

江西理工大学考试试卷

试卷编号：

2012—2013 学年第一学期	考试性质（正考、补考或其它）： []
课程名称：工程力学	考试方式（开卷、闭卷）：[闭卷]
考试时间：	试卷类别：[B] 共 五 大 题
<p style="text-align: center;">温 馨 提 示</p> <p>请考生自觉遵守考试纪律，争做文明诚信的大学生。如有违犯考试纪律，将严格按照《江西理工大学学生违纪处分暂行规定》处理。</p>	

班级_____学号_____姓名_____

题号	一	二	三	四	五	六	总 分
得分							

一、图示结构，试求杆件 AB、CB 的应力。已知 $F=20\text{kN}$ ；斜杆 AB 为直径 20mm 的圆截面杆，水平杆 CB 为 $15\text{mm}\times 15\text{mm}$ 的方截面杆。（17 分）（**讲例**）

解：如图

1、计算各杆件的轴力。（设斜杆为 1 杆，水平杆为 2 杆）
用截面法取节点 B 为研究对象

$$\sum F_x = 0 \quad F_{N1} \cos 45^\circ + F_{N2} = 0$$

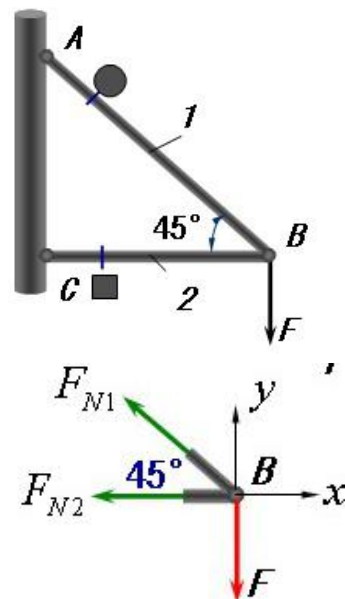
$$\sum F_y = 0 \quad F_{N1} \sin 45^\circ - F = 0$$

$$F_{N1} = 28.3\text{kN}$$

$$F_{N2} = -20\text{kN}$$

2、计算各杆件的应力。

$$\sigma_1 = \frac{F_{N1}}{A_1} = \frac{28.3 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \times 20^2 \times 10^{-6}} = 90 \times 10^6 \text{ Pa} = 90\text{MPa}$$



$$\sigma_2 = \frac{F_{N2}}{A_2} = \frac{-20 \times 10^3}{15^2 \times 10^{-6}} = -89 \times 10^6 \text{ Pa} = -89 \text{ MPa}$$

二、如图所示，钢架中 $q=3\text{kN/m}$, $F=6\sqrt{2}\text{ kN}$, $M=10\text{kN}\cdot\text{m}$, 不计钢架的自重。

求固定端 A 的约束力。（16 分）

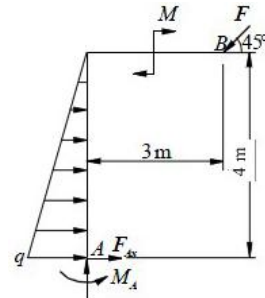
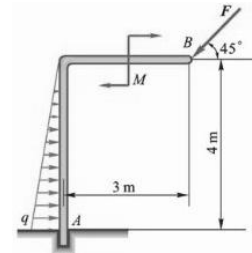
解受力如图所示：

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} = F \sin 45^\circ = 6\text{kN}$$

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ax} + \frac{1}{2}q \times 4\text{m} - F \cos 45^\circ = 0, F_{Ax} = 0$$

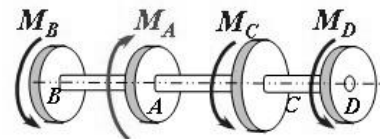
$$\sum M_A = 0 \quad M_A - \frac{1}{2}q \times 4\text{m} \times \frac{4}{3}\text{m} - M - F \sin 45^\circ \times 3\text{m} + F \cos 45^\circ \times 4\text{m} = 0$$

$$M_A = 12\text{kN}\cdot\text{m} \quad (\text{逆})$$



三、一传动轴如图所示，轴的直径 $d=45\text{mm}$, 转速 $n=300\text{r/min}$ 。主动轮输入功率 $P_A=36.7\text{kW}$; 从动轮 B、C、D 输出功率分别为： $P_B=14.7\text{kW}$; $P_C=P_D=11\text{kW}$ 。轴的材料为 45 钢， $[\tau]=40\text{MPa}$, $[\varphi'] = 2 (^\circ)/\text{m}$, $G=80\text{GPa}$ 。请校核该轴的强度和刚度。（22 分）（工程力学例题）

解：①外力偶矩：



$$M_A = 9550 \frac{P_A}{n} = \left(9550 \times \frac{36.7}{300} \right) \text{ N}\cdot\text{m} = 1170 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_B = 9550 \frac{P_B}{n} = \left(9550 \times \frac{14.7}{300} \right) \text{ N}\cdot\text{m} = 468 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_C = M_D = 9550 \frac{P_C}{n} = \left(9550 \times \frac{11}{300} \right) \text{N} \cdot \text{m} = 351 \text{N} \cdot \text{m}$$

②扭矩图

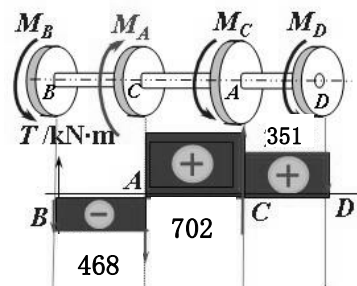
$$T_1 = -M_B = -468 \text{N} \cdot \text{m}$$

$$T_2 = M_A - M_B = (1170 - 468) \text{N} \cdot \text{m} = 702 \text{N} \cdot \text{m}$$

$$T_3 = M_A - M_B - M_C = (1170 - 468 - 351) \text{N} \cdot \text{m} = 351 \text{N} \cdot \text{m}$$

其扭矩图如图所示

由图可知 AC 段内扭矩最大，为 $702 \text{N} \cdot \text{m}$



③强度校核

按强度条件

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_p} = \frac{702}{0.2 \times 0.045^3} \text{Pa} = 38.8 \times 10^6 \text{Pa} = 38.8 \text{MPa} < [\tau] = 40 \text{MPa}$$

满足强度条件。

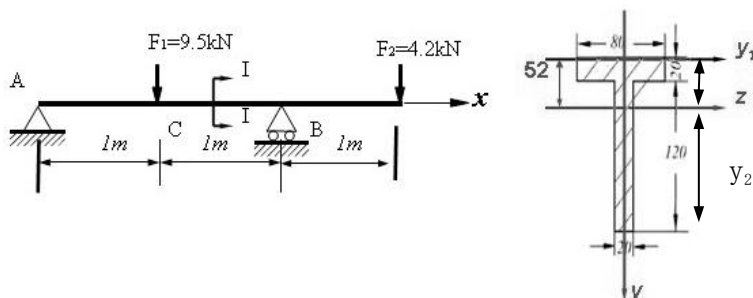
④刚度校核

按刚度条件

$$\phi_{\max} = \frac{T_{\max}}{GI_p} \frac{180}{\pi} = \frac{32T_{\max}}{80 \times 10^9 \times 0.1 \times 0.045^4} \times \frac{180}{3.14} / \text{m} = 1.23(^{\circ}) / \text{m} < 2(^{\circ}) / \text{m} = [\phi]$$

满足刚度条件。

四、铸铁梁的横截面为 T 形，截面尺寸和载荷如图所示，铸铁的许用拉应力为 $[\sigma_t]=30\text{MPa}$ ，许用压应力 $[\sigma_c]=160\text{MPa}$ ，其形心位置和截面对中性轴的惯性矩分别为 $|y_1|=52\text{mm}$ ， $I_z=7.63\times 10^{-6}\text{m}^4$ 。试校核梁的强度。（25 分）（材料力学例题）



解：

由静力平衡方程可得梁的支反力为： $F_{RA}=2.65\text{kN}$ ， $F_{RB}=11.05\text{kN}$
作弯矩图如图所示，最大弯矩在截面 C 上， $M_C=2.65\text{kN}\cdot\text{m}$ ，最大负弯矩在截面 B 上， $M_B=-4.2\text{kN}\cdot\text{m}$ 。

梁截面对中性轴不对称，同一截面上的最大拉应力和最大压应力并不相等，应分别以 y_1 和 y_2 代入计算。在截面 B 上，弯矩是负的，最大拉应力发生于上边缘各点，且

$$\sigma_t = \frac{M_B y_1}{I_z} = \frac{(4.2 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}) \times (52 \times 10^{-3} \text{ m})}{7.63 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 28.6 \times 10^6 \text{ Pa} = 28.6 \text{ MPa}$$

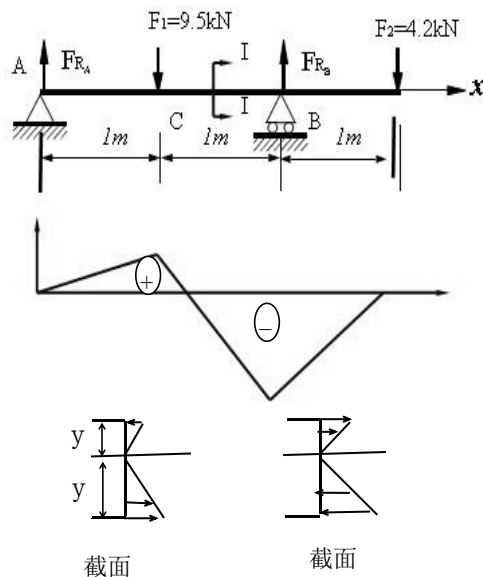
最大压应力发生于下边缘各点，且

$$\sigma_c = \frac{M_B y_2}{I_z} = \frac{(4.2 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}) \times (120 + 20 - 52) \times 10^{-3} \text{ m}}{7.63 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 48.4 \times 10^6 \text{ Pa} = 48.4 \text{ MPa}$$

在截面 C 上，虽然弯矩 M_C 的绝对值小于 M_B ，但 M_C 是正弯矩，最大拉应力在截面的下边缘各点，而这些点到中性轴的距离又比较远，因而就有可能产生比截面 B 还要大的拉应力。由式

$$\sigma_t = \frac{M_C y_2}{I_z} = \frac{(2.65 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}) \times (120 + 20 - 52) \times 10^{-3} \text{ m}}{7.63 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 30.6 \times 10^6 \text{ Pa} = 30.6 \text{ MPa}$$

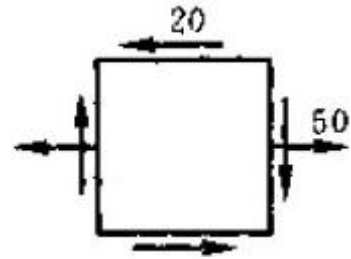
最大拉应力是在截面 C 的下边缘各点处。



五、试求图示中的单元体的三个主应力、最大切应力和它们的作用面方位，并画在单元体图上。（材料力学习题）（20 分）

解 如图所示，单元体上的应力分量为：

$$\sigma_x = 50 \text{ MPa}, \sigma_y = 0, \tau_{xy} = 20 \text{ MPa}$$



①求主应力

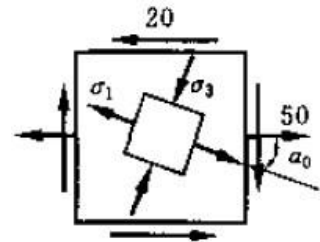
$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{\max} \\ \sigma_{\min} \end{array} \right\} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2} = \left(\frac{50 + 0}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{50 - 0}{2} \right)^2 + (20)^2} \right) \text{ MPa} = \begin{cases} 57 \text{ MPa} \\ -7 \text{ MPa} \end{cases}$$

主应力为 $\sigma_1 = 57 \text{ MPa}, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -7 \text{ MPa}$

②确定主平面的位置

$$\tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_x}{\sigma_x - \sigma_y} = -\frac{2 \times (20)}{50 - 0} = -0.8$$

取主值 $\alpha_0 = -19.3^\circ$ ，被标示在图所示的单元体上。



③最大切应力

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{57 - (-7)}{2} \text{ MPa} = 32 \text{ MPa}$$