

# 2013—2014 学年第二学期《材料力学》课内考试卷 (A 卷)

授课班号 181801-3 年级专业 12 机自 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 参考答案

题号	一	二	三	四	五	总分	审核
题分	38	12	15	15	20		
得分							

题分	得分
38	

## 一、综合填空题

1、如图 1 所示结构，载荷及尺寸已知，圆形截面杆 CD 长 1.5m，直径为 12mm，材料弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ，试求 CD 杆的轴力、伸长量和横截面应力。(8 分)

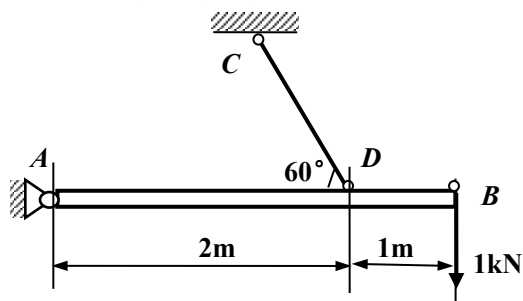


图 1

$$\sum M_A = 0 \quad F_{NCD} \sin 60^\circ \times 2 - 1000 \times 3 = 0 \quad , \quad F_{NCD} = 1732.05\text{N}$$

$$\Delta l_{CD} = \frac{F_{NCD} l_{CD}}{EA_{CD}} = \frac{1732.05 \times 1.5}{200 \times 10^9 \times \pi \times 0.012^2 / 4} \text{m} = 0.115\text{mm}$$

$$\sigma_{CD} = \frac{F_{NCD}}{A_{CD}} = \frac{1732.05}{\pi \times 0.012^2 / 4} \text{Pa} = 15.315\text{MPa}$$

2、若图 1 中 AB 杆为矩形截面杆 (30mm×40mm)，求 D 截面上最大正应力和最大切应力值 (忽略 AD 段压缩变形对正应力的影响)。(8 分)

$$M_{zD} = -1000\text{Nm} \quad , \quad F_Q = 1000\text{N}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{1000}{0.03 \times 0.04^2 / 6} \text{Pa} = 125\text{MPa}$$

$$\tau_{\max} = 1.5 \times \frac{F_Q}{bh} = 1.5 \times \frac{1000}{0.03 \times 0.04} \text{Pa} = 1.25\text{MPa}$$

3、一旋转圆轴危险截面上最大正应力为 40MPa，最小正应力为-20MPa，写出该交变应力的循环特性、平均应力、应力幅值（5 分）

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = -0.5, \quad \sigma_m = \frac{\sigma_{\min} + \sigma_{\max}}{2} = 10\text{MPa}, \quad \sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2} = 30\text{MPa}$$

4、工字形截面如图 2，由三块相同尺寸的矩形组成，（30mm×3mm）求该截面对形心轴的惯性矩  $I_{zC} = 55890 \text{ mm}^4$ （5 分）

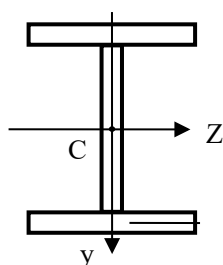


图 2

$$I_z = \frac{1}{12} \times 3 \times 30^3 + \left( \frac{1}{12} \times 30 \times 3^3 + 3 \times 30 \times 16.5^2 \right) \times 2$$

$$= 6750 + (67.5 + 24502.5) \times 2 = 55890 \text{ mm}^4$$

5、某构件的危险点的二向应力状态如图 3 示，在右图坐标系中按比例画出应力圆，再由应力圆写出三个主应力及最大切应力：（8 分）

$$\sigma_1 = 80 \text{ MPa}; \quad \sigma_2 = 0 \text{ MPa}; \quad \sigma_3 = -20 \text{ MPa}; \quad \tau_{\max} = 50 \text{ MPa}.$$

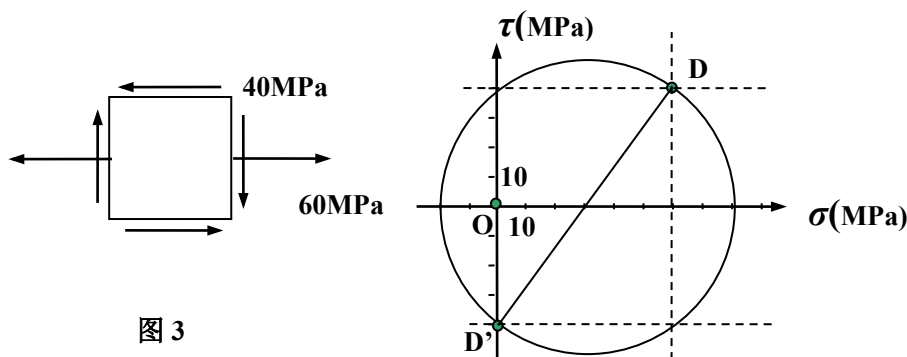


图 3

6、钢丝绳拉着重为 W 的物体匀速上升，某瞬时物体突然被卡住，若已知钢丝绳截面积为

$$A, \text{ 冲击动荷系数为 } K_d, \text{ 则钢丝绳内最大动应力为 } \underline{\sigma_d = K_d \cdot W / A} \text{。 (4 分)}$$

题分	得分
12	

## 二、计算题

某传动轴截面为空心圆形， $D=60\text{mm}$ ， $d=54\text{mm}$ ，需要传递的扭矩为  $1.2\text{kNm}$ ，材料许用应力  $[\tau]=80\text{MPa}$ ，剪切弹性模量  $G=90\text{GPa}$ ，许用单位长度扭转角  $[\theta]=0.8^\circ/\text{m}$ 。试校核轴强度和刚度。

解：

$$\tau_{\max} = \frac{M_x}{\frac{\pi}{16} D^3 (1 - \alpha^4)} = \frac{1.2 \times 10^3}{\frac{\pi}{16} 0.06^3 (1 - 0.9^4)} = 43124846.98\text{Pa} = 43.125\text{MPa} \leq [\tau] = 80\text{MPa}$$

强度足够

$$\theta_{\max} = \frac{M_x}{GI_P} = \frac{1.2 \times 10^3}{90 \times 10^9 \times \frac{\pi}{32} 0.06^4 (1 - 0.9^4)} = 0.01597\text{rad/m} = 0.915^\circ/\text{m} > [\theta] = 0.8^\circ/\text{m}$$

刚度不足

题分	得分
15	

## 三、计算题

已知一端固定一端自由的圆形截面压杆： $d=50\text{mm}$ ， $l=0.8\text{m}$ ，材料弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ， $\lambda_p=100$ ， $\lambda_s=60$ ，求：（1）判断压杆的柔度范围；（2）求压杆的临界载荷；（3）若规定的稳定性安全系数 $[n_{cr}]=3$ ，试确定压杆的许用载荷。

解：（1） $\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{2 \times 0.8}{\frac{50 \times 10^{-3}}{4}} = 128 > \lambda_p = 100$ ，属于大柔度杆件

（2）由欧拉公式求压杆的临界载荷

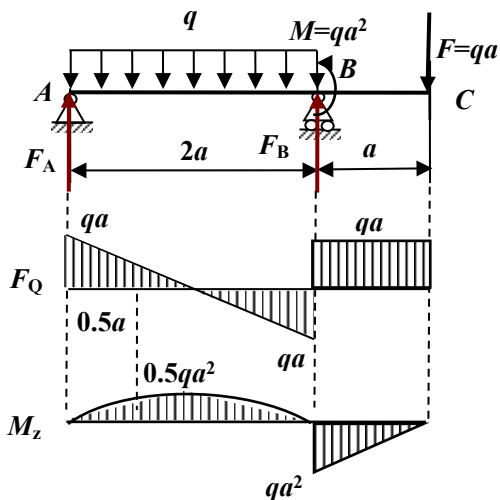
$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9 \times \frac{1}{64} \times \pi \times 50^4 \times 10^{-12}}{(2 \times 0.8)^2} \text{N} = 236.559\text{kN}$$

$$（3）[F] = \frac{F_{cr}}{n_{cr}} = \frac{236.559}{3} = 78.853\text{kN}$$

题分	得分
15	

#### 四、计算题

已知： $q$ 、 $a$ ，先求约束反力，再绘制梁的剪力图和弯矩图，求出最大剪力和最大弯矩（绝对值）。



解：求约束反力

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0 \\ F_B \times 2a - \frac{1}{2}q(2a)^2 + qa^2 - qa \cdot 3a &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ F_A + F_B - q \times 2a - qa &= 0 \\ \therefore F_A &= qa \quad F_B = 2qa\end{aligned}$$

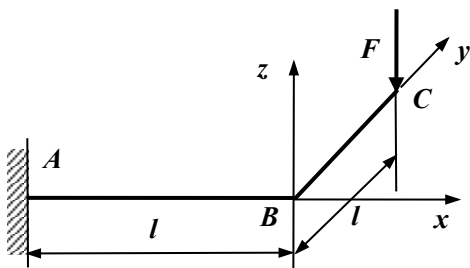
画剪力图、弯矩图如左图

$$|F|_{Q_{\max}} = qa, \quad |M|_{z_{\max}} = qa^2.$$

题分	得分
20	

#### 五、综合计算题

如图所示，直角刚架  $ABC$ ，位于水平面内， $A$  端固定，两边长均为  $l$ ，圆形截面直径为  $d$ ， $C$  端作用竖直向下集中力  $F$ ，判断刚架  $ABC$  上危险截面位置，若  $F=1\text{kN}$ ， $l=1\text{m}$ ，材料许用应力  $[\sigma]=100\text{MPa}$ ，根据第三强度理论设计截面直径  $d$ 。



解：BC 段只受弯曲，最大弯矩发生在 B 截面，大小为  $Fl$ ；AB 段受弯扭组合变形作用，扭矩为  $Fl$ ，各截面相同，最大弯矩发生在 A 截面，大小为  $Fl$ ，因此 A 截面为危险截面

根据第三强度理论：

$$\sigma_{rd} = \frac{1}{W_z} \sqrt{M_z^2 + M_x^2} = \frac{32}{\pi d^3} \sqrt{(Fl)^2 + (Fl)^2} = \frac{32\sqrt{2}Fl}{\pi d^3} = 14.405 \frac{Fl}{d^3} \leq [\sigma] = 10^8$$

代入数据解得： $d \geq 54.421\text{mm}$