

Engineering material homework 5

于若涛

2001190137

工程科学创培 201

表 1-符号说明

T	温度
α	氧化铝
θ	化合物 $CuAl_2$
A_{c1}	共析钢或过共析钢完全转变为奥氏体的最低温度

6-3: (1) 热处理工艺: 固溶 (淬火) + 时效处理;

组织: T 高于固溶线时, 为均匀的单相 α 固溶体组织; 冷却后, 为过饱和的 α 固溶体组织, 溶剂为 θ ;

性能特点: 孕育期内具有良好塑性、时效强化后具有较高的抗拉强度;

(2) 淬火过程: 不同淬火介质对淬火效果有不同的影响, 且淬火具有较多的限制条件;

时效处理过程: 回火重新加热至不低于 A_{c1} 的温度进行保温, 再冷却至室温;

回火所需周期较短;

6-14: 性能要求: (1) 在工作温度下具有足够力学性能 (抗压强度、疲劳强度、冲击韧性);

(2) 要求摩擦因数小、减摩性好、良好的磨合性与抗咬合能力;

(3) 具有小的膨胀系数和良好的导热性、耐蚀性, 以保证轴承不因温度升高而软化或熔化, 耐润滑油腐蚀;

组织要求: (1) 在较软的基体上均匀分布一定数量和大小的硬质点, 当轴运转时, 轴瓦的软基体易于磨损而凹陷, 可储存润滑油, 形成油膜; 硬质点抗磨相对凸起以支撑轴颈, 减小轴颈与轴瓦的接触面积, 保证良好的润滑条件, 减少摩擦系数, 减小磨损;

(2) 在较硬的基体上分布软质点, 同样可构成较理想的摩擦条件;

7-3: 塑料是以合成树脂为主要成分的有机高分子材料, 发生形变时塑性变形;

橡胶是高弹性的有机高分子材料, 发生形变时弹性变形;

7-4: 力学性能: 低强度: 抗拉强度平均为 $100MPa$;

高比强度: 因密度较小, 减小低强度的影响, 比强度较大;

高弹性: 弹性变形率为 $100\% \sim 1000\%$;

低弹性模量: 弹性模量约为 $1MPa$;

粘弹性: 高聚物在外力作用下, 同时发生高弹性变形和粘性流动;

高耐磨性: 高聚物硬度较低, 但耐磨性普遍较高;

可加工性: 加温加压下可塑成型性能极为优良;

物理性能: 高绝缘性: 粒子以共价键结合, 无法电离, 无杂质时导电能力低、介电常数小、介电损耗低、耐电弧性好;

低耐热性: 在受热过程中, 易发生链段运动与整个分子链移动, 导致材料软化或融化;

低导热性: 内部无自由电子, 分子链相互缠绕, 受热时不易运动, 导热性约为金属的 $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{1k}$;

高热膨胀性: 受热时, 分子链间缠绕程度降低, 分子间结合力减小, 产生明显的尺寸、体积增大;

化学性能: 高化学稳定性: 高分子化合物均以共价键结合, 不易电离, 无自由电子; 又因分子链相互缠绕, 许多

分子链的基团被包裹在内部；

8-1: 陶瓷: 天然或合成化合物经成型、高温烧结制成的一类无机非金属材料；

晶相: 为主要组成相, 晶粒的细度越大, 强度越高；

主晶相决定陶瓷材料的物理、化学、力学性能；

玻璃相: 将分散的晶相粘结在一起, 降低烧结温度, 抑制晶相的晶粒长大, 并填充气孔；

由于其熔点低、热稳定性差, 高温下易使陶瓷发生蠕变, 且其中的金属离子降低陶瓷绝缘性；

气相: 降低陶瓷强度, 增大介电损耗, 降低电击穿强度, 降低陶瓷绝缘性；

减小陶瓷密度, 能够吸收振动；

8-3: 力学性能: 较高硬度: 陶瓷硬度大多在1500HV以上；

强度: 由于缺陷影响, 抗拉强度低, 实际强度远低于理论强度, 抗拉强度较高；

弹性: 高弹性模量, 高脆性, 拉伸时几乎无塑性变形；

韧性: 冲击韧度、断裂韧度均较低；

物理性能: 熔点高: 多在2k以上；

热膨胀系数小, 热导率低；

电阻率较高, 部分有半导体性质；

部分陶瓷具有特殊光学性能；

化学性能: 化学稳定性高, 抗氧化性优良, 对酸碱盐有良好耐蚀性, 部分陶瓷可抵抗熔融金属的侵蚀；

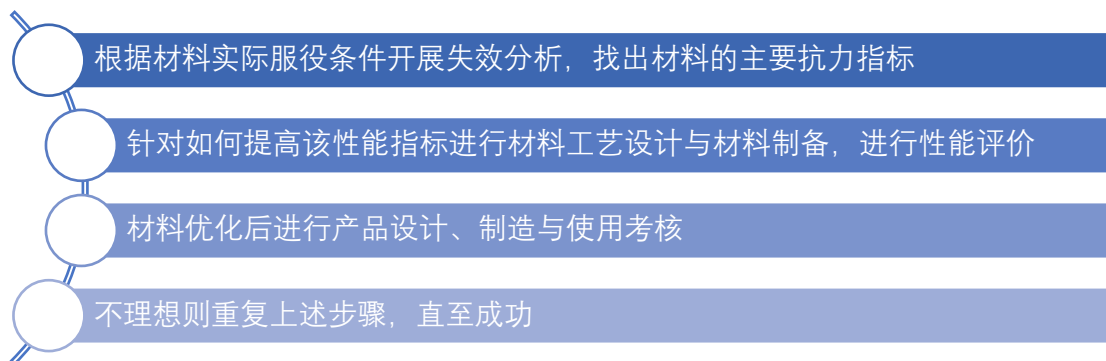
8-5: 金属陶瓷: 以金属氧化物或金属碳化物为主要成分, 再加入适量的金属粉末, 通过粉末冶金的方法制成, 具有某些金属特性的陶瓷；

成分特点: (1) 高硬度、高热硬性、耐磨性好；

(2) 抗压强度高、抗弯强度低、弹性模量高、韧性差；

突出性能: 高硬度、高热硬性、耐磨性好；

8-8:



9-4: 纤维增强机制: (1) 纤维是具有强结合键的物质, 制成细纤维, 减小裂纹长度, 改善脆性；

(2) 纤维处于基体中, 彼此隔离, 表面受基体保护, 不易受损伤或产生裂纹；

(3) 材料受较大应力时, 有裂纹纤维可能发生断裂, 基体可阻碍裂纹扩展并改变裂纹扩展方向；

(4) 纤维与基体有适当界面结合强度时, 纤维受力断裂后从基体中拔出需克服粘接力；

纤维增强复合条件: (1) 纤维强度、弹性模量远高于基体；

(2) 纤维与基体间有一定界面结合强度；

(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相差不应过大;
- (5) 纤维与基体间不能发生使结合强度降低的化学反应;
- (6) 纤维所占体积分数、纤维长度、纤维直径需满足一定要求;

9-7: 增强机制: 片状铝粉表面的氧化铝破碎成微粒, 弥散地分布在铝基体中, 由于增强微粒尺寸与粒子间距很小, 粒子对金属基体中位错运动的阻力更大;

不同: 弥散强化铝高温强度较好, 时效强化铝的硬度、强度较大;

原因: 使用温度高于发生沉淀过程的温度时, 由于弥散相在沉淀过程产生, 沉淀相会强化、重新溶解, 使合金的高温强度显著降低; 弥散强化合金中的弥散相在合金的固相线温度以下均保持稳定;

用途: 飞机结构件: 机身、机翼;

发动机压气机叶轮、高温活塞;

大功率柴油机活塞;

核燃料元件的包裹;

9-9: 原因: (1) 陶瓷基体具有抗压强度大、弹性模量高的优点;

(2) 纤维是具有强结合键的物质, 强度、弹性模量高于陶瓷基体;

(3) 纤维处于陶瓷基体中, 彼此隔离, 表面受基体保护, 不易受损伤或产生裂纹;

(4) 材料受较大应力时, 陶瓷基体可阻碍裂纹扩展并改变裂纹扩展方向;

(5) 纤维与陶瓷基体有适当界面结合强度, 纤维受力断裂后从陶瓷基体中拔出需克服粘接力;

应用: (1) 切削刀具;

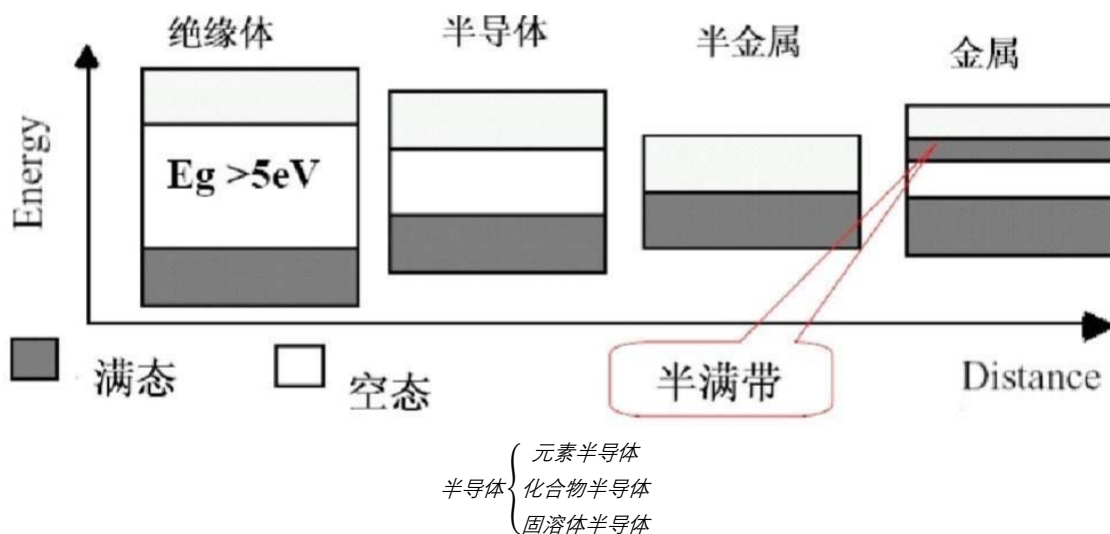
(2) 导弹的雷达罩、重返空间飞行器的天线窗和鼻锥、装甲、发动机零部件、换热器、轴承、喷嘴等;

(3) 生物材料;

10-2: 绝缘体: 电子恰好填满最低的一系列能带, 能量再高的能带都是空的, 且最高的满带与最低的空带间存在一定宽度的禁带;

半导体: 最高满带与最低空带之间的禁带带隙较窄, 部分电子可由满带顶部激发至空带, 使最低空带变为部分填充电子的不满带, 具有一定的导电能力;

导体: 除满带外还有不满带, 导带与价带间存在重叠区, 导电能力较强;



10-10: 基本构造: 光纤纤维基本部分由折射率高的纤层与折射率较低的包层构成, 纤层用高透明固体材料制成, 为防止光纤表面损伤并提高强度, 光线外制作被覆层;

传输方式: 由于芯部折射率大于包层折射率, 当入射角小于某一临界值时, 光线在界面处出现全反射现象, 避

免了折射损耗，光将在纤芯中曲折前进，不会穿出包层；

10-11：气氛：原理：随所处环境的气氛变化，材料表面与被测气体发生作用，材料的电阻明显改变；

种类：薄膜型、厚膜型、多孔烧结体型；

应用：检测可燃性气体、钢水中含氧量检测、检测异丁烷气体等还原性氛围；

光：原理：光生伏特效应：半导体 PN 结在光照射下，两端产生电势差；

光电导效应：光敏材料吸收光子后，载流子浓度发生变化，材料电阻率明显改变；

种类：光敏电阻材料、光电池材料、光敏纤维；

应用：光电池；

声：原理：正压电效应：晶体受拉或受压时，内部电荷产生位移，原重合的正、负电中心不再重合，在与施力方向相垂直的表面产生束缚电荷；

逆压电效应：将压电晶体置于电场中，晶体发生极化变形；

种类：压电晶体、压电陶瓷；

应用：扩音器、钟表

利用正压电效应：压电点火器、引燃引爆装置、压电开关；

利用逆压电效应：超声清洗、超声乳化、超声粉碎、超声分散；