

一、概述

T712系列智能涡街流量计是根据Karman涡街原理测量气体、蒸汽或液体的体积流量、标况的体积流量或质量流量的体积流量计，并可作为流量变送器应用于自动化控制系统中。该仪表采用先进的差动技术，配合隔离、屏蔽、滤波等措施，克服了同类产品抗震性差、小信号数据紊乱等问题，并采用了独特的传感器封装技术和防护措施，保证了产品的可靠性。产品有普通型和温压补偿型两种形式，普通型测量单一流量信号；温压补偿型可同时实现温度、压力、流量多参数测量。每种形式都有整体、分体结构，以适用不同的安装环境。



二、传感器工作原理

涡街流量计是由旋涡发生体、检测探头及相应的电子线路等组成。当流体流经旋涡发生体时，它的两侧就形成了交替变化的两排旋涡，这种旋涡被称为卡门涡街。斯特罗哈在卡门涡街理论的基础上又提出了卡门旋涡的频率与流体的流速成正比，并给出了频率与流速的关系式：

$$f = St \times V/d$$

式中： f： 涡街发生频率

V： 旋涡发生体两侧的平均流速（ m/s ）

St： 斯特罗哈尔系数（一定雷诺范围内为常数）

d： 旋涡发生体迎面流宽度



涡街流量计工作原理示意图

这些交替变化的漩涡就形成了一系列交替变化的流体升力，该升力作用在基于压电效应的检测探头上，便产生一系列交变电荷信号，经过前置放大器转换、整形放大处理后，输出与旋涡脱落频率相同且流速成正比的脉冲信号。

三、仪表特点和用途

- ◆ 无可动部件，长期稳定，结构简单便于安装和维护。
- ◆ 精确度较高，通常液体的测量精度为 $\pm 1.0\%$ ，气体的测量精度为 $\pm 1.5\%$ 。
- ◆ 测量量程范围宽，在雷诺数为 $2 \times 10^4 - 7 \times 10^6$ 范围内，量程比可达 1:20。
- ◆ 压损小（约为孔板流量计的 $1/4 - 1/2$ ），属于节能流量仪表。
- ◆ 安装方式灵活，根据现场工艺管道不同，可以水平、垂直和不同角度倾斜安装。
- ◆ 传感器输出脉冲信号，其频率与被测流体的实际流量成线性，零点无漂移，性能稳定，有管道式、插入式等形式。
- ◆ 本仪表可广泛应用于大、中、小型管道给排水、工业循环、污水处理、油类及化学试剂以及压缩空气、饱和蒸汽、天然气等介质的流量计量。
- ◆ 采用超低功耗微处理器技术，1节3.6V10AH锂电池可使用1年以上。
- ◆ 由软件对仪表系数非线性进行修正，提高测量精度。
- ◆ 压力损失小，量程范围宽。
- ◆ 采用EEPROM对累积流量进行掉电保护，保护时间大于10年。



四、技术参数

执行标准	涡街流量传感器（JB/T9249-2015） 涡街流量计（JJG1029-2007）
适用介质	气体、液体、蒸汽
仪表口（mm）	一体法兰安装/法兰夹装型：DN15-DN300 插入式：DN300-DN1000
精度等级	一体法兰安装/法兰夹装型：±1.5%、±1% 插入式：±2.5%
信号输出功能	方波脉冲(不包括电池供电型)：高电平≥5V，低电平≤1V；电流：4~20mA
通讯输出功能	RS485 通讯、HART 协议
传输距离	三线制脉冲输出型：≤300m，两线制标准电流输出型（4~20mA）：≤1000m 负载电阻≤750Ω
工作电源	外部供电：传感器：+12V DC，+24V DC； 变送器：+12V DC，+24V DC 电池供电：3.6VDC 电池
量程比	1:6~1:30
传感器材质	1Cr18Ni9Ti, (其它材料可协议供货)
使用条件	介质温度：压电式：-40~260℃, -40~320℃；电容式：-40~300℃, -40~400℃, -40~450℃（协议订货） 环境温度：-20℃~+60℃ 相对湿度：5%~90% 大气压力：86Kpa~106Kpa
允许振动加速度	压电式:0.2g 电容式:1.0~2.0g
防爆等级	ExdIICT6 Gb
防护等级	普通型 IP65 潜水型 IP68
公称压力(MPa)	DN25-DN200 4.0MPa(>4.0MPa 协议供货), DN250-DN300 1.6MPa (>1.6MPa 协议供货)

五、测量范围及耐压等级

流量传感器管道口径的选择，根据流量范围确定，涡街流量传感器的测量范围因管道口径的大小而不同；即使同一口径的流量传感器，用于不同介质的流量测量时，它的测量范围也会有所不同；实际的流量范围需要通过计算确定。

5.1 参比条件下空气及水的流量范围，见参比条件下涡街流量传感器工况流量范围表，参比条件如下：

- (1) 气体：常温常压空气， $t=20^{\circ}\text{C}$ ， $P=0.1\text{MPa}$ （绝压）， $\rho=1.205\text{ kg/m}^3$ ， $\nu=15\times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ 。
- (2) 液体：常温水， $t=20^{\circ}\text{C}$ ， $\rho=998.2\text{ kg/m}^3$ ， $\nu=1.006\times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ 。

5.2 确定流量范围和仪表口径的基本步骤：

(1) 明确以下工作参数

- ◆ 被测介质的名称、组份
- ◆ 介质的最低、常用、最高压力和温度
- ◆ 工作状态的最小、常用、最大流量
- ◆ 工作状态下介质的粘度

(2) 涡街流量传感器测量的是介质的工作状态下的体积流量，因此应先根据工艺参数求出介质的工作状态下的体积流量，相关公式如下：

◆ 已知气体标准状态体积流量，可通过以下公式求出工况体积流量

$$Q_v = Q_o \times \frac{0.131025}{0.101325 + P} \times \frac{273.15 + t}{293.15} \quad \text{公式 (1)}$$

◆ 已知气体标准状态密度 ρ ，可通过以下公式求出工况密度

$$\rho = \rho_o \times \frac{0.101325 + P}{0.101325} \times \frac{293.15}{273.15 + t} \quad \text{公式 (2)}$$

◆ 已知质量流量 Q_m 换算为体积流量 Q_v

$$Q_v = Q_m \times 10^3 / \rho \quad \text{公式 (3)}$$

式中： Q_v ：介质在工况状态下的体积流量(m^3/h) ($Q_v = 3600f/K$ K:仪表系数)

Q_o ：介质在标准状态下的体积流量(Nm^3/h)

Q_m ：质量流量 (t/h)

P ：介质在工况状态下的密度(kg/m^3)

P_o ：介质在标准状态下的密度(kg/m^3)，常用气体介质的标准状态密度，见常用气体介质的标准状态密度表

P ：工况状态表压(MPa)

T ：工况状态温度($^{\circ}\text{C}$)

(3) 涡街流量传感器下限流量的确定：涡街流量传感器的上限适用流量一般可不计算，涡街流量传感器口径的选择主要是针对流量下限的计算。下限流量的计算应该满足两个条件：最小雷诺数不应低于界限雷诺数 ($Re=2\times 10^4$)；对于应力式涡街流量传感器在下限流量时产生的旋涡强度应大于传感器旋涡强度的允许值（旋涡强度与升力 ρv^2 成比例关系）。这些条件可表示如下：

◆ 由密度决定的工况可测下限流量：

$$Q_v = Q_o \times \sqrt{\rho_o / \rho} \quad \text{公式 (4)}$$



◆ 由运动粘度决定的线性下限流量:

$$Q_v = Q_0 \times \nu / \nu_0 \quad \text{公式 (5)}$$

式中: Q_p : 满足旋涡强度要求的最小体积流量(m^3/h)

Q_0 : 参比条件下仪表的最小体积流量(m^3/h)

ρ_0 : 参比条件下介质的密度

ν : 工作状态下介质的运动粘度(m^2/s)

Q_v : 满足最小雷诺数要求的最小线性体积流量(m^3/h)

ν_0 : 工作状态下介质的运动粘度(m^2/s)

ρ : 被测介质工况密度 (kg/m^3)

通过公式 (4)、(5) 计算出 Q_p 和 Q_v 。比较 Q_p 和 Q_v ，确定流量传感器可测下限流量和线性下限流量:

$Q_v \geq Q_p$: 可测流量范围为 $Q_p \sim Q_{\max}$ ，线性流量范围为 $Q_v \sim Q_{\max}$

$Q_v < Q_p$: 可测流量范围和线性流量范围为 $Q_p \sim Q_{\max}$

Q_{\max} : 涡街流量仪表的上限体积流量(m^3/h)

(4) 流量传感器上限流量以工况流量范围表中的数据为准，气体的上限流速应该小于70m/s,液体的上限流速应该小于7m/s。

(5) 当用户测量的介质为蒸汽时，常采用的计量单位是质量流量，即: t/h或Kg/h。由于蒸汽(过热蒸汽和饱和蒸汽)在不同温度和压力下的密度是不同的，因此蒸汽流量范围的确定可由公式(6)进行计算得出

$$Q_{\text{蒸汽}} = 1.5 Q_{\text{空气}} \times \rho \times 10^3 \times \sqrt{\rho_0 / \rho} \quad \text{公式 (6)}$$

式中: ρ : 蒸汽的密度 (kg/m^3)

ρ_0 : 1.205kg/m³

$Q_{\text{蒸汽}}$: 蒸汽质量流量 (t/h)

(6) 计算压力损失，检测压力损失对工艺管线是否有影响，公式(单位: Pa):

$$\Delta p = C_d \rho V^2 / 2 \quad \text{公式 (6)}$$

(7) 被测介质为液体时,为防止气化和气蚀,应使管道压力符合以下要求:

$$p \geq 2.7 \Delta p + 1.3 p_0 \quad \text{公式 (7)}$$

式中: Δp : 压力损失 (Pa)

p_0 : 工作温度下液体的饱和蒸汽压 (Pa绝压)

P_0 : 流体的蒸汽压力 (Pa绝压)

(8) 涡街流量计不适合测量高粘度液体。当计算出的可测流量下限不满足设计工艺要求时，应该考虑选用其它类型流量计。

(9) 通过计算如果有两种口径都可满足要求，为了提高测量效果、降低造价，应选用口径较小的表。应该注意的是，尽可能使常用量处在流量范围上限的1/2~2/3:

Δp : 压力损失 (Pa) C_d : 压力损失系数

(10) 参比条件下涡街流量传感器工况流量范围表

管道口径 (mm)	液体			蒸汽、气体		
	测量范围 (m^3/h)	输出频率范围 (Hz)	小信号 (Hz)	测量范围 (m^3/h)	输出频率范围 (Hz)	小信号 (Hz)
DN15	0.4 ~ 4	16 ~ 160	10	5 ~ 15	200 ~ 900	80
DN20	0.8 ~ 8	33 ~ 330	10	6 ~ 30	230 ~ 1100	80
DN25	1.2 ~ 12	25 ~ 250	8	9 ~ 55	200 ~ 1200	70
DN32	2 ~ 20	20 ~ 200	6	12 ~ 120	120 ~ 1200	60
DN40	3 ~ 30	15 ~ 150	6	20 ~ 200	100 ~ 1000	50
DN50	5 ~ 50	13 ~ 130	5	30 ~ 300	80 ~ 800	40
DN65	8 ~ 80	9.7 ~ 97	4	50 ~ 500	60 ~ 600	30
DN80	12 ~ 120	7.7 ~ 77	3	80 ~ 800	50 ~ 500	25
DN100	20 ~ 200	6.7 ~ 67	2	120 ~ 1200	40 ~ 400	20
DN125	30 ~ 300	5 ~ 50	2	200 ~ 2000	35 ~ 350	20
DN150	40 ~ 400	3.8 ~ 35	1	300 ~ 3000	30 ~ 300	15
DN200	75 ~ 750	3 ~ 30	1	500 ~ 5000	20 ~ 200	10
DN250	110 ~ 1100	2.3 ~ 23	1	800 ~ 8000	16 ~ 160	5
DN300	160 ~ 1600	2.0 ~ 20	1	1100 ~ 11000	13 ~ 130	5
*DN300	160 ~ 1500	5.5 ~ 87	2	1560 ~ 15600	85 ~ 880	45
*DN400	180 ~ 3000	5.6 ~ 87	2	2750 ~ 27000	85 ~ 880	45
*DN500	300 ~ 4500	5.6 ~ 88	2	4300 ~ 43000	85 ~ 880	45
*DN600	450 ~ 6500	5.7 ~ 89	2	6100 ~ 61000	85 ~ 880	45
*DN800	750 ~ 10000	5.7 ~ 88	2	11000 ~ 110000	85 ~ 880	45
*DN1000	1200 ~ 1400	5.8 ~ 88	2	17000 ~ 170000	85 ~ 880	45
>(1000	协议			协议	45	

注: 表中*DN300~*DN1000口径为插入式

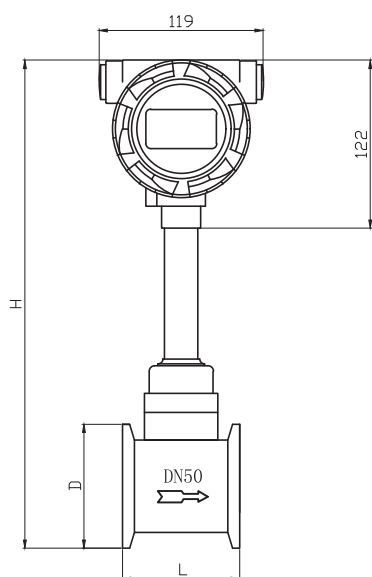


(11) 常用气体介质的标准状态密度 (20℃, 绝压P=0.1MPa)

气体名称	密度(kg/m ³)	气体名称	密度(kg/m ³)
空气(干)	1.2928	乙炔	1.1717
氮气	1.2506	乙烯	1.2604
氧气	1.4289	丙烯	1.9140
氩气	1.7840	甲烷	0.7167
氦气	0.9000	乙烷	1.3567
氨气	0.7710	丙烷	2.0050
氢气	0.08988	丁烷	2.7030
一氧化碳	1.97704	天然气	0.8280
二氧化碳	1.3401	煤制气	0.8020

六、产品尺寸图及尺寸对照表

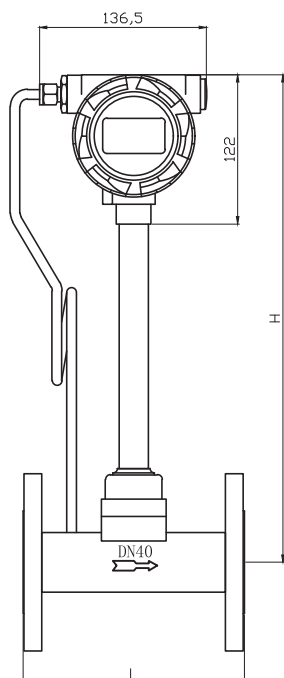
法兰夹装式涡街流量计尺寸图及尺寸对照表



口径(mm)	L(mm)	D(mm)	H(mm)	H1(mm)	耐压等级(MPa)
15~32	70	55	390	455	2.5
40	85	80	385	440	2.5
50	85	90	390	450	2.5
65	85	105	400	470	1.6
80	85	120	420	480	1.6
100	85	140	440	500	1.6
125	90	165	465	530	1.6
150	100	194	490	560	1.6
200	102	248	545	610	1.6
250	115	300	600	660	1.6
300	130	350	650	710	1.6

注: H为标准型 (≤250℃), 1为高温型 (>250℃)

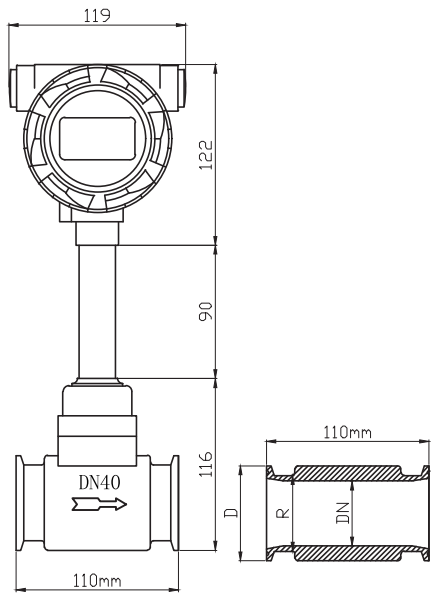
一体化法兰式涡街流量计尺寸图及尺寸对照表



口径(mm)	L(mm)	H(mm)	法兰厚度(mm)	耐压等级(MPa)
DN25	160	363	15	1.6
DN32	160	363	16	1.6
DN40	180	345	16	1.6
DN50	180	345	18	1.6
DN65	180	348	18	1.6
DN80	180	360	18	1.6
DN100	200	370	20	1.6
DN125	200	381	20	1.6
DN150	200	393	22	1.6
DN200	200	421	24	1.6
DN250	200	450	26	1.6



卫生卡盘式涡街流量计尺寸图及尺寸对照表



口径(mm)	R(mm)	DN(mm)	D(mm)	L(mm)	耐压等级(MPa)
DN15	Φ 19	15	Φ 50.5	110	1.6
DN20	Φ 25	20	Φ 50.5	110	1.6
DN25	Φ 32	25	Φ 50.5	110	1.6
DN32	Φ 38	32	Φ 50.5	110	1.6
DN40	Φ 45	40	Φ 64	110	1.6
DN40 (非标)	Φ 51	47.5	Φ 64	110	1.6
DN50	Φ 57	50	Φ 77.5	110	1.6
DN65	Φ 76	65	Φ 91	110	1.6
DN80	Φ 89	80	Φ 106	110	1.6
DN100	Φ 108	100	Φ 119	110	1.6

七、安装及注意事项

表7.1

涡街流量计典型安装管路形式

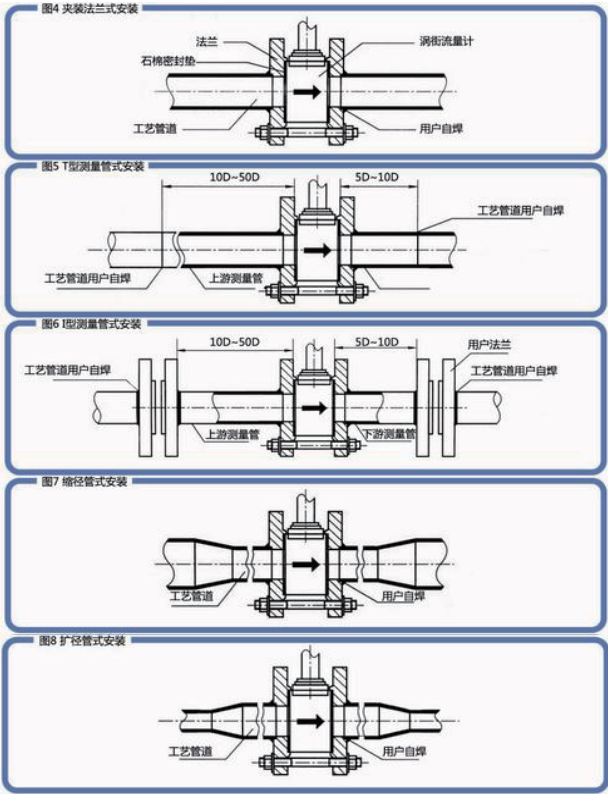
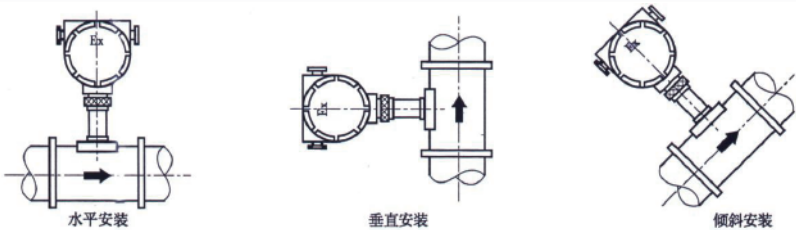


表7.2

流量计的安装形式



续：表7.2

流量计的安装

- 按开口尺寸的要求在管道上开口，且使开口的位置满足直管段的要求。
- 将连接上法兰的整套流量计放入开好口的管道中。
- 对法兰与管道进行点焊定位。
- 将流量计取下，把法兰按要求焊接好，并清理管道内所有凸出部分。
- 在法兰的内槽内装上与管道通径相同的密封垫圈，将流量计装入法兰中，流量计的流向标应与流体方向相同,然后与螺栓紧固。

铂电阻和压力变送器的安装

- 如果被测介质需要进行温度压力补偿时（如蒸汽、压缩空气），则需要加装温度传感器和压力变送器。
- 温度传感器应安装在流量计下游4~8D处如图7.1所示），在选好的位置开一个25mm圆孔，把铂电阻底座垂直或倾斜焊在开好的圆孔上，把铂电阻装在底座上并确保密封可靠无泄露。
- 压力变送器应安装在流量计下游3~5D处如图7.1所示），开孔的位置应使弯管装好后垂直地面。在选好的位置开一个20mm圆孔，把弯管的一头垂直焊在开好的圆孔上，把配套阀门拧在弯管的另一头上，阀门的上端装上压力变送器，阀门的两端应密封可靠确保无泄露。如果测量高温介质应提前把弯管灌上水，防止因温度过高损伤压力变送器。

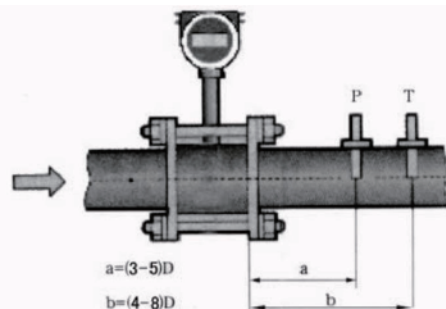


图 7.1 温度、压力安装点示意图

表7.3

管道安装注意事项

- 流量计最好安装在室内，若须安装在室外时，应有避免直射阳光和防止雨淋的措施。
- 流量计应避免安装在有强磁场干扰，空间小和维修不方便的地方。
- 流量计应避免安装在温度较高、受设备热辐射或含有腐蚀性气体的场合，若须安装时，须有隔热通风措施。
- 流量计应避免安装在有机械振动的管道上，若须安装时，必须采取减震措施，可加装软管过渡，或在流量计上下游2DN处加装管道固定支撑点并加防震垫。
- 法兰与管道点焊定位后应卸下流量计，不能带着流量计焊接。
- 涡街流量计可以测量液体、气体和蒸汽，但不同介质之间不通用；同种介质又分为低温、高温和特高温三种规格，不同温度之间也不通用。
- 当测量液体时必须保证管道内充满液体，因此介质流向应是自下而上的。
- 流量计可以在沿管道轴线垂直方向上360度任意安装。最佳安装方式:低温介质表杆垂直地面安装;高温介质表杆平行地面安装。
- 流量计应尽量避免安装在架空较长的管道上，由于管道的下垂容易造成流量计与法兰间的密封泄漏。若必须安装时，须在流量计的上下游2D处分别设置管道支撑点。
- 在测量蒸汽的管道中，为了防止转换器温度过高，仪表连接杆至少一半不要保温（如图7.2所示）。
- 为了方便观察和接线,流量计的表头在原有的位置上可进行360度旋转,在调整好位置后,把锁紧螺母拧紧即可。
- 为了防止水汽从锁紧螺母处进入壳体，必要时须用防水胶带把锁紧螺母缠绕密封好。
- 接线时先拧开表壳后盖，将信号线从防水接头送入。按照接线图示正确接线。将防水接头拧紧，并保证线缆在进入防水接头之前必须向下压弯，以确保水不会顺着线缆进入壳体内（如图7.3示）。

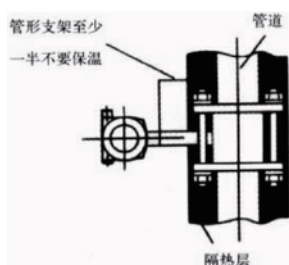


图7.2 正确保温法



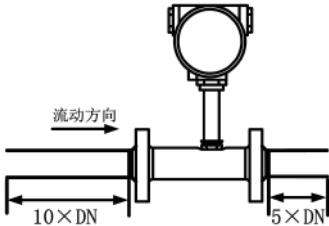
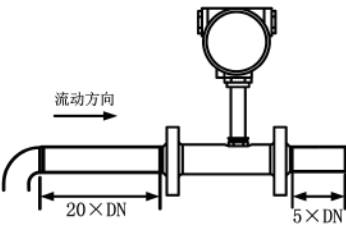
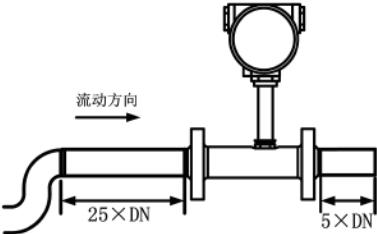
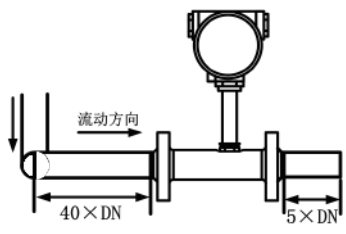
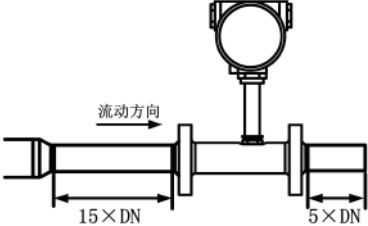
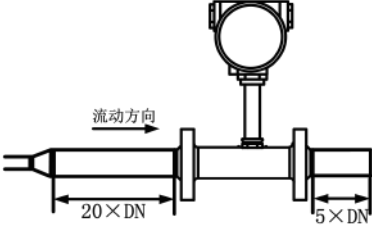
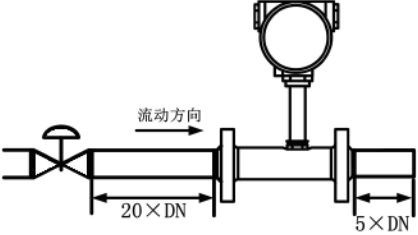
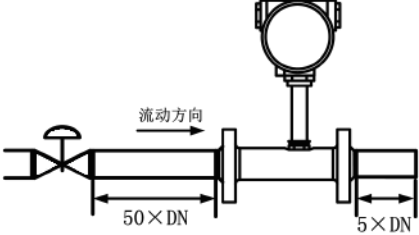
图7.3 防水接线示意图

对直管段的要求

为了保证准确的测量，流量计的上游必须有足够长的直管段，上游流动分布尽可能不受干扰，如果有控制和节流装置最好装在下游。直管段长度用管道内径DN的倍数来表示，上下游最小的直管段要求如下：上游：10DN（10倍口径）下游：5DN（5倍口径）

如果流量计的上游有弯头、缩径、扩径、阀门等情形，则需要更长的直管段，具体情况，如表7.4所示。

表7.4

入口段 阻流件类型	安装条件		入口段 阻流件类型	安装条件	
	入口段	出口段		入口段	出口段
一般情况			单个90°弯头		
在同一平面上两个90°弯头			在不同平面上两个90°弯头		
缩管			扩管		
全开阀门			半开阀门		

注：对配管的要求：流量计安装点的上下游配管的内径应与流量计的内径相同，其应满足下式的要求：
 $0.98D \leq DN \leq 1.05D$ 式中： D:流量计的内径 DN:配管内径
 配管应与流量计同心,同轴偏差应不大于0.05 DN。



八、选型表

T712	涡街流量计																					
	代码	口径（DN）																				
	15	15mm																				
	20	20mm																				
	25	25mm																				
	32	32mm																				
	40	40mm																				
																				
	300	300mm																				
	*300	300mm	插入式																			
	*1000	1000mm	插入式																			
		代码	被测介质																			
		1	气体																			
		2	液体																			
		3	蒸汽																			
			代码	变送器类型																		
			J	12 或 24VDC 供电，脉冲信号输出																		
			A	24VDC 供电，无显示，4-20mA，脉冲信号输出																		
			B	3.0VDC 锂电池供电，现场显示，无输出																		
			C	24VDC 供电，现场显示，4-20mA，脉冲信号输出																		
			Z1	24VDC 供电，现场显示，RS485，脉冲信号输出																		
			Z2	24VDC 供电，现场显示，4-20mA Hart																		
				代码	温度补偿																	
				无	无温度补偿																	
				WB	带温度补偿（气体测量使用）																	
					代码	精度等级																
					J1	± 1%F.S																
					J2	± 1.5%F.S																
					J3	± 2.5%F.S 仅限插入式涡街流量计																
						代码	安装方式															
						L1	一体化法兰安装															
						L2	碳钢法兰夹装															
						L3	卫生卡盘安装															
						LX	客户定制															
							代码	耐压等级														
							P1	常规														
							P2	高压														
								代码	耐温等级													
								W1	-40 ~ 250℃													
								W2	-40 ~ 320℃													
								W3	-40 ~ 450℃ 定制													
									代码	结构形式												
									YT	一体式仪表												
									FT	分体式仪表												
										代码	防爆等级											
										N	无防爆											
										E	隔爆型，ExdIICT6											
											代码	客户定制										
											X	特殊定制										
T712											100	3	C	WB	J2	L1	P1	W1	YT	N	选型举例	



九、附录

表9.1饱和蒸汽的流量范围 (单位: kg/h)

绝对压力Mpa		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3
温度℃		120	133	144	152	159	165	170	175	180	184	189	192
密度kg/m ³		1.13	1.65	2.16	2.67	3.17	3.67	4.16	4.65	5.15	5.64	6.13	6.61
DN15	Qmin	6	8	11	13	16	18	21	23	26	28	31	33
	Qmax	28	41	54	67	79	92	104	116	129	141	153	165
DN20	Qmin	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53
	Qmax	57	83	108	134	159	184	208	233	258	282	307	331
DN25	Qmin	11	17	22	27	32	37	42	47	52	56	61	66
	Qmax	79	116	151	187	222	257	291	326	361	395	429	463
DN32	Qmin	17	25	32	40	48	55	62	70	77	85	92	99
	Qmax	170	248	324	401	476	551	624	698	773	846	920	992
DN40	Qmin	25	36	48	59	70	81	92	102	113	124	135	145
	Qmax	249	363	475	587	697	807	915	1023	1133	1241	1349	1454
DN50	Qmin	41	59	78	96	114	132	150	167	185	203	221	238
	Qmax	362	528	691	854	1014	1174	1331	1488	1648	1805	1962	2115
DN65	Qmin	57	83	108	134	159	184	208	233	258	282	307	331
	Qmax	542	792	1037	1282	1522	1762	1997	2232	2472	2707	2942	3173
DN80	Qmin	79	116	151	187	222	257	291	326	361	395	429	463
	Qmax	723	1056	1382	1709	2029	2349	2662	2976	3296	3610	3923	4230
DN100	Qmin	147	215	281	347	412	477	541	605	670	733	797	859
	Qmax	1243	1815	2376	2937	3487	4037	4576	5115	5665	6204	6743	7271
DN125	Qmin	226	330	432	534	634	734	832	930	1030	1128	1226	1322
	Qmax	1921	2805	3672	4539	5389	6239	7072	7905	8755	9588	10421	11237
DN150	Qmin	316	462	605	748	888	1028	1165	1302	1442	1579	1716	1851
	Qmax	2543	3713	4860	6008	7133	8258	9360	10463	11588	12690	13793	14873
DN200	Qmin	655	957	1253	1549	1839	2129	2413	2697	2987	3271	3555	3834
	Qmax	5605	8184	10714	13243	15723	18203	20634	23064	25544	27974	30405	32786
DN250	Qmin	1096	1601	2095	2590	3075	3560	4035	4511	4996	5471	5946	6412
	Qmax	9040	13200	17280	21360	25360	29360	33280	37200	41200	45120	49040	52880
DN300	Qmin	1559	2277	2981	3685	4375	5065	5741	6417	7107	7783	8459	9122
	Qmax	12430	18150	23760	29370	34870	40370	45760	51150	56650	62040	67430	72710



表9.2饱和蒸汽的流量范围(单位: kg/h)

绝对压力Mpa		1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
温度℃		195	198	201	204	207	209.8	212	214.8	217.2	219.5	221.8	223.9
密度kg/m		7.01	7.59	8.08	8.57	9.06	9.55	10.04	10.54	11.03	11.52	12.02	12.51
DN15	Qmin	36	38	40	43	45	48	50	53	55	58	60	63
	Qmax	178	190	202	214	227	239	250	263	275	288	300	313
DN20	Qmin	57	61	65	69	72	76	80	84	88	92	96	100
	Qmax	355	380	404	429	453	478	500	525	550	575	600	625
DN25	Qmin	71	76	81	86	91	96	100	105	110	115	120	125
	Qmax	497	531	566	600	634	669	700	735	770	805	840	875
DN32	Qmin	107	114	121	129	136	143	150	158	165	173	180	188
	Qmax	1065	1139	1212	1286	1359	1433	1500	1575	1650	1725	1800	1875
DN40	Qmin	156	167	178	189	199	210	220	231	242	253	264	275
	Qmax	1562	1670	1778	1885	1993	2101	2200	2310	2420	2530	2640	2750
DN50	Qmin	256	273	291	309	326	344	360	378	396	414	432	450
	Qmax	2272	2429	2586	2742	2899	3056	3200	3360	3520	3680	3840	4000
DN65	Qmin	355	380	404	429	453	478	500	525	550	575	600	625
	Qmax	3408	3643	3878	4114	4349	4584	4800	5040	5280	5520	5760	6000
DN80	Qmin	497	531	566	600	634	669	700	735	770	805	840	875
	Qmax	4544	4858	5171	5485	5798	6112	6400	6720	7040	7360	7680	8000
DN100	Qmin	923	987	1050	1114	1178	1242	1300	1365	1430	1495	1560	1625
	Qmax	7810	8349	8888	9427	9966	10505	11000	11550	12100	12650	13200	13750
DN125	Qmin	1420	1518	1616	1714	1812	1910	2000	2100	2200	2300	2400	2500
	Qmax	12070	12903	13736	14569	15402	16235	17000	17850	18700	19550	20400	21250
DN150	Qmin	1988	2125	2262	2400	2537	2674	2800	2940	3080	3220	3360	3500
	Qmax	15975	17078	18180	19283	20385	21488	22500	23625	24750	25875	27000	28125
DN200	Qmin	4118	4402	4686	4971	5255	5539	5800	6090	6380	6670	6960	7250
	Qmax	35216	37646	40077	42507	44938	47368	49600	52080	54560	57040	59520	62000
DN250	Qmin	6887	7362	7838	8313	8788	9264	9700	10185	10670	11155	11640	12125
	Qmax	56800	60720	64640	68560	72480	76400	80000	84000	88000	92000	96000	100000
DN300	Qmin	9798	10474	11150	11827	12503	13179	13800	14490	15180	15870	16560	17250
	Qmax	78100	83490	88880	94270	99660	105050	110000	115500	121000	126500	132000	137500



表9.3过热蒸汽密度表 (单位: kg/m³)

温度℃ 绝对压力Mpa	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350	370
0.1	0.52	0.49	0.47	0.45	0.43	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34
0.15	0.78	0.74	0.71	0.68	0.65	0.62	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.51
0.2	1.04	0.99	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77	0.75	0.72	0.70	0.68
0.25	1.31	1.24	1.19	1.13	1.08	1.04	1.00	0.97	0.93	0.90	0.87	0.85
0.3	1.58	1.50	1.43	1.37	1.31	1.25	1.21	1.16	1.12	1.08	1.05	1.02
0.4	2.12	2.01	1.92	1.83	1.75	1.65	1.62	1.56	1.50	1.47	1.40	1.36
0.5	2.67	2.54	2.41	2.30	2.20	2.11	2.03	1.95	1.88	1.81	1.75	1.70
0.8	4.40	4.17	3.94	3.74	3.57	3.41	3.27	3.15	3.03	2.92	2.82	2.73
1.1	6.13	5.83	5.53	5.24	4.97	4.75	4.54	4.36	4.19	4.04	3.90	3.77
1.4	7.88	7.52	7.15	6.79	6.43	6.11	5.84	5.60	5.38	5.18	4.99	4.83
1.7	9.85	9.37	9.25	8.41	7.94	7.52	7.17	6.86	6.58	6.33	6.10	5.78
2	11.63	11.10	10.57	10.04	9.51	8.97	8.54	8.14	7.81	7.5	7.22	6.96
2.5	15.19	14.45	13.72	12.98	12.24	11.50	10.88	10.35	9.89	9.48	9.11	8.78
3	18.42	17.57	16.72	15.88	15.04	14.18	13.34	12.64	12.00	11.51	11.05	10.63
3.5	22.70	21.57	20.44	19.31	18.23	17.05	15.92	15.02	14.26	13.85	13.03	12.62
4	27.16	25.75	24.33	22.91	21.50	20.08	18.66	17.50	16.55	15.75	15.05	14.44
4.5	30.39	28.92	27.45	25.98	24.51	23.04	21.57	20.10	18.93	17.96	17.13	16.40
5	35.42	33.63	31.83	30.04	28.24	26.45	24.65	22.86	21.42	20.25	19.26	18.41
6	43.90	41.75	39.60	37.45	35.30	33.15	31.01	28.86	26.71	25.05	23.70	22.56

表9.4过热蒸汽密度表 (单位: kg/m³)

温度℃ 绝对压力Mpa	390	410	430	450	470	490	510	530	550	570	590
0.1	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25
0.15	0.49	0.48	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38
0.2	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	0.57	0.55	0.54	0.53	0.51	0.50
0.25	0.82	0.80	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.68	0.66	0.76	0.63
0.3	0.98	0.96	0.93	0.90	0.89	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75
0.4	1.31	1.28	1.24	1.20	1.17	1.14	1.11	1.08	1.06	1.03	1.01
0.5	1.65	1.60	1.55	1.51	1.46	1.43	1.39	1.35	1.32	1.29	1.26
0.8	2.64	2.56	2.49	2.42	2.35	2.29	2.23	2.17	2.12	2.07	2.02
1.1	3.65	3.54	3.43	3.33	3.24	3.15	3.07	2.99	2.92	2.84	2.78
1.4	4.67	4.52	4.39	4.26	4.35	4.23	3.92	3.81	3.72	3.63	3.54
1.7	5.69	5.51	5.34	5.19	5.04	4.90	4.77	4.64	4.52	4.41	4.31
2	6.73	6.51	6.31	6.12	5.94	5.78	5.62	5.47	5.33	5.20	5.07
2.5	8.48	8.19	7.93	7.69	7.46	7.25	7.05	6.86	6.69	6.52	6.36
3	10.25	9.90	9.58	9.28	9.00	8.74	8.49	8.27	8.05	7.84	7.65
3.5	12.05	11.63	11.24	10.88	10.55	10.24	9.95	9.68	9.42	9.18	8.95
4	13.89	13.31	13.00	12.51	12.18	11.75	11.42	11.10	10.80	1052.	1025
4.5	15.75	14.76	14.67	14.15	13.70	13.28	12.90	12.53	12.19	11.87	11.57
5	17.66	16.98	16.37	15.81	15.30	14.82	14.39	13.97	13.59	13.23	12.89
6	21.56	20.69	19.91	19.20	18.55	17.95	17.40	16.89	16.41	15.97	15.54



表9.5饱和水蒸气温度-压力-密度-铂电阻对照表

分度号: Pt100 R0=100.00Ω 压力为绝对压力

温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m ³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m ³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m ³	铂电阻 Ω
100	1.1033	0.5997	138.50	138	3.414	1.864	152.83	176	9.137	4.723	166.98
101	1.0500	0.6108	138.88	139	3.513	1.915	153.20	177	9.353	4.829	167.35
102	1.0878	0.6388	139.26	140	3.614	1.967	153.58	178	9.574	4.937	167.72
103	1.1267	0.6601	139.64	141	3.717	2.019	153.95	179	9.798	5.048	168.09
104	1.1668	0.6321	140.02	142	3.823	2.073	154.32	180	10.027	5.160	168.46
105	1.2080	0.7046	140.39	143	3.931	2.129	154.70	181	10.259	5.274	168.83
106	1.2504	0.7277	140.77	144	4.042	2.185	155.07	182	10.496	5.391	169.20
107	1.2941	0.7515	141.15	145	4.155	2.242	155.45	183	10.738	5.509	169.57
108	1.3390	0.7758	141.53	146	4.271	2.301	155.82	184	10.983	5.629	169.94
109	1.3852	0.8008	141.91	147	4.398	2.361	156.19	185	11.233	5.752	170.31
110	1.4327	0.8265	142.29	148	4.510	2.422	156.57	186	11.488	5.877	170.68
111	1.4815	0.8528	142.66	149	4.634	2.484	156.94	187	11.747	6.003	171.05
112	1.5316	0.8798	143.04	150	4.760	2.584	157.31	188	12.010	6.132	171.42
113	1.5832	0.9075	143.42	151	4.889	2.613	157.69	189	12.278	6.264	171.79
114	1.6362	0.9359	143.80	152	5.021	2.679	158.06	190	12.551	6.397	172.16
115	1.6906	0.9650	144.17	153	5.155	2.747	158.43	191	12.829	6.533	172.53
116	1.7465	0.9948	144.55	154	5.293	2.816	158.81	192	13.111	6.671	172.90
117	1.8039	1.025	144.93	155	5.433	2.886	159.18	193	13.398	6.812	173.26
118	1.8628	1.057	145.31	156	5.577	2.958	159.55	194	13.690	6.955	173.63
119	1.9233	1.089	145.68	157	5.732	3.032	159.93	195	13.987	7.100	174.00
120	1.9854	1.122	146.06	158	5.872	3.106	160.30	196	14.298	7.248	174.37
121	2.0492	1.155	146.44	159	6.025	3.182	160.67	197	14.596	7.398	174.74
122	2.1145	1.190	146.81	160	6.181	3.260	161.04	198	14.909	7.551	175.10
123	2.1816	1.225	147.19	161	6.339	3.339	161.42	199	15.226	7.706	175.47
124	2.2504	1.261	147.57	162	6.502	3.420	161.79	200	15.549	7.864	175.84
125	2.3210	1.298	147.94	163	6.667	3.502	162.16	201	15.877	8.025	176.21
126	2.3933	1.336	148.32	164	6.836	3.586	162.53	202	16.210	8.188	176.57
127	2.4675	1.375	148.70	165	7.008	3.671	162.90	203	16.549	8.354	176.94
128	2.5435	1.415	149.07	166	7.183	3.758	163.27	204	16.893	8.522	177.31
129	2.6215	1.455	149.45	167	7.362	3.847	163.65	205	17.243	8.694	177.68
130	2.7013	1.497	149.82	168	7.545	3.937	164.02	206	17.598	8.868	178.04
131	2.7831	1.539	150.20	169	7.731	4.029	164.39	207	17.959	9.045	178.41
132	2.8670	1.583	150.57	170	7.920	4.123	164.76	208	18.326	9.225	178.78
133	2.9528	1.627	150.95	171	8.114	4.218	165.13	209	18.699	9.408	179.14
134	3.0410	1.672	151.33	172	8.311	4.316	165.50	210	19.077	9.593	179.51
135	3.1310	1.719	151.70	173	8.511	4.415	165.87	211	19.462	9.782	179.88
136	3.2230	1.766	152.08	174	8.716	4.515	166.24	212	19.852	9.974	180.24
137	3.3170	1.815	152.45	175	8.924	4.618	166.61	213	20.249	10.17	180.61