



高职高专“十二五”规划教材

液压与气动技术

YEYA YU QIDONG JISHU

主 编 胡世超 姜 晶 主 审 肖 龙

- 工学结合，以项目教学和工作过程为导向
- 突出应用能力和创新能力的培养
- 参照最新国家标准

上海科学技术出版社

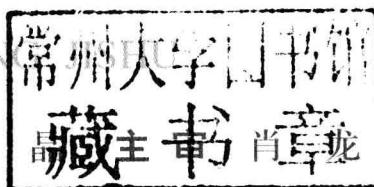


高职高专“十二五”规划教材

液压与气动技术

YEYA YU QIDONG

主 编 胡世超 姜



上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术 / 胡世超, 姜晶主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2011. 8

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0767 - 5

I. ①液… II. ①胡…②姜… III. ①液压传动 - 高等职业教育 - 教材②气压传动 - 高等职业教育 - 教材
IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 055347 号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张: 14.75

字数: 320 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0767 - 5/TH · 16

定价: 32.80 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

Synopsis

本书是为适应我国高等职业技术教育的需要而编写的,全书包括液压传动和气压传动两部分。全书共有十个项目,主要内容包括液压传动基础、液压泵和液压马达、液压缸、液压控制元件、液压辅助装置、液压基本回路、典型液压系统及其设计简介、液压伺服系统、气动元件、气动控制基本回路等。本书注重基本概念与原理的讲解,强调理论知识的应用,突出应用能力和创新能力的培养。

本书适合作为高职高专机电类和近机类专业教学用书,也可供工程技术人员参考使用。

作者名单

Authors

液压与气动技术

主 编 胡世超 姜 晶

副主编 (以姓氏笔画为序)

张 娜 陈敏毓 赵华新

姚乐燕 翁秀奇 郭 侠

主 审 肖 龙

本书按照“必需、够用、发展”的高职高专教育特点和突出实践能力培养的原则编写。在文字表述上,力求准确、通俗、简洁;在元件结构、原理上,力求简明、清晰、易懂,便于读者自学。

本书是根据有关职业岗位的需求,以“工学结合”为切入点,以项目教学和工作过程为导向,同时引入企业实际和有关先进技术信息,拓展专业实践经验,理论联系实际,注重培养学生理解、分析、动手应用和创新的综合能力。为指导学生学习,每个项目列出了学习目标、任务若干、知识拓展;为方便学生复习巩固学习内容,各项目后均附有思考练习题。知识拓展内容可灵活选用。

本书共分十个项目,主要内容包括液压传动基础、液压泵和液压马达、液压缸、液压控制元件、液压辅助装置、液压基本回路、典型液压系统及其设计简介、液压伺服系统、气动元件、气动控制基本回路等。

液压与气动两部分内容既有联系,又相对独立,各学校可根据专业和课时情况选用。

本书附录中的元件图形符号、回路及系统原理图,全部按照国家标准 GB/T 786.1—2009 图形符号绘制。

本书可作为高职高专机电一体化技术、机械设计与制造、数控、模具设计与制造、自动化控制等专业的教学用书,也可供工程技术人员参考使用。

本书由河南职业技术学院胡世超和辽宁机电职业技术学院姜晶担任主编,其余参与编写人员担任副主编。全书由胡世超统稿。具体编写分工如下:河南职业技术学院张娜编写项目一,黄河勘测规划设计有限公司姚乐燕编写项目二,姜晶编写项目三、项目九,胡世超编写项目四,安徽水利水电职业技术学院赵华新编写项目五,南京化工职业技术学院陈敏毓编写项目六,中州大学郭侠编写项目七、项目八,南京工业职业技术学院翁秀

奇编写项目十。本书由河南职业技术学院肖龙教授担任主审。

在编写本书过程中,得到了相关单位和有关同志的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不足和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

项目一 液压传动基础	1	一、双作用叶片泵	29
任务一 认识液压油	1	二、双联叶片泵	31
一、液体的密度	1	三、单作用叶片泵	32
二、液体的黏性	1	任务四 认识柱塞泵	34
三、液体的可压缩性	4	一、斜盘式轴向柱塞泵	35
四、液压油的选用	4	二、斜轴式轴向柱塞泵	38
任务二 认识液体静力学	6	三、径向柱塞泵	38
一、液体的静压力及特性	6	知识拓展	39
二、液体静力学基本方程	7		
三、帕斯卡原理	8	项目三 液压缸	47
四、压力的表示方法及单位	8	任务一 认识液压缸的类型和	
五、液体静压力的传递	8	特点	47
任务三 认识液体动力学	9	一、活塞式液压缸	47
一、基本概念	9	二、柱塞式液压缸	50
二、流态和雷诺数	11	三、摆动式液压缸	51
三、连续性方程	12	四、组合式液压缸	51
四、伯努利方程	12	任务二 认识液压缸结构及学会	
五、动量方程	14	其设计	52
知识拓展	14	一、液压缸结构	52
		二、液压缸的设计	58
项目二 液压泵和液压马达	22	知识拓展	62
任务一 初识液压泵	22		
一、液压泵的工作原理及特点	22	项目四 液压控制元件	70
二、液压泵的主要性能参数	23	任务一 初识液压控制阀	70
任务二 认识齿轮泵	26	一、液压阀的分类	70
一、外啮合齿轮泵	26	二、液压阀的参数及型号	71
二、内啮合齿轮泵	28	三、对液压阀的基本要求	71
任务三 认识叶片泵	29	任务二 认识方向控制阀及	

学会其使用	72	二、锁紧回路	120
一、单向阀	72	任务三 认识压力控制回路	121
二、换向阀	73	一、调压回路	121
任务三 认识压力控制阀及学会其使用	78	二、减压回路	123
一、溢流阀	78	三、增压回路	124
二、减压阀	82	四、保压回路	125
三、顺序阀	84	五、卸荷回路	126
四、压力继电器	86	六、平衡回路	127
任务四 认识流量控制阀及学会其使用	87	任务四 认识多缸动作控制回路	128
一、节流阀	87	一、顺序动作回路	128
二、调速阀	89	二、同步回路	130
知识拓展	90	三、互不干涉回路	132
项目五 液压辅助装置	98	任务五 认识液压马达回路	132
任务一 认识油箱	98	一、液压马达调速回路	132
一、功能和结构	98	二、液压马达恒速控制回路	134
二、设计与使用	99	三、液压马达限速回路	134
任务二 认识蓄能器	100	四、液压马达制动回路	134
一、功能和类型	100	五、多液压马达回路	136
二、设计	101	知识拓展	137
三、使用和安装	102	项目七 典型液压系统及其设计	
任务三 认识滤油器	103	简介	142
一、功用和类型	103	任务一 认识组合机床动力滑台液压系统	142
二、滤油器的主要性能指标	105	一、概述	142
三、选用和安装	106	二、动力滑台液压系统工作原理	143
任务四 认识管件及接头	107	三、动力滑台液压系统的特点	145
一、油管	107	任务二 认识 YB32-200 型四柱万能	
二、接头	108	液压机	146
知识拓展	109	一、概述	146
项目六 液压基本回路	114	二、液压系统工作原理	146
任务一 认识速度控制回路	114	三、液压系统的特点	149
一、节流调速回路	114	任务三 认识 XZ-250A 型注塑机	
二、快速运动回路	117	液压系统	150
三、速度换接回路	118	一、概述	150
任务二 认识方向控制回路	119	二、液压系统工作原理	152
一、换向回路	120	三、液压系统的特点	153
		任务四 初步学会液压系统的	

设计	153	二、流量控制阀	192
一、明确设计要求	153	三、方向控制阀	193
二、确定执行元件、进行工况 分析	154	知识拓展	196
三、液压系统的主要参数确定及 工况图	156	项目十 气动控制基本回路	199
四、制定方案和绘制液压系统 原理图	157	任务一 认识压力控制回路	199
五、液压元件的设计、计算与 选择	158	一、一次压力控制回路	199
知识拓展	159	二、二次压力控制回路	200
项目八 液压伺服系统	165	三、高低压转换回路	200
任务一 认识液压伺服系统概述	165	任务二 认识速度控制回路	200
一、液压伺服系统的工作原理	165	一、单作用气缸速度控制回路	200
二、液压伺服系统的类型及 组成	166	二、双作用气缸速度控制回路	201
三、液压伺服系统的特点	167	三、缓冲回路	202
任务二 认识液压伺服系统基本 形式	167	任务三 认识方向控制回路	202
一、机液伺服阀	167	一、单作用气缸换向回路	202
二、电液伺服阀	172	二、双作用气缸换向回路	203
知识拓展	176	任务四 认识其他常用回路	203
项目九 气动元件	182	一、气液联动回路	203
任务一 认识气源装置及辅助 元件	182	二、延时控制回路	204
一、气源装置	182	三、双手操作安全回路	205
二、辅助元件	186	四、顺序动作回路	206
任务二 认识气动执行元件	187	知识拓展	207
一、气缸	187	附录 常用液体传动系统及元件图形符号 (摘自 GB/T 786.1—2009)	211
二、气动马达	189	附录 1 图形符号的基本要素和 管路连接	211
任务三 认识气动控制元件	190	附录 2 控制机构	212
一、压力控制阀	190	附录 3 泵、马达和缸	213
		附录 4 控制元件	216
		附录 5 附件	220
		参考文献	223

项目一 液压传动基础

●●●【学习目标】

1. 掌握液压传动的基本方程及工作原理。
2. 了解液压油的性质、液压系统的组成。

液体(液压油)是液压传动的工作介质,是能量进行传递的中间媒介。因此,了解液体的基本性质,掌握液体平衡和运动的主要力学规律,对于正确理解液压传动原理以及合理设计、使用和维护液压系统都是非常必要的。

任务一 认识液压油

液压油不仅作为工作介质传递能量,还发挥润滑、防腐及冷却等作用。液压油性质的不同及其随着工作环境进行的变化会大大影响液压系统的工作性能及工作可靠性。

一、液体的密度

单位体积液体的质量称为该液体的密度,即

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 V ——液体的体积(m^3);

m ——体积为 V 的液体的质量(kg);

ρ ——液体的密度(kg/m^3)。

密度是液体的一个重要的物理参数。随着液体温度或压力的变化,其密度会发生一定的变化,但由于变化量通常不大,可以忽略不计。一般液压油的密度为 $900 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

二、液体的黏性

(一) 黏性的物理本质

液体在外力作用下流动时,分子间的内聚力会阻碍分子间的相对运动而产生内摩擦力,液体的这种性质称为液体的黏性。黏性是液体的重要物理性质,也是选择液压油的主要依据之一。

液体流动时,由于液体的黏性以及液体和固体壁面间的附着力,会使液体内部各层间的速度大小不等。如图 1-1 所示,设两平行平板间充满液体,下平板固定不动,上平板以速度

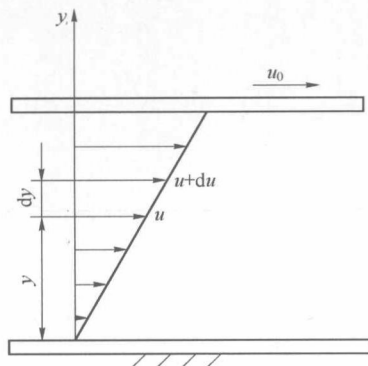


图 1-1 液体的黏性

u_0 向右平移。由于液体的黏性作用,紧贴下平板的液体层速度为零,紧贴上平板的液体层速度为 u_0 ,而中间层液体的速度则根据它与下平板间的距离大小近似呈线性规律分布。

实验测定结果指出,液体流动时相邻液层间的内摩擦力 F 与液层接触面积 A 、液层间的速度梯度 du/dy 成正比,即

$$F = \mu A \frac{du}{dy} \quad (1-2)$$

式中 μ ——比例系数,称为液体的动力黏度。

若以 τ 表示内摩擦切应力,即液层间在单位面积上的内摩擦力,则式(1-2)可改写为

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy} \quad (1-3)$$

这就是牛顿液体内摩擦定律。

由式(1-3)可知,在静止液体中,因速度梯度 $du/dy = 0$,内摩擦力 F 为零,所以液体在静止状态下是不呈黏性的。

(二) 黏度

液体黏性的大小用黏度来表示。常用的黏度有三种,即动力黏度、运动黏度和条件黏度。

1. 动力黏度

动力黏度又称为绝对黏度,它是表征流动液体内摩擦力大小的黏性系数,用 μ 表示。由式(1-3)可知

$$\mu = \frac{F}{A \frac{du}{dy}} = \frac{\tau}{\frac{du}{dy}} \quad (1-4)$$

动力黏度的物理意义是:液体在单位速度梯度下流动时,接触液层间单位面积上的内摩擦力。

动力黏度的法定计量单位为 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ (帕·秒, $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$),它与以前沿用的非法定计量单位 P (泊, $\text{dyne} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$) 之间的换算关系是 $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ P}$ 。

2. 运动黏度

动力黏度和该液体密度的比值称为该液体的运动黏度,以 ν 表示:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-5)$$

运动黏度的法定计量单位是 m^2/s (米²/秒),该单位偏大,它与以前沿用的非法定计量单位 cSt (厘斯) 之间的关系是 $1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^6 \text{ cSt}$ 。

运动黏度无实际物理意义,由于其单位里只有长度单位和时间单位,类似于运动学的物理量,故称其为运动黏度。国际标准化组织 ISO 规定统一采用运动黏度来表示液压油的黏度等级。例如,牌号为 L-HL46 的液压油,表示这种液压油在 40°C 时的运动黏度的平均值

为 $46 \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

3. 条件黏度

条件黏度又称为相对黏度,它是采用特定的黏度计在规定的条件下测出来的液体黏度。测量条件不同,采用的相对黏度单位也不同。例如,我国及德国、俄罗斯采用恩氏黏度($^{\circ}\text{E}$),美国采用赛氏黏度(SSU),英国采用雷氏黏度(R)。

(三) 黏度和温度的关系

液压油的黏度对温度的变化极为敏感,温度升高,油的黏度降低。油的黏度随温度变化的性质称为液压油的黏温特性。不同种类的液压油有不同的黏温特性。图 1-2 为几种典型液压油的黏温特性曲线图。

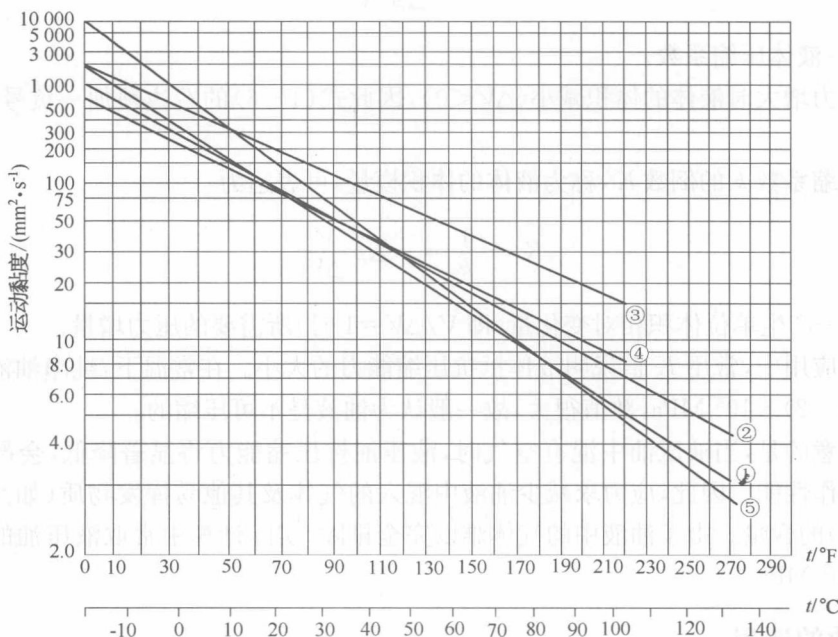


图 1-2 几种典型液压油的黏温特性曲线图

1—矿油型普通液压油；2—矿油型高黏度指数液压油；3—水包油乳化液；4—水-乙二醇液；5—磷酸酯液

黏温特性较好的液压油,黏度随温度的变化较小,因而油温变化对液压系统性能的影响较小。

液体的黏温特性采用黏度指数 VI 值来衡量。黏度指数 VI 值较大,表示油液黏度随温度的变化率较小,即黏温特性较好。一般液压油的黏度指数 VI 值要求在 90 以上,优异的在 100 以上。几种常见工作介质的黏度指数见表 1-1。

表 1-1 几种常见工作介质的黏度指数

工作介质种类	矿物型液压油	水包油乳化液	油包水乳化液	水-乙二醇液	磷酸酯液
黏度指数 VI	70~100	130~170	180	140~170	<0

(四) 黏度和压力的关系

液体所受的压力增大时,液体分子间的距离减小,内聚力增大,黏度亦随之增大。但对于一般的液压系统,当压力在 32 MPa 以下时,压力对黏度的影响不大,可以忽略不计。

三、液体的可压缩性

液体受压力增大而发生体积缩小的性质称为液体的可压缩性。假设压力为 p 时液体的体积为 V ,当压力增大 Δp 时,液体的体积减小 ΔV ,液体在单位压力变化下的体积相对变化量为

$$k = -\frac{1}{\Delta p} \frac{\Delta V}{V} \quad (1-6)$$

式中 k ——液体压缩系数。

由于压力增大时液体的体积减小($\Delta V < 0$),因此式(1-6)的右边须加一负号,以使 k 为正值。

液体压缩系数 k 的倒数 K ,称为液体的体积模量,可表达为

$$K = \frac{1}{k} = -\Delta p \frac{V}{\Delta V} \quad (1-7)$$

式中 K ——产生单位体积相对变化量(即 $V/\Delta V=1$ 时)所需要的压力增量。

在实际应用中,常用 K 值说明液体抵抗压缩能力的大小。在常温下,纯净油液的体积模量 $K=(1.4\sim 2)\times 10^3$ MPa,数值很大,故一般认为油液是不可压缩的。

值得注意的是,当液压油中混有空气时,液压油抗压缩能力将显著降低,会严重影响液压系统的工作性能。因此,应力求减少油液中混入的气体及其他易挥发物质(如汽油、煤油、乙醇和苯等)的含量。由于油液中的气体难以完全排除,实际计算中常取液压油的体积模量 $K=0.7\times 10^3$ MPa。

四、液压油的选用

为了正确选用液压油,需要了解对液压油的使用要求,熟悉液压油的品种及其性能,掌握液压油的选择方法。

(一) 液压系统对液压油的使用要求

在液压传动系统中,液压油一般应满足如下要求:

- (1) 黏度适当,黏温特性好。
- (2) 润滑性能好,防锈能力强。
- (3) 质地纯净,杂质少。
- (4) 对金属和密封件有良好的相容性。
- (5) 氧化稳定性好,长期工作不易变质。
- (6) 抗泡沫性和抗乳化性好。
- (7) 体积膨胀系数小,比热容大。
- (8) 闪点和燃点高,凝点低。

(9) 对人体无害,成本低。

对于具体的液压传动系统,液压油需根据情况突出某些方面的使用性能要求。

(二) 液压油的品种

液压油的品种主要分为矿物型、乳化型和合成型三大类。主要品种及其特性和用途见表 1-2。

表 1-2 液压油的主要品种及其特性和用途

类型	名 称	ISO 代号	特 性 和 用 途
矿物型	普通液压油	L-HL	精制矿物油加添加剂,提高抗氧化和防锈性能,适用于室内一般设备的中低压系统
	抗磨液压油	L-HM	普通液压油加添加剂,改善抗磨性能,适用于工程机械、车辆液压系统
	低温液压油	L-HV	抗磨液压油加添加剂,改善黏温特性,可用于环境温度在-40~-20℃的高压系统
	高黏度指数液压油	L-HR	普通液压油加添加剂,改善黏温特性,VI 值达 175 以上,适用于对黏温特性有特殊要求的低温系统,如数控机床液压系统以及有青铜或银部件的液压系统
	液压导轨油	L-HG	抗磨液压油加添加剂,改善黏-滑特性,适用于机床中液压和导轨润滑合用的系统
	全损耗系统用油	L-HH	浅度精制矿物油,抗氧化、抗泡沫性能较差,主要用于机械润滑,可以作为液压代用油,一般用于要求不高的低压系统
	汽轮机油	L-TSA	深度精制矿物油加添加剂,改善抗氧化、抗泡沫等性能,为汽轮机专用油,可以作为液压代用油,适用于一般的液压系统
乳化型	水包油乳化液	L-HFA	高水基液,特点是难燃、黏温特性好,有一定的防锈能力,润滑性能差,易泄露。适用于对抗燃有要求,油液用量大且泄露严重的系统
	油包水乳化液	L-HFB	既具有矿物型液压油的抗磨、防锈性能,又具有抗燃性,适用于有抗燃要求的中压系统
合成型	水-乙二醇液	L-HFC	难燃、黏温特性和抗蚀性能好,能在-20~50℃下使用,适用于有抗燃要求的中低压系统
	磷酸脂液	L-HFDR	难燃、润滑、抗磨性能和抗氧化性能良好,能在-20~100℃下使用,缺点是有毒。适用于有抗燃要求的高压精密液压系统

(三) 液压油的选择

液压油的选择,首先是油液品种的选择。选择油液品种时,可根据是否液压专用、工作压力及工作温度范围等因素进行考虑。

液压油的品种确定之后,接着就是选择油的黏度等级。黏度等级的选择是十分重要的,因为黏度对液压系统工作的稳定性、可靠性、效率、温升及磨损都有显著的影响。在选择黏

度时应注意液压系统在以下几方面的情况:

1. 工作压力

工作压力较高的系统宜选用黏度较大的液压油,以减少泄漏。

2. 运动速度

当液压系统的工作部件运动速度较高时,宜选用黏度较小的液压油,以减轻液流的摩擦损失。

3. 环境温度

环境温度较高时宜选用黏度较大的液压油。

4. 液压泵的类型

在液压系统中,不同的液压泵对液压油的要求不同。因此,常根据液压泵的类型及其要求来选择液压油的黏度及牌号。各类液压泵适用的液压油及其黏度范围见表 1-3。

表 1-3 各种液压泵适用的液压油黏度范围

油液的运动黏度 $\nu(\text{mm}^2/\text{s}, 40^\circ\text{C})$				
液压泵的类型		液压系统温度($^\circ\text{C}$)	液压系统温度($^\circ\text{C}$)	适用液压油品种及黏度等级
叶片泵	$<7\text{ MPa}$	30~49	43~77	HM 油, 32、46、68
	$>7\text{ MPa}$	54~70	65~95	HM 油, 46、68、100
齿轮泵		30~70	110~154	HL 油(中、高压时用 HM 油)
				32、46、68、100、150
径向柱塞泵		30~50	110~200	HL 油(高压时用 HM 油)
轴向柱塞泵		30~70	110~220	32、46、68、100、150
螺杆泵		30~50	40~80	HL 油, 32、46、68

任务二 认识液体静力学

液体静力学所研究的是液体处于静止状态下的力学规律及其实际应用。所谓静止,是指液体内部质点之间没有相对运动,以至于液体整体完全可以像刚体一样作各种运动。

液体在这种状态下没有黏性,不存在切向力,只有法向的压应力。

一、液体的静压力及特性

液体单位面积上所受的力称为压力。这一定义在物理学中称为压强,但在液压传动中习惯称为压力。压力通常以 p 表示:

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-8)$$

式中 F ——作用在液面上的法向力(N);

A ——液体的受力面积(m^2)。

压力的法定单位为 Pa(帕, N/m^2)。由于其单位太小,工程上使用不便,因而常用 MPa(兆帕)。 $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$ 。

液体的静压力有如下特性:

(1) 液体的压力沿着内法线方向作用于承压面。

(2) 静止液体内任一点的压力在各个方向上都相等。

因此,静止液体总是处于受压状态,并且其内部的任何质点都是受平衡压力作用的。

二、液体静力学基本方程

如图 1-3 所示,密度为 ρ 的液体在容器内处于静止状态。为求任意深度处的液体压力 p ,可以假想从液面往下切取一个垂直小液柱作为研究对象,设液柱的底面积为 ΔA ,高为 h ,如图 1-3b 所示。由于液柱处于平衡状态,于是有 $p\Delta A = p_0\Delta A + \rho gh\Delta A$,即

$$p = p_0 + \rho gh \quad (1-9)$$

式(1-9)为液体静力学基本方程式。由此式可知,重力作用下的静止液体,其压力分布有如下特征:

(1) 静止液体内任一点处的压力都由两部分组成,一部分是液面上的压力 p_0 ,另一部分是该点以上液体自重所形成的压力,即 ρg 与该点离液面深度 h 的乘积。当液面上只受大气压力 p_a 作用时,则液体内部任一点处的压力为

$$p = p_a + \rho gh \quad (1-10)$$

(2) 静止液体内的压力随液体深度呈直线规律分布。

(3) 离液面深度相同的各点组成了等压面,等压面为一水平面。

例 1-1 如图 1-4 所示,容器内盛有油液。已知油液的密度为 $\rho = 900 \text{ kg}/\text{m}^3$,活塞上的作用力 $F = 10 \text{ kN}$,活塞的面积为 $A = 1 \times 10^{-2} \text{ m}^2$,活塞的自重不计。求活塞下方深 $h = 1 \text{ m}$ 处的压力。

解 活塞与液体接触面的压力为

$$p_0 = \frac{F}{A} = \frac{10\,000}{1 \times 10^{-2}} = 10^6 \text{ Pa}$$

深度为 h 处的液体压力为

$$p = p_0 + \rho gh = 10^6 + 900 \times 9.8 \times 1 = 1.0088 \times 10^6 \text{ Pa}$$

图 1-4 帕斯卡原理应用实例

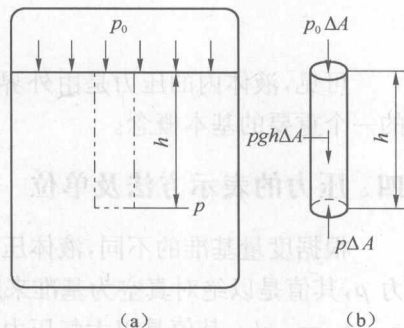
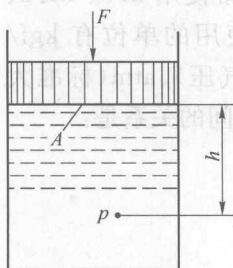


图 1-3 重力作用下的静止液体

(a) 液体处于静止状态; (b) 假想切取一个垂直的小液柱

由此可见,液体在受外界压力作用的情况下,由液体自重所形成的那部分压力 ρgh 相对于外力引起的压力要小得多,在液压系统中常可忽略不计,因而近似认为整个液压系统内部各点的压力相等。以后在液压系统中,可以认为静止液体内部各处的压力相等。