

液压设备 设计、生产、

**技术改进与故障诊断
监测及国内外标准规范**

实用手册

北方工业出版社

节流窗口的形状精度及轴向位置尺寸,特别是节流窗口与内孔所形成的棱线的准确程度,是直接影响液流大小的重要因素,因此,这种阀套的加工应重点放在节流口的加工上。通孔式阀套一般起导向和变径作用,内孔和外圆的同轴度直接决定着其中间阀芯的运动灵活性和密封可靠性。有效地保证这一相关性位置精度,是这种阀套加工的主要工艺特征。阶梯孔式阀套一般起导向、封油作用,其内孔与内孔的同轴度,以及内端面与内孔的垂直度,是确保环形封油棱线具有较高圆度的必要条件,严格控制这两项形位公差的大小,对于保证此类阀套的密封可靠起着决定性的作用,所以,满足上述技术要求就成为这种阀套加工的关键所在。

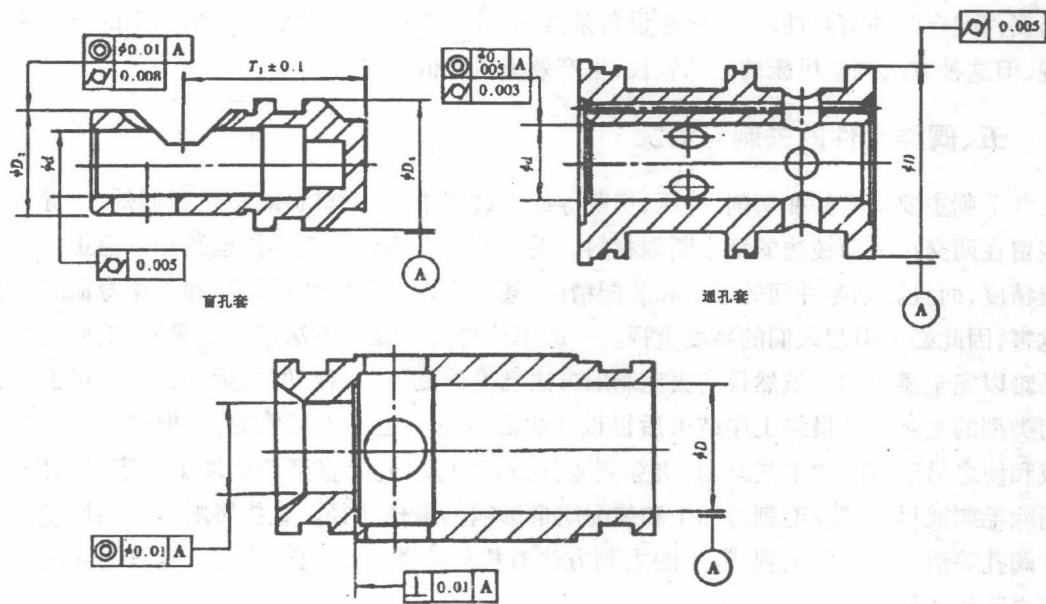


图 4-1-59

阀套的材料一般选用 35CrMo、42CrMo。合金钢或 45 号中碳钢。盲孔式和通孔式阀套常用 35CrMo 或 42CrMo 进行淬火处理,淬火硬度为 46~52HRC。阶梯孔式阀套用 45 号钢进行调质处理,硬度为 30~36HRC,但也有例外。

阀套的加工一般采用粗加工车、铣、钻,精加工磨、珩磨的方式来进行,但根据不同类型阀套的结构特点和关键部位的精度要求,其工艺过程各不相同。盲孔式阀套的加工路线通常是:正—车外形—车内孔—钻通油孔—淬火—磨外圆—磨内孔—线切割节流口—铰珩—去刺—清洗。由于这种阀套的关键工序是形成节流棱线的节流口加工和内孔磨削,因此为了保证最终加工形状的准确性,常采用淬火后磨内孔、线切割的加工方法,并对内孔进行 CBN 铰珩处理。当然,在淬火前将节流口铣削成形也是可行的,但对淬火后的磨削加工带来了困难,不容易保证其内孔的圆柱度。通孔式阀套的加工路线一般是:正火—车端面及内孔—车另一端,车外圆成形—钻孔—去刺—淬火—磨内孔—珩磨内孔—磨外圆—去刺—清洗。这种阀套加工的工艺特点是,内外表面互为基准,交替加工。在车削外

圆时,以精车的内孔为基准,采用间隙配合的芯轴做定位;在磨削内孔时,以精车的外圆为基准,利用三爪找正夹紧工件;在精磨外圆时,则常借助高精度内孔,采用锥度芯轴来保证其产品需要的同轴度要求。阶梯孔式阀套的加工路线一般是:粗车端面内孔外圆—粗车另一端—钻孔—去刺—调质—精车内孔及端面—精车外圆—清洗。这种阀套的加工主要以车削为主,为了减少粗加工变形,消除粗车所形成的内应力,一般均采用粗车后调质处理的方法,保证其内孔工作部位的组织均匀性和硬度稳定性。热处理后的精车内孔工序是这种阀套加工的关键,它必须在一次装夹中,利用高精度机床和超硬刀具完成整个内孔及端面的镗削加工,并精确地保证所形封油棱线与导向内孔的同轴度。否则,将严重影响与偶件配合时的密封性。当然,在设备条件一般的情况下,也可采用磨削加工的方法来实现,但这种方法调整机床的时间较长,生产效率也较低。

五、阀类元件的去刺与清洗

毛刺主要指零件在切削、冲压、切割等加工过程中,由于材料的塑性变形效应,导致的残留在两交接表面棱边的细小断裂材料。毛刺的存在不仅影响零件检测和下道工序的定位精度,而且影响零件间的组装和装配精度,甚至会对产品的使用性能和工作寿命有直接危害,因此必须引起人们的高度重视。一般用传统的机加工方法加工金属时,毛刺的生成是难以完全避免的。虽然目前去毛刺的方法已发展到 60 多种,但尚无一种方法可去除任何类型的毛刺。待最终工序结束后再设法去除的思路也是不可取的,而把减少毛刺的生成和使之易于清除的工艺原则,贯穿到零件设计、材料选择直至各道加工工序,才是彻底消除毛刺或尽量减少毛刺对加工和装配质量影响的最佳途径。直接影响阀类品质量的是滑阀孔等滑动部位的毛刺,常用的去刺方法有机械去除法、旋磨去除法、电解去除法和高温去除法 4 种章。

第二章 方向控制阀设计、生产

方向控制阀是用来使液压系统中的油路通断或改变油液的流动方向,从而控制液压执行元件的起动或停止,改变其运动方向的阀类。如单向阀、换向阀、压力表开关等。

第一节 单向阀

单向阀又称止回阀,它是一种只允许液流沿一个方向通过,而反向液流被截止的方向阀。根据它在液压系统中的作用,对单向阀的主要性能要求是:液流正向通过时压力损失要小;反向截止时密封性要好;动作灵敏,工作时无撞击,噪声小。

单向阀包括普通单向阀和液控单向阀两类。

一、普通单向阀

单向阀(简称单向阀)主要由阀体、阀心和弹簧等零件组成。阀心可以是球阀、也可以是锥阀。按进出口流道的布置形式,单向阀可分为直通式和直角式两种。直通式单向阀进口和出口流道在同一轴线上;而直角式单向阀进出口流道则成直角布置。图4-2-1为管式连接的钢球式直通单向阀和锥阀式直通单向阀的结构及图形符号。液流从 P_1 (压力为 p_1)流入时,克服弹簧力而将阀心顶开,再从 P_2 流出(压力 $P_2 = P_1 - \Delta p$, ΔP 为阀口压力损失)。当液流反向流入时,由于阀心被压紧在阀座密封面上,所以液流被截止不能通过。

钢球式单向阀的结构简单,但密封性不如锥阀式,并且由于钢球没有导向部分,所以工作时容易产生振动和噪声,一般用在流量较小的场合。锥阀式应用最多,虽然结构比球阀式复杂一些,但其导向性好,密封可靠。

图4-2-2为板式连接的直角式单向阀。在该阀中,液流从 P_1 口流入,顶开阀心后,直接经阀体的铸造流道 P_2 口流出,压力损失小,而且只要打开端部螺塞即可对内部进行维修,十分方便。

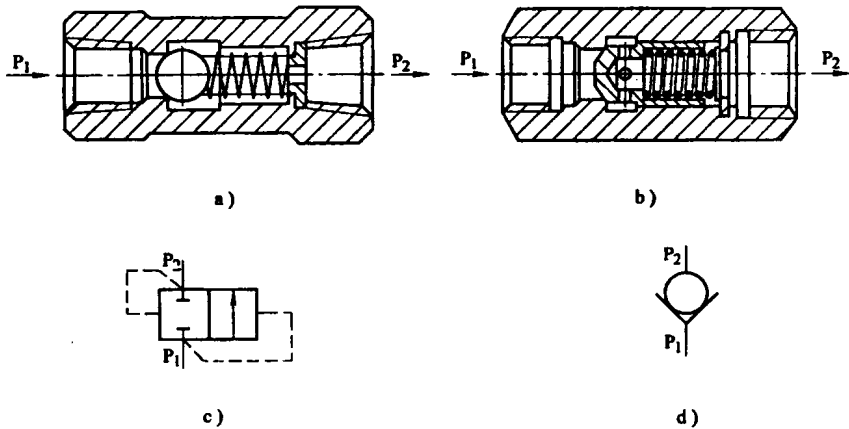


图 4-2-1 直通式单向阀

a) 钢球式直通单向阀 b) 锥阀式直通单向阀 c) 详细符号 d) 简化符号

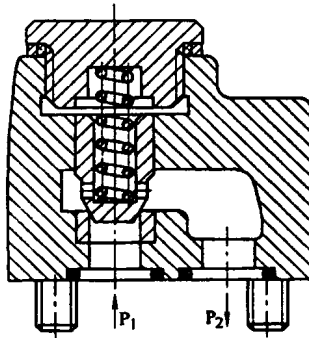


图 4-2-2 直角式单向阀

单向阀中的弹簧,主要用来克服摩擦力、阀心的重力和惯性力,使阀心在反向流动时能迅速关闭,所以单向阀中的弹簧较软。单向阀的开启压力一般为 $0.03 \sim 0.05\text{MPa}$,并可根据需要更换弹簧。如将单向阀中的软弹簧更换成合适的硬弹簧,就成为背压阀,这种阀通常安装在液压系统的回油路上,用以产生 $0.3 \sim 0.5\text{MPa}$ 的背压。此外,单向阀常被安装在泵的出口,一方面防止系统的压力冲击影响泵的正常工,另一方面在泵不工作时防止系统的油液倒流经泵回油箱。单向阀还被用来分隔油路以防止干扰,并与其它阀并联组成复合阀,如单向顺序阀、单向节流阀等。

二、液控单向阀

液控单向阀是可以用来实现逆向流动的单向阀。液控单向阀有不带卸荷阀心的筒式液控单向阀和带卸荷阀心的卸载式液控单向阀两种结构形式,如图 4-2-3a、b 所示。

图 4-2-3a 所示为筒式液控单向阀的结构。当控制口 K 无压力油时,其工作原理与普通单向阀一样,压力油只能从进油口 P_1 ; 流向出油口 P_2 , 反向流动被截止。当控制口 K

有控制压力 P_K 。作用时,在液压力作用下,控制活塞 1 向上移动,顶开阀心 2,使油口 P_K 和 P_2 相通,油液就可以从 P_2 口流向 P_1 口。在图示形式的液控单向阀中,控制压力 P_K 最小须为主油路压力的 30% ~ 50%。

图 4-2-3b 为带卸荷阀心的卸载式液控单向阀。当控制油口通入压力油 P_K ,控制活塞 1 上移,先顶开卸荷阀心 3,使主油路卸压,然后再顶开单向阀心 2。这样可大大减小控制压力,使其控制压力约为主油路工作压力的 5%,因此可用于压力较高的场合。同时可避免筒式液控单向阀中当控制活塞推开单向阀心时,高压封闭回路内油液的压力突然释放,所产生的较大的冲击和噪声。

上述两种结构形式的液控单向阀,按其控制活塞处的泄油方式,又均有内泄式和外泄式之分。图 4-2-3a 为内泄式,其控制活塞的背压腔与进油口 P_1 相通。图 4-2-3b 为外泄式,其控制活塞的背压腔直接通油箱,这样反向开启时就可减小 P_1 腔压力对控制压力的影响,从而可减小控制压力。故一般在液控单向阀反向工作时,如出油口压力较低,可采用内泄式,高压系统则采用外泄式。

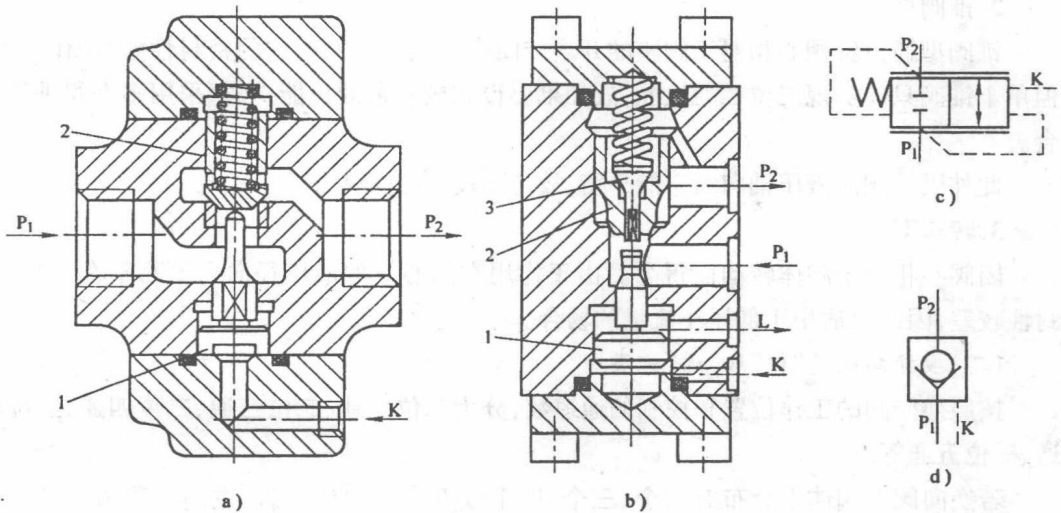


图 4-2-3 液控单向阀

a)筒式液控单向阀 b)卸载式液控单向阀 c)详细符号 d)简化符号

1-控制活塞 2-单向阀心 3-卸荷阀心

第二节 换向阀

换向阀是利用阀心和阀体间相对位置的不同,来变换阀体上各主油口的通断关系,实

现各油路连通、切断或改变液流方向的阀类。换向阀是液压系统中用量最大、品种、名称最复杂的一类阀。根据换向阀的作用,对换向阀性能的基本要求有:液流通过换向阀时压力损失要小;液流在各关闭油口之间的缝隙泄漏量小;换向可靠,动作灵敏;换向平稳无冲击。

一、换向阀的分类及结构介绍

换向阀可以按不同的方法进行分类。

(一)按结构特点分类

按照换向阀的结构特点,可分为滑阀型、锥阀型和转阀型。

1.滑阀型

滑阀型换向阀的阀心为圆柱滑阀,相对于阀体作轴向运动。由于滑阀的液压轴向力和径向力容易实现平衡,因此操纵力较小。此外滑阀型容易实现多种机能,因而在换向阀中应用最广。

2.锥阀型

锥阀型通过锥阀心相对于阀座的开启或闭合来实现换向。它的密封性好,动作灵敏,但单个锥阀只能实现二位二通机能,故如果要得到较复杂的机能,必须采用多个阀进行组合。

此外因锥阀的液压轴向力不能平衡,故需要较大的操纵力。

3.转阀型

因阀心相对于阀体转动而得名。由于作用在阀心上的液压径向力不易平衡,加之密封性较差,因此只适用于低压小流量的场合。

(二)按换向阀的“位”和“通”分类

按照换向阀的工作位置和控制的通道数,分为二位二通、二位三通、二位四通、三位四通、三位五通等。

若换向阀的阀体上分布有二个、三个、四个或五个主油口,则该主油口称为“通”。具有二个、三个、四个或五个主油口的换向阀分别称为“二通阀”、“三通阀”、“四通阀”或“五通阀”。

阀心相对于阀体有二个或三个等不同的稳定工作位置,则该稳定的工作位置称为“位”。所谓“二位阀”或“三位阀”是指换向阀的阀心相对于阀体有二个或三个稳定的工作位置。当阀心在阀体中从一个“位”移动到另一个“位”时,阀体上各主油口的沟通形式即发生了变化。“通”和“位”是换向阀的重要概念,不同的“通”和“位”构成了不同类型的换向阀。

表4-2-1所示是几种不同的“通”和“位”的滑阀式换向阀主体部分的结构形式和图形符号。以三位五通阀为例,阀体上有P、A、B、T₁、T₂五个通口,阀心在阀体中有左、中、右三个稳定的工作位置。当阀心处在图示中间位置(即中位)时,五个通口都关闭;当阀心移

第二章 方向控制阀设计、生产

向左端时,通口 T_2 关闭,通口 P 和 B 相通,通口 A 和 T_1 相通;当阀心移向右端时,通口 T_1 关闭,通口 P 和 A 相通,通口 B 和 T_2 相通。这种结构形式由于具有使五个通口都关闭的工作状态,故可使受它控制的执行元件在任意位置上停止运动。

表 4-2-1 滑阀式换向阀主体部分的结构形式

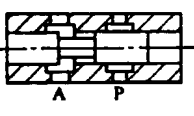
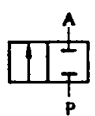
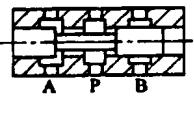
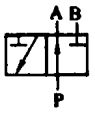

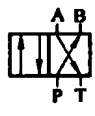

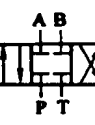
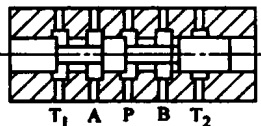

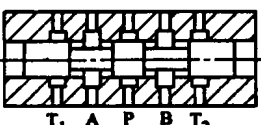

名称	结构原理图	图形符号	使用场合	
二位二通阀			控制油路的接通与切断(相当于一个开关)	
二位三通阀			控制油液方向(从一个方向变换成另一个方向)	
二位四通阀			不能使执行元件在任一位置停止运动	执行元件正反向运动时回油方式相同
三位四通阀			能使执行元件在任一位置停止运动	
二位五通阀			不能使执行元件在任一位置停止运动	执行元件正反向运动时可以得到不同的回油方式
三位五通阀			能使执行元件在任一位置停止运动	

表 4-2-1 中图形符号的含义如下:

- 1)用方框表示阀的工作位置,有几个方框就表示几“位”。
- 2)一个方框上与外部相连接的主油口数有几个,就表示几“通”。
- 3)用方框内的箭头表示该位置上油路处于接通状态,但箭头方向不一定表示液流的实际流向。
- 4)方框内的符号“ \perp ”或“ \dashv ”表示此通路被阀心封闭,即不通。
- 5)通常换向阀与系统供油路连接的油口用 P 表示,与回油路连接的回油口用 T 表示,而与执行元件相连接的工作油日用字母 A、B 表示。
- 6)换向阀都有二个或二个以上的工作位置,其中一个为常态位,即阀心未受到操纵力作用时所处的位置。图形符号中的中位是三位阀的常态位,利用弹簧复位的二位阀则以靠近弹簧的方框内的通路状态为其常态位。绘制液压系统图时,油路一般应连接在换向阀的常态位上。

(三)按换向阀的操纵方式分类

按照换向阀的操纵方式,可分为手动、机动、电磁、液动、电液动和气动。

1. 手动换向阀

手动换向阀是利用手动杠杆等机构来改变阀心和阀体的相对位置从而实现换向的阀类。图 4-2-4b 所示为弹簧自动复位式三位四通手动换向阀的结构。操纵手柄 1,通过杠杆使阀心 3 在阀体 2 内从图示位置向左或向右移动,以改变油路的连通形式或液压油流动的方向。松开操纵手柄后,阀心在弹簧 4 的作用下恢复到中位。这种换向阀的阀心不能在两端工作位置上定位,故称自动复位式手动换向阀。适用于动作频繁、持续工作时间较短的场合,操作比较安全,常用于工程机械。

若将图 4-2-4b 所示手动换向阀的左端改为图 4-2-4a 所示的结构,当阀心向左或向右移动后,就可借助钢球 5 使阀心保持在左端或右端的工作位置上,故称弹簧钢球定位式手动换向阀。适用于机床、液压机、船舶等需保持工作状态时间较长的场合。手动换向阀还可改造成为脚踏操纵的形式。

图 4-2-5a 所示为一种手轮操作换向阀,旋转手轮 1 可通过螺杆 3 推动阀心 4 改变工作位置,从而对油路进行切换。图示位置是其中间位置,若将手轮顺时针旋转 90° ,手轮会带动螺杆旋转,并通过推杆使阀心右移换向;若将手轮逆时针旋转,则会使阀心左移换向。中间位置和换向位置都可由钢球定位机构 2 定位。

这种结构具有体积小,调节方便等优点。由于这种阀手轮带有锁,不打开锁不能调节,因此使用安全。

2. 机动换向阀

机动换向阀是用挡铁或凸轮推动阀心从而实现换向的阀类。常用来控制机械运动部件的行程,故又称行程换向阀。

如图 4-2-6 所示,当挡铁 1 的运动速度 v 一定时,可通过改变挡铁 1 的斜面角度 α 来改变换向时阀心 3 的移动速度,调节换向过程的快慢。

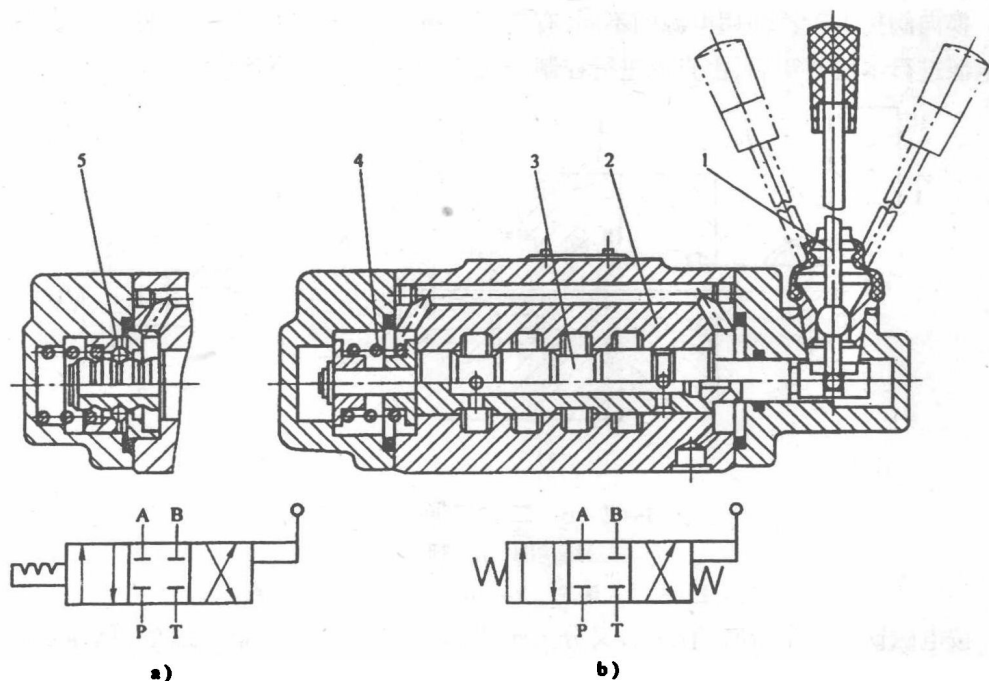


图 4-2-4 三位四通手动换向阀

a) 弹簧钢球定位式的结构及图形符号 b) 弹簧自动复位式结构及图形符号

1-手柄 2-阀体 3-阀心 4-弹簧 5-钢球

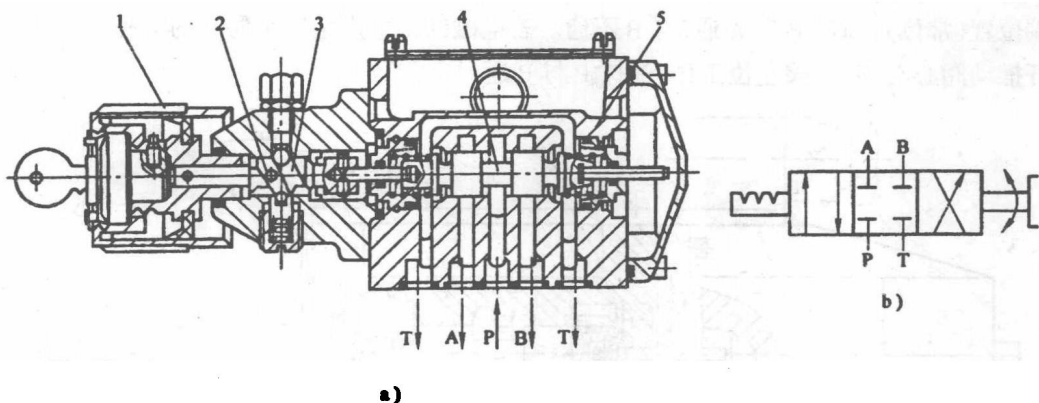


图 4-2-5 手轮操作换向阀结构图

a) 结构图 b) 图形符号

1-手轮 2-钢球定位机构 3-螺杆 4-阀心 5-阀体

3. 电磁换向阀

电磁换向阀是利用电磁铁通电吸合后产生的吸力推动阀心来改变阀的工作位置。它是电气系统与液压系统之间的信号转换元件。可借助于按钮开关、行程开关、限位开关、压力继电器等发生的信号进行控制,易于实现动作转换的自动化,因此应用广泛。

换向阀按电磁铁使用电源的不同,有交流型和直流型两种。还有一种本整型,采用交流电源进行本机整流后,由直流进行控制,电磁铁仍为一般的直流型。

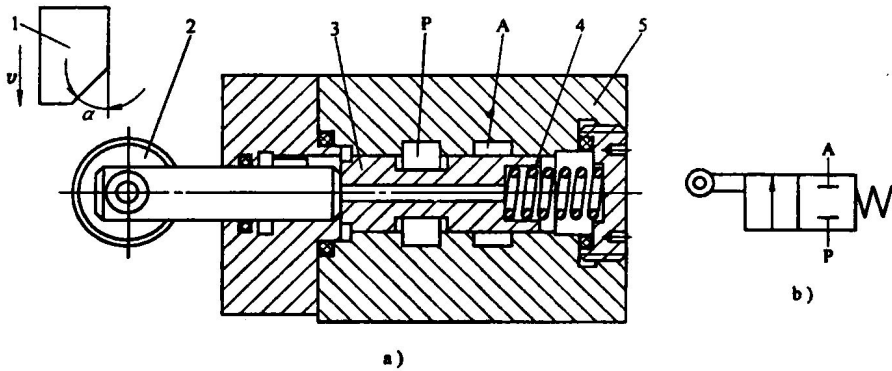


图 4-2-6 二位二通机动换向阀

a)结构图 b)图形符号

1-挡铁 2-滚轮 3-阀心 4-弹簧 5-阀体

按电磁铁内部是否有油侵入,又分为干式和湿式两种。干式电磁铁与阀体之间有密封隔开,电磁铁内部没有油。湿式电磁铁则相反。

图 4-2-7 所示为交流干式二位三通电磁换向阀,阀体左端也可安装直流型或交流本整型电磁铁。图中推杆处设置了动密封,铁心与轭铁间隙中的介质为空气,故该交流电磁铁为干式电磁铁。在电磁铁不得电,无电磁吸力时,阀心在右端弹簧力的作用下处于最左端位置(常位),油口 P 与 A 通,与 B 不通。若电磁铁得电产生一个向右的电磁吸力通过推杆推动阀心右移,则阀左位工作,油口 P 与 B 通,与 A 不通。

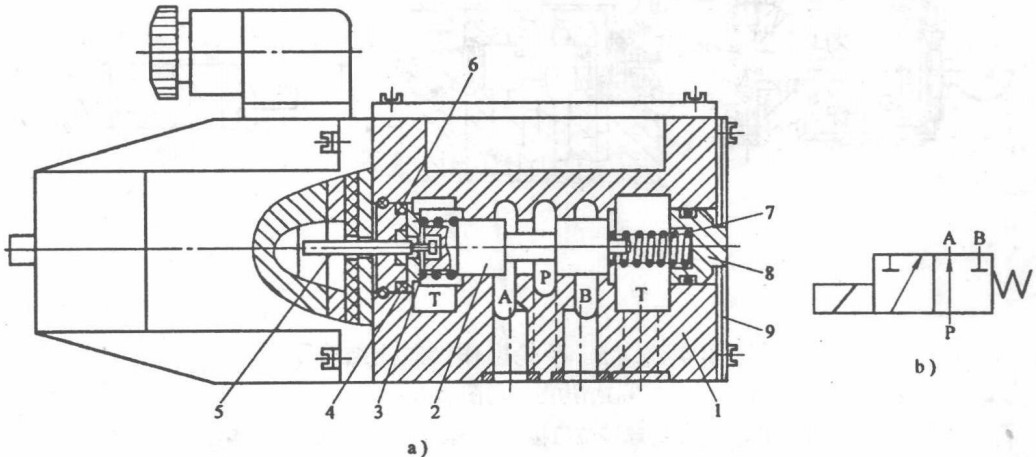


图 4-2-7 交流干式二位三通电磁换向阀

a)结构图 b)图形符号

1-阀体 2-阀心 3、7-弹簧 4、8-弹簧座 5-推杆 6-O形圈 9-后盖

图 4-2-8 为直流湿式三位四通电磁换向阀。当两边电磁铁都不通电时, 阀心 2 在两边对中弹簧 4 的作用下处于中位, P、T、A、B 油口互不相通; 当右边电磁铁得电时, 推杆将阀心 2 推向左端, P 与 A 通, B 与 T 通, 当左边电磁铁通电时, P 与 B 通, A 与 T 通。

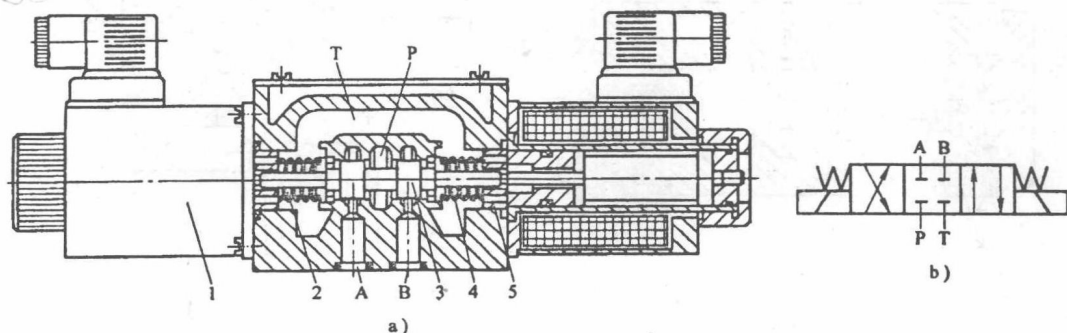


图 4-2-8 直流湿式三位四通电磁换向阀

a) 结构图 b) 图形符号

1 - 电磁铁 2 - 推杆 3 - 阀心 4 - 弹簧 5 - 挡圈

4. 液动换向阀

电磁换向阀由于受到电磁铁吸力较小的限制, 所以只适用于流量不大的场合。对于流量较大的换向阀, 就必须采用液压驱动、电液驱动等方式。

液动换向阀是利用控制油路的压力油在阀心端部所产生的液压力来推动阀心移动, 从而改变阀心位置的换向阀。对三位阀而言, 按阀心的对中形式, 分为弹簧对中型和液压对中型两种; 按其换向时间的可调性, 液动换向阀可分为可调式和不可调式两种。图 4-2-9a 所示为不可调式三位四通液动换向阀(弹簧对中型)。阀心两端分别接通控制油口 K_1 和 K_2 。当 K_1 通压力油, K_2 通回油时, 阀心右移, P 与 A 通, B 与 T 通; 当 K_2 通压力油, K_1 通回油时, 阀心左移, P 与 B 通, A 与 T 通; 当 K_1 和 K_2 都通回油时, 阀心在两端对中弹簧的作用下处于中位。当对液动换向同换向平稳性要求较高时, 应采用可调式液动换向阀, 即在滑阀两端 K_1 、 K_2 控制油路中加装阻尼调节器, 如图 4-2-9b 所示, 阻尼调节器由一个单向阀和一个节流阀并联组成, 单向阀用来保证滑阀端面进油畅通, 而节流阀用于滑阀端面回油的节流, 调节节流阀开口大小即可调整阀心的动作时间。

5. 电液换向阀

电液换向阀是由电磁换向阀和液动换向阀组合而成。其中, 电磁换向阀作为先导阀, 用来改变液动换向阀的控制油路的方向, 推动液动换向阀阀心移动。由于控制压力油的流量很小, 因此电磁换向阀的规格较小。液动换向阀作为主阀, 用来实现主油路的换向, 其工作位置由电磁换向阀的工作位置相应确定。由于较小的电磁铁吸力被放大为较大的液压推力, 因此主阀心的尺寸可以做得较大, 允许大流量通过。

电液换向阀有弹簧对中和液压对中两种形式。若按控制压力油及其回油方式进行分类则有: 外部控制、外部回油; 外部控制、内部回油; 内部控制、外部回油; 内部控制、内部回

油等四种类型。

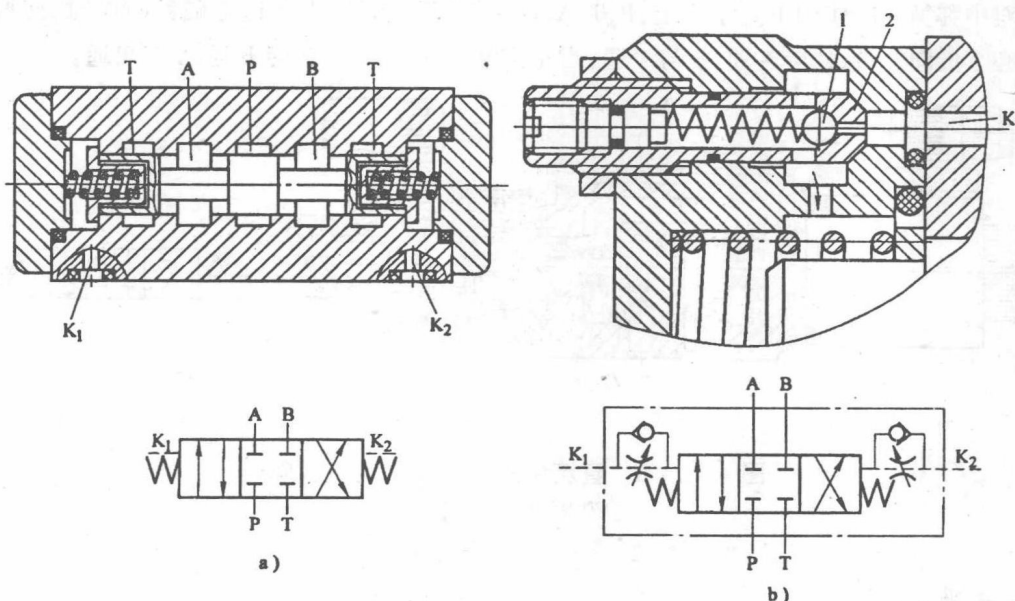


图 4-2-9 三位四通液动换向阀(弹簧对中型)

a) 换向时间不可调式液动换向阀结构 b) 换向时间可调式液动换向阀阻尼调节器结构

1-单向阀钢球 2-节流用心

图 4-2-10a 所示为液压对中型不可调式三位四通电液换向阀(外部控制、外部回油)。图中先导阀 4 为一小通径的电磁换向阀,主阀(液动换向阀)为液压对中型。设 A_1 为柱塞 3 的截面积, A_2 为主阀心 5 圆柱面的截面积, A_3 为套筒 2 的环形截面积,且各面积设计成: $A_1:A_2:A_3=1:2:2$,即 $A_2=A_3=2A_1$ 。当先导电磁阀处于中位时,控制油经电磁阀通到主阀两端容腔中。如果控制油的压力为 p_1 ,则左端通过柱塞 3 作用在主阀心上向右的推力为 $p_1 A_1$,右端作用在主阀心上向左的推力为 $p_1 A_2$,这两个推力作用的结果是使主阀心受到一个向左的推力 $(p_1 A_2 - p_1 A_1) = p_1 A_1$ 。而缸套 2 在控制油的作用下将产生向右的推力 $p_1 A_3 = 2p_1 A_1$,这个力大于主阀心向左的推力 $p_1 A_1$,因而缸套右端面将会紧压在阀体的定位面 X 上,而主阀心左端的台肩也将会紧压在缸套的右端面上,此时,主阀心就牢靠地停在中间位置上了。当先导电磁阀使 K' 油口通控制压力油时,主阀心 5 推动柱塞 3 和缸套 2 一起左移, P 与 A 通, B 与 T 通;当先导电磁阀在 K'' 油口通控制压力油时,柱塞 3 推动主阀心 1 右移, P 与 B 通, A 与 T 通,实现了换向。液压对中的最大优点是回中位可靠性好,但其结构复杂、轴向尺寸长。

为保证电液换向阀工作可靠且具有良好性能,应注意以下几点:

1) 当液动换向阀为弹簧对中型时,电磁换向阀必须采用 Y 型滑阀机能,以保证主阀心左右两端油室通口油箱,否则,主阀心无法回到中位。

2) 控制压力油 K_1 可以取自主油路的 P 口(内控),也可以另设独立油源(外控)。采用

内控而主油路又需要卸载时,必须在主阀的 P 口安装一预控压力阀(如开启压力为 0.4MPa 的单向阀);采用外控时,独立油源的流量不得小于主阀最大通流量的 15%,以保证换向时间要求。

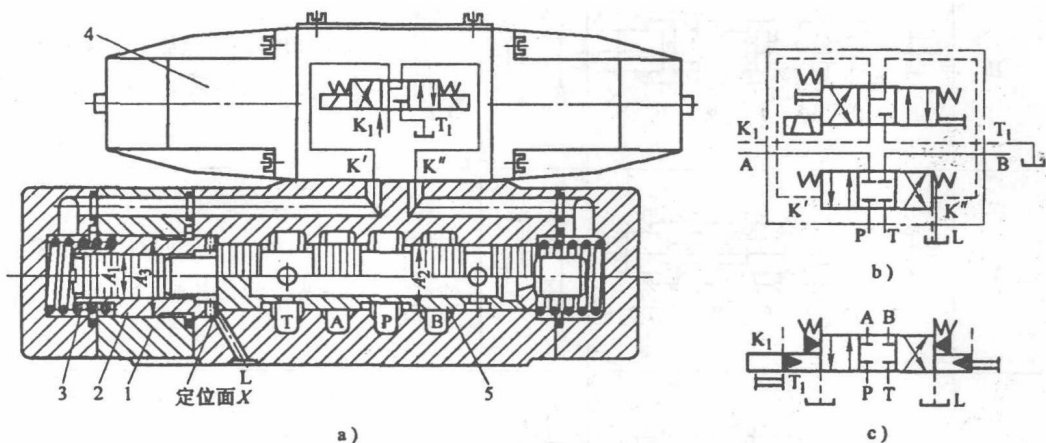


图 4-2-10 液压对中型三位四通电液换向阀

a)结构图 b)详细符号 c)简化符号

1-中盖 2-缸套 3-柱塞 4-先导阀 5-主阀心

3)为防止先导阀工作时受到回油压力的干扰,一般应将先导阀的回油 T_1 直接引回油箱(外泄),只有在主阀回油 T 直接回油箱,回油背压接近于零时才可将控制油回油经阀内流道引到主阀回油口(内泄)。

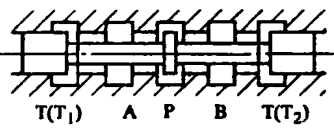

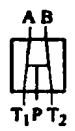
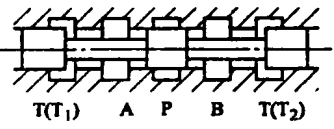
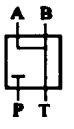
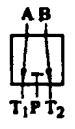
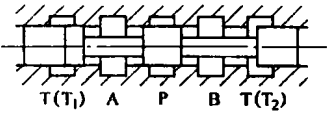
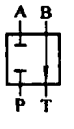
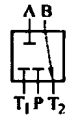
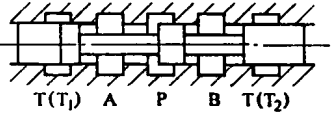
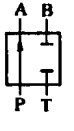

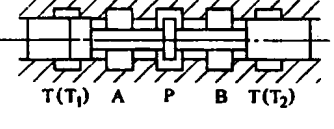
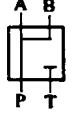
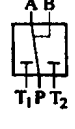
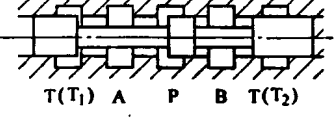
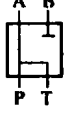
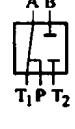
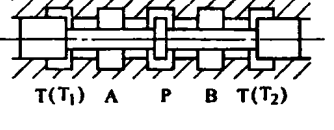


二、滑阀机能

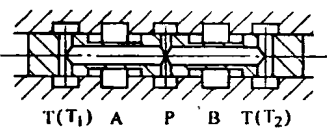
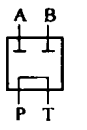
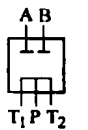
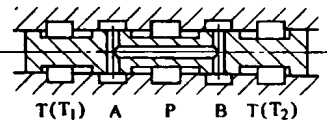
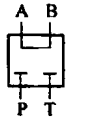
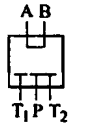
三位四通和三位五通换向阀,滑阀在中位时各油口的连通方式称为滑阀机能(也称中位机能)。不同的滑阀机能可满足系统的不同要求。表 4-2-2 中列出了三位阀常用的十种滑阀机能,而其左位和右位各油口的连通方式均为直通或交叉相通,所以只用一个字母来表示中位的型式。不同的滑阀机能,是在阀体尺寸不变的情况下,通过改变阀心的台肩结构、轴向尺寸以及阀心上径向通孔的个数得到的。

表 4-2-2 三位换向阀的滑阀机能

滑阀机能	中位时的滑阀状态	中位符号		中位时的性能特点
		三位四通	三位五通	
0				各油口全部关闭,系统保持压力,执行元件各油口封闭

第四篇 液压控制阀设计、生产

滑阀机能	中位时的滑阀状态	中位符号		中位时的性能特点
		三位四通	三位五通	
H				各油口 P、T、A、B 全部连通, 泵卸荷, 执行元件两腔与回油连通
Y				A、B、T 口连通, P 口保持压力, 执行元件两腔与回油连通
J				P 口保持压力, 缸 A 口封闭, B 口与回油日 T 连通
C				执行元件 A 口通压力油, B 口与回油口 T 不通
P				P 口与 A、B 口都连通, 回油口 T 封闭
K				P、A、T 口连通, 泵卸荷, 执行元件 B 口封闭
X				P、T、A、B 口半开启接通, P 口保持一定压力

滑阀机能	中位时的滑阀状态	中位符号		中位时的性能特点
		三位四通	三位五通	
M				P、T口连通, 泵卸荷, 执行元件 A、B 两油口都封闭口
U				A、B口接通, P、T口封闭, 缸两腔连通, P口保持压力

三位换向阀除了在中间位置时有各种滑阀机能外,有时也把阀心在其一端位置时的油口连通状况设计成特殊机能,这时分别用第一个字母、第二个字母和第三个字母表示中位、右位和左位的滑阀机能,如图 4-2-11 所示。

另外,当对换向阀从一个工位过渡到另一个工位的各油口间通断关系也有要求时,还规定和设计了过渡机能。这种过渡机能被画在各工位通路符号之间,并用虚线与之隔开。图 4-2-12a 所示为 H 型二位四通滑阀的过渡机能,在换向时的过渡状态, P、A、B、T 四个油口呈连通状态,这样可避免在换向过程中由于 P 口突然完全封闭而引起系统的压力冲击。图 4-2-12b 所示为 O 型三位四通换向阀的一种过渡机能。

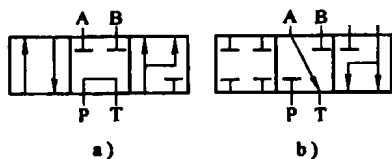


图 4-2-11 滑阀的特殊机能

a)MP 型 b)NdO 型



图 4-2-12 滑阀式换向阀的过渡机能

a)一种 H 型二位四通滑阀式换向阀的过渡机能

b)一种 O 型三位四通滑阀式换向阀的过渡机能

三、换向阀的压力损失分析及主要结构尺寸确定

压力损失是换向阀的重要指标之一。液流通过换向阀时的压力损失包括阀口压力损失和流道压力损失。

阀口压力损失与阀的开口长度有关。当阀口处于小开度时,阀口压力损失很大且变化急剧;随阀口开度增大,压力损失减小且变化平缓。

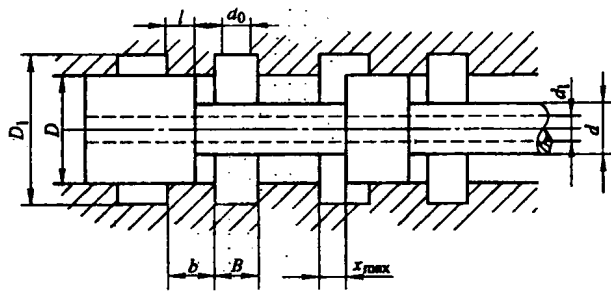


图 4-2-13 阀的结构尺寸

阀的流道压力损失主要为局部压力损失。阀的流道可以采用钻孔或铸造两种工艺方法。机加工流道不仅加工量大,而且液流局部阻力损失较大;铸造流道工艺复杂,但机加工量少,可以大大减小流道的局部阻力损失。因此相同规格的阀,后者的额定流量可以比前者提高一倍到二倍。

在阀的开口长度。流道形状和尺寸一定时,换向阀的压力损失取决于通过换向阀内的液流速度。流速越大,压力损失越大。为减小压力损失,在设计换向阀时应限制阀内的流速,但流速过小,会使阀的结构尺寸过大。一般限制阀内各流道的流速为 2~6m/s(压力较低时)或 4~8m/s(压力较高时)。在确定限定流速后,就可以计算换向阀的主要结构尺寸。下面将以图 4-2-13 为例进行分析。

(1)进、出口直径 d_0

$$d_0 \geq 1.13 \sqrt{\frac{q_s}{v_0}} \quad (4-2-1)$$

式中 q_s ——阀的额定流量, m^3/s ;

v_0 ——阀进、出口口的允许流速,一般取 $v_0 = 6m/s$;

(2)阀心外径 D 、阀杆直径 d 和中心孔直径 d_1 ;

阀心外径一般按下式确定

$$D = (1.4 \sim 1.7) d_0 \quad (4-2-2)$$

当阀心中心无孔时,上式取系数 1.4,当阀心中心有孔时,上式取系数 1.7,并取阀心中心孔直径 d_1 为

$$d_1 = d_0 \quad (4-2-3)$$