



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1030—2007

---

## 超 声 流 量 计

Ultrasonic Flowmeters

2007—08—21 发布

2007—11—21 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

# 超声流量计检定规程

Verification Regulation of  
Ultrasonic Flowmeters

JJG 1030—2007  
代替 JJG 198—1994  
中超声流量部分

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2007 年 8 月 21 日批准，并自 2007 年 11 月 21 日起施行。

归口单位：全国流量容量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

国家原油大流量计量站成都天然气流量分站

参加起草单位：国家水大流量计量站

天津市计量监督检测科学研究院

艾默生过程控制有限公司丹尼尔计量和控制部

北京昌民技术有限公司

北京伟业源冠科贸有限公司

深圳市建恒工业自控系统有限公司

唐山汇中仪表有限公司

本规程委托全国流量容量计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

王 池（中国计量科学研究院）

丘逢春（国家原油大流量计量站成都天然气流量分站）

**参加起草人：**

苗豫生（国家水大流量计量站）

陈 兴（天津市计量监督检测科学研究院）

王水山（艾默生过程控制有限公司丹尼尔计量和控制部）

朴奇焕（北京昌民技术有限公司）

史 磊（北京伟业源冠科贸有限公司）

肖 聪（深圳市建恒工业自控系统有限公司）

张力新（唐山汇中仪表有限公司）

## 目 录

1 范围	( 1 )
2 引用文献	( 1 )
3 术语和定义	( 1 )
4 概述	( 2 )
4.1 工作原理	( 2 )
4.2 结构形式	( 3 )
5 计量性能要求	( 4 )
5.1 准确度等级	( 4 )
5.2 重复性	( 4 )
5.3 流量计系数调整	( 4 )
5.4 双向测量流量计的要求	( 4 )
5.5 外夹式流量计的要求	( 4 )
6 通用技术要求	( 4 )
6.1 随机文件	( 4 )
6.2 铭牌和标识	( 5 )
6.3 外观	( 5 )
6.4 保护功能	( 5 )
6.5 密封性	( 5 )
7 计量器具控制	( 6 )
7.1 检定条件	( 6 )
7.2 检定项目和检定方法	( 7 )
7.3 检定结果的处理	( 10 )
7.4 检定周期	( 10 )
附录 A 超声流量计型式评价	( 11 )
附录 B 现场检定特殊要求	( 18 )
附录 C 使用中检验	( 19 )
附录 D 超声流量计的安装要求	( 23 )
附录 E 检定证书 (内页) 格式	( 25 )

## 超声流量计检定规程

### 1 范围

本规程适用于以时间差法为原理的封闭管道用超声流量计（以下简称流量计）的型式评价、首次检定、后续检定和使用中的检验。

本规程不适用于明渠或暗渠超声流量测量仪表的检定。

### 2 引用文献

下列标准、规程所包含的条文，通过引用而构成本规程的条文。

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1004—2004 流量计量名词术语及定义

GB 3836 爆炸性气体环境用电气设备

GB/T 18604—2001 用气体超声流量计测量天然气流量

GB 17820—1999 天然气

GB 50251—2003 输气管道工程设计规范

GB/T 13609—1999 天然气取样导则

GB/T 13610—2003 天然气组分分析 气相色谱法

GB/T 17747.2—1999 天然气压缩因子的计算 第2部分：用摩尔组成进行计算

ISO 17089: 2004 (CD) Measurement of fluid flow in closed conduits – Ultrasonic meters for gas; meters for fiscal – and allocation measurement.

ISO/TR 12765: 1997 Measurement of fluid flow in closed conduits – methods using transit time ultrasonic flowmeters.

AGA Report – 1992 No.8 Compressibility factors of natural gas and other related hydrocarbon gases

AGA Report No.9 – 1998 Measurement of gas by multipath ultrasonic meters

AGA Report No.10 – 2003 Speed of sound in natural gas and other related hydrocarbon gases

ANSI/API MPMS 5.8 – 2004 Measurement of liquid hydrocarbons by ultrasonic flow meters using transit time technology

应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

### 3 术语和定义

#### 3.1 超声流量计 (ultrasonic flowmeter)

利用超声波在流体中的传播特性来测量流量的流量计。

#### 3.2 超声换能器 (ultrasonic transducer)

在电信号作用下可产生声波输出，并可将声波信号转换为电信号的器件。

### 3.3 接触式超声流量计 (wetted ultrasonic meters)

将换能器嵌入流体管道内, 换能器直接与流体接触的流量计。

### 3.4 外夹式超声流量计 (clamp-on ultrasonic meters)

将换能器固定在流体管道外, 声波传播的路径透过流体管道壁的流量计。

### 3.5 传播时间 (transit time)

超声波信号在流体介质部分传播的时间。

### 3.6 声道 (acoustic path)

超声波信号在成对的超声换能器间传播的实际路径。

### 3.7 声道角 (transmission angle)

声道与管道轴线之间的夹角。

### 3.8 单声道流量计 (single-path meter)

只有一对换能器的流量计。

### 3.9 双声道流量计 (dual-paths meter)

有两对换能器的流量计。

### 3.10 多声道流量计 (multiple-paths meter)

有两对以上换能器的流量计。

### 3.11 表体 (meter body)

安装超声换能器等部件, 并经过特殊制造, 在各方面都符合有关标准规定的管段。

### 3.12 零流量读数 (zero-flow reading)

介质静止状态下流量计最大流速读数。

### 3.13 脉冲系数 (pulse factor)

单位体积的流体流过流量计时流量计发出的脉冲数, 通常又称  $K$  系数, 用符号  $K$  表示。

### 3.14 流动调整器 (flow conditioner)

能减少旋涡和改善速度分布的部件。

### 3.15 信号处理单元 (signal processing unit)

由电子元件和微处理器系统组成, 是流量计的一部分。

### 3.16 分界流量 $q_t$ (transition flowrate)

在最大流量和最小流量之间的流量值, 它将流量范围分割成允许误差不同的两个区, 即“高区”和“低区”。

### 3.17 流量计系数 (meter factor)

对流量计进行实流检定, 并按结果对流量计示值进行修正的系数。其值为标准器示值与流量计示值之比。一般用符号  $F$  表示。

## 4 概述

### 4.1 工作原理

流量计以测量声波在流动介质中传播的时间与流量的关系为原理。通常认为声波在流体中的实际传播速度是由介质静止状态下声波的传播速度 ( $c_f$ ) 和流体轴向平均流速

( $v_m$ ) 在声波传播方向上的分量组成。按图 1 所示, 顺流和逆流传播时间与各量之间的关系是:

$$t_{\text{down}} = t_{AB} = \frac{L}{(c_f + v_m \cos \phi)} \quad t_{\text{up}} = t_{BA} = \frac{L}{(c_f - v_m \cos \phi)} \quad (1)$$

式中:  $t_{\text{up}}$ ——超声波在流体中逆流传播的时间;

$t_{\text{down}}$ ——超声波在流体中顺流传播的时间;

$L$ ——声道长度;

$c_f$ ——声波在流体中传播的速度;

$v_m$ ——流体的轴向平均流速;

$\phi$ ——声道角。

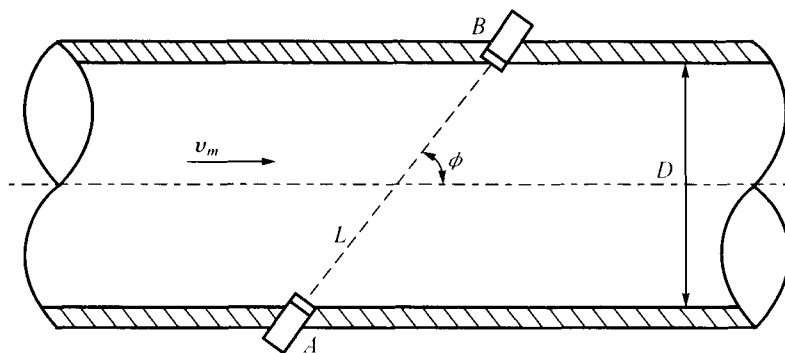


图 1 通用示意图

可利用式 (1) 的两个公式得出流体流速的表达式:

$$v_m = \frac{L}{2 \cos \phi} \left( \frac{1}{t_{\text{down}}} - \frac{1}{t_{\text{up}}} \right) \quad (2)$$

也可以用相似的方法获得声波的传播速度:

$$c_f = \frac{L}{2} \left( \frac{1}{t_{\text{down}}} + \frac{1}{t_{\text{up}}} \right) \quad (3)$$

将测得的多个声道的流体流速  $v_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$ ; 利用数学的函数关系联合起来, 可得到管道平均流速的估计值  $\bar{v}$ , 乘以过流面积  $A$ , 即可得到体积流量  $q_v$ , 如式 (4):

$$q_v = A \bar{v} \quad (4)$$

其中:

$$\bar{v} = f(v_1, \dots, v_k) \quad (5)$$

式中:  $k$ ——声道数。

注: 即便是给出了声道的数目, 但  $f(v_1, \dots, v_k)$  的精确形式也会因声道排列情况以及数值计算方法的不同而不同。

## 4.2 结构形式

### 4.2.1 构成

流量计主要由流量计表体、超声换能器及其安装部件、信号处理单元和 (或) 流量

计算机组成。对于现场接触式和外夹式流量计，安装换能器处的管道可做表体使用。接触式流量计的换能器直接与被测流体接触，外夹式流量计的换能器紧密安装在管道外壁。

#### 4.2.2 形式

4.2.2.1 流量计按换能器安装方式可分为接触式和外夹式两种形式。

4.2.2.2 接触式流量计根据换能器的数目不同，分为单声道流量计、双声道流量计和多声道流量计。

4.2.2.3 流量计的输出方式有脉冲输出、模拟量输出和数字通讯输出等。

### 5 计量性能要求

#### 5.1 准确度等级

表 1 为推荐的准确度等级系列，如采用非表中所列准确度等级，其最大允许误差需符合表 1 中对应的原则并在流量计产品说明书中及流量计铭牌上明示。流量计在  $q_t \leq q \leq q_{\max}$  的流量范围内，其最大允许误差应符合表 1 的规定，在  $q_{\min} \leq q < q_t$  的流量范围内，最大允许误差不超过表 1 规定的最大允许误差的 2 倍。并且，对气体流量计， $q_t$  对应的流速应不大于 3m/s；对液体流量计， $q_t$  对应的流速应不大于 0.3m/s。

表 1

准确度等级	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
最大允许误差 $E$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.5\%$	$\pm 2.0\%$

#### 5.2 重复性

流量计的重复性不得超过相应准确度等级规定的最大允许误差绝对值的 1/5。

#### 5.3 流量计系数调整

如在检定时改变流量计系数，则应在检定证书上标明前一次的流量计系数、本次调整后的流量计系数，以及流量计系数调整量。

#### 5.4 双向测量流量计的要求

双向测量的流量计两个测量方向应分别进行检定。

#### 5.5 外夹式流量计的要求

外夹式流量计应对所有换能器进行检定，并尽量在与使用管径相同的管径下进行检定。如使用管径与检定管径之比大于 2 或小于 1/2，使用时流量计应增加一个 0.5% 的附加误差。

### 6 通用技术要求

#### 6.1 随机文件

6.1.1 流量计应附有使用说明书。

6.1.2 外夹式流量计的使用说明书中应详细说明流量计的安装方法和使用要求。



6.1.3 流量计使用说明书中应对换能器给出工作压力范围和工作温度范围，并提供换能器安装的几何尺寸。接触式超声流量计在随机文件中应包括流量计出厂检验时几何尺寸的检验报告。

6.1.4 周期检定的流量计还应有前次的检定证书及上一次检定后各次使用中检验的检验报告。

## 6.2 铭牌和标识

6.2.1 流量计应有流向标识。

6.2.2 流量计应有铭牌。表体或铭牌上一般应注明：

- a. 制造厂名；
- b. 产品名称及型号；
- c. 出厂编号；
- d. 制造计量器具许可证标志和编号；
- e. 耐压等级（仅对接触式流量计）；
- f. 标称直径或其适用管径范围；
- g. 适用工作压力范围和工作温度范围；
- h. 在工作条件下的最大、最小流量或流速；
- i. 分界流量（当流量计有该指标时）；
- j. 准确度等级；
- k. 防爆等级和防爆合格证编号（仅对防爆型流量计）；
- l. 制造年月；

以及其他有关技术指标。

6.2.3 每一对超声波换能器应在明显位置标有永久性的惟一性标识和安装标识。

6.2.4 当换能器的信号电缆与超声波换能器需一一对应时，应在明显位置标有永久性的惟一性标识和安装标识。

## 6.3 外观

6.3.1 新制造的流量计应有良好的表面处理，不得有毛刺、划痕、裂纹、锈蚀、霉斑和涂层剥落现象。密封面应平整，不得有损伤。

6.3.2 流量计表体的连接部分的焊接应平整光洁，不得有虚焊、脱焊等现象。

6.3.3 接插件必须牢固可靠，不得因振动而松动或脱落。

6.3.4 显示的数字应醒目、整齐，表示功能的文字符号和标志应完整、清晰、端正。

6.3.5 按键应手感适中，没有粘连现象。

6.3.6 流量计各项标识正确；读数装置上的防护玻璃应有良好的透明度，没有使读数畸变等妨碍读数的缺陷。

## 6.4 保护功能

流量计应有对流量计系数进行保护的功能，并能记录历史修改过程，避免意外更改。流量计系数的值应与上次检定时置入的系数相同并没有进行过修改。

## 6.5 密封性

通过检定介质到最大实验压力，历时 5min，流量计表体上各接口应无渗漏。

## 7 计量器具控制

计量器具控制包括型式评价、首次检定、后续检定和使用中检验。附录 A 规定了型式评价的试验条件、项目和方法。附录 B 规定了现场检定的特殊要求。附录 C 规定了使用中检验的试验条件、项目和方法。

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 流量标准装置的要求

7.1.1.1 流量标准装置（以下简称装置）及其配套仪表均应有有效的检定证书。

7.1.1.2 装置测量结果的不确定度应不大于被检流量计最大允许误差绝对值的  $1/3$ 。

7.1.1.3 当检定用液体的蒸气压高于环境大气压力时，装置应是密闭式的。

7.1.1.4 需要测量流经流量计的流体温度时，可直接从流量计表体上的测温孔测温。如流量计表体上无测温孔，应根据流量计本身要求和有关规定确定温度的测量位置。如无特殊要求，对于单向测量的流量计，应将温度测量位置设在流量计下游  $(3\sim 5)D$  处（ $D$  为管道内径）；对于双向测量的流量计，应设在距流量计至少  $5D$  处。所用温度计的测量误差对检定结果造成的影响应在流量计最大允许误差的  $1/5$  以内。

7.1.1.5 需要测量流经流量计的流体压力时，可直接从流量计表体上的取压孔取压。如流量计表体上无取压孔，应根据流量计本身要求确定压力的测量位置。如无特殊要求，装置应在流量计上游侧  $10D$  处安装压力计。取压孔轴线应垂直于测量管轴线，直径为  $(4\sim 12)\text{mm}$ 。所用压力计的测量误差对检定结果造成的影响应在流量计最大允许误差的  $1/5$  以内。

#### 7.1.2 检定用流体

##### 7.1.2.1 通用条件

(1) 检定用流体应为单相气体或液体，充满试验管道，其流动应无旋涡。

(2) 检定用流体应是清洁的，无可见颗粒、纤维等物质。

(3) 液体流量计应使用液体作为检定介质，气体流量计应使用气体作为检定用介质，且检定介质与实际使用介质的密度、黏度等物理参数相接近。

##### 7.1.2.2 检定用液体

(1) 检定用液体在管道系统和流量计内任一点上的压力应高于其饱和蒸气压。对于易气化的检定用液体，在流量计的下游应有一定的背压。推荐背压为最高检定温度下检定用液体饱和蒸气压力的  $1.25$  倍。

(2) 在每个流量点的每次检定过程中，液体温度变化应不超过  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

(3) 液体中不夹杂气体。

##### 7.1.2.3 检定用气体

(1) 对工作压力在  $0.4\text{MPa}$  及以上的流量计，管道内气体的压力不低于  $0.1\text{MPa}$  并尽量使其与实际使用条件相一致。对工作压力在  $0.4\text{MPa}$  以下的流量计，管道内气体的压力不得高于  $0.4\text{MPa}$ ，可在常压下进行检定。

(2) 无游离水或油等杂质存在，粉尘等固体物的粒径应小于  $5\mu\text{m}$ 。

(3) 对准确度等级不低于  $1.0$  级的流量计，在每个流量点的每一次检定过程中，检

定用气体的温度变化应不超过  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，对准确度等级低于 1.0 级的流量计，在每个流量点的每一次检定过程中，检定用气体的温度变化应不超过  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 检定用气体为天然气时，天然气气质应符合 GB 17820 二类气的要求，天然气的相对密度为 0.55~0.80。

(5) 检定用气体为天然气时，在检定过程中，气体的组分应相对稳定。天然气取样按 GB/T 13609 执行，天然气组成分析按 GB/T 13610 执行。

(6) 在每个流量点的检定过程中，压力波动应不超过  $\pm 0.5\%$ 。

### 7.1.3 检定环境条件

7.1.3.1 环境温度一般为  $(5\sim 45)^{\circ}\text{C}$ ；湿度一般为  $(35\sim 95)\%\text{RH}$ ；大气压力一般为  $(86\sim 106)\text{kPa}$ 。

7.1.3.2 交流电源电压应为  $(220\pm 22)\text{V}$ ，电源频率应为  $(50\pm 2.5)\text{Hz}$ ，也可根据流量计的要求使用合适的交流或直流电源（如 24V 直流电源）。

7.1.3.3 外界磁场应小到对流量计的影响可忽略不计。

7.1.3.4 机械振动和噪声应小到对流量计的影响可忽略不计。

7.1.3.5 当以天然气等可燃性或爆炸性流体为介质进行检定的场合，所有检定装置及其辅助设备、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 的相关安全防爆要求。

### 7.1.4 安装条件

7.1.4.1 流量计的安装应符合附录 D 的要求。

7.1.4.2 检定时原则上须将构成流量计的所有部件一起送检。

7.1.5 每次测量时间应不少于装置和被检流量计允许的最短测量时间。

7.1.6 当采用被检表脉冲输出进行检定时，一次检定中所记脉冲数不得少于最大允许误差绝对值倒数的 10 倍。

7.1.7 用于检定的所有电气设备应在同点接地线。

## 7.2 检定项目和检定方法

### 7.2.1 检定项目

首次检定、后续检定和使用中检验的检定项目列于表 2 中。

表 2 检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
随机文件及外观	+	+	+
密封性	+	+	+
流量计参数	-	-	+
示值误差	+	+	-
重复性	+	+	-
流量计系数修正	+	+	-
注：+ 表示需检项目，- 表示不需检项目。			

## 7.2.2 随机文件和外观检查

7.2.2.1 检查随机文件,应符合第 6.1 条的要求。

7.2.2.2 用目测的方法检查流量计外观,应符合第 6.2 条和 6.3 条的要求。

## 7.2.3 示值误差检定

### 7.2.3.1 运行前检查

连接、开机、预热,按流量计说明书中指定的方法检查流量计参数的设置。

### 7.2.3.2 密封性检查

用目测的方法检查流量计密封性,应符合第 6.5 条的要求。

7.2.3.3 流量计应在可达到的最大检定流量的 70%~100% 范围内运行,至少 5min,等流体温度、压力和流量稳定后方可进行正式检定。

### 7.2.3.4 流量点的控制和检定系数

(1) 检定一般应包含下列流量点:  $q_{\min}$ ,  $q_t$ ,  $0.40q_{\max}$  和  $q_{\max}$ ; 对于准确度等级不低于 0.5%, 且量程比不大于 20:1 的流量计, 增加  $0.25q_{\max}$  和  $0.70q_{\max}$  两个流量点; 对于准确度等级优于 0.5%, 且量程比大于 20:1 的流量计, 再增加一检定点, 其流量为  $0.1q_{\max}$ 。

(2) 当装置最大检定流量不能达到  $q_{\max}$  时,  $q_{\max}$  可取装置的最大流量, 但检定的最大流量: 液体应不小于  $10q_t$ ; 气体应不小于  $4q_t$ 。

(3) 在检定过程中, 每个流量点的每次实际检定流量与设定流量的偏差应不超过设定流量的  $\pm 5\%$  或不超过  $\pm 1\% q_{\max}$ , 最小流量点对应的流体流速应不小于流量计铭牌标示的最小流速。

(4) 每个流量点的检定次数应不少于 3 次, 对于型式评价和准确度等级不低于 0.5 级的流量计, 每个流量点的检定次数应不少于 6 次。

### 7.2.3.5 检定程序

(1) 把流量调到规定的流量值, 达到稳定后。记录标准器和被检流量计的初始示值, 同时启动标准器(或标准器的记录功能)和被检流量计(或被检流量计的输出功能)。

(2) 按装置操作要求运行一段时间后, 同时停止标准器(或标准器的记录功能)和被检流量计(或被检流量计的输出功能)。

(3) 记录标准器和被检流量计的最终示值。

(4) 分别计算流量计和标准器记录的累积流量值或瞬时流量值。

### 7.2.3.6 示值误差计算

(1) 流量计单次检定的相对示值误差为:

$$E_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \quad \text{或} \quad E_{ij} = \frac{q_{ij} - (q_s)_{ij}}{(q_s)_{ij}} \times 100\% \quad (6)$$

式中:  $E_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检定时被检流量计的相对示值误差, %;

$Q_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检定时流量计显示的累积流量值,  $\text{m}^3$ ;

$(Q_s)_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器换算到流量计处状态的累积流量值,  $\text{m}^3$ ;

$q_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检定时流量计显示的瞬时流量值, 可为一次检定过程中

多次读取的瞬时流量值的平均,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$(q_s)_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器换算到流量计处状态的瞬时流量值,  $\text{m}^3/\text{h}$ 。

当标准器显示为累积流量时:

$$(q_s)_{ij} = 3600 \times \frac{(Q_s)_{ij}}{t} \quad (7)$$

式中:  $t$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检定时间,  $\text{s}$ 。

①对于液体流量计,按下式计算  $(Q_s)_{ij}$ :

$$(Q_s)_{ij} = (V_s)_{ij} [1 - \beta(\theta_s - \theta_m)] \cdot [1 + \kappa(p_s - p_m)] \quad (8)$$

式中:  $(V_s)_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器测得的液体实际体积,  $\text{m}^3$ ;

$\beta$ ——检定用液体在检定状态下的体膨胀系数,  $(^\circ\text{C})^{-1}$ ;

$\theta_s, \theta_m$ ——分别为第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器和流量计处的液体温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$\kappa$ ——检定用液体在检定状态下的压缩系数,  $\text{Pa}^{-1}$ ;

$p_s, p_m$ ——分别为第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器和流量计处的液体压力,  $\text{Pa}$ 。

当  $\theta_s$  与  $\theta_m$  之差小于  $5^\circ\text{C}$ , 且  $p_s$  与  $p_m$  之差小于  $0.1\text{MPa}$  时, 上式可简化为:

$$(Q_s)_{ij} = (V_s)_{ij}$$

使用质量法装置检定时, 需测出液体的密度  $\rho_l$ , 同时考虑到密度为  $\rho_a$  的空气浮力影响, 按下式把电子秤显示质量  $M_{ij}$  换算到实际体积  $(V_s)_{ij}$ :

$$(V_s)_{ij} = \frac{M_{ij}}{(\rho_l - \rho_a)} \quad (9)$$

②对于气体流量计,按下式计算  $(Q_s)_{ij}$ :

$$(Q_s)_{ij} = (V_s)_{ij} \frac{T_m}{T_s} \cdot \frac{p_s}{p_m} \cdot \frac{z_m}{z_s} \quad (10)$$

式中:  $T_s, T_m$ ——分别为第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器和流量计处的气体热力学温度,  $\text{K}$ ;

$z_s, z_m$ ——分别为第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器和流量计处的气体压缩因子。

(2) 流量计各检定流量点的相对示值误差按下列公式计算:

$$E_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \quad (11)$$

式中:  $E_i$ ——流量计第  $i$  检定点的相对示值误差, %;

$n$ ——第  $i$  检定点检定次数;

$E_{ij}$ ——流量计第  $i$  检定点第  $j$  次检定时的相对示值误差。

(3) 流量计的相对示值误差为:

$$E = \pm |E_i|_{\max} \quad (12)$$

式中:  $|E_i|_{\max}$ ——流量计高区和低区各检定点相对示值误差中最大值。

结果应符合 5.1 的要求。

#### 7.2.4 流量计的重复性

当每个流量点重复检定  $n$  次时, 该流量点的重复性按下式评定:

$$(E_r)_i = \left[ \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (E_{ij} - E_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

式中:  $(E_r)_i$ ——第  $i$  检定点的重复性。

流量计高区和低区的重复性分别为:

$$E_r = [(E_r)_i]_{\max} \quad (14)$$

结果应符合 5.2 的要求。

#### 7.2.5 流量计系数修正

流量计经检定后可按合适的方法对流量计进行系数修正, 新流量计系数置入流量计后, 应在  $q_t$  以下及以上分别选至少 1 个流量点进行测试以确认其修正效果, 并计算流量计系数调整量  $\frac{F - F_0}{F_0}$  及  $\frac{F}{F_0}$ 。然后将旧流量计系数  $F_0$ 、新流量计系数  $F$  和流量计系数调整量写在检定证书中。

#### 7.3 检定结果的处理

经检定合格的流量计发给检定证书, 检定证书内容要求见附录 E。经检定不合格的流量计发给检定结果通知书, 并注明不合格项目。对使用中检验的流量计发给检验报告。

#### 7.4 检定周期

检定周期一般不超过 2 年。对插入式流量计, 如流量计具有自诊断功能, 且能够保留报警记录, 也可每 6 年检定一次并每年在使用现场进行使用中检验。

## 附录 A

## 超声流量计型式评价

## A.1 范围

适用于超声流量计的型式评价。

## A.2 引用文献

下列标准、规程所包含的条文，通过引用而构成本规程的条文。

JJF 1015—2002 计量器具型式评价和型式批准通用规范

JJF 1016—2002 计量器具型式评价大纲编写导则

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验方法

GB/T 2423.4—1993 电子电工产品基本环境 试验规程 试验 Db：交变湿热试验方法

GB/T 2423.10—1995 电子电工产品环境试验 第2部分：试验方法试验 Fc 和导则：振动（正弦）

GB 4208—1993 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 4857.2—2005 包装 运输包装件基本试验 第2部分：温湿度调节处理

GB/T 4857.5—1992 包装 运输包装件 跌落试验方法

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验与测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.4—1999 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11—1998 电磁兼容 试验和测量技术 电压跌落，短期中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 17747.2—1999 天然气压缩因子的计算 第2部分：用摩尔组成进行计算

GB/T 11062—1998 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

使用本大纲时应注意上述引用文献的现行有效版本。

## A.3 申请单位提交的技术资料和试验样机

A.3.1 提交的技术资料应符合 JJF 1015 第5章的要求。

A.3.2 在接触式流量计中，标称直径不大于 100mm 的流量计应选择 3 台样机；标称直径大于 100mm、不大于 300mm 的流量计应选择 2 台样机；标称直径大于 300mm 的流量计应选择 1 台样机。外夹式流量计应选择 3 台样机。

A.3.3 进行型式评价的超声流量计系列产品应选取包括最小口径在内的 1/3 有代表性的规格产品进行样机试验。

A.3.4 技术资料审查结果如果发现重大的缺陷或不足，应将资料和样机退回申请单

位,要求改正。

#### A.4 法制管理要求

##### A.4.1 计量单位

流量计应采用法定计量单位。优先选用流量计量单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ , 体积单位为  $\text{m}^3$ , 压力单位为 MPa 或 kPa, 温度单位为  $^{\circ}\text{C}$ 。

##### A.4.2 准确度等级(最大允许误差)

流量计的准确度等级规定应符合本规程 5.1 条款的要求。

##### A.4.3 计量法制标志和计量器具标识

必须在流量计铭牌或面板、表头等明显部位标注计量法制标志和计量器具标识,其铭牌和标志必须清晰可辨,牢固可靠。

##### A.4.4 外部结构设计

对不允许使用者自行调整的流量计,应采用封闭式结构设计或者留有加盖封印的位置;凡能影响测量准确度的任何人为机械干扰,都将在流量计或检定保护标记或防护标记上产生永久性的有形损坏痕迹。

##### A.4.5 安装标识

在流量计表体上应有安装说明标识。

A.4.6 在资料检查中如发现有错误或有不符合要求的地方,应及时告知申请单位改正。

#### A.5 计量要求

A.5.1 流量计的主要计量性能为流量范围、准确度等级(最大允许误差)、工作压力范围、工作温度范围。这些内容应在流量计外部明示。其他计量性能应在使用说明书中予以说明。

A.5.2 流量计的最大允许误差、测量重复性应符合本规程 5.1 和 5.2 条款的规定。

##### A.5.3 零流量读数

###### A.5.3.1 气体流量计

对于每一声道,气体流量计的零流量读数应不大于  $12\text{mm/s}$ 。

###### A.5.3.2 液体流量计

对于每一声道,液体流量计的零流量读数应不大于  $4\text{mm/s}$ 。

A.5.4 除所列试验项目以外,可以根据样机的产品标准和提供型式评价的技术要求增加试验项目。

#### A.6 技术要求

##### A.6.1 随机文件和外观

A.6.1.1 提交的技术资料除应符合本规程第 6.1 条款的要求外,还应有:样机照片;产品标准(含检验方法);制造单位或技术机构所做的试验报告等。

A.6.1.2 流量计外观,应符合本规程第 6.2、6.3 条款的要求。

A.6.1.3 流量计密封性,应符合本规程第 6.5 条款的要求。

##### A.6.2 安全性能影响

###### A.6.2.1 防爆防护性能



对应用于爆炸性气体环境的流量计，应取得国家指定的防爆检验机构签发的防爆试验报告和颁发的防爆合格证书。

对不同应用的流量计，应满足 GB 4208 相应的防护等级要求，并取得国家认可的机构签发的防护等级证明。

#### A.6.2.2 耐压强度

流量计表体应能承受试验压力为 1.5 倍最大工作压力下 5min 的耐压强度试验而不损坏或泄漏。

#### A.6.2.3 绝缘电阻

流量计的电源端子与接地端子、输出端子与接地端子之间的绝缘电阻，其值应不小于 20MΩ。

#### A.6.2.4 绝缘强度

流量计的电源端子与接地端子、输出端子与接地端子之间应能承受频率为 50Hz 电压为表 A.1 所列的试验电压，历时 1min，无击穿或飞弧现象产生。

### A.6.3 流量计算机功能检查

A.6.3.1 流量计算机应具有自诊断功能，如自动增益控制（AGC）、信号强度及接收率、信噪比等，并在使用说明书中给出各指标的正常范围；

A.6.3.2 流量计算机应具有数据存贮功能，如存贮量、格式等；

A.6.3.3 流量计算机应具有流量累积功能，如日、月和年累积量；

A.6.3.4 流量计算机应具有历史数据查寻功能；

A.6.3.5 流量计算机应具有计算功能，并在使用说明书中给出计算所使用的标准及标准参比条件的设置等；

A.6.3.6 流量计算机应具有输出功能，如流量显示，流速、声速等信息显示；

A.6.3.7 流量计算机应具有保密功能；多级密码管理。

表 A.1 绝缘强度要求

电 源	试验电压和频率	保持时间
交流 220V、50Hz	1500V、50Hz	1min
直流 12V、24V、36V	500V、50Hz	

### A.6.4 辅助功能检查

#### A.6.4.1 电源欠压保护

流量计内数据应能长期保持，不受低电压、更换电池等的影响。

#### A.6.4.2 保护功能

流量计应具有可靠的抵御外部非正常操作的能力。当受到非正常操作或外界干扰等时，应能作出保护反应，或不受其影响。

#### A.6.4.3 其他功能

根据流量计的产品标准和提供型式评价的技术要求确定输出、软件、检查和监督功能、报警等的试验项目和试验要求。

## A.6.5 环境要求

### A.6.5.1 低温贮存

符合 GB/T 2423.1 “实验 Ad” 的要求。

### A.6.5.2 高温贮存

符合 GB/T 2423.2 “实验 Bd” 的要求。

### A.6.5.3 恒定湿热贮存

符合 GB/T 2423.3 “实验 Ca” 的要求。

### A.6.5.4 交变湿热贮存

符合 GB/T 2423.4 “实验 Db” 的要求。

## A.6.6 机械振动

### A.6.6.1 正弦波振动试验

按 GB/T 2423.10 “实验 Fc” 进行。

### A.6.6.2 运输包装跌落试验

对受试流量计，将运输包装件处于准备运输状态，按 GB/T 4857.2 中 2.1 条表中条件 6 规定进行预处理 4h。将运输包装件按 GB/T 4857.5 中 3.5 条的要求使其一底倾斜 25mm 高度，而后使其自由跌落到刚性面上，任选 4 面，每面跌落一次。样机在试验后表面无破损、变形，电路部分无开焊、脱焊现象。

## A.6.7 供电电源

### A.6.7.1 供电电源电压变化试验

在供电状态下放置足够长时间，将电源电压分别调整至正常电压的  $\pm 10\%$ ，仪表应正常工作。

### A.6.7.2 直流反向保护

二线制直流供电的流量计，电源端子间反向施加 1.1 倍标称电压值，保持 1min 应无损坏。

## A.6.8 电磁兼容

### A.6.8.1 电瞬变脉冲群抗扰度试验

根据 GB/T 17626.4 进行，试验等级为 2 级。在试验过程中允许样机出错，在试验结束后 30s 重新启动，应工作正常。

### A.6.8.2 静电放电抗扰度试验

根据 GB/T 17626.2 进行，试验等级为 3 级。试验过程中样机工作应正常。

### A.6.8.3 工频磁场抗扰度试验

根据 GB/T 17626.8 进行，试验等级为 3 级。试验过程中样机工作应正常。

### A.6.8.4 浪涌抗扰度试验

根据 GB/T 17626.5 进行，试验等级为 2 级。试验过程中允许样机出错，试验结束后应能自动恢复。

### A.6.8.5 电源中断试验

根据 GB/T 17626.11 试验等级 0%  $U_T$  进行。

## A.6.9 流量计进行以上实验后，复测 $q_{\min}$ 、 $q_t$ 和 $0.4q_{\max}$ 流量点下的示值误差仍应符合

合本规程 5.1 条款的要求。

## A.7 型式评价的条件和方法

### A.7.1 型式评价的条件

A.7.1.1 进行型式评价试验的流量标准装置应符合本规程 7.1.1 条款的要求。

A.7.1.2 进行型式评价试验的试验介质应符合本规程 7.1.2 条款的要求。

A.7.1.3 进行型式评价试验的环境条件应符合本规程 7.1.3 条款的要求。

### A.7.2 法制管理要求

按本规程 A.4 条款的要求逐项目测检查。

### A.7.3 随机文件和外观检查

目测检查,符合 A.6.1.1、A.6.1.2 和 A.6.2.1 的要求。

### A.7.4 安全性能影响试验

#### A.7.4.1 耐压强度

将流量计缓慢注入液体至 1.5 倍最大工作压力,保持 5min,缓慢卸压。在压力保持阶段,压力指示应不下降,流量计表体各部分及连接部分应无破损、泄漏。

#### A.7.4.2 气密性

将流量计缓慢注入气体至最大工作压力,流量计长体各部分及连接部分无泄漏。

#### A.7.4.3 绝缘电阻

在湿热储存试验完成后马上进行,用兆欧表测量流量计的电源端子与接地端子、输出端子与接地端子之间的绝缘电阻,应满足 A.6.2.3 的要求。

#### A.7.4.4 绝缘强度

在绝缘电阻试验完成后马上进行,应满足 A.6.2.4 的要求。

### A.7.5 流量计算机

按流量计使用说明书要求逐项检查,应符合 A.6.3 的要求。

### A.7.6 计量性能试验

#### A.7.6.1 零流量读数

当试验介质为气体或高压水时,在流量计两端联接盲法兰后,用抽吸或置换方式把流量计内部的所有空气排出,压进纯净的水或氮气,压力不低于超声换能器正常工作的最低压力;当试验介质为常压液体时,可以将流量计竖直并全部浸入液体中。在这个测量腔内压力、温度应保持稳定。对每一声道测量的流速至少观测并记录 30s。结果应满足 A.5.3 条款的要求。

A.7.6.2 用目测的方法检查流量计密封性,应符合 A.6.1.3 的要求。

A.7.6.3 按照本规程 7.2.3.4 选取流量点并确定检定次数。

A.7.6.4 按照本规程 7.2.3.5 的程序开展试验。

A.7.6.5 按照本规程 7.2.3.6 的方法计算流量计的相对示值误差。

A.7.6.6 按照本规程 7.2.4 的方法计算流量计的测量重复性。

### A.7.7 气候环境试验

#### A.7.7.1 低温试验

按 A.6.5.1 要求,将流量计处于低温  $-40^{\circ}\text{C}$  条件下 2h,恢复时间 2h,升温和降温

的温度变化率不超过  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，对空气湿度要求在整个试验期间应避免凝结水。

#### A.7.7.2 高温试验

按 A.6.5.2 要求，将流量计处于高温  $55^{\circ}\text{C}$  条件下 2h，恢复时间 2h，升温 and 降温的温度变化率不超过  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，对空气湿度要求在整个试验期间应避免凝结水。

#### A.7.7.3 恒定湿热试验

按 A.6.5.3 要求，将流量计处于温度  $30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 93% 条件下 48h，恢复时间 2h，应避免出现凝结水。

#### A.7.7.4 交变湿热试验

按 A.6.5.4 要求，将流量计置于恒温恒湿箱中，温度在  $25^{\circ}\text{C}$  和  $55^{\circ}\text{C}$  之间交替变化，在温度下限时保持 95% 以上相对湿度，在温度上限时保持 93% 相对湿度，当温度上升时，电子器件表面可能发生凝结水。试验时间两个 24h 周期，每个周期依照 GB/T 2423.4 的规定程序进行。

### A.7.8 机械环境试验

#### A.7.8.1 正弦波振动试验

按 A.6.6.1 要求，加速度为  $2\text{m/s}^2$ ，以 1 个/min 倍频在振动频率为  $(10\sim 150)\text{Hz}$  内做正弦波振动试验，分别在三个互相垂直的轴线方向进行振动。

#### A.7.8.2 运输包装跌落试验

按 A.6.6.2 要求进行。试验后检查包装件的损坏情况，并对受试样品进行检测。

### A.7.9 供电电源

#### A.7.9.1 电源电压变化试验

按 A.6.7.1 要求进行。

#### A.7.9.2 直流反向保护试验

按 A.6.7.2 要求进行。

### A.7.10 电磁兼容试验

#### A.7.10.1 电瞬变脉冲群抗扰度试验

按 A.6.8.1 要求，脉冲上升时间为  $1\text{ns}$ ，脉冲持续时间为  $50\text{ns}$ 。

#### A.7.10.2 静电放电抗扰度试验

按 A.6.8.2 要求，试验 10 次，每次放电有一定的时间间隔。

#### A.7.10.3 工频磁场抗扰度试验

按 A.6.8.3 要求，对样机施加连续磁场，试验场强  $10\text{A/m}$ 。

#### A.7.10.4 浪涌抗扰度试验

按 A.6.8.4 要求，在选定点上至少加五次正极性和五次负极性，重复率为每分钟不超过 1 次。施加浪涌强度为线-线间干扰  $0.5\text{kV}$ ，持续时间  $50\mu\text{s}$ ，线-地间干扰  $1.0\text{kV}$ ，持续时间  $50\mu\text{s}$ 。

#### A.7.10.5 电源中断试验

按 A.6.8.5 要求，在正常供电状态下，供电电源中断 10 次，每次间隔时间至少为  $10\text{s}$ 。

### A.7.11 计量性能复测试验

按 A.6.9 要求，每点各检定 3 次。

#### A.7.12 判定原则

A.7.12.1 样机试验过程中应满足本规程 A.6.2 至 A.6.8 的要求。

A.7.12.2 样机不出现程序紊乱和功能故障，样机内参数和历史数据在干扰施加前后应没有变化。

#### A.8 型式评价结果的判定

A.8.1 型式评价项目分主要项目和非主要项目，A.6.1.2 条款中项目为非主要项目，其他项目为主要项目。

A.8.2 型式评价有一台样机单项不合格时，此单项判定为不合格。

A.8.3 型式评价有一项以上（含一项）主要项目不合格，则型式评价结果判为不合格。

A.8.4 系列产品中一个规格的产品型式评价结果为不合格，则系列产品型式评价结果为不合格。

## 附录 B

### 现场检定特殊要求

本附录适用于超声流量计在使用现场的在线检定。本附录不适用于型式评价和首次检定。

#### B.1 对标准装置的要求

B.1.1 流量标准器应有完善的法制文件。

B.1.2 流量标准器的测量范围应能覆盖被检流量计的现场使用流量范围。

B.1.3 标准流量计应按周期进行检定且有有效的检定证书。标准流量计应有良好的复现性能。

B.1.4 流量标准器测量结果的不确定度应不大于被检流量计最大允许误差绝对值的  $1/3$ 。

B.1.5 在防爆区使用的标准装置应有相应的防爆合格证书。

#### B.2 流量标准器的安装条件

B.2.1 流量标准器应适合流量、压力、温度的变化和被测介质的类型，如果需要，应安装保护设备，以确保流量标准器在设计条件下正常工作。

B.2.2 流量标准器的安装应满足国家相关标准的最低要求，或与流量标准器制造厂家的要求一致（制造厂家的要求应不低于国家相关标准）。

B.2.3 流量标准器与被检流量计间距离应在相互不干扰的条件下尽量短，连接管线的直径与标准流量计的直径相差在  $1\%$  以内，以保证检定时标准流量计所需的流场。

B.2.4 在流量标准器管段上安装的温度、压力变送器应满足本规程 7.1.1.4 和 7.1.1.5 的规定。

#### B.3 检定方法

B.3.1 运行前检查按本规程 7.2.3.1 的要求进行。

##### B.3.2 检定点

B.3.2.1 一般情况下，核查点应选择：流量计最小流量  $q_{\min}$ ，分界流量，系统能达到的最大流量  $q_{\max}$ ，及在分界流量和  $q_{\max}$  中间等分的 2 个流量点。

B.3.2.2 如系统无法达到  $q_{\min}$ ，则需测到系统能达到的最小流量。如系统能达到的范围度小于  $5:1$ ，则在流量计的实际工作流量范围内选择至少 3 个流量点。

B.3.2.3 如系统无法进行流量调节，且流量计是定点使用的，检定点可选实际使用流量点并在检定证书上注明：定点使用。

B.3.2.4 在一次实验过程中，瞬时流量的最大变化不超过  $5\%$ 。

B.3.3 检定次数：按照 7.2.3.4 执行。

B.4 应在检定证书中注明现场检定及条件。

B.5 其他按本规程规定进行。

## 附录 C

## 使用中检验

超声流量计使用中的检验用于在实流装置上检定完成后，在检定周期内对流量计计量性能可靠性的检查。使用中检验的方法有 2 种，一种方法是在线采用一台标准流量计与之进行比较；另一种方法是以声速比较为基础对流量计进行的在线检验。

## C.1 技术要求

## C.1.1 检验时间安排

在被检验流量计安装到管路上投入使用后的一个月内进行第一次检验，以后按至少 1 次/年的周期进行。

C.1.2 流量计进行使用中检验时必须携带上一次检验报告。

C.1.3 检查流量计系数在上一次检定后没有变化。

## C.2 标准流量计比较法

## C.2.1 对标准流量计的要求

C.2.1.1 标准流量计应满足本规程附录 B.1.2 和 B.1.4 的要求。

C.2.1.2 标准流量计应有良好的复现性能，且其准确度等级不得低于被检验流量计的准确度等级。

## C.2.2 标准流量计的安装条件

应满足本规程附录 B.2 的要求。

## C.2.3 检验方法

操作程序与本规程 B.3 相同。

## C.2.4 检验结果计算

## C.2.4.1 测量偏差

与标准流量计相比，流量计的测量偏差为：

$$E = \pm |E_i|_{\max} \quad (C.1)$$

$$E_i = \frac{F_i - F_{0i}}{F_{0i}} \quad (C.2)$$

式中： $|E_i|_{\max}$ ——流量计各检验点测量偏差中最大值；

$F_i$ ——本次检验得到的第  $i$  检验点流量计系数平均值；

$F_{0i}$ ——第一次检验得到的第  $i$  检验点流量计系数平均值。

流量计系数的计算方法如下：

$$F_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_{ij} \quad (C.3)$$

$$F_{ij} = \frac{Q_{sj}}{Q_{ij}} \quad (C.4)$$

式中： $Q_{sj}$ ——第  $i$  检验点第  $j$  次检验标准流量计示值；

$Q_{ij}$ ——第  $i$  检验点第  $j$  次检验被检流量计示值；

$F_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次检验的流量计系数。

#### C.2.4.2 重复性

流量计的重复性按 7.2.4 计算。

#### C.2.5 结果处理

流量计的测量偏差  $E$  和重复性不超过流量计准确等级对应的允许值, 判定为合格, 可继续使用; 否则为不合格, 应将流量计送检。

### C.3 声速检验法

#### C.3.1 气体超声流量计标准设备及安装条件

C.3.1.1 使用的标准设备包括: 在线色谱分析仪、取样器; 温度计; 压力表; 计算软件。

C.3.1.2 色谱分析仪的技术性能应满足 GB/T 13610—2003, 其测量准确度应达到 0.05%。色谱分析仪的选择安装应满足制造厂家技术要求。

C.3.1.3 取样系统的选择、安装应满足 GB/T 13609—1999。

C.3.1.4 取样点附近应安装温度、压力变送器。温度、压力变送器的安装应满足本规程 7.1.1.4 和 7.1.1.5 的规定。压力变送器的准确度应优于 0.1%, 温度变送器的准确度应优于 0.1℃。

C.3.1.5 计算软件应符合 AGA10 号报告, 并经计量部门认可。

C.3.1.6 分析出表 C.1 所列管线气体各组分, 在条件允许时可分析更多组分, 以确保最终计算结果的准确。

表 C.1 天然气主要成分及通用范围表

名 称	通用范围	备 注
相对密度	0.546~0.857	参考条件为 20℃, 101325Pa
甲烷	45~100%	
乙烷	0~10%	
丙烷	0~4%	
丁烷	0~1%	
戊烷	0~0.3%	
己烷+	0~0.2%	
氮气	0~50%	
二氧化碳	0~30%	
一氧化碳	0~3%	
氩气	#	
氧气	#	
水	0~0.05%	
硫化氢	0~0.02%	



### C.3.2 液体超声流量计标准设备及安装条件

C.3.2.1 使用的标准设备包括：声速测量标准器；温度计；压力表；计算软件。

C.3.2.2 声速测量标准器是一对超声波换能器，其间的距离经过精密测量且稳定不变。

C.3.2.3 应使声速测量标准器浸入管道流体，且流体的温度、压力与管道内流体相一致。

### C.3.3 标准设备的使用条件

C.3.3.1 所有的标准设备均应有有效的检定合格证书。

C.3.3.2 由标准设备引入的不确定度不应大于被检流量计的重复性。

C.3.3.3 标准设备的测量范围应能满足被检流量计全量程的检验要求。

### C.3.4 检验方法

C.3.4.1 运行前检查：连接、开机、预热，按标准设备说明书中指定的方法检查、确认所有标准设备的参数设置正确。

C.3.4.2 机械检查：对被检流量计按照检定规程、国家标准（或生产厂家的企业标准）在现场进行流量计安装检查、管径检查、其他机械及电子测试，确认流量计安装无误。

### C.3.4.3 被检流量计状态检查

#### C.3.4.3.1 报警文件检查

流量计应具有故障报警功能记录，包括故障报警时间、类型、状态记录等。应检查报警记录，确认无流量计自身原因产生的，能够引起计量错误的报警情况。

#### C.3.4.3.2 信号检查

制造厂应当通过计算机通讯或现场显示提供下列诊断测量数据，检查以下各项指标并与前一次检查的数据进行比较，其偏差应在产品说明书允许的范围内。如果存在过大偏差，应将流量计送检。

- 每一声道信号的增益值，即安装在表体上的探头发出（接收）信号的强度；
- 每一声道接收信号的百分比；
- 每一声道信号和噪声的比值；

### C.3.4.4 声速测量检查

#### C.3.4.4.1 检验流量点

一般情况下，检验流量点应选择：流量计最小流量或系统能达到的最小流量  $q_{\min}$ ，分界流量  $q_l$ ，系统能达到的最大流量  $q_{\max}$ ，及在分界流量和  $q_{\max}$  中间等分的 1~2 个流量点。

如系统无法进行流量调节，且流量计是定点使用的，检验流量点可选实际使用流量点并在检验报告上注明：定点使用。

C.3.4.4.2 检验点的次数：按照 7.2.3.4 执行。

#### C.3.4.4.3 操作步骤

(1) 把流量调到规定的流量值, 稳定后。同时进行取样分析、声速测量和被检流量计的输出记录, 记录标准设备和被检设备的测定结果。

(2) 被检设备的输出

制造厂应当通过 RS-232、RS-485 或现场显示提供下列诊断测量数据:

- a. 被检流量计每个声道的瞬时声速值;
- b. 取样时间内每个声道的平均声速值;
- c. 被检流量计在取样时间内的总平均声速值;
- d. 顺流及逆流的传输时间;
- e. 被检流量计每一声道的流速值;
- f. 通过流量计的平均轴向流速。

(3) 对气体流量计标准设备的输出记录应包括:

- a. 取样器取出样品的摩尔百分比;
- b. 取样时间内管道内温度、压力信号的平均值。

(4) 对液体流量计标准设备的输出记录应包括:

- a. 声速测量标准器输出的声速值;
- b. 取样时间内管道内温度、压力信号的平均值。

#### C.3.4.4.4 检验结果计算

(1) 对于天然气以及其他碳氢气体按照 AGA8 和 AGA10 报告的方法, 计算出每次检定点的声速值。

(2) 对于液态介质, 直接由声速测量标准器得到每个检验点的声速值。

#### C.3.4.4.5 结果处理

(1) 对于被检流量计, 每个声道的声速值的偏差及总的声速值与计算的声速值偏差应不大于流量计说明书的规定值。

(2) 每声道的流速值与通过流量计的平均轴向流速值之比应在合理范围之内。

#### C.3.5 检验结果处理

检验后应发给检验报告, 报告上应给出全部实验数据及计算结果, 并说明是否符合要求。如有一项以上不符合要求, 该流量计应送检。

## 附录 D

### 超声流量计的安装要求

#### D.1 安装环境

##### D.1.1 温度

一般情况下, 超声流量计安装的环境温度应在  $-20^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$  的范围内, 当安装环境温度超出上述范围时, 应对流量计采取隔热、防冻措施, 对于暴露在野外的流量计还应该采取遮雨、防晒措施。

##### D.1.2 振动

流量计的安装应尽量避免有强烈机械振动影响的位置, 特别是要避开可能引起流量计信号处理单元、超声换能器、流量测量管等部件发生共振的环境。

##### D.1.3 电磁或电子干扰

流量计及流量计的相关导线安装时应尽量避免可能存在强烈电磁或电子干扰的环境, 否则就要对流量计进行必要的保护。

流量计信号电缆应避免与电源电缆平行敷设, 同时要使用屏蔽信号电缆。

##### D.1.4 声学噪声干扰

流量计安装时应尽量避免接近噪声源, 在安装时应采取必要的措施消除环境声学噪声的干扰。

#### D.2 流量计的安装

##### D.2.1 安装方式

流量计应水平安装。其他安装方式可以由流量计生产厂家指定, 当采用其他安装方式时, 应将流量计安装在管道上升段内, 以保证流体充满管道。

安装时要保证流体流动方向与流量计标志的流体正方向一致。

D.2.2 安装中应保证流量计测量管轴线与管道轴线方向一致, 流量计测量管轴线与水平线的夹角不超过  $3^{\circ}$ 。

D.2.3 流量计与管道连接的部分应没有渗漏, 连接处的密封垫不能突出到管道内。

#### D.3 管道通用要求

##### D.3.1 流动方向

对于具备双向计量能力, 并且准备应用于这种场合的流量计, 流量计安装位置两侧的管道都应视为流量计上游管道, 达到流量计上流管道的要求。

##### D.3.2 管道要求

在流量计上、下游直管段范围内, 管道内壁应清洁, 无明显凹痕、锈蚀、结垢和起皮现象。该直管段除取压孔、温度计插孔外应无其他障碍及连接支管。

##### D.3.3 管道直径和管道突出物

流量计测量管、连接法兰及上、下游直管段应具有相同的内径, 流量计与其试验管段的连接部位应没有泄漏; 连接处应平滑, 不得有影响流体状态的台阶或凸起。测量管内径与流量计上、下游直管段内径的偏差应小于  $2\%$ , 且不大于  $3\text{mm}$ ; 气体流量计应小

于1%。

#### D.4 流动调整器

安装管道无法满足直管段要求或流量计上游安装有 T 形弯头、阀门或泵等对流体状态有较大影响的扰流件时,可以在流量计上游安装流动调整器。流量计上、下游直管段长度和流动调整器的安装应符合流量计制造厂的要求。检定时应与流量计配套使用。

#### D.5 多声道流量计的直管段要求

不安装流动调整器的情况下,多声道超声流量计上游直管段长度至少为  $10D_N$  ( $D_N$  为流量计内径,以下相同),下游直管段长度至少为  $5D_N$ ;或根据流量计生产厂家的要求选择合适的上、下游直管段。

#### D.6 单声道流量计的直管段要求

不安装流动调整器的情况下,单声道流量计(包括外夹式流量计)的上、下游直管段长度应满足表 D.1 的要求。

D.7 如果流量计的安装使用条件不能满足上述规定,其使用时的误差计算应在实验室检定结果的基础上再增加一个不小于 0.3% 的附加安装误差。

表 D.1 单声道超声流量计的上、下游直管段长度

阻流件形式	单个 90°弯头或三通 (气体仅从一个支管流出)	同一平面内的两个或多个 90°弯头	不同平面内的两个或多个 90°弯头	渐缩管(在 $1.5D \sim 3D$ 的长度内由 $2D$ 变为 $D$ )
上游直管段长度	$36D$	$42D$	$70D$	$22D$
下游直管段长度	$8D$			
阻流件形式	渐扩管 (在 $1D \sim 2D$ 的长度内由 $0.5D$ 变为 $D$ )	全开球阀	全开全孔球阀或闸阀	其他形式
上游直管段长度	$38D$	$36D$	$24D$	$145D$
下游直管段长度	$8D$			

## 附录 E

## 检定证书（内页）格式

## 一、检定条件

介质种类：

介质温度：

介质压力：

## 二、检定结果

序 号	检定流量 (m <sup>3</sup> /h)	示值误差 (%)	检定前 流量计系数	检定后 流量计系数	重复性 (%)

最大示值误差：

重复性：

流量计系数调整量： $\frac{F - F_0}{F_0} =$ 

$$\frac{F}{F_0} =$$

## 三、准确度等级

## 四、说明

安装条件：需说明前直管段长度或安装有流动调整器；

环境条件：环境温度、压力、湿度。

## 五、下次送检时请带此证书或证书复印件，以及检定周期内使用中检验的检验报告。