

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：[A] 共 五 大 题
<p style="text-align: center;">温 馨 提 示</p> <p style="text-align: center;">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、图示为一悬臂吊车，BC 为实心圆管，横截面积 $A_1 = 100\text{mm}^2$ ，AB 为矩形截面，横截面积 $A_2 = 200\text{mm}^2$ ，假设起吊物重为 $Q = 10\text{kN}$ ，求各杆的应力。（15 分）

解：首先计算各杆的内力：

需要分析 B 点的受力

$$\sum X = 0 \quad -F_1 \cos 30^\circ + F_2 = 0$$

$$\sum Y = 0 \quad F_1 \cos 60^\circ - Q = 0$$

$$F_1 = 2Q = 20\text{kN}$$

$$F_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3}F_1 = 17.32\text{kN}$$

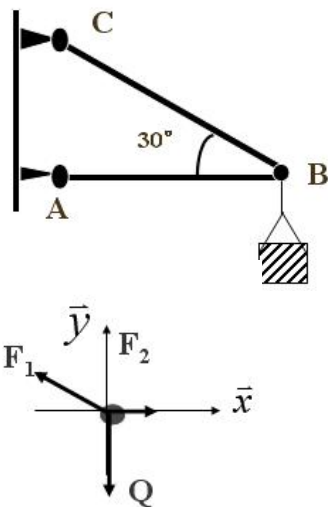
由作用力和反作用力可知：

BC 杆的受力为拉力，大小等于 F_1

AB 杆的受力为压力，大小等于小等于

最后可以计算的应力：

$$\text{BC 杆: } \sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{F_1}{A_1} = \frac{20\text{kN}}{100\text{mm}^2} = 200\text{MPa}$$



$$\text{AB 杆: } \sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-F_2}{A_2} = \frac{-17.32 \text{ kN}}{200 \text{ mm}^2} = -86.6 \text{ MPa}$$

二、已知：P = 100 kN，F = 400 kN，M = 20 kN·m，q = 20 kN/m，α = 30°。求：支座 A 的约束力。（15 分）

解：分布力的合力 $\vec{F}_q = \frac{1}{2} q \times l_{AC} = 30 \text{ kN}$

作用位置如图：

对 ABD 杆列平衡方程

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ax} + F_q - F \sin 60^\circ = 0$$

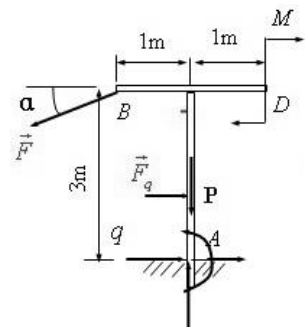
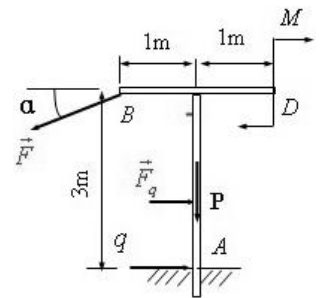
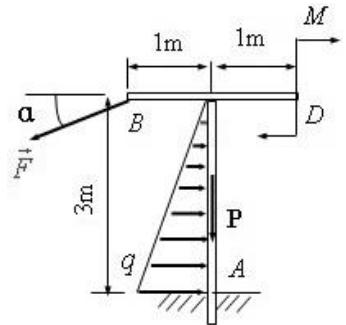
$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} - P - F \cos 60^\circ = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad M_A - M - F_q \times 1 + F \sin 60^\circ \times 3 + F \cos 60^\circ \times 1 = 0$$

$$F_{Ax} = 316.4 \text{ kN}$$

解得：F_{Ay} = 300 kN

$$M_A = -1188 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



三、如图所示，传动轴的转速为 n=500r/min，主动轮 1 输入功率 P₁=368kW，从动轮 2、3 分别输出功率 P₂=147kW，P₃=221kW。已知 [τ]=70MPa，[φ'] = 1 (°)/m，G=80GPa。（25 分）

(1) 试确定 AB 段的直径 d₁ 和 BC 段的直径 d₂；

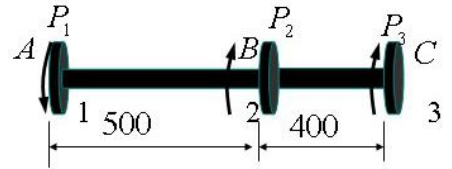
(2) 若 AB 和 BC 两段选同一直径，试确定直径 d；

(3) 主动轮和从动轮应如何安排才比较合理?

解：如图：①外力偶矩：

$$M_{e3} = 9549 \frac{P_3}{n} = \left(9549 \times \frac{221}{500} \right) N \cdot m = 4220 N \cdot m$$

$$M_{e2} = 9549 \frac{P_2}{n} = \left(9549 \times \frac{147}{500} \right) N \cdot m = 2810 N \cdot m$$



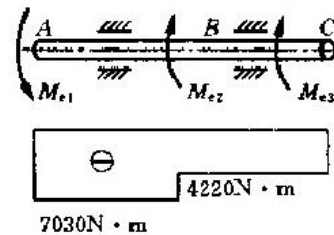
根据平衡条件可得： $M_{e1} = M_{e2} + M_{e3} = (2810 + 4220) N \cdot m = 7030 N \cdot m$

② 扭矩图

③ 直径 d_1 的选取

按强度条件 $\tau_{\max} = \frac{16T_{AB}}{\pi d_1^3} \leq [\tau]$

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 7030}{\pi \times 70 \times 10^6}} m = 80 mm$$



按刚度条件 $\phi'_{AB} = \frac{32T_{AB}}{G\pi d_1^4} \times \frac{180^\circ}{\pi} \leq [\phi']$

$$d_1 \geq \sqrt[4]{\frac{32T_{AB} \times 180}{G\pi^2 \times [\phi']}} = \sqrt[4]{\frac{32 \times 7030 \times 180}{80 \times 10^9 \times \pi^2 \times 1}} = 84.6 mm$$

$$d_1 = 85 mm$$

④ 直径 d_2 的选取

按强度条件 $d_2 \geq \sqrt[3]{\frac{16T_{BC}}{\pi[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 4220}{\pi \times 70 \times 10^6}} = 67.5 mm$

按刚度条件 $d_2 \geq \sqrt[4]{\frac{32T_{BC} \times 180}{G\pi^2 \times [\phi']}} = \sqrt[4]{\frac{32 \times 4220 \times 180}{80 \times 10^9 \times \pi^2 \times 1}} = 74.5 mm$

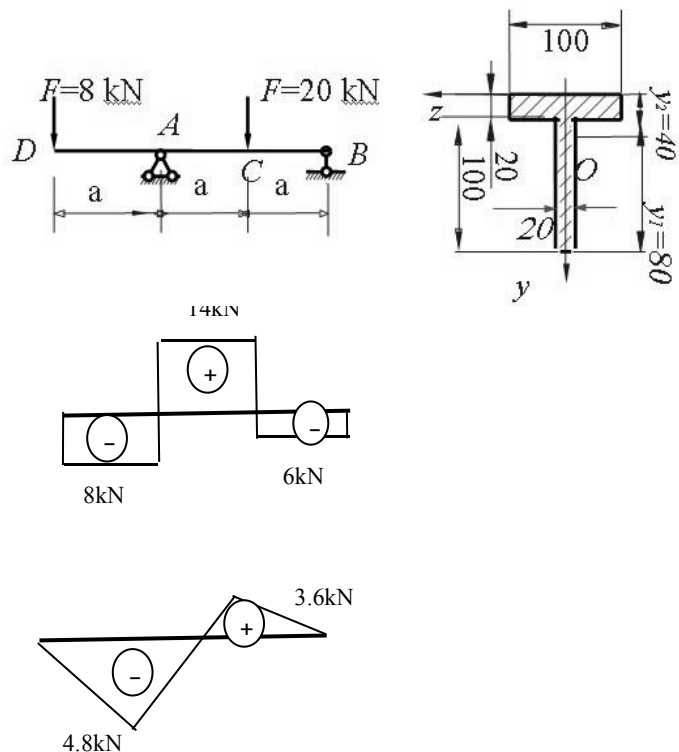
$$d_2 = 75 mm$$

⑤选同一直径时 $d = d_1 = 85\text{mm}$

⑥将主动轮安装在两从动轮之间受力合理，可使最大扭矩取最小值。

四、一 T 形截面铸铁梁如图所示，已知 $F_1=8\text{kN}$ ， $F_2=20\text{kN}$ ， $a=0.6\text{m}$ ；横截面的惯性矩 $I_z=5.33\times 10^6\text{m}^4$ ；材料的抗拉强度 $\sigma_b=240\text{Mpa}$ ，抗压强度 $\sigma_{bc}=600\text{Mpa}$ 。取安全因数 $n=4$ ，试校核梁的强度。

解：①做弯矩图 由静力平衡条件求得梁的支座反力为：



$$F_A=22\text{kN}, F_B=6\text{kN}$$

作梁的弯矩图如图所示，由图可知截面 A 或 C 可能为危险截面，且

$$M_A = -4.8\text{kN}\cdot\text{m} \quad M_C = 3.6\text{kN}\cdot\text{m}$$

②确定许用应力 材料的许用拉应力和许用压应力分别为：

$$[\sigma_t] = \frac{\sigma_b}{n} = \frac{240 \text{ MPa}}{4} = 60 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_c] = \frac{\sigma_{bc}}{n} = \frac{600 \text{ MPa}}{4} = 150 \text{ MPa}$$

③校核强度 由弯矩图可以判断，截面 A 的下边缘及截面 C 的上边缘处于受压，截面 A 的上边缘及 C 截面的下边缘受拉。分别比较二截面的最大压应力及最大拉应力；因为 $|M_A| > |M_C|$ ， $|y_1| > |y_2|$ ，故截面 A 下边缘处的压应力最大：计算截面 A 上边缘的拉应力时，虽然 $|M_A| > |M_C|$ ，但 $|y_1| < |y_2|$ ；计算截面 C 下边缘的拉应力时，虽然 $|M_C| < |M_A|$ ，但 $|y_1| > |y_2|$ ，故需要经过计算后，才能判明此二处拉应力哪处最大。

由上述分析，需校核以下各处的正应力：

截面 A 下边缘处：

$$\sigma_c = \frac{M_A y_1}{I_z} = \frac{(4.8 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}) \times (80 \times 10^{-3} \text{ m})}{5.33 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 72 \times 10^6 \text{ Pa} = 72 \text{ MPa} < [\sigma_c] = 150 \text{ MPa}$$

截面 A 上边缘处：

$$\sigma_t = \frac{M_A y_2}{I_z} = \frac{(4.8 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}) \times (40 \times 10^{-3} \text{ m})}{5.33 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 36 \times 10^6 \text{ Pa} = 36 \text{ MPa} < [\sigma_t] = 60 \text{ MPa}$$

截面 C 下边缘处：

$$\sigma_t = \frac{M_C y_1}{I_z} = \frac{(3.6 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}) \times (80 \times 10^{-3} \text{ m})}{5.33 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 54 \times 10^6 \text{ Pa} = 54 \text{ MPa} < [\sigma_t] = 60 \text{ MPa}$$

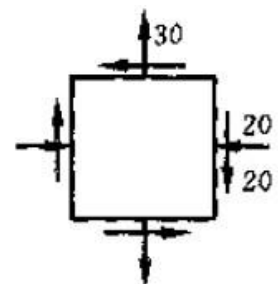
满足强度条件。

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。

解 如图所示，单元体上的应力分量为：

$$\sigma_x = -20 \text{ MPa}, \sigma_y = 30 \text{ MPa}, \tau_{xy} = 20 \text{ MPa}$$

①求主应力



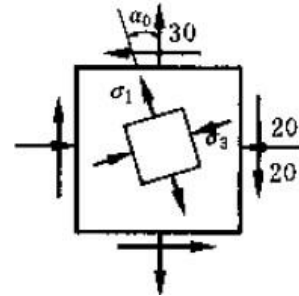
$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{\max} \\ \sigma_{\min} \end{array} \right\} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2} = \left(\frac{-20 + 30}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{-20 - 30}{2} \right)^2 + (20)^2} \right) \text{MPa} = \begin{cases} 37 \text{MPa} \\ -27 \text{MPa} \end{cases}$$

主应力为 $\sigma_1 = 37 \text{MPa}, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -27 \text{MPa}$

②确定主平面的位置

$$\tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_x}{\sigma_x - \sigma_y} = -\frac{2 \times (20)}{-20 - 30} = 0.8$$

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

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{37 - (-27)}{2} \text{MPa} = 32 \text{MPa}$$