

JJF (皖)

安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 72—2019

卤素检漏仪校准规范

Calibration Specification for Halogen leak detector

2019—01—30 发布

2019—03—15 实施

安徽省市场监督管理局 发布

卤素检漏仪校准规范

Calibration Specification for

Halogen leak detector

JJF (皖) 72—2019

归口单位：安徽省市场监督管理局

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

参加起草单位：上海通用检测技术研究所

格力电器（合肥）有限公司

安徽省计量科学研究院

本规范委托安徽省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

郑海燕（安徽省计量科学研究院）

吴安平（安徽省计量科学研究院）

参加起草人：

郑毅（上海通用检测技术研究所）

李敏（格力电器（合肥）有限公司）

衣闻闻（安徽省计量科学研究院）

目 录

引言	(1)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 外观	(2)
5.2 功能检查	(2)
5.3 示值误差	(2)
5.4 重复性	(2)
5.5 稳定性	(2)
5.6 报警响应时间	(3)
5.7 报警值	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 校准用主要设备	(3)
6.3 校准用辅助设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 外观检查	(3)
7.2 功能检查	(4)
7.3 示值误差	(4)
7.4 重复性	(4)
7.5 稳定性	(5)
7.6 报警响应时间	(5)
7.7 报警值	(6)
8 校准结果表达	(6)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 示值误差测量的不确定度评定	(7)
附录 B 稳定性测量的不确定度评定	(10)
附录 C 报警响应时间测量的不确定度评定	(14)
附录 D 漏率单位 Pa·m ³ /s 与 g/a 的对应关系	(16)
附录 E 卤素检漏仪校准原始记录格式	(17)
附录 F 校准证书内页格式	(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》共同构成了本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考了国家标准 GB/T 31473-2015《卤素气体检漏仪》和部门规程 JJG (轻工) 106-1994《卤素检漏仪》的部分内容，并结合企业实际使用情况进行制定。

卤素检漏仪校准规范

1 范围

本规范适用于漏率为(1~15) g/a 范围内的漏率型卤素检漏仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件

GB/T 3163-2007 《真空技术 术语》

JIG (轻工) 106-1994 《卤素检漏仪》

GB/T 31473-2015 《卤素气体检漏仪》

使用本规范时, 应注意使用上述所引用文件的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 卤素检漏仪 halogen leak detector

用含有卤素(氟、氯、溴、碘)气体作为示漏气体的检漏仪器。

3.2 标准漏孔(可调漏率校准仪) halogen reference leak

在规定条件下, 提供已知恒定漏率卤素气体的漏孔。

3.3 漏率 leak rate

在规定条件下, 一种特定气体通过漏孔的流量。

3.4 计量单位

漏率单位: 帕斯卡·立方米每秒, 符号 $\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、克每年, 符号g/a。

4 概述

卤素检漏仪(以下简称检漏仪)是指用含有卤素(氟、氯、溴、碘)气体作为示漏气体的检漏仪器, 主要用于化工、制冷、电器制造等行业对充有卤素气体的密封系统进行泄漏检测。该类仪器按读数类型分为数值型和无数值型两类。

数值型检漏仪由吸枪、传感器、信号处理单元和显示单元等组成。卤素气体经吸枪进入传感器, 传感器输出相应的电信号, 由信号处理单元处理, 最终通过一定的数学模型计算出漏率并在显示单元上进行显示。

无数值型检漏仪没有漏率显示，仅有设定漏率报警功能。

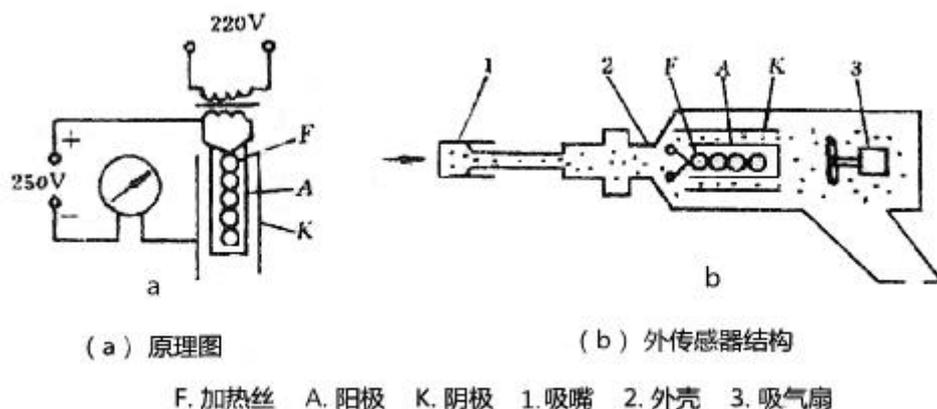


图1 卤素检漏仪结构示意图

5 计量特性

5.1 外观

检漏仪涂层应平整光洁，色泽均匀，表面涂镀层无剥落、擦伤、龟裂等现象。所有铭牌及标志应清楚、牢固；所有紧固件的安装应牢固可靠；各种调节器转动灵活，功能正常。各零部件不应有锈蚀及其他机械损伤。探测头的导管应能无障碍地拆装。

检漏仪上应标明名称、型号、出厂编号、供电电压、制造厂和制造日期、制造计量器具许可证标志及编号。

5.2 功能检查

检漏仪接通电源，仪器各功能应正常，显示部分应有相应显示。按键部分应能正常使用。

5.3 示值误差

检漏仪的误差采用相对误差，应不超过 $\pm 20\%$ 。

5.4 重复性

检漏仪的示值重复性不应超过 5%。

5.5 稳定性

零点漂移：在 1h 内应为 $\pm 3\%FS$ 。

量程漂移：在 1h 内应为 $\pm 10\%FS$ 。

5.6 报警响应时间

检漏仪的报警响应时间不应大于 10s。

5.7 报警值

对具有报警值设定功能的检漏仪，报警值应符合产品说明书的要求。

6 校准条件

6.1 环境条件

温 度：(20±5) °C

相对湿度：45%~75%

大气压力：(86~106) kPa

6.2 校准用主要设备

主要校准设备是提供某种特定卤素气体的已知漏率的卤素标准漏孔。

表 1 主要设备

仪器名称	技术要求	用途
标准漏孔	测量范围：(1~25) g/a $U_{rel}=15\% (k=2)$	测量示值误差 测量报警值
秒表	MPE: ±0.5s/d	测量报警响应时间

6.3 校准用辅助设备

6.3.1 压力真空表：测量范围：(-0.1~0.3)MPa，1.6 级。

6.3.2 温湿度计：湿度范围：(20~100) %RH， $U=2\%RH (k=2)$ ；

温度范围：(-20~+60) °C， $U=0.3^{\circ}C (k=2)$ 。

7 校准项目和校准方法

校准前，根据检漏仪的额定供电电压和频率对仪器进行通电预热。在仪器达到稳定的工作状态后，按照检漏仪的使用说明书对仪器进行自动或手动检查和校准。

7.1 外观检查

用目测法和常规检具检查检漏仪的外观应符合第 5.1 的要求。

7.2 功能性检查

检查检漏仪的功能应符合第 5.2 的要求。

7.3 示值误差

根据被校检漏仪选择相应卤素的标准漏孔，将标准漏孔分别调至量程 30%、50%、70%附近的值，或根据客户要求设定校准点。

将检漏仪的探头（吸枪）水平对准标准漏孔的漏孔端口，并顶住泄漏口，待检漏仪示值稳定后，迅速撤开探头，并记录下检漏仪的指示值。检漏仪显示零位后再进行下一次测量，每个校准点重复测量 6 次，取算术平均值作为示值，按式

(1) 计算

$$\bar{C}_i = \frac{\sum_{j=1}^6 C_{ij}}{6} \quad (i=1,2,3; j=1,2,3,4,5,6) \quad (1)$$

式中：

C_{ij} ——第 i 个校准点第 j 次漏率示值， $\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 或 g/a ；

\bar{C}_i ——第 i 个校准点漏率算术平均值， $\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 或 g/a 。

校准点的示值误差按公式 (2) 计算

$$\Delta C_i = \frac{\bar{C}_i - C_{is}}{C_{is}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

ΔC_i ——第 i 个校准点的示值误差，%

C_{is} ——第 i 个校准点对应的标准漏孔的示值， $\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 或 g/a 。

7.4 重复性

按 7.3 的方法读取检漏仪的稳定示值，重复 6 次，按式 (3)、式 (4) 计算重复性。

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (C_{ij} - \bar{C}_i)^2}{n-1}} \quad (n=6) \quad (3)$$

$$\delta_i = \frac{s_i}{\bar{C}_i} \times 100\% \quad (4)$$

s_i ——第 i 个校准点单次测量的标准偏差, Pa.m³/s 或 g/a;

δ_i ——第 i 个校准点的重复性, %。

7.5 稳定性

检漏仪预热稳定后, 通入清洁空气, 将检漏仪调零(此后操作中不再调零), 此时记录读数为 Z_0 ; 将标准漏孔的漏率值设定为检漏仪满量程 70% 的值, 用检漏仪测量泄漏值, 记录读数为 S_0 ; 而后连续运行 1h, 每隔 15min 重复上述步骤一次, 记录读数 Z_i 和 S_i 。分别按式 (5) 和式 (6) 计算结果, 取绝对值最大者作为零点漂移和量程漂移。

$$D_z = \frac{Z_i - Z_0}{R} \times 100\% \quad (5)$$

$$D_s = \frac{(S_i - Z_i) - (S_0 - Z_0)}{R} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

D_z ——零点漂移值, %;

D_s ——量程漂移值, %;

R ——检漏仪满量程值, Pa.m³/s 或 g/a。

7.6 报警响应时间

设定标准漏孔的漏率值为检漏仪的报警设定值的 1.5 倍, 将探头放置在距离漏孔 5mm 处, 从探头放置在漏孔时开始用秒表计时, 到检漏仪的报警响应时停止计时, 此时秒表的显示值即为检漏仪的报警响应时间。

(注: 无数值型检漏仪校准此项目)

7.7 报警值

7.7.1 数值型检漏仪的报警值

设定标准漏孔的漏率值为检漏仪的报警设定值，用检漏仪测量泄漏值，记录检漏仪报警时的示值作为报警值。

7.7.2 无数值型检漏仪的报警值

设定标准漏孔的漏率值低于检漏仪的报警设定值的 1.5 倍，用检漏仪测量泄漏值，逐渐增大泄漏值直到检漏仪开始报警，记录检漏仪的报警时标准漏孔的示值作为报警值。

8 校准结果

按本规范进行校准，出具校准证书，并给出校准结果的测量不确定度，校准证书内页推荐格式参见附录 F，校准证书应至少包含以下内容：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 证书或报告的唯一性标识（如证书编号），每页及总页数的标识；
- d) 受校单位的名称和地址；
- e) 被校装置的描述和明确标识；
- f) 进行校准的日期或校准证书的生效日期；
- g) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- h) 校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- 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) 校准员及核验员的签名；
- l) 校准证书批准人的签名。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔最长不超过 12 个月，依据实际情况可缩短建议复校时间间隔。

附录 A

示值误差测量的不确定度评定

A.1 概述

A.1.1 测量依据：JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》

A.1.2 计量标准：主要计量标准设备是标准漏孔（可调漏率校准仪），测量范围：漏率为（1~25）g/a

A.1.3 被测对象：卤素检漏仪，测量范围：漏率为（1~10）g/a

A.1.4 测量方法：将检漏仪的探头（吸枪）水平对准标准漏孔的漏孔端口，并顶住泄漏口，待检漏仪示值稳定后，迅速撤开探头，并记录下检漏仪的指示值。与标准漏孔的值进行比较，计算漏率的示值误差。

A.2 评定模型

$$\Delta C = \frac{\bar{C} - C_s}{C_s} \times 100\%$$

式中：

ΔC ——第 i 个校准点的示值误差，%；

C_s ——第 i 个校准点对应的标准漏孔的示值，Pa·m³/s 或 g/a

\bar{C} ——第 i 个校准点漏率算术平均值，Pa·m³/s 或 g/a

A.3 不确定度传播率

$$u_c^2(\Delta C) = c_1^2 \cdot u^2(\bar{C}) + c_2^2 \cdot u^2(C_s)$$

式中，灵敏系数： $c_1 = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = \frac{1}{C_s}$ ， $c_2 = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_s} = -\frac{\bar{C}}{C_s^2}$

A.4 各输入量的标准不确定度评定

A.4.1 输入量 C_s 引入的不确定度 $u(C_s)$ 的评定

输入量 C_s 引入的不确定度主要是由标准器的不确定引入的, 由标准漏孔的校准证书得到, 其扩展不确定度 $U(C_s)=15\%$, 包含因子 $k=2$, 所以其相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(C_s)$ 为:

$$u_{\text{rel}}(C_s) = \frac{15\%}{2} = 7.5\%$$

测量 3g/a , 则 C_s 的不确定度:

$$u(C_s) = 7.5\% \times 3\text{g/a} = 0.225\text{g/a}$$

A.4.2 输入量 \bar{C} 引入的不确定度 $u(\bar{C})$ 的评定

输入量 \bar{C} 引入的不确定度由被测卤素检漏仪读数分辨力引入的不确定度 $u(\bar{C}_1)$ 和重复性测量引入的不确定度 $u(\bar{C}_2)$ 组成。

A4.2.1 卤素检漏仪读数分辨力引入的不确定度 $u(\bar{C}_1)$ 的评定

被测卤素检漏仪的最小分度为 0.1g/a , 最小分辨力半宽为 0.05g/a , 服从矩形分布, $k=\sqrt{3}$, 其标准不确定度 $u(\bar{C}_1)$ 为:

$$u(\bar{C}_1) = \frac{0.05\text{g/a}}{\sqrt{3}} = 0.029\text{g/a}$$

A4.2.2 重复性测量引入的不确定度 $u(\bar{C}_2)$ 的评定

选择一台某种卤素的检漏仪, $u(\bar{C}_2)$ 可通过在某一个漏率上, 重复性条件下重复测量得到, 采用 A 类方法进行评定。

对被测卤素检漏仪在 3g/a 的漏率上进行 6 次重复性测量, 得到 2.8g/a , 2.9g/a , 2.8g/a , 2.7g/a , 2.6g/a , 2.8g/a 。

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} = 2.767\text{g/a}$$

$$\text{单次实验标准差: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} = 0.103\text{g/a}$$

取 6 次测量算术平均值为测量结果, 则可得到:

$$u(\bar{C}_2) = \frac{s}{\sqrt{6}} = \frac{0.103\text{g/a}}{\sqrt{6}} = 0.042\text{g/a}$$

A4.2.3 输入量 \bar{C} 的不确定度 $u(\bar{C})$ 的计算

\bar{C}_1 和 \bar{C}_2 不相关, 则

$$u(\bar{C}) = \sqrt{u(\bar{C}_1)^2 + u(\bar{C}_2)^2} = \sqrt{0.029^2 + 0.042^2} \text{g/a} = 0.051\text{g/a}$$

A.5 合成标准不确定度

A.5.1 灵敏系数

$C_s = 3\text{g/a}$, $\bar{C} = 2.767\text{g/a}$, 则

$$c_1 = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = \frac{1}{C_s} = \frac{1}{3\text{g/a}} = 0.333\text{a/g}$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_s} = -\frac{\bar{C}}{C_s^2} = -\frac{2.767\text{g/a}}{(3\text{g/a})^2} = -0.307\text{a/g}$$

A.5.2 标准不确定度汇总表

表 1 漏率示值误差标准不确定度汇总结果

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 (g/a)	c_i (a/g)	$ c_i \cdot u_i$ (%)
$u(\bar{C})$	被测卤素检漏仪读数分辨力和测量重复性	0.051	-0.307	1.57
$u(C_s)$	标准器引入的不确定度	0.225	0.333	7.49

A.5.3 合成标准不确定度的计算

由于以上全部输入量彼此不相关, 因此合成的标准不确定度 $u_c(\Delta C)$ 与各输入量的标准不确定度满足下式:

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{c_1^2 \cdot u^2(\bar{C}) + c_2^2 \cdot u^2(C_s)} = \sqrt{1.57\%^2 + 7.49\%^2} = 7.7\%$$

A.5.4 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k = 2$, 则漏率示值误差的扩展不确定度为:

$$U = k u_c(\Delta C) = 16\%, \quad k = 2$$

附录 B

稳定性测量结果的不确定度评定

B.1 概述

B.1.1 测量依据：JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》

B.1.2 被测对象：卤素检漏仪，测量范围：漏率为（1~10）g/a

B.1.3 测量方法：检漏仪预热稳定后，通入清洁空气，将检漏仪调零（此后操作中不再调零），此时记录读数为 Z_0 ；将标准漏孔的漏率值设定为检漏仪满量程 70% 的值，用检漏仪测量泄漏值，记录读数为 S_0 ；而后连续运行 1h，每隔 15min 重复上述步骤一次，记录读数 Z_i 和 S_i 。

B.2 零点漂移的评定模型

$$D_z = \frac{Z_i - Z_0}{R} \times 100\%$$

式中：

D_z ——零点漂移值，%

Z_0 ——零点对应的检漏仪示值，Pa·m³/s 或 g/a

Z_i ——第 i 次零点对应的检漏仪示值，Pa·m³/s 或 g/a

R ——检漏仪满量程值，Pa·m³/s 或 g/a

B.3 不确定度传播率

$$u_c^2(D_z) = c_1^2 \cdot u^2(Z_i) + c_2^2 \cdot u^2(Z_0)$$

式中，灵敏系数： $c_1 = \frac{\partial D_z}{\partial Z_i} = \frac{1}{R}$ $c_2 = \frac{\partial D_z}{\partial Z_0} = -\frac{1}{R}$

B.4 各输入量的标准不确定度评定

B.4.1 输入量 Z_i 引入的不确定度 $u(Z_i)$ 的评定

输入量 Z_i 引入的不确定度主要是由检漏仪的分辨力引入的，检漏仪的分辨

力为 0.1g/a, 服从均匀分布, 则其标准不确定度 $u(Z_i)$ 为:

$$u(Z_i) = \frac{0.1\text{g/a}}{2\sqrt{3}} = 0.029\text{g/a}$$

B.4.2 输入量 Z_0 引入的不确定度 $u(Z_0)$ 的评定

输入量 Z_0 引入的不确定度主要是由检漏仪的分辨力引入的, 检漏仪的分辨力为 0.1g/a, 服从均匀分布, 则其标准不确定度 $u(Z_0)$ 为:

$$u(Z_0) = \frac{0.1\text{g/a}}{2\sqrt{3}} = 0.029\text{g/a}$$

B.5 合成标准不确定度

B.5.1 灵敏系数

假设 $R=10\text{g/a}$, 则

$$c_1 = \frac{\partial D_Z}{\partial Z_i} = \frac{1}{R} = \frac{1}{10\text{g/a}} = 0.1\text{a/g}$$

$$c_2 = \frac{\partial D_Z}{\partial Z_0} = -\frac{1}{R} = -\frac{1}{10\text{g/a}} = -0.1\text{a/g}$$

B.5.2 标准不确定度汇总表

表 2 零点漂移测量标准不确定度汇总结果

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 (g/a)	c_i (a/g)	$ c_i \cdot u_i$ (%)
$u(Z_i)$	被测检漏仪读数分辨力引入的不确定度	0.029	0.1	0.29
$u(Z_0)$	被测检漏仪读数分辨力引入的不确定度	0.029	-0.1	-0.29

B.5.3 合成标准不确定度的计算

由于以上全部输入量彼此不相关, 因此合成的标准不确定度 $u_c(D_Z)$ 与各输入量的标准不确定度满足下式:

$$u_c^2(D_Z) = \sqrt{c_1^2 \cdot u^2(Z_i) + c_2^2 \cdot u^2(Z_0)} = \sqrt{0.29\%^2 + (-0.29\%)^2} = 0.41\%$$

B.5.4 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$, 则零点漂移的扩展不确定度为:

$$U = ku_c(D_Z) = 0.9\%, \quad k = 2$$

同理：量程漂移的各个分量的不确定度是由分辨力引入的。

B.6 量程漂移的评定模型

$$D_s = \frac{(S_i - Z_i) - (S_0 - Z_0)}{R} \times 100\%$$

D_s ——量程漂移值，%

Z_0 ——零点对应的检漏仪示值，Pa.m³/s 或 g/a

Z_i ——第 i 次零点对应的检漏仪示值，Pa.m³/s 或 g/a

S_0 ——第 1 次 70%量程对应的检漏仪示值，Pa.m³/s 或 g/a

S_i ——第 i 次 70%量程对应的检漏仪示值，Pa.m³/s 或 g/a

R ——检漏仪满量程值，Pa.m³/s 或 g/a

B.7 合成标准不确定度

B.7.1 灵敏系数

假设 $R=10\text{g/a}$ ，则

$$c_1 = \frac{\partial D_s}{\partial S_i} = \frac{1}{R} = \frac{1}{10\text{g/a}} = 0.1\text{a/g}$$

$$c_2 = \frac{\partial D_s}{\partial Z_i} = -\frac{1}{R} = -\frac{1}{10\text{g/a}} = -0.1\text{a/g}$$

$$c_3 = \frac{\partial D_s}{\partial S_0} = -\frac{1}{R} = -\frac{1}{10\text{g/a}} = -0.1\text{a/g}$$

$$c_4 = \frac{\partial D_s}{\partial Z_0} = \frac{1}{R} = \frac{1}{10\text{g/a}} = 0.1\text{a/g}$$

B.7.2 标准不确定度汇总表

表 3 量程漂移测量标准不确定度汇总结果

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 (g/a)	c_i (a/g)	$ c_i \cdot u_i$ (%)
$u(S_i)$	被测检漏仪读数分辨力引入的不确定度	0.029	0.1	0.29

$u(Z_1)$	被测检漏仪读数分辨力引入的不确定度	0.029	-0.1	-0.29
$u(S_0)$	被测检漏仪读数分辨力引入的不确定度	0.029	-0.1	-0.29
$u(Z_0)$	被测检漏仪读数分辨力引入的不确定度	0.029	0.1	0.29

B.7.3 合成标准不确定度的计算

由于以上全部输入量彼此不相关，因此合成的标准不确定度 $u_c(D_z)$ 与各输入量的标准不确定度满足下式：

$$\begin{aligned}
 u_c^2(D_S) &= \sqrt{c_1^2 \cdot u^2(S_1) + c_2^2 \cdot u^2(Z_1) + c_3^2 \cdot u^2(S_0) + c_4^2 \cdot u^2(Z_0)} \\
 &= \sqrt{0.29\%^2 + (-0.29\%)^2 + (-0.29\%)^2 + 0.29\%^2} \\
 &= 0.58\%
 \end{aligned}$$

B.7.4 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则零点漂移的扩展不确定度为：

$$U = k u_c(D_S) = 1.2\%, \quad k = 2$$

附录 C

报警响应时间测量的不确定度评定

C.1 概述

C.1.1 测量依据: JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》

C.1.2 计量标准: 主要计量标准设备是电子秒表, MPE: $\pm 0.5s/d$

C.1.3 被测对象: 卤素检漏仪, 测量范围: 漏率为 (1~10) g/a

C.1.4 测量方法: 设定标准漏孔的漏率值为检漏仪的报警设定值的 1.5 倍, 将探头放置在距离漏孔 5mm 处, 从探头放置在漏孔时开始用秒表计时, 到检漏仪的报警响应时停止计时, 此时秒表的显示值即为检漏仪的报警响应时间。

C.2 评定模型

$$t = T + T_0 - T_1$$

式中:

t —— 被测检漏仪的响应时间, s;

T —— 秒表显示的响应时间, s

C.3 不确定度传播率

$$u_c^2(t) = c_1^2 \cdot u^2(T) + c_2^2 \cdot u^2(T_0) + c_3^2 \cdot u^2(T_1)$$

式中, 灵敏系数: $c_1 = \frac{\partial t}{\partial T} = 1$ $c_2 = \frac{\partial t}{\partial T_0} = 1$ $c_3 = \frac{\partial t}{\partial T_1} = -1$

C.4 各输入量的标准不确定度评定

C.4.1 输入量 T 引入的不确定度 $u(T)$ 的评定

输入量 T 引入的不确定度主要是由主标准器引入的, 由秒表的检定证书得到, 最大允许误差为 $\pm 0.5s/d$, 测量最大误差为 $\pm 5.8 \times 10^{-6}s$, 则其标准不确定度 $u(T)$ 为:

$$u(T) = \frac{5.8 \times 10^{-6}s}{\sqrt{3}} = 3.3 \times 10^{-6}s$$

C.4.2 输入量 T_0 引入的不确定度 $u(T_0)$ 的评定

输入量 T_0 引入的不确定度由触发时间引入，一般触发时间为 0.7s ，按矩形分布， $k = \sqrt{3}$ ，其标准不确定度 $u(T_0)$ 为：

$$u(T_0) = \frac{0.7\text{s}}{\sqrt{3}} = 0.4\text{s}$$

C.4.3 输入量 T_1 引入的不确定度 $u(T_1)$ 的评定

输入量 T_1 引入的不确定度由触发时间引入，一般触发时间为 0.7s ，按矩形分布， $k = \sqrt{3}$ ，其标准不确定度 $u(T_0)$ 为：

$$u(T_1) = \frac{0.7\text{s}}{\sqrt{3}} = 0.4\text{s}$$

C.5 合成标准不确定度

C.5.1 标准不确定度汇总表

表 4 报警响应时间测量标准不确定度汇总结果

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 (s)	c_i	$ c_i \cdot u_i$ (s)
$u(T)$	标准器引入的不确定度	3.3×10^{-6}	1	3.3×10^{-6}
$u(T_0)$	触发时间引入的不确定度	0.4	1	0.4
$u(T_1)$	触发时间引入的不确定度	0.4	-1	0.4

C.5.2 合成标准不确定度的计算

由于以上全部输入量彼此不相关，因此合成的标准不确定度 $u_c(t)$ 与各输入量的标准不确定度满足下式：

$$u_c(t) = \sqrt{c_1^2 \cdot u^2(T) + c_2^2 \cdot u^2(T_0) + c_3^2 \cdot u^2(T_1)} = \sqrt{(3.3 \times 10^{-6})^2 + 0.4^2 + 0.4^2} = 0.566\text{s}$$

C.5.3 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k = 2$ ，则报警响应时间测量的扩展不确定度为：

$$U = k u_c(t) = 1.2\text{s}, \quad k = 2$$

附录 D

漏率单位 Pa·m³/s 与 g/a 的对应关系

漏率的定义为在规定条件下，一种特定气体通过漏孔的流量。

$$\text{体积流量} \quad q_V = \frac{V}{t}$$

$$\text{质量流量} \quad q_m = \frac{m}{t}$$

$$\rho V \text{ 流量} \quad q_{pV} = pq_V$$

理想气体状态方程

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

$$pq_V = q_m \frac{R}{M}T$$

$$q_{pV} = q_m \frac{R}{M}T$$

例：漏孔出口端的压力为 0.101325MPa，对于常用的卤素制冷剂 R22 (CHClF₂)，其分子量为 87，在 20℃下与 1g/a 相对应的 ρV 流量为：

$$q_{pV} = q_m \frac{R}{M}T = \frac{0.001\text{kg}}{3.156 \times 10^7 \text{s}} \times \frac{8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}}{0.087 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \times 293\text{K} = 8.87 \times 10^{-7} \text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$$

附录 E

卤素检漏仪校准原始记录格式

证书编号: _____

第_____页 共_____页

委托方: _____ 委托方地址: _____

器具名称: _____ 型号/规格: _____ 器具编号: _____

制造单位: _____ 室温: _____℃ 相对湿度: _____%

依据: _____ JJF (皖) XX-XXXX《卤素检漏仪》

标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级	有效期

1、外观检查: _____

2、功能检查: _____

3、示值误差、重复性:

气源	标准漏率值 (g/a)	仪器示值 (g/a)							平均相对误差 (%)	扩展不确定度 (%) $k=2$	重复性 (%)
		1	2	3	4	5	6	平均值			

4、稳定性:

被测参数	初始值 (g/a)	测量值 (g/a)	相对误差 (%)	最大误差 (%)	扩展不确定度
零点漂移					
量程漂移					

5、报警响应时间: _____

6、报警值: _____

校准人员: _____ 核验人员: _____ 校准日期: _____年_____月_____日 校准地点: _____

附录 F

校准证书内页格式

1、外观检查：_____

2、功能检查：_____

3、漏率：

气源	标准漏孔漏率 (g/a)	示值误差 (%)	重复性 (%)	扩展不确定度 (%) $k=2$

4、稳定性：_____

5、报警响应时间：_____

6、报警值：_____

