

# 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	( II )
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 <sup>3</sup> /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》

JJG (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。

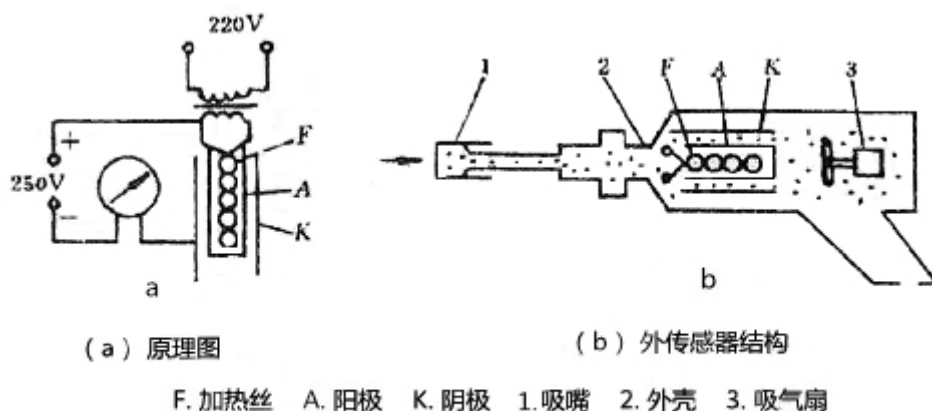


图1 卤素检漏仪结构示意图

## 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  $\text{g}/\text{a}$ ；

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

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：

$\Delta C_i$  ——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  $\text{g}/\text{a}$ 。

## 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.m<sup>3</sup>/s 或 g/a;

$\delta_i$  ——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.m<sup>3</sup>/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：

$\Delta C$ ——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.m<sup>3</sup>/s 或 g/a

$\bar{C}$ ——第  $i$  个校准点漏率算术平均值，Pa.m<sup>3</sup>/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  $3\text{g/a}$ , 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  $0.1\text{g/a}$ , 最小分辨力半宽为  $0.05\text{g/a}$ , 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  $3\text{g/a}$  的漏率上进行 6 次重复性测量, 得到  $2.8\text{g/a}$ ,  $2.9\text{g/a}$ ,  $2.8\text{g/a}$ ,  $2.7\text{g/a}$ ,  $2.6\text{g/a}$ ,  $2.8\text{g/a}$ 。

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

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

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 A.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·m<sup>3</sup>/s 或 g/a

$Z_i$ ——第  $i$  次零点对应的检漏仪示值，Pa·m<sup>3</sup>/s 或 g/a

$R$ ——检漏仪满量程值，Pa·m<sup>3</sup>/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 B.1 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.m<sup>3</sup>/s 或 g/a

$Z_i$ ——第  $i$  次零点对应的检漏仪示值，Pa.m<sup>3</sup>/s 或 g/a

$S_0$ ——第 1 次 70% 量程对应的检漏仪示值，Pa.m<sup>3</sup>/s 或 g/a

$S_i$ ——第  $i$  次 70% 量程对应的检漏仪示值，Pa.m<sup>3</sup>/s 或 g/a

$R$ ——检漏仪满量程值，Pa.m<sup>3</sup>/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 B.2 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

表 B.2 (续)

$u(Z_1)$	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：±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±0.5s/d，测量最大误差为±5.8×10<sup>-6</sup>s，则其标准不确定度  $u(T)$  为：

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

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 C.1 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	$3.3 \times 10^{-6}$	1	$3.3 \times 10^{-6}$
$u(T_0)$	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·m<sup>3</sup>/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。

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

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

$$pV \text{ 流量} \quad q_{pV} = pq_v$$

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 (CHClF<sub>2</sub>)，其分子量为 87，在 20℃ 下与 1g/a 相对应的 pV 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: \_\_\_\_\_ °C 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：\_\_\_\_\_

