



江苏航运职业技术学院
Jiangsu Shipping College

微课件一 杆件轴向拉伸与压缩



轮机工程学院

陈培红主讲

●杆件在拉压时的内力与应力

●杆件在拉压时的变形与应变

●胡克定律

●低碳钢拉伸时的力学性质

●铸铁压缩时的力学性质

●杆件在拉压时的强度

●强度失效和失效应力

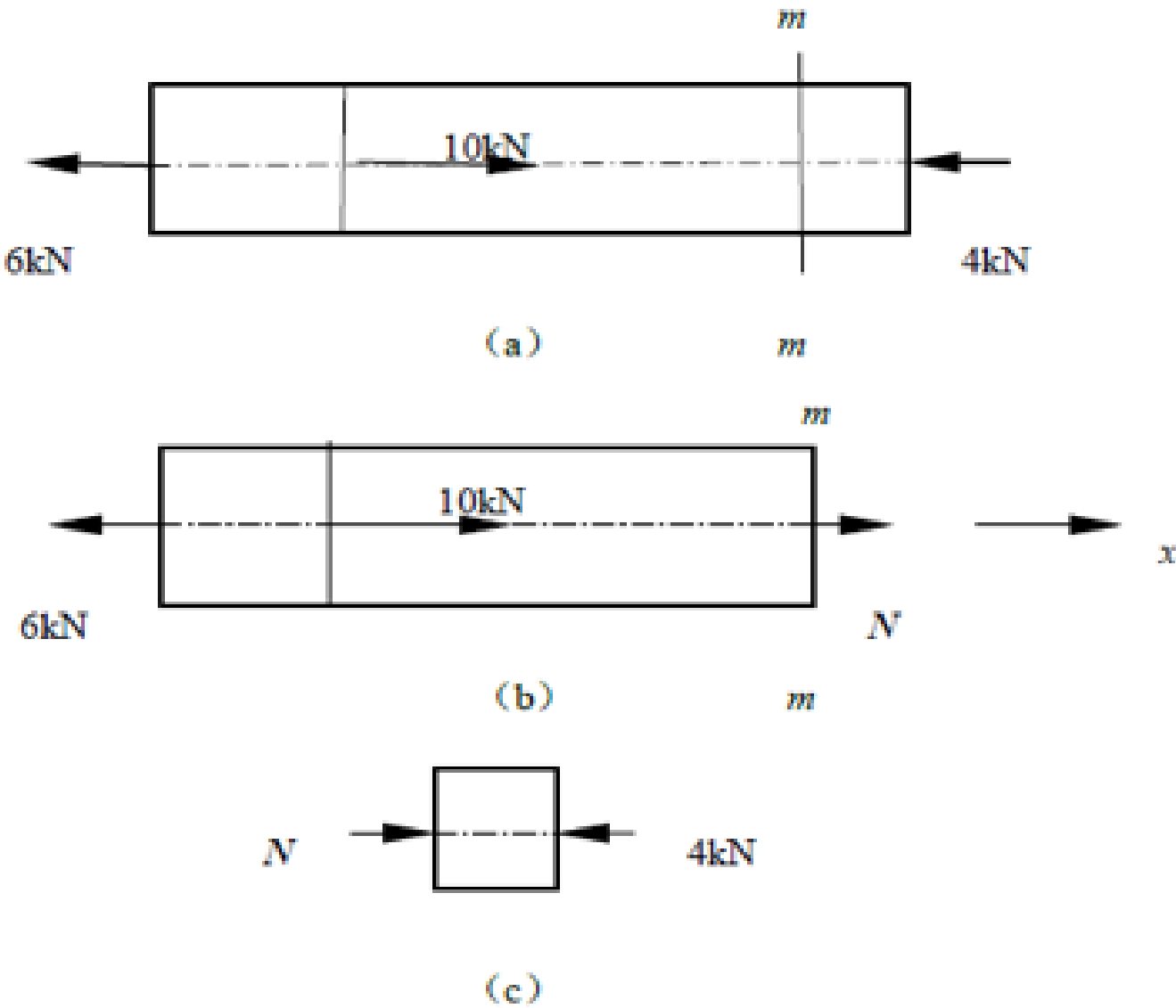


一、杆件在拉压时的内力与应力

1、内力

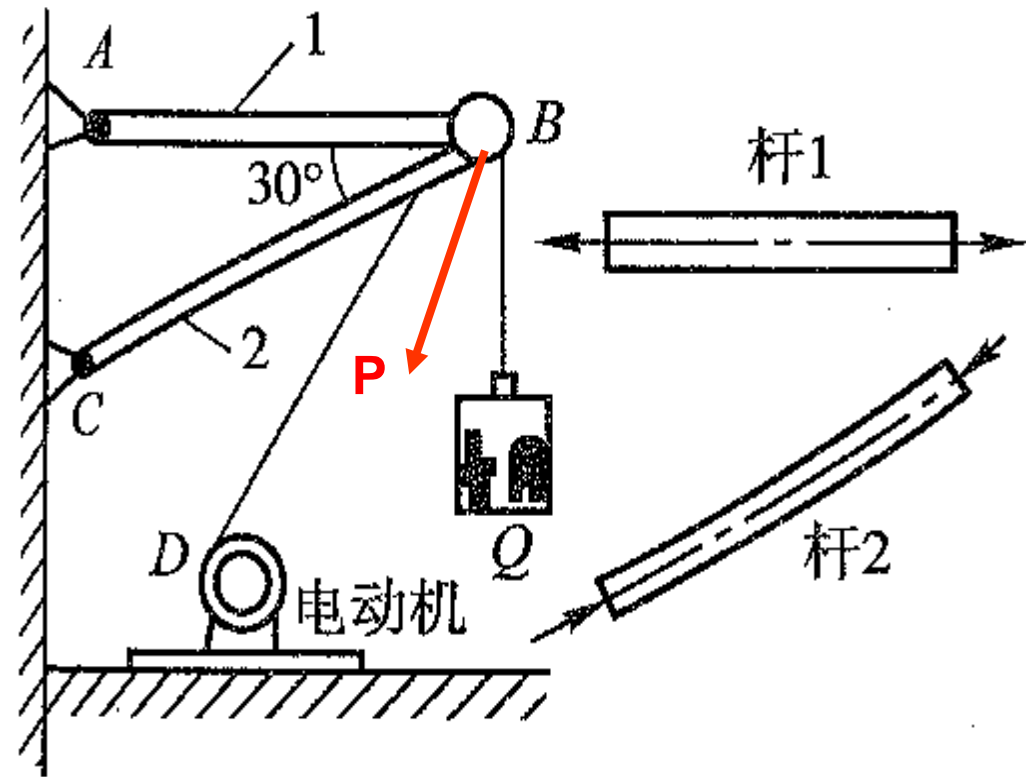
应用截面法确定与杆件轴线相垂直的截面 m 上的内力 N ，由于 N 的作用线与杆轴线重合，因此该内力 N 被称为轴向内力，简称**轴力**。

拉力为正，压力为负



练一练

- 实例分析
- 电动机和重物合力为P
- 杆2受_____?
- 杆1受_____?



起重机

一、杆件在拉压时的内力与应力

2、应力

外力 P 使杆内产生内力为轴力 P_N ，是均匀分布于横截面上的正应力 σ 的合力。
其大小为：

$$\sigma = \frac{P_N}{F} (P_a)$$



正应力 σ 方向：垂直于横截面，
正负号规定与轴力 N 的正负号规定一致，以拉应力为正，压应力为负。



横截面上剪应力 $\tau = 0$ 。

引申——斜截面上的应力

取一受轴向拉伸的等直杆，研究与横截面成 α 角的斜截面n-n上的应力情况，运用截面法，

$$P_{\alpha} = P_N = P$$

$$p_{\alpha} = \frac{P_{\alpha}}{A_{\alpha}}$$

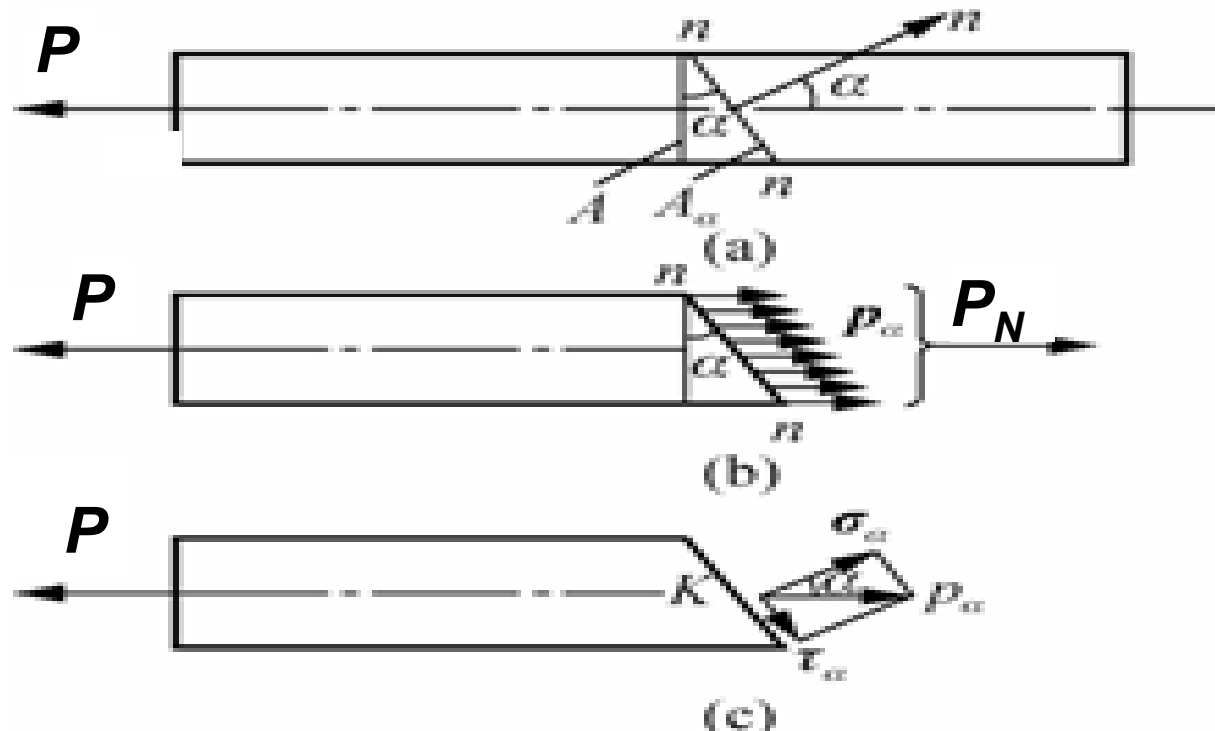


图2-2-6

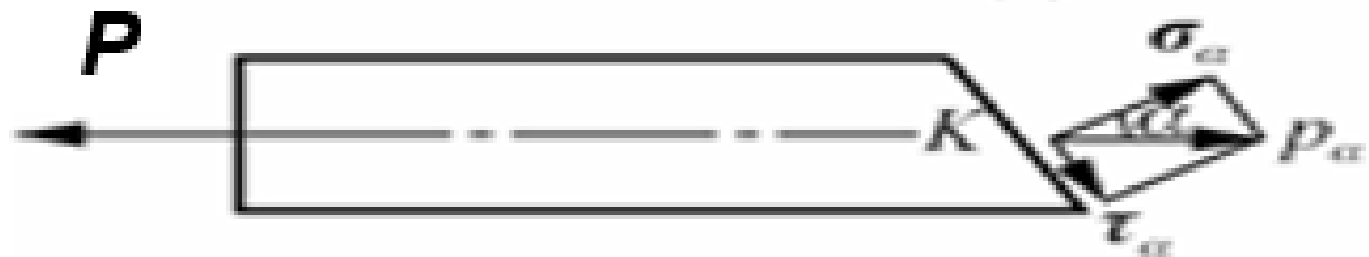
引申——斜截面上的应力

设横截面面积为 A ，则斜截面面积为 $A_\alpha = \frac{A}{\cos \alpha}$

带入上式有： $P_\alpha = \frac{F_\alpha}{A_\alpha} = \frac{F}{A / \cos \alpha} = \frac{F}{A} \cos \alpha$

$$\sigma_\alpha = p_\alpha \cos \alpha = \sigma \cos^2 \alpha = \frac{\sigma}{2}(1 + \cos 2\alpha)$$

$$\tau_\alpha = p_\alpha \sin \alpha = \sigma \cos \alpha \sin \alpha = \frac{\sigma}{2} \sin 2\alpha$$



引申——斜截面上的应力

讨论：

(1) 当 $\alpha=0^\circ$ 时，斜截面成为垂直于轴线的横截面，正应力达到最大值，切应力为零；

(2) 当 $\alpha=45^\circ$ 时，切应力达到最大值，即 $\tau = \tau_\alpha = \frac{\sigma}{2}$

正应力为 $\sigma_\alpha = \frac{\sigma}{2}$

铸铁试件受压缩发生断裂时，断裂由最大切应力所致，断裂面与轴线大致成 $45^\circ\sim 55^\circ$ 的倾角。

(3) 当 $\alpha=90^\circ$ 时，正应力和切应力都为零，表明轴向拉压杆在平行于杆轴的纵向截面上无任何应力。

二、杆件在拉压时的变形与应变

1. 杆件在拉压时的变形

实验表明：当杆伸长时，其横向尺寸缩小；而当杆缩短时，其横向尺寸就增大。如一空心圆轴拉伸变长时，外径与厚度均变小(体积一定)

ΔL （纵向变形）与 Δd （横向变形），统称为绝对变形，

2. 杆件在拉压时的应变←排除原始尺寸的影响，更好地反映变形程度

$$\text{纵向线应变: } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \text{横向线应变: } \varepsilon' = \frac{\Delta d}{d}$$

$$\text{二者的关系: } \varepsilon = -\mu\varepsilon'$$

ε 与 ε' 等值分布，数值上成正比，符号相反。

比例系数 μ 称为泊松比，也称为横向变形系数。

在弹性变形范围内， μ 是一个常数，无量纲。其值因材料而异，实验测定。



三、虎克定律

内容:

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA} \quad \text{胡克定律}$$

说明:

1. **E为弹性模量**，是衡量材料抵抗弹性变形能力的一个指标，是材料的力学性质之一，其值越大，抵抗弹性变形能力越强。随材料不同而异，由试验测定。

→应用:

火车采用钢制车轮，自行车轮胎气不足

三、虎克定律

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA} \quad \text{胡克定律}$$

说明

EA越大，其变形越小，则杆件抵抗拉伸（压缩）变形能力超强。

EA是表示杆件抵抗拉伸（压缩）变形的量值，称**拉压刚度**。

EA与外力及长度无关。

三、虎克定律

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA} \quad \text{胡克定律}$$

将 $\sigma = \frac{N}{F}$ 和 $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ 带入上式，得

$$\sigma = E\varepsilon$$

此式更易记忆哦

该式表明，在弹性变形范围内，杆件轴向拉伸与压缩时的应力与应变成正比。这一规律是杆件轴向拉伸与压缩时的**虎克定律**的另一种表达形式，称为**应力应变关系式**。

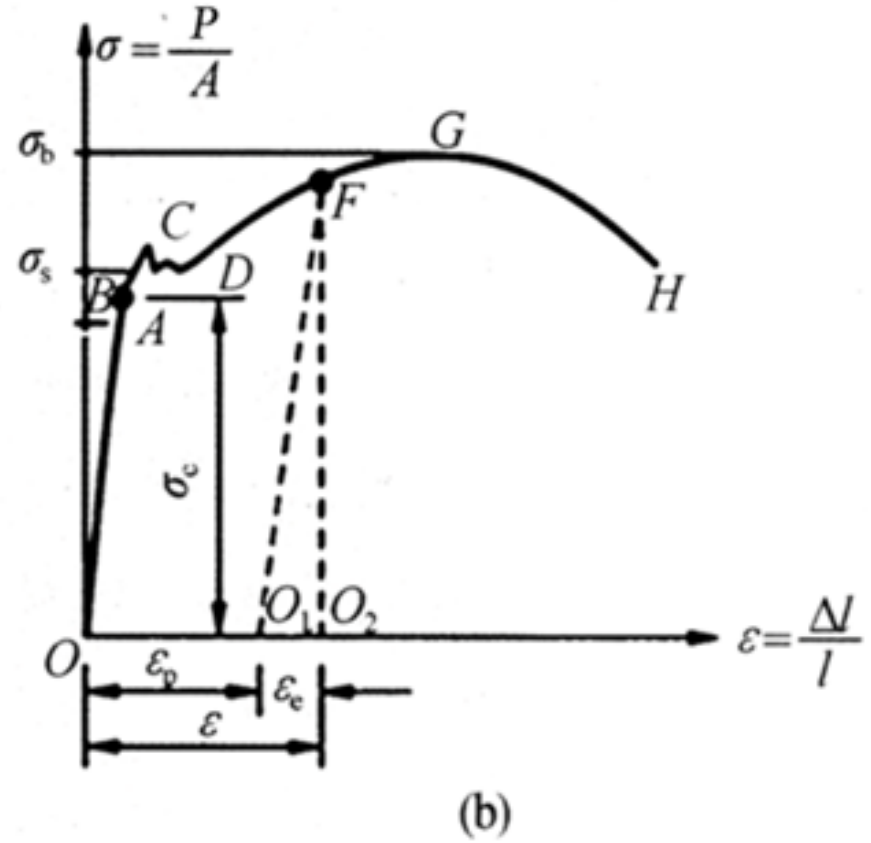
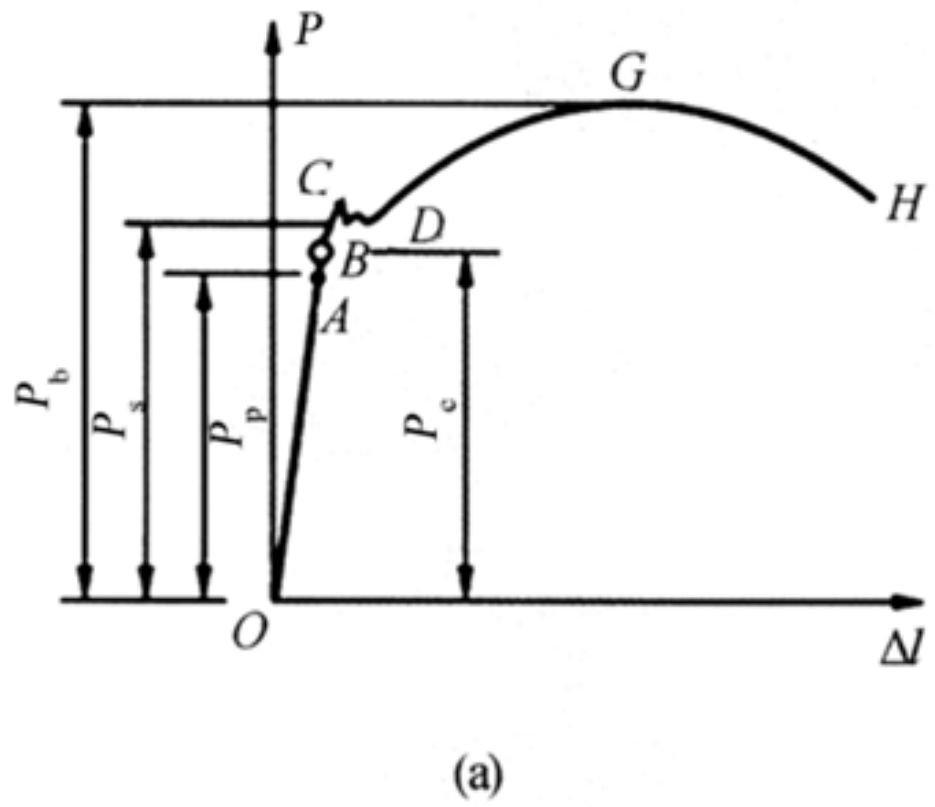
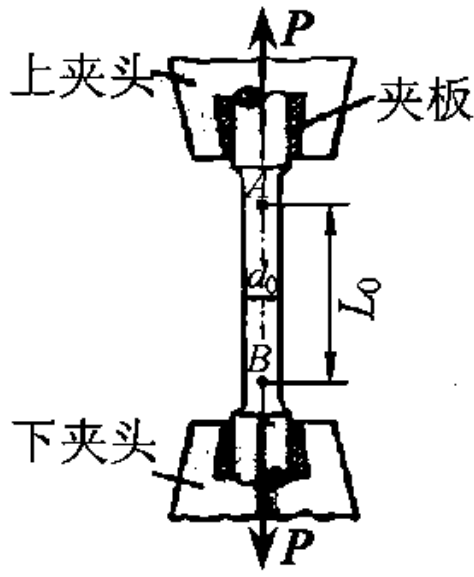
练一练

在弹性范围内，若受一相同的拉力作用时两等截面直杆的长度和横截面面积相同，其中一根为钢杆，另一根为铝杆，则此时。（ ）

- A. 铝杆的应力和钢杆相同，而变形大于钢杆
- B. 铝杆的应力和变形都大于钢杆
- C. 铝杆的应力和钢杆相同，而变形小于钢杆
- D. 铝杆的应力和变形都小于钢杆

【参考答案】 **A**

四、低碳钢拉伸时的力学性质



低碳钢拉伸图曲线 ($P-\Delta l$ 曲线和 $\sigma-\varepsilon$ 曲线)

◆减少受试件尺寸的影响， $P-\Delta l$ 曲线转变为 $\sigma-\varepsilon$ 曲线

$$\sigma = \frac{F_N}{F} = \frac{P}{F}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/516050111230010203>