

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1888—2020

---

## 氯化氢气体检测报警器校准规范

Calibration Specification for Hydrogen Chloride  
Gas Detectors and Alarms

2020-11-26 发布

2021-05-26 实施

---

国家市场监督管理总局 发布

# 氯化氢气体检测报警器校准规范

Calibration Specification for

Hydrogen Chloride Gas Detectors and Alarms

JJF 1888—2020

归口单位：全国环境化学计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

济宁市计量测试所

潍坊市计量测试所

参加起草单位：大连大特气体有限公司

苏州市计量测试院

济南长清计算机应用公司

张家港市计量测试所

本规范委托全国环境化学计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

刘沂玲（中国计量科学研究院）

孙 文（济宁市计量测试所）

张建伟（潍坊市计量测试所）

**参加起草人：**

曲 庆（大连大特气体有限公司）

吴向东（苏州市计量测试院）

秦延昌（济南长清计算机应用公司）

何黄超（张家港市计量测试所）

# 目 录

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| 引言 .....                             | ( II ) |
| 1 范围 .....                           | ( 1 )  |
| 2 概述 .....                           | ( 1 )  |
| 3 计量特性 .....                         | ( 1 )  |
| 3.1 示值误差 .....                       | ( 1 )  |
| 3.2 重复性 .....                        | ( 1 )  |
| 3.3 响应时间 .....                       | ( 1 )  |
| 3.4 报警功能和报警动作值 .....                 | ( 1 )  |
| 3.5 漂移 .....                         | ( 1 )  |
| 4 校准条件 .....                         | ( 1 )  |
| 4.1 环境条件 .....                       | ( 1 )  |
| 4.2 校准用计量器具及配套设备 .....               | ( 1 )  |
| 5 校准项目和校准方法 .....                    | ( 2 )  |
| 5.1 仪器的调整 .....                      | ( 2 )  |
| 5.2 示值误差 .....                       | ( 2 )  |
| 5.3 重复性 .....                        | ( 3 )  |
| 5.4 响应时间 .....                       | ( 3 )  |
| 5.5 报警功能和报警动作值 .....                 | ( 3 )  |
| 5.6 漂移 .....                         | ( 3 )  |
| 6 校准结果表达 .....                       | ( 3 )  |
| 7 复校时间间隔 .....                       | ( 4 )  |
| 附录 A 氯化氢气体检测报警器校准记录 .....            | ( 5 )  |
| 附录 B 校准证书内页格式 .....                  | ( 7 )  |
| 附录 C 氯化氢气体检测报警器示值误差的测量不确定度评定示例 ..... | ( 8 )  |

## 引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。本规范的制定参考了 GB 12358—2006《作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求》及 GB/T 50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》等。

本规范为首次发布。

## 氯化氢气体检测报警器校准规范

### 1 范围

本规范适用于量程不大于  $100\ \mu\text{mol/mol}$  的氯化氢气体检测报警器的校准。

### 2 概述

氯化氢气体检测报警器（以下简称仪器）主要用于检测作业场所环境中氯化氢气体的浓度。仪器的检测原理主要有电化学原理和半导体原理等。仪器主要由检测单元、信号处理单元、报警单元和显示单元等部分组成。当仪器显示值大于报警设定值时，具有声、光或振动报警。按照采样方式可分为吸入式和扩散式，按照使用方式可分为固定式和便携式。

### 3 计量特性

#### 3.1 示值误差

绝对误差： $\pm 2\ \mu\text{mol/mol}$  或相对误差： $\pm 20\%$ 。

以上满足其中之一即可。

#### 3.2 重复性

重复性不大于  $5\%$ 。

#### 3.3 响应时间

响应时间不大于  $120\ \text{s}$ 。

#### 3.4 报警功能和报警动作值

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，应有声、光或振动报警。

#### 3.5 漂移

##### 3.5.1 零点漂移： $\pm 2\%\text{FS}$ 。

##### 3.5.2 量程漂移： $\pm 5\%\text{FS}$ 。

注：以上各项指标不适用于合格性判定，仅作参考。

### 4 校准条件

#### 4.1 环境条件

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

##### 4.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

4.1.3 工作环境应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并采取安全措施。

#### 4.2 校准用计量器具及配套设备

#### 4.2.1 气体标准物质

氮中或空气中氯化氢有证气体标准物质，相对扩展不确定度不大于 3% ( $k=2$ )。

当采用气体稀释装置时，稀释后的标准气体的相对扩展不确定度应满足上述要求。

#### 4.2.2 零点气体

采用纯度为 99.999% 的氮气或合成空气（由纯度为 99.999% 的氮气和 99.999% 的氧气配制）。

#### 4.2.3 电子秒表

最大允许误差不超过  $\pm 0.10$  s/h。

#### 4.2.4 流量计

测量范围 (0~1.5) L/min，准确度级别不低于 4.0 级。

#### 4.2.5 减压阀及气体管路

应使用不易与氯化氢气体发生反应或吸附的材质，如不锈钢阀和聚四氟乙烯管路。

### 5 校准项目和校准方法

#### 5.1 仪器的调整

按照仪器使用说明书的要求对仪器进行预热，预热稳定后，按图 1 所示连接气体标准物质、流量计和被校仪器。校准泵吸式仪器时，必须保证旁通流量计有气体放出。校准扩散式仪器时，应按照仪器说明书的要求调节流量。若仪器说明书中没有明确要求，则流量一般控制在  $(500 \pm 50)$  mL/min。若仪器说明书中有明确要求，则按说明书的要求调整仪器的零点和示值。若仪器说明书中没有明确要求，则用零点气体调整仪器的零点，用满量程 80% 的气体标准物质调整仪器的示值（若有需要，则应多次通入浓度约为 80% 的气体标准物质，调整仪器示值）。

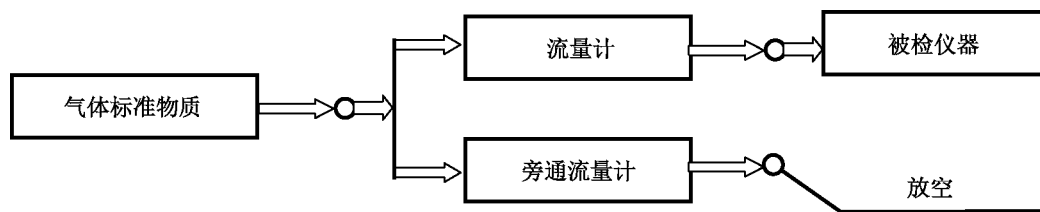


图 1 仪器校准示意图

#### 5.2 示值误差

依次通入浓度约为满量程 20%、50%、80% 的气体标准物质，待示值稳定后，记录仪器示值，每个浓度点重复测量 3 次，取 3 次示值的算术平均值  $\bar{C}$  作为仪器各浓度点的示值，按式 (1) 或式 (2) 计算各浓度点的示值误差  $\Delta C$  或  $\Delta C'$ ：

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

$$\Delta C' = \frac{\bar{C} - C_s}{C_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\bar{C}$ ——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,  $\mu\text{mol/mol}$ 。

### 5.3 重复性

通入浓度约为满量程 50% 的气体标准物质, 待示值稳定后, 记录仪器示值  $C_i$ , 然后通入零点气体使仪器示值回零, 再通入上述浓度的气体标准物质。重复测量 6 次, 按式 (3) 计算仪器的重复性  $s_r$ , 重复性以单个测得值的相对标准偏差表示。

$$s_r = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (C_i - \bar{C})^2}{6-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

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

$\bar{C}$ ——6 次仪器示值的算术平均值,  $\mu\text{mol/mol}$ 。

### 5.4 响应时间

通入零点气体使仪器示值回零, 通入浓度约为满量程 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, 待仪器回零后, 再通入上述浓度的气体标准物质, 同时启动秒表, 待仪器显示值达到稳定示值的 90% 时停止计时, 记录秒表读数, 重复测量 3 次, 取 3 次测得值的算术平均值作为仪器的响应时间。

### 5.5 报警功能和报警动作值

通入浓度约为报警设定值 1.5 倍的气体标准物质, 当示值超过报警设定值时, 观察仪器声、光或振动报警功能是否正常, 并记录仪器报警时的示值。

### 5.6 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  $C_{z0}$ , 再通入浓度约为满量程 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 1 h, 每间隔 15 min 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  $C_{si}$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ); 固定式仪器连续运行 4 h, 每间隔 1 h 重复上述步骤 1 次。

按式 (4) 计算零点漂移, 取绝对值最大的  $\Delta Z_i$  作为仪器的零点漂移。

$$\Delta Z_i = \frac{C_{zi} - C_{z0}}{R} \times 100\% \quad (4)$$

按式 (5) 计算量程漂移, 取绝对值最大的  $\Delta S_i$  作为仪器的量程漂移。

$$\Delta S_i = \frac{(C_{si} - C_{zi}) - (C_{s0} - C_{z0})}{R} \times 100\% \quad (5)$$

式 (4) 与式 (5) 中:

$\Delta Z_i$ ——第  $i$  次测量的仪器零点漂移;

$\Delta S_i$ ——第  $i$  次测量的仪器量程漂移;

$R$ ——仪器满量程,  $\mu\text{mol/mol}$ 。

## 6 校准结果表达

校准结果应在校准证书或校准报告上反映, 校准证书或报告至少包括以下信息:



- a) 标题，如“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) 证书或报告的唯一性标识（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受日期；
- h) 如果与校准结果的有效性或应用有关时，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，包括名称及编号；
- 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有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

## 7 复校时间间隔

由于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 12 个月。如果对仪器的检测数据有怀疑或仪器更换主要部件及修理后应对仪器重新校准。

## 附录 A

## 氯化氢气体检测报警器校准记录

送校单位：\_\_\_\_\_ 证书编号：\_\_\_\_\_

仪器名称：\_\_\_\_\_ 制造厂商：\_\_\_\_\_

仪器型号：\_\_\_\_\_ 仪器编号：\_\_\_\_\_ 测量范围：\_\_\_\_\_

校准环境温度：\_\_\_\_\_℃ 相对湿度：\_\_\_\_\_％ 校准地点\_\_\_\_\_

校准使用的主要设备

| 名称 | 编号 | 测量范围 | 不确定度或准确度等级<br>或最大允许误差 | 证书编号 | 证书有效期至 |
|----|----|------|-----------------------|------|--------|
|    |    |      |                       |      |        |
|    |    |      |                       |      |        |

## 1 示值误差

| 气体标准物质浓度值<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 1<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 2<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 3<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 平均值<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 绝对误差<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 相对误差<br>％ |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------|
|                                  |                             |                             |                             |                            |                             |           |
|                                  |                             |                             |                             |                            |                             |           |
|                                  |                             |                             |                             |                            |                             |           |

## 2 响应时间

| 气体标准物质浓度值<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 响应时间/s |   |   |     |
|----------------------------------|--------|---|---|-----|
|                                  | 1      | 2 | 3 | 平均值 |
|                                  |        |   |   |     |

## 3 重复性

| 气体标准物质浓度值<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 1<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 2<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 3<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 4<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 5<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值 6<br>$\mu\text{mol/mol}$ | $\bar{C}$ | $s_r$ |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------|
|                                  |                             |                             |                             |                             |                             |                             |           |       |

## 4 报警功能及报警动作值

| 报警功能                         |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 报警设定值<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 报警动作值<br>$\mu\text{mol/mol}$ |
|                              |                              |

## 5 漂移

| 时间                        | 0 h/<br>0 min | 1 h/<br>15 min | 2 h/<br>30 min | 3 h/<br>45 min | 4 h/<br>60 min | $\Delta Z_{\max}$ | $\Delta S_{\max}$ |
|---------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 零点<br>$\mu\text{mol/mol}$ |               |                |                |                |                |                   |                   |
| 示值<br>$\mu\text{mol/mol}$ |               |                |                |                |                |                   |                   |

示值误差校准结果的扩展不确定度： $U=$  (  $k=2$  )

校准员：\_\_\_\_\_ 核验员：\_\_\_\_\_ 校准日期：\_\_\_\_\_

## 附录 B

## 校准证书内页格式

## 校准结果

| 校准项目           | 校准结果                             |                             |      |
|----------------|----------------------------------|-----------------------------|------|
| 示值误差           | 气体标准物质浓度值<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 仪器示值<br>$\mu\text{mol/mol}$ | 示值误差 |
|                |                                  |                             |      |
|                |                                  |                             |      |
|                |                                  |                             |      |
| 重复性            |                                  |                             |      |
| 响应时间           |                                  |                             |      |
| 报警功能及<br>报警动作值 |                                  |                             |      |
| 零点漂移           |                                  |                             |      |
| 量程漂移           |                                  |                             |      |

示值误差校准结果的扩展不确定度： $U=$  (  $k=2$  )

## 附录 C

## 氯化氢气体检测报警器示值误差的测量不确定度评定示例

## C.1 概述

C.1.1 环境条件：符合本校准规范规定的环境条件。

C.1.2 测量标准：氯化氢气体标准物质：相对扩展不确定度为  $U_{\text{rel}}=3\%$  ( $k=2$ )。

C.1.3 被校仪器：氯化氢气体检测报警器。测量范围： $(0\sim 20)\mu\text{mol/mol}$  及  $(0\sim 50)\mu\text{mol/mol}$ 。

C.1.4 测量方法：按照仪器使用说明书中的要求，分别通入零点气体和浓度约为满量程 80% 的气体标准物质，调整仪器的零点和示值。再分别通入浓度约为满量程 20%、50%、80% 的气体标准物质，待仪器示值稳定后，记录仪器示值，重复测量 3 次。3 次示值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， $\mu\text{mol/mol}$ 。

## C.3 不确定度来源

C.3.1 氯化氢气体标准物质的定值引入的不确定度。

C.3.2 测量重复性引入的不确定度，包括：环境条件、人员操作、流量控制、取样系统吸附和被校仪器的变动性等各种随机因素。

## C.4 标准不确定度评定

C.4.1 氯化氢气体标准物质的定值引入的标准不确定度  $u(C_s)$

采用的氯化氢气体标准物质（或稀释后），相对扩展不确定度为 3%，包含因子  $k=2$ 。则氯化氢气体标准物质的定值引入的标准不确定度为：

$$u(C_s) = \frac{C_s \times 3\%}{2} \quad (\text{C.2})$$

对于量程为  $20\mu\text{mol/mol}$  的仪器：

校准点  $5.0\mu\text{mol/mol}$ ： $u(C_s)=0.08\mu\text{mol/mol}$ ；

校准点  $10.0\mu\text{mol/mol}$ ： $u(C_s)=0.15\mu\text{mol/mol}$ ；

校准点  $16.0\mu\text{mol/mol}$ ： $u(C_s)=0.24\mu\text{mol/mol}$ 。

对于量程  $50\mu\text{mol/mol}$  的仪器：

校准点  $10.0\mu\text{mol/mol}$ ： $u(C_s)=0.15\mu\text{mol/mol}$ ；

校准点  $25.0\mu\text{mol/mol}$ ： $u(C_s)=0.38\mu\text{mol/mol}$ ；

校准点  $40.0\mu\text{mol/mol}$ ： $u(C_s)=0.60\mu\text{mol/mol}$ 。

C.4.2 测量重复性引入的标准不确定度  $u(\bar{C})$ 

对于测量范围为  $(0 \sim 20) \mu\text{mol/mol}$  的仪器依次通入浓度为  $5.0 \mu\text{mol/mol}$ 、 $10.0 \mu\text{mol/mol}$ 、 $16.0 \mu\text{mol/mol}$  的氯化氢气体标准物质，重复测量 10 次。对于测量范围为  $(0 \sim 50) \mu\text{mol/mol}$  的仪器依次通入浓度为  $10.0 \mu\text{mol/mol}$ 、 $25.0 \mu\text{mol/mol}$ 、 $40.0 \mu\text{mol/mol}$  的氯化氢气体标准物质，重复测量 10 次。具体测量结果见表 C.1。

表 C.1 各校准点测量结果  $\mu\text{mol/mol}$ 

| 测量范围 | 气体标准物质浓度值 | 仪器示值 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |           | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 0~20 | 5.0       | 4.1  | 3.6  | 3.9  | 4.0  | 3.7  | 3.8  | 4.6  | 4.9  | 3.7  | 4.3  |
|      | 10.0      | 9.3  | 8.5  | 8.4  | 9.6  | 9.5  | 8.6  | 9.0  | 8.6  | 9.3  | 9.1  |
|      | 16.0      | 14.4 | 15.6 | 14.0 | 14.8 | 14.6 | 13.3 | 13.5 | 15.0 | 14.7 | 14.0 |
| 0~50 | 10.0      | 8.4  | 9.3  | 8.2  | 8.6  | 8.4  | 8.7  | 9.3  | 9.4  | 8.6  | 8.9  |
|      | 25.0      | 23.6 | 22.8 | 23.9 | 24.6 | 23.1 | 24.1 | 22.1 | 25   | 22.6 | 25.2 |
|      | 40.0      | 38.7 | 38.1 | 38.5 | 36.5 | 36.2 | 35.5 | 36.4 | 35.3 | 35.0 | 35.2 |

各校准点分别按式 (C.3) 计算实验标准偏差  $s$ ，各校准点相应的标准不确定度  $u(\bar{C})$  按式 (C.4) 计算。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (C_i - \bar{C})^2}{10 - 1}} \quad (\text{C.3})$$

$$u(\bar{C}) = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{s}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.4})$$

注：本规范规定，每个校准点重复测量 3 次，取 3 次示值的算术平均值作为仪器示值，故  $n=3$ 。

各校准点的实验标准偏差  $s$  与标准不确定度  $u(\bar{C})$  的计算结果见表 C.2。

表 C.2 各校准点的实验标准偏差  $s$  与标准不确定度  $u(\bar{C})$  的计算结果  $\mu\text{mol/mol}$ 

| 测量范围 | 气体标准物质浓度值 $C_i$ | 仪器示值平均值 $\bar{C}$ | $s$  | $u(\bar{C})$ |
|------|-----------------|-------------------|------|--------------|
| 0~20 | 5.0             | 4.06              | 0.42 | 0.24         |
|      | 10.0            | 8.99              | 0.44 | 0.26         |
|      | 16.0            | 14.39             | 0.70 | 0.41         |
| 0~50 | 10.0            | 8.78              | 0.43 | 0.25         |
|      | 25.0            | 23.70             | 1.05 | 0.61         |
|      | 40.0            | 36.54             | 1.41 | 0.82         |

## C.5 合成标准不确定度

## C.5.1 合成标准不确定度计算公式

合成标准不确定度按式 (C.5) 计算：

$$u_c^2(\Delta C) = \left(\frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}}\right)^2 u^2(\bar{C}) + \left(\frac{\partial \Delta C}{\partial C_s}\right)^2 u^2(C_s) \quad (C.5)$$

灵敏系数：

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

则：

$$u_c^2(\Delta C) = u^2(\bar{C}) + u^2(C_s) \quad (C.6)$$

### C.5.2 标准不确定度分量一览表

各标准不确定度分量一览表见表 C.3。

表 C.3 标准不确定度一览表

$\mu\text{mol/mol}$

| 测量范围 | 不确定度来源               | 气体标准物质浓度值 | 标准不确定度符号     | 标准不确定度值 |
|------|----------------------|-----------|--------------|---------|
| 0~20 | 氯化氢气体标准物质定值引入的标准不确定度 | 5.0       | $u(C_s)$     | 0.08    |
|      |                      | 10.0      |              | 0.15    |
|      |                      | 16.0      |              | 0.24    |
|      | 测量重复性引入的标准不确定度       | 5.0       | $u(\bar{C})$ | 0.24    |
|      |                      | 10.0      |              | 0.26    |
|      |                      | 16.0      |              | 0.41    |
| 0~50 | 氯化氢气体标准物质定值引入的标准不确定度 | 10.0      | $u(C_s)$     | 0.15    |
|      |                      | 25.0      |              | 0.38    |
|      |                      | 40.0      |              | 0.60    |
|      | 测量重复性引入的标准不确定度       | 10.0      | $u(\bar{C})$ | 0.25    |
|      |                      | 25.0      |              | 0.61    |
|      |                      | 40.0      |              | 0.82    |

### C.5.3 合成标准不确定度计算

根据式 (C.6)，合成标准不确定度按式 (C.7) 计算：

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{u^2(\bar{C}) + u^2(C_s)} \quad (C.7)$$

对于测量范围 (0~20)  $\mu\text{mol/mol}$  的仪器：

校准点 5.0  $\mu\text{mol/mol}$ ： $u_c = 0.26 \mu\text{mol/mol}$ ；

校准点 10.0  $\mu\text{mol/mol}$ ： $u_c = 0.31 \mu\text{mol/mol}$ ；

校准点 16.0  $\mu\text{mol/mol}$ ： $u_c = 0.48 \mu\text{mol/mol}$ 。

对于测量范围 (0~50)  $\mu\text{mol/mol}$  的仪器：

校准点 10.0  $\mu\text{mol/mol}$ ： $u_c = 0.30 \mu\text{mol/mol}$ ；

校准点 25.0  $\mu\text{mol/mol}$ ： $u_c = 0.72 \mu\text{mol/mol}$ ；

校准点 40.0  $\mu\text{mol/mol}$ ： $u_c = 1.02 \mu\text{mol/mol}$ 。

## C.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则各校准点示值误差的扩展不确定度按式 (C.8) 计算：

$$U = k \cdot u_c(\Delta C) \quad (\text{C.8})$$

对于测量范围 (0~20)  $\mu\text{mol/mol}$  的仪器：

校准点 5.0  $\mu\text{mol/mol}$ ：  $U=0.6 \mu\text{mol/mol}$ ，  $k=2$ ；

校准点 10.0  $\mu\text{mol/mol}$ ：  $U=0.7 \mu\text{mol/mol}$ ，  $k=2$ ；

校准点 16.0  $\mu\text{mol/mol}$ ：  $U=1.0 \mu\text{mol/mol}$ ，  $k=2$ 。

对于测量范围 (0~50)  $\mu\text{mol/mol}$  的仪器：

校准点 10.0  $\mu\text{mol/mol}$ ：  $U=0.6 \mu\text{mol/mol}$ ，  $k=2$ ；

校准点 25.0  $\mu\text{mol/mol}$ ：  $U=1.5 \mu\text{mol/mol}$ ，  $k=2$ ；

校准点 40.0  $\mu\text{mol/mol}$ ：  $U=2.1 \mu\text{mol/mol}$ ，  $k=2$ 。

---