

团 体 标 准

T/ACEF□□□—2023

便携式挥发性有机物检测仪（FID） 技术要求及监测规范

Portable volatile organic compound detector(FID) technical
requirements and monitoring specifications

(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

中华环保联合会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 技术要求	3
6 试验方法	5
7 检验规则	8
8 标志、包装、运输和贮存	9
9 测定	10
10 质量保证和质量控制	11
11 注意事项	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件主编单位：中国环境监测总站、上海市环境监测中心、上海大学、江苏省南京环境监测中心、中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会。

本文件副主编单位：江苏天瑞仪器股份有限公司。

本文件参编单位：杭州谱育科技发展有限公司、河北优科科技发展有限公司、青岛明华电子仪器有限公司、江苏复森特种阀门有限公司、上海汉洁科学仪器有限公司、上海华爱色谱分析技术有限公司、青岛众瑞智能仪器股份有限公司、艾莫斯（天津）科技有限公司、青岛崂应海纳光电环保集团有限公司、北京雪迪龙科技股份有限公司。

本文件主要起草人：

便携式挥发性有机物检测仪（FID）技术要求及监测规范

1 范围

本标准规定了用于泄漏检测的便携挥发性有机物检测仪（FID）的术语和定义、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、测定、质量保证与质量控制和注意事项等。

本标准适用于爆炸性危险气体场所及非爆炸性危险气体环境用便携式FID检测仪（以下简称分析仪）的设计、生产和检测技术等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 2829	周期检验计数抽样程序及表
GB 3836.1	爆炸性环境 第1部分：设备通用要求
GB 3836.2	爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的設備
GB 3836.4	爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的設備
GB 4793.1	测量、控制和试验室用电气设备的安全要求
GB/T 4946	气相色谱术语
GB/T 11606	分析仪器环境试验方法
GB/T 13384	机电产品包装通用技术条件
GB/T 13966	分析仪器术语
GB/T 15479	工业自动化仪表绝缘电阻 绝缘强度技术要求和试验方法
GB/T 18268.1	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 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
HJ 38	固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法
HJ 168	环境监测分析方法标准制订技术导则
HJ 732	固定污染源废气挥发性有机物的采样气袋法
HJ 733	泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则
HJ 1012	环境空气和废气总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法
HJ 1230	工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

总烃 **total hydrocarbons (THC)**

氢火焰离子化检测器上有响应的气态有机化合物的总和，以 $\mu\text{mol/mol}$ 表示。

[来源：HJ 38，3.1有修改]

3.2

挥发性有机物 volatile organic compounds

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定确定的有机化合物。

[来源：GB 37822，3.1]

3.3

氢火焰离子化检测器 hydrogen flame ionization detector (FID)

有机物在氢火焰中燃烧时生成的离子，在电场作用下产生电信号的器件。

[来源：GB/T 4946，3.6.4.2]

3.4

方法检出限 method detection limit

用特定分析方法在给定的置信度内可从样品中定性检出待测物质的最低浓度或最小量。

[来源：HJ 168，3.1]

3.5

重复性 repeatability

指在同一实验室，使用同一方法由同一操作者对同一被测对象使用相同的仪器和设备，在相同的测试条件下，相互独立的测试结果之间的一致程度。

[来源：HJ 168，3.6]

3.6

响应时间 response time

仪器测定样品浓度时，从仪器读数开始变化到仪器最终显示稳定读数的90%浓度所需要的时间。

[来源：HJ 733，2.9]

3.7

响应因子 response factor

氢火焰离子化检测器测量其他气态有机化合物响应值相对于测量甲烷响应值的无量纲比值。

[来源：HJ 1012，3.5]

3.8

校准量程 calibration span

校准所用标准气体的浓度值，校准量程应小于或等于仪器的满量程。

[来源：HJ 1131，3.1有修改]

4 基本要求

4.1 材料

4.1.1 整机外壳采用金属或非金属导电材质，表面电阻不超过 $1 \times 10^9 \Omega$ 。

4.1.2 整机所有采样管理及进样气路用管路均耐高温、防腐蚀、不吸附、不析出且不与待测物发生反应的材质（如惰性化不锈钢或聚四氟乙烯等材质）。

4.2 工艺及装备

4.2.1 生产过程具有气密性检漏工艺、结构件清洗工艺和出厂测试工艺等完整工艺，保证生产过程规

范化。

4.2.2 生产场地应配备工艺要求相关的设备，并按要求送检。

4.3 检验检测

4.3.1 具备产品功能、性能、安规等项目的成品检测能力。

4.3.2 具备电路板和氢火焰离子化检测器等核心模块的检验能力。

5 技术要求

5.1 工作条件

仪器的工作条件应符合表 1 的规定。

表 1 影响量的参比工作条件

项目	序号	影响量	单位	正常工作条件
环境条件	1	环境温度	°C	-5~45
	2	相对湿度	%RH	20~95（不凝露）
	3	大气压力	kPa	80~106
	4	射频电磁场辐射	V/m	10
	5	工频磁场	A/m	<30
电源条件	6	电池充电器电压	V	220±10
	7	充电器频率	Hz	50±0.5

5.2 安全要求

5.2.1 在环境温度为 15 °C~35 °C，相对湿度≤95 %条件下，仪器电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于 20 MΩ。

5.2.2 在环境温度为 15 °C~35 °C，相对湿度≤95 %条件下，仪器在 1500 V（有效值）、50 Hz 正弦波试验电压下持续 1 min，不应出现击穿或飞弧现象。

5.3 功能要求

5.3.1 样品采集单元

5.3.1.1 样品采集部件及气路管路的材质应选用耐高温、防腐蚀、不吸附、不析出且不与待测物发生反应的材质（如惰性化不锈钢或聚四氟乙烯等材质），应不影响目标污染物的正常测量。

5.3.1.2 应具备从全系统校准入口校准的功能。

5.3.1.3 为防止颗粒物污染分析仪，在气体样品进入分析仪之前可设置精细过滤器；过滤器滤料的材质应不吸附并不与气态污染物发生反应，过滤器应至少能过滤 5 μm 粒径以上的颗粒物。

5.3.2 样品分析单元

5.3.2.1 应具备实时自动监测 FID 火焰状态和火焰熄灭故障报警功能。

5.3.2.2 系统采用外标法进行校准。

5.3.2.3 所用氢气气源可由与设备一体的氢气发生器产生，也可由反复充放的高压气瓶或储氢材料提供。

5.3.3 数据采集单元

5.3.3.1 整机及其数据采集单元均应具有实时数据自动记录、存储和数据导出的功能。

5.3.3.2 应具有数据采集、记录最大值、处理和软件。

5.3.3.3 断电后，应能自动保存数据，恢复供电后系统可自动启动，恢复运行状态并正常开始工作。

5.3.3.4 应具备网络传输功能，可将数据通过无线网络进行传输。

5.4 外观

表面应保持清洁，不得有污物积垢、锈蚀等现象，零件结合处应整齐，无毛刺、锐棱和粗糙不平现象，刚性连接部件不得松动。

5.5 防爆

防爆性能应符合 GB 3836.1、GB 3836.2 和 GB 3836.4 的要求，分析仪应取得国家防爆合格证，整机表面应贴有防爆标识，整机防爆组别不低于 IIC，分析仪电路板满足本安防爆要求，FID 检测器满足隔爆要求。

5.6 性能要求

5.6.1 仪器检出限

不大于 $1 \mu\text{mol/mol}$ 。

5.6.2 定量重复性

不大于 2 %。

5.6.3 响应时间

不超过 5 s。

5.6.4 线性误差

不大于 $\pm 5\%$ 。

5.6.5 零点漂移

不大于 $\pm 3 \mu\text{mol/mol}$ 。

5.6.6 量程漂移

不大于 $\pm 5\%$ 。

5.6.7 全系统示值误差

不大于 $\pm 5\%$ 。

5.6.8 平行性

两台（套）仪器测量同一标准样品示值的相对标准偏差不大于 $\pm 5\%$ 。

5.6.9 响应因子

各 VOCs 组分相对甲烷的质量响应因子应满足一定范围，见表 2。

表2 各组分响应因子范围

序号	类型	响应因子范围
1	丙烷	0.9~1.2
2	脂肪烃（乙烯）	0.8~1.2
3	芳香烃（甲苯）	0.8~1.2
4	二氯甲烷	0.75~1.15
5	含氧有机物（乙酸乙酯）	0.75~1.15

5.7 振动

按照GB/T 11606中9.4的规定进行试验，试验后其性能要求应能满足5.6.4的规定。

5.8 环境温度

按照GB/T 11606中6.4的规定进行试验，其中试验温度低温为-10℃和高温为55℃，两个温度的持续时间为4 h。试验后其性能要求应能满足5.6.4的规定。

5.9 电磁兼容性

按照GB/T 18268中表2工业场所用设备的抗扰度试验要求规定进行试验，试验后其性能要求应能满足5.6.4的规定。

6 试验方法

6.1 安全检查

按照GB/T 15479中5.3和5.4的有关规定进行试验。

6.2 功能检查

用目视的方法按照5.3的有关规定进行试验。

重量检查：将分析仪（包含主机、采样探头、电池和气瓶）放置在电子秤或磅秤上，读取秤上测量值，记录测量结果。

6.3 外观检查

用目视和手感等方法进行试验。

6.4 防爆检查

用目视的方法检查整机表面，防爆标识明显且注明：仪器满足本安防爆要求，FID检测器满足隔爆要求，防爆组别不低于IIC。

6.5 性能检查

6.5.1 仪器检出限

在正常工作条件下，待仪器运行稳定后，通入接近检出限的零气或除烃空气加标样品，待读数稳定后连续测量7次，记录测得浓度值 X_i ，其中 i 为测量次数（ $i=1, 2, \dots, n$ ），按式（1）计算所取得数据的标准偏差 S_0 ，以 S_0 记为仪器的零点噪声。

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S_0 ——零点噪声， $\mu\text{mol/mol}$ ；

X_i ——第 i 次进样测得浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

\bar{X} —— n 次进样测得浓度平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

i ——记录数据的序号（ $i=1\sim 7$ ）；

n ——记录数据的总个数（ $n=7$ ）。

按式（2）计算待测仪器的仪器检出限 R_{DL} 。仪器检出限应符合5.6.1的要求。

$$R_{DL} = 3.143S_0 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_{DL} ——待测仪器最低检出限， $\mu\text{mol/mol}$ ；

S_0 ——待测仪器零点噪声值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

3.143——连续进样7次，在99%置信区间内的值。

6.5.2 定量重复性

在正常工作条件下，待仪器运行稳定后，通入浓度为约2500 $\mu\text{mol/mol}$ 甲烷标准气体，稳定后记录仪器显示值 X_i 。重复上述步骤7次，定量重复性以多次测量的相对标准偏差RSD表示，按式（3）计算。

$$RSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \times \frac{1}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

X_i ——第 i 次测量的响应值；

\bar{X} —— n 次测量得到的响应值的平均值；

n ——测量次数（ $n=7$ ）。

6.5.3 响应时间

在正常工作条件下，待仪器运行稳定后，从采样探针入口通入浓度约为10000 $\mu\text{mol/mol}$ 的甲烷标准气体，稳定后读取分析仪显示值，撤去标准气体，通入除烃空气，分析仪显示值稳定后，再通入

上述浓度的标准气体，同时用秒表记录从通入标准气体瞬时起到分析仪显示值达到稳定值的90%时的时间。重复测量3次，取3次记录时间的算术平均值作为分析仪的响应时间。

6.5.4 线性误差

在正常工作条件下，待仪器运行稳定后，从采样探针入口依次通入浓度约为600 $\mu\text{mol/mol}$ 、2500 $\mu\text{mol/mol}$ 和10000 $\mu\text{mol/mol}$ 甲烷标准气体。30 s后分别记录标准气体通入后的稳定显示值，每种浓度连续重复测量3次，按式（4）计算仪器各浓度点的示值误差 Δc 。

$$\Delta c = \frac{\bar{A} - A_s}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Δc ——示值误差；

\bar{A} ——每种浓度3次测量响应值的平均值；

A_s ——相对应的标准气体浓度值。

6.5.5 零点漂移与量程漂移

在正常工作条件下，待仪器运行稳定后，从采样探针入口通入除烃空气记录仪器响应值 A_{z0} ，然后通入浓度约为10000 $\mu\text{mol/mol}$ 的标准气体，显示值稳定后记录仪器显示值 A_{s0} ，撤去标准气体。连续运行3 h，每间隔1 h重复上述步骤一次，同时记录分析仪显示值 A_{zi} 及 A_{si} ($i=1, 2, 3$)，按式（5）计算零点漂移，取绝对值最大的 Δ_{zi} 作为分析仪的零点漂移。

$$\Delta_{zi} = A_{zi} - A_{z0} \dots\dots\dots (5)$$

按式（6）计算量程漂移，取绝对值最大的 Δ_{si} 作为分析仪的量程漂移。

$$\Delta_{si} = \frac{A_{si} - A_{s0}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

Δ_{zi} ——零点漂移；

Δ_{si} ——量程漂移；

R ——校准量程。

6.5.6 平行性

在同一试验环境条件下，将两台（套）同型号仪器运行稳定后，进行校准。从采样探针入口依次向两台（套）仪器通入浓度为600 $\mu\text{mol/mol}$ 、2500 $\mu\text{mol/mol}$ 和10000 $\mu\text{mol/mol}$ 3种甲烷标准气体，读数稳定后分别记录两台（套）仪器通入3种浓度标准气体的测量值。按照式（7）分别计算通入每种浓度标准气体两台（套）仪器测量值的相对标准偏差，即为待测仪器的平行性。仪器测试的最大值应符合5.6.8要求。

$$P_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^2 (C_{ij} - \bar{C}_j)^2}}{\frac{1}{C_j}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中:

P_j ——两台(套)待测仪器测量第 j 种标准气体的平行性, %;

C_{ij} ——第 i 台(套)待测仪器测量第 j 种标准气体的测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

\bar{C}_j ——两台(套)待测仪器测量第 j 种标准气体的平均值, $\mu\text{mol/mol}$;

i ——待测仪器的序号($i=1, 2$);

j ——测试标准气体的序号($j=1, 2, 3$)。

6.5.7 响应因子

将目标化合物的校准气体通入仪器, 待仪器读数稳定后记录, 最后将零气通入仪器, 待仪器读数稳定后记录。重复以上步骤3次, 共获得3组标气测值和零气测值, 计算仪器读数与测量甲烷响应值的无量纲比值, 取平均值作为该化合物对参考化合物的响应因子。

6.6 振动测试

按照GB/T 11606中第9章中的规定进行试验, 试验前后分别通入浓度约为2500 $\mu\text{mol/mol}$ 甲烷标准气体, 结果分别按照式(4)进行。

6.7 环境测试

按照GB/T 11606中第6章的规定进行试验, 试验前后分别通入浓度约为2500 $\mu\text{mol/mol}$ 甲烷标准气体, 结果分别按照式(4)进行。

6.8 电磁兼容性测试

按照GB/T 18268的规定进行试验, 试验前后分别通入浓度约为2500 $\mu\text{mol/mol}$ 甲烷标准气体, 结果分别按照式(4)进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

仪器检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台分析仪须经制造厂质量检验部门检验, 所检验的项目全部达到性能要求后方可出厂, 并附有产品合格证书、使用说明书及装箱清单。

7.2.2 出厂检验项目见表3。

7.2.3 出厂检验不合格或有不合格项目时, 应返工然后复验。复验全部项目合格后, 方可出厂。

7.3 型式检验

7.3.1 检验周期

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 设计定型或生产定型时；
- b) 转厂或转移生产地时；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响分析仪性能时；
- d) 长期停产，恢复生产时；
- e) 正常生产时，定期或积累一定产量后，应进行周期性检验，一般为3年一次；
- f) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 抽样方案

型式检验的样本应从出厂检验合格的批次中随机抽取，样本量一般不少于2台。

7.3.3 判定规则

型式检验项目见表3。若型式检验不合格，应分析原因，采取纠正措施，验证有效后，重新提交检验。

表3 仪器检验项目表

序号	检验项目、要求及试验条目			检验分类	
	检验项目	要求条目	试验方法	出厂检验	型式检验
1	安全	5.2	6.1	●	●
2	功能	5.3	6.2	●	●
3	外观	5.4	6.3	●	●
4	防爆	5.5	6.4	●	●
5	方法检出限	5.6.1	6.5.1	●	●
6	定量重复性	5.6.2	6.5.2	●	●
7	响应时间	5.6.3	6.5.3	●	●
8	线性误差	5.6.4	6.5.4	●	●
9	零点漂移	5.6.5	6.5.5	—	●
10	量程漂移	5.6.6	6.5.5	—	●
11	全系统示值误差	5.6.7	—	—	●
12	平行性	5.6.8	6.5.6	—	●
13	响应因子	5.6.9	6.5.7	●	●
14	振动	5.7	6.6	—	●
15	环境	5.8	6.7	—	●
16	电磁兼容性	5.9	6.8	—	●

注：“●”表示应进行检验的项目。“—”表示不应进行检验的项目。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 仪器的标志应符合 GB 4793.1 第 5 章有关规定。

8.1.2 仪器在适当的明显位置固定铭牌，其上应有如下标志：

- a) 制造商名称、地址；
- b) 仪器名称、型号；
- c) 制造日期；
- d) 出厂编号；
- e) 准确度等级；
- f) 防爆标识和防爆等级。

8.2 包装

8.2.1 仪器包装应符合 GB/T 13384 中防潮、防震包装规定。

8.2.2 全套分析仪至少应包括以下几部分：

- a) 便携式FID分析仪一套：含主机、电池、采样探头和充氢气套件等及其必要的部件；
- b) 必须的附件。

8.2.3 包装箱的适当明显位置上应有下列标志：

- a) 仪器型号、名称
- b) 制造厂商标或名称、地址；
- c) 出厂编号、包装箱序号及数量；
- d) 包装储运图示标志：“易碎物品”“向上”“怕雨”等应符合GB/T 191规定；
- e) 发货地点及收货单位。

8.2.4 随机文件，包括：

- a) 装箱清单；
- b) 产品合格证；
- c) 用户说明书；
- d) 出厂测试报告。

8.3 运输和贮存

8.3.1 仪器在运输过程中和贮存时应防止受到剧烈冲击、雨淋、风沙侵入。

8.3.2 仪器应原箱存放保管，仓库环境温度为-20℃~70℃，相对湿度不大于85%，不应有能引起仪器腐蚀及电气绝缘性能降低的有害物质存放。

9 测定

9.1 开机预热

预热期间应保持仪器处于检测状态，管路、采样探头连接完好。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30 min。

9.2 气密性检查

按照仪器说明书中规定的步骤检查仪器采样管路的气密性。无明确要求的，可通过堵住仪器采

样探头的方式检查，若仪器熄火或流量显示为0，则证明气密性良好。

9.3 仪器零点与全系统示值误差检查

校准气体，对于氢火焰离子化检测仪，需配备LDC 1倍~1.1倍（以执行标准中较高LDC为准）和 10000 $\mu\text{mol/mol}$ ~11000 $\mu\text{mol/mol}$ 两种浓度的甲烷有证气体标准物质。相对扩展不确定度不大于2%，包含因子 $k=2$ ，且在有效期之内。

预热完成后，通入零气，仪器示值不应超过 $\pm 3 \mu\text{mol/mol}$ ，否则应调零；依次通入两种浓度的气体标准物质，记录仪器示值。计算全系统示值误差不大于 $\pm 5\%$ ，方可用于检测，否则需校准仪器。

9.4 环境背景测试

环境背景测试应按照HJ 1230规定的方法，实施检测。

9.5 泄漏测试

泄漏测试应按照HJ 1230规定的内容方法，实施检测。

9.6 检测仪器异常处理

检测过程中氢火焰离子化检测仪异常熄火，应及时查找原因并处理。仪器故障导致的异常熄火，处理后，按 6.5.4 条的要求进行零点与示值检查。由于氮气、VOCs浓度较高等原因导致的异常熄火，宜用零气稀释后检测，泄漏检测值按式（8）修正。

$$SV' = n \times SV \dots\dots\dots (8)$$

式中：

SV' ——修正后的泄漏检测值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

SV ——稀释后的泄漏检测值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

n ——稀释倍数，稀释后气体体积与样品气体体积的比值。

9.7 测定结束

9.7.1 测量结束后，用除烃空气清洗测定仪，待仪器示值稳定。

9.7.2 直接从采样管通入标准气体进行全系统示值误差检查。

9.7.3 全系统示值误差的计算结果不满足5.6要求时，样品测定结果无效，应调整仪器重新进行检测和质量检查；

9.7.4 零点漂移、量程漂移的计算结果任一项不需满足5.6要求时，应及时维护或修复仪器；

9.7.5 用除烃空气清洗测定仪，待仪器示数稳定后，关闭仪器和预处理器电源，断开仪器各部分连接，整理好仪器装箱，测试结束。

10 质量保证和质量控制

10.1 样品测定后测定标准气体，计算测定的全系统示值误差，应满足测试要求。

10.2 仪器使用期间，每个月至少进行一次零点漂移、量程漂移检查，如仪器长期未使用（超过1个月），在下一使用时应当进行一次零点漂移、量程漂移检查。

11 注意事项

11.1 测定前应检查探头滤膜，必要时更换滤膜。

11.2 应避免检测高温（ $>50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）、高湿（ $>95\text{ \%RH}$ ）或者有腐蚀性物质（如：酸、碱、盐）的样品。

11.3 设备泄漏和敞开液面排放检测现场工作环境中可能存在有毒有害物质，测试现场应做好个人防护。

