

调压阀口径和 CV 值计算

决定调节阀口径应根据已知的流体条件，计算出必要的 CV 值，然后再根据调节阀的额定 CV 值，选取合适的调节阀口径。

CV 值计算公式

CV 值是用来表示调节阀的英制单位流量系数。其定义是：阀处于全开状态，两端压差为 1 磅/英寸²（7KPa）的条件下，60°F（15.6℃）的清水，每分钟通过阀的美加仑数。

液体

(英制)	(公制)
$CV = \frac{Q}{\sqrt{P_1 - P_2}}$	$CV = \frac{1.17Q}{\sqrt{P_1 - P_2}}$
$= \frac{Q}{\sqrt{\frac{G}{\Delta P}}} \dots\dots (1)$	$= \frac{1.17Q}{\sqrt{\frac{G}{\Delta P}}} \dots\dots (1')$

式中

Q=最大流量	gpm(美加仑/分)	Q=最大流量	m ³ /h
G=比重(水=1)		G=比重(水=1)	
P ₁ =进口压力	Psia(最大流量时)	P ₁ =进口压力	kgf/cm ² (最大流量时)
P ₂ =出口压力	Psia(最大流量时)	P ₂ =出口压力	kgf/cm ² (最大流量时)
ΔP=P ₁ -P ₂			

注：上述公式中适用于流体流动呈紊流状态，或雷诺数大的场合，流体接近层流或雷诺数较小的场合中，上述公式必须进行粘度修正。粘度修正要按粘度修正曲线（雷诺数 R 的实测系数值）进行修正。

表示调节阀流量系数的其它符号及定义

C—工程单位制（MKS 制）的流量系数，在我国长期使用。其定义为温度 5-40℃的水，在 1kgf/cm²（0.1MPa）压力降下，一小时流过调节阀的立方米数。

Kv—国际单位制（SI 制）的流量系数，其定义为：温度 5-40℃的水，在 10⁵Pa 压降下，每小时流过调节阀立方米数。

注：1. C、CV、KV 之间的关系为：

$$Cv = 1.17C$$

$$Kv = 1.01C$$

2. 我国调节阀流量系数将由 C 系数变为 Kv 系数。

3. IEC 推荐公式中的符号 C 是作为各种运算单位的流量系数的通用符号，不同运算单位计算出的流量系数，用公式中的数字常数 Ni 来区别。因此，勿与我国长期使用的 C 值混淆。

粘度修正

液体粘度大于 100SSU（赛波特秒），或者大于 20CST（厘斯），计算所要求的 Cv 值应按下列次序进行粘度修正。

1. 不考虑粘度影响，用公式（1）或（1'）求出 Cv。
2. 用公式(A)和(B)或者用公式（A'）和（B'），求出系数 R。
3. 从粘度修正曲线上，求出系数 R 相对应的 Cv 的修正系数。
4. 用这个修正系数乘以第一步求出的 Cv。
5. 然后，从 Cv 值一览表上，选取合适的调节阀口径。

系数 R 的计算公式

(英制)

$$R = \frac{10000Q}{\sqrt{CvMcs}} \dots\dots (A)$$

$$R = \frac{46500Q}{\sqrt{CvMssu}} \dots\dots (B)$$

(公制)

$$R = \frac{44000Q}{\sqrt{CvMcs}} \dots\dots (A')$$

$$R = \frac{204600Q}{\sqrt{CvMssu}} \dots\dots (B')$$

式中

Q=最大流量 gpm

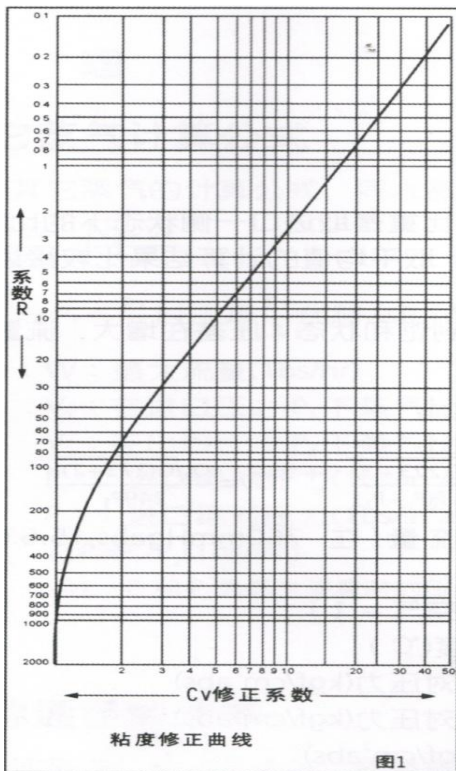
Q=最大流量 m³/h

Mcs=进口温度下液体运动粘度系数 cst

Cv=无修正过的 Cv

Mssu=进口温度下液体粘度 SSU (赛波特秒)

备注：液体粘度 ≥ 200SSU，使用公式 (B) 或 (B') 计算，粘度小于 200SSU，请把 SSU 粘度单位换算成 cst 粘度单位，再用公式 (A) 或 (A') 计算。



闪蒸修正

热力学认为：当饱和温度的热水或者接近饱和温度的热水，流经调节阀节流口压力会降低，调节阀出口处流出的水中可能会有水蒸气。在这流动条件下，液体流动的基本定律就不再是正确的。所以，计算调节阀口径的传统方法也就不适用。

在这种情况下，要求出所要求的 Cv 值，应按下列步骤进行。

(1) $\Delta T < 2.8^\circ\text{C} (5^\circ\text{F})$

$$\Delta pc = 0.06 \times P_1 \dots\dots (C)$$

$\Delta T > 2.8^\circ\text{C} (5^\circ\text{F})$

$$\Delta pc = 0.9 (P_1 - P_s) \dots\dots (D)$$

式中：

ΔT =在进口压力下的液体饱和温度与进口温度之差

Δpc =计算流量用的允许压差 (kgf/cm²)

P_1 =进口绝对压力 (kgf/cm² abs)

P_s =进口温度下液体的绝对饱和压力 (kgf/cm² abs)

(2) 只有当公式 (C) 或 (D) 计算出的 ΔPc 小于调节阀上的实际压差 ΔP 时，公式 (1) 或 (1') 必须用 ΔPc 而不准用 ΔP 。

除水以外的其它液体

对于水以外的其它液体，虽然也可像水一样采用，“临界压差法”或“液体气体混合比重法”等这两种方法必须已知液体的饱和压力和临界压力数据。目前，仅局限于已知饱和压力或临界压力的几种液体才采用这两种方法计算，其它液体一般不用这两种方法。一般的计算方法是求出闪蒸的比率。然后分别计算出液体和气体的 Cv 值，它们的之和作为计算结果。

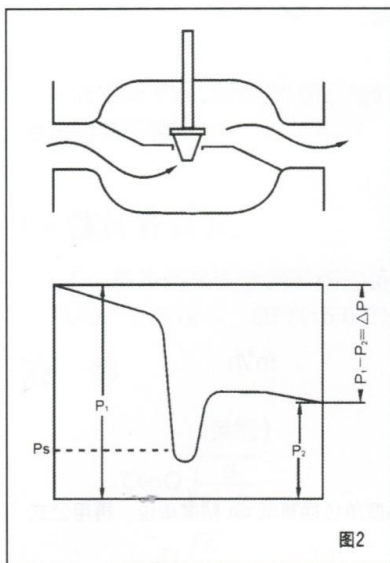
闪蒸的比例：

$$X = \frac{i_1 - i_2}{r^2} = \frac{C_p(T_1 - T_2)}{r^2}$$

式中： i_1 —进口 (T_1) 下的焓 (Kcal/kg)

i_2 —出口压力 P_2 的饱和温度 (T_2) 下的焓 (Kcal/kg)

r^2 —出口压力 P_2 的饱和温度 (T_2) 下的潜热 (Kcal/kg)



CP— $\frac{T_1+T_2}{2}$ 的液体比热, (Kcal/kg)

气体计算公式

气体计算公式是把液体计算公式的比重, 经过换算后得出的。这个比重是取进口一侧状态下的比重呢, 还是取出口一侧状态下的比重呢, 还是取其两者平均值呢? 实验证明。取平均值的计算结果比较接近实验数值。所以最近普通采用比重平均值来计算 Cv 值。

另外, 气体在 $\Delta P \geq P_1/2$ 状态时, 气体的流速达到音速, 流量会达到饱和状态。压差在增大, 流量也不会增加了。因此应分 $\Delta P < P_1/2$ 和 $\Delta P \geq P_1/2$ 两种情况加以讨论。

1. $\Delta P < \frac{P_1}{2}$ 2. $\Delta P \geq \frac{P_1}{2}$ 时

$$C_v = \frac{Q}{963} \sqrt{\frac{G(460+T)}{\Delta P(P_1+P_2)}}$$

$$C_v = \frac{Q\sqrt{G(460+T)}}{835 P_1}$$

$$C_v = \frac{Q}{287} \sqrt{\frac{G(273+T)}{\Delta P(P_1+P_2)}}$$

$$C_v = \frac{Q\sqrt{G(273+T)}}{249 P_1}$$

式中: Q: 最大流量 (ft³/h) (在 14.7psi abs, 60F 条件下)
m³/h

Q: 最大流量 (在 760mmHgabs, 15.6℃条件下)

G: 比重 (空气=1)
T: 流体温度 (°F)
P₁: 进口绝对压力 (lbs/in₂abs)
P₂: 出口绝对压力 (lbs/in₂abs)
 $\Delta P = P_1 - P_2$
(注: P₁ 和 P₂ 为最大流量时的压力)

G: 比重 (空气=1)
T: 流体温度 (°C)
P₁: 进口绝对压力 (kgf/cm²abs)
P₂: 出口绝对压力 (kgf/cm²abs)
 $\Delta P = P_1 - P_2$ (kgf/cm²abs)

水蒸汽计算公式

它与气体一样, 也应分两种情况加以讨论。

1. $\Delta P < \frac{P_1}{2}$ $C_v = \frac{WK}{1.12\sqrt{\Delta P(P_1+P_2)}}$

$$C_v = \frac{WK}{13.67\sqrt{\Delta P(P_1+P_2)}}$$

2. $\Delta P \geq \frac{P_1}{2}$ $C_v \geq \frac{WK}{1.84P_1}$

$$C_v \geq \frac{WK}{11.9P_1}$$

式中: W: 最大流量 (lbs/hr)
P₁*: 进口绝对压力 (lbs/in²abs)
P₂*: 进口绝对压力 (lbs/in²abs)
K: 1+ (0.0007×过热温度 °F)
 $\Delta P = P_1 - P_2$ (lbs/in²)
(注: P₁ 和 P₂ 为最大流量时的压力)

W: 最大流量 (kg/hr)
P₁*: 进口绝对压力 (kgf/cm²abs)
P₂*: 出口绝对压力 (kgf/cm²abs)
K: 1+ (0.0013×过热温度 °C)
 $\Delta P = P_1 - P_2$ (kgf/cm²)

处理其它蒸汽计算公式

其它蒸汽的计算公式, 同水蒸汽的计算, 可得到 $C_v = \frac{W}{89.6} \sqrt{\frac{V_1+V_2}{\Delta P}}$ $C_v = \frac{W}{1210} \sqrt{\frac{V_1+V_2}{\Delta P}}$

注: 当 $P_2 < \frac{P_1}{2}$ 时应用 $\frac{P_1}{2}$ 代替 ΔP , V₂ 应用 $\frac{P_1}{2}$ 相对应的值。

式中: W: 最大流量 (lbs/hr) W: 最大流量 (kg/hr)
V₁: 在进口压力 P₁ 下蒸汽比容 (ft³/lbs at P₁) V₁: 在进口压力 P₁ 下蒸汽比容 (cm³/gr at P₁)
V₂: 在进口压力 P₂ 下蒸汽比容 (ft³/lbs at P₂) V₂: 在进口压力 P₂ 下蒸汽比容 (cm³/gr at P₂)

P_1^* :进口绝对压力 (lbs/in²abs)
 P_2^* :进口绝对压力 (lbs/in²abs)
 $\Delta P = P_1 - P_2$ (lbs/in²)
 (注: P_1 和 P_2 为最大流量时的压力)

P_1^* :进口绝对压力 (kgf/cm²abs)
 P_2^* :出口绝对压力 (kgf/cm²abs)
 $\Delta P = P_1 - P_2$ (kgf/cm²)

公称通径的选择

调节阀公称通径选择,是由最大 Cv 值、可调范围,以及调节阀有足够的调节余量,这几个因素来决定的。最大 Cv 值和最小 Cv 值是分别在最大流量和最小流量条件计算出的二个数值。

1. 最大 Cv 值

鉴于额定 Cv 值有±20%、-10%的调节误差,建议等百分比阀在 90~95%开度内的值作为最大 Cv 值,线性调节阀在 80~90%开度内的值作为最大 Cv 值。

2. 常用 Cv 值

常开低开度下工作,阀芯易于磨损,再从控制性能上考虑,希望阀在 50~80%开度范围工作。

3. 最小 Cv 值

阀的最小 Cv 值应在固有的可调范围之内,实际上大多数调节阀控制流体时,开度变化、阀上压差也相应变化。开度与流量之间的固定流量特性,变成了实际的流量特性,可调范围也变小了。阀达到最小 Cv 值时,希望阀在 10~20%开度上工作,如果要使阀在更小的开度范围内工作,应选择可调范围较小的调节阀,或者改用一台大,一台小的切换阀,用这二台阀分别控制流量。

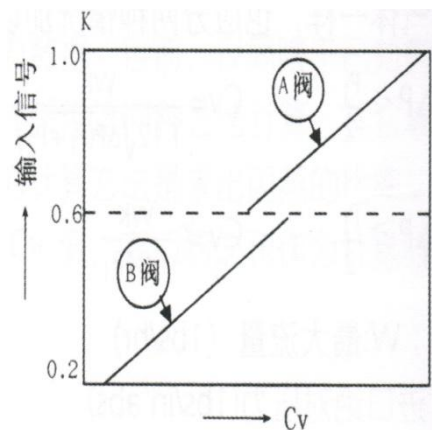


图 3

缩小阀孔

单座阀、双座阀及角座阀等调节阀,同一个公称通径,设计了几组不同的缩小阀孔,它的流量系数比原来的额定值小一档或小二档,笼式阀只要更换套筒就可能做到这一点,蝶阀、三通阀、隔膜阀等没有缩小阀孔的规格。

缩小阀孔的调节阀用于下列场合:

- (1) 从机械强度上考虑,(管道应用引起)必须选用大尺寸的阀体。
- (2) 阀的流量系数今后有可能加大。
- (3) 降低大压差产生的噪音,或者增加阀体各部分的强度。
- (4) 渐缩管成本太高
- (5) 阀体受闪蒸流体和高压差流体、气蚀破坏时,增大下流侧流出截面积,可减轻气蚀破坏。