

RD-V

涡街流量计 安装使用说明书





目录 CATALOG

目 录

第一部分：概述

产品的种类及应用范围	
一. 工作原理.....	1
二. 主要技术指标.....	2

第二部分：仪表选型及安装

一. 适用流量范围和仪表口径的确定	
（一）仪表口径的确定.....	3
（二）参比条件下气体与液体的流量范围.....	4
（三）选型举例	5
二. 仪表的安装设计	
（一）安装环境要求	6
（二）仪表管道安装要求.....	6
（三）安装要求与仪表外形尺寸	7
（四）测压点和测温点选择示意图.....	8

第三部分：仪表操作说明

一、拨码开关操作表.....	9
二、仪表配线设计.....	11
三、仪表常见故障分析及排除方法	12

第一部分：概述

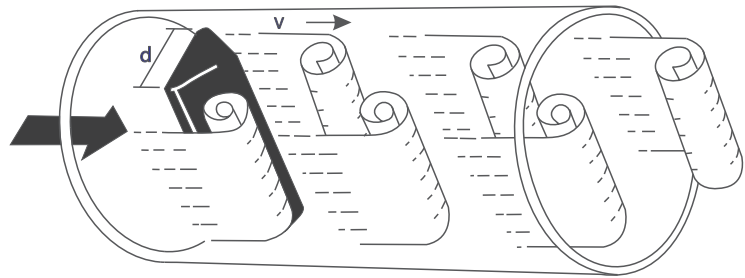
一. 产品的种类和适用范围

1. RD-V 系列满管型涡街流量仪表

RD-V 型涡街流量仪表广泛适用于石油、化工、冶金、热力、纺织、造纸等行业对过热蒸汽、饱和蒸汽、压缩空气和一般气体(氧气、氮气氢气、天然气、煤气等)、水和液体(如：水、汽油、酒精、苯类等)的计量和控制。

二. 工作原理

在流体中设置非流线型旋涡发生体(阻流体)，则从旋涡发生体两侧交替地产生两列有规则的旋涡，这种旋涡称为卡门旋涡，如图(一)所示。



图(一)

在旋涡发生体下游形成交替有规律的旋涡列。设旋涡的发生频率为 f ，被测介质来流的平均速度为 V ，旋涡发生体迎流面宽度为 d ，根据卡门涡街原理，有如下关系式：

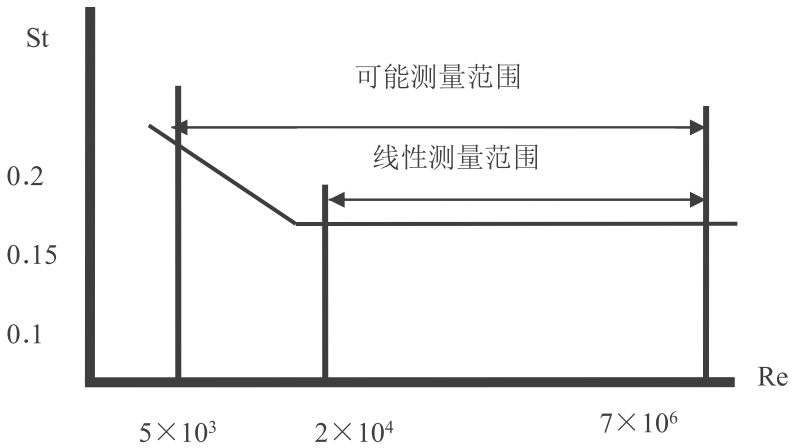
$$f=St\times V/d$$
 公式(1)

公式中：

- f —发生体一侧产生的卡门旋涡频率 HZ
- St —斯特劳哈尔数(无量纲数)
- V —流体的平均流速 (m/s)
- d —旋涡发生体的宽度 (m)

由此可见，通过测量卡曼涡街分离频率便可算出瞬时流量。其中, 斯特罗哈尔数 (St) 是无因次未知数，图(二)表示斯特劳哈尔数 (St) 与雷诺数 (Re) 的关系。

概述



图(二)

在曲线表中 $St=0.17$ 的平直部分，漩涡的释放频率与流速成正比, 即为涡街流量传感器测量范围度。只要检测出频率 f 就可以求得管内流体的流速，由流速 V 求出体积流量。所测得的脉冲数与体积量之比，称为仪表常数 (K)，见式(2)

$$K=3600f/Q\text{ (1/m}^3\text{)}$$
 公式(2)

式中： K —仪表常数 (m^{-3})。

f —脉冲个数

Q —体积流量 (m^3)

三. 主要技术指标

公称通径(mm)	15, 20, 25, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600 (300~1000 插入式)
公称压力(MPa)	DN15-DN200 4.0(>4.0 协议供货), DN250-DN300 1.6(>1.6 协议供货)
介质温度(℃)	压电式: -40~150, -40~260, -40~330; 电容式: -40~400, -40~500 (协议订货)
本体材料	1Cr18Ni9Ti, (其它材料协议供货)
精确度	±1%R, ±1.5%R; 插入式: ±2.5%R,
范围度	1: 6~1: 30
供电电压	传感器: DC +12V, DC +24V; 变送器: DC +24V; 电池供电型: 3.6V 电池
输出信号	方波脉冲(不包括电池供电型): 高电平≥5V, 低电平≤1V; 电流: 4~20mA
压力损失系数	符合 JB/T9249 标准 $C_d\leq 2.4$
防爆标志	本安型: Exd II ia CT2-T5 隔爆型: Exd II CT2-T5
防护等级	普通型 IP65 潜水型 IP68
环境条件	温度-20℃~55℃, 相对湿度 5%~90%, 大气压力 86~106kPa
适用介质	气体、液体、蒸汽

表(一)

第二部分：仪表选型及安装

仪表选型是仪表应用中非常重要的工作,仪表选型的正确与否将直接影响到仪表是否能够正常运行.因此用户和设计单位在选用产品时,请仔细阅读本节资料,认真核对流体的工艺参数并随时可与我公司的销售或技术支持部门联系，以确保选型正确。

一、适用流量范围和仪表口径的确定

仪表口径的选择，根据流量范围来确定。不同口径涡街流量仪表的测量范围是不一样的。即使同一口径流量表，用于不同介质时，它的测量范围也是不一样的。实际可测的流量范围需要通过计算确定。

(一)参比条件下空气及水的流量范围，见表(二)，参比条件如下：

- 1. 气体：常温常压空气，t=20℃，P=0.1MPa（绝压）， $\rho=1.205\text{ kg/m}^3$ ， $v=15\times10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ 。
- 2. 液体： 常温水， t=20℃， $\rho=998.2\text{kg/m}^3$ ， $v=1.006\times10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。

(二)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。
 - (1) 被测介质的名称、组份
 - (2) 工作状态的最小、常用、最大流量
 - (3) 介质的最低、常用、最高压力和温度
 - (4) 工作状态下介质的粘度
 - 2. 涡街流量仪表测量的是介质的工作状态体积流量，因此应先根据工艺参数求出介质的工作状态体积流量, 相关公式如下：
 - (1) 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
$$Q_v=Q_o\times\frac{0.131025}{0.101325+P}\times\frac{273.15+t}{293.15}$$
 公式（3）
 - (2) 已知气体标准状态密度 ρ ， 可通过以下公式求出工况密度
$$\rho=\rho_o\times\frac{0.101325+P}{0.101325}\times\frac{293.15}{273.15+t}$$
 公式（4）
 - (3) 已知质量流量 Q_m 换算为体积流量 Q_v
$$Q_v=Q_m\times10^3/\rho$$
 公式（5）
- 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）
 - ρ ： 介质在工况状态下的密度 (kg/m^3)

- ρ_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，见表（三）
- P： 工况状态表压 (MPa)
- t： 工况状态温度 (℃)
- 3. 仪表下限流量的确定。涡街流量仪表的上限适用流量一般可不计算，涡街流量仪表口径的选择主要是对流量下限的计算。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 ($\text{Re}=2\times10^4$)；对于应力式涡街流量仪表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：

$$Q_p=Q_o\times\sqrt{\rho_o/\rho}$$
 公式（6）

- 由运动粘度决定的线性下限流量：
$$Q_v=Q_o\times v/v_o$$
 公式（7）
- 式中：

- Q_p ：满足旋涡强度要求的最小体积流量 (m^3/h)
- ρ_o ：参比条件下介质的密度
- Q_o ：满足最小雷诺数要求的最小线性体积流量 (m^3/h)
- ρ ：被测介质工况密度 (kg/m^3)
- Q_o ：参比条件下仪表的最小体积流量 (m^3/h)
- v ：工作状态下介质的运动粘度 (m^2/s)
- v_o ：参比条件下介质的运动粘度 (m^2/s)
- 通过公式（6）、（7）计算出 Q_p 和 Q_v 。比较 Q_p 和 Q_v ，确定流量仪表可测下限流量和线性下限流量：
 - $Q_o\geq Q_p$ ：可测流量范围为 $Q_o\sim Q_{\text{max}}$ ，线性流量范围为 $Q_o\sim Q_{\text{max}}$
 - $Q_o<Q_p$ ：可测流量范围和线性流量范围为 $Q_p\sim Q_{\text{max}}$
 - Q_{max} ：涡街流量仪表的上限体积流量 (m^3/h)
- 4. 仪表上限流量以表(二)中的上限流量为准. 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(8)进行计算得出
- 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

$$p\geq2.7\Delta p+1.3p_o$$
 公式（10）

式中：

- Δp ：压力损失 (Pa)
- p_o ：工作温度下液体的饱和蒸汽压 (Pa 绝压)
- P_o :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

ρ ： 工况介质密度 (kg/m^3) V:平均流速 (m/s)

Δp :压力损失 (Pa) Cd: 压力损失系数

表(二) 参比条件下涡街流量传感器工况流量范围表

仪表口径 (mm)	液体		气体	
	测量范围 (m³/h)	输出频率范围 (Hz)	测量范围 (m³/h)	输出频率范围 (Hz)
15	0.3~5	35~600	2.2~20	260~2000
20	0.6~10	29~420	4~36	210~1900
25	1.2~16	25~336	8.8~55	190~1140
32	1.8~20	18~264	10~150	156~1080
40	2~40	10~200	27~205	140~1040
50	3~60	8~160	35~380	94~1020
65	4~85	6~120	35~800	94~940
80	6.5~130	4.1~82	86~1100	55~690
100	12~220	4.7~69	133~1700	42~536
125	15~350	3.2~57	150~2000	38~475
150	20~450	2.8~43	347~4000	33~380
200	45~800	2~31	560~8000	22~315
250	65~1250	1.5~25	890~11000	18~221
300	95~2000	1.2~24	1360~18000	16~213

表(三) 常用气体介质的标准状态密度（0℃，绝压 P=0.1MPa）

气体名称	密度(kg/m³)	气体名称	密度(kg/m³)
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

选型举例：

例一：已知气体压力和温度及标况下的流量时

某压缩空气，标况流量范围为 Q_N=1200-12000Nm³/h,压力 P=0.7Mpa(表压)，温度 t=30℃。试确定流量计口径。

步骤一：计算压缩空气的工况体积流量

由公式(3):
工况使用下限体积流量为:
 $Q_{vmin}=Q_N \times 0.101325 \times (273.15+t) / 293.15 / (P+0.1)$
 $=1200 \times 0.101325 \times (273.15+30) / 293.15 / (0.7+0.1)$
 $=157(m³/h)$

工况使用流量上限为: Q_{vmax}=1570(m³/h)
步骤二：根据使用工况流量范围 157-1570m³/h，查表(二)，满足下限流量条件的流量计为 DN80、DN100 和 DN125，考虑到上限流量 1270m³/h 及使用效果和经济成本，初选 DN100, DN100 流量计的工况流量范围是 100-1700m³/h，接近使用流量范围，初选 DN100 流量计，但应具体核算 DN100 流量计在该工况条件下的可测下限流量。核算 DN100 流量计在该工况条件下的可测下限流量：

由公式(4)及公式(6):
 $Q_{蒸汽} = 1.5 Q_{空气} \times \rho \times 10^3 \times \sqrt{\rho_o / \rho}$
 $=100 \times \sqrt{\frac{0.101325 \times (273.15+30)}{(0.101325+0.7) \times 293.15}}$
 $=37.46(m³/h)$

即，流量计在该工况条件下的可测下限流量是 37.46m³/h，远小于要求的工况下限流量 157m³/h，确定选用 DN100 流量计。

例二：已知蒸汽压力和温度及工况流量时

测量介质为过热蒸汽，蒸汽温度为 320℃，压力为 1.5MPa(绝压),流量范围为 3t/h~25t/h，试确定流量计口径。

步骤一：计算蒸汽的等效空气参比条件下的体积流量范围，经查附表(二),该状态下蒸汽的密度为:5.665Kg/m³,由公式(8)：

$$Q_{空气} = Q_{蒸汽} \times 10^3 / 1.5 \sqrt{\rho_o \rho}$$
$$Q_{空气min} = 3000 / 1.5 \times \sqrt{5.665 \times 1.205} = 765(m³/h)$$
$$Q_{空气max} = 6379(m³/h)$$

步骤二：根据等效参比流量范围 765-6379m³/h，查表（二），比较适合该流量范围为 DN200 口径。

二. 仪表的安装设计

仪表的正确安装是保障仪表正常运行的重要环节，若安装不当，轻则影响仪表的使用精度，重则会影响仪表的使用寿命，甚至会损坏仪表。

（一） 安装环境要求：

- 1. 尽可能避开强电设备、高频设备、强开关电源设备。仪表的供电电源尽可能与这些设备分离。
- 2. 避开高温热源和辐射源的直接影响。若必须安装，须有隔热通风措施。
- 3. 避开高湿环境和强腐蚀气体环境。若必须安装，须有通风措施。
- 4. 涡街流量仪表应尽量避免安装在振动较强的管道上。若必须安装，须在其上下游 2D 处加设管道紧固装置，并加防振垫，加强抗振效果。
- 5. 仪表最好安装在室内，安装在室外应注意防水，特别注意在电气接口处应将电缆线弯成 U 形，避免水顺着电缆线进入放大器壳内。
- 6. 仪表安装点周围应该留有较充裕的空间，以便安装接线和定期维护。

（二） 仪表管道安装要求：

- 1. 涡街流量仪表对安装点的上下游直管段有一定要求，否则会影响介质在管道中的流场，影响仪表的测量精度。仪表的上下游直管段长度要求见图(三) DN 为仪表公称口径 单位:mm

传感器上游管道型式	前后直管段长度	传感器上游管道型式	前后直管段长度
同心收缩全开阀门		一个 90 度弯头	
同一平面两个 90 度弯头		不同平面两个 90 度弯头	
同心扩管		调节阀半开阀门(不推荐)	

图(三)

注:调节阀尽可能不安装在涡街流量仪表的上游,而应安装在涡街流量仪表的下游 10D 处。

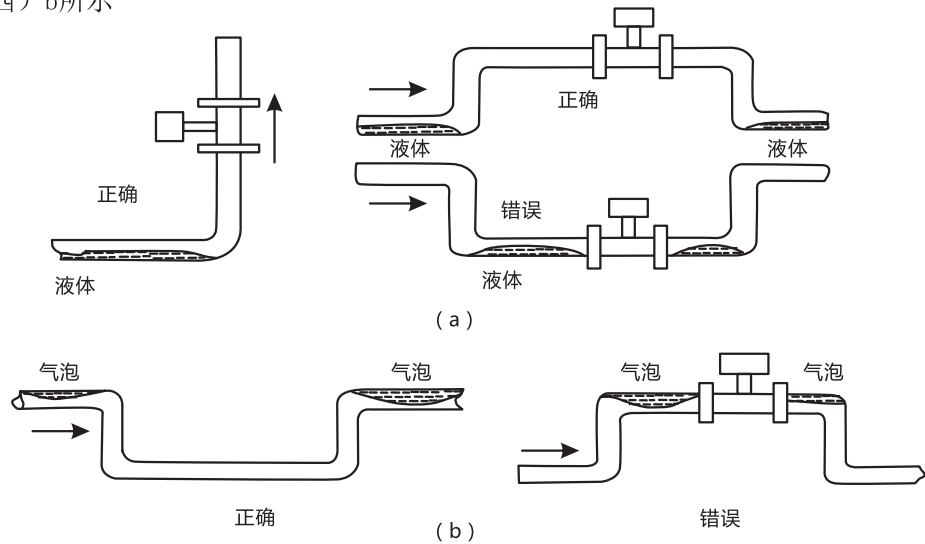
- 2. 上、下游配管内径应相同。如有差异，则配管内径 D_p 与涡街仪表表体内径 D_b,应满足以下关系
 $0.98D_b \leq D_p \leq 1.05D_b$

上、下游配管应与流量仪表表体内径同心，它们之间的不同轴度应小于 0.05D_b

- 3. 仪表与法兰之间的密封垫，在安装时不能凸入管内，其内径应比表体内径大 1-2mm
- 4. 测压孔和测温孔的安装设计。被测管道需要安装温度和压力变送器时，测压孔应设置在下游 3-5D 处，测温孔应设置在下游 6-8D 处，见图（七）。D 为仪表公称口径，单位：mm

仪表口径的确定和安装设计

- 5. 仪表在在管道上可以水平、垂直或倾斜安装。
- 6. 测量气体时，在垂直管道安装仪表，气体流向不限。但若管道内含少量液体，为了防止液体进入仪表测量管，气流应自下而上流动，如图（四）a 所示
- 7. 测量液体时，为了保证管内充满液体，所以在垂直或倾斜管道安装仪表时，应该保证液体流动方向从下而上。若管道内含少量气体，为了防止气体进入仪表测量管，仪表应安装在管线的较低处如图（四）b所示

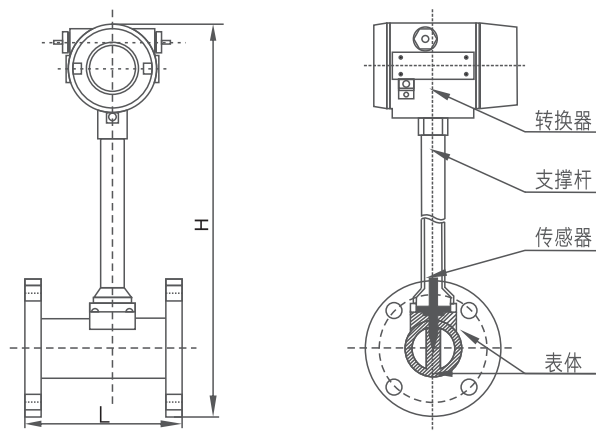


图（四）

- 8. 测量高温、低温介质时，应注意保温措施。转换器内部（表头壳体内）高温一般不应超过 70℃；低温易使转换器内部出现凝露，降低印制电路板的绝缘阻抗，影响仪表正常工作。

（三） 仪表的安装外形尺寸

法兰连接式涡街流量计参考尺寸：见图（五）

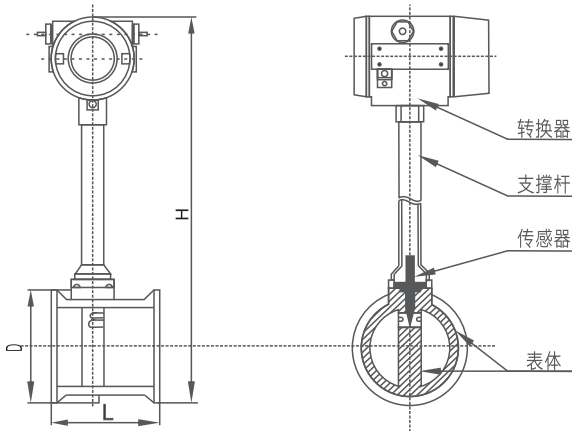


图（五）

公称口径 DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
仪表长度L	180	180	180	180	180	180	200	200	220	220	220	220	250	300
仪表高度H	415	420	425	435	435	450	460	490	510	535	570	625	685	710

仪表口径的确定和安装设计

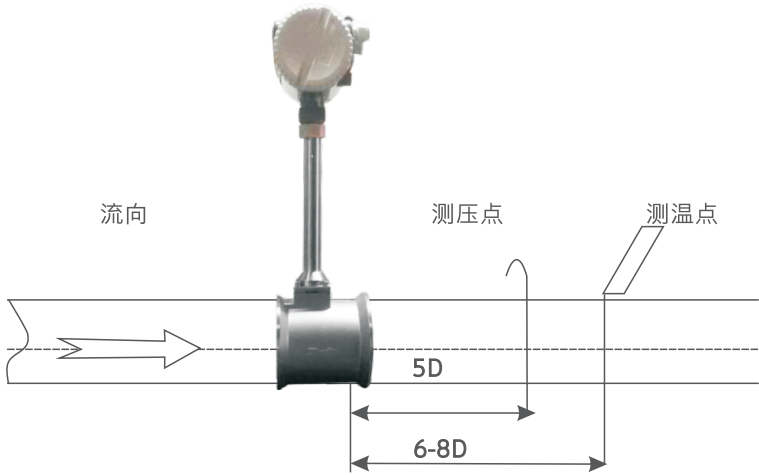
法兰夹持式涡街流量计参考尺寸：见图图（六）



图（六）

公称口径 DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
仪表外径D	68	68	68	68	77	89	102	113	135	158	180	248	300	350
仪表长度 L(I)	66	66	66	66	80	80	93	100	125	145	165	196	120	135
仪表长度 L(I)	66	66	66	66	80	80	80	80	80	80	80	100	120	135
仪表高度H	418	418	418	418	415	425	440	450	485	505	535	585	635	685

（四）压力变送器和 Pt100 安装示意图



图（七）

第三部分：仪表操作说明

拨码开关操作表

不同口径和介质开关选择参见附表。并根据实际信号先调 K2 和 K3 扩展频带，必要时调整 K1 电荷放大器增益。

涡街流量计放大器参数设置参照表（液体）

口径 (mm)	K1	K2	K3	GB	SB
20	1,3,5,7	5	1,2,3	2	3
25	1,3,5,7	5	4	2	3
40	1,4,5,8	7	1,2,3,4	2	3
50	1,4,5,8	7	5	2	3
80	1,4,5,8	6,7	4,5	2	3
100	1,4,5,8	6,7	6	2	3
125	1,4,5,8	8	7	2	3
150	1,4,5,8	8	7	2	3
200	4,8	8	8	2	3
250	3,4,7,8	7,8	7,8	2	3
300	3,4,7,8	7,8	7,8	2	3
350	3,4,7,8	7,8	7,8	2	3
400	3,4,7,8	5,6,7,8	4,5,6,7,8	2	3

涡街流量计放大器参数设置参照表（气体）

口径 (mm)	K1	K2	K3	GB	SB
20	1,2,5,6	1	1	3	3
25	1,2,5,6	1	1	3	3
40	1,3,5,7	2	2	3	3
50	1,3,5,7	2	3	3	3
80	1,3,5,7	3	1,3	3	3
100	1,3,5,7	3	1,2,3	3	3
125	1,3,5,7	4	1,2,3	3	3
150	1,3,5,7	4	4	3	3
200	1,4,5,8	5	4	3	3
250	1,4,5,8	6	1,2,3,4	3	3
300	1,4,5,8	7	5	3	3
350	1,4,5,8	8	5	3	3
400	1,3,4,5,7,8,	8	4,5	3	3

拨码开关操作表

涡街流量计放大器参数设置参照表（蒸汽）

口径 (mm)	K1	K2	K3	GB	SB
20	1,2,5,6	1	1	3	3
25	1,2,5,6	1	1	3	3
40	1,3,5,7	2	1	3	3
50	1,3,5,7	2	2	3	3
80	1,3,5,7	3	1,2	3	3
100	1,3,5,7	3	1,2	3	3
125	1,3,5,7	4	1,3	3	3
150	1,3,5,7	4	1,2,3	3	3
200	1,4,5,8	5	1,2,3	3	3
250	1,4,5,8	6	1,2,3	3	3
300	1,4,5,8	7	1,2,3,4	3	3
350	1,4,5,8	8	1,2,3,4	3	3
400	1,4,5,8	8	5	3	3

以上表值仅供参考，实际使用中因液体粘度和气体密度不同应在此值附近调整，频率低时可将 K2/K3 向大口径方向调一至三档。频率高时可将 K2/K3 向小口径方向调一至三档。

放大增益和触发灵敏度采用 4 位开关调整, 开关 1/2/3/4 位分别代表 1/2/4/8; ON 数之和为 1-15。

GB=1-15 调放大器增益（常用 4-8）对应电阻比 300K/（100K——4K7），1_15 放大率增大。

SB=1-15 调触发器门限（常用 4-8）对应电阻比 300K/（100K——4K7），1_15 灵敏度增高。

V+=12/24V 电源， π =输出脉冲（集电极开路上拉电阻 510/2K），0=电源地；
电源选择跳线 JVC/JOU 应视供电电压跳到 12V 或 24V 侧。
XT 接涡街传感探头线。

测试点 TP0 为地，TP1 为（K1 和 GB）可调放大后的正弦信号，TP2 为（K2 和 K3）确定的带通滤波限幅后的削顶正弦波，TP3 为（SB）调施密特触发回差限后的方波。

一. 输出频率信号的三线制涡街流量仪表配线设计

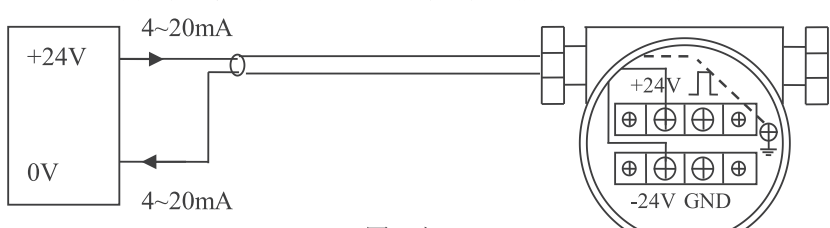
输出频率信号的三线制流量传感器采用 DC24V 或 DC12V 电源供电，一般通过三芯屏蔽电缆线 (RWP3×0.5mm)与显示仪表或计算机相连，屏蔽层应可靠地接到放大器壳的接地螺丝上。屏蔽电缆线的选择应适合现场环境要求，另外屏蔽电缆线要与其它强功率电力线分离，不能平行走线。传感器端子接线见图（八）



图（八）
积算系统

二. 输出标准 4~20mA 电流信号的两线制涡街流量仪表配线设计

输出标准 4~20mA 电流信号的两线制变送器采用 DC24V 电源供电，一般通过两芯屏蔽电缆线 (RWP2×0.5mm)与显示仪表或计算机相连，屏蔽层应可靠地接到放大器壳的接地螺丝上。屏蔽电缆线的选择应适合现场环境要求，另外屏蔽电缆线要与其它强功率电力线分离，不能平行走线。变送器端子接线见图（九）



图（九）
积算系统

三. 带 RS-485 通讯接口功能的涡街流量仪表配线设计

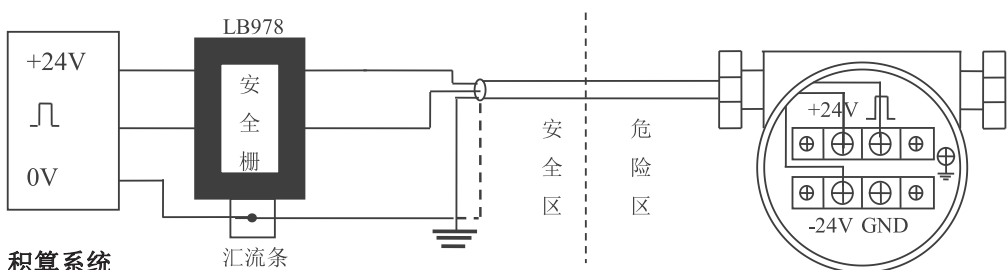
带 RS-485 通讯功能的涡街流量仪表采用 DC24V 电源供电，与其它设备之间采用四线制传输方式。仪表端子接线见图（十）



图（十）
积算系统

四. 防爆型涡街流量仪表配线设计

三线制脉冲输出型涡街流量仪表与 LB978 齐纳安全栅相连、LUGB/E 两线制标准 4~20mA 电流输出型涡街流量仪表与 LB987S 齐纳安全栅相连可构成本质安全型防爆系统，产品防爆标志为 Ex ia II CT2-T5。本安防爆型涡街流量传感器/变送器与防爆安全栅和积算系统等关联设备的接线性请参看防爆安全栅厂家提供的接线说明和以下所示图（十一）。



图（十一）
积算系统
LUGB/E B1 型

1、现场仪表频率波动量较大时，以下是排除方法：

A. 首先检查直管段是不是满足要求，气体的可以放宽保证前10D后5D的直管段就可以，液体直管段不满足要求影响较大，直管段不够长建议更改安装位置。B. 现场可能有电磁干扰，方法：加强滤波功能，把灵敏度调低，通过打拨码开关实现。C. 现场流量太小，低于仪表下限，例如：300口径的插入式测气体，下限是1500m³/h, 但现场指示500 m³左右的瞬时流量，因为流量处于下限，数值不成线性变化，可通过更改仪表系数提高流量（不建议使用）。D. 测液体有脉动流也会出现类似的情况。

2、现场有50HZ的干扰，一般是屏蔽线未接地。

3、现场无流量信号。A. 仪表小信号切除过大，可到参数设置里修改；B. 电源未接好，不通电；C. 流量很低达不到信号触发点；D. 4~20mA输出的表出厂前未设置量程。

4、实际流量增大，可仪表显示减小，检查现场工况原因（如管道工艺等）。

5、实际流量减小，可仪表显示增大，大部分是管道震动(如大型风机较近时)或者是安装时垫片不在管道中心点，应重新安装仪表。

6、同工况的仪表显示不一致，相差较大。A. 客户的经验值是错的，或者是工况有差别，例如管道走向的问题，直管段的问题，震动的问题等；B. 参数客户修改过；C. 工况流量太低，下限不成线性；D. 温压一体化补偿的流量计，温度压力出现故障。

7、4~20mA输出的仪表，显示和系统显示不一致。A. 参数设定的单位不一致，或者量程没有对应一致；B. 4~20mA输出线缆过长（超过1000米），损耗大。

8. 仪表显示的流量与实际相差很大，大部分原因是参数设置单位的问题。