

# 流体控制用2·3通阀 型号选定指南①

最高动作压力差·使用温度范围等的产品规格由各登载页确认。

## 空气·惰性气体

流体	动作方式	系列名	特殊标记	对应连接口径			
				快换接头	—	6	8
					M5	1/8	1/4
空气· 惰性气体	直动式	VDW		ø3.2, ø4, ø6	●	●	●
		VX2		ø6, ø8, ø10, ø12	●	●	●
		VXK2			●	●	●
		VXE	低功率·仅DC		●	●	●
		VX3			●	●	●
	先导式	VXD		ø10, ø3/8", ø12		●	●
		VXZ	零差压动作	ø10, ø3/8", ø12		●	●
		VXP					●
		VQ20·30	干燥空气用	ø6, ø8, ø10, ø12			
	外部先导式活塞	VNA				●	●
		VNB				●	●



VDW 系列



VX2 系列



VXK2 系列



VXE 系列



VX3 系列

## 真空

流体	动作方式	系列名	特殊标记	对应连接口径			
				—	6	8	
				M5	1/8	1/4	
真空	低真空	直动式	VDW		●	●	●
			VX2			●	●
			VXK2			●	●
			VX3·VXV3			●	●
	中真空	直动式	VDW		●	●	
			VX2			●	●
			VX3	可选项: 选择V, M		●	●
		外部先导式活塞	VNB			●	●
	高真空	外部先导式活塞	XL				
			XM/XY				
XVD			流量调整				



VDW 系列



VXV3 系列

对应连接口径											登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)							法兰接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)				
10	15	20	25	32	40	50	32	40	50		
3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		
											P.371
●	●										P.27
●											P.73
●	●										P.190
●	●										P.306
●	●	●	●				●	●	●		P.101
●	●	●	●								P.152
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		P.243
											P.423
●	●	●	●	●	●	●					P.468
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		P.476



对应连接口径											登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)							法兰接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)				
10	15	20	25	32	40	50	32	40	50		
3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		
											P.371
●	●										P.27
●											P.73
●											P.306
											P.371
●	●										P.27
●											P.306
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		P.476
真空KF 16/25/40/50/63/80 K63/80											Best Pneumatics No.⑧
真空KF 16/25/40/50/63/80 K63/80											
VCR®用1/4、Swagelok®用1/4											



# 流体控制用2·3通阀 型号选定指南②

最高动作压力差·使用温度范围等的产品规格由各登载页确认。

## 水

流体	动作方式	系列名	特殊标记	对应连接口径			
				快换接头	—	6	8
					M5	1/8	1/4
水	直动式	<b>VDW</b>		ø3.2, ø4, ø6	●	●	●
		<b>VX2</b>			●	●	
		<b>VXK2</b>			●	●	
		<b>VXE</b>	低功率·仅DC		●	●	
		<b>VX3</b>			●	●	
	直动先导式	<b>VXD</b>				●	
		<b>VXZ</b>	零差压动作			●	●
		<b>VXP</b>					●
		<b>VXR</b>	对应水击				
		<b>VXH</b>	仅AC 2.0MPa以下				●
外部先导式活塞	<b>VNB</b>				●	●	

## 温水

流体	动作方式	系列名	特殊标记	对应连接口径			
				—	6	8	
					M5	1/8	1/4
温水	直动式	<b>VX2</b>			●	●	
		<b>VXK2</b>			●	●	
		<b>VX3</b>	可选项: 选择E/P		●	●	
	直动先导式	<b>VXD</b>				●	
		<b>VXZ</b>	零差压动作、可选项: 选择E/P			●	
		<b>VXP</b>	可选项: 选择E/P			●	
		<b>VXR</b>	对应水击、可选项: 选择D				
	外部先导式活塞	<b>VNB</b>			●	●	



VDW 系列



VX2 系列



VXK2 系列



VXE 系列



VXD 系列



VXZ 系列

对应连接口径											登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)							法兰接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)				
10	15	20	25	32	40	50	32	40	50		
3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		
											P.371
●	●										P.27
●											P.73
●	●										P.190
●											P.306
●	●	●	●					●	●	●	P.101
●	●	●	●								P.152
●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	P.243
●	●	●	●	●	●	●					P.255
●	●										P.265
●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	P.476

对应连接口径											登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)							法兰接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)				
10	15	20	25	32	40	50	32	40	50		
3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		
●	●										P.27
●											P.73
●											P.306
●	●	●	●					●	●	●	P.101
●	●	●	●								P.152
●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	P.243
	●	●	●	●	●	●					P.255
●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	P.476



VX3 系列



VXP 系列



VXR 系列



VXH 系列



VNB 系列

# 流体控制用2·3通阀 型号选定指南③

最高动作压力差·使用温度范围等的产品规格由各登载页确认。

## 油

流体	动作方式	系列名	特殊标记				
				—	6	8	
				M5	1/8	1/4	
油	直动式	VX2			●	●	
		VXK2			●	●	
		VXE	低功率·仅DC, 可选项: 选择A/H		●	●	
		VX3	可选项: 选择A/D/H/N		●	●	
	直动先导式	VXH	仅AC 1.5MPa以下				●
		VXD					●
		VXZ	0差压动作				●
		VXP	可选项: 选择A/D/H/N				●
		VXR	对应水击, 可选项: 选择A/D				●
	外部先导式活塞	VNA			●	●	
		VNB			●	●	

## 蒸气

流体	动作方式	系列名	特殊标记				
				—	6	8	
				M5	1/8	1/4	
蒸气	直动式	VX2			●	●	
		VXK2			●	●	
		VX3	可选项: 选择S/Q		●	●	
		VXS					●
	直动先导式	VXP	可选项: 选择S				●
	外部先导式活塞	VND					●



VX2 系列



VXK2 系列



VXE 系列



VXS 系列



VXP 系列



VXR 系列



VNA 系列

对应连接口径											登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)							法兰接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)				
10	15	20	25	32	40	50	32	40	50		
3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		
●	●										
●											
●	●										
●											
●	●										
●	●	●	●				●	●	●		
●	●	●	●	●							
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●				
●	●	●	●	●	●	●	●				
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

对应连接口径											登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)							法兰接头(公称直径A / 上行、公称直径B / 下行)				
10	15	20	25	32	40	50	32	40	50		
3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		
●	●										
●											
●											
●	●	●	●								
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	



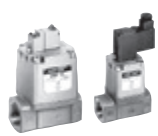
VX3 系列



VXH 系列



VXD 系列



VNB 系列



VND 系列

# 流体控制用2·3通阀 型号选定指南④

最高动作压力差·使用温度范围等的产品规格由各登载页确认。

## 高压压缩空气

流体	动作方式	系列名	特殊标记					
				—	6	8	10	
				M5	1/8	1/4	3/8	
高压压缩空气	直动式	<b>VXE</b>	低功率·仅DC 3.0MPa以下		●			
		<b>VXH</b>	仅AC 2.0MPa以下			●	●	
	先导式	<b>VCH40</b>	G螺纹 5.0MPa以下					
		<b>VCH400</b>						

※仅G螺纹

## 冷却液

流体	动作方式	系列名	特殊标记					
				—	6	8	10	
				M5	1/8	1/4	3/8	
冷却液	外部先导式活塞	<b>SGC</b>					●	
		<b>SGH</b>					●	
		<b>VNC</b>		●	●	●	●	
		<b>VNH</b>					●	



VXE 系列



VXH 系列



VCH40 系列



VCH400 系列

## 化学液·纯水

流体	动作方式	系列名	特殊标记					
				—	6	8	10	
				M5	1/8	1/4	3/8	
化学液·纯水	先导式	<b>LV</b>	可选择内螺纹·带接头		●	●	●	
	直动式	<b>LVM</b>	可选择带接头·内螺纹	●*				

※直接配管:M5·底板配管:M6

## 集尘机

流体	动作方式	系列名	特殊标记					
				20	25	40	50	
				3/4	1	1 1/2	2	
集尘机	直动先导式	<b>VXF2</b>	集尘机专用	●	●	●	●	

对应连接口径										登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行, 公称直径B / 下行)						法兰接头(公称直径A / 上行, 公称直径B / 下行)				
15	20	25	32	40	50	32	40	50		
1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		P.190
●										P.265
	●**	●**								P.357
●**	●**	●**								P.362

对应连接口径												登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行, 公称直径B / 下行)						法兰接头(公称直径A / 上行, 公称直径B / 下行)						
15	20	25	32	40	50	32	40	50	65	80		
1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3		P.484
●	●	●										P.509
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		P.528
●	●	●										P.538



SGC 系列



SGH 系列



VNC 系列



VNH 系列

对应连接口径										登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行, 公称直径B / 下行)						法兰接头(公称直径A / 上行, 公称直径B / 下行)				
15	20	25	32	40	50	32	40	50		
1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2		P.592
●	●	●								P.437

对应连接口径					登载页
螺纹接头(公称直径A / 上行, 公称直径B / 下行)					
65	80	90	100		
2 1/2	3	3 1/2	4		P.267
●	●	●	●		



LV 系列



LVM 系列



VXF2 系列



# 电磁阀流量特性

## (流量特性的表示方法)

### 1. 流量特性的表示

在电磁阀等元件的规格栏内，流量特性的表示如表1所示。

表1. 流量特性的表示

对象元件	按国际标准表示	其它表示	依据标准
气动元件	$C, b$	—	ISO 6358: 1989 JIS B 8390: 2000
	—	$S$	JIS B 8390: 2000 元件: JIS B 8373, 8374, 8375, 8379, 8381
		$Cv$	ANSI/(NFPA)T3.21.3: 1990
控制流体用元件	$Av$	—	IEC60534-2-3: 1997 JIS B 2005: 1995
	—	$Cv$	元件: JIS B 8471, 8472, 8473

### 2. 气动元件

#### 2.1 按国际标准表示

##### (1) 依据标准

ISO 6358:1989 : Pneumatic fluid power-Components using compressible fluids-Determination of flow-rate characteristics

JIS B 8390:2000 : 空气压-压缩性流体用元件-流量特性的试验方法

##### (2) 流量特性的定义

用声速流导 $C$ 和临界压力比 $b$ 来表示流量特性。

声速流导 $C$  : 元件内处于壅塞流动状态下，通过元件的质量流量用上游绝对压力与标准状态的密度的乘积来除的比值。(sonic conductance)

临界压力比 $b$  : 小于此值就成为壅塞流动的压力比(下游压力 / 上游压力)。(critical pressure ratio)

壅塞流动 : 上游压力高于下游压力的元件内某处的速度达到声速的流动。气体的质量流量与上游压力成正比例，与下游压力无关的流动。(choked flow)

亚声速流动 : 在临界压力比以上的流动(subsonic flow)

标准状态 : 温度20℃、绝对压力0.1MPa(=100kPa=1bar)、相对湿度65%的空氣的状态。在空气量的单位后面加(ANR)来表示。

(standard reference atmosphere)

依据标准:ISO 8778:1990 Pneumatic fluid power-Standard reference atmosphere,

JIS B 8393: 2000: 空气压-标准参考空气

##### (3) 流量计算式

下面用实用单位来表示。

$\frac{P_{2+0.1}}{P_{1+0.1}} \leq b$  时为壅塞流动

$$Q = 600 \times C(P_{1+0.1}) \sqrt{\frac{293}{273+t}} \dots\dots\dots(1)$$

$\frac{P_{2+0.1}}{P_{1+0.1}} > b$  时为亚声速流动

$$Q = 600 \times C(P_{1+0.1}) \sqrt{1 - \left[ \frac{\frac{P_{2+0.1}}{P_{1+0.1}}}{1-b} \right]^2} \sqrt{\frac{293}{273+t}} \dots\dots\dots(2)$$

$Q$  : 空气流量[dm<sup>3</sup>/min(ANR)]、SI单位的dm<sup>3</sup>(立方米)与L(升)的关系是1dm<sup>3</sup> = 1L。

$C$  : 声速流导[ $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{bar})$ ]

$b$  : 临界压力比[-]

$P_1$  : 上游压力[MPa]

$P_2$  : 下游压力[MPa]

$t$  : 温度[ $^{\circ}\text{C}$ ]

注) 亚声速流动的公式近似椭圆曲线。

流量特性线图如图1所示。详见本公司的"节能说明书"。

例)

$C=2[\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{bar})]$ 、 $b=0.3$ 的电磁阀,  $P_1=0.4[\text{MPa}]$ 、 $P_2=0.3[\text{MPa}]$ 、 $t=20[^{\circ}\text{C}]$ 时, 求空气流量。

$$\text{由式(1), 最大流量} = 600 \times 2 \times (0.4+0.1) \times \sqrt{\frac{293}{273+20}} = 600[\text{dm}^3/\text{min}(\text{ANR})]$$

$$\text{压力比} = \frac{0.3+0.1}{0.4+0.1} = 0.8$$

从图1, 压力比0.8、 $b=0.3$ 的流量比可读出为0.7。

$$\text{流量} = \text{最大流量} \times \text{流量比} = 600 \times 0.7 = 420[\text{dm}^3/\text{min}(\text{ANR})]$$

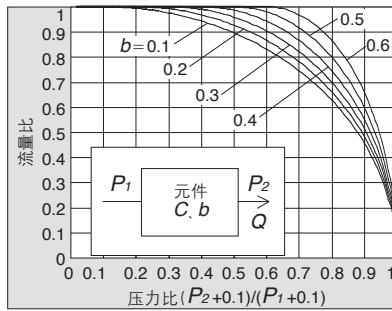


图1. 流量特性线图

#### (4) 试验方法

把被测元件连接到如图2所示的试验回路上, 让上游压力(不低于0.3MPa)维持不变, 首先测出达到饱和的最大流量, 再测定最大流量的80%、60%、40%、20%四点的流量时的上游及下游的压力。

然后, 按最大流量计算出声速流导 $C$ , 按其它数据根据亚声速流动公式计算出 $b$ 值, 并求出这些 $b$ 值的平均值作为临界压力比的 $b$ 值。

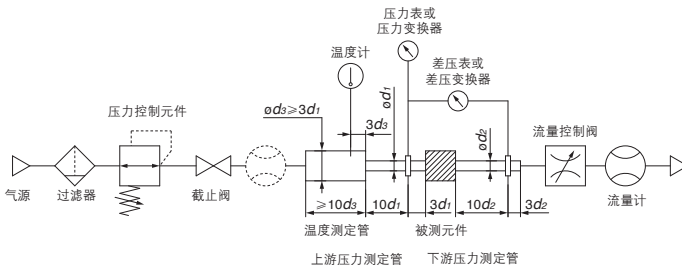


图2. ISO6358、JIS B 8390的试验回路

# 电磁阀流量特性

## 2.2有效截面积S

### (1)依据标准

JIS B 8390:2000: 空气压-压缩性流体用元件-流量特性的试验方法

元件标准: JIS B 8373: 空气压用2通电磁阀

JIS B 8374: 空气压用3通电磁阀

JIS B 8375: 空气压用4通、5通电磁阀

JIS B 8379: 空气压用消声器

JIS B 8381: 空气压用软管的管接头

### (2)流量特性的定义

有效截面积S: 从装在气罐上的元件, 以壅塞流动状态放气时, 由气罐内的压力变化, 按理想绝热流动导出的公式计算出的节流孔的面积称为有效截面积。与声速流导属于同一概念。(effective area)

### (3)流量计算式

$\frac{P_2+0.1}{P_1+0.1} \leq 0.5$ 时为壅塞流动

$$Q=120 \times S(P_1+0.1) \sqrt{\frac{293}{273+t}} \dots\dots\dots(3)$$

$\frac{P_2+0.1}{P_1+0.1} > 0.5$ 时为亚声速流动

$$Q=240 \times S \sqrt{(P_2+0.1)(P_1-P_2)} \sqrt{\frac{293}{273+t}} \dots\dots\dots(4)$$

与声速流导C的换算:

$$S=5.0 \times C \dots\dots\dots(5)$$

Q: 空气流量[dm<sup>3</sup>/min(ANR)], SI单位的dm<sup>3</sup>(立方分米)与L(升)的关系是1dm<sup>3</sup>=1L

S: 有效截面积[mm<sup>2</sup>]

P<sub>1</sub>: 上游压力[MPa]

P<sub>2</sub>: 下游压力[MPa]

t: 温度[°C]

注)亚声速流动公式(4)仅适合临界压力比b不清楚的元件。含声速流导C的公式(2)中的b=0.5时便是公式(4)。

### (4)试验方法

在图3所示的试验回路上, 把被测元件连接在配管上, 把不低于0.6MPa(0.5MPa)的稳定压力的压缩空气充入气罐后, 再将气罐内压缩空气排放到大气, 使气罐内压力降至0.25MPa(0.2MPa)左右。让这个放出时间为定值。放置一定时间后, 测定气罐内的残存压力, 按下式计算出有效截面积S。气罐的容积按被测元件的有效截面积, 在规定的范围内选定。

JIS B 8373,8374,8375,8379,8381 的场合, 压力值为括号内的值时, 计算式系数为12.9。

$$S=12.1 \frac{V}{t} \log_{10} \left( \frac{P_s+0.1}{P+0.1} \right) \sqrt{\frac{293}{T}} \dots\dots\dots(6)$$

S: 有效截面积[mm<sup>2</sup>]

V: 气罐容积[dm<sup>3</sup>]

t: 放出时间[s]

P<sub>s</sub>: 放出前的气罐内压力[MPa]

P: 放出后的气罐内残存压力[MPa]

T: 放出前的气罐内温度[K]

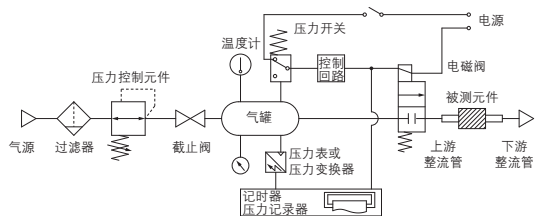


图3. JIS B 8390的试验回路

## 2.3流通能力Cv值

美国标准ANSI/(NFPA)T3.21.3:1990:Pneumatic fluid power-Flow rating test procedure and reporting method-For fixed orifice components  
用与ISO6358类似的试验回路进行试验、流通能力(flow coefficient)Cv值按下式定义。

$$Cv = \frac{Q}{114.5 \sqrt{\frac{\Delta P (P_2 + P_a)}{T_1}}} \dots\dots\dots(7)$$

$\Delta P$ : 静压取出口间的压力降下[bar]

$P_1$ : 上游取出口的压力[bar表压]

$P_2$ : 下游取出口的压力[bar表压]:  $P_2 = P_1 - \Delta P$

$Q$ : 流量[dm<sup>3</sup>/s标准状态]

$P_a$ : 大气压[bar绝对]

$T_1$ : 上游绝对温度[K]

试验条件:  $P_1 + P_a = 6.5 \pm 0.2$ bar绝对、 $T_1 = 297 \pm 5$ K、 $0.07$ bar  $\leq \Delta P \leq 0.14$ bar。

这里, 相对于上游压力的压力降小, 仅适合不考虑空气的压缩性的场合。与ISO6358记载的有效流路面积(effective area)A是同样的概念。

## 3. 控制流体用元件

(1)依据标准

IEC60534-2-3:1997:Industrial-process control valves. Part 2:Flow capacity, Section Three-Test procedures

JIS B 2005:1995:阀的流通能力试验方法

元件的标准: JIS B 8471: 水用电磁阀

JIS B 8472: 蒸气用电磁阀

JIS B 8473: 燃料油用电磁阀

(2)流量特性的定义

Av值: 压力差为1Pa时,流过阀(被测元件)的水的流量(以m<sup>3</sup>/s计)的数值。按下式算出。

$$Av = Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}} \dots\dots\dots(8)$$

Av : 流通能力[m<sup>2</sup>]

Q : 流量[m<sup>3</sup>/s]

$\Delta P$  : 压力差[Pa]

$\rho$  : 流体的密度[kg/m<sup>3</sup>]

(3)流量计算式

按实用单位表示如下。流量特性线图表示在图4上。

液体的场合:

$$Q = 1.9 \times 10^6 Av \sqrt{\frac{\Delta P}{G}} \dots\dots\dots(9)$$

Q : 流量[L/min]

Av : 流通能力[m<sup>2</sup>]

$\Delta P$ : 压力差[MPa]

G : 比重[水=1]

饱和水蒸气的场合:

$$Q = 8.3 \times 10^6 Av \sqrt{\Delta P (P_2 + 0.1)} \dots\dots\dots(10)$$

Q : 流量[kg/h]

Av : 流通能力[m<sup>2</sup>]

$\Delta P$ : 压力差[MPa]

$P_1$ : 上游压力[MPa]:  $\Delta P = P_1 - P_2$

$P_2$ : 下游压力[MPa]

# 电磁阀流量特性

流通能力的换算：

$$Av = 28 \times 10^{-6} K_v = 24 \times 10^{-6} C_v \dots \dots \dots (11)$$

这里、

**Kv值**：压力差为1bar时，流过阀的水(温度在5~40℃)的流量以m³/h计的数值。

**Cv值(参考值)**：压力差为1lbf/in²(psi)时，流过阀的水(温度为60°F)的流量(以US gal/min计)的数值。  
空气用的Kv、Cv，因试验方法不同，数值不一致。

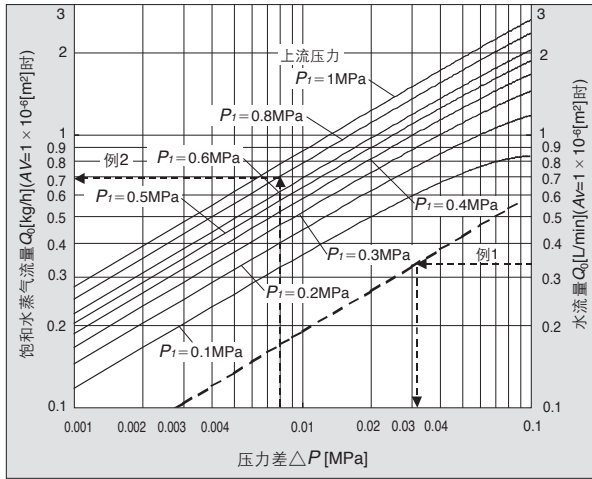


图4.流量特性线图

例1)

$Av = 45 \times 10^{-6} [m^2]$  的电磁阀，水以15[L/min]流过时，求压力差。  
因  $Q_0 = 15/45 = 0.33 [L/min]$ ，从图上  $Q_0$  为0.33时的  $\Delta P$  读出为0.031[MPa]。

例2)

$Av = 1.5 \times 10^{-6} [m^2]$  的电磁阀当  $P_i = 0.8 [MPa]$ 、 $\Delta P = 0.008 [MPa]$  时的饱和水蒸气的质量是多少。  
从图上， $P_i$  为0.8、 $\Delta P$  为0.008时，读出  $Q_0$  为0.7[kg/h]，流量  $Q = 0.7 \times 1.5 = 1.05 [kg/h]$ 。

(4)试验方法

在图5所示的试验回路上，把被测元件连接到配管上，让5~40℃的水流过，在压力差为0.075MPa时测定流量。但雷诺数不小于  $4 \times 10^4$  时，压力差有可能设定大些。测定结果代入式(8)算出Av。

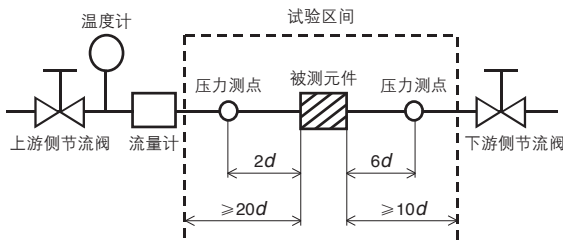
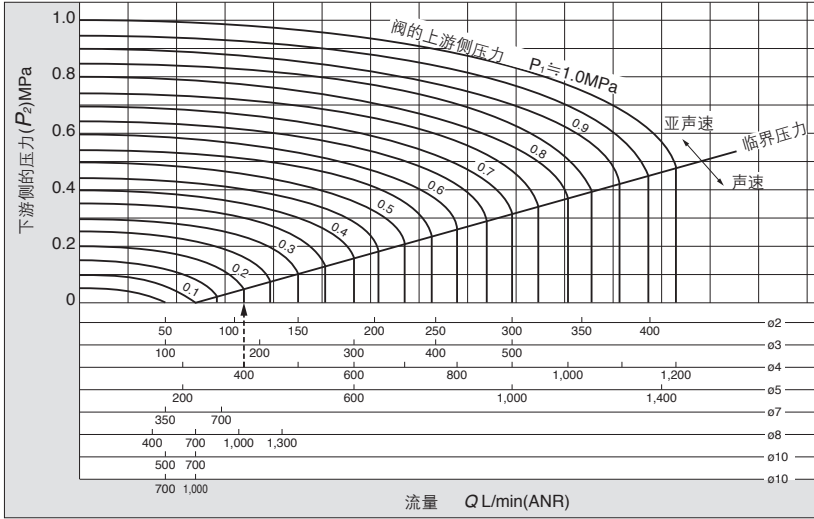


图5.依据IEC60534-2-3、JIS B 2005的试验回路

# 流量特性表

注) 此图仅作大致的使用。求正确流量时, 参见P.10~14。

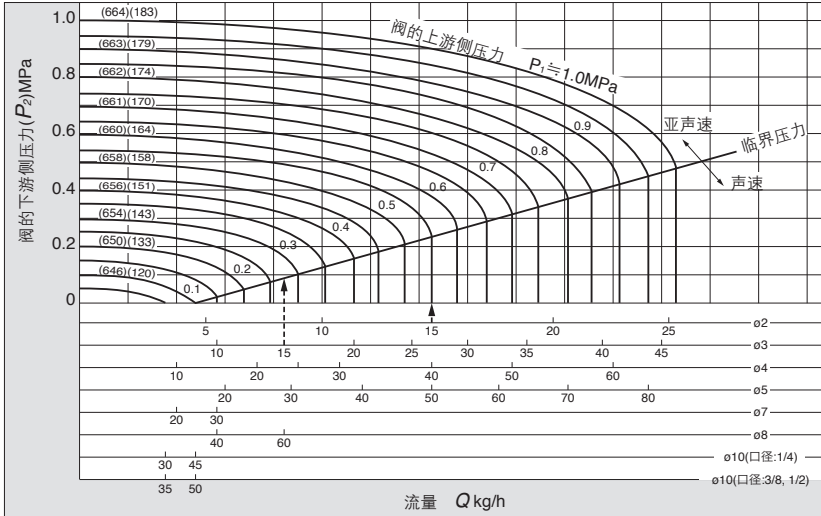
## 空气の場合



### 读图方法

在声速范围内, 为了流过流量400L/min(ANR)的压力, 孔口直径 $\phi 4$ 为 $P_1=0.2$ MPa、孔口直径 $\phi 3$ 为 $P_1=0.58$ MPa。

## 饱和水蒸气の場合

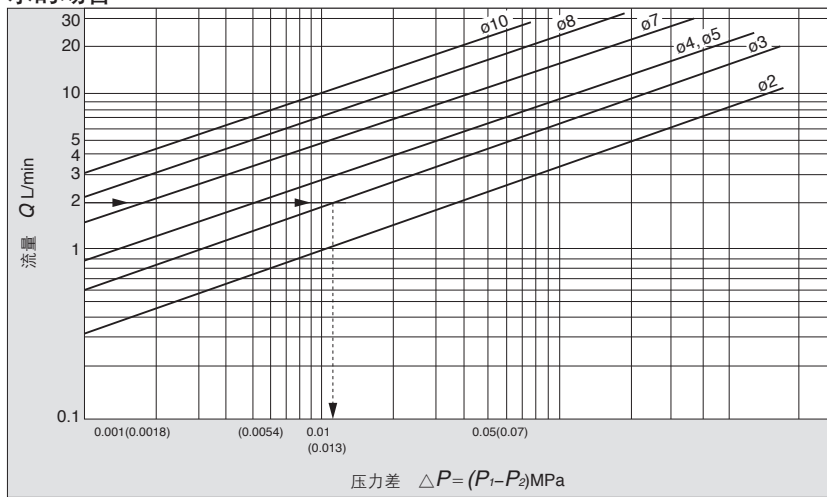


### 读图方法

在声速范围内, 为了流过流量15kg/h的压力, 孔口直径 $\phi 2$ 为 $P_1=0.55$ MPa、孔口直径 $\phi 3$ 为 $P_1=0.28$ MPa。  
保有热量随压力 $P_1$ 有变化, 15kg/h的热量约为9700kcal/h。

# 流量特性表

## 水的场合



### 读图方法

2L/min的水流过时，孔口直径 $\phi 3$ 的阀为 $\Delta P \approx 0.013$ MPa。