

《环境空气挥发性有机物连续自动监测技术规范》（征求意见稿）编制说明

标准起草组

2025 年 7 月

目 录

第 1 章 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
第 2 章 标准制订的必要性分析	3
2.1 标准制定必要性	3
2.2 标准制定紧迫性	3
第 3 章 国内外环境 VOCs 监测技术及安装、验收、运行和质控研究进展	6
3.1 环境空气 VOCs 监测方法	6
3.2 国内外 VOCs 监测技术发展现状	8
3.3 国内外 VOCs 监测技术标准	10
第 4 章 标准制订的基本原则和技术路线	15
4.1 基本原则	15
4.2 技术路线	15
第 5 章 标准主要技术内容	17
5.1 适用范围确定	17
5.2 规范性引用文件	17
5.3 术语与定义	18
5.4 系统组成	18
5.5 安装、调试与验收	20
5.6 日常运行维护	40
5.7 质量控制和质量保证	45
5.8 数据审核和处理	49
第 6 章 方法验证	62
6.1 方法验证的方案	62
6.2 方法验证过程	62
第 7 章 标准实施建议	63
第 8 章 标准立项审查论证情况	63
附录 1 方法验证报告	64

第 1 章 项目背景

1.1 任务来源

根据国务院印发的《空气质量持续改善行动计划》中指出的大力推动挥发性有机物（Volatile Organic Compounds，以下简称 VOCs）减排，开展区域协同治理，突出精准、科学、依法治污，完善大气环境管理体系，提升污染防治能力；以及生态环境部于 2024 年 3 月 17 日发布的《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》中提出，加快建立现代化生态环境监测体系全力支撑深入打好污染防治攻坚战和美丽中国建设。基于政策要求和实际工作需要，上海市环境监测中心向上海市环境保护产业协会（以下简称上环协）申请《环境空气挥发性有机物连续自动监测技术规范》标准立项。

标准制定工作以监测先行、监测灵敏、监测准确为导向，以更高标准保证监测数据“真、准、全、快、新”目标，加速监测技术数智化转型，建立与数字化相适应的新一代监测技术体系，以监测数据采集、传输、处理、分析及应用作为支撑，基本实现全链条流程化、智能化，全面推进智慧监测。

1.2 工作过程

2024 年 12 月，上海市环境监测中心提交《环境空气挥发性有机物连续自动监测技术规范》团体标准制定项目立项申请书。

2025 年 2 月，上环协公开征集团标参编单位，共计 20 家企事业单位报名。

2025 年 3 月，由上环协组织立项评审会，顺利通过。论证意见主要有：

1) 拟申请的团体标准为国内首个结合智能化和自动化专门指导环境空气挥发性有机物连续自动监测的技术规范，具有先进性。

2) 标准的建立有助于规范现有环境空气挥发性有机物连续自动监测数据的代表性、准确性和可靠性，提升数智化技术在环境空气监测技术的应用。

3) 标准技术路线合理、工作基础扎实、技术力量充足，为标准制订提供了坚实的基础。

牵头单位上海市环境监测中心根据各参编单位专长，划分好具体工作内容，召开编制单位内部会议。

2025 年 4 月，编制组按立项审查专家意见，对标准文本进行修改，并结合前期工作基础，搭建编制说明框架。之后根据系统组成、安装、调试与验收、日常运行维护、质量控制和质量保证、数据审核和处理几个部分，整理并提出了标准中不明确、缺乏数据、技术支撑的内容，并初步确立解决方案。

2025 年 5 月，编制组对工作重点难点问题开展了专题研究、实地调研和监测验证等工作，编制完成了《环境空气挥发性有机物连续自动监测技术规范》团体标准文本和编制说明草稿，并组织多轮内部讨论会。在充分听取部分企业和各方专家意见，并与管理部门充分沟通的基础上，编制完成了《环境空气挥发性有机物连续自动监测技术规范》文本和编制说明初稿。

2025 年 6 月-7 月，编制组在前期收集各单位提交的原始材料基础上，组织专业团队开展系统化梳理与整合，经过修改完善，形成结构严谨、内容翔实的征求意见稿，同步编制完成包含制订依据、过程说明等要素的征求意见稿编制说明。

第 2 章 标准制定的必要性分析

2.1 标准制定必要性

VOCs 组分分为非甲烷碳氢化合物、含氧有机化合物、卤代烃等几大类。VOCs 参与大气环境中臭氧和二次气溶胶的形成，其对区域性大气臭氧污染、PM_{2.5}（细颗粒物）污染具有重要的影响。大多数 VOCs 具有令人不适的特殊气味，并具有毒性、刺激性、致畸性和致癌作用，特别是苯、甲苯及甲醛等对人体健康会造成很大的伤害。VOCs 是导致城市灰霾和光化学烟雾的重要前体物，主要来源于煤化工、石油化工、燃料涂料制造、溶剂制造与使用等过程。通过控制 VOCs，可加强 PM_{2.5} 与臭氧协同控制，对实现减污降碳协同增效、促进生态环境质量持续改善有重要意义。

《空气质量持续改善行动计划》提出“以改善空气质量为核心，以减少重污染天气和解决人民群众身边的突出大气环境问题为重点，以降低 PM_{2.5} 浓度为主线，大力推动氮氧化物和 VOCs 减排；开展区域协同治理，突出精准、科学、依法治污，完善大气环境管理体系，提升污染防治能力”，同时《十四五全国细颗粒物与臭氧协同控制监测网络能力建设方案》和《2024 年国家生态环境监测方案》中要求，在大气污染防治重点区域、成渝地区、长江中游城市群、《关于加强 VOCs 监测的通知》（环办监测函[2020]335 号）要求的 149 个城市和其他 VOCs 排放量较高的城市开展 VOCs 组分监测，共计 176 个城市，202 个点位；此外，工业园区环境空气及专项监测工作中要求涉 VOCs 园区增加 VOCs 监测。

生态环境部于 2024 年 3 月 17 日发布的《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》中提出，加快建立现代化生态环境监测体系，全力支撑深入打好污染防治攻坚战和美丽中国建设。具体实施要以监测先行、监测灵敏、监测准确为导向，以更高标准保证监测数据“真、准、全、快、新”目标，加速监测技术数智化转型，建立与数字化相适应的新一代监测技术体系，以监测数据采集、传输、处理、分析及应用作为支撑，基本实现全链条流程化、智能化，智慧监测全面推进。

2.2 标准制定紧迫性

目前国内 VOCs 自动监测相关标准主要为《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》（HJ 1010-2018）、《总站气函[2019]785 号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》和江西省地方标准《环境空气挥发性有机物组分（VOCs）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（DB36/T 2152-2025）。但是 HJ 1010-2018 仅针对 VOCs 连续监测系统技术要求及检测方法，适用于监测系统的设计、生产和检测；总站气函[2019]785 号技术规范非标准规范，仅为 VOCs 监测运行质量控制试行文件；DB36/T 2152-2025 重点针对 VOCs 连续监测系统安装和验收环节进行规定。因此，国内尚没有统一标准对 VOCs 连续监测系统安装调试和验收、日常运维、质量控制、数据审核等方面进行统一的规定和要求，以及数智化在 VOCs 连续自动监测系统中应用。要实现 VOCs 减排成效的准确评估，亟需规范和统一环境空气 VOCs 自动监测技术要求，确保监测数据的准确性和灵敏性。

目前，全国很多城市和工业园区均已经开展环境空气 VOCs 的连续自动监测，监测组分包括 57 种 PAMS 组分乃至更多 116 种组分，但 VOCs 作为环境空气污染的重要组分，其监测技术的复杂性主要体现在种类繁多、理化性质差异显著、浓度范围跨度大（从 nmol/mol 级到 $\mu\text{mol/mol}$ 级）以及污染来源多样（如工业排放、交通尾气、溶剂使用等）。由于我国 VOCs 连续自动监测领域尚未形成统一的技术规范，导致监测设备选型、技术方法、数据质控等环节存在显著差异，直接影响监测数据的科学性、可比性和公信力。制定团体标准的首要必要性，即在于解决技术碎片化问题，构建全行业通用的技术框架。

从监测技术层面看，现有市场上主流设备包括在线气相色谱（GC-FID/PID）、在线气相色谱-质谱联用仪（GC-MS）等，不同原理设备的检测对象、灵敏度、抗干扰能力差异显著。例如，GC-FID 对 $\text{C}_2\text{-C}_{12}$ 烃类物质检测性能优异，但对含氧 VOCs（如醛酮类）响应不足。若无统一的技术标准，监测设备的选型与配置易陷入“技术孤岛”，导致不同区域或场景的监测数据无法横向比对，难以支撑大范围污染溯源与联防联控。

在设备性能指标方面，现行规范对关键参数（如检出限、精密度、响应时间等）的要求较为模糊。团体标准需明确不同类型 VOCs 的最低检出限阈值，并规定设备在复杂基质（如多组分共存）环境下的性能验证方法。此外，采样系统设

计（如伴热管线温度控制、除湿模块效率）、校准周期（动态校准频率）、数据有效率等环节亦需标准化，避免因设备运维差异导致数据失真。

技术流程的规范化同样迫切。当前，从样品采集、预处理、分析到数据上传的流程缺乏统一操作指南，例如：采样探头安装高度与位置（距污染源距离、避开局地干扰）、样品传输滞后时间补偿算法、实时数据异常值识别规则等环节均存在操作随意性。团体标准应规定全流程技术细则，确保监测数据的时空连续性与可追溯性。

此外，VOCs 连续监测涉及设备安装调试、日常运维、数据审核等环节，但目前服务标准缺失导致市场乱象频发。例如，部分运维单位未按规定开展多点校准，仅使用单一浓度标气应付检查；数据审核环节人工干预过多，异常数据处理缺乏透明记录。团体标准需规定全生命周期服务细则，包括：运维人员资质要求、运维作业流程（如每周现场巡检、每月性能审核）等，推动运维服务从“粗放式”向“精细化”转型。同时，通过建立服务评价体系，引导行业内企业形成差异化竞争优势。

综上，由于大气 VOCs 作为 $PM_{2.5}$ 和臭氧污染协同控制的共同前体物，以及 VOCs 组分数量众多、监测技术复杂、测量组分浓度水平差异较大等特点，环境空气 VOCs 自动监测系统日常监测往往需要投入大量人力，开展日常运行维护和质控，监测数据准确性仍然存在较大提升的空间；因此，迫切需要加快建设针对环境空气 VOCs 监测系统监测技术规范，通过引入数智化技术手段提升环境空气 VOCs 自动监测日常运行管理与质量控制等工作效率，同时也推进实现与数字化相适应的新一代监测技术方法体系。《环境空气挥发性有机物连续自动监测系统监测技术规范》的编制，不仅有利于服务支撑上海市乃至全国环境空气 VOCs 连续自动监测系统监测数据的准确性和可靠性，还为空气质量的持续改善和 VOCs 减排的准确评估提供准确的数据支撑，同时也为推动数智化技术在环境空气 VOCs 自动监测系统中应用提供支持。

第 3 章 国内外环境 VOCs 监测技术及安装、验收、运行和质控研究进展

3.1 环境空气 VOCs 监测方法

VOCs 是大气污染的重要前体物，它们具有较低的沸点和较强的挥发性，能够在大气中以气态形式存在。VOCs 涵盖了多种化学物质，包括烃类、醇类、醛类、酮类、酯类等。这些化合物在工业生产、化学反应和日常生活中广泛存在，并且通常以气体形式通过工业排放、汽车尾气、溶剂使用等途径释放到大气中，其监测技术的研究已成为全球关注的重点。

目前，VOCs 监测方法可以分为手工监测和自动监测两大类。手工监测通常需人工采样和实验室分析，适用于短期、定点或合规性检测，数据精度高但时效性较差。自动监测通过在线仪器实时或近实时检测，适用于长期连续监测和污染预警。

3.1.1 手工监测

VOCs 手工监测方法主要有：吸附管采样-热脱附/气相色谱法（TD-GC-MS）、罐采样-气相色谱法（Canister-GC-MS）、溶剂解吸-气相色谱法和便携式 PID/FID 仪器等。各种技术方法具有不同的技术特点和应用特性。具体如下：

a) 吸附管采样-热脱附/气相色谱法（TD-GC-MS）的原理是利用吸附剂对空气中 VOCs 分子的选择性吸附能力，将目标化合物捕获在吸附管中。再通过加热吸附管释放被捕获的 VOCs，并将其导入气相色谱系统进行分离和分析。该方法是一种广泛应用于 VOCs 检测的高灵敏度分析技术。它结合了吸附管采样的灵活性和热脱附/气相色谱-质谱联用的高分辨能力，能够实现对空气中痕量 VOCs 的定性和定量分析。

b) 罐采样-气相色谱法（Canister-GC-MS）的原理是利用不锈钢采样罐采集空气样品，通过密封保存运输至实验室并将其导入气相色谱系统进行分离和分析。该方法是一种高效精确的 VOCs 检测技术，特别适用于低浓度、多组分的复杂环境分析。

c) 溶剂解吸-气相色谱法 (Solvent Desorption-GC) 是一种经典的分析技术, 用于检测吸附在固体吸附剂上的 VOCs。该方法通过使用适当的溶剂将吸附剂中的目标化合物提取出来, 然后利用气相色谱进行分离和分析。

d) 便携式 PID (光离子化检测器, Photoionization Detector) 和 FID (火焰离子化检测器, Flame Ionization Detector) 仪器是用于现场快速检测 VOCs 浓度的常用工具。PID 适合低浓度、多组分 VOCs 的初步筛查, 而 FID 则更适合高浓度、单一成分的精确测量。

3.1.2 自动监测

VOCs 自动监测方法主要有: 在线气相色谱法 (Online GC 或 GC-FID/MS)、质子转移反应质谱法 (PTR-MS)、傅里叶变换红外光谱法 (FTIR) 和差分吸收光谱法 (Differential Optical Absorption Spectroscopy, 简称 DOAS) 等。各种技术方法具有不同的技术特点和应用特性。具体如下:

a) 在线气相色谱法 (Online GC 或 GC-FID/MS) 是一种将样品采集、预处理和分析集成于一体的自动化技术。它通过实时监测 VOCs 或其他气体成分, 广泛应用于环境监测、工业过程控制和科学研究等领域。结合不同的检测器 (如 FID、MS 等), 可以实现高灵敏度、高分辨率的定量和定性分析。

b) 质子转移反应质谱法 (PTR-MS) 是一种用于实时分析 VOCs 的高灵敏度技术。它通过质子转移反应将目标分子转化为带电离子, 随后利用质谱仪进行检测和定量。PTR-MS 广泛应用于环境监测、食品科学、医学诊断和工业过程控制等领域, 能够快速检测 nmol/mol 级甚至更低浓度水平的 VOCs。

c) 傅里叶变换红外光谱法 (FTIR) 是一种基于分子振动和转动吸收红外辐射的分析技术。它通过测量物质对不同波长红外光的吸收情况, 获得分子结构信息。FTIR 利用傅里叶变换数学方法将时间域信号转换为频率域信号, 从而生成红外光谱。基于红外吸收原理, 不同化合物在特定波长范围内产生特征吸收峰, 通过解析吸收光谱确定目标物质及其浓度。

d) 差分吸收光谱法 (Differential Optical Absorption Spectroscopy, 简称 DOAS) 是一种基于分子对特定波长光的吸收特性来定量分析大气中痕量气体的技术。它通过分离光谱中的窄带吸收特征和宽带辐射背景, 实现对 VOCs 及其他气体的高精度监测。

3.2 国内外 VOCs 监测技术发展现状

3.2.1 国外

近年来，随着全球对空气质量的关注度不断提升，VOCs 的监测已成为环境保护领域的重要研究方向。国外在环境 VOCs 监测技术的研发和应用方面取得了显著进展，形成了以高精度、自动化和智能化为特点的发展格局。

美国在环境空气 VOCs 监测领域依托 EPA 建立的 TO 系列标准方法（如 TO-15 罐采样-GC-MS、TO-17 吸附管热脱附-GC-MS）构建了监测体系，结合在线自动 GC 系统（如 Auto-GC-FID/MS）实现污染源和环境空气的实时监测，并通过《清洁空气法》强制推动工业排放监管；近年技术发展聚焦智能化升级，推动便携式 GC-MS、低功耗传感器网络与大数据模型联动，同时拓展高分辨 GC-MS 技术以应对 PFAS 等新兴污染物监测需求，形成覆盖实验室分析、在线监测及应急响应的全链条 GC 技术应用生态。美国环保署（EPA）通过国家空气毒物评估计划（NATA）整合 GC 监测数据，量化苯等致癌物长期暴露风险，指导区域污染防控政策，并在加州等臭氧污染严重地区部署高密度 GC 传感器网络，结合卫星遥感和 CMAQ 模型实现污染溯源。工业领域依托 TO-14A 和 Method 18 标准，强制石化、化工企业安装在线 GC-FID 系统，实时监控苯系物和非甲烷总烃排放。科研层面，NASA 及国家实验室主导的 GC-PTR-MS 技术实现甲醛、丙酮等含氧 VOCs 秒级监测，支撑大气化学反应机制研究。

欧洲在环境空气 VOCs 监测使用 ISO 16017、EN 14662 等标准构建统一方法体系（如吸附管热脱附-GC-MS 和罐采样-GC-MS），通过欧盟空气质量指令（2008/50/EC）设定苯等关键污染物限值并推动成员国部署在线 GC 监测网络，重点城市如巴黎、柏林通过移动 GC 实验室和固定站点联动实现污染动态追踪；欧洲环境署（EEA）依托 EMEP 计划整合各国 GC 数据，建立跨国污染传输模型，并推广微型化 GC-PID 传感器用于交通源 VOCs 实时筛查，同时联合科研机构开发二维气相色谱（GC×GC）和高分辨质谱联用技术以解析复杂 VOCs 组分及二次污染物生成机制；工业领域遵循 IED 指令（工业排放指令）强制石化、印刷等行业安装在线 GC-FID/MS 系统，数据实时接入欧盟污染物排放登记系统（E-PRTR），而北欧国家率先将色谱技术与无人机采样结合，实现偏远地区背景浓度监测。

日本在环境空气 VOCs 监测则以《大气污染防治法》和 JIS 标准构建监测体系，重点针对苯、甲醛等高风险污染物，采用吸附管热脱附-GC-MS（如 Tenax TA 采样）和罐采样-GC-MS 技术，检测限低至 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 级，满足严苛的空气质量标准；工业区及城市站点广泛部署在线 GC-FID 系统实时监控苯系物，数据联网至地方政府平台，并通过移动式 GC 实验室动态追踪交通源排放。日本国立环境研究所（NIES）主导开发微型化 GC-MS 和无人机载采样技术，用于偏远地区及灾害应急监测，同时推动 GC 与质子转移反应质谱（PTR-MS）联用，实现甲醛、丙酮等含氧 VOCs 秒级响应，支撑光化学烟雾成因研究。企业层面，化工、印刷行业遵循《化审法》强制安装 GC 在线监测设备，并与 AI 预测模型结合优化减排。

此外，国际合作与数据共享机制促进了国外 VOCs 监测水平的整体提升。例如，美国环保署（EPA）与欧盟合作建立了全球大气监测数据库，整合了来自不同地区的监测结果，为跨国界的空气污染治理提供了支持。这种协同模式不仅增强了监测数据的代表性，还推动了新型监测技术的标准化和普及化。然而，尽管国外在 VOCs 监测领域取得了诸多成就，仍面临一些挑战。例如，如何降低监测成本以扩大覆盖范围，以及如何应对复杂气象条件对监测结果的影响，仍是亟待解决的问题。总体而言，国外环境 VOCs 监测正朝着更高效、更精准的方向发展，为全球空气质量改善做出了重要贡献。

3.2.2 国内

近年来，随着我国对大气污染治理的重视程度不断提高，VOCs 的监测已成为环境保护工作中的关键环节。国内在 VOCs 监测技术、设备研发以及政策推动方面取得了显著进展，逐步构建起一套覆盖全面、技术先进的监测体系。首先，在政策层面，我国相继出台了一系列法规和标准以规范 VOCs 监测与治理工作。其次，在监测技术方面，国内已初步形成了以传统实验室分析为主，辅以现场快速检测和在线连续监测的多元化格局。同时，国产化监测设备的研发取得突破，部分产品性能已接近国际先进水平，有效降低了监测成本。

《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》（HJ 1010-2018）由生态环境部制定，对 VOCs 在线监测系统提出技术要求，适用于环境空气 VOCs 的实时监测，要求采用气相色谱（GC-FID/GC-MS）技术，并规

定检出限等关键性能指标，通过每日自动校准、标准物质溯源及定期维护确保数据可靠性；该标准支撑《大气污染防治法》和“蓝天保卫战”对重点行业（石化、化工）的在线监测强制要求，推动国产 GC 设备技术升级，并通过联网监管平台实现数据实时传输与分析，为臭氧与 PM_{2.5} 协同控制提供技术基础。

此外，国内还积极探索智能化监测手段的应用。通过结合物联网、大数据和人工智能技术，建立了多个省市的 VOCs 监测数据平台，实现了监测信息的实时采集、传输和分析。这些平台不仅能动态展示 VOCs 浓度变化趋势，还能辅助溯源分析，帮助精准识别污染来源，为科学决策提供支持。然而，国内 VOCs 监测仍存在一些不足之处。一方面，监测站点布局尚不均衡，部分地区尤其是中小城市和农村地区的监测能力较弱；另一方面，针对复杂混合气体的在线监测技术仍有待完善，尤其是在低成本、高灵敏度设备的研发方面需进一步加强。此外，不同区间的数据共享机制尚未完全建立，限制了全国范围内的协同治理效果。

总体来看，国内 VOCs 监测正处于快速发展阶段，技术进步与政策驱动相互促进，为改善空气质量奠定了坚实基础。未来，随着技术创新和管理优化，我国 VOCs 监测水平将不断提升，助力实现蓝天保卫战目标。

3.3 国内外 VOCs 监测技术标准

3.3.1 国外

a) 系统安装与验收技术标准

美国 EPA 标准：40 CFR Part 53 法规针对环境空气监测参考和等效方法性能标准的法规，其中包含了对多种空气质量监测设备（包括 VOCs 监测系统）的技术要求和认证规范。40 CFR Part 58 法规详细规定了环境空气监测网络（Ambient Air Monitoring Network）的设计、实施和质量保证要求，涉及 VOCs 监测点的选择和设备安装位置。Performance Evaluation (PE) Protocols（性能评估协议）是用于验证挥发性有机化合物（VOCs）监测系统是否符合法规要求的关键程序，确保数据的准确性和可靠性。Method 25A 主要用于垃圾填埋气中非甲烷有机化合物（NMOC）的监测，但也可作为 VOCs 监测设备验收测试的一部分，以验证其灵敏度、准确性和合规性。

欧盟 EN 标准：EN 14662-3 是欧洲标准化委员会（CEN）制定的空气质量标准，专门针对气相色谱-质谱联用（GC-MS）测定 VOCs 的方法，并详细规定了

采样系统、分析设备和数据质量控制的要求。CEN/TS 16516 是欧洲标准化委员会（CEN）制定的技术规范，主要针对工业排放中 VOCs 的采样与分析系统的安装要求，以确保监测数据的准确性和代表性。2008/50/EC（环境空气质量及清洁空气指令）是欧盟空气质量管理的核心法规，对空气质量监测系统的验收提出了全面要求，包括 VOCs 监测设备的校准、验证和性能评估。

日本工业标准：JIS K 0565 规定了空气中 VOCs 测定系统的安装方法，涵盖采样装置和分析仪的技术要求。JIS B 9922 规定了便携式 VOCs 监测仪的验收测试技术要求，涵盖性能指标、测试方法、校准要求等关键内容。

b) 系统运行技术标准

美国 EPA 标准：Quality Assurance Project Plan（QAPP）是确保 VOCs 监测系统数据准确性和可靠性的核心文件，涵盖了监测目标、数据质量要求、质量控制措施等关键内容。Compliance Monitoring Requirements：对 VOCs 监测系统运行期间的数据记录和报告要求进行了详细规定，涵盖了从设备运行参数的记录到偏差处理的全过程。这些要求旨在确保监测数据的准确性和完整性，从而有效控制 VOCs 的排放，保护环境和公众健康。

欧盟 EN 标准：2010/75/EU：对工业排放监测系统的运行提出了持续监控的要求。通过设定连续监测、定期测量以及自动化测量系统的使用等要求，确保了工业排放监测系统的运行符合持续监控的标准。EN 14662-3：主要涉及苯等 VOCs 的监测方法，特别是活性炭采样-溶剂解吸/气相色谱法。该标准对 VOCs 监测系统的校准频率和技术要求有明确规定，以确保监测数据的准确性和可靠性。

日本工业标准：JIS K 0565 是关于 VOCs 监测系统的规范，主要涵盖红外吸收法（NDIR）和火焰离子化检测法（FID）等 VOCs 监测技术。该标准对监测系统的校准、维护和质量控制提出了具体要求，以确保数据准确性和系统稳定性。

c) 系统质控技术标准

美国 EPA 标准：40 CFR Part 51 为 VOCs 监测系统提供了严格的质量控制框架，强调校准、数据验证、维护和记录保存，以确保环境空气质量数据的准确性和可靠性。Reference Methods and Testing Procedures 针对挥发性有机化合物（VOCs）监测系统的质量控制（QC）制定了详细的标准方法和测试程序，以确保数据的准确性和可靠性。

欧盟 EN 标准：2008/50/EC：欧盟空气质量管理的核心法规，其通过建立区域空气质量监测、评价及管理体系，对 VOCs 等污染物的监测数据质量提出了明确要求。EN 13725：通过系统化的质控流程，包括校准、比对和数据审核等环节，确保了 VOCs 监测系统的准确性和可靠性。

日本工业标准：JIS K 0565 标准与其他国际和国内标准（如 HJ 1010-2018）一致，强调了标准气体在 VOCs 监测中的重要性，并规定了具体的校准和验证方法。这些标准共同构成了 VOCs 监测系统质控的技术框架。

3.3.2 国内

近年来，国内 VOCs 监测研究取得显著进展，已建立较为完善的体系，如相关标准强调全流程质控，包括定期校准、多点比对和数据审核，详见表 1。运行过程中采用自动校准技术，结合标准气体进行动态校验，并通过远程监控平台实时评估设备性能。目前主要依据《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》（HJ 1010-2018）等规范，开展日常维护和质量保证工作。其重点内容包括设备运行管理、质控措施和数据质量管理等。但是国内在运行和质控方面仍面临一些挑战。例如：设备稳定性不足，部分国产设备长期运行稳定性较差，影响数据可靠性；质控体系不完善，部分地区缺乏统一的质控标准。

目前国内的主要研究方向为：（1）加强自动化质控技术研发，提升运行效率；（2）引入大数据和人工智能技术，优化运行管理流程；（3）构建统一的质控评价体系，统一质控标准；（4）深化国际合作，借鉴先进经验，推动 VOCs 监测向精细化和智能化监测。

表 1 国内挥发性有机物主要标准汇总

标准号	标准名称	主要内容	适用范围
HJ 1010-2018	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	HJ1010-2018标准是环境空气VOCs气相色谱连续监测系统的重要技术规范，明确了系统的组成、性能指标、检测方法和质量控制要求。	（1）本标准适用于采用气相色谱法对环境空气中VOCs进行连续自动监测的系统。监测对象至少包括57种光化学前体物。
HJ 759-2023	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	HJ759-2023标准规定了使用罐采样气相色谱-质谱法（GC-MS）测定环境空气中65种挥发性有机物（VOCs）的方法。该方法适用于环境空气中低浓度 VOCs 的精准定性和定量分析。	（1）本标准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。 （2）本标准适用于环境空气和无组织排放监控点空气中65种挥发性有机物的测定。
HJ 919-2017	环境空气 挥发性有机物的测定 便携式傅里叶红外仪法	便携式傅里叶红外仪法是一种高效的VOCs检测技术，特别适合现场快速监测和应急响应。通过该方法，可以快速获取环境空气中 VOCs 的种类和浓度信息，为大气污染防治提供科学依据。	（1）本标准规定了测定环境空气中VOCs的便携式傅里叶红外仪法。（2）本标准定性半定量方法，适用于环境空气中丙烷、乙烯、丙烯、乙炔、苯、甲苯、乙苯、苯乙烯等8种挥发性有机物在互不干扰情况下的突发环境事件应急监测。其他挥发性有机物若通过验证也可用本方法测定。
HJ 644-2013	环境空气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法是一种高灵敏度、高准确度的VOCs检测方法，特别适合长期采样和低浓度VOCs的分析。通过该方法，可以全面了解环境空气中VOCs的种类和浓度分布，为大气污染防治和科学研究提供重要数据支持。	（1）本标准规定了测定环境空气中VOCs的吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法。 本标准适用于环境空气中35种挥发性有机物的测定。若通过验证本标准也可适用于其他非极性或弱极性挥发性有机物的测定。

标准号	标准名称	主要内容	适用范围
DB36/T 2152-2025	环境空气挥发性有机物组分（VOCs）连续自动监测系统安装和验收技术规范	本规范旨在为VOCs监测系统的安装、调试、性能测试及验收提供指导，确保系统符合相关技术标准（如HJ 1010-2018）的要求。	（1）本文件规定了环境空气VOCs连续自动监测系统安装、调试、试运行和验收规范的技术要求。（2）本文件适用于环境空气VOCs连续自动监测系统安装和验收活动。
DB42/T 2331-2024	环境空气 挥发性有机物的在线测定 低温捕集/气相色谱-质谱法	低温捕集气相色谱-质谱法是一种高效的在线监测技术，特别适用于低浓度VOCs 的精准分析。通过低温富集和GC-MS联用，可以实现对环境空气中多种挥发性有机物的定性和定量测定。然而，在实际应用中需注意设备维护、温度控制和数据分析等关键环节，以确保监测结果的准确性。	（1）本文件规定了湖北省环境空气中挥发性有机物在线测定的方法原理、干扰和消除、系统组成、样品分析及结果计算、性能指标和质量控制与质量保证。（2）本文件适用于环境空气中挥发性有机物在线测定系统的运行、质量控制和质量保证。
DB37/T 4078-2020	环境空气 挥发性有机物连续监测 气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱检测器联用法	气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱检测器联用法是一种用于环境空气中挥发性有机物（VOCs）连续监测的技术。该方法结合了氢火焰离子化检测器（FID）的高灵敏度和质谱检测器（MS）的定性能力，能够实现对多种VOCs的连续定量和定性分析。	（1）本标准规定了连续监测环境空气中挥发性有机物的气相色谱-氢火焰离子化检测器/质谱检测器联用法。（2）本标准适用于环境空气和无组织排放监控点空气中乙炔等100种挥发性有机物的测定；其它挥发性有机物通过本方法适用性验证的，也可采用本标准测定。
DB35/T 1746-2018	空气和废气 总挥发性有机物(TVOC)的测定 冷冻浓缩/气相色谱质谱法	冷冻浓缩/气相色谱-质谱法是一种用于测定空气和废气中总挥发性有机物（TVOC）的技术。该方法通过低温冷冻浓缩装置对样品中的VOCs进行富集，随后利用气相色谱分离和质谱检测实现定性和定量分析。	（1）本标准规定了测定室内空气、环境空气、厂界无组织排放气体和固定污染源废气（温度低于150℃的固定污染源）中总挥发性有机物（TVOC）的冷冻浓缩/气相色谱-质谱方法。（2）本标准适用于室内空气、环境空气和固定污染源废气（温度低于150℃的固定污染源）中61种挥发性有机物的测定以及总挥发性有机物（TVOC）的总量计算，其它挥发性有机物如果通过方法验证，也可采用本标准测定。

第 4 章 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

标准制订以科学性、先进性和可操作性为原则，根据《关于开展 2014 年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办函〔2014〕411 号），按照《生态环境标准管理办法》（生态环境部令〔2020〕第 17 号）的有关要求，将标准管理技术化和规范化，在国内现有标准、规范的基础上，编制本标准。

编制组调研了国内外环境空气气态污染物连续自动监测站点系统的组成、安装、验收、运行和质控现状，结合国家环境空气 VOCs 监测发展的需求，不断深入研究和完善，确保规范规定的安装、验收、运行和质控要求满足相关环境管理工作的需求，主要功能、指标和检测方法能够体现现有技术水平，具有可操作性和普遍适用性，易于推广，为环境空气 VOCs 连续自动监测系统组成、安装、调试、试运行、验收、日常运行维护、质量保证和质量控制、数据审核和判断提供技术支撑。

4.2 技术路线

本标准制定技术路线见图 1 所示。

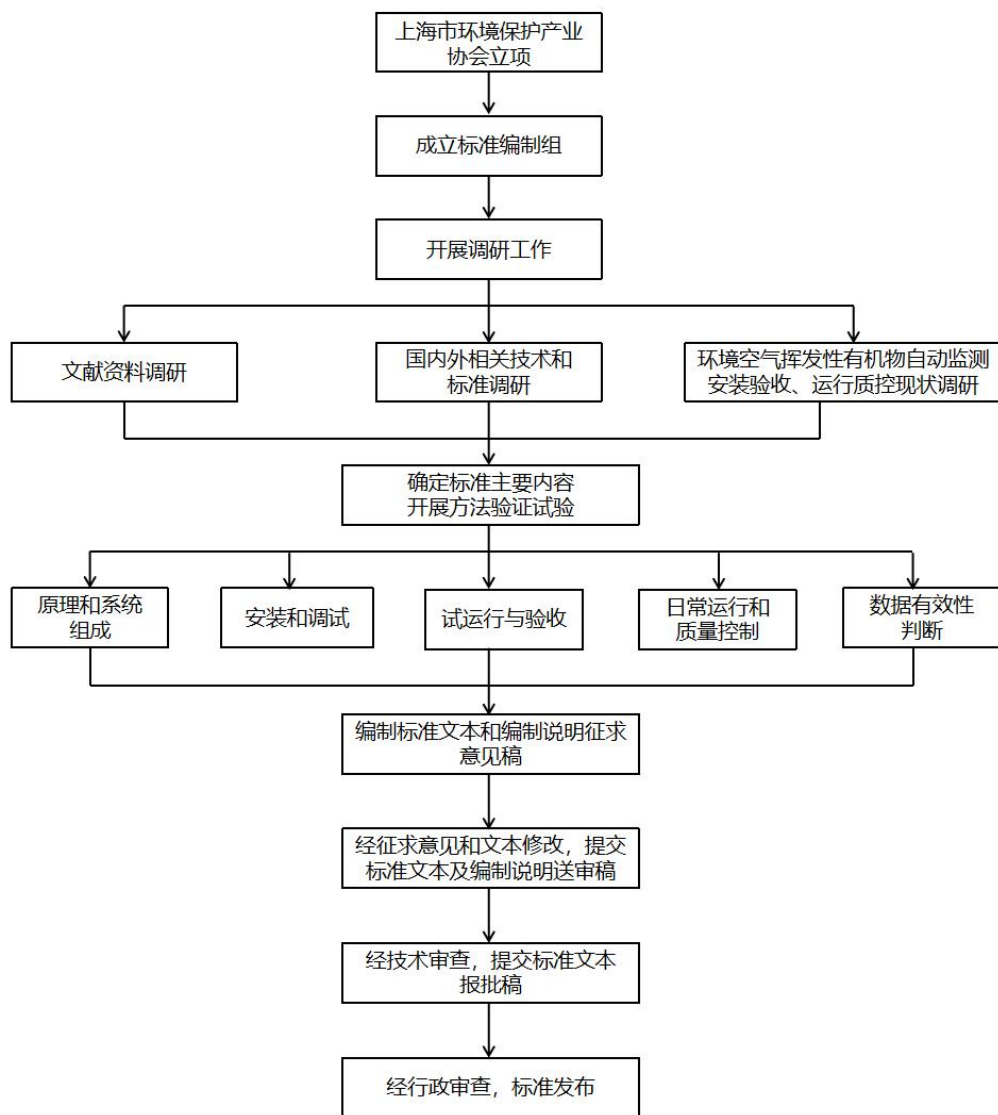


图 1 标准制定技术路线

第5章 标准主要技术内容

5.1 适用范围确定

本文件规定了环境空气挥发性有机物（Volatile Organic Compounds, VOCs）连续自动监测系统组成、安装、调试、试运行与验收、日常运行维护、质量控制和质量保证、数据审核和处理的基本内容和要求。

本文件适用于环境空气 57 种或 116 种 VOCs 组分连续自动监测，具体组分详见标准文本附录 A。

5.2 规范性引用文件

本标准文件中规范性或资料性引用了多个已发布标准规范：

监测点位布设引用《环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）》（HJ 664）中的相关内容。

系统健康度评估方法引用《工业机器人 运行维护 第3部分：健康评估》（GB/T 42983.3）中的相关内容。

系统安装引用《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB 50093）中相关内容。

采样系统引用《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）中相关内容。

安装验收以及日常运行中部分性能测试指标引用《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》（HJ 1010）中相关内容。

自动监测站房及辅助设备定期巡检要求引用《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）中相关内容。

监测网络的数据采集与传输，信息平台的通讯接口、通讯流程和监测因子编码等的定义与设置引用《污染源自动监控（监测）系统数据传输标准》（HJ 212）中相关内容。

日常运行维护和质控质保分别引用《大气超级站质控质保体系技术规范》（DB31/T 310006）中 VOCs 相关内容。

量值溯源标准气体稀释储存和清洗空白要求引用《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）种相关内容。

5.3 术语与定义

本标准的术语与定义重点对环境空气 VOCs 自动监测系统、智能监控单元、智能运维、阈值法、异常值检测法、机器学习、健康状态和智能数据审核等 8 个术语进行了定义。其中环境空气 VOCs 自动监测系统引用了《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）中环境空气质量连续自动监测的定义并进行了引申和修改。智能运维参考了《污染源自动监测系统数智化运行维护技术规范》（T/CAEPI101）中数智化运行维护和数智化运行维护系统的定义并进行了修改。智能数据审核参考了《工业园区空气污染自动监测技术规范》（T/SHAEP1007）中数据审核的定义并进行了引申和修改。

5.4 系统组成

监测系统组成主要参考了 HJ 1010 中 4.2 系统组成的内容，同时结合数智化监控技术与大数据智能诊断的要求，新增扩展了智能监控单元、数据分析和智能诊断单元，监测系统由样品采集单元、质控单元、气源单元、分析单元、智能监控单元、数据采集和传输单元、数据分析和智能诊断单元以及其他辅助设备等组成，如图 2 所示。

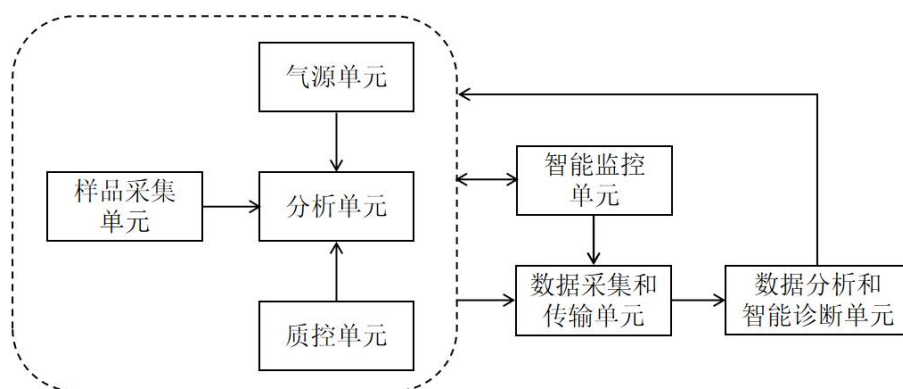


图 2 仪器组成示意图

5.4.1 样品采集单元

样品采集单元主要从采样管路材质、采样管路安装位置等方面进行规定，与 HJ 1010 中样品采集单元的要求基本一致。

5.4.2 质控单元

质控单元主要从质控单元的目的、功能等方面进行规定，与HJ 1010中质控单元的要求基本一致。

5.4.3 气源单元

气源单元主要为了满足监测系统正常运行而需要配备的各类气体，与HJ 1010中气源单元的要求一致。

5.4.4 分析单元

分析单元用于对采集的环境空气中的挥发性有机物组分进行富集和分离，并对挥发性有机物组分进行准确定性和定量。分析单元由富集模块、柱温箱、色谱柱、检测器等组成，基本参考HJ 1010中分析单元的相关要求。

5.4.5 智能监控单元

智能监控单元主要参考《国家城市环境空气质量监测点位站房标准化建设技术规范(试行)》中对于站房监控的相关监控单元，以及结合环境空气VOCs连续自动监测系统在样品采集单元、气源单元、质控单元、分析单元等运行监控的需求，通过增加传感器或者开放相关部件实时监控功能，实现相关部件的实时监控与告警，具体监控单元清单见标准文本附录B。

5.4.6 数据采集和传输单元

数据采集和传输单元主要参考HJ 1010中数据采集和传输单元的相关要求，并增加对智能监控单元状态参数等内容的采集和存储，以及能按指令传输监测数据、告警信息和设备工作状态信息，具有断电保护功能，能够在断电时保存系统参数和历史数据；并具有内置智能判定算法，对标气、管路漏气等具有自检、报警和处置功能。

5.4.7 数据分析和智能诊断单元

数据分析和智能诊断单元为新增单元，主要结合现代化生态智能环境监测要求，将采集的各类状态参数、监测数据、谱图等，通过利用和融合物联网、区块链、大数据和人工智能等技术实现环境空气VOCs自动监测系统的全面感知、深度分析和智能诊断，并结合现场自动化装置实现运行维护的智能自动管控、故障

的提前预防预警、设备突发应急事件的告警和处置以及质量控制的远程自动以及智能实施与评估，监测数据的智能审核与异常告警。

5.5 安装、调试与验收

5.5.1 安装

5.5.1.1 监测点位

标准文本 5.1.1 对监测点位提出要求。

对于点位的要求，与常规气态四参数仪器的站房要求基本一致。参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193-2013）中的相关规定，从选点、点位周边环境、安全和防火、电力供应和交通等方面提出相应的要求，以确保监测点位长期、稳定且具有代表性，保证监测的连续性和可比性。

5.5.1.2 监测站房

标准文本 5.1.2 对监测站房提出要求。

对于站房的要求，与常规气态四参数仪器的站房要求基本一致。参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 193）中的对站房的相关规定，从站房结构、材料、高度、承重、楼梯、防水、隔热、保温、防雷、防干扰和配套设计（采样孔、排风口等）等方面提出相应的要求。

在此基础上，对站房自动化控制设备配置做出要求，配置参考见表 2。

表 2 智能监控单元及要求

参数类别	参数名称	参数阈值	采集频率
采样系统	采样管温度	设定值±5℃	每分钟一次
采样系统	采样管压力	大气压±0.5MPa	每分钟一次
采样系统	采样管湿度	/	每分钟一次
采样系统	采样流速	>10L/min	每分钟一次
辅助设施	N ₂ /He 气瓶压力	>1.0MPa	每分钟一次
辅助设施	零气发生器炉温	设定值±5%	每分钟一次
辅助设施	零气发生器露点	<-20℃	每分钟一次

辅助设施	氧气传感器	19.5%~23.5%	每分钟一次
辅助设施	标准气体压力	>1.0MPa	每分钟一次
环境参数	环境温度	25°C±5°C	每分钟一次
环境参数	大气压	/	每分钟一次
环境参数	湿度	<80%	每分钟一次
站房参数	烟感	检测到触发报警	每分钟一次
站房参数	水浸	检测到触发报警	每分钟一次
站房参数	照明	/	每分钟一次
站房参数	电压	220V±10%	每分钟一次
站房参数	人在传感器	未经授权人员触发警报	实时
站房参数	摄像头监控	违规操作触发警报	实时
站房参数	氢气传感器	<1%	实时

5.5.1.3 系统架设

标准文本 5.1.3 对系统架设提出要求。

本标准规定：1) 系统应单独配电并接地，安装独立的漏电保护开关，不受其他设备故障的影响。2) 应对系统单独安装不间断电源（UPS）设备，保证外部断电后能完成当前周期的测量和数据上传以及断电预警信息等发送。3) 系统安装应满足 GB 50093 的相关要求，系统应配置专用的机架，并合理分配空间以便于日常运维和检修，机架或支撑架应放置于平整坚实地面，与仪器的连接及固定部位应受力均匀、连接可靠，避免在运行过程中产生震动；监测系统架设位置应处于温湿度稳定区，不受站房内空调吹风口的直接影响。4) 系统连接采样总管的支管应尽可能短，最长不得超出 3 米。5) 辅助设施设备应有固定位置，并配安全措施。

5.5.1.4 采样系统

标准文本中 5.1.4 对采样系统提出要求。

针对点式监测系统样品采集单元的安装，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》（HJ 1010）的相关技术要求，从采样

总管的安装、采样管路材质的选择等方面提出 5 条要求，与 HJ 1010 内容基本一致。

除此之外，出于智能化监测的需求，额外增加采样系统配备流速、压力、温湿度等监控单元和采样系统监测参数以数字量输出的要求。

5.5.2 调试

标准文本第 5.2 部分，对于安装完成的监测系统，提出了调试的一般要求和调试的性能指标要求，并给出相应的检测方法。

参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 193）中 6.1 的相关规定，本标准的 5.2.1 部分对调试工作的开展条件、责任方、特殊情况处理等方面提出了一般要求，规定：监测系统在现场安装并连续运行 72 h 后，进行调试检测。调试检测可由系统制造者、供应者、用户或受委托的有检测能力的机构承担。如果因系统故障、断电等原因造成调试检测中断，则应重新进行调试检测。调试检测时，量程一般为 10 nmol/mol，可根据监测点实际浓度情况进行调整。调试检测后编制安装调试报告，安装调试报告格式参见附录 C。

调试检测时，量程一般为 10 nmol/mol，这与《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》（HJ 1010）要求一致。但实际情况下，不同地区浓度可能存在差异，有的点位常年浓度均偏低，该量程并不适用每个点位。因此，调试时可根据监测点位实际的浓度情况进行调整。

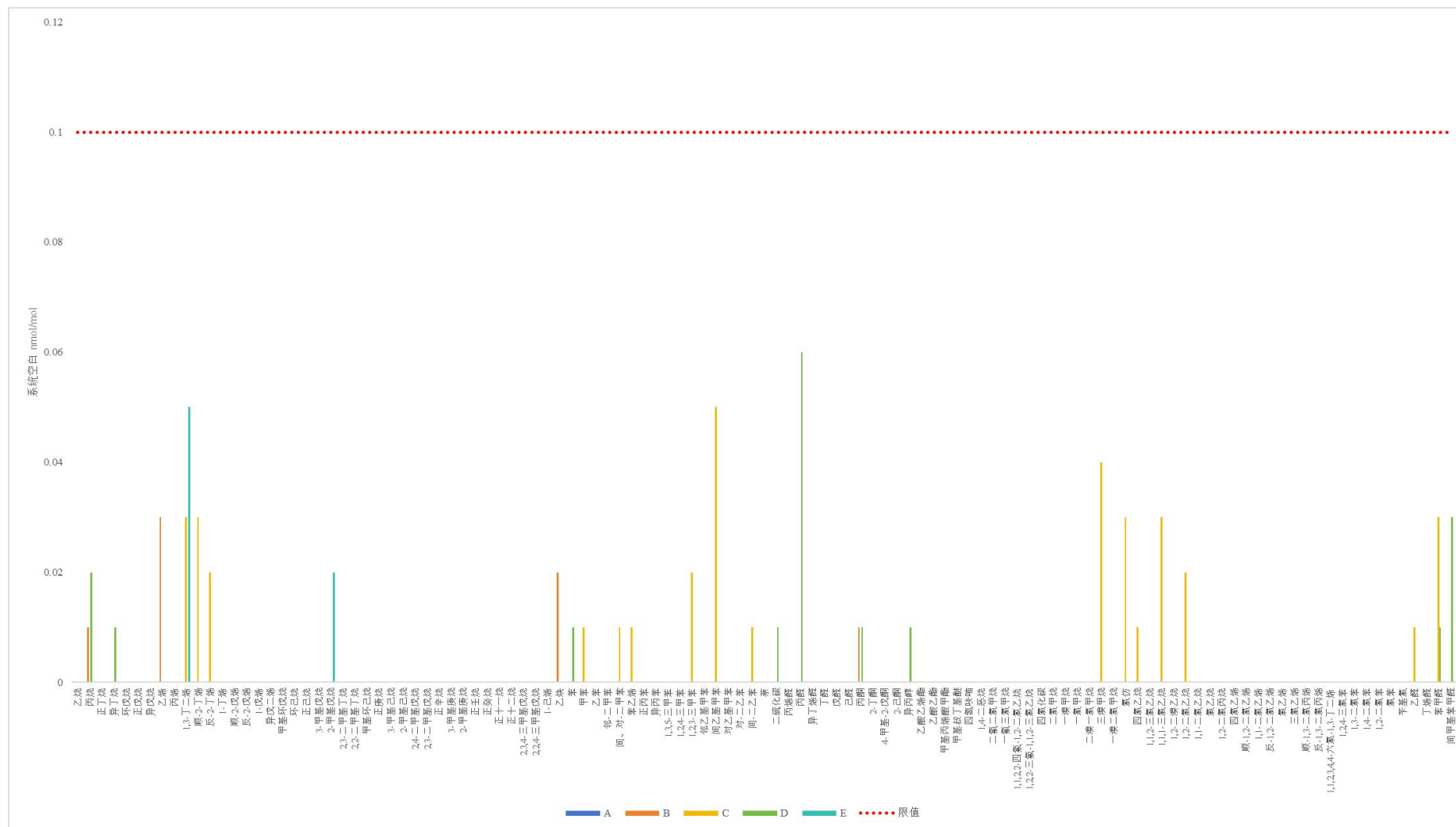
标准文本的 5.2.2 部分，针对调试工作需要开展的性能指标和检测方法提出明确要求。在《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1010）从仪器的标准曲线、检出限、准确性、精密度等各个方面进行评价，共提出 13 项全面的性能指标。然而，仪器标准中设置的指标需要不同的测试条件和专用的测试装置，编制组结合调试现场条件，以具备可操作性且能反映仪器的工作状态为目的，设置了系统空白、线性度、方法检出限、准确度、分离度、系统残留 6 个指标。其中，线性度增加残差与截距检验，HJ 1010 中没有该指标。

在开展性能指标的验证测试时，选择了市面上使用较为成熟的不同仪器厂商的 5 个型号的环境空气挥发性有机物监测系统。以下对各项技术指标进行详细阐述。

5.5.2.1 系统空白

系统空白反映仪器未采集样品或零气时的本底洁净度。系统空白在现行的规范中未作要求。检测方法如下：系统连续两次仅通入载气，不采集样品气、零气进行分析，记录第 2 次空白分析结果。

5 个型号挥发性有机物分析仪器参与系统空白测试。参与测试的分析仪器的系统空白结果都符合标准限值要求。



5.5.2.2 线性度

仪器的线性误差反应在整个量程范围内仪器读数偏离真实浓度的程度，是仪器最重要的性能指标之一。

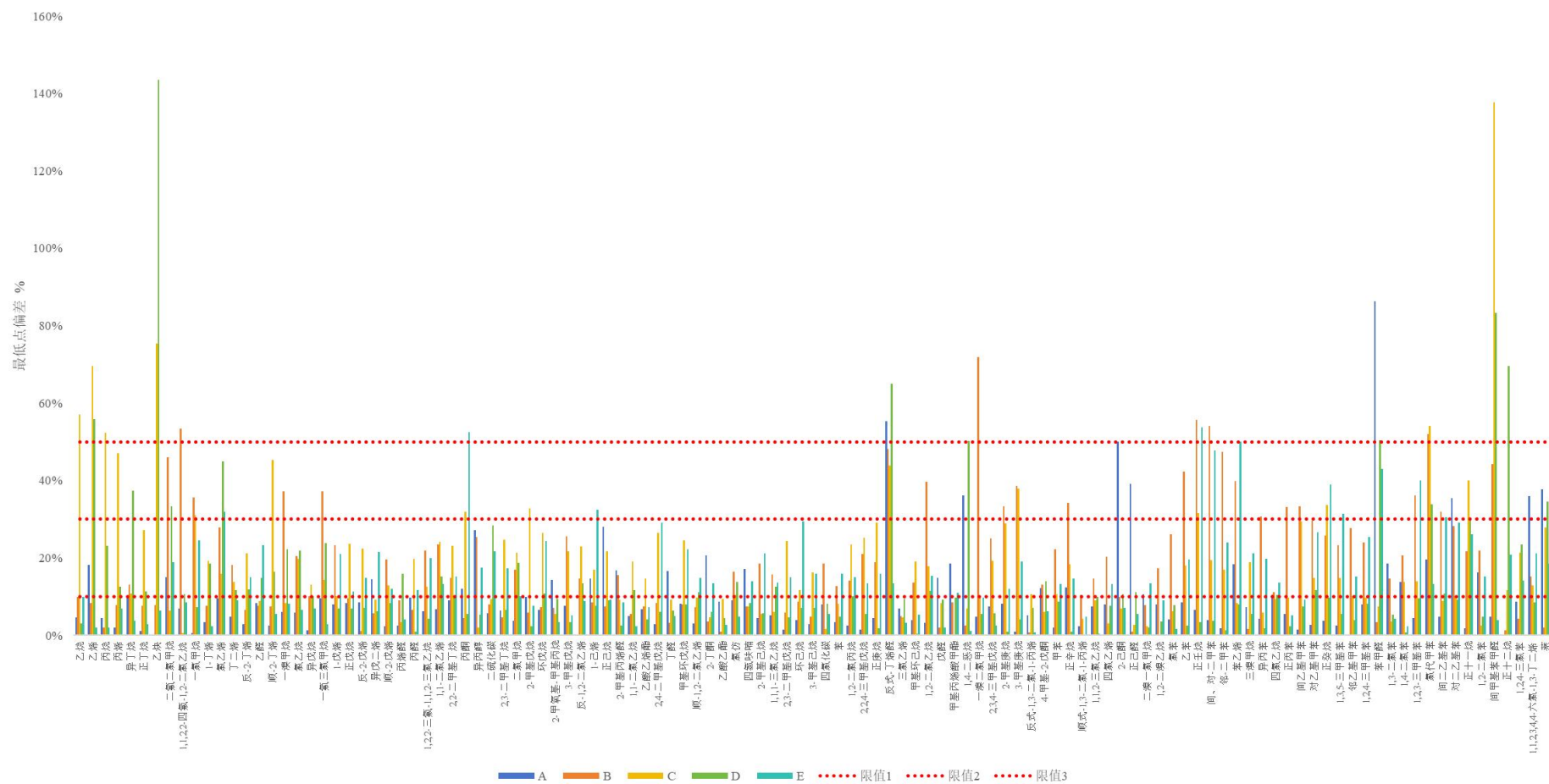
对于仪器准确性的评价指标和评价方法比较多。BSEN14662-3 对仪器的线性规定体现在“lack of fit”，通过 5、15、25、35、45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 浓度梯度建立校准曲线后，考察每个浓度点计算浓度值与标准值的残差，要求 $<5\%$ 。美国 EPA 国家标准《Performance Specification 9--Specifications and Test Procedures for Gas Chromatographic Continuous Emission Monitoring Systems in Stationary Sources》中规定气相色谱的线性误差为不超过校准气体标准值的 $\pm 10\%$ ，此标准为固定污染源监测标准。一般在线性理想情况下，高浓度点的测量浓度与标准值的误差相对较小，低浓度点有可能存在一定误差。线性度指标可以通过拟合的相关系数、最低点回算偏差、残差和截距来综合评价仪器的工作状态，因此调试时采用“线性度”这一指标。

该指标的检测方法如下：在仪器正常工作状态下，依次从低浓度到高浓度通入 0.5、2、4、6、8、10 nmol/mol 的标准气体进样分析，每个浓度分析 3 次，氢火焰离子化检测器采用外标法，目标化合物浓度为横坐标，目标化合物峰面积为纵坐标，用最小二乘法绘制标准曲线；质谱检测器采用内标法，目标化合物和内标物的浓度比为横坐标，目标化合物与内标物的响应比为纵坐标，用最小二乘法绘制标准曲线，并进行残差评估和截距检验。

验证实验时，5 个型号的分析仪器参与标准曲线测试，3 个型号的线性相关系数全部物质都在 0.99 以上，其它 2 个型号的设备仅有 1~2 个物质相关系数在 0.99 以下。

验证实验时，5 个型号的分析仪器参与最低点偏差测试，结果显示偏差在 30%以内的组分占比在 80.0%~93.0%。

验证实验时，5 个型号的分析仪器参与残差测试，结果显示在 0.3 以内的组分占比基本在 90.0%~100.0%。



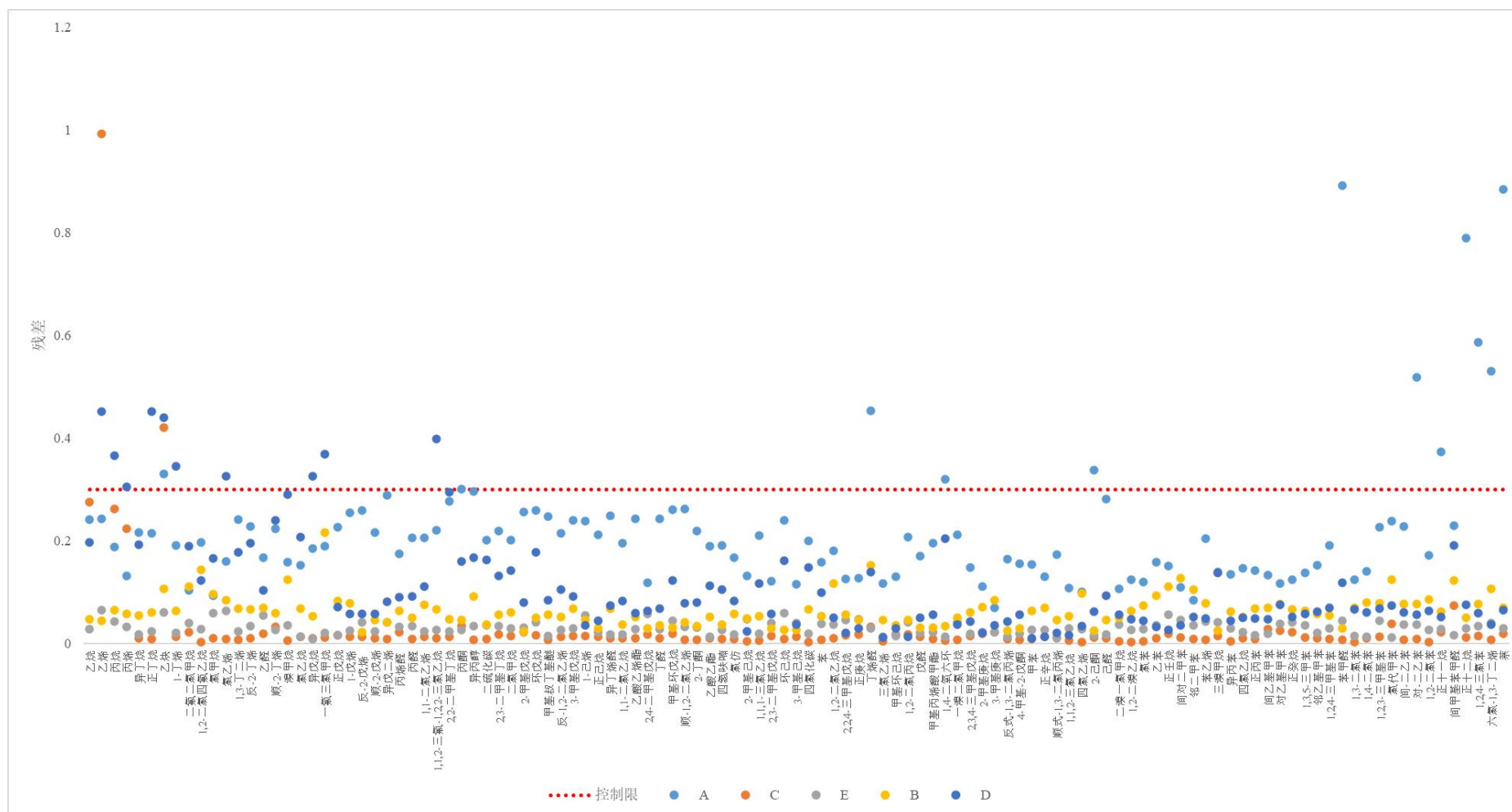


图 6 残差测试结果

5.5.2.3 方法检出限

方法检出限是指用特定方法在给定的置信度内能够可靠地检出被分析物质的最低浓度。检出限值的规定应尽可能在现有先进技术水平下贴近实际监测工作的需求。

方法检测限的检测方法参考《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168）、《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》（HJ 1010）、美国 EPA 的 TO-15 方法。具体检测方法为：在仪器正常工作状态下，通入接近检出限浓度的标准气体进行分析（ $1 \times \text{MDL} < \text{标准气体浓度} < 10 \times \text{MDL}$ ，建议不高于 0.5 nmol/mol ），至少连续测量 7 次，计算待测仪器所测浓度值 X_i ，其中 i 为测量次数（ $i=1, 2, \dots, n$ ），计算所取得数据的标准偏差 S 。

对方法检出限进行合理性评价，要求 90% 的组分样品浓度在 1~10 倍计算出的方法检出限的范围内，其余不多于 10% 的组分样品浓度应不超过 20 倍计算出的方法检出限。

验证实验时，5 个型号的分析仪器参与检出限测试，检出限在 0.1 nmol/mol 以内的组分在 93.9%~100.0%。

5.5.2.4 准确度

准确度包括正确度和精密度。精密度反映的是测量系统随机误差的大小，既在规定的测试条件下，同一个均匀样品，经多次测定所得结果之间的接近程度。正确度是指在相同测试条件下，多次重复测定的平均值与真实值相符合的程度。

BSEN14662-3 规定了重复性指标，相当于精密度。检测仪器在低浓度（ $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $0.14 \text{ nmol}/\text{mol}$ ）和标准限值浓度（ $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）的重复性，以标准偏差和相对标准偏差进行评价。该标准规定低浓度（ $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $0.14 \text{ nmol}/\text{mol}$ ）重复性 $\leq 0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，标准限值浓度（ $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $1.4 \text{ nmol}/\text{mol}$ ）重复性 $\leq 0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。该标准未规定正确度，但依据 HJ 168 规定，正确度也是一项非常重要性能指标。在 HJ 759、HJ 644、HJ 1010 等相关标准中均有要求。

检测方法为：仪器正常运行条件下，使用高、中、低三个浓度级别的外标气进行分析，每次至少重复测试 7 次，计算平均测量浓度与已知浓度的相对误差计算正确度，计算 7 次测量浓度的相对标准偏差 RSD，即为精密度。

验证实验时，5 个型号的分析仪器准确度分别在 $1 \text{ nmol}/\text{mol}$ 、 $4 \text{ nmol}/\text{mol}$ 、 $6 \text{ nmol}/\text{mol}$ 条件下正确度 $\leq 15\%$ 、精密度 $\leq 10\%$ 的组分占比均 $\geq 90.0\%$ 。

5.5.2.5 系统残留

系统残留影响为前一个样品测量后由于少量残留对下一个样品测量带来的影响。高浓度样品可能存在残留影响。HJ 1010 规定了测试完 $10 \text{ nmol}/\text{mol}$ 标准气体后，连续两次通入零气进行测试，要求第二次测试 90%检出值低于检出限。

本标准规定测试方法为：校准曲线最高点分析结束后，连续两次通入高纯氮气或零气进行分析，记录第二次测量浓度值。要求各组分 $\leq 0.1 \text{ nmol}/\text{mol}$ 。

验证实验时，5 个型号的分析仪器参与系统残留测试，系统残留在 $0.1 \text{ nmol}/\text{mol}$ 以内的组分占比在 $93.0\% \sim 100.0\%$ 。

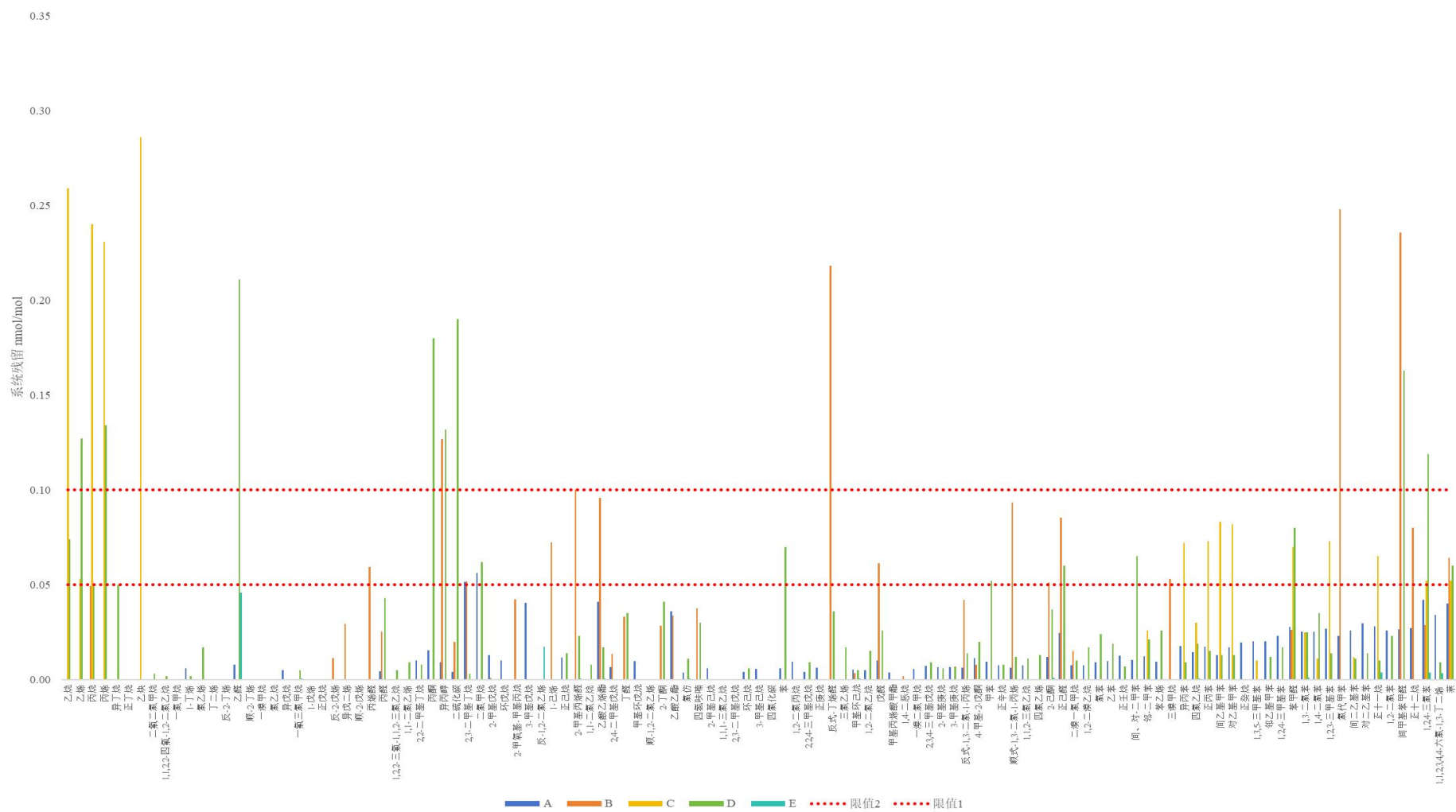


图 8 系统残留测试结果

5.5.2.6 分离度

分离度体现监测组分的分开程度，主要指相邻色谱峰保留时间之差与两色谱峰峰宽均值之比，以 R 表示。 R 越大，表明相邻两组分分离越好。一般当 $R < 1$ 时，两峰有部分重叠；当 $R = 1.0$ 时，分离度可达 98%；当 $R \geq 1.5$ 时，两峰完全分离。以 FID 作为检测器的仪器定性完全依靠保留时间，分离度过小则不能区分重叠的组分。质谱检测器可利用选择性离子进一步区分分离度较小的组分。因此对于使用 FID 检测器进行所有物种检测的监测系统，需检测色谱上部分物种对的分离度效果。目前现有技术水平下，116 组分中除间/对-二甲苯无法分离外，其余均可分离。环戊烷和异戊烷的分离度、2,3-二甲基戊烷和 2-甲基己烷的分离度、邻-二甲苯和苯乙烯这几组组分在现有技术水平下一般能有效分开，但保留时间相对较为接近，在仪器状态不理想情况下有分离度较差的可能，且分别代表了低、中、高碳。本标准选取这 3 对组分为代表，要求分离度大于 1.0。

检测方法为：系统正常工作状态下通入标准曲线中间浓度点的标准气体，根据各目标化合物的峰宽和保留时间计算目标化合物与其相邻化合物的分离度。分离度计算方法参考 HJ 1010 7.7。

5.5.3 试运行

参考《环境空气气态污染物（ SO_2 、 NO_2 、 O_3 、 CO ）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 193-2013）中的第 7 部分的相关规定，标准文本中第 5.3 对试运行提出要求。

运行测试阶段（2024 年 8 月 13 日至 2024 年 10 月 15 日），所有仪器的有效率在 80.0%~95.0%。各仪器均为校准、维护、BFB 关键离子丰度不合格、数据传输、仪器异常导致的数据无效或缺失，其中仪器异常主要包括灯丝断裂、GC-MS 故障、氢空一体机故障等。

5.5.4 验收

标准文本中第 5.4 条对验收条件、验收内容和验收报告分别提出要求。

5.5.4.1 验收条件

参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 193）中的 8.1 相关规定，提出验收的基本要求、准备和申请。

本标准规定：在申请验收前应满足以下验收条件：

- a) 监测系统应符合《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》（HJ 1010）要求，并具备相关证明材料；
- b) 完成安装、调试及试运行，具备监测系统安装调试报告、试运行报告和联网证明；
- c) 监测系统已至少连续稳定运行 30 d，数据有效率≥80%；
- d) 具备质量保证和质量控制计划文档；
- e) 具备完整的监测系统技术档案。

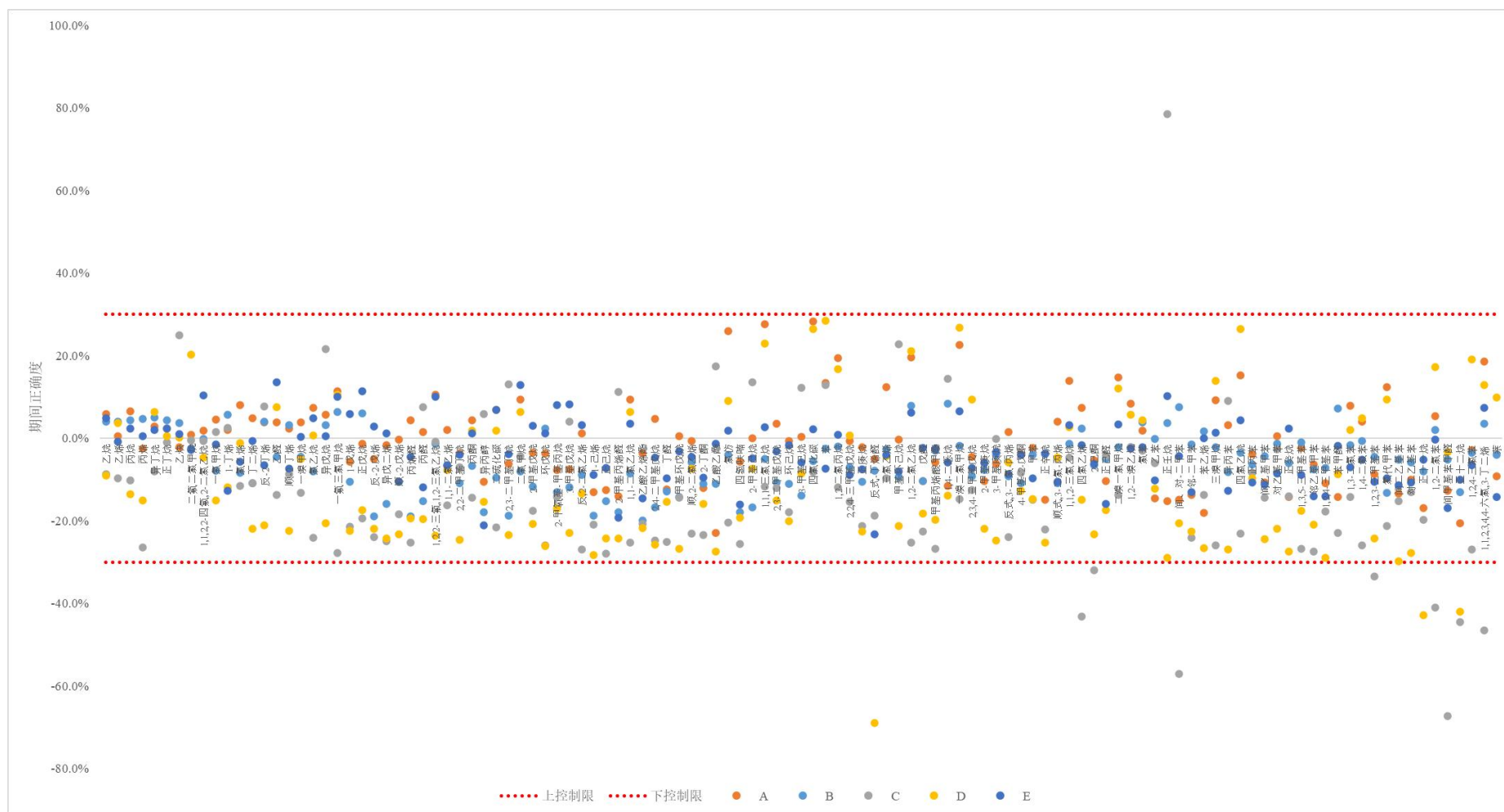
5.5.4.2 性能指标验收

在性能指标验收中，性能指标为系统空白、线性度、方法检出限、期间准确度、漂移、系统残留和采样流量 7 个指标。与调试阶段相比，验收时将“准确度”调整为“期间准确度”，并增加“漂移”指标。

系统空白、线性度、方法检出限、系统残留测试情况见上文调试部分。

期间准确度是指仪器初始校准后，连续运行 7 天，其间不准进行任何校准操作，以每日所有组分的工作点外标结果作为评价数据，对氢火焰离子检测器检测组分的浓度、质谱检测器检测组分的浓度以及保留时间漂移开展评估计算。

5 个型号仪器的期间正确度在±30%以内的组分占比在 92.0~100.0%，期间精密度在 10%以内的组分占比在 90.0%~100.0%。5 个型号仪器所有组分的保留时间漂移都在 0.3min 以内。5 个型号仪器零点漂移在 0.1nmol/mol 以内的组分占比在 93.0~100%。5 个型号仪器标气浓度漂移在 30%以内的组分占比在 92.2~100%。因此，本标准结合实际测量的结果，要求监测系统 90%以上组分期间正确度控制在±30%范围内，90%以上组分期间精密度控制在 10%以内。90%以上组分零点漂移在 0.1nmol/mol 以内。90%以上组分标气浓度漂移在 30%以内。所有组分保留时间漂移控制在 0.3min 以内。



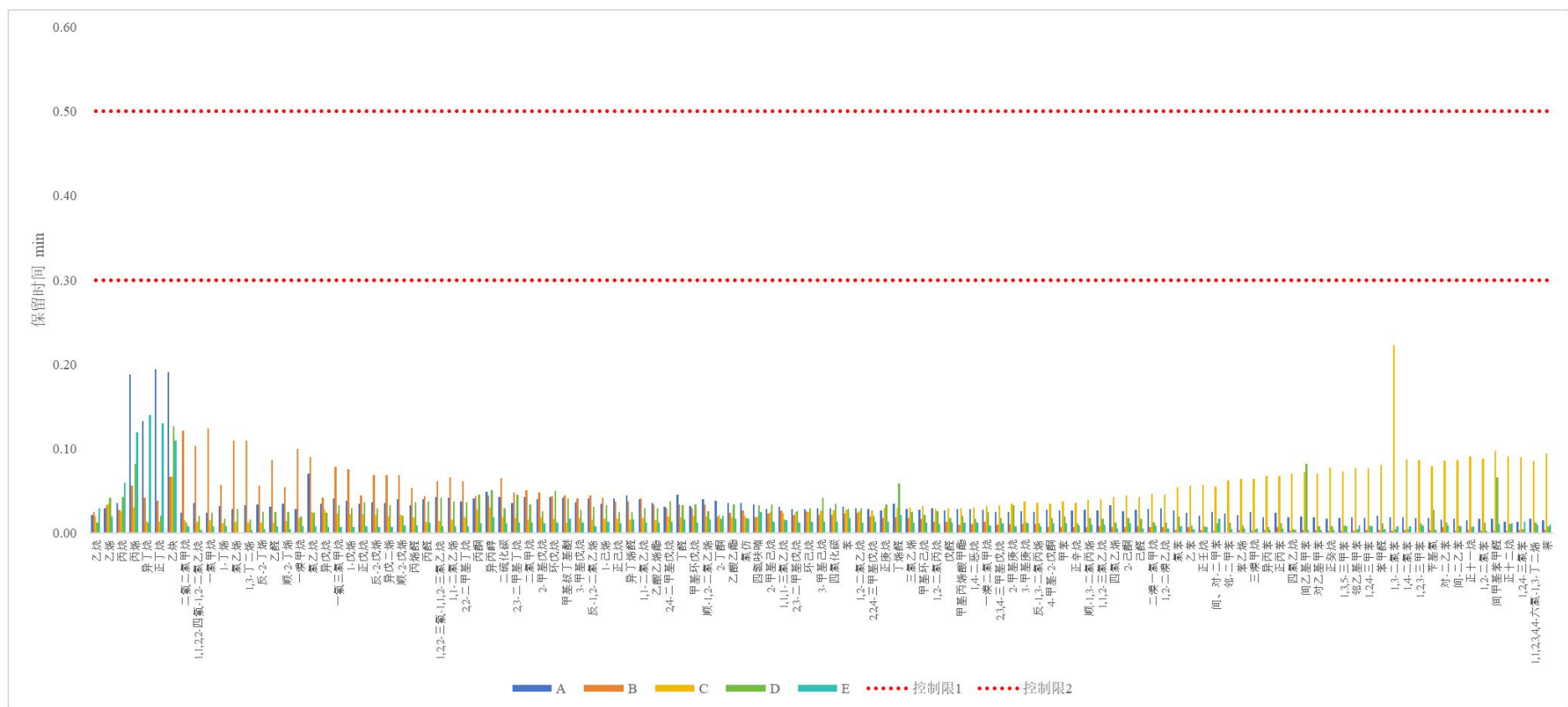


图 11 保留时间漂移分布

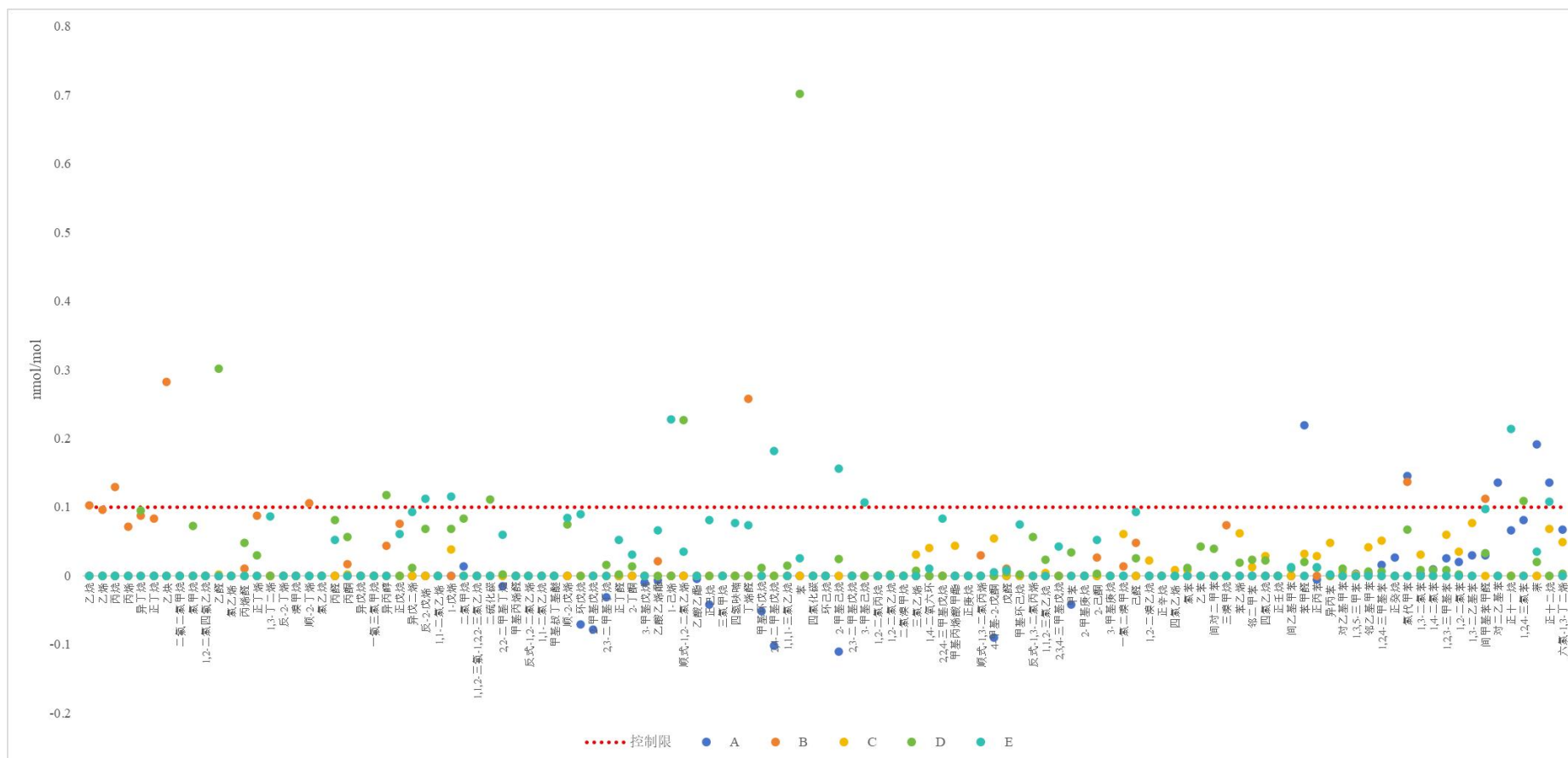


图 12 零点漂移分布

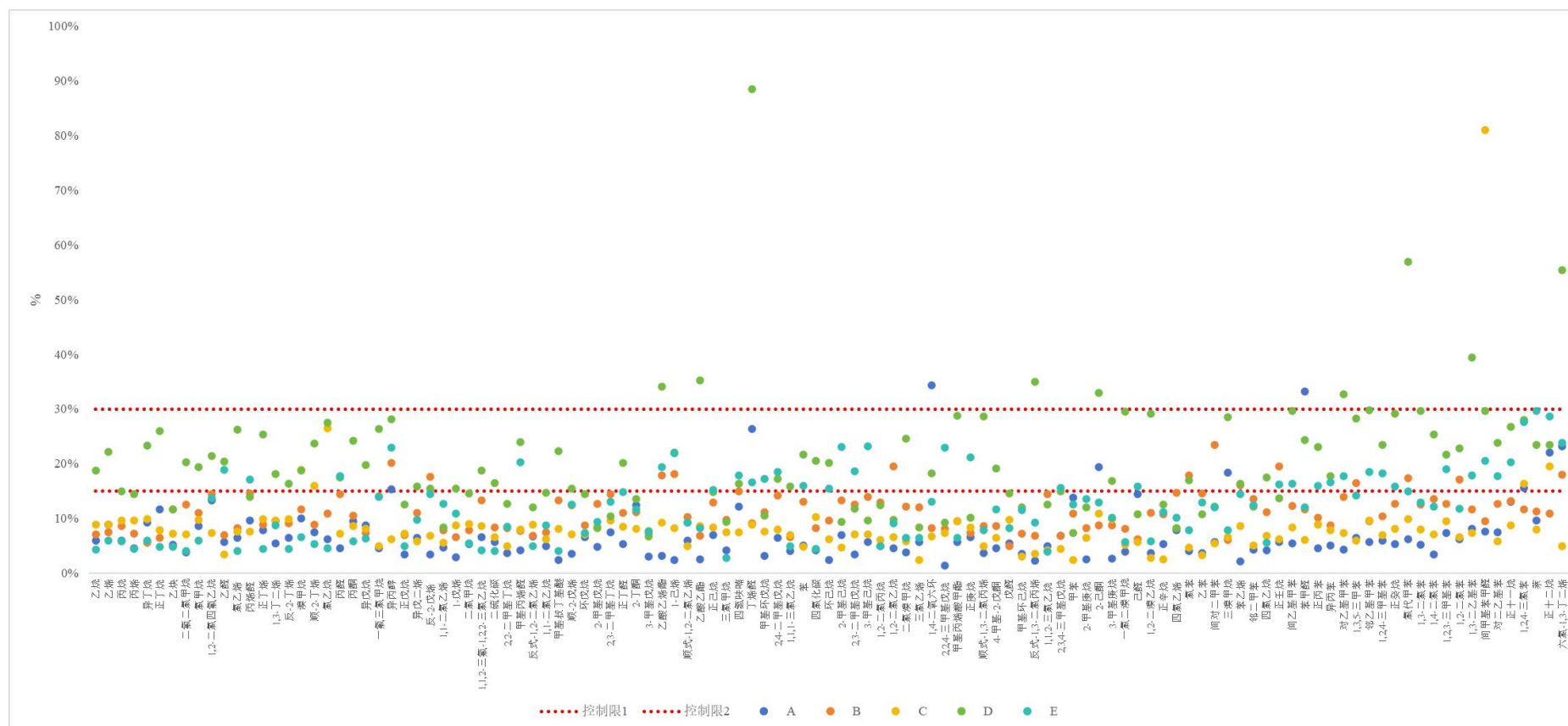


图 13 标气浓度漂移分布

5.6 日常运行维护

5.6.1 一般要求

每日运维内容和要求、每周运维内容和要求、其它运维内容和要求主要参考 DB31/T 310006 中 D2 的相关内容。

5.6.2 智能运维

智能运维是利用大数据分析、人工智能、自动化技术等，实现监测设备状态的实施监控、故障预警和自动化维护，提高监测设备的运行效率和可靠性，同时也可以对运维过程进行智能化改造，实现运维管理的自动化和智能化，主要包括基于自动装置的智能运维、基于数据驱动的智能运维和基于系统健康度的智能运维。

5.6.2.1 基于自动装置的智能运维

通过采用自动装置实现远程定期自动更换耗材或配件，如过滤膜、CO₂ 去除管、辅助气体、去离子水添加等，也可构建以上部件与仪器状态参数数据的变化关联，智能分析判断该耗材或配件的更换周期或时间。

（1）过滤膜智能更换：使用滤膜更换装置以及对滤膜端进行压力监控，构建滤膜拥堵与压力变化曲线，自动诊断压力差是否达到阈值或自动设定滤膜更换周期，实现滤膜自动更换。

（2）CO₂ 去除管智能诊断与更换：通过仪器谱图信号变化（如丙烷峰型分叉）以及专家经验法实现对 CO₂ 去除管智能诊断预警与自动更换。

（3）气体压力智能监控：加装气体压力传感器，实时监控标准气体、辅助气体压力变化，在压力降低到使用阈值时进行自动预警或者自动切换。

（4）氢气发生器去离子水智能添加：实时监测去离子水液位，当液位低于设定阈值，自动触发添加机制，实现去离子水的精准补充。

5.6.2.2 基于数据驱动的智能运维

基于气相色谱法原理测量环境空气VOCs组分设备的状态参数、质控数据、谱图数据等大数据信息，通过利用阈值法、异常值检测法和机器学习等方法对以上各类数据信息进行实时自动监控以及限值判断、智能诊断预警，实现对VOCs组分设备运行状态的实时诊断与预警，从而提高运维效率，由于该类异常诊断方

法日新月异，部分常见的异常数据识别算法详见附录F。

（1）状态参数驱动的智能运维

对于环境空气挥发性有机物自动连续监测系统，影响该系统正常运行的主要包括站房及辅助设施、采样系统和VOCs自动监测系统本身，其中站房及辅助设施和采样系统主要通过加装智能感知单元实现对其状态的实时监控，VOCs自动监测系统主要对仪器设备内部的关键状态参数实现联网传输并实时监控预警。

站房及辅助设施的智能监控与预警：主要对站房及辅助设施的各类参数根据标准文本附录B的设定阈值进行实时跟踪评估、诊断与预警。若发生预警，将问题实时推送相关信息至运维人员，运维人员开展人工复核检查。

采样系统的智能监控与预警：主要对采样系统的各类参数根据标准文本附录B采样系统各参数设定的阈值进行实时跟踪评估、诊断与预警。若发生预警，将问题实时推送相关信息至运维人员，运维人员开展人工复核检查。

VOCs自动监测系统智能监控与预警：主要对前处理、色谱、质谱和/或氢火焰离子化检测器等关键部件的状态参数利用阈值、异常值检测和机器学习等建立每个状态参数异常诊断的阈值或模型方法，利用大数据平台对所有状态参数进行实时跟踪并利用模型方法开展实时评估、诊断与预警。若发生预警，将问题实时推送相关信息至运维人员，运维人员开展人工复核检查。

（2）质控数据驱动的智能运维

VOCs自动监测系统采用色谱-质谱检测器法的质控数据主要包括内标和外标质控数据，采用色谱-氢火焰离子化检测器法主要质控数据包括外标质控数据。

内标响应智能监控与预警：若采用质谱检测器，需对质谱内标化合物特征离子丰度进行自动诊断检查判断质谱内标定量离子峰面积是否在校准曲线绘制时离子峰面积的50-150%范围内（如系统监测氟利昂11、12、113等天然源组分，可将其作为天然内标系统定量稳定性的检查指标），若不满足要求，预警将内标响应不稳定问题实时推送相关信息至运维人员，运维人员开展人工复核检查。

外标响应智能监控与预警：对外标化合物响应偏差进行自动诊断检查判断是否合格，若不满足要求，预警将外标响应不合格问题实时推送相关信息至运维人员，运维人员开展人工复核检查。

（3）谱图驱动的智能运维

对于色谱法的VOCs自动监测系统，其谱图的正常与否也是衡量设备运行的关键因素，包括谱图基线漂移情况，谱图出峰保留时间漂移情况，以及谱图异常峰干扰情况等。

谱图基线智能监控与预警：通过对仪器每个实时采集的谱图与仪器正常图谱（质谱为TIC图）基线进行校验比对分析，若校验不满足要求，预警将基线问题实时推送相关信息至运维人员，运维人员开展人工复核检查。

谱图保留时间漂移智能监控与预警：选择系统中保留时间前、中、后各段经常检出且浓度较高的特征VOCs组分检查保留时间信息自动跟踪计算以上组分保留时间漂移是否超出预警（0.3min）和故障限值（0.5min），若超出要求即发送相关预警和故障报警，通知相关运维人员重新设置保留时间积分窗或检查维护仪器。

谱图峰型以及峰强度干扰智能识别与预警：通过对仪器每个实时采集的谱图峰最高强度进行阈值设定，若超过该强度要求，预警将该问题实时推送相关信息至运维人员，运维人员开展人工复核检查。

BFB关键离子丰度衰减识别与预警：通过对仪器调谐报告中BFB关键离子丰度变化的识别，当偏差超出30%以上，进行智能预警并提出人工干预检查MS真空度是否正常、离子源污染、灯丝衰减、标气污染检查等措施。

5.6.2.3 基于系统健康度驱动的智能运维

基于系统的健康度的智能运维是从环境空气 VOCs 自动监测系统整体运行状态表征系统的健康程度，主要分以下几个步骤和流程：首先，根据环境空气 VOCs 自动监测系统的功能特点、实时监测数据、历史数据、系统部件失效特征、专家经验等，定义和划分健康状态等级；其次，构建以单参数健康指数为基石，综合运用模糊层次分析法与熵值法精准确定权重系数，构建出一套多指标加权、多参数分层的环境空气 VOCs 自动监测系统健康状态评价体系；最后根据在线监测获取的实测数据，进行健康评估，并基于健康评估结果开展系统运维及预防性维修维护工作。

（1）系统健康状态等级划分

环境空气挥发性有机物连续自动监测系统的健康等级划分参考了 GB/T 42983.3 中健康状态等级划分，并按表 3 所示进行健康状态等级划分。

表 3 健康状态划分等级与健康指数的对应关系

序号	健康指数H (t)	健康状态定义
1	80~100	健康
2	60~80	退化
3	<60	故障

(2) 系统健康度评估体系

环境空气挥发性有机物连续自动监测系统均主要由前处理系统、气相色谱系统和检测器系统构成，将整个系统健康度作为目标层，向下总共分为3层，分别为目标层（系统层）、层次1（部件层）、层次2（参数层）。参数选择详细见标准文本附录B参数清单。

系统健康度指系统在平时正常使用过程中，往往处于在一定程度上偏离最理想状态，但尚未超过某个最差期望状态的中间状态。相应地，系统的故障和失效状态可看成是系统的状态特征参数偏离了最差期望状态。根据可靠性理论，用系统健康度 $D(t)$ 来表示系统的状态参数接近最理想状态的程度，其定义范围为[0, 1]。当健康度为“1”时，表明系统处于最理想状态；当健康度为“0”时，表明系统处于故障或失效状态。

为了更好的评价系统健康状态，提出了采用无量纲的健康指数 $H(t)$ 来表示系统的状态， $H(t)$ 和 $D(t)$ 的关系为： $H(t) = 40 \times D(t) + 60$ ，当健康指数为 100 分时，表明系统处于最理想状态；当健康指数小于 60 分时，表明系统处于故障或失效状态；当健康指数介于 100 分到 60 分之间时，表明系统功能性能存在不同程度的降低甚至是缺陷。

对于系统在监测过程中对应的健康状态评估，宜采用如下方法确定：

A) 对于事件型指标，如仪器报警状态等，一旦发生即故障。

B) 对于实时监测型指标，根据监测数据阈值以及失效特征服从的统计分布特征来选择对应的评价算法，详细见附录 F；若无合适的阈值，可以采用监测数据平均值为健康，距离平均值 σ （标准差）处为退化，距离平均值 3σ （标准差）为故障进行评估，评估方法参见 GB/T 42983.3 中 7.1。

C) 对于很难有监控参数的部件，但已知设备的平均故障间隔时间和设备实际使用时间，可以采用以下方法评估：

$$H(t) = 100 - 40\left(\frac{t}{T}\right)^k$$

式中：t——设备实际已经使用时间；
T——设备的平均故障间隔时间；
k——该特征参数与系统健康状态的关系，k=1表明采用线性评价算。

(3) 系统健康度评估方法

a) 参数的健康度评估

根据系统各部件参数的特性，根据6.3.2.2选择合适的健康状态评估算法，得到某一参数的健康指数H（t）。

b) 系统的健康评估

对于系统有多个关键部件，每个部件下有多个关键参数，应通过对所有部件的多个关键参数的健康指数加权求和的方式获得，计算公式如下：

$$H(t) = \sum_{k=1}^{N_i} (w_{i,k} \times H_{i,k}(t))$$

式中：H_{i,k}(t)——部件i的第k个指标的健康分数；
N_i——部件i的所有实时型健康指标的数量；
w_{i,k}——部件i的第k个实时型健康指标在所有N_i个指标中的权重。

其中权重系数的确定及方法见附录 H，“各参数权重的划分”有多种方法，按类别可分为“主观法”和“客观法”两类，部件常见的的方法如下表。本标准权重系数确定采用了“多专家-模糊层次分析法”来确定最终权重系数。

表 4 系统健康度评估方法

方法	适用场景	优点	缺点
AHP 层次分析法	多目标决策、复杂层次结构问题（如战略选择、项目评估）	结构化强，结合定性与定量；易于理解	主观性强，因素多时一致性难保证；专家依赖高
模糊层次分析法	信息模糊或不精确的决策（如风险评估、服务质量评价）	处理不确定性和模糊数据；提升 AHP 的灵活性	计算复杂；模糊集设定依赖经验
优序图法	少量指标快速排序（如简单方案比较）	操作简单，直观高效	指标多时效率低；结果较粗略

德尔菲法	缺乏数据时依赖专家经验（如长期预测、政策制定）	匿名性避免偏见；整合多方意见	耗时长；主观性强，成本高
最好最差权重（BWM）	需减少比较次数的多准则决策（如供应链选择、产品设计）	比 AHP 更高效；一致性检验简单	对极端值敏感；仍需专家判断
熵值法	数据丰富且需客观赋权（如经济指标评价、环境监测）	完全客观；数据驱动	忽略实际重要性；对数据质量敏感
因子分析法	变量高度相关且需降维（如心理学量表、市场细分）	消除信息冗余；提取潜在因子	需要大样本；因子解释可能不明确
主成分分析法	变量降维与综合得分计算（如财务分析、竞争力排名）	简化数据结构；保留最大信息量	主成分含义模糊；需专业知识解释
CRITIC 权重	数据间相关性强且需客观权重（如医疗评估、投资组合）	兼顾对比强度与冲突性；客观性强	计算复杂；对异常值敏感
独立性权重	需减少指标冗余的场景（如传感器网络设计、指标体系优化）	强调指标独立性；避免重复信息	可能忽略重要但相关指标；需先验相关性分析
信息量权重	强调指标区分度的场景（如客户分群、异常检测）	侧重数据变异信息；简单易行	忽视低方差重要性；可能误导权重分配

5.7 质量控制和质量保证

监测系统质量保证和质量控制内容参考《大气超级站质控质保体系技术规范》（DB31/T 310006）质量保证和质量控制的内容。

5.7.1 质量控制

5.7.1.1 日常质控

（1）基本要求参照《大气超级站质控质保体系技术规范》（DB31/T 310006）附录 D 挥发性有机物自动监测仪运行维护及质控质保方案。至少每周进行一次零气空白检查。零气空白检查的目的是测路、稀释系统及载气纯净度。将日常所用于稀释标准气体的零空气按照仪器测试环境方法通入分析仪进行分析，通入次数不超过两次，记录零空气分析的结果，各组分零气空白应低于 0.1nmol/mol；若超过 20%组份不合格，应对系统进行检查，检查零气质量或清洁、更换系统管路。

(2) 至少每周在零气空白检查结束后通入单点标准气体, 气体浓度选择日常平均浓度(推荐浓度 $\leq 2\text{nmol/mol}$)。分析结束后记录各组分浓度并计算其与标准气体的相对误差, 80%组分应在 $\pm 20\%$ 以内(质谱检测器可放宽至 $\pm 30\%$)。通标检查可以评估监测系统定量基准是否准确, 是评估仪器监测可靠性的重要评价指标, 也是多数仪器开展校准的测试内容。仪器响应容易受仪器性能衰减、内外环境等影响, 出现漂移的现象, 因此, 应每周进行核查。

(3) 至少每月进行一次采样流量检查, 标准流量计接入位置建议在系统的样品气进气口处, 流量相对偏差 $\leq \pm 5\%$ (采样流量及标准流量计测试流量均需换算为标况流量计算)。许多监测仪器的分析定量是基于采样体积与信号之间的线性关系, 因此采样流量的稳定直接影响分析结果的准确性。监测仪器采样一般使用采样泵和流量控制单元联用的方式进行。为了保证仪器性能的稳定和监测数据的准确, 本标准将监测系统采样流量检查周期定为每月一次。

(4) 至少每季度进行一次系统气密性检查, 如系统条件允许, 验漏应尽可能覆盖采样、富集/注射模块、气相色谱和检测器等全部环节。为避免因阶段性维护拆开系统气路导致系统漏气而影响定量准确性, 本标准建议每季度进行一次系统气密性检查。

(5) 至少每季度进行一次多点校准, 结果应满足 5.5.2.2 相关系数要求。多点线性是监测仪器定量的基准, 决定了不同浓度监测数据的准确性, 本标准结合实际运维结果同时参考 DB31/T 310006 关于多点校准的质控规定, 要求在实际运行维护过程中每季度进行 1 次多点校准。

(6) 结合实际运维情况, 每年仪器都会进行预防性维护, 涉及配件更换, 因此本标准建议至少每年进行一次系统性能评估, 包括检出限、残留、期间准确度。90%组分(至少包括乙烷和乙烯)的方法检出限应 $\leq 0.15\text{ nmol/mol}$; 90%组分残留的检查结果应 $\leq 0.1\text{ nmol/mol}$; 期间正确度满足 90%组分 $\text{FID} \leq 15\%$, 90%组分 $\text{MS} \leq 30\%$, 期间精密度满足 90%组分 $\leq 10\%$ 。

(7) 同时为了便于全面掌握系统监测的误差和不确定度情况, 以及量化系统没有主要环节对测量误差的影响, 引入计量学中不确定度评估方法体系, 从标准物质、标准物质稀释配置、标准曲线建立、仪器稳定性等开展系统的年度全流

程不确定度评估，从而了解误差的主要环节以及监测精准性提升的可行性，提高测量精度和准确度，具体评估方法详见附录 H 的相关要求。

5.7.1.2 智能质控

（1）自动质控

现场将标气、质控装置、VOCs 监测系统等通过正常连接并能通过采用自动化指令远程对质控设备或系统工作状态进行自动调度执行，实现 5.7.1.1 日常质控的质控内容并将质控结果自动进行合规性评估，并自动预警。

表 5 质控结果智能评估

序号	质控等级	达到条件	响应处置
1	优秀	质控数据直接自动评估并达到限值要求	无需人工干预
2	合格	质控数据自动评估不合格，重积分后评估合格	预警提醒，人工干预
3	不合格	质控数据无法达到限值要求	报警提醒，人工维修维护

（2）动态质控

现有标准对于标准曲线以及质控频次等进行明确要求，统一采用固定的浓度范围建立标准曲线，固定的频次开展质控核查，这种质控对于浓度差异较大的 VOCs 组分连续自动监测的数据准确性带来了较大的挑战和难题，监测数据的准确性也大大降低。为了提升监测数据的精准性，本标准基于质控数据、监测样品数据、质控结果等，以及现有技术可达性，首次引入并提出了在环境空气 VOCs 自动监测系统的正常运行中开展以下动态质控：

动态校准曲线：环境空气 VOCs 自动连续监测系统现有标准曲线范围基本是 0-10nmol/mol；但据上海某站点测定结果显示 VOCs 组分众多且组分之间浓度差异较大，监测 57 种 PAMS VOCs 的，45 种组分（占比 80.4%）日常浓度最大值在 4nmol/mol 以内；监测 116 种 VOCs 的，95 种组分（占比 82.6%）日常浓度最大值在 4nmol/mol 以内。如果统一用 0~10nmol/mol 的曲线定量，对于部分长期处于低浓度水平的 VOCs 组分仍然使用 0~10nmol/mol 标准曲线，造成较大的误差，从而影响监测数据的准确性。基于上述情况，本标准结合现在使用的动态稀释仪稀释量程准确性的问题，首次提出采用分段动态校准曲线的方式：即基于上次校准曲线

后环境空气监测VOCs组分监测数据确定该组分下次多点浓度选择范围,各VOCs组分选取的原则按照最低浓度点应位于定量限附近(宜 $\leq 0.5\text{nmol/mol}$),最高浓度点应为该段时间内小时最大值(宜 $\leq 10\text{nmol/mol}$)附近,宜参考以下分段范围选择标准曲线范围:

- 1) 标准曲线范围为0~4nmol/mol(推荐浓度为0.5、1、2、3、4nmol/mol);
- 2) 标准曲线范围为0~6nmol/mol(推荐浓度为0.5、1、2、4、6nmol/mol);
- 3) 标准曲线范围为0~10nmol/mol(推荐浓度为0.5、2、4、6、10nmol/mol)。

动态质控频率:基于现有VOCs连续自动监测系统,尤其采用色谱-质谱/氢火焰离子化检测器方法的监测系统,基本每天开展外标的通标质控核查和合格率评价;而这样频次的质控不仅增加运维成本以及运维工作量,而且造成每天监测有效数据的缺失;仪器处于稳定状态,每日质控核查基本都是处于合格状态。为了避免上述问题,本标准综合提出了内标以及数据审核等多个指标来评价是否合格的评价指标,若评价不合格,则认为数据状态异常,开展通标核查;若反之则认为无异常,当日可不开展单点质控评估。

5.7.2 质量保证

(1) 参照《大气超级站质控质保体系技术规范》(DB31/T 310006)量值溯源要求。一般要求:用于测量的计量器具、如流量计、压力计、温度计等,每年应采用计量检定、计量校准等形式进行量值溯源。

(2) 标准物质应溯源到国际单位制(SI)或有证标准物质。如标准气体经稀释或分装储存在不锈钢罐(内壁经惰性化处理)中使用,不锈钢罐存储时间不应超过20天。储存标气的不锈钢罐应专罐专用,使用前按要求清洗,推荐进行加热、加湿清洗。

(3) 稀释装置:使用压力比进行稀释的装置应按照各厂家说明书的要求定期使用在计量认证有效期内的标准气压计对压力进行核查。使用流量比进行动态稀释的装置可使用在计量认证有效期内的标准流量计对其内部各流量计或流量控制装置进行流量传递,流量传递应注意流量计的输出状态,使用标准压力和标准温度计换算成同等状态进行核查和校准,流量计示值与标准流量值的相对误差应 $\leq \pm 2\%$ 。

（4）质量保证体系：运维单位应建立完善的质量保证体系，包括质量管理工作计划、仪器作业指导书、记录表格等文件；并对负责的监测系统和运维任务对技术人员进行必要的理论和实操培训，使其能够熟练的掌握系统的运维和质控操作。

5.8 数据审核和处理

5.8.1 数据审核流程及内容

5.8.1.1 数据审核流程

（1）智能数据审核

基于规则的异常数据筛选。根据标准文本中第 8.2.1 部分的技术要求，平台自动识别不符合规则的异常数据。

基于模型的异常数据筛选。使用智能审核模型对数据进行筛选，识别出可能的异常数据点。

基于以上两种方式筛选出来的异常数据，根据异常值类型（详见标准文本中第 8.2 部分）标记不同的异常标识符。

（2）人工复核

人工对智能审核标记的异常数据点进行复核，确认异常数据。

（3）反馈优化

将人工复核的结果反馈给智能审核模型，用于模型的优化和调整。

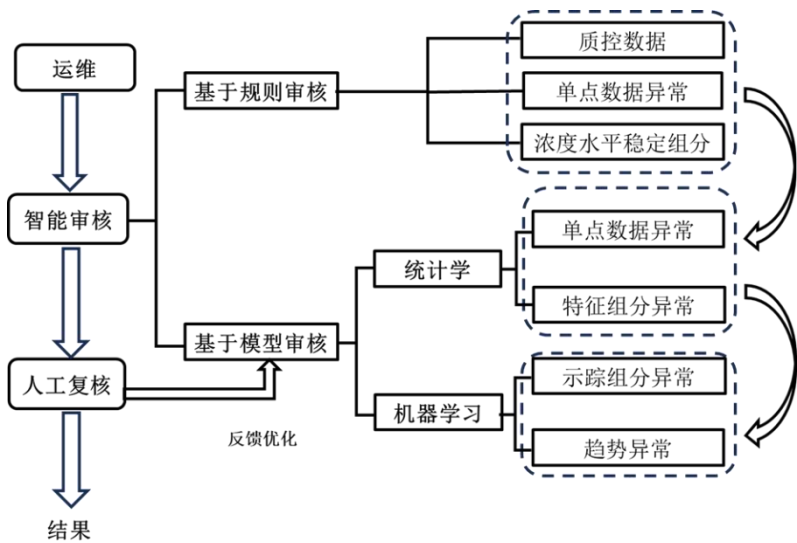


图 14 数据审核流程

5.8.1.2 数据审核内容

（1）智能数据审核

环境数据审核。包括但不限于数据变化趋势审核、常检出 VOCs 组分和浓度水平异常审核、数据逻辑性异常审核、数据统计异常审核。如数据出现大量被标识异常，经人工复核后，应及时反馈至运维。

多源数据融合审核。鼓励结合多源参数开展融合审核。如实时监控仪器运行状态参数，质控数据以及气象数据、常规监测数据等影响 VOCs 浓度的关键外部因素，对数据进行综合评估审核。

（2）人工复核

复核和确认智能数据审核结果。审核人员对智能数据审核的异常数据进行复核和确认。若对智能审核结果无异议的，予以通过审核；若对智能审核存疑的，进一步人工核实数据。

将人工复核的结果反馈给智能审核模型，用于模型的优化和调整。

5.8.2 智能数据审核

5.8.2.1 基于规则的异常数据审核

基于规则的异常数据审核类型包括质控数据异常审核、单点数据异常审核和特征组分数据异常审核。依据《国家大气光化学监测网自动监测数据审核技术指南（2021 版）（试行）》。

（1）质控数据审核

进行数据审核时，应依据标准文本中第 7.1 部分质控结果的合规性对数据进行审核和处理。主要审核内容包括决定监测数据准确性、稳定性的单点质控、内标响应和空白响应等。具体要求包括：

多点曲线审核。若环境空气监测设备超过三个月未进行季度多点校准，则超出该三个月期限的监测数据被视为无效。多点曲线中线性不合格的组分，当次质控时间点至下一次质控合格时间点内的监测数据应做无效标注处理。

单点质控审核。对于单点质控结果不合格的组分，当次质控时间点至下一次质控合格时间点内的监测数据应做无效标注处理，但若该组分浓度较高且能体现环境空气污染和变化情况，可酌情保留。

内标响应审核。若内标响应不满足要求，此内标下定量的所有组分监测数据应做无效标注处理。

空白结果审核。若出现组分空白不合格，则当天监测数据均做无效标注处理。

（2）单点数据异常审核

主要包括零值、连续数据等异常数据进行确认，具体要求包括：

零值：当所有组分为零或常检出组分频繁为零时，异常数据标记无效。

连续数据：当 VOCs 组分数据连续 6 小时以上稳定不变时，异常数据标记无效。浓度低于 0.1 nmol/mol 的数据不计为连续数据。此项规定要求 VOCs 数据保留 3 位及以上小数位数。基于历史数据审核结果，连续 3 小时作为连续值判定条件存在误判。因此参考常规监测站对于连续数据的要求，改为 6h 以上作为连续值的判定依据。

（3）浓度水平稳定物质数据审核

当消耗臭氧层物质（ODS）浓度与背景浓度变化超过 $\pm 50\%$ ，乙烷、乙烯、乙炔和丙烷与背景浓度差异超过 30%时（见表 6），异常数据应做标注无效处理。

表 6 浓度水平稳定组分及背景浓度

组分名称	背景浓度（nmol/mol）
氟利昂 12	497
氟利昂 11	221
氟利昂 113	69
氟利昂 114	14.8
四氯化碳	77
乙烷	950
乙烯	130
乙炔	290
丙烷	150

5.8.2.2 基于模型的异常数据审核

基于模型的异常数据审核主要包括统计模型和机器学习模型。其中，统计学模型主要对小时/日尺度上的异常数据识别和审核；机器学习模型主要对长时间的趋势性异常数据识别和审核。

注：其它机器学习或智能方法经过适用性测试以及人工审核结果比对后，若准确度达到 80%，也可用于数据智能审核。

5.8.2.2.1 基于统计学的异常数据审核方法

基于统计学的异常数据审核方法主要用于单点数据异常审核和特征组分异常审核，主要运用到的统计学异常数据审核方法如表 7 所示：

表 7 统计学异常数据审核方法

审核类型	异常类型	审核要求	推荐统计方法/模型
单点数据异常审核	突变值	当关键组分及日常浓度超过 1 nmol/mol 的组分浓度突高（前后或较日常浓度变化超过 3 倍）或突低（前后变化超过 3 倍以上）时，数据标记异常。	三西格玛（3 σ ）准则、Z 标准化（Z-score）法、狄克逊（Dixon）检验法、格拉布斯（Grubbs）检验法
	残留值	当质控后第一个或第二个监测数据残留浓度高于 0.1 nmol/mol（日常环境浓度不高于 0.1 nmol/mol）或高于日常浓度 2 倍以上时，数据标记异常。	滑动窗口多变量时间序列、自回归积分滑动平均模型(ARIMA)
	组分浓度异常	统计上一年 VOCs 各个组分的浓度阈值，当监测浓度超过其阈值的 $\pm 20\%$ 时，数据标记异常。	浮动阈值法
特征组分异常审核	相关性	当异丁烷与正丁烷、异戊烷与正戊烷、间/对-二甲苯与邻-二甲苯等)相关性低于 0.8 时，数据标记异常。	皮尔逊（pearson）、斯皮尔曼等级(Spearman)等相关系数
	组分比值	当超过 20%的乙烷/乙烯、丙烷/丙烯、甲苯/苯的比值小于 1 或间,对-二甲苯/邻-二甲苯的比值小于 2，数据标记异常。	单样本比例检验

(1) 单点数据异常审核

单点数据异常是指环境空气VOCs监测数据零散随机出现的异常数据。基于统计学模型的单点数据异常审核主要包括突变值、残留值、组分浓度异常数据等异常数据。具体包括：

突变值。主要包括突高值和突低值。关键组分及日常浓度在1nmol/mol以上的组分，浓度突高（前后或较日常浓度变化超过3倍）或浓度突低（前后变化超过3倍以上）时，视为数据异常，存在突变值。若存在以上突变值，通过采用3 σ （西格玛）准则、Z-score方法、Dixon 检验法和Grubbs异常检验法等统计学方法，对异常数据进行自动标记。

残留值。质控后第一个或第二个监测数据残留浓度高于0.1nmol/mol（日常

环境浓度不高于0.1nmol/mol的组分)或高于日常浓度2倍以上,视为数据异常。若存在以上残留值,应建立易残留组分名单,通过滑动窗口多变量时间序列、ARIMA(自回归积分滑动平均模型)模型将数据分为不同的滑动窗口,并进行自动标记。

组分浓度异常。基于过去一年的 VOCs 监测数据在时间尺度上进行统计,总结 VOCs 各个组分的浓度浮动上限,评估其浓度水平与该浮动上限差异,超过阈值的±20%时,应做数据异常标记。对 2024 年上海市部分站点 VOCs 浓度进行统计分析,结果如表 8 所示,各站点的 VOCs 浓度异常点占比均在 0.1%内。对于被标记的异常点,需核实仪器状态和谱图,最终判定数据有效性。

表 8 2024 年上海市部分站点 VOCs 浓度异常点统计 (单位: nmol/mol)

站点	站点 A	站点 B	站点 C	站点 D	站点 E	站点 F
2023 年 90 百分位浓度	29.83	14.45	7.52	12.19	13.69	23.45
浮动上限	89.49	43.36	22.55	36.56	41.07	70.34
2024 年异常点占比	0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%

(2) 特征组分异常审核

特征组分相关性核查。对 2024 年上海市部分站点 VOCs 同分异构体(同系物)回归线的 R^2 进行统计,结果如表 9 所示。异丁烷与正丁烷、异戊烷与正戊烷、间/对-二甲苯与邻-二甲苯等同分异构体的相关性通常在 0.8 以上。因此,若相关性偏低或数据离群,需核实仪器状态和谱图,进一步确认异常,最终判定数据无效。反-2-丁烯与顺-2-丁烯、反-2-戊烯与顺-2-戊烯等同分异构体也具有较好的相关性,建议参考审核。当 VOCs 组分浓度低于 0.1 nmol/mol 时,相关性偏弱可忽略。对于 VOCs 组分相关性的智能审核,模型主要通过计算 Pearson、Spearman 等相关系数,综合评估组分相关性是否存在异常,并进行自动标记。

表 9 2024 年上海市部分站点 VOCs 同分异构体(同系物)回归线的 R^2

站点	正丁烷/异丁烷	正戊烷/异戊烷	邻二甲苯/间-对二甲苯
站点 A	0.86	0.69	0.99
站点 B	0.89	0.78	0.97
站点 C	0.83	0.74	0.74

站点 D	0.92	0.87	0.99
站点 E	0.83	0.86	0.98
站点 F	0.89	0.59	0.96

组分比值核查。乙烷/乙烯、丙烷/丙烯、甲苯/苯的比值一般 >1 ，间/对-二甲苯/邻-二甲苯 >2 。对 2024 年上海市部分站点 VOCs 特征组分比值异常点占比进行统计，结果如表 10 所示，各组分比值异常点占比范围介于 0%~33.1%，其中站点 C、站点 D 和站点 E 因环境浓度较低，所以甲苯/苯的比值异常点占比较高。因此当异常点超过 20%时，需核实仪器状态和谱图，进一步确认异常，最终判定数据是否有效。对于环境浓度较低站点，可酌情放宽。

表 10 2024 年上海市部分站点 VOCs 特征组分比值异常点占比

站点	甲苯/苯	乙烷/乙烯	丙烷/丙烯	间对二甲苯/邻二甲苯
站点 A	13.5%	2.1%	2.6%	0.1%
站点 B	9.2%	19.2%	0.9%	0.4%
站点 C	24.7%	15.5%	0.2%	6.9%
站点 D	14.0%	2.3%	0.3%	2.0%
站点 E	33.1%	1.2%	0.2%	1.0%
站点 F	26.6%	3.8%	1.3%	0%

5.8.2.2.2 基于机器学习的异常数据审核方法

示踪组分异常和趋势异常不同于其他异常类型，数据异常判定是基于一段时间的数据呈现的趋势变化，无法通过统计学得出限定的规则来判定异常，因此推荐使用机器学习来识别这两类异常。

(1) 示踪组分异常审核

基于机器学习模型的示踪物组分审核。若无污染源干扰且除降雨天气外，异戊二烯无明显的日变化规律即午间达到当日峰值，数据标记异常。若发现无此变化规律，做异常数据标记处理。如图 15 所示，2024 年 5~10 月上海某站点具有明显的日变化规律。

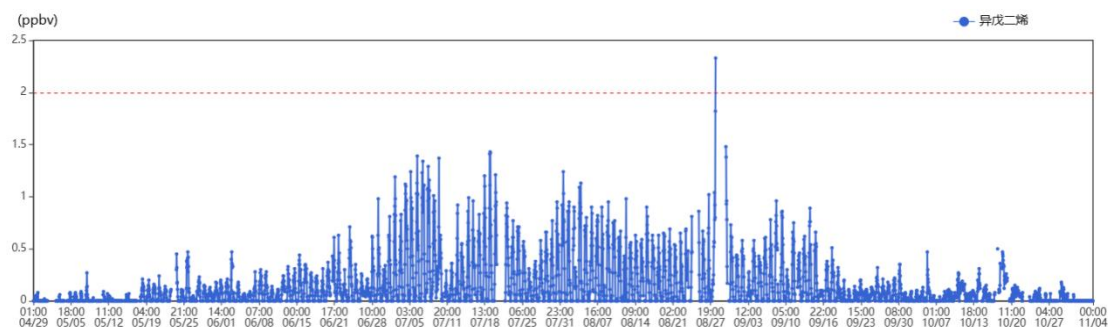


图 15 2024 年 5~10 月上海某站点异戊二烯浓度日变化

(2) 趋势数据异常审核

基于机器学习模型的趋势数据异常变化审核包括断崖式变化、阶段上升或下降、逐日上升或下降、浓度波动剧烈等异常数据审核。即基于循环神经网络（RNN）、长短时记忆网络（LSTM）、随机森林（RF）等机器学习方法构建和训练长时间 VOCs 数据，评估模拟数据与实况数据的误差或残差是否超过阈值，开展数据的异常诊断和审核。

断崖式变化数据审核。当监测数据浓度出现低于 1nmol/mol 不超过原浓度 2 倍或高于 1nmol/mol 不超过 50% 的断崖式变化时，判定数据异常。智能审核模型主要基于数值梯度算法检验法计算数值梯度，利用梯度信息判断数据的异常程度，从而识别数据异常并进行自动标记。

阶段上升或下降的数据审核。当监测数据出现上升或下降的最大值和最小值与平均值的偏差超过 2 倍以上时，需核实仪器状态及内标进样量，进一步结合同源组分变化趋势，最终判定数据是否有效。

逐日上升或下降的数据审核。当监测数据出现逐日上升或下降趋势时，需结合其同源组分浓度变化和日常质控进行判断，进一步核实仪器状态，最终判定数据无效。

浓度波动剧烈的数据审核。当监测数据连续或频繁出现前后时刻浓度变化超过 100% 时，需结合日常监测浓度水平和同源组分变化判断，进一步核实仪器状态，最终判定数据是否有效。

表 11 机器学习异常数据审核方法

审核类型	异常类型	审核要求	审核方法	推荐统计方法/模型
示踪组分	示踪物组分异常	若无污染源干扰且除降雨天气外，异戊二烯无明显的日变	基于异戊二烯日变化规律，判断数据异常。	循环神经网络

异常审核		化规律即午间达到当日峰值，数据标记异常。		(RNN)、长短时记忆网络 (LSTM)、随机森林 (RF)
趋势数据异常审核	断崖式变化	若浓度低于 1 nmol/mol 且不超过 2 倍，高于 1 nmol/mol 不超过 50%，数据标记异常。	采用数值梯度算法检验法计算数值梯度，判断数据异常。	
	阶段上升或下降	若浓度出现上升或下降的最大值和最小值与平均值的偏差超过 2 倍以上，数据标记异常。	核实仪器及内标进样量并结合同源组分变化趋势，判断数据异常。	
	逐日上升或下降	若浓度呈现逐日上升或下降趋势，数据标记异常。	结合同源组分浓度变化和日常质控数据，判断数据异常。	
	浓度波动剧烈	若浓度连续或频繁出现前后时段变化超过 100%，数据标记异常。	结合日常浓度水平和同源组分变化，判断数据异常。	

表 12 常见的机器学习方法及其原理和特点

机器学习方法	原理	特点
循环神经网络 (RNN)	通过分析时间序列数据的时序依赖关系来识别异常。在训练阶段，RNN 学习历史正常数据的动态模式，建立预测模型；在检测阶段，模型根据前序数据预测当前值，并计算预测值与实际值的残差。若残差超过动态阈值（如 3σ 原则），则判定为异常。	适合捕捉短期时序依赖，但对长期模式识别能力有限，且对噪声敏感，可能产生误报。
长短时记忆网络 (LSTM)	通过门控机制（遗忘门、输入门、输出门）增强对长期时序依赖的建模能力。训练时，LSTM 学习正常数据的时序规律，并预测或重构序列；检测时，通过计算预测误差或重构误差（如均方误差）识别异常点。	能有效处理复杂时序模式（如周期性、趋势性），相比 RNN 更稳定，适用于 VOCs 浓度突变等场景，但仍依赖大量正常数据训练。
随机森林 (RF)	通过集成多棵决策树对数据进行分类或回归来识别异常。在监督学习中，RF 直接区分正常与异常样本；在无监督学习中（如孤立森林），通过随机分割特征空间，计算样本被孤立所需的路径长度，路径越短则异常概率越高。	对噪声和缺失数据鲁棒，可处理高维特征，适合非时序或结构化数据，但时序依赖性较弱，需结合滑动窗口等技巧处理时间序列。

机器学习模型的建立方法分为以下六个步骤：

第一步，数据收集与预处理：①数据收集。收集历年环境空气 VOCs 监测数据及其他监测数据如国控站数据、气象数据、地理信息等。②数据清洗。剔除明显错误的点（如负值、超出合理范围的数据），采用插值（线性插值、样条

插值)或机器学习方法(如 KNN、随机森林回归)填补缺失数据。③滑窗处理(适用于 RNN 和 LSTM)对时间序列数据进行滑窗处理,提取局部特征。

第二步,特征工程:①时序特征提取(适用于 RNN/LSTM)。利用 RNN 或 LSTM 自动学习时间依赖性,捕捉 VOCs 浓度的长期和短期变化模式。此外,结合注意力机制(Attention)增强关键时间步的权重。②特征构造(适用于 RF)。

构造统计特征(均值、方差、滑动平均、差分等)。此外,结合气象数据(温度、湿度、风速)进行特征交叉,增强模型解释性。

第三步,异常检测模型构建:①RNN/LSTM 时序预测模型。包括训练阶段:使用正常数据训练 RNN/LSTM,学习 VOCs 浓度的正常变化模式;异常检测:计算预测值与真实值的残差(误差),基于动态阈值(如 3σ 、分位数)判定异常;变体:可采用 Seq2Seq(编码器-解码器)结构,重构输入序列,通过重构误差检测异常。②随机森林(RF)异常检测。包括监督学习:若有标注数据,训练 RF 分类器(正常 vs 异常);无监督学习:采用孤立森林(Isolation Forest)检测低概率出现的异常点;特征重要性分析:识别影响 VOCs 异常的关键因素(如气象条件、污染源)。

第四步,动态阈值设定与异常判定:①基于历史残差分布,采用 3σ 原则或滑动窗口分位数法动态调整阈值,减少误报。②结合滑动平均残差(MAE)或指数加权移动平均(EWMA)平滑噪声,提高鲁棒性。

第五步,模型评估与优化:①评估指标。包括有监督:准确率(Accuracy)、召回率(Recall)、精确率(Precision)、F1-score、AUC-ROC;无监督:调整 Rand 指数(ARI)、轮廓系数(Silhouette Score)。②模型优化。包括 RNN/LSTM:调整网络深度、Dropout 防止过拟合,使用早停法(Early Stopping);RF:优化树的数量、最大深度、特征子集大小;集成方法:结合 LSTM(时序特征)和 RF(全局特征)进行混合建模,提升泛化能力。

第六步,异常审核与反馈:①对检测出的异常数据,结合人工审核或规则库(如突增/突降判定)进行二次验证。②持续迭代模型,利用新数据在线更新(Online Learning)。

5.8.3 人工复核

(1) 数据完整性检查。复核人员需检查 VOCs 监测数据的完整性，确认数据缺失原因，补传缺失数据。

(1) 数据完整性检查

复核人员需检查 VOCs 数据的完整性，确认数据缺失原因，补传缺失数据。

(2) 自动审核结果复核

复核人员需核实和确认 VOCs 数据平台自动审核的结果。

(3) 可疑数据处理

复核人员需查找 VOCs 数据存疑原因，正确辨别并及时审核。

(4) 数据有效性判定

除停电、仪器校准、仪器故障或不满足监测规范要求等造成数据无效外，所有的分钟、小时和日监测数据必须全部作为有效数据，纳入环境空气质量统计和评价，不得选择性地处理数据。因仪器设备故障、运行不稳定或其它不受控等原因出现的分钟和小时负值和零值，均做无效数据处理。

5.8.4 多源数据融合审核

开展多源数据融合审核时，建议结合设备状态参数、质控数据、气象数据等关键外部因素进行多类型数据融合审核。如气象关联分析：当扩散条件优良或寒潮天气期间，若 VOCs 监测浓度出现非常规降低，需验证气象因素与浓度之间关联性；检测器特征验证：利用 FID（气相色谱-氢火焰离子化检测器）对标准样品的响应特性（即响应值与碳数呈正比，单碳响应值趋近一致），辅助定性判断数据可靠性；设备异常溯源：识别断电、设备故障等运行事件对监测数据的干扰，评估异常事件与数据波动的因果关系。

5.8.4.1 气象因素

当扩散条件优良或寒潮天气期间，VOCs 组分浓度出现非常规降低。如图 16 所示，2024 年 1 月 20~23 日和 2025 年 1 月 23~27 日正值寒潮期间，站点 A 区域 PAMS 总浓度均低于 20 nmol/mol。

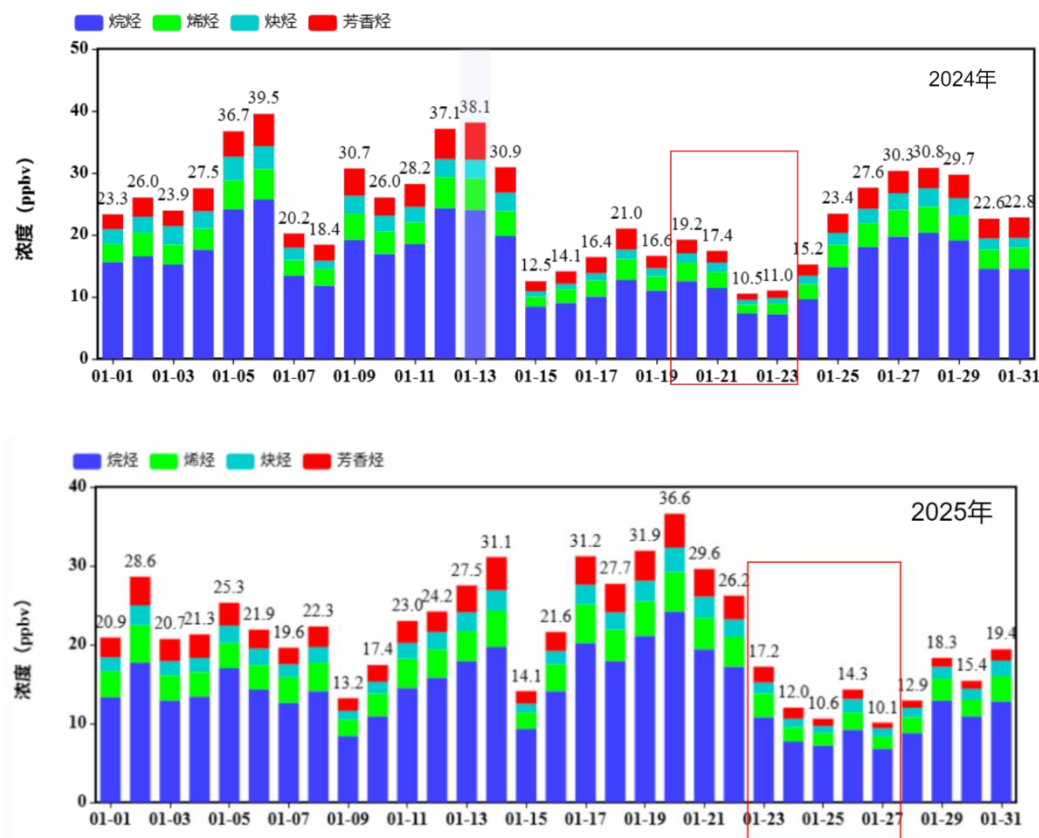


图 16 寒潮期间站点 A 区域 VOCs 浓度日变化

5.8.4.2 检测器特点

氢火焰离子检测器（FID）监测组分的标准样品响应值与碳数成正比关系，即各组分单碳的响应值在同一水平上，利用该特性可进一步辅助判断定性。以站点B 6~7月标准曲线数据为例（见图17），FID组分符合等碳原则，响应值与碳数成正比关系。

如图17异常数据案例所示，标准曲线中顺-2-丁烯和环戊烷不符合等碳，两组分定性异常，结合环境空气数据可以看到，顺/反-2-丁烯相关性较差，反-2-丁烯与环戊烷变化趋势一致，因此可以判断顺-2-丁烯和环戊烷数据异常。

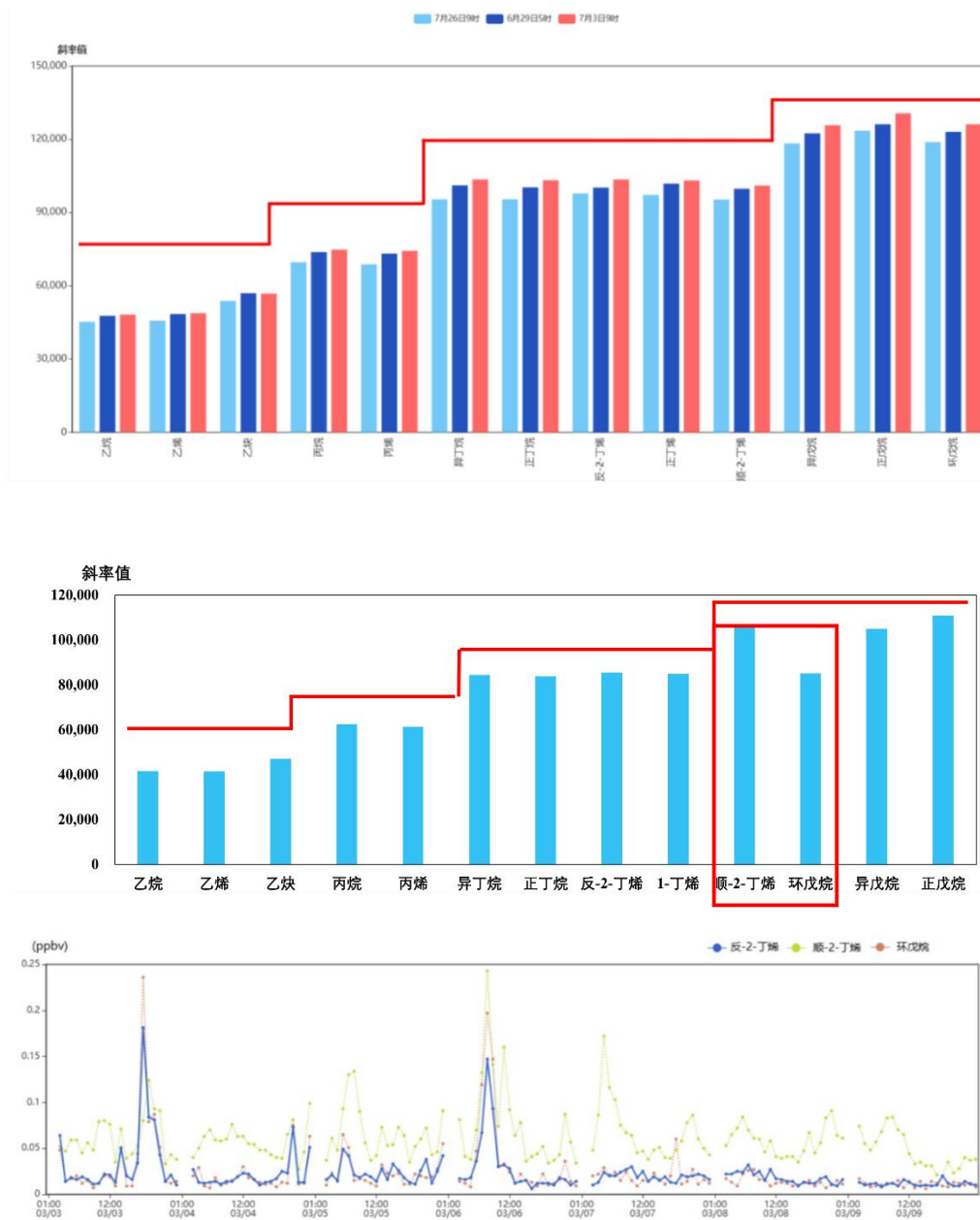


图 17 基于等碳原则识别的异常数据案例

5.8.4.3 设备状态数据

设备异常如断电、设备故障等运行事件对监测数据产生干扰，评估异常事件对数据波动影响，自动标记数据无效。

5.8.5 数据处理

5.8.5.1 有效数据

对于无法明确的外部干扰导致的数据异常，予以保留处理；对于少数更高时间分辨率（如分钟值）导致的小时数据异常，若浓度水平和变化趋势趋于正常，需剔除异常少数分钟数据重新计算小时数据。

5.8.5.2 无效数据

若因仪器性能不满足要求、操作失误等原因造成的数据异常，应做无效标注处理（注明原因并保留原始记录）。具体情况如下：

（1）标志位、仪器状态参数、仪器报警、残留、基线异常、干扰和校准等异常，需核实确认后，做无效标注处理。

（2）采集卡死出现的连续零值、软件异常出现的极大值或负值等因数据采集导致的异常，需核实确认后，做无效标注处理。

（3）仪器遭受断电重启的前期数据若存在信号异常，做无效标注处理。

（4）室内装修、温湿度异常、采样管破裂、暴雨灌水、附近突发人为污染源等因站点环境干扰导致的异常，做无效标注处理。

5.8.5.3 数据重积分

因积分错误、积分不完全、未积分等人为因素导致的自动积分异常，应重积分再上传；因环境温度、湿度等外部因素导致的组分出峰时间漂移，若谱图质量较好，应重积分再上传。

5.8.5.4 数据补遗

因通讯等连接问题导致的上位端平台数据缺失，应对缺失时段数据进行补遗。

5.8.6 数据安全

数据和信息传输安全与加密方式参照 HJ 212 通信安全要求执行。

第6章 方法验证

6.1 方法验证的方案

本标准验证单位由编制单位组织，分别在上海市化工环境保护监测站进行了环境空气挥发性有机物连续自动监测系统的试点测试。

本标准验证测试方案如下：首先调研国内外环境空气挥发性有机物连续自动监测系统站点安装、验收和运行现状，结合国家环境空气挥发性有机物监测发展的需求，初步确定仪器的技术要求、性能指标和检测方法等、评估系统在无人值守情况下的长期稳定性、验证智能化运维功能的可靠性。然后按照技术要求对监测系统进行日常维护及技术指标验证；最后根据性能测试数据和运行维护结果，进一步调整文本内容，确保规范中安装、验收、运行和质控要求满足相关环境管理工作的需求，主要功能、指标和检测方法能够体现现有技术水平，具有可操作性和普遍适用性，易于推广，为环境空气挥发性有机物连续自动监测系统安装、验收、运行和质控及数据审核提供技术支撑。

6.2 方法验证过程

方法验证工作主要由标准编制单位组织，以集中验证的方式完成。测试时，各型号设备的实验条件及测试时使用的仪器和设备均保持一致。编制组按照规范文本中的仪器技术指标和检测方法开展了多型号仪器的验证测试，得到了大量的仪器测试基础数据，在此基础上汇总形成了《方法验证报告》。

编制组对5个型号的环境空气挥发性有机物连续监测系统共验证技术指标8项，绝大部分仪器符合标准中的指标限值要求。

第 7 章 标准实施建议

为切实加强本标准的实施，规范我国环境空气挥发性有机物连续自动监测系统的安装、验收、运行和质控，服务环境管理需求，系统制造者、供应者、用户或受委托的有检测能力的机构在安装、调试挥发性有机物连续自动监测系统时应严格执行本标准，验收单位在验收挥发性有机物连续自动监测系统时应严格执行本标准。

第 8 章 标准立项审查论证情况

2025 年 3 月，召开团体标准编制立项评审专家会议，编制组汇报标准立项必要性和可行性，专家组对立项汇报情况进行质询、交流与讨论、形成专家意见、会议总结。专家组讨论形成 3 条意见如下：

1) 拟申请的团体标准为国内首个结合智能化和自动化专门指导环境空气挥发性有机物连续自动监测的技术规范，具有先进性。

2) 标准的建立有助于规范现有环境空气挥发性有机物连续自动监测数据的代表性、准确性和可靠性提升数智化技术在环境空气监测技术的应用。

3) 标准技术路线合理，工作基础扎实，技术力量充足，为标准制订提供了坚实的基础。

专家组一致同意标准立项。

附录 1：

方法验证报告

方法名称：环境空气挥发性有机物连续自动监测系统
调试、验收检测

项目主编单位：上海市环境监测中心

验证单位：北京鹏宇昌亚环保科技有限公司、杭州谱育科技发展有限公司、
武汉天虹环保科技有限责任公司、上海境琛环保科技有限公司、赛默飞世尔科技
(中国)有限公司

项目负责人及职称：

通讯地址：

联系电话：

报告编写人及职称：

报告日期：2025.05

1 验证测试依据

《环境空气挥发性有机物连续自动监测技术规范（征求意见稿）》。

2 验证测试地点及时间

2024 年 8 月 13 日～2024 年 10 月 15 日，验证测试地点为上海市化工环境保护监测站实验室。

3 验证测试方法

选取 5 个型号环境空气挥发性有机物监测系统，对《环境空气挥发性有机物连续自动监测技术规范（征求意见稿）》“5.2 调试”和“5.4 验收”中系统空白等 8 项指标开展性能检测，具体步骤如下：

按征求意见稿“5.2.2 调试检测方法”和“5.4.2.1 验收检测方法”中各项指标的检测方法开展测试，以仪器每个检测周期自动记录的最终结果作为每次测试的测定值，并按检测方法中的公式计算每台仪器每项性能指标的检测结果。每项性能指标检测期间，若某台仪器出现故障无法继续完成测试，则终止该台仪器的测试。

4 验证仪器基本情况

本标准验证测试共有 5 个型号环境空气挥发性有机物监测系统参加。原理为气相色谱质谱联用法。选择验证测试的仪器的原则为：（1）基本能够覆盖目前市场上环境空气挥发性有机物监测系统主要测试原理；（2）生产厂家能够配合完成验证测试工作。

5 仪器验证数据汇总

环境空气挥发性有机物监测系统验证数据汇总表见附表 1。

附表 1 挥发性有机物监测系统指标验证数据汇总

指标名称	本标准指标	验证结果					备注
		A	B	C	D	E	
系统空白	≤0.1 nmol/mol	100%	100%	100%	100%	100%	/
线性度	相关系数≥0.99	99.1%	100%	98.3%	100%	100%	A、C 品牌超标
	90%组分最低点回算偏差≤30%	93.0%	80.0%	86.1%	88.7%	90.4%	B、C、D 品牌超标
	90%组分残差：≤0.3	89.6%	100.0%	98.3%	91.3%	100.0%	A 品牌超标
	截距检验：≥80%(截距可忽略)	83.5%	80.9%	81.7%	97.4%	69.6%	E 品牌超标
方法检出限	90%组分的方法检出限≤0.1nmol/mol	100.0%	93.9%	99.1%	94.8%	100.0%	/
准确度	90%组分正确度：≤±15%	98.0%	100.0%	98.8%	97.4%	100.0%	/
	90%组分精密度：≤10%	100.0%	100.0%	100.0%	98.6%	100.0%	/
系统残留	90%组分≤0.1 nmol/mol	100.0%	95.7%	96.5%	93.0%	100.0%	/
期间准确度	90%组分正确度：FID≤±15%；MS≤±30%	100.0%	100.0%	92.2%	97.4%	100.0%	/
	90%组分精密度≤10%	100.0%	95.7%	90.4%	89.6%	100.0%	D 品牌超标
漂移	保留时间漂移≤±0.3min	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	/
	90%组分零点漂移≤0.1 nmol/mol	93.9%	93.9%	100.0%	94.8%	93.0%	/
	90%组分浓度漂移 FID≤15%；MS≤30%	98.3%	100.0%	99.1%	92.2%	100.0%	/

6 仪器验证数据汇总

附表 2 仪器线性测试验证数据汇总

物质名称	A			B			C			D			E		
	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差
乙烷	0.9992	5%	0.24	0.9999	10%	0.05	0.9976	57%	0.28	0.9994	3%	0.2	1.0000	10%	0.03
乙烯	0.9993	18%	0.24	0.9999	8%	0.04	0.9810	70%	0.99	0.9994	56%	0.45	0.9999	2%	0.07
丙烷	0.9994	4%	0.19	0.9999	2%	0.07	0.9978	52%	0.26	0.9997	23%	0.37	1.0000	2%	0.04
丙烯	0.9996	2%	0.13	0.9999	8%	0.06	0.9984	47%	0.22	0.9993	13%	0.31	1.0000	7%	0.03
异丁烷	0.9995	10%	0.22	0.9999	13%	0.05	0.9999	11%	0.01	0.9998	37%	0.19	1.0000	4%	0.02
正丁烷	0.9993	1%	0.21	0.9999	8%	0.06	0.9999	27%	0.01	1.0000	11%	0.45	1.0000	3%	0.02
乙炔	0.9974	0%	0.33	0.9998	8%	0.11	0.9955	75%	0.42	0.9970	144%	0.44	0.9999	6%	0.06
二氟二氯甲烷	0.9999	15%	0.19	0.9986	46%	0.06	0.9996	6%	0.01	0.9997	33%	0.35	0.9991	19%	0.02
1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.9995	7%	0.1	0.9978	53%	0.11	1.0000	1%	0.02	0.9999	11%	0.19	0.9996	9%	0.04
一氯甲烷	0.9999	1%	0.2	0.9990	36%	0.14	0.9999	31%	0	0.9995	7%	0.12	0.9984	25%	0.03
1-丁烯	0.9996	3%	0.09	0.9999	8%	0.1	0.9998	19%	0.01	0.9998	19%	0.17	0.9998	2%	0.06
氯乙烯	0.9997	10%	0.16	0.9994	28%	0.08	0.9999	16%	0.01	0.9995	45%	0.33	0.9983	32%	0.06
丁二烯	0.9993	5%	0.24	0.9997	18%	0.07	0.9999	14%	0.01	0.9996	12%	0.18	0.9997	9%	0.02
反-2-丁烯	0.9994	3%	0.23	0.9999	7%	0.07	0.9998	21%	0.01	0.9997	12%	0.2	0.9995	15%	0.03
乙醛	0.9997	8%	0.17	0.9998	8%	0.07	0.9996	9%	0.02	0.9988	15%	0.1	0.9985	23%	0.06
顺-2-丁烯	0.9994	3%	0.22	0.9999	7%	0.06	0.9986	45%	0.03	0.9997	16%	0.24	0.9997	5%	0.03
一溴甲烷	0.9997	6%	0.16	0.9988	37%	0.12	1.0000	8%	0.01	0.9999	22%	0.29	0.9995	8%	0.04

物质名称	A			B			C			D			E		
	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差
氯乙烷	0.9998	6%	0.15	0.9996	20%	0.07	0.9998	20%	0.01	0.9995	22%	0.21	0.9999	7%	0.01
异戊烷	0.9996	1%	0.19	0.9999	10%	0.05	0.9999	13%	0.01	0.9999	10%	0.33	1.0000	7%	0.01
一氟三氯甲烷	0.9996	10%	0.19	0.9988	37%	0.22	0.9998	14%	0.01	0.9998	24%	0.37	0.9998	3%	0.02
1-戊烯	0.9992	8%	0.23	0.9995	23%	0.08	0.9998	10%	0.02	0.9998	7%	0.07	0.9997	21%	0.02
正戊烷	0.9993	8%	0.26	0.9999	10%	0.08	0.9997	24%	0.01	0.9998	7%	0.06	0.9999	11%	0.03
反-2-戊烯	0.9992	9%	0.26	1.0000	1%	0.02	0.9998	23%	0.01	0.9998	7%	0.06	0.9994	15%	0.04
异戊二烯	0.9990	15%	0.22	0.9999	6%	0.05	0.9999	9%	0.01	0.9998	6%	0.06	0.9994	22%	0.02
顺-2-戊烯	0.9995	2%	0.29	0.9998	20%	0.04	0.9999	13%	0.01	0.9997	8%	0.08	0.9998	12%	0.04
丙烯醛	0.9997	3%	0.17	0.9998	9%	0.06	0.9995	3%	0.02	0.9996	16%	0.09	0.9997	4%	0.03
丙醛	0.9995	10%	0.21	0.9999	7%	0.05	0.9999	20%	0.01	0.9999	1%	0.09	0.9997	12%	0.03
1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	0.9994	6%	0.21	0.9995	22%	0.08	0.9999	13%	0.01	0.9999	4%	0.11	0.9997	20%	0.02
1,1-二氯乙烯	0.9995	7%	0.22	0.9996	24%	0.07	0.9997	24%	0.01	0.9996	15%	0.4	0.9997	13%	0.03
2,2-二甲基丁烷	0.9991	9%	0.28	0.9998	15%	0.05	0.9997	23%	0.01	0.9999	10%	0.3	0.9998	15%	0.02
丙酮	0.9988	12%	0.3	0.9999	5%	0.05	0.9985	32%	0.03	0.9994	6%	0.16	0.9997	53%	0.03
异丙醇	0.9985	27%	0.3	0.9993	25%	0.09	0.9999	2%	0.01	0.9997	5%	0.17	0.9994	18%	0.03
二硫化碳	0.9995	6%	0.2	0.9999	8%	0.04	0.9999	9%	0.01	0.9995	28%	0.16	0.9996	22%	0.04
2,3-二甲基丁烷	0.9995	6%	0.22	0.9998	5%	0.06	0.9996	25%	0.02	0.9999	7%	0.13	0.9995	17%	0.03
二氯甲烷	0.9996	4%	0.2	0.9997	17%	0.06	0.9996	21%	0.01	0.9995	19%	0.14	0.9996	10%	0.03
2-甲基戊烷	0.9992	10%	0.26	0.9999	6%	0.02	0.9992	33%	0.02	0.9999	2%	0.08	0.9997	8%	0.03
环戊烷	0.9992	7%	0.26	0.9999	7%	0.05	0.9996	26%	0.02	0.9998	11%	0.18	0.9993	24%	0.04

物质名称	A			B			C			D			E		
	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差
2-甲氧基-甲基丙烷	0.9991	14%	0.25	0.9998	7%	0.06	0.9999	5%	0.01	0.9996	9%	0.08	0.9998	3%	0.02
3-甲基戊烷	0.9993	8%	0.22	0.9996	26%	0.05	0.9996	22%	0.01	0.9997	3%	0.1	0.9998	5%	0.03
反-1,2-二氯乙烯	0.9995	0%	0.24	0.9998	15%	0.07	0.9997	23%	0.02	0.9995	14%	0.09	0.9998	9%	0.03
1-己烯	0.9992	15%	0.24	0.9998	9%	0.05	0.9998	17%	0.01	0.9997	8%	0.04	0.9988	32%	0.05
正己烷	0.9989	28%	0.21	1.0000	7%	0.03	0.9997	22%	0.01	0.9997	9%	0.04	0.9998	9%	0.02
2-甲基丙烯醛	0.9991	17%	0.25	0.9996	16%	0.07	0.9999	9%	0.01	0.9999	3%	0.07	0.9998	9%	0.02
1,1-二氯乙烷	0.9995	5%	0.2	0.9999	6%	0.04	0.9998	19%	0.01	0.9996	12%	0.08	0.9999	2%	0.02
乙酸乙烯酯	0.9994	7%	0.24	0.9997	7%	0.05	0.9999	15%	0.01	0.9999	4%	0.06	0.9998	7%	0.03
2,4-二甲基戊烷	0.9998	3%	0.12	0.9999	8%	0.03	0.9995	26%	0.02	0.9998	6%	0.06	0.9988	29%	0.06
丁醛	0.9991	17%	0.24	0.9999	3%	0.04	0.9999	9%	0.01	0.9996	6%	0.07	0.9998	5%	0.03
甲基环戊烷	0.9991	8%	0.26	1.0000	8%	0.03	0.9995	25%	0.02	0.9999	8%	0.12	0.9993	22%	0.04
顺-1,2-二氯乙烯	0.9993	3%	0.26	0.9998	7%	0.04	0.9999	10%	0.01	0.9997	11%	0.08	0.9997	15%	0.03
2-丁酮	0.9990	21%	0.22	0.9999	4%	0.03	0.9999	5%	0.01	0.9998	6%	0.08	0.9997	13%	0.03
乙酸乙酯	0.9995	9%	0.19	0.9997	1%	0.05	0.9998	9%	0.01	0.9999	4%	0.11	0.9999	3%	0.01
氯仿	0.9996	9%	0.19	0.9996	16%	0.04	0.9999	11%	0.01	0.9996	14%	0.1	0.9998	5%	0.03
四氢呋喃	0.9991	17%	0.17	0.9999	7%	0.06	0.9999	8%	0.01	0.9996	8%	0.08	0.9998	14%	0.02
2-甲基己烷	0.9997	4%	0.13	0.9999	19%	0.05	1.0000	5%	0	0.9998	6%	0.02	0.9993	21%	0.05
1,1,1-三氯乙烷	0.9994	5%	0.21	0.9998	16%	0.05	1.0000	6%	0.01	0.9998	13%	0.12	0.9999	14%	0.02
2,3-二甲基戊烷	0.9998	2%	0.12	0.9999	6%	0.03	0.9996	24%	0.02	0.9998	5%	0.06	0.9995	15%	0.04
环己烷	0.9992	4%	0.24	0.9999	9%	0.03	0.9999	12%	0.01	0.9999	7%	0.16	0.9987	29%	0.06

物质名称	A			B			C			D			E		
	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差
3-甲基己烷	0.9998	3%	0.12	0.9999	5%	0.03	0.9998	16%	0.01	0.9998	7%	0.04	0.9995	16%	0.04
四氯化碳	0.9995	8%	0.2	0.9997	19%	0.07	1.0000	2%	0	0.9999	8%	0.15	0.9998	5%	0.02
苯	0.9995	3%	0.16	0.9997	13%	0.05	0.9999	8%	0.01	0.9997	5%	0.1	0.9996	16%	0.04
1,2-二氯丙烷	0.9993	2%	0.18	0.9998	14%	0.12	0.9995	23%	0.01	0.9998	10%	0.05	0.9993	15%	0.04
2,2,4-三甲基戊烷	0.9998	1%	0.13	0.9998	21%	0.06	0.9995	25%	0.02	0.9998	6%	0.02	0.9994	14%	0.05
正庚烷	0.9997	4%	0.13	0.9999	19%	0.05	0.9995	29%	0.02	0.9999	2%	0.03	0.9994	16%	0.05
反式-丁烯醛	0.9961	55%	0.45	0.9979	48%	0.15	0.9986	44%	0.03	0.9966	65%	0.14	0.9998	13%	0.03
三氯乙烯	0.9997	7%	0.12	0.9998	5%	0.05	1.0000	5%	0	0.9998	9%	0.01	0.9999	3%	0.01
甲基环己烷	0.9997	4%	0.13	0.9999	14%	0.04	0.9996	19%	0.02	0.9999	0%	0.03	0.9999	5%	0.01
1,2-二氯乙烷	0.9995	3%	0.21	0.9986	40%	0.05	0.9999	18%	0.02	0.9996	11%	0.01	0.9994	15%	0.04
戊醛	0.9994	15%	0.17	0.9999	2%	0.03	0.9997	8%	0.01	0.9997	9%	0.05	0.9998	2%	0.02
甲基丙烯酸甲酯	0.9993	19%	0.2	0.9999	8%	0.03	0.9998	0%	0.01	0.9998	10%	0.06	0.9998	11%	0.02
1,4-二恶烷	0.9975	36%	0.32	0.9999	3%	0.03	0.9999	7%	0.01	0.9915	50%	0.2	1.0000	1%	0.01
一溴二氯甲烷	0.9994	5%	0.21	0.9962	72%	0.05	0.9999	10%	0.01	0.9997	6%	0.04	0.9993	10%	0.04
2,3,4-三甲基戊烷	0.9997	7%	0.15	0.9997	25%	0.06	0.9997	19%	0.01	0.9998	6%	0.04	0.9999	3%	0.02
2-甲基庚烷	0.9998	8%	0.11	0.9995	33%	0.07	0.9994	29%	0.02	1.0000	1%	0.02	0.9998	12%	0.02
3-甲基庚烷	0.9999	1%	0.07	0.9993	39%	0.09	0.9992	38%	0.02	0.9999	4%	0.04	0.9998	19%	0.02
反式-1,3-二氯-1-丙烯	0.9996	5%	0.16	1.0000	1%	0.03	0.9999	11%	0.01	0.9999	7%	0.04	0.9999	1%	0.01

物质名称	A			B			C			D			E		
	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差
4-甲基-2-戊酮	0.9995	12%	0.16	0.9999	13%	0.03	0.9999	6%	0.01	0.9990	14%	0.06	0.9999	6%	0.02
甲苯	0.9997	2%	0.15	0.9996	22%	0.06	0.9999	11%	0.01	0.9998	9%	0.01	0.9997	13%	0.03
正辛烷	0.9996	12%	0.13	0.9996	34%	0.07	0.9998	18%	0.01	0.9999	1%	0.01	0.9997	15%	0.03
顺式-1,3-二氯-1-丙烯	0.9995	2%	0.17	0.9998	10%	0.05	0.9999	4%	0.01	0.9999	0%	0.02	0.9999	5%	0.01
1,1,2-三氯乙烷	0.9998	7%	0.11	0.9998	15%	0.05	0.9999	9%	0.01	0.9999	10%	0.02	0.9997	0%	0.03
四氯乙烯	0.9998	8%	0.1	0.9993	20%	0.1	1.0000	3%	0	0.9998	8%	0.03	0.9995	13%	0.03
2-己酮	0.9974	50%	0.34	0.9999	10%	0.03	0.9999	7%	0.01	0.9994	11%	0.06	0.9999	7%	0.02
正己醛	0.9981	39%	0.28	0.9999	1%	0.05	0.9999	3%	0.01	0.9982	11%	0.09	0.9999	6%	0.02
二溴一氯甲烷	0.9998	11%	0.11	0.9999	8%	0.05	1.0000	2%	0.01	0.9999	2%	0.06	0.9994	13%	0.04
1,2-二溴乙烷	0.9998	8%	0.12	0.9997	17%	0.06	1.0000	0%	0	1.0000	4%	0.05	0.9997	9%	0.03
氯苯	0.9998	4%	0.12	0.9993	26%	0.07	1.0000	6%	0	0.9999	8%	0.04	0.9997	2%	0.03
乙苯	0.9996	8%	0.16	0.9991	42%	0.09	0.9998	18%	0.01	0.9999	3%	0.03	0.9995	20%	0.03
正壬烷	0.9996	7%	0.15	0.9984	56%	0.11	0.9994	32%	0.02	0.9999	3%	0.03	0.9980	54%	0.06
间、对-二甲苯	0.9998	4%	0.11	0.9980	54%	0.13	0.9998	19%	0.01	0.9999	4%	0.03	0.9985	48%	0.05
邻-二甲苯	0.9999	2%	0.08	0.9989	47%	0.1	0.9999	17%	0.01	0.9999	1%	0.05	0.9994	24%	0.04
苯乙烯	0.9993	18%	0.2	0.9994	40%	0.08	0.9999	8%	0.01	0.9999	8%	0.05	0.9986	50%	0.04
三溴甲烷	0.9997	7%	0.14	0.9999	2%	0.02	0.9996	19%	0.01	0.9998	5%	0.14	0.9990	21%	0.04
异丙苯	0.9997	4%	0.14	0.9996	31%	0.06	0.9999	6%	0	0.9999	2%	0.04	0.9995	20%	0.03
四氯乙烷	0.9997	10%	0.15	0.9998	11%	0.05	0.9999	9%	0.01	0.9998	10%	0.05	0.9997	14%	0.02
正丙苯	0.9997	5%	0.14	0.9995	33%	0.07	0.9999	10%	0.01	0.9999	2%	0.05	0.9999	5%	0.02

物质名称	A			B			C			D			E		
	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差	相关系数	最低点偏差	残差
间乙基甲苯	0.9998	1%	0.13	0.9995	33%	0.07	0.9989	29%	0.03	0.9999	8%	0.05	0.9999	9%	0.02
对乙基甲苯	0.9998	3%	0.12	0.9994	30%	0.08	0.9991	15%	0.03	0.9998	12%	0.08	0.9993	27%	0.04
正癸烷	0.9997	4%	0.12	0.9996	26%	0.07	0.9990	34%	0.02	0.9998	10%	0.05	0.9990	39%	0.04
1,3,5-三甲基苯	0.9997	3%	0.14	0.9996	23%	0.06	0.9998	15%	0.01	0.9999	6%	0.06	0.9992	31%	0.04
邻乙基甲苯	0.9997	0%	0.15	0.9997	28%	0.06	0.9998	10%	0.01	0.9999	4%	0.06	0.9998	15%	0.02
1,2,4-三甲基苯	0.9994	8%	0.19	0.9997	24%	0.06	0.9999	10%	0.01	0.9998	8%	0.07	0.9995	25%	0.03
苯甲醛	0.9875	86%	0.89	0.9999	3%	0.03	0.9999	7%	0.01	0.9964	50%	0.12	0.9987	43%	0.04
1,3-二氯苯	0.9998	18%	0.12	0.9997	15%	0.07	1.0000	4%	0	0.9999	5%	0.07	0.9999	4%	0.01
1,4-二氯苯	0.9998	14%	0.14	0.9995	21%	0.08	0.9999	14%	0.01	0.9999	1%	0.06	0.9999	2%	0.01
1,2,3-三甲基苯	0.9993	4%	0.23	0.9995	36%	0.08	0.9997	14%	0.01	0.9998	9%	0.07	0.9990	40%	0.05
氯代甲苯	0.9991	20%	0.24	0.9980	52%	0.13	0.9975	54%	0.04	0.9989	34%	0.07	0.9999	13%	0.01
间二乙基苯	0.9993	5%	0.23	0.9995	32%	0.08	0.9999	9%	0.01	0.9998	11%	0.06	0.9994	30%	0.04
对二乙基苯	0.9961	35%	0.52	0.9995	28%	0.08	0.9999	10%	0.01	0.9998	9%	0.06	0.9995	29%	0.04
正十一烷	0.9985	2%	0.17	0.9997	22%	0.09	0.9991	40%	0	0.9990	30%	0.06	0.9996	26%	0.03
1,2-二氯苯	0.9996	16%	0.37	0.9994	22%	0.06	1.0000	2%	0.02	0.9999	5%	0.05	0.9995	15%	0.03
间甲基苯甲醛	0.9993	5%	0.23	0.9985	44%	0.12	0.9884	138%	0.07	0.9931	83%	0.19	0.9998	4%	0.02
正十二烷	0.9934	0%	0.79	0.9997	1%	0.05	0.9997	12%	0.01	0.9952	70%	0.08	0.9997	21%	0.03
1,2,4-三氯苯	0.9964	9%	0.59	0.9996	4%	0.08	0.9996	21%	0.01	0.9995	23%	0.06	0.9996	14%	0.03
1,1,2,3,4,4-六氯-1,3-丁二烯	0.9966	36%	0.53	0.9993	15%	0.11	0.9999	13%	0.01	0.9999	9%	0.04	0.9990	21%	0.04
萘	0.9912	38%	0.89	0.9996	2%	0.07	0.9994	28%	0.02	0.9987	35%	0.07	0.9997	19%	0.03

附表 3 方法检出限验证数据汇总（单位：nmol/mol）

物质名称	A	B	C	D	E
乙烷	0.05	0.02	0.05	0.02	0.06
乙烯	0.04	0.03	0.05	0.01	0.05
丙烷	0.05	0.03	0.07	0.03	0.04
丙烯	0.05	0.03	0.06	0.03	0.04
异丁烷	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03
正丁烷	0.05	0.05	0.08	0.15	0.06
乙炔	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03
二氟二氯甲烷	0.02	0.11	0.07	0.12	0.00
1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.01	0.02	0.05	0.07	0.00
一氯甲烷	0.03	0.02	0.08	0.04	0.00
1-丁烯	0.01	0.04	0.08	0.06	0.01
氯乙烯	0.02	0.01	0.05	0.04	0.01
丁二烯	0.04	0.01	0.06	0.04	0.01
反-2-丁烯	0.03	0.03	0.05	0.03	0.01
乙醛	0.01	0.02	0.06	0.03	0.01
顺-2-丁烯	0.03	0.03	0.05	0.03	0.01
一溴甲烷	0.03	0.02	0.05	0.01	0.01
氯乙烷	0.01	0.01	0.08	0.04	0.01
异戊烷	0.03	0.03	0.06	0.03	0.01
一氟三氯甲烷	0.02	0.02	0.07	0.06	0.00
1-戊烯	0.02	0.01	0.06	0.10	0.02
正戊烷	0.02	0.02	0.07	0.10	0.01
反-2-戊烯	0.01	0.03	0.06	0.02	0.02
异戊二烯	0.03	0.01	0.05	0.04	0.02
顺-2-戊烯	0.02	0.02	0.05	0.10	0.03
丙烯醛	0.02	0.02	0.08	0.02	0.04
丙醛	0.03	0.03	0.07	0.02	0.03
1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	0.03	0.01	0.05	0.02	0.01
1,1-二氯乙烯	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01
2,2-二甲基丁烷	0.01	0.00	0.05	0.05	0.01
丙酮	0.04	0.02	0.08	0.03	0.01
异丙醇	0.01	0.01	0.05	0.13	0.02
二硫化碳	0.02	0.01	0.05	0.04	0.00
2,3-二甲基丁烷	0.05	0.01	0.08	0.05	0.02
二氯甲烷	0.02	0.01	0.05	0.03	0.02
2-甲基戊烷	0.02	0.00	0.05	0.02	0.01
环戊烷	0.01	0.04	0.06	0.02	0.01

物质名称	A	B	C	D	E
2-甲氧基-甲基丙烷	0.02	0.00	0.04	0.03	0.01
3-甲基戊烷	0.02	0.06	0.06	0.03	0.01
反-1,2-二氯乙烯	0.03	0.06	0.05	0.05	0.01
1-己烯	0.02	0.02	0.06	0.03	0.04
正己烷	0.05	0.01	0.05	0.04	0.02
2-甲基丙烯醛	0.03	0.02	0.07	0.04	0.03
1,1-二氯乙烷	0.01	0.07	0.05	0.03	0.03
乙酸乙烯酯	0.02	0.00	0.05	0.03	0.03
2,4-二甲基戊烷	0.01	0.01	0.05	0.03	0.03
丁醛	0.04	0.02	0.08	0.03	0.02
甲基环戊烷	0.01	0.00	0.06	0.06	0.02
顺-1,2-二氯乙烯	0.05	0.03	0.05	0.03	0.04
2-丁酮	0.05	0.01	0.08	0.02	0.01
乙酸乙酯	0.02	0.01	0.08	0.06	0.02
氯仿	0.02	0.08	0.02	0.04	0.04
四氢呋喃	0.04	0.06	0.05	0.05	0.02
2-甲基己烷	0.01	0.01	0.06	0.03	0.04
1,1,1-三氯乙烷	0.01	0.18	0.06	0.02	0.04
2,3-二甲基戊烷	0.01	0.00	0.06	0.03	0.04
环己烷	0.02	0.03	0.06	0.03	0.02
3-甲基己烷	0.01	0.01	0.06	0.19	0.04
四氯化碳	0.03	0.07	0.06	0.05	0.01
苯	0.01	0.01	0.05	0.06	0.02
1,2-二氯丙烷	0.02	0.01	0.06	0.03	0.01
2,2,4-三甲基戊烷	0.01	0.01	0.05	0.04	0.03
正庚烷	0.02	0.06	0.03	0.07	0.04
反式-丁烯醛	0.04	0.00	0.07	0.02	0.04
三氯乙烯	0.01	0.01	0.06	0.03	0.02
甲基环己烷	0.02	0.00	0.06	0.02	0.03
1,2-二氯乙烷	0.03	0.01	0.05	0.03	0.02
戊醛	0.02	0.02	0.08	0.02	0.02
甲基丙烯酸甲酯	0.02	0.04	0.06	0.06	0.02
1,4-二恶烷	0.04	0.01	0.05	0.02	0.02
一溴二氯甲烷	0.01	0.01	0.06	0.00	0.01
2,3,4-三甲基戊烷	0.01	0.07	0.06	0.03	0.03
2-甲基庚烷	0.01	0.07	0.05	0.03	0.02
3-甲基庚烷	0.02	0.08	0.05	0.02	0.03
反式-1,3-二氯-1-丙烯	0.02	0.05	0.05	0.02	0.02

物质名称	A	B	C	D	E
4-甲基-2-戊酮	0.01	0.06	0.07	0.05	0.02
甲苯	0.02	0.06	0.07	0.02	0.02
正辛烷	0.01	0.07	0.05	0.02	0.02
顺式-1,3-二氯-1-丙烯	0.02	0.02	0.05	0.22	0.02
1,1,2-三氯乙烷	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
四氯乙烯	0.02	0.01	0.06	0.01	0.02
2-己酮	0.02	0.05	0.05	0.03	0.02
正己醛	0.05	0.01	0.05	0.02	0.02
二溴一氯甲烷	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01
1,2-二溴乙烷	0.02	0.07	0.06	0.06	0.02
氯苯	0.01	0.01	0.06	0.01	0.01
乙苯	0.01	0.07	0.06	0.01	0.02
正壬烷	0.02	0.11	0.05	0.01	0.02
间、对-二甲苯	0.03	0.24	0.06	0.01	0.04
邻-二甲苯	0.02	0.07	0.05	0.01	0.02
苯乙烯	0.04	0.08	0.05	0.01	0.03
三溴甲烷	0.03	0.09	0.01	0.01	0.01
异丙苯	0.01	0.08	0.02	0.01	0.02
四氯乙烷	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01
正丙苯	0.01	0.06	0.05	0.01	0.02
间乙基甲苯	0.03	0.09	0.06	0.02	0.02
对乙基甲苯	0.01	0.09	0.08	0.02	0.02
正癸烷	0.02	0.10	0.03	0.02	0.05
1,3,5-三甲基苯	0.02	0.01	0.05	0.02	0.02
邻乙基甲苯	0.02	0.06	0.05	0.01	0.02
1,2,4-三甲基苯	0.02	0.06	0.05	0.02	0.02
苯甲醛	0.05	0.01	0.05	0.01	0.03
1,3-二氯苯	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
1,4-二氯苯	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
1,2,3-三甲基苯	0.02	0.07	0.05	0.08	0.02
氯代甲苯	0.02	0.01	0.06	0.02	0.02
间二乙基苯	0.02	0.07	0.03	0.02	0.02
对二乙基苯	0.02	0.07	0.05	0.02	0.02
正十一烷	0.02	0.09	0.05	0.07	0.03
1,2-二氯苯	0.03	0.10	0.05	0.05	0.01
间甲基苯甲醛	0.02	0.01	0.12	0.05	0.04
正十二烷	0.04	0.07	0.05	0.01	0.03
1,2,4-三氯苯	0.05	0.06	0.05	0.02	0.02

物质名称	A	B	C	D	E
1,1,2,3,4,4-六氯-1,3-丁二烯	0.06	0.10	0.05	0.01	0.01
萘	0.04	0.01	0.05	0.04	0.03

附表 4 系统空白验证数据汇总（单位：nmol/mol）

物质名称	A	B	C	D	E
乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
丙烷	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00
正丁烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异丁烷	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
环戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乙烯	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
丙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,3-丁二烯	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05
顺-2-丁烯	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
反-2-丁烯	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
1-丁烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
顺-2-戊烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
反-2-戊烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1-戊烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异戊二烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
甲基环戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
环己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3-甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2,3-二甲基丁烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,2-二甲基丁烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
甲基环己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正庚烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3-甲基己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-甲基己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,4-二甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,3-二甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正辛烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3-甲基庚烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-甲基庚烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正壬烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正癸烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正十一烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

物质名称	A	B	C	D	E
正十二烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,3,4-三甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,2,4-三甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1-己烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乙炔	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
苯	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
甲苯	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
乙苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
邻-二甲苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
间、对-二甲苯	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
苯乙烯	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
正丙苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异丙苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,3,5-三甲苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2,4-三甲苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2,3-三甲苯	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
邻乙基甲苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
间乙基甲苯	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
对乙基甲苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
对-二乙苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
间-二乙苯	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
萘	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
二硫化碳	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
丙烯醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
丙醛	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
异丁烯醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
丁醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
戊醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
己醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
丙酮	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
2-丁酮	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4-甲基-2-戊酮	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-己酮	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异丙醇	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
乙酸乙烯酯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乙酸乙酯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
甲基丙烯酸甲酯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
甲基叔丁基醚	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四氢呋喃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,4-二恶烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
二氟二氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一氟三氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

物质名称	A	B	C	D	E
1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四氯化碳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
二氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一溴甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
二溴一氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
三溴甲烷	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
一溴二氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
氯仿	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
四氯乙烷	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
1,1,2-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,1,1-三氯乙烷	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
1,2-二溴乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2-二氯乙烷	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
1,1-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2-二氯丙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
顺-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,1-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
反-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
三氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
顺-1,3-二氯丙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
反-1,3-二氯丙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,1,2,3,4,4-六氯-1,3-丁二烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2,4-三氯苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,3-二氯苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,4-二氯苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2-二氯苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
氯苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
苄基氯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乙醛	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
丁烯醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
苯甲醛	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
间甲基苯甲醛	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00

附表 5 准确度验证数据汇总

物质名称	A						B						C						D						E					
	正确度			精密度			正确度			精密度			正确度			精密度			正确度			精密度			正确度			精密度		
	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb	1ppb	4ppb	6ppb
乙烷	3.3%	1.3%	1.3%	4.6%	0.7%	1.6%	4.5%	0.5%	0.4%	1.8%	0.6%	0.7%	8.7%	6.0%	1.0%	2.4%	0.9%	0.8%	2.7%	9.3%	11.0%	3.8%	7.6%	7.9%	4.0%	0.7%	0.8%	1.8%	0.1%	0.5%
乙烯	1.3%	2.5%	2.7%	3.0%	1.5%	0.6%	4.8%	1.1%	0.5%	1.5%	0.7%	0.4%	13.7%	8.4%	5.7%	2.7%	1.3%	0.7%	7.8%	18.8%	19.3%	15.8%	12.9%	10.2%	1.0%	0.3%	0.3%	0.7%	1.8%	1.1%
丙烷	4.2%	0.2%	2.1%	3.5%	1.8%	1.3%	5.3%	0.2%	0.0%	2.4%	0.8%	0.6%	12.4%	6.3%	1.0%	3.5%	0.3%	0.4%	1.8%	1.2%	1.9%	2.8%	3.9%	4.0%	0.7%	0.3%	0.1%	1.1%	0.4%	0.2%
丙烯	2.7%	2.7%	1.1%	2.7%	1.3%	1.6%	4.8%	0.2%	0.2%	1.5%	0.4%	0.3%	12.7%	5.0%	0.9%	3.1%	0.4%	0.4%	6.1%	1.7%	2.3%	3.8%	4.4%	4.4%	1.2%	0.3%	0.4%	0.9%	0.2%	0.0%
异丁烷	4.0%	0.1%	1.2%	4.4%	2.1%	0.5%	4.2%	0.0%	0.0%	1.2%	0.7%	0.5%	3.3%	0.9%	4.8%	1.3%	3.6%	1.7%	11.5%	1.5%	0.9%	7.6%	4.4%	5.7%	0.9%	0.2%	0.3%	1.5%	0.3%	0.2%
正丁烷	0.2%	0.1%	2.4%	5.4%	2.1%	1.0%	3.9%	0.1%	0.0%	2.7%	0.4%	0.2%	6.3%	7.6%	6.0%	6.1%	6.3%	2.1%	0.8%	2.6%	4.9%	5.4%	6.5%	7.6%	0.8%	0.2%	0.1%	0.8%	0.2%	0.2%
乙炔	1.8%	0.4%	1.1%	4.0%	2.6%	1.6%	3.2%	1.2%	0.4%	2.0%	0.7%	0.9%	11.4%	4.7%	1.0%	2.7%	1.4%	1.7%	0.8%	20.7%	23.6%	9.4%	14.1%	13.5%	0.6%	0.6%	0.4%	2.4%	1.9%	2.0%
二氯二氟甲烷	6.8%	3.8%	1.1%	0.6%	1.4%	0.3%	5.7%	1.3%	0.3%	1.9%	1.1%	1.5%	2.3%	7.8%	6.2%	5.6%	2.2%	1.2%	1.1%	1.7%	4.6%	5.2%	2.4%	4.6%	1.4%	3.9%	2.0%	1.0%	1.5%	0.7%
1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	16.8%	2.7%	5.0%	0.6%	1.4%	1.5%	4.4%	2.7%	0.9%	2.2%	1.1%	2.5%	3.0%	1.6%	1.0%	1.0%	0.5%	0.5%	8.1%	4.2%	2.2%	3.5%	2.7%	4.3%	1.4%	4.4%	1.3%	6.6%	5.9%	1.0%
一氟甲烷	14.5%	5.1%	8.2%	0.4%	1.7%	0.1%	7.4%	1.5%	2.7%	1.6%	2.6%	1.9%	3.1%	3.2%	2.4%	3.8%	4.6%	1.2%	2.6%	3.6%	1.8%	2.9%	3.0%	2.7%	0.9%	3.9%	2.7%	1.3%	3.5%	2.3%
1-丁烯	12.3%	3.9%	7.6%	0.7%	1.1%	0.3%	2.6%	0.9%	0.3%	1.5%	0.5%	0.3%	7.9%	8.6%	6.8%	2.5%	3.0%	2.6%	0.2%	3.1%	5.0%	6.7%	6.7%	8.9%	1.7%	1.2%	1.7%	4.7%	0.4%	0.7%
氯乙烷	10.6%	3.6%	2.4%	0.9%	1.1%	0.6%	6.5%	1.9%	3.0%	1.9%	2.7%	1.9%	10.0%	7.0%	5.5%	1.2%	1.5%	0.7%	8.9%	7.8%	7.2%	8.7%	8.6%	9.7%	1.1%	2.0%	2.2%	2.0%	5.2%	0.6%
丁二烯	9.9%	3.5%	4.6%	0.7%	1.2%	0.3%	1.2%	1.9%	2.7%	1.4%	2.6%	1.3%	6.6%	5.9%	3.3%	3.5%	3.3%	1.4%	0.7%	2.3%	2.0%	2.4%	2.7%	2.5%	1.9%	2.0%	1.4%	0.7%	3.0%	0.3%
反-2-丁烯	2.2%	3.8%	0.2%	0.9%	0.8%	0.4%	2.6%	1.3%	0.3%	1.7%	1.2%	0.4%	12.0%	6.5%	3.5%	0.9%	2.9%	1.7%	0.4%	1.2%	0.8%	4.0%	2.4%	3.1%	1.2%	1.8%	2.0%	3.6%	2.4%	0.7%
乙醛	6.3%	0.2%	0.7%	0.7%	1.3%	0.3%	1.5%	1.5%	2.2%	9.8%	2.3%	2.2%	5.2%	5.1%	0.8%	5.7%	4.3%	3.7%	1.9%	4.9%	4.4%	7.0%	2.8%	3.2%	2.3%	4.1%	1.5%	2.9%	1.9%	1.7%
顺-2-丁烯	4.8%	2.5%	0.3%	0.6%	0.8%	0.5%	2.7%	0.8%	0.2%	1.5%	0.9%	0.4%	5.3%	1.2%	2.4%	4.0%	4.7%	6.6%	0.2%	0.5%	0.3%	4.8%	3.4%	4.0%	1.5%	1.9%	1.7%	5.0%	0.2%	0.1%
一溴甲烷	9.9%	3.6%	5.1%	0.8%	0.8%	0.4%	6.3%	1.4%	2.8%	1.6%	1.5%	1.6%	1.6%	0.2%	1.3%	3.2%	1.8%	0.9%	4.5%	5.2%	5.3%	6.4%	6.2%	6.2%	0.9%	1.5%	1.9%	2.2%	0.9%	1.0%
氯乙烷	9.9%	2.3%	0.4%	0.6%	0.8%	9.2%	1.1%	0.6%	3.3%	3.8%	1.9%	2.4%	3.7%	2.2%	0.1%	2.4%	3.4%	1.8%	3.2%	2.2%	0.1%	6.2%	4.3%	5.0%	1.2%	1.9%	0.8%	0.9%	5.5%	0.7%
异戊烷	6.6%	1.5%	1.7%	2.3%	1.8%	1.7%	2.4%	0.1%	0.8%	1.5%	0.9%	0.6%	6.1%	0.6%	2.4%	3.4%	2.5%	0.5%	0.3%	0.9%	1.7%	5.2%	4.7%	5.9%	1.5%	1.2%	1.3%	3.2%	4.1%	0.2%
一氟三氯甲烷	9.8%	2.9%	2.5%	0.6%	0.9%	0.2%	6.3%	2.1%	1.1%	2.4%	1.2%	1.2%	13.9%	7.8%	7.1%	1.9%	1.5%	0.7%	5.6%	7.0%	6.4%	7.7%	7.3%	8.8%	1.5%	2.2%	1.0%	1.8%	4.1%	0.6%
1-戊烯	4.3%	2.1%	0.1%	0.5%	0.5%	0.2%	7.9%	1.9%	4.0%	2.6%	3.2%	1.9%	3.9%	0.8%	2.9%	3.2%	2.6%	0.9%	0.2%	3.6%	3.5%	3.4%	2.7%	2.0%	2.5%	2.8%	1.0%	6.1%	2.0%	2.4%
正戊烷	7.4%	1.1%	7.3%	0.6%	0.8%	1.8%	4.3%	0.6%	0.4%	0.8%	0.6%	0.4%	6.2%	2.4%	3.8%	2.6%	4.7%	1.1%	0.0%	3.1%	3.2%	3.5%	2.5%	1.7%	1.8%	1.9%	1.2%	4.7%	1.4%	0.9%
反-2-戊烯	4.4%	2.0%	0.3%	0.6%	0.5%	0.3%	6.6%	0.9%	0.1%	2.8%	1.5%	1.4%	3.2%	0.1%	2.8%	2.6%	2.4%	0.4%	0.2%	3.7%	3.5%	3.4%	2.7%	2.0%	2.2%	3.1%	1.5%	1.1%	2.9%	5.0%
异戊二烯	6.2%	1.6%	2.3%	3.2%	0.9%	2.1%	7.0%	1.2%	0.6%	2.9%	1.5%	1.5%	3.9%	0.0%	1.9%	1.5%	2.0%	0.6%	1.9%	3.6%	3.4%	2.9%	2.9%	1.8%	1.7%	2.0%	1.8%	1.3%	6.7%	0.2%
顺-2-戊烯	5.6%	1.5%	0.0%	0.5%	0.5%	0.3%	8.4%	0.8%	0.5%	2.1%	1.5%	1.5%	3.8%	0.8%	2.1%	2.0%	3.3%	0.8%	0.8%	4.2%	3.7%	3.6%	2.8%	1.9%	1.4%	3.0%	0.8%	0.3%	3.3%	1.6%
丙烯醛	19.7%	2.0%	6.8%	0.6%	1.3%	1.9%	4.5%	1.2%	0.2%	3.8%	2.2%	1.4%	4.8%	4.2%	0.4%	4.0%	2.5%	2.2%	8.4%	4.4%	0.5%	2.7%	3.7%	2.4%	1.8%	2.7%	2.0%	1.5%	4.9%	0.3%
丙醛	0.8%	0.1%	3.4%	0.8%	0.6%	0.4%	3.9%	0.8%	0.4%	4.2%	1.9%	1.6%	4.5%	2.9%	0.4%	4.6%	4.4%	1.8%	2.8%	3.0%	2.1%	3.7%	2.9%	2.0%	2.0%	2.9%	1.4%	0.5%	5.2%	0.4%
1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	9.6%	1.8%	2.9%	0.4%	0.7%	0.3%	6.9%	2.6%	0.7%	2.2%	1.4%	1.5%	2.1%	1.2%	2.1%	1.6%	1.3%	0.5%	6.4%	4.2%	7.4%	5.8%	7.9%	9.6%	1.5%	2.2%	1.1%	1.1%	4.6%	1.6%
1,1-二氯乙烷	8.1%	1.6%	1.7%	0.4%	0.7%	0.2%	6.8%	1.5%	0.7%	2.5%	1.3%	1.4%	4.4%	3.3%	3.8%	2.7%	1.1%	1.3%	1.8%	1.6%	2.9%	4.0%	3.0%	2.0%	1.0%	1.5%	2.4%	0.3%	0.2%	1.6%
2,2-二甲基丁烷	7.0%	2.1%	0.9%	0.8%	0.6%	0.3%	7.2%	2.2%	0.3%	2.0%	1.3%	1.4%	0.1%	2.4%	2.7%	3.5%	1.5%	0.3%	6.4%	1.0%	3.6%	3.3%	5.6%	8.8%	1.4%	2.9%	0.8%	1.3%	4.2%	1.4%
丙酮	3.4%	1.7%	5.3%	1.1%	0.7%	0.7%	5.4%	1.0%	1.5%	4.8%	1.5%	1.4%	8.0%	0.5%	0.8%	3.2%	4.5%	2.6%	6.1%	1.6%	0.2%	3.0%	3.4%	3.9%	1.7%	2.1%	0.9%	2.4%	2.4%	0.5%
异丙醇	6.1%	2.3%	1.0%	2.0%	2.2%	0.4%	2.3%	0.5%	0.5%	2.2%	1.4%	1.4%	4.5%	1.6%	5.8%	3.5%	5.0%	1.7%	6.7%	1.9%	1.7%	2.8%	2.2%	1.8%	3.5%	2.0%	1.7%	0.5%	0.7%	0.5%
二硫化碳	9.0%	1.6%	0.9%	0.6%	0.5%	0.2%	2.5%	0.4%	0.2%	2.2%	1.2%	1.6%	3.1%	0.6%	1.4%	2.2%	1.8%	0.6%	12.4%	0.8%	2.8%	4.4%	3.3%	2.8%	0.9%	2.9%	0.6%	0.6%	4.1%	1.5%
2,3-二甲基丁烷	9.9%	1.5%	2.0%	0.9%	0.8%	0.5%	5.9%	0.7%	0.6%	2.3%	1.4%	1.4%	5.3%	1.5%	3.9%	1.8%	4.9%	1.3%	0.6%	2.9%	2.6%	3.3%	2.7%	2.5%	1.5%	3.3%	1.1%	0.8%	5.1%	1.8%
二氯甲烷	6.3%	0.9%	4.3%	0.4%	0.5%	0.3%	7.4%	0.4%	1.0%	2.3%	1.3%	1.5%	3.3%	0.5%	3.9%	2.0%	2.8%	0.6%	6.6%	1.3%	3.1%	4.1%	3.3%	2.1%	1.4%	2.7%	1.0%	2.9%	5.4%	0.3%
2-甲基戊烷	10.1%	2.6%	5.2%	0.7%	0.8%	0.7%	6.0%	1.6%	0.5%	0.9%	1.3%	1.3%	6.5%	1.8%	3.5%	2.1%	4.4%	0.8%	0.6%	3.3%	3.0%	3.7%	2.3%	1.5%	1.2%	2.7%	1.0%	0.8%	4.3%	1.2%
环戊烷	10.1%	1.9%	4.5%	0.7%	0.8%	0.2%	2.3%	0.6%	0.3%	1.2%	0.7%	0.4%	5.1%	1.9%	1.7%	1.8%	3.3%	1.0%	0.3%	1.8%	1.3%	4.1%	2.6%	3.1%	1.4%	3.1%	1.2%	0.1%	6.1%	1.2%

正辛烷	7.5%	3.7%	3.5%	0.4%	0.5%	0.4%	7.4%	1.4%	0.6%	2.1%	1.5%	1.8%	1.6%	1.8%	1.1%	1.2%	3.9%	0.6%	1.6%	2.2%	2.2%	3.9%	1.1%	0.7%	2.2%	3.1%	3.0%	1.6%	2.4%	1.2%
顺式-1,3-二氯-1-丙烯	5.9%	2.8%	1.3%	0.4%	0.4%	0.3%	2.4%	0.5%	1.9%	1.7%	1.4%	1.7%	1.4%	1.2%	0.9%	1.5%	1.9%	0.1%	5.2%	3.4%	4.2%	1.9%	1.0%	0.8%	1.6%	1.8%	2.0%	2.0%	2.8%	1.2%
1,1,2-三氯乙烷	9.6%	2.5%	2.5%	0.5%	0.4%	0.3%	5.6%	2.2%	1.9%	1.9%	1.1%	1.7%	2.4%	1.3%	0.9%	2.6%	3.8%	0.0%	1.8%	0.7%	1.6%	2.4%	1.4%	0.3%	1.3%	1.7%	2.9%	2.2%	2.2%	1.4%
四氯乙烯	9.9%	2.6%	0.8%	2.0%	0.5%	1.1%	7.6%	3.6%	2.6%	2.0%	1.1%	1.6%	1.6%	1.0%	1.3%	4.9%	1.7%	1.9%	4.6%	3.4%	2.5%	2.4%	0.8%	1.2%	2.3%	1.5%	3.2%	1.5%	2.3%	1.4%
2-己酮	11.9%	4.1%	1.1%	1.7%	0.5%	0.6%	2.9%	0.3%	0.6%	1.8%	1.6%	1.8%	2.3%	0.9%	1.3%	3.2%	4.6%	0.5%	0.1%	0.8%	4.2%	3.9%	2.0%	1.7%	0.7%	1.3%	3.1%	2.2%	2.5%	1.5%
正己醛	6.6%	4.3%	2.6%	0.9%	0.5%	0.3%	2.0%	0.1%	1.9%	1.8%	1.3%	1.7%	2.5%	1.1%	1.0%	4.4%	5.3%	0.1%	7.1%	1.7%	2.3%	2.1%	3.0%	1.1%	1.8%	1.5%	3.4%	2.6%	2.4%	3.7%
二溴一氯甲烷	8.9%	3.1%	1.7%	0.4%	0.4%	0.4%	1.7%	1.2%	2.7%	1.8%	1.2%	1.7%	2.0%	1.5%	1.2%	4.2%	0.7%	0.1%	2.8%	2.2%	1.8%	2.6%	1.1%	1.0%	1.6%	1.2%	1.8%	2.5%	2.6%	1.4%
1,2-二溴乙烷	6.7%	2.6%	1.5%	0.3%	0.3%	0.3%	5.5%	2.7%	2.5%	1.9%	1.2%	1.7%	1.9%	0.8%	0.8%	1.9%	1.0%	0.8%	1.6%	0.9%	1.1%	2.2%	0.5%	0.6%	0.2%	1.2%	1.7%	2.3%	2.6%	1.6%
氯苯	7.5%	2.3%	1.5%	0.2%	0.2%	0.2%	9.0%	3.0%	1.3%	2.1%	1.3%	1.6%	1.5%	2.0%	1.1%	2.5%	3.3%	0.0%	0.3%	1.2%	0.4%	1.9%	0.7%	0.7%	2.9%	1.3%	2.0%	2.3%	2.3%	1.9%
乙苯	6.9%	4.0%	2.6%	0.3%	0.6%	0.3%	8.8%	3.2%	1.1%	1.8%	1.4%	1.6%	1.6%	2.8%	1.5%	0.4%	3.2%	1.0%	0.1%	3.3%	3.3%	1.8%	1.0%	0.8%	0.3%	2.4%	2.7%	2.0%	2.4%	1.8%
正壬烷	6.5%	3.7%	3.1%	0.3%	0.5%	0.4%	9.5%	3.5%	0.4%	1.4%	1.6%	1.6%	1.7%	3.7%	1.7%	6.3%	0.3%	0.3%	2.2%	2.4%	1.0%	2.0%	1.7%	0.6%	3.9%	4.7%	3.3%	1.9%	2.3%	2.2%
间、对-二甲苯	7.6%	1.9%	4.1%	0.5%	0.5%	0.3%	9.3%	4.4%	1.1%	1.7%	1.3%	1.6%	1.4%	3.5%	1.7%	3.6%	1.9%	0.2%	95.6%	104.9%	101.9%	2.7%	0.7%	1.0%	0.3%	2.0%	2.6%	1.9%	2.4%	1.6%
邻-二甲苯	5.9%	3.4%	2.6%	0.3%	0.4%	0.3%	9.2%	3.6%	1.1%	2.1%	1.4%	1.6%	1.5%	3.1%	1.6%	0.3%	0.7%	1.0%	2.6%	2.8%	2.8%	1.9%	0.6%	0.6%	1.8%	2.9%	2.7%	2.7%	2.7%	2.0%
苯乙烯	3.4%	4.6%	2.3%	0.6%	0.5%	0.3%	8.5%	3.2%	1.4%	2.0%	1.4%	1.5%	1.6%	2.8%	1.5%	4.0%	2.9%	1.3%	0.5%	1.7%	1.4%	1.9%	0.6%	0.8%	4.5%	3.9%	2.5%	2.3%	2.4%	2.4%
三溴甲烷	13.0%	1.1%	2.5%	4.4%	3.1%	3.7%	0.1%	0.3%	2.0%	1.6%	1.4%	1.5%	0.8%	2.9%	1.2%	2.8%	2.4%	0.8%	2.0%	3.9%	3.9%	2.3%	0.6%	1.0%	4.4%	4.1%	2.8%	2.9%	3.1%	2.7%
异丙苯	3.5%	2.4%	2.4%	0.9%	0.9%	0.8%	8.6%	1.4%	0.6%	2.1%	1.9%	1.5%	1.6%	2.7%	1.5%	0.0%	0.3%	1.8%	0.7%	2.4%	1.8%	1.6%	0.6%	0.7%	2.7%	3.3%	2.4%	2.3%	2.5%	2.4%
四氯乙烷	6.3%	1.7%	1.4%	0.2%	0.2%	0.2%	6.6%	0.2%	1.1%	2.1%	2.1%	1.5%	2.2%	1.9%	1.4%	0.5%	9.4%	3.3%	1.5%	2.4%	1.2%	3.9%	0.6%	0.7%	6.5%	1.5%	2.9%	1.4%	1.9%	2.0%
正丙苯	4.2%	2.1%	3.0%	0.7%	0.8%	0.6%	8.8%	1.1%	1.0%	2.1%	2.0%	1.5%	1.3%	2.4%	2.3%	0.7%	5.9%	1.4%	2.6%	2.3%	3.3%	4.9%	0.7%	1.2%	0.3%	3.2%	3.0%	1.9%	2.4%	2.1%
间乙基甲苯	6.4%	2.9%	2.3%	1.4%	0.9%	0.6%	9.3%	0.9%	0.2%	2.3%	1.8%	1.5%	1.3%	2.5%	1.8%	2.1%	2.7%	0.0%	6.2%	0.5%	0.7%	2.0%	3.0%	2.3%	3.1%	4.4%	3.0%	2.8%	3.0%	3.6%
对乙基甲苯	3.3%	1.9%	2.5%	0.8%	0.8%	0.6%	9.2%	0.9%	0.6%	2.1%	1.5%	1.0%	1.4%	2.1%	2.0%	0.4%	1.1%	0.1%	0.9%	2.4%	1.3%	3.3%	1.8%	1.1%	4.5%	0.8%	1.3%	2.8%	2.6%	2.1%
正癸烷	2.3%	1.4%	1.8%	0.7%	0.7%	0.7%	9.5%	0.0%	1.8%	2.1%	2.2%	1.5%	2.1%	2.8%	3.3%	4.3%	1.8%	3.1%	9.7%	4.0%	3.1%	1.8%	1.5%	1.5%	6.3%	5.1%	2.9%	1.6%	1.8%	1.7%
1,3,5-三甲苯	3.7%	2.2%	2.6%	0.8%	0.8%	0.6%	9.8%	0.4%	1.3%	1.8%	2.6%	1.7%	1.7%	2.4%	2.2%	0.4%	0.3%	2.0%	3.3%	0.5%	1.3%	4.6%	1.6%	1.6%	3.5%	3.1%	1.9%	2.4%	2.4%	2.0%
邻乙基甲苯	3.7%	2.4%	2.6%	0.8%	0.8%	0.6%	7.8%	1.0%	0.6%	2.1%	2.0%	1.5%	1.2%	2.3%	1.9%	1.8%	1.6%	1.1%	1.4%	2.5%	2.8%	5.1%	1.1%	1.1%	2.6%	3.3%	2.2%	1.7%	2.1%	2.3%
1,2,4-三甲苯	2.0%	2.7%	2.8%	0.8%	0.8%	0.6%	7.9%	1.2%	0.4%	2.0%	1.9%	1.5%	1.5%	2.2%	2.1%	2.8%	1.2%	0.7%	6.3%	3.3%	3.2%	4.8%	0.6%	1.2%	3.4%	3.4%	2.2%	2.0%	2.3%	2.6%
苯甲醛	38.5%	1.9%	4.5%	6.5%	0.6%	1.0%	9.2%	0.6%	0.1%	2.0%	1.9%	1.5%	2.4%	2.5%	2.5%	1.7%	0.5%	1.8%	3.6%	1.7%	0.4%	4.1%	2.1%	1.3%	7.9%	0.9%	4.7%	4.3%	3.2%	2.9%
1,3-二氯苯	3.5%	1.0%	2.4%	0.7%	0.7%	0.6%	8.0%	0.9%	0.3%	2.0%	1.8%	1.5%	1.7%	2.1%	1.1%	1.3%	1.9%	0.6%	1.8%	1.8%	2.0%	1.8%	1.1%	1.3%	2.4%	2.2%	2.2%	1.6%	2.4%	2.5%
1,4-二氯苯	2.5%	1.1%	2.4%	0.6%	0.7%	0.4%	8.7%	1.1%	0.3%	2.0%	1.8%	1.4%	1.7%	2.3%	1.1%	1.8%	1.9%	0.7%	1.0%	1.3%	4.2%	1.9%	1.0%	7.1%	6.1%	1.7%	2.3%	1.4%	1.9%	2.9%
1,2,3-三甲苯	1.5%	2.5%	2.8%	0.8%	0.8%	0.6%	8.4%	1.0%	0.6%	2.0%	1.9%	1.5%	1.5%	1.6%	2.1%	1.3%	2.5%	0.5%	5.3%	2.9%	3.2%	1.6%	1.2%	1.0%	4.1%	3.6%	2.0%	1.6%	2.5%	2.8%
氯代甲苯	11.2%	1.9%	4.2%	0.7%	0.7%	0.7%	1.3%	3.4%	0.6%	1.8%	2.3%	1.5%	1.4%	1.5%	1.7%	2.4%	2.4%	0.4%	8.7%	4.5%	3.3%	1.8%	0.9%	1.7%	11.9%	4.7%	1.5%	2.4%	2.6%	3.2%
间二乙基苯	1.0%	2.8%	3.5%	0.8%	0.9%	0.6%	7.6%	1.2%	0.5%	2.1%	1.9%	1.5%	1.5%	1.7%	2.2%	0.2%	1.8%	0.3%	1.7%	1.4%	2.2%	1.7%	0.7%	1.0%	4.6%	4.1%	2.5%	1.4%	2.4%	2.7%
对二乙基苯	17.9%	0.8%	0.8%	3.4%	1.7%	0.9%	8.3%	1.2%	0.4%	2.1%	1.9%	1.5%	1.6%	1.9%	2.4%	0.0%	1.9%	0.0%	3.5%	2.4%	4.2%	1.4%	0.9%	0.9%	3.2%	4.0%	2.5%	2.2%	2.5%	2.7%
正十一烷	2.8%	1.4%	3.1%	0.6%	0.7%	0.6%	9.3%	0.1%	1.3%	2.0%	2.2%	1.4%	1.9%	1.7%	2.9%	1.8%	0.2%	0.2%	5.7%	3.5%	3.2%	1.7%	1.0%	0.6%	12.0%	9.4%	4.3%	2.1%	2.4%	2.8%
1,2-二氯苯	1.9%	1.2%	2.7%	0.9%	0.7%	0.5%	9.1%	0.9%	0.4%	2.0%	1.8%	1.5%	2.0%	2.7%	1.5%	2.8%	0.8%	0.0%	1.1%	1.7%	3.2%	1.6%	1.1%	1.7%	1.9%	1.7%	2.1%	1.8%	2.8%	3.2%
间甲基苯甲醛	0.8%	2.5%	3.2%	0.8%	0.8%	0.6%	6.5%	0.8%	1.9%	1.6%	2.0%	1.4%	2.7%	1.6%	2.9%	5.8%	1.0%	0.5%	17.5%	6.4%	5.1%	2.8%	3.2%	3.7%	3.2%	11.8%	27.7%	9.0%	6.1%	3.9%
正十二烷	12.2%	0.8%	4.1%	0.5%	0.6%	0.8%	8.9%	0.5%	1.5%	2.6%	1.8%	1.6%	1.7%	2.3%	2.9%	5.7%	5.8%	5.5%	4.6%	3.3%	2.2%	2.5%	0.7%	0.5%	28.1%	16.0%	4.4%	6.1%	4.9%	2.6%
1,2,4-三氯苯	6.5%	1.8%	3.7%	1.1%	1.0%	0.9%	9.4%	1.6%	0.6%	2.0%	1.7%	1.4%	1.5%	3.0%	1.1%	7.1%	7.5%	6.5%	2.9%	0.2%	0.7%	1.9%	1.4%	1.3%	11.5%	1.5%	2.5%	1.8%	2.6%	3.3%
1,1,2,3,4,4-六氯-1,3-丁二烯	0.6%	1.8%	4.5%	1.0%	0.8%	0.6%	9.2%	1.7%	0.7%	2.0%	1.7%	1.4%	1.7%	5.6%	0.5%	9.9%	6.2%	4.5%	0.4%	0.2%	2.3%	2.2%	2.1%	1.3%	1.0%	2.1%	2.6%	1.3%	1.9%	2.4%
萘	17.0%	1.0%	3.8%	3.0%	0.7%	1.2%	9.6%	1.9%	0.2%	1.9%	1.7%	1.3%	1.6%	2.6%	1.8%	5.0%	6.0%	6.1%	4.4%	1.9%	2.8%	1.7%	0.9%	0.7%	5.9%	3.9%	1.3%	2.9%	3.0%	3.4%

2-甲基-甲基丙烷	4.7%	3.5%	1.0%	0.6%	0.9%	0.3%	5.7%	1.4%	1.0%	1.9%	1.5%	1.5%	1.1%	2.3%	1.1%	0.3%	4.1%	0.7%	2.5%	4.3%	5.9%	1.0%	0.5%	0.8%	3.4%	2.1%	3.0%	2.4%	2.6%	1.1%
3-甲基戊烷	8.8%	1.3%	0.3%	0.5%	0.4%	0.3%	7.7%	1.8%	1.2%	1.5%	1.2%	1.3%	1.0%	3.0%	1.3%	1.1%	4.6%	1.9%	5.6%	1.6%	1.4%	3.3%	2.8%	0.6%	5.4%	3.2%	3.5%	5.8%	3.0%	2.9%
反-1,2-二氯乙烯	8.6%	1.5%	3.2%	0.9%	0.7%	0.3%	6.4%	1.7%	0.4%	1.7%	1.3%	1.5%	0.8%	2.6%	1.1%	0.4%	4.2%	0.9%	0.2%	1.9%	2.5%	3.2%	1.6%	0.7%	2.9%	3.0%	3.0%	3.5%	3.1%	1.5%
1-己烯	4.4%	2.0%	0.2%	0.7%	0.5%	0.3%	6.9%	0.3%	0.1%	1.9%	1.2%	1.3%	2.5%	3.3%	1.6%	0.5%	6.3%	3.3%	2.8%	1.5%	1.3%	2.5%	2.7%	0.8%	1.6%	4.6%	3.1%	2.7%	3.2%	1.9%
正己烷	2.2%	2.0%	1.2%	1.3%	0.7%	9.4%	6.5%	1.1%	0.4%	1.7%	1.4%	1.5%	2.1%	2.8%	1.0%	1.9%	3.0%	5.0%	4.0%	2.1%	0.4%	4.1%	2.9%	0.8%	0.2%	3.7%	2.8%	2.9%	3.2%	2.0%
2-甲基丙烯醛	0.7%	3.1%	2.7%	1.4%	0.9%	0.5%	3.8%	0.6%	0.6%	2.5%	1.9%	1.6%	2.6%	2.8%	0.9%	1.0%	3.7%	3.2%	5.5%	1.4%	2.1%	2.1%	2.4%	1.8%	3.7%	3.8%	2.5%	3.1%	2.6%	1.9%
1,1-二氯乙烷	8.8%	1.3%	2.1%	0.6%	0.6%	0.2%	6.9%	1.1%	0.3%	1.7%	1.3%	1.5%	1.3%	2.0%	1.0%	1.9%	2.3%	1.1%	1.1%	1.3%	2.1%	1.4%	1.3%	0.6%	1.0%	3.0%	3.6%	3.2%	3.1%	2.3%
乙酸乙烯酯	8.6%	1.3%	0.1%	0.6%	0.5%	0.3%	2.4%	0.9%	0.2%	1.5%	2.0%	1.5%	2.6%	3.2%	0.8%	0.2%	3.2%	4.8%	5.7%	1.6%	4.1%	3.3%	3.2%	1.5%	4.4%	4.8%	2.9%	2.5%	3.0%	1.4%
2,4-二甲基戊烷	11.1%	2.0%	4.5%	0.3%	0.5%	0.3%	7.6%	1.6%	0.2%	2.1%	1.4%	1.5%	2.0%	3.1%	1.5%	1.4%	7.2%	2.2%	5.1%	1.6%	1.1%	1.9%	2.1%	0.9%	0.5%	3.3%	3.0%	2.6%	2.4%	1.5%
丁醛	1.4%	2.8%	1.9%	1.1%	0.7%	0.3%	5.3%	1.6%	0.7%	2.1%	1.4%	1.6%	1.9%	2.5%	0.6%	0.1%	4.2%	1.3%	4.4%	0.0%	2.1%	2.7%	2.0%	1.4%	7.7%	4.7%	2.5%	3.3%	2.5%	2.1%
甲基环戊烷	9.3%	2.2%	2.2%	0.6%	0.4%	0.4%	7.4%	1.0%	0.4%	2.0%	1.5%	1.5%	1.7%	2.9%	1.1%	1.2%	5.3%	2.7%	3.1%	1.9%	0.6%	3.1%	2.5%	1.0%	0.4%	3.3%	2.7%	3.8%	2.5%	2.2%
顺-1,2-二氯乙烯	8.3%	1.4%	3.2%	0.9%	0.6%	0.3%	6.9%	3.5%	1.2%	2.2%	1.1%	2.3%	1.0%	2.6%	0.8%	0.6%	4.9%	1.5%	0.8%	1.0%	0.9%	2.1%	1.4%	0.6%	2.6%	3.1%	3.5%	4.5%	3.1%	1.7%
2-丁酮	3.9%	2.7%	1.2%	1.7%	1.2%	0.3%	6.6%	0.3%	1.3%	1.9%	1.5%	2.2%	1.6%	2.1%	0.7%	0.3%	4.9%	0.4%	2.8%	0.0%	1.1%	2.6%	2.8%	1.9%	4.0%	3.5%	2.9%	2.9%	2.4%	2.0%
乙酸乙酯	7.7%	1.5%	0.1%	0.5%	0.5%	0.4%	5.9%	0.8%	0.5%	2.6%	0.9%	1.6%	1.2%	1.9%	0.8%	0.6%	2.4%	1.7%	5.6%	0.1%	3.6%	3.3%	3.2%	1.2%	5.3%	4.8%	2.1%	4.0%	2.6%	2.7%
氯仿	9.5%	1.8%	1.3%	0.4%	0.3%	0.2%	6.9%	1.7%	0.1%	2.1%	1.0%	1.5%	1.2%	2.0%	0.6%	1.9%	3.8%	0.3%	8.3%	5.5%	5.1%	1.4%	1.0%	1.1%	2.3%	0.6%	3.5%	2.6%	2.8%	1.9%
四氢呋喃	1.6%	3.1%	3.9%	0.9%	0.7%	0.5%	5.4%	0.6%	0.5%	2.3%	1.5%	1.6%	2.5%	2.5%	0.5%	2.8%	5.4%	0.2%	7.1%	0.5%	5.3%	1.6%	4.4%	1.9%	4.3%	2.6%	3.7%	2.2%	3.1%	2.6%
2-甲基己烷	12.3%	2.2%	4.5%	0.4%	0.5%	0.4%	7.2%	1.0%	0.9%	1.9%	1.5%	1.6%	2.2%	3.3%	1.6%	1.4%	6.0%	2.0%	1.3%	1.5%	2.8%	2.5%	1.5%	0.3%	0.3%	4.0%	2.0%	2.5%	1.4%	
1,1,1-三氯乙烷	10.8%	2.9%	3.1%	0.3%	0.6%	0.3%	5.5%	1.5%	0.1%	2.0%	1.0%	1.5%	1.3%	1.3%	1.0%	0.8%	4.9%	1.2%	0.7%	8.1%	7.0%	5.2%	1.2%	0.5%	0.4%	0.3%	2.3%	3.0%	3.0%	2.9%
2,3-二甲基戊烷	8.4%	1.5%	1.1%	0.4%	0.3%	0.2%	4.3%	1.3%	0.0%	2.2%	1.2%	1.5%	1.2%	2.6%	1.2%	2.4%	5.5%	2.0%	5.3%	1.1%	1.6%	2.1%	2.5%	0.8%	1.3%	2.5%	3.9%	2.4%	2.5%	1.4%
环己烷	7.5%	2.4%	1.1%	0.1%	0.3%	0.2%	8.1%	1.9%	0.3%	2.1%	1.3%	1.5%	1.5%	2.9%	1.7%	2.0%	7.4%	2.3%	1.4%	1.4%	2.3%	2.9%	0.9%	0.6%	0.8%	1.1%	2.7%	2.5%	2.8%	3.2%
3-甲基己烷	9.5%	2.3%	4.0%	0.5%	0.4%	0.5%	5.4%	1.1%	0.6%	1.8%	1.8%	1.7%	2.0%	3.0%	1.2%	1.8%	5.2%	2.5%	2.1%	0.5%	1.0%	2.1%	1.3%	0.5%	0.9%	2.5%	3.6%	2.3%	2.5%	1.6%
四氯化碳	9.7%	2.8%	1.1%	0.6%	0.5%	0.3%	3.3%	0.7%	0.1%	2.0%	1.1%	1.5%	1.4%	1.5%	0.9%	1.1%	2.5%	0.9%	11.9%	6.9%	5.8%	2.1%	1.6%	0.6%	0.2%	0.2%	2.3%	3.1%	3.2%	2.6%
苯	10.8%	1.8%	1.8%	0.3%	0.3%	0.2%	9.8%	2.4%	1.5%	2.5%	1.2%	1.7%	1.1%	2.6%	0.9%	1.3%	5.1%	1.7%	1.6%	1.3%	1.9%	1.2%	0.8%	0.6%	9.1%	1.1%	4.6%	2.3%	2.6%	1.9%
1,2-二氯丙烷	10.7%	1.2%	3.1%	0.4%	0.3%	0.3%	6.6%	2.1%	1.4%	2.0%	1.3%	1.7%	3.0%	1.4%	0.8%	0.7%	2.7%	0.4%	2.6%	0.4%	1.0%	2.8%	1.7%	1.2%	0.4%	1.1%	2.7%	2.3%	2.2%	1.2%
2,2,4-三甲基戊烷	7.3%	1.8%	1.5%	0.2%	0.2%	0.1%	8.3%	1.6%	0.8%	2.1%	1.4%	1.7%	1.9%	2.7%	1.0%	1.8%	5.6%	1.9%	4.7%	0.4%	1.1%	1.9%	2.0%	1.0%	2.4%	2.4%	4.0%	1.6%	2.7%	1.2%
正庚烷	9.6%	2.2%	3.8%	0.6%	0.5%	0.4%	6.6%	0.5%	0.3%	2.2%	1.5%	1.7%	1.6%	2.8%	1.1%	1.5%	6.3%	1.4%	5.2%	0.5%	3.2%	2.2%	3.9%	1.4%	1.6%	3.3%	3.3%	2.0%	2.6%	1.5%
反式-丁烯醛	27.2%	4.3%	2.7%	4.1%	1.1%	0.7%	3.4%	0.6%	0.4%	3.1%	1.1%	1.1%	1.8%	1.5%	0.6%	6.7%	1.9%	1.1%	3.1%	2.1%	1.2%	5.1%	3.4%	1.3%	26.6%	3.1%	3.5%	3.1%	2.7%	2.2%
三氯乙烯	11.2%	1.8%	3.4%	0.5%	0.4%	0.4%	7.1%	2.2%	1.9%	2.2%	1.1%	1.7%	1.6%	1.2%	1.3%	1.1%	1.2%	0.7%	0.8%	0.1%	0.8%	2.4%	0.7%	2.0%	1.6%	0.1%	2.7%	2.1%	2.5%	1.3%
甲基环己烷	8.4%	1.4%	2.0%	0.4%	0.4%	0.2%	7.1%	2.5%	1.8%	2.1%	1.2%	1.7%	1.6%	1.4%	0.8%	0.8%	4.5%	1.1%	0.7%	0.9%	1.8%	1.8%	1.2%	0.3%	0.2%	1.3%	3.0%	2.2%	2.1%	1.5%
1,2-二氯乙烷	10.3%	1.2%	2.9%	0.4%	0.3%	0.2%	7.0%	1.6%	0.3%	2.4%	1.0%	1.7%	1.4%	2.1%	1.1%	4.4%	0.0%	1.1%	12.0%	9.9%	7.7%	5.4%	2.3%	0.8%	1.7%	1.3%	3.8%	2.6%	3.4%	1.9%
戊醛	5.5%	2.9%	0.3%	0.5%	0.4%	0.3%	4.2%	0.7%	1.2%	2.8%	1.3%	1.8%	1.4%	2.1%	1.4%	0.9%	5.5%	0.1%	3.4%	3.9%	0.7%	4.6%	4.1%	1.3%	5.5%	0.8%	0.4%	1.9%	2.0%	1.9%
甲基丙烯酸甲酯	3.1%	3.0%	3.2%	0.6%	0.4%	0.5%	4.5%	1.8%	2.0%	1.5%	1.1%	1.8%	2.0%	1.2%	0.8%	1.4%	2.5%	0.4%	3.7%	0.4%	2.7%	3.1%	1.7%	1.0%	10.2%	3.3%	2.4%	1.5%	2.3%	1.7%
1,4-二恶烷	22.4%	2.8%	0.6%	2.0%	0.5%	0.5%	3.6%	2.1%	1.3%	3.6%	1.0%	2.5%	2.1%	1.4%	1.1%	2.3%	6.0%	1.3%	0.1%	2.4%	7.5%	1.9%	1.3%	1.4%	17.8%	10.2%	11.1%	3.8%	4.6%	3.0%
一溴二氯甲烷	9.6%	1.9%	1.6%	0.6%	0.4%	0.2%	3.0%	0.8%	1.6%	2.1%	1.2%	1.7%	2.5%	1.6%	0.9%	1.0%	1.4%	0.4%	9.5%	5.8%	5.1%	1.1%	0.9%	0.6%	1.2%	1.7%	3.1%	2.8%	3.2%	1.3%
2,3,4-三甲基戊烷	9.7%	2.7%	4.2%	0.5%	0.5%	0.4%	7.3%	1.1%	0.5%	2.0%	1.4%	1.8%	1.4%	1.7%	1.1%	1.5%	4.0%	1.3%	1.5%	1.8%	1.4%	2.3%	1.3%	0.7%	3.0%	1.4%	2.2%	1.7%	2.8%	1.3%
2-甲基庚烷	6.8%	2.3%	1.9%	0.3%	0.4%	0.1%	7.7%	1.5%	0.5%	2.0%	1.4%	1.7%	1.4%	1.7%	1.1%	1.5%	3.8%	1.0%	3.8%	0.2%	1.3%	1.6%	2.1%	0.7%	1.0%	2.8%	2.5%	1.8%	2.1%	1.3%
3-甲基庚烷	7.6%	1.7%	1.8%	0.3%	0.3%	0.2%	4.8%	1.1%	0.3%	2.2%	1.4%	1.8%	1.4%	1.9%	1.0%	2.0%	2.9%	1.6%	2.1%	1.1%	2.5%	4.7%	3.9%	1.2%	1.0%	1.9%	2.5%	1.7%	2.1%	1.0%
反式-1,3-二氯-1-丙烯	1.9%	3.8%	0.3%	0.3%	0.4%	0.3%	4.0%	1.7%	2.0%	2.1%	1.4%	1.7%	1.4%	1.8%	0.9%	1.7%	3.7%	0.2%	2.1%	1.3%	2.6%	2.6%	0.9%	0.8%	1.8%	2.0%	1.9%	2.0%	2.3%	1.4%
4-甲基-2-戊酮	7.8%	2.9%	1.8%	0.7%	0.5%	0.5%	2.9%	0.0%	0.5%	1.8%	1.6%	1.7%	1.9%	1.3%	1.0%	1.2%	5.2%	0.5%	5.6%	1.1%	3.5%	1.9%	2.5%	1.1%	0.3%	2.3%	1.2%	2.5%	1.5%	1.1%
甲苯	2.9%	2.9%	2.0%	7.8%	0.5%	4.8%	8.8%	3.8%	2.4%	2.0%	1.2%	1.8%	1.5%	1.2%	1.0%	2.9%	2.9%	1.7%	1.3%	0.1%	1.4%	1.4%	1.1%	0.6%	4.2%	2.1%	3.4%	1.8%	2.1%	1.5%

附表 6 期间准确度验证数据汇总

物质名称	A		B		C		D		E	
	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度
乙烷	5.90%	2.30%	4.00%	1.20%	-8.60%	1.30%	-9.00%	7.70%	4.90%	2.60%
乙烯	0.60%	4.30%	4.00%	1.80%	-9.70%	2.30%	3.60%	7.70%	-0.90%	1.50%
丙烷	6.60%	1.80%	4.40%	2.20%	-10.20%	1.70%	-13.50%	3.20%	2.40%	2.30%
丙烯	-2.50%	4.00%	4.60%	1.70%	-26.40%	4.60%	-15.00%	5.10%	0.50%	0.60%
异丁烷	2.90%	5.20%	5.00%	1.30%	-8.00%	6.00%	6.30%	8.80%	2.10%	0.70%
正丁烷	2.30%	4.20%	4.30%	1.10%	-0.90%	3.90%	0.50%	14.40%	2.40%	1.50%
乙炔	-2.10%	4.50%	3.70%	1.00%	25.00%	1.40%	0.30%	16.90%	1.00%	2.50%
二氟二氯甲烷	0.90%	2.80%	-2.50%	2.90%	-0.40%	0.70%	20.30%	5.70%	-2.90%	1.70%
1,1,2,2-四氟,2-二氯 乙烷	1.80%	6.60%	-0.20%	2.60%	-0.60%	3.80%	-4.70%	7.70%	10.40%	0.90%
一氯甲烷	4.50%	1.30%	-7.90%	2.10%	1.50%	9.00%	-15.00%	6.70%	-1.50%	2.00%
1-丁烯	2.10%	2.40%	5.70%	2.40%	2.60%	3.80%	-11.90%	5.70%	-12.70%	1.30%
氯乙烯	8.00%	4.50%	-8.30%	2.60%	-11.50%	4.30%	-1.20%	12.40%	-5.70%	1.30%
丁二烯	4.90%	5.60%	-10.80%	4.80%	-10.80%	4.80%	-21.90%	4.80%	-0.70%	3.40%
反-2-丁烯	3.90%	3.80%	4.00%	2.20%	7.80%	8.50%	-21.00%	6.80%	-6.50%	1.30%
乙醛	3.80%	3.90%	-4.50%	3.10%	-13.70%	4.00%	7.60%	7.60%	13.50%	5.60%
顺-2-丁烯	2.40%	4.40%	3.20%	3.20%	-8.70%	2.80%	-22.40%	4.30%	-7.40%	1.20%
一溴甲烷	3.80%	3.10%	-4.40%	3.00%	-13.20%	6.10%	-4.90%	8.10%	0.40%	1.30%
氯乙烷	7.30%	3.10%	-7.90%	2.30%	-24.00%	9.90%	0.70%	6.70%	4.90%	1.60%
异戊烷	5.70%	5.10%	3.20%	4.00%	21.70%	3.50%	-20.60%	5.30%	0.60%	1.10%
一氟三氯甲烷	11.40%	2.60%	6.30%	4.30%	-27.70%	16.10%	10.50%	7.90%	10.10%	1.60%
1-戊烯	-5.70%	2.40%	-10.50%	2.10%	-21.30%	5.70%	-22.50%	4.70%	5.90%	1.30%
正戊烷	-1.40%	3.70%	6.10%	3.10%	-19.30%	2.60%	-17.40%	4.60%	11.50%	1.40%
反-2-戊烯	-5.00%	2.80%	-18.90%	3.00%	-24.00%	10.10%	-21.80%	4.70%	2.80%	3.00%
异戊二烯	-1.60%	3.70%	-15.90%	1.80%	-24.90%	9.80%	-24.20%	4.10%	1.20%	1.20%
顺-2-戊烯	-0.40%	2.80%	-10.60%	1.70%	-18.40%	16.50%	-23.30%	2.50%	-10.60%	1.60%
丙烯醛	4.40%	3.50%	-18.80%	3.00%	-25.20%	7.90%	-19.50%	15.90%	-4.50%	1.60%
丙醛	1.40%	6.50%	-15.20%	3.70%	7.50%	2.40%	-19.50%	7.80%	-11.80%	2.20%
1,2,2-三氟,1,2-三氯 乙烷	10.50%	2.70%	-1.30%	1.90%	-0.90%	6.70%	-23.60%	3.80%	10.10%	1.10%
1,1-二氯乙烯	2.10%	1.80%	-6.70%	1.50%	-16.30%	4.60%	-7.70%	6.10%	-6.50%	1.20%
2,2-二甲基丁烷	-3.60%	2.10%	-10.90%	0.90%	-6.90%	3.20%	-24.50%	6.10%	-4.10%	1.60%
丙酮	4.40%	10.90%	-6.70%	1.10%	-14.30%	13.60%	1.80%	9.60%	1.10%	1.60%
异丙醇	-10.50%	16.20%	-17.80%	4.50%	5.90%	1.80%	-15.30%	3.90%	-21.10%	2.90%
二硫化碳	6.80%	2.60%	-9.50%	1.50%	-21.60%	7.20%	1.90%	5.30%	6.90%	0.70%
2,3-二甲基丁烷	-6.20%	2.20%	-18.70%	3.00%	13.00%	1.90%	-23.50%	4.50%	-3.90%	1.70%
二氯甲烷	9.40%	3.70%	-8.10%	1.70%	-4.30%	6.00%	6.30%	5.40%	12.90%	1.00%
2-甲基戊烷	-3.50%	2.40%	-11.70%	4.20%	-17.50%	6.20%	-20.60%	4.00%	3.10%	1.10%

物质名称	A		B		C		D		E	
	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度
环戊烷	-3.60%	2.30%	2.40%	2.00%	-25.90%	4.80%	-26.10%	4.90%	1.20%	1.60%
2-甲氧基-甲基丙烷	-7.60%	2.80%	-13.10%	2.80%	-14.10%	4.20%	-17.00%	1.60%	8.10%	1.20%
3-甲基戊烷	-7.50%	2.00%	-11.80%	0.60%	4.10%	3.40%	-22.90%	45.30%	8.20%	0.90%
反,2-二氯乙烯	1.20%	2.50%	-8.80%	0.60%	-26.90%	3.90%	-13.40%	3.70%	3.20%	0.90%
1-己烯	-13.10%	1.80%	-18.70%	2.50%	-20.90%	3.40%	-28.30%	3.30%	-8.90%	1.90%
正己烷	-12.50%	1.90%	-15.20%	1.50%	-27.90%	8.40%	-24.20%	2.10%	-7.20%	1.40%
2-甲基丙烯醛	-14.00%	4.20%	-18.00%	2.80%	11.30%	1.90%	-24.20%	3.50%	-19.20%	2.50%
1,1-二氯乙烷	9.30%	2.50%	-8.40%	0.80%	-25.30%	4.70%	6.40%	3.20%	3.60%	1.00%
乙酸乙烯酯	-3.70%	1.90%	-19.90%	3.00%	-20.60%	6.90%	-21.70%	4.80%	-14.50%	2.20%
2,4-二甲基戊烷	4.70%	1.70%	-16.70%	1.80%	-24.80%	2.30%	-25.70%	3.00%	-4.60%	1.30%
丁醛	-12.30%	5.70%	-12.90%	1.20%	-25.00%	6.80%	-15.40%	6.60%	-9.60%	2.10%
甲基环戊烷	0.50%	1.50%	-14.20%	1.20%	-14.30%	4.50%	-26.80%	2.80%	-3.20%	1.40%
顺,2-二氯乙烯	-0.70%	2.20%	-5.90%	0.50%	-23.10%	4.00%	-7.30%	6.50%	-4.50%	0.70%
2-丁酮	-12.10%	7.30%	-11.00%	1.40%	-23.40%	2.50%	-15.90%	10.00%	-9.40%	2.00%
乙酸乙酯	-22.80%	3.10%	-10.90%	8.50%	17.40%	1.30%	-27.40%	6.90%	-1.40%	1.90%
氯仿	26.00%	4.30%	-3.90%	1.50%	-20.40%	6.60%	9.00%	2.20%	1.80%	0.90%
四氢呋喃	-5.70%	5.90%	-17.90%	5.70%	-25.60%	2.40%	-19.30%	6.10%	-16.10%	2.10%
2-甲基己烷	0.10%	1.40%	-16.70%	1.40%	13.50%	2.70%	-7.30%	5.90%	-4.80%	1.60%
1,1,1-三氯乙烷	27.60%	3.10%	-5.10%	1.30%	-11.60%	6.10%	23.00%	2.80%	2.80%	1.00%
2,3-二甲基戊烷	3.50%	1.70%	-10.70%	0.40%	-11.90%	5.80%	-15.00%	6.20%	-3.10%	1.60%
环己烷	-0.70%	1.40%	-11.00%	1.00%	-17.90%	7.40%	-20.00%	4.50%	-1.70%	1.30%
3-甲基己烷	0.40%	1.90%	-13.90%	1.50%	12.20%	2.40%	-8.50%	6.40%	-5.90%	1.50%
四氯化碳	28.30%	2.80%	-5.50%	1.60%	-8.20%	2.40%	26.40%	11.90%	2.20%	1.20%
苯	13.40%	2.20%	-2.50%	1.70%	13.00%	1.60%	28.50%	23.60%	-7.40%	1.20%
1,2-二氯丙烷	19.50%	3.00%	-2.00%	3.00%	-11.90%	5.30%	16.80%	4.60%	0.90%	1.50%
2,2,4-三甲基戊烷	-0.70%	1.80%	-7.10%	1.80%	-15.30%	7.70%	0.70%	3.50%	-8.80%	1.50%
正庚烷	-2.10%	1.30%	-10.50%	1.20%	-21.20%	6.50%	-22.50%	4.00%	-7.50%	1.30%
反式-丁烯醛	-4.90%	21.20%	-7.80%	1.90%	-18.80%	2.60%	-68.90%	71.60%	-23.20%	3.70%
三氯乙烯	12.40%	2.10%	-2.60%	1.60%	-9.70%	4.40%	-4.30%	2.40%	-4.10%	0.90%
甲基环己烷	-0.30%	1.20%	-9.40%	0.40%	22.80%	3.20%	-21.30%	3.40%	-8.00%	1.30%
1,2-二氯乙烷	19.50%	3.10%	7.90%	4.60%	-25.20%	3.50%	21.10%	3.80%	6.20%	1.70%
戊醛	-10.40%	3.20%	-10.40%	0.80%	-22.50%	2.70%	-18.30%	8.60%	-2.40%	2.00%
甲基丙烯酸甲酯	-5.80%	3.60%	-3.00%	2.60%	-26.70%	4.70%	-19.70%	8.10%	-2.50%	1.60%
1,4-二恶烷	-11.60%	12.30%	8.40%	2.30%	14.40%	1.80%	-13.80%	8.10%	-5.80%	1.10%
一溴二氯甲烷	22.70%	3.50%	-1.80%	3.40%	-14.70%	4.80%	26.80%	6.90%	6.50%	1.30%
2,3,4-三甲基戊烷	-4.50%	1.30%	-9.10%	2.10%	-12.50%	5.00%	9.30%	4.20%	-7.20%	1.90%
2-甲基庚烷	-10.30%	1.50%	-7.70%	2.30%	-5.90%	5.80%	-22.00%	3.70%	-6.00%	1.70%
3-甲基庚烷	-6.20%	1.40%	-4.00%	2.90%	-0.20%	1.90%	-24.70%	4.30%	-3.30%	1.60%
反式,3-二氯-丙烯	1.60%	2.10%	-9.20%	0.80%	-23.90%	4.80%	-5.90%	4.80%	-8.70%	1.70%
4-甲基-2-戊酮	-3.70%	2.50%	-10.90%	1.20%	-8.30%	2.30%	-12.70%	7.00%	-3.90%	2.10%

物质名称	A		B		C		D		E	
	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度	期间 正确度	期间 精密度
甲苯	-2.30%	1.90%	-4.00%	0.80%	-14.90%	3.00%	-14.70%	3.30%	-9.60%	1.80%
正辛烷	-14.90%	2.10%	-3.90%	2.60%	-22.10%	2.00%	-25.20%	4.30%	-3.60%	1.80%
顺式,3-二氯-丙烯	4.00%	1.50%	-10.80%	1.80%	-4.90%	1.70%	-4.60%	4.10%	-10.50%	1.80%
1,1,2-三氯乙烷	13.90%	2.70%	-1.30%	2.50%	-4.60%	1.10%	2.60%	3.30%	3.20%	1.40%
四氯乙烯	7.40%	2.20%	2.40%	2.00%	-43.10%	17.60%	-14.80%	3.40%	-1.70%	0.90%
2-己酮	-5.30%	7.50%	-6.50%	1.20%	-31.90%	8.90%	-23.30%	6.20%	-6.10%	1.80%
正己醛	-10.30%	8.60%	-4.90%	1.50%	-4.20%	1.50%	-17.30%	11.00%	-15.80%	2.20%
二溴一氯甲烷	14.80%	3.00%	-2.10%	2.80%	-13.70%	1.60%	12.00%	4.50%	3.30%	1.30%
1,2-二溴乙烷	8.40%	2.00%	-2.10%	2.10%	-2.20%	4.70%	5.70%	3.00%	-2.50%	1.90%
氯苯	1.80%	1.10%	3.90%	3.00%	-3.00%	3.80%	4.40%	3.30%	-2.10%	1.40%
乙苯	-14.50%	1.70%	-0.20%	2.30%	-6.00%	2.40%	-12.20%	2.80%	-10.20%	1.50%
正壬烷	-15.30%	2.10%	3.80%	3.90%	78.50%	2.00%	-28.90%	4.50%	10.20%	1.90%
间、对-二甲苯	-14.90%	1.50%	7.60%	4.20%	-57.10%	2.50%	-20.60%	3.00%	-4.40%	1.40%
邻-二甲苯	-13.60%	2.20%	-1.50%	1.80%	-24.00%	1.10%	-22.50%	3.50%	-13.00%	1.60%
苯乙烯	-18.10%	2.70%	1.70%	2.90%	-13.70%	0.90%	-26.60%	2.40%	0.00%	1.80%
三溴甲烷	9.20%	2.10%	-2.10%	3.60%	-25.90%	2.40%	13.90%	5.70%	1.30%	0.90%
异丙苯	3.30%	5.10%	-8.20%	0.70%	9.00%	1.40%	-26.90%	3.10%	-12.70%	1.10%
四氯乙烷	15.30%	3.20%	-3.40%	2.90%	-23.10%	3.60%	26.40%	4.80%	4.40%	2.70%
正丙苯	-3.80%	5.20%	-6.30%	1.30%	-8.30%	4.70%	-9.80%	3.80%	-10.70%	2.40%
间乙基甲苯	-10.70%	2.20%	-4.30%	1.90%	-14.40%	4.80%	-24.40%	4.00%	-11.20%	2.10%
对乙基甲苯	0.50%	3.10%	-1.30%	2.30%	-2.70%	3.00%	-22.00%	3.60%	-8.50%	3.20%
正癸烷	-14.20%	1.70%	-6.00%	2.90%	-14.10%	2.80%	-27.50%	3.80%	2.40%	3.30%
1,3,5-三甲基苯	-2.30%	1.90%	-0.90%	3.10%	-26.70%	3.20%	-17.50%	6.70%	-8.80%	3.10%
邻乙基甲苯	-6.40%	1.30%	-7.50%	1.00%	-27.40%	2.30%	-21.00%	3.50%	-14.10%	2.40%
1,2,4-三甲基苯	-10.90%	1.40%	-7.10%	0.90%	-17.60%	21.70%	-28.90%	4.00%	-14.10%	2.10%
苯甲醛	-14.30%	14.20%	7.30%	2.80%	-23.00%	2.70%	-8.80%	12.00%	-1.90%	3.90%
1,3-二氯苯	7.90%	0.70%	-1.60%	1.80%	-14.10%	1.70%	2.00%	4.40%	-7.00%	1.90%
1,4-二氯苯	4.00%	1.00%	-0.60%	2.00%	-25.90%	2.90%	4.80%	6.40%	-5.20%	1.80%
1,2,3-三甲基苯	-8.70%	1.50%	-4.50%	1.80%	-33.50%	10.20%	-24.30%	4.40%	-10.50%	2.60%
氯代甲苯	12.50%	7.00%	-13.30%	1.30%	-21.20%	2.10%	9.30%	5.20%	-9.70%	2.10%
间二乙基苯	-13.40%	2.30%	-5.10%	1.80%	-15.20%	3.10%	-29.70%	3.90%	-11.40%	2.20%
对二乙基苯	-10.00%	4.00%	-5.80%	1.70%	-13.00%	4.20%	-27.70%	4.70%	-10.80%	2.20%
正十一烷	-16.80%	2.00%	-8.10%	3.10%	-19.60%	1.60%	-42.80%	5.30%	-5.20%	2.60%
1,2-二氯苯	5.50%	0.80%	2.00%	2.90%	-40.90%	24.60%	17.30%	5.80%	-0.30%	1.90%
间甲基苯甲醛	-12.60%	2.20%	-5.20%	2.60%	-67.30%	23.50%	-3.20%	16.50%	-16.90%	1.40%
正十二烷	-20.50%	2.40%	-13.00%	2.20%	-44.40%	12.90%	-41.90%	4.30%	-10.00%	2.00%
1,2,4-三氯苯	-2.90%	2.10%	-3.60%	1.40%	-26.90%	4.00%	19.10%	5.80%	-6.40%	1.50%
1,1,2,3,4,4-六氯,3-丁二烯	18.70%	1.50%	3.50%	3.20%	-46.50%	16.80%	12.90%	10.00%	7.30%	1.70%
萘	-9.20%	5.90%	-4.10%	1.30%			9.80%	4.20%	-14.20%	1.90%

附表 7 保留时间漂移验证数据汇总（单位：min）

组分	A	B	C	D	E
乙烷	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03
乙烯	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02
丙烷	0.04	0.03	0.03	0.04	0.06
丙烯	0.19	0.06	0.03	0.08	0.12
异丁烷	0.13	0.04	0.01	0.01	0.14
正丁烷	0.19	0.04	0.01	0.02	0.13
乙炔	0.19	0.07	0.07	0.13	0.11
二氟二氯甲烷	0.02	0.12	0.02	0.01	0.01
1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.04	0.10	0.01	0.02	0.00
一氯甲烷	0.02	0.12	0.02	0.02	0.01
1-丁烯	0.03	0.06	0.01	0.02	0.01
氯乙烯	0.03	0.11	0.01	0.03	0.00
1,3-丁二烯	0.03	0.11	0.01	0.02	0.00
反-2-丁烯	0.03	0.06	0.01	0.03	0.00
乙醛	0.03	0.09	0.01	0.03	0.01
顺-2-丁烯	0.04	0.05	0.01	0.03	0.00
一溴甲烷	0.03	0.10	0.02	0.02	0.01
氯乙烷	0.07	0.09	0.03	0.02	0.01
异戊烷	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01
一氟三氯甲烷	0.04	0.08	0.02	0.03	0.01
1-戊烯	0.04	0.08	0.02	0.03	0.01
正戊烷	0.04	0.04	0.02	0.04	0.01
反-2-戊烯	0.04	0.07	0.02	0.03	0.01
异戊二烯	0.04	0.07	0.02	0.03	0.01
顺-2-戊烯	0.04	0.07	0.02	0.02	0.01
丙烯醛	0.03	0.05	0.02	0.04	0.01
丙醛	0.04	0.04	0.01	0.04	0.01
1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	0.04	0.06	0.01	0.04	0.01
1,1-二氯乙烯	0.04	0.07	0.02	0.04	0.01
2,2-二甲基丁烷	0.04	0.06	0.02	0.04	0.01
丙酮	0.04	0.04	0.03	0.05	0.01
异丙醇	0.05	0.04	0.03	0.05	0.02
二硫化碳	0.04	0.06	0.02	0.03	0.01
2,3-二甲基丁烷	0.04	0.05	0.02	0.05	0.01
二氯甲烷	0.04	0.05	0.02	0.03	0.01
2-甲基戊烷	0.04	0.05	0.02	0.03	0.01
环戊烷	0.04	0.04	0.02	0.05	0.01

组分	A	B	C	D	E
甲基叔丁基醚	0.04	0.04	0.01	0.04	0.02
3-甲基戊烷	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01
反-1,2-二氯乙烯	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01
1-己烯	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01
正己烷	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01
异丁烯醛	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02
1,1-二氯乙烷	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01
乙酸乙烯酯	0.04	0.03	0.02	0.03	0.01
2,4-二甲基戊烷	0.03	0.03	0.02	0.04	0.01
丁醛	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02
甲基环戊烷	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01
顺-1,2-二氯乙烯	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02
2-丁酮	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
乙酸乙酯	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02
氯仿	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
四氢呋喃	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03
2-甲基己烷	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01
1,1,1-三氯乙烷	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
2,3-二甲基戊烷	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01
环己烷	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01
3-甲基己烷	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01
四氯化碳	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01
苯	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02
1,2-二氯乙烷	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01
2,2,4-三甲基戊烷	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01
正庚烷	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01
丁烯醛	0.04	0.02	0.03	0.06	0.02
三氯乙烯	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01
甲基环己烷	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01
1,2-二氯丙烷	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01
戊醛	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01
甲基丙烯酸甲酯	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01
1,4-二恶烷	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01
一溴二氯甲烷	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01
2,3,4-三甲基戊烷	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01
2-甲基庚烷	0.03	0.01	0.04	0.03	0.01
3-甲基庚烷	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01
反-1,3-二氯丙烯	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01

组分	A	B	C	D	E
4-甲基-2-戊酮	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01
甲苯	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01
正辛烷	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01
顺-1,3-二氯丙烯	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01
1,1,2-三氯乙烷	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01
四氯乙烯	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01
2-己酮	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01
己醛	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01
二溴一氯甲烷	0.03	0.01	0.05	0.01	0.01
1,2-二溴乙烷	0.03	0.01	0.05	0.01	0.01
氯苯	0.03	0.00	0.05	0.02	0.01
乙苯	0.02	0.01	0.06	0.01	0.00
正壬烷	0.02	0.00	0.06	0.01	0.01
间、对-二甲苯	0.02	0.00	0.06	0.01	0.02
邻-二甲苯	0.02	0.00	0.06	0.01	0.00
苯乙烯	0.02	0.00	0.06	0.01	0.01
三溴甲烷	0.02	0.00	0.06	0.00	0.01
异丙苯	0.02	0.00	0.07	0.01	0.00
正丙苯	0.02	0.01	0.07	0.01	0.01
四氯乙烷	0.02	0.00	0.07	0.01	0.00
间乙基甲苯	0.02	0.00	0.07	0.08	0.00
对乙基甲苯	0.02	0.00	0.07	0.01	0.00
正癸烷	0.02	0.00	0.08	0.01	0.00
1,3,5-三甲苯	0.02	0.00	0.07	0.01	0.01
邻乙基甲苯	0.02	0.00	0.08	0.01	0.01
1,2,4-三甲苯	0.02	0.00	0.08	0.01	0.01
苯甲醛	0.02	0.00	0.08	0.01	0.01
1,3-二氯苯	0.02	0.00	0.22	0.00	0.01
1,4-二氯苯	0.02	0.00	0.09	0.01	0.01
1,2,3-三甲苯	0.02	0.00	0.09	0.01	0.01
苣基氯	0.02	0.00	0.08	0.03	0.00
对-二乙苯	0.02	0.01	0.09	0.01	0.01
间-二乙苯	0.02	0.00	0.09	0.01	0.01
正十一烷	0.02	0.00	0.09	0.01	0.01
1,2-二氯苯	0.02	0.00	0.09	0.01	0.00
间甲基苯甲醛	0.02	0.00	0.10	0.07	0.01
正十二烷	0.01	0.00	0.09	0.01	0.01
1,2,4-三氯苯	0.01	0.00	0.09	0.00	0.01

组分	A	B	C	D	E
1,1,2,3,4,4-六氯-1,3-丁二烯	0.02	0.00	0.09	0.01	0.01
萘	0.02	0.00	0.09	0.01	0.01

附表 8 系统残留测试验证数据汇总（单位：nmol/mol）

组分	A	B	C	D	E
乙烷	0.00	0.00	0.26	0.07	0.00
乙烯	0.00	0.00	0.05	0.13	0.00
丙烷	0.00	0.05	0.24	0.05	0.00
丙烯	0.00	0.00	0.23	0.13	0.00
异丁烷	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
正丁烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乙炔	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
二氟二氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,1,2,2-四氟-1,2-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1-丁烯	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
氯乙炔	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
丁二烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
反-2-丁烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乙醛	0.01	0.00	0.00	0.21	0.05
顺-2-丁烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一溴甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一氟三氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1-戊烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
正戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
反-2-戊烯	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
异戊二烯	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
顺-2-戊烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
丙烯醛	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
丙醛	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00
1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1,1-二氯乙炔	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2,2-二甲基丁烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
丙酮	0.02	0.00	0.00	0.18	0.00
异丙醇	0.01	0.13	0.00	0.13	0.00
二硫化碳	0.00	0.02	0.00	0.19	0.00

组分	A	B	C	D	E
2,3-二甲基丁烷	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
二氯甲烷	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00
2-甲基戊烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
环戊烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
2-甲氧基-甲基丙烷	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
3-甲基戊烷	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
反-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1-己烯	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
正己烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
2-甲基丙烯醛	0.00	0.10	0.00	0.02	0.00
1,1-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
乙酸乙烯酯	0.04	0.10	0.00	0.02	0.00
2,4-二甲基戊烷	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
丁醛	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00
甲基环戊烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
顺-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-丁酮	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00
乙酸乙酯	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00
氯仿	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
四氢呋喃	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00
2-甲基己烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
1,1,1-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,3-二甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
环己烷	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3-甲基己烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
四氯化碳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
苯	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00
1,2-二氯丙烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
2,2,4-三甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
正庚烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
反式-丁烯醛	0.00	0.22	0.00	0.04	0.00
三氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
甲基环己烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
1,2-二氯乙烷	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
戊醛	0.01	0.06	0.00	0.03	0.00
甲基丙烯酸甲酯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,4-二恶烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一溴二氯甲烷	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

组分	A	B	C	D	E
2,3,4-三甲基戊烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
2-甲基庚烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
3-甲基庚烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
反式-1,3-二氯-1-丙烯	0.01	0.04	0.00	0.01	0.00
4-甲基-2-戊酮	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
甲苯	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
正辛烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
顺式-1,3-二氯-1-丙烯	0.01	0.09	0.00	0.01	0.00
1,1,2-三氯乙烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
四氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2-己酮	0.01	0.05	0.00	0.04	0.00
正己醛	0.02	0.09	0.00	0.06	0.00
二溴一氯甲烷	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00
1,2-二溴乙烷	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
氯苯	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
乙苯	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
正壬烷	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
间、对-二甲苯	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00
邻-二甲苯	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00
苯乙烯	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00
三溴甲烷	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
异丙苯	0.02	0.00	0.07	0.01	0.00
四氯乙烷	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00
正丙苯	0.02	0.00	0.07	0.02	0.00
间乙基甲苯	0.01	0.00	0.08	0.01	0.00
对乙基甲苯	0.02	0.00	0.08	0.01	0.00
正癸烷	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
1,3,5-三甲基苯	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
邻乙基甲苯	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00
1,2,4-三甲基苯	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
苯甲醛	0.03	0.03	0.07	0.08	0.00
1,3-二氯苯	0.03	0.00	0.03	0.03	0.00
1,4-二氯苯	0.03	0.00	0.01	0.04	0.00
1,2,3-三甲基苯	0.03	0.00	0.07	0.01	0.00
氯代甲苯	0.02	0.25	0.00	0.00	0.00
间二乙基苯	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00
对二乙基苯	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00
正十一烷	0.03	0.00	0.07	0.01	0.00

组分	A	B	C	D	E
1,2-二氯苯	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00
间甲基苯甲醛	0.03	0.24	0.00	0.16	0.00
正十二烷	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00
1,2,4-三氯苯	0.04	0.03	0.05	0.12	0.00
1,1,2,3,4,4-六氯-1,3-丁二烯	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00
萘	0.04	0.06	0.05	0.06	0.00

附表 9 零点漂移测试验证数据汇总（单位：nmol/mol）

组分	A	B	C	D	E
乙烷	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
乙烯	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
丙烷	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
丙烯	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
异丁烷	0.00	0.09	0.00	0.10	0.00
正丁烷	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
乙炔	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00
二氟二氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
1,2-二氯四氟乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乙醛	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00
氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
丙烯醛	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00
正丁烯	0.00	0.09	0.00	0.03	0.00
1,3-丁二烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
反-2-丁烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
溴甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
顺-2-丁烯	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
丙醛	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05
丙酮	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00
异戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一氟三氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异丙醇	0.00	0.04	0.00	0.12	0.00
正戊烷	0.00	0.08	0.00	0.00	0.06
异戊二烯	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09
反-2-戊烯	0.00	0.00	0.00	0.07	0.11
1,1-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1-戊烯	0.00	0.00	0.04	0.07	0.12

二氯甲烷	0.01	0.00	0.00	0.08	0.00
1,1,2-三氟-1,2,2-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
二硫化碳	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
2,2-二甲基丁烷	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.06
甲基丙烯醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
反式-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,1-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
甲基叔丁基醚	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
顺-2-戊烯	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08
环戊烷	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.09
2-甲基戊烷	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
2,3-二甲基丁烷	-0.03	0.00	0.00	0.02	0.00
正丁醛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
2-丁酮	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
3-甲基戊烷	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
乙酸乙烯酯	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.07
1-己烯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
顺式-1,2-二氯乙烯	0.00	0.00	0.00	0.23	0.03
乙酸乙酯	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
正己烷	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.08
三氯甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四氢呋喃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
丁烯醛	0.00	0.26	0.00	0.00	0.07
甲基环戊烷	-0.05	0.00	0.00	0.01	0.00
2,4-二甲基戊烷	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.18
1,1,1-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
苯	0.00	0.00	0.00	0.70	0.03
四氯化碳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
环己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-甲基己烷	-0.11	0.00	0.00	0.02	0.16
2,3-二甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3-甲基己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
1,2-二氯丙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2-二氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
二氯溴甲烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
三氯乙烯	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
1,4-二氧六环	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01
2,2,4-三甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
甲基丙烯酸甲酯	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00

正庚烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
顺式-1,3-二氯丙烯	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
4-甲基-2-戊酮	-0.09	0.00	0.05	0.00	0.00
戊醛	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
甲基环己烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
反式-1,3-二氯丙烯	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
1,1,2-三氯乙烷	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
2,3,4-三甲基戊烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
甲苯	-0.04	0.00	0.00	0.03	0.00
2-甲基庚烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-己酮	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05
3-甲基庚烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一氯二溴甲烷	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00
己醛	0.00	0.05	0.00	0.03	0.09
1,2-二溴乙烷	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
正辛烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四氯乙烯	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
氯苯	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
乙苯	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
间对二甲苯	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
三溴甲烷	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
苯乙烯	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00
邻二甲苯	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
四氯乙烷	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00
正壬烷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
间乙基甲苯	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
苯甲醛	0.22	0.00	0.03	0.02	0.00
正丙苯	-0.01	0.00	0.03	0.01	0.01
异丙苯	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
对乙基甲苯	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
1,3,5-三甲苯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
邻乙基甲苯	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00
1,2,4-三甲基苯	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00
正癸烷	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
氯代甲苯	0.15	0.14	0.00	0.07	0.00
1,3-二氯苯	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
1,4-二氯苯	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
1,2,3-三甲基苯	0.03	0.00	0.06	0.01	0.00
1,2-二氯苯	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00

1,3-二乙基苯	0.03	0.00	0.08	0.00	0.00
间甲基苯甲醛	0.03	0.11	0.00	0.03	0.10
对二乙基苯	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
正十一烷	0.07	0.00	0.00	0.00	0.21
1,2,4-三氯苯	0.08	0.00	0.00	0.11	0.00
萘	0.19	0.00	0.00	0.02	0.04
正十二烷	0.14	0.00	0.07	0.00	0.11
六氯-1,3-丁二烯	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00

附表 10 标气浓度漂移测试验证数据汇总

组分	A	B	C	D	E
乙烷	6.00%	7.10%	8.84%	18.80%	4.30%
乙烯	8.90%	7.50%	8.86%	22.20%	5.90%
丙烷	5.90%	8.60%	9.69%	14.90%	5.80%
丙烯	4.50%	7.20%	9.65%	14.50%	4.40%
异丁烷	9.20%	5.60%	9.94%	23.30%	6.00%
正丁烷	11.60%	6.40%	7.91%	26.00%	4.80%
乙炔	5.20%	11.60%	7.25%	11.70%	4.80%
二氟二氯甲烷	3.84%	12.50%	7.06%	20.30%	4.10%
氯甲烷	8.65%	11.00%	9.81%	19.40%	6.00%
1,2-二氯四氟乙烷	13.30%	14.40%	7.40%	21.40%	13.70%
乙醛	5.69%	7.00%	3.36%	20.40%	18.90%
氯乙烯	6.41%	8.20%	7.62%	26.30%	4.00%
丙烯醛	9.67%	14.60%	7.63%	13.90%	17.10%
正丁烯	7.80%	8.90%	9.88%	25.40%	4.40%
1,3-丁二烯	5.39%	9.50%	9.61%	18.10%	8.80%
反-2-丁烯	6.48%	9.10%	9.86%	16.30%	4.40%
溴甲烷	9.96%	11.60%	18.89%	18.80%	6.60%
顺-2-丁烯	7.45%	8.90%	15.99%	23.70%	5.30%
氯乙烷	6.22%	10.90%	26.47%	27.50%	4.50%
丙醛	4.50%	14.40%	7.24%	17.50%	17.70%
丙酮	9.50%	10.50%	8.59%	24.20%	5.80%
异戊烷	8.79%	7.30%	8.06%	19.80%	6.30%
一氟三氯甲烷	4.57%	14.10%	4.88%	26.40%	14.00%
异丙醇	15.36%	20.10%	6.20%	28.20%	23.00%
正戊烷	3.45%	7.00%	7.25%	12.60%	5.00%
异戊二烯	6.51%	11.00%	5.88%	15.90%	9.70%
反-2-戊烯	3.45%	17.60%	6.81%	15.40%	14.40%

1,1-二氯乙烯	4.64%	7.90%	5.58%	8.40%	12.70%
1-戊烯	2.92%	6.60%	8.78%	15.40%	10.90%
二氯甲烷	5.32%	7.80%	8.99%	14.60%	5.50%
1,1,2-三氟-1,2,2-三氯乙烷	6.58%	13.30%	8.60%	18.80%	4.20%
二硫化碳	5.69%	8.40%	6.56%	16.50%	4.10%
2,2-二甲基丁烷	3.65%	8.20%	4.99%	12.70%	8.50%
甲基丙烯醛	4.22%	7.70%	7.96%	23.90%	20.30%
反式-1,2-二氯乙烯	6.75%	6.80%	8.89%	12.00%	4.90%
1,1-二氯乙烷	4.90%	7.50%	6.22%	14.70%	8.70%
甲基叔丁基醚	2.35%	13.30%	8.09%	22.30%	4.00%
顺-2-戊烯	3.58%	12.40%	7.09%	15.50%	12.60%
环戊烷	6.58%	8.70%	7.15%	14.50%	7.40%
2-甲基戊烷	4.87%	12.70%	8.53%	8.30%	9.40%
2,3-二甲基丁烷	7.44%	14.50%	9.69%	10.40%	13.10%
正丁醛	5.30%	11.00%	8.54%	20.10%	14.80%
2-丁酮	12.39%	11.20%	8.17%	13.60%	11.70%
3-甲基戊烷	3.00%	7.40%	7.72%	6.70%	7.60%
乙酸乙烯酯	3.12%	17.90%	9.27%	34.10%	19.40%
1-己烯	2.46%	18.10%	8.23%	22.10%	21.90%
顺式-1,2-二氯乙烯	5.96%	10.30%	4.89%	9.30%	9.20%
乙酸乙酯	2.56%	6.80%	8.63%	35.30%	8.30%
正己烷	6.99%	12.90%	8.33%	14.80%	15.20%
三氯甲烷	4.23%	9.80%	7.54%	9.40%	2.80%
四氢呋喃	12.21%	14.90%	7.42%	16.40%	17.90%
丁烯醛	26.36%	9.10%	8.88%	88.50%	16.60%
甲基环戊烷	3.17%	11.20%	7.55%	10.50%	17.30%
2,4-二甲基戊烷	6.45%	14.20%	8.03%	17.20%	18.50%
1,1,1-三氯乙烷	4.08%	6.60%	6.92%	15.90%	4.90%
苯	5.03%	13.10%	4.80%	21.70%	16.00%
四氯化碳	4.24%	8.30%	10.33%	20.50%	4.40%
环己烷	2.35%	9.60%	6.21%	20.20%	15.40%
2-甲基己烷	6.92%	13.30%	4.65%	9.40%	23.10%
2,3-二甲基戊烷	3.37%	12.50%	7.15%	11.80%	18.60%
3-甲基己烷	5.69%	14.00%	7.12%	9.60%	23.20%
1,2-二氯丙烷	4.90%	12.90%	6.11%	12.40%	4.90%
1,2-二氯乙烷	4.55%	19.50%	6.63%	9.70%	9.10%
二氯溴甲烷	3.77%	12.20%	5.80%	24.60%	6.50%
三氯乙烯	5.70%	12.10%	2.41%	8.40%	6.40%
1,4-二氧六环	34.40%	8.20%	6.67%	18.20%	13.10%

2,2,4-三甲基戊烷	1.44%	8.10%	7.40%	9.30%	23.00%
甲基丙烯酸甲酯	5.69%	9.50%	9.48%	28.80%	6.40%
正庚烷	6.53%	7.40%	8.34%	10.10%	21.20%
顺式-1,3-二氯丙烯	3.62%	8.60%	4.99%	28.60%	7.90%
4-甲基-2-戊酮	4.58%	8.60%	6.48%	19.10%	11.70%
戊醛	5.46%	4.90%	9.73%	14.60%	8.30%
甲基环己烷	3.50%	7.20%	3.04%	12.10%	11.50%
反式-1,3-二氯丙烯	2.26%	6.90%	3.58%	35.00%	9.20%
1,1,2-三氯乙烷	4.98%	14.50%	4.20%	12.50%	3.90%
2,3,4-三甲基戊烷	6.85%	6.90%	4.38%	15.00%	15.60%
甲苯	13.82%	10.90%	2.35%	7.40%	12.60%
2-甲基庚烷	2.47%	8.20%	6.43%	12.10%	13.50%
2-己酮	19.39%	8.70%	10.92%	33.00%	12.90%
3-甲基庚烷	2.63%	8.70%	9.84%	16.90%	10.10%
一氯二溴甲烷	3.87%	8.10%	5.23%	29.50%	5.70%
己醛	14.49%	6.20%	5.76%	10.80%	15.90%
1,2-二溴乙烷	3.66%	11.00%	2.77%	29.10%	5.80%
正辛烷	5.28%	10.80%	2.56%	12.50%	11.10%
四氯乙烯	7.90%	14.70%	8.30%	8.30%	10.10%
氯苯	4.00%	17.90%	4.71%	17.00%	7.90%
乙苯	3.64%	14.60%	3.28%	10.80%	12.90%
间对二甲苯	5.76%	23.50%	5.42%	12.20%	12.00%
三溴甲烷	18.36%	6.10%	6.64%	28.50%	7.80%
苯乙烯	2.14%	16.10%	8.60%	16.40%	14.50%
邻二甲苯	4.27%	13.60%	5.10%	12.20%	12.40%
四氯乙烷	4.17%	11.20%	6.80%	17.50%	5.60%
正壬烷	5.73%	19.50%	6.21%	13.70%	16.20%
间乙基甲苯	5.46%	12.30%	8.40%	29.60%	16.40%
苯甲醛	33.26%	11.70%	6.05%	24.40%	12.10%
正丙苯	4.56%	10.20%	8.92%	23.10%	16.00%
异丙苯	5.01%	8.80%	7.81%	17.80%	16.60%
对乙基甲苯	4.33%	14.00%	7.35%	32.70%	17.70%
1,3,5-三甲苯	6.42%	16.50%	5.96%	28.30%	14.20%
邻乙基甲苯	5.68%	9.50%	9.57%	29.80%	18.50%
1,2,4-三甲苯	5.92%	10.40%	6.91%	23.50%	18.20%
正癸烷	5.34%	12.70%	8.05%	29.10%	15.80%
氯代甲苯	6.18%	17.40%	9.85%	56.90%	14.90%
1,3-二氯苯	5.20%	12.60%	8.04%	29.60%	12.90%
1,4-二氯苯	3.39%	13.50%	7.07%	25.40%	12.20%

1,2,3-三甲基苯	7.34%	12.70%	9.55%	21.70%	19.00%
1,2-二氯苯	6.21%	17.10%	6.64%	22.80%	11.80%
1,3-二乙基苯	8.15%	11.70%	7.29%	39.40%	17.90%
间甲基苯甲醛	7.64%	9.50%	81.01%	29.60%	20.50%
对二乙基苯	7.51%	12.70%	5.81%	23.80%	17.70%
正十一烷	13.01%	13.20%	8.69%	26.80%	20.30%
1,2,4-三氯苯	15.62%	11.60%	16.40%	28.00%	27.60%
萘	9.69%	11.30%	7.99%	23.50%	29.60%
正十二烷	22.11%	10.90%	19.50%	23.40%	28.60%
六氯-1,3-丁二烯	23.21%	18.00%	4.90%	55.40%	23.80%