



新疆维吾尔自治区地方计量技术规范

JJF（新）150—2024

甲苯气体检测报警器校准规范

Calibration Specification for Toluene Gas Detection Alarm

2024-12-31 发布

2025-06-30 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

甲苯气体检测报警器校准规范

Calibration Specification for Toluene

Gas Detection Alarm

JJF(新)150—2024

归口单位：新疆维吾尔自治区市场监督管理局

主要起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

奇台县公共检验检测中心

参加起草单位：塔城地区质量与计量检测所

哈密市质量与计量检测所

新疆维吾尔自治区市场监督审核评价中心

本规范委托新疆维吾尔自治区物理化学计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

于晓龙（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

王新豹（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

刘 慧（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

汤 霞（奇台县公共检验检测中心）

参加起草人：

李 东（塔城地区质量与计量检测所）

甄兴虎（哈密市质量与计量检测所）

杨艳霞（新疆维吾尔自治区市场监督管理评价中心）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语及定义	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 示值误差	(1)
5.2 重复性	(1)
5.3 响应时间	(2)
5.4 报警功能	(2)
5.5 零点漂移	(2)
5.6 量程漂移	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准用计量器具及配套设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 外观	(3)
7.2 仪器的调整	(3)
7.3 示值误差	(3)
7.4 重复性	(4)
7.5 响应时间	(4)
7.6 报警功能	(4)
7.7 漂移	(4)
8 校准结果表达	(5)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 甲苯气体检测报警器原始记录格式	(7)
附录 B 校准证书内页格式	(8)
附录 C 甲苯气体检测报警器相对示值误差测量不确定度评定示例	(9)
附录 D 甲苯气体检测报警器示值误差测量不确定度评定示例	(12)

引 言

本规范制定基础参考了 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》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》、GB 12358-2006《作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求》和 GB 50493-2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》等技术法规及规范。

本规范的主要校准方法及计量特性参考了 JJF 1172-2007《挥发性有机化合物光离子化检测仪校准规范》和 JJF 1674-2017《苯气体检测报警器校准规范》。

本规范为首次发布。

甲苯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 $50\mu\text{mol/mol}$ 的光离子化（PID）原理及半导体原理甲苯气体检测报警器的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1172-2007 《挥发性有机化合物光离子化检测仪校准规范》。

3 术语及定义

PID：（Photo Ionization Detection）光离子化检测。

利用惰性气体真空放电产生的紫外线，使待测气体分子电离，并通过测量离子化后气体产生的电流强度，从而确定待测气体的浓度。

4 概述

仪器主要用于作业场所等环境中甲苯气体的检测，其检测原理通常有光离子化（PID）和半导体等。仪器主要由检测元件、放大电路、报警系统、显示器等组成。

光离子化（PID）检测原理：是指待测气体在紫外光照射下发生电离，生成带正负电荷的离子，在电场的作用下将其转化为电流信号，电流经放大后以模拟或数字信号输出，电流信号的大小和气体浓度成正比，来实现气体浓度的检测。

半导体检测原理：是指利用待测气体与半导体（金属氧化物）表面接触时，产生的电导率等物理变化来检测气体。

仪器的类型有固定式和便携式，采样方式分扩散式和吸入式。

5 计量特性

5.1 示值误差

最大允许误差： $\pm 1\mu\text{mol/mol}$ 或 $\pm 10\%$ （满足其一即可）

5.2 重复性

相对标准偏差不大于 3%。

5.3 响应时间

响应时间不大于 60s。

5.4 报警功能

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

5.5 零点漂移

零点漂移应不大于： $\pm 3\%FS$ 。

5.6 量程漂移

量程漂移应不大于： $\pm 5\%FS$ 。

注：以上指标不做合格判定依据，仅供校准及测量不确定度评定时参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(0\sim 40)^{\circ}C$

6.1.2 环境湿度： $\leq 85\%RH$

6.1.3 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。

6.2 校准用计量器具及配套设备

6.2.1 气体标准物质

采用由国家计量行政部门批准的，浓度约为仪器测量上限 20%、50%和 80%的氮气（或空气）中甲苯有证气体标准物质，其相对扩展不确定度不大于 3%（ $k=2$ ）。

6.2.2 零点气体

采用纯度不小于 99.999%的高纯氮气或合成空气（由 99.999%的氮气和 99.999%氧气配制）。

6.2.3 电子秒表

最大允许误差不超过 $\pm 0.10s/h$ 。

6.2.4 流量控制器：

由两个气体流量计组成（如图 1），流量范围不小于 500mL/min 或参照仪器说明书要求，准确度级别不低于 4 级。

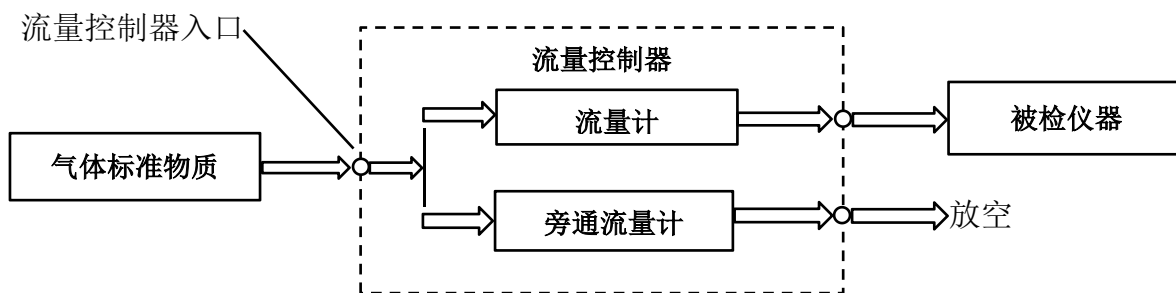


图 1 仪器校准方框图

6.2.5 减压阀及气体管路

应使用不与气体标准物质发生反应或吸附的材质，如不锈钢阀和聚四氟乙烯管路。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观

检查仪器外观，仪器各调节部件应能正常工作，各紧固件无松动。通电后仪器应能正常工作，显示部分清晰完成。

7.2 仪器的调整

按照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、流量计和检测仪。校准吸入式检测仪时，需保证旁通流量计有气体放出；校准扩散式检测仪时，按照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。按说明书的要求调整检测仪的零点和示值，若说明书中没有明确要求，则用零点气体和满量程 80% 的气体标准物质调整检测仪的零点和示值。

7.3 示值误差

按照使用说明书的要求对仪器进行预热，预热稳定后，先通入零点气体调整仪器的零点，再依次通入浓度约为仪器测量上限 20%、50% 和 80% 左右的气体标准物质，待示值稳定后，记录示值。每种浓度重复测量 3 次，取算术平均值作为测量值。

按式 (1) 或式 (2) 计算仪器各浓度点的示值误差或相对示值误差：

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

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

式中：

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

C_s —气体标准物质的浓度值, $\mu\text{mol/mol}$;

ΔC —示值误差, $\mu\text{mol/mol}$;

ΔC_r —相对示值误差, %。

7.4 重复性

通入零点气体使仪器示值回零, 再通入浓度约为仪器测量上限 50%左右的气体标准物质, 待示值稳定后, 记录示值。重复测量 6 次, 重复性以单次测量的相对标准偏差表示。按式 (3) 计算仪器的重复性:

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

式中:

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

$\bar{C}$ — 重复测量 6 次的示值平均值, $\mu\text{mol/mol}$;

s_r —相对标准偏差, %。

7.5 响应时间

通入零点气体使仪器示值回零, 再通入浓度约为仪器测量上限 50%左右的气体标准物质, 待仪器示值稳定后, 读取仪器示值, 撤去气体标准物质, 仪器示值回零, 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%停止计时, 记录秒表读数。重复上述步骤 3 次, 取 3 次秒表读数的算术平均值作为仪器的响应时间。

7.6 报警功能

通入高于仪器报警设定值的气体标准物质, 使仪器出现报警动作, 观察仪器报警功能是否正常, 记录仪器显示的报警浓度值。

7.7 漂移

检测仪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, 记录稳定示值 C_{z0} , 然后撤去零点气体, 再通入浓度约为仪器测量上限 50%左右的气体标准物质, 记录稳定示值 C_{s0} , 然后撤去气体

标准物质。对仪器连续运行 6h，每间隔 1h 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} ，按式(4)计算零点漂移，取绝对值最大的 ΔZ_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 ΔS_i 作为仪器的量程漂移。

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

8 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和应用有关时，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) 校准结果及测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，校准员、核验员的签名以及校准日期；
- 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，不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录格式见附录 A，校准证书内页格式见附录 B，测量不确定度评定示例见附录 C、D。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由检测仪的使用情况、使用者、检测仪本身质量等因素所决定，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。如果对检测仪的检测数据有怀疑或检测仪更换主要部件及修理后，应对检测仪重新校准。

附录 A

甲苯气体检测报警器原始记录格式

委托单位: _____ 证书编号: _____
 仪器名称: _____ 出厂编号: _____
 制造厂: _____ 型号: _____
 测量范围: _____ 环境温度: _____ °C 相对湿度: _____ %
 校准依据: _____ 校准地点: _____
 校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____

本次校准使用的主要标准器:

名称	型号	编号	测量范围	不确定度	证书编号	有效日期

一、示值误差

标准值 ($\mu\text{mol/mol}$)	仪器示值($\mu\text{mol/mol}$)			平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)	示值误差 (%)	U ($k=2$)
	1	2	3			

二、重复性 ($\mu\text{mol/mol}$)

标准值	仪器示值 1	仪器示值 2	仪器示值 3	仪器示值 4	仪器示值 5	仪器示值 6	平均值	重复性 (%)

三、响应时间

标准值 ($\mu\text{mol/mol}$)	响应时间(s)			平均值 (s)
	1	2	3	

四、仪器报警功能 ($\mu\text{mol/mol}$)

报警功能	报警浓度值

五、漂移 ($\mu\text{mol/mol}$)

时间	0	1h (10min)	2h (20min)	3h (30min)	4h (40min)	5h (50min)	6h (60min)
零点值							
示值							
零点漂移:				量程漂移:			

附录 B

校准证书内页格式

校准项目	参考指标	校准结果			
1、示值误差		标准值	平均值	示值误差	U ($k=2$)
2、重复性					
3、响应时间					
4、报警功能					
5、零点漂移					
6、量程漂移					

校准内容结束

附录 C

甲苯气体检测报警器相对示值误差测量不确定度评定示例

1、概述

以一台量程为 50 $\mu\text{mol/mol}$ 甲苯气体检测报警器为例, 评定其浓度示值误差的不确定度。

1.1 环境条件:

环境温度: (0~40) $^{\circ}\text{C}$, 环境湿度: $\leq 85\% \text{RH}$

1.2 测量标准:

氮中甲苯气体标准物质: 10.0 $\mu\text{mol/mol}$, 24.8 $\mu\text{mol/mol}$, 40.5 $\mu\text{mol/mol}$, 不确定度均为 $U_{\text{rel}}=3\%$, $k=2$ 。

2、测量模型

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

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

C_s —气体标准物质的浓度值, $\mu\text{mol/mol}$;

ΔC —相对示值误差, %。

2.1 灵敏系数

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

2.2 传播律公式: 因各输入量彼此独立不相关, 合成标准不确定度为:

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

3、测量不确定度来源

由于采用直接比较法进行校准, 测量方法的不确定度可以忽略。人员操作、读数、环境影响和被检仪器的变动性影响体现在测量重复性中。因此甲苯气体检测报警器校准结果的不确定度主要是计量标准器引入的不确定度和测量重复性引入的不确定度。

4、各输入量的标准不确定度评定

4.1 计量标准器引入的标准不确定度即气体标准物质的定值不确定度引入的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(C_s)$

以一台测量范围为(0~50) $\mu\text{mol/mol}$ 的甲苯气体检测报警器为例。分别通入10.0 $\mu\text{mol/mol}$, 24.8 $\mu\text{mol/mol}$, 40.5 $\mu\text{mol/mol}$ 的氮中甲苯气体标准物质, 采用的气体标准物质其定值相对扩展不确定度为3%, 包含因子 $k=2$ 。气体标准物质的定值不确定度引入的相对标准不确定度分量为:

$$u_{\text{rel}}(C_s) = \frac{3\%}{2} \times 100\% = 1.5\%$$

4.2 测量重复性引入的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(\bar{C})$

在同一条件下重复测量10次, 得到测量数据列, 计算出各点的实验标准偏差, 结果如表1所示。

表1 各点重复性测量结果的实验标准偏差 ($\mu\text{mol/mol}$)

气体标准物质 参考值	测得值	平均值	s
10.0	9.6, 9.8, 9.6, 9.7, 9.6, 9.8, 9.5, 9.7, 9.6, 9.7	9.7	0.10
24.8	24.6, 24.9, 24.7, 24.5, 24.9, 24.6, 24.9, 24.6, 24.5, 24.5	24.7	0.17
40.5	40.4, 40.1, 40.1, 40.5, 40.2, 40.1, 40.3, 40.0, 40.0, 40.4	40.2	0.18

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

由于日常校准中, 取3次测得值的平均值作为仪器的示值, 因此 $n=3$ 。

测量平均值的标准差 $s(\bar{C}) = \frac{s_r}{\sqrt{n}}$, 相对标准不确定度: $u_{\text{rel}}(\bar{C}) = s(\bar{C})$ 。

表2 各点测量重复性引入的相对标准不确定度

校准点	测量重复性引入的标准不确定度 $u_{\text{rel}}(\bar{C})$
10.0 $\mu\text{mol/mol}$	0.6%
24.8 $\mu\text{mol/mol}$	0.4%
40.5 $\mu\text{mol/mol}$	0.3%

5、合成标准不确定度

表3 相对标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量 $u_{\text{rel}}(C_i)$	不确定度来源	标准不确定度值
$u_{\text{rel}}(C_s)$	气体标准物质的定值 不确定度	1.5%
		1.5%
		1.5%
$u_{\text{rel}}(\bar{C})$	测量重复性	0.6%
		0.4%
		0.3%

$$u_{\text{rel}}(\Delta C) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(\bar{C}) + u_{\text{rel}}^2(C_s)}$$

校准点: 10.0 $\mu\text{mol/mol}$: $u_{\text{rel}} = \sqrt{0.6^2 + 1.5^2} = 1.6\%$

校准点: 24.8 $\mu\text{mol/mol}$: $u_{\text{rel}} = \sqrt{0.4^2 + 1.5^2} = 1.6\%$

校准点: 40.5 $\mu\text{mol/mol}$: $u_{\text{rel}} = \sqrt{0.3^2 + 1.5^2} = 1.6\%$

6、扩展不确定度

甲苯气体检测报警器示值误差的相对扩展不确定度，取包含因子 $k = 2$

$$U_{\text{rel}} = k \cdot u_{\text{rel}}(\Delta C)$$

校准点: 10.0 $\mu\text{mol/mol}$: $U_{\text{rel}} = 2 \times 1.6\% = 3.2\%$, $k=2$

校准点: 24.8 $\mu\text{mol/mol}$: $U_{\text{rel}} = 2 \times 1.6\% = 3.2\%$, $k=2$

校准点: 40.5 $\mu\text{mol/mol}$: $U_{\text{rel}} = 2 \times 1.6\% = 3.2\%$, $k=2$

附录 D

甲苯气体检测报警器示值误差测量不确定度评定示例

1、概述

以一台量程为 $10\mu\text{mol/mol}$ 甲苯气体检测报警器为例, 评定其浓度示值误差的不确定度。

1.2 环境条件:

环境温度: $(0\sim 40)^\circ\text{C}$, 环境湿度: $\leq 85\%\text{RH}$

1.2 测量标准:

氮中甲苯气体标准物质: $2.21\mu\text{mol/mol}$, $5.13\mu\text{mol/mol}$, $8.06\mu\text{mol/mol}$, 不确定度均为 $U_{\text{rel}}=3\%$, $k=2$ 。

2、测量模型

$$\Delta C = \bar{C} - C_s$$

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

C_s —气体标准物质的浓度值, $\mu\text{mol/mol}$;

ΔC —示值误差, $\mu\text{mol/mol}$ 。

2.1 灵敏系数

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

2.2 传播律公式: 因各输入量彼此独立不相关, 合成标准不确定度为:

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

3、测量不确定度来源

由于采用直接比较法进行校准, 测量方法的不确定度可以忽略。人员操作、读数、环境影响和被检仪器的变动性影响体现在测量重复性中。因此甲苯气体检测报警器校准结果的不确定度主要是计量标准器引入的不确定度和测量重复性引入的不确定度。

4、各输入量的标准不确定度评定

4.1 计量标准器引入的标准不确定度即气体标准物质的定值不确定度引入的标准不确定度 $u(C_s)$

以一台测量范围为(0~10) $\mu\text{mol/mol}$ 的甲苯气体检测报警器为例。分别通入2.21 $\mu\text{mol/mol}$, 5.13 $\mu\text{mol/mol}$, 8.06 $\mu\text{mol/mol}$ 的氮中甲苯气体标准物质, 采用的气体标准物质其定值相对扩展不确定度为3%, 包含因子 $k=2$ 。气体标准物质的定值不确定度引入的标准不确定度分量为:

$$u(C_s) = \frac{3\%}{2} \times C_s$$

$$\text{校准点: } 2.21\mu\text{mol/mol: } u(C_s) = \frac{3\%}{2} \times 2.21 = 0.033\mu\text{mol/mol}$$

$$\text{校准点: } 5.13\mu\text{mol/mol: } u(C_s) = \frac{3\%}{2} \times 5.13 = 0.077\mu\text{mol/mol}$$

$$\text{校准点: } 8.06\mu\text{mol/mol: } u(C_s) = \frac{3\%}{2} \times 8.06 = 0.12\mu\text{mol/mol}$$

4.2 测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{C})$

在同一条件下重复测量10次, 得到测量数据列, 计算出各点的实验标准偏差, 结果如表1所示。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}}$$

表1 各点重复性测量结果的实验标准偏差 ($\mu\text{mol/mol}$)

气体标准物质 参考值	测得值	平均值	s
2.21	2.33, 2.29, 2.35, 2.38, 2.26, 2.36, 2.39, 2.27, 2.34, 2.37	2.33	0.046
5.13	5.35, 5.31, 5.27, 5.34, 5.24, 5.39, 5.41, 5.32, 5.26, 5.33	5.32	0.055
8.06	7.89, 7.91, 7.83, 7.85, 7.80, 7.86, 7.78, 7.82, 7.85, 7.80	7.84	0.041

由于日常校准中, 取3次测得值的平均值作为仪器的示值, 因此 $n=3$ 。

$$u(\bar{C}) = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

表2 各点测量重复性引入的标准不确定度 ($\mu\text{mol/mol}$)

校准点	测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{C})$
2.21	0.027
5.13	0.032
8.06	0.024

5、合成标准不确定度

表3 标准不确定度分量汇总表

(μmol/mol)

标准不确定度分量 $u(C_i)$	校准点	不确定度来源	标准不确定度值
$u(C_s)$	2.21	气体标准物质的定值 不确定度	0.033
	5.13		0.077
	8.06		0.12
$u(\bar{C})$	2.21	测量重复性	0.027
	5.13		0.032
	8.06		0.024

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

校准点: 2.21 μmol/mol: $u_c = \sqrt{0.027^2 + 0.033^2} = 0.043 \mu\text{mol/mol}$

校准点: 5.13 μmol/mol: $u_c = \sqrt{0.032^2 + 0.077^2} = 0.083 \mu\text{mol/mol}$

校准点: 8.06 μmol/mol: $u_c = \sqrt{0.12^2 + 0.024^2} = 0.12 \mu\text{mol/mol}$

6、扩展不确定度

甲苯气体检测报警器示值误差的扩展不确定度，取包含因子 $k = 2$

$$U = k \cdot u_c(\Delta C)$$

校准点: 2.21 μmol/mol: $U = 2 \times 0.043 \mu\text{mol/mol} = 0.086 \mu\text{mol/mol}$

校准点: 5.13 μmol/mol: $U = 2 \times 0.083 \mu\text{mol/mol} = 0.17 \mu\text{mol/mol}$

校准点: 8.06 μmol/mol: $U = 2 \times 0.12 \mu\text{mol/mol} = 0.24 \mu\text{mol/mol}$

新疆维吾尔自治区
地方计量校准规范

甲苯气体检测报警器校准规范

JJF(新) 150—2024

新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布

*

版权所有 不得翻印

*

880mm×1230mm 16 开本