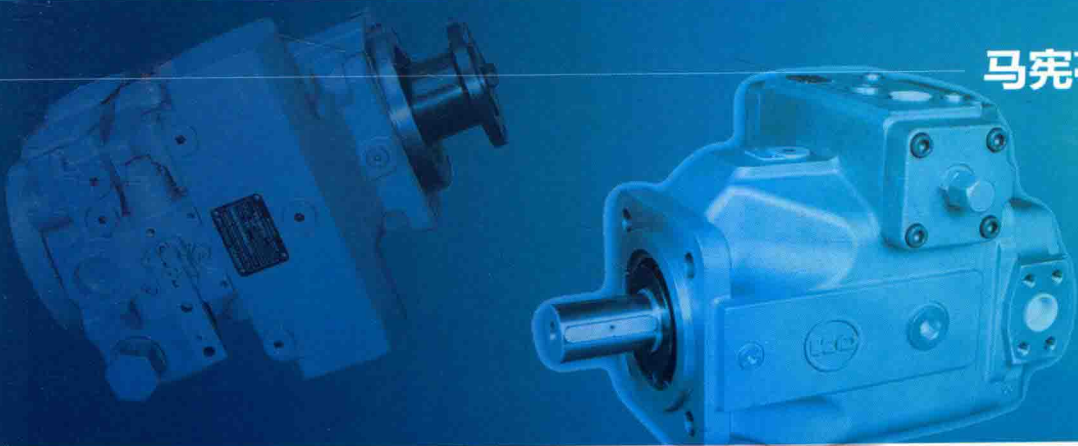




高职高专“十三五”规划教材
江苏省高等学校重点教材

液压与气压 传动技术

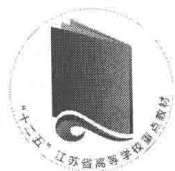
马宪亭 主编



- ✓ 本书配有多媒体课件
- ✓ 本书配有习题详解
- ✓ 本书有配套实训学习指导书



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专“十三五”规划教材
江苏省高等学校重点教材

液压与气压传动技术

主 编 马宪亭
副主编 何时剑
参 编 杨 杰 何丽平 田守港
主 审 苑章义



机械工业出版社

本书是“十二五”江苏省高等学校重点教材，内容包括液压篇、气压篇和应用篇三部分。液压篇讲述了液压传动的基本知识、液压力元件和执行元件、液压控制阀、液压基本回路和液压综合控制回路；气压篇讲述了气压传动系统基础知识、气源装置和辅助元件、气动执行元件、气动控制元件、气动基本回路及气动系统；应用篇介绍了液压技术应用中的工程实例。附录列出了常用液压与气动元件的图形符号和能力训练题参考答案。本书力求简明扼要，图文并茂，精选了较多的工程应用实例，理论和实践相结合，注重理论的应用，突出应用能力、创新能力的培养，是一本针对性和实用性较强的教材。

本书可作为高职高专院校机械类专业和近机类专业教学用书，也可作为教师和相关企业工程技术人员的参考书。

本书配有电子课件，凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教育服务网 www.cmpedu.com 注册后免费下载。咨询邮箱：cmpgaozhi@sina.com。咨询电话：010-88379375。

图书在版编目 (CIP) 数据

液压与气压传动技术/马宪亭主编. —北京: 机械工业出版社, 2016. 10

高职高专“十三五”规划教材 江苏省高等学校重点教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 53963 - 6

I. ①液… II. ①马… 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 (2017) 第 002841 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: 刘良超 责任编辑: 刘良超

责任校对: 陈秀丽 李锦莉 责任印制: 常天培

北京京丰印刷厂印刷

2016 年 6 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.75 印张 · 457 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 53963 - 6

定价: 39.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649 机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

本书是“十二五”江苏省高等学校重点教材，适合作为高职高专院校机械类专业和近机类专业“液压与气压传动”课程的教材。

本书共分8个项目。项目1、项目2主要介绍液压传动的基本知识以及液压传动基础理论；项目3主要介绍液压动力元件和执行元件；项目4主要介绍液压控制阀，分析液压基本回路；项目5主要介绍液压综合控制回路；项目6主要介绍气压传动基础知识与气动元件、基本回路等；项目7介绍了液压系统的设计计算方法与实例及液压系统安装、调试及故障诊断；项目8介绍了液压技术应用中的工程实例。

本书结合我国当前高等职业教育教学改革的实际，在广泛汇集兄弟教学单位的意见和建议的基础上，选取了更具创新特色的内容。本次编写力求突出以下特点：

1) 在内容上更贴近当前高职教育教学改革的实际，更贴近高职教育的培养目标，更注重技术应用能力的培养，突出实用技术应用的训练。内容精简、突出机械类专业的特点，充分考虑教学计划的变更和相关专业不同学时要求，尽量采用图表代替文字论述性内容。

2) 在编写中力求反映我国液压与气动技术发展的最新动态。考虑到高职教育人才的岗位（群）特点，增加了一些贴近工程实际的教学案例。采用项目式体例编写，各项目以“任务引领”开始，到“任务实施”结束。

3) 着重分析各类元件的工作原理、结构及常见故障的排除方法，有针对性地对典型液压设备的工作原理、调试及故障分析和排除进行了简明扼要的阐述。

4) 本书配套有《液压与气压传动学习及实验指导》，配有电子课件和部分能力训练题参考答案，方便学生进行课后练习。

5) 以学生为本，加强能力的培养，内容叙述力求深入浅出、层次分明。

6) 在每个项目的后面增加了“知识拓展”内容，可加强理论联系实际，扩大知识面，便于学生理解与掌握，提升学生分析问题、解决问题的能力。

本书由淮安信息职业技术学院马宪亭担任主编；由山东水利职业技术学院苑章义担任主审。具体编写分工为：项目3、项目4、项目5、项目7及各项目能力训练题由马宪亭编写，项目1、项目2由何时剑编写，项目6由杨杰编写，项目8由何丽平编写，任务引领、任务实施、任务拓展等内容由田守港编写。全书由马宪亭负责统稿。

虽然编者在教材特色建设方面做出了许多努力，但是由于水平有限，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见和建议。

编 者

目 录

前言

液 压 篇

项目 1 认识液压传动技术	1	任务 3.2 认识并分析液压马达	63
任务引领	1	任务实施	70
任务 1.1 了解液压传动技术原理与 应用	2	任务 3.3 认识并分析液压缸	70
任务实施	12	任务实施	79
任务 1.2 分析液压系统运行中的主要 问题	13	项目小结	79
任务实施	15	知识拓展	80
项目小结	15	能力训练题	85
知识拓展	16	项目 4 认识液压控制阀并分析其控 制的回路	89
能力训练题	16	任务引领	89
项目 2 了解液压传动基础理论 知识	18	任务 4.1 认识方向控制阀并分析方向控制 回路	90
任务引领	18	任务实施	100
任务 2.1 认识液压传动工作介质	19	任务 4.2 认识压力控制阀并分析压力控制 回路	101
任务实施	27	任务实施	117
任务 2.2 了解液体静力学基础知识	27	任务 4.3 认识流量控制阀并分析调速 回路	117
任务实施	30	任务实施	125
任务 2.3 了解液体动力学基础知识	30	项目小结	125
任务实施	34	知识拓展	126
任务 2.4 分析管道内液体流动压力 损失	34	能力训练题	128
任务实施	36	项目 5 认识并分析液压综合回路	132
任务 2.5 分析孔口和缝隙液体流动	37	任务引领	132
任务实施	39	任务 5.1 认识并分析液压缸同步工作 回路	132
项目小结	39	任务实施	134
知识拓展	39	任务 5.2 认识并分析多缸顺序工作 回路	134
能力训练题	42	任务实施	136
项目 3 认识并分析液压动力和执行 元件	45	任务 5.3 认识并分析速度控制 回路	137
任务引领	45	任务实施	143
任务 3.1 认识并分析液压泵	46	任务 5.4 认识并分析压力控制	143
任务实施	63		

回路	144
任务实施	148
项目小结	148

知识拓展	149
能力训练题	150

气 压 篇

项目 6 认识气压传动技术	152
任务引领	152
任务 6.1 认识气压传动	153
任务实施	156
任务 6.2 识别气源装置	156
任务实施	164
任务 6.3 识别与使用气动元件	164

任务实施	179
任务 6.4 识读与分析气动系统	179
任务实施	194
项目小结	194
知识拓展	194
能力训练题	199

应 用 篇

项目 7 液压设计与计算	203
任务 7.1 液压缸设计与计算	203
任务 7.2 液压系统的设计与计算	210
任务 7.3 安装、调试液压系统及故障 诊断	217
项目小结	222
知识拓展	223
能力训练题	225
项目 8 分析工程实例	226
任务 8.1 分析 YT4345 型组合机床动力滑 台液压系统	226
任务 8.2 分析 YB32-200 型液压压力机液 压传动系统	230
任务 8.3 分析 Q2-8 型汽车起重机液压 系统	233
任务 8.4 分析 M1432B 型万能外圆磨床 液压系统	236

任务 8.5 分析 MJ-50 数控机床液压 系统	242
任务 8.6 分析 SZ-250 型注塑机液压 系统	245
任务 8.7 分析数控加工中心气动换 刀系统	250
项目小结	251
知识拓展	252
能力训练题	254

附录 A 液压控制元件图形符号(摘自 GB/T 786.1—2009)	255
--	-----

附录 B 气动控制元件图形符号(摘自 GB/T 786.1—2009)	270
--	-----

附录 C 能力训练题答案	282
---------------------------	-----

参考文献	293
-------------------	-----

液 压 篇

项目 1 认识液压传动技术

学习目标

- 1) 了解液压传动与其他传动方式的区别,能说明液压传动的工作原理、系统组成、各部分所起的作用及优缺点。
- 2) 能初步识读液压系统图,理解液压图形符号的意义。
- 3) 理解液压传动中压力的形成和传动特性。
- 4) 对液压系统工作中的主要问题有所了解。
- 5) 能解释液压冲击和气穴现象的形成原因,了解为避免液压冲击和气穴常采取的措施。

重点与难点

重点: 液压传动工作原理、系统组成和作用; 压力的表示方法等。

难点: 液压传动中压力形成过程, 对压力决定于负载、速度取决于流量的正确理解。

任务引领

如图 1-1 所示的儿童游乐设施, 要把电动机能量传递给旋转工作机构, 如果不经中间的传动环节, 而用电动机直接驱动 (电动机用联轴器与旋转机构相连), 由于电动机转速较高并且转速和转向不易改变, 就会出现图中将儿童甩出的现象, 这种方式是极其危险而不可取的。

合理的方法是在电动机与旋转工作机构之间安装传动装置, 如图 1-2 所示, 这样才可以保证安全。因此, 原动机与工作机之间加装传动装置是十分必要的。

那么, 设置什么样的传动装置才能实现安全、实用、方便呢? 图 1-3 所示的机、液组合传动装置可以实现能量的传递。该传动装置包括了齿轮传动 (直齿轮、锥齿轮)、链传动、带传动、液力传动、偏心轮机构传动等, 它实现了工作机构运动的平稳。但是, 由于传动装

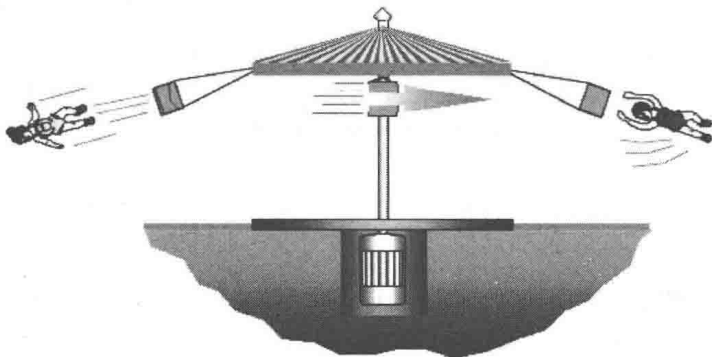


图 1-1 电动机直接驱动

置种类较多、占用空间较大，转速、转向不易调节，因此，这种装置并不实用。在该机-液传动装置中，除液力传动外，其他传动机构同学们在“机械设计基础”课程中都已经接触过。

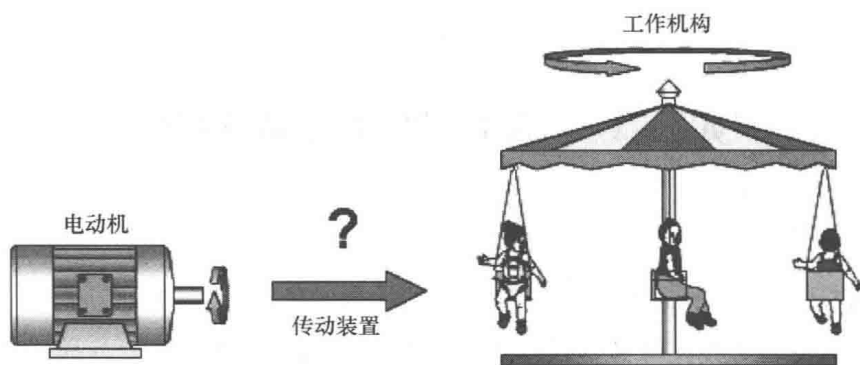


图 1-2 带有传动装置的驱动

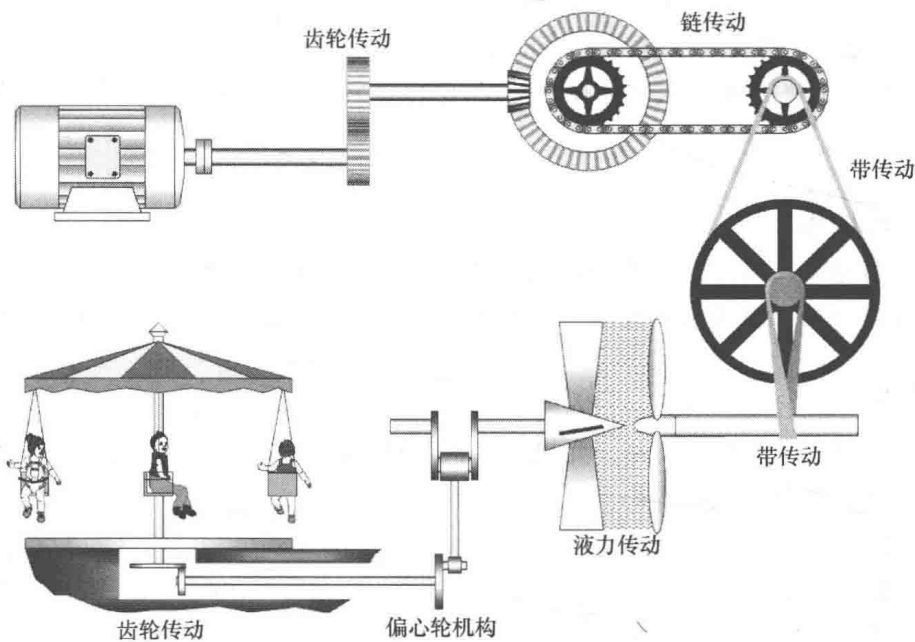


图 1-3 机-液组合传动装置

那么，能否把原动机的能量通过一种装置进行转换，再通过简便的方式传递到工作机构，使工作机构获得需要的机械能呢？液压传动技术就能很好地完成此项任务。

任务 1.1 了解液压传动技术原理与应用

1.1.1 分析液压千斤顶工作状态

液压千斤顶是一个简单的液压传动装置，其实物和结构如图 1-4 所示。

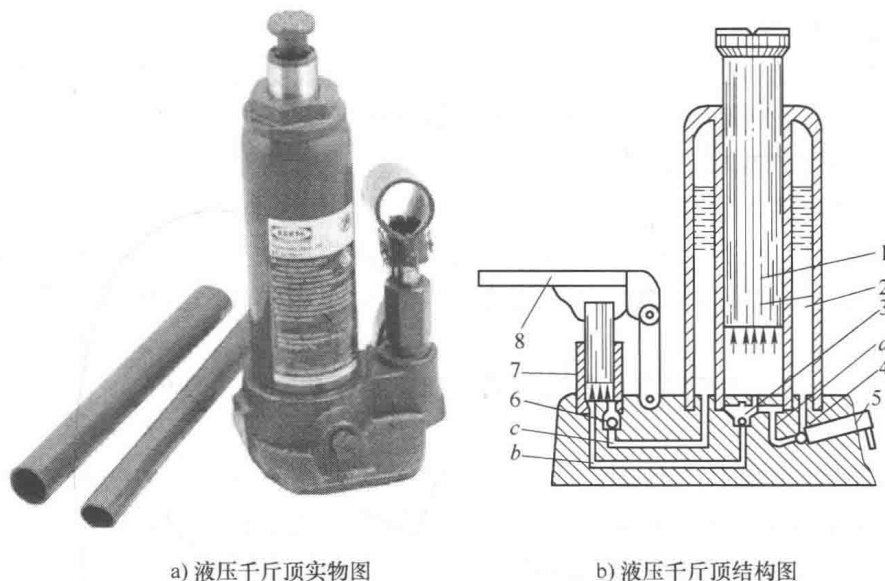


图 1-4 液压千斤顶实物图和结构图

1—大活塞 2—油箱 3、4、6—单向阀 5—放油旋塞
7—小活塞 8—手柄 a、b、c—油通道

1. 液压千斤顶工作原理

液压千斤顶工作原理如图 1-5 所示，当用力向上抬起手柄 8 时，小活塞 7 被提起，小活塞腔的密封容积增大，腔内压力减小，形成负压，单向阀 3 被关闭，单向阀 6 被打开，油箱 2 中的油液在大气压力作用下沿吸油管道进入小活塞腔的下腔，完成一次吸油动作。当用力压下手柄时，小活塞腔的密封容积减小，腔内压力增大，单向阀 6 被关闭，阻断了油液回油箱的油路，小活塞腔的压力油顶开单向阀 3 进入大缸体的下腔，推动重物 G 向上移动。经过反复抬压手柄 8，就可以完成多个吸油、压油过程，使重物不断被升起，达到举起重物的目的。要想使大活塞 1 下降到原位，把放油旋塞 5 打开，在自重（或外力）作用下，大缸体 10 下腔中的油液将流回油箱，实现复位。

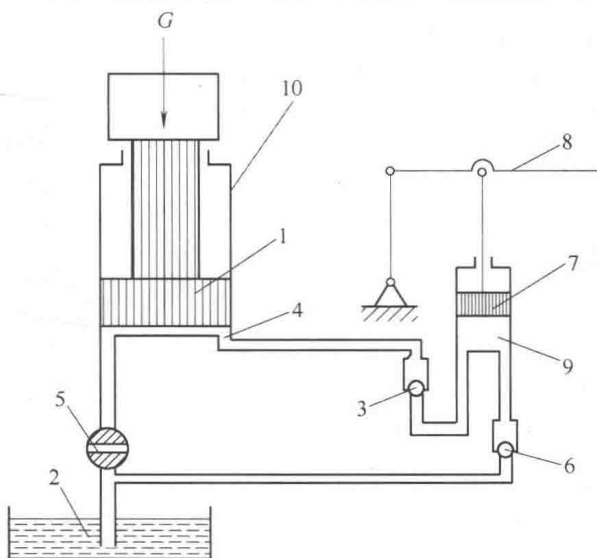


图 1-5 液压千斤顶工作原理图

1—大活塞 2—油箱 3、6—单向阀
4—油管 5—放油旋塞 7—小活塞
8—手柄 9—小缸体 10—大缸体

2. 液压传动的实质

通过对液压千斤顶工作过程的分析，同学们可以初步了解液压传动的基本工作原理。液压传动是利用有压力的油液作为传递动力的工作介质进行能量传递的一种传动方式。压下杠杆时，小缸体 9 输出压力油，将机械能转换成油液的压力能，压力油经过油管 4 及单向阀 3，进入大缸体 10，大活塞 1 将油液的压力

能又转换成机械能，举起重物。

由此可见，液压传动是在密封状态下利用压力油的流动来实现动力和运动的传动方式，在传动中必须经过两次能量转换，先将机械能转换为液压能，后将液压能转换为机械能。这就是液压传动的基本工作原理。

3. 液压传动的定义

液压传动是以液体为工作介质，先通过驱动装置将原动机的机械能转换为液体的压力能，后通过管道、控制及调节装置等，传递给执行装置，执行装置将液体的压力能转换为机械能，驱动负载实现直线或回转运动。

简而言之，液压传动是利用有压液体的流动来实现功率传送及传递的一种传动方式。

4. 液压传动的特点

1) 液压传动以液体作为传递运动和动力的工作介质，在传动中必须经过两次能量转换。它先通过动力装置将机械能转换为液体的压力能，后通过执行装置将压力能转换为机械能做功。

2) 液体必须在密闭容器（系统）内传递，而且必须有密闭容积的变化。

1.1.2 分析液压系统的压力与工作特性

1. 能量的传递

(1) 传递力 图 1-6 所示为液压千斤顶原理的液压简化模型。它有两个不同直径的液压缸 2、4，且缸内各有一个与内壁紧密配合的活塞 1、5。假设活塞在液压缸内自由滑动（无摩擦力），且液体不会通过配合面产生泄漏。液压缸 2、4 下腔用一管道 3 连通，其中充满液体。这些液体被密封在缸内壁、活塞和管道组成的容积中。活塞 A_2 上有重物 W ，则当在活塞 A_1 上施加的力 F 达到一定大小时，就能使重物 W 上升，也就是说利用密封容积中的液体可以传递力 F 。

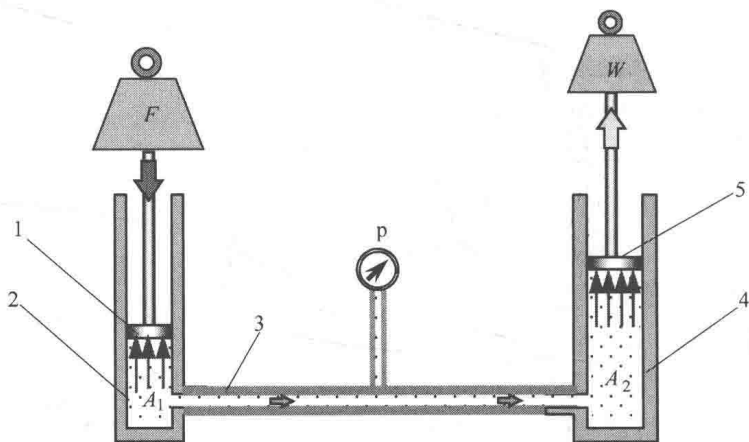


图 1-6 液压传动的简化模型

1、5—活塞 2、4—液压缸 3—管道

(2) 传递运动 根据帕斯卡定律，由于作用在密封容器内平衡液体表面上的压强（液压力）将均匀地传递到液体中所有点上，且不改变大小，这样，当活塞 1 在力 F 作用下向下运动时，重物将随之上升，这说明密封容积中的液体不仅可以传递力，还可以传递运动。

这种依靠液体体积的变化进行力和运动传递的方式称为容积式液压传动。

2. 压力形成及压力特性

(1) 压力的概念 在密封容器中的液体，当液体表面在外力 F 作用下，受力面积为 A 时，那么，液体单位面积所受的作用力大小就是液压力，简称压力。一般用 p 表示，即有

$p = \frac{F}{A}$ 。没有作用力就没有压力。

(2) 压力形成及压力特性 如图 1-6 所示, 当在活塞 1 上施加外力 F 后, 液压缸 2 中的液压油就会通过管道 3 流向液压缸 4, 忽略液压油受压缩的微小体积变化, 液压缸 4 中的活塞 5 受到负载 W 的阻力, 在整个密封的空间里, 液压油受到外力的挤压作用。那么, 液压油在液压缸 2 中产生的液体压力 $p_1 = \frac{F}{A_1}$ 。根据帕斯卡定律, 这个压力等值传递到液压缸 4 中, 即有:

$$p_1 = \frac{F}{A_1} = p_2 = \frac{W}{A_2}$$

为了提升重物 W , 必须在活塞 1 上施加主动力 F , 此时, 重物 W 就是液压系统工作的负载。所以, 只有活塞 5 上有负载, 活塞 1 上才能施加作用力 F , 并且使液体受到压力 p 。反之, 如果没有重物负载 W , 就不会产生液压力。因此, 液压系统中某处油液的压力是由于受到各种形式负载的挤压而产生的。这就是液压压力形成的原因, 液压传动中液体的压力取决于负载, 而与流入的液体多少无关, 这就是液压传动的压力特性。

3. 速度特性

如图 1-6 所示, 活塞 1 向下移动 h_1 , 通过液体的能量传输, 将使活塞 5 上升一段距离 h_2 , 很显然 $h_1 \neq h_2$ 。由于不存在泄漏及忽略液体的可压缩性, 所以在 Δt 时间里从小液压缸排出的液体体积 $V_1 = h_1 A_1$, 通过管道完全进入大液压缸中, $V_2 = h_2 A_2$, 二者相等, $V_1 = V_2$, 两边同除 Δt , 则

$$\frac{h_1 V_1}{\Delta t} = \frac{h_2 V_2}{\Delta t} = \frac{q}{t}$$

上式表明, 单位时间内从小液压缸中排出的液体体积或进入大液压缸的体积称为流量 q , 流量与面积的比就是流速, 即 $v_2 = \frac{q}{A_2}$ 。大活塞 5 的运动速度只取决于小活塞 1 的流量。即: 液压缸的运动速度只取决于流量, 与活塞的大小无关。这就是液压传动中的速度特性。

综上所述, 液压传动的工作特性是:

- 1) 液压系统的压力大小决定于负载。
- 2) 执行元件的速度决定于流量。

也可简称为: 压力取决于负载, 速度取决于流量。

1.1.3 认识液压系统的组成及图形符号

1. 液压系统的主要组成部分及作用

以汽车报废处理设备液压系统为例, 说明液压系统的主要组成部分及各部分的作用。

1) 动力元件——液压泵。如图 1-7 所示, 电动机驱动液压泵工作, 液压泵把电动机输入的机械能转化为液压能, 为液压系统提供压力油液, 通过液压管道传递给液压缸, 液压泵是液压系统的动力源, 液压泵和电动机称为动力装置。

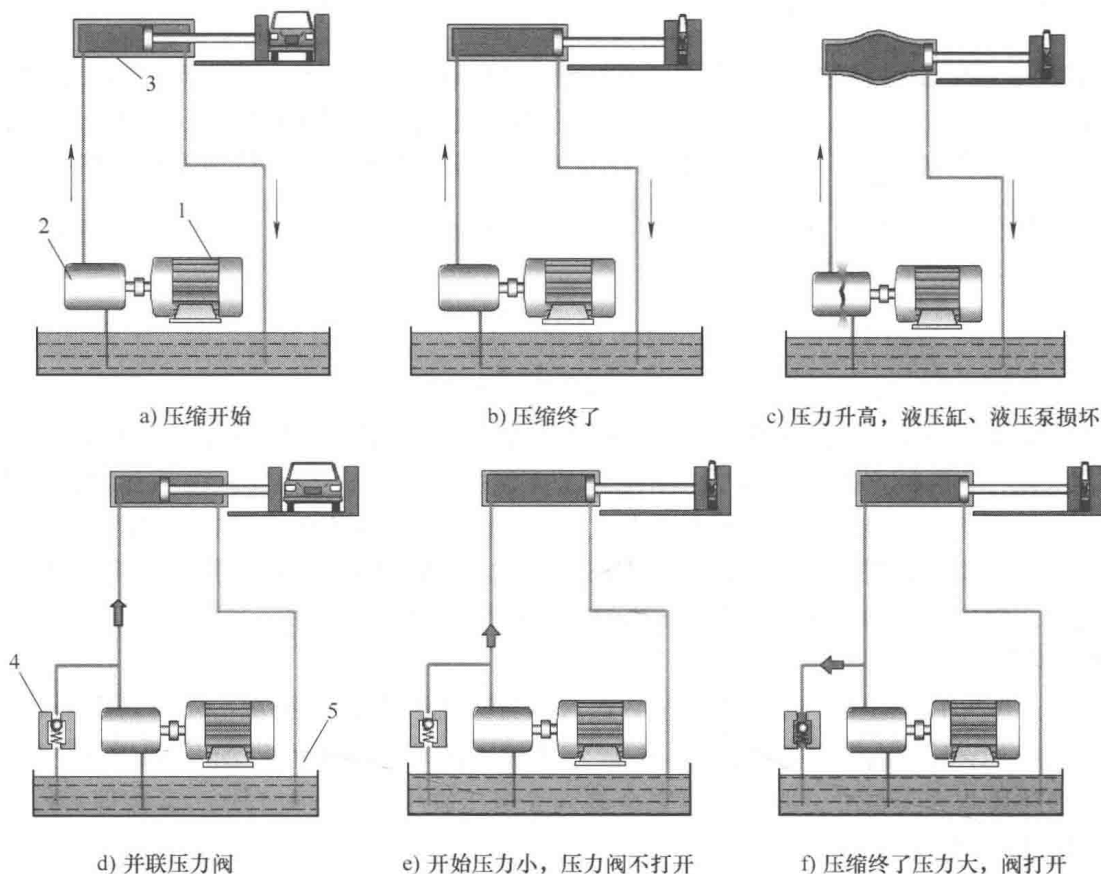


图 1-7 压力控制演变过程

1—电动机 2—液压泵 3—液压缸 4—压力阀 5—油箱

2) 执行元件——液压缸（或液压马达）。如图 1-7 所示，液压缸通过管路获得一定量的液压油，在液压力的作用下做功，实现了对车辆的压缩。液压缸输入的是液压能，输出的是机械能，实现了液压能到机械能的转换，把它称为执行元件。整个压缩装置称为执行装置。液压执行元件的作用是将液体压力能转换为机械能以驱动工作机构进行工作，实现直线运动、回转运动或摆动。

3) 控制调节元件——液压阀。其作用是在液压系统中，对系统中油液的流动方向、压力的高低以及流量的大小进行控制和调节，以满足执行元件的工作要求。

①压力控制元件——压力阀。在图 1-7c 中，当液压缸完成对报废车的压缩后，液压缸运动到终点位置，遇到的外负载将很大，此时如果电动机继续带动泵工作，由于系统的压力取决于负载，液压系统就会产生很大的液压力，该压力会超过液压缸、液压泵和液压管道的额定压力值（自身耐压性），最终导致液压缸、液压泵和液压管道的损坏。为保证液压系统工作安全，在进油管路上并联一个限制最大压力的压力阀 4，如图 1-7d 所示，当系统压力小于压力阀 4 的开启压力时，压力阀 4 不打开，液压油进入液压缸正常工作，如图 1-7f 所示；当系统压力突然增大时，增大到大于压力阀 4 的开启压力，压力阀 4 打开，液压泵提供的液压油通过压力阀全部流回油箱，如图 1-7f 所示，液压油不再进入液压缸，系统的压力不会

再升高,此时液压系统的压力被限定在压力阀的开启压力值上。这种对液压系统起到压力控制调节(或安全保护)作用的液压阀就叫压力阀。

②方向控制元件——方向阀。如图1-8所示,图1-8a中液压缸的左腔进油、右腔回油,活塞和活塞杆向右运动推动工作机构完成了报废车的压缩过程。在电动机和液压泵转向不变的情况下,如何使液压缸的活塞和活塞杆向左运动完成缩回动作进行下一个工作循环?如图1-8b、c所示,只有使液压缸右腔进油、左腔回油,活塞和活塞杆才可以向左运动。如何实现液压缸供油方向的改变?在液压管路中安装一个可以控制液压油流动方向的换向阀,就实现了液压缸的进油、回油方向的改变,使液压缸完成伸出和缩回两个动作。电磁换向阀1在左位实现缸的推进,在右位实现活塞杆的缩回。

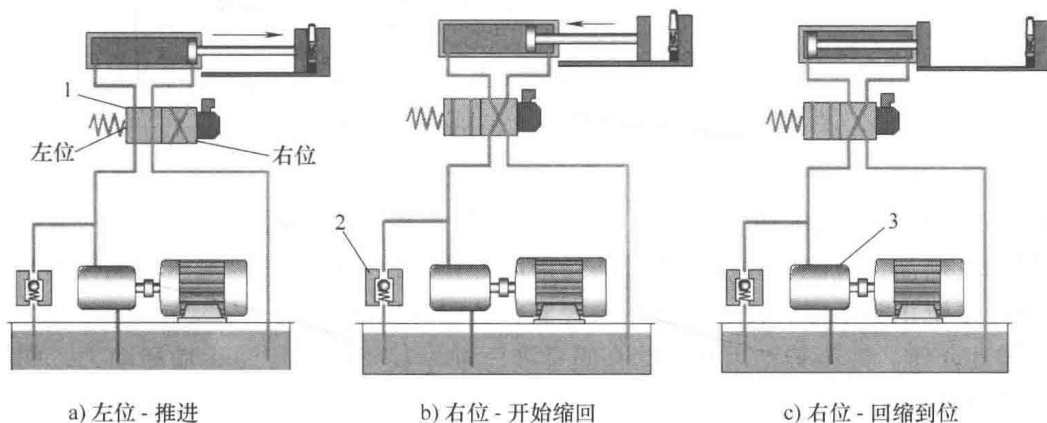


图1-8 方向控制—换向阀的应用

1—电磁换向阀 2—压力阀 3—液压泵

③速度控制元件——流量阀。如图1-9a所示,在进油管路中串联安装一个流量阀1,通过控制其开口大小来控制流量大小,进而控制了液压缸的运动速度(执行元件的速度只取决于流量)。图1-9b中加装了一个过滤器5,其作用是过滤掉油液中的杂质,提高液压油的品质。

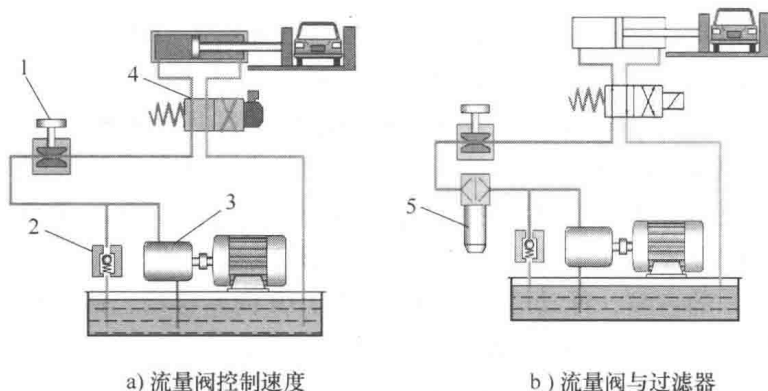


图1-9 速度控制—流量阀的应用

1—流量阀 2—压力 3—液压泵 4—换向阀 5—过滤器

方向阀、压力阀和流量阀在液压系统中起着举足轻重的作用,图 1-10 所示为三类阀的作用与功能的形象表达。

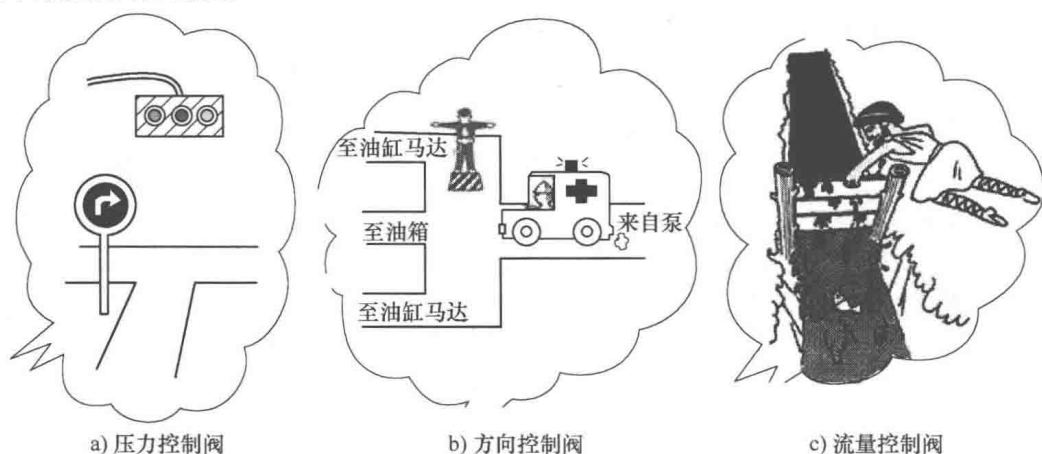
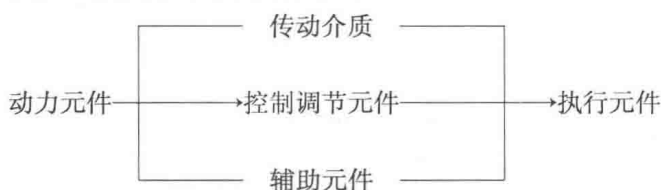


图 1-10 三类阀的作用与功能的形象表达图

4) 辅助元件。把液压油管、管接头、油箱、过滤器、蓄能器、压力表、密封件等起到连接、输油、储油、过滤、显示压力和防止泄漏等作用的元件统称为液压辅助元件,其作用是保证液压系统正常工作,便于对液压系统实行监测和控制。

5) 传动介质。液压传动用的传动介质是液压油,其作用是传递运动和动力,同时起润滑、冷却及密封的作用。

综上所述,液压系统一般由以下五个部分组成:



2. 液压系统图形符号

机械加工机床中的液压系统要比液压千斤顶的液压系统复杂得多。图 1-11a 所示为半结构式的磨床工作台液压传动系统原理图,我们可以通过它进一步了解一般液压传动系统应具备的基本性能和组成情况。它有直观性强、容易理解的优点,当液压系统发生故障时,根据原理图检查十分方便,但图形比较复杂,绘制比较麻烦。

磨床工作台液压系统工作原理:液压泵 4 在电动机(图中未画出)带动下旋转,油液由油箱 1 经过过滤器 2 被吸入液压泵,由液压泵输出的压力油通过手动换向阀 9、节流阀 13、手动换向阀 15 进入液压缸 18 的左腔,推动活塞 17 和工作台 19 向右移动,液压缸 18 右腔的油液经手动换向阀 15 流回油箱。如果将手动换向阀 15 转换成如图 1-11b 所示的状态,则压力油进入液压缸 18 的右腔,推动活塞 17 和工作台 19 向左移动,液压缸 18 左腔的油液经换向阀 15 流回油箱。工作台 19 的移动速度由节流阀 13 调节。当节流阀开大时,进入液压缸 18 的油液增多,工作台的移动速度增大;当节流阀关小时,工作台的移动速度减小。液压泵 4 输出的压力油除了进入节流阀 13 以外,其余的通过溢流阀 7 回油箱。如果将手动换向阀 9 转换成如图 1-15c 所示的状态,液压泵输出的油液经手动换向阀 9 流回油箱,这时工

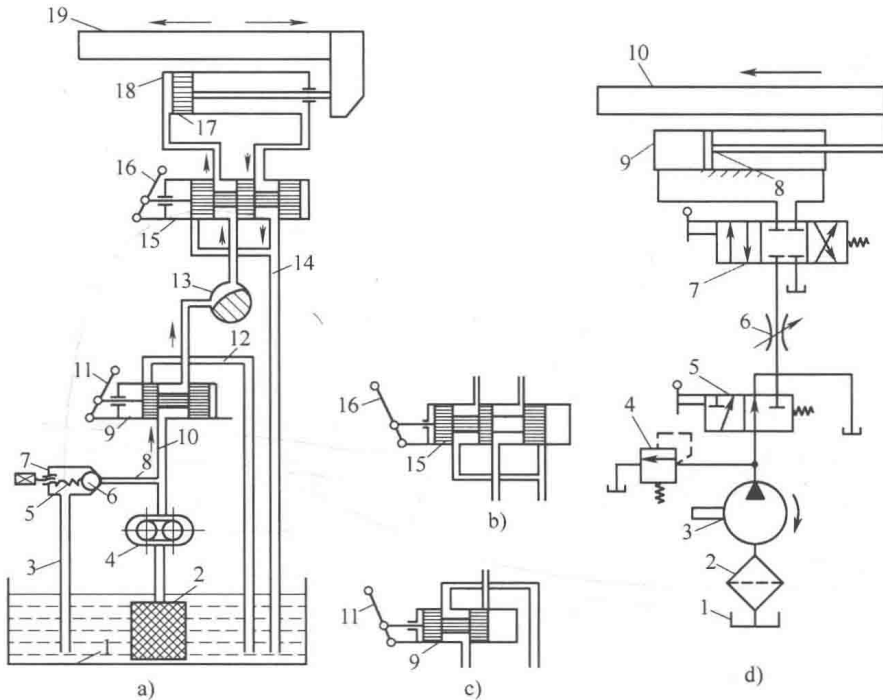


图 1-11 磨床工作台液压传动系统工作原理及系统原理图

1—油箱 2—过滤器 3、12、14—回油管 4—液压泵 5—弹簧 6—钢球
7—溢流阀 8、10—压力油管 9、15—手动换向阀 11、16—换向手柄
13—节流阀 17—活塞 18—液压缸 19—工作台

作台停止运动，液压系统处于卸荷状态。

在工程实际中，一般用国家规定的液压（气压）元件图形符号来绘制液压系统原理图，图 1-11a 所示的液压系统可用符号表示为图 1-11d。这些图形符号可使液压系统图简单明了，且便于绘制。

对于前面的报废汽车处理设备液压系统原理图，用液压图形符号表示，如图 1-12 所示。

我国制定的液压系统图形符号标准（GB/T 786.1—2009）中（见附录），有以下几条基本规定：

1) 符号只表示元件的职能作用，连接系统的通路，不表示元件的具体结构和参数，也不表示元件在系统中的实际安装位置。

2) 符号均以元件的静止位置或中间零位置表示，当系统的动作另有说明时，可作例外。

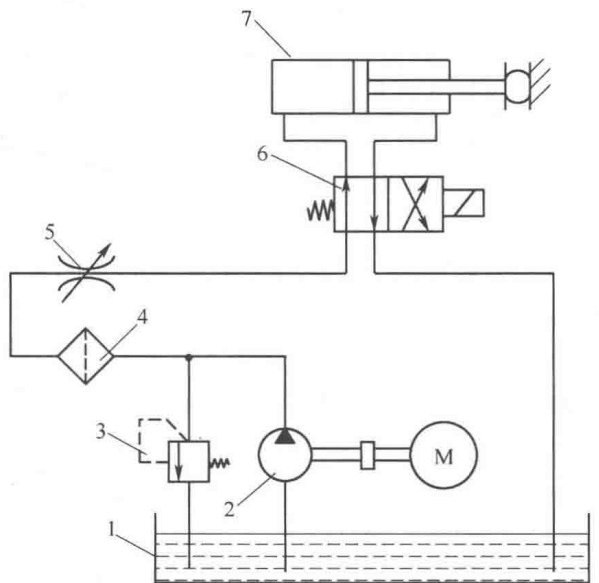


图 1-12 液压系统图的符号表示

1—油箱 2—液压泵 3—压力阀 4—过滤器
5—流量阀 6—方向阀 7—液压缸

1.1.4 了解液压传动技术应用与发展

1. 液压传动的主要优、缺点

液压传动技术主要有如下优点：

1) 相同功率情况下，液压元件体积小、重量轻、结构紧凑。例如同功率液压马达的重量约为电动机的 1/6 左右，如图 1-13 所示。

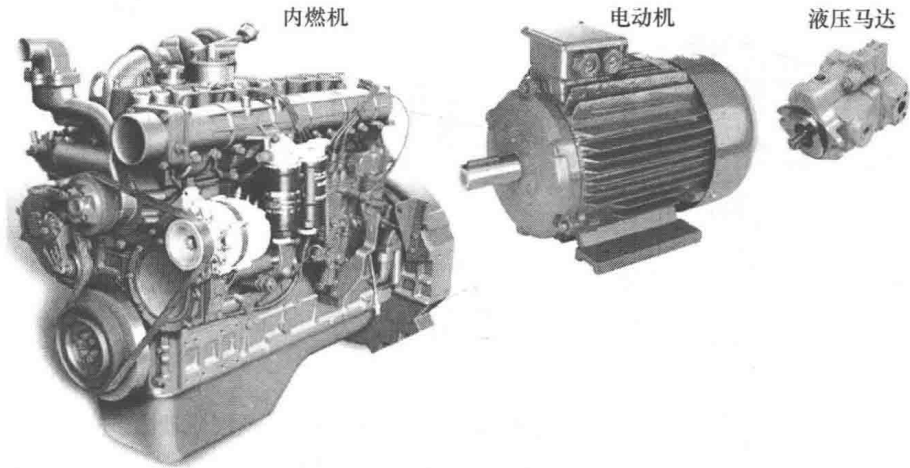


图 1-13 内燃机、电动机、液压马达外形比较

2) 工作比较平稳，反应速度快，惯性小。操作控制方便，易于实现快速起动、制动和频繁的换向。

3) 易于实现大范围的无级调速，调速比可达 5000:1。

4) 易于实现过载保护，能实现自行润滑，使用寿命长。

5) 液压元件已标准化、系列化、通用化，便于设计、制造和使用。

液压传动技术主要有如下缺点：

1) 由于液压油的可压缩性和易泄漏性，影响了执行装置运动的平稳性和准确性，使液压传动无法保证严格的传动比。

2) 液压系统的工作性能对油温的变化比较敏感，因此不宜在很高或很低的温度条件下工作。

3) 不宜远距离传递动力。由于液压传动有较大的能量损失（如泄漏、摩擦阻力等），所以传动效率不高。如果泄漏处理不当，不仅污染场地，而且可能引起火灾和爆炸事故。

4) 为了减少泄漏或满足某些性能上的要求，液压元件制造精度要求较高，加工工艺较复杂，因此它的造价高。

5) 由于液压元件和工作介质都在密封的油路内工作，因此出现故障时不易检查。

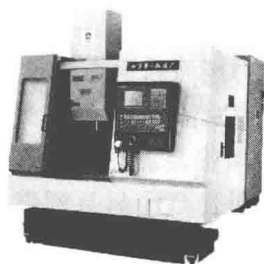
2. 液压传动技术的应用

工业生产中各个部门应用液压传动技术的出发点是不尽相同的。有的设备是利用它们能传递大的动力，且结构简单、体积小、重量轻的优点，如工程机械、矿山机械、冶金机械

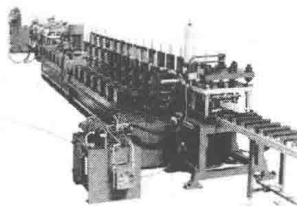
等；有的是利用它们在操纵控制方面的优势，能较容易地实现较复杂的工作循环，如机床上采用液压传动是其在工作过程中能实现无级调速、易于实现频繁的换向、易于实现自动化。表 1-1 中列出了液压与气压传动在各种行业中的一般应用。图 1-14 所示为液压技术的应用图片。

表 1-1 液压传动的应用实例

行业名称	应用举例	行业名称	应用举例
工程机械	挖掘机、装载机、推土机、压路机等	纺织机械	织布机、纺纱机、印染机
矿山机械	凿岩机、采煤机、提升机、液压支架	起重运输机械	汽车吊、港口龙门吊、叉车
建筑机械	打桩机、液压千斤顶、平地机	汽车工业	自卸式汽车、高空作业车等
冶金机械	轧钢机、压力机、转炉弯管机	铸造机械	砂型压实机、压铸机、加料机
锻压机械	压力机、模锻机	轻工机械	打包机、注塑机、造纸机
机械制造	组合机床、冲床、加工中心	农业机械	联合收割机、农具悬挂系统等



a) 数控加工中心



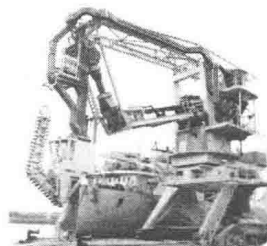
b) 液压自动生产线



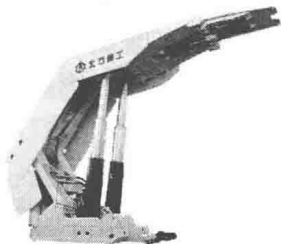
c) 运送垃圾车



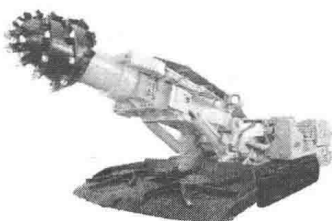
d) 工程机械



e) 港口机械



f) 矿山机械



g) 战斗机

图 1-14 液压技术的应用