

DA CHENG[®]

选型指南之一

控制阀的口径计算



上海大成仪表厂

编号: H1

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，而其前提是要准确把握介质、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 $1 \times 10^5 \text{kPa}$ （1.03巴）时，流体比重为 1g/cm^3 的 5°C 至 40°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} 时的最大开度 $K_{\text{max}} \leq 90\%$ ，实际工作开度在 $40\text{—}80\%$ 为宜，最小流量 Q_{min} 时的开度 $K_{\text{min}} \geq 10\%$ 。如兼顾生产发展， K_{max} 可选在 $70\text{—}80\%$ ，但必须满足 $K_{\text{min}} < 10\%$ 。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 $20\%\text{—}30\%$ 。

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 $0.15\text{—}0.3$ 。

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（按工艺流程最大流量） 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 $Q_{\text{max}} = 1.25\text{—}1.6 Q_{\text{nor}}$ 。

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，若在下流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，出现汽泡，随后由于流速下降压力恢复使汽泡破裂。从汽泡形成到破裂的全过程称为空化，汽泡破裂，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。

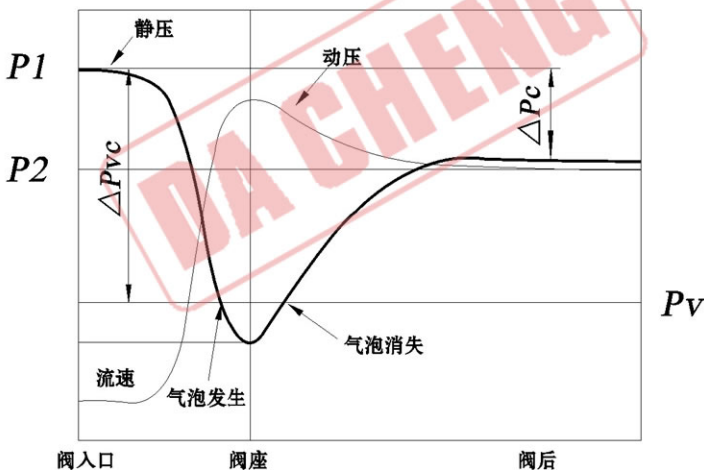
P_v —液体入口温度下的饱和蒸汽压（ata，100kPa）（见“物理化学手册”-上海科技出版社1985.12）。

P_c —热力学临界压力， $\text{kgf/cm}^2(\text{ata})$ （见附录四、五），（水 $P_c=25.65$ ，空气 $P_c=38.4$ ）

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 | $K_v = Q \sqrt{\frac{G}{\Delta P}}$ | $K_v = \frac{Q}{F_L} \sqrt{\frac{G}{\Delta P_c}}$ |
| 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 Nm³/h

W—重量流量 T/h

ΔP —实际压降， ΔP =进口压力 P_1 —出口压力 P_2 ，bar，(ata)

bar—大气压力单位，1 bar=1.02kgf/cm²=750mmHg

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 $P_v = 0.032 \times 10^3$ 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 | $C_v = Q \sqrt{\frac{G}{\Delta P}}$ | $C_v = \frac{Q}{F_L} \sqrt{\frac{G}{\Delta P_c}}$ |
| 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 | $K_v = \frac{Q}{345} \sqrt{\frac{GT}{\Delta P (P_1 + P_2)}}$ | $K_v = \frac{Q \sqrt{GT}}{300 P_1 F_L}$ |
| 重量流量 | $K_v = \frac{40.5W}{\sqrt{\Delta P (P_1 + P_2) Gg}}$ | $K_v = \frac{46.7W}{F_L P_1 \sqrt{Gg}}$ |

式中：Q—体积流量 Nm³/h

W—重量流量 1000kg/h

G—气体在标准状态下的比重(空气=1.0)

Gg—流体流动温度下的比重，Gg=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

P₁、P₂—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 | $C_v = \frac{W}{3.22 \sqrt{\Delta P (P_1 + P_2) Gg}}$ | $C_v = \frac{W}{2.8 F_L P_1 \sqrt{Gg}}$ |

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

Gg—流体流动温度下的比重，Gg=G.520/T

ΔP —P₁-P₂，psi (ata)

P₁、P₂—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 | $K_v = \frac{62W}{\sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)}}$ | $K_v = \frac{71.7W}{P_1 F_L}$ |
| 过热蒸汽 | $K_v = \frac{62 (1 + 0.00126 \Delta t) W}{\sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)}}$ | $K_v = \frac{71.7 (1 + 0.00126 \Delta t) W}{F_L P_1}$ |

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 | $\Delta P < P_1/2 \quad F_L^2$ | $\Delta P \geq P_1/2 \quad F_L^2$ |
|------|---|-----------------------------------|
| 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 | $C_v = \frac{W K}{2.12 \sqrt{\Delta P(P_1+P_2)}}$ | $C_v = \frac{W K}{1.84 F_L P_1}$ |

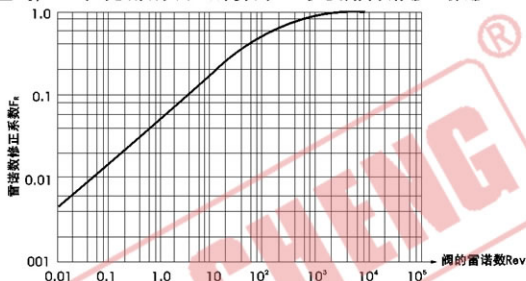
式中: W—最大流量 lb/h

P_1 、 P_2 —上游、下游绝对压力 psi; K— $1 + (0.0007 \times \text{过热温度}^\circ\text{F})$

四、几种特殊流体Kv值的修正计算

1、高粘度和层流

当液体的运动粘度 $\gamma > 20\text{CST}$ (厘沓) 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, 厘沓) $10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$, 与动力粘度 μ (CP.厘泊,

$$10^{-3} \text{N}\cdot\text{S}/\text{m}^2) \text{ 的关系: } \gamma = \frac{\mu}{\rho (\text{密度})}$$

- 2、可压缩气体: 气体、蒸气介质压力 $\geq 0.7 \text{MPa}$ 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: $K_v = \frac{Q \cdot G(273+^{\circ}\text{C}) \cdot Z}{300 \cdot F_L \cdot P_1 (Y-0.148Y^3)}$

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 | $C_v = \frac{Q \cdot \sqrt{G(273+^{\circ}\text{C})}}{834 P_1 F_L (Y-0.148Y^3)}$ | $K_v = \frac{Q \cdot \sqrt{G(273+^{\circ}\text{C})}}{300 P_1 F_L (Y-0.148Y^3)}$ |
| | 重量流量 | $C_v = \frac{W}{2.8 P_1 F_L \sqrt{G_g} (Y-0.148Y^3)}$ | $K_v = \frac{47W}{P_1 F_L \sqrt{G} (Y-0.148Y^3)}$ |
| 饱和蒸汽 | | $C_v = \frac{W}{1.84 P_1 F_L (Y-0.148Y^3)}$ | $K_v = \frac{71.7W}{P_1 F_L (Y-0.148Y^3)}$ |
| 过热蒸汽 | | $C_v = \frac{WK}{1.84 P_1 F_L (Y-0.148Y^3)}$ | $K_v = \frac{71.7W(1+0.00126\Delta t)}{P_1 F_L (Y-0.148Y^3)}$ |

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:

$$K_v = \frac{44.4W}{\sqrt{\Delta P (W_1 + W_2)}}$$

式中: W —重量流量 kg/h

W_1 、 W_2 —上游、下游重量 kg/cm³

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:

$$K_v = \frac{31.4}{\sqrt{\Delta P \cdot W_1}}$$

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 $F_L^2 \cdot \Delta P_c < \Delta P \left(\frac{W}{62.4 G} \right)$, 采用液体有关气蚀的公式。

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。

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

式中：d—控制阀公称口径，mm

D—管道公称口径，mm

K_v —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：

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

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

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

F_{Lr} 和 $\frac{F_{Lr}}{R}$ 的数值分别列于表一和表二。

六、对计算 $K_v(C_v)$ 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 $K_v(C_v)_{max}$ 或 $K_v(C_v)_{nor}$ 值要作适当放大。其放大系数 m 是指圆整选定后的 K_v 值与 K_{vmax} 或 K_{vnor} 的比值： $m = \frac{K_v}{K_{vmax}} > 1.15$ 或 $\frac{K}{K_{vnor}} > 2.5$ ， 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（ $10\% < \frac{1}{L} < 90\%$ ）及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

| | | $\frac{1}{L}$ | 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： $\frac{1}{L}$ 为相对行程（即开度）。

m 的计算式

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

等百分比： $m = R^{(1-\frac{1}{L})}$

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

DA CHENG

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:

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

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

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

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

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。

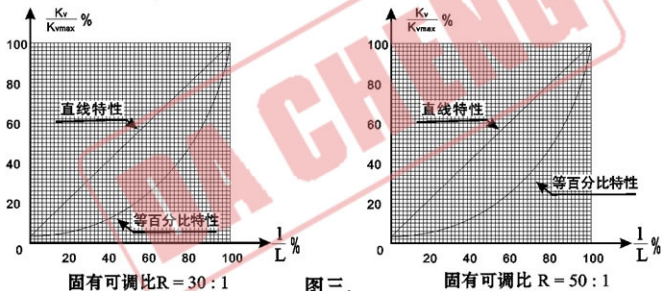
调节阀最大流量时的开度不超过 90%。最小流量时的开度不小于 10%。实际工作开度以 40-80% 为宜。

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 $\frac{K_v}{K_{vmax}}$ | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|------|-------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|--|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | | |
| R=30:1 | 直线特性 | 13.0 | 22.7 | 32.3 | 42.0 | 51.7 | 61.3 | 71.0 | 80.6 | 90.4 | 100 | |
| | 等百分比特性 | 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 | 11.8 | 21.6 | 31.4 | 41.2 | 51.0 | 60.8 | 70.6 | 80.4 | 90.2 | 100 | |
| | 等百分比特性 | 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。

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

等百分比特性阀: $Q = Q_{\max} \cdot R^{(i-1)}$

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

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?

$$R = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{60}{2} = 30 \quad Q_{\max} R^{(i-1)} = 60 \times 30^{(25\%-1)} = 4.68\text{Nm}^3/\text{h}$$

当阀为直线特性时

$$Q = Q_{\max} \frac{1}{R} [1 + (R-1) \frac{1}{L}] = 60 \times \frac{1}{30} [1 + (30-1) \frac{1}{L}] = 1.75 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

八、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 5×10^9 阀额定容量。

计算:

1) 根据泄漏等级选 JM, 查得 $F_i=0.92$, 25°C 水 $P_v=0.032 \times 10^2 \text{ kPa}$, $P_c=255.65 \times 10^2 \text{ kPa}$

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

$$= 0.92^2 (18 - 0.032) = 15.2 \times 10^2 \text{ kPa} \text{ 判为一般流动。}$$

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

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

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

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

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 1×10^{-4} 阀额定容量。

解: 1) 选JP, $F_L=0.9$

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

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

4) $\because 6.9 > 0.7$, 应引入压缩系数Z修正,

$$Pr = \frac{P_1}{P_c} = \frac{6.9}{38.4} = 1.8, Tr = \frac{T}{T_c} = \frac{293}{132.42} = 2.21$$

$$\text{查表三, } Z=0.965, Y = \frac{1.63}{F_L} \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{1.63}{0.9} \times \frac{6.35}{6.9} = 1.74$$

$$5) K_v = \frac{Q}{300F_L P_1 (Y-0.148Y^3)} = \frac{28300}{300 \times 0.9 \times 69 \times (1.74-0.148 \times 1.74^3)} = 32.25$$

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

6) 选JPDN65, $K_v=63$, 阀芯、阀座堆硬。

例3. 介质过热蒸汽, $P_1=7 \times 100\text{kPa}$, $P_2=7 \times 100\text{kPa}$, $W=6800\text{Kg}$, 过热温度 $\Delta t=21^\circ\text{C}$, 要求泄漏等级 1×10^{-4} ,

解: 1) 选JP, $F_L=0.9$, $R=50$

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

$$3) \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{4.9}{7} = 0.7, 0.5F_L^2 = 0.5 \times 0.9^2 = 0.405, \frac{\Delta P}{P_1} > 0.5F_L^2, \text{判为临界流}$$

$$4) K_v = \frac{71.7 (1+0.00126\Delta t) W}{F_L P_1} = \frac{71.7 (1+0.00126 \times 21) \times 6.8}{0.9 \times 7} = 79.4$$

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

6) 选DN=100, $K_v=160$, 阀芯、阀座堆硬。

例4. 介质90号导轨油, $\gamma=100\text{CST}$, $Q_{\max}=17\text{Nm}^3/\text{h}$, $P_1=5 \times 100\text{kPa (ata)}$, $P_2=4.5 \times 100\text{kPa (ata)}$, $G=0.9$, 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

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

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

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 $F_R=0.9$

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

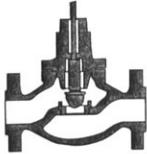
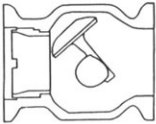

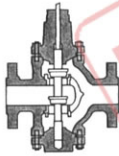
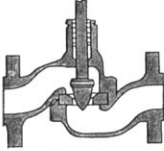
$$5) K_v=25.3 \times 1.48=37.5, \text{选 DN50, } K_v=40$$

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 $R=0.95$,

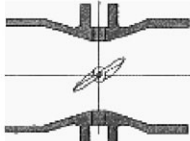
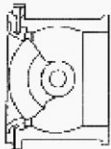

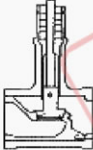
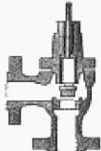
$$K_v' = \frac{K_v \text{计}}{R} = \frac{25.3}{0.95} = 26.6 \quad K_v = 26.6 \times 1.48 = 39.4$$

仍可按原选DN50, $K_v=40$

表一 全开时的临界流量系数

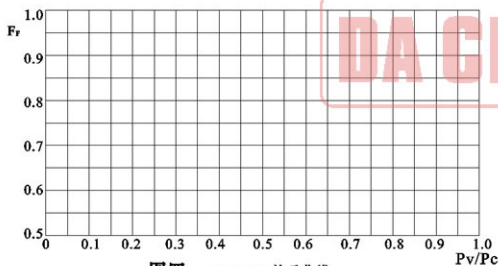
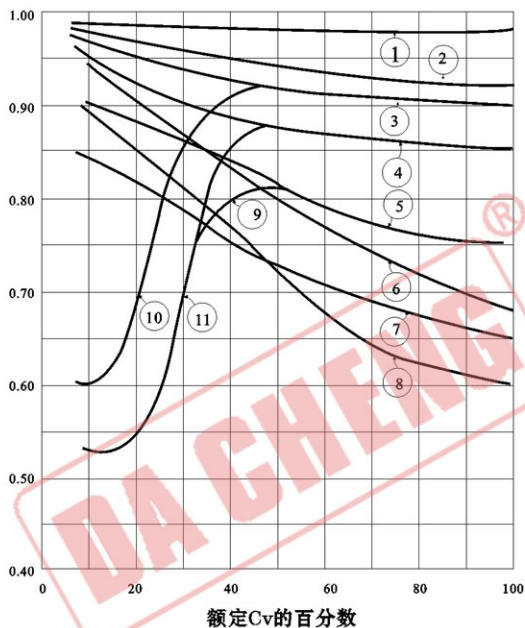
| 控制阀类型 | 阀芯大小 | 流向 | F_L | K_c^* | F_{Lr} D/d=1.5 或大于1.5 | X_r |
|--|------|------------------|-------|---------|-------------------------------|-------|
|  单座阀 | A | → 关 开 ← | .85 | .58 | .81 | .61 |
| | | | .90 | .65 | .86 | .68 |
| | B | → 关 开 ← | .80 | .52 | .80 | .54 |
| | | | .90 | .65 | .90 | .68 |
|  偏心旋转阀 | A | → 关 开 ← | .68 | .35 | .65 | .39 |
| | | | .85 | .60 | .80 | .61 |
| | B | → 关 开 ← | .70 | .39 | .70 | .41 |
| | | | .88 | .62 | .87 | .65 |
|  双座V形缺口 | A | 柱塞形阀芯 V口形阀芯 | .90 | .70 | .86 | .68 |
| | | | .98 | .80 | .94 | .81 |
| | B | 柱塞形阀芯 V口形阀芯 | .80 | .31 | .80 | .54 |
| | | | .95 | .73 | .94 | .76 |
|  双座阀 | A | 向前 | .90 | .63 | .86 | .68 |
| | B | 向前 | .90 | .63 | .89 | .68 |
|  阀体分离球体阀 | A | → 关 开 ← | .80 | .51 | .77 | .54 |
| | | | .75 | .46 | .72 | .47 |
| | B | → 关 开 ← | .80 | .52 | .80 | .54 |
| | | | .90 | .65 | .89 | .68 |

续表一

| 控制阀类型 | 阀芯大小 | 流向 | F_L | K_C^* | F_{Lr} $D/d=1.5$ 或大于1.5 | X_T |
|--|------------------------|------------|------------|-------------|---------------------------------|------------|
|  蝶阀 | A | 任意流向 | .65 | .32 | .60 | .35 |
|  控制球阀 | A | → 开 | .60 | .24 | .55 | .30 |
|  套筒阀 | $1\frac{1}{2}'' - 4''$ | → 关 | .94 | .71 | .87 | .74 |
| | 6'' - 16'' | 关 → | .92 | .68 | .89 | .71 |
|  切断阀 | A | → 开 | .92 | .68 | .90 | .71 |
|  角型阀 | A | → 关 开 → | .81 .89 | .53 .64 | .78 .85 | .55 .67 |
| | | B | → 关 开 → | .80f .90 | .52f .65 | .80 .90 |

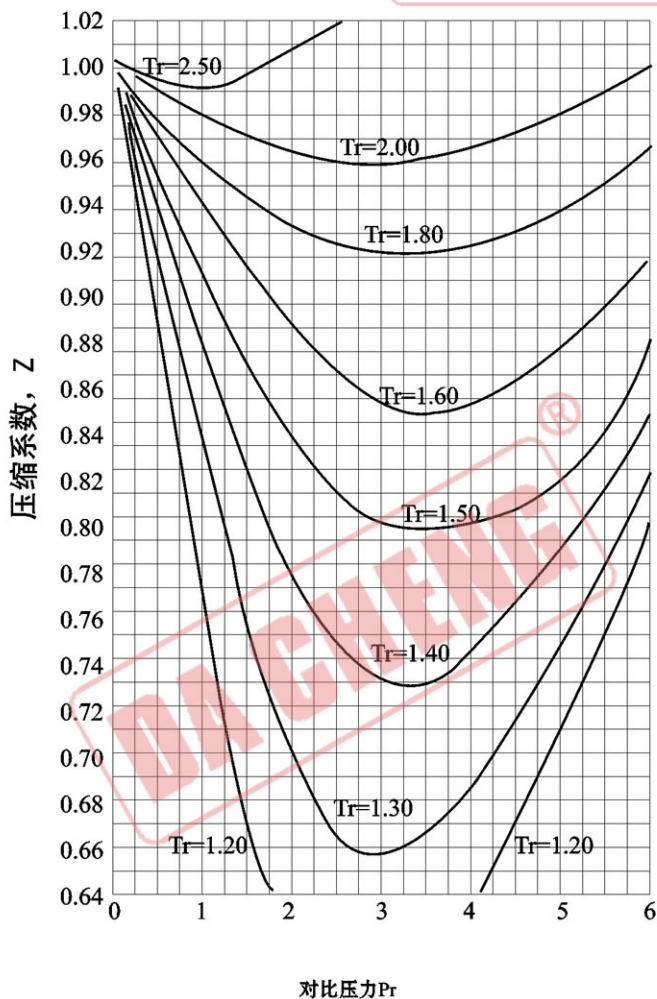
(A) 全容量阀芯, 节流孔径 $\approx .8$ 控制阀公称通径。(B) 等于(A)的一半或一半以下。 f 若用文丘利管, $F_L=0.50, K_C=0.19$

注: X —压差比, $X = \frac{\Delta P}{P_1}$ X_T —压差比系数, $X_T = 0.84F_L^{-1}$, 用于对可压缩流体的状态判别, 当 $X < F_L X_T$ 时为阻塞流动, $X \geq F_L X_T$ 时为阻塞流动, F_L 见下图表。但实际使用本文已同化(见气体)计算式。

图四、 F_r - P_v/P_c 关系曲线

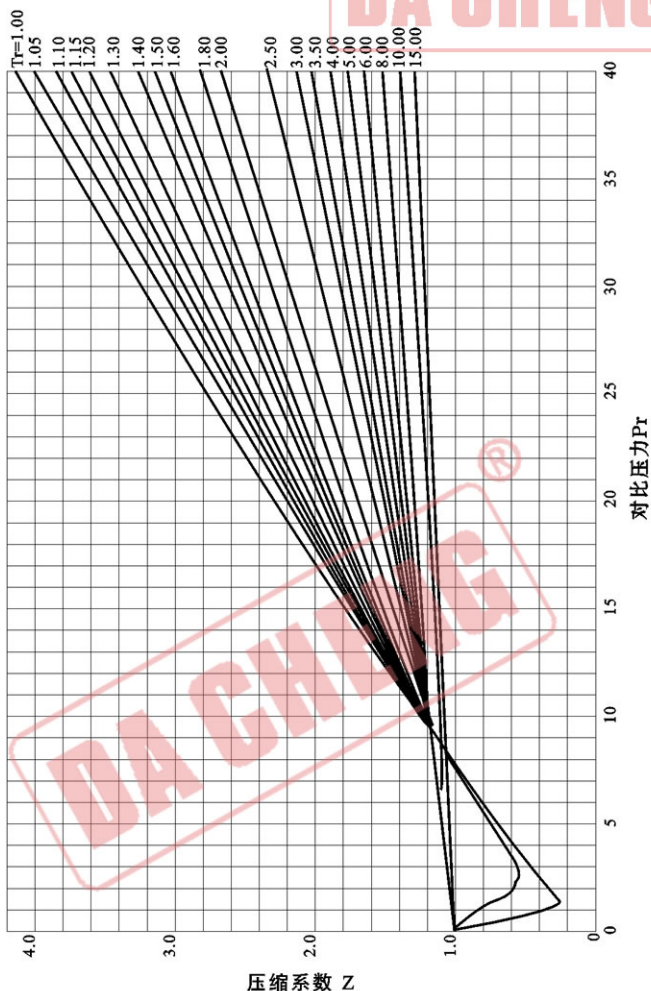
- | | |
|---------------------|------------------|
| (1) 双座球体阀：V形阀芯 | (6) 偏心旋转阀：流关 |
| (2) 套筒阀 | (7) 蝶阀（小力矩） |
| (3) 单座球体阀：流开 双座阀 | (8) 控制球阀 |
| (4) 偏心旋转阀：流开 | (9) 阀体分离阀：流关 |
| (5) 阀体分离阀：流开 | (10) 双座球体阀：柱塞形阀芯 |
| | (11) 单座球体阀：流关 |

图五、随控制阀开启时 F_r 的变化注： $X_r=0.84F_r^2$



图六、对比压力从0到6的气体压缩系数

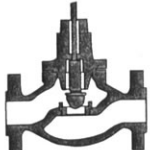
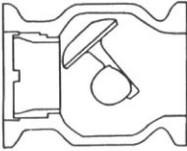

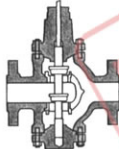
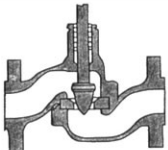
注：图六是图七的部分放大，从这两个图中所得的数据可精确到约 $\pm 2\%$



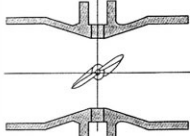
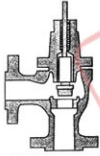
$$P_r = \frac{\text{入口压力(绝对)}}{\text{临界压力(绝对)}} \quad T_r = \frac{\text{入口温度(绝对)}}{\text{临界温度(绝对)}}$$

图七 对比压力从0到40的气体压缩系数
临界压力、临界温度见附录四

表二 阀入口和出口渐缩管的影响

| 控制阀类型 | 流 向 | D/d=1.5 | | D/d=2.0 | |
|--|--------|---------|-------|---------|-------|
| | | R | F1z/R | R | F1z/R |
|  单座阀系列 | 关 → | .96 | .84 | .94 | .86 |
| | 开 ← | .96 | .89 | .94 | .91 |
|  偏心旋转阀 | 关 ← | .95 | .68 | .92 | .71 |
| | 开 → | .95 | .84 | .92 | .86 |
|  10000系列 | 柱塞形阀芯 | .96 | .89 | .94 | .91 |
| | V口形阀芯 | .96 | .93 | .94 | .95 |
|  双座阀 | 向 前 | .97 | .89 | .94 | .91 |
|  阀体分离球体阀 | 关 → | .96 | .80 | .94 | .81 |
| | 开 ← | .96 | .75 | .94 | .77 |

续表二

| 控制阀类型 | 流 向 | D/d=1.5 | | D/d=2.0 | |
|--|-----------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|
| | | R | F _L /R | R | F _L /R |
|  <p>蝶阀系列</p> | 任意流向 | .81 | .74 | .72 | .83 |
|  <p>控制球阀</p> | 开 → | .87 | .63 | .80 | .68 |
|  <p>套筒阀系列</p> | 1 1/2" ~ 4" 关 → | .94 | .93 | .89 | .96 |
| | 6" ~ 16" 关 → | .98 | .91 | .94 | .93 |
|  <p>角型阀系列</p> | 关 → | .96 | .81 | .94 | .82 |
| | 开 ← | .96 | .88 | .94 | .90 |

所示数值用于全容量阀芯。如用于低容量阀芯，假定R=1.0

附录一 常用计量单位换算

长度

| 公 制 | | 英 美 制 | | |
|--------|---------|--------|---------|--------|
| 米 | 厘米 | 码 | 英尺 | 英寸 |
| 1 | 100 | 1.0936 | 3.2808 | 39.370 |
| 0.01 | 1 | | 0.03281 | 0.3937 |
| 0.9144 | 91.4402 | 1 | 3 | 36 |
| 0.3048 | 30.48 | 0.3333 | 1 | 12 |
| 0.0254 | 2.54 | 0.0278 | 0.0833 | 1 |

面积

| 公 制 | | 英 美 制 | | |
|---------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|------------------------|
| 米 ² | 厘米 ² | 码 ² | 英尺 ² | 英寸 ² |
| 1 | 10 ⁴ | 1.196 | 10.7639 | 1.55 × 10 ³ |
| 10 ⁴ | 1 | | 1.0764 × 10 ³ | 0.155 |
| 0.8361 | | 1 | 9 | |
| 9.2903 × 10 ⁻² | 9.2903 × 10 ² | 0.1111 | 1 | 1.44 × 10 ² |
| 6.4516 × 10 ⁻⁴ | 6.4516 | | 6.944 × 10 ⁻³ | 1 |

容积

| 公 制 | | | 英 美 制 | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------------|
| 米 ³ | 升 | 毫升 | 英寸 ³ | 美加仑 | 英加仑 |
| 1 | 10 ³ | 10 ⁶ | 61024 | 2.642 × 10 ² | 2.2 × 10 ³ |
| 10 ³ | 1 | 10 ³ | 61.024 | 0.2642 | 0.22 |
| 10 ⁶ | 10 ³ | 1 | 0.061024 | 2.642 × 10 ⁻⁴ | 2.2 × 10 ⁻⁴ |
| 1.64 × 10 ⁻⁵ | 0.0164 | 16.3871 | 1 | 0.0043 | 0.0036 |
| 0.003785 | 3.7853 | 3785 | 231 | 1 | 0.8327 |
| 0.004546 | 4.546 | 4546 | 277.27 | 1.2009 | 1 |

面积

| 公 制 | | 英 美 制 | |
|---------|--------|-----------|----------|
| 克 | 千克 | 磅 | 盎司(常衡) |
| 1 | 0.001 | 0.0022046 | 0.035274 |
| 1000 | 1 | 2.2046 | 35.274 |
| 453.592 | 0.4536 | 1 | 16 |
| 28.3495 | 0.0284 | 0.0625 | 1 |

压力

| 公 制 | | | 英 美 制 | | |
|---------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Pa | bar | atm | kgf/cm ² | mmHg | 磅/英寸 ² |
| 1 | 10 ⁻⁵ | 9.8692 × 10 ⁻⁶ | 10.1972 × 10 ⁻⁶ | 7.5006 × 10 ⁻³ | 1.4504 × 10 ⁻⁴ |
| 10 ⁵ | 1 | 0.9869 | 1.0197 | 7.5006 × 10 ² | 14.5038 |
| 101.325 × 10 ³ | 1.01325 | 1 | 1.0333 | 760 | 14.696 |
| 98.0665 × 10 ³ | 0.9807 | 0.9678 | 1 | 735.5 | 14.223 |
| 6.8947 × 10 ³ | 0.06895 | 0.0680 | 0.0703 | 51.715 | 1 |

流量

| 公 制 | | | 英 美 制 | | |
|-----------|--------|-------------------|--------------------|--------|---------|
| 米/秒 | 升/秒 | 米 ³ /时 | 英尺 ³ /秒 | 美加仑/秒 | 英加仑/秒 |
| 1 | 1000 | 3600 | 35.3132 | 264.2 | 220.090 |
| 0.01 | 1 | 3.60 | 0.0353 | 0.2642 | 0.2201 |
| 0.0002778 | 0.2778 | 1 | 0.0098 | 0.0734 | 0.0611 |
| 0.0283 | 28.326 | 101.9408 | 1 | 7.4805 | 6.2279 |
| 0.003786 | 3.7863 | 13.626 | 0.1337 | 1 | 0.8333 |
| 0.0045 | 4.5435 | 16.3466 | 0.1607 | 1.2004 | 1 |

温度换算表

| °C | | °F | °C | | °F |
|-------|--------|-------|-------|------|-------|
| -273 | -459.4 | | 43.3 | 110 | 230.0 |
| -268 | -450 | | 46.1 | 115 | 239.0 |
| -240 | -400 | | 48.9 | 120 | 248.0 |
| -212 | -350 | | 54.4 | 130 | 266.0 |
| -184 | -300 | | 60.0 | 140 | 284.0 |
| -157 | -250 | -418 | 65.6 | 150 | 302.0 |
| -129 | -200 | -328 | 71.1 | 160 | 320.0 |
| -101 | -150 | -238 | 76.7 | 170 | 338.0 |
| -73 | -100 | -148 | 82.2 | 180 | 356.0 |
| -45.6 | -50 | -58.0 | 87.8 | 190 | 374.0 |
| -42.8 | -45 | -49.0 | 93.3 | 200 | 392.0 |
| -40.0 | -40 | -40.0 | 98.9 | 210 | 410.0 |
| -37.2 | -35 | -31.0 | 104.4 | 220 | 428.0 |
| -34.4 | -30 | -22.0 | 110.0 | 230 | 446.0 |
| -31.7 | -25 | -13.0 | 115.6 | 240 | 464.0 |
| -28.9 | -20 | -4.0 | 121 | 250 | 482 |
| -26.1 | -15 | 5.0 | 149 | 300 | 572 |
| -23.2 | -10 | 14.0 | 177 | 350 | 662 |
| 20.6 | -5 | 23.0 | 204 | 400 | 752 |
| -17.8 | 0 | 32.0 | 232 | 450 | 842 |
| -15.0 | 5 | 41.0 | 260 | 500 | 932 |
| -12.2 | 10 | 50.0 | 288 | 550 | 1022 |
| -9.4 | 15 | 59.0 | 316 | 600 | 1112 |
| -6.7 | 20 | 68.0 | 343 | 650 | 1202 |
| -3.9 | 25 | 77.0 | 371 | 700 | 1292 |
| -1.1 | 30 | 86.0 | 399 | 750 | 1382 |
| 0 | 32 | 89.6 | 427 | 800 | 1472 |
| 1.7 | 35 | 95.0 | 454 | 850 | 1562 |
| 4.4 | 40 | 104.0 | 482 | 900 | 1652 |
| 7.2 | 45 | 113.0 | 510 | 950 | 1742 |
| 10.0 | 50 | 122.0 | 538 | 1000 | 1832 |
| 12.8 | 55 | 131.0 | 566 | 1050 | 1922 |
| 15.6 | 60 | 140.0 | 593 | 1100 | 2012 |
| 18.3 | 65 | 149.0 | 621 | 1150 | 2102 |
| 21.1 | 70 | 158.0 | 649 | 1200 | 2192 |
| 23.9 | 75 | 167.0 | 677 | 1250 | 2282 |
| 26.7 | 80 | 176.0 | 704 | 1300 | 2372 |
| 29.4 | 85 | 185.0 | 732 | 1350 | 2462 |
| 32.2 | 90 | 194.0 | 762 | 1400 | 2552 |
| 35.0 | 95 | 203.0 | 788 | 1450 | 2642 |
| 37.8 | 100 | 212.0 | 816 | 1500 | 2732 |
| 40.6 | 105 | 221.0 | | | |

注：中间一栏数字是要换算的温度，要查出摄氏温度数，看左边一栏，要换算成华氏温度，看右边一栏。

温度单位换算

| 换算内容 | 换算公式 |
|-------------------|--|
| 摄氏度(°C)换算成华氏度(°F) | $t_F = 1.8t_C + 32 (^{\circ}\text{F})$ |
| 摄氏度(°C)换算成凯尔文度(K) | $t_K = t_C + 273.16 (^{\circ}\text{K})$ |
| 华氏度(°F)换算成摄氏度(°C) | $t_C = (t_F - 32) \times \frac{5}{9} (^{\circ}\text{C})$ |

注: t_F 、 t_K 、 t_C 分别表示华氏、凯尔文和摄氏温度。

动力粘度 η 单位换算

| 公斤·秒/米 ² (kg·s/m ²) | 牛顿·秒/米 ² (N·s/m ²) 或帕·秒(Pa·s) | 泊(P)或 达因·秒/厘米 ² (dyn·s/cm ²) | 厘泊 (cP) | 磅·秒/英尺 ² (lb·s/ft ²) |
|---|--|---|----------------------|--|
| 1 | 9.81 | 98.1 | 9.81×10 ² | 0.205 |
| 0.102 | 1 | 10 | 10 ³ | 20.9×10 ⁻³ |
| 1.02×10 ⁻² | 0.1 | 1 | 10 ² | 20.9×10 ⁻⁴ |
| 1.02×10 ⁻⁴ | 10 ⁻³ | 10 ⁻² | 1 | 2.09×10 ⁻⁴ |
| 4.88 | 47.88 | 478.8 | 4.788 | 1 |

注: 1泊=0.1Pa·s=1.02×10³克·秒/厘米²

运动粘度 ν 单位换算

| 厘米 ² /秒 (cm ² /s)或渣*(St) | 米 ² /秒(m ² /s) | 米 ² /时(m ² /h) | 英尺 ² /秒(ft ² /s) | 英尺 ² /时(ft ² /h) |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| 1 | 10 ⁻⁴ | 0.36 | 1.076×10 ⁻³ | 3.875 |
| 10 ⁴ | 1 | 3.6×10 ³ | 10.76 | 3.875×10 ⁴ |
| 2.778 | 2.778×10 ⁻⁴ | 1 | 2.99×10 ⁻³ | 10.76 |
| 929 | 9.29×10 ⁻³ | 3.346×10 ² | 1 | 3.6×10 ³ |
| 0.258 | 2.58×10 ⁻³ | 9.29×10 ⁻² | 2.78×10 ⁻⁴ | 1 |

1 厘渣(cSt)=10⁻²渣(St)

注: 渣是斯托克斯(stokes)的习称呼。

动力粘度 η 与运输粘度 ν 的换算公式:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

式中 ν 单位:厘渣(cSt)

η 单位:10⁻³ (牛顿·秒/米²) = 1 厘泊(cP)

ρ 单位:(克/厘米³)

附录二

水的性质表 (按温度编排)

| 温度 °F | 温度 °C | 饱和压力 kgf/cm ² (绝) | 比重 Gr | 温度 °F | 温度 °C | 饱和压力 kgf/cm ² (绝) | 比重 Gr |
|-------|-------|---------------------------------|----------|----------|----------|---------------------------------|----------|
| 32 | 0 | 0.0062 | 1.0013 | 190 | 87.8 | 0.6566 | 0.9681 |
| 40 | 4.4 | 0.0086 | 1.0013 | 200 | 93.3 | 0.8104 | 0.9646 |
| 50 | 10.0 | 0.0121 | 0.0007 | 210 | 98.9 | 0.9930 | 0.9605 |
| 60 | 15.6 | 0.0187 | 1.0000 | 212 | 100 | 1.0333 | 0.9594 |
| 70 | 21.1 | 0.0255 | 0.9989 | 220 | 104.4 | 1.2083 | 0.9566 |
| 80 | 26.7 | 0.0356 | 0.9976 | 240 | 115.6 | 1.7364 | 0.9480 |
| 90 | 32.2 | 0.0491 | 0.9963 | 260 | 126.7 | 2.4910 | 0.9386 |
| 100 | 37.8 | 0.0667 | 0.9946 | 280 | 137.8 | 3.4595 | 0.9294 |
| 110 | 43.3 | 0.0896 | 0.9919 | 300 | 148.9 | 4.7117 | 0.9194 |
| 120 | 48.9 | 0.1190 | 0.9901 | 350 | 176.7 | 9.4698 | 0.8918 |
| 130 | 54.4 | 0.1563 | 0.9872 | 400 | 204.4 | 17.3884 | 0.8606 |
| 140 | 60.0 | 0.2031 | 0.9848 | 450 | 232.2 | 29.7130 | 0.8270 |
| 150 | 65.6 | 0.2614 | 0.9818 | 500 | 260.0 | 47.8670 | 0.7863 |
| 160 | 71.1 | 0.3333 | 0.9786 | 550 | 287.8 | 73.4480 | 0.7358 |
| 170 | 76.7 | 0.4213 | 0.9752 | 600 | 315.6 | 108.4813 | 0.6796 |
| 180 | 82.2 | 0.5280 | 0.9717 | 700 | 371.1 | 217.5180 | 0.4347 |

摘自《控制阀手册》第二版美国费希尔控制设备公司

附录三

饱和水蒸气及过热热水蒸气的重度表(kg/m^3)

| 压力(MPa) 饱和温度($^{\circ}\text{C}$) | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 99.09 | 101.76 | 104.25 | 106.56 | 108.74 | 110.76 | 112.73 | 114.57 | 116.33 | 118.01 | 119.62 | 121.16 | 122.65 | 124.08 | 125.46 |
| 100 | 0.5784 | 0.6192 | 0.6764 | 0.734 | 0.791 | 0.826 | 0.881 | 0.938 | 0.994 | 1.049 | 1.107 | 1.132 | 1.187 | 1.242 | 1.298 |
| 110 | 0.5621 | 0.6192 | 0.6764 | 0.734 | 0.791 | 0.826 | 0.881 | 0.938 | 0.994 | 1.049 | 1.107 | 1.132 | 1.187 | 1.242 | 1.298 |
| 120 | 0.547 | 0.6053 | 0.658 | 0.714 | 0.769 | 0.803 | 0.857 | 0.912 | 0.967 | 1.022 | 1.077 | 1.102 | 1.155 | 1.209 | 1.263 |
| 130 | 0.5325 | 0.5865 | 0.641 | 0.695 | 0.7488 | 0.782 | 0.835 | 0.888 | 0.942 | 0.995 | 1.048 | 1.102 | 1.155 | 1.209 | 1.263 |
| 140 | 0.5192 | 0.5714 | 0.6238 | 0.677 | 0.7294 | 0.763 | 0.814 | 0.866 | 0.918 | 0.970 | 1.021 | 1.073 | 1.125 | 1.178 | 1.230 |
| 150 | 0.5063 | 0.5574 | 0.609 | 0.660 | 0.7112 | 0.745 | 0.794 | 0.845 | 0.895 | 0.9408 | 0.996 | 1.047 | 1.097 | 1.148 | 1.199 |
| 160 | 0.4943 | 0.5441 | 0.5942 | 0.644 | 0.6943 | 0.727 | 0.776 | 0.8242 | 0.875 | 0.923 | 0.972 | 1.022 | 1.071 | 1.120 | 1.170 |
| 170 | 0.4828 | 0.5313 | 0.580 | 0.629 | 0.6786 | 0.710 | 0.757 | 0.805 | 0.853 | 0.901 | 0.950 | 0.998 | 1.046 | 1.094 | 1.142 |
| 180 | 0.4719 | 0.5192 | 0.567 | 0.615 | 0.6621 | 0.694 | 0.741 | 0.787 | 0.834 | 0.881 | 0.928 | 0.975 | 1.022 | 1.069 | 1.116 |
| 190 | 0.4615 | 0.508 | 0.554 | 0.601 | 0.6473 | 0.679 | 0.725 | 0.770 | 0.816 | 0.862 | 0.9076 | 0.954 | 0.999 | 1.045 | 1.091 |
| 200 | 0.4515 | 0.4969 | 0.542 | 0.588 | 0.6333 | 0.664 | 0.7102 | 0.754 | 0.799 | 0.844 | 0.8888 | 0.933 | 0.978 | 1.023 | 1.067 |
| 210 | 0.4419 | 0.4864 | 0.531 | 0.575 | 0.620 | 0.650 | 0.6943 | 0.738 | 0.782 | 0.826 | 0.870 | 0.913 | 0.957 | 1.001 | 1.045 |
| 220 | 0.4327 | 0.4762 | 0.520 | 0.563 | 0.607 | 0.637 | 0.680 | 0.723 | 0.766 | 0.809 | 0.852 | 0.894 | 0.937 | 0.980 | 1.023 |
| 230 | 0.4241 | 0.4666 | 0.509 | 0.552 | 0.594 | 0.624 | 0.667 | 0.709 | 0.751 | 0.792 | 0.835 | 0.876 | 0.918 | 0.961 | 1.003 |
| 240 | 0.4156 | 0.4573 | 0.4990 | 0.541 | 0.583 | 0.624 | 0.667 | 0.709 | 0.751 | 0.792 | 0.835 | 0.876 | 0.918 | 0.961 | 1.003 |
| 250 | 0.4071 | 0.4484 | 0.4893 | 0.530 | 0.571 | 0.612 | 0.654 | 0.695 | 0.736 | 0.776 | 0.818 | 0.859 | 0.900 | 0.942 | 0.983 |
| 260 | 0.3998 | 0.4399 | 0.4800 | 0.520 | 0.560 | 0.601 | 0.640 | 0.681 | 0.722 | 0.761 | 0.803 | 0.842 | 0.883 | 0.923 | 0.964 |
| 270 | 0.3924 | 0.4318 | 0.4711 | 0.510 | 0.550 | 0.5895 | 0.629 | 0.668 | 0.708 | 0.747 | 0.787 | 0.826 | 0.866 | 0.906 | 0.946 |
| 280 | 0.3852 | 0.4239 | 0.4625 | 0.5012 | 0.540 | 0.579 | 0.614 | 0.656 | 0.695 | 0.734 | 0.773 | 0.811 | 0.850 | 0.889 | 0.928 |
| 290 | 0.3784 | 0.4165 | 0.4541 | 0.4922 | 0.530 | 0.568 | 0.606 | 0.644 | 0.682 | 0.721 | 0.759 | 0.797 | 0.835 | 0.873 | 0.911 |
| 300 | 0.3717 | 0.4089 | 0.4460 | 0.4833 | 0.5207 | 0.558 | 0.596 | 0.633 | 0.670 | 0.708 | 0.745 | 0.783 | 0.820 | 0.858 | 0.895 |

附录三 续一

| 压力(MPa) | 2.5 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3.0 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.6 | 4.8 | 5.0 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 饱和温度(°C) | 126.79 | 128.08 | 129.34 | 130.55 | 131.73 | 132.88 | 135.08 | 137.18 | 139.18 | 141.09 | 142.92 | 144.68 | 146.38 | 148.01 | 149.59 | 151.1 |
| 重量 | 1.368 | 1.417 | 1.469 | 1.520 | 1.570 | 1.621 | 1.722 | 1.823 | 1.924 | 2.024 | 2.124 | 2.223 | 2.323 | 2.422 | 2.521 | 2.626 |
| 130 | 1.354 | 1.409 | 1.466 | | | | | | | | | | | | | |
| 140 | 1.317 | 1.371 | 1.425 | 1.480 | 1.534 | 1.588 | 1.698 | 1.808 | 1.918 | | | | | | | |
| 150 | 1.282 | 1.335 | 1.387 | 1.440 | 1.493 | 1.546 | 1.652 | 1.758 | 1.865 | 1.973 | 2.081 | 2.180 | 2.298 | 2.407 | 2.517 | |
| 160 | 1.250 | 1.301 | 1.352 | 1.403 | 1.455 | 1.506 | 1.609 | 1.712 | 1.816 | 1.921 | 2.025 | 2.130 | 2.235 | 2.341 | 2.447 | 2.553 |
| 170 | 1.220 | 1.269 | 1.319 | 1.369 | 1.419 | 1.469 | 1.569 | 1.669 | 1.770 | 1.871 | 1.913 | 2.074 | 2.177 | 2.279 | 2.382 | 2.485 |
| 180 | 1.191 | 1.289 | 1.288 | 1.336 | 1.385 | 1.434 | 1.531 | 1.629 | 1.727 | 1.826 | 1.924 | 2.024 | 2.123 | 2.222 | 2.321 | 2.421 |
| 190 | 1.163 | 1.211 | 1.258 | 1.305 | 1.353 | 1.400 | 1.495 | 1.590 | 1.686 | 1.782 | 1.878 | 1.974 | 2.071 | 2.168 | 2.266 | 2.362 |
| 200 | 1.137 | 1.184 | 1.230 | 1.276 | 1.322 | 1.368 | 1.461 | 1.554 | 1.646 | 1.741 | 1.834 | 1.929 | 2.023 | 2.117 | 2.211 | 2.306 |
| 210 | 1.113 | 1.158 | 1.203 | 1.248 | 1.293 | 1.338 | 1.429 | 1.520 | 1.611 | 1.702 | 1.793 | 1.885 | 1.977 | 2.068 | 2.161 | 2.253 |
| 220 | 1.089 | 1.133 | 1.177 | 1.221 | 1.266 | 1.310 | 1.398 | 1.487 | 1.576 | 1.665 | 1.754 | 1.844 | 1.933 | 2.022 | 2.113 | 2.203 |
| 230 | 1.086 | 1.110 | 1.153 | 1.196 | 1.239 | 1.282 | 1.369 | 1.456 | 1.543 | 1.630 | 1.717 | 1.805 | 1.892 | 1.979 | 2.067 | 2.155 |
| 240 | 1.045 | 1.087 | 1.129 | 1.172 | 1.214 | 1.257 | 1.341 | 1.426 | 1.511 | 1.596 | 1.682 | 1.767 | 1.853 | 1.937 | 2.024 | 2.110 |
| 250 | 1.024 | 1.065 | 1.107 | 1.148 | 1.190 | 1.231 | 1.314 | 1.397 | 1.481 | 1.564 | 1.648 | 1.731 | 1.815 | 1.898 | 1.982 | 2.066 |
| 260 | 1.004 | 1.045 | 1.085 | 1.126 | 1.167 | 1.209 | 1.288 | 1.370 | 1.452 | 1.533 | 1.615 | 1.697 | 1.779 | 1.861 | 1.943 | 2.025 |
| 270 | 0.985 | 1.025 | 1.065 | 1.105 | 1.145 | 1.184 | 1.264 | 1.344 | 1.424 | 1.504 | 1.584 | 1.664 | 1.744 | 1.824 | 1.905 | 1.986 |
| 280 | 0.967 | 1.006 | 1.045 | 1.084 | 1.123 | 1.162 | 1.240 | 1.319 | 1.397 | 1.476 | 1.554 | 1.632 | 1.711 | 1.790 | 1.869 | 1.948 |
| 290 | 0.950 | 0.988 | 1.026 | 1.064 | 1.102 | 1.141 | 1.218 | 1.295 | 1.371 | 1.448 | 1.525 | 1.602 | 1.680 | 1.757 | 1.834 | 1.911 |
| 300 | 0.933 | 0.970 | 1.008 | 1.045 | 1.083 | 1.121 | 1.196 | 1.271 | 1.346 | 1.422 | 1.497 | 1.573 | 1.649 | 1.724 | 1.800 | 1.876 |

附录三 续二

| 压力(MPa) | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 18.0 | 19.0 | 20.0 | 21.0 | 22.0 | 23.0 | 24.0 | 25.0 | 26.0 | 27.0 | 28.0 | 29.0 | 30.0 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 重量 | 2.866 | 3.111 | 3.355 | 3.600 | 3.845 | 4.085 | 4.326 | 4.568 | 4.812 | 5.051 | 5.291 | 5.531 | 5.771 | 6.013 | 6.254 | 6.494 |
| 温度(°C) | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 8.0 | 9.5 | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 13.0 | 14.0 | 15.0 | 16.0 |
| 温度(°C) | 154.72 | 158.08 | 161.22 | 164.17 | 166.97 | 169.61 | 172.12 | 174.53 | 176.83 | 179.04 | 183.20 | 187.08 | 190.71 | 197.13 | 203.26 | 209.19 |
| 温度(°C) | 2.822 | 3.093 | 2.271 | 3.557 | 3.807 | 4.078 | 4.226 | 4.494 | 4.764 | 5.035 | 5.417 | 5.963 | 6.317 | 6.842 | 7.346 | 7.842 |
| 温度(°C) | 2.744 | 3.006 | 2.181 | 3.440 | 3.699 | 3.962 | 4.109 | 4.367 | 4.625 | 4.888 | 5.263 | 5.784 | 6.125 | 6.640 | 7.130 | 7.612 |
| 温度(°C) | 2.673 | 2.926 | 2.099 | 3.350 | 3.601 | 3.855 | 4.109 | 4.367 | 4.625 | 4.888 | 5.263 | 5.784 | 6.125 | 6.640 | 7.130 | 7.612 |
| 温度(°C) | 2.607 | 2.852 | 2.022 | 3.266 | 3.510 | 3.757 | 4.006 | 4.250 | 4.500 | 4.753 | 5.263 | 5.784 | 6.125 | 6.640 | 7.130 | 7.612 |
| 温度(°C) | 2.544 | 2.783 | 2.022 | 3.266 | 3.510 | 3.757 | 4.006 | 4.250 | 4.500 | 4.753 | 5.263 | 5.784 | 6.125 | 6.640 | 7.130 | 7.612 |
| 温度(°C) | 2.484 | 2.717 | 2.951 | 3.187 | 3.425 | 3.663 | 3.902 | 4.142 | 4.385 | 4.630 | 5.120 | 5.621 | 6.125 | 6.640 | 7.130 | 7.612 |
| 温度(°C) | 2.428 | 2.655 | 2.883 | 3.113 | 3.344 | 3.575 | 3.808 | 4.042 | 4.275 | 4.515 | 4.992 | 5.473 | 5.963 | 6.456 | 6.950 | 7.442 |
| 温度(°C) | 2.375 | 2.597 | 2.820 | 3.044 | 3.268 | 3.493 | 3.720 | 3.948 | 4.175 | 4.407 | 4.871 | 5.340 | 5.880 | 6.290 | 6.790 | 7.290 |
| 温度(°C) | 2.325 | 2.541 | 2.759 | 3.018 | 3.196 | 3.415 | 3.637 | 3.859 | 4.080 | 4.306 | 4.757 | 5.210 | 5.670 | 6.130 | 6.590 | 7.050 |
| 温度(°C) | 2.277 | 2.488 | 2.707 | 2.915 | 3.128 | 3.343 | 3.539 | 3.735 | 3.930 | 4.120 | 4.644 | 5.090 | 5.544 | 5.990 | 6.440 | 6.890 |
| 温度(°C) | 2.231 | 2.438 | 2.646 | 2.855 | 3.064 | 3.274 | 3.484 | 3.696 | 3.907 | 4.120 | 4.547 | 4.980 | 5.410 | 5.851 | 6.290 | 6.730 |
| 温度(°C) | 2.187 | 2.390 | 2.593 | 2.797 | 3.002 | 3.207 | 3.513 | 3.621 | 3.827 | 4.034 | 4.452 | 4.873 | 5.300 | 5.724 | 6.148 | 6.572 |
| 温度(°C) | 2.145 | 2.341 | 2.543 | 2.742 | 2.943 | 3.144 | 3.346 | 3.069 | 3.749 | 3.952 | 4.351 | 4.771 | 5.190 | 5.602 | 6.014 | 6.426 |
| 温度(°C) | 2.105 | 2.300 | 2.495 | 2.690 | 2.886 | 3.083 | 3.281 | 3.479 | 3.676 | 3.874 | 4.274 | 4.675 | 5.080 | 5.485 | 5.890 | 6.295 |
| 温度(°C) | 2.066 | 2.257 | 2.449 | 2.640 | 2.932 | 3.000 | 3.218 | 3.412 | 3.606 | 3.800 | 4.191 | 4.583 | 4.980 | 5.376 | 5.772 | 6.168 |

附录三 续三

| 压力(MPa)/kgf/cm ² | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 饱和温度(°C) | 197.36 | 200.43 | 203.35 | 206.14 | 208.81 | 211.38 | 213.85 | 216.23 | 218.53 | 220.75 | 222.90 | 224.99 | 227.01 | 228.96 | 230.89 |
| 重 度 | 7.452 | 7.930 | 8.410 | 8.889 | 9.366 | 9.852 | 10.34 | 10.82 | 11.30 | 11.78 | 12.27 | 12.76 | 13.24 | 13.73 | 14.22 |
| | 210 | 7.160 | 7.690 | 8.230 | 8.787 | 9.346 | | 10.960 | 11.250 | | | | | | |
| | 220 | 6.960 | 7.470 | 7.987 | 8.511 | 9.042 | 10.130 | 10.330 | 10.870 | 11.420 | 11.970 | 12.530 | 13.100 | 13.680 | |
| | 230 | 6.770 | 7.260 | 7.760 | 8.260 | 8.770 | 9.298 | 9.810 | 10.340 | 10.860 | 11.380 | 11.910 | 12.440 | 12.970 | 13.500 |
| | 240 | 6.600 | 7.070 | 7.550 | 8.040 | 8.530 | 9.020 | 9.520 | 10.020 | 10.540 | 11.060 | 11.580 | 12.100 | 12.620 | 13.140 |
| | 250 | 6.440 | 6.900 | 7.360 | 7.830 | 8.310 | 8.780 | 9.260 | 9.750 | 10.240 | 10.740 | 11.240 | 11.750 | 12.260 | 12.770 |
| | 260 | 6.290 | 6.740 | 7.190 | 7.640 | 8.140 | 8.560 | 9.020 | 9.500 | 9.970 | 10.450 | 10.930 | 11.420 | 11.910 | 12.410 |
| | 270 | 6.150 | 6.590 | 7.020 | 7.460 | 7.910 | 8.350 | 8.800 | 9.260 | 9.720 | 10.180 | 10.640 | 11.120 | 11.590 | 12.070 |
| | 280 | 6.020 | 6.450 | 6.870 | 7.290 | 7.730 | 8.160 | 8.590 | 9.040 | 9.480 | 9.930 | 10.380 | 10.830 | 11.290 | 11.750 |
| | 290 | 5.890 | 6.310 | 6.720 | 7.140 | 7.560 | 7.980 | 8.400 | 8.830 | 9.260 | 9.700 | 10.130 | 10.570 | 11.010 | 11.460 |
| | 300 | 5.770 | 6.180 | 6.580 | 6.990 | 7.390 | 7.810 | 8.220 | 8.630 | 9.060 | 9.480 | 9.900 | 10.330 | 10.760 | 11.190 |
| | 310 | 5.660 | 6.060 | 6.450 | 6.850 | 7.240 | 7.650 | 8.050 | 8.450 | 8.870 | 9.270 | 9.680 | 10.100 | 10.520 | 10.940 |
| | 320 | 5.550 | 5.940 | 6.320 | 6.710 | 7.100 | 7.490 | 7.890 | 8.280 | 8.686 | 9.080 | 9.480 | 9.880 | 10.290 | 10.700 |
| | 330 | 5.450 | 5.830 | 6.200 | 6.580 | 6.960 | 7.340 | 7.730 | 8.120 | 8.500 | 8.900 | 9.290 | 9.680 | 10.070 | 10.470 |
| | 340 | 5.350 | 5.720 | 6.090 | 6.460 | 6.830 | 7.200 | 7.580 | 7.960 | 8.340 | 8.720 | 9.100 | 9.480 | 9.870 | 10.260 |
| | 350 | 5.260 | 5.620 | 5.980 | 6.340 | 6.710 | 7.070 | 7.440 | 7.810 | 8.180 | 8.550 | 8.930 | 9.310 | 9.680 | 10.060 |
| | 360 | 5.160 | 5.520 | 5.870 | 6.230 | 6.580 | 6.940 | 7.300 | 7.670 | 8.030 | 8.396 | 8.760 | 9.130 | 9.500 | 9.870 |
| | 370 | 5.076 | 5.420 | 5.770 | 6.120 | 6.470 | 6.820 | 7.170 | 7.530 | 7.890 | 8.240 | 8.600 | 8.960 | 9.320 | 9.690 |
| | 380 | 3.990 | 5.330 | 5.670 | 5.020 | 6.360 | 6.710 | 7.059 | 7.400 | 7.760 | 8.100 | 8.450 | 8.800 | 9.150 | 9.510 |
| | 390 | 4.909 | 5.240 | 5.580 | 5.920 | 6.250 | 6.590 | 6.930 | 7.270 | 7.620 | 7.960 | 8.300 | 8.650 | 8.990 | 9.340 |
| | 400 | 4.831 | 5.100 | 5.490 | 5.820 | 6.150 | 6.480 | 6.820 | 7.150 | 7.490 | 7.830 | 8.160 | 8.500 | 8.840 | 9.180 |

附录三 续四

| 压力 ρ /kg/cm ² | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 饱和温度(°C) | 232.76 | 234.57 | 236.55 | 238.08 | 239.77 | 241.42 | 243.04 | 244.62 | 246.17 | 247.69 | 249.18 | 250.64 | 252.07 | 253.48 | 254.87 |
| 重度 | 14.71 | 15.20 | 15.70 | 16.19 | 16.69 | 17.18 | 17.68 | 18.18 | 18.68 | 19.19 | 19.70 | 20.20 | 20.71 | 21.22 | 21.73 |
| 组 度 | 240 | 14.34 | 14.91 | 15.49 | 16.08 | 16.63 | 17.22 | 17.82 | 18.42 | 19.02 | 19.65 | 20.06 | 20.66 | 21.28 | |
| | 250 | 13.85 | 14.40 | 14.94 | 15.50 | 16.07 | 16.64 | 17.22 | 17.82 | 18.29 | 18.88 | 19.47 | 20.06 | 20.66 | 21.28 |
| | 260 | 13.42 | 13.94 | 14.46 | 14.99 | 15.52 | 16.06 | 16.61 | 17.16 | 17.73 | 18.29 | 18.76 | 19.32 | 19.88 | 20.46 |
| | 270 | 13.04 | 13.53 | 14.08 | 14.53 | 15.04 | 15.55 | 16.07 | 16.60 | 17.13 | 17.66 | 18.21 | 18.76 | 19.32 | 19.88 |
| | 280 | 12.96 | 13.16 | 13.64 | 14.12 | 14.60 | 15.09 | 15.59 | 16.09 | 16.60 | 17.10 | 17.62 | 18.14 | 18.60 | 19.11 |
| | 290 | 12.36 | 12.82 | 13.28 | 13.77 | 14.21 | 14.68 | 15.16 | 15.63 | 16.12 | 16.60 | 17.10 | 17.59 | 18.10 | 18.60 |
| | 300 | 12.06 | 12.50 | 12.95 | 13.40 | 13.85 | 14.30 | 14.76 | 15.22 | 15.68 | 16.15 | 16.62 | 17.10 | 17.58 | 18.06 |
| | 310 | 11.78 | 12.21 | 12.64 | 13.08 | 13.51 | 13.95 | 14.39 | 14.83 | 15.28 | 15.79 | 16.18 | 16.65 | 17.11 | 17.57 |
| | 320 | 11.52 | 11.94 | 12.35 | 12.78 | 13.20 | 13.62 | 14.05 | 14.48 | 14.91 | 15.35 | 15.78 | 16.23 | 16.67 | 17.12 |
| | 330 | 11.27 | 11.68 | 12.08 | 12.50 | 12.90 | 13.32 | 13.72 | 14.15 | 14.57 | 14.99 | 15.41 | 15.84 | 16.27 | 16.70 |
| | 340 | 11.04 | 11.44 | 11.83 | 12.33 | 12.68 | 13.03 | 13.43 | 13.84 | 14.24 | 14.65 | 15.06 | 15.48 | 15.89 | 16.31 |
| | 350 | 10.82 | 11.20 | 11.59 | 11.98 | 12.37 | 12.76 | 13.15 | 13.54 | 13.94 | 14.34 | 14.74 | 15.14 | 15.54 | 15.94 |
| | 360 | 10.61 | 10.99 | 11.36 | 11.74 | 12.12 | 12.50 | 12.88 | 13.27 | 13.65 | 14.04 | 14.43 | 14.82 | 15.21 | 15.60 |
| | 370 | 10.41 | 10.78 | 11.15 | 11.51 | 11.88 | 12.25 | 12.63 | 13.01 | 13.38 | 13.76 | 14.14 | 14.52 | 14.90 | 15.28 |
| | 380 | 10.22 | 10.58 | 10.94 | 11.33 | 11.66 | 12.02 | 12.39 | 12.76 | 13.12 | 13.49 | 13.86 | 14.23 | 14.60 | 14.98 |
| | 390 | 10.03 | 10.39 | 10.74 | 11.09 | 11.45 | 11.80 | 12.16 | 12.52 | 12.87 | 13.23 | 13.60 | 13.96 | 14.32 | 14.61 |
| | 400 | 9.866 | 10.21 | 10.55 | 10.90 | 11.24 | 11.59 | 11.94 | 12.29 | 12.64 | 12.99 | 13.34 | 13.70 | 14.06 | 14.41 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 14.77 |

附录二 续五

| 压力(kgf/cm ²) | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 62 | 64 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 重量 | 256.23 | 257.56 | 258.88 | 260.17 | 261.45 | 262.70 | 265.15 | 267.53 | 269.84 | 272.10 | 274.29 | 276.43 | 278.51 |
| 饱和温度(°C) | 22.25 | 22.76 | 23.27 | 23.79 | 24.31 | 24.84 | 25.89 | 26.95 | 28.02 | 29.10 | 30.19 | 31.28 | 32.38 |
| 250 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 260 | 21.91 | 22.53 | 23.16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 270 | 21.04 | 21.62 | 22.22 | 22.83 | 23.44 | 24.06 | 25.32 | 26.64 | 28.00 | — | — | — | — |
| 280 | 20.29 | 20.84 | 21.40 | 21.69 | 22.53 | 23.11 | 24.29 | 25.50 | 26.74 | 28.04 | 29.73 | 30.75 | 32.14 |
| 290 | 19.63 | 20.15 | 20.67 | 21.20 | 21.74 | 22.29 | 23.39 | 24.52 | 25.67 | 26.86 | 28.07 | 29.33 | 30.61 |
| 300 | 19.04 | 19.53 | 20.03 | 20.54 | 21.05 | 21.56 | 22.60 | 23.67 | 24.75 | 25.84 | 26.99 | 28.15 | 29.33 |
| 310 | 18.51 | 18.98 | 19.45 | 19.94 | 20.43 | 20.91 | 21.91 | 22.92 | 23.94 | 24.99 | 26.05 | 27.12 | 28.23 |
| 320 | 18.02 | 18.48 | 18.93 | 19.40 | 19.86 | 20.33 | 21.28 | 22.24 | 23.21 | 24.20 | 25.21 | 26.29 | 27.27 |
| 330 | 17.57 | 18.01 | 18.45 | 18.90 | 19.34 | 19.80 | 20.76 | 21.62 | 22.56 | 23.50 | 24.46 | 25.43 | 26.42 |
| 340 | 17.15 | 17.58 | 18.00 | 18.43 | 18.86 | 19.30 | 20.18 | 21.06 | 21.96 | 22.86 | 23.79 | 24.72 | 25.65 |
| 350 | 16.76 | 17.17 | 17.58 | 18.00 | 18.42 | 18.84 | 19.69 | 20.54 | 21.41 | 22.27 | 23.17 | 24.06 | 24.96 |
| 360 | 16.39 | 16.79 | 17.19 | 17.60 | 18.01 | 18.41 | 19.23 | 20.06 | 20.90 | 21.73 | 22.59 | 23.45 | 24.32 |
| 370 | 16.05 | 16.44 | 16.83 | 17.22 | 17.62 | 18.01 | 18.80 | 19.61 | 20.42 | 21.23 | 22.05 | 22.88 | 23.72 |
| 380 | 15.73 | 16.11 | 16.49 | 16.87 | 17.25 | 17.63 | 18.40 | 19.18 | 19.97 | 20.76 | 21.55 | 22.36 | 23.17 |
| 390 | 15.42 | 15.79 | 16.16 | 16.53 | 16.90 | 17.20 | 18.03 | 18.78 | 19.55 | 20.32 | 21.09 | 21.87 | 22.65 |
| 400 | 15.13 | 15.49 | 15.85 | 16.21 | 16.57 | 16.94 | 17.67 | 18.41 | 19.15 | 19.90 | 20.65 | 21.41 | 22.17 |
| 410 | 14.85 | 15.20 | 15.55 | 15.91 | 16.26 | 16.62 | 17.83 | 18.05 | 18.79 | 19.51 | 20.24 | 20.98 | 21.72 |
| 420 | 14.24 | 14.93 | 15.27 | 15.62 | 15.97 | 16.31 | 17.01 | 17.71 | 18.42 | 19.14 | 19.85 | 20.57 | 21.29 |
| 430 | 13.99 | 14.67 | 15.01 | 15.34 | 15.68 | 16.02 | 16.71 | 17.39 | 18.08 | 18.78 | 19.48 | 20.18 | 20.89 |
| 440 | 13.78 | 14.42 | 14.75 | 15.08 | 15.41 | 15.75 | 16.42 | 17.09 | 17.76 | 18.44 | 19.12 | 19.81 | 20.53 |
| 450 | 13.53 | 14.18 | 14.50 | 14.83 | 15.15 | 15.48 | 16.13 | 16.80 | 17.45 | 18.12 | 18.79 | 19.46 | 20.13 |
| 460 | 13.31 | 13.95 | 14.27 | 14.59 | 14.90 | 15.22 | 15.86 | 16.52 | 17.16 | 17.81 | 18.46 | 19.12 | 19.78 |
| 470 | 13.10 | 13.73 | 14.04 | 14.35 | 14.67 | 14.98 | 15.61 | 16.24 | 16.88 | 17.52 | 18.16 | 18.80 | 19.44 |
| 480 | 12.90 | 13.51 | 13.82 | 14.13 | 14.44 | 14.75 | 15.37 | 15.98 | 16.61 | 17.23 | 17.86 | 18.49 | 19.12 |
| 490 | 12.71 | 13.31 | 13.61 | 13.91 | 14.22 | 14.52 | 15.13 | 15.73 | 16.34 | 16.96 | 17.58 | 18.19 | 18.82 |
| 500 | 12.52 | 13.11 | 13.41 | 13.70 | 14.00 | 14.30 | 14.90 | 15.49 | 16.09 | 16.70 | 17.30 | 17.91 | 18.52 |
| 510 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 520 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 530 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 540 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 550 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 560 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 570 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 580 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 590 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 600 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

附录三 续六

| 压力(MPa) 压力(MPa/cm ²) | 280.55 | 282.54 | 284.48 | 286.39 | 288.25 | 290.08 | 291.86 | 293.62 | 295.34 | 297.03 | 298.69 | 300.32 | 301.92 | 303.46 | 305.04 | 306.56 |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 温度 (°C) | 33.49 | 34.61 | 35.74 | 36.89 | 38.05 | 39.20 | 40.89 | 41.58 | 42.78 | 43.99 | 45.21 | 46.45 | 47.69 | 48.94 | 50.22 | 51.52 |
| 250 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 84 | 86 | 88 | 90 | 92 | 94 | 96 |
| 260 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 270 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 280 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 290 | 31.94 | 33.31 | 34.72 | 36.19 | 37.71 | 39.20 | 40.89 | 41.58 | 42.78 | 43.99 | 45.21 | 46.45 | 47.69 | 48.94 | 50.22 | 51.52 |
| 300 | 30.54 | 31.79 | 33.06 | 34.38 | 35.73 | 37.12 | 38.57 | 40.05 | 41.60 | 43.20 | 44.84 | 43.74 | 45.27 | 46.90 | 48.57 | 50.30 |
| 310 | 29.56 | 30.51 | 31.69 | 32.89 | 34.12 | 35.40 | 36.68 | 38.01 | 39.37 | 40.78 | 42.23 | 40.16 | 41.69 | 42.86 | 44.28 | 45.72 |
| 320 | 28.63 | 29.43 | 30.51 | 31.62 | 32.76 | 33.94 | 35.12 | 36.34 | 37.58 | 38.85 | 40.16 | 38.43 | 39.64 | 40.88 | 42.18 | 43.48 |
| 330 | 27.42 | 28.43 | 29.47 | 30.62 | 31.81 | 33.09 | 34.39 | 35.79 | 37.09 | 38.43 | 39.82 | 38.08 | 39.22 | 40.42 | 41.62 | 42.83 |
| 340 | 26.61 | 27.57 | 28.55 | 29.55 | 30.56 | 31.59 | 32.64 | 33.69 | 34.76 | 35.86 | 36.97 | 38.08 | 39.22 | 40.42 | 41.62 | 42.83 |
| 350 | 25.87 | 26.79 | 27.73 | 28.68 | 29.64 | 30.61 | 31.61 | 32.60 | 33.61 | 34.64 | 35.69 | 36.78 | 37.80 | 38.91 | 40.02 | 41.14 |
| 360 | 25.19 | 26.08 | 26.98 | 27.89 | 28.80 | 29.73 | 30.68 | 31.61 | 32.62 | 33.58 | 34.55 | 35.54 | 36.55 | 37.58 | 38.62 | 39.68 |
| 370 | 24.57 | 25.43 | 26.29 | 27.16 | 28.04 | 28.93 | 29.84 | 30.73 | 31.65 | 32.52 | 33.52 | 34.47 | 35.42 | 36.40 | 37.38 | 38.33 |
| 380 | 23.99 | 24.82 | 25.65 | 26.49 | 27.34 | 28.19 | 29.06 | 29.86 | 30.81 | 31.69 | 32.59 | 33.50 | 34.40 | 35.34 | 36.28 | 37.22 |
| 390 | 23.45 | 24.25 | 25.05 | 25.87 | 26.69 | 27.51 | 28.34 | 29.18 | 30.03 | 30.88 | 31.74 | 32.61 | 33.48 | 34.37 | 35.27 | 36.17 |
| 400 | 22.94 | 23.72 | 24.50 | 25.29 | 26.08 | 26.87 | 27.68 | 28.49 | 29.31 | 30.13 | 30.96 | 31.79 | 32.64 | 33.49 | 34.35 | 35.21 |
| 410 | 22.47 | 23.22 | 23.98 | 24.74 | 25.51 | 26.28 | 27.06 | 27.85 | 28.64 | 29.43 | 30.24 | 31.04 | 31.85 | 32.68 | 33.50 | 34.33 |
| 420 | 22.02 | 22.75 | 23.49 | 24.23 | 24.98 | 25.73 | 26.48 | 27.25 | 28.01 | 28.78 | 29.57 | 30.34 | 31.12 | 31.92 | 32.71 | 33.52 |
| 430 | 21.59 | 22.31 | 23.03 | 23.75 | 24.48 | 25.21 | 25.94 | 26.68 | 27.42 | 28.17 | 28.93 | 29.69 | 30.44 | 31.21 | 31.98 | 32.76 |
| 440 | 21.19 | 21.89 | 22.59 | 23.29 | 24.00 | 24.72 | 25.43 | 26.15 | 26.87 | 27.60 | 28.33 | 29.07 | 29.80 | 30.55 | 31.30 | 32.05 |
| 450 | 20.81 | 21.49 | 22.17 | 22.86 | 23.55 | 24.25 | 24.95 | 25.65 | 26.35 | 27.06 | 27.77 | 28.49 | 29.20 | 29.93 | 30.66 | 31.38 |
| 460 | 20.44 | 21.11 | 21.78 | 22.45 | 23.12 | 23.80 | 24.49 | 25.17 | 25.85 | 26.55 | 27.24 | 27.94 | 28.68 | 29.34 | 30.06 | 30.75 |
| 470 | 20.09 | 20.74 | 21.40 | 22.06 | 22.72 | 23.38 | 24.05 | 24.71 | 25.38 | 26.06 | 26.74 | 27.42 | 28.10 | 28.78 | 29.48 | 30.16 |
| 480 | 19.76 | 20.39 | 21.04 | 21.68 | 22.33 | 22.98 | 23.66 | 24.28 | 24.94 | 25.60 | 26.26 | 26.92 | 27.59 | 28.26 | 28.93 | 29.61 |
| 490 | 19.43 | 20.06 | 20.66 | 21.32 | 21.96 | 22.59 | 23.23 | 23.87 | 24.51 | 25.16 | 25.81 | 26.45 | 27.10 | 27.76 | 28.41 | 29.08 |
| 500 | 19.14 | 19.74 | 20.36 | 20.98 | 21.60 | 22.22 | 22.85 | 23.47 | 24.10 | 24.73 | 25.37 | 26.00 | 26.63 | 27.27 | 27.92 | 28.57 |
| 510 | 18.84 | 19.44 | 20.04 | 20.65 | 21.26 | 21.87 | 22.48 | 23.09 | 23.71 | 24.32 | 24.95 | 25.57 | 26.19 | 26.82 | 27.45 | 28.09 |
| 520 | 18.55 | 19.13 | 19.73 | 20.33 | 20.93 | 21.53 | 22.13 | 22.73 | 23.33 | 23.94 | 24.55 | 25.16 | 25.77 | 26.38 | 27.00 | 27.63 |
| 530 | 18.28 | 18.86 | 19.44 | 20.02 | 20.61 | 21.20 | 21.79 | 22.38 | 22.97 | 23.57 | 24.17 | 24.76 | 25.36 | 25.97 | 26.57 | 27.18 |
| 540 | 18.01 | 18.58 | 19.15 | 19.73 | 20.30 | 20.88 | 21.46 | 22.05 | 22.65 | 23.21 | 23.80 | 24.38 | 24.97 | 25.57 | 26.16 | 26.75 |
| 550 | 17.76 | 18.32 | 18.88 | 19.45 | 20.01 | 20.58 | 21.15 | 21.72 | 22.30 | 22.87 | 23.45 | 24.02 | 24.59 | 25.18 | 25.75 | 26.34 |
| 560 | 17.51 | 18.06 | 18.62 | 19.18 | 19.73 | 20.29 | 20.85 | 21.41 | 21.97 | 22.54 | 23.10 | 23.63 | 24.23 | 24.81 | 25.38 | 25.95 |
| 570 | 17.27 | 17.81 | 18.36 | 18.91 | 19.46 | 20.00 | 20.55 | 21.11 | 21.66 | 22.22 | 22.77 | 23.33 | 23.88 | 24.45 | 25.01 | 25.58 |
| 580 | 17.04 | 17.57 | 18.11 | 18.65 | 19.19 | 19.73 | 20.28 | 20.82 | 21.36 | 21.91 | 22.46 | 23.00 | 23.55 | 24.10 | 24.65 | 25.21 |
| 590 | 16.82 | 17.34 | 17.87 | 18.40 | 18.93 | 19.47 | 20.00 | 20.54 | 21.07 | 21.61 | 22.15 | 22.69 | 23.22 | 23.77 | 24.31 | 24.86 |
| 600 | 16.60 | 17.12 | 17.64 | 18.16 | 18.68 | 19.21 | 19.74 | 20.26 | 20.79 | 21.32 | 21.85 | 22.38 | 22.91 | 23.45 | 23.98 | 24.52 |

附录三 续七

| 压力(MPa)kgf/cm ² | 98 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 温度(°C) | 308.06 | 309.57 | 313.12 | 316.58 | 319.92 | 323.15 | 326.27 | 329.30 | 332.23 | 335.09 | 337.86 | 340.56 | 343.18 | 345.74 |
| 重量 | 52.85 | 54.17 | 57.53 | 61.03 | 64.67 | 68.40 | 72.19 | 76.13 | 80.28 | 84.60 | 89.09 | 93.74 | 98.67 | 103.9 |
| 250 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 260 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 270 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 280 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 290 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 300 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 310 | 52.1 | 54.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 320 | 48.76 | 50.04 | 54.5 | 59.3 | 64.6 | 69.5 | 75.4 | 81.3 | 87.2 | 93.1 | 99.0 | 104.9 | 110.8 | 116.7 |
| 330 | 46.19 | 47.57 | 51.2 | 55.2 | 59.5 | 63.2 | 67.0 | 70.8 | 74.6 | 78.4 | 82.2 | 86.0 | 89.8 | 93.6 |
| 340 | 44.07 | 45.33 | 48.64 | 52.1 | 55.8 | 59.3 | 64.0 | 68.8 | 74.0 | 79.7 | 86.4 | - | - | - |
| 350 | 42.28 | 43.46 | 46.47 | 49.60 | 52.9 | 56.4 | 60.1 | 64.1 | 68.3 | 72.8 | 77.9 | 83.5 | 89.8 | 96.8 |
| 360 | 40.75 | 41.84 | 44.61 | 47.51 | 50.5 | 53.7 | 57.0 | 60.5 | 64.2 | 68.1 | 72.2 | 76.5 | 81.3 | 86.9 |
| 370 | 39.38 | 40.41 | 43.01 | 45.72 | 48.52 | 51.4 | 54.4 | 57.6 | 60.9 | 64.4 | 67.8 | 71.6 | 75.7 | 80.2 |
| 380 | 38.18 | 39.14 | 41.60 | 44.15 | 46.78 | 49.46 | 52.2 | 55.1 | 58.1 | 61.3 | 64.4 | 67.8 | 71.4 | 75.2 |
| 390 | 37.08 | 38.0 | 40.34 | 42.75 | 45.23 | 47.74 | 50.4 | 53.0 | 55.8 | 58.7 | 61.6 | 64.7 | 67.9 | 71.3 |
| 400 | 36.08 | 36.97 | 39.20 | 41.49 | 43.84 | 46.22 | 48.68 | 51.2 | 53.8 | 56.5 | 59.2 | 62.1 | 65.0 | 68.1 |
| 410 | 35.17 | 36.03 | 38.15 | 40.35 | 42.59 | 44.86 | 47.19 | 49.60 | 52.1 | 54.5 | 57.1 | 59.8 | 62.5 | 65.3 |
| 420 | 34.33 | 35.15 | 37.19 | 39.31 | 41.45 | 43.63 | 45.85 | 48.15 | 50.5 | 52.8 | 55.2 | 57.8 | 60.3 | 62.9 |
| 430 | 33.54 | 34.33 | 36.32 | 38.35 | 40.40 | 42.50 | 44.64 | 46.82 | 49.04 | 51.3 | 53.6 | 56.0 | 58.4 | 60.8 |
| 440 | 32.81 | 33.66 | 35.51 | 37.46 | 39.43 | 41.46 | 43.53 | 45.60 | 47.72 | 49.90 | 52.1 | 54.4 | 56.6 | 59.0 |
| 450 | 32.12 | 32.85 | 34.74 | 36.63 | 38.54 | 40.50 | 42.50 | 44.49 | 46.52 | 48.60 | 50.7 | 52.9 | 55.0 | 57.3 |
| 460 | 31.47 | 32.19 | 34.01 | 35.86 | 37.71 | 39.60 | 41.53 | 43.46 | 45.41 | 47.42 | 49.46 | 51.5 | 53.6 | 55.7 |
| 470 | 30.86 | 31.57 | 33.33 | 35.13 | 36.93 | 38.76 | 40.62 | 42.50 | 44.38 | 46.32 | 48.29 | 50.2 | 52.3 | 54.3 |
| 480 | 30.29 | 30.98 | 32.69 | 34.44 | 36.19 | 37.97 | 39.76 | 41.60 | 43.42 | 45.30 | 47.19 | 49.09 | 51.0 | 53.0 |
| 490 | 29.74 | 30.41 | 32.08 | 33.79 | 35.50 | 37.22 | 38.96 | 40.74 | 42.52 | 44.34 | 46.17 | 48.02 | 49.90 | 51.8 |
| 500 | 29.21 | 29.85 | 31.51 | 33.17 | 34.84 | 36.51 | 38.21 | 39.94 | 41.68 | 43.44 | 45.21 | 47.02 | 48.82 | 50.7 |
| 510 | 28.71 | 29.35 | 30.96 | 32.57 | 34.20 | 35.84 | 37.50 | 39.19 | 40.88 | 42.59 | 44.31 | 46.07 | 47.82 | 49.61 |
| 520 | 28.23 | 28.86 | 30.44 | 32.01 | 33.60 | 35.21 | 36.83 | 38.48 | 40.12 | 41.79 | 43.46 | 45.17 | 46.88 | 48.61 |
| 530 | 27.78 | 28.40 | 29.94 | 31.48 | 33.03 | 34.60 | 36.19 | 37.80 | 39.40 | 41.03 | 42.66 | 44.32 | 45.99 | 47.66 |
| 540 | 27.35 | 27.95 | 29.46 | 30.97 | 32.49 | 34.02 | 35.57 | 37.15 | 38.72 | 40.31 | 41.89 | 43.52 | 45.15 | 46.77 |
| 550 | 26.93 | 27.52 | 28.99 | 30.48 | 31.97 | 33.48 | 34.99 | 36.52 | 38.07 | 39.62 | 41.17 | 42.75 | 44.35 | 45.94 |
| 560 | 26.53 | 27.11 | 28.55 | 30.01 | 31.48 | 32.95 | 34.44 | 35.93 | 37.44 | 38.96 | 40.48 | 42.03 | 43.58 | 45.15 |
| 570 | 26.14 | 26.71 | 28.13 | 29.56 | 31.00 | 32.45 | 33.90 | 35.37 | 36.84 | 38.34 | 39.82 | 41.34 | 42.85 | 44.38 |
| 580 | 25.77 | 26.32 | 27.72 | 29.12 | 30.53 | 31.96 | 33.39 | 34.83 | 36.27 | 37.74 | 39.20 | 40.67 | 42.16 | 43.65 |
| 590 | 25.41 | 25.95 | 27.32 | 28.70 | 30.09 | 31.96 | 32.89 | 34.31 | 35.73 | 37.16 | 38.60 | 40.03 | 41.49 | 42.95 |
| 600 | 25.06 | 25.60 | 26.95 | 28.30 | 29.67 | 31.04 | 32.42 | 33.81 | 35.20 | 36.60 | 38.01 | 39.43 | 40.85 | 42.28 |

附录四

气体的性质表

| 名称 | 分子式 | 分子量 | 气体 常数 R kg·m kg·k | 密度 ρ, kg/mm ³ | | 比重 0°C, 760mmHg (空气 =1) | 沸点 T _b , K 760mmHg | 比热比 X 20°C, 760mmHg | 临界点 | | |
|-----------|--------------------------------|----------|----------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------|--|--|
| | | | | 0°C, 760mmHg | 20°C, 760mmHg | | | | 温度 T _c | 压力 P _c Kgf/cm ² | 密度 P _c kg/m ³ |
| 空气 (干) | | 28.96 | 29.28 | 1.2928 | 1.205 | 1.00 | 78.8 | 1.4* | 132.42~ 132.52 | 38.4 | 328~ 320 |
| 氮 | N ₂ | 28.0134 | 30.27 | 1.2506 | 1.165 | 0.9673 | 77.35 | 1.4* | 126.1 | 34.6 | 312 |
| 氧 | O ₂ | 31.9988 | 26.5 | 1.4289 | 1.331 | 1.1053 | 90.17 | 1.397* | 154.78 | 51.7 | 4265 |
| 氩 | Ar | 39.948 | 21.23 | 1.7840 | | 1.38 | 87.291 | 1.68 | 150.7 | 49.6 | 535 |
| 氦 | Ne | 20.183 | 42.02 | 0.9000 | | 0.6062 | 27.09 | 1.68 | 44.4 | 27.8 | 483 |
| 氖 | He | 4.003 | 211.84 | 0.17847 | | 0.1380 | 4.215 | 1.66 | 5.199 | 2.34 | 69 |
| 氪 | Kr | 83.40 | 10.12 | 3.6431 | | 2.818 | 119.79 | 1.67 | 209.4 | 56.1 | 909 |
| 氙 | Xe | 131.30 | 6.46 | 5.89 | | 4.53 | 165.02 | 1.666 | 289.75 | 59.9 | 1105 |
| 氢 | H ₂ | 2.016 | 420.63 | 0.08988 | 0.084 | 0.06952 | 20.38 | 1.412* | 32.976 | 13.2 | 31.45 |
| 甲烷 | CH ₄ | 16.043 | 52.86 | 0.7167 | 0.668 | 0.5544 | 111.7 | 1.315* | 190.7 | 47.3 | 162 |
| 乙烷 | C ₂ H ₆ | 30.07 | 28.20 | 1.3567 | 1.263 | 1.0494 | 184.52 | 1.18* | 305.45 | 49.8 | 203 |
| 丙烷 | C ₃ H ₈ | 44.097 | 19.23 | 2.005 | 1.867 | 1.5509 | 231.05 | 1.13* | 369.95 | 43.4 | 220 |
| 正丁烷 | C ₄ H ₁₀ | 58.124 | 14.59 | 2.703 | | 2.091 | 272.65 | 1.10* | 425.15 | 38.71 | 228 |
| 异丁烷 | C ₄ H ₁₀ | 58.124 | 14.59 | 2.675 | | 2.0692 | 261.45 | 1.11* | 408.15 | 37.2 | 222 |
| 正戊烷 | C ₅ H ₁₂ | 72.151 | 11.75 | 3.215 | | 2.4869 | 309.25 | 1.07* | 469.75 | 34.37 | 244 |
| 乙烯 | C ₂ H ₄ | 28.054 | 30.23 | 1.2604 | 1.174 | 0.975 | 169.45 | 1.22* | 283.05 | 51.6 | 227 |
| 丙烯 | C ₃ H ₆ | 42.081 | 20.15 | 1.914 | 1.784 | 1.48 | 225.45 | 1.15* | 365.05 | 47.1 | 233 |
| 丁烯-1 | C ₄ H ₈ | 56.108 | 15.11 | 2.500 | | 1.9338* | 266.85 | 1.11* | 419.15 | 40.99 | 233 |
| 顺丁烯-2 | C ₄ H ₈ | 56.108 | 15.11 | 2.500 | | 1.9338* | 276.85 | 1.1214* | 433.15 | 42.89 | 238 |
| 反丁烯-2 | C ₄ H ₈ | 56.108 | 15.11 | 2.500 | | 1.9338* | 274.05 | 1.1073* | 428.15 | 41.83 | 238 |
| 异丁烯 | C ₄ H ₈ | 56.108 | 15.11 | 2.500 | | 1.9338* | 266.25 | 1.1058* | 417.85 | 40.77 | 234 |
| 乙炔 | C ₂ H ₂ | 26.038 | 32.57 | 1.1717 | 1.091 | 0.9063 | 189.13(升华) | 1.24 | 309.15 | 63.7 | 231 |
| 苯 | C ₆ H ₆ | 78.114 | 10.86 | 3.3 | | 2.553 | 353.25 | 1.101 | 562.15 | 50.19 | 304 |
| 一氧化碳 | CO | 28.0106 | 30.27 | 1.2584 | 1.165 | 0.9672 | 81.65 | 1.395 | 132.92 | 35.6 | 301 |
| 二氧化碳 | CO ₂ | 44.00995 | 19.27 | 1.977 | 1.842 | 1.5291 | 194.75(升华) | 1.295 | 304.19 | 75.28 | 468 |
| 一氧化氮 | NO | 30.0061 | 28.26 | 1.3401 | | 1.0366 | 121.45 | 1.4 | 179.15 | 66.1 | 52 |
| 二氧化氮 | NO ₂ | 46.0055 | 18.43 | 2.055 | | 1.59 | 294.35 | 1.31 | 431.35 | 103.3 | 570 |
| 一氧化二氮 | N ₂ O | 44.0128 | 19.27 | 1.9781 | | 1.530 | 184.66 | 1.274 | 309.71 | 74.1 | 457 |
| 硫化氢 | H ₂ S | 34.07994 | 24.88 | 1.539 | 1.434 | 1.1904 | 212.85 | 1.32 | 373.55 | 91.8 | 373 |
| 氢氰酸 | HCN | 27.0258 | 31.38 | 1.2246 | | 0.947(3°C) | 298.85 | 1.31(65°C) | 456.65 | 54.8 | 200 |
| 氰硫化碳 | COS | 60.0746 | 14.12 | 2.712 | | 2.105 | 222.95 | | 378.15 | 63 | |
| 臭氧 | O ₃ | 47.9982 | 17.67 | 2.144 | | 1.658 | 161.25 | | 261.05 | 69.2 | 537 |
| 二氧化硫 | SO ₂ | 64.0628 | 13.24 | 2.727 | 2.726 | 2.264 | 263.15 | 1.25 | 430.65 | 80.4 | 524 |
| 氯化氢 | HCl | 36.5 | — | — | 1.55 | — | — | 1.41 | 51 | 84.2 | — |
| 光气 | COCl ₂ | 98.9 | — | — | 1.73 | — | — | / | 182 | 57.8 | — |

| 名称 | 分子式 | 分子量 | 气体常数 R kg·m kg·k | 密度 ρ_s , kg/mm ³ | | 比重 0℃, 760mmHg (空气 =1) | 沸点 T _b , K 760mmHg | 比热比 X 20℃, 760mmHg | 临界点 | | |
|---------|-----------------------------------|----------|------------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|---|--|
| | | | | 0℃, 760mmHg | 20℃, 760mmHg | | | | 温度 T _c | 压力 P _c Kg/cm ² | 密度 P _c kg/m ³ |
| 氟 | F ₂ | 37.9968 | 22.32 | 1.695 | 3.00 | 1.31 | 85.03 | 1.358 | 172.15 | 56.8 | 473 |
| 氯 | Cl ₂ | 70.906 | 11.96 | 3.214 | | 2.486 | 238.55 | 1.35 | 417.15 | 78.6 | 573 |
| 氟甲烷 | CH ₃ Cl | 50.488 | 16.8 | 2.3044 | | 1.782 | 249.39 | 1.28 | 416.15 | 68.1 | 353 |
| 氟乙烷 | C ₂ H ₅ Cl | 64.515 | 13.14 | 2.870 | 0.719 | 2.22 | 285.45 | (16℃, 0.3-0.5 标准大气压) | 455.95 | 53.7 | 330 |
| 氟 | NH ₃ | 17.0306 | 49.79 | 0.771 | | 0.5964 | 239.75 | 1.32 | 405.65 | 115.0 | 235 |
| 氟里昂-11 | CCl ₃ F | 137.3686 | 6.17 | 6.20 | | 4.8 | 296.95 | 1.135 | 471.15 | 44.6 | 554 |
| 氟里昂-12 | CCl ₂ F ₂ | 120.914 | 7.01 | 5.39 | | 4.17 | 243.35 | 1.138 | 385.15 | 40.0 | 558 |
| 氟里昂-13 | CClF ₃ | 104.4594 | 8.12 | 4.654 | | 3.6 | 191.75 | 1.150(10℃) | 302.05 | 39.4 | 578 |
| 氟里昂-113 | CCl ₂ FCF ₃ | 187.3765 | 4.53 | 8.274 | 6.4 | 320.75 | | 487.25 | 34.80 | 576 | |

15.6℃时的值

摘自《调节阀口径计算指南》附表2-1 英文群谢海维编

附录五

液体的性质表

| 名称 | 分子式 | 分子量 | 密度 ρ_{20} (Kg/m ³) | | 临界点 | | | 体积膨胀 系数 μ^* 10 ³ (1/℃) |
|---------|--|-------|--|-----------|------------------------|--|---|---|
| | | | 在 20℃ 时 | 760mmHg 时 | 温度 t _c ℃ | 压力 P _c (kgf/m ²) | 密度 P _c (kg/m ³) | |
| 水 | H ₂ O | 18.0 | 998.2 | 100.00 | 374.15 | 255.65 | 307 | 18 |
| 水银 | Hg | 200.6 | 13545.7 | 365.95 | 1460 | 107.6 | 5000 | 18.1 |
| 溴 | Br ₂ | 159.8 | 3120 | 58.8 | 311 | 105.4 | 1180 | 113 |
| 硫酸 | H ₂ SO ₄ | 98.1 | 1834 | 340 分解 | | | | 57 |
| 硝酸(30%) | HNO ₃ | 63.0 | 1512 | 86.0 | | | | 124 |
| 盐酸(30%) | HCl | 36.47 | 1149.3 | | | | | |
| 环丁矾 | C ₂ H ₄ SO ₂ | 120 | 1261(30℃) | 285 | | | | |
| | | | | 56.2 | 235 | 48.6 | 268 | 143 |
| 丙酮 | CH ₃ COCH ₃ | 58.08 | 791 | 79.6 | 260 | 39.5 | | |
| 甲基酮 | CH ₃ COC ₂ H ₅ | 72.11 | 803 | 181.8 | 419 | 62.6 | | |
| 酚 | C ₆ H ₅ OH | 94.1 | 1050(50℃) | | | | | |
| 醋酸 | CH ₃ -CO-OH | 66.1 | 1052.4 | | 322 | 59.1 | | |
| 苯 | C ₆ H ₆ | 78.1 | 874.6 | | 289 | 49.4 | | |
| 戊烷 | C ₅ H ₁₂ | 72.2 | 623.1 | | 197 | 47.2 | | |
| 二硫化碳 | CS ₂ | 76.13 | 1262 | 46.3 | 277.7 | 34.2 | 440 | 119 |
| 乙醇胺 | NH ₂ CH ₂ CH ₂ OH | 61.1 | | 170.5 | | 75.5 | | |
| 甲醇 | CH ₃ OH | 32.04 | 791.3 | 64.7 | 240 | | 272 | 119 |
| 乙醇 | C ₂ H ₅ OH | 46.07 | 789.2 | 78.3 | 243.1 | 81.3 | 275.5 | 110 |
| 乙二醇 | C ₂ H ₄ (OH) ₂ | 62.1 | 1113 | 197.6 | | 64.4 | | |

(续)

| 名称 | 分子式 | 分子量 | 密度 ρ_{20} (Kg/m ³) 在 20℃ 时 | 沸点 P_b (℃) 760mmHg 时 | 临界点 | | | 体积膨胀 系数 μ^* $10^3(1/℃)$ |
|------|--|--------|---|------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | 温度 t_c ℃ | 压力 P_c (kgf/m ²) | 密度 ρ_c (kg/m ³) | |
| 正丙醇 | CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH | 60.10 | 804.4 | 97.2 | 265.8 | 51.8 | 273 | 98 |
| 异丙醇 | CH ₃ CHOHCH ₃ | 60.10 | 785.1 | 82.2 | 273.5 | 54.9 | 274 | |
| 正丁醇 | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH | 74.12 | 809.6 | 117.8 | 287.1 | 50.2 | | |
| 乙 氰 | CH ₃ CN | 41 | 783 | 81.6 | 274.7 | 49.3 | 240 | |
| 正戊醇 | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH | 88.15 | 813.0 | 138.0 | 315.0 | | | 88 |
| 乙 醛 | CH ₃ CHO | 44.05 | 783 | 20.2 | 188.0 | | | |
| 丙 醛 | CH ₃ CH ₂ CHO | 58.08 | 808 | 48.9 | | | | |
| 环己酮 | C ₆ H ₁₀ O | 98.15 | 946.6 | 155.7 | | | | |
| 二乙醚 | (C ₂ H ₅) ₂ O | 74.12 | 714 | 34.6 | 194.7 | 37.5 | 264 | 162 |
| 甘 油 | C ₃ H ₇ (OH) ₃ | 92.09 | 1261.3 | 290 分解 | | | | 50 |
| 邻甲酚 | C ₆ H ₄ OHCH ₃ | 108.14 | 1020(50℃) | 191.0 | 422.3 | 51.1 | | |
| 间甲酚 | C ₆ H ₄ OHCH ₃ | 108.14 | 1034.1 | 202.2 | 432.0 | 46.5 | | |
| 对甲酚 | C ₆ H ₄ OHCH ₃ | 108.14 | 1011 (50℃) | 202.0 | 426.0 | 52.6 | | |
| 甲酸甲酯 | CH ₃ OOCH | 60.05 | 975 | 31.8 | 212.0 | 61.1 | 349 | 121 |
| 醋酸甲酯 | CH ₃ COOCH ₃ | 74.08 | 934 | 57.1 | 235.8 | 47.9 | | |
| 丙酸甲酯 | CH ₃ COOC ₂ H ₅ | 88.11 | 915 | 79.7 | 261.0 | 40.8 | | |
| 甲 酸 | HCOOH | 46.03 | 1220 | 100.7 | | | | 102 |
| 乙 酸 | CH ₃ COOH | 60.05 | 1049 | 118.1 | 312.5 | 59 | | |
| 丙 酸 | C ₂ H ₅ COOH | 74.08 | 993 | 141.3 | 339.5 | 54.1 | 320 | 109 |
| 苯 胺 | C ₆ H ₅ NH ₂ | 93.13 | 1021.7 | 184.4 | 425.7 | 54.1 | 340 | 85 |
| 丙 腈 | C ₃ H ₃ N | 55.08 | 781.8 | 97.2 | 291.2 | 42.8 | | |
| 丁 腈 | C ₄ H ₇ N | 69.11 | 790 | 117.6 | 309.1 | 38.6 | | |
| 噻 吩 | (CH) ₂ S(CH) ₂ | 84.14 | 1065 | 84.1 | 317.3 | 49.3 | | |
| 二氯甲烷 | CH ₂ Cl ₂ | 84.93 | 1325.5 | 40.1 | 237.5 | 62.9 | | |
| 氯 仿 | CHCl ₃ | 119.38 | 1490 | 61.2 | 260.0 | 55.6 | 496 | 128 |
| 四氯化碳 | CCl ₄ | 153.82 | 1594 | 76.8 | 283.2 | 46.5 | 558 | 122 |
| 邻二甲苯 | C ₈ H ₁₀ | 106.16 | 880 | 144 | 358.1 | 38.1 | | 97 |
| 间二甲苯 | C ₈ H ₁₀ | 106.16 | 864 | 139.2 | 346 | 37.2 | | 99 |
| 对二甲苯 | C ₈ H ₁₀ | 106.16 | 861 | 138.1 | 345 | 36.1 | | 102 |
| 甲 苯 | C ₆ H ₆ | 92.1 | 866 | 110.7 | 320.6 | 43.0 | 290 | 108 |
| 邻氯甲苯 | C ₆ H ₄ Cl | 126.6 | 1081 | 159 | | | | 89 |
| 间氯甲苯 | C ₆ H ₄ Cl | 126.6 | 1072 | 162.2 | | | | |
| 环乙烷 | C ₂ H ₄ | 84.1 | 778 | 80.8 | 280 | 41.3 | 273 | 120 |
| 乙 烷 | C ₂ H ₆ | 86.2 | 660 | 68.73 | 234.7 | 30.9 | 234 | 135 |
| 庚 烷 | C ₇ H ₁₆ | 100.2 | 684 | 98.1 | 267.0 | 27.9 | 235 | 124 |
| 辛 烷 | C ₈ H ₁₈ | 111.2 | 702 | 125.7 | 296.7 | 25.4 | 233 | 114 |

摘自《调节阀口径计算指南》附表3-1莫文群谢海维编。

上海大成仪表厂

地 址: 上海崇明南门育麟桥路341号

邮 编: 202150

电 话: 厂长室: 021-69620016

传 真: 021-69620016

总工办: 021-69620236

销售部: 021-69621187

传 真: 021-69621863

供应科: 021-69620731

上海办事处: 021-63540710

传 真: 021-63540712

[Http://www.shdacheng.com](http://www.shdacheng.com)

E-mail: main@shdacheng.com