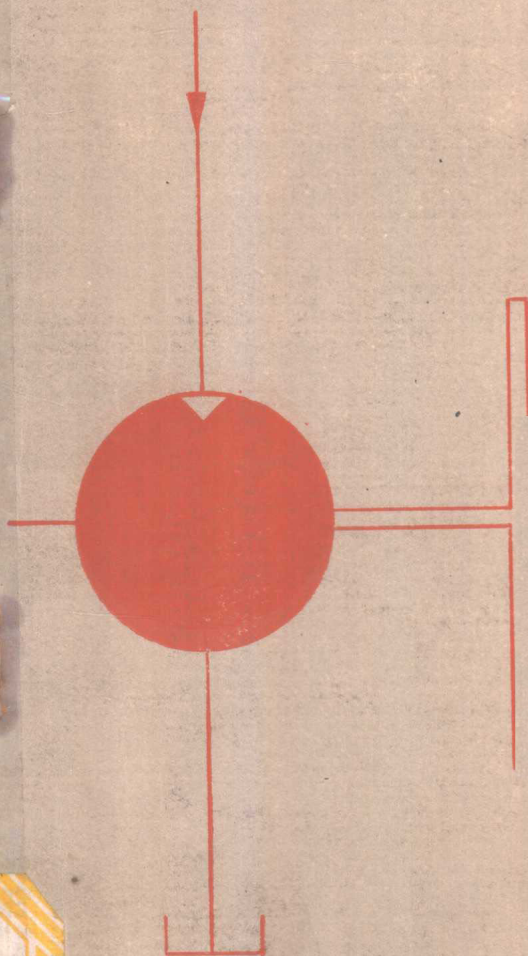


高等工程专科学校机制及液压教学研究会液压组编

液压传动习题集



华中工学院出版社

液 压 传 动 习 题 集

高等工程专科学校

机制及液压教学研究会液压组编

华中工学院出版社

液压传动习题集

高等工程专科学校

机械及液压教学研究会液压组编

责任编辑 黎秋萍

华中工学院出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中工学院出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8 字数: 81,000

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数: 1-13 000

ISBN 7-5609-0120-4/TH·17

统一书号: 15255-125 定价: 0.54元

前 言

本习题集是由全国高等工程专科学校机制及液压教学研究
会液压组组织并集体编写的,共分十一章,每章包括例题、思
考题和习题三部分,共计230题。为帮助读者熟悉国家现行法定
计量单位及各单位制间换算关系,本习题集附有常用单位换算
表,并部分保留了一些现应废除的常见计量单位,供读者作练
习用。本习题集适合于各类工科学校(包括全日制大专院校、
职大、电大和中专等)的机械类专业和近机类专业的师生使用,
也可供从事液压技术工作的工程技术人员参考。本习题集于
1984年内部印刷发行一次,深受广大读者欢迎。现根据1985年
10月在南京召开的专题会议精神 and 各校使用情况进行了修订,
由华中工学院出版社正式出版。

参加本习题集编审工作的有:袁惠民(甘肃工业大学)、单
健容(中国人民解放军工程兵学校)、杨培元(上海纺织工业专
科学学校)、李沪训(上海轻工专科学校)、丁树模(湘潭机电专科学
校)、辛才根(湖南纺织专科学学校)、吴茂林(福建省机械工业干
部学校)。全习题集由南京金陵职业大学沈龙德同志主 编,湖
南纺织专科学校周诵明同志审核。

郑州纺织机械专科学校机械系和湖南纺织专科学校机电系
对本习题的编印工作给予了大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,错误及不当之处难免,恳请读者批评
指正。

编 者
一九八七年五月

目 录

第一章	绪论	(1)
第二章	液压流体力学基础	(2)
第三章	液压泵和液压马达	(17)
第四章	液压缸	(22)
第五章	液压控制阀	(29)
第六章	辅助装置	(37)
第七章	液压基本回路	(40)
第八章	典型液压系统	(54)
第九章	液压系统的设计计算	(63)
第十章	伺服系统	(76)
第十一章	液压系统的安装试验与故障分析	(83)
附 录	常用单位换算表	(87)

第一章 绪 论

思 考 题

1. 何谓液压传动(即液压传动的定义是什么)? 液压传动有哪些工作特性?
2. 液压传动有哪些组成部分? 试说明各组成部分的作用。
3. 液压传动与机械传动、电气传动相比有哪些优缺点?
4. 为什么通常液压系统采用职能式符号(GB786-76)来表示? 常用的职能符号有哪些?

第二章 液压流体力学基础

例 题

例 2-1 在一个容积为 6m^3 的油箱内，盛有 5.4 吨重的液压油，试求液压油的重度 γ 、密度 ρ 和比重 δ ？

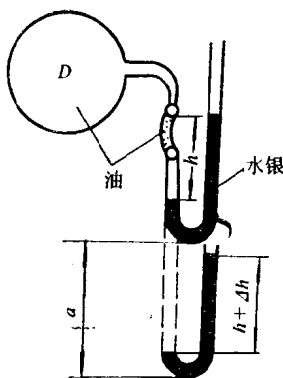
解

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{5.4 \times 10^3}{6} = 900 \text{ kgf/m}^3 = 8829 \text{ N/m}^3$$

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{8829}{9.81} = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$\delta = \frac{900}{1000} = 0.9$$

例 2-2 被 $\gamma = 0.91 \times 10^{-2} \text{ N/cm}^3$ 的油液所充满的容器 D 中的压力为 p ， p 的数值由水银 ($\gamma_{\text{Hg}} = 13.6 \times 10^{-2} \text{ N/cm}^3$) 压力计的读数 h 来确定，如不改变压力，而使压力计向下移动 a 段距离，试问压力计读数的变化量 Δh 应为多少？



例 2-2图

解 左右两边液面的改变量各为 $\frac{\Delta h}{2}$ ，因压力计下降了 a 距离，所以左边液面实际下降高度为 $a + \frac{\Delta h}{2}$ 。列平衡方程式得：

$$p + \gamma \left(a + \frac{\Delta h}{2} \right) = \gamma_{\text{Hg}} (h + \Delta h)$$

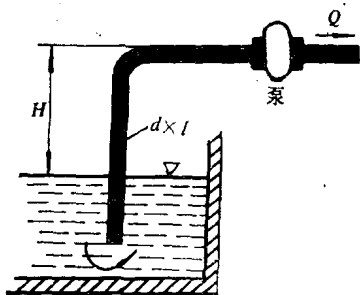
$$\gamma \cdot a + \frac{\Delta h}{2} \cdot \gamma = \gamma_{\text{Hg}} \cdot \Delta h$$

$$\text{所以 } \Delta h = \frac{\gamma \cdot a}{\gamma_{\text{Hg}} - \frac{\gamma}{2}} = \frac{0.91}{13.6 - \frac{0.91}{2}} \times a = 0.0692a$$

例 2-3 泵从一个大容积的油池中抽吸润滑油，流量 $Q = 1200 \text{ cm}^3/\text{s}$ ，油的相对粘度为 40°E ，重度 $\gamma = 9 \times 10^3 \text{ N/m}^3$ 。试求：

1) 泵在油箱液面以上的最大允许吸油高度（假设油的饱和蒸气压为 2.3 m 水柱，吸油管长度 $l = 10 \text{ m}$ ，直径 $d = 40 \text{ mm}$ ，且只考虑管中的摩擦损失）；

2) 当泵的流量增大一倍时，最大允许吸油高度将如何变化？



例 2-3 图

解

1) 列出油箱液面和泵吸油口间的伯努利方程：

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f$$

式中， $z_1 = 0$ $z_2 = H$ $v_1 = 0$

$$p_1 = p_2 = 9.8 \text{ N/cm}^2$$

$$\therefore H = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - h_f$$

z_1 、 z_2 为液体的势能； p_1 、 p_2 为液体的压力； p_0 为大气压力； v_1 、 v_2 为液体流动速度； h_f 为液流的能量损失； H 为液流位置高度； α 为动力修正系数。

判断吸油管内流态，以确定系数 α 值：

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$\therefore Q = 1200 \text{ cm}^3/\text{s} \quad d = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm}$$

$$\therefore v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 1200}{3.14 \times 4^2} = 95.5 \text{ cm/s}$$

$$\nu = 7.31^\circ \text{E} - \frac{6.31}{^\circ \text{E}} = 7.31 \times 40 - \frac{6.31}{40} = 292.24 \text{ cSt}$$

$$= 2.92 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{95.5 \times 4}{2.92} = 130.8 < 2320 \text{ (层流)}$$

式中， d 为管径； v 和 Q 分别为液体的平均流速和流量； ν 为液体的运动粘度。

于是，伯努利方程中的 $\alpha = 2$ 。

$$h_f = \frac{32 \nu v l}{d^2 g} = \frac{32 \times 95.5 \times 2.92 \times 100}{4^2 \times 980} = 569 \text{ cm}$$

$$p_2 = 0.23 \times 9.8 = 2.254 \text{ N/cm}^2$$

$$\gamma = 9 \times 10^3 \text{ N/m}^3 = 9 \times 10^{-3} \text{ N/cm}^3$$

将以上各项代入伯努利方程，得：

$$H = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - h$$

$$= \frac{9.8 - 2.254}{9 \times 10^{-3}} - \frac{2 \times 95.5^2}{2 \times 980} - 569$$

$$= 260.14 \text{ cm} = 2.6 \text{ m}$$

即泵可置于液面以上2.6米处。

2) 如果泵的流量增加一倍, 即 $Q = 2400 \text{ cm}^3/\text{s}$,

$$\text{则} \quad v_2 = 191 \text{ cm/s} \quad h_f = 1138 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \therefore H &= \frac{p_0 - p_2}{\gamma} - \frac{a_2 v_2^2}{2g} - h_f \\ &= \frac{9.8 - 2.254}{9 \times 10^{-3}} - \frac{2 \times 191^2}{2 \times 980} - 1138 \\ &= -3 \text{ m} \end{aligned}$$

即泵应置于油池液面以下3米处。

思 考 题

1. 液压油有哪些主要物理性质? 选用液压油时应如何考虑这些性质?

2. 国际单位制的三个基本单位是什么? 国际单位制与工程技术上用的单位制主要区别是什么?

3. 简述压力的定义; 压力有哪几种表示方法?

4. 阐述帕斯卡定律, 并举例说明其应用。

5. 伯努利方程的物理意义是什么? 该方程的理论式与实际式有什么区别?

6. 简述层流与紊流的物理现象及两者的判别方法。

7. 管路中的压力损失有哪几种? 各受哪些因素影响?

8. 液压冲击和空穴现象是怎样产生的? 如何防止?

习 题

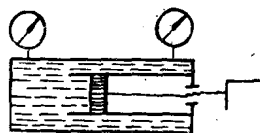
题 2-1 根据不同单位, 完成下表。

表 2-1

序 号	°E	ρ	ρ	γ	μ	μ	ν	ν
		$\frac{\text{kgf} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{kgf} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2}$	$\frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$	cSt
1	4	90						
2	/		880				2.9	
3	/			0.92×10^{-3}				

题 2-2 图中示出的是根据标准压强表校正一般压强表所用的仪器。其内充满油液。活塞直径 $d = 10\text{mm}$, 螺距 $t = 2\text{mm}$ 。当压强为 1 大气压时, 仪器内油液体积为 200cm^3 。若要在容器内形成 $210 \times 10^5 p_0$ (210kgf/cm^2) 的压强时, 手轮需摇多少转? (油的压缩系数为 $6 \times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{kgf}$)

题 2-3 有 200cm^3 的液压油, 在 50°C 时流过恩氏粘度计的时间 $t_1 = 153\text{s}$; 而 200cm^3 的蒸馏水, 在 20°C 时流过的时间 $t_2 = 51\text{s}$ 。问该油在 50°C 时的恩氏粘度 $^\circ\text{E}_{50}$ 、运动粘度 ν 、动力粘度 μ 各为多少? 在 20°C 时的运动粘度 ν 是多少? ($\rho = 900\text{kg/m}^3$)



题 2-2 图

题 2-4 一水平放置的柱塞式液压缸, 其柱塞和缸体处于同心状态, 缸体固定, 柱塞运动。已知: 柱塞直径 $d = 80\text{mm}$, 长 $L = 40\text{mm}$ 。缸体与柱塞的径向间隙 $\Delta = 0.05\text{mm}$ 。柱塞匀速

运动的速度 $v = 30 \text{ mm/s}$, 油的相对粘度 $^\circ \text{E}_{50} = 3$. 现工作温度为 60°C . 问拉动柱塞所需力是多少? (只考虑克服液体粘性所需的力.)

题 2-5 装油的密闭容器, 当油压为 5 kgf/cm^2 时的容积是 2 l . 当油压升高到 50 kgf/cm^2 时, 容积是多少? 其压缩率为多少 (用 % 表示)? ($\beta = 6 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{kgf}$.)

题 2-6 试从压缩系数 $\beta = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dp}$ 的表达式证明

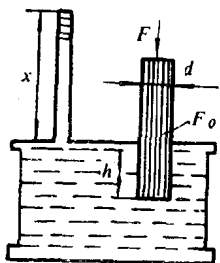
$$\rho_p = \frac{\rho_0}{1 - \beta(p - p_0)}$$

式中, ρ_p ——压力为 p 时的密度;

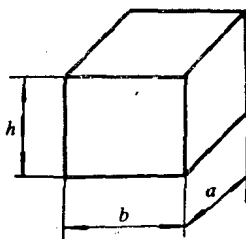
ρ_0 ——压力为 p_0 时的密度;

β ——流体的压缩系数.

题 2-7 某种液压油, 当温度为 50°C 时, 其粘度为 20 cSt ; 当温度为 70°C 时, 其粘度为 9.2 cSt . 问在 60°C 时, 其粘度为多少?



题 2-8 图



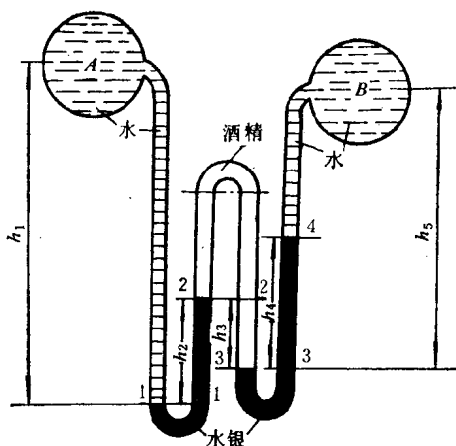
题 2-9 图

题 2-8 如图所示, 有一直径为 d 、重量为 F_0 的活塞浸在液体中, 并在力 F 的作用下处于静止状态. 若液体的重度为

γ , 活塞浸入深度为 h 。试确定液体在测压管内的上升高度 x 。

题 2-9 设油库的储油池长 $(a) \times$ 宽 $(b) \times$ 高 $(h) = 30 \times 30 \times 20 \text{m}^3$, 油液重度 $\gamma = 8.8 \times 10^3 \text{N/m}^3$ 。试计算储油池各壁所受的作用力。

题 2-10 试决定图示装置中 A 及 B 两点压力差。已知：
 $h_1 = 500 \text{mm}$, $h_2 = 200 \text{mm}$, $h_3 = 150 \text{mm}$, $h_4 = 250 \text{mm}$, $h_5 = 400 \text{mm}$, $\gamma_{\text{酒精}} = 7850 \text{N/m}^3$, $\gamma_{\text{水银}} = 133416 \text{N/m}^3$, $\gamma_{\text{水}} = 9810 \text{N/m}^3$ 。

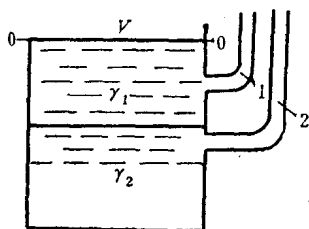


题 2-10 图

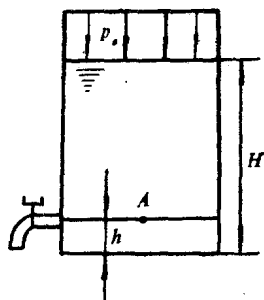
题 2-11 图示容器中储有两种不同重度的液体。问测压管 1 及测压管 2 的液面是否和容器的液面 0—0 一样高？为什么？若 $\gamma_2 > \gamma_1$, 则测压管 1、2 的液面哪个高？

题 2-12 图示油箱中, 油面空气压力 $p_a = 1 \text{kgf/cm}^2$ 。已知: 油的比重 $\delta = 0.9$, 油箱液面高 $H = 1250 \text{mm}$, 放油孔中心到箱底的高度 $h = 50 \text{mm}$ 。试计算放油孔中心水平面上 A 点油

液的绝对压力和相对压力。

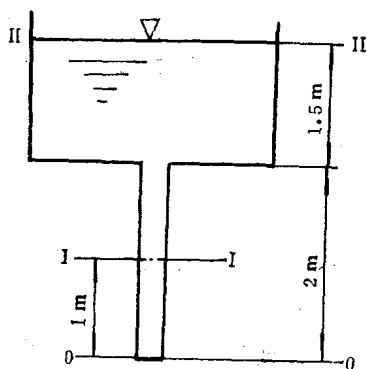


题 2-11 图



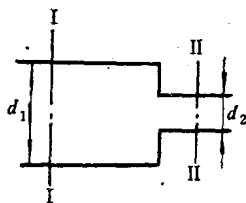
题 2-12 图

题 2-13 有一水箱，水深 1.5m。水箱底部接一根立管，其长为 2m，直径为 20mm。若不考虑水头损失和动能修正，并设出流液柱为定高，试求：



题 2-13 图

- 1) 立管出口处的流速；
- 2) 离立管出口 1m 处的水压力。



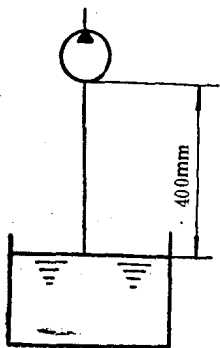
题 2-14 图

题 2-14 试判别光滑油管中油液流过截面 I—I 及 II—II 时的流态。设 $d_1 = 10\text{mm}$ ， $d_2 = 5\text{mm}$ ， $v_1 = 4\text{m/s}$ ，所用油为

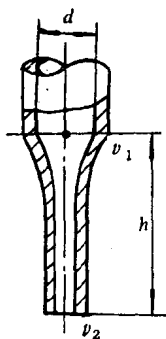
20[#]液压油，油温50℃。

题 2-15 内径 $d=1\text{mm}$ 的毛细管，以 $Q=0.3\text{ l/min}$ 的流量流过油温为 50℃、密度 $\rho=0.9\times 10^{-8}\text{ kg/cm}^3$ 的 20 号液压油。若使毛细管的两端保持 10 kgf/cm^2 的压差，试计算毛细管的理论长度。

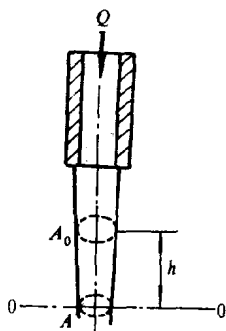
题 2-16 有一液压泵，流量 $Q=25\text{ l/min}$ ，吸油管直径 $d=25\text{mm}$ ，泵口比油箱液面高出 400mm。如果只考虑吸油管中的沿程压力损失，当用 20 号液压油，油温 $t=50^\circ\text{C}$ 时，泵内吸油腔处的真空度是多少？（油的重量 $\gamma=9\times 10^3\text{ N/m}^3$ 。）



题 2-16 图



题 2-17 图



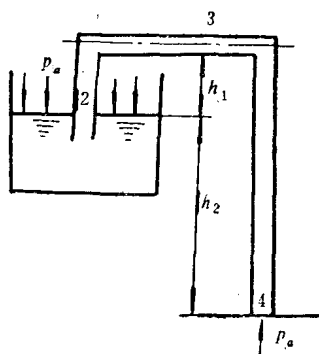
题 2-18 图

题 2-17 有油流从垂直安放的圆管管口流出，其情况如图所示。若管径 $d=10\text{cm}$ ，管口平均流速 $v_1=1.4\text{ m/s}$ 。求管口垂直下方 $h=1.5\text{m}$ 处的流速 v_2 和油柱的直径。

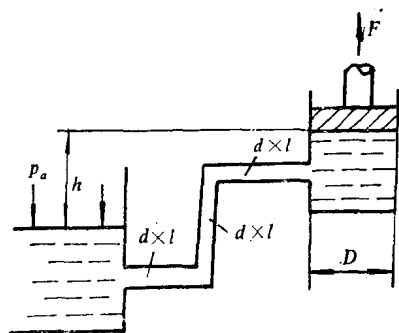
题 2-18 从圆管口竖直向下喷射出连续水流。若不计损失，求证：
$$\frac{1}{A^2} - \frac{1}{A_0^2} = \frac{2gh}{Q^2} \quad (A, A_0 \text{ 为断面面积})$$

题 2-19 设有如图所示之虹吸管自水池中吸水。如不计管中的能量损失和动能的修正，试求3处的真空度，如要求3处

真空度最大不超过 6m 水柱，问对 h_1 与 h_2 值有何限制？



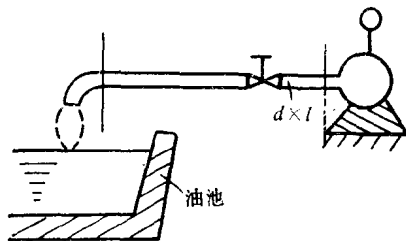
题 2-19 图



题 2-20 图

题 2-20 直径 $D = 200\text{mm}$ 的活塞在缸内等速地向上运动，同时油从液位不变的开敞油池中被吸入缸内。吸油管直径 $d = 50\text{mm}$ ，沿程阻力系数 $\lambda = 0.03$ ，各段管长度均为 $l (= 4\text{m})$ ，每个弯头的局部阻力系数 $\xi = 0.5$ ； $\xi_{\text{收}} = 0.5$ ； $\xi_{\text{扩}} = 1$ 。当缸内活塞处在图示位置 ($h = 2\text{米}$) 时，为移动活塞所需的力 $F = 2500\text{N}$ 。设油液的空气分离压力为 $0.1 \times 10^5 \text{Pa}$ ，油液重度 $\gamma = 9 \times 10^3 \text{N/m}^3$ 。试确定活塞上升的速度，并回答：活塞以此速度能够上升到多高而不致与油相分离。

题 2-21 把压力 $p = 3 \times 10^5 \text{Pa}$ 的油液沿长度 $l = 50\text{m}$ 的

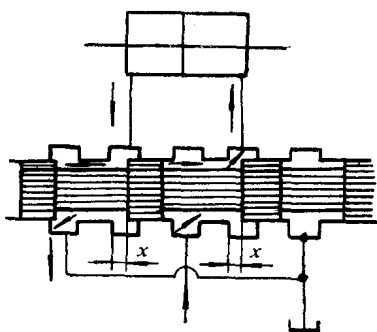


题 2-21 图

水平管道充灌油池。管上装有阀门 ($\xi = 4$)，并存在弯部 ($\xi = 0.3$)。试确定在 $t = 30\text{s}$ 内充满体积 $V = 40\text{m}^3$ 的油池的管道直径。设管道的沿程阻力系数 $\lambda = 0.02/d^5$ ，油的重度 $\gamma = 9 \times 10^3 \text{ N/m}^3$ 。

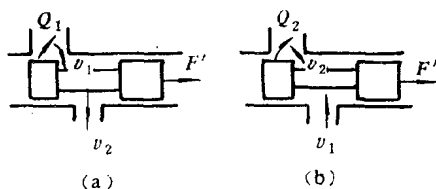
题 2-22 图示液压系统，液压缸两腔的油液，分别通过滑阀相应的缝隙输入和排出。已知滑阀直径 $d = 20\text{mm}$ ，径向间隙 $h_0 = 0.01\text{mm}$ 。当缝隙两端压差 $\Delta p = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，通过的流量 $Q = 100 \text{ l/min}$ 时，设滑阀的流量系数 $C_d = 0.65$ ，速度系数 $C_v = 0.98$ ，油液的密度 $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ 。试计算：

- 1) 滑阀的轴向开口量 x ；
- 2) 滑阀所受稳态液动力的大小及方向。



题 2-22 图

题 2-23 在如图所示的阀上，如果流过的流量 $Q = 10^5$



题 2-23 图