速冷却获得 M 的热处理工艺称淬火。目的：获得 M 组织提高钢的强度和硬度。

将淬火后的钢重新加热到  $Ac_1$  以下某一温度，保温一定时间，然后冷却到室温的热处理工艺称回火。目的：消除淬火应力，降低钢的脆性；稳定工件尺寸（淬火 M 和残余 A 是非稳定组织，如果发生转变，则零件的尺寸会发生变化）；获得工件所要求的组织性能；回火是热处理工序中最后一道工序。

## 12 何谓钢的淬透性？影响淬透性的因素有哪些？在选材中如何考虑钢的淬透性？

答：淬透性是表征钢件淬火时形成 M 的能力，或者说表征钢件淬火时所能得到的淬硬层的深度。淬透性与钢中过冷 A 稳定性有关，影响因素主要是合金元素含，含碳量亦有影响。

钢的淬透性是机械设计中选材时应予考虑的重要因素之一。

大截面零件、承受动载的重要零件、承受拉力和压力的许多重要零件（螺栓、拉杆、锻模、锤杆等），要求表面和心部力学性能一致，故应选择淬透性高的材料；

心部力学性能对使用寿命无明显影响的零件（承受弯曲或扭转的轴类），可选用淬透性低的钢，获得  $1/2\sim 1/4$  淬硬层深度即可；

焊接件、承受强力冲击和复杂应力的冷锻凸模等，不能或不宜选择淬透性大的材料。

# 三 金属材料

## 1 哪些合金元素可以使得钢在室温下获得铁素体组织？

答：主要元素为 Si、Al、Ni、Cr、W、Mo、Ti 等。

## 2 哪些合金元素可以使得钢在室温下获得奥氏体组织？

答：主要元素为 Ni、Mn、Cu、N 等。

## 3 什么是第一次回火脆性？

答：一般认为低温回火（ $250^\circ\text{C}\sim 400^\circ\text{C}$ ）脆性是由于 M 分解时沿 M 板条或片的界面析出断续的薄壳状碳化物，降低了晶界的断裂强度，使之成为裂纹扩展的途径，因而导致脆性断裂。

## 4 防止第一类回火脆性的措施？

答：防止第一类回火脆性的措施是避免在  $250^\circ\text{C}\sim 400^\circ\text{C}$  回火。

## 5 什么是第二类回火脆性？

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一 QQ: 2794882380

答：第二类回火脆性是在  $450^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$  回火过程中 Sb、P、Sn 在 A 晶界偏聚而引起的脆化现象。也叫高温回火脆性。

## 6 防止第二类回火脆性的措施？

答：防止第二类回火脆性措施有两个：

- 1) 加入 W、Mo 等能强烈阻止或延缓杂质元素在 A 晶界的偏聚。
- 2)  $450^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$  回火快冷

## 7 何为不锈钢？

答：在自然环境或一定工业介质中具有耐腐蚀性能的钢称不锈钢。广泛应用于石油、化工等领域。

## 8 何为超高度度钢？

答：抗拉强度大于 1500Mpa 的钢叫超高强度钢。

主要用于制造飞机起落架、机翼大梁，火箭发动机壳体、液体燃料氧化剂储藏箱、炮筒、枪筒、防弹板等等。

## 9 何为低温钢？

答：低温钢是指工作温度在  $0^{\circ}\text{C}$  以下的零件和结构件钢种。

广泛用于低温下工作的设备，如冷冻设备、制氧设备、石油液化设备、航天工业用的高能推进剂液氢、液氮等液体燃料的制造、贮运装置、寒冷地区开发所用的机械设施等。

## 10 对比下列材料耐蚀性？

- 1) 1Cr18Ni9
- 2) 0Cr18Ni9
- 3) 1Cr18Ni9Ti

答：不锈钢中含碳量越多，越容易形成  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ ，降低了基体的 Cr 含量和电极电位，钢的耐蚀性越差。所以 0Cr18Ni9 的耐蚀性比 1Cr18Ni9 优越，因为碳含量低。

1Cr18Ni9Ti 的耐蚀性比 1Cr18Ni9 优越，因为 Ti 可以与碳形成 TiC，结果阻止了  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$  的形成，从而提高了其耐蚀性。

0Cr18Ni9 的耐蚀性比 1Cr18Ni9Ti 优越，原因在于碳对耐蚀性能的影响更大，所以低碳、超低碳不锈钢耐蚀性能随着碳的降低而更优越，但是低碳也意味着价格贵。

## 11. 手术刀一般用哪种不锈钢来制造？

- |             |              |
|-------------|--------------|
| (A) 马氏体不锈钢； | (B) 铁素体不锈钢；  |
| (C) 奥氏体不锈钢； | (D) 沉淀硬化不锈钢。 |

答：(A)

## 12 奥氏体不锈钢室温依然是奥氏体，主要是因为加了

- |         |         |
|---------|---------|
| (A) Cr； | (B) Ni； |
| (C) C；  | (D) Mo。 |

答：(B)

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

**13 下列零件选用何种材料？**

- 1) 大桥
- 2) 汽车齿轮
- 3) 镗床镗杆
- 4) 汽车板簧
- 5) 汽车拖拉机连杆螺栓
- 6) 拖拉机履带板
- 7) 汽轮机叶片
- 8) 硫酸、硝酸容器
- 9) 锅炉
- 10) 加热炉炉底板

答： 见下表：

零件或构件	可选材
1) 大桥	低合金高强钢（桥梁用钢）
2) 汽车齿轮	合金渗碳钢
3) 镗床镗杆	合金调质钢
4) 汽车板簧	合金弹簧钢
5) 汽车拖拉机连杆螺栓	合金调质钢
6) 拖拉机履带板	耐磨钢（高锰钢）
7) 汽轮机叶片	不锈钢
8) 硫酸、硝酸容器	镍基耐蚀合金
9) 锅炉	锅炉用钢、耐热钢、不锈钢等
10) 加热炉炉底板	高温合金

**14 何为石墨化？**

答： 铸铁组织中析出碳原子形成石墨的过程称石墨化过程。

**15 石墨化过程分哪三个阶段？**

答： 第一阶段(液态阶段) 从铸铁液相中直接析出 G  
 第二阶段(共晶—共析阶段) 自 A 中沿 E' S' 线不断析出二次 G  
 第三阶段(共析阶段) 发生共析反应析出 G

**16 三阶段石墨化程度对铸铁组织有何影响？**

答： 见下表

石墨化程度			显微组织
第一阶段	第二阶段	第三阶段	
充分进行	充分进行	充分进行	F + G
充分进行	充分进行	部分进行	F + P + G
充分进行	充分进行	不进行	P + G

17 可锻铸铁可以锻造吗？

答：可锻铸铁不能锻造。

18 可锻铸铁如何获得？

答：可锻铸铁是由白口铸铁在固态下，经长时间的石墨化退火，使其中的  $\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow 3\text{Fe} + \text{C}$  而得到团絮状石墨的一种铸铁。

19 何谓白心可锻铸铁？

答：白口铸铁在固态下，经长时间的石墨化退火，最终得到 P + 团絮状石墨的一种铸铁。

20 何谓黑心可锻铸铁？

答：白口铸铁在固态下，经长时间的石墨化退火，最终得到 F + 团絮状石墨的一种铸铁。

21 下列铸件宜选择何种铸铁制造

- 1) 机床床身；
- 2) 汽车、拖拉机曲轴；
- 3) 1000~1100℃加热炉炉体；
- 4) 硝酸盛贮器；
- 5) 汽车、拖拉机转向壳；
- 6) 球磨机衬板。

答：见下表：

铸件	宜选择铸铁
1) 机床床身	灰铸铁
2) 汽车、拖拉机曲轴	球墨铸铁
3) 1000~1100℃加热炉炉体	耐热合金铸铁
4) 硝酸盛贮器	耐蚀合金铸铁
5) 汽车、拖拉机转向壳	可锻铸铁
6) 球磨机衬板	耐磨合金铸铁

22 铝合金的代号和成分有什么对应关系？

答：目前铝合金的牌号采用四位字符，例如 2 0 24。每一个牌号的第一个数字代表了主加合金元素的种类。

- 2 xxx：以铜（Cu）为主要合金元素的铝合金
- 3 xxx：以锰（Mn）为主要合金元素的铝合金
- 4 xxx：以硅（Si）为主要合金元素的铝合金
- 5 xxx：以镁（Mg）为主要合金元素的铝合金
- 6 xxx：以镁和硅（Mg/Si）为主要合金元素的铝合金
- 7 xxx：以锌（Zn）为主要合金元素的铝合金
- 9 xxx：备用合金组
- 1 xxx：纯铝

**23 铝合金时效强化（热处理）的机理是什么？**

答：对于可热处理强化的铝合金，例如铝-铜系、铝-锌系，加热到一定的温度得到单一的  $\alpha$  相，快速冷却到室温，因为冷却速度太快  $\alpha$  相中合金元素来不及析出，被过饱和固溶于  $\alpha$  相中，放置一段时间或者在一定温度下保温，过饱和的合金元素就以化合物的形式析出，析出的化合物尺度在几纳米到几十纳米范围，与基体保持共格界面，强烈阻碍位错运动，因而起到强化作用。

**24 为什么有些铝合金不能热处理强化？**

答：实际上铝-锰、铝-镁合金不能热处理强化，在使用的合金成分下， $\alpha$  相固溶体的成分不随温度的变化而改变， $\alpha$  相不能析出第二相，因此没有强化作用。

**25 铝-锰合金适合用什么方式强化？**

答：铝-锰合金一般冷加工硬化（形变强化）。

**26 铸造铝合金适合用什么方式强化？**

答：铸造铝合金一般适合细晶强化（变质处理），对于复杂的铝-硅系铸造铝合金（复杂硅铝明），也可以用热处理强化。

**27 铝合金为什么适用于航空工业？**

答：在飞机零构件设计时要考虑零件的自重，采用比强度指标，即强度/密度。虽然铝合金的强度低于钢的强度，但是铝的密度大约是钢的  $1/3$ ，所以铝合金的比强度超过钢的比强度。用铝合金制造飞机零件可以保证强度时有效减轻构件自重。因此铝合金广泛应用于航空工业。

**28 滑动轴承合金组织为什么是软硬多相合金？**

答：因为滑动轴承运转时，组织中有一部分要求摩擦后凹陷，可储存润滑油，形成油膜，另一部分仍保持突起状态支撑轴颈。所以摩擦后凹陷的部分要求比较软，其支撑作用的要求比较硬。这样决定了滑动轴承合金是软硬多相合金。

**29 什么是“双金属”轴承？**

答：最常用的铅基轴承合金和锡基轴承合金，其熔点、硬度比较低。为了提高轴承承压能力和使用寿命，生产商采用离心浇注办法，将轴承合金镶铸在低碳钢的轴瓦上，形成一薄层均匀的内衬，称其为“双金属”轴承。

**30 除了金属，其他种类的材料可以做轴承吗？**

答：当然可以。化工上常用工程塑料做轴承，用于腐蚀介质中。还有用氮化硅陶瓷做轴承，用于高温环境中。

**31 用黄铜冲压的子弹壳，为什么必须经过去应力退火？**

答：用黄铜冲压子弹壳，属于冷加工变形，冲压成的子弹壳中有残余应力。如果不进行去应力退火释放残余应力，在以后的存储和使用中，在潮湿环境中容易发生应力腐蚀开裂。所以，用黄铜冲压的子弹壳必须进行去应力退火，避免应力腐蚀开裂。

## 四 非金属材料

### 1 什么是内耗？它有什么害处和作用？

答：内耗是在交变应力作用下，处于高弹态的高分子，当其变形速度跟不上应力变化速度时，就会出现应变滞后应力的想象，这样就使有些热量消耗于材料中分子内摩擦并转化为热能放出，这种由于力学滞后使机械性能转化为热能的想象成为内耗。

内耗对橡胶制品不利，加速其老化。但内耗对减振有利，可利用内耗吸收振动能，用于减振的橡胶应有尽可能大的内耗。

### 2 塑料的几种常用成型方法有哪些？各有什么特点？

答：塑料的几种常用的成型方法有注射成型法，模压成型法，浇铸成型法，挤压成型法等。注射成型法的特点是生产率很高，可以实现高度机械化、自动化生产，制品尺寸精确，可以生产复杂形状、壁薄和带金属嵌件的塑料制品，适用于大批量生产。模压法通常用于热固性塑料的成型，有时也用于热塑性塑料模压法特别适用于形状复杂的或带有复杂嵌件的制品。浇铸成型法的设备简单，操作方便，成本低，便于制作大型制件，但生产周期长，收缩率较大。挤压法成型法用于热塑性塑料各种型材的生产，一般需要经过二次加工才制成零件。

### 3 试述酚醛塑料的分类、性能特点及应用。

答：根据所加填料的不同，酚醛塑料有粉状酚醛塑料，通常称为胶木粉，供模压成型用；根据纤维填料不同，纤维状酚醛塑料又分棉纤维酚醛塑料、石棉纤维酚醛塑料、玻璃纤维酚醛塑料等；层压酚醛塑料是由浸渍过液态酚醛树脂的片状填料制成的，根据填料的不同又有纸层酚醛塑料、布层酚醛塑料和玻璃布层酚醛塑料等。

酚醛塑料具有一定的机械强度，层压塑料的抗拉强度可达 140MPa，刚度大，制品尺寸稳定，有良好的绝缘性，可在 110~140℃ 下使用。具有较高的耐磨性、耐腐蚀性及良好的绝缘性。但性脆易碎，抗冲击强度低，在阳光下易变色。

### 4 陶瓷制品的基本生产工艺过程有哪些？

答：陶瓷制品的生产工艺过程各有不同，但一般都要经过以下三个阶段：即坯料制备-成型-烧结的生产工艺过程。

坯料的制备是通过机械或物理或化学方法制备粉料，其粉料制备的质量直接影响成型加工性能和陶瓷制品的使用性能。因此，需要控制坯料粉的粒度、形状、纯度及脱水脱气，以及配料比例和混料均匀等质量要求。按不同的成型工艺要求，坯料可以是粉料、浆料或可塑泥团。

成型是将坯料用一定工具或模具制成一定形状和尺寸的制品坯型，并要求有一定密度和强度。此坯型成为生坯。

陶瓷的生坯经过初步干燥之后，就要进行涂釉烧结，或直接送去烧

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一 QQ: 2794882380

结。在高温下烧结时，陶瓷内部要发生一系列物理化学变化及相变，如体积减小、密度增加、强度、硬度提高、晶粒发生相变等，使陶瓷制品达到所要求的物理性能和力学性能。

## 5 陶瓷中气孔对陶瓷性能有什么影响？

答：气孔对陶瓷性能有显著影响，它使陶瓷强度降低，介电损耗增大，电击穿强度下降，绝缘性降低，这是不利的。但它使陶瓷密度降低，并能吸收振动，这是有利的。

## 6 陶瓷材料的力学性能特点有哪些？

答：陶瓷具有极高的硬度，其硬度多大在 1500HV 以上，因此陶瓷的耐磨性好，常用陶瓷作新型的刀具和耐磨零件。陶瓷材料由于其内部和表面缺陷（如气孔、微裂纹、位错等）的影响，其抗拉强度低，而且实际强度远低于理论强度（仅为  $1/100 \sim 1/200$ ）。但抗压强度较高，约为抗拉强度的  $10 \sim 40$  倍。减少陶瓷中的杂质和气孔，细化晶粒，提高致密度和均匀度，可以提高陶瓷强度。陶瓷具有高弹性模量，高脆性。冲击韧度和断裂韧度都很低，其断裂韧度约为金属的  $1/60 \sim 1/100$ 。

## 7 试述氮化硅的性能特点及应用。

答：氮化硅陶瓷的硬度高，摩擦系数小（ $0.1 \sim 0.2$ ），并有自润滑性，是极优的耐磨材料；蠕变抗力高，热膨胀系数小，抗热振性能在陶瓷中最好；化学稳定性好，除氢氟酸外，能耐各种酸、王水和碱溶液的腐蚀，也能抗熔融金属的侵蚀；此外，由于氮化硅是共价键晶体，既无自由电子也无离子，因此，具有优异的绝缘性能。

反应烧结氮化硅陶瓷易于加工，性能优异。主要用于耐磨、耐高温、耐腐蚀、形状复杂且尺寸精度高的制品，如石油化工泵的密封环、高温轴承、热电偶套管、燃气轮机转子叶片等；热压烧结氮化硅陶瓷用于制造形状简单的耐磨、耐高温零件和工具，如切削刀具、转子发动机刮片、高温轴承等。

## 8 复合材料的增强体有哪些？举几个颗粒增强材料应用的例子。

答：复合材料的增强体通常有纤维增强材料、颗粒增强材料和片层状增强材料。增强材料中增强效果最明显、应用最广泛的是纤维增强材料，主要有玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维、硼纤维、碳化硅纤维和氧化铝纤维等。颗粒增强材料主要选用的是各种陶瓷颗粒，如氧化铝、碳化硅、氮化硅、碳化钨、碳化钛、碳化硼及石墨等。

例如碳黑和白碳黑可明显提高橡胶的强度、硬度和弹性模量。对塑料来说，石墨、银粉、铜粉等可改善其导电性；氧化铁磁粉可改善聚合物的导磁性；二硫化钼可以提高聚合物的自润滑性；空心玻璃微珠不仅可以减小聚合物的密度还可以提高聚合物的耐热性。

## 9 玻璃钢的性能有哪些特点？

答：玻璃钢按塑料基体性质可分为热塑性玻璃钢和热固性玻璃钢。热塑性玻璃钢是由体积分数为  $20\% \sim 40\%$  的玻璃纤维与  $60\% \sim 80\%$  的热塑性树脂组成，具有高强度和高冲击韧性、良好的低温性能及低热膨胀系数。热固性玻璃钢是由体积

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一 QQ: 2794882380

分数为 60%~70%的玻璃纤维（或玻璃布）与 30%~40%的热固性树脂组成，其主要优点是密度小、强度高。它的比强度超过一般高强度钢和铝合金及钛合金；耐腐蚀；绝缘、绝热性好；吸水性低；防磁；微波透过性好；易于加工成型。其缺点是弹性模量低，只有结构高的  $1/5 \sim 1/10$ ，刚性差；耐热性虽比热塑性玻璃钢好，但仍不够高，只能在  $300^{\circ}\text{C}$  以下使用。为了提高性能，可对其进行改性。

#### 10 纤维增强陶瓷基复合材料中使用的纤维有哪些？这使纤维增强陶瓷具有哪些优异的性能？

所用的纤维主要是碳纤维、氧化铝纤维、碳化硅纤维或晶须以及金属纤维等。研究较多的是碳纤维增强无定形二氧化硅、碳纤维增强碳化硅、碳纤维增强氮化硅、碳化硅纤维增强氮化硅、氮化硅纤维增强氧化铝、氧化锆纤维增强氧化锆等。纤维增强陶瓷基复合材料不仅保持了原陶瓷材料高硬度、耐高温、抗氧化、耐磨、耐腐蚀、弹性模量高、抗压强度大等优点，而且韧性和强度得到了明显提高。可用作切削刀具。此外，纤维增强陶瓷还具有比强度和比模量高、韧性好的特点，在军事和空间技术上有很好的应用前景。