

HBX 系列矩形流量计

PFS HBX 系列矩形流量计是一种新型的差压测量流量仪表，可用于测量气体、蒸汽和液体（包括油浆、高粘度液体）以及高磨擦性（含固体颗粒的）流体和腐蚀性流体，是一种高精度高可靠性流量测量设备、这种仪表使得差压式流量测量技术的使用范围更广，适用性更强。

一. 矩形流量计工作原理

矩形流量计是一种产生差压信号的节流部件，根据流体力学方程，由差压信号与流量的对应关系，可以精确地测量流体流量。

矩形流量计的测量管道可以是方形管道，也可以是圆形管道，矩形节流元件可以是梯形，也可以半圆梯形，特殊情况下采用圆柱形以达到更加精确的测量效果。

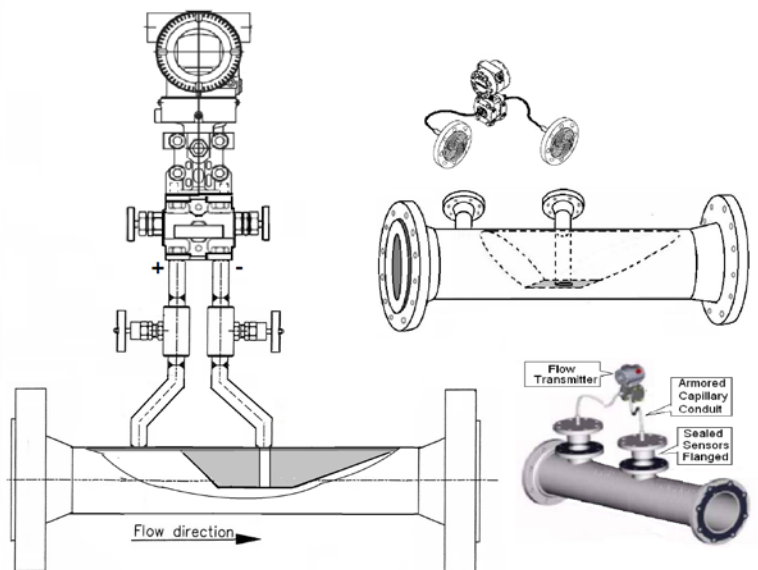
矩形流量计是一种精确测量高粘度、高磨损性流体的理想工具。

当用于轻质流体测量时，相比较其他差压式流量测量仪表，如孔板、文丘里等、测量精度更高、出口压力恢复更好、量程比更大；其测量精度可以标定达到或超过现有的质量流量计，但其压头损失仅为质量流量计的 2% - 10%；矩形流量计保持恒定高精度的使用寿命可达 60 年以上，这是质量流量计、容积式流量计、透平式流量计所达不到的。

矩形流量计的发明是流量测量技术上的又一次创新，解决了许多采用其他流量计无法解决或解决效果不佳的流量测量问题，尤其是高粘度介质、强腐蚀性介质和重磨擦性介质流量的长期可靠地高精度测量问题。

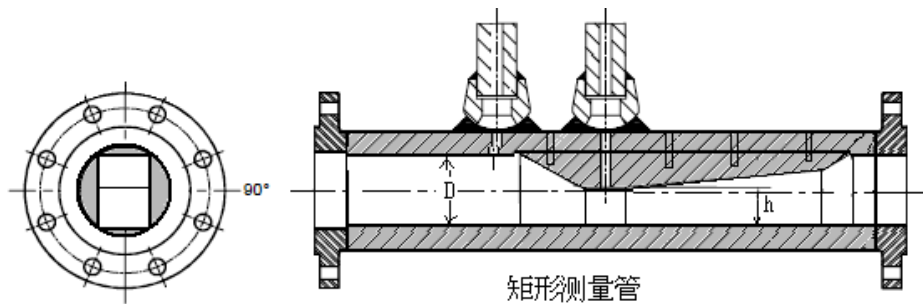
二. PFS-HBX 矩形流量计的主要特点：

- (1) 测量精度高
- (2) 压头损失小
- (3) 适用于气体、液体和高粘性液体
- (4) 可用于高磨损性流体的测量
- (9) 过程连接： 法兰、螺纹、焊接
- (10) 变送器取压连接方式：
法兰连接取压 (1" - 2")；
螺纹连接取压；
承插焊连接取压；
变送器直接连接。
- (11) 可选材料：
法兰和本体等同或高于工艺管道材料；
节流块： 不锈钢，合金钢；
节流块可做硬化，表面堆焊碳化钨或司太莱合金；
管道内可作耐腐蚀处理，可内衬 PTFE、陶瓷或橡胶等。



二. 矩形流量计的结构类型

- (1) HBX-RF 系列矩形流量计：采用焊接式矩形或方形管道，内部镶嵌矩形节流块。
口径：2"x1.5" 到 16"x16"，压力等级：150# - 600#，工作温度：-180°C - 800°C。

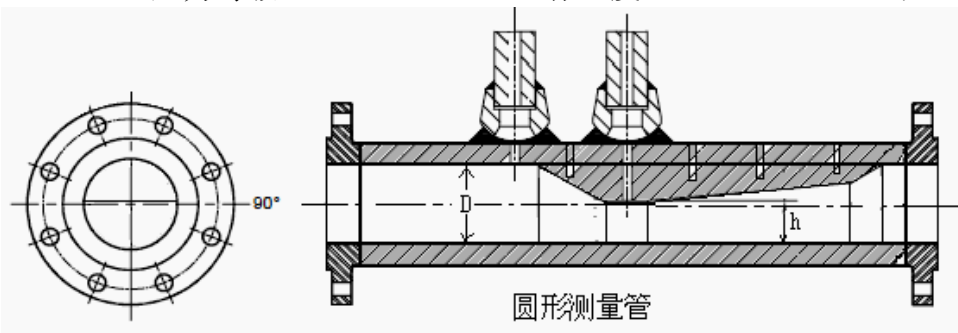


矩形测量管

(2) HBX-CF 系列矩形流量计：采用圆形管道测量管道

HBX-CF 系列矩形流量计采用圆形管道内镶嵌焊接矩形节流块，可承受较高的内压。

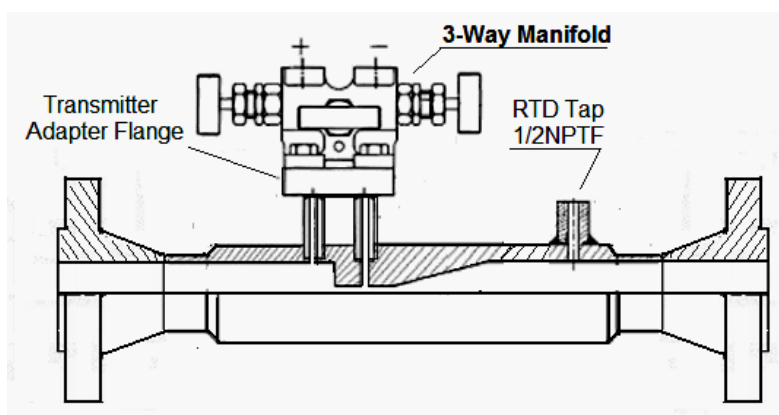
口径：4" - 24"，压力等级：150#-2500#，工作温度：-180℃ - 650℃；



圆形测量管

(3) HBX-1 系列矩形流量计：用于轻质介质、气体和蒸汽，为保证大流量比和高精度，采用圆形测量管和特殊结构的圆柱型节流部件。

口径：3/8" - 24"，压力等级：150# - 2500#，工作温度：-40℃ - 400℃。



三. 矩形流量计的主要技术指标

1. HBX-RF系列矩形流量计

在雷诺数 $Re=500 - 50000$ 的范围内，对于计算确定的节流开口面积，流量系数是一个恒定的线性常数。

适用于清洁流体（气体和液体），含固体颗粒的流体，以及高粘度液体的流量测量，

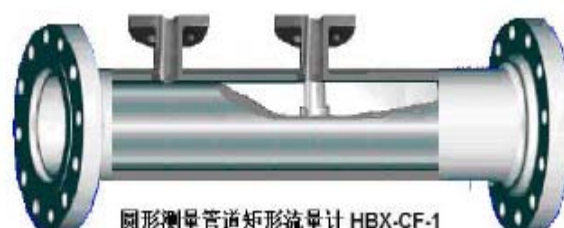
雷诺数：用于清洁介质 $Re \geq 6000$

用于粘稠介质 $Re \geq 500$

压头损失：15% - 25%DP

测量精度：±0.5%

等效节流口径比：



圆形测量管道矩形流量计 HBX-CF-1

轻质介质： $\beta = 0.2 - 0.7$

高粘度介质： $\beta = 0.2 - 0.5$

流量比：**10:1 - 30:1**

上游直管段要求：

非粘流体、气体或蒸汽 $1.5D - 4D$

高粘性液体 $0.5D - 3D$ 。

对于强腐蚀性介质，可加 (PTFE或橡胶衬里，陶瓷)本体或表面喷镀耐蚀金属材料。

对于恶劣工况，如催化剂、煤粉、油砂的气液输送或含其他固体颗粒的流体体输送，采用可更换节流块式的矩形流量计。

2. HBX-1系列矩形流量计

HBX-1系列 矩形流量计可用于很低的雷诺数流量测量，并在很宽的雷诺数范围内，对于已经计算确定的节流孔/径比 β (或节流口高度)，流量系数是一个恒定的常数。

本流量测量装置采用了特殊的几何结构，这种结构产生了本流量计的非凡的工作性能：

精度高，线性好，压损小，流比大，长期工作稳定性和可靠性高。

本测量装置适用于较清洁液体、气体和蒸汽，采用法兰式取压口并将节流块加以硬化处理后，就可以用于测量含固体颗粒的液体和气体，也可用于高粘液体的流量测量。

主要性能指标如下：

口径： $3/8'' - 60''$

压力等级：**150# - 2500#**

工作温度： $-180^{\circ}\text{C} - 800^{\circ}\text{C}$

标准测量精度： $\pm 0.25\%$

量程比：**10:1 - 200:1**

压头损失：**10% - 25% DP** (测量压差)

等效节流孔径比： $B=0.2 - 0.8$

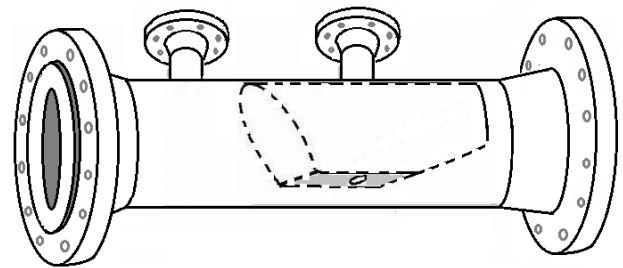
雷诺数范围：

较清洁液体、气体和蒸汽： $Re \geq 6,000$

用于高粘度流体： $Re \geq 1000$ 。

上游直管段要求：非粘流体、气体或蒸汽

$1.5D - 4D$ ，高粘液体： $0.5D - 3D$ ；下游不需要另加直管段。



PFS HBX-1 系列矩形流量计的是基于大量的广泛的实验室流量试验数据和对流体力学的深入研究，中和长期流量测量的实践经验发展起来的，实验这种矩形流量计，测量精度高、长期工作稳定可靠，保证了对低雷诺数流体的精确可靠地的测量，量程比大，测量精度高。

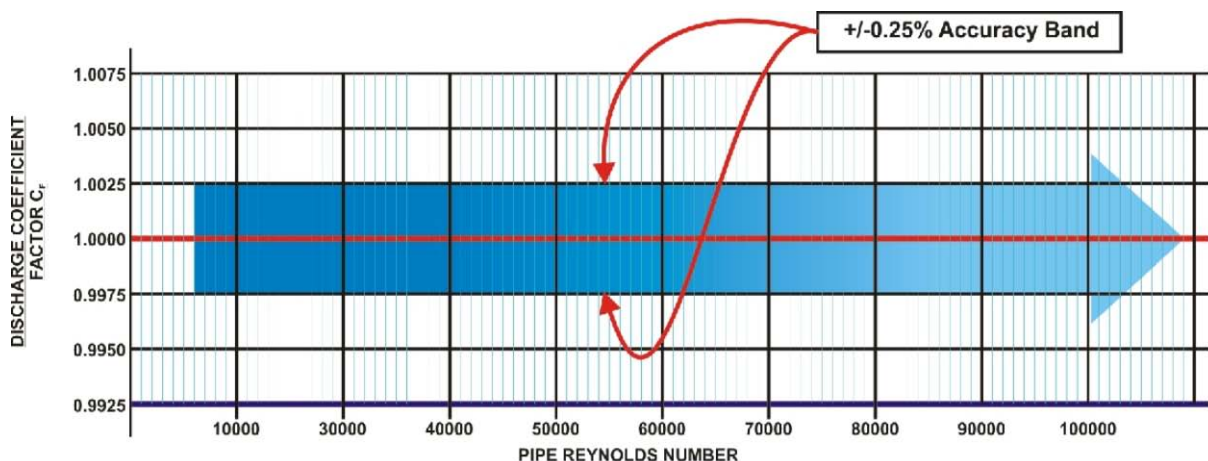


FIGURE 1

Source: Alden Research Laboratory, Holden MA; Utah Water Research Laboratory.

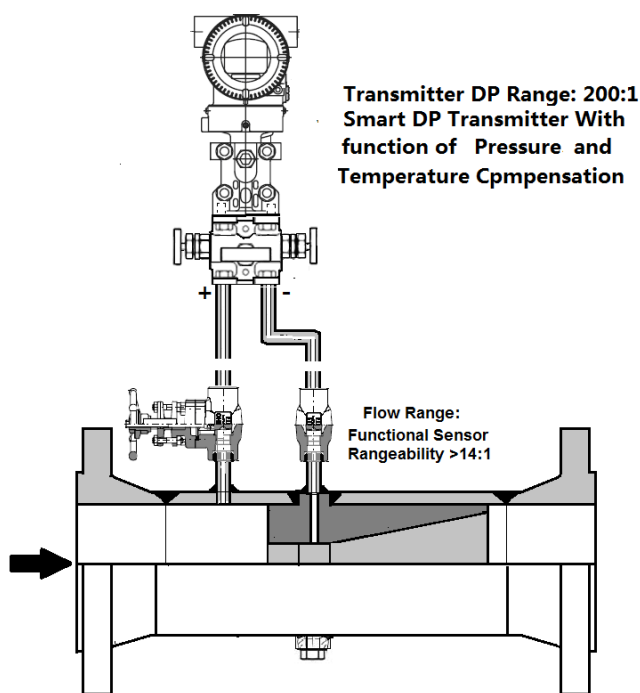
PFS HBX-1系列矩形流量计，由于该流量计具有线性的且长期稳定的流量系数，在其全量程范围内均能保证其高度精确地流量测量。在北美和欧洲，人们常常用这种流量计替代现有的其他种类的流量测量设备而取得更高测量精度

HBX-1系列矩形流量计口径：3/8” – 24”，该口径范围包括了常用的主要口径，在该范围内，这种流量测量技术经使用证明是有效的、精确地和可靠地，同时PFS可提供更大口径的矩形流量计，在对应由大量实验数据支持的常用口径计算程序的基础上，经过口径放大和修正，大口径矩形流量计的制造精度±0.5%，可流量标定到±0.25%的测量精度。

在HBX-1系列矩形流量计的等效节流孔径比(节流孔高度/测量管径，或矩形的高度比) $\beta = 0.2 - 0.8$ 的范围内，由于计算中得到的 β 值不同，其标准精度在±0.25% - ±1.0%的范围会有变动， β 值越小测量精度越高，流量量程比越大，(但即使 $\beta = 0.8$ ，测量精度仍不低于±1.0%)。为保证±0.25%的标准精度， β 值一般应取在0.2-0.6之间，(矩形流量计压头损失很小，很少用到 $\beta = 0.6-0.8$ 来减少压头损失，也就是说，选取测量压差不必太小)。

3. 整体式矩形质量流量计

PFS 整体式质量流量计 Flow Products™ 将仪表三阀组和二次仪表(变送器)直接安装于 HBX-1 测量部件上，并安装温度计套管和温度探头，整体组装并根据用户要求进行标定，可以更精确地可靠地测量流量，并且具有较宽的流量量程比范围。



输出信号：4-20mA dc/HART，回路供电 24Vdc，防爆等级：EEx dIICT 或 EEx iaIICT4
带温度压力补偿，输出质量流量信号。

这种整体式矩形气体质量流量有很广泛的用途，例如：工业计量和控制、煤化工含粉尘煤气和清洁煤气的精确测量、氢气和氧气质量流量的精确计量、石油天然气的精确计量，煤矿甲烷气计量和CO2注入、各种液体介质的测量，

四. 安装和应用

为保证在规定的雷诺数范围内流量系数为恒定的线性常数，PFS已经对安装所产生的影响做了大量的实验研究和调查，证明下游管道直管段对于矩形流量计是不需要的，最小的上游管道直管段取决于具体的上游工艺管道设计所带来的对流体流动状态的扰动情况。

HBX-CF系列矩形流量计用于含粉尘和固体颗粒介质的流量测量时，必须水平安装，并且取压口向上，防止固体粉尘的沉淀堵塞而引起流量计内部的强力磨蚀。

HBX-1系列矩形流量计，按照如下原则进行安装：

1. 水平测量气体和蒸汽，取压口应该在水平向上45°角的范围内；
2. 水平管道测量清洁液体时，取压口在水平向下45°角的范围。
3. 矩形流量计上游直管段可参照下表配置：

矩形流量计要求上游侧最小直管段要求

等效	单个90°短	在同一平面上	在不同平面上	在3.5D长度内	在D长度范围	全球阀
----	--------	--------	--------	----------	--------	-----



直径比 $\beta = d/D$	半径弯头	两个或多个 90°弯头	两个或多个 90°弯头	由3D变为D的 渐缩管	内由0.75D变 为D的渐扩管	或闸阀
0.30	0.5	1.5(0.5)	(0.5)	0.5	1.5(0.5)	1.5(0.5)
0.35	0.5	1.5(0.5)	(0.5)	1.5(0.5)	1.5(0.5)	2.5(0.5)
0.40	0.5	1.5(0.5)	(0.5)	2.5(0.5)	1.5(0.5)	2.5(1.5)
0.45	1.0(0.5)	1.5(0.5)	(0.5)	4.5(0.5)	2.5(1.0)	3.5(1.5)
0.50	1.5(0.5)	2.5(1.5)	(8.5)	5.5(0.5)	2.5(1.5)	3.5(1.5)
0.55	2.5(0.5)	2.5(1.5)	(12.5)	6.5(0.5)	3.5(1.5)	4.5(2.5)
0.60	3.0(1.0)	3.5(2.5)	(17.5)	8.5(0.5)	3.5(1.5)	4.5(2.5)
0.65	4.0(1.5)	4.5(2.5)	(23.5)	9.5(1.5)	4.5(2.5)	4.5(2.5)
0.70	4.0(2.0)	4.5(2.5)	(27.5)	10.5(2.5)	5.5(3.5)	5.5(3.5)
0.75	4.5(3.0)	4.5(3.5)	(29.5)	11.5(3.5)	6.5(4.5)	5.5(3.5)

注：①最短直管段的长度均以工艺管道直径D的倍数表示。

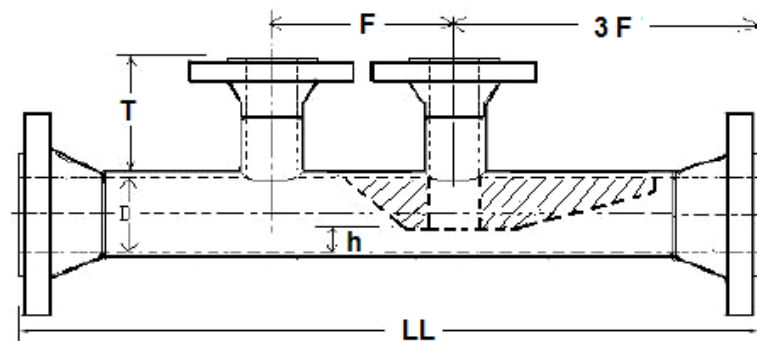
②上游侧直管段从上游取压口平面量起，管道粗糙度应不超过市场上可买到的光滑管子的粗糙度（约 $K/D \leq 10^{-3}$ ）。

③不带括号的值为“零附加不确定度”，括号内的值为“0.5%的附加不确定度”。

④弯头的弯曲半径等于或大于管道直径。

⑤位于喉部取压口下游至少4倍喉部直径处的管件或其它阻流件不影响测量的不确定度。

五. 标准矩形流量计安装尺寸






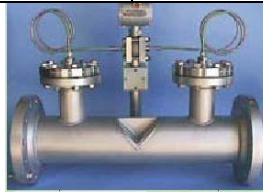
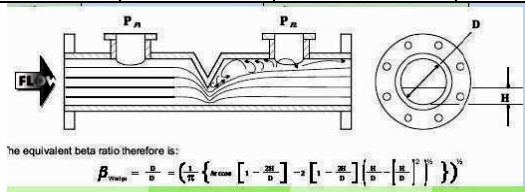
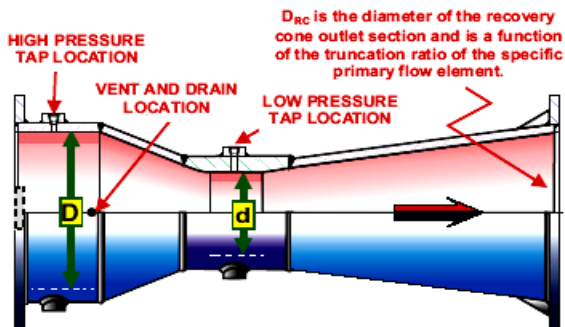
Pipe size INCH	Dimension LL (mm)			Dimension F (mm)			Dimension T (mm)			Dimension L (mm)		
	150LB	300LB	≥600LB	150LB	300LB	≥600LB	150LB	300LB	≥600LB	150LB	300LB	≥600LB
2.0	650	680	710	230	230	230	155	165	175	230	230	230
3.0	680	710	760	230	230	230	155	165	175	250	250	250
4.0	750	800	850	230	230	230	120	125	135	300	300	300
6.0	950	1000	1150	230	230	230	120	125	135	400	400	400
8.0	1050	1100	1250	260	260	260	120	125	135	500	500	500
10.0	1150	1200	1350	300	300	300	120	125	135	600	600	600
12.0	1250	1300	1450	350	350	350	120	125	135	700	700	700
14.0	1450	1500	1650	400	400	400	120	125	135	800	800	800
16.0	1550	1600	1750	450	450	450	120	125	135	900	900	900
18.0	1850	1900	2330	500	500	500	120	125	135	1000	1000	1000
20.0	2050	2100	2200	550	550	550	120	125	135	1100	1100	1100
24.0	2250	2300	2350	650	650	650	120	125	135	1300	1300	1300

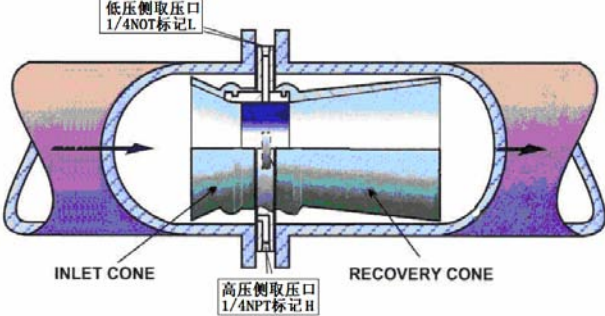

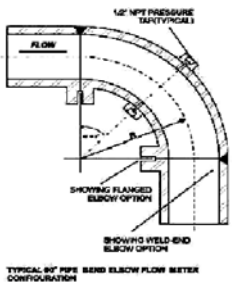

Primary Flow Signal

**Wide Flow Range, Linear Coefficient
High Accuracy, Long Reliability**

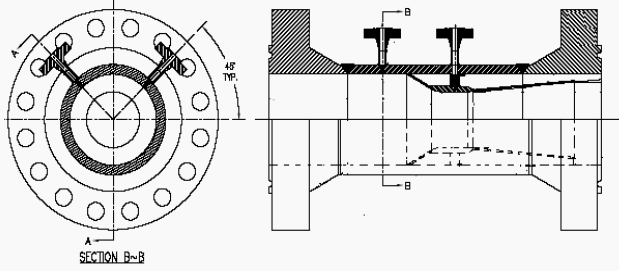
PFS 常用差压式流量计选型指南

PFS 公司是由文丘里流量计的发明者、著名的流量测量专家 MR. DezsoeHalmi 创立的, 在美国有两家工厂, 加拿大有一家分厂, 是美国流量计主导制造商。以无可匹敌的高精度、高可靠流量测量技术, 加上国际化的销售和售后服务体系, PFS 产品成为全世界工业测量首选的工厂之一。PFS 主要的差压流量计产品如下:

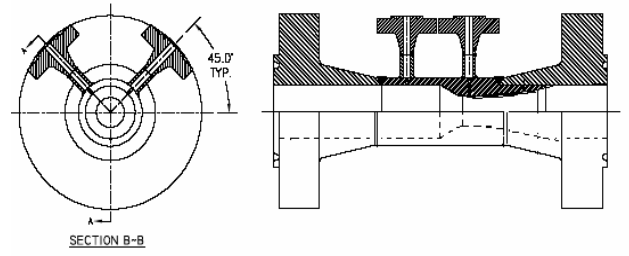
流量计类型	口径 (英寸)	压头损失 (%)	测量精度 (%FS)	最小雷诺数	要求直管段	β 值范围	可用寿命	使用范围	使用成本
孔板 ⁽¹⁾	无限制	50 - 70	±0.5 至 ±1.5 ⁽⁴⁾ ±0.67	R ≥ 10000	ISO5167 要求 ⁽³⁾	0.20 - 0.75 ⁽²⁾	精度受锐控边缘磨损的影响	清洁低黏度液体和气体蒸汽等	低
				<p>(1) 指 ASME 规定的流体流量计</p> <p>(2) β 值取决于管径 (小管径 0.75, 大管径小于 0.7)</p> <p>(3) 符合 AGA3 要求</p> <p>(4) 锐孔板的精度取决于锐孔边缘的锐度, 要求经常检查, 随时更换磨钝了的孔板, 孔板前后的直管长度应符合 ASME 对流体计量仪表的安装要求, 需要时应加整流管。</p>					
楔式流量计	1/2" 至 24" ⁽¹⁾	30 - 60	±1.0 至 ±2.0 ⁽²⁾	R ≥ 500	直管长度前 10D, 后 5D	0.20 - 0.5 H/D ⁽³⁾	长	适用于粗糙、高黏度液体, 油浆或气体	低 ⁽⁴⁾
						 <p style="font-size: small;">The equivalent beta ratio therefore is: $\beta_{wedge} = \frac{D}{D_0} = \left(\frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{\cos \theta} \left[1 - \frac{2H}{D} \right] - \left[\frac{H}{D} \right] \left(\frac{H}{D} \right)^{1/2} \right\} \right)^{1/2}$</p>			
<p>(1) 有大量实验室标定的流量系数, 可生产更大直径的楔式流量计</p> <p>(2) 表中所列是未经过标定时的精度, 带前后直管段标定后的精度为±0.5%</p> <p>(3) H/D 是楔块处楔空高 H 与管道内径 D 的比值</p> <p>(4) 楔式流量计测量元件成本相对较低, 加上变送器后成本可能比其他流量计高, 可用于粗糙、高粘、摩擦性、脏污流体的流量计, 或者其他测量手段无法解决的介质流量, 以及腐蚀性气体、带固体颗粒(粉尘)的气体流量。</p> <p>(5) 工作温度无限制取决于材质和变送器的配置, 压力等级: ANSI 150 lbs 至 2500 lbs; 管道连接: 焊接或法兰</p>									
PFS-HV 文丘里 ⁽¹⁾	1/2" 至用户需要的任意尺寸	3.5 - 10.0 ⁽²⁾	基本±0.5 标定 0.25 ⁽³⁾	R ≥ 75000	上游 1-4D 或按 ISO - 5167 要求 下游不需要	0.20 - 0.80	非常长	清洁液体和气体、蒸汽及固体	中等
 <p style="font-size: x-small; color: red;">D_{RC} is the diameter of the recovery cone outlet section and is a function of the truncation ratio of the specific primary flow element.</p>				<p>(1) HV 文丘里可以根据介质需要的任意材料制造</p> <p>(2) 基本误差取决于以前做过的实验数据, 使用性能不与管道尺寸和β 值捆绑关联, 流量计性能仅与喉管静压和入口取压嘴位置有关, 任何改变必须经严格的性能实验和实验室标定确认方可, 量程比可达 100: 1 以上</p> <p>(3) 流量系数标定后精度为±0.25%测量值(或更好)</p> <p>(3) 永久压力损失是经典式文丘里的 1/3</p> <p>(4) 可采用大口径法兰取压增加测量灵敏度和防堵塞</p> <p>(5) 工作温度取决于材质, 压力等级: ANSI 150 lbs 至 2500 lbs; 管道连接: 焊接或法兰</p>					
流量计类型	口径 (英寸)	压头损失 (%)	测量精度 (%FS)	最小雷诺数	要求直管段	β 值范围	可用寿命	使用范围	使用成本

HVT- FI 嵌入式 文丘里	工艺管径 3-144" 或更大	3.5-10 取决于 β 值(2)	± 0.5 标定后 \pm 0.25(3)	$R \geq$ 75000 (4)	上游 3D 下游 2D	0.3 - 0.75	中等	清洁液体和 气体、蒸汽 压缩机防喘 振控制等	低
					<p>(1) ISO 5167, MFC-3M-85, ASME31.1 31.3, BS 7045</p> <p>(2) 压头损失比经典式低, β 值越小, 压损越大</p> <p>(3) 液体标定后精度为± 0.25(或更好)</p> <p>* (4) 量程比 100:1</p> <p>(5) 可用于含微小颗粒的液体介质</p> <p>(6) 包括直管段的总安装长度远小于孔板和皮托管</p> <p>(7) 工作温度: -203 °C 至 +700 °C,</p> <p>(8) 压力等级: 取决于工艺管道的压力等级;</p> <p>(9) 管道连接: 法兰夹装式或管道焊接式</p> <p>嵌入式文丘里是在有限安装空间内高精度流量测量的专用设备, 广泛用于压缩机入口, 加热炉风道、烟道、供水、LNG 或天然气计量</p>				
流量 喷嘴	$\geq 2"$	40 - 95(1)	± 0.25 至 ± 2.0 (2)	$R \geq 10000$	上下游直 管长度按 ISO5167	0.20 - 0.80 (3)	中等	清洁液体和 气体、蒸汽 (4)	中等
					<p>(1) 压头损失取决于口径大小,</p> <p>(2) 符合 ASME 标准, 包括 ASME PTC-6</p> <p>(3) 参见 ASME 和 ISA 标准, β 值越小, 压损越大</p> <p>(4) 流量喷嘴的典型应用是 ASME PTC-6 规定的蒸汽透平效率测试指定用表</p> <p>(5) 工作温度取决于材质, 压力等级: ANSI 150 lbs 至 2500 lbs</p> <p>(6) 管道连接: 嵌入式, 法兰夹装</p> <p>注: 许多国际标准, ASME、ISA 及其他, 都规定了同样的流量喷嘴可使用的装置、设计参数和要求, 但要求的性能在关键领域可能有区别</p>				
HBX-2 弯管 流量计	$\geq 1/4"$ 任意口径	N/A (1)	± 2.0 可标定为 ± 0.5 (2)	$R \geq 5,000$	只要求 1D 的上游直 管段	任意 (3)	非常长	液体、气 体、蒸汽和 脏污流体	很低
					<p>(1) 弯管流量计利用流体流过弯头所产生的压头损失作为差压信号, 常常由于选不到微差压变送器而限制了流量下限的测量, 因此弯管流量计的量程比通常为 3:1 或 4:1</p> <p>(2) 经过精密加工的弯管流量计标定精度可优于$\pm 0.25\%$</p> <p>(3) 专用的缩径式弯管流量计可产生较高的差压, 提高测量精度</p> <p>(4) 工作温度取决于材质</p> <p>(5) 压力等级: ANSI 150 lbs 至 2500 lbs;</p> <p>(6) 管道连接: 焊接、螺纹或法兰</p>				

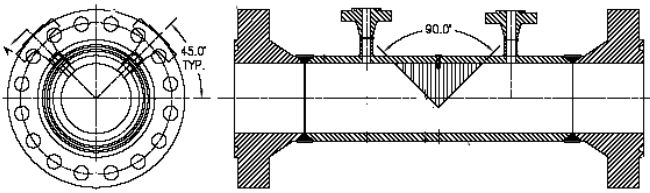
大口径双对取压口 ANSI 1500# - 2500# 文丘里



小口径双对取压口 ANSI 1500# - 2500# 文丘里

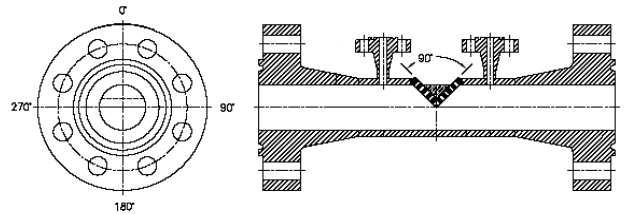


大口径双对取压口 ANSI 1500# - 2500# 楔式流量计



(可更换楔块式用于耐磨型楔式流量计)

小口径单对取压口 ANSI 1500# - 2500# 楔式流量计



(最小口径 3/4", 精度 0.25%)

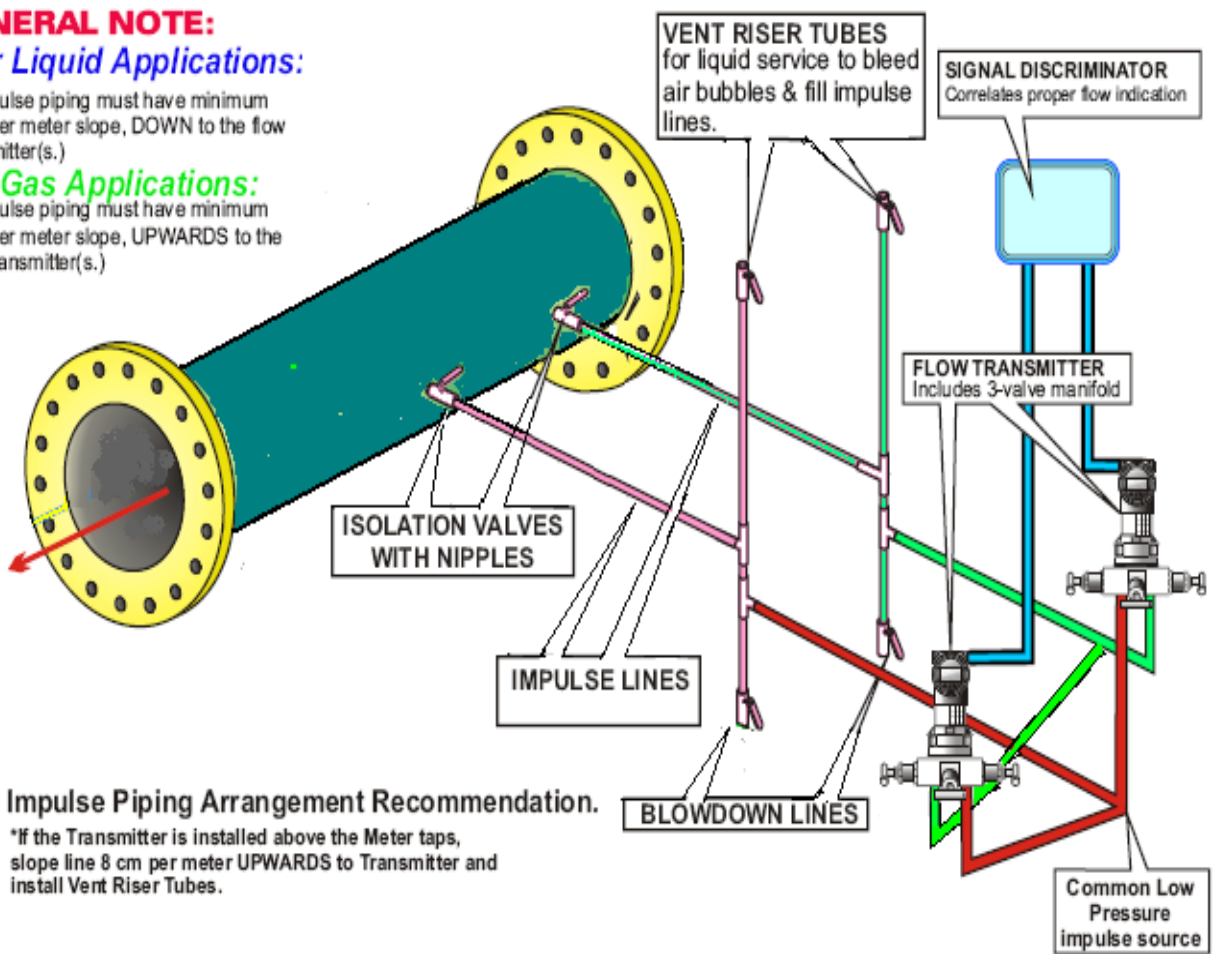
GENERAL NOTE:

***For Liquid Applications:**

All Impulse piping must have minimum 8 cm per meter slope, DOWN to the flow Transmitter(s.)

For Gas Applications:

All Impulse piping must have minimum 8 cm per meter slope, UPWARDS to the flow Transmitter(s.)



Impulse Piping Arrangement Recommendation.

*If the Transmitter is installed above the Meter taps, slope line 8 cm per meter UPWARDS to Transmitter and install Vent Riser Tubes.

PFS 北京技术服务中心处: 010-65546161, Fax: 010-65546856 PFSBJ@163.COM