

昆山艾瑞思自动化科技有限公司

联系人：杨爱国 15995662383

电话：0512-88930277

传真：0512-36865530

网址：<http://www.arskj.com>

<http://www.arskj.net>

V 锥流量计

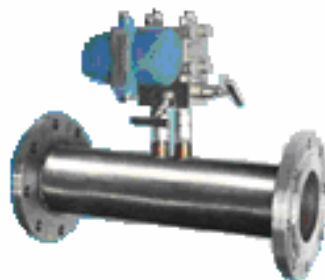
使 用 说 明 书

昆山艾瑞思自动化科技有限公司

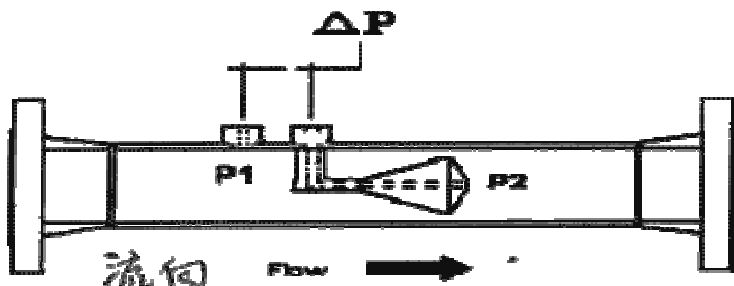
V 锥式流量计

一、概述：

V 锥流量计是 20 世纪 80 年提出的一种差压式流量计，V 锥流量计仍是一种通过节流取差压以反映流量大小的节流装置。节流件为一个悬挂在管道中央的锥形体，高压 P1 取自锥体前流体未扰动（即未形成节流，流体未加速）的管壁；低压 P2 取自后锥体中央，并通过引压管引至管外，其差压 ΔP 的平方根与流量成正比。计算与孔板、喷嘴等类似。



二、工作原理：



图二

1、V 形内锥式节流装置的基本原理与结构

V 形内锥式节流装置包括一个在测量管中同轴安装的尖圆锥体和相应的取压口。该测量管是预先精密加工好的，在尖圆锥体的两端产生差压。此差压的高压（正压）是在上游流体收缩前的管壁取压口处测得的静压力，P1 如图 2 所示，而低压力（负压）则是在圆锥体朝向下流端面，锥中心轴处所开取压孔处压力 P2。该圆锥体的顶尖朝向来流，该圆锥体与其尾随面之间是一个尖锐的锐角。此交合面的边缘使得流体在进入下游的低压区之前有一个平滑的过渡区，如图 2 所示。

由于流体不是被迫收缩到管道中心轴线附近，并且也不再是一个阻挡物（节流件）令流体突然改变流动方向，而是利用这种结构新颖的内锥式节流装置实现了对流体的逐渐朝向管内边壁的收缩（节流），使 V 形内锥式流量计具有了一系列独特的优点。这种流量计在其节流件的下游只会产生高频低幅的喘流（小涡流），因而差压变送器所测量的差压 ΔP 信号是低噪声信号。这样在低压力的取压孔处可以测得灵敏度（分辨率）优于 2.5 毫米水柱的压力。这就使只用一个差压变送器就获得很宽的量程比（范围度）（量程比可大于 15 比 1）和很好的重复性，重复性优于 $\pm 0.1\%$ 成为可能。

1.1 V 锥技术的特征

所有各种节流式差压流量计都使用同一形式的数学方程式，普遍适用的计算工况下实际流量的公式，如式（1）、式（2）所示。只是在确定尺寸和具体实现流量方面，各种节流式流量

计有某些微小的差别。对于V形内锥式节流装置，在公式（1）或公式（2）的流量计算公式中，应采用等效的开孔直径和等效的β值。例如，在如下的公式（1）和公式（2）中，应该用等效值（ $D2-d_v^2$ ）取代d2，式中d_v—尖圆锥体最大横截面，圆的直径：

$$q_v = \frac{C \cdot \epsilon}{\sqrt{1-\beta^4}} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_1}} \dots\dots\dots (1)$$

$$q_m = \frac{C \cdot \epsilon}{\sqrt{1-\beta^4}} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2\Delta p \rho_1} \dots\dots\dots (2)$$

对于V型锥流量计，应该用（ $D2-d_v2$ ）取代以上两式中的d2

d_v——尖锥体最大横截面，圆的直径，m；

对于V型锥流量计应该用一个等效的β值（β_V）代入以上的（1）和（2）式取代公式中原有的β值。这个工况下等效的β值—β_V，可按如下公式求出：

$$\beta_v = \sqrt{\frac{(D^2 - d_v^2)}{D^2}} = \frac{\sqrt{(D^2 - d_v^2)}}{D} \dots\dots\dots (3)$$

式中：D—工况下测量管的内径，m

d_v—工况下尖锥体最大横截面处，圆的直径，m

β_V—V型锥节流装置的等效直径比[—]无量纲；

可按下式计算d_v：

$$d_v = D \cdot \sqrt{1 - \beta_v^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中d_v和D皆指在工况条件下的尺寸。

与孔板（或喷嘴）类同的节流件等效开孔直径d' = β_V · D……… (5)

1.2 V锥流量计的气体可膨胀性系数ε

如果被测介质是气体，则必须使用气体可膨胀性系数ε来修正别努利方程。这是因为在节流件两端由于压力变化所造成的气体密度ρ的变化并不适用于液体。对于气体，必须用ε乘以C（即用ε来修正流出系数C）。对于VNZ流量计的ε的计算公式[1]如下：

$$\epsilon = 1 - (0.649 + 0.696 \beta^4) \cdot \frac{\Delta p}{k \cdot P_1} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

ΔP —一般指在常用流量下，内锥前后的常用差压；

β —V 锥节流装置的等效直径比，即 βV ；

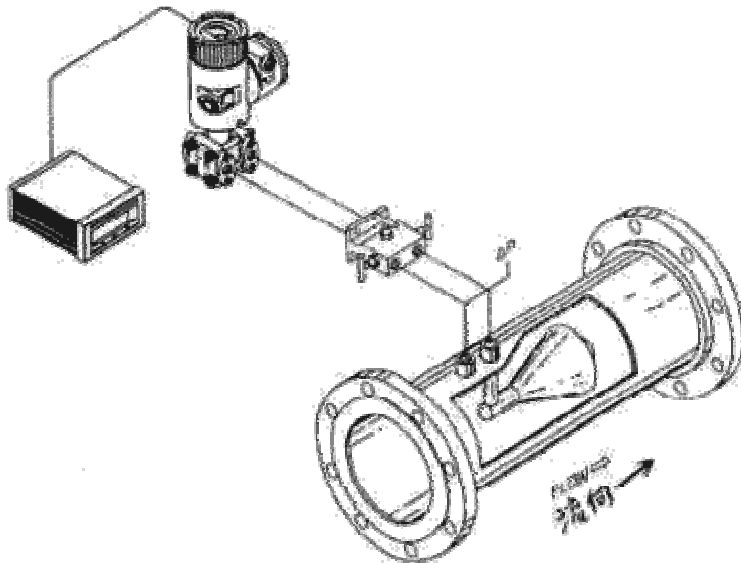
k —被测介质（可压缩流体）的等熵指数；

P_1 —工况下节流件（内锥）上游取压孔处可压缩流体的绝对静压 Pa ；

ΔP 与 P_1 应取相同的压力单位。

对于每一个 V 锥流量计，在流量公式中所采用的流出系数 C 是通过流量标定而获得的。 C 的典型数值范围是 0.75~0.85。对于气体或蒸汽介质的可膨胀性系数 ϵ 可按式（6）计算。

一个 V 锥流量计由 V 锥节流装置、差压信号管线，三阀组组件、差压变送器及流量计算及显示仪组成，其整机接线示意图如以下图三所示。



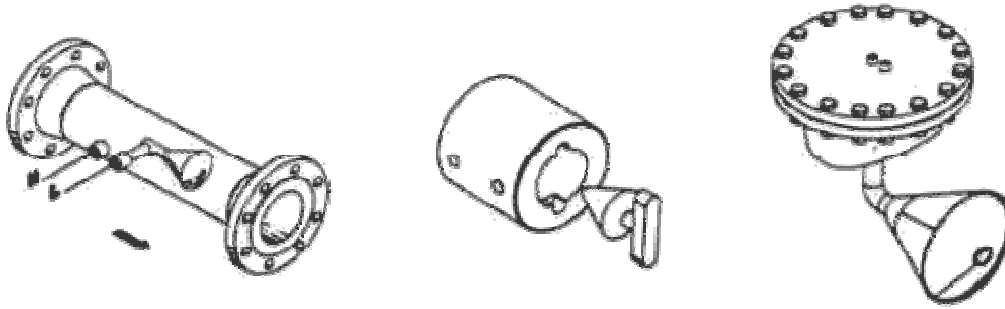
图三 V 锥流量计整机接线示意图[6]

1.3 V 锥节流装置的三种结构型式

1.3.1 精密测量管型，如图四所示，其口径范围一般从 15mm~900mm。

1.3.2 维夫（Wafer）式，即法兰夹装式，如图五所示，其口径范围从 15mm~150mm。

1.3.3 插入（带顶部管壁）式，如图六所示，其口径范围是 150mm 至 1800mm，由于无法进行校准，精度较差，不确定度在 3%到 5%之间，测量值的重复性仍然很好。



图四 精密测量管型 图五 维夫式 图六 插入式

2. V 锥流量计的主要性能指标与特点:

2.1 在精密测量管中的内锥的标准等效直径比

$\beta V=0.45, 0.55, 0.65, 0.75$ 和 0.85

2.2 在各种阻流件的下游安装 VNZ 流量计, 所要求的直管段都大大缩短, 一般上游要求有 0 至 3D 的直管段(当流量计安装在阀门的下游时, 要求 3D); 下游要求有 0 至 1D 的直管段。

例如: 经测试将 V 锥流量计安装在单弯头之后, 在 0 至 20D 的距离内, 流出系数 C 的变化全部在 $\pm 0.5\%$ 以内, 如图七(a)所示;

将 V 锥流量计安装在不在同一平面的双弯头后, 在 0 至 100D 的距离内, 流出系数 C 变化全部在 $\pm 1\%$ 以内, 如图七(b)所示;

2.3 在绝大多数的使用场所, V 锥流量计的测量精确度达 $\pm 0.5\%$;

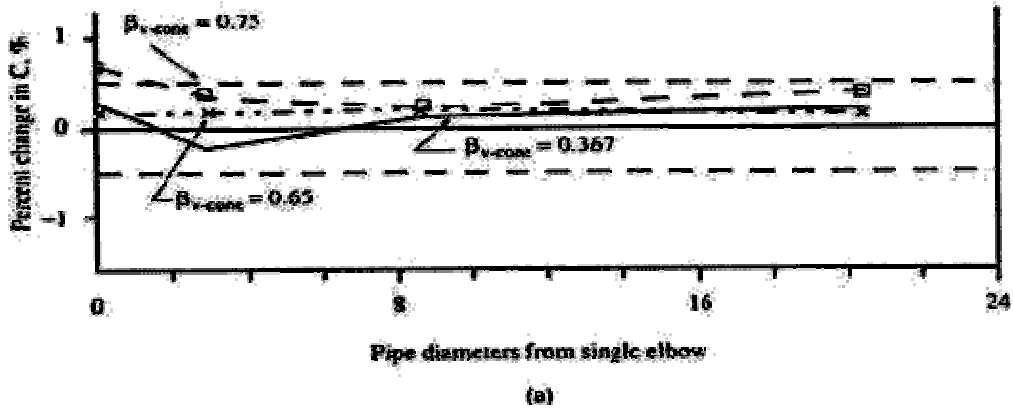
2.4 重复性为 $\pm 0.1\%$;

2.5 典型的范围度(量程比)为 15: 1;

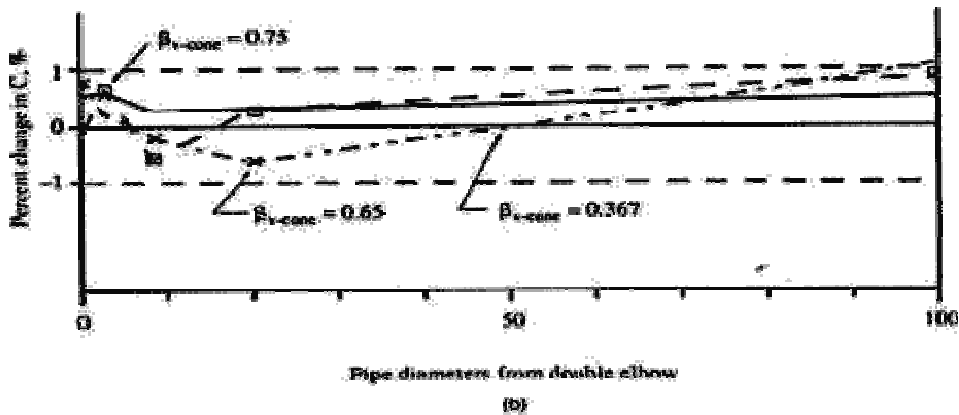
2.6 最小雷诺数为 8000, 对于雷诺数低于 8000 的场所, 要采用一个 拟合的关系式;

2.7 沿测量管的内壁由被测流体自行实现完全的自清扫, 所以可以自行消除液中的含气或气中的含液以及气或液中所含的固体颗粒, 将它们吹向下游, 始终确保无污物在流量计中沉积或堆积;

2.8 采用标准化的圆锥尺寸, 可以减小压损并增大流量测量范围;



图七 (a) V 锥 流量计在一个单弯头的下游



图七 (b) V 锥 流量计在不在同一平面的双弯头的下游

图注：图中的 β_{v-cone} 即等效直径比 β_V

2.9 测量管中的设计压力可达 4Mpa 或 6Mpa。

2.10 工作温度可达到 370°C 或更高（如 640°C）。

2.11 在 V 锥的下游能更好的实现流体的混合,它是一个良好的混合器。

3. V 锥流量计的优缺点

3.1 优点

3.1.1 准确度优于实测流量的 $\pm 0.5\%$, 根据最新报导[15], 在 CEESI 的依阿华(IOWA)的天然气大流量测试装置上曾对一批口径从 457mm 至 711mm 的 V 型锥流量计进行了测试, 其不确定度从 $\pm 0.118\%$ 到 $\pm 0.203\%$ 不等, 对两个相同口径(660mm)的 V 型锥流量计测试后, 所有测试点的总离散度在 $\pm 0.55\%$ 以内。该不确定度水平可与其他各种气体流量计相比;

3.1.2 这种流量计的量程比: 典型值为 15:1, 至少可有 10:1 的量程比;

3.1.3 重复性优于 $\pm 0.1\%$;

3.1.4 安装时所要求直管段很短, 上游要求 0 至 3D, 下游要求 0 至 1D; 不需要在 VNZ 流量计的上游安装流动调整器;

3.1.5 流量计结构设计是流体扫过型结构, 不可能截留流体中任何夹带的气, 液或固相污物, 非常适用于脏污流体的流量测量, 如焦炉煤气, 湿气体等;

3.1.6 专用特殊设计的内锥体可以减弱被测压力(差压)场中脉动(振荡)的幅值, 从而减小差压信号中的噪声;

3.1.7 无可动部件;

3.1.8 当流体流经具有特殊廓形的内锥体时, 会在其周边形成边界层并疏导流体离开锥体尾部的边缘, 从而减少它被磨损的可能性;

3.1.9 由于压损小, 适用于低静压流体的流量测量的使用场合, 如烟道气;

6.2 缺点:

3.2.1 当要求 V 锥流量计具有优于 $\pm 0.5\%$ 的精确度, 对每一台流量计都要求在尽可能接近使用条件的校准装置上对它进行实流校准, 即标定它的流出系数 C;

3.2.2 V 锥流量计尚未达到标准化的程度;

3.2.3 由于结构上原因, 无法用一台 VNZ 流量计适应双向流的流量测量要求。

三、产品分类:

依照产品供货范围以及输出信号的不同, V 型锥流量计可分为 2 类:

1、V 锥流量传感器

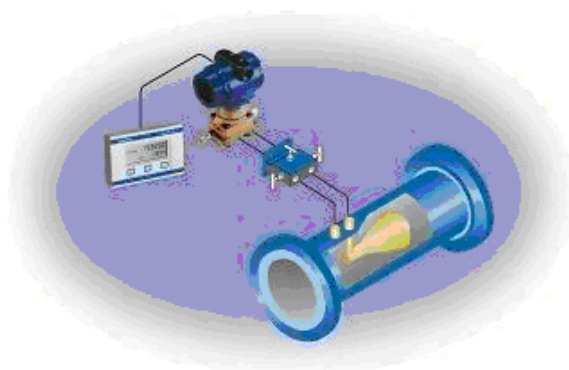
只提供差压信号的形成部分(节流件及管道), 不提供差压变送器和流量显示部分, 输出信号为差压。由用户自己进行其它配置。



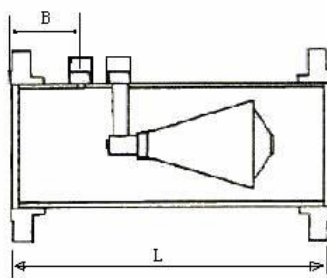
2、V 锥流量变送器

由 V 锥流量传感器和差压变送器组成。有分体式安装和一体式安装两种结构。
分体式 V 锥流量变送器由独立的 V 锥流量传感器和差压变送器组成。V 锥流量传感器和差压变送器之间的引压管连接由用户自己完成。

一体式安装是产品出厂时已将差压变送器与 V 锥流量传感器连接成一体，用户购买一体式 V 锥流量变送器后，使用时不需再连接引压管。但必需配接相应的流量计算器、压力变送器和温度变送器。



四、流量计尺寸表



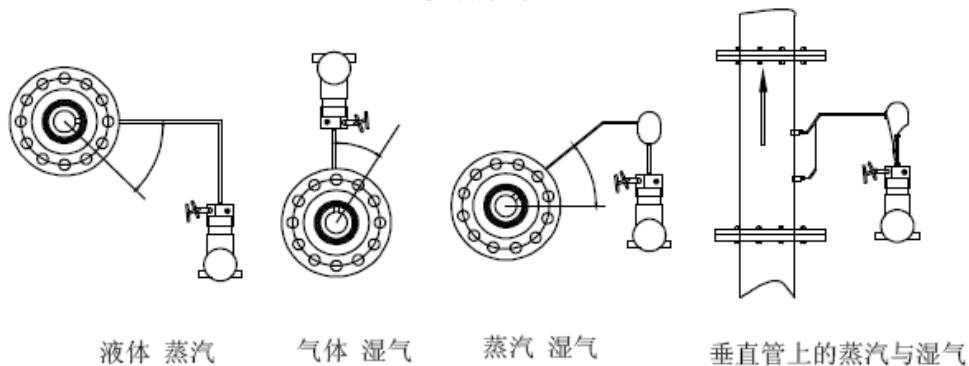
测量管内径 (mm)	流量计总长 L (mm)	取压孔直径 d (mm)	测量管内径 (mm)	流量计总长 L (mm)	取压孔直径 d (mm)
15	200	6	450	900	8
20	200	6	500	1000	8
25	200	6	600	1200	8

32	250	6	650	1200	8
40	250	6	700	1300	8
50	250	6	750	1400	8
65	250	6	800	1500	8
80	250	6	900	1600	8
100	400	8	1000	1800	8
125	450	8	1200	2100	8
150	550	8	1500	2500	8
200	650	8	1600	2500	8
250	710	8	1700	2800	8
300	750	8	1800	3000	8
350	750	8	2000	3200	8
400	800	8	2500	3600	8

五、安装:

- ▲可水平、垂直或倾斜安装，应保证管内充满液体。
- ▲节流装置前，后直管段应是直的，无肉眼可见弯曲，同时应是“圆的”，内壁应洁净，无凹坑与沉淀物。
- ▲引压管路安装应符合标准规定的规范。

安装方式



液体 蒸汽

气体 湿气

蒸汽 湿气

垂直管上的蒸汽与湿气

六、流量计选型

产品型号			
ARSV	-	X (口径)	
		1	传感器
		2	变送器
		1	水
		2	空气
		3	饱和蒸汽
		4	过热蒸汽

			5	其他介质	
				1	0.6MPa
				2	1.6 MPa
				3	2.5MPa
				4	4.0MPa
				5	6.3MPa
				6	10MPa
				A	一体式
				B	分体式
				1	≤ 100℃
				2	≤ 250℃
				3	≤ 450℃
				4	特殊要求
				N	不防爆
				I	本安防爆
				F	法兰连接
				H	焊接连接

七、订货须知：

订货时请详细提供以下数据：

- (1) 被测介质
- (2) 最大、常用、最小流量。
- (3) 工作压力（表压或是绝压）、工作温度
- (4) 介质密度、粘度
- (5) 管道材质、内径、外径
- (6) 允许压力损失
- (7) 取压方式
- (8) 现场管道敷设情况和局部阻力件形式。