



# 安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 179—2024

## 气体涡街流量计在线校准规范

Online Calibration Specification for  
Gas Vortex-shedding Flowmeter

2024-01-15 发布

2024-03-01 实施

安徽省市场监督管理局 发布

# 气体涡街流量计在线校准规范

Online Calibration Specification for

Gas Vortex-shedding Flowmeter

JJF (皖) 179-2024

归口单位：安徽省流量和容量计量技术委员会

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

参加起草单位：淮南市计量测试检定所

合肥热电集团有限公司

合肥合燃华润燃气有限公司

本规范委托安徽省流量和容量计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

袁利根（安徽省计量科学研究院）

贾永康（淮南市计量测试检定所）

余 军（安徽省计量科学研究院）

**参加起草人：**

袁劲乔（安徽省计量科学研究院）

张东伟（安徽省计量科学研究院）

赵 俊（淮南市计量测试检定所）

葛晓龙（合肥热电集团有限公司）

徐加玉（合肥合燃华润燃气有限公司）

# 目 录

引言 .....	(II)
1 适用范围 .....	(1)
2 引用文件 .....	(1)
3 术语 .....	(1)
4 概述 .....	(1)
5 计量特性 .....	(2)
6 校准条件 .....	(2)
7 校准项目及校准方法 .....	(3)
8 校准结果的表达 .....	(5)
9 复校时间间隔 .....	(6)
附录 A 校准记录参考格式 .....	(7)
附录 B 校准证书内页参考格式 .....	(9)
附录 C 气体涡街流量计示值误差不确定度评定示例 .....	(10)
附录 D 气体涡街流量计现场校准前准备工作 .....	(15)

# 引 言

JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1004《流量计量名词术语及定义》、JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本校准规范制定工作的基础性系列文件。

本规范为首次发布。

# 气体涡街流量计在线校准规范

## 1 适用范围

本规范适用于口径大于 DN50mm, 用于测量压力不低于 0.3MPa、温度不低于 135℃ 的蒸汽, 或压力不低于 0.3MPa 的其他气体介质的能直接显示标况流量或质量流量的气体涡街流量计 (下称涡街流量计) 在线校准。

不适用于无温度、压力补偿的涡街流量计。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJG 1029-2007 涡街流量计

JJG 1030-2007 超声流量计

JB/T 9249-2015 涡街流量计

凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规范; 凡是不注日期的引用文件, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本规范。

## 3 术语

### 3.1 标准表 standard meter

本规范的标准表专指基于时差法原理, 用于校准在线使用涡街流量计的外夹式超声波流量计。

### 3.2 标准表法 standard meter method

以标准表为标准器, 使流体在相同时间间隔内连续通过标准表和被校涡街流量计, 用比较的方法确定被校涡街流量计计量性能的校准方法。

### 3.3 在线校准 on line calibration

确定实际工作条件下流量计所指示的量值与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作。

## 4 概述

涡街流量计由传感器和流量积算显示装置或流量积算仪或流量计算机组成。

涡街流量计利用卡门涡街原理。在流体中安放旋涡发生体，流体在旋涡发生体下游两侧交替地分离释放出两列有规律的交错排列的旋涡，在一定雷诺数范围内，该旋涡的频率与旋涡发生体的几何尺寸、管道的几何尺寸有关，旋涡的频率正比于流量，此频率可由探头检出。

$$f = \frac{S_r \cdot \bar{u}}{b} \quad (1)$$

式中：

$b$  ——旋涡发生体的宽度，m；

$\bar{u}$  ——流经流量计的流体平均流速，m/s；

$f$  ——旋涡的频率，Hz；

$S_r$  ——斯特罗哈尔数。

## 5 计量特性

### 5.1 示值误差

在线校准的涡街流量计最大允许误差见表 1。

表 1 气体涡街流量计的最大允许误差

流量	低区	高区
	$q_{\min} \leq q < q_t$	$q_t \leq q \leq q_{\max}$
最大允许误差	$\pm 5\%$	$\pm 2.5\%$
注：分界流量 $q_t$ 对应的流量为 $0.2q_{\max}$ 。		

### 5.2 重复性：

涡街流量计的重复性应不超过其最大允许误差绝对值的 1/3。

注：以上指标不用于合格性判别，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

#### 6.1.1 环境温度：(5~45)℃；

相对湿度：35%~95%；

大气压力：86kPa～106kPa。

6.1.2 周围无明显影响标准表及涡街流量计正常工作的外界磁场、机械振动和噪声。

## 6.2 标准器及配套设备

校准所使用的标准器及配套设备见表 2，且应具有有效的检定/校准证书。

表 2 标准器及配套设备

序号	设备名称	测量范围	技术指标
1	超声波流量计	(0.5～35.0) m/s	最大允许误差：±1.0%，重复性 优于 0.3%
2	超声波测厚仪	(0～50.0) mm	最大允许误差：±0.1mm
3	π尺	DN (50～1000) mm	最大允许误差：±0.06mm 分度值：0.02mm
4	水平尺	(0.5～1) m	最大允许误差：±0.5mm/m
5	电子秒表	(0～3600) s	最大允许误差：±0.10s 分度值：0.01s

## 7 校准项目及校准方法

### 7.1 校准项目

示值误差和重复性。

### 7.2 示值误差

#### 7.2.1 涡街流量计只显示累积流量时示值误差的校准

在标准表安装完成后，待标准表稳定 10min 后，同时读取标准表与涡街流量计的初始累积流量示值  $V_{sa}$  与  $V_{ma}$ ，经过一段时间（不小于 10min）的流量累积后再同时读取标准表与涡街流量计的终止累积流量示值  $V_{sb}$  与  $V_{mb}$ ，作为第  $i$  流量点下的一次示值误差校准，单流量点校准次数  $j$  应不少于 3 次。按下式进行累计流量的示值误差计算：

$$E_{v(ij)} = \frac{V_{m(ij)} - V_{s(ij)}}{V_{s(ij)}} \times 100\% \quad (2)$$

$$V_{s(ij)} = V_{sb(ij)} - V_{sa(ij)} \quad (3)$$

$$V_{m(ij)} = V_{mb(ij)} - V_{ma(ij)} \quad (4)$$

式中：

$E_{v(ij)}$  ——被校流量计第  $i$  点第  $j$  次累积流量示值误差，(%)；



$V_{s(ij)}$  ——标准流量计第  $i$  点第  $j$  次累计流量示值, ( $\text{m}^3$ );

$V_{m(ij)}$  ——被校流量计第  $i$  点第  $j$  次累计流量示值, ( $\text{m}^3$ );

$V_{sa(ij)}$  ——标准流量计第  $i$  点第  $j$  次初始累计流量值, ( $\text{m}^3$ );

$V_{sb(ij)}$  ——标准流量计第  $i$  点第  $j$  次终止累计流量值, ( $\text{m}^3$ );

$V_{ma(ij)}$  ——被校流量计第  $i$  点第  $j$  次初始累计流量值, ( $\text{m}^3$ );

$V_{mb(ij)}$  ——被校流量计第  $i$  点第  $j$  次终止累计流量值, ( $\text{m}^3$ ).

通过调整截止阀或调整管路压力来调节流量大小, 选取 (1~3) 个流量点进行校准, 所选取的流量点应包含涡街流量计在正常使用状态下的流量。

### 7.2.2 涡街流量计只显示瞬时流量时示值误差的校准

在标准表安装完成后, 待标准表稳定 10min 后, 同时记录一段时间内标准表与涡街流量计的瞬时流量, 记录次数应满足  $n \geq 10$ , 时间间隔应相对均匀。分别对标准表和涡街流量计的瞬时流量值取平均, 作为该点该次的瞬时流量示值。按下式进行计算瞬时流量的示值误差:

$$E_{q(ij)} = \frac{q_{m(ij)} - q_{s(ij)}}{q_{s(ij)}} \times 100\% \quad (5)$$

$$q_{(ij)} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n q_{(ijk)} \quad (6)$$

式中:

$E_{q(ij)}$  ——被校流量计第  $i$  点第  $j$  次瞬时流量示值误差, (%);

$q_{s(ij)}$  ——标准流量计第  $i$  点第  $j$  次平均瞬时流量示值, ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$q_{m(ij)}$  ——被较流量计第  $i$  点第  $j$  次平均瞬时流量示值, ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$q_{(ijk)}$  ——第  $i$  点第  $j$  次第  $k$  个记录的瞬时流量值, ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

### 7.2.3 涡街流量计同时显示瞬时流量值与累积流量值时示值误差的校准

优先选取对累积流量的示值误差进行校准。当涡街流量计的瞬时流量过小, 引起累积流量读数末位变动一个单位需 5min 以上, 且瞬时流量波动小于流量计基本误差限的绝对值时, 可采用对瞬时流量的示值误差进行校准。

### 7.2.4 流量计第 $i$ 点示值误差的计算

按式 (7) 计算:

$$E_{(i)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{(ij)} \quad (7)$$

式中:

$E_{(i)}$  ——流量计第  $i$  点示值误差, (%);

$E_{(ij)}$  ——流量计第  $i$  点第  $j$  次示值误差, (%)。

### 7.3 重复性

根据示值误差的校准结果, 流量计的重复性误差按照下式计算:

$$E_{r(i)} = \frac{(E_i)_{\max} - (E_i)_{\min}}{d_n} \quad (8)$$

式中:

$E_{r(i)}$  ——被校流量计第  $i$  点重复性误差, (%);

$(E_i)_{\max}$  ——被校流量计第  $i$  点最大示值误差, (%);

$(E_i)_{\min}$  ——被校流量计第  $i$  点最小示值误差, (%);

$d_n$  ——极差系数, 其值见表 3。

表 3  $d_n$  数值表

测量次数 ( $n$ )	3	4	5	6	7	8	9	10
极差系数 $d_n$	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

## 8 校准结果的表达

校准结果应该在校准证书或校准报告上反映。

校准证书或校准报告至少包括以下信息:

标题, 如“校准证书”或“校准报告”;

实验室名称;

进行校准的地点;

校准证书或校准报告的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;

送校单位和地址；

送校对象的描述和明确标识；

校准日期，需要时应说明委托日期；

如果与校准结果的有效性和应用有关时，应该对抽样程序进行说明；

校准所依据的技术规范；

校准所使用的测量标准的溯源性及有效性说明；

校准环境的描述；

校准结果及测量不确定度的说明；

校准证书或校准报告签发人的有效标识以及签发日期；

校准结果仅对被校对象有效的声明。

## 9 复校时间间隔

流量计复校时间间隔建议不超过 2 年。由于复校时间间隔的长短由流量计的产品质量、使用状况及其性能等诸多因素决定，因此，使用单位可根据流量计实际使用情况合理决定复校时间间隔。

附录 A 校准记录参考格式

气体涡街流量计累积流量校准记录参考格式

证书编号：\_\_\_\_\_

第\_\_\_\_\_页 共\_\_\_\_\_页

委托单位：\_\_\_\_\_委托方地址：\_\_\_\_\_

仪器名称：\_\_\_\_\_规格型号：\_\_\_\_\_出厂编号：\_\_\_\_\_

制 造 厂：\_\_\_\_\_校准介质：\_\_\_\_\_

介质温度：\_\_\_\_\_介质压力：\_\_\_\_\_介质运动粘度：\_\_\_\_\_

校准管道外径  $D_{外}$ ：\_\_\_\_\_mm 管道壁厚：\_\_\_\_\_mm 标准表安装方式：\_\_\_\_\_

流量范围：\_\_\_\_\_环境温度 \_\_\_\_\_℃ 相对湿度 \_\_\_\_\_% 校准依据：\_\_\_\_\_

主标准器名称		规格型号		出厂编号		准确度等级		有效期	

序号	校准流量 m³/h	流量计示值			标准器示值 (□m³ □L)	示值误差 $E_{vi}$ (%)	示值误差平均值 $E_v$ (%)	重复性 $E_{ri}$ (%)	A类不确定度 (%)	B类不确定度 (%)	相对扩展不确定度 (%) ( $k=2$ )
		初读数 (□m³ □L)	终读数 (□m³ □L)	差值 (□m³ □L)							
1											
2											
3											
注：		涡街流量计的仪表系数 $K$ ：_____									

校准员：\_\_\_\_\_核验员：\_\_\_\_\_日期：\_\_\_\_\_ 年    月    日        地点：\_\_\_\_\_

气体涡街流量计瞬时流量校准记录参考格式

证书编号：\_\_\_\_\_

第\_\_\_\_\_页 共\_\_\_\_\_页

委托单位：\_\_\_\_\_委托方地址：\_\_\_\_\_

仪器名称：\_\_\_\_\_规格型号：\_\_\_\_\_出厂编号：\_\_\_\_\_

制 造 厂：\_\_\_\_\_校准介质：\_\_\_\_\_

介质温度：\_\_\_\_\_介质压力：\_\_\_\_\_介质运动粘度：\_\_\_\_\_

校准管道外径  $D_{外}$ ：\_\_\_\_\_mm 管道壁厚：\_\_\_\_\_mm 标准表安装方式：\_\_\_\_\_

流量范围：\_\_\_\_\_环境温度\_\_\_\_\_℃ 相对湿度\_\_\_\_\_％ 校准依据：\_\_\_\_\_

主标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级	有效期

序号	校准 流量 m³/h	流量计 示值 m³/h	标准表 示值 m³/h	示值 误差 $E_{qi}$ (%)	示值误差 平均值 $E_q$ (%)	重复性 $E_{ri}$ (%)	A 类 不确定 度 (%)	B 类 不确定 度 (%)	相对扩展 不确定度 (%) ( $k=2$ )
1									
注：		涡街流量计的仪表系数 $K$ ：_____							

校准：\_\_\_\_\_核验：\_\_\_\_\_日期：\_\_\_\_\_ 年 月 日 地点：\_\_\_\_\_

## 附录 B

## 校准证书内页参考格式

校准结果/说明:

1. 校准介质:

2. 管道外径:            mm    壁厚:            mm    标准表安装方法:

3. 流量计的仪表系数 K:

4. 校准结果:

序号	校准流量点 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	示值误差 (%)	示值误差的测量不确定度 $U_{\text{rel}}$ (%), $k=2$
1			
2			
3			

## 附录 C

## 气体涡街流量计示值误差不确定度评定示例

## C.1 概述

C.1.1 测量依据：气体涡街流量计在线校准规范

C.1.2 测量标准：外夹式超声波流量计，1.0级； $\pi$ 尺，最大允许误差： $\pm 0.06\text{mm}$ ；超声波测厚仪，最大允许误差： $\pm 0.1\text{mm}$ ；秒表，分度值：0.01s。

C.1.3 测量方法：以标准表（外夹式超声波流量计）为标准器，将标准表换能器安装在被校流量计上游或下游标准直管段处，使介质在相同时间间隔内连续通过标准表和被较表，比较两者的输出流量值，计算气体涡街流量计的示值误差。

C.1.4 被校气体涡街流量计：口径 DN200mm，准确度等级 2.0 级。现场校准流量为  $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，连续测量三次，测量时间间隔为 10min。

C.2 由于流量计的累积流量为瞬时流量乘以采样时间，现在实际校准中，被较流量计和标准表的采样时间相同，因此采用累积流量与瞬时流量进行校准的不确定度可以用同一种方法进行评定。

## C.3 测量模型

对于单次测量，涡街流量计相对误差的测量模型如式 (C.1)

$$E = \frac{Q - Q_s}{Q_s} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

$E$  —— 涡街流量计的示值误差，(%)；

$Q$  —— 涡街流量计示值，( $\text{m}^3$ )；

$Q_s$  —— 标准流量计示值，( $\text{m}^3$ )。

根据不确定度传播律，合成标准不确定度可按式 (C.2) 计算得到：

$$u_{cr}^2(E) = c^2(Q) \cdot u_r^2(Q) + c^2(Q_s) \cdot u_r^2(Q_s) \quad (\text{C.2})$$

各输入量彼此独立不相关

$$u_{cr}^2(E) = u_r^2(Q) + u_r^2(Q_s) \quad (\text{C.3})$$

## C.4 各输入量标准不确定度的评定

不确定度主要由标准表、测量管道内径、测量时间引入的不确定度，被校表测量重复

性引入的不确定度两部分组成。

标准表超声波流量计的计算公式：

$$Q_s = \frac{K\pi d^2}{4} vt \quad (\text{C.5})$$

$$u_r^2(Q_s) = u_r^2(v) + 4u_r^2(d) + u_r^2(t) \quad (\text{C.6})$$

式中：

$K$  ——标准表仪表系数；

$v$  ——声道上线平均流速，(m/s)；

$d$  ——管道内径，(m)；

$t$  ——测量时间，(s)；

$u_r(v)$  ——标准表流速测量引入的影响量；

$u_r(d)$  ——管道内径测量引入的影响量；

$u_r(t)$  ——标准表检测时间引入的影响量。

#### C.4.1 标准器流速测量引入不确定度 $u_r(v)$

标准器超声波流量计准确度为1.0级，按均匀分布，引入的相对标准不确定度为：

$$u_r(v) = \frac{1.0\%}{\sqrt{3}} = 0.58\%$$

#### C.4.2 管道内径 $d$ 测量引入的标准不确定度 $u_r(d)$

管道内径测量不确定度主要由外径测量不确定度和壁厚测量不确定度两部分组成。

##### C.4.2.1 管道外径 $D$ 测量引入的标准不确定度 $u(D)$

管道外径测量使用  $D=(50\sim300)$  mm 精密  $\pi$  尺，测量 4 次，测量结果见表 C.1，采用极差法，测量平均值的标准不确定度为：

$$u(D_1) = \frac{0.62}{2.06 \cdot \sqrt{3}} = 0.174 \text{ mm}$$

$\pi$  尺的最大允许误差为  $\pm 0.06 \text{ mm}$ ，按均匀分布，引入的标准不确定度为：

$$u(D_2) = \frac{0.06}{\sqrt{3}} = 0.035 \text{ mm}$$



则管道外径测量的标准不确定度为:  $u(D) = \sqrt{u(D_1)^2 + u(D_2)^2} = 0.178\text{mm}$

表C.1 试验管道几何尺寸测量记录

测量 次数 测量值	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
壁厚 $\delta(\text{mm})$	7.3	7.3	7.3	7.2	7.1	7.24
周长 $C(\text{mm})$	218.42	218.68	218.22	218.84	——	218.54

#### C.4.2.2 管道壁厚 $\delta$ 测量引入的标准不确定度 $u(\delta)$

管道壁厚采用最大允许误差 $\pm 0.1\text{mm}$ 的超声波测厚仪测量5次,测量结果见表C.1,采用极差法,测量平均值的标准不确定度为:

$$u(\delta_1) = \frac{0.2}{2.33 \cdot \sqrt{3}} = 0.05\text{mm}$$

测厚仪的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{mm}$ ,按均匀分布,引入的标准不确定度为:

$$u(\delta_2) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.06\text{mm}$$

则管道壁厚测量的标准不确定度为:

$$u(\delta) = \sqrt{u^2(\delta_1) + u^2(\delta_2)} = 0.078\text{mm}$$

已知:  $d = D - 2\delta$ , 则:

$$u(d) = \sqrt{u(D)^2 + u(\delta)^2} = 0.195\text{mm}$$

$$u_r(d) = \frac{u(d)}{d} \times 100\% = 0.10\%$$

#### C.4.3 测量时间引入不确定度 $u_r(t)$

##### C.4.3.1 标准器测量响应时间引入不确定度 $u(t_1)$

根据说明书此值在 $\pm 0.5\text{s}$ ,按均匀分布,引入的标准不确定度为:

$$u(t_1) = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.289\text{s}$$

##### C.4.3.2 标准表与被校涡街流量计不同步引入不确定度 $u(t_2)$

估计此值在 $\pm 1\text{s}$ ，按均匀分布，引入的标准不确定度为：

$$u(t_2) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577\text{s}$$

设定一次累积测量时间为 10min, 则测量时间引入相对标准不确定度  $u_r(t)$ ：

$$u(t) = \sqrt{u^2(t_1) + u^2(t_2)} = \sqrt{0.289^2 + 0.577^2} = 0.65\text{s}$$

$$u_r(t) = \frac{u(t)}{t} \times 100\% = \frac{0.65}{600} \times 100\% = 0.11\%$$

#### C.4.4 涡街流量计引入不确定度 $u_r(Q)$

##### C.4.4.1 涡街流量计分辨力引入不确定度 $u(Q_1)$

涡街流量计的分辨率为  $0.1\text{m}^3$ ，引入的标准不确定度为：

$$u(Q_1) = 0.289 \times 0.1\text{m}^3 = 0.0289\text{m}^3$$

现场校准流量为  $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，测量时间为 10min 的累积量约  $166.66\text{m}^3$ ，则：

$$u_r(Q_1) = \frac{0.0289}{166.66} \times 100\% = 0.017\%$$

##### C.4.4.2 标准表与涡街流量计测量重复性引入不确定度 $u(Q_2)$

现场校准流量为  $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，连续测量三次，测量时间为 10min，三次测量结果得到的示值误差的重复性为 0.35%，引入的标准不确定度为：

$$u_r(Q_2) = \frac{0.35\%}{\sqrt{3}} = 0.23\%$$

因  $u_r(Q_1)$  小于  $u_r(Q_2)$ ，则舍去分辨力引入的不确定度分量，取重复性分量。则：

$$u_r(Q) = u_r(Q_2) = 0.23\%$$

#### C.5 合成标准不确定度

##### C.5.1 标准不确定汇总表

表 C.2 标准不确定度汇总表

不确定度分量	标准不确定度 分量来源	标准不确定度分量 $u_r(x_i)\%$
$u_r(v)$	标准表	0.58
$u_r(d)$	管道内径测量	0.10
$u_r(t)$	时间测量	0.11
$u_r(Q)$	涡街流量计重复性	0.23

## C.5.2 合成标准不确定度

$$u_{crel}^2 = u_r^2(v) + 4u_r^2(d) + u_r^2(t) + u_r^2(Q)$$

$$u_{crel} = \sqrt{(0.58\%)^2 + 4 \times (0.10\%)^2 + (0.11\%)^2 + (0.23\%)^2} = 0.67\%$$

## C.5.3 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则涡街流量计在线校准的扩展不确定度为：

$$U_{rel} = u_{crel} \times k = 0.67\% \times 2 \approx 1.4\%$$

## 附录 D

### 气体涡街流量计现场校准前准备工作

#### D.1 现场操作要求

D.1.1 被校涡街流量计的安装应符合 JJG1029-2007《涡街流量计检定规程》中第 7.1.4 条的规定。

D.1.2 被校涡街流量计应具有一体式温度、压力补偿或配套温度、压力变送器进行使用，应能直接显示标况流量或质量流量。

D.1.3 当以天然气等可燃性或爆炸性流体为介质进行校准的场合，所有校准装置及其配套设备，检测场地都应满足 GB 50251 的要求，所有设备、环境条件必须符合 GB 3836.1-2021、GB 3836.2-2021、GB 3836.3-2021 的相关安全防爆要求。

#### D.1.4 安装标准表的标准管段的要求

D.1.5 标准管段的位置应以上下游直管段长度尽量长的原则选定，标准管段的焊缝应避开标准表传感器的安装位置及声束反射位置，标准管段位置选择应尽量远离阀门、变径管、弯头、三通等常见阻力件。

D.1.6 当测量介质为蒸汽时，应选取在疏水阀下游不小于 10 倍公称通径（10D）处进行测量。

#### D.2 标准表安装方法

D.2.1 标准表安装处前后直管段应符合生产厂家的安装使用要求。注意避开可能产生电磁干扰、外部管壁锈蚀严重以及管道内部可能有结垢的位置。如厂家没有规定，则应安装在离任何上游扰动部件不小于 5 倍公称通径或离任何下游扰动部件不小于 3 倍公称通径的直管段处。

标准表法安装示意图见图 D.1：

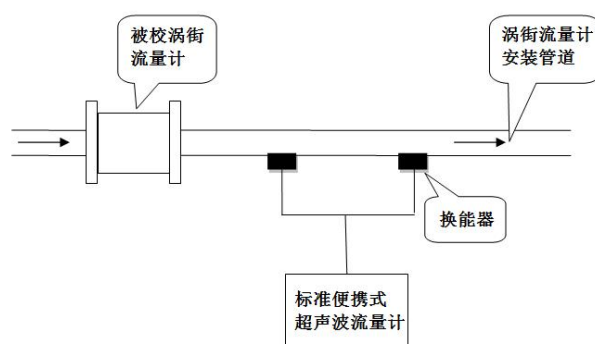


图 D.1 标准表法安装示意图

D.2.2 管径测量: 使用 $\pi$ 尺在标准表安装位置附近同一截面上等角分布测量  $n$  次外直径 ( $n \geq 4$ ), 取其平均值作为管道外直径  $D_{\text{外}}$ 。

D.2.3 壁厚测量: 确认涡街流量计安装管道使用材质后, 设置好超声波测厚仪对应的声速, 使用超声波测厚仪在标准表安装位置均匀布 5 个点, 测量出 5 组壁厚, 取其平均值作为管道壁厚。由于部分种类管道的材质原因, 导致超声波测厚仪无法测量管道壁厚时, 应查阅相关资料, 对管道壁厚进行确认。

D.2.4 根据相关资料确认管道内介质种类、介质的运动粘度、介质密度、介质温度、介质压力、管道是否有内衬、衬里材料、衬里厚度以及管道内表面粗糙度等。

D.2.5 将以上相关参数输入标准表内, 选择相应的换能器安装方法, 得出标准表两个换能器安装距离  $L$ 。换能器的安装方法优先选择“V”型或“W”型, 即两个换能器安装在管道同侧。当管道外径  $D \leq 400\text{mm}$  时, 优先选择“对角”型安装, 即两个换能器安装在管道两侧。

D.2.6 在换能器安装管道上划线定位, 并用水平尺测量保证两个换能器安装在同一平面上, 每个换能器的中心线应与管道轴线平行; 也可使用坐标纸剪成宽为  $L$  的长条, 围在管壁上, 使纸长等于周长, 然后对折, 定出换能器的位置。

D.2.7 清理已定安装位置附近的管壁, 将管壁上的油漆、铁锈、污垢等清理后, 露出管道材质, 打磨光滑。

D.2.8 在已清理的管道上涂抹标准表生产商所规定的降噪材料, 按照生产商的要求涂抹相应层数, 每层降噪材料应满足规定的干燥时间。

D.2.9 在换能器表面均匀涂抹耦合剂, 用磁铁或者链条将两个换能器可靠的安装在管壁固定位置上 (也可使用标准表厂家说明书里推荐的其他方法执行), 使换能器发射面与管壁紧密接触, 其间不得有缝隙。

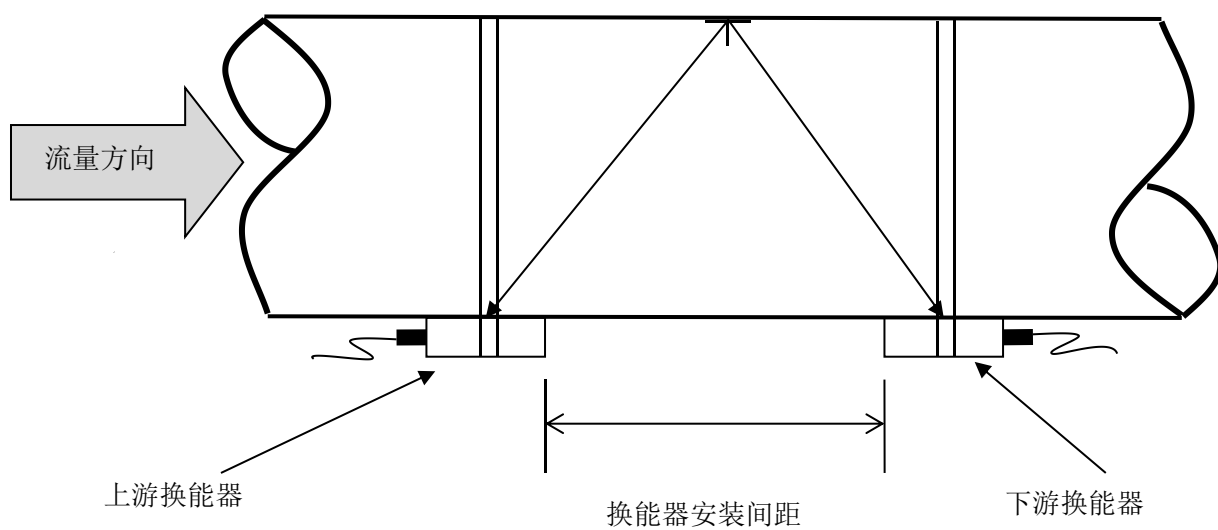


图 D.2 标准表换能器“V”型、“W”型安装示意图（俯视）

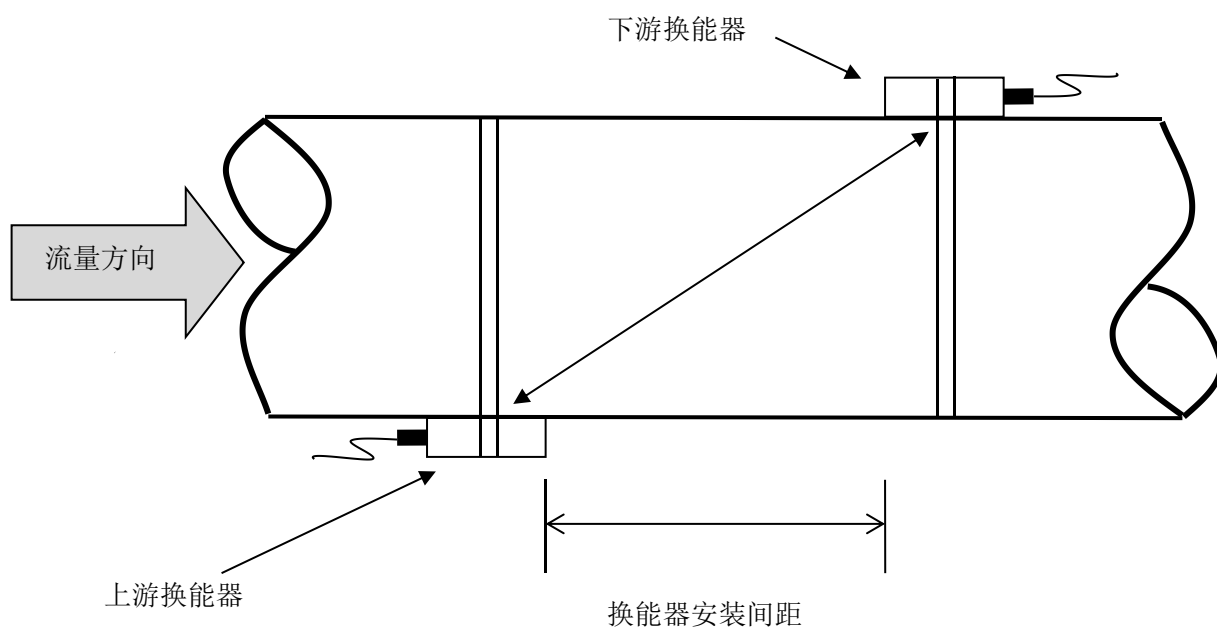


图 D.3 标准表换能器“对角”型、“Z”型安装示意图（俯视）

