

## 波纹管密封截止阀

### 特点

适用于蒸汽、导热油、气体、冷热水、溶剂等。

- 1、三重密封：波纹管密封、保护性填料密封、全开位置的阀杆锥面密封，确保零泄漏，永久性填料无需更换。
- 2、双层或三层的 316L 不锈钢材质“Ω”型波纹管，开关次数达 10000 次。
- 3、独特的波纹管与阀瓣一体化组件，使波纹管与阀杆分离，有效防止因过度开关使波纹管断裂或因焊接缺陷而造成波纹管穿孔等常见故障发生。
- 4、阀瓣和阀座的司太立（Stellite）硬质合金面，抛光成镜面，确保良好密封。
- 5、采用冷压嵌入的独立阀座，避免由阀体铸造或堆焊产生的密封面含气孔、沙眼、夹砂等严重影响密封性能的缺陷，确保密封持久可靠。
- 6、大口径的阀门采用带压力平衡的双阀瓣结构，高进低出，确保阀门严密密封，操作非常轻松，无需使用加力杆。先小阀后主阀依次开启，对于新开启管线缓慢均匀预热，避免管线过度膨胀，并对阀门主密封面起到保护作用。不因小开度而造成过度冲蚀，影响使用寿命及密封效果。
- 7、独创的入口端**过滤单元**，有效防止杂质破坏密封面，确保长效使用。



### 规格

型号	S25FGB	S16FGBH
连接方式	法兰	法兰
口径 (mm)	DN15~250	DN 15~100
最大工作压力 (MPa)	2.5	1.6
最大工作温度 (°C)	425	425

### 技术参数标准

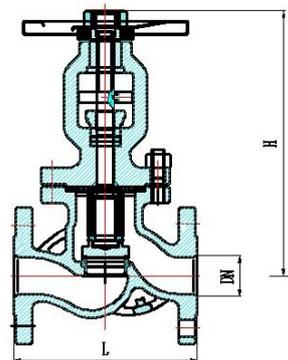
所选型号	尺寸	压力等级	材质及工艺方法					流向/结构	标准
			阀体	阀杆	阀瓣	阀座	阀杆密封		
S25FGB	DN15~250	PN2.5	WCB 标准铸钢	13Cr+镜面抛光/镀层处理	硬面处理+镜面抛光	独立阀座硬面处理+镜面抛光	SS316L 波纹管双层	低进高出 (DN125-250 采用平衡双阀瓣结构, 高进低出)	GB/T12235-89
S16FGBH		PN1.6							

以上产品均不属于压力管道元件范围为 TSG D2001-2006《压力管道元件制造许可规则》规定的阀门、管子、膨胀节、管件等 4 类范围。

## 外型尺寸

DN	mm	15	20	25	32	40	50	65
	inch	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2
L		130	150	160	180	200	230	290
H		218	258	275	280	330	350	355

DN	mm	80	100	125	150	200	250
	inch	3	4	5	6	8	10
L		310	350	400	480	600	650
H		400	415	460	510	710	1100



注: 硬面处理包括 Stellite 合金堆焊/硬质合金堆焊/2Cr13 表面高频淬火等。

## 波纹管密封截止阀常见问题的原因分析及解决方案

### 一、 波纹管易破裂问题

引起波纹管截止阀在使用过程中波纹管破裂的主要原因有如下三个:

- 1、 柱失稳: 指波纹管的波纹连接发生横向偏移, 使波纹管偏移后的实际轴线成弧形或成 s 形。波纹管因总厚度不够, 难以抵御试验压力或运行压力, 波纹管波数过多及波纹管同轴度偏差大等都容易产生柱失稳。
- 2、 平面失稳: 表现为一个或几个波纹平面相对于波纹管轴线发生转动而倾斜, 但波纹管的圆心还基本在波纹管的轴线上。平面失稳的原因是由于在内压产生的子午向弯曲应力和周向膜应力的合力的作用下, 波纹管发生了塑性变形, 平面失稳多发生于波纹管处于压缩状态时;

柱失稳或平面失稳得不到控制, 波纹形状发生较大的变化脱离了原有的计算模型, 位移又集中在某一个或某几个波纹上, 最终将导致波纹管很快疲劳断裂。有时虽不至于立即破裂, 但它大大降低了波纹管的疲劳寿命和承受压力的能力。

- 3、 波纹管材质和阀杆材质不同, 可焊接性能不同, 焊接在一起时容易造成焊接缺陷, 而导致波纹管容易穿孔。

Way' S 波纹管截止阀的结构优化设计则有效地解决以上波纹管容易破裂的问题:



a) Way' s 波纹管组件



b) 其他品牌波纹管组件

- 1、目前国内外厂家的波纹管组件结构是,波纹管与阀杆焊接在一起,当阀门过度开关时,波纹管下端跟着阀杆转动,而上端被中法兰压紧,波纹管被扭曲变形,瞬间受到很大的径向扭力,因为波纹管壁厚又很薄(一般0.2-0.5MM/层),因此相应的应力将会很大,以至超过其抗拉强度而导致波纹管断裂。有时虽不至于立即破裂,但因为波纹管被扭曲变形,或偏心以后,大大降低了波纹管的疲劳寿命和承受压力的能力,最终将导致波纹管很快疲劳断裂。
- 2、Way's 波纹管组件采用波纹管与阀瓣一体化的组件,使波纹管与阀杆分离,当阀门过度开关时,波纹管不会产生扭曲或变形等现象,有效地防止了因过度开关使波纹管断裂等常见故障发生。
- 3、波纹管选用 316L 不锈钢材质,在波纹管和阀瓣之间增加同属奥氏体的 304 不锈钢材料连接块,有效避免了因不同类型材质焊接而造成的焊接缺陷,从而防止了波纹管穿孔的故障。

## 二、 大口径截止阀的关闭难及密封面易损坏的问题

1、在日常使用大口径截止阀的用户中,大家常常反映一个问题,即大口径截止阀用于压差比较大的介质上,如蒸汽、高压水等带压工作时,往往很难关闭,无论怎样用力关闭,总是发现会有泄漏现象,很难关紧,造成这个问题的原因是由阀门的结构设计与人的极限水平输出力矩不足而造成的。

一般成人的水平极限输出力为 60-90kg,视不同体质而言。

一般截止阀的流向设计为低进高出,当人对阀门进行关闭时,人体水平推动手轮转动,使阀瓣向下运动,实现关闭,这时需要克服三个方面的力的组合,即:

- 1) 轴向顶推力  $F_a$ ;
- 2) 填料与阀杆磨擦力  $F_b$ ;
- 3) 阀杆与阀瓣芯部接触摩擦力  $F_c$

力矩总合为  $\Sigma M = (F_a + F_b + F_c) R$

可以看出口径越大,轴向顶推力也越大,当接近关闭状态时,轴向顶推力几乎接近管网实际压力(因关闭时  $P_1 - P_2 \approx P_1, P_2 = 0$ )

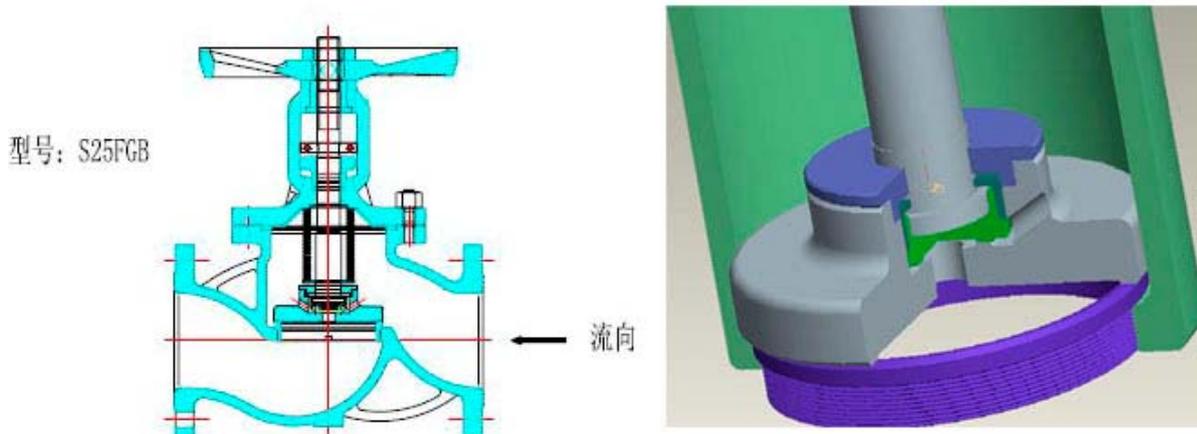
如一个 DN200mm 的截止阀用于  $10\text{kg/m}^2$  的蒸汽管上,其仅第一项关闭轴向顶推力

$F_a = 10 \times \pi r^2 = 3140\text{kg}$ , 而关闭所需的水平圆周力为  $\varphi = \frac{2 \Sigma M}{D_s(\text{手轮直径})} = \frac{3140 \times 2}{80} = 78.5\text{kg}$ , 已接近正常人体所能

输出水平圆周力的极限,所以由一个人在这种工况下完全关闭此阀是非常困难的。当然有的工厂建议将这类阀门反向安装,解决了难以关闭的问题,但又出现了关闭后难以打开的问题。

2、一般大管径管线开启时,都需要对管线进行预热,而预热过程一般要求很小流量蒸汽通过,使管线缓慢均匀加热到一定程度后,才能完全开启截止阀,避免造成管线急速升温而产生过度膨胀,损坏部分连接部位。但在这个过程中,阀门开度往往非常小,从而造成冲蚀率远远大于正常使用效果,严重降低阀门密封面的使用寿命。

针对上述问题，我司设计开发出了带平衡阀瓣的双向压力补偿结构的双阀瓣结构，彻底的解决上述问题，实现了双向操作都极为轻便，且密封极其严密，先小阀后主阀依次开启，对于新开启管线缓慢均匀预热，避免管线过度膨胀，并对阀门主密封面起到保护作用。不因小开度而造成过度冲蚀，影响使用寿命及密封效果。彻底解决了开机时管线预热过快造成焊接或弯管部位变形及拉裂等现象的发生。详见下图 S25FGB DN125-250。



阀型类别	所选型号	通径尺寸	压力等级	材料及工艺方法					流向/结构	其它要求
				阀体	阀杆	阀瓣	阀座	阀杆密封		
PN2 铸钢 波纹管截 止阀	S25FGB	DN125-250	PN2.5	WCB 标准 铸钢	2Cr13 镜面 抛光/镀层 处理	S25C 司 太立硬 质合金+ 镜面加 工处理	独立阀座 S25C+司 太立硬 质合金+ 镜面加 工处理	SS316L 波 纹管三层	高进低出 带压力补偿 的双阀瓣结 构	按 GB/T122 35-89 标准

注：1) 双阀瓣结构的优势在于：在开启阀门时，手轮转动将小阀瓣提起，使流体先从小阀瓣内小阀座进行泄压，从而使大阀瓣开启更轻松。  
2) 高进低出的优势在于：在关闭阀门时，当阀门将要完全关闭时，流体压力作用于大阀瓣，使大阀瓣先与阀座密封面紧密接触，起到止流作用（同止回阀原理），再关闭小阀瓣，从而使阀门关闭更轻松，无须使用加力杆。

### 三、国内品牌截止阀阀芯、阀座易损坏问题

因为在节流口上，当阀门快被关闭的时候，根据流速与压差的公式  $V_2 = V_1 \sqrt{\Delta P}$ ，正常蒸汽流速  $V_1 = 40\text{m/s}$ ，若蒸汽压力为 10Barg 时，其流速  $V_2 = 126\text{m/s}$ ，是正常流速的 3 倍！具有强大动能，这样，对密封面的冲刷力成倍成倍的增加，它可以很快将阀芯、阀座表面冲出线型的细槽，使阀的寿命成倍下降。另一方面，根据能量守恒原理，速度增大，压力必将急剧下降，在出口处产生闪蒸现象。瞬间就会产生强大的压力冲击波，使阀芯、阀座表面的材料被冲击成蜂窝状的小孔，并引起振动和

噪声，这就是汽蚀。因此，要求阀瓣阀座材质的硬度和耐冲蚀性非常优秀才可以确保阀门的使用寿命。

基于以上要求，我司的波纹管密封截止阀采用如下**独立阀座**的工艺制作。

首先，独立阀座是我司与国内截止阀的最大区别，采用冷压嵌入的工艺，镶嵌到阀体内，其特点如下：

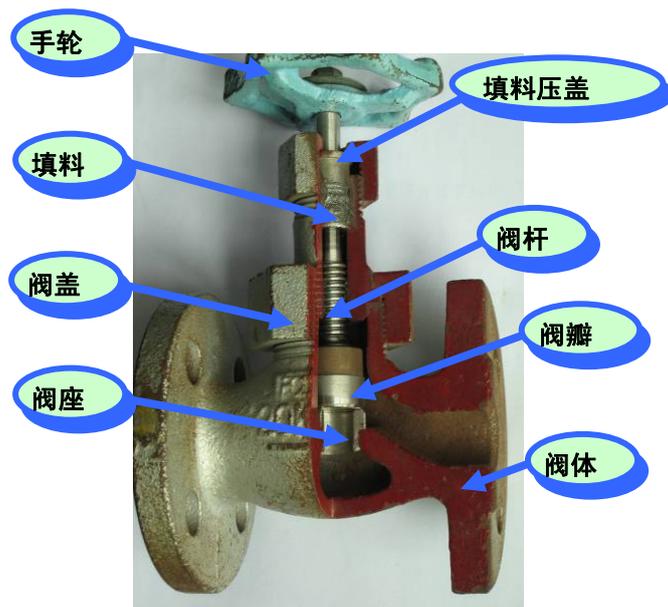
1、从工艺上来说，采用独立阀座，可以使阀座在数控机床上单独加工，以确保其平面度，同轴度和光洁度等加工精度，同时阀体也同样使用数控车床加工，保证相互配合精度。避免由阀体铸造或堆焊产生的密封面含气孔、沙眼、夹砂等严重影响密封性能的缺陷，确保密封持久可靠。

2、从材质上来说，阀座可以采用 2Cr13 和 304 或 316 不锈钢，这些材质本身具有优良的耐冲蚀性和耐腐蚀性，而且还可以在阀座表面堆焊非常耐磨、耐冲蚀和耐腐蚀的司太立硬质合金，有效增加了阀门的使用寿命。

而国内阀门，大都是由阀体直接加工的阀座密封面，本体材质为碳钢，这样很容易被冲蚀或腐蚀，容易产生焊接缺陷或加工精度不够高的现象，导致无法保证密封性能和寿命。

#### 四、 外密封填料易磨损，产生从阀杆处漏汽问题

##### 波纹管阀门与填料阀的区别



1、因为导热油的渗透性很强(大约是蒸汽的 50 倍),若选用填料截止阀或闸阀,都非常容易外漏,导致热油浪费,弄脏设备和地面,而波纹管结构可以完全零泄漏,而且没有易损件。

2、因为一般的填料由石墨加工成型,若石墨的纯度不够时,其耐油性能变得很差,当导热油浸到石墨填料时,石墨中的部分杂质很容易被导热油溶解,导致石墨粉状化,无法使石墨填料达到密封效果,这就是造成填料阀经常性外泄漏的主要原因。

3、波纹管组件确保阀门没有外漏,这是作为节能环保的必需要求。波纹管阀可用于蒸汽、导热油、有毒有害介质、卫生要求高的介质和价格昂贵的溶剂等特殊工况。

因为波纹管的开关非常轻松,做气动控制阀时,还可以节约气源,而且可实现精密控制。

4、填料作外密封的阀门,因为石墨填料容易被磨损,PTFE 填料容易老化变形,而导致阀门外漏。

根据Napier方程,推导出流量计算公式, 流量(kg/h)=0.4d<sup>2</sup>( P<sub>1</sub>+1)

式中d=孔径 (mm) ,P<sub>1</sub>=一次绝对压力 (Barg)

以下是蒸汽泄漏量表,比如,一个 1mm的小孔在 10Barg压力时损失的蒸汽量 =0.4\*1\*1\*(10+1)=4.4kg/h,那么若工厂持续运行,则一年损失的蒸汽量为:

4.4\*24\*365=38544kg=38.544T,按照目前每吨蒸汽单价 300 元计算,则每年因此而损失了 11563 元!

由此可见,若工厂的泄漏点很多的话,这种浪费是非常可怕的,因此,我们应该尽快杜绝泄漏!

小孔泄漏蒸汽流量表 (KG/H)						
压力 (BARG)	孔径 (MM)					
	1	1.5	2	2.5	3	5
1	0.80	1.80	3.20	5.00	7.20	20.00
2	1.20	2.70	4.80	7.50	10.80	30.00
3	1.60	3.60	6.40	10.00	14.40	40.00
4	2.00	4.50	8.00	12.50	18.00	50.00
5	2.40	5.40	9.60	15.00	21.60	60.00
6	2.80	6.30	11.20	17.50	25.20	70.00
7	3.20	7.20	12.80	20.00	28.80	80.00
8	3.60	8.10	14.40	22.50	32.40	90.00
9	4.00	9.00	16.00	25.00	36.00	100.00
10	4.40	9.90	17.60	27.50	39.60	110.00

目前全球性的对节能环保的要求,所有企业都面临一个亟需解决的问题,要求整个工厂实现零泄漏,非常环保、干净,让企业形象提高到一个很高的档次,让企业安全稳定的生产。同时相应的政府职能部门对各企业更是严厉监管,对工厂严格要求零排放,杜绝“跑、冒、滴”的泄漏现象,要求企业必须考虑诸如要增加冷凝水回收系统或整体车间阀门等设备的整改等,以达到节能环保的目的。因此使用波纹管阀门将是必然的。

## 五、为什么 Way's 波纹管截止阀的阀杆要使用梯形粗牙螺纹，而不用普通细牙螺纹？

- 1、因为梯形粗牙螺纹的螺距是普通细牙螺纹的 2-3 倍，因此开关阀门时手轮的转动圈数要少一半以上，大大提高了启闭速度和效率，在有些既要求启闭速度快、又要求优秀密封性的工况，可以替代球阀使用。
- 2、当阀门旋紧关闭后，梯形粗牙螺纹具有自锁功能。而普通细牙螺纹，随着压力对阀瓣的顶推作用或现场的震动，阀门会慢慢被打开，导致泄漏。
- 3、阀门在每一次开关过程中，总会经历小开度的运行。因为梯形粗牙螺纹的螺距大，大大减少了阀门在小开度的持续运行时间，可以减少流体对密封面的空化、冲蚀和汽蚀的作用时间。而普通细牙螺纹大约有 3 倍于梯形螺纹的小开度运行时间，因此冲蚀的破坏作用大幅增加，导致阀门寿命大大缩短。

## 六、锅炉附近分汽缸处阀门的选型依据

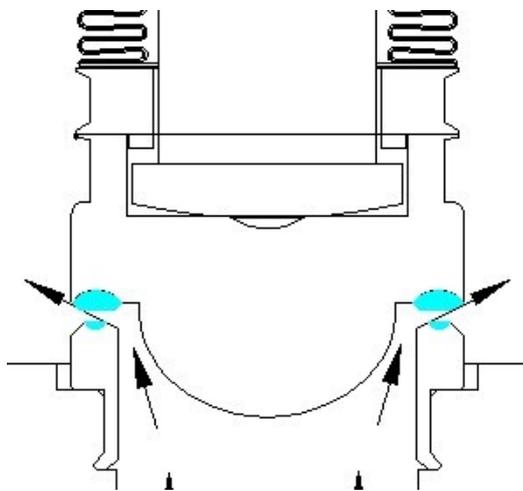
- 1、锅炉出口一般压差比较大，因此蒸汽流速也更大，对密封面的冲蚀破坏作用也较大。
- 2、因为锅炉燃烧效率不可能为 100%，这样将造成锅炉出口处的蒸汽含水量较大，容易对阀门密封面产生空化和汽蚀的破坏作用。
- 3、对锅炉出口及分汽缸附近的截止阀，因为刚从锅炉出来的蒸汽，有间断性过热现象发生，在其饱和的过程中，若锅炉水软化处理不是太好的话，往往会析出部分酸碱物质，对密封面会造成腐蚀和冲蚀；还有一些可结晶的物质也可能附着在阀门密封面结晶，导致阀门无法严密密封。
- 4、分汽缸进出口阀门，因阀后蒸汽用量因生产要求等原因而造成用汽量时大时小，在流速变化较大的情况下，很容易产生闪蒸、空化等现象，从而对阀门密封面造成冲蚀、汽蚀等破坏作用。

鉴于以上原因，建议锅炉附近分汽缸处阀门选用 Way's 波纹管密封截止阀 **S25FGB**，此型号的密封面使用司太立合金，具有非常优秀的耐强酸碱腐蚀性、耐磨性和耐冲蚀性能，可确保长效密封。

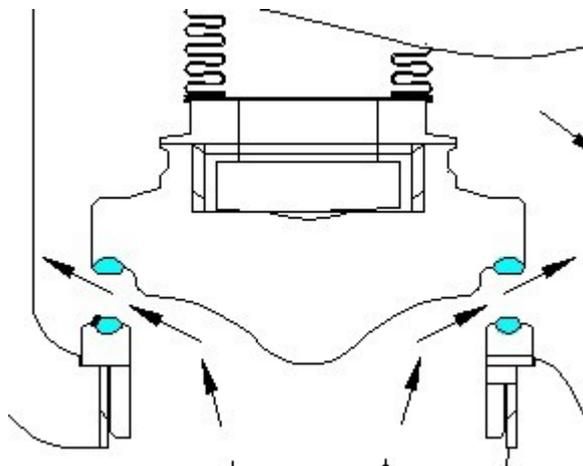
## 七、曲面阀瓣和切线原理对截止阀的保护作用

- 1、Way's 品牌可调式波纹管截止阀（S25FGB-N，见附图 1）和常规 DN65-100 的波纹管截止阀（S25FGB，见附图 2），均采用曲面分流阀瓣，密封面采用平面密封，可有效地保护密封面免受空化、冲蚀、汽蚀的破坏，大大增加使用寿命和密封性能。
- 2、Way's 其他口径的平面阀瓣波纹管截止阀，虽然不是曲面分流阀瓣，但同样通过其他如各种特殊倒角的设计，利用“流体沿切线方向流动”的原理（见附图 3、4），尽可能避免空化、冲蚀和汽蚀对密封面的危害，延长使用寿命。但其保护密封面的作用不如曲面阀瓣结构的阀门，因此，这种结构的波纹管截止阀不建议长期用于低开度工况。

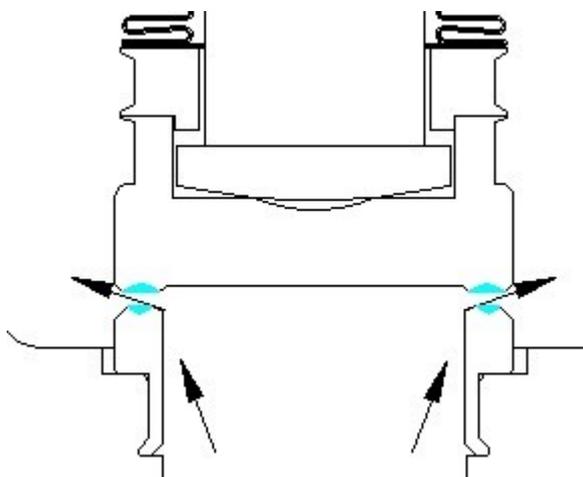
附图：



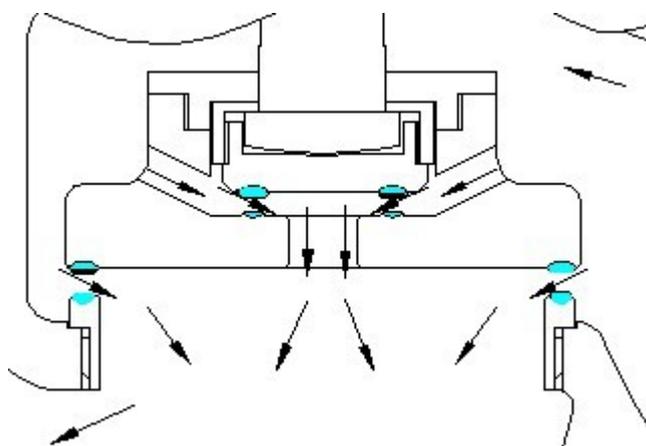
附图 1



附图 2



附图 3



附图 4