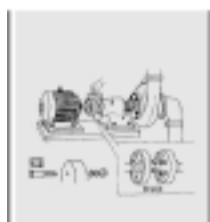


# 铣工知识与技能

孟庆祥 著

山东科学技术出版社

书    名：铣工知识与技能  
作    者：孟庆祥  
出 版 社：山东科学技术出版社  
出版日期：2006年1月  
ISBN：7-5331-4368-X/TG  
定价：15.00元



# 目 录

## 第一单元

第一章 液压传动 .....	1
第一节 液压传动的原理和系统组成 .....	1
一、液压传动原理 .....	1
二、液压传动系统的组成 .....	2
第二节 液压元件 .....	3
一、液压泵 .....	3
二、液压缸 .....	4
三、液压控制阀 .....	5
第三节 液压基本回路 .....	8
一、换向回路 .....	8
二、锁紧回路 .....	9
三、多缸顺序专用铣床的液压系统 .....	9
第二章 电气基础知识 .....	11
第一节 低压电器基本知识 .....	11
一、低压电器的分类 .....	11
二、低压电器的组成 .....	12
第二节 常用低压电器 .....	12
一、组合开关 .....	12
二、熔断器 .....	13
三、接触器 .....	13
四、按钮 .....	14



五、位置开关 .....	15
六、热继电器 .....	15
第三节 三相笼型异步电动机电气控制 .....	16
一、电气控制线路 .....	16
二、三相笼型异步电动机的启动、制动 .....	17
三、三相笼型异步电动机的正反转控制线路 .....	17
第四节 X62W 型万能铣床的电气控制线路 .....	18
一、主电路分析 .....	18
二、控制电路分析 .....	18
第三章 工艺规程 .....	22
第一节 基本概念 .....	22
一、生产过程和工艺过程 .....	22
二、生产类型 .....	22
三、机械加工工艺过程的组成 .....	23
四、工艺规程 .....	23
第二节 工艺过程的安排 .....	24
一、表面加工方案的选择 .....	24
二、划分加工阶段 .....	24
三、加工顺序的安排 .....	25
四、工序的集中和分散 .....	25
五、加工余量 .....	26
第三节 工艺规程的内容和格式 .....	27
一、工艺规程的内容 .....	27
二、工艺规程的格式 .....	27
第四节 提高铣削效率的途径 .....	29
一、时间定额 .....	30
二、提高铣削用量 .....	30
三、改进铣刀和采用先进铣刀 .....	31
四、改进加工方法 .....	31
五、采用先进的工艺装备 .....	31
六、采用专用机床和高效率的先进设备 .....	33

## 第二单元 训级专业知识

第四章 蜗轮的铣削 .....	34
一、工艺知识 .....	34
二、加工方法 .....	36
三、技能操作 .....	37

四、蜗轮的质量分析 .....	39
五、注意事项 .....	39
第五章  错齿三面刃铣刀的铣削 .....	40
一、圆周上的螺旋齿槽及二重后刀面的铣削 .....	41
二、端面齿形的铣削 .....	42
三、刀具开齿检验 .....	43
第六章  大质数直齿锥齿轮的铣削 .....	45
一、工艺知识 .....	45
二、加工方法 .....	46
第七章  复合斜面的铣削加工 .....	47
一、复合斜面的角度关系 .....	47
二、复合斜面的铣削方法 .....	48
第八章  铣床精度的检测与调整 .....	50
第一节  精密测量仪 .....	50
一、杠杆卡规和杠杆千分尺 .....	50
二、光学合像水平仪 .....	52
三、扭簧比较仪 .....	54
四、气动量仪 .....	55
第二节  铣床的精度检测及调整 .....	59
一、X62W 和 X5032 型铣床主轴的精度检验及调整 .....	59
二、X62W 和 X5032 型铣床主轴轴承间隙调整 .....	61
第三节  X6132 型铣床工作台的精度检验 .....	62
一、工作台面的平面度检验 .....	62
二、工作台纵向和横向移动的垂直度检验 .....	62
三、工作台纵向移动对工作台面的平行度检验 .....	62
四、工作台横向移动对工作台面的平行度检验 .....	63
五、工作台中央 T 形槽侧面对工作台纵向移动的平行度检验 .....	63

### 第三单元  高级相关知识

第九章  培训指导与相关法律、法规知识 .....	64
第一节  培训指导 .....	64
一、指导操作的目的 .....	64
二、对指导操作的基本要求 .....	64
三、指导操作的一般方法 .....	65
第二节  劳动法基本知识 .....	66
一、劳动法的定义 .....	66
二、劳动者的权利和义务 .....	66



三、劳动合同制度 .....	66
四、劳动安全卫生制度 .....	67
五、社会保险制度 .....	67
附录 .....	69
一、铣工国家职业标准(高级) .....	69
二、高级铣工知识复习题 .....	70
三、高级技能操作复习题 .....	85
四、铣工文明生产及安全操作规程 .....	88
参考文献 .....	90



## 第一单元 高级基础知识

### 第一章 液压传动

#### 培训重点和要求

1. 掌握液压传动的工作原理
2. 掌握液压传动系统的各部组成及作用
3. 掌握各种液压元件特点及其应用
4. 了解常见的液压基本回路

#### 第一节 液压传动的原理和系统组成

##### 一、液压传动原理

液压传动是以液体(通常是油液)作为工作介质,利用液体压力来传递动力和进行控制的一种传动方式。

图 1 - 1 为液压千斤顶的工作原理图。液压千斤顶主要由手动柱塞液压泵(杠杆、泵体、活塞)和液压缸(活塞、缸体)两大部分构成。大、小活塞与缸体、泵体的接触之间,具有良好的配合,既能保证活塞移动顺利,双能形成可靠的密封。液压千斤顶的工作过程如下:

工作时,关闭放油阀,向上提起杠杆,活塞被带动上升,如图 1 - 1(b)所示,泵体油腔的工作容积增大,由于单向阀受油腔中油液的作用力而关闭,油腔形成真空,油箱中的油液在大气的作用下,推开单向阀的钢球,进入并充满油腔。压下杠杆,活塞被带动下移,如图 1 - 1(c)所示,泵体油腔的工作容积减小,其内的油液在外力的挤压作用下压力增大,迫使单向阀关闭,而单向阀的钢球被推开,端正液经油管进入缸体油腔,缸体油腔的工作

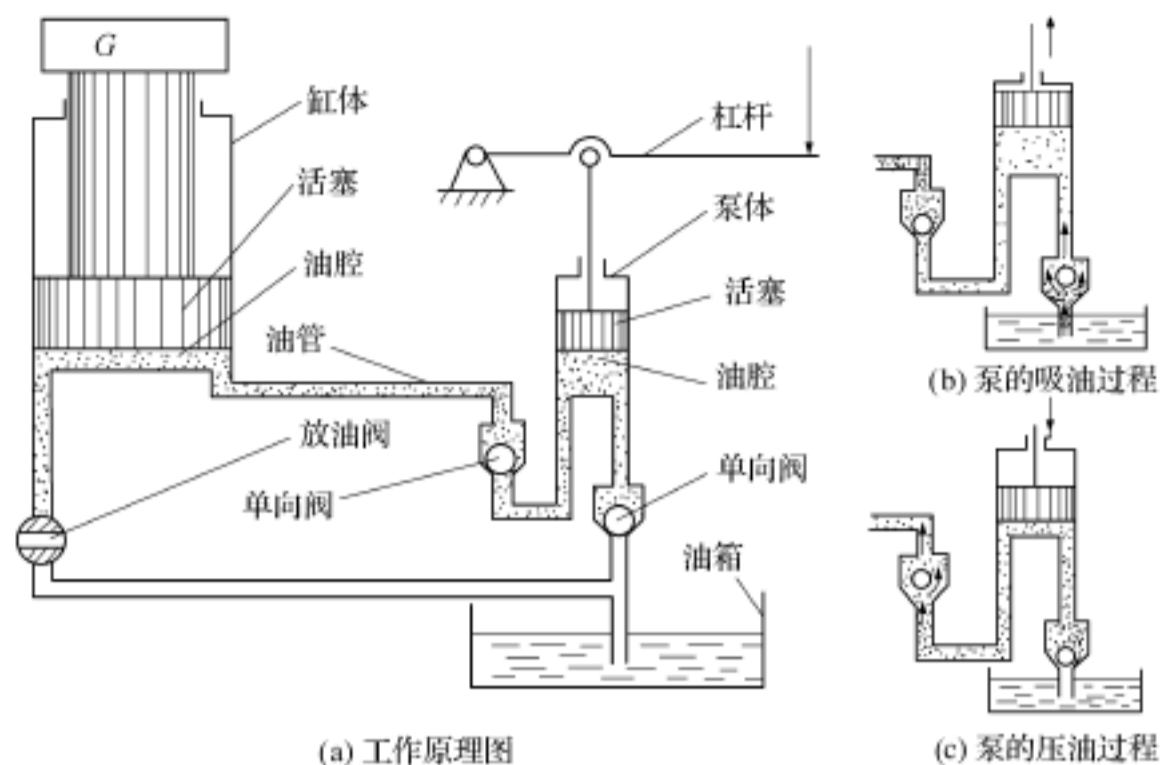


图 1 - 1 液压千斤顶的工作原理

容积增大,推动活塞连同重物  $G$  一起上升。反复提、压杠杆,就能不断从油箱吸入油液并压入缸体油腔,使活塞和重物不断上升,从而达到起重的目的。提、压杠杆的速度越快,单位时间内压入缸体油腔的油液越多,重物上升的速度越快;重物越重,下压杠杆的力就越大。停止提、压杠杆,单向阀 7 就被关闭,缸体油腔中的油液被封闭,此时,重物保持在某一位置不动。

将放油阀旋转  $90^\circ$ ;缸体油腔直接连通油箱,油腔中的油液在重物的作用下流回油箱,活塞下降并恢复到原位。

液压千斤顶虽然是一个简单的液压传动装置,但从其工作过程可以看出,液压传动的工作原理是:以油液作为工作介质,通过密封容积的变化来传递运动,通过油液内部的压力来传递动力。液压传动装置实质上是一种能量转换装置,它先机械能转换成便于输送的液压能,然后再将液压能转换为机械能,以驱动负载和实现执行机构的运动。

## 二、液压传动系统的组成

由图 1 - 1 所示液压千斤顶实例可看出,液压系统除工作介质油液之外,一般由下列四个部分组成:

### 1. 动力部分

将原动机的机械能转换为油液的压力能(液压能)。能量转换元件为液压泵,在液压千斤顶中为手动柱塞泵。

### 2. 执行部分

将液压泵输入的油液压力能转换为带动工作机构的机械能。执行元件有液压缸和液压马达,在液压千斤顶中为液压缸。

### 3. 控制部分

用来控制和调节油液的压力、流量和流动方向。控制元件有各种压力控制阀、流量控制阀和方向控制阀等,在液压千斤顶中为放油阀和单向阀。

#### 4. 辅助部分

将前面三部分连接在一起,组成一个系统,起贮油、过滤、测量和密封等作用,保证系统正常地工作。辅助元件有管路和接头、油箱、过滤器、密封件和控制仪表等,在液压千斤顶中为油管、油箱。

## 第二节 液压元件

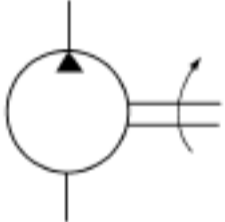
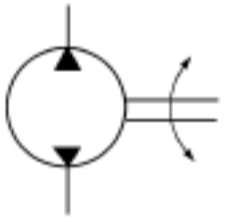
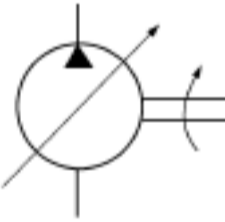
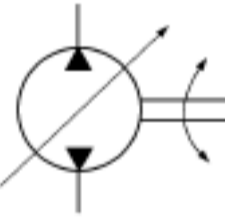
### 一、液压泵

#### 1. 液压泵的类型和图形符号

液压泵俗称油泵,是将电动机或其它原动机输出的机械能转换为油液的压力能(液压能)的能量转换装置。在液压系统中,液压泵是动力元件,是液压系统的重要组成部分。

液压泵的种类很多,按其结构不同可分为齿轮泵、叶片泵、柱塞泵等;按其输油方向能否改变可分为单向泵和双向泵;按其输出的流量能否调节可分为定量泵和变量泵;按其额定压力的高低可分为低压泵、中压泵、高压泵等。液压泵的图形符号见表 1 - 1。

表 1 - 1 液压泵的图形符号

单向定量	双向定量	单向变量	双向变量
			

#### 2. 液压泵的必备条件

液压泵要实现吸油、压油的工作过程,必须具备下列条件:

- (1) 应具备密封容积。
- (2) 密封容积的大小能交替变化。泵的输油量和密封容积变化的大小及单位时间内变化的次数(变化频率)成正比。
- (3) 应有配流装置。它的作用是:在吸取油过程中密封容积与油箱相通,同时关闭供油管路;在压油过程,密封容积与供油管路相通,同时切断与油箱的连接。
- (4) 吸油过程中,油箱必须和大气相通。这是实现吸油的必要条件。

#### 3. 齿轮泵

齿轮泵分外啮合齿轮泵和内啮合齿轮泵两类,常用的为外啮合齿轮泵。

(1) 外啮合齿轮泵的工作原理 如图 1 - 2 所示,泵体内装有一对外啮合齿轮,齿轮两侧面靠端盖(图中未画出)密封。泵体、两端盖和齿轮的各个齿间组成密封容积,齿轮副的啮合线把密封容积分成两部分,即吸油腔和压油腔。当齿轮的轮齿脱开啮合,使密封



容积逐渐增大,形成局部真空,油箱中的油液在大气压力的作用下,经吸油管路被吸入吸油腔内,并充满齿间。随着齿轮的回转,吸入到轮齿间的油液被带到泵的左侧(压油腔)。因左侧的轮齿逐渐啮合,故密封容积不断减小,齿间的油液被压出泵外,输送到压力管路中去。当齿轮泵的齿轮在电动机带动下连续回转时,轮齿脱开啮合的一侧(吸油腔),由于密封容积变大而不断地从油箱吸入油液;轮齿进入啮合的一侧(压油腔),由于密封容积减小而不断地压油。

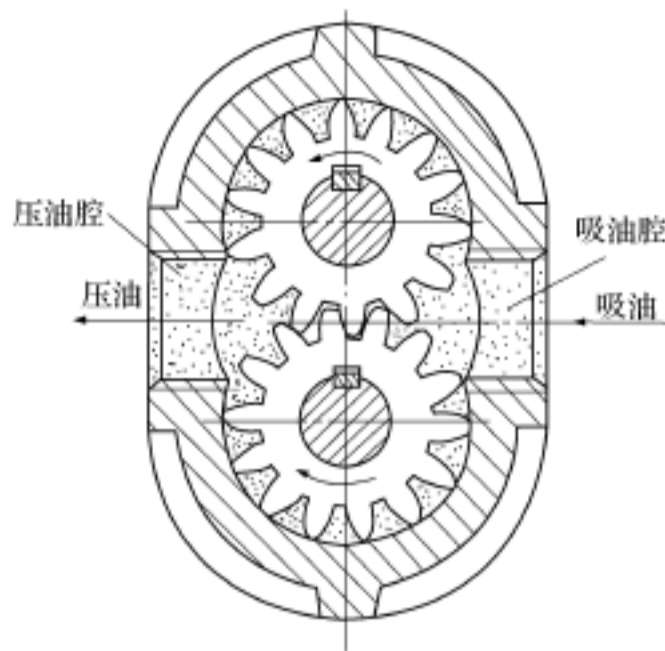


图 1 - 2 外啮合齿轮泵的工作原理图

(2) 齿轮泵的特点及其应用 齿轮泵结构简单紧凑,制造方便,价格低廉,工作可靠,自吸性能好,对油液污染不敏感,但这种泵噪声较大,输油量不均匀,且由于压油腔压力大于吸油腔压力,使齿轮和轴承受不平衡的径向力的作用,会引起轴承额外磨损,甚至使轴弯曲变形,导致磨损严重,泄漏增大,限制了工作压力的提高。齿轮泵的流量不能调节,只能用作定量泵,主要用于小于 2.5MPa 的低压液压传动系统中。

## 二、液压缸

### 1. 液压缸的类型和图形符号

液压缸是液压传动系统中的执行元件,是将液压能转换为机械能的能量转换装置,一般用来实现往复直线运动。

液压缸分单作用缸和双作用缸两类。在压力油作用下只能作单方向运动的液压缸称为单作用缸。单作用缸的回程须借助于运动件的自重或其它外力(如弹簧力)的作用实现。往复两个方向的运动都由压力油作用实现的液压缸称为双作用缸。应用最普遍的液压缸是活塞式液压缸。

液压缸的图形符号见表 1 - 2。

表 1 - 2 常用液压缸的图形符号

单作用缸			双作用缸		
单活塞杆缸	单活塞杆缸 (带弹簧)	伸缩缸	单活塞杆缸	双活塞杆缸	伸缩缸
<p>详细符号</p> <p>简化符号</p>	<p>详细符号</p> <p>简化符号</p>		<p>详细符号</p> <p>简化符号</p>	<p>详细符号</p> <p>简化符号</p>	

## 2. 双活塞杆液压缸

(1) 双活塞杆液压缸的结构和工作原理 图 1 - 3 所示为常见的双作用式实心双活塞杆液压缸的结构图。液压缸由缸体、两个端盖、活塞、两实心活塞杆和密封圈等组成。缸体固定不动,两活塞杆都伸出缸外并与运动构件(如工作台)相连。端盖与缸体间用纸垫密封,活塞杆与端盖间用密封圈密封,活塞与缸体之间则采用环形槽间隙密封。两进出油口 a 和 b 设置在两端盖上。

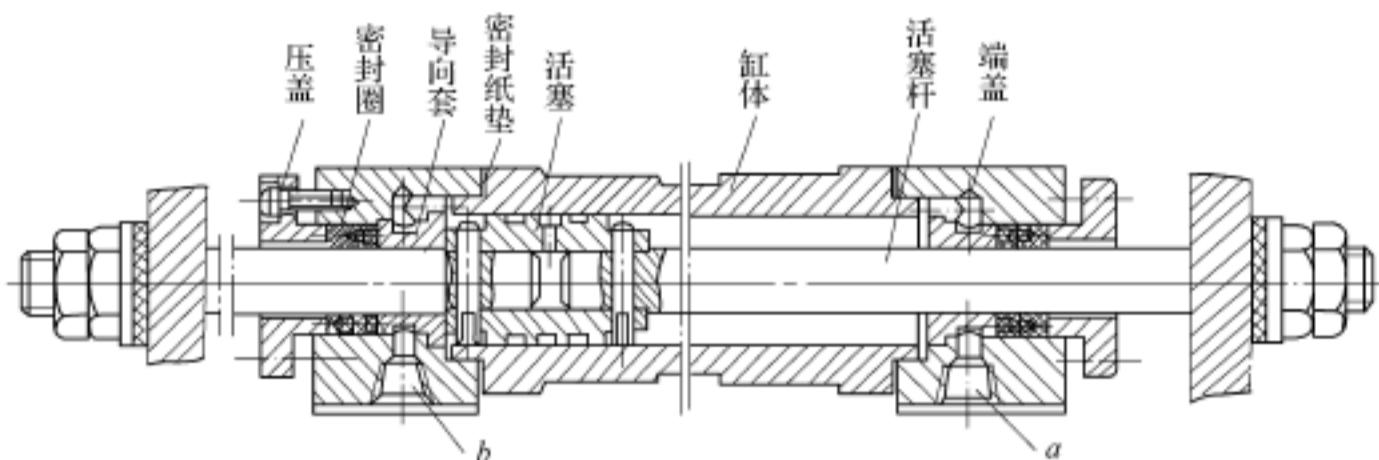


图 1 - 3 实心双活塞杆液压缸的结构

当压力油从进出油口交替输入液压缸的左右油腔时,压力油推动活塞运动,并通过活塞杆带动工作台作往复直线运动。

(2) 双活塞杆液压缸的特点及其应用 双活塞杆液压缸有固定缸体和固定活塞杆两种形式,根据不同的要求,两活塞杆的直径可以相等,也可以不相等;活塞与缸体之间采用间隙密封,结构简单,摩擦阻力小,但内泄较大,仅适合于工作台运动速度较高的场合。双活塞杆液压缸常用于工作台往返运动速度相同(两活塞直径相等),推力不大的场合。缸体固定的液压缸一般用于小型机床或液压设备,活塞杆固定的液压缸常用于中、大型机床或液压设备。

## 三、液压控制阀

### 1. 概述

在液压传动系统中,用来对液流的方向、压力和流量进行控制和调节的液压元件称为控制阀,又称液压阀。控制阀是液压系统中不可缺少的重要元件,它通过对液流的方向、压力和流量的控制和调节,控制执行元件的运动方向、输出的力或转矩、运动速度、动作顺序,还可限制和调节液压系统的工作压力和防止过载。

控制阀应满足如下基本要求:

- (1) 动作准确、灵敏、可靠,工作平稳,无冲击和振动。
- (2) 密封性能好,泄漏少。
- (3) 结构简单,制造方便,通用性好。

根据用途和工作特点的不同,控制阀分为三大类:

- (1) 方向控制阀。包括单向阀、换向阀、伺服阀等。
- (2) 压力控制阀。包括单向溢流阀、减压阀、顺序阀、卸荷阀等。



(3) 流量控制阀。包括节流阀、调速阀、分流阀等。

## 2. 方向控制阀

控制油液流动方向以改变执行机构运动方向的阀称为方向控制阀, 它分为单向阀和换向阀两大类。

(1) 单向阀单向阀的作用是允许油液按一个方向流动, 不能反向流动。图 1 - 4 所示为常用单向阀。

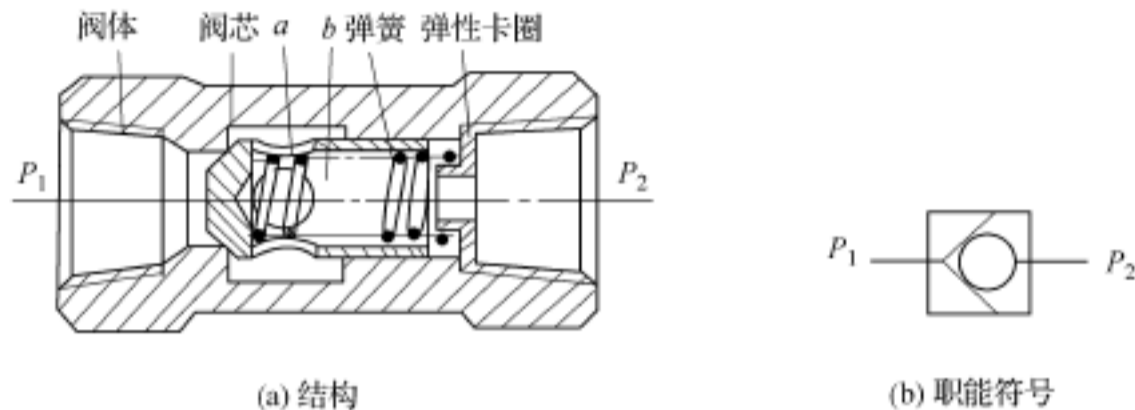


图 1 - 4 单向阀

(2) 换向阀换向阀的作用是利用阀芯和阀体间相对位置的变化, 来控制油液流动方向, 接通或关闭油路, 从而改变液压系统的工作状态。

图 1 - 5 为常见的三位四通滑阀式换向阀。它有三个工作位置四个通路口。三个工作位置就是滑阀在中间以及滑阀移到左、右两端进的位置, 四个通路口即压力油口 P、回油口 O 及通往执行元件两端的油口 A 和 B。由于滑阀相对阀体做轴向移动, 改变了位置, 所以各油口的连接关系就改变了, 这就是滑阀式换向阀的换向原理。

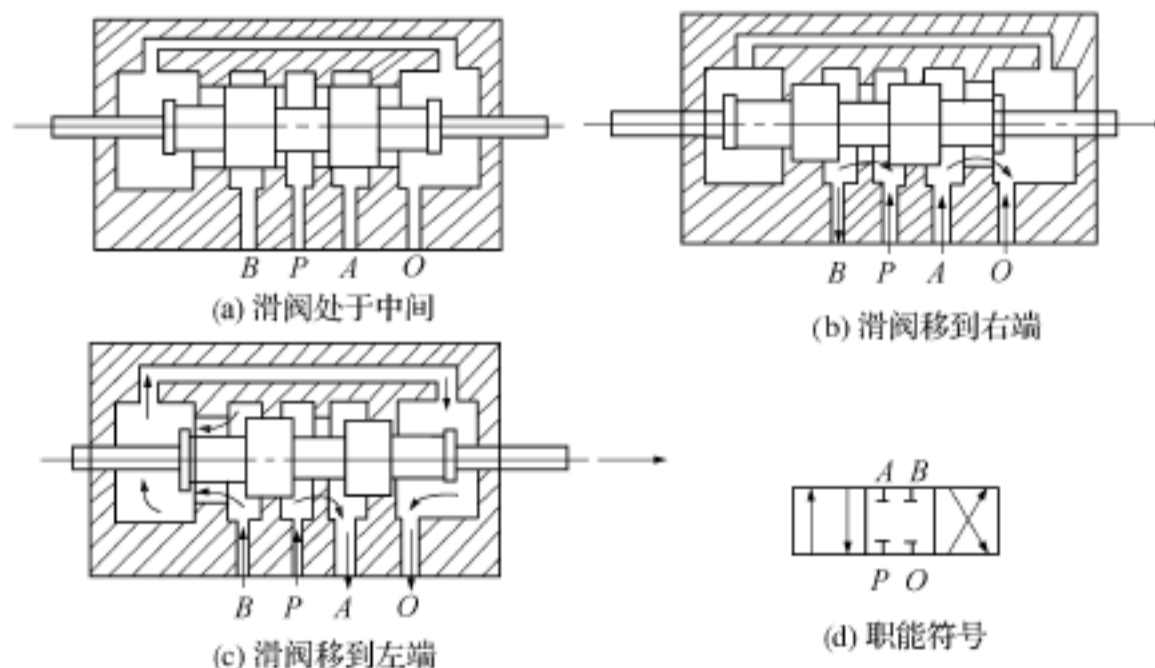


图 1 - 5 滑阀式换向阀的换向原理

换向阀按阀芯的可变位置数, 可分为二位和三位, 通常用一个方框符号代表一个位置。按主油路进、出油口的数目又可分为二通、三通, 四通等, 表达方法是在相应位置的方

框内表示油口的数目及通道的方向。如图 1 - 6 所示,其中箭头表示通路,一般情况下还表示液流方向,“ ”和“ ”与方框的交点表示通路被阀芯堵死。

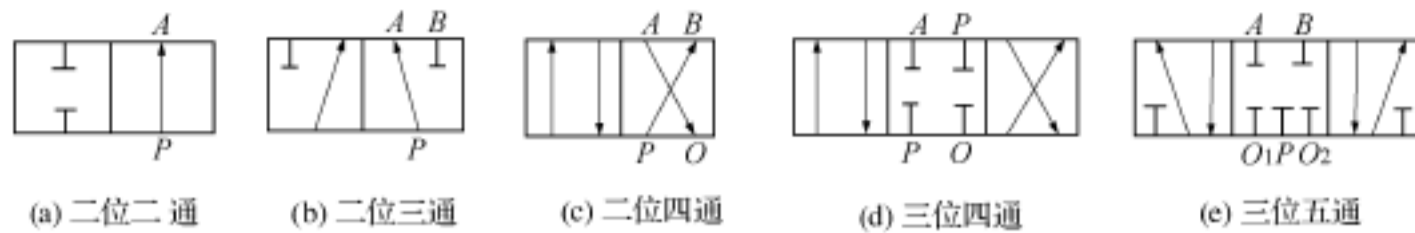


图 1 - 6 换向阀的位数和通路符号

根据改变阀芯位置的操纵方式不同,换向阀可分为手动、机动、电磁、液动和电液动换向阀等。其符号如图 1 - 7 所示。



图 1 - 7 换向阀操纵方式符号

### 3. 压力控制阀

在液压系统中,控制工作液体压力的阀称为压力控制阀。常用的压力阀有溢流阀、减压阀、顺序阀。

图 1 - 8 为直动式溢流阀。当  $pS < F$  时,滑阀在弹簧力作用下下移,阀口关闭;当系统压力升高到  $pS > F$  时,弹簧压缩,滑阀打开,部分油液流回油箱,限制系统压力继续升高,并使压强保持  $p = F/S$  的数值。调节弹簧力  $F$ ,即可调节液压泵供油压力。这就是溢流阀的工作原理。图中  $F$  为溢流阀调节的弹簧力; $p$  为作用在滑阀端面上的油液压强; $S$  为滑

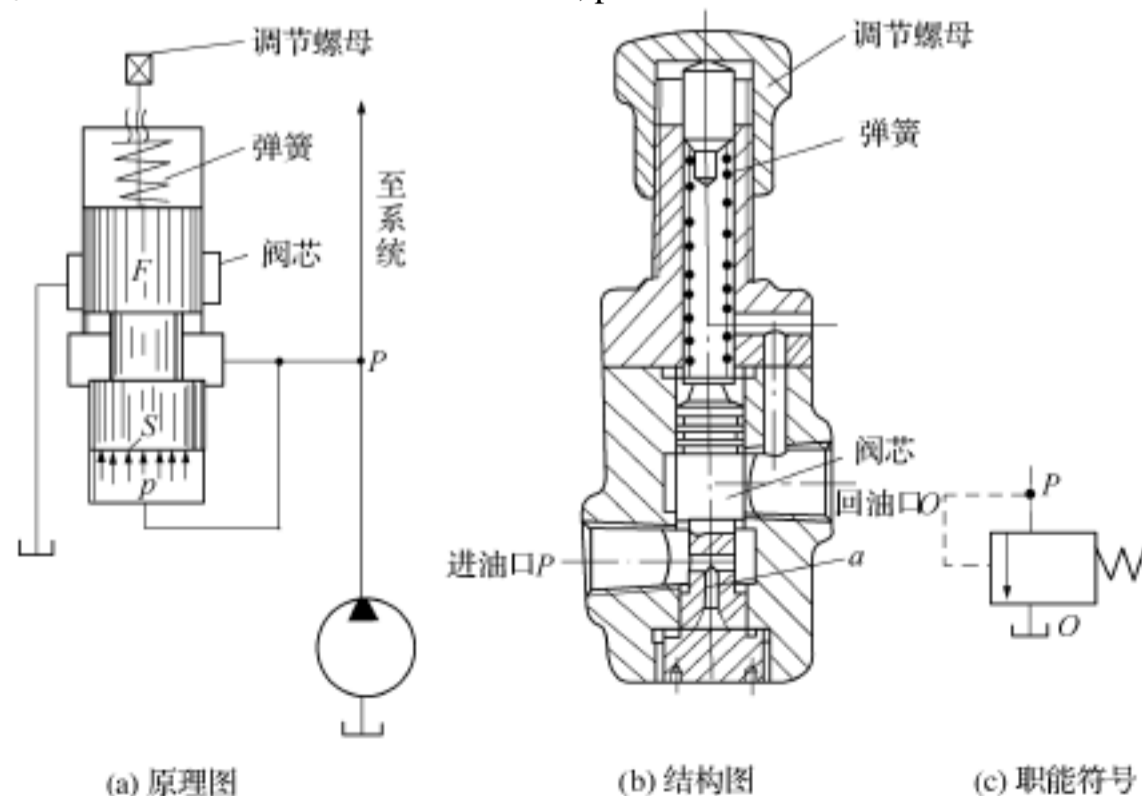


图 1 - 8 直动式溢流阀



阀下端工作面积。

#### 4. 流量控制阀

流量控制阀是靠改变工作开口的大小来控制通过阀的流量,从而调节执行机构(液压缸或液压马达)运动速度的液压元件。油液流经小孔、狭缝或毛细管时,会遇到阻力。阀口通流面积越小,油液通过时的阻力就越大,因而通过的流量就越少。流量控制阀就是利用这个原理制造的。常用的流量控制阀有普通节流阀、调速阀、温度补偿调速阀以及这些阀和单向阀、行程阀的各种组合阀。

图 1 - 9 所示为一普通节流阀,这种节流阀节流口的形式是轴向三角槽式。油从进油口  $P_1$  流入,经孔道  $b$  和阀芯右端的节流槽进入孔  $a$ ,再从出油口  $P_2$  流出。调节手把,即可利用推杆使阀芯做轴向移动,以改变节流口面积,从而达到调节流量的目的。弹簧的作用是使阀芯始终向右压紧推杆。

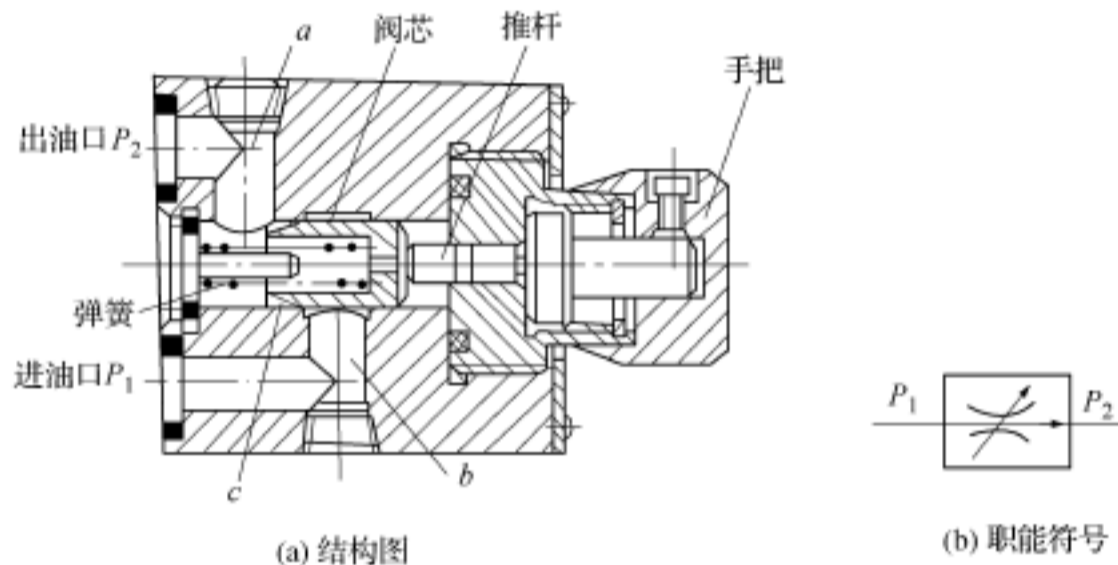


图 1 - 9 普通节流阀

### 第三节 液压基本回路

液压基本回路是用液压元件组成并能完成特定功能的典型回路。对于任何一种液压系统,不论其复杂程度如何,实际上都是由一些液压基本回路组成的。常用的基本回路按其功能可分为方向控制回路、压力控制回路、速度控制回路和顺序动作回路四大类。下面简述方向控制回路。

在液压系统中,工作机构的起动、停止或改变运动方向,是利用控制进入工作机构的油流的通、断及变向来实现的。实现这些控制的回路,就称为方向控制回路。

#### 一、换向回路

液压系统工作机构的换向大部分是由换向阀来实现的。如图 1 - 10 所示是二位四通换向阀的换向回路。当换向阀的电磁铁 YA 通电时,左位接入系统,液压泵输出油液经换

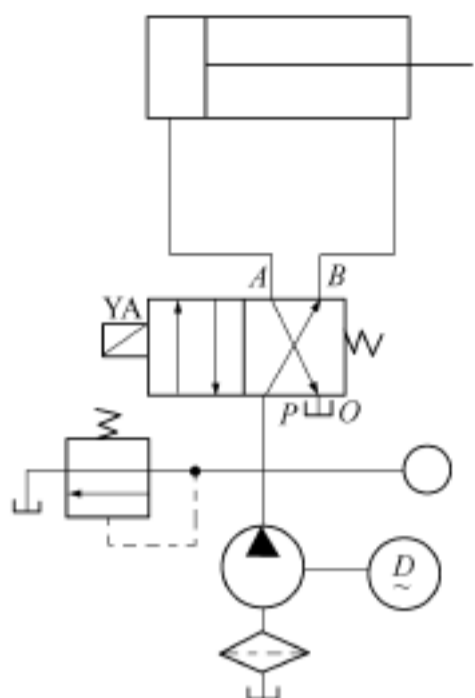


图 1-10 换向阀的换向回路

向阀 P A 进入液压缸左腔,右腔油液经 B O 回油池,活塞向右运动;当电磁铁 YA 断电,滑阀复位(图示状态),油液经通道 P B 进液压缸右腔,左腔油液由 A O 回油池,活塞向左运动。电磁铁不断通电和断电,活塞便可以作左右往复运动。

## 二、锁紧回路

为了使液压缸能在移动过程中停在任意位置上,并防止停止后由于外力作用而发生移动,可以采用锁紧回路。如图 1-11 所示为“O”型换向阀的锁紧回路。当电磁铁 1YA,2YA 都断电时,滑阀处于中间位置,由于将液压缸的进出油口都关死,缸两侧都有油液,活塞被锁紧。因此,只要调节行程开关的位置,就可使活塞锁紧在任意位置上。

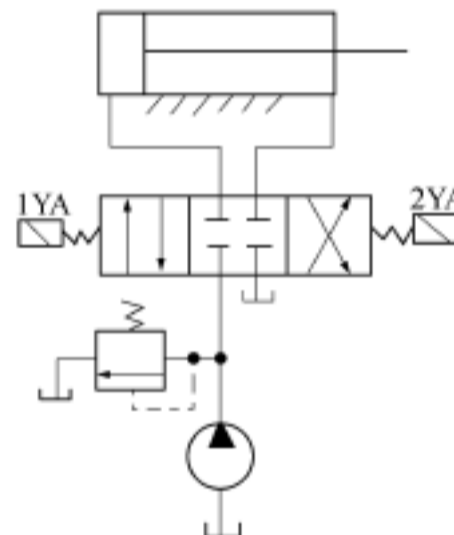


图 1-11 “O”型换向阀的锁紧回路

## 三、多缸顺序专用铣床的液压系统

多缸顺序铣床是一台专用机床。铣刀只作转动,工件被夹紧在工作台上,工作台的垂直和水平两个方向的运动作为进给加工。

1. 动作顺序液压缸 A 水平向左快进——液压缸 A 水平向左慢进——滚压缸 B 垂直向上慢进——液压缸 B 垂直向下快退——液压缸 A 水平向右快退,复位。动作顺序循环图如图 1-12(b) 所示。

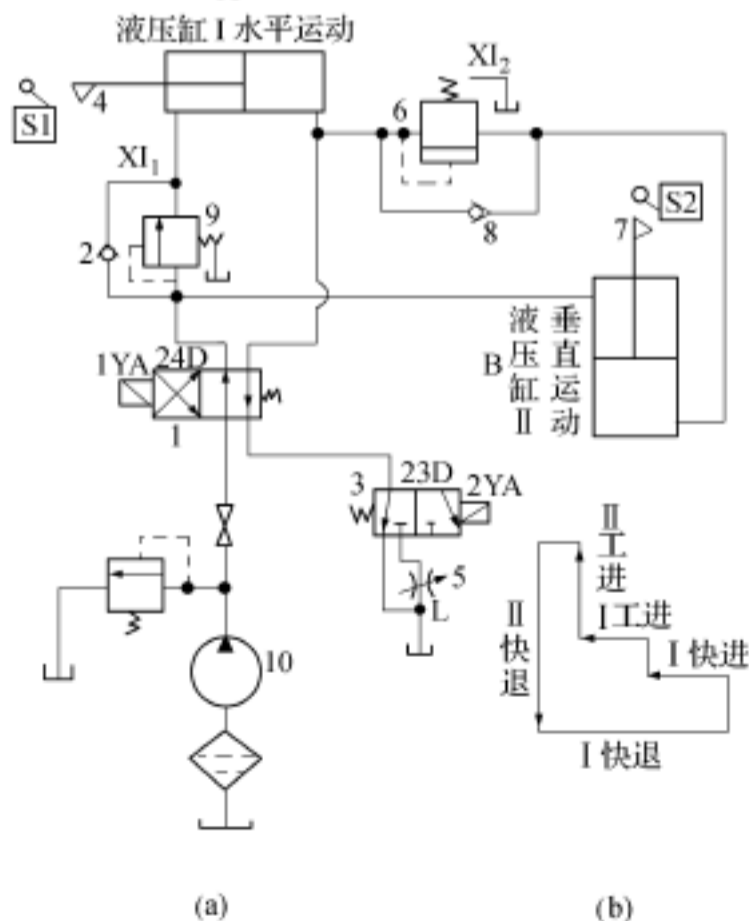


图 1-12 多缸顺序专用铣床液压系统

2. 工作过程如图 1-12 所示为该机床的液压系统图。它是利用顺序阀和电行程开关相配合来实现上述顺序动作的。起动液压泵 10,按下电钮,二位四通换向阀 1 的电磁铁 1YA 通电,左位接入系统,液压泵输出的压力油经换向阀 1(24D) 进入液压缸 A 的右腔,左腔的油液打开单向阀 2 经换向阀 1 和二位三通换向阀 3(23D) 直接流回油池,实现液压缸 A 的水平向左快进;快进一定行程后,执行机构上的撞块 4 碰到电器行程开关 S1,立即发讯,



使 2YA 通电, 换向阀 3 的右位接入系统, 此时, 液压缸 A 左腔油液只能经节流阀 5(L) 回油池, 实现了液压缸 A 的水平向左慢进; 慢进一定行程后碰死挡铁, 液压缸 A 停止运动, 系统压力迅速升高, 当压力值超过顺序阀 6(XI) 预调压后, 压力油便进入液压缸 B 的下腔, 上腔油液 24D, 23D 和节流阀 5 回油池, 实现了液压缸 B 的垂直向上慢进; 慢进一定行程后, 执行机构撞 7 碰到电器行程开关 S2, 立即发讯, 使 1YA 和 2YA 都断电, 换向阀 1 和 3 复位( 图示状态); 液压泵输出油液进入液压缸 B 的上腔, 下腔油液经单向阀 8, 24D 和 23D 直接回油池, 液压缸 B 向下快退; 快退到底, 油压升高, 打开顺序阀 9(XL) 进入液压缸 A 的左腔, 右腔油液经 24D 和 23D 直接回油池, 实现液压缸 A 水平向右快退, 复位。



## 第二章 电气基础知识

### 培训重点和要求

1. 了解低压电器的分类和组成
2. 掌握常用几种低压电器的特点及用途
3. 了解三相笼型异步电动机电气控制
4. 掌握 X62W 型铣床的电气控制线路

### 第一节 低压电器基本知识

电器在实际电路中的工作电压有高低之分,工作于不同电压下的电器可分为高压电器和低压电器两大类。凡工作在交流电压 1200V 及以下,或直流电压 1500V 及以下电路中的电器称为低压电器。

#### 一、低压电器的分类

##### 1. 按动作方式分类

(1) 手动控制电器 依靠外力(如人工)直接操作来进行切换的电器,如刀开关、按钮等。

(2) 自动控制电器 依靠指令或物理量(如电流、电压、时间、速度等)变化而自动动作的电器,如接触器、继电器等。

##### 2. 按用途分类

(1) 低压控制电器 主要在低压配电系统及动力设备中起控制作用,控制电路的接通、分断以及电动机的各种运行状态,如刀开关、接触器、按钮等。

(2) 低压保护电器 主要在低压配电系统及动力设备中起保护作用,保护电源和线