

中华人民共和国国家标准

GB/T 25922—2010/ISO/TR 12764:1997

封闭管道中流体流量的测量 用安装在充满流体的圆形截面管道中的 涡街流量计测量流量的方法

Measurement of fluid flow in closed conduits—Flowrate
measurement by means of vortex shedding flowmeters inserted in
circular cross-section conduits running full

(ISO/TR 12764:1997, IDT)

2011-01-14 发布

2011-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和下角标	3
4.1 符号	3
4.2 下角标	4
5 原理	4
6 流量计描述	6
6.1 物理组件	6
6.2 设备标志	6
6.3 安全问题	6
7 使用说明	6
7.1 口径	6
7.2 过程流体力学	6
7.3 振动	7
7.4 安全	7
8 安装	7
8.1 安装位置	7
8.2 排管	7
8.3 流动调整器	8
9 操作	8
10 性能特性	8
11 校准(K系数的确定)	8
附录 A (资料性附录) 周期波动及其对校准的影响	9
附录 B (资料性附录) 旋涡传感器	11
附录 C (资料性附录) 防止空化的压力限值计算	12
参考文献	13

前 言

本标准等同采用 ISO/TR 12764:1997《封闭管道中流体流量的测量 用安装在充满流体的圆形截面管道中的涡街流量计测量流量的方法》(英文版)。

本标准等同翻译 ISO/TR 12764:1997。

本标准在制定时按 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》和 GB/T 20000.2—2001《标准化工作指南 第2部分:采用国际标准的规则》的有关规定做了如下编辑性修改:

- a) 删除国际标准前言;
- b) “本技术报告”一词改为“本标准”;
- c) 原引用标准的引导语按 GB/T 1.1—2000 的规定改成规范性引用文件的引导语;
- d) 原引用文件 ISO 5167-1 为老版本,现更改为等同采用 ISO 5167-2(新版本)的 GB/T 2624.2;
- e) 删除了标准中未见引用的引用文件 IEC 60359;
- f) 删除了标准中未涉及的术语:“随机误差”、“系统误差”、“随机不确定度”、“系统不确定度”;
- g) “不确定度”的定义改为与 ISO 5168:2005《流体流量测量 流量测量不确定度的评估》中的定义一致;
- h) 4.1 中,原国际标准用符号“ U ”表示流量计内平均流速,本标准按国内习惯改用“ v ”表示;
- i) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- j) 附录 A 中原国际标准以流量计口径 145 mm 举例,因国内无此规格,改为以流量计口径 150 mm 举例。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本标准负责起草单位:上海工业自动化仪表研究所。

本标准参加起草单位:上海仪器仪表自控系统检验测试所、中国计量科学研究院、北京市计量检测科学研究院、江苏省质量技术监督气体流量计量检测中心、上海福克斯波罗有限公司、上海横河电机有限公司、上海肯特智能仪器有限公司、上海一诺仪表有限公司、大连中隆仪表有限公司、中山市恩豪仪表有限公司、天津亿环自动化仪表技术有限公司、北京菲波安乐仪表有限公司、江苏伟屹电子有限公司、合肥精大仪表股份有限公司、余姚市银环流量仪表有限公司、青岛自动化仪表有限公司、浙江迪元仪表有限公司。

本标准主要起草人:郭爱华、顾顺凤、段慧明、杨有涛、肖晖、马宇峰、赵志良、孙海清、谈福根、孙华春、池兆明、刘忠海、李一平、唐贤昭、王国武、朱家顺、窦建军、孙向东。

本标准为首次发布。

封闭管道中流体流量的测量

用安装在充满流体的圆形截面管道中的 涡街流量计测量流量的方法

1 范围

本标准提供了涡街流量计的通用资料,包括术语和一系列确定性能的公式。描述了涡街流量计的典型结构,并规定了检验、认证和设备溯源等方面的要求。本标准还向用户提供了涉及涡街流量计选型和应用的技术信息,并提供了校准指南。本标准阐述了相关术语,并且描述了试验步骤、技术规范、应用说明和确定性能特征的公式。

本标准描述了如何利用旋涡频率实现流体流速的测量;如何实现体积流量、质量流量和标准状态体积流量的测量;以及如何实现指定时间内的累积流量的测量。

本标准仅适用于满管式流量计(非插入式),并且仅适用于封闭满管中稳定的或者变化缓慢的单相流体流量。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2624.2 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第2部分:孔板(GB/T 2624.2—2006,ISO 5167-2:2003,IDT)

GB/T 3369.1 过程控制系统用模拟信号 第1部分:直流电流信号(GB/T 3369.1—2008,IEC 60381-1:1982,IDT)

GB/T 3369.2 过程控制系统用模拟信号 第2部分:直流电压信号(GB/T 3369.2—2008,IEC 60381-2:1978,IDT)

GB 4208 外壳防护等级(IP代码)(GB 4208—2008,IEC 60529:2001,IDT)

GB/T 17611 封闭管道中流体流量的测量 术语和符号(GB/T 17611—1998,idt ISO 4006:1991)

ISO 5168 流体流量测量 流量测量不确定度的评估

ISO 7066-1 流量测量装置校准和使用中不确定度的评估 第1部分:线性校准关系

ISO 7066-2 流量测量装置校准和使用中不确定度的评估 第2部分:非线性校准关系

3 术语和定义

GB/T 17611、ISO 5168、ISO 7066-1 和 ISO 7066-2 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

不确定度 uncertainty

表征合理地赋予被测量之值的分散性,与测量结果相联系的参数。

3.2

K 系数 K-factor

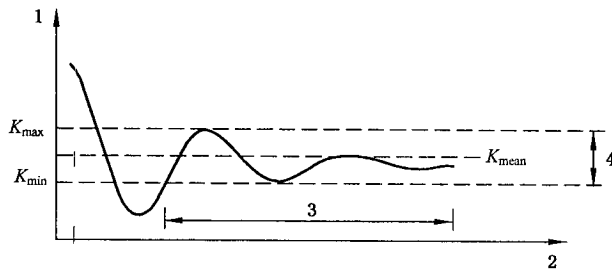
一个测量周期内,流量计输出的脉冲数与流过流量计的相应流体总体积之比(见图1)。

注1: K系数的变化可以表示为管道雷诺数或者特定热力学条件下流量的函数。通常使用平均 K 系数,它定义为:

$$K_{\text{mean}} = \frac{K_{\text{max}} + K_{\text{min}}}{2}$$

式中： K_{max} 是指定测量范围内的 K 系数的最大值， K_{min} 是同一测量范围内 K 系数的最小值。或者，用另一种方法，取流量计的整个流量范围内数个 K 系数，计算它们的平均值。 K 系数可能会随流量计本身受到的压力和热效应而变化(参见第 11 章)。如果液体和气体的 K 系数之间有差异，或由于邻接管道的不同布局导致的差异，宜向制造商咨询。

注 2： K 系数以单位体积的脉冲数表示。



图中：

- 1—— K 系数；
- 2——管道雷诺数；
- 3——指定的线性测量范围；
- 4——线性度(±%)。

图 1 典型的 K 系数曲线

3.3

线性度 linearity

指定的管道雷诺数或流量范围内 K 系数的一致性(见图 1)。

注：线性度范围的上、下限由制造商规定。

3.4

范围度 rangeability

在指定的准确度(或不确定度)的范围内，流量计最大与最小流量(或雷诺数)之比。

3.5

雷诺数 Reynolds number

Re

表示管道中惯性力与黏性力之比的无量纲数。用来表示黏度、密度和管线流速综合影响的相关参数。

3.6

斯特罗哈尔数 Strouhal number

St

表示旋涡分离频率与流体速度和非流线型旋涡发生体特性尺寸之间关系的无量纲参数。

注：实际应用中以 K 系数(有量纲的)取代斯特罗哈尔数。

3.7

最小局部压力 lowest local pressure

流量计中的最小压力。

注：最小局部压力关系到闪蒸和空化现象的出现。在流量计的下游，压力可得到部分恢复。

3.8

压力损失 pressure loss

流量计的上游压力与下游恢复后的压力之差。

3.9

闪蒸 flashing

蒸气泡的形成。

注：当压力低于液体蒸气压时即发生闪蒸。

3.10

空化 cavitation

出现闪蒸后，压力恢复到高于蒸气压力且蒸气泡破裂(压破)的现象。

注：空化能导致测量误差以及流量计的机械损坏。

3.11

响应时间 response time

显示流量从某一规定流量值(例如:10%)跃变到实际流量值所需的时间。

3.12

衰退 fade

涡街流量计的旋涡分离或检测失效。

4 符号和下角标

4.1 符号

符号	表 征 量	量 纲	SI 单位
a	响应时间	T	s
D	流量计内径	L	m
f	旋涡分离频率	T^{-1}	Hz
d	非流线型旋涡发生体迎流面宽度	L	m
K	K 系数, 仪表系数=1/ K	L^{-3}	m^{-3}
N	脉冲数	无量纲	
q_v	体积流量	$L^3 T^{-1}$	m^3/s
q_m	质量流量	MT^{-1}	kg/s
Q_v	累积体积流量	L^3	m^3
Q_m	累积质量流量	M	kg
Re	雷诺数	无量纲	
St	斯特罗哈尔数	无量纲	
v	流量计内平均流速	LT^{-1}	m/s
α	材料的线膨胀系数	Θ^{-1}	K^{-1}
μ	绝对黏度(动力)	$ML^{-1} T^{-1}$	$Pa \cdot s$
ρ	流体密度	ML^{-3}	kg/m^3
T	温度	Θ	K
δ	平均周期的百分比误差	无量纲	
t	置信度 95% 的双尾学生氏 t 分布系数	无量纲	
σ	平均周期的标准偏差	T	s

表 (续)

符号	表 征 量	量 纲	SI 单位
τ	旋涡分离的平均周期	T	s
n	测量周期数	无量纲	
p	压力	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
p_{dmin}	最小下游压力限	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
c_1, c_2	经验常数	无量纲	
Δp	总压降	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
p_{vap}	工况温度下流体蒸气压力	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa

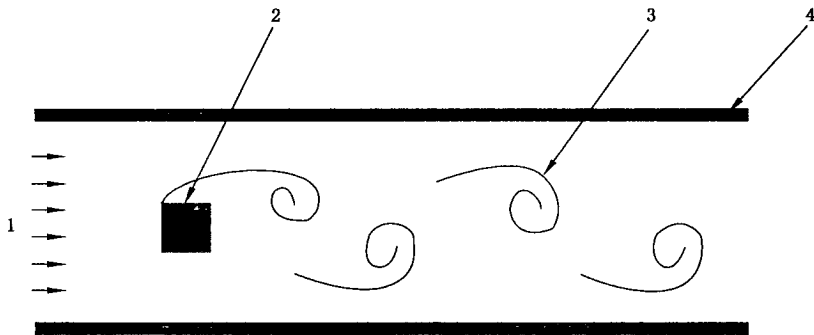
注：基础符号：M=质量，L=长度，T=时间， Θ =温度。

4.2 下角标

下 角 标	说 明
b	标准状况
flow	流体流动条件
D	无阻塞的流量计内径，见 4.1
m	质量单位
0	参比条件
V	体积单位，参比条件
v	体积单位，工况条件
mean	极值的平均值
max	最大值
min	最小值
i	第 i 次测量
d	下游
f	工作状态

5 原理

5.1 当非流线型旋涡发生体置于流体流动的管道中时，沿着非流线型旋涡发生体的表面形成一个边界层并逐步增长。由于动量不足和存在一个反向的压力梯度，于是发生分离，并形成一个固有的不稳定剪切层。最后剪切层卷起成为旋涡，交替地从非流线型旋涡发生体的两侧分离向下游扩散。这一系列旋涡被称作冯·卡门涡街(见图 2)。旋涡成对分离的频率与流体速度成正比。由于分离过程是可再现的，因此可以用来测量流量。



图中：

- 1——流体流向；
- 2——旋涡发生体；
- 3——旋涡；
- 4——管道。

图 2 原理示意图

5.2 传感器用于检测分离的旋涡，即把与旋涡有关的压力或流速转换成电信号。

5.3 斯特罗哈尔数 St 描述了涡街频率 f ，非流线型旋涡发生体的特性尺寸 d 和流体速度 v 的关系。

$$v = \frac{f \times d}{St} \dots\dots\dots (1)$$

5.4 对于确定的非流线型旋涡发生体形状，斯特罗哈尔数在很大雷诺数范围内保持基本恒定。这表明斯特罗哈尔数与流体的密度、压力、黏度和其他物理参数无关。因此，流体流速与旋涡分离的频率，即涡街脉冲频率成正比：

$$v = \xi \times f \dots\dots\dots (2)$$

式中， ξ 为常数， $\xi = d/St$ 。

而工况条件下体积流量，即体积流量，由下式给出：

$$q_v = A \times v = \left[\frac{(A \times d)}{St} \right] \times f \dots\dots\dots (3)$$

式中， A 为考虑了管道及流量计配置影响的等效流通面积。

涡街流量计的 K 系数为：

$$K = \frac{St}{(A \times d)} = \frac{f}{q_v} \dots\dots\dots (4)$$

因此，

$$q_v = \frac{f}{K} \dots\dots\dots (5)$$

为获得质量流量或标准状况下的体积流量，即标准体积流量，必需已知流体标准状况下的密度 ρ_b 和流体温度和压力条件下的密度 ρ_t 。

质量流量： $q_m = \rho_t \times \frac{f}{K}$

标准体积流量： $q_{vb} = \left(\frac{\rho_t}{\rho_b} \right) \times \frac{f}{K}$

指定时间间隔内流过流量计的累积流量为：

$$Q_v = \frac{N}{K}, Q_m = \rho_t \times \frac{N}{K}, \text{或 } Q_{vb} = \left(\frac{\rho_t}{\rho_b} \right) \times \frac{N}{K}$$

式中， N 是该时间间隔内旋涡分离的总数，即旋涡脉冲的总数。

6 流量计描述

6.1 物理组件

涡街流量计由两部分组成:测量管(有时称一次装置)和输出装置(有时称二次装置)。

6.1.1 测量管

测量管是管道系统的组成部分,由流量计表体、非流线型旋涡发生体和传感器组成。

6.1.1.1 流量计表体通常有两种型式:采用螺栓直接与管道法兰连接的法兰式;利用螺栓夹持在相邻管道法兰间的无法兰夹装式。

6.1.1.2 非流线型旋涡发生体是一个安装在流量计表体横截面上的结构件。其形状、尺寸以及与流量计表体横截面上流通面积的比值都会影响 K 系数的线性度。理想的非流线旋涡发生体形状目前尚未知晓。图 2 所示的正方形旋涡发生体并不是欲推荐或实用的形状。

6.1.1.3 传感器用于检测分离释放的旋涡。传感器的安装位置和原理根据流量计设计而不同。(参见附录 B)

6.1.2 输出装置

输出装置将传感器检出信号转换成数字的流量读数、数字的累积流量读数、定标脉冲信号和(或)标准化的模拟量输出(参见 GB/T 3369)。

6.2 设备标志

6.2.1 流量计铭牌应标明制造商、序列号、压力等级、平均 K 系数或流量计因子。如有需要还应有危险区域认证标志。

6.2.2 在流量计表体上应有永久性的流向标志,最好两侧都标示。

6.3 安全问题

6.3.1 流量计的所有承压部件及接触过程流体的部件应符合适用于具体装置的规范和标准的要求。

6.3.2 由于涡街流量计是管道系统的组成部分(管线式仪表),它必须与其他管线式设备一样接受同等检查和测试。

6.3.3 制造商应提供任何所需的结构件使用材质和静压试验等相关证书。

7 使用说明

7.1 口径

在选择涡街流量计的口径时,应使流量保持在满足不确定度的最大流量和最小流量之间。由于线性度和流量范围是与雷诺数相关的,因此流动条件下流体的雷诺数应在规定限值范围内。

在指定的不确定度范围内,涡街流量计的误差或校准曲线可表示为体积流量或雷诺数的函数。流量计的工作条件应保持在确保不确定度的规定极限内(见图 1)。这些极限决定了流量计的线性测量范围。

最小体积流量取决于雷诺数,即取决于流体密度和黏度。最小体积流量同样受到传感器的灵敏度的限制。

7.2 过程流体力学

7.2.1 流体压力

流体的最低压力值应足够高,以防止产生闪蒸或空化现象,而且流体不应是气/液多相流,例如:湿蒸汽。

7.2.2 空化

应咨询制造商有关防止产生闪蒸和空化现象的建议。这些建议包括被测流体饱和蒸气压以及流量计内最小局部压力的计算公式。还可包括在下游设置阀门增加背压的建议(参见附录 C)。

7.2.3 旋涡和未充分发展的剖面

涡街流量计对异常速度剖面 and 旋涡敏感。当用户认为某一特定流量计安装偏离制造商的建议时，可以通过现场校准或联系制造商获知其影响程度(参见 10.3)。也可以使用流动调整器来矫正流动的不规则性(参见 8.3)。

7.2.4 流动稳定性

流体的流动应是稳定的，或者变化速度相对于流量计的响应时间应比较缓慢。流量或压力的脉动可能影响性能。

7.3 振动

涡街流量计和相关管道的振动应在制造商推荐的等级范围内。

7.4 安全

流量计的水密性和危险区域认证应符合现场要求。参见 GB 4208(外壳防护等级)。

8 安装

应按照制造商的安装说明进行安装。若缺少此类建议时，可按 GB/T 2624.2 中有关孔板的安装要求进行安装。以下为补充建议。

8.1 安装位置

在选定流量计的安装位置时，应注意下述通用事项：

- a) 共模电噪声可能会干扰测量。射频干扰(RFI)、电磁干扰(EMI)、接地不当和不良的信号屏蔽也可能干扰测量。在某些情况下，不可能检查无流量时输出信号的噪声。如果怀疑这些噪声的强度高到足以导致误差，可征询制造商的建议。
- b) 应遵守制造商规定的温度极限、振动极限、腐蚀性气体和湿度极限(参见 10.2)。
- c) 选择便于日常检查、维护、排管、布线的位置。

8.2 排管

在准备排管安装流量计和相关装置时应考虑以下因素。

8.2.1 应在流量计的上、下游安装所需长度、无阻塞的直管段，以获得工作条件下规定的准确度。直管段应符合 8.2.2~8.2.15 列出的条件。直管段的长度依据流量计的结构和上游扰动的性质而定。

8.2.2 连接管道的内径宜与流量计的公称通径相同。同样，校准流量计用管道的内径也应相同。流量计与其连接管道之间的内径突变可能导致流量计性能的变化。应向制造商联系，寻求有关此类影响的信息。

8.2.3 流量计应与管道同轴安装，密封垫圈不可突入管道内。

8.2.4 如果使用了多段管道，则全部长度上应平直，尽可能减小轴线不重合度。

8.2.5 靠近流量计的上、下游处不应有阀门或旁通管。如果上游必须安装阀门，应向制造商咨询其对流量计性能任何可能的影响。

8.2.6 使用合适的流动调整器可以减少所需的直管段长度(参见 8.3)。

8.2.7 当液体中有残留气泡，或者所要测量的流体含有杂质时，可能需要使用气体分离器和(或)过滤器。这些装置应安装在直管段或流动调整器的上游。

8.2.8 如有必要安装一个旁路以方便维护、检查和清理流量计，所需的 T 形接头应安装在上游直管段或流动调整器的前面和下游直管段的后面。

8.2.9 流量计应有超压保护，以防止流量计上下游阀门同时关闭时，由于流体热膨胀导致的压力过大造成的损坏。

8.2.10 涡街流量计可进行如压力、温度、密度等附加的过程测量。但这些传感器的安装位置可能影响某些涡街流量计的使用，可要求制造商给予指导。

8.2.11 流量计应按照制造商推荐的方向安装。

8.2.12 测量液体流量时,流体应充满管道。把流量计安装在流动方向朝上的垂直管道中可确保满管流。

8.2.13 应防止流量计承受过度的管道应力。

8.2.14 如果流体是可凝结气体(例如蒸汽)应征求制造商的相关建议。

8.2.15 如果流量计用于极端条件下,例如液体的水击现象、气体测量时的带液现象、超量程等,应征求制造商的相关建议。

8.3 流动调整器

各种流动调整器可有效减少管道中轴向速度分布特性畸变和(或)紊流的影响,因而在安装条件不符合制造商建议的情况下,可以有效地改善流量计的性能。有关安装条件和(或)流动调整器的使用建议可向制造商咨询,包括流动调整器的类型、尺寸以及相对于流量计的安装位置。

9 操作

9.1 流量计应在制造商建议的工作条件下运行,以获得指定的不确定度及正常的使用寿命。关键在于合适的口径以及正确的安装、使用和维护方法。

9.2 安装前应清扫管道,清除焊渣,锈蚀物或其他管道残留物。清扫前最好拆除非流线型旋涡发生体和传感器,或整体拆除,在试压检漏试验前再装回。

9.3 应遵守制造商推荐的投运程序,以避免超量程和水击等现象对非流线型旋涡发生体和传感器造成损坏。

9.4 为避免 K 系数的偏离,应咨询制造商关于维修和更换传感器时所应采取的措施以及非流线型旋涡发生体磨损的影响。

10 性能特性

10.1 在规定的雷诺数范围和相关的流量测量不确定度内,涡街流量计可以测量流经测量管的流体的实际体积流量,而与流体的特性,即密度或黏度无关(参见 5.4 关于质量流量和标准体积流量的测量)。如果使用在规定的雷诺数范围之外,可向制造商咨询修正系数和预期的测量不确定度。

10.2 当过程的温度和压力与校准时的温度和压力存在显著差异时,可能会影响测量管的几何形状,从而影响流量计的 K 系数。可向制造商咨询相关的修正系数。

10.3 影响旋涡分离过程的诸多现象可能会影响流量计的性能,例如速度剖面、两相流、泵扰动、脉动流、入口节流扰动和空化等。这些现象会影响涡街频率的检测,并引起 K 系数的变化。认真选择和配置流量系统的部件以及正确配管可以减少或消除这些影响。可以咨询流量计制造商解决这些问题的方法。

11 校准(K 系数的确定)

11.1 流量计制造商应说明规定参比条件下流量计的平均 K 系数和预期不确定度。此系数可以根据实际尺寸的测量进行推算,但通常是通过实流校准获得。由于涡街流量计的性能对雷诺数不敏感,因而可以用任何适用的流体进行校准,但是必须使涡街频率和雷诺数保持在流量计的极限范围内。应说明所采用的校准方法。

11.2 如果有可能,可以通过现场校准的方法改善测量的不确定度(校准应遵循相应的国际标准)。对于气体流量的测量,参比流量测量装置通常采用传递装置、带压力和温度修正的容积计量容器,或临界流喷嘴。对于液体流量的测量,可采用传递装置、称重法或容积法。

11.3 可与制造商联系获取所需的校准或性能认证的证书。

附录 A

(资料性附录)

周期波动及其对校准的影响

周期波动和相关的频率波动通常只与校准有关。

注 1: 所有流体流量的在线测量方法都不同程度地受到与紊流(通常称之为流体噪声)有关的波动的影响。在旋涡测量中,这种噪声会导致传感器信号的周期发生变化,称为“周期波动”。

有多种因素影响流量计的旋涡分离特性,从测量所依赖的物理现象到基础测量的电信号处理技术。下面的论述仅限于旋涡分离这一物理现象。

关于周期波动(见注 2),众所周知,即使流量是恒定的,从一个循环到另一个循环的旋涡分离周期也可能存在小的随机波动。由此,一个周期的确定总是要用一个平均周期(τ)和平均周期的标准偏差(σ)来表示。如果周期测量数足够多,再增加测量次数将不能明显改善标准偏差了。

平均周期的百分比误差由下式给出:

$$\delta = \frac{100\sigma}{\tau(n)^{\frac{1}{2}}} \quad \dots\dots\dots(\text{A.1})$$

式中:

$$\tau = \frac{\sum \tau_i}{n};$$

t ——置信度 95% 的双尾学生氏分布系数,自由度为 $(n-1)$ (对于 30 次或以上的测量: $t=2.0$);

n ——周期测量次数;

$$\sigma = \left[\frac{\sum (\tau_i - \tau)^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}};$$

τ_i ——第 i 次周期测量;

δ ——平均周期的百分比误差。

注 2: 后续旋涡的强度和相对位置可能与其平均值不同。这些变化与紊流现象有关,可能会引起传感器输出信号的频率波动和幅值变化。频率波动会影响流量计的响应时间。严重的幅值变化会影响流量计的性能,特别是在小流量时会导致计数或脉冲丢失。如果紊流程度能导致上述现象时,应与制造商联系。

一旦 σ 确定,为保证不确定度在预定的 $\pm \delta\%$ 内,需计数的脉冲数 N 由下式给出:

$$N = \left(\frac{100\sigma}{\delta\tau} \right)^2 \quad \dots\dots\dots(\text{A.2})$$

获得此响应时间 $a = N\tau$,它与流量有关:

$$a = \frac{N \times d}{St \times v} \quad \dots\dots\dots(\text{A.3})$$

或:

$$a = \frac{N}{K \times q_v} \quad \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

式中:

$St = \frac{f \times d}{v}$ ——斯特罗哈尔数;

f ——涡街频率;

v ——流量计内流速;

d ——非流线型旋涡发生体迎流面的宽度;

K ——平均 K 系数;

q_v ——体积流量;

a ——响应时间。

由此可见,假设斯特罗哈尔数不随流量变化(未必是个好的假设),流量计的响应时间只与旋涡分离的周期不确定度相关,与流速或体积流量成反比。

例如:假设流量计的斯特罗哈尔数为 0.24,则平均周期的标准偏差由下式给出:

$$\frac{100\sigma}{\tau} = 1.5\% \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

假设 $d/D=0.27$,获得不确定度为 0.25%的平均流量所需的时间为:

$$a = \frac{N \times d}{St \times v} = \frac{\left(\frac{100\sigma}{\delta\tau}\right)^2 d}{St \times v} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

代入上述数值并假设 N 很大,上式变成:

$$a = \frac{\left(\frac{2}{0.25} \times 1.5\right)^2 d}{0.24v} = 600 \frac{d}{v} = 162 \frac{D}{v} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

具有这些特性的、口径为 25 mm 和 150 mm 流量计的响应时间的计算结果见表 A.1:

表 A.1 流量不确定度为 0.25%所需要的响应时间 a

流速 m/s	a/s	
	流量计口径	
	D=25 mm	D=150 mm
0.31	13.1	78.4
3.10	1.31	7.84
6.35	0.64	3.8
63.5	0.064	0.38

因此,对于大口径低流速情况,时间常数应足够大,以便在流量扰动后有足够的时间来获得高的准确度。注意,如果 $100\sigma/\tau=3\%$,上表的时间应当乘以 4。

应向制造商咨询这些现象对流量计的影响。

附录 B
(资料性附录)
旋涡传感器

多种传感器技术可用于检测旋涡分离。检测元件的最重要特性是对被测量敏感,而对其他影响量不敏感,例如温度,压力脉动,振动等。在旋涡分离区域的流速和压力的变化可产生不同的效应,可由以下所列的旋涡传感器检测。

a) 检测非流线型旋涡发生体运动产生的机械应力的有:

- 压电式应变传感器;
- 电阻应变传感器;
- 电容应变传感器;
- 光学传感器等。

b) 检测非流线型旋涡发生体侧面差压变化的有:

- 压电式压力传感器;
- 电容压力传感器;
- 振动体式传感器;
- 可变电感式压力传感器等。

c) 检测非流线型旋涡发生体周围流速变化的有:

- 热敏电阻传感器;
- 热线式风速计;
- 超声传感器等。

这些传感器可以安装在非流线型旋涡发生体的内部或外部,也可以安装在流量计壳体的外面。

流体密度会影响旋涡传感器的性能。低密度流体,由于其旋涡能量相对较低,会影响小流量检测时的性能。高密度流体,由于旋涡能量相对较高,可能导致灵敏的传感器的损坏而影响大流量检测时的性能。

其他需考虑的因素还包括:

- 黏度影响;
- 液体的空化现象;
- 温度引起的尺寸变化;
- 过程中管道的振动;
- 过程中压力波动;
- 安装影响(参见第 8 章)。

附录 C

(资料性附录)

防止空化的压力限值计算

旋涡分离现象是以旋涡从非流线型旋涡发生体上分离的稳定性为基础的,因此,任何引起流体特性变化的条件都将影响流量测量的准确度。

在非线性旋涡发生体处,由于流通面积减小,导致流速局部增大,从而使局部压力降低。在液态系统中,当局部压力降至液体蒸气压或更低时,将会产生闪蒸和空化现象。这将导致气泡的形成从而改变流体特性,引起旋涡分离的不规则,进而产生测量误差。

公认的指标是下游最低压力限值 p_{dmin} ,可用下式计算:

$$p_{\text{dmin}} = (c_1 \times \Delta p) + (c_2 \times p_{\text{vap}}) \quad \dots\dots\dots (\text{C.1})$$

式中:

p_{dmin} ——下游最低压力限值;

p_{vap} ——工况温度下流体蒸气压力;

Δp ——总压力损失;

c_1, c_2 ——取决于不同设计和尺寸的经验常数。

由于压力降低取决于流量计的结构,应与制造商联系获取 c_1 和 c_2 的值。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17612—1998 封闭管道中液体流量的测量 称重法(idt ISO 4185:1980)
 - [2] GB/T 17613.1—1998 采用称重法进行封闭管道中液体流量的测量 校验装置的程序
第1部分:静态称重系统(idt ISO 9368-1:1990)
 - [3] ISO 8316 封闭管道中液体流量的测量 用体积罐收集液体的方法
 - [4] 测量不确定度表示指南,ISO BIPM,IEC,IFCC,IUPAC,IUPAP,OIML.
-

中华人民共和国
国家标准
封闭管道中流体流量的测量
用安装在充满流体的圆形截面管道中的
涡街流量计测量流量的方法
GB/T 25922—2010/ISO/TR 12764:1997

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 29 千字
2011年5月第一版 2011年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-42637 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 25922-2010