# 材料工程力学基础模拟题

潘叙润

2025 年 1 月 11 日

## 模拟题说明

**本题是笔者根据 2024 年考试的考点与题型自行编制的，旨在为补考的同学提供一份模拟题。题目难度相对较低，仅供复习参考。祝同学们考试顺利！**

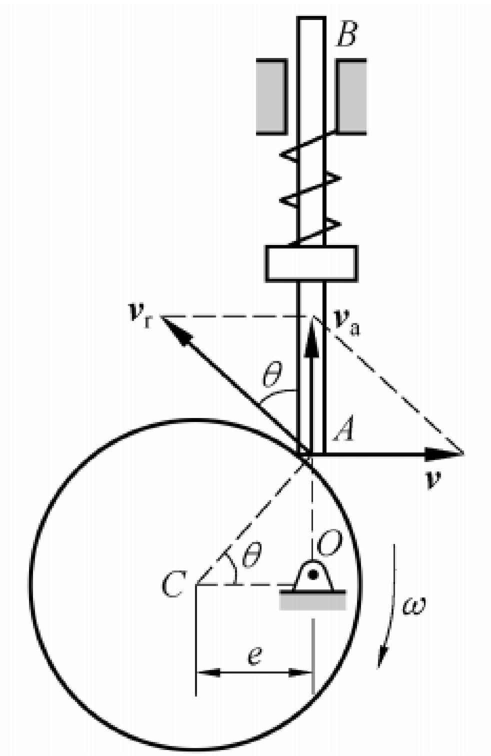
## 1 理论力学

1、平面力系可以简化为<u>力偶</u>,<u>合力</u>，<u>平衡</u>。

2、全约束力的作用线也不能超出<u>摩擦角（锥）</u> 之外，即全约束力的作用线必在摩擦角（锥）之内。

3、导向轴承的自由度为<u>4</u>，导轨的自由度为<u>5</u>。(教材 P47 建议记住)

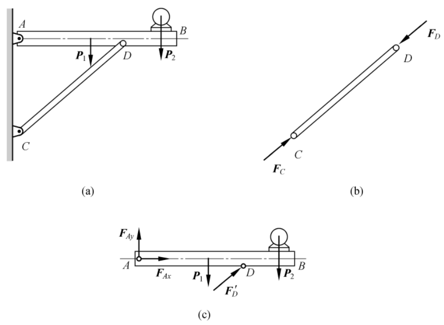
4、点的合成运动定理中的 3 种运动有<u>绝对运动</u>、<u>相对运动</u>、<u>牵连运动</u>。




5、上图中 A 点的绝对运动是直线 运动，相对运动是以凸轮中心 C 为圆心的圆周 运动、牵连运动是凸轮绕 O 的转动。

6、空间平行力系的平衡方程的数目为3。

7、如下图所示，均质梁重 P1，其上放一个 P2 的电动机，AC=3m,BC=4m,CD=5m，AB 长 L，求 A 点和 C 点的约束力。




**解：**

$$F_{Ay} - P_1 - P_2 + F'_D \times \frac{3}{5} = 0$$

$$F_{Ax} + F'_D \times \frac{4}{5} = 0$$

$$-P_1 \cdot \frac{L}{2} - P_2 \cdot L + F'_D \times \frac{3}{5} \times 4 = 0$$

⇒

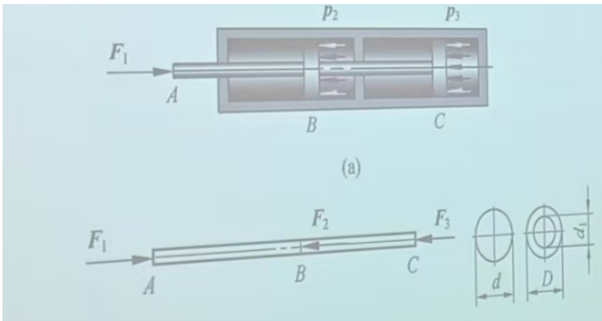
$$F_{Ay} = P_1 + p_2 - \frac{1}{4}(P_1 \cdot \frac{L}{2} + P_2 \cdot L)$$

$$F_{Ax} = -\frac{1}{3}(P_1 \cdot \frac{L}{2} + P_2 \cdot L)$$

$$F_c = \frac{5}{12}(P_1 \cdot \frac{L}{2} + P_2 \cdot L)$$

## 2　材料力学

1、变形固体基本假设连续性假设、均匀性假设、各向同性假设。
2、强度理论有最大拉应力理论、最大拉应变理论、最大切应力理论、形变应变能理论。
3、写出截面为矩形的、圆形的、圆环的梁的抗弯系数，矩形为$\frac{bh^2}{6}$, 圆形为$\frac{\pi D^3}{32}$, 环形为$\frac{\pi D^3(1-\alpha^4)}{32}$。在相同的参数下，比较抗弯能力矩形 > 圆形 > 环形。（记不太清怎么考的了，中心思想就是在一定条件下，长宽比越大，抗弯能力越强。）
4、两出两端饺支的临界力公式$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2}$，当长度变为原来的 2 倍，两端饺支变为一端固定一端自由，临界力变为原来的多少倍$\frac{1}{16}$。
5、图 a 为一双压手铆机的示意图。作用于活塞杆上的力分别简化为 $F_1 = 2.62\,\mathrm{kN}, F_2 = 1.3\,\mathrm{kN}, F_3 = 1.32\,\mathrm{kN}$，计算简图如图 b 所示。AB 段为直径 $d = 10\,\mathrm{mm}$ 的实心杆，BC 段是外径 $D = 10\,\mathrm{mm}$，内径 $d_1 = 5\,\mathrm{mm}$ 的空心杆。




1. 求活塞杆各段横截面上的正应力;
2. 杆的总伸长。

**解:**

1. 分段求轴力
   - 由 AB 段平衡条件:
     $$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_1 + F_{N_{AB}} = 0$$
     得 $F_{N_{AB}} = -F_1 = -2.62\,\mathrm{kN}$
   - 由 BC 段平衡条件:
     $$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_1 - F_2 + F_{N_{BC}} = 0$$
     得 $F_{N_{BC}} = F_2 - F_1 = -1.32\,\mathrm{kN}$

2. 分段求正应力

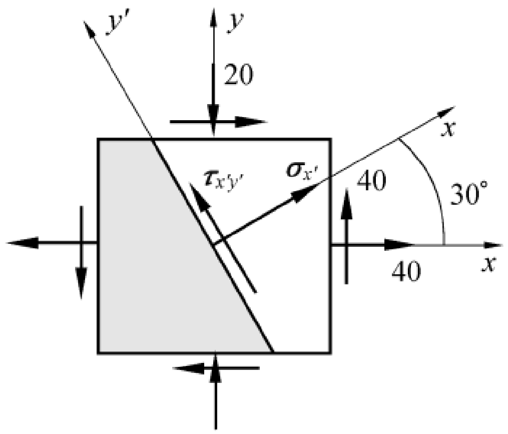
- AB 段:

$$\sigma_{AB} = \frac{F_{N_{AB}}}{A_{AB}} = \frac{4F_{N_{AB}}}{\pi d^2} = -33.4\,\mathrm{MPa}$$

- BC 段:

$$\sigma_{BC} = \frac{F_{N_{BC}}}{A_{BC}} = \frac{4F_{N_{BC}}}{\pi(D^2 - d^2)} = -22.4\,\mathrm{MPa}$$

6、已知二向应力状态，试用解析法或应力圆分别求:




(a)

图 4-14

1. 斜截面上的应力；

2. 主应力大小，主平面位置；

3. 最大切应力, 切平面的位置。

## 解

1、

$$\sigma_{\acute{x}} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\cos 2\alpha + \tau_{xy}\sin 2\alpha \tag{1}$$
$$\tau_{\acute{x}\acute{y}} = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\sin 2\alpha + \tau_{xy}\cos 2\alpha \tag{2}$$

将 $\sigma_x = 40$ MPa, $\sigma_y = -20$ MPa, $\alpha = 30^\circ$ 代入，

$$\sigma_{\acute{x}} = 59.64MPa$$

$$\tau_{\acute{x}\acute{y}} = -5.98MPa$$

2、

$$\tan 2\alpha_\sigma = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$

$$\left.\begin{array}{l}\sigma' \\ \sigma''\end{array}\right\} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \tag{3}$$

将数据代入，

$$\sigma' = 60 \text{ MPa}, \quad \sigma'' = -40 \text{ MPa} \tag{4}$$

$\alpha_\sigma = 26.565°$。由于 $\sigma_x > \sigma_y$，$\alpha_0$ 为 $\alpha_{\max}$ 的角度。最小主应力的主平面对应的角度为 -64.435°。

3、

$$\left.\begin{array}{l}\tau' \\ \tau''\end{array}\right\} = \pm\sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \tag{5}$$

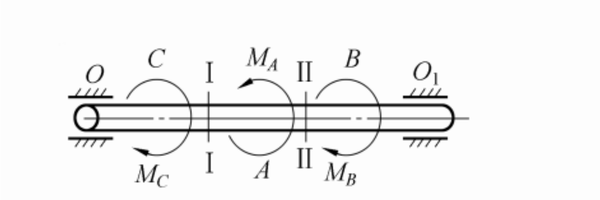
$$\tan 2\alpha_\tau = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2\tau_{xy}} \tag{6}$$

$$\tau' = \pm 50 \text{ MPa} \tag{7}$$

$$\tan 2\alpha_\tau = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2\tau_{xy}} \tag{8}$$

$$\alpha_\tau' = -18\ 435° \quad \alpha_\tau'' = 71.565° \tag{9}$$

4、**传动轴, 转速 $n = 300$ rpm, 主动轮 A 输入功率 $P_A = 22.1$ kW, 从动轮 B、C 输出功率分别为 $P_B = 14.8$ kW, $P_C = 7.3$ kW。要求:**




1. 若该轴为 $d = 20$ mm 的实心轴, 求整个轴的最大切应力;
2. 若该轴为外径 $D = 40$ mm, 内径 $d = 20$ mm 空心圆轴, 求整个轴的最大切应力和最小切应力。

**解:**

1. 求外力偶

$$M_e = 9549\frac{P_k}{n} \quad M_A = 703Nm \quad M_B = 471Nm \quad M_C = 232Nm \tag{10}$$

2. 求实心圆柱的最大切应力

$$T_{\text{xpmax}} = \frac{T_{max}}{\frac{\pi d^3}{16}} = \frac{16 \times 471}{\pi d^3} = 300 \text{ MPa} \tag{11}$$

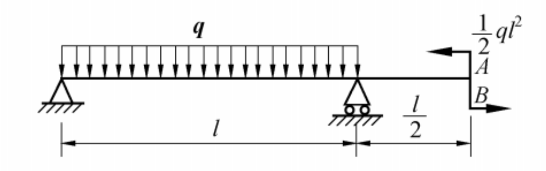
3. 求空心圆柱的最大切应力

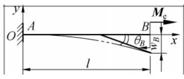
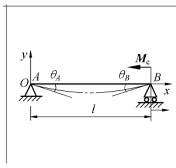
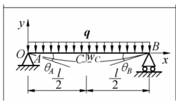
$$T_{\text{xpmax}} = \frac{T_{max}}{\frac{\pi D^3}{16}(1-\alpha^4)} = \frac{40 \times 471}{\pi(D^2 - d^2)} = 40 \text{ MPa} \tag{12}$$

4. 求空心圆柱的最小切应力

$$T_{\mathrm{xpmin}} = \frac{T_{\min}}{\frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)} \frac{d}{2} = \frac{16 \times 232}{(0.04^4 - 0.02^4)\pi} = 9.9 \text{ MPa} \tag{13}$$

5、求 A 截面处的挠度以及 B 截面的转角。




| | | | |
|---|---|---|---|
|  | $w=-\frac{M_e x^2}{2EI}$ | $\theta_B=-\frac{M_e l}{EI}$ | $w_B=-\frac{M_e l^2}{2EI}$ |
|  | $w=-\frac{M_e x}{6EIl}(l^2-x^2)$ | $\theta_A=-\frac{M_e l}{6EI}$ <br> $\theta_B=\frac{M_e l}{3EI}$ | $x=\frac{1}{\sqrt{3}}l$ 处, <br> $w_{\max}=-\frac{M_e l^2}{9\sqrt{3}EI}$; <br> $x=\frac{l}{2}$ 处, <br> $w_{1/2}=-\frac{M_e l^2}{16EI}$ |
|  | $w=-\frac{qx}{24EI}(l^3-2lx^2+x^3)$ | $\theta_A=-\theta_B=-\frac{ql^3}{24EI}$ | $w_C=-\frac{5ql^4}{384EI}$ |

可以将这个图拆成如表格的 3 部分。

$$\omega_1 = -\frac{-\frac{1}{2}ql^2\frac{l^2}{2^2}}{2EI} = \frac{ql^4}{16EI}$$

$$\theta_1 = -\frac{-\frac{1}{2}ql^2\frac{l}{2}}{EI} = \frac{ql^3}{4EI}$$

$$\omega_2 = \frac{l}{2}\theta_b = \frac{l}{2}\frac{\frac{1}{2}ql^2 l}{3EI} = \frac{ql^4}{12EI}$$

$$\theta_2 = \theta_b = \frac{\frac{1}{2}ql^2 l}{3EI} = \frac{ql^3}{6}$$

$$\omega_3 = \frac{l}{2}\theta_b = \frac{l}{2}\frac{ql^3}{24EI} = \frac{ql^4}{48EI}$$

$$\theta_3 = \theta_b = \frac{ql^3}{24EI}$$

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 = \frac{11ql^3}{24EI}$$

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = \frac{ql^4}{6EI}$$