

《液压气动系统安装与调试》

# 实训指导书

日照职业技术学院

机电工程学院

2019年3月

# 目录

实验一 液压泵和马达的拆装实验	1
实验二 阀的拆装	7
实验三 A 液压系统性能实验（0014 实验台）	10
(一) 增速回路	10
(二) 液压系统节流调速实验	12
实验三 B 液压系统性能实验（003B 实验台）	14
(一) 液压泵性能实验	14
(二) 节流调速回路性能实验	15
附图：003B 实验台液压系统图	17
实验四 气动机械组装与测试	18
实验五 气动机械手顺序控制实验	20

# 前言

## 一、实验教学的目的

液压与气动技术是一门技术课,它以流体力学等课程为理论基础,而一旦应用于工程实际中去,必须有实验作保证。所以学习这门课不但要搞懂课堂上所讲的内容,更重要的是在实验教学中进一步加深理解基本概念,掌握基本的实验方法,培养分析和解决实际问题的能力。

## 二、实验纪律

1、预习实验报告,作好理论基础准备,否则不得参加实验。

2、严肃、认真、细心,熟悉油路、气路情况后再动手。油泵必须无载启动。

3、压力须缓慢上升,不得用力太猛,以免引起冲击、振动,损坏元件,泵压不得任意调高(压力 63Kgf/cm<sup>2</sup>)。

4、在工作过程中,不允许随意转换选择工作开关,以免发生意外。014 实验台的侧面板输入与输出不能插错,以免引起误动作或短路直流电源。

5、在实验中注意安全,室内严禁烟火。与本实验无关的一切设备,不要乱摸,不准擅自启动。

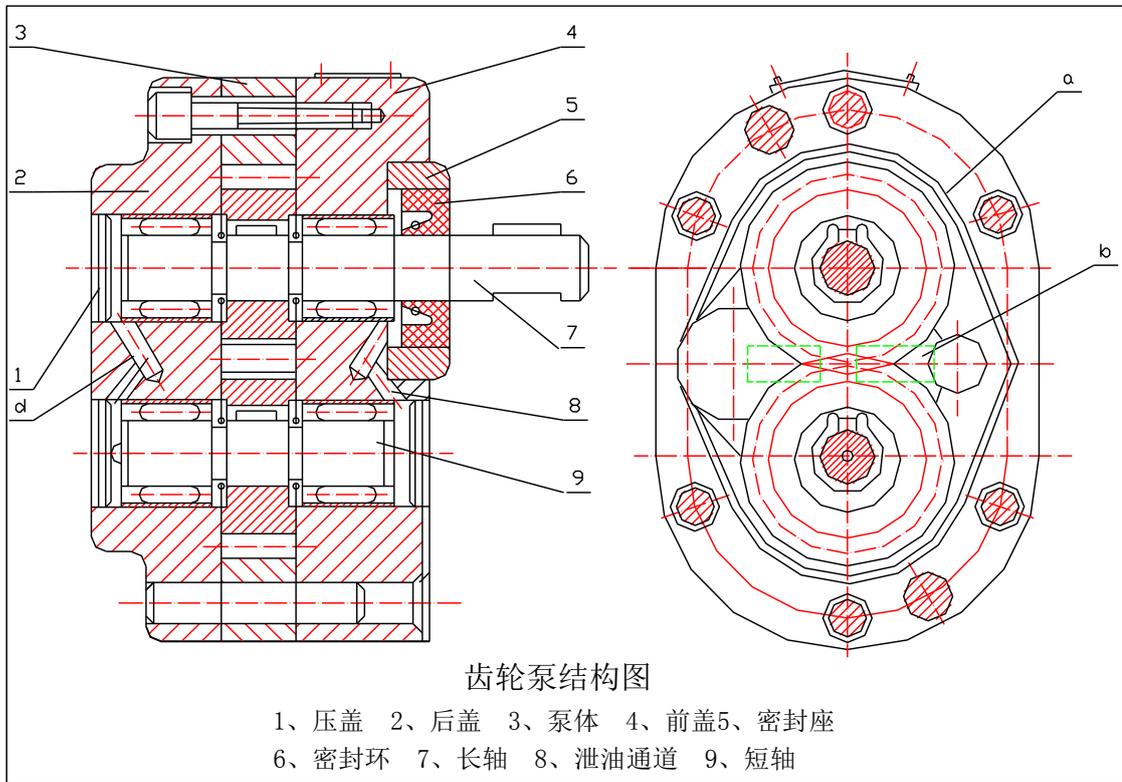
6、如有违反上述纪律,经劝告仍不改者,指导教师有权取消其实验资格。

# 实验一 液压泵和马达的拆装实验

## 一、CB 型齿轮泵

复习、回忆齿轮泵的工作原理、基本结构及吸压油口的确定方法，拆开 CB 型齿轮泵，认真观察其结构，搞懂下列问题：

1. CB 泵的组成、工作原理及吸压油口的特点；
2. 图中 a、b 槽各起什么作用？
3. 为什么被动齿轮的轴做成空心的？端盖上的孔起什么作用？c 孔若被堵死会有何问题？
4. CB 泵是否有减小单向不平衡力的措施？
5. CB 泵的额定压力为  $25\text{Kg}/\text{cm}^2$ ，为何不能再提高？
6. 观察困油卸荷槽的作用，注意泵内主要泄漏部位；
7. 正确组装 CB 泵，注意切勿丢失零件；
8. 简述 CB 泵的优缺点。

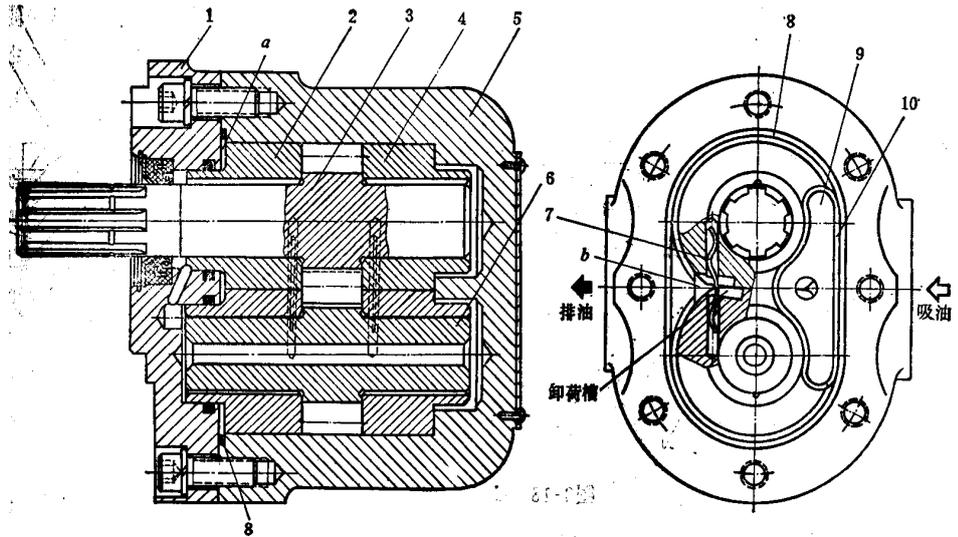


**思考题：**若要提高齿轮泵的工作压力，主要应从哪些方面采取措施？

## 二、高压齿轮泵

复习、回忆限制齿轮泵工作压力的主要因素及相应的结构措施，拆开此泵，观察并思考，回答下列问题：

1. 此泵由哪些零件组成？判断其吸压油口；
2. 观察此泵的高压化措施，并说明其工作原理；
3. 认真观察泵内各其它槽和孔，说出它们的作用；
4. 此泵组装时应注意哪些问题？正确组装之；
5. 简述此泵的结构特点及优缺点。



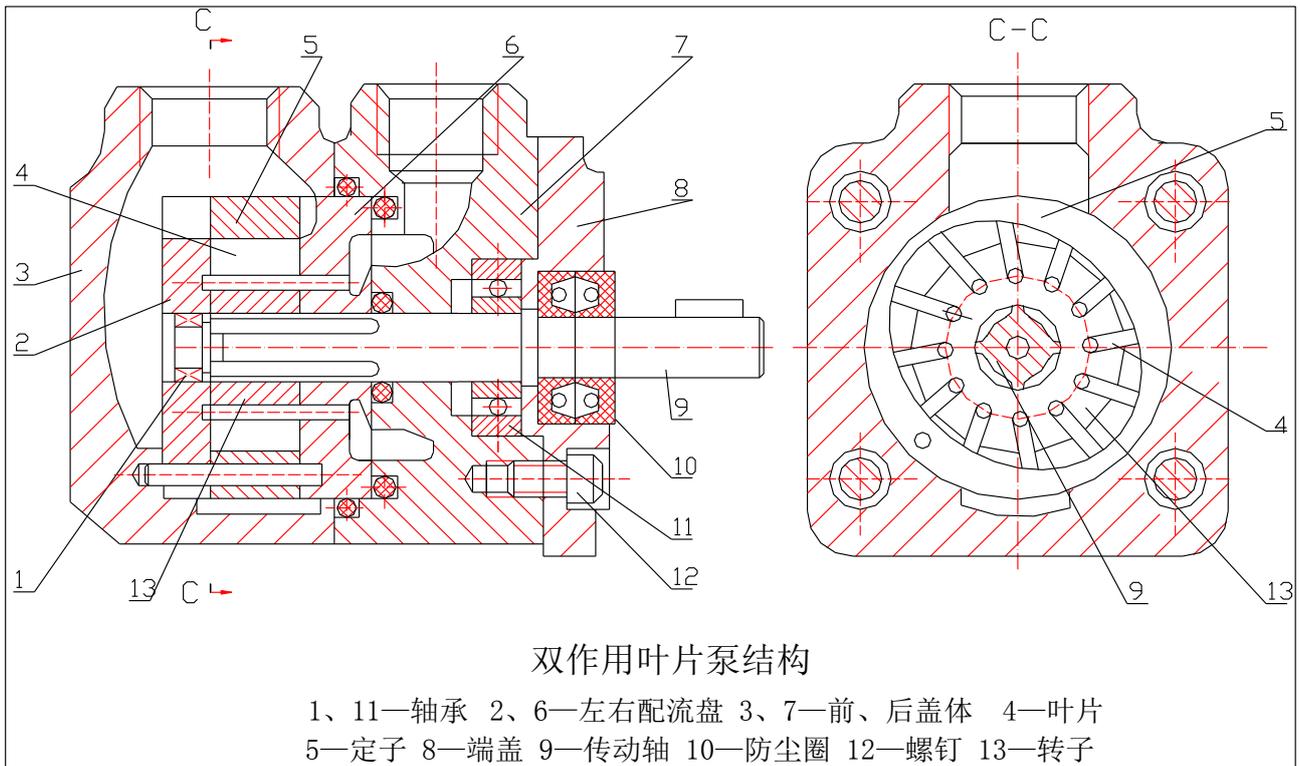
1.端盖 2、4.浮动轴套 3.主动齿轮 5.泵体 6.从动齿轮 7.弹簧钢丝 8、10.密封圈 9.卸压片

高压齿轮泵结构图

### 三、双作用叶片泵

复习叶片泵的工作原理、基本结构；单双作用叶片泵的区别。拆开此泵，观察并思考，回答下列问题：

1. 该泵的组成、为什么说它是双作用的？其工作原理是什么？
2. 观察其定子内壁曲线，它是由哪些曲线组成的？
3. 注意其配流盘的结构，说明配流盘的作用；盘上圆环槽的作用；压油窗口上三角槽的作用；
4. 注意叶片安装，叶片前端部应如何正确放置叶片？
5. 此泵组装时应注意什么问题？正确组装之；
6. 简述双作用泵的特点。



双作用叶片泵结构

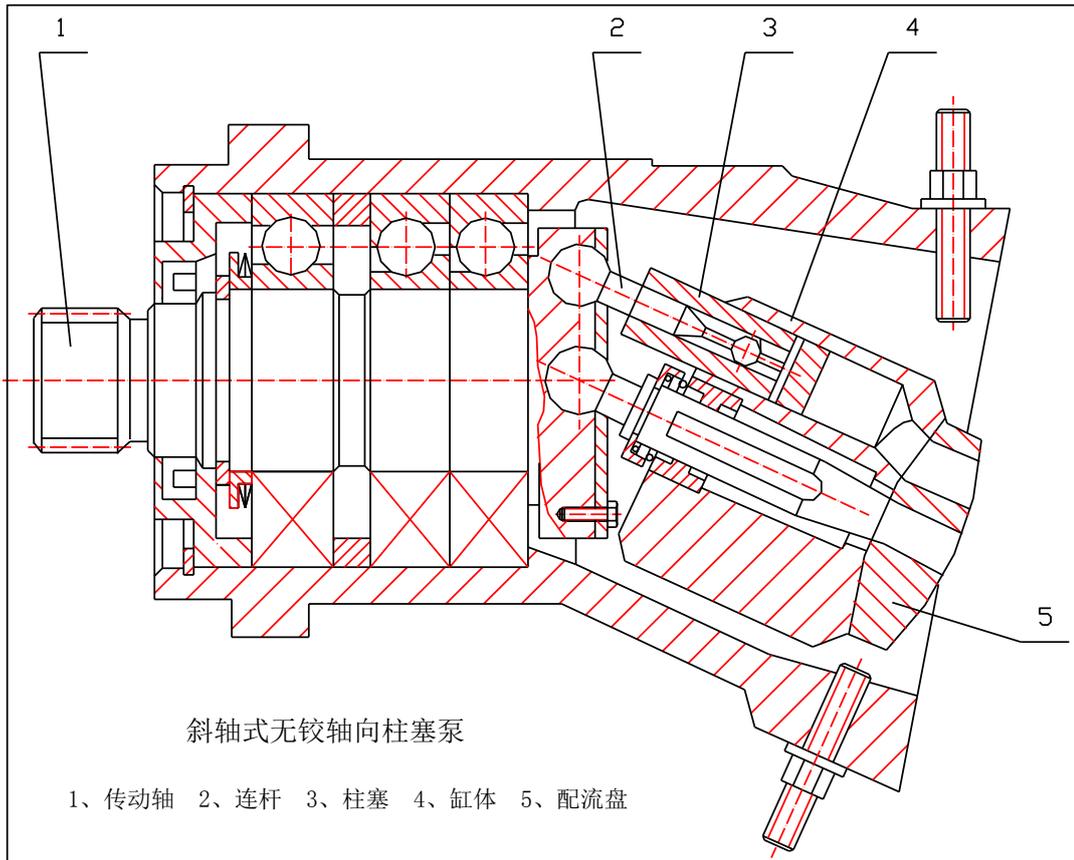
1、11—轴承 2、6—左右配流盘 3、7—前、后盖体 4—叶片  
5—定子 8—端盖 9—传动轴 10—防尘圈 12—螺钉 13—转子

**思考题：**限制双作用叶片泵工作压力的主要因素是什么？结构上有何措施？

## 四、斜轴式轴向柱塞泵

复习斜盘式轴向柱塞泵，弄清其工作原理，主要结构及主要问题所在，以便找出斜轴泵与斜盘泵区别。

1. 斜轴泵的工作原理是什么？转动传动轴，观察柱塞的往复运动，以验证原理。
2. 拆开泵，观察柱塞的结构，与斜盘泵的柱塞相比，斜轴泵的柱塞有何特点？有何优点？
3. 柱塞上的环槽有何作用？
4. 该泵的配流盘有何特点，其中的间歇强制润滑是如何工作的？
5. 简述斜轴泵的结构特点。



**思考题：**斜盘泵与斜轴泵相比较，哪一种泵是自吸能力好？比较其压力、抗污染能力、和效率。

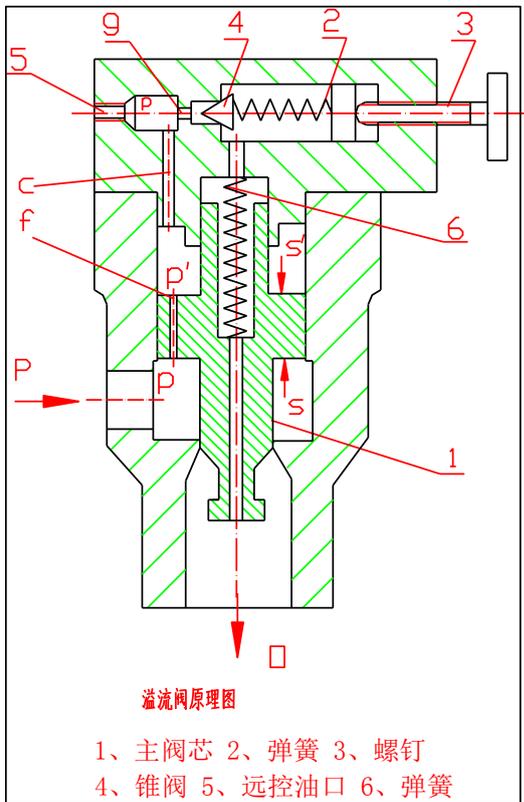
## 实验二 阀的拆装

### 一、压力阀

#### (一) 溢流阀

要求在拆装前掌握：溢流阀的符号；在系统中的作用，其基本组成。通过实验，观察其中的细节，并了解它们的作用原理。

- 1.主阀体上的各孔的作用？主阀芯上阻尼孔何在？起何作用？堵塞时会怎样？
- 2.观察主阀芯，注意其特点，以备与 T 型减压阀比较。
- 3.主阀芯上的小环槽起何作用？其是几级同心的？
- 4.先导阀的作用何在？先导式溢流阀与直动式相比优在何处？劣在何处？
- 5.主阀弹簧的作用是什么？其刚度如何？
- 6.先导阀的弹簧起何作用？其刚度如何？
- 7.先导阀的回油路何在？
- 8.弄清油液在阀内的通路。



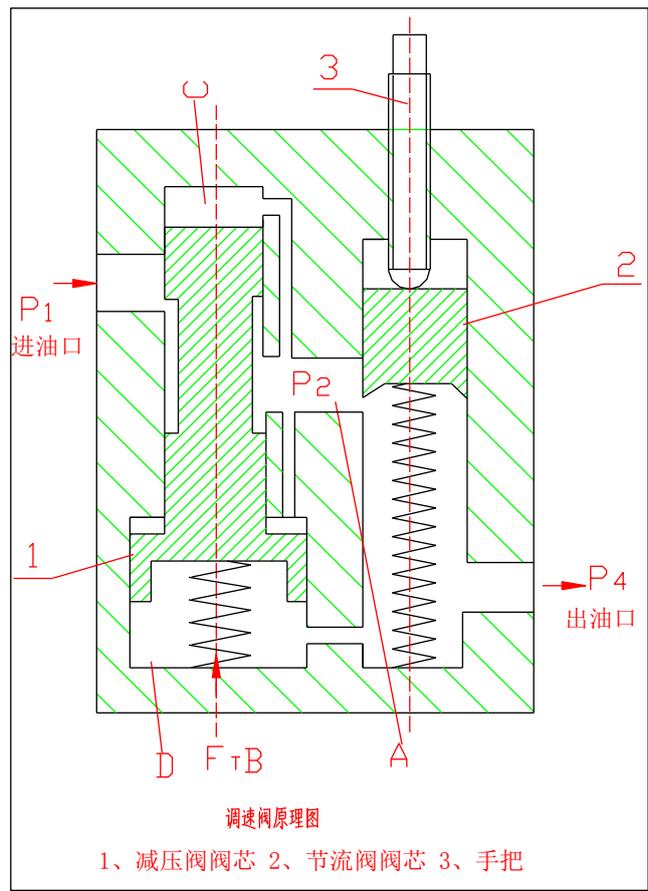
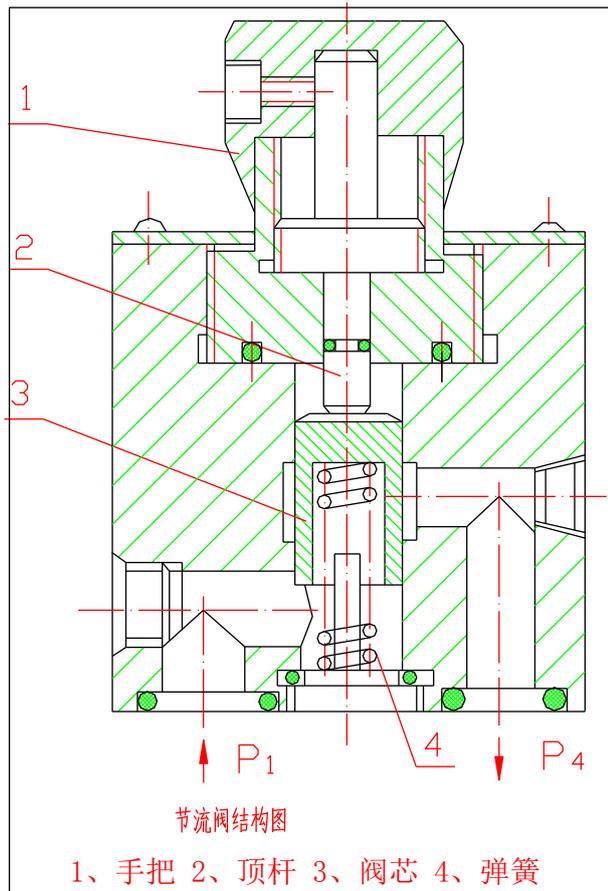
**思考题：**溢流阀的远程控制口有何作用？

#### (二) 减压阀

实验前应掌握减压阀的组成、原理及作用、通过实物拆装，观察其细节。了解其结构特点。

- 1.减压阀的职能符号？在系统中的作用？
- 2.主阀的阻尼孔起何作用？堵塞时的后果？
- 3.先导阀如何回油？为什么？
- 4.主阀的进出油口各为哪个？
- 5.观察主阀阀芯，其结构与 Y 型溢流阀的主阀阀芯有何不同？
- 6.主阀阀芯的哪个凸肩是控制边？控制边：它控制着阀口的大小。





1. 节流阀由阀体、阀芯、弹簧、推杆四部分组成

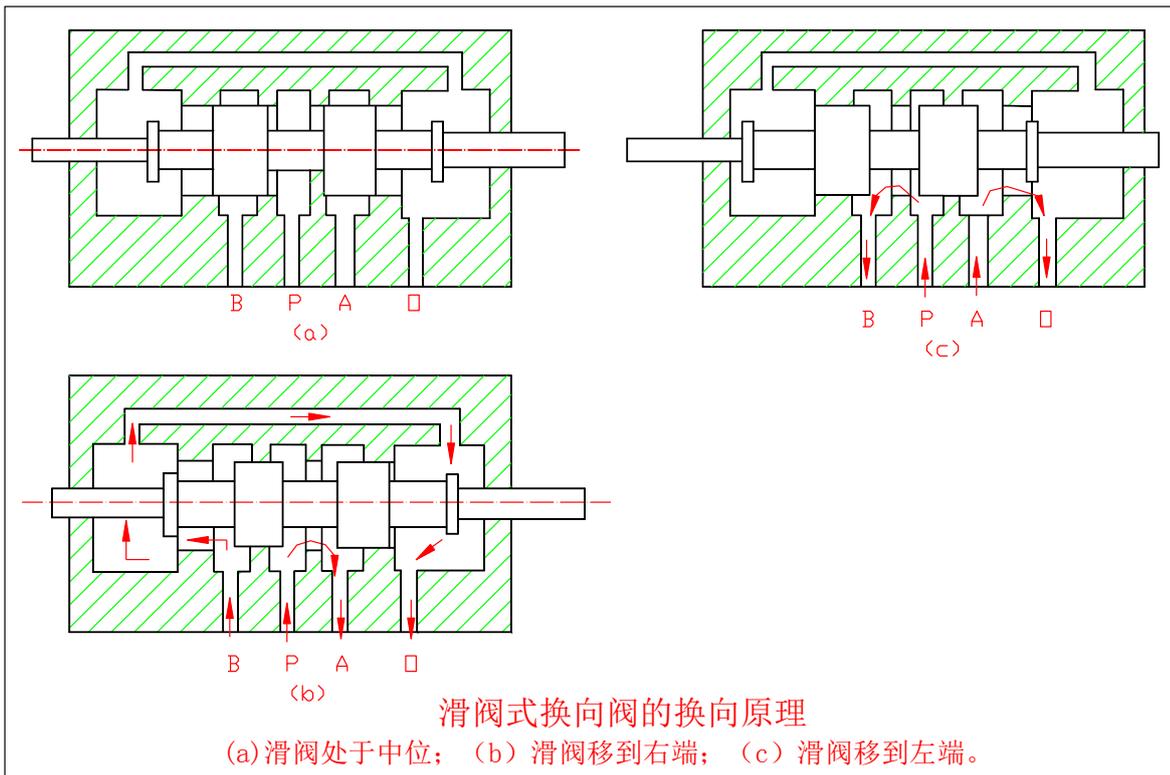
(1) 将节流阀各部分零件拆开观察阀芯上的节流口，根据它与弹簧和推杆的相互位置以及阀体上的各个通道，叙述节流阀的工作原理和调速过程。

(2) 三角形节流口的作用？

(3) 当节流口调到某一个开度时，其速度能否恒定？为什么？

2. 调速阀由节流阀加定差减压阀组成

(1) 将节流阀芯和减压阀芯取出，说明为什么要串联定差减压阀？



(2) 根据阀体上的进、回油口及一些工艺孔，搞清油的内部通路。

(3) 减压阀芯上下的压力差是如何变化的？

3. 将结构了解清楚后，以负载  $R$  增大为例，叙述其调速过程和稳速原理。（指出各油腔压力变化的情况）

4. 将节流阀和调速阀进行比较。了解它们各自的特点及适用场合。

**思考题：**当负载  $R$  增大时，节流阀和调速阀在系统中各自有何特点？

### 三、换向阀

换向阀的种类、作用及名称等均熟练掌握：

1. 此换向阀属哪种类型？其基本组成？

2. 判断 P、A、B 各口，观察换向原理。

**思考题：**此滑阀式换向阀为什么滑阀机能？有何特点？画出此滑阀式换向阀的职能符号。

## 实验三 A 液压系统性能实验（0014 实验台）

### （一） 增速回路

#### 一、 实验目的

有些机构中需要两种运动速度，快速时负载小，要求流量大，压力低；慢速时负载大，要求流量小，压力高。因此，在单泵供油系统中如不采用差动回路，则慢速时，势必有大量流量从溢流阀溢回油箱，造成很大功率损失，并使油温升高。本实验通过自己设计增速回路系统和亲自拆装，了解增速回路（差动回路）的组成和性能。

#### 二、 实验要求

实验台中提供了液压基本回路所用的各种液压元件，包括：方向阀、压力阀、流量阀、油缸、压力表、油管和快换接头，以及行程开关。

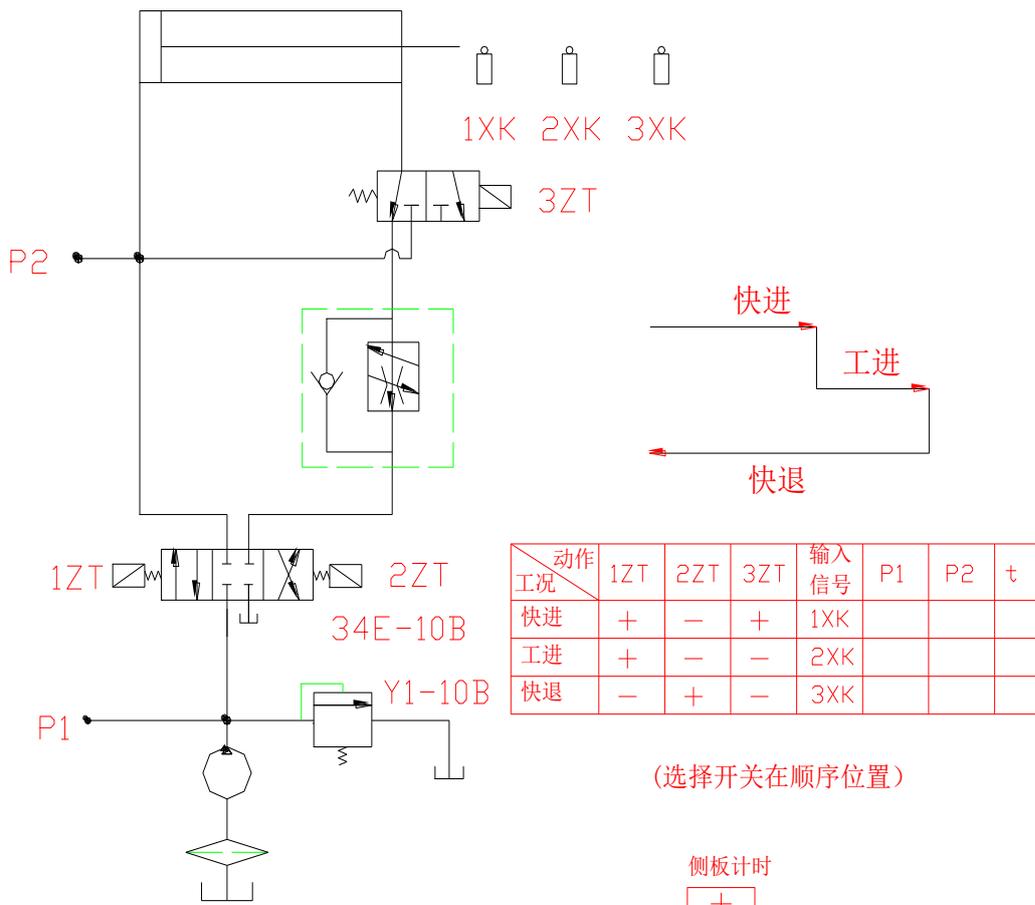
自行设计一个差动回路，以实现油缸在单泵供油系统中快进和工进两种速度。

#### 三、 实验步骤

- 1.按照你所设计的差动回路，找出所要用的液压元件，通过软管和快速接头按回路连接。
- 2.把所用的电磁换向阀电磁铁和行程开关按油路编号。
- 3.把电磁铁（1ZT、2ZT、3ZT）插头线对应插入在侧面板“输出信号”插座内，（侧板上+示）。
- 4.把行程开关 1~3XK 对应插入在侧面板“输入信号”插座（侧板 2XK、3XK、1XK 示）。
- 5.根据差动回路工况表动作顺序，用小型插头对应插入在矩阵板插座内（矩阵板画 X 处）。
- 6.旋松溢流阀，启动 YB-4 泵，调节溢流阀压力为  $20\text{Kg/cm}^2$ ，调节单向调速阀至某一开度。
- 7.把选择开关指向“顺序位置”，先按动“复位”按钮，再按动“启动”按钮，则差动回路即可实现动作。
- 8.按照工况动作表格记录相应的压力（ $P_1$ 、 $P_2$ ）的时间 t 值。

#### 四、 思考题

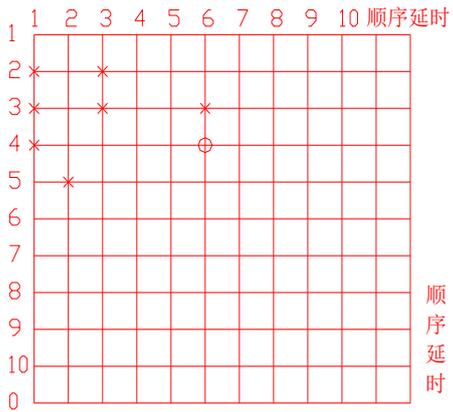
- 1.在差动快速回路中，两腔是否因同时进油而造成“顶牛”现象？
- 2.差动连接与非差动连接，输出推力哪一个大为什么？
- 3.在慢进时，为什么液压缸左腔压力比快进时大，根据回路进行分析。
- 4.如该回路中液压缸，该为双出杆液压缸，在回路不变情况下，是否能实现增速，为什么？



工况 \ 动作	1ZT	2ZT	3ZT	输入信号	P1	P2	t
快进	+	-	+	1XK			
工进	+	-	-	2XK			
快退	-	+	-	3XK			

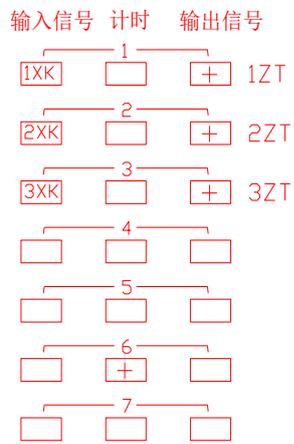
(选择开关在顺序位置)

### 增速回路



侧板计时

+



注:⊙处先不插插头,待测完快进时间后,将(6,3)点处的插头插入此处。

## (二) 液压系统节流调速实验

### 一、实验目的：

- 1 通过自行设计和亲自拆装，了解节流调速回路的组成及性能，绘制速度负载特性曲线。
- 2 通过该回路实验，加深理解  $Q=C \cdot A \cdot \Delta P^n$  分别由什么决定。

### 三、实验要求

实验台中提供了液压基本回路所用的各种液压元件，包括：方向阀、压力阀、流量阀、油缸、压力表、油管和快换接头，以及行程开关。

自行设计一个调速回路，油缸的速度可调节；在加载回路中，改变加载缸的压力，测试节流调速系统的速度负载特性曲线。

### 三、实验步骤：

1. 按照自行设计的节流调速回路，找出所要用的液压元件，通过快换接头和液压软管连接油路。
2. 根据矩阵板和侧面板示例，进行电气线路连接，并把选择开关拨至顺序位置。

(安装完毕，待指导教师检查无误后，再继续进行实验)。

3. 定出两只行程开关之间的距离，旋松溢流阀 (I)、(II)，启动 YBX-16, YB-4 泵，调节溢流阀 (I) 压力为  $40\text{kgf/cm}^2$ ，溢流阀 (II) 压力 (加载系统的压力) 分别为 5、10、15…… $40\text{kgf/cm}^2$ ，调节单向调速阀的开口至某一开度。

4. 按动“复位”按钮，随之按动“启动”按钮，即可实现动作。在运行中读出单向调速阀进出口压力，记录计时器显示的时间。

5. 根据回路记录表，调节溢流阀 (II) 压力 (即负载压力)，记录相应时间和压力，填入表中。

6. 将单向调速阀改为单向节流阀 (开口为某一值)，方法同前进行测试。

### 三、理实验数据，绘制 V-P 特性曲线

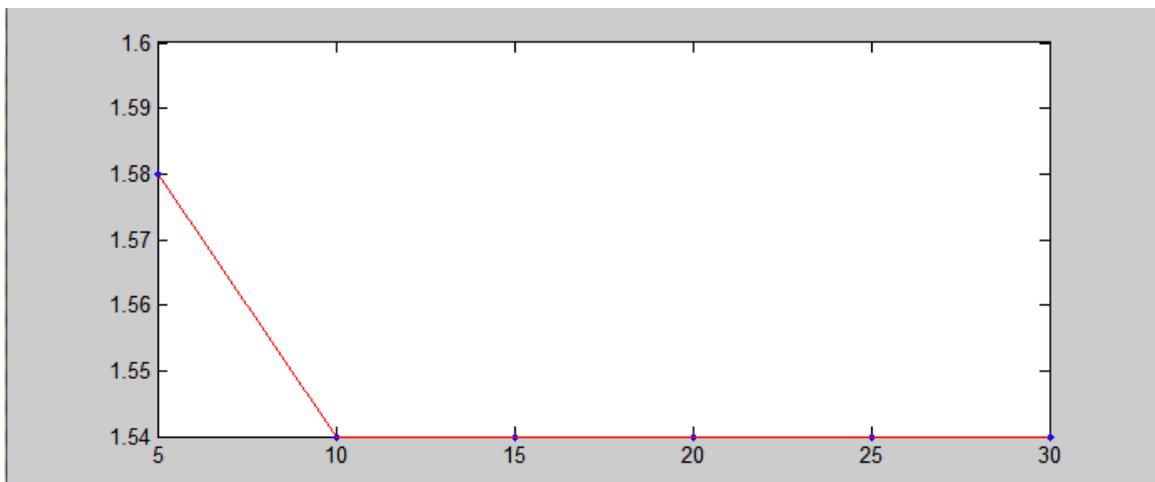
#### 1. 调速阀进口节流调速

加载压力 ( $\text{kgf/cm}^2$ )		5	10	15	20	25	30
22 格	T (秒)	7.6	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
	V (米/分)	1.58	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54

S= 200 mm,

油温= 24.6 °C

用直角坐标纸，绘制速度—负载特性曲线。

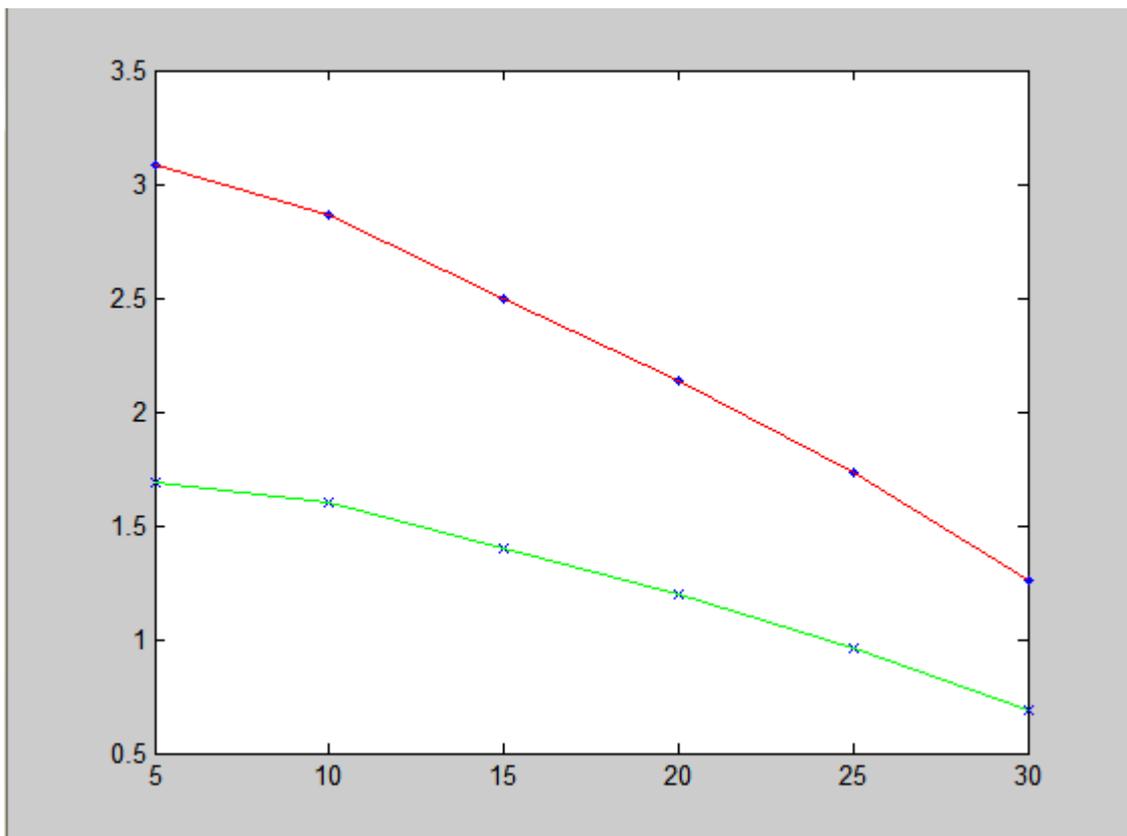


#### 2. 节流阀进口节流调速

加载压力 ( $\text{kgf/cm}^2$ )	5	10	15	20	25	30	35	40

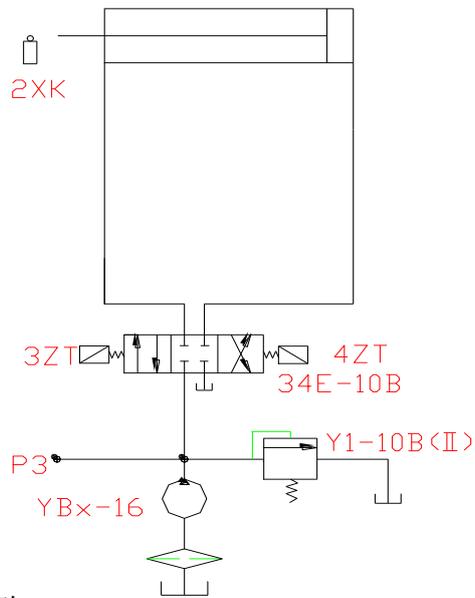
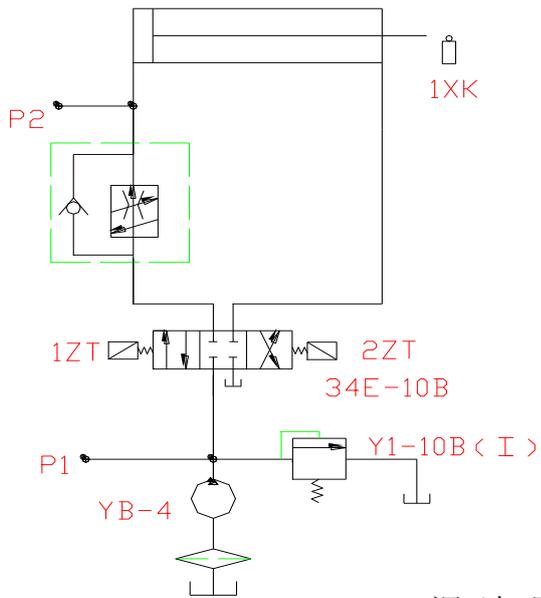
15 格	T (秒)	3.9	4.2	4.8	5.6	6.9	9.5		
	V (米/分)	3.08	2.86	2.50	2.14	1.73	1.26		
13 格	T (秒)	7.1	7.5	8.6	10.0	12.4	17.2		
	V (米/分)	1.69	1.6	1.40	1.20	0.96	0.69		

用直角坐标纸，绘制速度—负载特性曲线。



#### 四、思考题：

1. 节流阀与调速阀在结构与性能上有何区别？
2. 通过节流阀流量的大小与哪些因素有关？
3. 节流阀和调速阀调速，各用与什么场合最好，为什么？
4. 当负载压力上升到接近系统压力时，为什么缸速开始变慢？



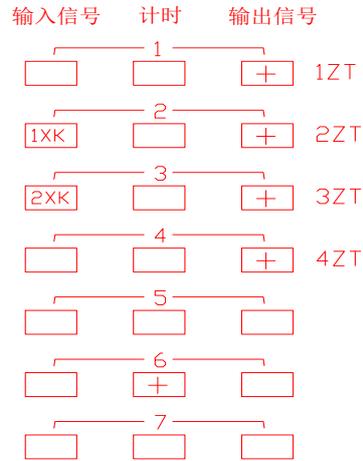
调速回路

工况 \ 动作	1ZT	2ZT	3ZT	4ZT	计时	输入信号
加载缸进	-	-	-	+		跳步
工作缸进	+	-	-	+		1XK
计时	+	-	-	+	+	2XK
工作缸退	-	+	-	+		跳步
加载缸退	-	+	+	-		复位

(选择开关在顺序位置)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	顺序延时
1											
2				*							
3	*			*							
4	*			*		*					
5		*		*							
6		*	*								
7											
8											
9											
10											
0											

侧板计时



## 实验三 B    液压系统性能实验 (003B 实验台)

### (一)    液压泵性能实验

### 一、实验目的:

了解液压泵的主要技术性能指标,学会对压力、流量、容积、效率和总效率的测量方法。

### 二、实验设备:

1. QCS003B 液压实验台。
2. 秒表两块。

### 三、实验内容:

#### 1. 油泵的 Q—P 特性:

流量:泵的理论流量是恒定的,与泵的工作压力无关。但因为有内部泄漏,泵的实际流量随着工作压力的提高,油液粘度的降低而下降,测定液压泵在不同工作压力下的实际流量,可画出油泵的流量—压力特性曲线  $Q=f_2(P)$ 。

#### 2. 油泵的容积效率 $\eta_v$

油泵的容积效率,是油泵在额定工作压力下的实际流量  $Q_{实}$  和理论流量  $Q_{理}$  的比值。

即 
$$\eta_v = \frac{\text{实际流量 } Q_{实}}{\text{理论流量 } Q_{理}}$$

$Q_{理}$  可以按油泵电机的转速和油泵的结构尺寸计算。但这种方法比较复杂,实验室往往用油泵出口压力接近零时的流量  $Q_0$ , 代替理论流量得到  $\eta_v$  的近似值。

$$\eta_v = \frac{\text{实际流量 } Q_{实}}{\text{空载流量 } Q_0}$$

#### 3. 油泵的总效率 $\eta_t$

$$\eta_{总} = \frac{N_{出}}{N_{入}}$$

液压泵的输出功率  $N_{出}$

$$N_{出} = \frac{P \cdot Q}{612} \quad (\text{KW})$$

可通过测量  $Q_1$ ,  $P$  的对应值,由公式计算出来。

液压泵的输入功率是将三相功率表接入电网与电动机定子线圈之间,功率表指示的数值  $N$  为电动机的输入功率,再根据电动机的效率曲线,查出功率为  $N_{表}$  时的电动机效率  $\eta_{电}$ ,则液压泵的输入功率  $N_{入} = N_{表} \cdot \eta_{电}$  液压泵的总效率可用下式表示:

$$\eta_{总} = \frac{N_{出}}{N_{入}} = \frac{P \cdot Q}{612 \cdot N_{表} \eta_{电}}$$

### 五、实验步骤:

实验台液压系统回路如图 4-003B 所示,

#### 1. 按照实验目的,自己制订实验方案,确定实验油路,做好实验准备:

先将电磁阀 12 处于中间位置,电磁阀 11、16 处于复位“O”状态。关闭节流阀 10,旋松溢流阀 9 (为无载启动),压力表开关置于  $P_6$  位置。

#### 2. 调整溢流阀压力:

启动泵 8,逐渐拧紧溢流阀 9,观察  $P_6$  的数值,使泵压逐渐上升到  $63\text{kgf/cm}^2$ 。

#### 3. 测理论流量 $Q$ 和相应的输入功率 $N_{10}$ :

用节流阀 10 使系统加载和卸载。缓慢的完全打开节流阀 10,测出此时泵的压力(读  $P_0$  值),通过流量计 20 及秒表测出泵在最小压力  $P_0$  下的流量  $Q_0$  (推荐:用秒表测出流量为 5 升时所需时间,换算为流量  $Q$ ,单位  $l/\text{min}$ )

此时的流量值可近似为泵的理论流量  $Q_{理}$ ，再通过功率表 19 读出此时电动机的输入功率  $N_{表}$ ，将测得的数据记入表中。

4. 测不同压力下的流量和相应的电机功率：

改变节流阀 10 的开口，使油泵压力逐渐上升，逐点测出压力和对应的流量及电机功率  $N_{表}$ ，将结果填入表中。

5. 卸压，停止电机，测试结束。

### 五、分析整理实验数据。

用坐标纸画出  $Q=f(P)$ ， $\eta_v=f(P)$ ， $\eta_t=f(P)$  曲线。

测算内容	数据	序号						
		1	2	3	4	5	6	7
1	被试泵的压力 $P$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		10	20	30	40	50	60
2	泵输出油液容积的变化量 $\Delta V$ (l)							
	对应 $\Delta V$ 所需时间 $t$ (s)							
3	泵的流量 $Q = \Delta V/t \times 60$ (l/min)							
4	泵的输出功率 $N_{出}$ (KW)							
5	电机效率 $\eta_{电} = 0.8$							
	电动机的输入功率 $N_{表}$ (KW)							
6	泵的总效率 $\eta_t$ (%)							
7	泵的容积效率 $\eta_v$ (%)							

### 六、思考题：

1. 实验油路中的溢流阀起什么作用？
2. 实验系统中节流阀为什么能够对被试泵进行加载？（可用流量公式  $Q = C_d \cdot A \cdot \Delta P^n$  进行分析）。
3. 从液压泵的效率曲线中可得到什么启发？（如合理选择泵的功率，泵的合理使用区间等方面）。

## （二） 节流调速回路性能实验

### 一、实验目的：

节流调速回路是由定量泵、流量控制阀、溢流阀和执行元件组成。它通过改变流量控制阀阀口的开度，即通流截面积来调节和控制流入或流出执行元件的流量，以调节其运动速度。节流调速回路按照其流量控制阀安放位置的不同，有进口节流调速，出口节流调速和旁路节流调速三种。流量控制阀采用节流阀或调速阀时，其调速性能各有自己的特点，同是节流阀，调速回路不同，它们的调速性能也有差别。

通过本实验达到如下目的：

1. 通过对节流阀三种节流调速回路的实验，得出它们的调速回路特性曲线，并分析它们的调速性能（速度—负载特性）。
2. 通过对节流阀和调速阀进口节流调速回路的对比实验，分析比较它们的速度——负载特性。

### 二、实验内容

1、按照实验目的，自己制定实验方案。

- (1) 进油路节流阀调速系统速度——负载特性；
- (2) 回油路节流阀调速系统速度——负载特性；
- (3) 旁路节流阀调速系统速度——负载特性；
- (4) 进油路调速阀调速系统速度——负载特性；

2、测定实验数据，并绘制节流阀和调速阀进口节流调速回路的速度——负载特性曲线。分析比较实验结果。

### 三、实验步骤：

根据实验台的液压系统油路图和实验内容，确定实验油路。

1. 调整加载油缸，做好准备工作：

对照油路图，将一些电磁阀都置于 0 位（断电），溢流阀 2、9 全部松开。

启动泵 8，调整溢流阀，同时观察压力表，对速度缸加载。

启动泵 1，调节溢流阀，使油泵压力为  $40\text{kgf/cm}^2$ 。

2. 选择实验油路，做各种节流调速实验：

(一) 进口节流调速。

(1) 用钢卷尺测出油缸的行程并记录。

(2) 调整溢流阀，逐渐增加加载油缸的压力，分别在压力为 5、10、15、20、25、30、35、 $40\text{kgf/cm}^2$  的情况下用秒表测出不同负载下油缸的运动速度，并将结果记入表中。

(4) 改变节流阀的开口，按以上步骤重测一组数据。

(5) 在测试过程中，通过压力表开关，观测节流口前后压差值，分析其现象。

(二) 出口节流调速和旁路节流调速，测量方法同上

(三) 调速阀进口节流调速。

方法同上进行测试。

在测试过程中，通过压力表开关，观察节流口前后的压差，注意压力表开关的位置，与节流阀调速进行比较，分析其现象。

四、整理实验数据，绘制 V-P 特性曲线：

1. 节流阀进口节流调速：

加载压力 ( $\text{kgf/cm}^2$ )		5	10	15	20	25	30	35	40
格	T <sub>1</sub> (秒)								
	V <sub>1</sub> (米/分)								
	$\Delta P_1 = P_2 - P_0$								
格	T <sub>2</sub> (秒)								
	V <sub>2</sub> (米/分)								
	$\Delta P_2 = P_2 - P_4$								

S=                      mm,                      油温=                      °C

用直角坐标纸，绘制速度—负载特性曲线。

2. 调速阀进口节流调速：

加载压力 ( $\text{kgf/cm}^2$ )		5	10	15	20	25	30
格	T (秒)						
	V (米/分)						
	$\Delta P = P_2 - P_4$						

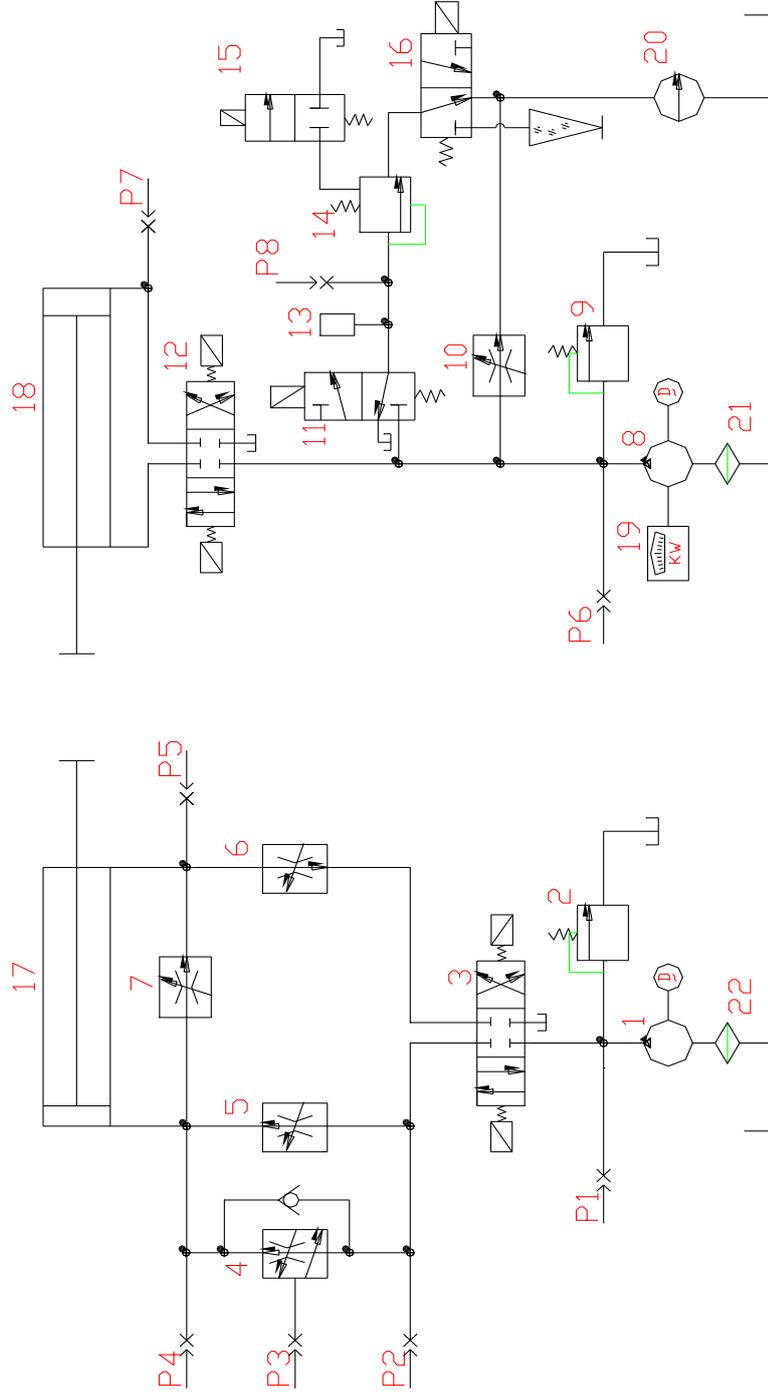
S=                      mm,                      油温=                      °C

用直角坐标纸，绘制速度—负载特性曲线。

五、思考题：

1. 节流阀与调速阀在结构与性能上有何区别？
2. 通过节流阀流量的大小与哪些因素有关？
3. 节流阀和调速阀调速，各用于什么场合最好，为什么？
4. 当负载压力上升到接近系统压力时，为什么缸速开始变慢？

节流调速性能、油泵性能与溢流阀静态实验液压原理图



1. 双作用叶片泵 YB-6; 2. 溢流阀; 3. 三位四通电磁换向阀; 4. 单向调速阀; 5. 6. 7. 节流阀; 8. 双作用叶片泵 YB-6; 9. 溢流阀; 10. 节流阀; 11. 二位三通电磁换向阀; 12. 三位四通电磁换向阀; 13. 压力传感器接口; 14. 溢流阀 (被测); 15. 二位三通电磁换向阀; 16. 二位三通电磁换向阀; 17. 18. 单出杆液压缸; 19. 功率表; 20. 流量计; 21. 22. 滤油器

# 实验四 气动机械组装与测试

## 一、 实验目的

对于气动马达的主要工作原理、性能进一步了解。对气动马达存在的问题有直观的认知，激励学生进一步提出创新性方案。

## 二、 实验设备与材料

### (一)、实验设备

a) 锚杆钻机综合试验台, b) 手持式转速测量仪, c) 声级计

### (二)、实验材料

1、马达 (Motor)			
序号	名 称	数量	功能描述
RTMM902	95mm 马达壳	1	容纳齿、轮轴承的壳体
RTMM905	95mm 主动轮	1	带输出轴的马达齿轮
RTMM906	95mm 惰轮	1	不带输出轴的马达齿轮
RTMM907	6204 轴承	4	支承两个齿轮
RTMM908	下轴承座	2	限制齿轮位置, 密封齿轮端面
RTMM909	纸垫	1	在马达底板上, 密封马达下端
RTMM910	马达底板	1	马达和机头连接
RTMM911	M8 x 20 沉头螺丝钉	6	马达壳体和底板的连接, 特种螺钉
RTMM912	3/4 英寸 90 度弯头	1	马达进气管接头

2、消声器 (Muffler)			
序号	名 称	数量	功能描述
RTMS903	1/2" 螺纹铜接头	1	连接消声器和马达并通气
RTMS904	3/4" 螺纹铜接头	1	连接消声器和马达并通气
RTMS905	1/2" 铜螺母	1	连接消声器和马达并通气
RTMS906	3/4" 铜螺母	1	连接消声器和马达并通气
RTMS907	1'X 直径 150mm 消声海绵	1	提供消声功能
RTMS907A	消声体	1	多孔材料, 吸声并滤除油雾
RTMS909	50mm x 101mm 尼龙板	1	提供消声功能
RTMS909	直径 150mm 排气网	1	孔板, 通气并限制消声体位置
RTMS710	M6 螺栓 (长)	2	固定消声器盖
RTMS711	M6 螺栓 (短)	2	固定排气网
RTMS712	M6 螺母	4	固定消声器盖

### 三、 实验设计要求

1. 利用所提供的零件和装配图，预先设计装配流程，使马达能够旋转自如；
2. 组装马达并测试马达的转速特性；
3. 测试有消声器的马达的噪声特性和无消声器时的噪声特性；
4. 设计气动机械扭矩转速和推力的测试流程，测试气动锚杆钻机的全特性。（选做）

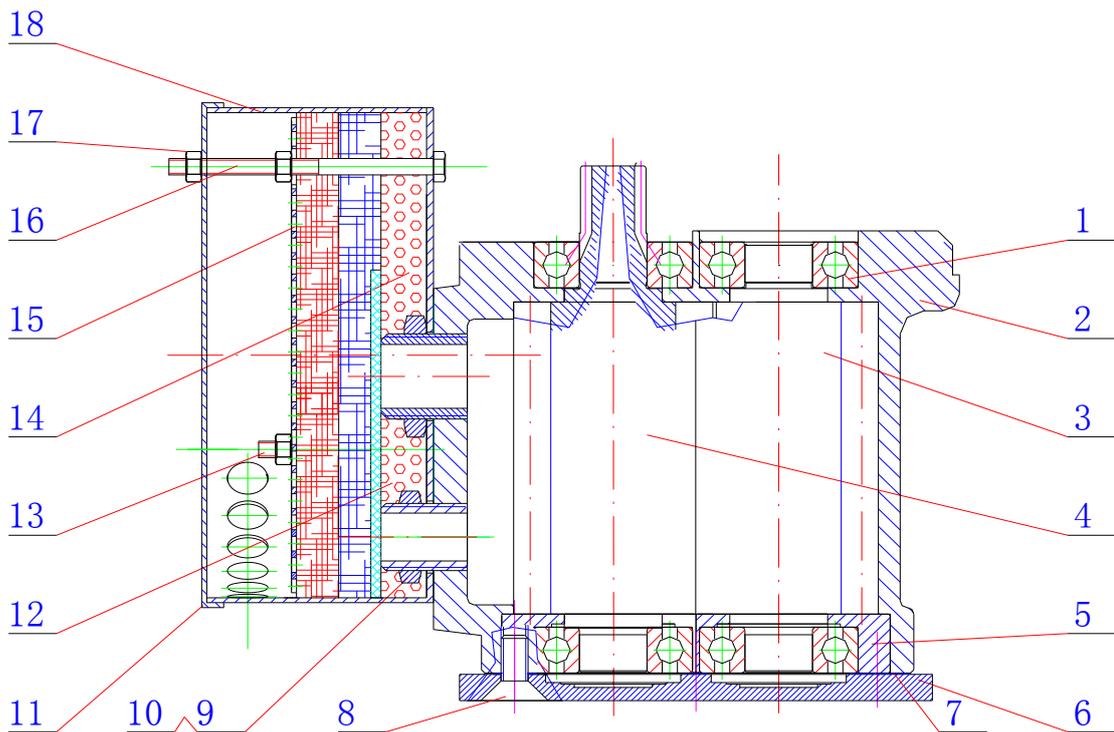
### 四、 观察与思考

1. 装配中哪些因素影响马达的旋转特性？
2. 消声器的原理是什么？

### 五、 问题探究

1. 在供气压力一定时，提高马达的输出功率的途径。
2. 气动马达的噪声是如何产生的，利用你所学的知识与经验，提出降低马达噪声思路，或者如何更有效地提高消声效果。
3. 马达的使用中证明，轴承是经常损坏的易损件，如何提高马达的服务周期。

### 六、 附图



图中 1.轴承 2.马达壳 3.从动轮 4.主动轮 5.轴承座 6.马达底板 7.纸垫 8.螺钉 9.接头 10.螺母  
11.消声器盖 12.尼龙板 13.螺栓 14.排气海绵 15.排气网 16.螺栓 17.螺母 18.消声器壳体座

# 实验五 气动机械手顺序控制实验

机械手是自动生产设备和生产线上的重要装置之一，它可以根据各种自动化设备的工作需要，按照预定的控制程序动作。因此，在机械加工、冲压、锻造、铸造、装配和热处理等生产过程中被广泛用来搬运工件，借以减轻工人的劳动强度；也可以实现自动取料、上料、卸料和自动换刀的功能。气动机械手是机械手的一种，它具有结构简单，重量轻，动作迅速、平稳、可靠和节能等优点。

## 一、实验目的

1. 了解并掌握气动系统的构成和 PLC 在气动系统中的应用及其自动化的实现；
2. 掌握 PLC 可编程控制器的编程方法；
3. 通过实验掌握最基本的利用 PLC 实现自动控制气动机械手的方法。

## 二、实验设备

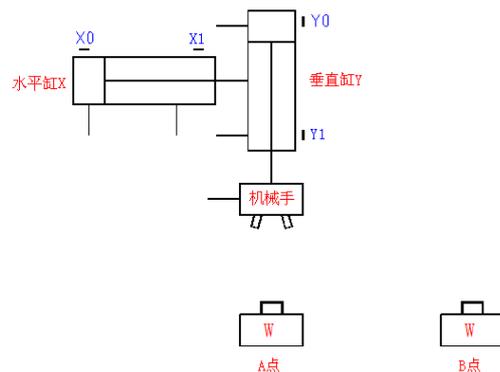
气动系统综合实验台。

## 三、实验要求与内容

1. 实验要求：根据给出的气动元件，设计一个多执行机构气动系统，构成气动机械手；用 PLC 可编程控制器编程，控制气动机械手，实现预定的顺序动作，抓取物体从 A 点移至 B 点或从 B 点移至 A 点。气动回路要求每个气缸往复运动速度可调节。

2. 气动元件：主要包括：水平气缸、垂直气缸及气爪各一个，单向调速阀四个，截止阀一个，两位五通电磁换向阀三个，及气管和接头。另外，提供气源一套，含空气压缩机、气动三联件等。

水平气缸与垂直气缸的缸体上分别安装有电磁行程开关 (X0、X1、Y0、Y1)，气缸内部的活塞上装有磁性环，当磁性环与电磁行程开关位置相对应时，电磁行程开关的线圈处于接通状态。



3. 控制元件：PLC 可编程控制器 MASTER-K (K7M-DR20S)，其中：有 12 路输入信号，8 路输出信号。

4. 气动系统顺序动作要求

气动实验台机械手的结构示意图如右图所示，它由两个气缸和一个气爪组成。水平缸缸体固定，在水平缸作用下垂直缸在滑道上水平移动，气爪随垂直缸的伸缩作垂直方向的移动，靠气爪夹紧物体。对气动机械手的动作顺序要求是：

手动启动→水平缸伸出→垂直缸伸出→气爪夹紧工件→垂直缸缩回→水平缸缩回→气爪松开工件。

实现工件 W 从 B 点移至 A 点(也可使 W 从 A 点移至 B 点)这样一个自动完成的过程。

#### 四、实验步骤

1. 实验课前，设计好气动回路。注意实验要求，每个气缸往复运动的速度要可调节。

2. 根据工件 W 由 B 点至 A 点的基本要求，可设计如下的传送方式：

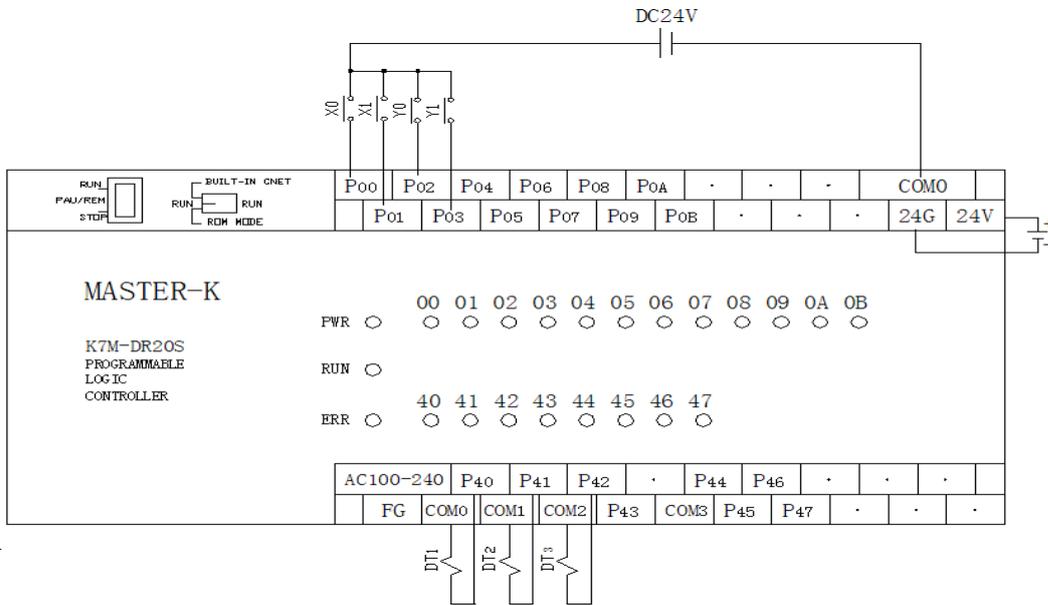
水平缸由 X0 右移至 X1→垂直缸由 Y0 移至 Y1→气爪夹紧工件→垂直缸由 Y1 上移至 Y0→水平缸由 X1 左移至 X0→垂直缸下移至 Y1→气爪松开工件→水平缸由 X0 右移至 X1（既进入下一个工作循环）。

3. 输入/输出信息确定

输入信息：气缸到达位置时的信息，如电磁行程开关开启或闭合；

输出信息：驱动气缸的电磁换向阀线圈通电或断电。

确定输入/输出方式后，进行相关元件与 PLC 的连线。下图给出了 PLC 与电磁行程开关和电磁换向阀线圈的基本连线方式。



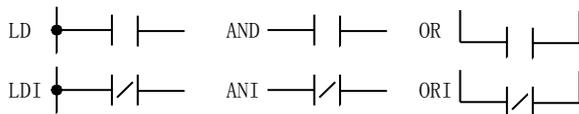
下表给出了各动作的触点与线圈通断电的关系

输入	触点	X0	X1	Y0	Y1
	含义	左限位	右限位	上限位	下限位
输出	线圈通电	DT1 (+)	DT2 (+)	DT3 (+)	
	含义	右移	下移	夹紧	
	线圈断电	DT1 (-)	DT2 (-)	DT3 (-)	
	含义	左移	上移	放松	

2. 梯形图编制

a) 指令说明

i. 触点指令，包括运算开始、串联连接、并联连接。指令操作符为 LD, LDI, AND, ANI, OR, ORI 等。在梯形图中的画法为



触点指令梯形图

其中：LD—取，取支路起始段的常开触点；

LDI—取反，取支路起始段的常闭触点；

AND—与，常开触点的串联；

ANI—与反，常闭触点的串联；

OR—或，常开触点的并联；

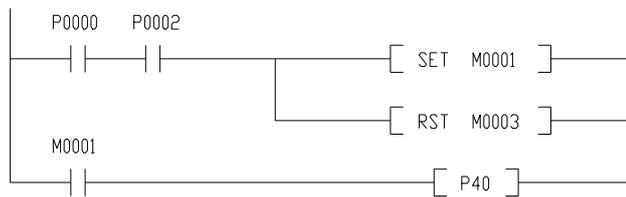
ORI—或反，常闭触点的并联；

ii. 输出指令，包括输出、直接输出等，指令操作符为 OUT，OUTD。其中，OUT 为输出将逻辑运算结果输出给指定装置；OUTD 为直接输出，直接输出给指定输出继电器 Y 的模板。

iii. 置位、复位指令，置位指令操作符为 SET，复位指令操作符为 RST。

(2) PLC 编程梯形图和相应 PLC 指令的示例。

下图给出了水平缸伸出其线圈得电与其它机构信息的逻辑关系及 PLC 编程梯形图和相应 PLC 指令的示例。



a) 梯形图

水平缸伸出程序

程序：

```
LD P0000
AN P0002
SET M0001
RST M0003
LD M0001
OUT P40
```

b) PLC 指令

在 PLC 的梯形图编制过程中，注意各执行机构之间的联锁关系。

6. 连接气路系统图和电器线路图，经指导教师检查无误后，继续进行实验。

## 五、实验报告

1. 画出你所设计的气动机械手气路系统图；
2. 根据你设计的气路系统，写出两种不同的机械手动作顺序。
3. 试设计功能更多的机械手（画出结构示意图），选做。