

第一章 机械零件(或器件)的失效分析

1. 何谓失效? 零件失效方式有哪些?

答: 失效 = 零件失去设计要求的效能。

② 零件的失效方式 = 过量变形; 断裂; 疲劳; 磨损; 高温蠕变; 腐蚀。

2. 静载荷的指标有哪些? 并说明它们各自的含义?

答: ① 强度 = 材料抵抗变形或断裂的能力。

刚度 = 零件在受力时抵抗弹性变形的能力。

② 弹性 = 材料弹性变形的大小。

塑性 = 材料断裂前发生塑性变形的能力。

③ 硬度 = 表征材料软硬程度的一种性能。

3. 过量弹性变形、过量塑性变形而失效的原因是什么? 如何预防?

答: 过量弹性变形 } 原因 = ~~零件~~ 刚度不足

 { 预防 = $\uparrow E$, $\uparrow A$

过量塑性变形 } 原因 = 材料强度不足

 { 预防 = $\uparrow \sigma_p$, σ_c , σ_s

4. 何谓韧性断裂和脆性断裂? 影响脆断的因素?

答: 韧性断裂 = 断裂前发生明显塑性变形的断裂。

脆性断裂 = 断裂前未发生明显塑性变形的断裂。

因素: ① 材料本性 = 陶瓷脆、金属韧

② 加载式 = 侧压、单向压缩、扭转、单向拉伸、三向不等拉伸。
从左向右, 材料脆性 ↑。

③ 温度: $T \downarrow$, 脆性 ↑

④ 加载速度 = $v \uparrow$, 脆性 ↑

⑤ 应力集中 = 应力集中 ↑, 脆性 ↑

⑥ 零件尺寸 = 截面 ↑, 脆性 ↑。

5. 何谓冲击韧性? 如何根据冲击韧性来判断材料的低温脆性倾向?

答: ① 冲击韧性: 材料在冲击载荷下吸收冲击功(塑性变形功 + 断裂功)的能力。

② 如何判断 = 材料的冲击吸收功随试验温度降低而降低, 当试验温度低于 T_k 时, 冲击吸收功明显降低, 材料由韧性状态变为脆性状态, 称为低温脆性, 其易引起低温脆性断裂。
材料的 $AK \uparrow$ & $T_k \downarrow$, 冲击韧性 ↑, 低温脆性倾向 ↓。

6. 何谓断裂韧性? 如何根据材料的断裂韧性 K_{Ic} , 零件的工作应力 σ 和零件中裂纹半长度 a 来判断零件是否会发生低应力脆断?

答: ① 断裂韧性 = 材料抵抗裂纹失稳扩展的能力。

② 裂纹尖端应力场强度因子 $K_I = Y\sigma\sqrt{a}$, 当 $K_I \geq K_{Ic}$ 时, 零件发生低应力脆断; 当 $K_I < K_{Ic}$ 时, 零件安全可靠。

7. 压力容器钢的 $\sigma_s = 1000 \text{ MPa}$, $K_{Ic} = 170 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$; 铝合金的 $\sigma_s = 400 \text{ MPa}$, $K_{Ic} = 25 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。试问这两种材料制作压力容器时发生低应力脆断时裂纹的临界尺寸是多少? ($Y = \sqrt{\pi}$)。何者更适合做压力容器?

解: $A_{\max \text{ 压力容器钢}} < \left(\frac{k_{2L}}{Y_{0.5}} \right)^2 = \left(\frac{170}{\sqrt{\pi \cdot 1000}} \right)^2 \times 10^3 = 9.2 \text{ mm}$

$A_{\max \text{ 铝合金}} < \left(\frac{k_{2L}}{Y_{0.5}} \right)^2 = \left(\frac{25}{\sqrt{\pi \cdot 400}} \right)^2 \times 10^3 = 1.2 \text{ mm}$

∴ 压力容器钢允许的裂纹最大半长大于铝合金。

∴ 应选用压力容器钢作为压力容器。

8. 说明典型疲劳断口特征。如何根据疲劳断口形态大致判断 = ① 循环应力大小。
② 应力循环周次多少 ③ 应力集中程度大小。

答: a. 疲劳源区 = 产生材料内部缺陷、加工缺陷或结构不合理处。

b. 疲劳裂纹扩展区: 为一系列光亮的弧纹, 称为(疲劳裂纹前缘线), 这些弧纹开始比较密集, 以后间距逐渐增加, 形成“贝壳状”或“海滩状”花样。

c. 最终断裂区: 呈放射状。

➡ 根据疲劳断口上最终断裂区相对面积大小和位置来判断零件所受应力及应力集中程度大小。

如果最终断裂区面积较大, 而且在断口中心, 说明该零件所受应力是在高的名义应力和大的^{应力}集中条件下断裂的, 其疲劳寿命(即应力循环周次)很短; ~~如何~~

如果最终断裂区面积较小, 而且接近表面, 说明该零件是在低的名义应力和小的应力集中条件下断裂的, 零件寿命很长。

9. 疲劳抗力指标有哪些? 影响疲劳抗力的因素有哪些?

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

答: ①. 无裂纹零件疲劳应力指标: d . 缺口敏感系数. $\beta = \frac{k_f - 1}{k_t - 1}$ $k_f = \sigma_{-1} / \sigma_{-1N}$ $k_t = \sigma_{max} / \sigma_m$

a. 疲劳极限(σ_{-1}) = 经受无限多次应力循环也不断裂的最大应力。

b. 零件疲劳极限 = ^{旋转弯曲疲劳应力下} 不存在疲劳极限时, 规定循环基数 N_0 时的断裂应力。

c. 过载荷持久值 = 高于疲劳极限时应力下, 在规定周次断裂所对应的应力。

② 有裂纹零件材料疲劳应力指标。

a. 疲劳裂纹扩展速率 $\frac{da}{dN}$ 。

b. 疲劳裂纹扩展门槛值 ΔK_{th} : 表示材料阻止裂纹扩展的能力。

· 影响疲劳应力的因素:

① 载荷类型

② 材料本质 (材料种类; 材料组织类型; 材料强度)

③ 零件表面状态 (表面光洁度; 表面应力状态)

④ 温度 ($T \uparrow$, $\sigma_{-1} \downarrow$) ⑤ 腐蚀性介质 ($\downarrow \sigma_{-1}$)

10. 磨损失效类型有哪几种? 如何防止零件各类磨损失效?

答: ① 粘着磨损: 指滑动摩擦时摩擦副接触面局部发生金属粘着, 在随后相对滑动中粘着处被破坏, 有金属屑粒从零件表面被拉拽下来或零件表面被擦伤的一种磨损方式。

措施: a. 摩擦副正确配对。

b. 减小摩擦系数 / 提高表面硬度

c. 减小接触压应力。

② 磨粒磨损: 滑动摩擦时, 在零件表面摩擦区存在硬质磨粒, 使磨面发生局部塑性变形、磨粒嵌入和被磨粒切削的过程, 以致磨面材料逐渐损耗。

措施: 提高零件表面硬度。

③ 腐蚀磨损 = 在摩擦力和环境介质联合作用下, 金属表层的腐蚀产物剥落与金属表面间的机械磨损相结合的磨损。

a. 氧化磨损: 零件表面氧化膜反复形成 → 脱落。 (一层被允许!)

措施 = 提高零件表面硬度; 使零件表面形成致密氧化膜。

b. 微动磨损 = 嵌合连接的键、有基的磨损。

措施 = ① 提高嵌合处表面硬度 ② 采用垫衬 ③ 改进设计, 减小应力集中

④ 接触疲劳 = 在接触应力和交变应力的联合作用下, 零件表面局部剥落或产生麻点。

措施 = ① 提高零件表面硬度 (表面淬火、表面渗碳等)

② 提高材料纯净度。

③ 提高表面光洁度

✓ ④ 提高零件心部硬度 $\times \sigma$

⑤ 增大润滑油粘度。

11. 腐蚀失效有几种类型? 如何防止?

① 高温氧化腐蚀: 高温下氧化过程明显加速, 由于氧化膜较脆, 其力学性能明显低于基体金属, 而且氧化又导致零件有效截面积 \downarrow , 使承载能力 \downarrow

措施 = 钢中加入 Cr、Si、Al 等元素, 其与 O 的亲合力大于 Fe 与 O, 优先在钢表面形成高 Tm 的致密氧化膜 Cr_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 。

② 电化学腐蚀: 电位差; 电解质 \Rightarrow 构成微电池

措施 = 电偶腐蚀 \Rightarrow 选材时使紧固件与被连接的零件材料相同

小孔腐蚀 \Rightarrow

缝隙腐蚀 \Rightarrow 用焊接代替铆接, 避免形成缝隙。

③ 应力腐蚀: 拉应力 + 特定化学介质 \Rightarrow 应力腐蚀断裂.

措施: 设计时减小拉应力及应力集中; 进行去应力退火消除残余拉应力;
选择对应力腐蚀不敏感的材料; 改变介质条件, 清除有害离子.

12. 何谓蠕变极限和持久强度? 零件在高温下的失效形式有哪些?
如何防止?

答: 蠕变极限 = 高温长期载荷作用下, 材料对蠕变变形的抵抗能力.

持久强度: 高温长期载荷作用下, 材料对蠕变断裂的抵抗能力.

失效形式 = 蠕变

防止 = 正确选材; 表面处理;

5

,

6

,

第二章 碳钢

1. 何谓过冷度?为什么结晶需要过冷度?它对结晶后晶粒大小有何影响?

解:物质的理论结晶温度 T_0 。实际中总高于其实际开始结晶温度 T_n 。两者之间温度差 $\Delta T = T_0 - T_n$ 为过冷度。

过冷度是一切物质结晶的必要条件。热力学定律指出,自然界的一切自发转变过程,总是从高能易较高状态趋向低能易状态。在平衡结晶温度 T_0 处,液体、固体处于可逆平衡状态。低于 T_0 范围内,固体的自由能低于液体的自由能,其自由能差为结晶驱动力。因此液体的结晶,必须有一个过冷度,以提供结晶驱动力 $\Delta F = F_L - F_{固}$ 。

结晶时过冷度越大,晶核越多,晶粒越细。

2. 何谓晶体、单晶体、多晶体、晶体结构、点阵、晶格、晶胞?

解:晶体是指其原子(离子或分子)在空间呈规则排列的物体。

单晶体是由一个晶粒组成,其晶格位向完全一致,各向异性大。

多晶体是由多个晶粒组成,具有伪各向异性。

晶体结构是晶体中原子(离子或分子)在空间的总体排列。

点阵:晶体中结点在空间的排列方式。

晶格:把点阵中的结点用一系列平行直线连接起来构成空间格子。

晶胞是构成晶格的最基本单元。

4. 何谓同素异构转变?纯铁常压下有哪几种同素异构体,各具何晶体结构?

解:同素异构转变是指同一元素在固态下随温度变化而发生晶体结构的转变。

纯铁的同素异构体有 δ -Fe、 γ -Fe、 α -Fe。

δ -Fe为体心立方晶体结构, γ -Fe为面心立方晶体结构, α -Fe为体心立方晶体

结构。

5. 实际晶体中晶体缺陷有几种类型? 对晶体性能有什么影响?

解: 实际晶体缺陷主要有: 点缺陷、线缺陷、面缺陷。

点缺陷使周围晶格畸变, 屈服强度增加和电阻增加。为原子扩散创造了条件。

线缺陷使晶体局部滑动, 出现位错, 进而影响到晶体的强度。

面缺陷使晶体出现晶界, 显著提高晶体强度。但晶界在高温下易氧化和流动, 在腐蚀介质中易受侵蚀。

6. 固溶体和化合物有什么区别? 固溶体有哪几种类型? Si, N, Cr, Mn, Ni, B, V, Ti, W 与 Fe 和 C 形成何种固溶体和化合物?

解: 固溶体是固体溶液, 是溶质原子溶入溶剂中形成的晶体, 保持着溶剂元素的晶体结构。化合物的晶体结构和性能不同于其组成元素, 具有复杂晶体结构, 熔点高, 硬而脆。

固溶体主要有间隙固溶体和置换固溶体两种。

Mn, Si, Cr, Ni, V, Ti, W 与 Fe 形成置换固溶体。C, N, B 则与 Fe 形成间隙固溶体。Mn, Cr, W 等与 C, Fe 形成合金渗碳体化合物。

A⁺ 3.18

1. 何谓过冷奥氏体? 如何测定钢的奥氏体等温转变图? 奥氏体等温转变有何特点?

答: ① 过冷奥氏体指的是临界温度以下还未发生转变的不稳定奥氏体。

② 测定奥氏体的等温转变图: 将钢分为几组相同的试样(每组有数个样品), 把它们同时加热到 A_1 温度以上某一温度, 得到均匀的奥氏体, 然后分别迅速放入 A_1 温度以下不同温度(如 700°C , 650°C , 600°C ...) 的恒温盐浴中保温, 同时记录时间, 每隔一定时间取出一块试样立即淬入水中。然后测其硬度并在显微镜下观察组织, 找出各个温度下转变开始与终止时间, 建立“温度-时间”坐标系, 将所有开始点与终止点连接起来, 便形成了等温转变图。

③ 特点: 1° 孕育期和转变速度随等温温度而变化
2° 转变类型随等温温度而变化

4. 比较共析碳钢过冷奥氏体连续冷却转变图与等温转变图的异同点。

如何参照奥氏体等温转变图定性地估计连续冷却转变过程及产物?

答: ① 相同点: 都是温度-时间转变曲线; 连续冷却可以看作无数个不同温度下等温时间很短的等温冷却

不同点: CCT图位于TTT图右下方; CCT图多了一条珠光体转变中止线; CCT图(共析钢与过共析钢)无贝氏体转变

② 将连续冷却速度线画在TTT图上, 根据冷却速度线与奥氏体等温转变图相交的位置大致估计在某种冷却度下实际转变所获得的组织。

5. 钢获得马氏体组织的条件是什么? 钢的碳含量如何影响钢获得马氏体的难易程度?

答: ① 当奥氏体过冷至 M_s 点, 便有马氏体出现

② 钢的碳含量越高, TTT图上 M_s 和 M_f 点越低, 越难获得马氏体

6. 钢在被处理成马氏体组织时为什么有残留奥氏体存在? 对钢的性能有何影响?

答: ① 由于马氏体转变时发生体积膨胀, 所以马氏体转变结束时总有少量奥氏体被保留下来。

② 奥氏体软而韧, 残留奥氏体会降低钢的硬度与强度。

7. 生产中常用的退火方法有哪几种? 下列钢件各选用何种退火方法?
退火加热温度各为多少? 并指出退火目的及退火后组织。

(1) 经冷轧后的15钢钢板, 要求保持高硬度

去应力退火 ($\sim 350^{\circ}\text{C}$) 目的: 消除内应力 组织: 拉长变形晶粒 (F+P)

(2) 经冷轧后的15钢钢板, 要求降低硬度

再结晶退火 ($\sim 650^{\circ}\text{C}$) 目的: 消除加工硬化 组织: 无畸变等轴晶 (F+P)

(3) ZG270-500 的铸造齿轮毛坯

均匀化退火 ($\sim 1100^{\circ}\text{C}$) 目的: 消除偏析 组织: 无偏析晶粒组织

(4) 锻造过热的60钢锻坯

完全退火 ($\sim 820^{\circ}\text{C}$) 目的: 细化组织 组织: P+F

(5) 具有片状渗碳体的T12钢坯

球化退火 ($\sim 780^{\circ}\text{C}$) 目的: 将片状渗碳体^变为球状 组织: 球状珠光体 + $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$

8. 指出下列零件的锻造毛坯进行正火的主要目的, 正火加热的⁺ $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ 温度及正火后的显微组织

答: (1) 20钢齿轮

目的: 调整硬度, 以利切削

温度: $\sim 800^{\circ}\text{C}$

显微组织: F+S

(2) 45钢小轴

目的: 作为最终热处理

温度: $\sim 760^{\circ}\text{C}$

显微组织: F+S

(3) T12钢锉刀

目的: 消除网状 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$, 以利球化

温度: $\sim 780^{\circ}\text{C}$

显微组织: S + $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$

10. 如何确定碳钢的淬~~透~~加热温度? 为什么要如此确定?
常用淬火方法有哪几种?

答: ① 对亚共析钢加热到 A_{c3} 以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$; 对共析与过共析钢, 加热到 A_{c1} 以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$

② 要将钢加热到奥氏体单相区, 同时加热温度不能太高, 防止奥氏体晶粒粗大, 导致热处理后组织粗大, 力学性能不好

③ 单液淬火法, 双液淬火法, 分级淬火法, 等温淬火法

12. 回火的目的是什么? 常用回火方法有哪几种? 指出各种回火的加热温度, 回火组织, 性能及应用范围。说明回火马氏体, 回火托氏体, 回火索氏体与马氏体、托氏体、索氏体的组织与性能有何不同。

答: 回火的目的

- 消除内应力, 降低脆性
- 提高塑性, 降低硬度
- 稳定组织与尺寸

方法: 高温回火
中温回火
低温回火

	高温回火	中温回火	低温回火
温度	$250^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$	$350^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$	$150^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$
组织	S回	T回	M回 + A _残
性能	适当强度, 硬度 足够塑性, 韧性	一定韧性 高 σ_s , σ_e	高硬度 高耐磨
应用	重要零件	弹簧	工具, 滚动轴承

13. 对钢表面热处理目的何在? 比较表面淬火、渗碳、渗氮处理在用钢, 处理工艺, 表层组织, 性能, 应用范围等方面的差别

答: 目的: 表硬心韧

表面淬火:	中碳钢	先退火	M回 + A _残	轧辊, 齿轮, 轴等
渗碳:	低碳钢	先正火	高碳M回 + 粒状碳化物 + A _残	齿轮, 活塞等
渗氮:	中碳钢	先正火	$\text{Fe}_2\text{N}(\epsilon) + \text{Fe}_4\text{N}(\gamma')$	机床主轴, 排阀等

14. 选择下列零件热处理方法, 并制订工艺路线

1) 某机床主轴, 要求良好综合力学性能, 轴颈部分耐磨, 用45钢

下料 → 锻造 → 退火 → 粗加工 → 调质 → 机加工 →
轴颈处感应加热表面淬火 → 低温回火 → 精磨 → 成品

2) 某机床变速箱齿轮, 要求齿面耐磨, 用45钢, 心部强韧性要求不高

下料 → 锻造 → 退火 → 粗加工 → 淬火 → 低温回火
→ 精磨 → 成品

(3) 镗床镗杆，在重载荷下工作，精度要求高，并在滑动轴承中运转，要求镗杆表面具有极高硬度，心部极大综合力学性能，38CrMo_A

下料 → 锻造 ^{退火} → 粗加工 → 调质 → 精加工 → 淬火 → 低温回火
→ 精磨 → 成品

(4) 形状简单的车刀，要求耐磨，用T10钢

下料 → 锻造 → ~~粗加工~~ ^{球化退火} → 粗加工 → 淬火 → 高温回火
→ 粗磨 → 成品

第四章 合金钢

1. 合金元素在钢中的作用

1) 改善钢的热处理工艺性

① 细化奥氏体晶粒 (形成细微质点, 阻碍晶界运动) .

Zr Al Ti Nb V (告诉你 Nb --- 烦) 除 Mn 以外 .

② 提高淬透性, 除 Co, 除 Co, Al 都会使 M_s , M_f 下降, $A' \uparrow$

③ 提高回火抗力: 高温下形成特殊碳化物, 强化. Cr, W, Mo, V .

④ 防止第二类回火脆性 — W, Mo

2) 提高钢的力学性能. (强度)

① 产生固溶强化 Cr Ni Mn, Si

② 第二相强化 Mn, Cr, Mo, W, V .

③ 析晶强化 Zr Al Ti Nb V .

3) 使钢具有特殊性能.

① 扩大奥氏体区 Ni N Mn Cu

② 缩小奥氏体区 Ti V Al Cr Si W Mo

③ 形成致密氧化膜和金属间化合物 Si Cr Al Ni W, Mo Ti

2. 合金钢

- 合金结构钢: 低合金高强度钢 Q345; 合金渗碳钢 20CrMnTi; 合金调质钢 40Cr
- 合金弹簧钢 60Si2Mn; 滚动轴承钢 GCr15.
- 合金工具钢: 刃具钢 { 高碳低合金刃具钢: 9SiCr 模具钢 { 热模具钢: 5CrNiMo
- (3) 高碳高合金刃具钢 (高速钢) W18Cr4V { 冷模具钢: Cr12MoV
- 特殊性能钢 { 不锈钢: 马氏体不锈钢 1Cr13, 铁素体不锈钢 1Cr17
- (4) 奥氏体不锈钢 1Cr18Ni9Ti { 量具钢
- 耐热钢: 马氏体型耐热钢: 4Cr9Si2, 1Cr12WMoV
- 铁素体 ~ : 1Cr18Si2
- 奥氏体 ~ : 1Cr18Ni12Ti
- 耐热钢 2CrMn13
- 耐低温钢

1) Q345

低碳低合金, 高强度, 耐大气腐蚀, 较好的塑、韧性.
桥梁、高压容器 Mn 强化 F Ti V Nb Ti V, Nb 细化晶粒

2) 20CrMnTi

低碳 (表硬心韧), 耐磨, 抗冲击.

Cr Ni Mn B. — 淬透性. Mo W Ti V — 细化奥氏体晶粒 (你不要太烦)
强化.

热处理: 渗碳, 淬火 + 低温回火 → 表硬.

组织 { 表层: 高碳 M_回 + A' + 粒状碳化物 (淬火 + 低温回火组织)
心部: F + 低碳 M_回

20CrMnTi 做 汽车变速齿轮.

下料 → 锻造 → 正火 → 机加 Z → 渗碳 → 淬火 → 低温回火 → 精磨 → 喷丸 → 成

3) 40Cr. 中碳

齿轮, 轴, 曲轴, 连杆.

良好的综合力学性能.

Cr Ni Mn Si B. — 淬透性, Mo — 防第一类回火脆性, V — 细化晶粒

热处理: 淬火 + 高温回火 组织: S_回.

40Cr 做 连杆螺栓:

下料 → 锻造 → 退火 → 机加 Z → 调质 → 精磨 → 成品

40Cr 做 内燃机曲轴:

下料 → 锻造 → 退火 → 机加 Z → 调质 → 半精磨 → ^{轴颈处} 感应淬火 + 低温回火 → 精磨 → 成品.

4) GCr15.

高碳.

Cr — 提高淬透性, 形成合金渗碳体, 以提高接触疲劳强度和耐磨性

热处理: 球化退火, 淬火 + 低温回火.

5) W18Cr4V.

高碳、高合金.

Cr — 提高淬透性, 提高回火抗力 W, Mo — 提高回火抗力, 红硬性

V — 细化组织, 提高红硬性

热处理: 球化退火, 淬火 + 高温回火

组织: M₄ + 颗粒状碳化物

3. 下列零件和构件要材料具有哪些主要性能? 应选用何种材料 (写出牌号)? 应进行何种热处理? 并制订零件和构件的工艺路线.

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

① 大桥 — 高强度, 较好的塑, 韧性, 耐大气腐蚀 Q345 热轧、空冷

② 汽车齿轮 — 齿根受较大的交变弯曲应力, 齿面受大的压应力和磨损, 还受冲击载荷, 所以有高的弯曲疲劳强度, 足够高的齿心强度和韧性, 齿面耐磨, 高硬度.

20CrMnTi

下料 → 锻造 → 正火 → 机加Z → 渗碳 → 淬火 + 低温回火 → 喷丸 → 精磨 → OK.

④ 汽车板簧 — 高的 σ_e 、 σ_s , 抗疲劳强度, 足够的塑, 韧性. 60Si2Mn.

下料 → 加热压弯成形 → 淬火 + 中温回火 → 喷丸 → 成品

⑤ 连杆螺栓 — 良好的综合力学性能. 40Cr. 调质.

下料 → 锻造 → 退火 → 机加Z → 调质 → 精磨 → 成品.

⑥ 拖拉机履带板. — 抗冲击磨损. 2G Mn13, 水韧处理

⑦ 汽轮机叶片 — 高的室温强度、塑性和韧性及高温强度, 防止蠕变变形和疲劳断裂; 高的化学稳定性; 导热性好, 抗疲劳断裂. ; 耐磨性好;

减振性好. 1Cr16Ni9Ti

下料 → 模锻 → 退火 → 机械加Z → 调质 → 热整形 → 去应力退火 → 机械加Z叶片榫 → 锻硬带 → 抛光 → 磁粉探伤 → 成品

⑥硫酸、硝酸容器 — 耐蚀，聚四氟乙烯 / 奥氏体不锈钢。1Cr18Ni9Ti 固溶处理

④锅炉 — 高强度、耐高温。Q460。

⑩加热炉底板 — 良好的^抗高温氧化性 1Cr18Si2 正火

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

第五章 铸铁

一、名词解释

1. 铸铁：碳含量大于2.11% (一般为2.5%~5.0%) 并含有Si、Mn、S、P等元素的多元素铁基金属。
2. 石墨化：铸铁中石墨形成的过程称为石墨化。

二、简答。

1. 何谓石墨化？铸铁石墨化分为哪三个阶段？对铸铁组织有何影响？

答：1) 铸铁组织中所析出石墨原子形成石墨的过程称为石墨化。

2) 铸铁石墨化的三个阶段：

第一阶段，液态石墨化阶段，是从共晶熔液中直接结晶出一次石墨(GI)和在1154℃时通过共析转变而形成的共晶石墨，即 $L_c \rightarrow \gamma_c + G$ 共晶；

第二阶段，中间石墨化阶段，是在1154~738℃的冷却过程中，自奥氏体中析出二次石墨GII；

第三阶段，低温石墨化阶段，是在738℃通过共析转变形成共析石墨，即 $\gamma_s \rightarrow \alpha_p + G$ 共析。

3) 三阶段石墨化程度对组织的影响。

由于高温下原子扩散能力强，所以第一阶段和第二阶段的不石墨化比较容易进行，而第三阶段的不石墨化温度较低，扩散条件差，有可能部分或全部不能形成石墨。因此，当第三阶段充分进行时，得到 F+G；部分进行时，得到的组织为 F+P+G；不进行时，得到 P+G。

2. 简述影响石墨化的因素.

答: 铸铁石墨化的程度主要受铸铁的化学成分和凝固时的冷却速度的影响。

1) 化学成分的影响: C和Si是促进石墨化的元素, 它们的含量愈高, 石墨化过程愈易进行. 此外, P、Al、Cu、Ni、Co等元素也会促进石墨化, 而S、Mn、Cr、W、Mo、V等元素则阻碍石墨化。

2) 冷却速度的影响: 冷却速度愈慢, 愈有利于石墨化过程的进行。

3. 论述石墨形态对铸铁性能的影响.

答: 根据铸铁中石墨的形态, 铸铁可分为:

(1) 灰铸铁, 其中石墨以片状存在. 由于石墨的强度与塑性几乎为零, 因而灰铸铁的抗拉强度和塑性远比钢低, 且石墨的含量愈大, 石墨片的尺寸越大, 越尖, 分布愈不均匀, 铸铁的抗拉强度和塑性则越低。

(2) 可锻球墨铸铁, 其中石墨呈球状. 由于石墨呈球状, 对基体的割裂作用小, 应力集中也小, 使基体的强度得以充分发挥. 因此球墨铸铁即有良好铸造性能, 耐磨性, 可切削加工性及低的缺口敏感性, 又具有与中碳钢相媲美的抗拉强度, 弯曲疲劳强度及良好的塑性与韧性。

(3) 可锻铸铁, 其中石墨呈团絮状, 对基体的割裂作用小, 故其强度、塑性及韧性均比灰铸铁高. 尤其是球珠状的可锻铸铁可比铸钢媲美, 但不可锻造。

(4) 蠕墨铸铁, 其中石墨呈蠕虫状, 对基体的割裂作用小, 应力集中也较小, 故其抗拉强度、塑性、疲劳强度均优于灰铸铁, 而接近于铁素体基体的球墨铸铁。

4. 灰铸铁中有哪几种基本相? 可以组成哪几种组织形态?

答: 基本相有: α 、 Fe_3C 、 G .

组织形态: $F+G$ 片、 $F+P+G$ 片、 $P+G$ 片.

5. 可锻铸铁是如何获得的? 所谓黑心、白心可锻铸铁的含义是什么? 可锻铸铁可以锻造吗?

答: 1) 可锻铸铁是将亚共析成分的白口铸铁进行石墨化退火, 使其中的 Fe_3C 在固态下分解为团絮状的石墨而获得.

2) 白口铸铁在固态下, 经长时间的石墨化退火, 得到铁素体 + 团絮状石墨组织, 因其断口内部有大量石墨而呈灰黑色, 表层因退火脱碳呈灰色, 故称黑心可锻铸铁:

若退火过程中组织为珠光体 + 团絮状石墨, 氧化性介质中退火, 使表层得到铁素体组织, 心部仍为 $P+G$ 团絮, 其断口中心白亮, 表面灰暗, 故称白心可锻铸铁.

3) 可锻铸铁不可锻造.

6. 简述铸铁的使用性能和各类铸铁的应用.

类型	使用性能	应用
灰铸铁	强度较低, 韧性较差	承压件, 如床身、机架、箱体、齿轮壳等.
球墨铸铁	强度高, 韧性好, 可代替钢	可代替钢, 制作曲轴、轧辊等.
可锻铸铁	韧性较好, 但不可锻造	薄壁零件, 如轮毂、减速器壳等.
蠕墨铸铁	优于灰铸铁	热循环载荷下工作的零件, 如钢锭模、气缸盖、排气管、制动件.

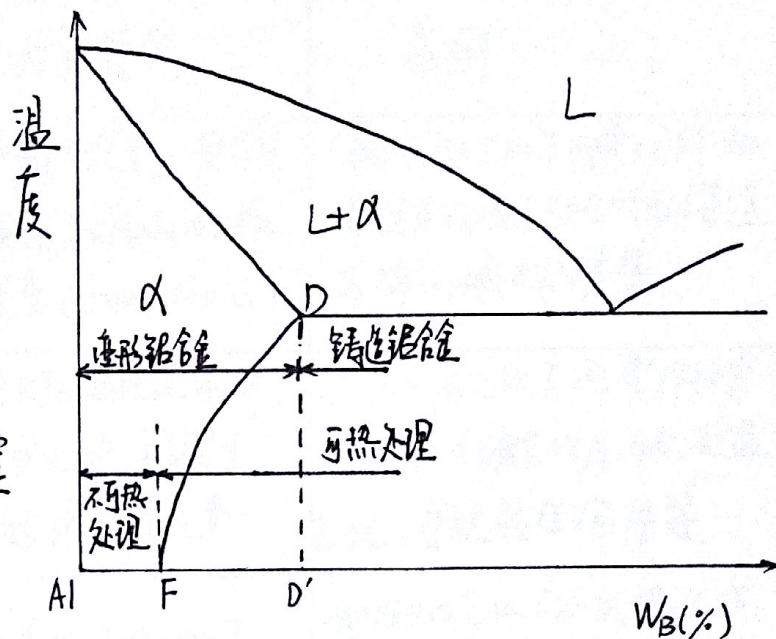
第八章 有色金属及其合金.

简答题:

1. 铝合金是如何分类的?

答: 不同是铝合金相图的一般形式.

根据铝合金的成分和工艺特点, 可将铝合金分为变形铝合金和铸造铝合金两大类.



成分在D'点以左的合金, 加热到DF线以上可得到单相 α 固溶体, 塑性较好, 适于压力加工, 称为变形铝合金。成分在D'点以右的合金, 由于凝固同时发生共晶反应出现共晶时, 合金塑性较差, 不宜压力加工, 但熔点低、流动性好, 适宜铸造, 称为铸造铝合金。

在变形铝合金中, F点以左成分的合金, α 固溶体随温度变化成分不变, 不能用热处理方法强化, 称为不可热处理的铝合金; 成分在F~D'之间的铝合金, α 固溶体成分随温度变化, 可热处理强化, 称为可热处理的铝合金。

2. 各类铝合金可通过哪些方法进行强化?

类型	强化方法
不可热处理的铝合金	冷变形 (加工硬化)
可热处理的铝合金	热处理 (时效强化)
铸造铝合金	变质处理 (细晶强化)

3. 钛合金分为几类？钛合金的性能特点与应用是什么？

类型	典型牌号	组织	性能特点	应用
α -Ti (TA)	TA4, TA5	室温下, 单相 α 固溶体.	为固溶强化, 不可时效强化, 较高的室温强度 (500~600 MPa)	制作 500°C 以下的零件, 如航空发动机压气机叶片和管道, 导弹的燃料罐等.
β -Ti (TB)	TB2	淬火后为平衡态的单相 β 固溶体.	淬火后塑性优异, 冷成型性好, 固溶 + 时效强化后, 强度 ↑	制作 350°C 以下的零件和紧固件, 如压气机叶片, 轴, 轮盘, 飞机, 宇航器结构件等.
(α + β) 型 Ti (TC)	TC4	室温为 α + β	兼具 α -Ti 和 β -Ti 的优点.	制作 400°C 以下和低温工作的零件, 如火箭发动机外壳, 火箭和导弹的液氢燃料箱部件.

4. 轴承合金对性能和组织的要求有哪些？

性能要求: 1) 在工作温度下具有足够的力学性能, 特别是抗压强度、疲劳强度和冲击韧性;

2) 要求良好的减摩性、耐磨性、抗咬合性、蓄油性;

3) 热膨胀系数小, 导热性好, 耐腐蚀.

组织要求: 为满足上述性能要求, 必须制成软硬不同的多相合金.

1) 软基体 + 硬质点. 这类软基体易磨损而凹陷, 且需再调滑油, 形成油膜, 而硬质点抗磨则相对凸起以支撑轴颈.

2) 硬基体 + 软质点. 同样也可形成较理想的摩擦条件.

5. 轴承合金的类型、特点, 及应用.

类型	特点	应用
锡基	软基体 + 硬质点	汽轮机, 高速内燃机, 涡轮压缩机
铅基	软基体 + 硬质点	汽车, 拖拉机
铜基	软基体 + 硬质点 (锡青铜)	电机, 机床, 泵
	硬基体 + 软质点 (铝青铜)	航空发动机, 高速柴油机

第七章. 高分子材料.

1. 简述高分子链的结构特点, 它们对高聚物性能有何影响?

答: ① 线型分子链。若链节以共价键连接成线型长链分子, 其直径为几埃, 长度可达几千甚至几万埃。通常呈卷曲状/成团状。

② 支化型分子链。主链两侧以共价键连接着相当数量的长短不一的支链, 形状有树枝形、梳形等, 由于支链影响结晶度和性能。

③ 体型分子链。在线型/支化型分子链之间, 沿横向通过链节以共价键连接起来, 产生交联形成三维网状大分子, 使聚合物的物理力学性能发生显著变化。

⇒ 线型和支化型分子链构成的聚合物称为线型聚合物, 一般具有高弹性和热塑性;

体型分子链构成的聚合物称为体型聚合物, 一般具有较高的硬度和热稳定性。交联使聚合物产生硬化, 丧失弹性、变硬、变脆。

2. 何谓结晶度? 它受哪些因素影响? 对高聚物性能有何影响?

答: 结晶度 = 高聚物中结晶区域所占的百分数。

影响: ① 晶态高聚物由于结晶使大分子链规则而紧密, 分子间引力大, 分子链运动困难, 故其熔点、密度、强度、刚度、耐热性和抗溶性好。

② 非晶态高聚物, 由于分子链无规则排列, 分子链活动能力大, 故其弹性、伸长率、韧性等性能较好。

③ 部分晶态高聚物性能介于上述二者之间, 且随结晶度↑, 熔点、密度、刚度、耐热性和抗溶性↑, 而弹性、伸长率和韧性↓。

3. 塑料和橡胶的本质区别。

室温下呈 玻璃态 的 高弹态 的高分子化合物。

4. 简述高分子材料的力学性能、物理性能和化学性能特点。

答：①力学性能：低强度和较高比强度；高弹性模量和低弹性模量；高弹性；高耐磨性

②物理、化学性能：高绝缘性；低耐热性；低导热性；高热膨胀性；高化学稳定性；

5. 高聚物的聚合方式有几种？各有何特点。

答：①加聚反应：单体经多次相互加成生成高分子化合物的化学反应。

特点：一旦开始，就迅速连续进行，不~~有~~中间阶段，直到最后产品；
链节与单体化学结构相同；
无低分子物质产生。

②缩聚反应：由含有两种或两种以上官能团的单体互相缩合聚合生成高聚物的反应。

特点：形成高聚物同时，有低分子物质产生；
所得高聚物具有和单体不同的组成；
缩聚可在中间阶段停留得到中间产品。

6. 高聚物的老化途径有哪些？何谓老化？如何防止老化？

答：1) 老化途径：

①物理方法：加入填料来改变高聚物的物理、力学性能。

②化学方法：通过共聚、共缩聚、共混、复合等方法获得新物。

2) 老化：高分子材料在长期储存和使用过程中，由于受氧、光、热、机械力和微生物长期作用下，性能逐渐恶化，物理、力学性能下降，直到丧失使用价值的现象。

3) 措施：①对高分子化合物进行结构改性，提高稳定性。“共聚法”

②添加防老化剂，抑制老化过程。

③表面处理，在分子表面镀金属（如Ag、Cu、Ni）和喷涂耐老化涂料（漆、石蜡）作为保护层、隔绝空气、水、光等。

7. 试述常用工程塑料种类、特点及应用

答: ① 聚碳酸酯: 优异冲击韧度和尺寸稳定性、较好耐低温性、良好绝缘性和加工成型性。透明, 具有高透光率, 但化学稳定性差。

应用: 机械零件; 防弹玻璃。

② 聚酰胺: 尼龙, 较高强度和韧性。低摩擦因数, 有自润滑性, 但吸水率大。

应用: 耐磨零件。

③ 聚甲醛: 高密度、高结晶性、耐磨、耐水、油、腐蚀。

应用: 不允许使用润滑油的齿轮、轴承等。

④ 聚砜: 耐热性好, σ 高, E 高。

应用: 高 σ 、耐热、抗蠕变的结构零件。

⑤ ABS: ~~高硬度和高~~ “质坚、性韧、刚性好”

应用: 收音机、电视机外壳。

⑥ 聚甲基丙烯酸甲酯 (有机玻璃): 比密度小, 高度透明, 高 σ 和韧性。

应用: 具有一定透明度和 σ 要求的零件。

⑦ 聚四氟乙烯: 极优越化学稳定性、热稳定性、良好电性能 “塑料王”

应用: 减摩密封零件, 耐腐蚀零件。

⑧ 环氧树脂: 比强度高, 耐热性、耐蚀性、绝缘性 \uparrow 。但固化剂有毒。

应用: 塑料模具。

8. 试述常用合成橡胶种类、特点、应用

答: ① 丁苯橡胶: 强度较低, 成型性差, 但 cheap

应用: 轮胎、胶鞋。

② 顺丁橡胶: 弹性好, 耐磨性比天然 rubber。

应用: 轮胎。

③ 氯丁橡胶: 耐油、耐溶剂、耐老化、耐候。

应用: 地下矿井输送带。

④ 乙丙橡胶: 抗 O_3 。

应用: 轮胎、高压电缆包皮。

9. 试述常用合成纤维种类、特性及用途

答: ① 涤纶: σ ↑, 弹性 ↑, E ↑, 抗冲击 ↑, 耐磨.

应用: 纺织材料, 人造血管

② 锦纶: 弹性 ↑, 耐磨, 耐腐, 耐碱

应用: 弹力丝袜, 轮胎帘子线, 渔网

③ 腈纶: 质轻, 柔软, 保暖.

应用: 毛毯, 羽绒.

④ 丙纶: 吸湿性好

应用: 背包, 床单, 帆布

⑤ 丙纶: 更轻, σ ↑, 弹性 ↑

应用: 蚊帐.

⑥ 氯纶: 弹性 ↑, 耐磨性 ↑, 保暖性 ↑, 不易燃

应用: 消防防火衣.

10. 常用胶粘剂及选用 $P_{13} - P_{14} - P_{15}$.

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

第八章 陶瓷材料

1. 三大固体材料：金属、高分子、陶瓷

2. 主要成分：硅酸盐

3. 陶瓷增韧的方法：

- ① 晶须或纤维增韧 ② 异相弥散强化增韧 ③ 氧化锆相变增韧
④ 复合增韧 ⑤ 显微结构增韧 ⑥ 表面强化和增韧

4. 硬质合金的分类、编号及应用

- 1) 分类：(钨钴类硬质合金 $YG X X \rightarrow \begin{cases} C - \text{粗粒} & YG8C \\ X - \text{细粒} \\ A - \text{少} TaC & YG6A \end{cases}$)
- ② 钨钨钴类 \sim : $YT X$ (力学性能好)
- ③ 通用硬质合金 : $YW X$

2) 应用：切削刀具 (脆、韧材料)、冷作模具、量具、耐磨零件。

习题：

1. 陶瓷各相对其性能有何影响？

晶相：陶瓷主要组成相，对其性能起决定性作用。晶相一般由其价键和离子键合成，常是两种键的混合键。因此决定陶瓷具有高熔点、高耐热性、高化学稳定性、高绝缘性、高脆性。(键合键决定其基本性能特点)

玻璃相：是一种非晶态固体，其作用是分散晶相颗粒，降低烧结温度，抑制晶相的晶粒长大和填充气孔，但玻璃相熔点低、热稳定性差，在较低温度下开始软化，导致陶瓷在高温下畸变。

气相：即气孔。使陶瓷强度降低，介电损耗增大，击穿强度下降，绝缘性下降。使陶瓷密度减小，吸收振动。

2. 工程结构陶瓷的种类、性能特点及应用

- 1) 分类
- 普通陶瓷
 - 特种 \sim
 - 氧化铝陶瓷 (刚玉、刚玉)
 - 氮化硅陶瓷 Si_3N_4
 - 碳化硅 \sim SiC
 - 氮化硼 \sim BN (白石墨)

性能特点及应用

普通陶瓷：硬、耐腐蚀性好、不导电、耐高温，加工成本性低

缺：含玻璃相多，强度低，且耐高温和绝缘性不及其他陶瓷。

应用：日用，耐酸、碱容器，绝缘的陶瓷绝缘子。

Al_2O_3 ：强度高，硬度高，耐磨，良好的高温性能，耐蚀，绝缘，高脆性，低抗热震性

应用：内燃机火花塞的绝缘体，钳钎，刀具，活塞，密封环。

Si_3N_4 ：高硬，小摩擦系数，高蠕变抗力，绝缘，高抗热震性。

用途：气轮机叶片，高温轴承，密封环。

SiC ：高温强度高，导热性好，高热稳定性，绝缘，耐蚀

用途：气轮机叶片，火箭尾喷管的喷嘴，高温轴承

3、硬质合金中碳化物、钴对硬质合金性能的影响？

硬质合金中，碳化物含量越多，钴含量越少，则硬质合金的硬度、热硬性及耐磨性越高，但强度及韧性越低。当钴含量相同时，钨钴类合金含有碳化钨，故硬度、耐磨性越好。

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ：2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

第九章 复合材料

1. 何谓复合材料？都有哪些类型？

答：复合材料是指由两种或两种以上不同性质的材料，通过不同的工艺方法人工合成的多相材料

按基体性质 { 金属基复合材料
非金属基 ---

按增强相形态 { 颗粒增强 ---
纤维增强 ---
叠层 ---

2. 复合材料的性能有什么特点？

答：① 比强度 比模量高

② 抗疲劳和破断安全性好

③ 高温性能优良

④ 减振性能好

3. 常用的增强纤维有哪些？比较它们的性能特点。

答：① 玻璃纤维：抗拉强度高，弹性模量高，耐热，耐蚀，不吸水，不燃烧，尺寸稳定，隔热，吸声绝缘，制取方便，便宜

② 碳纤维：密度低，高低温性能好，弹性模量高，化学稳定性高，热膨胀系数小，导电，自润滑，脆性大，易氧化

③ 硼纤维：高熔点，高强度，高弹性模量，耐蚀抗氧化，比重大，贵

④ 芳纶纤维 (Kevlar)：比强 比模量高，韧性高，耐热，抗疲劳，耐蚀，绝缘，便宜

⑤ 碳化硅纤维：优良的高温强度，高熔点，高模量

4. 简述纤维增强机制以及纤维增强条件。

增强机制。

- ① 纤维比块状材料有更高的强度和韧性
 - ② 纤维受基体保护, 不易损伤, 受载时不易产生裂纹
 - ③ 纤维断裂时, 基体阻止裂纹扩展并改变扩展方向
 - ④ 纤维与基体间适当的界面结合强度, 使纤维断裂从基体中难以拔出
- ##### 纤维增强的条件

- ① 纤维的强度和弹性模量远高于基体
- ② 纤维与基体间有一定的界面结合强度
- ③ 纤维排列方向与构件受力方向一致
- ④ 纤维与基体热膨胀系数匹配
- ⑤ 纤维与基体不发生降低结合强度的反应
- ⑥ 纤维的体积分数、长度、直径、长径比满足一定要求。高、长、细较好。

5. 比较玻璃钢、碳纤维增强塑料、碳化硅纤维增强塑料、硼——

kevlar纤维——的性能特点, 并举例说明它们的用途。

- ① 热塑性玻璃钢: 高强度冲击韧性, 良好的低温性能, 低热膨胀系数
- ② 热固性玻璃钢: 高强、低密度、耐蚀绝缘。——→ 无机绝缘耐蚀零件。舰艇
- ③ 碳纤维增强塑料: 高强、低密度、高E、耐蚀。—— 飞机机身、轴承、齿轮
- ④ 硼纤维增强塑料: 高比强比模、耐热。飞机机身、机翼 (刚度高)
- ⑤ 碳化硅_{纤维}增强塑料: 高比强比模。飞机门、机翼
- ⑥ Kevlar纤维增强塑料: 抗拉、延性好、耐冲击、疲劳、减振。飞机机身、快艇

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

6. 与纤维增强塑料相比,纤维增强金属在性能上有什么特点? 用途?

答:与纤维增强塑料相比,纤维增强金属:横向力学性能好,层间抗剪强度高,冲击韧性好,高温强度高,耐热,耐磨,导电,导热好,不吸潮,尺寸稳定,不老化,给航天技术的发展带来重大变革。

7. 弥散强化铝合金复合材料的强化机制是什么? 其性能与时效强化铝合金有何不同,原因何在? 有何用途?

答:弥散强化合金将一种少量的颗粒尺寸极细的增强微粒高度弥散均匀分布基体金属中。增强微粒的尺寸及粒子间距都很小,对位错阻力更大,因而强化更显著。

弥散强化铝合金更耐高温。因为时效强化的铝合金其弥散相是在沉淀过程中产生的,温度高于沉淀过程的温度时沉淀相会粗化甚至重新溶解,而弥散强化铝合金在固相线以下均稳定。

作为飞机结构件,机翼机身,发动机压气机叶轮,高温活塞,核燃料元件包套材料。

8. 举例说明纤维增强材料橡胶在机械工程中的应用
轮胎,传动带,橡胶管,橡胶布——

9. 为何纤维与陶瓷复合可以提高韧性和强度? 陶瓷基复合材料的应用有哪些?

资料由研友提供,材料人考研整理

材料人网www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

第十章 功能材料

1. 何谓功能材料? 举例说明...重要性。

功能材料是以特殊的力热电磁光声化学及生物学等性能为主要性能指标的材料

比如硅, 隐身材料, 储能材料

2. 说明导体、半导体、绝缘体导电特性与能带结构关系。常用半导体有哪些?

导体:

半导体:

绝缘体:

常用半导体:

① 元素半导体 Si Ge Se

② 化合物半导体 GaAs

③ 固溶体半导体 B-Sb

3. 超导体的基本特征和超导材料的种类、应用。

基本特征: 零电阻 抗磁性 约瑟夫森效应

种类: 化学元素超导体, 合金超导体, 金属间化合物超导体

陶瓷超导体 高分子超导体。

应用: 电力输送与T储存, 磁流体发电 磁悬浮列车 超导计算机

4. 常用强接点和弱接点材料有哪些? 这两类材料性能与应用有何差异?

答: 强接点: 空气开关接点材料 真空开关接点材料。坚硬致密, 抗电弧熔焊性好

弱接点: 贵金属合金。 极好导电性, 化学稳定性, 抗电火花烧损, 耐磨。

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

5. 何谓软磁材料、硬磁材料、磁致伸缩材料？种类用途？

答：△软磁材料在外磁场作用下很容易磁化，去掉外磁场又很容易去磁

最常用的有：电工纯铁、硅钢片、Fe-Al合金、铁氧体软磁材料

用作：变压器铁芯 磁性天线

△硬磁材料在外磁场作用下不容易磁化，去掉外磁场又不容易去磁

常用的有：铝镍钴系、铁氧体永磁、稀土系永磁

用作：永磁体、油田除蜡器

6. 材料热膨胀的本质是什么？影响热膨胀系数的主要因素是什么？

热膨胀材料的主要类型及应用？

答：热膨胀本质是原子间的平均距离随温度的升高而增大，即是由原子的非简谐振动引起的。

影响热膨胀系数的主要因素是原子间结合键的强弱。

类型：
低膨胀材料（因瓦合金）：精密仪器 标准量具
定膨胀材料（百伐合金）：与陶瓷、陶瓷材料相对接
热双金属材料：测量和控制仪表的传感元件

7. 合金与聚合物的形状记忆原理有何不同？常用形状记忆合金有哪些？举例说明形状记忆合金的应用

答：形状记忆合金中形成热弹性马氏体，随温度的降低而长大，随温度的升高而弹性缩小。热弹性马氏体逆相变时能够完全地恢复到和~~变种前~~相变前形状一样的母相状态。

— 聚合物有两种相结构：固定相和可逆相。高于 T_g 初次成型 冷却至 T_g ，固定相确定初始形状，然后在高于 T_g 低于 T_f 温度仅可逆相软化施加外力冷却至 T_g 以下，制品形状改变，但固定相处于高应力状态加热到 T_g 以上，恢复初始形状。

常用形状记忆合金. Ti-Ni系. Cu系 Fe系.

应用: 管接头. 紧固件. 生物体内移植材料. 天线

8. 简述热电偶测温原理. 不同测温范围所用热电偶有何不同

答: 原理 同一导线中, 当存在温度梯度时, 高温端端的自由电子会向低温端移动, 同时产生相应电动势, 称汤姆逊电动势。

两种导线构成的回路中, 由于两种材料中自由电子密度不同, 在接触面上会发生电子扩散, 达到平衡时, 形成接触电动势: 珀尔帖电动势

铜-康铜 $-200 \sim 400^{\circ}\text{C}$

镍铬-镍铝 1300°C 以下

铂铑-铂 1350°C 以下 短期达 1600°C

钨钼 2500°C 以下.

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 www.cailiaoren.com 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网

1. 简述力学性能指标在选材中的意义

答：刚度与弹性指标是设计弹性零(构件)应考虑的基本性能。
硬度是工业生产上控制与检查零件质量最常用的检验方法。
强度指标可以弥补硬度作为检查标准的不足之处。
塑性指标是材料产生塑性变形使应力重新分布而减少应力集中的能力的度量。
冲击韧性指标是判断材料脆断抗力的重要性能指标。

2. 简述断裂韧性在选材中的意义。

答：一些高强度钢制造的构件和中低强度钢制造的大锻件，由于材料在制备和冷、热、加工过程中不可避免地会产生一些缺陷和裂纹，严重时将导致发生低应力脆断。如果根据断裂韧性选材，则既可保证发挥材料强度的最大潜力，又可以避免低应力脆断。

3. 设计人员怎样才能做到对材料强度、塑性、韧性做出合理要求？

答：首先是以材料的强度指标 σ_s ， σ_b 或 σ_{-1} 为依据进行强度计算，然后考虑零件在油孔、键槽、尖角等处有应力集中和工作时会遇到难以预料的过载或偶然的冲击等情况，再凭经验对材料的塑性、韧性提出一定要求。

4. 设计人员在选材时应考虑哪些原则？如何才能做到合理选材？

答：使用性能
工艺性能
经济性
具体方法：分析零件服役条件 \rightarrow 确定失效方式(进行失效分析)
 \rightarrow 提出性能要求 \rightarrow 合理选材

5. 今有一个储存液化气的压力容器，工作温度 -196°C ，试回答问题并说明理由

(1) 低温压力容器要求材料有哪些力学性能？
要求具有良好冷弯和焊接性能；良好的塑性和韧性；高的低温韧性和低的韧脆转变温度

(2) 选用哪种材料合适？

奥氏体不锈钢，因为奥氏体钢[不锈]服役温度可达 -269°C ，其余材料没有能达到 -196°C 的服役条件