



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

机械设计

机械零件的强度

主讲：汪西应

1. 机械零件的强度范畴
2. 机械零件的疲劳破坏
3. 变应力的类型
4. 疲劳参数
5. 材料的疲劳曲线



# 1. 机械零件的强度范畴



在线开放课程

机械零件的强度可分为静应力和变应力强度两个范畴

**静应力强度**：整个工作寿命期间应力变化次数  $\leq 1000$  的通用零件，用材料力学知识进行设计。

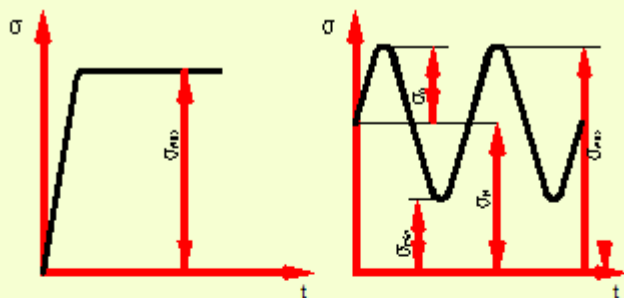
**变应力强度**：整个工作寿命期间应力变化次数  $\geq 1000$  的通用零件，属于疲劳、低应力下的脆断、接触等强度研究范畴。

## 2. 零件的疲劳破坏

机械零件在循环应力作用下。即使循环应力的  $\sigma_{\max} < \sigma_b$ ，而应力的每次循环也仍然会对零件造成轻微的损伤。随应力循环次数的增加，当损伤累积到一定程度时，在零件的表面或内部**将出现（萌生）裂纹**。之后，裂纹又**逐渐扩展直到发生完全断裂**。这种缓慢形成的破坏称为**“疲劳破坏”**。

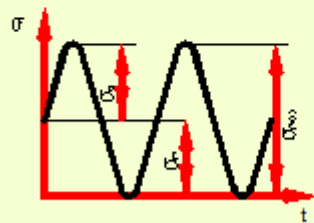
**“疲劳破坏”——是循环应力作用下零件的主要失效形式。**

# 3. 变应力的类型

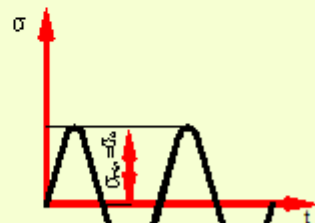


静应力  $r=+1$

$r = \frac{\sigma_s}{\sigma_m}$  非对称循环应力



脉动循环应力  $r=0$



$r = -1$  对称循环应力

## 4. 疲劳参数

最大应力  $\sigma_{\max}$

应力循环次数  $N$

应力比 (循环特性)  $r$

最小应力  $\sigma_{\min}$

平均应力  $\sigma_m$

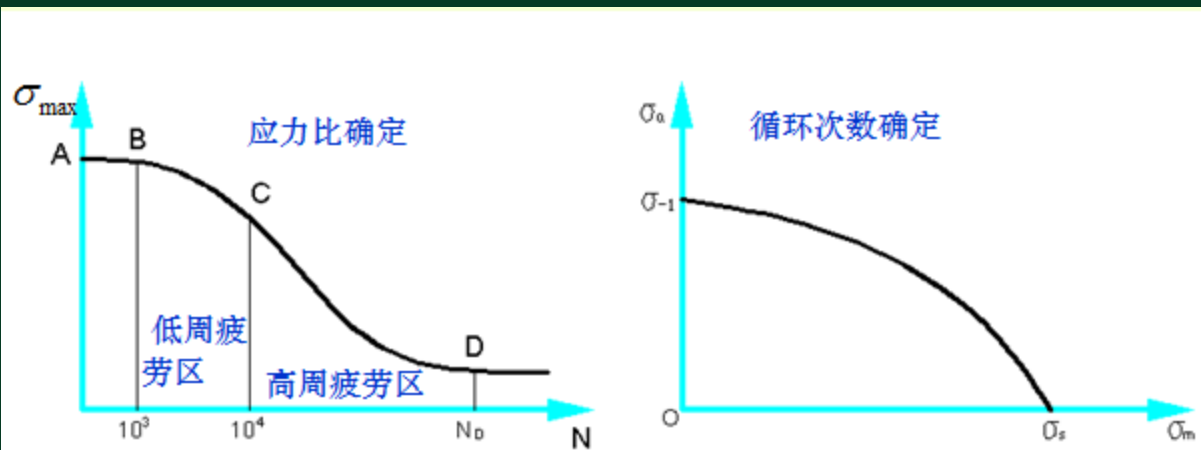
应力幅  $\sigma_a$

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = \frac{\sigma_m - \sigma_a}{\sigma_m + \sigma_a}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

# 5. 材料的疲劳曲线



材料疲劳曲线之一  
 $\sigma-N$  曲线

材料疲劳曲线之二  
等寿命曲线（极限应力曲线）