



《便携式挥发性有机物检测仪（PID）技术要求及监测规范》编制说明

标准编制组

二〇二三年八月

# 目 录

1 项目背景 .....	1
1.1 任务来源 .....	1
1.2 工作过程 .....	1
2 标准编制的必要性 .....	3
2.1 挥发性有机物的危害 .....	3
2.2 环境管理工作的需要 .....	4
3 国内外相关方法研究 .....	4
3.1 国外相关方法研究 .....	4
3.2 国内相关方法研究 .....	5
4 基本原则和技术路线 .....	8
4.1 基本原则 .....	8
4.2 技术路线 .....	8
5 方法研究报告 .....	9
5.1 范围 .....	9
5.2 术语和定义 .....	9
5.3 基本要求 .....	10
5.4 性能要求 .....	10
5.5 检验规则 .....	17
5.6 标志、包装、运输和贮存 .....	17
6 先进性说明 .....	17
7 征集意见情况及处理 .....	18
8 参考文献 .....	18

# 《便携式挥发性有机物检测仪（PID）技术要求及监测规范》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

2022年7月，上海市环境监测中心向中华环保联合会提交了《便携式挥发性有机物检测仪（PID）》团体标准立项申请表，经专家评审，此项团体标准于2022年8月获批立项，项目信息在全国团体标准信息平台网站（<http://www.ttbz.org.cn>）予以公示。

本规范由上海市环境监测中心、中国环境监测总站、上海大学、上海市计量测试技术研究院、中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会主编、上海离科电子科技有限公司、北京华泰诺安探测技术有限公司副主编，上海市环境监测中心中国环境监测总站、上海大学及上海市计量测试技术研究院是本标准的技术负责单位，承担总体编写及相关测试任务，中华环保联合会负责标准的过程管理，参编单位有青岛明华电子仪器有限公司、江苏复森特种阀门有限公司、天津智易时代科技发展有限公司、宁波纳华环境科技有限公司、江苏天瑞仪器股份有限公司、北京科尔康安全设备制造有限公司、盛密科技(上海)有限公司、青岛崂应海纳光电环保集团有限公司、英吉森安全消防系统（上海）有限公司、山东甲子创新科技有限公司、佛山市南华仪器股份有限公司等单位。

### 1.2 工作过程

#### （1）成立标准编制组

2022年7月，上海市环境监测中心牵头成立标准编制组，由长期从事挥发性有机物监测和PID仪器研发的技术人员组成，主编单位包括上海市环境监测中心、中国环境监测总站、上海大学及上海市计量测试技术研究院，同时也明确了各承担单位的分工和职责。

#### （2）查询资料，确定技术路线

2022年7月~9月，编制组查阅了国内外便携式挥发性有机物检测仪

(PID)的相关文献资料，并调研了PID检测仪应用现状。针对当前便携式挥发性有机物检测仪(PID)监测技术中存在的疑点和难点，经国内外相关分析方法标准的研究与分析，确认本规范的技术框架。

### (3) 开展实验研究

2022年8月~12月，编制组选择了7个品牌的仪器，开展便携式仪器的基础性研究试验，明确了规范制订工作安排以及技术内容试验方案等，并确认设备性能指标，包括零点漂移、量程漂移、示值误差、重复性和响应时间。

### (4) 组织方法验证

2023年1月~4月，编制组依据性能测试和验证试验方案开展方法验证工作，通过对异丁烯标准气体进行实验室验证测试，确定便携式设备性能要求。

### (5) 编写标准征求意见稿和编制说明

2023年5月~8月，编制组汇总条件试验和方法验证的测试数据，并按照《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ565—2010)和《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T1.1—2020)的相关要求，编写完成标准征求意见稿和编制说明。

### (6) 专家审查

2023年10月，中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会组织召开了《便携式挥发性有机物检测仪(PID)》专家审查会。

### (7) 意见征求

2023年10月，完成《便携式挥发性有机物检测仪(PID)》(征求意见稿)，并面向社会公开征求意见。

### (8) 修改送审

2023年□□月，完成征求意见稿汇总处理，修改文本和编制说明，形成送审稿。

### (9) 标准发布

2023年□□月，标准正式发布。

## 2 标准编制的必要性

### 2.1 挥发性有机物的危害

挥发性有机物（volatile organic compounds，简称 VOCs），是指参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物，在 20℃时蒸汽压不小于 10 Pa 或者 101.325 kPa 标准大气压下，沸点不高于 260℃的有机化合物或者实际生产条件下具有以上相应挥发性的有机化合物（甲烷除外）的统称。一般包括烷烃、烯烃、炔烃、芳烃、酮、醇、醚、酯等以及部分含有 N、O、S、卤素等替代原子的有机物。

VOCs 按产生方式可分为自然源和人为源。自然源碳氢的排放量较大，主要为甲烷、异戊二烯、单萜烯及其他 VOCs 等。人为源主要是石油炼制、加工、储存、运输和使用过程中的排放。石化行业是 VOCs 最大排放源，其次涂料、油墨、印刷、微电子、粘胶剂、干洗业等行业的溶剂应用造成大量 VOCs 排放。VOCs 按排放方式分为固定源和流动源。固定源主要为各类企业生产活动、油品化学品储罐呼吸、加油站输油等排放；流动源主要是机动车、船舶、飞机等以石油为主要燃料的发动机尾气的排放。

VOCs 大量排放对人体产生健康危害，对环境的影响也很明显。

#### （1）毒性与健康危害

VOCs 组分对人体健康影响分为三种：一是感官刺激，包括气味对感官的刺激，还会使人感觉皮肤干燥等；二是黏膜刺激和其他系统毒性导致的病态，刺激眼黏膜、鼻黏膜、呼吸道和皮肤等，VOCs 组分很容易通过血液进入大脑，从而导致中枢神经系统受到抑制，使人产生头痛、乏力、昏昏欲睡和不舒服的感觉；三是基因毒性和致癌性。

#### （2）环境危害

VOCs 普遍具有光化学活性，是形成 PM<sub>2.5</sub> 和臭氧的重要前体物，排放至大气中的 VOCs 组分与氮氧化物、一氧化碳等一次污染物在大气中经紫外线照射，发生光化学反应，形成最终产物为 O<sub>3</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>，导致光化学烟雾、城市灰霾等复合大气污染。部分 VOCs 还能增强温室效应，具有累积性和持久性。

## 2.2 环境管理工作的需要

为加强石化、化工、包装印刷、工业涂装等 VOCs 排放重点行业监测监控，2019 年生态环境部印发《关于印发<重点行业挥发性有机物综合治理方案>的通知》（环大气〔2019〕53 号）提出，鼓励企业配备便携式 VOCs 监测仪器，及时了解掌握排污状况。加快出台 VOCs 便携式监测技术规范。

2020 年生态环境部印发《关于印发<生态环境综合执法装备标准化建设指导标准 2020 年版>的通知中》（环办执法〔2020〕35 号）明确将手持式光离子化检测仪（PID）列入现场执法辅助设备。

2021 年生态环境部印发《关于加快解决当前挥发性有机物治理突出问题的通知》（环大气〔2021〕65 号）要求采用便携式设备对旁路废气排放情况进行现场检测。

## 3 国内外相关方法研究

### 3.1 国外相关方法研究

#### 3.1.1 国外相关方法

随着传感器在环境空气监测中的应用逐渐增加，对设备性能的标准化研究是近些年国际上广泛关注的重点。欧盟 European Metrology Research Program（EURAMET）和美国 EPA Air Quality Sensor Performance Evaluation center(AQ-SPEC)，根据自己的测试程序对空气传感器进行实验室和现场测试，包括 CO、NO、NO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> 和颗粒物传感器。但针对 VOCs 传感器的测试，仅有美国 EPA 对部分设备进行了测试，大多设备效果欠佳。且研究表明 VOCs 传感器在使用过程中仍然存在一定的问题，如传感器可受到环境湿度、温度和干扰气体的影响，目前尚未对相关影响的系统性研究。

传感器设备使用的技术规范方面，2017 年 8 月颁布的 METHOD 21 - DETERMINATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUND LEAKS 标准方法，规定了针对高浓度 VOCs 泄漏监测设备的使用技术要求。

#### 3.1.2 与本方法标准的关系

编制组未查询到国外相关便携式 PID 监测仪的技术要求和监测规范。EPA

METHOD 21 中的仪器性能、零点校准、量程校准和响应系数等，可供本方法研究参考。

## 3.2 国内相关方法研究

### 3.2.1 国内相关方法

2007 年原国家质量监督检验检疫总局发布《挥发性有机化合物光离子化检测仪校准规范》(JJF1172—2007)，规定了计量特性指标包括测量范围、示值误差、重复性、响应时间、零点漂移和量程漂移及相关校准项目、校准方法和校准结果表达。

表 1 计量特性指标

项目	性能要求
测量范围	摩尔分数 0~2000×10 <sup>-6</sup>
示值误差	允许误差限: ±10%F.S
重复性	相对标准偏差不大于 3%
响应时间	≤ 20 s
零点漂移	±5%F.S
量程漂移	±5%F.S

2016 年原广东省环境保护厅发布《固定污染源 挥发性有机物排放连续自动监测系统 光离子化监测器 (PID) 法技术要求》(DB44/T 1947—2016)，标准适用于固定污染源总挥发性有机物排放连续自动监测系统 (光离子化检测器法) 的应用选型、性能检验及验收，主要规定了高浓度 VOCs 排放源连续监测 PID 设备的技术要求。

表 2 挥发性有机物排放连续自动监测系统的性能指标

项目	性能指标
测定下限	≤ 5 mg/m <sup>3</sup>
重复性	≤ ±3%
响应时间	≤ 20 s
零点漂移	≤ 2 mg/m <sup>3</sup>

2019 年浙江省品牌建设联合会发布《便携式挥发性有机物分析仪》(T/ZZB 1022—2019)，标准规定了用于挥发性有机物分析的便携式挥发性有机物分析仪的范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存和质量承诺等。标准适用于总烃、甲烷、非甲烷总烃和苯系物等有机物检测的便携式挥发性有机物分析仪。

表 3 主要性能要求

项目	性能要求
----	------

项目	性能要求
定性重复性误差	≤1%
定量重复性误差	≤3%
稳定性	4 h≤3%；24 h≤10%。
示值误差	±5%F.S
量程和线性	不低于 3×10 <sup>4</sup> mg/m <sup>3</sup> （以碳计）

### 3.2.2 相关仪器设备应用现状

在商业上可用于监测 VOCs 的传感器主要分为两类：一类是用于识别爆炸风险的传感器，包括热传感器（热敏电阻）和红外辐射吸收传感器。另一类是用于监测 VOC 气体的传感器，包括电化学、固体电解质半导体和光离子化传感器。

光离子化检测器（PID）作为一种检测手段已有六十多年的发展历史。早在 1957 年 Robinson 首先报导了这种仪器的研制。1974 年前后，PID 研制取得了突破性进展，进入了实用阶段。1983 年光离子化学被美国国家环保局（EPA）、美国职业安全与健康局（OSHA）和美国职业安全与健康研究所（NIOSH）定为环境大气中有毒物质分析检测方法。随着 PID 技术的快速进步，美国的华瑞（RAE）、英思科（Indsci）和英国的离子科学（Ion Science）公司均推出各具特色的 PID 系列产品，但主要针对 μmol/mol 级高浓度泄漏气体的测量。1993 年 Ion Science 公司生产出是世界上第一台最低浓度可达 1nmol/mol 的高精度 PID。金属氧化物半导体传感器（MOS）于上世纪 30 年代开始发展，自 1967 年，日本费加罗（Figaro）公司推出金属 Pd 和 Pt 的 SnO<sub>2</sub> 气敏原件后，气体传感器实现了商业化，目前两种传感器均可达到 nmol/mol 级别测量，在气体监测领域广泛应用。

我国对传感器的研究稍晚，于上世纪 80 年代才开始真正意义上的研究。在近 20 年取得了快速发展，涌现出 10 余家传感器研发生产商和上百家传感器设备集成商。国内市场上挥发性有机物监测设备的传感器多来自于英国离子科学公司、英国 Alphasense 公司和美国 Baseline 公司等，少数来自国内自主品牌，监测设备多数采用光离子化检测器，部分采用金属氧化物半导体传感器。

近些年来，除了老牌 PID 传感器厂家（霍尼韦尔、Ion Science、Baseline），还出现了纳华、盛密、镁汇、苏萨等新兴 PID 传感器厂家，每年传感器产量约几万只。

设备层面上除了传统的霍尼韦尔（RAE）、Ion（Tiger），现在市面上也涌现了青岛明华、江苏天瑞、天津智易时代、北京华泰诺安、北京科尔康等便携式设备集成商，年产量近万台。

PID 设备按照仪器性能可用于有组织和无组织监测。有组织监测采用高量程传感器，用于常规管路及旁路浓度测试。特定环境需要降温除湿且不会导致浓度损失的措施。无组织监测采用低量程传感器，用于日常点位巡检及监测。一旦超过设定安全量程，应及时撤离。主要应用领域包括土壤污染检测：废渣埋填中的 VOC、IAQ 测量工业挥发物、染料与化学储存品的泄漏：健康与安全：STEL 与 TWA 监测、密闭空间预警、急救者筛检；VOC 泄漏检测；机翼油箱进入、医院医学气体、熏烟气体、飞逸性排放等。

便携式 PID 设备的优点在于快速方便、操作简单，与非甲烷总烃有对应关系；在可定性的情况下，设备可以定量分析。缺点是设备在现场可能无响应，在无法定性的情况下，无法进行定量分析。目前影响便携式 PID 设备测试结果的三个主要因素：

- （1） 应用场景：场景中如存在不响应因子，则会影响数据准确性；
- （2） 传感器量程：过大的量程会导致环境测量数据失真；
- （3） 校准系数：复杂环境下校准系数无法选择，仅针对已知浓度的因子；

PID 传感器测量对象是紫外灯（目前多采用 10.6eV）可响应物质的总和，并非现场实际的挥发性有机物，故在传感器校准准确的前提条件下，对现场情况分析后，方可进行应用，包括部分无机物和挥发性有机物。

表 4 常见烟气的校正系数

化合物中文名	电离能	校正系数
氨	10.18	8.5
硫化氢	10.46	4
乙烷	11.56	0
三氯化磷	9.96	2
丙烯	9.73	1.4
苯	9.24	0.5

### 3.2.3 与本方法研究的关系

综上所述，国内亟需制订便携式挥发性有机物检测仪 PID 的技术要求和监测规范，从而填补国内空白，推动挥发性有机物便携式监测设备行业的有序发展，以丰富挥发性有机物快速检测的技术手段，支撑监测执法联动。

## 4 基本原则和技术路线

### 4.1 基本原则

编制组本着科学性、通用性和可操作性为原则，在广泛调研相关资料和仪器应用现状的基础上，不断深入研究和完善，确保标准规定的仪器性能指标及技术要求满足相关环保管理工作的需求。

（1）科学性 本规范通过详细的实验室测试，为性能指标的制定提供了详细的数据支撑。充分考虑到现有传感器的技术水平后，制定了较为合理的测试方法。

（2）通用性 本规范充分考虑了便携式挥发性有机物检测仪的实际应用场景，在对相关技术指标限值进行适当规定，有利于便携式挥发性有机物检测仪的快速准确响应。

（3）可操作性 本规范建立了可操作的便携式挥发性有机物检测仪的技术要求，适用于目前便携式挥发性有机物检测仪的市场现状。

### 4.2 技术路线

（1）查阅国内外相关文献资料，确定本项目的研究内容、技术路线及关键环节，编写试验方案。

（2）调研国内便携式挥发性有机物检测仪的市场现状，选择市场占有率较高、技术较成熟的仪器，进行实验室性能测试；

（3）根据研究资料和验证试验结果，按照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565—2010）和《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）要求，起草标准征求意见稿和编制说明，召开标准技术审查会；

（4）对征求意见稿进行汇总分析，修改完善形成标准和编制说明的送审稿；

（5）送审稿经审查合格后，提交标准和编制说明的报批稿；

本规范的制订技术路线见下图。



图 1 技术路线图

## 5 方法研究报告

### 5.1 范围

本规范包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存及附录共九个部分。

本规范适用于采用光离子化检测器（PID）原理测试挥发性有机物浓度的便携式仪器。

根据《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）要求，适用范围为必备要素。标准框架参考《便携式挥发性有机物分析仪》（T/ZZB 1022—2019）。

### 5.2 术语和定义

本规范规定了挥发性有机物、光离子化检测器共两个术语和定义。

根据《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）要求，术语和定义为必备要素。

挥发性有机物定义参考《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019）3.1，未做修改。

光离子化检测器定义参考《气相色谱法术语》(GB/T4946—2008) 3.6.4.4, 未做修改。

### 5.3 基本要求

本规范基本要求规定了外观、仪器结构及功能、工作条件、防爆要求、振动要求和电磁兼容性要求。

外观规定了外壳材质和表面电阻, 表面保持清洁, 零部件无松动, 以保证光离子检测器等关键部件的正常工作。

仪器结构及功能参考《环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式检测仪》(HJ 1012—2018), 明确了样品采集单元气路需采用惰性化材料, 如不锈钢或聚四氟乙烯管等。为防止颗粒物污染仪器, 可设置精细过滤器。数据采集单元应具有采集、记录、处理和控制等功能。

工作条件参考《便携式挥发性有机物分析仪》(T/ZZB 1022—2019) 及《环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式检测仪》(HJ 1012—2018) 相关要求。

防爆参考《爆炸性环境 第 1 部分: 设备通用要求》(GB 3836.1—2021)、《爆炸性环境 第 2 部分: 由隔爆外壳“d”保护的的设备》(GB 3836.2—2021)、《爆炸性环境 第 4 部分: 由本质安全型“i”保护的的设备》(GB 3836.4—2021) 相关要求, 以便于防爆区域的应用。

振动参考《分析仪器环境试验方法》(GB/T 11606—2007) 相关要求。

电磁兼容性参考《测量、控制和实验室用的电设备电磁兼容性要求 第 1 部分: 设备通用要求》(GB/T 18268.1—2010) 相关要求。

### 5.4 性能要求

编制组采用异丁烯标准气体进行实验室验证测试, 验证工作依据《便携式挥发性有机物检测仪(PID)》附录, 为保证标准中各指标的科学性和合理性, 设定测试指标和浓度, 具体项目如下:

(1) 相关系数。根据标准附录 A 中 A.1 规定的测试方法实施, 测试浓度为零气及 $\leq 20\%$ 、 $40\% \sim 60\%$  和  $80\% \sim 100\%$  满量程的标准气体。

(2) 重复性。根据标准附录 A 中 A.2 规定的测试方法实施, 测试浓度为

40%~60%满量程的标准气体。

(3) 响应时间。根据标准附录 A 中 A.3 规定的测试方法实施，测试浓度为 40%~60%满量程的标准气体。

(4) 零点漂移和量程漂移。根据标准附录 A 中 A.4 规定的测试方法实施，包括零点漂移和测试浓度为 40%~60%满量程标准气体的量程漂移。

(5) 示值误差。根据标准附录 A 中 A.5 规定的测试方法实施，测试浓度为 ≤20%、40%~60% 和 80%~100% 满量程的标准气体。

共计 7 家厂商的 24 台设备参与实验室测试研究，测试项目、方法和所测试标准气体与标准方案一致。

#### 5.4.1 相关系数

依次通入零气和梯度浓度（≤20%、40%~60% 和 80%~100% 满量程）的异丁烯标准气体，记录零气和标准气体通入设备后的稳定显示值，每个浓度重复 3 次取平均值，按下式计算相关系数  $r$ 。

$$r = \frac{\sum_{j=1}^n (\bar{C}_j - \bar{C}) \times (C_{sj} - C_s)}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{C}_j - \bar{C})^2 \times \sum_{j=1}^n (C_{sj} - C_s)^2}}$$

式中：

$r$  ——相关系数

$\bar{C}_j$  —— $j$  浓度时，设备 3 次响应平均浓度值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$\bar{C}$  ——设备响应浓度平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$C_{sj}$  —— $j$  浓度时，标气浓度值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$C_s$  ——标气浓度平均值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

下表统计了相关系数  $r$  的结果。75% 的设备可达到 0.995，因此规定相关系数异丁烯  $r \geq 0.995$ 。

表 5 相关系数

	异丁烯
75%的设备相关系数 $r$	>0.995

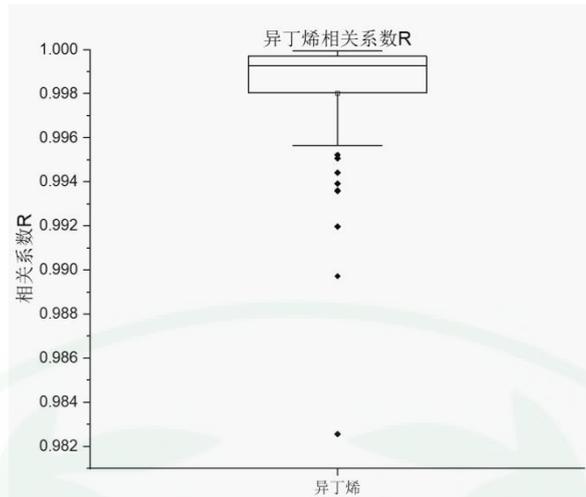


图 2 异丁烯相关系数箱型图

### 5.4.2 重复性

通入 40%~60%满量程的异丁烯标气，仪器重复测试 6 次，记录检测结果。重复性以单次测量的相对标准偏差来表示，按下式计算设备的重复性 $S_i$ 。

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

式中：

$S_i$ ——设备重复性，%

$C_i$ ——该设备第  $i$  次测量的显示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$\bar{C}$ ——设备显示值的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$n$ ——测量次数 ( $n \geq 6$ )。

表 6 重复性测试数据

厂商	平均重复性 (%)
P01	0.24
P02	0.42
P03	0.15
P04	1.29
P05	0.20
P06	0.75
P07	0.16

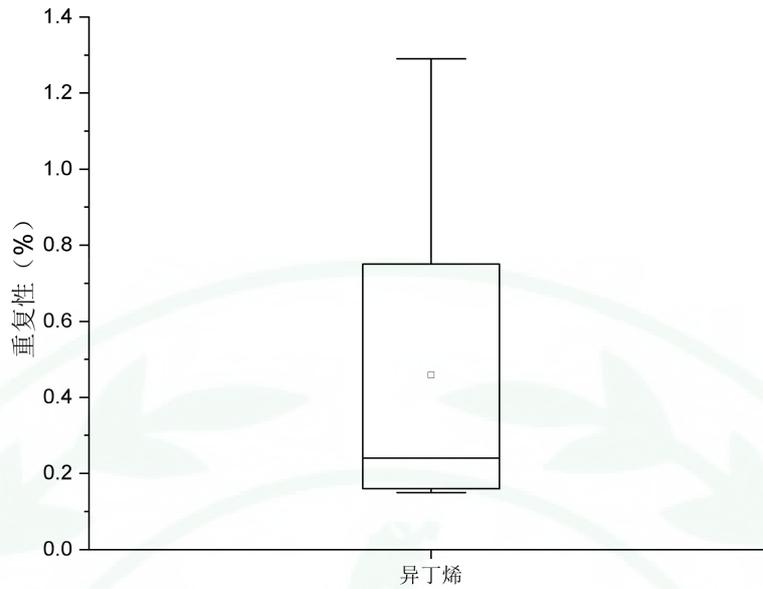


图 3 重复性箱型图

综上所述，各品牌试验设备的平均重复性范围为 0.15~1.29%，75%的设备不超过 1%，因此标准规定重复性测量误差不超过 1%。

#### 5.4.3 响应时间

通入 40%~60%满量程的异丁烯标气，记录仪器读数稳定后的显示值  $C_0$ 。随后通入洁净空气，待示值下降并稳定后，再次通入 40%~60%满量程的异丁烯标气，并开始计时，当待测仪器显示值上升至 90% $C_0$ 时，停止计时；记录所用时间，重复测试 3 次。

表 7 响应时间测试数据

厂商	平均响应时间 $T_{90}$ (s)
P01	6.27
P02	4.90
P03	3.88
P04	6.73
P05	11.24
P06	17.26
P07	16.26

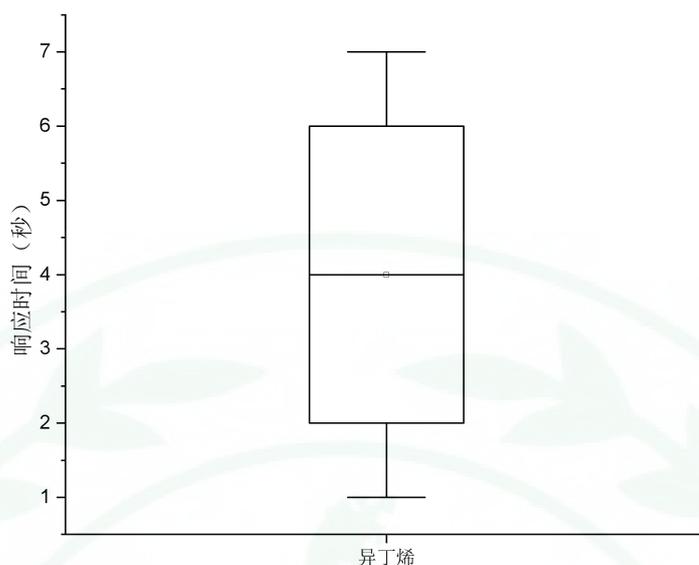


图 4 响应时间箱型图

综上可知，各品牌试验设备的响应时间范围为 3.88~17.26 s，参考《挥发性有机化合物光离子化检测仪校准规范》（JJF1172—2007）和《固定污染源挥发性有机物排放连续自动监测系统 光离子化监测器（PID）法技术要求》（DB44/T 1947—2016），规定响应时间要求≤20S。

#### 5.4.4 零点漂移和量程漂移

仪器稳定后调零，通入零气，记录读数为  $Z_0$ ，然后通入 40%~60%满量程的异丁烯标气，稳定后读取示值  $X_0$ ，撤去标气，仪器连续运行 1 h，每隔 15 min 重复上述操作 1 次，通入零点气和异丁烯标气，分别读取  $Z_1$ 、 $X_1$ ，共做 4 次。记录检测结果。

$$ZD = \frac{Z_1 - Z_0}{R}$$

$$D = \frac{X_1 - X_0}{R}$$

式中：

$ZD$ ——设备的 1 h 零点漂移，%；

$Z_0$ ——设备的初始零气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$Z_1$ ——设备运行 1 h 后的零气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$R$ ——仪器满量程， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$D$  ——设备的 1 h 示值漂移, %;

$X_0$  ——设备的初始 40%~60%满量程标准气体测量值,  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ;

$X_1$  ——设备连续运行 1 h 后的 40%~60% 满量程标准气体测量值,  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

表 8 零点漂移和量程漂移测试数据

厂商	零点漂移 (%)	量程漂移 (%)
P01	0.008	0.75
P02	0.027	0.55
P03	0.000	2.52
P04	0.020	2.11
P05	0.002	0.25
P06	1.067	1.20
P07	0.305	0.15

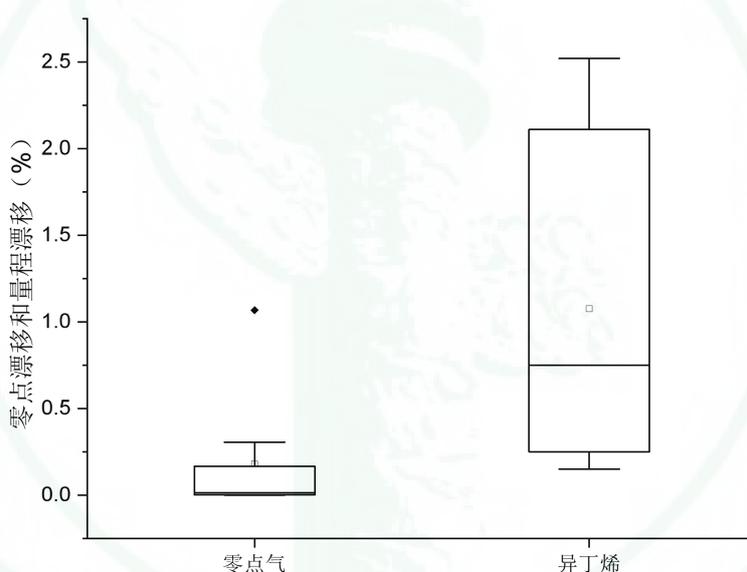


图 5 零点漂移和量程漂移箱型图

综上所述, 各品牌设备的零点漂移范围为 0.00~1.07 %, 75 % 的设备不超过 0.03 %; 量程漂移范围为 0.15~2.52 %, 75% 的设备不超过 1.50 %。参考《挥发性有机化合物光离子化检测仪校准规范》(JJF1172—2007), 规定零点漂移不超过满量程的 $\pm 2$  %, 量程漂移不超过满量程的 $\pm 2$  %。

#### 5.4.5 示值误差

示值误差是判断仪器在量程范围内测量准与否的重要指标。依次通入 $\leq 20\%$ 、40%~60%和80%~100%满量程的异丁烯标气, 每种浓度连续重复测

试 3 次，记录检测结果。按下式计算设备各浓度点的示值误差 $\Delta e$ 。标准气体在设备上的测量值应根据设备的响应系数表对应系数换算后，再计算误差。

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

式中：

$\Delta e$ ——各浓度点的示值误差，%；

$\bar{C}$ ——换算后，该设备 3 次测量浓度平均值， $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ；

$C_s$ ——标准气体浓度值， $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

表 9 示值误差测试数据（单位： $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ）

项目	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
标气浓度	20						
20%	0.07%	0.00%	-0.11%	0.12%	-0.04%	0.02%	0.02%
50%	0.09%	0.00%	-0.14%	0.31%	0.00%	0.11%	0.06%
80%	0.09%	-0.05%	-0.16%	0.45%	-0.01%	0.53%	0.07%
标气浓度	2000			100	200	300	
20%	1.97%	-0.40%	0.84%	10.00%	-1.08%	12.58%	
50%	0.57%	-1.55%	3.40%	14.93%	-3.24%	27.01%	
80%	-4.73%	1.02%	7.62%	13.78%	-6.60%	42.21%	

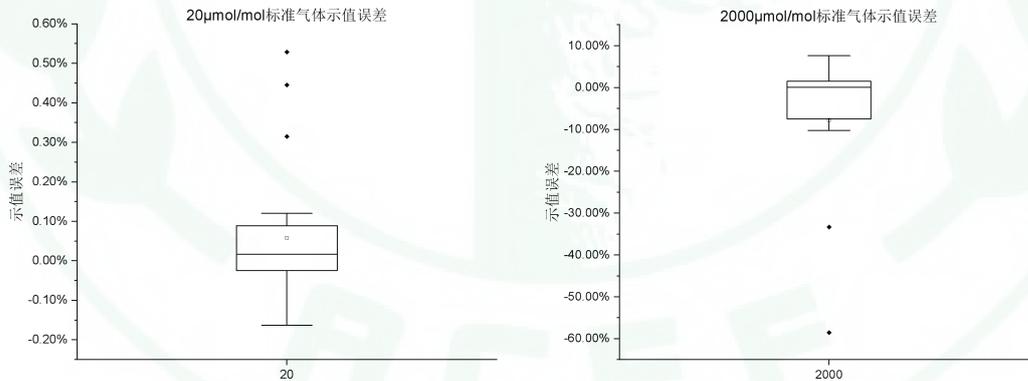


图 6 示值误差箱型图

综上所述，各品牌设备 20  $\mu\text{mol}/\text{mol}$  标准气体的示值误差范围为 -0.16~0.53 %，100  $\mu\text{mol}/\text{mol}$  标准气体的示值误差范围为 10.00~14.93 %，200  $\mu\text{mol}/\text{mol}$  标准气体的示值误差范围为 -6.60~-1.08 %，300  $\mu\text{mol}/\text{mol}$  标准气体的示值误差范围为 12.58~42.21 %，2000  $\mu\text{mol}/\text{mol}$  标准气体的示值误差范围为 -58.57~7.62 %，不同浓度下 75%的设备示值误差均未超过 15 %。因此规定

示值误差不超过满量程的 $\pm 15\%$ 。

## 5.5 检验规则

根据《无损检测仪器 抽样、出厂检验、型式检验基本要求》（GB/T 33885—2020）中的相关规定，本规范的检验分类分为出厂检验和型式检验，并规定了检验周期、抽样方案、检验项目、判定规则及处理措施。

## 5.6 标志、包装、运输和贮存

参考《测量、控制和试验室用电气设备的安全要求》（GB 4793.1—2007）、《包装储运图示标志》（GB/T 191—2008）、《机电产品包装通用技术条件》（GB/T 13384-2008）相关要求，规定了标志的位置和信息要求；包装箱信息及随机文件；运输、贮存过程要求及期限等。

## 5.7 测定

本规范在第8章对测定做了规定，按仪器使用说明书，连接管路、采样探头等，开启仪器电源，待仪器预热稳定。预热时间按仪器说明书要求，无明确要求的，预热时间不少于15 min；并在预热完成后进行仪器的气密性检查；以仪器规定的采样流量连续自动采样，待仪器读数稳定后即可记录读数，每分钟保存一个均值，连续取样5 min~15 min 测定数据的平均值可作为一个样品测定值。在测量完成后，应将仪器置于清洁空气中稳定后关机。

## 5.8 质量保证与质量控制

本规范在第9章对质量保证和质量控制的周期、内容及标准气体做了规定。

## 5.9 注意事项

本规范在第10章对仪器工作环境、仪器使用及个人防护做了规定。

# 6 先进性说明

本规范为专门针对便携式挥发性有机物检测仪（PID）的标准化规范。本规范规定了便携式挥发性有机物检测仪（PID）的规范性引用文件、术语和定义、基本要求、性能要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。针

对市场上便携式挥发性有机物检测仪（PID）品牌众多、技术水平层次不齐、缺乏统一质量控制要求的局面，在大量实验数据的基础上，兼顾技术现状和发展趋势，规定了可行的设备性能指标及测试方法、质控要求等。

## 7 征集意见情况及处理

编制组于 2023 年 10 月□□日至 11 月□□日于□□□□网站上面向社会公开征求意见。

编制组于 2023 年□□月□□日，通过邮件、传真等方式致函□□家单位书面征求意见。包括通过书面文件、电子邮件、传真等方式，共收到□□家单位□□条反馈意见，逾期未反馈视为无意见。除去重复意见，共□□条，其中采纳□□条，部分采纳□□条，不采纳□□条。

## 8 参考文献

- [1] L. Spinelle, M. Aleixandre, M. Gerboles, Protocol of evaluation and calibration of low-cost gas sensors for the monitoring of air pollution. Joint Research Center. (2013) <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/protocol-evaluation-and-calibration-low-cost-gas-sensors-monitoring-air-pollution>
- [2] L. Spinelle, M. Gerboles, M. Aleixandre, Performance evaluation of amperometric sensors for the monitoring of O<sub>3</sub> and NO<sub>2</sub> in ambient air at nmol/mol level. In: Euro sensors 2015, Procedia Engineering 120 (2015) 480–483.
- [3] L. Spinelle, M. Gerboles, M.G. Villani, M. Aleixandre, F. Bonavitacola, Field calibration of a cluster of low-cost available sensors for air quality monitoring. Part A: Ozone and nitrogen dioxide, Sens. Actuators B Chem. 215 (2015) 249–257.
- [4] L. Spinelle, M. Gerboles, M.G. Villani, M. Aleixandre, F. Bonavitacola, Field calibration of a cluster of low-cost commercially available sensors for air quality monitoring. Part B: NO, CO and CO<sub>2</sub>, Sensors Actuators B Chem 238 (2017) 706–715.
- [5] R. Williams, V. Kilaru, E. Snyder, A. Kaufman, T. Dye, A. Rutter, A. Russell, H. Hafner, Air Sensor Guidebook. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-14/159 (NTIS PB2015-100610), (2014).
- [6] R. Williams, R. Long, M. Beaver, A. Kaufman, F. Zeiger, M. Heimbinder, I. Hang, R. Yap, B. Acharya, B. Ginwald, K. Kupcho, S. Robinson, O. Zaouak, B. Aubert, M. Hannigan, R. Piedrahita, N. Masson, B. Moran, M. Rook, P. Heppner, C. Cogar, N. Nikzad, W. Griswold, Sensor Evaluation Report. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-14/143 (NTIS PB2015-100611), (2014).

- [7] B. Feenstra, V. Papapostolou, S. Hasheminassa, H. Zhang, B. D. Boghossian, D. Cocker, A. Polidori, Performance evaluation of twelve low-cost PM<sub>2.5</sub> sensors at an ambient air monitoring site. *Atmos. Environ.* 216 (2019) 116946.
- [8] A. Collier-Oxandale, B. Feenstra, V. Papapostolou, H. Zhang, M. Kuang, B. D. Boghossian, A. Polidori, Field and laboratory performance evaluations of 28 gas-phase air quality sensors by the AQ-SPEC program, *Atmos. Environ.* 220 (2020) 1-13.
- [9] R. Williams, A. Kaufman, S. Garvey. Next Generation Air Monitor (NGAM) VOC Sensor Evaluation Report. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-15/122 (NTIS PB2015-105133), (2015).
- [10] A. C. Lewis, J. D Lee, P. M. Edwards, M. D. Shaw, M. J. Evans, S. J. Moller, K. Smith, J.W. Buckley, M. Ellis, S. Gillott, A. White, Evaluating the performance of low cost chemical sensors for air pollution research, *Faraday Discuss.* 189 (2016) 85-103.
- [11] A. L. Clements, S. Reece, T. Conner, R. Williams. Observed data quality concerns involving low-cost air sensors. *Atmos. Environ: X* 3 (2019) 100034.
- [12] Addressing PID Instruments Moisture Sensitivity.  
[https://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Technical-Note-163\\_Addressings-PID-Instruments-Moisture-Sensitivity\\_08-15.pdf](https://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Technical-Note-163_Addressings-PID-Instruments-Moisture-Sensitivity_08-15.pdf)
- [13] Xia H, Dong F.Z, Wu B, et al. Sensitive absorption measurements of hydrogen sulfide at 1.578  $\mu\text{m}$  using wavelength modulation spectroscopy, *Chin. Phys. B* 24 (2015) 034204.