

## 说明

压力调节阀的计算和选型不是仅仅属于某些专业人士的秘密知识。下文介绍的一些知识使某些场合应用的阀门可以通过简便的方法来选出。以 $K_v$ -值为基础的计算方法和较复杂的DIN IEC 534标准相比相当简单，且给予足以满足要求的结果。

$K_v$ -值是一流量系数，相当于压差为1bar，温度为5至30 °C之间的水的流量，以 $m^3/h$ 单位。

英制单位流量系数为 $c_v$ ，相当于压差为1psi，温度为60 °F的水的流量，以USgal/min为位。 $K_v$ 和 $c_v$ 的关系是 $K_v = 0.86 \times c_v$ 。

技术资料中给出的 $K_{vs}$ -值是某一系列的阀门在额定开启时的 $K_v$ -值。通过 $K_{vs}$ -值可以换算出阀门最大可能的流量。

这里描述的 $K_v$ -值的计算方法，正如已提到的那样，已经加以简化。许多前提条件没有考虑进去。比如，水蒸气作为理想气体对待，没有用它的比容来计算，这样可能会造成计算结果最多5%的误差。但这个误差还是在标准允许的范围以内。

计算公式非常简单，只要会一般的及开方计算即可。表格和曲线一般不需要，不过如想简化计算也可使用。

在我们设计举例中提及的工作压力以及压力设定范围都指表压。计算时使用的是绝对压力。比如在一个例子中给出的阀后压力为7 bar，那它的绝对压力为7 + 1，即8 bara。

针对液体应给出工况下的体积流量和密度，而气体则是标准状态下(0 °C, 1013 mbar)的数据。

## 针对液体的压力调节阀

### Kv-值计算

在设计和选择阀门前需要根据阀门的工作数据计算出Kv - 值。

$$K_V = Q \sqrt{\frac{\rho}{1000 \cdot \Delta p}}$$

$K_V$	流量系数	$m^3/h$
$Q$	体积流量	$m^3$
$\rho$	密度	$kg/m^3$
$p_1$	入口压力(绝对值)	bar
$p_2$	出口压力(绝对值)	bar
$p$	压力差 ( $p_1 - p_2$ )	bar

需设计一个减压阀，为流量2-7  $m^3/h$ 的甲醇，密度790  $kg/m^3$ ，阀前压力9 - 12 bar，需调节的阀后压力4 bar。我们以最大流量和最小压差来为依据计算。

$$K_V = 7 \sqrt{\frac{790}{1000 \cdot 5}} = 2.78 \text{ m}^3/h$$

根据工作数据计算出的Kv - 值我们加上30%的安全余量，得到Kvs - 值，这个值是所选阀门应达到的最小值。

$$K_{vs} \text{ - 值 } 1.3 \times K_V \text{ - 值} = 1.3 \times 2.78 = 3.61 \text{ m}^3/h$$

### 公称直径的确定

减少压力损失和工作噪音，管路中的流体流动速度应不超过一定范围

比如

- 离心泵的吸入方	2 m/s
- 活塞泵的吸入方	1 m/s
- 泵送方向	5 m/s
- 饮水网内	1 m/s
- 燃料和水输送管路内	3 m/s
- 高粘度液体	1 m/s

管路直径可以如下计算

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{w}}$$

$d$	管路直径	mm
$Q$	体积流量	$m^3/h$
$w$	流动速度	m/s

如果最大允许流速是2 m/s，那么计算出的管路直径为

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{7}{2}} = 35.2$$

这例子中的管路公称直径选为DN 40

在公称直径已知情况下流动速度可如下计算

$$w = 354 \frac{Q}{d^2}$$

当管路直径为DN 40，流量为7 $m^3/h$ 时，流动速度如下

$$w = 354 \frac{7}{40^2} = 1.55 \text{ m/s}$$

在某些特殊情况下调节阀门的公称直径可以选用低于管路直径一级到两级，特别是用控制管路工作的阀门。

### 合适阀门的选择

我们的选择表和分类数据列出了MANKENBERG阀门的技术数据。所选出阀门的值应该对应计算出的Kv - 值加上安全余量。多数阀门最好在它Kvs - 值的10 到 70 %之间工作。小型卸载阀门，如减压阀DM 502, 505, 506, 510, 762 和 765 -在非常小的流量下还可以正常工作。

所要调节的压力值尽量选在设定范围的上限。比如要调节的压力是2.3 bar，应选择设定压力范围0.8-2.5 bar，而不是2-5 bar，因为后者在此情况下有较高的调节误差。特殊情况下，如果一般设定范围不够大，在阀门低负荷并且对调节精度要求不高，可以超出设定范围的下限。比如说设定范围为0.8-2.5 bar的减压阀，也可以在0.5 bar时正常工作。

请您在选择阀门材料时参照工况数据和材料耐用表。

我们回到以下例子:

从工作数据我们计算出Kvs - 值至少要达到3.61  $m^3/h$ 。在我们阀门列表上有几种阀门同时符合要求。因为介质特性我们选择了DM 652 DN 25, Kvs - 值 6  $m^3/h$ 的减压阀，设定范围2-5 bar，带泄露管的弹簧罩。阀门材料也是适合介质甲醛。此外因为它的高调节精度，重量轻，好的表面光洁度以及做不锈钢阀门经济的价格展示了此阀门的优越性。

还有一个例子:

要求选一个溢流阀，在露天的蓄水池可以将10 bar 250  $m^3/h$ 的饮用水溢流。尽管压力差( $p_1 - p_2$ )是10 bar，我们还是因阀座内出现的气化设定压力差为0.6 x  $p_1$  [bara]，即6.6 bar，作为计算依据。

$$K_V = 250 \sqrt{\frac{1000}{1000 \cdot 6.6}} = 97.3 \text{ m}^3/h$$

那么阀门的Kvs - 值至少为

$$1.3 \times K_V \text{ - 值} = 1.3 \times 97.3 = 126.5 \text{ m}^3/h$$

此我们选择先导式溢流阀UV 824 DN 200, Kvs - 值 180  $m^3/h$ ，设定压力范围 4-12 bar，一种价格相对便宜，重量轻并且调节精度极高的不锈钢阀门。

依据工况数据我们计算出Kv - 值

$$K_V = 0.003 \times 60 \sqrt{\frac{1000}{1000 \cdot 1.3}} = 0.16 \text{ m}^3/h$$

阀门的Kv - 值至少

$$1.3 \times K_V \text{ - 值} = 1.3 \times 0.16 = 0.21 \text{ m}^3/h$$

我们选择减压阀DM 152 DN 25, Kvs - 值3,5 m³/h, 设定范围 0.8-2.5 bar, 这是一种可以抛光的角阀。尽管这种阀门的Kvs - 值较高, 并且所需要调节的阀后压力在设定范围之外。最后的阀门测试也证明了此阀门完全合上述工况条件。

这个例子同时证明了, 如果对阀门的工作情况非常了解, 特殊情况下也可以将阀门在我们产品目录标明的使用范围以外应用。

## 针对气体的压力调节阀

### 值的计算

在设计和选择阀门前需要根据阀门的工作数据计算出Kv - 值。若压差不是很大, 即, 当

$$\Delta p < \frac{p_1}{2}$$

根据公式

$$K_V = \frac{Q_N}{514} \sqrt{\frac{\rho_N(t_1 + 273)}{\Delta p \times p_2}}$$

若压差很大, 即, 当

$$\Delta p > \frac{p_1}{2}$$

根据公式

$$K_V = \frac{Q_N}{257 \times p_1} \sqrt{\rho_N(t_1 + 273)}$$

K <sub>v</sub>	流量系数	m <sup>3</sup> /h
Q <sub>N</sub>	标准状态下的体积流量	m <sup>3</sup> /h
Q <sub>1</sub>	阀门前体积流量	m <sup>3</sup> /h
Q <sub>2</sub>	阀门后体积流量	m <sup>3</sup> /h
ρ <sub>N</sub>	标准状态下密度	kg/m <sup>3</sup>
p	压力差 (p <sub>1</sub> - p <sub>2</sub> )	bar
p <sub>1</sub>	入口压力 (绝对值)	bar
p <sub>2</sub>	出口压力 (绝对值)	bar
t <sub>1</sub>	入口温度	°C
t <sub>2</sub>	出口温度	°C
w <sub>1</sub>	阀门前管路内流速	m/s
w <sub>2</sub>	阀门后管路内流速	m/s
d <sub>1</sub>	阀前管径	mm
d <sub>2</sub>	阀后管径	mm

例如:

需要一个不锈钢减压阀, 标准体积流量Q<sub>N</sub> 最大1200 m³/h, 介质二氧化碳, 工作温度20 °C, 密度 2 kg/m³, 阀前压力 10-12 bar, 需调节的阀后压力7 bar 表压。压力差不很大, 因

$$\Delta p < \frac{p_1}{2} \quad \text{也就是} \quad 3 < \frac{11}{2}$$

这样

$$K_V = \frac{1200}{514} \sqrt{\frac{2(20 + 273)}{3 \times 8}} = 11.54 \text{ m}^3/\text{h}$$

根据工作数据计算出的Kv - 值我们加上30%的安全余量, 得到Kvs - 值, 这个值是所选阀门应达到的最小值。

$$K_{vs} - \text{值} \quad 1.3 K_v - \text{值} = 1.3 \times 11.54 = 15 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 公称直径的确定

减少压力损失和工作噪音, 管路中的流体流动速度应不超过一定范围, 如果没有固定的标准作依据, 我们推荐

- » 至 10 mbar 2 m/s
- » 至 100 mbar 4 m/s
- » 至 1 bar 10 m/s
- » 至 10 bar 20 m/s
- » 10 bar 以上 40 m/s

公称直径超过DN 80时参照值较粗略, 较小的公称直径要选择相对小的流动速度。计算流动速度需要工作状态下的体积流量。计算公式如下:

$$Q = \frac{Q_N(273 + t)}{p \times 273}$$

我们的例子中阀门前后的体积流量应为:

$$Q_1 = \frac{1200(273 + 20)}{11 \times 273} = 117.1 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_2 = \frac{1200(273 + 20)}{8 \times 273} = 161 \text{ m}^3/\text{h}$$

管路直径可以这样计算

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{w}}$$

如果例子中的阀前管路最大允许流动速度20 m/s, 阀后15 m/s, 那么管路直径为

$$d_1 = 18.8 \sqrt{\frac{117.1}{20}} = 45.5 \text{ mm} \quad d_2 = 18.8 \sqrt{\frac{161}{15}} = 59.6 \text{ mm}$$

因而我们建议阀前管径DN 50, 阀后管径DN 65。

如果管径已知, 那么流动速度可如下计算

$$w = 354 \frac{Q}{d^2}$$

我们例子中的流动速度为

$$w_1 = 354 \frac{117.1}{50^2} = 16.6 \text{ m/s} \quad w_2 = 354 \frac{161}{65^2} = 13.5 \text{ m/s}$$

在某些特殊情况下调节阀的公称直径可以选用低于阀前管路直径一级到两级。根据流动速度不同, 特别是使用控制管路的阀门, 可以将阀后管路作多级扩径。

## 选择合适的阀门

我们的选择表和分类数据列出了Mankenberg阀门的技术数据。所选出阀门的Kvs - 值应该对应计算出的Kv - 值加上安全余量。多数阀门最好在它Kvs - 值的10 到 70 %之间工作。小型卸载阀门-如减压阀DM 502, 505, 506, 510, 762 和 765 -在非常小的流量下还可以正常工作。

所要调节的压力值尽量选在设定范围的上限。比如要调节的压力是2.3 bar, 应选择设定压力范围0.8-2.5 bar, 而不是2-5 bar, 因为后者在此情况下有较高的调节误差。特殊情况下, 如果一般设定范围不够大, 在阀门低负荷并且对调节精度要求不高, 可以超出设定范围的下限。比如说设定范围为0.8-2.5 bar的减压阀, 也可以在0.5 bar时正常工作。

请您在选择阀门材料时参照工况数据和材料耐用表。

于有毒或有害液体必须使用封闭阀门罩, 可能的话还要将调节螺栓密封, 加上泄漏管路连接(弹簧罩上的螺纹接口), 以便在控制元件破损时将泄漏出的液体引流。

我们回到以下例子:

从工作数据我们计算出Kvs - 值至少要达到15 m<sup>3</sup>/h。在我们阀门列表上有几种阀门同时符合要求。因为介质特性我们选择了DM 652

DN 50, Kvs - 值18 m<sup>3</sup>/h的减压阀, 设定范围4-8 bar。阀门是由不锈钢制成, 适合工作情况。此外因为它的高调节精度, 重量轻, 好的表面光洁度以及做为不锈钢阀门经济的价格展示了此阀门的优越性。

还有一个例子:

要求选一个溢流阀, 可以将2000 m<sup>3</sup>/h, 在4 bar 时60°C的热空气溢流到大气中。

压差非常大, 因为

$$\Delta p > \frac{p_1}{2} \quad \text{也就是} \quad 4 > \frac{5}{2}$$

也就是

$$K_V = \frac{2000}{257 \times 5} \sqrt{1.293 \times (60 + 273)} = 32.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

根据工作数据计算出的Kv - 值我们加上30%的安全余量, 得到Kvs - 值, 这个值是所选阀门应达到的最小值。

$$Kvs - \text{值} \quad 1.3 \times K_V - \text{值} = 1.3 \times 32.3 = 42 \text{ m}^3/\text{h}$$

工作状态下的体积流量为

$$Q_1 = \frac{2000(273 + 60)}{5 \times 273} = 488 \text{ m}^3/\text{h}$$

然后最大允许流速为20 m/s时的管路直径至少为

$$d_1 = 18.8 \sqrt{\frac{488}{20}} = 93 \text{ mm}$$

根据计算数据并考虑到介质的特性我们选择了Mankenberg的

UV 4.1溢流阀, DN 100, Kvs - 值100 m<sup>3</sup>/h, 设定压力 2-5 bar, 这是一种经济的, 调节相对准确的阀门, 而且非常使用于上述情况。

## 针对蒸汽的压力调节阀

### K<sub>v</sub>-值计算

阀门的计算和选择之前必须先根据阀门的工作数据计算出Kv - 值。因为多数情况下找不到合适的表格和图形来确定水蒸气不同状态下的体积, 可以利用下面的公式, 将水蒸气转换为理想气体计算, 从而达到足够准确的结果。

小压差情况下, 也就是当

$$\Delta p < \frac{p_1}{2}$$

根据公式

$$K_V = \frac{G}{461} \sqrt{\frac{t_1 + 273}{\Delta p \times p_2}}$$

大压差情况下, 也就是当

$$\Delta p > \frac{p_1}{2}$$

根据公式

$$K_V = \frac{G}{230 \times p_1} \sqrt{t_1 + 273}$$

水蒸气的温度是在饱和状态下(饱和蒸汽), 可以大致如下计算

$$t_s \approx \sqrt[4]{p_1} \times 100$$

K <sub>v</sub>	流量系数	m <sup>3</sup> /h
G	质量流量	kg/h
Q <sub>1</sub>	阀前体积流量	m <sup>3</sup> /h
Q <sub>2</sub>	阀后体积流量	m <sup>3</sup> /h
p	压力差 (p <sub>1</sub> - p <sub>2</sub> )	bar
p <sub>1</sub>	入口压力 (绝对值)	bar
p <sub>2</sub>	出口压力 (绝对值)	bar
t <sub>1</sub>	入口温度	°C
t <sub>2</sub>	出口温度	°C
w <sub>1</sub>	阀前管路内速度	m/s
w <sub>2</sub>	阀后管路内速度	m/s
d <sub>1</sub>	阀前管路直径	mm
d <sub>2</sub>	阀后管路直径	mm

例如:

需要一个不锈钢减压阀, 将1100 kg/h的饱和蒸汽从7 bar 减到4 bar。

压力降不大, 因为

$$\Delta p < \frac{p_1}{2} \quad \text{也就是} \quad 3 < \frac{8}{2}$$

因为比容和温度未知, 我们用下列公式计算

$$K_V = \frac{G}{461} \sqrt{\frac{t_1 + 273}{\Delta p \times p_2}}$$

温度由下公式计算

$$t_s \approx \sqrt[4]{p_1} \times 100 = \sqrt[4]{8} \times 100 = 168 \text{ °C}$$

然后得到

$$K_v = \frac{1100}{461} \sqrt{\frac{168+273}{3 \times 5}} = 12.9 \text{ m}^3/\text{h}$$

根据工作数据计算出的 $K_v$ -值我们加上30%的安全余量,得到 $K_{vs}$ -值,这个值是所选阀门应达到的最小值。

$$K_{vs}\text{-值} \quad 1.3 \times K_v\text{-值} = 1.3 \times 12.9 = 16.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

## 公称直径的确定

减少压力损失和工作噪音,管路中的流体流动速度应不超过一定范围,如果没有预先给出数据,我们建议

- » 不饱和蒸汽 25 m/s
- » 饱和蒸汽 40 m/s
- » 过热蒸汽 60 m/s

上述的粗略数据适用于公称直径为DN 80以上的管路。如果小于这个口径的管路应该选择小一些的流动速度。流动速度的计算要以工作状态下的体积流量为依据,计算方法如下:

$$Q = \frac{G \times (t + 273)}{p \times 219}$$

我们的例子中阀门前后的体积流量应为:

$$Q_1 = \frac{1100(168+273)}{8 \times 219} = 277 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_2 = \frac{1100(168+273)}{5 \times 219} = 443 \text{ m}^3/\text{h}$$

管路直径计算如下:

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{w}}$$

如果在我们的例子中设计允许的最大流速为25 m/s,那么需要的管路直径为:

$$d_1 = 18.8 \sqrt{\frac{277}{25}} = 63 \text{ mm} \quad d_2 = 18.8 \sqrt{\frac{443}{25}} = 79 \text{ mm}$$

因而我们建议阀前管路直径为DN 65,阀后管径为DN 80。

如果管径已知,管路内流体流速应如下计算

$$w = 354 \frac{Q}{d^2}$$

针对我们例子中管路内流体流动速度则为

$$w_1 = 354 \frac{277}{65^2} = 23 \text{ m/s} \quad w_2 = 354 \frac{443}{80^2} = 24 \text{ m/s}$$

在某些特殊情况下调节阀的公称直径可以选用低于阀前管路直径一级到两级。根据流动速度不同,特别是使用控制管路的阀门,可以将阀后管路作多级扩径。

## 合适阀门的选择

我们的选择表和分类数据列出了Mankenberg阀门的技术数据。所选阀门的 $K_{vs}$ -值应该对应计算出的 $K_v$ -值加上安全余量。多数阀门最好在它 $K_{vs}$ -值的10到70%之间工作。小型卸载阀门,如减压阀DM 152,505和701-在非常小的流量下还可以正常工作。

所要调节的压力值尽量选在设定范围的上限。比如要调节的压力是2.3 bar,应选择设定压力范围0.8-2.5 bar,而不是2-5 bar,因为后者在此情况下有较高的调节误差。特殊情况下,如果一般设定范围不够大,在阀门低负荷并且对调节精度要求不高,可以超出设定范围的下限。比如说设定范围为0.8-2.5 bar的减压阀,也可以在0.5 bar时正常工作。

请您在选择阀门材料时参照工况数据和材料耐用表。

我们回到上面的例子

从工作数据我们计算出 $K_{vs}$ -值至少要达到16.8 m<sup>3</sup>/h。在我们阀门列表上有几种阀门同时符合要求。因为介质特性我们选择了

DM 652 DN 50,  $K_{vs}$ -值18 m<sup>3</sup>/h的减压阀,设定范围2-5 bar。阀门是由不锈钢制成,合工作情况。此外因为它的高调节精度,重量轻,好的表面光洁度以及做为不锈钢阀门经济的价格展示了此阀门的优越性。

还有一个例子:

需要一个减压阀,将锅炉灰渣清除器中8 t/h, 460°C的过热蒸汽从100 bar 减压到20 bar。

压力差非常大,因为

$$\Delta p > \frac{p_1}{2} \quad \text{也就是} \quad 80 > \frac{101}{2}$$

比容体积未知,所以我们计算如下

$$K_v = \frac{8000}{230 \times 101} \sqrt{460+273} = 9.33 \text{ m}^3/\text{h}$$

根据工作数据计算出的 $K_v$ -值我们加上30%的安全余量,得到 $K_{vs}$ -值,这个值是所选阀门应达到的最小值。

$$K_{vs}\text{-值} \quad 1.3 K_v\text{-值} = 1.3 \times 9.33 = 12.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

工作状态下的体积流量是

$$Q_1 = \frac{8000(460+273)}{101 \times 219} = 265 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_2 = \frac{8000(460+273)}{21 \times 219} = 1275 \text{ m}^3/\text{h}$$

那么管路直径

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{w}}$$

当最大允许流动速度为50 m/s时的管路直径为

$$d_1 = 18.8 \sqrt{\frac{265}{50}} = 43.3 \text{ mm} \quad d_2 = 18.8 \sqrt{\frac{1275}{50}} = 94.5 \text{ mm}$$

因而我们建议阀前管路直径为DN 50,阀后管径为DN 100。

根据计算出来的数据以及考虑到特殊的供作条件我们选择双阀座减压

阀DM 401 ZK DN 50/80,  $K_{vs}$ -值16 m<sup>3</sup>/h,设定压力范围15-25 bar,带有可调的蒸汽发生装置和铠装地阀座和阀锥,这种配置在灰渣清除装置很常见。