

选型详见第十页



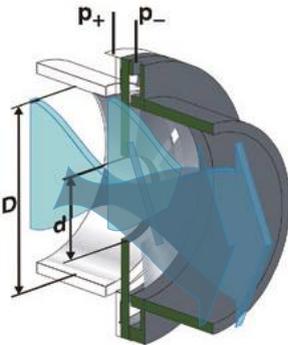
# FO70

## 孔板、喷嘴、文丘里流量计

### 工作原理

充满管道的流体当它流经管道内的传感器时，如图所示，流速将在传感器处形成局部收缩，因而流速增加，静压力降低，于是在传感器前后便产生了压差。流体流量愈大，产生的压差愈大，这样可依据压差来衡量流量的大小。

这种测量方法是以流动连续性方程（质量守恒定律）和伯努利方程（能量守恒定律）为基础的。压差的大小不仅与流量还与其他许多因素有关，例如当传感器结构形式或管道内流体的物理性质（密度、粘度）不同时，在同样大小的流量下产生的压差也是不同的。



### 产品描述

差压流量计是由一个节流元件和一个差压变送器组成。差压节流元件随着流速变化产生对应的压力差。

罗德玮格除了提供孔板，法兰取压孔板组件，带前后直管段的孔板流量计和皮托管流量计等标准产品外，还为客户提供特定产品解决方案，如锥型流量计，文丘里管流量计和楔形流量计，适用于更复杂的介质和环境。根据不同的应用和精度要求，每个差压节流元件都有自己的优势，且都有比其他选项更适合的情况。针对所有的工艺条件，差压节流元件可以设计不同的孔径比以满足允许的压力损失和产生最佳的差压。

差压变送器，它旨在尽可能准确地测量差压。尤其重要的是差压测量应不受流体压力、温度或其他特性（如环境温度）变化的影响。

### 功能特性

差压流量计适用于所有的液体，气体或蒸汽测量。

即使在极端的温度、高压、高流速或腐蚀性介质中仍然可以正常工作，而其他直接测量原理的流量计几乎不适用或根本不可用。

差压方法适用范围广，可以在高达420bar/6091psi的高压和-270°C至+600°C的温度范围内进行测量。

通过选择多种不同结构形式和材料，差压流量技术可以进行调整和 Design，以满足几乎无限的测量可能性。

### 产品应用

石油&天然气

化工

石化

暖通空调 (HVAC)

能源

冶炼和采矿



## 流量方程

$$Q_m = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \times \varepsilon \times \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \sqrt{2\Delta p \times \rho}$$

$$Q_v = \frac{Q_m}{\rho}$$

式中:  $Q_m$ —工作状态下质量流量 (kg/h)  
 $Q_v$ —工作状态下体积流量(工况)(m<sup>3</sup>/h)  
 $C$ —流出系数  
 $\beta$ —直径比,  $d/D$   
 $\varepsilon$ —气体可膨胀系数 (液体 $\varepsilon=1$ )  
 $\Delta p$ —差压 (kPa)  
 $\rho$ —流体密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $d$ —工作条件下传感器的孔径 (m)

注: 上述公式是原理公式, 并非最终计算公式

## 孔板流量计

孔板流量计技术成熟, 其标准全球公认, 易于安装和维护, 是最常用的差压节流元件, 也是最经济的流量测量装置。孔板通过对气体、液体或蒸汽的节流原理工作。根据伯努利方程, 流速增大压力下降。在测量点处测得介质的差压来测量介质的流速。

## 亮点

洁净或者脏污介质, 气体或蒸汽可依据工况条件进行特殊设计  
 耐高温 (最高工作温度取决于孔板材质)  
 耐高压  
 标准材质为不锈钢, 其余依据客户要求。  
 永久压力损失介于所产生差压的40...95 %  
 根据 $\beta$ 值的不同, 流出系数不确定度介于0.5%与 0.75%之间



## 标准孔板 (法兰取压孔板)

依据ISO5167/GBT2624, 按照装配形式可以把孔板设计为不同取压形式。法兰取压口的取压孔在节流装置配备的带颈对焊取压法兰上。根据ISO5167, 取压口须位于节流件前后各一英寸处 (25.4毫米)。

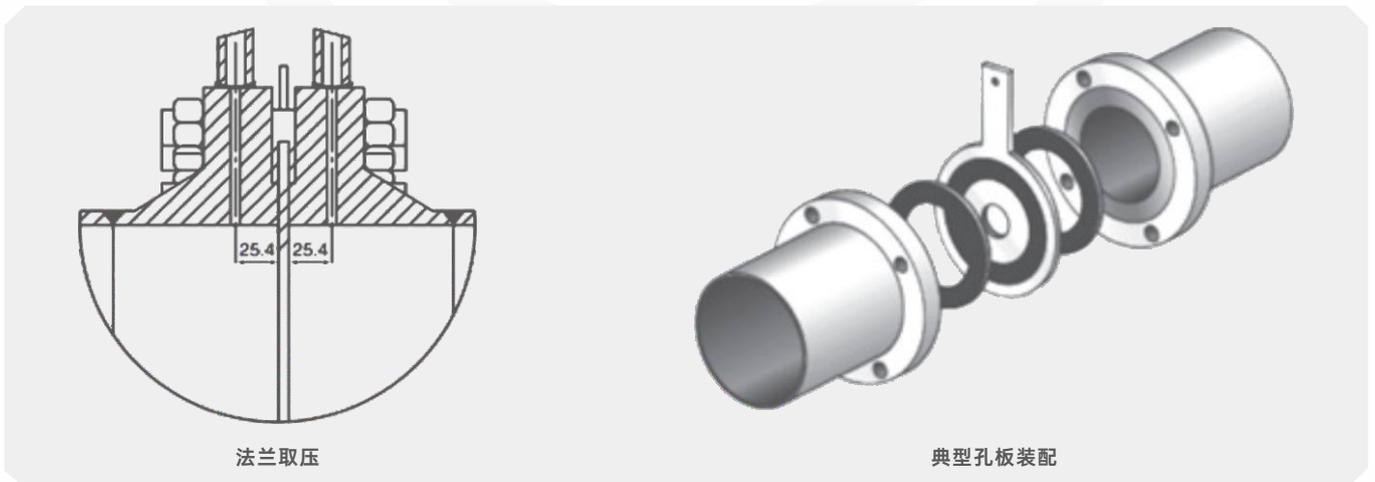
孔板须与合适的法兰配合安装。法兰必须与节流孔及管道配合。下图为一个典型的孔板组件示意:

孔板法兰 (取压法兰) 是一种简单的带有焊接坡口, 用于安全地在管道中安装孔板的法兰。

孔板与法兰装配组件包括孔板, 一对取压法兰, 一套垫片、一套螺纹紧固件、分离螺栓用以协助分离法兰与孔板以便检查。

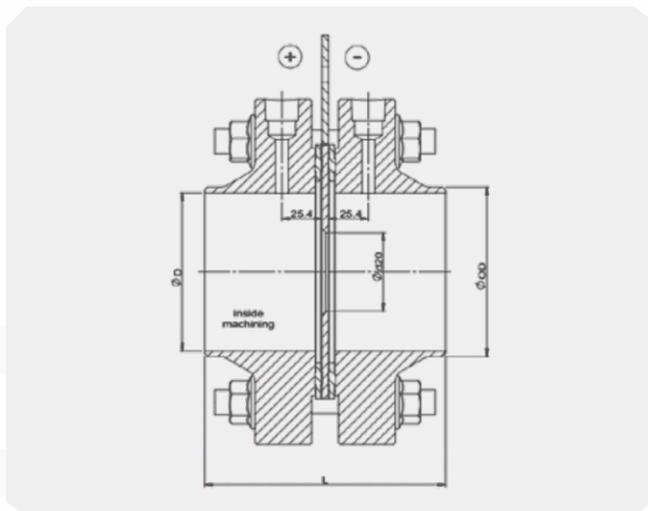
我们还可以采用RJ面带颈对焊法兰。这种法兰的设计压力更高。孔板位于螺栓之间, 保证位置偏差不出标准规定的公差范围。

我们默认法兰材质与管道材质保持一致。



## 规格参数

公称通径	DN25-DN2000 (1"- 80")
工作压力	PN16-PN160
	Class150- Class900
	更大压力可以进行特殊设计
最高温度	+600°C
不确定度	0.5-0.8%
重复性	±0.1%
连接类型	焊接连接
法兰材质	碳钢: SA105、20#
	不锈钢: 304、316及316L等
孔板材质	304、316及316L等



## 应用孔板（环室孔板）

孔板角接取压与环室的一体整合带有环形腔室的孔板有一个分为两部分的环腔。在环形腔内，可以实现流量测量和干扰后的平均值的测量。

因此，在复杂的工况条件下可以测量更稳定的压力信号，且不易受影响。适用于液体、气体和蒸汽流量测量。

带有环形腔室的孔板用于标准法兰之间的安装。使用分体式环形腔设计，更易于日常维护和更换孔板。

公称通径	DN25-DN2000 (1"- 80")
工作压力	PN16-PN160
	Class150- Class900
	更大压力可以进行特殊设计
最高温度	+600°C
不确定度	0.5-0.8%
重复性	±0.1%
连接类型	焊接连接
法兰材质	碳钢: SA105、20#
	不锈钢: 304、316及316L等
孔板材质	304、316及316L等



### 应用孔板（环室孔板）

为了提高精度和减少流量测量过程中的流体扰动（如粗糙度大的管道对流量测量影响很大，尤其是管道口径很小的情况），可以采用配置直管段的孔板进行测量。

经过实流标定的直管段可装配在不同类型的孔板或喷嘴上。装置的制造要求和标准符合ISO5167，根据ISO TR15377规定，直径 < DN50的装置也可以作为标准节流装置使用。



公称通径	DN15-DN100 (1/2"-4")
工作压力	PN10-PN100
	Class150-Class600
	更大压力可以进行特殊设计
最高温度	+400°C
不确定度	0.5-0.8%
重复性	±0.1%
连接类型	法兰连接
法兰材质	碳钢: SA105、20#
	不锈钢: 304、316及316L等
孔板材质	304、316及316L等

### 喷嘴流量计

喷嘴适用于高流速、无粘性、腐蚀性流体中，而这些流体会造成孔板锐边磨损或损坏。喷嘴用于弥补孔板在长期重复性和可靠性方面的不足。特别推荐喷嘴应用在蒸汽的测量中。

典型喷嘴能够准确的测量高速流动流体的流量。对于直管段的需求远小于孔板，喷嘴较大的流出系数使得在相同 $\beta$ 值和设计差压下，测量的流量比孔板高出约55%。

与孔板不同的是，喷嘴不依靠锐边测量流量（该边锐度可以随着时间的推移而退化），而且压力损失较低，但喷嘴在生产中需要更高的精度。



## 规格参数

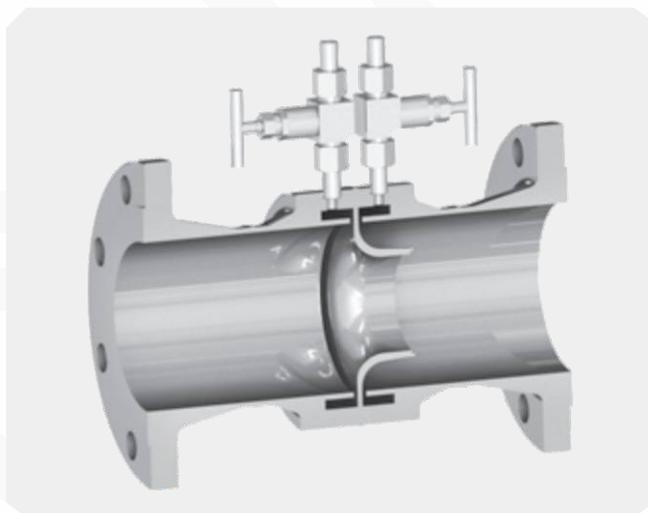
适用于洁净、脏污和具有研磨性质的流体，适合气体和蒸汽的测量  
适用于过热蒸汽的测量  
各种材料等级均可  
极佳的长期测量精度  
测量流速高于同 值下孔板至少55%



## ISA 1932喷嘴

ISA 1932喷嘴有一个光滑的弧形入口，通向出口的喉部部分。

公称口径	DN25-DN600 (1"-24")
工作压力	PN10-PN100
	Class150-Class900
	更大压力需进行特殊设计
最高温度	+600°C
不确定度	0.8-1.2%
重复性	焊接连接
连接类型	碳钢: SA105、20#
法兰或管道材质	不锈钢: 304、316及316L等
	特殊材质需特殊设计
孔板材质	304、316及316L等



## 长径喷嘴

长径喷嘴是根据ISO5167/GBT2624制造的。有高β值喷嘴 ( $0.25 \leq \beta \leq 0.8$ ) 和低β值喷嘴 ( $0.20 \leq \beta \leq 0.5$ ) 两种类型。长径喷嘴有光滑的椭圆形入口再过渡到尖锐的喉部的出口。长径喷嘴通过焊接固定在前后直管段之间。

公称口径	DN25-DN600 (1"-24")
工作压力	PN10-PN100
	Class150-Class900
	更大压力需进行特殊设计
最高温度	+600°C
不确定度	0.8-1.2%
重复性	焊接连接
连接类型	碳钢: SA105、20#
法兰或管道材质	不锈钢: 304、316及316L等
	特殊材质需特殊设计
孔板材质	304、316及316L等



## 文丘里

经典文丘里管在流量测量中具有较高的精度和非常低的压损。文丘里管的强度很高，具有很长的使用寿命，且维护工作量很小。

文丘里管具有一个向后收缩的圆锥入口，在这之后是一段平行的圆筒喉部，其后为锥形扩散段出口。其通过整合在均压环室上的取压口取压，从而实现流量的测量。

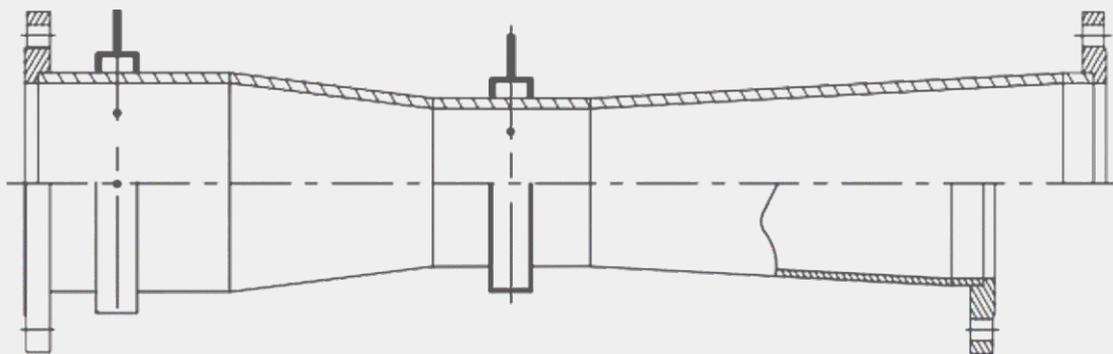
文丘里对直管段的要求低，过程连接可以是法兰连接也可以是焊接连接。

## 亮点

适用于洁净、脏污或者具有研磨性质的流体的测量  
多种压力等级可选

具有长期测量精度

过程连接为法兰连接或焊接连接



## 文丘里

公称通径	DN25-DN600 (1"-24")
工作压力	PN10-PN160
	Class150-Class900
	更大压力需进行特殊设计
最高温度	+400°C
不确定度	3%
重复性	焊接连接
连接类型	碳钢: SA105、20#
法兰或管道材质	不锈钢:304、316及316L等
	特殊材质需特殊设计
文丘里管材质	碳钢: SA105、20#
	不锈钢:304、316及316L等

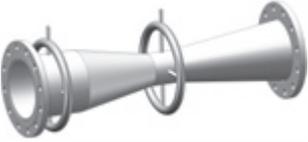


产品类型

类型	FO70-F	FO70-H	FO70-Z
			
	法兰取压孔板	环室取压孔板	带前后直管段孔板
介质	气体、液体和蒸汽	气体、液体和蒸汽	气体、液体和蒸汽
设计标准	EN ISO 5167: 2003; GBT-2624-2006	EN ISO 5167: 2003; GBT-2624-2006	EN ISO 5167: 2003; GBT-2624-2006
不确定度/精度	流出系数不确定度: ±0.5...0.8%	流出系数不确定度: ±0.5...0.8%	流出系数不确定度: ±0.5...0.8%
量程比 (标校)	6:1	6:1 (12:1)	6:1 (12:1)
压力范围	PN16-PN160 Class150- Class900 更大压力需进行特殊设计	PN16-PN40 Class150- Class300 更大压力需进行特殊设计	PN16-PN100 Class150- Class600 更大压力需进行特殊设计
最高温度	+600°C	+400°C	+400°C
管道尺寸	DN25-DN2000 (1"-80")	DN25-DN600 (1"-24")	DN15-DN100 (1/2"-4")
节流元件材质	304、316及316L	304、316及316L	304、316及316L
接触介质部分法兰或管道材质	碳钢: SA105、20# 不锈钢: 304、316及316L等 特殊材质需特殊设计	碳钢: SA105、20# 不锈钢: 304、316及316L等 特殊材质需特殊设计	碳钢: SA105、20# 不锈钢: 304、316及316L等 特殊材质需特殊设计



## 产品类型

类型	FO70-P	FO70-C	FO70-W
			
	ISA1932喷嘴	长径喷嘴	文丘里管
介质	气体、液体和蒸汽	气体、液体和蒸汽	气体、液体和蒸汽
设计标准	EN ISO 5167: 2003; GBT-2624-2006	EN ISO 5167: 2003; GBT-2624-2006	EN ISO 5167: 2003; GBT-2624-2006
不确定度/精度	流出系数不确定度: ±0.8....1.2%	流出系数不确定度: ±2%	流出系数不确定度: ±3%
量程比 (标校)	6:1	6:1	6:1
压力范围	PN16-PN160 Class150- Class900 更大压力需进行特殊设计	PN16-PN160 Class150- Class2500 更大压力需进行特殊设计	PN16-PN160 Class150- Class900 更大压力需进行特殊设计
最高温度	+600°C	+400°C	+400°C
管道尺寸	DN25-DN600 (1"-24")	DN50-DN600 (2"-24")	DN25-DN600 (1"-24")
节流元件材质	304、316及316L	304、316及316L	304、316及316L
接触介质部分法兰或管道材质	碳钢: SA105、20# 不锈钢: 304、316及316L等 特殊材质需特殊设计	碳钢: SA105、20# 不锈钢: 304、316及316L等 特殊材质需特殊设计	碳钢: SA105、20# 不锈钢: 304、316及316L等 特殊材质需特殊设计

## 变送器

差压流量计也是随着差压变送器的智能化，在整个工业流量测量中占据最大的份额。

智能三维标定使每个差压单元都会拥有与其相符的补偿算法。并会多次校核其补偿的准确性，保证其一致性。也是随着差压变送器的智能化，在整个工业流量测量中占据最大的份额。

测量量程	1 kPa
	3 kPa
	10 kPa
	50 kPa
	300 kPa
压力等级	PN160
精度	<0.065%
操作温度	-40°C - 85°C

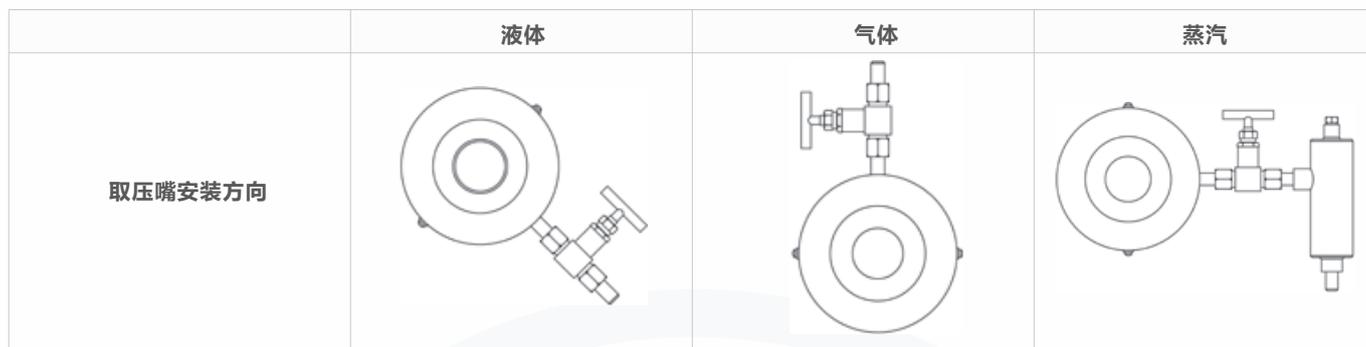
### 亮点

瞬时流量显示、累计流量显示 (针对液体)  
结构紧凑，轻质量设计  
坚固耐用的过压保护  
多种语言，中文显示  
现场按键操作



## 高压型

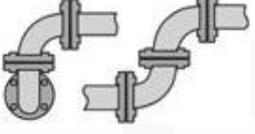
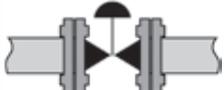
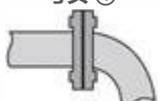
为了更好的测量差压信号，不同介质采用不同的取压口方向，请安装前熟知。



差压节流元件放置在一定直径下两个直管段之间。当直径偏差不超过0.4%时，则认为管道是直的。节流元件的安装位置，要满足差压节流元件紧邻上游的流态接近无漩涡。

入口和出口直管段的最小长度随着差压节流元件的类型和设计以及扰动的类型而变化。为了提高期望的精度，标准 EN ISO 5167 和 GBT 2624 描述了一定的入口和出口直管段长度的要求。另外，每个应用相关的直管段要求可以在针对每个节流元件进行的具体流量计算中得到。

入口或出口直管段可以缩短，但流出系数的不确定度增加0.5%。

	孔板				喷嘴				经典文丘里管		
	$\beta$				$\beta$				$\beta$		
	0.2	0.4	0.6	0.75	0.2	0.4	0.6	0.8	0.3	0.5	0.75
单个90°-弯头 ① 	6	16	42	44	10	14	18	46	8	9	16
≥ 2个-90°弯头在不同平面 ② 	34	50	65	75	34	36	48	80	8	10	22
渐扩管在1D到2D的长度 内由0.5D变为1D 	6	12	26	36	16	16	22	54	-	-	-
渐缩管/渐扩管在1D的长度 内由0.75 D变为1 	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	2.5	6.5
调节器/阀门全开 ③ 	12	12	14	24	12	12	14	30	2.5	3.5	5.5
弯头 ④ 	4	6	7	8	4	6	7	8	4	4	4

① 适用于孔板和文丘里管的90°弯头要求，不包含T三通。

② 孔板：适用于垂直平面上的两个90°弯曲，相互之间的垂直距离小于5D。

③ 仅适用于球阀或完全打开的阀门；不适用于其他控制阀。

④ 由于出口部分的长度是从负压取压处测量的，所以文丘里管的后直管段要求可能已经完全或部分。被自身的渐扩管覆盖。



## FO70-选型构成

选型举例 **FO70** F A N U A N X T G N T Y A

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    11    12    13

1.节流元件类型	<b>F</b>	法兰取压孔板（标准孔板）
	<b>H</b>	环室取压孔板（应用孔板）
	<b>Z</b>	带直管段孔板
	<b>P</b>	ISA1932喷嘴
	<b>C</b>	长径喷嘴
	<b>W</b>	文丘里管
2.法兰规格	<b>A</b>	DN25
	<b>B</b>	DN40
	<b>C</b>	DN50
	<b>D</b>	DN65
	<b>E</b>	DN80
	<b>F</b>	DN100
	<b>G</b>	DN125
	<b>H</b>	DN150
	<b>I</b>	DN200
	<b>J</b>	DN250
	<b>K</b>	DN300
<b>T( )</b>	其它规格	
3.法兰/管道材质	<b>N</b>	20#
	<b>O</b>	SA105
	<b>P</b>	304
	<b>Q</b>	316/316L
	<b>T( )</b>	其它材质
4.传感器材质	<b>U</b>	304
	<b>V</b>	316/316L
	<b>T( )</b>	其他
5.压力等级	<b>A</b>	PN16 (1.6MPa)
	<b>B</b>	PN25 (2.5MPa)
	<b>C</b>	PN40 (4.0MPa)
	<b>D</b>	PN63 (6.3MPa)
	<b>E</b>	PN100 (10.0MPa)
	<b>F</b>	PN160 (16.0MPa)
	<b>G</b>	Class150 (2.0MPa)
	<b>H</b>	Class300 (5.0MPa)
	<b>I</b>	Class600 (11.0MPa)
	<b>J</b>	Class900 (15.0MPa)
6.连接类型	<b>N</b>	法兰连接
	<b>O</b>	焊接连接
	<b>P</b>	夹持连接
	<b>Q</b>	插入连接
7.差压变送器类型	<b>X</b>	SP30



## FO70-选型构成

选型举例 **FO70** **F** **A** **N** **U** **A** **N** **X** **T** **G** **N** **T** **Y** **A**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

8.防爆类型	T	本安
	U	隔爆
	V	无防爆
9.产品类型	A	一体式
	B	分体式
10.取压接口	G	Φ14活套对焊截止阀
	H	Φ18活套对焊球阀
	I	Φ23承插焊截止阀
	J	Φ23承插焊接口
	K	1/2NPT (F)
	L	1/4NPT (F)
11.取压接口材质	N	304
	O	316/316L
	P	321
12.取压接口数量	T	1对
	U	2对 90°
	W	2对 180°
13.冷凝管	Y	无冷凝管
	Z	冷凝管
14.阀组	A	304三阀组
	B	316三阀组
	C	304五阀组
	D	316五阀组
15.流动方向	G	水平
	H	垂直
16.压力补偿	N	无压力补偿
	O	其它用户要求
17.温度补偿	T	温度补偿
	U	其它用户要求
18.积算仪类型	Z	积算仪
19.孔板选直管段	A	前10后5直管段
	B	前5后3直管段
	C	前3后1直管段

### 说明:

表示FO70型孔板、喷嘴、文丘里流量计为法兰取压孔板(标准孔板), 法兰规格为DN50, 法兰及管道材质为304不锈钢, 传感器材质为304不锈钢, 压力等级PN16 (1.6MPa), 法兰连接, 差压变送器类型为SP30, 本安防爆, 一体式, 取压接口1/2NPT, 304不锈钢, 1对取压接口, 无冷凝管, 第14-19项为非必选项。

### 产品认证

符合性和批准: 罗德玮格流量计符合过程测量技术的关键标准和认证;  
从而保证此类设置中的最高可靠性;



罗德玮格中国代表处  
罗德玮格自动化仪表(广州)有限公司 | 罗德玮格国际贸易(上海)有限公司

罗德玮格 更多产品信息请访问 [www.ludwig-schneider.com.cn](http://www.ludwig-schneider.com.cn)  
© 400-860-9760 © lw@ludwig-schneider.com.cn