

饮用冷水水表测量不确定度评估

The Evaluation of Uncertainty in Cold Potable Water 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：

饮用冷水水表测量不确定度的评估

1 范围

本文件规定了饮用冷水水表测量不确定度评估的术语和定义、评定方法等内容。
本文件适用于饮用冷水水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 1059.1 测量不确定度的评定与表示

JJG 162 饮用冷水水表检定规程

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。

常用检定水表的装置有两种：采用容积法装置检定水表和质量法装置检定水表，测量不确定度分别进行评定。

一、容积法

4 概述

4.1 测量依据：JJG162-2019《饮用冷水水表检定规程》。

4.2 环境条件：环境温度 10℃～30℃；水温 10℃～30℃。

4.3 计量标准：0.2 级水表检定装置。

4.4 被测对象：2级冷水水表。

4.5 测量方法：用容积法水表检定装置测量水表的示值误差，安装在检定装置上的水表停止运行后，在指示装置不动时读取水表的起始值 V_a ，打开流量调节阀，将水按检定流量点通过水表注入量器。当水表指示值达到预先规定的刻度或量器的水位达预定值时，切断水源，待水表停止运将流经水表的水集于检定装置的标准量器内，比较水表的示值 V_i 和标准量器中水量的实际值 V_a ，得到水表的示值误差。

5 测量模型

$$E = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\%$$

式中： E ——水表的相对示值误差；

V_i ——水表的指示装置上增加（或减少）的体积， m^3 或 L；

V_a ——流过水表的实际体积， m^3 或 L。

6 标准不确定度评定

标准不确定度的主要来源包括：被检水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水表检定装置引入的标准不确定度分量。

输入量 V_i 的标准不确定度 $u(V_i)$ 由重复性条件下被测水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 被检水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 $u(V_i)$ 。

该项不确定度主要由测量时被测水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，对被检水表的常用流量 Q_3 、分界流量 Q_2 、最小流量 Q_1 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	$u(V_i)$
Q_3	0.49	0.52	0.30	0.48	0.66	0.53	0.50	0.63	0.48	0.54	0.513	0.097	0.097
Q_2	0.15	0.28	0.34	0.50	0.42	0.25	0.20	0.31	0.27	0.33	0.305	0.102	0.102
Q_1	0.78	1.21	1.03	0.81	0.89	0.93	0.76	0.95	1.07	0.85	0.928	0.142	0.142

$$u(V_3) = s_{p3} = 0.097\%$$

$$u(V_2) = s_{p2} = 0.102\%$$

$$u(V_1) = s_{p1} = 0.142\%$$

6.2 检定装置的不确定度 $u(V_a)$

水表检定装置的准确度等级为 0.2 级，服从均匀分布，则其标准不确定度为：

$$u(V_a) = 0.2\% / \sqrt{3} = 0.115\%$$

6.3 被检水表分辨力产生的不确定度 $u(V_{a1})$

水表的最小分格值为 0.05L，考虑其均匀分布，则有：

$$u(V_{a1}) = 0.05/2\sqrt{3} = 0.0144L, \quad u(V_{a1}) = 0.01\%$$

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 在常用流量 Q_3 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)$ (%)
$u(V_3)$	被检水表测量重复性	0.097	均匀分布	1	0.097
$u(V_a)$	标准装置	0.115	均匀分布	-1	0.115

表 3 在分界流量 Q_2 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)$ (%)
$u(V_2)$	被检水表测量重复性	0.102	均匀分布	1	0.102
$u(V_a)$	标准装置	0.115	均匀分布	-1	0.115

表 4 在最小流量 Q_1 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)$ (%)
$u(V_1)$	被检水表测量	0.142	均匀分布	1	0.142

	重复性				
$u(V_a)$	标准装置	0.115	均匀分布	-1	0.115

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：

$$u_c(V_3) = 0.150\%$$

$$u_c(V_2) = 0.154\%$$

$$u_c(V_1) = 0.183\%$$

8 扩展标准不确定度评定

取覆盖因子 $k=2$

$$U_{rel}(V_3) = ku_c(V_3) = 0.30\% ;$$

$$U_{rel}(V_2) = ku_c(V_2) = 0.31\% ;$$

$$U_{rel}(V_1) = ku_c(V_1) = 0.37\% 。$$

9 不确定度的报告

对水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 ($U_{rel i}$)	k
Q_3	0.30%	2
Q_2	0.31%	2
Q_1	0.37%	2

二、质量法

1 概述

1.1 测量依据：JJG162-2019《饮用冷水水表检定规程》。

1.2 环境条件：环境温度 5℃~35℃；水温 10℃~30℃。

1.3 计量标准：0.2 级水表检定装置。

1.4 被测对象：2 级冷水水表。

1.5 测量方法：用质量法水表检定装置测量水表的示值误差时，将流经水表的水集于检定装置的标准量器内，比较水表的示值和标准量器中水量的实际值，得到水表的示值误差。

2 测量模型

$$E = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\%$$

检定水表时，在测量过程中，根据电子秤的显示质量和水的密度，把显示质量换算到实际体积为

$$V_a = C \times \frac{M_a}{\rho}$$

式中： E ——水表的相对示值误差；

V_i ——水表的指示装置上增加（或减少）的体积， m^3 或L；

V_a ——流过水表的实际体积， m^3 或L；

C ——称重法时为空气浮力修正系数，取 1.0011，质量流量计作为标准表时取 1，

无量纲；

M_a ——计量标准器确定的流过水表的水的实际质量，kg；

ρ ——水表处水的密度， kg/m^3 。

3 标准不确定度评定

标准不确定度的主要来源包括：被检水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水表检定装置引入的标准不确定度分量。

输入量 V_i 的标准不确定度 $u(V_i)$ 由重复性条件下被测水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。

3.1 被检水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 $u(V_i)$ 。

该项不确定度主要由测量时被测水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，对被检水表的常用流量 Q_3 、分界流量 Q_2 、最小流量 Q_1 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	$u(V_i)$
Q_3	0.42	0.51	0.36	0.48	0.64	0.58	0.50	0.71	0.45	0.53	0.518	0.104	0.104
Q_2	0.14	0.27	0.32	0.50	0.42	0.28	0.20	0.56	0.27	0.33	0.329	0.130	0.130
Q_1	1.02	0.79	1.05	0.81	0.89	0.91	0.76	0.95	1.04	0.85	0.907	0.106	0.106

$$u(V_3) = s_{p3} = 0.104\%$$

$$u(V_2) = s_{p2} = 0.130\%$$

$$u(V_1) = s_{p1} = 0.106\%$$

3.2 检定装置的不确定度 $u(V_a)$

水表检定装置的准确度等级为 0.2 级，服从均匀分布，则其标准不确定度为：

$$u(V_a) = 0.2\% / \sqrt{3} = 0.115\%$$

3.3 被检水表分辨力产生的不确定度 $u(V_{a1})$

水表的最小分格值为 0.05L，考虑其均匀分布，则有：

$$u(V_{a1}) = 0.05/2\sqrt{3} = 0.0144L, \quad u(V_{a1}) = 0.01\%$$

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。

3.4 水密度的不确定度 u_p

ρ 的标准不确定度主要来源于液体密度值的测定，20℃时为 998.21kg/m³，不确定度区间半宽为 0.005kg/m³，按均匀分布：

$$u_p = \frac{0.005}{\sqrt{3}} / 998.21 \times 100\% = 0.00289\%$$

4 合成标准不确定度

4.1 灵敏系数

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

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

4.2 标准不确定度表分量汇总

表 2 在常用流量 Q 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)$ (%)
$u(V_3)$	被检水表测量重复性	0.104	均匀分布	1	0.104
$u(V_a)$	标准装置	0.115	均匀分布	-1	0.115
u_p	水密度	0.00289	均匀分布	/	0.00289

表 3 在分界流量 Q 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)$ (%)
$u(V_2)$	被检水表测量重复性	0.130	均匀分布	1	0.130

$u(V_a)$	标准装置	0.115	均匀分布	-1	0.115
u_p	水密度	0.00289	均匀分布	/	0.00289

表 4 在最小流量 Q_1 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)$ (%)
$u(V_1)$	被检水表测量重复性	0.106	均匀分布	1	0.106
$u(V_a)$	标准装置	0.115	均匀分布	-1	0.115
u_p	水密度	0.00289	均匀分布	/	0.00289

4.3 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：

$$u_c(V_3) = 0.155\%$$

$$u_c(V_2) = 0.174\%$$

$$u_c(V_1) = 0.156\%$$

5 扩展标准不确定度评定

取覆盖因子 $k=2$

$$U_{rel}(V_3) = ku_c(V_3) = 0.31\% ;$$

$$U_{rel}(V_2) = ku_c(V_2) = 0.35\% ;$$

$$U_{rel}(V_1) = ku_c(V_1) = 0.31\% 。$$

6 不确定度的报告

对水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 ($U_{rel i}$)	k
Q_3	0.31%	2
Q_2	0.35%	2
Q_1	0.31%	2

《饮用冷水水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、测试领域的需求，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《饮用冷水水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，联合多家水表的生产企业，与国内从事水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

标准明确了饮用冷水水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冷水水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《测量不确定评定与表示》、JJG162《饮用冷水水表检定规程》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