

21世纪高职高专机电系列教材辅导丛书

液压与气动

习题实验指导

主编 陆全龙 吴水萍

主审 邹建华



姓名 _____

学号 _____

班级 _____

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动习题实验指导/陆全龙 吴水萍 主编. —武汉:华中科技大学出版社,
2007年7月

ISBN 978-7-5609-4067-0

I. 液… II. ①陆… ②吴… III. ①液压传动-高等学校:技术学校-教学参考资料 ②气压传动-高等学校:技术学校-教学参考资料 IV. TH137 TH138

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第105388号

液压与气动习题实验指导

陆全龙 吴水萍 主编

策划编辑:张毅

责任编辑:张毅

责任校对:张梁

封面设计:刘卉

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:星星图文设计室

印 刷:湖北金海印务有限公司

开本:787mm×960mm 1/16

印张:6.25

字数:104 000

版次:2007年7月第1版

印次:2007年7月第1次印刷

定价:10.50元

ISBN 978-7-5609-4067-0/TH·156

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书共分 11 章,包括习题、实验指导和模拟试卷三部分内容。其中,前 9 章是习题部分,与教材《液压与气动技术基础》^①的章节内容相对应;第 10 章为实验指导部分,包含液压与气动课程的六个典型实验,每一个实验分为实验目的、实验设备、实验原理、实验步骤、实验报告共五个方面内容;第 11 章为六套模拟试卷,作为综合练习,为学生考出好成绩做准备。

本书的特点是内容范围广、实用性强、例题精选、习题恰当、实验全面、启发性强、通俗易懂,适合于各级各类师生和工程技术人员的参考使用。各章习题附有参考答案。

^① 邹建华,吴定智,许小明. 液压与气动技术基础(第 2 版). 武汉:华中科技大学出版社,2006.

前 言

本书集习题、模拟试卷及实验指导等实践动手类练习于一体,可让学生有效地配合教材进行学习。

本书有以下功能及特色:

- (1)填补高职高专院校缺少习题训练及实验指导的现状;
- (2)学生可直接在书上做习题,不必另买练习本;
- (3)可与各种版本液压教材配套使用,最好与科学出版社出版陆全龙主编的《液压与气动》及华中科技大学出版社出版邹建华主编的《液压与气动技术基础》等高职高专规划教材配套使用;
- (4)有少量典型题目的例题分析;
- (5)习题题型有名词解释、填空题、判断题、问答题、画图题和少量计算分析题,题型比较丰富,能够提高学生练习的兴趣;
- (6)习题分两级,无标示为基本题,带★号为提高题;
- (7)备有习题参考答案,以便学生更好更快地进行自学;
- (8)精选液压件拆装技术等实验指导,适合各级各类院校使用。

本书第1章、第2章、第5章、第10章中实验1、实验2、实验3和第11章中模拟试卷1、2、3、4由武汉工程职业技术学院陆全龙编写,第3章、第11章中模拟试卷5由荆州职业技术学院林承全编写,第4章、第6章和第10章中实验5由武汉工业职业技术学院吴水萍编写,第7章由三峡职业技术学院许小明编写,第8章、第9章、第10章中实验4、实验6和第11章中模拟试卷6由武汉职业技术学院邹建华编写。全书由陆全龙策划和统编,由邹建华审核。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007年3月

目 录

第 1 章 液压传动概述	(1)
第 2 章 液压流体力学基础	(3)
第 3 章 液压泵	(9)
第 4 章 液压缸	(13)
第 5 章 液压控制阀	(18)
第 6 章 液压辅件	(23)
第 7 章 液压基本回路	(26)
第 8 章 典型液压系统	(31)
第 9 章 气压传动	(38)
第 10 章 液压与气动实验指导	(42)
实验 1 液压元件拆装技术	(44)
实验 2 液压泵静态特性测试	(48)
实验 3 溢流阀静态特性测试	(51)
实验 4 液压基本回路演示	(55)
实验 5 液压系统智能测控	(57)
实验 6 气压传动演示	(59)
第 11 章 液压与气动模拟试题	(63)
模拟试题 I	(63)
模拟试题 II	(65)
模拟试题 III	(68)
模拟试题 IV	(71)
模拟试题 V	(74)
模拟试题 VI	(77)
附录 1 习题参考答案	(82)
附录 2 常用液压参数对照表	(91)
附录 3 希腊字母表	(92)
参考文献	(93)

第1章 液压传动概述

一、名词解释

1. 液压传动
2. 气压传动

★3. 液压图形符号

二、填空题

1. 液压传动是以_____能来传递和转换能量的,而液力传动则是以_____能来转换和传递能量的。
2. 液压系统一般包括动力部分、_____,_____,辅助部分和工作介质五部分。
3. 液压系统动力部分将_____转化为_____。
4. 液压传动有功率大、无级_____和工作_____等特点。
- ★5. 对液压技术的发展有重大贡献的科学家是_____,_____和阿基米德。

三、判断题

1. 完整的液压系统要完成两次能量转换或传递。 ()
2. 液压系统压力的大小取决于液压泵的额定工作压力。 ()
3. 液压传动的特点是输出功率大、易无级调速、工作平稳、易自动化。 ()
- ★4. 液压传动能保证严格的传动比,但易泄漏,故维修技术要求高。 ()
- ★5. 液压技术的发展方向是高效低噪声。 ()

四、选择题

1. 从世界上第一台水压机问世算起,液压传动至今已有()余年的历史。
A. 100 B. 150 C. 200 D. 50
2. 在应用液压技术的工程机械领域中,应用最广的是()。
A. 推土机 B. 起重机 C. 挖掘机 D. 打桩机
3. 液压元件使用寿命长是因为()。
A. 易过载保护 B. 能自行润滑 C. 工作平稳 D. 压力高
4. 液压传动的动力元件是()。
A. 电动机 B. 液压马达 C. 液压泵 D. 液压缸

五、问 答 题

1. 液压传动各部分的作用是什么？

2. 液压技术广泛应用在哪些领域？

3. 请写出图 1-1 所示液压元件图形符号的名称。

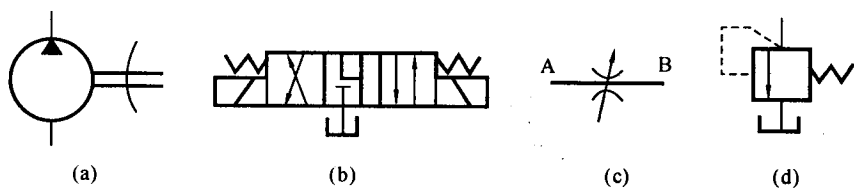


图 1-1

第2章 液压流体力学基础

一、名词解释

1. 黏度
2. 运动黏度
3. 压力
4. 流量
- ★5. 沿程压力损失
- ★6. 液压冲击

二、填空题

1. 在 15℃ 时,矿物油的密度约为 _____, 水的密度约为 _____。
2. 在液压传动中,压力损失包括 _____ 压力损失和 _____ 压力损失。
3. 流量单位是 _____, 或工程单位 _____。
4. 液压系统中的压力,即常说的表压力,指的是 _____, 相对于 _____。压力单位是 MPa。
5. 对液压油不正确的要求是闪点要 _____, 凝点要 _____, 正确的要求是适宜的黏度和良好的润滑性。
6. 液体流动有 _____ 和 _____ 两种状态,用临界雷诺数来判断。
- ★7. 绝对压力不足于大气压力的数值称为 _____。在液流中压力降低到有气泡形成的现象统称为 _____。
- ★8. 液体在直管中流动时,会产生 _____ 压力损失;在变直径管、弯管中流动时会产生 _____ 压力损失。

三、判断题

1. 作用在活塞上的压力越大,活塞运动速度就越快。 ()
2. 黏性是液体分子间因流动而产生的内摩擦力。 ()
3. 运动黏度 ν 的单位是 m^2/s 。 ()
- ★4. 液体的可压缩性比钢的可压缩性大 10~15 倍。 ()
- ★5. 在变径管中,面积越小,液体速度越大。 ()

四、选择题

1. 在液压系统中,油液不起()的作用。
A. 升温 B. 传递动力 C. 传递运动 D. 润滑元件
2. 液压冲击时()。
A. 压力很高 B. 振动噪声不大
C. 不产生温升 D. 不影响元件设备正常工作
3. 油液在管道中的同一截面上各点的流动速度是()。
A. 均匀的 B. 呈抛物线 C. 相等的 D. 呈直线
4. 对液压油不正确的要求是()。
A. 适宜的黏度 B. 良好的润滑性
C. 闪点要低 D. 凝点要低
5. 抗磨液压油的品种代号是()。
A. HL B. HM C. HV D. HG
6. cm^2/s 是()的单位。
A. 动力黏度 B. 运动黏度 C. 相对黏度 D. 速度
7. 液压系统中正常工作的最低压力是()。
A. 溢流阀调定压力 B. 负载压力
C. 泵额定压力 D. 阀额定压力
8. 负载无穷大时,压力决定于()。
A. 调压阀调定压力 B. 泵的最高压力
C. 系统中薄弱环节 D. 前三者的最小值者
- ★9. 长度 L 和孔径 d 之比 $L/d \leq 0.5$ 时的小孔称()。
A. 短孔 B. 薄壁小孔 C. 细长孔 D. 盲孔
- ★10. 流量单位换算关系, $1 \text{ m}^3/\text{s} = () \text{ L}/\text{min}$ 。
A. 60 B. 600 C. 6×10^4 D. 1000
- ★11. 在液压千斤顶中,活塞 1 的面积 $A_1 = 1.13 \times 10^{-4} \text{ m}^2$,其下压速度 $v_1 = 0.2 \text{ m/s}$,管道 5 的截面积 $A_5 = 0.13 \times 10^{-4} \text{ m}^2$,则管道内液体的平均流速为() m/s 。
A. 1.74 B. 0.174 C. 17.4 D. 0.0174
- ★12. 液流连续性方程()。
A. 假设液体可压缩 B. 假设液体作非稳定流动
C. 根据质量守恒定律推导 D. 可说明管道细流速小
- ★13. 理想液体的伯努利方程中没有()。
A. 动能 B. 势能 C. 热能 D. 压力能

★14. 下列关于液体的层流的描述中错误的是()。

- A. 液体质点只沿管路做直线运动 B. 流体也有横向运动
C. 各层间互不混杂 D. 层流时能量损失小

★15. 对压力损失影响最大的是()。

- A. 管径 B. 管长 C. 流速 D. 阻力系数

五、问答题

1. 在液压系统中,液体介质的主要作用有哪些?

2. 液压油的污染有何危害? 如何控制液压油的污染?

3. 简述液体连续性原理,并写出其方程。

★4. 伯努利方程数学表达式及其含义是什么?

5. 管路中的压力损失有哪几种? 各受哪些因素影响?

六、计算题

1. 液压千斤顶柱塞的直径 $D=34\text{ mm}$, 活塞的直径 $d=13\text{ mm}$, 杠杆长度如图 2-1 所示, 问在杠杆端点加多大的力 F 才能将重力 W 为 $5 \times 10^4\text{ N}$ 的重物顶起?

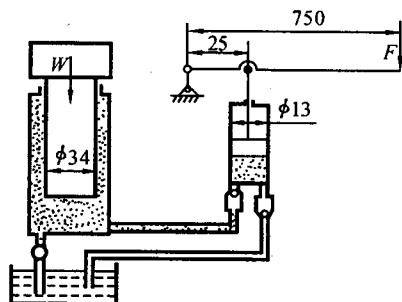


图 2-1

2. 图 2-2 中, 立式数控加工中心主轴箱自重及配重 W 为 $8 \times 10^4\text{ N}$, 两个液压缸活塞直径 $D=30\text{ mm}$, 问液压缸输入压力应为多少 MPa 才能平衡?

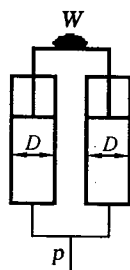


图 2-2

3. 图 2-3 所示为注塑机的塑料注射器, 当液压泵提供的压力为 $p=6.5 \text{ MPa}$ 时, 如想得到 $p_1=120 \text{ MPa}$ 的注射压力, 注射器的柱塞直径比 D/d 应为多少? 如果小柱塞直径 $d=4.2 \text{ mm}$, 求活塞直径 D 。

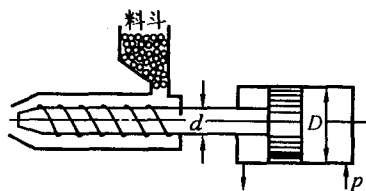


图 2-3

- ★4. 图 2-4 中, 液压缸缸体直径 $D=100 \text{ mm}$, 柱塞直径 $d=50 \text{ mm}$, 负载 $F=5 \text{ kN}$ 。若不计油液自重及柱塞或缸体重量, 求图 2-4(a)、(b) 所示两种情况下的液压缸内的压力。

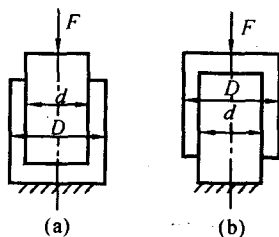


图 2-4

七、例题分析

如图 2-5 所示,油管水平放置,截面 1—1、2—2 处的内径分别为 $d_1=5\text{ mm}$, $d_2=20\text{ mm}$,在管内流动的油液密度 $\rho=900\text{ kg/m}^3$,运动黏度 $\nu=20\text{ mm}^2/\text{s}$ 。若不计油液流动的能量损失,试解答:

(1) 截面 1—1 和 2—2 哪一处压力较高? 为什么?

(2) 若管内通过的流量 $q=30\text{ L/min}$,求两截面的压力差 Δp 。

解:本题用到了流量公式、连续性方程、伯努利方程和雷诺数,是典型的综合题。

(1) 根据连续性方程 $v_1 A_1 = v_2 A_2$, 截面 2—2 处的 A_2 比截面 1—1 处的 A_1 大,故 v_2 比 v_1 小,再根据伯努利方程

$$p_1 + \rho g z + \frac{\alpha_1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g z + \frac{\alpha_2}{2} \rho v_2^2$$

即

$$p_1 + \frac{\alpha_1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{\alpha_2}{2} \rho v_2^2$$

所以截面 2—2 处压力 p_2 较高。

(2) 根据

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 = q$$

$$v_1 = q/A_1 = 25\text{ m/s}, v_2 = q/A_2 = 1.6\text{ m/s}$$

截面 1—1 处的实际雷诺数 $Re_1 = v_1 d_1 / \nu = 25 \times 5 \times 10^{-3} / (20 \times 10^{-6}) = 6250 > 2300 (Re_c)$,

所以截面 1—1 处油液流动是紊流,取 $\alpha_1 = 1$ 。

截面 2—2 处的实际雷诺数 $Re_2 = v_2 d_2 / \nu = 1.6 \times 20 \times 10^{-3} / (20 \times 10^{-6}) = 1600 < 2300$,

所以截面 2—2 处油液流动是层流取 $\alpha_2 = 2$ 。

代入伯努利方程, $\Delta p = (900 \times 25^2 / 2 - 900 \times 1.6^2) \text{ Pa} = 278\,946 \text{ Pa} = 0.28 \text{ MPa}$ 。

答:(1) 截面 2—2 处压力 p_2 较高。

(2) 两截面的压力差 Δp 是 0.28 MPa 。

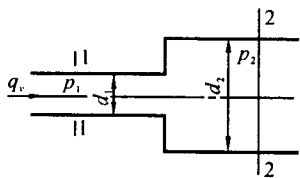


图 2-5

第3章 液 压 泵

一、名词解释

1. 容积泵
2. 排量
3. 总效率
4. 额定压力
5. 柱塞泵
6. 单作用叶片泵

二、填空题

1. 对于液压泵来说,实际流量总是_____理论流量;实际输入扭矩总是_____其理论上所需要的扭矩。
2. 齿轮泵中每一对齿完成一次啮合过程就排_____油,实际在这一过程中,压油腔容积的变化率每一瞬时是不均匀的,因此,会产生流量_____。
3. 液压马达是_____,输入的是压力油,输出的是转速和_____。
4. 轴向柱塞泵主要由驱动轴、斜盘、柱塞、缸体和_____五大部分组成,改变_____倾角,可以改变泵的排量。
5. 齿轮泵工作时,齿轮啮合的重叠系数必须大于1,形成变化的闭死容积,产生高压和噪声等称为_____。为了消除这种现象,通常在泵盖上开_____。
6. 单作用叶片泵转子每转一周,完成吸油、排油各_____次,改变_____的大小,可以改变它的排量,因此称其为变量泵。
7. 单作用叶片泵的叶片数常选_____,以使流量均匀,运转时,存在不平衡的_____。
8. 传动轴线与缸体轴线相交一个_____的轴向柱塞泵称为斜轴式轴向柱塞泵,简称_____。

三、判断题

1. 齿轮泵只用于低压系统。 ()
2. 叶片泵对液体污染敏感。 ()
3. 柱塞泵有高压、高效率、易变量、维修方便等特点。 ()
4. 与斜盘直接接触的是滑履。 ()

5. 齿轮泵齿轮脱开啮合则容积增大吸油。 ()
- ★6. 对于直杆式轴向柱塞泵,其流量脉动程度随柱塞数增加而下降。 ()
- ★7. 柱塞泵输出流量不足可能是柱塞与缸体磨损过大引起的。 ()
- ★8. 单作用叶片泵叶片为奇数 13 或 15 时流量脉动小。 ()

四、选择题

1. 总效率较高的一般是()。
- A. 齿轮泵 B. 叶片泵 C. 柱塞泵 D. 转子泵
2. 液压泵是靠密封容积的变化来吸压油的,故称()。
- A. 离心泵 B. 转子泵 C. 容积泵 D. 真空泵
3. 选择液压泵时,首先要确定的是()。
- A. 价格 B. 额定压力 C. 输油量 D. 类型
4. 双作用叶片泵()。
- A. 可以变量 B. 压力较低 C. 定子椭圆 D. 噪声高
5. 工作环境较差、工作压力较高时采用()。
- A. 高压叶片泵 B. 柱塞泵 C. 高压齿轮泵 D. 变量叶片泵
6. 径向柱塞泵的()与定子有偏心距 e 。
- A. 转子 B. 柱塞 C. 配油轴 D. 铜套
- ★7. 单作用叶片泵能吸压油的主要原因是()。
- A. 定子是腰圆形 B. 定子是圆形
- C. 存在偏心距 D. 有配流盘
- ★8. 叶片泵噪声过大的原因不可能是()。
- A. 叶片装反 B. 压力低
- C. 叶片卡死 D. 配流盘、定子、叶片有较大磨损
- ★9. 柱塞泵中既不能转动又不可做往复运动的零件是()。
- A. 斜盘 B. 滑履 C. 柱塞 D. 缸体

五、计算题

1. 已知液压系统中液压泵的额定压力为 $25 \times 10^5 \text{ Pa}$, 额定流量为 $4.17 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$, 总效率为 0.8, 则驱动它的电动机功率应为多少千瓦?

2. 齿轮泵转速 $n=1200 \text{ r/min}$, 实际流量 $q=15.54 \text{ L/min}$, 齿数 $z=8$, 齿宽 $B=30 \text{ mm}$, $\eta_v=\eta_m=0.9$, 泵的压力 $p_{\max}=50 \times 10^5 \text{ Pa}$. 试求齿轮模数 m 是多少?
- ★3. 齿轮泵的齿轮模数 $m=3 \text{ mm}$, 齿数 $z=15$, 齿宽 $B=25 \text{ mm}$, 转速 $n=1450 \text{ r/min}$, 在额定压力下输出流量 $q=25 \text{ L/min}$, 试求该泵的容积效率是多少?
- ★4. YB63 型叶片泵的最高压力 $p_{\max}=6.3 \text{ MPa}$, 叶片宽度 $B=24 \text{ mm}$, 叶片厚度 $\delta=2.25 \text{ mm}$, 叶片数 $z=12$, 叶片倾角 $\theta=13^\circ$, 定子曲线长径 $R=49 \text{ mm}$, 短径 $r=43 \text{ mm}$, 泵的容积效率 $\eta_v=0.90$, 机械效率 $\eta_m=0.90$, 泵轴转速 $n=960 \text{ r/min}$, 试求:
- (1) 叶片泵的实际流量是多少?
 - (2) 叶片泵的输出功率是多少?

六、画图题

画出定量泵、单向变量泵的符号图。

七、例题分析

某轴向柱塞泵的斜盘倾角 $\gamma = 22^\circ 30'$, 柱塞直径 $d = 22 \text{ mm}$, 柱塞分布圆直径 $D = 68 \text{ mm}$, 柱塞数 $z = 7$ 。若泵的容积效率 $\eta_v = 0.98$, 机械效率 $\eta_m = 0.90$, 转速 $n = 960 \text{ r/min}$, 输出压力 $p = 10 \text{ MPa}$, 试求泵的理论流量、实际流量和输入功率。

解: 本题用到了泵的流量公式和泵的主要性能参数。

根据轴向柱塞泵的理论流量公式 $q_t = \frac{\pi}{4} d^2 D (\tan \gamma) z n$, 代入数字

$$q_t = \frac{\pi}{4} 22^2 \times 10^{-4} \times 68 \times 10^{-2} \times (\tan 22^\circ 30') \times 7 \times 960 \text{ L/min} = 71.95 \text{ L/min}$$

柱塞泵输出的实际流量

$$q = q_t \eta_v = 71.95 \times 0.98 \text{ L/min} = 70.51 \text{ L/min}$$

柱塞泵的输出功率

$$P = pq = 10 \times 10^6 \times 70.51 \times 10^{-3} / 60 \text{ W} = 11750 \text{ W} = 11.75 \text{ kW}$$

柱塞泵的输入功率 $P_i = P / \eta = P / (\eta_v \eta_m)$, 代入数字

$$P_i = 11.75 / (0.98 \times 0.9) \text{ kW} = 13.32 \text{ kW}$$

答: 泵的理论流量是 71.95 L/min , 实际流量是 70.51 L/min , 输入功率是 13.32 kW 。