



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

# 材料力学

## 第2章 轴向拉伸和压缩

### 第5讲 材料在拉伸和压缩时的 力学性质

主讲：李皓玉

# 主要内容

---

- 一、力学性质概述
- 二、低碳钢拉伸时的力学性质
- 三、低碳钢压缩时的力学性质
- 四、铸铁拉伸和压缩时的力学性质

# 一、力学性质概述

## 1、概念

材料受力时在**强度**和**变形**方面所表现出的性能。

## 2、方法 实验

## 3、材料

塑性材料——低碳钢（含C在0.25%以下的碳素钢）

脆性材料——铸铁

## 4、实验设备 万能材料试验机

功能：加载、测力并绘制载荷—变形图。

# 一、力学性质概述

## 4、实验设备

### 万能材料试验机



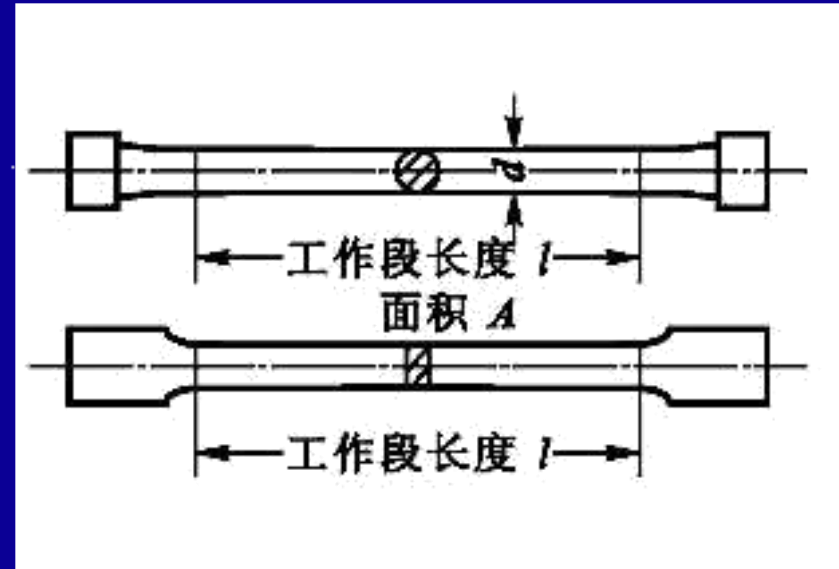
# 一、力学性质概述

## 5、试样

### ❖ 拉伸试样

$$l = 10d \text{ 或 } l = 5d$$

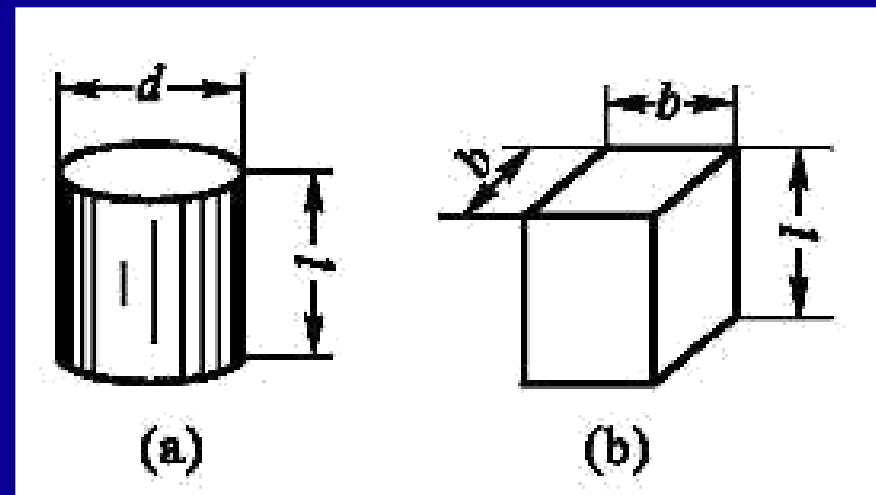
$$l = 11.3\sqrt{A} \text{ 或 } l = 5.65\sqrt{A}$$



### ❖ 压缩试样

$$\frac{l}{d} = 1 \sim 3$$

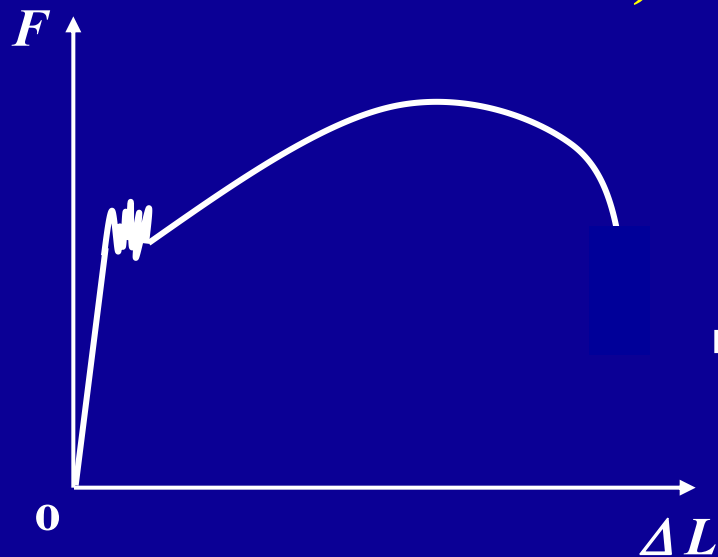
$$\frac{l}{b} = 1 \sim 3$$



## 二、低碳钢拉伸时的力学性质

### 1、强度性质

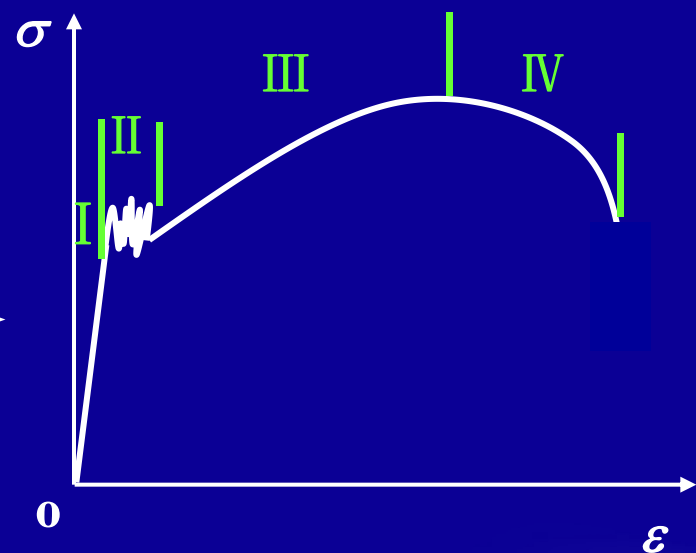
拉伸曲线 ( $F-\Delta L$ )



I、弹性阶段

III、强化阶段

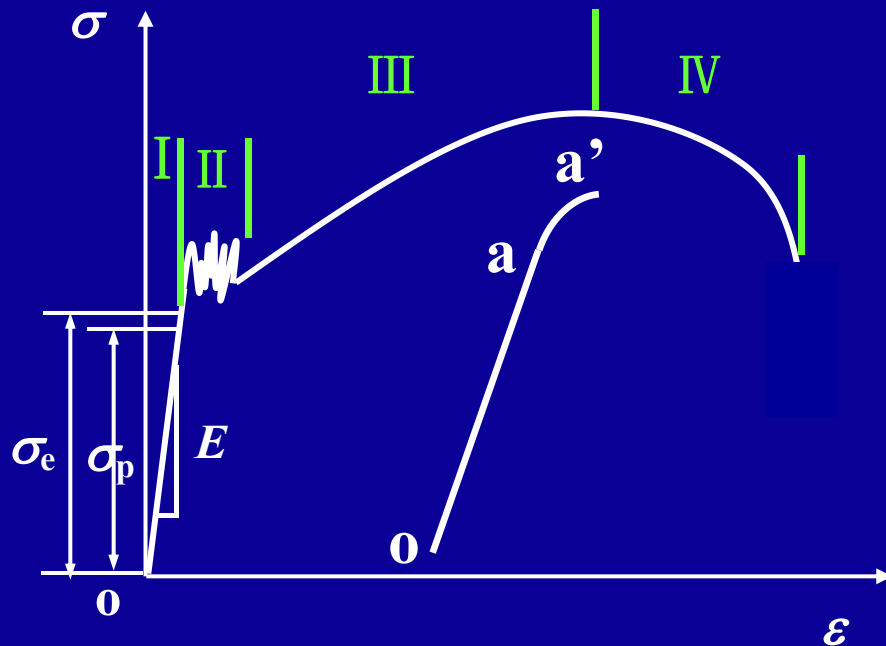
应力应变曲线 ( $\sigma-\varepsilon$ )



II、屈服阶段

IV、局部变形阶段

## 二、低碳钢拉伸时的力学性质



### I 弹性阶段:

可分为线弹性阶段和非线弹性阶段。

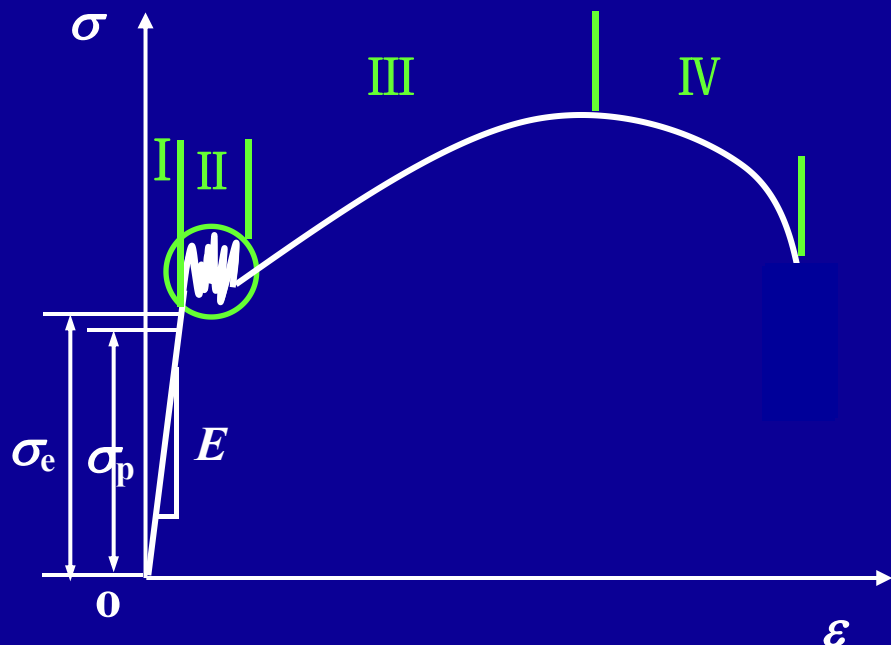
线弹性阶段应力应变关系符合胡克定律。

**弹性模量  $E$**  ——线弹性阶段的应力与应变比

**比例极限  $\sigma_p$**  ——线弹性阶段的最高应力

**弹性极限  $\sigma_e$**  ——弹性阶段的最高应力

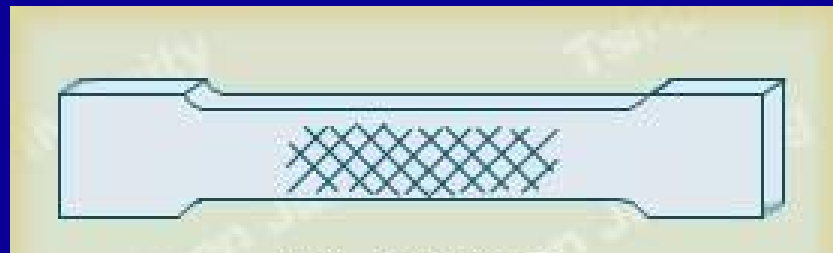
## 二、低碳钢拉伸时的力学性质



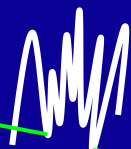
### II 屈服阶段:

应力几乎不变，应变急剧增加。

此阶段变形不可恢复。



初始瞬时效应

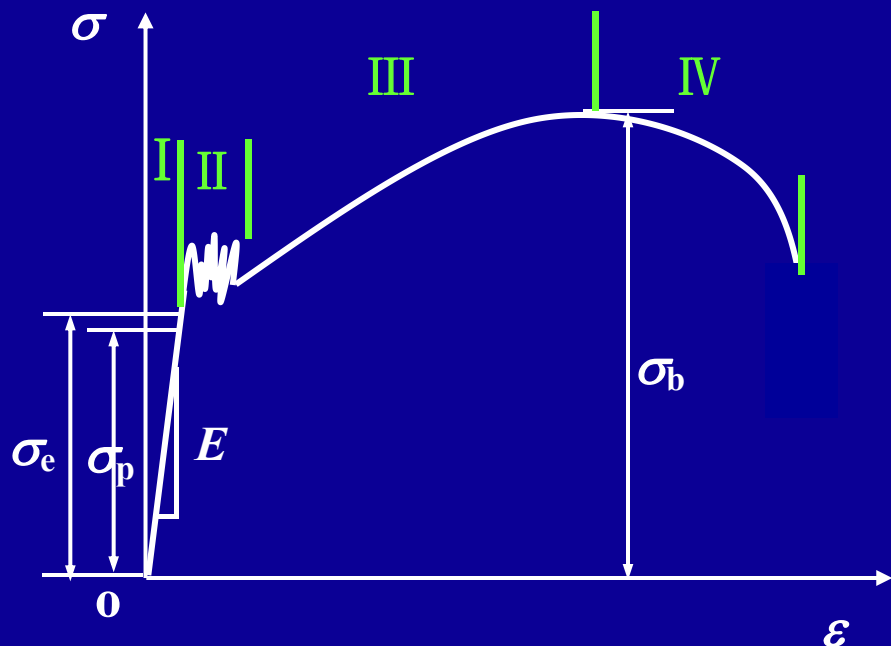


屈服极限

屈服极限  $\sigma_s$  — 屈服阶段的最小应力 (初始瞬时效应以外)。



## 二、低碳钢拉伸时的力学性质



**III 强化阶段:**  
材料抵抗变形能力增加。

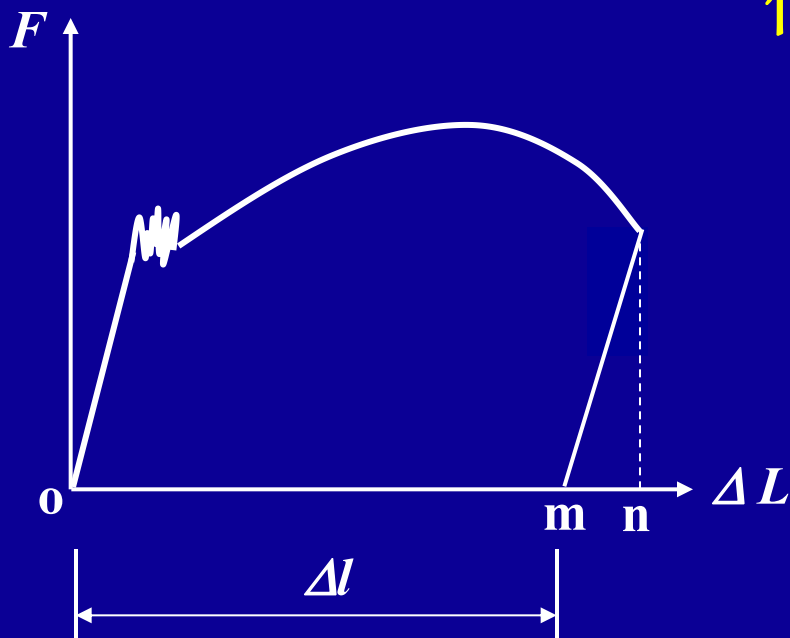
**IV 局部变形阶段:**  
局部变形显著，  
出现颈缩现象。

**强度极限  $\sigma_b$**  — 强化阶段的最高应力



## 二、低碳钢拉伸时的力学性质

### 2、材料的塑性



伸长率  $\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$

$l$ —试样原始标距

$l_1$ —试样断后标距

断面收缩率

$$\psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$$

$A$ —试样原始横截面面积

$A_1$ —试样颈缩处横截面面积



## 二、低碳钢拉伸时的力学性质

### 2、材料的塑性

伸长率  $\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$

断面收缩率  $\psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$

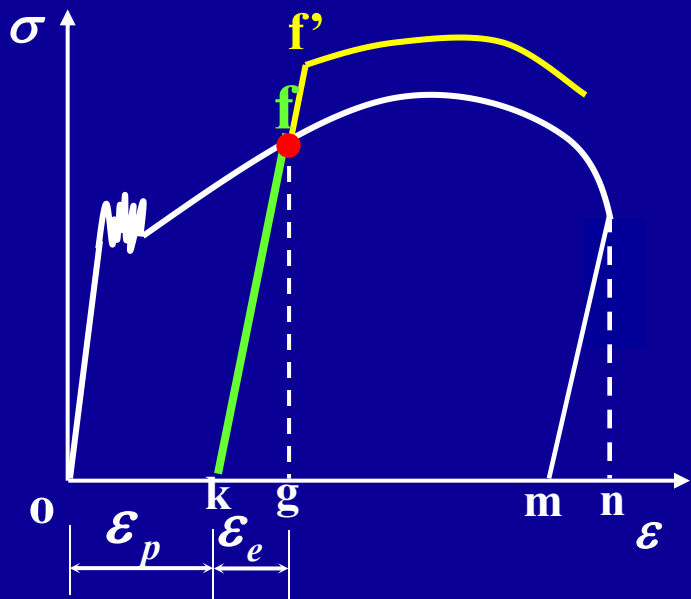
$\delta \geq 5\%$ ，塑性材料       $\delta < 5\%$ ，脆性材料

$\sigma_p = 200\text{MPa}$      $\sigma_s = 200 - 240\text{MPa}$      $\sigma_b = 380 - 470\text{MPa}$

$\delta = 20\% - 30\%$      $\psi = 60\% - 70\%$

## 二、低碳钢拉伸时的力学性质

### 3、卸载定律 冷作硬化 冷拉时效



**卸载定律：**卸载过程中，应力和应变按直线规律变化。

**冷作硬化：**常温下把材料预拉到塑性变形，然后卸载，当再次加载时，将使材料的屈服极限提高而塑性降低的现象。

※ 材料的弹性模量未变；

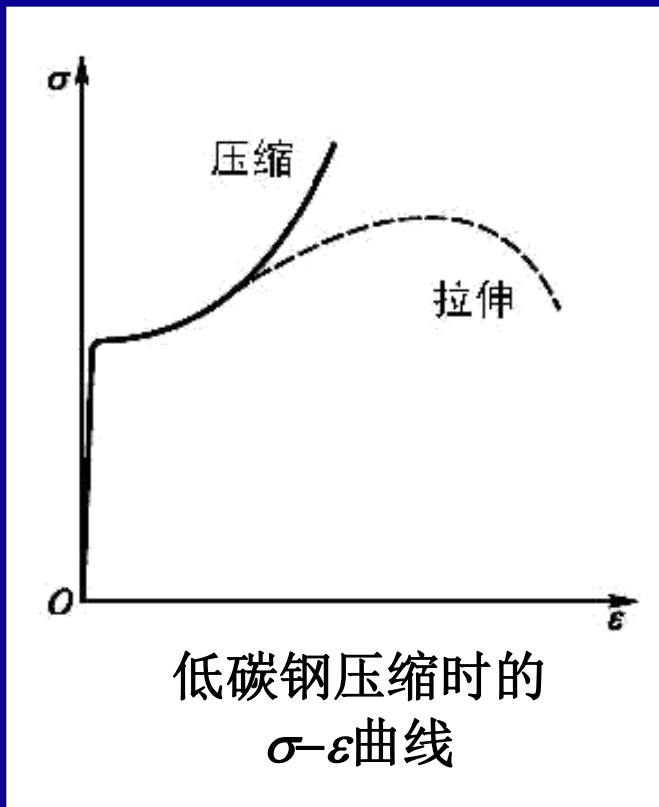
※ 材料的比例极限和屈服极限提高；

※ 材料的塑性变形降低。

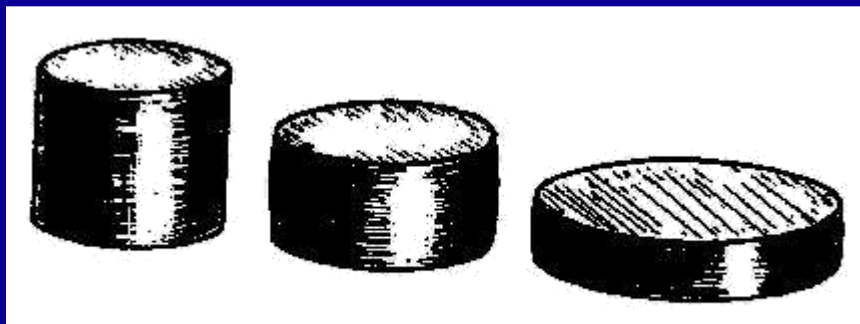
**冷拉时效**

**冷拔钢丝 自行车链条**

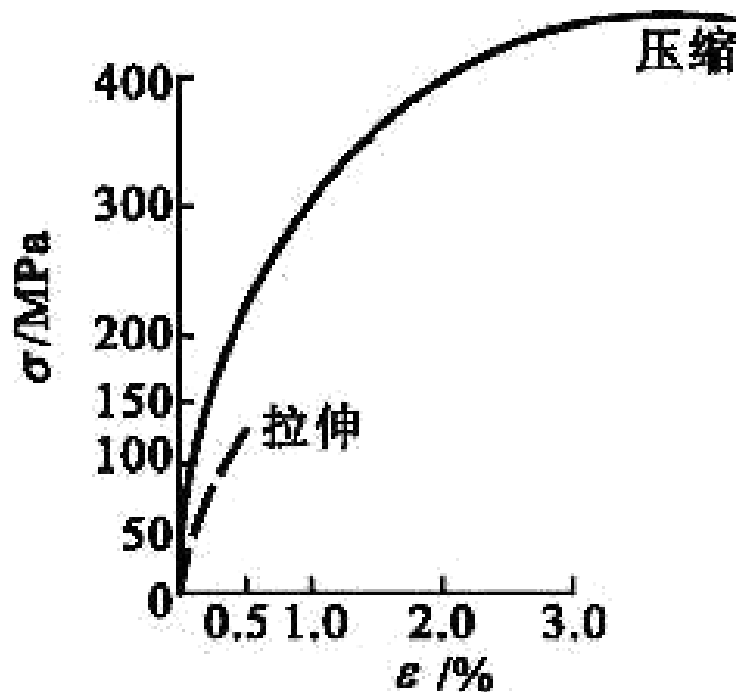
# 三、低碳钢压缩时的力学性质



- ※ 拉伸和压缩时的弹性模量相同，屈服极限相同。
- ※ 压缩时的强度极限无法测出。



# 四、铸铁在拉伸和压缩时的力学性能



灰口铸铁拉伸和压缩时的  
 $\sigma$ - $\epsilon$ 曲线

- ※  $\sigma_b$  是唯一的强度指标。
- ※ 压缩时的强度极限  $\sigma_b$  比拉伸时大得多，铸铁材料抗压不抗拉。

$$\sigma_{bt} \approx 200\text{MPa} \quad \sigma_{bc} \approx 600\text{MPa}$$

