



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF×××× — ××××

洗衣机能效测量装置校准规范

Calibration Specification for Energy Efficiency Testing

Apparatus of Washing Machine

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局 发布

洗衣机能效测量装置 校准规范

Calibration Specification for Energy Efficiency
Testing Apparatus of Washing Machine

JJFXXXX—XXXX

归口单位：全国能源资源计量技术委员会
能效标识计量分技术委员会

主要起草单位：河南省计量科学研究院
中国计量科学研究院

参加起草单位：

本规范委托全国能源资源计量技术委员会能效标识计量分技术
委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和计量单位	2
4 概述	2
5 计量特性	2
5.1 温湿度控制系统	2
5.2 洗衣机工作的环境温度和相对湿度	3
5.3 压力测量系统	3
5.4 电参数测量系统	3
5.5 质量测量系统	3
5.6 液体流量计测量系统	4
5.7 参比机测量系统	4
5.8 电位滴定仪测量系统	5
5.9 白度值测量系统	5
6 校准条件	5
6.1 环境条件	5
6.2 校准用设备	5
7 校准项目和方法	7
7.1 校准项目	7
7.2 校准方法	8
7.3 数据处理和数值修约	13
8 校准结果表达	14
9 复校时间间隔	14
附录 A 原始记录格式（供参考）	15
附录 B 校准证书内页格式（供参考）	20
附录 C 液体流量计测量系统校准结果不确定度评定示例	26

引 言

本规范依据JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编写而成。

本规范为首次发布。

洗衣机能效测量装置校准规范

1 范围

本规范规定了家用和类似用途电动洗衣机（以下简称洗衣机）能效测量装置的计量特性、校准条件、校准项目及方法、校准结果等内容。

本规范适用于洗衣机能效测量装置，具有相同测量原理的其他能效测量装置也可参考使用。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 229-2010 工业铂、铜热电阻

JJG 368-2000 工作用铜-铜镍热电偶

JJG 512-2002 白度计

JJG 780-1992 交流数字功率表

JJG 814-2015 自动电位滴定仪

JJG 882-2019 压力变送器

JJG 1033-2007 电磁流量计

JJG 1038-2008 科里奥利质量流量计

JJF 1076-2020 数字式温湿度计校准规范

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

JJF 1232-2009 反射率测定仪校准规范

JJF 1261.8-2017 电动洗衣机能源效率计量检测规则

JJF 1366-2012 温度数据采集仪校准规范

JJF 1472-2014 过程仪表校验仪校准规范

JJF 1491-2014 数字式交流电参数测量仪校准规范

JJF 1708 标准表法科里奥利质量流量计在线校准规范

GB/T 4288-2018 家用和类似用途电动洗衣机

CJ/T 364-2011 管道式电磁流量计在线校准要求

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（包括所有修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

GB/T 4288、JJF 1261.8 界定的术语适用于本规范。

4 概述

洗衣机能效测量装置是一种集成了多种物理参数的综合测量系统，用于测量洗衣机耗电量、用水量、洗净比等参数的试验装置，通过空气处理机组和水处理系统为被测洗衣机提供稳定的运行工况，通常配有温度测量系统、压力测量系统、电参数测量系统、液体流量计测量系统等，主要计量仪器包括数字功率计、电磁流量计、工业铂热电阻、热电偶和压力变送器等，通过采集功率、流量、温度、压力等参数从而计算得到被测洗衣机的耗电量、用水量及其他各项性能指标。

5 计量特性

各个洗衣机能效测量装置的典型测量范围和最大允许误差如下：

注：由于设计方案、制造者或制造年代等因素，不同洗衣机能效测量装置中各测量系统的测量范围可能存在差异，因此本节所述“典型测量范围”指各测量系统较为常见的测量范围。校准时，被校洗衣机能效测量装置各测量系统的实际测量范围可能与典型测量范围不同，但实际测量范围应能够满足洗衣机能效测量装置的使用需求。

5.1 温湿度控制系统

温湿度控制系统的典型测量范围和最大允许误差见表 1。

表 1 温湿度控制系统的典型测量范围和最大允许误差

项目	典型测量范围	最大允许误差
工业铂热电阻	(0~55) °C	±0.5 °C
热电偶	(0~100) °C	±1.0 °C

湿度传感器	(10~95) %RH	±5.0%RH
-------	-------------	---------

5.2 洗衣机工作的环境温度和相对湿度

洗衣机工作的环境温度和相对湿度的典型范围和最大允许误差见表 2

表 2 洗衣机工作的环境温度和相对湿度的典型范围和最大允许误差

项目	典型测量范围	最大允许误差
环境温度	(15~35) °C	±2°C
环境相对湿度	(45~75) %RH	±5.0%RH

5.3 压力测量系统

压力测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表 3。

表 3 压力测量系统的典型测量范围和最大允许误差

项目	典型测量范围	最大允许误差
压力计	(0~2) MPa (表压)	±0.02 MPa

5.4 电参数测量系统

电参数测量系统的交流电压、交流电流、交流功率的典型测量范围和最大允许误差见表 4。

表 4 功率测量系统的典型测量范围和最大允许误差

项目		典型测量范围	最大允许误差
数字功率计 (单相或多相中 的一相)	交流电压	(80~300) V	±0.3%
	交流电流	(0.001~20) A	±0.3%
	交流功率	(0.1~3000) W	±0.5%
	频 率	50、60Hz	±0.1Hz
交流稳压电源失真度		/	≤5%
注：测量关机、待机功率的功率仪，典型的测量范围：0.01 W~10W，最大允许误差±1%。			

5.5 质量测量系统

参照 JJG539—2016，质量测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表 5。

表 5 质量测量系统的典型测量范围和最大允许误差

项目	典型测量范围	最大允许误差
----	--------	--------

	I 级	II 级	
电子天平	$e \leq m \leq 5 \times 10^4 e$	$e \leq m \leq 5 \times 10^3 e$	$\pm 0.5 e$
	$5 \times 10^4 e < m \leq 2 \times 10^5 e$	$5 \times 10^3 e < m \leq 2 \times 10^4 e$	$\pm 1.0 e$
	$2 \times 10^5 e < m$	$2 \times 10^4 e < m \leq 1 \times 10^5 e$	$\pm 1.5 e$
注：m 为测量范围，以检定分度值 e 表示，其中 $0.1g \leq e \leq 2g$ 或 $5g \leq e$ 。另外，检定分度值由电子天平生产者确定，并满足 $d \leq e \leq 10d$ ，其中 d 为电子天平的实际分度值。			

5.6 液体流量计测量系统

液体流量计测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表 6。

表 6 液体流量计测量系统的典型测量范围和最大允许误差

项目	典型测量范围	最大允许误差
电磁流量计	(100~1000) L/h	$\pm 0.5\%$
质量流量计	(200~3000) kg/g	$\pm 0.3\%$

5.7 参比机测量系统

5.7.1 搅拌式参比机应符合以下要求：

表 7 搅拌式参比机的典型数据和最大允许误差

项目	典型数据	最大允许误差
洗衣桶直径	540mm	$\pm 1\text{mm}$
搅拌器叶片数	4 片	/
搅拌器直径	340mm	$\pm 1\text{mm}$
搅拌器摆动角度	214°	$\pm 5^\circ$
搅拌器摆动频次	51 次/min	± 1 次/min

5.7.2 滚筒式参比机应符合以下要求：

表 8 滚筒式参比机的典型数据和最大允许误差

项目	典型数据	最大允许误差
洗衣桶直径	520mm	$\pm 5\text{mm}$
滚筒转速（洗涤）	52r/min	2r/min
滚筒转速（脱水）	500r/min	20r/min

5.8 电位滴定仪测量系统

电位滴定仪典型测量范围和最大允许误差见表 9。

表 9 电位滴定仪测量系统典型测量范围和最大允许误差

项目	典型测量范围	最大允许误差
电位滴定仪（pH 示值）	0~14	± 0.02
电位滴定仪（滴定管容量）	（2~50）mL	$\pm 0.01\text{mL}$

5.9 白度值测量系统

白度值典型测量范围和最大允许误差见表 10

表 10 白度值测量系统典型测量范围和最大允许误差

项目	典型测量范围	最大允许误差
白度仪（白度值）	（0~100）%	$\pm 1\%$
反射率计（白度值）	（0~100）%	$\pm 1\%$
注：以%表示。		

注：除 5.7、5.8 和 5.9 外，最大允许误差均可指修正后最大允许误差。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：5℃~35℃。

6.1.2 环境湿度：15%RH~80%RH。

6.1.3 大气压力：80kPa~106kPa。

6.1.4 工作区域无明显空气对流、机械振动和电磁干扰。

注：当环境条件有偏离时，应征得客户同意并在原始记录中记录。

6.2 校准用设备

校准设备可参考表 10。

表 10 校准用设备一览表

序号	仪器、设备名称	技术要求	用途	备注
1	标准铂电阻温度计	二等	测量温度参考值	也可采用满足技术要求的其他设备
2	电测设备	测量范围与标准铂电阻相适	与标准铂电	

	(电桥或可测量电阻的数字多用表)	应 0.005 级及以上等级	阻温度计配套使用	
3	恒温槽	控温范围与被校温度测量系统相适应	铂电阻和热电偶校准温度源	
4	压力标准器	压力范围覆盖被校压力测量系统 0.05 级及以上等级	向压力变送器输入端提供标准压力信号	可为活塞式压力计、液体压力计、数字压力计或其他满足要求的标准压力发生器。
5	功率标准源	电压、电流和功率输出覆盖被校数字功率计测量范围 交流电压、交流电流输出最大允许误差: $\pm 0.10\%$ 功率输出最大误差: $\pm 0.10\%$	向数字功率计输入端提供电压、电流和功率信号	也可采用满足技术要求的标准功率计、功率负载或其他设备
6	砝码	砝码数量应当满足质量测量系统校准需求 最大允许误差: 该载荷下, 电子天平最大允许误差绝对值的三分之一	向质量测量系统提供称量载荷	也可采用满足技术要求的其他载荷
8	标准流量计	标准流量计流量范围应与被校流量计的流量范围相适应。 最大允许误差: $\pm 0.15\%$	测量流量参考值	也可采用满足技术要求的其他设备(称重法)
9	参比机测量系统	直尺最大允许误差 $\pm 0.1\text{mm}$ 、卷尺最大允许误差 $\pm 1\text{mm}$ 、量角器最大允许误差、转速表最大允许误差: $\pm 2\text{r/min}$ 、计时器最大允许误差 $\pm 0.5\%$	测量搅拌式、滚筒式以及其他类型洗衣机的参数校准	也可采用满足技术要求的其他设备

10	滴定仪标准系统	PH 检定仪准确度等级 0.0006 级；分度吸量管或单标 线吸量管 2mL~20 mL，A 级。		也可采用满足 技术要求的其他 设备
11	标准白板及白度计检 定装置	标准白板标准不确定度不超过 1.0；白度计最大允许误差 ± 1 。		也可采用满足 技术要求的其他 设备
12	湿度计	测量范围：10%RH~90%RH 最大允许误差： $\pm 2\%RH$	测量湿度参 考值	也可采用满足 技术要求的其他 设备
13	湿度发生器	湿度控制范围：10%RH ~ 90%RH 测量腔稳定性优于 1%RH	湿度源	也可采用满足 技术要求的其他 设备
14	温度校验仪	温度模拟信号输出范围覆盖热 电偶信号采集系统的测量范围 最大允许误差： $\pm 0.5^{\circ}C$	向热电偶信号 测量系统提供 温度模拟信号	也可采用满足技 术要求的标准铂 电阻温度计、干 井式计量炉、恒 温槽或其他设备 组合

7 校准项目和方法

7.1 校准项目

能效测量装置的校准项目见表 9。可根据洗衣机能效测量装置的结构类型及客户要求，选择相应校准项目。

表 9 能效测量装置校准（比对）项目

序号	项目名称	技术要求条款	校准（比对）方法章节	新制造	使用中
1	温湿度测量控制系统	5.1	7.2.2	√	√
2	洗衣机工作的环境温 度和相对湿度	5.2	7.2.3	√	√
3	压力测量系统	5.3	7.2.4	√	√
4	电参数测量系统	5.4	7.2.5	√	√
5	质量测量系统	5.5	7.2.6	√	√
6	液体流量计测量系统	5.6	7.2.7	√	√

7	参比机测量系统	5.7	7.2.8	√	√
8	电位滴定仪测量系统	5.8	7.2.9	√	√
9	白度值测量系统	5.9	7.2.10	√	√
注：√ 校准、比对或检查。					

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

将各测量系统中的修正值或修正系数清零。如各测量系统具有直接读取修正前测量数据功能，也可不对修正值或修正系数清零。

检查传感器外观是否完好，有无明显损伤、变形或破损，且各测量系统能否正常工作。

7.2.2 温湿度测量控制系统校准方法

7.2.2.1 校准点确定

应根据实际温度、湿度测量范围合理确定校准范围和校准点：标准铂电阻校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于7个，一组常用的温度校准点为10℃、15℃、23℃、25℃、30℃、40℃、55℃；热电偶信号校准点原则上应覆盖测量范围且不少于5个，常用的校准点可为10℃、15℃、30℃、50℃、100℃；湿度传感器校准点原则上应覆盖测量范围且不少于3个，常用的校准点可为50%RH、60%RH、80%RH；必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.2.2 标准铂电阻校准步骤

参照 JJF1366—2012、JJF 1262—2010 对温度测量系统进行校准。

1) 将标准铂电阻温度计与被校温度测量系统的温度传感器同时插入恒温槽内，插入深度一般不小于100mm，并处于相同有效温度区域内，如图1所示。

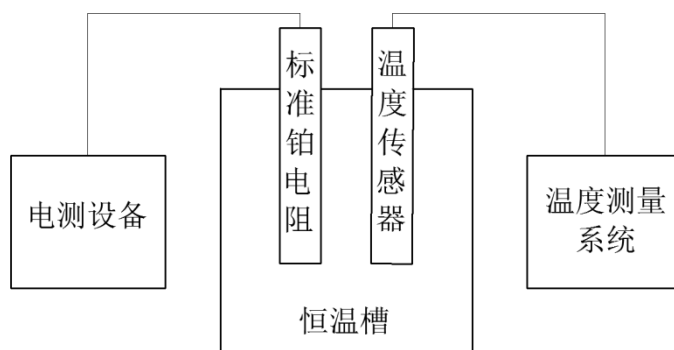


图1 温度测量系统校准示意图

2) 将恒温槽设定至校准点并待其足够稳定, 且标准铂电阻读数与校准点偏差不超过 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 后, 读取标准铂电阻温度计和被校温度测量系统示值 (修正前)。

读数过程中温度测量系统读数保留小数点后两位, 标准铂电阻温度计读数保留小数点后三位。

3) 待所有校准点完成后, 现场将校准结果或修正系数写入温度测量系统, 并至少选取 2 至 3 个校准点进行验证 (修正后)。

7.2.2.3 热电偶校准步骤

参照 JJF 1472—2014 对热电偶进行校准。

1) 使用铜导线将温度校验仪输出端与热电偶接线盘上的接线端子连接。关闭校验仪的参考端温度自动补偿功能, 并设置为热电偶信号输出模式。

2) 将温度校验仪调节至需要的热电偶信号类型, 并依次输出校准点, 待热电偶信号测量系统读数足够稳定后, 读取温度校验仪输出值和热电偶测量值。

7.2.2.4 湿度传感器校准步骤

参照 JJF 1076-2020 对湿度传感器进行校准。

先设定湿度发生器的温度值, 当温度平衡后, 设定湿度发生器的湿度值, 一般由低湿到高湿。

7.2.3 洗衣机工作的环境温度和相对湿度的布置及校准方法

参照 JJF 1101-2019 对洗衣机工作的环境温度和相对湿度进行校准。

洗衣机工作的环境温度和相对湿度的校准点为 23°C 和 65%RH。必要时, 可根据客户需求调整或增加校准点。

测试点的位置应布放在能效测量装置内的中层校准面上, 即实验平台上方 1m 处平行于底面的校准工作面; 温湿度测试点为 7 个 (1~5), 在点位 5 处上下增加两个点位, 测试点与内壁小于各边长的十分之一, 如果遇到风道, 可以加大, 但是不能大于 500mm, 必要时, 可根据客户需求调整或增加校准点。如下图 2 所示。

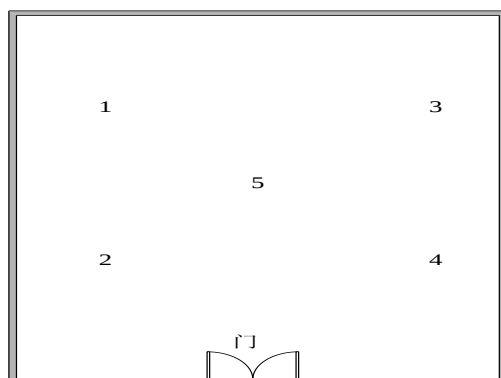


图 2 洗衣机能效测量装置试验室内的布置图

将能效测量装置的试验室设定所要求的标称温度和湿度，温湿度传感器数据稳定后，开始读数，每两分钟记录测试的温湿度数据，共测试 5 次，取平均值。

7.2.4 压力测量系统校准方法

7.2.4.1 校准点确定

应根据实际压力测量范围合理确定校准范围和校准点，校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于 5 个，常用的压力校准点可参见表 10。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

表 10 压力测量系统常用校准点

项目	常用校准点
压力计	0 MPa、0.1MPa、0.24MPa、0.32 MPa，0.5MPa、1MPa、2 MPa

7.2.4.2 校准步骤

参照 JJG882—2004 对压力测量系统进行校准。

1) 将压力标准器置于被校压力变送器相同的高度，并连接标准器的输出端和被校准表输入端。

2) 由下限开始按照升压顺序，依次平稳地将压力发生器调整至校准点并待其足够稳定，读取压力标准器和被校压力测量系统示值（修正前）。校准所使用的工作介质应为洁净、无腐蚀性的气体。

3) 待所有校准点完成后，对具有读数修正功能的能效测量装置，现场将校准结果或修正系数写入压力测量系统，并至少选取 2 至 3 个校准点进行验证（修正后）。

7.2.5 电参数测量系统校准方法

推荐采用标准源法对电参数测量系统进行校准。根据实际需要，保证校准设备处于同等水平条件下，也可采用标准表法进行校准。

7.2.5.1 校准点确定

应根据实际电参数测量范围合理确定校准范围和校准点，校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于 5 个，对于三相功率测量系统可按照单相校准要求逐相进行。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.5.2 校准步骤

参照 JJG780—92、JJF1491—2014，用标准源法对单相电参数测量系统进行校

准。

1) 将被校功率计的测量端与能效测量装置断开, 然后与功率标准源的对应端子连接, 并确保各部件外壳与地电位连接, 如图 4 所示。

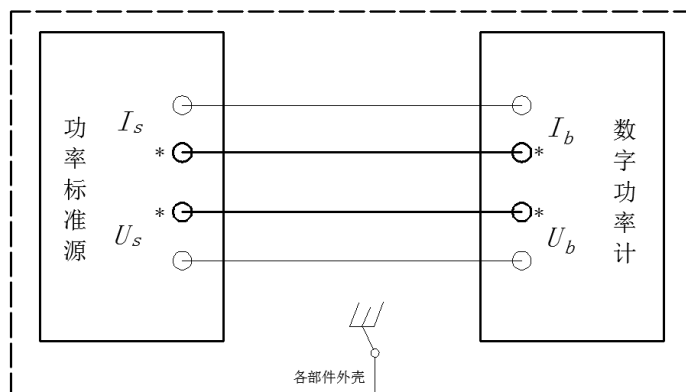


图 4 电功率测量系统校准示意图

注：图中*为同名端

2) 将被校功率计的电流缩放功能关闭, 并开启电压和电流的自动量程功能。如果被校功率计不具备自动量程功能, 校准时根据校准点手动调节至合适量程。

3) 按照电流、电压渐升顺序, 依次平稳地将功率标准源调整至校准点并待其足够稳定, 读取功率标准源和被校电功率测量系统的电压、电流、频率和功率示值。

7.2.5.3 失真度的校准方法

调节交流稳压电源, 使它输出相应的电压 (220V、110V), 读取不同频率下的失真度。

7.2.6 质量测量系统校准方法

7.2.6.1 校准点确定

应根据实际质量测量范围合理确定校准范围和校准点, 校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于 5 个。必要时, 可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.6.2 校准步骤

参照 JJG 1036-2008 对质量测量系统进行校准。

1) 电子天平开机预热, 预热时间大于等于制造厂商规定的预热时间, 一般不超过 30min。对带水平调整装置的电子天平, 应将秤调至水平位置。

2) 从零点起逐步施加砝码, 直至加到天平的最大称量, 校准过程中, 砝码可放置电子天平的中心位置。

7.2.7 液体流量计测量系统校准方法

电源满足现场工况要求，场地满足安全操作要求，外界磁场对标准器和被校流量计的影响可忽略，机械振动和噪声对标准器和被校流量计的影响可忽略，直管段应满足被检流量计对直管段的要求。

7.2.7.1 校准点确定使用科里奥利质量流量计作为标准表的移动式在线校准装置，可采用下述方法对液体流量计测量系统进行现场校准。

应根据实际流量测量范围合理确定校准范围和校准点，校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于 5 个。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.7.2 校准步骤

1) 可选择图 5 中的一种连接方式串联标准流量计与被校流量计，并充分排空管路中的空气。

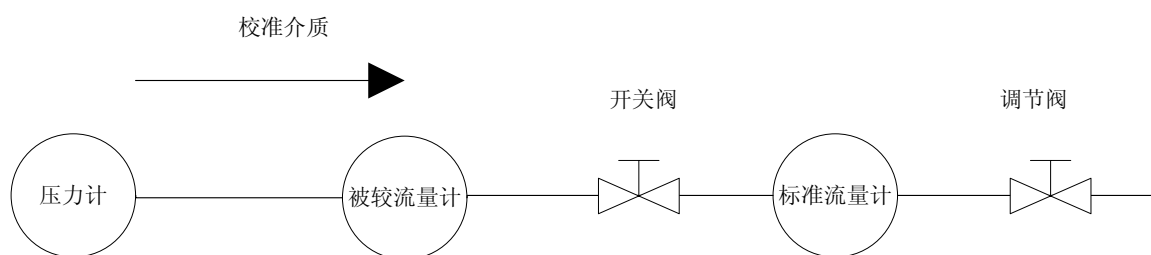


图 5 流量计在线校准连接示意图

2) 依次调节校准回路工作介质流量至校准点，待流量稳定后同时读取标准流量计和液体流量计测量系统的示值（20 分钟累积值），完成 1 次校准，每个流量点校准 3 次。

3) 待所有校准点完成后，对具有读数修正功能的流量计，现场将校准结果或修正系数写入流量计，并至少选取 2 至 3 个校准点进行验证（修正后）。

7.2.8 参比机校准方法

7.2.8.1 滚筒式参比机

1) 用卷尺测量滚筒洗衣机筒直径，选取不同的三个位置，每个位置测量三次，计算平均值。

2) 在洗涤和脱水的程序下用转速表测量实际转速。

7.2.8.2 搅拌式参比机

1) 用卷尺或直尺测量参比洗衣机桶直径, 选取不同的三个位置, 每个位置测量三次, 计算平均值。

2) 目测参比洗衣机的搅拌器的叶片数目。

3) 用卷尺或直尺测量参比洗衣机的搅拌器直径, 选取不同的三个位置, 每个位置测量三次, 计算平均值。

4) 用量角器测量搅拌器摆动角度, 测量三次取平均值。

5) 参比机在主洗的程序下, 测量搅拌器 5 分钟的摆动次数, 并计算出 1 分钟搅拌器摆动次数。

7.2.9 电位滴定仪校准方法

参照 JJG 814-2015 进行校准。

7.2.10 白度值校准方法

参照 JJG512-2002、JJF 1232-2009 进行校准。

7.3 数据处理和数值修约

7.3.1 校准示值误差

校准项目的示值误差计算公式如下:

$$\Delta X = X_m - X_s \quad (1)$$

式中: ΔX ——校准示值误差, $^{\circ}\text{C}$ 、MPa、kg、g、L、mm、W 或 kW 等;

X_m ——被校测量系统的示值, $^{\circ}\text{C}$ 、MPa、kg、g、L、mm、W 或 kW 等;

X_s ——标准器的示值, $^{\circ}\text{C}$ 、MPa、kg、g、L、mm、W 或 kW 等。

7.3.2 校准相对示值误差

校准项目的示值误差计算公式如下:

$$\Delta X_{rel} = \frac{X_m - X_s}{X_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中: ΔX_{rel} ——校准相对示值误差 (无量纲)。

7.3.3 数值修约

按照以下要求进行数值修约:

1) 温度测量系统: 传感器为工业铂热电阻时, 温度示值保留至 0.01°C ; 热电偶信号测量系统: 温度示值保留至 0.1°C 。

2) 压力测量系统: 压力示值保留至 0.001MPa 。

3) 功率测量系统: 功率示值保留至 0.1W ; 电压示值保留至 0.01V ; 电流示值

保留至 0.001A；如果测量待机、关机功率时，功率计示值保留至 0.01W。

4) 质量测量系统：质量示值保留至 1g 和 0.01g。

5) 液体流量计测量系统：流量示值保留至 0.1L。

6) 参比机测量系统：直径保留至 0.1mm，角度保留至 1°，转速保留至 1r/min。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 试验装置名称及地址；
- c) 进行校准的地点（如果与试验装置地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（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应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 对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) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的说明。

校准原始记录格式见附录 A，校准证书（报告）内页格式见附录 B。

9 复校时间间隔

根据能效测量装置实际情况使用单位可自行确定复校时间间隔，建议复校时间间隔为 12 个月。

附录 A 原始记录格式（供参考）

客户名称				
客户地址				
器具名称				
规格/型号		器具编号		
生产厂商				
校准依据	JJFXXX-XXXX 洗衣机能效测量装置校准规范			
校准日期				
校准条件	温度：℃	湿度：	%RH	
及地点	地点：	其他：		
校准使用的计量（基）标准装置/主要标准器/主要仪器				
测量设备名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误 差	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
标准器 1				
...				
标准器 n				

A.1 校准项目

温度测量系统：	☐ 是 ☐ 否	压力测量系统	☐ 是 ☐ 否
电参数测量系统：	☐ 是 ☐ 否	质量测量系统：	☐ 是 ☐ 否
参比机测量系统：	☐ 是 ☐ 否	液体流量计测量系统：	☐ 是 ☐ 否

A.2 校准前检查

外观检查 测量系统能否正 常工作	温度测量控制系统： ☐ 是 ☐ 否 压力测量系统： ☐ 是 ☐ 否 电参数测量系统： ☐ 是 ☐ 否 质量测量系统： ☐ 是 ☐ 否 参比机测量系统： ☐ 是 ☐ 否 液体流量计测量系统： ☐ 是 ☐ 否 备注：
修正值或修正系 数清零（控制机 和数字指示调节	温度测量系统： ☐ 是 ☐ 否 压力测量系统： ☐ 是 ☐ 否 电参数测量系统： ☐ 是 ☐ 否

仪)	液体流量计测量系统: ☐ 是 ☐ 否 备注:
----	---

A.3 温度测量系统

修正前读数			
读数 (°C)	校准点 1	...	校准点 m
标准器			
被校器 1			
...			
被校器 n			
修正后读数			
读数 (°C)	校准点 1	校准点 2	校准点 3
标准器			
被校器 1			
...			
被校器 n			
校准不确定度为:			

A.4 压力测量系统

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		测量范围	
修正前读数			
校准点（MPa）	标准器示值（MPa）		被校器示值（MPa）
校准点 1			
...			
校准点 n			
修正后读数			
校准点（MPa）	标准器示值（PMPa）		被校器示值（MPa）
校准点 1			
校准点 2			

校准点 3		
校准不确定度为：		

A.5 电参数测量系统

被校器名称					
型号			生产厂		
编号			备注		
标准器设定值			被校器示值		
频率（Hz）			频率（Hz）		
校准点（50Hz、60Hz）					
电压（V）	电流（A）	功率（kW）	电压（V）	电流（A）	功率（kW）
校准点 1					
...					
校准点 n					
校准不确定度为：					

被校器名称（源）						
型号			生产厂			
编号			备注			
电压校准点（V）	频率（Hz）	被校器示值（V）	被校器示值（Hz）	电源谐波（%）		
				A 相	B 相	C 相
校准不确定度为：						

A.6 质量测量系统

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		测量范围	
校准点（g，kg）		标准器参考值（g，kg）	被校器示值（g，kg）
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			

A.7 液体流量计测量系统

被校器名称			
型号			生产厂
编号			测量范围
校准点（L/h）		标准器示值（L）	被校器示值（L）
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			
修正后读数			
校准点（L/h）		标准器示值（L）	被校器示值（L）
校准点 1			
校准点 2			

A.8 参比机测量系统

1) 搅拌式参比机

校准项目	技术要求	校准结果	测量不确定度
洗衣机桶直径			
搅拌器直径			
搅拌器叶片数			
搅拌器摆动角度			

搅拌器摆动频次			
---------	--	--	--

2) 滚筒参比机

校准项目		技术要求	校准结果	测量不确定度
洗衣机筒直径				
滚 筒 转速	洗涤			
	脱水			

A.9 电位滴定仪

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		备注	
校准点（pH 示值、滴管容量误差（mL））	标准器参考值		被校器示值
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			

A.10 白度计

被校器名称			
型号			生产厂
编号			备注
校准点	标准器参考值		被校器示值
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			

附录 B 校准证书内页格式（供参考）

证书编号：

校准依据	JJFXXX-XXXX 洗衣机能效测量装置校准规范			
校准条件	温度：℃	湿度：%RH		
及地点	地点：	其他：		
校准使用的计量（基）标准装置/主要标准器/主要仪器				
测量设备名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
标准器 1				
...				
标准器 n				

B.1 温度测量系统

修正前读数					
读数（℃）	校准点 1	示值误差	...	校准点 m	示值误差
标准器					
被校器 1					
...					
被校器 n					
修正后读数					
读数（℃）	校准点 1	示值误差	...	校准点 3	示值误差
标准器					
被校器 1					
...					
被校器 n					
校准不确定度为：					

证书编号：

B.2 压力测量系统

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		测量范围	
修正前读数			
校准点（MPa）	标准器示值（MPa）	被校器示值（MPa）	示值误差（MPa）
校准点 1			
...			
校准点 n			
修正后读数			
校准点（MPa）	标准器示值（MPa）	被校器示值（MPa）	示值误差（MPa）
校准点 1			
校准点 2			
校准点 3			
校准不确定度为：			

证书编号：

B.3 电参数测量系统

被校器名称（数字功率计）								
型号						生产厂		
编号						备注		
标准器设定值			被校器示值					
频率（Hz）			频率（Hz）			相对示值误差（%）		
校准点								
电压 （V）	电流 （A）	功率（W 或 kW）	电压（V）	相对示 值误差 （%）	电流（A）	相对示 值误差 （%）	功率（W 或 kW）	相对示 值误差 （%）
校准点 1								
...								
校准点 n								
校准不确定度为：								

被校器名称（源）						
型号		生产厂				
编号		备注				
电压校准点（V）	频率（Hz）	被校器示值 (V)	被校器示值 (Hz)	电源谐波（%）		
				A 相	B 相	C 相
校准点 1						
...						
校准点 n						
校准不确定度为：						

证书编号：

B.4 质量测量系统

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		测量范围	
校准点 (g, kg)	标准器参考值 (g, kg)	被校器示值 (g, kg)	示值误差 (g, kg)
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			

B.5 液体流量计测量系统

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		测量范围	
校准点（kg/h， m ³ /h）	标准器示值（L）		被校器示值（L）
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			
修正后读数			
校准点（L/h）	标准器示值（L）		被校器示值（L）
校准点 1			
校准点 2			
校准不确定度为：			

证书编号：

B.6 参比机测量系统

1) 搅拌式参比机

校准项目	技术要求	校准结果	测量不确定度
洗衣机桶直径			
搅拌器直径			
搅拌器叶片数			
搅拌器摆动角度			
搅拌器摆动频次			

2) 滚筒参比机

校准项目	技术要求	校准结果	测量不确定度
洗衣机筒直径			
滚 筒	洗涤		
转速	脱水		

A.9 电位滴定仪

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		测量范围	
校准点 (pH 示值、 滴 管 容 量 误 差 (mL))	标准器参考值	被校器示值	示值误差 (g, kg)
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			

证书编号：

A.10 白度值

被校器名称			
型号		生产厂	
编号		测量范围	
校准点	标准器参考值	被校器示值	示值误差（g，kg）
校准点 1			
...			
校准点 n			
校准不确定度为：			

附录 C 液体流量计测量系统校准结果不确定度评定示例

C.1 被校对象

以电磁流量计（被校对象）的情况为例，传感器所测的流量显示于计算机，分辨力为 0.1L。在满足现场校准条件下，将标准流量计串联接入现场管道。校准前被检表应在流量点处预运行，然后对被校对象进行在线校准，通过比较被校对象示值和标准流量计标准值，计算其示值误差。

C.2 评定模型

C.2.1 数学模型

对于单次测量，电磁流量计相对示值误差的数学公式如（C.1）。

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

式中：

E —被校流量计相对示值误差；

Q —被校电磁流量计累积流量值，L；

Q_s —标准流量计累积流量值，L。

C.2.2 灵敏系数

Q 的灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial E}{\partial Q} = \frac{1}{Q_s} \quad (\text{C.2})$$

Q_s 的灵敏系数：

$$c_2 = \frac{\partial E}{\partial Q_s} = -\frac{Q}{Q_s^2} \quad (\text{C.3})$$

C.2.3 示值误差的合成标准不确定度

各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度可按下式计算得到。

$$u_c^2(E) = c_1^2 \cdot u_1^2(Q) + c_2^2 \cdot u_2^2(Q_s) \quad (\text{C.4})$$

C.3、 Q 、 Q_s 标准不确定度 $u(Q)$ 和 $u(Q_s)$

经分析：测量不确定度的主要来源有标准流量计的标准不确定度、被校流量计的测量重复性及温度测量误差、压力变化等因素带来的不确定度分量。测量时间不同步引起的分量，估计值为 $\pm 0.5s$ ，检测时间约为 $1200s$ ，引起的测量不确定度分量很小，可以忽略。

注：介质为水时，为不可压缩流体，压力变送器测量误差对其影响非常小，根据生产厂家提供的资料数据，压力变送器值每偏离 $0.1MPa$ ，会给测量结果带来 0.02% 左右的测量误差，而我们精度要求 $0.01 MPa$ ，引起的测量不确定度分量很小，可以忽略。

C.3.1 Q 标准不确定度 $u(Q)$ 分量

C.3.1.1 测量重复性 $u_1(Q)$

测量条件：介质为水，温度 $15^\circ C$ ，电磁流量计（横河），口径 $DN10$ ，准确度等级 0.5 级，流量点： $800 (L/h)$ ，被测电磁流量计 10 次独立测量，得到测量相对误差数据结果见表表 C.1：

表 C.1 被测电磁流量计的重复测量误差值（%）

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量误差值	0.15	0.12	0.13	0.10	0.10	0.12	0.14	0.11	0.14	0.17

采用贝塞尔公式得到单次测量结果的标准不确定度为：

$$\text{单次测量结果的标准不确定度：} s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 2.1 \times 10^{-4} \quad (C.5)$$

实际校准时在每一流量点测量 3 次，取 3 次误差平均值作为该流量点的示值误差，故该平均值的实验标准差，即引入的标准不确定度分量：

$$u_1(Q) = s(\bar{x})Q = \frac{s(x_i)}{\sqrt{3}}Q \approx 1.2 \times 10^{-4} Q \quad (C.6)$$

C.3.1.2 温度测量误差所引入的标准不确定度分量 $u_2(Q)$

校准过程中，采用恒温水箱的水作为计被校电磁流量流处的介质，，因而恒温水箱的测量误差会给测量结果带来附加误差。根据生产厂家提供的资料数据，温度测量值每偏离 1°C ，会给测量结果带来 0.02% 左右的测量误差。本次测量中所采用的温度的最大允许误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。采用 B 类评定，按均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，带来的标准不确定度分量为：

$$u_2(Q) = \frac{0.02 \times 10^{-2}}{\sqrt{3}} Q \approx 1.2 \times 10^{-4} Q \quad (\text{C.7})$$

所以，被校流量计示值合成标准不确定度分量 $u(Q)$ ：

$$u(Q) = \sqrt{u_1^2(Q) + u_2^2(Q)} = \sqrt{1.2^2 + 1.2^2} \times 10^{-4} Q = 1.70 \times 10^{-4} Q \quad (\text{C.8})$$

C.3.2 标准流量计标准不确定度分量 $u(Q_s)$

$u(Q_s)$ 主要由标准流量计不确定度分量。

根据标准流量说明书，其最大允许误差为 0.1% ， $k=2$ ，因此，标准不确定度分量为：

$$u_2(Q_s) = \frac{0.1\%}{2} Q_s = 5 \times 10^{-4} Q_s \quad (\text{C.9})$$

C.4 合成标准不确定度

标准不确定度一览表见表 1。

表 C.2 标准不确定度分量汇总表

输入量		不确定度来源	标准不确定度 分量 kg	灵敏 系数 1/kg	输出不确定度 分量
$u(Q)$	$u_1(Q)$	被校流量计测量重复性	$1.2 \times 10^{-4} Q$	$\frac{1}{Q_s}$	1.70×10^{-4}
	$u_2(Q)$	温度测量误差	$1.2 \times 10^{-4} Q$		$\frac{Q}{Q_s}$
$u(Q_s)$		标准流量计不确定度分量	$5 \times 10^{-4} Q_s$	$-\frac{Q}{Q_s^2}$	$-5 \times 10^{-4} \frac{Q}{Q_s}$

合成标准不确定度 $u_c(E)$

从测量重复性数据列可知， Q_s 与 Q 的相对误差最大相差为 0.15%，因此，

$Q_s \approx Q$ ，即 $\frac{Q}{Q_s} \approx 1$ 。故

$$\begin{aligned} u_c(E) &= \sqrt{c_1^2 \cdot u_1^2(Q) + c_2^2 \cdot u_2^2(Q_s)} \\ &= \sqrt{1.70^2 + 5^2} \times 10^{-4} \approx 5.28 \times 10^{-4} \quad (\text{C.10}) \end{aligned}$$

C.5 校准结果的扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则被较流量计在线校准结果的扩展不确定度为：

$$U_r = k u_c(E) = 2 \times 0.0528\% \approx 0.11\% \quad (\text{C.11})$$
