

FM11

涡街流量计

涡街流量计是根据卡门涡街原理测量气体、蒸汽或液体的体积流量、标况的体积流量或质量流量的流量计，并可作为流量变送器应用于自动化控制系统中。

我公司生产的涡街流量计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。每种形式都有整体、分体结构，根据测量管径不同，有管道式、插入式两种安装方式，以适应不同的安装环境。

本仪表可广泛用于大、中、小型各种管道给排水、工业循环、污水处理，油类及化学试剂以及压缩空气、饱和及过热蒸汽、天然气及各种介质流量的计量。



产品系列



FM11 涡街流量计的测量原理

涡街流量计是利用卡门涡街原理进行流量测量的。在测量管中垂直插入一个柱状物时，流体通过柱状物两侧就自然交替地产生有规则的旋涡（如下图所示），这种旋涡列被称为卡门涡街。在 $d/D=0.281$ 时，释放的旋涡最稳定（ D 为管道直径。）卡门涡街的释放频率与流体的流动速度及柱状物的宽度有关，可用下式表示：

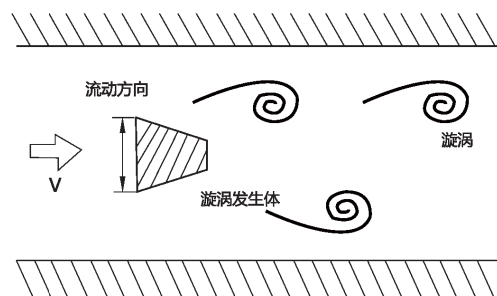
$$f = St \cdot v / d$$

式中 f - 卡门涡街的释放频率

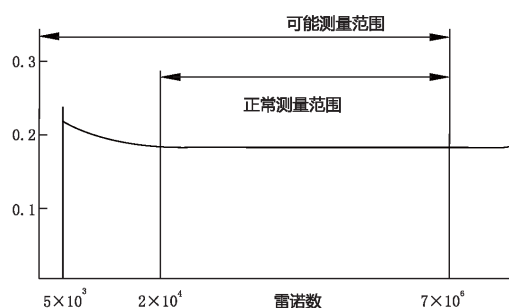
St - 系数（称为斯特罗哈数）

v - 流速

d - 柱状物宽度



斯特罗哈数是涡街流量计的重要系数，在一定的雷诺数范围内，斯特罗哈数接近常数，如下图所示，在曲线的 $St=0.17$ 平直部分，旋涡释放频率与流速成正比，检出频率 f 就可求得流速 v ，由 v 求出体积流量。FM11 系列涡街流量计是一种应力式涡街流量计，其传感器的旋涡释放频率是通过检测传感器（探头）内部的压电元件来检出的。



转换器电路构成

转换器是将检测元件检测的微弱电信号（杂乱的正弦波）进行放大、滤波、整形等处理，输出与流量成比例的脉冲信号或者转换成标准 $4 \sim 20\text{mA}$ 信号。FM11 系列涡街流量计的转换器电路示意图如图 (1) 图 (2) 所示：

图 1 电路方框图（脉冲输出）：

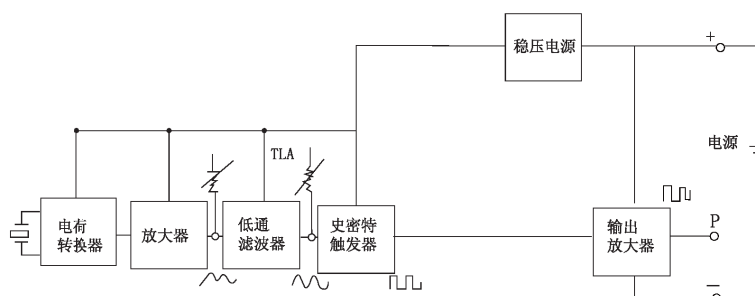
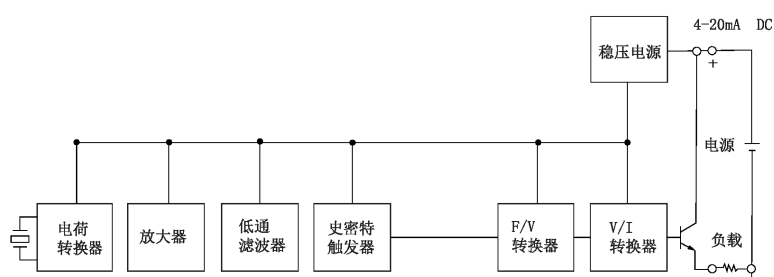


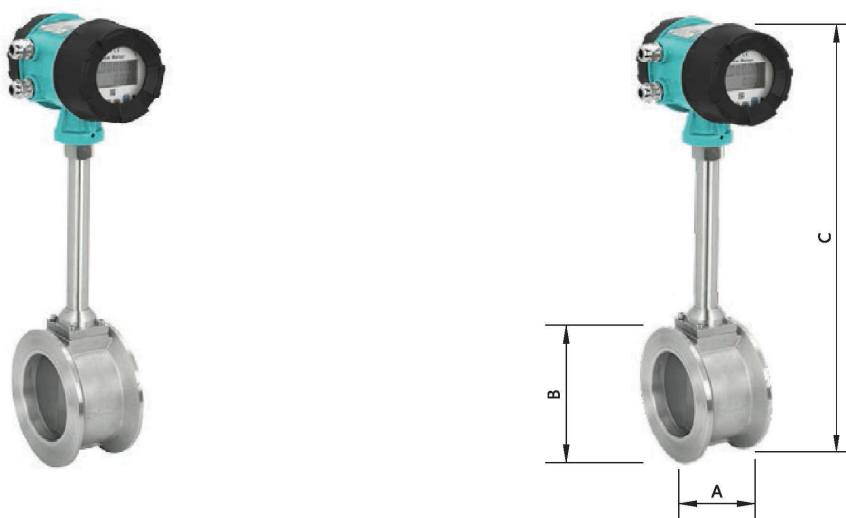
图 2 电路方框图（模拟输出）：



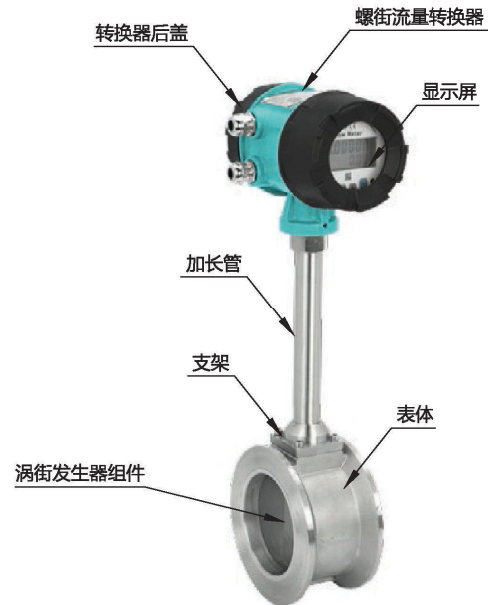
FM11 涡街流量计产品特点

- 1、无可动部件，结构简单便于安装和维护。
- 2、传感器输出为脉冲信号，其频率与被测流体的实际流量成线性，零点无漂移，性能十分稳定，机构形式多样，有管道式、插入式流量传感器形式。
- 3、精确度较高，通常液体的测量精确度为 $\pm 1.0\%$ ，气体的测量精度为 $\pm 1.5\%$ 。
- 4、测量量程范围宽，在雷诺数为 $2 \times 10^4 \sim 7 \times 10^6$ 范围内，可达 1:20，插入式量程比最高可达 1:25
- 5、压损小（约为孔板流量计的 $1/4 \sim 1/2$ ），属于节能流量仪表。
- 6、采用消扰电路和抗振动传感头，具有一定的抗环境振动性能。
- 7、采用超低功耗微处理器技术，1 节 3.6V10AH 锂电池可使用一年以上。
- 8、由软件对仪表系数非线性进行修正，提高测量精度。
- 9、采用 EEPROM 对累计流量进行掉电保护，保护时间大于 10 年。
- 10、插入式涡街流量计可测介质温度达 $+250^\circ\text{C}$

FM11 涡街流量计的外形尺寸



涡街流量计的结构组成



涡街流量计的主要技术参数

测量流体	饱和蒸汽、过热蒸汽、一般气体、液体（避免多相流）
测量精度	液体：1.0 级；气体 1.5 级
重 复 性	液体：0.3%；气体 0.5%
测量范围	气体：7m/s ~ 40m/s ； 液体：0.7m/s ~ 7m/s
工作压力	标准为 1.6MPa, 2.5 ~ 4.0MPa 需要定制
流体温度	-40℃ ~ 250℃（普通型）； 100℃ ~ 350℃（高温型）
表体材质	304 不锈钢
输出信号	脉冲信号（三线制，低电平≤ 1V，高电平≥ 4V）； 4 ~ 20mA； RS485 接口
工作电源	24VDC（或 12VDC），锂电池
环境温度	-35℃ ~ 60℃（无 LCD）； -5℃ ~ 60℃（带 LCD）
相对湿度	5 ~ 95%
防护等级	IP65
电气接口	M20×1.5（带电缆夹紧螺母组件）
防爆型式	非防爆，隔爆（可选）

涡街流量计选型表

涡街流量计

产品系列	A: 夹持型; B: 法兰连接型											
	安装形式	A: 液体; B: 气体; C: 蒸汽										
		** 例如: 80表示DN80										
		A: 双电源供电 (24VDC/12VDC, 3.6V锂电池); B: 3.6V锂电池; C: 24VDC/12VDC										
		A: 带数字显示表头; B: 不带										
		A: 无输出; B: 脉冲输出; C: 4-20mA; D: RS485										
		A: 304; B: 316L; C: 其他材料										
		A: ≤280°C; B: ≤350°C										
		A: 4.0MPa; B: 2.5MPa; C: 1.6MPa										
		A: IP65										
		A: 不防爆; E: 防爆										
FM11	-□	□	□□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

涡街流量计选型注意事项

- 1、涡街流量计是一种速度式的流量计，旋涡分离的稳定性受流速分布的影响，所以，在安装涡街流量计时必须在上下游配置足够的直管段对流态进行整形；
- 2、涡街流量计不适用于雷诺数太低的流量测量。一般要求雷诺数 $\geq 2 \times 10^5$
- 3、由于旋涡发生时，管内局部压力会明显下降，在测量液体时，当局部压力降到液体温度所对应的饱和蒸汽压时，将发生气蚀现象，损坏检测压电元件或者使仪表无法正常工作，这点需要在安装或使用时注意。
- 4、正确选择涡街流量计的型号，必须详细了解以下工艺参数：

- 流体名称、组分、腐蚀性、磨损性等；
- 工作状态的最小、常用、最大流量；
- 最小、常用、最大工作压力；
- 最小、常用、最大工作温度；
- 工作状态下的粘度；
- 对于气体，还需要了解气体的相对湿度；
- 流体在管道内流动的流动特性：是稳定流量、变动流量、脉动流量、气液两相流、气固两相流、液液两相流等
- 流体状态：是清洁还是易结晶、脏污或者含易附粘物等
- 现场环境及安装条件等
- 对仪表的防爆要求

A 一般液体和气体适用流量范围

仪表口径 (mm)	液体测量范围 (m³/h)	气体测量范围 (m³/h)	连接方式	耐压等级 (MPa)
DN15	1.2-6.2	5-25	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN20	1.5-10	6-50	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN25	1.6-16	9-80	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN32	1.9-19	13-130	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN40	2.5-26	18-180	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN50	3.5-38	30-300	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN65	6.2-65	48-480	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN80	10-100	75-750	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN100	15-150	120-1200	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN125	25-250	150-1500	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN150	36-380	260-2600	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN200	62-650	450-4500	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN250	140-1400	680-6800	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6
DN300	200-2000	1000-10000	法兰夹持 / 法兰连接	2.5/1.6

B 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 °C	120	133	144	152	159	165	170	175	180	184	189	192
密度 kg/m³	1.1288	1.6507	2.1628	2.6683	3.1692	3.6665	4.1616	4.6544	5.1451	5.6367	6.125	6.6143
DN15	Qmin	5.65	8.25	10.8	13.35	15.85	18.35	20.8	23.25	25.75	28.2	30.65
	Qmax	28.25	41.25	54	66.75	79.25	91.75	104	116.25	128.75	141	153.25
DN20	Qmin	6.78	9.9	12.96	16.02	19.02	22.02	24.96	27.9	30.9	33.84	36.78
	Qmax	56.5	82.5	108	133.5	158.5	183.5	208	232.5	257.2	282	306.5
DN25	Qmin	10.17	14.85	19.44	24.03	28.53	33.03	37.44	41.85	46.35	50.76	55.17
	Qmax	90.4	132	172.8	213.6	253.6	293.6	332.8	372	412	451.2	490.4
DN32	Qmin	14.69	21.45	28.08	34.71	41.21	47.71	54.08	60.45	66.95	73.32	79.69
	Qmax	146.9	214.5	280.8	347.1	412.1	477.1	540.8	604.5	669.5	733.2	796.9
DN40	Qmin	20.34	29.7	38.88	48.06	57.06	66.06	74.88	83.7	92.7	101.52	101.34
	Qmax	203.4	297	388.8	480.6	570.6	660.6	748.8	837	927	1015.2	1103.4
DN50	Qmin	33.9	49.5	64.8	80.1	95.1	110.1	124.8	139.5	154.5	169.2	183.9
	Qmax	339	495	648	801	951	1101	1248	1395	1545	1692	1839
DN65	Qmin	54.24	79.2	103.68	128.16	152.16	176.16	199.68	223.2	247.2	270.72	294.24
	Qmax	542.4	792	1036.8	1281.6	1521.6	1761.6	1996.8	2232	2472	2707.2	2942.4
DN80	Qmin	84.75	123.75	162	200.25	237.75	275.25	312	348.75	386.25	423	459.75
	Qmax	847.5	1237.5	1620	2002.5	2377.5	2752.5	3120	3487.5	3862.5	4230	4597.5
DN100	Qmin	135.6	198	259.2	320.4	380.4	440.4	499.2	558	618	676.8	735.6
	Qmax	1356	1980	2592	3204	3804	4404	4992	5580	6180	6768	7356
DN125	Qmin	169.5	247.5	324	400.5	475.5	550.5	624	697.5	772.5	846	919.5
	Qmax	1695	2475	3240	4005	4755	5505	6240	6975	7725	8460	9195
DN150	Qmin	293.8	429	561.6	694.2	824.2	954.2	1081.6	1209	1339	1466.4	1593.8
	Qmax	2938	4290	5616	6942	8242	9542	10816	12090	13390	14664	15938
DN200	Qmin	508.5	742.5	972	1201.5	1426.5	1651.5	1872	2092.5	2317.5	2538	2758.5
	Qmax	5085	7425	9720	12015	14265	16515	18720	20925	23175	25380	27585
DN250	Qmin	768.4	1122	1468.8	1815.6	2155.6	2495.6	2828.8	3162	3502	3835.2	4168.4
	Qmax	7684	11220	14688	18156	21556	24956	28288	31620	35020	38352	41684
DN300	Qmin	1130	1650	2160	2670	3170	3670	4160	4650	5150	5640	6130
	Qmax	11300	16500	21600	26700	31700	36700	41600	46500	51500	56400	61300

B 饱和蒸汽的流量范围 续表 (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 °C		195	198	201	204	207	209.8	212	214.8	217.2	219.5	221.8	223.9
密度 kg/m ³		7.1038	7.5928	8.082	8.5718	9.0616	9.552	10.043	10.535	11.028	11.521	12.016	12.511
DN15	Qmin	35.5	37.95	40.4	42.85	45.3	47.75	50	52.5	55	57.5	60	62.5
	Qmax	177.5	189.75	202	214.25	226.5	238.75	250	262.5	275	287.5	300	312.5
DN20	Qmin	42.6	45.54	48.48	51.42	54.36	57.3	60	63	66	69	72	75
	Qmax	355	379.5	404	428.5	453	477.5	500	525	550	575	600	625
DN25	Qmin	63.9	68.31	72.72	77.13	81.54	85.95	90	94.5	99	103.5	108	112.5
	Qmax	568	607.2	646.4	685.6	724.8	764	800	840	880	920	960	1000
DN32	Qmin	92.3	98.67	105.04	111.41	117.78	124.15	130	136.5	143	149.5	156	162.5
	Qmax	923	986.7	1050.4	1114.1	1177.8	1241.5	1300	1365	1430	1495	1560	1625
DN40	Qmin	127.8	136.62	145.44	154.26	163.08	171.9	180	189	198	207	216	225
	Qmax	1278	1366.2	1454.4	1542.6	1630.8	1719	1800	1890	1980	2070	2160	2250
DN50	Qmin	213	227.7	242.4	257.1	271.8	286.5	300	315	330	345	360	375
	Qmax	2130	2277	2424	2571	2718	2865	3000	3150	3300	3450	3600	3750
DN65	Qmin	340.8	364.32	387.84	411.36	434.88	458.4	480	504	528	552	576	600
	Qmax	3408	3643.2	3878.4	4113.6	4348.8	4584	4800	5040	5280	5520	5760	6000
DN80	Qmin	532.5	569.25	606	642.75	679.5	716.25	750	787.5	825	862.5	900	937.5
	Qmax	5325	5692.5	6060	6427.5	6795	7162.5	7500	7875	8250	8625	9000	9375
DN100	Qmin	852	910.8	969.6	1028.4	1087.2	1146	1200	1260	1320	1380	1440	1500
	Qmax	8520	9108	9696	10284	10872	11460	12000	12600	13200	13800	14400	15000
DN125	Qmin	1065	1138.5	1212	1285.5	1359	1432.5	1500	1575	1650	1725	1800	1875
	Qmax	10650	11385	12120	12855	13590	14325	15000	15750	16500	17250	18000	18750
DN150	Qmin	1846	1973.4	2100.8	2228.2	2355.6	2483	2600	2730	2860	2990	3120	3250
	Qmax	18460	19734	21008	22282	23556	24830	26000	27300	28600	29900	31200	32500
DN200	Qmin	3195	3415.5	3636	3856.5	4077	4297.5	4500	4725	4950	5175	5400	5625
	Qmax	31950	34155	36360	38565	40770	42975	45000	47250	49500	51750	54000	56250
DN250	Qmin	4828	5161.2	5494.4	5827.6	6160.8	6494	6800	7140	7480	7820	8160	8500
	Qmax	48280	51612	54944	58276	61608	64940	68000	71400	74800	78200	81600	85000
DN300	Qmin	7100	7590	8080	8570	9060	9550	10000	10500	11000	11500	12000	12500
	Qmax	71000	75900	80800	85700	90600	95500	100000	105000	110000	115000	120000	125000

C 过热蒸汽密度表 (单位: kg/h)

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	7.50	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

续表:

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	10.52	10.25
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