

ICS 93.080.99
CCS P 51

DB 13

河 北 省 地 方 标 准

DB 13/T 6184—2025

沥青路面材料 挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法

2025-08-11 发布

2025-09-11 实施

河北省市场监督管理局 发布

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。

本文件的某些内容可能涉及到专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由河北省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：邯郸市交通运输局干线公路建设管理中心、北京工业大学、邯郸中建恒质工程项目管理有限公司、河北唯达公路工程有限公司、河北工程大学、邯郸市交通运输局综合行政执法支队、邯郸市交通建设投资管理中心、邯郸市交通运输局合资合作公路管理中心、邯郸市交通运输局场站服务中心。

本文件主要起草人：弓社强、高颖、王超、龙永杰、栗剑、田秀珍、郑光超、胡晓芬、李昭、郭炜、陈月花、弓世凯、周波超、曹志龙、白新燕、郭曼莉、李合丰、刘逢涛、边建民、宫官雨。

沥青路面材料 挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法

警告：本文件使用的标准品为易挥发的有毒化学品，操作时应按照要求佩戴防护器具，避免吸入或接触皮肤和衣物。

1 范围

本文件描述了利用气相色谱-质谱仪测定沥青路面材料挥发性有机物的方法。

本文件适用于沥青路面材料挥发性有机物的测定。

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 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准

HJ 604 环境空气总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定直接进样-气相色谱法

HJ 732 固定污染源废气挥发性有机物的采样气袋法

HJ 759 环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法

3 术语和定义

GB 37822界定的术语和定义适用于本文件。

4 方法原理

采用内壁惰性化处理过的真空罐或气袋采集一定温度下沥青路面材料挥发出的VOCs样品，样品经预浓缩、热脱附后，进入气相色谱分离，用质谱检测法进行检测，通过与标准物质保留时间和质谱图相比较进行定性，再基于浓度与峰面积的关系构建标准曲线法，进行定量计算。

5 试剂和材料

5.1 标准气：浓度不低于 $1 \mu\text{mol/mol}$ ，压力不低于 1.0 MPa，可保存一年（或参见标准气证书的相关说明）。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。

5.2 标准使用气：使用气体稀释仪（6.3）将标准气（5.1）用高纯气（5.3）稀释至指定浓度（ nmol/mol ）。也可采用静态稀释法，使用液体标准物质配制。

5.3 氮气：纯度 $\geq 99.999\%$ 。

5.4 氦气：纯度 $\geq 99.999\%$ 。

5.5 吸附剂：Tenax、Carbopack、硅胶等吸附剂，或者其他等效吸附剂。

6 仪器和设备

6.1 气相色谱-质谱仪：色谱部分具有程序升温功能，质谱部分具有 70 eV 的电子轰击（EI）电离源，配 NIST 质谱图库，具有全扫描（SCAN）、手动/自动调谐、数据采集及谱库检索等功能。

6.2 毛细管色谱柱：石英毛细管色谱柱，60 m（长度） $\times 0.32 \text{ mm}$ （内径） $\times 1.8 \mu\text{m}$ （膜厚），填料为 6 % 氰丙基苯基 94 % 二甲基聚硅氧烷。也可使用其他等效毛细管色谱柱。

6.3 气体稀释仪：最大稀释倍数不小于 100 倍。

6.4 采样罐：耐压值大于 241 kPa 的内壁惰性化处理的不锈钢罐。应符合 HJ 759 相关要求。

6.5 气袋：氟聚合物薄膜气袋，应符合 HJ 732 相关要求。

6.6 气体浓缩仪：具有自动定量取样的功能。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。

7 样品采集与保存

7.1 样品采集

7.1.1 罐采样

罐采样方式应符合HJ 759要求。

7.1.2 气袋采样

气袋采样方式应符合HJ 604和HJ 732要求。

7.2 样品保存

采样罐样品：样品在常温下保存，采样后尽快分析，20天内分析完毕。

气袋样品：样品避光保存，采样后尽快分析，一般不超过8小时。

7.3 空白试样

将高纯度氮气（5.3）注入预先清洗好的气袋（6.5）或清洗好并抽至真空的采样罐（6.4），作为空白试样。

7.4 全程序空白

将高纯度氮气（5.3）注入预先清洗好的气袋（6.5）或清洗好并抽至真空的采样罐（6.4）带至采样现场，与同批次样品一起运回实验室。

8 分析步骤

8.1 检出限

当采样体积为100 mL时，本方法检出限为 $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 14.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，测定下限 $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 59.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，检出限应符合附录A的要求。

注：不同厂家或批号的仪器性能不同，在确保满足本文件方法检出限的前提下，实验室可适当调整取样体积。

8.2 气体浓缩

可采用两种气体浓缩方式。

8.2.1 单级冷阱气体浓缩

取样体积100 mL（根据样品中的挥发性有机物浓度和气体浓缩仪状况，取样体积可在10 mL～400 mL范围内取整）。

参考条件：进样流速为50 mL/min；进样阀温度：160 °C；冷阱捕集温度：-20 °C；脱附温度：260 °C；脱附时间：2 min；传输线温度：160 °C。

8.2.2 多级冷阱气体浓缩

取样体积100 mL（根据样品中的挥发性有机物浓度和气体浓缩仪状况，取样体积可在10 mL～400 mL范围内取整，若样品中化学物浓度较高，也可通过气体稀释仪对样品进行稀释处理（6.3）），其他条件参数可按照气体浓缩使用说明或厂家工程师要求或建议设定。

参考条件：进样流速60 mL/min，一级冷阱捕集温度-40 °C，二级冷阱捕集温度-70 °C，三级冷阱捕集温度-190 °C，一级冷阱脱附温度10 °C，二级冷阱脱附温度220 °C，氦气吹扫流速 50 mL/min，一级冷阱向二级冷阱转移体积30 mL，三级冷阱脱附时间2 min，系统烘烤时间30 min。

8.3 气相色谱

程序升温：40 °C保持10 min，以10 °C/min升至290 °C，在290 °C保持5 min。

进样口温度：160 ℃。载气流速：1 mL/min。

8.4 质谱

离子源温度：240 ℃，接口温度280 ℃。

扫描范围：35 u～300 u；离子化能量：70 eV；扫描方式：全扫描（SCAN）；其余参数按照仪器使用说明书进行设定。

8.5 校准

8.5.1 气相色谱-质谱仪性能检查

开机启动之后，首先对GC-MS系统进行仪器性能检查，根据仪器说明书运行相应检查。为保证检测结果的准确性，开机启动后或连续运行12 h后，应进行质谱功能调谐，须达到仪器使用要求。

仪器使用前采用全氟三丁胺对质谱仪进行质量数、分辨率和灵敏度及性能调谐，关键离子丰度应符合表1的要求，否则对质谱仪的参数进行调整。

表1 全氟三丁胺的关键离子丰度要求

质荷比 (m/z)	离子丰度范围	质荷比 (m/z)	离子丰度范围
69	基峰，100 %相对丰度	100	69 峰的 5 %～50 %
131	69 峰的 20 %～70 %	264	69 峰的 5 %～50 %

8.5.2 标准曲线的绘制

通过气体稀释仪（6.3）用高纯氮气（5.3）稀释标准气（5.1），配制成低、高两种浓度系列按照气体浓缩（8.2）、气相色谱（8.3）和质谱（8.4）的要求进行分析测定，绘制标准曲线。

实际工作中，根据待测样品中挥发性有机物可能的浓度范围选择配制低浓度系列校准曲线或高浓度系列校准曲线。

8.6 试样测定

将气袋试样或采样罐试样连接至采样模块，按照气体浓缩（8.2）、气相色谱（8.3）和质谱（8.4）的要求进行测定。

8.7 空白实验

按照与试样测定相同的条件和步骤进行空白试样（7.3）和全程序空白（7.4）的测定。

9 结果表示

9.1 定性分析

根据样品中挥发性有机物与标准系列中挥发性有机物的保留时间、碎片离子质荷比及其丰度比信息相比较，对挥发性有机物进行定性。应多次分析标准物质得到挥发性有机物的保留时间均值，以平均保留时间±3 倍的标准偏差为保留时间窗口，样品中挥发性有机物的保留时间应在其范围内。

挥发性有机物的标准质谱图中相对丰度高于30 %的所有离子应在样品质谱图中存在，样品质谱图和标准质谱图中上述特征离子的相对丰度偏差要在±30 %以内。如果实际样品存在明显背景干扰，比较时应扣除背景影响。

9.2 定量分析

挥发性有机物经定性鉴别后，采用校准曲线法进行定量计算，试样中挥发性有机物浓度通过相应的校准曲线计算。

同一试样平行试验至少两次，两次测定结果的相对偏差不超过15 %时，取其平均值作为试验结果。

当测定结果小于 $10.0 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时, 其保留位数与方法检出限一致; 当测定结果大于等于 $10.0 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时, 保留三位有效数字。

10 精密度

实验室内相对标准偏差范围为 $0.3 \% \sim 23.0 \%$, 实验室间相对标准偏差范围为 $2.9 \% \sim 33.1 \%$, 重复性限范围为 $0.02 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 36.2 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, 再现性限范围为 $0.02 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 46.16 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。详见附录D。

11 质量保证与质量控制

11.1 每个样品测定前, 须分析一个空白试样 (7.3), 空白试样中不得检出目标挥发性有机物。

11.2 标准曲线至少需要五个浓度点 (不含零浓度点), 采用标准曲线法校准, 曲线线性相关系数应 ≥ 0.990 。

11.3 每 20 个样品或每批次样品 (≤ 20 个/批) 应分析一个平行样, 平行样品的相对偏差应 $\leq 15 \%$ 。

11.4 每 24 h 分析一次校准曲线中间浓度点或者次高点, 测定结果与初始浓度值的相对偏差应 $\leq 15 \%$ 。

12 废物处理

实验中产生的废液和废物应集中收集, 并做好相应标识, 委托有资质的单位进行处理。

附录 A
(规范性)
方法检出限和测定下限

当取样体积为100 mL时，在全扫描模式下，方法检出限和测定下限见表A.1。

表A.1 方法检出限和测定下限

序号	挥发性有机物	检出限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	测定下限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	二氟二氯甲烷	1.3	5.1
2	二氯四氟乙烷	5.4	21.5
3	反式-2-丁烯	2.5	10.1
4	顺式-2-丁烯	2.5	9.8
5	氯乙烷	2.1	8.4
6	异戊烷	3.3	13.4
7	一氟三氯甲烷	2.9	11.4
8	1-戊烯	2.1	8.3
9	正戊烷	2.3	9.0
10	顺式-2-戊烯	2.0	8.1
11	2-甲基-1,3-丁二烯	2.4	9.6
12	反式-2-戊烯	2.6	10.5
13	丙醛	2.3	9.1
14	1,1-二氯乙烯	2.8	11.2
15	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	1.4	5.7
16	二硫化碳	0.3	1.0
17	二氯甲烷	2.6	10.6
18	2-甲基戊烷	2.6	10.6
19	环戊烷	2.4	9.5
20	甲基叔丁基醚	2.7	10.7
21	3-甲基戊烷	2.6	10.5
22	1-己烯	2.9	11.7
23	正己烷	2.5	9.8
24	甲基丙烯醛	3.2	12.6
25	1,1-二氯乙烷	1.8	7.1
26	乙酸乙烯酯	1.5	6.1
27	2,4-二甲基戊烷	4.8	19.2
28	甲基环戊烷	2.8	11.1
29	顺式-1,2-二氯乙烯	4.4	17.8
30	乙酸乙酯	3.8	15.1
31	四氢呋喃	3.4	13.5
32	三氯甲烷	3.7	14.7
33	1,1,1-三氯乙烷	2.9	11.5
34	2-甲基己烷	1.7	6.8
35	环己烷	2.5	10.2
36	2,3-二甲基戊烷	3.1	12.5
37	四氯化碳	2.9	11.6

表 A.1 方法检出限和测定下限(续)

序号	挥发性有机物	检出限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	测定下限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
38	3-甲基己烷	3.3	13.3
39	苯	2.3	9.2
40	1, 2-二氯乙烷	3.4	13.5
41	2, 2, 4-三甲基戊烷	1.4	5.5
42	正庚烷	3.0	11.9
43	三氯乙烯	5.2	20.6
44	甲基环己烷	2.9	11.7
45	1, 2-二氯丙烷	1.1	4.6
46	戊醛	8.0	31.9
47	甲基丙烯酸甲酯	8.1	32.4
48	一溴二氯甲烷	3.7	14.7
49	2, 3, 4-三甲基戊烷	1.8	7.4
50	2-甲基庚烷	2.0	7.9
51	反式-1, 3-二氯-1-丙烯	5.2	20.6
52	3-甲基庚烷	2.7	10.8
53	4-甲基-2-戊酮	2.9	11.7
54	甲苯	2.6	10.5
55	正辛烷	3.3	13.3
56	顺式-1, 3-二氯-1-丙烯	5.0	20.0
57	1, 1, 2-三氯乙烷	3.8	15.3
58	四氯乙烯	4.8	19.3
59	2-己酮	4.2	16.7
60	己醛	2.9	11.8
61	二溴一氯甲烷	5.0	19.9
62	1, 2-二溴乙烷	5.7	22.7
63	氯苯	2.2	8.8
64	乙苯	2.4	9.4
65/66	间/对二甲苯	2.0	8.0
67	正壬烷	4.5	18.2
68	邻二甲苯	1.7	6.9
69	异丙苯	4.9	19.7
70	四氯乙烷	2.6	10.4
71	正丙苯	7.8	31.2
72	间乙基甲苯	4.9	19.7
73	对乙基甲苯	8.3	33.1
74	1, 3, 5-三甲苯	13.4	53.5
75	邻乙基甲苯	9.1	36.2
76	1, 2, 3-三甲苯	3.7	14.9
77	间二乙基苯	7.9	31.4
78	十一烷	6.2	24.7
79	十二烷	14.8	59.2

附录 B
(规范性)
挥发性有机物的目标离子、辅助离子

表B. 1给出了挥发性有机物的目标离子和辅助离子。

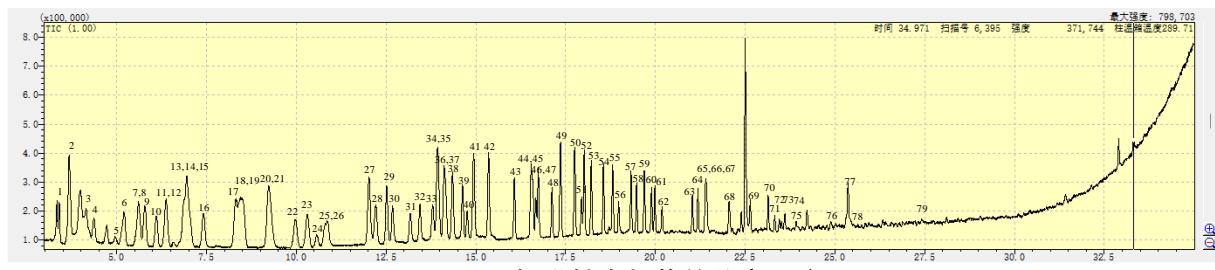
表B. 1 挥发性有机物的目标离子、辅助离子

序号	挥发性有机物	保留时间 (min)	CAS 号	目标离子	辅助离子
1	二氟二氯甲烷	3.425	75-71-8	85	87、50
2	二氯四氟乙烷	3.69	76-14-2	135	137
3	反式-2-丁烯	4.18	624-64-6	41	56、55
4	顺式-2-丁烯	4.39	590-18-1	41	56
5	氯乙烷	4.985	75-00-3	64	49、66
6	异戊烷	5.23	78-78-4	43	57、72
7	一氟三氯甲烷	5.605	75-69-4	101	103、105
8	1-戊烯	5.65	109-67-1	42	55、70
9	正戊烷	5.81	109-66-0	43	42、41
10	顺式-2-戊烯	6.135	627-20-3	55	70、42
11	2-甲基-1,3-丁二烯	6.385	78-79-5	67	53
12	反式-2-戊烯	6.42	646-04-8	55	70、42
13	丙醛	6.78	123-38-6	58	57
14	1,1-二氯乙烯	6.885	75-35-4	61	96、98
15	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	6.97	76-13-1	101	151、153
16	二硫化碳	7.465	75-15-0	76	44
17	二氯甲烷	8.355	75-09-2	49	84、86
18	2-甲基戊烷	8.445	107-83-5	42	71
19	环戊烷	8.575	287-92-3	55	70
20	甲基叔丁基醚	9.28	1634-04-4	73	41
21	3-甲基戊烷	9.355	96-14-0	57	56、41
22	1-己烯	10.035	592-41-6	41	69、84
23	正己烷	10.355	110-54-3	57	56、56
24	甲基丙烯醛	10.62	78-85-3	41	70
25	1,1-二氯乙烷	10.84	75-34-3	63	65
26	乙酸乙烯酯	10.92	108-05-4	43	86
27	2,4-二甲基戊烷	12.07	108-08-7	43	57、85
28	甲基环戊烷	12.265	96-37-7	56	69
29	顺式-1,2-二氯乙烯	12.56	540-59-0	61	96
30	乙酸乙酯	12.715	141-78-6	43	61
31	四氢呋喃	13.21	109-99-9	42	72
32	三氯甲烷	13.48	67-66-3	83	85
33	1,1,1-三氯乙烷	13.84	71-55-6	97	99
34	2-甲基己烷	13.96	591-76-4	43	85、42
35	环己烷	13.995	110-82-7	56	84、41
36	2,3-二甲基戊烷	14.15	565-59-3	56	43、41
37	四氯化碳	14.205	56-23-5	117	119、121
38	3-甲基己烷	14.385	589-34-4	71	70
39	苯	14.66	71-43-2	78	52、77

表B.1 挥发性有机物的目标离子、辅助离子(续)

序号	挥发性有机物	保留时间(min)	CAS号	目标离子	辅助离子
40	1, 2-二氯乙烷	14.79	107-06-2	62	49
41	2, 2, 4-三甲基戊烷	14.97	540-84-1	57	56
42	正庚烷	15.39	142-82-5	43	57、71
43	三氯乙烯	16.1	79-01-6	130	132、95
44	甲基环己烷	16.57	108-87-2	83	55、98
45	1, 2-二氯丙烷	16.62	78-87-5	63	62
46	戊醛	16.7	110-62-3	44	58
47	甲基丙烯酸甲酯	16.765	80-62-6	69	100
48	一溴二氯甲烷	17.15	75-27-4	83	85
49	2, 3, 4-三甲基戊烷	17.39	565-75-3	43	71、55
50	2-甲基庚烷	17.78	592-27-8	57	70、99
51	反式-1, 3-二氯-1-丙烯	17.97	10061-02-6	75	77、110
52	3-甲基庚烷	18.045	589-81-1	43	57、85
53	4-甲基-2-戊酮	18.24	108-10-1	43	58、100
54	甲苯	18.58	108-88-3	92	65
55	正辛烷	18.84	111-65-9	43	85、41
56	顺式-1, 3-二氯-1-丙烯	19.005	10061-01-5	75	77、110
57	1, 1, 2-三氯乙烷	19.35	79-00-5	97	83、61
58	四氯乙烯	19.505	127-18-4	166	131、94
59	2-己酮	19.715	591-78-6	43	100、58
60	己醛	19.915	66-25-1	44	56
61	二溴一氯甲烷	20.01	124-48-1	129	127
62	1, 2-二溴乙烷	20.215	106-93-4	107	109
63	氯苯	21.055	108-90-7	112	114、77
64	乙苯	21.21	100-41-4	91	106
65/66	间/对二甲苯	21.425	108-38-3/106-42-3	91	105、106
67	正壬烷	21.46	111-84-2	43	57、71
68	邻二甲苯	22.07	95-47-6	91	106
69	异丙苯	22.665	98-82-8	105	120、79
70	四氯乙烷	23.17	79-34-5	83	85
71	正丙苯	23.35	103-65-1	91	120
72	间乙基甲苯	23.475	620-14-4	105	120
73	对乙基甲苯	23.54	622-96-8	105	120
74	1, 3, 5-三甲苯	23.63	108-67-8	105	120
75	邻乙基甲苯	23.945	611-14-3	105	120
76	1, 2, 3-三甲苯	24.905	526-73-8	105	120
77	间二乙基苯	25.35	141-93-5	119	105
78	十一烷	25.525	1120-21-4	43	71
79	十二烷	27.23	112-40-3	57	71

附录 C (资料性)



图C.1 挥发性有机物的总离子流图

1-二氟二氯甲烷; 2-二氯四氟乙烷; 3-反式-2-丁烯; 4-顺式-2-丁烯; 5-氯乙烷; 6-异戊烷; 7-一氟三氯甲烷; 8-1-戊烯; 9-正戊烷; 10-顺式-2-戊烯; 11-2-甲基-1,3-丁二烯; 12-反式-2-戊烯; 13-丙醛; 14-1,1-二氯乙烯; 15-1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷; 16-二硫化碳; 17-二氯甲烷; 18-2-甲基戊烷; 19-环戊烷; 20-甲基叔丁基醚; 21-3-甲基戊烷; 22-1-己烯; 23-正己烷; 24-甲基丙烯醛; 25-1,1-二氯乙烷; 26-乙酸乙烯酯; 27-2,4-二甲基戊烷; 28-甲基环戊烷; 29-顺式-1,2-二氯乙烯; 30-乙酸乙酯; 31-四氢呋喃; 32-三氯甲烷; 33-1,1,1-三氯乙烷; 34-2-甲基己烷; 35-环己烷; 36-2,3-二甲基戊烷; 37-四氯化碳; 38-3-甲基己烷; 39-苯; 40-1,2-二氯乙烷; 41-2,2,4-三甲基戊烷; 42-正庚烷; 43-三氯乙烯; 44-甲基环己烷; 45-1,2-二氯丙烷; 46-戊醛; 47-甲基丙烯酸甲酯; 48-一溴二氯甲烷; 49-2,3,4-三甲基戊烷; 50-2-甲基庚烷; 51-反式-1,3-二氯-1-丙烯; 52-3-甲基庚烷; 53-4-甲基-2-戊酮; 54-甲苯; 55-正辛烷; 56-顺式-1,3-二氯-1-丙烯; 57-1,1,2-三氯乙烷; 58-四氯乙烯; 59-2-己酮; 60-己醛; 61-二溴一氯甲烷; 62-1,2-二溴乙烷; 63-氯苯; 64-乙苯; 65/66-间/对二甲苯; 67-正壬烷; 68-邻二甲苯; 69-异丙苯; 70-四氯乙烷; 71-正丙苯; 72-间乙基甲苯; 73-对乙基甲苯; 74-1,3,5-三甲苯; 75-邻乙基甲苯; 76-1,2,3-三甲苯; 77-间二乙基苯; 78-十一烷; 79-十二烷

附录 D
(资料性)
方法精密度

表D.1给出了方法精密度指标。组织验证单位分别对编制组统一配置的沥青气体样品进行6次重复测试。验证单位如下：中国科学院大气物理研究所、中国科学院生态环境研究中心、中国国检测试控股集团股份有限公司、北京博赛泰克质量技术检测有限公司、河北省生态环境监测中心、邯郸市环境监控中心。

表D.1 方法精密度指标

序号	挥发性有机物	平均值 (nmol/mol)	实验室内 相对标准 偏差 (%)	实验室间 相对标准 偏差 (%)	重复性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	再现性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	二氟二氯甲烷	ND	-	-	-	-
2	二氯四氟乙烷	ND	-	-	-	-
3	反式-2-丁烯	3.687	1.4~10.4	13.940	0.6	1.5
4	顺式-2-丁烯	3.130	2.0~7.0	26.919	0.4	2.4
5	氯乙烷	ND	-	-	-	-
6	异戊烷	13.228	1.6~9.3	10.432	1.6	4.1
7	一氟三氯甲烷	ND	-	-	-	-
8	1-戊烯	6.651	1.3~6.6	12.084	1.1	2.5
9	正戊烷	26.913	0.3~3.9	13.316	3.1	10.4
10	顺式-2-戊烯	1.567	0.7~10.3	23.669	0.3	1.1
11	2-甲基-1,3-丁二烯	0.578	6.0~22.7	24.147	0.2	0.4
12	反式-2-戊烯	1.675	2.4~7.7	29.418	0.2	1.4
13	丙醛	255.602	0.4~9.3	4.503	36.2	46.2
14	1,1-二氯乙烯	ND	-	-	-	-
15	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	ND	-	-	-	-
16	二硫化碳	0.339	3.4~14.1	17.618	0.1	0.2
17	二氯甲烷	0.426	2.9~16.1	21.095	0.1	0.3
18	2-甲基戊烷	11.115	1.2~6.4	4.575	1.2	1.8
19	环戊烷	5.755	1.0~2.7	8.871	0.3	1.5
20	甲基叔丁基醚	ND	-	-	-	-
21	3-甲基戊烷	4.508	1.2~5.5	17.594	0.5	2.3
22	1-己烯	ND	-	-	-	-
23	正己烷	17.593	0.8~5.8	4.555	1.5	2.6
24	甲基丙烯醛	3.921	2.8~12.7	30.007	0.6	3.3
25	1,1-二氯乙烷	ND	-	-	-	-
26	乙酸乙烯酯	9.219	1.7~6.1	28.341	1.3	7.4
27	2,4-二甲基戊烷	ND	-	-	-	-
28	甲基环戊烷	3.277	0.9~15.8	27.877	1.0	2.7
29	顺式-1,2-二氯乙烯	ND	-	-	-	-
30	乙酸乙酯	ND	-	-	-	-
31	四氢呋喃	ND	-	-	-	-
32	三氯甲烷	ND	-	-	-	-
33	1,1,1-三氯乙烷	ND	-	-	-	-
34	2-甲基己烷	ND	-	-	-	-
35	环己烷	5.883	0.7~5.9	2.992	0.7	0.8

表D.1 方法精密度指标(续)

序号	挥发性有机物	平均值 (nmol/mol)	实验室内 相对标准 偏差(%)	实验室间 相对标准 偏差(%)	重复性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	再现性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
36	2,3-二甲基戊烷	ND	-	-	-	-
37	四氯化碳	ND	-	-	-	-
38	3-甲基己烷	5.529	0.5~8.3	19.198	0.7	3.0
39	苯	0.828	0.7~11.6	13.766	0.1	0.3
40	1,2-二氯乙烷	0.059	3.2~18.5	8.524	0.0	0.0
41	2,2,4-三甲基戊烷	ND	-	-	-	-
42	正庚烷	15.149	0.8~9.8	3.908	2.2	2.6
43	三氯乙烯	ND	-	-	-	-
44	甲基环己烷	5.649	0.8~6.9	6.805	0.6	1.2
45	1,2-二氯丙烷	ND	-	-	-	-
46	戊醛	107.807	1.3~7.1	3.654	13.0	16.2
47	甲基丙烯酸甲酯	0.527	2.0~17.2	15.199	0.1	0.2
48	一溴二氯甲烷	ND	-	-	-	-
49	2,3,4-三甲基戊烷	ND	-	-	-	-
50	2-甲基庚烷	8.445	1.6~11.0	33.111	1.9	8.0
51	反式-1,3-二氯-1-丙烯	ND	-	-	-	-
52	3-甲基庚烷	2.238	2.7~10.4	11.912	0.4	0.8
53	4-甲基-2-戊酮	4.967	1.3~7.9	10.996	0.8	1.7
54	甲苯	1.437	1.6~8.2	9.443	0.2	0.4
55	正辛烷	11.534	0.4~9.2	5.715	1.7	2.4
56	顺式-1,3-二氯-1-丙烯	ND	-	-	-	-
57	1,1,2-三氯乙烷	ND	-	-	-	-
58	四氯乙烯	ND	-	-	-	-
59	2-己酮	15.767	0.6~7.5	24.027	2.5	10.8
60	己醛	74.244	0.6~12.0	7.098	12.5	18.6
61	二溴一氯甲烷	ND	-	-	-	-
62	1,2-二溴乙烷	ND	-	-	-	-
63	氯苯	0.114	10.0~17.0	15.036	0.0	0.1
64	乙苯	0.640	1.0~19.4	10.333	0.2	0.3
65/66	间/对二甲苯	2.291	1.4~9.4	25.766	0.4	1.7
67	正壬烷	10.793	1.2~14.1	5.731	0.4	1.8
68	邻二甲苯	1.156	1.5~11.0	6.666	2.1	-
69	异丙苯	0.325	1.3~6.6	8.410	0.2	-
70	四氯乙烷	ND	-	-	-	-
71	正丙苯	0.603	1.5~23.0	7.970	0.2	0.2
72	间乙基甲苯	2.009	2.4~9.1	8.032	0.3	0.5
73	对乙基甲苯	1.045	1.3~14.1	8.957	0.2	0.3
74	1,3,5-三甲苯	1.408	1.6~11.7	5.498	0.2	0.3
75	邻乙基甲苯	1.305	0.9~10.6	5.376	0.2	0.3
76	1,2,3-三甲苯	5.837	1.4~6.0	11.113	0.6	1.9
77	间二乙基苯	ND	-	-	-	-
78	十一烷	10.156	2.0~5.5	14.107	1.2	4.2
79	十二烷	9.052	1.9~9.8	9.520	1.4	2.7

注：“ND”代表未检出，“-”代表未参与计算