

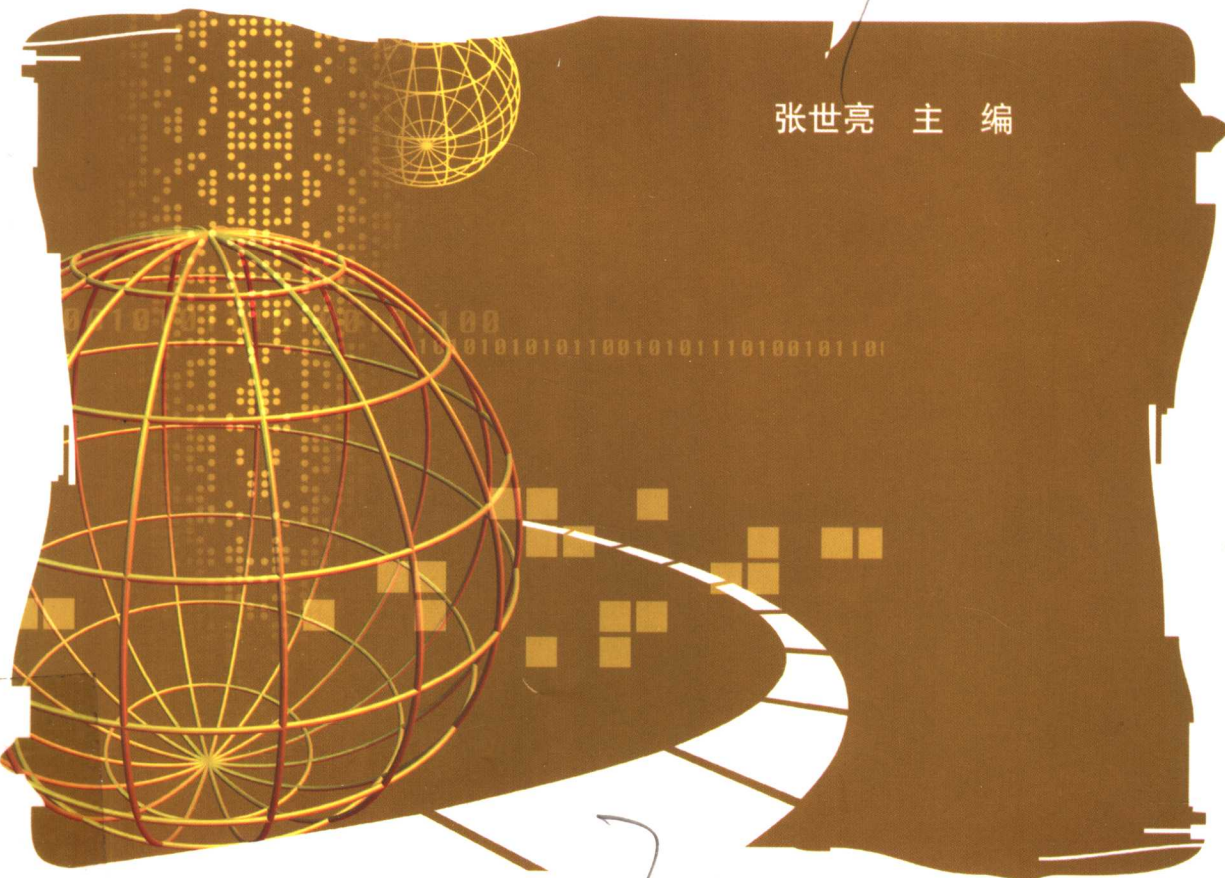


21世纪高校机电类规划教材

液压与气压传动

Hydraulic and Atmospheric Pressure Transmission

张世亮 主 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高校机电类规划教材

液压与气压传动

主 编 张世亮
副主编 胡天明 魏聪梅 严宁榕
参 编 张玉莲 李伟洪
主 审 许福玲



机械工业出版社

本书是 21 世纪高校机电类规划教材,可作为机械类和近机类专业教学用书,也可供从事流体传动及控制技术的工程技术人员参考。

全书分液压传动和气压传动两篇,共十五章。第一篇为液压传动,主要讲述液压传动基础理论、液压元件、液压基本回路、典型液压系统及其设计计算;第二篇为气压传动,主要讲述气压传动基础知识、气源装置及气动元件、气动基本回路与常用回路、气动逻辑系统设计和气压传动系统实例。

本书与同类教材相比较,兼顾了液压与气动元件、回路的通用性和专门化,同时考虑了液压与气动技术的传统体系和发展趋势,增加了液压与气动行业最新技术成果的应用,尤其注意了传授知识和培养能力并重。

本书同时配备多媒体课件。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/张世亮主编. —北京:机械工业出版社, 2006.2

21 世纪高校机电类规划教材

ISBN 7-111-18468-8

I. 液… II. 张… III. ①液压传动-高等学校-教材②气压传动-高等学校-教材 IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 008168 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:倪少秋

责任编辑:冯 铤 版式设计:冉晓华 责任校对:程俊巧

封面设计:陈 沛 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·22.25 印张·483 千字

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

编辑热线:(010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高校机电类规划教材

编 审 委 员 会

顾 问：李培根 华中科技大学

主 任：左健民 南京工程学院

副主任：童幸生 江汉大学

徐格宁 太原科技大学

党新安 陕西科技大学

刘全良 浙江海洋学院

张世亮 广东海洋大学

高文龙 机械工业出版社

郑 堤 宁波大学

陈 明 北华航天工业学院

胡 琳 深圳大学

马 光 温州大学

方庆瑄 安徽工业大学

邓海平 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)

王卫平 东莞理工学院

仝基斌 安徽工业大学

刘小慧 机械工业出版社

刘镇昌 山东大学

李子琼 厦门理工学院

李洪智 黑龙江工程学院

赵先仲 北华航天工业学院

王 华 长春工程学院

朱志宏 福建工程学院

刘申全 华北工学院分院

张 茂 西南石油学院

李建华 中原工学院

陈廉清 宁波工程学院

夏凤芳 上海电机技术高等专科学校

顾晓勤 电子科技大学(中山)

倪少秋 机械工业出版社

序

为了适应我国制造业的迅速发展的需要,培养大批素质高、应用能力与实践能力强
的应用综合型人才已成为当务之急。这同时对高等教育的办学理念、体制、模式、机制
和人才培养等方面提出了全新的要求。

为了打通新形势下高等教育和社会需求之间的瓶颈,中国机械工业教育协会机电类
学科教学委员会和机械工业出版社联合成立了“21 世纪高校机电类规划教材”编审委
员会,本着“重基本理论、基本概念、淡化过程推导,突出工程应用”的原则,组织教
材编写工作,并力求使本套教材突出以下特点:

(1) 科学定位。本套教材主要面向应用的复合型人才的培养,既不同于培养研究型
人才的教材,也不同于一般应用型本科的教材;在保持高学术水准的基础上,突出工程
应用,强调创新思维。

(2) 品种齐全。这套教材设有“力学”、“制图”、“设计”、“数控”、“控制”、“实
训”、“材料”、“双语”等模块,方便学校选用。

(3) 立体化程度高。教材均要求配备 CAI 课件和相关的教辅材料,并在网站上为本
套教材开设研讨专栏。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,是国家级优秀出版
社,是国家高等教育的教材出版基地之一,在机电类教材出版领域具有很高的地位。相
信这套教材在中国机械工业教育协会机电类学科委员会和机械工业出版社的精心组织
下,通过全国几十所学校的老师的仔细认真的编写,一定能够为我国高等教育应用综合
型人才的培养提供更好用、更实用的教材。

教育部·机械工程及自动化专业分教学指导委员会·主任
中国机械工业教育协会·高等学校机械工程及自动化学科教学委员会·主任
李培根 院士
于华中科技大学

前 言

本书是根据 2004 年 4 月全国首届“应用型高等工程教育机械类规划教材”编写、审定会的精神而编写的，可作为普通高等学校工科类机械设计制造及其自动化、机械设计与制造、机械电子工程、车辆工程等专业本科生的“液压与气压传动”课程教材。全书共分十五章：第一章、第二章介绍液压传动的基本知识和液压流体力学的基本理论；第三章至第六章分别介绍各类液压元件的结构、原理、性能、特点与选用；第七章、第八章介绍常用液压基本回路，不同类型典型液压系统的组成、功能、特点以及应用情况；第九章介绍电液伺服系统与比例系统的基本知识；第十章介绍液压系统的设计计算方法并给出设计实例；第十一章至十五章分别介绍气压传动的基本知识，气源装置，气动元件的原理、性能，气动回路与气动逻辑控制系统设计方法。

本书在编写过程中，以培养学生实际应用液压与气压传动知识的能力为主线，尽量做到少而精、注重理论知识与实际应用相结合，力求反映液压与气动技术的最新成果，突出液压、气动系统在不同类型设备中的使用特点。在文字的表述上，力求准确、通俗、简洁，便于学生自学。本书对液压油的污染、液压元件的工作原理与特性、液压调速回路的分析、典型系统的分析、液压系统的设计实例、气动系统逻辑控制系统的设计等内容，有自己独特的表述。考虑到知识的系统性、连续性与相对独立性，本书将液压传动部分与气压传动部分分开讲述。本书附录中的元件图形符号、回路以及系统原理图，全部按照国家最新图形符号绘制。

本书也可作为各类成人高校、高职、自学考试等有关机械类和近机类专业的教学用书，并可供从事流体传动与控制技术的工程技术人员参考。本书由广东海洋大学工程学院张世亮担任主编，黑龙江工程学院机电工程系胡天明、太原科技大学液压教研室魏聪梅、鹭江大学严宁榕担任副主编，参编的有浙江海洋学院机械工程系张玉莲、广东海洋大学工程学院李伟洪。其中，第一、七、八章由张世亮编写，第二章由张玉莲编写，第三、四章由胡天明编写，第五、六、九、十章由魏聪梅编写，第十一、十二、十三、十四、十五章由严宁榕编写。全书由张世亮统稿，李伟洪负责全书图表的绘制、修改和文字的校对。本书由华中科技大学许福玲副教授担任主审。

华中科技大学许福玲副教授还对本书的编写大纲提出了许多建设性意见，同时本书在编写过程中得到了机械工业出版社的大力支持与帮助，编者在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编者
于广东湛江

目 录

序
前言

第一篇 液 压 传 动

第一章 液压传动概述	1
第一节 液压传动的定义及工作原理	1
第二节 液压传动系统的组成和表示方法	4
第三节 液压传动的优缺点	5
第四节 液压传动的应用及其发展前景	6
思考题	7
第二章 液压传动基础知识	8
第一节 液压传动的工作介质	8
第二节 液压油的污染及其控制	13
第三节 液体静力学	15
第四节 液体动力学	18
第五节 管道中液流的特性	27
第六节 液体流经小孔和缝隙的流量压力特性	33
第七节 液压冲击和空穴现象	38
思考题与习题	43
第三章 液压动力元件	48
第一节 液压泵概述	48
第二节 齿轮泵	51
第三节 螺杆泵简介	60
第四节 叶片泵	60
第五节 柱塞泵	69
第六节 液压泵的噪声及其控制	79
思考题与习题	79
第四章 液压执行元件	81
第一节 液压马达	81
第二节 液压缸	88

思考题与习题	98
第五章 液压控制元件	99
第一节 概述	99
第二节 压力控制阀	105
第三节 流量控制阀	115
第四节 方向控制阀	122
第五节 插装阀、叠加阀、数字阀	133
思考题与习题	139
第六章 液压辅助元件	141
第一节 过滤器	141
第二节 蓄能器	146
第三节 油箱	147
第四节 密封装置	150
第五节 管件及管接头	153
第六节 热交换器	157
第七节 压力计及压力计开关	158
思考题与习题	159
第七章 液压基本回路	160
第一节 压力控制回路	160
第二节 速度控制回路	168
第三节 方向控制回路	187
第四节 多执行元件控制回路	190
思考题与习题	195
第八章 典型液压系统	199
第一节 组合机床动力滑台液压系统	199
第二节 压力机液压系统	203
第三节 注射机液压系统	207
第四节 汽车起重机液压系统	213
第五节 数控加工中心液压系统	217
思考题与习题	221
第九章 液压伺服控制技术和电液比例控制技术	223
第一节 液压伺服控制	223
第二节 电液比例控制技术	229
思考题与习题	233

第十章 液压系统的设计计算	234
第一节 明确系统的设计要求	234
第二节 分析系统工况、确定主要参数	234
第三节 拟定液压系统原理图	236
第四节 液压元件的计算与选择	237
第五节 液压系统性能验算	240
第六节 液压系统的设计计算举例	240

第二篇 气压传动

第十一章 气压传动基础知识	249
第一节 气压传动概述	249
第二节 空气的物理性质、气体状态方程及气体的流动规律	253
思考题与习题	266

第十二章 气源装置和辅助元件	267
第一节 气源装置	267
第二节 辅助元件	271
思考题与习题	277

第十三章 气动执行元件和控制元件	278
第一节 气缸	278
第二节 气马达	287
第三节 压力控制阀	288
第四节 流量控制阀	292
第五节 方向控制阀	293
第六节 真空元件	299
思考题与习题	301

第十四章 气动回路与气动系统的使用维护	303
第一节 压力控制回路	303
第二节 换向回路	304
第三节 速度控制回路	305
第四节 气液联动回路	306
第五节 位置控制回路	307
第六节 安全保护回路	308
第七节 往复动作回路	309
第八节 延时回路	311
第九节 计数回路	311
第十节 真空吸附回路	312

第十一节 气动系统的使用维护	313
第十五章 气动逻辑控制系统设计	316
第一节 布尔代数简介	316
第二节 组合逻辑控制回路设计	320
第三节 多缸单往复行程程序回路设计	325
第四节 多缸多往复行程程序回路设计	333
第五节 气动系统设计的主要内容和步骤	336
附录 常用液压与气动元（辅）件图形符号（摘自 GB/T 786.1—1993）	340
附表 1 基本符号、管路及连接	340
附表 2 控制机构和控制方法	340
附表 3 泵、马达和缸	341
附表 4 控制元件	342
附表 5 辅助元件	345
参考文献	346

第一篇 液压传动

第一章 液压传动概述

一部功能完整的机器设备一般由动力装置、传动装置、电气控制系统、执行装置和机架等部分组成。动力装置为机器设备提供合适类型的动力源；执行装置按照机器设备的性能要求，输出参数合理的功率并做出正确的动作；由于动力装置所能提供的功率、转速、转矩等技术参数的变化范围有限，很难直接满足执行装置输出功率参数千变万化的具体要求，因此在机器设备的动力装置和执行装置之间往往需要设置某种传动装置，以满足执行装置输出参数的技术要求；电气控制系统用来对机器设备上述各部分进行准确、协调的控制，确保整台机器设备正常、有序地工作。

机器设备的动力装置一般由电动机或内燃机等原动机组成。

电气控制系统根据机器设备的要求不同有继电控制、可编程控制、单片机控制和微型计算机控制等多种控制形式。

执行装置一般由机械机构或机械装置组成。执行装置要准确完成机器设备所规定的动作，并输出正确的功率参数。

传动装置通常有机械传动、电气传动和流体传动等形式。这三种传动装置各有自己的特点与不足，分别用于不同类型、不同要求的机器设备中。在有些机器设备的传动装置中，也有同时采用两种不同类型的传动装置组成组合传动装置，如机液联合传动装置、电液传动装置等，以便获得更优的传动与控制效果。

流体传动是以流体（液体或压缩空气）为传动工作介质进行能量传递与控制的一种传动形式，它包括液体传动和气体传动两种形式。

液体传动的工作介质是液体，有液力传动和液压传动两种形式。液力传动利用高速流动液体的动能与刚体叶轮进行能量交换来实现能量传递，工作时液体的流速很高但压力较低；液压传动是利用封闭容腔中流动液体的流量和压力进行能量传递，工作时液体的流速较低但压力很高。

第一节 液压传动的定义及工作原理

液压传动系统是由一些功能不同的液压元件与辅助元件组成，在封闭的回路中依靠运动的液体进行液压能量（压力、流量）传递，通过对液体相关参数（压力、流量、方向）的调节与控制，以满足工作装置输出动力要求（力、速度或转速、转矩）的一种传动装置。

一、液压千斤顶的工作原理

液压传动系统的类型和应用范围十分广泛,下面以液压千斤顶为例来说明其工作原理。液压千斤顶能将作用在千斤顶上较小的人工力放大后输出,以举升较大的负载。在图 1-1 中,小液压缸 1 活塞上受到人工力 F_1 的作用,通过大液压缸活塞输出放大后的举升力 F_2 。当杠杆被向上抬起时,缸 1 的活塞向上运动,造成缸 1 下腔容积增大并形成局部真空,此时由于缸 6 压力的作用,单向阀 2 被关闭,同时在大气压力的作用下,油箱 4 中的低压油液通过吸油管道顶开单向阀 3 进入缸 1 下腔,实现液压千斤顶吸油的工作过程。当杠杆被下压时,在力 F_1 的作用下,缸 1 下腔的容积减小,油液因受到挤压而压力升高,使阀 3 关闭,并强行顶开阀 2,经压油管进入缸 6 下腔,推动大活塞向上移动顶起负载 F_2 。如此不断重复,就能使负载被逐渐举起,直至达到其所需要举升的高度为止。如果杠杆停止动作,缸 6 下腔的压力油会使阀 2 关闭,将大活塞连同负载一起锁定,停止在举升位置;如果要将举起的负载从液压千斤顶上放下,或需将液压千斤顶伸出的大活塞收回复位,可打开截止阀 5,大活塞在外力(负载或人力)的作用下缩回,并将其下腔的油液通过回油管排回到油箱 4 中。

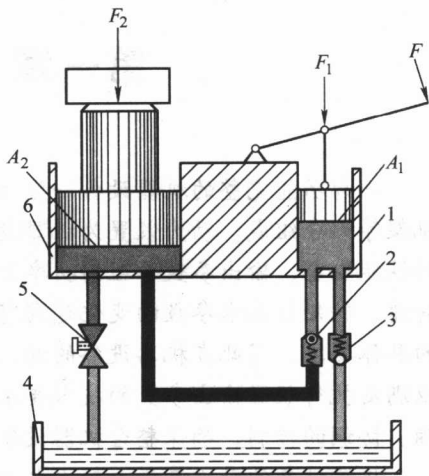


图 1-1 液压千斤顶工作原理
1—小液压缸 2—排油单向阀 3—吸油单向阀
4—油箱 5—截止阀 6—大液压缸

由上述工作原理可知,缸 1 与阀 2、3 一起完成吸油与排油以及吸、压油区的隔离,并将杠杆的机械能转换为油液的液压能输出到缸 6 的下腔,在这里起泵油作用,称为液压泵。大活塞将油液的液压能转换为机械能输出,实现举升负载的工作要求,称为举升液压缸。

二、液压与气压传动中的压力、流量和功率

1. 压力与负载的关系

在图 1-1 中,设大液压缸 6 的活塞面积为 A_2 ,作用在活塞上的负载为 F_2 ,其在缸 6 中所产生的液体压力(压强)为 $p_2 = F_2/A_2$ 。由帕斯卡原理“联通容器内液体的压力处处相等”知,小液压缸 1 的压力 p_1 应等于大液压缸 6 中的压力 p_2 ,即 $p_1 = p_2 = p$ 。

为了克服负载 F_2 使缸 6 的大活塞能向上运动,当不计摩擦力、粘性力等因素的影响时,作用在缸 1 小活塞上的力 F_1 和压力 p_1 与作用在缸 6 大活塞上的负载 F_2 和压力 p_2 之间分别应有如下关系

$$F_1 = p_1 A_1 = p A_1$$

$$F_2 = p_2 A_2 = p A_2$$

式中 A_1 ——液压泵活塞面积;

A_2 ——举升液压缸活塞面积。

液体的压力可以表示为

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (1-1)$$

在 A_1 、 A_2 一定时, 负载 F_2 越大, 系统中所需要的压力 p 也越高, 需要外界对系统的作用力 F_1 也越大, 所以液压系统压力与外负载密切相关, 即液压传动系统的工作压力取决于外负载。

2. 速度与流量的关系

当图 1-1 所示的液压系统工作时, 若不考虑液体的可压缩性、漏损和管路变形等因素的影响, 从缸 1 中排出的液体体积必然等于进入缸 6 中的液体体积。设缸 1 活塞的位移为 s_1 , 缸 6 活塞的位移为 s_2 , 则有

$$s_1 A_1 = s_2 A_2 \quad (1-2)$$

将上式两边同除以运动时间 t , 得

$$q_1 = v_1 A_1 = v_2 A_2 = q_2 \quad (1-3)$$

式中 v_1 、 v_2 ——小活塞和大活塞的平均运动速度;

q_1 、 q_2 ——缸 1 输出的平均流量和缸 6 输入的平均流量。

此时缸 6 上升的速度为

$$v_2 = \frac{q_2}{A_2} \quad (1-4)$$

由上述可见, 液压传动是靠密闭工作腔容积变化相等的原则实现运动传递的。当缸 6 的面积 A_2 一定时, 通过调节进入其流量 q_2 的大小, 即可调节大活塞的运动速度 v_2 。由此可见, 液压传动系统的运动速度取决于输入其流量的大小。

从上面的讨论可以看出, 在液压系统中与外负载相对应的流体参数是压力, 与运动速度相对应的流体参数是流量。因此, 压力和流量是液压传动中的两个基本参数, 它们与机械系统中的力 F 和速度 v (直线运动时)、转矩 T 和转速 n (旋转运动时)、电气系统中的电压 V 和电流 I 等基本参数相对应。

3. 液压功率

由图 1-1 可知, 液压缸 6 工作时的瞬时输出功率等于速度与负载的乘积, 即

$$P = v_2 F_2 = \frac{q_2}{A_2} F_2 = q_2 \frac{F_2}{A_2} = q_2 p_2 \quad (1-5)$$

因此, 液压传动系统的液压输出功率等于系统输出流量和压力两个基本参数的乘积。

三、磨床工作台液压传动系统的工作原理

图 1-2 所示为磨床液压传动系统工作原理, 该液压系统能实现磨床工作台的往复运动及运动过程中的换向、调速与进给力的控制。其工作原理如下: 液压泵 3 由电动机驱动, 从油箱 1 经过滤器 2 吸油并向系统中提供具有一定流量的压力油。换向阀 5 的作用

是实现磨床工作台的换向运动。流量控制阀 4（节流阀）的作用是用来调节磨床工作台的速度。溢流阀 11（压力控制阀）的作用是根据负载的不同来调节并稳定液压系统工作压力，同时放掉液压泵 3 排出的多余压力油，对整个液压系统起过载保护作用。当阀 5 的阀芯处于图示位置时，压力油经阀 4、阀 5 和管道 9 进入液压缸 7 的左腔，推动缸 7 的活塞向右运动。缸 7 右腔的油液经管道 6、阀 5 和管道 10 流回油箱。当改变阀 5 阀芯的工作位置，使其处于左端位置时，缸 7 的活塞将反向运动。改变阀 4 的开口大小，可以改变进入缸 7 的流量，从而控制缸 7 活塞的运动速度，此时液压泵 3 排出的多余油液经溢流阀 11 和管道 12 流回油箱 1。系统工作时，缸 7 工作压力的大小取决于磨削工件所需的进给力的大小。液压泵 3 的最高工作压力由溢流阀 11 调定。

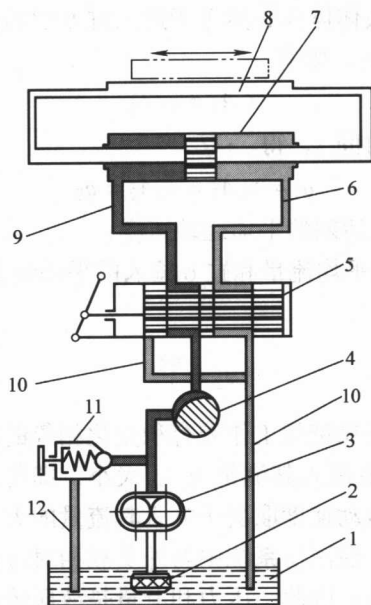


图 1-2 典型液压系统工作原理

1—油箱 2—过滤器 3—液压泵 4—流量控制阀 5—换向阀
6、9、10、12—管道 7—液压缸 8—工作台 11—溢流阀

第二节 液压传动系统的组成和表示方法

一、系统的组成

由图 1-2 的例子可以看出，液压传动系统主要由以下五部分组成：

(1) 动力元件 动力元件是一种能量转换装置，将机械能转换成液压能。这种元件就是液压泵。

(2) 执行元件 执行元件也是一种能量转换装置，将流体的液压能转换成机械能输出。这种元件可以是作直线运动的液压缸，也可以是作旋转运动的液压马达或液压摆动

缸。

(3) 控制元件 控制元件是对液压系统中流体的压力、流量及流动方向等参数进行控制和调节, 或实现信号转换、逻辑运算和放大等功能的元件。这些元件对流体相关参数进行调节、控制、放大, 不进行能量转换。

(4) 辅助元件 辅助元件是指除保证系统正常工作所需的上述三种元件以外的其他元件, 如管道、管接头、油箱、过滤器等。辅助元件对液压系统正常工作是必不可少的。

(5) 工作介质 工作介质的作用是在系统中用来进行能量和信号的传递, 是液压能的载体。液压系统以液压油液或高水基液体作为工作介质。

二、系统的图形符号

图 1-2 所示为半结构式的液压系统工作原理图, 该图直观性强, 容易理解, 读图方便, 但绘制起来较为麻烦。为了简化液压、气动系统的表示方法, 通常采用图形符号来绘制系统的原理图。各类元件的图形符号完全脱离了其具体结构形式, 只表示其职能, 由它们组成的系统原理图能简明表达系统的工作原理及各元件在系统中的作用, 为此国家专门制定了相关的液压与气压传动常用图形符号的标准 (见附录)。图 1-3 所示就是采用图形符号绘制的液压系统工作原理图。

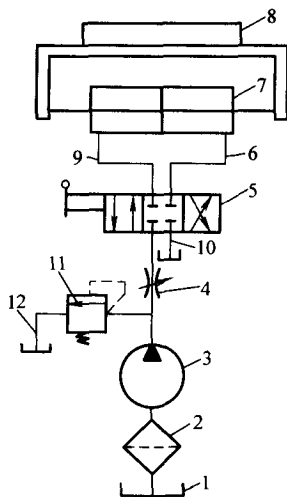


图 1-3 用图形符号表达的
典型液压系统原理

1—油箱 2—过滤器 3—液压
泵 4—流量控制阀 5—换向阀
6、9、10、12—管道 7—液压
缸 8—工作台 11—溢流阀

第三节 液压传动的优缺点

液压传动的的主要优点是:

1) 系统的布局 and 安装灵活。液压元件的布置不受严格的空位置限制, 系统中各部分用管道连接, 因此布局 and 安装有很大的灵活性, 能构成用其他方法难以组成的复杂系统。

2) 易于实现无级调速。系统可在运行过程中方便地实现大范围无级调速, 调速范围可达 2000:1。

3) 系统的运动与换向性能优良。液压传动传递运动均匀、平稳, 易于实现快速启动、制动和频繁换向。

4) 具有良好的控制调节特性。系统的操作控制方便、省力, 易于实现自动控制与循环, 以及中远程距离控制和系统过载保护与自动恢复。将系统与电气控制、检测与计算机控制相结合, 能够方便地实现柔性化的自动工作循环。

5) 主要元件标准化生产。液压元件属机械工业基础件, 产品标准化、系列化和通用化程度较高, 在国内外有许多专门从事液压元件制造的厂家, 目前除油箱和少量的专

用件外,一般的液压元件都能直接从市场购买到,且品种多样、规格齐全、质量得到保证。这将非常有利于缩短整个系统的设计、制造周期,能有效降低系统制造成本。

6) 功率质量比高。液压传动具有单位质量输出功率大的突出优点。液压传动的动力元件可采用很高的工作压力(可达32MPa),其单位质量输出的功率比电气系统高出5倍以上,在同等输出功率下具有体积小、质量轻、运动惯性小、动态性能好的特点,因此液压系统被广泛应用于航空航天、军工系统等领域。

7) 容易实现低速大功率传动。液压传动系统可以非常方便地实现低速大转矩传动或低速大推力传动,且传动系统结构简单,控制性能优良,这是电气与机械传动系统都无法比拟的。

液压传动的主要缺点是:

1) 在传动过程中,系统需经两次能量转换,因而相对于机械和电气系统其传动效率偏低。

2) 由于传动介质的可压缩性和泄漏等因素的影响,系统不能实现严格的定比传动。

3) 液压传动对温度的变化比较敏感。系统在高温下工作时,采用石油基液压油为工作介质的系统还需注意防火问题。

4) 液压元件的精度要求高,需要专门厂家、技术、工艺和制造装备,因此制造成本较高。

5) 系统工作过程中,当工作介质被污染后,会造成液压元件阀芯卡死等现象,易发生故障,且故障不易诊断排除。

第四节 液压传动的应用及其发展前景

从17世纪中叶帕斯卡提出静压传递原理、18世纪末英国制造出世界上第一台水压机算起,液压传动已有几百年历史。第二次世界大战期间,由于军事工业和装备迫切需要反应迅速、动作准确、输出功率大的液压传动及控制装置,促使液压技术迅速发展。战后,液压技术在机床、工程机械、冶金机械、塑料机械、农林机械、汽车、船舶等行业得到了大量应用和发展。20世纪60年代以后,随着原子能技术、空间技术、电子技术等方面的发展,液压技术逐步发展成为包括传动、控制和检测在内的一门完整的自动化技术。

随着液压机械自动化程度的不断提高,液压技术应用的范围迅速扩大,对液压元件小型化、系统集成化的要求越来越高。近十年来,随着液压技术与传感技术、微电子技术和计算机技术的密切结合,出现了电液比例控制阀、数字阀、电液伺服缸等许多新型复合元件,使液压技术在高压、高速、大功率、节能高效、低噪声、长寿命、高度集成化等方面取得了重大进展。同时,液压元件和系统计算机辅助设计、计算机辅助试验和计算机实时控制技术在当今也有了长足发展。

各领域应用液压技术的侧重点不同。如工程机械、压力机械主要是利用其结构简

单、输出力大的特点；航空工业主要是利用其重量轻、体积小、动态性能好、有良好的操纵控制性能的特点；机床液压传动主要是利用其无级调速方便、低速大转矩、运动平稳、易于实现自动化控制、在往复运动的机床上可使工作台频繁换向等优点。

液压传动在各个行业中的应用如表 1-1 所示。

表 1-1 液压传动在各个行业中的应用

行业名称	应用场合举例
机床工业	磨床、铣床、刨床、拉床、压力机、自动机床、组合机床、数控机床、加工中心等
工程机械	挖掘机、装载机、推土机等
汽车工业	自卸式汽车、平板车、高空作业车等
农业机械	联合收割机的控制系统、拖拉机的悬挂装置等
轻工机械	打包机、注射机、校直机、橡胶硫化机、造纸机等
冶金机械	电炉控制系统、轧钢机控制系统等
起重运输机械	起重机、叉车、装卸机械、液压千斤顶等
矿山机械	开采机、提升机、液压支架、采煤机等
建筑机械	打桩机、平地机等
船舶港口机械	起货机、锚机、舵机等
铸造机械	砂型压实机、加料机、压铸机等

思 考 题

- 1-1 液压传动与机械传动、电气传动相比，有哪些优、缺点？试举出你所见到的 2~3 个具体例子，说明液压传动技术在工业、农业、军事、交通等领域的应用情况。
- 1-2 液压传动系统由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
- 1-3 目前液压传动技术正向着什么方向发展？
- 1-4 液压传动系统的基本参数是什么？系统的压力和流量是怎样确定的？它们与哪些因素有关？