

第6章 轴向拉伸和压缩

6.4 轴向拉压时的变形 胡克定律

目录

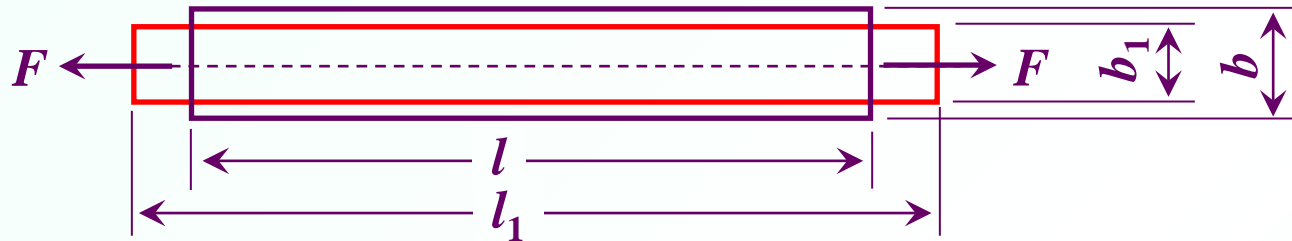
CONTENTS

- 6.1 轴向拉伸与压缩的概念
- 6.2 轴向拉伸与压缩杆的内力
- 6.3 轴向拉压轴截面上的应力
- 6.4 轴向拉压时的变形 胡克定律
- 6.5 拉伸和压缩时材料的力学性能
- 6.6 轴向拉伸和压缩时的强度计算
- 6.7* 拉(压)超静定问题
- 6.8 应力集中的概念
- 6.9 剪切与挤压的实用计算

6.4 轴向拉压时的变形 胡克定律

一、纵向变形、横向变形

轴向伸缩时横截面尺寸也会变化。



$$\Delta l \propto \frac{Fl}{A}$$

(拉压)虎克定律

$$\Delta l = \frac{Fl}{EA}$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

抗拉(压)刚度： EA

弹性模量： E (单位：Pa→GPa)

轴/纵向线应变： $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{l_1 - l}{l}$

横向线应变： $\varepsilon' = \frac{\Delta b}{b} = \frac{b_1 - b}{b}$

负号含义？

$$\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right| \quad \varepsilon' = -\mu\varepsilon$$

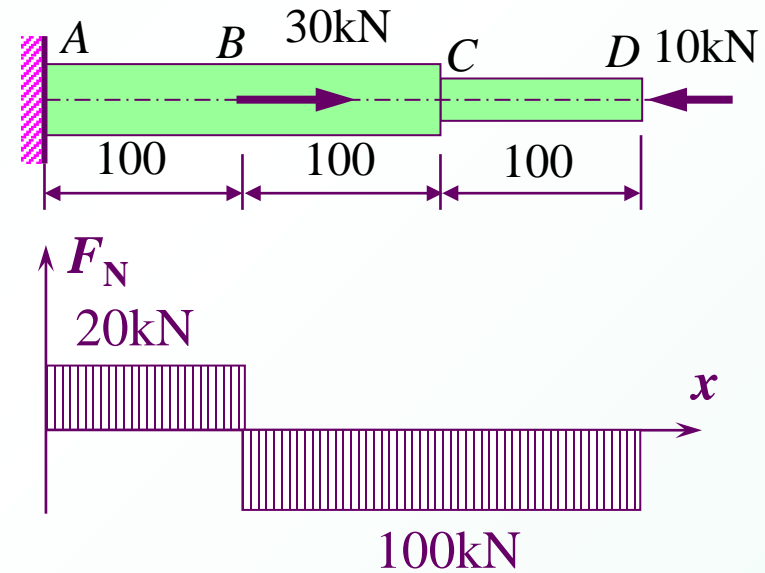
E, μ 为材料常数,如钢材:

$$E \approx 200 \text{GPa}$$

$$\mu \approx 0.3$$

泊松比/横向变形系数： μ

例6-4 图示阶梯轴AC段横截面积 $A_1=500\text{mm}^2$ ，CD段横截面积 $A_2=200\text{mm}^2$ ， $E=200\text{GPa}$ 。求总伸长量。



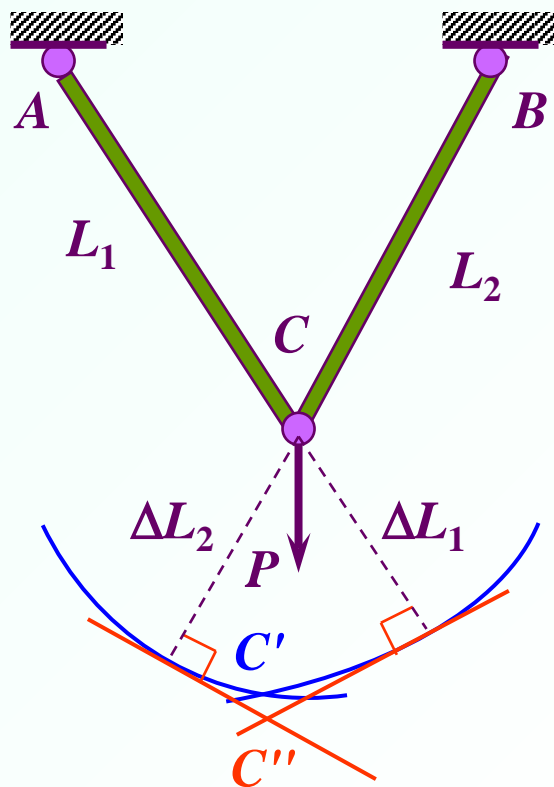
解：(1)画轴力图

(2)总变形：

$$\begin{aligned}
 \Delta l &= \Delta l_{AB} + \Delta l_{BC} + \Delta l_{CD} \\
 &= \frac{F_{NAB} l_{AB}}{EA_1} + \frac{F_{NBC} l_{BC}}{EA_1} + \frac{F_{NCD} l_{CD}}{EA_2} \\
 &= \frac{1}{200 \times 10^9} \left(\frac{20 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-6}} - \frac{10 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-6}} - \frac{10 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-6}} \right) \text{m} \\
 &= -0.015 \times 10^{-3} \text{ m} = -0.015 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

结果为负，表明总长缩短了。

例 小变形放大图的画法。



- ① 设各杆的变形量 ΔL_i
- ② 变形图严格画法 - 弧线
- ③ 变形图近似画法 - 切线

例6-5 图示结构A点载荷 $W=130\text{kN}$, AB 、 AC 为钢杆, $E=200\text{GPa}$, $L_1=2\text{m}$, $A_1=21.7\text{cm}^2$, $A_2=25.48\text{cm}^2$ 。求两杆的变形和节点A的位移。

解：(1)分析节点A受力(设杆受拉)

$$\sum F_x = 0 \quad -F_{N1} \cos 30^\circ - F_{N2} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{N1} \sin 30^\circ - W = 0$$

$$\therefore F_{N1} = 260\text{kN}, \quad F_{N2} = -224.9\text{kN} \text{ (压)}$$

(2)两杆的纵向变形

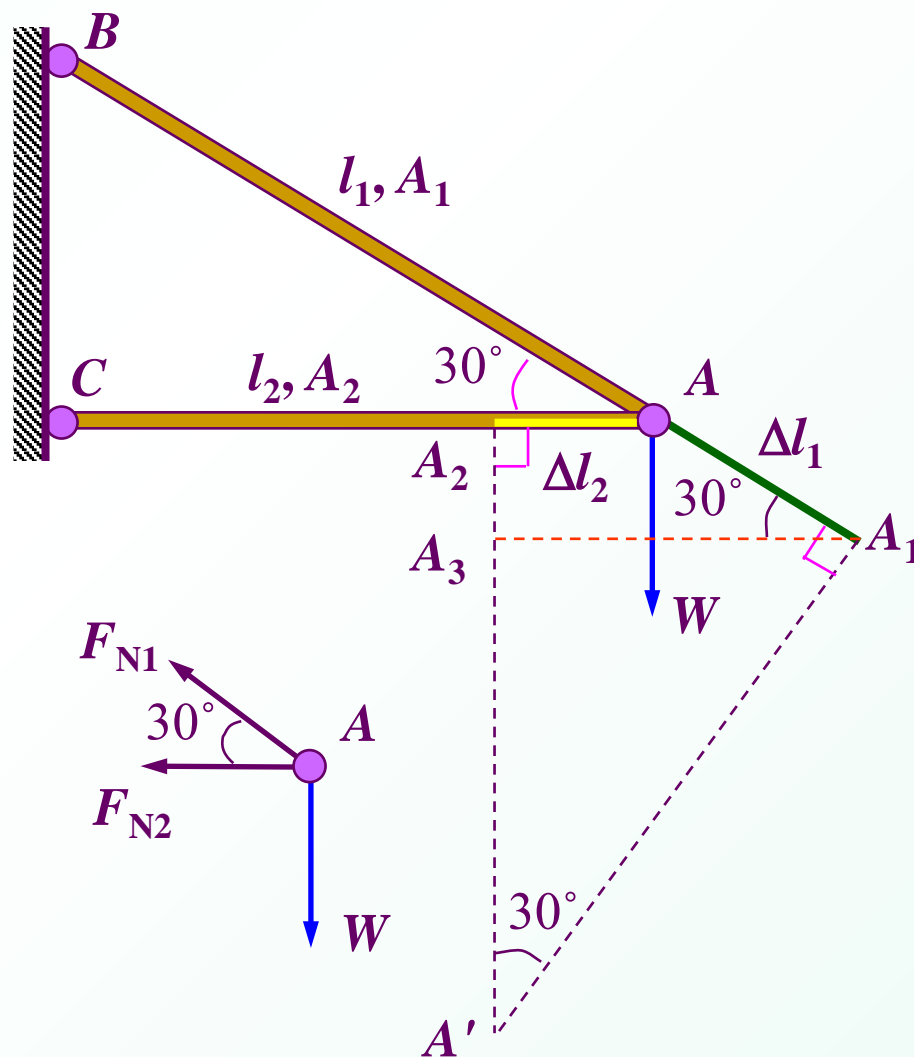
$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= \frac{F_{N1} l_1}{EA_1} = \frac{260 \times 10^3 \times 2}{200 \times 10^9 \times 21.7 \times 10^{-4}} \text{ m} \\ &= 1.198 \times 10^{-3} \text{ m} = 1.198 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\Delta l_2 = \frac{|F_{N2}| l_2}{EA_2} = \dots = 0.764 \text{ mm}$$

(3)画变形图

$$u_A = A_2 A = \Delta l_2 = 0.764\text{mm} \text{ (向左)}$$

$$\begin{aligned} v_A &= A_2 A' = A_2 A_3 + A_3 A' \\ &= \Delta l_1 \sin 30^\circ + (\Delta l_2 + \Delta l_1 \cos 30^\circ) \cot 30^\circ \\ &= \dots = 3.719\text{mm} \text{ (向下)} \end{aligned}$$



总位移

$$u_A = AA' = \sqrt{u_A^2 + v_A^2} = \dots = 3.797\text{mm}$$

目录

CONTENTS

- 6.1 轴向拉伸与压缩的概念
- 6.2 轴向拉伸与压缩杆的内力
- 6.3 轴向拉压轴截面上的应力
- 6.4 轴向拉压时的变形 胡克定律 ———— ✓ 本节结束
- 6.5 拉伸和压缩时材料的力学性能
- 6.6 轴向拉伸和压缩时的强度计算
- 6.7* 拉(压)超静定问题
- 6.8 应力集中的概念
- 6.9 剪切与挤压的实用计算