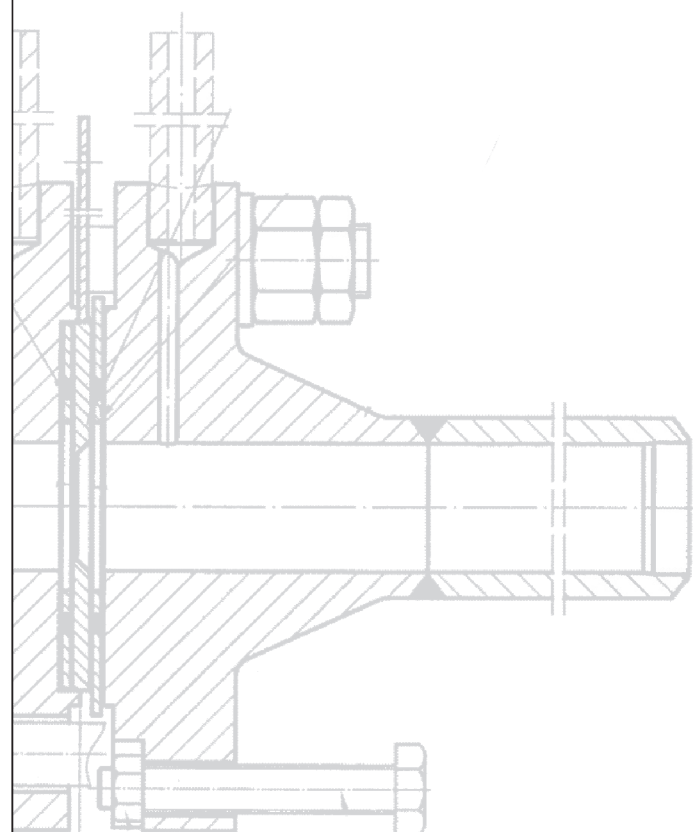
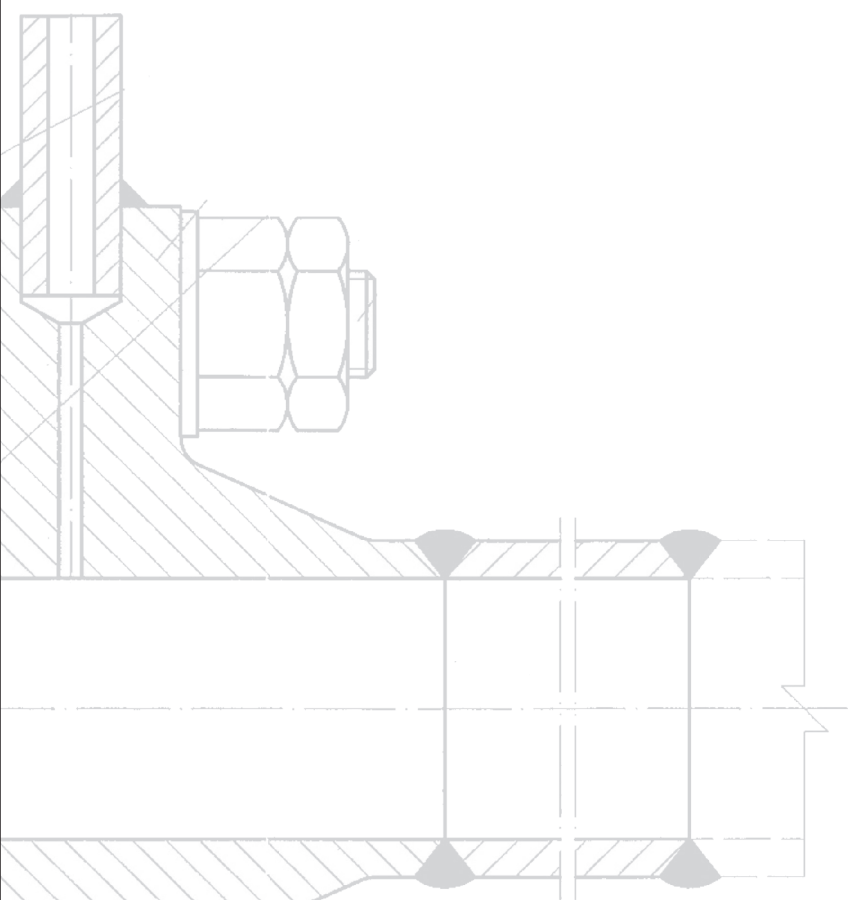
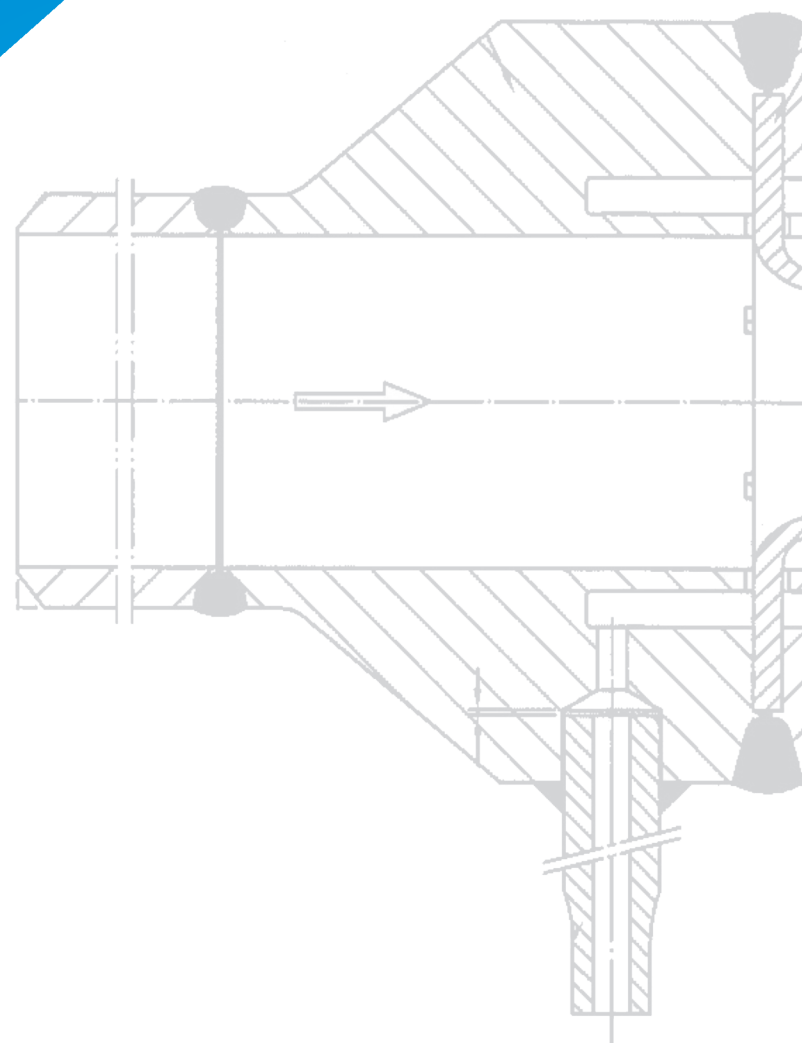


流量测量节流装置



选型样本



扫一扫

浙江伯拉流体设备科技有限公司

Zhejiang Borra Fluid Equipment And Technology Co.,Ltd

地址：浙江省永嘉县瓯北镇东瓯工业区

电话：0577-67966258 0577-67966259

传真：0577-56994533

邮箱：phratpv@163.com

浙江伯拉流体设备科技有限公司

Zhejiang Borra Fluid Equipment And Technology Co.,Ltd

企业简介

浙江伯拉流体设备科技有限公司（原永嘉县伯拉泵阀制造有限公司）是一家专业的流体设备生产制造厂家，从 90 年代开始一直从事石油、化工行业、农业、市政建设领域的流体设备研制生产和销售，主要产品有流量测量节流装置，包括标准孔板、1/4 圆孔板、圆缺孔板、偏心孔板、喷嘴、文丘里管、文丘里喷嘴、楔式流量计以及各种水泵，包括柴油机消防泵组、自吸排污/清水泵、移动式柴油机泵等。

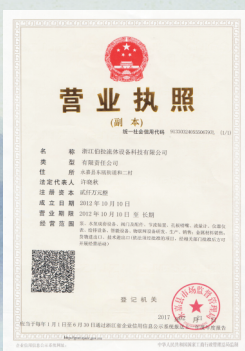
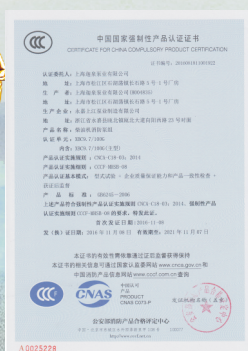
本公司一直致力于“专”和“精”的发展路线，拥有专业的技术力量和研发设计团队负责开发新产品、新工艺，使产品技术和质量得到不断的完善和提高；拥有专业的技术售后服务团队，建立售后服务管理机制，想用户所想，急用户所急，坚持“质量第一，用户至上”的服务宗旨，及时为用户解决相关的售后服务问题，并开展定期和不定期的用户访问及调查，广泛征求用户意见，不断提高服务质量和水平；配备精良的工艺装备和设备，不断提高生产加工能力，不断完善质保体系和有效的质量控制手段，在产品的质量上要求“精益求精”。

专注于流量测量节流装置和水泵研发、生产 20 余年，所有产品严格按照相关标准或规范设计生产制造，严格按照质量保证体系的相关要求运行，我司已通过 ISO9001 国际质量管理体系认证，同时消防泵类产品也通过公安部消防产品合格评定中心的 CCCF 认证。加强发展战略研究，针对政策变化、市场趋势、实事求是地制定中长期发展战略规划，坚持“安全第一，质量第一”的质量方针，秉持“诚信、专业、精益、创新”理念，围绕“使相关者的利益最大化”为核心价值观，以流量测量节流装置和消防泵产品为核心，以现场管理、PLM、ERP 信息化管理为手段，以提高产品的置信度为目标，对产品生产相关数据、过程、资源进行一体化集成管理。

过硬的质量，及时的售后服务和强有力的技术支持，使我司产品在电力、石油、化工、纺织、冶金、机械、农业、市政建设领域等行业得到广泛使用，并在近年来出口美国、印尼、巴基斯坦、中东阿拉伯等国家。多年来，我司一直把用户的满意作为我们的不懈追求和努力目标，因此受到广大用户好评。我们将继续秉承“诚信为本，服务至上”的原则和“诚信规范，合作共赢”的经营理念，坚持“专业、精细、严谨、务实、创新”，为客户提供最满意的优质产品和可信赖的技术服务。



企业资质 Enterprise qualification



目 录

第 I 部分 概述.....	1
1、前言.....	1
2、测量原理.....	1
3、节流装置类型.....	2
4、节流装置的安装.....	2
5、节流装置选型.....	5
第 II 部分 测量孔板.....	7
1、法兰取压.....	7
2、角接取压.....	17
3、径距取压.....	21
第 III 部分 喷嘴.....	23
1、标准喷嘴 (ISA1932)	23
2、长径喷嘴.....	24
3、文丘里喷嘴.....	26
第 IV 部分 文丘里管.....	28
1、适用范围.....	29
2、材质.....	29
3、安装结构.....	29
第 V 部分 楔式流量计.....	30
1、测量原理.....	30
2、主要特点.....	30
3、适用范围.....	30
4、结构尺寸.....	31
5、安装要求.....	32
第 VI 部分 限流孔板.....	34
1、基本原理.....	34
2、分类和选型要求.....	34
3、结构.....	35
附录 A.....	38
附录 B.....	39
附录 C.....	40

第 I 部分 概述

1、前言

流量测量节流装置是差压式流量测量仪表的一次装置，流体通过一次装置所产生的差压，可用差压式测量仪表来测量，从而构成差压式流量计。到目前为止，在流量仪表的应用中，差压式流量测量仪表仍占有较大的比重，它具有结构简单、安装维护方便、适用范围广、性能稳定、可靠性高以及有较高的精确度和价格低廉等优点。因此，流量测量节流装置被广泛使用于化工、石化、电力、冶金、轻工、纺织、医药、食品及军工等行业。用于测量工艺过程中各种温度、压力下流体的流量，包括液体、气体和蒸汽。

我厂的主要产品包括有标准孔板、标准喷嘴、长径喷嘴、文丘里管、文丘里管喷嘴、楔式流量计、限流孔板、多级限流孔板等，其中标准孔板还包括 1/4 圆孔板、锥形入口孔板、圆缺孔板、偏心孔板等。产品畅销全国各省市，三百多家石油、化工、核电、电力、冶金、轻工等行业，并出口印尼、巴基斯坦、苏丹、美国等国家，得到广大用户的一致好评。

我厂生产的标准孔板、标准喷嘴、文丘里管和文丘里管喷嘴，符合国家标准 GB/T2624-2006《用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量》或等同采用的 ISO5167-2003《Measurement of fluid by means of pressure differential devices inserted in circular cross section conduits running full》的要求。

2、测量原理

充满管道的流体流经管道内的节流装置，流束将在节流件处形成局部收缩，从而使流速增加，静压力降低，于是在节流件前后产生了静压力差（或称差压）。流体的流速愈大，在节流件前后产生的差压也愈大，所以可通过测量差压来衡量流体流过节流装置时的流量大小，这种测量方法是以能量守恒定律和流动连续性方程为基础的。

质量流量与差压的关系由公式（1）确定，体积流量与差压的关系由公式（2）确定。

$$q_m = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2\Delta P \rho} \quad (1)$$

$$q_v = \frac{q_m}{\rho} \quad (2)$$

式中： q_m 、 q_v ：分别为质量流量（kg/s）和体积流量（m³/h）

C：流出系数

d：工作条件下节流件的节流孔或喉部直径（m）

β ：直径比， $\beta=d/D$

ΔP ：差压（Pa）

ε : 可膨胀性系数

ρ : 流体密度 kg/m^3

3、节流装置类型

标准节流装置由节流件、取压装置和前、后的直管段等组成。节流件类型有孔板、喷嘴、文丘里喷嘴和经典文丘里管。按取压形式，分为法兰取压，角接取压，径距取压。角接取压又分为有环室取压、单独钻孔取压；喷嘴有 ISA1932 喷嘴和长径喷嘴；经典文丘里管按制造方法分为粗铸收缩段，机加工收缩段，粗焊铁板收缩段三种。

我厂生产的节流装置系列产品见下表 1。

表 1 节流装置系列产品

节流装置		名 称 (代号)	法兰 取压 (F)	径距 取压 (J)	角接取压		
					环室 取压 (H)	单独钻 孔取压 (Z)	宽边环 式取压 (K)
孔板 (I)	标准	同心锐孔板 (O)	●		●	●	●
		1/4 圆孔板 (H)	●			●	
	非标准	锥形入口孔板 (Z)				●	
		圆缺孔板 (Q)	●				
		偏心孔板 (E)	●			●	
		双重孔板 (S)			●	●	
喷嘴 (II)	标准	ISA1932 喷嘴 (I)	●	●	●	●	
	非标准	长径喷嘴 (C)	(T)		●		
文丘里管 (III)	标准文丘里管 (W)		缩管前 0.5D、喉部 0.5d 取压 (T)				

我厂除了生产一般工业用途的节流装置外。还生产高安全性能的核级节流装置，用于核电站。

4、节流装置的安装

节流装置的结构形式和技术要求，我厂严格按照 GB/T2624 和 ISO5167 标准进行生产和制造。规范安装也是影响测量误差极重要的一环。安装要求包括管道条件，管道连接情况，取压口结构、节流装置上下游直管段长度以及差压信号管道的敷设等。

4.1 管道条件：

- 首先管道截面为圆形，而且流体为满管流。
- 按照 ISO5167 最新国际标准，在不同的阻流条件下，节流装置所要求的直管段长度见附录 A。

- 孔板安装应在管线吹扫后进行。

4.1.1 管道的圆度

a) 邻近节流件的上游至少在 2D 长度范围内, 管道内径应是圆筒形的。几次测得直径平均值之差不超过直径的 $\pm 0.3\%$, 则认为管道是圆的。2D 以外, 节流件与第一个上游阻流件之间的上游管段, 任一台阶不超出规定的 $\pm 0.3\%$ 的圆度要求, 流出系数无附加不确定度。

b) 如果任一台阶的高度比超出要求时, 流出系数的不确定度应算术相加 $\pm 0.2\%$ 的附加不确定度。

c) 在离节流件上游端面至少 2D 长度的下游直管段上, 管道内径与上游管道内径平均值之差应不超过内径平均值的 $\pm 3\%$ 。

4.2 孔板、喷嘴和文丘里管的安装

4.2.1 节流件的垂直度

节流件应垂直于管道轴线, 其偏差允许在 $\pm 1^\circ$ 之间。

4.2.2 节流件的同轴度

节流件应与管道或夹持环(采用时)同轴。节流件的轴线与上下游侧测量管轴线之间的距离(或称偏心率) e_c 与取压管轴线的平面图行分量 e_{cl} 及垂直分量 e_{cn} 应满足下式, 此时流出系数 C 无附加不确定度。

$$\leq \frac{0.0025D}{0.1+2.3\beta^4} \quad (3)$$

$$\leq \frac{0.005D}{0.1+2.3\beta^4} \quad (4)$$

如果 e_{cl} 在式 (5) 范围内, 则流出系数 C 的不确定度应算术相加 $+0.3\%$ 的附加不确定度

$$\frac{0.0025D}{0.1+2.3\beta^4} \leq e_{cl} \leq \frac{0.005D}{0.1+2.3\beta^4} \quad (5)$$

如果 e_{cl} 在式 (6) 范围内, 则流出系数 C 的不确定度应算术相加 $+0.3\%$ 的附加不确定度

$$e_{cl} \text{ 或 } e_{cn} > \frac{0.005D}{0.1+2.3\beta^4} \quad (6)$$

由此可见, e_c 值随 β 的增大而减小, 在中小口径及大的 β 值时, 安装的偏心率的要求是很严格的。 e_c 的实际检验很困难, 应由各连接件的配合公差来保证, 即节流件与取压装置、取压装置与法兰、法兰与测量管等之间的配合公差来保证。

4.3 经典文丘里管

4.3.1 测量管的圆度

从经典文丘里管的入口圆筒段上游端面量起, 在至少 2D 长度范围内测量管的内径应是

圆筒形的。连接经典文丘里管的测量平均值径 D 与入口圆筒段 A 的直径之差，不超过管道直径平均值的+1%。上游管道在 $2D$ 长度范围内，在垂直管道轴线的截面上测量直径，任何一个直径与直径平均值之差，应不超过直径平均值的+2%。紧靠经典文丘里管下游的管道内径不必精确测量，但应保证管道内径不小于经典文丘里管的扩散段末端直径的 90%。在一般情况下，经典文丘里管的下游，可以使用与经典文丘里管具有相同公称通径的管道。

4.3.2 经典文丘里管的准直

在上游测量管与入口圆筒段 A 的连接平面上，上游测量管轴线与经典文丘里管轴线之间的偏移距离有 e_x 应小于 $0.005D$ 。另外，应小于 $0.0075D$ ，为上游测量管与经典文丘里管入口圆筒段 A 的直径偏差。上游测量管轴线与经典文丘里管轴线的夹角应小于 1° 。

4.4 差压信号管路的安装

差压信号管路是指连接节流装置与差压变送器（或差压计）的导压管路。它是差压流量计的薄弱环节，据统计差压流量计中引压管路的故障最多，如堵塞、泄漏、腐蚀、冻结、假信号等等，约占全部故障率的 70%，因此对差压信号管路的配置和安装应引起高度重视。

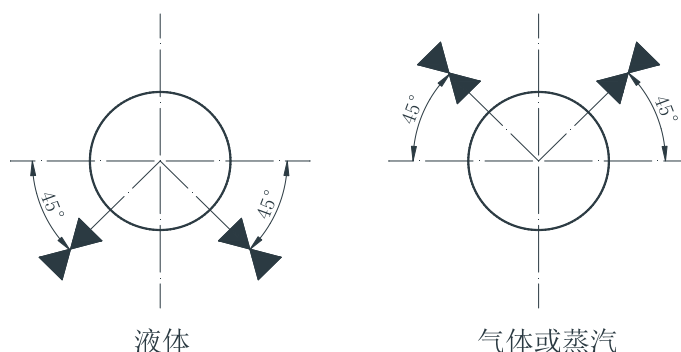
早在 70 年代国际标准化组织（ISO）就已颁布差压信号管路的国际标准 ISO2186《封闭管道流量——一次元件与二次元件压力信号传输的连接》，我国国家计量检定规程 JJG640-94 附录中列有 ISO2186 的摘录。用户安装时可参照该检定规程。

4.4.1 导压管

导压管应该被测流体的性质和参数使用耐压、耐腐蚀的材料制造。其内径不小于 6mm；长度在 16m 之内。导压管应垂直或倾斜敷设，粘度高斜度应增大，并在各高点和低点分别装设集气器（或排气阀）和沉降器（或排污阀），导压管应尽量靠近敷设。

4.4.2 取压管

取压口一般设置在法兰、环室或夹持环上，取压口的取向应考虑被测介质。介质为液体，应防止气体进入导压管；介质为气体，应防止液滴或污物进入导压管。当测量管道为水平或倾斜时，取压口安装方向如图所示：



当测量管道为垂直时，取压口在取压位置平面上，方向可任意选择。

5、节流装置选型

5.1 选型原则

选择适宜的节流装置对准确计量十分重要，应从以下几方面考虑：

- 5.1.1 管径、直径比和雷诺数范围的限制条件；
- 5.1.2 测量准确度，允许的压力损失 ΔP ；
- 5.1.3 要求最短的直管段长度；
- 5.1.4 对被测介质腐蚀、磨损和脏污情况；
- 5.1.5 结构复杂程度、安装方便性以及长期稳定性等。

5.2 选型

5.2.1 各种节流件应用的管径、直径比和雷诺数范围皆有一定的限制，在 GB/T2624 和 ISO5167 中均有详细规定。如孔板可应用于比喷嘴和文丘里喷嘴更大的管径范围；各种类型经典文丘里管的管径范围差别较大；

5.2.2 各类节流件的准确度在同样差压、密度、测量精度下，决定于流出系数与可膨胀性系数的不确定度。相比之下，孔板的流出系数的不确定度最小，喷嘴、文丘里喷嘴较大。（但对喷嘴、文丘里管进行校准，也可得到高的准确度。）

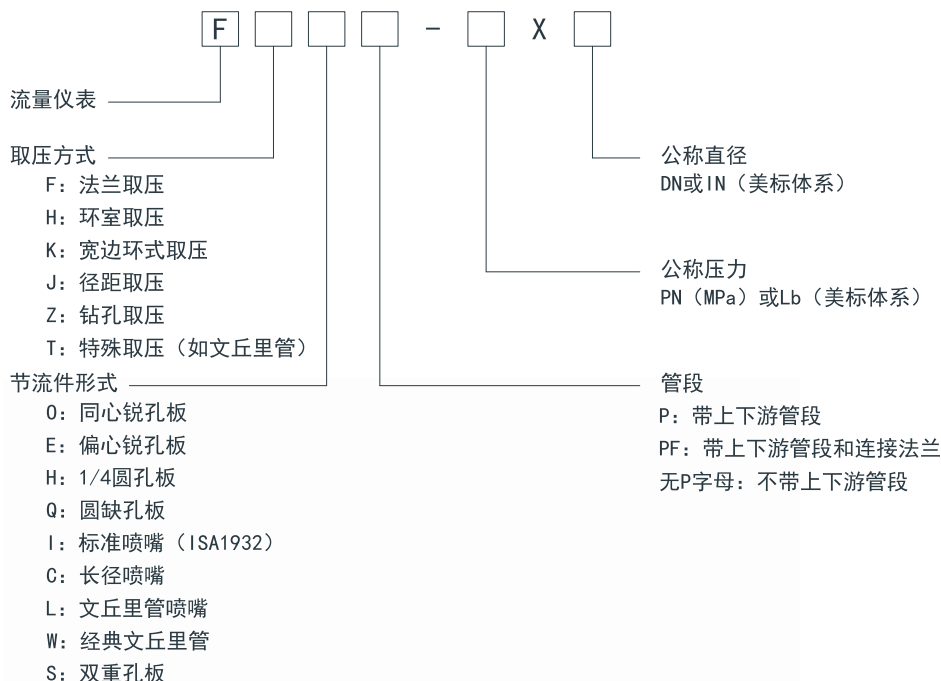
5.2.3 在同样差压下，经典文丘里管和文丘里喷嘴的压力损失约为孔板与喷嘴的 1/4~1/6。同样的流量和相同的 β 值时，喷嘴的压力损失只有孔板的 30%~50%；

5.2.4 在相同的阻流件类型和 β 值下，经典文丘里管的不要直管段要比孔板和喷嘴要比孔板优越。

5.2.5 中小口径（DN50~DN100）节流装置，取压口尺寸和取压口位置影响显著，若采用环室取压有一定优势。加工、制造、安装孔板最为简单，其二喷嘴和文丘里管，而经典文丘里管最复杂，造价也依次递增。

5.3 节流装置型谱

我司节流装置型号表示如下列所示：



5.4 主要参数和规格

流量测量节流装置可根据用户需求，按不同的法兰标准及工艺材质进行订制。以下仅列出比较常规的法兰标准和材质，实际可根据用户需求，采用其它标准和材质。

5.4.1 法兰标准

美标: ANSI B16.5、ANSI B16.36; 国家标准: GB/T 9112~9124

化工部标准: PN 系列 (欧洲体系), HG/T 20592~20614; Class 系列 (美洲体系), HT/T 20615~20635;

5.4.2 材质选用

节流件: 0Cr18Ni9 (304)、00Cr19Ni10 (304L)、0Cr18Ni10Ti (321)、0Cr17Ni12Mo2 (316)、00Cr17Ni14Mo2 (316L) 等, 可采用板材或锻件。

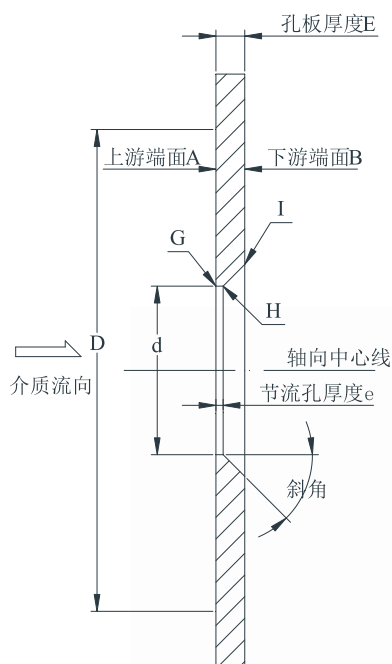
法兰锻件: 20#、16Mn、0Cr18Ni9 (304)、00Cr19Ni10 (304L)、0Cr18Ni10Ti (321)、0Cr17Ni12Mo2 (316)、00Cr17Ni14Mo2 (316L) 等。

管材: 20#、16Mn、0Cr18Ni9 (304)、00Cr19Ni10 (304L)、0Cr18Ni10Ti (321)、0Cr17Ni12Mo2 (316)、00Cr17Ni14Mo2 (316L) 等。

双头螺柱 (8.8 级): 35CrMoA、25Cr2MoVA、42CrMoA、0Cr18Ni9 (304)、0Cr17Ni12Mo2 (316)、00Cr17Ni14Cu4Ni 等

螺母 (8 级): 30CrMoA、0Cr18Ni9 (304)、0Cr17Ni12Mo2 (316)、1Cr13 等

第 II 部分 测量孔板



标准孔板轴向截面如左图所示：

图中：

- 1) 上游端面A
相对垂直于轴线平面的斜度 $<0.5\%$ ，粗糙度 $Ra<10-4d$ ；
- 2) 下游端面B
平行于A面，粗糙度比A面放宽些；
- 3) 孔板厚 $E=e\sim 0.05D$ ，节流孔厚 $e=0.005D\sim 0.02D$ ；
- 4) 斜角F： $45^{\circ}\pm 15^{\circ}$ ；
- 5) 边缘G、H和I；
- 6) 节流孔径 $d\geq 12.5\text{mm}$ 。

1、法兰取压

1.1、PN1.6MPa 法兰取压同心锐孔板节流装置

1.1.1 适用范围

公称压力：PN1.6MPa

公称直径：DN250~600mm

1.1.2 安装结构及尺寸

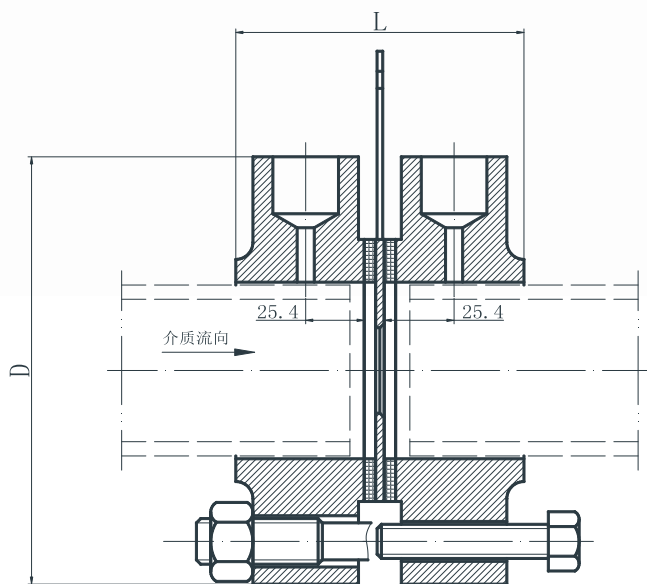


图 1 PN1.6MPa 法兰取压节流装置安装图（FFO 型）

表 1 PN1.6MPa 法兰取压同心锐孔板节流装置安装尺寸（不带直管段）

型号	公称直径 DN	管道外径 mm	安装尺寸 mm		重量 Kg
			D	L	
FFO-1.6×300	300	325	460	90	58.5
FFO-1.6×350	350	377	520	90	71.8
FFO-1.6×400	400	426	580	92	89.9
FFO-1.6×450	450	480	640	97	110.9
FFO-1.6×500	500	530	705	109	150.6
FFO-1.6×600	600	630	840	114	223.5
FZO-1.0×700	700	720	955	100	226.2
FZO-1.0×800	800	820	1070	106	299.6
FZO-1.0×900	900	920	1170	110	349.8
FZO-1.0×1000	1000	1020	1280	120	448.9

应在管道吹扫后进行锐孔板的安装，安装时，应保证锐孔板与管道同轴，其不同轴度不得大于下表中所列数值，垫片不得突入管道内。

公称直径 DN	250	300	350	400	450	500	600	800	900	1000
不同轴度 mm	3.14	3.77	4.40	5.02	5.65	6.28	7.54	10.05	11.30	12.56

1.2、PN4.0MPa 法兰取压同心、偏心、1/4 圆孔板节流装置

1.2.1 适用范围

公称压力：PN4.0MPa

公称直径：同心、偏心孔板，DN40~500mm

1/4 圆孔板，DN40~150mm

1.2.2 安装结构及尺寸

下图 2、3、4 中节流件均指同心锐孔板或偏心锐孔板、1/4 圆孔板。

1.2.3 孔板的安装

应在管线吹扫后进行

公称压力 PN	材质	最高操作温度	最高操作压力
4.0MPa	碳钢	300℃	3.3MPa
	铬钼钢	530℃	4.0MPa
	不锈钢	450℃	3.5MPa

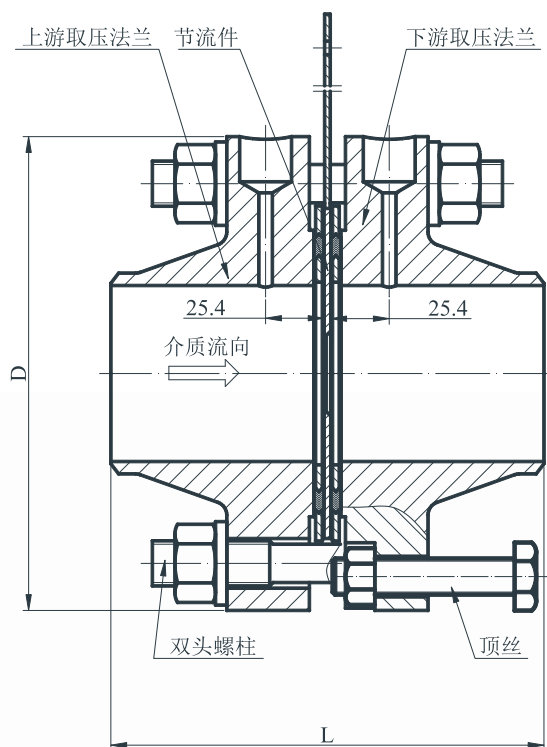


图 2 PN4.0MPa 法兰取压节流装置安装图（不带直管段）

表 2 PN4.0MPa 法兰取压同心、偏心、1/4 圆孔板节流装置安装尺寸

（不带上、下游直管段，FFO、FFE、FFH 型）

型号	公称直径 D_N	管道外径 mm	安装尺寸 mm		重量 KG
			D	L	
FFO(E、H)-4.0×40	40	48/45	145	148	10.93
FFO(E、H)-4.0×50	50	60/57	160	148	13.38
FFO(E、H)-4.0×65	65	76/73	180	150	17.10
FFO(E、H)-4.0×80	80	89	195	158	19.37
FFO(E、H)-4.0×100	100	114/108	230	174	25.48
FFO(E、H)-4.0×125	125	140/133	270	174	35.75
FFO(E、H)-4.0×150	150	168/159	300	175	42.80
FFO(E、H)-4.0×175	175	194	350	196	63.09
FFO(E、H)-4.0×200	200	219	375	192	68.67
FFO(E、H)-4.0×250	250	273	445	212	92.46
FFO(E、H)-4.0×300	300	325	510	241	130.9
FFO(E、H)-4.0×350	350	377	570	249	162.1
FFO(E、H)-4.0×400	400	426	655	295	255.4
FFO(E、H)-4.0×450	450	480	680	304	283.5
FFO(E、H)-4.0×500	500	530	755	324	416.0

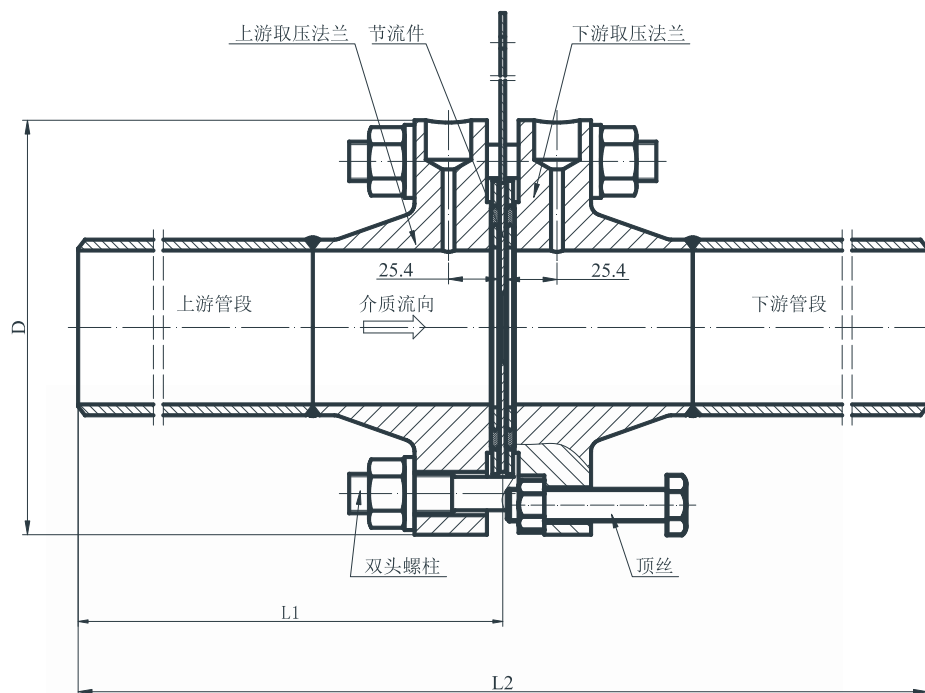


图 3 PN4.0MPa 法兰取压节流装置安装图（带直管段）

表 3 PN4.0MPa 法兰取压同心、偏心、1/4 圆孔板节流装置安装尺寸

（带上、下游直管段，FFOP、FFEP、FFHP 型）

型号	公称直径 D_N	管道外径 mm	安装尺寸 mm			重量 KG
			D	L1	L2	
FFOHP-4.0×25	25	34/32	115	501	704	13.83
FFO(E、H)P-4.0×40	40	48/45	145	701	903	13.83
FFO(E、H)P-4.0×50	50	60/57	160	801	1054	17.82
FFO(E、H)P-4.0×65	65	76/73	180	1002	1257	24.96
FFO(E、H)P-4.0×80	80	89	195	1002	1257	28.59
FFO(E、H)P-4.0×100	100	114/108	230	1002	1257	37.22
FFO(E、H)P-4.0×125	125	140/133	270	1002	1258	52.08
FFO(E、H)P-4.0×150	150	168/159	300	1002	1358	65.55
FFO(E)P-4.0×175	175	194	350	1102	1459	98.20
FFO(E)P-4.0×200	200	219	375	1202	1609	120.5
FFO(E)P-4.0×250	250	273	445	1402	2009	181.1
FFO(E)P-4.0×300	300	325	510	1702	2410	275.9
FFO(E)P-4.0×350	350	377	570	1802	2510	336.7
FFO(E)P-4.0×400	400	426	655	2003	2812	543.6
FFO(E)P-4.0×450	450	480	680	2003	2913	643.1
FFO(E)P-4.0×500	500	530	755	2003	3013	860.7

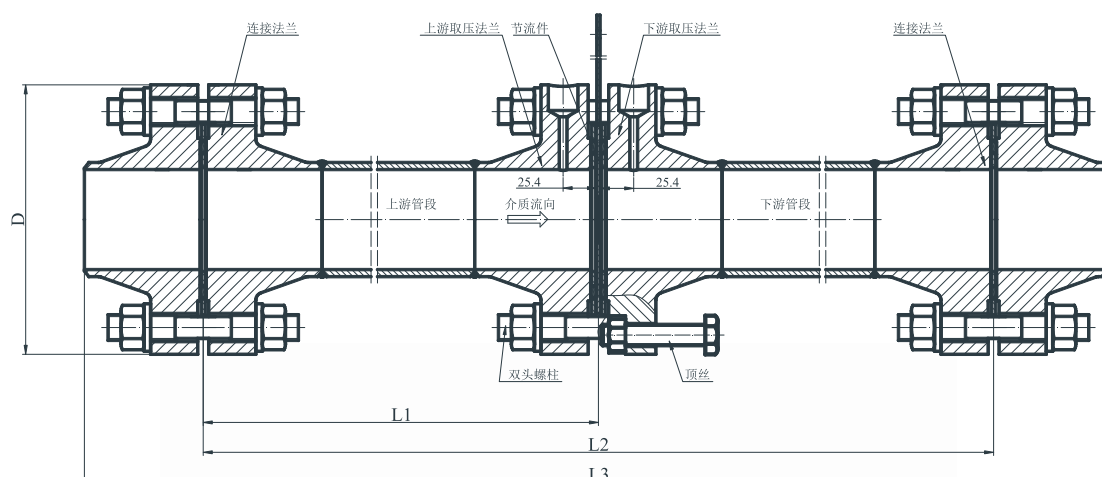


图 4 PN4.0MPa 法兰取压节流装置安装图（带直管段和连接法兰）

表 4 PN4.0MPa 法兰取压同心、偏心、1/4 圆孔板节流装置安装尺寸

（带上、下游直管段和连接法兰，FFOPF、FFEPF、FFHPF 型）

型号	公称直径 D_N	管道外径 mm	安装尺寸 mm				重量 KG
			D	L1	L2	L3	
FFOHPF-4.0×25	25	34/32	115	501	704	782	13.63
FFO(E、H)PF-4.0×40	40	48/45	145	701	903	1001	23.28
FFO(E、H)PF-4.0×50	50	60/57	160	801	1054	1152	29.89
FFO(E、H)PF-4.0×65	65	76/73	180	1002	1257	1365	42.29
FFO(E、H)PF-4.0×80	80	89	195	1002	1257	1377	49.94
FFO(E、H)PF-4.0×100	100	114/108	230	1002	1257	1397	70.11
FFO(E、H)PF-4.0×125	125	140/133	270	1002	1258	1398	86.52
FFO(E、H)PF-4.0×150	150	168/159	300	1002	1358	1506	122.1
FFO(E)PF-4.0×175	175	194	350	1102	1459	1639	198.2
FFO(E)PF-4.0×200	200	219	375	1202	1609	1788	233.2
FFO(E)PF-4.0×250	250	273	445	1402	2009	2214	344.5
FFO(E)PF-4.0×300	300	325	510	1702	2410	2646	505.1
FFO(E)PF-4.0×350	350	377	570	1802	2510	2754	620.2
FFO(E)PF-4.0×400	400	426	655	2003	2812	3102	997.0
FFO(E)PF-4.0×450	450	480	680	2003	2913	3211	1145
FFO(E)PF-4.0×500	500	530	755	2003	3013	3331	1620

1.3、PN6.3~16.0MPa 法兰取压同心锐孔板节流装置

1.3.1 适用范围

对于中高压法兰取压标准孔板节流装置一般采用 RJ 型式的法兰，也可采用 RF 型式的法兰，用户可根据使用工况和现场情况进行选择，RF 型式的结构可参照前节 PN4.0MPa。

公称压力：PN6.3MPa，PN10.0MPa，PN16.0MPa，PN25.0MPa，PN42.0MPa

公称直径：DN50~400mm

1.3.2 安装结构及尺寸

见下图 5、6、7 及表 5、6、7。

1.3.3 孔板的安装应在管线吹扫之后进行。

1.3.4 节流装置不带直管段时，取压法兰端面与管道轴线的不垂直度应小于 1 度，带直管段焊接后内部进行处理，使其光滑，无焊疤及焊渣。

1.3.5 介质使用温度

材质	最高操作温度	最高操作压力		
		PN6.3	PN10.0	PN16.0
碳钢	300℃	2.9MPa	4.5 MPa	7.2 MPa
铬钼钢	530℃	2.3 MPa	3.6 MPa	5.7 MPa
不锈钢	450℃	1.6 MPa	2.4 MPa	4.0 MPa

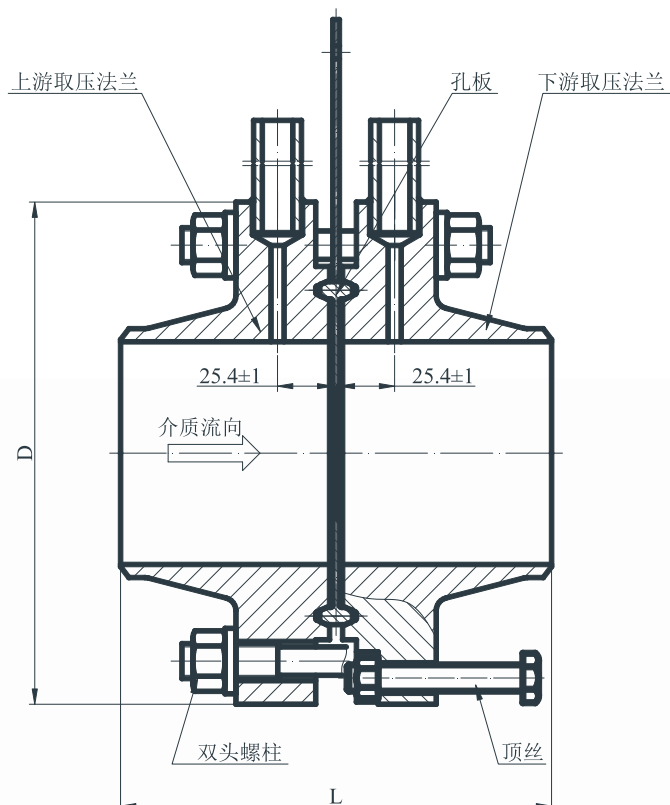


图 5 PN6.3~16.0MPa 法兰取压节流装置安装图（不带直管段）

表 5 PN6.3~16.0MPa 法兰取压节流装置安装尺寸（不带直管段，FFO 型）

型号	公称 直径 DN	管道 外径 mm	PN6.3MPa			PN10.0MPa			PN16.0MPa		
			安装尺寸 mm		重量 KG	安装尺寸 mm		重量 KG	安装尺寸 mm		重量 KG
			D	L		D	L		D	L	
FFO-PN×50	50	60/57	175	177	17.5	195	180	21.3	215	204	28.7
FFO-PN×65	65	76/73	200	178	21.5						
FFO-PN×80	80	89	210	178	25.5	230	206	30.5	260	243	51.3
FFO-PN×100	100	114/108	250	186	35	265	230	46.1	300	267	73
FFO-PN×125	125	140/133	295	219	54.6						
FFO-PN×150	150	168/159	340	247	79.2	350	294	99.2	390	348	167.9
FFO-PN×175	175	194	370	248	88.9						
FFO-PN×200	200	219	405	260	118	430	325	158.8	480	411	293.6
FFO-PN×250	250	273	470	280	168.6	500	379	246.8	580	495	470.3
FFO-PN×300	300	325	530	305	215.4	585	422	404.6	665	561	780.6
FFO-PN×350	350	377	595	337	280.9						
FFO-PN×400	400	426	670	369	384.9						

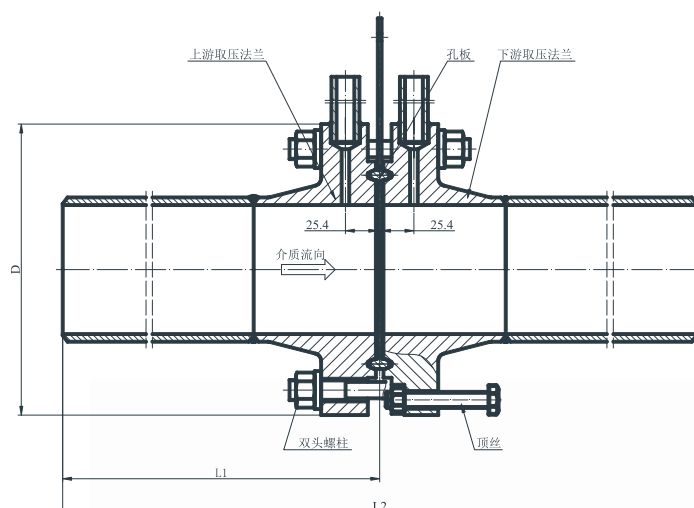


图 6

PN6.3~16.0MPa 法兰取压节流装置安装图（带直管段）

表 6 PN6.3~16.0MPa 法兰取压节流装置安装尺寸（带直管段，FFOP 型）

型号	公称直径 DN	管道外径 mm	公称压力 MPa	安装尺寸 mm			重量 KG
				D	L1	L2	
FFOP-PN×50	50	60/57	PN6.3	175	801	1054	23
			PN10.0	195	803	1058	29.04
			PN16.0	215	802	1058	37.8
FFOP-PN×65	65	76/73	PN6.3	200	1001	1256	31.3
FFOP-PN×80	80	89	PN6.3	210	1002	1257	38.5
			PN10.0	230	1004	1260	46.54
			PN16.0	260	1002	1257	72.8
FFOP-PN×100	100	114/108	PN6.3	250	1002	1258	53.9
			PN10.0	265	1004	1260	73.38
			PN16.0	300	1002	1257	105.8
FFOP-PN×125	125	140/133	PN6.3	295	1003	1261	81.8
FFOP-PN×150	150	168/159	PN6.3	340	1003	1310	117.6
			PN10.0	350	1003	1310	140.2
			PN16.0	390	1002	1358	228.4
FFOP-PN×175	175	194	PN6.3	370	1103	1461	148.5
FFOP-PN×200	200	219	PN6.3	405	1203	1611	200.5
			PN10.0	430	1203	1611	240.9
			PN16.0	480	1002	1611	416.8
FFOP-PN×250	250	273	PN6.3	470	1403	2011	315.4
			PN10.0	500	1403	1911	424.9
			PN16.0	580	1402	1911	680.3
FFOP-PN×300	300	325	PN6.3	530	1703	2412	428.5
			PN10.0	585	1703	2312	724.4
			PN16.0	665	1702	2312	1140
FFOP-PN×350	350	377	PN6.3	595	1803	2512	615.3
FFOP-PN×400	400	426	PN6.3	670	2003	2812	865.1

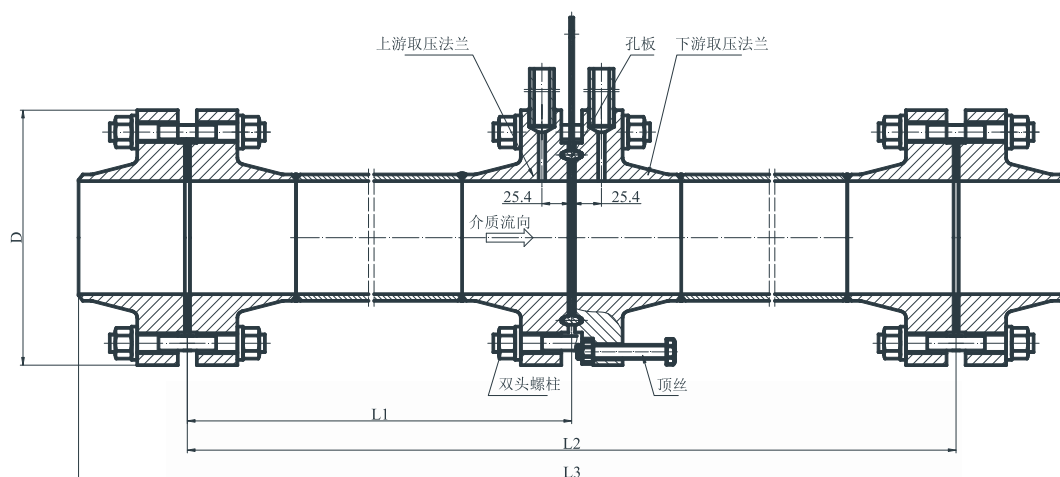


图 6 PN6.3~16.0MPa 法兰取压节流装置安装图（带直管段和连接法兰）

表 6 PN6.3~16.0MPa 法兰取压节流装置安装尺寸（带直管段和连接法兰，FFOPF 型）

型号	公称直径 DN	管道外径 mm	公称压力 MPa	安装尺寸 mm				重量 KG
				D	L1	L2	L3	
FFOPF-PN×50	50	60/57	PN6.3	175	801	1054	1194	44
			PN10.0	195	803	1158	1330	63
			PN16.0	215	802	1208	1420	94
FFOPF-PN×65	65	76/73	PN6.3	200	1001	1256	1406	61
FFOPF-PN×80	80	89	PN6.3	210	1002	1257	1407	72
			PN10.0	230	1004	1390	1606	104
			PN16.0	260	1002	1457	1707	172
FFOPF-PN×100	100	114/108	PN6.3	250	1002	1258	1418	103
			PN10.0	265	1004	1430	1670	159
			PN16.0	300	1002	1457	1731	249
FFOPF-PN×125	125	140/133	PN6.3	295	1003	1261	1457	161
FFOPF-PN×150	150	168/159	PN6.3	340	1003	1310	1526	230
			PN10.0	350	1003	1510	1814	330
			PN16.0	390	1002	1558	2014	554
FFOPF-PN×175	175	194	PN6.3	370	1103	1461	1681	283
FFOPF-PN×200	200	219	PN6.3	405	1203	1611	1843	369
			PN10.0	430	1203	1731	2067	543
			PN16.0	480	1002	1611	2033	966
FFOPF-PN×250	250	273	PN6.3	470	1403	2011	2255	556
			PN10.0	500	1403	2011	2401	863
			PN16.0	580	1402	2111	2617	1569
FFOPF-PN×300	300	325	PN6.3	530	1703	2412	2684	755
			PN10.0	585	1703	2362	2796	1366
			PN16.0	665	1702	2512	3014	2288
FFOPF-PN×350	350	377	PN6.3	595	1803	2512	2816	1064
FFOPF-PN×400	400	426	PN6.3	670	2003	2812	3152	1492

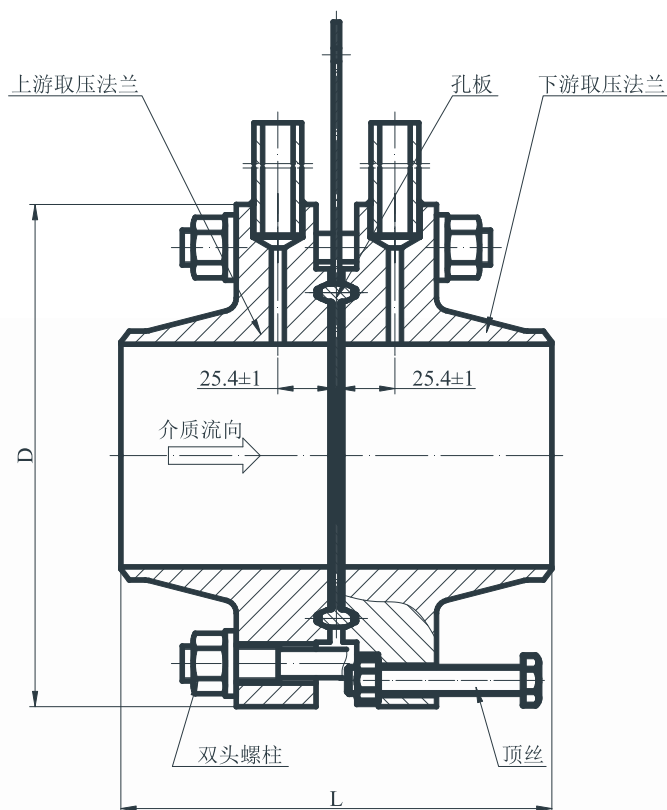


图 7 PN25.0/42.0MPa 法兰取压节流装置安装图

表 7 PN25.0/42.0MPa 法兰取压节流装置安装尺寸

型号	公称直径 DN	管道外径 mm	安装尺寸 mm		重量 kg
			D	L	
FFO-25×50	50	60.3	215	228	41
FFO-25×80	80	89.1	270	260	70
FFO-25×100	100	114.3	310	275	107
FFO-25×150	150	168.1	395	372	254
FFO-42×150	150	168.3	485	580	505
FFO-25×200	200	219	485	455	457
FFO-42×200	200	219.9	550	675	890
FFO-25×250	250	273	585	540	828
FFO-42×250	250	273	645	885	1568
FFO-25×300	300	323.8	675	605	992
FFO-42×300	300	323.8	750	975	1799

2、角接取压

2.1、PN0.6~2.5MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）节流装置

2.1.1 适用范围

公称压力：PN0.6、1.0、1.6、2.5MPa

公称直径：DN50~400mm

2.1.2 安装结构及尺寸

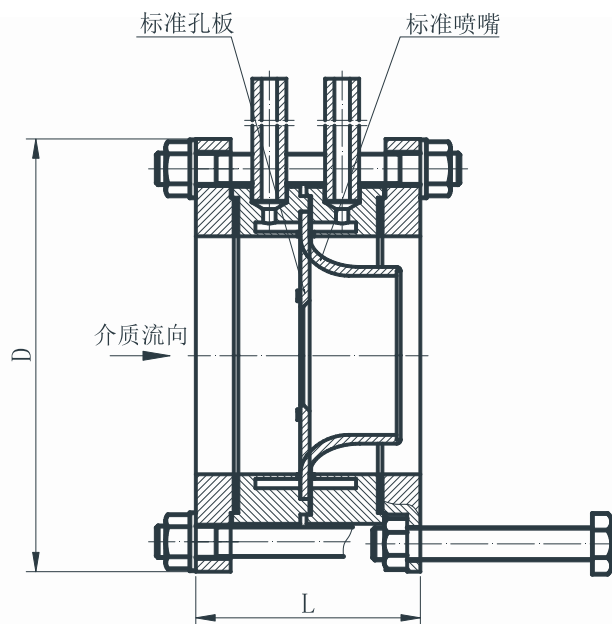


图 8 PN0.6~2.5MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）节流装置安装图
(不带直管段, FHO/FHI 型)

表 8 PN0.6~2.5MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装尺寸
(不带直管段, FHO/FHI 型)

型号	公称 直径 DN	管道 外径 mm	PN0.6MPa			PN1.0MPa			PN1.6MPa			PN2.5MPa		
			安装尺寸		重量	安装尺寸		重量	安装尺寸		重量	安装尺寸		重量
			D	L	kg	D	L	kg	D	L	kg	D	L	kg
FHO(I)-PN×50	50	60.3/57	140	106	6.1	160	110	8.9	160	118	9.9	160	122	18.7
FHO(I)-PN×65	65	76.1/73	160	105	7.7	180	113	11.7	180	121	13.0	180	121	14.4
FHO(I)-PN×80	80	89	185	109	10.7	195	113	13.0	195	121	15.2	195	125	16.8
FHO(I)-PN×100	100	114.3/108	205	108	12.7	215	116	16.9	215	124	18.5	230	128	23.1
FHO(I)-PN×125	125	139.7/133	235	112	16.7	245	120	21.5	245	128	23.7	270	132	29.9
FHO(I)-PN×150	150	168.3/159	260	112	19.8	280	120	26.3	280	128	30.0	300	132	37.2
FHO(I)-PN×175	175	194	290	116	23.2	310	120	32.9	310	128	35.7	330	136	45.8
FHO(I)-PN×200	200	219.1	315	116	27.6	335	120	35.2	335	132	41.1	360	136	53.1
FHO(I)-PN×250	250	273	370	130	36.8	390	134	47.3	405	146	59.1	425	150	75.3
FHO(I)-PN×300	300	325/323.9	435	130	47.4	440	138	55.4	460	146	70.6	485	154	104.4
FHO(I)-PN×350	350	377/355.6	485	134	55.6	500	138	70.3	520	150	90.1	550	166	131.8
FHO(I)-PN×400	400	426/406.4	535	138	67.2	565	142	91.7	580	158	120.4	610	170	162.3

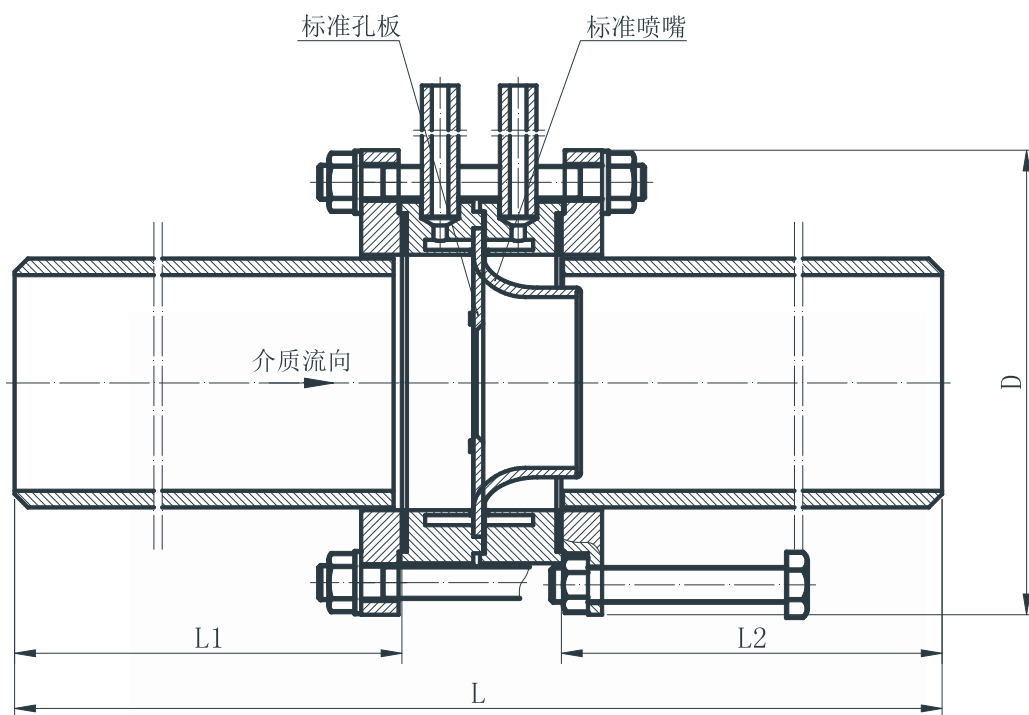


图 9 PN0.6~2.5MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装图

（带直管段，FHOP/FHIP 型）

表 9 PN0.6~2.5MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装尺寸

（带直管段，FHOP/FHIP 型）

型号	公称直径 DN	管道 外径 mm	安装尺寸			PN0.6MPa		PN1.0MPa		PN1.6MPa		PN2.5MPa	
			L	L1	L2	D	重量 kg	D	重量 kg	D	重量 kg	D	重量 kg
FHO(I)P-PN×50	50	60.3/57	1175	826	276	140	18.3	160	18.6	160	18.7	160	18.7
FHO(I)P-PN×65	65	76.1/73	1385	1026	286	160	28.5	180	28.9	180	28.9	180	29.2
FHO(I)P-PN×80	80	89	1389	1028	288	185	31.3	195	31.5	195	31.9	195	32.5
FHO(I)P-PN×100	100	114.3/108	1392	1030	290	205	41.1	215	42.1	215	43.4	230	42.9
FHO(I)P-PN×125	125	139.7/133	1396	1032	292	235	54.2	245	54.3	245	54.5	270	55.6
FHO(I)P-PN×150	150	168.3/159	1436	1032	332	260	68.3	280	69.5	280	69.9	300	71.4
FHO(I)P-PN×175	175	194	1598	1134	394	290	85.1	310	86.4	310	86.7	330	89.7
FHO(I)P-PN×200	200	219.1	1738	1234	434	315	102.3	335	103.5	335	105.3	360	107.7
FHO(I)P-PN×250	250	2730	2052	1436	536	370	164.5	390	166.4	405	167.0	425	167.8
FHO(I)P-PN×300	300	325/323.9	2456	1738	638	435	252.8	440	252.8	460	254.4	550	256.0
FHO(I)P-PN×350	350	377/355.6	2668	1844	744	485	364.7	500	365.0	520	368.6	485	372.3
FHO(I)P-PN×400	400	426/406.4	2972	2046	846	535	457.8	565	460.0	580	467.0	610	465.8

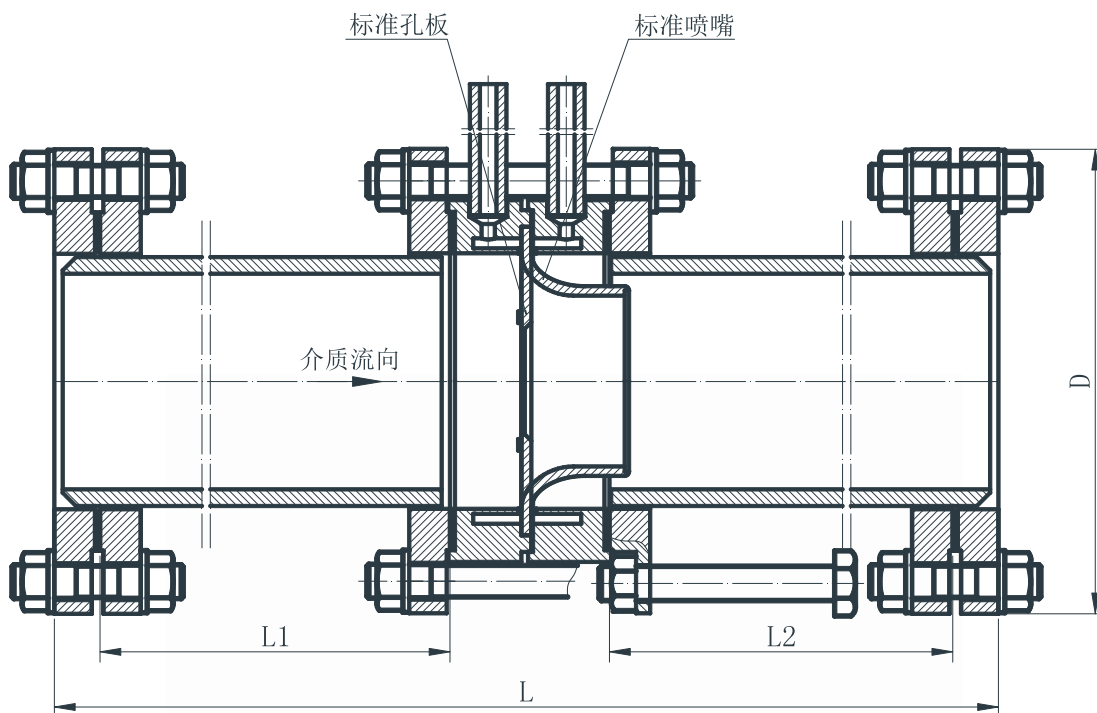


图 10 PN0.6~2.5MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装图

（带直管段和连接法兰，FHOPI/FHIPI 型）

表 10 PN0.6~2.5MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装尺寸

（带直管段和连接法兰，FHOPI/FHIPI 型）

型号	公称直径 DN	管道 外径 mm	安装尺寸			PN0.6MPa		PN1.0MPa		PN1.6MPa		PN2.5MPa	
			L	L1	L2	D	重量 kg	D	重量 kg	D	重量 kg	D	重量 kg
FHO(I)PF-PN×50	50	60.3/57	1175	800	250	140	24.0	160	27.6	160	29.8	160	30.2
FHO(I)PF -PN×65	65	76.1/73	1385	1000	260	160	35.3	180	40.7	180	43.3	180	43.9
FHO(I)PF -PN×80	80	89	1389	1000	260	185	41.6	195	44.6	195	48.6	195	49.6
FHO(I)PF -PN×100	100	114.3/108	1392	1000	260	205	52.6	215	59.4	215	63.0	230	69.8
FHO(I)PF -PN×125	125	139.7/133	1396	1000	260	235	70.8	245	76.8	245	81.6	270	92.2
FHO(I)PF -PN×150	150	168.3/159	1436	1000	300	260	87.1	280	96.1	280	104.1	300	114.9
FHO(I)PF -PN×175	175	194	1598	1100	360	290	103.1	310	118.3	310	124.5	330	141.5
FHO(I)PF -PN×200	200	219.1	1738	1200	400	315	127.6	335	138.6	335	149.6	360	168.8
FHO(I)PF -PN×250	250	273	2052	1400	500	370	193	390	207.6	405	230.8	425	252.4
FHO(I)PF -PN×300	300	325/323.9	2456	1700	600	435	289.3	440	300.1	460	324.1	550	374.5
FHO(I)PF -PN×350	350	377/355.6	2668	1800	700	485	407.6	500	421.4	520	458.2	485	524.4
FHO(I)PF -PN×400	400	426/406.4	2972	2000	800	535	510.7	565	541.3	580	591.9	610	656.7

2.2、PN6.3MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）节流装置

2.2.1 适用范围

公称压力：PN6.3MPa

公称直径：DN50~400mm

2.2.2 安装结构及尺寸

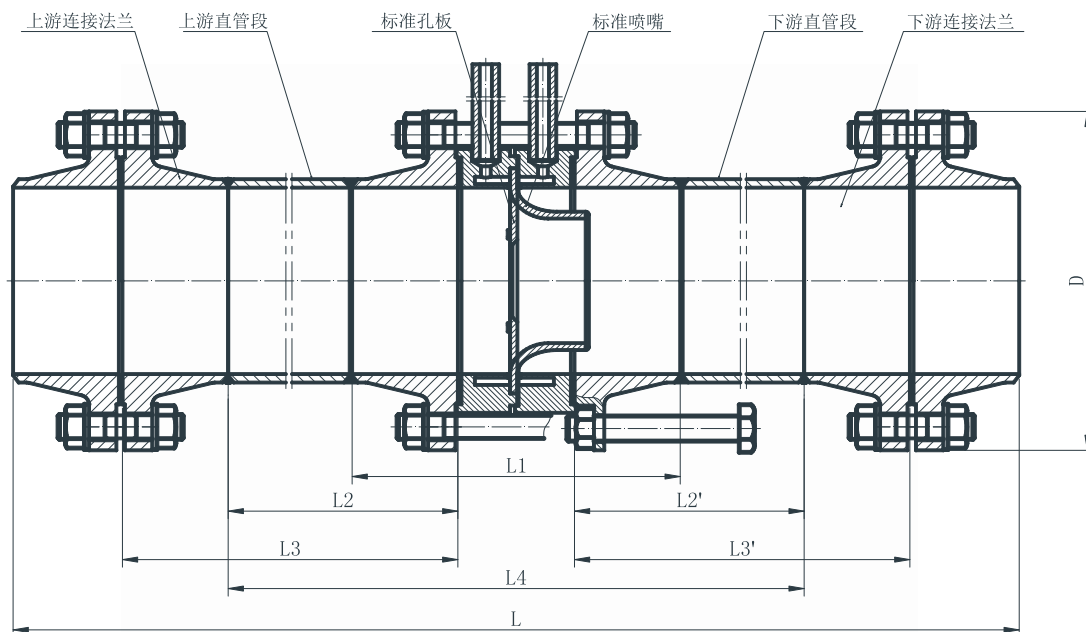


图 11 PN6.3MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装图

表 11 PN6.3MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装尺寸

公称 直径 DN	管道 外径	型号										
		FHO(I)-6.3×DN			FHO(I)P-6.3×DN				FHO(I)PF-6.3×DN			
		D	L1	重量 kg	L4	L2	L2'	重量 kg	L	L3	L3'	重量 kg
50	60.3/57	175	214	15.5	1268	872	322	22.3	1268	800	250	42.6
65	76.1/73	200	223	22.4	1487	1077	337	33.9	1487	1000	260	60.0
80	89	210	223	25.2	1487	1077	337	37.0	1487	1000	260	71.6
100	114.3/108	250	232	35.2	1497	1082	342	56.4	1497	1000	260	100.5
125	139.7/133	295	268	54.4	1532	1100	360	79.6	1532	1000	260	154.0
150	168.3/159	340	292	77.9	1596	1112	412	113.5	1596	1000	300	223.7
175	194	370	290	90.8	1754	1212	472	141.4	1754	1100	360	273.7
200	219.1	405	302	113.8	1906	1318	518	178.3	1906	1200	400	327.4
250	273	470	324	163.0	2228	1524	624	280.7	2228	1400	500	482.9
300	325/323.9	530	352	220.9	2656	1838	738	409.5	2656	1700	600	682.4
350	377/355.6	595	388	298.2	2892	1956	856	550.5	2892	1800	700	928.9
400	426/406.4	670	420	402.8	3224	2172	972	714.8	3224	2000	800	1271

注：上表中，FHO (I) 型为不带直管段类型；FHO (I) P 型为带直管段类型；FHO (I) PF 型为带直管段和连接法兰类型；

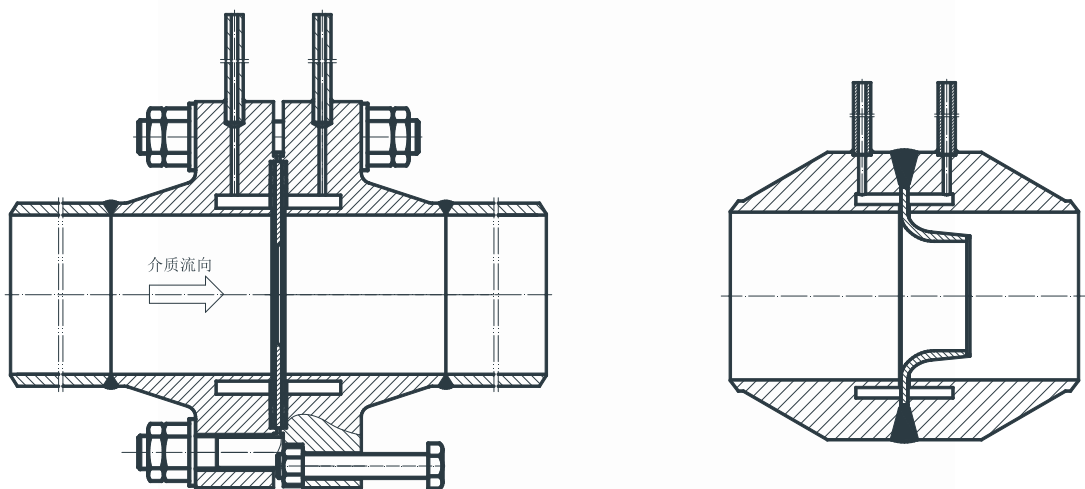
2.3、PN10.0~42.0MPa 的角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）节流装置

2.3.1 适用范围

公称压力：PN10.0~42.0MPa

公称直径：DN50~400mm

2.3.2 安装结构



PN10.0~42.0MPa 角接环室取压标准孔板（或标准喷嘴）安装图

以上结构适用于 PN10.0MPa 以上的中高压或高温工况，可采用螺栓连接（上图左）和焊接形式（上图右）结构，螺栓连接（上图左）结构建议中压工况使用，对于高压高温工况建议采用焊接形式（上图右）。由于该结构法兰为非标尺寸，需根据用户实际需求进行订制，若有需求，可直接向我司咨询。

3、径距取压

3.1、PN2.5MPa 径距取压（D、D/2）标准孔板节流装置

3.1.1 适用范围

公称压力：PN2.5MPa

公称直径：DN50~400mm

3.1.2 安装结构及尺寸

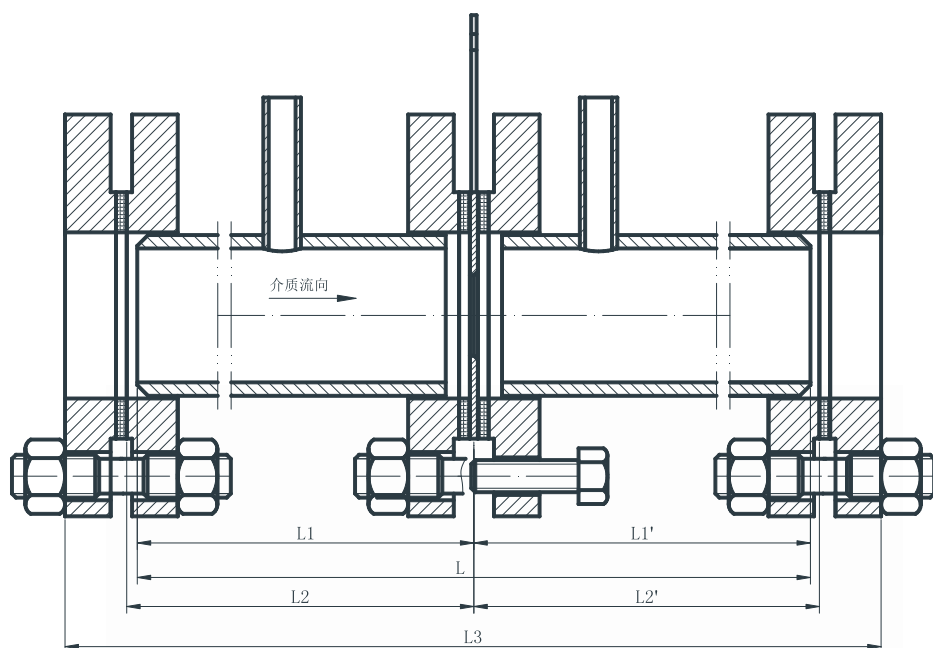


图 12 PN2.5MPa 径距取压标准孔板节流装置安装图 (FJOP、FJOPF 型)

表 12 PN2.5MPa 径距取压标准孔板节流装置安装尺寸 (FJOP、FJOPF 型)

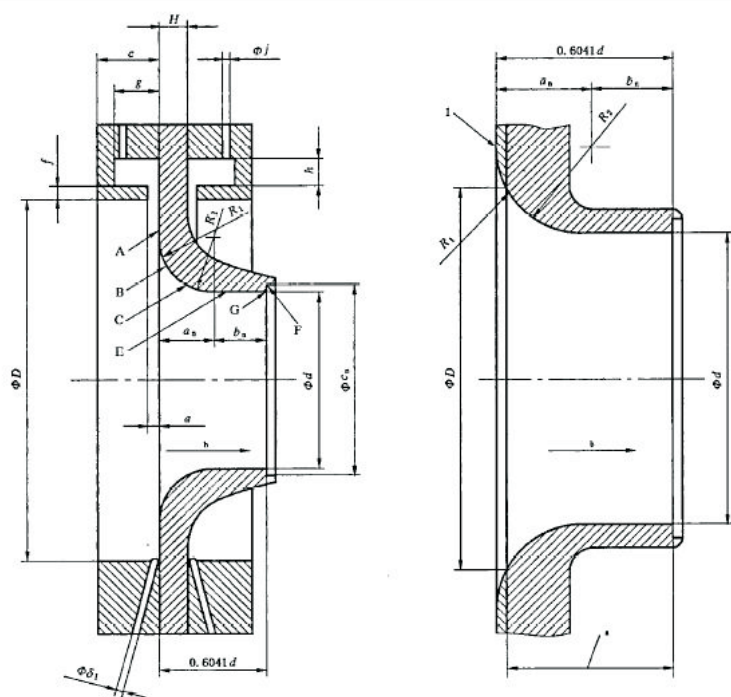
公称 直径 DN	管道 外径 mm	型号								
		D	FJOP-25×DN				FJOPF-25×DN			
			L	L1	L2	重量 kg	L	L1	L2	重量 kg
50	60.3/57	160	1106	826	276	15.5	1106	800	250	27.1
65	76.1/73	180	1319	1026	286	18.7	1319	1000	260	33.4
80	89	195	1323	1028	288	26.9	1323	1000	260	44.9
100	114.3/108	230	1328	1030	290	36.5	1328	1000	260	63.4
125	139.7/133	270	1332	1032	292	49.8	1332	1000	260	86.4
150	168.3/159	300	1372	1032	332	72.0	1372	1000	300	115.5
175	194	330	1538	1134	394	92.0	1538	1100	360	143.8
200	219.1	360	1678	1234	434	95.7	1678	1200	400	156.8
250	273	425	1982	1436	536	149.3	1982	1400	500	233.7
300	325/323.9	485	2386	1738	638	254.2	2386	1700	600	372.7
350	377/355.6	550	2598	1844	744	319.4	2598	1800	700	471.5
400	426/406.4	610	2902	2046	846	401.4	2902	2000	800	592.3

第 III 部分 喷嘴

我司生产的节流装置喷嘴有标准喷嘴（ISA1932）、长径喷嘴和文丘里管喷嘴，其测量原理与标准孔板相类似，其压力损失较标准孔板低，但其测量精度不如标准孔板，一般的选型要根据实际的工况情况而定。

1、标准喷嘴（ISA1932）

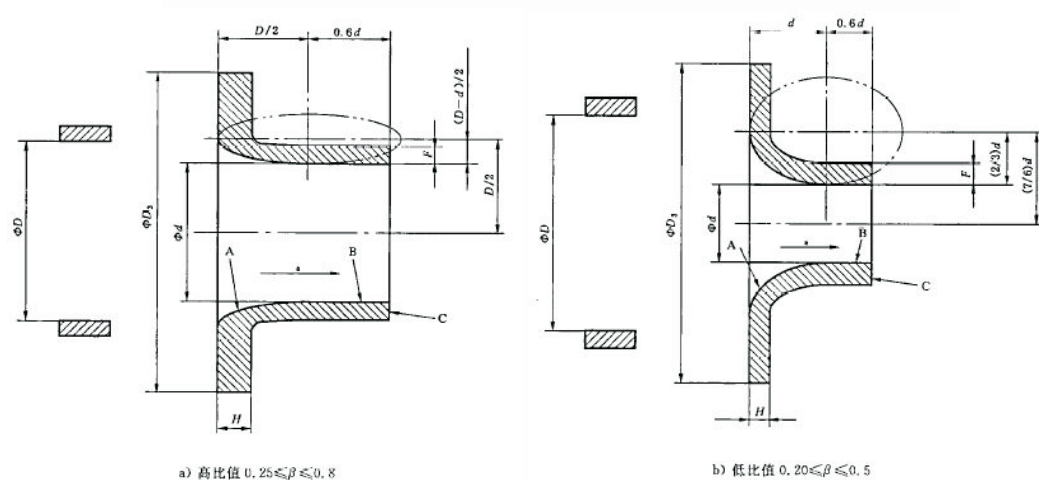
标准喷嘴在管道内的部分是圆形的，由圆弧廓形的收缩筒形喉部组成，其结构示意图如下：



标准喷嘴（ISA1932）取压方式：上游取压口采用角接取压方式（见孔板角接取压口部分）。下游取压口可按角接取压口设置，也可设置于较远的下游处。当 $\beta \leq 0.67$ 时，取压口轴线与喷嘴最平面部分 A 之间的距离应 $\leq 0.15D$ ；当 $\beta > 0.67$ 时，该距离应 $\leq 0.2D$ 。取压口结构可按孔板取压口要求设计，其相关结构与角接取压标准孔板相同可参见“第 I 部分 标准孔板，I-2 节 角接取压”部分。

2、长径喷嘴

长径喷嘴有两种形式：高比值喷嘴 ($0.25 \leq \beta \leq 0.8$)；低比值喷嘴 ($0.20 \leq \beta \leq 0.5$)。当 β 值介于 0.25~0.50 之间时，可采用任意一种喷嘴。长径喷嘴都是由四分之一椭圆状收缩入口部分和圆筒形喉部组成的，喷嘴在管道内的部分应为圆形，但在取压口的洞孔处可能例外，其结构形状如下图所示：



长径喷嘴的取压方式为径距取压，上游取压口距喷嘴平面部分 A 的距离为 $1D$ ，下游取压口的轴线距喷嘴平面部分 A 的距离为 $0.5D$ 。

2.1、适用范围：

公称直径 DN100~350mm， $0.25 \leq \beta \leq 0.7$ ， $10 \leq ReD \leq 10$ ， $K/D \leq 10 \times 10$ (K 管壁粗糙度：热拉不锈钢 $< 0.03\text{mm}$ ，轧制不锈钢 $0.0 \sim 0.10\text{mm}$)

2.2、材质：

20G，16Mn ($T \leq 300^\circ\text{C}$)；15CrMo ($T \leq 450^\circ\text{C}$)；15CrMoV ($T \leq 530^\circ\text{C}$)；超低碳奥氏体不锈钢 ($T \leq 400^\circ\text{C}$)

2.3、安装结构及尺寸

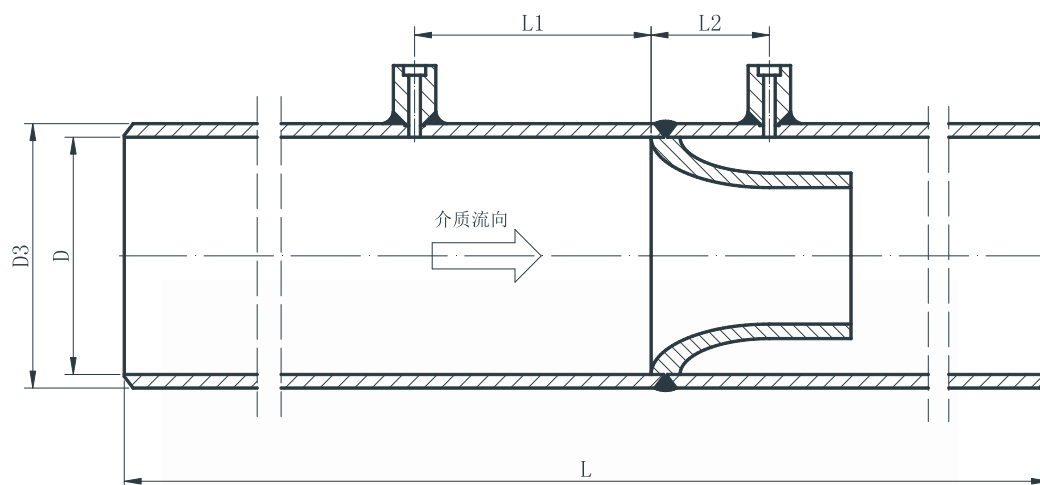


图 13 长径喷嘴安装图 (FJCP 型)

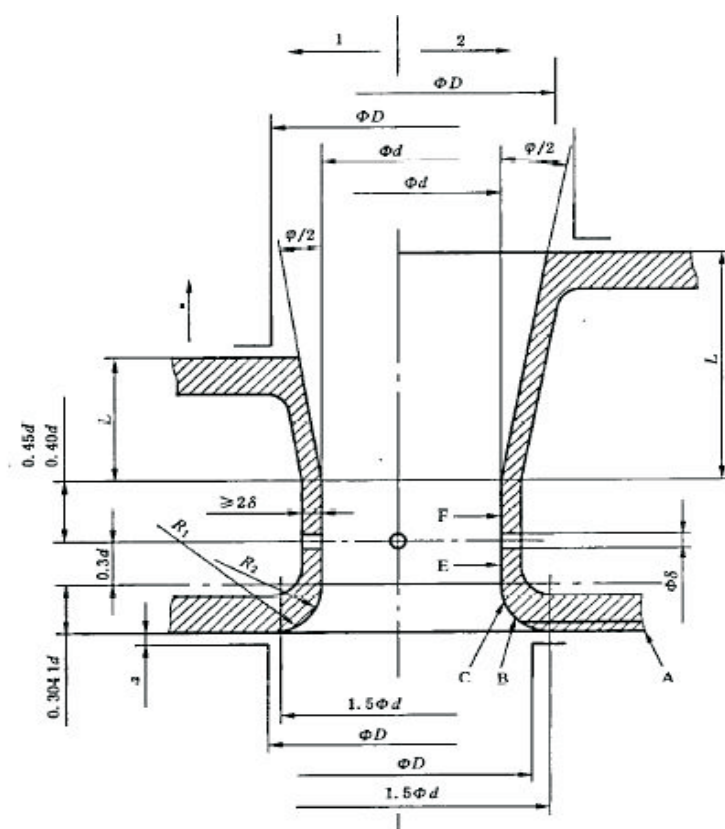
表 13 长径喷嘴安装尺寸 (FJCP 型)

型号	公称 直径 mm	16MPa						25MPa				
		D3	D	L1	L2	L	KG	D	L1	L2	L	KG
FJCP-16×100	100	114.3	100	50	100	1905	60	100	50	100	1905	78
FJCP-16×125	125	133	125	62.5	125	2380	127	125	62.5	125	2380	150
FJCP-16×150	150	168.3	150	75	150	2855	188	150	75	150	2855	281
FJCP-16×200	200	219	200	100	200	3805	503	200	100	200	3805	503
FJCP-16×250	250	273	250	125	250	4755	847	250	125	245	4755	901
FJCP-16×300	300	323.9	300	150	300	5705	1270					
FJCP-16×350	350	355.6	350	175	350	6655	2567					

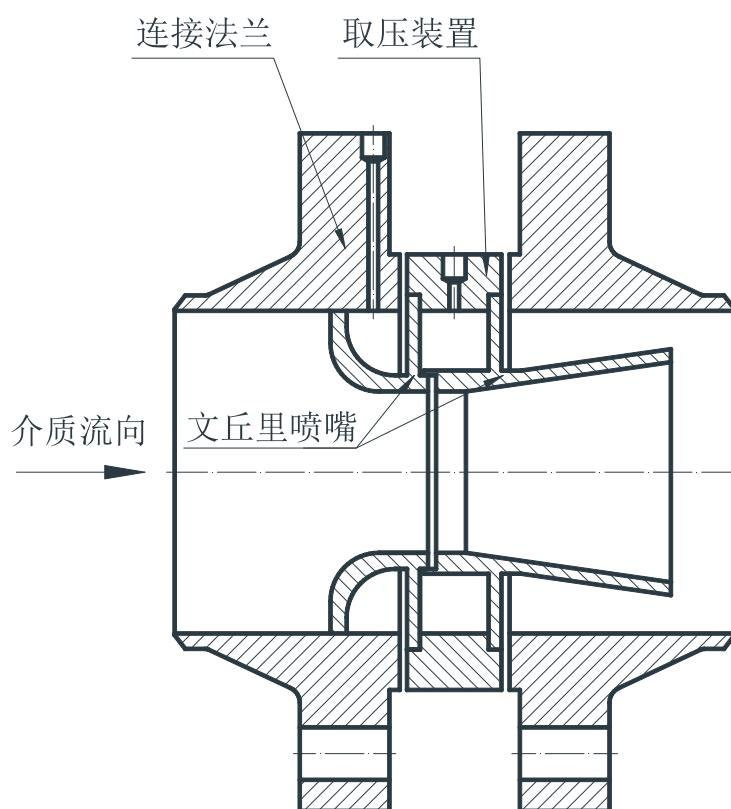
注：上表中的数据仅供参考，长径喷嘴的安装参数随管道工艺参数的变化而变化，实际安装尺寸需提供相关的管道工艺参数进行计算设计后而确定。

3、文丘里喷嘴

文丘里喷嘴的廓形是轴对称的，由圆弧廓形收缩段、圆筒喉部和扩散段组成，其上游端面与 ISA1932 喷嘴完全相同，喉部为圆筒形，扩散段与喉部联接，无圆弧，但应无毛刺，其扩散角应小于等于 30 度，结构示意图如下：



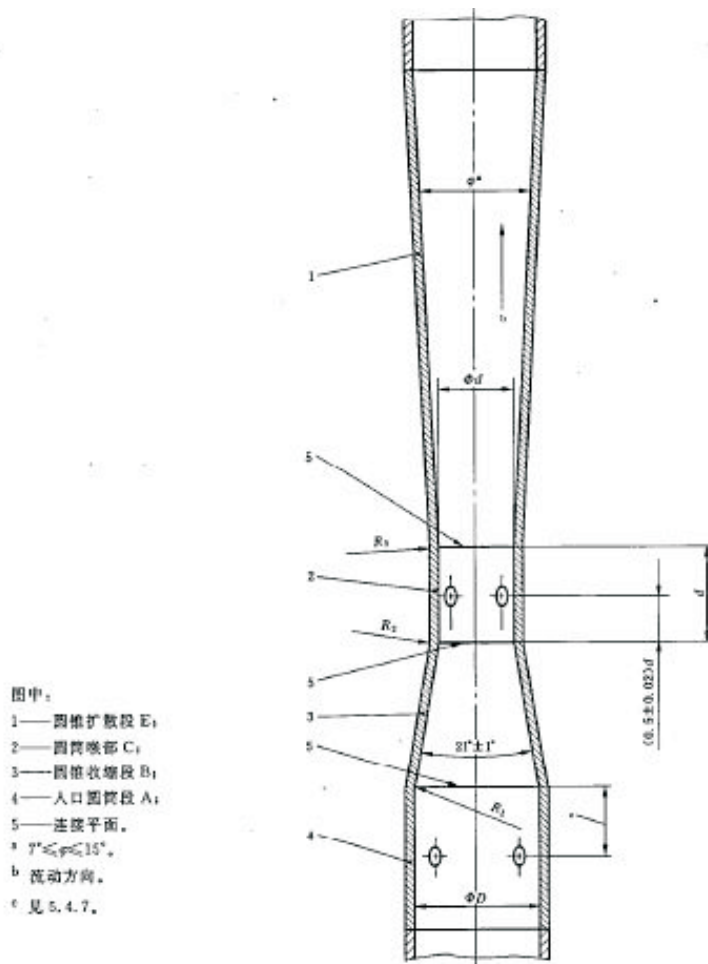
由于文丘里喷嘴的结构是随工况参数而定，故在此无法提供相关的结构参数尺寸，而根据实际工况参数进行设计计算后方能给出，如有需求可向我司咨询，其安装结构示意图参照如下结构：



文丘里喷嘴安装结构示意图

第 IV 部分 文丘里管

文丘里管由 4 部分组成：即入口圆筒端 A，圆筒收缩段 B，圆筒形喉部 C，圆锥扩散段 E 组成，结构如下图所示：



圆筒段直径为 D ，与管直径之差不大于 $0.01D$ ，其长度等于 D ；

圆锥收缩端 B，锥角为 21° ，长度约为 $2.7(D-d)$ ；

圆筒喉部 C，直径为 d 的圆管形管段，长度为 d ；

圆锥扩散段 E，扩散角 $7^\circ \sim 15^\circ$ 。

经典文丘里管又有三种形式

①粗铸收缩段经典文丘里管；收缩段 B 的内表面是砂型铸造，未经机加工，表面粗糙度 $Ra \leq 10D$ 。

②机械加工收缩段经典文丘里管。A，B，C 段的内表面应有 $Ra \leq 10d$ 的相同粗糙度。

③粗焊铁板收缩段的经典文丘里管。在 AB 段之间，BC 段之间，CE 段之间均无连接曲面，AB 段表面粗糙度 Ra 约为 $5 \times 10^{-4}D$ 。

1、适用范围

低压文丘里管：公称压力，PN0.6~2.0MPa；公称直径，DN200~1600mm。图 b 结构

高压高温文丘里管：公称压力，PN5.0~42.0MPa；公称直径，DN100~600mm。图 a 结构

2、材质

根据实际工艺管道材质而定，常用材质有：20G、16Mn($T \leq 300^{\circ}\text{C}$)；15CrMo($T \leq 450^{\circ}\text{C}$)；12CrMoV($T \leq 530^{\circ}\text{C}$)；超低碳奥氏体不锈钢($T \leq 400^{\circ}\text{C}$)。

3、安装结构

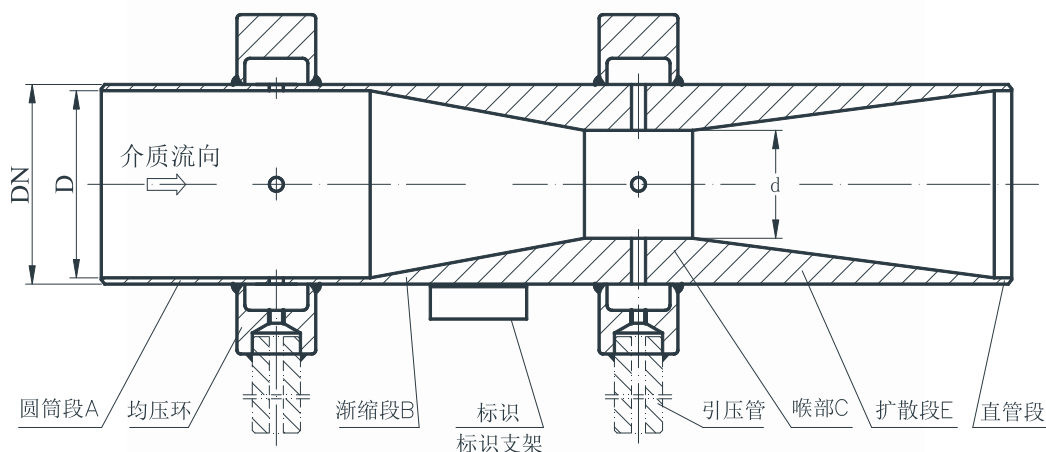


图 a PN5.0~42.0MPa 机械加工经典文丘里管

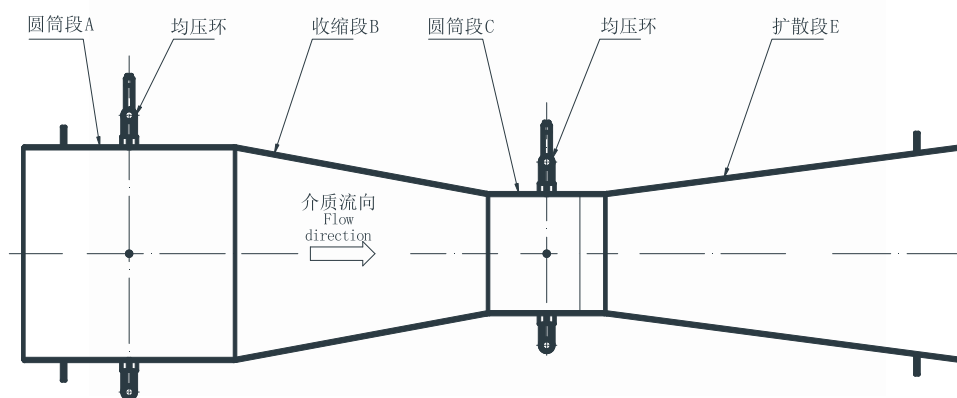


图 b PN0.6~2.0MPa 粗焊铁板式经典文丘里管

文丘里管设计与工艺管道的工况参数紧密相联，只有提供了相关的工况参数才能设计定型，上图两种常用结构供参考。文丘里管与工艺管道的连接方式可采用法兰连接和焊接两种形式，焊接形式即文丘里管主体与工艺连接焊接连接，而法兰连接是在文丘里管的上下游端各配一对连接法兰，具体采用哪种连接方式，需根据实际使用情况而定。

第 V 部分 楔式流量计

楔式流量计是八十年代开始应用的一种新型节流装置,在国外石油、化工等行业中已得到广泛的应用。它的问世并被广泛使用是由于它的独特性能——在极宽的雷诺数范围内,流量和差压始终保持方根关系。以往使用的节流装置如孔板、喷嘴和文丘里管等,当雷诺数低至 10000 时,他们所测得的流量与差压方根关系会出现重大的偏差,而且随着雷诺数的降低,偏差会越来越大,致使测量精度受到严重的影响,而楔式流量计在雷诺数从 500 到数百万的范围内,流量和差压始终保持方根关系,流量系数呈线性状态。

理论和实践证明,楔式流量计非常适用于低雷诺数流体流量的测量,尤其在测量高粘度流体、含固体颗粒流体、浆状流体时,而具有其它节流装置无法比拟的优越性。

1、测量原理

楔式流量计是将截面成三角形的楔块放入工艺管道中而构成的一种新型节流装置,当流体通过楔式流量计时,由于楔块的节流作用,在其上下游产生了一个与体积流量值成平方关系的差压,将此差压从楔块两侧取压口(取压管嘴或取压法兰)引出至差压变送器,差压变送器就送出与被测流体流量值成平方关系的标准信号经二次仪表显示,即可获知流量值。

2、主要特点

- 2.1 测量范围宽,在雷诺数从 500 到数百万的范围内,流量和差压始终保持方根关系。
- 2.2 精确度高,经标定的楔式流量计,其流量系数基本误差在 0.5% 以内。
- 2.3 具有自清洁能力,无滞流区。
- 2.4 抗磨性好。
- 2.5 永久压损比孔板小。
- 2.6 重复性好、可靠性高。
- 2.7 寿命长、成本低、安装及维护方便。

3、适用范围

- 3.1 适合于低雷诺数流体的流量测量。
- 3.2 特别适合于高粘度流体、含固体颗粒液体、浆状流体,如燃料油、渣油、油浆、废水、浓浆料等的流量测量。
- 3.3 适合于公称直径 DN25~DN300 的管道。
- 3.4 管嘴取压楔式流量计用于公称直径 PN6.3MPa 和温度 450℃ 以下的各种工况;法兰取压楔式流量计用于公称压力 PN4.0 以下的各种工况,其使用温度视差压变送器的技术性能而定,一般限制在 180℃ 以下。

4、结构尺寸

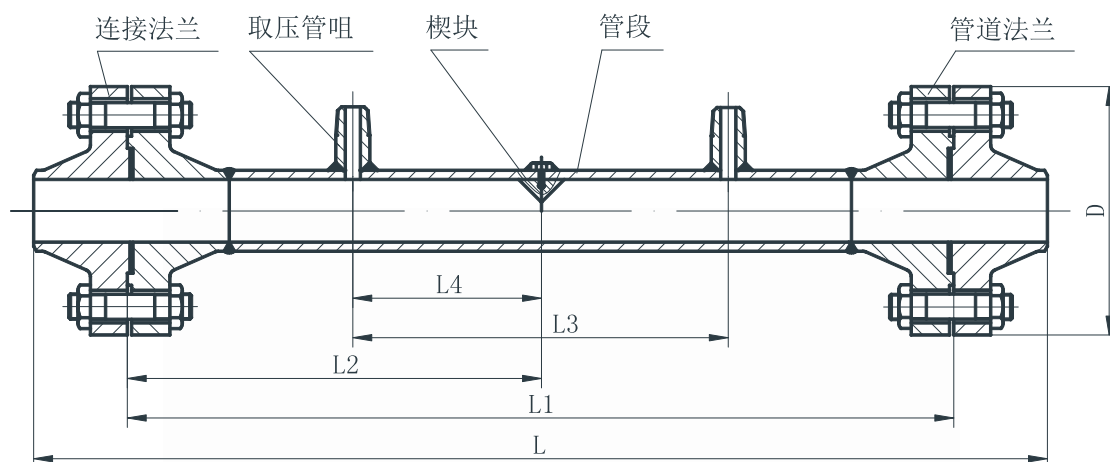


图 14 PN6.3MPa 管嘴取压楔式流量计安装图

表 14 PN6.3MPa 管嘴取压楔式流量计安装尺寸

型号	公称直径 DN	管道外径 mm	安装尺寸 mm					
			L	L1	L2	L3	L4	D
FKTF-6.3×25	25	34/32	680	560	280	200	100	135
FKTF-6.3×40	40	48/45	700	560	280	200	100	165
FKTF-6.3×50	50	60/57	704	560	280	200	100	175
FKTF-6.3×80	80	89	774	620	310	240	120	210
FKTF-6.3×100	100	114/108	804	640	320	260	130	250
FKTF-6.3×150	150	168/159	1124	900	450	410	230	340
FKTF-6.3×200	200	219	1236	1000	500	530	265	405
FKTF-6.3×250	250	273	1348	1100	550	600	300	470
FKTF-6.3×300	300	325	1476	1200	600	670	335	530

型号说明：FKTF-6.3×25，F—节流装置，K—楔式流量计，T—管嘴取压，F—带连接法兰，

6.3—公称压力 PN6.3MPa，25—公称直径 DN25

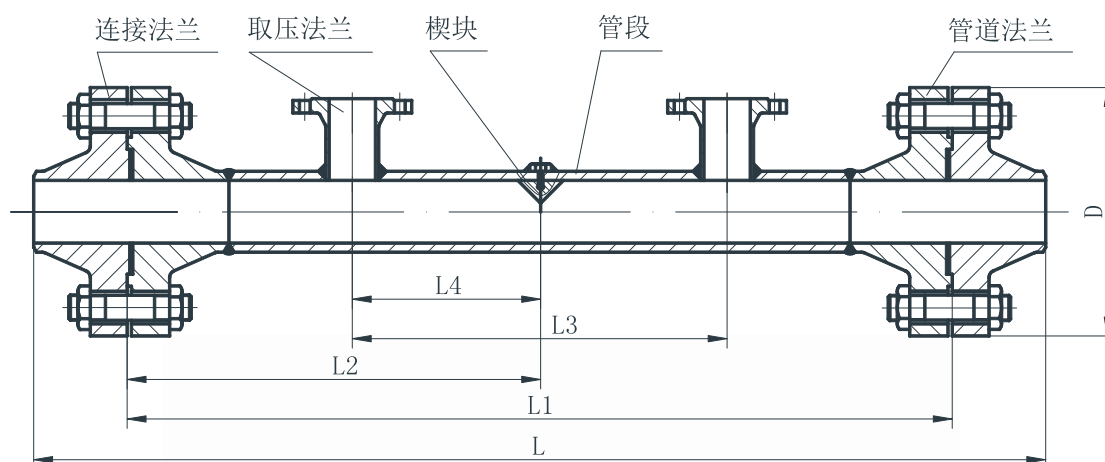


图 15 PN4.0MPa 法兰取压楔式流量计安装图

表 15 PN4.0MPa 法兰取压楔式流量计安装尺寸

型号	公称直径 DN	管道外径 mm	安装尺寸 mm					
			L	L1	L2	L3	L4	D
FKFF-4.0×25	25	34/32	880	800	400	310	155	115
FKFF-4.0×40	40	48/45	920	820	410	310	155	145
FKFF-4.0×50	50	60/57	920	820	410	310	155	160
FKFF-4.0×80	80	89	880	760	380	350	175	195
FKFF-4.0×100	100	114/108	940	800	400	370	185	230
FKFF-4.0×150	150	168/159	1088	940	470	500	250	300
FKFF-4.0×200	200	219	1220	1040	520	700	285	375
FKFF-4.0×250	250	273	1348	1140	570	640	320	445
FKFF-4.0×300	300	325	1476	1240	620	710	355	510

型号说明：FKFF-6.3×25，F—节流装置，K—楔式流量计，F—法兰取压，F—带连接法兰，4.0—公称压力 PN4.0MPa，25—公称直径 DN25

5、安装要求

楔式流量计安装时可不考虑介质流向。

楔式流量计在水平管道上安装时，取压口应在管道上方与水平中心线成 90 度（见下图左）；在垂直管道上安装时（见下图右），取压口的不同标高将会产生附加压头，应在变送器安装后，靠重新调零来解决。

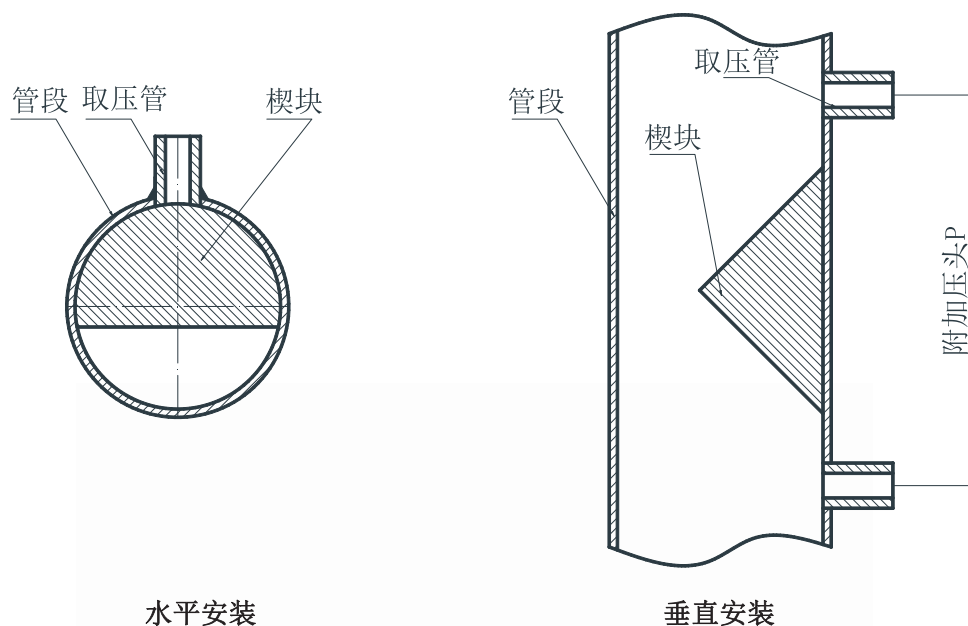


图 c 楔式流量计取压口位置示意

管嘴取压楔式流量计在测量高粘度、易结晶、结焦或含固体颗粒的流体时，取压处应自伴热或外加伴热并设置隔离容器，必要时引压管线可打开冲洗油。

楔式流量计的上下游要带有一定长度的没有阻力件的直管段。下游最小直管段长度为安装管段直径的 6 倍；上游最小直管段长度取决于楔比、直管段前阻力件的类型和管道的直径，见下表：

楔式流量计上游最小直管段长度

楔比 \ 阻力件类型	最小上游直管段长度（从楔块中心算起）			
	90° 弯头	三通	球阀	闸阀
0.2	6DN	6DN	10DN	6DN
0.3	8DN	8DN	11DN	6DN
0.4	12DN	12DN	14DN	8DN
0.5	14DN	14DN	16DN	10DN

第 VI 部分 限流孔板

限流孔板，也称为减压孔板，在管道中用于限制流体的流量或降低流体的压力。

一般用于如下几个方面：

- 1) 工艺物料需要降压且精度要求不高。
- 2) 工艺要求调节阀上的压力降较大，而调节阀上的允许最大压力达不到这个要求时，可通过限流孔板降掉一部分压力，以减少调节阀上的压力降，也可减少调节阀的磨损。
- 3) 流体需要小流量且连续通过的地方。如泵的冲洗管道、热备用泵的旁通管道（低流量保护管道）、分析取样管等场所。
- 4) 需要降压以减少噪声或磨损的地方，如放空系统。
- 5) 保证安全操作，如当压力较大的调节阀旁路采用球阀时，为防止旁路手动操作时泄压太快，可采用限流孔板。

1、基本原理

众所周知，通过测量流体流经节流装置的前后压力降，可达到测量流量的目的，这种测量方法是以伯努利定律和流体流动连续性定律为基础的。限流孔板装置的基本原理和节流装置的基本原理完全一样。由于两者所起的作用和使用条件不同，所以在考虑方法和计算精度上亦有差异。

限流孔板装置非计量仪表，要求精度不高，可忽略某些影响因素。如温度对管径和开口直径的影响，雷诺数对流量系数的影响等。限流孔板装置只起降压或限流作用，其上压力降是指永久压损，限流孔板上的压力降比节流装置上的压力降大的多。亦就是在相同的流量条件下，孔径比 β 值限流孔板比节流装置小的多，限流孔板 β 的范围可扩展至 0.05~0.75。

2、分类和选型要求

2.1 分类

限流孔板按孔板上的开孔数分为单孔板和多孔板，按板数可分为单板和多板。

2.2 选型要点

1) 气体、蒸汽

为避免使用限流孔板的管路出现噎塞流，限流孔板后压力 P_2 不能小于前压 P_1 的 55%，即 $P_2 \geq 0.55P_1$ 。因此当 $P_2 < 0.55P_1$ 时，不能用单板，要选多板。而每板的前后压力比也要遵循 $P_2 \geq 0.55P_1$ 。

2) 液体

当液体的压降小于或等于 2.5MPa 时，选择单板孔板。

当液体压力降大于 2.5MPa 时，选择多板孔板，且每块孔板的压力降亦应小于 2.5MPa。

2.3 孔数的确定

当管道公称通径 $DN \leq 150\text{mm}$ ，采用单孔孔板； $DN > 150\text{mm}$ 时，采用多孔孔板。

多孔孔板的孔径一般选用 12.5mm，20mm，25mm，40mm。在计算多孔孔板时，首先按单孔孔板求出孔径 d 然后按下式求取多孔孔板的孔数 N ， $N = d^2/d_0^2$ （ d_0 为多孔限流孔板的孔径）。

以上的选型方法仅供参考，实际孔板需根据工艺参数进行设计计算后，方能得出具体孔径值、板数及孔数。

3、结构

3.1 单级限流孔板

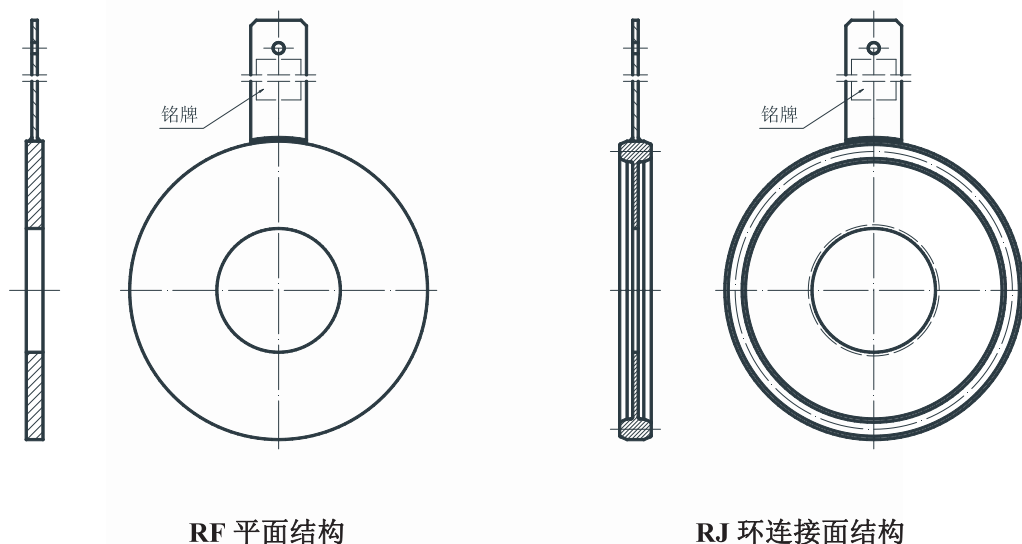


图 16 法兰连接式单级限流孔板结构图

单级限流孔板，适用于公称直径 $DN15 \sim 300\text{mm}$ ，RF 平面结构适用中低压工况，孔板外径与法兰螺栓内侧相配合；RJ 环连接面结构适用于高压工况，限流孔板和环连接面为一体结构，密封面按指定标准，尺寸按压力等级和通径制造。孔板锐孔入口边缘保证直角、尖锐。

单级限流孔板安装结构图如下：

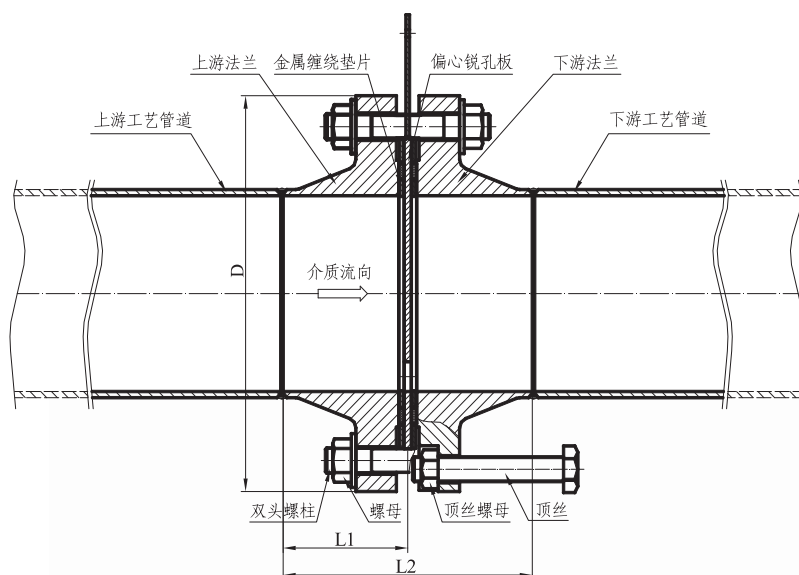


图 17 法兰连接式单级限流孔板安装结构

RF 平面结构和 RJ 环连接面结构安装结构相同，只是密封面形式不同。

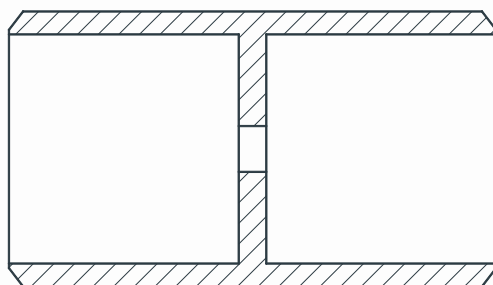


图 18 管道焊接式单级限流孔板

3.2 多级限流孔板

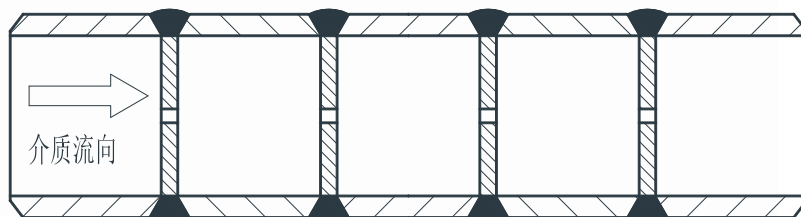


图 19 多级限流孔板（与管道焊接结构）

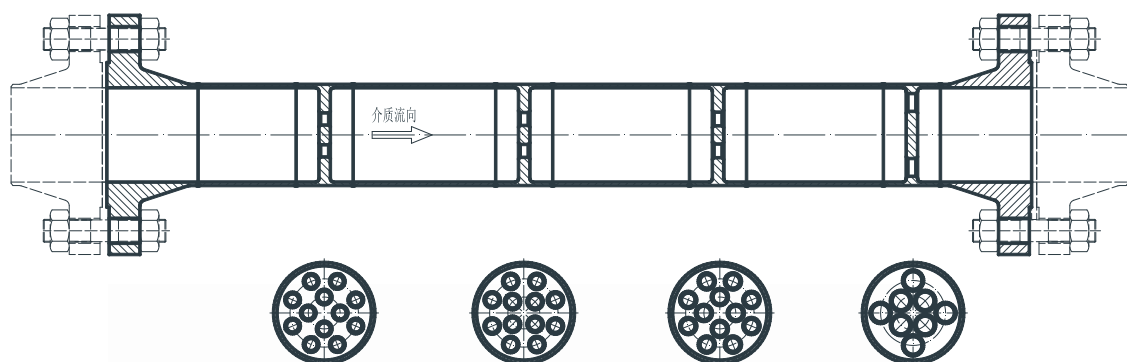


图 20 多级多孔限流孔板（法兰连接结构）

多级限流孔板适用于公称直径 DN50~300mm，公称压力 PN2.0~42.0MPa，对于高压结构建议采用焊接形式，安全可靠；对于 PN5.0MPa 以下（包括 PN5.0MPa）可以采用法兰连接结构，便于更换维修

由于多级多级限流孔板设计计算较为复杂，具体的级数及孔数需根据实际工况而定。

附录 A

孔板（不配流动调整器）上下游直管段长度（以管径 D 的倍数表示）

直径 比 β	上 游 直 管 段													下 游 直 管 段
	单个 90° 弯头在任 一平面上 两个 90° 弯头 ($L > 30D$) ^a	相同平 面上两 个 90° 弯头 ($30D \geq L > 10D$) ^a	相同平 面上两 个 90° 弯头 ($10D \geq L$) ^a	垂 直 平 面 上 两 个 90° 弯 头 ($30D \geq L \geq 5D$) ^a	垂 直 平 面 上 两 个 90° 弯 头 ($5D > L$) ^a	单个 90° 三通	单 个 45° 弯头相同 平面上两 个 45° 弯 头 ($L > 22D$) ^a	渐 缩 管 2D 至 D 超 过 1.5D 至 3D 的长 度	渐 缩 管 0.5D 至 D 超 过 D 至 2D 的长 度	球 阀 全 开 或 阀 全 开	对 称 骤 缩 异 径 管	温 度 计 套管 ^b 或 插 孔 直 径 $\leq 0.03D$ ^c	其它任 何 阻 流 件 (所有种 类) ^d	
0.20	6	10	10	19	34	3	7	5	6	12	30	5	70	4
0.40	16	10	10	44	50	9	30	5	12	12	30	5	145	6
0.50	22	18	22	44	75	19	30	8	20	12	30	5	145	6
0.60	42	30	42	44	65	29	30	9	26	14	30	5	145	7
0.67	44	44	44	44	60	36	44	12	28	18	30	5	145	7
0.75	44	44	44	44	75	44	44	13	36	24	30	5	145	8

注：1、表列数值为位于孔板上游和下游的各种阻流件与孔板上下游端面之间所需的最短直管段长度。应在最近（或仅有）弯头的弯曲部分或三通的下游端或者渐缩管或渐扩管锥形部分的下游端测量直管段。

2、弯头曲率半径 $R=1.5D$ 。

3、对于 $\beta < 0.20$ 的值按 $\beta=0.2$ 的值。

a、L 为两弯头之间的距离，是从上游弯头的弯曲面下游端到下游弯头弯曲面的上游端测得的。

b、温度计插孔套或套管的安装不会改变其它阻流件所需最短上游直管段。

c、如果数值增加到 20，应安装直径为 0.03D 到 0.13D 的温度计插孔套或套管，但是不推荐这种安装。

d、这些安装因为存在涡流和速度剖面变形，对流出系数变化有很大影响。对于高雷诺数和光滑的管子，本标准推荐的直管段长度以对付最不利的情况。

e、如 $L < 2D$ 且 $Re_D > 2 \times 10^6$ 时为 95D。

附录 B

文丘里管所需直管段（数值以管段内径 D 的倍数表示）

直径比 β	单个 90°弯 头 ^a		同一平面或 不同平面上的 两个或多个 90°弯头 ^a		渐缩管(在 2.3D 长度内 由 1.33D 变为 D)		渐扩管(在 2.5D 长度内 由 0.67D 变为 D)		渐缩管(在 3.5D 长度内 由 3D 变为 D)		渐扩管(在 D 长度内由 0.75D 变为 D)		全孔球阀或闸 阀全开	
1	2		3		4		5		6		7		8	
	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c
0.30	8	3	8	3	4	d	4	d	2.5	d	2.5	d	2.5	d
0.40	8	3	8	3	4	d	4	d	2.5	d	2.5	d	2.5	d
0.50	9	3	10	3	4	d	5	4	5.5	2.5	2.5	d	3.5	2.5
0.60	10	3	10	3	4	d	6	4	8.5	2.5	3.5	2.5	4.5	2.5
0.70	14	3	18	3	4	d	7	5	10.5	2.5	5.5	3.5	5.5	3.5
0.75	16	8	22	8	4	d	7	6	11.5	3.5	6.5	4.5	5.5	3.5

所需最短直管段是经典文丘里管上游的各种管件与经典文丘里管之间的直管段。直管段应从最近（或仅有）的弯头弯曲部分的下游端或是从渐缩管或渐扩管的弯曲或圆锥部分的下游端测量到经典文丘里管的上游取压口平面。

如果经典文丘里管上游装游温度计插套或套管，其直径应不超过 $0.13D$ ，且应位于文丘里管上游取压口平面的上游至少 $4D$ 处。对于下游直管段，喉部取压口平面下游至少 4 倍喉部直径处的管件或其他阻流件（如本表所示）或密度计插套不影响测量精确度。

a、弯头的曲率半径应大于或等于管道直径。

b、各种管件的 A 栏给出对应于“零附加不确定度”的值（即当使用的上游直管段大于或等于 A 栏规定的值，下游直管段大于或等于表 8 规定的值时，不必考虑特定安装的影响而增大流出系数中的不确定度）。

b、各种管件的 B 栏给出对应于“0.5%附加不确定度”的值（即当上游直管段小于 A 栏规定的值,大于或等于 B 栏的值时，在流出系数的不确定度上算术相加 0.5%的附加不确定度）。

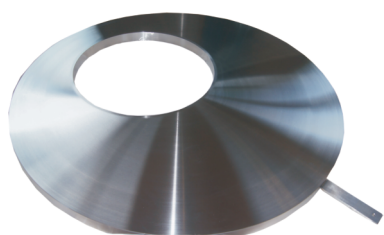
d、A 栏中的直管段给出零附加不确定度；目前尚无可用于给出 B 栏所需直管段的较短直管段数据。

附录 C

喷嘴和文丘里喷嘴所需直管段长度

数值以管道内径 D 的倍数表示

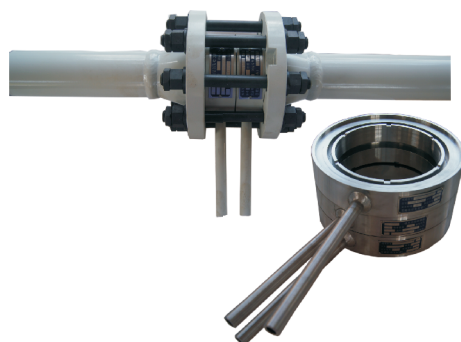
直径比 β^a	一次装置上游(入口)侧																				一次装置下游(出口)侧	
	单个 90°弯头或三通(仅从一个支管流出)		同一平面上两个或多个 90°弯头		不同平面上两个或多个 90°弯头		渐缩管(在 1.5D ~ 3D 长度内由 2D 变为 D)		渐扩管(在 D ~ 2D 长度内由 0.5D 变为 D)		球形阀全开		全孔球阀或闸阀全开		突然对称收缩		直径 $\leq 0.03D$ 的温度计插套或套管 ^b		直径在 0.03 ~ 0.13D 之间的温度计插套或套管 ^b		各种管件(第 2 栏至第 8 栏)	
1	2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d	A ^c	B ^d
0.20	10	6	14	7	34	17	5	*	16	8	18	9	12	6	30	15	5	3	20	10	4	2
0.25	10	6	14	7	34	17	5	*	16	8	18	9	12	6	30	15	5	3	20	10	4	2
0.30	10	6	16	8	34	17	5	*	16	8	18	9	12	6	30	15	5	3	20	10	5	2.5
0.35	12	6	16	8	36	18	5	*	16	8	18	9	12	6	30	15	5	3	20	10	5	2.5
0.40	14	7	18	9	36	18	5	*	16	8	20	10	12	6	30	15	5	3	20	10	6	3
0.45	14	7	18	9	38	19	5	*	17	9	20	10	12	6	30	15	5	3	20	10	6	3
0.50	14	7	20	10	40	20	6	5	18	9	22	11	12	6	30	15	5	3	20	10	6	3
0.55	16	8	22	11	44	22	8	5	20	10	24	12	14	7	30	15	5	3	20	10	6	3
0.60	18	9	26	13	48	24	9	5	22	11	26	13	14	7	30	15	5	3	20	10	7	3.5
0.65	22	11	32	16	54	27	11	6	25	13	28	14	16	8	30	15	5	3	20	10	7	3.5
0.70	28	14	36	18	62	31	14	7	30	15	32	16	20	10	30	15	5	3	20	10	7	3.5
0.75	36	18	42	21	70	35	22	11	38	19	36	18	24	12	30	15	5	3	20	10	8	4
0.80	46	23	50	25	80	40	30	15	54	27	44	22	30	15	30	15	5	3	20	10	8	4
注 1: 所需最短直管段是位于一次装置上游或下游各种管件与一次装置之间的管段。所有直管段都应从一次装置的上游端面测量起。																						
注 2: 这些直管段长度并非建立在最新数据基础上。																						
^a 对于某些型式的一次装置,并非所有 β 值都是允许的。																						
^b 安装温度计套管或插孔不改变其他管件所需的最短上游直管段。																						
^c 各种管件的 A 栏给出相当于“零附加不确定度”的值(6.2.3)。																						
^d 各种管件的 B 栏给出相当于“0.5%附加不确定度”的值(6.2.4)。																						
^e A 栏中的直管段给出零附加不确定度;目前尚无可用于给出 B 栏所需直管段的较短直管段数据。																						



测量孔板



RJ式法兰取压测量孔板



角接取压标准孔板



文丘里管



RF式法兰取压节流装置



喷嘴



多级限流孔板



限流孔板



限流孔板（衬胶）