

MECHANICS

压杆的临界应力

主讲教师：朱公志

单 位：大连海事大学



细长压杆的临界应力



临界应力、临界应力总图

一、压杆的临界应力

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 E}{(\mu l)^2} \left(\frac{J}{A} \right)$$



令 $i^2 = \frac{J}{A}$, 或 $i = \sqrt{\frac{J}{A}}$ (i称为截面的惯性半径)

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 E}{(\mu l)^2} i^2 = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{\mu l}{i} \right)^2}$$



令 $\lambda = \frac{\mu l}{i}$ (λ 称为压杆的柔度)

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

细长压杆临界力的欧拉公式



临界应力、临界应力总图

一、欧拉公式的适用范围

细长压杆的临界力及应力公式是根据挠曲线近似微分方程得出的，只适用于材料**线弹性小变形**情况，所以压杆的应力不应超过材料的**比例极限**：

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \leq \sigma_P$$



$$\lambda \geq \pi \sqrt{E / \sigma_P}$$

$$\lambda_P$$



临界应力、临界应力总图

$$\lambda \geq \lambda_p = \pi \sqrt{E / \sigma_p}$$

例，对于Q235钢， $E=200\text{GPa}$ ， $\sigma_p = 200\text{MPa}$ ，可得：

$$\lambda_p = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}} = 3.14 \times \sqrt{\frac{200 \times 10^3 \text{MPa}}{200 \text{MPa}}} = 100$$

若 $\lambda \geq \lambda_p$ ，则称压杆为细长杆，或大柔度杆，求临界力时，应用

欧拉公式

若 $\lambda \leq \lambda_p$ 时，就不能就用欧拉公式。

