

中等专业学校教学用书

液 压 传 动

石熙年 万柏群 编

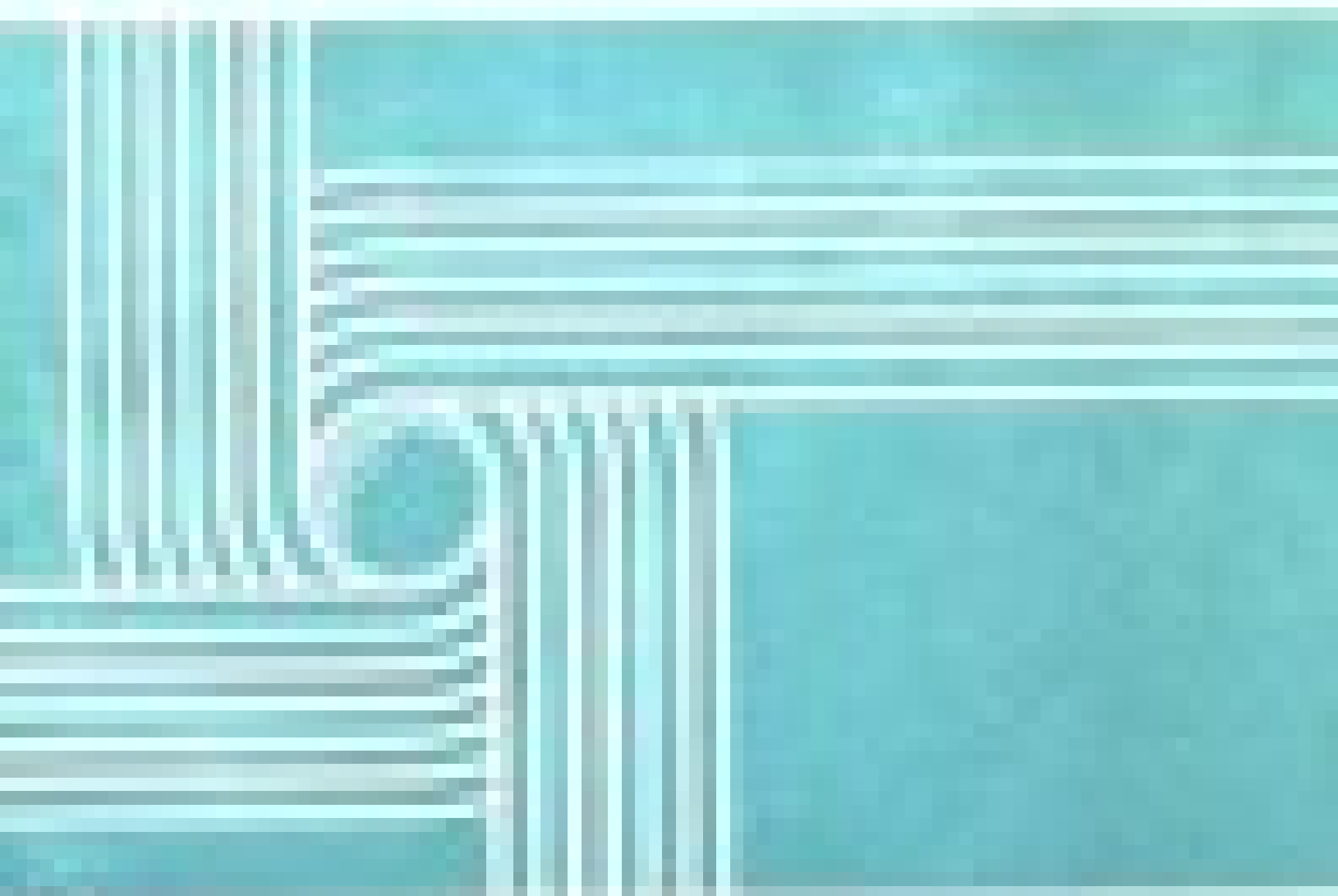


中国矿业大学出版社

机械工业出版社

液压传动

—— 第二版 ——



中国轻工业出版社

中等专业学校教学用书

液 压 传 动

石熙年 万柏群 编

B386/17

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是中等专业学校技术基础课程“液压传动”的教材，全面、系统地介绍了各种液压元件的结构、工作原理、性能分析、设计计算以及选用方法；简明介绍了液压系统的各种基本回路、几个典型液压传动系统以及液压伺服系统。

本书除适于中等专业学校教学使用之外，还可作为各种中等程度的业余学校教材，也可供有关专业大专教学和技术人员参考。

责任编辑 王树范

技术编辑 关湘雯

中等专业学校教学用书

液压传动

石熙年 万柏群 编

中国矿业大学出版社出版发行

江苏省新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张17 字数416千字

1990年11月第一版 1990年11月第一次印刷

印数 1—15000册

ISBN 7-81021-384-9

TD·78 定价3.05元



前 言

本书是根据煤炭中等专业学校煤矿机械化和煤矿机电专业的教学计划、教学大纲编写的。它也适于采煤专业和其他中等专业学校作教材使用。

本书主要包括液压元件的原理、性能分析、设计计算、典型结构及选用，液压系统中的基本回路、典型系统及液压伺服系统等。

在编写中注意了以下要求：

1. 力求适合中等专业学校的教学特点、贯彻“少而精”原则，加强基础理论；
2. 内容力求新颖、实际，尽量反映国内外最新成就和发展趋势；
3. 每章末均有小结，指出学习重点，简明地归纳、总结本章主要内容，并附有复习题；
4. 采用国家法定计量单位；
5. 专业名词、术语和图形符号符合国家相应标准。

本书由大同煤炭工业学校石熙年编写第三、四、五、六、七、十、十一章，江西煤炭工业学校万柏群编写第一、二、八、九章，由石熙年统稿、修订。初稿由煤炭部教材编辑室和全国煤炭中专矿机学科研究会组织阜新煤校徐蒙良、北京煤校孙九如、陕西煤校卢维东同志进行了审校。

在编写过程中，得到兄弟院校、厂矿、科研单位的大力支持和帮助，在此一并致谢。

由于编者水平所限，书中错误和不妥之处在所难免，切望读者批评指正。

编 者

一九九〇年三月

目 录

第一章 液压传动的基础知识	(1)
第一节 液压传动的工作原理	(1)
第二节 液压传动系统示例	(3)
第三节 液压传动的优缺点和图形符号	(6)
第四节 液压传动的发展简史	(9)
第二章 工作液体	(12)
第一节 液压油主要物理性质	(12)
第二节 液压传动用的工作液体	(18)
第三节 气穴现象和液压冲击	(23)
第三章 液压泵	(26)
第一节 概述	(26)
第二节 齿轮泵	(30)
第三节 叶片泵	(40)
第四节 柱塞泵	(52)
第四章 液压马达	(81)
第一节 液压马达的分类及性能参数	(81)
第二节 高速小扭矩液压马达	(86)
第三节 低速大扭矩液压马达	(92)
第五章 液压缸	(110)
第一节 液压缸的类型	(110)
第二节 液压缸的性能参数	(113)
第三节 液压缸的零部件结构、材料及要求	(118)
第四节 液压缸的基本参数计算	(129)
第六章 液压控制阀	(134)
第一节 概述	(134)
第二节 压力控制阀	(135)
第三节 方向控制阀	(151)
第四节 流量控制阀	(166)
第五节 液压逻辑阀简介	(172)
第六节 阀的连接和集成	(181)

第七章 辅助元件	(188)
第一节 油管和管接头	(188)
第二节 油箱和冷却器	(190)
第三节 过滤器	(193)
第四节 蓄能器	(197)
第八章 液压基本回路	(201)
第一节 压力控制回路	(201)
第二节 速度控制回路	(206)
第三节 方向控制回路	(219)
第四节 多缸配合工作回路	(220)
第九章 液压传动系统	(224)
第一节 阅读液压系统图的一般方法和步骤	(224)
第二节 主回路及系统分类	(224)
第三节 典型液压系统	(226)
第十章 液压伺服系统	(234)
第一节 液压伺服系统的基本概念	(234)
第二节 伺服阀	(237)
第三节 液压伺服系统的应用	(241)
第十一章 液压元件的测试	(246)
第一节 液压元件测试类型及测试参数	(246)
第二节 主要液压件的测试方法	(247)
第三节 常用测试仪表	(250)
附录	(252)
附录一 计量单位换算表	(252)
附录二 液压及气动图形符号 (GB786—76) 摘要	(255)
参考文献	(266)

第一章 液压传动的基础知识

第一节 液压传动的工作原理

就一部完整的机器而言，一般都是由动力、传动、操纵（或控制）及工作（或执行）等四个部分所构成。由于动力装置的性能不可能直接满足工作机构各种工况的要求，因此，传动装置就成为各种机器不可缺少的重要组成部分。其基本功用就是变换动力装置的性能参数，扩大性能范围，适应工作机构各种工况的要求。

传动装置归纳起来不外乎是：机械传动、电力传动、液体传动（液压传动和液力传动）、气压传动和由以上任意两种传动形式组合起来的复合传动。

液压传动（又称静力式或容积式液体传动）是借助于处在密封容积内的液体的压力能来传递能量或动力。

液力传动（又称动力式或透平式液体传动）是借助于液体的动能来实现能量或动力的传递。这种传动实际上是一组离心泵-涡轮机系统。

一、液压传动的简化模型

众所周知，机械传动主要是利用齿轮、皮带、链条、螺旋副、凸轮、轴、或连杆机构等零部件来传递力和运动的。这一类零部件总称为“运动件”。液压传动则是利用没有固定形状但具有确定体积的液体来传递力和运动。其中的液体称为“工作介质”或“工作液体”，它的功能相当于机械传动中的“运动件”。

图 1-1 是一个经过简化的液压传动模型。图中的 4、3 为两个直径不同的液压缸，缸内各有一个与内壁紧密配合的活塞 2 和 1，两个液压缸的下腔用一条管道 5 连通，其中都充满液体。假设活塞能在缸内自由（无摩擦力）滑动而液体又不会通过配合处产生泄漏，是和外界隔离在密封容积内的。并且活塞 2 上有重物 W ，则当活塞 1 上施加的力 F 达到一定大小时，就能阻止重物 W 下降。也就是说密封容积中的液体可以传力。当活塞 1 在 F 力

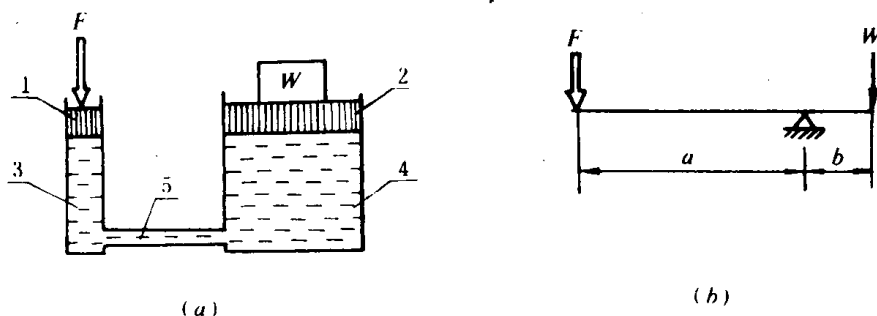


图 1-1 液压传动工作原理

1、2—活塞，3、4—液压缸，5—管道

作用下向下运动时，重物 W 将会向上运动。可见，密封容积中的液体不但可以传力，还可以传递运动。通过以上分析可以看出，液压传动有以下几个特点：

- (1) 以液体为传动介质；
 - (2) 由于液体没有固定形状，但有一定体积，所以这种传动必须在密封容器（缸或管等）内进行；
 - (3) 液体只能受压力，不能受其它应力，所以这种传动是靠受静压力的液体进行的。
- 由此可见，液压传动是靠密封容器中受静压力的液体进行传动的。是基于物理学中“帕斯卡”原理来工作的。

二、液压传动的力比和速比

由图1-1可知，当系统处于平衡状态时，活塞1单位面积上受到的液体压力为

$$p_1 = \frac{F}{A_1}$$

活塞2上受到的液体压力为

$$p_2 = \frac{W}{A_2}$$

式中 A_1 、 A_2 ——活塞1、2的面积。

根据流体力学中的帕斯卡原理“平衡液体内某一点的液体压力等值地传递到各处”，则有

$$p_1 = p_2 = p = \frac{F}{A_1} = \frac{W}{A_2} \quad (1-1)$$

或

$$\frac{W}{F} = \frac{A_2}{A_1} \quad (1-2)$$

由此可见，输出端的力和输入端的力之比等于两活塞面积之比。

如果活塞1向下移动了一段距离 h_1 ，则液压缸内被挤出的液体体积为 $A_1 h_1$ 。这些液体进入液压缸4，使活塞2上升 h_2 ，其让出的体积为 $A_2 h_2$ 。若不考虑泄漏和液体的可压缩性，两体积应相等，即

$$A_1 h_1 = A_2 h_2$$

或

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1-3)$$

设两活塞移动的时间为 t s，由于两活塞的移动是在同一时间内进行的，所以活塞1和2的移动速度分别为

$$v_1 = \frac{h_1}{t}; \quad v_2 = \frac{h_2}{t}$$

将距离 h_1 和 h_2 代入式(1-3)，则有

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1-4)$$

由此可见，输出、输入的位移和速度都与两活塞的面积成反比。

将式(1-4)改写成

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1-5)$$

这在流体力学中称为液流连续性原理。

将式 (1-2) 和式 (1-4) 相乘, 则有

$$Wv_2 = Fv_1 \quad (1-6)$$

式 (1-6) 左边和右边分别代表输出和输入的功率, 说明能量守恒同样适用于液压传动。

三、液压传动的两个重要特性

由液压传动工作原理图中可以看出, 只有在活塞 2 上有了重物 (负载), 活塞 1 上才能施加作用力 F ; 只有有了负载和作用力, 才会产生液体压力。所以, 就负载和液体压力二者来说, 负载是第一性的, 压力是第二性的。即有了负载, 液体才会产生压力, 并且压力的大小决定于负载。

令式 (1-5) 中 $Q = A_1 v_1$, 其中 Q 表示活塞 1 以速度 v_1 运动时, 单位时间内从液压缸 3 中排出液体的体积, 称为流量。流量 Q 进入液压缸 4 时, 活塞 2 的运动速度为

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} \quad (1-7)$$

即从动活塞 2 的运动速度取决于进入液压缸 4 的流量。

通过上述分析可以得出液压传动的两个工作特性:

1) 液压传动中的液体压力决定于负载。也就是说, 压力只随负载的变化而变化, 与流量无关;

2) 负载的运动速度只与输入的流量有关而与压力无关。在两油缸的面积 A_1 、 A_2 确定之后, 如果使 $v_1(Q)$ 连续变化, 则 v_2 亦可连续变化, 就可实现液压传动的无级调速。利用式 (1-1), (1-6) 和式 (1-7) 可得

$$Wv_2 = pA_2 \cdot \frac{Q}{A_2} = pQ \quad (1-8)$$

式 (1-8) 左边是输出功率, 右边压力 p 和流量 Q 的乘积也代表功率。所以压力 p 和流量 Q 是液压传动中最重要的参数。

第二节 液压传动系统示例

一、泵-缸式液压系统

泵-缸式液压系统广泛地用于机床 (如磨床、铣床、刨床、组合机床等) 工作台的往复运动, 煤矿液压支架的立柱升降、千斤顶推移、或者其它各种机器中需要往复运动的场合。

图 1-2 是一个实现工作台往复运动的简单的液压系统

当电动机 (图中未示出) 带动液压泵 3 旋转时, 泵 3 从油箱 1 吸油, 然后将具有压力能的油液输入管路, 油液通过节流阀 4 流至换向阀 6 时 (图 1-2a), 由于手动换向阀处于中间位置, 阀孔 P 与 A 、 B 均不相通, 液压缸 8 不通压力油, 工作台 10 停止不动。若将手动换向阀向右推, 使阀芯处于图 1-2b 所示位置时, 阀孔 P 和 A 、 B 和 T 相通, 油液经进油孔 P 流入换向阀, 再经阀孔 A 进入液压缸左腔; 与此同时, 液压缸右腔的油液可经阀孔 B 流入换向阀, 再经回油孔 T 流回油箱。当液压缸固定不动时, 活塞 9 在油液压力的推动下, 带动与活塞杆连接在一起的工作台向右运动。扳动手柄 7, 使换向阀的阀芯移到左边位置, 如图 1-2c 所示, 这时, 压力油经阀孔 P 进入换向阀后将经阀孔 B 进入液压缸的右腔; 液压缸

左腔的油液经阀孔A和回油孔T流回油箱，于是使工作台向左运动。可以看出，换向阀的作用在于不断改变压力油的通路，实现工作台所需要的往复运动。

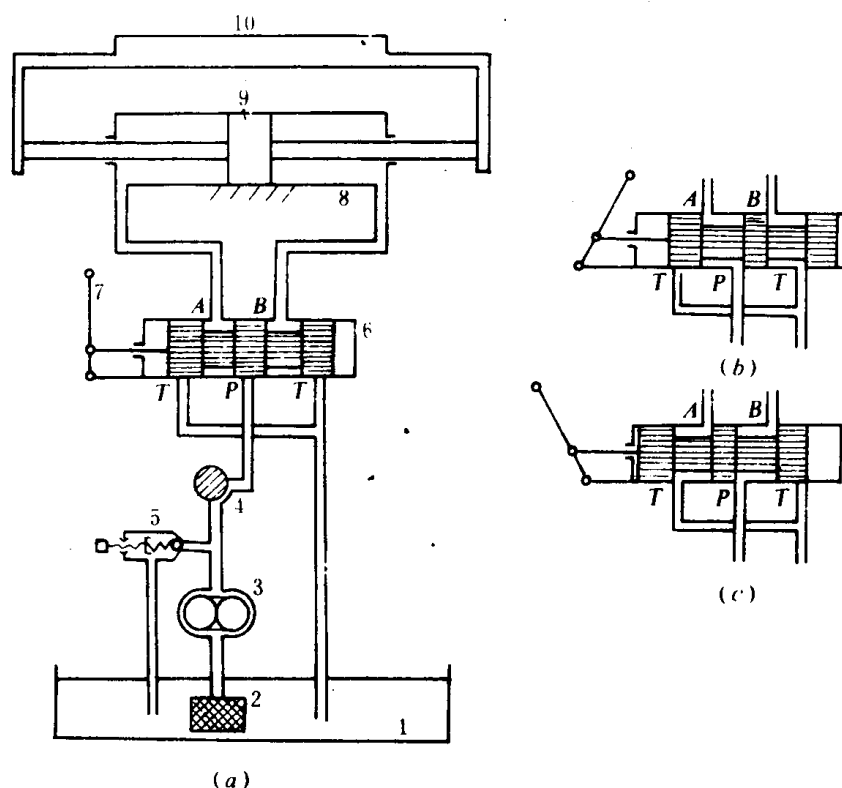


图1-2 泵-缸式液压系统

1—油箱，2—过滤器，3—液压泵，4—节流阀，5—溢流阀，6—换向阀，7—手柄，
8—液压缸，9—活塞，10—工作台

根据加工要求不同，工作台的运动速度应该是可以调节的，图中的节流阀4，就是为满足这一要求而设置的。节流阀的作用是利用改变它的开口大小，调节通过节流阀的油液流量，以控制工作台的运动速度。

工作台运动时，要克服加工工件产生的切削阻力和相对运动件表面间的摩擦阻力等。这些阻力是由液压泵输出油液压力来克服的。根据工作情况的不同，液压泵输出油的液压力应当能够调整。此外，由于工作台速度的改变，液压泵排出的油液流量往往多于液压缸所需要的油液流量，为此，必须让多余的油液从旁路排回油箱。这些功能都是由图中设置的溢流阀5来完成的。图中2为网式过滤器，起滤清油液的作用。

二、泵-马达式液压系统

这种液压系统广泛应用在车辆、拖拉机、起重机提升、采煤机牵引等使工作机构产生旋转运动的场合。

如图1-3所示，当变量液压泵1由电动机带动旋转，压力油通过管路输送给定量液压马达2，马达在压力油液的作用下旋转、拖动负载工作。低压油液由马达的输出口排出，再输送给液压泵1。

改变液压泵1的偏心距 e 的数值，就能改变泵的排出流量，因而也就可以改变马达的转速。当改变液压泵1偏心距的方向时，就能改变泵的进、排油方向，因而也就可以改变

马达的旋转方向。可见，这种泵-马达式液压系统具有优越的调速和换向性能。

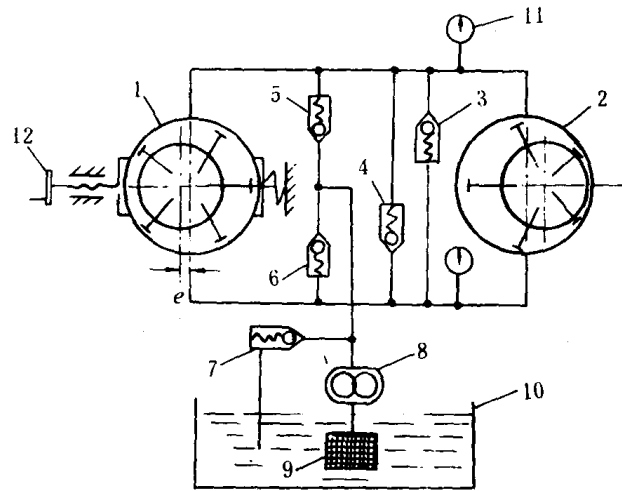


图1-3 泵-马达式液压系统

1—变量液压泵；2—定量液压马达；3、4—安全阀；5、6—单向阀；7—溢流阀；
8—补油液压泵；9—过滤器；10—油箱；11—压力表；12—变量手轮

补油泵8是一个辅助泵，其作用是补充液压系统的漏损；单向阀5、6可在任何情况下使补油泵向主油路的低压油管补油；安全阀3、4是当系统压力突然超过系统的限定压力时，使阀打开沟通系统高低压油路，起安全保护作用；溢流阀7是当补油泵8的油液不需要向主油路补油、或系统工作中有多余的油液时，用此阀溢流回油箱。溢流阀7是常开式的，既起溢流作用，又对补油路起定压作用。变量手轮12用来调节液压泵1的偏心距，压力表11用于指示油路的油压力的大小。

三、液压传动系统的组成

一个完整的液压系统均包括以下五个基本组成部分：

1) 液压动力元件 它是将原动机（电动机或内燃机等）所提供的机械能转变为工作液体的液压能的换能装置，通常称为液压泵；

2) 液压执行元件 将液压泵所提供的工作液体的液压能，转变为机械能的换能装置，称为液压执行元件，或称为液动机。作直线往复运动的液动机称为液压缸或油缸；作连续旋转运动的液动机则称为液压马达或油马达；

3) 液压控制元件 对液压系统中工作液体的压力、流量和流动方向进行调节、控制的机械装置，称为液压控制元件，通常简称为液压阀或阀；

4) 液压辅助元件 液压辅助元件包括油箱、油管、管接头、过滤器、蓄能器、冷却器、加热器以及各种液体参数的监测仪表等；

5) 工作液体 工作液体是能量的承受和传递介质，即能量的载体，液压传动中使用的工作液体（或称工作介质）绝大多数为矿物油、合成液或乳化液。

液压系统中各元件的相互关系及传递、转换能量的方式如图1-4所示。

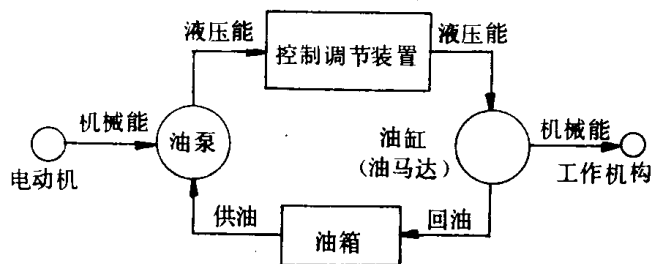


图1-4 液压传动系统中液压元件之间的关系

第三节 液压传动的优缺点和图形符号

机械传动、电力传动和液压传动是目前应用最广泛的三种传动方式。它们各有优缺点和各自的最佳应用条件。

一、液压传动的优缺点

与机械传动比较，液压传动具有以下一些优点。

(1) 由于一般采用油液作为传动介质，因此液压元件具有良好的自我润滑条件；工作液体可以用管道输送到任何位置，允许液压执行元件和液压泵保持一定距离；液压传动能很方便地将原动机的旋转运动变为直线运动。这些特点十分适合各种工程机械、采矿设备的需要，其典型应用实例，就是煤矿井下使用的单体液压支柱和液压支架。

(2) 可以在运行过程中实现大范围的无级调速，其传动比可高达1:1000，且调速性能不受功率大小的限制。

(3) 易于实现载荷控制、速度控制和方向控制，可以进行集中控制、遥控和实现自动控制。

(4) 液压传动可以实现无间隙传动，因此传动平稳，操作省力，反应快，并能高速启动和频繁换向。

(5) 液压元件都是标准化、系列化和通用化产品，便于设计、制造和推广应用。

与电力传动相比，液压传动的主要优点也有以下几点。

(1) 质量小、体积小。这是由于电机受到磁饱和的限制，其单位面积上的切向力与液压机械所能承受的液压力相差数十倍。统计表明，在输出同等功率的情况下，液压机械单位功率的质量，目前仅为电机的十分之一左右。

(2) 运动惯性小，响应速度快。液压马达的力矩·惯量比（即驱动力矩与转动惯量之比）较电动机大得多，故其加速性能好。例如，加速一台中等功率的电动机通常需要一秒至几秒钟，而加速同样功率的液压马达只需要0.1s左右。这种良好的动态特性，对液压控制系统更有其重要意义。

(3) 低速液压马达的低速稳定性，要比电动机好得多。

(4) 液压传动的应用，可以简化机器设备的电气系统。这对于具有爆炸危险的煤矿井下，大有好处。

液压传动的主要缺点是：

(1) 在传动过程中，由于能量需要经过两次转换，存在压力损失、容积损失和机械摩擦损失，因此总效率通常仅为0.75~0.8左右；

(2) 传动系统的工作性能和效率受温度变化的影响较大，一般的液压传动，在高温或低温环境下工作，存在一定困难；

(3) 液体具有一定的压缩性，配合表面也不可避免地有泄漏存在，因此液压传动无法保证严格的传动比；

(4) 工作液体对污染很敏感，污染后的工作液体对液压元件的危害很大。因此液压系统的故障比较难查找，对操作、维修人员的技术水平有较高要求；

(5) 液压元件的制造精度、表面光洁度以及材料的材质和热处理要求都比较高，因而其成本较高。

总的说来，液压传动的优点是主要的。它的某些缺点随着生产技术的发展，正在逐步地得到克服。如果进一步吸取其它传动方式的优点，采用电-液，气-液等联合传动时，更能充分发挥其特点。因此，液压传动在现代化生产中有着广阔的发展前途。

二、液压传动系统的图形符号

液压系统及其组成元件可以采用结构原理图或职能符号图表示。这两种图示方法各有其特点和应用条件。

1. 结构原理图

结构原理图可以很直观地表达各种元件的工作原理及其在系统中的功能，而且比较接近于元件的实际结构，因而易于理解、接受。如图1-2。但其图形绘制比较复杂，难于实现标准化，并且它对于元件的结构形状、几何尺寸和装配关系的表示是很不准确的。因此，这种图形不能用于施工设计、制造安装和拆卸维修，用于对系统性能分析又过于复杂，故已逐渐被淘汰。

2. 职能符号图

在液压系统中，凡是功能相同的元件，尽管其结构和工作原理不同，均用一种符号表示。这种图形符号称为液压元件的职能符号。用职能符号绘制的液压系统图，只表示系统和各个元件的功能，而不表示这些元件的具体结构和参数，不表示它们在系统中的具体安装位置。

液压系统的职能符号图，图形简洁标准、绘制方便、功能清晰、阅读容易。它适用于分析系统工作性能和元件的功能，大大简化了方案设计过程中的绘图工作。

我国制定的液压及气动图形符号国家标准 GB786—76 由八个基本部分和两个附录组成。在本书后的附录中列出了常用液压系统图形符号。这个国家标准与国际标准和多数发达国家的标准都十分接近，是一种通用的国际工程语言。

为了便于看懂用职能符号表示的液压系统图，现将图1-2中出现的液压元件的图形符号介绍如下。

1. 液压泵的图形符号

液压泵的种类很多，结构也较复杂，绘制液压系统图时，若用结构原理图表示，既困难且无必要。液压泵的图形符号用内接实心三角形的圆来表示，如图1-5a所示。图中三角形的尖顶向外（尖顶向内的表示液压马达），它表示液流的方向，没有箭头的为定量泵，

有箭头的为变量泵。

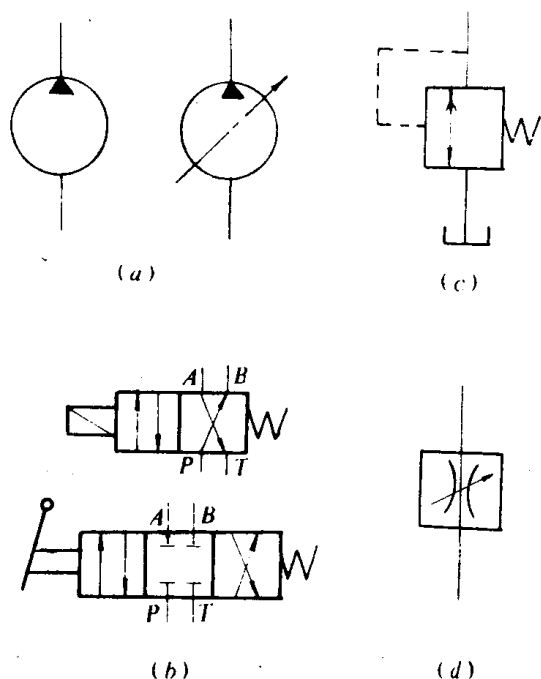


图1-5 液压元件的职能符号

图1-5b所示的三位四通阀，其通路 P 、 A 、 B 、 T 在零位（中间位置）时被方格内“ T ”闭死，若扳动手柄使其左位或右位接入通路时，其工作情况同上述二位阀。

(3) 换向阀的控制形式有手动，电动和液动等，它表示在阀的两端。图中的二位阀为电磁铁控制式，三位阀为手动控制式。其右侧为复位弹簧，表示在不控制、操纵换向阀时，可自动回复零位。

3. 压力阀的图形符号

压力阀的形式很多，图1-5c所示的为溢流阀。方格相当于阀芯，方格中的箭头表示液流的通道；上、下两侧的直线表示进、出油管路，图中虚线表示控制油路。压力阀就是利用控制油路的液压力与阀内弹簧力相平衡的原理进行工作的。当控制油路没有压力或液压力不能克服弹簧力时，阀芯不动，进、出油管路不通（如图所示）。当液压力超过弹簧力时，阀芯向右移动，使阀芯上的通道和进、出油管路接通，部分油液经阀内通道流回油箱，并能控制阀的进口油路压力为定值。

4. 流量阀的图形符号

图1-5d所示为流量阀中的节流阀的图形符号，方格中两圆弧所形成的缝隙为节流孔道，液流通过节流孔而使流量减小，图中向右上方倾斜的箭头表示节流孔的大小可以调节，即表示通过该阀的流量是可以调节的。

关于液压缸和油箱，过滤器等辅助装置的图形符号，大都是比较直观，容易理解。

图1-2所示的液压系统图如用职能符号来表示，则如图1-6所示（图中编号和图1-2的编号相同）。根据规定，液压元件的职能符号应以元件的静止状态或零位来表示。在图1-6a中，换向阀6的阀芯处于中间位置，这时压力油孔 P 与 A 、 B 断开，工作台不动。图中 b 、 c 位置则分别示出了换向阀的阀芯向右和向左移动时油的通路情况。

2. 换向阀的图形符号

为了使液流的流向改变，换向阀的阀芯位置要变换，它一般可变动 $2 \sim 3$ 个位置，而且阀体上的通路数也不同。根据阀芯可变动的位置数和阀体上的通路数，可组成 $\times$ 位 $\times$ 通换向阀。其图形意义如下。

(1) 换向阀阀芯的工作位置用方格表示，有几方格即表示为几位阀。图1-5b所示的为二位阀和三位阀。

(2) 方格内的“ $\uparrow$ ”符号表示液流的方向，“ T ”表示液流被阀芯闭死的符号。阀的零位方格外面的竖道，即表示阀的通路及数目。图1-5b所示的换向阀为 P 、 A 、 B 、 T 四个通路，故为四通阀。图中二位四通阀的通路为 $P \rightarrow B$ 、 $A \rightarrow T$ ，若阀芯右移（电磁铁作用），看左方格，则 $P \rightarrow A$ 、 $B \rightarrow T$ 通而实现换向。图中

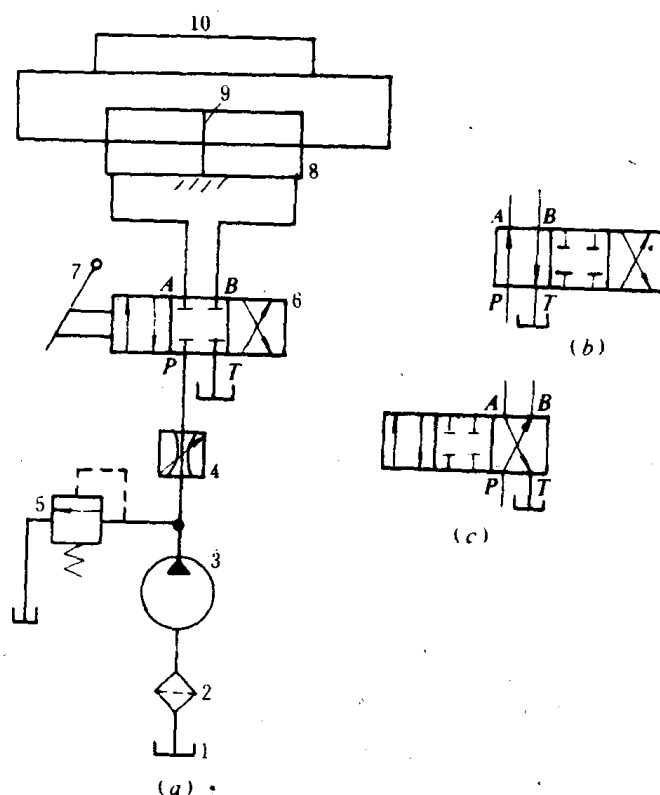


图1-6 用职能符号表示的液压传动原理图

第四节 液压传动的发展简史

液压传动相对于机械传动来说，是一门新兴的技术。虽然它的基本原理早就为人们所熟悉，但象今天这样广泛地应用于工业、农业和国防等各个部门，还是近五十年来事。机床上采用液压传动，虽有近百年历史，但由于受到制造工艺低下的影响，缺乏成熟的液压元件和密封件，曾有一段时间停滞不前。30年代液压传动正式用于铣床、拉床和磨床。在第二次世界大战中，由于战争需要，要求提供反应迅速、精度较高的液压传动与控制机构来装备军舰、大炮、战车、飞机以及雷达等军事装置，促使液压技术（一般指液压传动与液压控制两类）得到了迅速发展。

随着现代科学技术的飞跃发展，液压技术已成为专门的技术领域。近三十年来，液压技术发展很快，它不但应用于机械制造、起重设备、矿山机械、工程机械、农业机械、化工机械以及塑料模压机械等方面，而且在军用产品上也得到了广泛地采用。

从40年代起，采煤机械开始采用液压传动。1945年，德国制成第一台液压传动截煤机，实现了采煤机牵引速度的无级调速和过载保护。接着美国、英国、苏联等国家都在采煤机中应用了液压传动。

本章小结

本章叙述液压传动的基本原理、特性、组成、以及优缺点、图形符号等内容。通过本章学习,要求掌握:在液压传动中,液体是在什么条件下,利用流体力学的哪些规律来传递力和运动的;液压传动的基本参数以及它们和机械运动参数间的关系;与压力、流量有关的两个重要概念;液压系统的基本组成及每个组成部分的作用;与其他传动相比,液压传动的主要优缺点。

(1) 传动是能量或动力由原动机向工作装置的传递,其基本功用就是变换动力装置的性能参数,扩大性能范围,适应工作机构各种工况的要求。

(2) 液压传动中采用液体作为传动介质来传递力和运动。在传递力时,应用了流体力学中的帕斯卡原理;而在传递运动时,则应用了密封容积中主动件(泵)排出的液体体积与从动件(液动机)接受的液体体积相等的原理,即质量守恒定律。

(3) 液压传动中压力和流量是两个最重要的参数。其中,压力决定于负载;流量决定于液动机所需的运动速度。压力与机械传动中的力相当;流量与机械传动中速度相当。

(4) 液压传动中必须含有泵、液动机、各种控制阀,辅助元件以及工作液体等五个部分。其中泵和液动机都是能量转换装置,前者是将原动机所提供的机械能转变为工作液体的液压能的换能装置;后者是将液压泵所提供的工作液体的液压能转变为机械能的换能装置。

(5) 液压传动的优缺点是相对于其它传动进行比较而得出的。液压系统的图示方法,按其特点和应用条件不同可以有两种形式。熟悉职能符号十分重要,在绘制和阅读液压系统的职能符号图时,应注意遵守规定的原则。

复习题

1. 何谓液压传动,它是怎样实现能量传递的?它有哪些两个工作特性?
2. 液压传动的 basic 组成部分有哪些,各部分的作用是什么?
3. 液压传动与其它传动相比有哪些优缺点,为什么说这些优缺点只是相对的?
4. 图1-7是两个水平放置的液压缸,其它情况和图1-1相似。活塞2用以推动工作台,工作台的运动阻力为 F_R 。活塞1上施加作用力 F 。液压缸3的直径为20mm,液压缸4的直径为50mm。 F_R 为1960N。在以下几种情况下,计算密封容积中液体压力并分析两

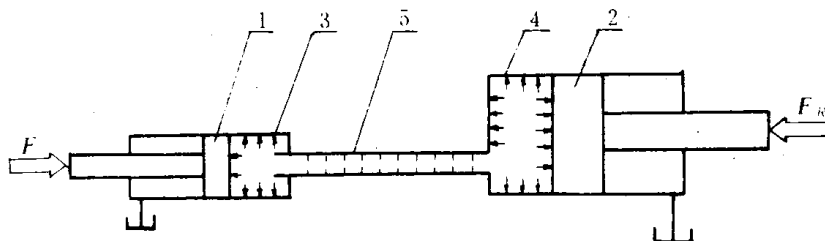


图1-7 两个水平放置的液压缸