

# KST1031 液体涡轮流量计

## 一、概述

KST1031 系列涡轮流量计时吸取了国内外流量仪表先进技术经过优化设计，具有结构简单、轻巧、精度高、复现性好、反应灵敏、安装维护使用方便等特点的新一代涡轮流量计，广泛用于测量封闭管道中与不锈钢 1Cr18Ni9Ti、2Cr13 及刚玉 Al2O3、硬质合金不起腐蚀作用，且无纤维、颗粒等杂志，工作温度下运动粘度小于  $5 \times 10^{-6}$  次方  $\text{m}^3/\text{h}$  的液体，对于运动粘度大于  $5 \times 10^{-6}$  次方  $\text{m}^3/\text{h}$  的液体，可对流量计进行实液标定后使用。若与具有特殊功能的显示仪表配套，还可以进行定量控制、超量报警等，是流量计量和节能的理想仪表。



## 二、工作原理

图 1 所示为涡轮流量传感器结构简图，由图可见，当被测流体流过传感器时，在流体作用下，叶轮受力旋转，其转速与管道平均流速成正比，叶轮的转动周期地改变磁电转换器磁阻值。检测线圈中的磁通随之发生周期性变化，产生周期性感应电势，即电脉冲信号，经放大器放大后，送至显示仪表显示。

涡轮流量计的流量方程可分为两种：实用流量方程和理论流量方程。

(1) 实用流量方程

$$q_v = f / k \quad q_m = q_v \rho$$

式中： $q_v$ 、 $q_m$  分别为体积流量  $\text{m}^3/\text{h}$ ，质量流量  $\text{kg}/\text{h}$

$f$ ：流量计输出信号的频率 Hz

$K$ ：流量计的仪表系数  $\text{P}/\text{m}^3$

流量计的系数与流量（或管道雷诺数）的关系曲线如图 2 所示。右图可见，仪表系数可分为两段，即线性段和非线性段。线性段约为其工作段的三分之二，其特性与传感器结构尺寸及流体粘性有关。当流量低于传感器流量下限时，仪表系数随着流量迅速变化。压力损失与流量近似为平方关系。当流量超过流量上限时要注意防止空穴现象。结构相似的 TUF 特性曲线的形状是相似的，他仅在系统误差水平方面有所不同。

传感器的仪表系数由流量效验装置效验得出，它完全不问传感器内部流体机理，把传感器作为一个黑匣子，根据输入（流量）和输出（频率脉冲信号）确定其转换系数，它便于实际应用。但要注意，此转换系数（仪表系数）是由条件的，其效验条件是参考条件，如果使用时偏离此条件系数将发生变化，变化的情况视传感器类型，管道安装条件和流体物性参数的情况而定。

## (2)理论流量方程

根据动量矩定理可以列出叶轮的运动方程:

$$J \frac{d_w}{d_t} = M_1 - M_2 - M_3 - M_4$$

式中:  $J$ :叶轮的惯性矩,  $d_w/d_t$ :叶轮的旋转加速度

$M_1$ :流体的驱动力矩,  $M_2$ :粘性阻力矩

$M_3$  轴承摩擦阻力矩,  $M_4$ :磁力阻力矩。

当叶轮以恒速旋转时,  $J \times \frac{d_w}{d_t} = 0$ , 则  $M_1 = M_2 + M_3 + M_4$ 。经理论分析与试验验证可得

$$n = Aq_v + B - \frac{C}{q_v}$$

式中:  $n$ : 叶轮转速,  $q_v$ : 体积流量,  $A$ :与流体物性(密度、粘度等), 叶轮结构参数(叶片倾角、叶轮直径、流道截面积等)有关的系数,  $B$ :与叶片顶隙, 流体流速分布有关的系数,  $C$ :与摩擦力矩有关的系数。

国内外学者提出许多理论流量方程, 他们适用于各种传感器结构及流体工作条件, 至今涡轮仪表特性的水动力学特性依旧不很清楚, 他与流体物性及流体特性有复杂的关系。比如当现场有漩涡和非对称速度分布时水动力学特性就非常的复杂。不能用理论式推到仪表系数, 仪表系数仍需由实流效验确定。但是理论流量方程有巨大的实用意义, 它可用于指导传感器结构参数设计及现场使用条件变化时仪表系数变化规律的预测和估算。

## 三、产品特点

- 高精度, 一般可达 $\pm 1\%R$ 、 $\pm 0.5\%R$ , 高精度型可达 $\pm 0.2\%R$
- 重复性好, 短期重复性可达 $0.05\% \sim 0.2\%$ , 正是由于具有良好的重复性, 如经常校准或在线校准可得到极高的精确度, 在贸易结算中优先选用的流量计
- 输出脉冲频率信号, 适于总量计量及计算机连接, 无零点漂移, 抗干扰能力强。
- 可获得很高的频率信号( $3 \sim 4\text{kHz}$ ), 信号分辨力强
- 范围度宽, 中大口径可达 $1:20$ , 小口径为 $1:10$
- 结构紧凑轻巧, 安装维护方便, 流通能力大
- 使用高压测量, 仪表表体上不必开孔, 易制成高压型仪表
- 专用型传感器类型多, 可根据用户特殊需要设计为各类专用型传感器, 例如低温型、双向型、井下型、混砂专用型等
- 可制成插入型, 适用于大口径测量, 压力损失小, 价格低, 可不断流取用, 安装维护方便。

## 四、技术参数

### 1. 基本参数

执行标准	涡轮流量传感器 (JB/T9246-1999)
仪表口径 (mm) 及连接方式	4、6、10、15、20、25、32、40 采用螺纹连接 (15、20、25、32、40) 50、65、80、100、125、150、200 采用法兰连接
精度等级	±1%R、±0.5%R、±0.2%R (需特制)
量程比	1:10、1:15、1:20
传感器材质	304 不锈钢、316 (L) 不锈钢等
使用条件	介质温度: -20℃~+120℃      环境温度: -20℃~+60℃ 相对湿度: 5%~90%              大气压力: 86KPa~106KPa
信号输出功能	脉冲信号、4-20mA 信号
通讯输出功能	RS485 通讯、HART 协议等
工作电源	A. 外电源: +24VDC±15%, 波纹≤±5%, 适用于 4-20mA 输出、脉冲输出、RS485 等 B. 内电源: 1 组 3.0V10AH 锂电池, 电池压力在 2.0V~3.0V 时均可正常工作
信号线接口	基本型: 豪斯曼接头或自带三芯线缆; 防爆型: 内螺纹 M20*1.5
防爆等级	ExiaIICT4 或 ExdIIBT6
防护等级	IP65 或更高 (可订制)

### 2. 测量范围及工作压力

仪表口径 DN (mm)	正常流量范围 (m <sup>3</sup> /h)	扩展流量范围 (m <sup>3</sup> /h)	默认安装方式及耐压等级	可选安装方式及默认耐压等级	特制耐压等级 (MPa)
4	0.04~0.25	0.04~0.4	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	12、16、25
6	0.1~0.6	0.06~0.6	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	12、16、25
10	0.2~1.2	0.15~1.5	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	12、16、25
15	0.6~6	0.4~8	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	4.0、6.3、12、16、25
20	0.8~8	0.45~9	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	4.0、6.3、12、16、25
25	1~10	0.5~10	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	4.0、6.3、12、16、25
32	1.5~15	0.8~15	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	4.0、6.3、12、16、25
40	2~20	1~20	螺纹连接, 6.3MPa	法兰安装, 2.5MPa	4.0、6.3、12、16、25
50	4~40	2~40	法兰安装, 2.5MPa	螺纹安装, 1.6MPa	4.0、6.3、12、16、25
65	7~70	4~70	法兰安装, 1.6MPa	螺纹安装, 1.6MPa	4.0、6.3、12、16、25
80	10~100	5~100	法兰安装, 1.6MPa	螺纹安装, 1.6MPa	4.0、6.3、12、16、25
100	20~200	10~200	法兰安装, 1.6MPa		4.0、6.3、12、16、25
125	25~250	13~250	法兰安装, 1.6MPa		2.5、4.0、6.3、12、16
150	30~300	15~300	法兰安装, 1.6MPa		2.5、4.0、6.3、12、16
200	80~800	40~800	法兰安装, 1.6MPa		2.5、4.0、6.3、12、16

## 五、仪表分类

1. 按仪表功能分类，KST1031 系列涡轮流量计可分为 2 大类，即：

涡轮流量传感器/变送器

智能一体化涡轮流量计

2. 功能说明

### 涡轮流量传感器/变送器

该类涡轮流量产品本身不具备现场显示功能，仅将流量信号运出远传输出，流量信号可分为脉冲信号或电流信号（4-20mA）仪表价格低廉，集成度高，体积小，特别适用于与二次显示仪、PLC、DCS 等计算机控制系统配合使用。

按照不同的输出信号，该产品可分为 KST1031-A1 型和 KST1031-A2 型

KST1031-A1 型传感器：12~24VDC 供电，三线制脉冲输出，高电平 $\geq 8V$ ，低电平 $\leq 0.8V$ ；信号传输距离 $\leq 1000m$ ；脉宽 $=1/2f \times 1000(m/s)$

KST1031-A2 型变送器：24VDC 供电，二线制 4-20mA 输出，信号传输距离 $\leq 1000m$ 。

该类涡轮流量产品均可分为基本型和防爆型（ExdIIBT6），外形如图

图 1 基本型传感器/变送器



图 2 防爆型传感器/变送器



图 3 智能一体化涡轮流量计



### 智能一体化涡轮流量计

采用先进的超低功耗单片微机技术研制的涡轮流量传感器与显示积算一体化的新型智能仪表，采用双排液晶现场显示，具有机构紧凑、读数直观清晰、可靠性高、不受外界电源干扰、抗雷击、成本低等明显优点。仪表具备仪表系数三点修正，智能补偿仪表系数非线性，并可进行现场修正。高清晰液晶显示器同时显示瞬时流量（4 位有效数字）及累计流量（8 位有效数字，带清零功能）。所有有效数据掉电后保持 10 年不丢。该类涡轮流量计均为防爆产品，防爆等级为：ExdIIBT6。

该类涡轮流量计按照供电方式、是否具备远传信号输出可分为 KST1031-A3 型和 KST1031 型。

KST1031-A3 型：供电电源采用 3.0V10AH 锂电池（可连续运行 4 年以上，无信号输出功能）。

KST1031-A4 型：供电电源采用 24VDC 外供电，输出 4-20mA 标准二线制、三线制、四线制电流信号，或 1~5V 电压信号，并可根据不同的现场需要，可增加 RS485 或 HART 通讯。

## 六、选型表

KST1031	液体涡轮流量计	
仪表类型	A1	传感器
	A2	变送器
	A3	电池供电就地仪表
	A4	就地仪表+二线制 4-20mA 变送器
	A4-1	就地仪表+三线制 0-20mA 变送器
	A4-2	就地仪表+四线制 4-20mA 变送器
	A4-3	就地仪表+脉冲输出
	A4-4	就地仪表+变送器+RS485
	A4-5	就地仪表+变送器+HART
公称通径 DN (mm)	(X)	4、6、10、15、20、25、32、40、50、65、80、100、125、150、200、
安装方式	B1	默认安装方式
	B2	可选安装方式
	B3	非标安装方式 (用户提供)
精度等级	C1	0.5 级, 仅适用于标准测量范围 (F1)
	C2	1.0 级, 可选择任意测量范围 (F1 或 F2)
	C3	0.2 级 (协议订货)
量程范围	D1	标准测量范围, 可选择所有精度等级
	D2	扩展测量范围, 精度等级可选择 A2
传感器材质	E1	304 不锈钢
	E2	316(L) 不锈钢
叶轮 (转子) 材质	F1	2Cr13
	F2	2Cr13 镀钛
	F3	双向钢
防爆等级	G1	非防爆型
	G2	防爆型 (ExdIIBT6)
压力等级	H1	常规 (参照表 2)
	H2(X)	高压 (参照表 2)
选型举例: KST1031-A350B1C1D1E1F1G1H1, 液体涡轮传感器, 就地仪表+二线制 4-20mA 输出, 口径, 标准量程范围, 传感器材质 304 不锈钢, 叶轮材质 2Cr13, 不防爆, 压力等级为常规。		