



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) 258—202X

多通道气体腐蚀试验装置校准规范

Calibration Specification for Multi-Channel Gas
Corrosion Test Apparatus

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

多通道气体腐蚀试验装置 校准规范

Calibration Specification for
Multi-Channel Gas Corrosion
Test Apparatus

JJF（建材）258—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：唐山海关综合技术服务中心

杭州携测信息技术股份有限公司

台州市检验检测有限公司

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：

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）

陶嘉威（台州市产品质量安全检测研究院）

徐华月（台州市产品质量安全检测研究院）

参加起草人：

翁晓伟（台州市产品质量安全检测研究院）

王苏玲（台州市计量技术研究院）

李文杰（唐山海关综合技术服务中心）

毕春晖（杭州携测信息技术股份有限公司）

金 莎（台州市检验检测有限公司）

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.....	(10)
附录 A 校准证书内页格式.....	(11)
附录 B 校准数据原始记录.....	(12)
附录 C 氯化氢浓度示值相对误差校准结果不确定度评定示例.....	(14)
附录 D 氨气浓度示值相对误差校准结果不确定度评定示例.....	(16)
附录 E 时间示值误差校准结果不确定度评定示例.....	(18)

引 言

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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范参考了 GB/T 4706.53《家用和类似用途电器的安全 第 53 部分：坐便器的特殊要求》中的试验方法。

本规范为首次发布。

多通道气体腐蚀试验装置

校准规范

1 范围

本规范适用于氯化氢浓度范围(0~10) $\mu\text{mol/mol}$ 、氨气浓度范围(100~800) $\mu\text{mol/mol}$ 的多通道气体腐蚀试验装置(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 4706.53 家用和类似用途电器的安全 第53部分:坐便器的特殊要求

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(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 概述

试验装置适用于GB/T 4706.53中防锈测试项目。

试验装置主体由试验舱、控制系统、气瓶、气体传感器、循环风机等部分构成,装置示意图见图1。

试验装置的工作原理如下:控制系统根据预先设定的气体种类、目标浓度和试验时间控制进气阀门向试验舱通入气体,循环风机混匀舱内气体,内置传感器实时监测浓度,低于设定值时持续进气,达到预设浓度后关闭进气阀门,风机持续运行保证气体分布均匀,实现稳定可控的腐蚀测试环境。

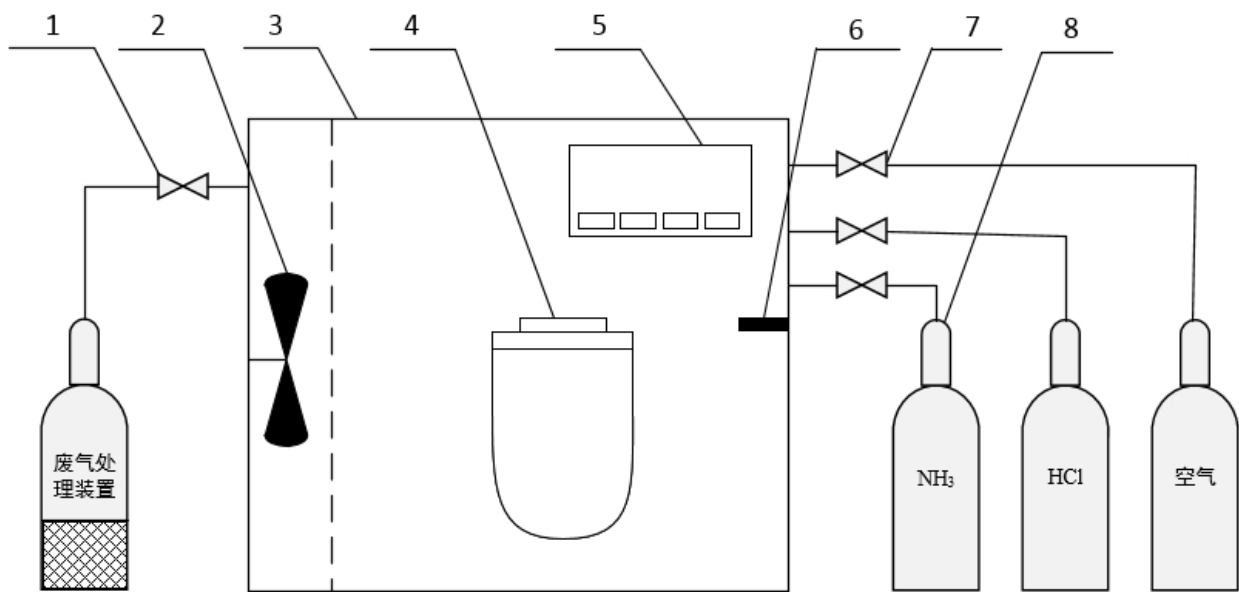


图 1 多通道气体腐蚀试验装置示意图

1—排气阀门；2—循环风机；3—试验舱；4—测试样品；5—控制系统；6—气体传感器；7—进气阀门；8—气体瓶

4 计量特性

多通道气体腐蚀试验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	计量特性	测量范围	最大允许误差
1	氯化氢浓度示值相对误差	(0~10) $\mu\text{mol/mol}$	$\pm 40\%$
2	氯化氢浓度均匀性	(0~10) $\mu\text{mol/mol}$	40%
3	氯化氢浓度稳定性	(0~10) $\mu\text{mol/mol}$	$\pm 20\%$
4	氨气浓度示值相对误差	(100~800) $\mu\text{mol/mol}$	$\pm 9\%$
5	氨气浓度均匀性	(100~800) $\mu\text{mol/mol}$	9%
6	氨气浓度稳定性	(100~800) $\mu\text{mol/mol}$	$\pm 4.5\%$
7	时间示值误差	(0~3600) s	$\pm 5\text{s}$
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%；

5.2 测量标准及其他设备

校准用标准器具，见表2。

表2 校准用标准器具

序号	名称	技术要求	用途
1	泵吸式氯化氢气体检测仪	量程：(0~20) μmol/mol 分辨力：0.1 μmol/mol 最大允许误差：±10%	用于氯化氢气体浓度校准
2	泵吸式氨气气体检测仪	量程：(0~1000) μmol/mol 分辨力：1 μmol/mol 最大允许误差：±3%	用于氨气气体浓度校准
3	电子秒表	量程：(0~7200) s 分辨力：0.01s 最大允许误差：±0.1s	用于时间校准

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表3。

表3 校准项目

序号	校准项目	校准方法对应条款
1	氯化氢浓度示值相对误差	6.2.4
2	氯化氢浓度均匀性	6.2.5
3	氯化氢浓度稳定性	6.2.6
4	氨气浓度示值相对误差	6.2.7
5	氨气浓度均匀性	6.2.8
6	氨气浓度稳定性	6.2.9
7	时间示值误差	6.2.10

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 校准前准备

校准前, 首先需确认气瓶气压是否处于正常范围, 并检查气体管路及试验装置是否存在泄漏, 各项功能是否正常工作。

校准时应优先校准氯化氢气体浓度。校准前, 应先取下氨气传感器, 安装氯化氢传感器。

完成氯化氢气体校准后, 需将试验装置内的残余气体完全排空, 随后更换为氨气传感器, 方可开始氨气的校准操作。

6.2.2 气体检测仪探头的布放位置

将气体检测仪探头同时布放在试验装置工作空间内的 3 个校准层面上, 称为上、中、下 3 层, 中层为通过工作空间几何中心的平行于底面的校准工作面。各布点位置与工作空间内壁的距离为各边长的 $1/10$ 。布点位置也可根据用户实际工作进行布置。

试验装置工作空间容积小于等于 2m^3 时, 测试点位为 3 个, 测试点位用 1、2、3 表示, 测试点位 2 位于设备工作空间中层几何中心处, 测试点位图如图 2 所示。当试验装置工作空间容积大于 2m^3 时, 可根据实际需要协商增加布点数量并图示说明。

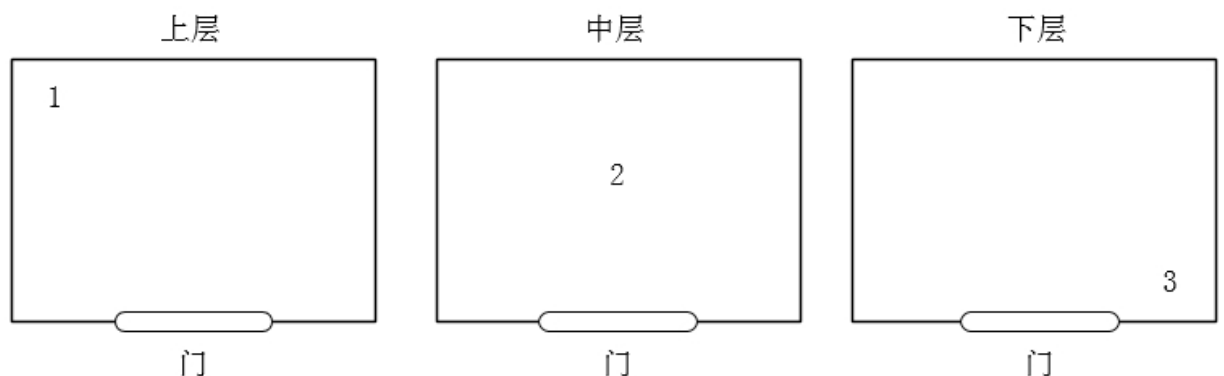


图 2 布点图 (设备容积小于等于 2m^3)

6.2.3 气体浓度的校准

按 6.2.2 的规定布放气体检测仪探头。将试验装置设定至校准浓度并启动运行。待装置稳定后, 用气体检测仪同时测量各测试点气体浓度。每个校准点下, 装置稳定后开始记录初始数据。每隔 5 min 记录一次, 连续记录 6 次, 共获取 24 个数据, 其中试验装置控制面板显示值 6 个、气体检测仪显示值 18 个。每次记录内容包括: 试验装置控制面板的气体浓度显示值 C_{A-xi} (A 代表气体种类, $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$) 1 个、各测试点位气体检测仪气体浓度显示值 C_{A-zij} ($j=1, 2, 3$) 3 个。

6.2.4 氯化氢浓度示值相对误差

氯化氢浓度校准推荐包含 $5 \mu\text{mol/mol}$ ，其余浓度校准点根据需求可自行设定。试验装置稳定状态下，按公式 (1) 计量校准点的浓度示值相对误差 ΔC_{HCl-ij} ，取 ΔC_{HCl-ij} 的绝对值最大值作为氯化氢浓度示值相对误差 ΔC_{HCl} 。

$$\Delta C_{HCl-ij} = \frac{C_{HCl-xi} - C_{HCl-zij}}{C_{HCl-zij}} \times 100 \quad (1)$$

式中：

ΔC_{HCl-ij} ——第 i 次，第 j 个测试点氯化氢浓度示值相对误差，%；

C_{HCl-xi} ——第 i 次试验装置控制面板上的氯化氢浓度显示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$C_{HCl-zij}$ ——第 i 次，第 j 个测试点位气体检测仪氯化氢浓度实测值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

ΔC_{HCl} ——校准点氯化氢浓度示值相对误差，%。

6.2.5 氯化氢浓度均匀性

氯化氢浓度校准推荐包含 $5 \mu\text{mol/mol}$ ，其余校准点根据需求可自行设定。试验装置稳定状态下，氯化氢浓度均匀性用式 (2) 计算。

$$\Delta C_{HCl-u} = \frac{\overline{C_{HCl-\max}} - \overline{C_{HCl-\min}}}{\overline{C_{HCl-Z}}} \times 100 \quad (2)$$

式中：

ΔC_{HCl-u} ——氯化氢浓度均匀性，%；

$\overline{C_{HCl-\max}}$ ——氯化氢各测量点氯化氢浓度平均值的最大值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$\overline{C_{HCl-\min}}$ ——氯化氢各测量点氯化氢浓度平均值的最小值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$\overline{C_{HCl-Z}}$ ——氯化氢浓度所有测量点 18 个实测数据的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

6.2.6 氯化氢浓度稳定性

氯化氢浓度校准推荐包含 $5 \mu\text{mol/mol}$ ，其余校准点根据需求可自行设定。试验装置各测量点实测最高浓度与最低浓度之差的一半，冠以“±”号，取全部测量点中变化量的最大值作为氯化氢浓度稳定性校准结果，按公式 (3) 进行计算。

$$\Delta C_{HCl-f} = \pm \max \left\{ \frac{C_{HCl-j \max} - C_{HCl-j \min}}{2C_{HCl-Z}} \right\} \times 100 \quad (3)$$

式中:

ΔC_{HCl-f} ——氯化氢浓度稳定性, %;

$C_{HCl-j \max}$ ——氯化氢测试点 j 在 6 次测量中的最高浓度, $\mu \text{mol/mol}$;

$C_{HCl-j \min}$ ——氯化氢测试点 j 在 6 次测量中的最低浓度, $\mu \text{mol/mol}$ 。

6.2.7 氨气浓度示值相对误差

氨气浓度校准推荐包含 $550 \mu \text{mol/mol}$, 其余校准点根据需求可自行设定。试验装置稳定状态下, 按公式 (4) 计量校准点的浓度示值相对误差 ΔC_{NH_3-ij} , 取 ΔC_{NH_3-ij} 的绝对值最大值作为氨气浓度示值相对误差 ΔC_{NH_3} 。

$$\Delta C_{NH_3-ij} = \frac{C_{NH_3-xi} - C_{NH_3-zij}}{C_{NH_3-zij}} \times 100 \quad (4)$$

式中:

ΔC_{NH_3-ij} ——第 i 次, 第 j 个测试点氨气浓度示值相对误差, %;

C_{NH_3-xi} ——第 i 次试验装置控制面板上的氨气浓度显示值, $\mu \text{mol/mol}$;

C_{NH_3-zij} ——第 i 次, 第 j 个测试点位气体检测仪氨气浓度实测值, $\mu \text{mol/mol}$;

ΔC_{NH_3} ——校准点氨气浓度示值相对误差, %。

6.2.8 氨气浓度均匀性

氨气浓度校准推荐包含 $550 \mu \text{mol/mol}$, 其余校准点根据需求可自行设定。试验装置稳定状态下, 氨气浓度均匀性用式 (5) 计算。

$$\Delta C_{NH_3-u} = \frac{\overline{C_{NH_3-\max}} - \overline{C_{NH_3-\min}}}{\overline{C_{NH_3-Z}}} \times 100 \quad (5)$$

式中:

ΔC_{NH_3-u} ——氨气浓度均匀性, %;

$\overline{C_{NH_3-\max}}$ ——氨气各测量点氨气浓度平均值的最大值, $\mu \text{mol/mol}$;

$\overline{C_{NH_3-\min}}$ ——氨气各测量点氨气浓度平均值的最小值, $\mu \text{mol/mol}$;

$\overline{C_{NH_3-Z}}$ ——氨气浓度所有测量点 18 个实测数据的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ 。

6.2.9 氨气浓度稳定性

氨气浓度校准推荐包含 $550\mu\text{mol/mol}$, 其余校准点根据需求可自行设定。试验装置各测量点实测最高浓度与最低浓度之差的一半, 冠以“±”号, 取全部测量点中变化量的最大值作为氨气浓度稳定性校准结果, 按公式 (6) 进行计算。

$$\Delta C_{NH_3-f} = \pm \max \left\{ \frac{C_{NH_3-j\max} - C_{NH_3-j\min}}{2\overline{C_{NH_3-Z}}} \right\} \times 100 \quad (6)$$

式中:

ΔC_{NH_3-f} ——氨气浓度稳定性, %;

$C_{NH_3-j\max}$ ——氨气测试点 j 在 6 次测量中的最高浓度, $\mu\text{mol/mol}$;

$C_{NH_3-j\min}$ ——氨气测试点 j 在 6 次测量中的最低浓度, $\mu\text{mol/mol}$ 。

6.2.10 时间示值误差

时间校准点推荐包含 3600s, 其余校准点根据需求可自行设定。在试验装置开始计时的同时, 启动电子秒表同步计时。按公式 (7) 计算校准点的时间示值误差 ΔT 。

$$\Delta T = T_x - T_z \quad (7)$$

式中:

ΔT ——校准点时间示值误差, s;

T_x ——校准点试验装置上的显示时间, s;

T_z ——校准点电子秒表上的时间示值, s。

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:

- 标题: “校准证书”;
- 实验室名称和地址;
- 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- 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、更换重要器件等一般需要重新校准。

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	多通道气体腐蚀试验装置校准规范				
环境条件	温度 (°C): 相对湿度 (%):				
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		
氯化氢浓度	校准点/ $\mu\text{mol/mol}$	示值相对误差/%	均匀性/%	稳定性/%	测量不确定度
					$U_{\text{rel}} =$, $k=2$
氨气浓度	校准点/ $\mu\text{mol/mol}$	示值相对误差/%	均匀性/%	稳定性/%	测量不确定度
					$U_{\text{rel}} =$, $k=2$
时间	校准点/s		示值误差/s		测量不确定度
					$U =$, $k=2$

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	℃	相 对 湿 度	%			
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

1、氯化氢浓度参数校准记录					
第 i 次	氯化氢浓度（单位： μ mol/mol）				
	校准点	第 i 次控制面板	测试点位 1 气体检测仪	测试点位 2 气体检测仪	测试点位 3 气体检测
		显示值 C_{HCl-xi}	显示值 $C_{HCl-zi1}$	显示值 $C_{HCl-zi2}$	仪显示值 $C_{HCl-zi3}$
氯化氢浓度示值相对误差： %；氯化氢浓度均匀性： %；氯化氢浓度稳定性： %。					

2、氨气浓度参数校准记录					
第 i 次	氨气浓度 (单位: $\mu\text{mol/mol}$)				
	校准点	第 i 次控制面板 显示值 C_{NH_3-xi}	测试点位 1 气体检测仪 显示值 C_{NH_3-zi1}	测试点位 2 气体检测仪 显示值 C_{NH_3-zi2}	测试点位 3 气体检测仪 显示值 C_{NH_3-zi3}
1					
2					
3					
4					
5					
6					
氨气浓度示值相对误差: %; 氨气浓度均匀性: %; 氨气浓度稳定性: %。					

3、时间参数校准记录			
次数	时间 (单位: s)		
	校准点	试验装置上的显示时间 T_x	电子秒表上的时间示值 T_z
1			
校准点时间示值误差: s。			
校准人		审核人	
校准日期			

附录 C

氯化氢浓度示值相对误差校准结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 校准方法：按照 6.2.4 氯化氢浓度示值相对误差校准方法。

C.1.2 环境条件：温度：23℃，相对湿度：65%。

C.1.3 被校准设备：多通道气体腐蚀试验装置（型号：ELF-2001）。

C.1.4 校准点：5 μmol/mol。

C.2 测量模型

$$\Delta C_{HCl-i} = \frac{C_{HCl-xi} - C_{HCl-zi}}{C_{HCl-zi}} \times 100 \quad (C.1)$$

式中：

ΔC_{HCl-i} ——第 i 次点氯化氢浓度示值相对误差，%；

C_{HCl-xi} ——第 i 次试验装置控制面板上的氯化氢浓度显示值，μmol/mol；

C_{HCl-zi} ——第 i 次气体检测仪氯化氢浓度实测值，μmol/mol。

C.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；由氯化氢气体检测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.4 不确定度分量评定

C.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 5 μmol/mol 的校准点进行 10 次测量，试验数据见表 C.1。

表 C.1 氯化氢浓度示值相对误差不确定度分析试验数据

序号	试验装置上的氯化氢 浓度显示值 C_{HCl-xi} (μmol/mol)	气体检测仪的氯化氢 浓度实测值 C_{HCl-zi} (μmol/mol)	氯化氢浓度示值相 对误差 ΔC_{HCl-i} (%)
1	5.0	5.6	-10.71%
2	5.1	5.5	-7.27%
3	5.1	5.5	-7.27%
4	5.0	5.4	-7.41%
5	5.0	5.4	-7.41%

6	4.9	5.3	-7.55%
7	4.9	5.3	-7.55%
8	5.0	5.6	-10.71%
9	5.1	5.5	-7.27%
10	5.1	5.5	-7.27%
标准偏差 s	1.41%		

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

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta C_{HCl-i} - \overline{\Delta C_{HCl-i}})^2}{n-1}} = 1.41\%$$

C.4.2 氯化氢气体检测仪准确度引入的标准不确定度分量 u_2

氯化氢气体检测仪的量程为 (0~20) $\mu\text{mol/mol}$, 最大允许误差为 $\pm 10\%$, 按均匀分布, 氯化氢气体检测仪准确度引入的标准不确定度分量:

$$u_2 = \frac{10\%}{\sqrt{3}} = 5.77\%$$

C.5 不确定度分量汇总

氯化氢浓度示值相对误差的标准不确定度分量汇总见表 C.2。

表 C.2 氯化氢浓度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	1.41%
氯化氢气体检测仪准确度引入的标准不确定度分量 u_2	5.77%

C.6 标准不确定度合成

合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 5.94\%$$

C.7 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$, 因此, 氯化氢浓度示值相对误差的测量不确定度:

$$U_{\text{rel}} = k \cdot u_c = 11.88\% \approx 12\%$$

附录 D

氨气浓度示值相对误差校准结果不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 校准方法：按照 6.2.7 氨气浓度示值相对误差校准方法。

D.1.2 环境条件：温度：23℃，相对湿度：65%。

D.1.3 被校准设备：多通道气体腐蚀试验装置（型号：ELF-2001）。

D.1.4 校准点：550 μmol/mol。

D.2 测量模型

$$\Delta C_{NH_3-i} = \frac{C_{NH_3-xi} - C_{NH_3-zi}}{C_{NH_3-zi}} \times 100 \quad (D.1)$$

式中：

ΔC_{NH_3-i} ——第 i 次氨气浓度示值相对误差，%；

C_{NH_3-xi} ——第 i 次试验装置控制面板上的氨气浓度显示值，μmol/mol；

C_{NH_3-zi} ——第 i 次气体检测仪氨气浓度实测值，μmol/mol；

D.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；由氨气气体检测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。

D.4 不确定度分量评定

D.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 550 μmol/mol 的校准点进行 10 次测量，试验数据见表 D.1。

表 D.1 氨气浓度示值相对误差不确定度分析试验数据

序号	试验装置上的氨气浓度显示值 C_{NH_3-xi} (μmol/mol)	气体检测仪的氨气浓度实测值 C_{NH_3-zi} (μmol/mol)	氨气浓度示值相对误差 ΔC_{NH_3-i} (%)
1	550	562	-2.14%
2	552	566	-2.47%
3	552	564	-2.13%
4	551	560	-1.61%
5	549	559	-1.79%

6	550	561	-1.96%
7	550	562	-2.14%
8	549	559	-1.79%
9	549	558	-1.61%
10	550	563	-2.31%
标准偏差 s	0.29%		

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:

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta C_{NH_3-i} - \overline{\Delta C_{NH_3-i}})^2}{n-1}} = 0.29\%$$

D.4.2 氨气气体检测仪准确度引入的标准不确定度分量 u_2

氨气气体检测仪的量程为 (0~1000) $\mu\text{mol/mol}$, 最大允许误差为 $\pm 3\%$, 按均匀分布, 氨气气体检测仪准确度引入的标准不确定度分量:

$$u_2 = \frac{3\%}{\sqrt{3}} = 1.73\%$$

D.5 不确定度分量汇总

氨气浓度示值相对误差的标准不确定度分量汇总见表 D.2。

表 D.2 氨气浓度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	0.29%
氨气气体检测仪准确度引入的标准不确定度分量 u_2	1.73%

D.6 标准不确定度合成

合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 1.75\%$$

D.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 因此, 氨气浓度示值相对误差的测量不确定度:

$$U_{\text{rel}} = k \cdot u_c = 3.50\% \approx 3.5\%$$

附录 E

时间示值误差校准结果不确定度评定示例

E.1 概述

E.1.1 校准方法：按照 6.2.10 时间示值误差校准方法。

E.1.2 环境条件：温度：23℃，相对湿度：65%。

E.1.3 被校准设备：多通道气体腐蚀试验装置（型号：ELF-2001）。

E.1.4 校准点：3600s。

E.2 测量模型

$$\Delta T_i = T_{xi} - T_{zi} \quad (\text{E.1})$$

式中：

ΔT_i ——校准点时间示值误差，s；

T_{xi} ——校准点试验装置上的显示时间，s；

T_{zi} ——校准点电子秒表上的时间示值，s。

E.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；由电子秒表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。

E.4 不确定度分量评定

E.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时间 3600s 的校准点进行 10 次测量，试验数据见表 E.1。

表 E.1 时间示值误差不确定度分析试验数据

序号	试验装置上的显示时间 T_{xi} (s)	电子秒表上的时间示值 T_{zi} (s)	时间示值误差 ΔT_i (s)
1	3600	3599.95	0.05
2	3600	3600.29	-0.29
3	3600	3600.21	-0.21
4	3600	3599.77	0.23
5	3600	3599.86	0.14

6	3600	3600.03	-0.03
7	3600	3600.36	-0.36
8	3600	3600.36	-0.36
9	3600	3600.24	-0.24
10	3600	3599.79	0.21
标准偏差 s	0.23s		

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:

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta T_i - \overline{\Delta T})^2}{n-1}} = 0.23s$$

E.4.2 电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_2

电子秒表的最大允许误差为 $\pm 0.1s$, 按均匀分布, 电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量:

$$u_2 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.06s$$

E.5 不确定度分量汇总

时间示值误差的标准不确定度分量汇总见表 E.2。

表 E.2 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	0.23s
电子秒表的最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_2	0.06s

E.6 标准不确定度合成

合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.24s$$

E.7 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$, 因此, 时间示值误差的测量不确定度:

$$U = k \cdot u_c = 0.48s \approx 0.5s$$