



第4章 执行器及安全栅

4.1 执行器

执行器是自动控制系统中的重要组成部分，它将控制器送来的控制信号转换成执行动作，从而操纵进入设备的能量，将被控变量维持在所要求的数值上或一定的范围内。

执行器有自动调节阀门、自动电压调节器、自动电流调节器、控制电机等。其中自动调节阀门是最常见的执行器，种类繁多。



自动调节阀按照工作所用能源形式可分为：

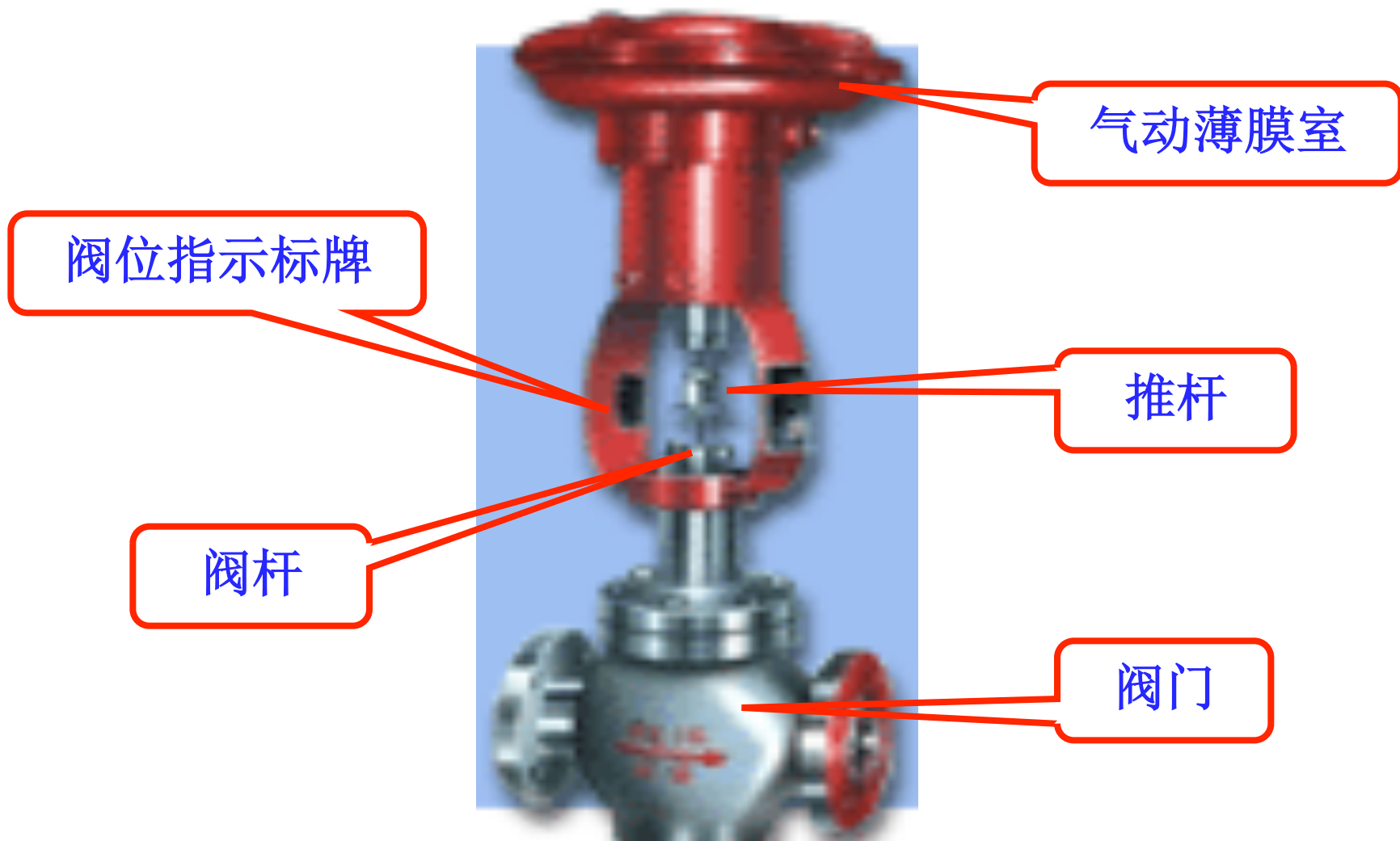
- ❑ 电动调节阀：电源配备方便，信号传输快、损失小，可远距离传输；但推力较小。
- ❑ 气动调节阀：结构简单，可靠，维护方便，防火防爆；但气源配备不方便。
- ❑ 液动调节阀：用液压传递动力，推力最大；但安装、维护麻烦，使用不多。

工业中使用最多的是气动调节阀和电动调节阀。



4.1.1 气动调节阀

气动调节阀是由气压信号控制的阀门。

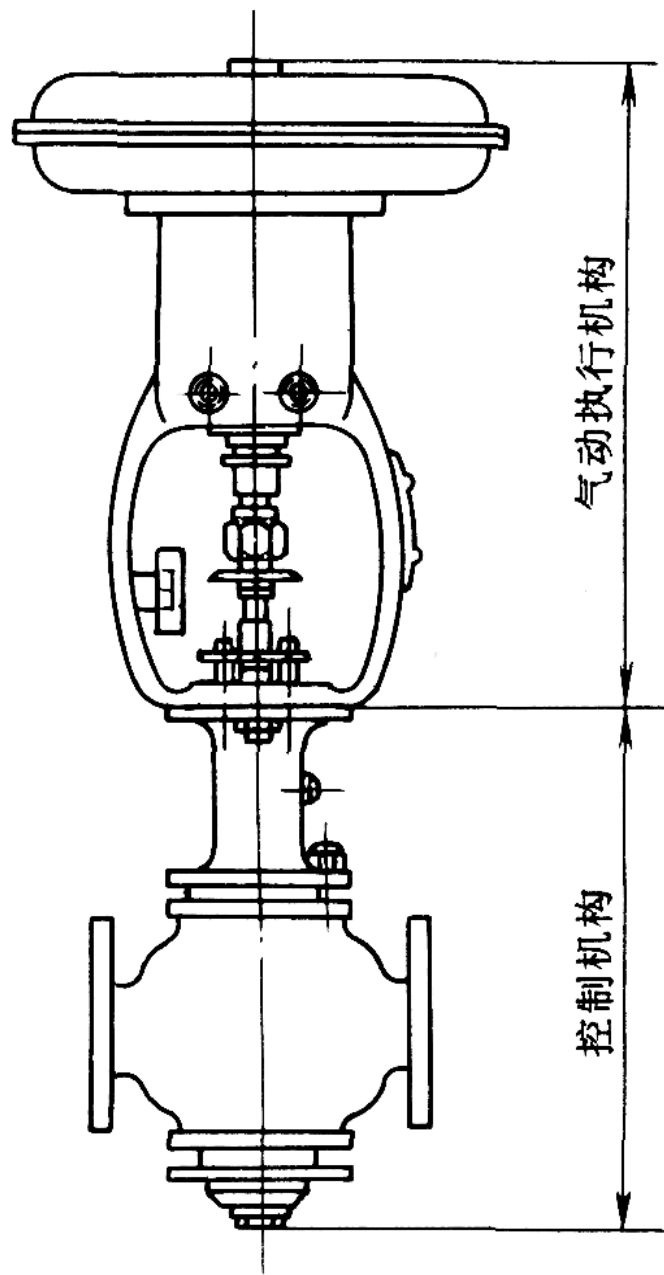


4.1.1.1 气动调节阀的结构与分类

气动调节阀由执行机构和控制机构（阀）两部分组成。

□ 执行机构是推动装置，它是将信号压力的大小转换为阀杆位移的装置。

□ 控制机构是阀门，它将阀杆的位移转换为流通面积的大小。





1. 执行机构

执行机构按调节器输出的控制信号，驱动调节机构动作。气动执行机构的输出方式有角行程输出和直行程输出两种。

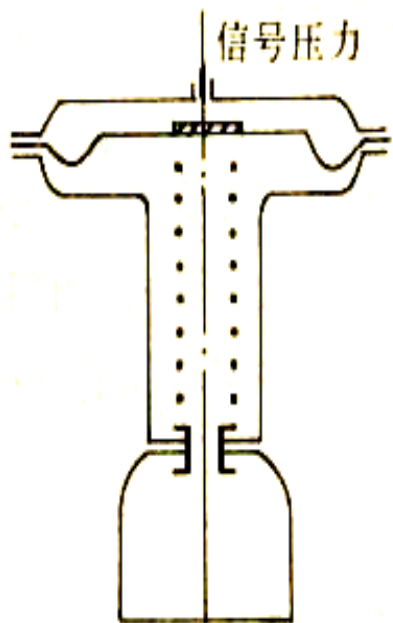




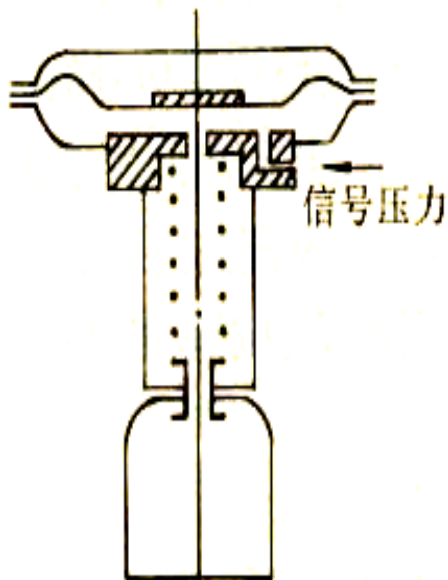
直行程输出的气动执行机构有两类。

薄膜式执行机构

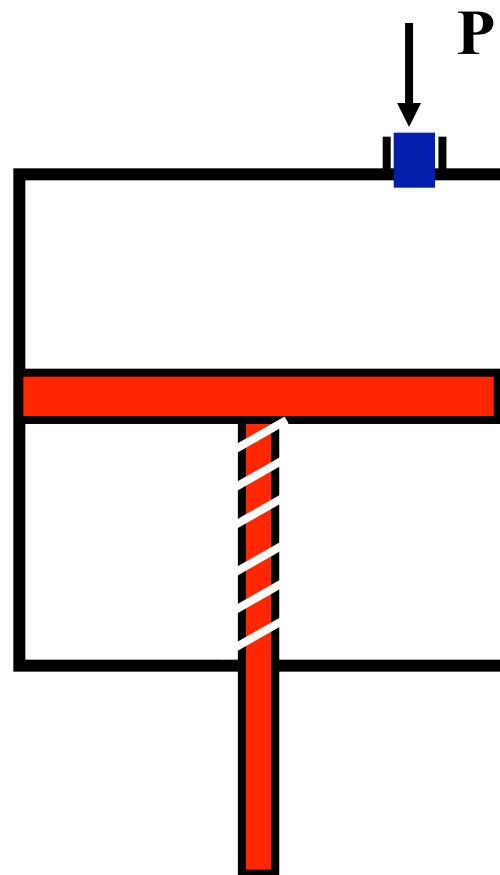
气动活塞式执行机构



正作用执行机构



反作用执行机构

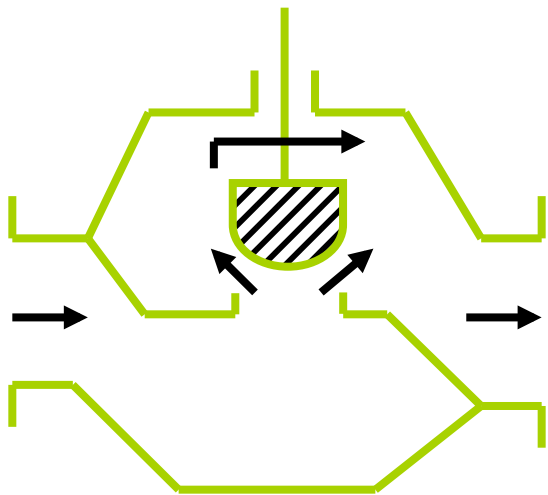




2. 调节机构

调节机构就是阀门，是一个局部阻力可以改变的节流元件，主要由阀体、阀座、阀芯、阀杆等组成。根据不同的使用要求，阀门的结构型式很多。

(1) 直通单座阀

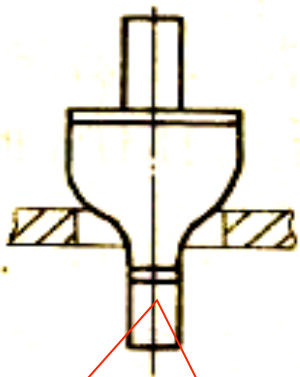


- 结构简单、泄漏量小。
- 流体对阀芯的不平衡作用力大。一般用在小口径、低压差的场合。

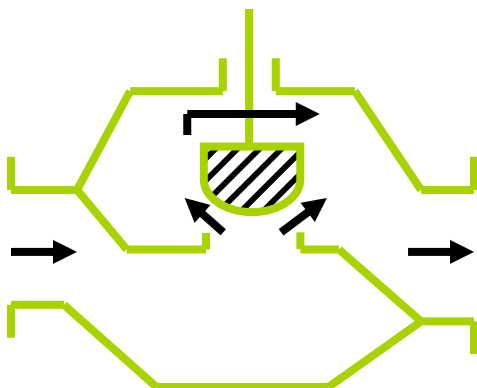


阀门中的柱式阀芯可以正装，也可以反装。

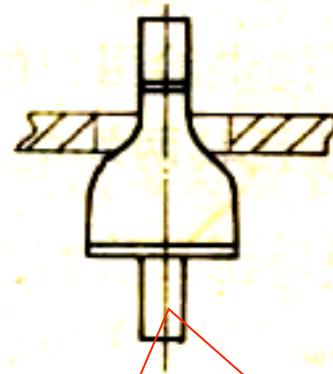
正装阀



阀芯下移时，阀芯与阀座间的流通截面积减小



反装阀

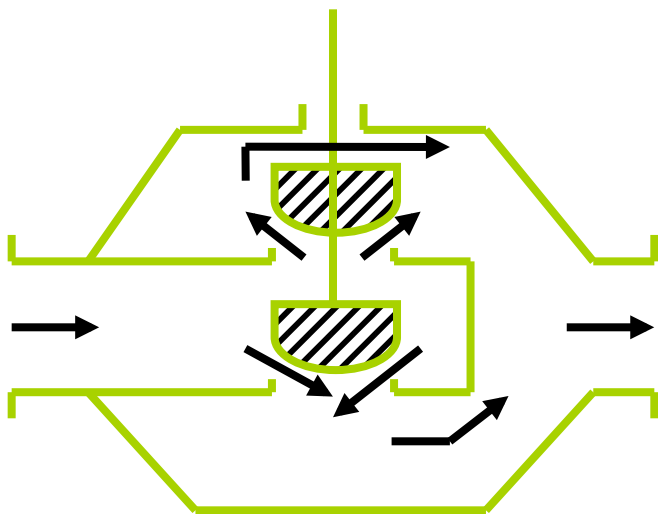


阀芯下移时，阀芯与阀座间的流通截面积增大

(2) 直通双座阀

阀体内有两个阀芯和阀座。

□ 流体流过时，作用在上、下两个阀芯上的推力方向相反且大小相近，可以互相抵消，所以不平衡力小。

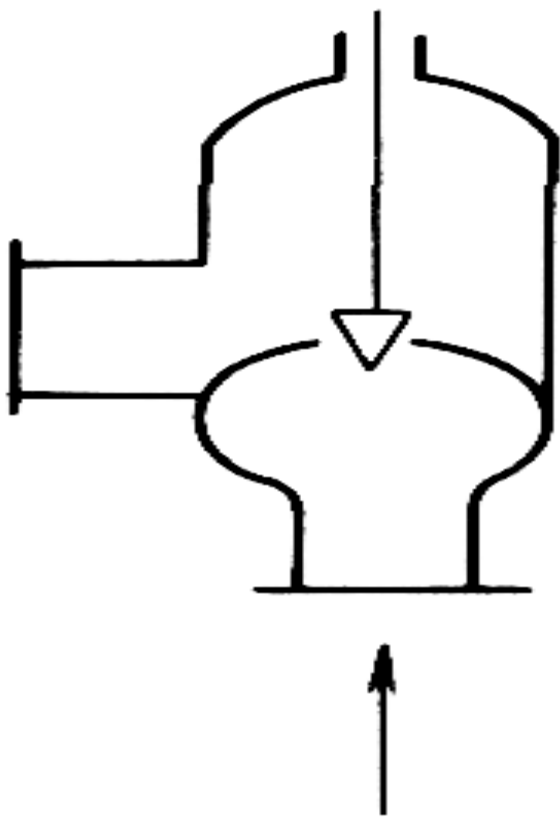


□ 但是，由于加工的限制，上下两个阀芯阀座不易保证同时密闭，因此泄漏量较大。



(3) 角形控制阀

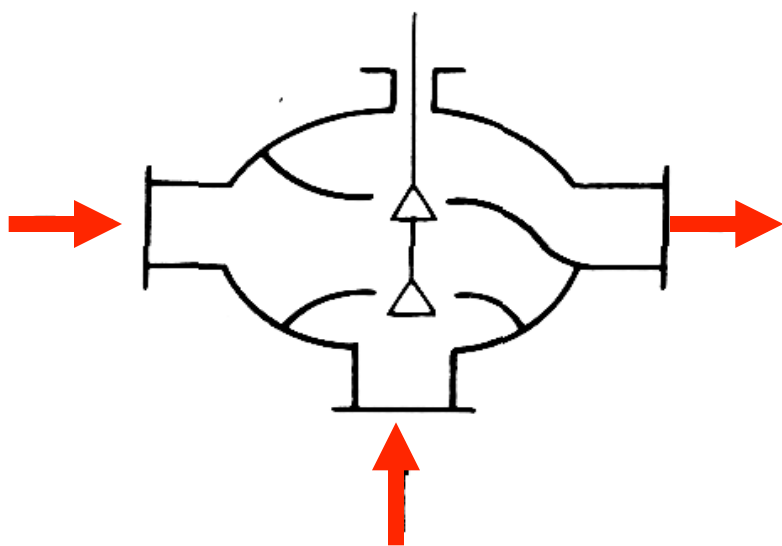
两个接管呈直角形，一般为底进侧出，这种阀的流路简单、对流体的阻力较小。



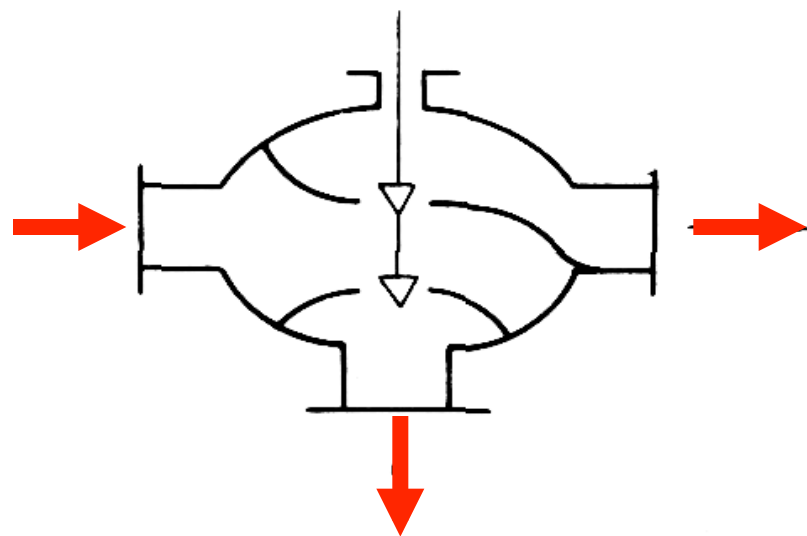
□ 适用于现场管道要求直角连接，介质为高粘度、高压差和含有少量悬浮物和固体颗粒状的场合。

(4) 三通控制阀

有三个出入口与工艺管道连接。流通方式有合流型（两种介质混合成一路）和分流型（一种介质分成两路）两种。适用于配比控制与旁路控制。



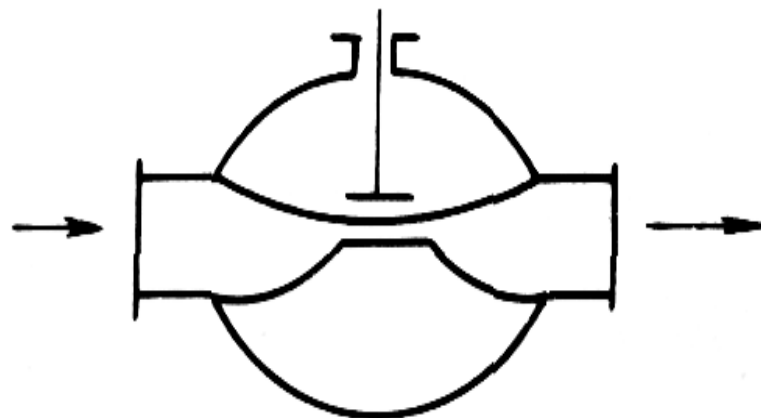
(a) 合流型



(b) 分流型

(5) 隔膜控制阀

采用耐腐蚀材料作隔膜，将阀芯与流体隔开。



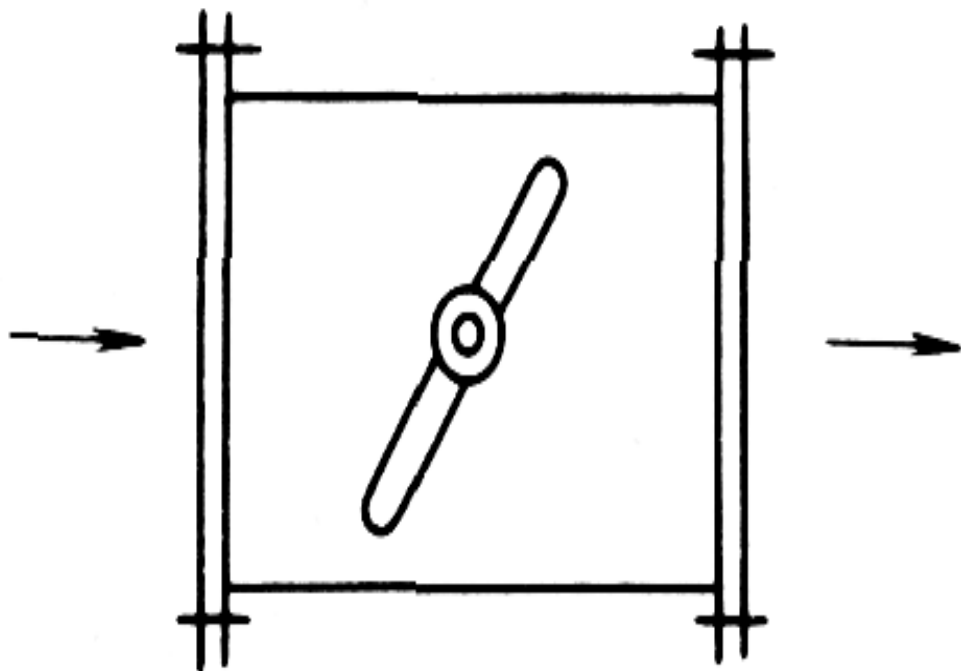
- 结构简单、流阻小、流通能力比同口径的其他种类的阀要大。由于介质用隔膜与外界隔离，故无填料，介质也不会泄漏。
- 耐腐蚀能力强，适用于强酸、强碱、强腐蚀性介质的控制，也能用于高粘度及悬浮颗粒状介质的控制。



(6) 蝶阀

又名翻板阀。

结构简单、重量轻、流阻极小，但泄漏量大。



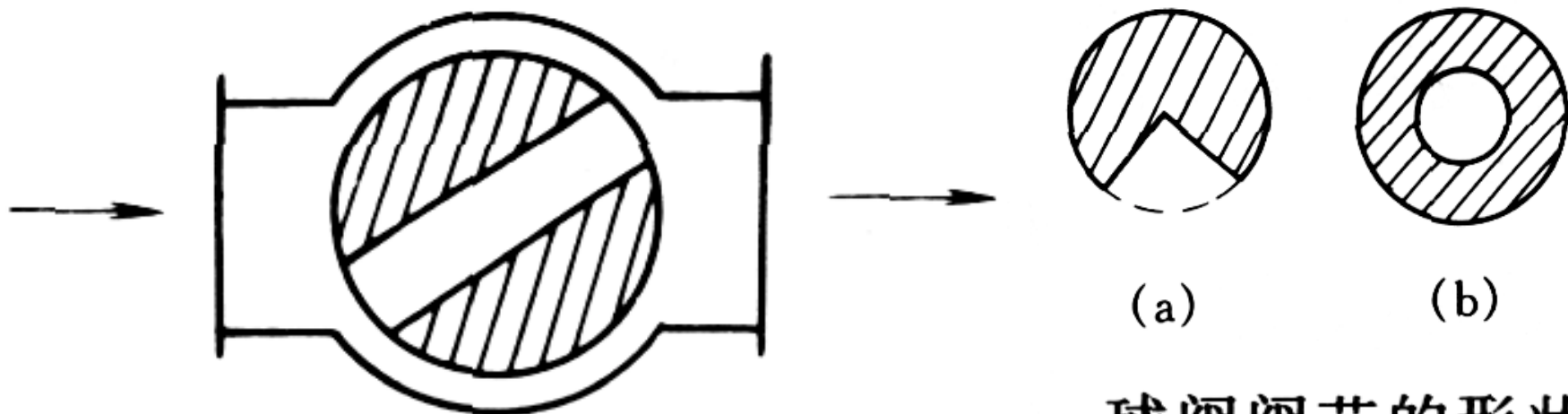
□ 适用于大口径、大流量、低压差的场合，也可以用于含少量纤维或悬浮颗粒状介质的控制。



(7) 球阀

阀芯与阀体都呈球形，阀芯内开孔。转动阀芯使之与阀体处于不同的相对位置时，就有不同的流通面积。

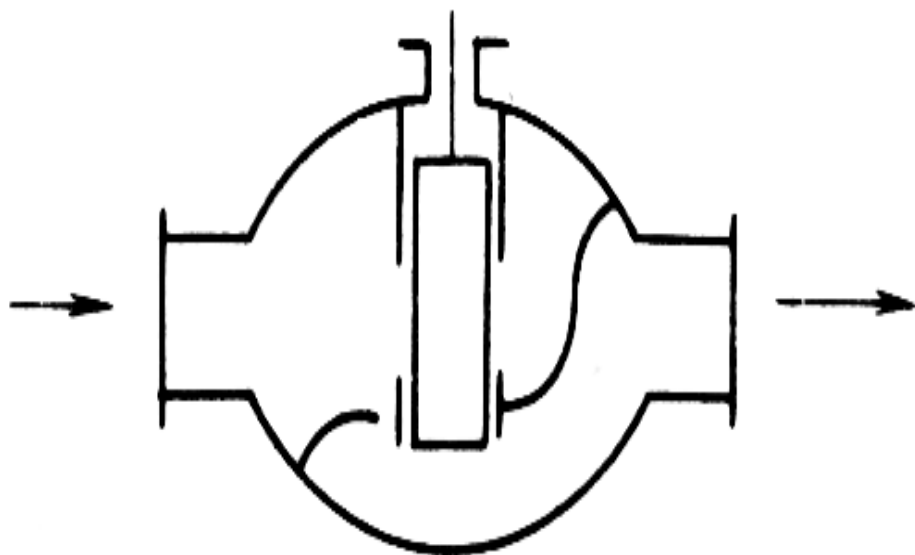
□ 流量变化较快，可起控制和切断的作用，常用于双位式控制。



球阀阀芯的形状

(8) 笼式阀

阀内有一个圆柱形套筒（笼子）。套筒壁上有一个或几个不同形状的孔（窗口），利用套筒导向，阀芯在套筒内上下移动，改变阀的节流孔面积。



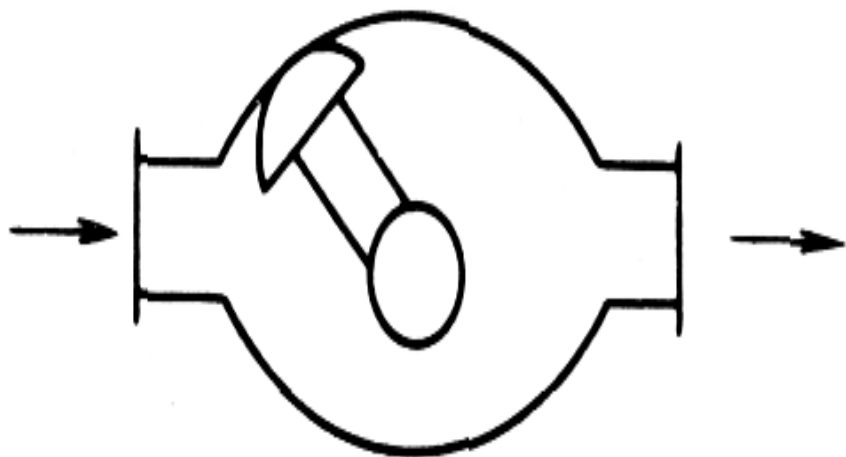
□ 可调比大，不平衡力小，更换开孔不同的套筒，就可得到不同的流量特性。但不适于高粘度或带有悬浮物的介质流量控制。



(9) 凸轮挠曲阀

又名偏心旋转阀。其阀芯呈扇形球面状，与挠曲臂及轴套一起铸成，固定在转动轴上。

□ 阀芯球面与阀座密封圈紧密接触，密封性好。适用于高粘度或带有悬浮物的介质流量控制。



调节阀除了结构类型的不同外，其它的主要技术参数是流量特性和口径。



4.1.1.2 调节阀的流量特性

调节阀的阀芯位移与流量之间的关系，对控制系统的调节品质有很大影响。

流量特性的定义：

被控介质流过阀门的相对流量与阀门的相对开度（相对位移）间的关系称为调节阀的流量特性。

$$\frac{Q}{Q_{\max}} = f\left(\frac{l}{L}\right)$$

Q/Q_{\max} — 相对流量

l/L — 相对开度

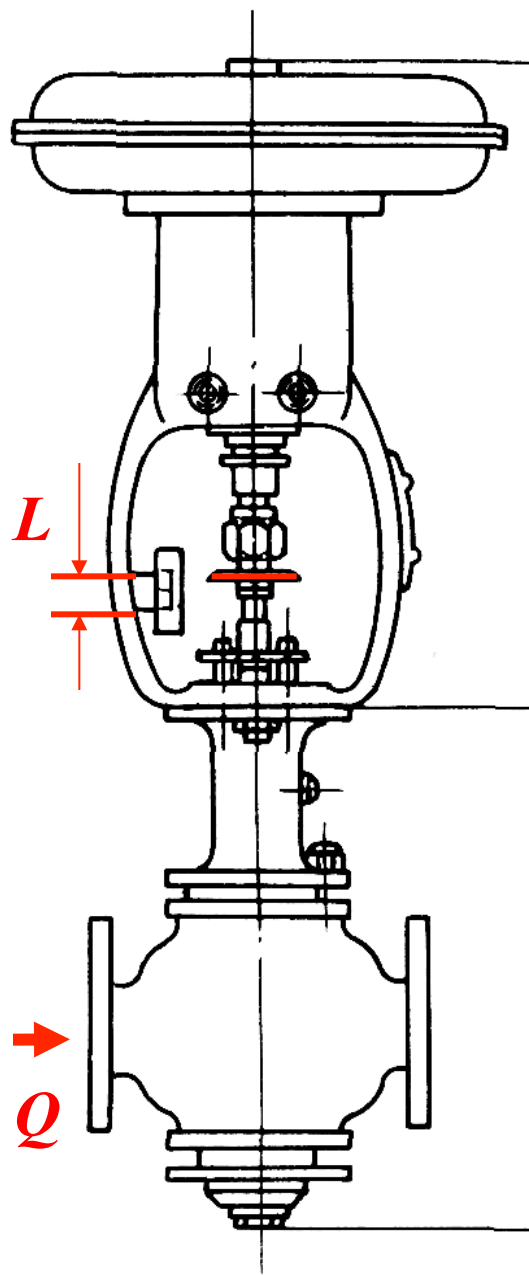


相对流量 Q/Q_{max} 是控制阀某一开度流量 Q 与全开时流量 Q_{max} 之比；

相对开度 l/L 是控制阀某一开度行程 l 与全开行程 L 之比。

$$\frac{Q}{Q_{max}} = f\left(\frac{l}{L}\right)$$

调节阀的流量特性不仅与阀门的结构和开度有关，还与阀前后的压差有关，必须分开讨论。

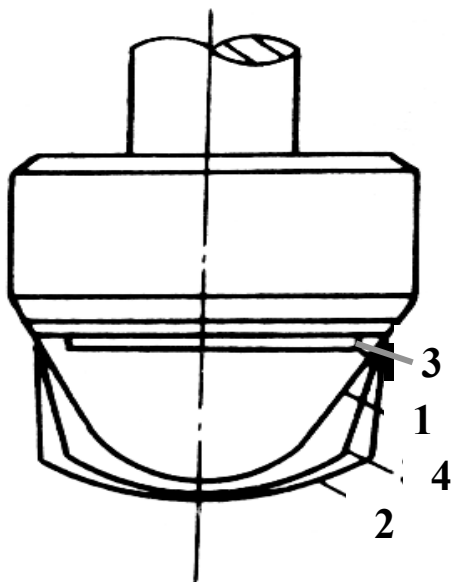




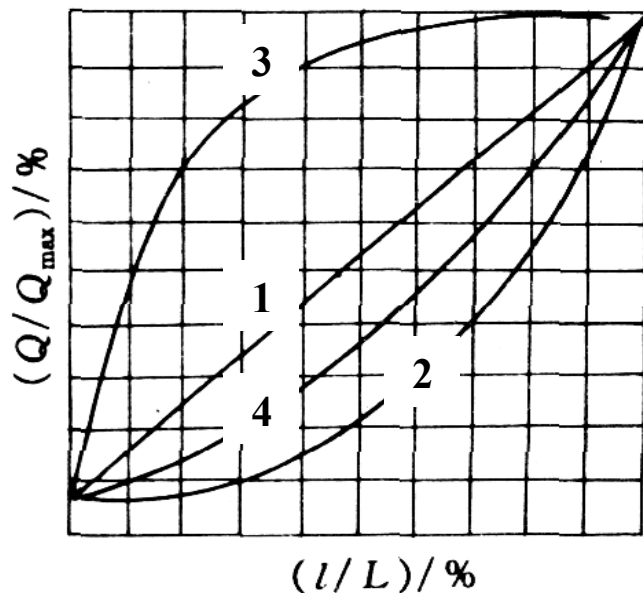
为了便于分析，先将阀前后压差固定，然后再引伸到实际工作情况，于是有**固有流量特性**与**工作流量特性**之分

1、固有（理想）流量特性

在将控制阀前后压差固定时得到的流量特性称为**固有流量特性**。它取决于阀芯的形状。



- (1) 直线特性
- (2) 等百分比特性
- (3) 快开特性
- (4) 抛物线特性



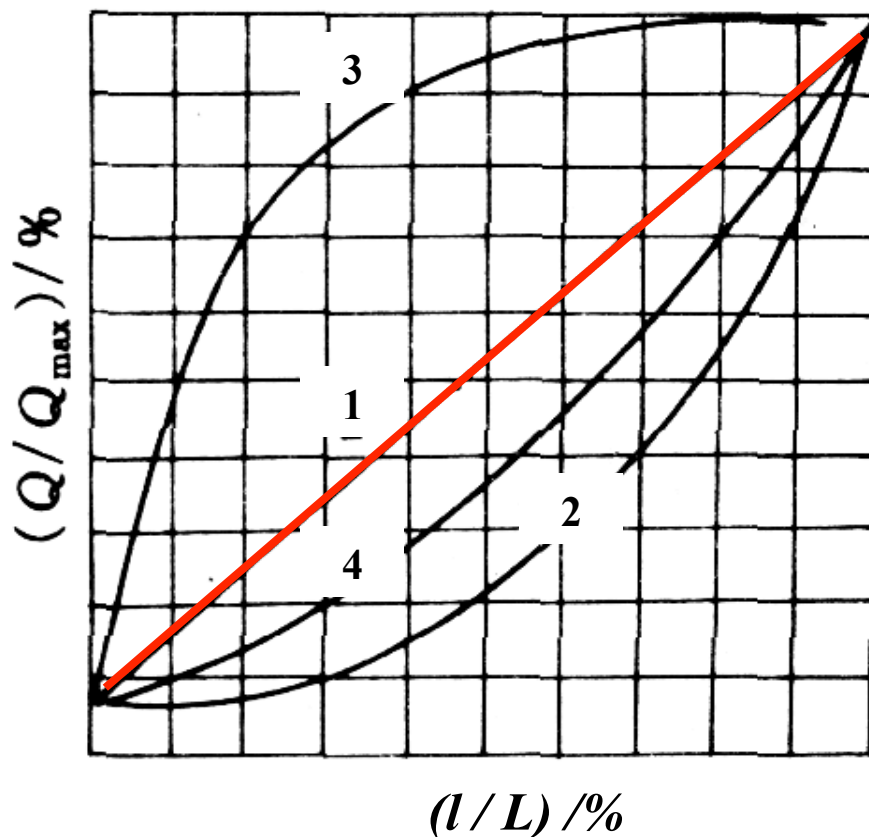


(1) 直线流量特性

控制阀的相对流量与相对开度成直线关系，即单位位移变化所引起的流量变化是常数。用数学式表示为：

$$\frac{Q}{Q_{\max}} = \left(1 - \frac{1}{R}\right) \frac{l}{L} + \frac{1}{R}$$

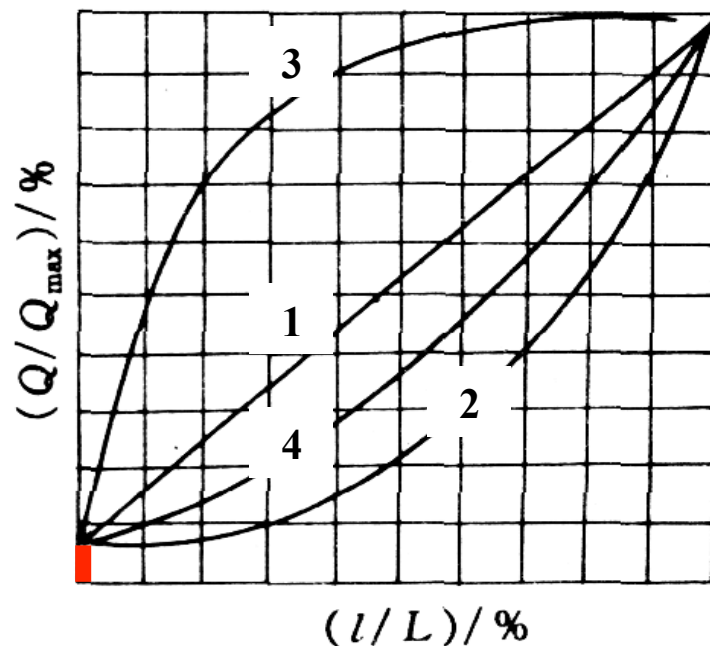
R — 调节阀
的可调比系数。





可调比R为调节阀所能控制的最大流量与最小流量的比值。

$$R = Q_{max} / Q_{min}$$



其中 Q_{min} 不是指阀门全关时的泄漏量，而是阀门能平稳控制的最小流量，约为最大流量的2~4%，一般阀门的可调比 $R=30$ 。



❖ 直线阀的流量放大系数在任何一点上都是相同的，但其对流量的控制力却是不同的。

控制力：阀门开度改变时，相对流量的改变比值。

例如在不同的开度上，再分别增加10%开度，相对流量的变化比值为

10%时：

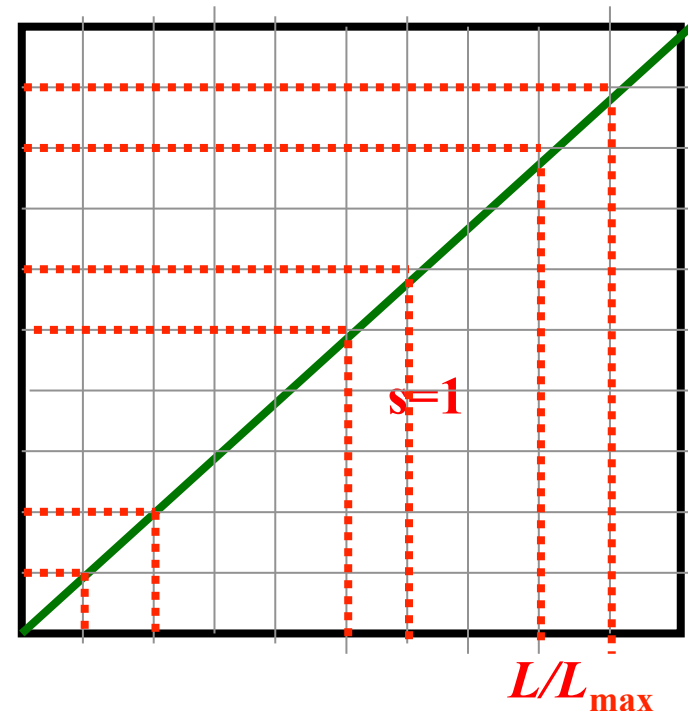
$$[(20-10) / 10] \times 100\% = 100\%$$

50%时：

$$[(60-50) / 50] \times 100\% = 20\%$$

80%时：

$$[(90-80) / 80] \times 100\% = 12.5\%$$



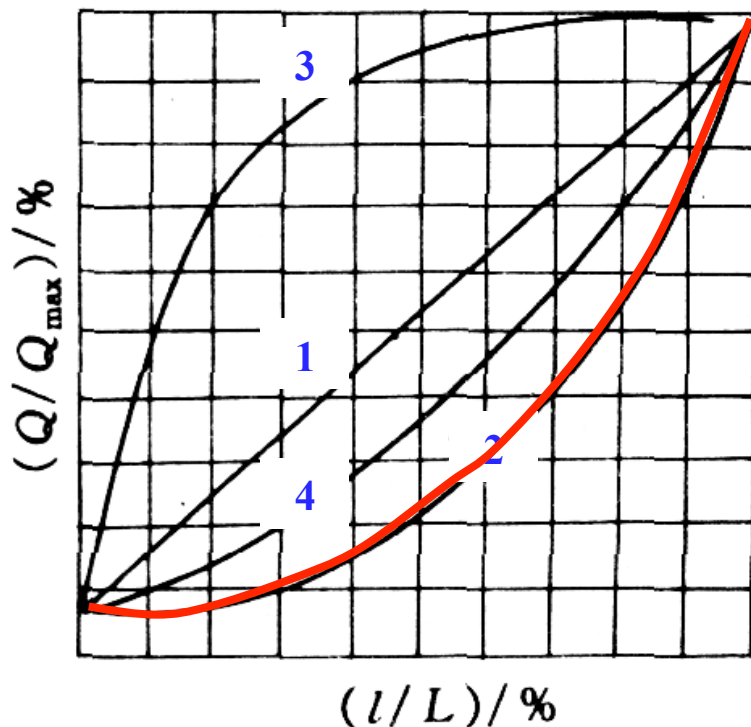


(2) 等百分比（对数）流量特性

单位相对行程变化所引起的相对流量变化与此点的相对流量成正比关系：

$$\frac{Q}{Q_{\max}} = R^{\left(\frac{l}{L}-1\right)}$$

❖ 曲线斜率（放大系数）随行程的增大而增大。流量小时，流量变化小；流量大时，流量变化大。





❖ 等百分比阀在各流量点的放大系数不同，但对流量的控制力却是相同的。

同样以10%、50%及80%三点为例，分别增加10%开度，相对流量变化的比值为：

10%处：

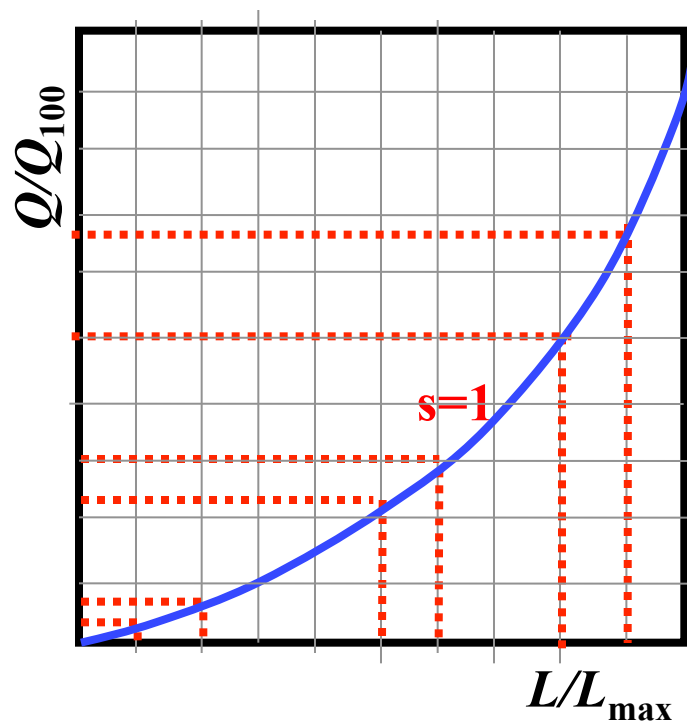
$$(6.58\% - 4.68\%) / 4.68\% \approx 41\%$$

50%处：

$$(25.7\% - 18.2\%) / 18.2\% \approx 41\%$$

80%处：

$$(71.2\% - 50.6\%) / 50.6\% \approx 41\%$$



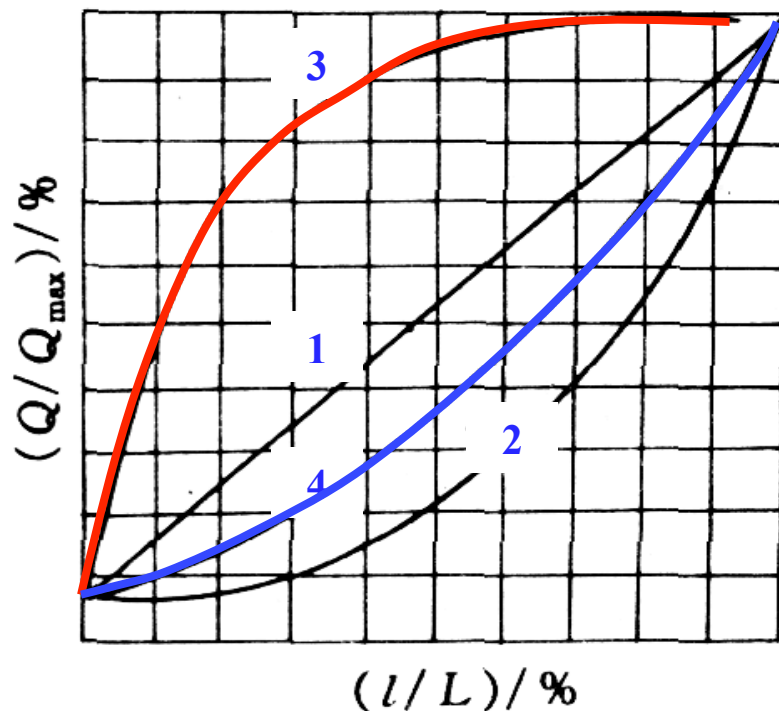


(3) 快开特性

开度较小时就有较大流量，随开度的增大，流量很快就达到最大，故称为快开特性。适用于迅速启闭的切断阀或双位控制系统。

(4) 抛物线流量特性

特性曲线为抛物线，介于直线和对数曲线之间，使用较少。



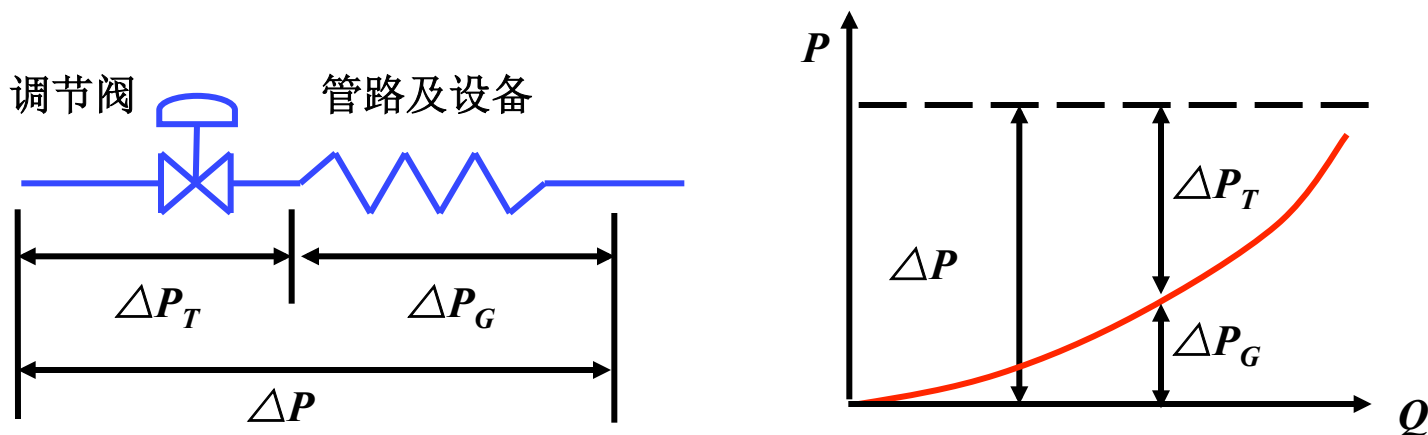


2、调节阀的工作流量特性

实际使用时，调节阀装在具有阻力的管道系统中。管道对流体的阻力随流量而变化，阀前后压差也是变化的，这时流量特性会发生畸变。

例：管道串联时的工作流量特性

如图，管道系统总压力 ΔP 等于管路系统的压降 ΔP_G 与控制阀的压降 ΔP_T 之和。

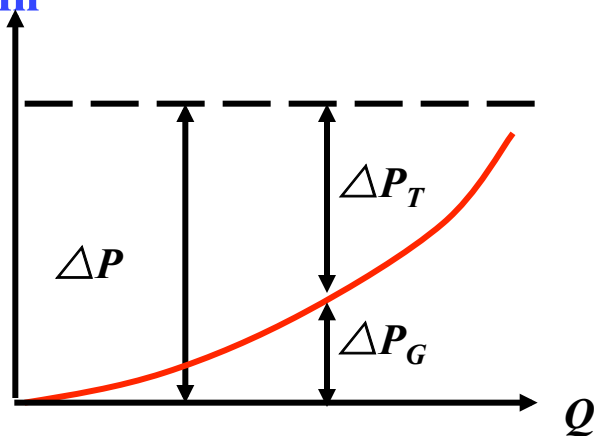
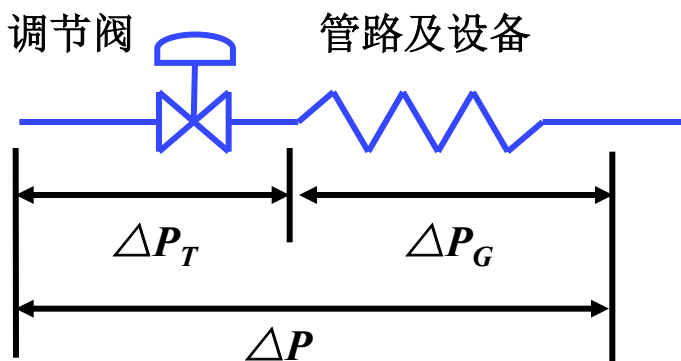




从串联管道中调节阀两端压差 ΔP_T 的变化曲线可看出，调节阀全关时阀上压力最大，基本等于系统总压力；调节阀全开时阀上压力降至最小。

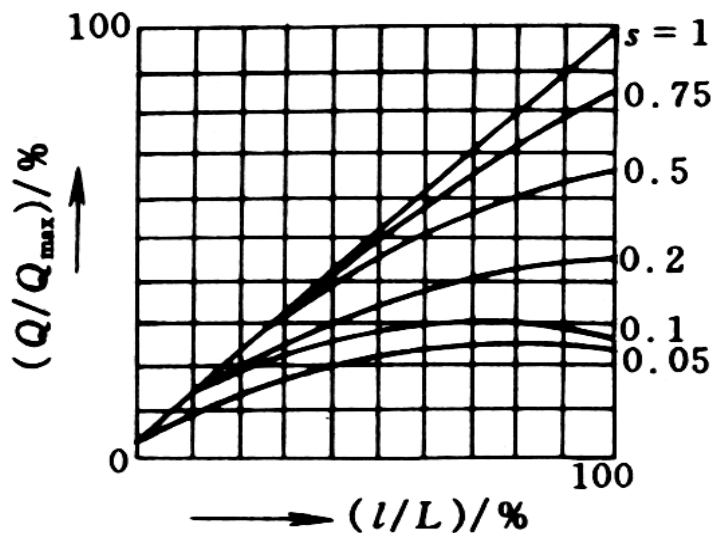
为了表示调节阀两端压差 ΔP_T 的变化范围，以阀阻比 S 表示调节阀全开时，阀前后最小压差 ΔP_{Tmin} 与总压力 ΔP 之比。

$$S = P_{Tmin} / \Delta P$$

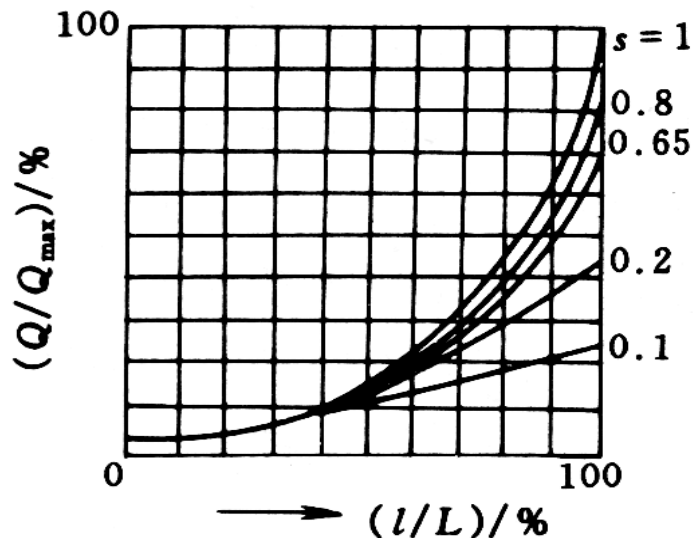




以 Q_{\max} 表示串联管道阻力为零时 ($S=1$)，阀全开时达到的最大流量。可得串联管道在不同 S 值时，以自身 Q_{\max} 作参照的工作流量特性。



(a) 理想特性为直线型



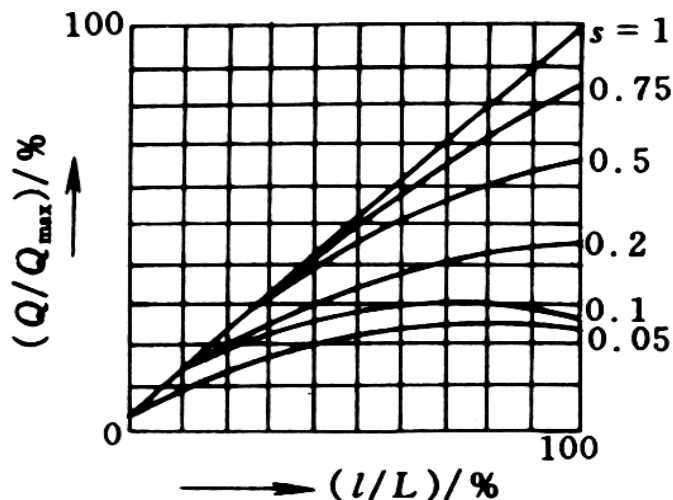
(b) 理想特性为等百分比型

❖ 流量特性畸变: $S \downarrow$ { 直线阀变为快开阀
对数阀变为直线阀

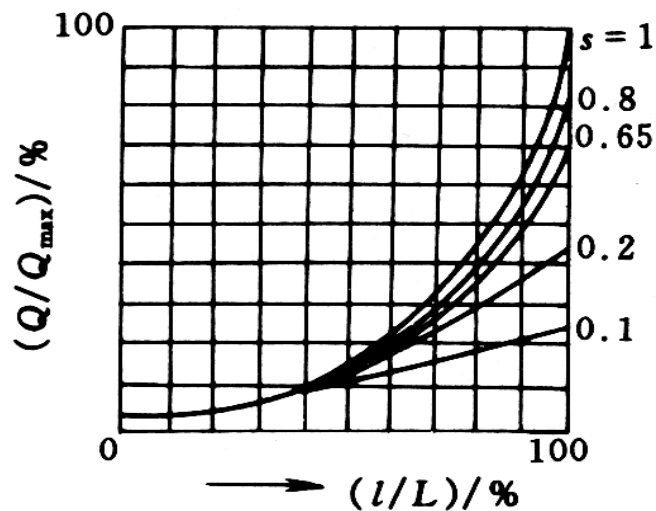


结论

- ❑ 串联管道使调节阀的流量特性发生畸变。
- ❑ 串联管道使调节阀的流量可调范围降低，最大流量减小。
- ❑ 串联管道会使调节阀的放大系数减小，调节能力降低， S 值低于0.3时，调节阀能力基本丧失。



(a) 理想特性为直线型



(b) 理想特性为等百分比型



4.1.1.2 调节阀的选择

选用调节阀时，一般应考虑以下几个方面。

1. 调节阀结构的选择

通常根据工艺条件，如使用温度、压力，介质的物理、化学特性（如腐蚀性、粘度等），对流量的控制要求等，来选择调节阀的结构形式。

例如，一般介质条件选用直通单座阀或直通双座阀；高压介质选用高压阀；强腐蚀介质采用隔膜阀等。



气动薄膜式隔膜阀



气动薄膜精
小型调节阀



气动薄膜三通调节阀



V型



O型

气动调节球阀



对夹薄型

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/178011140022007002>