

FC系列智能差压/压力/液位变送器

使用说明书

中国石油化工总公司兰州炼油厂仪表厂

引进日本富士电机技术

目 录

1. 概述	2
2. 工作原理	2
3. 功能参数	3
4. 技术指标	4
5. 安装	4
6. 蒸汽的测量	6
7. 液体的测量	6
8. 操作说明	8
9. 规格选型表	11

1. 概述

FC系列浮动膜盒电容式压力变送器可以用来测量各种流体的差压、液面或压力等，并将被测量转换为DC 4~20mA电流和HART信号输出。

在差压变送器检测部件内，有一个能将被测差压的变化量转换为静电容量变化的简单机构，因而使变送器体积小、重量轻，具有高精度和高稳定性。

变送器的调零、调量程、调阻尼和输出检验按钮都设置在传送部件正面面板上，调整和使用都十分容易，或用Rosemount268通讯器调整。

在使用变送器前，必须要仔细阅读使用说明书，只有完全理解变送器的性能，才能在实际使用中充分发挥它的特长。

2. 工作原理

图1是FC系列差压变送器的原理方框图，输入差压的变化在检测部件内被转换为静电容量的变化，这个变化通过传送部件的运算放大后，输出与被测差压成线性的直流电流信号。

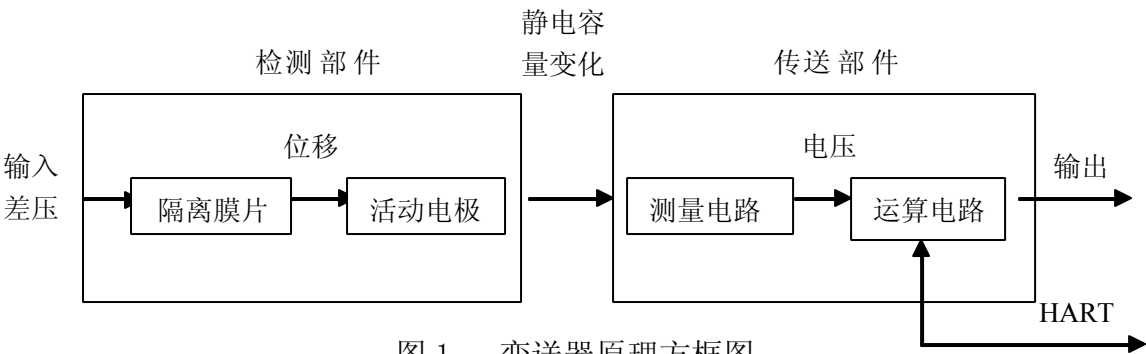


图 1 变送器原理方框图

检测单元的工作原理如图2所示。被测差压通过导压管进入变送器的高低压室。当检测部件两侧的高低压室充满流体时，在高压侧与低压侧之间就有一个压力差通过隔离膜片和充灌液作用到测量膜片和浮动膜片上，随着外加差压的变化，测量膜片产生与差压成比例的微小位移。测量膜片的作用相当于差动电容中的活动电极，它的位置被它两侧对称的电容固定，电极与电极之间的电容检测出来。活动电极与固定电极之间的静电容量变化经传送部件被转换成4~20mA直流输出信号。

在正常输入差压作用下，浮动膜片基本上是不动的，当检测部件一侧承受单向过载压力时，浮动膜片产生位移，这样就使用测量膜片的变形量减小。由于检测部件的核心体是随单向过载压力浮动的，因此，在承受单向压力时隔离膜片与基座波纹间被挤出的充灌液被吸收，测量膜片不会紧贴到对面的球形固定电极上，而是隔离膜片紧贴在与基座吻合的基座保护波纹上，不在移动，这就是富士公司与众不同的、独创的单向保护机构。

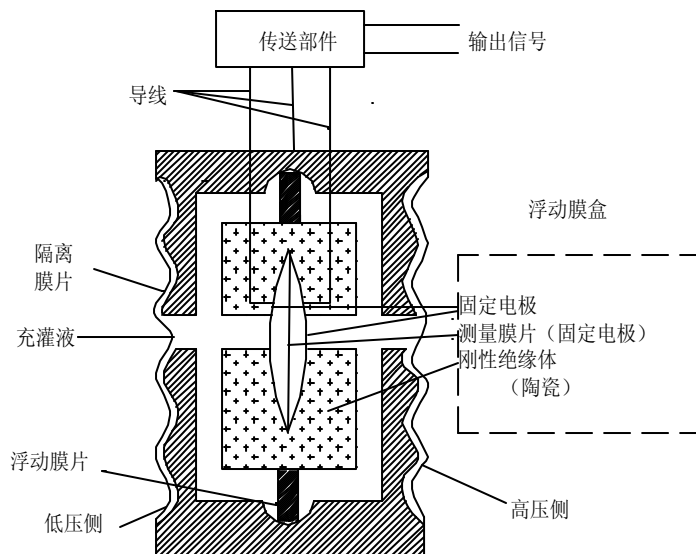


图2 检测部件与结构原理图

3. 功能参数

3.1 使用对象：液体、气体和蒸汽。

3.2 测量范围：详见型号表。

3.3 供电电源：12~45VDC，一般为24VDC。（本质安全防爆型DC26V以下，带有避雷器的DC27V以下）。

3.4 输出信号：4~20mADC/HART。

3.5 容许负载电阻：0~600 Ω （电压为24VDC时）。

3.6 指示表：LCD实值显示；4½位；

3.7 防爆： a. 隔爆型，标志：“EX”

b. 本质安全型。

3.8 正负迁移：

正、负迁移后，其量程上、下限均不得超过量程的极限；以基本量程为基准：

最大正迁移为最小调校量程的500%；

最大负迁移为最小调校量程的600%；

3.9 环境温度范围：

放大器工作温度范围：-40℃~85℃。

灌充硅油的测量元件：-40℃~104℃。

法兰式变送器灌充高温硅油时：15℃～315℃，普通硅油：-40℃～150℃

3.10 静压和过载压力：4、10、25、32MPa，详见型号规格表。

3.11 湿度：相对湿度为0～100%RH。

3.12 容积吸取量：<0.16cm³

3.13 阻尼：无阻尼（检测部件在常温下的时间常数在0.1秒以下）

3.14 启动时间：1s，不需要预热。

4. 技术指标：

4.1 基本误差：调校量程为±0.075%（标准状态下），可按±0.05%调校。
微差压和高差压为±0.15%。

4.2 稳定性：三年内不超过最大量程的±0.2%。

4.3 温度影响误差：0～60℃，零点变化为0.1%/60℃；耐腐蚀材料，氯测量的场合影响为以上的2倍。

4.4 静压影响：在最大量程下，零点变化为0.2%/100Kg/cm³；耐腐蚀材料，氯测量的场合影响为以上的2倍。

4.5 容许单向过载压力：不容许超过最大工作压力。

4.6 电源波动影响：零点变化为0.005%1V。

5. 安装

下列资料对FC 系列差压变送器的正确安装是非常重要的。安装位置、减少误差的方法等资料如下：

5.1 安装位置

变送器在工艺管道上的正确安装位置，与被测介质有关。为了获得最佳的安装，应注意考虑下面情况：

1. 防止变送器与腐蚀性或过热的被测介质相接触。
2. 要防止渣滓在导压管内沉积。
3. 导压管要尽可能短一些。
4. 两边导压管内的液柱压头应保持平衡。
5. 导压管应安装在温度梯度和温度波动小的地方。

测量液体流量时，取压口应开在流程管道的侧面，以避免渣滓的沉淀。同时变送器要安装在取压口的旁边或下面。以便气泡排入流程管道之内。

测量气体流量时，取压口应开在流程管道的顶端或侧面。并且变送器应装在流程管道的旁边或上面，以便积聚的液体容易流入流程管道之中。

使用压力容室装有泄放阀的变送器，取压口要开在流程管道的侧面。被测介质为液体时，变送器的泄放阀应装在上面，以便排出渗在被测介质中的气体。被测介质为气体时，变送器的泄放阀应装在下面，以便排放积聚的液体，见图。

压力容室转动180°，就可使其上的泄放阀从上面变到下面。

5.2 减少误差

导压管使变送器和流程工艺管道连在一起，并把工艺管道上取压口处的压力传输到变送器。

5.3 安装形式

变送器可以直接安装在测量点处，也可以安装在墙上，或者使用安装板（变送器附件）夹拼在2"（约 $\Phi 50\text{mm}$ ）的管道上。变送器安装形式如图4。

图4-1弯支架管装 图4-2弯支架板装 图4-3平支架管装

变送器压力容室上的导压连接孔为1/4-18NPT 螺纹孔，接头上的导压接孔为1/2-14NPT 锥管螺纹，根据需要选购引压接头1/2-14NPT 锥管螺纹连接的过渡接头。变送器可以轻而易举地从过程管道上拆下，方法是拧下固紧接头的两个螺栓。

为了确保接头的密封，在固紧时应按下面步骤操作：两只紧固螺栓应交替用板手均匀拧紧，其最后拧紧力距大约为 $40\text{N} \cdot \text{m}$ (29ft-lbs)，切勿一次拧紧某一只螺钉。有时为了安装上的方便，变送器本体上的压力容室可转动。只要压力容室处于垂直面，则变送器本体的转动不会产生零位的变化。如果压力容室水平安装时，（例如在垂直管道上测量流量时），必须消除由于导压管高度不同而引起的液柱压头的影响，即重新调零位。

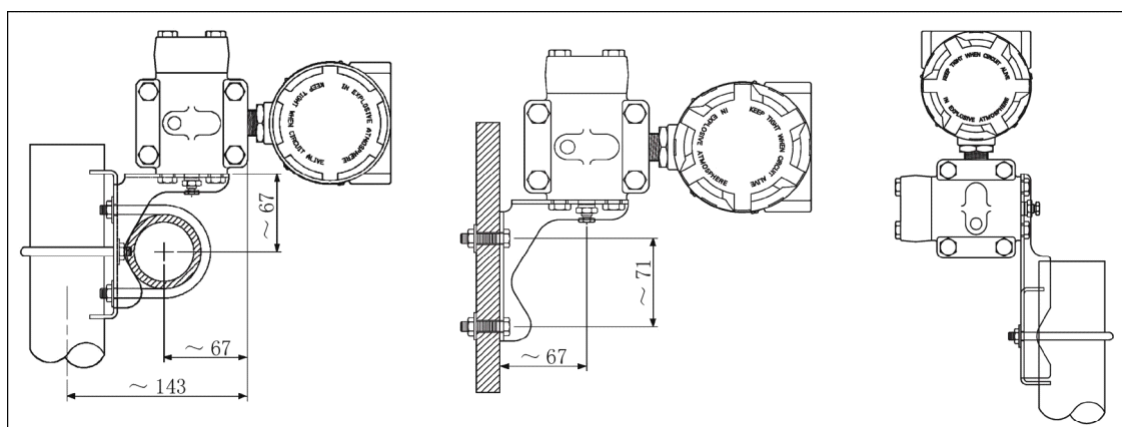


图4 安装形式

5.4 接线(两线制)

信号端子设置在电气盒的一个独立舱内。在接线时，可拧下接线侧的表盖。

信号线不需要屏蔽，但采用绞合线，效果最佳。信号线不要与其它电源线一起穿金属管或同放在一线槽中，也不要再在强电设备附近通过。变送器电气壳体上的穿线孔，应当密封或者塞住（用密封胶），以避免电气壳内潮气积聚。如果穿线孔不密封，则安装变送器时，应使穿线孔朝下，以便容易排除液体。信号线可以浮空或在信号回路中任何一点接地，变送器外壳可以接地或不接地。电源不一定要稳压，即使电源电压波动1V（峰—峰值），对输出信号影响几乎可以忽略。因此变送器通过电容耦合接地，所以检查绝缘电阻时，不能用高于100V 的兆欧表，电路检查应

采用不大于100V 的电压。变送器的最大输出电流不超30mADC。

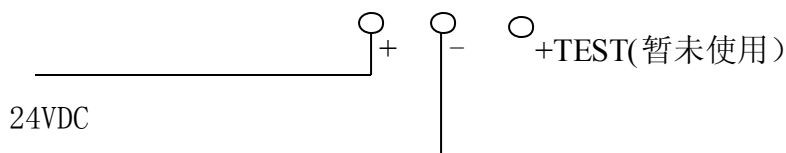


图5 接线图

6. 蒸汽的测量

测量蒸汽流量时，取压口开在流程管道的侧（下）面，并且变送器安装在取压口的下面，以便冷凝液体能充满在导压管里。应当注意，在测量蒸汽或其它高温介质时，其温度不应超过变送器的使用极限温度。

被测介质为蒸汽时，导压管中要充满水，以防止蒸汽直接和变送器接触，因为变送器工作时，其容积变化量是很微不足道的，所以可不需要安装冷凝罐。

7. 液体测量

用来测量液体的差压变送器，实际上是测量液体柱的静压头。这个压力由液位的高低和液体的比重所决定，其大小等于取压口上方的液面高度乘以液体的比重，而与容器的体积或形状无关。

7.1 开口容器的液位测量

测量开口容器液位时，变送器装在靠近容器的底部，以便测量其上方液面高度所对应的压力。容器液位的压力，连接变送器的高压侧，而低压侧通大气。如果被测液位变化范围的最低液位，在变送器安装处的上方，则变送器必须进行正迁移。举例：

设X 为被测的最低和最高液位之间的垂直距离， $X=3175\text{mm}$ 。

Y 为变送器取压口到最低液的垂直距离， $Y=635\text{mm}$ 。

γ 为液体的比重， $\gamma=1$ 。

h为液柱X 所产生的最大压头，单位为kPa。

e为液柱Y 所产生的压头，单位为kPa。

$1\text{mm}(\text{H}_2\text{O})=9.80665\text{Pa}$ (以下同)

测量范围从e至e + h

所以：

$$h = X \cdot \gamma$$

$$= 3175 \times 1$$

$$= 3175\text{mm}(\text{H}_2\text{O})$$

$$\begin{aligned}
&=31.14\text{kPa} \\
e &=Y \cdot \gamma \\
&=635 \times 1 \\
&=635\text{mm}(\text{H}_2\text{O}) \\
&=6.23\text{kPa}
\end{aligned}$$

即变送器的测量范围为：6.23kPa～37.37kPa

7.2 密闭容器的液位测量

在密闭容器中，液体上面容器的压力影响容器底部被测的压力。因此，容器底部的压力等于液面高度乘以液体的比重再加上密闭容器的压力。

为了测得真正的液位，应从测得的容器底部压力中减去容器的压力。为此，在容器的顶部开一个取压口，并将它接到变送器的低压侧。这样容器中的压力就同时作用于变送器的高低压侧。结果所得到的差压就正比于液面高度和液体的比重的乘积了。

1) 干导压连接

如果液体上面的气体不冷凝，变送器低压侧的连接管就保持干的。这种情况称为干导压连接。

决定变送器测量范围的方法与开口容器液位的方法相同（见图5—1）。

2) 湿导压连接

如果液体上面的气体出现冷凝，变送器低压侧的导压管里就会渐渐地积存液体，就会引起测量的误差。为了消除这种误差，预先用某种液体灌充在变送器的低压侧导压管中，这种情况称为湿导压连接。

上述情况，使变送器的低压侧存在一个压头，所以必须进行负迁移。

湿导管连接举例：

设 X 为最低和最高液位之间的垂直距离， $X=2450\text{mm}$ 。

Y 为充液导压管顶端到变送器基准线之间的距离， $Y=635\text{mm}$ 。

Z 为充液导压管顶端到变送器基准线之间的距离， $Z=3800\text{mm}$ 。

γ_1 为被测液体的比重， $\gamma_1=1$ 。

γ_2 为低压侧导管填充的比重， $\gamma_2=1$ 。

h 为被测液柱 X 所产生的最大压头，单位为 kPa。

e 为被测液柱 Y 所产生的压头，单位为 kPa。

s 为填充液柱 Z 所产生的压头，单位为 kPa。

测量范围从 $(e-s)$ 至 $(h+e-s)$ ，则

$$\begin{aligned}
h &= X \cdot \gamma_1 \\
&=2540 \times 1 \\
&=2540\text{mm}(\text{H}_2\text{O}) \\
&=24.91\text{kPa}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
e &= Y \cdot \gamma_1 \\
&=635 \times 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&=635\text{mm}(\text{H}_2\text{O}) \\
&=6.23\text{kPa} \\
s &=Z \cdot \gamma_2 \\
&=3800 \times 1 \\
&=3800\text{mm}(\text{H}_2\text{O}) \\
&=37.27\text{kPa}
\end{aligned}$$

所以：

$$e-s=6.23-37.27=-31.04\text{kPa}$$

$$h+e-s=24.91+6.23-37.27=-6.13\text{kPa}$$

因此变送器的测量范围为：-31.04kPa ～ -6.13kPa

7.3 用吹气法测量液位

测量开口容器的液位，也可用“吹气法”。此时，变送器安装在开口容器的上方。整个装置由气源、稳压阀、恒定流量计、变送器和插入容器下面的管子组成。因为通过管子气体的流速是恒定的，所以保持气体恒定流动的压力（即送入变送器的压力）就等于管口处到液面的垂直距离乘以液体的比重。举例：

设：X为被测液体的最低液位（吹气口处）和最高液位间的距离，X = 2540mm。

γ 为液体的比重1。h为X 所产生的最高压头，单位为kPa。测量范围从0至h。

即：

$$\begin{aligned}
h &= X \cdot \gamma \\
&= 2540 \times 1 \\
&= 2540\text{mm H}_2\text{O} \\
&= 24.91\text{kPa}
\end{aligned}$$

所以测量范围为0～24.91kPa，即变送器的量程为24.91kPa。

8. 操作说明

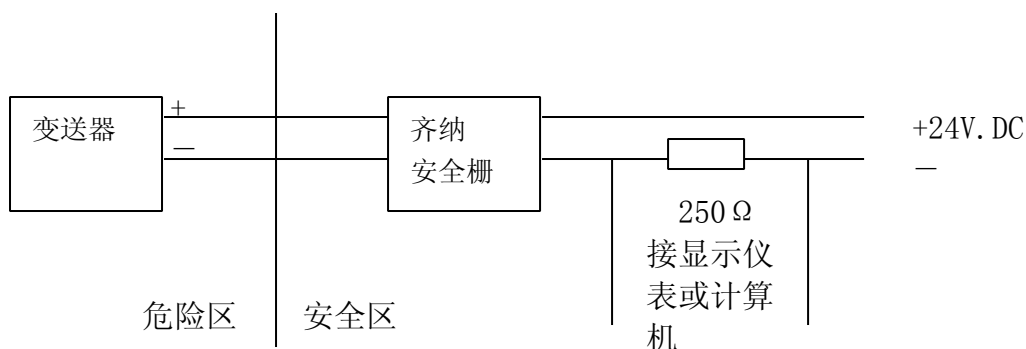
8.1 零点、量程调整范围

FC系列差压变送器的零点输出，可以在变送器的最大测量范围进行任意的调整。但是零点的调整范围不能超过变送器的传感器最大测量范围值。

所有的FC系列差压变送器的量程都可在传感器最大量程和最小量程之间连续调整，量程比可达100：1。建议在4：1范围内使用，否则会影响精度。

8.2 通电调整

电源一般可用现场的 24V.DC 电源，如果是集中供电，每路均需设置断路开关和熔断保险（或限流器）。如果需要提高电压，变送器允许最高输入直流电压不得超过 40V.DC。如有显示仪表最好使用该显示表提供的 24V.DC。对“Ex”标志变送器，其关联设备亦应具有防爆功能，非防爆电源必须经过安全栅引入变送器，如图六所示



图六 本质安全接线

8.3 FC 型 HART 协议智能变送器的手动调整如下:

1) 按键说明

“S”键用于调整数字和小数点，“Z”键用于移位，“M”键用于保存。

设置过程如下:

1. 按下“Z”键进入数据设置界面，同时符号位开始闪烁，表示可修改符号位
2. 按下“Z”键，第一位数字位开始闪烁，表示可修改，此时长按或连续多次按下“S”键，设置数字在 0~9 之间循环。
3. 再次按下“Z”键，可依次设置第二位到第五位数字，设置方法与第一位完全相同。
4. 按下“S”键，保存设置；按下“Z”键，符号位开始闪烁，可重新开始设置数据。

在数据设置过程中，任何时刻都可以按下 M 键，以快速保存设置，而不必等到下箭头闪烁时才可以保存设置

2) 按键调零，调满:

在实时正常显示状态，同时按下“M”+“Z”键，并保持 5 秒，直接进入主变量调零功能

进入“主变量调零”功能后，左下角的功能码显示“6”，中间显示当前的主变量值，下方区域显示“YES”或者“NO”

当显示“YES”时，按下“M”或者“Z”键，执行“主变量调零”操作。执行此功能后，输出压力为“0”。

当显示“NO”时，按下“M”或者“Z”键，结束“主变量调零”操作。

按下“S”键，可以在“YES”和“NO”之间进行切换。

8.4 组态设置

在实时正常显示状态，按下“Z”键能进入组态数据设置状态。

- 1) 进入这个状态后，LCD 左下角显示“01”，提示输入操作码。输入不同的操

作码，则进入不同的功能设置界面。相应功能设置完成后，自动进行循环设置。

左下角“88”字符显示	设置变量
2	设置单位
3	设置量程下限
5	设置阻尼
6	主变量调零

组态数据设置完成并回到正常显示状态下，若在 10 秒钟内再次按下“Z”键，则重新开始组态设置过程，并且略过输入码验证步骤。

在进入组态数据设置后，若 2 分钟内无按键按下，则返回正常显示。

2) 如果在“功能 01”输入操作码后，执行如下功能：

输入“××××2”（即前面 4 位可以为任意数），则进入单位设置。

输入“××××3”（即前面 4 位可以为任意数），则进入量程下限设置。

输入“××××2”（即前面 4 位可以为任意数），则进入阻尼设置。

输入“××××2”（即前面 4 位可以为任意数），则进入主变量调零。

如果输入其它数据，则返回正常显示。

3) 设置量程和阻尼

设置量程时，必须首先输入“量程下限”，然后输入“量程上限”。

设置量程过程中，左下角的操作码显示“03”或者“04”，分别对应输入“下限”和“上限”。量程下限输入完毕后，自动进入“量程上限”的设置。

阻尼设置量程过程中，左下角的操作码显示“05”

数据的输入方法，参见“8. 3 数据设置方法”

9. 型号选型表（附表1-6）

附表 1:

FC 系列高差压变送器
型号规格表

F	F	F					2	-						内容
														最高工作压力（Mpa）
			3											10
			4											42
			6											6.3
														测量范围（Kpa）
				5										0~3.2……320
				6										0~30……3000
														检测部件材料
														测量室盖
														检测元件
														隔离膜片
														其他与介质接触部分
				W										SUS316
				E										碳钢
				H										SUS316
				M										哈氏合金 C
				T										蒙耐尔
				B										钽金属
				L										哈氏合金 C 衬
				U										哈氏合金 C
														蒙耐尔
														蒙耐尔
														钽金属
														钽金属
														现场指示表
				A										液晶
														刻度
														防爆结构
														防爆
														本质安全防爆
														输入/输出关系
														正动作
														反动作
														特殊规格
														标准
														检测部件的处理
														无
														禁油处理
														氧测量用（O2 禁油处理）
														耐酸、碱腐蚀处理
														A+B
														氯测量用

附表 2:

FC 系列中差压变送器
型号规格表

F	F	C					2	-							内容
															最高工作压力（Mpa）
			3												10
			4												42
			6												6.3
															测量范围（Kpa）
			3												0～0.25……25
			4												0～1……100
			W E H M T B L U												检测部件材料
															测量室盖
															检测元件
															隔离膜片
															其他与介质接触部分
															SUS316
															SUS316
															SUS316
															哈氏合金 C
															蒙耐尔
															钽金属
															哈氏合金 C 衬
															蒙耐尔衬里
															钽金属衬里
															现场指示表
				A											液晶
															刻度
															防爆结构
						1									隔爆
						2									本质安全防爆
															输入/输出关系
						0									正动作
						1									反动作
															特殊规格
															标准
															检测部件的处理
															无
															禁油处理
															氧测量用（O2 禁油处理）
															耐酸、碱腐蚀处理
															A+B
															氯测量用

FC 系列低差压变送器 型号规格表

13

附表 4:

FC 系列压力变送器
型号规格表

F	B	C	0		2		-	内容													
												测量范围（Mpa）									
			1								0～0.04……0.4										
			2								0～0.2……2										
			3								0～1……10										
												检测部件材料									
												测量室盖	检测元件								
														隔离膜片	其他与介质接触部分						
												W							SUS316	SUS316	SUS316
												E							碳钢	SUS316	SUS316
												H							SUS316	哈氏合金 C	哈氏合金 C
												M							SUS316	蒙耐尔	蒙耐尔
												T							SUS316	钽金属	钽金属
												B							哈氏合金 C 衬	哈氏合金 C	哈氏合金 C
												L							蒙耐尔衬里	蒙耐尔	蒙耐尔
												U							钽金属衬里	钽金属	钽金属
																			现场指示表		
												A							液晶	刻度	
																			防爆结构		
														1					隔爆		
														2					本质安全防爆		
																			输入/输出关系		
														0					正动作		
														1					反动作		
																			特殊规格		
															0				标准		
																			检测部件的处理		
																			Y	无	
																			G	禁油处理	
																			A	氧测量用（O2 禁油处理）	
																			B	耐酸、碱腐蚀处理	
																			C	A+B	
																			D	氯测量用	

附表 5:

FC 系列法兰差压变送器
型号规格表

F	F	D				2	-							内容	
														工作压力（MPa）	
	1													1（JIS 法兰）	
	3													3（JIS 法兰）	
	Z													其他规格	
														测量范围（Kpa）	
		3												0～0.65…13	
		4												0～1.6…64	
		5												0～3.2…320	
														检测部件材料	
														隔离膜片	其他与介质接触部分
		W												SUS316	SUS316
		H												哈氏合金 C	哈氏合金 C
		M												蒙耐尔	蒙耐尔
		T												钽金属	钽金属
														现场指示表	
														有/无	刻度
		B												0	0～100％等分刻度
		D												0	0～100％开方刻度
														防爆结构	
							1							隔爆	
							2							本质安全防爆	
														输入/输出关系	
							0							正动作	
							1							反动作	
														特殊规格	
										0				标准	
														检测部件的处理	
											Y			无	
											G			禁油处理	
											A			氧测量用（O2 禁油处理）	
											B			耐酸、碱腐蚀处理	
										C			A+B		
										D			氯测量		
										E			B+C		

附表 6:

FC 系列液位变送器
型号规格表

F	P	A					2	-						内容
														最高工作压力（MPa）
		1												1（JIS 法兰）
		3												3（JIS 法兰）
		Z												其他规格
														测量范围（Kpa）
			3											0~0.65……13
			4											0~1.2……64
			5											0~3.2……320
														检测部件材料
														高压侧材料（法兰）
														低压侧材料
														隔离膜片
														其它与介质
														隔 离 膜 片
														测量室盖
			W											SUS316
			H											SUS316
			M											SUS316
			T											SUS316
			B											钽金属
			L											哈氏合金 C
			U											哈氏合金 C
														哈氏合金 C
														哈氏合金 C 衬里
														蒙耐尔
														蒙耐尔
														蒙耐尔
														蒙耐尔衬里
														钽金属
														钽金属
														钽金属
														钽金属衬里
														现场指示表
														有/无
														刻度
			B											0
														0~100%等分刻度
														防爆结构
														防爆
														本质安全防爆
														输入/输出关系
														正动作
														反动作
														特殊规格
														标准
														检测部件的处理
														无
														禁油处理
														氧测量用（O2 禁油处理）
														耐酸、碱腐蚀处理
														A+B
														氯测量用
														B+C