

工程材料与热加工

Engineering materials and thermal processing



项目十 机械零件材料及毛坯的选择



10.1 机械零件的失效



10.2 机械零件材料的选择



10.3 机械零件毛坯的选择

10.2 机械零件材料的选择 —— 选择材料的一般原则

选择的原则：在满足使用性能的前提下，再考虑工艺性能和经济性。

（1）使用性能：使用性能是指材料为保证零件正常工作应具备的性能。包括力学性能、物理性能和化学性能。对于机械零件和工程构件，最重要的是力学性能。

（3）工艺性能：是指材料适应某种加工的难易程度。

铸造性能：铸造铝合金 > 铸造铜合金 > 铸铁 > 铸钢。

锻压性能：碳钢 > 合金钢；低碳钢 > 高碳钢；
低合金钢 > 高合金钢

焊接性能：低碳钢或低合金高强度钢焊接性能好

（3）经济性：指在满足使用性能和工艺性能的前提下，所选用材料加工成零件后总成本最低。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

1. 齿轮类零件材料的选择：

齿轮主要用于传递动力，改变运动速度和运动方向。

直径从几毫米到几米，工作环境也不尽相同，但其工作条件和性能要求具有很多共性。

（1）材齿轮的工作条件和失效形式：

◆ 齿轮的工作条件

- ① 因传递动力，齿轮根部受交变弯曲应力；
- ② 在换挡、启动或啮合不均匀时，齿轮要受到冲击载荷；
- ③ 齿面承受滚动、滑动造成的强烈摩擦磨损和交变的接触应力。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

◆ 齿轮常见的失效形式

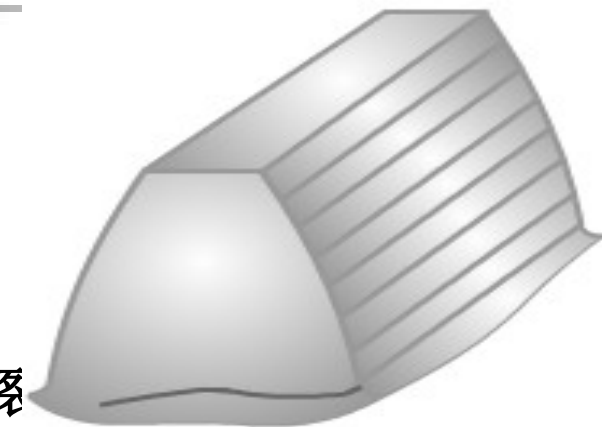
(1) 轮齿折断

当齿轮受力超过材料的弯曲疲劳极限时，

齿根处产生疲劳裂纹，并不断扩展使轮齿断裂。突然过载、严重磨损及安装制造误差等也会造成轮齿折断。

提高轮齿抗折断能力措施之一：

对齿轮进行热处理以提高齿轮的强度。



10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

齿轮常见的失效形式

(2) 齿面磨损:

灰尘、砂粒、金属微粒等落入轮齿间，会使齿面间产生摩擦磨损。严重时会使齿面减薄过多而折断。磨损是开式传动的主要失效形式。



主要措施 { 采用闭式传动
提高齿面硬度;
降低齿面粗糙度

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

齿轮常见的失效形式

(3) 齿面点蚀:

轮齿工作面某一**固定点**受到近似脉动的交变应力作用, 由于疲劳而产生的**麻点状剥蚀损伤**的现象。

点蚀是**闭式传动**常见的失效形式。



主要措施: 提高齿面硬度、降低齿面粗糙度、增大润滑油粘度。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

齿轮常见的失效形式

(4) 齿面胶合:

高速重载传动中，齿面间压力大，瞬时温度高，润滑油膜被破坏，齿面间会发生粘接在一起的现象，在轮齿表面沿滑动方向出现条状伤痕，称为胶合。



防止措施：提高齿面硬度、降低齿面粗糙度、增大润滑油粘度、限制油温。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

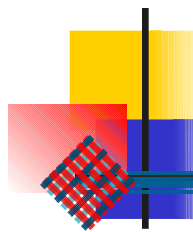
齿轮常见的失效形式

(5) 塑性变形:

重载且摩擦力很大时，齿面较软的轮齿表面就会沿摩擦力方向产生塑性变形。



措施：提高齿面硬度；增大润滑油粘度。



10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

(2) 齿轮材料的力学性能要求

- ① 高的弯曲疲劳强度，特别是齿根处要有足够的强度；
- ② 高的齿面硬度和耐磨性；
- ③ 较高的心部强度和足够的冲击韧性；
- ④ 热处理变形小。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

(3) 常用齿轮材料

① 重要用途的齿轮：选用锻钢制作。

如中碳钢或中碳合金钢用来制作

中、低速和承载

② 直径较大、形状复杂的齿轮：采用铸钢毛坯制作；
不大的中小型传动齿轮；

③ 轻载、低速、不受冲击、精度要求不高的齿轮：用铸铁制造；

④ 仪器、仪表工业中及某些接触腐蚀介质的轻载荷齿轮：用耐腐蚀、
耐磨损的有色金属制造；

⑤ 受力不大，在无润滑条件下工作的小型齿轮：采用塑料来制造。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

(4) 典型齿轮材料的选择

◆ 汽车齿轮



载重汽车变速箱齿轮

汽车齿轮主要安装在**变速器**和**差速器**中：

- **变速器**齿轮用以改变发动机、曲轴和主轴齿轮的速比，**改变速度**；
- **差速器**中的齿轮用以调节左右轮的转速，**改变方向**。
- ◆ 发动机的全部动力均通过齿轮传给主轴，推动汽车运行。
- ◆ 所以，**汽车齿轮**受力较大，受冲击频繁，对其耐磨性、疲劳强度、心部强度以及冲击韧性要求均比一般机床齿轮高。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

(4) 典型齿轮材料的选择

汽车齿轮选材：**20Cr** 或 **20CrMnTi**，并经渗碳 + 淬火 + 低回等热处理强化后使用。

工艺路线：下料→锻造→**正火**→切削加工→**渗碳、淬火、低回**
→ 喷丸→磨削加工

正火：消除锻造应力，提高硬度，改善切削加工性。

渗碳：提高表面碳含量，保证淬火后得到高硬度、高耐磨性和接触疲劳强度。

淬火：心部获得高强韧性，表面获得高强度、硬度、耐磨性

低回：消除淬火应力，降低脆性保持淬火后的高硬度、耐磨性。

喷丸：增大表面压应力，提高疲劳强度，并清除氧化皮。

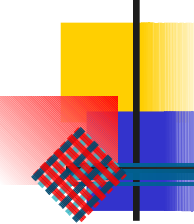
10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

(4) 典型齿轮材料的选择

◆ 机床齿轮

- 工作条件：运行平稳，承受载荷不大，转速中等，无强烈冲击；
- 性能要求：对表面硬度、心部强度和韧性要求较高；
- 材料选择：选用中碳钢或中碳合金钢制造——如 45 钢或 40Cr 钢；
- 工艺路线：下料→锻造→正火→粗加工→调质→半精加工→高频淬
- 经正火或调质处理后再进行表面淬火 + 低温回火 → 精磨回火的热处理，使其齿轮齿面的硬度达到 50~55HRC，心部硬度为 220~250HBS，完全可以满足其使用性能





10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

2. 轴类零件材料的选择:

- ◆ 轴是机器上的**最重要**零件之一，主要用于支撑传动零件（如齿轮、凸轮等）**传递运动和动力**。
- ◆ 对轴类零件的性能要求为：
 - （1）良好的**综合力学性能**；
 - （2）高的**疲劳强度**，以防疲劳断裂；
 - （3）足够的**淬透性**，保证其淬火变形小；
 - （4）良好的**切削加工性能**，价格便宜。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

2. 轴类零件材料的选择:

选材——锻造或轧制的**中碳钢或合金钢**制造。

- **中碳钢**: 综合力学性能较高, 对应力集中敏感性小, 价格便宜, 中小型轴类零件使用较多。

如: **40**、**45**

- **合金钢**——比碳钢具有更好的综合力学性能和热处理工艺性, 但对应力集中较敏感, 价格较高, 所以, 当**载荷较大、截面尺寸较大**时, 采用合金钢。

如: **40Cr**、**40CrNi**、**20CrMnTi** 等, 采用相应的热处理

才能充分发挥其作用。



10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

2. 轴类零件材料的选择 —— 曲轴材料的选择

- 曲轴是汽车发动机中的重要零件之一。
- 工作条件——工作中受到弯曲、扭转、剪切、拉压、冲击及交变应力。

曲轴的形状极不规则，其上的应力分布极不均匀，

轴颈与轴承还发生滑动摩擦。

- 失效形式——疲劳断裂和轴颈严重磨损两种。
- 性能要求——（1）足够高的强度和一定的韧性；
（2）轴颈表面有高的硬度和耐磨性。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

2. 轴类零件材料的选择 —— 曲轴材料的选择

· 毛坯——锻造毛坯和铸造毛坯。

◆ 锻造曲轴——采用中碳钢和中碳合金钢制造：

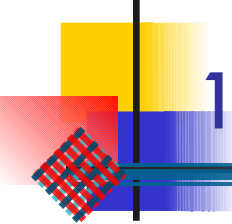
30 、 35 、 35Mn2 、 40Cr 、 35CrMo 等，经模锻

调质、切削加工后对轴颈部进行表面淬火

◆ 铸造曲轴——由铸钢、球墨铸铁、珠光体可锻铸铁及合金铸铁等制造，如 **ZG230-450 、 QT600-**

3 、 KTZ450-5 、

KTZ500-4 等。



10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

2. 轴类零件材料的选择 —— 机床主轴材料的选择

:

- 工作条件——工作时受弯曲和扭转应力作用，但承受的应力和冲击不大，运转平稳，工作条件较好。
- 失效形式——疲劳断裂、局部过度磨损
- 性能要求——要求综合力学性能较高。
- 选材——45 钢
- 工艺——调质处理 + 表面淬火 + 低温回火。

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

3. 刀具材料的选择:

车刀的工作条件和推荐的材料

工 作 条 件	推 荐 材 料	硬 度
低速切削，易切材料，如灰铸铁、软有色金属、一般硬度的结构钢	Cr12、W	58~62HRC
较高切削速度，一般材料，形状较复杂、受冲击较大的刀具	W18Cr4V W6Mo5Cr4V2	64~66HRC
较高速切削速度，较难切削材料（如钛合金、高温合金），形状复杂，有一定冲击的刀具	W6Mo5Cr4V2Al	66~69HRC
高速切削，短切屑的黑色金属材料、有色金属材料，铸铁、铸造黄铜、胶木等	YW1、YW2、 YG6、YG8	88~91HRA
高速切削，长切屑的黑色金属材料即淬火钢	YW1、YT5、YT14	90~93HRA

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

4. 箱体类零件材料的选择

◆ 箱体类零件**结构复杂**，具有不规则的外形和内腔，且壁厚不均匀。

◆ 包括各种机械设备的**横梁、支架、底座、齿轮箱、轴承座**、

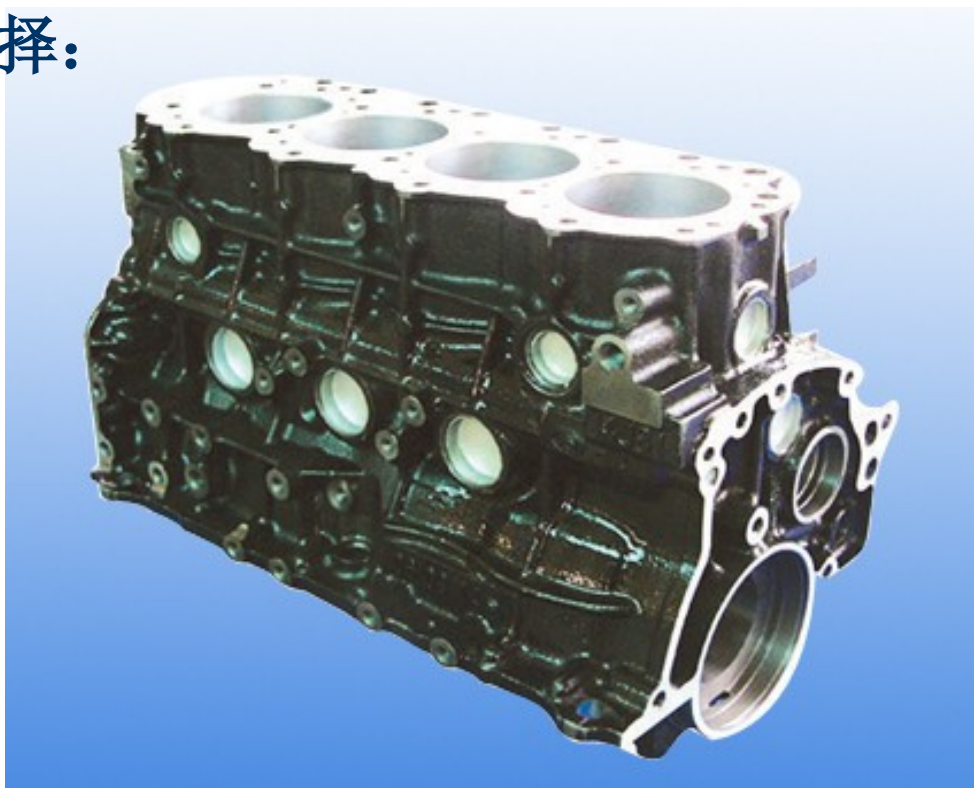
阀体、泵体等

◆ **工作条件**——受力不大，但要求有良好的刚度和密封性。

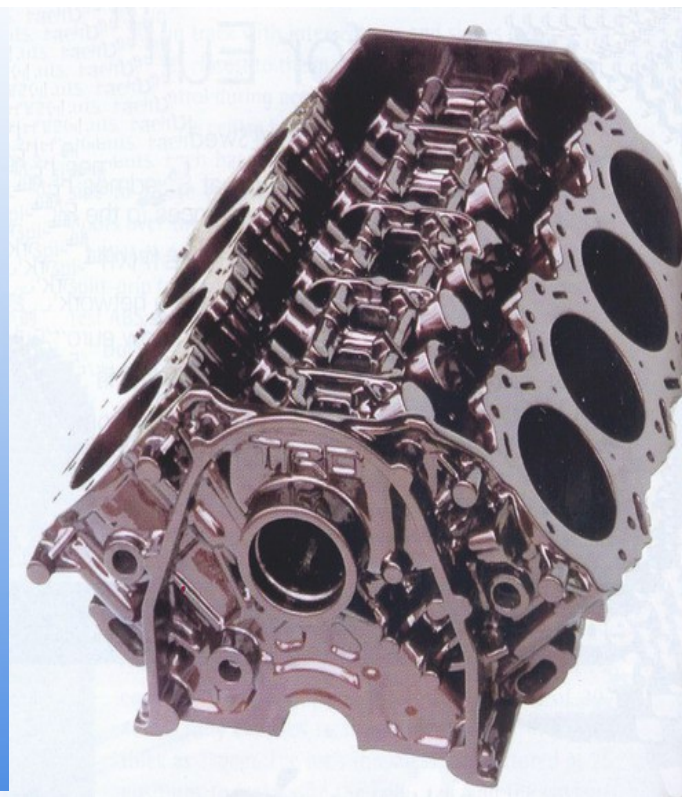
◆ **选材**——以**铸件**为毛坯，且以铸造性能良好、价格低、并具有良好的耐压、耐磨、减摩性的

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

4. 箱体类零件材料的选择:



灰铸铁汽缸体



蠕墨铸铁汽缸体

10.2 机械零件材料的选择 —— 典型零件材料的选择

4. 箱体类零件材料的选择

受力复杂或受冲击载荷的箱体采用**铸钢、可锻铸铁或球墨铸铁**制造，如汽车的驱动桥壳。



可锻铸铁制造的汽车后桥外壳

铸铁件应进行去应力退火或时效处理；铸钢件常采用完全退火或正火处理



The End