

环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱

监测仪校准规范

编制说明

2024年X月

《环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪校准规范》编制说明

一、任务来源

根据《全国生态环境监管专用计量测试技术委员会（MTC41）关于2023年国家计量技术规范制修订计划的通知》（市监计量发[2023]56号）要求，《环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱连续自动监测系统校准规范》制定的项目列入2023年计划，归口单位为全国生态环境监管专用计量测试技术委员会。起草单位为中国环境监测总站、中国计量科学研究院、中国科学院合肥物质科学研究院、北京雪迪龙科技股份有限公司。

二、编制规范的目的和意义

大气中挥发性有机物（VOCs）来源广泛，组分复杂，包括烷烃、芳烃、醇类、酮类和酯类等，是生成臭氧和二次有机气溶胶的重要前体物，二次有机气溶胶是城市大气细颗粒物（PM_{2.5}）的重要组成部分，国务院印发实施的《空气质量改善计划》中明确提出“推进细颗粒物（PM_{2.5}）和臭氧（O₃）协同控制，地级及以上城市PM_{2.5}浓度下降10%，有效遏制O₃浓度增长趋势，基本消除重污染天气”。

随着污染防治工作的深入，对挥发性有机物的已成为生态环境管理的重点工作。生态环境部《“十四五”生态环境监测规划》中明确提出“推动走航巡测等非现场手段应用”的相关要求。园区监测、走航监测已成为各级生态环境主管部门开展VOCs追因溯源、监测预警与污染防治的重要手段。在走航监测、园区预警监测、高时空分辨率臭氧来源解析监测中，均需要高频、快速的获得各类挥发性有机物监测数据，数据的时间分辨率普遍要达到分钟级。

目前国内针对挥发性有机物监测的标准方法以离线的气相色谱（GC）-质谱（MS）法为主，该方法要经过GC分离过程，无法满足实时分析的需求，在实际应用中难以兼顾时间和空间分辨率，大大弱化了该方法的性能，从而限制了该方法在追踪挥发性有机物成分变化方面的适用性。质子转移反应质谱（PTR-MS）无需复杂的样品制备程序和MS分析前分离阶段，在相对较短的时间内可提供大量的测量数据，能快速判断某一区域和某一点位VOCs的污染状况，应用于大气环境中VOCs监测分析的研究显著增加。

目前相关计量技术规范主要正要针对气相色谱/气相色谱-质谱联用原理，而针对质子转移反应质谱原理的挥发性有机物监测仪的校准规范仍处于空白。不利于保障其监测数据的准确性和计量溯源性，亟需制订环境空气挥发性有机物质子转移反应质

谱监测仪校准规范。

环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪校准规范制定完成后，可以从量值源头保障监测数据的准确，指导和规范该类监测系统的现场校准工作，保障环境空气挥发性有机物连续自动监测系统量值的准确、统一。

三、编制原则和依据

1、本规范在制定中应遵循以下基本原则：

a) 本规范编写格式应符合 JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059-2012《测量不确定度评定与表示》等规范的规定。

b) 本规范要与国家的节能政策、环境保护政策等相一致；

c) 本规范要与已颁布实施的相关标准规范进行衔接；

d) 本规范规定的技术内容及要求应科学、合理，具有适用性和可操作性。

2、本规范编写的依据：

在本规范编写过程中，参考了 HJ1010-2018《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术要求及检测方法》、TICIMA 0019-2019《质子转移反应质谱仪》、DB31/T 310002-2021《长三角生态绿色一体化发展示范区挥发性有机物走航监测技术规范》等有关标准规范与技术规定。经查询国外仅有质子转移反应质谱标准测试方案 D8460-22《Standard Test Method for Quantification of Volatile Organic Compounds Using Proton Transfer Reaction Mass Spectrometry》，标准中未提出技术指标及指标限值。

目前国内关于挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪的相关标准如表 1 所示。

表 1 国内外相关标准

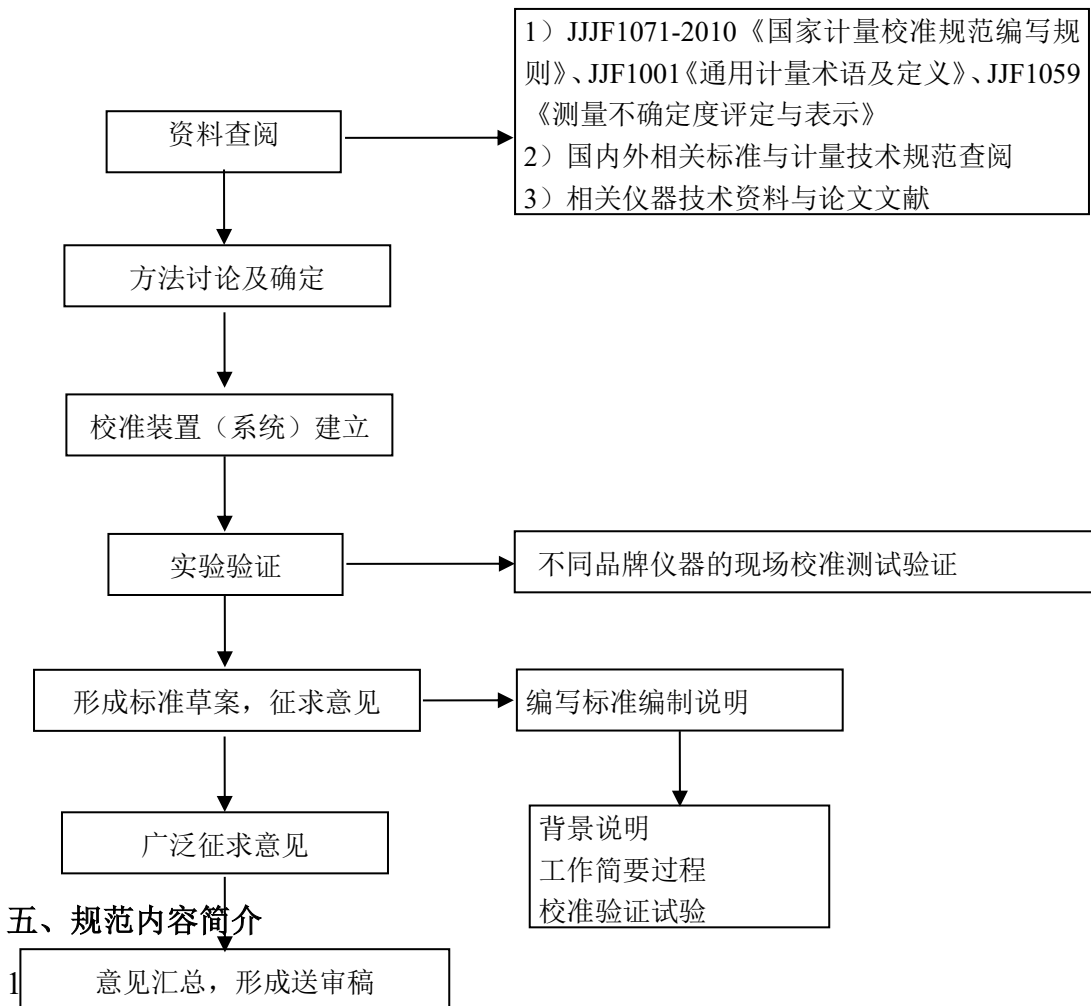
序号	标准名称	技术要求
1	《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ1010-2018）	测量范围：各组分最高量程不低于 50nmol/mol 标准曲线：相关系数 ≥ 0.98 ，使用标准曲线计算最低点浓度，相对误差 $\leq 15\%$ 零点噪声： $\leq 0.05\text{nmol/mol}$ 方法检出限：90%组分检出限 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$ 准确度：各组分准确度 $\pm 10\%$ 精密度：各组分精密度 $\leq 10\%$ 24h 浓度漂移：10nmol/mol 的 24h 浓度漂移不超过 $\pm 1\text{nmol/mol}$ 长时间浓度漂移、保留时间漂移：连续运行 30d 浓度漂移 $\leq 30\%$ ，保留时间漂移 $\leq 0.5\text{min}$ 仪器平行性：各组分仪器平行性 $\leq 20\%$ 时钟误差：测试 6h，时钟误差 $\pm 20\text{s}$ 系统残留：90%组分的系统残留浓度 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$
2	TICIMA 0019-2019 质子转移反应质谱仪	质量范围：19 μ ~260 μ 质量分辨力： PTR TOFMS 的质量分辨力应不小于 1000（以苯计）；

		PTR QMS 的质量分辨力应不小于 80（以苯计） 质量稳定性： PTR TOFMS 的质量稳定性应符合 $\pm 0.1\mu/8h$ 的要求； PTR QMS 的质量稳定性应符合 $\pm 0.2\mu/8h$ 的要求。 线性范围：在线性相关系数 r 不小于 0.98 时，线性范围应达到 10^3 （以苯计） 检测限：检测限应不大于 1nmol/mol（以苯计） 重复性：重复性应不大于 10%（以苯计）
3	《长三角生态绿色一体化发展示范区挥发性有机物走航监测技术规范》（DB31/T 310002-2021）	重复性：相对标准偏差 $\leq 20\%$ 检出限： $\leq 10\text{nmol/mol}$ 准确度：相对标准偏差 $\leq 30\%$
4	《气相色谱-质谱联用仪校准规范》JJF 1164-2018	质量范围： $\geq 600\mu$ 质量分辨率： $< 1\mu$ 信噪比： $\geq 10: 1$ 峰面积重复性： $\leq 10\%$ 保留时间重复性： $\leq 1.0\%$

由上标准规范可以看出，对环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪的技术要求主要集中在质量分辨率、质量准确性、质量稳定性、信噪比、浓度示值误差、重复性、检出限等特性上。

四、工作过程

本规范按计量技术规范制订的一般工作程序制订。具体流程见下图。



五、规范内容简介

1 意见汇总, 形成送审稿

1.1 技术路线

由于环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪的高频、快速监测特点，目前主要应用在园区监测、走航监测等应用场景，部分监测点位也用该设备在固定站房或实验室监测环境空气的变化量。因此，本规范参考国内外相关经验，主要采用携带混合气体标准物质、气体动态稀释装置至现场开展现场校准或在实验室开展实验室校准。

1.2 方法原理

环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪（以下简称监测仪）是一种基于质子转移反应离子化质谱技术的挥发性有机物监测设备，主要适用于环境空气挥发性有机物的园区监测预警、走航监测与高时空分辨率 VOCs/臭氧来源解析等。监测仪由采样单元、离子源、质量分析器、真空系统、数据采集及处理单元和质控单元组成。监测仪的工作原理为：采样单元采集到的样品进入到离子源，离子源用于产生水合氢离子或其他试剂离子，并电离待测物质形成质子化离子，质量分析器用于实现质子化离子的定性定量分析，数据采集及处理单元将测量结果进行分析、计算、存储和传输，真空系统用于建立和维持质谱仪运行所需的真空条件，质控单元用于配合仪器完成校准和质控工作，监测仪结构见图2。按质量分析器的不同，可分为质子转移反应飞行时间质谱监测仪（PTR-TOFMS），质子转移反应四级杆质谱监测仪（PTR-QMS）。

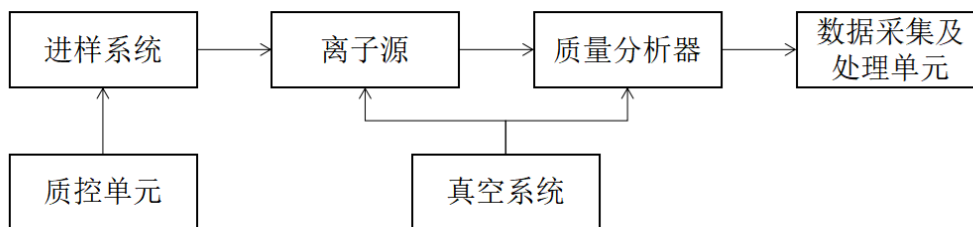
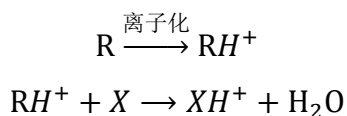


图2 质子转移反应质谱仪结构组成

离子源用于电离反应试剂和待测样品中的挥发性有机物，反应试剂（R）在质子化离子发生器内生成质子化离子（RH⁺），RH⁺与待测物分子(X)在漂移管中发生质子转移反应，将质子转移给待测物分子生成质子化离子（XH⁺）。反应式为：



反应试剂通常使用 H₂O，也可以使用 O₂、NH₃、N₂H₄ 等。在本次实验中使用的是 H₂O。

质量分析器用于实现待测离子的定性定量分析。目前在质子转移反应质谱中一般使用飞行时间质量分析器和四极杆质量分析器。飞行时间质量分析器将待测离子加速并使其匀速飞行，最终到达检测器，通过离子的飞行时间来计算离子的质荷比，进而确定离子的组成。四极杆质量分析器的电极杆两两分为一组，分别在其上施加射频反相交变电压。从而实现对不同质荷比离子的筛选和剔除。

真空系统用于建立和维持质谱仪运行所需的真空条件，多数为涡轮分子泵配合前级泵构成的多级真空系统。数据采集及处理单元用于采集、处理和存储质谱数据，并按要求存储仪器设备工作状态信息。

1.3 测量范围

本规范适用于环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱仪的实验室校准和现场校准。测量范围分为目标组分和浓度范围两方面，在目标组分方面，理论上质子亲和势大于水（691 kJ/mol）的挥发性有机物均可以被质子转移反应质谱仪监测，实现醛酮类含氧VOCs、苯系物、异戊二烯、恶臭气体、卤代烃等挥发性有机物的定量监测，考虑到卤代烃、恶臭气体等挥发性有机物实际监测过程中响应较低，数据正确度、精密度较差，且我国缺少该类组分混合气体国家标准物质，难以保障该类组分校准结果的准确性和计量溯源性。故本规范主要测试醛酮类、酯含氧VOCs、苯系物、异戊二烯等挥发性有机物。

在浓度方面，目前我国未制定环境空气挥发性有机物浓度限值相关标准，环境空气中VOCs浓度普遍较低，各组分一般均低于10nmol/mol。工业园区周边站点或出现异常排放的站点部分特征组分浓度偏高，浓度在几十nmol/mol，甚至几百nmol/mol。所以在监测量程上，分为两个量程，用于环境空气挥发性有机物监测的PTR设备量程为：（0-10）nmol/mol，用于工业园区挥发性有机物监测的PTR设备量程为（0-200）nmol/mol，用户在实际使用时可依据实际监测需求，确认校准范围。

2、计量特性

通过实验验证，本规程规定了使用甲苯作为质量分辨率、质量准确性、质量稳定性、信噪比、浓度示值稳定性等参数的标准气体。

2.1 质量分辨率

质子转移反应质谱仪无预处理、无分离步骤，样品直接进行分析，根据被测化合物的准确质量定性，故质量分辨率是质子转移反应质谱监测仪定性准确的重要性能指标，质量分辨率越高，质谱仪能够分辨的质量差异就越小，将不同质量的离子区分开能力越强。

按操作说明运行监测仪，待稳定后，通入浓度约为默认量程20%的甲苯标准气体进样测试，测试时间1min，记录质谱图。测量 $C_7H_9^+$ 质谱峰 50%峰高处的峰宽 $W_{1/2}$ 。计算质量分辨率。综合各厂家测试数据，结合实际情况，本规范规定 PTR-TOFMS 的质量分辨率不低于 3000，PTR-QMS 的质量分辨率不低于 100。

2.2 质量准确性

通2.1相同的理由，质谱仪对离子质量的测量值与理论值之间的偏差，是仪器定性分析的重要指标。待监测仪运行稳定后，通入浓度约为默认量程20% 的甲苯标准气体进样测试，测试时间1min，记录质谱图。每30min测量一次，连续测试4h，记录每次 $C_7H_9^+$ 质谱峰质荷比的实际测量值，PTR-TOFMS保留小数点后3位，PTR-QMS保留小数点后1位。按公式（3）计算质量偏差，取计算结果绝对值最大的数值作为质谱仪的质量稳定性。综合各厂家测试数据，结合实际情况，本规范规定PTR-TOFMS的质量准确性不超过 $\pm 0.01u$ ，PTR-QMS的质量准确性不超过 $\pm 0.1u$ 。

2.3 质量稳定性

质量稳定性同样也是影响仪器定性分析的重要因素，飞行时间质量分析器通过测量离子的飞行时间以确定质荷比(m/z)，质谱仪的环境温度变化，导致机械零件的热膨胀和电子组件(电压供应)的热诱导漂移，从而最终导致给定物种的离子的所测量飞行时间发生改变，影响挥发性有机物的定性。故本规范测量质量稳定性计量特性。

待监测仪运行稳定后，通入浓度约为默认量程20% 的甲苯标准气体进样测试，测试时间1min，记录质谱图。每30min测量一次，连续测试4h，记录每次 $C_7H_9^+$ 质谱峰质荷比的实际测量值，PTR-TOFMS保留小数点后3位，PTR-QMS保留小数点后1位。取测量结果最大值与最小值差值作为质谱仪的质量稳定性。结合实际情况，本规范规定PTR-TOFMS的质量稳定性不超过 $\pm 0.05u$ ，PTR-QMS的质量稳定性不超过 $\pm 0.2u$ 。

2.4 信噪比

信噪比是衡量质谱仪定量能力的重要特性，被测样品信号强度与基线噪声强度的比值，它体现质谱仪分辨能力、精密度、稳定性和噪声水平等性能指标。信噪比越高，表示来自样品的信号更强、噪声更小，可以准确测量被测物质。通入浓度约为默认量程20%的甲苯标准气体进样测试，测试时间1min，读取特征峰高和基线噪声，噪声选取特征离子峰前后不含质谱峰且宽度不小于0.5u的基线噪声最大值，计算信噪比。综合各厂家测试数据，结合实际情况，本规范规定PTR的信噪比不低于50:1。

2.5 浓度示值误差

用动态稀释仪将气体标准物质按梯度稀释5个浓度，制作标准曲线，调用制作好的标准曲线，依次通入浓度为默认量程20%、50%、80%的异戊二烯、甲苯、乙醛、丙酮、乙酸乙酯等挥发性有机物气体标准气体，测试时间1min，记录质谱图。待浓度示值稳定后，记录仪器示值，每个浓度点重复测量6次，计算各校准点浓度示值误差。综合各厂家测试数据，结合实际情况，本规范规定PTR量程为(0~10)nmol/mol允许误差为±20%，用于工业园区PTR量程为(0~200)nmol/mol允许误差为±15%。

2.6 浓度示值重复性

测量方法同2.5，用贝塞尔公式计算浓度示值重复性。综合各厂家测试数据，结合实际情况，本规范规定PTR浓度示值重复性不超过5%。

2.7 浓度示值稳定性

同 2.3 理由一致，由于环境温湿度等的变化，导致质量轴偏移，最终导致质谱仪定量能力的变化，故本规范测量示值误差稳定性，测试仪器在一段时间内，浓度测量的变化，验证仪器在一段时间内测量数据准确可靠。监测仪运行稳定后，通入浓度约为默认量程 20%的甲苯标准气体进样测试，测试时间 1min，记录质谱图。每 30min 测量一次，连续测试 4h，期间不进行浓度示值校准，记录各次测试的浓度示值，按照公式计算示值误差稳定性。综合各厂家测试数据，结合实际情况，本规范规定 PTR 浓度示值稳定性不超过 5%。

2.7 部分厂家仪器原理与验证数据

为验证本规范提出的计量特性与校准方法，起草单位选择了我国目前主要在用的环境空气、工业园区挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪开展了校准实验。每个厂家按照量程(0~10)nmol/mol和(0~200)nmol/mol（或仪器默认满量程）两个量程范围分别进行实验。其中艾利本、雪迪龙、聚光等厂家采用飞行时间高分辨率的质量分析器（PTR-TOFMS）。合肥物质研究所等厂家采用四极杆低分辨率的质量分析器(PTR-QMS)。

表2 部分厂家仪器实验数据

序号	生产厂家	质量分析器类型	量程	质量分辨率	质量准确性	质量稳定性	信噪比	浓度示值稳定性	备注
1	A	飞行时间的质量分析器	(0~10)nmol/mol	4110	0.0073	0.0013	51	5.78%	
			(0~200)nmol/mol	4164	0.0081	0.0017	48	5.86%	
2	B	飞行时间的质量分析器	(0~10)nmol/mol	3527	0.0001	0.0000	701	6.80%	
			(0~200)nmol/mol	5540	0.0036	0.0000	6,657	8.36%	
2	C	四极杆质量分析器	(0~200)nmol/mol	130	0.0396	0.0600	55	13.37%	
4	D	飞行时间的质量分析器	(0~10)nmol/mol	4118	0.0036	0.0000	903	12.02%	
			(0~200)nmol/mol	5507	0.0036	0.0000	5,073	3.98%	
5	E	飞行时间的质量分析器	(0~10)nmol/mol	2418	-0.0017	0.0000	263	10.53%	
			(0~100)nmol/mol	2478	-0.0017	0.0160	596	6.10%	

表2续 部分厂家浓度示值重复性实验数据

浓度示值重复性						
量程	物质	厂家 A	厂家 B	厂家 C	厂家 D	厂家 E
厂家 A、B、 D、E: (0~10)nmol/mol 厂家 C: 无法测 量该浓度范围	甲苯 (2ppb)	1.0%	11.0%	/	1.3%	0.8%
	甲苯 (5ppb)	0.2%	5.7%		0.9%	1.0%
	甲苯 (8ppb)	0.5%	6.9%		0.6%	1.4%
	异戊二烯 (2ppb)	2.4%	2.1%		1.3%	2.4%
	异戊二烯 (5ppb)	0.7%	1.0%		0.5%	1.0%
	异戊二烯 (8ppb)	1.3%	0.8%		1.1%	0.7%
	乙醛 (2ppb)	2.8%	8.6%		3.6%	3.6%
	乙醛 (5ppb)	0.6%	3.8%		1.5%	2.2%
	乙醛 (8ppb)	0.5%	4.2%		1.0%	1.6%
	丙酮/丙醛 (2ppb)	1.7%	2.6%		0.8%	2.0%
	丙酮/丙醛 (5ppb)	0.4%	1.1%		0.4%	1.0%
	丙酮/丙醛 (8ppb)	0.7%	2.0%		0.6%	1.3%
	乙酸乙酯 (2ppb)	9.8%	7.4%		1.7%	3.5%
	乙酸乙酯 (5ppb)	3.3%	4.9%		0.8%	2.3%
	乙酸乙酯 (8ppb)	3.3%	1.7%		0.8%	2.6%
厂家 A、B、C、 D: (0~200)nmol/mol 厂家 B、E: (0~100)nmol/mo	甲苯 (20%)	0.4%	4.0%	2.9%	0.8%	0.7%
	甲苯 (50%)	0.3%	4.0%	2.2%	0.3%	1.1%
	甲苯 (80%)	0.5%	0.9%	2.5%	0.4%	0.7%
	异戊二烯 (20%)	1.0%	0.6%	2.1%	1.0%	0.9%
	异戊二烯 (50%)	0.7%	0.4%	1.2%	0.9%	0.3%
	异戊二烯 (80%)	0.5%	0.4%	0.6%	0.5%	0.6%
	乙醛 (20%)	0.8%	1.0%	2.7%	0.7%	0.4%
	乙醛 (50%)	0.4%	0.8%	1.5%	0.3%	0.5%
	乙醛 (80%)	0.6%	0.8%	0.8%	0.3%	0.2%
	丙酮/丙醛 (20%)	0.6%	0.5%	0.8%	0.4%	0.4%
	丙酮/丙醛 (50%)	0.4%	0.3%	0.4%	0.2%	0.2%
	丙酮/丙醛 (80%)	0.6%	0.3%	1.3%	0.2%	0.2%
	乙酸乙酯 (20%)	1.6%	1.5%	5.2%	2.9%	0.7%
	乙酸乙酯 (50%)	1.6%	0.9%	1.4%	0.7%	0.8%
乙酸乙酯 (80%)	1.3%	5.1%	0.5%	0.4%	0.3%	

表2续 部分厂家浓度示值误差实验数据

浓度示值误差						
量程	物质	厂家 A	厂家 B	厂家 C	厂家 D	厂家 E
厂家 A、B、 D、E: (0~10)nmol/mol 厂家 C: 无法测 量该浓度范围	甲苯 (2ppb)	-6.2%	-1.2%	/	-13.6%	-1.0%
	甲苯 (5ppb)	-2.2%	-0.7%		-5.2%	-1.1%
	甲苯 (8ppb)	-2.3%	-0.5%		-3.0%	0.0%
	异戊二烯 (2ppb)	8.1%	-28.7%		-0.7%	-5.9%
	异戊二烯 (5ppb)	-4.0%	4.7%		2.3%	-1.3%
	异戊二烯 (8ppb)	-3.8%	2.9%		4.7%	0.3%
	乙醛 (2ppb)	0.6%	-12.0%		-5.7%	-0.4%
	乙醛 (5ppb)	-3.7%	-12.6%		2.2%	-0.1%
	乙醛 (8ppb)	0.6%	-1.3%		4.4%	-2.8%
	丙酮/丙醛 (2ppb)	10.7%	-8.5%		-0.7%	-1.5%
	丙酮/丙醛 (5ppb)	-0.3%	-13.4%		3.1%	-2.0%
	丙酮/丙醛 (8ppb)	0.4%	2.6%		4.9%	-0.4%
	乙酸乙酯 (2ppb)	-3.1%	7.5%		-1.8%	-2.4%
	乙酸乙酯 (5ppb)	-8.6%	3.7%		2.0%	-1.6%
	乙酸乙酯 (8ppb)	5.8%	5.2%		2.6%	-4.2%
厂家 A、B、C、 D: (0~200)nmol/mol 厂家 B、E: (0~100)nmol/mo	甲苯 (20%)	-1.5%	-16.3%	-8.9%	-2.8%	1.2%
	甲苯 (50%)	0.6%	0.9%	-4.7%	2.7%	-1.1%
	甲苯 (80%)	-6.3%	11.7%	-4.7%	-3.0%	0.6%
	异戊二烯 (20%)	0.5%	-2.4%	0.7%	-2.0%	0.0%
	异戊二烯 (50%)	1.8%	18.6%	-5.3%	1.2%	-3.1%
	异戊二烯 (80%)	2.3%	9.7%	-1.6%	-2.4%	0.8%
	乙醛 (20%)	2.9%	1.2%	2.4%	-1.3%	4.1%
	乙醛 (50%)	0.3%	2.4%	0.7%	-0.5%	-4.2%
	乙醛 (80%)	-2.3%	7.8%	3.7%	-4.2%	0.8%
	丙酮/丙醛 (20%)	7.2%	-4.4%	5.9%	-1.3%	5.0%
	丙酮/丙醛 (50%)	4.2%	7.9%	-1.8%	-0.1%	-4.0%
	丙酮/丙醛 (80%)	-1.3%	4.8%	4.1%	-3.7%	1.2%
	乙酸乙酯 (20%)	-4.1%	-3.9%	-3.9%	-1.5%	3.7%
	乙酸乙酯 (50%)	-4.3%	-6.3%	-6.4%	-3.0%	-3.1%
	乙酸乙酯 (80%)	2.7%	5.1%	-5.8%	-2.4%	1.0%

3、测量标准及其他设备

3.1 气体标准物质的要求

为提高校准效率,本次校准需要氮气中异戊二烯、甲苯、丙烷、乙醛、丙酮、乙酸乙酯等挥发性有机气体国家有证标准物质,因此,本规范采用苯系物57组分挥发性有机混合气体、醛酮13组分挥发性有机混合气体、乙酸乙酯等国家有证标准物质(已有国

家一级标准物质与二级标准物质)。参考《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术要求及检测方法》(HJ1010-2018)与《国家环境空气监测网环境空气挥发性有机物连续自动监测质量控制技术规范(试行)》相关要求,各组分比例约为1:1,浓度约为1000nmol/mol或更低,稀释后的工作标气浓度 $U_{rel} \leq 6\%$ ($k=2$),适用于 $\leq \pm 20\%$ 的示值误差合格标准要求。

3.2 气体动态稀释装置

由于本规范适用于环境空气挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪量程为:(0~10)nmol/mol,工业园区挥发性有机物质子转移反应质谱监测仪量程为:(0~200)nmol/mol。要求动态稀释仪将1000nmol/mol气体标准物质稀释至两个量程梯度,因此气体动态稀释装置应符合(5~1000)倍准确稀释。

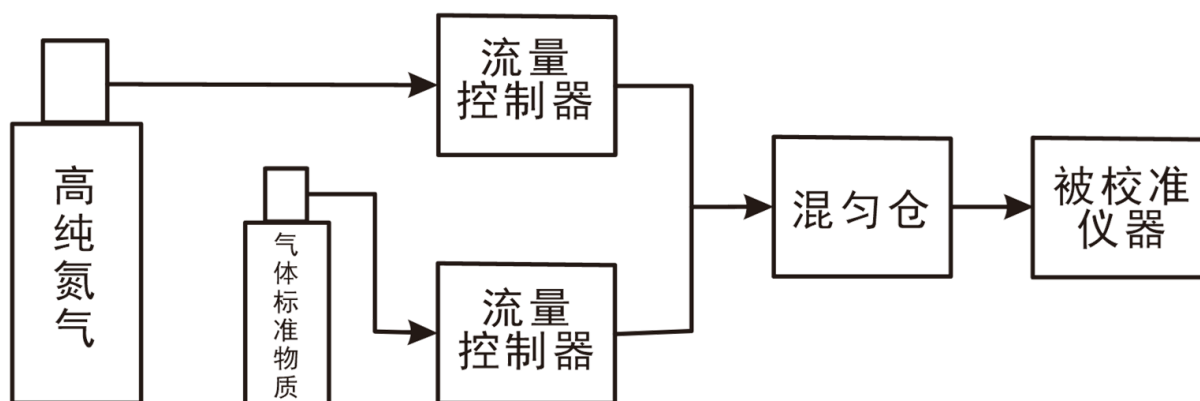


图2 动态稀释装置原理图

连接管路、混匀仓、多支路管应进行惰性化处理,标气瓶应使用死体积较小的减压阀,以减少平衡稳定时间。

4、校准方法

主要采用动态稀释仪将1000nmol/mol气体标准物质准确稀释至目标浓度标准气体,调整仪器设备参数,制作标准曲线。根据测试方法,将标准气体稀释到应用量程的20%测量质量分辨率、质量准确性、质量稳定性、信噪比和精密度。将标准气体稀释至应用量程20%、50%、80%浓度测试示值误差。

六、不确定度评价

按照JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF1059《测量不确定度评定与表示》相关要求,编写了附录A校准结果的不确定度评定示例(见校准规范)。