

第13章 压杆稳定

§ 13-4 压杆稳定校核

目录

CONTENTS

- 1 稳定安全系数
- 2 稳定条件与强度条件比较
- 3 例题
- 4 提高压杆稳定性措施

1. 稳定安全系数

理想压杆：1) 材料均匀; 2) 轴线笔直; 3) 载荷无偏心

实际压杆：1) 材料缺陷 ; 2) 轴线初弯 ; 3) 载荷偏心

稳定条件:安全系数法

稳定工作安全系数： $n = \frac{P_{cr}}{P}$ 许用的稳定安全系数 n_{st}

稳定条件 $n = \frac{P_{cr}}{P} \geq n_{st}$ 满足稳定性要求

2. 稳定条件与强度条件比较

1) 稳定条件 $n \geq n_{st}$

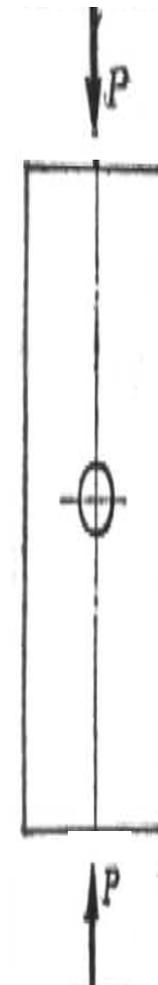
2) 强度条件 $\sigma \geq \sigma_{\max}$

稳定安全系数与强度安全系数的取值：

强度安全系数取值 1.2 ~ 2.5，有时可达 3.5；

稳定安全系数取值 2 ~ 5，有时可达 8 ~ 10。

3) 计算横截面、惯性矩时
稳定：不考虑局部削弱面积
强度：必须考虑



3. 例题

已知托架 D 处承受荷载 $F = 10 \text{ kN}$ 。 AB 杆外径 $D = 50 \text{ mm}$ ，内径 $d = 40 \text{ mm}$ ，材料 Q235 钢， $E = 200 \text{ GPa}$ 。 $\lambda_p = 100$ ， $n_{st} = 3$ 。

试校核 AB 杆的稳定性。

解： 计算 AB 杆的轴力

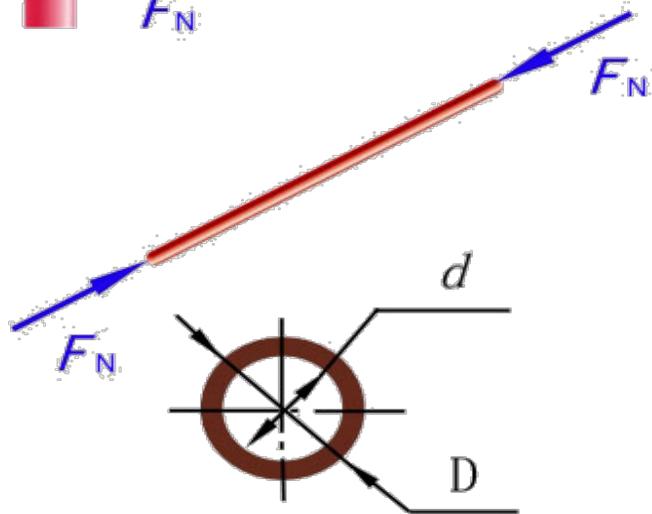
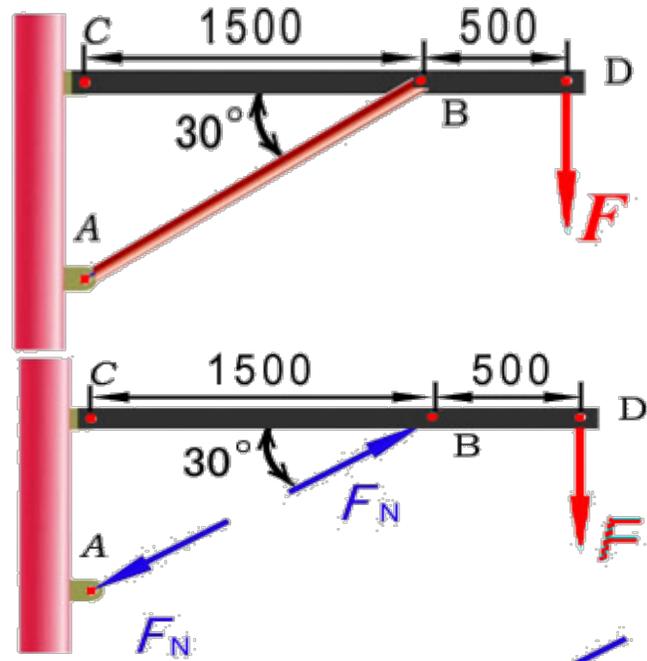
$$CD \text{ 梁 } \sum M_C = 0$$

$$F \cdot 2000 = F_N \cdot \sin 30^\circ \cdot 1500$$

$$\text{得 } F_N = 26.6 \text{ kN}$$

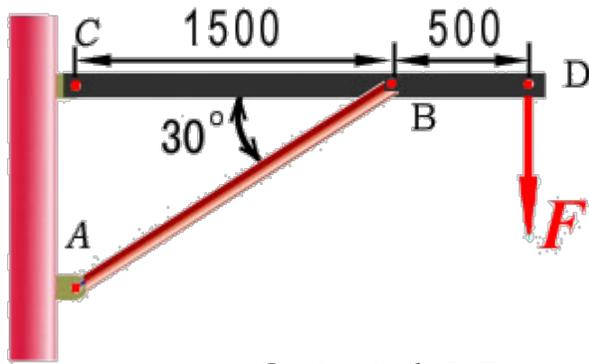
$$AB \text{ 杆 } \lambda = \frac{\mu l}{i} \quad \mu = 1 \quad (\text{两端铰支})$$

$$l = \frac{1.5}{\cos 30^\circ} = 1.732 \text{ m}$$



AB 杆截面

例题



$$F_N = 26.6 \text{ kN}$$

$$\text{AB杆} \quad \lambda = \frac{\mu l}{i} \quad \mu = 1$$

$$l = \frac{1.5}{\cos 30^\circ} = 1.732 \text{ m}$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)}} \\ = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4} = 16 \text{ mm}$$

3. 例题

已知托架 D 处承受荷载 $F = 10 \text{ kN}$ 。 AB 杆外径 $D = 50 \text{ mm}$ ，内径 $d = 40 \text{ mm}$ ，材料 Q235 钢， $E = 200 \text{ GPa}$ 。 $\lambda_p = 100$ ， $n_{st} = 3$ 。

试校核 AB 杆的稳定性。

$$\text{得} \quad \lambda = \frac{1 \times 1.732 \times 10^3}{16} = 108 > \lambda_p$$

AB 为大柔度杆，可用欧拉公式

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = 118 \text{ kN}$$

$$n = \frac{F_{cr}}{F_N} = \frac{118}{26.6} = 4.42 > n_{st} = 3$$

AB 杆满足稳定性要求

4. 提高压杆稳定的措施分析

分析：欧拉公式

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2},$$

临界压力--**越大越好**

具体措施： 1. 减小压杆的长度

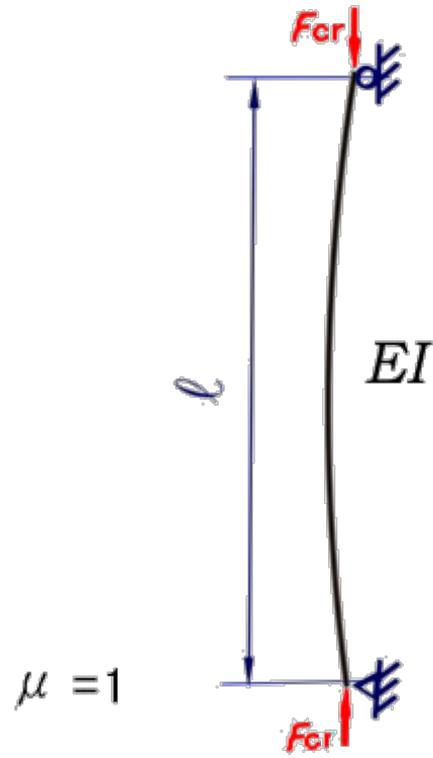
2. 合理选择截面形状 $I_{min} = I_{max}$

3. 加强约束的紧固程度

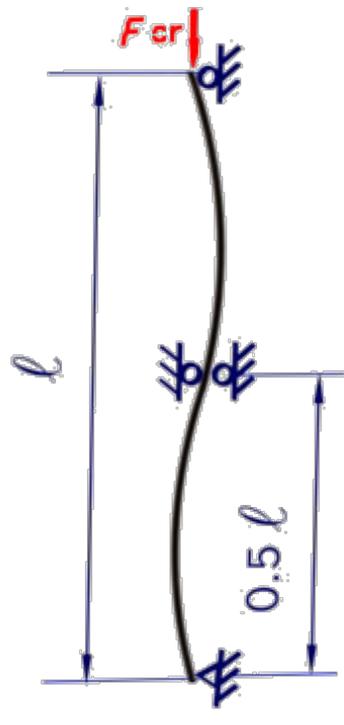
4. 合理选择材料

5. 提高压杆稳定的措施

1) 减小压杆长度 l



$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$



$$F_{cr} = 4 \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

尽可能避免用细长杆



工程实例:建筑工地的升降机

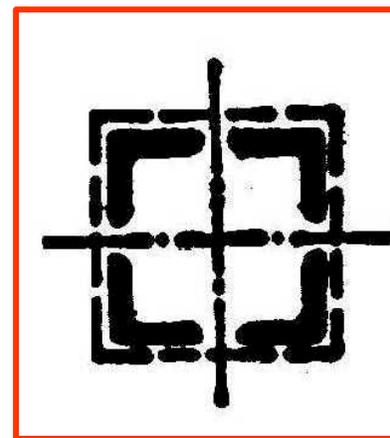
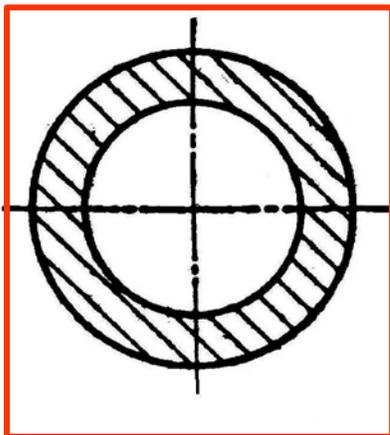
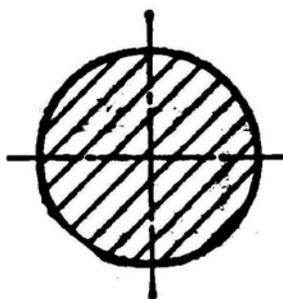
5. 提高压杆稳定的措施

2) 选择合理的截面形状

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2},$$



I



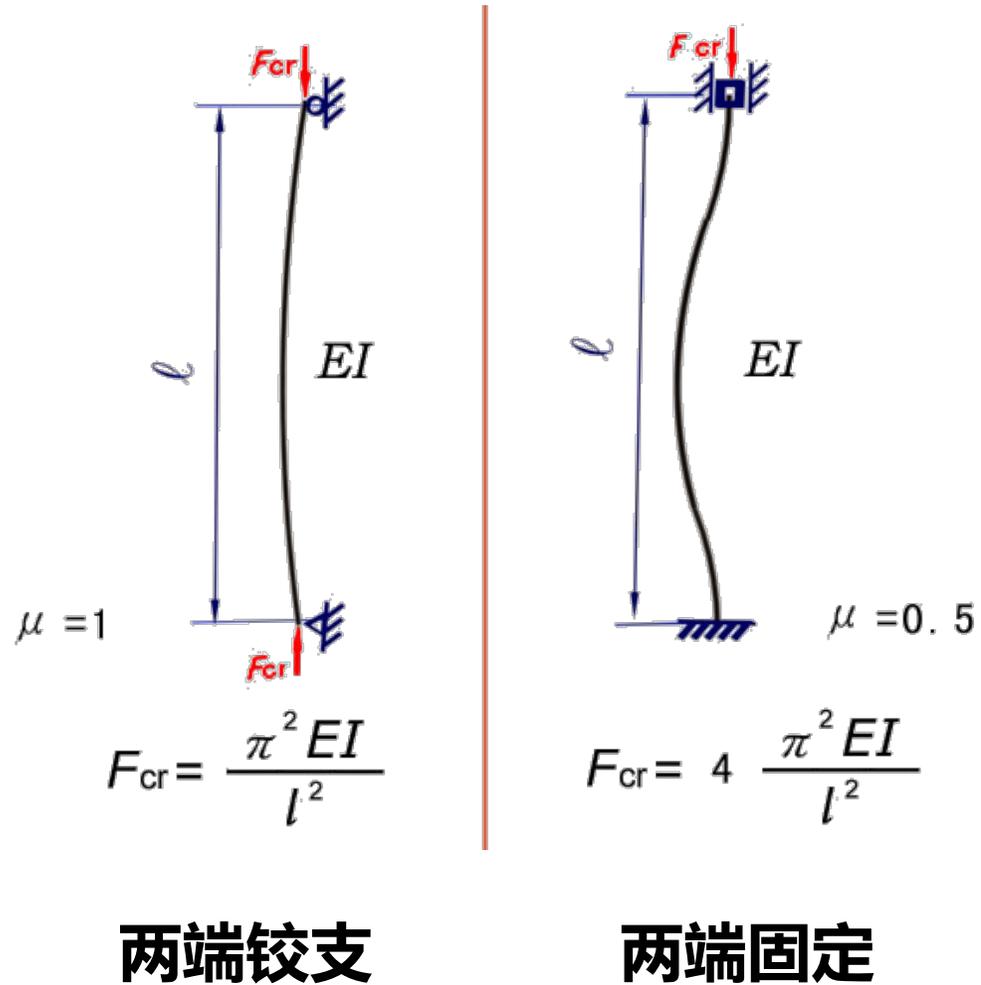
面积相同，尽可能把材料放在远离截面形心，以取得较大的截面惯性矩 I 和惯性半径 i

5. 提高压杆稳定的措施

3) 改变压杆的约束条件

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2},$$

约束越强， μ 越小，
越不容易失稳。



5. 提高压杆稳定的措施

4) 合理选择材料-提高 E

- 对大柔度杆 选用 E 大的材料，可提高临界压力值。

钢压杆比铜、铸铁或铝压杆的弹性模量大，所以临界压力大。

但各种钢材的 E 差不多，**优质钢与普通钢的 E 差别不大。**

- 对中小柔度杆

优质钢材的 σ_s 普通高大，提高 σ_s 可提高临界压力值。

