

# 调节阀的工作原理与应用选型

---

在化工生产过程中，一个工艺过程的控制是否平稳，超调量、衰减比、扰动是否在规定的范围内，除了工艺设计合理、设备先进外，重要的一点就是调节阀能否按照主体控制意识准确动作，从而精确地改变物料或能量。如果调节阀的流量特性差、渗漏大、动作不可靠，就会使自动控制过程的质量变差，甚至失去调节作用，从而增加了劳动强度，给生产带来重大的经济损失。因此，调节阀的选择显得非常重要。气动薄膜调节阀因具有调节性能好、结构简单、动作可靠、维护方便、防火防爆及价廉等优点，而被广泛用于化工生产过程控制中。那么如何合适的气动薄膜调节阀呢？这要从以下几方面进行。

## 1 调节阀类型的选择

化工生产过程中，被调节的介质特性千差万别，有的高压，有的高粘度，有的有腐蚀性，而且流体的流动状态也各不相同，有的流量很小，有的流量很大。因此，必须选择合适类型的调节阀去满足不同的要求。

### 1.1 调节阀结构形式的选择

在选择调节阀的结构形式时，主要是根据现场被控工艺介质的特点、工艺生产条件和控制要求等，结合调节阀本身的流量特性和结构特点来选择。如用于大口径、大流量、低压差或浓浊浆状及悬浮颗粒物的介质调节时，可选用气动薄膜调节蝶阀；当要求直角连接，介质为高粘度、含悬浮物和颗粒状介质的调节时，可选用流路简单、阻力小、易于冲洗的气动薄膜角型调节阀；当调节脱盐水介质时，由于脱盐水介质中含有低浓度的酸或碱，它们对衬橡胶的蝶阀、隔膜阀有较大的腐蚀性，因此可选用水处理专用球阀，以延长使用寿命；当要求阀在小开度时工作，就不应选用双座阀，因双座阀有两个阀芯，其下阀芯处于流闭状态，稳定性差，易引起阀的振荡。

此外，选用调节阀时，还应考虑调节阀的阀芯型式。阀芯是调节阀最关键的零件，有直行程阀芯和角行程阀芯两大类。直行程调节阀阀芯是垂直节流的，而介质是水平流进流出的，阀腔内流道必然转弯倒拐，使阀的流路形状如倒“S”型，因而存在许多死区，为介质的沉淀提供了空间，易造成堵塞。角行程调节阀的阀芯是水平节流的，与介质的进出方向一致，因

此易把不干净介质带走，而且流路简单，介质沉淀空间少，故其防堵性能好。

再次，还应考虑调节阀上阀盖的形式和所用的填料。当介质温度为 $-20\sim 200^{\circ}\text{C}$ 时，应选用普通型阀盖；当温度高于 $200^{\circ}\text{C}$ 时，应选用散热型阀盖；当温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 时，应选用长颈型阀盖；在有剧毒、易挥发、易渗透等重要介质的场合，应选用波纹管密封型阀盖。上阀盖填料室中的填料有聚四氟乙烯或石墨填料，前者摩擦系数小，可减少回差，且密封性好；后者使用寿命长，但密封性差。

### 1.2 调节阀作用方式的选择

调节阀气开、气关形式的选择，主要从工艺生产上的安全要求出发，其原则是：当仪表供气系统发生故障中断供气或控制信号中断时，调节阀处于打开或关闭的位置由其对生产造成危害性大小决定。如阀门处于打开位置时危险性小，则应选气关阀。

## 2 流量特性的选择

调节阀的流量特性是指介质通过阀门的相对流量与阀门的相对开度间的关系。在阀前后压差保持不变时，称为理想流量特性。生产中常用的有直线型、等百分比型、抛物线型和快开型四种。实际生产中，由于管道系统除了调节阀外，还有其它的串、并联管道。因此，调节阀前后压差通常是变化的，这种情况下的流量特性称为工作流量特性。

流量特性的选择实质是如何选择直线和等百分比特性，因为抛物线流量特性介于直线和等百分比之间，一般可用等百分比特性代替；而快开特性用于二位式调节及程序控制中。那么，如何选择调节阀的流量特性呢？

### 2.1 从调节系统的调节品质分析

原则是：适当选择调节阀的特性，以阀的放大系数的变化来补偿调节对象放大系数的变化，使调节系统的放大系数保持不变的控制效果。若调节对象的放大系数随负荷增加而变小，则应选用等百分比特性的调节阀；若调节对象的放大系数为线性，则应选用直线流量特性。

### 2.2 从工艺配管情况分析

由于系统配管的情况不同，配管阻力的存在会引起调节阀上压降的变化，从而使流量特性变化。因此应根据系统的特点来选择希望得到的工作特性，然后再考虑配管情况来选择相应的理想特性。流量特性与配管情况对照如下：（S：称为阀阻比，指调节阀全开时阀前后压差 $\Delta P_{\min}$ 与系统总压差 $\Delta P$ 之比。）

配管情况	$S=1\sim 0.6$	$S=1\sim 0.6$	$S<0.3$
阀工作特性	直线 等百分比	直线 等百分比	不宜控制
阀理想特性	直线 等百分比	等百分比 等百分比	不宜控制

### 2.3 从负荷变化情况分析

直线阀在小开度时流量变化大，调节过于灵敏，容易引起振荡，因此在  $S$  小、负荷变化大的场合不宜使用；快开阀一般用于双位调节和程序控制的场合；等百分比阀的放大系数随阀门的行程增加而增大，流量相对变化是恒定不变的，因此适用于负荷变化大、幅度大的场合。生产过程自动化中，等百分比特性是应用最广泛的一种。

## 3 调节阀口径的选择

当选定了调节阀的类型和流量特性之后，就可进一步确定它的尺寸。流通能力是确定调节阀口径的主要依据。所谓流通能力  $C$ ，是指在调节阀前后压差为  $100\text{Kpa}$ 、水的密度为  $1000\text{Kg/m}^3$  的条件下，每小时通过阀门的水的立方米数。调节阀口径选择按以下步骤进行。

### 3.1 确定调节阀的最大、最小流通能力 $C_{\text{max}}$ 、 $C_{\text{min}}$

先根据生产能力、设备负荷、介质状态，确定调节阀的最大、最小流量；其次根据工艺管路、设备等组成的系统总压降大小的变化情况来确定调节阀上的最大最小压差。然后，选择合适的计算公式计算出  $C_{\text{max}}$ 、 $C_{\text{min}}$ 。

$C$  值的计算方法如下：

液体：

$$C = \frac{Q\sqrt{10\rho}}{\sqrt{\Delta P}}$$

(1) 一般液体：

$$C = \psi \frac{Q\sqrt{10\rho}}{\sqrt{\Delta P}}$$

(2) 高粘度液体：

Q: 流经阀门的体积流量

$\Delta P$ : 阀前后压差

$\psi$ : 粘度修正系数

$\rho$ : 液体密度

气体:

1) 一般气体:

当  $P_2 > 0.5P_1$  时, 当  $P_2 \leq 0.5P_1$  时, 
$$c = \frac{Q_N}{380} \sqrt{\frac{10\rho_N T}{\Delta P(P_1 + P_2)}} \quad c = \frac{Q_N}{380} \sqrt{\frac{10\rho_N T}{P_1}}$$

2) 高压气体:

当  $P_2 > 0.5P_1$  时, 当  $P_2 \leq 0.5P_1$  时, 
$$c = \frac{Q_N}{380} \sqrt{\frac{10\rho_N TZ}{P_1}} \quad c = \frac{Q_N}{380} \sqrt{\frac{10\rho_N TZ}{P_1}}$$

z: 压缩系数

$\rho_N$ : 标准状态下气体的密度

$Q_N$ : 标准状态下气体的流量

T: 操作温度

$P_1$ : 阀前绝对压力

$P_2$ : 阀后绝对压力

蒸汽:

(1) 饱和蒸汽:

当  $P_2 \geq 0.5P_1$  时, 当  $P_2 < 0.5P_1$  时,

$$C = \frac{137.29N}{Kp_1} \quad C = \frac{118.6M}{K\sqrt{\Delta P(P_1 + P_2)}}$$

(2) 过热蒸汽:

当  $P_2 < 0.5P_1$  时, 当  $P_2 \geq 0.5P_1$  时,

$$C = \frac{6.13M(1+0.0013\Delta t)}{\sqrt{\Delta P(P_1 + P_2)}} \quad C = \frac{7.11M(1+0.0013\Delta t)}{P_1} \quad \Delta t: \text{过热蒸汽温度}$$

K: 修正系数

M: 蒸汽质量流量

P1: 阀前绝对压力

P2: 阀后绝对压力

$\Delta P_1$ : 阀前后压力

3.2 根据计算得到的最大流通能力  $C_{max}$  和已确定的调节阀类型, 在调节阀选型样板该系列调节阀额定流通能力  $C_{max}$  中, 选取大于并接近于此  $C_{max}$  的 C 值, 作为选定的 C 值, 并确定对应的公称直径和阀门直径。

### 3.3 验算调节阀开度

(1) 根据所选择的 C 值和流量特性, 验算阀的开度。一般阀的开度为应全行程的 90%~10%, 即验算:

$$\frac{C_{max}}{C} \leq 90\% \quad \frac{C_{min}}{C} \geq 10\%$$

(2) 一般情况下, 等百分比阀最大流量时对应开度宜为 90%, 直线阀宜为 70%, 抛物线阀宜为 80%。

### 3.4 验算可调比

可调比 R 是指调节阀所能控制的最大流量与最小流量之比, 即  $R=Q_{max}/Q_{min}$ 。因在选用调节阀口径时已使阀的 C 值大于计算的  $C_{max}$  值, 故应验算 R 是否小于所选阀的实际可调比, 即:

$$R_{实} = \frac{C_{max}}{C_{min}} \times \sqrt{\frac{\Delta P_{min}}{\Delta P_{max}}} \geq \frac{C_{max}}{C_{min}}$$

值得注意的是：调节阀的选型比计算重要得多，复杂得多。因为计算只是一个简单的公式计算，它的本身不在于公式的精确度，而在于所给定的工艺参数是否准确。选型涉及到的内容较多，稍不慎，便会导致选型不当，不仅造成人力、物力、财力的浪费，而且使用效果还不理想，带来若干使用问题，如可靠性、寿命、运行质量等。