

# 内蒙古自治区地方计量技术规范

JJF (蒙) 069—2024

## 氟化氢气体检测报警器校准规范

Calibration Specification for Hydrogen

Fluoride Alarm Detectors

2024-03-01 发布

2024-06-01 实施

内蒙古自治区市场监督管理局 发布

氟化氢气体检测报警器  
校准规范

Calibration Specification for  
Hydrogen Fluoride Alarm Detectors

JJF(蒙)069—2024

归口单位：内蒙古自治区市场监督管理局

主要起草单位：内蒙古自治区计量测试研究院

满洲里市质量产品检测所

参加起草单位：乌海市检验检测中心

本规范委托内蒙古自治区计量测试研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

贾彦军（内蒙古自治区计量测试研究院）

王 辉（满洲里市质量计量检测所）

陈 龙（内蒙古自治区计量测试研究院）

**参加起草人：**

李俊福（内蒙古自治区计量测试研究院）

王耀君（内蒙古自治区计量测试研究院）

杨军喜（乌海市检验检测中心）

李 响（内蒙古自治区计量测试研究院）

# 目 录

引言 .....	( II )
1 范围 .....	( 1 )
2 引用文件 .....	( 1 )
3 概述 .....	( 1 )
4 计量特性 .....	( 1 )
4.1 示值误差 .....	( 1 )
4.2 重复性 .....	( 1 )
4.3 响应时间 .....	( 1 )
4.4 报警功能 .....	( 1 )
4.5 漂移 .....	( 1 )
5 校准条件 .....	( 1 )
5.1 环境条件 .....	( 1 )
5.2 校准用计量器具及配套设备 .....	( 2 )
6 校准项目和校准方法 .....	( 2 )
6.1 报警器的调整 .....	( 2 )
6.2 仪器示值误差 .....	( 2 )
6.3 重复性 .....	( 3 )
6.4 响应时间 .....	( 3 )
6.5 报警功能 .....	( 3 )
6.6 漂移 .....	( 3 )
7 校准结果表达 .....	( 4 )
8 复校时间间隔 .....	( 4 )
附录 A 校准记录格式(供参考) .....	( 5 )
附录 B 校准证书内页格式(供参考) .....	( 7 )
附录 C 校准结果的不确定度评定示例 .....	( 8 )

## 引 言

本规范以 JJF1071-2010《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 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。  
本规范为首次发布。

# 氟化氢气体检测报警器校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量范围不大于  $10\mu\text{mol/mol}$  氟化氢气体检测报警器的校准。测量范围大于  $10\mu\text{mol/mol}$  的仪器可参照本规范。

## 2 引用文件

GB 12358-2006 作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求

GB 50493-2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

GBZ/T 233-2009 工作场所有毒气体检测报警器装置设置规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

## 3 概述

仪器检测器通常采用电化学和半导体原理，主要由检测元件、放大电路、报警系统、显示器等组成。仪器类型有固定式和便携式两种，采样方式有吸入式和扩散式两种。

## 4 计量特性

### 4.1 示值误差

示值误差不超过  $\pm 2\mu\text{mol/mol}$ 。

### 4.2 重复性

重复性不大于 8%。

### 4.3 响应时间

响应时间不大于 120s。

### 4.4 报警功能

具有报警功能的仪器，在其测量范围内应具有报警设定值，当仪器示值达到报警设定值时，应能自动报警。

### 4.5 漂移

4.5.1 零点漂移： $\pm 3\%FS$ 。

4.5.2 量程漂移： $\pm 5\%FS$ 。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $(0 \sim 40) ^\circ\text{C}$ 。

5.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

5.1.3 工作环境无影响仪器正常工作的电磁场及干扰气体,校准现场应保持通风和采取安全措施。

## 5.2 校准用计量器具及配套设备

### 5.2.1 气体标准物质

氟化氢气体国家标准物质,相对扩展不确定度不大于 $3\%$  ( $k=2$ )。

5.2.2 标准气体稀释装置:稀释误差不超过 $\pm 1\%$ ,稀释后标准物质,其相对扩展不确定度不大于 $3\%$  ( $k=2$ )。

5.2.3 秒表:分度值不大于 $0.1\text{s}$ ,最大允许误差不超过 $\pm 0.5\text{s}$  (日差)。

5.2.4 流量控制器:流量范围 $(0 \sim 1500) \text{ mL/min}$ 或按照仪器说明书要求,准确度级别不低于 $4.0$ 级。如图1所示。

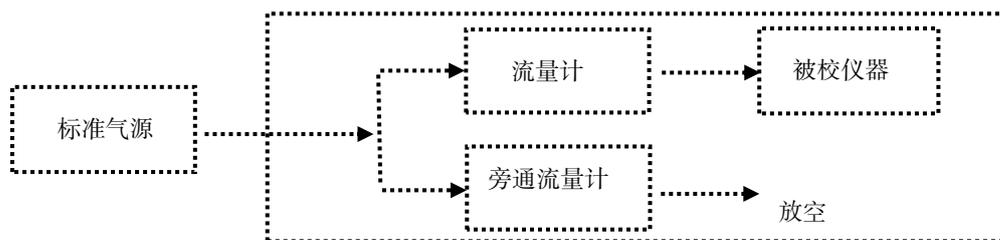


图1 流量控制器示意图

5.2.4 零点气体:净化处理过的压缩空气或高纯氮气 ( $99.999\%$ )。

5.2.5 减压阀及气体管路:应使用不与氟化氢发生反应或吸附的材质,如不锈钢阀及聚四氟乙烯管路。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 报警器的调整

按照报警器说明书的要求进行预热,预热稳定后,连接气体标准物质、流量计和被校报警器。校准吸入式报警器时,必须保证旁通流量计有气体放出;校准扩散式仪器时,应按照报警器使用说明书的要求调节流量。若报警器说明书中没有明确要求,则流量一般控制在 $(500 \pm 50) \text{ mL/min}$ 。用零点气体调整报警器的零点,用浓度约为满量程 $80\%$ 的气体标准物质调整报警器的示值。

### 6.2 仪器示值误差

在正常工作条件下,仪器通电预热稳定后,先通入零点气调整仪器的零点,再通入浓

度约为测量上限 80% 的气体标准物质调整仪器示值，然后分别通入浓度约为测量上限 20%、50%、80% 的气体标准物质，待示值稳定后，读取示值，每种浓度重复测量 3 次，取算术平均值作为仪器示值。按式(1)计算各浓度点的示值误差  $\Delta C$ 。

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (1)$$

式中：

$\bar{C}$ —每种浓度 3 次示值的算术平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$C_s$ —气体标准物质浓度值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

### 6.3 重复性

通入零点气体使仪器示值回零，通入浓度约为上限 50% 的气体标准物质，待示值稳定后，记录仪器示值  $C_i$ 。重复测量 7 次，重复性以单次测量的相对标准偏差表示。按式(2)计算仪器的重复性  $s_r$ 。

$$s_r = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$C_i$ —仪器第  $i$  次测量的示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$\bar{C}$ —仪器示值的算术平均值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

### 6.4 响应时间

通入零点气体使仪器示值回零，再通入浓度约为测量上限 50% 的气体标准物质，待示值稳定后，读取仪器示值，撤去气体标准物质，仪器回零后，再通入上述浓度的气体标准物质，同时启动秒表，待仪器示值到达稳定示值的 90% 时，停止计时，记录秒表读数，重复测量 3 次，取 3 次秒表读数的算术平均值作为仪器的响应时间。

### 6.5 报警功能

通入浓度高于报警设定值的气体标准物质，使仪器出现报警动作，观察仪器声光报警功能是否正常，记录仪器显示的报警浓度值。重复测量 3 次，取 3 次报警浓度值的算术平均值作为仪器的报警浓度值。

### 6.6 漂移

仪器的漂移包括零点漂移和量程漂移。

通入零点气体使仪器示值回零，读取稳定示值记为  $C_{z0}$ ，再通入浓度约为测量上限 80% 的气体标准物质，读取稳定示值记为  $C_{s0}$ 。对便携式仪器连续运行 1h，每间隔 15min 通入零点气体读取仪器稳定示值  $C_{zi}$ ，再通入上述气体标准物质读取仪器稳定示值  $C_{si}$ ；固定式仪器连续运行 4h，每间隔 1h 重复上述步骤 1 次。按式(3)计算零点漂移，取绝对值最大的  $\Delta Z_i$ ，为仪器的零点漂移。

$$\Delta Z_i = \frac{C_{Zi} - C_{Z0}}{R} \times 100\%FS \quad (3)$$

按式(4)计算量程漂移，取绝对值最大的 $\Delta S_i$ ，为仪器的量程漂移。

$$\Delta S_i = \frac{(C_{Si} - C_{Zi}) - (C_{S0} - C_{Z0})}{R} \times 100\%FS \quad (4)$$

式(3)与式(4)中：

R—测量上限， $\mu\text{mol/mol}$ 。

## 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a)标题：“校准证书”或“校准报告”；
- 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)送校单位的名称和地址；
- f)被校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)校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- n)校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o)未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

## 8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过1年。如果对仪器的检测数据有怀疑或更换重要部件、维修、搬运或对仪器性能有怀疑时，应对仪器重新校准。

## 附录 A

## 校准记录格式（供参考）

证书编号：\_\_\_\_\_ 记录编号：\_\_\_\_\_

送校单位：\_\_\_\_\_

仪器名称：\_\_\_\_\_ 制造厂商：\_\_\_\_\_

仪器型号：\_\_\_\_\_ 仪器编号：\_\_\_\_\_

采样方式：\_\_\_\_\_ 测量范围：\_\_\_\_\_

环境温度：\_\_\_\_\_ °C 相对湿度：\_\_\_\_\_ % 校准日期：\_\_\_\_\_

校准地点：\_\_\_\_\_

校准用气体标准物质及主要设备：

标准器名称	出厂编号	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至

## 1. 示值误差

标准值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	测量值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )			平均值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	示值误差 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	不确定度

## 2. 重复性

标准值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	测量值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )							平均值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	$s_r$ (%)
	1	2	3	4	5	6	7		

## 3. 响应时间

标准值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	响应时间测量值 (s)			响应时间平均值 (s)

4.报警功能及报警动作值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )

报警设定值	实测报警值			仪器报警值	报警功能

## 5.漂移

时间 (min)					
零点值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )					
量程值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )					
零点漂移 (%FS)			量程漂移 (%FS)		

校准员: \_\_\_\_\_

核验员: \_\_\_\_\_

## 附录 B

## 校准证书内页格式（供参考）

## 校 准 结 果

项目名称	校准结果			
示值误差	标准值 $\mu\text{ mol/mol}$	仪器示值 $\mu\text{ mol/mol}$	示值误差 $\mu\text{ mol/mol}$	不确定度
重复性				
响应时间				
报警功能及 报警动作值	报警功能			
	报警动作值			
零点漂移				
量程漂移				

## 附录 C

## 校准结果的不确定度评定示例

## C.1 概述

C.1.1 校准方法：按照本校准规范校准。

C.1.2 环境条件：符合本校准规范规定的环境条件。

C.1.3 测量标准：氮中氟化氢气体标准物质，标准值为  $2.00 \mu\text{mol/mol}$ ， $5.02 \mu\text{mol/mol}$ ， $7.99 \mu\text{mol/mol}$ ，不确定度为  $U_{\text{rel}}=3\%$ ， $k=2$ 。

C.1.4 被校仪器：氟化氢气体检测报警器，测量范围为  $(0 \sim 10) \mu\text{mol/mol}$ 。

C.1.5 测量方法：仪器通电预热稳定后，按照仪器使用说明书要求的流量，通入零点气调整仪器的零点，再通入浓度约为测量上限 80% 的气体标准物质调整仪器示值，然后分别通入浓度约为测量上限 20%、50%、80% 的气体标准物质，待示值稳定后读取示值，每种浓度重复测量 3 次。3 次的算术平均值与气体标准物质浓度值的差值为该仪器的示值误差。

## C.2 测量模型

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (\text{C.1})$$

式中： $\Delta C$  ——示值误差， $\mu\text{mol/mol}$

$\bar{C}$  ——3 次测量的算术平均值， $\mu\text{mol/mol}$

$C_s$  ——气体标准物质浓度值， $\mu\text{mol/mol}$

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_s} = -1$$

## C.3 不确定度来源

C.3.1 氟化氢气体标准物质引入的不确定度。

C.3.2 环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素引入的不确定度。

## C.4 标准不确定度评定

C.4.1 氟化氢气体标准物质引入的标准不确定度  $u(C_s)$  的评定

氟化氢气体标准物质，其相对扩展不确定度为 3%，包含因子  $k=2$ ，则标准气体的定值不确定度引起的标准不确定度分量为：

校准点  $2.00 \mu\text{mol/mol}$ ：

$$u_1(C_s) = \frac{3\%}{2} \times 2.00 = 0.030 \mu\text{mol/mol}$$

校准点 5.02  $\mu\text{mol/mol}$ :

$$u_2(C_s) = \frac{3\%}{2} \times 5.02 = 0.075 \mu\text{mol/mol}$$

校准点 7.99  $\mu\text{mol/mol}$ :

$$u_3(C_s) = \frac{3\%}{2} \times 7.99 = 0.120 \mu\text{mol/mol}$$

C.4.2 由环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素引入标准不确定度 $u(\bar{C})$ 的评定。

对被校氟化氢气体检测报警器，通入浓度为 2.00  $\mu\text{mol/mol}$ 、5.02  $\mu\text{mol/mol}$  和 7.99  $\mu\text{mol/mol}$  的标准气体，每一测量点重复测量 10 次，测量数据如表 C.1。

表 C.1 各校准点测量数据 ( $\mu\text{mol/mol}$ )

标准值	测得值									
2.00	2.03	2.06	1.95	2.01	1.91	1.94	2.02	1.95	2.10	2.07
5.02	5.09	4.97	4.95	5.01	5.06	5.11	5.13	5.01	4.91	4.97
7.99	7.94	8.06	8.12	8.06	8.00	7.93	7.94	7.91	8.06	8.15

标准偏差如下:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (\text{C.2})$$

依据式 (C.2) 依据各标准气体浓度的测得数据可得标准气体浓度为 2.00  $\mu\text{mol/mol}$ 、5.02  $\mu\text{mol/mol}$  和 7.99  $\mu\text{mol/mol}$  的实验标准偏差分别为  $s_1$ 、 $s_2$  和  $s_3$ 。

$$s_1 = 0.064 \mu\text{mol/mol}$$

$$s_2 = 0.074 \mu\text{mol/mol}$$

$$s_3 = 0.085 \mu\text{mol/mol}$$

按本规范实际测量中，每个测量点重复测量 3 次，算术平均值作为测量结果，各校准点的标准不确定度为:

$$u_1(\bar{C}) = \frac{s_1}{\sqrt{3}} = 0.037 \mu\text{mol/mol}$$

$$u_2(\bar{C}) = \frac{s_2}{\sqrt{3}} = 0.043 \mu\text{mol/mol}$$

$$u_3(\bar{C}) = \frac{s_3}{\sqrt{3}} = 0.049 \mu\text{mol/mol}$$

## C.5 合成标准不确定度的评定

## C.5.1 标准不确定度汇总

表 C.2 标准不确定度一览 (  $\mu\text{ mol/mol}$  )

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数	
			$c_1$	$c_2$
$u_1(C_s)$	气体标准物质引入的不确定度	0.030	1	-1
$u_2(C_s)$		0.075		
$u_3(C_s)$		0.120		
$u_1(\bar{C})$	测量中各种随机因素引入的不确定度	0.037		
$u_2(\bar{C})$		0.043		
$u_3(\bar{C})$		0.049		

## C.5.2 合成标准不确定度计算

测量中各不确定度分量互不相关，因此合成标准不确定度按式 (C.3) 计算：

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{C}) + c_2^2 u^2(C_s)} \quad (\text{C.3})$$

校准点  $2.00 \mu\text{ mol/mol}$  :  $u_c(\Delta C) = \sqrt{0.030^2 + 0.037^2} = 0.048 \mu\text{ mol/mol}$

校准点  $5.02 \mu\text{ mol/mol}$  :  $u_c(\Delta C) = \sqrt{0.075^2 + 0.043^2} = 0.087 \mu\text{ mol/mol}$

校准点  $7.99 \mu\text{ mol/mol}$  :  $u_c(\Delta C) = \sqrt{0.120^2 + 0.049^2} = 0.130 \mu\text{ mol/mol}$

## C.6 扩展不确定度评定

取包含因子  $k=2$ ，各校准点示值误差的扩展不确定度按式 (C.4) 计算：

$$U = k \times u_c(\Delta C) \quad (\text{C.4})$$

校准点  $2.00 \mu\text{ mol/mol}$  :  $U = k \times u_c(\Delta C) = 0.10 \mu\text{ mol/mol}$

校准点  $5.02 \mu\text{ mol/mol}$  :  $U = k \times u_c(\Delta C) = 0.18 \mu\text{ mol/mol}$

校准点  $7.99 \mu\text{ mol/mol}$  :  $U = k \times u_c(\Delta C) = 0.26 \mu\text{ mol/mol}$