

# 液压与气压传动

## 第7章 基本回路



- 7.1 概 述
- 7.2 方向控制回路
- 7.3 压力控制回路
- 7.4 速度控制回路
- 7.5 多缸运动控制回路



## 7.1 概述

### 1. 基本回路的概念

由相关的液压元件和辅件组成，用来完成特定功能的典型回路。是系统的基本组成单元。

基本回路是从一般的实际液压系统中归纳、综合、提炼出来的，具有一定的代表性。熟悉和掌握基本回路的组成、工作原理、性能特点及其应用，是分析和设计液压系统的重要依据。



## 2. 分类:

压力控制回路

速度控制回路

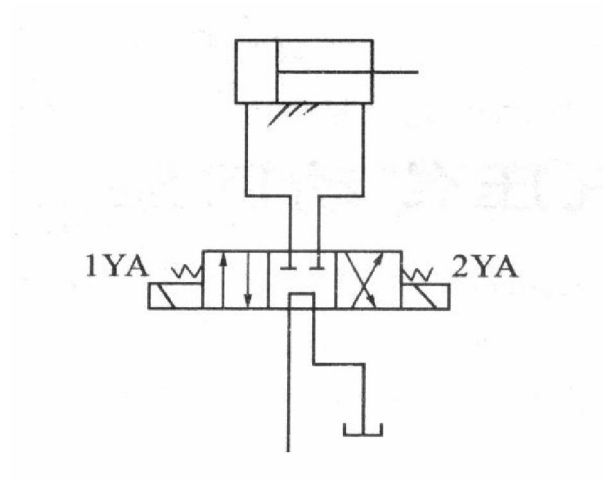
方向控制回路

多缸运动控制回路



## 7.2 方向控制回路

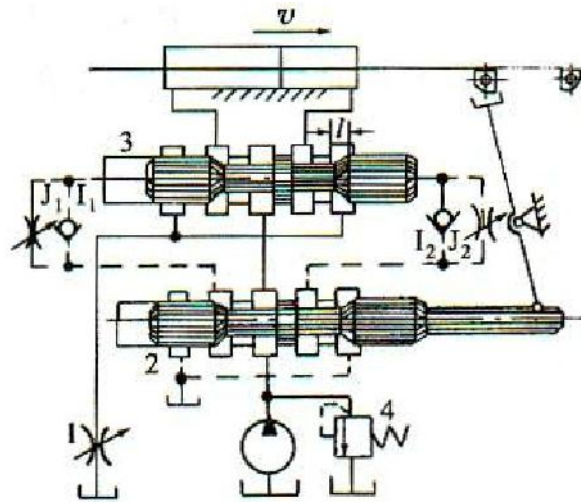
### 一、一般方向控制回路





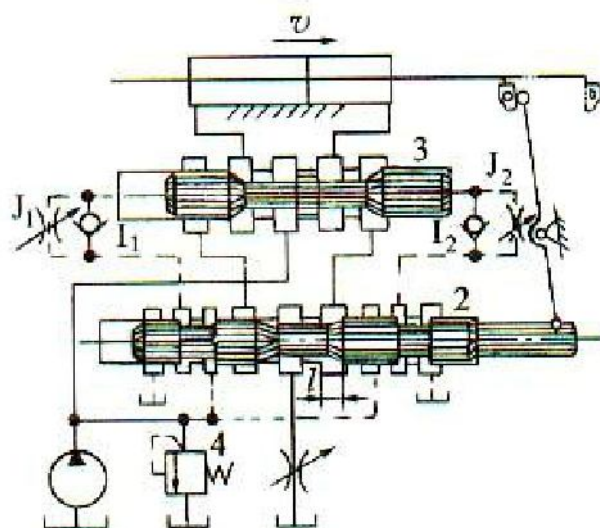
## 二、复杂方向控制回路

### 1. 时间控制制动式换向回路





## 2. 行程控制制动式换向回路





- 各种操纵方式的换向阀都可组成换向回路，只是性能和应用场合不同。
- 手动换向阀的换向精度和平稳性不高，常用于换向不频繁且无需自动化的场合。如：一般机床夹具、工程机械等。
- 机动换向阀只需使运动部件上的挡块有合适的应角或轮廓曲线，即可减小液压冲击，获得较高的换向精度，常用于速度和惯性较大的系统。





- 电磁换向阀使用方便，易于实现自动化，但换向时间短，换向冲击大，适用于小流量、平稳性要求不高的场合。
- 流量较大、换向精度与平稳性要求较高的液压系统，常采用液动阀或电液换向阀。换向有特殊要求时，则采用特别设计的组合阀——液压操纵箱。



## 7.3 压力控制回路

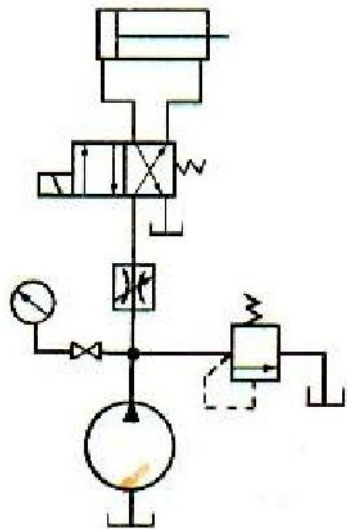
### 功能:

利用压力控制元件来控制整个液压系统的工作压力，以满足执行元件对力（或力矩）的要求。或达到合理利用功率、保证系统安全等目的。

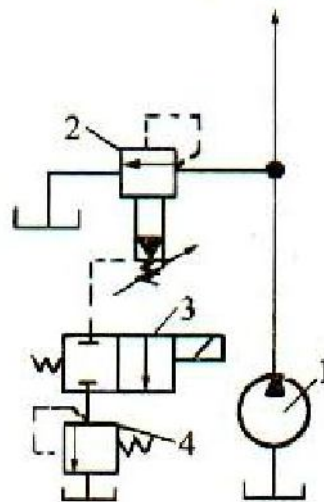


# 一、调压回路

## 1、单级调压回路



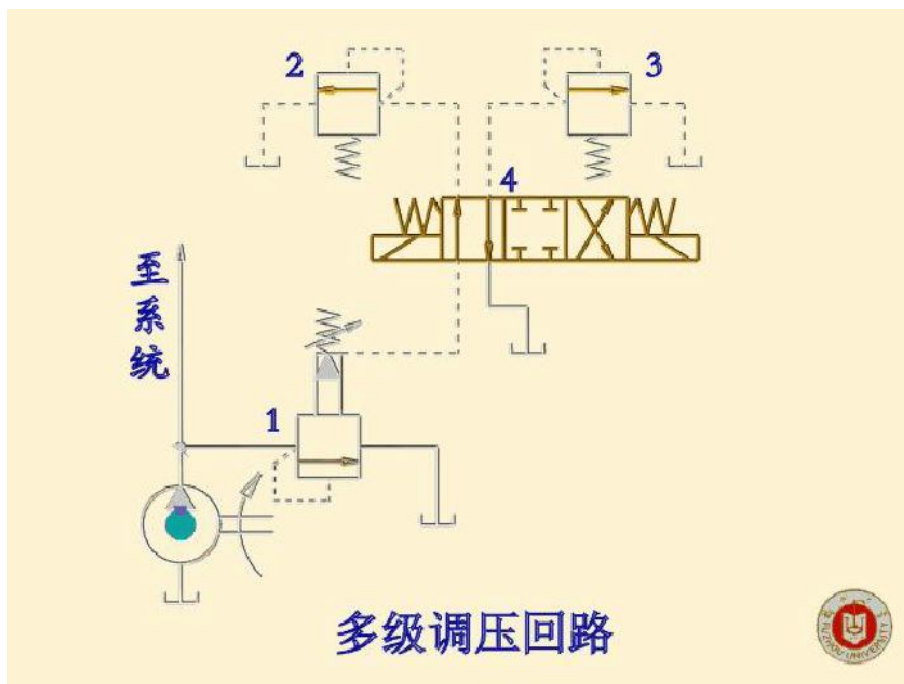
## 2、二级调压回路



动画

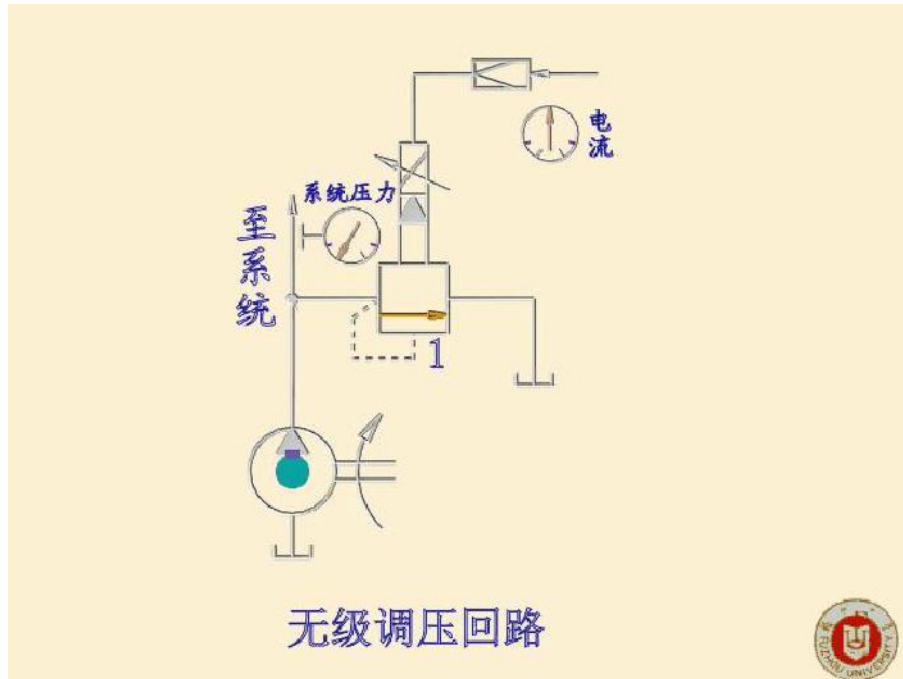


### 3. 多级调压回路





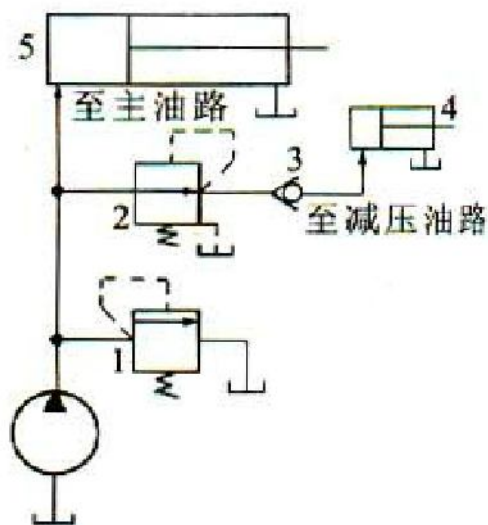
### 4. 无级调压回路





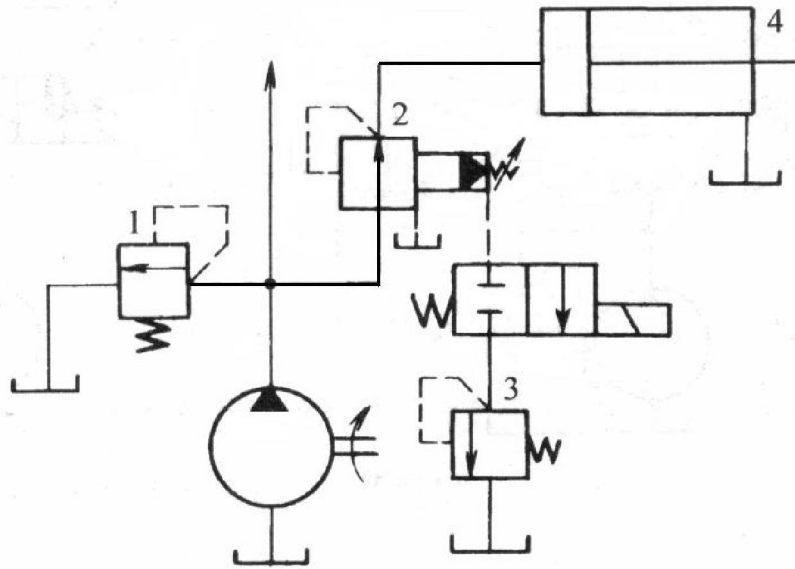
## 二、减压回路

1. 液压系统中的定位、夹紧、分度、控制油路等支路，在工作中往往需要稳定的低压。
2. 若回路中采用了比例减压阀减压，根据输入信号的变化，便可获得无级的稳定低压。





# 二级减压回路

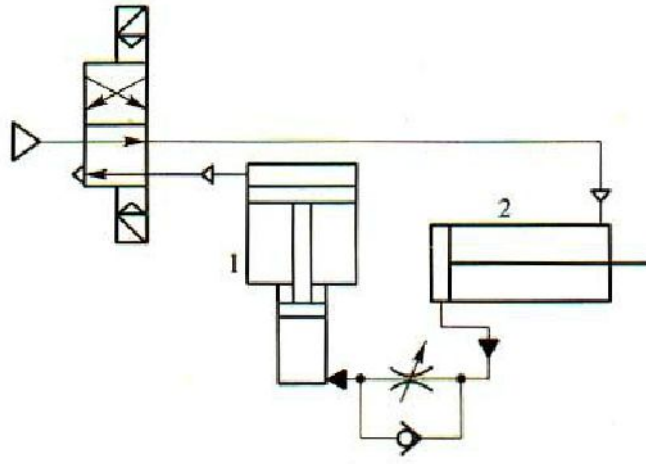
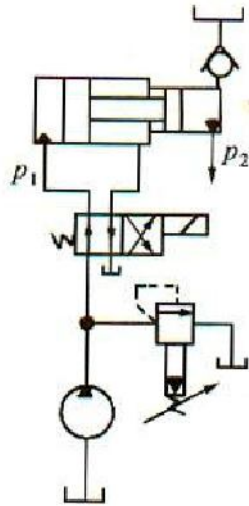


动画



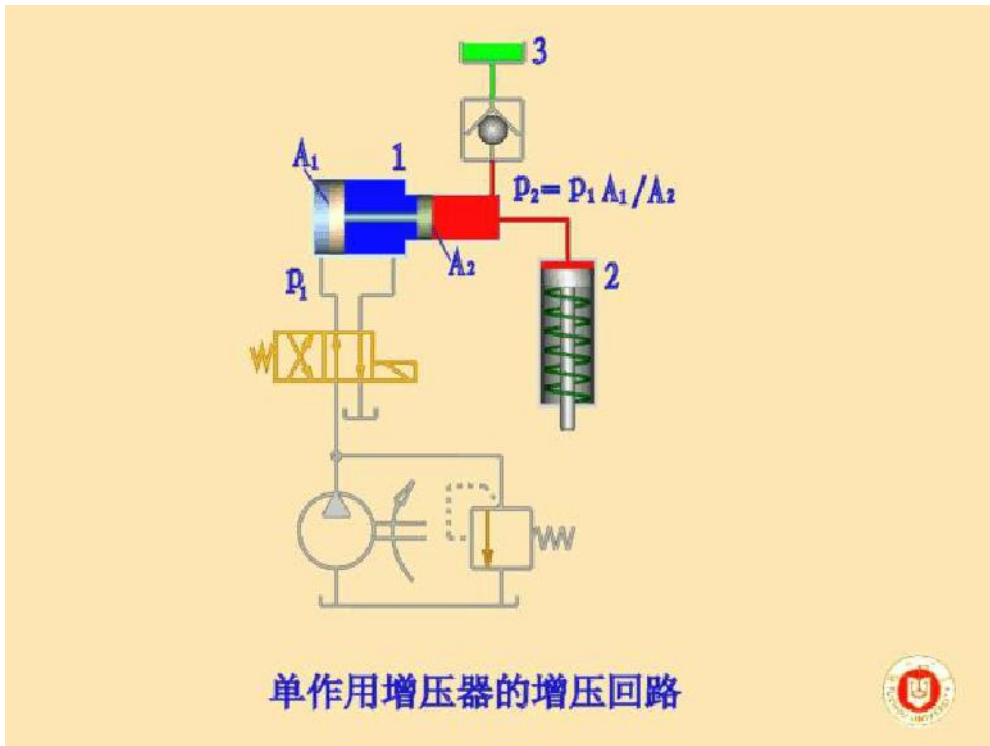
### 三、增压回路

#### 1. 单作用增压器



动画

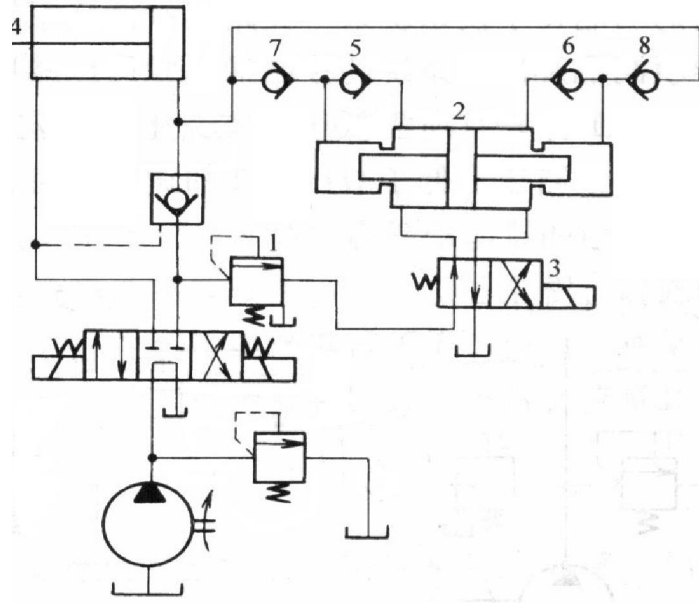


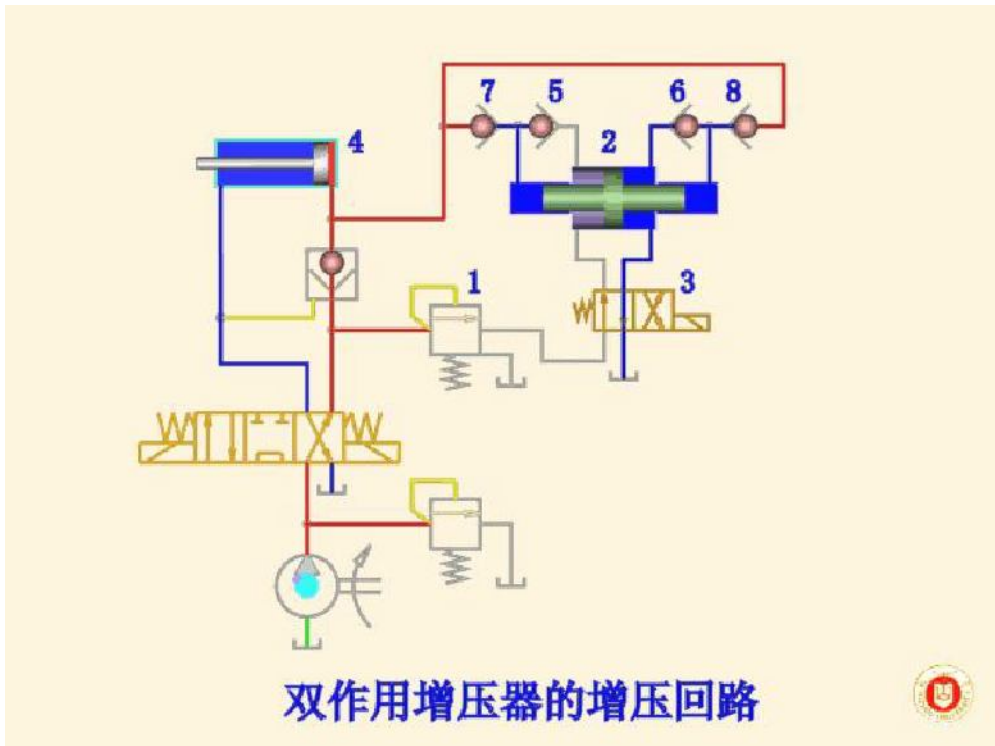




## 2. 双作用增压器

该回路能连续输出高压油，适用于增压行程较长的场合。

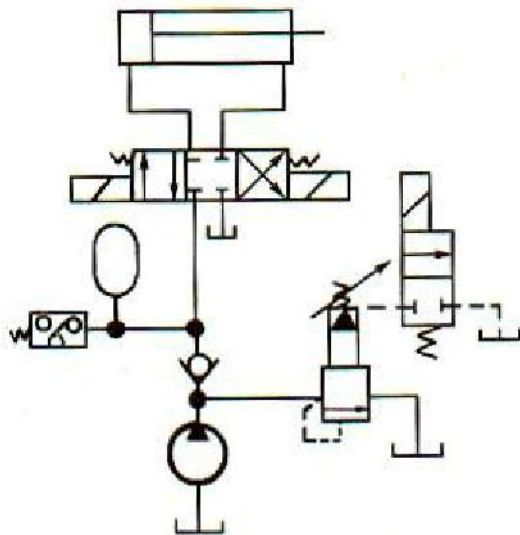






## 四、保压回路

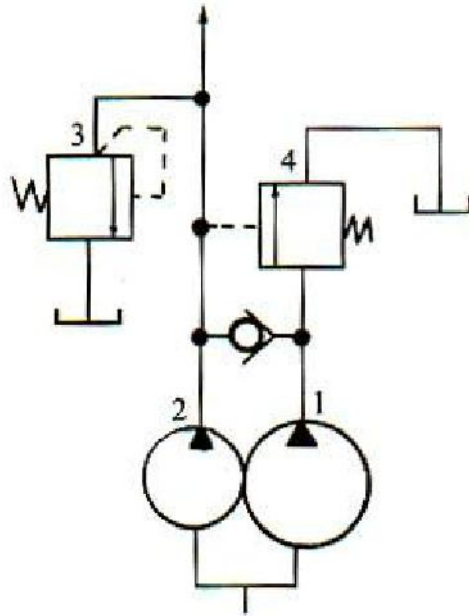
### 1. 利用蓄能器保压



动画

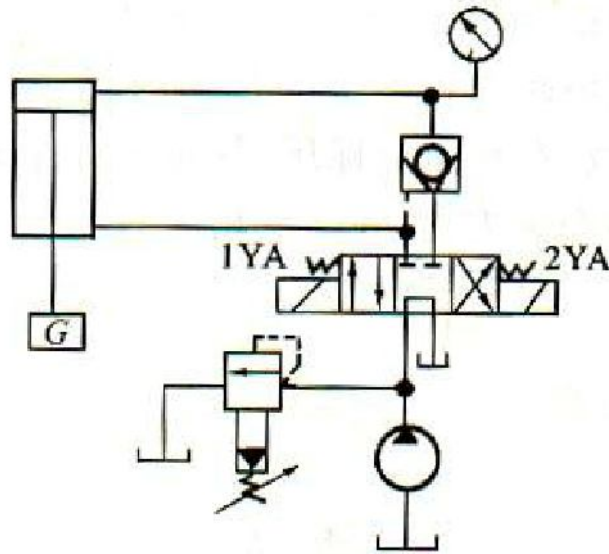


## 2. 利用液压泵保压



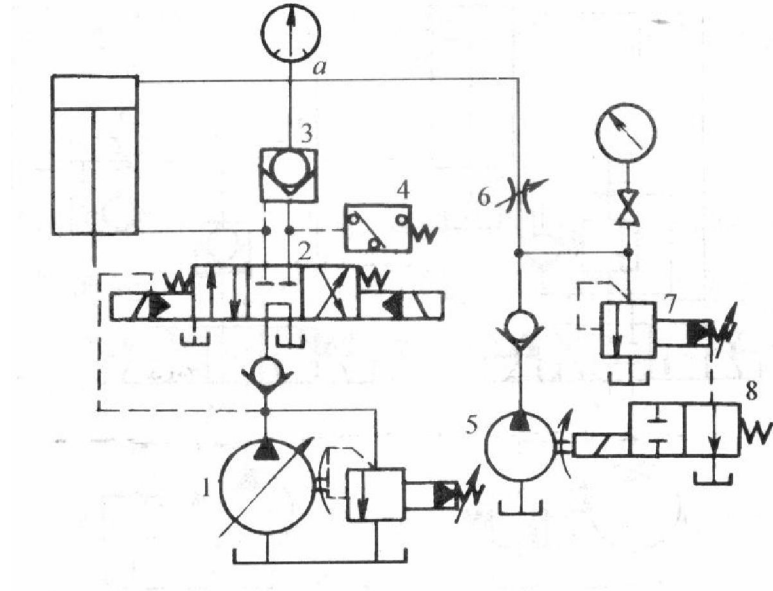


### 3. 用液控单向阀保压



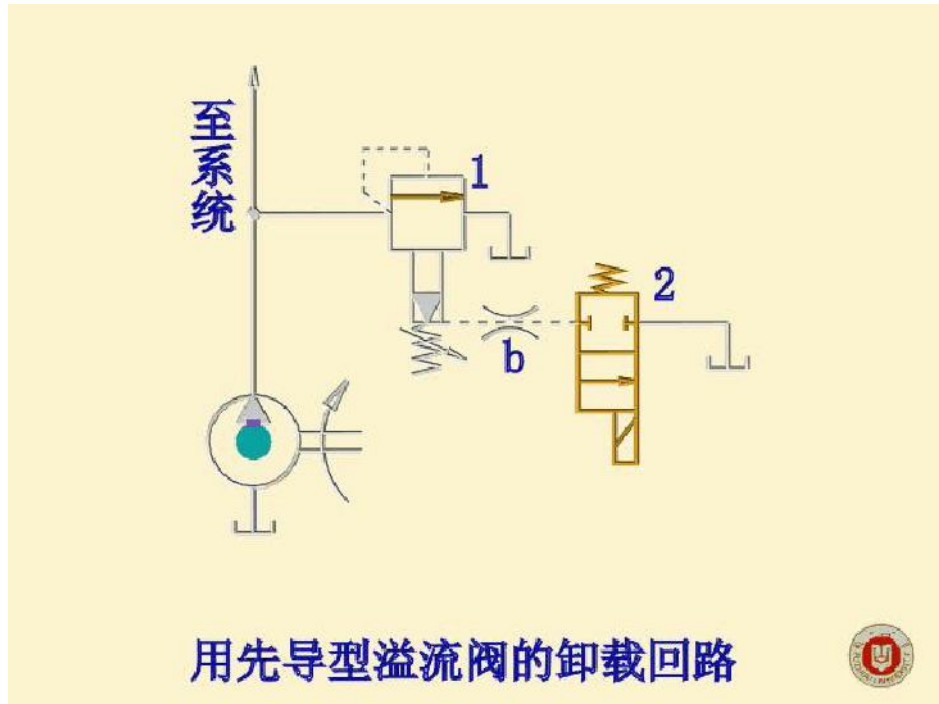


### 4. 采用辅助泵的保压回路

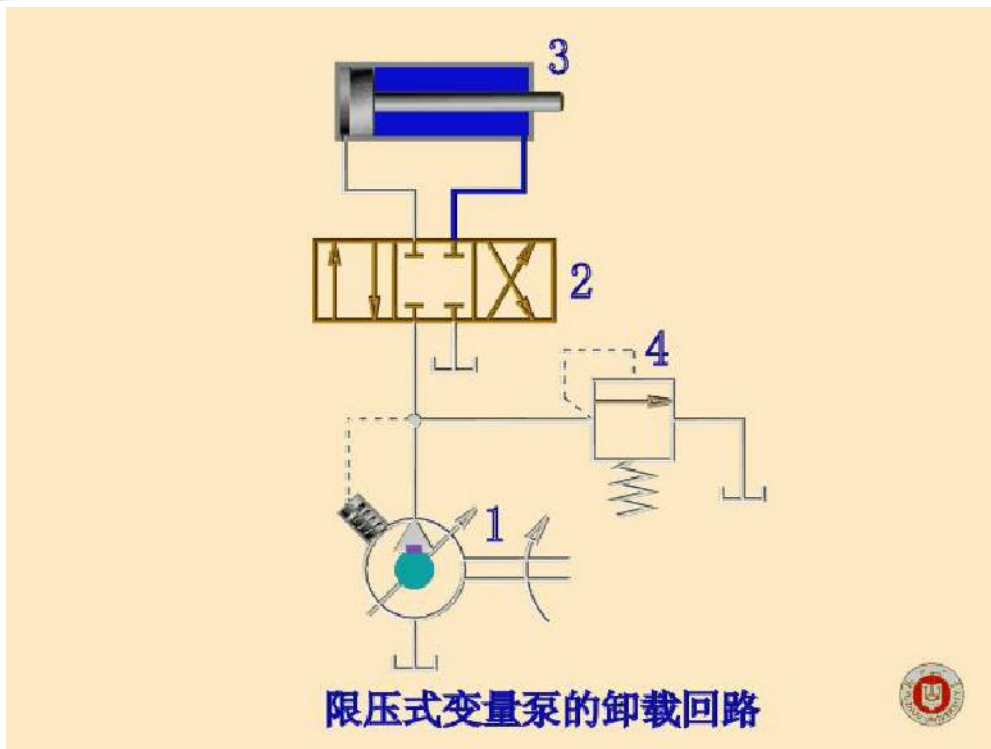




## 五、卸荷回路

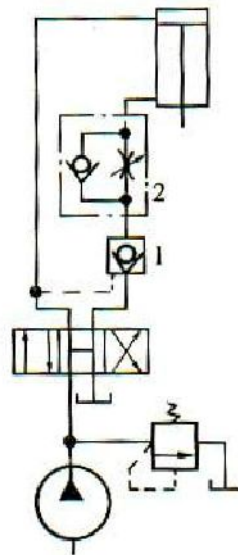
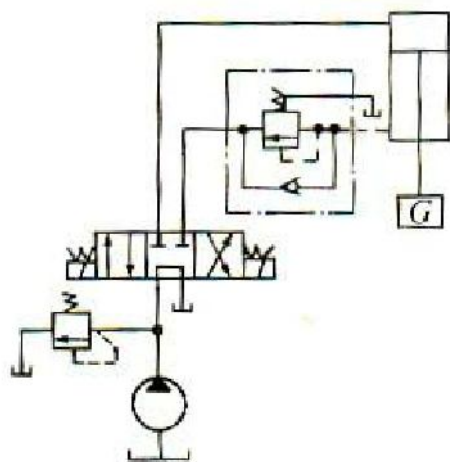


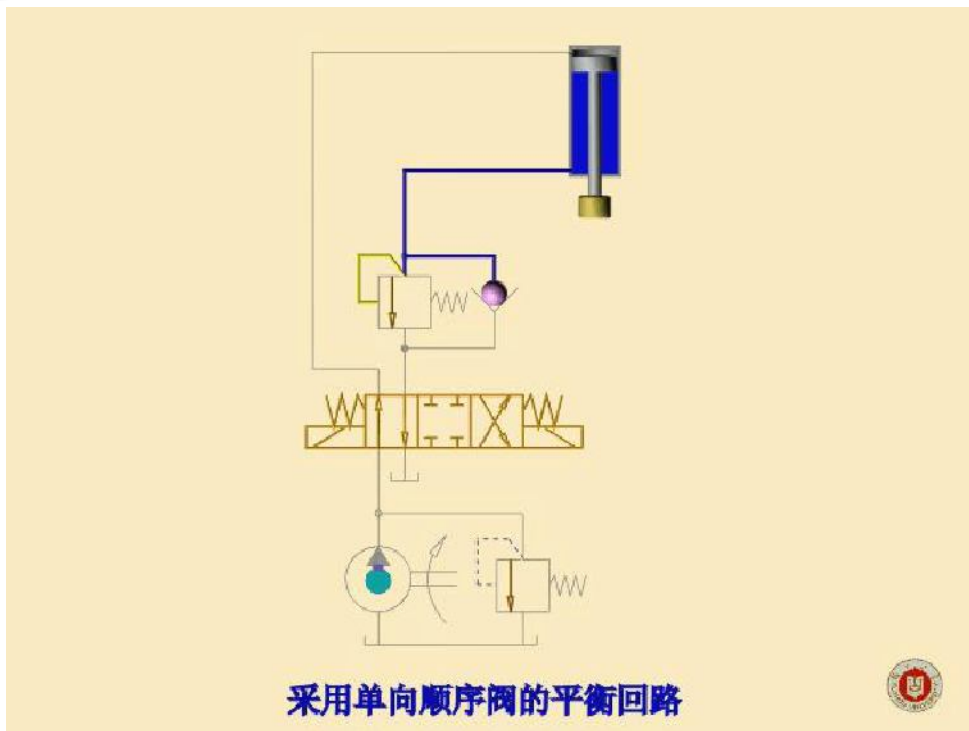




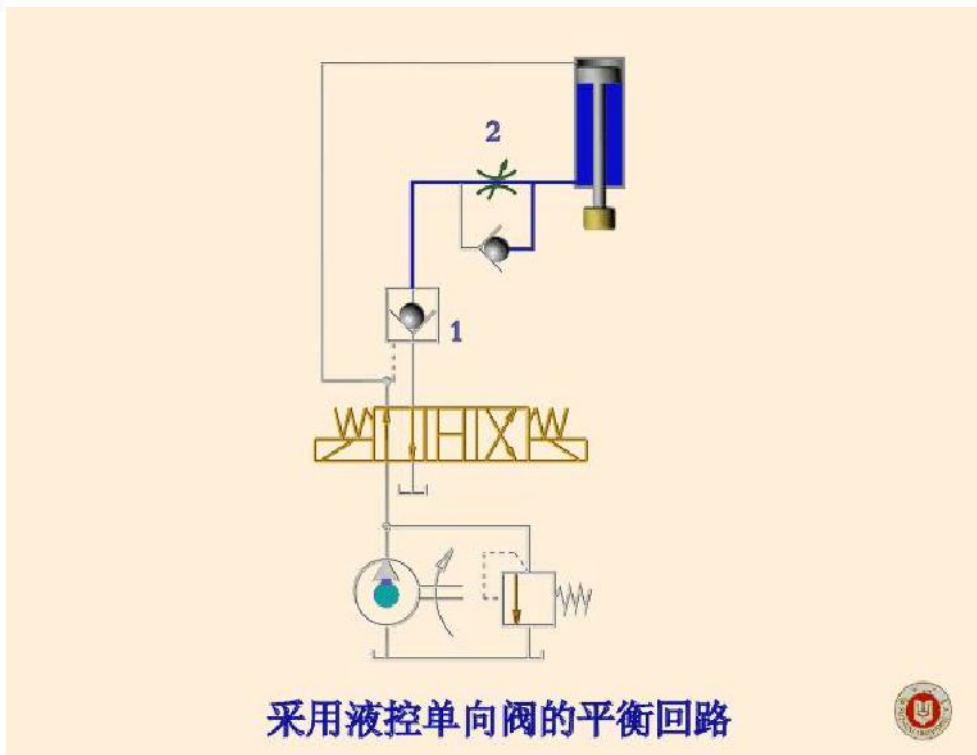


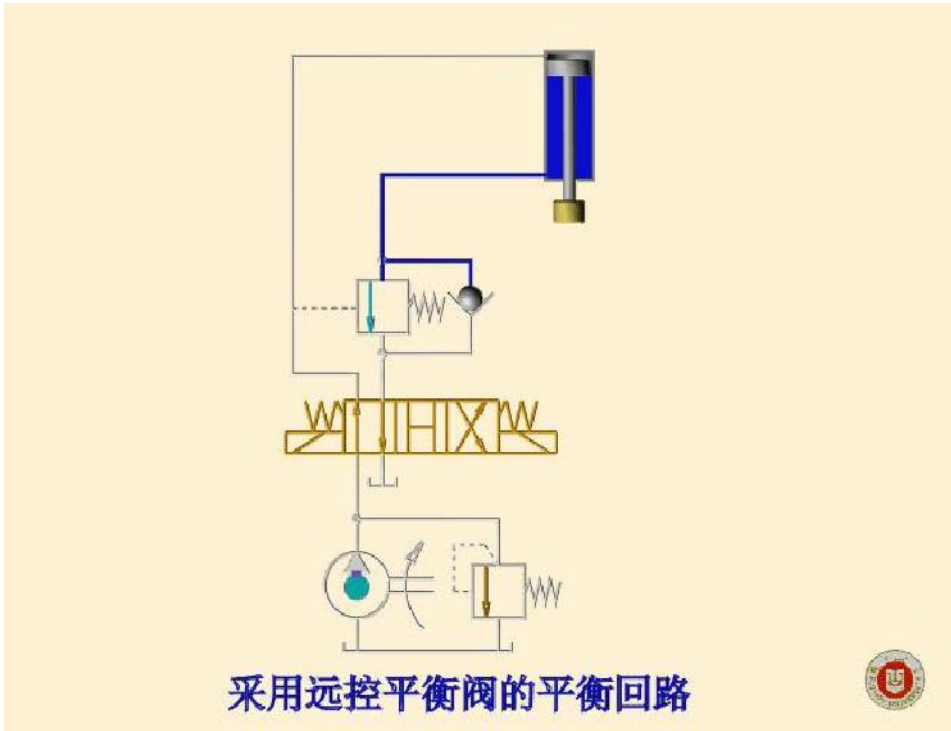
## 六、平衡回路





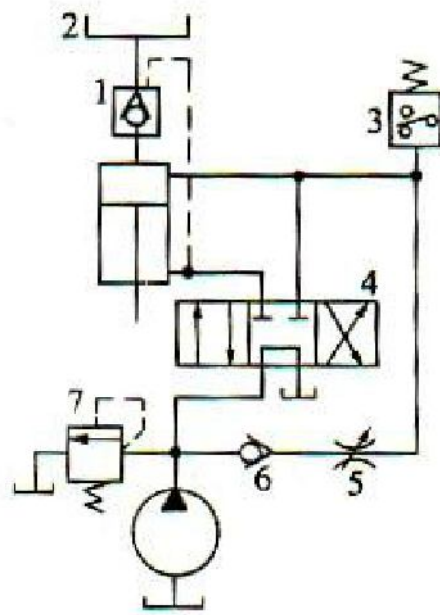
采用单向顺序阀的平衡回路







## 七、释压回路





## 7.4 速度控制回路

### 一、概述

1. 改变流量的两种方法:

(1) 在定量泵和流量阀组成的系统中用流量控制阀调节;

(2) 采用变量泵, 调节泵的排量或改变泵的转速来调节流量。

2. 液压泵的调速方法有以下三种:

节流调速 容积调速 容积节流调速



## 二、节流式调速回路

(1) 按流量阀在回路中的位置不同：

进口节流调速回路

出口节流调速回路

进出口节流调速回路

旁路节流调速回路





(2) 按流量阀的类型不同:

- { 普通节流阀式节流调速回路
- { 调速阀式节流调速回路

(3) 按定量泵输出的压力是否随负载变化

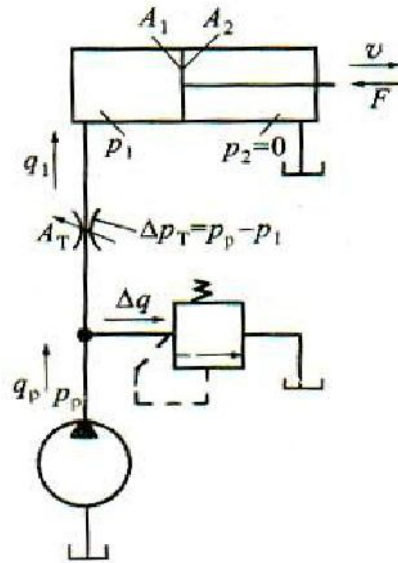
- { 定压式节流调速回路
- { 变压式节流调速回路



## 1. 进口节流阀式节流调速回路

### (1) 调速原理

- ①两个必备条件：  
 节流阀口可调节，  
 溢流阀溢流。
- ②溢流阀的作用





在不考虑泄漏的情况下，液压泵的输出流量为：

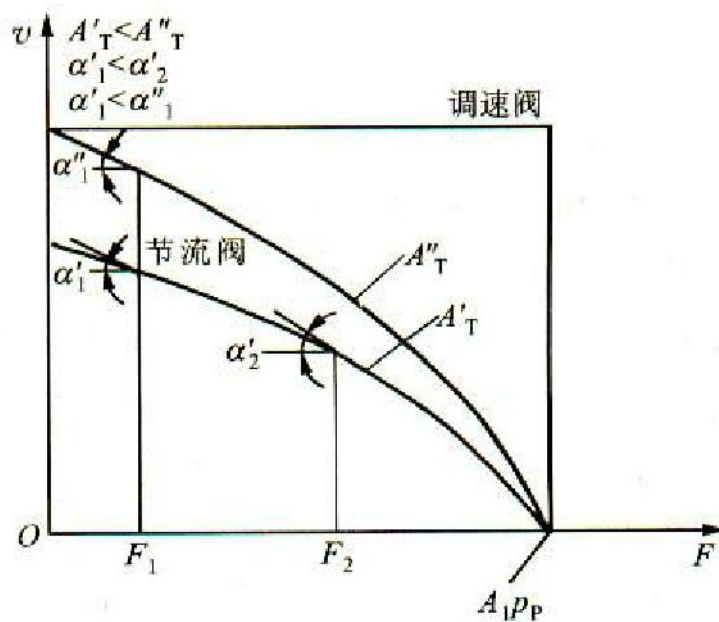
$$q_p = q_{1\max} + \Delta q_{\min} = A_1 v_{\max} + \Delta q_{\min}$$

在不考虑系统管路压力损失和液压缸背压腔压力的情况下，液压泵的工作压力为：

$$p_p = \frac{F_{\max}}{A_1} + \Delta p_{T\min}$$

综上所述：

$$v = \frac{q_1}{A_1} = \frac{CA_T (p_p A_1 - F)^\varphi}{A_1^{1+\varphi}}$$





## (2) 速度—负载特性

回路中调速元件的调定值不变的情况下，负载变化引起速度变化的特性。

液压缸运动速度受负载影响的程度，可用回路速度刚性来评定。

$$k_v = -\frac{\partial F}{\partial v} = -\frac{1}{\tan \alpha}$$

$$k_v = -\frac{\partial F}{\partial v} = \frac{A_1^{1+\varphi}}{CA_T(p_p A_1 - F)^{\varphi-1} \varphi} = \frac{p_p A_1 - F}{v \varphi}$$

该调速回路在低速小负载情况下调速稳定性好。



### (3) 功率特性

回路的功率损失由两部分组成：

- ①溢流损失      ②节流损失

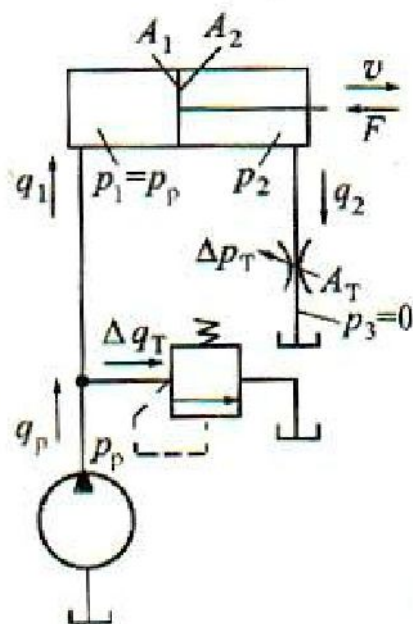
$$\Delta P = p_p q_p - p_1 q_1 = p_p (q_1 + \Delta q) - (p_p - \Delta p_T) q_1 = p_p \Delta q + \Delta p_T q_1$$

### (4) 调速特性

$$R_{ci} = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{A_{T1\max}}{A_{T1\min}} = R_{T1}$$



## 2. 出口节流调速回路





## 与进口节流调速回路进行比较：

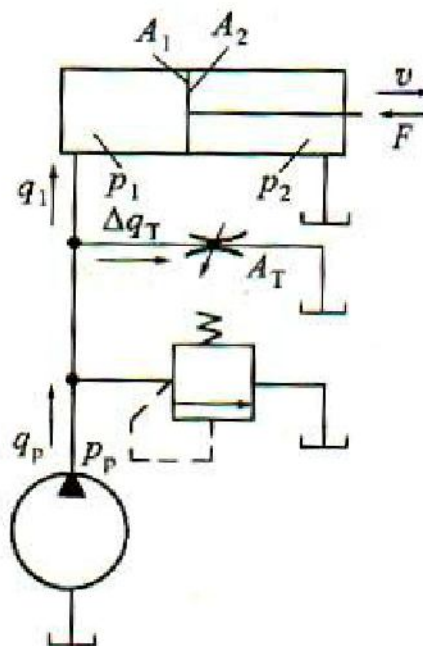
- (1) 能承受负值负载；
- (2) 流经节流阀而发热的油液，直接回油箱冷却；
- (3) 当负载为零时，背腔压力为 $p_2$ ，对密封不利；
- (4) 同一节流阀放在进口可使油缸得到比出口更低的速度。





### 3. 旁路节流调速回路

- (1) 在节流阀通流截面积不变的情况下，液压缸的速度因负载增大而明显减小；
- (2) 旁路节流调速回路的功率损失只有节流损失，因而其回路效率较高。





在不考虑系统管路压力损失及泄漏情况下，液压泵的输出流量为：

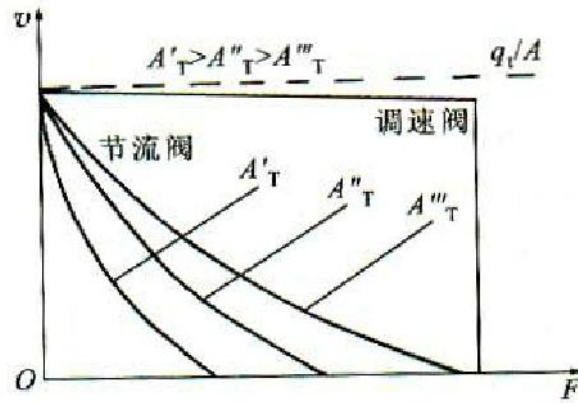
$$q_p = q_{1\max} + \Delta q_{T\min}$$

当液压缸的背压腔压力为零时，液压泵的输出压力为：

$$p_p = p_1 = \frac{F}{A_1}$$



则 
$$v = \frac{q_p - \Delta q_T}{A_1} = \frac{q_t - k_1 \left(\frac{F}{A_1}\right) - CA_T \left(\frac{F}{A_1}\right)^\varphi}{A_1}$$





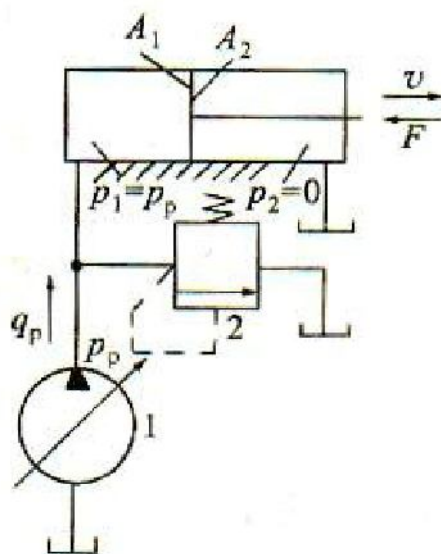
### 三、容积式调速回路

分类：

- { 泵—缸式容积调速回路
- { 泵—马达式容积调速回路



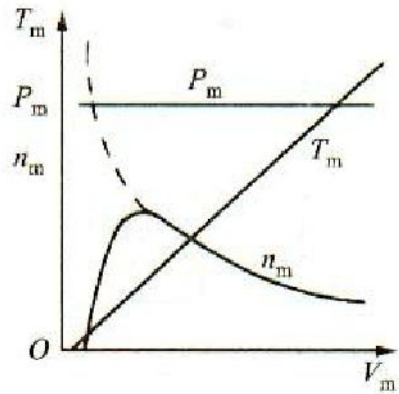
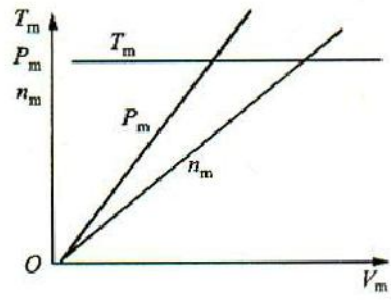
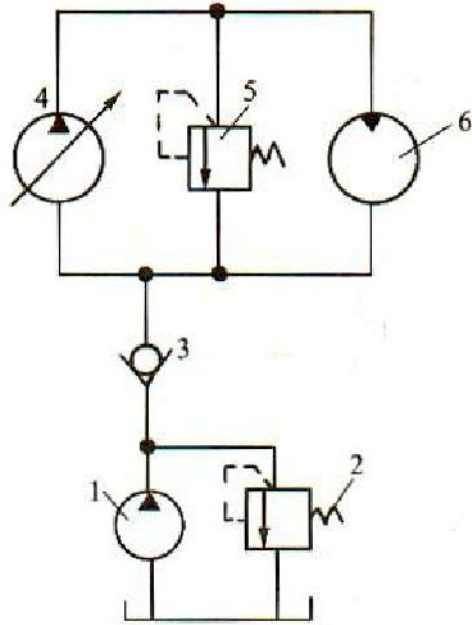
# 1. 泵缸式容积调速回路

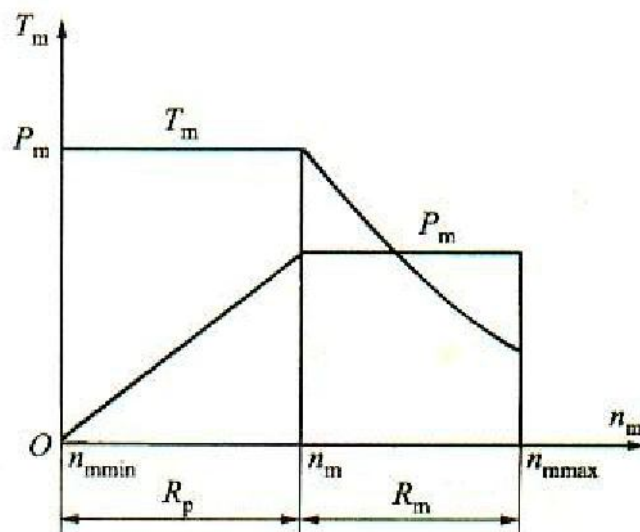
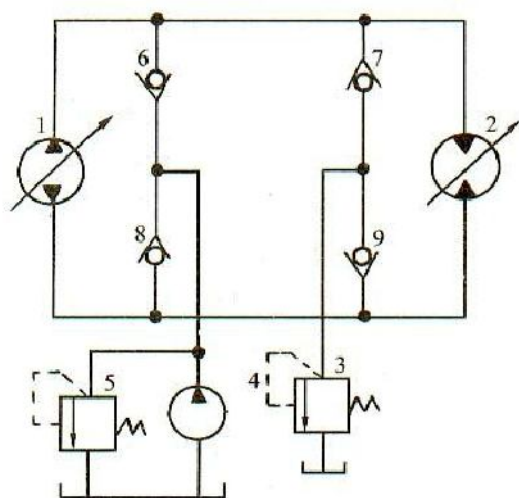




## 2. 泵—马达式容积调速回路

- 变量泵—定量马达式容积调速回路
- 定量泵—变量马达式容积调速回路
- 变量泵—变量马达式容积调速回路

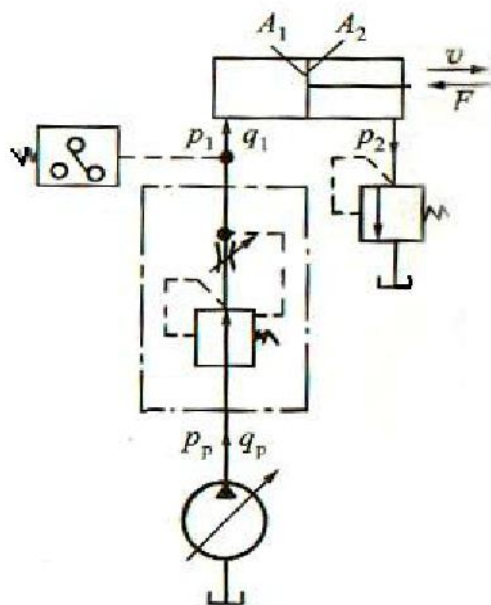






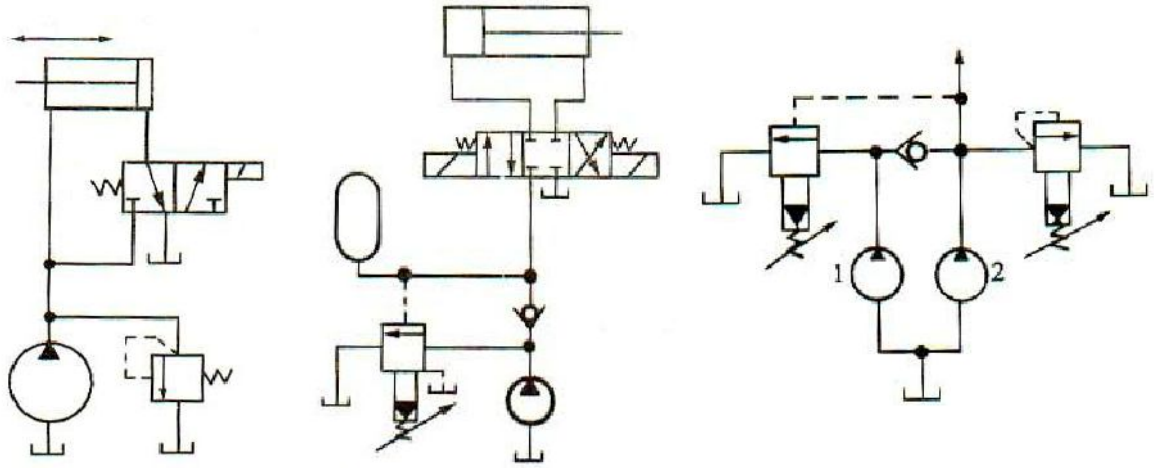


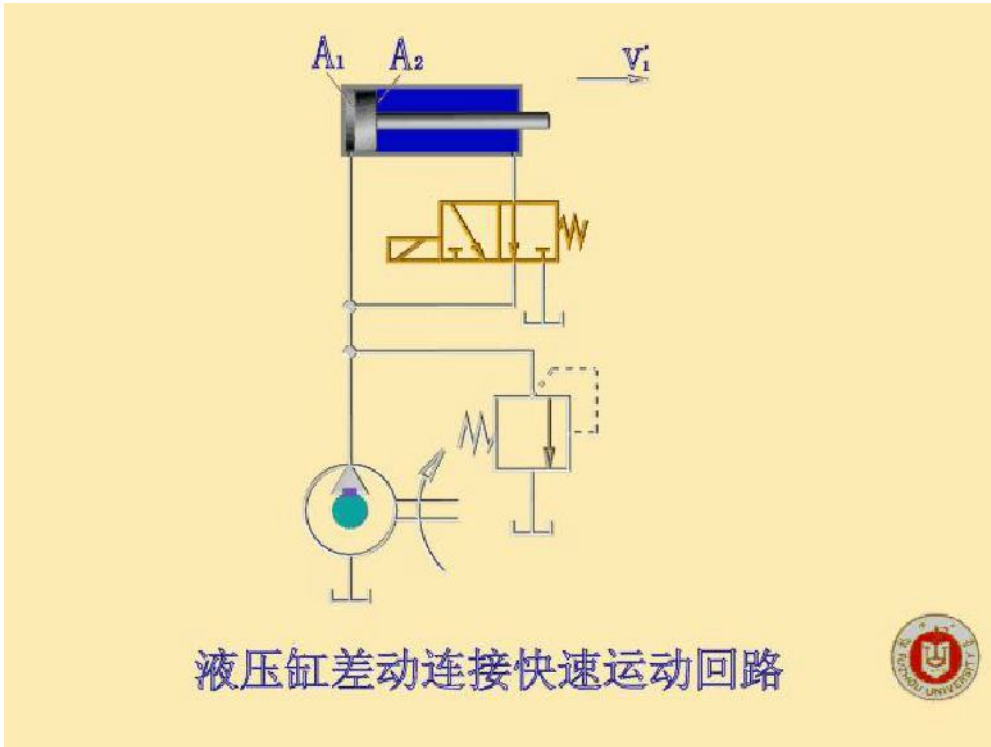
## 四、容积节流式调速回路

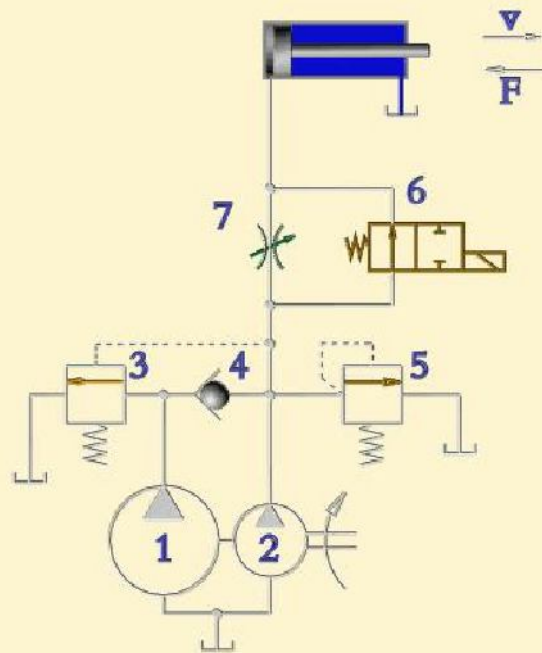




## 五、快速运动回路

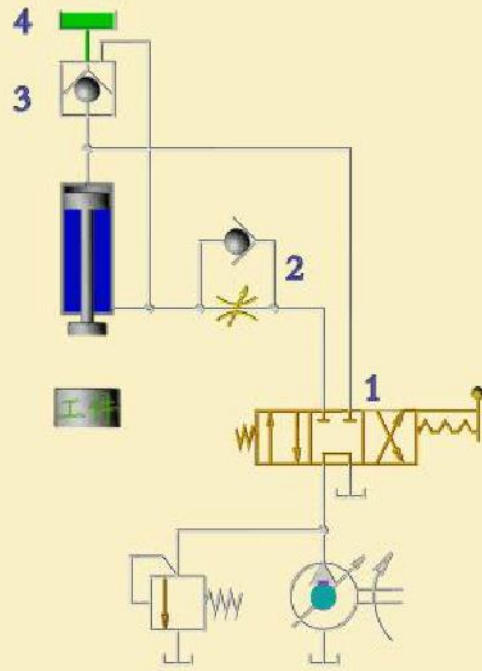






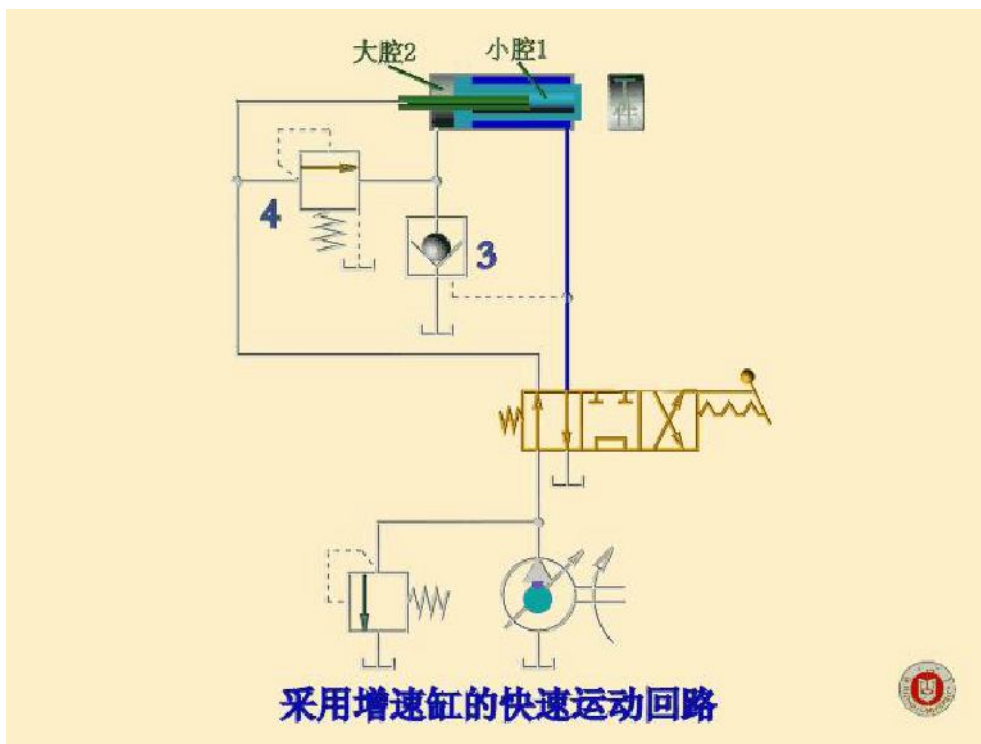
双泵供油快速运动回路

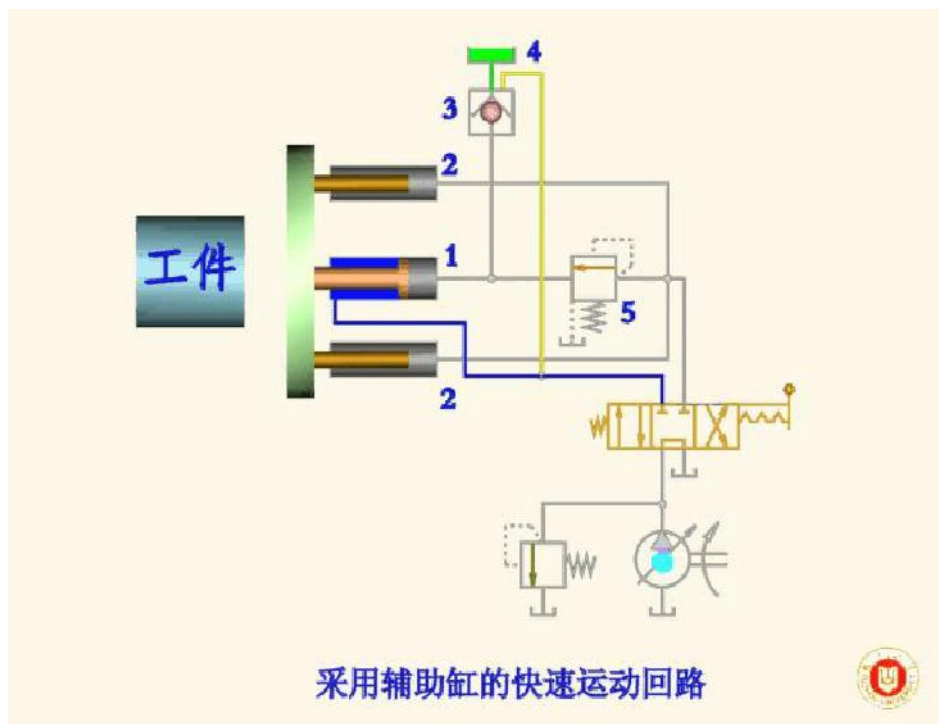


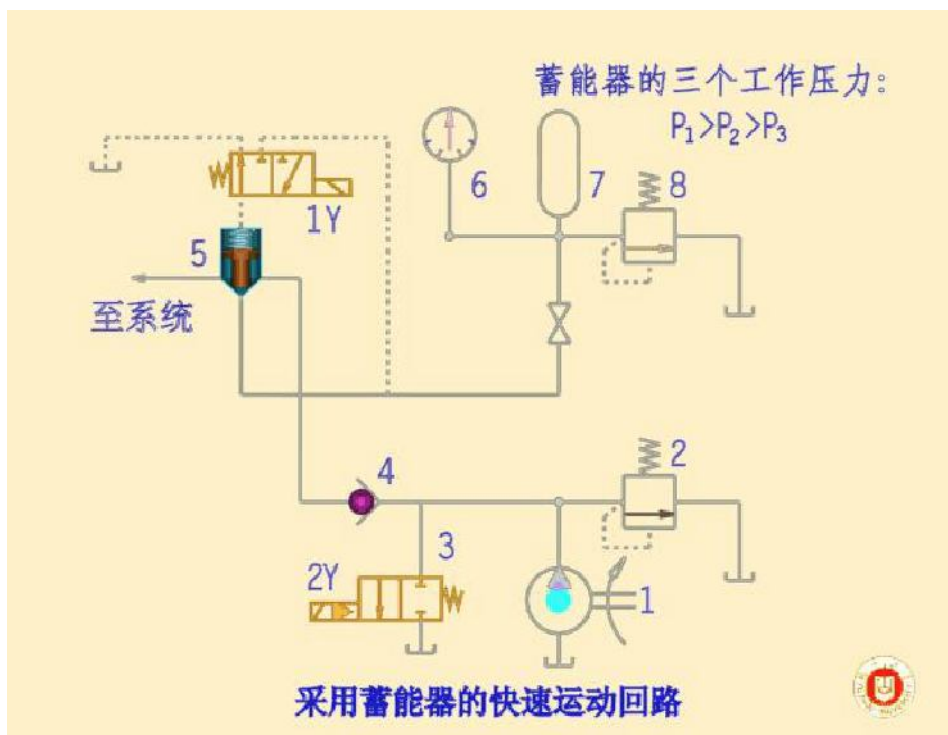


自重充液快速运动回路





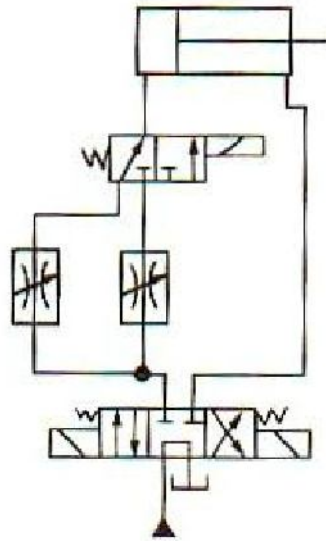
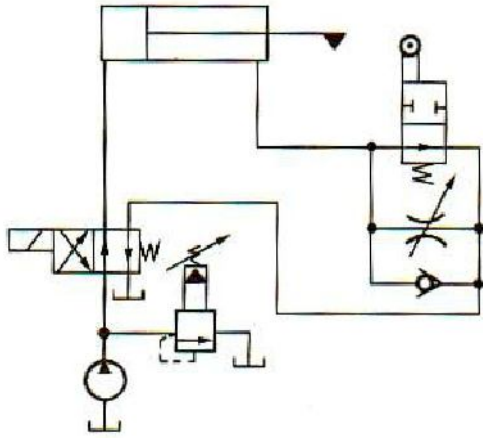


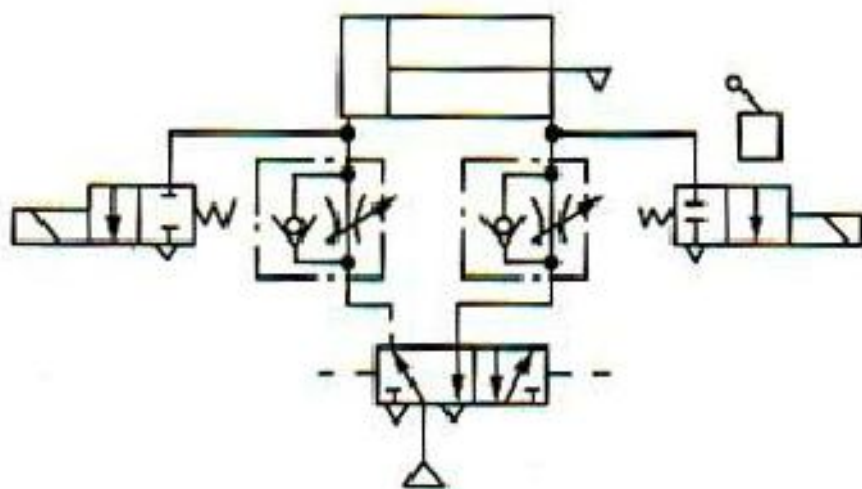


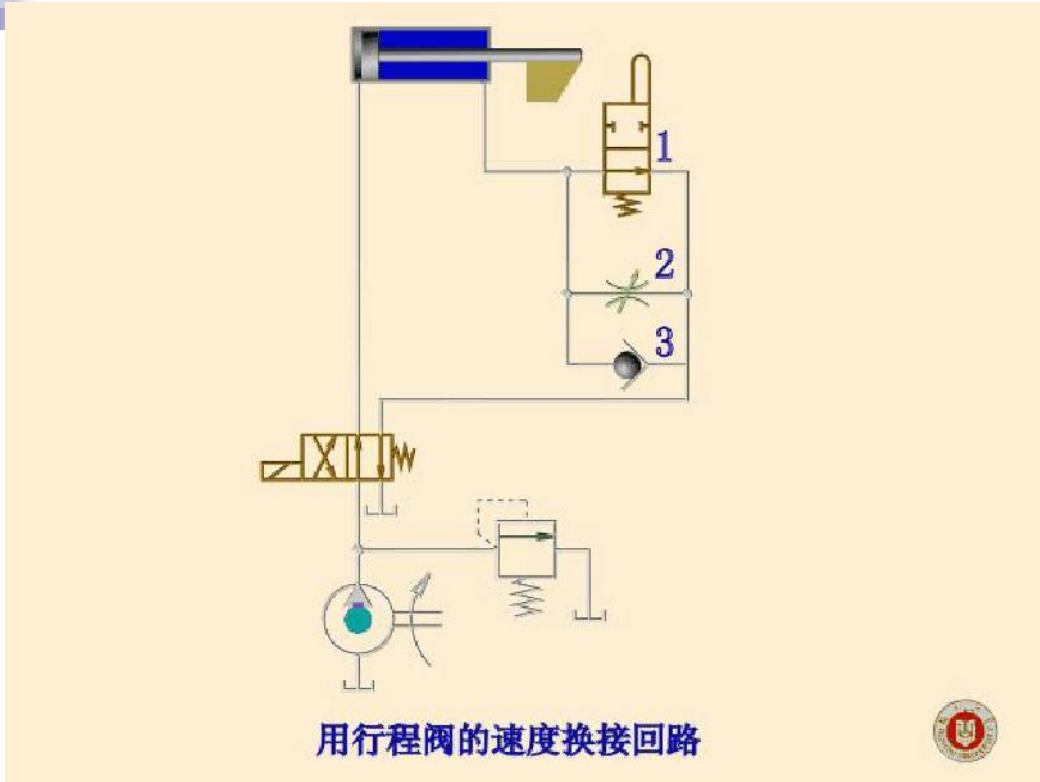




## 六、速度换接回路

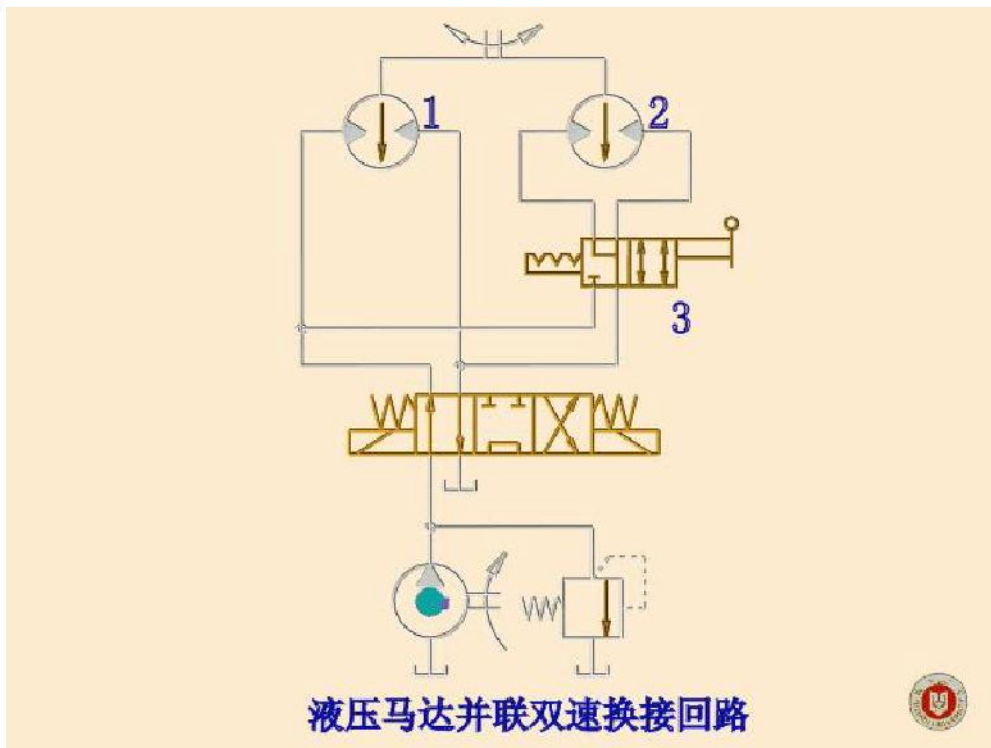


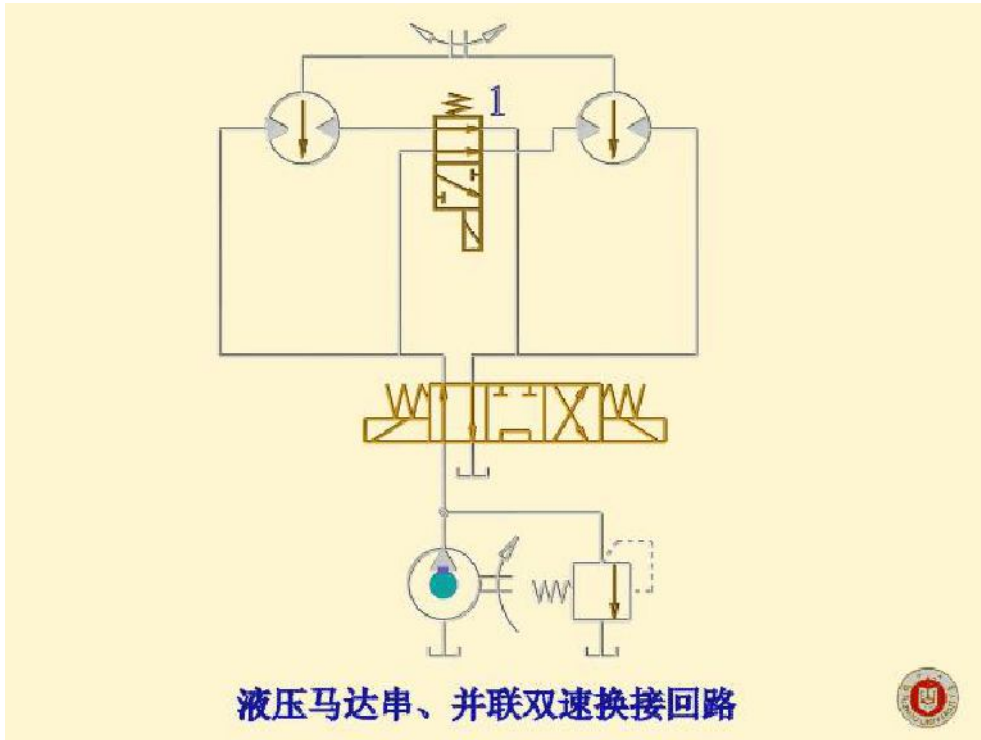


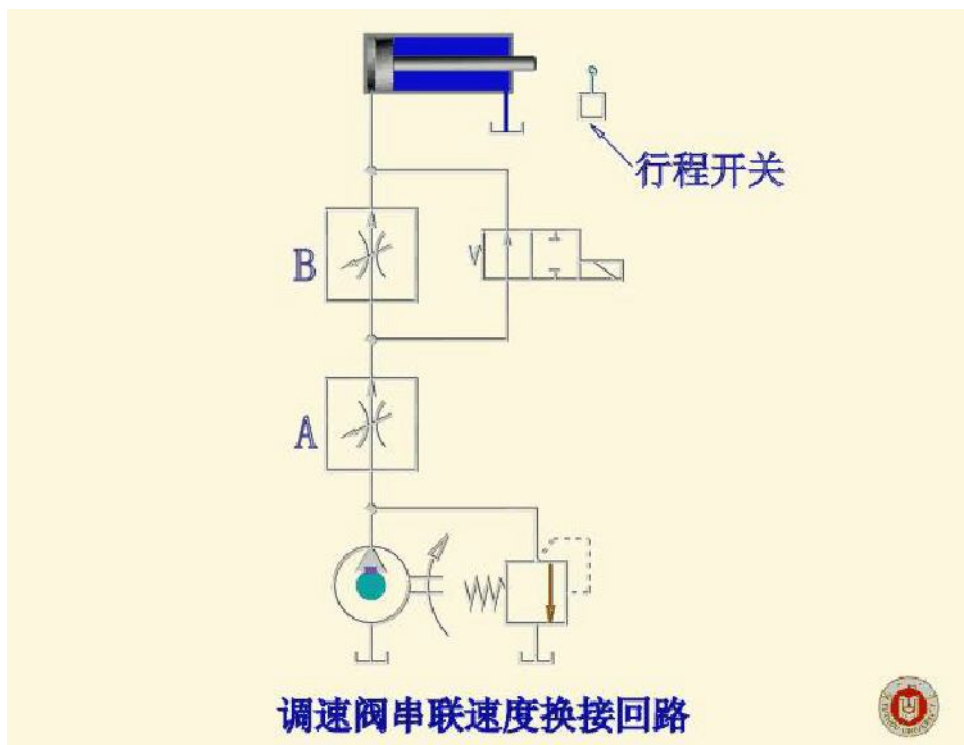


用行程阀的速度换接回路

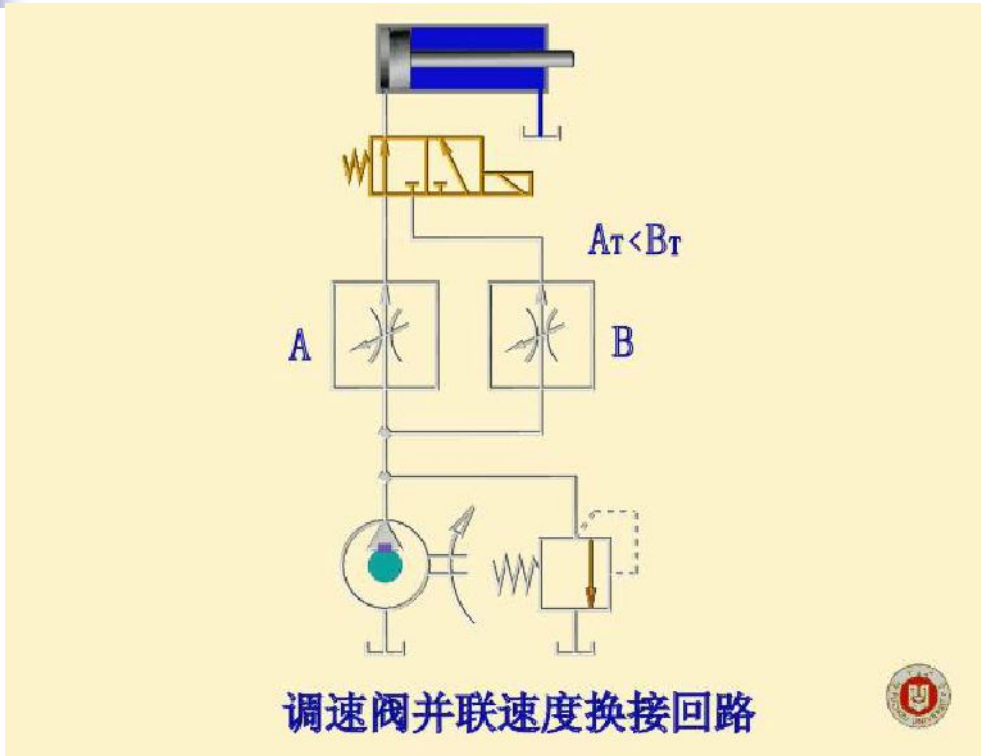








动画

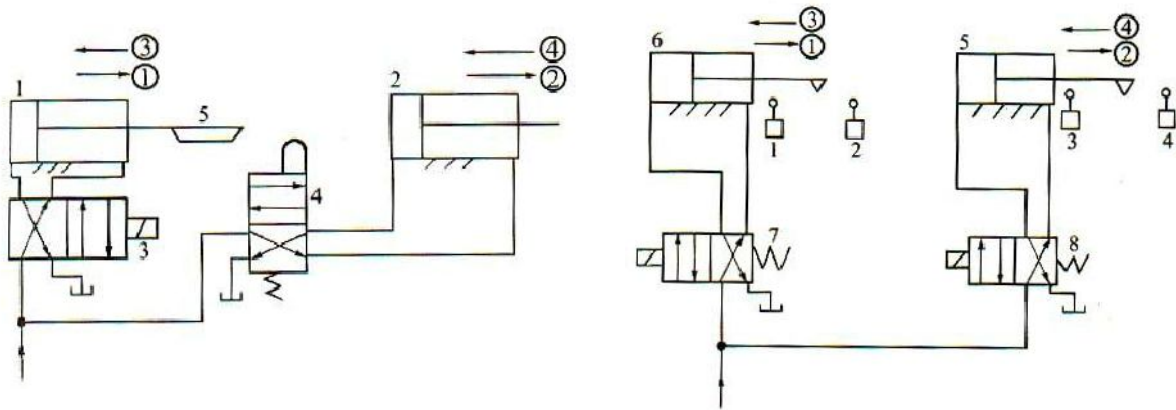




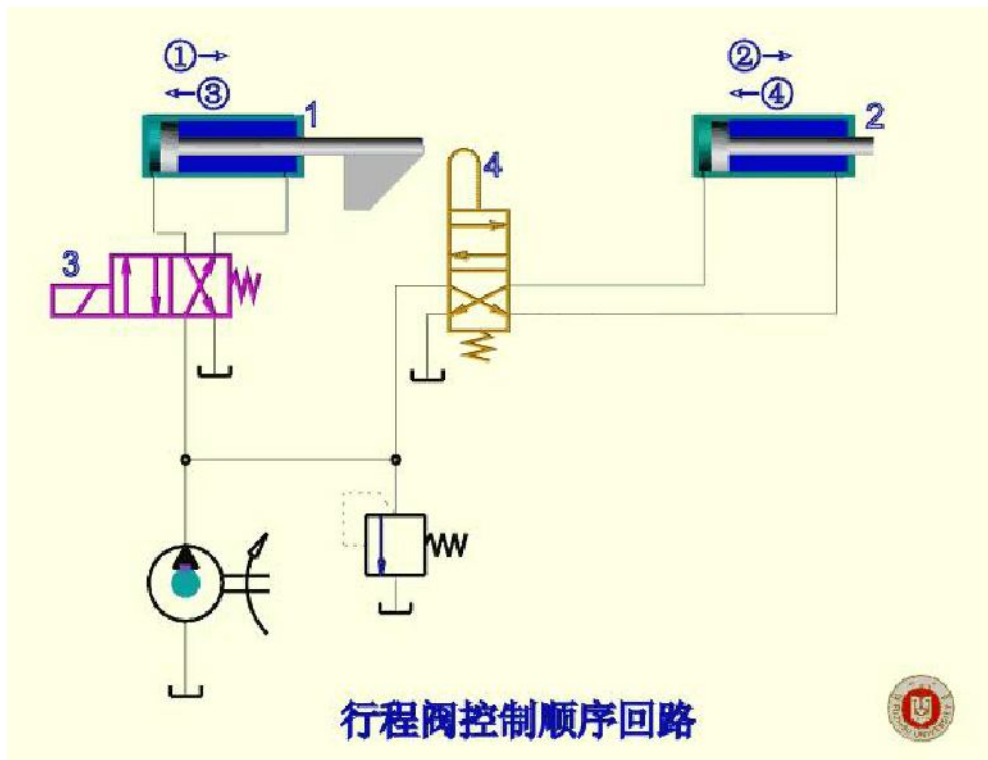
## 7.5 多缸运动控制回路

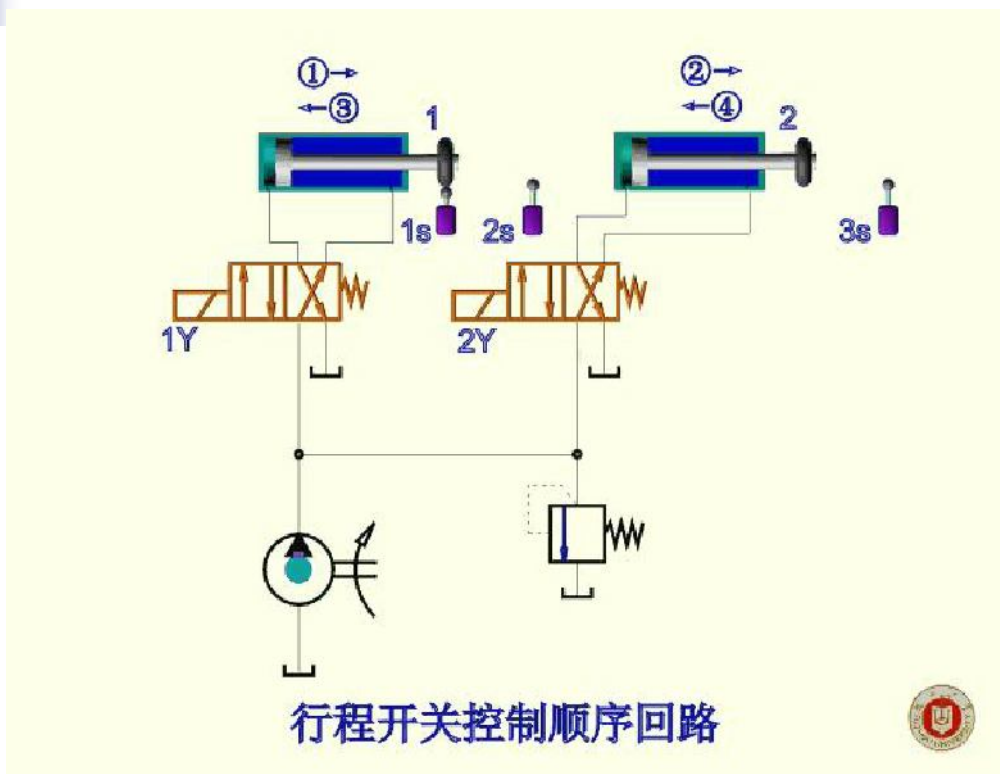
### 一、顺序运动回路

#### 1. 行程控制顺序运动回路



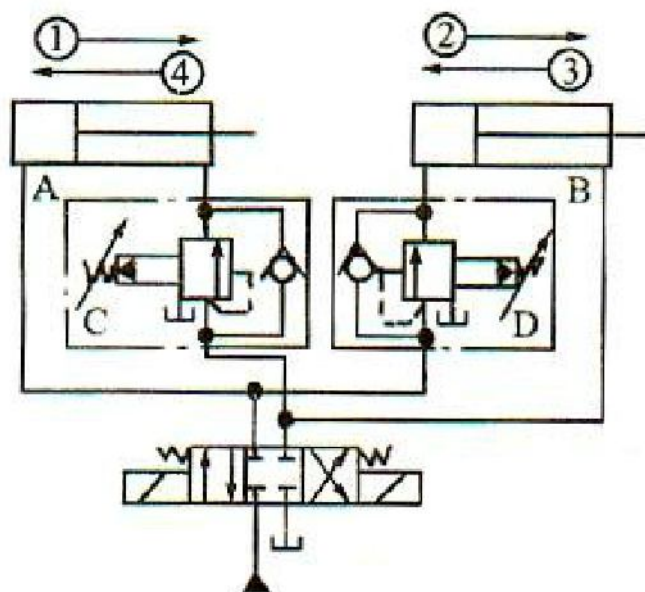


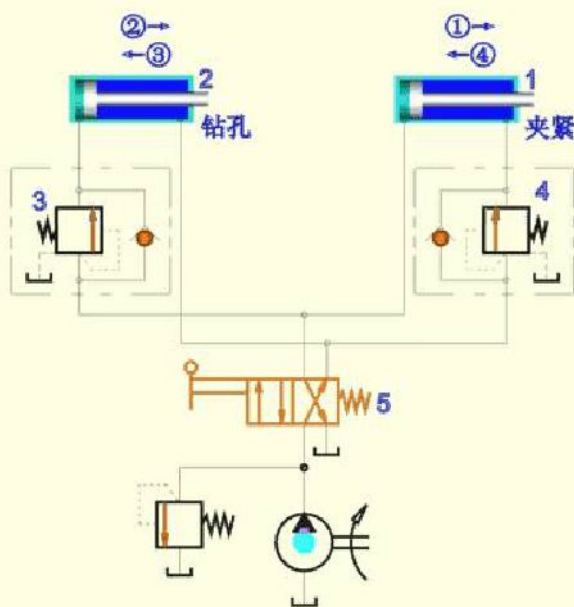






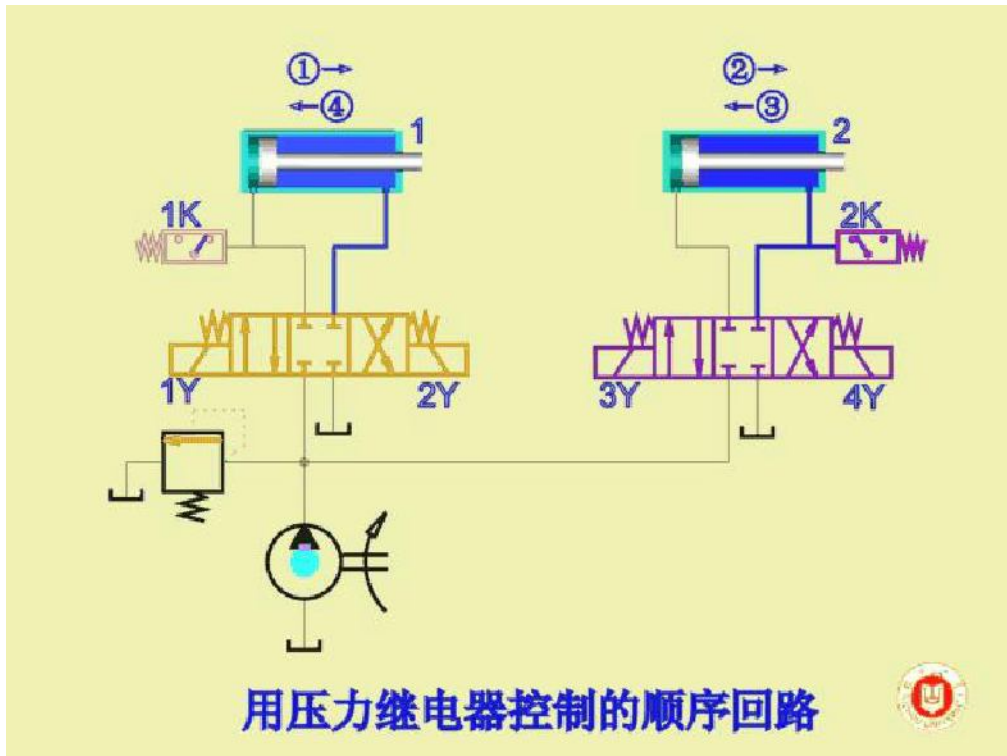
## 2. 压力控制顺序运动回路





用顺序阀控制的顺序回路









## 二、同步运动回路

1. 位置同步
2. 速度同步

