



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX—XXXX

到期轮换水表计量性能评价技术规范

Technical Specification for the Evaluation of Metrological Performance of

Water Meters Due for Replacement

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

到期轮换水表计量性能 评价技术规范

Technical Specification for the Evaluation of Metrological
Performance of Water Meters Due for Replacement

JJF(京) XX-XXXX

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

北京市自来水集团京兆水表有限责任公司

本规程委托 XXX 负责解释

目 录

引言.....	(1)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 校准用设备.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准前准备.....	(3)
7.2 示值误差.....	(4)
7.3 重复性.....	(5)
7.4 示值误差偏移量.....	(5)
8 校准结果表达.....	(5)
附录 A 到期轮换水表批的界定标准.....	(7)
附录 B 到期轮换水表分批抽样数量要求.....	(8)
附录 C 校准记录格式(推荐).....	(9)
附录 D 校准证书内页格式(推荐).....	(11)
附录 E 示值误差的不确定度评定示例.....	(12)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考了 JJG 162—2019《饮用冷水水表》、JJF 1777—2019《饮用冷水水表型式评价大纲》、GB/T 778.2《饮用冷水水表和热水水表 第2部分》及 OIML G20—2017《Surveillance of utility meters in service on the basis of sampling inspections》中的相关内容。

本规范为首次发布。

到期轮换水表计量性能评价技术规范

1 范围

本规范适用于公称通径为 DN50 及以下、常用流量 Q_3 不超过 $16 \text{ m}^3/\text{h}$ 的饮用冷水水表使用到期时的计量性能评价。

2 引用文件

JJG 162—2019 《饮用冷水水表》

JJF 1777—2019 《饮用冷水水表型式评价大纲》

GB/T 2828.2—2008 《计数抽样检验程序 第 2 部分：按极限质量(LQ)检索的孤立批检验抽样方案》

GB/T 778.2—2018 《饮用冷水水表和热水水表 第 2 部分：试验方法》

OIML G20—2017 《Surveillance of utility meters in service on the basis of sampling inspections》

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

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 示值误差偏移量 offset of indication error

示值误差偏移量是指饮用冷水水表(以下简称水表)到期轮换时经检定的示值误差与该水表安装前首次检定时示值误差差值的绝对值。

3.2 计量单位

流量单位：立方米每小时，符号为 m^3/h ；

体积单位：立方米或升，符号为 m^3 或 L；

质量单位：千克，符号为 kg；

密度单位：千克每立方米，符号为 kg/m^3 。

4 概述

水表是一种以用途来命名的计量器具，用于计量流经封闭满管道中可饮用冷水的体积总量，广泛应用于自来水供应部门供给居民和工商业等用户自来水输送量的贸易结算计量。

水表一般由测量传感器、计算器和指示装置组成，当水流经水表的测量传感器时，测量传感器通过物理效应感测水的流速或体积，并转换成机械传动或电子信号传送给计算器，计算器将接收到的信号进行转换和运算，得到水量测量结果，传送给指示装置显示。水表可以根据功能和性能需要加装辅助装置、修正装置和调整装置。

5 计量特性

到期轮换水表的计量特性包括示值误差、重复性及示值误差偏移量。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度范围：5℃~35℃，当采用容积法装置检定水表时，环境温度应控制在 10℃~30℃之内；

6.1.2 环境相对湿度范围：当检定带电子装置的水表时应不超过 93%，且一次检定的湿度变化应不超过 10%；

6.1.3 水温范围：20℃±10℃，一次检定的水温变化不超过 5℃，且与环境温度之间的偏差应不超过 5℃；

6.1.4 水源压力范围：0.03MPa 到水表最大允许压力(MAP)，水表上游压力变化不超过 10%；

6.1.5 工作电源范围：交流电源电压为标称值的 85%~110%，频率为标称值的 98%~102%，直流电源电压为标称值的 90%~110%；

6.1.6 校准场所还应无明显的振动和外磁场干扰。

6.2 校准用设备

校准用的计量标准器为准确度等级 0.2 级的水表检定装置，或扩展不确定度($k=2$)优于水表最大允许误差绝对值 1/5 的水流量标准装置，标准装置为启停法或换向法。其他设备见下表：

表 1 其他设备一览表

序号	设备名称	技术要求	用途
1	测时器	MPE:±0.5s/d	流量测定
2	水温度计	MPE: ±1℃	水温监测
3	水压力计	准确度等级: 2.5 级	水压监测
4	水温测量仪	MPE: ±0.2℃	水密度测量, 仅适用于质量法装置, 二者可选其一
	水密度计	MPE: ±0.04%	

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

7.1.1 样品的选择

到期轮换水表可单块水表进行评价,也可分批抽样进行评价,批的界定标准见附录 A,分批抽样数量要求见附录 B。

7.1.2 样品拆卸及清洗

水表从供应管网上拆下后,出入口接头应立即密封,拆卸后应尽快进行检查,存储时间一般不应超过一个月。

水表可进行简单的清洗,但不允许进行任何修理、调整、更换计数器等干预措施。

7.1.3 外观、标志、封印及附加装置检查

检查并记录被校水表的外观、标志、封印,其中标志包括计量器具法制标识和计量器具标识。

检查并记录被校水表首检日期及用水量。

核查并记录被校水表的首检误差数据。

对带电子装置的水表还应记录被校水表更换电池时间及电池的电压值,并检查电子装置功能及机电转换误差。

检查机电转换误差可以单独,也可与示值误差检定一起测试。

对于实时转换式水表,在水表静止状态下记录其机械示值和电子示值的初始读数,示值误差测试完成后,再记录水表机械示值和电子示值的终止读数,按式(1)计算机电转换误差:

$$\Delta V = |V_{e2} - V_{e1}| - |V_{m2} - V_{m1}| \quad (1)$$

式中:

ΔV ——机电转换误差, m^3 ;

V_{e2} ——电子装置的终止读数, m^3 ;

V_{e1} ——电子装置的初始读数, m^3 ;

V_{m2} ——机械指示装置的终止读数, m^3 ;

V_{m1} ——机械指示装置的初始读数, m^3 。

对于直读式水表,将水表与专用读写设备连接,读取一组机械指示装置和电子装置的读数,按公式(2)计算机电转换误差:

$$\Delta V = V_e - V_m \quad (2)$$

式中:

ΔV ——机电转换误差, m^3 ;

V_e ——电子装置的读数, m^3 ;

V_m ——机械指示装置的读数, m^3 。

7.2 示值误差

依据 JJG162 《饮用冷水水表》7.3.4 的要求, 用启停法或换向法对被校水表进行示值误差校准, 校准的流量点为 Q_3 、 Q_2 、 Q_1 , 对应复式水表还应增加 $1.1Q_{x2}$, 各检定流量点的实际流量要求如下: 常用流量 Q_3 : $0.9Q_3 \sim Q_3$; 分界流量 Q_2 : $Q_2 \sim 1.1Q_2$; 最小流量 Q_1 : $Q_1 \sim 1.1Q_1$; 转换流量: $1.05Q_{x2} \sim 1.15Q_{x2}$, 每个流量点校准 3 次, 示值误差计算公式如下:

$$E_i = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

E_i ——该流量点下水表单次校准的相对示值误差, %;

V_a ——流过水表的实际体积, m^3 ;

V_i ——水表指示装置上增加或减少的体积, m^3 。

取 3 次的平均值作为该流量点的示值误差。

$$E = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \quad (4)$$

式中:

E ——该流量点水表的相对示值误差, %;

E_1 ——该流量点水表的第一次校准时相对示值误差, %;

E_2 ——该流量点水表的第二次校准时相对示值误差, %;

E_3 ——该流量点水表的第三次校准时相对示值误差, %。

当采用质量法测量流过水表的实际体积 V_a 时, 按公式 (5) 计算:

$$V_a = c \times \frac{M_a}{\rho} \quad (5)$$

式中:

c ——空气浮力修正系数, 取 1.0011;

M_a ——计量标准器确定的流过水表的水的质量, kg ;

ρ ——水表处水的密度, kg/m^3 。

7.3 重复性

每个流量点的重复性计算公式如下

$$\delta = \frac{E_{\text{imax}} - E_{\text{imin}}}{d_n} \quad (6)$$

式中:

δ ——重复性;

E_{imax} ——某流量点 3 次重复测量结果中示值误差最大值;

E_{imin} ——某流量点 3 次重复测量结果中示值误差最小值;

d_n ——极差系数, 3 次测量取值为 1.69。

7.4 示值误差偏移量

将 7.2 测得的各流量点示值误差与 7.1 记录的首检误差数据相减得到示值误差偏移量, 计算公式如下:

$$\Delta E = E - E_{\text{首}} \quad (7)$$

式中:

ΔE ——该流量点水表示值误差的偏移量;

$E_{\text{首}}$ ——该流量点水表首检的示值误差。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同);
- d) 证书或报告的唯一性标识(如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;

- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范偏离的说明;
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- p) 未经实验室书面批准,不得部分复制证书或报告的声明。

注:分批抽样进行评价的水表还应注明批量及样本量

附录 A

到期轮换水表批的界定标准

到期轮换水表批的组成应符合下列要求：

- 相同的制造商；
- 相同种型号规格（包括准确度等级、常用流量 Q_3 、量程比 Q_3/Q_1 、公称通径）；
- 相同的生产年份；
- 相同的首检日期；
- 相同的批号或标志；
- 使用场合相似（如同一安装小区）。

附录 B

到期轮换水表分批抽样数量要求

本规范采用极限质量水平 $LQ=8\%$ 的抽样方案，一次抽样批量 N 、样本量 n 参照 GB/T 2828.2-2008 规定，详见表 B.1。

表 B.1 到期轮回水表分批抽样数量要求

序号	批量 N	样本量 n
1	17~25	17
2	26~50	22
3	51~90	24
4	91~150	26
5	151~280	28
6	281~500	32
8	501~1200	50
9	1201~3200	80
10	3201~10000	125
11	10001~35000	200

附录 C

校准记录格式（推荐）

记录编号:		委托单位:			
仪器名称:		型号规格:			
制造厂:		出厂编号:			
常用流量 Q_3 :		量程比 R:			
水温等级:		MAP:			
环境温度:	相对湿度:	校准日期:			
校准依据:					
校准使用的标准器:					
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	设备编号	检定/校准证书编号	有效期至

一、外观、标志、封印检查

1. 外观:
2. 标志:
3. 封印:
4. 其他: 已走水量:

二、首检信息

1. 首检日期:
2. 首检误差: Q_3 : Q_2 : Q_1 :

三、电子装置功能

电池更换时间: 电池电压:

电子装置功能	功能名称	检查结果	机械 (m^3)		电子 (m^3)		误差
			V_{m1}	V_{m2}	V_{E1}	V_{E2}	

四、示值误差及示值误差偏移量

流量点	流量值 (m ³ /h)	水表 (L)			检定装置示值 V_a (L)	单次示值误差 E_i (%)	示值误差 E (%)	重复性 (%)	示值误差测量结果的扩展不确定度 $U(k=2)$ (%)	示值误差偏移量 ΔE (%)
		始值 V_0	终值 V_1	示值 V_i						
Q_3										
Q_2										
Q_1										

附录 D

校准证书内页格式（推荐）

一、外观、标志、封印检查

1. 外观：
2. 标志：
3. 封印：
4. 其他：已走水量：

二、首检信息

1. 首检日期：
2. 首检误差： Q_3 ： Q_2 ： Q_1 ：

三、电子装置功能

电池更换时间： 电池电压：

电子装置功能： 机电转换误差：

四、示值误差及示值误差偏移量

流量点	首检时示值误差 (%)	示值误差 (%)	示值误差偏移量 (%)	重复性 (%)	示值误差测量结果的扩展不确定度 ($k=2$) (%)
Q_3					
Q_2					
Q_1					

附录 E

示值误差的不确定度评定示例

E.1 概述

E.1.1 被校计量器具

名称：水表，公称通径：DN15， Q_3 ：2.5 m³/h，R80。

E.1.2 标准器

标准器为 0.2 级水表检定装置

E.1.3 校准依据：《到期轮换水表计量性能评价技术规范》

E.1.4 校准环境条件

校准时环境温度：26.5℃，相对湿度：54%，水温 24.5℃。

E.2 测量模型

采用质量法测量水表时，示值误差计算公式为：

$$E = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% = \left(\frac{V_i}{V_a} - 1 \right) \times 100\% = \left(\frac{V_i}{c \frac{M_a}{\rho}} - 1 \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{V_i \rho}{c M_a} - 1 \right) \times 100\% \quad (\text{E.1})$$

式中： E ——水表的示值误差；

V_i ——被校水表的示值，L 或 m³；

V_a ——实际水量，L 或 m³；

M_a ——称重系统测得的水的质量，kg；

C ——空气浮力修正系数，一般取 1.0011；

ρ ——检定水表时水的密度，kg/m³。

E.3 不确定度传播律

示值误差计算公式中各输入量不相关，不确定度传播律为：

$$u_c^2(E) = c_1^2 u^2(V_i) + u_2^2 u^2(M_a) + u_3^2 u^2(\rho) \quad (\text{E.2})$$

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial E}{\partial V_i} = \frac{\rho}{c M_a} \quad (\text{E.3})$$

$$c_2 = \frac{\partial E}{\partial M_a} = -\frac{V_i \rho}{c M_a^2} \quad (\text{E.4})$$

$$c_3 = \frac{\partial E}{\partial \rho} = \frac{V_i}{cM_a} \quad (\text{E.5})$$

E.4 各分量不确定的主要来源

E.4.1 水表示值测量引入的标准不确定度分量 $u(V_i)$

水表示值测量的主要不确定度来源有：

- (1) 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(V_i)$ ；
- (2) 水表读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(V_i)$ ；

E.4.2 检定装置参考水质量值测量引入的标准不确定度分量 $u(M_a)$

检定装置参考水质量值测量的不确定度来源为检定装置系统引入的标准不确定度。

E.4.3 水密度测量引入的标准不确定度分量 $u(\rho)$

水密度测量的不确定度来源为密度计引入的标准不确定度 $u_1(\rho)$ ；

E.5 各标准不确定度分量评定

E.5.1 水表示值测量引入的标准不确定度分量 $u(V_i)$

E.5.1.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(V_i)$

示值误差 E 的 3 次测量结果分别为 1.02%、0.95%、1.13%，按极差法计算单次的实验标准偏差，极差系数取 1.69：

$$s(E) = \frac{1.13\% - 0.95\%}{1.69} = 0.11\%$$

测量水表时用水量约为 100L，测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(V_i)$ 为：

$$u_1(V_i) = \frac{s(E) \times 100}{\sqrt{3}} = 0.064 \text{ L}$$

E.5.1.2 水表读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(V_i)$

水表的最小分度值为 0.05 L，考虑均匀分布，水表读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(V_i)$ 为：

$$u_2(V_i) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ L}$$

水表示值测量引入的标准不确定度分量 $u(V_i)$ 为：

$$u(V_i) = \sqrt{u_1^2(V_i) + u_2^2(V_i)} = 0.070 \text{ L}$$

E.5.2 检定装置参考水质量值测量引入的标准不确定度分量 $u(M_a)$

检定装置的准确度等级为 0.2 级，测量水表时用水量约为 100 kg，则参考水质量值测量引入的标准不确定度分量 $u(M_a)$ 为：

$$u(M_a) = \frac{0.2\%}{\sqrt{3}} \times 100 = 0.12 \text{ kg}$$

E.5.3 水密度测量引入的标准不确定度分量 $u(\rho)$

水密度由二等标准密度计测得，二等标准密度计的最大允许误差为 $\pm 0.5\text{kg/m}^3$ ，考虑均匀分布，水密度测量引入的标准不确定度分量 $u_1(\rho)$ 为：

$$u_1(\rho) = \frac{0.5 \times 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0.29 \times 10^{-3} \text{ kg/L}$$

E.6 合成标准不确定度的评定

E.6.1 标准不确定度一览表

计算标准不确定度时，水表示值、检定装置参考水质量及水密度分别取 100L、100kg 及 997kg/m^3 ，测量点 $Q_3=2.5\text{m}^3/\text{h}$ 各输入量的标准不确定度见下表：

表 E.1 标准不确定度一览表

序号	标准不确定度分量	不确定来源	$u_i(x_i)$ 的值		灵敏系数 c_i	$ c_i u_i(x_i) $
1	$u(V_i)$	测量重复性	0.064 L	0.070L	$9.96 \times 10^{-3} \text{ L}^{-1}$	0.070%
		水表读数分辨率	0.029 L			
2	$u(M_a)$	水质量值测量	0.12 kg		$9.96 \times 10^{-3} \text{ kg}^{-1}$	0.12%
3	$u(\rho)$	密度计	$0.29 \times 10^{-3} \text{ kg/L}$		1.00 L/kg	0.029%

E.6.2 合成标准不确定度

$$u_{cr}(E) = \sqrt{c_1^2 u^2(V_i) + u_2^2 u^2(M_a) + u_3^2 u^2(\rho)} = 0.14\%$$

E.7 扩展不确定度

按近似正态分布考虑，取 $k=2$ ，水表示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U_r = k u_{cr}(E) = 2 \times 0.14\% = 0.28\%$$