

岛津 GC-FID/MS 法全在线监测环境空气中 108 种污染物

GCMS-260

摘要：本文建立了一种全在线监测环境空气中 108 种污染物的方法。使用双冷阱热解析仪进行样品采样，确保空气样品不间断的采集，结合岛津中心切割技术：将轻烃切割至 Plot 柱在 FID 检测器进行分析，其他组分在聚硅氧烷柱分离后进入 MS 检测器分析；结果显示：所有化合物在 1 ng/mL 的浓度下，峰面积 RSD% 均小于 10.72，在 1~20 ng/mL 的浓度范围内线性相关系数均大于 0.9950。本方案重现性好，分析时间短，可连续在线监测环境空气中 VOCs 变化情况。

关键词：GC-FID/MS 环境空气 VOCs 全在线监测

随着我国经济全球化及快速发展，环境问题尤其是大气污染问题日益严重。2018 年初，环保部印发了《2018 年重点地区环境空气挥发性有机物监测方案》，其中监测城市包括 4 个直辖市，15 个省省会城市以及 59 个地级城市，监测项目范围主要有 PAMS 臭氧前体物、TO-15 标准中的 VOCs 以及 13 种醛酮化合物。新的监测方案还对监测时间及频次做出了新的要求：自动监测仪器全年运行，每小时出具 1 组监测数据。但是传统方法如 TO-17 以及 HJ759-2015 均以离线采样为主，无法实现全在线自动分析。

本方案采用 Markes 公司的 TT24-7 xr 全在线 VOCs 采样系统，结合岛津气质联用仪卓越的性能，实现环境

空气中 VOCs 的全在线分析。TT24-7 xr 采用双冷阱的设计，可以方便的实现零空隙的连续采样功能，一个冷阱在分析的同时另一个冷阱在采样，始终有一个冷阱在捕集样品，确保空气样品不间断的采集，不损失任何时刻的空气样品，以此来满足新标准中连续在线监测的要求。

此外，由于新方案中监测化合物覆盖 C2~C12 等 100 多种挥发性化合物，在一根色谱柱上很难实现分离，所以在本方案中采用中心切割法，将一小部分化合物切至 Plot 柱进行分离，采用 FID 进行检测，而大部分化合物则在甲基硅氧烷柱上进行分离，采用 MS 检测器进行检测。

实验部分

1.1 仪器

气相色谱 - 质谱联用仪：GCMS-QP2010 Ultra(配 FID 检测器)

1.2 GC-MS 分析条件

色谱柱：SH-Rxi-624Sil MS, 60 m×0.32 mm
×1.8 μm

柱温程序：40°C (3 min)_8°C /min_50°C (2 min)_
10°C /min_150°C _15°C /min_190°C
(18.5 min)

载气控制方式：恒压 300 kPa

APC 辅助压力：210 kPa

进样方式：直接

离子源温度：200°C

接口温度：250°C

检测器电压：调谐电压 +0.3 kV

采集方式：SCAN/SIM 同时数据采集 (离子采集信
息参见表 1)

阻尼柱：0.8 m×0.1 mmID

1.3 GC-FID 分析条件

 色谱柱: Rt-Alumina BOND/Na₂SO₄,
 (30 m×0.32 mm×5 μm)

FID 温度: 190°C

氢气流量: 40 mL/min

空气流量: 400 mL/min

尾吹流量: 30 mL/min

1.4 TT24-7 xr 分析条件

采样流速: 10 mL/min;

预吹扫: 0.5 min;

采样时冷阱温度: -20°C;

解析温度: 300°C

冷阱解析时间: 5 min;

升温速率: MAX;

传输线温度: 180°C

表1 化合物与离子采集信息

No.	化合物	英文名	CAS 号	T(m/Z)	Ref.1	Ref.2
1	二氯二氟甲烷	Dichlorodifluoromethane	75-71-8	85	87	50
2	二氯四氟乙烷	1,2-Dichlorotetrafluoroethane	76-14-2	85	135	87
3	异丁烷	Isobutane	75-28-5	43	41	42
4	一氯甲烷	Chloromethane	74-87-3	50	52	-
5	1-丁烯	1-Butene	106-98-9	56	39	-
6	正丁烷	n-Butane	106-97-8	43	27	-
7	氯乙烯	Vinyl chloride	75-01-4	62	64	63
8	1,3-丁二烯	1,3-Butadiene	106-99-0	54	39	53
9	反-2-丁烯	trans-Butene	624-64-6	41	56	39
10	顺-2-丁烯	cis-2-Butene	590-18-1	41	56	39
11	溴甲烷	Bromomethane	74-83-9	94	96	-
12	氯乙烷	chlorethane	75-00-3	64	66	-
13	异戊烷	Isopentane	78-78-4	43	42	41
14	三氯一氟甲烷	Trichlorofluoromethane	75-69-4	101	103	105
15	1-戊烯	1-Pentene	109-67-1	42	55	70
16	正戊烷	n-Pentane	109-66-0	43	42	41
17	乙醇	Ethanol	64-17-5	45	46	-
18	反-2-戊烯	trans-2-Pentene	646-04-8	55	70	42
19	异戊二烯	Isoprene	78-79-5	67	53	68
20	顺-2-戊烯	cis-2-Pentene	627-20-3	55	42	70
21	丙烯醛	Acrolein	107-02-8	56	38	-
22	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷	1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane	76-13-1	101	151	103

23	1,1-二氯乙烯	1,1-Dichlorethene	75-35-4	61	96	98
24	丙酮	Acetone	67-64-1	58	43	-
25	2,2-二甲基丁烷	2,2-Dimethylbutane	75-83-2	71	57	-
26	异丙醇	2-Propanol	67-63-0	45	43	-
27	二硫化碳	Carbon disulphide	75-15-0	76	77	78
28	二氯甲烷	Methylene chloride	75-09-2	49	84	86
29	2,3-二甲基丁烷	2,3-Dimethylbutane	79-29-8	86	71	39
30	2-甲基戊烷	2-Methylpentane	107-83-5	43	42	41
31	环戊烷	Cyclopentane	287-92-3	42	55	70
32	叔丁基甲醚	2-Methoxy-2-methylpropane	1634-04-4	73	53	41
33	1,2-二氯乙烯(Z)	trans-1,2-Dichloroethene	156-59-2	61	96	98
34	3-甲基戊烷	3-Methylpentane	96-14-0	56	57	41
35	1-己烯	1-Hexene	59241-6	41	56	42
36	正己烷	n-Hexane	110-54-3	57	41	43
37	醋酸乙烯酯	Vinyl acetate	108-05-4	43	86	42
38	1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	75-34-3	63	65	-
39	2,4-二甲基戊烷	2,4-Dimethylpentane	108-08-7	43	57	41
40	甲基环戊烷	Methylcyclopentane	96-37-7	69	56	41
41	2-丁酮	2-Butanone	78-93-3	72	57	-
42	乙酸乙酯	Ethyl acetate	141-78-6	70	61	88
43	1,2-二氯乙烯(E)	cis-1,2-Dichloroethene	156-60-5	61	96	98
44	四氢呋喃	Tetrahydrofuran	109-99-9	42	71	72
45	三氯甲烷	Trichloromethane	67-66-3	83	85	47
46	2-甲基己烷	2-Methylhexane	591-76-4	43	85	42
47	1,1,1-三氯乙烷	1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	97	99	61
48	2,3-二甲基戊烷	2,3-Dimethylpentane	565-59-3	57	43	-
49	环己烷	Cyclohexane	110-82-7	43	71	57
50	3-甲基己烷	3-Methylhexane	589-34-3	84	41	-
51	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	117	119	121
52	苯	Benzene	71-43-2	78	77	51
53	1,2-二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	107-06-2	62	64	27
54	2,2,4-三甲基戊烷	2,2,4-Trimethylpentane	540-84-1	57	56	41
55	正庚烷	n-Heptane	142-82-5	43	71	57
56	1,1,2-三氯乙烯	Trichloroethene	79-01-6	130	132	95
57	甲基丙烯酸甲酯	Methyl methacrylate	80-62-6	100	69	41
58	甲基环己烷	Methylcyclohexane	108-87-2	83	55	98
59	1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	78-87-5	63	76	41
60	1,4-环氧六烷	1,4-Dioxane	123-91-1	88	43	58
61	一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	75-27-4	83	85.00	47
62	2,3,4-三甲基戊烷	2,3,4-Trimethylpentane	565-75-3	43	71	70

63	2-甲基庚烷	2-Methylheptane	592-27-8	57	43	41
64	3-甲基庚烷	3-Methylheptane	589-81-1	43	57	85
65	1,3-二氯丙烯 (E)	trans-1,3-Dichloropropene	10061-02-6	75	39	77
66	4-甲基-2-戊酮	4-Methyl-2-pentanone	108-10-1	43	58	100
67	甲苯	Toluene	108-88-3	91	92	65
68	辛烷	n-Octane	111-65-9	43	85	57
69	1,3-二氯丙烯 (Z)	cis-1,3-Dichloropropene	10061-01-5	75	39	77
70	1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	79-00-5	97	83	61
71	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	127-18-4	166	131	94
72	2-己酮	2-Hexanone	591-78-6	43	58	100
73	二溴一氯甲烷	Dibromochloromethane	124-48-1	129	127	131
74	1,2-二溴乙烷	Ethylene dibromide	106-93-4	107	109	-
75	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7	112	77	114
76	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	91	106	51
77	壬烷	n-Nonane	111-84-2	43	57	41
78	对,间二甲苯	m,p-Xylene	106-42-3 108-38-3	91	106	105
79	邻二甲苯	o-Xylene	95-47-6	91	106	105
80	苯乙烯	Styrene	100-42-5	104	78	103
81	三溴甲烷	Bromoform	75-25-4	173	171	175
82	异丙苯	Isopropylbenzene	98-82-8	105	120	77
83	1,1,2,2-四氯乙烷	1,1,2,2-Tetrachloroethane	79-34-5	83	85	95
84	正丙苯	n-Propylbenzene	103-65-1	91	120	65
85	癸烷	n-Decane	124-18-5	57	43	41
86	对-乙基甲苯	p-Ethyltoluene	622-96-8	105	120	91
87	间-乙基甲苯	m-Ethyltoluene	620-14-4	105	120	79
88	1,3,5-三甲苯	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	105	120	119
89	邻-乙基甲苯	o-Ethyltoluene	611-14-3	105	120	91
90	1,2,4-三甲苯	1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	105	120	77
91	1,3-二氯苯	1,3-Dichlorobenzene	541-73-1	146	148	111
92	1,2,3-三甲苯	1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	105	120	77
93	1,4-二氯苯	1,4-Dichlorobenzene	106-46-7	146	148.	111
94	氯甲苯	Benzyl chloride	100-44-7	91	126	128
95	间-二乙基苯	m-Diethylbenzene	141-93-5	105	119	134
96	对-二乙基苯	p-Diethylbenzene	105-05-5	119	105	134
97	正十一烷	n-Undecane	1120-21-4	57	43	71
98	1,2-二氯苯	1,2-Dichlorobenzene	95-50-1	146	148	111
99	正十二烷	n-Dodecane	112-40-3	57	43	71
100	1,2,4-三氯苯	1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1	180	182	145
101	1,1,2,3,4,4-六氯丁二烯	Hexachloro-1,3-butadiene	87-68-3	225	223	227
102	萘	Naphthalene	91-20-3	128	64	

1.5 标准气体配置

1.5.1 配置一定浓度的 108 种混合气体置于采样罐中待用。

1.5.2 通过控制 TT24-7 xr 的采样流速和采样时间，使进入到系统的化合物浓度分别为 1、2、5、10 和 20 ng/ml，以浓度为横坐标，响应值为纵坐标建立校准曲线。



图1 TT24-7 xr+岛津GCMS在线检测系统

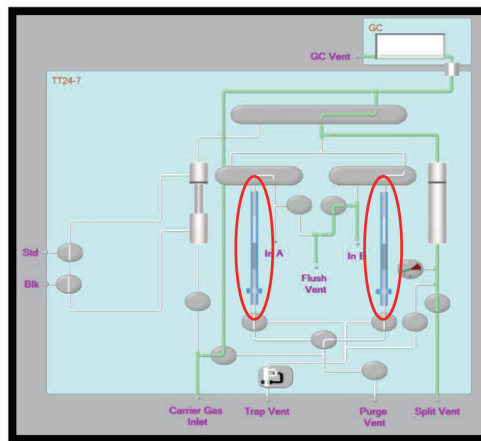


图2 TT24-7 xr内部流路图

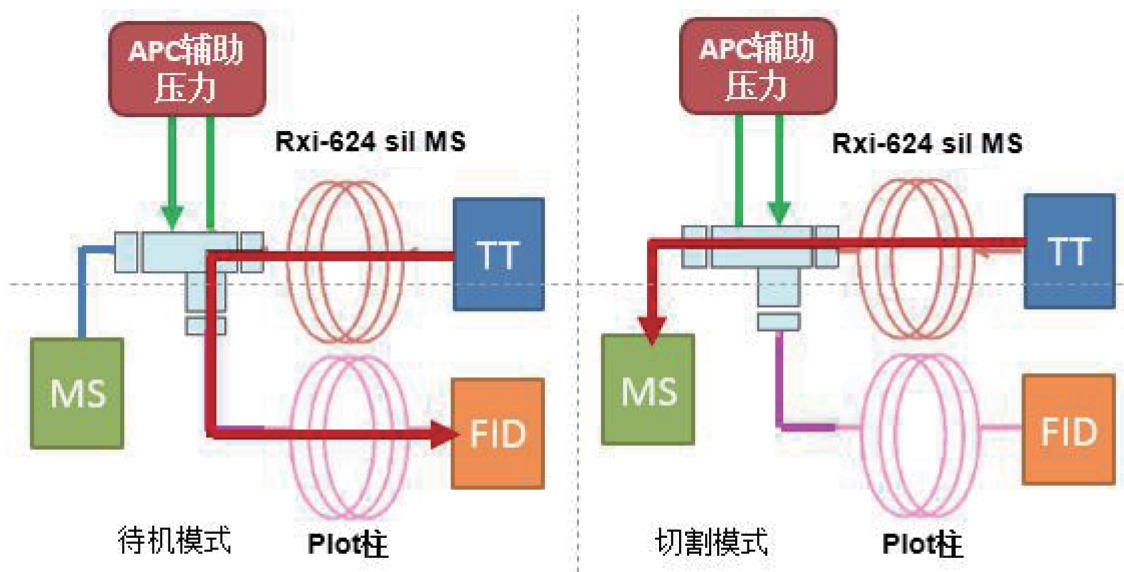


图3 岛津GCMS中心切割流路图(红色箭头)

■ 测试结果

2.1 分离谱图

以丙烯组分作为切割点，将丙烯和之前流出的组分导入 FID 进行检测，其余组分则切割进入质谱检测器检测。分离谱图如下图 4、图 5 所示。

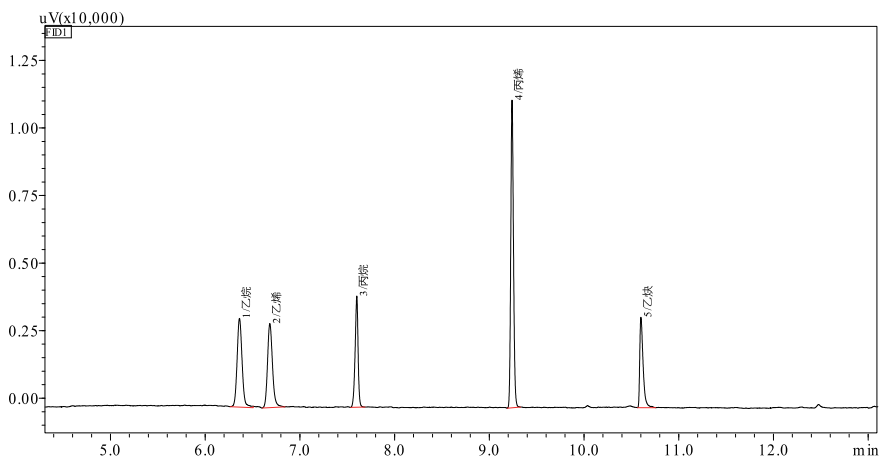


图4 轻烃切入Plot柱色谱图(FID检测)

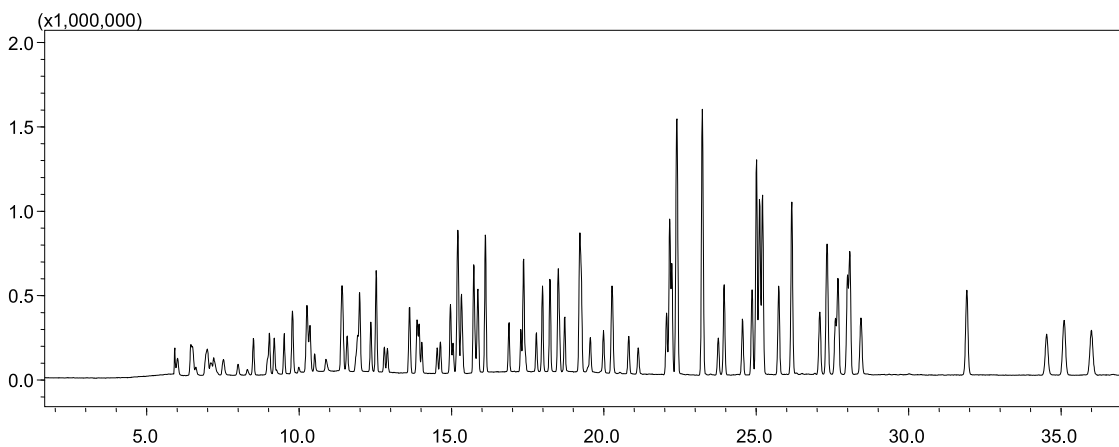


图5 化合物在硅氧烷柱上TIC图(MS检测)

2.2 标准曲线及重复性

确定采集方法的切割点后, 根据表 1 中的化合物信息和 Scan 的检索结果, 对进入 MS 检测器的组分建立 Fsst(Scan+SIM) 采集方法; 重复进样 7 次, 测试色谱峰面积重复性; 并以 1 ppb、2 ppb、5 ppb、10 ppb 和 20 ppb 建立标准曲线; 重复性与线性数据请参见表 2 和表 3, 图 6 所示为 Plot 柱分析化合物校准曲线图, 图 7 所示为 1 ng/ml 化合物质量色谱图 (篇幅有限, 仅列出部分组分)。

表2 FID检测组分信息与重复性(n=7)

No.	化合物	英文名称	保留时间 (min)	CAS 号	RSD%	相关系数 R
1	乙烷	Ethane	6.356	74-84-0	3.12	0.9998
2	乙烯	Ethylene	6.675	74-85-1	3.78	0.9994
3	丙烷	Propane	7.601	74-98-6	4.94	0.9980
4	丙烯	Propene	9.240	115-07-1	3.39	0.9978
5	乙炔	Acetylene	10.602	74-86-2	5.31	0.9972

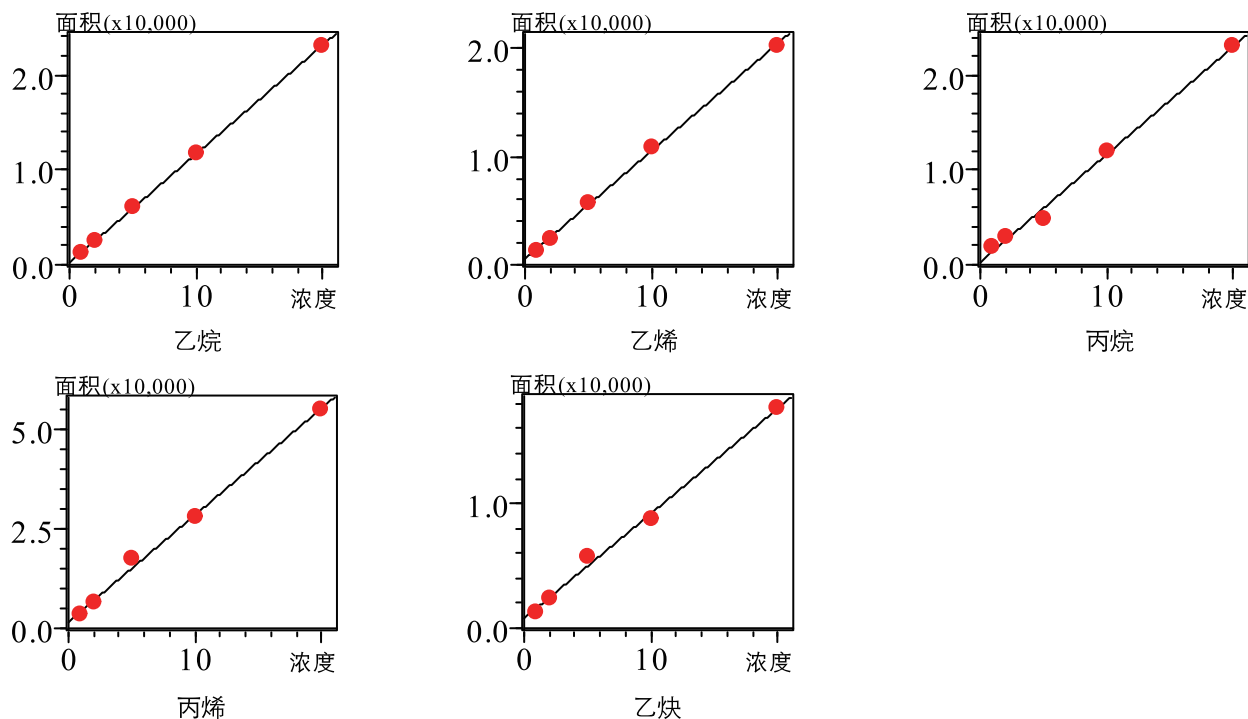


图6 Plot柱分析化合物校准曲线

表3 MS检测组分信息与重复性(n=7)

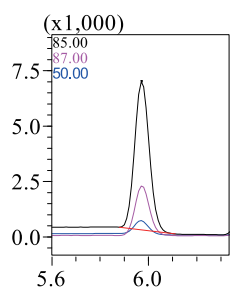
No.	化合物	英文名称	保留时间 (min)	RSD%	相关系数 R
1	二氯二氟甲烷	Dichlorodifluoromethane	5.930	5.26	0.9971
2	二氯四氟乙烷	1,2-Dichlorotetrafluoroethane	6.365	3.89	0.9972
3	异丁烷	Isobutane	6.428	4.91	0.9975
4	一氯甲烷	Chloromethane	6.538	3.88	0.9989
5	1-丁烯	1-Butene	6.848	3.24	0.9977
6	正丁烷	n-Butane	6.888	5.87	0.9980
7	氯乙烯	Vinyl chloride	6.921	2.99	0.9991
8	1,3-丁二烯	1,3-Butadiene	7.023	2.92	0.9963
9	反-2-丁烯	trans-Butene	7.127	4.49	0.9981
10	顺-2-丁烯	cis-2-Butene	7.414	5.33	0.9962
11	溴甲烷	Bromomethane	7.920	1.32	0.9996
12	氯乙烷	chloroethane	8.227	5.10	0.9991
13	异戊烷	Isopentane	8.431	6.19	0.9984
14	三氯一氟甲烷	Trichlorofluoromethane	8.894	4.26	0.9996
15	1-戊烯	1-Pentene	8.960	5.53	0.9987
16	正戊烷	n-Pentane	9.119	6.69	0.9987
17	乙醇	Ethanol	9.209	10.72	0.9972
18	反-2-戊烯	trans-2-Pentene	9.448	3.65	0.9986
19	异戊二烯	Isoprene	9.710	4.60	0.9993

20	顺-2-戊烯	cis-2-Pentene	9.735	5.13	0.9987
21	丙烯醛	Acrolein	9.934	7.25	0.9994
22	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷	1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane	10.190	4.76	0.9984
23	1,1-二氯乙烯	1,1-Dichloroethene	10.207	3.30	0.9991
24	丙酮	Acetone	10.242	5.18	0.9983
25	2,2-二甲基丁烷	2,2-Dimethylbutane	10.300	5.65	0.9972
26	异丙醇	2-Propanol	10.461	8.02	0.9979
27	二硫化碳	Carbon disulphide	10.812	6.91	0.9982
28	二氯甲烷	Methylene chloride	11.332	6.71	0.9987
29	2,3-二甲基丁烷	2,3-Dimethylbutane	11.338	4.61	0.9986
30	2-甲基戊烷	2-Methylpentane	11.357	6.48	0.9977
31	环戊烷	Cyclopentane	11.514	5.94	0.9980
32	叔丁基甲醚	2-Methoxy-2-methylpropane	11.863	6.15	0.9982
33	1,2-二氯乙烯(Z)	trans-1,2-Dichloroethene	11.923	3.23	0.9991
34	3-甲基戊烷	3-Methylpentane	11.939	4.60	0.9987
35	1-己烯	1-Hexene	12.298	5.69	0.9982
36	正己烷	n-Hexane	12.475	8.92	0.9985
37	醋酸乙烯酯	Vinyl acetate	12.742	6.28	0.9983
38	1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	12.842	4.60	0.9990
39	2,4-二甲基戊烷	2,4-Dimethylpentane	13.566	5.51	0.9972
40	甲基环戊烷	Methylcyclopentane	13.812	6.48	0.9980
41	2-丁酮	2-Butanone	13.878	5.65	0.9985
42	乙酸乙酯	Ethyl acetate	13.892	9.60	0.9991
43	1,2-二氯乙烯(E)	cis-1,2-Dichloroethene	13.969	7.56	0.9987
44	四氢呋喃	Tetrahydrofuran	14.474	6.12	0.9978
45	三氯甲烷	Trichloromethane	14.579	5.60	0.9986
46	2-甲基己烷	2-Methylhexane	14.908	6.01	0.9986
47	1,1,1-三氯乙烷	1,1,1-Trichloroethane	14.991	5.35	0.9975
48	2,3-二甲基戊烷	2,3-Dimethylpentane	15.130	3.94	0.9974
49	环己烷	Cyclohexane	15.159	5.95	0.9992
50	3-甲基己烷	3-Methylhexane	15.262	6.63	0.9961
51	四氯化碳	Carbon tetrachloride	15.300	5.05	0.9984
52	苯	Benzene	15.673	6.82	0.9975
53	1,2-二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	15.718	4.35	0.9985
54	2,2,4-三甲基戊烷	2,2,4-Trimethylpentane	15.805	4.05	0.9972
55	正庚烷	n-Heptane	16.054	7.47	0.9960
56	1,1,2-三氯乙烯	Trichloroethene	16.828	4.32	0.9962

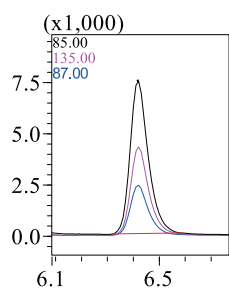
57	甲基丙烯酸甲酯	Methyl methacrylate	17.223	6.26	0.9970
58	甲基环己烷	Methylcyclohexane	17.301	4.87	0.9991
59	1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	17.307	5.99	0.9979
60	1,4-环氧六烷	1,4-Dioxane	17.368	7.54	0.9978
61	一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	17.725	5.26	0.9971
62	2,3,4-三甲基戊烷	2,3,4-Trimethylpentane	17.922	7.18	0.9985
63	2-甲基庚烷	2-Methylheptane	18.170	4.64	0.9965
64	3-甲基庚烷	3-Methylheptane	18.436	7.24	0.9964
65	1,3-二氯丙烯 (E)	trans-1,3-Dichloropropene	18.480	6.63	0.9962
66	4-甲基-2-戊酮	4-Methyl-2-pentanone	18.651	5.44	0.9974
67	甲苯	Toluene	19.139	5.40	0.9973
68	辛烷	n-Octane	19.189	8.40	0.9979
69	1,3-二氯丙烯 (Z)	cis-1,3-Dichloropropene	19.482	9.13	0.9961
70	1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	19.916	6.70	0.9963
71	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	20.187	3.50	0.9967
72	2-己酮	2-Hexanone	20.214	6.08	0.9976
73	二溴一氯甲烷	Dibromochloromethane	20.742	6.81	0.9987
74	1,2-二溴乙烷	Ethylene dibromide	21.053	7.00	0.9993
75	氯苯	Chlorobenzene	21.980	6.25	0.9964
76	乙苯	Ethylbenzene	22.081	5.43	0.9980
77	壬烷	n-Nonane	22.153	6.69	0.9950
78	对,间二甲苯	m,p-Xylene	22.314	5.33	0.9978
79	邻二甲苯	o-Xylene	23.138	5.20	0.9977
80	苯乙烯	Styrene	23.159	6.22	0.9966
81	三溴甲烷	Bromoform	23.672	5.50	0.9966
82	异丙苯	Isopropylbenzene	23.862	6.56	0.9974
83	1,1,2,2-四氯乙烷	1,1,2,2-Tetrachloroethane	24.464	5.29	0.9980
84	正丙苯	n-Propylbenzene	24.775	4.69	0.9983
85	癸烷	n-Decane	24.920	6.21	0.9967
86	对-乙基甲苯	p-Ethyltoluene	25.022	3.79	0.9969
87	间-乙基甲苯	m-Ethyltoluene	25.116	6.77	0.9970
88	1,3,5-三甲苯	1,3,5-Trimethylbenzene	25.116	6.77	0.9969
89	邻-乙基甲苯	o-Ethyltoluene	25.646	6.49	0.9977
90	1,2,4-三甲苯	1,2,4-Trimethylbenzene	26.072	5.75	0.9968
91	1,3-二氯苯	1,3-Dichlorobenzene	26.983	4.04	0.9985
92	1,2,3-三甲苯	1,2,3-Trimethylbenzene	27.208	5.94	0.9977
93	1,4-二氯苯	1,4-Dichlorobenzene	27.235	3.31	0.9980

94	氯甲苯	Benzyl chloride	27.490	5.44	0.9966
95	间-二乙基苯	m-Diethylbenzene	27.577	5.66	0.9974
96	对-二乙基苯	p-Diethylbenzene	27.885	3.78	0.9976
97	正十一烷	n-Undecane	27.962	3.21	0.9974
98	1,2-二氯苯	1,2-Dichlorobenzene	28.325	4.32	0.9987
99	正十二烷	n-Dodecane	31.763	6.68	0.9955
100	1,2,4-三氯苯	1,2,4-Trichlorobenzene	34.356	5.08	0.9968
101	1,1,2,3,4,4-六氯丁二烯	Hexachloro-1,3-butadiene	34.927	7.14	0.9970
102	萘	Naphthalene	35.804	3.86	0.9984

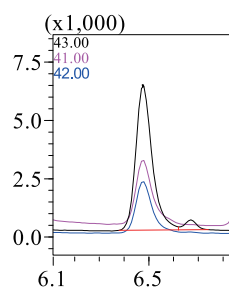
注：102种组分中，间二甲苯与对二甲苯计作一个峰。



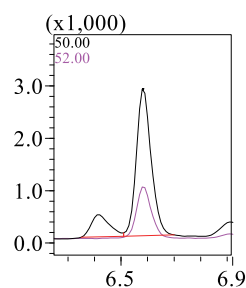
二氯二氟甲烷



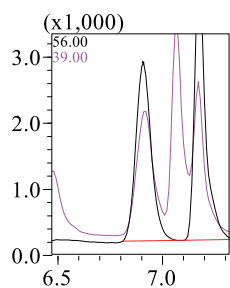
二氯四氟甲烷



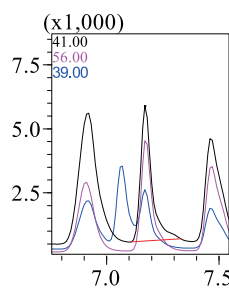
异丁烷



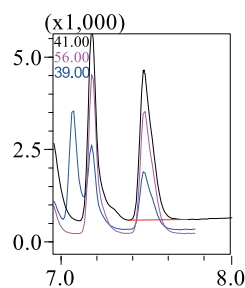
氯甲苯



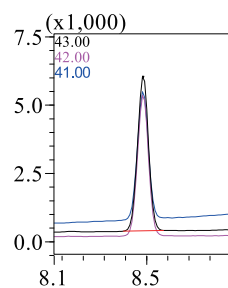
正丁烷



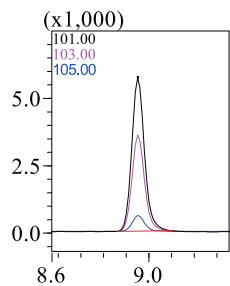
反-2-丁烯



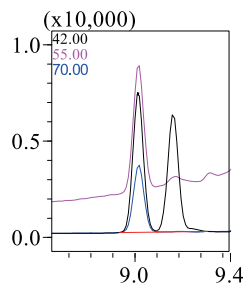
顺-2-丁烯



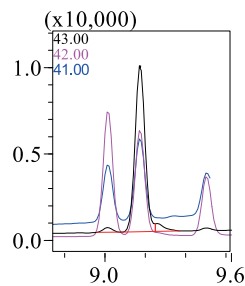
异戊烷



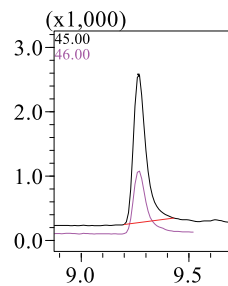
三氯一氟甲烷



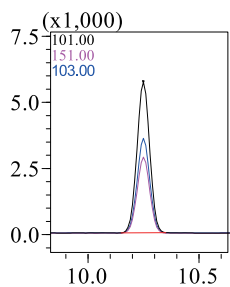
1-戊烯



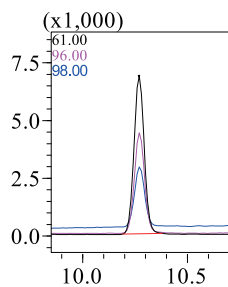
正戊烷



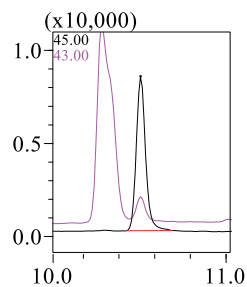
乙醇



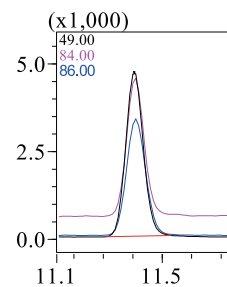
1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷



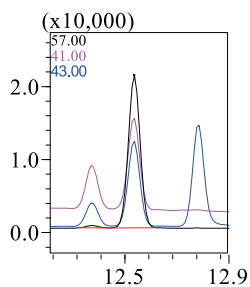
1,1-二氯乙烯



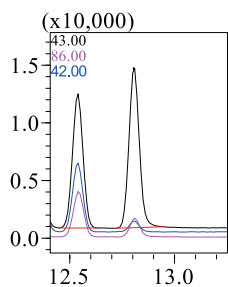
异丙醇



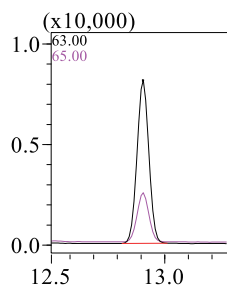
二氯甲烷



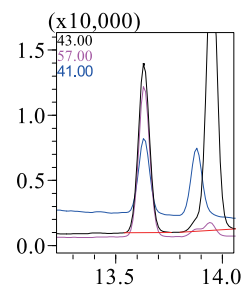
正己烷



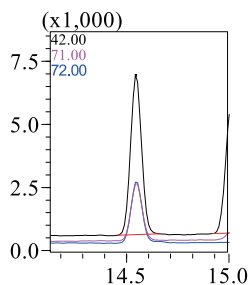
醋酸乙烯酯



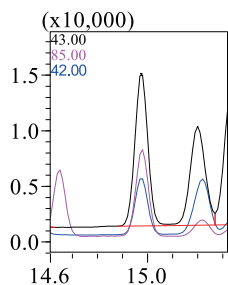
1,1-二氯乙烷



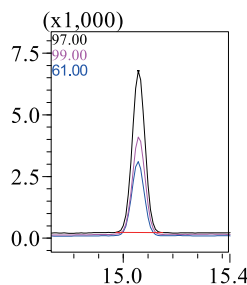
2,4-二甲基戊烷



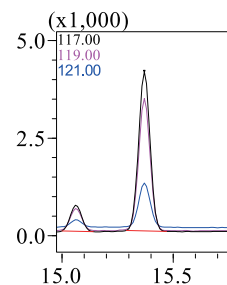
四氢呋喃



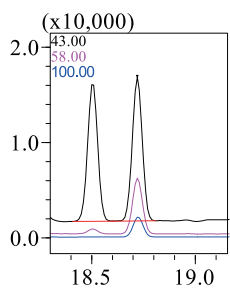
2-甲基戊烷



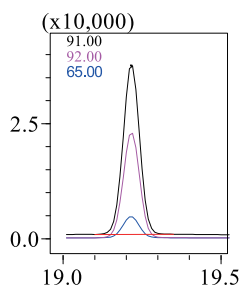
1,1,1-三氯乙烷



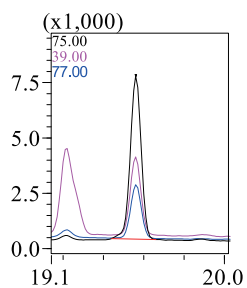
四氯化碳



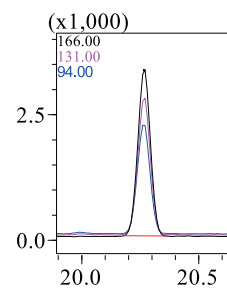
4-甲基-2-戊酮



甲苯



1,3-二氯丙烯 (Z)



四氯乙烯

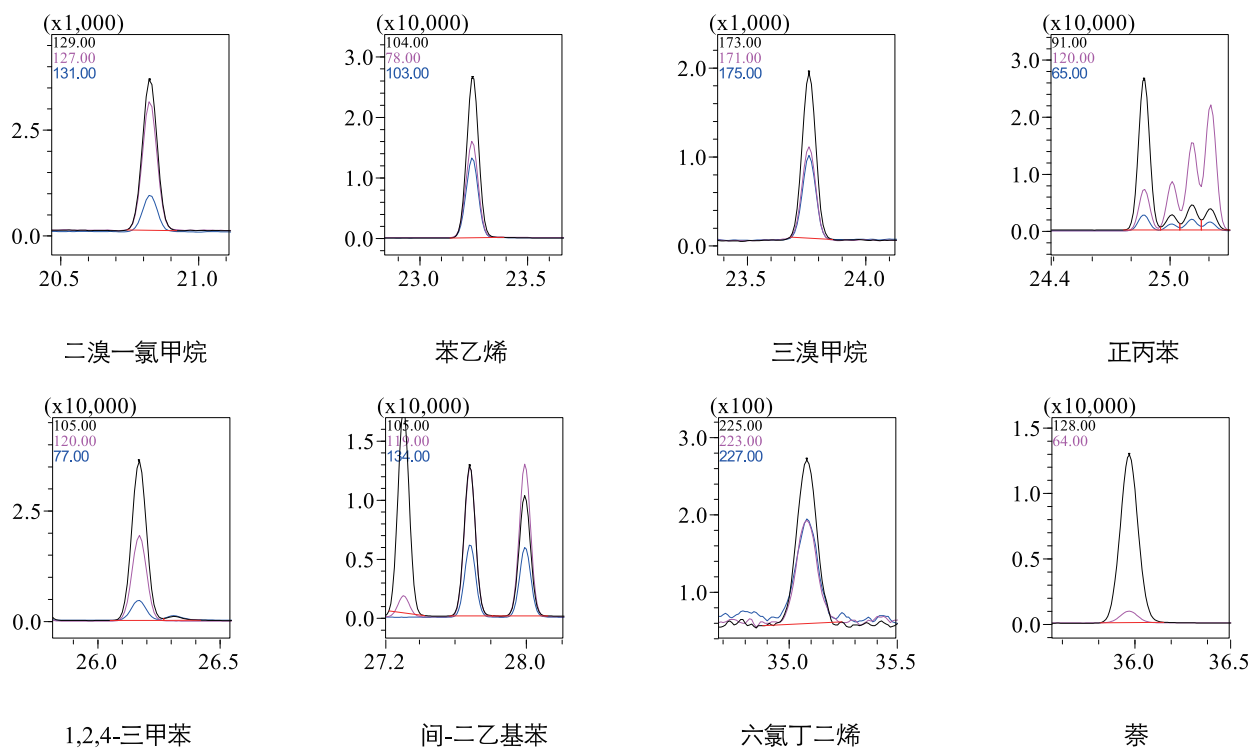


图7 1 ng/mL 标气质量色谱图(部分组分)

结论

本方案采用岛津 GCMS-QP 2010Ultra 气质联用仪配置 FID 检测器, 结合 TT24-7 xr 全在线监测系统对环境空气中的污染物进行全时段监测, 该方案具有以下特点: 1、灵敏度高, 稳定性好, 仪器线性好, 可以监测 ppt 级的环境污染物; 2、真正实现全在线分析, 两根冷阱交替工作, 不遗漏任何时刻的空气样品, 保证数据完整性, 满足新标准的要求, 快速得到各站点环境污染物数据的变化规律。