

膜式燃气表测量不确定度评估

The Evaluation of Uncertainty in Diaphragm Gas Meters

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

山东计量测试学会

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 概述 1

5 测量模型 2

6 标准不确定度评定 2

7 合成标准不确定度 3

8 扩展标准不确定度计算 4

9 测量不确定度的报告 4

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东计量测试学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

膜式燃气表测量不确定度评估

1 范围

本文件规定了膜式燃气表测量不确定度评估的术语和定义、评定方法等内容。
本文件适用于膜式燃气表测量不确定度的评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1059 测量不确定度的评定与表示

JJF 577 膜式燃气表检定规程

3 术语和定义

3.1 测量重复性 measurement repeatability

在一组重复性测量条件下的测量结果精密度。

3.2 测量不确定度 measurement uncertainty

根据所用到的信息，表征赋予被测量量值分散性的非负参数。

3.3 标准不确定度 standard uncertainty

以标准偏差表示的测量不确定度。

3.4 扩展不确定度 expanded uncertainty

合成标准不确定度与一个大于1的数字因子的乘积。

通常采用音速喷嘴法燃气表检验装置和钟罩式气体流量标准装置检定燃气表，两种装置的测量不确定度分别进行评定。

一、音速喷嘴法燃气表检验装置

4 概述

4.1 测量依据：JJG577-2012《膜式燃气表检定规程》。

4.2 环境条件：环境温度 18℃～22℃；

大气压力一般为（86～106）kPa；

相对湿度 45%～75%。

- 4.3 计量标准：0.5级音速喷嘴式燃气表检验装置。
- 4.4 被测对象：1.5级膜式燃气表。
- 4.5 测量方法：按检定流量点选择音速喷嘴。测量通过临界流流量计气体的滞止压力、滞止温度并计算出流过燃气表的实际体积值，将流过的气体实际体积值和燃气表的示值相比较并进行示值误差计算。

5 测量模型

$$E=\frac{V_m-V_{ref}}{V_{ref}}\times 100\%$$

式中： E ——单次测量的示值误差，%；
 V_m ——燃气表的示值， dm^3 ；
 V_{ref} ——通过燃气表的气体实际值， dm^3 。

6 标准不确定度评定

标准不确定度的主要来源包括：被检燃气表示值重复性引入的标准不确定度分量、示值分辨力引入的标准不确定度分量和标准装置引入的标准不确定度分量。

输入量 V_m 的标准不确定度 $u(V_m)$ 由重复性条件下被测燃气表和标准装置测量重复性引起的，采用 A 类评定方法，并进行多次重复测量获得单次测量标准偏差，最终以平均值的标准偏差作为 A 类不确定度分量。标准装置引入的不确定度分量等采用 B 类评定方法。

6.1 被检燃气表各流量点示值误差测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(V_m)$ 。

该项不确定度主要由测量时被测燃气表的示值误差分散性引起的，采用 A 类方法进行评定。在同一试验条件下，对被检燃气表的最大流量 q_{max} 、中流量 $0.2q_{max}$ 、最小流量 q_{min} 各进行 10 次独立测量，分别得到各流量点的检定数据。见表 1：

表 1 A 类不确定度分量 单位：%

流量点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	S_p	$u(V_m)$
大流量 q_{max}	0.34	0.27	0.61	0.50	0.42	0.24	0.13	0.31	0.26	0.32	0.340	0.138	0.138
中流量 $0.2q_{max}$	0.08	0.20	0.12	0.48	0.36	0.53	0.41	0.32	0.48	0.18	0.316	0.162	0.162
小流量 q_{min}	1.26	1.23	1.05	0.81	0.76	0.93	0.83	0.95	0.79	0.85	0.946	0.180	0.180

$u(V_{大})=s_{p大}=0.138\%$,

$u(V_{中})=s_{p中}=0.162\%$,

$u(V_{小})=s_{p小}=0.180\%$ 。

6.2 标准装置引起的标准不确定度 $u(V_{ref})$

标准装置的准确度等级为 0.5 级，服从均匀分布，则其标准不确定度为：

$u(V_{ref})=0.5\% / \sqrt{3}=0.287\%$

6.3 被检燃气表分辨力产生的不确定度 $u(V_{ref1})$

被检表分辨力为 0.2L，考虑其均匀分布，则有：则其相对标准不确定度为

$u(V_{ref1})=0.2/2\sqrt{3}=0.0577L \quad u(V_{ref1})=0.06\%$

由于重复性引入的标准不确定度分量大于分辨力引入的标准不确定度分量，故不考虑分辨力引入的标准不确定度。

7 合成标准不确定度

7.1 灵敏系数

$C_1=\partial\Delta/\partial q=1$

$C_2=\partial\Delta/\partial q_s=-1$

7.2 标准不确定度表分量汇总

表 2 在最大流量 q_{max} 时标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	$u(x_i)$ 值 (%)	概率分布	C_i	$ C_i u(x_i)$ (%)
$u(V_{大})$	被检燃气表测量重复性	0.138	均匀分布	1	0.138
$u(V_{ref})$	标准装置	0.287	均匀分布	-1	0.287

表 3 在中流量 $0.2q_{max}$ 时标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	$u(x_i)$ 值 (%)	概率分布	C_i	$ C_i u(x_i)$ (%)
$u(V_{中})$	被检燃气表测量重复性	0.162	均匀分布	1	0.162
$u(V_{ref})$	标准装置	0.287	均匀分布	-1	0.287

表 4 在最小流量 q_{min} 时标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	$u(x_i)$ 值 (%)	概率分布	C_i	$ C_i u(x_i)$ (%)
$u(V_{\text{小}})$	被检燃气表测量重复性	0.180	均匀分布	1	0.180
$u(V_{\text{ref}})$	标准装置	0.287	均匀分布	-1	0.287

7.3 合成标准不确定度计算

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

$$u_c(V_{\text{大}}) = 0.318\%$$

$$u_c(V_{\text{中}}) = 0.330\%$$

$$u_c(V_{\text{小}}) = 0.339\%$$

8 扩展标准不确定度评定

取覆盖因子 $k=2$

$$U_{\text{rel}}(V_{\text{大}}) = ku_c(V_{\text{大}}) = 0.64\% ;$$

$$U_{\text{rel}}(V_{\text{中}}) = ku_c(V_{\text{中}}) = 0.66\% ;$$

$$U_{\text{rel}}(V_{\text{小}}) = ku_c(V_{\text{小}}) = 0.68\% 。$$

9 不确定度的报告

对燃气表测量结果的不确定度进行评定，得到如下测量不确定度报告：

流量点	扩展不确定度为 ($U_{\text{rel i}}$)	k
q_{max}	0.64%	2
$0.2q_{\text{max}}$	0.66%	2
q_{min}	0.68%	2

二、钟罩式气体流量标准装置

1 概述

1.1 测量依据：JJG577-2012 《膜式燃气表检定规程》

1.2 测量环境条件：环境温度 18℃～22℃；

大气压力一般为（86～106）kPa；

相对湿度 45%～75%。

1.3 测量标准：钟罩式燃气表检定装置 准确度等级：0.2 级

1.4 被测量对象：1.5 级膜式燃气表

1.5 测量过程：用钟罩式气体流量装置对燃气表进行测量时，将燃气表在检定环境条件下放置 4h 后开始检定，在设定检定流量点下，气体从钟罩内排出，流经被检燃气表，记录钟罩内排出的气体体积量 V_s 和被检燃气表所指示的气体体积量 V_m （同时测出钟罩内和燃气表入口处的气体压力），经计算得到燃气表的基本误差。

2 测量模型

$$E = \frac{V_m - V_{ref}}{V_{ref}} \times 100\%$$

$$V_{ref} = V_s \frac{P_{sa} T_{ma}}{P_{ma} T_{sa}}$$

式中： E —被检燃气表示值误差（%）；

V_m —被检燃气表的指示值， dm^3 ；

V_s —标准器的示值， dm^3 ；

V_{ref} ——通过燃气表的气体实际值， dm^3 。

P_{sa} —标准装置处的绝对压力，Pa；

P_{ma} —燃气表进口端的绝对压力，Pa；

T_{ma} —标准装置处的热力学温度，K；

T_{sa} —燃气表进口端的热力学温度，K。

一般地，如果标准装置处的压力和燃气表进口端压力的差 $\leq 0.2\%$ ，可以不进行压力修正计算。

3 各输入量标准不确定度的评定

3.1 标准装置的不确定度 $u(V_s)$

标准装置的准确度等级为 0.5 级，服从均匀分布，则其标准不确定度为：

$$u(V_s) = 0.5\% / \sqrt{3} = 0.287\%$$

3.2 输入量 V_m 引入的标准不确定度 $u(V_m)$ 由燃气表读数分辨力引入的不确定度 $u(V_{m1})$ 和被检燃气表重复性测量引入的不确定度 $u(V_{m2})$ 组成。

(1) 被检表分辨力引入的标准不确定度 $u(V_{m1})$ 的评定

被检表分辨力为 0.2L，则其相对标准不确定度为：

$$u(V_{m1}) = 0.2 \times 0.289 = 0.058\text{L}$$

$$u(V_{m1}) = 0.058 / 100 = 0.06\%$$

(2) 被检表测量重复性引入的标准不确定度 $u(V_{m2})$ 的评定

对被测对象在最大流量点重复测量 10 次，测量结果 x_i (%) 为：0.50、0.72、0.39、0.55、0.47、0.51、0.54、0.49、0.57、0.45，平均值 $\bar{x}=0.519\%$ ，计算其标准偏差 s ，

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.088\%$$

$$u(V_{m2}) = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.088\%}{\sqrt{10}} = 0.028\%$$

当重复性引入的不确定度分量小于被检仪器分辨力引入的不确定度分量时，应用分辨力引入的不确定度分量代替重复性分量，所以

$$u(V_m) = u(V_{m1}) = 0.06\%$$

在测量过程中燃气表室内压力均处在大气压下，影响较小，所以可以忽略。

3.3 温度测量不确定评定 u_t

在测量过程中燃气表处温度，标准器液体温度，环境温度三者温度差异可控制在 0.4K 内，按均匀分布考虑，试验温度按 20℃ 计算，使用温度计分度值小于 0.2 摄氏度则按 B 类标准不确定度分量进行判定，由此带来的不确定度分量：

$$u_t = \frac{0.4}{293.15 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.078\%$$

4 合成标准不确定度的评定

4.1 灵敏系数

$$C_1 = \partial \Delta / \partial q = 1$$

$$C_2 = \partial \Delta / \partial q_s = -1$$

4.2 标准不确定度汇总及计算表

标准不确定度 $u(x_i)$	不确定度来源	$u(x_i)$ 值 (%)	概率分布	c_i	$ c_i u(x_i)\%$
$u(V_s)$	标准装置	0.287	均匀分布	-1	0.287
$u(V_{m1})$	读数分辨力	0.06	均匀分布	1	0.06
u_t	温度测量	0.078	均匀分布	/	0.078

5 合成标准不确定度的计算

全部输入量彼此独立不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c = 0.303\%$$

6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则 $U_{\text{rel}}=k u_c=2 \times 0.303\%=0.61\%$ 。

7 测量不确定度的报告

膜式燃气表在最大流量点示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}}=0.61\% \quad k=2$$

《膜式燃气表测量不确定度评估》 (征求意见稿)团体编制说明

一、工作情况

1、任务来源

为了加强测量不确定度的研究与应用，满足计量检定、校准领域的需求，济宁市质量计量检验检测研究院根据《山东计量测试学会团体标准管理办法》提出制定《燃气表测量不确定度评估》团体标准。

2、制定背景

测量结果的表述、仪器设备的技术指标、合格判定、计量比对、技术报告的填写等都离不开测量不确定度。该标准规定了膜式燃气表示值误差校准结果测量不确定度评定的方法，用来指导校准结果的不确定度和校准测量能力（CMC）的评定与表示。

3、起草过程

编制标准的过程中，我们认真研究国情，联合多家燃气表的生产企业，与国内从事燃气表计量检定工作的相关专家、学者们进行了广泛的交流和探讨，并得到了他们的大力支持和帮助，为我们制定团体标准大纲奠定了基础。

2023年5月成立起草组，制定标准起草工作计划。

2023年9月，完成了征求意见稿初稿。

二、编制原则、主要内容及其确定依据

1、编制原则

本团体标准坚持科学、合理、实用的原则，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

2、主要内容及其确定依据

标准明确了膜式燃气表测量不确定度评定的适用条件，详细规定了测量不确定度的评定过程和方法。能够确保上述内容较为科学、规范，供技术机构借鉴使用。

本标准在编制格式上执行了GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》，主要内容包括1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、

4 概述、5 数学模型、6 标准不确定度的评定、7 合成标准不确定度评定、8 扩展标准不确定度计算、9 测量不确定度的报告。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期达到的经济社会效益、对产业发展的作用等情况

该标准的制定规范了膜式燃气表测量不确定度的用语、计算方法、表述方法的统一，为测量结果的不确定度评定、校准测量能力（CMC）的评定与表示等文件的填写提供了技术依据。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

本标准依据 JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059《测量不确定度评定与表示》、JJG577《膜式燃气表检定规程》的要求进行编写。

五、与有关的现行相关法律、法规和强制性标准的关系

本标准与现行的国家标准、行业标准相协调。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、标准中涉及专利的情况

无

八、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准由山东计量测试学会团体标准，供学会会员采用，其他单位自愿采用。由相应专委会组织实施。

九、其他应予说明的问题