

内 容 简 介

这是一本为技工学校、中等专业学校学生及具有初中文化水平的车工而写的基础知识读物。对液压传动和数控的基本概念和工作原理作了通俗的介绍。系统地介绍了车床液压系统的各种组成元件及典型回路，数控车床中各种基本逻辑电路与逻辑部件。并结合典型车床对液压、数控车床的功能、结构原理、使用与维护保养作了扼要的介绍。

液压与数控车床基础

胡炳坤 徐英南 编

人民铁道出版社出版

责任编辑 宋黎明

封面设计 赵敬宇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：16.75 字数：401 千

1980年7月 第1版 1980年7月 第1次印刷

印数：0001—20,000 册 定价：1.35 元

目 录

第一篇 液压传动与车床	1
第一章 车床液压传动概述	1
第一节 车床液压传动的发展概况.....	1
第二节 液压传动的工作原理和组成.....	1
第三节 液压技术的应用与特点.....	3
第四节 液压传动的基本参数.....	4
第五节 液压传动在车床上的应用实例.....	7
第六节 液压系统图形符号.....	8
第二章 液压泵	15
第一节 液压泵的工作原理与种类.....	15
第二节 齿轮泵.....	16
第三节 叶片泵.....	20
第四节 柱塞泵.....	24
第五节 各种液压泵的性能比较.....	27
第六节 液压泵的选择与使用.....	27
第三章 液压缸	29
第一节 液压缸的种类.....	29
第二节 液压缸的一般计算.....	33
第三节 液压缸的结构.....	37
第四节 液压缸常见故障的原因及排除方法.....	40
第四章 液压控制阀	41
第一节 概述.....	41
第二节 压力控制阀.....	42
第三节 流量控制阀.....	50
第四节 方向控制阀.....	53
第五节 液压操纵箱.....	59
第六节 比例阀和电液伺服阀简介.....	59
第五章 辅助装置	60
第一节 油箱及油管.....	60
第二节 滤油器.....	61
第三节 压力继电器.....	64
第四节 压力表与压力表开关.....	67
第五节 工作油液.....	68
第六章 车床液压传动的的基本控制回路	72

第一节	压力控制回路	72
第二节	多级压力控制回路	73
第三节	卸荷回路	74
第四节	顺序动作回路	76
第五节	调速回路	78
第六节	增速回路	80
第七节	速度换接回路	81
第八节	换向回路	83
第九节	正反向进给回路	84
第十节	同步回路	85
第七章	典型车床液压传动	87
第一节	床头部位的液压系统	87
第二节	液压伺服系统与仿形刀架	94
第三节	C7120型半自动仿形车床	101
第四节	CB3463型半自动转塔式六角车床的液压系统	109
第五节	阅读液压系统图的方法	114
第六节	车床液压系统的使用、维护与故障排除	117
第二篇	数控与车床	123
第一章	数控车床概述	123
第一节	数控的基本工作原理	123
第二节	数控车床的应用	124
第三节	数控机床的分类	125
第四节	数控机床的发展	127
第二章	程序编制与输入	129
第一节	程序编制的概念	129
第二节	程序编制的内容	130
第三节	程序编制举例	134
第四节	输入机的工作原理	136
第五节	奇偶校验原理	136
第三章	计数方法	139
第一节	二进制的表示方法	139
第二节	二进制与十进制的换算	140
第三节	二进制的算术运算	143
第四节	二—十进制(8421)代码	144
第五节	原码、反码和补码(二进制)	146
第六节	补码的应用举例	149
第四章	逻辑代数和门电路	151
第一节	逻辑代数和门电路概述	151
第二节	“或”的概念及门电路	151
第三节	“与”的概念及门电路	153

第四节	“非”的概念及门电路	154
第五节	“与非”门电路	155
第六节	正逻辑与负逻辑	156
第五章	脉冲数字电路	159
第一节	脉冲波形	159
第二节	微分电路	160
第三节	电位脉冲门	161
第四节	双稳态触发器	161
第五节	单稳态触发器	164
第六节	脉冲发生器	165
第七节	集成电路“与非”门	166
第八节	集成电路触发器	168
第九节	集成电路构成的脉冲电路	172
第六章	逻辑部件	174
第一节	计数器	174
第二节	寄存器	178
第三节	译码器与数字显示	180
第四节	半加器和全加器	185
第七章	数控装置及插补运算	189
第一节	数控装置的工作原理	189
第二节	四个节拍和逐点比较法	191
第三节	逐点比较法的圆弧插补	192
第四节	逐点比较法的斜线插补	195
第五节	逐点比较法计算实例	197
第六节	串行运算器	198
第八章	伺服机构与传动装置	205
第一节	步进电机	205
第二节	滚珠丝杠传动	211
第三节	齿轮传动的间隙消除	216
第九章	数字程序控制仿形车床	218
第一节	加工产品的范围	218
第二节	车床结构	219
第三节	液压系统	220
第四节	电器系统	221
第五节	数字程序控制器	221
第六节	程序编制	227
第十章	JSKC-6140数控车床	229
第一节	车床简介	229
第二节	伺服部件和附加部件的结构	229
第三节	程序编制与逻辑框图	231

第四节	总逻辑图说明	234
第十一章	JSKC618K-1数控车床	244
第一节	车床简介	244
第二节	车床的改装部分	245
第三节	数控装置的组成	246
第四节	数控装置的运算和控制	247
第五节	背补与刀补功能	249
第六节	自动循环	252
附录	逻辑电路图形符号标准(试行)	255
一、总则		255
二、编制原则		255
三、逻辑图形符号表		256
	逻辑电路图形符号标准 (试行) 编制说明	258

第一篇 液压传动与车床

第一章 车床液压传动概述

第一节 车床液压传动的发展概况

在生产中所使用的普通车床，它的主轴的旋转运动、走刀架的进给运动等，都是由轴、皮带轮、齿轮等传动零件来传动的，这样的传动称为机械传动。在液压车床上，主轴的旋转、走刀架的进给等，是用油液来传递运动和动力的，称为液压传动。

液压机械的基本结构原理，是从16世纪开始发展起来的，但实际大量应用于工业技术上还是近40~50年的事情。由于它具有不少优点，所以发展极为迅速。现在世界各国在机床上都普遍地采用液压技术，尤其在高效率自动机床、组合机床、数控机床上，应用的更为广泛。

近年来我国液压技术也发展很快。机床工业已较普遍的采用这项新技术（如C7120，C7620、CB3463等液压车床已成批生产和应用）；并且制定了有关液压传动的国家标准；自行设计和生产了许多液压元件，包括高、中、低压液压泵、液压马达和各种阀类。现在正向液压元件系列化和通用化方向发展。

总的说来，液压传动在各个部门正越来越广泛地被采用，特别是在我国实现四个现代化的伟大历史时期中，将进一步发挥其特有的优越性。

第二节 液压传动的工作原理和组成

一、液压传动的工作原理

一个完善的液压传动系统，往往是比较复杂的。为了对车床液压传动系统有一个初步了解，首先我们从液体传递压力的性质说起。

在密封容器中的液体可以将所受的壓力从一处传递到另一处，而且液体受压缩时，容积几乎不变（变化很小）。当高压液体在容器（管道、液压缸）内被迫流动时，就能传递机械能。如图1-1-1所示，图中有两个被活塞封闭并以导管连通的容器，若容器1是液压泵（产生压力油），容器2是液压缸。当活塞 a_1 受力 P_1 时即向下移动，其底部的液体即受到压力，并经管道传到活塞 a_2 底部，迫使活塞 a_2 向上移动。显然在容器1和容器2完全密封及液体几乎不可压缩的情况下，活塞 a_1 移动一个距离 h_1 ，活塞 a_2 也相应移动一个距离 h_2 ，即：

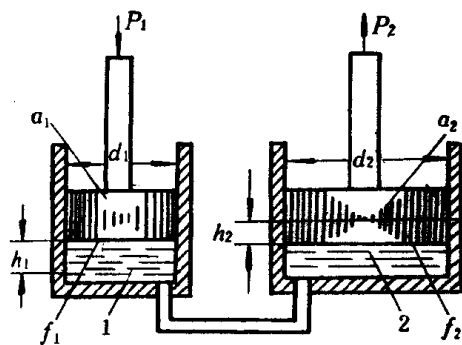


图1-1-1 液压传动原理图
1——容器（液压泵），2——容器（液压缸），
 a_1 、 a_2 ——活塞。

$$h_1 f_1 = h_2 f_2, \text{ 或 } h_2 = \frac{h_1 f_1}{f_2},$$

式中 f_1 、 f_2 分别为活塞面积。

可见通过密封容积内的液体，便可将活塞 a_1 的作用力和运动传递到活塞 a_2 上去。

这种在密封容器内，利用受压液体传递压力能，再通过执行机构把压力能转换为机械能而做功的传动方式，称为液压传动。这种液压传动中采用的是容积式的液动机，故又称为容积式液压传动。

在生产中，还会碰到另一种靠液体高速流动时的功能来传动的装置（如内燃机车的液力传动装置），称为液力传动装置。液力传动在机床上几乎没有应用，所以本书不作介绍。

下面我们再通过一个简化了的车床液压系统，来进一步分析它的工作原理。

如图 1—1—2 (a) 所示，电动机 1 带动液压泵 2 旋转，将油从油箱 3 经油管吸入，并使之进入液压缸 4 右腔，推动活塞 5 向左运动，液压缸左腔的油便顺管道排回油箱。

如果加装一个换向阀，就可改变油进入液压缸的方向，如图 1—1—2 (b) 所示，来自液压泵的油经过换向阀进入液压缸左腔，推动活塞向右移动。而液压缸右腔的油则经换向阀流回油箱。如果不断改变换向阀的位置，便可使活塞带动工作作直线往复运动。

如果要调节活塞的运动速度，就需要增加一个节流阀 7 来调节进入液压缸的油液流量（图 1—1—2 (c)）。当流量减少时，活塞的运动速度就减慢；反之，活塞的运动速度加快。

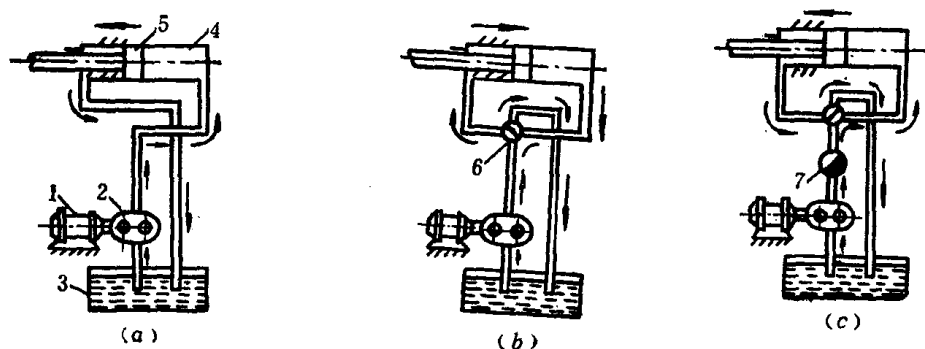


图 1—1—2 液压传动系统简图

1 —— 电动机；2 —— 液压泵；3 —— 油箱；4 —— 液压缸；5 —— 活塞；6 —— 换向阀；7 —— 节流阀。

象图 1—1—2 这样的液压系统，活塞可以换向和调速，看来已基本满足了直线往复运动无级调速的要求。如果把活塞杆连接在车床尾座套筒上，便可使尾座套筒自动进给，和快速自动退回。但是这个油路还存在一定的问题，如液压泵输出的流量是一定的，那么采用节流阀限制进入液压缸的流量时，多余的油液怎么办？油液体压力升得过高怎么办？这些问题我们将在后面一步一步加以解决。

上面所举例子，比较简单，但它也说明了机床液压传动的基本原理：以具有一定压力能的油液，作为工作介质，液压泵输出的压力油经管道及一些控制调节装置，进入液压缸等执行机构，推动工作机构。它的推动力的大小与油液的压力和活塞承压面积成正比；它的速度快慢，决定于一定时间内进入液压缸中油液的容积。因此，这种借助于运动着的压力油的容积变化来传递动力的液压系统，称为容积式液压传动，习惯上称为液压传动。

二、液压系统的组成

液压系统主要由下面五个部分组成，如图 1—1—3 所示。

1. 动力机构——液压泵。它的作用是把电动机输入的机械能，转换为液体的压力能，是一种能量转换装置。

2. 操纵机构——控制调节装置和各种阀类。它的作用是为了满足工作需要，控制调节液体的压力、流量（速度）、方向等。

3. 执行机构——液动机。主要是液压缸和液压马达。它的作用是把液压泵输入的压力能转换为机械能，是第二次能量转换装置。

4. 辅助装置——附件。包括油箱、油管、接头及各种控制仪表等。它的作用是创造必要的条件，满足液压传动系统正常工作的需要。

5. 工作介质——传递能量的物质。在机床中，主要是油液。

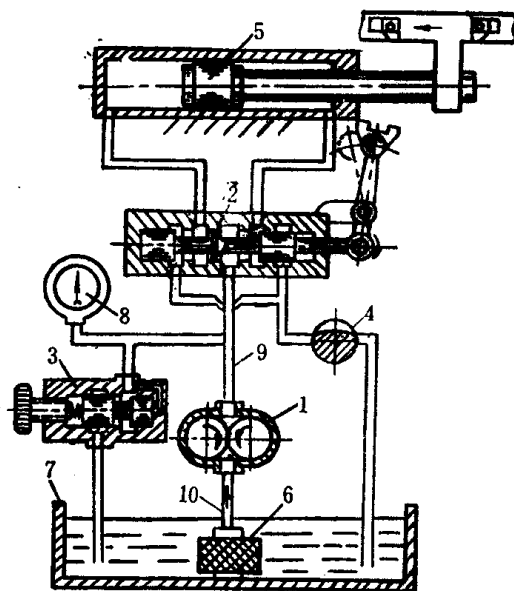


图 1—1—3 液压系统的组成

1——液压泵；2——换向阀；3——压力阀；4——节流阀；5——液压缸；6——滤油器；7——油箱；8——压力表；9、10——油管。

第三节 液压技术的应用与特点

一、液压技术在机床上的应用

1. 进给机构的调速。例如普通车床、六角车床、自动车床的刀架及转塔的进给；组合机床的动力头，动力滑台的进给等。这些进给运动，常常是要求快速趋近、慢速工作进给、快速退回。如C7120车床的纵向进给，最小工作进给量为25毫米/分；而纵向快进可达5000毫米/分。

2. 定量周期进给。如磨床、刨床工作台往复一次，用液压控制，实现定量进给一次，并能随意选择左、右单边进给或双边进给。进给量可进行无级调节。

3. 高速往复运动。机床的某些高速往复运动，如果采用液压传动，可使运动惯性小，噪音小，同时可以任意调整换向过程，使制动（刹车）、启动的时间缩短，并改善加速、减速的均匀性，以提高机床的使用寿命。

4. 主运动。用于主轴的旋转运动，如自动车床的主轴旋转运动，可使变速范围广泛、速比大，并能实现无级变速。

5. 仿型装置。如仿型车床的仿型刀架。液压仿型精度高，灵敏性好，靠模接触力小，寿命长。

6. 辅助运动。如工件的装卡，自动退刀、换刀，工件与刀具的装卸、输送、转换位置等。

7. 机床数字控制和伺服控制。

二、液压技术的特点

1. 优点

(1) 液压传动与机械、电力传动相比较, 在输出同等功率的条件下, 体积和重量减小, 因此惯性小, 动作灵敏。

(2) 工作平稳, 不会象机械传动那样, 因加工和装配误差而引起振动和撞击, 油液本身也有吸振能力。因此便于实现频繁换向。

(3) 能在较大的范围内实现无级调速。传动比 $\frac{V_{\text{最大}}}{V_{\text{最小}}} = 1000$ 以上。

(4) 操作简便, 有利于实现自动化。

(5) 能自动防止过载。

(6) 机件在油内工作, 寿命长。

(7) 易于实现三化 (标准化、系列化、通用化), 降低成本, 提高质量, 缩短液压设备的设计和制造周期。

2. 缺点

(1) 效率低。作为工作介质的液压油, 除机械磨损外, 还有容积损失, 故总效率仅在 80~90% 之间。

(2) 由于液压传动以油作介质, 在相对运动的表面容易发生泄漏, 同时液体不是绝对的不可压缩, 油管等受压也会产生弹性变形, 因此液压传动不宜使用在传动比要求严格的情况下。

(3) 液压元件的尺寸精度、几何精度、配合精度都要求较高, 如一般阀与阀孔的间隙在 0.007~0.02 毫米之内; 不圆度及不柱度要求在 0.003~0.005 毫米之内。

(4) 发生故障不易检查和排除。

第四节 液压传动的基本参数

液压系统中有两个基本参数——压力、流量。根据这两个参数的计算, 可以选用液压传动系统中的泵、阀、管道、电动机等的型号和规格。

一、压 力

压力是指在单位面积 (厘米²) 上所承受负载的大小 (公斤力)。它是液压元件两个重要参数之一, 常以 p 表示, 单位是公斤力/厘米²。压力由下式决定:

$$p = \frac{P}{F} \text{ (公斤力/厘米}^2\text{)}。 \quad (1-1)$$

式中 p —— 压力 (公斤力/厘米²);
 P —— 负载 (公斤力);
 F —— 活塞的承压面积 (厘米²)

如图 1—1—4 所示，在输入油液的密封液压缸（ $D=100$ 毫米）中，当活塞上的负载 $P=3140$ 公斤力时，则活塞受到的压力为

$$p = \frac{P}{F} = \frac{P}{\frac{\pi}{4}D^2} = \frac{3140 \times 4}{3.14 \times 10^2} = 40 (\text{公斤力/厘米}^2).$$

密封容器里的液体，在任一点受到压力作用后，这一压力被液体传递到容器的任一部位，而且压力的强度不变。上面说的活塞所受的压力为 40 公斤力/厘米²，液压缸的内壁和缸底也都受到 40 公斤力/厘米²的压力。根据这个道理，如用一根油管，将液压缸（ $D=100$ 毫米）与另一个活塞面积比它小 10 倍（ $D_1=10$ 毫米）的小液压缸相连通，那么，小活塞上的负载只需大活塞上的百分之一，即 31.4 公斤力，就能使大活塞上的载荷不致下落。利用这种密封等压的原理，可以做成液压千斤顶或压力机。

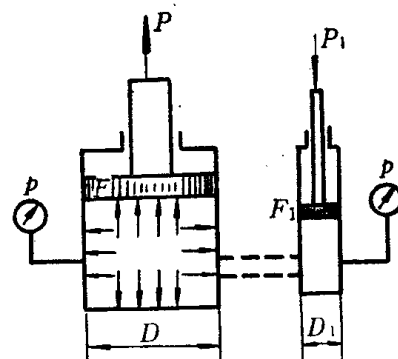


图 1—1—4 压力示意图
 $P = 3140$ 公斤力； $p = 40$ 公斤力/厘米²；
 $D = 100$ 毫米； $D_1 = 10$ 毫米。

由图 1—1—4 可以看出，负载越重，压力 p 就越大。不仅在静止的液体中是这样，在机床液压传动系统中也是这样。大液压缸和小液压缸之间的压力是相等的，这就是静压传递原理。说得更完整一些应是这样：相互连通而充满液体的若干容器内，当一处受到压力的作用时，这个压力将通过液体传到各个连通容器内，并且其压力 p 处处相等。

由图 1—1—4 可以得出：由于压力 p 以同样的大小传到大液压缸和小液压缸中，所以活塞在大液压缸中受到的力 $P = p \cdot F$ （ F 指大液压缸活塞承压面积）。小液压缸受到的压力 $P_1 = p \cdot F_1$ （ F_1 指小液压缸活塞承压面积）。

则有：

$$P_1 = p \cdot F_1;$$

$$P = p \cdot F。$$

或

$$p = \frac{P_1}{F_1} = \frac{P}{F};$$

即

$$\frac{P_1}{P} = \frac{F_1}{F}。$$

如果我们取 F 很大， F_1 很小，则只需要很小的力 P_1 便能推动很大的负载 P ，这就是省力机构，就象杠杆机构一样。

另外，如果大活塞上没有负载 P ，那么小活塞上也使不上劲，液压缸中也不会有压力 p 。故实际上，传动系统中的压力 p 是取决于外负载 P 的大小。因此我们必须认识到，“液压传动系统中的压力决定于外界负载”这一重要概念。

压力被分为几个等级，见表 1—1—1。

压 力 的 分 级

表 1—1—1

分 级	低 压	中 压	中 高 压	高 压	超 高 压
p 公斤力/厘米 ²	小于 25	25~80	81~160	161~320	大于 320

二、流 量

流量是指在单位时间（分钟）内流过油液容积（升）的多少。它是液压元件的另一个重要参数，常以 Q 表示，单位是升/分。

液压泵输出的压力油进入液压缸，其流量越大，活塞（工作台）移动速度就越快。所以流量与速度的关系是成正比的，即

$$Q = \frac{v \cdot F}{10} \quad (\text{升/分})。 \quad (1-2)$$

式中 Q ——液压泵无溢流时的流量（升/分）；

v ——活塞（工作台）的移动速度（米/分）；

F ——活塞的承压面积（厘米²）。

从公式（1—2）还可得到：

$$v = \frac{10Q}{F} \quad (\text{米/分})。 \quad (1-3)$$

从上述的各公式可见：液压缸的流量 Q 决定于活塞的承压面积 F 和要求的速度 v ，或者说当活塞的承压面积 F 为一定时，液压缸（或活塞）的运动速度决定于流量 Q ，这是液压传动的又一个重要概念。

三、功 率

在液压系统中，电动机以某一功率带动液压泵旋转，液压泵输出具有一定压力和流量的压力油，不计损失时，三者的关系是

$$N = \frac{p \cdot Q}{612\eta} \quad (\text{千瓦})。 \quad (1-4)$$

式中 N ——电动机输入功率（千瓦）；

p ——液压泵的 output 压力（公斤力/厘米²）；

Q ——液压泵输出流量（升/分）；

η ——液压泵总效率（一般取0.5~0.8左右）。

在液压系统中，泵的最大流量与最大工作压力确定后，就可以用这个公式来计算带动液压泵工作所需电动机的功率。

例：车床走刀架的液压缸活塞受力为1000公斤力，已知活塞直径为60毫米，若需要工作台以每分钟500毫米的速度工作，试求油压、流量和电动机的功率（不计滑动摩擦、油液流动时的摩擦等损失）。

解 已知 $P = 1000$ 公斤力；

$D = 60$ 毫米 = 6 厘米；

$v = 500$ 毫米/分 = 0.5 米/分；

$\eta = 0.7$ 。

1. 计算活塞面积 F

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{3.14}{4} \times 6^2 = 28.26 (\text{厘米}^2)$$

2. 计算进入液压缸的油压 P

$$P = \frac{P}{F} = \frac{1000}{28.26} \approx 35.4 (\text{公斤力/厘米}^2)$$

3. 计算进入液压缸油液的流量 Q

$$\therefore v = \frac{10Q}{F} (\text{米/分})$$

$$\therefore Q = \frac{v \cdot F}{10} = \frac{0.5 \times 28.26}{10} = 1.413 (\text{升/分})$$

4. 计算液压泵电机的功率

$$N = \frac{P \cdot Q}{612\eta} = \frac{35.4 \times 1.413}{612 \times 0.7} \approx 0.117 (\text{千瓦})$$

因此, 这时液压泵电动机功率可选取一个略大于0.117千瓦的即可 (但在实际液压系统中, 液压泵除供给车床走刀架油液以外, 还要供给床头、尾座、操纵机构、润滑系统等压力油, 因此实际选用液压泵功率要大于上述数值)。在操作时我们将溢流阀调到油压 (在压力表上反映) 略大于35.4公斤力/厘米², 将节流阀 (调速阀) 流量调到1.413升/分, 即可按每分钟500毫米的速度完成1000公斤力载荷的车削加工。

上面介绍的压力和流量是两个完全不同的概念, 切不可混淆。液压系统中压力决定于外负载。而运动的速度则决定于进入执行机构 (液压缸) 的流量。在液压传动系统中, 压力和流量构成一对矛盾, 而其中压力是矛盾的主要方面, 当系统中压力确定后 (决定于选择液压泵的能力), 液压缸的尺寸也就可以根据需要的总负载而算出; 同时也可以将所需要的运动速度的油液流量算出来。压力和流量的乘积就是功率; 系统中不管压力、流量怎样变化, 为满足系统力量 and 速度的要求, 功率总是相等的。系统中压力选取的高, 则流量小, 元件尺寸小, 结构紧凑; 但压力过高, 元件要求的精度高, 经济上不一定合理, 所以并不是什么机床或什么机构都是压力愈高愈好的。

第五节 液压传动在车床上的应用实例

液压系统在车床上的应用是多方面的, 如在车床上常要求刀具或工件 (在车床上采用铣、镗方式加工) 的进给能按一定的自动循环进行, 例如: 快速引进——工作进给——快速退回等。采用液压传动是很容易实现这个自动循环的。下面介绍一台双头车床的液压系统。车床外形如图1—1—5所示。它由左主轴头1、右主轴头2、工作台3、夹具4及床身5等组成, 较大的工件6 (例如一根轴) 装卡在夹具上, 用安装在左、右主轴头上的刀具加工轴的两端轴颈, 两个刀具分别由电动机7带动作旋转运动, 进给运动分别由两个液压缸带动。其液压系统见图1—1—6。图中1、10是两个进给液压缸, 分别受两个换向阀4、7和两个节流阀3、8的控制。液压泵6和溢流阀5

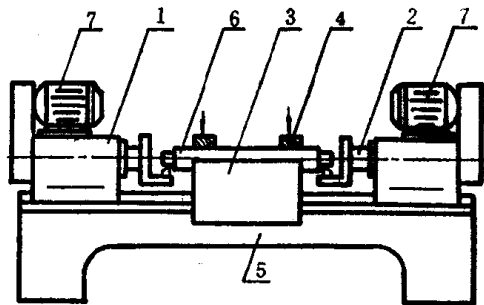


图1—1—5 双头车床外形图

1——左主轴头, 2——右主轴头, 3——工作台,
4——夹具, 5——床身, 6——工件, 7——电动机。

液压泵6和溢流阀5

是公用的（用职能符号表示）。换向阀4、7和图1—1—3中所讲的换向阀类似，由三个台肩的阀芯和五条沟槽的阀体组成，不过换向阀不是用手操纵的，而是用电磁铁。图示是换

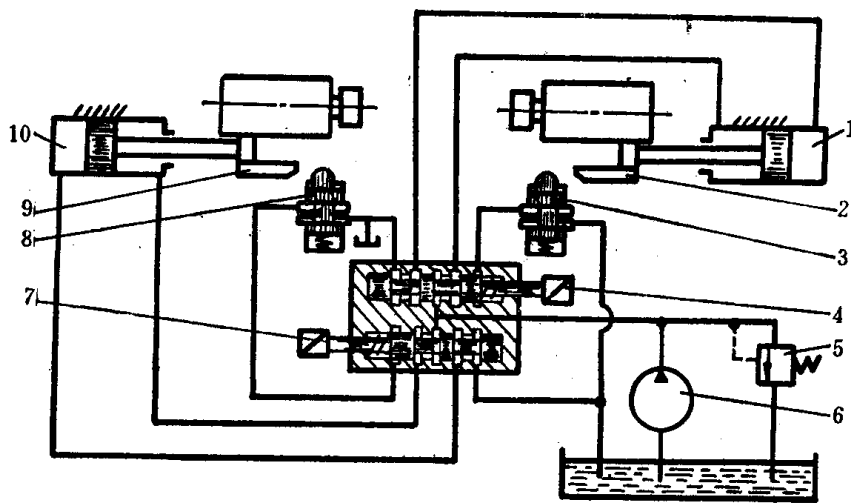


图1—1—6 双头车床液压系统图

1、10——液压缸；2、9——行程挡块；3、8——节流阀；4、7——换向阀；5——溢流阀；6——液压泵。

向阀4的断电位置，液压泵来的压力油进入阀4的中间沟槽到液压缸1的左腔；液压缸1右腔的油液经过阀4流回油箱，此时右主轴头后退。当按电钮使电磁铁吸合，阀4的阀芯就被拉到右端，这时压力油通过阀4进入液压缸1的右腔，左腔油液经阀4、阀3流回油箱，这时液压缸1驱动右主轴头向前进给。图示位置阀3被弹簧顶向上端，阀4来的油能畅通地经过阀3的空槽部位流回油箱，这是快速进给运动。当主轴头向左（前进）运动一定距离后，行程挡块2就压下阀3的阀芯，此时阀4来的油必须经过阀3中阀芯上的小三角槽（图中虚线表示）才能回油，形成了一个油液流动的阻力，限制了回油的流量，主轴头的进给速度就慢下来，此时为工作进给。液压缸10的动作情况与液压缸1动作情况完全相同，不再解释。如果在主轴头上分别装上中心钻，便可在轴的两端钻中心孔。用这样的液压系统来控制快速引进——工作进给——快速退回。

第六节 液压系统图形符号

图1—1—7所示为液压系统原理图，其中各元件的图形基本上表示了它的结构原理，称为结构式原理图。这种原理图直观性强，容易理解。当液压系统发生故障时，根据原理图检查也比较方便，但图形比较复杂，特别是当系统中元件较多时，绘制更不方便。为了简化液压原理图，国标GB786—76已有规定，在液压原理图中，各元件都用符号表示，见表1—1—2。这种符号只表示元件的职能、连接系统的通路，并不表示元件的具体结构和参数。当无法用职能符号表示，或者有必要特别说明系统中某一重要元件结构及动作原理时，也允许局部采用结构式简图表示。

图1—1—7 液压系统原理图，如果用国标GB786—76规定用职能元件符号表示则如图

1—1—8 所示。图中元件编号和图 1—1—7 中所示一致，因国标规定，符号都以元件静止位置或零位置表示，所以在 1—1—8 (a) 中，换向阀 6 是处于中间位置。

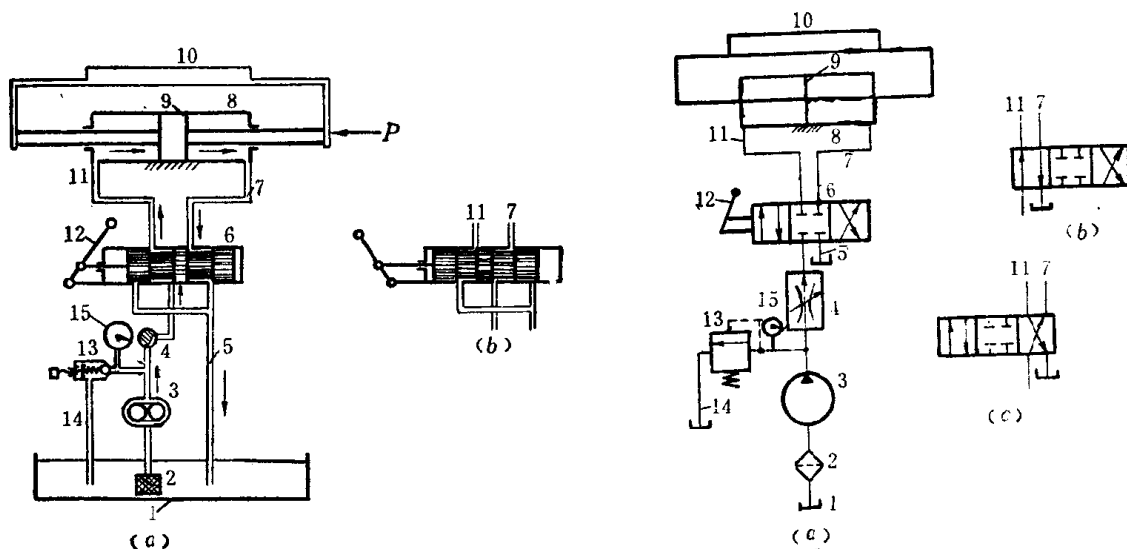


图 1—1—7 液压系统原理图

图 1—1—8 用职能符号表示液压系统原理图

1 — 油箱；2 — 网式滤油器；3 — 定向定量泵；4 — 节流阀；6 — 换向阀；8 — 液压缸；9 — 活塞；10 — 工作台；12 — 手柄；13 — 溢流阀；15 — 压力表；5、7、11、14 — 油管。

结合前面各章所介绍的知识，下面我们来分析图 1—1—8 的工作情况：电动机带动液压泵 3 从油箱 1 吸油，并将有压力的油液送入管路，经过节流阀 4，再经换向阀 6，然后进入液压缸 8。当换向阀处于图 1—1—8 (b) 位置时，压力油经过阀芯左边的环槽，再经管路 11 进入液压缸 8 的左腔。液压缸 8 是固定在床身上不动的，因此在压力油的推动下，活塞 9 带动工作台 10 向右运动（活塞杆与工作台固定在一起的）。在这同时，液压缸右腔的油被排出，经油管 7、换向阀 6、油管 5 流回油箱。

当行程终了时，如果扳动手柄 12 使换向阀的阀芯移到左边位置，如图 1—1—8 (c) 所示，压力油就通过阀芯右边的环槽，经油管 7 进入液压缸的右腔，使工作台向左移动。从液压缸左腔排出的油液就经换向阀 6 流回油箱。

若在工作中反复改变换向阀位置，就可以使工作台获得直线往复运动。

图中 13 表示溢流阀。溢流阀上的虚线表示控制油路，当液压泵输出油压升高，控制油路中压力油的作用力能克服弹簧力，压下溢流阀的阀芯，使液压泵输出油路和油管 14 相连通，就实现溢流作用。油液压力的大小可以从压力表 15 中反映出来。

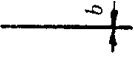
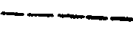
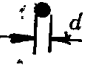
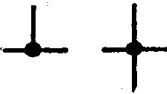
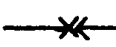
网式滤油器 2 使液压泵吸入的油保持清洁。

常用液压系统图形符号

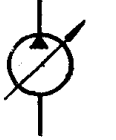
(摘自国家标准GB786—76)

一、管路及连接

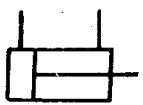
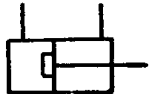
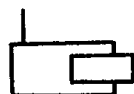
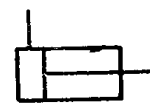
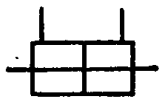
表 1—1—2

名 称	符 号	说 明	名 称	符 号	说 明
工作管路		b : 按机械制图 (GB126—74) 中表3规定绘制	控制管路		按机械制图标准中 虚线规定绘制
泄漏管路			放气装置		必须朝上绘制
管路连接点		$d = (3 \sim 5)b$	通油箱管路		油管端部在油面之 上
连接管路					油管端部在油面之 下
交叉管路			堵 头		
软管连接			压力接点		

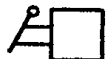
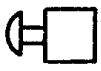
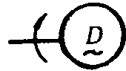
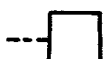
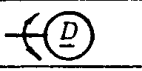
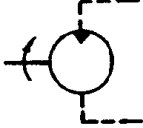
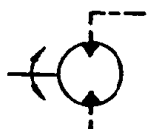
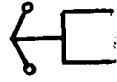
二、油泵、油马达及油缸

名 称	符 号	说 明	名 称	符 号	说 明
定量液压泵		单向定量泵	变量液压泵		双向变量泵
		双向定量泵	定量马达		单向定量马达
变量液压泵		单向变量泵			双向定量马达

续上表

名 称	符 号	说 明	名 称	符 号	说 明
变量马达		单向变量马达	双作用缸		单活塞杆缸
		双向变量马达			不可调单向缓冲式缸
单作用缸		柱塞式缸			可调单向缓冲式缸
		活塞式缸			差动式缸
		伸缩式套筒缸			双活塞杆缸

三、控制方式

名 称	符 号	说 明	名 称	符 号	说 明
人工控制手柄式		手动杠杆控制	人工控制脚踏式		脚踏控制
人工控制按钮式		按钮控制	机械控制弹簧式		
机械控制顶杆式			电动机控制		交流单向旋转式
液压控制直控式		直接液压控制			直流双向旋转式
液压控制先导式		先导液压控制压力控制型	液压马达控制		单向旋转式
		先导液压控制卸压控制型			双向旋转式
		液压差动控制	机械控制离心式		
		压力一位移比例控制			

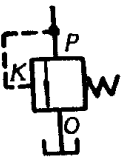
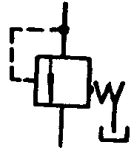
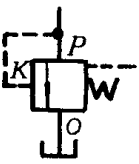
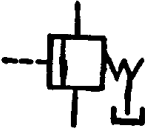
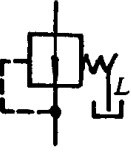
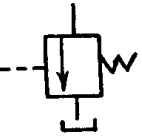
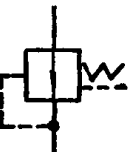
续上表

名 称	符 号	说 明	名 称	符 号	说 明
电磁力控制		单线圈电磁铁控制	电液控制顺序动作式		
		双线圈电磁铁控制	手动或电磁控制、选择动作式		
		差动电磁线圈控制	定位机构		缺口数量根据定位数量而定
			锁紧机构		

四、阀的基本符号和规则

名 称	符 号	说 明	名 称	符 号	说 明
固定符号			可调性符号		
			组合件范围线		

五、压力控制阀

名 称	符 号	说 明	名 称	符 号	说 明
溢流阀		直接控制溢流阀	顺序阀		直控顺序阀
		外控溢流阀			外控顺序阀
减压阀		定压减压阀	卸荷阀		
		外控减压阀	限压切断阀	