

《环境空气 挥发性有机物自动罐采样技术  
规范（征求意见稿）》

编制说明

《环境空气 挥发性有机物自动罐采样技术规范》

标准编制组

二〇二五年十一月

## 目录

一、项目背景 .....	1
二、目的与意义 .....	1
三、工作过程 .....	6
四、国内外相关标准研究 .....	8
五、文件内容结构 .....	36
六、主要条文说明 .....	37
七、方法验证 .....	50
附件 1 方法验证报告 .....	51

## 一、项目背景

为加速推进生态环境监测技术的数智化转型，落实生态环境部发布的《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》中关于智能化监测能力的要求，环境空气挥发性有机物（volatile organic compounds，简称 VOCs）的精准、实时监测是打赢蓝天保卫战、实现科学治污的关键环节。远程采样技术作为实现 VOCs 自动化、智能化监测的重要手段，近年来应用日益广泛。

目前，我国尚没有针对环境空气 VOCs 远程自动采样技术的专门技术规范或标准，导致在远程采样系统的选型、布设、运行维护、质量保证与质量控制等环节缺乏统一、规范的作业指导。为规范环境空气挥发性有机物远程自动采样的工作流程、技术要求和质量控制方法等，指导相关工作科学有序开展，确保监测数据“真、准、全”，2024年12月由深圳市生态环境监测站牵头组织申报的《环境空气挥发性有机物远程采样技术规范》，2025年4月经广东省环境科学学会批准正式立项（粤环学函〔2025〕11号）。

## 二、目的与意义

### 1. VOCs 的来源和危害

#### 1.1 VOCs 的定义

VOCs 是对一类特定有机物的总称，它们通常具备低于室温的熔点以及介于 50°C~260°C 之间的沸点范围。作为空气中普遍存在且构成复杂的污染物，VOCs 是大气中的关键微量成分，其存在对公众健康构成了显著威胁。在全球范围内，不同国家及国际组织对 VOCs 的界定标准存在差异，其定义的侧重点亦不相同。以美国为例，其对室外 VOCs 的管

控旨在抑制臭氧生成，因此定义更侧重于光化学活性；而对室内 VOCs 的定义则更关注其物理属性。日本的定义注重物质的物理特性及其化学活泼性；欧盟的定义也主要侧重于物理特性。我国在工业源排放的 VOCs 定义上，则采取了兼顾光化学反应与物理属性的综合视角。

在具体的定义标准上，美国环保署（EPA）倾向于将 VOCs 视为具有高蒸气压力和低水溶性的化合物。其定义涵盖了所有参与大气光化学反应的碳化合物，但明确排除了 CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵，以及其他被 EPA 认定光化学反应性可忽略的特定物质。美国的 ASTM D3960-98 标准则相对简洁，将 VOCs 定义为任何能参与大气光化学反应的有机化合物。与此不同，国际标准 ISO 4618/1-1998 和德国标准 DIN 55649-2000 更强调物理性，将其定义为原则上在常温常压下能自挥发的任何有机液体或固体。ISO 4618/1-1998 标准进一步明确，该定义不设沸点初馏点限制，也不考虑其是否参与光化学反应，仅强调常温常压下的自发性挥发能力。欧美日关于 VOCs 的定义参见表 1。

表 1 欧美日的 VOCs 定义

国家	定义	出处	定义考虑的因素			说明
			物理特性	健康和环境效应	监测方法	
美国	定义 1: 除 CO、CO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 、金属碳化物或碳酸盐、碳酸铵外，任何参与大气光化学反应的碳化合物定义后附有 7 条补充条款，需要排除光化学反应活性可忽略的有机化合物，如甲烷、乙烷、二氯甲烷、丙酮、四氯乙烯等（52）种，不断更新中。	州实施计划（SIPs） 40CFR51.100（s）		√		控制目的明确，用于与国家环境空气质量标准（NAAQS）配套的州实施计划（SIPs），改善空气质量。
	定义 2: 任何参与大气光化学反应的有机化合物，或者依据法定方法、等效方法、替代方法测得的有机化合物，或者依据条款规定的特定程序确定的有机化合物。	新固定源标准（NSPS） 40CFR60.2		√	√	用于排放控制，既关注 VOCs 的主要环境效应，又兼顾排放监测或核算的可操作性。
欧盟	定义 3: 人类活动排放的、能在日照作用下与 NO <sub>x</sub> 反应生成光化学氧化剂的全部有机化合物，甲烷除外。	国家排放总量指令 2001/81/EC		√		控制目的明确，改善空气质量（主要是臭氧达标）。
	定义 4: 在 293.15K 条件下蒸气压大于	定义 4: 在工业	√			不局限于物理特性，在排放控

国家	定义	出处	定义考虑的因素			说明
			物理特性	健康和环境效应	监测方法	
	或等于 0.01kPa, 或者特定适用条件下具有相应挥发性的全部有机化合物。	排放指令 2010/75/EU				制中根据适用条件不同, 管控的 VOCs 范围有所不同。
	定义 5: 在标准压力 101.3kPa 下初沸点小于或等于 250℃ 的全部有机化合物。	Directive 2004/42/EC	√			用于涂料产品中的 VOCs 含量限制, 规定沸点易于产品检测。
日本	定义 6: 排放或扩散到大气中的任何气态有机化合物 (政令规定的不会导致悬浮颗粒物和氧化剂生成的物质除外)。	大气污染防治法		√		控制目的明确, 针对形成细粒子和臭氧的气态有机物。

## 1.2 VOCs 的来源

VOCs 的来源可被归纳为自然源与人为源两大类。自然源主要涉及生物活动, 特别是植物的排放 (如森林), 动物排放亦是来源之一。相比之下, 人为源的构成则更为复杂, 通常细分为固定污染源和流动污染源。固定源涵盖了从石油化工厂、污水与垃圾处理设施到日常生活污染、装修材料与汽油挥发等多种途径; 流动源则主要指向以内燃机为动力的交通工具 (如汽车、船舶、飞机) 及其燃料的挥发。这两类源的相对重要性存在显著的地域差异: 在偏远或相对清洁的地区, VOCs 主要来自自然界; 而在人类活动密集的城市地区, 人为源则占据了绝对的主导地位。

尽管从全球总量来看, 自然源在 VOCs 排放中占有重要份额, 但人为源的威胁正日益凸显。随着工业化进程的加快、机动车保有量的激增以及石化产品的广泛应用, 城市区域的人为排放比例正持续攀升。更关键的是, 源于人类活动的排放通常具有更强的毒性, 对生态环境和公众健康构成的威胁远超自然源, 因此在城市环境治理中受到了高度重视。针对中国城市地区的研究也证实了这一点: 例如, 有报道指出北京近郊区的碳氢化合物绝大多数源于人类活动; 陆思华对 2000 至 2002 年北京中关村的研究确认了汽车尾气、汽油挥发和石化工业是主要来源; 而刘

金凤建立的 2000 年全国人为源排放清单则表明，流动源、固定燃烧源、溶剂使用、工业过程及石油储运是构成排放的主体。

### 1.3 VOCs 的危害

VOCs 对环境的危害主要体现在多个方面。一方面，它是形成细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）和臭氧（O<sub>3</sub>）的重要前体物。在阳光照射和一定的气象条件下，VOCs 与氮氧化物等污染物发生复杂的光化学反应，促进了 PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 的生成。高浓度的 PM<sub>2.5</sub> 会导致大气能见度降低，影响交通安全，同时对人体呼吸系统造成严重损害，长期暴露可能引发哮喘、肺癌等疾病。而臭氧在地面附近的高浓度积累会对植物造成损害，影响农作物的生长和产量，同时也会刺激人体呼吸道，引发咳嗽、呼吸困难等症状，对人体健康产生负面影响。另一方面，部分 VOCs 本身具有毒性、刺激性和致癌性。例如，苯、甲苯、二甲苯等芳香烃类化合物，长期接触可能会导致血液系统疾病、神经系统损伤等。甲醛作为一种常见的 VOCs，在室内装修污染中较为突出，它具有强烈的刺激性气味，会对眼睛、鼻子和喉咙造成刺激，长期暴露还可能引发过敏反应和呼吸道疾病，甚至被国际癌症研究机构列为一类致癌物。

## 2. 落实国家污染防治战略，应对 VOCs 治理新挑战的迫切需要

VOCs 是形成 O<sub>3</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的关键前体物，对公众健康和大气环境质量构成严重威胁。从“气十条”到“十四五”规划，再到《空气质量持续改善行动计划》和美丽中国先行区建设要求，国家对 VOCs 的控制与监管日益重视。然而，正如《重点行业挥发性有机物综合治理方案》所指出的，当前 VOCs 治理普遍存在“监测监控不到位”的短板。因此，亟需通过技术创新，特别是发展自动化、智能化的非现场监测手段，来

响应国家深入打好蓝天保卫战、强化恶臭异味治理、提升监测预警“一张网”效能的战略部署，本技术规范的制定正是填补这一关键短板的迫切之举。

### **3. 填补监测技术体系空白，解决传统采样模式“失真”与“滞后”顽疾**

目前，我国环境空气 VOCs 监测在现场采样环节仍严重依赖传统人工模式。尽管在近期如《环境空气 117 种挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱检测器联用法（征求意见稿）》中，已首次提及“自动采样器”的应用，但这恰恰凸显了现实的规范空白：即分析方法已开始依赖自动化，但如何规范化地实施“远程、自动、快速响应”的现场采样，尚无全面、专门的技术规范可循。传统人工模式在应对突发性、瞬时性排放（尤其是恶臭扰民投诉）时，存在响应滞后、样本失真、代表性差等根本局限。本规范的制定，正是为了填补这一“远程触发与自动留样”的关键操作规范空白，使采样环节能匹配上先进分析技术的发展需求。

### **4. 赋能先进分析技术，构建“采样-分析”现代化监测链条**

以《环境空气 117 种挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱检测器联用法（征求意见稿）》为代表的新一代标准，正推动 VOCs 监测向全组分、高通量的精细化方向发展。然而，这些先进的分析方法（后端）必须依赖高质量、高时效性的采样（前端）才能发挥最大效用。如果采样环节滞后失真，再精确的实验室分析也无法锁定污染真相。本规范所研究的远程自动采样技术，正是连接“现场”与“实验室”的关键桥梁，确保最具代表性的污染样本能被及时捕获，并

无缝对接后续的全组分分析，从而构建起“快速采样-精准分析”的全链条现代化监测能力。

## 5. 强化监管与执法效能，推动环境管理向精细化与智能化转型

本规范的最终目标是服务于环境监管。传统采样模式获得的“滞后”数据，往往难以作为环境执法的直接依据。远程自动采样技术实现了“非现场监测”，能够实时锁定异常排放，为环保执法部门提供了科学、有效、及时的技术手段。这不仅极大提升了处理环境投诉的效率和效果，提升了公众满意度，更重要的是，它增强了监管部门对违法排污行为的威慑力和执法力度，推动了环境法治建设。制定并实施此规范，将为全国提供可复制的经验，推动环境监测体系的数智化转型，助力环境管理从粗放型向精细化转变，实现高水平的生态环境保护。

综上所述，制定《环境空气挥发性有机物远程自带采样技术规范》意义重大而深远。它不仅填补了技术和标准的空白，提升了监测和执法的效率与能力，还对改善环境质量、维护公众健康、推动科技创新和环境法治建设具有积极作用。该标准的实施将为实现生态环境监测现代化、助力美丽中国建设做出重要贡献。

## 三、工作过程

2024年12月，收到《关于征集广东省环境科学学会2024年度第二批标准项目的通知》（粤环学〔2024〕21号），征集生态环境保护产品标准、生态环境保护技术标准、生态环境管理和服务标准、生态环境科普标准及环境健康相关标准。同期，标准牵头单位深圳市生态环境监测站组织开展环境空气挥发性有机物远程采样技术规范立项前期研究工作，

收集整理了有关环境空气挥发性有机物采样的相关技术规范、参考文献、以及国内外相关的环保法规和标准等资料。

2024年12月19日，编制完成《环境空气挥发性有机物远程采样技术规范》标准立项申报材料，并向广东省环境科学学会报送立项。

2025年3月14日，广东省环境科学学会在广州市组织召开《环境空气挥发性有机物远程采样技术规范》等3项团体标准立项论证会。专家组听取了标准起草单位的汇报，审阅了相关资料，经认真讨论，给出了同意立项的结论，同时提出修改意见和建议，主要有：①标准名称变更为《环境空气挥发性有机物远程自动采样技术规范》；②优化适用范围；③优化相关表述，并增加相关图件和附录文件。

2025年4月9日广东省环境科学学会印发了《关于《环境空气挥发性有机物远程自动采样技术规范》等3项团体标准项目立项的通知》（粤环学函〔2025〕11号），《环境空气挥发性有机物远程自动采样技术规范》正式立项。

2025年4-10月，编制单位组织对国内常见的6款远程自动采样装置进行了性能测试，同时召开多次讨论会，就技术要求、样品收取、质量保证和质量控制等关键问题进行咨询讨论，形成标准征求意见稿初稿和编制说明。

2025年11月4日，广东省环境科学学会在广州市组织召开《环境空气挥发性有机物远程自动采样技术规范》团体标准专家咨询会，专家组听取了标准起草单位的汇报，审阅了相关资料，经认真讨论，建议根据标准内容进一步修改标准名称，同时进一步优化标准结构及相关内容。

2025年11月，编制单位结合专家意见和《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）要求，修改完善形成《环境空气挥发性有机物自动罐采样技术规范》（征求意见稿）及编制说明。

## 四、国内外相关标准研究

### 1. 国外相关标准现状

国际上空气中挥发性有机物的仪器方法主要为气相色谱法和气相色谱-质谱法。采样方式主要为容器捕集法、固体吸附剂采样法2大类。从20世纪70~80年代开始，美国、欧洲、日本等国家相继开展了相应的工作，研究主要是围绕VOCs在大气化学过程中的作用、来源和对人体健康产生的影响等方面展开。随着研究的开展，研制开发了相应的测量分析方法和仪器，并随着研究的深入，监测技术也在不断地完善，更有一些时间分辨率高、灵敏度好的方法不断出现。大气VOCs的监测方法主要包括手工采样—实验室分析技术和在线自动监测技术，这些技术通常都包括采样、预浓缩、分离和检测几个过程。空气中VOCs的采样方式可分为直接采样、有动力采样和被动式采样。样品预处理方法有溶剂解吸法、固相微萃取法、低温预浓缩-热解吸法等。分析VOCs的方法有气相色谱法、高效液相色谱法、气相色谱-质谱法、傅利叶红外法以及最新发展的质子转移反应质谱法技术等。各种技术进行了固定监测点长期观测和大规模的野外观测实验，结果主要用于对大气中VOCs的来源、组成和在光化学反应中生成臭氧生产方面的分析研究。

20世纪80年代，美国EPA针对环境空气中挥发性有机物汇编了标准方法体系《环境空气中有毒有机物分析方法》（第二版，1999年），

针对环境空气中不同种类有毒有机物监测推荐的 17 个标准（TO-1~TO-17）方法体系中，与 VOCs 的采样和分析方法有关的有 10 个，这些方法针对环境空气中 VOCs 不同的目标化合物，采用了不同的样品采集方法（如吸附剂或采样罐）和样品分析技术（如 GC-MS，GC-FID，GC-ECD，HPLC 等方法），详见下表：

表 2 美国 VOCs 主要监测方法

方法类别	方法类别	方法类别
TO-1	Tenax 吸附剂 GC-MS 方法测定环境空气中的挥发性有机物	主要是沸点在 80℃-200℃ 的挥发性有机物，包括芳香烃、卤代烃、正庚烷、1-庚烯
TO-2	碳分子筛做吸附剂 GC-MS 方法测定环境空气中的挥发性有机物	主要针对碳分子数较少，挥发性强的有机污染物，如芳香烃和卤代烃
TO-3	低温预浓缩技术 GC-FID 和 GC-ECD 方法测定环境空气中的挥发性有机物	芳香烃和卤代烃
TO-5	HPLC 方法测定环境空气中的醛类和酮类化合物	羰基化合物
TO-11A	吸附采样管采样 HPLC 方法测定环境空气中的甲醛	甲醛及其他 14 种羰基化合物
TO-12	低温冷凝-直接火焰离子化检测（PDFID）方法测定环境空气中的非甲烷有机化合物（NMOC）	总非甲烷有机化合物（NMOC）
TO-14A	罐采样 GC 法测定环境空气中的挥发性有机物	主要针对常见非极性挥发性有机物（芳香烃和卤代烃），该方法前处理采用渗透膜除水，除水时会损失部分极性化合物，同时对罐的惰性处理要求不高。
TO-15A	罐采样 GC-MS 法测定环境空气中的挥发性有机物。2019 年重新修订发布的 TO-15A，是各国进行环境空气 VOCs 监测工作参考的标准方法之一	清洁空气法案中规定的 97 种有毒有害物质，包括烷烃、烯烃、芳香烃、卤代烃、含氧、含硫和含氮 VOC
TO-16	长光路开放式傅立叶变换红外光谱法监测大气气体	有毒有机物
TO-17	吸附采样管主动式采样热解吸 GC-MS 方法测定环境空气中的挥发性有机物	同 TO-15A

美国材料与测试协会 ASTM 方法 D5466 《空气中挥发性有机物的测定（罐采样方法）》于 2007 年进行了修订，适用范围是环境空气、室内

空气和工作场所。方法中明确可以使用电子驱动阀门和计时器自动启动和停止样品采集过程，但无具体规定。

国际标准化组织（ISO）也制定了适用于室内、环境和工作场所空气为空气中挥发性有机化合物（VOCs）的取样和分析的标准，包括，ISO 16000-6:2021、ISO 16017-1:2000 和 ISO 16017-2:2003 等。ISO 16000-6:2021 规定了一种测定室内空气和采样空气中挥发性有机化合物（VOCs）的方法，该方法使用吸附剂采样管，随后进行热解吸（TD）和气相色谱（GC）分析，使用毛细管柱和质谱检测器（MS），带有或不带有额外的火焰离子化检测器（FID）。ISO 16017-1:2000 规定了通过吸附管/热脱附/毛细管色谱对挥发性有机化合物进行采样和分析；ISO 16017-2:2003 适用于范围广泛的 VOCs 测定，包括碳氢化合物、卤代烃、酯、乙二醇醚、酮和醇。

## 2. 国内相关标准现状

我国现有的国家标准监测方法自 2010 年前后发生了较大变化。之前分析方法以吸附剂采样，溶剂洗脱、气相色谱分析为主，大都以单个组分或某一类如苯系物、卤代烃等为分析对象，且检出限较高。2010 年之后我国发布了多个环境空气中挥发性有机物的监测分析方法，包括《环境空气挥发性有机物的测定罐采样/气相色谱-质谱法》（HJ 759-2015）、《环境空气挥发性有机物的测定吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法》（HJ 644-2013）及《环境空气挥发性卤代烃的测定活性炭吸附-二硫化碳解吸/气相色谱法》（HJ 645-2013）等，还有《环境空气和废气气相和颗粒物中多环芳烃的测定气相色谱-质谱法》（HJ 646-2013）、《环境空气总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定直接进样-气相色谱法》（HJ 604-2017）

等测定苯系物、非甲烷总烃等的方法标准。多组分的挥发性有机物的分析方法仍然采用的是以吸附剂采样，溶剂洗脱或热解吸，仪器分析方法是除了气相色谱分析之外，增加了气相色谱质谱法。由于吸附材料的改进和仪器分析技术的改良，各种分析的检测限均有所改进和降低。环境空气半挥发性有机物采样技术导则（HJ 691-2014）则规定了环境空气中半挥发性有机物采样方法的制定和样品的采集。

为落实《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，2018年生态环境部印发《2018年重点地区环境空气挥发性有机物监测方案》的附件1“环境空气中挥发性有机物的测定GC-MS操作规范”。2019年印发《2019年地级及以上城市环境空气挥发性有机物监测方案》的附录B“环境空气臭氧前体有机物的测定罐采样/气相色谱-质谱法”，目标化合物主要为烷烃类和烯烃类的臭氧前体有机物。2020年颁布了《环境空气醛、酮类化合物的测定溶液吸收-高效液相色谱法》（HJ 1154—2020）规定了测定环境空气和无组织排放监控点空气中醛、酮类化合物的高效液相色谱法。该标准规定了测定环境空气中总烃、甲烷和非甲烷总烃的直接进样-气相色谱法。

2023年颁布《环境空气挥发性有机物的测定罐采样/气相色谱-质谱法》（HJ 759-2015）修订版本《环境空气65种挥发性有机物的测定罐采样/气相色谱-质谱法》（HJ 759-2023），规定了测定环境空气和无组织排放监控点空气中65种挥发性有机物的罐采样/气相色谱-质谱法。HJ 759-2023在最开始的征求意见稿阶段推进样品采集的自动化首次提出了自动采样器，但在HJ 759-2023最终印发时将其删除。

2024 年印发《2024 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）》，该标准规定了国家环境空气监测网基于低温吸附剂或超低温空管捕集-热脱附、常温吸附剂捕集-热脱附等富集方法与气相色谱-火焰离子检测器、气相色谱-质谱、气相色谱-火焰离子检测器/质谱等定性定量方法进行环境空气挥发性有机物（以下简称 VOCs）中的 57 种光化学前体物连续自动监测的运行质量控制。

2025 年生态环境部发布《环境空气 117 种挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱检测器联用法（征求意见稿）》和《环境空气 硫化氢等 10 种含硫化合物的测定 罐采样-预浓缩 气相色谱法（征求意见稿）》，再次在标准中提出自动采样设备，并明确自动采样器属于选配仪器，管路经惰性化处理，具流量控制功能，定时启动或结束采样等功能。同时在质量保证和质量控制章节对其清洁度检查和惰性检查提出了具体要求。

省市级相关文件较少，其中辽宁省于 2018 年颁布《环境空气挥发性有机物的测定被动采样/热脱附/气相色谱-质谱法》（DB 21/T3071-2018），规定了测定环境空气中挥发性有机物的被动采样/热脱附/气相色谱-质谱法，适用于环境空气中苯、甲苯、氯苯、乙苯等 14 种挥发性有机物的测定。山东省于 2021 年颁布《环境空气 57 种臭氧前体物的测定罐采样/气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱联用法（DB 37/T4434—2021）》该标准规定了测定环境空气中 57 种臭氧前体物的罐采样/气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱联用法。适用于环境空气中乙烷、乙烯等分子结构中仅含碳、氢原子的 C<sub>2</sub>~C<sub>12</sub> 等 57 种臭氧前体物的测定。深圳市于 2020 年颁布《恶臭气体自动采样技术规范》（DB 4403/T106-2020），规定了环

境空气以及各类污染源无组织排放的恶臭气体自动采样过程、技术要求、样品收取质量管理的相关要求，适用于环境空气以及各类污染源无组织排放的恶臭气体（氨、三甲氨、硫化氢、臭气浓度等）的自动采样。中国台湾于 1998 年开始实施 NIEAA715.13B 方法（空气中挥发性有机化合物检测方法-不锈钢采样筒/气相色谱-质谱法），其介于 TO-14 与 TO-15 方法之间，由于该方法对极性化合物的存在影响，检出限太高，后来主要参照 TO-15A，于 2022 年重新修订发布 NIEAA715.16B。方法中将 Nafion 渗透膜作为可选配件，提醒其对极性化合物的可能影响，目标化合物有 61 种，最小检出限在 0.09nmol/mol-0.31nmol/mol 之间。

### 3. 国外主要远程自动采样设备技术参数

环境空气 VOCs 远程自动采样器现状呈现出多样化和高性能化的发展趋势。目前市场上有多种采样器型号，这些采样器大多采用先进的采样技术和智能控制系统，如远程触发、自动检漏、恒流采样、数据记录和传输等功能，显著提高了采样效率和数据准确性。

#### 3.1 Nutech2701/优泰 S1000 远程采样系统

Nutech2701（进口）/优泰 S1000（国产）远程采样系统是专门用于单罐瞬时采样的系统，支持远程触发，远程操作，远程查看等操作



图 1 Nutech2701/优泰 S1000 远程采样系统

### 3.1.1 主要技术指标

操作方式：具备三端操作，远程触发（短信/网络）瞬时采样。

功能多样性：具备远程时长设定、剩余电量查询、定位信息查询、设备状态查询等功能。

触发方式：支持多种触发方式，包括短信、网络、外接检测器。

数据查询：支持过程和历史运行查询。

### 3.1.2 详细技术参数描述

#### （1）采样控制

采样方式：可远程触发或远程设置程序采样，用于环境空气和无组织排放监控点空气样品的采集；可远程查看/下载实时/历史数据。

功能特性：具有流量控制、流量校准、压力实时显示、流速实时显示、颗粒过滤、定时功能。

#### （2）操作控制

控制终端：支持设备端、PC端、手机或平板 APP 控制查看，可下载运行数据，QAQC 报告输出。

通讯方式：支持蓝牙（或 wifi）和 4G 网络（SIM 卡）通讯。

#### （3）其他功能

检漏功能：具有采样罐采样前自动检漏功能。

参数设置：可设置海拔、结束罐压等参数；具有流量校准，流量记录等功能。

定位功能：支持北斗/GPS 定位功能，记录采样位置信息。

安全管理：具有用户账号和权限管理功能。

流路处理：采样流路经过熔融硅惰性化处理，避免吸附。

续航能力：内置 10000mAh 电池，可实现长时间续航。

防护性能：具有防水，防尘功能，适合户外使用。

携带便利性：标配便携箱，携带方便。

触发信号：支持 PID 传感器或其它形式的有线信号（模拟量、开关量、RS232、RS485）触发采样。

压差要求：维持罐恒流量采样的最小压差不高于 1psi。



图 2 Nutech2701/优泰 S1000 现场安装图

### 3.2 Nutech2703/优泰 S1600 远程采样系统

Nutech2703（进口）/优泰 S1600（国产）远程采样系统是专门用于单罐 0.1h-168h 采样的系统，支持远程触发，远程操作，远程查看等操作。

#### 3.2.1 主要技术指标

采样模式：具备三端操作，远程触发（网络）采样。

采样时间：0.1-168 小时恒流采样，待机不小于 7 天。

数据记录：记录采样流量、压力，QAQC 报告。

功能多样性：具备远程时长设定、剩余电量查询、定位信息查询、设备状态查询等功能；集成流量控制调整、压力读取和泄漏检测等功能。

触发方式：支持多种触发方式，包括网络、外接检测器。

数据呈现：实时记录采样压力流量数据并曲线化直观呈现，支持过程和历史数据查询。



图 3 Nutech2703/优泰 S1600 远程采样系统



图 4 Nutech2703/优泰 S1600 现场安装图

### 3.2.2 详细技术参数描述

#### (1) 采样控制

采样方式：可远程触发或远程设置程序采样，用于环境空气和无组织排放监控点空气样品的采集；可远程查看/下载实时/历史数据。

功能特性：具有流量控制、流量校准、压力实时显示、流速实时显示、颗粒过滤、定时功能。

#### (2) 操作控制

控制终端：支持设备端、PC 端、手机或平板 APP 控制查看，可下载运行数据，QAQC 报告输出。

通讯方式：支持蓝牙（或 wifi）和 4G 网络（SIM 卡）通讯。

### (3) 其他功能

检漏功能：具有采样罐采样前自动检漏功能。

参数设置：可设置海拔、结束罐压等参数；具有流量校准，流量记录等功能。

定位功能：支持北斗/GPS 定位功能，记录采样位置信息。

安全管理：具有用户账号和权限管理功能。

流路处理：采样流路经过熔融硅惰性化处理，避免吸附。

续航能力：内置 10000mAh 电池，可选外接扩展电池/太阳能板延长续航，实现长时间续航。

防护性能：具有防水，防尘功能，适合户外使用。

携带便利性：标配便携箱，携带方便。

触发信号：支持 PID 传感器或其它形式的有线信号（模拟量、开关量、RS232、RS485）触发采样。

压差要求：维持罐恒流量采样的最小压差不高于 1psi。

### 3.3 优泰 S1602 远程采样系统

优泰 S1602 远程采样系统是专门用于单罐 0.1h-168h 采样的系统，支持远程触发，远程操作，远程查看,支持平行样采集等操作。



图 5 优泰 S1602 远程采样器

### 3.3.1 主要技术指标

具备采样模式：具备三端操作，远程触发双罐采样。

采样时间：0.1-168 小时恒流采样，待机不小于 7 天。

数据记录：记录采样流量、压力，QAQC 报告。

功能多样性：具备远程时长设定、剩余电量查询、定位信息查询、设备状态查询等功能；集成流量控制调整、压力读取和泄漏检测等功能。

触发方式：支持多种触发方式，包括网络、外接检测器。

数据呈现：实时记录采样压力流量数据并曲线化直观呈现，支持过程和历史数据查询。

平行样采集：支持平行样采集。

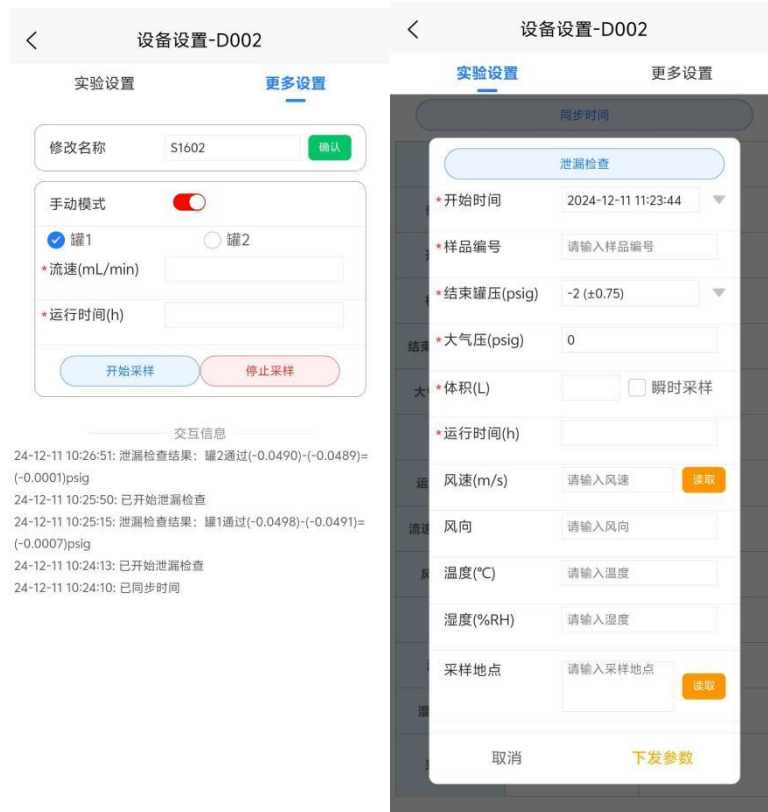


图 6 优泰 S1602 远程采样系统

### 3.3.2 详细技术参数描述

#### (1) 采样控制

**采样方式：**可远程触发或远程设置程序双罐采样，用于环境空气和无组织排放监控点空气样品的采集；可远程查看/下载实时/历史数据。

**罐型及功能：**支持两个 3L 采样罐恒流量采样，支持采集平行样。

**功能特性：**具有流量控制、流量校准、压力实时测定、流速实时显示、颗粒过滤、定时等功能。

#### (2) 操作控制

**控制终端：**支持设备端、PC 端、手机或平板 APP 控制查看，可下载运行数据，QAQC 报告输出。

**通讯方式：**支持蓝牙（或 wifi）和 4G（SIM 卡）通讯。

### (3) 其他功能

检漏功能：具有采样罐采样前自动检漏功能。

参数设置：可设置海拔、结束罐压等参数；具有流量校准，流量记录等功能。

定位功能：支持北斗/GPS 定位功能，记录采样位置信息。

安全管理：具有用户账号和权限管理功能。

流路处理：采样流路经过熔融硅惰性化处理，避免吸附。

续航能力：内置 14000mAh 电池，可实现长时间续航。

防护性能：具有防水，防尘功能，适合户外使用。

触发信号：支持 PID 传感器或其它形式的有线信号（模拟量、开关量、RS232、RS485）触发采样。

便携性：整机重量轻，可用于便携采样；标配固定辅件，可作为长期监测点使用。

供电方式：可使用市电供电，也可选配外接扩展电池/太阳能板延长续航。



图 7 优泰 S1602 现场安装图

### 3.4 博赛德 RS1200 远程采样系统

#### 3.4.1 组成部件

苏玛罐远程智能采样系统机柜由防风防雨金属机柜、太阳能光伏发电光伏板、核心控制器件箱、采样存储罐 4 个部分构成。

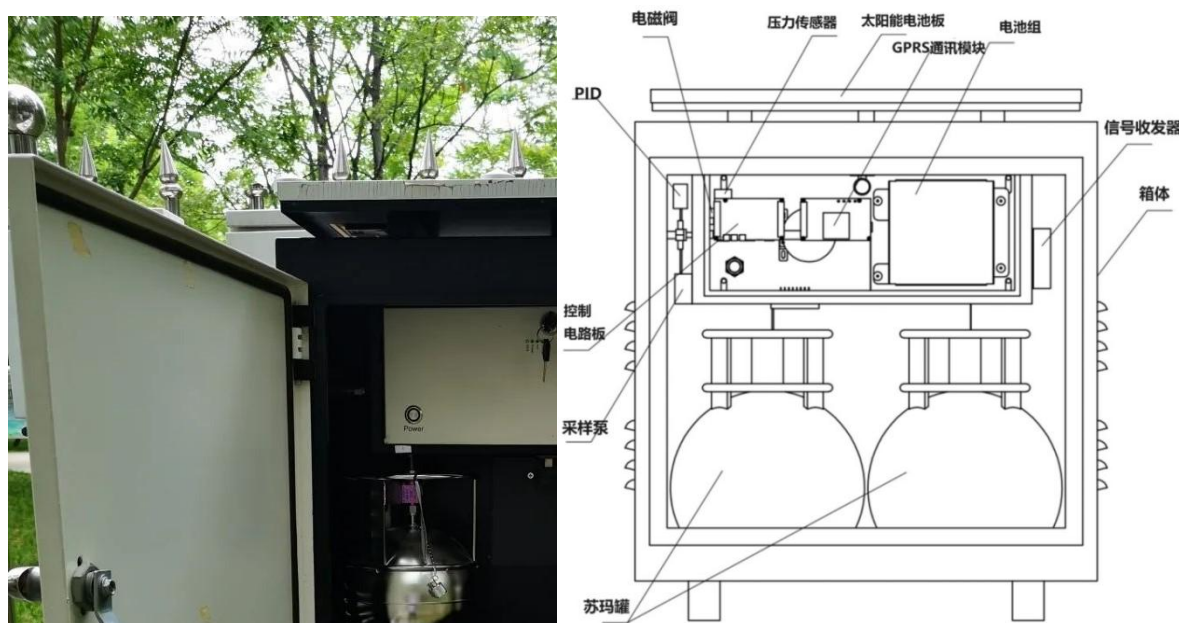


图 8 博赛德 RS1200 远程采样系统

#### 3.4.2 工作流程

PID 实时采集周围环境中 VOC 气体浓度，数据依次通过控制电路板、GPRS 通讯模块和信号收发器实时发给远程遥控终端，操作人员据此判断是否开启采样模式，也可预设时间或 VOC 浓度报警阈值来自动开启采样模式。

当需开启采样模式时，远程遥控终端依次通过信号收发器、GPRS 通讯模块和控制电路板控制电磁阀和采样泵开启，VOC 气体通过采样口、硅烷化管线进入。

### 3.4.3 采样模式

程序定时采样：通过选择不同限流器和采样罐，编程实现定时定点连续采样或不同时间段间歇采样。

触发启动采样：可与其他大气参数仪器关联，当关联参数超标时启动采样。

遥控启动采样：收到居民投诉或发生重大事故时，通过手机 APP 或软件开启采样。

### 3.4.4 气路连接方式

瞬时采样：将所需苏玛罐直接连接于“1/4”接头。

限流采样：将 1/4 直通管更换为 CS2000E 积分采样器或限流器，再连接罐子。

污染源采样：在进样口加装硅烷化烧结过滤器。

### 3.4.5 辅助功能

加热器：包裹在 PID 外部，通过温度补偿方式使水分子有效穿过探测器电极，降低水分对探测器信号的干扰，保证检测信号的稳定性和准确性。

压力传感器：实时监测苏玛罐内真空度，若有压力泄漏，远程遥控终端会采取措施，避免采样数据无效。

备份样品采集：设置备份选项，同时连接两个采样罐，软件实现同时采样，备份罐可做平行样分析或在主罐采样出现问题时作为备份。

GPS 实时定位：配备 GPS 定位功能，采样时自动记录采样时间、采样点位置信息到采样日志中，用户可通过软件定位查看。

大气参数采集：将采样时的气候条件（温度、风向、风力、气压等）记录到采样报告中。

集成采样柜：采用专业设计的野外采样柜，防风防雨防盗，一体化集成设计使采样罐连接更方便。

多重供电系统：配置太阳能电池板、锂电池及电源管理模块，实现交流电、太阳能以及电池供电无缝切换，保证装置在各种环境下长期使用。

### 3.4.6 移动端操作

利用手机或平板安装 APP 软件，输入用户名和密码登录，可查看采样点信息并进行监控。点击“开始采样”按键经二次确认后可按预定采样时间实时启动采样，也可进入监控界面执行远程启动采样操作，成功后电磁阀灯会变绿，采样时间自动计数，设定时间到后自动关闭电磁阀。



图 9 博赛德 RS1200 远程采样系统软件界面

### 3.5 博赛德 RS1400 远程采样系统

#### 3.5.1 组成结构

VOC 污染源远程采样系统包括远程控制中心、输气管和控制箱。输气管一端连接 VOC 污染源，另一端连至控制箱，在控制箱内公共连接点分出三条支路，第一条支路经采样单向阀通向采样泵，第二条支路经反吹单向阀通向反吹泵，第三条支路又分出多条支路，每条支路通过开关阀通向一个采样瓶。

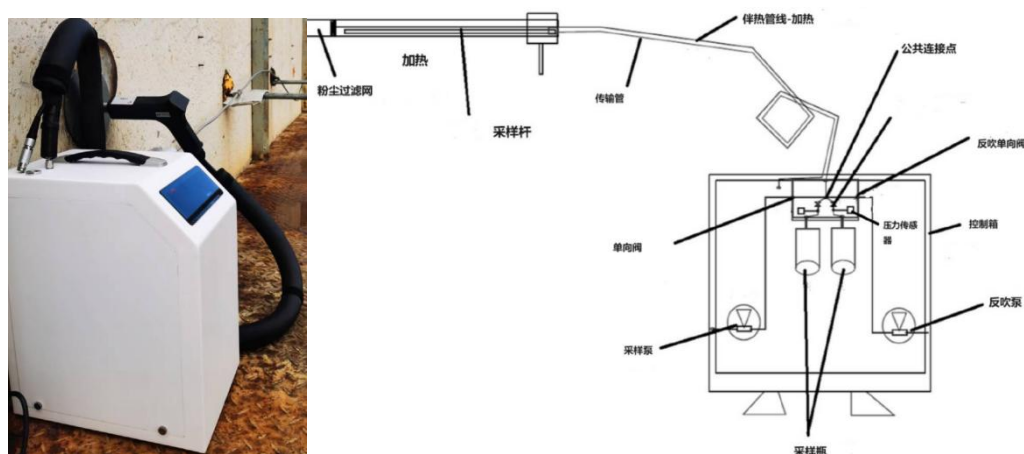


图 10 博赛德 RS1400 远程采样系统

#### 3.5.2 工作流程

采样泵关停时采样单向阀处于常闭状态，反吹泵关停时反吹单向阀也处于常闭状态。

远程控制中心发送指令启动采样泵，采样单向阀打开，采样气体沿输气管流向第一条支路，将管中原有的环境气体赶出。

关停采样泵，采样单向阀恢复常闭状态，第一支路断开。

打开开关阀，第三支路与输气管连通，采样气体经第三支路输送至采样瓶，瓶充满后关闭开关阀，第三支路关断（输气管仍留采样气体）。

启动反吹泵，反吹单向阀打开，将滞留采样气体吹离输气管（此时管中充满环境气体）。

关停反吹泵，反吹单向阀恢复常闭状态，第二支路关断。

### 3.5.3 辅助功能

粉尘过滤网：过滤采样气体中的粉尘，避免其进入控制箱。

伴热管线：与输气管相伴延伸，为管中气体加热，防止水汽凝结。

压力传感器：采样瓶接口端加装压力传感器，与控制机箱、远程控制中心实时通讯，若采样前发现采样瓶气体泄漏，发送报警信号，远程控制中心自动选择其他通道采样并通知运维人员维护；若输送采样气体过程中达到目标压力，向控制中心发送采样充满信号，关闭开关阀并自动记录采样日志。

大气参数采集：将采样时气候条件（温度、风向、风力、气压等）记录到采样报告中。

多重供电：配置太阳能电池板、锂电池及电源管理模块，实现市电、太阳能及电池供电无缝切换。

### 3.5.4 软件界面

通过软件界面可查看设备名称、天气、温度、湿度、风速、GPS 信息、通道状态等参数，并进行相关操作。



图 11 博赛德 RS1400 远程采样系统软件界面

### 3.6 Entech1900 远程采样器

#### 3.6.1 组成结构

Entech1900（进口）是一款双通道罐式采样器。两个采样通道可通过几种不同方式进行配置，提高系统灵活性。单罐可连接到通道 1 或通道 2，用于触发采样或远程采样。通道 1 还具有一个可选的 8 位扩展器可（8 位扩展器不适用于通道 2）1 台 1900 可以同时连接 2 个 1916 采样装置，最多实现 32 位采样，同时连接 32 个苏玛罐，增加了采样的多样性和灵活性。

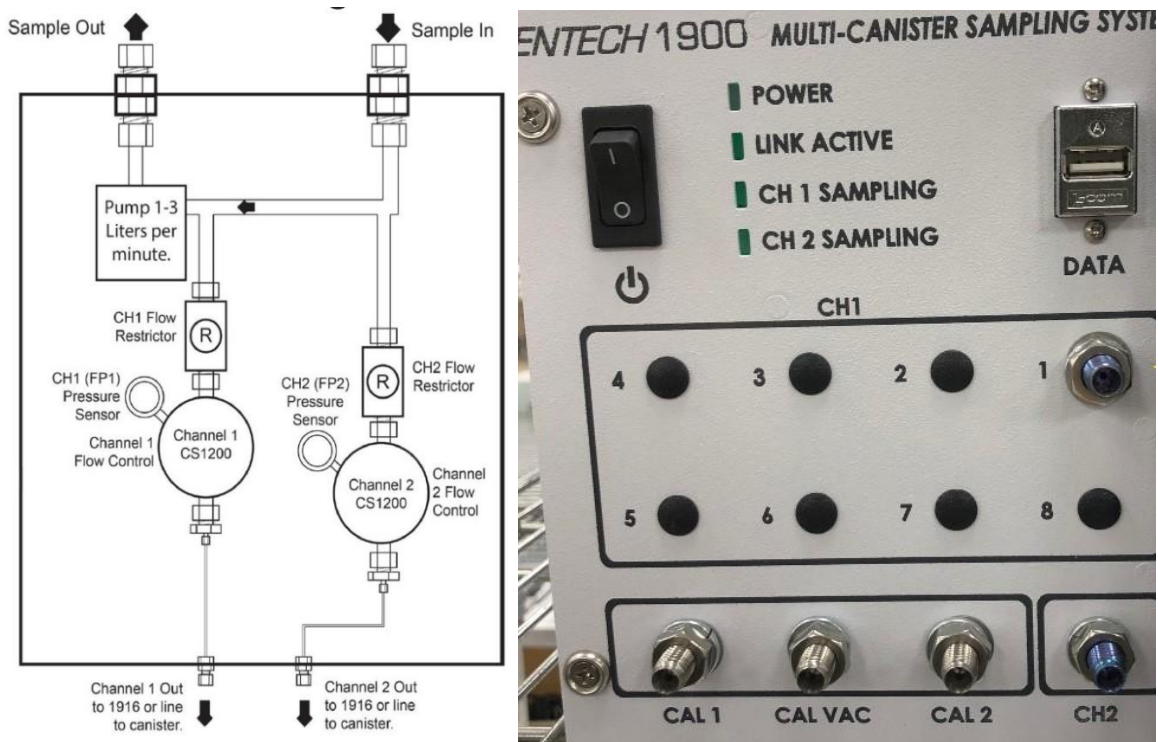
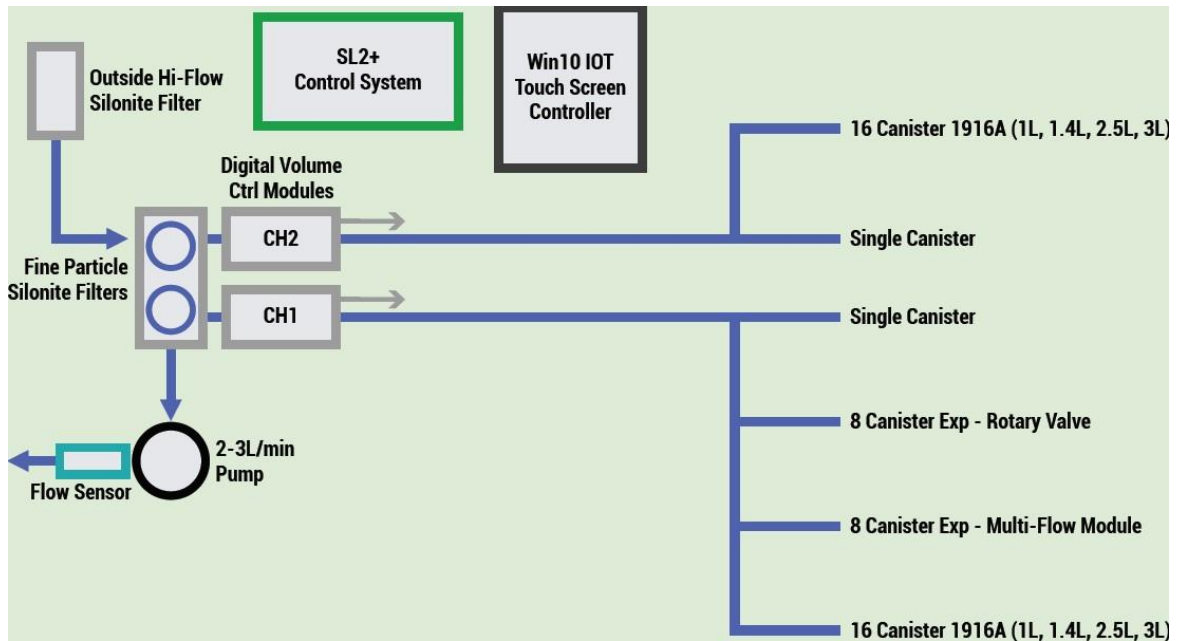


图 12 Entech 1900 远程采样器组成

### 3.6.2 主要特点

流量调节：内置 CS1200E 时间积分采样器，更换限流器即可调节采样流量范围，可实现 0.2-5cc/min 的 24 小时采样或 10-400cc/min 的快速、

短期采样，最长可进行 6 周采样，采样设置灵活，包括序列编程采样、事件触发采样、远程启动采样。

系统校正：每个罐子入口配有压力传感器用于压力测量及自动检漏，通过罐子压力变化速率测定采样流速，输入已知校正体积填充所需时间即可自动完成流速校正，校正简单且长期稳定可靠，可减少系统维护时间和费用。

灵活的扩展能力：配合 8 路扩展模块、16 路采样装置 1916，可从标配的 2 路采样轻松扩展到 9 路、17 路、24 路、32 路采样，增加了采样的灵活性和多样性。

### 3.6.3 平均样气体流速控制

实际操作中，平均样气体流速控制有两种方法：利用质量流量控制器主动控制流入采样罐的气体流速，需专门设备且整个采样过程需插座电源支持，适合固定监测站气样采集。利用罐本身真空和周边空气压差作为气体流动驱动力，通过管路中限流孔泄漏采样，即被动真空采样法，无需电源支持，适合野外采样，但存在罐内气体压力逐渐升高、压差逐渐减少导致气样流速逐渐降低的问题，不能满足平均样恒流采样要求。为解决此问题设计了采样限流阀，保证罐内压力上升过程中气体流速维持恒定，满足平均样流量恒定要求。

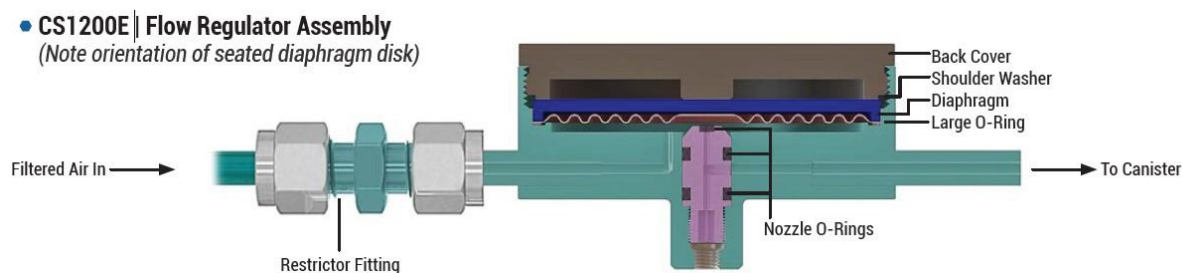





图 13 Entech 1900 远程采样器限流阀

### 3.7 其他远程采样技术介绍

厂家	型号	主要特点	采样设备
优泰	S1600P 远程采样系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.可远程触发或远程设置程序采样，用于固定污染源废气的采集；可远程查看/下载实时/历史数据。</li> <li>2.支持单个 3L 采样罐瞬时污染源采样。</li> <li>3.采样流路经过熔融硅惰性化处理，避免吸附。</li> <li>4. 具有定时功能，设定时间、自动启停；支持设备端(数字物理功能按键和墨水显示屏)、PC 端(支持 Windows 系统)、手机或平板 APP(支持 Android/IOS/Harmony OS 系统)控制查看,可下载运行数据,QAQC 报告输出；支持蓝牙和 4G 网络（SIM 卡）通讯。</li> <li>5.支持北斗/GPS 定位功能，记录采样位置信息。</li> <li>6.具有用户账号和权限管理功能，保证采样和数据安全。</li> <li>7.具有采样系统自动检漏功能，减少了手工检漏读秒的麻烦和误判的问题。</li> <li>8.支持 PID 传感器或其它形式的有线信号（模拟量、开关量、RS232、RS485）触发采样。</li> </ol>	
谱育	EXPEC 274 单罐采样器	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.选配 4G 控制器</li> <li>2.可接市电，也可选配外置电池</li> <li>3.远程手机 APP 控制</li> <li>4.数据生成记录，可溯源查询</li> <li>5.选配单量程或双量程控制器，流量控制范围 0.5ml/min~200ml/min</li> <li>6.集成流量控制、校准、定时、压力读取、检漏功能</li> <li>7.低功耗设计，续航运行 48 小时（内置电池）</li> </ol>	

厂家	型号	主要特点	采样设备
昂赛克	Ontech825 自动采样器	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.流路处理：采样器流路经过硅烷化惰性处理。</li> <li>2.集成设计：集多种部件于一身，软件控制流速等功能，大范围内流量调整可恒流采样。</li> <li>3.智能化设计：智能 APP 管控，具备多种功能，可远程查看、控制采样。</li> <li>4.质控功能：具有采样罐采样前自动检漏等功能。</li> <li>5.适应性：锂电池供电，防水防尘，配备便携箱。</li> </ol>	
中仪宇盛	SMCS-1 自动采样器	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.结构设计：一体化结构，管路及接头惰性化处理。</li> <li>2.流量控制：采用 MFC 控制流量。</li> <li>3.集成模块：集多种部件于一身，软件控制流速等。</li> <li>4.其他功能：有 GPS 定位、苏玛罐压力检测等功能，可电脑导出采样记录，具有自动检漏功能，配备便携箱，可选配相关部件。</li> </ol>	
朋环测控	ACS6000 超标留样系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.系统特点：支持与数据平台联动触发，全管道惰性处理，支持 4 通道 3L 或 6L 苏玛罐，有留样结果指示灯和打印功能。</li> <li>2.系统参数：通道数 4，苏玛罐尺寸 3L 或 6L，阀体、管路材料全惰性，自动打印标签，网络通讯。</li> <li>3.仪器规格：尺寸、重量、运行环境、电源要求明确。</li> </ol>	

厂家	型号	主要特点	采样设备
Xonteck	906VOC 采样仪（自动）	<p>1.仪器特点：可连接四路采样罐和两路吸附管，集多种部件于一体，可编程采样前吹扫，可远程控制和外部信号触发，采样罐数量可扩展，可选配标签打印机。</p> <p>2.技术参数：采样流量由质量流量控制器控制，有触摸屏显示，内置采样泵、压力传感器，有温度控制和显示功能。</p>	
青岛容广	RGK-4 远程控制 VOCs 采样系统	<p>1.采样器：可选苏玛罐或真空箱气袋方式，可放置 2 个 3L 容器，数量可增加。</p> <p>2.通讯方式：SIM 卡通讯，可手机或电脑远程控制。</p> <p>3.控制方式：无线远程控制，有手动和自动控制，自动控制由 CEMS 系统触发</p>	
绿环新能	LHXN-5B 污染源 VOCs 远程采样系统	<p>1.控制方式：无线远程控制，有手动采样和定时采样。</p> <p>2.无线终端：通过 SIM 卡流量功能接收或发送指令。</p> <p>3.电磁阀：密封性好等特点。</p> <p>4.可选配：气象参数、视频、噪声等传感器。</p>	

厂家	型号	主要特点	采样设备
聚合信环保科技	JHX-1300 多通道苏玛罐智能采样仪	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.操作界面：彩色触摸屏操作，人机交互界面友好。</li> <li>2.控制功能：具有无线控制、实时参数反馈功能。</li> <li>3.采样设定：采样流量、时间自由设定。</li> <li>4.流路设计：惰性化不锈钢管路和阀门。</li> <li>5.模块化：可自由搭配采样罐数量。</li> <li>6.应用标准：符合 HJ759-2023，技术参数明确。</li> </ol>	
磐合科仪	Superlab2020 苏玛罐自动恒流采样系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.采样原理：负压采样技术，管道惰性材料。</li> <li>2.系统优势：多罐位，恒流采样准确，有测漏报警。</li> <li>3.系统特点：满足相关监测方案，多种采样模式，无残留流路设计，双通道交替工作，免工具拆装，可远程监控、打印，可选配户外机型。</li> </ol>	

#### 4.小结

综上所述，当前国内外在环境空气 VOCs 的监测技术上已形成了以罐采样/热脱附结合气相色谱-质谱联用的主流分析方法体系，并持续向多组分（如国内 117 种目标物）、低检出限及自动化分析方向发展。

在采样设备方面，市场已涌现出 Nutech、优泰、博赛德、Entech 等国内外厂商的多种高性能远程采样系统，这些设备普遍具备远程触发（短信/网络/PID 信号）、恒流采样、自动检漏、GPS 定位、数据记录及多重供电等先进功能，显著提升了采样效率和数据准确性，并实现了瞬时采样、长时间平均样采集甚至平行样采集等多种模式。

然而，尽管先进的分析方法标准（如 ASTM D5466 和国内 117 种 VOCs、10 种含硫化合物测定方法征求意见稿）已将自动采样设备列为可选或推荐配置，且市场已有成熟的远程自动采样设备，并对仪器清洁度和惰性化提出了要求，但这仍属于分析方法标准对前端设备的简单提及。我国在针对环境空气 VOCs 远程、非现场、快速响应的自动化采样过程管理方面，尚缺乏一部全面、系统的技术规范文件。现有的国家级标准主要聚焦于实验室分析方法，其采样方式仍以手工操作为主。尽管深圳市已颁布《恶臭气体自动采样技术规范》，但其适用范围和目标物主要侧重于氨、硫化氢等无机恶臭物质和臭气浓度，并非针对 VOCs 这一复杂有机污染物群体的远程自动捕集。

因此，制定《环境空气挥发性有机物远程自动采样技术规范》具有高度的必要性和紧迫性。它将填补环境监测全链条中“自动化采样过程”的关键规范空白，指导远程自动采样器与苏玛罐等容器的规范操作、质量控制及数据对接，成为衔接先进多组分分析技术与非现场精准执法需求的核心技术支撑。

## 五、文件内容结构

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 技术要求
- 5 样品采集
- 6 样品收取
- 7 运行维护

## 8 质量保证和质量控制

附录 A（资料性）环境空气挥发性有机物自动采样记录

附录 B（资料性）远程自动采样的流程示意图

参考文献

## 六、主要条文说明

### 1.范围

本文件规定了使用自动采样装置采集环境空气中挥发性有机物的设备技术要求、样品采集、样品收取、运行维护以及质量保证和质量控制的相关要求。

本文件适用于环境空气中的挥发性有机物自动罐采样。

自 2018 年以来，生态环境部组织重点地区、地级以上城市等开展环境空气 VOCs 监测，目标化合物包括 57 种臭氧前体物、47 种 EPA TO-15 中部分对人体健康有危害的挥发性有机物、以及 13 种醛酮类化合物，共计 117 种。

本标准旨在响应生态环境部对各地开展环境空气中 117 种挥发性有机物的管理需求，由于目前针对无组织排放监控点空气中 117 种挥发性有机物的需求主要还停留在科研阶段，且无组织排放监控点空气基质相对环境空气更复杂，因此，本标准适用范围主要针对环境空气开展。

### 2.规范性引用文件

本部分为在开展环境空气中的挥发性有机物自动罐采样过程时所需要遵循的相关环境保护标准和文件。这些标准和文件的有关条文将成为本标准的组成部分。

### 3.术语和定义

本标准规定了文本中主要涉及到的挥发性有机物、采样罐、自动采样装置、远程控制自动采样、定时自动采样及阈值触发自动采样共 6 条术语和定义。

#### 3.1 挥发性有机物 volatile organic compounds (VOCs)

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据有关规定确定的有机化合物。

[来源：GB 37822—2019，3.1]

#### 3.2 采样罐 sampling canisters

不锈钢罐，内壁、阀体及管路均经惰性化处理，不得与目标化合物发生反应、吸附目标化合物或析出干扰物质，容积 $\geq 3\text{L}$ ，耐压值 $> 241\text{kPa}$ 。

[来源：HJ 759-2023，5.1，有修改]

#### 3.3 自动采样装置 automatic sampling device

管路和关键部件经惰性化处理，与采样罐连接使用。具有流量控制和数据记录功能，可按远程控制指令或预设程序（如定时、阈值触发），在现场以无人值守方式自动、定量采集 VOCs 样品，并记录采样时间、流量、温湿度等相关参数。

注：自动采样装置按其可连接采样罐的数量，可分为单罐和多罐自动采样装置。

#### 3.4 远程控制自动采样 remotely controlled automatic sampling

自动采样装置接收并执行来自远程终端（如电脑、手机等）通过通信网络发送的控制指令，所进行的采样。

### 3.5 定时自动采样 time automatic sampling

自动采样装置按照预先设定的时间程序（如开始时间、采样时长或结束时间），自动执行的采样。

### 3.6 阈值触发自动采样 automatic sampling over set value

自动采样装置根据实时监测数据自动触发执行的采样，当该数据达到或超过预设阈值时即启动采样。

注：该监测数据可来自自动采样装置内置的传感器（如 PID、FID 等），也可来自外部的监测仪器（如 VOCs 在线分析仪）所提供的触发信号（如开关量、模拟量或数字信号）。

## 4.技术要求

本部分主要从基本要求、构成与部件、性能和外观等 4 个方面对自动采样装置提出要求。

### 4.1 基本要求

#### 4.1.1 惰性化要求

自动采样装置中所有与样品气体接触的部件（包括采样头、过滤器、管路、阀门、流量控制器、压力传感器、接头等）均应采用惰性材料制造或进行惰性化处理。

#### 4.1.2 气密性要求

自动采样装置的采样流路（从采样头到采样罐接口）应具有良好的气密性。

#### 4.1.3 材料要求

装置的外壳、内部结构件等非流路部件应采用无 VOCs 释放或低 VOCs 释放的材料（如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）、碳钢喷塑、不锈钢等）。

## 4.2 构成与部件要求

### 4.2.1 基本构成

自动采样装置一般由控制单元、采集单元、采样罐和其他辅助单元组成。

### 4.2.2 采集单元

将空气中的 VOCs 采集到采样罐的单元，一般由采样头、防雨防尘罩和管路组成，可根据特定监测需求增设其他功能性单元，所增设的单元不应目标化合物的测定结果产生显著影响。采样头应配备经惰性化处理的不锈钢或聚四氟乙烯等材质的过滤头（孔径 $\leq 10\mu\text{m}$ ），具备防止雨水、灰尘等杂质进入采样系统的功能。

### 4.2.3 控制单元

控制完成采样的单元，一般由流量控制单元、压力传感器、程序模块、远程通讯模块（如 4G/5G/Wi-Fi）和管路组成，宜包括用于现场调试和维护的近场通讯模块（如蓝牙）。实现对样品采集的稳定控制、数据记录和传输等功能。流量控制单元通常分为可调节式（如电子流量控制器）和固定式（如机械式限流阀）两种类型，应确保采样的准确性和稳定性。

### 4.2.4 采样罐

详见 3.2。

### 4.2.5 其他辅助单元

其他辅助单元应包括防雨单元、定位单元、电源供应系统、温度传感器和湿度传感器，能实时监测并记录周围的环境温度和湿度。应预留PID、FID、风向风速仪等设备接口，并具备上述设备数据采集和储存单元。

### 4.3 性能要求

#### 4.3.1 技术参数要求

4.3.1.1 流量控制单元应能提供稳定的、可复现的采样流量，以满足5.5.2节中不同时间的采样需求，且其性能应确保整个系统满足8.2.2节的校准要求。

4.3.1.2 压力传感器精确度等级应不低于2.5级，量程范围应满足-101.35kPa~0kPa。

4.3.1.3 温度测量范围宜为-40℃~60℃，准确度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ 。

4.3.1.4 湿度测量范围应为0%~100%RH，准确度 $\leq \pm 5\%RH$ 。

#### 4.3.2 采样控制功能

自动采样装置具备远程控制功能，可通过无线网络接收控制指令，实现远程遥控自动采样、定时自动采样以及阈值触发自动采样等多种采样模式。远程控制指令的响应时间不超过5秒。

#### 4.3.3 压力控制与显示

自动采样装置具备采样罐内压力控制和显示功能，可实时显示和记录采样过程的时间、采样罐内压力、采样体积等采样流程信息。在采样前，采样罐内气压与环境空气差压应小于等于-98kPa（部分海拔较高、气压较低的特殊情况除外）。

#### 4.3.4 供电和数据传输

4.3.4.1 自动采样装置应内置电源，可连续工作 24 小时以上。预留外置接口，可连接移动电源或经适配器直连市电，满足长时间样品采集工作要求。

4.3.4.2 自动采样装置设备的网络和数据传输必须符合 HJ/T 212 和 HJ 477 的相关要求，能自动记录并存储采样过程中的关键信息，包括采样时间、流量、压力、环境温度、环境湿度等。系统时钟计时误差 $\pm 0.5\%$ 。数据存储容量满足长时间连续监测的需求，数据传输率大于或等于 90%，报文传输稳定性大于 99%。

#### 4.4 外观要求

4.4.1 自动采样装置表面不应有明显锉痕、划伤、裂缝、变形和污染，仪器表面涂镀层应均匀，不应起泡、龟裂、脱落和磨损，显示屏无破损及裂痕。产品组装坚固、零部件紧固无松动，按键、开关门锁等配合适度，控制灵活可靠。

4.4.2 自动采样装置外壳应耐腐蚀，防尘防潮，密封性好。

自动采样装置应在明显位置标示仪器的名称、型号、制造厂名、厂址、出厂编号、出厂日期。

### 5. 样品采集

本部分主要对样品采集的全过程进行了规定，主要包括采样前的准备、采样点位的布设、设备安装的注意事项、安装后的检查事项以及启动采样的模式和参数下发等内容。

#### 5.1 采样前准备

##### 5.1.1 采样罐和自动采样装置清洗

采样前应对采样罐和自动采样装置进行清洗。采样罐清洗过程按罐清洗装置操作说明书进行。自动采样装置清洗过程按自动采样装置操作说明书进行。

### 5.1.2 过滤器和流量控制单元检查

自动采样装置应在现场安装前按 8.2.2 的要求对流量控制单元进行校准，检查采样流量是否可以达到预设值，确保过滤器和管路未堵塞、流量控制单元流量正常后方可使用。采样流量计算公式如下：

$$q_v = \frac{P_s \times V_0 \times 1000}{P_0 \times t \times 60}$$

式中： $q_v$ ——采样流量，mL/min；

$P_s$ ——采样后环境温度下采样罐内绝对压力，一般为采样时环境大气压的87%~95%，kPa；

$V_0$ ——采样罐容积，L；

1000——L换算为mL的单位换算系数；

$P_0$ ——采样时环境大气压，kPa；

$t$ ——采样时间，h；

60——h换算为min的单位换算系数。

注：样品采集结束后，应确认阀门完全关闭，用密封帽密封采样罐采样口，隔绝外界气体。

## 5.2 采样点位

### 5.2.1 布设原则

按照 HJ 194 和 HJ 664 中相关规定执行。应着重考虑自动采样设备的安全、供电、通讯等运行条件。

### 5.2.2 布设环境

采样点位应在通风良好、无明显干扰源的位置，避免阳光直射、强电磁场干扰以及靠近发热源或振动源。同时考虑自动采样装置与周边设备、建筑物的安全距离。自动采样装置现场安装其他要求应符合 HJ 193 标准的相关规定。

### 5.3 设备安装

采样点位确定后，应进行设备现场安装。安装时应确保：

a) 设备稳固：设备应安装在平稳的基础上，并牢固固定，能抵御强风（如台风）、振动等不利条件。

b) 供电与通讯：按要求连接电源和通讯线路，并做好防水和安全防护。

c) 防护措施：应确保设备安装位置不易积水，防止设备被淹没。若安装在室外，应确保设备本身的防潮防尘功能（见 4.4.2）安装到位（如密封压紧、接口密封等），或根据需要加装额外的防护设施。

### 5.4 安装检查

当自动采样装置现场固定完毕后，应对安装情况进行全面检查。检查内容包括设备的安装位置是否符合要求、连接管路是否牢固且气密性良好（通过检漏测试）、电气连接是否正确可靠、各部件是否安装到位且无损坏、时间是否同步等等。同时，检查自动采样装置的外观是否完好，标识是否清晰完整。

### 5.5 启动采样

#### 5.5.1 采样模式设置

根据监测需求，选择远程控制自动采样（3.4）、定时自动采样（3.5）或阈值触发自动采样（3.6）模式。

### 5.5.2 采样参数与方式

根据采样模式，设定采样参数，可选择瞬时采样或恒定流量采样。

a) 瞬时采样：适用于应急监测或快速获取特定时间点样品。设备收到指令后，自动打开相关气路阀门。待采样罐内的压力接近或达到外界大气压后，自动关闭相关气路阀门。采样时间通常为 30s~60s。

b) 恒定流量采样：适用于获取某一时段内的平均浓度样品。设备收到指令后，自动打开相关气路阀门，在恒定流量下进行采样。达到设定的采样时间或采样压力后，自动关闭阀门。采样时间可根据需要设置 1h~168h 不等。不同容积的采样罐在不同采样时长下的恒定流量设置可参照 HJ 759 附录 D 的要求执行。

### 5.5.3 采样过程监控

采样过程中，操作人员应能通过远程平台实时监控设备状态，包括通讯是否在线、采样是否按预设程序执行、实时采样流量、罐内压力、环境温湿度等参数。

## 6. 样品收取

### 6.1 收取流程

自动采样装置完成自动采样后，采样人员应及时收取样品。收取时，检查自动采样装置（如电源、封条、采样罐内压力等）是否正常，采样罐外观是否完好、连接件有无脱落等，查询自动采样装置记录的相关信息（采样起止时间、采样时长、采样后罐内压力、流量、温湿度等），确认样品采样过程正常后，关闭采样罐阀门，用密封帽密封，取下采样罐。

### 6.2 记录要求

采样人员填写现场采样记录表，内容包括采样点位（含示意图）、采样时间、收取时间、收取人员、样品采集量、采样后采样罐内压力、样品编号、收取时天气情况、环境温度、环境湿度等相关信息，自动采样装置自动记录的信息在现场打印或在后台计算机终端打印。采样记录表参见附录 A。

### 6.3 样品标识与保存

在样品容器上贴上清晰的标签，注明样品编号、采样点位、采样时间、监测项目等关键信息。样品保存时间根据监测项目按相应的分析标准要求执行。

## 7.运行维护

该部分主要对设备的日常巡检、定期维护和故障维修进行了规定。

### 7.1 日常巡检

运维人员应每日（或根据实际情况调整频次）通过远程平台或到现场对自动采样装置进行巡检，确保其正常运行。检查内容至少包括：

- a) 设备供电及通讯状态；
- b) 设备运行状态指示是否正常；
- c) 采样管路是否完好，有无明显积水、破损或堵塞；
- d) 采样罐状态（如多罐自动采样装置中的待采罐和已采罐信息）；
- e) 实时环境温湿度等辅助参数是否正常。

### 7.2 定期维护

7.2.1 根据采样点颗粒物污染水平和采样频次，定期（如每月或每季度）检查和清洗/更换采样头过滤器。清洗方式：在水中超声 15min 后，用实验用水冲洗，再在约 50℃ 的烘箱中干燥至少 12h。

7.2.2 定期（如每季度）对自动采样装置的采样流路（从采样头到采样罐接口）进行气密性检查。

7.2.3 定期备份设备存储的采样记录和环境参数数据。

7.2.4 定期检查管路、阀门、接头等部件有无老化、松动，检查设备外壳密封性。

### 7.3 故障处理

7.3.1 自动采样装置发生故障（如通讯中断、流量异常、压力传感器故障等）时，运维人员应及时响应，参照设备操作手册进行故障排查和维修。在远程通讯中断时，宜通过近场通讯（如蓝牙）连接设备进行现场诊断。

7.3.2 故障期间采集的样品视为无效。

7.3.3 故障排除后，应对设备进行检查和测试，确认恢复正常后方可重新投入使用。

7.3.4 凡涉及更换与样品接触的核心部件（如管路、阀门、流量控制器）后，应按 8.3 的要求对设备进行清洁度和惰性检查。

7.3.5 详细记录故障现象、发生时间、维修内容和恢复时间。

## 8.质量保证和质量控制

由于罐采样的手工方法已对采样罐、平行样、空白样等方面的质量控制措施进行了规定，本章内容主要对自动采样装置的质量控制措施进行了规定，包括基本原则、自动采样装置的校准、自动采样装置的检查、数据审核及其他相关措施。

### 8.1 基本原则

环境空气 VOCs 远程自动采样的质量保证和质量控制，可参照 HJ 630 的相关规定执行，应覆盖样品采集的全过程（远程自动采样的流程示意图参见附录 B），重点关注自动采样设备本身的质量控制、采样过程参数记录以及数据审核。

## 8.2 自动采样装置校准

### 8.2.1 压力传感器校准

每半年或在更换、维修后，应对压力传感器进行校准，误差范围应满足 $\pm 5\%$ 。对于校准不合格的仪器，及时进行维修或更换，并重新校准。

### 8.2.2 流量控制单元校准

每半年或在更换、维修后，应对流量控制单元进行校准。应使用准确度等级为 0.5 级、并覆盖常用流量范围（如  $0.5\text{ml}/\text{min}\sim 10.0\text{ml}/\text{min}$  或  $10\text{ml}/\text{min}\sim 200\text{ml}/\text{min}$ ）的标准流量计。

a) 对于可调节式流量控制单元：应至少校准 3 个流量点（接近常用流量范围的低、中、高点）。

b) 对于固定流量式流量控制单元：应至少校准其标称的流量点。

c) 测定值与设定值（或标称值）的误差应满足以下要求：相对误差应在 $\pm 5\%$ 以内，或绝对误差在 $\pm 0.5\text{ml}/\text{min}$ 以内，两者取其宽。

## 8.3 自动采样装置检查

自动采样装置初始使用前、维护（如部件更换）后、采集潜在污染样品后、以及定期（如每年）应进行清洁度和惰性检查。

### 8.3.1 清洁度检查

通过自动采样装置采集加湿的氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ），按照与样品相同的分析步骤进行测试，每个目标化合物检出浓度应小于实验室的方法检出限，否则应查找原因并采取措施至合格为止。

### 8.3.2 惰性检查

采样罐（3.2）内加湿 40%~50%后，在采样罐（3.2）内配制摩尔分数为 0.5nmol/mol 的标准气体样品（其中甲醛摩尔分数为 2.5nmol/mol），通过自动采样装置采集后，按照与样品相同的分析步骤测试，测定结果的相对误差应在 $\pm 30\%$ 以内，否则应查找原因并采取措施至合格为止。

## 8.4 数据审核

8.4.1 采样操作过程是否规范、完整，对采样过程各参数（包括采样起止时间、持续时间、采样流量、采样罐采样前后压力、环境温度、环境湿度等）是否在允许范围进行检查；

8.4.2 质控指标复核，确保本标准中 8.2 至 8.3 节的各项质控指标合格。

8.4.3 对审核判定为无效的数据（即采样过程或质控指标不合格），应在提交记录时加以说明。

## 8.5 其他

8.5.1 采样及运维人员必须经过专门培训，并持证上岗，熟悉所用型号的自动采样装置的功能、操作及相关技术指标等。

8.5.2 采样人员应定期检查自动采样装置各部件功能是否正常，有无管路漏气、有无部件脱落等，同时做好记录，采样后如发现存在故障，则自动采集的样品作废。

8.5.3 自动采样装置外围建议安装视频监控，采取适当措施确保采样过程不受到人为干扰，且工作状态正常，否则采集的样品无效。

8.5.4 采样及运维人员应保证自动采样装置易损、易坏、易堵、易老化部件（滤网、管路、采样罐等）在使用期间处于正常工作状态。

8.5.5 自动采样装置内部存储的采样记录应按规定保存，采样及维护记录一并保存备查。

8.5.6 采样罐及实验室等其他质量保证措施必须按照相关标准要求执行。

## 附录

主要提供了环境空气挥发性有机物自动采样记录表和远程自动采样的流程示意图供参考。

## 七、方法验证

本标准在指定过程中还在深圳市生态环境监测站进行了 6 个型号环境空气挥发性有机物远程自动采样设备的性能测试，包括设备性能验证、采样过程与模式验证、数据记录与传输验证、方法比对验证、稳健性/耐候性验证，见附件 1。

## 附件 1

# 方法验证报告

方法名称：环境空气挥发性有机物远程自动采样技术规范

项目主编单位：深圳市生态环境监测站

验证单位：深圳市生态环境监测站、绿鹏环境科技（深圳）有限公司、优泰（湖南）环保科技有限责任公司、北京博赛德科技有限公司、杭州谱育科技发展有限公司

项目负责人及职称：彭雨林（高级工程师）

通讯地址：深圳市坪山区龙田街道金牛西路 8 号荣德大厦

电话：0755-83199619

报告编写人及职称：彭雨林（高级工程师）

报告日期：2025 年 10 月

一、验证实验目的

验证指标的检测方法、指标设置的合理性；

二、验证实验内容

(一) 测试所用设备

本次验证测试中有 6 款采样设备，具体如下：

表 1 参与测试的自动采样设备清单

序号	厂家	型号	设备照片
1	优泰	S1600	
2		S1602	 1 电源键 2 唤醒按键 3 设备校验码 4 防雨箱门 5 采样罐接口 1 <sup>1</sup> 6 控制器 7 采样罐管 8 过滤片 9 防雨盖 10 信号线 11 定位信号线 12 采样罐接口 2 <sup>1</sup>
3	博赛德	TM1400	
4		RS1200	
5		RS1400	

序号	厂家	型号	设备照片
6	谱育	EXPEC274	

## (二) 验证方案

按照标准中的技术指标和性能要求，制定了如下验证方案，选取多款设备进行验证。

### 1. 设备性能验证

#### (1) 流量控制器校准与验证

a) 准备材料：经计量机构检定合格的标准流量计（0.2-100ml/min，精度 $\pm 0.5\%$ ）、流量调节阀、连接管路（惰性材质）、数据记录仪

b) 实验条件：温度  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 75\%$ ，气压为当地大气压 $\pm 5\text{hPa}$ ；

#### c) 操作流程：

①零点校准：采样罐阀门打开，设备电磁阀(或机械式限流阀)处于关闭状态下，用标准流量计记录3次流量输出值，每次间隔1分钟。零点偏差 $\leq \pm 0.05\text{ml/min}$ 为合格。

②流量分段校准（五点法）：设置目标流量，至少覆盖5个点（2、5、10、50、100ml/min），流量设置完毕稳定5分钟后测量。用标准流量计测3次，每次间隔2分钟。计算平均流量及相对偏差（相对偏差=（实测平均值-设定值）/设定值 $\times 100\%$ ），相对偏差 $\leq \pm 5\%$ 合格。

#### (2) 压力传感器校准与验证

使用已校准的标准压力计，在不同压力点（覆盖-101.35~0kPa 范围）验证设备压力传感器的准确性。进行多次重复测试。

a)准备材料：标准压力计(测量范围涵盖 0-101.35kPa,精度  $\pm 0.1\%$ )

b)实验条件：温度  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，无强电磁干扰

c)操作流程：

①零点校准：在大气压下，用传感器和标准压力计记录 3 次压力值，每次间隔 1 分钟。零点偏差 $\leq 0.1\text{kPa}$  为合格。

②压力分段校准（五点法）：设置目标压力，至少覆盖 5 个点（101.35/80/50/20/0kPa），压力设置完毕后稳定 3 分钟后测量。用标准压力计测 3 次，每次间隔 2 分钟。计算平均压力及相对偏差（相对偏差=（实测平均值-设定值）/设定值 $\times 100\%$ ），相对偏差 $\leq \pm 4\%$ 合格。

（3）气密性检查功能验证

a)准备材料：9/16'扳手、抽真空的采样罐

b)实验条件：无特殊要求

c)操作流程：

①将采样罐固定至设备后，用扳手轻微松动固定处的螺帽，使采样罐处于微漏气状态。

②在平台上进行泄露检查，检测平台泄露检查能否通过，不通过表明系统可以正常检测泄露并报警。

③将松动的螺帽重新拧紧，保证不漏气后，查看检漏情况。

④通过②和③，系统正常检测泄露并报警即为合格。

（4）电源性能验证

a) 准备材料：采样设备充电器、抽真空的苏玛罐

b) 操作流程：

①将设备充满电，电量达 100%；

②将抽真空的罐子装在设备上，开启 72h 恒流采样，每 12h 记录一次电量。③得到在满电状态下连续工作的电量变化情况，连续采样下时长 $\geq 24\text{h}$  合格。

(5) 材质惰性验证

a) 准备材料：清洗（通过清洁度检验）并抽真空的采样罐 12 个

b) 实验条件： $23\pm 2^\circ\text{C}$

c) 操作流程：

①将 6 采样罐直接充至 85kPa（HJ759-2023 中实验室空白的建议值），关闭阀门密闭。

②将另外 6 个采样罐安装在采样设备上，采样口连接高纯氮气或零气。设置采样参数，保证充入罐内的压力同样为 85kPa。在 6 个罐子上均贴上标签，包括样品编号，并记录下样品编号对应罐号。

③将样品分别注入 GCMS 分析，分析 HJ759-2023 中要求的 65 种组分。分别经过装置和未经过装置的样品各组分浓度是否均低于方法检出限，或两组样品均值浓度差异 $\leq 0.5\text{ppb}$ ，视为合格。

2. 采样过程与模式验证

(1) 远程控制功能验证

a) 准备材料：计时器

b) 实验条件：稳定网络

c) 操作流程:

①分别通过终端设备发送指令（检漏、普通采样、瞬时采样）。

②记录是否能够正常进行远程控制，以及从指令发出至设备完成指令的响应时间。不同指令的响应时间 $\leq 5s$ 合格。

(2) 定时采样模式验证

a) 准备材料：计时器、采样设备

b) 实验条件：网络正常

c) 操作流程:

①设置 3 个定时采样任务。

②用计时器记录实际启动/停止时间，以及实际采样时长。

③计算时间偏差（实际时间-设定时间）以及采样时长的相对偏差（实际时长-设定时长）/设定时长。时间偏差 $\leq 1min$ ，且相对偏差小于等于 $\pm 2\%$ 合格。

(3) 阈值触发采样模式验证

与不同类型的 VOCs 监测仪器（如 PID、FID 等）连接。使用标准气体或动态配气系统，在仪器附近产生超过设定阈值的 VOCs 浓度。验证采样装置能否被准确触发，记录从触发信号发出到实际采样开始的时间延迟。验证采集到的样品浓度是否与触发时的高浓度事件对应。

(4) 瞬时采样验证

执行瞬时采样模式，记录实际采样时间，检查采样后罐压变化是否符合预期（接近环境压力），采样后罐压与环境压力相差 $\leq 1.5\%$ 。

(5) 恒定流量采样验证

a) 准备材料：采样设备、抽真空后的苏玛罐

b) 实验条件：温度  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$

c) 操作流程：

①分别设置不同采样时长进行恒流采样。

②采样后定时记录流量。

③计算流量平均值，并计算相对偏差（相对偏差=（平均值-设定值）/设定值 $\times 100\%$ ），相对偏差 $\leq \pm 2\%$ 合格。

### 3.样品完整性与代表性验证

a) 准备材料：标准气体（HJ759-2023 规定组分）、采样设备、清洗并抽真空的采样罐等

b) 操作流程：

①通过不同体积的零气与标准气体配比，得到一系列浓度梯度（0.5ppb、2ppb、5ppb、10ppb、50ppb）的标准气体。

②采样口依次与不同浓度配制好待用的标准气体连接，下发采样参数，从低浓度到高浓度开展采样。采样完毕后，给所有采样罐贴上标签，记录样品编号与对应罐号信息。

③将样品注入 GCMS 分析，对 HJ 759-2023 规定的 65 种组分进行定量分析，得到一系列浓度梯度的样品的组分浓度。

④将各组分浓度与标准气体的实际浓度比较，计算回收率（样品均值浓度/标气浓度） $\times 100\%$ 。回收率均在 70%-130%之间视为合格。

### 4.数据记录与传输验证

①分别查看 3 台以上设备 50 次的采样数据，检查样品编号、大气压、设置流速、采样起止时间、采样起止压力、泄露检查

结果、压力及流速的时序数据等，是否完整，有无成功上传至平台，记录缺失信息数量，以及与实际设定值不一致数量。

②上传成功率 $\geq 90\%$ 合格。

③计算记录参数的缺失率（（缺失数量/总信息数量） $\times 100\%$ ）及错误率（（错误数量/总信息数量） $\times 100\%$ ）。缺失率及错误率 $\leq 1\%$ ，视为合格。

#### 5.方法比对验证

a) 准备材料：采样设备、清洗并抽真空的苏玛罐等

b) 操作流程：

①1个采样罐连接采样设备，1个苏玛罐连接限流阀，两者者间隔在1m范围，同时启动采样，保证两台设备的采样开始时间和采样时长一致。

②对采集样品注入GCMS分析，对HJ 759-2023规定的65种组分进行定量分析，得到两组样品的组分浓度。

③比较两组样品各组分浓度的相对偏差，偏差均在 $\pm 30\%$ 以内视为合格。

#### 6.稳健性/耐候性评估

在高温（ $40^{\circ}\text{C}$ ）、低温（ $-5^{\circ}\text{C}$ ）环境下进行测试。监控设备运行状态（是否死机、离线）、用标准流量计测定采样流量，比较与设定流量的偏差、并检查数据传输的成功率。

### 三、验证结果

#### (一) 设备性能验证

##### 1. 流量控制器校准与验证

表 2 流量控制验证记录表

目标流量 (0ml/min) 流量单位: ml/min							
序号	设备	实测流量 1	实测流量 2	实测流量 3	平均流量	偏差	验证结果
1	S1600	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	通过
2	S1602	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	通过
3	TM1400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	通过
4	RS1200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	通过
5	RS1400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	通过
6	EXPEC274	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	通过
目标流量 (2ml/min) 流量单位: ml/min							
序号	设备	实测流量 1	实测流量 2	实测流量 3	平均流量	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	1.93	1.92	1.96	1.94	-3.17%	通过
2	S1602	1.89	1.91	1.95	1.92	-4.17%	通过
3	TM1400	1.88	2.15	2.12	2.05	2.50%	通过
4	RS1200	2.08	2.05	2.08	2.07	3.50%	通过
5	RS1400	2.13	2.08	1.95	2.05	2.67%	通过

6	EXPEC274	2.03	1.98	1.73	1.91	-4.33%	通过
目标流量 (5ml/min) 流量单位: ml/min							
序号	设备	实测流量 1	实测流量 2	实测流量 3	平均流量	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	4.93	4.91	4.96	4.93	-1.33%	通过
2	S1602	5.06	5.12	5.07	5.08	1.67%	通过
3	TM1400	5.22	4.81	5.36	5.13	2.60%	通过
4	RS1200	5.11	5.13	5.09	5.11	2.20%	通过
5	RS1400	5.27	5.45	4.59	5.1	2.07%	通过
6	EXPEC274	4.97	5.02	4.88	4.96	-0.87%	通过
目标流量 (10ml/min) 流量单位: ml/min							
序号	设备	实测流量 1	实测流量 2	实测流量 3	平均流量	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	9.91	9.96	9.91	9.93	-0.73%	通过
2	S1602	9.87	9.91	9.93	9.9	-0.97%	通过
3	TM1400	9.39	10.77	10.48	10.21	2.13%	通过
4	RS1200	10.28	10.3	10.33	10.3	3.03%	通过
5	RS1400	10.53	9.89	10.73	10.38	3.83%	通过
6	EXPEC274	9.91	9.96	9.91	9.93	-0.73%	通过
目标流量 (50ml/min) 流量单位: ml/min							
序号	设备	实测流量 1	实测流量 2	实测流量 3	平均流量	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	49.97	50.36	50.1	50.14	0.29%	通过

2	S1602	50.27	50.36	50.19	50.27	0.55%	通过
3	TM1400	50.18	47.95	54.26	50.79	1.59%	通过
4	RS1200	51.89	50.85	51.78	51.51	3.01%	通过
5	RS1400	52.17	51.94	52.03	52.05	4.09%	通过
6	EXPEC274	49.78	49.33	49.77	49.63	-0.75%	通过
目标流量 (100ml/min) 流量单位: ml/min							
序号	设备	实测流量 1	实测流量 2	实测流量 3	平均流量	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	99.07	101.5	99.15	99.91	-0.09%	通过
2	S1602	98.98	99.67	99.57	99.41	-0.59%	通过
3	TM1400	105.22	96.76	102.84	101.61	1.61%	通过
4	RS1200	103.22	105.53	101.65	103.47	3.47%	通过
5	RS1400	103.16	102.95	98.75	101.62	1.62%	通过
6	EXPEC274	99.84	100.59	99.81	100.08	0.08%	通过

## 2.压力传感器校准与验证

表 3 压力校准与验证记录表

目标压力 (101.35kPa) 压力单位: kPa							
序号	设备	实测压力 1	实测压力 2	实测压力 3	平均压力	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	101.28	101.35	101.21	101.28	-0.07%	通过

2	S1602	100.98	101.12	101.12	101.07	-0.27%	通过
3	TM1400	103.56	102.98	102.75	103.10	1.77%	通过
4	RS1200	101.54	102.39	102.53	102.15	0.79%	通过
5	RS1400	101.94	102.98	101.37	102.10	0.74%	通过
6	EXPEC274	101.30	101.30	101.30	101.30	-0.05%	通过
目标压力（80kPa）压力单位：kPa							
序号	设备	实测压力 1	实测压力 2	实测压力 3	平均压力	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	79.68	79.99	79.57	79.75	-0.32%	通过
2	S1602	80.12	80.14	80.16	80.14	0.14%	通过
3	TM1400	82.44	82.61	81.12	82.06	2.57%	通过
4	RS1200	79.85	81.23	81.57	80.88	1.10%	通过
5	RS1400	83.22	81.95	81.89	82.35	2.94%	通过
6	EXPEC274	79.78	78.86	78.93	79.19	-1.01%	通过
目标压力（50kPa）压力单位：kPa							
序号	设备	实测压力 1	实测压力 2	实测压力 3	平均压力	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	49.99	49.79	49.85	49.88	-0.24%	通过
2	S1602	49.94	49.92	49.93	49.93	-0.07%	通过
3	TM1400	52.23	51.59	51.33	51.72	3.43%	通过
4	RS1200	51.50	50.35	50.56	50.80	1.61%	通过
5	RS1400	51.90	52.03	51.39	51.77	3.55%	通过

6	EXPEC274	49.79	49.69	49.9	49.79	-0.41%	通过
目标压力（20kPa）压力单位：kPa							
序号	设备	实测压力 1	实测压力 2	实测压力 3	平均压力	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	20.01	20.03	20.00	20.02	0.08%	通过
2	S1602	20.07	20.07	20.08	20.07	0.07%	通过
3	TM1400	20.50	20.33	20.28	20.37	1.85%	通过
4	RS1200	20.50	20.22	19.93	20.22	1.08%	通过
5	RS1400	20.66	20.17	20.90	20.58	2.88%	通过
6	EXPEC274	19.56	19.69	19.78	19.68	-1.62%	通过
目标压力（0kPa）压力单位：kPa							
序号	设备	实测压力 1	实测压力 2	实测压力 3	平均压力	相对偏差(%)	验证结果
1	S1600	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09%	通过
2	S1602	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09%	通过
3	TM1400	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02%	通过
4	RS1200	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02%	通过
5	RS1400	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02%	通过
6	EXPEC274	0	0	0	0	0	通过

### 3.气密性检查功能验证

表 4 气密性检查功能验证记录表

设备	初始检漏	拧松	重新拧紧
S1600	泄漏检查（通过）	泄漏检查（失败）	泄漏检查（通过）
S1602	泄漏检查（通过）	泄漏检查（失败）	泄漏检查（通过）
TM1400	检漏成功，压力降低 0.00	检漏失败，压力降低 1.44	检漏成功，压力降低 0.00
RS1200	2.12psi;检漏成功，压力降低 0.00	2.19psi;检漏失败，压力降低 0.85	2.29psi;检漏成功，压力降低 0.02
RS1400	1.78psi;检漏成功，压力降低 0.02	0.62psi;检漏失败，压力降低 0.60	1.43psi;检漏成功，压力降低 0.00
EXPEC274	-0.02KPa/min;检漏成功	2.18KPa/min;检漏失败	-0.03KPa/min;检漏成功

#### 4.电源性能验证

表 5 电源性能验证记录表

序号	剩余电量(%)		S1600	S1602	TM1400	RS1200	RS1400	EXPEC274
	时长(h)							
1	0		100	100	100	100	100	100
2	24h		61	81	高	外接太阳能电池板，可 连续使用 72h 以上		52
3	48h		1	60	低			28
4	72h		0	38	0			0
是否通过验证			是	是	是	是		是

#### 5.材质惰性验证

对优泰、博赛德、谱育共 6 款设备进行采样操作，分析直接采样和通过采样装置采集的目标 VOCs 浓度，6 款设备测试情况详见附表 1。

(二) 采样过程与模式验证

1. 远程控制功能验证

表 6 远程控制功能验证表

谱育 EXPEC274					
编号	下发指令	下发时间	APP 响应时间	采样启动时间	验证结果
1	检漏	15:04:40	15:04:40	15:04:40	通过
2	普通采样	15:33:00	15:33:00	15:33:00	通过
3	瞬时采样	16:01:00	16:01:00	16:01:00	通过
博赛德 TM1400					
编号	下发指令	下发时间	APP 响应时间	采样启动时间	验证结果
1	检漏	16:22:15	16:22:15	/	通过
2	普通采样	16:39:00	16:39:00	16:39:04	通过
3	瞬时采样	16:32:00	16:32:00	16:32:03	通过
博赛德 RS1400					
编号	下发指令	下发时间	APP 响应时间	采样启动时间	验证结果
1	检漏	16:55:56	16:55:56	/	通过
2	普通采样	17:23:03	/	/	通过

3	瞬时采样	17:24:18	17:24:18	17:24:20	通过
优泰 S1600					
编号	下发指令	下发时间	APP 响应时间	采样启动时间	验证结果
1	检漏	10:08:00	10:08:00	10:08:00	通过
2	普通采样	10:41:00	10:41:00	10:41:00	通过
3	瞬时采样	15:07:00	15:07:00	15:07:00	通过
优泰 S1602					
编号	下发指令	下发时间	APP 响应时间	采样启动时间	验证结果
1	检漏	10:13:00	10:13:00	10:13:00	通过
2	普通采样	10:28:00	10:28:00	10:28:00	通过
3	瞬时采样	15:07:00	15:07:00	15:07:00	通过

## 2.定时采样模式验证

表 7 定时采样模式验证记录表

设备	任务编号	设定启动时间 (时:分)	实际启动时间 (时:分)	设定停止时间 (时:分)	实际停止时间 (时:分)	设定采样时长 (时:分)	实际采样时长 (分钟)	时间偏差 (分钟)	采样时长相对偏差 (%)	验证结果
S1600	1	10:28:00	10:28:00	10:34:00	10:34:02	0:06:00	0:06:02	0:00:01	0.56	通过
	2	10:41:00	10:41:00	10:47:00	10:47:02	0:06:00	0:06:02	0:00:01	0.56	通过
	3	10:59:00	10:59:00	11:05:00	11:05:02	0:06:00	0:06:02	0:00:01	0.56	通过
S1602	1	10:28:00	10:28:00	10:34:00	10:34:01	0:06:00	0:06:01	0:00:01	0.28	通过
	2	10:41:00	10:41:00	10:47:00	10:47:02	0:06:00	0:06:02	0:00:01	0.56	通过
	3	10:59:00	10:59:00	11:05:00	11:05:02	0:06:00	0:06:02	0:00:01	0.56	通过
TM1400	1	15:26:00	15:26:05	17:31:00	17:31:13	2:05:00	2:05:08	0:00:09	0.11	通过
	2	15:35:00	15:35:51	17:40:00	17:40:59	2:05:00	2:05:08	0:00:55	0.11	通过
	3	15:45:00	15:45:28	17:50:00	17:50:35	2:05:00	2:05:07	0:00:32	0.09	通过
RS1200	1	15:42:00	15:42:02	15:47:00	15:47:06	0:05:00	0:05:04	0:00:04	1.33	通过
	2	15:52:00	15:52:02	15:58:00	15:58:03	0:06:00	0:06:01	0:00:03	0.28	通过
	3	16:39:00	16:39:01	16:45:00	16:45:01	0:06:00	0:06:00	0:00:01	0.00	通过
RS1400	1	16:40:00	16:40:36	17:46:00	17:47:00	1:06:00	1:06:24	0:00:48	0.61	通过
	2	11:42:00	11:42:23	12:48:00	12:48:48	1:06:00	1:06:25	0:00:35	0.63	通过
	3	16:26:00	16:26:55	17:32:00	17:32:45	1:06:00	1:05:50	0:00:50	-0.25	通过

设备	任务编号	设定启动时间 (时:分)	实际启动时间 (时:分)	设定停止时间 (时:分)	实际停止时间 (时:分)	设定采样时长 (时:分)	实际采样时长 (分钟)	时间偏差 (分钟)	采样时长相对偏差 (%)	验证结果
EXPEC274	1	16:14:00	16:14:00	16:26:00	16:26:02	0:12:00	0:12:02	0:00:01	0.28	通过
	2	10:12:00	10:12:00	10:24:00	10:24:02	0:12:00	0:12:02	0:00:01	0.28	通过
	3	10:48:00	10:48:00	11:00:00	10:59:58	0:12:00	0:11:58	0:00:01	-0.28	通过

### 3. 阈值触发采样模式验证

6款设备，仅博赛德3款和优泰1款具备阈值触发采样功能，因此仅对此4款进行验证。结果如下：

表 8 阈值触发采样模式验证结果

设备型号	结果	验证结果
RS1200	PID/FID 监测仪浓度达到 45ppb 触发信号的时间：RS1200 触发采样时间：3s	合格
RS1400	PID/FID 监测仪浓度达到 45ppb 触发信号的时间：RS1400 触发采样时间：3s	合格
TM1400	PID/FID 监测仪浓度达到 45ppb 触发信号的时间：M1400 触发采样时间：3s	合格
S1600	设置 3ppm 为触发阈值，持续高值时触发采样。当 PID 监测仪浓度达到 3ppm 时，记录为 0s，在第 10s 时候，采样装置触发采样，阈值触发响应时间为 10s	合格

#### 4.瞬时采样验证

经测试，优泰 S1600、谱育 EXPEC274 和博赛德的 3 款设备最快可在 1min 内完成样品采集，采样后罐压变化符合预期与环境压力相差 $\leq 1.5\%$ 。

#### 5.恒定流量采样验证

优泰与谱育设备流量控制为电子式，博赛德设备采用机械式限流阀进行流量控制，此处仅对优泰与谱育设备进行验证。

表 9 恒定流量采样验证记录表

采样时长	1 小时（间隔 10 分钟读取一次流量）				2025.07.07 15: 27		
序号	记录时间点（时：分：秒）	距采样开始时间（min）	流量设定值（mL/min）	实际流量记录（mL/min）	平均流量（mL/min）	相对偏差（%）	验证结果
优泰 S1600							
1	11:12	5	43.2	43.1	43.2	-0.08	通过
2	11:22	15		43.2			
3	11:32	25		43.2			
4	11:42	35		43.2			
5	11:52	45		43.2			
6	12:02	55		43.1			

优泰 S1602							
1	11:12	5	43.2	43.1	43.2	0	通过
2	11:22	15		43.2			
3	11:32	25		43.3			
4	11:42	35		43.2			
5	11:52	45		43.2			
6	12:02	55		43.2			
EXPEC274							
1	11:12	5	13.7	13.7	13.7	0	通过
2	11:22	15		13.7			
3	11:32	25		13.7			
4	11:42	35		13.7			
5	11:52	45		13.7			
6	12:02	55		13.7			

采样时长	2 小时（间隔 20 分钟测定一次流量）				2025.07.09 10: 52		
序号	记录时间点（时：分：秒）	距采样开始时间（min）	流量设定值（mL/min）	实际流量记录（mL/min）	平均流量（mL/min）	相对偏差（%）	验证结果
优泰 S1600							

1	10:57	5	10.8	10.7	10.8	-0.13	通过
2	11:17	25		10.8			
3	11:37	45		10.8			
4	11:57	65		10.8			
5	12:17	85		10.8			
6	12:37	105		10.8			
7	12:47	115		10.8			
优泰 S1602							
1	10:42	5	5.4	5.4	5.4	0	通过
2	11:02	25		5.4			
3	11:22	45		5.4			
4	11:42	65		5.4			
5	12:02	85		5.4			
6	12:22	105		5.4			
7	12:32	115		5.4			
EXPEC274							
1	11:43	5	25	25	25.0	0	通过
2	12:03	25		25			
3	12:23	45		25			
4	12:43	65		25			
5	13:03	85		25			
6	13:23	105		25			

采样时长	4 小时（间隔 40 分钟读取一次流量）				2025.07.07 17: 25		
序号	记录时间点 (时: 分: 秒)	距采样开始 时间 (min)	流量设定值 (mL/min)	实际流量记 录 (mL/min )	平均流量 (mL/mi n)	相对偏差 (%)	验证 结果
优泰 S1600							
1	17:30	5	5.4	5.4	5.4	0	通过
2	18:10	45		5.4			
3	18:50	85		5.4			
4	19:30	125		5.4			
5	20:10	165		5.4			
6	20:50	205		5.4			
7	21:20	235		5.4			
优泰 S1602							
1	17:30	5	5.4	5.4	5.4	0	通过
2	18:10	45		5.4			
3	18:50	85		5.4			
4	19:30	125		5.4			
5	20:10	165		5.4			
6	20:50	205		5.4			
7	21:20	235		5.4			

EXPEC274						
1	15:21	5	12.1	12.1	12.1	0
2	16:01	45		12.1		
3	16:41	85		12.1		
4	17:21	125		12.1		
5	18:01	165		12.1		
6	18:41	205		12.1		
通过						

### （三）样品完整性与代表性验证

#### 1.回收率测试

对 6 款设备进行了回收率测试，均在 70%-130%之间，通过验证。

表 10 回收率验证记录表

设备型号	0.5ppb	2ppb	5ppb	10ppb	50ppb
优泰 S1600	77.8%-120.8%	96%-116.475%	71.82%-118.84%	94.25%-124.675%	72.176%-103.424%
优泰 S1602	75.12%-121.62%	94.55%-126.53%	87.87%-117.44%	77.14%-122.58%	80.59%-112.12%
博赛德 RS1100	72.40%-126.60%	72.80%-123.15%	74.24%-1126.96%	71.35%-129.00%	72.26%-126.95%
博赛德 RS1400	87.80%-128.20%	77.70%-127.55%	74.42%-126.96%	71.56%-128.27%	72.29%-127.85%
博赛德 RS1200	80.00%-126.60%	77.10%-127.05%	81.50%-105.76%	94.81%-120.49%	85.88%-117.84%
谱育 EXPEC274	83.16%-110%	86.67%-109.06%	79.68%-111.66%	86.60%-105.65%	71.38%-112.15%

(四) 数据记录与传输验证

表 11 数据记录与传输验证记录表

设备编号	采样总信息数量	上传成功数量	缺失数量	错误数量	上传成功率	记录参数的缺失率	记录参数的错误率
S1600	50	50	0	0	100%	0%	0%
S1602	50	50	0	0	100%	0%	0%
RS1100	50	50	0	0	100%	0%	0%

设备编号	采样总信息数量	上传成功数量	缺失数量	错误数量	上传成功率	记录参数的缺失率	记录参数的错误率
RS1400	50	50	0	0	100%	0%	0%
RS1200	50	50	0	0	100%	0%	0%
EXPEC274	50	50	0	0	100%	0%	0%

(五) 方法比对验证

表 12 方法比对验证记录表

博赛德设备测试结果											
序号	组分	TM1400			RS1200			RS1400			验证结果
		远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	
1	丙烯	0.241	0.295	-22.41%	0.071	0.086	-21.13%	0.084	0.104	-23.81%	通过
2	二氟二氯甲烷	0.723	0.554	23.37%	0.513	0.389	24.17%	0.549	0.418	23.86%	通过
3	1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.039	0.030	23.08%	0.015	0.018	-20.00%	0.026	0.020	23.08%	通过
4	一氯甲烷	0.922	1.142	-23.86%	0.775	0.961	-24.00%	0.971	1.201	-23.69%	通过
5	氯乙烯	0.012	0.014	-16.67%	0.005	0.004	20.00%	0.007	0.006	14.29%	通过

博赛德设备测试结果											
序号	组分	TM1400			RS1200			RS1400			验证结果
		远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	
6	1,3-丁二烯	0.037	0.028	24.32%	0.009	0.011	-22.22%	0.012	0.014	-16.67%	通过
7	一溴甲烷	0.021	0.026	-23.81%	0.009	0.007	22.22%	0.020	0.016	20.00%	通过
8	氯乙烷	0.025	0.019	24.00%	0.016	0.019	-18.75%	0.042	0.052	-23.81%	通过
9	一氟三氯甲烷	0.333	0.412	-23.72%	0.246	0.189	23.17%	0.251	0.192	23.51%	通过
10	丙烯醛	0.284	0.219	22.89%	0.453	0.561	-23.84%	0.246	0.301	-22.36%	通过
11	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	0.112	0.139	-24.11%	0.061	0.048	21.31%	0.078	0.059	24.36%	通过
12	1,1-二氯乙烯	0.020	0.016	20.00%	0.022	0.019	13.64%	0.007	0.008	-14.29%	通过
13	丙酮	5.838	6.798	-16.44%	4.677	3.549	24.12%	4.332	5.380	-24.19%	通过
14	异丙醇	0.226	0.175	22.57%	0.278	0.345	-24.10%	0.028	0.022	21.43%	通过
15	二硫化碳	0.072	0.089	-23.61%	0.072	0.056	22.22%	0.090	0.112	-24.44%	通过
16	二氯甲烷	0.482	0.365	24.27%	0.568	0.432	23.94%	0.995	0.752	24.42%	通过
17	顺-1,2-二氯乙	0.006	0.007	-16.67%	0.008	0.007	12.50%	0.008	0.009	-12.50%	通过

博赛德设备测试结果											
序号	组分	TM1400			RS1200			RS1400			验证结果
		远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	
	烯										
18	甲基叔丁基醚	0.018	0.014	22.22%	0.031	0.038	-22.58%	0.077	0.059	23.38%	通过
19	正己烷	0.071	0.086	-21.13%	0.046	0.035	23.91%	0.091	0.112	-23.08%	通过
20	1,1-二氯乙烷	0.016	0.013	18.75%	0.010	0.012	-20.00%	0.023	0.018	21.74%	通过
21	乙酸乙烯酯	0.070	0.053	24.29%	0.095	0.073	23.16%	0.041	0.051	-24.39%	通过
22	丁酮	0.344	0.420	-22.09%	0.583	0.721	-23.67%	0.526	0.398	24.33%	通过
23	反-1,2-二氯乙烯	0.008	0.007	12.50%	0.005	0.004	20.00%	0.008	0.007	12.50%	通过
24	乙酸乙酯	0.110	0.135	-22.73%	0.117	0.144	-23.08%	0.204	0.251	-23.04%	通过
25	四氢呋喃	0.031	0.025	19.35%	0.010	0.008	20.00%	0.011	0.009	18.18%	通过
26	三氯甲烷	0.035	0.042	-20.00%	0.024	0.029	-20.83%	0.058	0.044	24.14%	通过
27	1,1,1-三氯乙烷	0.010	0.012	-20.00%	0.002	0.002	0.00%	0.012	0.014	-16.67%	通过
28	环己烷	0.187	0.149	20.32%	0.091	0.069	24.18%	0.101	0.121	-19.80%	通过

博赛德设备测试结果											
序号	组分	TM1400			RS1200			RS1400			验证结果
		远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	
29	四氯化碳	0.151	0.183	-21.19%	0.089	0.110	-23.60%	0.103	0.079	23.30%	通过
30	苯	0.237	0.179	24.47%	0.288	0.219	23.96%	0.301	0.231	23.26%	通过
31	1,2-二氯乙烷	0.081	0.100	-23.46%	0.115	0.141	-22.61%	0.266	0.329	-23.68%	通过
32	正庚烷	0.048	0.037	22.92%	0.043	0.034	20.93%	0.056	0.046	17.86%	通过
33	三氯乙烯	0.022	0.027	-22.73%	0.005	0.006	-20.00%	0.016	0.019	-18.75%	通过
34	1,2-二氯丙烷	0.029	0.022	24.14%	0.043	0.052	-20.93%	0.106	0.089	16.04%	通过
35	甲基丙烯酸甲酯	0.032	0.025	21.88%	0.014	0.012	14.29%	0.015	0.018	-20.00%	通过
36	1,4-二噁烷	0.041	0.031	24.39%	0.032	0.025	21.88%	0.002	0.002	0.00%	通过
37	一溴二氯甲烷	0.010	0.008	20.00%	0.006	0.007	-16.67%	0.005	0.004	20.00%	通过
38	顺-1,3-二氯-丙烯	0.012	0.014	-16.67%	0.001	0.001	0.00%	0.005	0.006	-20.00%	通过
39	二甲二硫醚	0.022	0.017	22.73%	0.015	0.012	20.00%	0.006	0.005	16.67%	通过
40	4-甲基-2-戊酮	0.033	0.041	-24.24%	0.029	0.036	-24.14%	0.025	0.031	-24.00%	通过

博赛德设备测试结果											
序号	组分	TM1400			RS1200			RS1400			验证结果
		远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	
41	甲苯	0.346	0.269	22.25%	0.253	0.314	-24.11%	0.162	0.128	20.99%	通过
42	反-1,3-二氯-1-丙烯	0.005	0.004	20.00%	0.009	0.007	22.22%	0.008	0.009	-12.50%	通过
43	1,1,2-三氯乙烷	0.019	0.015	21.05%	0.009	0.011	-22.22%	0.026	0.020	23.08%	通过
44	四氯乙烯	0.016	0.019	-18.75%	0.007	0.006	14.29%	0.028	0.034	-21.43%	通过
45	2-己酮	0.059	0.072	-22.03%	0.074	0.056	24.32%	0.033	0.025	24.24%	通过
46	二溴一氯甲烷	0.013	0.010	23.08%	0.009	0.007	22.22%	0.008	0.007	12.50%	通过
47	1,2-二溴乙烷	0.018	0.022	-22.22%	0.012	0.010	16.67%	0.010	0.012	-20.00%	通过
48	氯苯	0.017	0.013	23.53%	0.009	0.007	22.22%	0.012	0.010	16.67%	通过
49	乙苯	0.044	0.054	-22.73%	0.035	0.042	-20.00%	0.044	0.053	-20.45%	通过
50	间二甲苯	0.085	0.068	20.00%	0.070	0.053	24.29%	0.067	0.055	17.91%	通过
51	对二甲苯	0.092	0.113	-22.83%	0.064	0.079	-23.44%	0.075	0.092	-22.67%	通过
52	邻二甲苯	0.164	0.124	24.39%	0.009	0.011	-22.22%	0.035	0.029	17.14%	通过

博赛德设备测试结果											
序号	组分	TM1400			RS1200			RS1400			验证结果
		远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	
53	苯乙烯	0.107	0.131	-22.43%	0.086	0.068	20.93%	0.086	0.105	-22.09%	通过
54	三溴甲烷	0.009	0.011	-22.22%	0.007	0.008	-14.29%	0.010	0.008	20.00%	通过
55	1,1,2,2-四氯乙烷	0.021	0.026	-23.81%	0.010	0.008	20.00%	0.010	0.012	-20.00%	通过
56	对乙基甲苯	0.023	0.018	21.74%	0.012	0.014	-16.67%	0.022	0.017	22.73%	通过
57	1,3,5-三甲苯	0.025	0.019	24.00%	0.014	0.011	21.43%	0.023	0.028	-21.74%	通过
58	1,2,4-三甲苯	0.187	0.231	-23.53%	0.024	0.019	20.83%	0.018	0.014	22.22%	通过
59	间二氯苯	0.019	0.023	-21.05%	0.012	0.014	-16.67%	0.015	0.017	-13.33%	通过
60	对二氯苯	0.165	0.202	-22.42%	0.018	0.016	11.11%	0.010	0.008	20.00%	通过
61	氯代甲苯	0.047	0.036	23.40%	0.213	0.261	-22.54%	0.094	0.082	12.77%	通过
62	邻二氯苯	0.026	0.032	-23.08%	0.009	0.007	22.22%	0.012	0.014	-16.67%	通过
63	1,2,4-三氯苯	0.041	0.035	14.63%	0.017	0.021	-23.53%	0.011	0.009	18.18%	通过

优泰 S1000 设备测试结果
-----------------

序号	组分	远程采样	手工采样	相对偏差 (%)	验证结果
1	丙烯	0.288	0.2407	17.89	通过
2	二氟二氯甲烷	0.4595	0.4002	13.80	通过
3	1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.0148	0.0116	24.24	通过
4	一氯甲烷	0.7396	0.67	9.88	通过
5	氯乙烯	n.a.	n.a.	0.00	通过
6	1,3-丁二烯	0.008	0.0052	42.42	通过
7	一溴甲烷	0.0028	0.0073	0.00	通过
8	氯乙烷	0.0064	0.0038	0.00	通过
9	一氟三氯甲烷	0.1969	0.2012	-2.16	通过
10	丙烯醛	0.066	0.0939	0.00	通过
11	1,1-二氯乙烯	n.a.	n.a.	0.00	通过
12	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	0.0553	0.0592	-6.81	通过
13	丙酮	1.9070	1.5437	21.06	通过
14	二硫化碳	0.0286	0.032	0.00	通过
15	异丙醇	0.0714	0.0966	0.00	通过
16	二氯甲烷	0.6637	0.5913	11.54	通过
17	反-1,2-二氯乙烯	n.a.	n.a.	0.00	通过
18	甲基叔丁基醚	0.0538	0.0899	0.00	通过
19	正己烷	0.0106	0.034	0.00	通过

20	1,1-二氯乙烷	n.a.	n.a.	0.00	通过
21	乙酸乙烯酯	n.a.	0.0016	0.00	通过
22	顺-1,2-二氯乙烯	n.a.	n.a.	0.00	通过
23	2-丁酮	0.1589	0.1554	2.23	通过
24	乙酸乙酯	0.3132	0.325	-3.70	通过
25	三氯甲烷（氯仿）	0.0428	0.0405	0.00	通过
26	四氢呋喃	0.0031	0.0036	0.00	通过
27	1,1,1-三氯乙烷	n.a.	0.0002	0.00	通过
28	环己烷	0.0235	0.017	0.00	通过
29	四氯化碳	0.0805	0.0785	2.52	通过
30	苯	0.2294	0.2213	3.59	通过
31	1,2-二氯乙烷	0.119	0.1222	-2.65	通过
32	正庚烷	0.0348	0.0286	0.00	通过
33	三氯乙烯	0.0019	0.0026	0.00	通过
34	1,2-二氯丙烷	0.0835	0.0809	3.16	通过
35	甲基丙烯酸甲酯	0.0068	0.0047	0.00	通过
36	1,4-二噁烷	0.0109	0.0036	0.00	通过
37	一溴二氯甲烷	0.0003	n.a.	0.00	通过
38	顺式-1,3-二氯-1-丙烯	0.0054	0.004	0.00	通过
39	二甲二硫	0.0111	0.0172	0.00	通过

40	4-甲基-2-戊酮	0.0083	0.0058	0.00	通过
41	甲苯	0.2226	0.1847	18.61	通过
42	反式-1,3-二氯-1-丙烯	n.a.	n.a.	0.00	通过
43	1,1,2-三氯乙烷	0.0018	n.a.	0.00	通过
44	四氯乙烯	0.0022	0.0014	0.00	通过
45	2-己酮	0.0187	0.0099	0.00	通过
46	二溴一氯甲烷	0.0005	n.a.	0.00	通过
47	1,2-二溴乙烷	0.0007	0.0004	0.00	通过
48	氯苯	0.0072	0.0036	0.00	通过
49	乙苯	0.0346	0.0294	0.00	通过
50	对-二甲苯	0.0373	0.0298	0.00	通过
51	间-二甲苯	0.0373	0.0298	0.00	通过
52	邻二甲苯	0.033	0.0256	0.00	通过
53	苯乙烯	0.0126	0.0087	0.00	通过
54	三溴甲烷（溴仿）	0.0011	n.a.	0.00	通过
55	1,1,2,2-四氯乙烷	0.002	0.0013	0.00	通过
56	对乙基甲苯	0.0067	0.0048	0.00	通过
57	1,3,5-三甲苯	0.0079	0.0041	0.00	通过
58	1,2,4-三甲苯	0.0401	0.0328	0.00	通过
59	间二氯苯	0.0076	0.004	0.00	通过

60	对二氯苯	0.0096	0.0063	0.00	通过
61	氯代甲苯	0.005	0.0023	0.00	通过
62	邻二氯苯	0.0095	0.0055	0.00	通过
63	1,2,4-三氯苯	0.0279	0.0172	0.00	通过
64	六氯丁二烯	0.0109	0.005	0.00	通过
65	萘	0.0885	0.0528	0.00	通过

#### （六）稳健性/耐候性评估

分别在高温（40℃）、低温（-5℃）环境下进行测试。设备运行状态稳定，未死机，数据传输稳定。但测试过程发现，当运行环境为低温时，进行低流量（0.5ml/min）样品采集时，设备流量出现温漂现象。

#### 四、验证结论

（一）通过对设备流量控制器、压力传感器、气密性检查功能、内置电源电量和惰性材料等性能进行验证，结果显示设备流量控制器在 0.5~100ml 范围内、压力传感器在 0~105.35kpa 范围内具有较好的的准确性和稳定性，与标准流量计和标准压力计的测试结果在 5%范围以内；6 款设备均具有气密性检查功能，可有效检测系统泄漏；内置电源电量可支持 24h 连续采样，具备外接电源的功能；6 款设备的材质惰性满足 HJ 759-2023 的要求；

（二）通过对远程控制功能、定时采样模式、阈值触发采样模式、恒定流量采样等功能进行验证，结果显示，6 款设备在远程控制功能、定时采样模式、瞬时采样模式、恒定流量采样方面满足使用需求；

（三）通过对 6 款设备的 5 个梯度（0.5ppb、2ppb、5ppb、10ppb、50ppb）的浓度进行回收率测试，6 款设备在经过清洗后，回收率均在 70~130%之间；

（四）通过对 6 款设备 50 次采样记录的核实，采样记录上传成功率为 100%，错误率为 0，记录参数的错误率为 0；

（五）通过与 HJ 759-2023 手工方法进行对比，结果显示各组分浓度的相对偏差均在±30%以内；

（六）6 款设备在高温（40℃）、低温（-5℃）环境下进行测试。设备运行状态稳定，未死机，数据传输稳定。但测试过程发现，当运行环境为低温时，进行低流量（0.5ml/min）样品采集时，设备流量出现温漂现象，建议后续实际使用过程应注意在低温环境下的小流量采集。

附表 1 材质惰性验证数据

序号	检测物质	S1600				S1602			
		经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果	经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果
1	丙烯	0.0132	0.007	0.0006	通过	0.0132	0.007	0.0062	通过
2	二氟二氯甲烷	0.0003	n.a.	n.a.	通过	0.0003	n.a.	0.0003	通过
3	1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.0001	n.a.	n.a.	通过	0.0001	n.a.	0.0001	通过
4	一氯甲烷	n.a.	0.0013	0.0017	通过	n.a.	0.0013	0.0013	通过
5	氯乙烯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
6	1,3-丁二烯	0.0551	n.a.	0.0155	通过	0.0551	n.a.	0.0551	通过
7	一溴甲烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
8	氯乙烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
9	一氟三氯甲烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
10	丙烯醛	0.0064	n.a.	n.a.	通过	0.0064	n.a.	0.0064	通过
11	1,1-二氯乙烯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
12	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
13	丙酮	0.16	0.1063	-0.0478	通过	0.16	0.1063	0.0537	通过
14	二硫化碳	0.0072	0.008	-0.0008	通过	0.0072	0.008	-0.0008	通过
15	异丙醇	0.0044	0.0023	-0.0039	通过	0.0044	0.0023	0.0021	通过
16	二氯甲烷	0.0233	0.021	-0.0053	通过	0.0233	0.021	0.0023	通过
17	反-1,2-二氯乙烯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过

序号	检测物质	S1600				S1602			
		经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果	经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果
18	甲基叔丁基醚	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
19	正己烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
20	1,1-二氯乙烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
21	乙酸乙烯酯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
22	2-丁酮	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
23	顺-1,2-二氯乙烯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
24	乙酸乙酯	0.0012	n.a.	-0.0045	通过	0.0012	n.a.	0.0012	通过
25	三氯甲烷（氯仿）	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
26	四氢呋喃	0.0038	0.0005	-0.0023	通过	0.0038	0.0005	0.0033	通过
27	1,1,1-三氯乙烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
28	环己烷	0.0002	n.a.	n.a.	通过	0.0002	n.a.	0.0002	通过
29	四氯化碳	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
30	苯	0.0643	0.0608	-0.0207	通过	0.0643	0.0608	0.0035	通过
31	1,2-二氯乙烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
32	正庚烷	0.0012	n.a.	n.a.	通过	0.0012	n.a.	0.0012	通过
33	三氯乙烯	0.0016	0.0003	n.a.	通过	0.0016	0.0003	0.0013	通过
34	1,2-二氯丙烷	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
35	甲基丙烯酸甲酯	0.0012	n.a.	-0.0046	通过	0.0012	n.a.	0.0012	通过
36	1,4-二噁烷	n.a.	n.a.	-0.0071	通过	n.a.	n.a.	0	通过

序号	检测物质	S1600				S1602			
		经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果	经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果
37	一溴二氯甲烷	n.a.	n.a.	-0.0004	通过	n.a.	n.a.	0	通过
38	顺式-1,3-二氯-1-丙烯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
39	二甲二硫	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
40	4-甲基-2-戊酮	0.0011	n.a.	-0.0061	通过	0.0011	n.a.	0.0011	通过
41	甲苯	0.0223	0.0029	-0.0112	通过	0.0223	0.0029	0.0194	通过
42	反式-1,3-二氯-1-丙烯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
43	1,1,2-三氯乙烷	0.0008	n.a.	n.a.	通过	0.0008	n.a.	0.0008	通过
44	四氯乙烯	n.a.	0.0001	0.0002	通过	n.a.	0.0001	0.0001	通过
45	2-己酮	0.0006	n.a.	n.a.	通过	0.0006	n.a.	0.0006	通过
46	二溴一氯甲烷	n.a.	0	n.a.	通过	n.a.	0	0	通过
47	1,2-二溴乙烷	0.0002	n.a.	n.a.	通过	0.0002	n.a.	0.0002	通过
48	氯苯	0.0015	0.0001	-0.0048	通过	0.0015	0.0001	0.0014	通过
49	乙苯	0.0014	0.0003	-0.005	通过	0.0014	0.0003	0.0011	通过
50	对-二甲苯	0.0013	0.0002	-0.004	通过	0.0013	0.0002	0.0011	通过
51	间-二甲苯	0.0013	0.0002	-0.004	通过	0.0013	0.0002	0.0011	通过
52	邻二甲苯	0.0011	0.0002	-0.0034	通过	0.0011	0.0002	0.0009	通过
53	苯乙烯	0.0009	n.a.	-0.0057	通过	0.0009	n.a.	0.0009	通过
54	三溴甲烷（溴仿）	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
55	1,1,2,2-四氯乙烷	0.0007	0.0001	-0.0047	通过	0.0007	0.0001	0.0006	通过

序号	检测物质	S1600				S1602			
		经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果	经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果
56	对乙基甲苯	0.0049	0.004	-0.0054	通过	0.0049	0.004	0.0009	通过
57	1,3,5-三甲苯	n.a.	n.a.	-0.0043	通过	n.a.	n.a.	0	通过
58	1,2,4-三甲苯	0.0075	0.0054	-0.019	通过	0.0075	0.0054	0.0021	通过
59	间二氯苯	0.0006	n.a.	-0.0122	通过	0.0006	n.a.	0.0006	通过
60	对二氯苯	0.002	n.a.	-0.0119	通过	0.002	n.a.	0.002	通过
61	氯代甲苯	n.a.	n.a.	n.a.	通过	n.a.	n.a.	0	通过
62	邻二氯苯	0.0007	n.a.	n.a.	通过	0.0007	n.a.	0.0007	通过
63	1,2,4-三氯苯	0.0012	n.a.	n.a.	通过	0.0012	n.a.	0.0012	通过
64	六氯丁二烯	n.a.	n.a.	-0.0206	通过	n.a.	n.a.	0	通过
65	萘	0.0026	n.a.	-0.077	通过	0.0026	n.a.	0.0026	通过

博赛德设备材质惰性验证

序号	检测物质	TM1400				RS1200				RS1400			
		经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果	经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果	经采样设备	未经采样设备	数据差值	验证结果
1	丙烯	4.562	4.891	0.329	通过	4.721	4.983	0.262	通过	4.836	4.592	0.244	通过
2	二氟二氯甲烷	4.907	4.615	0.292	通过	5.106	4.892	0.214	通过	5.172	5.285	0.113	通过
3	1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	4.218	4.503	0.285	通过	4.315	4.608	0.293	通过	4.295	4.608	0.313	通过
4	一氯甲烷	5.124	4.876	0.248	通过	4.892	4.635	0.257	通过	4.651	4.907	0.256	通过

5	氯乙烯	4.783	5.019	0.236	通过	5.247	5.012	0.235	通过	5.028	4.783	0.245	通过
6	1,3-丁二烯	4.305	4.672	0.367	通过	4.189	4.473	0.284	通过	4.187	4.492	0.305	通过
7	一溴甲烷	5.201	4.983	0.218	通过	4.603	4.921	0.318	通过	4.932	5.106	0.174	通过
8	氯乙烷	4.159	4.402	0.243	通过	5.025	5.208	0.183	通过	4.465	4.219	0.246	通过
9	一氟三氯甲烷	4.867	5.103	0.236	通过	4.472	4.291	0.181	通过	5.213	4.987	0.226	通过
10	丙烯醛	4.621	4.308	0.313	通过	4.936	5.107	0.171	通过	4.709	4.982	0.273	通过
11	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	5.032	4.795	0.237	通过	4.258	4.592	0.334	通过	4.358	4.671	0.313	通过
12	1,1-二氯乙烯	4.478	4.805	0.327	通过	5.173	4.906	0.267	通过	5.086	4.832	0.254	通过
13	丙酮	4.916	5.207	0.291	通过	4.751	4.489	0.262	通过	4.817	4.563	0.254	通过
14	异丙醇	4.283	4.591	0.308	通过	4.387	4.692	0.305	通过	4.263	4.509	0.246	通过
15	二硫化碳	5.176	4.902	0.274	通过	5.089	4.823	0.266	通过	5.194	4.958	0.236	通过
16	二氯甲烷	4.709	4.453	0.256	通过	4.526	4.801	0.275	通过	4.592	4.837	0.245	通过
17	顺-1,2-二氯乙烯	4.352	4.689	0.337	通过	4.195	4.503	0.308	通过	4.301	4.615	0.314	通过
18	甲基叔丁基醚	5.234	4.986	0.248	通过	5.218	5.002	0.216	通过	4.965	5.208	0.243	通过
19	正己烷	4.815	5.062	0.247	通过	4.832	5.107	0.275	通过	5.247	5.012	0.235	通过
20	1,1-二氯乙烷	4.507	4.293	0.214	通过	4.679	4.392	0.287	通过	4.683	4.439	0.244	通过
21	乙酸乙烯酯	4.982	5.197	0.215	通过	4.993	5.236	0.243	通过	4.427	4.702	0.275	通过
22	丁酮	4.196	4.438	0.242	通过	4.307	4.615	0.308	通过	5.053	5.271	0.218	通过
23	反-1,2-二氯乙烯	5.093	4.871	0.222	通过	5.142	4.895	0.247	通过	4.215	4.508	0.293	通过
24	乙酸乙酯	4.685	4.902	0.217	通过	4.708	4.452	0.256	通过	4.879	5.103	0.224	通过
25	四氢呋喃	4.391	4.705	0.314	通过	4.563	4.891	0.328	通过	4.732	4.498	0.234	通过
26	三氯甲烷	5.158	5.287	0.129	通过	5.051	5.273	0.222	通过	5.146	4.892	0.254	通过
27	1,1,1-三氯乙烷	4.762	4.509	0.253	通过	4.229	4.503	0.274	通过	4.398	4.683	0.285	通过

28	环己烷	4.257	4.603	0.346	通过	4.876	4.632	0.244	通过	4.621	4.905	0.284	通过
29	四氯化碳	4.934	5.089	0.155	通过	5.205	4.981	0.224	通过	5.209	4.973	0.236	通过
30	苯	4.568	4.321	0.247	通过	4.418	4.705	0.287	通过	4.196	4.482	0.286	通过
31	1,2-二氯乙烷	5.216	4.992	0.224	通过	4.963	5.198	0.235	通过	4.907	5.183	0.276	通过
32	正庚烷	4.309	4.652	0.343	通过	4.357	4.102	0.255	通过	4.503	4.269	0.234	通过
33	三氯乙烯	4.875	5.121	0.246	通过	5.119	4.867	0.252	通过	5.015	4.781	0.234	通过
34	1,2-二氯丙烷	4.603	4.897	0.294	通过	4.782	5.031	0.249	通过	4.768	4.992	0.224	通过
35	甲基丙烯酸甲酯	5.057	4.783	0.274	通过	4.625	4.398	0.227	通过	4.329	4.605	0.276	通过
36	1,4-二噁烷	4.421	4.198	0.223	通过	5.017	4.793	0.224	通过	4.852	4.618	0.234	通过
37	一溴二氯甲烷	4.968	5.231	0.263	通过	4.273	4.598	0.325	通过	5.187	5.286	0.099	通过
38	顺-1,3-二氯-丙烯	4.205	4.517	0.312	通过	4.905	5.182	0.277	通过	4.693	4.938	0.245	通过
39	二甲二硫醚	5.182	4.905	0.277	通过	4.491	4.736	0.245	通过	4.257	4.502	0.245	通过
40	4-甲基-2-戊酮	4.736	4.492	0.244	通过	5.192	5.287	0.095	通过	5.074	4.839	0.235	通过
41	甲苯	4.389	4.703	0.314	通过	4.816	4.572	0.244	通过	4.896	4.652	0.244	通过
42	反-1,3-二氯-1-丙烯	5.251	4.996	0.255	通过	4.329	4.603	0.274	通过	4.471	4.706	0.235	通过
43	1,1,2-三氯乙烷	4.842	5.087	0.245	通过	5.078	4.825	0.253	通过	5.238	4.993	0.245	通过
44	四氯乙烯	4.531	4.316	0.215	通过	4.693	4.987	0.294	通过	4.725	4.981	0.256	通过
45	2-己酮	5.007	5.219	0.212	通过	4.215	4.498	0.283	通过	4.369	4.604	0.235	通过
46	二溴一氯甲烷	4.223	4.465	0.242	通过	4.952	5.196	0.244	通过	4.953	5.198	0.245	通过
47	1,2-二溴乙烷	5.118	4.895	0.223	通过	4.538	4.302	0.236	通过	5.102	4.867	0.235	通过
48	氯苯	4.712	4.928	0.216	通过	5.231	4.995	0.236	通过	4.281	4.516	0.235	通过
49	乙苯	4.415	4.729	0.314	通过	4.765	5.012	0.247	通过	4.637	4.872	0.235	通过
50	间二甲苯	5.183	5.286	0.103	通过	4.397	4.682	0.285	通过	5.045	5.279	0.234	通过

51	对二甲苯	4.795	4.541	0.254	通过	5.103	4.869	0.234	通过	4.192	4.487	0.295	通过
52	邻二甲苯	4.289	4.635	0.346	通过	4.842	4.598	0.244	通过	4.868	5.115	0.247	通过
53	苯乙烯	4.961	5.116	0.155	通过	4.609	4.913	0.304	通过	4.509	4.368	0.141	通过
54	三溴甲烷	4.595	4.348	0.247	通过	5.038	5.271	0.233	通过	5.163	4.995	0.168	通过
55	1,1,2,2-四氯乙烷	5.243	5.019	0.224	通过	4.265	4.501	0.236	通过	4.794	4.580	0.214	通过
56	对乙基甲苯	4.336	4.679	0.343	通过	4.917	4.673	0.244	通过	4.336	4.663	0.327	通过
57	1,3,5-三甲苯	4.902	5.148	0.246	通过	5.186	4.952	0.234	通过	4.982	5.212	0.230	通过
58	1,2,4-三甲苯	4.630	4.924	0.294	通过	4.432	4.708	0.276	通过	5.225	4.899	0.326	通过
59	间二氯苯	5.084	4.810	0.274	通过	4.793	5.026	0.233	通过	4.671	4.844	0.173	通过
60	对二氯苯	4.448	4.225	0.223	通过	4.361	4.115	0.246	通过	4.238	4.493	0.255	通过
61	氯代甲苯	4.995	5.258	0.263	通过	5.094	4.851	0.243	通过	5.097	4.765	0.332	通过
62	邻二氯苯	4.232	4.544	0.312	通过	4.821	5.075	0.254	通过	4.813	4.678	0.135	通过
63	1,2,4-三氯苯	5.209	4.932	0.277	通过	4.658	4.423	0.235	通过	4.415	4.750	0.335	通过
64	六氯丁二烯	4.763	4.519	0.244	通过	5.005	4.781	0.224	通过	4.702	4.837	0.135	通过
65	萘	4.416	4.730	0.314	通过	4.297	4.612	0.315	通过	5.136	5.287	0.151	通过

谱育 EXPEC274 材质惰性验证					
序号	检测物质	经采样设备	未经采样设备	差异	验证结果
1	丙烯	0.00	0.00	0.00	通过
2	二氟二氯甲烷	0.00	0.00	0.00	通过
3	一氯甲烷	0.00	0.01	0.00	通过
4	1,2-二氯四氟乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
5	氯乙烯	0.00	0.00	0.00	通过
6	1,3-丁二烯	0.01	0.00	0.00	通过

7	溴甲烷	0.00	0.00	0.00	通过
8	氯乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
9	丙烯醛	0.05	0.00	-0.05	通过
10	丙酮	0.23	0.18	-0.05	通过
11	三氯氟甲烷	0.00	0.00	0.00	通过
12	异丙醇	0.06	0.19	0.13	通过
13	1,1-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	通过
14	二氯甲烷	0.01	0.01	0.00	通过
15	1,1,2-三氟三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
16	二硫化碳	0.02	0.02	-0.01	通过
17	反-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	通过
18	1,1-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
19	甲基叔丁基醚	0.00	0.00	0.00	通过
20	乙酸乙烯酯	0.01	0.00	-0.01	通过
21	2-丁酮	0.02	0.00	-0.02	通过
22	顺-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	通过
23	溴氯甲烷	10.00	10.00	0.00	通过
24	乙酸乙酯	0.01	0.00	-0.01	通过
25	正己烷	0.10	0.03	-0.07	通过
26	三氯甲烷	0.00	0.00	0.00	通过
27	四氢呋喃	0.00	0.00	0.00	通过
28	1,2-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
29	1,1,1-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
30	苯	0.01	0.00	-0.01	通过

31	四氯化碳	0.00	0.00	0.00	通过
32	环己烷	0.00	0.00	0.00	通过
33	1,4-二氟苯	10.00	10.00	0.00	通过
34	1,2-二氯丙烷	0.00	0.00	0.00	通过
35	一溴二氯甲烷	0.00	0.00	0.00	通过
36	1,4-二氧六环	0.00	0.00	0.00	通过
37	三氯乙烯	0.00	0.00	0.00	通过
38	甲基丙烯酸甲酯	0.00	0.01	0.01	通过
39	庚烷	0.00	0.00	0.00	通过
40	顺式-1,3-二氯丙烯	0.00	0.00	0.00	通过
41	4-甲基-2-戊酮	0.03	0.00	-0.02	通过
42	反式-1,3-二氯丙烯	0.00	0.00	0.00	通过
43	1,1,2-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
44	甲苯	0.01	0.01	0.00	通过
45	2-己酮	0.03	0.02	0.00	通过
46	二溴氯甲烷	0.00	0.00	0.00	通过
47	1, 2-二溴乙烷	0.00	0.00	0.00	通过
48	四氯乙烯	0.00	0.00	0.00	通过
49	氯苯	0.00	0.00	0.00	通过
50	乙苯	0.01	0.00	0.00	通过
51	间,对-二甲苯	0.01	0.00	-0.01	通过
52	三溴甲烷	0.00	0.00	0.00	通过
53	苯乙烯	0.01	0.00	0.00	通过

54	四氯乙烷	0.02	0.00	-0.02	通过
55	邻二甲苯	0.01	0.00	-0.01	通过
56	对乙基甲苯	0.02	0.00	-0.02	通过
57	1,3,5-三甲苯	0.00	0.00	0.00	通过
58	1,2,4-三甲苯	0.01	0.00	-0.01	通过
59	氯代甲苯	0.00	0.00	0.00	通过
60	间二氯苯	0.01	0.00	-0.01	通过
61	对二氯苯	0.01	0.00	-0.01	通过
62	邻二氯苯	0.04	0.00	-0.03	通过
63	1, 2, 4-三氯苯	0.15	0.00	-0.15	通过
64	萘	0.21	0.05	-0.16	通过
65	六氯-1,3-丁二烯	0.00	0.00	0.00	通过