

第十四章 液压传动

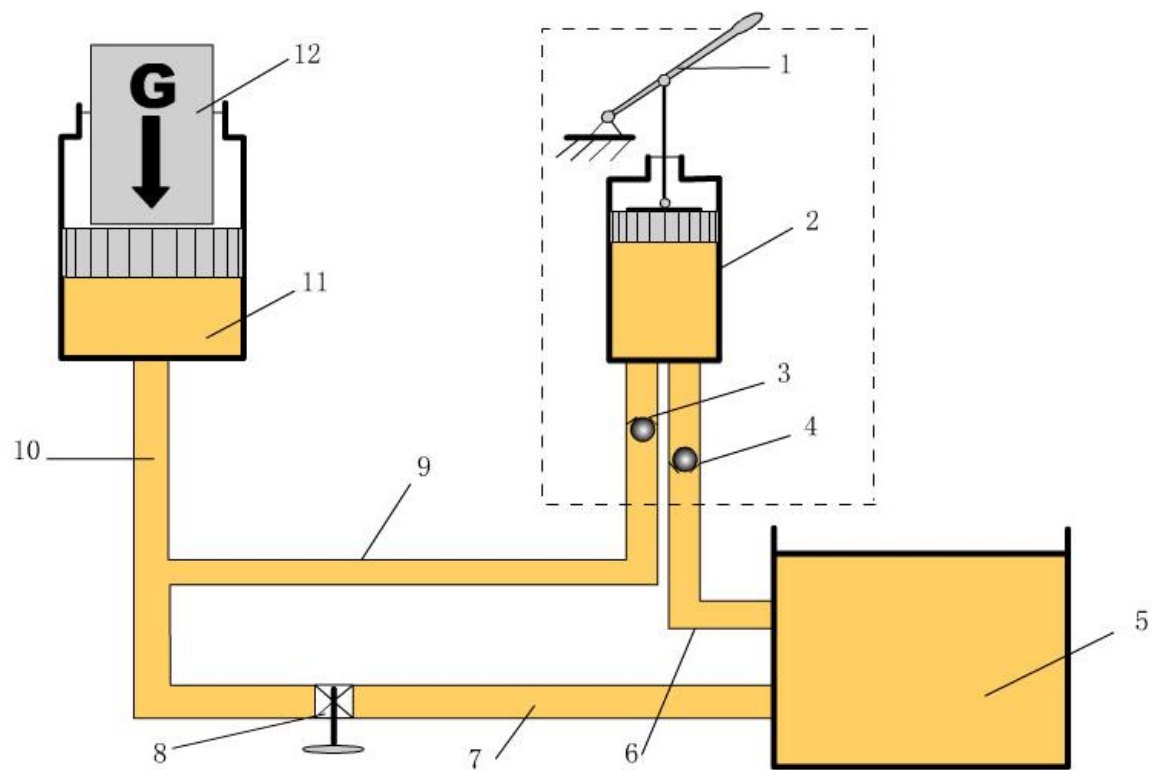
- § 14—1 液压传动的基本原理及组成
- § 14—2 液压传动系统的压力与流量
- § 14—3 液压动力元件
- § 14—4 液压执行元件
- § 14—5 液压控制元件
- § 14—6 液压辅助元件
- § 14—7 液压系统基本回路
- § 14—8 液压传动系统应用实例



§ 14—1 液压传动的基本原理及组成

- 一、液压传动的基本原理
- 二、液压传动系统的组成
- 三、液压元件的图形符号
- 四、液压传动的应用特点

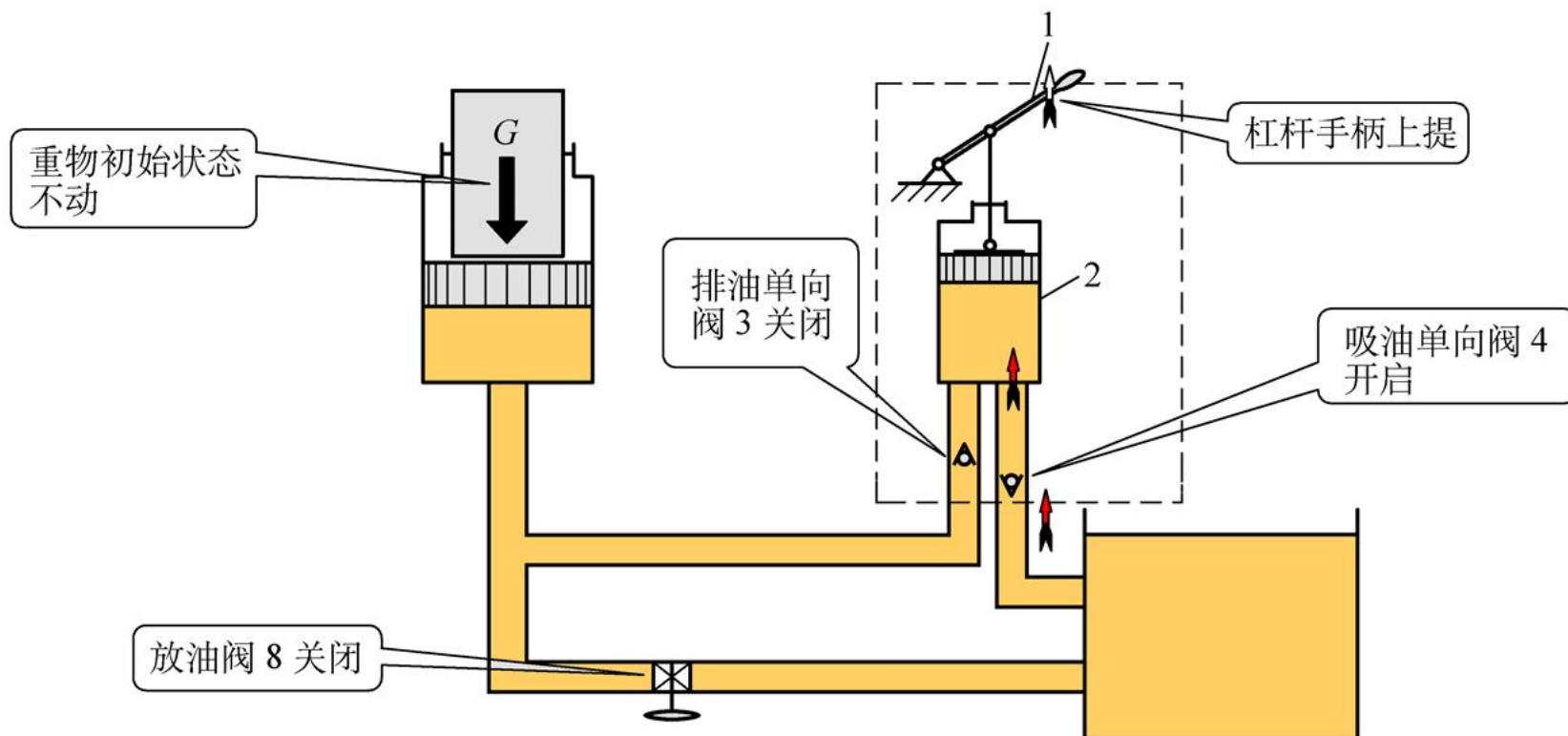
一、液压传动的基本原理



- 1—杠杆手柄
- 2—泵体（油腔）
- 3—排油单向阀
- 4—吸油单向阀
- 5—油箱
- 6、7、9、10—油管
- 8—放油阀
- 11—液压缸（油腔）
- 12—重物

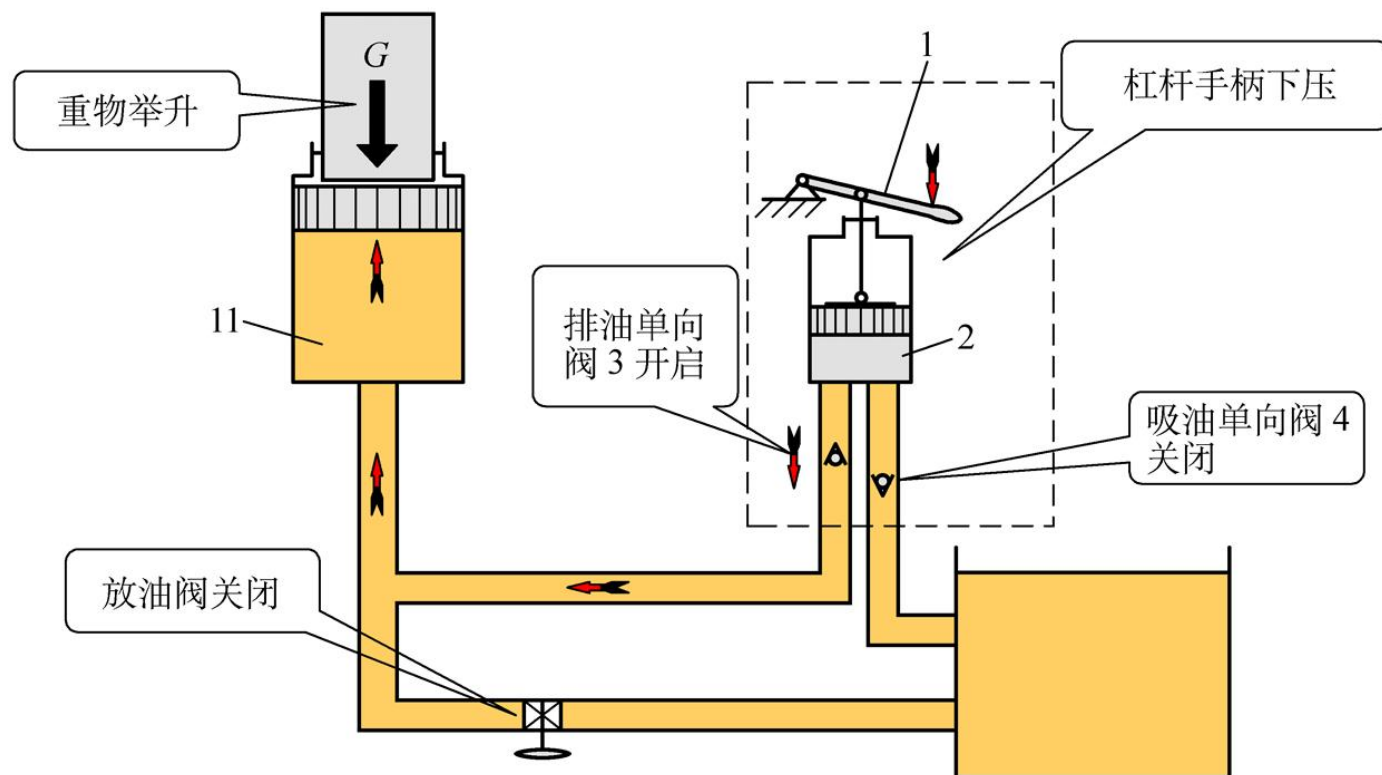
液压千斤顶的工作原理

1. 泵吸油过程



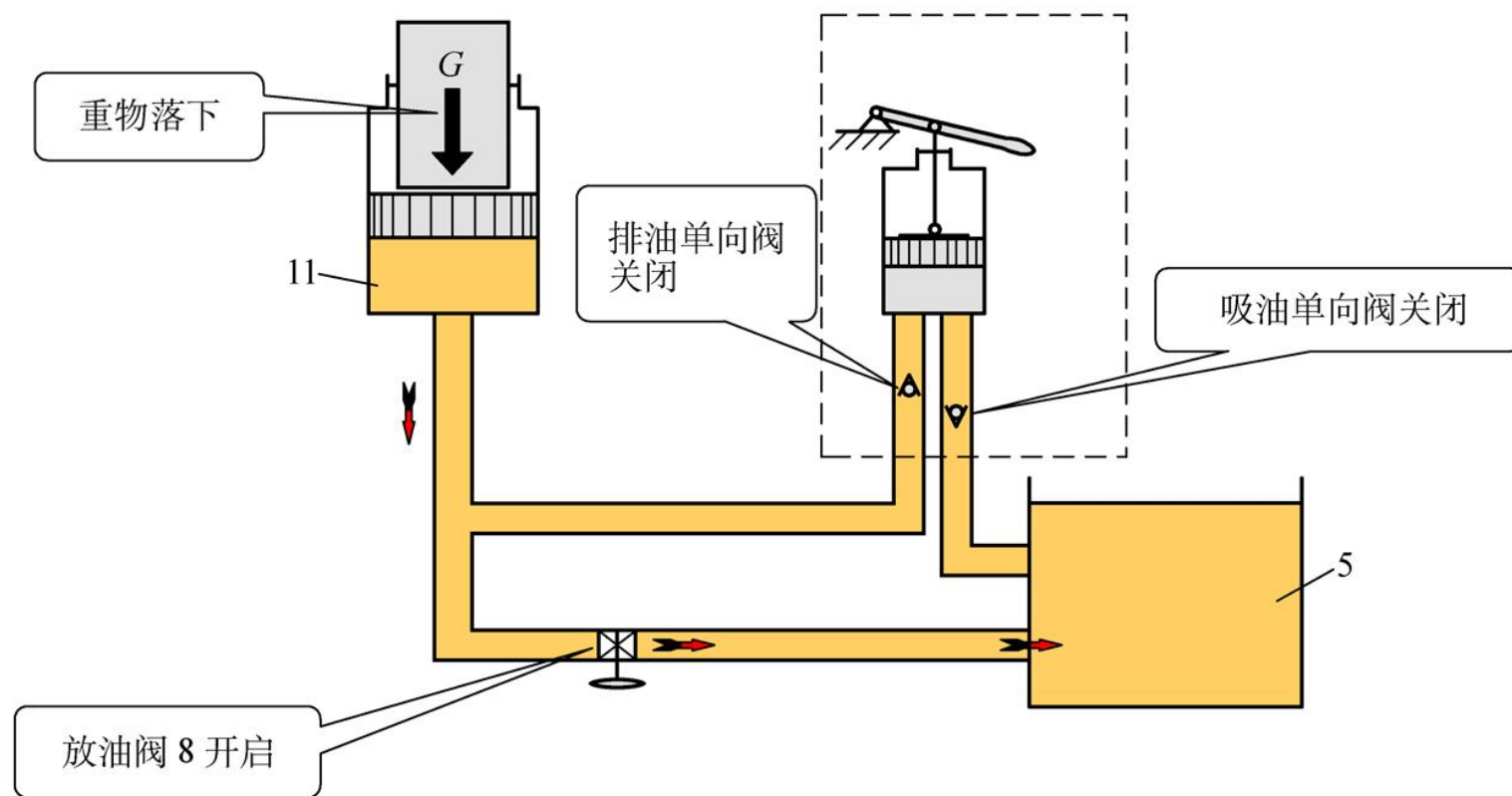
泵吸油过程

2. 泵压油和重物举升过程



泵压油和重物举升

3. 重物落下过程



重物落下

二、液压传动系统的组成

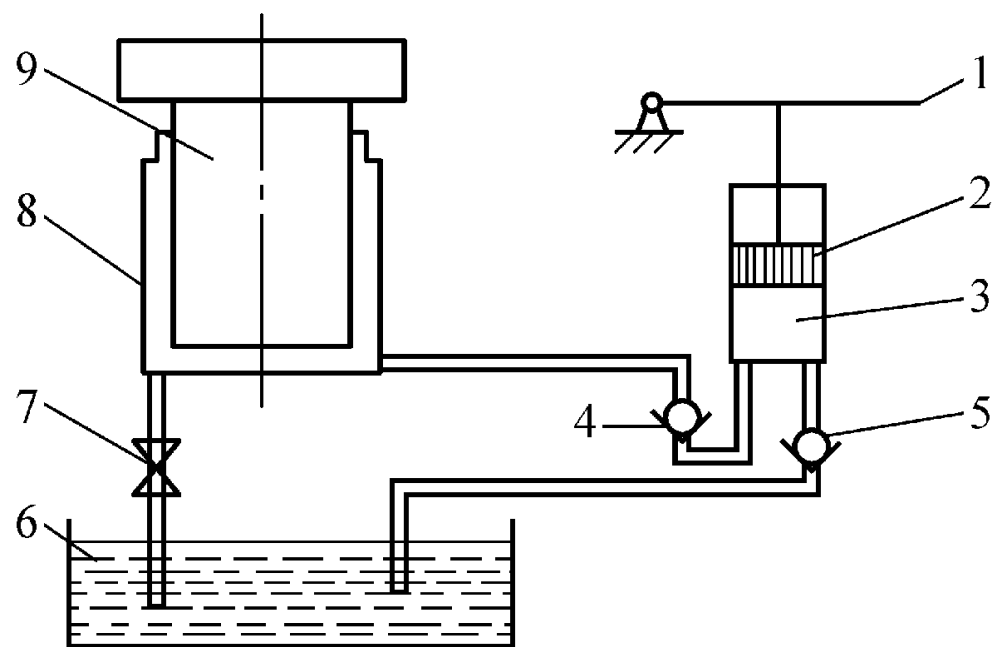
- 动力部分
- 执行部分
- 控制部分
- 辅助部分



液压传动系统的组成

三、液压元件的图形符号

GB/T 786.1—2009 《流体传动系统及元件图形符号和回路图
第1部分：用于常规用途和数据处理的图形符号》



- 1—杠杆
- 2—活塞
- 3—液压泵
- 4、5—单向阀
- 6—油箱
- 7—放油阀
- 8—活塞缸
- 9—柱塞

液压千斤顶工作原理简化结构示意图

四、液压传动的应用特点

- 易于获得很大的力和力矩。
- 调速范围大，易实现无级调速。
- 质量轻，体积小，动作灵敏。
- 传动平稳，易于频繁换向。
- 易于实现过载保护。
- 便于采用电液联合控制以实现自动化。
- 液压元件能够自动润滑，元件的使用寿命长。
- 液压元件易于实现系列化、标准化、通用化。
- 传动效率较低。
- 液压系统产生故障时，不易找到原因，维修困难。
- 为减少泄漏，液压元件的制造精度要求较高。

§ 14—2 液压传动系统的压力与流量

- 一、压力的形成及传递
- 二、流量和平均流速
- 三、压力损失及其与流量的关系
- 四、液压油的选用

一、压力的形成及传递

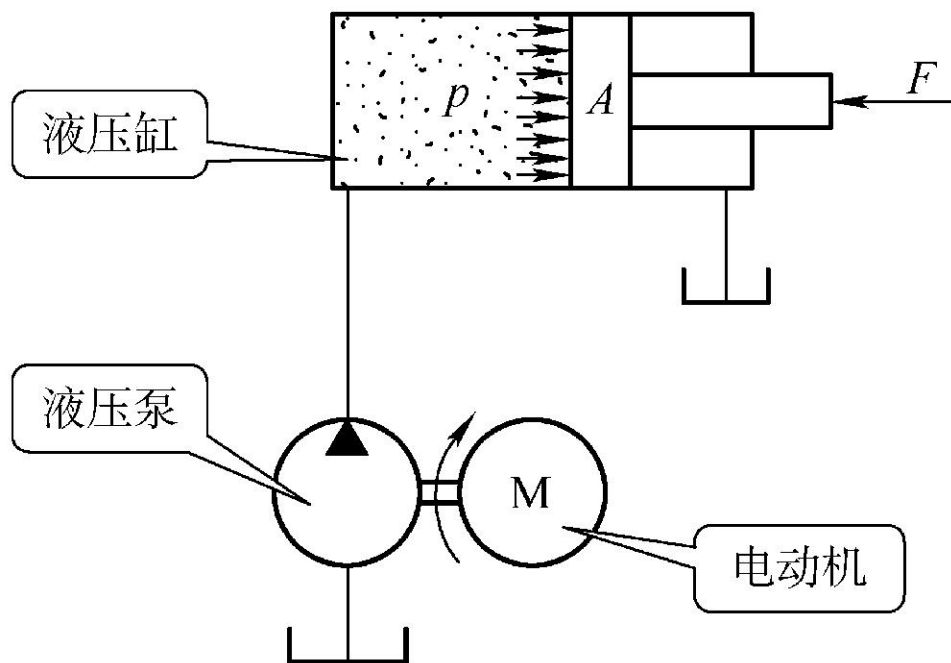
1. 压力的概念

油液的压力是由油液的自重和油液受到外力作用而所产生的。

压强——油液单位面积上承受的作用力，在工程中习惯称为**压力**。

2. 液压传动系统压力的建立

活塞被压力油推动的条件： $p \geq \frac{F}{A}$



3. 液压传动系统及元件的公称压力

额定压力——液压系统及元件在正常工作条件下，按试验标准连续运转的最高工作压力。

过载——工作压力超过额定压力。

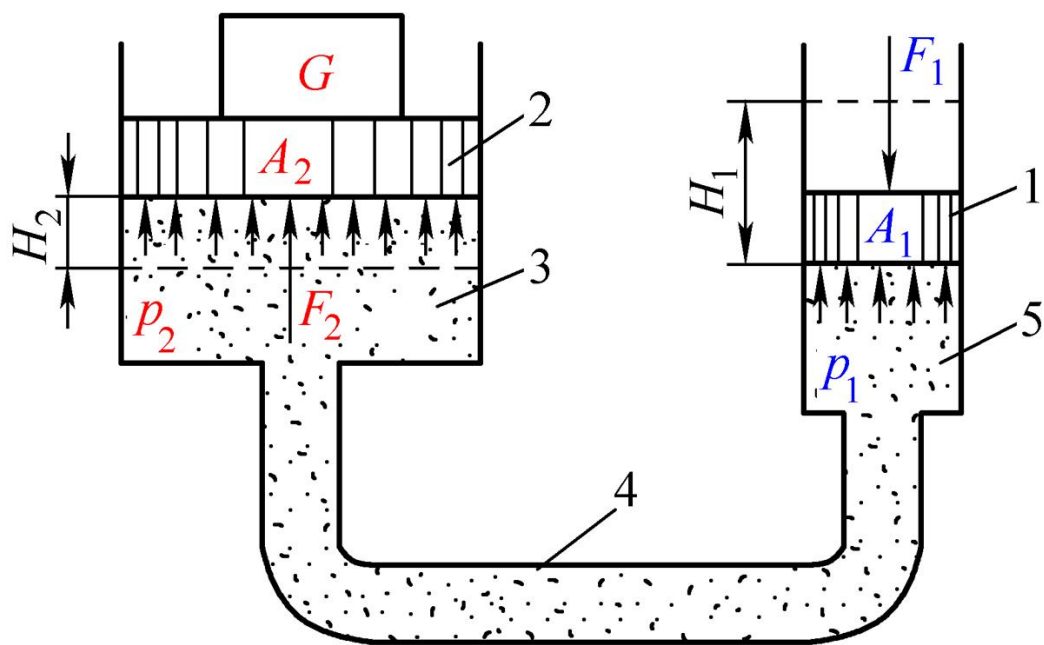
额定压力应符合流体传动系统及元件的公称压力系列。

4. 静压传递原理（帕斯卡原理）

静止油液压力的特性：

- 静止油液中任意一点所受到的各个方向的压力都相等，这个压力称为**静压力**
- 油液静压力的作用方向总是垂直指向承压表面
- 密闭容器内静止油液中任意一点的压力如有变化，其压力的变化值将传递给油液的各点，且其值不变。这称为**静压传递原理**，即**帕斯卡原理**

5. 静压传递原理（帕斯卡原理）在液压传动中的应用



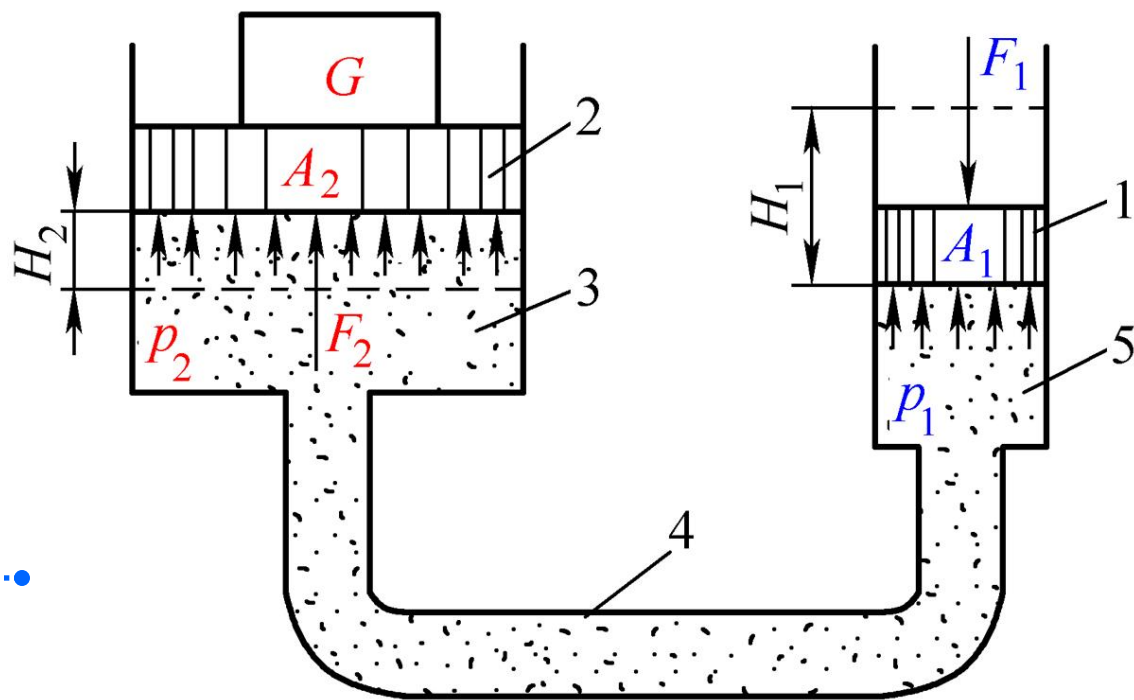
$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad p_2 = \frac{G}{A_2}$$

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{G}{A_2}$$

液压系统中的压力取决于负载

【例1】 在液压千斤顶的压油过程中，柱塞泵活塞1的面积 $A_1 = 1.13 \times 10^{-4} \text{m}^2$ ，液压缸活塞2的面积 $A_2 = 9.62 \times 10^{-4} \text{m}^2$ 。压油时，作用在活塞1上的力 $F_1 = 5.78 \times 10^3 \text{N}$ 。试问柱塞泵油腔5内油液压强 p_1 为多大？液压缸能顶起多重的重物？



解题过程

二、流量和平均流速

1. 流量

流量——单位时间内流过管道某一截面的液体体积。

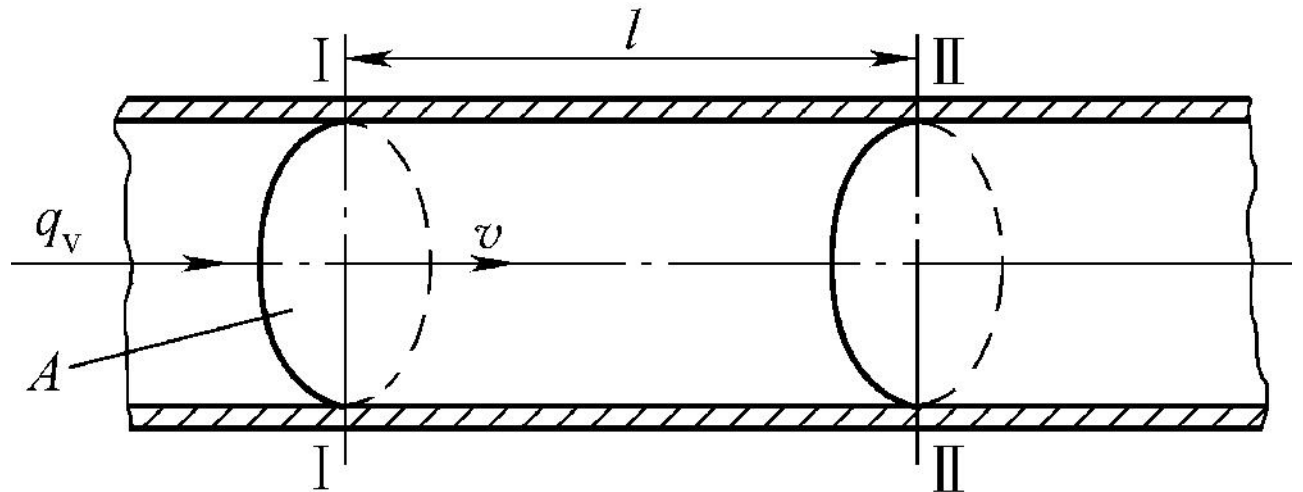
$$q_v = \frac{V}{t}$$

2. 平均流速

$$\text{流量 } q_v = \frac{V}{t} = A \frac{l}{t} = Av$$

$$\text{平均流速 } v = \frac{q_v}{A}$$

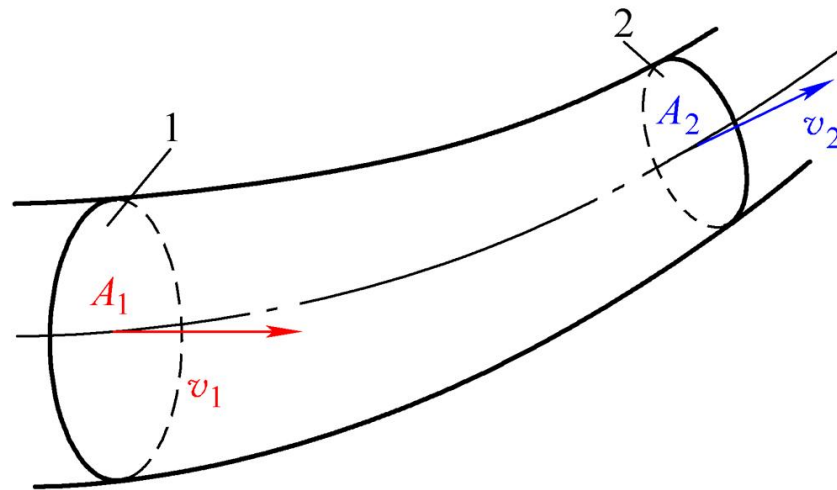
一种假想的均布流速



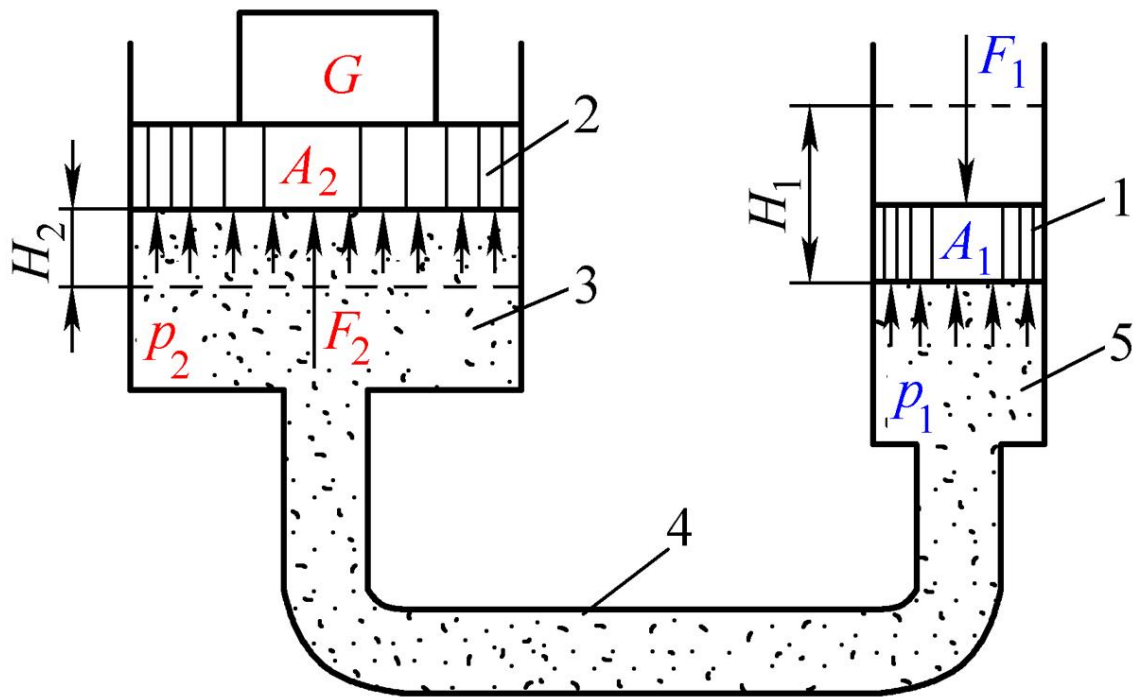
液流连续性原理——理想液体在无分支管路中稳定流动时，通过每一截面的流量相等。

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

液体在无分支管路中作稳定流动时，流经管路不同截面时的平均流速与其截面面积大小成反比。



【例2】 在液压千斤顶压油过程中，柱塞泵活塞1的面积 $A_1=1.13 \times 10^{-4}\text{m}^2$ ，液压缸活塞2的面积 $A_2=9.62 \times 10^{-4}\text{m}^2$ ，管路4的截面积 $A_4=1.3 \times 10^{-5}\text{m}^2$ 。若活塞1的下压速度 v_1 为 0.2m/s ，试求活塞2的上升速度 v_2 和管路内油液的平均流速 v_4 。



解题过程

三、压力损失及其与流量的关系

- 由静压传递原理可知，密封的静止液体具有均匀传递压力的性质，即当一处受到压力作用时，其各处的压力均相等。
- 由于流动液体各质点之间以及液体与管壁之间的相互摩擦和碰撞会产生阻力，这种阻碍油液流动的阻力称为液阻。
- 液阻增大，将引起压力损失增大，或使流量减小。

四、液压油的选用

牌号←黏度

黏度——液体黏性的大小。

为了减少漏损，在使用温度、压力较高或速度较低时，应采用黏度较大的油。

为了减少管路内的摩擦损失，在使用温度、压力较低或速度较高时，应采用黏度较小的油。

§ 14—3 液压动力元件

液压泵——液压系统的动力元件，它把电动机或其他原动机输出的机械能转换成液压能。其作用是向液压系统提供压力油。

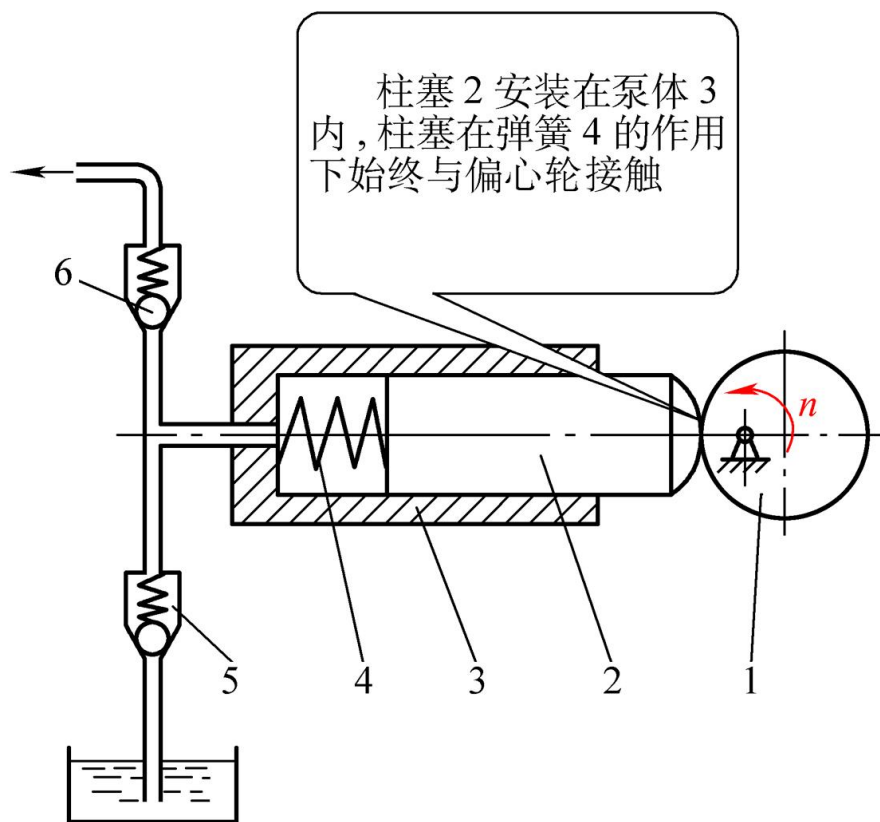
一、液压泵的工作原理

二、液压泵的类型及图形符号

三、常用液压泵

四、液压泵的比较与选择

一、液压泵工作原理



1—偏心轮

2—柱塞

3—泵体

4—弹簧

5、6—单向阀



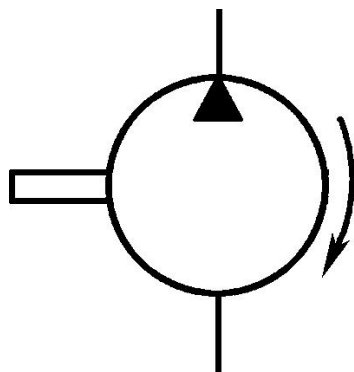
液压泵工作原理

二、液压泵的类型及图形符号

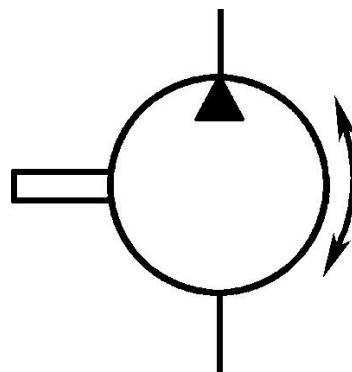
1. 液压泵的类型

- 按结构：齿轮泵、叶片泵、柱塞泵、螺杆泵
- 按输油方向：单向泵、双向泵
- 按输出流量：定量泵、变量泵
- 按额定压力：低压泵、中压泵、高压泵

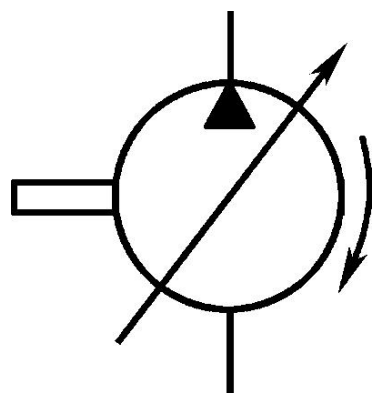
2. 液压泵的图形符号



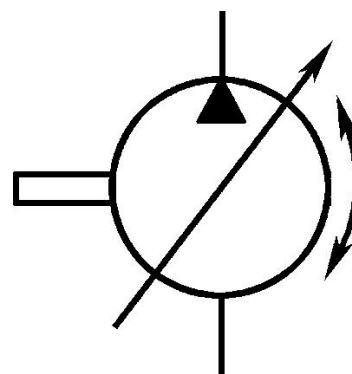
单向定量泵



双向定量泵



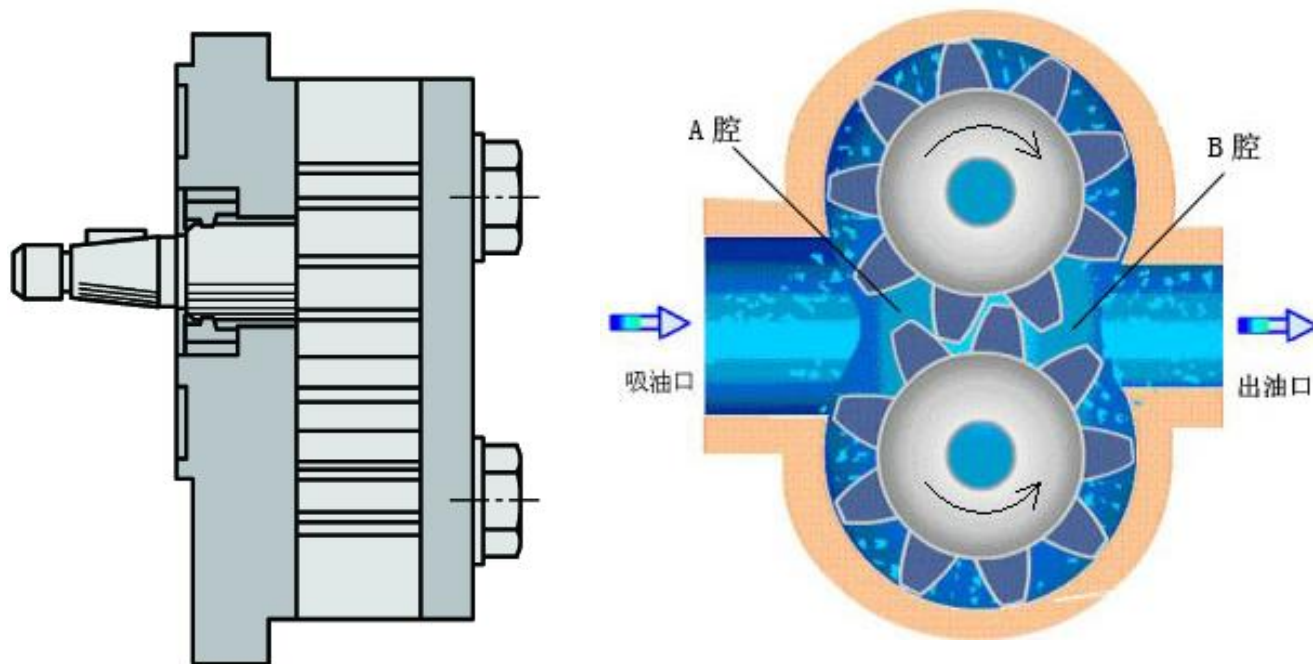
单向变量泵



双向变量泵

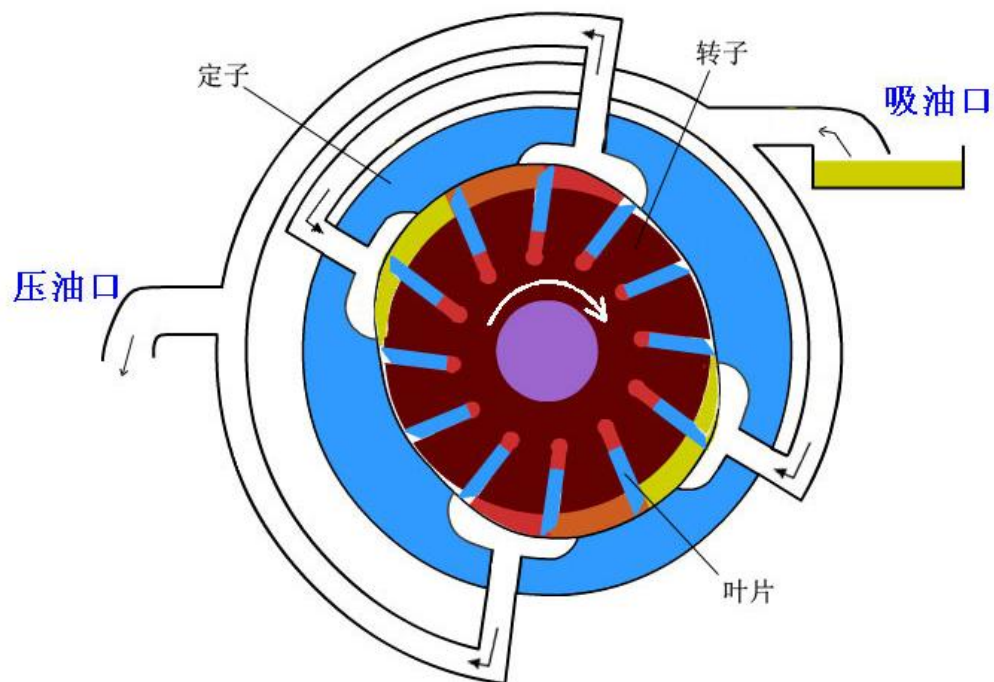
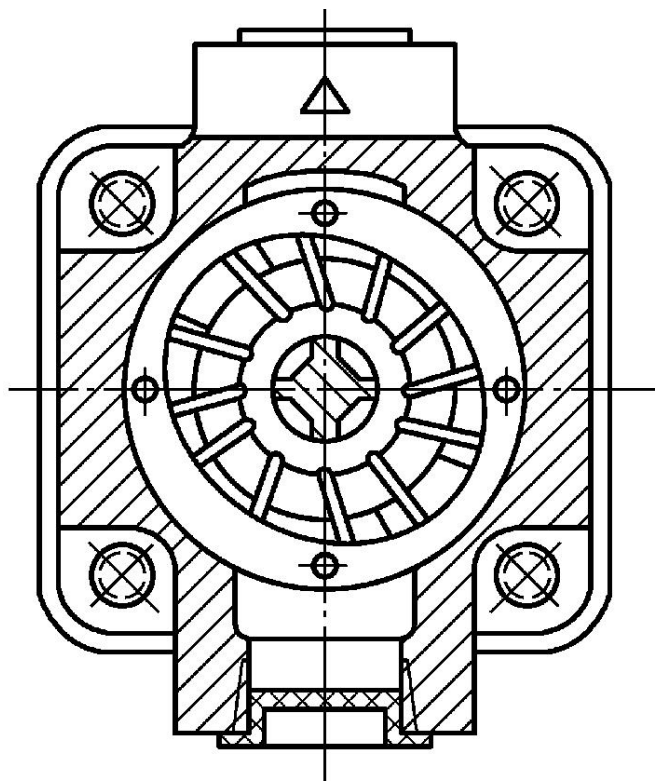
三、常用液压泵

1. 齿轮泵：外啮合齿轮泵和内啮合齿轮泵



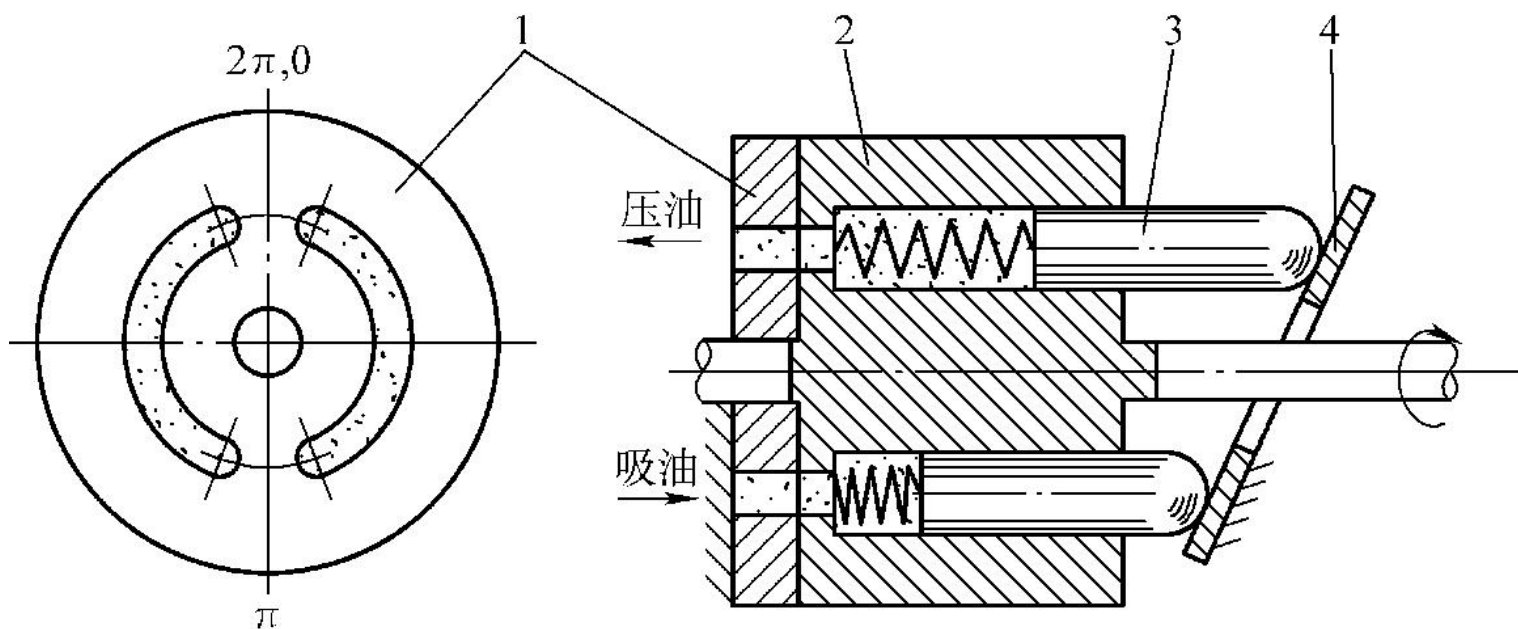
齿轮泵工作原理

2. 叶片泵：单作用式叶片泵和双作用式叶片泵



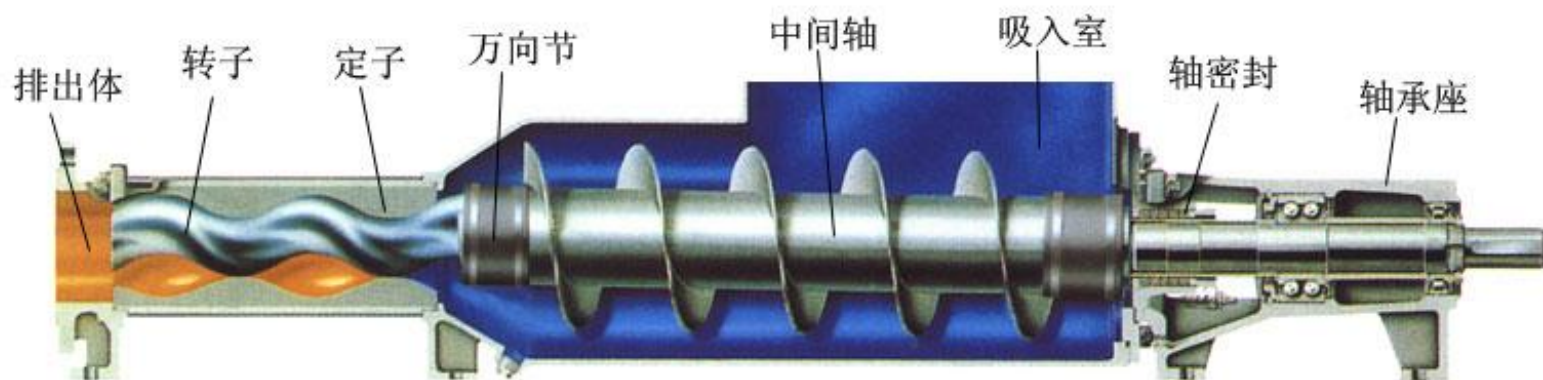
叶片泵工作原理

3. 柱塞泵：径向柱塞泵（淘汰）和轴向柱塞泵

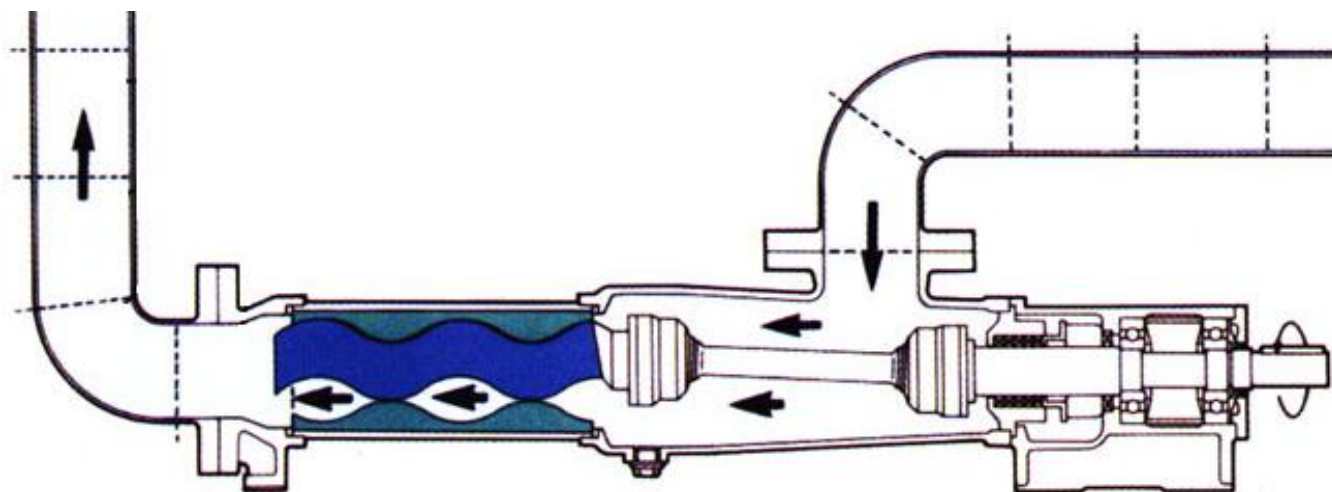


1—配流盘 2—缸体 3—柱塞 4—斜盘

4. 螺杆泵：转子式容积泵和回转式容积泵



单螺杆泵结构



螺杆泵工作原理图

四、液压泵的比较与选择

类型	优点	缺点	工作压力
齿轮泵	结构简单，无须配流装置，价格低，工作可靠，维护方便，自吸性好，对油的污染不敏感	易产生振动和噪声，泄漏大，容积效率低，径向液压力不平衡。流量不可调	低压
叶片泵	输油量均匀，压力脉动小，容积效率高	结构复杂，难加工，叶片易被脏物卡死	中压
轴向柱塞泵	结构紧凑，径向尺寸小，容积效率高	结构复杂，价格较贵	高压
螺杆泵	结构简单，体积小，重量轻，运转平稳，噪声小，使用寿命长，流量均匀，自吸能力强，容积效率高	螺杆齿形复杂，不易加工，精度难以保证	4~40MPa

应用场合	液压泵的选择
负载小、功率低的机床设备	齿轮泵或双作用式叶片泵
精度较高的机床（如磨床）	螺杆泵或双作用式叶片泵
负载大、功率大的机床（如龙门刨床、拉床等）	柱塞泵
机床辅助装置（如送料机构、夹紧机构等）	齿轮泵

§ 14—4 液压执行元件

液压缸——液压系统中的执行元件，将液压能转换为直线（或旋转）运动形式的机械能，输出运动速度和力，结构简单，工作可靠。

一、液压缸的类型及图形符号

二、液压缸典型结构

一、液压缸的类型及图形符号

- 单作用液压缸
- 双作用液压缸



液压缸的类型及符号

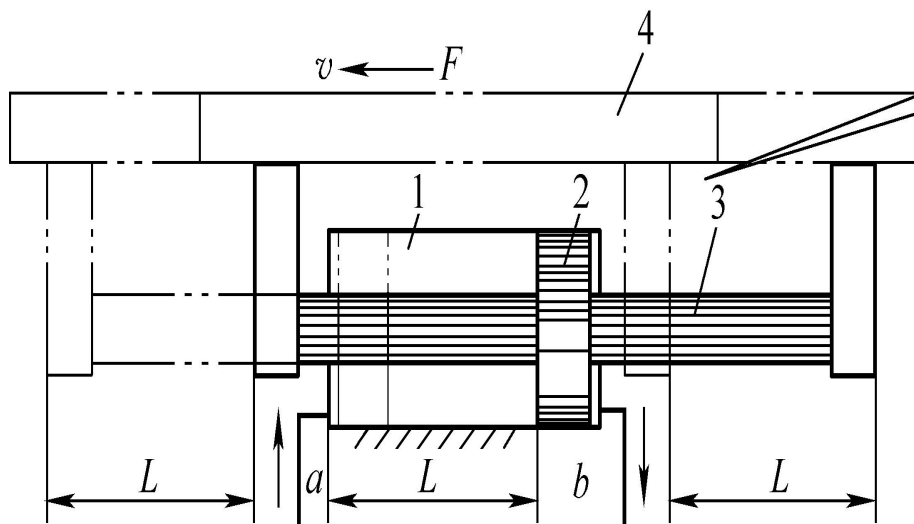
二、液压缸典型结构

1. 活塞式液压缸

- 双作用双杆液压缸
- 双作用单杆液压缸

● 双作用双杆液压缸

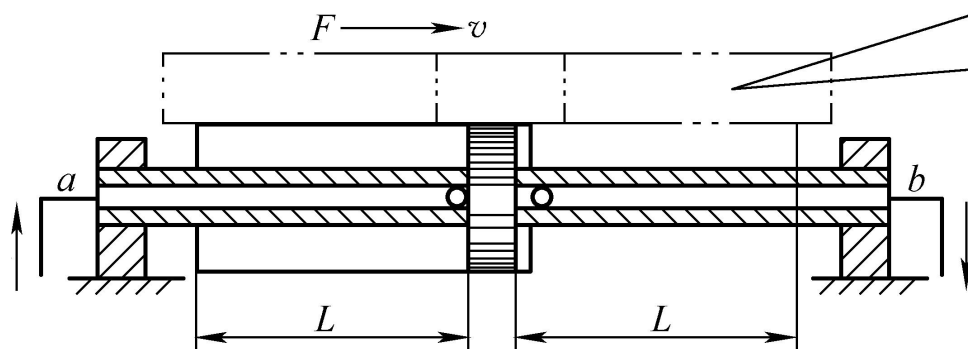
缸体固定式



缸体固定在机床床身上,活塞杆与工作台相连,缸体的两端设有进、出油口,动力由活塞杆传出

1—缸体 2—活塞 3—活塞杆 4—工作台

活塞杆固定式



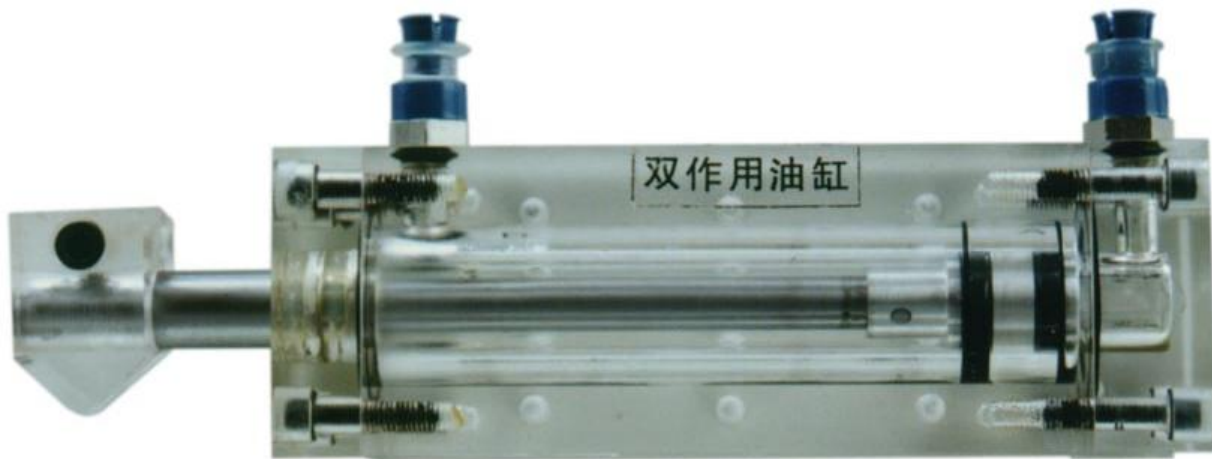
活塞杆固定，缸体与工作台相连，进、出油口一般设在活塞杆的两端（油液从空心的活塞杆中进出），也可以设在缸体的两端（需用软管连接）。动力由缸体传出

双作用双杆液压缸的工作特点

1) 液压缸两腔的活塞杆直径 d 和活塞有效作用面积 A 通常相等。当左、右两腔相继进入压力油时，若流量 q_v 及压力 p 相等，则活塞（或缸体）往返运动的速度（ v_1 与 v_2 ）及两个方向的液压推力（ F_1 与 F_2 ）相等。

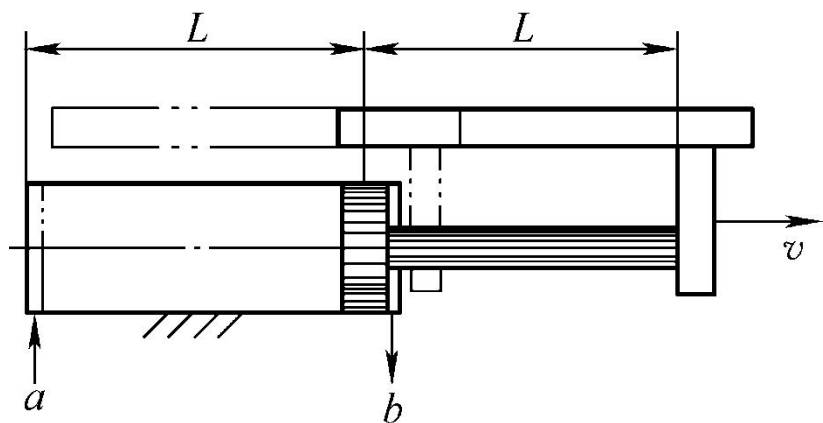
2) 缸体固定的双作用双杆液压缸工作台的往复运动范围为活塞有效行程的3倍，占地面积较大，常用于小型设备；活塞杆固定的工作台往复运动的范围为活塞有效行程的2倍，占地面积较小，常用于中、大型设备。

- 双作用单杆液压缸



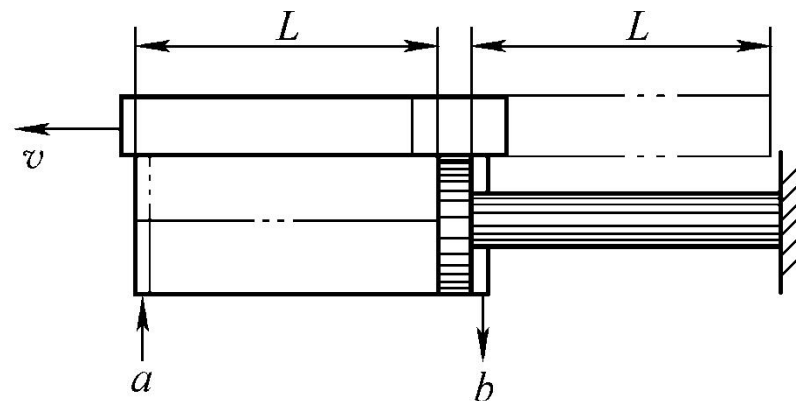
结构特点：活塞的一端有杆，而另一端无杆，活塞两端的有效作用面积不等。

用途：实现机床的较大负载、慢速工作进给和空载时的快速退回。



缸体固定

(活塞杆带动工作台移动)



活塞杆固定

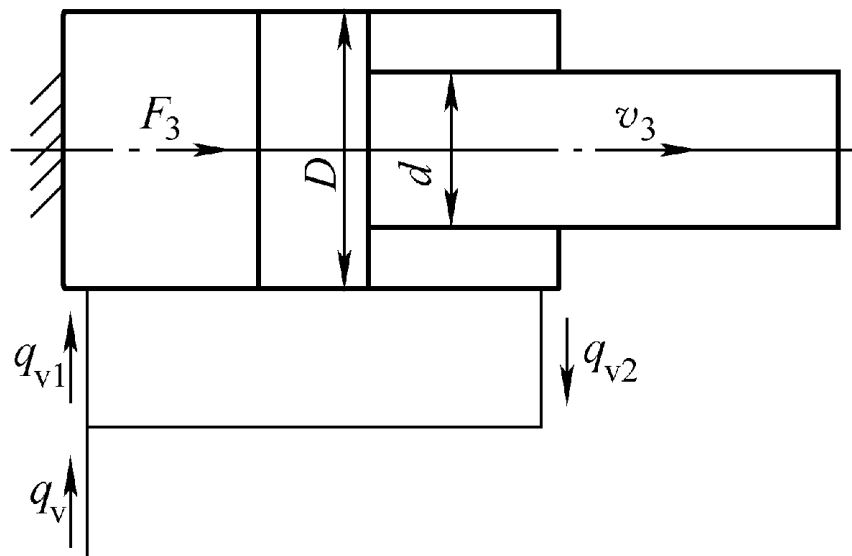
(缸体带动工作台移动)

双作用单杆液压缸的工作特点

1) 工作台往复运动速度不相等。

2) 活塞两方向的作用力不相等。工作台慢速运动时，活塞获得的推力大；工作台快速运动时，活塞获得的推力小。

3) 可作差动连接。

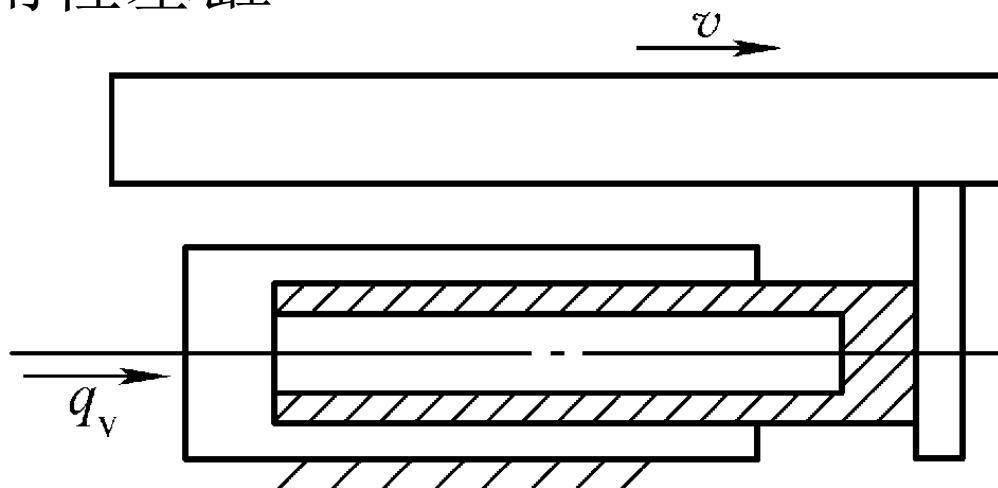


双作用单杆液压缸
工作特点

2. 其他液压缸简介

- 单作用柱塞缸
- 伸缩缸

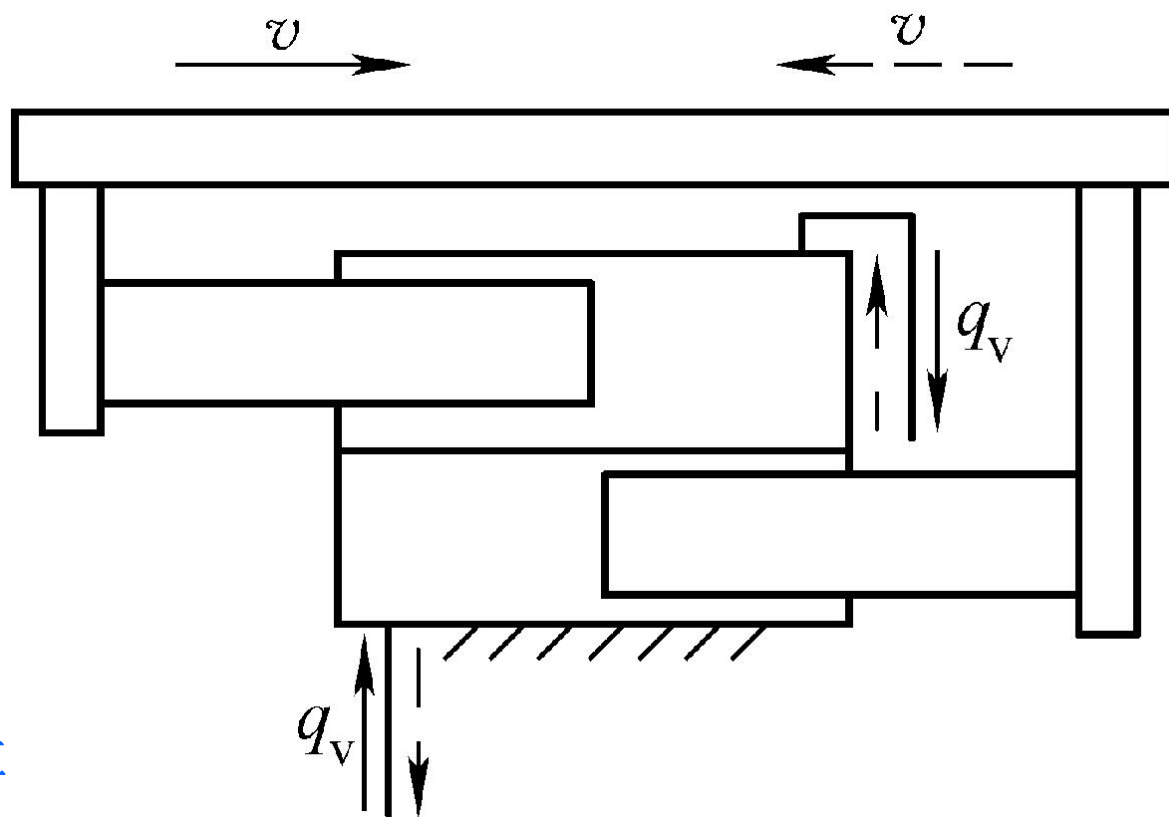
● 单作用柱塞缸



特点:

- 1) 缸体内壁与柱塞不接触，不需要精加工。因此，行程较长时，宜采用单作用柱塞缸。
- 2) 柱塞常做成空心，可以减轻重量，防止柱塞下垂（水平放置时），降低密封装置的单面磨损。

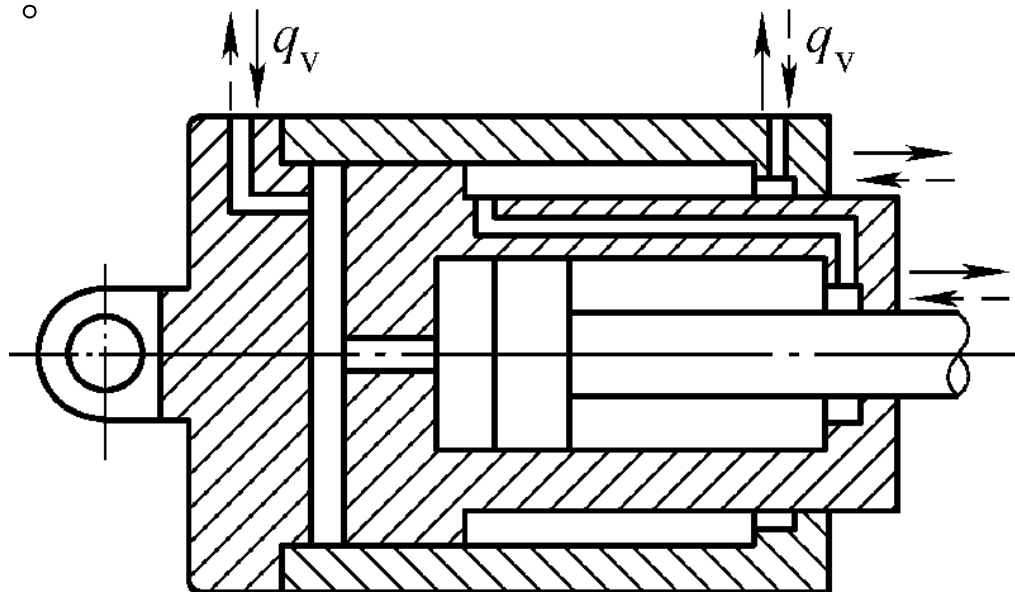
成对使用的单作用柱塞缸可以得到大行程的双向运动。



柱塞缸

● 伸缩缸

又称多级缸，由两级或多级活塞缸套装而成，前一级活塞缸的活塞就是后一级活塞缸的缸筒。收缩后液压缸的总长较短，结构紧凑，适用于安装空间受到限制而行程要求很长的场合。



伸缩缸

3. 液压缸的密封

包括固定件的静密封和运动件的动密封。

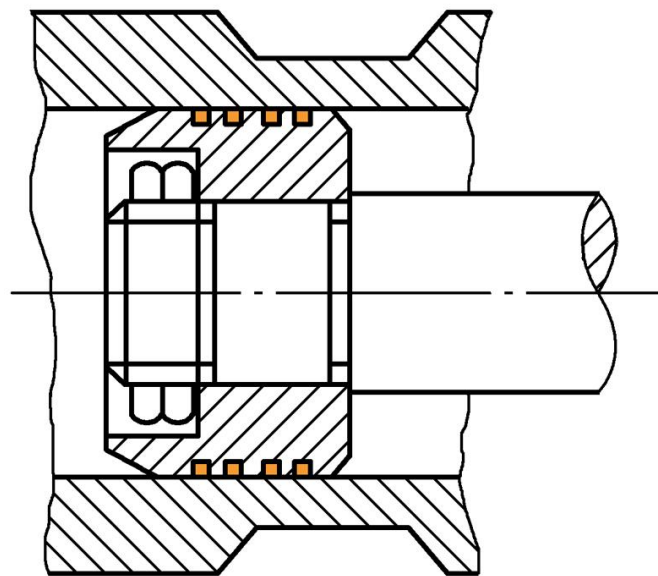
常用的密封方法：

- 间隙密封
- 密封圈密封

● 间隙密封

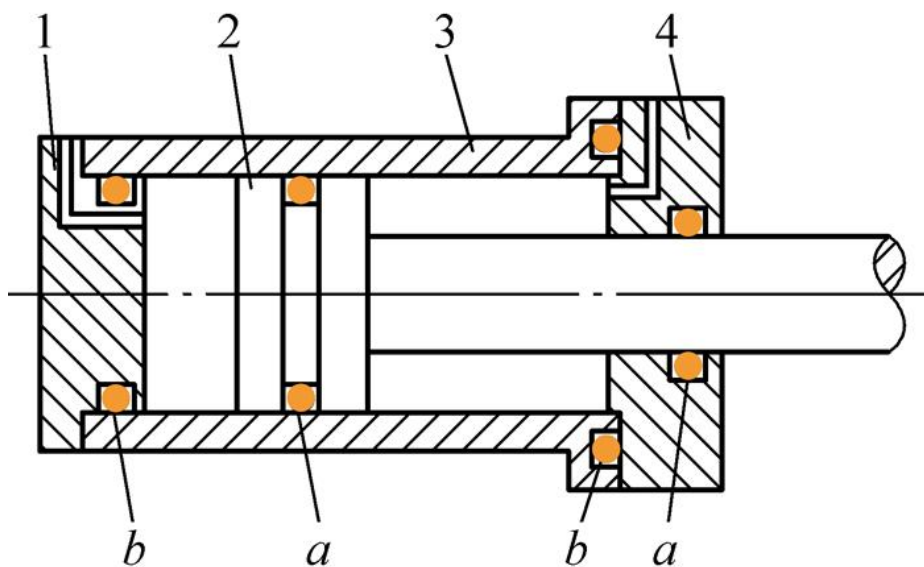
依靠运动件之间很小的配合间隙来保证密封。

摩擦力小，内泄漏量大，密封性能差且加工精度要求高，只适用于低压、运动速度较快的场合。



● 密封圈密封

密封圈通常是用耐油橡胶压制而成，它通过本身的受压弹性变形来实现密封。



1—前端盖

2—活塞

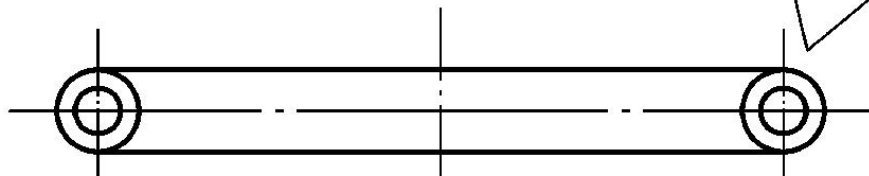
3—缸体

4—后端盖

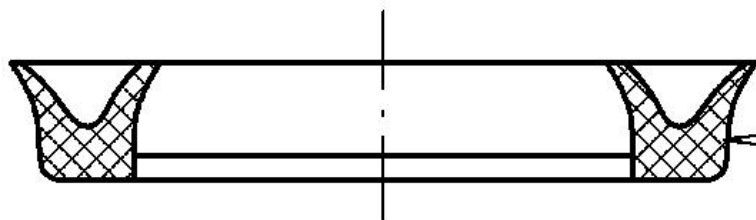
a—动密封

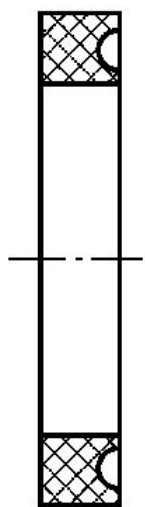
b—静密封

O形密封圈断面呈圆形，密封性能良好，摩擦阻力较小，结构简单，制造容易，体积小，装卸方便，适用压力范围较广，因此应用普遍。既可作动密封，又可作静密封

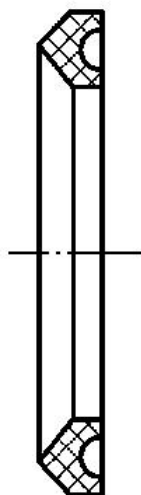


Y形密封圈断面呈Y形，结构简单，适应性广，密封效果好

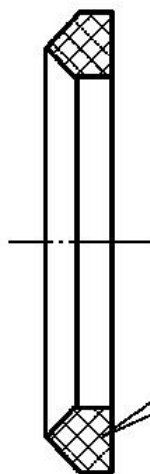




支承环



密封环



压环

V形密封圈由形状不同的支承环、密封环和压环组成，接触面积大，密封可靠，但摩擦阻力大，主要用于移动速度不高的液压缸中

4. 液压缸的缓冲

目的：防止活塞在行程终了时，由于惯性力的作用与端盖发生撞击，影响设备的使用寿命。

原理：当活塞将要达到行程终点、接近端盖时，增大回油阻力，以降低活塞的运动速度，从而减小和避免对活塞的撞击。

5. 液压缸的排气

液压系统中的油液如果混有空气将会严重影响工作部件的平稳性，为了便于排除积留在液压缸内的空气，油液最好从液压缸的最高点进入和排出。对运动平稳性较高的液压缸，常在两端装有排气塞。

§ 14—5 液压控制元件

控制阀——为了控制与调节液流的方向、压力和流量，以满足工作机械的各种要求，就要用到控制阀。控制阀又称**液压阀**，简称**阀**。

一、方向控制阀

二、压力控制阀

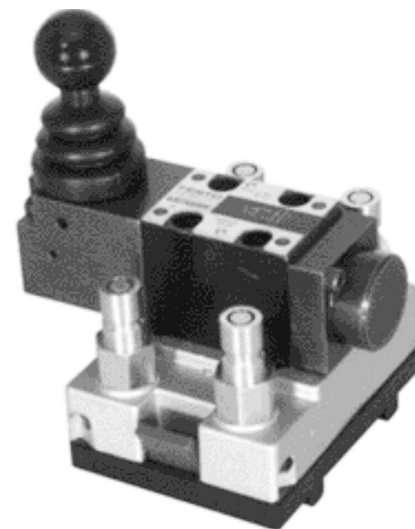
三、流量控制阀

一、方向控制阀

控制油液流动方向的阀。



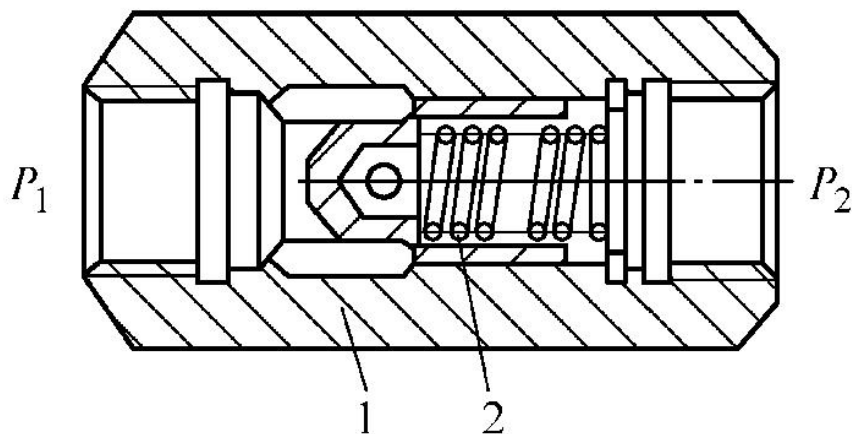
单向阀



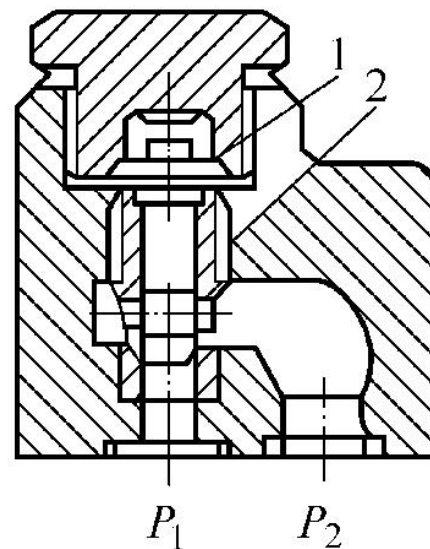
换向阀

1. 单向阀

作用：保证通过阀的液流只向一个方向流动而不能反方向流动。

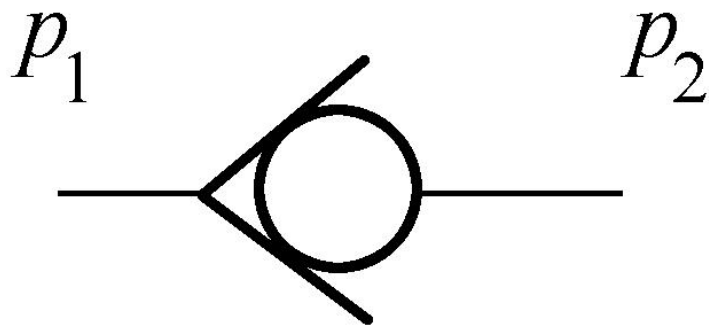


直通式



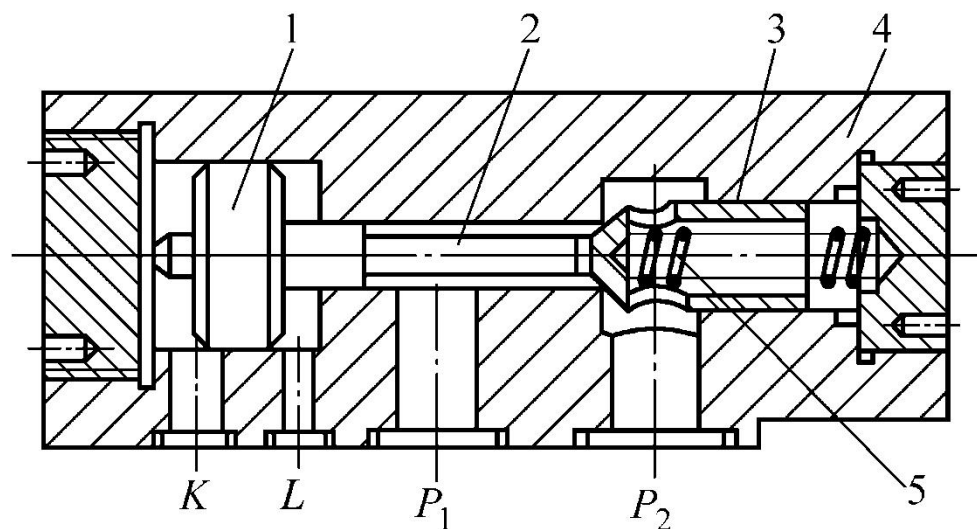
直角式

压力油从进油口 p_1 流入，从出油口 p_2 流出。反向时，因油口 p_2 一侧的压力油将阀芯紧压在阀体上，使阀口关闭，油流不能流动。

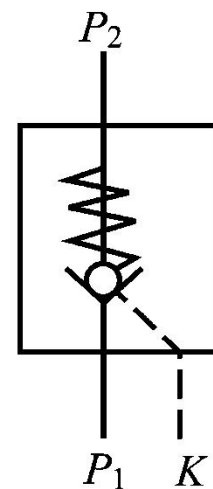


图形符号

液控单向阀



结构原理图

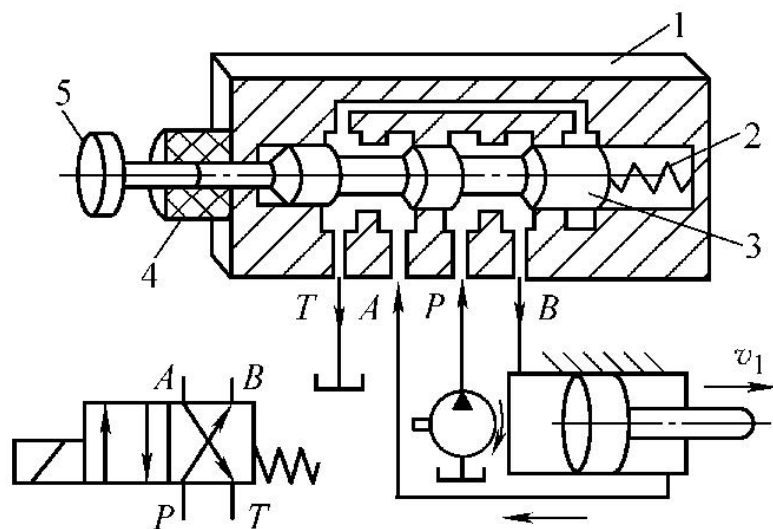


图形符号

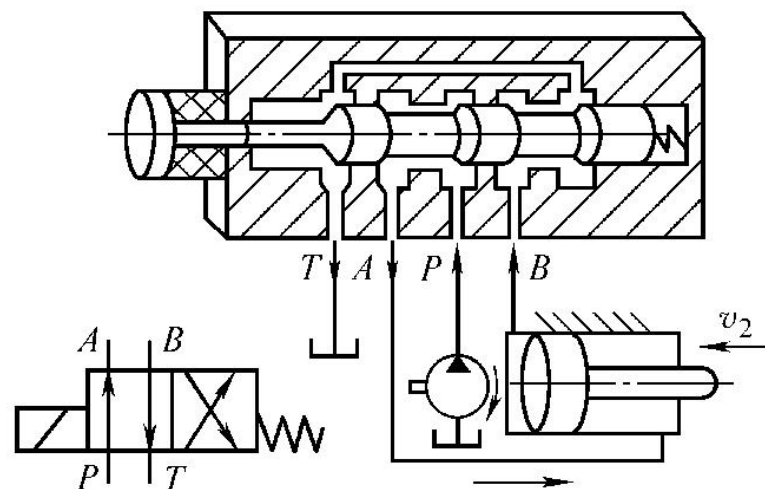
1—控制活塞 2—顶杆 3—阀芯
4—阀体 5—弹簧

2. 换向阀

● 换向阀的结构和工作原理



电磁铁断电状态



电磁铁通电状态

1—阀体 2—复位弹簧 3—阀芯 4—电磁铁 5—衔铁

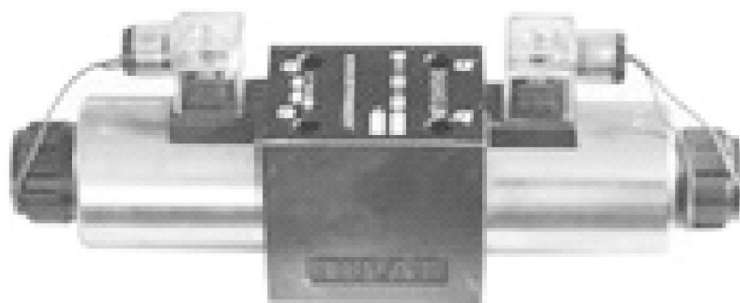
- 换向阀的分类

按阀芯在阀体上的工作位置数和换向阀所控制的油口通路数分，换向阀有二位二通、二位三通、二位四通、二位五通、三位四通、三位五通等类型。

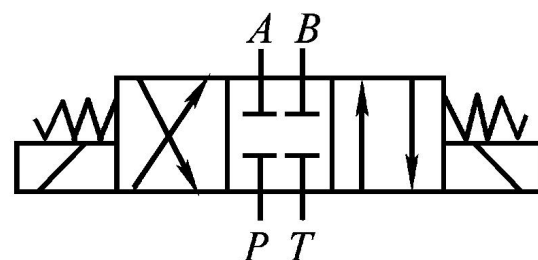
不同的位数和通数，是由阀体上不同的沉割槽和阀芯上台肩组合形成的。

- 换向阀的符号表示

一个换向阀的完整符号应具有工作位置数、通口数和在各工作位置上阀口的连通关系、控制方法以及复位、定位方法等。



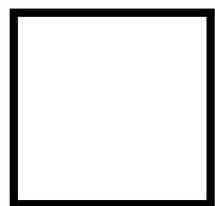
a)



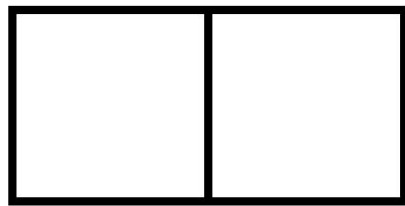
b)

三位四通电磁换向阀

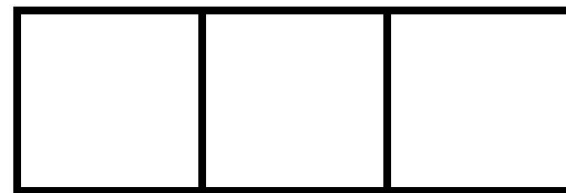
位：指阀与阀的切换工作位置数，用方格表示。



一位



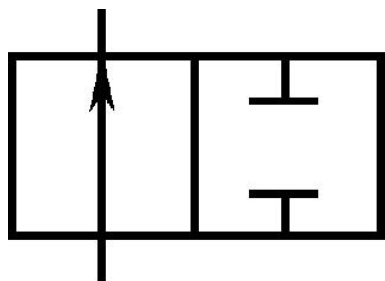
二位



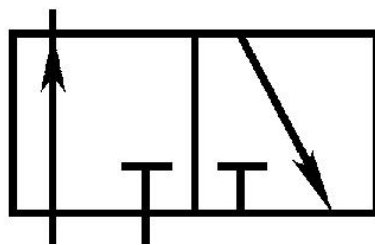
三位

位与通：“通”指阀的通路口数，即箭头“↑”或封闭符号“⊥”与方格的交点数。

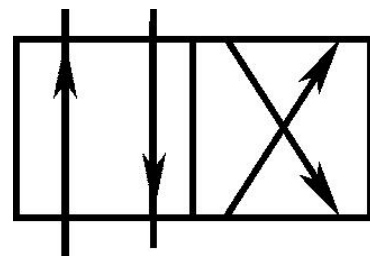
三位阀的中格、两位阀画有弹簧的一格为阀的常态位。常态位应绘出外部连接油口（格外短竖线）的方格。



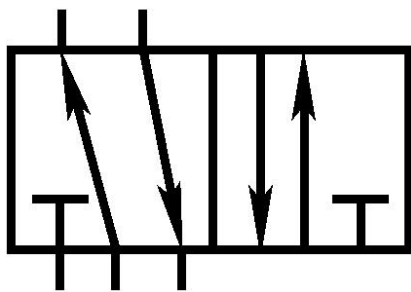
二位二通（常开）



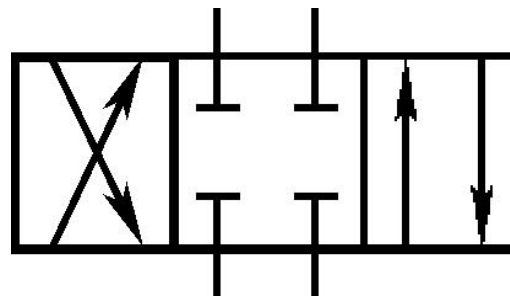
二位三通



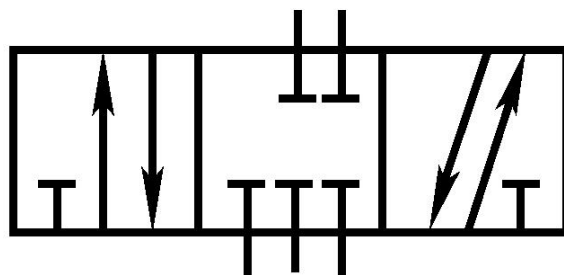
二位四通



二位五通

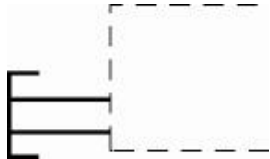
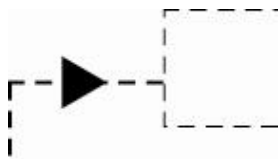


三位四通



三位五通

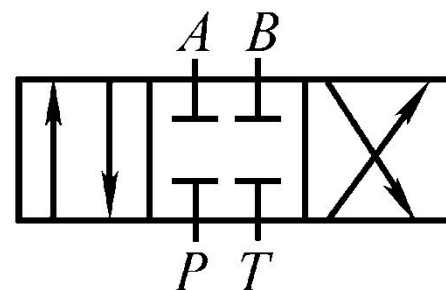
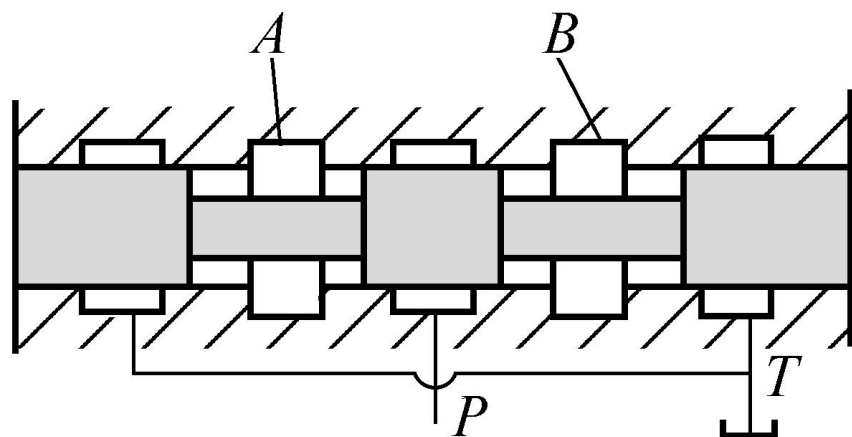
换向阀常用的控制方式符号

手动式控制	顶杆式控制	滚轮式控制	单作用电磁铁式控制	液压式控制
				

- 三位换向阀的中位机能

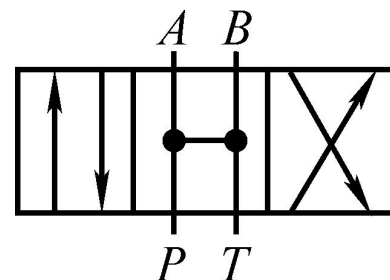
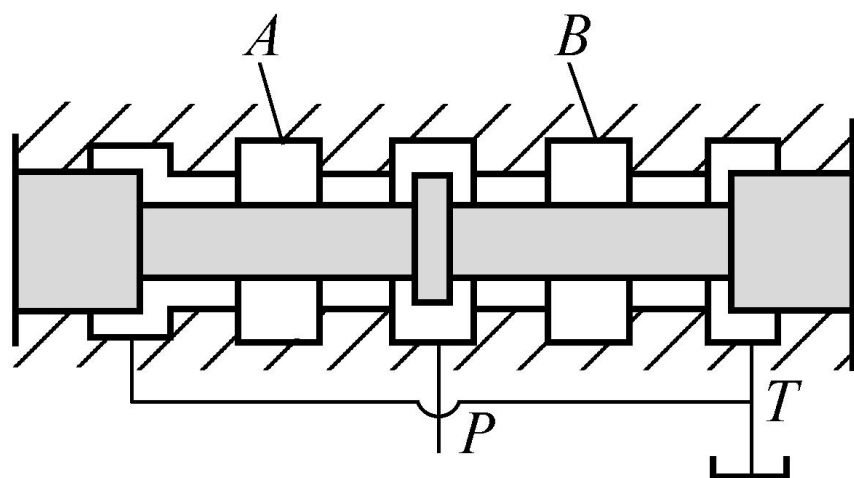
三位换向阀的阀芯在阀体中有左、中、右三个工作位置。中间位置可利用不同形状及尺寸的阀芯结构，得到多种不同的油口连接方式。三位换向阀在常态位置（中位）时各油口的连通方式称为中位机能。

型号：O



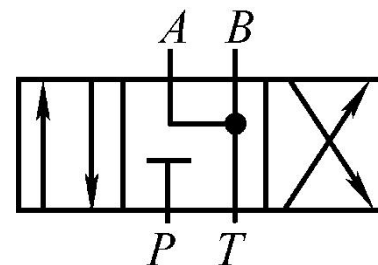
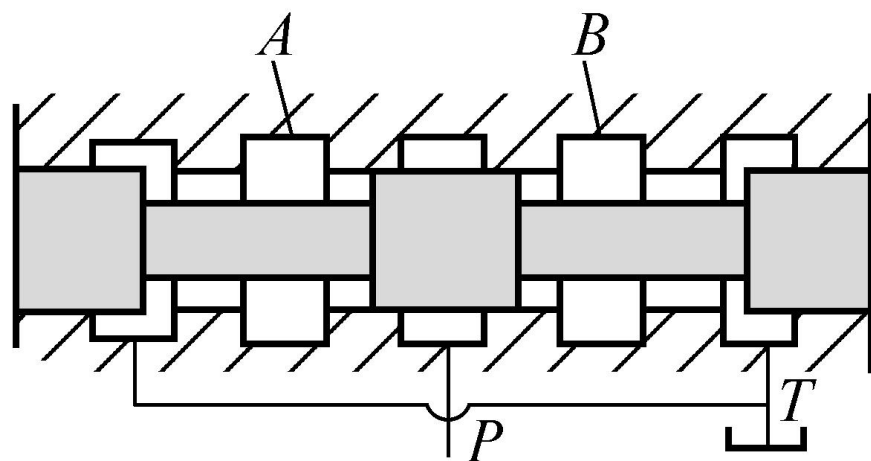
P 、 A 、 B 、 T 四个通口全部封闭，液压缸闭锁，液压泵不卸荷。

型号：H



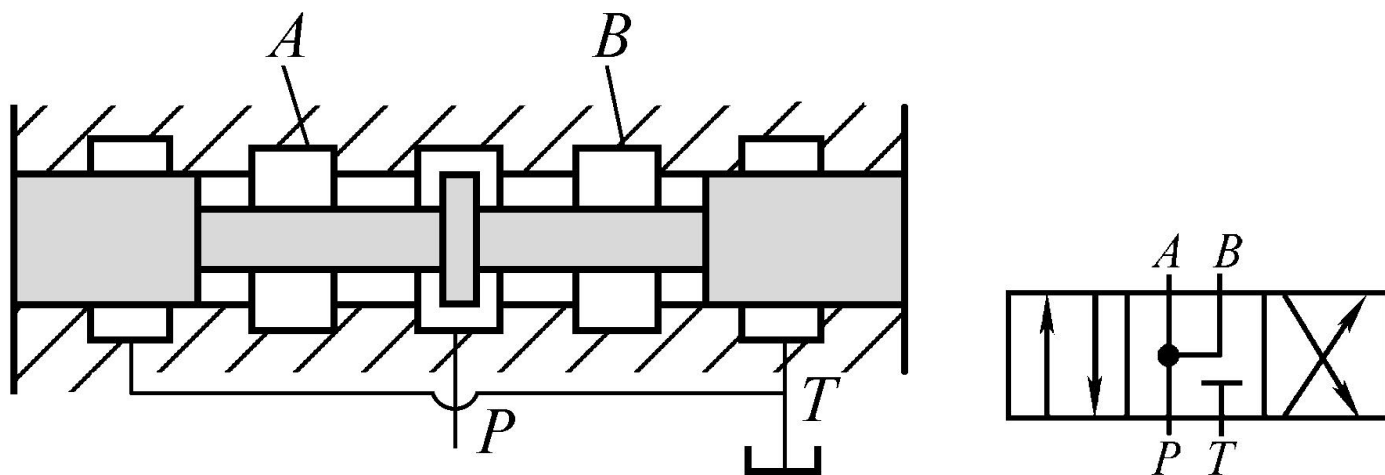
P 、 A 、 B 、 T 四个通口全部相通，液压缸活塞呈浮动状态，液压泵卸荷。

型号：Y



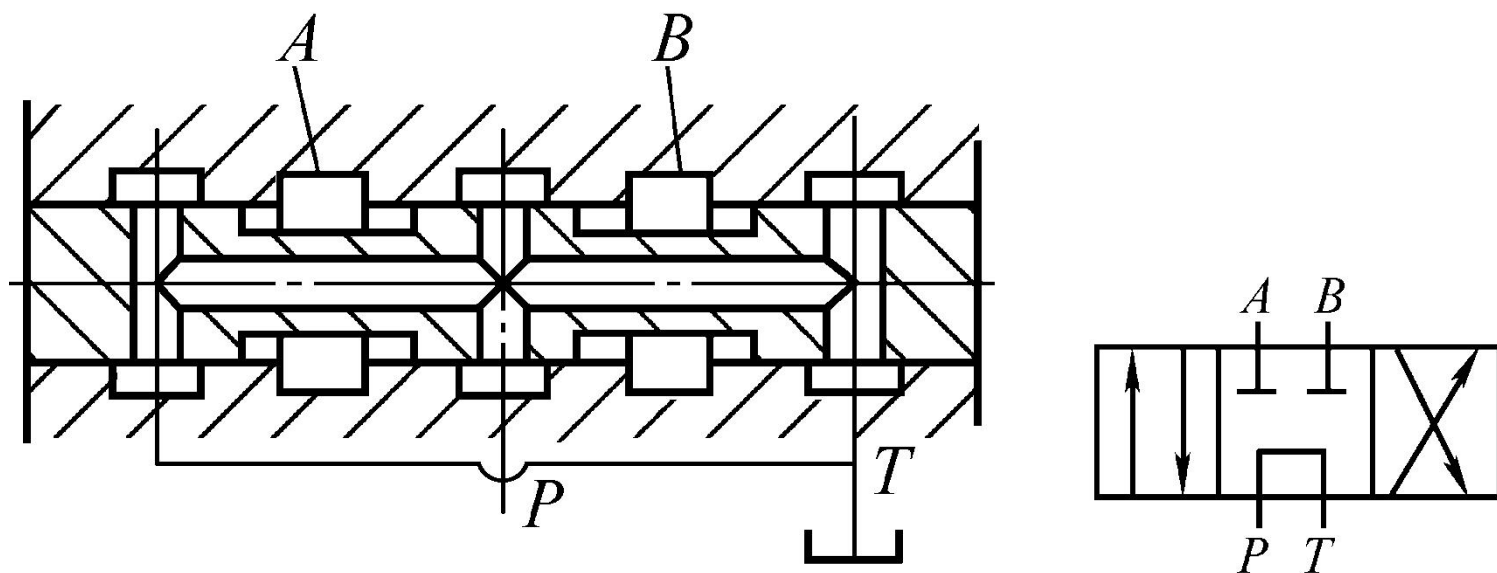
通口 P 封闭， A 、 B 、 T 三个通口相通，液压缸活塞呈浮动状态，液压泵不卸荷。

型号：P



P 、 A 、 B 三个通口相通，通口 T 封闭，液压泵与液压缸两腔相通，可组成差动回路。

型号：M



通口 P 、 T 相通，通口 A 、 B 封闭，液压缸闭锁，
液压泵卸荷。

二、压力控制阀

用来控制液压系统中的压力，或利用系统中的压力变化来控制其他液压元件的动作，简称**压力阀**。

工作原理：利用作用于阀芯上液压力与弹簧力相平衡的原理。

- 溢流阀
- 减压阀
- 顺序阀
- 压力继电器

1. 溢流阀

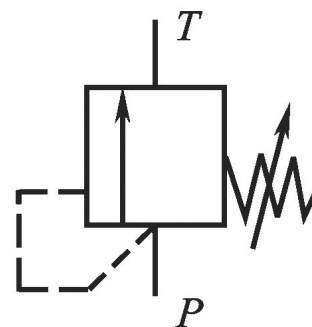
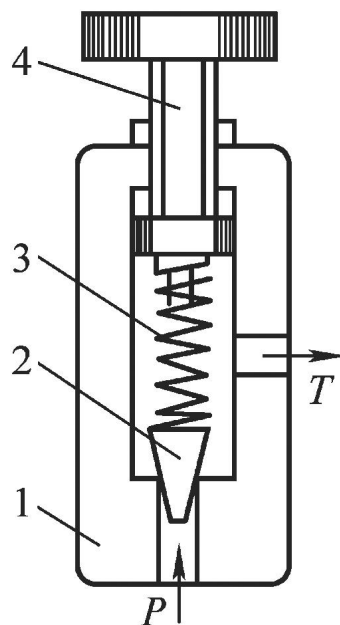
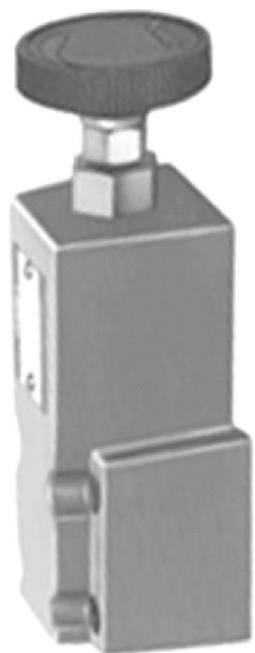
作用：

- 溢流和稳压作用，保持液压系统的压力恒定
- 限压保护作用，防止液压系统过载

分类：

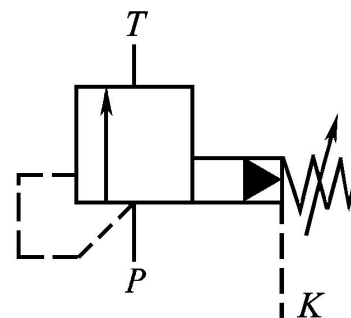
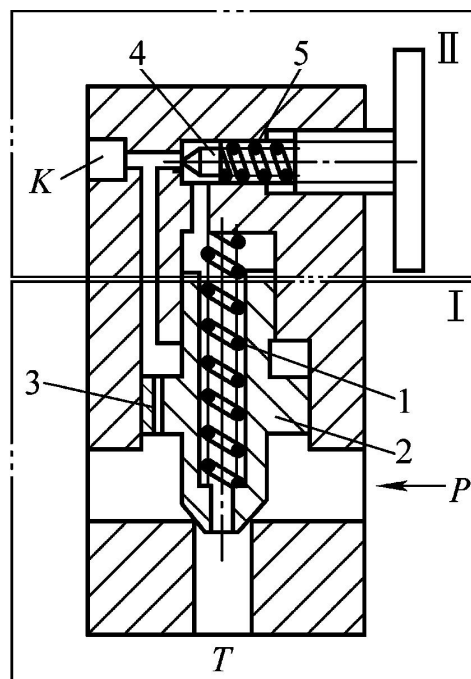
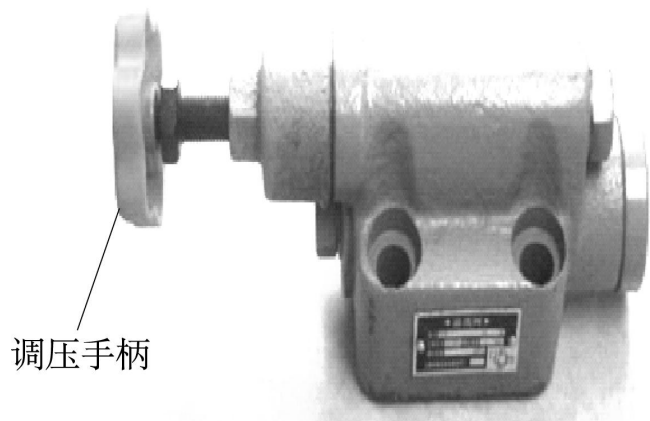
- 直动式溢流阀
- 先导式溢流阀

(1) 直动式溢流阀



1—阀体 2—阀芯 3—弹簧 4—调压螺杆

(2) 先导式溢流阀



1—主阀弹簧 2—主阀芯 3—阻尼孔 4—先导阀 5—调压弹簧

2. 减压阀

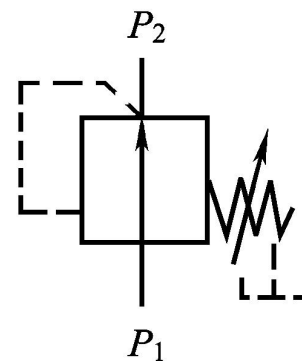
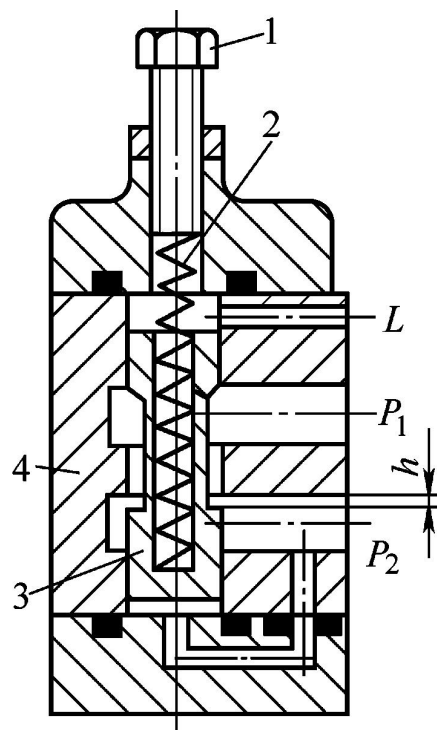
作用：降低系统某一支路的油液压力，使同一系统有两个或多个不同压力。

减压原理：利用压力油通过缝隙（液阻）降压，使出口压力低于进口压力，并保持出口压力为一定值。缝隙越小，压力损失越大，减压作用就越强。

分类：

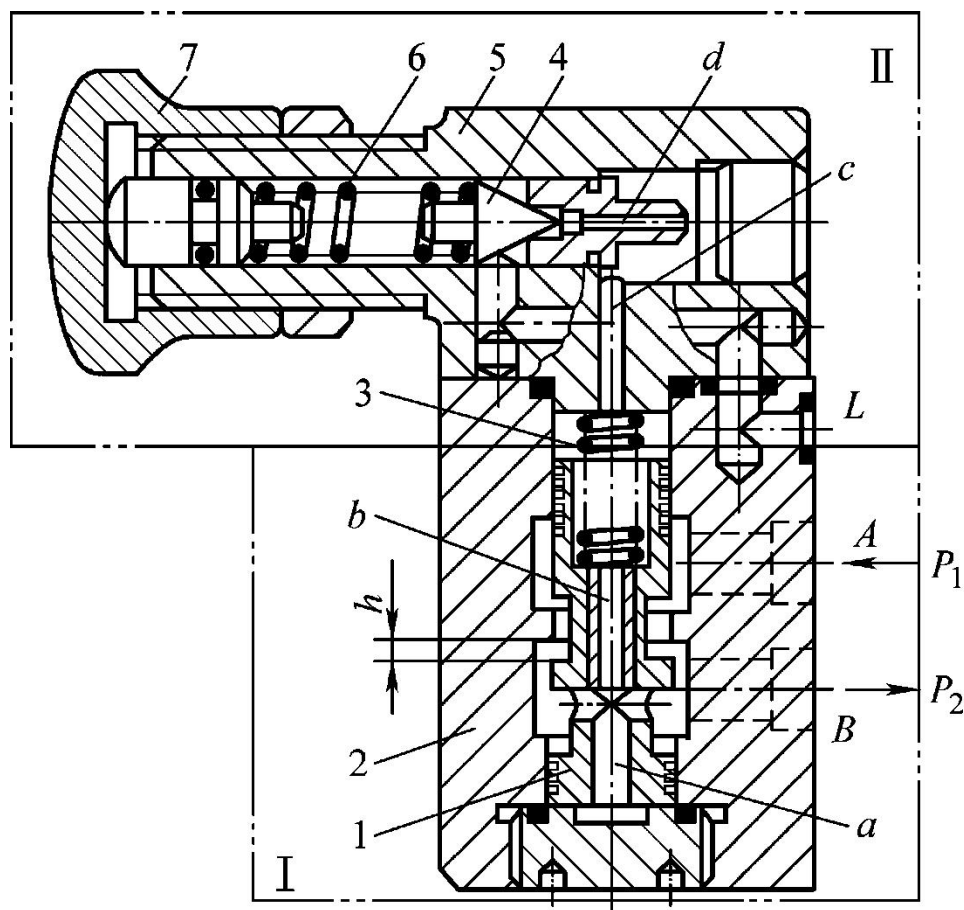
- 直动型减压阀
- 先导型减压阀

(1) 直动型减压阀



1—调压螺栓 2—调压弹簧 3—阀芯 4—阀体

(2) 先导式减压阀



1—主阀芯 2—主阀阀体

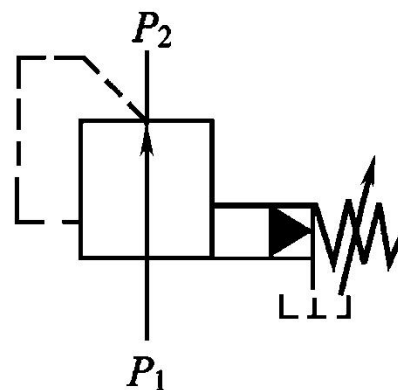
3—主阀弹簧 4—锥阀

5—先导阀阀体

6—调压弹簧 7—调压螺帽

a —轴心孔 b —阻尼孔

c 、 d —通孔



3. 顺序阀

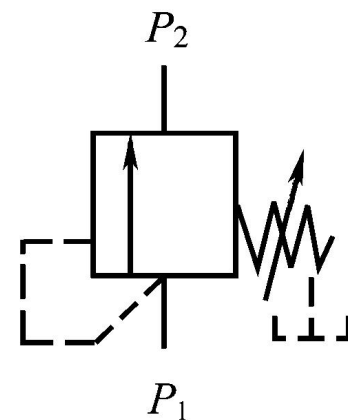
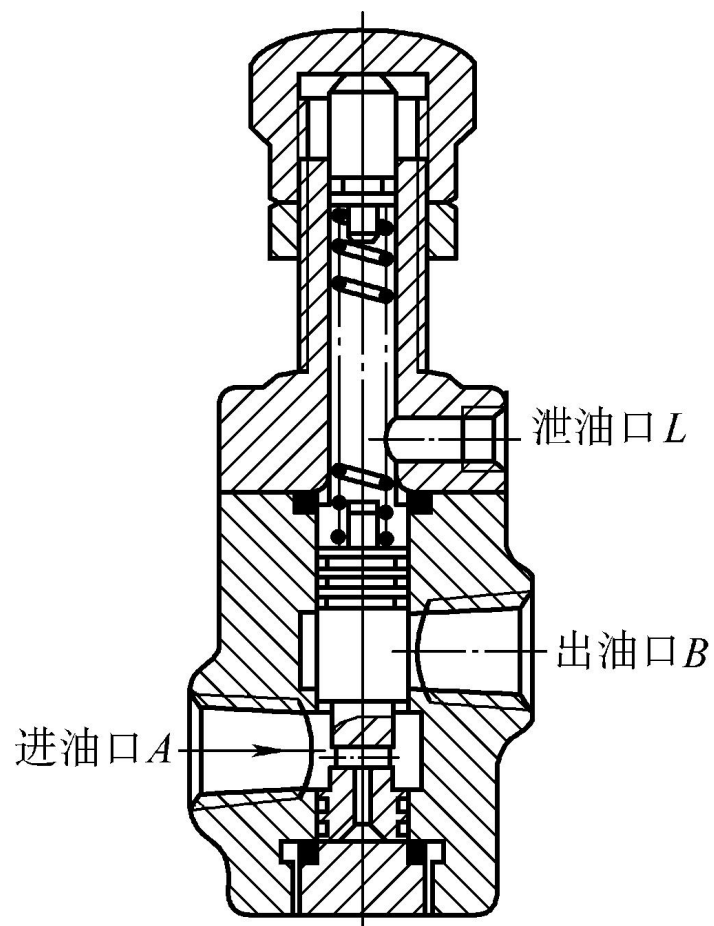
作用：利用液压系统中的压力变化来控制油路的通断，从而实现某些液压元件按一定的顺序动作。

分类：

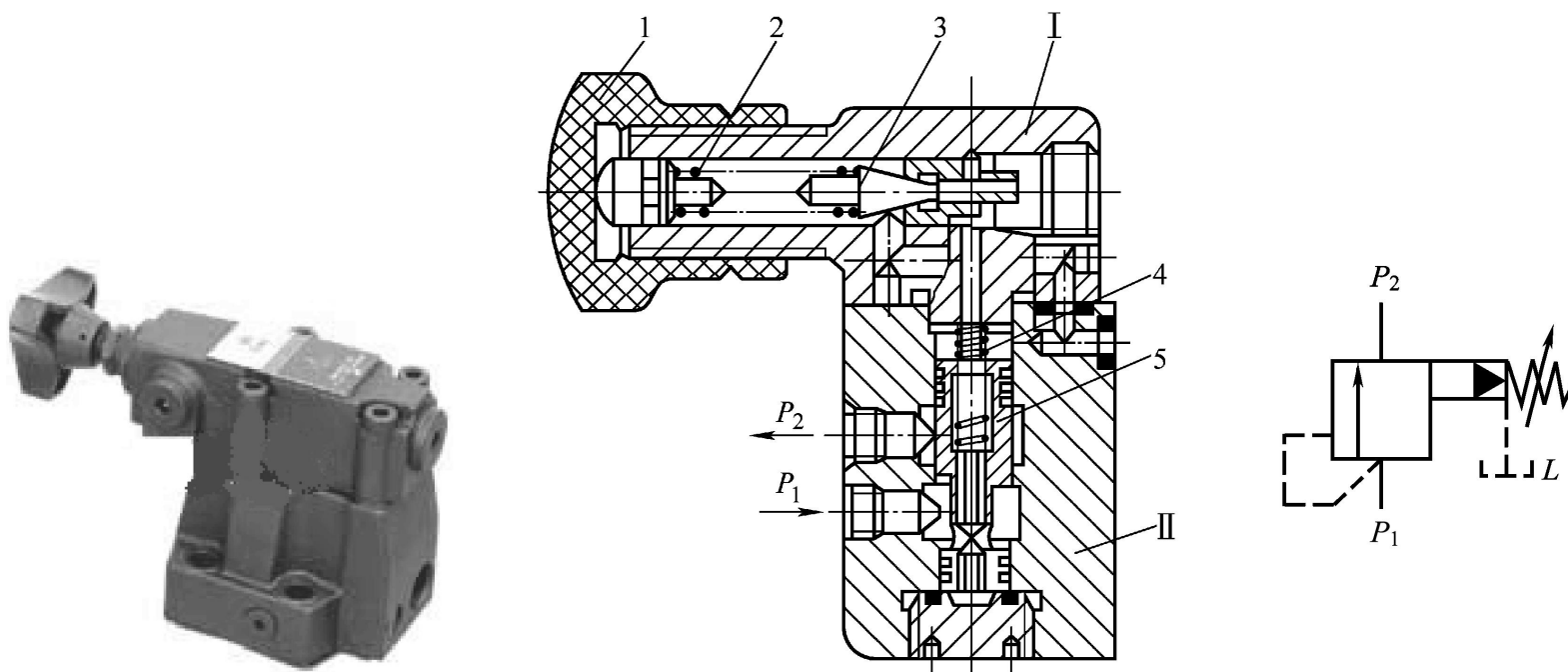
按结构和工作原理 { 直动型顺序阀
 先导型顺序阀

按控制油路连接方式 { 内控式
 外控式

(1) 直动型顺序阀



(2) 先导型顺序阀



1—调节螺母 2—调压弹簧 3—锥阀 4—主阀弹簧 5—主阀芯

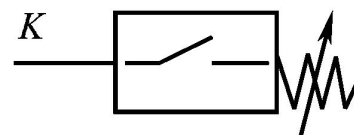
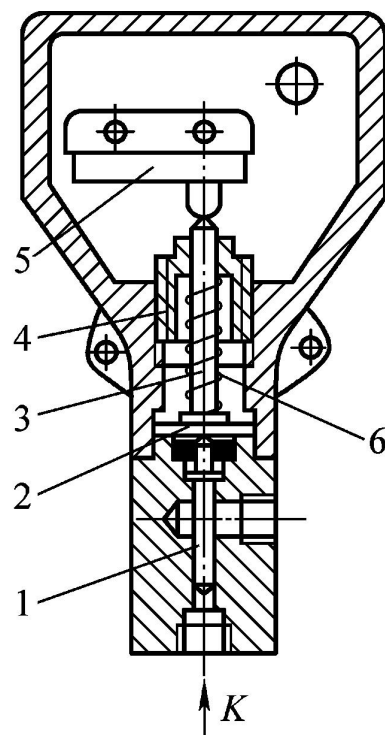
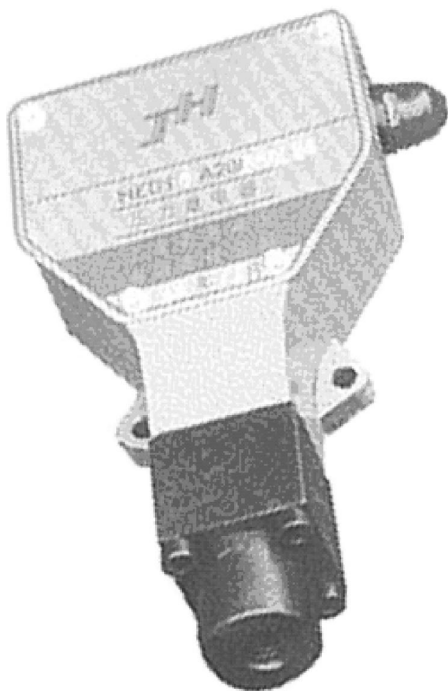
4. 压力继电器

一种将液压信号转变为电信号的转换元件。当控制流体压力达到调定值时，它能自动接通或断开有关电路，使相应的电气元件（如电磁铁、中间继电器等）动作，以实现系统的预定程序及安全保护。

一般压力继电器都是通过压力和位移的转换使微动开关动作，借以实现其控制功能。

常用的压力继电器有**柱塞式**、**膜片式**、**弹簧管式**和**波纹管式**等，其中以柱塞式最为常用。

液压柱塞式压力继电器



- 1—柱塞 2—限位挡块 3—顶杆 4—调节螺杆
5—微动开关 6—调压弹簧

三、流量控制阀

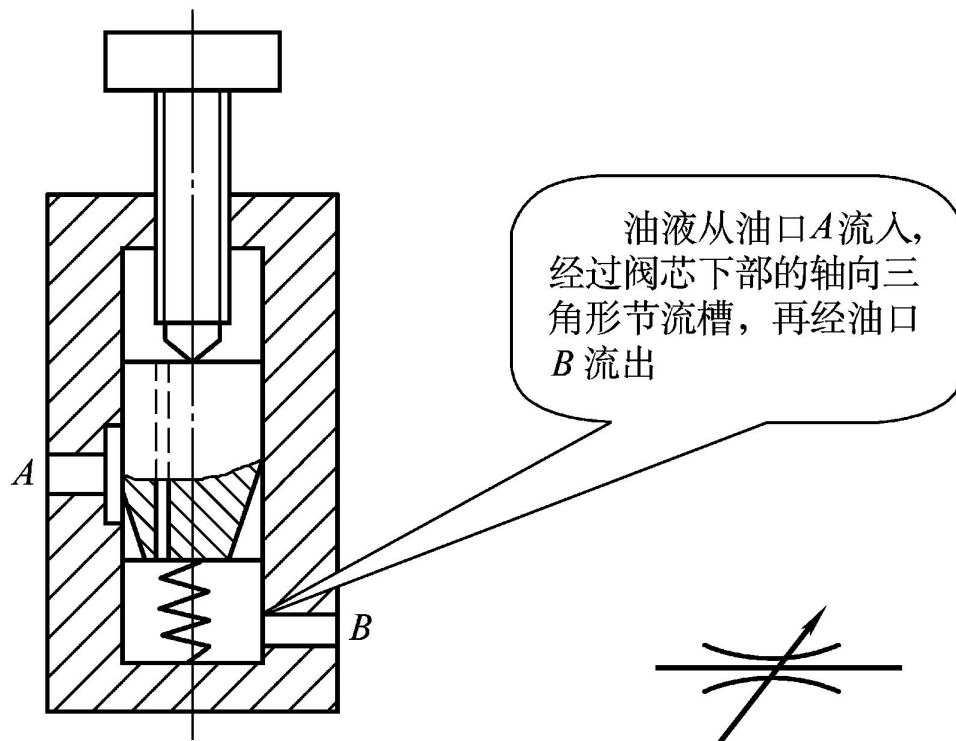
作用：控制液压系统中液体的流量，简称**流量阀**。

原理：流量阀是通过改变阀口过流截面积来调节通过阀口的流量，从而控制执行元件运动速度的控制阀。

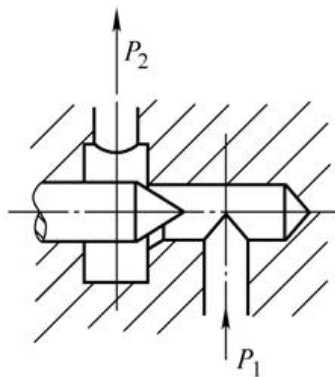
分类：

- 节流阀
- 调速阀

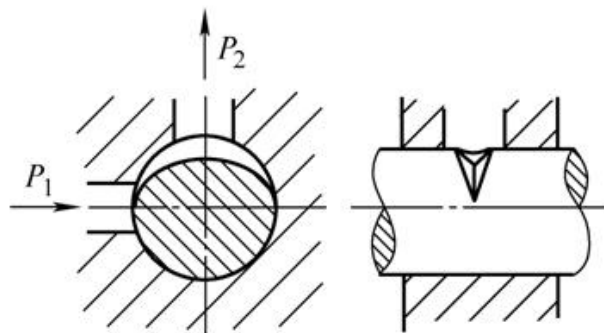
1. 节流阀



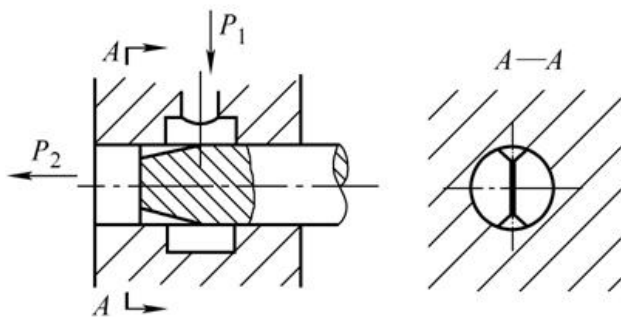
节流阀常用节流口形式



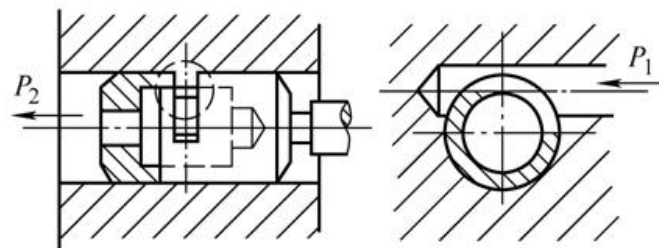
针阀式节流口



偏心式节流口



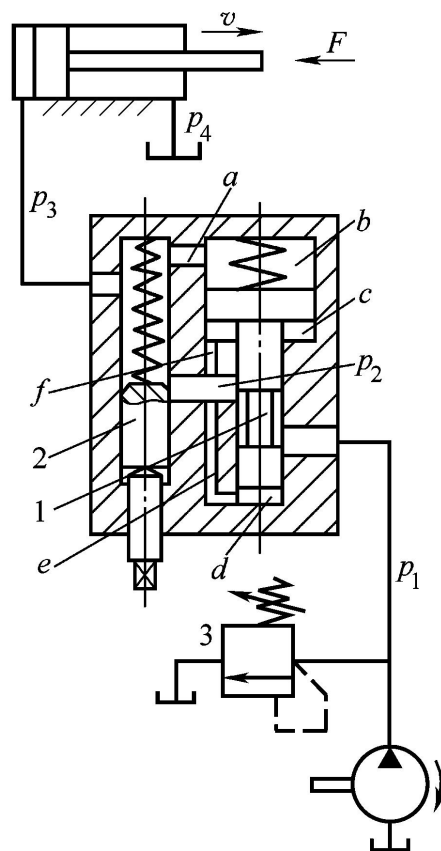
三角槽式节流口



轴向缝隙式节流口

2. 调速阀

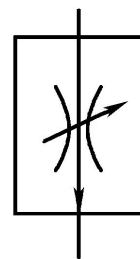
由减压阀和节流阀串联而成的组合阀。



1—减压阀阀芯

2—节流阀阀芯

3—溢流阀



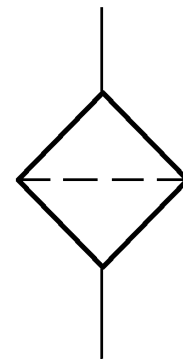
§ 14—6 液压辅助元件

- 一、过滤器
- 二、蓄能器
- 三、油管和管接头
- 四、油箱

一、过滤器

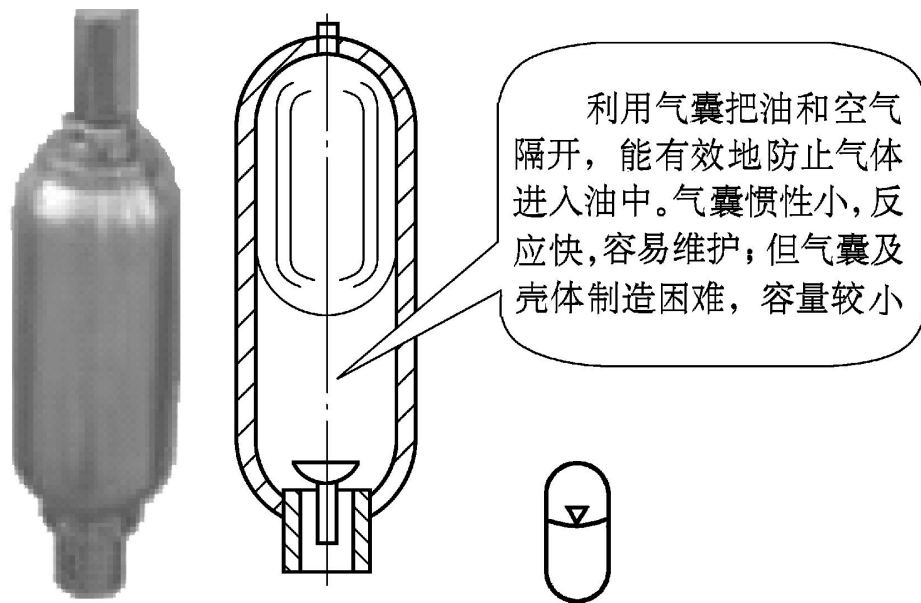
作用：保持油的清洁。

安装在液压泵的吸油管路上或液压泵的输出管路上以及重要元件的前面。通常情况下，泵的吸油口装粗过滤器，泵的输出管路上与重要元件之前装精过滤器。

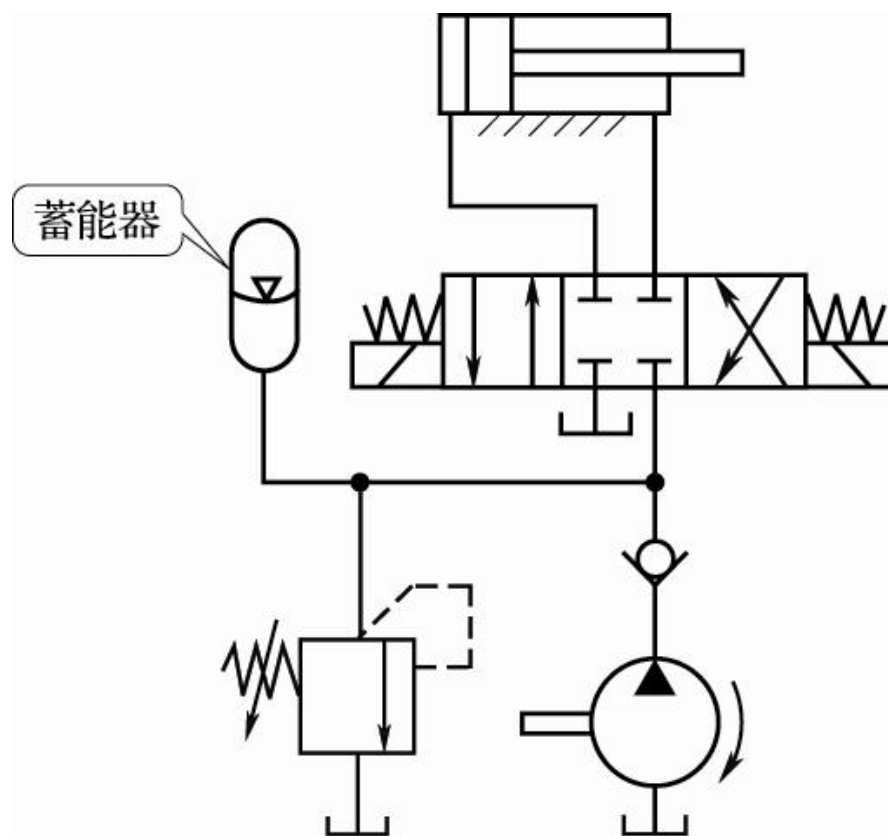


二、蓄能器

储存压力油的一种容器，可以在短时间内供应大量压力油，补偿泄漏以保持系统压力，消除压力脉动与缓和液压冲击等。



蓄能器的应用：



三、油管和管接头

1. 油管

常用的油管有钢管、铜管、橡胶软管、尼龙管和塑料管等。

固定元件间的油管常用钢管和铜管，有相对运动的元件之间一般采用软管连接。

2. 管接头

用于油管与油管、油管与液压元件间的连接。



管接头的类型及特点

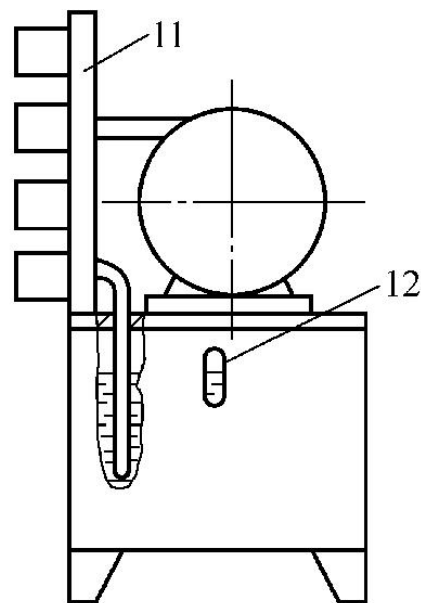
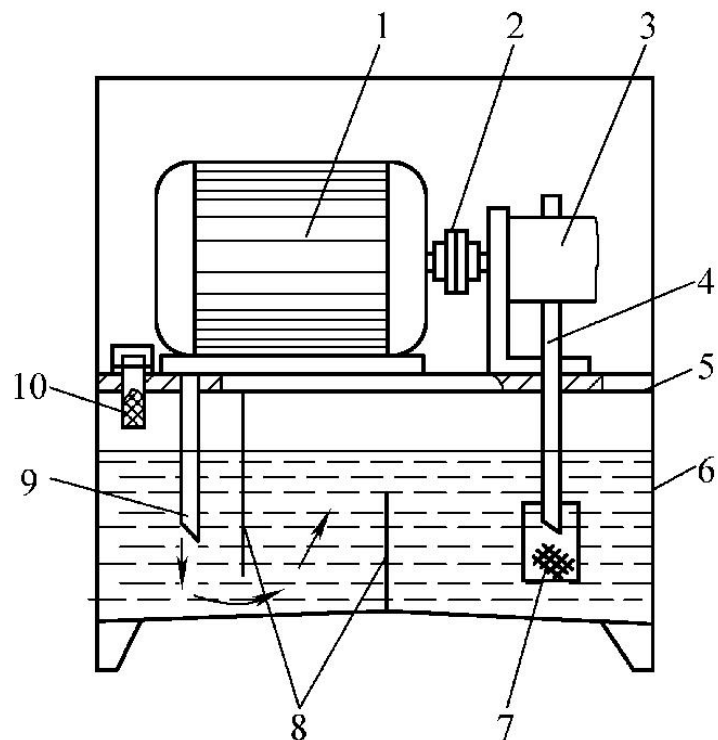
四、油箱

作用：除了用于储油外，还起散热及分离油中杂质和空气的作用。

在机床液压系统中，可以利用床身或底座内的空间作油箱。

精密机床多采用单独油箱。

液压泵卧式安置的油箱



- 1—电动机 2—联轴器 3—液压泵 4—吸油管 5—盖板
6—油箱体 7—过滤器 8—隔板 9—回油管 10—加油口
11—控制阀连接板 12—液位计

§ 14—7 液压系统基本回路

液压基本回路——由某些液压元件和附件所构成的能完成某种特定功能的回路。

一、方向控制回路

二、压力控制回路

三、速度控制回路

四、顺序动作控制回路

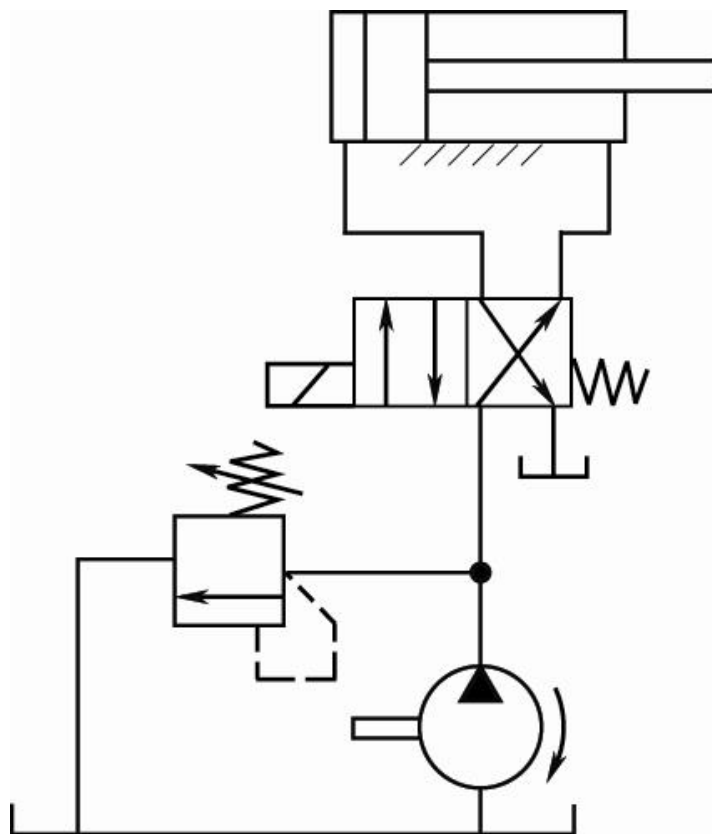
一、方向控制回路

在液压系统中，控制执行元件的启动、停止（包括锁紧）及换向的回路。

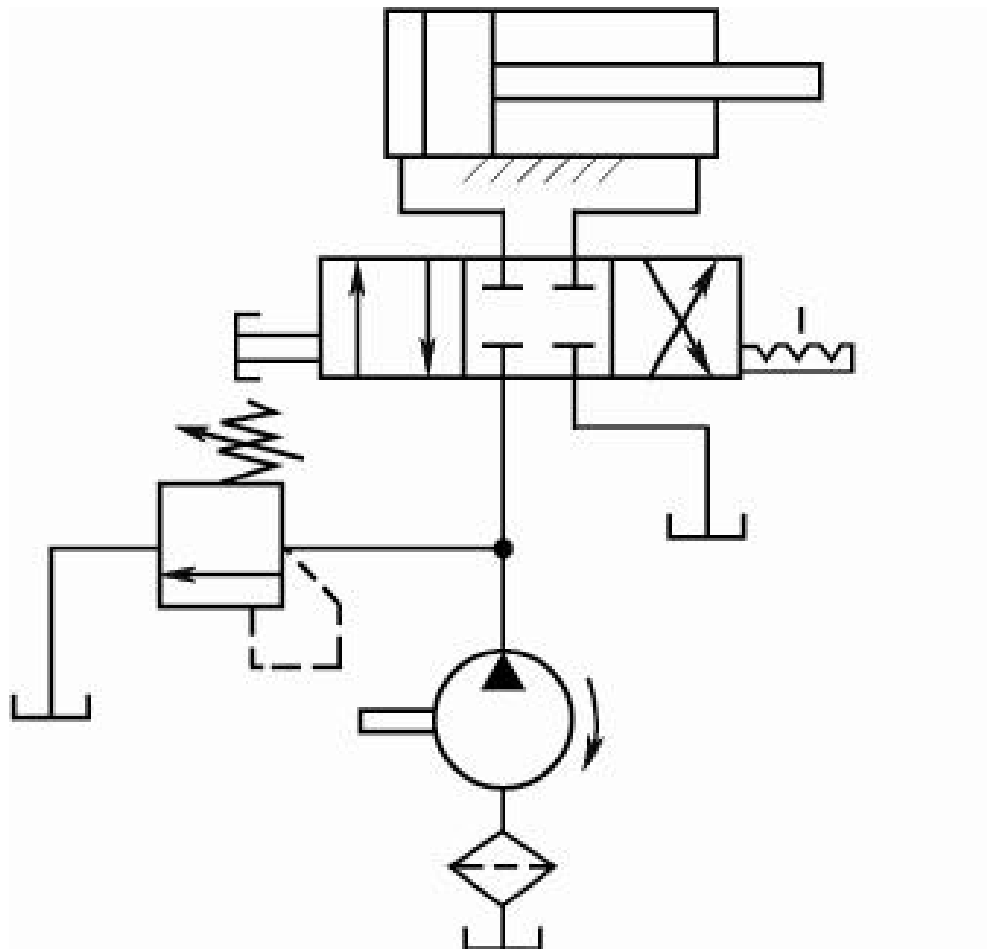
1. 换向回路
2. 锁紧回路

1. 换向回路

- 采用二位四通电磁换向阀的换向回路

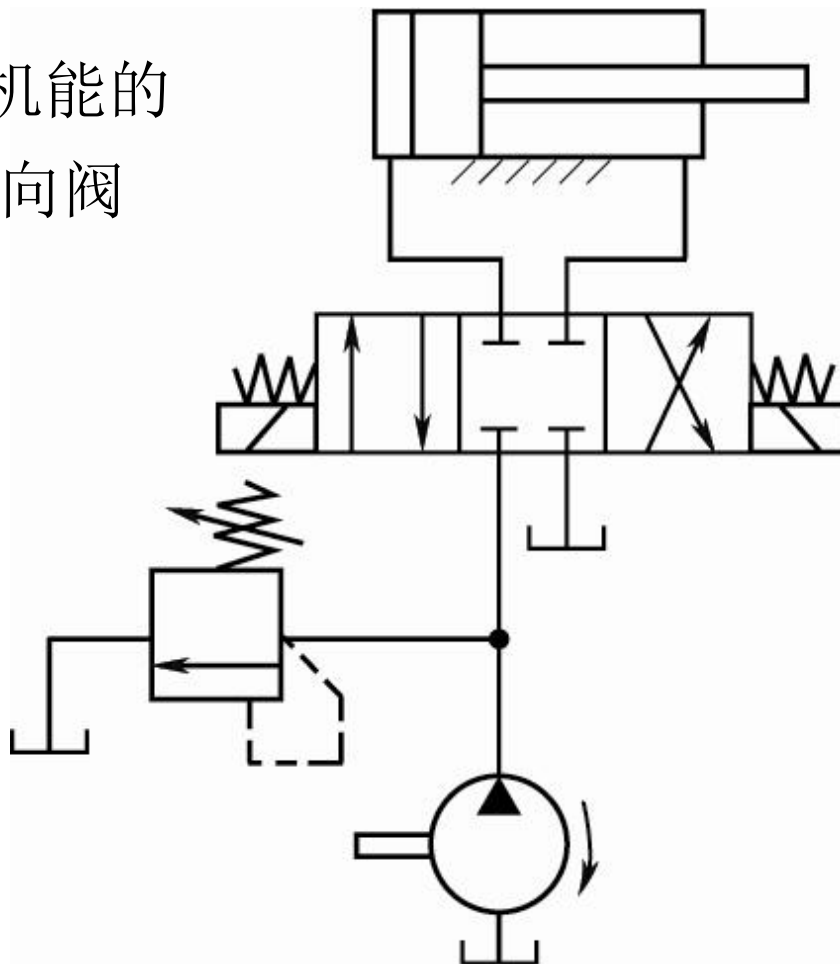


● 采用三位四通手动换向阀的换向回路

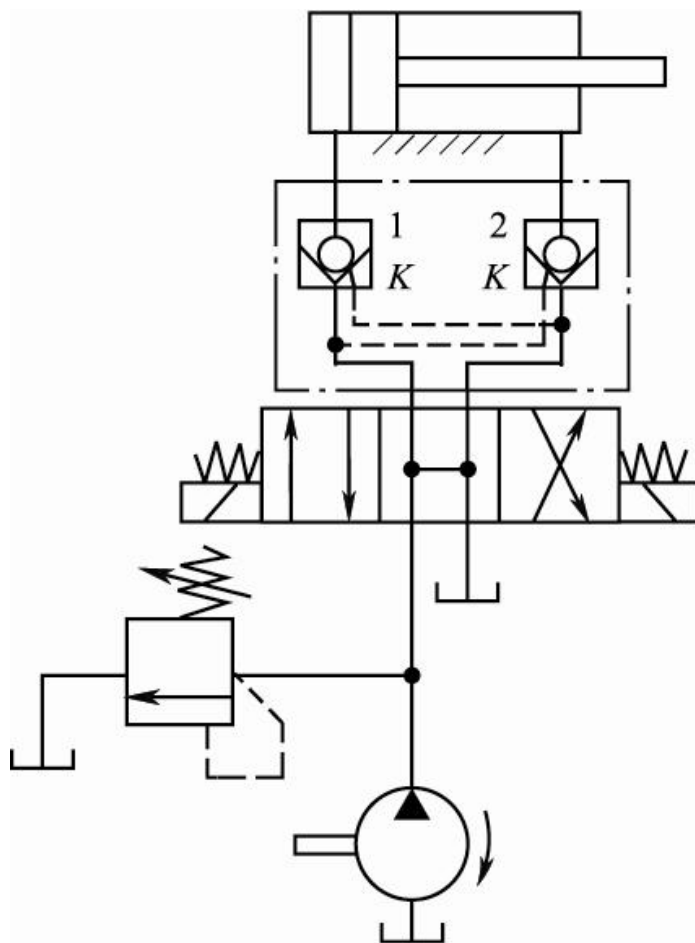


2. 锁紧回路

- 采用O型中位机能的三位四通电磁换向阀的锁紧回路



● 采用液控单向阀的锁紧回路



1、2—液控单向阀

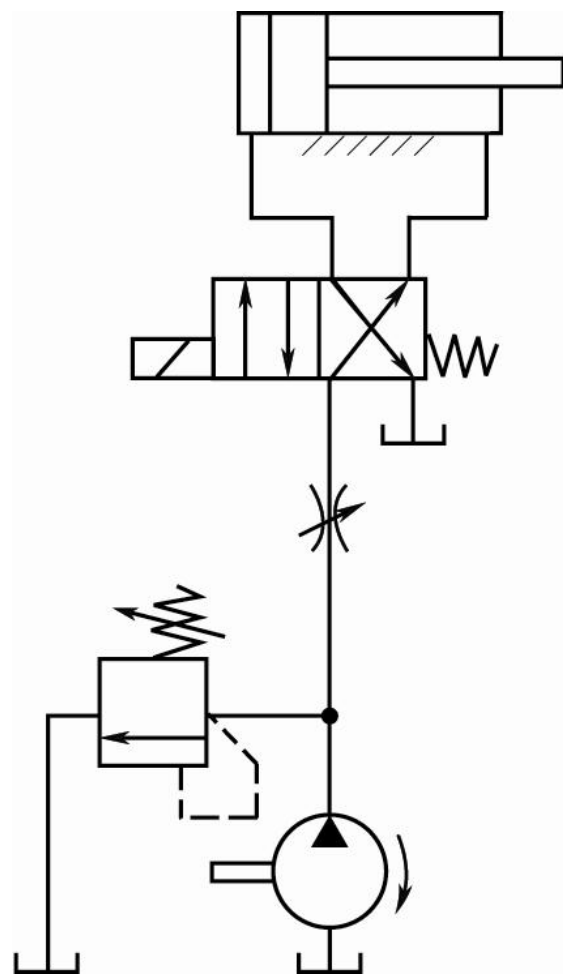
二、压力控制回路

利用压力控制阀来调节系统或系统某一部分压力的回路。压力控制回路可以实现调压、减压、增压、卸荷等功能。

1. 调压回路
2. 减压回路
3. 增压回路
4. 卸荷回路

1. 调压回路

功用：使液压系统整体或某一部分的压力保持恒定或不超过某个数值。调压功能主要由溢流阀完成。



采用溢流阀的调压回路

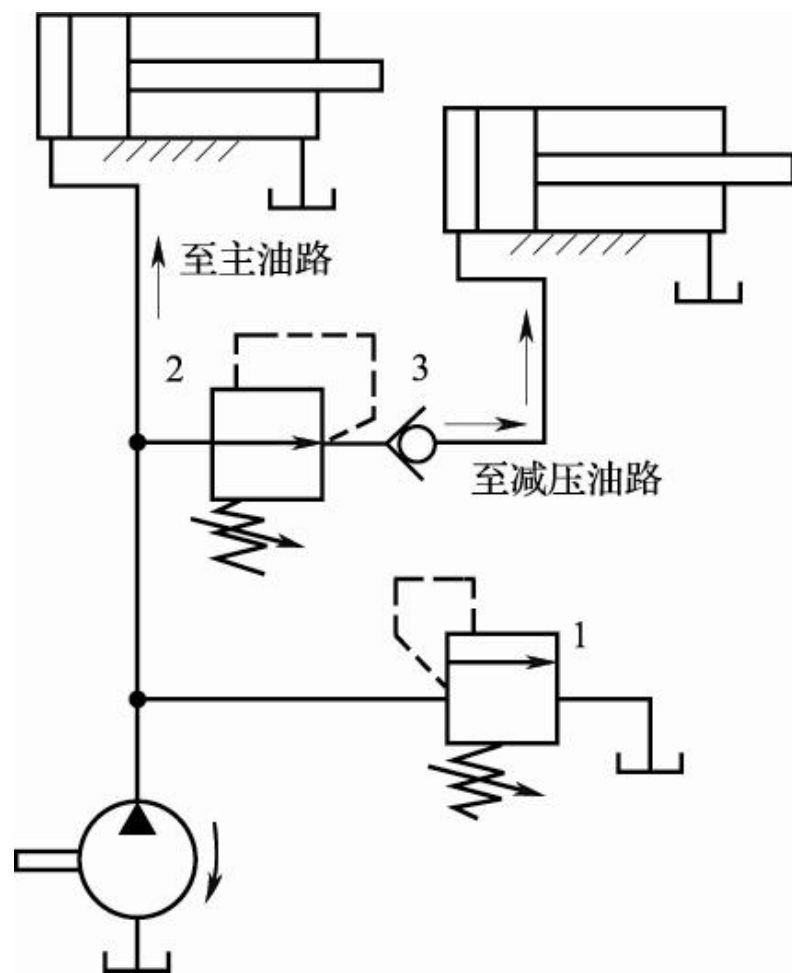
2. 减压回路

功用：使系统中的某一部分油路具有较低的稳定压力。减压功能主要由减压阀完成。

1—溢流阀

2—减压阀

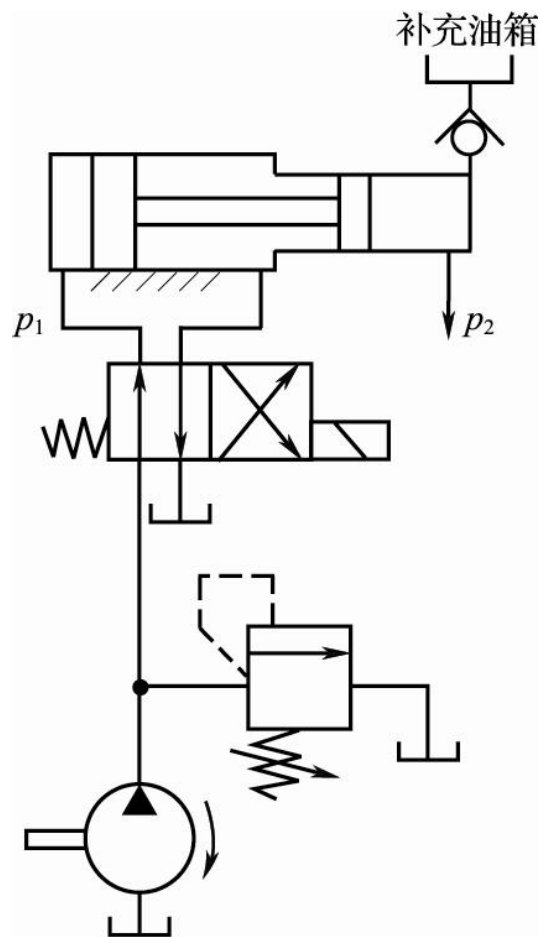
3—单向阀



采用减压阀的减压回路

3. 增压回路

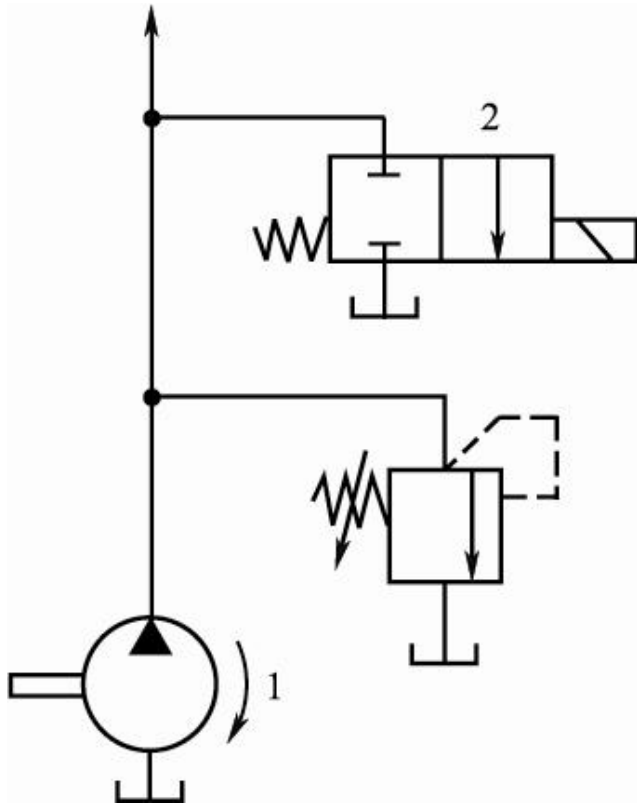
功用：使系统中局部油路或个别执行元件的压力得到比主系统压力高得多的压力。



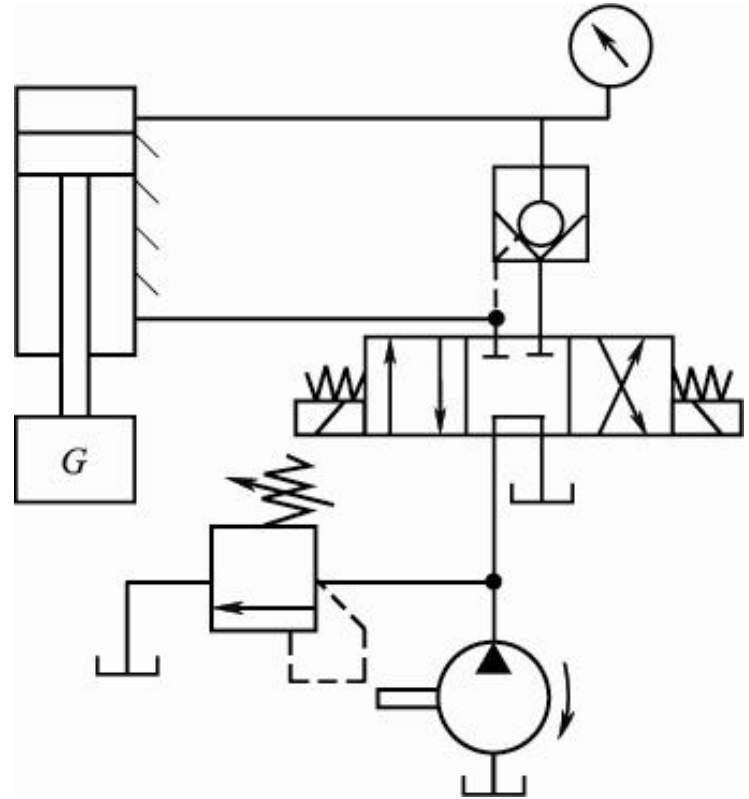
采用增压液压缸的增压回路

4. 卸荷回路

功用：避免使驱动液压泵的电动机频繁启闭，让液压泵在接近零压的情况下运转，以减少功率损失和系统发热，延长泵和电动机的使用寿命。



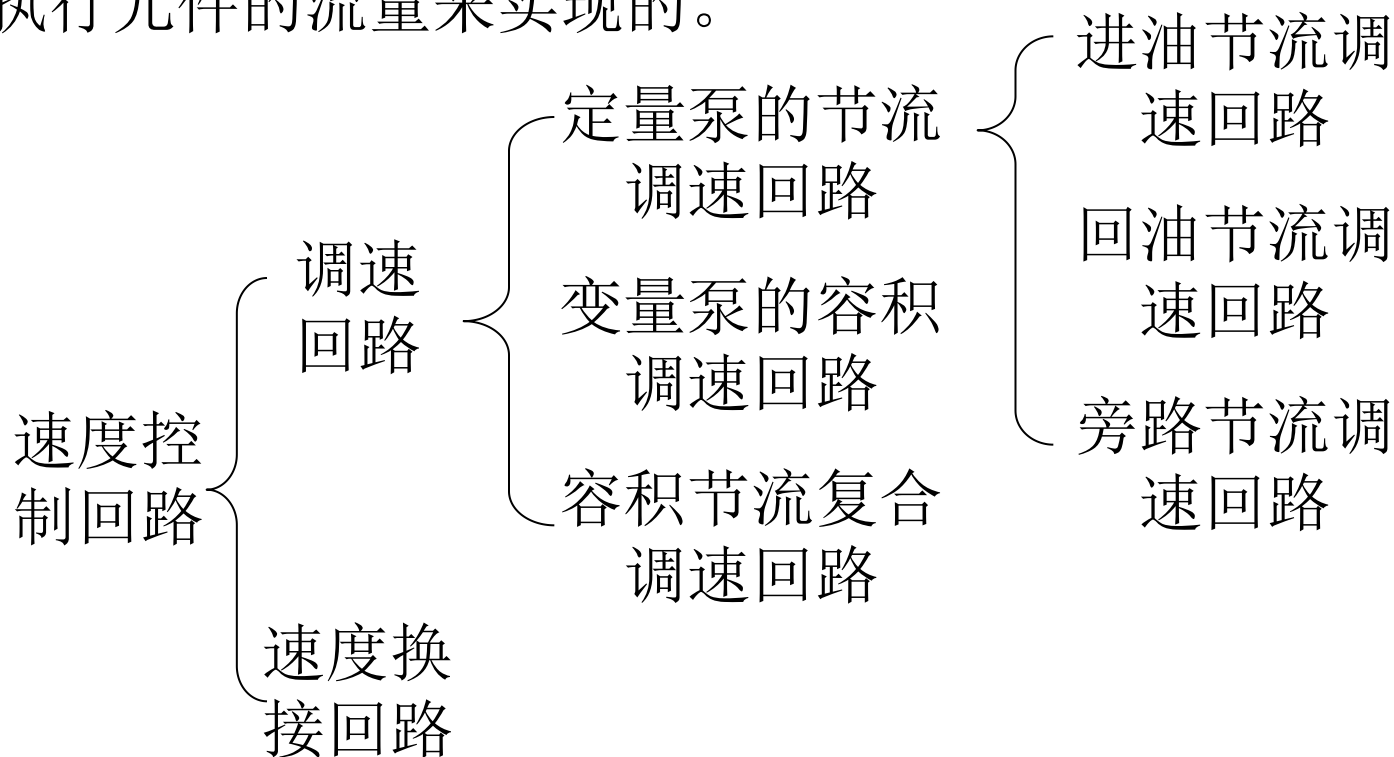
二位二通换向阀构成的
卸荷回路



三位四通换向阀构成的
卸荷回路

三、速度控制回路

控制执行元件运动速度的回路，一般是采用改变进入执行元件的流量来实现的。



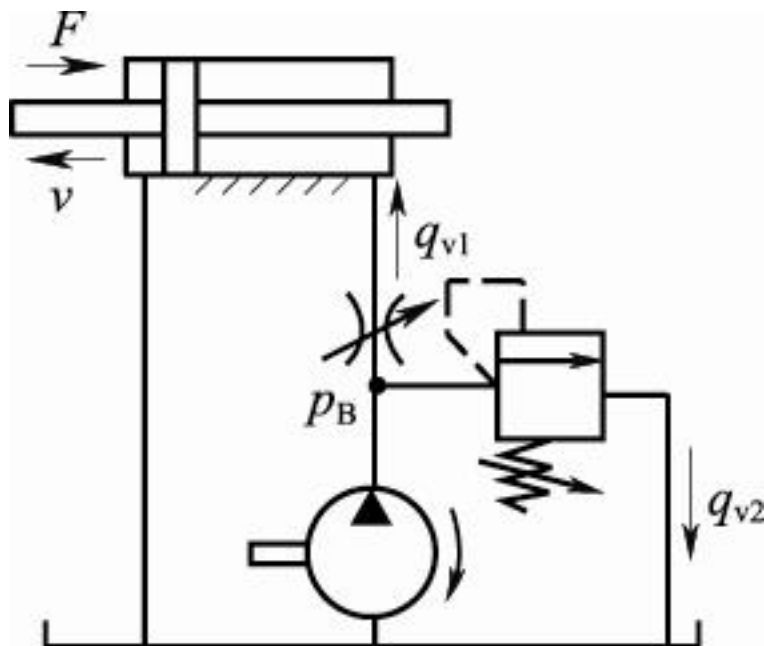
1. 调速回路

用于调节工作行程速度的回路。

- 进油节流调速回路
- 回油节流调速回路
- 变量泵的容积调速回路

● 进油节流调速回路

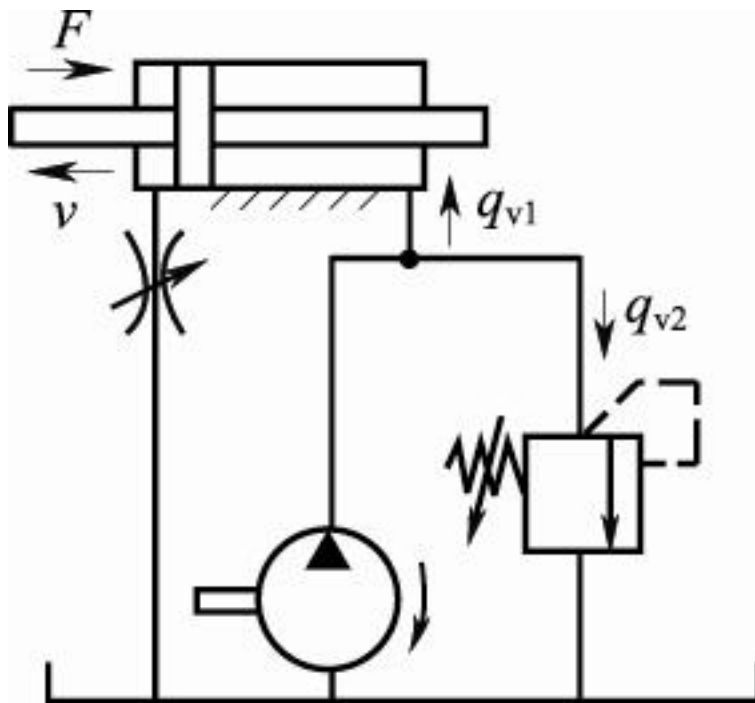
将节流阀串联在液压泵与液压缸之间。



泵输出的油液一部分经节流阀进入液压缸的工作腔，泵多余的油液经溢流阀流回油箱。由于溢流阀有溢流，泵的出口压力 p_B 保持恒定。调节节流阀通流截面积，即可改变通过节流阀的流量，从而调节液压缸的运动速度。

- 回油节流调速回路

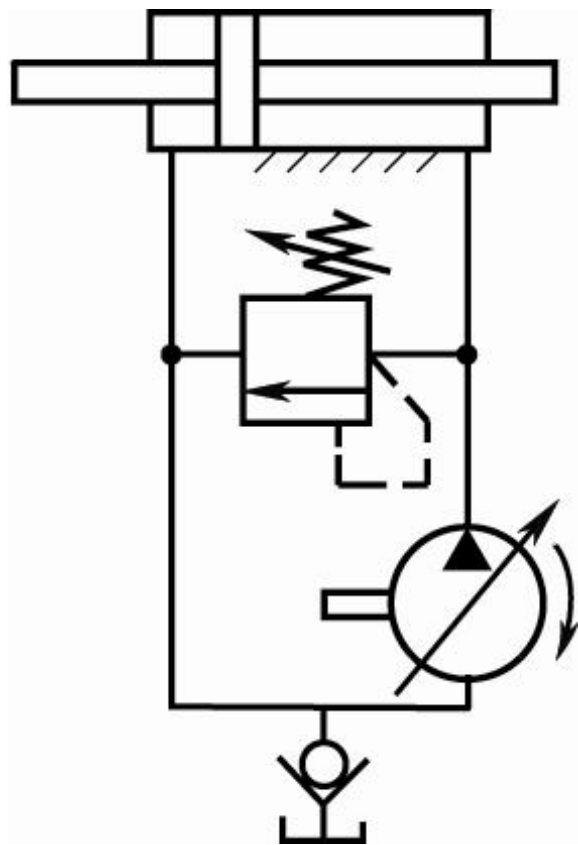
将节流阀串接在液压缸与油箱之间。



调节节流阀流通截面积，
可以改变从液压缸流回油箱
的流量，从而调节液压缸运
动速度。

● 变量泵的容积调速回路

依靠改变液压泵的流量来调节液压缸速度的回路。



液压泵输出的压力油全部进入液压缸，推动活塞运动。改变液压泵输出油量的大小，从而调节液压缸运动速度。

溢流阀起安全保护作用。该阀平时不打开，在系统过载时才打开，从而限定系统的最高压力。

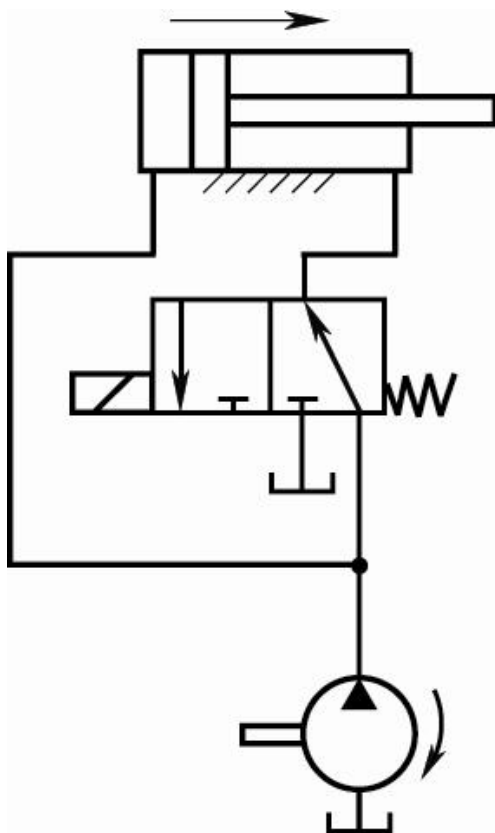
2. 速度换接回路

使不同速度相互转换的回路。

- 液压缸差动连接速度换接回路
- 短接流量阀速度换接回路
- 串联调速阀速度换接回路
- 并联调速阀速度换接回路

● 液压缸差动连接速度换接回路

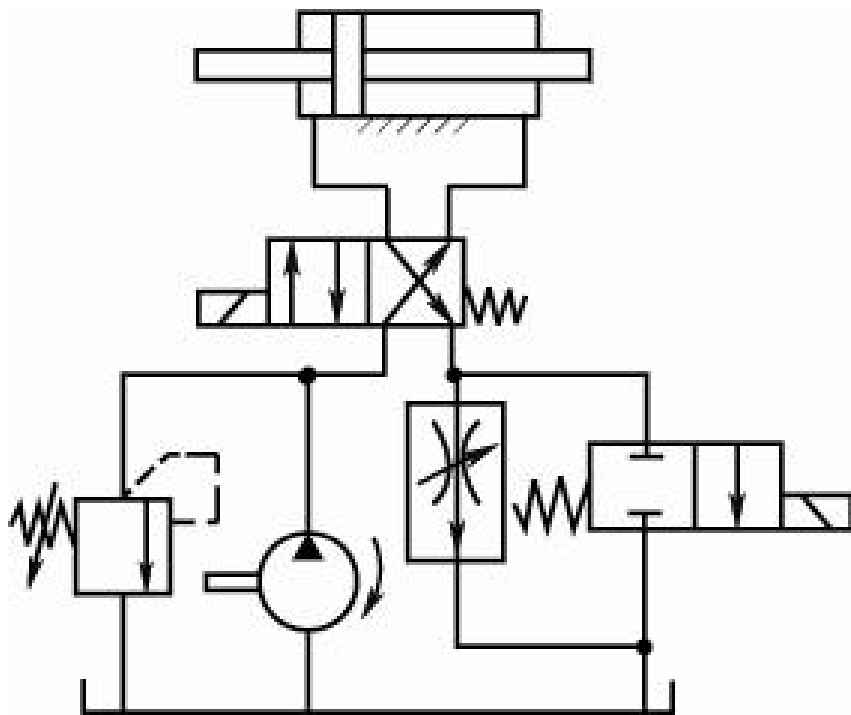
利用液压缸差动连接获得快速运动的回路。



液压缸差动连接时，当相同流量进入液压缸时，其速度提高。图示用一个二位三通电磁换向阀来控制快慢速度的转换。

● 短接流量阀速度换接回路

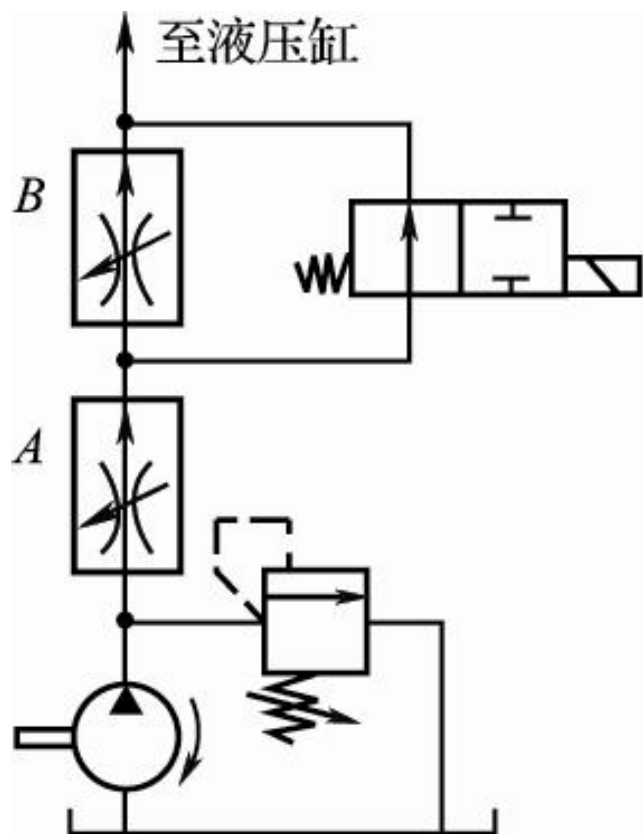
采用短接流量阀获得快慢速运动的回路。



图示为二位二通电磁换向阀左位工作，回路回油节流，液压缸慢速向左运动。当二位二通电磁换向阀右位工作时（电磁铁通电），流量阀（调速阀）被短接，回油直接流回油箱，速度由慢速转换为快速。二位四通电磁换向阀用于实现液压缸运动方向的转换。

● 串联调速阀速度换接回路

采用串联调速阀获得速度换接的回路。

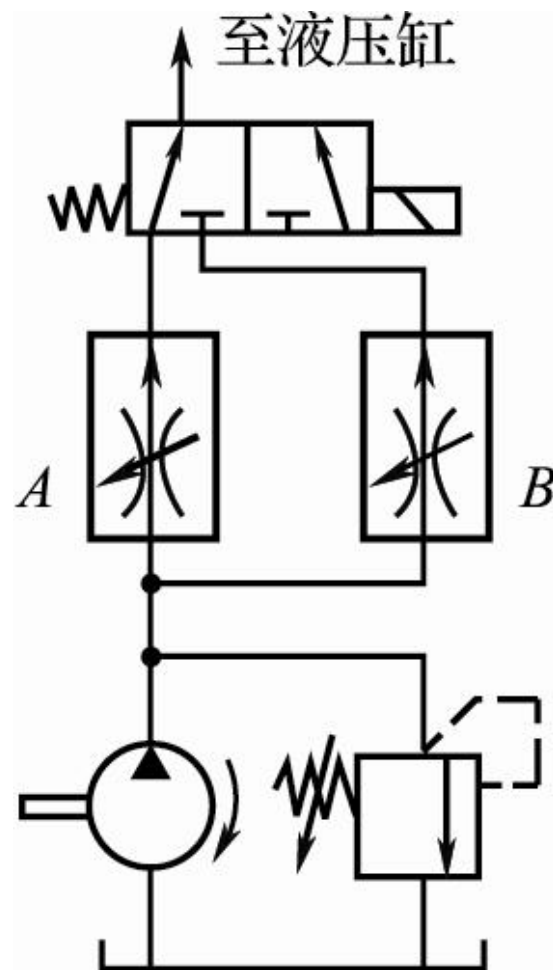


图示为二位二通电磁换向阀左位工作，液压泵输出的压力油经调速阀 *A* 后，通过二位二通电磁换向阀进入液压缸，液压缸工作速度由调速阀 *A* 调节；当二位二通电磁换向阀右位工作时（电磁铁通电），液压泵输出的压力油通过调速阀 *A*，须再经调速阀 *B* 后进入液压缸，液压缸工作速度由调速阀 *B* 调节。

● 并联调速阀速度换接回路

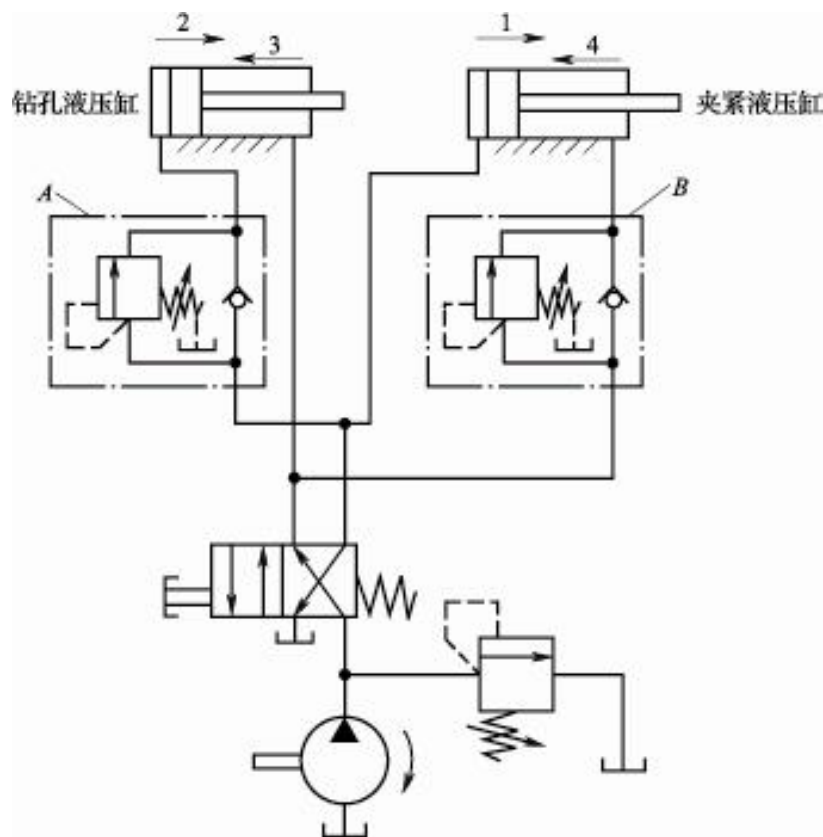
采用并联调速阀获得速度换接的回路。

两工作进给速度分别由调速阀 *A* 和调速阀 *B* 调节。速度转换由二位三通电磁换向阀控制。



四、顺序动作控制回路

实现系统中执行元件动作先后次序的回路。



采用两个单向顺序阀的压力
控制顺序动作回路

§ 14—8 液压传动系统应用实例

一、机械手液压传动系统



图14—76

二、数控车床液压系统



图14—77

本章小结

1. 液压传动系统的基本原理和液压传动系统的组成。
2. 液压传动系统的流量和压力的有关概念及其相关计算。
3. 液压泵的类型及工作原理。
4. 液压缸的常见类型及特点，运动速度及输出推力的计算。
5. 液压控制阀的功用、种类、工作原理及特点。
6. 液压辅助元件的种类及其工作原理、特点。
7. 方向控制回路中换向回路和锁紧回路的应用，简单的方向控制回路。
8. 压力控制回路中调压、减压、增压及卸荷等功能的应用，简单的压力控制回路。

9. 常用调速回路，包括进油节流调速回路、回油节流调速回路、变量泵的容积调速回路的特点及应用。

10. 常用速度换接回路，包括液压缸差动连接速度换接回路、短接流量阀速度换接回路、串联调速阀速度换接回路、并联调速阀速度换接回路的特点及应用。

11. 顺序动作控制回路的应用及分析。

12. 一些简单的液压传动系统图。