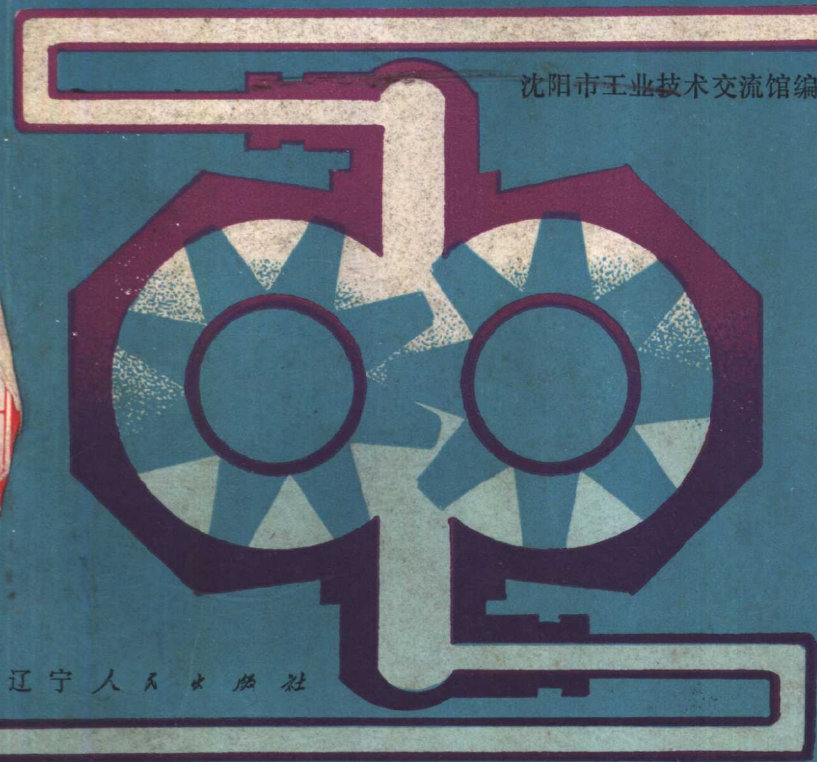


7H1.37

3

液压技术入门

沈阳市王业技术交流馆编



辽宁人民出版社

液 压 技 术 入 门

沈阳市工业技术交流馆编

辽 宁 人 民 出 版 社

一九八〇年·沈阳

责任编辑 王 静

封面设计 吴风旗

液 压 技 术 入 门

沈阳市工业技术交流馆编

*

辽宁人民出版社出版

(沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行

沈阳新华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 5 1/2

字数: 119,000 印数: 1—10,000

1980年7月第1版 1980年7月第1次印刷

统一书号: 15090·73 定价: 0.60元

前 言

液压技术是六十年代以来迅速发展的一门新的传动技术，是实现四个现代化的重要技术手段之一。

为了适应液压传动技术推广和普及的迫切需要，沈阳市工业技术交流馆液压、气动技术交流队编写了《液压基本知识讲座》，于一九七七年五月起在《机械工人》杂志上连载。发表以后，曾接到各地读者来信一百余封，希望能将这一《讲座》汇编成书出版，同时也对原稿存在的问题提出了许多宝贵意见。根据读者的要求，我们将《讲座》做了修改和增补，编成这本《液压技术入门》小册子。

《讲座》由李金刚、李福忠、崔元默、孙成文、钟云香、刘玉琦、韩岗鼎、曲崇华、吴连生、尹成文同志编写，这次出版由孙成文、王凤山、李金刚、袁惠民、李福忠同志做了修改和增补。

本书在审编定稿中，得到郝生华、杨兆连等同志和沈阳市科协的同志们的大力支持，在此表示感谢。

编 者

1980.2

目 录

第一章 液压传动基本知识	1
第一节 液压技术的应用及其优缺点	1
第二节 液压传动的原理和组成	3
第三节 液压传动系统的表示方法	7
第四节 液压传动的基本参数	8
第二章 液压油	11
第一节 粘度	11
第二节 液压油的选择	12
第三节 气蚀与空穴	23
第三章 液压泵	25
第一节 液压泵的作用及分类	25
第二节 各种泵的简单比较	32
第三节 泵的选择与使用	33
第四章 液压控制元件	34
第一节 压力控制阀	34
第二节 方向控制阀	41
第三节 流量控制阀	52
第四节 液压操纵箱	53
第五节 比例阀和电液伺服阀	55
第六节 阀类各油口的作用	56

第七节 阀的连接形式·····	57
第八节 阀的系列与规格·····	60
第五章 液压执行元件·····	61
第一节 液压缸·····	61
第二节 液压马达·····	69
第三节 摆动液压缸·····	73
第六章 液压辅件·····	75
第一节 密封·····	75
第二节 油箱·····	78
第三节 滤油器·····	79
第四节 蓄能器·····	82
第五节 油管 and 管接头·····	84
第七章 液压回路·····	87
第一节 速度控制回路·····	87
第二节 调压回路·····	95
第三节 顺序动作回路·····	97
第四节 卸荷回路·····	98
第五节 增压回路·····	100
第六节 平衡回路·····	101
第七节 同步回路·····	102
第八章 车床拉床液压系统·····	105
第一节 CA7620 多刀半自动车床的液压系统·····	105
第二节 L 6120 型卧式拉床液压系统·····	109
第九章 组合机床液压系统·····	116

第十章 刨床与磨床液压系统124

第一节 B690 刨床液压传动系统124

第二节 M131W 万能外圆磨床液压系统128

第十一章 液压系统的使用、维护、故障分析

及排除方法 135

第一节 系统故障135

第二节 元件故障139

第三节 液压油的质量维护141

第四节 液压油污染原因和处理方法142

第五节 液压系统的安装、试车及调整143

第十二章 液压传动系统的一般设计和简单计算146

第一节 确定液压系统方案146

第二节 草拟液压系统工作原理简图147

第三节 初步计算148

第四节 选择设计液压元件、附件153

第五节 绘制技术元件154

第六节 设计举例154

附 录

附录一 液压气动系列及元件公称压力系列

bar (巴)165

附录二 液压泵及马达公称排量系列 ml/r(毫升/转)

.....165

附录三 液压系统管路公称通径系列参数

(JB825—66).....166

附录四	油缸内径系列 (JB826—66)	166
附录五	活塞杆直径系列 (JB826—66)	166
附录六	选油缸工作压力推荐表	167
附录七	各类机械常用系统工作压力	167
附录八	液压传动系统中常用的图形符号	167

第一章 液压传动基本知识

第一节 液压技术的应用及其优缺点

目前，液压技术已经作为一项新的传动技术，在我国工业、农业、国防和科研等部门得到广泛的应用。这里以各类机床应用液压技术为例，说明它的作用。

(一) 进给机构的调速。这是应用液压技术最广泛最成熟的方面。例如：磨床工作台和砂轮箱进给；车床、六角车床、自动车床的刀架及转塔的进给；钻床、镗床、铣床、刨床工作台、主轴箱或套筒的进给；组合机床的动力头、动力滑台的进给等。这些进给运动，常常要求慢速工作进给、快速趋近及快速退回。例如 YT4543 动力滑台，最小工进速度0.0066米/分，而快速进、退速度要求7.3米/分，调速比达1000以上。另外，除了无级调速外，还要求起动、停止、变速、换向性能好。当外载突然变化时，要求速度变化小。这些要求，液压传动比其它类型的传动容易保证。

(二) 定量(周期)进给。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。如平磨磨头横向进给量为0.5~20毫米/分。

(三) 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，运动惯量小、噪声小，同时可以任意调整换向过程，使制动(刹车)、起动的时间很快得到合理调配，

使高速运动对机床带来的损害缩小到最小的程度。

(四) 主运动。液压应用于主轴旋转运动，目前尚不广泛。

(五) 仿型装置。液压仿型精度高，灵敏性好，靠模接触力小，寿命长。

(六) 辅助运动。应用仅次于进给运动，如工件的松夹；变速（移动液压离合器）；平衡装置；液压消除间隙；回分度；自动让刀、抬刀、换刀；砂轮修正；工件与刀具的装卸、输送、贮存、转位、提升等等。

(七) 机床的数字控制和动力的伺服控制，使用液压随动系统，较之其它形式的随动系统好得多。

(八) 静压支承。机床采用静压支承，具有承载能力大、摩擦力小、寿命长、抗震性好以及回转精度高等优点。

液压传动比其它形式的传动，有以下优点：

1. 易于获得很大的力和力矩，控制也较方便。
2. 能较容易的进行无级调速，并且用液压进行无级调速成本最低。

3. 调速范围大， $\frac{V_{\text{最大}}}{V_{\text{最小}}} = 1000$ 以上。

4. 同功率情况下，体积小，重量轻，结构紧凑。

5. 液压传动的运动惯性小，反应灵敏，适合高速往复运动及方向变换频繁的要求。前者如龙门刨（其速度高达70~80米/分）；后者如磨床（其换向次数达400次/分以上）。

6. 执行、控制元件可在空间任意安排，便于集中操作与合理布局。

7. 易于实现过载保护，自行润滑，延长机构使用寿命。

8. 易于实现三化（标准化、系列化、通用化），降低成本，提高质量，缩短液压设备设计制造周期。

工程机械、矿山机械、锻压设备、重型机械等采用液压传动，主要取其传递动力大、机构简单、紧凑；航空、宇航采用液压传动，主要是取其重量轻、体积小、容量（单位重量输出的功率）大；机床采用液压传动，主要取其便于无级调速，容易实现自动化及频繁换向等优点。

液压传动的缺点是：

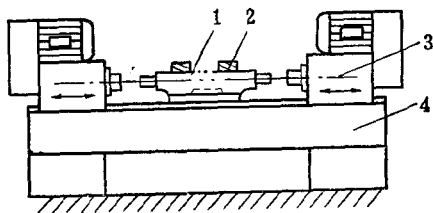
1. 效率低。作为工作介质的液压油，除机械磨损外，还有容积损失。故其总效率仅在80~90%之间。

2. 零件的尺寸精度、几何精度、配合精度都要求较高。如一般阀与阀孔间隙在7~20微米；椭圆度及锥度要在3~5微米之内。

3. 液压系统的故障不易发现，原因是油液在系统中的工作状况不象机械传动那样，可直接观察。

第二节 液压传动的原理和组成

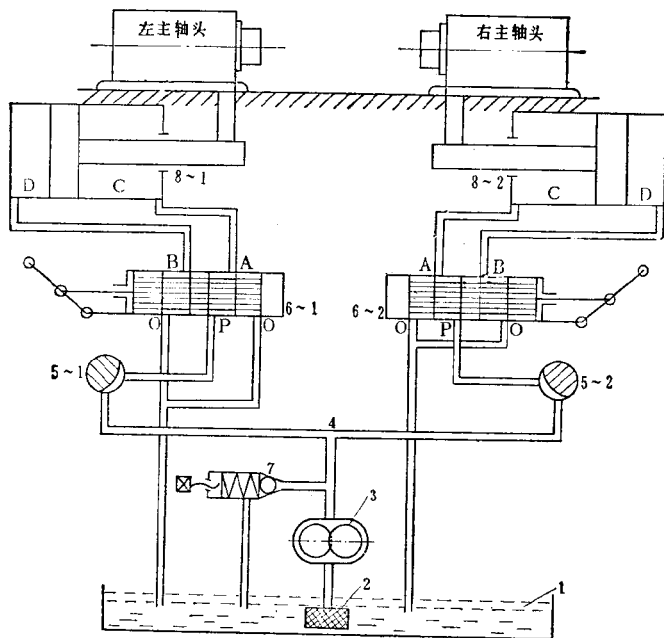
液压传动系统是怎样工作的呢？下面我们以双头车床为例介绍一下。如图1—1所示：加工对象为某轴两端轴颈。



1—工件；2—夹具；3—主轴头；4—床身

图1—1 双头车床外观图

因工件细长，把它固定，而让刀具旋转且纵向进给。进给分别由二个油缸带动，传动系统如图 1—2 所示。



1—油箱；2—过滤器；3—油泵；4—油管；5~1、5~2—节流阀；
6~1、6~2—手动换向阀；7—溢流阀；8~1、8~2—油缸

图1—2 双头车床液压系统图

图示位置，油泵 3 经过过滤器 2 从油箱 1 吸油，供至 4 处分两路进入流量调节装置 5~1 和 5~2。再进入手动换向阀 6~1 和 6~2 的 P 口，经换向阀的环形油道，从 A 口流出，分别进入左、右油缸的有活塞杆腔 C（此时为工作腔）。无活塞杆腔 D（此时为回油腔）的油，经管路进入换向阀 B

口，通过换向阀的另一个环形油道，从O口流回油箱。由于油泵向油缸C腔源源不断地输入压力油，所以C腔不断增大，使左油缸活塞带动左主轴头向左运动；右油缸活塞带动右主轴头向右运动。这是工作完毕，主轴头退回的工作状况。

当工件装夹完毕后，只要推动手动换向阀，使阀芯移动，改变了油液的流动形式。流动情况如图1—3所示。

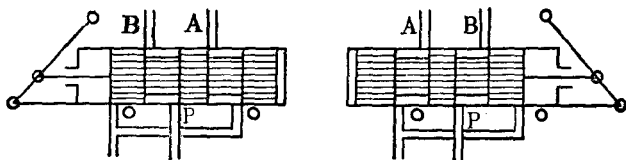


图 1—3

油泵供给的压力油进入P口后，再结合图1—2，我们可以清楚地看到，通过换向阀的环形油道，从B口进入油缸的D腔（此时为工作腔），而C腔的油从换向阀的A口，经另一个环形油道，从O口流回油箱。于是，工作腔D不断增大，推动左油缸活塞与左主轴头一起向右运动；右油缸活塞则带动右主轴头向左运动，对工件进行切削加工。

如要改变工作速度，只要改变流量调节装置的流通面积就可实现速度的调整。例如使流量调节装置5~1阀芯逆时针转一角度，减少了流通面积，从而减少了进入油缸的油液，活塞的工作速度就减慢，油泵输出多余的油，经溢流阀流回油箱。

活塞杆所以能带动主轴头进行切削（纵向进给），是因为油泵向工作腔不断输入具有压力能的油液，形成工作腔与回油腔的压力差，从而推动活塞带着主轴头一起移动的。无

疑，油液的压力能越大，主轴头的纵向进给动力越大。

当工件切削完毕后，搬动换向阀，使它恢复图 1—2 所示状况；主轴头后退，完成一个工作循环。

上面所举例子，虽与实际使用的不尽一致，但也说明了机床液压传动的基本原理：它以具有一定压力能的油液，作为工作介质。油泵输出的压力油经管道及一些控制调节装置，进入油缸等执行元件，扩张工作腔，推动工作机构运动。以油缸为例，它的推动力（也叫牵引力）的大小，与油液的压力和活塞有效工作面积成正比；它的速度的快慢，决定于一定时间内进入油缸内油液容积的多少。这种借助于运动着的压力油的容积变化传递动力的，称为容积式液体传动，习惯上称为液压传动。此外，还有利用油液动能进行传递动力的，称为液力传动。上面所举的例子，我们可以看出，无论简单或复杂的液压传动，都不外有以下五部分组成：

（一）动力元件——能源，如油泵及其附件。它的作用是把电机或其它原动机输入的机械能，转换为液体的压力能，是能量转换装置。

（二）操纵元件——控制调节装置各种阀类。它的作用，是为了满足工作需要，控制和调节油液的压力、流量（速度）、方向等。

（三）执行元件——液动机。主要是油缸和油马达。它的作用是把油泵输入的压力能转换为机械能，是第二级能量转换装置。

（四）辅助装置——附件，如油箱、油管、接头及各种控制仪表。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。

(五) 工作介质——传递能量的物质。主要是各种油液。

实践表明，工作介质不仅与前四项紧密相关，而且它对液压机床的技术性能影响极大，它直接影响系统的可靠性、效率和灵敏性。因此在选用时必须给予足够的重视。

第三节 液压传动系统的表示方法

上面介绍的双头车床液压系统图，可以很明显地看出它的结构原理，工作状况，直观性很强，容易理解；发生故障，按图也好查找原因，利于排除。这种图称为结构式原理图。虽然它有上述优点，但图形比较复杂，换向后的工作状态不易表达清楚。特别是当系统比较复杂时，绘制起来更加麻烦。因此在一般情况下，多使用职能符号来绘制液压系统原理图。所谓职能符号，是以某一特定的图形表示液压元件的作用，而不反映其具体结构。利用这种方法绘制液压系统原理图简洁、明了、醒目，尤其对复杂的系统表达起来方便清楚。我国的液压系统图形符号标准 GB786—76 就是采用职能符号，国际上大部分采用职能符号。

我们举的双头车床液压系统原理，如果采用职能符号表示，比起图 1—2 所示的结构式原理图要显得简洁得多。见图 1—4 所示：

油泵 3 经过滤器 2 从油箱 1 吸油；然后把压力油输送给系统，分别进入流量调节装置——节流阀，经换向阀进入油缸。换向阀三个工作位置（即三种流通形式），简明准确的表达了换向后油液流动通路。靠近操纵手把一侧，表明工作进给时流动情况；远离操纵手把一侧为活塞退回；中间位置表示主轴头，可以在任一位置停止调整检查切削效果。

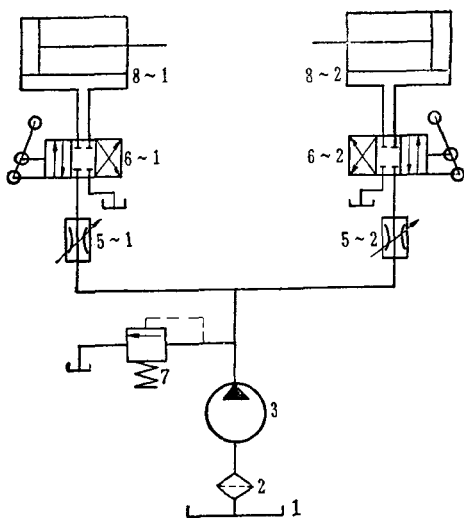


图1—4 双头车液压传动系统原理图（图注同图2）

图中溢流阀7与节流阀5配合使用，对工作速度进行调节。

今后，我们接触的系统图，绝大部分都是用职能符号表示。只是在个别情况下，为了叙述的方便，才使用结构式原理图，常用的职能符号见附录8。

第四节 液压传动的基本参数

还是以双头车床为例，说明一下液压传动的基本参数。为了说明方便，我们只研究左主轴头的工作情况，并假设油泵只供左主轴头，如图1—5。

油泵输出的压力油，如不考虑泄漏，应全部进入油缸 8 左腔。假设，在 t 时间内流入油缸的体积为 V ，那么单位时间内流入油缸的油量称为流量，可用 Q 表示。即

$$Q = \frac{V}{t}$$

油泵输出的流量，只与泵的结构和带动它旋转的电机转速有关，与压力无直接关系（压力只能通过泄漏影响流量）。我国常用单位是升/分。

工作速度取决于单位时间内油液进入油缸的多少，即流量越大，速度越快；流量越小，速度越慢。同时也与油缸的容积有关，即与活塞的有效工作面积 F 有关。在同样流量下， F 越大，速度越慢； F 越小，速度越快。可用下式表示：

$$v = \frac{Q}{F}$$

一般情况下，对一定的油缸， F 是定值。所以速度只与流量有关。所谓调速，一般是调节进入油缸的流量来实现。常用单位为米/分。

双头车床切削过程中，所产生的作用于活塞上的反切削力，及一切运动部件的摩擦力，统称外负载 R ，在等速运动的切削过程中，活塞上产生的总推动力 P ，必须克服 R 才能进行正常工作。而总的推动力 P ，等于单位面积上的压力 p

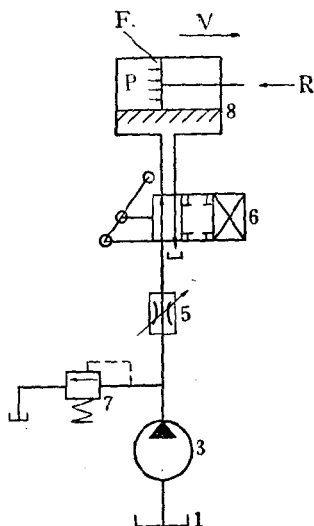


图 1—5