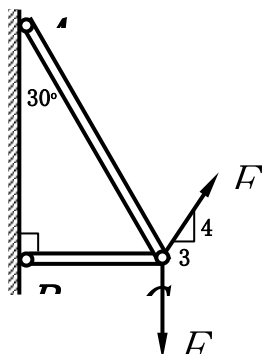
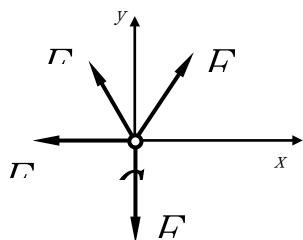


工程力学题库

2-2 杆 AC 、 BC 在 C 处铰接，另一端均与墙面铰接，如图所示， F_1 和 F_2 作用在销钉 C 上， $F_1=445\text{ N}$ ， $F_2=535\text{ N}$ ，不计杆重，试求两杆所受的力。



解：(1) 取节点 C 为研究对象，画受力图，注意 AC 、 BC 都为二力杆，

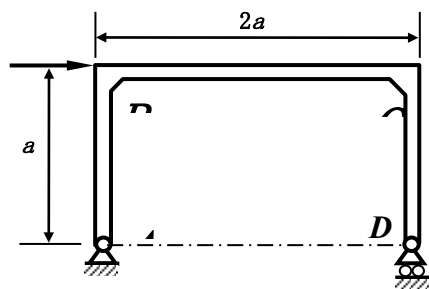


(2) 列平衡方程：

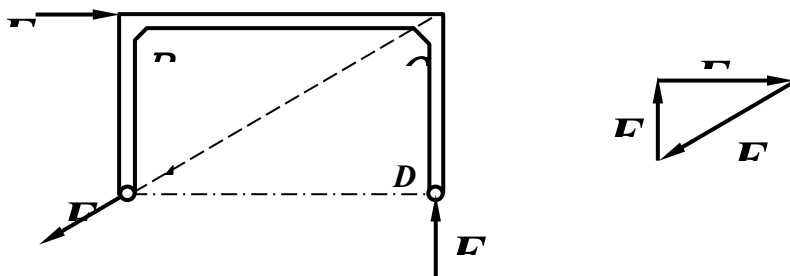
$$\begin{aligned}\sum F_y = 0 \quad & F_1 \times \frac{4}{5} + F_{AC} \sin 60^\circ - F_2 = 0 \\ \sum F_x = 0 \quad & F_1 \times \frac{3}{5} - F_{BC} - F_{AC} \cos 60^\circ = 0 \\ \therefore F_{AC} = 207\text{ N} \quad & F_{BC} = 164\text{ N}\end{aligned}$$

AC 与 BC 两杆均受拉。

2-3 水平力 F 作用在刚架的 B 点，如图所示。如不计刚架重量，试求支座 A 和 D 处的约束力。



解：(1) 取整体 $ABCD$ 為研究对象，受力分析如图，画封闭的力三角形：

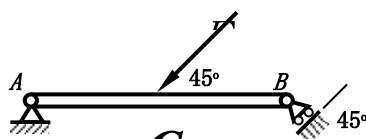


(2) 由力三角形得

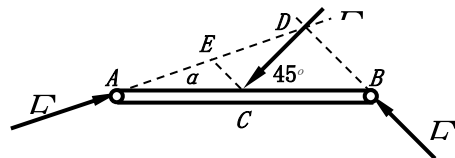
$$\frac{F}{BC} = \frac{F_D}{AB} = \frac{F_A}{AC} = \frac{F}{2} = \frac{F_D}{1} = \frac{F_A}{\sqrt{5}}$$

$$\therefore F_D = \frac{1}{2}F \quad F_A = \frac{\sqrt{5}}{2}F = 1.12F$$

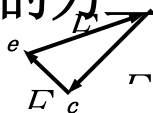
2-4 在简支梁 AB 的中点 C 作用一种倾斜 45° 的力 F ，力的大小等于 20KN ，如图所示。若梁的自重不计，试求两支座的约束力。



解：(1) 研究 AB ，受力分析并画受力图：



(2) 画封闭的力三角形:



相似关系:

$$\triangle CDE \approx \triangle cde \quad \therefore \frac{F}{CD} = \frac{F_B}{CE} = \frac{F_A}{ED}$$

几何尺寸:

$$\overline{CE} = \frac{1}{2} \overline{BD} = \frac{1}{2} \overline{CD} \quad \overline{ED} = \sqrt{\overline{CD}^2 + \overline{CE}^2} = \sqrt{5} \overline{CE} = \frac{\sqrt{5}}{2} \overline{CD}$$

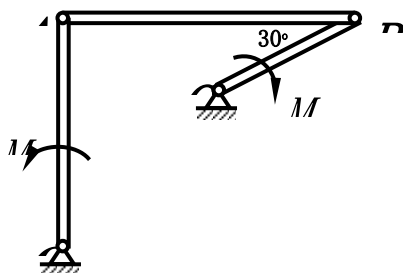
求出约束反力:

$$F_B = \frac{\overline{CE}}{\overline{CD}} \times F = \frac{1}{2} \times 20 = 10 \text{ kN}$$

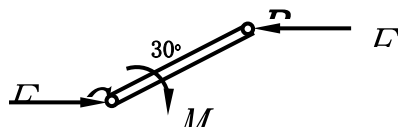
$$F_A = \frac{\overline{ED}}{\overline{CD}} \times F = \frac{\sqrt{5}}{2} \times 20 = 10.4 \text{ kN}$$

$$\alpha = 45^\circ - \arctan \frac{\overline{CE}}{\overline{CD}} = 18.4^\circ$$

3-5 四连杆机构在图示位置平衡。已知 $OA=60\text{cm}$ ， $BC=40\text{cm}$ ，作用 BC 上的力偶的力偶矩大小为 $M_2=1\text{N.m}$ ，试求作用在 OA 上力偶的力偶矩大小 M_1 和 AB 所受的力 F_{AB} 所受的力。各杆重量不计。



解：(1) 研究 BC 杆，受力分析，画受力图：

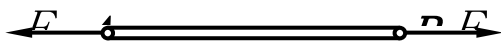


列平衡方程：

$$\sum M = 0 \quad F_B \times \overline{BC} \sin 30^\circ - M_2 = 0$$

$$F_B = \frac{M_2}{\overline{BC} \sin 30^\circ} = \frac{1}{0.4 \times \sin 30^\circ} = 5 \text{ N}$$

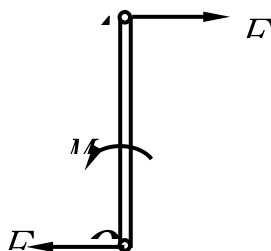
(2) 研究 AB (二力杆)，受力如图：



可知：

$$F'_A = F'_B = F_B = 5 \text{ N}$$

(3) 研究 OA 杆，受力分析，画受力图：

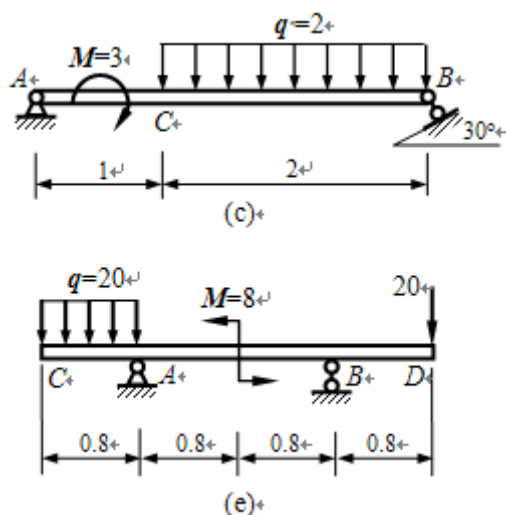


列平衡方程：

$$\sum M = 0 \quad -F_A \times \overline{OA} + M_1 = 0$$

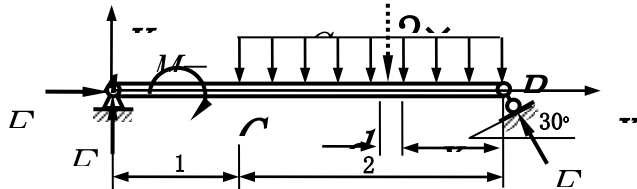
$$\therefore M_1 = F_A \times \overline{OA} = 5 \times 0.6 = 3 \text{ Nm}$$

4-1 试求题 4-1 图所示各梁支座的约束力。设力的单位为 kN ，力偶矩的单位为 $\text{kN}\cdot\text{m}$ ，长度单位为 m ，分布载荷集度为 kN/m 。(提醒：计算非均布载荷的投影和与力矩和時需应用积分)。



解：

(c): (1) 研究 AB 杆，受力分析，画出受力图(平面任意力系)；



(2) 选坐标系 Axy ，列出平衡方程；

$$\sum M_B(F) = 0: -F_{Ay} \times 3 - 3 + \int_0^2 2 \times dx \times x = 0$$

$$F_{Ay} = 0.33 \text{ kN}$$

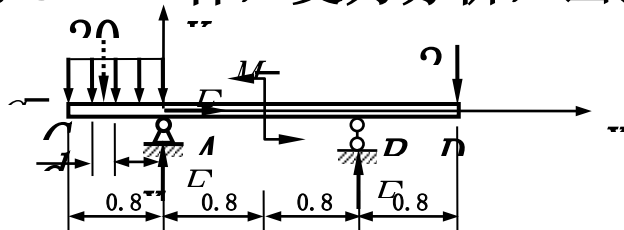
$$\sum F_y = 0: F_{Ay} - \int_0^2 2 \times dx + F_B \cos 30^\circ = 0$$

$$F_B = 4.24 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0: F_{Ax} - F_B \sin 30^\circ = 0$$

$$F_{Ax} = 2.12 \text{ kN}$$

(e): (1) 研究 $CABD$ 杆，受力分析，画出受力图(平面任意力系)；



(2) 选坐标系 Axy , 列出平衡方程;

$$\sum F_x = 0: F_{Ax} = 0$$

$$\sum M_A(F) = 0: \int_0^{0.8} 20 \times dx \times x + 8 + F_B \times 1.6 - 20 \times 2.4 = 0$$

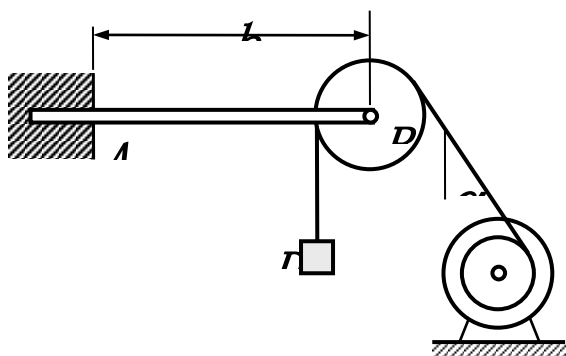
$$F_B = 21 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0: -\int_0^{0.8} 20 \times dx + F_{Ay} + F_B - 20 = 0$$

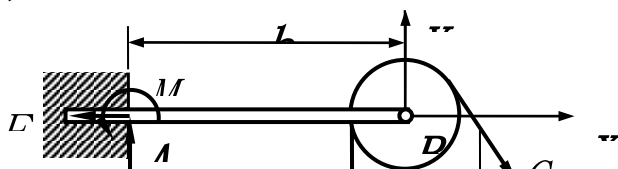
$$F_{Ay} = 15 \text{ kN}$$

约束力的方向如图所示。

4-5 AB 梁一端砌在墙内, 在自由端装有滑轮用以匀速吊起重物 D , 设重物的重量为 G , 又 AB 长为 b , 斜绳与铅垂线成 α 角, 求固定端的约束力。



解: (1) 研究 AB



杆(带滑轮), 受力分析, 画出受力图(平面任意力系);

(2) 选坐标系 Bxy , 列出平衡方程;

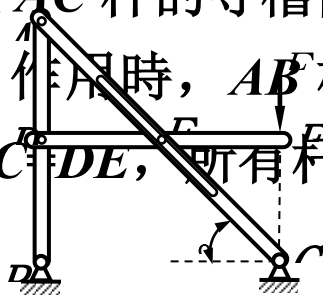
$$\begin{aligned}\sum F_x = 0: \quad & -F_{Ax} + G \sin \alpha = 0 \\ & F_{Ax} = G \sin \alpha\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_y = 0: \quad & F_{Ay} - G - G \cos \alpha = 0 \\ & F_{Ay} = G(1 + \cos \alpha)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum M_B(F) = 0: \quad & M_A - F_{Ay} \times b + G \times R - G \times R = 0 \\ & M_A = G(1 + \cos \alpha)b\end{aligned}$$

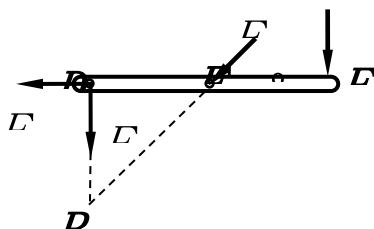
约束力的方向如图所示。

4-20 AB 、 AC 、 DE 三杆连接如题 4-20 图所示。 DE 杆上有一插销 F 套在 AC 杆的导槽内。求在水平杆 DE 的 E 端有一铅垂力 F 作用时, AB 杆上所受的力。设 $AD=DB$, $DF=FE$, $BC \perp DE$, 所有杆重均不计。



解：(1) 整体受力分析，根据三力平衡汇交定理，可知 B 点的约束力一定沿着 BC 方向；

(2) 研究 DFE 杆，受力分析，画出受力图(平面任意力系)；



(3) 分别选 F 点和 B 点为矩心，列出平衡方程；

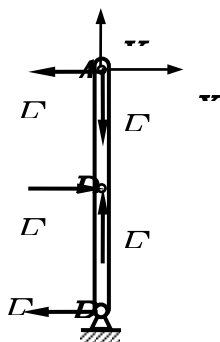
$$\sum M_F(F) = 0: -F \times \overline{EF} + F_{Dy} \times \overline{DE} = 0$$

$$F_{Dy} = F$$

$$\sum M_B(F) = 0: -F \times \overline{ED} + F_{Dx} \times \overline{DB} = 0$$

$$F_{Dx} = 2F$$

(4) 研究 ADB 杆，受力分析，画出受力图(平面任意力系)；



(5) 选坐标系 Axy ，列出平衡方程；

$$\sum M_A(F) = 0: F'_{Dx} \times \overline{AD} - F_B \times \overline{AB} = 0$$

$$F_B = F$$

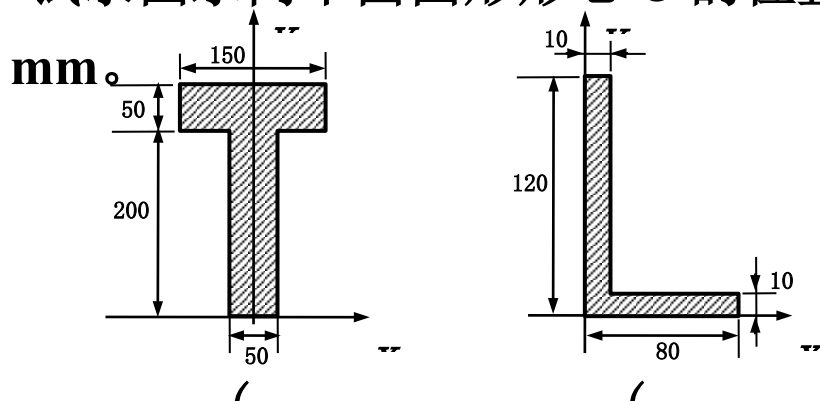
$$\sum F_x = 0: -F_{Ax} - F_B + F'_{Dx} = 0$$

$$F_{Ax} = F$$

$$\sum F_y = 0: -F_{Ay} + F'_{Dy} = 0$$

$$F_{Ay} = F$$

6-18 试求图示两平面图形形心 C 的位置。图中尺寸单位为



解:(a) (1) 将 T 形提成上、下二个矩形 S_1 、 S_2 , 形心为 C_1 、 C_2 ;

(2) 在图示坐标系中, y 轴是图形对称轴, 则有:

(3) 二个矩形的面积和形心;

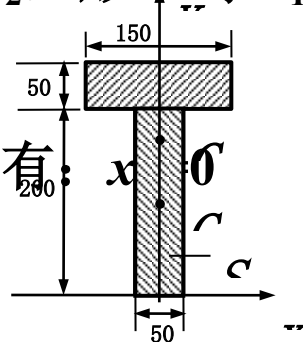
$$S_1 = 50 \times 150 = 7500 \text{ mm}^2 \quad y_{C1} = 225 \text{ mm}$$

$$S_2 = 50 \times 200 = 10000 \text{ mm}^2 \quad y_{C2} = 100 \text{ mm}$$

(4) T 形的形心;

$$x_C = 0$$

$$y_C = \frac{\sum S_i y_i}{\sum S_i} = \frac{7500 \times 225 + 10000 \times 100}{7500 + 10000} = 153.6 \text{ mm}$$



(b) (1) 将 L 形提成左、右二个矩形 S_1 、 S_2 ，形心为 C_1 、 C_2 ；

(3) 二个矩形的面积和形心；

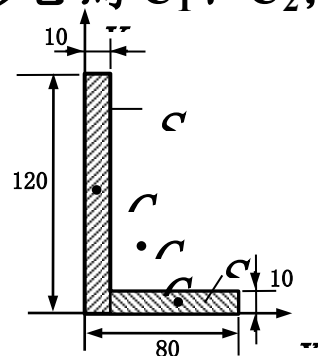
$$S_1 = 10 \times 120 = 1200 \text{ mm}^2 \quad x_{C1} = 5 \text{ mm} \quad y_{C1} = 60 \text{ mm}$$

$$S_2 = 70 \times 10 = 700 \text{ mm}^2 \quad x_{C2} = 45 \text{ mm} \quad y_{C2} = 5 \text{ mm}$$

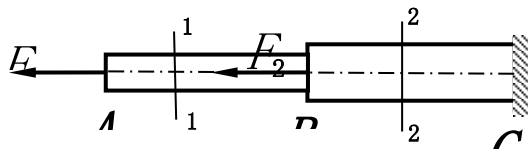
(4) L 形的形心；

$$x_c = \frac{\sum S_i x_i}{\sum S_i} = \frac{1200 \times 5 + 700 \times 45}{1200 + 700} = 19.74 \text{ mm}$$

$$y_c = \frac{\sum S_i y_i}{\sum S_i} = \frac{1200 \times 60 + 700 \times 5}{1200 + 700} = 39.74 \text{ mm}$$



8-5 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似，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；

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

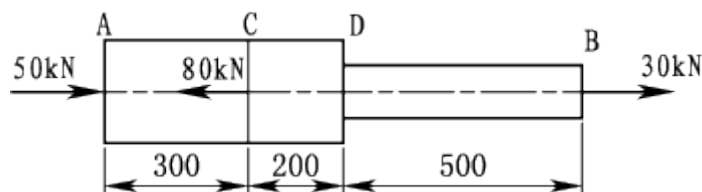
(2) 求 1-1、2-2 截面的正应力，运用正应力相似；

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

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

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

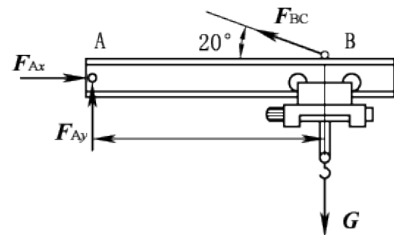
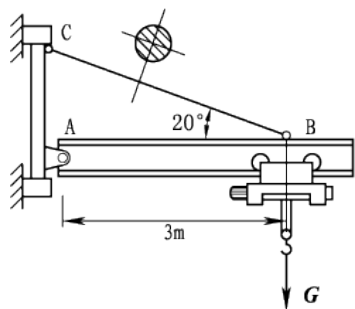
8-6 阶梯状直杆受力如图所示。已知 AD 段横截面积 $A_{AD}=1000\text{mm}^2$ ，DB 段横截面积 $A_{DB}=500\text{mm}^2$ ，材料的弹性模量 $E=200\text{GPa}$ 。求该杆的总变形量 Δl_{AB} 。



解：由截面法可以计算出 AC，CB 段轴力 $F_{NAC}=-50\text{kN}$ （压）， $F_{NCB}=30\text{kN}$ （拉）。

$$\begin{aligned}\Delta l_{AB} &= \frac{F_{NAC} \cdot l_{AC}}{E \cdot A_{AD}} + \frac{F_{NCB} \cdot l_{CD}}{E \cdot A_{AD}} + \frac{F_{NCB} \cdot l_{DB}}{E \cdot A_{DB}} \\ &= \frac{-50 \times 10^3 \text{ N} \times 0.3 \text{ m}}{200 \times 10^9 \text{ Pa} \times 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^2} + \frac{30 \times 10^3 \text{ N} \times 0.2 \text{ m}}{200 \times 10^9 \text{ Pa} \times 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \\ &\quad + \frac{30 \times 10^3 \text{ N} \times 0.5 \text{ m}}{200 \times 10^9 \text{ Pa} \times 500 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 0.105 \text{ mm}\end{aligned}$$

8.10 某悬臂吊车如图所示。最大起重荷载 $G=20\text{kN}$ ，杆 BC 为 Q235A 圆钢，许用应力 $[\sigma]=120\text{MPa}$ 。试按图示位置设计 BC 杆的直径 d 。



解：

(1) 求 BC 杆受力。取悬臂 AB 分析受力，列平衡方程：

$$\sum M_A(F) = 0, \quad F_{BC} \times 3 \text{ m} \times \sin 20^\circ - G \times 3 \text{ m} = 0$$

将 $G=20\text{kN}$ 代入方程解得： $F_{BC}=58.48\text{kN}$

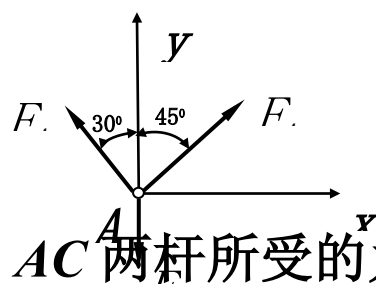
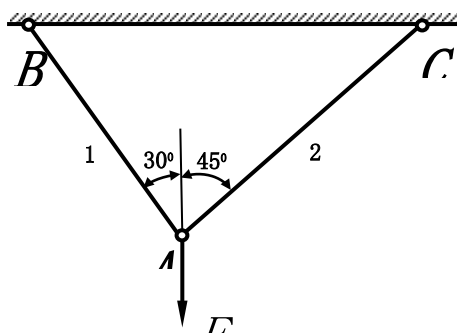
(2) 设计 BC 杆的直径 d 。

$$\sigma = \frac{F_{BC}}{A} = \frac{58.48 \times 10^3 \text{ N}}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [\sigma] = 120 \text{ MPa}$$

$$d \geq 25 \text{ mm} \text{ 取 } d = 25 \text{ mm}$$

8-14 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 $d_2=20 \text{ mm}$ ，两杆材料相似，许用应力 $[\sigma]=160$

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

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

解得：

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

(2) 分别对两杆进行强度计算；

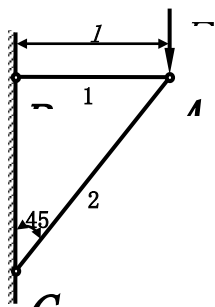
$$\sigma_{AB} = \frac{F_{AB}}{A_1} = 82.9\text{ MPa} \text{ p} [\sigma]$$

$$\sigma_{AC} = \frac{F_{AC}}{A_2} = 131.8\text{ MPa} \text{ p} [\sigma]$$

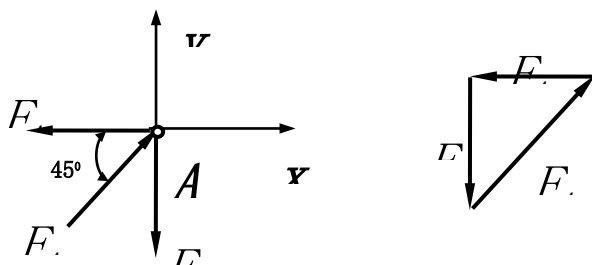
因此桁架的强度足够。

8-15 图示桁架，杆 1 为圆截面钢杆，杆 2 为方截面木杆，在节点 A 处承受铅直方向的载荷 F 作用，试确定钢杆的直径 d 与木杆截面的边宽 b 。已知载荷 $F=50$

kN，钢的許用应力 $[\sigma_s] = 160 \text{ MPa}$ ，木的許用应力 $[\sigma_w] = 10 \text{ MPa}$ 。



解：(1) 对节点 A 受力分析，求出 AB 和 AC 两杆所受的力；



$$F_{AC} = \sqrt{2}F = 70.7 \text{ kN} \quad F_{AB} = F = 50 \text{ kN}$$

(2) 运用强度条件，分别对两杆进行强度计算；

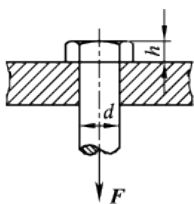
$$\sigma_{AB} = \frac{F_{AB}}{A_1} = \frac{50 \times 10^3}{\frac{1}{4} \pi d^2} \leq [\sigma_s] = 160 \text{ MPa} \quad d \geq 20.0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{AC} = \frac{F_{AC}}{A_2} = \frac{70.7 \times 10^3}{b^2} \leq [\sigma_w] = 10 \text{ MPa} \quad b \geq 84.1 \text{ mm}$$

因此可以确定钢杆的直径為 20 mm，木杆的边宽為 84 mm。

8-16 图示螺栓受拉力 F 作用。已知材料的许用切应力 $[\tau]$

]和許用拉应力 $[\sigma]$ 的关系為 $[\tau]=0.6[\sigma]$ 。试求螺栓直径 d 与螺栓头高度 h 的合理比例。



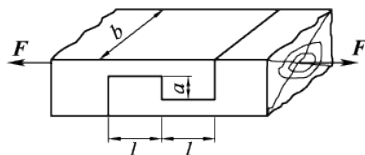
解：由已知条件可知：

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \quad \tau = \frac{F_s}{A} = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot h}$$

当螺栓直径 d 与螺栓头高度 h 有合理比例时，螺栓的切应力和拉应力均达到最大值。且满足 $[\tau]=0.6[\sigma]$ ，按此条件有：

$$\frac{4F}{\pi \cdot d^2} \times 0.6 = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot h} \quad \text{解得：} \frac{d}{h} = 2.4$$

8-18 矩形截面的木拉杆的接头如图所示。已知轴向拉力 $F=50\text{kN}$ ，截面宽度 $b=250\text{mm}$ ，木材的顺纹許用挤压应力 $[\sigma_{bs}]=10\text{MPa}$ ，顺纹許用切应力 $[\tau]=1\text{MPa}$ 。求接头处所需的尺寸 l 和 a 。



解：

(1) 按木材的顺纹許用挤压应力强度条件确定尺寸 a

$$\sigma_{bs} = \frac{F_{bs}}{A_{bs}} = \frac{50 \times 10^3 \text{ N}}{250 \times a \text{ mm}^2} \leq [\sigma_{bs}] = 10 \text{ MPa} \quad \text{解得：} a \geq 0.02 \text{ m}$$

(2) 按木材的顺纹許用切应力强度条件确定尺寸 l

$$\tau = \frac{F_s}{A} = \frac{50 \times 10^3 \text{ N}}{250 \times l \text{ mm}^2} \leq [\tau] = 1 \text{ MPa}, \quad \text{解得：} l \geq 0.2 \text{ m}$$

8-20 图示联接构件中 $D=2d=32\text{mm}$ ， $h=12\text{mm}$ ，拉杆材料的許用应力 $[\sigma]=120\text{MPa}$ ， $[\tau]=70\text{MPa}$ ， $[\sigma_{bs}]=170\text{MPa}$ 。试求拉杆的許用荷载 $[F]$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/505233242322011322>