

# 汽车液压压力控制回路电子教材

压力控制回路是利用压力控制阀来控制系统中液体的压力，以满足执行元件对力或转矩的要求。这类回路包括调压、减压、卸荷、保压、平衡、增压等回路。

## 3.1.1 调压回路

图 3-1 单级调压回路调压回路的功能在于调定或限制液压系统的最高工作压力，或者使执行机构在工作过程的不同阶段实现多级压力变换。一般是由溢流阀来实现这一功能的。

### 1、单级调压回路

图 3-1 所示为单级调压回路，这是液压系统中最为常见的回路。调速阀调节进入液压缸的流量，定量泵提供的多余的油经溢流阀流回油箱，溢流阀起溢流

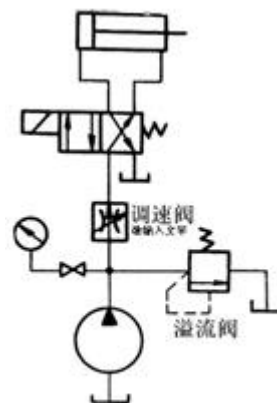


图3.1 单级调压回路

恒压作用，保持系统压力稳定，且不受负载变化的影响。

调节溢流阀可调整系统的工作压力。当取消系统中的调速阀时，系统压力随液压缸所受负载而变，溢流阀起安全阀作用，限定系统的最高工作压力。系统过载时，安全阀开启，定量泵泵出的压力油经安全阀流回油箱。

### 2、多级调压回路

图 3-2 所示为二级调压回路。先导式溢流阀 1 的外控口串接二位二通换向阀 2 和远程调压阀 3，构成二级调压回路。当两个压力阀的调定压力为  $p_3 < p_1$  时，系统可通过换向阀的左位和右位分别获得  $p_3$  和  $p_1$  两种压力。

如果在溢流阀的外控口，通过多位换向阀的不同通油口，并联多个调压阀，即可构成多级调压回路。图 3-3 为三级调压回路。主溢流阀 1 的遥控口通过三位四通换向阀 4 分别接具有不同调定压力的远程调压阀 2 和 3，当换向阀左位时，压力由阀 2 调定；换向阀右位时，压力由阀 3 调定；换向阀中位时，由主溢流阀 1 来调定系统最高的压力。调压阀的调定压力值必须小于主溢流阀 1 的调定压力值。

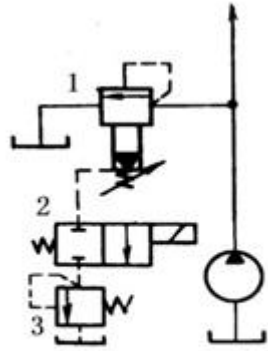


图3.2 二级调压回路

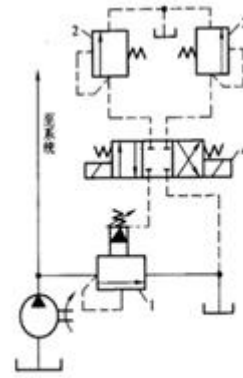


图3.3 三级调压回路

### 3、无级调压回路

图3-4所示为无级调压回路，根据执行元件工作过程各个阶段的不同要求，可通过改变比例溢流阀的输入电流来实现无级调压，这种调压方式容易实现远距离控制和计算机控制，而且压力切换平稳。

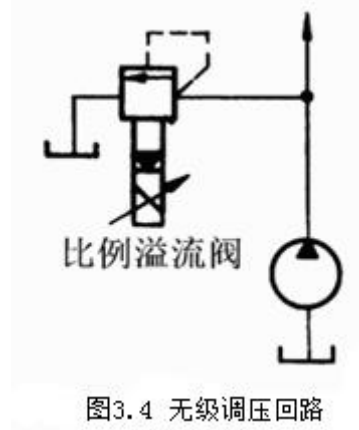


图3.4 无级调压回路

#### 3.1.2 减压回路

减压回路的作用是使系统中的某一部分油路或某个执行元件获得比系统压力低的稳定压力，机床的工件夹紧、导轨润滑及液压系统的控制油路常需要减压回路。

如图3-5所示的为液压系统中的减压回路。最常见的减压回路是在所需低压的支路上串接定值减压阀，如图3-5a)所示。回路中的单向阀3用于当主油路压力低于减压阀2的调定值时，防止液压缸4的压力受其干扰，起短时保压作用。

图3-5b)是二级减压回路。在先导型减压阀2的遥控口上接入远程调压阀3，当二位二通换向阀处于图示

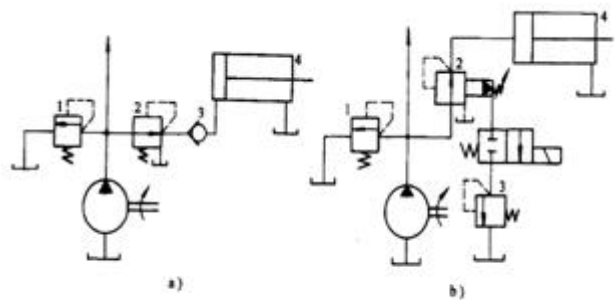


图3-5 减压回路

位置时，液压缸 4 的压力由减压阀 2 的调定压力决定；当二位三通换向阀处于右位时，缸 4 的压力由远程调压阀 3 的调定压力决定，阀 3 的调定压力必须低于阀 2。液压泵的最大工作压力由溢流阀 1 调定。减压回路也可以采用比例减压阀来实现无级减压。

为了保证减压回路的工作可靠性，减压阀的最低调整压力不应小于 0.5MPa，最高调整压力至少比系统调整压力小 0.5MPa。由于减压阀工作时存在阀口的压力损失和泄漏口泄漏造成的容积损失，故这种回路不宜用在压力降或流量较大的场合。

必须指出的是，负载在减压阀出口处所产生的压力应不低于减压阀的调定压力，否则减压阀不可能起到减压、稳压作用。

### 3.1.3、卸荷回路

卸荷回路是在系统执行元件短时间不工作时，不频繁启停驱动泵的原动机，而使泵在很小的输出功率下运转的回路。所谓卸荷就是使液压泵在输出压力接近为零的状态下工作。因为泵的输出功率等于压力和流量的乘积，因此卸荷的方法有两种，一种是将泵的出口直接接回油箱，泵在零压或接近零压下工作；一种是使泵在零流量或接近零流量下工作。前者称为压力卸荷，后者称为流量卸荷。流量卸荷仅适用于变量泵。

#### 1. 利用换向阀中位机能的卸荷回路

定量泵利用三位换向阀的 M 型、H 型、K 型等中位机能，可构成卸荷回路。图 3-6 a) 为采用 M 型中位机能电磁换向阀的卸荷回路。当执行元件停止工作时，使换向阀处于中位，液压泵与油箱连通实现卸荷。这种卸荷回路的卸荷效果较好，一般用于液压泵流量小于 63L/min 的系统。但选用换向阀的规格应与泵的

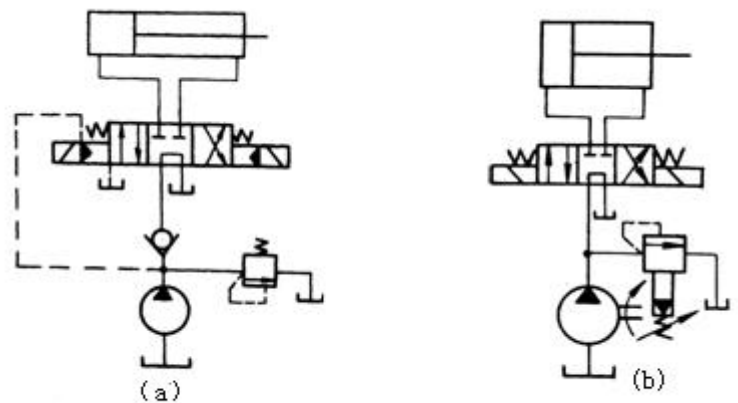


图3-6 采用换向阀的卸荷回路

的额定流量相适应。图 3-6 b) 为采用 M 型中位机能电液换向阀的卸荷回路。该回路中，在泵的出口处设置了一个单向阀，其作用是在泵卸荷时仍能提供一定的控制油压（0.5MPa 左右），以保证电液换向阀能够正常进行换向。

## 2. 用先导式溢流阀的卸荷回路

图 3-7 为最常用的采用先导式溢流阀的卸荷回路。图中，先导式溢流阀的外控口处接一个二位二通常闭型电磁换向阀（用二位四通阀堵塞两个油口构成）。当电磁阀通电时，溢流阀的外控口与油箱相通，即先导式溢流阀主阀上腔直通油箱，液压泵输出的液压油将以很低的压力开启溢流阀的溢流口而流回油箱，实现卸荷，此时溢流阀处于全开状态（也可以采用二位二通常通阀实现失电卸荷）。卸荷压力的高低取决于溢流阀主阀弹簧刚度的大小。通过换向阀的流量只是溢流阀控制油路中的流量，只需采用小流量阀来进行控制。因此当停止卸荷，使系统重新开始工作时，不会产生压力冲击现象。这种卸荷方式适用于高压大流量系统。但电磁阀连接溢流阀的外控口后，溢流阀上腔的控制容积增大，使溢流阀的动态性能下降，易出现不稳定现象。为此，需要在两阀间的连接油路上设置阻尼装置，以改善溢流阀的动态性能。选用这种卸荷回路时，可以直接选用电磁溢流阀。

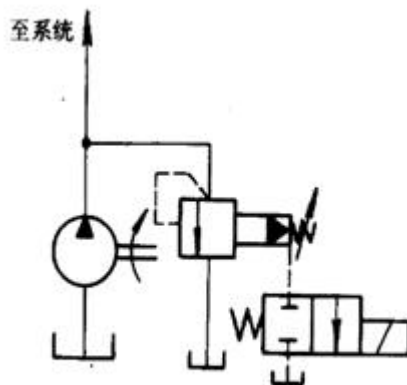


图3-7 用先导式溢流阀的卸荷回路

### 3.1.4 平衡回路

平衡回路的功能在于使执行元件的回油路上保持一定的背压值，以平衡重力负载，使之不会因自重而自行下落。

#### 1. 采用单向顺序阀的平衡回路

图 3-8a) 是采用单向顺序阀的平衡回路。调整顺序阀的开启压力，使液压缸向上的液压作用力稍大于垂直运动部件的重力，即可防止活塞部件因自重而下滑。活塞下行时，由于回油路上存在背压支撑重力负载，因此运动平稳。在单向顺序阀和液压缸之间增加一个液控单向阀，由于液控单向阀密封性很好，可防止活塞因单向顺序阀泄漏而下降。

#### 2. 单向液控单向阀的平衡回路

图 3-8c) 是采用液控单向阀的平衡回路。由于液控单向阀是锥面密封，泄漏量小，故其闭锁性能好，活塞能够较长时间停止不动。回油路上串联单向节流阀，以保证下行运动的平稳。

如果回油路上没有节流阀，活塞下行时液控单向阀被进油路上的控制油打开，回油腔没有背压，运动部件因自重而加速下降，造成液压缸上腔供油不足而失压，液控单向阀因控制油路失压而关闭。液控单向阀关闭后控制油路又建立起压力，该阀再次被打开。液控单向阀时开时闭，使活塞在向下运动过程中时走时停，从而会导致系统产生振动和冲击。

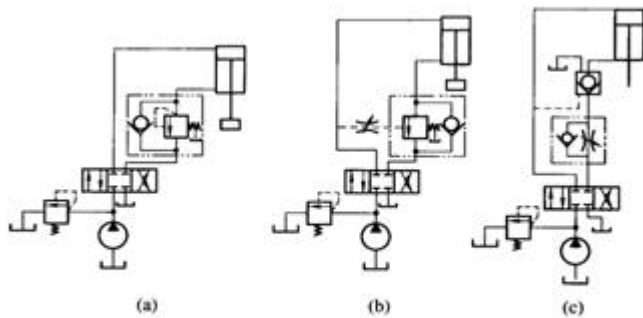


图 3-8 平衡回路

### 3. 采用遥控平衡阀的平衡回路

图 3-8 b) 所示为采用遥控平衡阀的平衡回路。在背压不太高的情况下，活塞因自重负载而加速下降，活塞上腔因供油不足，压力下降，平衡阀的控制压力下降，阀口就关小，回油的背压相应上升，起支撑和平衡重力负载的作用增强，从而使阀口的大小能自动适应不同负载对背压的要求，保证了活塞下降速度的稳定性。当换向阀处于中位时，泵卸荷，平衡阀遥控口压力为零，阀口自动关闭，由于这种平衡阀的阀芯有很好的密封性，故能起到长时间对活塞进行闭锁和定位作用。这种遥控平衡阀又称为限速阀。

必须指出，无论是平衡回路，还是背压回路，在回油管路上都存在背压力，故都需要提高供油压力。但这两种基本回路也有区别，主要表现在功用和背压力的大小上。背压回路主要用于提高进给系统的稳定性，提高加工精度，所具有的背压力不大。平衡回路通常是在立式液压缸情况下用以平衡运动部件的自重，以防下滑发生事故，其背压力应根据运动部件的重力而定。

#### 3.1.5 保压回路

保压回路的功用是，在执行元件工作循环中的某一阶段，保持系统中规定的压力。

##### 1. 利用蓄能器的保压回路

图 3-9a) 所示为用蓄能器保压的回路。系统工作时，电磁换向阀 6 的左位通电，主换向阀左位接入系统，液压泵向蓄能器和液压缸左腔供油，并推动活塞右移，压紧工件后，进油路压力升高，升至压力继电器调定值时，压力继电器发讯使二通阀 3 通电，通过先导式溢流阀使泵卸荷，单向阀自动关闭，液压缸则由蓄能器保压。蓄能器的压力不足时，压力继电器复位使泵重新工作。保压时间的长短取决于蓄能器的容量，调节压力继电器的通断区间即可调节缸中压力的最大值和最小值。这种回路既能满足保压工作需要，又能节省功率、减少系统发热。

图 2-9b) 所示为多缸系统一缸保压回路。进给缸快进时，泵压下降，但单向阀 8 关闭，把夹紧油路和进给油路隔开。蓄能器 5 用来给夹紧缸保压并补充

泄漏，压力继电器 4 的作用是夹紧缸压力达到预定值时发出讯号，使进给缸动作。

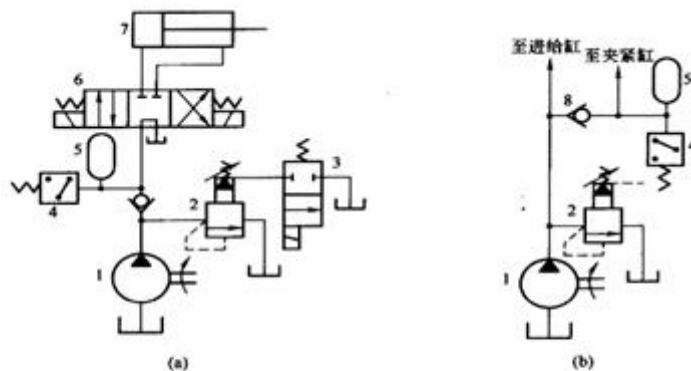


图 3-9 利用蓄能器的保压回路

1—液压泵；2—先导型溢流阀；3—二位二通电磁阀；4—压力继电器；  
5—蓄能器；6—三位四通电磁换向阀；7—液压缸；8—单向阀

## 2. 利用液压泵的保压回路

如图 3-10 所示，在回路中增设一台小流量高压补油泵 5，组成双泵供油系统。当液压缸加压完毕要求保压时，由压力继电器 4 发讯，换向阀 2 处于中位，主泵 1 卸载，同时二位二通换向阀 8 处于左位，由高压补油泵 5 向封闭的保压系统 a 点供油，维持系统压力稳定。由于高压补油泵只需补偿系统的泄漏量，可选用小流量泵，功率损失小。压力稳定性取决于溢流阀 7 的稳压精度。

## 3. 利用液控单向阀的保压回路

图 3-11 所示为采用液控单向阀和电接触式压力表的自动补油式保压回路，当 1YA 通电时，换向阀右位接入回路，液压缸上腔压力升至电接触式压力表上触点调定的压力值时，上触点接通，1YA 断电，换向阀切换成中位，泵卸荷，液压缸由液控单向阀保压。当缸上腔压力下降至下触头调定的压力值时，压力表又发出信号，使 1YA 通电，换向阀右位接入回路，泵向液压缸上腔补油使压力上升，直至上触点调定值。这种回路用于保压精度要求不高的场合。

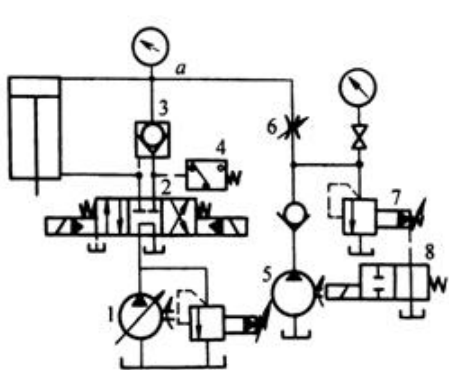


图 3-10 用高压补油泵的保压回路

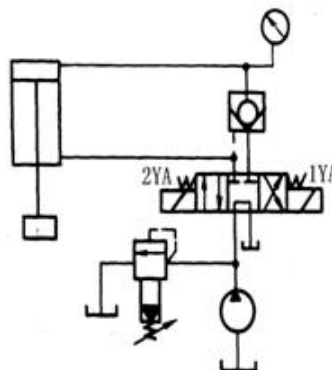


图 3-11 采用液控单向阀的保压回路