

例题三



圆轴扭转的应力和强度条件

某主传动轴，由45号无缝钢管制成，其外径 $D=90\text{mm}$ ，管厚 $t=2.5\text{mm}$ 。在工作时最大扭矩 $M_n=1.5\text{kN}\cdot\text{m}$ 。已知材料的 $[\tau]=60\text{MPa}$ ，试校核此轴的强度。若此轴为实心轴时，其重量为空心轴的几倍。

解：对于无缝钢管

$$\alpha = \frac{85}{90} = 0.945$$

$$\tau_{\max} = \frac{T}{W_P} = \frac{1.5 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{\frac{\pi \times 90^3}{16} (1 - 0.945^4) \text{ mm}^3} = 51.7 \text{ Mpa} < [\tau]$$

$\therefore$ 该轴可以满足使用要求



圆轴扭转的应力和强度条件

如果将空心轴(钢管)改为实心轴,并使实心轴产生的最大剪应力仍为 $\tau_{\max} = 51.7\text{MPa}$,则此时实心圆轴的直径 d_0 应为:

$$\tau_{\max} = \frac{T}{W_P} = 51.7\text{MPa}$$

$$\frac{1.5 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{\frac{\pi \times d_o^3}{16} \text{ mm}^3} = 51.7\text{MPa}$$

$$d_o = \sqrt[3]{\frac{1.5 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 51.7}} \text{ mm} = 52.8\text{mm}$$



圆轴扭转的应力和强度条件

在两长度相等、材料相同的情况下，其重量之比应等于面积之比：

$$\frac{A_{\text{实}}}{A_{\text{空}}} = \frac{\frac{\pi}{4} d_o^2}{\frac{\pi}{4} (D^2 - d_o^2)} = \frac{52.8^2}{90^2 - 85^2} = 3.2$$

在同样工作条件下，空心轴要比实心轴节省材料。

