

【2-5】多管水银测压计用来测水箱中的表面压强。图中高程单位为m，试求水面的绝对压强。

【解】

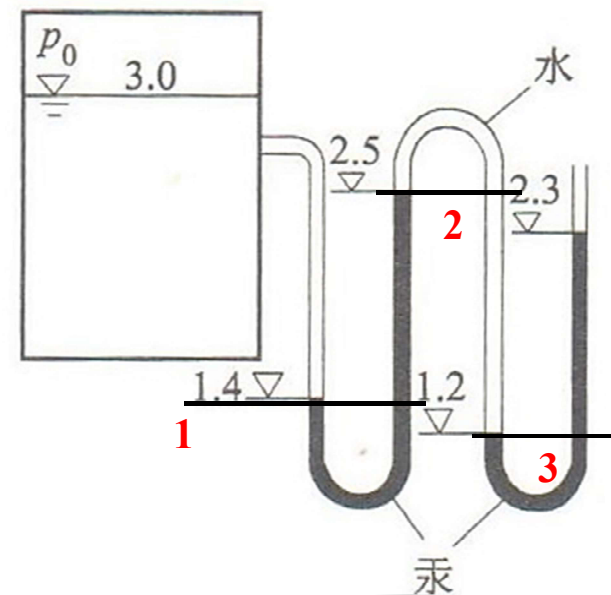
对1-1等压面 $p_0 + \rho g(3.0 - 1.4) = p_2 + \rho_{\text{汞}} g(2.5 - 1.4)$

对3-3等压面 $p_2 + \rho g(2.5 - 1.2) = p_a + \rho_{\text{汞}} g(2.3 - 1.2)$

将两式相加后整理，水面相对压强为

$$\begin{aligned} p_0 &= p_a + 2.2\rho_{\text{汞}}g - 2.9\rho g = 101 + 2.2 \times 13.6 \times 9.8 - 2.9 \times 9.8 \\ &= \mathbf{101} + 293.2 - 28.42 = 365.78 \text{ kPa} \end{aligned}$$

此题建议 p_a 取标准大气压101 kPa



【2-12】矩形平板闸门 AB 一侧挡水，已知长 $l=2\text{m}$ ，宽 $b=1\text{m}$ ，形心点水深 $h_c=2\text{m}$ ，倾角 $\alpha=45^\circ$ ，闸门上缘 A 处设有转轴，忽略闸门自重及门轴摩擦力。试求开启闸门所需的拉力 T 。

【解】 $P=p_c A=\rho g h_c \cdot b l=1000 \times 9.8 \times 2 \times 1 \times 2=39.2 \text{ kN}$

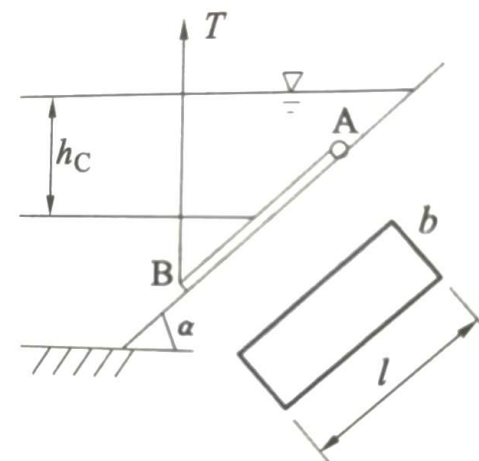
$$y_D = y_c + \frac{I_c}{y_c A}$$

$$y_D - y_c = \frac{I_c}{y_c A} = \frac{b l^3 / 12}{y_c b l} = \frac{l^2}{12 y_c}$$

$$\frac{l^2}{12 h_c / \sin \alpha} = \frac{2^2 \times \sin 45^\circ}{12 \times 2} = 0.1178 \text{ m}$$

$$T \cdot \cos \alpha \cdot l = P \cdot \left(\frac{l}{2} + y_D - y_c \right)$$

$$\Rightarrow T = \frac{P \cdot \left(\frac{l}{2} + y_D - y_c \right)}{\cos \alpha \cdot l} = 39.2 \times \frac{1.1178}{1.414} = 30989 \text{ N} \approx 31 \text{ kN}$$



几何图形名称	面积A	形心坐标 y_c	对通过形心轴的惯性矩 I_c
矩形	bh	$\frac{1}{2}h$	$\frac{1}{12}bh^3$
三角形	$\frac{1}{2}bh$	$\frac{2}{3}h$	$\frac{1}{36}bh^3$
梯形	$\frac{1}{2}h(a+b)$	$\frac{h}{3} \left(\frac{a+2b}{a+b} \right)$	$\frac{1}{36}h^3 \left(\frac{a^2+4ab+b^2}{a+b} \right)$
圆	πr^2	r	$\frac{1}{4}\pi r^4$

$$F = \int_{3-h}^0 [(x+3) - (x+1.5)] \rho g b dx = 1.5 \rho g b (3-h)$$

F 为在距水底高 h 处之上面积的压力

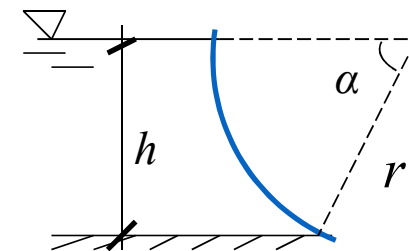
当 $F = \frac{P}{2}$ 时， h 为压力中心，此时 $h=1.5\text{m}$ 。

\therefore 压力中心在距底1.5m

【2-16】 一弧形闸门，宽 2 m ，圆心角 $\alpha=30^\circ$ ，半径 $r=3\text{ m}$ ，闸门转轴与水平面齐平，求作用在闸门上静水总压力的大小与方向（即合力与水平角的夹角）

【解】 (1) 水平分力

$$\begin{aligned} P_x &= \rho g h_C \cdot A_z \\ &= \rho g \frac{h}{2} \cdot bh = \frac{1}{2} \rho g b (r \sin \alpha)^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 9800 \times 2 \times 1.5^2 = 22050\text{ N} = 22.05\text{ kN} \end{aligned}$$



(2) 铅垂分力

$$\begin{aligned} P_z &= \rho g V = \left(\frac{\pi}{12} \times 3^2 - \frac{1}{2} \times 3^2 \times \sin 30^\circ \times \cos 30^\circ \right) \\ &= 9800 \times 0.815 = 7987\text{ N} = 7.99\text{ kN} \end{aligned}$$

(3) 合力大小 $P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = 23.45\text{ kN}$

(4) 与水平角的夹角 $\tan \theta = \frac{P_z}{P_x} = 0.362, \theta = \arctan(0.362) = 19.92^\circ$ 斜向右上

【2-18】球形密闭容器内部充满水，已知测压管水面标高 $\nabla_1=8.5\text{ m}$ ，球外自由水面标高 $\nabla_2=3.5\text{ m}$ ，球直径 $D=2\text{ m}$ ，球壁重量不计。试求：作用于半球连接螺栓上的总拉力；作用于支撑下半球垂直柱上的水平力和竖向力。

【解】

(1) 上半球所围压力体如图，为一虚压力体，方向向上。

$$\begin{aligned} P_{Z\uparrow} &= \rho g V = \rho g \pi r^2 (\nabla_1 - \nabla_2) \\ &= 1000 \times 9.8 \times 3.14 \times 1 \times (8.5 - 3.5) = 153.86 \text{ kN} \end{aligned}$$

(2) 作用于支撑下半球垂直柱上的水平力和竖向力均为0

