

GCMS 法结合大气预浓缩仪测试环境空气中 65 种挥发性有机物

GCMS-356

摘要：挥发性有机物 (VOCs) 具有渗透、脂溶及挥发性等特性，对人体健康有很大的影响。挥发性有机物极易挥发扩散到大气环境中，检测环境空气中 VOCs 具有重要的意义。本研究采用岛津 GCMS-QP2020 NX 结合 ENTECH 7200 大气预浓缩仪分析环境空气中 65 种挥发性有机物的含量，在 1.25~10.0 nmol/mol 浓度范围内标准曲线线性良好，相关系数均在 0.997 以上，平均响应因子 RF RSD% < 20%。连续 6 针标样测试 RSD% 范围 0.16~4.12%，表明方法的精密度优良。加标浓度为 2.5 nmol/mol 时，各组分的回收率在 94.7-119.3% 之间。该方法操作简单，定量数据准确可靠，可用于环境空气中多组分挥发性有机物的检测。

关键词：气相色谱质谱联用仪 大气预浓缩仪 环境空气 挥发性有机物

挥发性有机物 (Volatile Organic Compounds, 简称 VOCs) 指熔点低于室温而沸点在 50-260°C 之间、相对分子质量范围在 16~250 的一类有机化合物，其主要成分为烃类、卤代烃、醚类、醛酮类、低沸点的多环芳烃类等有机物。VOCs 是具有渗透、脂溶及挥发性等特性，故极易经由皮肤接触及呼吸系统而对人体造成危害。

近年来，大气 VOCs 污染防治是环境整治的重点课题，2018 年出台的《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，

就已经明确提出需大幅减少主要大气污染物 VOCs 的排放总量。最近发布的《2020 年挥发性有机物治理攻坚方案》显示出当前对 VOCs 治理的迫切性。三级冷阱浓缩富集作为环境大气中 VOCs 常用的前处理方式，具有富集效率高，受基体干扰小，容易在线检测等优点。本文参考《HJ759-2015 环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样 / 气相色谱 - 质谱法》，使用 GCMS-QP2020 NX 结合大气预浓缩仪，建立了环境大气中 65 种挥发性有机物的测定方法。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2020 NX
ENTECH 7200 大气预浓缩仪

1.2 分析条件

大气预浓缩仪条件：

一级冷阱：

捕集温度：-40°C

解析温度：10°C

烘烤温度：120°C

二级冷阱：

捕集温度：-70°C

捕集时间：5 min

解析温度：230°C

解析时间：2.5 min

三级冷阱：

聚焦温度：-195°C

解析时间：2.5 min

进样时间：1.5 min

阀温：110°C

烘烤时间：20 min

捕集流速：10 mL/min

烘烤温度：220°C

烘烤时间：20 min

传输线温度：80°C

烘烤温度：200°C

烘烤时间：3 min

GCMS 条件:

色谱柱: DB-1 (60 m×0.25 mm×1.0 μm)
 升温程序: 35°C (5 min) _5°C/min _150°C (10 min)_10°C/min _200°C (5 min)
 进样口温度: 200°C
 载气控制方式: 恒压
 压力: 160 kpa
 进样方式: 分流进样

分流比: 20:1
 离子化方式: EI
 离子源温度: 200°C
 接口温度: 250°C
 检测器电压: 调谐电压
 采集模式: Scan (35-300 amu)

■ 样品前处理

使用配套的压力计验收已采样送回实验室的苏玛罐, 确认苏玛罐顺利采集现场样气后, 将苏玛罐安装到自动进样器对应位置, 随后编辑序列上机测试。

■ 结果与讨论

3.1 仪器性能检查

按标准要求, 在分析 VOCs 样品前, 需要检测 GCMS 仪器性能。将 4- 溴氟苯的中间浓度标准气体经大气预浓缩仪进样后分析评估。得到的 4- 溴氟苯的关键离子丰度结果见图 1, 质量数 50、75、95、96、173、174、175、176 和 177 相对丰度均符合要求。

质谱检查

• 计数 1

数据	数据文件路径	样品名称	样品 ID	分析日期	数据文件状态
数据1	D:\数据\2020\20200818-hj759应用报告\data\KB.qgd			2020/8/11 14:57:34	正常

• 4-溴氟苯

m/z	质谱检查评定标准	相对丰度	状态
50	15 to 40% of mass 95	19.483921	通过
75	30 to 60% of mass 95	44.895580	通过
95	Base Peak, 100% Relative Abundance	100.000000	通过
96	5 to 9% of mass 95	6.814803	通过
173	< 2% of mass 174	0.674522	通过
174	> 50% of mass 95	52.877313	通过
175	5 to 9% of mass 174	6.925030	通过
176	> 95% but < 101% of mass174	96.762761	通过
177	5 to 9% of mass 176	6.344941	通过

图 1 4- 溴氟苯离子相对丰度

3.2 标准溶液色谱图

65 种挥发性有机物、4 种内标的混合标气色谱图如图 2 所示, 各物质组分信息详见表 1。

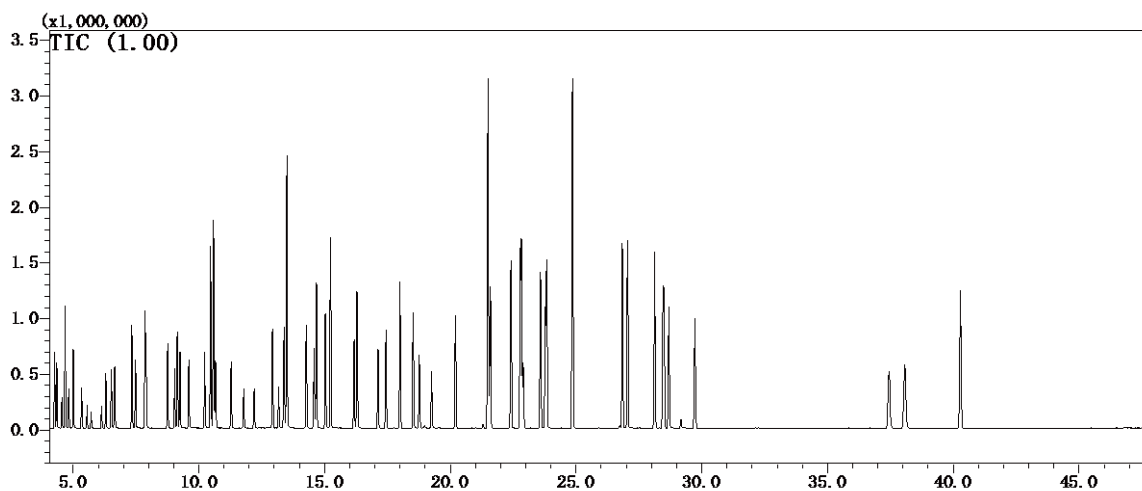


图 2 挥发性有机物色谱图 (5 nmol/mol)

表 1 各 VOCs 组分和内标组分信息

No.	中文名称	保留时间 (min)	CAS 号	定量离子 (m/z)	定性离子 (m/z)
1	丙烯	4.253	115-07-1	41	39, 42
2	二氟二氯甲烷	4.340	75-71-8	85	87, 50
3	一氯甲烷	4.542	74-87-3	50	52, 49
4	1,1,2,2- 四氟 -1,2- 二氯甲烷	4.671	76-14-2	85	135, 87
5	氯乙烯	4.819	75-01-4	62	64, 61
6	丁二烯	4.996	106-99-0	39	54, 53
7	一溴甲烷	5.329	74-83-9	94	96, 93
8	氯乙烷	5.546	75-00-3	64	66, 49
9	乙醇	5.708	64-17-5	45	46, 43
10	丙烯醛	6.119	107-02-8	56	55, 53
11	丙酮	6.288	67-64-1	43	58, 42
12	一氟三氯甲烷	6.512	75-69-4	101	103, 66
13	异丙醇	6.641	67-63-0	45	43, 41
14	1,1- 二氯乙烯	7.326	75-35-4	61	96, 98
15	二氯甲烷	7.470	75-09-2	49	84, 86
16	1,2,2- 三氟 -1,1,2- 三氯乙烷	7.847	76-13-1	101	151, 103
17	二硫化碳	7.886	75-15-0	76	44, 78
18	顺 -1,2- 二氯乙烯	8.747	156-59-2	61	96, 98
19	亚乙基二氯	9.028	75-34-3	63	65, 83
20	2- 甲氧基 - 甲基丙烷	9.133	1634-04-4	73	41, 57
21	乙酸乙烯酯	9.239	108-05-4	43	86, 42
22	2- 丁酮	9.591	78-93-3	43	72, 57
23	反 -1,2- 二氯乙烯	10.221	156-60-5	61	96, 98

24	溴氯甲烷 (内标)	10.457	74-97-5	49	130, 128
25	正己烷	10.575	110-54-3	57	41, 56
26	乙酸乙酯	10.572	141-78-6	43	41, 56
27	氯仿	10.655	67-66-3	83	85, 47
28	四氢呋喃	11.276	109-99-9	42	41, 72
29	1,2- 二氯乙烷	11.776	107-06-2	62	49, 64
30	1,1,1- 三氯乙烷	12.193	71-55-6	97	99, 61
31	苯	12.920	71-43-2	78	77, 52
32	四氯化碳	13.162	56-23-5	117	119, 121
33	环己烷	13.381	110-82-7	56	84, 41
34	1,4- 二氟苯 (内标)	13.490	540-36-3	114	63, 88
35	1,2- 二氯丙烷	14.267	78-87-5	63	62, 41
36	一溴二氯甲烷	14.576	75-27-4	83	85, 47
37	三氯乙烯	14.664	79-01-6	95	130, 132
38	1,4- 二恶烷	14.664	123-91-1	88	58, 43
39	甲基丙烯酸甲酯	15.023	80-62-6	41	69, 39
40	正庚烷	15.227	142-82-5	43	41, 71
41	顺式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	16.167	10061-01-5	75	39, 77
42	4- 甲基 -2- 戊酮	16.281	108-10-1	43	58, 57
43	反式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	17.113	10061-02-6	75	39, 77
44	1,1,2- 三氯乙烷	17.435	79-00-5	97	83, 61
45	甲苯	17.987	108-88-3	91	92, 65
46	2- 己酮	18.512	591-78-6	43	58, 41
47	二溴一氯甲烷	18.758	124-48-1	129	127, 48
48	1,2- 二溴乙烷	19.242	106-93-4	107	109, 93
49	四氯乙烯	20.199	127-18-4	166	164, 129
50	氯苯 -d5 (内标)	21.494	3114-55-4	117	82, 119
51	氯苯	21.581	108-90-7	112	77, 114
52	乙苯	22.407	100-41-4	91	106, 51
53	间 / 对 - 二甲苯	22.817	108-38-3 106-42-3	91	106, 105
54	三溴甲烷	22.890	75-25-2	173	171, 175
55	苯乙烯	23.580	100-42-5	104	78, 103
56	四氯乙烷	23.772	79-34-5	83	85, 95
57	邻 - 二甲苯	23.827	95-47-6	91	106, 105
58	4- 溴氟苯 (内标)	24.851	460-00-4	95	174, 176
59	4- 乙基甲苯	26.836	622-96-8	105	120, 77
60	1,3,5- 三甲苯	27.039	108-67-8	105	120, 77
61	1,2,4- 三甲苯	28.115	95-63-6	105	120, 77

62	氯代甲苯	28.447	100-44-7	91	126, 65
63	1,4- 二氯苯	28.490	106-46-7	146	148, 111
64	1,3- 二氯苯	28.678	541-73-1	146	148, 111
65	1,2- 二氯苯	29.715	95-50-1	146	148, 111
66	1,2,4- 三氯苯	37.429	120-82-1	180	182, 74
67	萘	38.060	465-73-6	128	51, 127
68	六氯丁二烯	40.268	87-68-3	225	223, 227

注：溴氯甲烷，1,4 二氟苯，氯苯 -d5 和 4- 溴氟苯是内标。

3.3 标准曲线

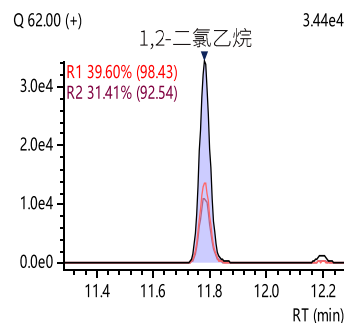
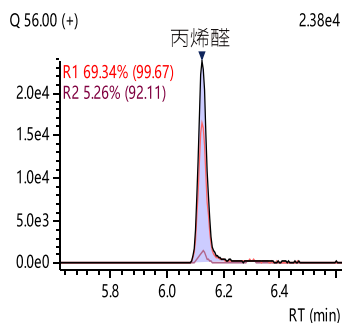
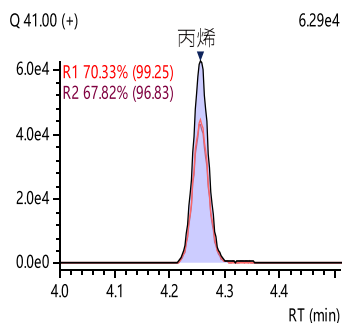
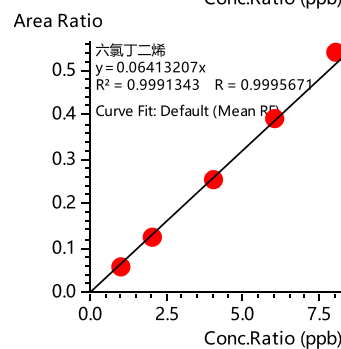
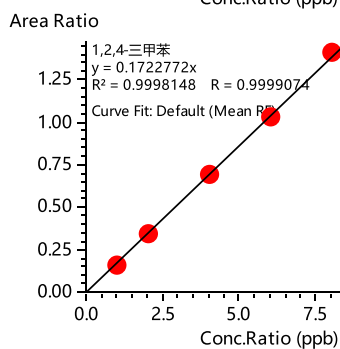
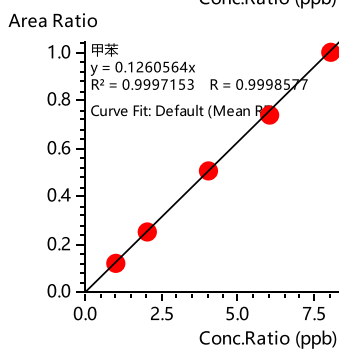
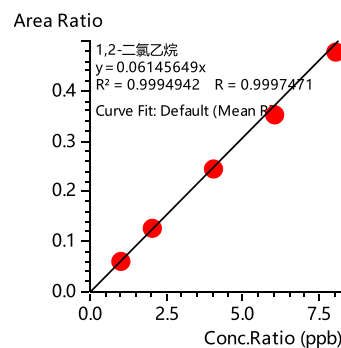
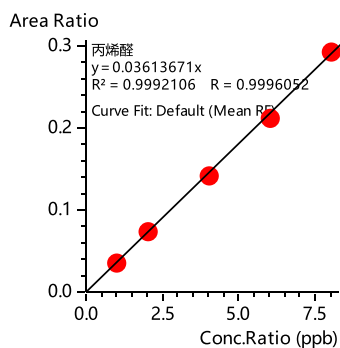
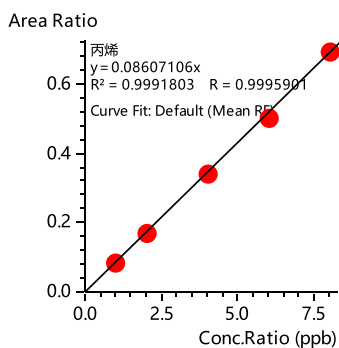
使用气体稀释装置使用高纯氮气稀释标准气至 10 nmol/mol，内标气 100 nmol/mol，备用。分别设置制动进样器抽取 50、100、200、300 和 400 mL 的标准气，同时加入 50 mL 内标气，配置目标物浓度为 1.25、2.5、5.0、7.5 和 10 nmol/mol 的 VOCs 标准系列，内标浓度为 12.5 nmol/mol，以浓度比为横坐标，峰面积比为纵坐标建立标准曲线或平均 RF 曲线（图 3），表 2 给出了各 VOCs 的标准曲线的线性相关系数或平均响应因子（RF）的相对标准偏差（RSD%），标准要求 RSD% ≤ 30%。

表 2 各 VOC 组分标准曲线信息

No.	组分名称	r	RF RSD(%)	No.	组分名称	r	RF RSD(%)
1	丙烯	0.9995	1.78	35	1,2- 二氯丙烷	0.9998	1.31
2	二氟二氯甲烷	0.9997	3.86	36	一溴二氯甲烷	0.9998	1.86
3	一氯甲烷	0.9998	3.40	37	三氯乙烯	0.9998	1.12
4	1,1,2,2- 四氟 -1,2- 二氯甲烷	0.9993	6.31	38	1,4- 二恶烷	0.9995	4.42
5	氯乙烯	0.9998	3.10	39	甲基丙烯酸甲酯	0.9997	2.58
6	丁二烯	0.9997	1.88	40	正庚烷	0.9999	1.31
7	一溴甲烷	0.9998	2.10	41	顺式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	0.9991	7.27
8	氯乙烷	0.9998	1.62	42	4- 甲基 -2- 戊酮	0.9998	1.00
9	乙醇	0.9996	7.86	43	反式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	0.9992	6.03
10	丙烯醛	0.9996	1.91	44	1,1,2- 三氯乙烷	0.9997	1.27
11	丙酮	0.9996	5.35	45	甲苯	0.9998	1.39
12	一氟三氯甲烷	0.9996	3.70	46	2- 己酮	0.9998	3.08
13	异丙醇	0.9997	6.75	47	二溴一氯甲烷	0.9999	4.77
14	1,1- 二氯乙烯	0.9994	8.06	48	1,2- 二溴乙烷	0.9992	1.85
15	二氯甲烷	0.9998	4.47	49	四氯乙烯	0.9998	3.90
16	1,2,2- 三氟 -1,1,2- 三氯乙烷	0.9996	4.76	50	氯苯 -d5 (内标)	/	/
17	二硫化碳	0.9991	8.59	51	氯苯	0.9998	1.42
18	顺 -1,2- 二氯乙烯	0.9997	3.82	52	乙苯	0.9995	2.22
19	亚乙基二氯	0.9999	1.39	53	间 / 对 - 二甲苯	0.9998	1.97
20	2- 甲氧基 - 甲基丙烷	0.9999	2.20	54	三溴甲烷	0.9998	9.37
21	乙酸乙烯酯	0.9998	1.60	55	苯乙烯	0.9997	4.14
22	2- 丁酮	0.9995	3.38	56	四氯乙烷	0.9996	2.36

23	反-1,2-二氯乙烯	0.9998	2.51	57	邻-二甲苯	0.9999	0.92
24	溴氯甲烷 (内标)	/	/	58	4-溴氟苯 (内标)	/	/
25	正己烷	0.9996	3.31	59	4-乙基甲苯	0.9999	3.39
26	乙酸乙酯	0.9996	4.17	60	1,3,5-三甲苯	0.9999	1.27
27	氯仿	0.9997	3.28	61	1,2,4-三甲苯	0.9999	2.75
28	四氢呋喃	0.9998	1.83	62	氯代甲苯	0.9986	17.27
29	1,2-二氯乙烯	0.9997	3.27	63	1,4-二氯苯	0.9976	7.24
30	1,1,1-三氯乙烯	0.9988	9.33	64	1,3-二氯苯	0.9979	7.77
31	苯	0.9998	3.67	65	1,2-二氯苯	0.9989	5.78
32	四氯化碳	0.9998	8.72	66	1,2,4-三氯苯	0.9989	18.66
33	环己烷	0.9998	2.28	67	萘	0.9978	15.45
34	1,4-二氯苯 (内标)	/	/	68	六氯丁二烯	0.9995	4.37

注: 间/对-二甲苯共流出, 结果合并计算



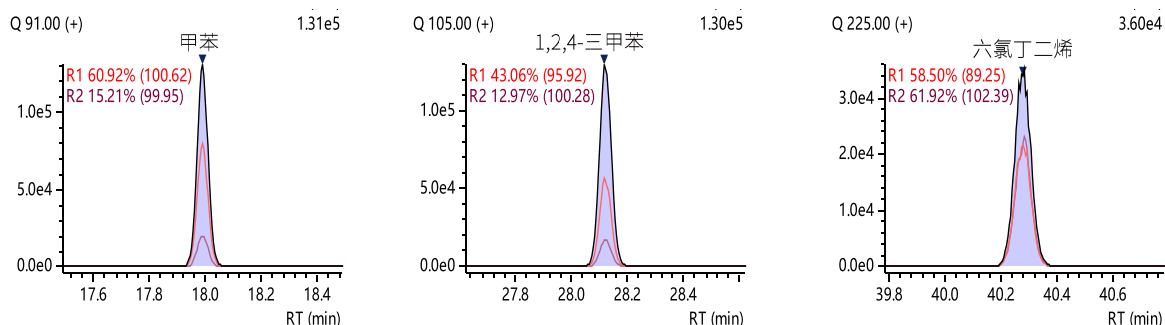


图3 部分组分标准曲线及质量色谱图 (1.25 nmol/mol)

3.4 重复性和检出限

对浓度为 5 nmol/mol 浓度点标准品重复进行 6 次分析得到的峰面积重复性数据见表 3 所示。按照取样 400 mL, 3 倍信噪比计算方式得到的检出限结果同样展示在表 3 中。

表 3 各 VOC 组分重复性 (n=6) 和检出限

No.	组分名称	RSD (%)	检出限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	No.	组分名称	RSD (%)	检出限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	丙烯	0.99	0.013	35	1,2- 二氯丙烷	0.64	0.042
2	二氟二氯甲烷	1.41	0.019	36	一溴二氯甲烷	0.93	0.044
3	一氯甲烷	1.73	0.014	37	三氯乙烯	0.25	0.037
4	1,1,1,2,- 四氟 -1,2- 二氯甲烷	1.24	0.024	38	1,4- 二恶烷	0.65	0.043
5	氯乙烯	1.19	0.014	39	甲基丙烯酸甲酯	0.37	0.019
6	丁二烯	0.80	0.015	40	正庚烷	0.43	0.020
7	一溴甲烷	1.23	0.032	41	顺式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	0.85	0.024
8	氯乙烷	0.95	0.026	42	4- 甲基 -2- 戊酮	0.63	0.015
9	乙醇	1.17	0.030	43	反式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	1.10	0.033
10	丙烯醛	1.24	0.029	44	1,1,2- 三氯乙烷	0.56	0.041
11	丙酮	1.03	0.020	45	甲苯	0.73	0.009
12	一氟三氯甲烷	0.91	0.023	46	2- 己酮	0.43	0.018
13	异丙醇	0.78	0.011	47	二溴一氯甲烷	0.70	0.054
14	1,1- 二氯乙烷	2.52	0.011	48	1,2- 二溴乙烷	0.76	0.045
15	二氯甲烷	1.02	0.014	49	四氯乙烯	0.75	0.053
16	1,2,2- 三氟 -1,1,2- 三氯乙烷	0.75	0.031	50	氯苯 -d5 (内标)	/	/
17	二硫化碳	0.42	0.007	51	氯苯	0.58	0.015
18	顺 -1,2- 二氯乙烯	1.44	0.020	52	乙苯	0.47	0.009
19	亚乙基二氯	0.52	0.015	53	间 / 对 - 二甲苯	2.05	0.023
20	2- 甲氧基 - 甲基丙烷	0.65	0.011	54	三溴甲烷	0.70	0.082
21	乙酸乙烯酯	1.07	0.017	55	苯乙烯	0.43	0.018
22	2- 丁酮	0.81	0.026	56	四氯乙烷	0.48	0.024
23	反 -1,2- 二氯乙烯	0.33	0.024	57	邻 - 二甲苯	0.41	0.010

24	溴氯甲烷 (内标)	/	/	58	4- 溴氟苯 (内标)	/	/
25	正己烷	0.84	0.016	59	4- 乙基甲苯	0.16	0.011
26	乙酸乙酯	0.63	0.014	60	1,3,5- 三甲苯	0.58	0.014
27	氯仿	0.49	0.028	61	1,2,4- 三甲苯	0.50	0.013
28	四氢呋喃	0.72	0.026	62	氯代甲苯	0.28	0.032
29	1,2- 二氯乙烷	0.66	0.042	63	1,4- 二氯苯	0.75	0.028
30	1,1,1- 三氯乙烷	4.02	0.061	64	1,3- 二氯苯	0.49	0.036
31	苯	0.34	0.009	65	1,2- 二氯苯	0.94	0.037
32	四氯化碳	1.65	0.081	66	1,2,4- 三氯苯	1.12	0.171
33	环己烷	0.44	0.015	67	萘	1.41	0.049
34	1,4- 二氟苯 (内标)	/	/	68	六氯丁二烯	0.82	0.090

注：间 / 对 - 二甲苯共流出，结果合并计算。

3.5 回收率实验

在空白样品中添加 VOCs 混合气标，添加浓度为 2.5 nmol/mol，各个 VOCs 加标回收率结果见表 4。

表 4 各 VOC 组分样品加标回收率

No.	组分名称	加标样 (nmol/mol)	回收率 (%)	No.	组分名称	加标样 (nmol/mol)	回收率 (%)
1	丙烯	2.75	110.0	35	1,2- 二氯丙烷	2.84	113.7
2	二氟二氯甲烷	2.59	103.7	36	一溴二氯甲烷	2.69	107.6
3	一氯甲烷	2.93	117.2	37	三氯乙烯	2.79	111.7
4	1,1,2,2- 四氟 -1,2- 二氯甲烷	2.88	115.2	38	1,4- 二恶烷	2.64	105.7
5	氯乙烯	2.86	114.4	39	甲基丙烯酸甲酯	2.69	107.5
6	丁二烯	2.73	109.3	40	正庚烷	2.83	113.4
7	一溴甲烷	2.83	113.1	41	顺式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	2.54	101.6
8	氯乙烷	2.80	112.0	42	4- 甲基 -2- 戊酮	2.79	111.6
9	乙醇	2.63	105.1	43	反式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	2.61	104.4
10	丙烯醛	2.37	94.7	44	1,1,2- 三氯乙烷	2.81	112.5
11	丙酮	2.77	110.7	45	甲苯	2.78	111.0
12	一氟三氯甲烷	2.81	112.3	46	2- 己酮	2.89	115.8
13	异丙醇	2.55	102.2	47	二溴一氯甲烷	2.57	102.9
14	1,1- 二氯乙烯	2.97	118.6	48	1,2- 二溴乙烷	2.72	108.9
15	二氯甲烷	2.81	112.3	49	四氯乙烯	2.58	103.1
16	1,2,2- 三氟 -1,1,2- 三氯乙烷	2.89	115.5	50	氯苯 -d5 (内标)	/	/
17	二硫化碳	2.86	114.3	51	氯苯	2.70	108.1
18	顺 -1,2- 二氯乙烯	2.87	114.7	52	乙苯	2.74	109.4
19	亚乙基二氯	2.89	115.8	53	间 / 对 - 二甲苯	5.55	111.1
20	2- 甲氧基 - 甲基丙烷	2.78	111.3	54	三溴甲烷	2.41	96.4
21	乙酸乙烯酯	2.68	107.3	55	苯乙烯	2.48	99.1

22	2- 丁酮	2.77	110.6	56	四氯乙烷	2.70	108.1
23	反 -1,2- 二氯乙烯	2.92	116.7	57	邻 - 二甲苯	2.66	106.3
24	溴氯甲烷 (内标)	/	/	58	4- 溴氟苯 (内标)	/	/
25	正己烷	2.98	119.3	59	4- 乙基甲苯	2.56	102.6
26	乙酸乙酯	2.84	113.5	60	1,3,5- 三甲苯	2.60	104.0
27	氯仿	2.91	116.4	61	1,2,4- 三甲苯	2.57	103.0
28	四氢呋喃	2.75	110.2	62	氯代甲苯	2.40	95.8
29	1,2- 二氯乙烷	2.90	116.0	63	1,4- 二氯苯	2.56	102.5
30	1,1,1- 三氯乙烷	2.54	101.5	64	1,3- 二氯苯	2.54	101.7
31	苯	2.85	114.1	65	1,2- 二氯苯	2.47	99.0
32	四氯化碳	2.63	105.2	66	1,2,4- 三氯苯	2.71	108.3
33	环己烷	2.84	113.8	67	萘	2.94	117.4
34	1,4- 二氯苯 (内标)	/	/	68	六氯丁二烯	2.45	98.1

注：间, 对 - 二甲苯共流出，结果合并计算

3.6 样品测试

采集某地区同一点位上午及下午的 2 个环境大气样品，采用以上方法进行 VOCs 化合物的检测，测试结果如表 5 所示，得到样品的色谱图见图 4。

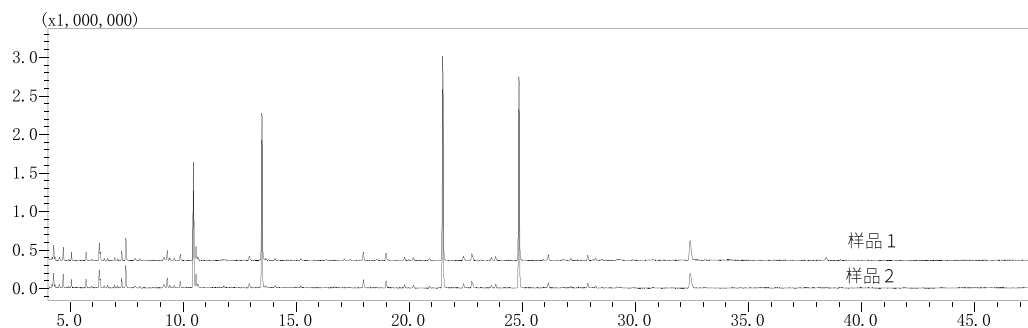


图 4 环境大气样品的 VOCs 色谱图

表 5 大气样品中的 VOCs 含量

No.	组分名称	样品 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	样品 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	No.	组分名称	样品 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	样品 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	丙烯	1.57	1.59	35	1,2- 二氯丙烷	N.D	N.D
2	二氟二氯甲烷	2.41	2.43	36	一溴二氯甲烷	N.D	N.D
3	一氯甲烷	1.58	1.53	37	三氯乙烯	N.D	N.D
4	1,1,1,2,2- 四氟 -1,2- 二氯甲烷	N.D	N.D	38	1,4- 二恶烷	N.D	N.D
5	氯乙烯	N.D	N.D	39	甲基丙烯酸甲酯	N.D	N.D
6	丁二烯	N.D	N.D	40	正庚烷	0.34	0.31
7	一溴甲烷	N.D	N.D	41	顺式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	N.D	N.D
8	氯乙烷	N.D	N.D	42	4- 甲基 -2- 戊酮	N.D	N.D
9	乙醇	9.51	9.04	43	反式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	N.D	N.D

10	丙烯醛	0.26	0.31	44	1,1,2- 三氯乙烷	N.D	N.D
11	丙酮	8.72	8.56	45	甲苯	2.07	2.04
12	一氟三氯甲烷	1.64	1.60	46	2- 己酮	0.40	0.42
13	异丙醇	0.80	0.77	47	二溴一氯甲烷	N.D	N.D
14	1,1- 二氯乙烷	N.D	N.D	48	1,2- 二溴乙烷	N.D	N.D
15	二氯甲烷	10.18	10.11	49	四氯乙烯	1.50	1.56
16	1,2,2- 三氟 -1,1,2- 三氯乙烷	0.69	0.68	50	氯苯 -d5 (内标)	/	/
17	二硫化碳	0.83	0.84	51	氯苯	N.D	N.D
18	顺 -1,2- 二氯乙烯	N.D	N.D	52	乙苯	1.09	1.07
19	亚乙基二氯	N.D	N.D	53	间 / 对 - 二甲苯	2.51	2.45
20	2- 甲氧基 - 甲基丙烷	0.43	0.41	54	三溴甲烷	N.D	N.D
21	乙酸乙烯酯	2.02	1.95	55	苯乙烯	N.D	N.D
22	2- 丁酮	0.94	0.91	56	四氯乙烷	N.D	N.D
23	反 -1,2- 二氯乙烯	N.D	N.D	57	邻 - 二甲苯	1.01	1.01
24	溴氯甲烷 (内标)	/	0.00	58	4- 溴氟苯 (内标)	/	/
25	正己烷	3.09	3.01	59	4- 乙基甲苯	N.D	N.D
26	乙酸乙酯	1.70	1.65	60	1,3,5- 三甲苯	N.D	N.D
27	氯仿	2.52	2.45	61	1,2,4- 三甲苯	N.D	N.D
28	四氢呋喃	N.D	N.D	62	氯代甲苯	N.D	N.D
29	1,2- 二氯乙烷	0.77	0.73	63	1,4- 二氯苯	N.D	N.D
30	1,1,1- 三氯乙烷	N.D	N.D	64	1,3- 二氯苯	N.D	N.D
31	苯	0.53	0.53	65	1,2- 二氯苯	N.D	N.D
32	四氯化碳	0.43	0.46	66	1,2,4- 三氯苯	N.D	N.D
33	环己烷	N.D	N.D	67	萘	N.D	N.D
34	1,4- 二氯苯 (内标)	/	/	68	六氯丁二烯	N.D	N.D

注：N.D 表示未检出。

■ 结论

本方法采用岛津 GCMS-QP2020 NX 气质联用仪结合 ENTECH 7200 大气预浓缩仪分析环境空气中 65 种挥发性有机物的含量，在 1.25~10.0 nmol/mol 浓度范围内标准曲线线性良好，相关系数均在 0.997 以上，平均响应因子 RF RSD% < 20%。连续 6 针标样测试 RSD% 范围为 0.16~4.12%，方法精密度优良。空白样品中加标浓度为 2.5 nmol/mol 时，各组分的回收率在 94.7~119.3% 之间。该方法操作简单，定量数据准确可靠，可用于环境空气中多组分挥发性有机物的检测。

岛津应用云

