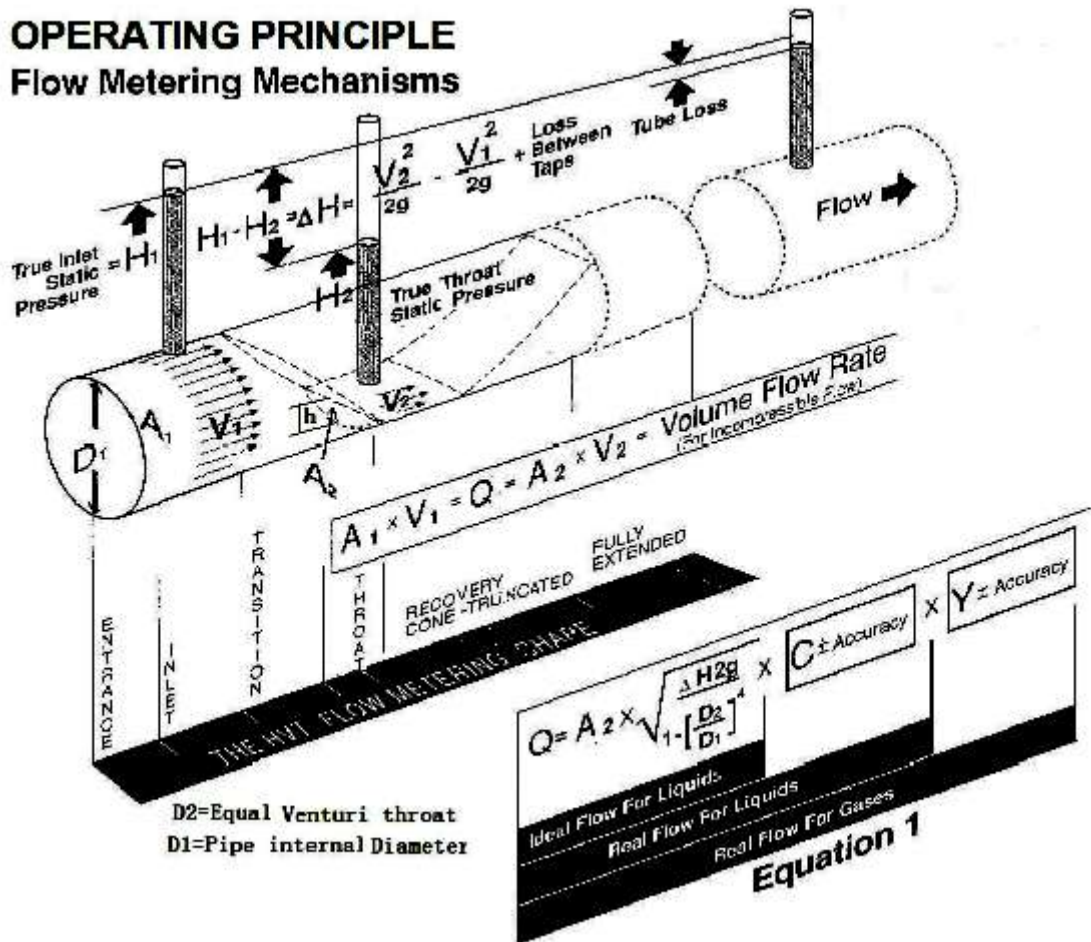


HBX 系列矩形流量计

PFS HBX 系列矩形流量计是一种新型的产生差压测量流量仪表，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、强腐蚀性介质和重摩擦性介质流量的长期可靠地高精度测量问题。

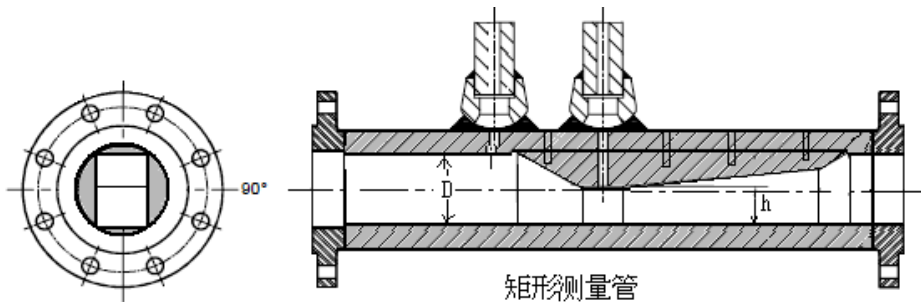
二. PFS-HBX 矩形流量计的主要特点:

- (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。

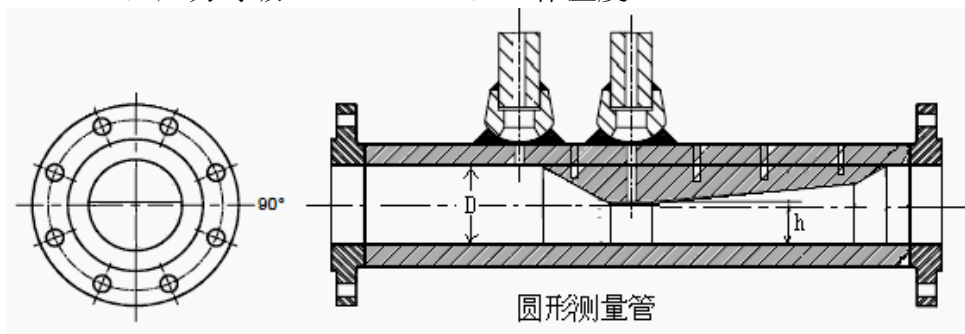


二. 矩形流量计的结构类型

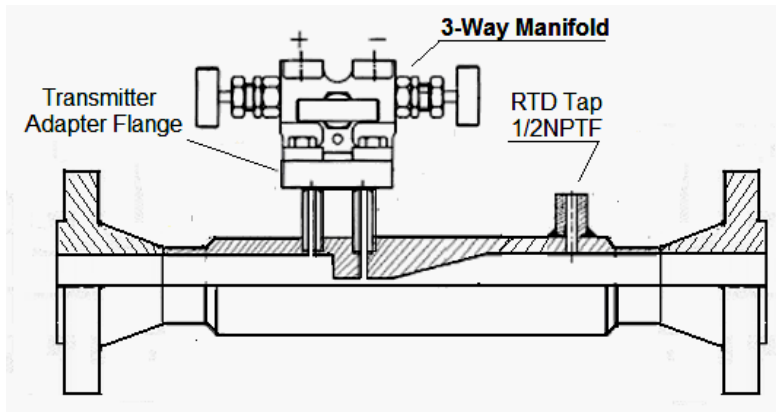
- (1) HBX-RF 系列矩形流量计: 采用焊接式矩形或方形管道, 内部镶嵌矩形节流块。
口径: 2"x1.5" 到 16"x16", 压力等级: 150# - 600#, 工作温度: -180°C - 800°C。



- (2) HBX-CF 系列矩形流量计: 采用圆形管道测量管道
 - HBX-CF-1 型圆管矩形流量计: 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°C - 650°C;
 - HBX-CF-2 系列圆管矩形流量计: 圆形管道外部镶嵌焊接矩形节流块。
口径: 2" - 16", 压力等级: 150#-300#, 工作温度: -40°C - 400°C



- (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°C - 400°C。



三. 矩形流量计的主要技术指标

1. HBX-RF 和 HBX-CF 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。

方形管道 HBX-RF 和圆形管道 HBX-CF 两种形式均适用于清洁流体（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： $\pm 0.5\%$

等效节流孔径比：

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

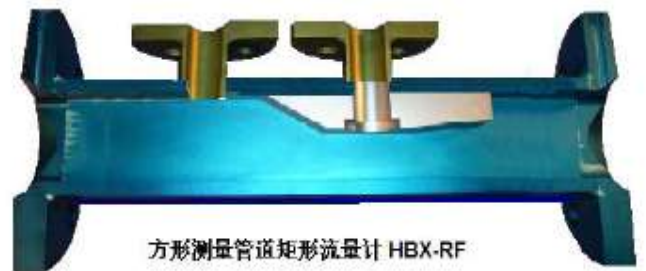
上游直管段要求：

非粘流体、气体或蒸汽 1.5D - 4D

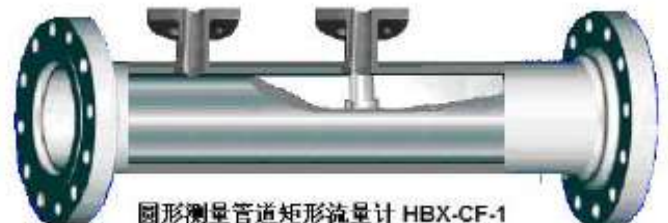
高粘性液体 0.5D - 3D。

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。



方形测量管道矩形流量计 HBX-RF



圆形测量管道矩形流量计 HBX-CF-1



圆形测量管道矩形流量计 HMX-CF-2

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℃ - 800℃

标准测量精度：±0.25%

（可标定到更高的精度）

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： $Re \geq 6,000$

（气体在超音速条件下仍可保证精度）

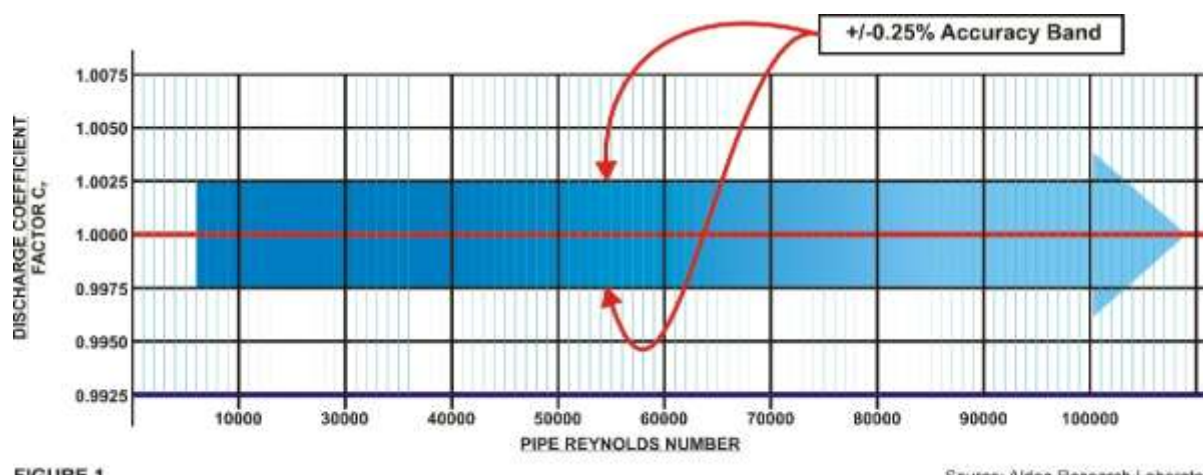
用于高粘度流体： $Re \geq 1000$ 。

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，并具有大量程比（wide range-ability）和非常好的测量精度（extraordinary accuracy）。

流量实验结果见下图



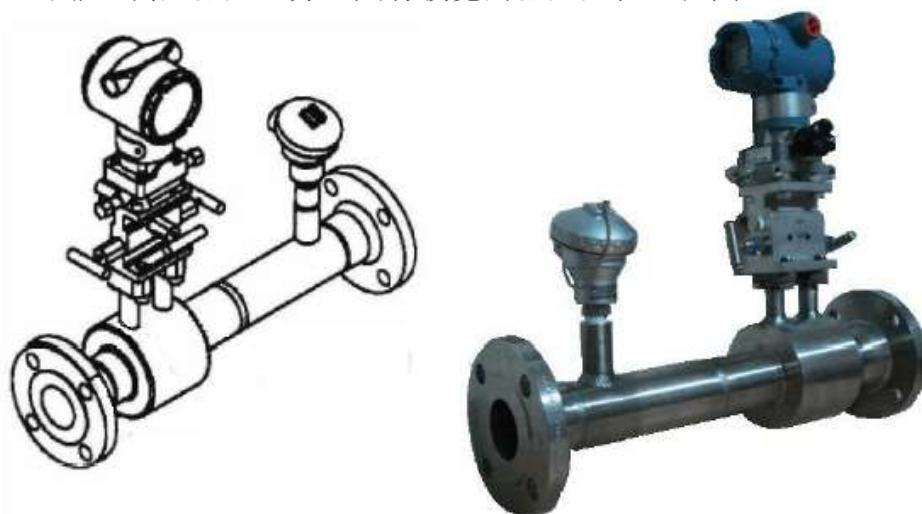
PFS HBX-1系列矩形流量计，由于该流量计具有线性的且长期稳定的流量系数，在其全量程范围内均能保证其高度精确地流量测量。在北美和欧洲，人们常常用这种流量计替代现有的其他种类的流量测量设备而取得更高测量精度

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 24V_{dc}，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。

矩形流量计要求上游侧最小直管段要求

等效直径比 $\beta = d/D$	单个90° 短半径弯头	在同一平面上两个或多个90° 弯头	在不同平面上两个或多个90° 弯头	在3.5D长度内由3D变为D的渐缩管	在D长度范围内由0.75D变为D的渐扩管	全开球阀或闸阀
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。

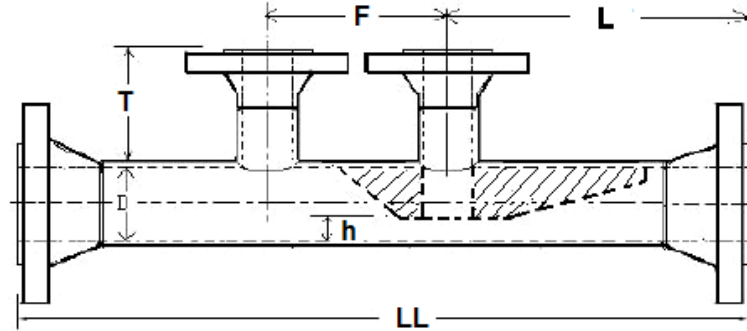
②上游侧直管段从上游取压口平面量起，管道粗糙度应不超过市场上可买到的光滑管子的粗糙度（约 $K/D \leq 10^{-3}$ ）。

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

六. HBX-1 系列矩形流量计的应用实例

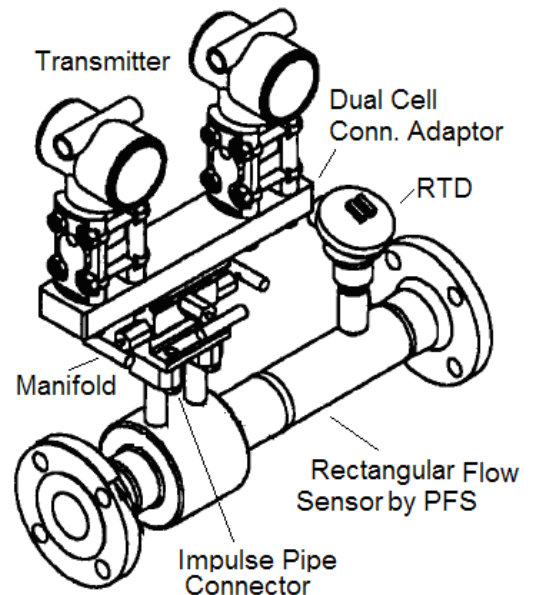
多晶硅生产过程中，需要精密计量氢气进料流量，而该流量变化不定，最大流量 2400Nm³/h，最小流量 80Nm³/h，(量程比 30:1)，测量精度优于或等于±0.25%。

采用 HBX-1 型矩形流量计，量程 2500 Nm³/h，量程比 50:1；可测最小流量 50 Nm³/h，测量精度±0.25%，重复性±0.1%，最大流量下的压头损失<6kPa。

长期工作性能稳定，测量精度保持不便。

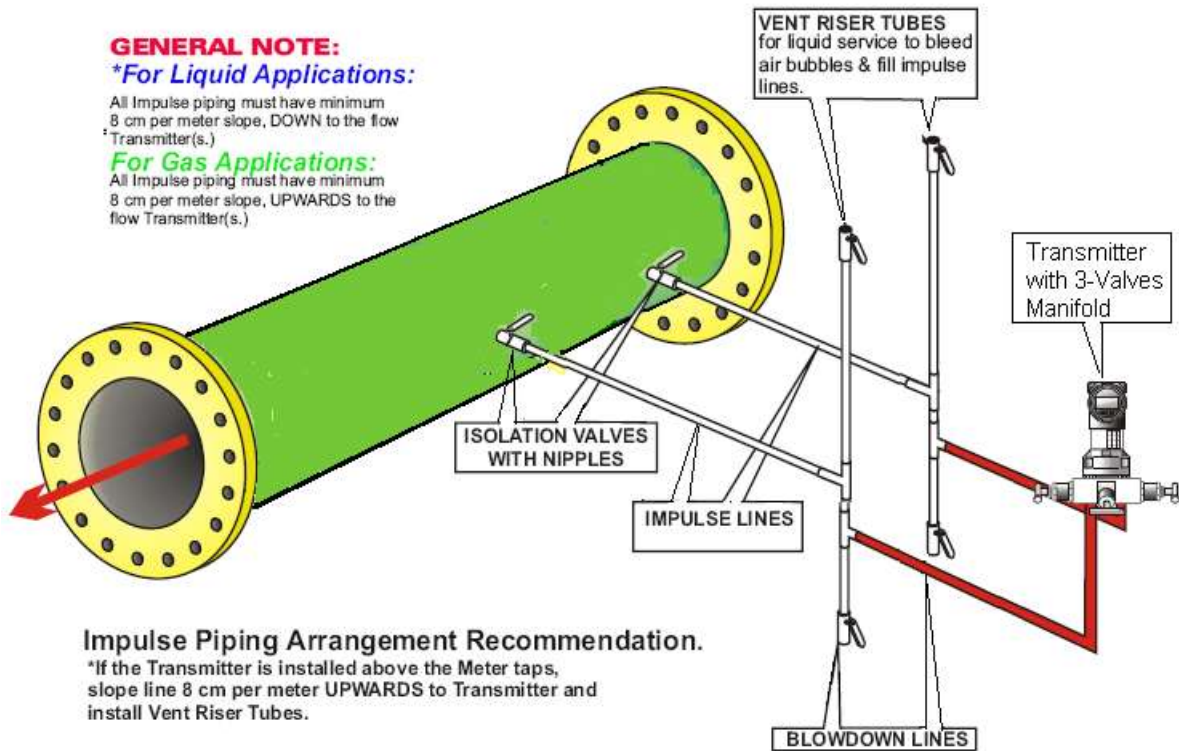
Flow Scale 2500Nm³/h, 4-20mAdc/HART

Diff. Pressure of Scale :	100 kPa
Pipe ID mm :	49.1 mm
Discharge Coefficient:	0.886
Beta Ratio:	0.335
Reynolds/DP at Scale Flow	145151, 60kPa
Head Loss at Max. Flow	7.1KPa
Reynolds/DP at Max. Flow	131956, 49.7kPa
Head Loss at Max. Flow	5.7KPa
Reynolds/DP at Nor. Flow	65978, 12.4kPa
Head Loss at Nor. Flow	1.5kPa
Reynolds/DP at Min. Flow	5358, 0.082kPa
Head Loss at Min. Flow	0.01kPa

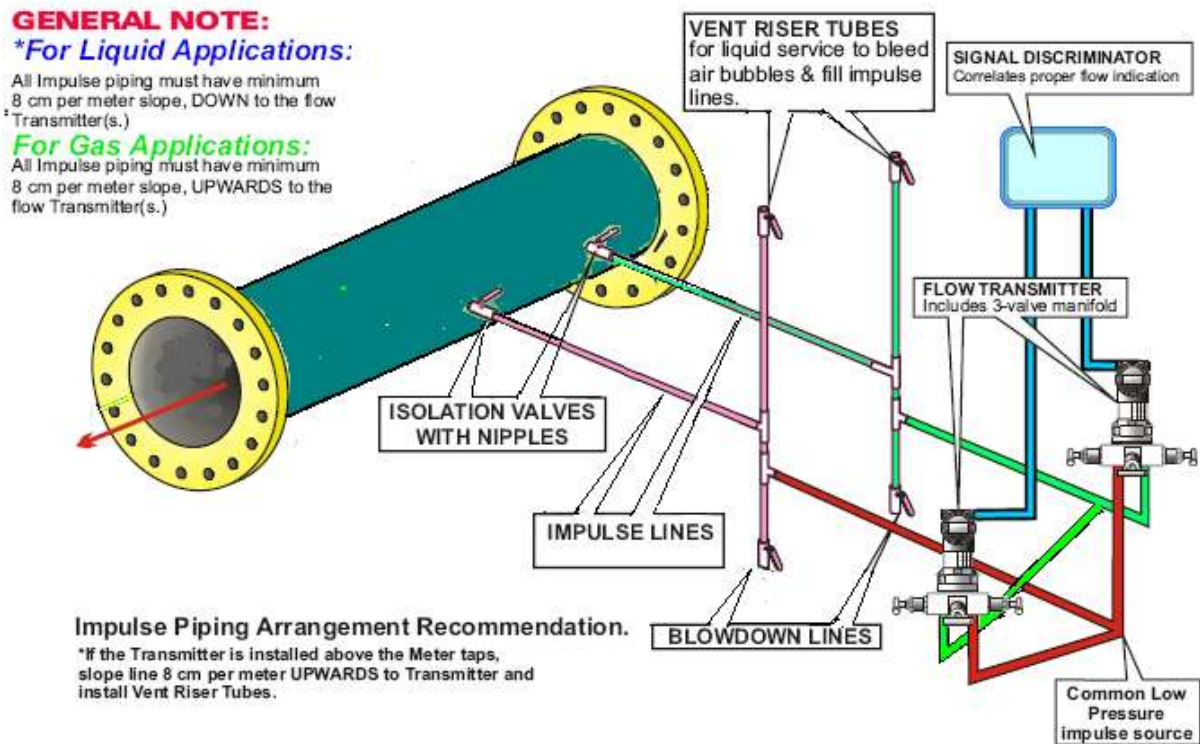


流体：氢气，工作压力：1.0MPaG，工作温度：120℃，管道内径：49.1mm，带温度压力补偿，流量测量不受温度压力波动的影响，可以直接输出质量流量信号。

测量配管示意图:



宽量程测量配管示意图:



附录： 常用气体性能参数

APPLICABLE TO: AIR WEIGHT, GAS VOLUMETRIC, GAS WEIGHT

NAME (CHEMICAL FORMULA)	MOLE WEIGHT	SP. GRAVITY	CP/CV	CRITICAL PRESSURE	CRITICAL TEMP.
ACETYLENE (C ₂ H ₂)	26.036	0.8986	1.26	891	95.3
AIR (N ₂ O ₂)	28.962	1.0	1.41	547	-221
AMMONIA (NH ₃)	17.032	0.5878	1.31	1657	271
ARGON (Ar)	39.948	1.379	1.668	705	-188
BENZENE (C ₆ H ₆)	70.114	2.42	1.08	709.8	552.1
BUTANE (C ₄ H ₁₀)	58.124	2.006	1.10	551.1	305.7
CARBON DIOXIDE (CO ₂)	44.040	1.5188	1.30	1073	88
CARBON MONOXIDE (CO)	28.010	0.9667	1.404	510	-218
CHLORINE (CL ₂)	70.914	2.447	1.355	1120	291
ETHANE (C ₂ H ₆)	30.068	1.038	1.193	708	90
ETHYLENE C ₂ H ₄)	28.052	0.9681	1.243	742	50
HELIUM (HE)	4.000	0.13805	1.660	33	-450
HYDROGEN (H ₂)	2.016	0.0696	1.41	188	-400
HYDROGEN CHLORIDE (HCL)	36.465	1.2585	1.405	1199	125
HYDROGEN SULFIDE (H ₂ S)	34.076	1.176	1.320	1306	213
METHANE (CH ₄)	16.042	0.5536	1.308	673	-117
NITRIC OXIDE (NO)	30.010	1.0357	1.380	956	-137
NITROGEN (N ₂)	28.016	0.9669	1.404	492	-233
OXYGEN (O ₂)	32.000	1.1044	1.401	730	-182
OZONE (O ₃)	47.998	1.6572	(-)	800	16
PROPANE (C ₃ H ₈)	44.094	1.5218	1.133	617	206
PROPYLENE (C ₃ H ₆)	42.078	1.4522	1.1538	667	197
SULFUR DIOXIDE (SO ₂)	64.060	2.2109	1.240	1142	315
WATER (H ₂ O)	18.016	0.6218	1.335	3206	705



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