黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XXX—2025

糠醛气体报警器校准规范

Calibration Specification for Furfural Gas Alarm

（审定稿）

20XX-XX-XX 发布　　20XX-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局　发布

糠醛气体报警器
校准规范

JJF（黑）XX—2025

Calibration Specification for

Furfural Gas Alarm

归 口 单 位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

参加起草单位：哈尔滨中庆燃气有限责任公司

本规范委托黑龙江省计量检定测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

于志鹏（黑龙江省计量检定测试研究院）

丁海铭（黑龙江省计量检定测试研究院）

仲维海（哈尔滨中庆燃气有限责任公司）

吴辰虓（黑龙江省计量检定测试研究院）

卢炳瑄（黑龙江省计量检定测试研究院）

原　赫（黑龙江省计量检定测试研究院）

巴彩一（黑龙江省计量检定测试研究院）

参加起草人：

迟彧靓（黑龙江省计量检定测试研究院）

李　莹（黑龙江省计量检定测试研究院）

曲洪波（黑龙江省计量检定测试研究院）

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）
5　校准条件 ..... （1）
5.1　校准环境条件 ..... （1）
5.2　校准用计量器具及配套设备 ..... （1）
6　校准项目和校准方法 ..... （2）
6.1　仪器的调整 ..... （2）
6.2　示值误差 ..... （2）
6.3　重复性 ..... （2）
6.4　响应时间 ..... （3）
6.5　报警功能和报警值 ..... （4）
7　校准结果表达 ..... （4）
7.1　校准记录 ..... （4）
7.2　校准结果的表达 ..... （4）
8　复校时间间隔 ..... （5）
附录 A　糠醛标准气体的制备方法 ..... （6）
附录 B　糠醛气体报警器校准原始记录格式(推荐性) ..... （7）
附录 C　糠醛气体报警器校准证书内页格式(推荐性) ..... （8）
附录 D　糠醛气体报警器示值误差校准结果不确定度评定示例 ..... （9）

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制定工作的基础性系列规范。共同构成本规范制定工作的基础性系列计量技术法规。

本规范主要参考了 JJF 2113—2024《丙烯腈气体检测仪校准规范》、JJG 693—2011《可燃气体检测报警器》、GB 12358—2024《作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求》。

本规范为首次发布。

糠醛气体报警器校准规范

1　范围

本规范适用于糠醛气体报警器的校准。

2　引用文件

本规范引用了下列文件:

JJF 2113—2024 丙烯腈气体检测仪校准规范

GB 12358—2024 作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求

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（包括所有修改单）适用于本规范。

3　概述

糠醛气体报警器（以下简称仪器）安装在检测现场，用于检测环境中糠醛气体的浓度。通过电化学传感器对糠醛气体浓度进行检测，采用自然扩散式的检测原理。糠醛气体报警器的主要组成部分包括气体探测单元、信号处理单元、显示单元以及声光报警单元。

4　计量特性

计量特性技术指标要求见表 1

表 1 计量特性技术指标

主要校准项目	计量特性技术指标	
示值误差	±10%（标准值）或±5%（满量程）	
重复性	≤2%	
响应时间	扩散式	≤60s
	泵吸式	≤30s
注：以上指标不作为合格性判断标准，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：不大于 85%。

5.1.3　工作环境应无影响检测仪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。

5.2　校准用计量器具及配套设备

5.2.1　糠醛纯度标准物质

糠醛纯度标准物质，相对扩展不确定度不大于 0.4%（k=2）。

5.2.2　糠醛气体发生装置（液态有机溶剂动态配气装置）

糠醛气体发生装置(液态有机溶剂动态配气装置),相对扩展不确定度不大于 0.7%（k=2）。

5.2.3　零点气体

采用纯度为 99.999%的氮气。

5.2.4　电子秒表

测量范围（0～3600）s，最大允许误差±0.10 s/h；

5.2.5　微量进样器

进样量（1～10）μL，相对扩展不确定度 3.0%（k=2）。

5.2.6　流量计

测量范围（0.1～1）L/min，流量计的准确度级别不低于 4.0 级。

5.2.7　减压阀及气体管路

使用不易与糠醛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等。

6　校准方法

6.1　仪器的调整

按照仪器说明书上的要求对仪器进行预热。仪器通电预热稳定后，按照图 1 所示连接气路。扩散式仪器无需连接旁通流量计。

根据被校仪器的采样方式使用流量计，控制被校仪器所需要的流量。校准扩散式检测仪时，应按照仪器使用说明书的要求调节流量。若说明书中没有明确要求，则流量一般控制在 (500±50)mL/min。校准泵吸式仪器时，必须保证旁通流量计有气体排出。

使用说明书中对仪器调整有明确要求时，按照说明书的要求调整零点和示值；说明书中没有明确要求，则用零点气体调整仪器的零点，用约为满量程 50%的标准气体调整仪器的示值。

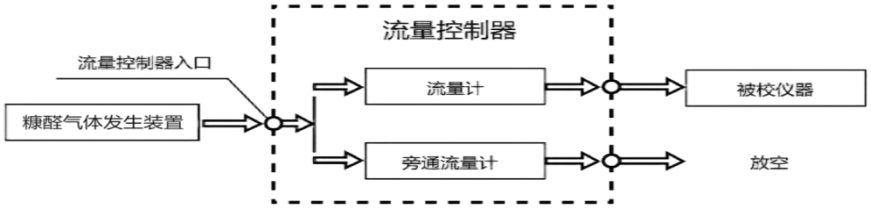

图 1 校准用设备连接示意图

6.2 示值误差

按照 6.1 设置流量，分别通入浓度约为仪器满量程 20%、50%和 80%的标准气体，待示值稳定后，记录检测仪示值，通入零点气体待示值回零后，再通入上述标准气体。每点重复测量 3 次，取 3 次示值的算术平均值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。

$$\Delta C = \frac{\overline{C} - C_{\mathrm{s}}}{C_{\mathrm{s}}} \times 100\% \qquad (1)$$

$$\Delta C' = \frac{\overline{C} - C_{\mathrm{s}}}{R} \times 100\% \qquad (2)$$

式中：

ΔC ——示值引用误差，% ；

$\Delta C'$ ——示值相对误差，% ；

$\overline{C}$ ——3 次示值的算数平均值，μmol/mol；

C_{s} ——糠醛气体的浓度值，μmol/mol；

R ——被检仪器满量程，μmol/mol。

6.3 重复性

按 6.1 设置流量，通入浓度约为满量程 50%的标准气体，待示值稳定后，记录仪器示值；通入零点气体待示值回零后，再通入上述气体。重复测量 6 次，重复性以单个测得值的相对标准偏差表示。按式(3)计算仪器的重复性 s_{r}

$$s_{\mathrm{r}} = \frac{1}{\overline{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{6} (C_i - \overline{C})^2}{6-1}} \times 100\% \qquad (3)$$

式中： s_{r} ——单次测量的相对标准偏差，%；

C_i——第 i 次测量的测得结果，μmol/mol；

$\overline{C}$——6 次示值的算术平均值，μmol/mol。

6.4　响应时间

按 6.1 设置流量，通入零点气体使仪器示值回零，通入浓度约为满量程 50%的标准气体，待示值稳定后，读取仪器示值；通入零点气体使检测仪示值回零，再通入上述标准气体，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检测仪的响应时间。

6.5　报警功能及报警值

通入浓度约为报警设定值 1.5 倍的标准气体，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。

7　校准结果表达

7.1　校准记录

校准记录推荐格式参见附录 B。

7.2　校准结果的处理

校准证书由封面和校准数据组成。校准证书内页推荐格式见附录 C。证书上的信息至少包括以下内容：

a) 标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点(如果与实验室地点不同)；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）客户的名称和地址；

f）被校仪器的描述和明确标识（如型号、产品编号等）；

g）进行校准的日期；

h）校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；

i）校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

j）校准环境的描述；

k）校准结果及其测量不确定度说明；

l）校准员及核验员的签名；

m) 校准证书批准人的签名、职务或等效说明；

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；

p) 对校准规范的偏离的说明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔建议为 12 个月。

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。

附录 A

糠醛标准气体的制备方法

D.1 概述

糠醛具有毒性、刺激性和易燃性，沸点约为 161.7℃，在常温下为液体。

D.2 制备用计量器具及配套设备

D.2.1 糠醛气体发生装置（液态有机溶剂动态配气装置，以下简称“装置”）：相对扩展不确定度不大于 0.7%，k=2；

糠醛纯度标准物质,分子量 96.08 g/mol 、纯度 99.7%，相对扩展不确定度不大于 0.4%，k=2；

微量进样器，相对扩展不确定度 3.0%，k=2；

通风橱、橡胶手套、防护眼镜。

D.3 配制糠醛标准气体的操作步骤

D.3.1 装置系统开机、自检结束后，装置预热 30min。

D.3.2 系统吹扫与零点校准

在预热期间，持续通入高纯氮气，吹扫气路 15min。

预热完成后，通入零点气体，进行“零点校准”。

D.3.3 设置目标气体参数

在系统中输入糠醛的分子量和纯度；

输入想要配制的糠醛气体的浓度值并选择单位；

设置输出气体总流量 500 mL/min；

在主稀释气路持续通入零点气体。

D.3.4 进样

使用微量进样器吸取（1~10）μL 糠醛纯度标准物质。将样品推入装置进样口，进样后并立刻密封进样口。

D.3.5 汽化与稳定

样品注入后，糠醛纯度标准物质会在装置内部的汽化室中加热汽化，并与主稀释气路的高纯氮气体混合，形成高浓度的糠醛气体。装置稳定后，高浓度的糠醛气体与主稀释气路的高纯氮气体进行第二次混合与稀释，得到目标浓度。

附录 B

糠醛气体报警器校准原始记录格式(推荐性)

委托单位		记录编号	
仪器名称		温　　度	
型号规格		相对湿度	
出厂编号		校准依据	
制 造 厂		校准地点	
校准人员		校准日期	
核验人员		备　　注	

校准使用的计量标准器具

标准器名称	型号/规格	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	证书编号及 有效期

一 示值误差

标准气体浓度值 μmol/mol	仪 器 示 值 μmol/mol			平均值 μmol/mol	示值 误差	扩展不确定度 k=2

二 重复性

标准气体 浓度值 μmol/mol	示值 1 μmol/mol	示值 2 μmol/mol	示值 3 μmol/mol	示值 4 μmol/mol	示值 5 μmol/mol	示值 6 μmol/mol	平均值 μmol/mol	S_r

三 响应时间

标准气体浓度值 μmol/mol	响应时间/s			
	1	2	3	平均值

四 报警功能及报警值

报警功能	□声报警正常；□光报警正常；□振动报警正常。
报警设定值μmol/mol	报警值μmol/mol

校准员：	核验员：

附录 C

糠醛气体报警器校准证书内页格式(推荐性)

校准结果

示值误差	气体标准物质浓度值 μmol/mol	仪器示值 μmol/mol	示值误差 μmol/mol	扩展不确定度 *k*=2
重复性				
响应时间				
报警功能及报警值				

附录 D

糠醛气体报警器示值误差校准结果不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 被校仪器： 糠醛气体报警器，测量范围：(0～100) μmol/mol；

D.1.2 测量标准：

糠醛纯度标准物质标准值为 99.7%，相对扩展不确定度 0.4%，k=2；

糠醛气体发生装置（液态有机溶剂动态配气装置）相对扩展不确定度不大于 0.7%，k=2；

微量进样器：进样量 1μL，相对扩展不确定度不大于 3%，k=2。

D.1.3 环境条件：环境温度（15～35）℃；相对湿度不大于 85%。

D.1.4 校准方法：按照本校准规范对仪器进行校准。

D.1.5 测量模型

测量模型以相对示值误差的形式给出：

$$\Delta C_{\mathrm{rel}} = \frac{\overline{C} - C_{\mathrm{s}}}{C_{\mathrm{s}}} \times 100\%$$

式中：

ΔC_{rel}——相对示值误差，%；

$\overline{C}$—— 每种浓度 3 次示值的平均值，μmol/mol；

C_{s}——标准气体浓度值，μmol/mol。

D.1.6 不确定度计算公式

由于各输入量的不确定度之间彼此不相关，有：

$$u_{\mathrm{c}}{}^{2}(\Delta C_{\mathrm{rel}}) = c_1{}^{2}u^{2}(\overline{C}) + c_2{}^{2}u^{2}(C_{\mathrm{s}})$$

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta c}{\partial \overline{C}} = \frac{1}{C_{\mathrm{s}}} \qquad c_2 = \frac{\partial \Delta c}{\partial C_{\mathrm{s}}} = -\frac{\overline{C}}{C_{\mathrm{s}}{}^{2}}$$

可推导出合成标准不确定度计算公式：

$$u_{\mathrm{c}}(\Delta C_{\mathrm{rel}}) = \sqrt{\left(\frac{1}{C_{\mathrm{s}}}\right)^{2} \bullet u^{2}(\overline{C}) + \left(-\frac{\overline{C}}{C_{\mathrm{s}}{}^{2}}\right)^{2} \bullet u^{2}(C_{\mathrm{s}})}$$

式中:

$u_c(\Delta C_{rel})$——示值误差的合成标准不确定度；

$u(\overline{C})$——3 次测量结果平均值引入的标准不确定度；

$u(C_s)$——标准气体浓度值引入的标准不确定度。

由于仪器测量平均值$\overline{C}$和标准物质认定值C_s量值相近，可近似认为：$\frac{\overline{C}}{C_s}\approx 1$。

那么可简化公式为：

$$u_c(\Delta C_{rel})=\sqrt{{u_{rel}}^2(\overline{C})+{u_{rel}}^2(C_s)}$$

D. 1. 7　标准不确定度分量评定

D. 1. 7. 1 被校检测仪测量重复性引入的标准不确定度

检测仪以 20μmol/mol 校准点为例进行 10 次重复性测量，测量值为：19.5μmol/mol，19.6μmol/mol，19.8μmol/mol，19.6μmol/mol，19.9μmol/mol，19.6μmol/mol，19.6μmol/mol，19.1μmol/mol，19.5μmol/mol，19.3μmol/mol，平均值为 19.6μmol/mol。

对其计算实验相对标准偏差为：

$$S_r=\frac{1}{C_s}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}\left(C_i-\overline{C}\right)^2}{10-1}}\times 100\ \%=1.16\%$$

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检测仪示值，故 n=3，相对示值误差校准结果重复性引入的相对标准不确定度分量为：

$$u_{rel}\left(\overline{C}\right)=\frac{S_r}{\sqrt{n}}=\frac{S_r}{\sqrt{3}}=0.67\%$$

D. 1. 7. 2 标准气体及其他设备引入的标准不确定度

D. 1. 7. 2. 1 糠醛纯度标准物质定值引入的不确定度$u_{rel}(C_{s1})$

采用的糠醛纯度标准物质，相对扩展不确定度为 0.4%，包含因子 k=2。则糠醛纯度标准物质的定值引入的标准不确定度为：

$$u_{rel}(C_{s1})=\frac{0.4\%}{2}=0.20\%$$

D. 1. 7. 2. 2 糠醛气体发生装置引入的不确定度$u_{rel}(C_{s2})$

采用的糠醛气体发生装置，相对扩展不确定度为 0.7%，包含因子 k=2。则糠醛气体发生装置引入的标准不确定度为：

$$u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}2})=\frac{0.7\%}{2}=0.35\%$$

D.1.7.2.3 微量进样器引入的不确定度 $u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}3})$

采用的微量进样器 1μL，相对扩展不确定度为 3%，包含因子 k=2。则微量进样器 1μL 的定值引入的标准不确定度为：

$$u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}3})=\frac{3\%}{2}=1.5\%$$

各分量彼此相互独立，标准气体及其他设备引入的标准不确定度合成按下式进行计算：

$$u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}})=\sqrt{u_{\mathrm{rel}}^2(C_{\mathrm{s}1})+u_{\mathrm{rel}}^2(C_{\mathrm{s}2})+u_{\mathrm{rel}}^2(C_{\mathrm{s}3})}=1.6\%$$

D.1.7.3 标准不确定度汇总

20μmol/mol 校准点相对标准不确定度分量汇总见表 C.1

表 C.1 20μmol/mol 校准点相对标准不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	校准点	标准不确定度符号	标准不确定度
1	被校检测仪重复性引入	20μmol/mol	$u_{\mathrm{rel}}(\overline{C})$	0.66%
2	标准气体及其他设备引入	20μmol/mol	$u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}})$	1.6%

以上各项标准不确定度互不相关，则合成相对标准不确定度为：

$$u_{\mathrm{c}}(\Delta C_{\mathrm{rel}})=\sqrt{{u_{\mathrm{rel}}}^2(\overline{C})+{u_{\mathrm{rel}}}^2(C_{\mathrm{s}})}=1.73\%$$

D.1.8 扩展不确定度

取包含因子 k=2，则 20μmol/mol 校准点相对示值误差校准结果的相对扩展不确定度为：

$$U_{\mathrm{rel}}=k\cdot u_{\mathrm{c}}(\Delta C_{\mathrm{rel}})=3.5\%$$

D.2 糠醛气体检测仪引用示值误差校准结果不确定度评定

D.2.1 被校检测仪：糠醛气体报警器，测量范围：(0～100) μmol/mol。

D.2.2 测量标准：

糠醛纯度标准物质标准值为 99.7%，相对扩展不确定度 0.4%，k=2；

糠醛气体发生装置（液态有机溶剂动态配气装置）相对扩展不确定度不大于 0.7%，k=2；

微量进样器：进样量 1μL，相对扩展不确定度不大于 3%，k=2。

D.2.3 环境条件：环境温度（15～35）℃；相对湿度不大于 85%。

D.2.4 测量方法：依据本规范中的规定。

D.2.5 测量模型

测量模型以引用示值误差的形式给出： $\Delta C = \dfrac{\overline{C} - C_s}{R} \times 100\%$

式中：

ΔC——引用示值误差，%；

$\overline{C}$—— 每种浓度 3 次示值的平均值，μmol/mol；

C_s——标准气体浓度值，μmol/mol；

R——被检仪器满量程，μmol/mol。

D.2.6 不确定度计算公式

由于各输入量的不确定度之间彼此不相关，有：

$$u_{c\,rel}{}^2(\Delta C) = c_1{}^2 u_{rel}{}^2(\overline{C}) + c_2{}^2 u_{rel}{}^2(C_s)$$

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta c}{\partial \overline{C}} = 1 \qquad c_2 = \frac{\partial \Delta c}{\partial C_s} = -1$$

可推导出合成标准不确定度计算公式：

$$u_{crel}(\Delta C) = \sqrt{\left(\frac{\partial \Delta c}{\partial C}\right)^2 \bullet u_{rel}{}^2(\overline{C}) + \left(\frac{\partial \Delta c}{\partial C_s}\right)^2 \bullet u_{rel}{}^2(C_s)}$$

式中:

$u_{crel}(\Delta C)$——示值误差的合成标准不确定度；

$u_{rel}(\overline{C})$——3 次测量结果平均值引入的标准不确定度；

$u_{rel}(C_s)$——标准气体浓度值引入的标准不确定度。

D.2.7 标准不确定度分量评定

D.2.7.1 被校检测仪测量重复性引入的标准不确定度

检测仪以 80μmol/mol 校准点为例进行 10 次重复性测量，测量值为：

78.9μmol/mol，79.1μmol/mol，79.2μmol/mol，78.8μmol/mol，77.3μmol/mol，77.2μmol/mol，79.5μmol/mol，77.1μmol/mol，77.2μmol/mol，79.1μmol/mol，平均值为 78.2μmol/mol。

对其计算实验标准偏差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}\left(C_i - \overline{C}\right)^2}{10-1}} = 1.0\ \mu\text{mol/mol}$$

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检测仪示值，故 n=3，引用示值误差校准结果重复性引入的相对标准不确定度分量为：

$$u\left(\overline{C}\right) = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.58\ \mu\text{mol/mol}$$

$$u_{\text{rel}}\left(\overline{C}\right) = \frac{u(\overline{C})}{R} \times 100\% = 0.58\%$$

D.2.7.2 标准气体及其他设备引入的标准不确定度

D.2.7.2.1 糠醛纯度标准物质定值引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(C_{\text{s1}})$

采用的糠醛纯度标准物质，相对扩展不确定度为 0.4%，包含因子 k=2。则糠醛纯度标准物质的定值引入的标准不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(C_{\text{s1}}) = \frac{0.4\%}{2} = 0.20\%$$

D.2.7.2.2 糠醛气体发生装置引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(C_{\text{s2}})$

采用的糠醛气体发生装置，相对扩展不确定度为 0.7%，包含因子 k=2。则糠醛气体发生装置引入的标准不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(C_{\text{s2}}) = \frac{0.7\%}{2} = 0.35\%$$

D.2.7.2.3 微量进样器引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(C_{\text{s3}})$

采用的微量进样器 1μL，相对扩展不确定度为 3%，包含因子 k=2。则微量进样器

1μL 的定值引入的标准不确定度为：

$$u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}3})=\frac{3\%}{2}=1.5\%$$

各分量彼此相互独立，标准气体及其他设备引入的标准不确定度合成按下式进行计算：

$$u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}})=\sqrt{u^{2}{}_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}1})+u^{2}{}_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}2})+u^{2}{}_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}3})}=1.6\%$$

D. 2. 7. 3 合成标准不确定度

80μmol/mol 校准点标准不确定度分量汇总见表 C.2

表 C.2 80μmol/mol 校准点引用标准不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	校准点	标准不确定度符号	标准不确定度 %
1	被校检测仪重复性引入	80μmol/mol	$u_{\mathrm{rel}}(\overline{C})$	0.58
2	标准气体及其他设备引入	80μmol/mol	$u_{\mathrm{rel}}(C_{\mathrm{s}})$	1.6

以上各项标准不确定度互不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_{\mathrm{rel}}(\Delta C)=\sqrt{c_1^2u_{\mathrm{rel}}^2(\overline{C})+c_2^2u_{\mathrm{rel}}^2(C_{\mathrm{s}})}=1.7\,\%$$

D. 2. 8 扩展不确定度

取包含因子 k=2，则 80μmol/mol 校准点引用示值误差校准结果的扩展不确定度为：

$$U_{\mathrm{rel}}=k\cdot u_{\mathrm{rel}}(\Delta C)=3.4\%$$

JJF（黑）xx—2025