

液压维修技能图解 速成系列



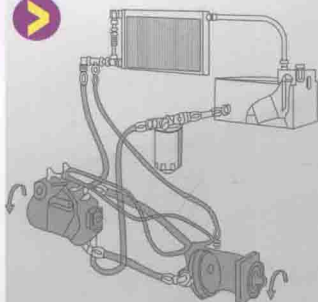
图解

液压维修基础

陆望龙 等编著



TUJIE YEYA
WEIXIU JICHU



化学工业出版社

液压维修技能图解 速成系列

图解 液压维修基础

陆望龙 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《液压维修技能图解速成系列》中的第一分册。全书重点介绍与液压维修工人日常工作息息相关的维修基础知识,是液压维修初学者快速上岗必备用书。

本书以图解的形式介绍了液压维修基本概念,维修工具的使用,怎样看懂液压系统图,工作介质的分类、性质及污染物的危害,最后给出液压回路与液压系统故障诊断的基本方法等内容。理论结合实际,以实际维修应用为宗旨,以短期提升实际技能为突出目标,适于初级液压维修工人阅读,也可作为相关企业培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

图解液压维修基础/陆望龙等编著. —北京:化学工业出版社, 2014.9
(液压维修技能图解速成系列)
ISBN 978-7-122-21168-2

I. ①图… II. ①陆… III. ①液压系统-维修-图解
IV. ①TH137-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 145447 号

责任编辑:黄 滢
责任校对:宋 夏

文字编辑:张燕文
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司
装 订:三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张6 字数168千字
2014年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

F 前言 FOREWORD



笔者编写这套丛书的目的是想为从事液压维修工作的初、中级技术人员和技术工人提供一套图文并茂、实用性强和可操作性强的液压维修读物——《液压维修技能图解速成系列》。该系列有五个分册：第一分册为《图解液压维修基础》；第二分册为《图解液压泵的维修》；第三分册为《图解液压阀维修》；第四分册为《图解液压缸和液压马达维修》；第五分册为《图解液压辅件维修》。使读者通过对本丛书/system阅读，掌握基本的液压原理，看懂液压系统图，熟悉液压元件的基本结构，会拆装、检修各种常见液压元件，会进行故障分析与排除，并且会修理液压元件。

本书是第一分册《图解液压维修基础》，内容包括：液压维修基础知识；怎样看液压系统图；液压基本维修工具；工作液体；液压回路故障分析；液压系统故障诊断的方法与技巧。学习这些内容，是做好维修工作的基础。

本丛书由陆望龙等编著。参编人员有：刘钰锋、陈黎明、张汉珍、朱声正、陶云堂、汪桂兰、陆桦、马文科、朱皖英、但莉、陈旭明、江祖专、朱兰英、李刚、陆泓宇等。

由于编者水平所限，不妥之处在所难免，望读者批评指正！

编著者

目录

CONTENTS



第1章 ▶ 液压维修基础知识

- 1.1 液压传动的概念 /1
- 1.2 液压传动的功能 /1
- 1.3 液压传动的应用领域 /3
- 1.4 液压传动的原理——帕斯卡原理 /5
- 1.5 一个简单经典的液压系统——千斤顶 /6
- 1.6 液压系统的组成 /7
- 1.7 液压传动中的一些基本概念 /9
 - 1.7.1 压力 /9
 - 1.7.2 液压系统中力的传递与放大 /12
 - 1.7.3 液压系统中压力的传递与放大 /13
 - 1.7.4 液压系统中的压力决定于外负载 /13
 - 1.7.5 液体作用在固体壁面上的力 /14
- 1.8 流动液体的特性 /16
 - 1.8.1 液体流动过程中质量是守恒的——连续性原理 /16
 - 1.8.2 液体流动过程中的能量是守恒的——伯努利方程 /16
 - 1.8.3 液体流动时的压力损失 /18
 - 1.8.4 液体流经小孔、节流口及间隙的流量 /21

第2章 ▶ 怎样看懂液压系统图

- 2.1 看懂液压系统图的基础知识 /26
- 2.2 读懂液压系统图的步骤与方法 /40

第3章 ▶ 液压基本维修工具

- 3.1 拆装工具 /51
- 3.2 去毛刺工具 /52

- 3.3 零件基本测量工具 /53
- 3.4 修理工具与修理方法 /55
 - 3.4.1 研磨工具与研磨方法 /55
 - 3.4.2 金刚石铰刀修孔的工具与方法 /62
 - 3.4.3 电刷镀修外圆类零件的工具与方法 /63
- 3.5 液压测量原理与测量仪器 /65
 - 3.5.1 压力的测量 /65
 - 3.5.2 流量的测量 /76
 - 3.5.3 温度的测量 /82
 - 3.5.4 位移与直线运动速度的测量 /87
 - 3.5.5 转速的测量 /91
 - 3.5.6 综合测量仪 /95

第4章 工作液体

- 4.1 概述 /97
 - 4.1.1 工作液体的分类 /97
 - 4.1.2 常用液压油的特性与用途 /99
 - 4.1.3 各种工作液体的典型性能 /103
 - 4.1.4 各种工作液体与液压组件的兼容性 /103
- 4.2 对工作液体性能的主要要求 /103
 - 4.2.1 对液压油主要性能的要求 /103
 - 4.2.2 对黏度的要求 /103
 - 4.2.3 对黏-温特性的要求 /106
 - 4.2.4 对润滑性能的要求 /107
 - 4.2.5 对油液清洁度的要求 /109
- 4.3 液压油的选用与使用注意事项 /113
 - 4.3.1 液压油品种的选用 /113
 - 4.3.2 液压油黏度的选用 /113
 - 4.3.3 油品品种及黏度的综合选择 /114
 - 4.3.4 液压油使用注意事项 /114
- 4.4 液压油引起的故障 /115
 - 4.4.1 液压油污染带来的故障 /115
 - 4.4.2 液压油选用不当及性能不好带来的故障 /124

- 4.5 油污染的几种简易判别法 /128
 - 4.5.1 油中空气含量的简单判断 /128
 - 4.5.2 油中含水量的简单判断 /129
 - 4.5.3 黏度大小的简单判断 /130
 - 4.5.4 油液颗粒污染的油滴斑点试验 /130
- 4.6 液压油的使用——换油与补油 /131

第5章 ▶ 液压回路故障分析

- 5.1 泵源供油回路的故障分析与排除 /134
 - 5.1.1 定量泵供油回路的故障分析与排除 /134
 - 5.1.2 双泵供油回路的故障分析与排除 /134
 - 5.1.3 恒压泵源回路的故障分析与排除 /135
- 5.2 压力控制回路的故障分析与排除 /137
 - 5.2.1 调压回路的故障分析与排除 /137
 - 5.2.2 减压回路的故障分析与排除 /139
 - 5.2.3 卸荷回路的故障分析与排除 /143
 - 5.2.4 平衡回路的故障分析与排除 /146
- 5.3 方向控制回路的故障分析与排除 /151
 - 5.3.1 靠重力或弹簧复位的换向回路故障分析与排除 /152
 - 5.3.2 双向泵的换向回路故障分析与排除 /153
 - 5.3.3 用换向阀控制的换向回路故障分析与排除 /154
- 5.4 调速回路的故障分析与排除 /155
 - 5.4.1 节流调速回路的故障分析与排除 /155
 - 5.4.2 节流调速回路的故障分析与排除 /157
 - 5.4.3 容积调速回路的故障分析与排除 /160

第6章 ▶ 液压系统故障诊断的方法与技巧

- 6.1 实用感官诊断法 /164
 - 6.1.1 调查研究——问 /164
 - 6.1.2 视觉诊断——看 /164
 - 6.1.3 听觉诊断——听 /166
 - 6.1.4 嗅觉诊断——闻 /167
 - 6.1.5 触觉诊断——摸 /167

- 6.2 用仪器检查诊断故障 /169
- 6.2.1 设备仪器故障诊断技术的内容 /170
- 6.2.2 液压故障的监测参数与诊断流程 /170
- 6.2.3 仪器检查诊断故障 /171
- 6.3 故障检查实例——Q2-8型汽车起重机液压系统故障分析与排除 /174
- 6.3.1 液压系统简介 /174
- 6.3.2 液压系统的故障诊断 /176
- 6.4 液压系统常见的几个故障 /178

参考文献

第 1 章

液压维修基础知识

1.1 液压传动的概念

以液体为工作介质，用其产生的压力传递能量的方式称为液压传动。液体可看成是不可压缩的，可将封闭的受压液体看成刚体，封闭的受压液体像固体钢杆一样，与机械传动一样，可对力、运动以及功率进行传递，如图 1-1 所示。然而液体又是“柔软”的，所以液压传动是一种又柔又刚的传动方式。



图 1-1 液压传动与机械传动的比较

液压传动系统将动力从一种形式转变成另一种形式，这一过程要通过利用密闭液体作为工作介质来完成，通过密闭液体处理传递力与传递运动的技术称为液压技术。

1.2 液压传动的功能

液压的基本应用是用来输出运动（直线运动、连续旋转运动与

来回摆动)、直线力与转矩。

① 凡是需要做往复直线运动并输出力的地方可用到液压, 用液压缸执行 [图 1-2(a)]。

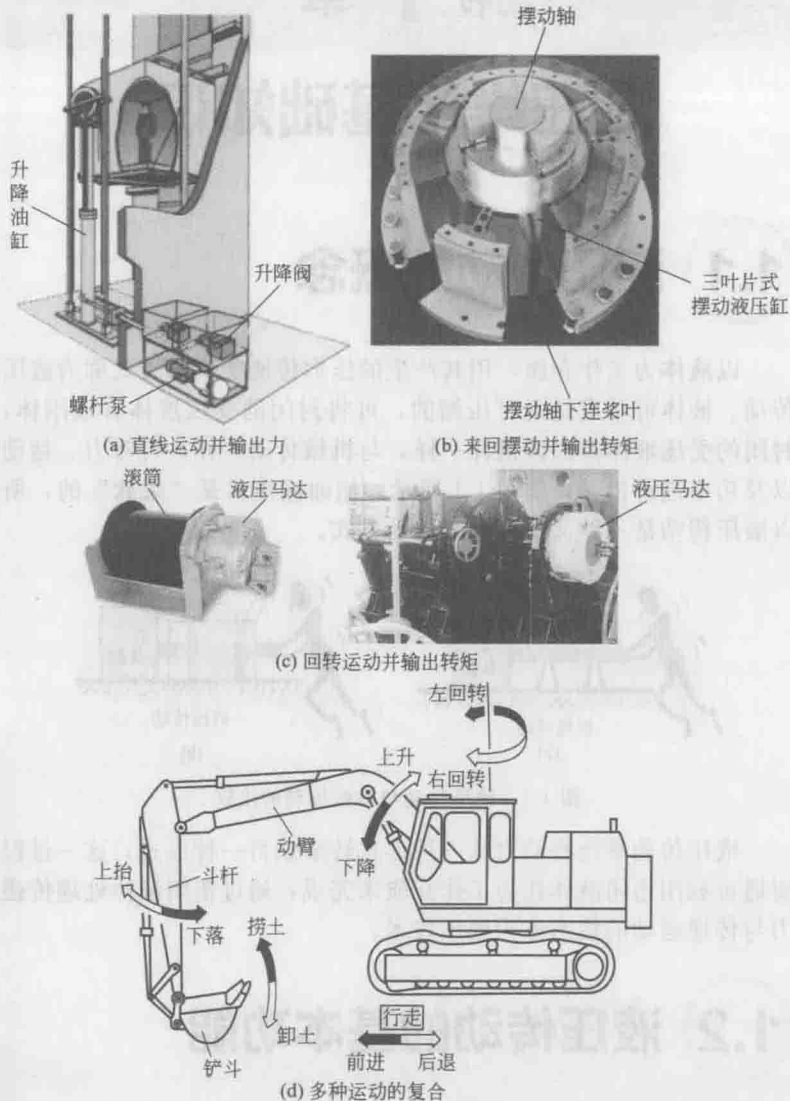


图 1-2 液压技术的基本应用

② 凡是需要做摆动并输出转矩的地方可用到液压,用摆动液压缸执行 [图 1-2(b)]。

③ 凡是需要做回转运动并输出转矩的地方可用到液压,用液压马达执行 [图 1-2(c)]。

④ 用以上三种简单运动复合,可使液压系统完成液压设备多自由度的各种复杂运动(用多个液压缸与多台液压马达执行),并对其进行运动方向、速度快慢和输出力的控制 [图 1-2(d)]。

1.3 液压传动的应用领域

液压传动因其刚度高、响应快、功率大且体积小、又易于实现计算机控制,已成为重要的传动方式之一,应用液压传动的广泛程度已成为衡量一个国家工业水平的重要标志之一。液压传动技术是机械电子工程、机械设计、机械制造、车辆工程及工业工程等专业人才知识结构中必不可少的组成部分。液压传动作为实现动力传递并加以精确控制的一门自动化技术已广泛地应用到各个工业领域 [图 1-3(a)],可以说:无处不在,无时不有。

工程机械:如挖掘机、装载机、推土机、压路机、铲运机、盾构机等。

起重运输机械:如汽车吊、港口龙门吊、叉车、装卸机械、皮带运输机等。

建筑机械:如打桩机、液压千斤顶、平地机等。

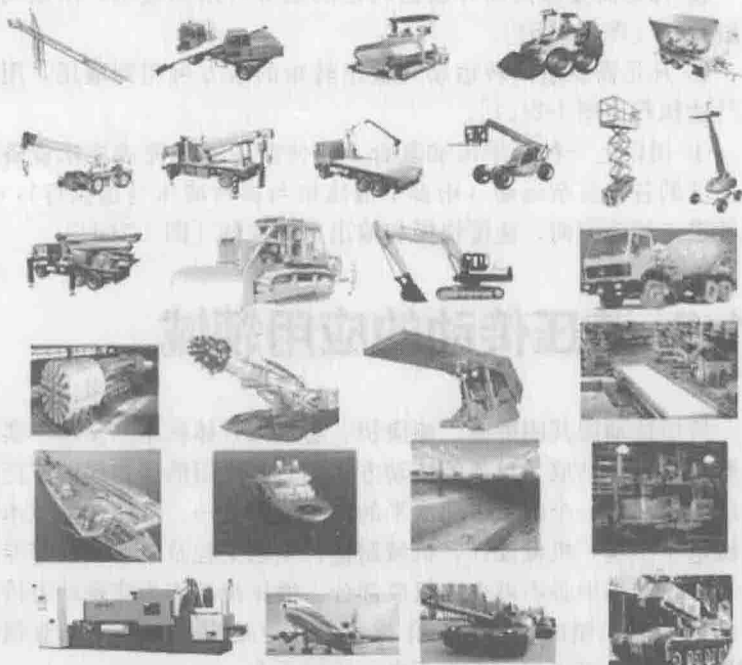
矿山煤炭:如凿岩机、掘进机、开采机、破碎机、提升机、液压支架等。

冶金钢铁:如电炉炉顶及电极升降机、轧钢机、连铸机、压力机等。

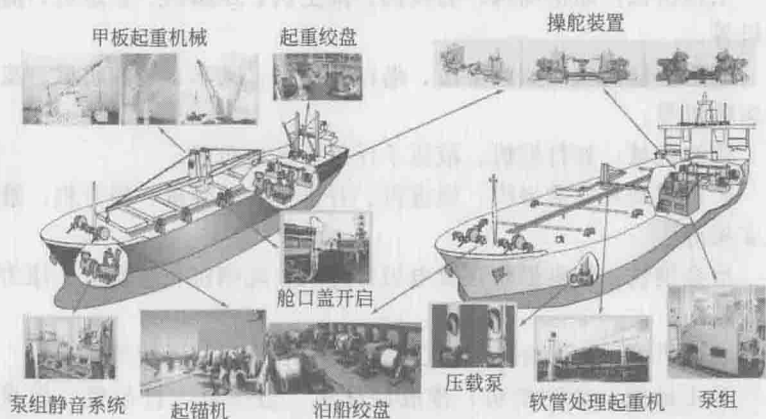
农业机械:如联合收割机、拖拉机、农具悬挂系统等。

轻工机械:如注塑机、橡胶硫化机、造纸机、打包机、校直机等。

海洋船舶:如轮船中的甲板机械、舵机、起锚机,海上石油开采的探油、钻井平台、铺管机等。



(a) 液压传动的基本应用



(b) 液压传动在船舶上的应用实例

图 1-3 液压传动的应用领域

汽车工业：如自卸式汽车、平板车、高空作业车、汽车中的转向器、减振器等。

航天、军工：如卫星发射塔、飞机（起落架收放、操舵与安全门等）、雷达、炮塔、高炮瞄准、坦克火炮稳定液压系统等。

智能机械：如机器人、数字式体育锻炼机、模拟驾驶舱等。

液压传动在上述各种设备上均有许多具体的实际应用，不一一列举。此处仅列举图 1-3(b) 中液压传动在船舶上的应用实例。

1.4 液压传动的基本原理——帕斯卡原理

液压传动的基本原理是帕斯卡原理。帕斯卡原理表述如下：在密闭容器中的静止液体，由外力作用在液面上产生的压力能等值地传到液体内部的所有各点。帕斯卡原理也称静压传递原理。

① 加于密闭容腔内液体任一部分的压强（液压传动中称“压力”）将按其原来的大小由液体向各个方向传递。

② 压力总垂直作用于容器内的任意表面上。

③ 如果忽略不计因液面高度产生重力的影响，液体中各点的压力在所有的方向上均相等。如图 1-4 所示给断面面积为 1cm^2 的活塞加上 100N 的力，在封闭容腔内处处会产生均等的 1MPa 的压力（压强）。

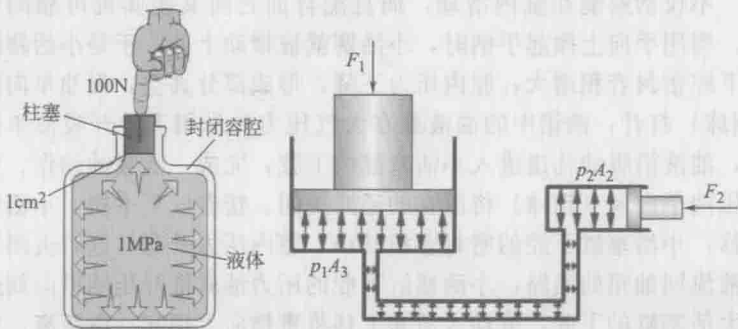


图 1-4 液压传动的基本原理

1.5 一个简单经典的液压系统——千斤顶

液压传动是利用上述帕斯卡原理（静压传递原理）来工作的。

液体基本上是不可压缩的，因而可将封闭容腔内的受压液体看成刚体，液体像固体一样，可对力、运动以及功率进行传递，因此液压传动是一种又柔又刚的传动方式。

图 1-5(a) 所示为液压千斤顶的工作原理，它是利用上述静压传递原理进行起重工作的。在封闭容器中盛满液体，动力来自小活塞的上下往复移动，相当于液压泵（动力元件）。当小活塞在作用力 F_1 下下压时，封闭容器内产生压力，小缸体内的液体流入大缸体（执行元件）内，依靠液体压力推动大活塞上升，产生向上的力将重物 W 举升，这种力和运动的传递是通过封闭容器内的液体（工作介质）来实现的。此外这个系统还包括吸油单向阀、压油单向阀和截止阀等控制元件，以及油箱、管路等辅助元件。

这是一个简单但很完整的液压系统，它包括了动力元件（泵）、执行元件（大活塞缸）、控制元件（单向阀、截止阀）、辅助元件（油箱、管路）和工作介质（油）五个组成部分。

图 1-5(b) 所示为液压千斤顶的结构，大、小两个油缸的内部分别装有大活塞和小活塞，活塞和缸体之间保持一种良好的配合关系，不仅活塞能在缸内滑动，而且配合面之间又能实现可靠的密封。当用手向上掀起手柄时，小活塞就被带动上升，于是小活塞缸的下腔密封容积增大，腔内压力下降，形成部分真空，吸油单向阀（钢球）打开，油箱中的油液就在大气压力的作用下推开吸油单向阀，油液沿吸油孔道进入小活塞缸的下腔，完成一次吸油动作。这时压油单向阀（钢球）将所在的通路关闭。接着压下手柄，小活塞下移，小活塞缸下腔的密封容积减小，腔内压力升高，这时关闭了油液流回油箱的通路，小活塞缸下腔的压力油就推开压油单向阀进入大活塞缸的下腔，推动大活塞上移将重物向上顶起一段距离。如此反复地上提下压手柄，就可以将大活塞上的重物不断升起，达到

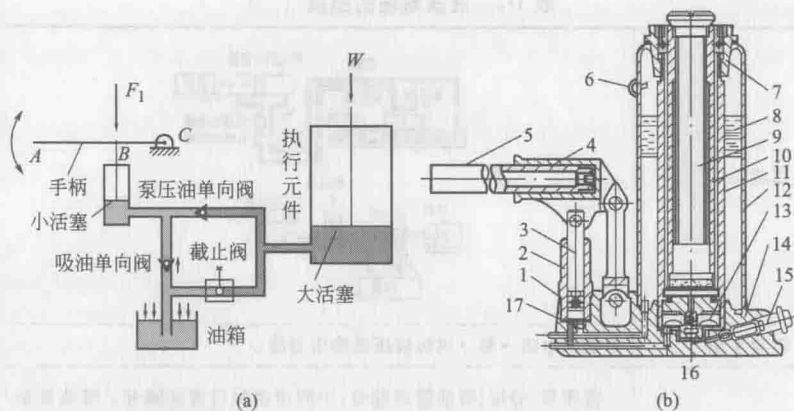


图 1-5 千斤顶的液压原理

- 1—密封圈；2—小油缸（液压泵）；3—小活塞；4—杠杆组件；5—手柄；
6—油塞；7—顶帽；8—液压力油（油箱）；9—调节螺杆；10—大活塞；11—大油缸；
12—外套；13—大密封圈；14—底座；15—回油放油阀（截止阀）；
16—压油单向阀；17—吸油单向阀

起重的目的。

若旋转放油截止阀，则在物体的自重作用下，大活塞缸中的油液流回油箱，活塞下降到原位。

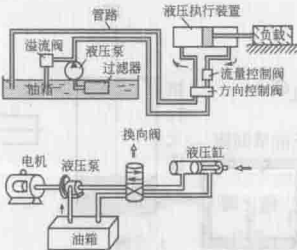
1.6 液压系统的组成

一个完整的液压传动系统由动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件及工作介质五个部分组成，如表 1-1、表 1-2 和图 1-6 所示。

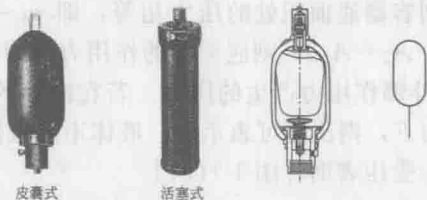
表 1-1 液压系统的组成（一）

组成部分	功 用	举 例
动力元件	将机械能转化为液体的压力能	液压泵
执行元件	将液体的压力能转化为机械能	液压缸、液压马达
控制元件	控制流体的压力、流量和方向，保证执行元件完成预期的动作要求	方向阀、压力阀、流量阀等
辅助元件	起连接、储油、过滤、测量等作用	油管、油箱、滤油器、压力表等

表 1-2 液压系统的组成 (二)

组成	 The diagram illustrates a complete hydraulic system. It includes a pump (labeled 液压泵) connected to a reservoir (油箱) via a suction line. A pressure relief valve (溢流阀) is connected to the pump's outlet. The system also features a filter (过滤器), a directional control valve (方向控制阀), a flow control valve (流量控制阀), and a hydraulic actuator (液压执行装置) which is shown as a cylinder. A motor (电机) is connected to the pump.
能量来源	电能→电机→泵→供应液压系统压力能
动力元件	液压泵:分压、吸油腔两部分,中间由密封过渡区隔开。吸油管是引导工作液流向泵的油管,压油管是引导工作液流出泵的油管 泵将液压系统所需要的压力能和流量输送到液压系统的各个部位  The illustration shows a physical hydraulic pump and its corresponding schematic symbol, which consists of a circle with a triangle inside and a port on the right.
控制元件	方向控制阀:控制液流方向 压力控制阀:控制液体压力大小 流量控制阀:控制液体流量大小
执行元件	液压缸、液压马达:将液压能变为机械能,向外做功的元件 液压马达(液压马达):输出旋转运动 液压缸(油缸):输出直线运动 摆动油缸:输出小于 300°转角的回转摆动
辅助元件	油管:①与泵相连的是压油管和吸油管,液压系统内的工作油液不停地在管道里流动,它们经吸油管流入泵,然后又被泵挤压到压油管里,流经全液压系统;②吸油管把来自油箱的干净油液吸入泵内,泵出口的压油管流出的油液中含有压力能,被送往液压系统各个部位 过滤器:过滤油液  The illustration shows three different types of hydraulic filters: a pleated filter, a cartridge filter, and a bag filter. Next to them is the schematic symbol for a filter, which is a diamond shape with a dashed line through the center.

续表

辅助元件	蓄能器: 储存压力能  油冷却器: 散热冷却油液 油箱
工作介质	液压油: 泵每旋转一圈, 泵吸油腔容积增大而吸油, 压油腔容积缩小而排出有压油

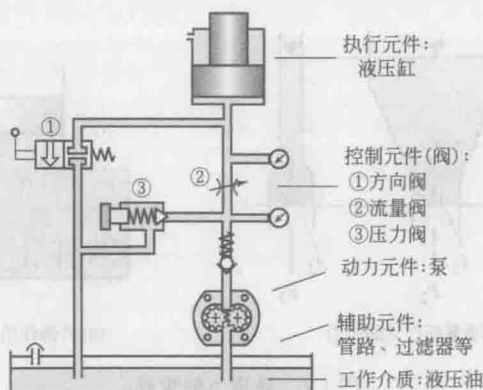


图 1-6 液压系统的组成

1.7 液压传动中的一些基本概念

1.7.1 压力

(1) 静压力的构成

液体在单位面积上所受的垂直力称为压力 (在物理学中称为压强, 而在工程中称为压力)。液体中的静压力由两部分构成。

① 液体自身重量所产生的压力