

# 材料力学模拟试卷 1

## 一、计算题（共 30 分）

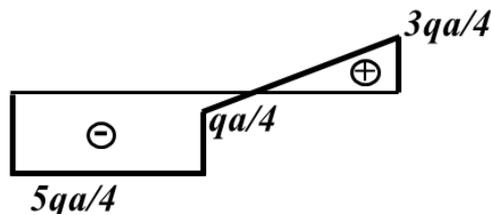
解：求管中的最大切应力

$$\tau_{\max} = \frac{T \cdot r}{I_p} :$$

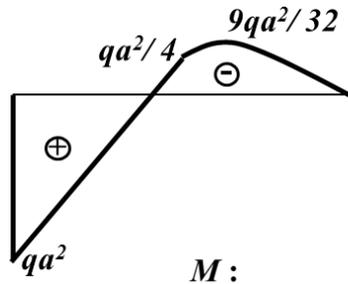
$$\tau_{\max} = \frac{180 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-3}}{\frac{\pi(300^4 - 250^4)}{32} \times 10^{-12}} = \frac{32 \times 180 \times 150 \times 10^{12}}{\pi \times 42 \times 10^8} = 65.5 \text{ MPa}$$

## 二、计算题（共 25 分）

解：1) 剪力图



2) 弯矩图



## 三、计算题（共 35 分）

解：(1) 求内力

固定端弯矩最大

$$M_{z \max} = P_1 \times 2 = 1600 \text{ Nm} \quad M_{y \max} = P_2 \times 1 = 1650 \text{ Nm}$$

(2) 求应力

木梁在  $xy$  平面弯曲而引起的固定端截面上的最大应力为

$$\sigma'_{\max} = \frac{M_{z \max}}{W_z} = \frac{M_{z \max}}{hb^2/6} = \frac{3M_{z \max}}{b^3}$$

木梁在  $xz$  平面弯曲而引起的固定端截面上的最大应力为

$$\sigma''_{\max} = \frac{M_{y\max}}{W_y} = \frac{M_{y\max}}{bh^2/6} = \frac{1.5M_{y\max}}{b^3}$$

(3) 强度计算

固定端截面上  $a$  点是最大拉应力点,  $b$  点是最大压应力点, 应力数值大小是

$$\sigma_{\max} = \sigma'_{\max} + \sigma''_{\max} = [\sigma] \quad \frac{3M_{z\max}}{b^3} + \frac{1.5M_{y\max}}{b^3} = [\sigma]$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{3M_{z\max} + 1.5M_{y\max}}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{3 \times 1600 + 1.5 \times 1650}{10 \times 10^6}} = 90\text{mm}$$

$$h = 2b = 180\text{mm}$$

#### 四、计算题 (共 30 分)

解:  $\sigma_3 = -\frac{6 \times 10^3}{0.01 \times 0.01} = -60\text{MPa}, \quad \sigma_1 = 0$

由  $\varepsilon_2 = \frac{1}{E}(\sigma_2 + 0.33 \times 60) = 0$  得  $\sigma_2 = -19.8\text{MPa}$

#### 五、计算题 (共 30 分)

解:

(1) 计算压杆的柔度

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{2 \times 2000}{\frac{20}{\sqrt{12}}} = 692.8 > \lambda_c = 123 \text{ (所以是大柔度杆, 可应用欧拉公式)}$$

(2) 计算截面的惯性矩

由前述可知, 该压杆必在  $xy$  平面内失稳, 故计算惯性矩

$$I_y = \frac{hb^3}{12} = \frac{45 \times 20^3}{12} = 3.0 \times 10^4 \text{mm}^4$$

(3) 计算临界力

$$\mu = 2, \text{ 因此临界力为 } F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(2 \times 2)^2} = 3701\text{N} = 3.70\text{kN}$$

## 材料力学模拟试卷二答案

### 一、计算题 (共 30 分)

解：以整个系统为研究对象，建立平衡方程

$$\sum F_x = 0: \quad F_{Ex} - 20 = 0$$

$$\sum F_y = 0: \quad F_{Ay} + F_{Ey} - 60 = 0$$

$$\sum M_A(F) = 0: \quad F_{Ey} \times 8 - 20 \times 3 - 60 \times 6 = 0$$

解得：

$$F_{Ex} = 20\text{kN} \quad F_{Ey} = 52.5\text{kN} \quad F_{Ay} = 7.5\text{kN}$$

过杆  $FH$ 、 $FC$ 、 $BC$  作截面，取左半部分为研究对象，建立平衡方程

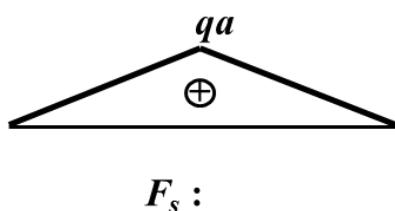
$$\sum M_C(F) = 0: \quad -F_{Ay} \times 4 - F_{HF} \times \frac{12}{5} = 0$$

解得：

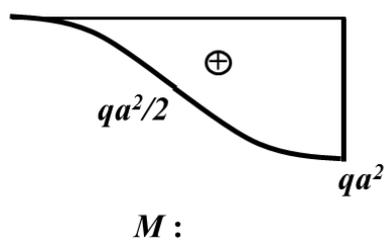
$$F_{HF} = -12.5\text{kN}$$

## 二、计算题（共 25 分）

解：1) 剪力图



2) 弯矩图



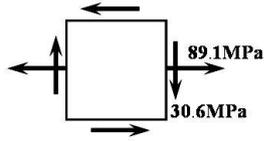
## 三、计算题（共 35 分）

解：①点在横截面上正应力、切应力

$$\sigma = \frac{F_N}{A} = \frac{4 \times 700 \times 10^3}{\pi \times 0.1^2} = 89.1\text{MPa}$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{16 \times 6 \times 10^3}{\pi \times 0.1^3} = 30.6\text{MPa}$$

点的应力状态图如下图：



②由应力状态图可知  $\sigma_x=89.1\text{MPa}$ ,  $\sigma_y=0$ ,  $\tau_x=30.6\text{MPa}$

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha$$

$$\therefore \sigma_{45^\circ} = 13.95\text{MPa} \quad \sigma_{-45^\circ} = 75.15\text{MPa}$$

由广义胡克定律

$$\varepsilon_{45^\circ} = \frac{1}{E}(\sigma_{45^\circ} - \mu\sigma_{-45^\circ}) = \frac{1}{200 \times 10^9} \times (13.95 - 0.3 \times 75.15) \times 10^6 = -4.2975 \times 10^{-5}$$

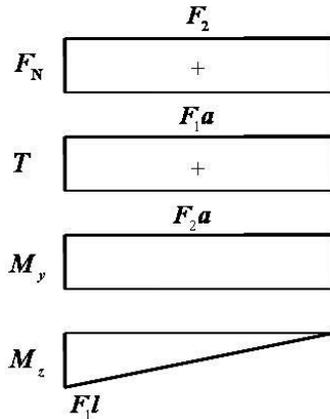
③强度校核

$$\sigma_{r4} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{89.1^2 + 3 \times 30.6^2} = 103.7\text{MPa} \leq [\sigma]$$

所以圆轴强度满足要求

#### 四、计算题 (共 30 分)

解:



② 由内力图可判断危险截面在 A 处, 该截面危险点在横截面上的正应力、切应力为

$$\sigma = \frac{F_N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{4F_2}{\pi d^2} + \frac{32\sqrt{(F_2a)^2 + (F_1l)^2}}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{16F_1a}{\pi d^3}$$

$$\therefore \sigma_{r3} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{4F_2}{\pi d^2} + \frac{32\sqrt{(F_2a)^2 + (F_1l)^2}}{\pi d^3}\right)^2 + 4\left(\frac{16F_1a}{\pi d^3}\right)^2}$$

#### 五、计算题 (共 30 分)

解：(1)  $\mu = 1$        $\lambda_1 = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = 86$        $\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{\mu l}{\frac{d}{4}} = 62.5$

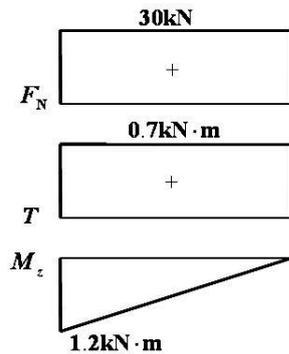
由于  $\lambda_2 < \lambda < \lambda_1$ ，是中柔度杆。      (2)  $\sigma_{cr} = 461 - 2.568 \lambda$  MPa

$$P_{cr} = \sigma_{cr} A = 478 \text{ KN}$$

## 材料力学模拟试卷三答案

### 一、计算题（共 30 分）

解：①



②由内力图可判断危险截面在固定端处，该截面危险点在横截面上的正应力、切应力为

$$\sigma = \frac{F_N}{A} + \frac{M_z}{W_z} = \frac{4 \times 30 \times 10^3}{\pi \times 0.08^2} + \frac{32 \times 1.2 \times 10^3}{\pi \times 0.08^3} = 29.84 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{16 \times 700}{\pi \times 0.08^3} = 6.96 \text{ MPa}$$

$$\therefore \sigma_{\text{is}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{29.84^2 + 4 \times 6.96^2} = 32.9 \text{ MPa} \leq [\sigma]$$

所以杆的强度满足要求

### 二、计算题（共 25 分）

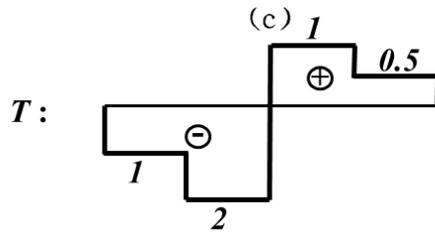
解：对角线上的线应变  $\varepsilon' = \frac{-0.012}{40} = -0.0003$

则杆的纵向线应变  $\varepsilon = -\frac{\varepsilon'}{\nu} = 0.001$

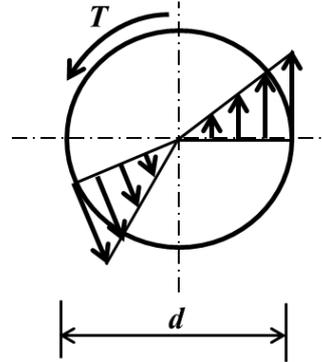
杆的拉力  $F = \varepsilon EA = 160 \text{ kN}$

### 三、计算题（共 35 分）

解：



#### 四、计算题 (共 30 分)



解：由扭转切应力公式：

$$\tau_{d/8} = \frac{T}{I_p} \cdot \frac{d}{8} = \frac{32 \cdot T}{\pi d^4} \cdot \frac{d}{8} = \frac{32 \times 100 \times 10^3}{8 \times \pi \times 0.1^3} = 127 \text{MPa}$$

$$\tau_{d/4} = \frac{T}{I_p} \cdot \frac{d}{4} = \frac{32 \cdot T}{\pi d^4} \cdot \frac{d}{4} = \frac{32 \times 100 \times 10^3}{4 \times \pi \times 0.1^3} = 255 \text{MPa}$$

$$\tau_{d/2} = \tau_{\max} = \frac{T}{W_p} = \frac{16 \cdot T}{\pi d^3} = \frac{16 \times 100 \times 10^3}{\pi \times 0.1^3} = 509 \text{MPa}$$

横截面上切应力的分布如图

#### 五、计算题 (共 30 分)

解：以节点 B 为研究对象，由平衡条件可求

$$F_{BC} = \frac{5}{3} F$$

BC 杆柔度

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1 \times 1000}{20/4} = 200$$

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9}{200 \times 10^6}} = 99.3$$

由于  $\lambda > \lambda_p$ ，所以压杆 AB 属于大柔度杆

$$F_{cr} = \sigma_{cr} A = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9}{200^2} \times \frac{\pi \times 20^2 \times 10^{-6}}{4} = 15.5 \text{ kN}$$

$$\therefore n = \frac{F_{cr}}{F_{BC}} = \frac{15.5}{5F/3} \geq n_{st} = 3$$

解得：  $F \leq 3.1 \text{ kN}$

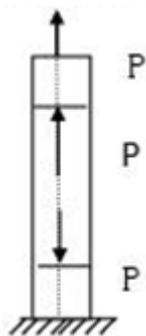
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷四答案

（考试时间：75 分钟）

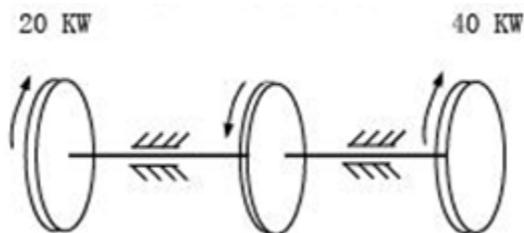
（总分：150 分）

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

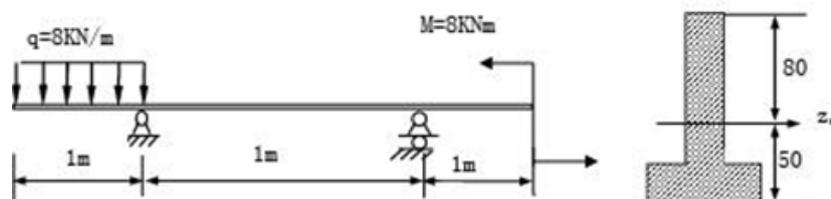
一、计算题（共 30 分）实心圆截面杆等截面杆件的直径  $d=40\text{mm}$ ；杆件的受力如图所示， $P=20\text{KN}$ 。要求：（1）作杆件的轴力图；（2）求杆件内最大正应力。



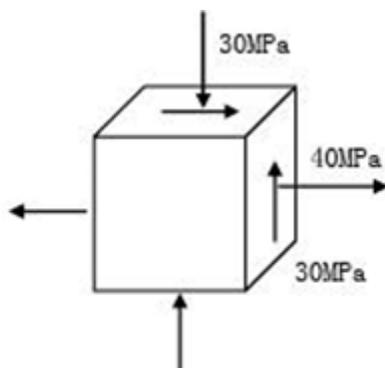
二、计算题（共 30 分）等截面实心圆轴的转速为  $n=80\text{r/min}$ ，轴材料的许用切应力  $[\tau]=60\text{MPa}$ ，要求：（1）作轴的扭矩图；（2）设计实心轴的直径。



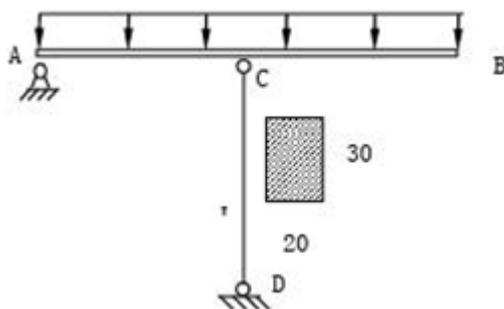
三、计算题（共 30 分）已知倒 T 型截面对形心轴的惯性矩为  $I_{zc}=1 \times 10^{-5} \text{ m}^4$ 。梁的尺寸及受力如图。已知铸铁材料的许用拉应力  $[\sigma_t]=40\text{MPa}$ ，许用压应力  $[\sigma_c]=80\text{MPa}$ 。要求：（1）作梁的剪力图和弯矩图；（2）校核梁的弯曲正应力强度。



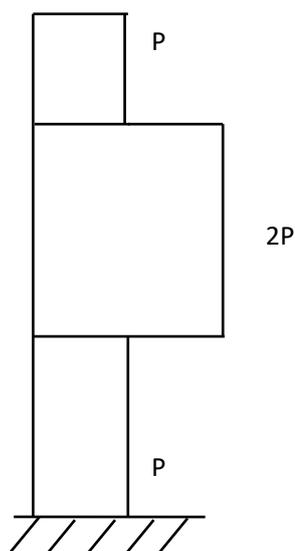
四、计算题（共 30 分）已知某受力构件的危险点的单元体的应力状态如图所示，该构件材料的弹性模量  $E=210\text{GPa}$ ，泊松比  $[\sigma]=60\text{MPa}$  要求：（1）该单元体的三个主应力；（3）该单元体的最大切应力；（3）该单元体的最大主应变。



五、计算题（共 30 分）刚性水平横梁 AB，总长为 2m，承受均布荷载  $q$  的作用，在梁的中心 C 处用一  $20\text{mm}\times 30\text{mm}$  的矩形截面杆件 CD 支撑。CD 杆件材料的弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ，比例极限为  $\sigma_p=200\text{MPa}$  屈服极限  $\sigma_s=240\text{MPa}$ ， $a=304\text{MPa}$ ， $b=1.12\text{MPa}$ 。CD=1m；稳定安全系数  $n_{st}=2$ ，根据压杆 CD 的稳定性确定性系统的许可荷载  $q$ 。

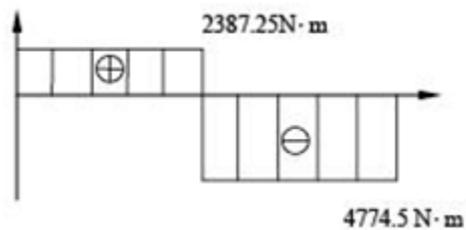


一、



$$\sigma_{\max} = \frac{2P}{A} = \frac{2 \times 20 \times 10^3}{3.14 \times 40^2 / 4} = 31.8 \text{ MPa}$$

二、

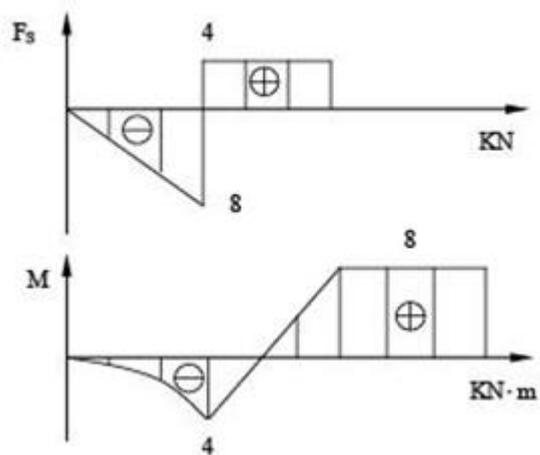


(二)

$$\tau_{\max} = \frac{|T|_{\max}}{w_t} \leq 60 \times 10^6$$

$$w_t = \frac{\pi d^3}{16} \quad d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 4774.5}{\pi \times 60 \times 10^6}} = 74 \text{ mm}$$

三、



(二) 强度校核

1. 公式:  $\sigma_{\max} = \frac{|M|_{\max} y_{\max}}{I_z}$

2. 对于  $8 \text{ KN}\cdot\text{m}$

$$\sigma_{t\max} = \frac{M_{\max} y_{t\max}}{I_z} = \frac{8 \times 50}{10^{-5}} = 40 \text{ MPa} < [\sigma_t]$$

$$\sigma_{c\max} = \frac{M_{\max} y_{c\max}}{I_z} = \frac{8 \times 80}{10^{-5}} = 64 \text{ MPa} < [\sigma_c]$$

3. 对于  $-4 \text{ KN}\cdot\text{m}$

$$\sigma_{t\max} = \frac{|M|_{\max} y_{t\max}}{I_z} = \frac{4 \times 80}{10^{-5}} = 32 \text{ MPa} < [\sigma_t]$$

结论: 满足强度条件

四、

$$\begin{cases} \sigma_{\max} \\ \sigma_{\min} \end{cases} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$
$$= 5 \pm 46.10$$

$$\sigma_1 = 51.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_3 = -41.1 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) = 46.10 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_1 = \frac{1}{E}[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)]$$
$$= 2.9 \times 10^{-4}$$

五、

(一) . 计算  $F_{cr}$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \times 1000}{\sqrt{\frac{1}{12} \times 30 \times 20^3}} = \frac{1000}{\frac{20}{2\sqrt{3}}} = 100\sqrt{3}$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}} = 100$$

$\lambda > \lambda_1$  用欧拉公式计算

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9 \times \frac{1}{12} \times 30 \times 20^3 \times 10^{-12}}{1^2} = 39478.42 \text{ N}$$

(二) 计算工作压力

$$F_{BD} = 2q$$

(三)  $\frac{F_{cr}}{F_{BD}} \geq 2$

$$\frac{39478.42}{2q} \geq 2$$

$$q \leq 9859.6 \text{ N/m}$$

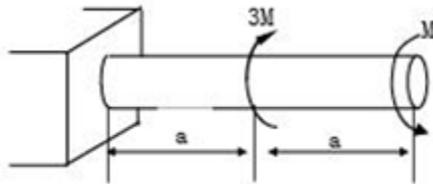
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷五答案

(考试时间：75 分钟)

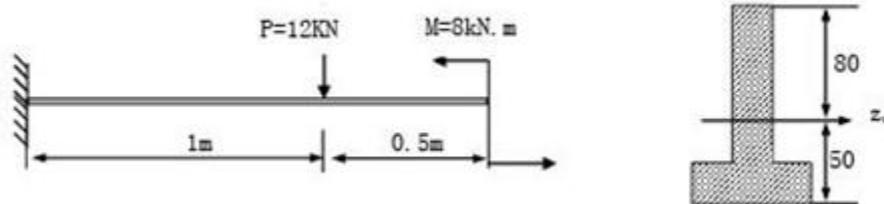
(总分：150 分)

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

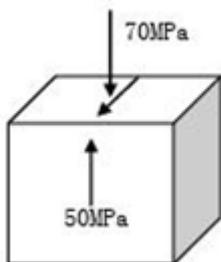
一、计算题(共 30 分) 等截面实心圆轴的直径  $D=40\text{mm}$ ，受力外力偶矩  $M$ 、 $3M$  的作用，转向如图所示。已知轴材料的许用剪应力  $[\tau]=60\text{MPa}$ 。要求：(1) 作轴的扭矩图；(2) 计算轴能够承担的外力偶矩  $M$  的大小。



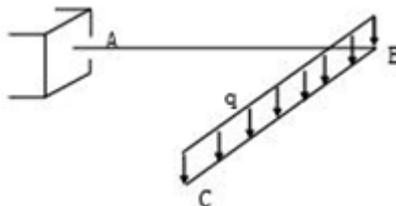
二、计算题(共 30 分) 已知倒 T 型截面的惯性矩为  $I_{zc}=1.0 \times 10^{-5} \text{ m}^4$ ，脆性材料的许用拉应力为  $[\sigma_t]=40\text{MPa}$  许用压应力为  $[\sigma_c]=80\text{MPa}$  要求：(1) 做梁的剪力图和弯矩图；(2) 校核梁的弯曲正应力强度；



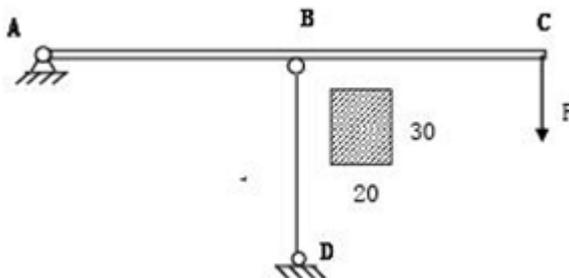
三、计算题（共 30 分）已知某受力构件的单元体的应力状态如图所示，该构件材料的弹性模量  $E=210\text{GPa}$ ,泊松比  $\mu=0.25$ ，要求：（1）该单元体的三个主应力；（2）求该单元体的最大切应力（3）求该单元体的最大线应变。



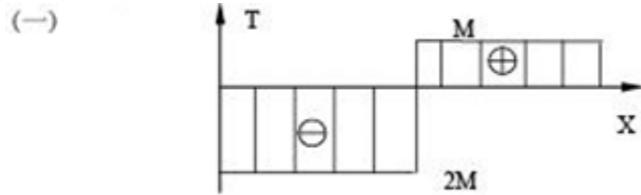
四、计算题（共 30 分）直角拐的 AB 段的直径为  $d$ ，各段长为  $AB=BC=10d$ ，在 BC 段上承受均布荷载  $q=2.5\text{kN/m}$  的作用，构件材料的许用应力为  $[\sigma]=160\text{MPa}$ 。要求：按第三强度理论设计 AB 段的直径  $d$ 。



五、计算题（共 30 分）刚性水平横梁 ABC，总长为 2m，承受集中荷载 P 的作用，在梁的中心 B 处用一  $20\text{mm}\times 30\text{mm}$  的矩形截面杆件 BD 支撑。BD 杆件材料的弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ，比例极限为  $[\sigma_p]=200\text{MPa}$  屈服极限  $[\sigma_s]=240\text{MPa}$ ,  $a=304\text{MPa}$ ,  $b=1.12\text{MPa}$ 。BD=1m;稳定安全系数  $n_{rt}=2$ ，根据压杆 BD 的稳定性确定性系统的许可荷载 P。



一、



(二)

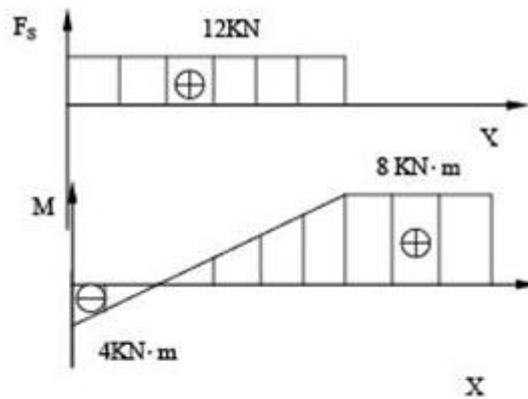
$$\tau_{\max} = \frac{|T|_{\max}}{w_t} \leq 60 \times 10^6$$

$$w_t = \frac{\pi d^3}{16} \quad \frac{2M}{\frac{\pi D^3}{16}} \leq 60 \times 10^6$$

$$M \leq \frac{\pi \times 60 \times 10^6 \times 0.04^3}{2} = 376.99 \text{ N} \cdot \text{m}$$

二、

四、(15分)



(二) 强度校核

对于  $8 \text{ kN} \cdot \text{m}$  面

$$\sigma_{t\max} = \frac{M_{\max} y_{t\max}}{I_z} = \frac{8 \times 50}{10^{-5}} = 40 \text{ MPa} < [\sigma_t]$$

$$\sigma_{c\max} = \frac{M_{\max} y_{c\max}}{I_z} = \frac{8 \times 80}{10^{-5}} = 64 \text{ MPa} < [\sigma_c]$$

对于  $-4 \text{ kN} \cdot \text{m}$  面

$$\sigma_{t\max} = \frac{|M|_{\max} y_{t\max}}{I_z} = \frac{4 \times 80}{10^{-5}} = 32 \text{ MPa} < [\sigma_t] \quad (2 \text{ 分})$$

结论: 满足强度条件 (1 分)

三、

1. 公式

$$\begin{aligned} \begin{cases} \sigma_{\max} \\ \sigma_{\min} \end{cases} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \\ &= -35 \pm \sqrt{35^2 + 50^2} \\ &= -35 \pm 61.03 \end{aligned}$$

$$\sigma_1 = 26.02 \text{MPa} \quad \sigma_2 = 0 \text{MPa} \quad \sigma_3 = -96.02 \text{MPa}$$

2.

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) = 61.03 \text{MPa}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{1}{E}[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] \\ &= 2.38 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

四、

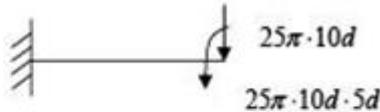
危险面上的内力

$$T = 125\pi d^2 \times 10^3$$

$$M = 250d^2\pi \times 10^3$$

$$\sigma_{rs} = \frac{1}{w} \sqrt{M^2 + T^2} \leq 160 \times 10^6$$

$$\begin{aligned} d &\geq 32 \times 1.747 \times 10^3 \\ &= 0.0559 \text{(m)} \end{aligned}$$



五、

(一). 计算  $F_{cr}$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1 \times 1000}{\sqrt{\frac{1}{12} \times 30 \times 20^3}} = \frac{1000}{\frac{20}{2\sqrt{3}}} = 100\sqrt{3}$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}} = 100$$

$\lambda > \lambda_1$  用欧拉公式计算

$$F_{\sigma} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9 \times \frac{1}{12} \times 30 \times 20^3 \times 10^{-12}}{1^2} = 39478.42 \text{ N}$$

(二) 计算工作压力  $F_{BD} = 2p$

(三)  $\frac{F_{\sigma}}{F_{BD}} \geq n_s$

$$\frac{39478.42}{2p} \geq 2$$

$$p \leq 9869.6 \text{ N/m}$$

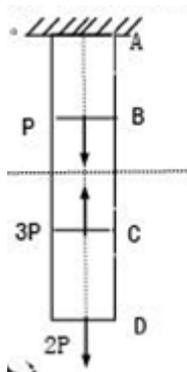
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷六答案

(考试时间：75 分钟)

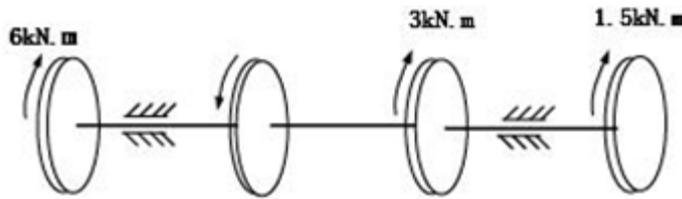
(总分：150 分)

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

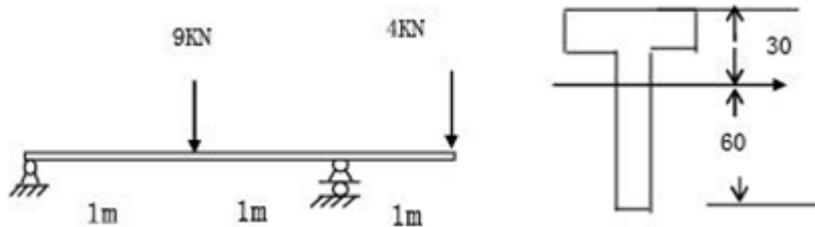
一、计算题 (共 30 分) 等截面实心圆截面杆件的直径  $d=40\text{mm}$ , 材料的弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ,  $AB=BC=CD=1\text{m}$ , 在 B、C、D 截面分别作用有 P、2P、3P 大小的力, 方向和作用线如图所示,  $P=10\text{KN}$ 。(1) 做此杆件的轴力图 (2) 求此杆件内的最大正应力 (3) 求杆件 C 截面的铅垂位移。



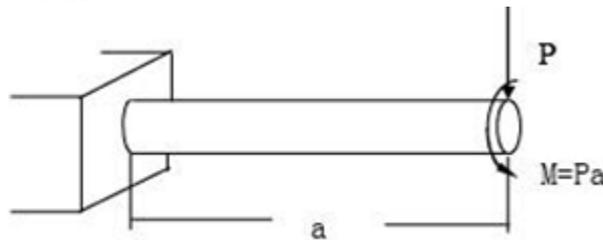
二、计算题 (共 30 分) 某传动轴受力如图所示, 已知轴材料的许用剪应  $[\tau] = 60\text{MPa}$ 。要求：(1) 作轴的扭矩图；(2) 按剪应力强度条件设计轴的直径；(3) 分析这样设计的经济性并从经济性考虑的角度提出其他的设计方案。



三、计算题（共 30 分） $\tau$  型截面的惯性矩  $I_{ZC} = 20 \times 10^{-6} m^4$ ，脆性材料的许用拉应力为  $[\sigma_t] = 32 MPa$ ，许用压应力为  $[\sigma_c] = 75 MPa$ ，要求：（1）做梁的剪力图和弯矩图；（2）校核梁的弯曲正应力强度；（3）分析若将截面倒置是否合理？

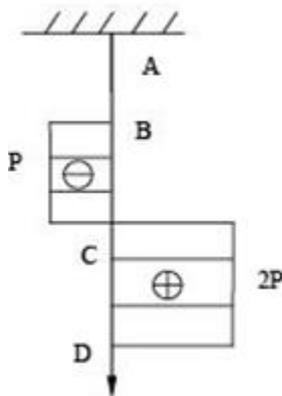


四、计算题（共 30 分）若塑性材料的实心杆件受力如图，外荷载  $P$ ，力偶  $M$ ，长度  $a$ ，材料的许用应力  $[\sigma]$ 。（1）确定危险点的位置，并用单元体表示危险点的应力状态；（2）用第三强度理论确定实心杆件的直径  $D$ 。



五、计算题（共 30 分）桁架中直径为  $d$  m，长度为  $L$  m 的圆截面压杆，材料为普通碳钢，弹性模量  $E = 200 GPa$ ，比例极限  $\sigma_p = 200 MPa$ ，屈服极限  $\sigma_s = 235 MPa$ 。其中  $a = 304 MPa$  为  $b = 1.12 MPa$ 。要求：（1）绘出临界应力总图（2）确定可以用欧拉公式计算压杆临界力的最小杆件长。

一、



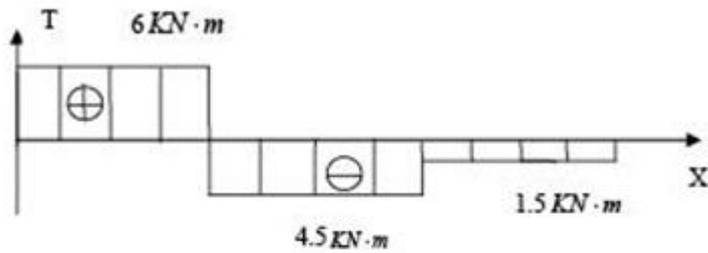
$$\sigma_{\max} = \frac{2P}{A} = \frac{2 \times 10 \times 10^3}{\frac{1}{4} \pi d^2} = 15.9 (MPa)$$

$$\Delta C = \Delta l_{BC} = \frac{F_N l}{EA}$$

$$= \frac{1 \times 10^3 \times 1}{200 \times 10^9 \times \frac{1}{4} \pi d^2} = 3.98 \times 10^{-6} (m)$$

二、

1.



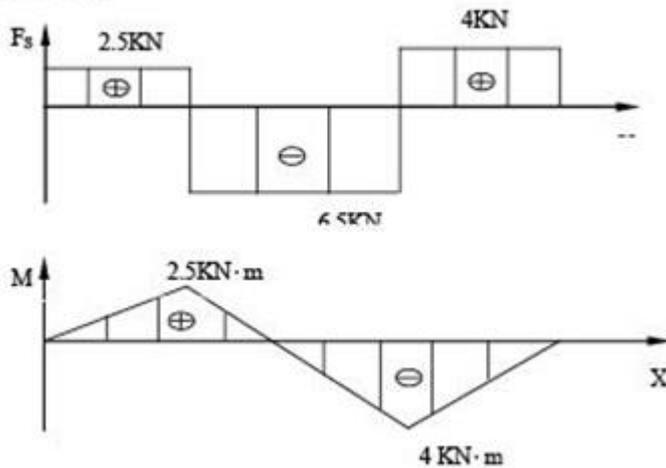
2. 
$$\tau_{\max} = \frac{|T|_{\max}}{w_t} \leq 60 \times 10^6$$

$$w_t = \frac{\pi D^3}{16}$$

$$\therefore D \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 6 \times 10^3}{\pi \times 60 \times 10^6}} = 0.0799 \text{ (m)}$$

3. 按同一轴径设计，仅对最左端满足强度，对中间和右端轴还有富裕，故不经济，从经济角度看，应设计成阶梯轴，即左段最粗，中间段次之，右段最细。

三、



对于  $4 \text{ kN} \cdot \text{m}$  截面

$$\sigma_{t \max} = \frac{4 \times 10^3 \times 30 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-6}} = 6 \text{ MPa} < [\sigma_t]$$

$$\sigma_{c \max} = \frac{4 \times 10^3 \times 60 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-6}} = 12 \text{ MPa} < [\sigma_c]$$

对于  $2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$  截面

$$\sigma_{t \max} = \frac{2.5 \times 10^3 \times 30 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-6}} = 3.75 \text{ MPa} < [\sigma_t]$$

满足强度条件

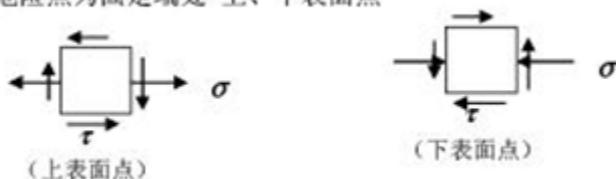
若截面倒置

$$\sigma_{t_{\max}} = \frac{4 \times 10^3 \times 60 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-6}} = 12 \text{MPa} < [\sigma_t]$$

一样满足条件

四、

1. 危险点为固定端处 上、下表面点



2. 危险面上的内力

$$T = pa$$

$$M = pa$$

3 强度条件:  $\sigma_s = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{W} \leq [\sigma]$

$$\frac{32\sqrt{(pa)^2 + (pa)^2}}{\pi D^3} \leq [\sigma]$$

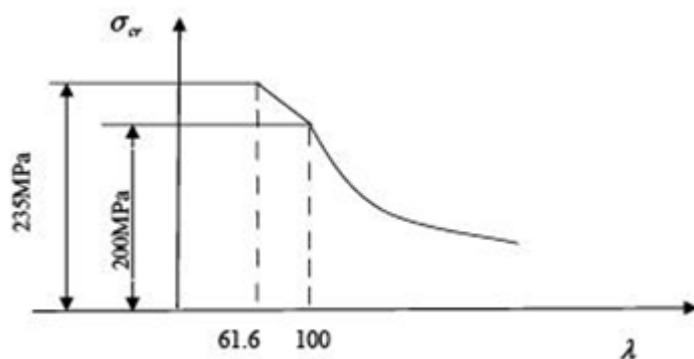
$$\therefore D \geq \sqrt[3]{\frac{32\sqrt{(pa)^2 + (pa)^2}}{\pi [\sigma]}}$$

五、

1.

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} \approx 100$$

$$\lambda_2 = \frac{a - \sigma_s}{b} = \frac{304 - 235}{1.12} = 61.6$$



2.

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{L}{\frac{d}{4}} = \frac{4L}{d}$$

$\lambda \geq \lambda_1$  用欧拉公式

$$\therefore \frac{4L}{d} \geq 100$$

$$\therefore L \geq 25d \text{ (m)}$$

## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试七答案

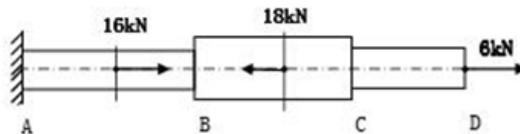
(考试时间: 75 分钟)

(总分: 150 分)

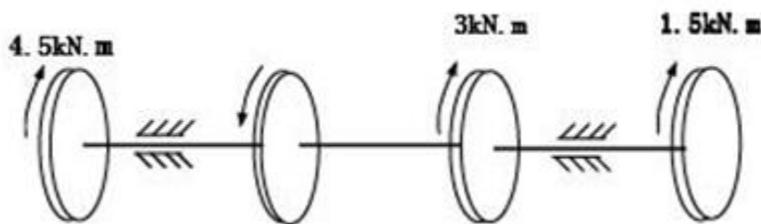
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、计算题 (共 30 分) 变截面杆件各段均采用实心圆截面杆, AB 段与 CD 段的直径相同,  $d=40\text{mm}$ , BC 段的直径是 AB 段直径的 2 倍, 杆件的受力如图所示。要求:

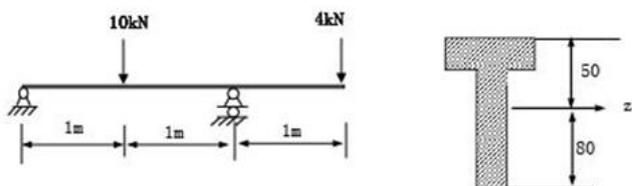
(1) 作杆件的轴力图; (2) 求杆件内最大正应力。



二、计算题 (共 30 分) 等截面实心圆轴的直径  $D=100\text{mm}$ , 受力如图所示。已知轴材料的许用剪应力  $[\tau]=60\text{MPa}$ 。要求: (1) 作轴的扭矩图 (2) 校核轴的强度。

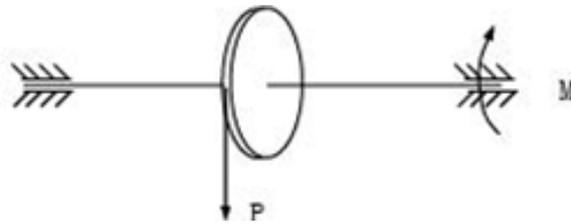


三、计算题 (共 30 分) T 型截面铸铁梁, 尺寸及受力如图。已知铸铁材料的许用拉应力  $[\sigma_t]=32\text{MPa}$ , 许用压应力  $[\sigma_c]=75\text{MPa}$ , 横截面对形心轴的惯性矩为  $I_{ZC}=9 \times 10^{-6}\text{m}^4$ 。要求: (1) 作梁的剪力图和弯矩图; (2) 校核梁的弯曲正应力强度。

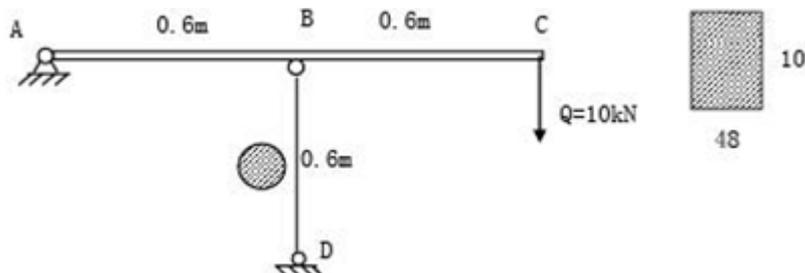


四、计算题 (共 30 分) 传动轴的直径  $d$  为 80 毫米, 轴长为 2 米, 轴材料的许用应力为  $[\sigma]=100\text{MPa}$ 。轮安装在轴的中间截面, 轮的直径  $D$  为 700 毫米, 轮缘挂一重  $P=8\text{kN}$

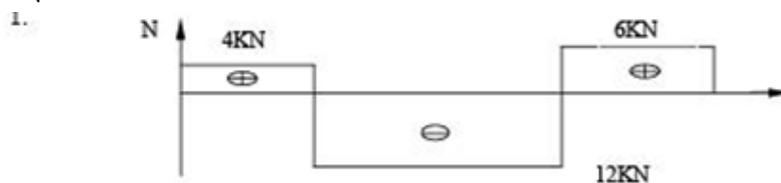
的物体与转矩  $M$  平衡。要求：(1) 做轴的内力图；(2) 确定危险点的位置，并用单元体表示危险点的应力状态；(3) 用第三强度理论校核轴的强度。



五、计算题 (共 30 分) 铅直立柱  $BD$  与水平横梁  $ABC$  为相同材料，材料的弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ，比例极限为  $\sigma_p = 100\text{MPa}$ ，屈服极限  $\sigma_s = 100\text{MPa}$ ， $a=304\text{MPa}$ ， $b=1.12\text{MPa}$ 。立柱  $BD$  为实心圆截面，直径为  $D=20$  毫米，横梁  $ABC$  采用  $48\text{mm} \times 100\text{mm}$  的矩形截面，竖放： $AB=BC=CD=0.6\text{m}$ ；稳定安全系数  $n_{st}=2$ ，屈服安全系数  $n_{st}=1.5$ ，受力如图所示。校核该结构的安全性。



一、

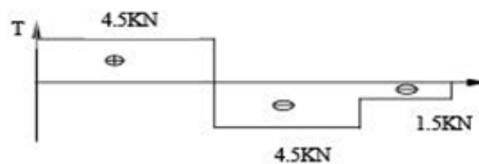


2.

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} = -\frac{12 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \times 40^2 \times 10^{-6}} = -9.543 \text{MPa}$$

二、

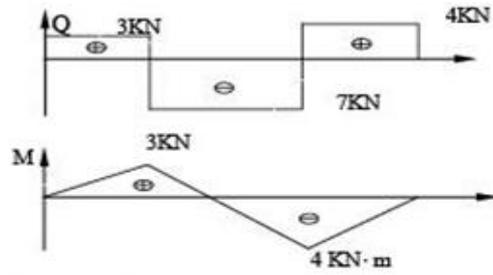
1.



2.

$$\tau_{\max} = \frac{T}{W_t} = \frac{4.5 \times 10^3}{\frac{\pi}{16} a^3} = 22.9 \text{MPa}$$

三、



$$\begin{cases} \sigma_{tmax} = \frac{4 \times 10^3 \times 50 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-6}} = 22.2 \text{ MPa} < [\sigma_t] \\ \sigma_{cmax} = \frac{4 \times 10^3 \times 80 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-6}} = 35.56 \text{ MPa} < [\sigma_c] \end{cases}$$

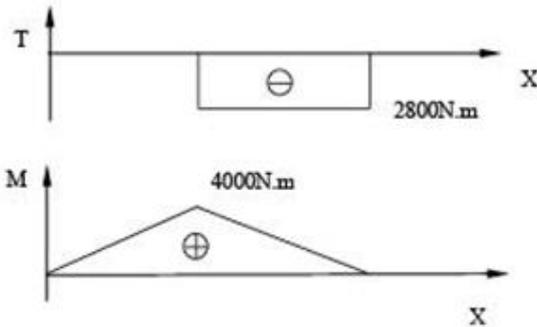
另一面:

$$\sigma_{max} = \frac{3 \times 10^3 \times 80 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-6}} = 26.67 \text{ MPa} < [\sigma_t]$$

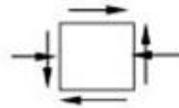
结论: 安全

四、

1.



2. 危险点 中间面上 上下边缘点



$$3. \sigma_{\rho 3} = \frac{1}{W} \sqrt{M^2 + T^2} = 97.18 \text{ MPa} < [\sigma]$$

安全

五、

对立柱

$$1. \lambda = \frac{ml}{i} = \frac{1 \times 600}{\frac{20}{4}} = 120 \quad \lambda_1 \approx 100$$

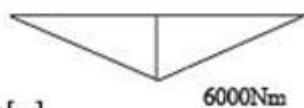
2.  $\lambda \geq \lambda_1$  用欧拉公式

$$P_{\sigma} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = 42.998 \text{KN}$$

$$3. \frac{P_{\sigma}}{P_{\max}} = \frac{42.998}{20} = 2.1 > n_{st}$$

安全

对横梁



$$\sigma_{\max} = \frac{6000}{\frac{b}{6} h^2} = 75 \text{MPa} < [\sigma]$$

结论：结构安全

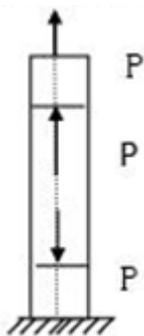
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷八答案

(考试时间：75 分钟)

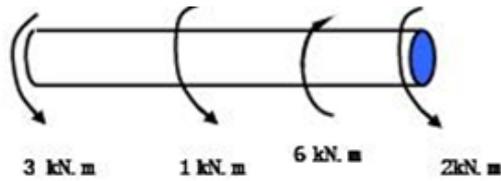
(总分：150 分)

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

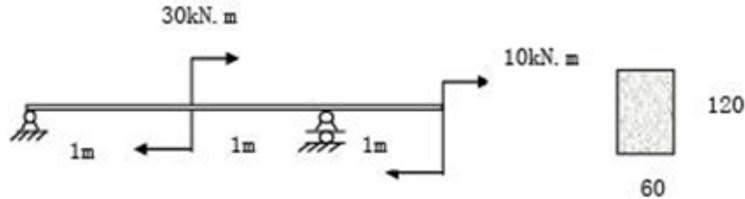
一、计算题 (共 30 分) 实心圆截面杆等截面杆件的直径  $d=40\text{mm}$ ；杆件的受力如图所示， $P=20\text{KN}$ 。要求：(1) 作杆件的轴力图；(2) 求杆件内最大正应力。



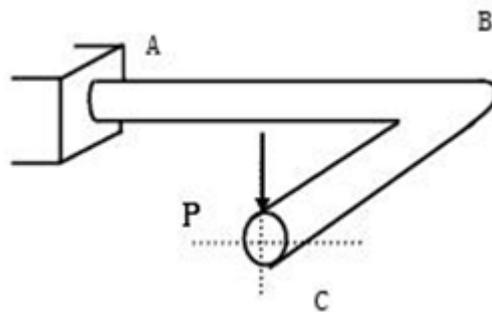
二、计算题 (共 30 分) 等截面实心圆轴的直径  $D=100\text{mm}$ ，受力如图所示。已知轴材料的许用剪应力  $[\tau]=60\text{MPa}$ 。要求：(1) 作轴的扭矩图；(2) 校核轴的强度。



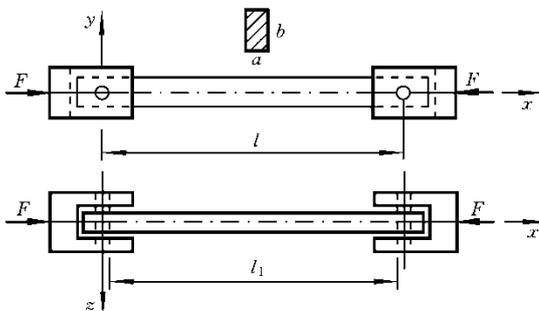
三、计算题（共 30 分） $100\text{mm} \times 200\text{mm}$  的矩形截面梁竖放，受力和几何尺寸如图。要求：（1）作梁的内力图；（2）计算最大弯曲正应力。



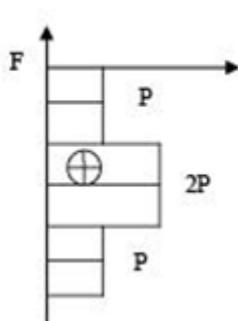
四、计算题（共 30 分）某钢直角拐的直径为  $D=20\text{mm}$ ， $AB=L=0.4\text{m}$ ， $BC=a=0.3\text{m}$ ，荷载  $P=314.159\text{N}$ ，钢材料的弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ，泊松比为 0.25，许用应力为  $[\sigma]=60\text{MPa}$ ，要求：（1）确定危险点，用单元体表示危险点的应力状态；（2）计算危险点的最大伸长线应变；（3）用第三强度理论校核拐的强度。



五、计算题（共 30 分）由 Q235 钢组成的矩形截面压杆，其两端用铰销支承。已知截面尺寸： $a=40\text{mm}$ ， $b=60\text{mm}$ 。设  $l=2.1\text{m}$ ， $l_1=2\text{m}$ ， $E=205\text{GPa}$ ， $\sigma_p=200\text{MPa}$ ，试求此压杆的临界压力。



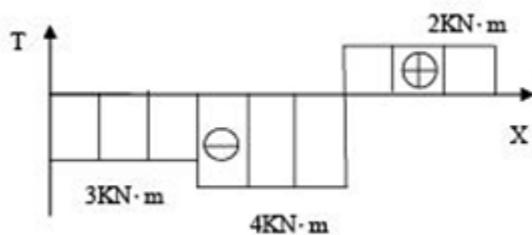
一、



$$\sigma_{\max} = \frac{2P}{\frac{1}{4}\pi d^2}$$

$$= \frac{2P}{\frac{1}{4}\pi \times 0.04^2} = 31.85 \times 10^6 \text{ (Pa)}$$

二、



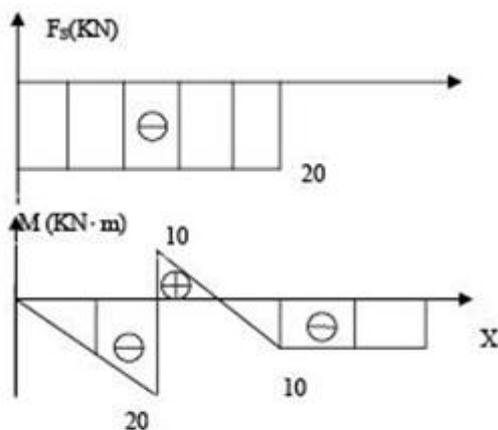
$$|T|_{\max} = 4 \times 10^3$$

$$\tau_{\max} = \frac{4 \times 10^3}{\frac{1}{16}\pi \times 0.13}$$

$$= 20.38 \text{ MPa}$$

三、

五、(11分)



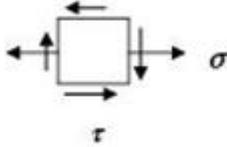
$$\sigma_{\max} = \frac{20 \times 10^3}{\frac{1}{6}bh^2} = \frac{20 \times 10^3 \times 6}{0.06 \times 0.12^2} = 138.9 \text{ (MPa)}$$

四、

解:

1. 危险点为固定端处 上、下表面点

上表面点:



2.

$$\sigma = \frac{10\pi \times 0.4 \times 32}{\pi \times 0.02^3} = 16(\text{MPa}) \quad \tau = \frac{pa}{\pi D^3} = \frac{6(\text{MPa})}{16}$$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = 18(\text{MPa})$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = -2(\text{MPa})$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E}[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] \\ = 9.25 \times 10^{-5}$$

3.  $\sigma_s = \sigma_1 - \sigma_3 = 20(\text{MPa})$  不超过许用应力

所以满足强度

五、

解: 首先确定压杆的柔度。截面对其两个形心主轴的惯性半径不同, 且压杆在两个主惯性平面内的支承情况也不同, 应分别计算。

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{ab^3/12}{ab}} = \frac{b}{\sqrt{12}} = 17.32\text{mm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{ba^3/12}{ab}} = \frac{a}{\sqrt{12}} = 11.55\text{mm}$$

$$\text{xy 平面内为两端铰支: } \lambda_z = \frac{\mu l}{i_z} = \frac{1 \times 2100}{17.32} = 121.2$$

$$\text{xz 平面内为两端固定: } \lambda_y = \frac{\mu l_1}{i_y} = \frac{0.5 \times 2000}{11.55} = 86.6$$

$$\lambda = \lambda_{\max} = \lambda_z = 121.2$$

判断临界压力的适用公式： $\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 205 \times 10^9}{200 \times 10^6}} = 100.6 < \lambda$

此压杆为细长杆，有： $\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 205 \times 10^9}{121.2^2} Pa = 137.7 MPa$

$$F_{cr} = \sigma_{cr} \cdot A = 330.5 kN$$

## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷九答案

（考试时间：75 分钟）

（总分：150 分）

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

一、计算题（共 30 分）一根直径为  $d = 16mm$ 、长  $l = 3m$  的圆截面杆，承受轴向拉力  $F = 30kN$ ，其伸长为  $\Delta l = 2.2mm$ 。已知材料的许用应力为  $[\sigma] = 170MPa$ ，试校核杆件的强度，求材料的弹性模量  $E$ 。

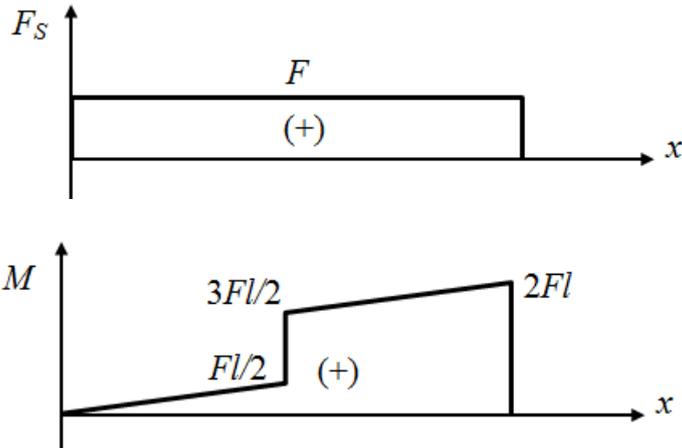
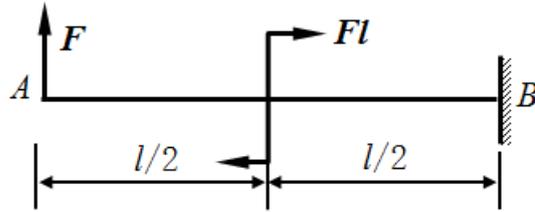
$$\text{解： } \sigma = \frac{F_N}{A} = \frac{30 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \times 16^2} = 149 MPa < [\sigma]$$

满足强度要求

$$\Delta l = \frac{F_N l}{EA}$$

$$E = \frac{F_N l}{\Delta l A} = \frac{30 \times 10^3 \times 3}{2.2 \times 10^{-3} \times \frac{\pi}{4} \times 0.016^2} = 203 \times 10^9 Pa = 203 GPa$$

二、计算题（共 25 分）画出图示外伸梁的剪力图和弯矩图。



三、计算题（共 35 分）一点处两个互成  $45^\circ$  平面上的应力如图所示，其中  $\sigma$  未知，求该点主应力。

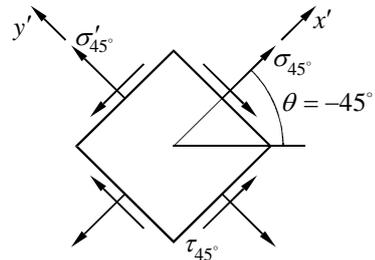
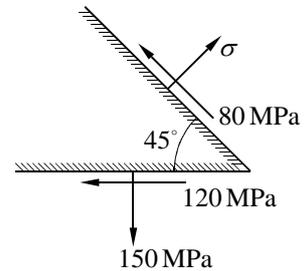
解：  $\sigma_y = 150 \text{ MPa}$ ，  $\tau_x = -120 \text{ MPa}$

$$\text{由 } \tau_{45^\circ} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cos 2\alpha = \frac{\sigma_x - 150}{2} = -80$$

得  $\sigma_x = -10 \text{ MPa}$

$$\begin{aligned} \text{所以 } \sigma_{\max} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \\ \sigma_{\min} &= \frac{214.22}{-74.22} \text{ MPa} \end{aligned}$$

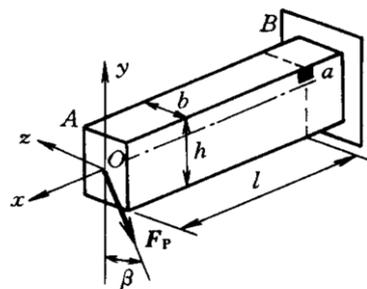
$$\sigma_1 = 214.22 \text{ MPa}, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -74.22 \text{ MPa}$$



四、计算题（共 30 分）矩形截面悬臂梁受力如图所示，其中力  $F_P$  的作用线通过截面形心。试：

1. 已知  $F_P$ 、 $b$ 、 $h$ 、 $l$  和  $\beta$ ，求图中虚线所示截面上点  $a$  的正应力；
2. 求使点  $a$  处正应力为零时的角度  $\beta$  值。

解：  $M_y = F_P l \sin \beta$ ，  $W_y = \frac{hb^2}{6}$

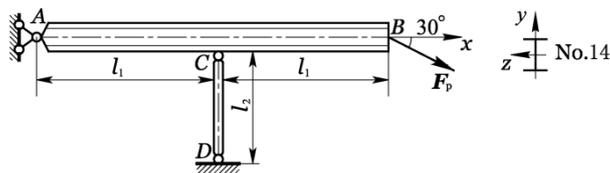


$$M_z = F_p l \cos \beta, \quad W_z = \frac{bh^2}{6}$$

$$\sigma_a = \frac{M_z}{W_z} - \frac{M_y}{W_y} = \frac{6F_p}{b^2 h^2} (b \cos \beta - h \sin \beta)$$

$$\text{令 } \sigma_a = 0, \text{ 则 } \tan \beta = \frac{b}{h}, \quad \beta = \tan^{-1} \frac{b}{h}$$

**五、计算题（共 30 分）** 如图所示的结构中，梁  $AB$  为 No. 14 普通热轧工字钢， $CD$  为圆截面直杆，其直径为  $d=20\text{mm}$ ，二者材料均为 Q235 钢。结构受力如图所示， $A$ 、 $C$ 、 $D$  三处均为球铰约束。若已知  $F_p=25\text{kN}$ ， $l_1=1.25\text{m}$ ， $l_2=0.55\text{m}$ ， $\sigma_s=235\text{MPa}$ 。稳定安全因数  $[n]_{st}=1.8$ 。试校核此结构是否安全。



**解：**

校核压杆  $CD$  的稳定性。由平衡方程求得压杆  $CD$  的轴向压力为

$$F_{NCD} = 2F_p \sin 30^\circ = F_p = 25(\text{kN})$$

因为是圆截面杆，故惯性半径为

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{d}{4} = 5(\text{mm})$$

又因为两端为球铰约束  $\mu=1.0$ ，所以

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1.0 \times 0.55}{5 \times 10^{-3}} = 110 > \lambda_p = 101$$

这表明，压杆  $CD$  为细长杆，故需采用式 (9-7) 计算其临界应力，有

$$\begin{aligned} F_{Pcr} = \sigma_{cr} A &= \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \times \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi^2 \times 206 \times 10^9}{110^2} \times \frac{\pi \times (20 \times 10^{-3})^2}{4} \\ &= 52.8 \times 10^3 (\text{N}) = 52.8(\text{kN}) \end{aligned}$$

于是，压杆的工作安全因数为

$$n_w = \frac{\sigma_{cr}}{\sigma_w} = \frac{F_{Pcr}}{F_{NCD}} = \frac{52.8}{25} = 2.11 > [n]_{st} = 1.8$$

这一结果说明，压杆的稳定性是安全的。

# 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷十答案

(考试时间：75 分钟)

(总分：150 分)

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

一、计算题 (共 30 分) 直径  $d = 25\text{mm}$  的钢圆杆，受轴向拉  $60\text{kN}$  作用时，在标距为  $200\text{mm}$  的长度内伸长了  $0.113\text{mm}$ 。当其承受一对扭转外力偶矩  $M_e = 0.2\text{kN}\cdot\text{m}$  时，在标距为  $200\text{mm}$  的长度内相对扭转了  $0.732^\circ$  的角度。试求钢材的弹性常数  $E$ 、 $G$  和  $\nu$ 。

解：(1) 求弹性模量  $E$

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA}$$

$$E = \frac{Nl}{A \cdot \Delta l} = \frac{60000\text{N} \times 200\text{mm}}{0.25 \times 3.14 \times 25^2 \text{mm}^2 \times 0.113\text{mm}} = 216447.8\text{MPa} = 216.448\text{GPa}$$

(2) 求剪切弹性模量  $G$

$$I_p = \frac{1}{32} \pi d^4 = \frac{1}{32} \times 3.14159 \times 25^4 = 38349(\text{mm}^4)$$

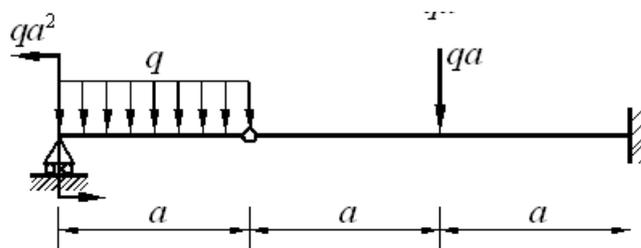
由  $\varphi = \frac{T \cdot l}{GI_p}$  得：

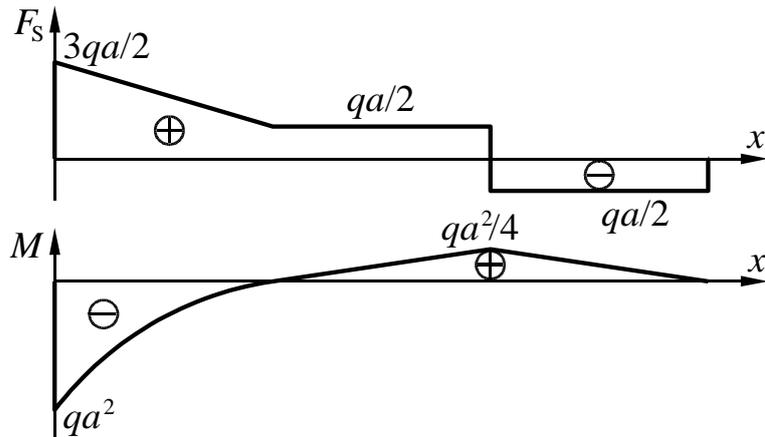
$$G = \frac{T \cdot l}{\varphi \cdot I_p} = \frac{0.2 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm} \times 200\text{mm}}{(0.732 \times 3.14 / 180) \times 38349\text{mm}^4} = 81684.136\text{MPa} = 81.7\text{GPa}$$

(3) 泊松比  $\nu$

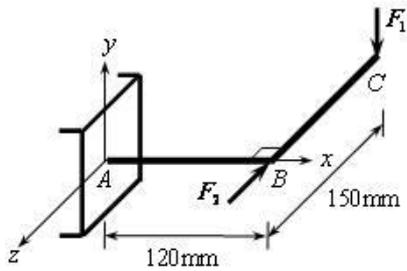
$$\text{由 } G = \frac{E}{2(1+\nu)} \text{ 得： } \nu = \frac{E}{2G} - 1 = \frac{216.448}{2 \times 81.684} - 1 = 0.325$$

二、计算题 (共 25 分) 画出图示外伸梁的剪力图和弯矩图。

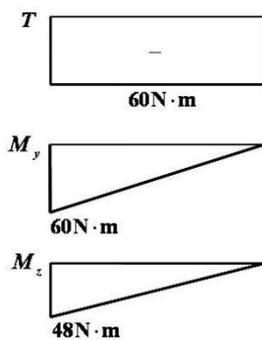




三、计算题（共 35 分）图所示平面直角刚架  $ABC$  在水平面  $xz$  内， $AB$  段为直径  $d=20\text{mm}$  的圆截面杆。在垂直平面内  $F_1=0.4\text{kN}$ ，在水平面内沿  $z$  轴方向  $F_2=0.5\text{kN}$ ，材料的  $[\sigma]=140\text{MPa}$ 。试求：①作  $AB$  段各基本变形的内力图。②按第三强度理论校核刚架  $AB$  段强度。



14. 解：①



②由内力图可判断危险截面在  $A$  处，该截面危险点在横截面上的正应力、切应力为

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{32 \times \sqrt{60^2 + 48^2}}{\pi \times 0.02^3} = 97.8\text{MPa}$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{16 \times 60}{\pi \times 0.02^3} = 38.2\text{MPa}$$

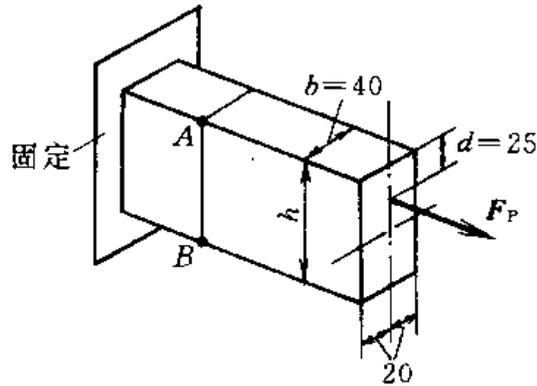
$$\therefore \sigma_{r3} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{97.8^2 + 4 \times 38.2^2} = 124.1 \text{MPa} \leq [\sigma]$$

所以刚架 AB 段的强度满足要求

#### 四、计算题（共 30 分）

图示矩形截面杆在自由端承受位于纵向对称面内的纵向载荷  $F_P$ ，已知  $F_P = 60 \text{kN}$ 。试求：

1. 横截面上点 A 的正应力取最小值时的截面高度  $h$ ；
2. 在上述  $h$  值下点 A 的正应力值。



$$\begin{aligned} \text{解: } \sigma_A &= \frac{F_{N_x}}{A} + \frac{M_z}{W_z} = \frac{F_P}{40h} + \frac{F_P(\frac{h}{2} - d)}{\frac{40h^2}{6}} \\ &= \frac{F_P}{20} \left( \frac{2h - 3d}{h^2} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

$$1. \text{ 令 } \frac{\partial \sigma_A}{\partial h} = 0, \quad \frac{6hd - 2h^2}{h^4} = 0$$

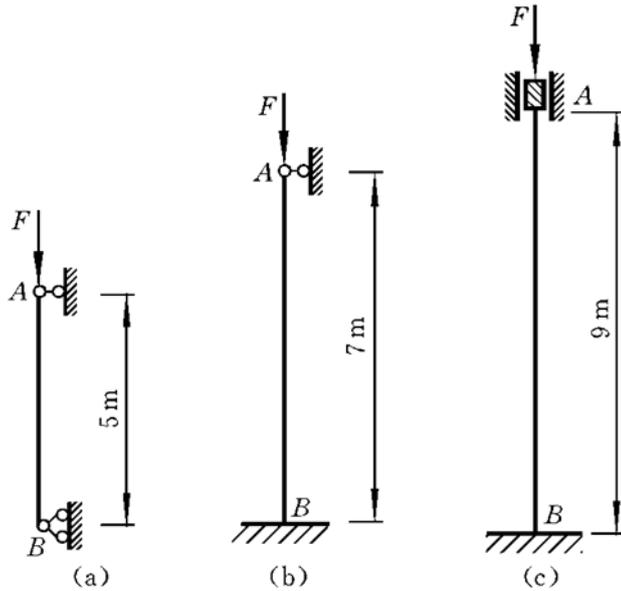
$$\therefore h = 3d = 75 \text{mm} \quad (2)$$

2. 由 (1)、(2) 式得：

$$\sigma_A = \frac{60 \times 10^3}{20} \left( \frac{2 \times 75 - 3 \times 25}{75^2} \right) = 40 \text{MPa}$$

五、计算题（共 30 分）如图所示各压杆的直径  $d$  均相同，且  $d = 16 \text{cm}$ ，材料均为 Q235

钢。试判断哪一种压杆的临界载荷  $F_{cr}$  最大？



解:  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2} \quad (\lambda > 100) \quad \lambda = \frac{\mu l}{i}$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\pi d^4 / 64}{\pi d^2 / 4}} = \frac{d}{4} = 40 \text{ mm}$$

$$(a) \quad \mu = 1 \quad \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{5}{0.04} = 125$$

$$(b) \quad \mu = 0.7 \quad \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.7 \times 7}{0.04} = 122.5$$

$$(c) \quad \mu = 0.5 \quad \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.5 \times 9}{0.04} = 112.5$$

故压杆 C 的临界载荷  $F_{cr}$  最大

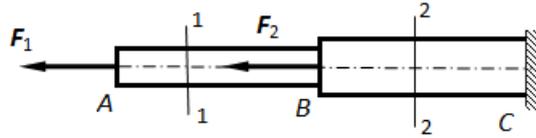
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷十一答案

(考试时间: 75 分钟)

(总分: 150 分)

说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、计算题 (共 30 分) 九、所示圆截面杆, 已知载荷  $F_1=200 \text{ kN}$ ,  $F_2=100 \text{ kN}$ ,  $AB$  段的直径  $d_1=40 \text{ mm}$ , 如欲使  $AB$  与  $BC$  段横截面上的正应力相同, 试求  $BC$  段的直径。



解：(1) 用截面法求出 1-1、2-2 截面的轴力；

$$F_{N1} = F_1 \quad F_{N2} = F_1 + F_2$$

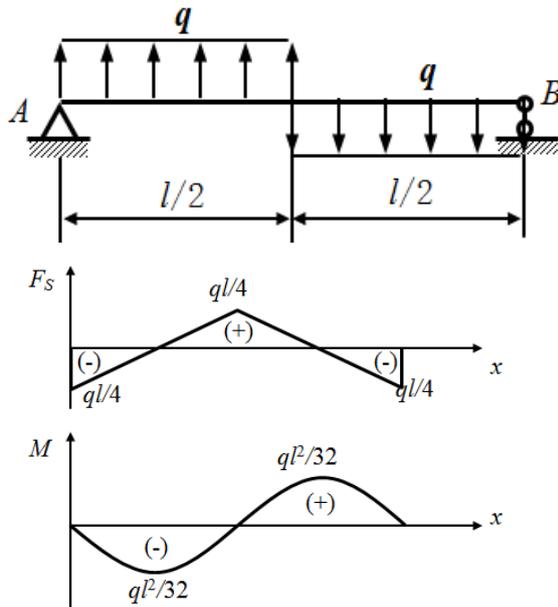
(2) 求 1-1、2-2 截面的正应力，利用正应力相同；

$$\sigma_1 = \frac{F_{N1}}{A_1} = \frac{200 \times 10^3}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0.04^2} = 159.2 \text{ MPa}$$

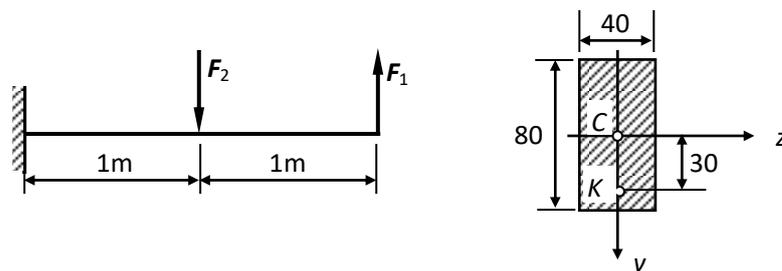
$$\sigma_2 = \frac{F_{N2}}{A_2} = \frac{(200+100) \times 10^3}{\frac{1}{4} \times \pi \times d_2^2} = \sigma_1 = 159.2 \text{ MPa}$$

$$\therefore d_2 = 49.0 \text{ mm}$$

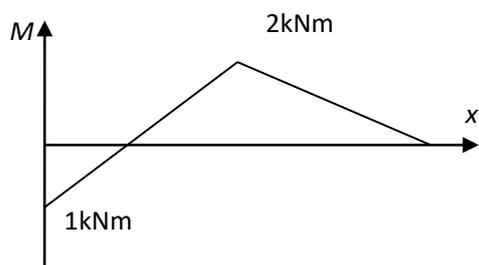
二、计算题（共 25 分）画出图示外伸梁的剪力图和弯矩图。



三、计算题（共 35 分）图示悬臂梁，横截面为矩形，承受载荷  $F_1$  与  $F_2$  作用，且  $F_1=2$  kN， $F_2=5$  kN，试计算梁内的最大弯曲正应力，及该应力所在截面上  $K$  点处的弯曲正应力。



解：(1) 画梁的弯矩图



(2) 最大弯矩（位于  $F_2$  作用点所在横截面）：

$$M_{\max} = 2 \text{ kNm}$$

(3) 计算应力：

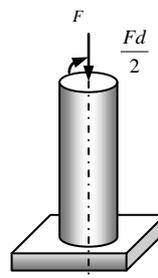
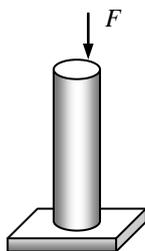
$$\text{最大应力: } \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_Z} = \frac{2 \times 10^3}{\frac{40 \times 80^2 \times 10^{-9}}{6}} = 46.9 \text{ MPa}$$

$$K \text{ 点的应力: } \sigma_K = \frac{M_{\max} y}{I_Z} = \frac{2 \times 10^3}{\frac{40 \times 80^3 \times 10^{-12}}{12}} = 35.2 \text{ MPa}$$

四、计算题（共 30 分）如图所示立柱材料为脆性材料，其许用压应力  $[\sigma^-] = 160 \text{ MPa}$ ，

许用拉应力  $[\sigma^+] = 60 \text{ MPa}$ ，立柱直径  $d = 60 \text{ mm}$ 。载荷  $F$  竖直作用在立柱顶部截面的边

缘，则立柱能承受的最大载荷  $F_{\max}$  是多大？



解：立柱处于压弯组合变形。

立柱中的最大拉应力为:  $\sigma_{\max}^+ = \frac{Fd}{2W_z} - \frac{F}{A} = \frac{16F}{\pi d^2} - \frac{4F}{\pi d^2} = \frac{12F}{\pi d^2}$

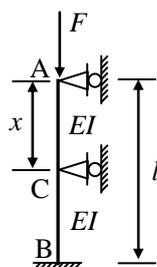
立柱中的最大压应力为 (绝对值):  $\sigma_{\max}^- = \frac{Fd}{2W_z} + \frac{F}{A} = \frac{20F}{\pi d^2}$

由拉应力强度条件有:  $\sigma_{\max}^+ = \frac{12F}{\pi d^2} \leq [\sigma^+]$  得:  $F \leq \frac{\pi d^2 [\sigma^+]}{12} = \frac{60\pi d^2}{12} = 5\pi d^2$

由压应力强度条件有:  $\sigma_{\max}^- = \frac{20F}{\pi d^2} \leq [\sigma^-]$  得:  $F \leq \frac{\pi d^2 [\sigma^-]}{20} = \frac{160\pi d^2}{20} = 8\pi d^2$

故立柱的许可载荷为:  $[F] = 5\pi d^2 = 5 \times 3.14 \times 60^2 = 56.52 \times 10^3 \text{ N} = 56.52 \text{ kN}$

**五、计算题 (共 30 分)** 图示压杆, AC、CB 两杆均为细长压杆, 问  $x$  为多大时, 承载能力最大? 并求此时承载能力与 C 处不加支撑时承载能力的比值。



解答: 1) 承载能力最大的条件是 AC 杆和 BC 杆同时达到临界力, 且相同

即:

$$F_{crAC} = \frac{\pi^2 EI}{x^2} = F_{crBC} = \frac{\pi^2 EI}{[0.7(l-x)]^2}$$

即:

$$x = 0.7(l-x)$$

$$x = 0.412l$$

2) 对所承载的力与 C 处不加支撑是承载的力的比值

$$\frac{F_{crAC}}{F_{crAB}} = \frac{\frac{\pi^2 EI}{(0.412l)^2}}{\frac{\pi^2 EI}{(0.7l)^2}} = \frac{0.7^2}{0.412^2} = 2.89$$

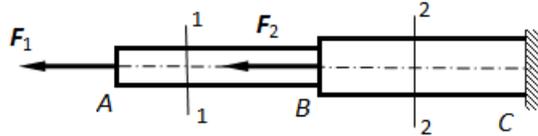
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷答案十二

(考试时间: 75 分钟)

(总分：150 分)

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

一、计算题（共 30 分）图示阶梯形圆截面杆，承受轴向载荷  $F_1=50\text{ kN}$  与  $F_2$  作用， $AB$  与  $BC$  段的直径分别为  $d_1=20\text{ mm}$  和  $d_2=30\text{ mm}$ ，如欲使  $AB$  与  $BC$  段横截面上的正应力相同，试求载荷  $F_2$  之值。



解：(1) 用截面法求出 1-1、2-2 截面的轴力；

$$F_{N1} = F_1 \quad F_{N2} = F_1 + F_2$$

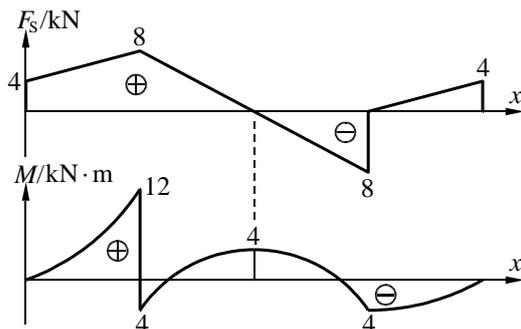
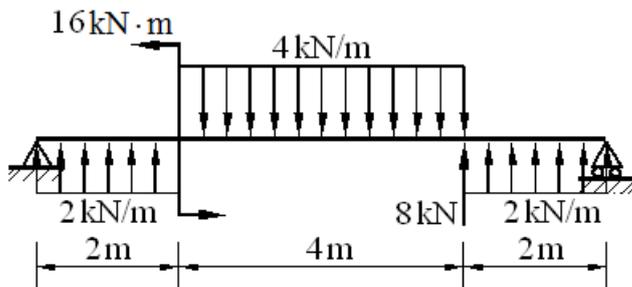
(2) 求 1-1、2-2 截面的正应力，利用正应力相同；

$$\sigma_1 = \frac{F_{N1}}{A_1} = \frac{50 \times 10^3}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0.02^2} = 159.2 \text{ MPa}$$

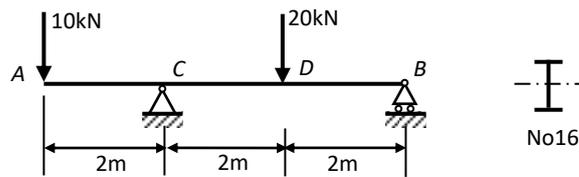
$$\sigma_2 = \frac{F_{N2}}{A_2} = \frac{50 \times 10^3 + F_2}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0.03^2} = \sigma_1 = 159.2 \text{ MPa}$$

$$\therefore F_2 = 62.5 \text{ kN}$$

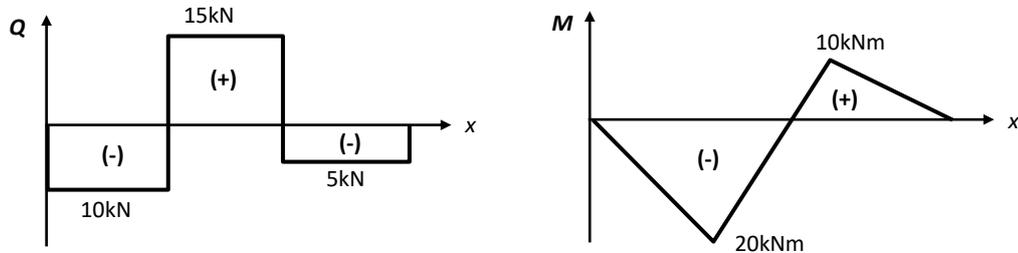
二、计算题（共 25 分）绘制下图弯矩图和剪力图。



三、计算题（共 35 分）试计算图示工字形截面梁内的最大正应力和最大剪应力。



解：(1) 画梁的剪力图和弯矩图



最大剪力和最大弯矩值是

$$Q_{\max} = 15 \text{ kN} \quad M_{\max} = 20 \text{ kNm}$$

(2) 查表得截面几何性质

$$W = 141 \text{ cm}^3 \quad \frac{I_z}{S_{z \max}^*} = 13.8 \text{ cm} \quad b = 6 \text{ mm}$$

(3) 计算应力

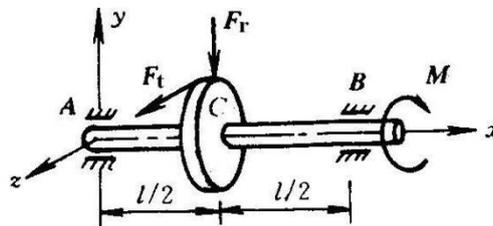
最大剪应力

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} S_{z \max}^*}{b I_z} = \frac{15 \times 10^3}{0.006 \times 0.138} = 18.1 \text{ MPa}$$

最大正应力

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{20 \times 10^3}{141 \times 10^{-6}} = 141.8 \text{ MPa}$$

四、计算题（共 30 分）传动轴如图所示。已知  $F_t=2\text{KN}$ ,  $F_r=5\text{KN}$ ,  $M=1\text{KN m}$ ,  $l=600\text{mm}$ , 齿轮直径  $D=400\text{mm}$ , 轴的  $[\sigma]=100\text{MPa}$ 。试求：①力偶  $M$  的大小；②作  $AB$  轴各基本变形的内力图。③用第三强度理论设计轴  $AB$  的直径  $d$ 。



3. 解：①以整个系统为研究对象，建立平衡方程

$$\sum M_x(F) = 0: \quad F_t \times \frac{D}{2} - M = 0$$

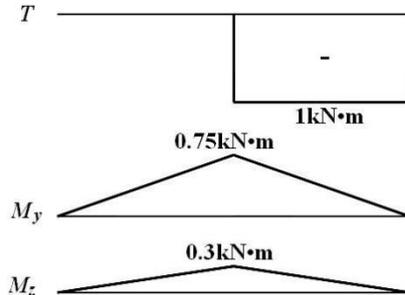
解得：

$$M = 1\text{kN}\cdot\text{m} \quad (3 \text{分})$$

②求支座约束力，作内力图

由题可得：

$$F_{Ay} = F_{By} = 1\text{kN} \quad F_{Az} = F_{Bz} = 2.5\text{kN}$$



③由内力图可判断危险截面在 C 处

$$\sigma_{r3} = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{W} = \frac{32\sqrt{(M_y^2 + M_z^2) + T^2}}{\pi d^3} \leq [\sigma]$$

$$\therefore d \geq \sqrt[3]{\frac{32\sqrt{(M_y^2 + M_z^2) + T^2}}{\pi[\sigma]}} = 5.1\text{mm}$$

**五、计算题（共 30 分）** 已知一端固定、一端球铰的圆截面压杆的最大工作压力为 4kN，其长度  $l=1.25\text{m}$ ，规定的  $n_{st}=6$ ，材料的  $\sigma_p=220\text{MPa}$ ， $E=210\text{GPa}$ ，试确定压杆截面直径  $d$ 。  
解：压杆的直径未定，故无法确定其柔度和临界应力公式，先假设为细长杆。

$$\text{由稳定条件：} F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} \geq n_{st} F_{\max} \quad \mu = 0.7 \quad I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$d \geq \left[ \frac{64 \cdot n_{st} F_{\max} (\mu l)^2}{\pi^3 E} \right]^{1/4} = \left[ \frac{64 \times 6 \times 4 \times 10^3 \times (0.7 \times 1.25)^2}{\pi^3 \times 210 \times 10^9} \right]^{1/4} m = 0.0206m = 20.6\text{mm}$$

计算压杆柔度

$$i = \sqrt{I/A} = \sqrt{\frac{\pi d^4 / 64}{\pi d^2 / 4}} = \frac{d}{4} \quad \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.7 \times 1.25 \times 10^3}{20.6 / 4} = 170$$

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 210 \times 10^9}{220 \times 10^6}} = 97 \quad \lambda > \lambda_p$$

压杆为大柔度杆的假设成立，则前面按欧拉公式和稳定条件确定的截面直径有效。

取： $d = 22\text{mm}$

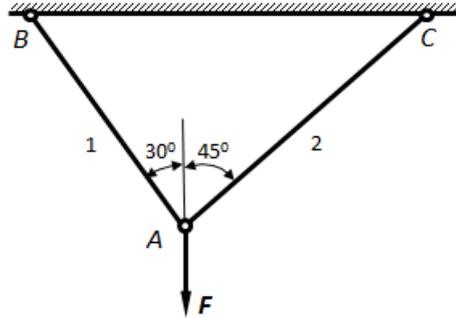
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷十三答案

（考试时间：75 分钟）

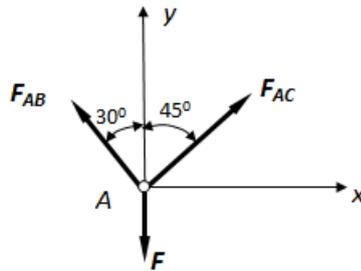
(总分：150 分)

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

计算题（共 30 分）图示桁架，杆 1 与杆 2 的横截面均为圆形，直径分别为  $d_1=30\text{ mm}$  与  $d_2=20\text{ mm}$ ，两杆材料相同，许用应力  $[\sigma]=160\text{ MPa}$ 。该桁架在节点 A 处承受铅直方向的载荷  $F=80\text{ kN}$  作用，试校核桁架的强度。



解：(1) 对节点 A 受力分析，求出 AB 和 AC 两杆所受的力；



(2) 列平衡方程

$$\begin{aligned}\sum F_x = 0 & \quad -F_{AB} \sin 30^\circ + F_{AC} \sin 45^\circ = 0 \\ \sum F_y = 0 & \quad F_{AB} \cos 30^\circ + F_{AC} \cos 45^\circ - F = 0\end{aligned}$$

解得：

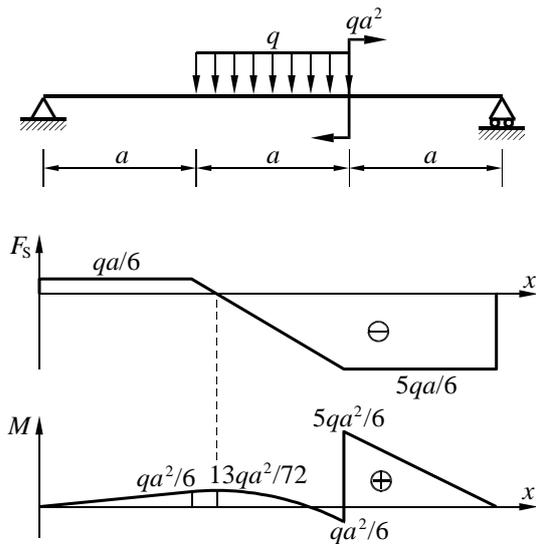
$$F_{AC} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3+1}} F = 41.4\text{ kN} \quad F_{AB} = \frac{2}{\sqrt{3+1}} F = 58.6\text{ kN}$$

(2) 分别对两杆进行强度计算：

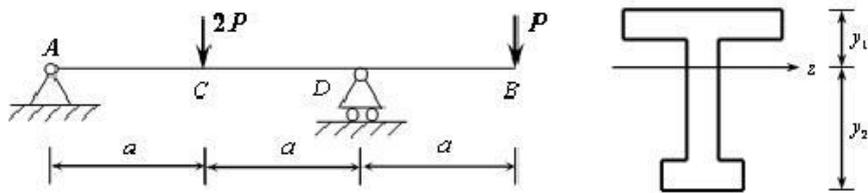
$$\begin{aligned}\sigma_{AB} &= \frac{F_{AB}}{A_1} = 82.9\text{ MPa} < [\sigma] \\ \sigma_{AC} &= \frac{F_{AC}}{A_2} = 131.8\text{ MPa} < [\sigma]\end{aligned}$$

所以桁架的强度足够。

二、二、计算题（共 25 分）绘制下图弯矩图和剪力图。



三、计算题（共 35 分）图示外伸梁由铸铁制成，截面形状如图所示。已知  $I_z=4500\text{cm}^4$ ， $y_1=7.14\text{cm}$ ， $y_2=12.86\text{cm}$ ，材料许用压应力 $[\sigma_c]=120\text{MPa}$ ，许用拉应力 $[\sigma_t]=35\text{MPa}$ ， $a=1\text{m}$ 。试求：①画梁的剪力图、弯矩图。②按正应力强度条件确定梁截荷  $P$ 。



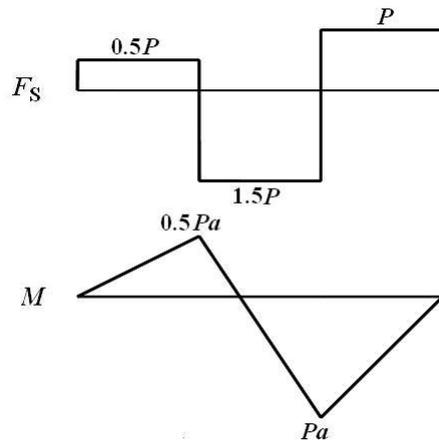
解：①求支座约束力，作剪力图、弯矩图

$$\sum M_A(F) = 0: \quad F_{Dy} \times 2 - 2P \times 1 - P \times 3 = 0$$

$$\sum F_y = 0: \quad F_{Ay} + F_{Dy} - 2P - P = 0$$

解得：

$$F_{Ay} = \frac{1}{2}P \quad F_{Dy} = \frac{5}{2}P$$



②梁的强度校核  
拉应力强度校核  
C截面

$$\sigma_{\text{tmax}} = \frac{M_{\text{C}} y_2}{I_z} = \frac{0.5Pa \cdot y_2}{I_z} \leq [\sigma_t]$$

$$\therefore P \leq 24.5 \text{ kN}$$

D截面

$$\sigma_{\text{tmax}} = \frac{M_{\text{D}} y_1}{I_z} = \frac{Pa \cdot y_1}{I_z} \leq [\sigma_t]$$

$$\therefore P \leq 22.1 \text{ kN}$$

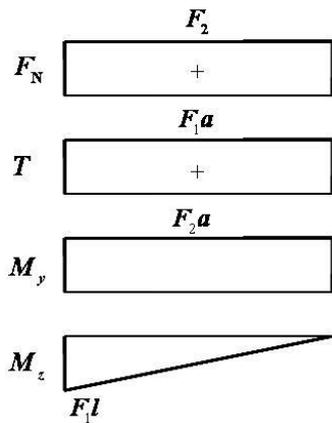
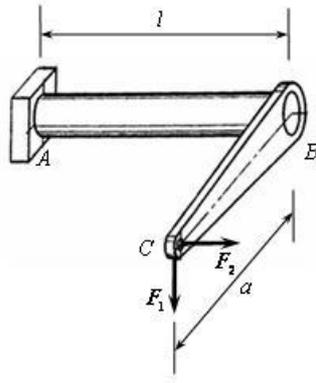
压应力强度校核（经分析最大压应力在 D截面）

$$\sigma_{\text{cmax}} = \frac{M_{\text{D}} y_2}{I_z} = \frac{Pa \cdot y_2}{I_z} \leq [\sigma_c]$$

$$\therefore P \leq 42.0 \text{ kN}$$

所以梁载荷  $P \leq 22.1 \text{ kN}$

**四、计算题（共 30 分）** 如图 6 所示，钢制直角拐轴，已知铅垂力  $F_1$ ，水平力  $F_2$ ，实心轴  $AB$  的直径  $d$ ，长度  $l$ ，拐臂的长度  $a$ 。试求：①作  $AB$  轴各基本变形的内力图。②计算  $AB$  轴危险点的第三强度理论相当应力。



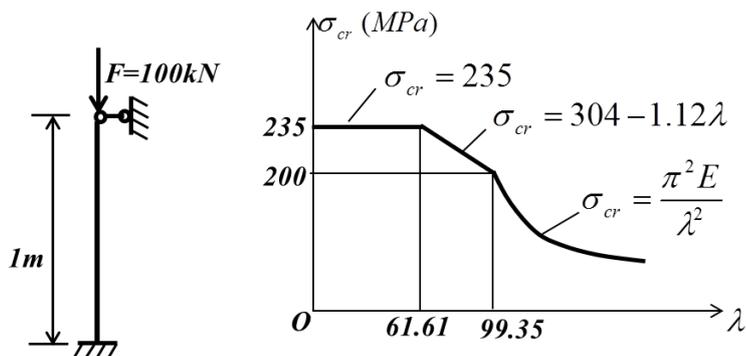
② 由内力图可判断危险截面在 A 处，该截面危险点在横截面上的正应力、切应力为

$$\sigma = \frac{F_N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{4F_2}{\pi d^2} + \frac{32\sqrt{(F_2 a)^2 + (F_1 l)^2}}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{16F_1 a}{\pi d^3}$$

$$\therefore \sigma_{r3} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{4F_2}{\pi d^2} + \frac{32\sqrt{(F_2 a)^2 + (F_1 l)^2}}{\pi d^3}\right)^2 + 4\left(\frac{16F_1 a}{\pi d^3}\right)^2}$$

五、计算题（共 30 分）图示杆件由 Q235 钢制成，该材料的弹性极限  $\sigma_p=200\text{MPa}$ ，屈服极限  $\sigma_s=235\text{MPa}$ ，弹性模量  $E=200\text{GPa}$ ，中长杆经验公式  $\sigma_{cr}=304-1.12\lambda$ ，其中  $\sigma_{cr}$  单位为 MPa， $\lambda$  为压杆的柔度。（1）试画临界应力总图并在图中标出特征点。（2）图中杆为  $d=35\text{mm}$  的实心圆杆，稳定安全系数  $n_{st}=2.4$ ，试校核该杆的稳定性。



解: (1)  $\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9}{200 \times 10^6}} = 99.35$

$$\lambda_s = \frac{304 - \sigma_s}{1.12} = \frac{304 - 235}{1.12} = 61.61$$

(2) 计算压杆的柔度

$$\mu = 0.7 \quad i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{d}{4} \quad \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.7 \times 1}{0.035/4} = 80$$

$\lambda_s < \lambda < \lambda_p$  该压杆为中长杆

$$\sigma_{cr} = 304 - 1.12\lambda = 304 - 80 \times 1.12 = 214.4(\text{MPa})$$

压杆应力为

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d^2} = \frac{4 \times 100 \times 10^3}{\pi \times 0.035^2} \text{Pa} = 103.9 \text{MPa}$$

$$n = \frac{\sigma_{cr}}{\sigma} = \frac{214.4}{103.9} = 2.06 < 2.4 \text{ 该压杆稳定性不足}$$

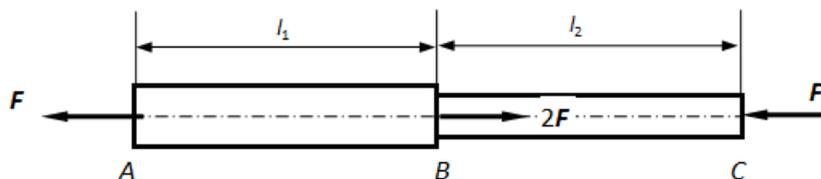
## 河北省普通高校专科接本科教育考试 材料力学模拟试卷答案十四

(考试时间: 75 分钟)

(总分: 150 分)

说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、计算题(共 30 分) 图示阶梯形杆 AC,  $F=10 \text{ kN}$ ,  $l_1=l_2=400 \text{ mm}$ ,  $A_1=2A_2=100 \text{ mm}^2$ ,  $E=200 \text{ GPa}$ , 试计算杆 AC 的轴向变形  $\Delta l$ 。



解: (1) 用截面法求 AB、BC 段的轴力;

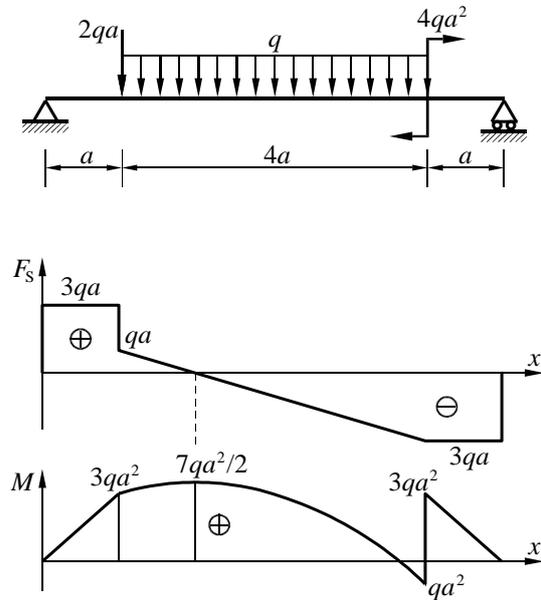
$$F_{N1} = F \quad F_{N2} = -F$$

(2) 分段计算个杆的轴向变形;

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = \frac{F_{N1}l_1}{EA_1} + \frac{F_{N2}l_2}{EA_2} = \frac{10 \times 10^3 \times 400}{200 \times 10^3 \times 100} - \frac{10 \times 10^3 \times 400}{200 \times 10^3 \times 50}$$

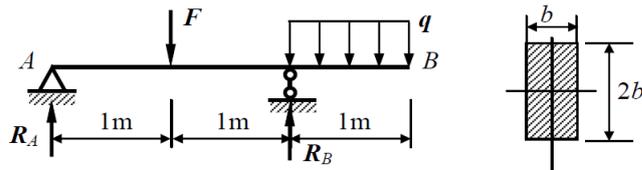
$$= -0.2 \text{ mm}$$

二、计算题（共 25 分） 绘制下图弯矩图和剪力图。



三、计算题（共 35 分）

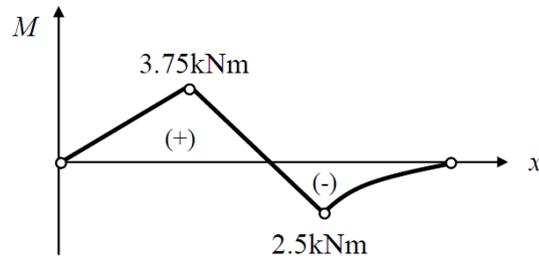
图示矩形截面钢梁，承受集中载荷  $F$  与集度为  $q$  的均布载荷作用，试确定截面尺寸  $b$ 。  
已知载荷  $F=10 \text{ kN}$ ， $q=5 \text{ N/mm}$ ，许用应力  $[\sigma]=160 \text{ Mpa}$ 。



解：(1) 求约束力：

$$R_A = 3.75 \text{ kNm} \quad R_B = 11.25 \text{ kNm}$$

(2) 画出弯矩图：



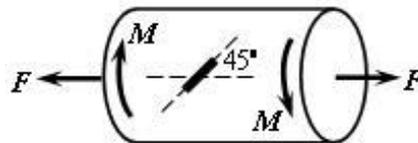
(3) 依据强度条件确定截面尺寸

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{3.75 \times 10^6}{\frac{bh^2}{6}} = \frac{3.75 \times 10^6}{\frac{4b^3}{6}} \leq [\sigma] = 160 \text{ MPa}$$

解得：

$$b \geq 32.7 \text{ mm}$$

四、计算题（共 30 分）图所示直径  $d=100\text{mm}$  的圆轴受轴向力  $F=700\text{kN}$  与力偶  $M=6\text{kN}\cdot\text{m}$  的作用。已知  $E=200\text{GPa}$ ,  $\mu=0.3$ ,  $[\sigma]=140\text{MPa}$ 。试求：①作图示圆轴表面点的应力状态图。②求圆轴表面点图示方向的正应变。③按第四强度理论校核圆轴强度。

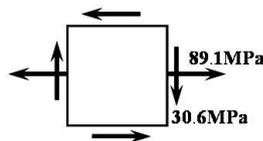


解：①点在横截面上正应力、切应力

$$\sigma = \frac{F_N}{A} = \frac{4 \times 700 \times 10^3}{\pi \times 0.1^2} = 89.1 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{16 \times 6 \times 10^3}{\pi \times 0.1^3} = 30.6 \text{ MPa}$$

点的应力状态图如下图：



②由应力状态图可知  $\sigma_x=89.1\text{MPa}$ ,  $\sigma_y=0$ ,  $\tau_x=30.6\text{MPa}$

$$\sigma_{\alpha} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha$$

$$\therefore \sigma_{45^\circ} = 13.95 \text{ MPa} \quad \sigma_{-45^\circ} = 75.15 \text{ MPa}$$

由广义胡克定律

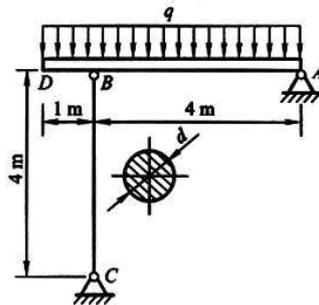
$$\varepsilon_{45^\circ} = \frac{1}{E}(\sigma_{45^\circ} - \mu\sigma_{-45^\circ}) = \frac{1}{200 \times 10^9} \times (13.95 - 0.3 \times 75.15) \times 10^6 = -4.2975 \times 10^{-5}$$

③强度校核

$$\sigma_{r4} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{89.1^2 + 3 \times 30.6^2} = 103.7 \text{MPa} \leq [\sigma]$$

所以圆轴强度满足要求

五、计算题（共 30 分）图所示结构中， $q=20\text{kN/m}$ ，柱的截面为圆形  $d=80\text{mm}$ ，材料为 Q235 钢。已知材料  $E=200\text{GPa}$ ， $\sigma_p=200\text{MPa}$ ， $\sigma_s=235\text{MPa}$ ， $a=304\text{MPa}$ ， $b=1.12\text{MPa}$ ，稳定安全系数  $n_{st}=3.0$ ， $[\sigma]=140\text{MPa}$ 。试校核柱  $BC$  是否安全。



解：以梁  $AD$  为研究对象，建立平衡方程

$$\sum M_A(F) = 0: F_{AB} \times 4 - 20 \times 5 \times 2.5 = 0$$

解得：

$$F_{BC} = 62.5 \text{kN}$$

$BC$  杆柔度

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1 \times 4000}{80/4} = 200$$

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9}{200 \times 10^6}} = 99.3$$

由于  $\lambda > \lambda_p$ ，所以压杆  $BC$  属于大柔度杆

$$F_{cr} = \sigma_{cr} A = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9}{200^2} \times \frac{\pi \times 80^2 \times 10^{-6}}{4} = 248.1 \text{kN}$$

工作安全因数

$$n = \frac{F_{cr}}{F_{AB}} = \frac{248.1}{62.5} = 3.97 > n_{st}$$

所以柱  $BC$  安全

河北省普通高校专科接本科教育考试

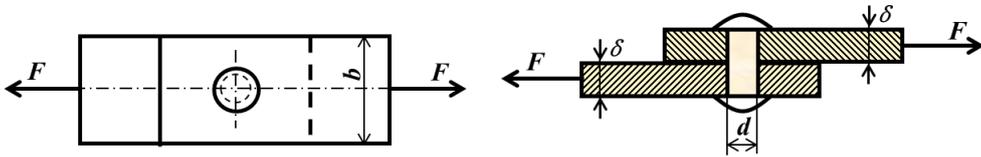
# 材料力学模拟试卷十五答案

(考试时间：75 分钟)

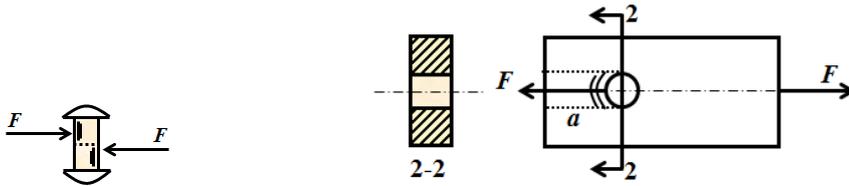
(总分：150 分)

说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

三、计算题 (共 35 分) 图示铆接接头受轴向拉力  $F$  作用，求该拉力的许可值。已知板厚  $\delta=2\text{mm}$ ，板宽  $b=15\text{mm}$ ，铆钉直径  $d=4\text{mm}$ ，许用切应力  $[\tau]=100\text{MPa}$ ，许用挤压应力  $[\sigma_{bs}]=300\text{MPa}$ ，许用拉应力  $[\sigma]=160\text{MPa}$ 。



解：



解：接头破坏形式分析 铆钉的剪切破坏 铆钉与孔壁相互挤压，产生显著塑性变形

板沿被削弱的截面拉坏

板的剪切破坏，当  $a \geq 2d$  时，这种破坏形式可以避免，通常不考虑

剪切强度计算

$$\tau = \frac{F_s}{A} = \frac{4F}{\pi d^2} \leq [\tau]$$

$$F \leq \frac{\pi d^2}{4} [\tau] = \frac{\pi \times 4^2}{4} \times 100 \text{N} = 1257 \text{N} \approx 1.26 \text{kN}$$

挤压强度计算

$$\sigma_{bs} = \frac{F_b}{A_{bs}} = \frac{F}{d\delta} \leq [\sigma_{bs}]$$

$$F \leq d\delta[\sigma_{bs}] = 4 \times 2 \times 300 \text{N} = 2400 \text{N} = 2.40 \text{kN}$$

剪切强度计算  $F \leq 1.26 \text{kN}$  挤压强度计算  $F \leq 2.40 \text{kN}$

板(杆)拉伸强度计算

$$\sigma_{\max} = \frac{F_N}{A_{\min}} = \frac{F}{(b-d)\delta} \leq [\sigma]$$

$$F \leq (b-d)\delta[\sigma] = (15-4) \times 2 \times 160 \text{ N} \\ = 3520 \text{ N} = 3.52 \text{ kN}$$

接头的许用拉力为

$$[F] = \min(1.26 \text{ kN}, 2.40 \text{ kN}, 3.52 \text{ kN}) \\ = 1.26 \text{ kN}$$

二、计算题（共 30 分）已知实心圆轴的转速  $n = 300 \text{ r/min}$ ，传递的功率  $p = 330 \text{ kW}$ ，轴材料的许用切应力  $[\tau] = 60 \text{ MPa}$ ，切变模量  $G = 80 \text{ GPa}$ 。若要求在  $2 \text{ m}$  长度的相对扭转角不超过  $1^\circ$ ，试求该轴的直径。

$$\text{解： } \varphi = \frac{T \cdot l}{GI_p} = \frac{M_e l}{GI_p} \leq 1 \times \frac{\pi}{180}$$

$$\text{式中， } M_e = 9.549 \frac{N_k}{n} = 9.549 \times \frac{330}{300} = 10.504 (\text{kN} \cdot \text{m})； I_p = \frac{1}{32} \pi d^4。 \text{故：}$$

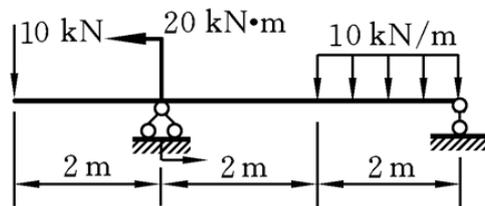
$$I_p \geq \frac{180 M_e l}{\pi G}$$

$$\frac{1}{32} \pi \cdot d^4 \geq \frac{180 M_e l}{\pi G}$$

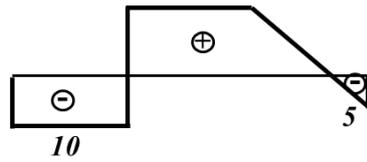
$$d \geq \sqrt[4]{\frac{32 \times 180 M_e l}{\pi^2 G}} = \sqrt[4]{\frac{32 \times 180 \times 10.504 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \times 2000 \text{ mm}}{3.14^2 \times 80000 \text{ N/mm}^2}} = 111.292 \text{ mm}$$

取  $d = 111.3 \text{ mm}$ 。

二、计算题（共 25 分）画出图示外伸梁的剪力图和弯矩图。

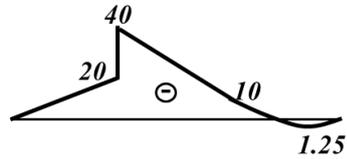


解：



1、剪力图

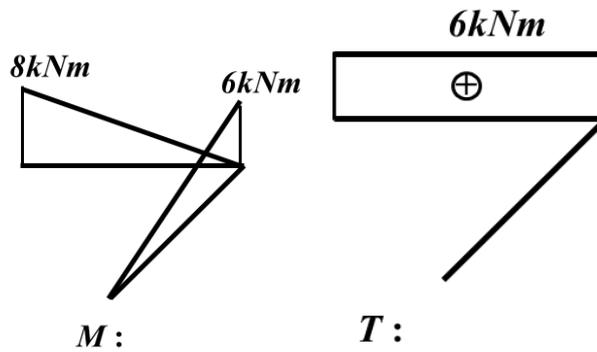
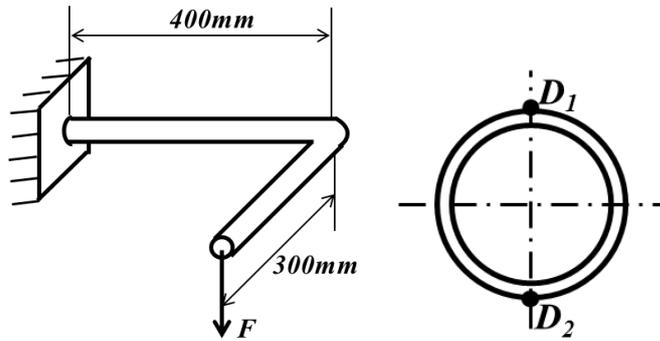
$F_s : (kN)$



2、弯矩图

$M : (kNm)$

四、计算题（共 30 分）图示折杆由无缝钢管制成，钢管外径  $D=140mm$ ，壁厚  $t=10mm$ ， $F=20kN$ 。（1）指出钢管中的危险点；（2）计算危险点第三和第四强度理论下的相当应力。



解:作内力图:

(1) 危险截面为固定端截面，相应杆件为弯扭组合变形，危险点为该截面边缘上下两点

(2) 两危险点的相当应力相等

$$M = 8kNm \quad T = 6kNm$$

$$W = \frac{\pi D^3}{32}(1-\alpha^4) = \frac{\pi \times 140^3}{32} \left[1 - \left(\frac{120}{140}\right)^4\right]$$

$$= 0.124 \times 10^6 \text{ mm}^3 = 0.124 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

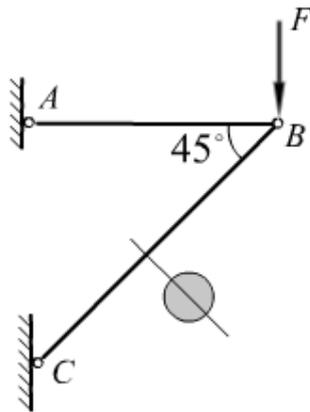
$$\sigma_{r3} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{W}$$

$$= \frac{10 \times 10^3}{0.124 \times 10^{-3}} = 80.65 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{r4} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \frac{\sqrt{M^2 + 0.75T^2}}{W}$$

$$= \frac{\sqrt{8^2 + 0.75 \times 6^2} \times 10^3}{0.124 \times 10^{-3}} = 76.93 \text{ MPa}$$

**五、计算题（共 30 分）** 图示支架，斜杆 BC 为圆截面杆，直径  $d = 45 \text{ mm}$ 、长度  $l = 1.25 \text{ m}$ ，材料为优质碳钢，比例极限  $\sigma_p = 200 \text{ MPa}$ ，弹性模量  $E = 200 \text{ GPa}$ 。若  $[n]_{st} = 4$ ，试按 BC 杆的稳定性确定支架的许可载荷  $[F]$ 。



取节点 B

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{BC} \cdot \sin 45^\circ - F = 0,$$

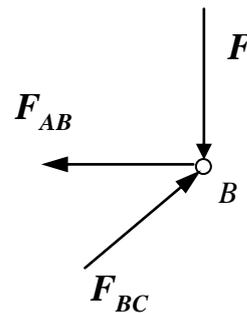
$$F_{BC} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = F$$

取 CD 杆

$$\lambda_p = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}} = 3.14 \times \sqrt{\frac{200 \times 10^9}{200 \times 10^6}} = 99.3$$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{l}{\frac{d}{4}} = \frac{1.25 \times 4}{0.045} = 111.1 > \lambda_p$$

$\therefore$  可以使用 Euler 公式



$$F_{BC-Cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{3.14^3 \times 200 \times 10^9 \times 0.045^4}{(1 \times 1.25)^2 \times 64} = 253.9 \text{ (kN)}$$

$$\therefore [F] = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{F_{BC-Cr}}{n_{st}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{253.9}{4} = 44.9 \text{ (kN)}$$