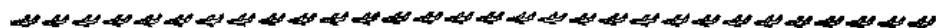


第17章 气压传动

汪复元 王振民



第1节 概述

气压传动是以压缩空气为工作介质传递动力或控制信号的系统。具有工作可靠、结构简单、维修方便等特点，随着工业自动化技术的发展，气压传动已日益广泛地应用于各工业部门。

(一) 气动的优缺点

气动有以下优点：

(1) 以空气为工作介质，工作压力较低，工作介质来源比较容易，废气处理方便，与液压传动相比不必设置回油装置。

(2) 因空气的粘度很小，在管道中流动时能量损失也很小，所以便于集中供应和远距离输送。此外，外泄漏不会像液压传动那样有明显的压力降和环境污染。

(3) 相对液压传动来说，气动动作迅速、反应快、维护简单、工作介质清洁、管道不易堵塞和不存在介质变质等问题。

(4) 工作环境适应性好，特别在易燃、易爆、多尘埃、强磁、辐射、振动等恶劣工作环境中，比液压、电子、电气控制优越。

(5) 成本低，过载能自动保护。

气动有以下缺点：

(1) 由于空气具有可压缩性，因此工作速度的稳定性较差，但采用气液联动装置会得到满意的效果。

(2) 由于工作压力低，且结构尺寸不宜过大，因而气动装置总输出力不会很大。

(3) 气动装置中的气信号传递速度比电子及光速均慢，因此，气信号传递不适用于高速传递的复杂回路。

(二) 使用气动装置的注意事项

(1) 压缩空气的干燥及去除水分 气动装置有效管理工作是去除水分、维持最佳容量与压力的问题。气动元件的工作，要求优质和干燥的空气。这是因为，当压缩空气含有污水和颗粒状尘埃时，气动元件中的零件便被置于研磨状态下，使零件精度逐渐下降，最后使气动效率降低。

(2) 执行元件的效率 现以气缸为例来说明。气缸缸径与效率的关系如下：如果气缸内径为30mm左右，且工作气压较低（仅0.2MPa），则效率 η 有时仅50%，在此压力下把缸径加大到100mm左右，效率 η 可达到65%，如果把缸径加大到100mm左右，压力在0.45MPa以上，则 $\eta = 80\%$ 。 $\eta = 80\%$ 是指仅能输出理论值的80%左右，如果忽视了这一情况，由于输出力不足，在运转中可能出现不能动作的故障。

(3) 影响方向控制阀使用因素 空气的质量对气动系统的影响集中反应在执行元件与方向控制阀上，作为故障的原因，可以举出水、尘埃、压缩机油的碳化物等。

(4) 使用流量控制阀的注意事项 在气动系统中，借助于流量控制来控制执行元件的速度要比液压系统更困难，特别是低速的控制以及把从行程中途开始的速度变化控制到预定数值，单靠气动是很难实现的。如果能解决以下几点，则可达到相当的精度。

1) 应彻底排除管路中漏气现象，速度越低漏气的影响越大；

2) 应特别注意缸内表面的几何精度及粗糙度，尽可能减小缸内表面的滑动阻力；

3) 应在缸内表面保持一定的润滑状态。若润滑状态不好，则滑动阻力发生变化就无法使速度稳

定:

4) 应使加在活塞杆上的负载恒定。若该负载在行程中途变化, 则速度控制不仅困难, 有时甚至是不可能的。

第2节 气动系统基础知识

(一) 气动系统基本参数与图形符号

气动系统的基本参数与图形符号列于表17-2-1至表17-2-7。

表17-2-1 压缩空气公称压力系列 (MPa)

0.001(0.002)	0.004(0.006)	0.01(0.02)	0.04(0.08)	0.1
0.125	0.16(0.2)	0.25(0.32)	0.4(0.5)	0.63
0.8	1	(1.25)	1.6(2.0)	2.5(3.2)
4	(5)			

表17-2-2 公称通径系列 (mm)

1	1.2	1.6	2	2.5	3.2	4	6	8	10	15
20	25	32	40	50	63	80				

表17-2-3 公称缸径系列 (mm)

8	10	12	16	20	25	32	40	50
63	80	100	125	160	200	250	320	400

表17-2-4 管路连接螺纹公称直径系列

普通细牙螺纹	普通粗牙螺纹	
M 8×1	M27×2	M3
M10×1	M33×2	M4
M12×1.25	M42×2	M5
M16×1.5	M48×2	M6
M20×1.5	M60×2	

表17-2-5 活塞杆公称直径系列

(mm)

4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50
56	63	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	360	

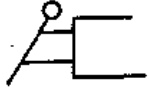
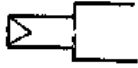
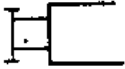
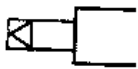
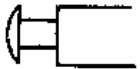
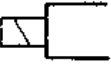
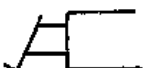



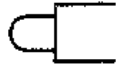

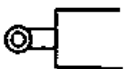
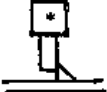

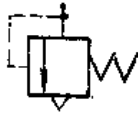
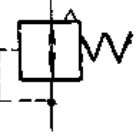
表17-2-6 常用气动系统图形符号 (GB786—76)

类别	名称	符号	类别	名称	符号
管路连接及接头	工作管路		管路连接及接头	引出排气口	
	控制管路			堵头	
	连接管路			压力测量接点	
	交叉管路			开关	
	软管连接			一般快速接头	
	气体流动方向			带单向元件的快速接头	
	气体加压方向			一般快速接头组	
	排气口			带一个单向阀的快速接头组	

(续)

类别	名称	符号	类别	名称	符号		
管路及接头	伸缩接头		压缩机、泵、马达及气缸	伸缩式套筒缸			
	空气压缩机			单作用气缸	弹簧复位缸		
压缩机、泵、马达及气缸	真空泵			薄膜式缸			
	单向定量马达			双作用气缸	单活塞杆缸		
	双向定量马达				不可调单向缓冲式缸		
	单向变量马达				不可调双向缓冲式缸		
	双向变量马达				双作用带可调单向缓冲式缸		
	摆动马达				双作用带可调双向缓冲式缸		
	单作用气缸	柱塞式缸				双活塞杆缸	
		活塞式缸				差动式缸	
	增压缸					伸缩式套筒缸	
					同一介质增压缸		
				不同介质增压缸			

(续)

类别	名称	符号	类别	名称	符号	
控制方式	手柄式		控制方式	气压控制 先导式	压力控制	
	转动式				泄压控制	
	按钮式			电磁控制 (单线圈式)		
	脚踏式			复合控制	顺序动作式	
	弹簧式				选择动作式	
	顶杆式			定位机构 (缺口数根据定位数而定)		
	滚轮式			锁紧机构	 * 表示锁紧机构方式	
	可通过滚轮式			溢流阀		
	气压控制	直控式		压力控制	减压阀	不带溢流
泄压控制			带溢流			

(续)

类别	名称	符号	类别	名称	符号
压力控制阀	顺序阀		方向控制阀	单向阀	
	固定节流器			气控单向阀	
流量控制阀	可调节流器			双压阀	
	固定式节流阀			梭阀	
	可调节流阀			快速排气阀	
	二位三通阀		气罐		
方向控制阀	常断式		辅件及其他装置	气液传送器	
	常通式			冷却器	
	二位四通阀			简易符号	
	二位五通阀			粗过滤器	
	三位四通阀			精过滤器	
	三位五通阀				
	单向元件				

(续)

类别	名称	符号	类别	名称	符号
辅件及其他装置	分水过滤器	人工放水	辅件及其他装置	压力继电器	
		自动放水		消声器	
	油雾器	一次雾化		气源	
		二次雾化			

表17-2-7 气动逻辑系统元件图形符号 (GB786—76)

元件名称	是门元件	或门元件	与门元件	非门元件	禁门元件
元件图形符号	 $F = a$	 $F = a + b$	 $F = a \cdot b$	 $F = \bar{a}$	 $F = \bar{a} \cdot b$
元件名称	或非元件	与非元件	单记忆元件	双稳元件	或-或-双稳
元件图形符号	 $F = a + b + c$	 $F = a \cdot b$	 F_1 0	 F_1 F_0	 F_1 F_0
元件名称	与-或-双稳	固定延时元件 (常断)	固定延时元件 (常通)	可调延时元件 (常断)	可调延时元件 (常通)
元件图形符号	 F_1 F_0				
元件名称	固定脉冲元件	可调脉冲元件	传感式放大器 (泄流放大器)	压力开关 (常断)	压力开关 (常通)
元件图形符号					

(二) 顺序控制与反馈控制

以某种目标为对象，按照一定的顺序依次动作的控制方式称为顺序控制，如图17-2-1所示。顺序控制气动回路造价较低，控制简单，并且可以采用数字控制。根据控制结果检测出与目标值的误差，并施以反馈信号进行修正的控制方式称反馈控制，如图17-2-2所示。在气动计量仪器中，根据不同用途可通过控制压力与流量进行反馈控制，图17-2-3是检测滚筒厚度的例子，根据厚度的不同，对供给空气压力进行制动控制，以改变转速。



图17-2-1 顺序控制

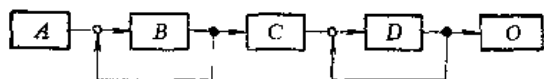


图17-2-2 反馈控制

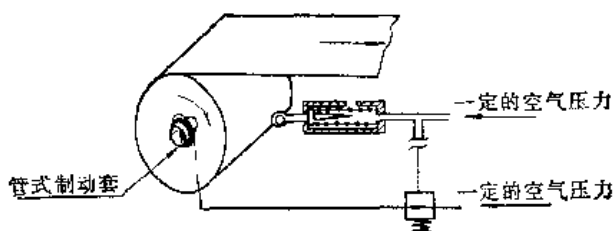


图17-2-3 制动控制

(三) 逻辑代数和典型逻辑回路

1. 逻辑代数

(1) 基本概念 逻辑代数又称开关代数或布尔代数。它是分析、设计和简化逻辑线路常用的数学工具。

逻辑代数的变数，只能取两个值：一个是“0”，一个是“1”。这里“0”和“1”并不代表数字，而是代表逻辑系统中两个对立着的基本状态。例如：大和小，高和低，有和无，是和非，开和关，导通和切断，正常和事故等等。

在气动技术中，常用“1”和“0”分别表示“有输入”和“无输入”，“有输出”和“无输出”，“有气”和“无气”，“接通”与“切断”等等。

(2) 基本规律与常用基本逻辑符号

1) 基本规律 逻辑代数中的某一变量(如A)其真值不为“1”即为“0”，不为“0”即为“1”。

两个或两个以上的条件同时存在时，才能出现某一结果，称为“逻辑乘”(与门)。

$$表达式 F = A \times B \text{ 或 } F = A \cdot B$$

$$F = A \cdot B \cdot C \cdot \dots \cdot N$$

式中，F称因变量，A、B及C称自变量，符号“×”或“·”读作“乘”或“与”。N代表任意正整数。

两个以上的条件中，只要有一个存在时，就出现某一结果，称“逻辑或”(或门)。

$$表达式 F = A + B$$

$$F = A + B + C + \dots + N$$

任意变量的“否是”或“反相”，称之为“逻辑非”，

$$表达式 F = \bar{A}$$

数字式信号只是以有无信号为准，有信号(ON)以数字“1”表示，无信号(OFF)以数字“0”表示。把数字信号A和B组合起来列表，这种表称为真值表(Truth Table)。

2) 常用基本逻辑符号

表17-2-8是我国及国际上常用的几种基本逻辑符号。

表17-2-8 我国及国际上常用的几种基本逻辑符号

逻辑门	逻辑与	逻辑或	逻辑非
规程			
我国常用			

逻辑门 规程	逻辑与	逻辑或	逻辑非
MIL-STD — 806 B			
DIN — 40700			
CETOP — RP33			
其 它			
布尔函数	$F = A \cdot B$	$F = A + B$	$F = \bar{A}$
条件说明	两个以上信号同时输入才有输出	两个以上信号有任何一个输入时即有输出	有信号输入时无输出 无信号输入时有输出

2. 逻辑代数的基本运算规律

逻辑代数以逻辑与，逻辑或和逻辑非为基础可以导出下列八组基本运算规律，如表17-2-9所示。

在形式繁多的逻辑表达式中，可以归纳出两种基本类型，凡各项因子先乘后加的称为（与/或）式；凡各项因子先加后乘的称（或/与）式。

根据逻辑代数八项基本定律，可以导出的“形式定理”各三组如表17-2-10所示。

3. 基本逻辑回路

运用逻辑代数对气动控制回路进行逻辑处理所得出的比较合理的、具有一定逻辑职能的回路谓之逻辑回路。和电子线路中的门电路一样，在气动装

表17-2-9 逻辑代数基本运算规律

名称	含义	公式	备注
吸收律	两项因子互相吸收只存其一	$A + 0 = A$ $A + 1 = 1$ $A \cdot 0 = 0$ $A \cdot 1 = A$	前两式又称加法法则，可依逻辑代数基本定义求证，后两式又称乘法法则，与普通代数相同
交换律	在逻辑加和逻辑乘的运算中变量的位置可以交换	$A + B = B + A$ $A \cdot B = B \cdot A$	与普通代数同
结合律	在连加、连乘运算中，各因子可以任意结合	$(A + B) + C = A + (B + C)$ $A \cdot B \cdot C = A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$	与普通代数同
分配律	公因子可以提出因式可以展开	$AB + AC + AD = A(B + C + D)$ $(A + B)(C + D) = AC + BC + AD + BD$	与普通代数同
重复律	重复相加，重复相乘时，其结果仍为原变量	$A + A + A = A$ $AB + AB + AB = AB$ $A \cdot A \cdot A = A$ $AB \cdot AB \cdot AB = AB$	
逆相结合律	逆相相加等于1，逆相相乘等于0	$A + \bar{A} = 1$ $A \cdot \bar{A} = 0$	A 与 \bar{A} 互为逆相，两因子相加等于1时，两因子为互补因子
否定之否定定律	否定之否定为肯定	$\overline{\bar{A}} = A$	
德·摩根定律（又称倒相律或反相律）	逻辑加的倒相等于各倒相的逻辑乘，逻辑乘的倒相等于各倒相的逻辑和	$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$ $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$	

表17-2-10 逻辑代数形式定理

定理1	$A + A \cdot B = A$ $A \cdot (A + B) = A$
定理2	$A + \bar{A} \cdot B = A + B$ $A \cdot (\bar{A} + B) = AB$
定理3	$AB + BC + \bar{A}C = AB + \bar{A}C$ $(A + B)(B + C)(\bar{A} + C) = (A + B)(\bar{A} + C)$

置中，对具有某种逻辑职能的气动回路谓之门气路、逻辑门或逻辑回路。

(1) 是门 (Affirmative.) 是门的特点是二种变量的元件或回路常具有逻辑上的等价。即：

当 $A = 1$ 时常导致 $F = 1$

且 $A = 0$ 时常导致 $F = 0$

在气动装置中，常闭式二位三通阀为是门的基本形式。

(2) 非门 (NOT) 非门的特点是二元变量的元件或回路具有相反的逻辑价。即：

当 $A = 1$ 时，导致 $F = 0$

且 $A = 0$ 时，导致 $F = 1$

(3) 与门 (AND) 所有的信号同时输入时才有输出信号的回路谓之与门回路。

(4) 或门 (OR) 在若干个信号中，只要有一个信号输入时即有输出信号的回路谓之或门。

(5) 或非门 (NOR) 或非门是或门的逆相，其特点是所有输入信号均为0时才有输出，否则均无输出。

(6) 与非门 (NAND) 与非门是与门的逆相，其输入信号全部为1时，输出信号 F 为0。否则输出信号为1。

常用逻辑回路汇总见表17-2-11。

表17-2-11 常用气动逻辑回路表

逻辑门	逻辑是 (是门)	逻辑非 (非门)	逻辑乘 (与门)																																													
表达式	$F = A$	$F = \bar{A}$	$F = A \cdot B$																																													
真值表	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>F</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	A	0	1	F	0	1	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>F</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	0	1	F	1	0	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>F</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	A	0	0	1	1	B	0	1	0	1	F	0	0	0	1																		
A	0	1																																														
F	0	1																																														
A	0	1																																														
F	1	0																																														
A	0	0	1	1																																												
B	0	1	0	1																																												
F	0	0	0	1																																												
逻辑符号																																																
阀门																																																
电气回路																																																
逻辑门	逻辑加 (或门)	或非	与非																																													
表达式	$F = A + B$	$F = \overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$	$F = \overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$																																													
真值表	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>F</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	0	0	1	1	B	0	1	0	1	F	0	1	1	1	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>F</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	A	0	0	1	1	B	0	1	0	1	F	1	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>F</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	0	0	1	1	B	0	1	0	1	F	1	1	1	0
A	0	0	1	1																																												
B	0	1	0	1																																												
F	0	1	1	1																																												
A	0	0	1	1																																												
B	0	1	0	1																																												
F	1	0	0	0																																												
A	0	0	1	1																																												
B	0	1	0	1																																												
F	1	1	1	0																																												
逻辑符号																																																
阀门																																																
电气回路																																																

第3节 管道的故障及其排除方法

气动管道发生的故障大致为：①冷凝水引起的故障；②压力损失、流量不足引起的故障；③异常压力产生的故障；④保养管理不善引起的故障。

(一) 冷凝水引起的故障

空气经压缩后温度升高，然后随着温度下降超过饱和状态的水分就变成水滴，在管道内析出，造成故障，见表17-3-1。

表17-3-1 水滴造成的故障

管道故障	①使管道内生锈 ②使管道腐蚀造成空气漏损，容器破裂 ③管道底部滞留水分引起流量不足，压力损失大
对气动元件的影响	①因管道生锈加速分水过滤器网眼堵塞 ②管内锈屑进入阀的内部，引起动作不良，泄漏空气 ③管内生锈引起执行元件滑动部分咬合，不能顺利地运转 ④直接使气动元件的零部件(弹簧、阀芯、活塞杆、活塞等)受腐蚀，引起转换不良，空气泄漏，动作不稳定 ⑤水滴浸入阀体内部，引起动作失灵 ⑥水滴浸入执行元件内部，使它不能顺利地运转 ⑦水滴冲洗掉润滑油，造成润滑不良，引起阀动作不良，执行元件运转不稳定 ⑧因发生水击现象引起元件破损 ⑨阀内滞留水滴引起流量不足，压力损失增大
对环境的影响	因从换向阀排气口向大地放出泄水，污染环境，对人体也不卫生

因冷凝水引起的故障，在管道安装上应采取如下措施：

(1) 在压缩机出口处安装后冷却器，使终端气动元件的气流尽可能下降到环境温度。

(2) 在空气输入主管道的地方应装上管路滤气器，使空气中的水滴刚一进入主管道就被清除掉。为了更进一步除去水分，有时还安装干燥器。

(二) 压力损失、流量不足引起的故障

压力损失、流量不足引起的故障如表17-3-2所示。

示。

表17-3-2 压力损失、流量不足引起的故障

气动元件的故障	①换向阀的动作不良(特别是对最低工作压力有要求的元件) ②使执行元件的输出力不足 ③降低执行元件的速度 ④使气动工具的转矩不够
控制装置的故障	①物体下落和夹紧力减小带来的危险 ②使装置的循环变慢，产生不稳定 ③引起计量仪器测量不准 ④使喷涂机械工作不正常 ⑤使冷却装置温度上升

(三) 异常压力产生的故障

异常压力有变成高压或变成低压的两种倾向，不论哪种倾向都会产生很大的危险性，必须引起充分的注意。表17-3-3所列为异常压力产生的故障与排除方法。

表17-3-3 异常压力产生的故障与排除方法

不良现象	原因	故障	排除方法
异常高压	①压缩机的故障 ②因外部振动冲击引起的冲击压力	①引起容器、管道、阀等破坏 ②使控制元件误动作 ③使控制装置破坏	①在适当部位装上安全阀接通大气，使回路异常压力消除，保护回路安全 ②安装压力继电器检测异常压力，当压力异常时，使安全装置动作
异常低压	①压缩机故障 ②管道、容器、软管的破裂	①因执行元件输出力不足而使物体下落，夹具卡紧力不足，扭矩不足 ②使空气锁紧装置失灵 ③使加工产品报废	①在必要部位装上单向阀，防止因一次压减少而降低二次压 ②安装压力继电器，检测异常压力，掌握连锁装置动作异常的情况

(四) 管道系统故障及其注意事项

管道的配置、安装和管理不善均会造成气路系统运行的不正常而达不到原设计的要求，有时还会造成设备和人身事故，产生不必要的损失，因此，在管道配置、管道安装、管道管理等方面都应注意以下几点：

1. 配管的注意事项

- (1) 所配管材不得有变形缺陷;
- (2) 螺纹联接时不可拧得太紧(以不漏气为准),表17-3-4所列为用密封包带时不漏气又不过紧的一般紧固力矩;

表17-3-4 管螺纹的紧固力矩

管道直径 (in)	紧固力矩 (N·m)
1/4	40
3/8	40
1/2	60
3/4	100
1	140
1 ¹ / ₄	200
1 ¹ / ₂	

(3) 长管道应避免产生挠度,应在适当部位安装托架加以保护;

(4) 配管采用螺纹联接时,在螺纹松动的方向加力容易松动,因此要用托架固定管道;

(5) 从固定管道到移动装置配管时,应使用软管,并要保证软管有不被拉伸的充分长度;

(6) 各管道应设断流侧阀和高压放气阀;

(7) 在管道适当的地方使用管接头,法兰等连接,以便日后拆卸管道方便;

(8) 弯曲铜管,钢管时应使用弯管机;

(9) 在管道中途装设主过滤器,干燥器,减压阀之类时,应装设旁通管道,以便日后维修或者发生故障时应急使用。装设旁通管道时为了将截止阀截留的空气放掉,还应装放气阀。

2. 管道安装时及安装后的注意事项

(1) 在安装管道工程中不能让焊渣,密封材料等混入管道内部;

(2) 管道安装完毕后应进行冲洗,去除异物;

(3) 管道安装完毕后再进行检查,不得漏气。

3. 管路系统的管理

(1) 空气压缩机的管理 为了使空气压缩机经常保持稳定状态运转,其日常检查项目有:

1) 是否确实向压缩机、后冷却器供给冷却水;

2) 空气压缩机的发热是否异常;

3) 卸载压力继电器动作是否正常,压力继电器的设定值是否适当;

4) 空气压缩机有否发出异常声音;

5) 润滑油量是否正常,是否使用了规定的润

滑油;

6) 吸入端的滤气器网眼是否堵塞;

7) 安全阀动作是否正常,设定值是否合理;

8) 压力计指示压力是否正常,压力计是否正常;

9) 气罐的排水器工作是否正常。

(2) 压力管理 压力管理必须了解以下几点:

1) 系统的最低工作压力多大(即稳定控制的最低压力);

2) 系统的最高压力多大(即稳定控制的最高压力);

3) 系统的耐压程度如何(即超过这个压力便引起控制元件发生故障的压力)。

检查事项有:

1) 气罐、管道中的压力继电器、安全阀、溢流阀的设定值是否正确,动作是否正常;

2) 防止空气逆流的单向阀的动作是否正常;

3) 调节器动作是否正常;

4) 系统使用的压力表是否正常,指示有无失常。

(3) 冷凝水的管理 设在冷凝水滞留处的排水阀至少一天排放一次(最好是在上午装置运转前)冷凝。

检查项目有:

1) 将气罐、管道下坡部分、管道末端以及滤气器上排水阀处的冷凝水放掉;

2) 自动排水器工作是否正常;

3) 定期清洗空气滤气器、自动排水器等的内部元件。

(4) 阀的管理 空气泄漏会引起能量损失和压力降,因此必须尽量减少漏损。

检查项目有:

1) 有无因管接头松弛而引起空气泄漏;

2) 有无因管道、软管破裂引起空气泄漏;

3) 截止阀等能否关死。

第4节 压缩空气的净化及净化元件

(一) 压缩空气的净化

1. 压缩空气中含有的杂质

压缩空气中含有水分、油分及粉尘。根据环境

(续)

的不同,还含有特殊的化学物质或盐分等。

2. 气动装置(元件)和清洁度

表17-4-1所列为按应用类别划分的一般需要达到的清洁度。表中所谓气状溶胶油分是指0.01~10μm的雾状油粒子。

表17-4-1 按应用范围划分的空气清洁度

应用范围	水分		油分		粉尘			
	液态	气态	气状溶胶	气态	40 μm以上	10~25 μm	3~5 μm	1 μm以下
空气搅拌机	B	A	B	B	C	C	B	A
空气轴承	B	A	B	D	C	C	B	A
空气输送机								
粮食类	B	B	B	B	C	C	B	A
粉类	B	B	B	A	C	C	B	A
颗粒	B	A	B	D	C	B	A	D
气动马达(包括气缸)								
重载	B	D	D	D	B	D	D	D
轻载	B	D	D	D	B	D	D	D
微型	B	D	D	D	B	A	D	D
超高速运转	B	D	D	D	C	C	B	D
喷枪(清洗、冷却用)								
清洗电子元件	B	B	B	A	C	C	B	A
清洗食品药剂容器	B	B	B	E	C	C	C	B
清洗机械零件	B	D	D	B	C	B	D	D
冷却玻璃、塑料	B	A	B	D	C	C	B	D
冷却金属	B	D	D	D	B	D	D	D
胶片制造工程	B	B	B	A	C	C	C	B
呼吸面具,防护服	B	A	B	B	C	C	C	B
射流技术								
传感器,逻辑回路	B	D	B	A	C	C	B	D
动力回路	B	D	D	D	B	A	D	D
食品,饮水,卷烟制造工程	B	B	B	B	C	C	C	B
一般机械								
砖瓦、粘土机械	B	D	D	D	B	D	D	D
铸造机械	B	D	D	D	B	D	D	D
玻璃机械①	B	D	D	D	B	D	D	D
清洗机械①	B	A	D	D	B	D	D	D
机床	B	D	D	D	B	A	D	D
包装,造纸,印刷机械	B	D	D	B	B	D	D	D
热处理设备	B	A	D	D	B	D	D	D

应用范围	水分		油分		粉尘			
	液态	气态	气状溶胶	气态	40 μm以上	10~25 μm	3~5 μm	1 μm以下
纺织机械	B	D	D	D	B	D	D	D
焊接机械	B	D	D	D	B	A	D	D
测量仪器								
气动量仪	B	D	B	D	C	B	A	D
精密校准器	B	D	B	D	C	C	B	D
过程控制量仪	B	A	B	D	C	B	A	D
一般气动回路(方向,流量,压力控制)	B	D	D	D	B	D	D	D
喷枪	B	A	B	D	C	C	B	A

注: A—希望清除, B—必须清除, C—到这种程度已过分, D—通常不必清除。

① 此装置空气直接与产品接触。

(二) 压缩空气的净化元件

1. 分水滤气器

(1) 结构与性能参数 分水滤气器是使气动装置得到纯净而干燥气体的一种基本元件,图17-4-1所示为其结构。它采用叶子旋风式的水分器和用铜珠烧结而成的多孔性过滤杯,任何微细的污垢和水滴均能滤去。这种滤气器只能清除液体或固体杂质,不能清除气态杂质。

型号意义:

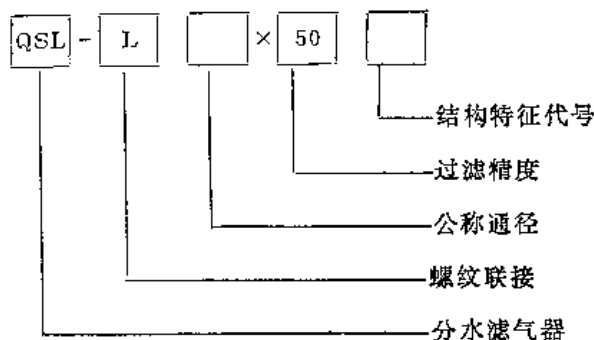


表17-4-2所示为分水滤气器性能参数。

(2) 分水滤气器的维护保养与拆卸检查

1) 每日打开放水阀一,二次(视工作情况而定),将积贮于杯子中的污水放掉。

2) 过滤杯或存水杯子应定期清洗。存水杯子石油溶液中漂洗,切忌于丙酮、乙基醋酸盐、甲苯等溶液中洗清,因这些溶液会损坏存水杯;过滤杯需在矿物油中清洗后再用低压空气喷射吹干。拆卸

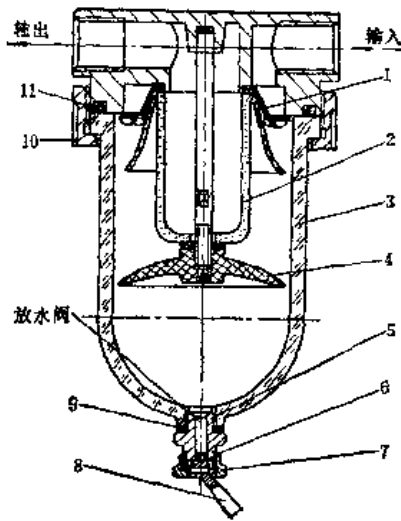


图17-4-1 QSL型分水滤气器结构图
 1—旋风分水器 2—过滤杯 3—存水杯 4—挡水板
 5—放水阀座 6—密封垫 7—放水阀 8—放水手柄
 9—密封垫 10—螺母 11—O形圈

时，参见图 17-4-1，拧松螺母 10 即可将存水杯取下。而后拧松挡水板 4，再将过滤杯 2 取下。拧动螺母 10 时不需应用工具，用手的力量拧动已经足够。在拧紧挡水板 4 时不要用力过大，以免把过滤杯 2 压坏。

3) 若放水阀打开而不排水，系尘埃将放水阀座 5 或放水手柄 8 的小孔堵塞所致。需将放水阀拆下清除干净（拧松放水阀座 5），则整个阀，包括放水阀 7，放水手柄 8，密封垫 6、9 就可以一同取下。

4) 若放水阀漏水，则检查密封垫 6、9 和放水手柄 8 的接头是否完好，如密封垫有损坏则取下更换。

5) 如发现滤气器本体与存水杯子间漏气，则检查 O 形密封圈 11，如有损坏，则取下更换。

表17-4-2 分水滤气器性能参数

型 号	QSL-L8 C1 ×50 Wh S1	QSL-L10 C1 ×50 Wh S1	QSL-L15 C1 ×50 Wh S1	QSL-L20 C1 ×50 Wh S1	QSL-L25 C1 ×50 Wh S1	QSL-L40 C2 ×50 Wh S1	QSL-L50 ×50 Wh	
原 型 号	QSL ₂ (C1)		QSL					
公称通径 (mm)	8	10	15	20	25	40	60	
最大输入压力 (MPa)	1 (10kgf/cm ²)							
公称输入压力 (MPa)	0.7 (7kgf/cm ²)							
公称流量 (m ³ /h) ①	5	7	10	20	30	70	100	
压力降 (在公称流量下) (MPa)	Wh <0.01			S1 <0.02				
输入压力和公称流量下) (MPa)	C1 ≥0.01		C2 ≥0.02					
过滤精度 (μm)	25~50							
过滤元件尺寸 (mm)	φ32×52		φ46.5×77			φ60×112		
过滤面积 (cm ²)	58		126			126(C2)211		
环境温度 (°C)	-10~+55							
介质温度 (°C)	0~+50							
接 口 螺 纹	C1	G 1/4"	G 3/8"	G 1/2"	G 3/4"	G 1"	—	
	C2	—	—	—	—	—	G 1 1/2"	
	Wh	M12×1.25 G 1/4"	M16×1.5 G 3/8"	M20×1.5 G 1/2"	M27×2 G 3/4"	M33×2 G 1"	M48×2 G 1 1/2"	M60×2 G 2"
	S1	M12×1.25 G 1/4"	M16×1.5 G 3/8"	M20×1.5 G 1/2"	M27×2 G 3/4"	M33×2 G 1"	G 1 1/2"	—
对应同类产品型号	QFSL-L8	QFSL-L10	QFSL-L15					

① 公称流量值是在 0.5MPa 压力状态下的流量值。

2. 394系列空气分水过滤器⊖

394系列空气分水过滤器结构见图 17-4-2, 其性能参数见表17-4-3。

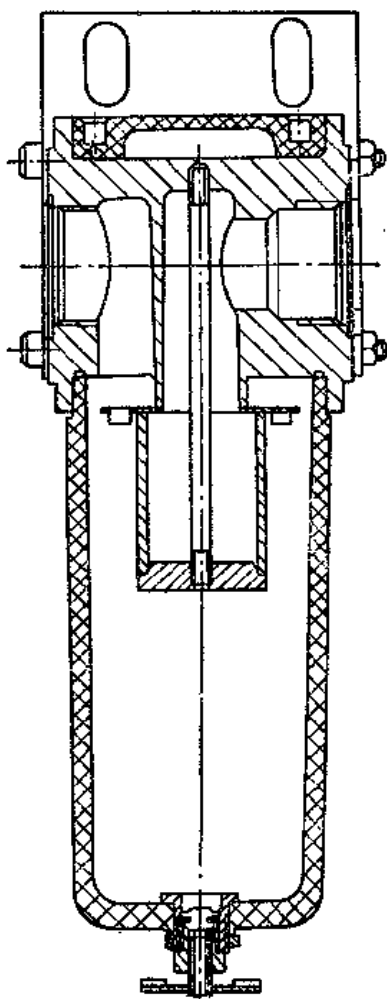


图17-4-2 394系列分水过滤器结构图

3. 除油滤气器

它是用以清除油分的分水滤气器。空气中含有的油分包括雾状粒子、溶胶状粒子以及更小的具有油脂气味的粒子。雾状油粒子可用离心式滤气器清除, 但是比它小的油粒子就需用除油滤气器了。

除油滤气器采用下述两种方式清除油粒子:

(1) 利用活性炭 是利用活性炭的活性作用吸收油脂的方法;

(2) 利用多孔滤芯 是利用油粒子通过纤维层空隙时, 相互碰撞逐渐变大而清除的方法。

在活性炭式的装置中, 当吸附油的活性炭达到饱和状态后, 吸附作用便消失, 必须更换。所以不适用于含油多的情况。采用多孔滤芯装置时, 即使滤芯达到饱和状态也不影响它的功能, 能够继续使用。

表17-4-3 394系列空气分水过滤器性能参数

订货号①	394.21	394.22	394.35	394.36	394.48	394.49
公称通径 (mm)	6	6	10	10	20	20
接口螺纹	G 1/8"	G 1/4"	G 3/8"	G 1/2"	G 3/4"	G 1"
最大工作压力 (MPa)	1.6					
流量 (m ³ /h)②	55	61	200	222	380	422
工作环境温度 (°C)	0~+50	0~+50	0~+50	0~+50	0~+50	0~+50
存水容积 (cm ³)	25	25	75	75	200	200
重量 (g)	310	300	960	940	1050	1000

① 上海气动元件厂产品。

② 流量值是在工作压力 0.6MPa, 压差 0.1MPa 过滤精度为 50~75μm 情况下得到的。

第 5 节 气动装置的 润滑元件

气动元件与其它机械零件一样, 在工作运转时, 同样需要润滑油来减少摩擦面的磨损, 以延长元件和零件的使用寿命。如果没有良好的润滑, 也会影响元件和零件的正常工作, 例如气缸, 阀类等均需要良好的润滑措施。

(一) 润滑不良的故障

因供油不足而发生的故障见表17-5-1。

表17-5-1 润滑不良引起的故障

不良现象	故 障
摩擦阻力增大	① 执行元件运动不稳定, 输出力不足 ② 阀类换向失灵, 动作不稳定
密封面的损坏	① 阀及执行元件漏气 ② 由于空气泄漏引起执行元件输出力不足 ③ 阀类换向失灵, 引起误动作
生 锈	锈粉进入阀和活塞的滑动部分, 引起阀活塞损伤, 以及阀、执行元件的动作失灵

(二) 润滑油的密封

气动元件的动力源空气是不允许有油类物质混

⊖ 394 系列空气分水过滤器为引进联邦德国海隆 (HERION) 公司的气动元件。

入的，而气动元件本身因有摩擦接触面又需要润滑油来润滑接触面，这是一对矛盾的相关体，为了解决这一矛盾，必须绝对避免将润滑油泄漏到其它部位，特别在维修中要把润滑油严格密封好，以防造成气动装置失灵。

(三) 润滑元件——油雾器

油雾器是一种注油装置，它使润滑油雾化后注入空气流中，随着空气流入需要润滑的部件，达到润滑的目的。

1. QYW型油雾器

(1) 结构及性能参数 图17-5-1是油雾器的结构原理图，在油雾器的气流主通道中有一个叫做喷嘴的立杆，立杆上有两个通道，上面的是喷油口，

下面正对气流的是油面加压通道。从喷嘴输入口4流来的气体，绝大部分从主气道流出，一小部分经过加压通道、截止阀进入透明的储油杯1的上腔，使油面受压。这个压力值差不多等于主气流的总压，而喷油口处的气体压力则低于主气流的总压，这是由于气体流动的缘故。这两个压力之差将迫使储油器1中的油液通过立在其中的吸油管、单向阀3和调节油针7，进入透明的视油器5，然后从喷油口4喷入主流中，进入气流中的油滴，被高速气流打碎、雾化，携送到气动执行元件去使用。

这种油雾器可以在不停气的情况下进行加油，保证这种性能的关键零件是紧接在立杆下面的截止阀。

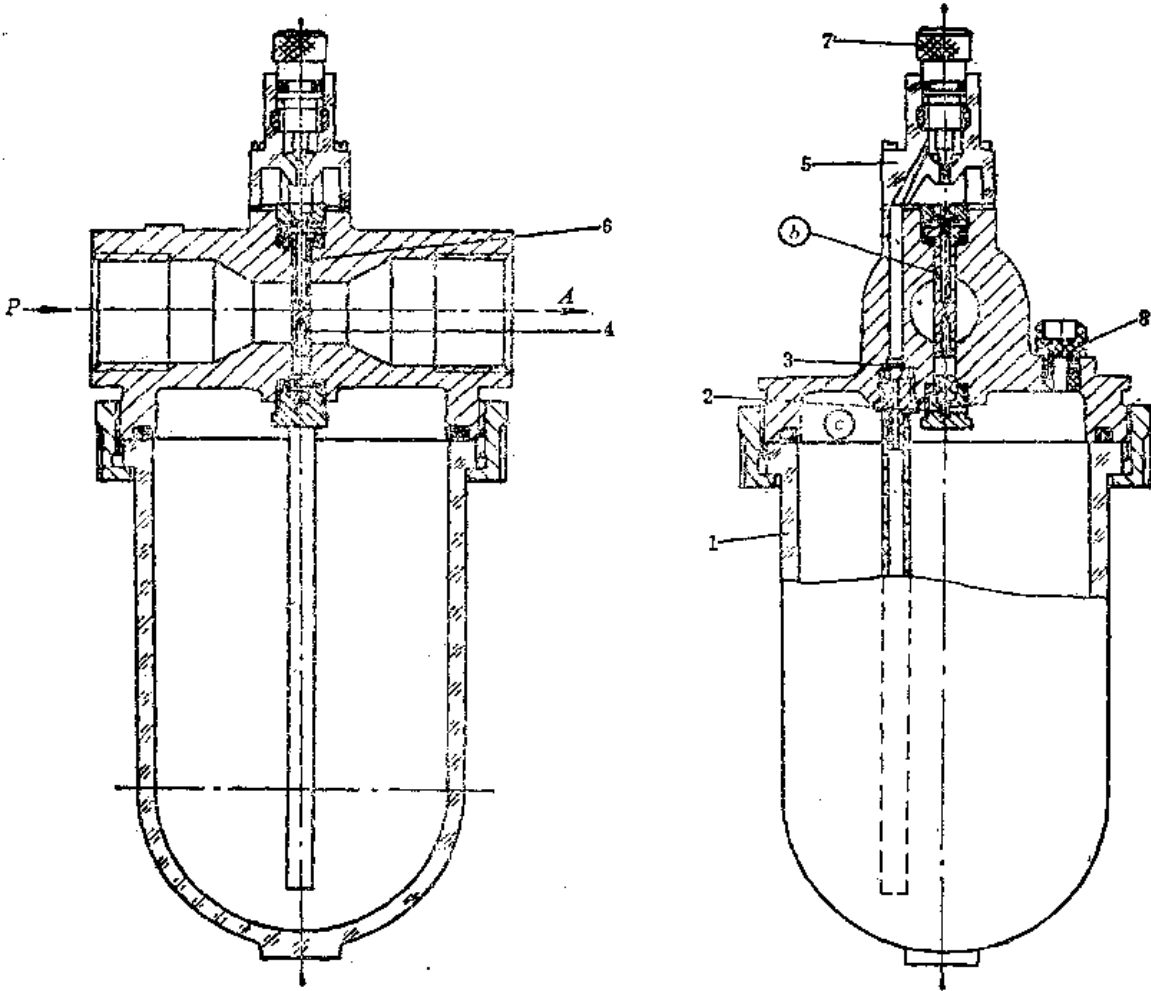


图17-5-1 QYW型油雾器(S1)结构图

1—储油器 2—截止阀 3—单向阀 4—喷油口 5—视油器 6—喷嘴输出口 7—调节油针 8—加油孔

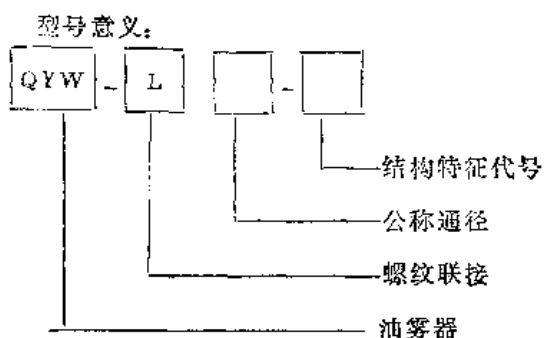


表17-5-2所示为油雾器性能参数。

(2) 油雾器的维修保养与拆卸检查 油雾器在工作中如发现漏气与不喷油时应检查下列各项:

1) 视油器不滴油

① 检查截止阀的弹簧是否失灵, 如损坏应更换,

② 喷嘴的顶面箭头所指方向是否与进气方向一致, 如有偏移需用螺丝刀旋正;

③ 油面是否超过了储油杯的顶面而把加压腔充塞, 使之失效。

2) 视油器滴油, 但喷嘴不喷油, 且视油器中开始积油, 则应检查视油器和密封垫是否有损, 同时检查喷嘴的孔道是否被异物堵塞。

3) 不停气加油失灵, 则检查截止阀的阀座与

表17-5-2 QYW型油雾器性能参数

型 号	QYW-L6	QYW-L8	QYW-L10	QYW-L15	QYW-L20	QYW-L25	QYW-L40	QYW-L50
	-S1	S1 -Wh	S1 -Wh	S1 -Wh	S1 -Wh	S1 -Wh	S1 -Wh	-Wh
原 型 号	QIU							
公称通径 (mm)	6	8	10	15	20	25	40	50
最大输入压力 (MPa)	1 (10kgf/cm ²)							
公称输入压力 (MPa)	0.5 (5 kgf/cm ²)							
公称流量 (m ³ /h) ①	2.5	5	7	10	20	30	70	100
压力降 (在公称输入压力和公称流量下) (MPa)	≥0.015 (0.15kgf/cm ²)							
起雾空气流量 (m ³ /h)	≤公称流量的40%							
完成不停气加油的压力 不大于 (MPa)	0.1 (1 kgf/cm ²)							
储油容积 (cm ³)	254				620②			
环境温度 (°C)	-10~+55							
介质温度 (°C)	0~+50							
接口螺纹	M10×1	M12×1.25 G1/4"	M16×1.5 G3/8"	M20×1.5 G1/2"	M27×2 G3/4"	M33×2 G1"	M48×2③ G1 1/2"	M60×2 G2"
对应同类产品型号		QFYW-L8	QFYW-L10	QFYW-L15				
生产厂	S1	肇庆气动元件厂	上海、长春、阜新、肇庆气动元件厂④		上海、长春、阜新气动元件厂		上海、长春气动元件厂	—
	Wh	—	威海气动元件厂					

① 公称流量值是在 0.5MPa 压力状态下的流量值。

② QYW-L40-S1 的储油容积为 900cm³。

③ S1 无 M48×2 联接。

④ 上海、长春气动元件厂产品为管螺纹联接, 阜新、肇庆气动元件厂产品为公制螺纹联接。

钢珠的密合处是否漏气。如漏气，应拆下修复。

4) 如发现视油器、储油杯和本体的接触处漏气，则检查密封垫和O形密封圈是否损坏。有损坏，则应更换。

5) 最后检查各零件的气道小孔中有否异物堵塞现象，如堵塞应拆下清洗。

定期检查和再次安装时应注意：

1) 清洗时，金属零件用矿物油洗净、橡胶件用肥皂液洗后用水洗净并用低压空气吹干；

2) 储油杯切忌于丙酮、乙基醋酸盐、甲苯等溶液中清洗，因这些溶液会损坏贮油杯；

3) 安装视油器时不要把螺钉拧得太紧，以免把视油器压坏；

4) 拧动螺母时不要用工具，用手的力量拧动已经足够。

2. 396型油雾器⊖

(1) 结构与性能参数 396型油雾器结构见图17-5-2，其性能参数见表17-5-3。

(2) 396型油雾器的维修保养与拆卸检查 油雾器在工作中如发现漏气或不滴油应检查下列各

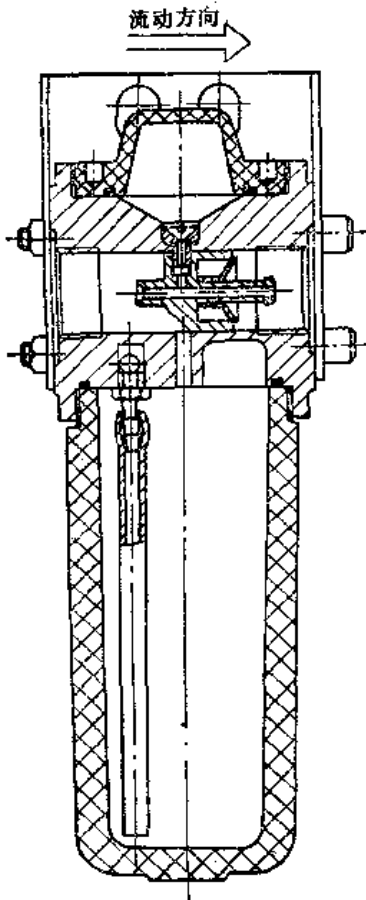


图17-5-2 396型油雾器结构图

表17-5-3 396型油雾器性能参数

订货号①	396-21	396-22	396-35	396-36	396-48	396-49
通径 (mm)	6	6	10	10	20	20
接口螺纹	G 1/8"	G 1/4"	G 3/8"	G 1/2"	G 3/4"	G 1"
最大工作压力 (MPa)	1.6 (16bar)					
流量 (m ³ /h) ②	60	66	220	244	295	328
工作环境温度 (°C)	0~+50	0~+50	0~+50	0~+50	0~+50	0~+50
存油容积 (cm ³)	40	40	120	120	300	300
重量 (g)	270	260	900	880	1030	980

① 上海气动元件厂产品。

② 流量值是在工作压力0.6MPa，压差 0.1MPa情况下得到的。

项：

1) 油针是否被垃圾堵塞，如堵塞应旋出油针吹干；

2) 进口流量是否减少，查出原因后即时排除；

3) 油面是否超过限定值，如超过应去掉多余部分；

4) 检查弹簧是否失灵，如损坏应更换；

5) 漏气应检查密封件是否损坏，损坏应及时更换。

定期拆卸检查和再次安装时要注意：

1) 清洗时金属零件用矿物油，橡胶件用肥皂液，油杯应放入石油溶液中漂洗，切忌于丙酮、乙基醋酸盐、甲苯等溶液中清洗；

2) 拆装油杯要用专用扳手，并要小心轻放，防止磕伤碰毛。

第6节 气动控制元件

用来控制压缩空气的压力、流向和流量的元件称为气动控制元件。

(一) 压力控制阀

在气动系统中一般来说空压机的压缩空气供给许多台气动装置使用。压气站的空气压力都高于每台装置所需要的压力，并且其压力值波动较大，

⊖ 396型油雾器为引进联邦德国海隆 (HERION) 公司的气动元件。

因此需要用调压阀将空气压缩机站的气压调节到每台装置实际需要的压力，并保持压降后压力值的稳定。

有些气路系统要依据气压的大小来控制两个以上的气动执行机构顺序动作。实现这种功能的压力控制阀叫顺序阀。

一般压力控制阀分为减压阀、溢流阀、顺序阀三大类。

1. 减压阀

调压阀的作用是将空气压力保持于调定值，减压阀的作用是降低压力。然而，在调定值比输入压低且保持恒定的情况下，调压阀也起减压阀的作用；而降低压力的目的也是为了保持调定值，即保持出口压力为定值。因此，实际上调压阀与减压阀很难严格区分。近年来生产厂的产品多以减压阀定型号，所以下面介绍两种型式减压阀。

(1) PJ型减压阀 此阀带有溢流装置，当输出压力超过调整压力时，溢流阀自动打开排气，使系统压力保持不变。

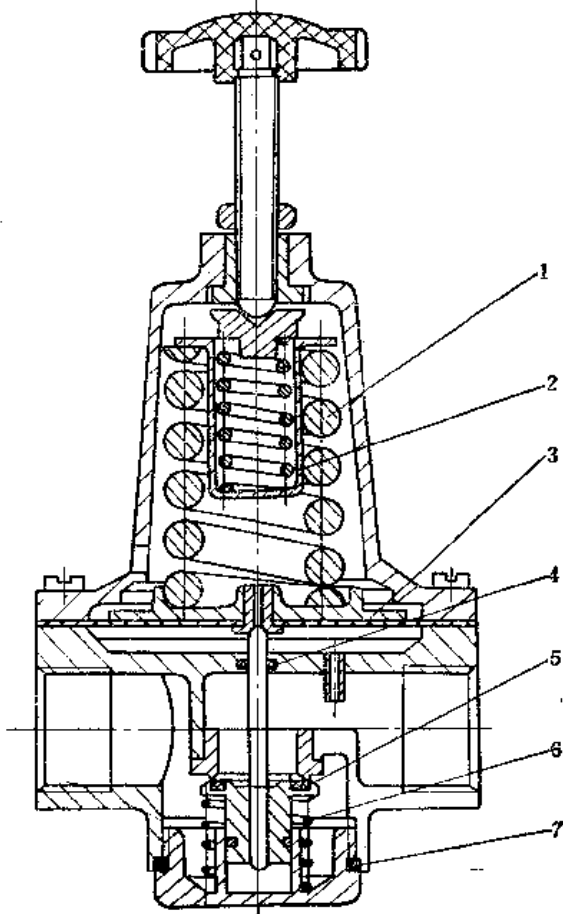
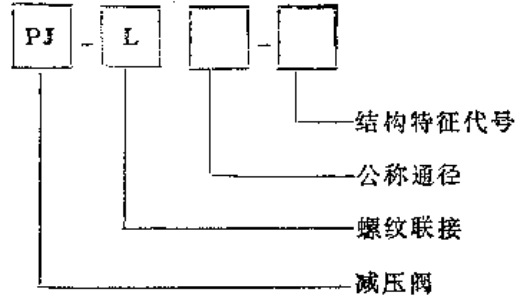


图17-6-1 PJ型减压阀结构图
1—定值大弹簧 2—定值小弹簧 3—膜片 4—O形密封圈 5—阀垫 6—平衡弹簧 7—O形密封圈

型号意义：



PJ型减压阀结构见图17-6-1，其性能参数如表17-6-1所示。

(2) 395系列空气减压阀 395系列空气减压阀结构如图17-6-2所示，本产品为联邦德国海隆公司(HERION)产品，性能参数如表17-6-2所示。

(3) 减压阀的维护保养与拆卸检查 减压阀在控制过程中动作不正常时检查下列各项。

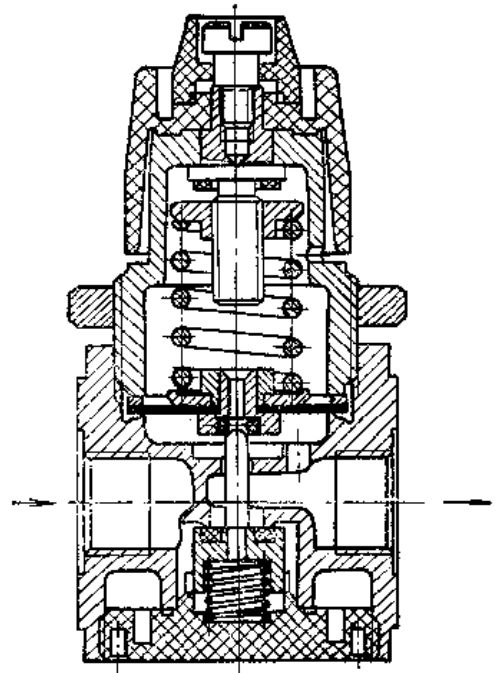


图17-6-2 395减压阀结构图

- 1) 平衡状态下，空气从溢流口溢出，此时应：
 - ① 检查进气阀和溢流阀是否有尘埃或损坏，有尘埃则需取下清除；
 - ② 检查膜片是否有破裂，如破裂则取下更换；
- 2) 调压时压力无法调高，则检查工作弹簧是否断裂，如断裂则取下更换；
- 3) 输出压力发生激烈波动和不均匀的变化，需检查O形密封圈的表面是否损坏及阀杆与活塞的

表17-6-1 PJ型减压阀性能参数

型 号		PJ型								
公称通径 (mm)		6	8	10	15	20	25	40	50	
最大输入压力 (MPa)		1 (10kgf/cm ²)								
最大输出压力 (MPa)		0.63 (6.3kgf/cm ²)								
公称流量 (m ³ /h) ①		2.5	5	7	10	20	30	70	100	
调压 (MPa)		0.05~0.63 (0.5~6.3kgf/cm ²)								
输出压力的波动 (在输入压力为 0.7MPa, 输出压力为 0.5MPa 和流量从 0~公称流量范围内变化时) (MPa)		≧0.040		≧0.050		≧0.040		≧0.050		
输出压力的波动 (在输出压力为 0.5MPa 和公称流量情况下, 当输入压力在 0.7~0.55MPa 范围内变化时) (MPa)		≧0.015		≧0.020			≧0.025			
环境温度 (°C)		-10~+55								
介质温度 (°C)		0~+50								
接口螺纹	结构特征代号	S1		G1/4"	G3/8"	G1/2"	G3/4"	G1"	G1 1/2"	
		C1								
		F1		M12×1.25	M16×1.5	M20×1.5	M27×2	M33×2		
		Z1	M10×1							
		Wh	M12×1.25 G1/4"		M16×1.5 G3/8"	M20×1.5 G1/2"	M27×2 G3/4"	M33×2 G1"	M48×2 G1 1/2"	M60×2 G2"
对应同类产品型号		QTY-L8	QTY-L10	QTY-L15	QTY-L20	QTY-L25				
生 产 厂		S1—上海气动元件厂生产 C1—长春气动元件厂生产 F1—阜新气动元件厂生产 Z1—肇庆气动元件厂生产 Wh—威海气动元件厂生产								

① 公称流量值是在0.5MPa压力状态下的流量值。

表17-6-2 395系列空气减压阀性能参数

订 货 号	395 · 211 395 · 212 395 · 213 395 · 214	395 · 221 395 · 222 395 · 223 395 · 224	395 · 251 395 · 252 395 · 253 395 · 254	395 · 261 395 · 262 395 · 263 395 · 264	395 · 281 395 · 282 395 · 283 395 · 284	395 · 291 395 · 292 395 · 293 395 · 294
公称通径 (mm)	6	6	10	10	20	20
接口螺纹	G1/8"	G1/4"	G3/8"	G1/2"	G3/4"	G1"
输出压力 (MPa) ①	0.05~0.3(0.5~3bar) 0.05~0.6(0.5~6bar) 0.05~1 (0.5~10bar) 0.05~1.6(0.5~16bar)					
流量 (m ³ /h) ②	40	44	110	122	220	244
工作环境温度 (°C)	-10~+90					
重量 (kg)	390	380	1140	1120	1850	1800

① 最大输入压力为 2.5MPa。

② 流量值是在输出压力 0.6MPa, 压差为 0.1MPa 下得到的。

彼此导向接触面是否良好，若O形密封圈损坏需取下更换。

定期检查和再次安装时要注意：

① 清洗时金属零件用矿物油洗净，橡胶件用肥皂液洗后用水洗净并用低压空气吹干；

② 膜片、O形密封圈、橡胶阀座等极易划伤，装拆时要格外小心；

③ 装配时滑动表面要涂以薄层油脂；

④ 装配时要保证阀杆与膜片同心，以免工作时阀杆卡住而影响工作性能。

减压阀除上述介绍的种类，现阜新生产一种插入式减压阀，主要是连接形式为插入式，其它结构基本相同，在此不再介绍，如遇使用可查生产厂产品样本。

2. 溢流阀

由于此阀结构比较简单，作用单一，近年来许多气动元件生产厂家在生产减压阀时带进这一功能，不必再单装此阀，本节不再介绍。

3. 顺序阀

顺序阀又称压力顺序阀。它可利用管路内压力变化实现开关作用，常用于控制两个执行元件的顺序动作。压力顺序阀与单向阀并联组合，称为单向压力顺序阀，如图17-6-3。该阀工作原理是：正向流动时（右侧压力高于左侧）单向阀关闭，当气压达到一定值时，活塞2被顶开，左侧与右侧相通；当气流反向时，单向阀被顶开，不受压力顺序阀限制，此阀多用于不便装机控阀的场合。

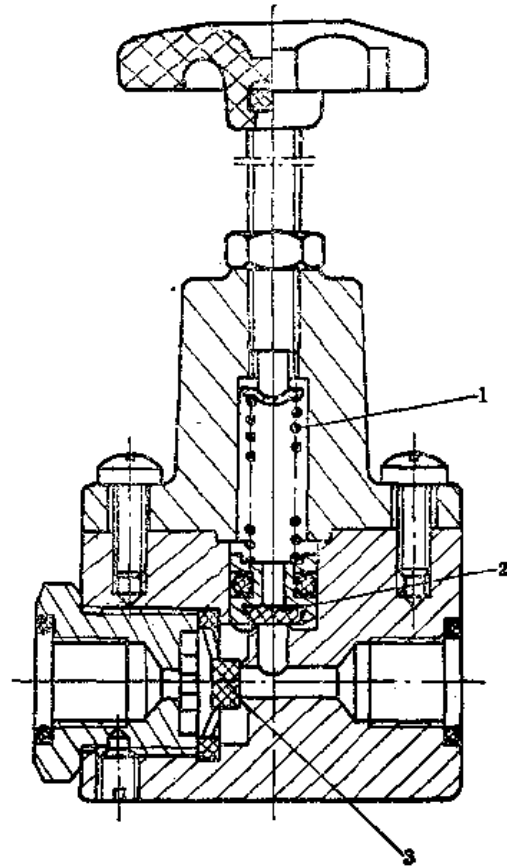
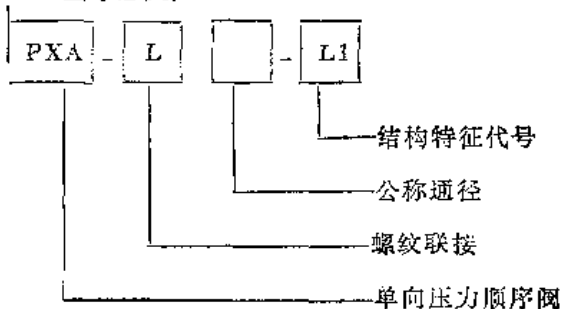


图17-6-3 单向压力顺序阀结构图

1—弹簧 2—活塞 3—小阀芯

型号意义：



单向压力顺序阀性能参数如表17-6-3所示。

单向压力顺序阀除上述外，还有一种 PXA-8-L1 产品，是济南、奉化气动元件厂生产的。其主要特征是可以板式连接，且阀板采用了侧面接管和底面接分管两用的形式。本节不再详细介绍。

4. 压力控制的故障

在气动系统中，自动控制的空气压力大多在 0.8MPa 以下。一般气动控制元件都是以 1MPa 作为常规最高压力进行设计的。在气动回路中有关压力控制方面的故障有：

- 1) 压力控制元件本身的故障；
- 2) 使用压力控制元件不当造成的故障。

由异常压力所产生的一般故障见表17-6-4。

5. 气动三大件

(1) Q3LJW 型过滤、减压、油雾器 组件

本元件是分水滤气器、减压阀、油雾器等三大件的组合体，其结构见图17-6-4。它的主要功用是使气动系统获得洁净、压力稳定和带雾状润滑油的压缩空气，所以它是气动系统对气源进行除水、除油净化处理，压力调节和注入雾状润滑油等不可缺少的一种基本元件。

表17-6-3 单向压力顺序阀性能参数

型 号	PXA-L3-L1	PXA-L6-L1	PXA-L8-L1	PXA-L10-L1	PXA-L15-L1
公称通径 (mm)	3	6	8	10	15
原 型 号	KXA				
调压 (MPa)	0.1~0.7(1~7kgf/cm ²)				
环境温度 (°C)	-10~+55				
介质温度 (°C)	0~+50				
有效断面积 (mm ²)	4	10	20	40	60
单向阀开启压力 (MPa)	0.03(0.3kgf/cm ²)				
单向阀闭合压力 (MPa)	0.015(0.15kgf/cm ²)				
顺序阀开启压力 (%)	85				
顺序阀闭合压力 (%)	60				
接口螺纹 (d)	M10×1	M10×1	M12×1.25	M16×1.5	M20×1.5
泄漏量 (Nml/min)	30	50	50	120	120
生 产 厂	重庆气动元件厂	长春气动元件厂 肇庆气动元件厂	长春气动元件厂 肇庆气动元件厂 重庆气动元件厂	长春气动元件厂 肇庆气动元件厂	长春气动元件厂 肇庆气动元件厂 重庆气动元件厂

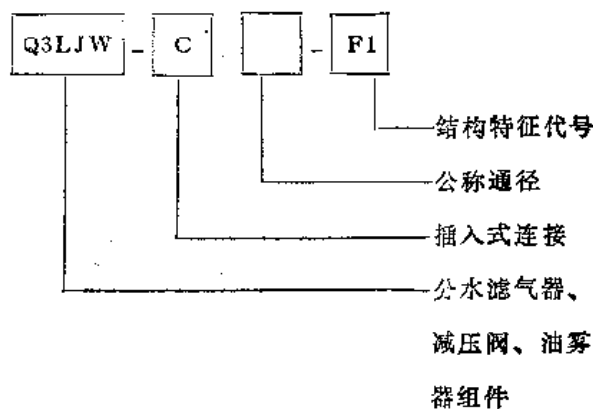
表17-6-4 异常压力引起的故障及其预防措施

主要原因	故障现象	预 防 措 施
元件的故障	异常高压 ① 元件损坏 ② 仪表失常 ③ 执行元件因异常高压会产生危险	① 安装溢流阀(安全阀)把异常上升压力放到大气 ② 用压力继电器检测异常压力,使保护装置动作
	④ 使控制装置难于控制	
	异常低压 ① 执行元件因异常低压而引起危险 ② 执行元件输出力不足 ③ 仪表测试失误	用压力继电器检测出异常低压力,使保护装置动作
压力控制方法不当	① 不能进行预期的控制 ② 故障很多 ③ 发生误动作 ④ 仪表测试有误	① 在设计阶段要充分检查回路 ② 要熟悉元件的规格,使用方法

Q3LJW型过滤、减压、油雾器组件的性能参数见表17-6-5,可能发生的故障原因与排除方法见表17-6-6。

在该组件定期拆卸检查时的注意事项参见分水滤气器、减压阀、油雾器有关叙述。

型号意义:



(2) 398系列过滤、减压、油雾三联件及399系列过滤、减压、油雾三联件 398三联件是由394过滤器、395减压阀、396油雾器组成,399三联件是由397过滤减压阀(本文未讲)与396油雾器组成,它具有过滤、稳压、油雾功能。

398三联件结构见图17-6-5,398三联件及399三联件性能参数见表17-6-7。

(二) 流量控制阀

流量控制阀用来控制气动系统中执行元件的运动速度或动作的延迟时间,其工作原理是通过改变阀内流道的最小截面积,从而改变流动阻力来实现流量控制。流量控制阀包括节流阀,单向节流阀,

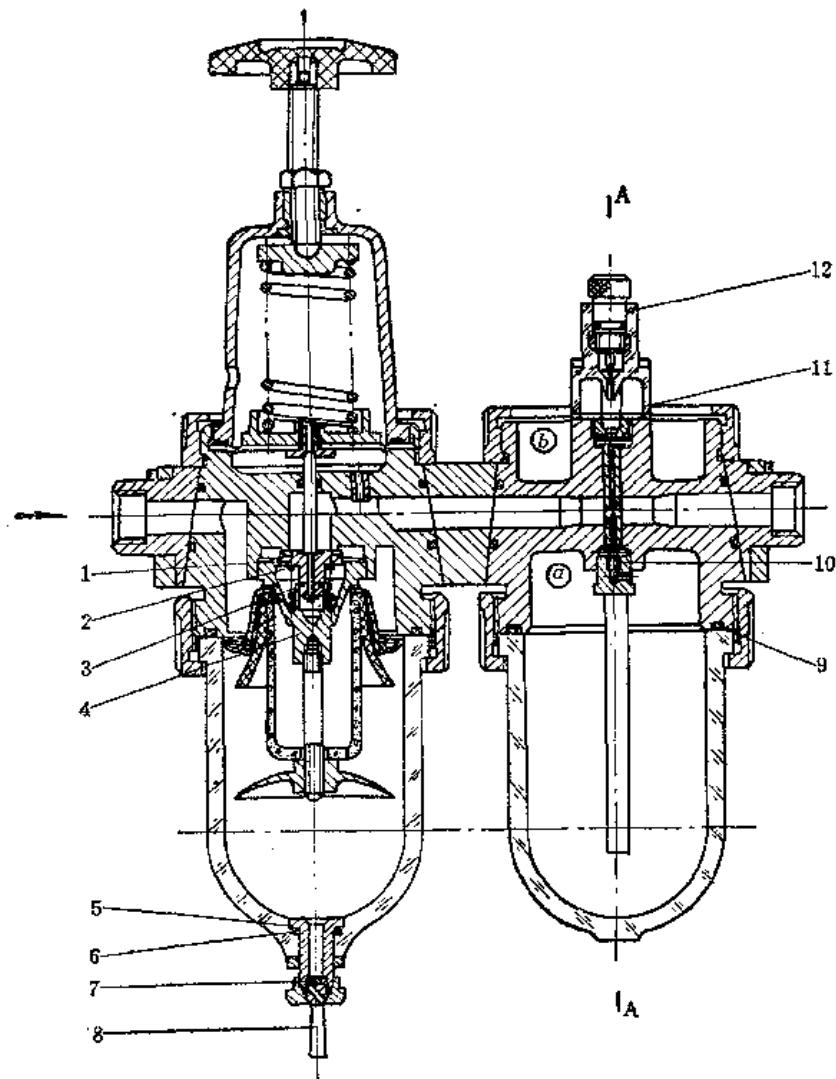


图17-6-4 Q3LJW型过滤、减压、油雾器组件结构图

表17-6-5 Q3LJW型过滤、减压、油雾器组件性能参数

型 号	Q3LJW- C8-F1	Q3LJW- C10-F1	Q3LJW- C15-F1	型 号	Q3LJW- C8-F1	Q3LJW- C10-F1	Q3LJW- C15-F1
原 型 号	QCS			输出压力波动 (在输出压力为 0.6~1.2MPa 和公称流量时, 当输入压力从 1.0~1.3MPa 范围内变化时) (MPa)	≧0.05 (≧0.5kgf/cm ²)		
公称口径 (mm)	8	10	15	滴油的流量 (在输入压力为 1.3MPa 和最高油面之下) (m ³ /h)	≧2	≧2.5	≧3
最大输入压力 (MPa)	1.5 (15kgf/cm ²)			完成不停气加油的压力 (MPa)	≧0.1 (≧1kgf/cm ²)		
最大输出压力 (MPa)	1.2 (12kgf/cm ²)			贮油容积 (cm ³)	254		
减压 (MPa)	0~1.2 (0~12kgf/cm ²)			滴油量 (min ⁻¹)	0~20滴		
过滤精度 (μm)	50			环境温度 (°C)	-10~+55		
过滤面积 (cm ²)	58			介质温度 (°C)	0~+50		
公称流量 (m ³ /h) ①	5	7	10	接口螺纹	M12×1.25	M16×1.5	M20×1.5
输出压力波动 (在输入压力为 1.0~1.3MPa 和公称流量时, 当流量从 0~公称流量变化时) (MPa)	≧0.06 (≧0.6kgf/cm ²)			生产厂 ②	阜新气动元件厂		

① 公称流量是在 0.5MPa 压力状态下的流量值。

② 肇庆气动元件厂生产的该组件性能与此大致相同。

表17-6-6 Q3LJW型过滤、减压、油雾器组件的故障原因与排除方法

故障	原因	排除方法
平衡状态下, 空气从溢流口溢出	进气阀和溢流阀是否有尘埃, 膜片是否破裂	检查、清洗和更换
调压时压力无法调高	工作弹簧是否断裂	如断裂取下更换
输出压力发生激烈波动和不均匀的变化	1. O形圈2和3(图17-6-4)表面是否损坏 2. 件1和件4的彼此导向接触是否良好	定期检查如有损坏取下更换
放水阀打开而不排水	尘埃将放水座5或放水柄8内小孔堵塞	将放水阀拆下清除干净
放水阀漏水	密封垫6、7和放水柄8的球头是否损坏	如有损坏取下更换
阀体与杯子间漏气	O形圈9可能损坏	如有损坏取下更换
视油阀座不滴油	1. 截止阀的弹簧10是否失灵 2. 喷嘴的顶面箭头所指方向是否与进气方向一致 3. 油面是否超过了贮油杯的顶面而把加压腔④充塞	如损坏取下更换 如有偏移需用螺丝刀调正 注意每次加油高度
视油阀座滴油, 但喷嘴不喷油, 且视油阀座开始积油	1. 视油阀座12和密封垫11是否有损坏 2. 喷嘴的孔道⑤是否被堵塞	如有损坏取下更换 取下清洗干净
不停气加油失灵	截止阀的阀座与玻璃球的密合处是否漏气	如漏气应拆下修复

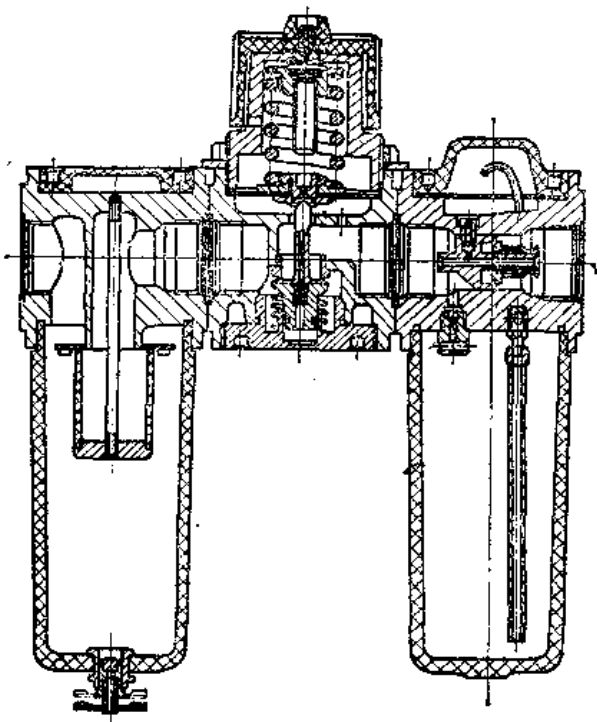


图17-6-6 398三联件结构图

消声节流阀等。由于各种流量控制阀的基本原理相同, 这里只介绍单向节流阀和排气消声节流阀, 其余可查产品样本。

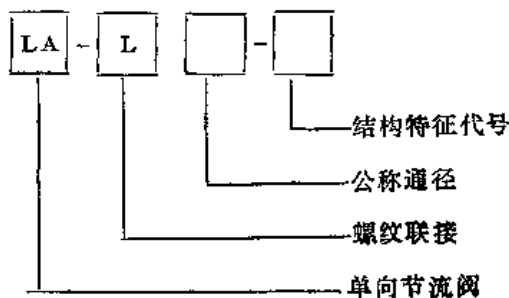
1. LA型单向节流阀

单向节流阀是由单向阀和节流阀组合而成的流

量控制阀。当气流沿着一个方向流动时, 单向阀关闭, 节流阀进行节流; 向反方向流动时单向阀打开, 不节流。

它常用来控制气缸两个方向运动的不同速度, 故又称为速度控制阀。

型号意义:



LA单向节流阀按结构特征有七种(G₁、L₁、L₂、L₃、F₁、S₁、Z₁); 这里只就肇庆气动元件厂产品(Z₁)加以说明。

LA型单向节流阀结构见图17-6-6, 其性能参数见表17-6-8。

2. LX型排气消声节流阀

排气消声节流器具有节流和消声的功能, 它装在换向阀的排气口上, 能减轻噪声, 同时能调节换向阀排气的流量, 达到控制执行机构运动速度的目的。

表17-6-7 398三联件、399三联件性能参数

定 货 号	398 399-213	398 399-223	398 399-253	398 399-263	398 399-283	398 399-293
通径 (mm)	6	6	10	10	20	20
接口螺纹	G 1/8"	G 1/4"	G 3/8"	G 1/2"	G 3/4"	G 1"
流量 (m ³ /h) ①	30	33	75	83	160 (135)	176 (149)
工作环境温度 (°C)	0~+50					
重量 (g)	970 (810)	960 (800)	2000 (2370)	1900 (2350)	3910 (3090)	3860 (3040)

注：括弧内之值为 399 的数值。

① 流量值是在输出压力 0.6MPa，压差 0.1MPa，过滤精度 50~75μm 下得到的。

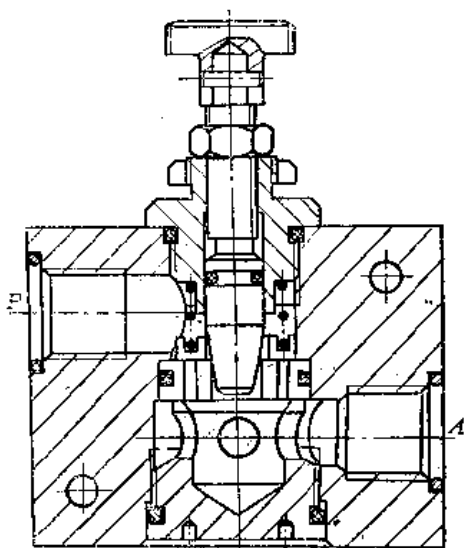
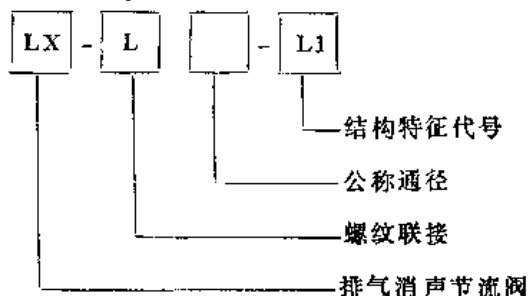


图17-6-6 LA型单向节流阀结构图

型号意义：



LX型排气消声节流阀的结构见图17-6-7，其性能见表17-6-9。

3. 流量控制阀在使用中的注意事项

用流量控制的方法控制气缸活塞的速度时，特别是在超低速的控制中，只用气动装置来实现按预定的行程变化是很困难的。但能注意下面各点，在大多数场合下，有可能使气动控制速度达到比较满

表17-6-8 LA型单向节流阀性能参数

型 号	LA-L3-Z1	LA-L6-Z1	LA-L8-Z1	LA-L10-Z1	LA-L15-Z1
公称通径 (mm)	3	6	8	10	15
工作压力 (MPa)	0.05~0.8				
环境温度 (°C)	-10~+55				
介质温度 (°C)	0~+50				
有效断面积 (mm ²)	3	5	10	20	40
单向阀开启压力 (MPa)	0.03				
单向阀关闭压力 (MPa)	0.015				
泄漏量 (mL/min) ①	30	50			120
寿命 (万次)	150				

① 标准状态。

表 17-6-9 LX型排气消声节流阀性能参数

型 号	LX-L6-L1	LX-L8-L1	LX-L10-L1	LX-L15-L1	LX-L20-L1	LX-L25-L1
原 型 号	KLPX					
公称通径 (mm)	6	8	10	15	20	25
工作压力 (MPa)	0.05~0.8(0.5~8kgf/cm ²)					
环境温度 (°C)	-10~+55					
介质温度 (°C)	0~+50					
有效断面积 (mm ²)	5	10	20	40	60	110
消声效果 (dB)	20					
生 产 厂	长春气动元件厂				长春 重庆	长春气动元件厂
接口螺纹	M10×1	M12×1.25	M16×1.5	M20×1.5	M27×2	M33×2

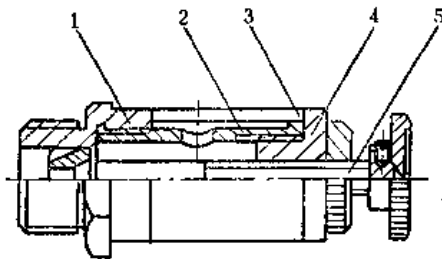


图 17-6-7 LX型排气消声节流阀结构图

1—阀座 2—阀芯套 3—消声套
4—锁紧法兰 5—调节螺杆

意的结果。

1) 彻底防止管道中的漏损。

2) 要特别注意气缸内表面的加工精度和表面粗糙度，尽量减少内表面的摩擦力，这是速度控制必要的条件。

3) 要始终使气缸内表面保持一定的润滑状态。

4) 加在气缸活塞杆上的载荷必须稳定。

5) 必须注意速度控制阀的位置。原则上流量控制阀应设在气缸管接口附近。

(三) 方向控制阀

方向控制阀是用来控制气体流动方向和气流通断的气动控制元件，在气动元件中，方向控制阀的种类最多，有换向型控制阀（简称换向阀）和单向型控制阀两大类。

1. 换向阀

(1) 换向阀的分类 表 17-6-10 所示为换向

阀的分类情况。

(2) 换向阀的性能指标

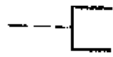







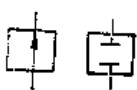
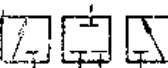

1) 泄漏量 它是衡量阀密封性能的指标，它的大小将影响到整个气动装置的工作可靠性和耗气量大小。泄漏量的大小与阀的通径、结构型式、密封型式、加工装配质量及工作压力的大小等因素有关。在选用产品时每种型号都有具体规定可参考。

2) 有效断面积 选择和更换阀时需要了解该阀的节流情况。在一般使用的流量下，若阀的压力降能保证阀的正常使用，但压力降太大，以致气动系统达不到设计要求，这时必须选用口径较大的阀。特别注意管道直径（或者阀的公称通径）和实际有效直径的区别，避免只按管道口径选择阀。阀的有效断面积在该阀的样本及说明书中有具体规定。

3) 使用温度 电磁换向阀的使用温度在阀的样本及说明书中有明确规定，但一般规定使用温度为5~40°C，机械操纵式、气动操纵式换向阀使用温度可达60°C。规定的下限值5°C，是为了防止阀换向时空气绝热膨胀而急剧冷却，使空气中含有的冷凝水结冰造成阀不能正常工作的情况的发生；上限值表示阀的密封垫、O形橡胶圈、合成树脂材料、电磁线圈等能稳定使用的最高温度。

4) 换向速度 用机械操纵或人力操纵的换向阀不存在换向速度的问题。但是，用电磁操纵的换向阀，由于信号系统是电气，大多为快速控制，因此有时阀的换向时间有问题。从给出电信号到阀完全开启的时间也有不同。一般换向速度随阀的口径、节流孔的大小而变化。

表17-6-10 换向阀的分类

分 类	符 号	特 点	适 用
按控制方式分	气控阀 	利用气压控制阀芯换向, 可与微型电磁阀组成先导式电控气动阀	适用于易燃, 易爆, 潮湿和粉尘多, 远距离操作不便的场合
	电磁阀 	利用电磁力使阀芯换向	广泛应用于远距离控制和自动控制的场合
	机控阀 	利用机械力使阀芯换向	用作行程阀, 控制运动机构的行程和方向
	人控阀 	利用人力使阀芯换向	适用于操作者通过观察直接控制运动机构的行程和方向
按阀芯结构形式分	滑阀式 	通过圆柱形阀芯在圆筒形阀套内的移动来切换气路	适用于行程长, 动作频率不太高的场合
	截止式 	通过弹簧或气压使阀芯启闭动作进行切换	适用于行程小, 动作频率高或环境恶劣的场合
按切换位置分	二位阀 	具有两种切换状态 (“0”位和“1”位)	用于具有两种工作状态的场合
	三位阀 	具有三种切换状态 (“0”位和“1”位, “2”位)	用于具有三种切换状态的场合
按通路数目分	二通阀 	具有两个通路 (P、A)	用于控制气路的通断
	三通阀 	具有三个通路 (P、A、O)	用于控制单作用元件
	四通阀 五通阀 	具有“4”个或“5”个通路 (P、A、O、B) (P、A、B、O1、O2)	用于控制双作用气缸等执行元件

注: P——输入口, A、B——输出口, O——排气口。

在实际使用中换向速度的波动比换向时间更成问题。表17-6-11为电磁阀的允许换向时间。

表17-6-11 电磁阀的允许换向时间 (s)

公称口径 (mm)	二通电磁阀	三通电磁阀	四通(五通) 电磁阀
6	0.05以下(直动式)①	0.04以下	0.06以下
8	0.05以下(直动式) 0.08以下(先导式)②	0.04以下	0.06以下
10	0.05以下(直动式) 0.08以下(先导式)	0.04以下	0.06以下
15	0.05以下(直动式) 0.08以下(先导式)	0.06以下	0.08以下
20	0.1以下(先导式)	0.10以下	0.12以下
25	0.1以下(先导式)	0.10以下	0.12以下
32			0.16以下
40			0.16以下
50			0.20以下

① 电磁铁动铁芯直接推动主阀换向的电磁换向阀称直动式。

② 利用直动式电磁阀输出的先导气压来操纵大型气控换向阀换向的称先导式。

在快速循环中使用电磁阀时，换向速度能够达到3~8次/分。以这样快的周期反复通、断时，单位时间流过线圈的电流大、温度上升快，其耐久性显著降低。所以换向速度在1次/秒以上且连续使用时应采取一些措施。

5) 压力范围

① 工作压力范围 是指最高工作压力和最低工作压力。目前，最高工作压力为0.8MPa，最低工作压力是指换向阀能正常工作的最低输入气源压力。如果泄漏大，工作压力太低，则不能实现差压复位。

② 最低控制压力 是指在规定的泄漏量内换向阀完成正常的换向动作时，在控制口所加的最低信号压力。最低控制压力的大小与阀的结构型式、停放时间及工作压力有关。

各种不同型式结构的换向阀工作压力范围和最低控制压力在样本及说明书中都能查到。

6) 寿命 阀的寿命是指经过若干次往复运动后，在不更换零部件的条件下，阀的主要性能参数(如换向时间、泄漏量等)都在允许范围内，该次数即为阀的寿命。它与使用条件有关。湿度、温

度、润滑状况、换向频率、使用压力及阀的结构等都对寿命有很大影响。

一般来说，口径增大后，换向时阀的滑动面受到冲击也增大，使阀的寿命降低。表17-6-12为一般电磁换向阀的动作次数，该资料取自日本标准，国产电磁换向阀的动作次数要按阀的样本规定，通常情况稍短些。

表17-6-12 电磁换向阀的寿命 (万次)

公称通径 (mm)	(JISB8378) 二通电磁阀	(JIS草案) 三通电磁阀	(JIS草案) 四通(五通)电磁阀
6	200	500	150 500
8	200		150 500
10	150		150 500
15	150		150 500
20	100		150 500
25	100		100 300
32			100 300
40			50 150
50			50 150

(3) 换向阀的故障与排除方法 换向阀的故障与排除方法见表17-6-13。一般来说，换向阀的故障现象几乎都是向外漏气和向排气方向的泄漏。其原因不外是冷凝水和油供应不足、混入尘埃、制造上的缺陷、阀的寿命。特别是使用频率并不高，在短期内产生的阀动作不良，几乎都是由冷凝水、供油不足、混进尘埃等外部原因所造成的。

(4) 电磁换向阀

1) 电磁换向阀的分类。电磁换向阀的分类如表17-6-14所示。单电控电磁换向阀是通过电磁力直接或间接使阀换向的，电磁铁断电后，通过弹簧或空气压力，使阀恢复原来状态。所以这种阀只有两个位置。双电控电磁换向阀有两个电磁铁，有二位式或三位式。当二位式阀的一侧电磁铁励磁使阀换向后，即使断电仍保持其状态(自锁)，若另一个电磁铁不通电，阀不能换向。三位式是根据各个电磁铁的通电情况进行换向的，若两电磁铁都不通

表17-6-13 阀动作不良产生空气泄漏的排除方法

故障	原因	排除方法
阀不能换向	(1) 阀的滑动阻力大润滑不良	(1) 进行润滑
	(2) O形密封圈等密封件变形(膨胀, 泡胀, 弹性变化)	(2) 更换密封圈
	(3) 尘埃等被卡在滑动部分或阀座上	(3) 清除尘埃
	(4) 弹簧损坏	(4) 更换弹簧
	(5) 阀操纵力小	(5) 检查阀操纵部分
	(6) 活塞密封圈磨损(活塞式)	(6) 更换密封圈
	(7) 膜片破裂(膜片式)	(7) 更换膜片
	(8) 阀芯、阀套磨损或损坏(滑阀式)	(8) 更换
阀产生振动	(1) 空气压力低(先导式)	(1) 提高先导操纵压力; 采用直动式
	(2) 电源电压低(电磁式)	(2) 提高电源电压; 使用低电压线圈

表17-6-14 电磁阀分类

线圈数	位数	动作方式	状 态	通 路 数
单控式	二位式	直动式	常 闭 常 开	二通; 三通 二通; 三通; 四通
		先导式	常 闭 常 开	二通; 三通 二通; 三通; 四通
双控式	二位式	直动式		二通; 三通; 四通
		先导式		二通; 三通; 四通
	三位式	直动式	中间封闭 中间卸压 中间加压	三通; 四通 四通 四通
		先导式	中间封闭 中间卸压 中间加压	三通; 四通 四通 四通

电时保持中立状态。

2) 电磁换向阀结构。直动式阀可分为电磁铁部分和主阀部分; 先导式阀可分为电磁铁部分、先导阀部分和主阀部分。先导式电磁换向阀的电磁铁部分和先导阀部分与三通、四通直动式换向阀通用。

① 电磁铁

a. 电源 根据电源电磁铁可分为直流、交流

两种。

(a) 交流驱动 铁芯形状分为T形和I形。I形为块状铁芯, 用于吸引力较小的产品上, 这种可动铁芯往往当作阀的一部分使用。T形活动铁芯使用层叠硅钢片, 磁通量较强, 用于需要大吸引力的产品上。

交流电磁铁的起动电流比吸合后的静止电流高2~4倍, 吸合不充分时流过的电流很大(会导致线圈烧断)。在交流电磁铁的磁通路上应加短路环, 以利吸收电磁噪声。此外, 由于交流电的特点, 吸引时间有偏差。

(b) 直流驱动 铁芯上使用软铁、纯铁以减少剩磁。吸合时不产生过大电流, 即使吸合不充分也不会发生烧断线圈的故障, 但从开始吸合到吸合结束需要经过一段时间。因直流电不象交流电那样电压有周期性变化, 所以不会产生吸引时间偏差, 也不会产生噪声。

保证阀能正常动作的电压变动率应小于额定值的10%, 当电压高出这个范围时, 线圈易烧断, 电压降低时会产生吸引力不足, 因此需要保证电源稳定。

b. 电磁线圈的绝缘和温升 线圈的最高允许温升应根据产品样本的规定, 可是即使是允许范围内的温升也关系到绝缘线的寿命。阀内的动、静密封线圈随温度升高其变形率增大, 因此线圈温度升高(电磁铁发热, 并从铁芯传到阀体上), 也使阀的寿命受到影响。近年来使用的线圈几乎都是注塑包覆线圈, 它对水分、湿气、异物的绝缘性良好, 但散热性差、温度上升率高(所指温度是线圈内部温度, 不是从外部测定的温度)。

c. 电磁铁的故障与排除方法 电磁铁的故障可分为铁芯的机械故障, 异物等侵入后引起的故障和由电气原因引起的故障, 其内容如表17-6-15所示。

表17-6-15 电磁铁的故障与排除方法

电 源	故 障	原 因	排 除 方 法
交 流	(1) 蜂鸣声	阀的密封是用活动铁芯完全接触来实现的, 如为使密封性优良而接	检查活动铁芯和固定铁芯的接触性、密封性。必要时更换活动铁芯和固定铁芯总成
	1) I形活动铁芯	触不良便会产生蜂鸣声	

(续)

电源	故障	原因	排除方法
交流	2) I形活动铁芯	尘埃等进入活动铁芯的滑动部分, 使活动铁芯不能密切接触	清除尘埃等
		短路环损坏	更换固定铁芯
		电源电压低	提高电源电压
	3) T形活动铁芯	活动铁芯的铆钉脱落, 铁芯叠层分开不能吸合	更换活动铁芯
		(2) 动作时间偏差大, 或有时不能动作	活动铁芯锈蚀, 不能移动, 在湿度大的环境中使用气动元件时, 由于密封不完善, 空气向磁铁部分泄露
	(3) 线圈烧毁	电源电压低	提高电源电压
		尘埃等进入活动铁芯的滑动部分, 使运动恶化	使用符合电压的线圈 清除尘埃
		环境温度高	以制造厂规定的最高温度为使用温度的极限, 更换能在高温下使用的线圈
		快速循环使用	使用高频率的电磁阀
		因为吸引时电流大, 单位时间耗电多, 温度升高, 使绝缘损坏而短路	使用气动逻辑回路
尘埃等夹在阀和铁芯之间, 不能吸引活动铁芯		清除尘埃	
接错电源和线圈的连接线		正确接线	
直流	外部导线拉得太紧产生蜂鸣声	引线应宽裕参照蜂鸣声一项	
	线圈上有残余电压	使用正常的电源电压, 使用符合电压的线圈	
	(4) 切断电源后, 活动铁芯不能退回	尘埃夹入活动铁芯滑动部分	清除尘埃

(续)

电源	故障	原因	排除方法
直流	(1) 动作时间偏差大, 有时不能动作	在直流情况下使用纯铁容易生锈	参看交流项
		电源电压低 阀和活动铁芯滑动部分夹入尘埃 铁芯锈蚀	
交流	(2) 线圈烧毁或断线	环境温度高 外部引线太紧 存在残余电压	参看交流项
		产生剩磁	
	(3) 切断电源后活动铁芯不能退回	活动铁芯的滑动部分夹入尘埃	清除尘埃

② 主阀 是由气室、阀芯、换向通路口组成, 在工作过程中, 由电磁的通电、断电来控制阀芯动作, 产生换向动作。

③ 先导阀 在气控系统通径较大的时候, 其换向力及行程都增大, 常采用先导式结构。它是由小型直动式 (即电磁铁直接驱动阀芯) 的电磁阀和大型气控换向阀构成。其原理见图17-6-8。

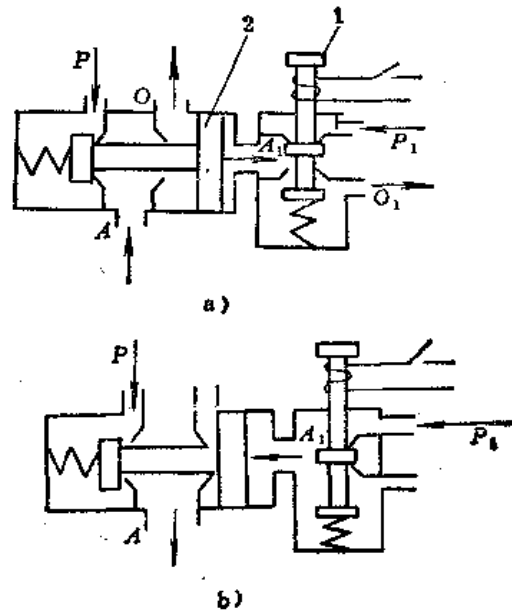


图17-6-8 先导式电磁阀原理
a) 断电状态 b) 通电状态

3) 几种常用电磁换向阀

① 二通换向阀 二通换向阀用于关闭和开启压缩空气通路。平时关闭,励磁后才开启的阀称为常闭式,反之为常开式。图17-6-9所示是单电控常闭截止式电气换向阀(结构特征代号为W₂),性能参数见表17-6-16。

② 三通换向阀 三通阀常被使用于操纵单作用气缸、向容器内充压及泄压、操纵气动离合器及制动器、紧急情况下切断气源或放出空气等。三通阀也和二通阀一样有常开式和常闭式。

a. 二位三通单电控换向阀 图17-6-10所示为二位三通单电控换向阀结构示意图,其性能参数见表17-6-17。

b. 二位三通双电控换向阀 图17-6-11所示为二位三通双电控截止式电气换向阀(结构特征代号L1)结构,性能参数见表17-6-18。

③ 五通换向阀 二位五通单电控换向阀结构示意图17-6-12,其性能参数见表17-6-19。

④ 防爆型换向阀 防爆型换向阀是在普通换向阀的基础上,把每个带电器件都加防爆外壳或防爆接线盒而成。防爆外壳和防爆接线盒具有承受气体爆炸压力的隔炸作用,防爆面处的微小间隙,对气体爆炸能量的传递具有阻尼作用。因此,即使有爆炸性混合物进入内部,由于某种原因产生电火花引起爆炸时,也不致使外围空间的爆炸混合物发生爆炸。

表17-6-16 二通换向阀性能参数

名称		二位二通单电控常闭膜片式电气换向阀	二位二通单电控常闭截止式电气换向阀	二位二通单电控常开截止式电气换向阀	二位二通单电控常开截止式电气换向阀
型号	现型号	22MD-L□-D-G1①	22JD-L□-Wx1	22JD-L□-D-G1	22JD-L□-Wx2
	原型号	ZCS-D	FDF	FDE	K22JDW
公称通径(mm)		8, 15, 20, 25, 32, 40, 50	3, 6, 8, 10, 13, 16, 19, 25, 32	3, 6, 8, 10, 13, 16, 19	6, 8, 10, 15, 20, 25, 32, 40
工作压力(MPa)		0~0.6	0.2~1	0.1~0.8	0.2~0.8
工作环境	温度(°C)	-5~+55	-5~+50	-40~+40	-5~+50
	湿度(%)		85		<85
有效断面积(mm ²)					20~400
介质温度(°C)		+5~+55		-40~+50	0~+50
工作电压	交流(V)	220	220, 110, 36	220, 36	220, 110, 36
	直流(V)		110, 24		110, 24
耗电功率(W)			14		14
绝缘电阻(MΩ)		≥20	≥20(在20°C, 85%下)		>20
线圈温升(°C)		≤70	80		<80
换向时间(s)			0.06~0.4		0.08~0.4
最高换向频率(Hz)			6~1		8~4
泄漏量(mL/min)②		在0.05~0.6MPa不得泄漏			100~1000
寿命(万次)		≥10	>50		200
工作介质		空气, 水	空气, 油, 水, 氟里昂	油, F12, F22, 空气	空气
开阀能力(MPa)				气体0.03~1.7 液体0.03~1.4	
生产厂		重庆山城仪表厂	无锡气动元件厂	重庆气动元件厂	无锡气动元件厂

① □代表公称通径。

② 标准状态。

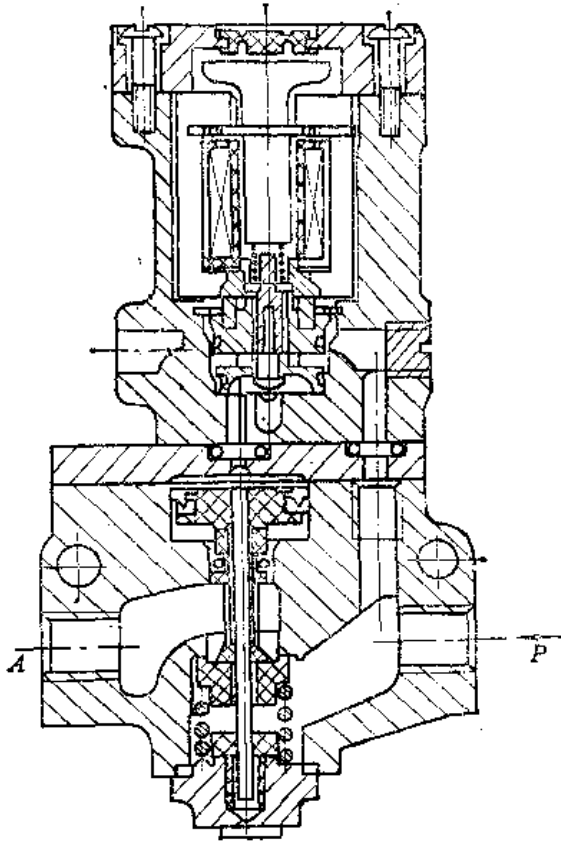


图17-6-9 22JD型二位二通单电控常闭截止式电气换向阀结构图

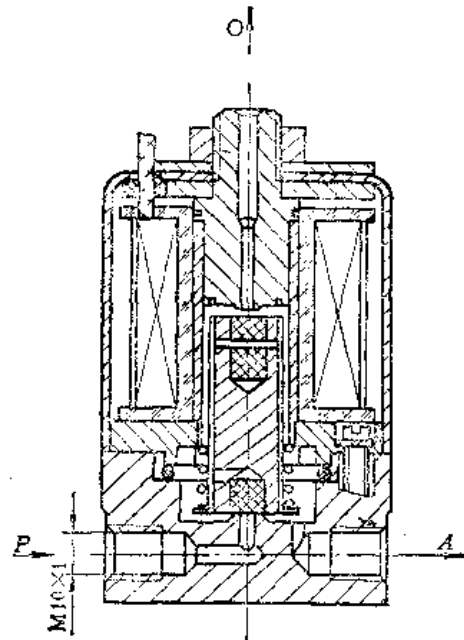


图17-6-10 二位三通单电控换向阀结构图

表17-6-17 二位三通单电控换向阀性能参数

名称		二位三通单电控常闭截止式电磁阀		二位三通单电控常通(闭)截止式电磁阀			二位三通单电控常闭(通)截止式电气换向阀		二位三通单电控常通(通)式电磁滑阀	二位三通单电控常通(闭)式硬配电磁滑阀	二位三通单电控常闭(通)式电气滑阀
型号	现型号	23JVD-L □-L1	23JVD-L □-X1	23JVD-L4 T-Wx2①	23JD-L□ T-Wx1①	23JD-□ H-L,1	23JD-F□ H-L2	23VD-L15 T-Wx1①	23ZYD- L□T-G1	23D-L□ T-Z1①	
号	原型号	K23D	K23D(X1)	K23DA- 4W	K23JDW	K23JD	K23JD	PC1/2"	QP23ZD		
公称通径 (mm)		1.2, 2 3	1.2, 2 3	4	8, 10 15, 20 25, 32 40	6, 8 10, 15 20, 25	32, 40 50	15	6, 8 10, 15 20, 25	6, 10 15	
工作压力 (MPa)		0~0.8	0~1	0~0.8	0.2~0.8	0.2~0.8	0.2~0.8	0~0.8	0~0.8	0.15~0.8	
工作环境	温度 (°C)	-5~+50	-10~+55	-5~+50	-5~+50	-5~+50	-5~+50	-5~+40	-5~+50	-10~+55	
	湿度 (%)	95	95	<85	<85	<95	≤95	<95		95	
介质温度(°C)		0~50	0~50	0~50	0~50	0~50	0~50	0~50	0~50	0~50	
工作电压 (V)	交流	220, 36	220, 36	220, 110 36	220, 110 36	220, 36	220, 36	127, 220 380	220	220, 110 36	
	直流	24, 12	24, 12	110, 24	110, 24	24, 12	24, 12			110, 48, 36, 24, 12	
允许电压波动 (%)		-15~+10	-15~+10			+10~-15	+10~-15 ^②		+10~-15	-15~+10	

(续)

名称		二位三通单电控常闭截止式电磁阀		二位三通单电控常通(闭)截止式电磁阀		二位三通单电控常闭(通)截止式电气换向阀		二位三通单电控常闭(通)式电磁滑阀		二位三通单电控常通(闭)式硬配电磁滑阀		二位三通单电控常闭(通)式电气滑阀	
型号	现型号	23JVD-L □-L1	23JVD-L □-X1	23JVD-L T-Wx2①	23JD-L T-Wx1①	23JD-□ H-L1	23JD-F H-L2	23VD-L T-Wx1④	23ZVD- L□T-G1	23D-L T-Z3④			
	原型号	K23D	K23D(X1)	K23DA- 4W	K23JDW	K23JD	K23JD	PC1/2"	QF23ZD				
电功率 (W)	交流	12; 15; 28	10; 13; 25	14	14	12~28	28	20				<15	
	直流	6; 8; 10	6; 8; 10			6~10	10					<5	
绝缘电阻 (MΩ)		20	20	>20	20	≥20	20	20	≥20	≥20		≥20	
线圈温升(°C)		≤80	105	<80	80	≤80	80		≤70	≤80			
换向时间(s)		0.03	0.024	0.05	0.08~0.2	0.08~0.2	0.3~0.4	0.12	0.04~0.1	0.06~0.08			
最高换向频率 (Hz)		14	17	8	8~4	6~2	1~0.5	≥4	8~2	6~4			
泄流量 (mL/min)③		30	30	50	100~1000	100~500	1000~2000	0.5	0.5~1.5	50~120			
寿命(万次)		150	300	200	200	150	100	150	200~100	150			
停电状态		常闭	常闭	常通 常闭	常通 常闭	常闭(通)	常闭(通)	常闭(通)	常闭(通)	常闭(通)			
有效断面积 (mm ²)		0.6; 2; 4	0.6; 2; 4	6	20~400	10~190	340~680	60		15~60			
生产厂		浙江象山 气动元件厂 济南气动 元件厂	浙江象山 气动元件厂	无锡气动 元件厂	无锡气动 元件厂	济南气动 元件厂; 无 锡气动元件 厂; 泰化气 动元件厂; 重庆气动元 件厂	济南气动 元件厂; 无 锡气动元件 厂; 泰化气 动元件厂; 重庆气动元 件厂	无锡气动 元件厂	重庆山城 仪表厂	肇庆气动 元件厂			

① T表示常通式, 若为常闭式则无T。

② 原样本为+10~+15有误差。

③ 标准状态。

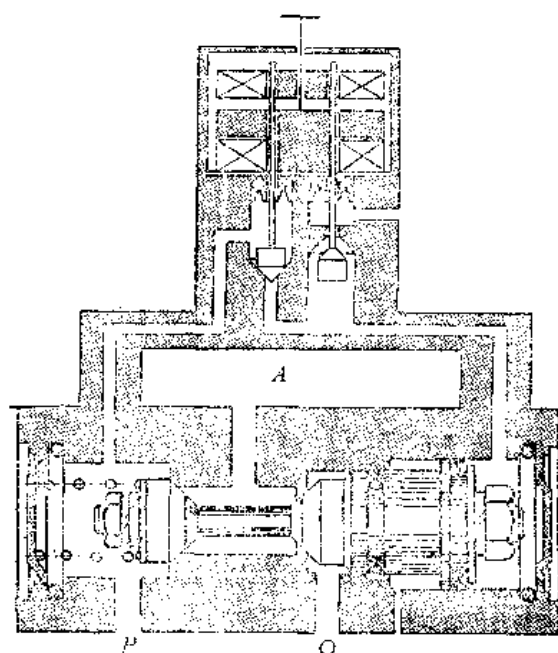


图17-6-11 二位三通双电控截止式电气换向阀结构图

防爆型换向阀适用于表17-6-20所列气体的场所。

防爆型换向阀性能参数见表17-6-21。

⑤ 三位换向阀 三位换向阀分为中位封闭式、中位卸压式、中位加压式三种, 它们各有不同的用途。这些阀主要用于控制紧急停止、气缸中途停止等场合。

图17-6-13所示为三位五通双电控电气滑阀(结构特征代号为Z2)原理图, 性能参数见表17-6-22。

⑥ 其它电磁换向阀

a. 多联式电磁阀 这是在一个底座上安装很多电磁阀的结构。它使换向阀集中管理非常方便, 已被许多气动装置所采用。安装时应注意, 由一个供给口向各个电磁阀供给压缩空气并同时操纵许多电磁阀时, 可能出现空气供应不足缺陷, 所以需要确定在一个底座上能够同时安装的阀的数量。各电

表17-6-18 二位三通双电控换向阀性能参数

名称	二位三通双电控截止式电气换向阀		二位三通双电控硬配电磁滑阀	二位三通双电控电气滑阀
型号	23JD2-□-L1	23JD2-□-L2	23ZVD2-L□-G1	23D2-□-Z2
原型号	K23JD2	K23JD2	QF23ZD2	DQK
公称通径 (mm)	6, 8, 10 15, 20, 25	32, 40, 50	6, 8, 10 15, 20, 25	6, 8, 10 15, 20, 25
工作压力 (MPa)	0.2~0.8	0.2~0.8	0~0.8	0.15~0.8
工作环境	温度 (°C)	-5~+50	0~+50	-5~+50
	湿度 (%)	≤95	≤95	≤95
介质温度 (°C)	0~+50	0~+50	0~+50	0~+50
工作电压	交流 (V)	220	220	220, 110, 36
	直流 (V)	24	24	110, 48, 36, 24, 12
允许电压波动 (%)	-15~+10	-15~+10	-15~+10	-15~+20
电功率 (W)	7~8	≤8		5~28
有效断面积 (mm ²)	10~190	300, 400, 650		15~190
绝缘电阻 (MΩ)	≥20	≥20	≥20	≥20
线圈温升 (°C)		≤80	≤70	≤80
换向时间 (s)	0.08~0.2	0.3, 0.4	0.02~0.05	0.05~0.08
最高换向频率 (Hz)	6~2	1, 0.5	10~4	8~4
泄漏量 (mL/min)①	100~500	1~2	500~1500	50~250
寿命 (万次)	150	100	200~100	150
生产厂	奉化气动元件厂 无锡气动元件厂	奉化气动元件厂	重庆山城仪表厂	肇庆气动元件厂

① 标准状态。

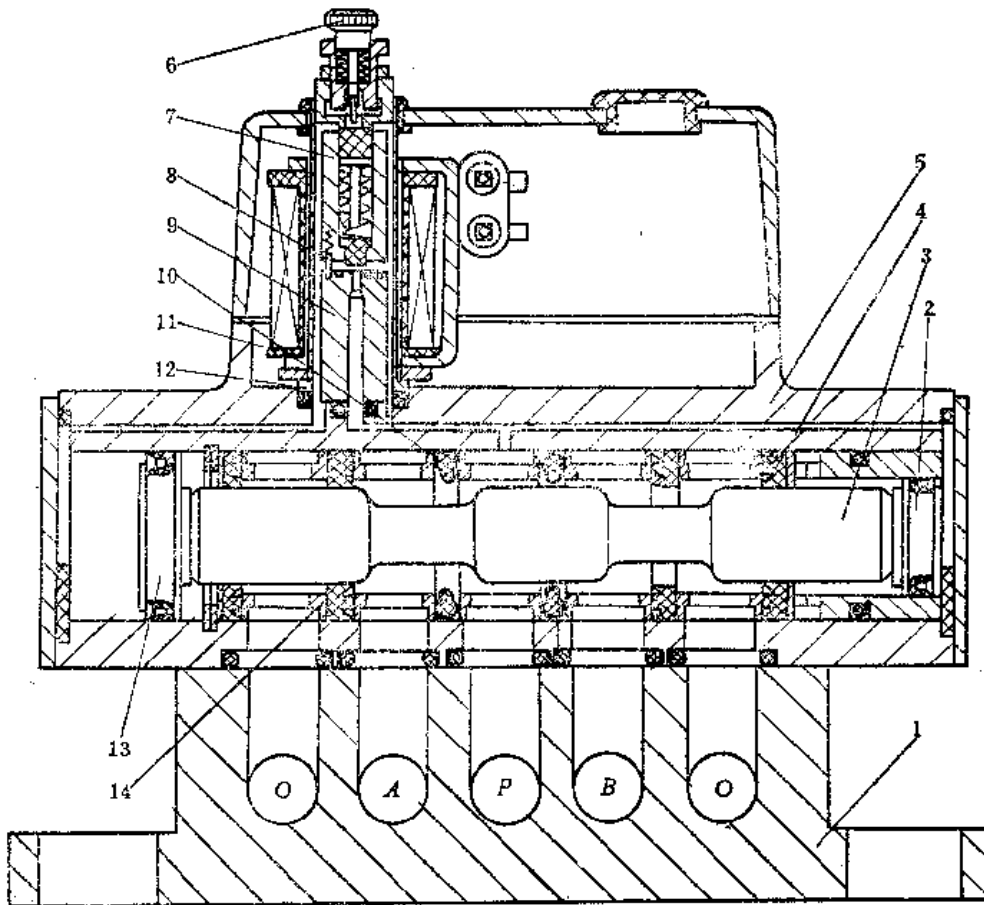


图17-6-12 二位三通单电控换向阀结构图

1—阀座 2—小活塞组件 3—阀杆 4—E形密封环 5—阀体组件 6—手动杆 7—动铁芯组件 8—复位小弹簧
9—静铁芯组件 10—组合形密封环 11—线圈组件 12—隔磁套筒组件 13—大活塞组件 14—气道隔环

表17-6-19 二位五通单电控换向阀

名称		二位五通单电控电气滑阀	二位五通单电控截止式电气换向阀	二位五通单电控电气滑阀
型号	现型号	25D-□-Z2	25JD-□-L1	25D-□-L1
	原型号	DQK	K25JD	K25D
公称通径 (mm)		20, 25	6, 8, 10, 15, 20, 25	6, 8, 10, 15, 20, 25
工作压力 (MPa)		0.15~0.8	0.2~0.8	0.15~0.8
工作环境	温度 (°C)	-5~+55	-5~+50	-5~+50
	湿度 (%)	<95	<95	<95
介质温度 (°C)		0~+50	0~+50	0~+50
有效断面积 (cm ²)		110, 190	10, 20, 40, 60, 110, 190	10, 20, 40, 60, 110, 190
工作电压	交流 (V)	220, 110, 36	220, 36	220, 36
	直流 (V)	48, 36, 24, 12	24, 12	24, 12
允许电压波动 (%)		-15~+10	-15~+10	-15~+10
耗功率	交流 (W)	28	12~28	12~28
	直流 (W)	10	6~10	6~10
绝缘电阻 (MΩ)		≥20	≥20	≥20
线圈温升 (°C)		≤80	≤80	≤80
换向时间 (s)		0.12	0.08~0.20	0.06~0.08
最高换向频率 (Hz)		2	6~2	6~2
泄漏量 (mL/min) ①		250	100~500	50~250
寿命 (万次)		150	150	150
生产厂		肇庆气动元件厂	济南气动元件厂; 无锡气动元件厂; 奉化气动元件厂	济南气动元件厂; 阜新气动元件厂; 重庆气动元件厂; 象山气动元件厂; 奉化气动元件厂

① 标准状态。

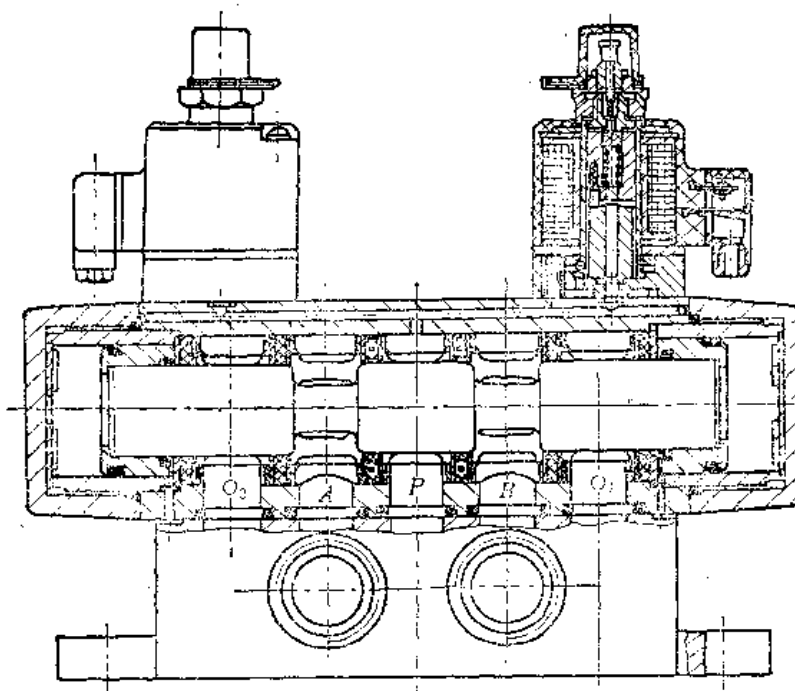
表17-6-20 防爆型换向阀适用气体的场所

级别	组别	A	B	C	D
1		甲烷, 氨, 醋酸	丁醇, 醋酸酐	环乙烷	
2		乙烷, 丙烷, 丙酮, 苯乙烯, 氯苯, 氯乙烯, 甲醇, 甲苯, 一氧化碳, 醋酸乙酯	丁烷, 乙醇, 丙烯, 醋酸, 丁脂, 醋酸戊酯	戊烷, 乙烷, 庚烷, 辛烷, 癸烷, 汽油, 硫化氢	乙醚, 乙醛
3		市用煤气	环氧乙烷, 环氧丙烷, 乙烷, 丁二烯	异戊二烯	

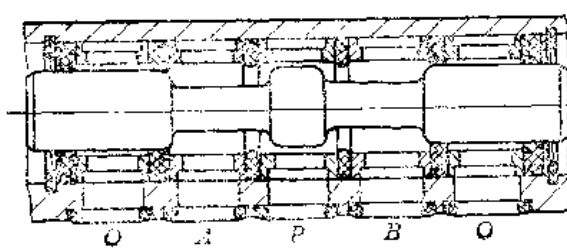
表17-6-21 防爆型换向阀性能参数

名称		二位三通单电控截止式防爆电磁换向阀	二位三通单电控截止式防爆电气换向阀	二位五通单电控防爆电气滑阀	二位五通双电控防爆电气滑阀		
型号	现型号	23JVD-L□□-b-A1①	23JD-L□□-b-A1①	25D-□-b-S1	25D2-□-b-A1	25D2-□-b-S1	25D2-□-b-Z1
	原型号	K23DZ	K23D	K25D-B	K25D-15B	K25D2-B	
公称通径 (mm)		2, 6	6, 8	6, 8, 20, 25	10, 15	6, 8, 20, 25	6, 8, 10, 15
工作压力 (MPa)		0~0.8	0.2~0.8	0.2~0.8	0.15~0.8	0.2~0.8	0.15~0.8
工作环境	温度 (°C)	-10~+55	-10~+55	-10~+55		-10~+55	-10~+55
	湿度 (%)	≤95	≤95		≤85		≤95
介质温度 (°C)		0~+50	0~+55	0~+50	0~+40	0~+50	0~+50
工作电压	交流 (V)	220, 36	220, 36	127	220	127	
	直流 (V)	24, 12	24, 12	24, 12	24	24, 12	24
换向时间 (s)			0.08	0.05~0.5		0.05~0.5	0.05~0.06
线圈温升 (°C)		≤75	≤75	≤70	≤90	≤70	≤40
绝缘等级				B		B	
防爆等级		b2c	b2c	工厂 B3 d 煤矿 KB (防水)	B2C	工厂 B3 d 煤矿 KB (防水)	H11 d
寿命 (万次)			150	300		300	150
生产厂		吴忠仪表厂	吴忠仪表厂	上海气动元件厂	吴忠仪表厂	上海气动元件厂	肇庆气动元件厂

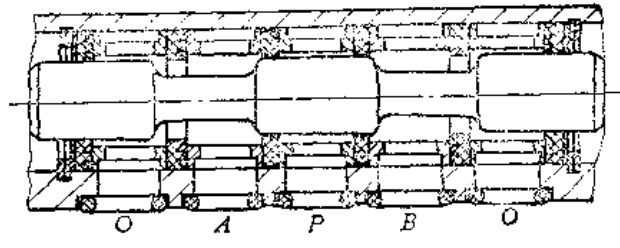
① 第一个□为公称通径。第二个□, 若为常通型, 则T; 若为常闭型, 则省略。



中位封闭式



中位加压式



中位泄压式

图17-6-13 三位五通电磁阀结构图

表17-6-22 三位换向阀性能参数

名 称		三位三通双电控电气滑阀		三位五通双电控电气滑阀		
型 号	现型号	33D2-L□□-Z1①	33D2□□-Z2①	35D2-L□□-Z1①	35D2□□-Z2①	35D2-□□-L1①
	原型号	D2K	DQK	D2K	DQK	K35D2
公称通径 (mm)		6, 10, 15	20, 25	6, 10, 15	20, 25	6, 8, 10, 15, 20, 25
工作压力 (MPa)		0.15~0.8		0.15~0.8		0.2~0.8
工作环境	温度 (°C)	-5~+50		-5~+50		-5~+50
	湿度 (%)	≤95		≤95		≤95
介质温度 (°C)		0~+50		0~+50		0~+50
有效断面积 (mm ²)		15~190		15~190		10~150
工作电压	交流 (V)	220, 110, 36		220, 110, 36		220
	直流 (V)	110, 48, 36, 24, 12		110, 48, 36, 24, 12		24
允许电压波动 (%)		-15~+10		-15~+10		-15~+10
耗电功率 (W)		15		15		
绝缘电阻 (MΩ)		≥20		≥20		≥20
线圈温升 (°C)		≤20		≤80		≤80
换向时间 (s)		0.06~0.12		0.06~0.12		0.06~0.12
最高换向频率 (Hz)		8~4		8~4		8~4
泄漏量 (mL/min)②		50~250		50~250		50~250
寿命 (万次)		150		150		150
生 产 厂		肇庆气动元件厂		肇庆气动元件厂		济南气动元件厂 阜新气动元件厂 奉化气动元件厂 重庆气动元件厂

① 第一个□为公称通径；第二个□：P-中位加压式，Y-中位卸压式，中位封闭式省略。

② 标准状态。

磁阀的排气管有时也合成一个。在排气管设置消声器的情况下，应当注意不要使消声器产生排气阻力。在长时间使用后有时会引起消声器孔堵塞，增大阻力，在这种情况下各电磁阀的排气口可能发生空气倒流，以致有时会使执行元件产生误动作。

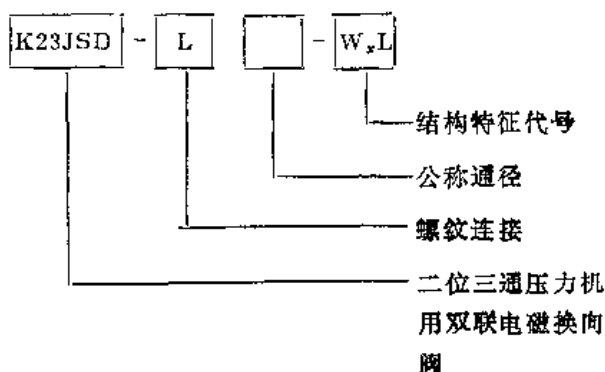
b. 压力机用双操纵电磁阀（亦称双联阀）

在压力机上，有时因电磁阀误动作，使制动器失灵，造成严重事故。双操纵电磁阀就是为了保证确切的动作把两个三通阀合并起来。同时使两个阀开启、关闭时，即使有一个阀发生故障，也可以进行排气。若在这种电磁阀上再装上能检测阀的运动的传感器，那么对阀的动作不稳定或两个阀的同步情况都能获得电讯号，并及时发出警报，就可及时发现故障及排除掉。

下面介绍K23JSD型二位三通压力机用双联电

磁换向阀。

型号意义：



K23JSD型二位三通压力机用双联电磁换向阀结构如图17-6-14所示，其性能参数见表17-6-23。

K23JSD型二位三通压力机用双联电磁换向阀

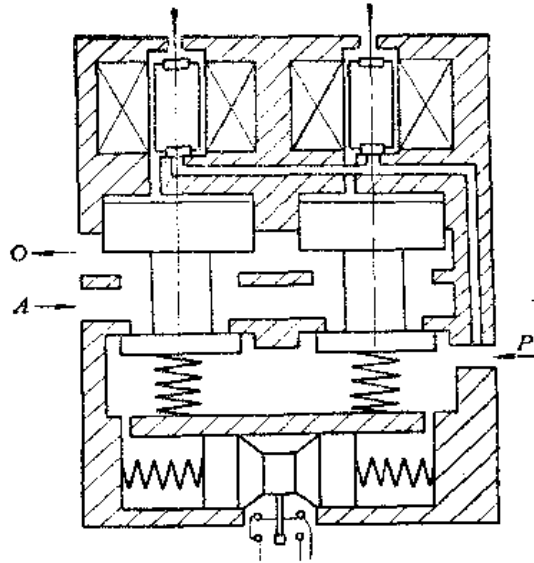


图17-6-14 二位三通双联电磁换向阀结构图

表17-6-23 K23JSD型二位三通压力机用双联电磁换向阀性能参数

型 号	K23JSD-L15	K23JSD-L25	K23JSD-L40	
公称通径 (mm)	15	25	40	
接口螺纹	P	M20×1.5	M33×3	M48×2
	A	M20×1.5	M33×2	M48×2
	O	M27×2	M42×2	M60×2
工作压力 (MPa)	0.3~0.8			
介质温度 (°C)	0~50			
环境温度 (°C)	-5~50			
换向时间 (ms)	≤35	≤40	≤80	
换向频率 (Hz)	≥8			
有效断面 (mm ²)	PA	≥30	≥90	≥130
	AO	≥120	≥360	≥520
泄漏量 (mL/min) ^①	≤300	≤600	≤1000	
先导电磁阀通径 (mm)	4			
先导电磁阀电压 (V)	DC24			

① 标准状态。

可能出现的故障及排除方法见表17-6-24。

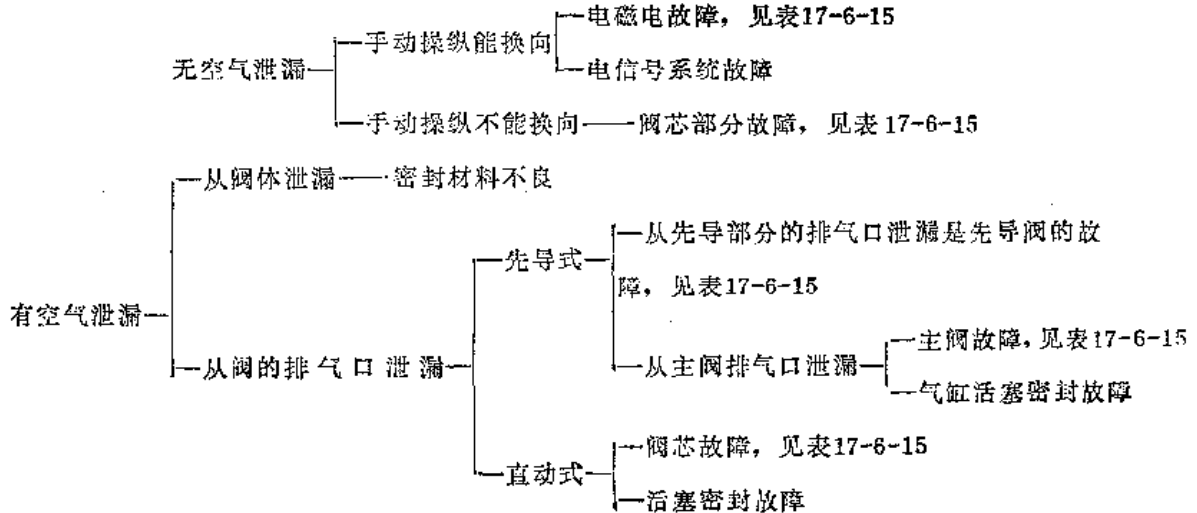
c. 强制复位式电磁阀 这种阀具有两个电磁线圈，通电后一个电磁线圈励磁，电磁阀动作，同

表17-6-24 可能出现的故障与排除方法

故 障	原 因	排 除 方 法	
先 导 阀 部 分	线圈烧损断线	环境温度过高 电源电压超过规定值 产生剩磁 引线拉得太紧	按生产厂规定的温度范围内使用 使用能用于高温下的线圈 使用符合规定的电源电压 使用能用于高压下的线圈 拆查铁芯材料及磁路，必要时更换其零件 放松引线
	断电后动铁芯不能返回	动铁芯的滑动部分有杂质卡住 复位弹簧锈蚀、折损	除去杂质 更换弹簧
	动作时间误差大 有时不能动作	铁芯锈蚀 阀座部分，动铁芯的滑动部分有灰尘等杂质嵌入	铁芯除锈，必要时更换 注意与外界的密封 除去杂质 提高电压
换 向 阀	泄漏 O腔或 其它连接 部分泄漏	通P—A腔的密封垫或密封口损坏 异物侵入 先导阀与主阀连接螺钉松动	检查密封件，必要时更换零件 除去异物 注意检查连接部分
	换向后O腔继续排气	与阀连接的气缸活塞密封圈损坏，气缸两端串气	更换密封圈
	通电后不换向	线圈接触不良 线圈烧毁 主阀阀芯被卡死 阀的滑动部分阻力大 润滑不良 密封圈变形 控制活塞部分密封圈损坏	检查接线柱 更换线圈 除去杂质 改善润滑 更换密封圈 更换密封圈
阀产生振动	控制气源压力低 先导电磁阀电源电压低	提高控制压力 提高电源电压	
换向缓慢	排气口安装消声器后排气阻力增大	更换足够流通能力的消声器	
阀本身无故障，但平衡阀发出故障信号	两先导电磁阀电信号不同步 主阀二个阀芯换向不同步 行程开关失灵	检查电信号 检查二个阀芯动摩擦阻力 调整阀芯排气流量 检查开关，必要时更换	

时通过整流器使电容器充电。如果切断电源，被充入电容器的电荷流入另一个电磁线圈进行励磁，强制电磁阀向复位方向转换。这种阀主要用于停电时使阀转换到安全位置的场合。

4) 电磁换向阀的故障检查。修理电磁换向阀



例如，气缸活塞密封圈不良时，便会从活塞密封圈处漏气。参见图17-6-15，其泄漏的空气从电磁阀的排气口流出（图中 $O_2 \rightarrow$ 排气口），乍看好象是电磁阀的毛病。这时要确定故障部位，首先应使电磁阀处于关闭状态，卸下输出端不进空气的管道（图中 O_2 侧）。通过检查弄清空气泄漏不是从电磁阀产生还是从气缸产生的，这样便能判断故障所在。

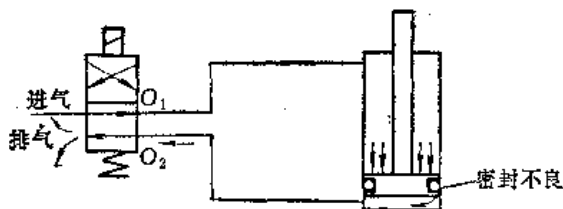


图17-6-15 从气缸活塞处的泄漏

再如以阀体的泄漏为例。参见图17-6-16，当以活塞差压动作的先导阀阀体的侧面有空气泄漏时，无论先导阀的操纵位置如何，总有空气从这个孔泄漏，那么可以断定是 O_1 密封圈密封不良，造成主阀芯漏气。如果只在先导阀开启时发生泄漏，则可断定为 O_2 密封圈密封不良。

(5) 其它换向阀

1) 机械操纵换向阀 它是利用执行机构或者其它机构的机械运动，借助凸轮、滚轮、杠杆和撞块等机构操纵阀杆，使阀换向，如图17-6-17所示。这种阀常用于包装机械等单纯重复操作的场所，食

时先要了解故障的原因，这对节省修理时间及提高修理质量都有很大帮助。因此需要详细了解阀的结构，要能从故障现象迅速找到故障原因。掌握表17-6-13和表17-6-15非常重要。检查故障部位的顺序如下：

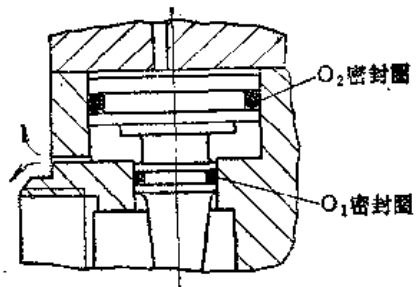


图17-6-16 O形密封圈不良产生的空气泄漏

品机械等湿气、粉尘、油分多，电气控制元件寿命短的场所。机械操纵阀按操作形式可分为滚子式，杠杆式，推杆式结构。

2) 人工操纵阀 这是用人的手或脚来操纵的阀，见图17-6-18。用于简单的机械操纵或自动机械的各个单机操纵、起动操纵。这些阀随口径的增大，阀上作用的背压也增加，有时需要很大的操纵力。

3) 气压操纵阀 这是用气压信号作为操纵力使阀换向的。多使用于温度较高、湿度较大的场所或粉尘多，使用电磁阀困难的场所。其控制方式有加压式，卸压式，差压式和延时式。

2. 单向阀

(1) A型单向阀 它是一种只允许气流沿着一个方向流动的方向控制阀。它对空气反方向流动

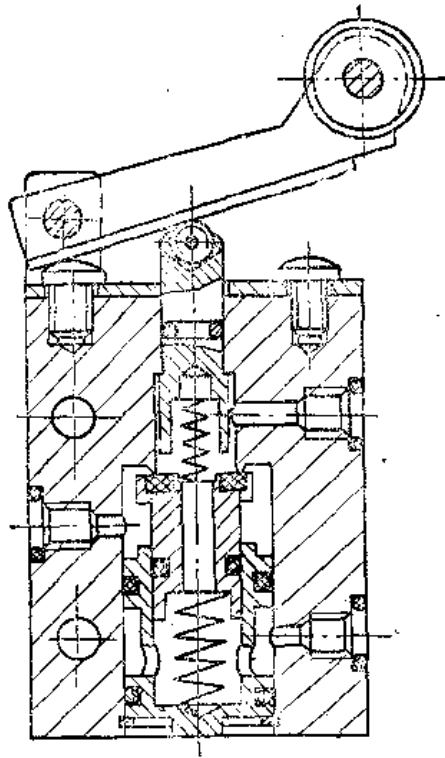


图17-6-17 机械操纵换向阀结构图

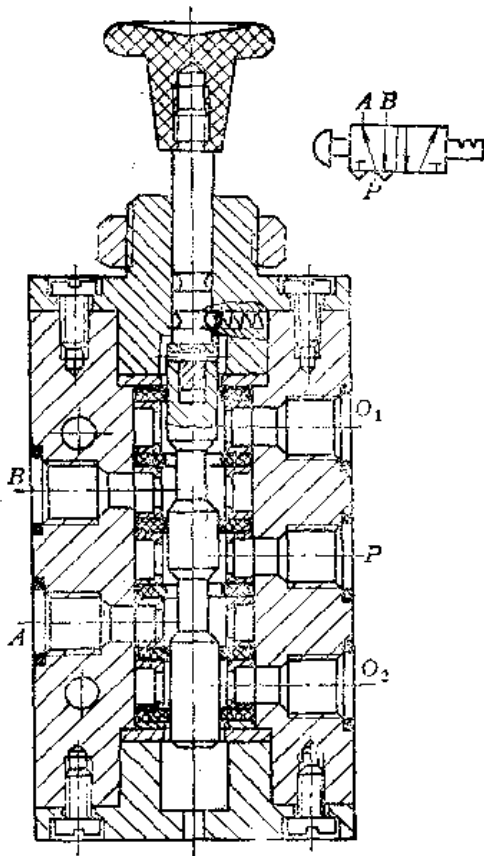


图17-6-18 人工操纵换向阀结构图

起截止作用，使系统中空气不能返回。其主要用于下列场合：

- 1) 防止由于气源压力降低所引起的逆流。
- 2) 自动夹紧等系统中，防止由于空气压力的降低，致使输出力降低而产生的故障的发生。
- 3) 气动系统中防止由于有的部分耗气量较大，而导致其它部分空气压力降低，影响正常工作现象的发生。
- 4) 在利用空气的弹性使背压上升的装置中，防止背压传递到其它部位，而影响其它部位的工作。

型号意义：



A型单向阀结构见图17-6-19，其性能参数见表17-6-25。

(2) S型梭阀 梭阀类似于两个单向阀的组

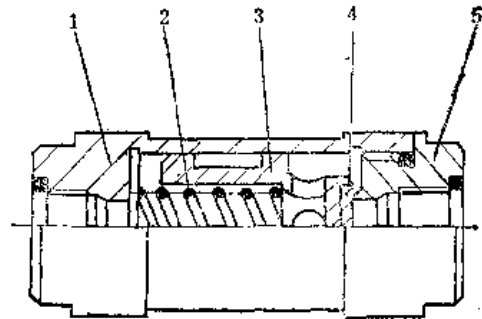
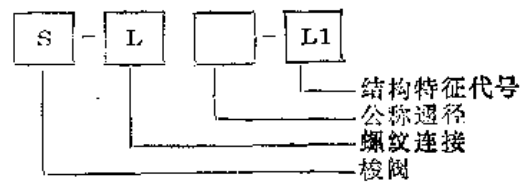


图17-6-19 单向阀结构图

1—阀体 2—弹簧 3—阀芯 4—胶垫 5—阀座

合，具有逻辑“或门”的功能，常用在自动控制 and 手动控制并联的回路中。

型号意义：



梭阀结构见图17-6-20，其性能参数见表17-6-26。

表17-6-25 A型单向阀性能参数

型号	A-L3-L1	A-L6-L1	A-L8-L1	A-L10-L1	A-L15-L1	A-L20-L1	A-L25-L1	A-L32-L1	A-L40-L1	A-L50-L1
公称通径 (mm)	3	6	8	10	15	20	25	32	40	50
工作压力 (MPa)	0.05~0.8									
环境温度 (°C)	-10~+55									
介质温度 (°C)	0~+50									
有效断面积 S 值 (mm)	1	10	20	40	60	110	190	300	400	650
开启压力 (MPa)	0.03									
泄漏量 (mL/min)①	30	50	120	250	500					
响应时间 (s)	0.03							0.04		

注：肇庆气动元件厂生产公称通径为 3~25mm 产品；
 济南气动元件厂生产公称通径为 6~50mm 产品；
 长春气动元件厂生产公称通径为 6~25mm 产品；
 奉化气动元件厂生产公称通径为 6~50mm 产品；
 重庆气动元件厂生产公称通径为 3~20mm 产品。

① 标准状态。

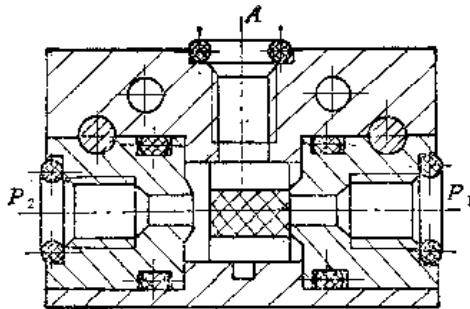


图17-6-20 S型梭阀结构图

表17-6-26 S型梭阀性能参数

型号	S-L3-L1	S-L6-L1	S-L8-L1	S-L10-L1	S-L15-L1
原型号	KS				
公称通径 (mm)	3	6	8	10	15
工作压力 (MPa)	0.05~0.8				
有效断面积 (mm ²)	4	10	20	40	60
泄漏量 (mL/min)①	30	50	50	120	120
换向时间 (s)	0.03				
环境温度 (°C)	-5~+55				

① 标准状态。

(续)

型号	S-L3-L1	S-L6-L1	S-L8-L1	S-L10-L1	S-L15-L1
介质温度 (°C)	0~+50				
寿命 (万次)	150				
生产厂	无锡气动元件厂 肇庆气动元件厂 奉化气动元件厂 重庆气动元件厂				
接口螺纹	M6	M10×1	M12×1.25	M16×1.5	M20×1.5

注：重庆气动元件厂只生产公称通径为 3 和 6mm 的产品。

(四) 其它元件

气动控制系统中除上述阀类以外尚有一些其它辅助作用的元件。

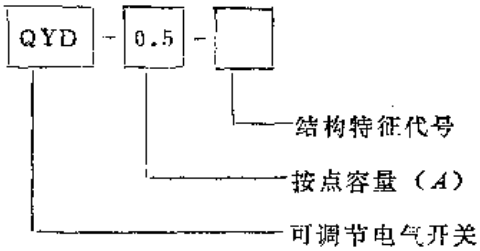
1. 压力继电器

压力继电器是用来控制气压系统中调定压力的，即当气压超过或低于调定值时，继电器供电路接通或断开（又称可调气电开关）。它是利用气压信号对膜片的力使顶杆位移来工作的。它具有结构简单、膜片动作滞后小等优点，是气压保护系统中常用的元件。

一般压力继电器可分为低压型 ($P < 0.1 \text{MPa}$)、中压型 ($P = 0.1 \sim 0.6 \text{MPa}$) 和高压型 ($P >$

1MPa)。

型号意义:



QYD型可调气电开关的结构见图17-6-21, 其性能参数见表17-6-27。

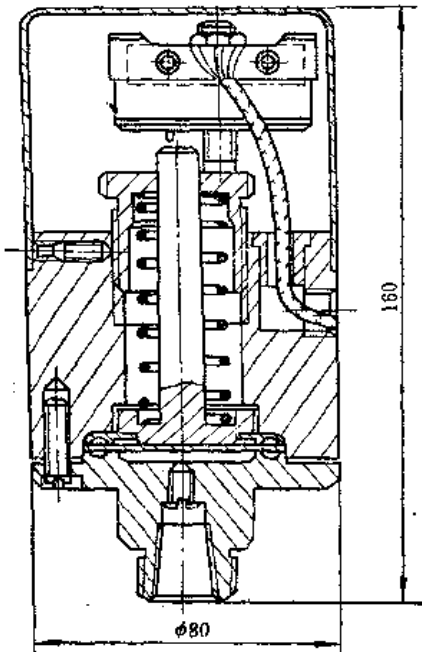


图17-6-21 QYD型可调气电开关结构图

表17-6-27 QYD型可调气电开关性能参数

型 号	QYD-0.5- W _{r1}	QYD-0.5- W _{r2}	QYD-0.5- W _{r3} ①
原 型 号	YJ		TK-10
接口螺纹	内螺纹ZG3/8, 外螺纹 M24×15		M12×1.25
信号压力(MPa)	0.1~0.2	0.2~0.6	0.4~1
工作介质	空气、油		
环境温度(°C)	-5~+50		-20~+50
相对湿度(%)	85		
额定电流(A)	0.5		
最大换向频率 (Hz)	≥2		
寿命(万次)	≥50		
生产厂	无锡气动元件厂		

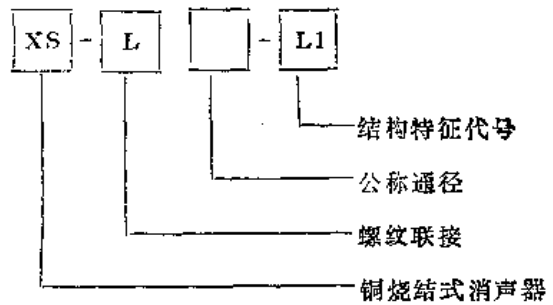
① 这种型产品内部结构与前两个略有差异, 具体可参见产品样本。

2. 消声器

消声器用来减小气动执行元件和气动控制元件在排气时所产生的很大噪音。可直接装在气动元件的排气口上或装置的排气管道。使用方便, 由于它采用金属烧结结构, 所以可耐高温, 且寿命长。

本文介绍一种XS型消声器, 其它型可见样本。

型号意义:



XS型消声器的结构见图17-6-22, 其性能参数见表17-6-28。

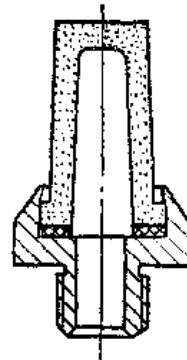


图17-6-22 XS型消声器结构图

3. 按钮阀

按钮阀种类很多, 其功能可查看产品样本。本文只介绍23JR1型二位三通微压常闭截止式按钮阀。它不能做常通阀使用, 主要做气动控制系统和气动装置中的发信元件。

型号意义:

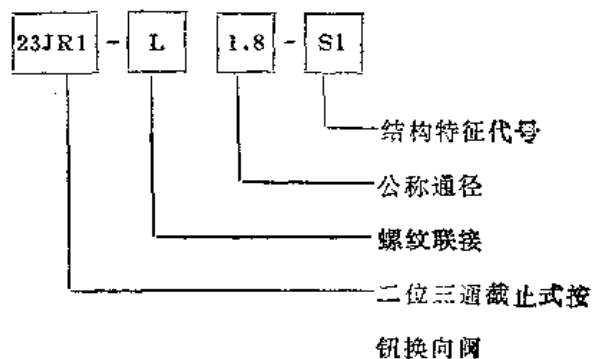


表17-6-28 XS型消声器性能参数

型 号	XS-L3-L1	XS-L6-L1	XS-L8-L1	XS-L10-L1	XS-L15-L1	XS-L20-L1	XS-L25-L1	XS-L30-L1	XS-L40-L1	XS-L50-L1
原 型 号	FXS, QXS, KXY									
公称通径 (mm)	3	6	8	10	15	20	25	30	40	50
工作压力 (MPa)	0~0.8									
环境温度 (°C)	-10~+55									
介质温度 (°C)	0~+50									
有效断面积 (mm ²)	5	20	40	60	110	190	300	400	650	900
消声效果 [dB(A)]	20									
接口螺纹	M10×1 G1/8"	M10×1 G1/8"	M12×1.25 G1/4"	M16×1.5 G3/8"	M20×1.5 G1/2"	M27×2 G3/4"	M33×2 G1"	M42×2 G1 1/4"	M48×2 G1 1/2"	M60×2 G2"

23JR1型按钮阀结构见图17-6-23, 其性能参数见表17-6-29。

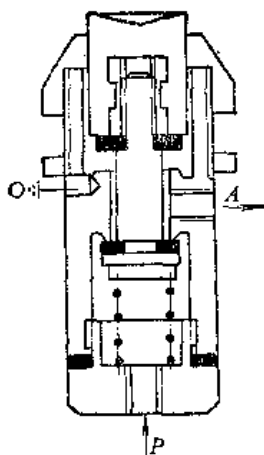


图17-6-23 23JR1型按钮阀结构图

表17-6-29 23JR1型按钮阀性能参数

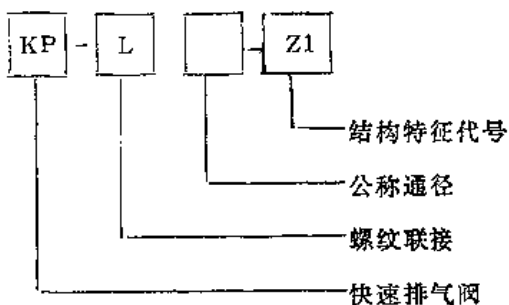
型 号	23JR1-L1.8-S1
原 型 号	QSA-1
公称通径 (mm)	1.8
工作压力 (MPa)	0.01
使用介质	净化的压缩空气
环境温度 (°C)	-10~+55
介质温度 (°C)	0~+50
生 产 厂	上海气动元件厂

4. 快速排气阀

快速排气阀一般安置在气缸和换向阀之间使用, 它使气缸内需要排放的空气不通过换向阀而由

此阀直接排出。由于排气快, 缩短了气缸回程时间, 提高了气缸往复速度, 对于远距离控制而又有速度要求的回路, 选用快速排气阀最为适宜。KP型快速排气阀的结构特征代号有四种, 本文只介绍Z1这一种。

型号意义:



KP型快速排气阀的结构见图17-6-24, 其性能参数见表17-6-30。

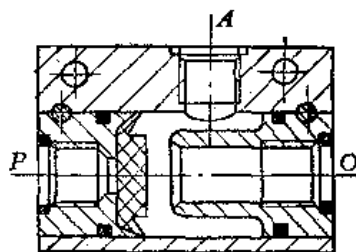


图17-6-24 KP型快速排气阀结构图

5.25MC型二位五通脉冲阀

参见图17-6-25, 在原始状态下, A口为“0” (无气压输出, 即A→O相通), B口为“1” (有气压输出, 即P→B相通)。当一个长信号K到达时,

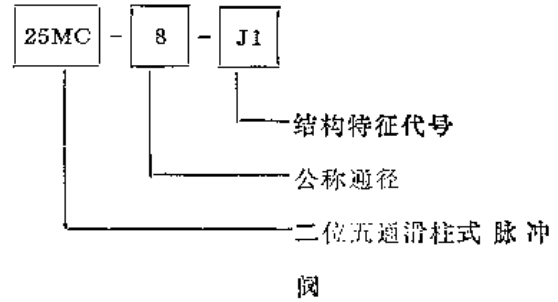
表17-6-30 KP型快速排气阀性能参数

型 号	KPL10- Z1	KPL15- Z1	KPL20- Z1	KPL25- Z1
原 型 号	KKP			
公称通径 (mm)	10	15	20	25
工作压力 (MPa)	0.1~0.8			
环境温度 (°C)	-10~+55			
介质温度 (°C)	0~+50			
有效断面积 (mm ²)	P→A	40	60	110
	A→O	40	60	110
换向时间 (ms)	20			
泄漏量 (mL/min)①	25	25	50	50
寿命 (万次)	150			
生 产 厂	肇庆气动元件厂			
接口螺纹 (P, A, O)	M16× 1.5	M20× 1.5	M27×2	M33×2

① 标准状态。

阀立即换向,使A口输出由“0”变为“1”,B口输出由“1”变为“0”。同时信号K通过阻容环节延时,当气容C建立起一定压力后,阀自动复位,恢复至原始状态。在这个过程中,A、B口同时发出正、负向脉冲,其脉冲宽度由阻容环节决定。输出波形见图17-6-25c。

型号意义:



25MC型二位五通脉冲阀性能参数见表17-6-31。

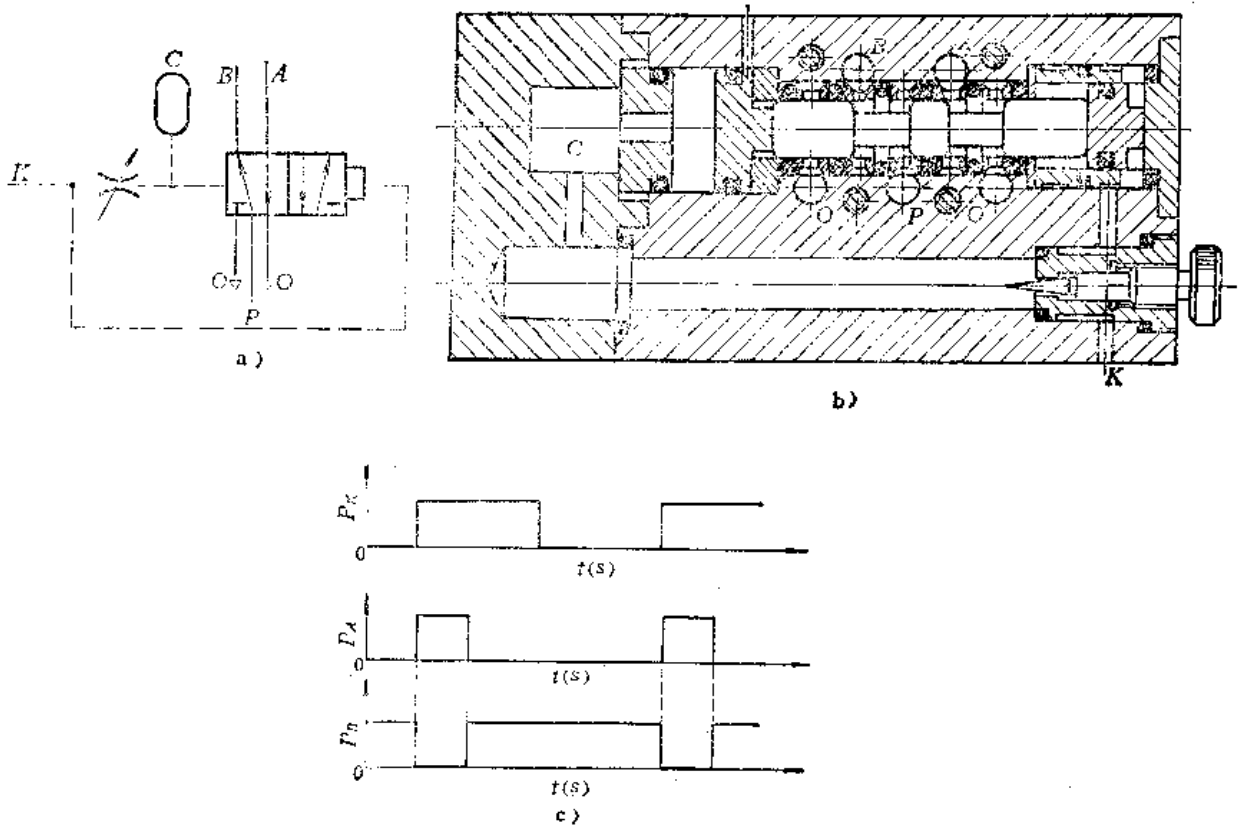


图17-6-25 二位五通脉冲阀结构图
a) 图形符号 b) 结构图 c) 波形图

表17-6-31 25MC型二位五通脉冲阀性能参数

型 号	25MC-8-J1
原 型 号	K24Y-8及K25Y-8
公称通径 (mm)	8
工作压力 (MPa)	0~0.8
控制压力 (MPa)	0.3~0.8
有效断面积 (mm ²)	20
脉冲宽度B可调 (s)	0~60
脉冲宽度精确调整 (s)	0~30
脉冲延时时间精度 (%)	± 5
泄漏量 (mL/min)①	<300
环境温度 (°C)	-10~+55
介质温度 (°C)	0~+50
寿命 (万次)	150
生 产 厂	济南气动元件厂 奉化气动元件厂

① 标准状态。

第7节 执行元件

执行元件是以压缩空气为动力源，将气体的压

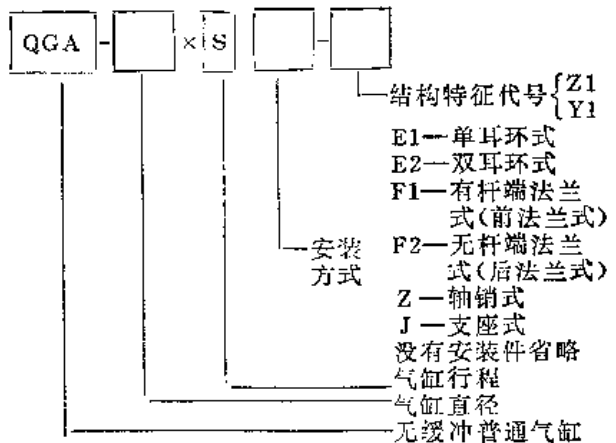
力能转换为机械运动的能量装置，用来驱动工作机构运动。它包括作往复运动的气缸和作回转运动的气马达。

(一) 气缸

气缸是以压缩空气为工作介质，把空气压缩机产生的气体压力能转化为直线运动或回转运动机械能的一种执行元件。

1. QGA型无缓冲气缸

型号意义：



QGA型无缓冲气缸(结构特征代号Z1)结构

表17-7-1 QGA型无缓冲气缸性能参数

型 号	QGA-40	QGA-50	QGA-63	QGA-80	QGA-100	QGA-125	QGA-160	QGA-200	QGA-250	
	-Z1 × S -Y1	-Z1 × S -Y1	-Z1 × S -Y1	-Z1 × S -Y1	100 -Z1 × S -Y1	125 -Z1 × S -Y1	160 -Z1 × S -Y1	200 -Z1 × S -Y1	250 × S - Y1	
缸 径 (mm)	40	50	63	80	100	125	160	200	250	
原 型 号	QGA									
输出力 (N)	推 力	Z1	570	880	1400	2260	3550	5520	9050	13230
		Y1	500	780	1240	2000	3140	4900	8030	12560
Y1工作压力 0.4MPa	拉 力	Z1	480	790	1260	2120	3310	5160	8480	12670
		Y1	420	650	1120	1810	2940	4620	7750	12050
工 作 介 质		经净化并带油雾压缩空气								
最大承受压力 (MPa)		Z1—1 (10kgf/cm ²) Y1—1.6 (16kgf/cm ²)								
工作压力 (MPa)		0.15~0.8 (1.5~8 kgf/cm ²)								
空载时气缸启动压力 (MPa)		<0.05 (<0.5kgf/cm ²)								
环境温度 (°C)		-5~+60								
环境相对湿度 (%)		<95								
活塞运动速度 (mm/s)		50~500								
寿命 (km)		Z1—50 Y1—100								
行程选用范围 (mm)	Z1	20~400	20~500	32~800	32~800	50~1500	50~1500	80~1500	80~1500	
	Y1	>0 ≤300	>0 ≤300	>0 ≤800	>0 ≤800	>0 ≤1500	>0 ≤2000	>0 ≤2500	>0 ≤2500	>0 ≤2500
生 产 厂		肇庆气动元件厂								

见图17-7-1, 其性能参数见表17-7-1。

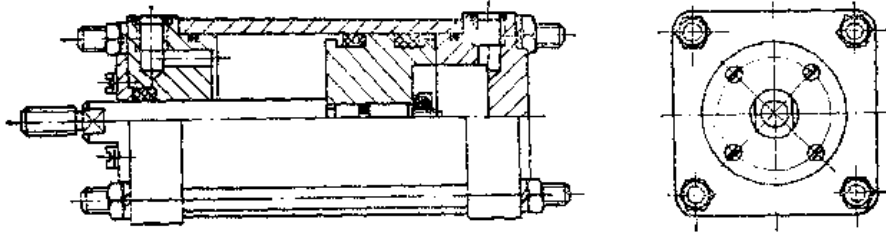
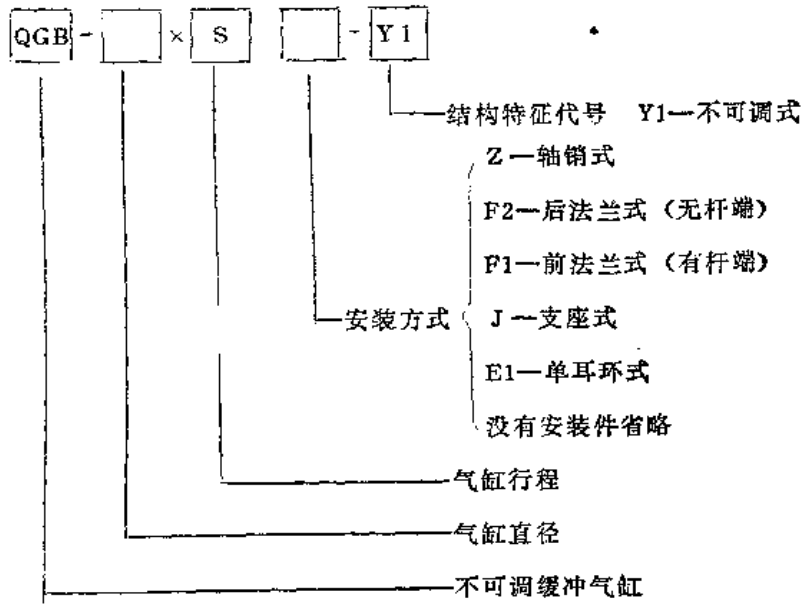


图17-7-1 QGA型无缓冲气缸结构图

2. QGB型缓冲气缸

QGB型不可调缓冲气缸

型号意义:



QGB型不可调缓冲气缸结构见图17-7-2, 其性能参数见表17-7-2。

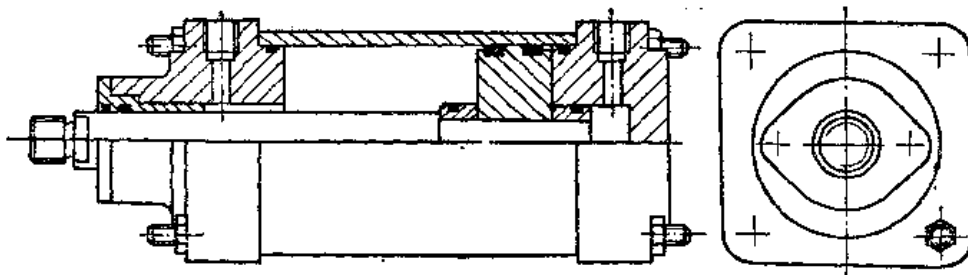


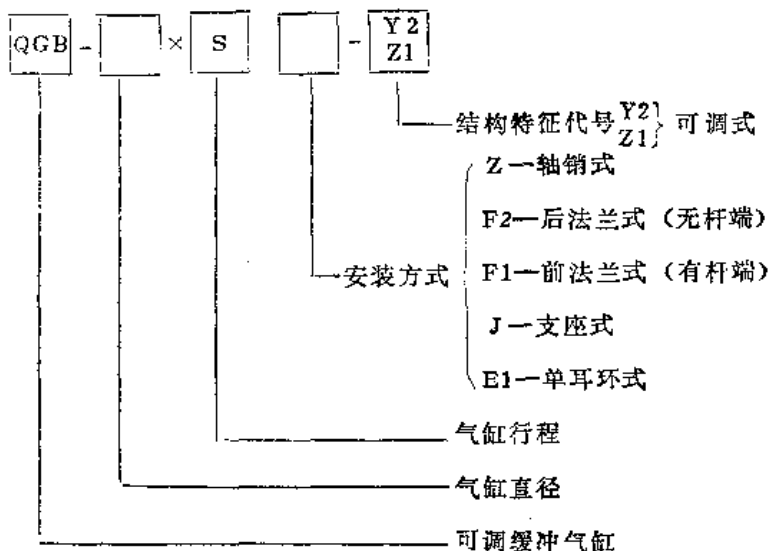
图17-7-2 QGB型不可调缓冲气缸结构图

表17-7-2 QGB型不可调缓冲气缸性能参数

型号	QGB-80 × S-Y1	QGB-100 × S-Y1	QGB-125 × S-Y1	QGB-160 × S-Y1	QGB-180 × S-Y1	QGB-200 × S-Y1	QGB-250 × S-Y1	QGB-320 × S-Y1	
缸径 (mm)	80	100	125	160	180	200	250	320	
原型号	QJB								
输出力 (工作压力 为0.4MPa时) (N)	推力	2000	3140	4900	8030	10170	12560	19620	32150
	拉力	1720	2850	4400	7530	9380	11770	18080	29600
工作介质	经净化并带油雾压缩空气								
最大承受压力 (MPa)	1.6 (16kgf/cm ²)								
工作压力 (MPa)	0.15~0.8 (1.5~8kgf/cm ²)								
环境温度 (°C)	-5~+60								
环境相对湿度 (%)	<95								
活塞运动速度 (mm/s)	50~500								
寿命 (km)	100								
行程选用范围 (mm)	60~800	60~1500	8~2000	80~2500	100~2500	100~2500	125~2500	160~2500	
生产厂	烟台气动元件厂								

QGB型可调缓冲气缸

型号意义:



QGB型可调缓冲气缸 (结构特征代号为Y2) 结构见图17-7-3, 其性能参数见表17-7-3。

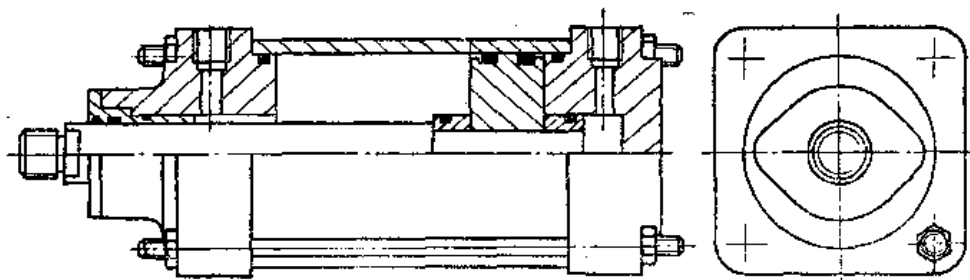


图17-7-3 QGB型可调缓冲气缸结构图

表17-7-3 QGB型可调缓冲气缸性能参数

型 号	QGB-40	QGB-50	QGB-63	QGB-80	QGB-100	QGB-125	QGB-160	QGB-200	
	× S-Z1 Y2	× S-Z1 Y2	× S-Z1 Y2	× S-Z1 Y2	× S-Z1 Y2	× S-Z1 Y2	× S-Z1 Y2	× S-Z1 Y2	
缸 径 (mm)	40	50	63	80	100	125	160	200	
原 型 号	QGB								
输出力 (在工作压力为 0.5MPa时) (N)	推力	530	830	1310	2110	3300	5160	8450	12560
	拉力	440	740	1180	1980	3090	4820	7920	12060
工 作 介 质	经净化并带油雾压缩空气								
最大承受压力 (MPa)	1.0① (10kgf/cm ²)								
工作压力 (MPa)	0.15~0.8 (1.5~8 kgf/cm ²)								
空载时气缸启动压力(MPa)	0.05 (0.5kgf/cm ²)								
环境温度 (°C)	-50~+60								
环境相对湿度 (%)	95								
活塞运动速度 (mm/s)	50~500								
寿命 (km)	50②								
行程选用范围 (mm)	20~400	20~500	32~800	32~800	50~1500	50~1500	80~1500	80~1500	
生 产 厂	Z1—肇庆气动元件厂生产 Y2—烟台气动元件厂生产								

① Y2型为1.6MPa

② Y2型为100km

3. QGAX型无缓冲小型气缸

型号意义:

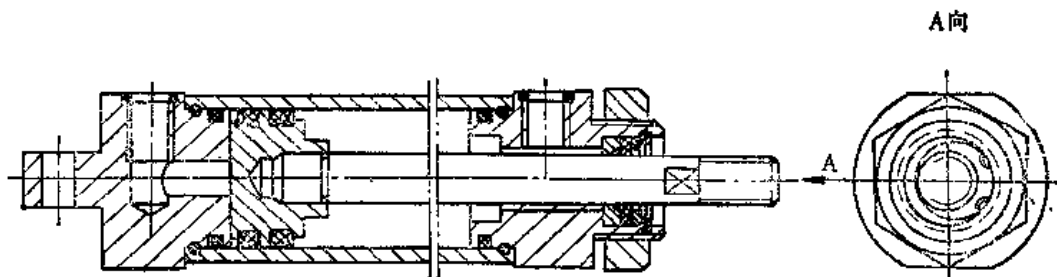
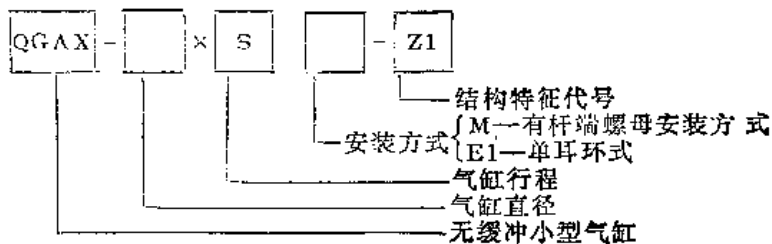


图17-7-4 QGAX型无缓冲小型气缸结构图

QGAX型无缓冲小型气缸的结构见图17-7-4, 其性能参数见表17-7-4。

表17-7-4 QGAX型无缓冲小型气缸性能参数

缸 径 (mm)	8	12	16	20	25	32
行程选用范围 (mm)	8~40	10~63	10~80	10~100	12~125	16~160
原 型 号	QGAX					
输出力 (工作压力为 0.5MPa时) (N)	推 力	23	50	88	150	360
	拉 力	18.5	44	76	125	330
工 作 介 质	经净化并带油雾压缩空气					
最大承受压力 (MPa)	1.0 (10kgf/cm ²)					
工作压力 (MPa)	0.15~0.8 (1.5~8 kgf/cm ²)					
空载时气缸启动压力 (MPa)	0.1 (1 kgf/cm ²)					
环境温度 (°C)	- 5 ~ + 60					
环境相对湿度 (%)	<95					
活塞运动速度 (mm/s)	50~500					
寿命 (km)	50					
生 产 厂	肇庆气动元件厂					

4. 气缸的故障与排除方法

气缸的故障与排除方法见表17-7-5。

表17-7-5 气缸的故障与排除方法

故 障		原 因	排 除 方 法
外 泄 漏	活塞杆与密封衬套间漏气	衬套密封圈磨损, 润滑油不足	更换衬套密封圈
		活塞杆偏心	重新安装, 使活塞杆不受偏心负荷
		活塞杆有伤痕	更换活塞杆
		活塞杆与密封衬套的配合面有杂质	除去杂质, 安装防尘罩
漏	气缸体与端盖间漏气	密封圈损坏	更换密封圈
	从缓冲装置的调节螺钉处漏气	密封圈损坏	更换密封圈
内 泄 漏 (活塞两端串气)		密封圈损坏	更换活塞密封圈
		润滑不良	排除油雾器故障
		活塞被卡住	重新安装, 使活塞杆不受偏心负荷
		活塞配合面有缺陷	缺陷严重者, 更换零件
		杂质挤入密封面	除去杂质
输出力不足 动作不平稳		润滑不良	排除油雾器故障
		活塞或活塞杆卡住	检查安装情况, 消除偏心
		气缸体内表面有锈蚀或缺陷	视缺陷大小再决定排除故障办法
		有冷凝水及杂质进入	排除冷凝水

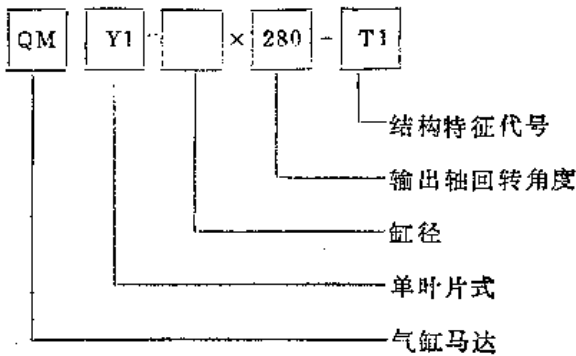
故障	原因	排除方法	
缓冲效果不好	缓冲部分的密封圈密封性能差	更换密封圈	
	调节螺钉损坏	更换调节螺钉	
	气缸速度太快	研究缓冲机构的结构是否合适	
损伤	活塞杆折断	偏心负荷太大	消除偏心
		活塞杆受到负荷的冲击	冲击不得加在活塞杆上
		气缸的速度太快	检查缓冲活塞及节流阀
	端盖损坏	缓冲机构不起作用	在外部或回路中设置缓冲机构

(二) 气马达

气马达是利用压缩气体的能量实现旋转运动的机械。

1. QMY1型单叶片摆动马达

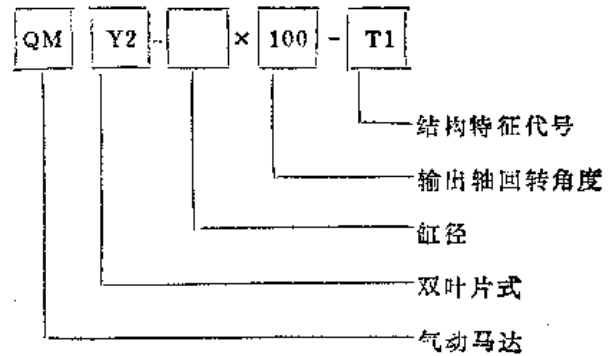
型号意义:



QMY1型单叶片摆动马达结构见图17-7-5, 其性能参数见表17-7-6。

2. QMY2型双叶片摆动马达

型号意义:



QMY2型双叶片摆动马达结构见图17-7-6, 其性能参数见表17-7-7。

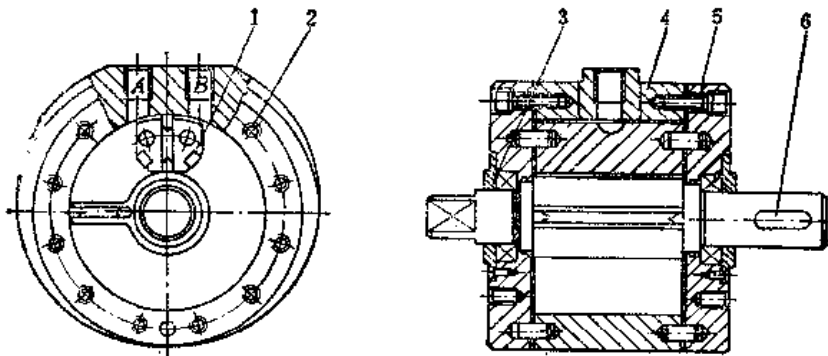


图17-7-5 QMY1单叶片摆动马达结构图

1—定块 2—单叶片轴 3—轴承盖 4—缸体 5—端盖 6—键

表17-7-6 QMY1型单叶片摆动马达

型 号	QMY1-52×280-T1	QMY1-75×280-T1	QMY1-100×280-T1	QMY1-144×280-T1
原 型 号	QGB ₁			
内部容积 (cm ³)	60	184	360	1152
气缸直径 (mm)	52	75	100	144
叶 片 数 目	1			
摆动角度 (°)	280° ± 3°			
工作压力 (MPa)	0.25~1 (2.5~10kgf/cm ²)			
输出扭矩 (工作压力为 1MPa时) (N·m)	11	33	62	214
最高使用频率 (次/分)	70	50	40	25
生 产 厂	天津机械厂			

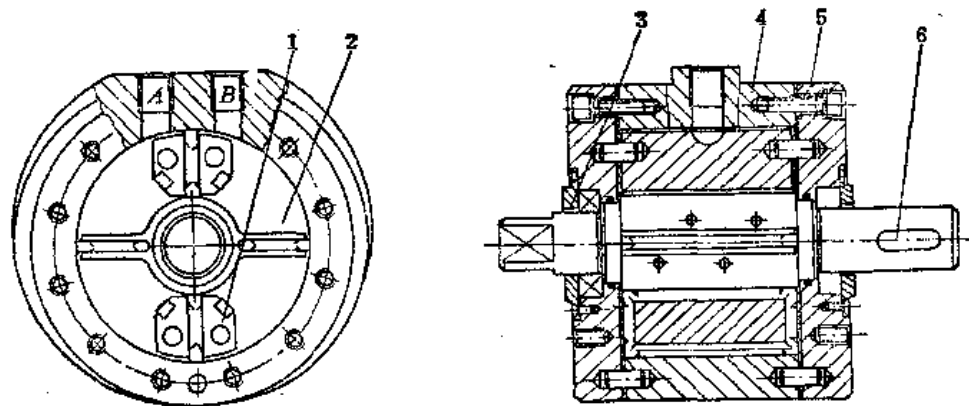


图17-7-6 QMY2型双叶片摆动马达 结构图

1—定块 2—双叶片轴 3—轴承盖 4—缸体 5—端盖 6—键

表17-7-7 QMY2型双叶片摆动马达性能参数

型 号	QMY2-52×100-T1	QMY2-75×100-T1	QMY2-100×100-T1	QMY2-144×100-T1
原 型 号	QGB ₂			
内部容积 (cm ³)	43	131	257	823
气缸直径 (mm)	52	75	100	144
叶 片 数 目	2			
摆动角度 (°)	100° ± 3°			
工作压力 (MPa)	0.25~1 (2.5~10kgf/cm ²)			
输出扭矩 (工作压力为 1MPa时) (N·m)	22	65	120	422
最高使用频率 (次/分)	200	130	100	70
生 产 厂	天津机械厂			

第8节 气动回路

一个气动控制回路是由一些基本回路组成的。气动基本回路大多都以压力控制回路、换向控制回路、速度控制回路、逻辑回路和功率放大回路等分类。实际上在这些回路中又有一些具有相同功能的回路，由于近年来计算机的发展，使用计算机元件可代替一些气动元件，不但价格便宜而且占地位置节省。本文不再依传统的分类介绍回路，而是根据目前设备维修中常遇见的几种回路做些介绍。

(一) 几种基本回路

1. “记忆”回路

图17-8-1所示为用两个二位二通阀控制一个单气控二位三通阀的先导气流，使这个二位三通阀具有“记忆”功能。在空气锁紧的“记忆”回路中，当置位用阀供气时，主阀换向并保持这个状态；当操作复位用阀时，控制腔排气，二位三通阀在弹簧力的作用下复位。图17-8-2是用二位四通阀构成的具有“记忆”功能的回路。

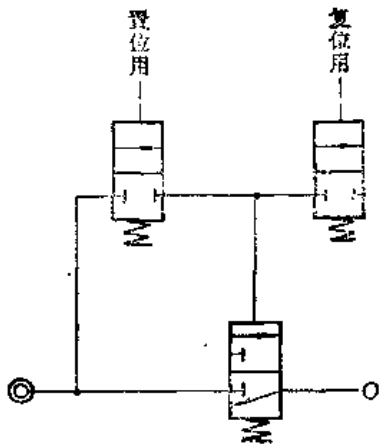


图17-8-1 空气锁紧的“记忆”回路

2. 脉冲回路

脉冲回路具有将长信号转化为具有一定宽度的脉冲信号的功能。调节气容就能改变输出脉冲的宽度。在管道很长容积较大时，可以用管道来代替气容。脉冲回路见图17-8-3。

3. 延时动作回路

图17-8-4是一种延时动作回路。当A处有输入时，流入A的空气有一部分通过速度控制阀进入二

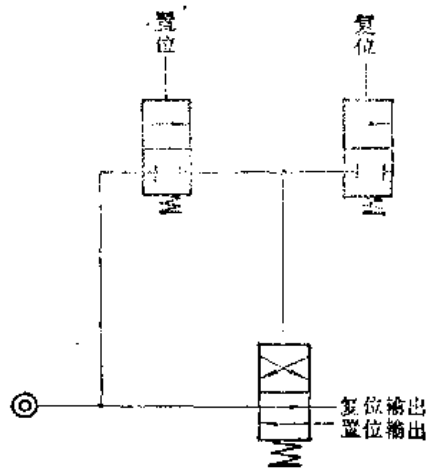


图17-8-2 利用四通阀获得置位输出和复位输出的方法

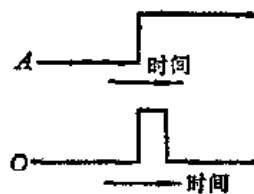
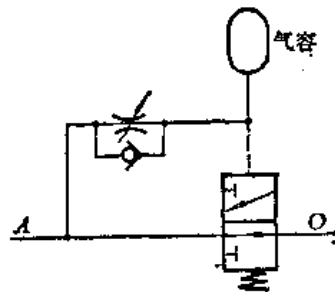


图17-8-3 脉冲回路

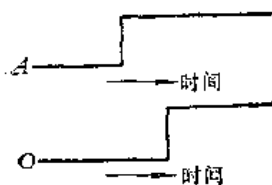
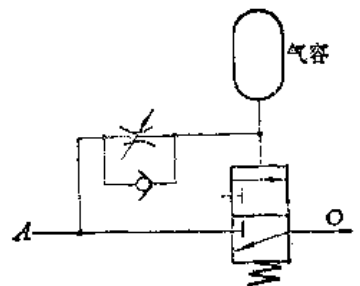


图17-8-4 延时动作回路

位三通阀的控制腔及气容，当达到预定的测定时间时，二位三通阀便换向，将进气口与输出口接通，输出口O有输出。

4. 延时复位回路

将延时动作回路中的速度控制阀反接，便可构成延时复位回路，见图17-8-5。

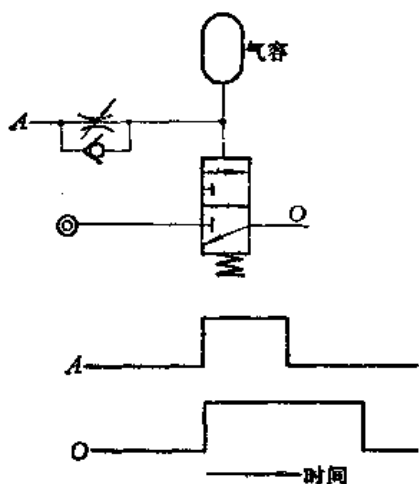


图17-8-5 延时复位回路

5. 二进制回路

对给定的信号数按二进制的方法传到输出侧的回路叫二进制计数回路。见图17-8-6，当A有输入信号时，气体经过阀a使阀c和阀b换向，输出口O₁有输出。这时，O₁侧的一部分气体流向阀c，但

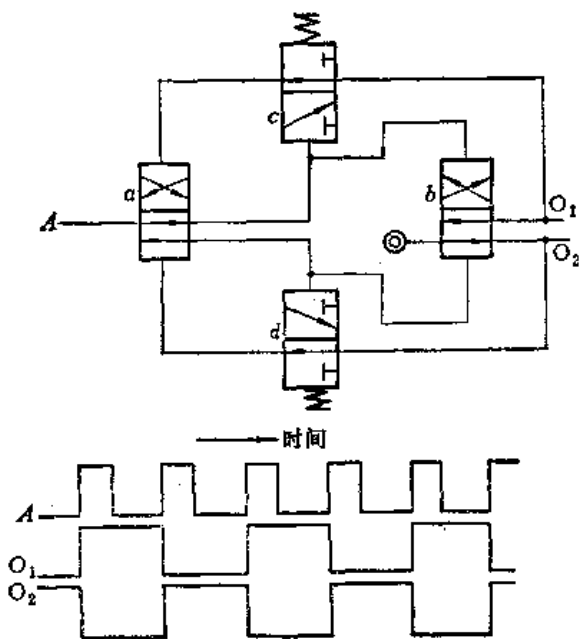


图17-8-6 二进制计数回路

由于阀c处于关闭状态，气体不能通过。

当A处信号去除时，阀c在弹簧力作用下复位，这时O₁侧的一部分气体便能通过阀c进入阀a，使阀a换向。由于A处于排气状态，阀b和阀d不能换向。当再次从A处输入信号时，阀b和阀d便换向，这时O₁口没有输出，O₂口有输出。若在A处反复加入空气信号，回路就会重复上述动作。

(二) 气动控制回路的构成

1. 基本构成

气动控制回路的构成如图17-8-7所示。利用手动操作来实现装置的起动、停止、紧急停车和选择控制回路的控制方法。用控制回路运算和储存由信号系统送来的信号，并将运算结果输入放大器，然后根据实际输出力的大小供给气动执行元件所需要的流量和压力。

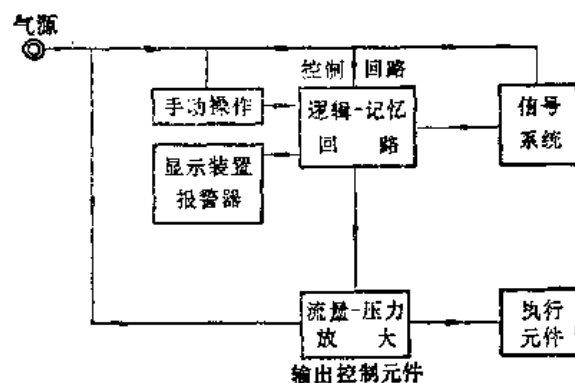


图17-8-7 气动控制回路的基本构成

2. 手动-自动转换

对一般设备来说，既能手动操作又能自动操作是很必要的。手动操作主要用于机械位置的调整和试运转。图17-8-8是由手动操作和自动控制组成的“或门”逻辑回路。当需要手动控制时，利用置位阀和复位阀控制执行元件的动作和停止。当需要自动控制时，手动操作回路要排气。反之，手动操作时，自动部分也必须排气。两者之间的转换是由二位四通换向阀来实现的。

3. 启动和停止

回路的停止，主要取决于装置的整体动作和该装置前后工序的要求。停止的方法有：

- 1) 在循环的任一状态下停止，起动时就在该

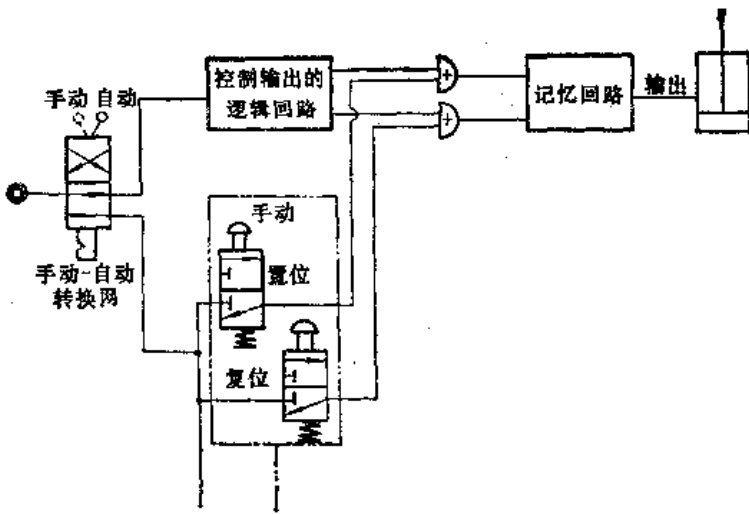


图17-8-8 手动自动选择回路

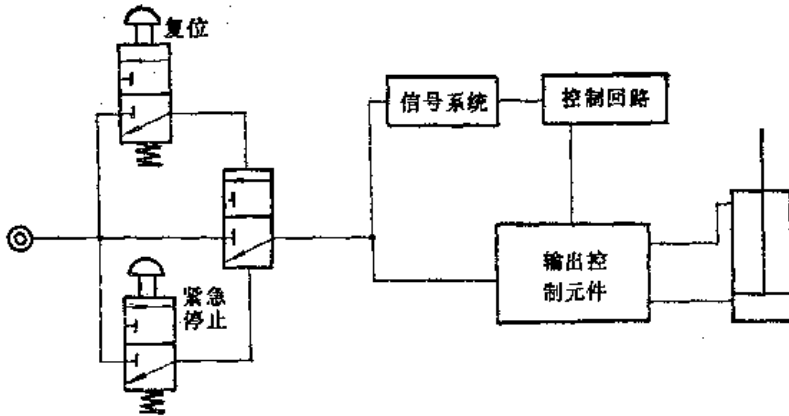


图17-8-9 全部处于排气状态的紧急停止回路

位置起动。在这种情况下有时将停止阀兼作紧急停止阀；

- 2) 在一个循环结束时停止，当回路再次起动时，从一个循环的开始动作；
- 3) 执行元件全部动作到输出解除状态后停止。

4. 紧急停止

紧急停止有以下几种方法：

- 1) 将信号系统、控制回路和输出系统的空气全部排除。见图17-8-9。
- 2) 仅是把信号系统和控制回路的空气排出，输出系统仍处于进气状态。
- 3) 使信号系统和控制回路处于进气状态，只将输出系统的气体排出。
- 4) 使执行元件内的气体处于封闭状态，并使它在这个位置上迅速停止运动。

5. 电-气混合控制回路

对所有的控制都用气动控制来实现是很困难的。例如，复杂的控制回路、执行元件的复杂控制、信号的快速传递、正确的时间控制等，都有必要将气信号转换成电信号或由电信号转换成气信号，以便充分发挥两者的优点。这类转换器有小型电磁阀和压力继电器（可调气电开关）等。见图17-8-10。

6. 回路切换的判别

气动回路一般采用气动指示器来判别自动、手动、紧急停止、执行元件的动作、信号的有无等。

7. 信号的获取

获取信号的方法有两种：一种是根据装置的动作来直接取得信号的直接法；另一种是利用回路中的时间继电器等发出的信号取得信号的间接法。直接法因为与回路及装置的动作密切联系，所以确实可靠。间接法因与回路及装置的实际动作没有直接联系，所以应注意有时回路与装置的动作会不一致。因此，装置中的重要动作应尽量避免用间接信号来控制。

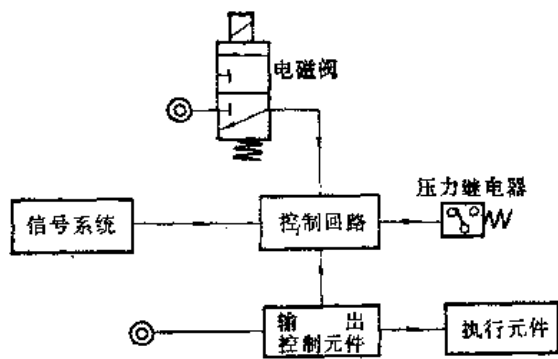
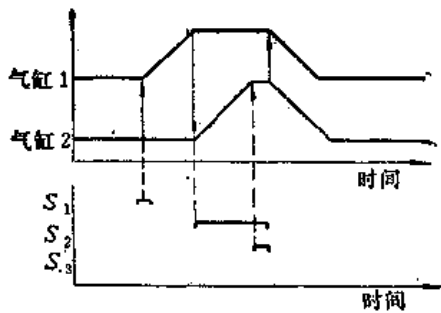


图17-8-10 电-气混合控制回路

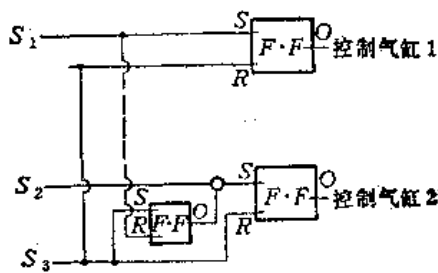
(三) 气动回路设计举例

双缸顺序控制

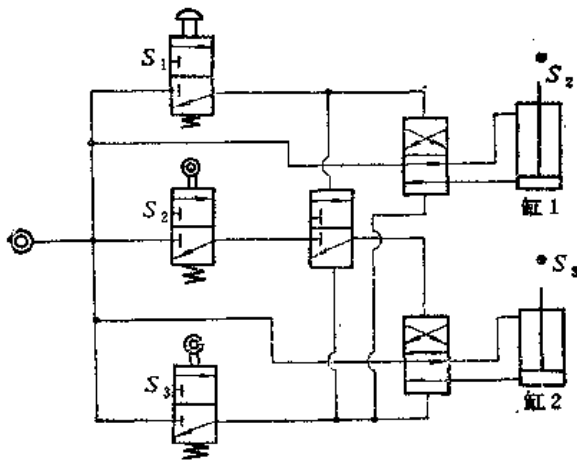
图17-8-11中， S_2 、 S_3 是用来确认缸1和2活塞前进至终点的行程阀。按下起动按钮 S_1 ，缸1动作，活塞上升到达终点后触动行程阀 S_2 ，缸2



a) 时间动作图



b) 逻辑回路图



c) 气动回路图

图17-8-11 双缸顺序控制回路

a) 时间动作图 b) 逻辑回路图 c) 气动回路图

开始动作，待缸2活塞上升到终点后，触动行程阀 S_3 缸1和缸2同时返回，完成一次循环。只要不再按起动按钮，缸1不再动作。

利用 S_1 、 S_2 、 S_3 三个信号，可进行一系列的控制。从图中可见，信号 S_2 和 S_3 有一段相互重叠。这说明控制缸2的“记忆”回路的复位信号 S_3 有输入时，置位信号不切换，这表明“记忆”回路没有切换，因此有必要增设图b中的辅助记忆回路。

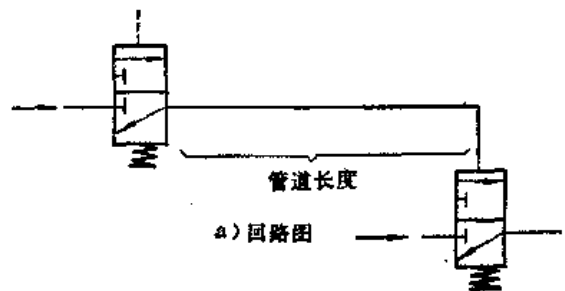
(四) 回路设计和安装不合理对回路工作的影响

1. 空气性质对气动回路的影响

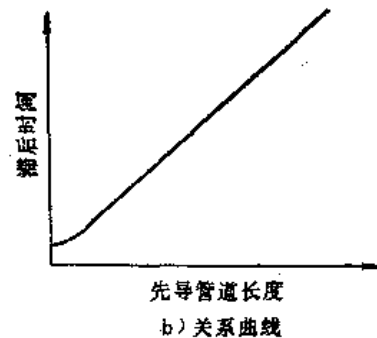
气动回路与电气回路不同，在气动回路中，气体的性质不佳可导致整个回路发生故障。气体压力的变化将引起延时回路等的延时时间发生变化，管道和阀的局部节流将引起阀和执行元件的动作速度和灵敏度等发生变化，管道或阀等的泄漏会造成阀的动作不稳定。

(1) 信号传递的滞后 信号从一个阀传递到下一个阀的过程中，压缩空气要经过管道才能到达下一个阀并使其动作。在气动回路中，这种时间滞后是很大的问题。特别是那些要求高速动作或远距离控制的场合，更应注意。影响滞后的因素很多，如先导控制口管道的长度和内径、先导阀的有效断面积、主阀的最低动作压力及阀本身固有的滞后等。滞后按管道的长度增长而增长。当阀的有效断面积与管道的断面积相比小得很多时，管道便成为一个气容，空气充满这个气容需要一定的时间，因此传递信号就需要很长的时间。另外主阀的先导控制压力是缓慢上升的，对滞后现象也有影响。主阀的最低动作压力越高，滞后时间越长。

图17-8-12 b 为管道长度与滞后时间的关系曲线。



a) 回路图



b) 关系曲线

图17-8-12 管道长度与时间滞后的关系

a) 回路图 b) 关系曲线

对于操作频繁的控制，必须采取以下措施来减少滞后，

- 1) 尽量缩短先导控制管路的长度；
- 2) 使用公称直径较大的阀来发出信号；
- 3) 管道的内径应稍大于阀的公称直径，管道上不能有产生节流的结构，如弯头、过小的弯管半径、焊渣的堵塞等。
- 4) 使用气缸等容积较大的执行元件时，应采用快速排气阀，以实现快速排气。

更为有效的办法是改变发出控制信号的位置。象图17-8-13那样，将发信元件位置提前，使气缸A提前发出控制信号，这样便可以缩短时间间隔，而达到减少滞后的目的。

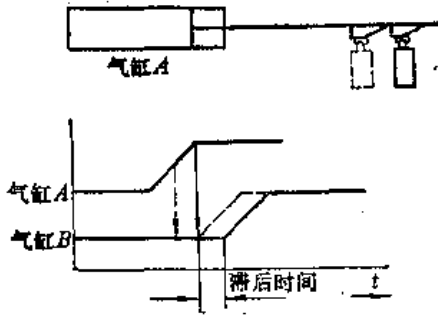


图17-8-13 改变发信阀的位置，缩短滞后时间的方法

(2) 将一个信号分成两个信号传递时的注意事项 将一个信号分成两个信号时，在多数情况下，都要求这两个信号能基本上同时到达被控制的阀。由于分支后管道的情况不同，造成两个信号的传递时间不同，有时可能造成控制失误。因此必须注意规定分支点的位置。

(3) 管道长度对脉冲波形的衰减 在管道内传递脉冲信号时，波形在传递过程中会发生变化，管道越长，脉冲信号的高度变得越小。有时甚至难以得到使阀动作的最低控制压力。

考虑到管路长度的影响，有必要将脉冲信号的宽度加长，使它至少能使阀换向，见图17-8-14。

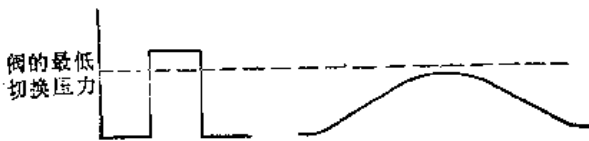


图17-8-14 脉冲波形的衰减

2. 阀的结构和特性对回路的影响

滑阀式阀与截止式阀所构成的气动控制回路是

不同的。滑阀式阀的先导控制压力与阀的主气路压力基本无关。截止式阀由于受到背压的影响，先导控制压力随着阀的主气路压力的变化而变化，若控制压力小于主阀部分的压力，阀就不能切换，所以先导控制压力不得低于阀的主气路压力。滑阀式阀的移动行程较大，如果先导控制压力缓慢上升，阀便缓慢开启，因此只能缓慢地向输出口供气。而截止式阀只需要较短的行程就可使阀处于近似全开状态，因此，它具有很好的启闭特性。可是在使用截止式阀的地方，由于大多数阀在切换过程中都出现进气口、输出口和排气口三口相通的现象，因而造成由进气口供给的气体从排气口排出的现象，如果在进气侧有节流，回路内就要产生压力降，引起误动作。图17-8-15所示为一个进气侧有节流的延时回路，在图中示出了阀的假想过渡状态。根据进气侧节流大小，阀在切换时的过渡过程中可能会产生振动。而滑阀式阀在换向过程的中间位置时，进气口的气体与排气口不通，因此能防止阀在切换过程中产生振动。

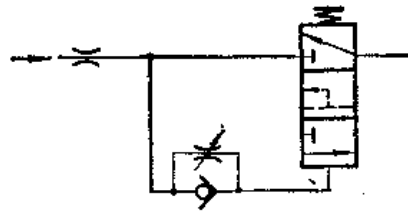


图17-8-15 进气侧有节流的延时回路

3. 不稳定回路

(1) 脉冲控制回路 图17-8-16是采用脉冲控制的回路。脉冲控制回路的稳定性取决于脉冲信号的脉冲宽度的调整及变动程度。脉冲宽度可采用图中所示的单向节流阀来调节，但用这种方法进行精密的调节是困难的。如果脉冲宽度很短，而从短脉冲回路到二位四通换向阀的先导控制口管道又长，这样有时脉冲信号传递不到二位四通换向阀就完全消失了。相反，若脉冲时间过长，在复位信号已输入时，置位信号尚未撤除，使阀不能复位。当信号系统的压力发生波动，或是使用很长一段时间后，使单向节流阀中的可调节流部分积有异物或者有冷凝水等均可改变脉冲信号的脉冲时间。

当利用常开二位三通阀作为发出脉冲信号的阀，应注意装置起劲等开始通气时所处的状态。图17-8-17为用常开二位三通阀发出脉冲信号的例子。

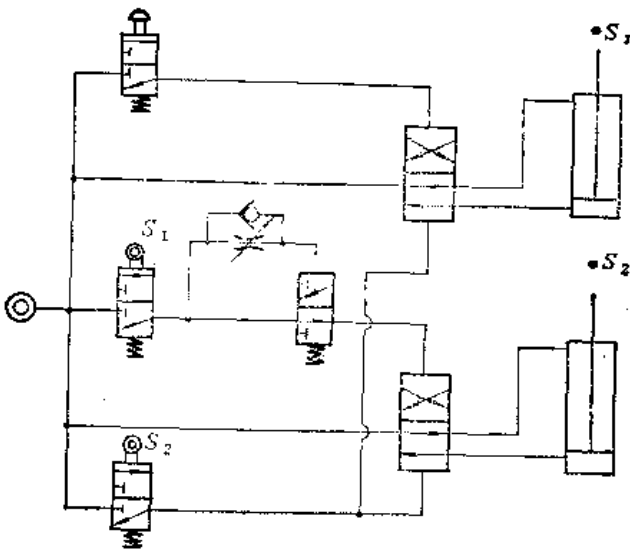


图17-8-16 采用脉冲控制的回路

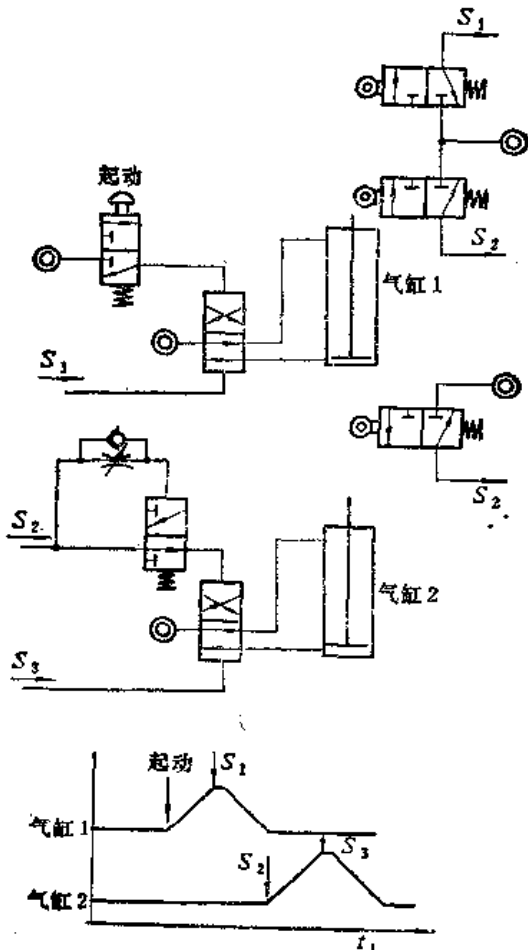


图17-8-17 使用脉冲控制造成误动的回路

若是在起动按钮阀动作之前就给行程阀供气，则因原始状态时缸1处在下降的位置，行程阀 S_2 处于通气状态。所以空气通过该阀由脉冲回路转换成脉冲

信号，使换向阀换向，气缸2上升，造成误动作。

(2) 气控“记忆”回路 图17-8-18是采用弹簧复位式单气控换向阀的“记忆”回路。这种回路要求先导控制管路和置位复位阀不得有任何泄漏。因为微量的泄漏也会导致回路的不稳定。因此，这种回路不适合于长时间的“记忆”。

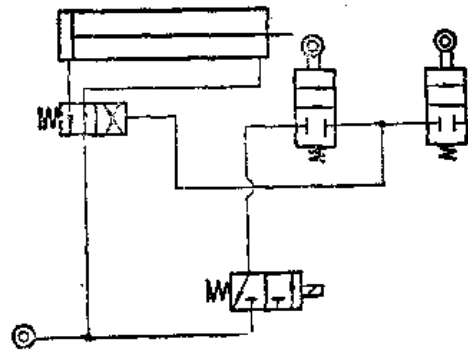


图17-8-18 气控“记忆”回路

(3) 利用换向阀排气口放出的空气进行控制的回路 在气动回路中，有时可以利用由阀的排气口排出的空气作为控制信号，用它去控制另外的系统。利用图17-8-19中的节流阀，使管道内保持阀B换向所必须的压力。若将节流阀流量调得过小，则阀A复位很慢。反之，若将节流阀流量调得过大时，则难以得到使阀B换向所必须的压力。

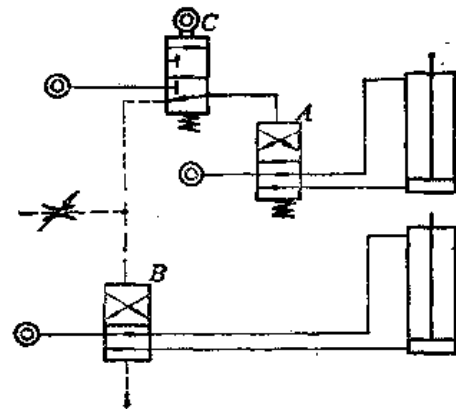


图17-8-19 余气控制回路

(4) 利用阀输出侧反馈信号控制的回路 图17-8-20是利用双气控二位四通阀构成的振荡回路。在气缸动作过程中，阀的两个输出口一个进气，另一个排气，因此两个输出口都处在有气压的状态。信号 S_1 的上升和信号 S_2 的下降是同时进行的，但其上升与下降是不完全的，因此，在气缸没有完全达到末端时阀已开始换向，使气缸在中间位置开始振荡。而且，在先导控制腔的气体没有全部排出的状

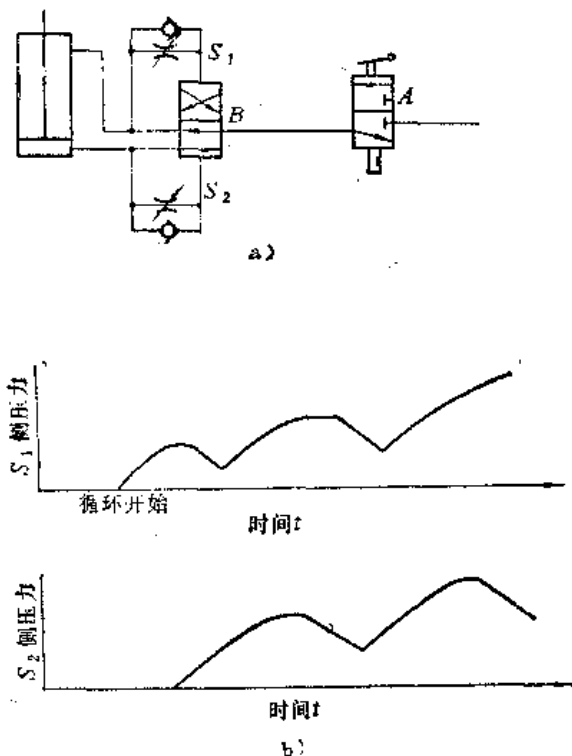


图17-8-20 反馈信号控制的回路
 a) 利用双气控二位四通阀的振荡回路
 b) 先导控制腔压力变化状态

态下再次换向，向气缸供气。但由于最初状态针阀的调节条件不同，所以振荡频率加快了。最后，阀两边的先导控制腔的压力相等，阀处在中间位置，回路停止振荡。

(五) 保护及辅助回路

1. 联锁回路

在运行过程中，回路的误动作会造成事故。因此，当需要回路的动作可靠或需要与外部有关装置协调动作时，可使用联锁回路。

图17-8-21是多气缸间相互联锁的回路。当任一气缸动作时，其它气缸一定要处在规定位置。为了判断各个气缸的位置，采用 S'_1 、 S'_2 和 S'_3 作为各气缸返回后的确认信号。即各缸在图示位置时， S'_1 、 S'_2 和 S'_3 有输出信号。用 S_1 表示某气缸状态的信号 S_2 和 S_3 作为图中二位四通换向阀的两个先导控制信号，并最好 S_1 和 S'_1 为“与门”信号。因为是“与门”信号，所以即使只有一个信号与动作条件不符，气缸就不能动作。采用由各气缸的位置确认信号所组成的“与门”回路，能够减少辅助“记忆”回路。为了使某一气缸动作，要起用其它气缸的位置确认信号，因此在顺序循环的动作中，只要不出

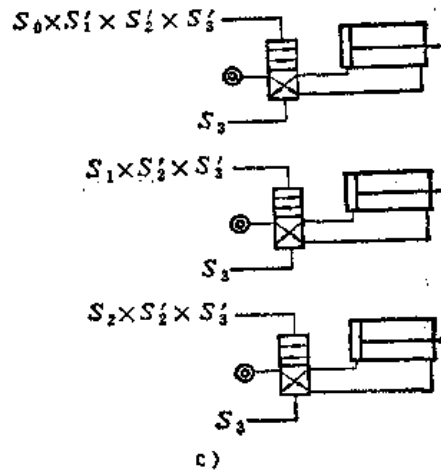
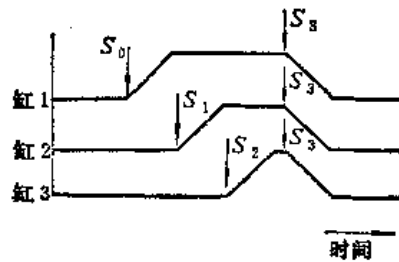
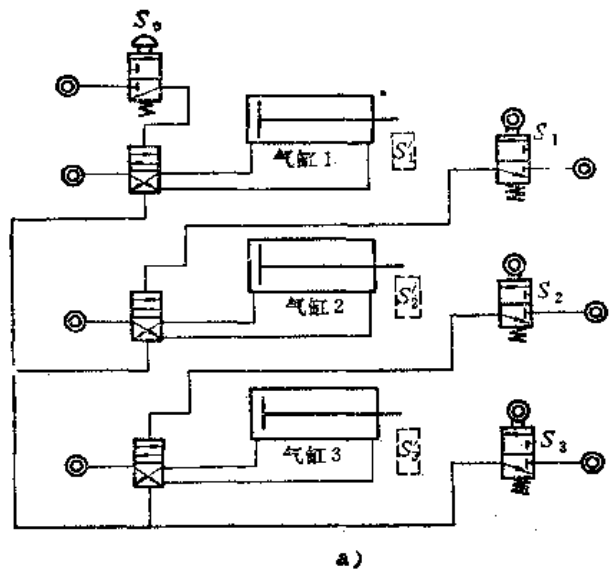


图17-8-21 气缸间相互联锁的回路
 a) 三缸顺序动作回路 b) 动作时间图
 c) 采用联锁后的回路

现同一状态，就无必要设置辅助“记忆”回路。

2. 停电时的备用回路

停电时，储气罐内所储存的压缩空气可供给执行元件继续动作。当有脉冲电信号加在二位四通换向阀上时，阀换向，气缸伸出。在活塞杆的作用

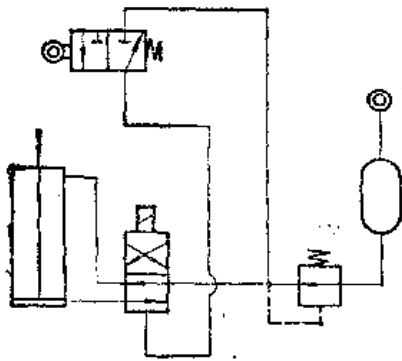


图17-8-22 停电时动作的回路

下，滚轮式行程阀换向，则有气信号输给二位四通换向阀使阀复位，气缸返回，见图17-8-22。

3. 在两个不同位置进行控制的回路

当操作人员离开固定操作位置时，也能在其它位置进行操作，或在紧急情况下，要求即使不在固定位置也能进行操作。为满足此要求，可采用图17-8-23的回路。

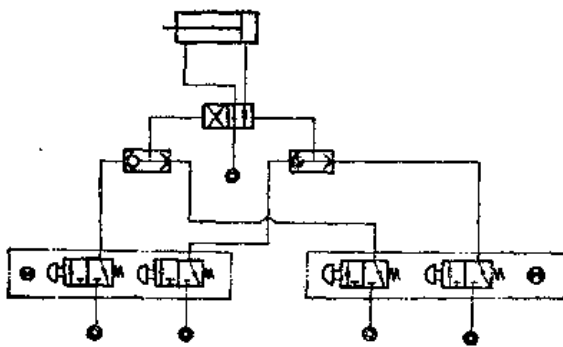


图17-8-23 在两个不同位置进行控制的回路

4. 双手操作回路

在机械运转过程中，人手有可能伸到装置内部，有被轧伤的危险，因此，必须首先确认人手不在机械中，然后才能使机械动作。其方法之一是双手操作，即只有当双手同时按动按钮阀后，执行元件才能开始动作。见图17-8-24。

5. 顺序操作回路

为了进行一系列操作，必须规定动作的顺序。如果不按这个操作顺序，就有可能发生故障。采用顺序操作回路后，若操作顺序发生错误，回路便不能动作，见图17-8-25。

6. 气缸在运动中途遇过载时的保护回路

有些气缸在运动过程中几乎没有负荷，或负荷很小，在到达行程中点时，才加负荷。气动夹紧或顶紧装置就属于此类。在这种控制中，如气缸在移

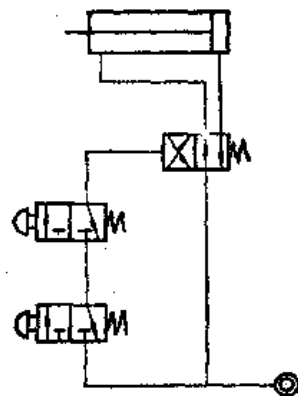


图17-8-24 双手操作回路

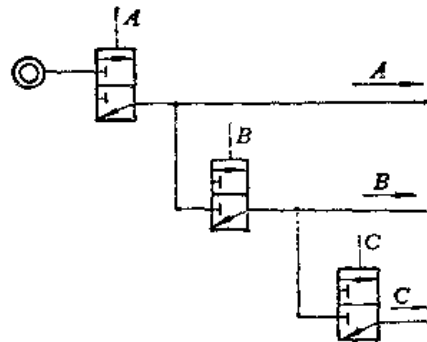


图17-8-25 顺序操作回路

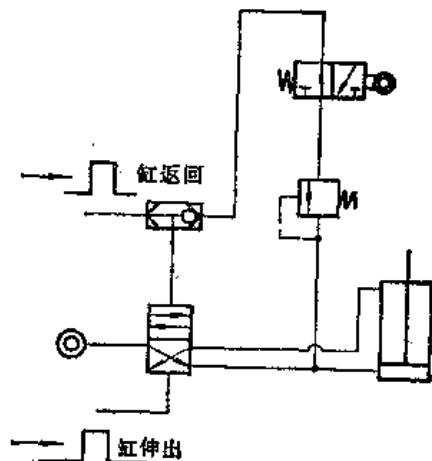


图17-8-26 中途过载时的返回回路

动途中承受大的负荷就属于异常状态。为此，可让气缸返回原始位置，以防过载。图17-8-26就是按这样要求设计的回路。

参 考 文 献

- 〔1〕 上海工业大学流控研究室编。气动技术基础。北京：机械工业出版社，1982
- 〔2〕 阎继厚编著。气压控制工程。北京：中国铁道出版社，1984
- 〔3〕 〔日〕久津晃舜一，日冲清弘著。气动元件的使用及维修。王琦祥等译。北京：机械工业出版社，1984
- 〔4〕 〔日〕中岛弘行著。气动机构及回路设计。王琦祥译。北京：机械工业出版社，1979
- 〔5〕 日本液压气动协会编。液压气动手册。液压气动手册翻译组译。北京：机械工业出版社，1984
- 〔6〕 机械工业部编。气动元件产品样本。北京：机械工业出版社，1985