

Rotary plug valves as an alternative for globe valves 可替代截止阀的偏心旋转阀

截止阀长期以来都是进行高难度控制的首选。从复杂的化工工艺到简单的加热回路控制，各行各业中都有大量业绩可以证明其价值。然而值得一提的是，有许多其它类型的阀门都可以作为截止阀的替代品，例如球、蝶、旋塞、闸、柱塞式转阀，以及截球体球阀（弓形、扇形截球体球阀）。

作者：Michael Hess

要稍加观察，不难发现不同阀门的设计存在明显差别。图1是用于过程行业的各种工艺介质控制阀。这些阀门的最大尺寸是NPS 10/DN 250。图中的最大开度平均流量系数（Kvs系数）来自制造商的产品说明书。

很明显，阀门的尺寸越大，最大开度流量系数的差别亦越大。当工艺条件、流率和压降均相等，截止阀的尺寸一定比其它类型阀门的尺寸更大。这一因素显然会严重影响采购价格。

假如阀门选型时仅需考虑上述一项因素，截球体球阀一定能够胜出。当然在作出决定前，还需要考量其它多项参数。本文将围绕下列几项展开讨论：

- 阀门最大开度时流量系数
- 可调范围

- 控制精（确）度
- 最大允许压降
- 防尘、防固体微粒性能

压降

许多技术文献中，例如附注[1]所指的书中，都能找到关于偏心旋转阀的技术背景资料，以及相关应用领域。事实上，还有更多其它参数都会在很大程度上影响阀门的选型。比如安装现场的空间尺寸、最高和最低工作温度及压力、阀芯的可接触性、有无阀腔死区。

正因为涉及的因素纷繁复杂，本文篇幅无法面面俱到。过去数十年间，为了满足过程行业中各种各样的需求，市场上阀门的种类同样也是层出不穷。

综合考虑各种变量之后，发现以下这

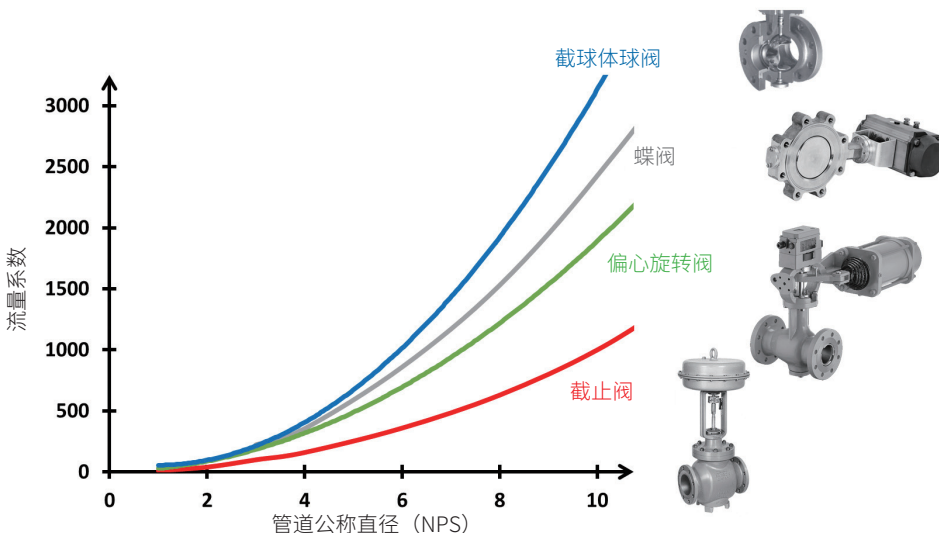


图1. 各类阀门基于不同尺寸的流量系数曲线图



些因素是比较容易确定的：相同应用场合中，如果选择流量系数更高的阀门，它的尺寸就可以更小一些。通过观察阀门内部的工况不难发现，阀门在调节流率时会导致压力降低。众所周知，流量系数Kv正是在这两个变量的基础上确定的。假定管道直径和尺寸相等，工艺介质都是常温水，则以下公式成立：

$$K_v = Q \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{\Delta p}}$$

假设流体的平均流速为2.5m/s（符合现实中的工况条件），DN 250阀门的最大流率Q的计算公式如下：

$$Q = c \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 2.5 \text{ m/s} \cdot \frac{\pi \cdot (0.25 \text{ m})^2}{4} \approx 0.123 \text{ m}^3/\text{s} \approx 442 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$d = \text{DN (公称通径)} = 250 \text{ mm}$$

对应图1中的平均流量系数Kv，阀门全开时的压降如表1所示：

工艺参数

表1不仅列举了偏心旋转阀等各类阀门的压降。显然它们的压降和可控流率并无直接关联，尤其是蝶阀和截球体球阀。蝶阀和截球体球阀通常只有固定不变的一种Kvs系数，偏心旋转阀和截止阀却可以根据应用场合的需求，更换不同阀芯内件并实现不同的Kvs系数（见表2）。正因如此，蝶阀和截球体球阀常被用于实现开关功能。

相应地，在考量最大流量系数时，很有必要注意以下情况：以某个数值为限，即使选择更高的流量系数也不能带来任何优势。这种现象是由阀门的阀权度造成的。阀权度是指阀门全开压降和全关压降之间的关系（详见附注[2]）。表2列举了阀座直径变小后对应的压降增加值。因此作出正确选择的前提是全盘考量各项因素，包括压力比率 p_1/p_2 ，但这不在本文谈论范围之内。

最低可控流率

阀门用于调节流体时，首要任务是针对装置的工艺条件，通过控制不同的流率来保障工艺过程稳定、可靠地进行。无论是针对工艺现状还是将来可能发生的升级改造，阀门能应对的最大和最小流率越接近极限，它的控制范围也就越大，而且阀门可能具备的安全系数也越高。因此下面我们就要讨论一下“可调范围”。它的实质就是最大流率和最低可控流率之间的关系。值得关注的是，可调范围是基于最低可控流率，而非最低可能流率。可控流率是指截流件可以通过开、关动作可靠实现控制的流率。

试举一例如下：有若干来自不同制造商的阀门，标称可调范围最大的是一台截

表1: Q=440 m3/h, DN 250, 各类型阀门处于最大开度时的压降

	截止阀	偏心旋转阀	蝶阀	截球体球阀
Kvs系数, 单位: m3/h	1000	2000	2500	3000
压降	0.2bar	0.05bar	0.03bar	0.02bar

表2: Q=440 m3/h, DN 250, 缩小阀座直径, 改变流量系数后各类阀门的压降

	截止阀	偏心旋转阀	蝶阀	截球体球阀
Kvs系数, 单位: m3/h	250	500	不可能缩小阀座直径	
压降	3.1bar	0.78bar		

球体球阀，高达300:1。它的Kvs/DN²比率也很高（相对阀门尺寸而言流量系数较高，见图1）。该阀门采用单偏心设计，处于关闭阀位以及开启初段时摩擦力非常大。截流件停止运动后，阀座和截球体球阀可能发生粘滞，尤其是当阀门处于关闭位置时，因为此种状态下两者的接触面积最大。

实际可调范围

要让阀轴带动阀芯部件旋转，先要克服摩擦力和启动脱离力矩（起步转矩），然后处于关闭位置的截球体球阀终止原先的静止状态，开始移动。根据设定值的不同，阀门的开度必须至少达到某个较小的角度，而且由于受到多种因素的影响，例

如压力、温度和介质特性，这个最小开度不可重复实现。从技术角度而言，最小的可重复实现开度，远大于许多次实验中偶尔测量到的开度。

阀门设计中的难点在于如何确保在两个方向上都实现相同的最小开关角度，即从全关位置开始向着开启的方向，和从全开位置向着关闭方向。当截球体球阀从全开位置向阀座移动，其动力会造成额外的流体相关效应。这些效应也会对最小可控角度造成影响。由于上述原因，现实中截

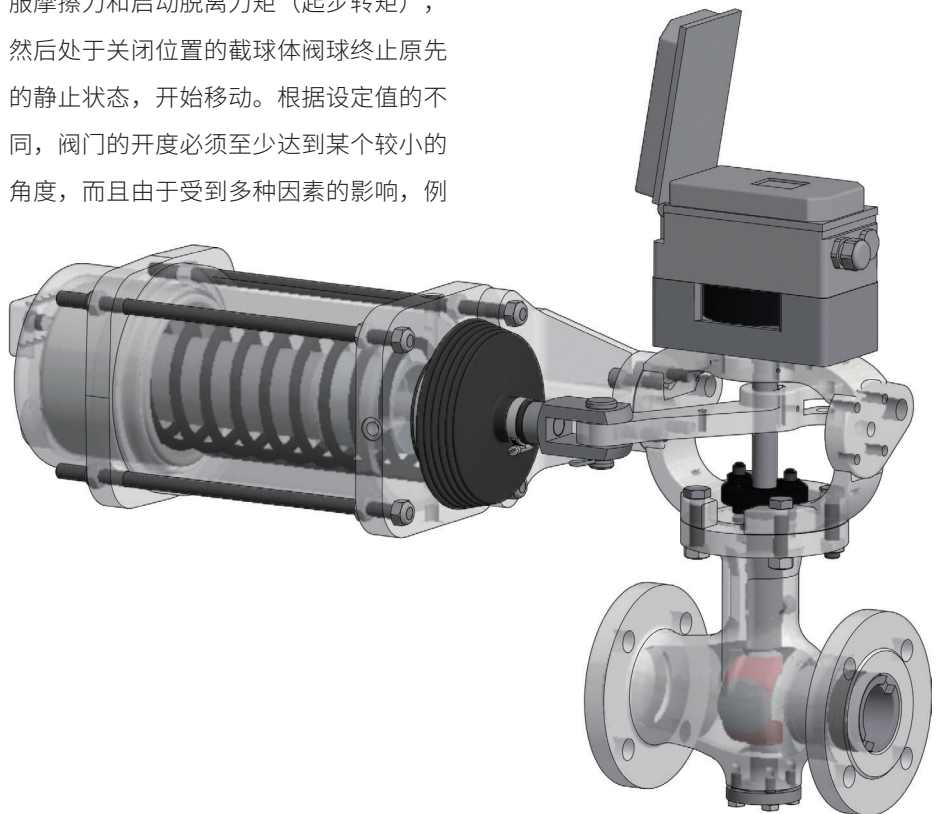


表3: 各类阀门的可调范围

	截止阀	偏心旋转阀	蝶阀	截球体球阀
可调范围	30:1至50:1	200:1	50:1	100:1

表4: 关于控制精确度和最大允许压降的定性比较 (++优秀/ +良好/ 0 一般/ - 低于一般水平)

	截止阀	偏心旋转阀	蝶阀	截球体球阀
控制精确度	++	+	-	+
最大压降	++	+	0	-

球体球阀的可调范围大约是100:1。

表3列举了各类标准阀门在技术上可以实现的可调范围²。根据表中数据可知，偏心旋转阀的表现比较突出。它的流量范围最广，通过量相对最高，而且可靠的可控调节范围亦最广。这样的性能使得偏心旋转阀非常适合用于调节。

控制精确度

调节阀的关键特性是它们的控制精度，以及最大允许压降。为了实现高精度控制，调节阀的性能必须尽可能在整个行程范围内，或在转角范围内，始终符合相关标准。对最大允许压降的影响最直接的因素有两种，其一是截流件产生的湍流，其二是截流件的机械轴承性能。毫无疑问，截止阀在上述两个方面均有显著优势（控制精确度高，能承受较大压降）。当然，偏心旋转阀在这两方面的表现同样不俗。这个话题牵涉到太多的调查研究，因

此表4中仅列举了一些定性比较的结果。

灰尘和固体微粒

最后一项需要关注的因素是阀门对灰尘和固体微粒的抵抗力。微粒会以多种形式影响控制性能，也会磨损阀门部件。灰尘和微粒会使阀门运行时摩擦力变大，并导致部件接触面以及整个截流件都被侵蚀。

偏心旋转阀在这些方面的表现明显

优于其它类型的阀门。由于采用了双偏心设计，旋塞和阀座只有在阀门关闭时才会发生接触。这意味着阀门关闭过程中，不存在固体微粒沉积在部件表面的风险，不会损坏表面。旋塞和阀座接触之前的一瞬间，固体微粒会被高速流体冲刷干净。和截球体球阀的情况相反，偏心旋转阀在操作过程中，阀座和旋塞之间的微粒不会导致摩擦力增加。由于截流件完全是在流体介质之外，而且采用了分轴设计，因此只会发生极轻微的侵蚀和磨蚀。

成本优势

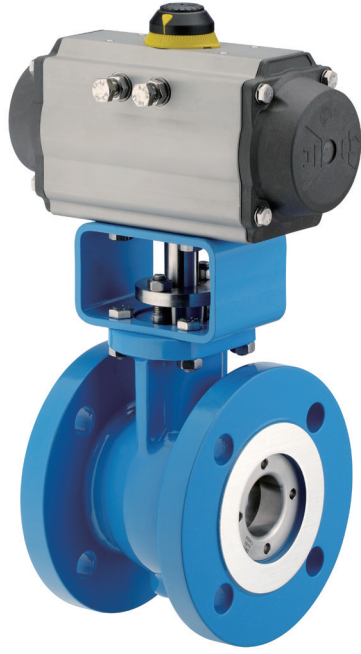
表5列举了调节阀选型时需要考量的各项标准和定性比较的结果。表中不同阀门的比较结果各有千秋，但仍可以看出偏



表5: 阀门选型时的各项考量标准和定性比较 (++优秀/ +良好/ 0 一般/ - 低于一般水平)

	截止阀	偏心旋转阀	蝶阀	截球体球阀
最大通量	-	+	++	++
可调范围	-	++	-	+
控制精确度	++	+	-	+
最大压降	++	+	0	-
抗尘能力	-	++	0	-

心旋转阀的优势面面俱到，从控制性能、抗尘性能和成本等方面来看，都可以成为截止阀的优良替代品。既有最高的最大流量系数，也有可观的可调范围，意味着偏心旋转阀在表中所有阀门中最具竞争力。不仅如此，它还有较高的控制精确度，能承受较高的压降，尤其对介质中的灰尘和固体微粒还有较强的抵抗能力，偏心旋转阀堪称是阀门中的多面手。面对大尺寸和高磅级的订单，许多制造商往往无法制造



出类型最适合的阀门，因为这样的订单往往意味着成本优势决定一切。而成本优势恰恰是VETEC公司的核心竞争力。VETEC是萨姆森（SAMSON）的全资子公司，位于德国法兰克福。由于材料选择范围广泛包含了各种钢材、不锈钢、镍基合金、青铜、钎合金，乃至司太立、硬质合金、陶瓷等耐磨耐腐蚀材料，该公司制造的偏心旋转阀可以用在几乎所有领域。

参考文献

[1] Vogel, U. (2019). *Das Drehkegelventil als Regelorgan. cav chemie anlagen verfahren* 1/2019

请登录以下网址查阅德语版本：

<https://prozesstechnik.industrie.de/>

[2] Strohmman, G. (2002). *Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse*. 慕尼黑: Oldenbourg Industrieverlag有限公司

¹ 由于仅作粗略估算，因此简单假设管道内径和阀门尺寸相同。

² 如果阀门指定使用特定材质制造，并对加工的公差标准有专门要求，则实际结果会有很大偏差。对于此类定制阀门，大范围使用意味着成本会难以接受。

作者简介



Michael Hess博士是德国VETEC Ventiltechnik有限公司的商业开发主管。此前他曾在德国萨姆森（SAMSON）的研发部及销售部担任不同职位，离职前曾任产品管理部主管。Hess博士在阀门设计和选型方面拥有十多年的工作经验。



xanik®

xanor de méxico, s.a. de c.v.

FASTEST DELIVERY In the Industry

Delivery options

1-4 Weeks	6-10 Weeks	12-16 Weeks
Critical	Expedited	Standard

HF Acid Service

(cast/ forged)

- Over 20 years of experience
- UOP & ConocoPhillips approved
- Gate, Globe, Checks and Plugs
- Sizes: 1/2" - 36"
- Classes: 150#, 300#, 600# & 800#
- Materials:
 - CS
 - Monel
 - Hastelloy
- Stock available in Mexico and US

Sleeved Plugs

(cast/ forged)

- Quad dynamic bonnet seal
- Fire safe
- Low fugitive emissions
- Sizes: 1/2" - 12"
- Classes: 150# - 600#
- Materials:
 - CS
 - Stainless Steels
 - Hastelloy
 - Duplex
 - Nickel alloys

Bolted Bonnet

(cast/ forged)

- Our most versatile line
- Sizes: 1/2" - 60"
- Classes: 150# - 4500#
- Available in "T", "Y" and Angle Pattern
- Gate, Globe and Checks
- Materials:
 - Stainless Steels
 - CS
 - Nickel Alloys
 - Alloys
 - Chromes

Critical Globes

Fully Body Guided

- Bolted Bonnet or Pressure Seal
- Skirt or Throttle disc options
- All classes and sizes in different configurations and all materials.
- Available in "T", "Y" and Angle Pattern

Cryogenic & High-Temp

(cast/ forged)

- Low temps: -163 °F to -489 °F
- High temps: up to 1500 °F
- Sizes: 1/2" - 20"
- Classes from 150# - 2500#
- Materials:
 - CS
 - Stainless Steels
 - Nickel alloys
 - Chromes
 - Alloys

Pressure Seal

(cast/ forged)

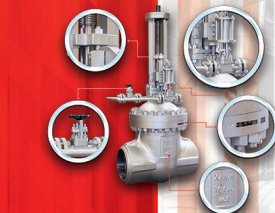
- Sizes: 1/2" - 36"
- Classes: 600# - 4500#
- Venturi & Full Port
- Intermediate and Special Classes
- Stock available in Mexico and US

Engineered Solutions

Made to order

- Custom made solutions to your specifications
- Special chemical and metallurgical compositions
- Special sizes & classes
- Special configurations

We have a wide range of products and services, please contact our sales department for more information.



HQ's & Plant / Sales worldwide

Av. San Luis Ixtatico No. 24 • Parque Industrial Naulcalpan Naulcalpan de Juárez • Estado de México • C.P. 53489 • México

Phone: +52 (55) 5148 1021

e-mail: sales@xanik.com.mx



www.xanik.com