

ICS ×××××××

×××

备案号: XXXX-XXXX

DB50

重 庆 市 地 方 标 准

DB 50/T 679—2016

固定污染源废气 VOCs 的测定 气相色谱-质谱法

Determination of exhaust gas of stationary source volatile organic compounds
Gas chromatograph-mass spectrometry

2016—07—20 发布

2016—10—01 实施

重 庆 市 环 境 保 护 局
重 庆 市 质 量 技 术 监 督 局 发布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 方法原理.....	1
4 试剂和材料.....	1
5 仪器和设备	2
6 样品.....	2
7 分析.....	5
8 结果计算与表示.....	8
9 精密度和准确度.....	1 0
10 质量保证和质量控制.....	1 0
附录 A（规范性附录） 目标化合物的检出限和测定下限	1 2
附录 B（资料性附录） 目标化合物的测定参考信息	1 3
附录 C（资料性附录） 方法的精密度和准确度	1 4

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》等法律、法规，保护和改善生活环境、生态环境，保障人体健康，规范固定污染源废气中挥发性有机污染物的监测方法，制定本标准。

本标准规定了固定污染源废气中挥发性有机物的气相色谱-质谱测定法。

本标准为首次发布。

本标准由重庆市环境保护局提出并归口。

本标准起草单位：重庆市环境监测中心。

本标准主要起草人：邓力，罗财红，邹家素，朱明吉，郭志顺，龚玲，余轶松。

本标准于 2016 年 7 月 20 日发布，自 2016 年 10 月 1 日起实施。

固定污染源废气 VOCs 的测定 气相色谱-质谱法

警告：本方法所使用的部分化学药品对人体健康有害，操作时应按规定要求佩带防护器具，避免接触皮肤和衣服。所有药品均应完全密封独立储放，并放置于低温阴凉处，以免外漏污染。

1 适用范围

本标准规定了固定污染源有组织和无组织排放废气中 19 种挥发性有机物的气相色谱-质谱法。

本方法适用于固定污染源有组织和无组织排放废气中 19 种挥发性有机物的测定，包括苯，甲苯，乙苯，间-二甲苯，对-二甲苯，邻-二甲苯，1,2,4-三甲苯，1,3,5-三甲苯，1,2,3-三甲苯，苯乙烯，丙酮，丁酮，环己酮，乙酸乙酯，乙酸丁酯，正丁醇，异丁醇，甲基异丁酮，乙酸异丁酯。其他污染源排放的挥发性有机物通过验证也适用于本标准。

本方法在进样量为 100.0 ml 时，19 种物质其检出限范围为 $0.0008 \text{ mg/m}^3 \sim 0.03 \text{ mg/m}^3$ ，测定下限为 $0.0032 \text{ mg/m}^3 \sim 0.12 \text{ mg/m}^3$ 。详见附录 A。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）
- HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- HJ/T 55 大气污染物无组织排放检测技术导则

3 方法原理

废气中的挥发性有机物由惰性化处理过的不锈钢罐直接采样，经过进样预浓缩系统浓缩后进入气相色谱-质谱联用仪分析，采用保留时间和定性离子定性，内标法定量。

4 试剂和材料

4.1 VOC 标准气体：浓度为 100.0 mg/m^3 。高压钢瓶保存。可根据实际工作需要，购买有证标准气体或在有资质单位定制合适的混合标准气体。

- 4.2 内标标准气体：组分为 1,4-二氟苯、氯苯-d5。各组分浓度为 100.0 mg/m³。
- 4.3 4-溴氟苯（BFB）：浓度为 50 µg/ml。用于 GC-MS 性能检验。取适量色谱纯的 4-溴氟苯（BFB）配制于一定体积的甲醇（4.7）中。
- 4.4 高纯氮气(>99.999%)。
- 4.5 高纯氮气(>99.999%)。
- 4.6 液氮。
- 4.7 甲醇：农残级或者等效级。

5 仪器和设备

- 5.1 气相色谱-质谱联用仪：气相部分具有电子流量控制器，柱温箱具有程序升温功能，可配备柱温箱冷却装置。质谱部分具有 70 eV 电子轰击（EI）离子源，有全扫描/选择离子（SIM）扫描、自动/手动调谐、谱库检索等功能。
- 5.2 毛细管色谱柱：60 m×0.25 mm，1.4 µm 膜厚（6 %腈丙基苯基-94 %二甲基聚硅氧烷固定液），或其他等效毛细管色谱柱。
- 5.3 气体冷阱浓缩仪：具有自动定量取样及自动添加标准气体、内标的功能。至少具有二级冷阱：其中第一级冷阱能冷却到-180 °C，第二级冷阱能冷却到-50 °C；若具有冷冻聚焦功能的第三级冷阱（能冷却到-180 °C），效果更好。气体浓缩仪与气相色谱-质谱联用仪连接管路均使用惰性化材质，并能在 50°C~150 °C 范围加热。
- 5.4 浓缩仪自动进样器：可实现采样罐样品自动进样。
- 5.5 罐清洗装置：能将采样罐抽至真空（<10 Pa），具有加温、加湿、加压清洗功能。
- 5.6 气体稀释装置：最大稀释倍数可达 1000 倍。
- 5.7 采样罐：内壁惰性化处理的不锈钢采样罐，容积 3.2 L、6 L 等规格。耐压值>241 kPa。
- 5.8 液氮罐：不锈钢材质，容积为 100 L~200 L。
- 5.9 流量控制器：与采样罐配套使用，使用前用标准流量计校准。
- 5.10 校准流量计：在 0.5 ml/min~10.0 ml/min 或 10 ml/min~500 ml/min 范围精确测定流量。
- 5.11 真空压力表：精确要求≤7 kPa（1 psi），压力范围：-101 kPa~202 kPa。
- 5.12 抽气泵：双通道无油采样泵，双通道能独立调节流量。
- 5.13 采样管：足够长度的聚四氟乙烯管。
- 5.14 过滤器或玻璃棉过滤头：过滤器孔径≤10 µm，或直接将实验用玻璃棉加装在采样管前端，过滤排气中颗粒物。

6 样品

6.1 采样前准备

罐清洗：使用罐清洗装置对采样罐进行清洗，清洗过程可按罐清洗装置说明书进行操作。清洗过程中可对采样罐进行加湿，降低罐体活性吸附。必要时可对采样罐在 50℃~80℃ 进行加温清洗。

清洗完毕后，将采样罐抽至真空（<10 Pa），待用。

每清洗 20 只采样罐，应至少取一只清洗后的罐注入高纯氮气，分析氮气样品，以确定清洗后的采样罐是否清洁。每个采集高浓度样品的真空罐在使用后应标识，清洗后放置 1 天以上，使用前进行本底污染的分析，确认无污染残留后使用。

6.2 预调查

在测试固定污染源废气中挥发性有机物排气前，需事先调查污染源相关信息，包括企业生产使用的有机溶剂名称及用量、生产负荷、生产工艺、废气治理工艺等情况。

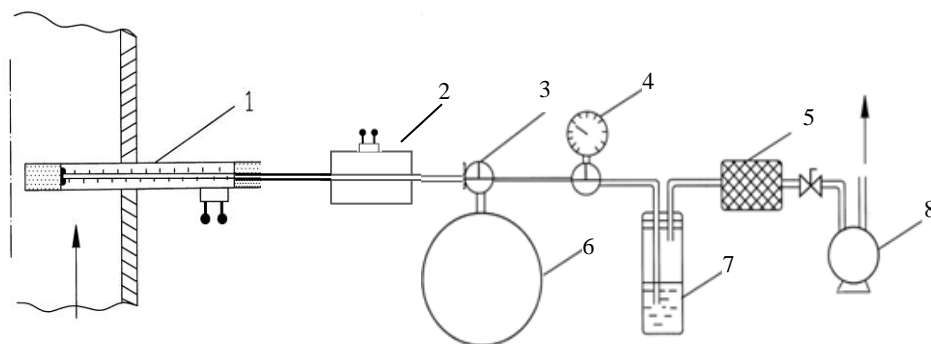
6.3 采样

6.3.1 有组织采样

按照 GB/T 16157、HJ/T 373、HJ/T 397 的相关规定和采样要求，确定采样位置、采样频次和采样时间，进行样品采集。

6.3.1.1 采样管路连接。

如图 1 管路连接。洗涤瓶和吸附剂用于排放废气的吸收处理。



1—采样管；2—过滤器；3—三通阀；4—真空压力表；5—吸附剂；
6—不锈钢罐；7—洗涤瓶；8—抽气泵。

图 1 不锈钢罐采样系统

系统漏气检查：关上采样管出口三通阀，打开抽气泵抽气，使真空压力表负压上升到 13 kPa，关闭抽气泵一侧阀门，如压力计压力在 1min 内下降不超过 0.15 kPa，则视为系统不漏气。如发现漏气，要重新检查、安装，再次检漏，确认系统不漏气后方可采样。

当排放口排气压力为正压或常压时，可直接用聚四氟乙烯采样管连接不锈钢罐进行采样，在采样管前端加塞玻璃棉过滤头。连接管路应尽可能短，内径应大于 6 mm。不锈钢罐安装流量控制器，根据排气中 VOCs 浓度的高低，调节流量控制器来控制采样时间，一般采集样品 20 min ~60 min。

当排放口排气压力为负压时，应按照图 1 所示不锈钢罐采样系统连接。在聚四氟乙烯采样管后连接一个三通阀门，分别连接不锈钢罐和抽气泵。采样前，开启连接抽气泵一侧的阀门，以 1L/min 流量抽气约 5 min，置换采样系统的空气。然后切换至不锈钢罐的气路，开启阀门使气体进入不锈钢罐。连接管路应尽可能短，内径应大于 6 mm。不锈钢罐安装流量控制器，根据排气中 VOCs 浓度的高低，调节流量控制器来控制采样时间，一般采集样品 20 min ~60 min。流量控制器采样流量对应的采样时间见表 1。

表 1 不同恒定流量对应的采样时间

不锈钢罐溶剂 3.2L		不锈钢罐溶剂 6L	
采样流量 (ml/min)	对应采样时间	采样流量 (ml/min)	对应采样时间
160	20 min	160	35 min
100	30 min	/	/
48	1 h	90	1 h
6.2	8 h	12	8 h
2.1	24 h	3.8	24 h

6.3.1.2 同步测定并记录排气管道内废气温度、流量和含湿量等参数。

6.3.1.3 由于质控等特殊要求，需要采集平行样品时，可将三通阀更换为四通阀，将负压相同的两个不锈钢罐并联，同时开启，同步采集。

6.3.2 无组织采样

按照 HJ/T 55 的相关规定和采样要求，确定采样点位、采样频次和采样时间，进行样品采集。

6.3.2.1 开启不锈钢罐控制阀门。

当采集瞬时样品时，只需开启不锈钢罐阀门，使无组织气体被吸入不锈钢罐内，达到压力平衡后关闭不锈钢罐。

当需要采集累积时段样品时，不锈钢罐安装流量控制器，根据无组织中 VOCs 含量大小调整持续采样时间。不同恒定流量对应的采样时间见表 1。

6.3.2.2 同步测定并记录大气压力、风速风向、环境温度等气象参数。

6.4 全程序空白采样

将高纯氮气（4.5）注入预先清洗好并抽至真空的采样罐（5.7）带至采样现场，与同批次采集样品后的采样罐一起送回实验室分析。

6.5 样品保存

不锈钢罐采样后，立即将阀门拧紧密封。样品在常温下保存，采样后尽快分析，14 天内分析完毕。

7 分析

7.1 仪器参考条件

7.1.1 预浓缩仪进样装置条件

一级冷阱：捕集温度：-150 °C； 解析温度：10 °C； 阀温：100 °C； 烘烤温度：150 °C； 烘烤时间：5 min；

二级冷阱：捕集温度：-30 °C； 解析温度：180 °C； 烘烤温度：180 °C； 烘烤时间：2.5 min；

三级聚焦：聚焦温度：-160 °C； 解析时间：2.5 min。

7.1.2 气相色谱仪参考条件

柱温：50 °C（5 min）→5 °C/min→150 °C(2 min)→15 °C/min→200 °C(1 min)； 载气流量：1.0 ml/min；

进样口温度：140 °C；

溶剂延迟时间：2 min；

载气流量：1.0 ml/min；

分流比：10:1。

7.1.3 质谱仪参考条件

扫描方式：全扫描或选择离子扫描，选择离子扫描参数参考表 2； 扫描范围：30 aum~200 aum； 离子化能量：70 eV。

表 2 选择离子扫描参数

序列	扫描时间/min	离子对数	扫描离子
1	0.0	4	43+58+61+72
2	12.5	4	41+43+49+130
3	14.0	4	31+56+77+78
4	15.0	3	63+88+114
5	17.5	4	43+56+58+91
6	20.0	4	43+56+82+117
7	23.2	2	91+106
8	24.5	6	42+55+93+103+104+106
9	25.9	4	95+174+176
10	27.0	3	105+119+120

注：不同型号仪器的最佳工作条件不同，应按照仪器使用说明书进行操作。本标准给出了仪器参考条件。

7.2 仪器性能检查

在分析样品前，需要检查 GC/MS 仪器性能。将 4-溴氟苯（BFB）（4.3）1 μ L（50 ng）进样，得到的 BFB 关键离子丰度必须符合表 3 中的标准。

表 3 4-溴氟苯关键离子及其丰度标准

质量	离子丰度标准	质量	离子丰度标准
50	质量数 95 的 15%~40%	174	质量数 95 的 50%-120%
75	质量数 95 的 30%~60%	175	质量数 174 的 5%~9%
95	基峰，100%相对丰度	176	质量数 174 的 95%~101%
96	质量数 95 的 5%~9%	177	质量数 176 的 5%~9%
173	小于质量数 174 的 2%	—	—

7.3 校准

7.3.1 标准系列配制

将 VOC 标准气体（4.1）的钢瓶和高纯氮气（4.5）钢瓶与气体稀释装置（5.6）连接，设定稀释倍数，打开钢瓶阀门调节两种气体的流速，待流速稳定后取预先清洗好并抽至真空的采样罐（5.7）连在气体稀释装置（5.6）上，打开采样罐阀门开始配气。配制 1.0 mg/m³、2.0 mg/m³、5.0 mg/m³、10.0 mg/m³、20.0 mg/m³（可根据实际样品情况调整）的标准系列。

7.3.2 内标使用气体配制

内标使用气体浓度为 5.0 mg/m³。将内标标准气体（4.2）按 7.3.1 步骤配制而成。

7.3.2 校准曲线绘制

通过浓缩仪自动进样器（5.4）分别抽取 1.0 mg/m³、2.0 mg/m³、5.0 mg/m³、10.0 mg/m³、20.0 mg/m³ 标准系列气体 400 ml，同时加入 5.0 mg/m³ 内标使用气体 100 ml，按照仪器参考条件，依次从低浓度到高浓度进行测定。根据目标化合物/内标化合物质量比和目标化合物/内标化合物特征质量离子峰面积比，用相对响应因子（RRF）绘制校准曲线。按照公式（1）计算目标化合物的相对响应因子（RRF）。

$$RRF = \frac{A_x}{A_s} \times \frac{C_s}{C_x} \quad (1)$$

式中：*RRF* ——目标化合物的相对响应因子，无量纲

A_x ——目标化合物特征离子的峰面积；

A_s ——内标化合物特征离子的峰面积；

C_x ——目标化合物浓度，mg/m³；

C_s ——内标化合物浓度，mg/m³；

7.3.3 标准色谱图

目标化合物参考色谱图见图2。

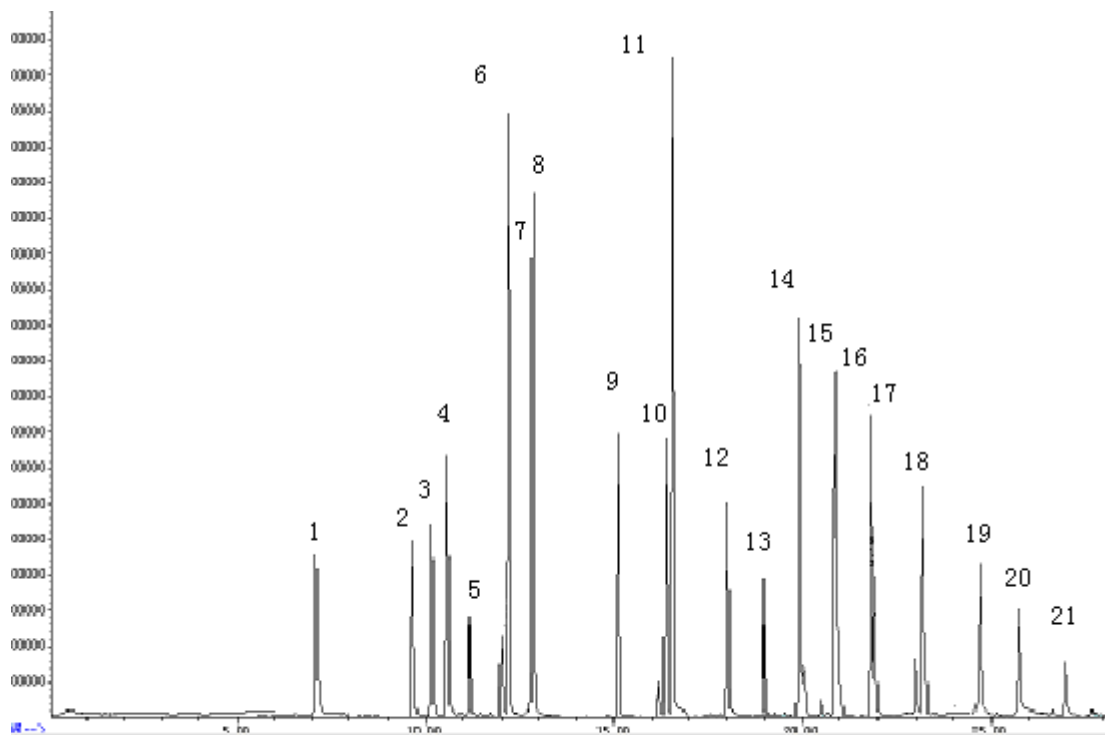


图2 挥发性有机物标准谱图

1 丙酮；2 丁酮；3 乙酸乙酯；4 异丁醇；5 正丁醇；6 苯；7 1,4-二氟苯（内标）；8 甲基异丁酮；9 乙酸异丁酯；10 甲苯；11 乙酸丁酯；12 氯苯-d5（内标）；13 乙苯；14 间-二甲苯；15 对-二甲苯；16 苯乙烯；17 邻-二甲苯；18 环己酮；19 1,2,4-三甲苯；20 1,3,5-三甲苯；21 1,2,3-三甲苯。

7.3.4 目标化合物出峰时间详见附录 B，附表 B-1。

7.4 样品测定

通过浓缩仪自动进样器（5.4）抽取样品 400 ml，同时加入 5.0 mg/m^3 内标使用气体 100 ml，按照仪器参考条件进行测定。

7.5 全程序空白样品测定

按照与样品测定相同的操作步骤进行全程序空白样品的测定。

8 结果计算与表示

8.1 定性

以全扫描方式进行测定，根据样品中目标化合物的相对保留时间、定量离子和辅助定性离子间的丰度比与标准中目标化合物对比来定性。样品中目标化合物的相对保留时间（RRT）与校准系列中该化合物的相对保留时间的偏差应在 $\pm 3.0\%$ 内。校准系列目标化合物的相对离子丰度高于 10% 以上的所有离子在样品中要存在。标准和样品谱图之间上述特定离子的相对强度要在 20% 之内。

按照公式（2）计算相对保留时间。

$$RRT = \frac{RT_x}{RT_s} \quad (2)$$

式中： RRT ——目标化合物的相对保留时间，无量纲

RT_x ——目标化合物的保留时间，min

RT_s ——内标化合物的保留时间，min

8.2 定量

8.2.1 目标化合物的浓度计算

采用平均相对响应因子（ \overline{RRF} ）进行定量计算，平均相对响应因子按照公式（3）计算，样品中目标化合物的浓度按照公式（4）进行计算。

$$\overline{RRF} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} RRF}{n} \quad (3)$$

式中： \overline{RRF} ——校准曲线平均响应因子，无量纲；

RRF ——目标化合物的相对响应因子，无量纲；

n ——校准系列点数

$$C_{id} = \frac{A_x C_s V_s}{A_s V_x \overline{RRF}} \quad (4)$$

式中： C_{id} ——标准状态下已鉴定和定量的目标化合物浓度， mg/m^3 。

A_x ——目标化合物特征离子的峰面积；

A_s ——内标化合物特征离子的峰面积；

C_s ——内标化合物浓度， mg/m^3 ；

V_s ——标准气体进样体积，ml；

V_x ——样品进样体积，ml；

\overline{RRF} ——校准曲线平均响应因子。

将上式计算结果换算成标准状态下 mg/m^3 单位表示。

8.2.2 总挥发性有机化合物（TVOC）的浓度计算

空气样品中 TVOC 的浓度按公式 (5) 进行计算。

$$C_{TVOC} = \sum_{i=1}^{i=n} C_{id} + \sum_{i=1}^{i=n} C_{un} \quad (5)$$

式中： C_{TVOC} ——标准状态下 TVOC 的浓度， mg/m^3 。

C_{id} ——标准状态下已鉴定和定量的挥发性有机化合物浓度， mg/m^3 。

C_{un} ——标准状态下用甲苯的响应系数计算未鉴定的挥发性有机化合物浓度， mg/m^3 。

8.3 结果表示

列出所有目标化合物的浓度。当目标化合物的浓度小于 $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 时，分析结果保留至小数点后 3 位，当目标化合物的浓度大于等于 $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 时，保留 3 位有效数字。

9 精密度和准确度

配制挥发性有机物含量为 $5.0 \text{ mg}/\text{m}^3$ 标准样品，连续进样 5 次，精密度由相对标准偏差表示，结果小于 10 %；准确度由相对误差表示，结果小于 15 %。

结果详见附录 C。

10 质量保证和质量控制

10.1 全程序空白

每批样品应至少做一个全程序空白样品，目标化合物浓度均应低于方法测定下限。否则应查找原因，并采取相应措施，消除干扰或污染。

10.2 空白加标

每批样品应至少做一个空白加标，回收率应在 80%~120 %。

10.3 平行样品分析

每 10 个样品或每批样品（少于 10 个）采样采集平行样品，平行样品分析相对偏差小于 30 %。

10.4 每批样品应分析一个校准曲线中间浓度点的样品，其相对误差要在 20 % 以内。若超出允许范围，应重新配制中间浓度点，若还不能满足要求，应重新绘制校准曲线。

10.5 系统处理要求

试验中用到的不锈钢罐及其配气系统、清洗系统和预浓缩进样系统，管路内壁都需要硅烷化处理，减少对目标化合物的吸附。

11 注意事项

- 11.1 采样时，应根据实际情况注意温度、湿度及颗粒物等因素对采样效率的影响。
- 11.2 实验室环境应远离有机溶剂，降低、消除有机溶剂和其它挥发性有机物的本底干扰。
- 11.3 进样系统、冷阱浓缩系统中气路连接材料挥发出的挥发性有机物会对分析造成干扰。适当升高、延长烘烤时间，将干扰降至最低。
- 11.4 所有样品经过的管路和接头均需进行惰性化处理，并保温以消除样品吸附、冷凝和交叉污染。
- 11.5 易挥发性有机物在运输保存过程中可能会经阀门等部件扩散进入采样罐中污染样品。样品采集结束后，须确认阀门完全关闭，并用密封帽密封采样罐采样口，隔绝外界气体，可有效降低此类干扰。
- 11.6 分析高浓度样品后，须增加空白分析，如发现分析系统有残留，可启用气体冷阱浓缩仪的烘烤程序，去除残留。

附录A

(规范性附录)

目标化合物的检出限和测定下限

当进样量为100.0 ml时，19种目标化合物的方法检出限和测定下限，见附表A.1。

附表A.1 目标化合物的检出限和测定下限

序号	目标化合物	检出限 mg/m ³	测定下限 mg/m ³
1	丙酮	0.005	0.020
2	丁酮	0.005	0.020
3	乙酸乙酯	0.003	0.012
4	异丁醇	0.008	0.032
5	正丁醇	0.02	0.080
6	苯	0.001	0.004
7	甲基异丁酮	0.003	0.012
8	乙酸异丁酯	0.004	0.016
9	甲苯	0.0008	0.003
10	乙酸丁酯	0.002	0.008
11	乙苯	0.009	0.036
12	间-二甲苯	0.004	0.016
13	对-二甲苯	0.004	0.016
14	苯乙烯	0.01	0.040
15	邻二甲苯	0.004	0.016
16	环己酮	0.02	0.080
17	1,2,4-三甲苯	0.02	0.080
18	1,3,5-三甲苯	0.02	0.080
19	1,2,3-三甲苯	0.03	0.120

附录B

(资料性附录)

目标化合物的测定参考信息

19种目标化合物的定量离子和辅助离子、出峰顺序信息，见附表B.1。

附表B.1 目标化合物的测定参考信息

序号	保留时间 (min)	目标化合物 中文名称	目标化合物 英文名称	CAS No.	定量离子	辅助离子
1	8.048	丙酮	Acetone	67-64-1	43	58,42
2	11.592	丁酮	2-Butanone	78-93-3	43	72,29,57
3	12.293	乙酸乙酯	Ethyl acetate	141-78-6	43	61,45
4	13.009	异丁醇	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	43	41,42
5	14.474	正丁醇	Butyl alcohol	71-36-3	56	31,41
6	14.640	苯	Benzene	71-43-2	78	77,50
7	17.889	甲基异丁酮	Methyl isobutyl ketone	108-10-1	43	58,41,57,85
8	19.263	乙酸异丁酯	Isobutyl acetate	110-19-0	43	56,73
9	19.397	甲苯	Methyl benzene	108-88-3	91	92
10	20.960	乙酸丁酯	n-Butyl acetate	123-86-4	43	56,41
11	23.468	乙苯	ethylbenzene	100-41-4	91	106
12	23.808	间-二甲苯	p-Xylene	108-38-3	91	106
13	23.875	对-二甲苯	m-Xylene	106-42-3	91	106
14	24.754	苯乙烯	Styrene	100-42-5	104	78
15	24.810	邻-二甲苯	o-Xylene	95-47-6	91	106
16	24.893	环己酮	Cyclohexanone	108-94-1	55	42,98
17	27.719	1,2,4-三甲苯	1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	105	120
18	28.759	1,3,5-三甲苯	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	105	120
19	29.983	1,2,3-三甲苯	1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	105	120

附录C

(资料性附录)

方法的精密度和准确度

附表C.1中给出了方法的精密度和准确度指标。

附表C.1 方法的精密度和准确度

目标化合物	测定结果 (mg/m ³)					平均值 (mg/m ³)	相对误差%	RSD %
	1	2	3	4	5			
丙酮	4.55	5.03	4.67	4.66	4.87	4.76	4.8	3.6
丁酮	4.81	4.69	4.12	4.39	4.78	4.56	8.8	5.8
乙酸乙酯	5.03	5.12	4.89	5.32	5.41	5.15	3.0	3.7
异丁醇	4.76	4.51	4.48	4.95	4.32	4.60	8.0	4.9
正丁醇	4.96	4.35	4.69	5.03	5.11	4.83	3.4	5.7
苯	5.09	4.57	5.57	5.36	5.24	5.17	3.4	6.5
甲基异丁酮	4.66	5.09	4.35	4.22	4.71	4.61	7.8	6.6
乙酸异丁酯	4.09	4.21	4.96	4.06	4.32	4.33	13.4	7.6
甲苯	5.22	5.14	5.00	5.03	4.89	5.06	1.2	2.2
乙酸丁酯	4.69	4.88	4.74	4.36	4.09	4.55	9.0	6.3
乙苯	4.43	4.32	4.28	4.29	4.51	4.37	12.6	2.0
间-二甲苯	4.98	5.03	5.34	5.32	4.81	5.10	2.0	4.0
对-二甲苯	4.51	4.63	4.63	4.78	5.36	4.78	4.4	6.3
苯乙烯	4.66	4.32	4.98	4.33	5.03	4.66	6.8	6.5
邻-二甲苯	5.36	5.28	5.47	4.95	4.86	5.18	3.6	4.9
环己酮	4.39	4.08	3.95	4.75	4.85	4.40	12.0	8.1
1,2,4-三甲苯	4.53	4.63	4.85	4.45	4.69	4.63	7.4	3.0
1,3,5-三甲苯	4.13	4.19	4.28	4.57	4.92	4.42	11.6	6.6
1,2,3-三甲苯	4.25	4.39	4.44	5.03	5.09	4.64	9.2	7.5

注：上述所有数据结果均是采用全扫描方式测定所得。