



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

卫浴洁具用软管综合试验装置校准规范

Calibration Specification of Flexible hose comprehensive Test
Device for Sanitary Wares
(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

卫浴洁具用软管综合试验装置校准规范

Calibration Specification of Flexible
hose comprehensive Test Device for
Sanitary Wares

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

北京建筑材料检验研究院股份有限公司

参加起草单位：台州市计量技术研究院

乐家洁具（苏州）有限公司

台州市计量设备技术校准中心

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：

徐华月（台州市产品质量安全检测研究院）
王 斌（台州市产品质量安全检测研究院）
侯 杰（北京建筑材料检验研究院股份有限公司）

参加起草人：

梁 林（台州市计量技术研究院）
陶嘉威（台州市产品质量安全检测研究院）
洪志强 [乐家洁具（苏州）有限公司]
金 鑫（台州市计量设备技术校准中心）

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 测量标准及其他设备..... (5)

6 校准项目和校准方法..... (5)

6.1 校准前检查..... (5)

6.2 静压示值误差..... (5)

6.3 动压示值误差..... (6)

6.4 流量示值误差..... (6)

6.5 温度偏差..... (7)

6.6 计时示值误差..... (8)

7 校准结果的表达..... (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..... (11)

附录 C 试验装置校准结果的测量不确定度评定示例..... (15)

引 言

本规范以 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、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》为基础性规范进行编写。

本规范为首次发布。

卫浴洁具用软管综合试验装置校准规范

1 范围

本规范适用于卫浴洁具用软管密封性试验、耐压性试验、流量试验的试验装置（以下简称：试验装置）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 23448 卫生洁具 软管

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

卫浴洁具用软管综合试验装置是根据软管标准（GB/T 23448）中密封性试验、耐压性试验、流量试验等测试项目设计的，能够提供压力和温度控制、进行流量测试的装置。试验装置主体由控制系统、冷水箱、热水箱、变频增压泵、压力传感器、温度传感器、流量计等组成，见图 1。控制系统根据压力表反馈的压力值，通过水泵变频等相关方式控制水压保持稳定输出；通过温控器与通讯控制热水箱与冷水箱的温度，实现精确自动调节及监控水温；通过阀体的开度以及流量的监测来控制流量。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水箱。

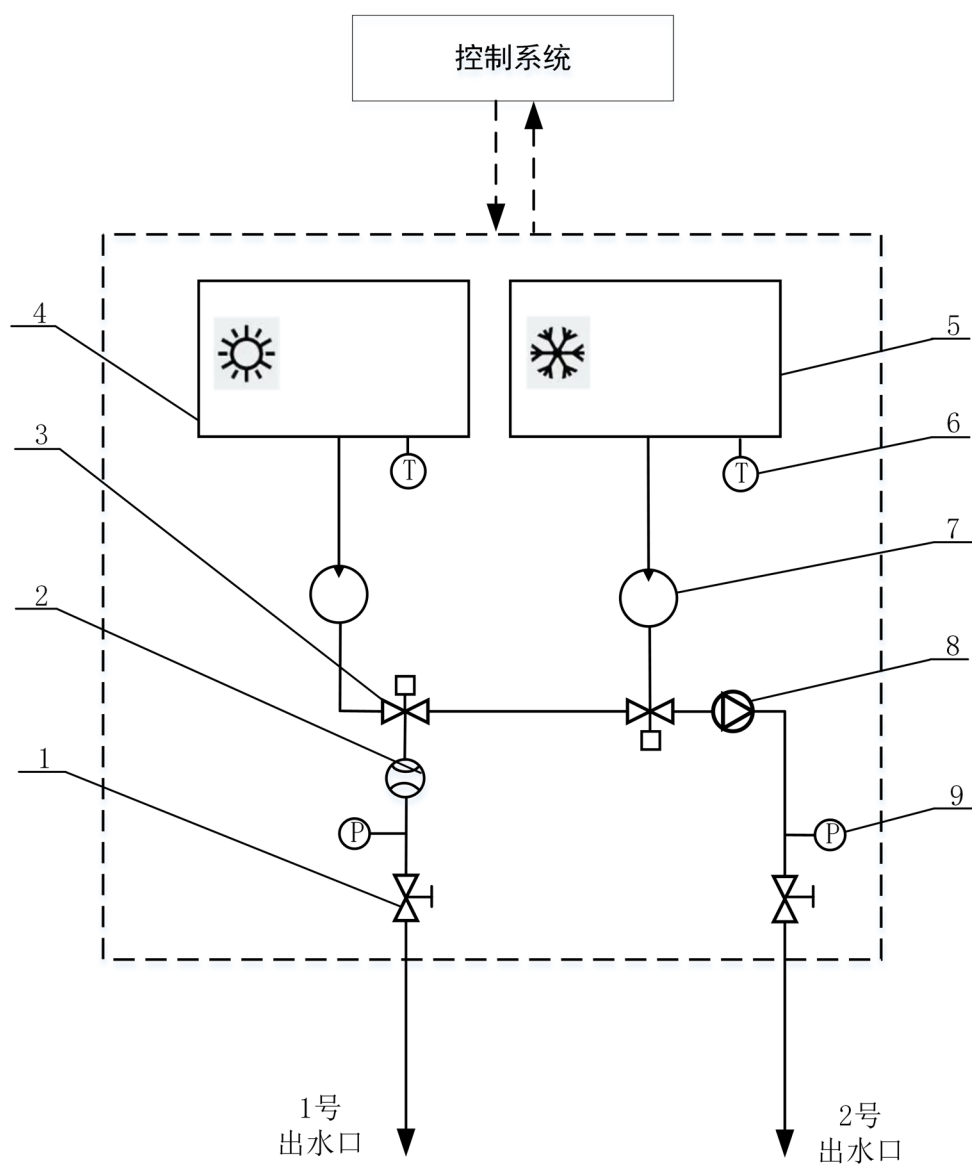


图 1 卫浴洁具用软管综合试验装置示意图

1—阀门；2—流量计；3—气动阀门；4—热水箱；5—冷水箱；
6—温度传感器；7—供水泵；8—变频增压泵；9—压力传感器

4 计量特性

计量特性见表 1。

表 1 计量特性

序号	项目	测量范围	技术要求
1	静压示值误差	(0.5~5) MPa	±0.01MPa
2	动压示值误差	(0.1~1) MPa	±0.01MPa

3	温度偏差	(10~80) °C	±1.0°C
4	流量示值误差	(5~25) L/min	±0.10L/min
5	计时示值误差	(1~3600)s	±1s
注：以上指标不适用于合格性判定，仅供参考。			

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度：(20±5) °C；

相对湿度：≤85%；

校准环境温度稳定性：两小时内温度变化不大于 2°C；

5.2 测量标准及其他设备

推荐选择以下标准器具，如表2所示。

表 2 测量标准及其他设备

序号	名称	技术要求
1	标准压力表	量程：(0~6) MPa，分辨力：0.0001MPa， 最大允许误差：±0.003MPa，含动态峰值测量功能
2	温度巡检仪	量程：(0~100) °C，分辨力：0.1°C， 最大允许误差：±0.15°C，至少 9 路
3	电子天平	量程：(0~75) kg，分辨力：5g，最大允许误差：±50g
4	秒表	量程：(0~7200) s，分辨力：0.01s，最大允许误差：±0.1s

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前检查

检查外观，确定装置连接无松动、数据显示清晰。

6.2 静压示值误差

将标准压力表连接在试验装置接三通，三通中的一端连接标准压力表，一端关闭，启动增压装置，将静压调至校准点，校准点推荐 0.70MPa、

1.40MPa、2.00MPa、3.50MPa，其它校准点可根据需求自行设定。静压从低到

高依次设定，设定值为 P_{js} ，观察试验装置面板静压实时值和精密压力表显示值，待压力显示稳定后，记录各校准点静压试验装置面板实时值 P_{jst} 和精密压力表显示值 P_{jxt} ，各校准点分别在开始的 30s、90s、150s 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压示值误差。三次测量值绝对值最大者作为静压示值误差 ΔP_j 。

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

式中：

P_{jst} ——各校准点第 t 秒时试验装置面板静压实时值，MPa；

P_{jxt} ——各校准点第 t 秒时试验装置静压精密压力表显示值，MPa；

ΔP_{jt} ——各校准点第 t 秒时的静压示值误差，MPa；

6.3 动压示值误差

在试验装置出水口末端接三通，三通中的一端连接标准压力表，一端连接到软管。启动增压装置，将压力调至校准点，校准点推荐 0.30MPa、0.50MPa，其余校准点根据需求可自行设定。压力从低到高依次设定，设定值为 P_{ds} 。观察试验装置面板动压实时值和标准压力表显示值。待压力显示稳定后，开始记录各校准点时试验装置实时值 P_{dst} 和标准压力表显示值 P_{dxt} ，各校准点分别在开始的 30s、90s、150s 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压示值误差。三次测量绝对值最大者作为动压示值误差。

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

式中：

P_{dst} ——各校准点第 t 秒时试验装置面板动压实时值，MPa；

P_{dxt} ——各校准点第 t 秒时试验装置动压精密压力表显示值，MPa；

ΔP_{dt} ——各校准点第 t 秒时的动压示值误差，MPa；

6.4 流量示值误差

在试验装置出水口末端接三通，另外两端一端连接精密压力表，另一端连接到软管，软管另一端连接一个流量调节阀。将水压设置为动压 0.30MPa，启动流量测试功能。调节流量调节阀，待出水稳定后，用合适的容器对水进行收集，收集时间 180s，并分别在收集的 30s、90s、150s 记录试验装置的瞬时流量示值，取其平均值作为流量示值。将收集的出水用电子天平称取质量 m ，计算出累积流量（取水的密度为 0.9982kg/dm^3 ）。

$$\Delta Q = \frac{Q_{30} + Q_{90} + Q_{150}}{3} - \frac{60m}{0.9982t} \quad (3)$$

式中：

Q_i ——第 i 秒的瞬时流量示值，L/min；

m ——180s 实际收集水质量，kg；

t ——持续收集时间，s；

ΔQ ——流量示值误差，L/min。

6.5 温度偏差

温度传感器布放位置为试验装置温度测试时的测量点位置。温度传感器应根据表 3 的规定布放在工作空间内的角点及几何中心点，见图 2。在确认液位正常后，将试验装置控制温度设定到测试温度，校准点推荐 70°C ，并开启运行试验装置，待其达到设定温度并处于稳定状态后开始记录各测量点温度。应每 2min 测量一次，测量过程应包括一个以上的完整温度变化周期，测量时间应在 30min 以上。按公式（4）和公式（5）计算试验装置的温度上偏差和温度下偏差：

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s \quad (4)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s \quad (5)$$

式中：

Δt_{max} ——试验装置的温度上偏差，℃；

Δt_{min} ——试验装置的温度下偏差，℃；

t_{max} ——修正后各测量点在规定时间内测得的最高温度，℃；

t_{min} ——修正后各测量点在规定时间内测得的最低温度，℃；

t_s ——试验装置的设定温度，℃。

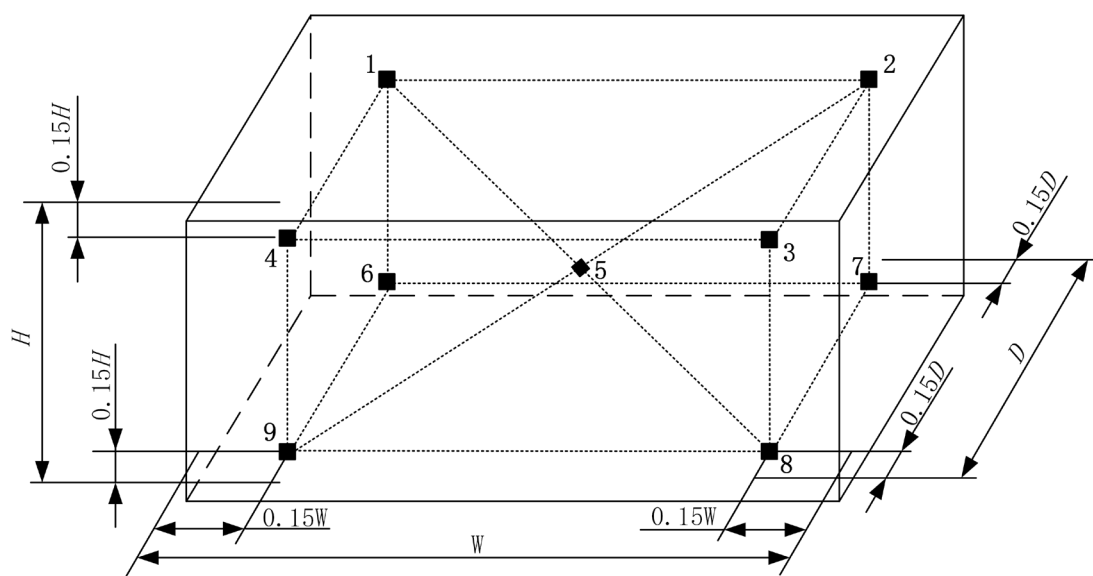


图2 温度传感器测量点布放示意图

注：以操作者正常操作为基点，W 标识槽体左右方向尺寸，L 表示槽体前后方向尺寸，H 表示液体介质液位的高度。

说明：

■——8 个测量点位于工作空间的角点位置；

◆——第 9 个测量点位于由 8 个测量点组成的工作空间的几何中心。

6.6 计时示值误差

选取 10s、60s、3600s 作为计时示值误差的校准点。在试验装置开始计时的同时，启动秒表同步计时。记录秒表读数和试验装置上的时间示值，各校准点需测量 3 次，以绝对值最大值作为该校准点的测量结果，大于 60s 时测量可只测量 1 次。计时示值误差按公式（6）计算。

$$\Delta T = T' - T \quad (6)$$

式中：

ΔT ——计时示值误差，s；

T ——秒表读数，s；

T' ——试验装置上的时间示值，s。

7 校准结果的表达

校准结果应在校准证书（报告）上反映，校准证书（报告）应至少包含以下信息：

- 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。

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。

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	卫浴洁具用软管综合试验装置校准规范				
环境条件	温度（℃）湿度（%RH）				
校准地点					
校准所用计量器具					
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	证书编号	有效期
项目	实测值		测量不确定度		
静压示值误差			$U=$, $k=2$		
动压示值误差			$U=$, $k=2$		
温度上偏差			$U=$, $k=2$		
温度下偏差			$U=$, $k=2$		
流量示值误差			$U=$, $k=2$		
计时示值误差			$U=$, $k=2$		

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	JJF（建材） XXX-202X 卫浴洁具用软管综合试验装置校准规范					
校准地点		温 度		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

校准结果：

一、静压示值误差

静压设定值 P_{js} /MPa	校准点时间 t/s	试验装置面板 实时值 P_{jst} /MPa	精密压力表显 示值 P_{jst} /MPa	第 t 秒时的静 压示值误差 ΔP_{jt} /MPa	静压示值误差 ΔP_j /MPa

静压示值误差测量不确定度		U=MPa ， k=2			

二、动压示值误差

动压设定值 P_{ds} /MPa	校准点 时间 t/s	试验装置面板 实时值 P_{dst} /MPa	精密压力表显 示值 P_{dxt} /MPa	第 t 秒时的动压 示值误差 ΔP_{dt} /MPa	动压示值误差 ΔP_d /MPa
动压示值误差测量不确定度		U= MPa ， k=2			

三、温度偏差

次数	实测温度值/℃								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
温度上偏差		℃		温度下偏差			℃		
温度上偏差测量不确定度		$U=$ °C, $k=2$		温度下偏差测量不确定度			$U=$ °C, $k=2$		

四、流量示值误差

动压 /MPa	流量示值 Q_{30} L/min	流量示值 Q_{90} L/min	流量示值 Q_{150} L/min	收集的水的质量 m/kg	出水时间 t/s	流量测量计算值 Q L/min	流量示值误差 $\Delta Q/L/min$
流量示值误差测量不确定度		$U=$ L/min, $k=2$					

五、计时示值误差

校准点/s	试验装置上的时间设定值 T/s	秒表读数 T/s			读数最大值 T_{\max}/s	计时示值误差 $\Delta T/s$
		1	2	3		
计时示值误差测量不确定度	$U=$ s, $k=2$					

以下空白

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 静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 静压示值误差校准方法。

C.1.1.2 环境条件：环境条件：（20±5）℃，相对湿度：≤85%。

C.1.1.3 测量标准器：精密压力表，量程为（0～6）MPa，分辨力为 0.0001MPa，准确度等级为 0.05 级。

C.1.1.4 校准点：0.70MPa

C.1.2 测量模型如公式（C.1）所示：

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

式中：

P_{jst} ——各校准点第 t 秒时试验装置面板静压实时值，MPa；

P_{jxt} ——各校准点第 t 秒时试验装置静压精密压力表显示值，MPa；

ΔP_{jt} ——各校准点第 t 秒时的静压示值误差，MPa；

C.1.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括试验装置面板静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 0.70MPa 静压下重复测量 10 次，试验装置面板静压实时值-出水口压力表显示值/ ΔP 分别为 0.0002MPa，0MPa，0.0003MPa，0.0004MPa，0.0005MPa，0.0004MPa，-0.0002MPa，0.0006MPa，0.0002MPa，0.0003MPa。

$$\text{单次测量标准偏差为：} s(\Delta P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta P_i - \overline{\Delta P})^2}{n-1}} = 0.0002\text{MPa}$$

因此，由测量重复性引入的不确定分量 $u_1=0.0008\text{MPa}$ 。

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 0.0001MPa，服从均匀分布，由此引入的不确定分量：

$$u_2 = \frac{0.0001}{2\sqrt{3}} = 0.00003\text{MPa}$$

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

数字压力表的最大允许误差为 $\pm 0.003\text{MPa}$ ，由最大允许误差带来的不确定度分量服从均匀分布，为 $u_3 = \frac{0.003}{\sqrt{3}} = 0.0017\text{MPa}$

C.1.4.4 标准不确定度汇总

表 C.1 静压示值误差测量标准不确定度汇总表

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引入的不确定度 u_1	0.0002MPa
标准器分辨力引入的不确定度 u_2	0.00003MPa
标准器最大允许误差引入的不确定度 u_3	0.0017MPa

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：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.0017\text{MPa}$$

C.1.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，静压示值误差的扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 0.0034\text{MPa} , k=2$$

C.2 动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 6.3 动压示值误差校准方法。

C.2.1.2 环境条件：（20 \pm 5）℃，相对湿度： $\leq 85\%$ 。

C.2.1.3 测量标准器：精密压力表，量程为（0～6）MPa，分辨力为 0.0001MPa，准确度等级为 0.05 级。

C.2.1.4 校准点：0.30MPa

C.2.2 测量模型如公式（C.2）所示：

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

式中：

P_{dst} ——各校准点第 t 秒时试验装置面板动压实时值，MPa；

P_{dxt} ——各校准点第 t 秒时试验装置动压精密压力表显示值，MPa；

ΔP_{dt} ——各校准点第 t 秒时的动压示值误差，MPa；

C.2.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括试验装置面板动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 0.30MPa 动压下重复测量 10 次，试验装置面板动压实时值-出水口压力表显示值/ ΔP 分别为-0.0010MPa， -0.0014MPa， 0.0007MPa， -0.0015MPa， -0.0013MPa， -0.0012MPa， -0.0007MPa， -0.0001MPa， -0.0002MPa， 0.0005MPa。

$$\text{单次测量标准偏差为: } s(\Delta P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta P - \overline{\Delta P})^2}{n-1}} = 0.0008\text{MPa}$$

因此，由测量重复性引入的不确定分量 $u_1=0.0008\text{MPa}$ 。

C.2.4.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

数字压力表的分辨力为 0.0001MPa，服从均匀分布，由此引入的不确定分量：

$$u_2 = \frac{0.0001}{2\sqrt{3}} = 0.00003\text{MPa}$$

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

数字压力表的允许误差为 $\pm 0.003\text{MPa}$ ，由最大允许误差带来的不确定度分量服从均匀分布，为 $u_3 = \frac{0.003}{\sqrt{3}} = 0.0017\text{MPa}$

C.2.4.4 标准不确定度汇总

表 C.2 动压示值误差测量标准不确定度汇总表

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引入的不确定度 u_1	0.0008MPa
标准器分辨力引入的不确定度 u_2	0.0003MPa
标准器最大允许误差引入的不确定度 u_3	0.0017MPa

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：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.0019\text{MPa}$$

C.2.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，动压示值误差的扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 0.0038 \text{MPa}, \quad k=2$$

C.3 温度偏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 6.5 温度偏差校准方法。

C.3.1.2 环境条件：(20±5)℃，相对湿度：≤85%。

C.3.1.3 测量标准器：数据采集器，分辨力为 0.1℃，最大允许误差为±0.15℃。

C.3.1.4 校准点：70℃

C.3.2 测量模型如公式 (C.3)、公式 (C.4) 所示：

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s \quad (\text{C.3})$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s \quad (\text{C.4})$$

式中：

Δt_{\max} ——试验装置的温度上偏差，℃；

Δt_{\min} ——试验装置的温度下偏差，℃；

t_{\max} ——修正后各测量点在规定时间内测得的最高温度，℃；

t_{\min} ——修正后各测量点在规定时间内测得的最低温度，℃；

t_s ——试验装置的设定温度，℃。

C.3.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括：被测水箱测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由标准器分辨力、标准器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 70℃，待温度稳定后，对水箱进行 10 次重复测量，计算每次测量的温度上偏差和温度下偏差，得到两组测量列分别如下：

温度上偏差 $\Delta t_{\max}/^\circ\text{C}$ ：0.1℃，0.2℃，0.1℃，0.1℃，0.2℃，0.1℃，0.2℃，0.2℃，0.2℃，0.1℃；

温度下偏差 $\Delta t_{\min}/^\circ\text{C}$ ：0.1℃，0.0℃，0.1℃，-0.1℃，0.1℃，0.1℃，0.0℃，0.1℃，0.0℃，0.1℃。

则单次测量标准偏差为：

$$s(\Delta t_{\max}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta t_{\max i} - \overline{\Delta t})^2}{n-1}} = 0.053^\circ\text{C}$$

$$s(\Delta t_{\min}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta t_{\min i} - \overline{\Delta t})^2}{n-1}} = 0.071^\circ\text{C}$$

因此，由测量重复性引入的不确定分量为：

$$u_1(\Delta t_{max})=0.053^{\circ}\text{C};$$

$$u_1(\Delta t_{min})=0.071^{\circ}\text{C}$$

C.3.4.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

标准器的温度分辨力为 0.1°C ，服从均匀分布，由此引入的不确定分量：

$$u_2 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058^{\circ}\text{C}$$

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

标准器的最大允许误差为 $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$ 。按均匀分布考虑，由最大允许误差带来的不确定度分量服从均匀分布，为 $u_3 = \frac{0.15}{\sqrt{3}} = 0.087^{\circ}\text{C}$

C.3.4.4 标准不确定度汇总

表 C.3 温度上偏差标准不确定度汇总表

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引入的不确定度 $u_1(\Delta t_{max})$	0.053°C
标准器分辨力引入的不确定度 u_2	0.058°C
标准器最大允许误差引入的不确定度 u_3	0.087°C

表 C.4 温度下偏差标准不确定度汇总表

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引入的不确定度 $u_1(\Delta t_{min})$	0.073°C
标准器分辨力引入的不确定度 u_2	0.058°C
标准器最大允许误差引入的不确定度 u_3	0.087°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：

$$u_c(\Delta t_{max}) = \sqrt{u_1^2(\Delta t_{max}) + u_2^2 + u_3^2} = 0.12^{\circ}\text{C}$$

$$u_c(\Delta t_{min}) = \sqrt{u_1^2(\Delta t_{min}) + u_2^2 + u_3^2} = 0.13^{\circ}\text{C}$$

C.3.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，因此，试验装置供水箱温度上偏差的扩展不确定度

$$U(\Delta t_{max}) = k \cdot u_c(\Delta t_{max}) = 0.24^{\circ}\text{C}, \quad k=2$$

供水箱温度下偏差的扩展不确定度

$$U(\Delta t_{min}) = k \cdot u_c(\Delta t_{min}) = 0.26^{\circ}\text{C}, \quad k=2$$

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 6.4 流量示值误差校准方法。

C.4.1.2 环境条件：（20±5）℃，相对湿度：≤85%。

C.4.1.3 测量标准器：电子天平，量程为（0～75）kg，分辨力为 5g，最大允许误差为±50g；秒表，量程为（0～7200）s，分辨力为 0.01s，最大允许误差为±0.1s。

C.4.1.4 校准点：6L/min

C.4.2 测量模型如公式（C.5）所示：

$$\Delta Q = \bar{Q} - \frac{60m}{0.9982t} \quad (C.5)$$

式中：

$$\bar{Q} = \frac{Q_{30} + Q_{90} + Q_{150}}{3}, \text{ 三次测量平均值, L/min;}$$

Q_i ——第 i 秒的实时流量示值，L/min；

m ——3min 实际收集水质量，kg；

t ——持续收集时间，s；

ΔQ ——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测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由标准器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

在 0.30MPa 动压下试验装置用流量测量装置对流量重复测量 10 次，试验数据见表 C.5。

表 C.5 流量示值误差测量标准不确定度分析试验数据

试验组	试验装置 流量示值 Q_{30} /L/min	试验装置 流量示值 Q_{90} /L/min	试验装置 流量示值 Q_{150} /L/min	收集的 水的质 量 m /kg	出水时 间 t /s	流量示 值误差 ΔQ L/min
1	6.04	6.01	6.02	18.070	180.01	-0.011
2	6.06	6.02	6.03	18.035	180.00	0.014

3	6.02	6.00	6.01	18.050	180.02	-0.017
4	6.05	6.01	6.02	18.040	180.00	0.002
5	6.03	6.02	6.01	18.015	179.90	0.001
6	6.06	6.03	6.09	18.045	179.90	0.031
7	6.02	6.03	6.02	17.990	180.01	0.016
8	6.03	6.05	6.03	18.035	180.00	0.014
9	6.01	6.07	6.04	18.065	180.02	0.008
10	6.08	6.04	6.01	17.985	180.00	0.038

单次测量标准偏差为： $s(L) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} \Delta L^2}{n-1}} = 0.017\text{L/min}$

因此，由测量重复性引入的不确定分量 $u_1 = 0.017\text{L/min}$ 。

C.4.4.2 电子天平最大允差引入的标准不确定度分量 u_2

电子天平的最大允差为 $\pm 0.050\text{kg}$ ，服从均匀分布，电子天平最大允许误差引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{0.050}{\sqrt{3}} = 0.029\text{kg}$$

C.4.4.3 秒表最大允差引入的标准不确定度分量 u_3

秒表的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{s}$ ，按均匀分布，秒表最大允许误差引入的标准不确定度为：

$$u_3 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058\text{s}$$

C. 4. 5 标准不确定度分量汇总

流量示值误差测量的标准不确定度分量汇总见表 C.6。

表 C. 6 流量示值误差测量标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引入的不确定度分量 u_1	0.017L/min
电子天平最大允许误差引入的不确定度分量 u_2	0.029kg
秒表最大允许误差引入的不确定度分量 u_3	0.058s

C.4.6 标准不确定度合成

由于各标准不确定度分量互不相关，则合成标准不确定度为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta Q}{\partial Q}, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta Q}{\partial m} = -\frac{60}{0.9982t}, \quad c_3 = \frac{\partial \Delta Q}{\partial t} = \frac{60m}{0.9982t^2}$$
$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = 0.02 \text{ L/min}$$

C.4.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，流量示值误差测量结果的扩展不确定度：

$$U = k \cdot u_c = 0.04 \text{ L/min}, \quad k=2$$

C.5 计时示值误差测量不确定度

C.5.1 概述

C.5.1.1 校准方法：按照 6.6 计时示值误差校准方法。

C.5.1.2 环境条件：(20±5)℃，相对湿度：≤85%。

C.5.1.3 测量标准器具：秒表，量程为 (0~7200) s，分辨力为 0.01s，最大允许误差为±0.1s。

C.5.1.4 校准点：10s。

C.5.2 测量模型

测量模型如公式 (C.6) 所示：

$$\Delta T = T' - T \quad (\text{C.6})$$

式中：

ΔT ——计时示值误差，s；

T ——秒表读数，s；

T' ——试验装置上的时间示值，s。

C.5.3 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；由秒表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.5.4 不确定度分量评定

C.5.4.1 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 10s 的校准点进行 10 次测量，得到计时示值误差分别为：0.01s, 0.02s, 0.42s, 0.08s, 0.38s, 0.09s, 0.43s, 0.01s, 0.04s, 0.43s。

$$\text{单次测量标准偏差为: } s(\Delta T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta T_i - \overline{\Delta T})^2}{n-1}} = 0.20 \text{ s}$$

所以由测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1=0.20\text{s}$ 。

C.5.4.2 秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_2

秒表的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{s}$ ，按均匀分布，秒表最大允许误差引入的标准不确定度为： $u_2 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.06\text{s}$ 。

C.5.5 标准不确定度分量汇总

计时示值误差测量的标准不确定度分量汇总见表 C.7。

表 C.7 计时示值误差测量标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值
测量重复性引入的不确定度分量 u_1	0.20s
秒表最大允许误差引入的不确定度分量 u_2	0.06s

C.5.6 标准不确定度合成

以上各标准不确定度分量互不相关，故合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.21\text{s}$$

C.5.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，计时示值误差测量结果的扩展不确定度：

$$U = k \cdot u_c = 0.42\text{s}, \quad k=2$$