

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	

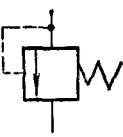
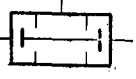
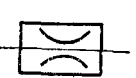
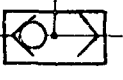
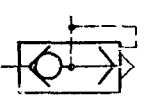
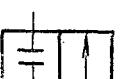
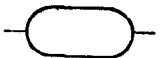
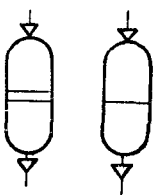
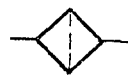
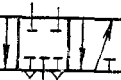
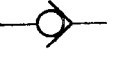
(续)

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

(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	压力控制	
	转动式					式	泄压控制	
	按钮式				电磁控制（单线图式）			
	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				压力控制阀	溢流阀		
	气压控制	直控	压力控制	减压阀		不带溢流		
		式	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	
流量控制阀	固定节流器			气控单向阀	
	可调节流器			双压阀	
	固定式节流阀			梭阀	
	可调式节流阀			快速排气阀	
方向控制阀	二位二通阀 常断式		辅件及其他装置	气罐	
	二位二通阀 常通式			气液传送器	
	二位三通阀			冷却器	
	二位四通阀				带冷却介质通道 简易符号
	二位五通阀			粗过滤器	
	三位四通阀				
	三位五通阀				
	单向元件				

(续)

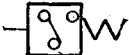
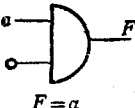
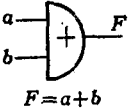
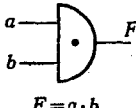
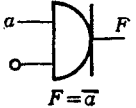
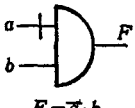
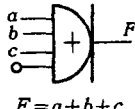
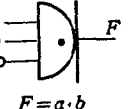
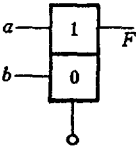
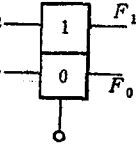
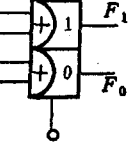
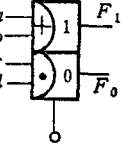
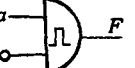
类别	名称	符 号	类别	名称	符 号
辅件及其他装置	分水过滤器		辅件及其他装置	压力继电器	
	自动放水			消声器	
	一次雾化			气源	
	二次雾化				

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	 $F=a+b+c$	 $F=a \cdot b$			
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					
元件名称	固定脉冲元件	可调脉冲元件	传感式放大器 (泄漏放大器)	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。

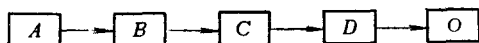


图17-2-1 顺序控制

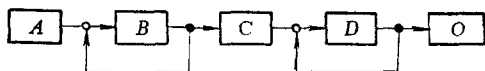


图17-2-2 反馈控制

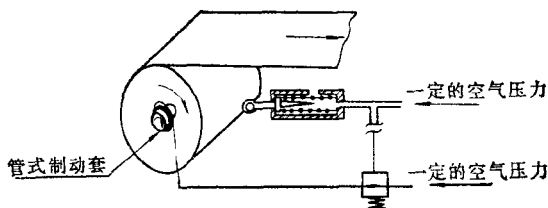


图17-2-3 制动控制

(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 $F = A \times B$ 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 $F = \bar{A}$

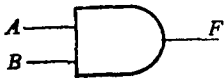
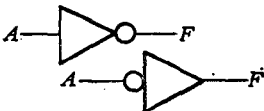
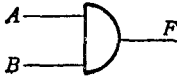
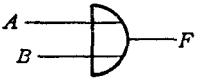
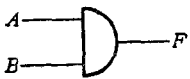
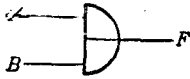
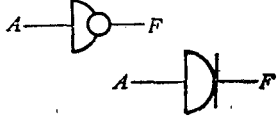
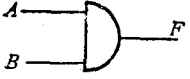
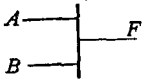
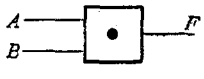
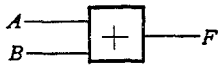
数字式信号只是以有无信号为准，有信号(ON)以数字“1”表示；无信号(OFF)以数字“0”表示。把数字信号A和B组合起来列表，这种表称为真值表(Truth Table)。

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	$\overline{\overline{A}} = A$	
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><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><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><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><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><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><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，引起动作不灵，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过滤器，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。

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，掌握锁紧装置动作异常情况

(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) 各管道应设断流闸阀和高压放气阀;
- (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) 管道安装完毕后要进行检查,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,压力计是否失常;
- 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

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 $0.01\sim 10\mu\text{m}$ 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	D	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	E	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	D	B	D	D	D
热处理设备	B	A	D	D	B	D	D	D

(续)

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—一到这种程度已过分；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分水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：

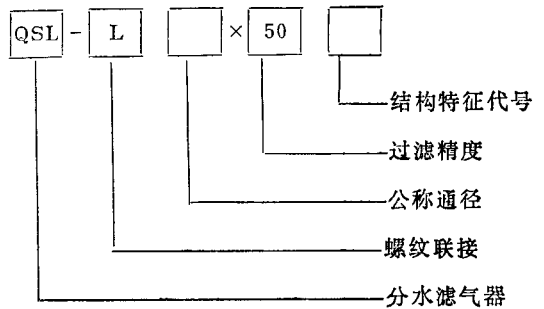


表17-4-2所示为分水滤气器性能参数。

(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。存水杯子于石油溶液中漂洗，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

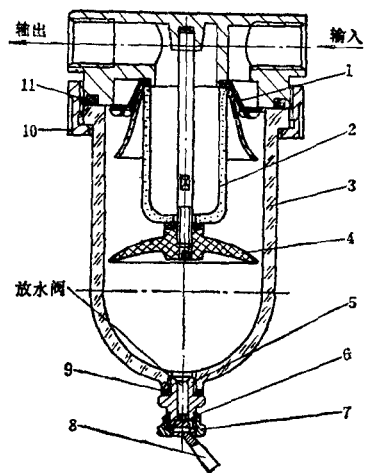


图17-4-1 QSL型分水滤气器结构图
1—旋风分水器 2—过滤杯 3—存水杯 4—挡水板
5—放水阀座 6—密封垫 7—放水阀 8—放水手柄
9—密封垫 10—螺母 11—O形圈

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	50
最大输入压力 (MPa)	1 (10kgf/cm ²)						
公称输入压力 (MPa)	0.7 (7 kgf/cm ²)						
公称流量 (m ³ /h) ①	5	7	10	20	30	70	100
压力降 (在公称	Wh	<0.01					<0.02
输入压力和公称流	C1	≥0.01			≥0.02		
量下) (MPa)	C2						
	S1						
过滤精度 (μm)	25~50						
过滤元件尺寸 (mm)	φ 32 × 52			φ 46.5 × 77		φ 60 × 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 $\frac{1''}{4}$	G $\frac{3''}{8}$	G $\frac{1''}{2}$	G $\frac{3''}{4}$	G 1''	—
	C2	—	—	—	—	—	G 1 $\frac{1''}{2}$
	Wh	M12×1.25 G $\frac{1''}{4}$	M16×1.5 G $\frac{3''}{8}$	M20×1.5 G $\frac{1''}{2}$	M27×2 G $\frac{3''}{4}$	M33×2 G 1''	M48×2 G 1 $\frac{1''}{2}$ G 2''
	S1	M12×1.25 G $\frac{1''}{4}$	M16×1.5 G $\frac{3''}{8}$	M20×1.5 G $\frac{1''}{2}$	M27×2 G $\frac{3''}{4}$	M33×2 G 1''	G 1 $\frac{1''}{2}$ —
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。

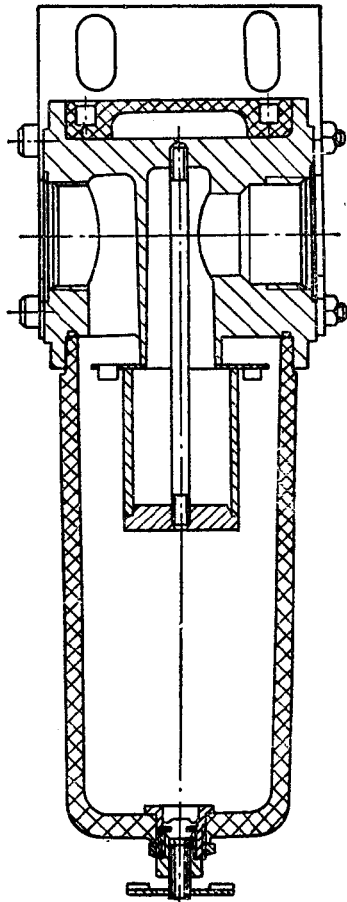


图17-4-2 394系列分水过滤器结构图

3. 除油滤气器

它是用以清除油分的水分滤气器。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、执行元件的动作不灵

(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。

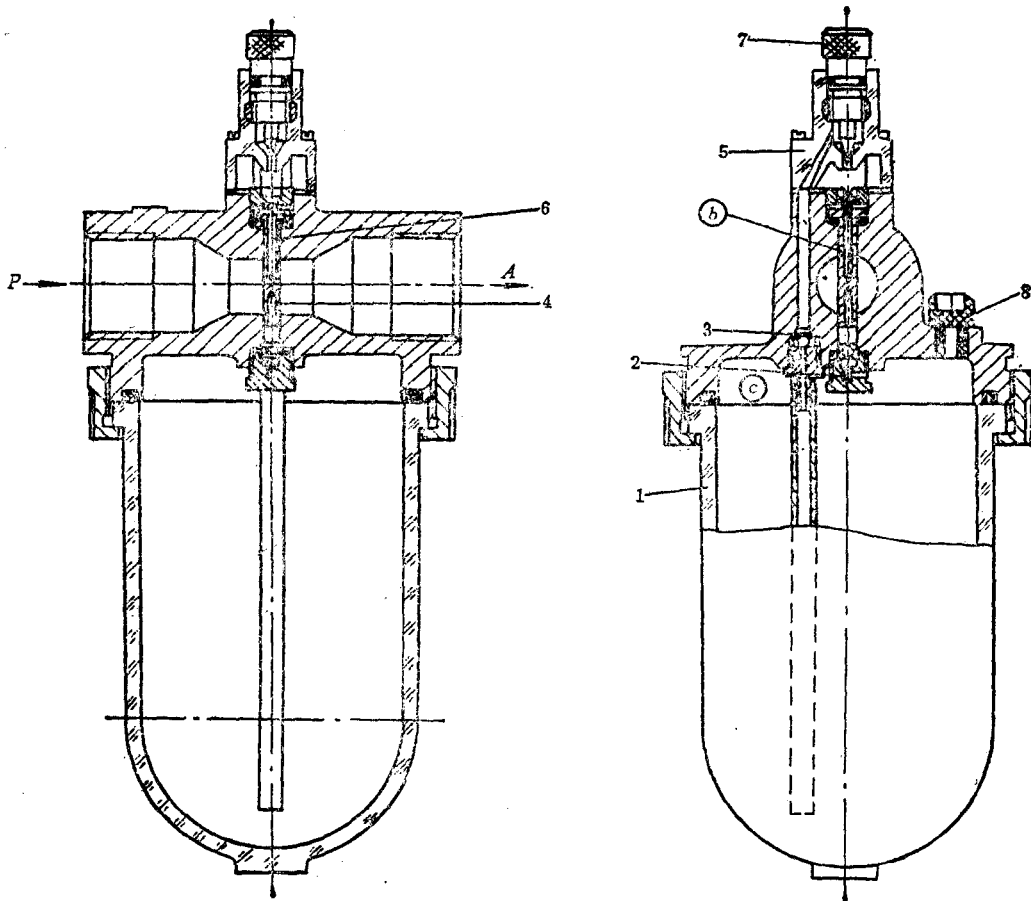


图17-5-1 QYW型油雾器 (S1) 结构图

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

型号意义:

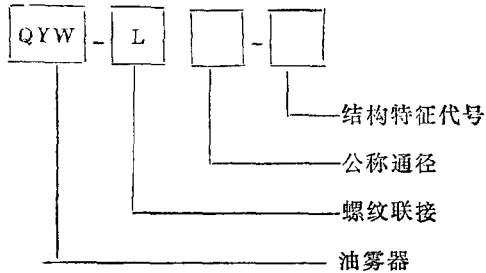


表17-5-2所示为油雾器性能参数。

(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 G 1/4"	M16×1.5 G 3/8"	M20×1.5 G 1/2"	M27×2 G 3/4"	M33×2 G 1"	M48×2③ G 1 1/2"	M60×2 G 2"
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。