



浙江水专图书馆藏书

目 录

第一章 液体的主要物理性质及作用力	1
基本理论与公式.....	1
例题.....	5
思考题.....	9
计算题.....	10
第二章 水静力学	13
基本理论与公式.....	13
例题.....	19
思考题.....	30
计算题.....	37
第三章 液体运动的一元分析	61
基本理论与公式.....	61
例题.....	67
思考题.....	80
计算题.....	87
第四章 流动型态、水流阻力和水头损失	108
基本理论与公式.....	108
例题.....	115
思考题.....	124
计算题.....	128
第五章 有压管中的恒定流	139
基本理论与公式.....	139
例题.....	148
思考题.....	170
计算题.....	174
第六章 明渠恒定均匀流	192
基本理论与公式.....	192

例题·····	196
思考题·····	204
计算题·····	206
第七章 明渠恒定渐变非均匀流·····	211
基本理论与公式·····	211
例题·····	221
思考题·····	239
计算题·····	244
第八章 孔口出流、堰流·····	256
基本理论与公式·····	256
例题·····	272
思考题·····	288
计算题·····	293
第九章 泄水建筑物下游的水流衔接与消能·····	306
基本理论与公式·····	306
例题·····	320
思考题·····	335
计算题·····	338
第十章 河渠挟沙水流基础·····	346
基本理论与公式·····	346
例题·····	355
思考题·····	361
计算题·····	362
第十一章 液体运动的三元分析·····	366
基本理论与公式·····	366
例题·····	383
思考题·····	392
计算题·····	394
○第十二章 渗流·····	406
基本理论与公式·····	406
例题·····	419

思考题	431
计算题	435
第十三章 有压管中的非恒定流	443
基本理论与公式	443
例题	451
思考题	460
计算题	462
第十四章 波浪运动	467
基本理论与公式	467
例题	483
思考题	493
计算题	494
第十五章 液流的相似原理和量纲分析	499
基本理论与公式	499
例题	504
思考题	515
计算题	516

附表及附图目录

附表 1-1 水力学中常用物理量的量纲及单位	535
附表 1-2 水的物理性质	536
附表 4-1 管壁的当量粗糙度 k_s 值	536
附表 4-2 各种壁面的粗糙系数 n 值	537
附表 4-3 根据巴甫洛夫斯基公式 $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{3}}$ 计算的 C 值	538
附表 4-4 管道的局部水头损失系数 ζ 值	540
附表 5-1 管道的流量模数 $K = CA\sqrt{R}$ 值	544
附表 5-2 常用管道的经济流速 v_e 值	544
附表 5-3 给排水管道的极限流量及极限流速值	545
附表 5-4 不同温度下水的饱和蒸汽压强水头值	545
附表 5-5 管道的比阻率 S_0 值	546
附表 5-6 钢管及铸铁管紊流过渡区的 S_0 修正系数 k 值	546
附表 5-7 楼房的自由水头 h_f 值	547

附表 6-1	实用经济断面渠道计算表	547
附表 6-2	渠道的不冲允许流速值	548
附表 7-1	$i > 0$ 的函数 $\varphi(\eta)$ 值	549
附表 8-1	大孔口的流量系数 μ 值	562
附表 8-2	平板闸门的流速系数 φ 值	562
附表 8-3	平板闸门的垂直收缩系数 ε_1 值	562
附表 8-4	弧形闸门的垂直收缩系数 ε_1 值	563
附表 8-5	上游面倾斜的 WES 剖面的堰面方程用表	563
附表 8-6	上游面铅直的 WES 剖面堰的流量系数 m 值	563
附表 8-7	上游面倾斜的 WES 剖面堰 流量系数的修正值 C	564
附表 8-8	克-奥剖面曲线的座标值	564
附表 8-9	边墩与中墩的形状系数 ζ_k 和 ζ_0 值	565
附表 8-10	克-奥剖面非真空实用堰淹没系数 σ_s 值	565
附表 8-11	梯形实用断面堰的流量系数 m 值	566
附表 8-12	无坎宽顶堰的流量系数 m' 值	567
附表 8-13	宽顶堰的淹没系数 σ_s 值	568
附表 9-1	泄水建筑物的流速系数 φ 值	568
附表 9-2	消力坎的淹没系数 σ_s 值	569
附表 9-3	梯形缺口堰的第二流量系数 M 值	569
附表 9-4	挑流的冲刷系数 k 值	569
附表 12-1	土壤的渗透系数 k 值	570
附表 12-2	集水廊道浸润曲线的平均水力坡度 $\bar{J}$ 值	570
附表 13-1	常用管壁材料的弹性系数 E 值	571
附表 14-1	圣福鲁浅水立波附加总压力修正系数 k 值	571
附表 14-2	双曲函数表	572
附表 15-1	重力相似准则和粘滞力相似准则比例尺	578
附图 4-1	根据雷诺数 Re 和相对粗糙度 k_s/d 确定沿程阻力系数 λ 值	522
附图 4-2	绕流阻力系数 C_D 值	523
附图 6-2	圆形断面明渠均匀流计算图	524
附图 7-1	梯形、矩形、圆形断面明渠临界水深 h_K 求解图	525

附图 7-2	梯形断面渠道共轭水深求解图	526
附图 7-3	矩形、梯形、圆形断面水力指数 x 值求解图	527
附图 8-1	闸孔出流的淹没系数 σ_s 值图	527
附图 8-2	判别淹没薄壁堰的临界值 $\left(\frac{z}{P_s}\right)_K$ 图	528
附图 8-3	WES 剖面堰的中墩形状系数 k_p 值图	528
附图 8-4	判别淹没实用堰的临界值 $\left(\frac{z}{P_s}\right)_K$ 图	530
附图 8-5	WES 剖面堰的淹没系数 σ_s 值图	529
附图 8-6	长研院 I 型剖面堰的流量系数 m 值图	530
附图 10-2	希尔兹的泥沙临界推移力 与边界雷诺数的关系图	531
附图 10-4	莱恩-卡林斯基的悬移质 输沙率公式中的系数 P 值图	531
附图 10-5	武汉水利电力学院的悬移质输沙率 公式中系数 m 、 K 值图	531
附图 14-1	单宽深水立波最大波浪附加正负总压力计算图	532
附图 14-2	单宽浅水立波最大波浪附加正总压力计算图	533
附图 14-3	单宽浅水立波最大波浪附加负总压力计算图	534
附图 6-1	梯形、矩形断面正常水深 h_0 求解图	
附图 9-1	矩形断面渠道的临界水深、收缩断面水深、消 力池长度、消力池深度、消力坎高度及综合式 消力池的求解图	
附图 10-1	泥沙粒径与沉降速度关系曲线图(比重 2.65)	
附图 10-3	爱因斯坦的推移质输沙率公式 $\Psi-\Phi$ 曲线图	

第一章 液体的主要物理性质及作用力

基本理论与公式

一 量纲、单位及其换算

量纲

力学现象一般能用物理方程式来描述。物理方程式是由各种有关的物理量构成的项组成的。一个正确的物理方程式其各项的量纲应该相同。量纲是表示各种物理量的类别的，如长度 $[L]$ 、质量 $[M]$ 、力 $[F]$ 及时间 $[T]$ 等。

物理量的量纲分为两种：基本量纲和导出量纲。基本量纲是性质完全不同的三个独立量纲，其中任何一个不能由另外两个组合而得来，而力学的其他量纲都可以由这三个基本量纲来表示。量纲又有两种系统：理论量纲系统，也称 $[L-M-T]$ 系统，实用量纲系统，也称 $[L-F-T]$ 系统。物理学的 CGS 单位制和国际单位制 (SI) 采用的是理论量纲系统，而以往工程力学中采用的是实用量纲系统。本书采用的是理论量纲系统。

其他导出量纲可以根据牛顿第二定律或相应的定义用基本量纲的幂乘积表示出来，即

$$[A] = [L^l M^m T^t] \quad (1-1)$$

式中： A ——任一导出量纲；

L, M, T ——长度、质量、时间的量纲；

l, m, t ——乘幂。

单位及其换算

量度物理量的基准称为单位。相应于两种量纲有两种单位：基本单位和导出单位。又，以 m(米)、kg(千克)、s(秒)作为度量长度、质量、时间的单位称为国际单位制，以 m、kgf(公斤)、s 作为度量长度、力、时间的单位称为工程单位制、水力学中常见的物理量的量纲及单位见附表 1-1。

水力学中常用的单位换算公式为

$$x_2 = x_1 \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = x_1 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^l \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^m \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^t \quad (1-2)$$

式中： λ_1, λ_2 ——表示采用两种不同基本单位时的导出单位；

L_1, M_1, T_1 及 L_2, M_2, T_2 ——表示两种单位制的基本单位；

l, m, t ——表示量纲公式中的乘幂。

二 液体的主要物理性质

(一) 密度

重力场中的均质液体有三种密度

质量密度以 ρ 表示，简称为密度，是指单位体积液体所含的质量

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (1-3)$$

重量密度(以 γ 表示)，也称为重度或容重，是指单位体积液体所具有的重量

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (\text{N/m}^3) \quad (1-4)$$

或 $\gamma = \rho g \quad (1-5)$

相对密度以 S 表示，也称为比重，是指液体重量与它同体积的 4°C 水的重量之比，即

$$S = \frac{\gamma}{\gamma_w} = \frac{\rho}{\rho_w} \quad (1-6)$$

在国际单位制中，水的密度 $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ ，重度 $\gamma_w = 9800 \text{ N/m}^3$

$=9.8\text{kN/m}^3$, 相对密度 $S_w=1$ 。各种不同温度下水的密度、重度见附表 1-2。

(二) 粘滞性

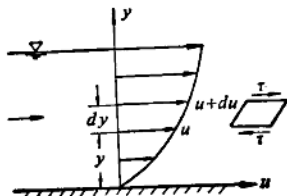
液体处在运动状态时, 液体质点之间存在着相对运动, 则质点之间要产生内摩擦力抵抗其相对运动, 此性质称为液体的粘滞性, 此内摩擦力又称为粘滞力。

相邻液层之间的内摩擦力 T
由牛顿内摩擦定律给出, 即

$$T = \mu A = \frac{du}{dy} \quad (1-7)$$

单位面积上的内摩擦力

$$\tau = \frac{T}{A} = \mu \frac{du}{dy} \quad (1-8)$$



理 1-1 图

式中: $\frac{du}{dy}$ 为相应层的流速梯度; μ 为液体的动力粘滞系数, 国际单位制中其单位为 $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ (即 $\text{Pa}\cdot\text{s}$) 或 $\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$

液体的运动粘滞系数 ν 为

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (\text{m}^2/\text{s}) \quad (1-9)$$

20°C 时水的 $\mu = 1.002 \times 10^{-3} \text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$, $\nu = 1.003 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 。

(三) 压缩性

液体受压后体积缩小, 压力撤除后恢复原状, 此性质称为液体的压缩性或弹性。液体压缩性的大小是以体积压缩系数 β 或体积弹性系数 k 来表示。

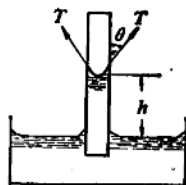
$$\beta = -\frac{\frac{dV}{V}}{dp} \quad (\text{m}^2/\text{N}) \quad (1-10)$$

$$K = \frac{1}{\beta} = -\frac{dp}{\frac{dV}{V}} \quad (\text{N}/\text{m}^2) \quad (1-11)$$

20°C时水的体积弹性系数 $K = 2.18 \times 10^9 \text{N/m}^2$ 。

(四) 表面张力

液体不能承受张力，但有尽量缩小其表面的趋势，从宏观上看，可以认为液体表面上作用着张力，称为表面张力。由于表面张力的作用，使液面在细的玻璃管中上升或下降值由下式给出，即



理 1-2 图

$$h = \frac{4\sigma \cos \theta}{\gamma d} \quad (1-12)$$

式中： σ 为液体的表面张力系数，对于 20°C 的水 $\sigma = 0.073 \text{N/m}$ ，对于水银 $\sigma = 0.514 \text{N/m}$ 。 θ 为液体与固体的接触角，对于水 $\theta = 0^\circ$ ，对于水银 $\theta = 140^\circ$ 。

三 作用于液体上的力

作用于液体上的力分为两大类：表面力和质量力。

表面力作用于被研究液体的表面上，其大小与被作用的表面积成正比，如压应力（压强）和切应力。在国际单位制中，其单位为 N/m^2 即 Pa。

质量力作用于所研究液体的每一部分质量上，其大小与液体的质量成正比，如重力和惯性力。

质量力常用单位质量的质量力表示。设作用在质量为 M 液体上的质量力为 F ，在空间坐标轴的投影分别为 F_x, F_y, F_z ，单位质量力为 f 在相应坐标上的投影为 X, Y, Z ，则下面关系式成立

$$\begin{cases} X = \frac{F_x}{M} \\ Y = \frac{F_y}{M} \\ Z = \frac{F_z}{M} \end{cases} \quad (1-13)$$

单位质量力的单位为 m/s^2

例 题

1-1 (1) 试根据量纲分析推导单位换算公式(1-2);

(2) 试问 129600km/h^2 的加速度相当于多少 m/s^2 ?

解:

(1) 设某物理量 A 的量纲用基本量纲的幂乘积表示为

$$[A] = [L^l M^m T^t]$$

设基本单位为 L_1, M_1, T_1 时该量的导出单位为 λ_1 , 基本单位为 L_2, M_2, T_2 时该量的导出单位为 λ_2 , 即

$$\lambda_1 = L_1^l M_1^m T_1^t$$

$$\lambda_2 = L_2^l M_2^m T_2^t$$

又设 x_1 和 x_2 是用 λ_1 和 λ_2 作为测量单位时物量 A 的数值, 则

$$A = x_1 \lambda_1 = x_2 \lambda_2$$

$$\therefore x_2 = x_1 \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = x_1 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^l \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^m \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^t \quad (1-2)$$

$$(2) \text{ 由(1-2)式 } x_2 = x_1 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^l \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^m \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^t$$

其中: $x_1 = 129600, l = 1, m = 0, t = -2$

$$L_1 = \text{km}, T_1 = \text{h}, L_2 = \text{m}, T_2 = \text{s}$$

$$\begin{aligned} \therefore x_2 &= 129600 \left(\frac{\text{km}}{\text{m}} \right) \left(\frac{\text{h}}{\text{s}} \right)^{-2} \\ &= 129600 \left(\frac{1000\text{m}}{\text{m}} \right) \left(\frac{\text{s}}{3600\text{s}} \right)^2 \\ &= 10 \end{aligned}$$

即在新的单位中加速度为 10m/s^2 。

1-2 如图所示水流在平板上运动, 其靠近边壁附近的流速呈抛物线分布, B 点为抛物线端点, 水的运动粘滞系数 $\nu = 1.00 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$, 试求 $y = 0, 2, 4\text{cm}$ 处的切应力。



解:

因为 $\tau = \mu \frac{du}{dy}$

所以应先求出速度分布的抛物线方程式。抛物线的一般方程为

$$u = Ay^2 + By + C \quad (1)$$

由边界条件确定(1)式中各系数。

$$y = 0 \text{ 时 } u = 0, \text{ 所以 } C = 0$$

又 $\left. \frac{du}{dy} \right|_{y=0.04} = 0$ 及 $y = 0.04$ 时 $u = 1$

(1) 式两边对 y 取导数, 则

$$\frac{du}{dy} = 2Ay + B, \text{ 代入 } y = 0.04 \text{ 及 } \frac{du}{dy} = 0, \text{ 得}$$

$$0 = 2A \times 0.04 + B$$

$$\therefore B = -0.08A, \text{ 代入(1)式得}$$

$$u = Ay^2 + (-0.08A)y \quad (2)$$

将 $y = 0.04$ 及 $u = 1$ 代入(2)式, 得

$$1 = A \times 0.04^2 - 0.08 \times 0.04A$$

$$\therefore A = -625$$

$$B = -0.08A = -0.08 \times (-625) = 50$$

最后得 $u = -625y^2 + 50y$

$$\frac{du}{dy} = -1250y + 50$$

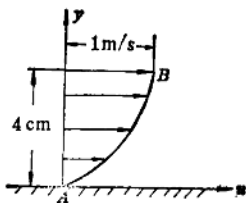
$$\text{又 } \mu = \rho \nu = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1.00 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$= 1.00 \times 10^{-3} (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2) / \text{m}^2 \cdot \text{s}$$

$$= 1.00 \times 10^{-3} \text{ N/m}^2 \cdot \text{s}$$

$$= 1.00 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

其中 $1 \text{ Pa (帕)} = 1 \text{ N/m}^2$ 。



例 1-2 图

$y=0$ 时,

$$\tau_0 = 1.00 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s} \times (-1250 \times 0 + 50) \left(\frac{1}{\text{s}} \right) = \underline{50 \times 10^{-3} \text{Pa}}$$

$y=0.02$ 时,

$$\begin{aligned} \tau_{0.02} &= 1.00 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s} \times (-1250 \times 0.02 + 50) \left(\frac{1}{\text{s}} \right) \\ &= \underline{25 \times 10^{-3} \text{Pa}} \end{aligned}$$

$y=0.04$ 时

$$\tau_{0.04} = 1.00 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s} \times (-1250 \times 0.04 + 50) \left(\frac{1}{\text{s}} \right) = \underline{0}$$

1-3 压强为 3500kN/m^2 时水的体积为 1.00m^3 , 当压强增加到 24000kN/m^2 时其体积为 0.99m^3 , 试问: 当压强增加到 7000kN/m^2 时水的体积为多少?

解:

首先由已知条件求水的体积弹性系数 K 。

$$K = -\frac{dp}{dV/V} = -\frac{(24000 - 3500)}{(0.99 - 1.00)1.00} = \underline{2.05 \times 10^6 \text{kN/m}^2}$$

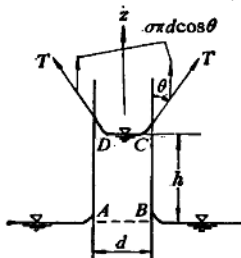
$$dV = -\frac{V dp}{K} = -\frac{1.00 \times (7000 - 3500)}{2.05 \times 10^6} = \underline{-0.0017 \text{m}^3}$$

$$\therefore V_2 = V_1 + dV = 1 - 0.0017 = \underline{0.9983 \text{m}^3}$$

1-4 (1) 试推导液体在细管中上升(或下降)的高度公式(1-12);

(2) 如果实验室中采用内径为 5mm 的玻璃测压管用来量测水管中某点的压强, 其最大可能误差为多少 mm ?

解



例 1-4 图

(1) 以液体沿细管上升为例, 见例 1-4 图。由图可知: 管中水体 $ABCD$ 的上升是由表面张力在铅垂方向上的分量引起的。由 z 轴方向的静力平衡得

$ABCD$ 水体重 = 表面张力在 z 方向的投影

$$\text{即} \quad \gamma \left(\frac{\pi d^2}{4} \cdot h \right) = (\sigma \cdot \pi d) \cos \theta$$

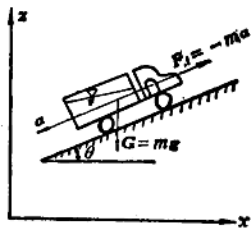
$$\therefore h = \frac{4\sigma \cos \theta}{\gamma d} \quad (1-12)$$

(2) 对于水, $\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$, $\theta = 0^\circ (\cos \theta = 1)$, $\sigma = 0.073 \text{ N/m}$, 代入 (1-12) 式, 得

$$h_{\max} = \frac{4 \times 0.073 \times 1}{9800 \times 0.005} = 5.96 \times 10^{-3} \text{ m} \approx \underline{\underline{6 \text{ mm}}}$$

可见误差较大, 一般实验室采用的测压管内径均大于 10 mm , 这时误差小于 3 mm 。

1-5 如图所示为某一运水箱的汽车, 沿与水平面成 $\theta = 15^\circ$ 角的路面行驶, 其加速度为 -2 m/s^2 , 试求作用于单位质量水体上的质量力在 x, y, z 轴上的分量。



例 1-5 图

解:

水箱中水体受力如图所示, 其质量力有重力 $G = mg$ 和惯性力 $F_i = -ma$, 总质量力为 $F = mf = G + F_i = mg - ma$, 单位质量的质量力为

$$f = g - a$$

其分量为

$$X = a \cos \theta = 2 \times \cos 15^\circ = \underline{\underline{1.93 \text{ m/s}^2}}$$

$$Y = 0$$

$$Z = -g + a \sin \theta = -9.8 + 2 \times \sin 15^\circ = \underline{\underline{-9.28 \text{ m/s}^2}}$$

思 考 题

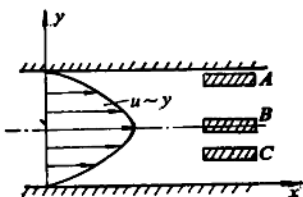
1-1 试从力学观点分析液体与固体和气体有何不同？

1-2 (1) 量纲与单位是同一概念吗？

(2) 1 公斤质量与 1 公斤力有何区别？

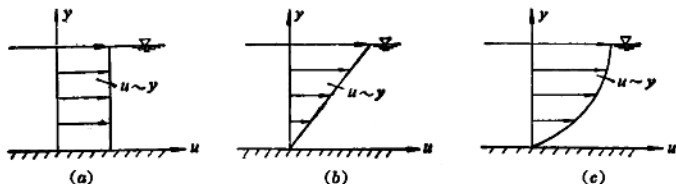
1-3 液体的粘性引起的内摩擦力与固体间的摩擦力有何区别？

1-4 液体在两块平板间流动，流速分布如图所示，从中取出 A、B、C 三块自由水体，试分析：
(1) 各水体上下两平面上所受切应力的方向；(2) 定性指出哪个面上的切应力最大？哪个最小？为什么？

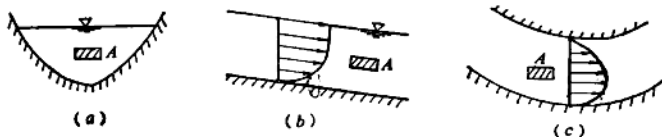


思 1-4 图

1-5 已知液体中的流速分布 $u \sim y$ 如图中所示三种情况：(a) 矩形分布，(b) 三角形分布，(c) 抛物线形分布。试定性地画出各种情况下的切应力分布图 $\tau \sim y$ 。



思 1-5 图



思 1-6 图

1-6 试分析图中三种情况下水体 A 受哪些表面力和质量力作用? (a) 静止水池, (b) 明渠水流, (c) 平面弯道水流。

计 算 题

1-1 试将下面用工程单位制表示的量改用国际单位制(SI)表示。

- (1) 一个大气压下, 4°C 时水的重度为 $1000\text{kgf}/\text{m}^3$;
- (2) 标准大气压下, 0°C 时空气的重度为 $1.293\text{kg}/\text{m}^3$;
- (3) 密度为 $1\text{kgf}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$ 的物质;
- (4) 作用在某液体上的力为 102kgf ;
- (5) 20°C 水的动力粘滞系数为 $102\times 10^{-8}\text{kgf}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 。

答: (1) $9800\text{N}/\text{m}^3$; (2) $12.67\text{N}/\text{m}^3$; (3) $9.8\text{kg}/\text{m}^3$;
(4) 1000N ; (5) $1.00\times 10^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。

1-2 将下面用国际单位制表示的量改用工程单位制表示。

- (1) 密度为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 的水;
- (2) 重度为 $9.8\text{kN}/\text{m}^3$ 的水;
- (3) 重度为 $11.5\text{N}/\text{m}^3$ 的空气;
- (4) 动力粘滞系数为 $0.599\times 10^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}$ 的水;
- (5) 压强为 $9.8\times 10^4\text{N}/\text{m}^2$ 。

答: (1) $102\text{kgf}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$; (2) $1000\text{kgf}/\text{m}^3$;
(3) $1.173\text{kgf}/\text{m}^3$; (4) $61\times 10^{-8}\text{kgf}\cdot\text{s}/\text{m}^2$;
(5) $10000\text{kgf}/\text{m}^2$ 。

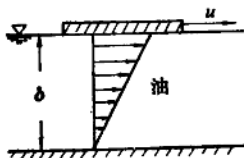
1-3 某油的重度为 $8339\text{N}/\text{m}^3$, 其运动粘滞系数为 $3.39\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$, 试求该油的动力粘滞系数。

- (1) 用国际单位制表示;
- (2) 用工程单位制表示。

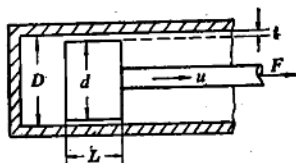
答: (1) $2.885\times 10^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}$; (2) $0.294\times 10^{-3}\text{kgf}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 。

1-4 如图所示为一 $0.8 \times 0.2\text{m}$ 的平板在油面上作水平运动, 已知运动速度 $u = 1\text{m/s}$, 平板与固定边界的距离 $\delta = 1\text{mm}$, 油的动力粘滞系数为 $1.15\text{Pa}\cdot\text{s}$, 由平板所带动的油的速度成直线分布, 试求平板所受的阻力。

答: 184N 。



计 1-4 图



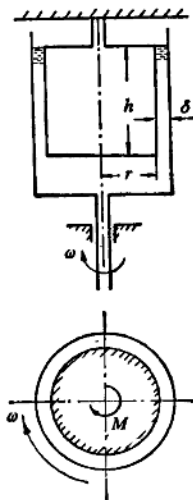
计 1-5 图

1-5 如图所示活塞油缸, 已知缸套内径 $D = 12\text{cm}$, 活塞直径 $d = 11.96\text{cm}$, 活塞厚度 $L = 14\text{cm}$, 油的动力粘滞系数 $\mu = 65 \times 10^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}$, 当活塞的稳定速度 $u = 0.5\text{m/s}$ 时, 且不计油的压力, 试求拉回活塞所需的力 F 。

答: $F = 8.55\text{N}$ 。

1-6 如图所示粘度计, 悬挂着的内圆筒半径 $r = 20\text{cm}$, 高度 $h = 40\text{cm}$, 外圆筒以角速度 $\omega = 10\text{rad/s}$ 旋转, 内圆筒不动, 两筒间距 $\delta = 0.3\text{cm}$, 内盛待测液体。此时测得内筒所受力矩 $M = 4.905\text{N}\cdot\text{m}$ 。试求油的动力粘滞系数。内筒底部与油的相互作用不计。

答: $\mu = 72.2 \times 10^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。



计 1-6 图