

## 机械设计基础答案

### 第一部分 机械设计的基本知识

#### 二、填空题

1、构件。 2、机械 3、零件 4、运动、制造

#### 二、选择题

1、C. 2、A. 3、D. 4、B. 5、B

#### 三、分析题

略

### 第二部分 平面机构的基本知识

#### 二、填空题

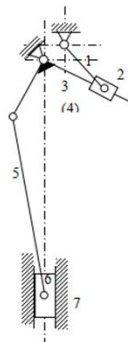
- 1、直接、连接。
- 2、点，线、面。
- 3、面。
- 4、1。
- 5、移动、转动

#### 三、选择题

1、A 2、A 3、C 4、C. 5、B. 6、D. 7、B.

#### 四、分析与计算题

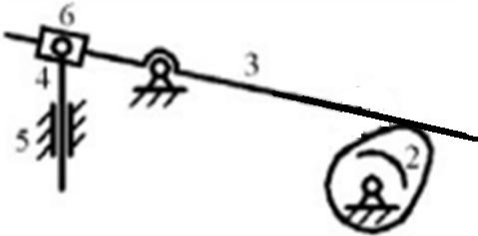
5、答：



6、答：C 为复合铰链， $F=3n-2P_1-P_H=3*7-2*10-0=1$

7、答：F 为虚约束，C 为局部自由度， $F=3n-2P_1-P_H=3*4-2*5-1=1$

8、答：



### 第三部分 平面四杆机构

#### 二、填空题

- 1、速度、受力。
- 2、摇杆。
- 3、低。
- 4、余。
- 5、连杆。
- 6、急回特性。
- 7、共线。
- 8、 $\leq$

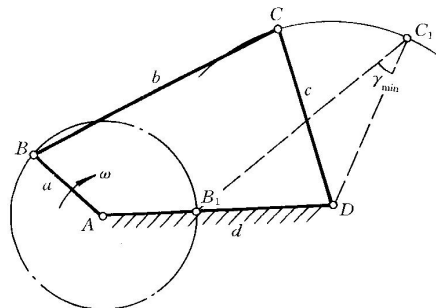
#### 三、选择题

- 1、A 2、C 3、A. 4、A. 5、C. 6、B. 7、B.

#### 四、分析计算题

6、解：(1) 15 (2)  $45 \leq AB \leq 55$  (3)  $15 \leq AB \leq 30$  和  $55 \leq AB \leq 115$

7、答： $\gamma_{\min}=26$



## 第四部分 凸轮机构

### 二、填空题

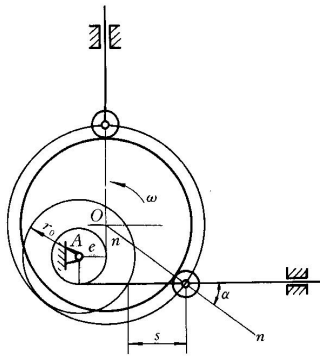
- 1、理论。
- 2、低。

### 三、单项选择题

- 1、B. 2、A. 3、C. 4、D. 5、A. 6、B.

### 四、分析与作图题

- 1、答：



## 第五部分 间歇运动机构

### 二、填空题

- 1、间歇。
- 2、调节摇杆摆角、加遮罩。
- 3、棘轮
- 4、摩擦
- 5、拨盘，槽轮。

### 三、选择题

- 1、A. 2、B. 3、C.

### 四、分析题

略



## 第六部分 螺纹连接

### 二、填空题

- 1、 $60^\circ$ ，连接， $30^\circ$ ，传动。
- 2、升角 $\leq$ 当量摩擦角。
- 2、摩擦、机械，破坏螺纹副的相对关系，化学。
- 3、防止螺纹副的相对转动。
- 4、拉，扭剪。
- 5、弯曲。

### 三、选择题

- 1、A. 2、A. 3、B. 4、A. 5、A. 6、B. 7、B. 8、D. 9、C. 10、C. 11、C.

### 四、分析与计算题

- 5、解：

$$\sigma = \frac{1.3F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq [\sigma]$$

$$\text{其中：} [\sigma] = \frac{320}{3} \approx 106.67 \text{ (MPa)}$$

$$F_0 = 2845.9 \text{ (N)}$$

$$\text{再根据：} ZF_0 f_m \geq K_f F_R$$

$$\text{求出：} F_R \approx 1779 \text{ (N)}$$

## 第七部分 齿轮机构

### 二、填空题

- 1、模数相等、压力角相等
- 2、重合度 $\geq 1$
- 3、接触。
- 4、磨损
- 5、轴向力。

### 三、选择题



1、C. 2、A. 3、B. 4、C. 5、B. 6、D. 7、D. 8、B. 9、C. 10、D. 11、C. 12、B.

#### 四、分析题问答题

5、答：

(1)  $d_1=100$ 、 $d_2=200$ 、

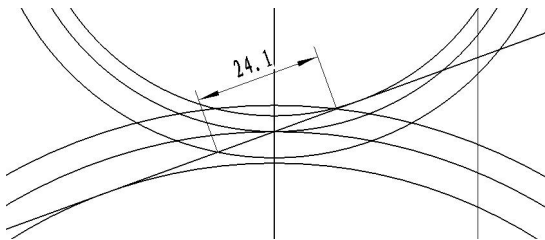
$d_{a1}=d_1+2\times 5=110$ 、 $d_{a2}=d_2+2\times 5=210$

$d_{b1}=94$ 、 $d_{b2}=188$

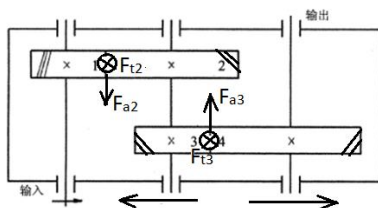
$d_{f1}=d_1-2.5\times 5=87.5$ 、 $d_{f2}=d_2-2.5\times 5=17.5$

$p_b=14.76$ 、 $a=150$

(2)  $\varepsilon = \frac{24.1}{14.76} = 1.63$



6、解：



## 第八部分 轮系

### 二、分析与计算题

3、解：  $i_{16} = (20 \times 25 \times z_4) / (18 \times 25 \times 2) = 100 / 4.5$  所以， $z_4 = 40$

4、

解：该轮系属于行星轮系

$$i_{13}^H = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2'} = \frac{24 \times 40}{20 \times 30} = \dots \quad (a)$$

将  $n_1 = 200$ ， $n_3 = -100$  代入

整理可得  $n_H$  ---略，正号，表示转向与  $n_1$  相同，否则，相反



## 第九部分 带传动

### 二、填空题

- 1、小。
- 2、弹性滑动。
- 3、摩擦，两侧。
- 4、120\_。

### 三、选择题

- 1、B. 2、D. 3、A. 4、B. 5、D. 6、A. 7、A. 8、D. 9、A. 10、A. 11、B. 12、A.

### 四、分析题

略

## 第十部分 链传动

### 二、填空题

- 1、平均，瞬时。
- 2、大，显著。
- 3、大，高，小。
- 4、小，多，大，单。

### 三、选择题

- 1、B. 2、C. 3、D. 4、D. 5、A. 6、D. 7、C.

### 四、分析题

略

## 第十一部分 轴与轴毂联接

### 二、填空题

- 1、固定心 轴。
- 2、扭矩 。
- 3、脉动循环。



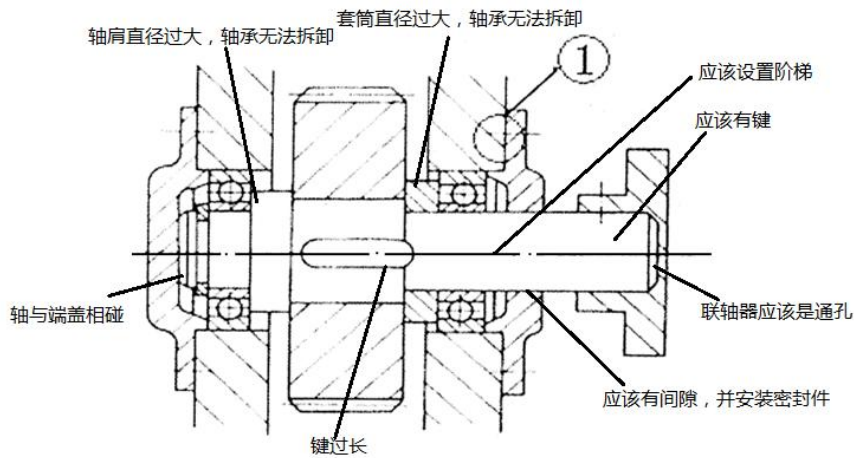
- 4、两侧面
- 5、压溃。

### 三、选择题

- 1、A. 2、A. 3、C. 4 B. 5、C. 6、A. 7、C. 8、 C.9、C.10、 B.
- 11、C. 12、A. 13、C.14、B. 15、B.

### 四、分析题

3、解：



## 第十二部分 轴承

### 二、填空题

- 1、外圈，滚动体。
- 2、90%\_。
- 3、40，5，圆柱滚子轴承\_。

### 三、单项选择题

- 1、A. 2、D. 3、D. 4、B. 5、D. 6、B.

### 四、分析与计算题

4、



解:

$$F_{s1} = \frac{F_{r1}}{2 \times 2.1} = 1190.5 \text{ (N)}$$

$$F_{s2} = \frac{F_{r2}}{2 \times 1.6} = 952 \text{ (N)}$$

$$\therefore F_{s2} + F_A = 952 + 600 = 1552 > F_{s1}$$

$\therefore$  1压紧, 2放松

$$F_{a2} = F_{s2} = 952$$

$$F_{a1} = F_{s2} + F_A = 1552$$

$$\therefore \frac{F_{a1}}{F_{r1}} = \frac{1552}{5000} = 0.31 > e$$

$$\therefore X_1 = 0.4, Y_1 = 2.1$$

$$\therefore P_1 = X_1 F_{r1} + Y_1 F_{a1} = \text{略}$$

$$\therefore \frac{F_{a2}}{F_{r2}} = \frac{952}{4000} = 0.23 < e$$

$$\therefore X_2 = 1, Y_2 = 0$$

$$P_2 = X_2 F_{r2} + Y_2 F_{a2} = \text{略}$$

### 第十三部分 联轴器和离合器

#### 二、选择题

1、A. 2、C. 3、B. 4、C. 5、A.

#### 三、分析题

略

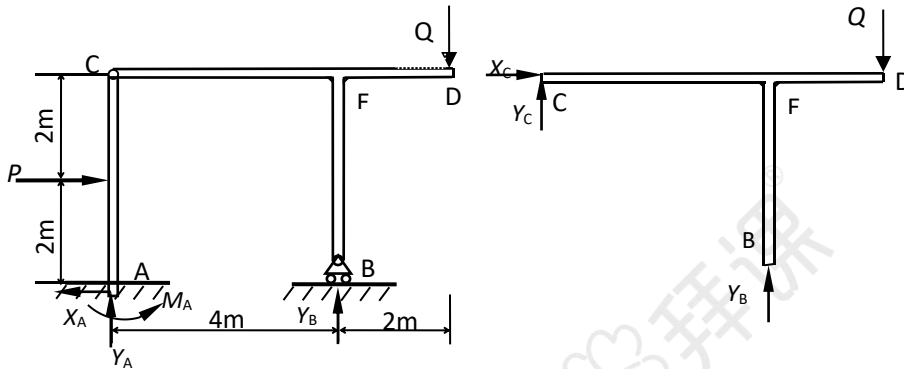




## 静力学部分

### 四、部分题目解答

#### 二题解



解：(1) 研究对象：CDE

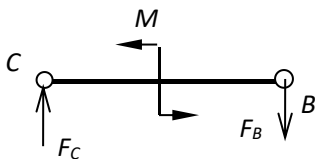
$$\begin{aligned} \sum X = 0 & \quad X_C = 0 \\ \sum Y = 0 & \quad Y_C + Y_B - 10 = 0 \quad Y_C = -5 \text{ kN} \\ \sum M_C (F) = 0 & \quad Y_B \times 4 - 10 \times 6 = 0 \quad Y_B = 15 \text{ kNm} \end{aligned}$$

(2) 研究对象：整体

$$\begin{aligned} \sum X = 0 & \quad P - X_A = 0 \quad X_A = 4 \text{ kN} \\ \sum Y = 0 & \quad Y_A + Y_B - 10 = 0 \quad Y_A = -5 \text{ kN} \\ \sum M_A (F) = 0 & \quad Y_B \times 4 - 10 \times 6 + M_A - 4 \times 2 = 0 \\ & \quad M_A = 8 \text{ kNm} \end{aligned}$$

#### 三题解

取 CB 杆为研究对象，受力如图：



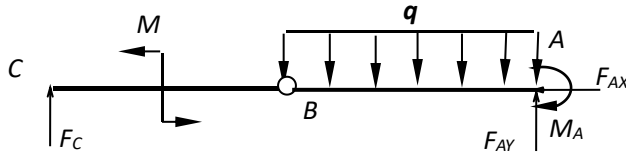
列方程，得：



$$\sum M_B(F) = 0, F_C \times 2 - M = 0$$

$$F_C = 15\text{KN}$$

选整体为研究对象，受力如图：



列方程，得：

$$\sum F_X = 0, F_{AX} = 0$$

$$\sum F_Y = 0, F_{AY} + F_C - q \times 2 = 0$$

$$\sum M_A(F) = 0, M_A + F_C \times 4 - 2q \times 1 - M = 0$$

解得：  $F_{AX} = 0$  ,  $F_{AY} = 15\text{KN}$  ,  $M_A = 0$

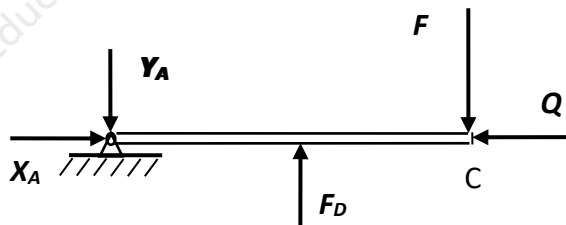
#### 四题解

1、分析 AC 受力如图，DE 为二力杆

$$\sum X = 0, X_A - Q = 0, X_A = 5\text{kN}$$

$$\sum M_D = 0, -F \cdot 1.5 + Y_A \cdot 1.5 = 0$$

$$Y_A = F = 10\text{kN}$$



2. 分析整体受力如图，

$$\sum X = 0, X_A + X_B - Q = 0, X_B = 0$$

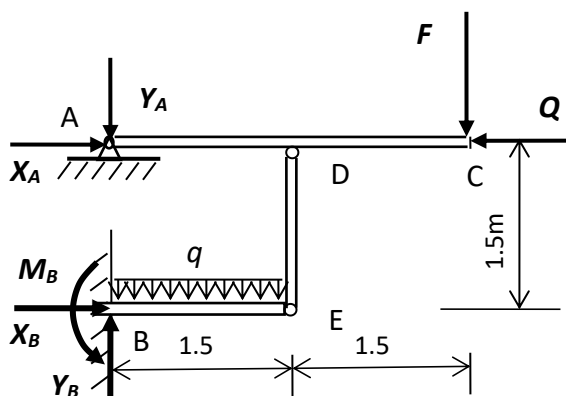
$$\sum Y = 0, Y_B - Y_A - F - 1.5q = 0$$

$$Y_B = Y_A + F + 1.5q = 26\text{kN}$$

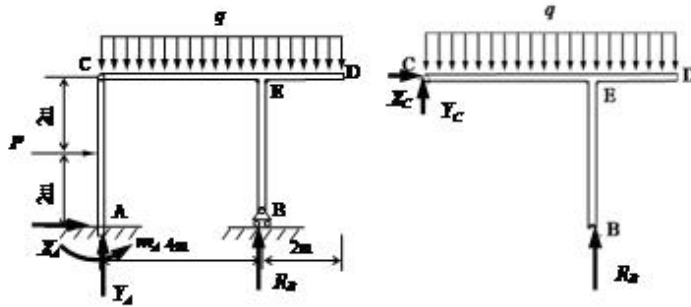
$$\sum M_B = 0, M_B - 3F - 1.5X_A$$

$$+ 1.5Q - 1.5 \times 0.75 \times q = 0$$

$$M_B = 34.5\text{kN}$$



六题解



解:

(1) 以 CD 杆为研究对象 (7分)

$$\sum M_C = 0 \quad R_b \times 4 - q \times 6 \times 3 = 0$$

$$R_b = 4.5 \text{ kN}$$

(2) 以整体为研究对象 (3分)

$$\sum X = 0 \quad 2qa - X_A = 0$$

$$\sum Y = 0 \quad Y_A - qa = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-2qa \times a + m_A - qa \times 3a + R_b \times 2a = 0$$

$$\text{解得: } X_A = -5 \text{ kN} \quad Y_A = 15 \text{ kN} \quad m_A = 10 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

八题解: 以 CB 为研究对象, 建立平衡方程

$$\sum M_B(F) = 0: \quad 10 \times 1 \times 0.5 - F_C \times 2 = 0$$

$$\sum F_y = 0: \quad F_B + F_C - 10 \times 1 = 0$$

$$\text{解得: } F_B = 7.5 \text{ kN} \quad F_C = 2.5 \text{ kN}$$

以 AC 为研究对象, 建立平衡方程

$$\sum F_y = 0: \quad F_{Ay} - F_C = 0$$

$$\sum M_A(F) = 0: \quad M_A + 10 - F_C \times 2 = 0$$

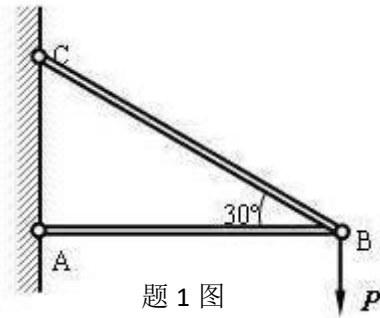
$$\text{解得: } F_{Ay} = 2.5 \text{ kN} \quad M_A = -5 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



## 材料力学部分

### 二、计算题

一钢木三角架如图所示，AB 为木杆，其横截面面积为  $A_{AB}=10 \times 10^3 \text{mm}^2$ ，许用压应力  $[\sigma]_{AB}=7 \text{MPa}$ ，BC 为钢杆，其横截面面积为  $A_{BC}=600 \text{mm}^2$ ，许用应力  $[\sigma]_{BC}=160 \text{MPa}$ 。  $P=45 \text{kN}$ 。试校核结构中钢杆和木杆强度。



解

(1) 求各杆内力

$$\sum Y=0 \quad F_{NBC} \sin 30^\circ - F = 0 \quad F_{NBC} = 2F$$

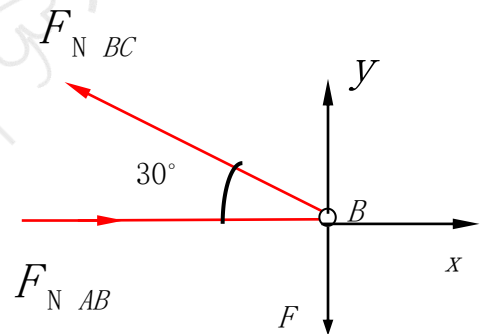
$$\sum X=0 \quad F_{NAB} - F_{NBC} \cos 30^\circ = 0 \quad F_{NAB} = \sqrt{3}F$$

(2) 由强度条件得：

$$\frac{F_{NAB}}{A_{木}} = \frac{\sqrt{3}F}{A_{木}} = \frac{\sqrt{3} \times 45000}{10000} = 7.794 \text{MPa} < [\sigma]_{木}$$

$$\frac{F_{NBC}}{A_{钢}} = \frac{2F}{A_{钢}} = \frac{2 \times 45000}{600} = 150 \text{MPa} \leq [\sigma]_{钢}$$

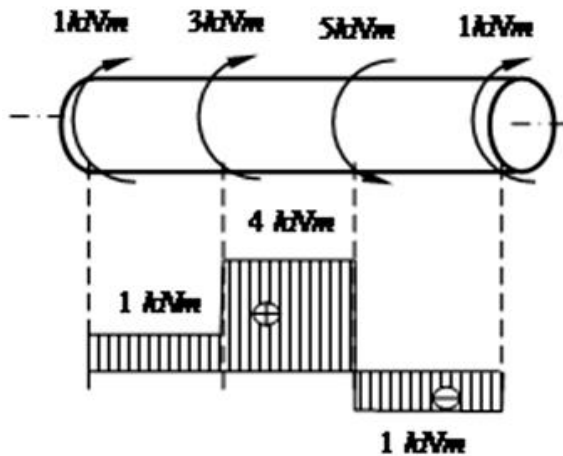
钢杆满足强度条件，木杆满足强度条件。



## 扭转

### 四、部分题目解答

三题解



解:

(1) 画扭矩图  $M_{T\max}=4\text{ kNm}$  (5分)

(2) 强度校核 (5分)

$$\tau_{\max} = \frac{M_{T\max}}{W_p} = \frac{M_{T\max}}{\frac{\pi D^3}{16}}$$

$$= \frac{4 \times 10^6}{\frac{\pi}{16} \times 80^3} = 39.8 \text{ MPa} < [\tau]$$

强度满足要求。

(3) 刚度校核

(5分)

$$\theta_{\max} = \frac{M_{T\max}}{G_p} \times \frac{180}{\pi} = \frac{4000 \times 180}{80 \times 10^9 \times \frac{\pi}{32} \times 0.080^4 \times \pi} = 0.713 \text{ } \frac{1}{m} < [\theta]$$

刚度满足要求。



四题解

(1) 扭矩

$$M_{T,\max} = 800Nm$$

(2) 强度条件设计直径

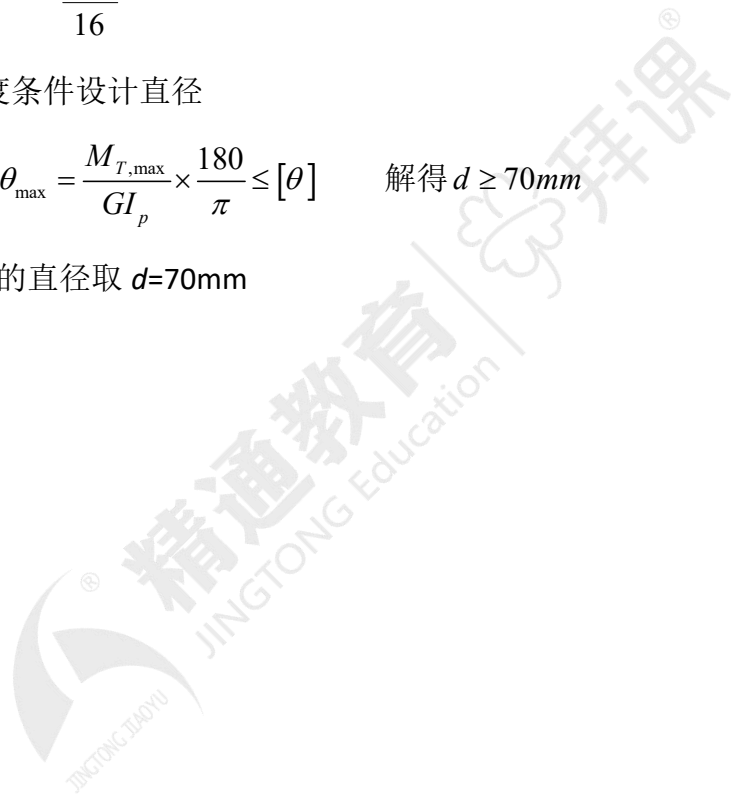
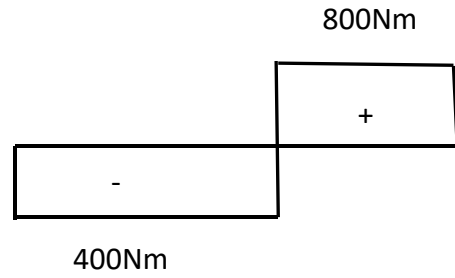
$$\tau_{\max} = \frac{M_{T,\max}}{W_p} \leq [\tau]$$

即  $\frac{800 \times 10^3}{\frac{\pi d^3}{16}} \leq 50$       解得  $d \geq 43mm$

(3) 刚度条件设计直径

$$\theta_{\max} = \frac{M_{T,\max}}{GI_p} \times \frac{180}{\pi} \leq [\theta] \quad \text{解得 } d \geq 70mm$$

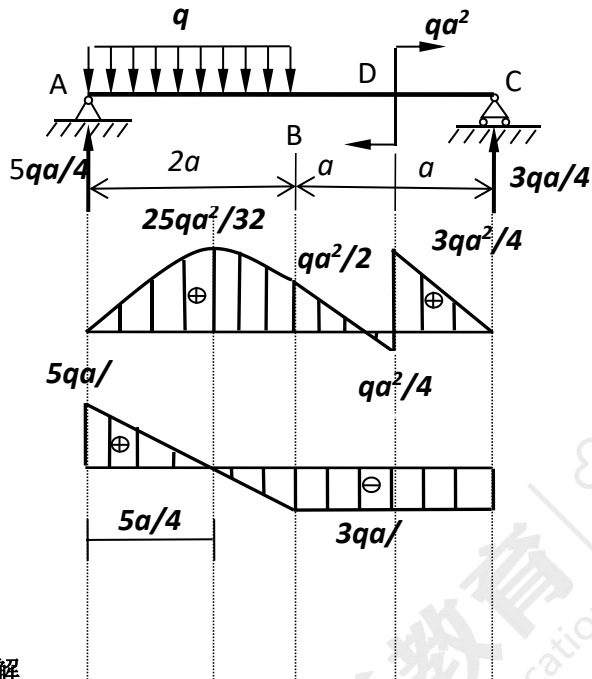
(4) 轴的直径取  $d=70mm$



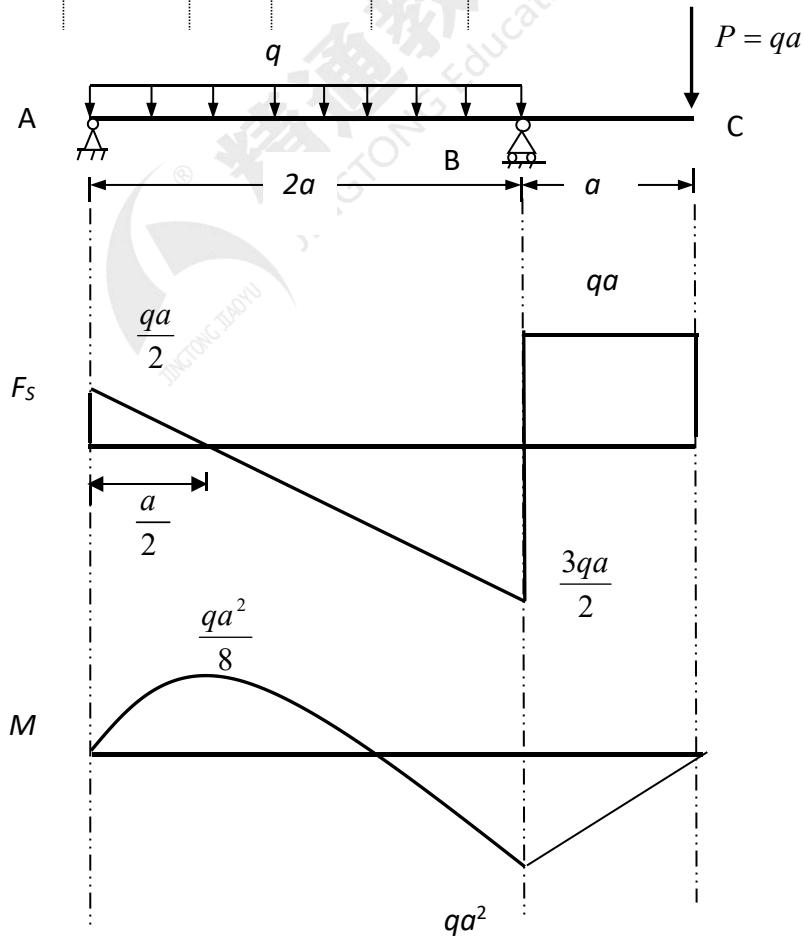
## 弯曲内力

### 四、部分题目解

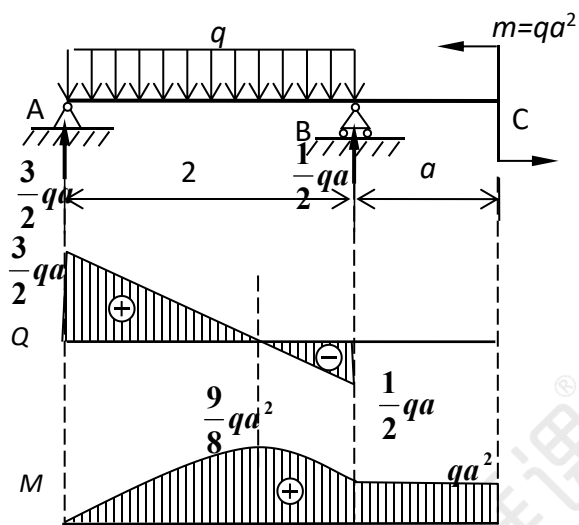
#### 二题解



#### 三题解



四题解

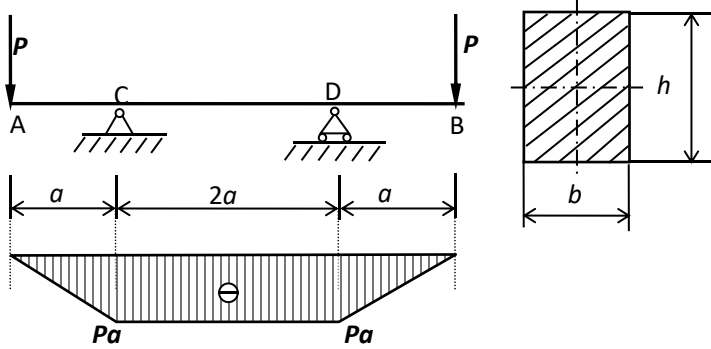




## 弯曲应力

### 四、部分题目解答

二题解



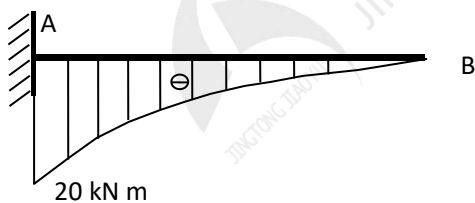
解:  $M_{\max} = Pa = 12 \text{ kNm}$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma]$$

$$\frac{bh^2}{6} = \frac{4b^3}{6} \geq \frac{Pa}{[\sigma]} = \frac{12 \times 10^6}{10} = 12 \times 10^5 \quad b \geq 121.6 \text{ mm}$$

取  $b = 125 \text{ mm}, h = 250 \text{ mm}$

三题解



$|M|_{\max} = 20 \text{ kNm}$  , A 截面为危险截面。

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma]$$

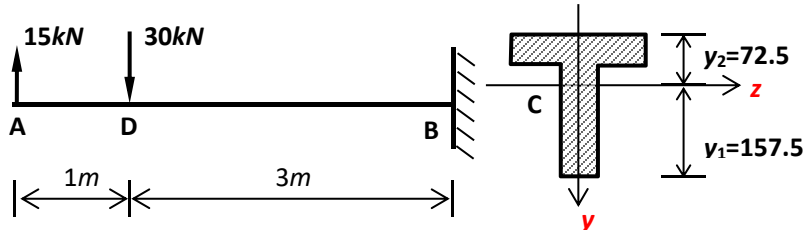
$$W_z = \frac{bh^2}{6}, h = 2b$$



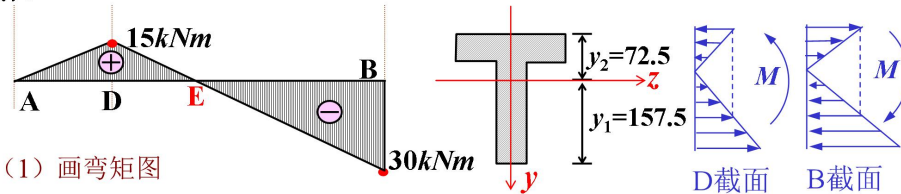
$$b \geq \sqrt[3]{\frac{6M_{\max}}{4[\sigma]}} = 0.057\text{m} = 57\text{mm}$$

取  $b=60\text{mm}, h=120\text{mm}$

五、解



解：



(1) 画弯矩图

(2) 应力分析与强度计算

**正弯矩段：** AE段，上压、下拉。最大拉压应力发生在D截面 ( $M_{\max}^+$ )

$$\sigma_{t\max} = \frac{M_A y_1}{I_z} = \frac{15 \times 10^6 \times 157.5}{6013 \times 10^4} = 39.3\text{MPa} \quad \sigma_{c\max} = \frac{M_A y_2}{I_z} = \frac{15 \times 10^6 \times 72.5}{6013 \times 10^4} = 18.1\text{MPa}$$

**负弯矩段：** EB段，上拉、下压。最大拉压应力发生在B截面 ( $M_{\max}^-$ )

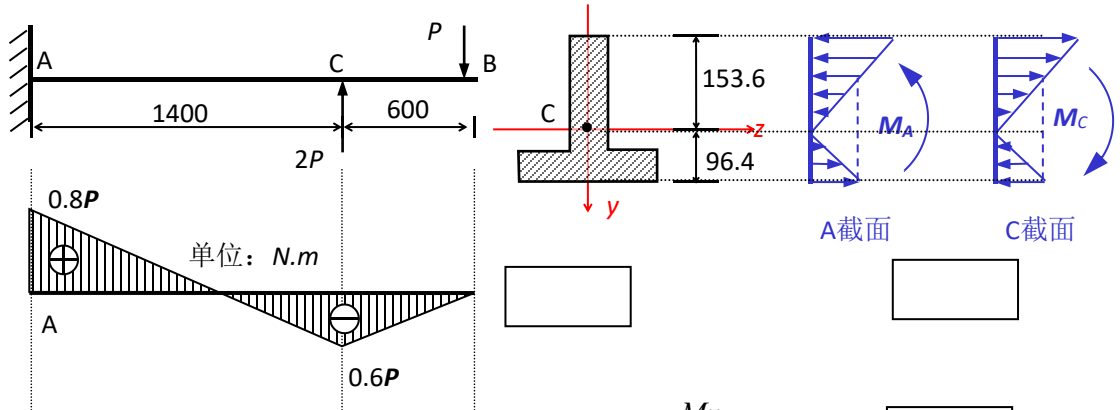
$$\sigma_{t\max} = \frac{M_B y_2}{I_z} = \frac{30 \times 10^6 \times 72.5}{6013 \times 10^4} = 36.2\text{MPa} \quad \sigma_{c\max} = \frac{M_B y_1}{I_z} = \frac{30 \times 10^6 \times 157.5}{6013 \times 10^4} = 78.6\text{MPa}$$

梁上最大拉、压应力：

$$\sigma_{t\max} = 54\text{MPa} < [\sigma_t] \quad \sigma_{c\max} = 72\text{MPa} < [\sigma_c] \quad \text{强度满足要求。}$$



六解:



画弯矩图 (设  $P$  的单位为  $N$ )

利用  $\sigma = \frac{My}{I_z} \leq [\sigma]$

最大正弯矩截面A

$$\sigma_{\max}^+ = \frac{0.8P \times 10^3 \times 96.4}{10180 \times 10^4} \leq 40 \text{MPa}$$

$$\Rightarrow P \leq 52800 \text{N}$$

$$\sigma_{\max}^- = \frac{0.8P \times 10^3 \times 153.6}{10180 \times 10^4} \leq 160 \text{MPa}$$

$$\Rightarrow P \leq 132552 \text{N}$$

最大负弯矩截面C

$$\sigma_{\max}^+ = \frac{0.6P \times 10^3 \times 153.6}{10180 \times 10^4} \leq 40 \text{MPa}$$

$$\Rightarrow P \leq 44184 \text{N}$$

$$\sigma_{\max}^- = \frac{0.6P \times 10^3 \times 96.4}{10180 \times 10^4} \leq 160 \text{MPa}$$

$$\Rightarrow P \leq 281604 \text{N}$$

综上:  $P \leq 44.2 \text{kN}$



## 应力状态 强度理论

二 题解

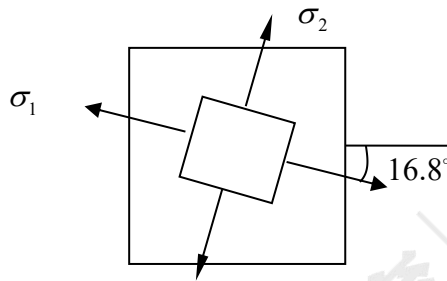
1、主应力大小

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{\max} \\ \sigma_{\min} \end{array} \right\} = \frac{50+20}{2} + \sqrt{\left(\frac{50-20}{2}\right)^2 + 10^2} = \begin{cases} 53 \\ 17 \end{cases}$$

$$\therefore \sigma_1 = 53\text{MPa}, \sigma_2 = 17\text{MPa}, \sigma_3 = 0$$

2、主平面方位

$$\tan 2\alpha_0 = \frac{-2 \times 10}{50-20} = -0.667, \alpha_0 = -16.8^\circ$$

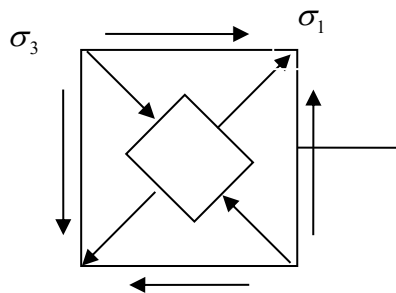


3、最大切应力

$$\tau_{\max} = \frac{53-0}{2} = 26.5\text{MPa}$$

四题解

1、取单元体如图:  $\therefore \sigma_1 = \tau, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -\tau$



2、由广义胡克定律

$$\varepsilon_{45^\circ} = \frac{1}{E} [\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] = \frac{1+\mu}{E} \tau \quad \tau = \frac{M}{w_p} = \frac{16M}{\pi d^3}$$

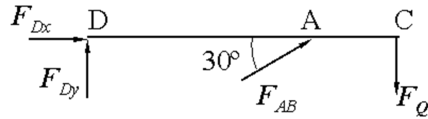
$$\therefore \varepsilon_{45^\circ} = \frac{1}{E} [\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] = \frac{1+\mu}{E} \frac{16M}{\pi d^3}$$

$$m = \frac{\varepsilon_{45^\circ} E \pi d^3}{16(1+\mu)} = 125.7 N \cdot m$$



## 压杆稳定

三题解答:



(1) 求直杆 AB 的临界载荷, AB 杆受压, 两端均为铰支, 长度系数为  $\mu = 1$ , 截面的惯性半

径为:  $i = \frac{d}{4} = 10\text{mm}$ , 则 AB 的柔度

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1 \times 1500 / \cos 30^\circ}{10} = 173.2$$

由于  $\lambda > \lambda_p$ , AB 属于细长杆, 用欧拉公式计算临界载荷。

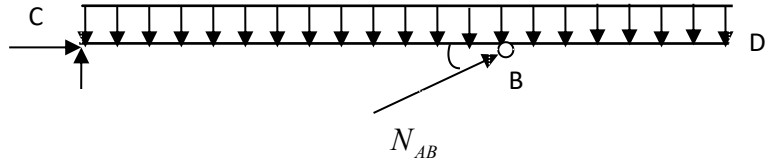
$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^3}{173.2^2} = 65.8\text{MPa}$$

$$F_{cr} = \sigma_{cr} A = 65.8 \times \frac{\pi \times 40^2}{4} = 82645\text{N} \approx 82.6\text{kN}$$

四题解答:



1、求 AB 杆受力：由  $\sum M_C(\bar{F}) = 0$ ，得  $N_{AB} = 2.25q$



2、判定压杆类型：

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1 \times \frac{2}{\sqrt{3}}}{\frac{0.04}{4}} = 115.5 \quad \lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = 99.3$$

$\lambda > \lambda_p$  属于大柔度杆

3、由稳定条件确定  $[q]$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} \quad \frac{P_{cr}}{N_{AB}} \geq n_w = 2$$

$$\therefore \frac{\pi^2 EI}{2.25q} \geq 2$$

$$\text{得 } q \leq \frac{\pi^2 EI}{4.5l^2} = 41.3 \text{ kN/m}$$

