



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

智能坐便器检测用供水装置校准规范

Calibration Specification for Water Supply Device of
Smart Toilet Testing
(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

智能坐便器检测用供水装置 校准规范

Calibration Specification for Water Supply
Device of Smart Toilet Testing

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

天台县泰丰医疗用品制造有限公司

参加起草单位：西马智能科技股份有限公司

特洁尔科技股份有限公司

台州市计量技术研究院

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：

江晓红 （台州市产品质量安全检测研究院）

翁晓伟 （台州市产品质量安全检测研究院）

李剑科 （天台县泰丰医疗用品制造有限公司）

参加起草人：

刘日志 （西马智能科技股份有限公司）

黄 丹 （台州市产品质量安全检测研究院）

许海虹 （特洁尔科技股份有限公司）

郑 辉 （台州市计量技术研究院）

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..... | (5) |
| 5.1 环境条件 | (5) |
| 5.2 校准用标准器具 | (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..... | (7) |
| 8 复校时间间隔..... | (8) |
| 附录 A 校准证书内页格式..... | (9) |
| 附录 B 校准数据原始记录..... | (10) |
| 附录 C 供水装置校准结果的测量不确定度评定实例..... | (13) |

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。

智能坐便器检测用供水装置校准规范

1 范围

本规范适用于智能坐便器检测用供水装置（以下简称供水装置）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 38448-2019 智能坐便器能效水效限定值及等级

GB4706.53-2008 家用和类似用途电器的安全 坐便器的特殊要求

GB/T 34549-2017 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

供水装置是根据智能坐便器能效水效限定值及等级标准（GB 38448-2019）、智能坐便器安全标准（GB 4706.53-2008）输入功率测量和智能坐便器性能标准（GB/T 34549-2017）中清洗功能等测试项目设计的能够提供恒温恒压水源的装置，主体由变频增压泵、保温/加热水箱、冷水机、控制操作面板四部分组成，供水装置示意图见图 1。

保温/加热水箱中，内含大功率加热管和保温材料，通过温控器与 PLC 通讯，实现 PID 精确自动调节水温和控制。冷水机中，内含制冷压缩机和循环泵，制冷压缩机带有散热风机，对水箱进行降温处理，循环泵将两个水箱的水进行循环，使两个水箱温度保持一致。例如：当在控制操作面板设置的温度低于水箱中的温度时，制冷压缩机工作，将制冷的水循环输送到保温/加热水箱，从而达到降温的目的。在控制操作面板设置一定压力出水时，变频增压泵根据出水压力表反馈的压力值，通过改变泵的控制频率，从而改变泵的转速以达到设定的水压为止保持稳定输出。流量计可以实时读取供水的流量值。当外界水阀关闭时，多余的水通过三通前的管路将水输送回保温/加热水箱。

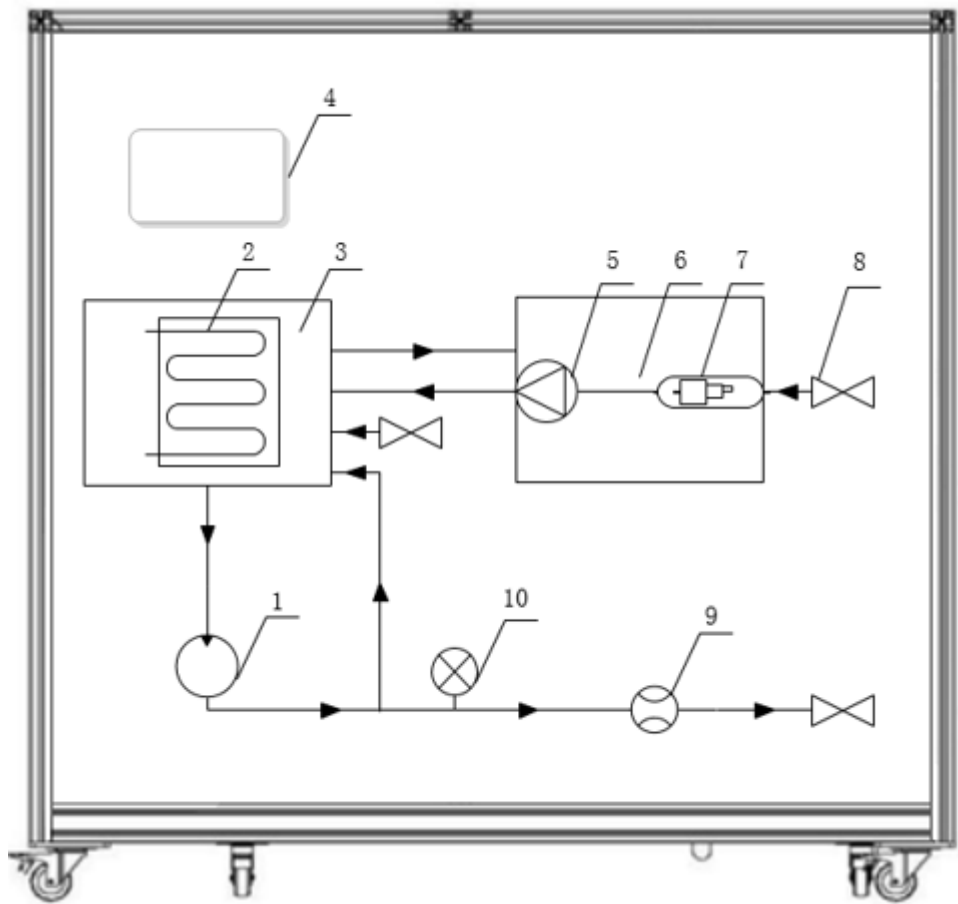


图 1 智能坐便器检测用供水装置示意图

1—变频增压泵；2 加热管；3—保温/加热水箱；4—控制操作面板；5—循环泵；
6—冷水机；7—制冷压缩机；8—阀门或闸阀；9—流量计；10—出水压力表。

4 计量特性

供水装置的计量特性如表 1 所示：

表 1 计量特性及技术要求

| 序号 | 项目 | 技术要求 |
|-----------------------|---------|---------------------------|
| 1 | 静水压示值误差 | $\pm 0.02\text{MPa}$ |
| 2 | 动水压示值误差 | $\pm 0.02\text{MPa}$ |
| 3 | 温度示值误差 | $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ |
| 4 | 流量示值误差 | $\pm 0.04\text{L/min}$ |
| 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：≤85%；
- 5.1.3 校准环境温度稳定性：两小时内温度变化不大于 2℃；

5.2 校准用标准器具

推荐选择以下标准器具，如表2所示：

表 2 标准器具

| 序号 | 标准器具名称 | 范围 | 技术要求 |
|----|--------|---------------------|---|
| 1 | 精密压力表 | （0～1.2）MPa | 最大允许误差绝对值不大于 0.005MPa, 分辨力不大于 0.01MPa |
| 2 | 数字温度计 | （3～50）℃ | 最大允许误差绝对值不大于 0.3℃, 分辨力不大于 0.1℃ |
| 3 | 流量计 | （0.05～1.2） L/min | 最大允许误差绝对值不大于 0.01L/min, 分辨力不大于 0.001L/min |

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

静水压示值误差；动水压示值误差；温度示值误差；流量示值误差。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前检查

检查外观，确定测试装置连接无松动、数据显示清楚无干扰。
校准前需确认供水装置符合相关检定规程或校准规范的要求。

6.2.2 静水压示值误差

将精密压力表连接在供水装置出水口末端并将出水口关闭，启动增压装置，将静压调至校准点，校准点应在量程范围内均匀选取且不少于 5 个点，同时需包含 0.18MPa、0.20MPa 点。静压从低到高依次设定，设定值为 P_{js} ，观察供水装置面板静水压实时值和精密压力表显示值，等待 10s 后，记录各校准点静水压供水装置面板实时值 P_{jst} 和精密压力表显示值 P_{jxt} （ $t=30s, 60s, 90s$ ），各校准点每隔 30s 记录一次数据，共记录 3 个数据。按公式（1）进行计算各校准点的静水压示值误差。最后以全部校准点中的 ΔP_{jt} 的绝对值最大者作为静水压示值误差。

$$\Delta P_{jt} = P_{jst} - P_{jxt} \quad (1)$$

式中:

P_{jst} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板静水压实时值, MPa;

P_{jxt} ——各校准点第 t 秒时供水装置静水压精密压力表显示值, MPa;

ΔP_{jt} ——各校准点第 t 秒时的静水压示值误差, MPa;

ΔP_j ——取全部校准点中绝对值最大者作为静水压示值误差, MPa。

6.2.3 动水压示值误差

在供水装置出水口末端接三通, 另外两端一端连接精密压力表, 另一端连接到智能坐便器进水口软管。关闭供水功能, 启动增压装置, 将压力调至校准点, 校准点在量程范围内均匀选取且不少于 5 个点, 同时需包含 0.18MPa、0.20MPa。压力从低到高依次设定, 设定值为 P_{ds} 。开启供水功能和智能坐便器臀洗或妇洗功能, 观察供水装置面板动水压实时值和精密压力表显示值。等待 10s 后, 记录各校准点动水压供水装置面板实时值 P_{dst} 和精密压力表显示值 P_{dxt} ($t=30s, 60s, 90s$), 各校准点每隔 30s 记录一次数据, 共记录 3 个数据。按公式 (2) 进行计算各校准点的动水压示值误差。最后以全部校准点中的 ΔP_{dt} 的绝对值最大者作为动水压示值误差。

$$\Delta P_{dt} = P_{dst} - P_{dxt} \quad (2)$$

式中:

P_{dst} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板动水压实时值, MPa;

P_{dxt} ——各校准点第 t 秒时供水装置动水压精密压力表显示值, MPa;

ΔP_{dt} ——各校准点第 t 秒时的动水压示值误差, MPa;

ΔP_d ——取全部校准点中绝对值最大者作为动水压示值误差, MPa。

6.2.4 温度示值误差

将数字温度计的传感器安装在供水装置出水口末端, 关闭出水口, 按照校准点设定供水温度 t_s , 校准点至少包括 15℃, 其余校准点根据需求可自行设定。待温度稳定后, 将水压设置为动压 0.20MPa, 观察供水装置面板供水温度实时值和出水口数字温度计显示值。启动供水并打开出水口, 出水 10s 后开始记录供水装置面板供水温度实时值 t_{st} 和出水口数字温度计显示值 t_{xt} ($t=30s, 60s, 90s$), 各校准点每隔 30s 记录一次数据, 共记录 3 个数据。

按公式 (3) 进行计算各校准点的温度示值误差。最后以全部校准点中的 Δt_t 的绝对值最大者作为温度示值误差。

$$\Delta t_t = t_{st} - t_{xt} \quad (3)$$

式中:

t_{st} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板供水温度实时值, $^{\circ}\text{C}$;

t_{xt} ——各校准点第 t 秒时供水装置出水口数字温度计显示值, $^{\circ}\text{C}$;

Δt_t ——各校准点第 t 秒时的供水温度示值误差, $^{\circ}\text{C}$;

Δt ——取全部校准点中绝对值最大者作为温度示值误差, $^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.5 流量示值误差

将流量计安装在供水装置出水口末端, 流量计另一端连接到智能便盖。关闭供水功能, 校准点供水温度设置为 15°C , 动水压设置为至少包含: 0.2MPa , 其余校准点根据需求可自行设定。待温度稳定后, 启动供水, 开启智能便盖臀洗或妇洗功能, 观察供水装置面板供水流量实时值和出水口流量计显示值。出水 10s 后开始记录供水装置面板供水流量实时值 Q_{st} 和出水口流量计显示值 Q_{xt} ($t=30\text{s}, 60\text{s}, 90\text{s}$), 各校准点每隔 30s 记录一次数据, 共记录 3 个数据。按公式 (4) 进行计算各校准点的流量示值误差。最后以全部校准点中的 ΔQ_t 的绝对值最大者作为流量示值误差。

$$\Delta Q_t = Q_{st} - Q_{xt} \quad (4)$$

式中:

Q_{st} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板供水流量实时值, L/min ;

Q_{xt} ——各校准点第 t 秒时供水装置出水口流量计显示值, L/min ;

ΔQ_t ——各校准点第 t 秒时的供水流量示值误差, L/min ;

ΔQ ——取全部校准点中绝对值最大者作为流量示值误差, L/min 。

7 校准结果表达

校准后的供水装置应出具校准证书，证书中至少应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 单位名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书的唯一性标识(如编号)、每页及总页数的标识；
- e) 供水装置的名称、制造商、型号规格、编号；
- f) 进行校准的日期；
- g) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- h) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效期说明；
- i) 校准环境的描述；
- j) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- k) 对校准规范偏离的说明(适用时)；
- l) 校准证书或校准报告签发人签名或等效标识；
- m) 校准人和核验人签名；
- n) 校准结果仅对该被校对象有效的声明；

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、更换重要器件等的一般需要重新校准。

附录 A

校准证书内页格式

| | | | |
|---------------|---|------|-------|
| 设备名称 | | 设备编号 | |
| 使用地点 | | 校准日期 | |
| 校准依据的技术文件 | 智能坐便器检测用供水装置校准规范 | | |
| 环境条件 | 温度 (°C) : 湿度 (%RH) : | | |
| 校准地点 | | | |
| 校准所用计量器具 | | | |
| 名称/型号 | 准确度等级/最大允许误差 | 证书编号 | 证书有效期 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| 静水压示值误差 | | | |
| 静水压示值误差测量不确定度 | $U = \quad , \quad k = 2$ | | |
| 动水压示值误差 | | | |
| 动水压示值误差测量不确定度 | $U = \quad , \quad k = 2$ | | |
| 温度示值误差 | | | |
| 温度示值误差测量不确定度 | $U = \quad , \quad k = 2$ | | |
| 流量示值误差 | | | |
| 流量示值误差测量不确定度 | $U = \quad , \quad k = 2$ | | |

附录 B

校准数据原始记录

记录编号：

| | | | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|-----|
| 设备名称 | | 设备编号 | | | | |
| 生产厂家 | | 规格型号 | | | | |
| 使用地点 | | | | | | |
| 校准依据 | JJF | 校准间隔 | 个月 | | | |
| 温度 | ℃ | 湿度 | %RH | | | |
| 智能坐便器检测用供水装置参数 | | | | | | |
| 项目 | 测量范围 | 准确度等级/最大允许误差 | | | | |
| 静水压 | | | | | | |
| 动水压 | | | | | | |
| 供水温度 | | | | | | |
| 供水流量 | | | | | | |
| 标准器参数 | | | | | | |
| 标准器名称 | 规格型号 | 准确度等级/ 最大允许误差 | 测试范围或标 称值 | 分辨力 | 溯源单位及证 书号 | 有效期 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 静水压示值误差 | | | | | | |
| 静水压设定值 P_{js} /MPa | 校准点时间 t/s | 供水装置面板 实时值 P_{jst} /MPa | 精密压力表显 示值 P_{jst} /MPa | 第 t 秒时的静 水压示值误差 ΔP_{jt} /MPa | 静水压示值误 差 ΔP_j /MPa | |
| | 30 | | | | | |
| | 60 | | | | | |
| | 90 | | | | | |

| 静水压设定值 P_{js} /MPa | 校准点时间 t/s | 供水装置面板 实时值 P_{jst} /MPa | 精密压力表显 示值 P_{jxt} /MPa | 第 t 秒时的静水 压示值误差 ΔP_{jt} /MPa | 静水压示值误 差 ΔP_j /MPa |
|-------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |
| 动水压示值误差 | | | | | |
| 动水压设定值 P_{ds} /MPa | 校准点时间 t/s | 供水装置面板 实时值 P_{dst} /MPa | 精密压力表显 示值 P_{dxt} /MPa | 第 t 秒时的动水 压示值误差 ΔP_{dt} /MPa | 动水压示值误 差 ΔP_d /MPa |
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |
| | 30 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 90 | | | | |

| | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|--------------|--------------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| 动水压设定值 P_{ds} /MPa | | 校准点时间 t/s | 供水装置面板 实时值 P_{dst} /MPa | 精密压力表显 示值 P_{dxt} /MPa | 第 t 秒时的动水 压示值误差 ΔP_{dt} /MPa | 动水压示值误 差 ΔP_d /MPa |
| | | 30 | | | | |
| | | 60 | | | | |
| | | 90 | | | | |
| 温度示值误差 | | | | | | |
| 供水温度设定值 t_s /℃ | | 校准点时间 t/s | 供水装置面板 实时值 t_{st} /℃ | 精密压力表显 示值 t_{xt} /℃ | 第 t 秒时的供水 温度示值误差 Δt_t /℃ | 供水温度示值 误差 Δt /℃ |
| | | 30 | | | | |
| | | 60 | | | | |
| | | 90 | | | | |
| 流量示值误差 | | | | | | |
| 供水温 度/℃ | 供水动 水压 /MPa | 校准点时间 t/s | 供水装置面板 实时值 Q_{st} / L/\min | 流量计显示值 $Q_{xt} / L/\min$ | 第 t 秒时的供水 流量示值误差 $\Delta Q_t / L/\min$ | 供水流量示值 误差 $\Delta Q /$ L/\min |
| | | 30 | | | | |
| | | 60 | | | | |
| | | 90 | | | | |
| 校准人 | | | | 审核人 | | |
| 校准日期 | | | | | | |

附录 C

供水装置校准结果的测量不确定度评定实例

C.1 静水压示值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 静水压示值误差校准方法。

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：智能坐便器检测用供水装置。

C.1.1.4 校准点：0.2MPa

C.1.2 测量模型

$$\Delta P_{jt} = P_{jst} - P_{jxt} \quad (C.1)$$

式中：

P_{jst} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板静水压实时值，MPa；

P_{jxt} ——各校准点第 t 秒时供水装置静水压精密压力表显示值，MPa；

ΔP_{jt} ——各校准点第 t 秒时的静水压示值误差，MPa；

ΔP_j ——取全部校准点中绝对值最大者作为静水压示值误差，MPa。

C.1.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括供水装置面板静水压实时值与出水口压力表显示值差值的测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由数字压力表分辨力和最大允许误差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 0.20MPa 静水压下重复测量 10 次，供水装置面板静水压实时值-出水口压力表显示值/ ΔP 分别为-0.001MPa，0MPa，-0.001MPa，-0.002MPa，-0.001MPa，0MPa，-0.002MPa，-0.001MPa，-0.002MPa，-0.001MPa。

$$\text{单次测量标准偏差为: } s(\Delta P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta P_i - \overline{\Delta P})^2}{n-1}} = 0.0007 \text{MPa}$$

因此，由测量重复性引入的不确定分量 $u_1=0.0007\text{MPa}$ 。

C.1.4.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

C.1.4.2.1 数字压力表的分辨力为 0.001MPa, 服从均匀分布, 由此引入的不确定分量:

$$u_2 = \frac{0.001}{2\sqrt{3}} = 0.0003\text{MPa}$$

C.1.4.3 标准器最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

C.1.4.3.1 数字压力表的允许误差为 $\pm 0.005\text{MPa}$, 由最大允许误差带来的不确定度分

量服从均匀分布, 为 $u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029\text{MPa}$

C.1.4.4 标准不确定度汇总

| 不确定度分量 | 标准不确定度分量来源 | 标准不确定度分量值 |
|--------|----------------------------|-----------|
| u_1 | 测量重复性引入的不确定度 u_1 | 0.0007MPa |
| u_2 | 标准器分辨力引入的不确定度 u_2 | 0.0003MPa |
| u_3 | 标准器最大允许误差引入的不 确定度 u_3 | 0.0029MPa |

C.1.5 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量相互独立, 则静水压示值误差的合成标准不确定度 u_c 的计算如下:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.003\text{MPa}$$

C.1.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 因此, 静水压示值误差的扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 0.006\text{MPa}, k=2$$

C.2 动水压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 动水压示值误差校准方法。

C.2.1.2 环境条件: 温度: 23°C , 相对湿度: 70%。

C.2.1.3 被校准设备: 智能坐便器检测用供水装置。

C.2.1.4 校准点: 0.2MPa

C.2.2 测量模型

$$\Delta P_{dt} = P_{dst} - P_{dxt} \quad (C.2)$$

式中:

P_{dst} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板动水压实时值, MPa;

P_{dxt} ——各校准点第 t 秒时供水装置动水压精密压力表显示值, MPa;

ΔP_{dt} ——各校准点第 t 秒时的动水压示值误差, MPa;

ΔP_d ——取全部校准点中绝对值最大者作为动水压示值误差, MPa。

C.2.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括供水装置面板动水压实时值与出水口压力表显示值差值的测量重复性引入的标准不确定度分量, 为 A 类评定; 由数字压力表分辨力和最大允许误差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 0.20MPa 动水压下重复测量 10 次, 供水装置面板动水压实时值-出水口压力表显示值/ ΔP 分别为+0.003MPa, +0.002MPa, +0.002MPa, +0.001MPa, +0.001MPa, +0.002MPa, +0.002MPa, +0.001MPa, +0.003MPa, +0.002MPa。

$$\text{单次测量标准偏差为: } s(\Delta P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta P_i - \overline{\Delta P})^2}{n-1}} = 0.0007 \text{ MPa}$$

因此, 由测量重复性引入的不确定分量 $u_1 = 0.0007 \text{ MPa}$ 。

C.2.4.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

C.2.4.2.1 数字压力表的分辨力为 0.001MPa, 服从均匀分布, 由此引入的不确定分量:

$$u_2 = \frac{0.001}{2\sqrt{3}} = 0.0003 \text{ MPa}$$

C.2.4.3 标准器最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

C.2.4.3.1 数字压力表的允许误差为 $\pm 0.005 \text{ MPa}$, 由最大允许误差带来的不确定度分量服从均匀分布, 为 $u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ MPa}$

C.2.4.4 标准不确定度汇总

| 不确定度分量 | 标准不确定度分量来源 | 标准不确定度分量值 |
|--------|----------------------------|-----------|
| u_1 | 测量重复性引入的不确定度 u_1 | 0.0007MPa |
| u_2 | 标准器分辨力引入的不确定度 u_2 | 0.0003MPa |
| u_3 | 标准器最大允许误差引入的不 确定度 u_3 | 0.0029MPa |

C.2.5 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量相互独立，则动水压示值误差的合成标准不确定度 u_c 的计算如下：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.003\text{MPa}$$

C.2.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，动水压示值误差的扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 0.006\text{MPa}, \quad k=2$$

C.3 温度示值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 6.2.4 温度示值误差校准方法。

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：智能坐便器检测用供水装置。

C.3.1.4 校准点：15℃

C.3.2 测量模型

$$\Delta t_t = t_{st} - t_{xt} \quad (\text{C.3})$$

式中：

t_{st} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板供水温度实时值，℃；

t_{xt} ——各校准点第 t 秒时供水装置出水口数字温度计显示值，℃；

Δt_t ——各校准点第 t 秒时的供水温度示值误差，℃；

Δt ——取全部校准点中绝对值最大者作为温度示值误差，℃。

C.3.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括供水装置面板供水温度的实时值与出水口数字温度计的显示值差值的测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由数字温度计分辨力和最大允许误差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.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

设定供水温度 15°C ，待温度稳定后，在 0.20MPa 动水压下供水，重复测量温度 10 次，供水装置面板供水温度实时值-出水口数字温度计显示值/ Δt 分别为 -0.2°C ， -0.2°C ， -0.1°C ， -0.1°C ， -0.1°C ， -0.1°C ， -0.2°C ， -0.2°C ， -0.3°C ， -0.2°C 。

$$\text{单次测量标准偏差为: } s(\Delta t) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n-1}} = 0.067^{\circ}\text{C}$$

因此，由测量重复性引入的不确定分量 $u_1 = 0.067^{\circ}\text{C}$ 。

C.3.4.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

C.3.4.2.1 数字温度计的分辨力为 0.1°C ，服从均匀分布，由此引入的不确定分量：

$$u_2 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029^{\circ}\text{C}$$

C.3.4.3 标准器最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

C.3.4.3.1 数字温度计的最大允许误差为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，由最大允许误差带来的不确定度分量服从均匀分布，为 $u_3 = \frac{0.3}{\sqrt{3}} = 0.173^{\circ}\text{C}$

C.3.4.4 标准不确定度汇总

| 不确定度分量 | 标准不确定度分量来源 | 标准不确定度分量值 |
|--------|------------------------|-------------------------|
| u_1 | 测量重复性引入的不确定度 u_1 | 0.067°C |
| u_2 | 标准器分辨力引入的不确定度 u_2 | 0.029°C |
| u_3 | 标准器最大允许误差引入的不确定度 u_3 | 0.173°C |

C.3.5 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量相互独立，则供水温度示值误差的合成标准不确定度 u_c 的计算如下：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.19^\circ\text{C}$$

C.3.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，供水温度示值误差的扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 0.4^\circ\text{C}, \quad k=2$$

C.4 流量示值误差的测量不确定度评定

C.4.1 概述

C.4.1.1 校准方法：按照 6.2.5 流量示值误差校准方法。

C.4.1.2 环境条件：温度:23℃，相对湿度:70%。

C.4.1.3 被校准设备：智能坐便器检测用供水装置。

C.4.1.4 校准点：供水温度 15℃，动水压 0.2MPa 下测供水流量

C.4.2 测量模型

$$\Delta Q_t = Q_{st} - Q_{xt} \quad (\text{C.4})$$

式中：

Q_{st} ——各校准点第 t 秒时供水装置面板供水流量实时值， L/min ；

Q_{xt} ——各校准点第 t 秒时供水装置出水口流量计显示值， L/min ；

ΔQ_t ——各校准点第 t 秒时的供水流量示值误差， L/min ；

ΔQ ——取全部校准点中绝对值最大者作为流量示值误差， L/min 。

C.4.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括供水装置面板供水流量实时值与出水口流量计的显示值差值的测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由流量计分辨力和最大允许误差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.4.4 不确定度分量评定

C.4.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1

设定供水温度 15℃，待温度稳定后，在 0.20MPa 动水压下供水，重复测量供水流量 10 次，供水装置面板流量实时值-出水口流量计显示值/ ΔQ 分别为 -0.024 L/min ，-0.028 L/min ，-0.031 L/min ，-0.033 L/min ，-0.028 L/min ，-0.031 L/min ，-0.037 L/min ，-0.027 L/min ，-0.025 L/min ，-0.029 L/min 。

$$\text{单次测量标准偏差为: } s(\Delta Q) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta Q - \bar{Q})^2}{n-1}} = 0.0039 L/\text{min}$$

因此，由测量重复性引入的不确定分量 $u_1 = 0.0039 L/min$ 。

C.4.4.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

C.4.4.2.1 流量计的分辨力为 $0.001 L/min$ ，服从均匀分布，由此引入的不确定分量：

$$u_2 = \frac{0.001}{2\sqrt{3}} = 0.0003 L/min$$

C.4.4.3 标准器最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

C.4.4.3.1 流量计的最大允许误差为 $\pm 0.01 L/min$ ，由最大允许误差带来的不确定度分量

服从均匀分布，为 $u_3 = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058 L/min$

C.4.4.4 标准不确定度汇总

| 不确定度分量 | 标准不确定度分量来源 | 标准不确定度分量值 |
|--------|----------------------------|----------------|
| u_1 | 测量重复性引入的不确定度 u_1 | $0.0039 L/min$ |
| u_2 | 标准器分辨力引入的不确定度 u_2 | $0.0003 L/min$ |
| u_3 | 标准器最大允许误差引入的不 确定度 u_3 | $0.0058 L/min$ |

C.4.5 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量相互独立，则供水流量示值误差的合成标准不确定度 u_c 的计算如下：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.007 L/min$$

C.4.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，供水流量示值误差的扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 0.01 L/min, \quad k=2$$