

控制阀的口径计算

一、引言

控制阀（调节阀）在工业生产过程自控系统中的作用犹如“手足”，其重要性是不言而喻的。如何使用户获得满意的产品，除了制造上的精工细作外，还取决于正确的口径计算，产品选型，材料选用等，而其前提是要准确掌握介质、流量、压力、温度、比重等工艺参数和技术要求。这是供需双方务必充分注意的。

本手册编制参考了国内外有关专业文献，也结合了我厂长期来产品选型计算中的实际经验。

二、术语定义

1、调节阀的流量系数

流量系数 K_v 值的定义：当调节阀全开，阀两端压差为 $1 \times 10^2 \text{Kpa}$ （1.03 巴）时，流体比重为 1g/cm^3 的 $5^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 水，每小时流过调节阀的立方米数或吨数。

K_v 是无量纲，仅采用 m^3/h 或 T/h 的数值。

C_v 值则是当阀全开，阀前后压差 1PSi ，室温水每分钟流过阀门的美加仑数。

$C_v = 1.167 K_v$ 。

确定调节阀口径的依据是流量系数 K_v 值或 C_v 值。所以正确计算 K_v (C_v) 值就关系到能否保证调节品质和工程的经济性。若口径选得过大，不仅不经济，而且调节阀经常工作在小开度，会影响控制质量，易引起振荡和噪音，密封面易冲蚀，缩短阀的使用寿命。若口径选得过小，会使调节阀工作开度过大，超负荷运行，甚至不能满足最大流量要求，调节特性差，容易出现事故。所以口径的选择必须合理，其要求是保证最大流量 Q_{\max} 时阀的最大开度 $K_{\max} \leq 90\%$ ，实际工作开度在 $40\% \sim 80\%$ 为宜，最小流量 Q_{\min} 时的开度 $K_{\min} \geq 10\%$ 。如兼顾生产发展， K_{\max} 可选在 $70\% \sim 80\%$ ，但必须满足 $K_{\min} \leq 10\%$ 。对高压阀、双座阀、蝶阀等小开度冲刷厉害或稳定性差的阀则应大于 $20\% \sim 30\%$ 。

2、压差

压差是介质流动的必要条件，调节阀的压差为介质流经阀时的前后压力之差，即 $\Delta P = P_1 - P_2$ 。在亚临界流状态下，压差的大小直接影响流量的大小。

调节阀全开压差是有控制的，其与整个系统压降之比（称 S ）是评定调节阀调节性能好坏的依据，如果流量波动较大时， S 值应大些；波动小，也应小些。 S 值小可节能，但太小，工作流量特性畸变厉害，降低调节品质； S 值大，虽能提高调节品质，但能耗太大，所以 S 最好限制在 $0.15 \sim 0.3$ 。

3、流量

根据生产能力，设备负荷和介质状况由工艺设计、确定最大流量 Q_{\max} 、正常流量（工艺流程最大流量） Q_{nor} 和最小流量 Q_{\min} 。为确保安全，避免调节阀在全开位置上运行。应使 $Q_{\max} = 1.25 \sim 1.6 Q_{\text{nor}}$ 。

4、闪蒸、临界压差

液体流经调节阀时，由于节流处流速增大，压力降低，当压力降至饱和蒸汽压时，部分液体就会气化并以汽泡的形式存在，若在下游压力等于或低于入口温度的饱和蒸汽压时，汽泡未破裂，而夹在液体中成二相流流出调节阀，此过程称为“闪蒸”。闪蒸一般不会破坏节流元件，但会产生阻塞流，使调节阀流量减小，此时流量 Q 基本上不随压差 ΔP 的增加而增加。阻塞流动会产生噪音和振动。产生阻塞流的

压差称为临界压差 ΔP_C 。

5、空化、压力恢复系数

液体流经调节阀时，缩流断面流速加快，压力下降，当压力降低到低于入口温度饱和蒸汽压（ P_v ），造成部分液体转变成蒸汽，出现气泡，随后由于流速下降压力恢复使气泡破裂。从气泡形成到破裂的全过程称为空化，气泡破裂，会释放巨大空化能，对节流元件产生破坏，并伴有噪声和振动，即谓气蚀，这是高压差场合调节阀选型必须考虑的。

$$\Delta P_c = F_L^2 [P_1 - (0.96 - 0.28 \sqrt{P_v / P_c} \cdot P_v)]$$

式中： F_L —压力恢复系数，又称临界流量系数 C_f (Critical flow factor)，表征不同结构阀造成的压力恢复，以修正流量系数计算误差，并参与判别流动状态。

$F_L = \sqrt{\Delta P_c / \Delta P_{vc}} = \sqrt{\Delta P_c / (P_1 - P_v)}$ ，各种阀的 F_L 见表一。

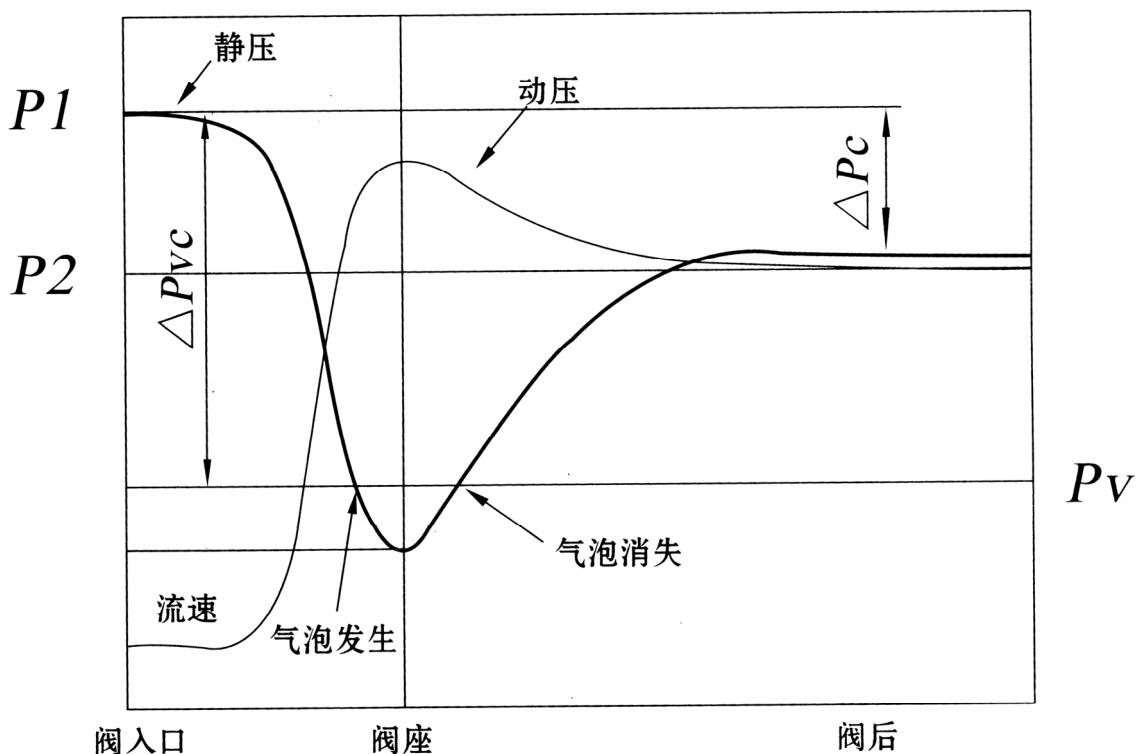
P_v —液体入口温度下的饱和蒸汽压（ata，100kPa）（见“物理化学手册”-上海科技出版社 1985.12）。

P_c —热力学临界压力，kgf/cm² (ata)，（见附表四、五），（水 $P_c=25.565$ ）

P_1 —阀上游压力（ata），100kPa

ΔP_{vc} —产生闪蒸时缩流处压差， $\Delta P_{vc} = P_1 - P_v$ ，（ata，100kPa）

ΔP_c —产生闪蒸时阀前后压差，也称临界压差，（ata，100kPa）



图一、闪蒸、空化形成图

三、调节阀流量系数的计算

1、 液体

1) 公制公式

流动状态	亚临界流 $\Delta P < F_L^2 (P_1 - P_v)$	临界流 $\Delta P \geq \Delta P_c$
体积流量	$K_v = Q \frac{\sqrt{G}}{\sqrt{\Delta P}}$	$K_v = \frac{Q}{F_L} \frac{\sqrt{G}}{\Delta P_c}$
重量流量	$K_v = \frac{W}{\sqrt{\Delta P \cdot G}}$	$K_v = \frac{W}{F_L \sqrt{G \cdot \Delta P_c}}$

式中：Q—体积流量 Nm^3/h

W—重量流量 T/h

ΔP —实际压降， $\Delta P = P_1 - P_2$ ，bar，(ata)，

bar—大气压力单位，1 bar = 1.02 kgf/cm² = 750 mmHg

F_L —阀全开时的压力恢复系数(见表一)

ΔP_c —临界压差，当 $P_v < 0.5P_1$ ， $\Delta P < \Delta P_c$ 时， $[\Delta P_c = F_L^2 (P_1 - P_v)]$ ，为正常流动，以 ΔP 代入。当 $P_v > 0.5P_1$ ， $\Delta P \geq \Delta P_c$ ，意味着有较大闪蒸，出现气蚀，此时以 $\Delta P_c = F_L^2 [P_1 - (0.96 - 0.28 \sqrt{P_1/P_c}) \cdot P_v]$ 代入。如绝对不允许出现气蚀时，用初始气蚀系数 K_C 代替式中 F_L ，“ K_C ”见表一。

式中： P_v —液体入口温度下的饱和蒸汽压，bar (ata)，(见附表)。25℃水 $P_v = 0.032 \times 10^2 \text{ kPa}$

P_c —热力学临界压力，bar (ata)。

G—比重，(水=1)

2) 英制公式

流动状态	亚临界流 $\Delta P < F_L^2 (P_1 - P_v)$	临界流 $\Delta P \geq \Delta P_c$
体积流量	$C_v = Q \frac{\sqrt{G}}{\Delta P}$	$C_v = \frac{Q}{F_L} \frac{\sqrt{G}}{\Delta P_c}$
重量流量	$C_v = \frac{W}{500 \sqrt{\Delta P \cdot G}}$	$C_v = \frac{W}{500 F_L \sqrt{G \cdot \Delta P_c}}$

式中：Q—流量，gpm/分

W—流量，磅/小时

ΔP —实际压降， $P_1 - P_2$ ，psi (ata)

2、 气体

1) 公制公式

流动状态	亚临界流 $\Delta P/P_1 < 0.5 F_L^2$	临界流 $\Delta P/P_1 \geq 0.5 F_L^2$
体积流量	$K_v = \frac{Q}{345} \frac{\sqrt{GT}}{\Delta P (P_1 - P_2)}$	$K_v = \frac{Q \sqrt{GT}}{300 P_1 F_L}$
重量流量	$K_v = \frac{40.5W}{\sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)} G_g}$	$K_v = \frac{46.7W}{F_L P_1 \sqrt{G_g}}$

式中：Q—体积流量 Nm^3/h

W—重量流量 1000kg/h

G—气体在标准状态下的比重(空气=1.0)

G_g —流体流动温度下的比重, $G_g = G (288/T)$

T-- 流体流动时温度° K (273+°C) , 绝对温度

F_L —阀全开时的压力恢复系数

P_1 、 P_2 —阀前、阀后绝对压力 (ata), 100kPa, (ata) =表压 (G) +1.03

2) 英制公式

流动状态	亚临界流 $\Delta P/P_1 < 0.5 F_L^2$	临界流 $\Delta P/P_1 \geq 0.5 F_L^2$
体积流量	$C_v = \frac{Q}{963} \frac{\sqrt{GT}}{\Delta P (P_1 - P_2)}$	$C_v = \frac{Q \sqrt{GT}}{834 P_1 F_L}$
重量流量	$C_v = \frac{W}{3.22 \sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)} G_g}$	$C_v = \frac{W}{2.8 F_L P_1 \sqrt{G_g}}$

式中：

Q—绝对压力为 14.7 磅/英寸²，温度为 60° F 时气体流量，标准 (英尺)³/小时。

W—重量流量，磅/小时

T—流体流动时温度 T=460+° F

G_g —流体流动温度下的比重 $G_g = G \cdot 520/T$

ΔP -- $P_1 - P_2$, psi (ata)

P_1 、 P_2 —上游、下游绝对压力，psi

3、 蒸汽

1) 公制公式

流动状态	亚临界流 $\Delta P/P_1 < 0.5 F_L^2$	$\Delta P/P_1 \geq 0.5 F_L^2$
饱和蒸汽	$K_v = \frac{84.5W}{\sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)}}$	$K_v = \frac{97.7W}{P_1 F_L}$
过热蒸汽	$K_v = \frac{84.5 (1 + 0.00126 \Delta t) W}{\sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)}}$	$K_v = \frac{97.7 (1 + 0.00126 \Delta t) W}{F_L P_1}$

式中：W—蒸汽重量流量 1000kg/h

Δt —蒸汽过热温度°C，指相同压力过热水蒸汽比饱和水蒸汽过热的温度，即

Δt =过热水蒸汽温度—饱和水蒸汽温度。饱和水蒸汽的 $\Delta t=0$ 。

P_1 、 P_2 —阀前、阀后绝对压力 (ata), 100kPa

2) 英制公式

流动状态	$\Delta P < P_1 / 2$ F_L^2	$\Delta P \geq P_1 / 2$ F_L^2
饱和蒸汽	$C_v = \frac{W}{2.12 \sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)}}$	$C_v = \frac{W}{1.84 P_1 F_L}$
过热蒸汽	$C_v = \frac{W (1 + 0.0007 \times T_{sh})}{2.12 \sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)}}$	$C_v = \frac{W (1 + 0.0007 \times T_{sh})}{1.84 F_L P_1}$

式中: W —最大流量 lb/h

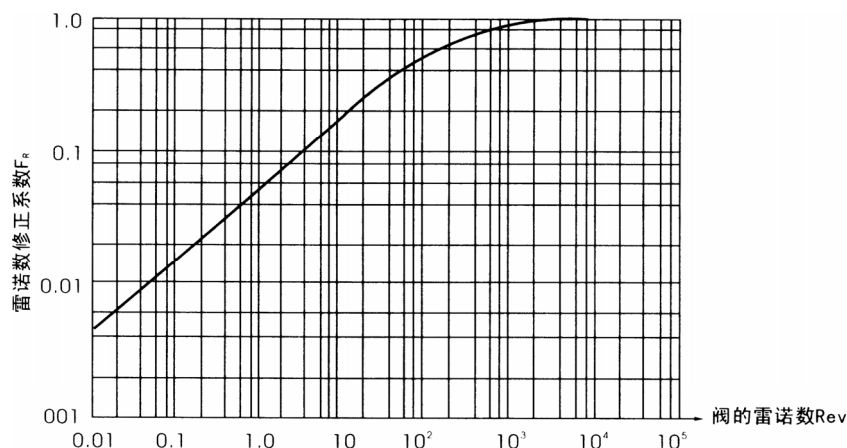
P_1 、 P_2 --上游、下游绝对压力 psi; K —

T_{sh} --过热温度 °F

四、几种特殊流体 K_v 值的修正计算

1、高粘度和层流

当液体的运动粘度 $\gamma > 20\text{CST}$ (厘沲) 或 100SSU (赛波特秒), 或流体雷诺数 $Re_v < 10^4$ 时, 液体处于层流低速流动, 其流量和压差不再是平方关系而渐趋直线, 此时对按液体公式计算的 K_v 值要用雷诺修正数修正: $K_v' = \frac{K_v}{F_R}$



图二、 雷诺数修正系数 F_R

计算调节阀 Re_v 的公式:

1) 对只有一个流路的调节阀, 如单座、套筒、球阀等:

$$Re_v = \frac{70700 Q_L}{\gamma \sqrt{F_L} K_v}$$

2) 对于有二个平行流路的调节阀, 如双座阀、蝶阀、偏心旋转阀等:

$$Re_v = \frac{49490 Q_L}{\gamma \sqrt{F_L} K_v}$$

式中: Q_L —液体体积流量 Nm^3/h

F_L --液体压力恢复系数

γ —运动粘度 (CST, 厘沲) $10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$, 与动力粘度 μ (CP.厘泊, $10^{-3}\text{N.S}/\text{m}^2$) 的关系。

$$\gamma = \frac{\mu}{\rho} \quad (\text{密度})$$

- 2、可压缩气体：气体、蒸汽介质压力 $\geq 0.7\text{MPa}$ 时，由于气体的可压缩性，其计算的 K_v 值必须用压缩系数 Z 来修正：
$$K_v = \frac{Q \sqrt{G \cdot (273 + t) \cdot Z}}{300 \cdot F_L \cdot P_1 \cdot (Y - 0.148Y^3)}$$

式中： Z 由图五、六查取、

- 3、低压差气体和蒸汽的计算修正，

当 $P_2 \leq 0.2P_1$ 时原公式计算的 K_v (C_v) 存在一定误差，最大时接近 12%，

因此为精确起见，应将前述气体，蒸汽的临界流公式计算值除以 $(Y - 0.148Y^3)$ 作修正，
$$Y = \frac{1.63}{F_L} \sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}}$$

公式类别		英制	公制
气体	体积流量	$C_v = \frac{Q \sqrt{G (273+t)}}{834 P_1 F_L (Y - 0.148Y^3)}$	$K_v = \frac{Q \sqrt{G (273+t)}}{300 P_1 F_L (Y - 0.148Y^3)}$
	重量流量	$C_v = \frac{W}{2.8 P_1 F_L \sqrt{Gg} (Y - 0.148Y^3)}$	$K_v = \frac{47W}{P_1 F_L \sqrt{G} (Y - 0.148Y^3)}$
饱和蒸汽		$C_v = \frac{W}{1.84 P_1 F_L (Y - 0.148Y^3)}$	$K_v = \frac{71.5W}{P_1 F_L (Y - 0.148Y^3)}$
过热蒸汽		$C_v = \frac{WK}{1.84 P_1 F_L (Y - 0.148Y^3)}$	$K_v = \frac{71.5 W(1+0.00126\Delta t)}{P_1 F_L (Y - 0.148Y^3)}$

4、两相流 K_v 值的计算

1) 液体与非凝气体进入控制阀，若没有发生液体汽化，而且流速能保持一种湍流的均匀混合流：

$$K_v = \frac{44.3W}{\sqrt{\Delta P (W_1 + W_2)}}$$

式中： W —重量流量 kg/h

W_1 、 W_2 —上游、下游重度 kg/cm^3

2) 液体及其蒸汽进入控制阀，发生更多的液体汽化，如果流速能保持一种湍流的均匀混合流：

$$K_v = \frac{31.3}{\sqrt{\Delta P \cdot W_1}}$$

3) 假若液体和蒸汽均匀混合以等速运动，如果进入控制阀的蒸汽分量过小，且 $\Delta PC < \Delta P (\underline{W})$ ，采用液体有关气蚀的公式。

72. 8G

五、渐缩管对 K_v 值的影响

当控制阀装在渐缩管中间时，阀的实际流量将减小，故要修正。

1) 亚临界流：

$$K_v = \frac{K_v \text{ 计算}}{R}$$

式中： R —装有渐缩管对亚临界流容量修正系数（见表二）

(a) 阀出、入口均装有渐缩管。

$$R = \sqrt{1 - 1.5(1 - \frac{d^2}{D^2})^2} \left(\frac{Kv}{0.047d^2} \right)^2$$

式中：d—控制阀公称通径 mm

D—管道公称通径 mm

Kv—阀的流量系数

(b) 仅阀出口装渐缩管，或入口装有 $<40^\circ$ 渐缩管和出口装渐缩管时亚临界流容量修正系数：

$$R = \sqrt{1 - \frac{(1 - \frac{d^2}{D^2})^2}{0.047d^2}} \left(\frac{Kv}{0.047d^2} \right)^2$$

2) 临界流

为补偿渐缩管在临界流条件下的压力损失，在相应的临界流公式上用 F_{Lr} 代替 F_L ，以

$$\text{便在口径计算中求得最大 } \Delta P = \frac{(E_{Lr})^2}{R} \Delta P_c$$

E_{Lr} 和 E_L 的数值分别列于表一和表二。

R

六、对计算 Kv (Cv) 值的放大，圆整和口径选择。

按最大流量或正常流量计算得的 Kv (Cv) max 或 Kv (Cv) nor 值要作适当放大。其放大系数 m 是指圆整选定后的 Kv 值与 Kvmax 或 Kvnor 的比值： $m = \frac{Kv}{Kv_{max}} > 1.15$ 或 $\frac{K}{K_{nor}} > 2.5$ ，

Kvmax Kvnor

m 的取值与选择的条件、流量特性、可调比、对应的工作开度要求 ($10\% < \frac{L}{L} < 90\%$) 及

L

是否考虑生产发展等因素有关。m 的一般取值如下表。

m 计算值

m		$\frac{L}{L}$	R								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
30	直线		7.69	4.41	3.09	2.38	1.94	1.63	1.41	1.24	1.11
	等百分比		21.4	15.2	10.8	7.70	5.48	3.90	2.77	1.97	1.41
	平方根		4.61	2.62	1.90	1.53	1.32	1.18	1.10	1.04	1.01
	抛物线		14.3	8.35	5.46	3.85	2.86	2.21	1.76	1.43	1.18
50	直线		8.47	4.63	3.18	2.43	1.96	1.64	1.42	1.24	1.11
	等百分比		33.8	22.9	15.5	10.4	7.07	4.78	3.23	2.19	1.48
	平方根		4.85	2.68	1.92	1.54	1.32	1.18	1.10	1.04	1.01
	抛物线		19.4	10.2	6.28	4.25	3.07	2.32	1.81	1.46	1.20

注： $\frac{L}{L}$ 为相对行程（即开度）。

m 的计算式

$$\text{直线特性: } m = \frac{R}{\left(\frac{L}{L}\right)(R-1) + 1}$$

L

等百分比: $m=R \left(1 - \frac{l}{L}\right)$
 式中: R—可调比 (见表), l —阀的实际开度,
 L —阀的最大开度 $\frac{l}{L}$ —阀的相对行程

七、控制阀的开度验算和不同开度的流量计算

1、开度验算公式:

等百分比: $\frac{l}{L} = 1 - \frac{\log m}{\log R}$

直线: $\frac{l}{L} = \frac{R-m}{(R-1)m}$

平方根: $\frac{l}{L} = 1 - \frac{\sqrt{R(m-1)}}{m(R-1)}$

抛物线: $\frac{l}{L} = \frac{\sqrt{R/m-1}}{\sqrt{R-1}}$

式中: 计算最大开度时的 $m = \frac{K_v}{K_{vmax}}$

计算最小开度时的 $m = \frac{K_v}{K_{vmin}}$

式中: K_v 为所选阀口径的对应的 K_v 值。

K_{vmax} 、 K_{vmin} 均为计算值。

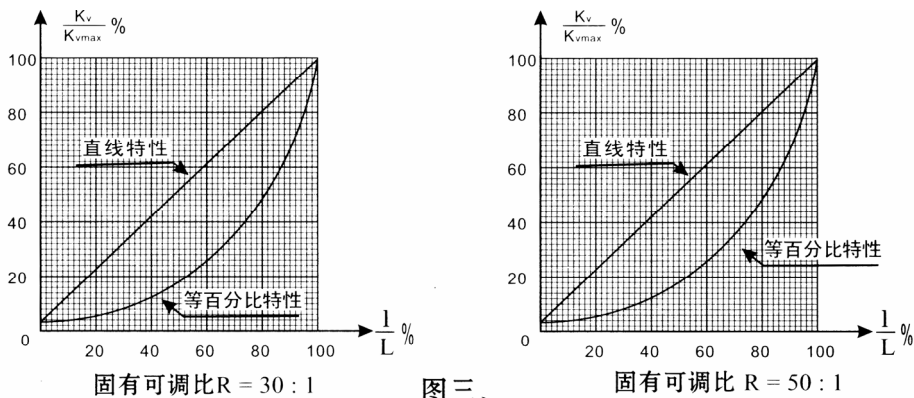
调节阀最大流量时的开度不超过 90%。最小流量时的开度不小于 10%。实际工作开度以 30~80%为宜。

可调比 R 由所选阀的类型确定, 见下表:

阀类	轻小型 P、N、M、S	精小型 P、M, CV300 系列	V 型、O 型球阀	蝶阀	偏心旋转阀	三通分流、合流阀	阀体分离阀
R	30	50	300	20	100	10	30

2、不同开度的流量计算

根据下表, 当 Q_{max} 为已知时, 则很容易计算出相对开度下的流量 Q。



两种固有流量特性的相对行程 ($\frac{l}{L}$ %) 与相对流量系数 ($\frac{K_v}{K_{vmax}}$ %) 之间的对应数值见下表:

固有可调比	相对行程 $\frac{l}{L}$ %		相对流量系数 $\frac{K_v}{K_{vmax}}$ %									
	直线特性	等百分比特性	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
R = 30:1	直线特性	等百分比特性	13.0	22.7	32.3	42.0	51.7	61.3	71.0	80.6	90.4	100
	4.67	6.58	9.26	13.0	18.3	25.6	36.2	50.8	71.2	100		
R = 50:1	直线特性	等百分比特性	11.8	21.6	31.4	41.2	51.0	60.8	70.6	80.4	90.2	100
	2.96	4.37	6.47	9.56	14.14	20.91	30.92	45.73	67.62	100		

如阀的 $R=30$ 时, $Q_{\max}=40T$, 则 50%开度时的直线特性阀的流量 $Q=40 \times 51.7\%=20.68T$, 等百分比 $R=50$ 的阀为 $40T \times 18.3\%=7.32T$, 当开度不在表列数时, 可按下式计算。

(1-1)

$$\text{由 } \frac{Q}{Q_{\max}} = R \frac{L}{L} \quad \text{和 } \frac{Q}{Q_{\max}} = \frac{1}{R} [1 + (R+1) \frac{L}{L}] \text{ 得}$$

等百分比特性阀: $Q = Q_{\max} R$

直线特性阀: $Q = \frac{1}{R} [1 + (R+1) \frac{L}{L}]$

例: 有 $Q_{\max}=60\text{Nm}^3/\text{h}$, $Q_{\min}=2\text{Nm}^3/\text{h}$ 的等百分比阀, 求开度 25%时的理想流量 Q 为多少?

$$R = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{60}{2} = 30 \quad (1-1)$$

$$Q = \frac{Q_{\max} R}{L} = \frac{60 \times 30}{L} = 60 \times 30^{(25\%-1)} = 4.68\text{Nm}^3/\text{h}$$

当阀为直线特性时

$$Q = Q_{\max} \frac{1}{L} [1 + (R+1) \frac{L}{L}] = 60 \times \frac{1}{L} [1 + (30+1) \frac{L}{L}] = 17.5 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

六. 口径计算实例

例 1. 介质: 25°C 水, $P_1=1.8\text{MPa}$, $P_2=1.0\text{MPa}$, $Q_{\max}=220\text{Nm}^3/\text{h}$, $Q_{\min}=40 \text{ Nm}^3/\text{h}$, 要求泄漏等级 $5 \times 10^{-3} \times$ 阀额定容量。

计算:

1) 根据泄漏等级选 JM, 查得 $F_L=0.9^2$, 25°C 水, $P_v=0.032 \times 10^2\text{kPa}$, $P_c=255.65 \times 10^2\text{kPa}$ 。

2) $P_v < 0.5P_1$, $0.032 < \frac{18}{2}$, $\Delta P = 18 - 10 = 8 \times 10^2\text{kPa} < \Delta P_c = F_L^2 (P - P_v)$

$$= 0.92(18 - 0.032) = 16.5 \times 10^2\text{kPa} \quad \text{判为一般流动。}$$

3) $K_{v\max} = Q_{\max} \frac{\sqrt{G}}{\Delta P} = 220 \frac{1}{8} = 77.8$, $K_{v\min} = Q_{\min} \frac{\sqrt{G}}{\Delta P} = 40 \frac{1}{8} = 14.1$

4) JM 阀 $R=50$, 选等百分比特性, $\frac{1}{L} = 0.9$ 时, $m=1.48$ 则 $K_v = 77.8 \times 1.48 = 115.1$,

选 $DN=100$, $K_v=160$

5) 开度验算

$$K_{\max} = 1 - \frac{\log m}{\log R} = 1 - \frac{\log 160/77.8}{\log 50} = 81.5\% \quad (< 90\%, \text{合格})$$

$$K_{\min} = 1 - \frac{\log m}{\log R} = 1 - \frac{\log 160/14.1}{\log 50} = 37.9\% \quad (> 10\%, \text{合格})$$

6) $R = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{77.8}{14.1} = 5.5 (> 3.5, \text{能满足})$ 。

例 2. 介质空气, $P_1=6.9\text{MPa}$, $P_2=0.55\text{MPa}$, $Q_{\max}=2830\text{Nm}^3/\text{h}$, $t=20^\circ\text{C}$, $T=273+20^\circ\text{C}=293^\circ\text{C}$, $G=1$, 要求泄漏等级 $1 \times 10^{-4} \times$ 阀额定容量。

解: 1) 选 JP, $F_L=0.9$

$$2) \Delta P = 6.9 - 0.55 = 6.35$$

$$3) \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{6.35}{6.9} = 0.92 \quad 0.5F_L^2 = 0.5 \times 0.9^2 = 0.41, \quad \frac{\Delta P}{P_1} > 0.5F_L^2, \text{判为临界流。}$$

4) $\because 6.9 > 0.7$, 应引入压缩系数修正,

$$Pr = \frac{P1}{Pc} = \frac{69}{38.4} = 1.8, \quad Tr = \frac{T}{Tc} = \frac{293}{132.42} = 2.21$$

查表三, $Z=0.965$, $Y=1.63$, $\frac{\Delta P}{P1} = \frac{1.63}{0.9} \frac{63.5}{69} = 1.74$

$$5) K_v = \frac{Q \sqrt{-GTZ}}{300 F_L P1(Y-0.148Y^3)} = \frac{28300 \sqrt{1 \times 293 \times 0.965}}{300 \times 0.9 \times 69 \times (1.74 - 0.148 \times 1.74^3)} = 32.25$$

$$K_v' = 32.25 \times 1.48 = 47.73$$

6) 选 JP DN65, $K_v=63$, 阀芯、阀座堆硬。

例 3. 介质过热蒸汽, $P1=7 \times 100\text{kPa}$, $P2=7 \times 100\text{kPa}$, $W=6800\text{Kg}$, 过热温度 $\Delta t=21^\circ\text{C}$, 要求泄漏等级 1×10^{-4} ,

解: 1) 选 JP, $F_L=0.9$, $R=50$

$$2) \Delta P = 6.9 - 0.55 = 6.35$$

$$3) \frac{\Delta P}{P1} = \frac{4.9}{7} = 0.7, \quad 0.5 F_L^2 = 0.5 \times 0.9^2 = 0.405, \quad \frac{\Delta P}{P1} > 0.5 F_L^2, \text{ 判为临界流}$$

$$4) K_v = \frac{71.7(1+0.00126\Delta t)W}{F_L P1} = \frac{71.7(1+0.00126 \times 21) \times 6.8}{0.9 \times 7} = 79.4$$

$$5) \text{选等百分比特性, } K_v' = 79.4 \times 1.48 = 117.5$$

6) 选 DN=100, $K_v=160$, 阀芯、阀座堆硬。

例 4. 介质 90 号导轨油, $\gamma=100\text{CST}$, $Q_{\max}=17 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $P1=5 \times 100\text{kPa (ata)}$, $P2=4.5 \times 100\text{kPa(ata)}$, $G=0.9$, 进口温度 50°C ,

解: 1) 由于 $\gamma > 20\text{CST}$, 故须以雷诺系数 F_R 修正

$$2) K_v \text{ 计} = Q \frac{G}{\Delta P} = 17 \frac{0.9}{(5-4.5)} = 22.8$$

$$K_v' = 22.8 \times 1.48 = 33.76 \quad \text{初选 JP DN50, } K_v=40, F_L=0.9$$

3) 计算雷诺数

$$Re_v = \frac{70700 Q_{\max}}{\gamma \sqrt{F_L K_v \text{ 计}}} = \frac{70700 \times 15}{100 \sqrt{0.9 \times 22.8}} = 2341.1$$

查图二曲线得 $F_R=0.9$,

$$4) \text{修正 } K_v = \frac{22.8}{0.9} = 25.3$$

$$5) K_v = 25.3 \times 1.48 = 37.5, \text{选 DN50, } K_v=40$$

例 5. 按上例 4, 如当阀出入口均有 DN80 渐缩管时, $D/d=80/50=1.6$, 由表二查得修正系数 $R=0.95$,

$$K_v' = \frac{K_v \text{ 计}}{R} = \frac{25.3}{0.95} = 26.6 \quad K_v = 26.6 \times 1.48 = 39.4$$

仍可按原选 DN50, $K_v=40$