



中华人民共和国工业和信息化部 建材计量技术规范

JJF(建材) XXXX—202X

智能坐便器机械性能检测设备校准规范

Calibration Specification for Mechanical Performance Testing
Equipment of Smart Toilets
(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

智能坐便器机械性能检测设 备校准规范

Calibration Specification for Mechanical
Performance Testing Equipment of Smart
Toilets

JJF (建材) XXXX—202X

归口单位：中国建筑材料联合会

主要起草单位：台州市产品质量安全检测研究院

台州市计量技术研究院

参加起草单位：中国计量大学

特洁尔科技股份有限公司

浙江星星便洁宝有限公司

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

黄 丹 （台州市产品质量安全检测研究院）

江晓红 （台州市产品质量安全检测研究院）

梁 林 （台州市计量技术研究院）

参加起草人：

黄震威 （中国计量大学）

翁晓伟 （台州市产品质量安全检测研究院）

鲍仲达 （特洁尔科技股份有限公司）

胡巧燕 （浙江星星便洁宝有限公司）

目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(3)
2 引用文件.....	(3)
3 概述.....	(3)
4 计量特性.....	(4)
5 校准条件.....	(4)
5.1 环境条件	(4)
5.2 测量标准及其他设备	(5)
6 校准项目和校准方法.....	(5)
6.1 校准项目	(5)
6.2 校准方法	(5)
7 校准结果表达.....	(9)
8 复校时间间隔.....	(9)
附录 A 校准证书内页格式.....	(10)
附录 B 校准数据原始记录.....	(12)
附录 C 校准结果的测量不确定度评定示例.....	(16)

引 言

本规范是以 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行起草的。

本规范为首次发布。

智能坐便器机械性能检测设备 校准规范

1 范围

本规范适用于智能坐便器坐圈强度、盖板强度、冲击试验、摇摆试验等机械性能检测设备的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 4706.53 家用和类似用途电器的安全 坐便器的特殊要求

GB/T 34549 卫生洁具 智能坐便器

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（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

智能坐便器机械性能检测设备（以下简称：检测设备）是根据家用和类似用途电器的安全 坐便器的特殊要求（GB 4706.53）、卫生洁具 智能坐便器（GB/T 34549）中坐圈强度等测试项目设计的能够用于检测智能坐便器产品坐圈强度、盖板强度、冲击试验、摇摆试验的设备，主体主要由控制系统、气压调节系统、承压装置、左右摇摆装置四部分组成，见图 1，其中承压装置主要包括承压装置气缸、压力传感器、承压装置钢板（直径 300mm、厚 5mm）和橡胶板（直径 300mm、厚 10mm），用于检测坐圈强度、盖板强度、冲击试验项目，左右摇摆装置主要包括左右摇摆装置气缸、压力传感器、左右摇摆装置钢板和橡胶板（直径 76mm、厚 19mm），用于检测摇摆试验项目。

控制系统设定好试验所需的压力、保压时间、交替时间、试验次数。进行保压时间试验时，承压装置气缸推动承压装置钢板和橡胶板对被测件进行压紧，通过气压调节系统调节压力，确保检测设备上的实时压力值达到设定的压力值，橡胶板与被测件接触并达到预设压力值后开始计时，达到设定的保压时间后气缸收回，计时结束，计算出保压时间。进行交替时间试验和次数试验时，左右气缸推动左右钢板和橡胶板进行交替工作，一侧橡胶板与被测件脱开到另一侧橡胶板与被测件接触的时间即为交替时间，左右交替循环完成一次，完成一次计数，达到完成设定的试验次数停止工作。

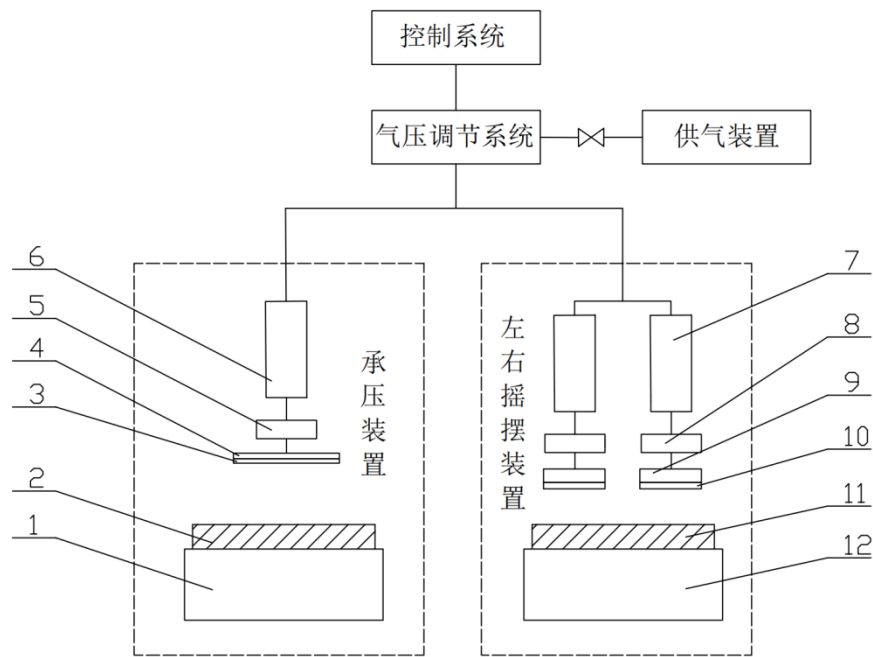


图 1 智能坐便器机械性能检测设备示意图

1—承压装置工装底座；2—承压装置被测件；3—承压装置橡胶板；4—承压装置钢板；5—承压装置压力传感器；6—承压装置气缸；7—左右摇摆装置气缸；8—左右摇摆装置压力传感器；9—左右摇摆装置钢板；10—左右摇摆装置橡胶板；11—左右摇摆装置被测件；12—左右摇摆装置工装底座

4 计量特性

检测设备的计量特性如表 1 所示：

表 1 计量特性

序号	项目	测量范围	最大允许误差
1	压力示值相对误差	(500~2000) N	±2%
2	保压时间示值误差	(1~600) s	± (0.2+0.01 <i>t</i>) s
3	交替时间示值误差	(0.5~10) s	±0.2s
4	次数示值相对误差	(100~200) 次	±2%
注：以上技术要求不用于合格判定，仅供参考。			

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(15~35) ℃；

5.1.2 相对湿度: $\leq 85\%$;

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表2所示。

表2 测量标准及其他设备

序号	测量标准名称	技术要求
1	标准测力仪	量程: (0.1~3) kN 准确度等级: 0.5 级
2	标准计时器	量程: (0.01~999) s 最大允许误差: $\pm 1\text{ms}$
3	脉冲计数器	量程: (1~999) 次 最大允许误差: ± 1 次

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

表3 校准项目

序号	校准项目	校准方法对应条款
1	压力示值相对误差	6.2.2
2	保压时间示值误差	6.2.3
3	交替时间示值误差	6.2.4
4	次数示值相对误差	6.2.5

注: 可根据实际应用需要, 选择要校准的计量特性项目。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前检查

检查检测设备外观, 确定连接无松动或断开、数据显示清楚无干扰后再进行校准。

6.2.2 压力示值相对误差

6.2.2.1 承压装置压力示值相对误差

承压装置推荐校准 1000N、1250N、1500N、2000N, 其余校准点根据需求可自行设定。

将气缸调节至垂直方向, 再将标准测力仪的力传感器置于橡胶板和工装底座之间, 橡胶板和力传感器承压方向保持垂直, 中心线对齐。压力从低到高依次设定, 设定的预置压

力值为 F_x ，启动检测设备，进行压力试验，当施加的力值达到设定值后，记录各校准点检测设备上压力显示值 F_{xi} ($i=1, 2, 3$) 和标准测力仪压力显示值 F_{oi} ，每个校准点测量 3 次，按公式 (1) 计算各校准点的压力示值相对误差 ΔF_i ，取 3 次测量结果中 ΔF_i 的绝对值最大者作为该校准点的压力示值相对误差 ΔF 。

$$\Delta F_i = \frac{F_{xi} - F_{oi}}{F_{oi}} \times 100 \quad (1)$$

式中：

ΔF_i ——各校准点第 i 次压力示值相对误差，%；

F_{xi} ——各校准点第 i 次检测设备上的压力显示值，N；

F_{oi} ——各校准点第 i 次标准测力仪的压力显示值，N；

ΔF ——各校准点压力示值相对误差，%。

6.2.2.2 左右摇摆装置压力示值相对误差

左右摇摆装置推荐校准 890N、1335N，其余校准点根据需求可自行设定。

左右摇摆装置左侧和右侧均需进行压力示值相对误差校准，校准方法同 6.2.2.1。

6.2.3 保压时间示值误差

6.2.3.1 承压装置保压时间示值误差

承压装置校准点推荐包含 4s、30s、600s，其余校准点根据需求可自行设定。

将橡胶板和工装底座的接触面分别贴上小于 1mm 厚度的导电材料（可选用铝箔纸），导电材料分别与标准计时器的测量端子连接，标准计时器置于单通道开合工作状态，如图 2 所示。

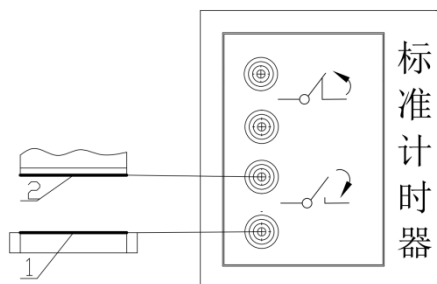


图 2 保压时间校准示意图

1-贴在工装底座上的导电材料；2-贴在橡胶板上的导电材料

按照校准点设定保压时间 T_b ，开启检测设备和标准计时器，当检测设备下压时，1 和 2 接触，标准计时器开始计时，待检测设备运行到设定的保压时间后，1 和 2 脱开，标准计时器停止计时，记录标准计时器上各校准点的时间示值 T_{oi} ($i=1, 2, 3$)，每个校准点测量 3 次，按公式 (2) 计算各校准点的保压时间示值误差 ΔT_{bi} ，取 3 次测量结果中 ΔT_{bi} 的绝对值最大者作为该校准点的保压时间示值误差 ΔT_b 。

$$\Delta T_{bi} = T_b - T_{oi} \quad (2)$$

式中：

ΔT_{bi} ——各校准点第 i 次保压时间示值误差，s；

T_b ——按照各校准点检测设备上设定的保压时间，s；

T_{oi} ——各校准点第 i 次标准计时器上的时间示值，s；

ΔT_b ——各校准点保压时间示值误差，s。

6.2.3.2 左右摇摆装置保压时间示值误差

左右摇摆装置校准点推荐包含 1s，其余校准点根据需求可自行设定。

左右摇摆装置左侧和右侧均需进行保压时间示值误差校准，校准方法同 6.2.3.1。

6.2.4 交替时间示值误差

将左右摇摆装置的橡胶板和工装底座的接触面分别贴上小于 1mm 厚度的导电材料（可选用铝箔纸），导电材料分别与标准计时器的测量端子连接，标准计时器置于双通道工作状态，1、2 闭开启动，3、4 开合停止，如图 3 所示。

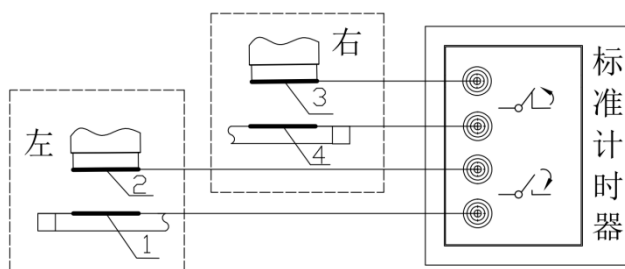


图 3 交替时间校准示意图

1，4-贴在工装底座上的导电材料；2，3-贴在橡胶板上的导电材料

按照校准点设定交替时间 T ，校准点推荐包含 0.5s，其余校准点根据需求可自行设定。

开启标准计时器和运行检测设备, 1 和 2 刚脱开时计时、3 和 4 刚接触时停止, 此时标准计时器上的时间示值即为左侧至右侧的交替时间 T_{Li} ($i=1, 2, 3$), 同理校准右侧至左侧的交替时间 T_{Ri} ($i=1, 2, 3$), 左右交替时间各测量 3 次。按公式 (3) 和 (4) 计算各校准点的交替时间示值误差 ΔT_{Li} 和 ΔT_{Ri} 。以 ΔT_{Li} 和 ΔT_{Ri} 测量结果中的绝对值最大者作为该校准点的交替时间示值误差 ΔT 。

$$\Delta T_{Li} = T - T_{Li} \quad (3)$$

$$\Delta T_{Ri} = T - T_{Ri} \quad (4)$$

式中:

ΔT_{Li} ——各校准点第 i 次左侧到右侧交替时间示值误差, s;

ΔT_{Ri} ——各校准点第 i 次右侧到左侧交替时间示值误差, s;

T ——按照各校准点检测设备上设定的交替时间, s;

T_{Li} ——各校准点第 i 次左侧到右侧标准计时器上的时间示值, s;

T_{Ri} ——各校准点第 i 次右侧到左侧标准计时器上的时间示值, s;

ΔT ——各校准点交替时间示值误差, s。

6.2.5 次数示值相对误差

将脉冲计数器的磁片贴至橡胶板的侧面, 磁感应传感器固定在工装底座上, 确保橡胶板下压时磁感应传感器正对磁片且两者距离小于 0.5cm。按照校准点设定 N_x , 推荐校准 100 次、200 次, 其余校准点根据需求可自行设定, 启动检测设备, 橡胶板下压至工装底座计数 1 次, 待次数运行至检测设备设定的次数后, 检测设备自动停止, 记录脉冲计数器上的次数示值 N_o , 按公式 (5) 计算次数示值相对误差 ΔN 。

$$\Delta N = \frac{N_x - N_o}{N_o} \times 100 \quad (5)$$

式中:

ΔN ——各校准点次数示值相对误差, %;

N_x ——按照各校准点检测设备上设定的次数, 次;

N_o ——各校准点脉冲计数器上的次数示值, 次。

7 校准结果表达

校准后的检测设备应出具校准证书，证书中至少应包括以下信息：

- 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) 被校准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，应说明被校准对象的接收日期；
- 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) 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) 校准证书或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的有效性的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

校准证书内页格式见附录 A。

8 复校时间间隔

建议复校间隔时间为 1 年，使用特别频繁时应适当缩短。在使用过程中经过修理、更换重要器件的一般需要重新校准。

	右	校准点/N	示值相对误差/%	
保压时间	左	校准点/s	示值误差/s	测量不确定度
	右	校准点/s	示值误差/s	测量不确定度
交替时间		校准点/s	示值误差/s	测量不确定度
次数		校准点/次	示值相对误差/%	测量不确定度

附录 B

校准数据原始记录

记录编号：

委托单位						
单位地址						
设备名称				规格型号		
生产厂家				设备编号		
校准依据						
校准地点			温 度	℃	相对湿度	%
标 准 器 参 数						
名 称	型号规格/测量范围	最大允许误差/不确定度/准确度等级	器具编号	溯源单位	证书编号	有效期
校准前检查		外观、功能检查结果：				
一、承压装置部分						
1、压力示值相对误差						
校准点/ <i>N</i>	第 <i>i</i> 次	各校准点第 <i>i</i> 次检测设备上的压力显示值 F_{xi} /N	各校准点第 <i>i</i> 次标准测力仪的压力显示值 F_{oi} /N	各校准点第 <i>i</i> 次压力示值相对误差 ΔF_i /%	各校准点压力示值相对误差 ΔF /%	
	1					
	2					
	3					
压力示值相对误差的扩展不确定度： $U_{rel} =$ ， $k =$						
2、保压时间示值误差						

校准点/s	第 i 次	按照各校准点检测设备上设定的保压时间 T_b/s	各校准点第 i 次校准计时器上的时间 示值 T_{oi}/s	各校准点第 i 次保压时间示值误差 $\Delta T_{bi}/s$	各校准点保压时间示值误差 ΔT_b /s
	1				
	2				
	3				
保压时间示值误差的扩展不确定度: $U =$, $k =$					
3、次数示值相对误差					
校准点/次	按照各校准点检测设备上设定的次数 $N_x/$ 次	各校准点脉冲计数器上的次数示值 $N_o/$ 次	各校准点次数示值相对误差 $\Delta N/\%$		
次数示值相对误差的扩展不确定度: $U_{rel} =$, $k =$					
二、左右摇摆装置部分					
1、压力示值相对误差					
校准点/ N	第 i 次	各校准点第 i 次检测设备上的压力显示值 F_{xi}/N	各校准点第 i 次校准测力仪的压力显示值 F_{oi}/N	各校准点第 i 次压力示值相对误差 $\Delta F_i/\%$	各校准点压力示值相对误差 ΔF /%
左	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
右	1				
	2				
	3				

		1						
		2						
		3						
压力示值相对误差的扩展不确定度: $U_{\text{rel}} =$, $k =$								
2、保压时间示值误差								
校准点/s		第 i 次	按照各校准点检测设备上设定的保压时间 T_b /s	各校准点第 i 次标准计时器上的时间示值 T_{oi} /s	各校准点第 i 次保压时间示值误差 ΔT_{bi} /s	各校准点保压时间示值误差 ΔT_b /s		
左		1						
		2						
		3						
		1						
		2						
		3						
右		1						
		2						
		3						
		1						
		2						
		3						
保压时间示值误差的扩展不确定度: $U =$, $k =$								
3、交替时间示值误差								
校准点/s		第 i 次	按照各校准点检测设备上设定的交替时间 T /s	各校准点第 i 次左侧到右侧标准计时器上的时间示值 T_{Li} /s	各校准点第 i 次左侧到右侧交替时间示值误差 ΔT_{Li} /s	各校准点交替时间示值误差 ΔT /s		
	左侧到右侧							

	3					
右侧到 左侧	第 i 次	按照各校准点检测设备上设定的交替时间 T/s	各校准点第 i 次右侧到左侧标准计时器上的时间示值 T_{Ri}/s	各校准点第 i 次右侧到左侧交替时间示值误差 ΔT_{Ri} /s		
	1					
	2					
	3					
交替时间示值误差的扩展不确定度: $U =$, $k =$						
4、次数示值相对误差						
校准点/次	按照各校准点检测设备上设定的次数 $N_x/\text{次}$		各校准点脉冲计数器上的次数示值 $N_o/\text{次}$		各校准点次数示值相对误差 $\Delta N/\%$	
次数示值相对误差的扩展不确定度: $U_{\text{rel}} =$, $k =$						
校准人			审核人			
校准日期						

附录 C

校准结果的测量不确定度评定示例

C.1 压力示值相对误差的测量不确定度评定

C.1.1 概述

C.1.1.1 校准方法：按照 6.2.2 压力示值相对误差校准方法。

C.1.1.2 环境条件：温度:23℃，相对湿度:70%。

C.1.1.3 被校准设备：智能坐便器机械性能检测设备。

C.1.1.4 校准点：1000N

C.1.2 测量模型如公式 (C.1) 所示：

$$\Delta F_i = \frac{F_{xi} - F_{oi}}{F_{oi}} \times 100 \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔF_i ——各校准点第 i 次压力示值相对误差，%；

F_{xi} ——各校准点第 i 次检测设备上的压力显示值，N；

F_{oi} ——各校准点第 i 次标准测力仪的压力显示值，N；

C.1.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由标准测力仪准确度引入的标准不确定度分量，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

C.1.4 不确定度分量评定

C.1.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在校准规范规定条件下对 1000N 的校准点进行 10 次测量，试验数据见表 C.1。

表 C.1 压力示值相对误差不确定度分析试验数据

试验组	检测设备上的压力显示值 F_{xi} /N	标准测力仪的压力显示值 F_{oi} /N	压力示值相对误差 ΔF_i /%
1	1002	1003.3	-0.13
2	1004	1002.6	0.14
3	1003	1004.5	-0.15
4	1001	1000.4	0.06

5	1005	1006.8	-0.18
6	1003	1004.5	-0.15
7	1002	1001.3	0.07
8	1002	1003.2	-0.12
9	1004	1002.4	0.16
10	1005	1006.7	-0.17
标准偏差 s	0.14%		

标准偏差 s 按贝塞尔公式计算得出，所以由测量重复性引入的标准不确定度分量

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta F_i - \overline{\Delta F})^2}{n-1}} = 0.14\%。$$

C.1.4.2 标准测力仪准确度引入的标准不确定度分量 u_2

标准测力仪的量程为 5000N，准确度等级 0.5 级，按均匀分布，标准测力仪准确度引入的标准不确定度分量： $u_2 = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.29\%$ 。

C.1.5 不确定度分量汇总

压力示值相对误差的标准不确定度分量汇总见表 C.2。

表 C.2 压力示值相对误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引起的不确定度分量 u_1	0.14%
标准测力仪准确度引入的标准不确定度分量 u_2	0.29%

C.1.6 标准不确定度合成

合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.32\%$$

C.1.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，压力示值相对误差的测量不确定度：

$$U_{rel} = k \cdot u_c = 0.6\%， k=2$$

C.2 承压装置保压时间示值误差的测量不确定度评定

C.2.1 概述

C.2.1.1 校准方法：按照 6.2.3 保压时间示值误差校准方法。

C.2.1.2 环境条件：温度:23℃，相对湿度:70%。

C.2.1.3 被校准设备：智能坐便器机械性能检测设备。

C.2.1.4 校准点：4s

C.2.2 测量模型如公式 (C.2) 所示：

$$\Delta T_{bi} = T_b - T_{oi} \quad (C.2)$$

式中：

ΔT_{bi} ——各校准点第 i 次保压时间示值误差，s；

T_b ——按照各校准点检测设备上设定的保压时间，s；

T_{oi} ——各校准点第 i 次标准计时器上的时间示值，s；

C.2.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由标准计时器准确度引入的标准不确定度分量，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

C.2.4 不确定度分量评定

C.2.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在校准规范规定条件下对承压装置保压时间 4s 的校准点进行 10 次测量，试验数据见表 C.3。

表 C.3 承压装置保压时间示值误差不确定度分析试验数据

试验组	检测设备上设定的保 压时间 T_b /s	标准计时器上的时间示值 T_{oi} /s	保压时间示值误差 ΔT_{bi} /s
1	4	4.026	-0.03
2	4	4.055	-0.06
3	4	4.072	-0.07
4	4	4.034	-0.03
5	4	4.053	-0.05
6	4	4.028	-0.03

7	4	4.036	-0.04
8	4	4.047	-0.05
9	4	4.033	-0.03
10	4	4.050	-0.05
标准偏差 s	0.01s		

标准偏差 s 按贝塞尔公式计算得出, 所以由测量重复性引入的标准不确定度分量

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta T_{bi} - \overline{\Delta T_b})^2}{n-1}} = 0.01s。$$

C.2.4.2 标准计时器最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_2

标准计时器的最大允许误差为 1ms, 按均匀分布, 标准计时器最大允许误差引入的标

准不确定度分量: $u_2 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.0006s。$

C.2.5 不确定度分量汇总

承压装置保压时间示值误差的标准不确定度分量汇总见表 C.4。

表 C.4 承压装置保压时间示值误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引起的不确定度分量 u_1	0.01s
标准计时器的最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_2	0.0006s

C.2.6 标准不确定度合成

合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.01s$$

C.2.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 因此, 承压装置保压时间示值误差的测量不确定度:

$$U = k \cdot u_c = 0.02s, \quad k=2$$

C.3 次数示值相对误差的测量不确定度评定

C.3.1 概述

C.3.1.1 校准方法：按照 6.2.5 次数示值相对误差校准方法。

C.3.1.2 环境条件：温度:23℃，相对湿度:70%。

C.3.1.3 被校准设备：智能坐便器机械性能检测设备。

C.3.1.4 校准点：200 次

C.3.2 测量模型如公式（C.3）所示：

$$\Delta N = \frac{N_x - N_o}{N_o} \times 100 \quad (\text{C.3})$$

式中：

ΔN ——各校准点次数示值相对误差，%；

N_x ——按照各校准点检测设备上设定的次数，次；

N_o ——各校准点脉冲计数器上的次数示值，次。

C.3.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由脉冲计数器准确度引入的标准不确定度分量、由检测设备计数分辨力引入的标准不确定度，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

C.3.4 不确定度分量评定

C.3.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在校准规范规定条件下对次数 200 次的校准点进行 10 次测量，试验数据见表 C.5。

表 C.5 次数示值相对误差不确定度分析试验数据

试验组	检测设备上设定的次数 N_x /次	计数器上的次数示值 N_o /次	次数示值相对误差 ΔN /%
1	200	200	0
2	200	200	0
3	200	200	0
4	200	200	0
5	200	200	0
6	200	200	0

7	200	200	0
8	200	200	0
9	200	200	0
10	200	200	0
标准偏差 s	0%		

标准偏差 s 按贝塞尔公式计算得出, 所以由测量重复性引入的标准不确定度分量

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta N_i - \overline{\Delta N})^2}{n-1}} = 0\%$$

C.3.4.2 由脉冲计数器准确度引入的标准不确定度分量 u_2

脉冲计数器的最大允许误差为 1 次, 按均匀分布, 脉冲计数器最大允许误差引入的标

准不确定度分量: $u_2 = \frac{1}{200 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.29\%$ 。

C.3.4.3 由检测设备计数分辨力引入的标准不确定度 u_3

检测设备计数分辨力引入的最大允许误差为 1 次, 取其半宽, 区间内服从均匀分布,

则检测设备计数分辨力引入的标准不确定度分量: $u_2 = \frac{0.5}{200 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.14\%$ 。

C.3.5 不确定度分量汇总

次数示值相对误差的标准不确定度分量汇总见表 C.6。

表 C.6 次数示值相对误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引起的不确定度分量 u_1	0%
脉冲计数器的最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_2	0.29%
检测设备计数分辨力引入的标准不确定度 u_3	0.14%

考虑到测量重复性和检测设备计数分辨力存在重复, 在合成标准不确定度时将二者中较小值舍去。

C.3.6 标准不确定度合成

合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_2^2 + u_3^2} = 0.32\%$$

C.3.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，次数示值相对误差的测量不确定度：

$$U_{\text{rel}} = k \cdot u_c = 0.6\%, \quad k=2$$
