

## 第三节 机械设计基础知识

### 一、金属材料的性能

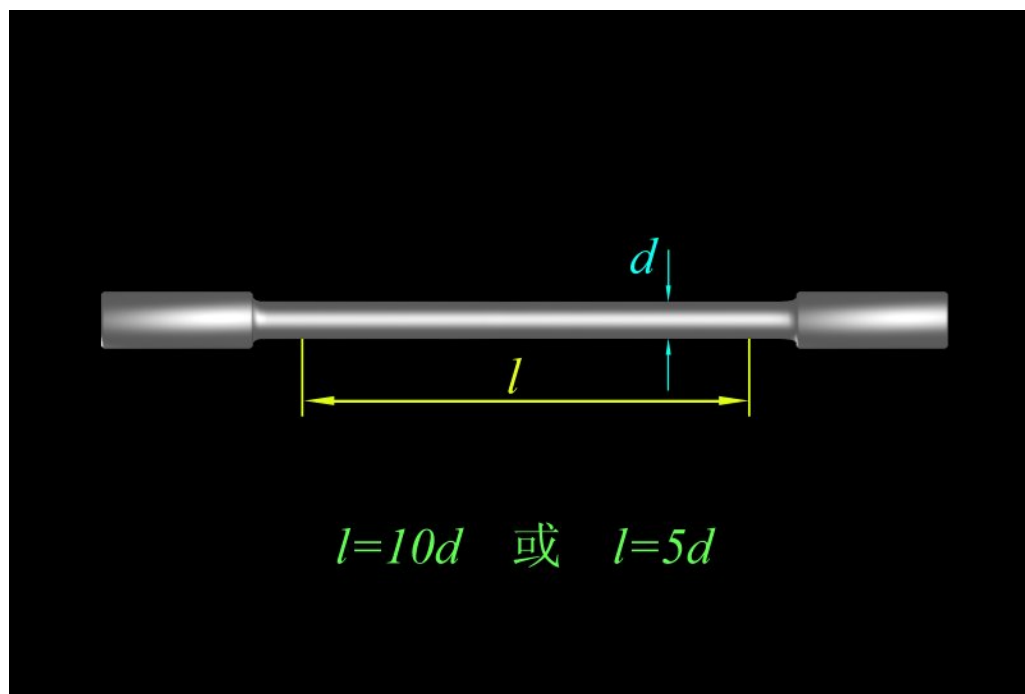
#### (一) 金属材料的力学性能

- **力学性能**：材料在外力作用下所表现出来的各种性能，包括强度、塑性、硬度、冲击韧性及疲劳强度等。
- **载荷**：金属材料在加工及使用过程中所受的外力。
- **载荷分类1**：根据**载荷作用性质**的不同
  - (1) **静载荷**：大小不变或变动很慢的载荷；
  - (2) **冲击载荷**：在短时间内以较高速度作用于零件上的载荷；
  - (3) **交变载荷**：大小、方向或大小和方向随时间发生周期性变化的载荷。
- **载荷分类2**：根据**作用形式**的不同：拉伸载荷、压缩载荷、弯曲载荷、剪切载荷和扭转载荷

➤ **变形**：金属材料由于受到外力的作用而产生的形状改变：  
**弹性变形**—随着载荷的去除而消失；**塑性变形**—不能随着载荷的去除而消失。

**1.强度** 材料抵抗**塑性变形**或**断裂**的能力。抵抗能力越大，则强度越高，其大小用**应力**表示。

### 1) 拉伸试验



## 明显的四个阶段

### (1)弹性变形阶段(Oe段)

$F_e$ -试样恢复到原始形状和尺寸的最大拉伸力

### (2)屈服阶段(es段)

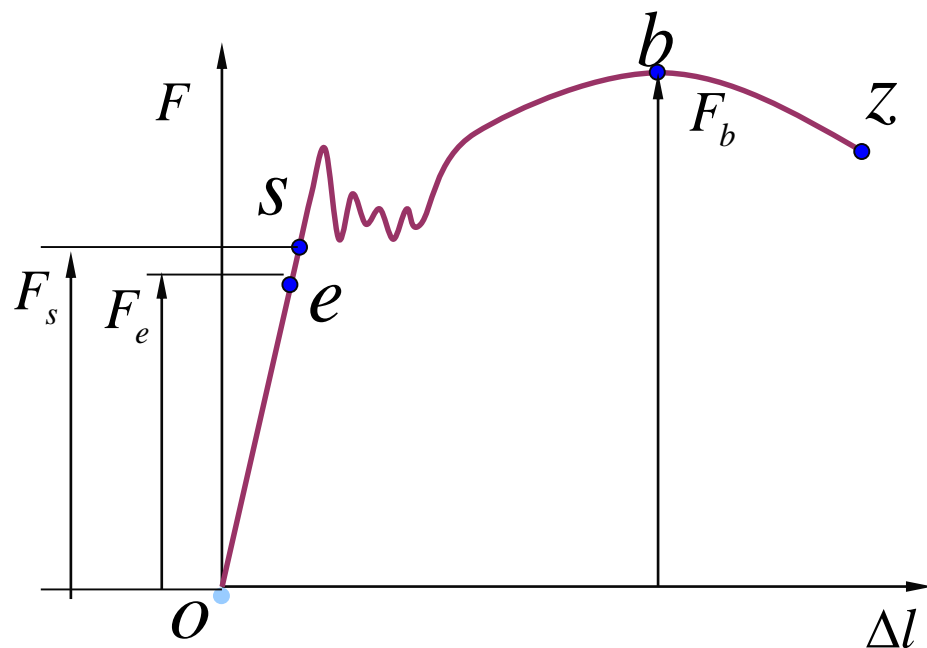
**屈服**-载荷不增加或略有减小时试样还继续伸长的现象,  $F_s$ -屈服载荷

### (3)强化阶段(sb段)

**形变强化**-随着塑性变形增大, 试样变形抗力逐渐增加的现象,  $F_b$ -拉伸试验的最大载荷

### (4)缩颈阶段(bz段)

试样的抗拉能力下降, 到z点时, 试样在缩颈处被拉断



低碳钢的力-伸长曲线

## 2) 强度指标

**强度指标**—表征和判定强度所用的指标，采用**应力的大小**度量

**应力**—单位面积上的**内力**，符号  $\sigma$ ；单位为Pa或MPa

**内力**—材料受到外力作用后，为保持其不变形，在材料内部作用着与外力相对抗的力。

**常用指标：弹性极限 $\sigma_e$ 、抗拉强度 $\sigma_b$ 和屈服点 $\sigma_s$**

$$\sigma_e = \frac{F_e}{S_0} \rightarrow \text{材料保持弹性形变时所能承受的最大应力}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0} \rightarrow \text{材料在拉断前所承受的最大应力}$$

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0} \rightarrow \text{材料在外载荷不增加仍能继续伸长时的应力}$$

**2.塑性** 在外力作用下金属产生**塑性变形**而不产生**断裂**的能力。

**指标**：断后伸长率 $\delta$ 、断面收缩率 $\psi$

**断后伸长率**：试件拉断后标距的伸长量同原始标距的百分比：

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

**断面收缩率**：试件拉断后缩颈处横截面积的缩减量与原始横截面积的百分比：

$$\psi = \frac{S_1 - S_0}{S_0} \times 100\%$$

**3.硬度** 材料抵抗局部塑性变形能力。

指标：布氏硬度（HBS）、洛氏硬度(HRC)等

**4.韧性** 金属材料抵抗冲击载荷作用而不破坏的能力，称为冲击韧性。

**5.疲劳强度** 当**循环应力**的周期循环次数增加到某一数值 $N$ 后，材料也会产生断裂。

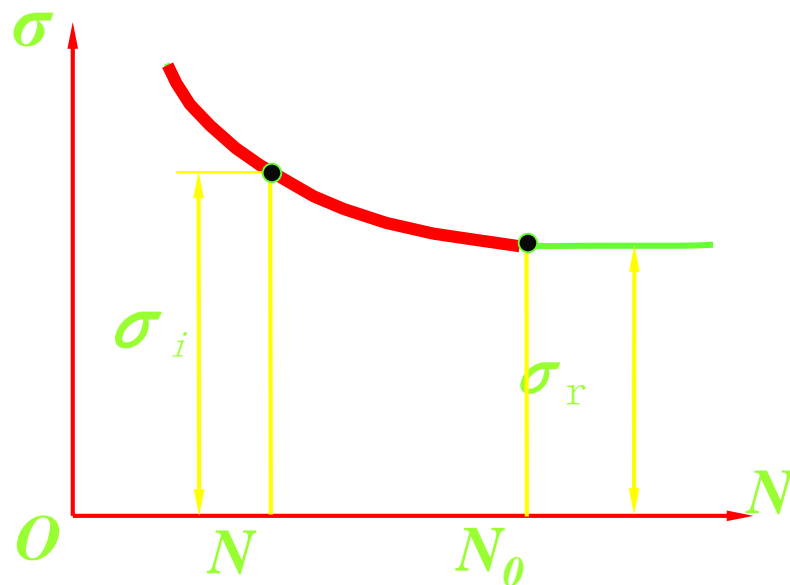
**循环应力** $\sigma$ 与应力循环次数 $N$ 之间的关系曲线称为**疲劳曲线**

由图可知：应力越小，试件能经受的循环次数就越多。试验表明，当 $N > N_0$ 以后，曲线趋于水平，可认为在无限次循环时试件将不会断裂。

当 $N > N_0$ 时,试件将不会断裂

$N_0$ ----应力循环基数

$N_0$ 对应的应力称为：**疲劳极限**  $\sigma_r$



## (二) 金属材料的加工工艺性能简介

### 1. 铸造性能

金属是否易于用铸造方法制成铸件或零件的性能。

指标：流动性、收缩性、偏析倾向等

### 2. 压力加工性能

材料是否易于用压力加工方法制成零件的性能。

反映用锻压成型方法获得优良锻件的难易程度。

### 3. 焊接性能

被焊金属在一定的焊接条件下，是否易于获得焊接接头的能力。

### 4. 切削加工性能

金属材料是否易于被刀具切削加工的能力。

### 5. 热处理性能

金属材料是否易于通过加热、保温、冷却等过程来改变其性能的能力。



## 二、常用金属材料的热处理方法

**热处理：**将固态金属或合金施以不同形式的**加热**、**保温**和**冷却**，从而改变（或改善）其组织结构以达到预期性能的操作工艺。

**作用：**改善工件的工艺性能；提高机械性能；增加寿命和耐磨性

### 1.退火

**定义：**将钢加热稍高于临界温度 - 保持一定时间 - **缓慢冷却**；

**目的：**软化钢件，以利于切削，细化晶粒，改善组织以提高化学性能；消除残余应力，以防止变形、干裂

### 2.正火

**定义：**将钢加热稍高于临界温度 - 保持一定时间 - 在**空气中冷却**；

**目的：**强度硬度比退火后高；利于切削加工

### 3.淬火

**定义：**将钢加热**高于**临界温度 - 保温 - 在**水或油**中迅速冷却；

**目的：**提高零件硬度和耐磨性

## 4.回火

**定义：**将**淬火**后零件 - 重新加热**低于**临界温度 - 保温 - 在水或油中迅速冷却；

**目的：**消除淬火时冷却过快产生的内应力；是**淬火**后必须程序

## 5.表面热处理

### (1) 表面淬火

**定义：**仅对工件表面进行淬火的工艺；

**目的：**使表面变硬；内部塑性和韧性较好

### (2) 化学热处理

**定义：**将工件在一定介质中**加热和保温** - 使介质中活性原子渗入表层 - **改变表层**化学成分和组织 - **使具有特殊的**力学或物理化学性能；

**目的：**使零件表面硬度高、强度高、耐磨性与耐蚀性好

# 三、机械工程常用材料

## (一) 黑色金属

### 1. 铸铁

含碳量大于2.11%的铁碳合金；含有杂质（硅、锰、硫、磷）

**特点：**具有良好的铸造性、耐磨性和切削加工性，生产简单、价格便宜；  
制作底座、支架、工作台

#### 分类

白口铸铁：碳以游离碳化铁存在，断口呈亮白色 - 硬度高、脆性大 - 炼钢或制造可锻铸铁件的毛坯

灰口铸铁：碳以片状石墨存在，断口呈暗灰色 - 良好的工艺性能和机械性能 - HT100

可锻铸铁：石墨呈团絮状存在，白口铸铁经退火后获得 - 塑性和韧性好

球墨铸铁：石墨呈球状存在 - 强度高、铸造性好—QT400-17

## 2. 碳素钢 (钢)

含碳量在0.02%-2.11%的铁碳合金；含有杂质（硅、锰、硫、磷）

### 分类

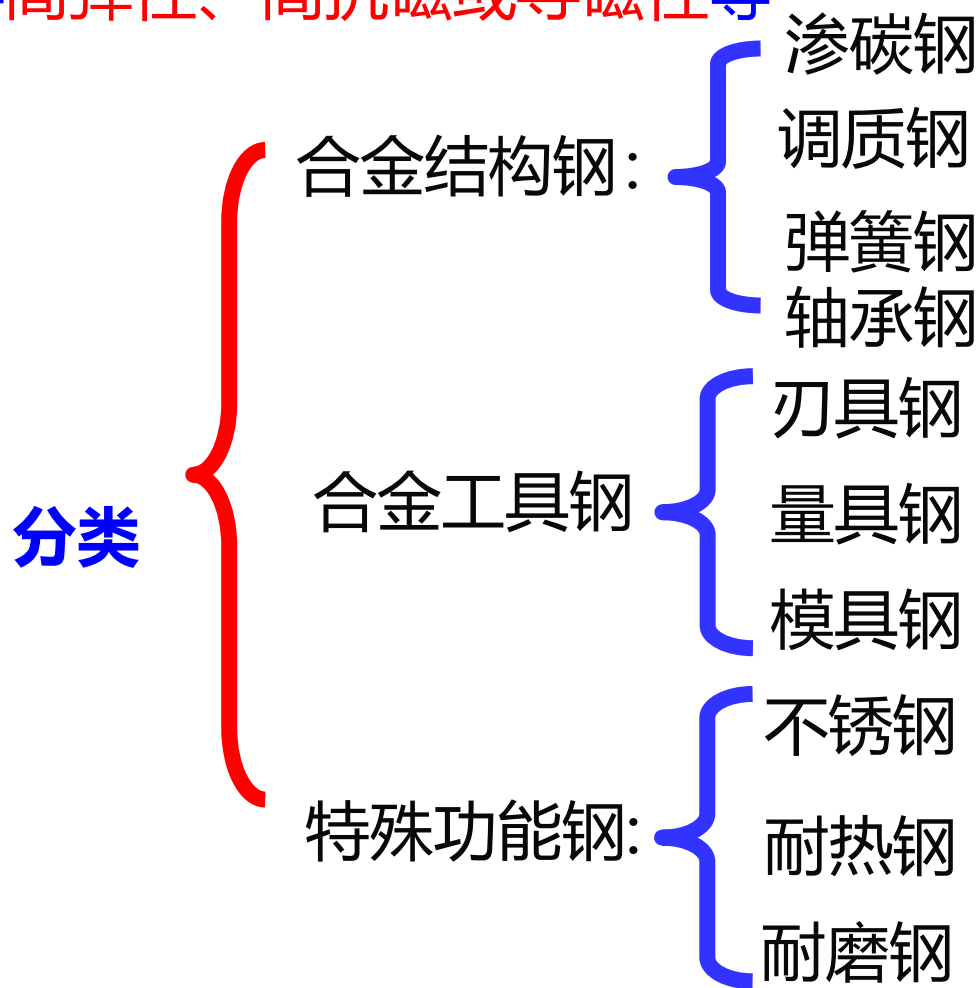
按含碳量分: { 低碳钢 (含碳 $<0.25\%$ )  
中碳钢 (含碳 $0.25\% - 0.6\%$ )  
高碳钢 (含碳 $>0.6\%$ )

按钢的质量分: { 普通质量钢  
优质钢  
高级优质钢  
(有害杂质S、P含量)

按用途分: { 碳素结构钢: (用于工程构件和零件 -  
齿轮、轴、杆 - 是低碳钢和中碳钢) 45  
碳素工具钢: (用于制造刀具、模  
具、量具 - 是高碳钢) T7




### 3. 合金钢

合金钢特点：加入合金元素可使钢获得一般碳素钢达不到的性能(如硬度、强度、塑性和韧性等)；提高耐磨、防腐、防酸性能；获得高弹性、高抗磁或导磁性等



## (二) 有色金属

### 1.铜及铜合金

- 1)纯铜  不宜制造结构零件，常制作电  
元件和耐磨件，价格贵;T1,T2
- 2)黄铜  铜与锌合金，H80、H59 (铜含量)、  
HPb59-1、HMn58-2 (特殊)
- 3)青铜  铜与锡铅等元素的合金
  - 锡青铜 (铜锡合金)
  - 无锡青铜 (含铝铍锰等元素)

## 2.铝及铝合金

1) 纯铝：具有良好的导电性、塑性及抗大气腐蚀性能。

L1（纯度最高）、L2、...、L7


2) 铝合金

铸铝合金：按加入主元素不同，有铝硅系、铝铜系等

变形铝合金：有防锈铝合金、硬铝合金、超硬铝合金和锻铝合金

## (三) 非金属材料

### 1. 高分子材料

(1) 塑料  密度小，质量轻，耐腐蚀性好，易加工；

(2) 橡胶  耐腐蚀性好，耐磨损和耐放射性；

### 2. 陶瓷材料

 硬度高、耐高温、抗氧化、耐腐蚀

### 3. 复合材料

由两种或两种以上不同性质的材料，通过物理或化学的方法，在宏观上组成具有新性能的材料。各种材料在性能上互相取长补短，产生协同效应，使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足各种不同的要求。