

# GCMS 法测定半导体洁净室内 117 种有机污染物含量

## GCMS-605

**摘要：** 本文利用岛津 GCMS-QP2020 NX 气质联用仪结合液氮制冷型大气预浓缩仪，建立了半导体制造厂洁净室内 117 种有机污染物的测定方法。结果显示：在 0.1~10.0 nmol/mol 浓度范围内，各组标准曲线线性良好，相关系数均在 0.995 以上。以浓度为 0.5 nmol/mol 的标气连续进样 5 次，各组峰面积 RSD 均小于 5%，精密度良好。该方法操作简单，定量数据准确可靠，可用于半导体制造厂洁净室内有机污染物的检测。

**关键词：** GCMS 大气预浓缩仪 半导体制造厂 洁净室 有机污染物

### 技术特点：

- ❖ 一针进样同时分析 117 种有机污染物。
- ❖ 提供从气体样品采集、浓缩仪进样到 GCMS 仪器分析的一体化应用方案。

半导体制造必须在高度控制的洁净室环境中进行，通过严格控制空气洁净度、温湿度、气流、静电、化学和生物污染等参数，确保制造过程的高精度和产品的高质量。

在半导体制造车间，会引入各种各样的有机污染物，如空气中有机气体、颗粒物质，光刻胶、清洗剂、溶剂等工艺化学品中的有机成分，设备润滑油、密封材料、包装材料等释放的有机物，操作人员皮肤油脂及化妆品等；

制造车间存在的有机污染物可能会粘附在器件表面，形成薄膜或颗粒，影响后续工艺步骤的均匀性和精度，对器件的性能、可靠性和良率产生显著影响。

随着半导体工艺的不断进步，制程已经趋近于摩

尔极限，对有机污染物的监测和管控要求也随之增高。一方面污染物的监测种类和数目在增加，一些半导体企业洁净室环境有上百种有机污染物的检测需求；另一方面，污染物的浓度限值越来越低，一些重点污染物浓度需要控制在万亿分之一（pptV）的级别。因此，为充分应对半导体企业洁净室有机污染物检测需求，建立一种有效的监控方法至关重要。

本文使用岛津 GCMS-QP2020 NX 气质联用仪结合大气预浓缩仪，建立了半导体制造厂洁净室内 117 种有机污染物的测定方法。结果显示，本方法操作简单、可靠，完全满足半导体制造厂洁净室内有机污染物的检测需求。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

气质联用仪：GCMS-QP2020 NX

液氮制冷型大气预浓缩仪：Nutech 8910

### 1.2 分析条件

大气预浓缩仪条件：

Trap1 捕集温度：-170°C

Trap1 捕集流速：50 mL/min

Trap1 解析温度：30°C

Trap1 解析时间：2 min

Trap2 捕集温度：-50°C

Trap2 解析温度：230°C

Trap2 解析时间：1 min

Trap3 聚焦温度：-180°C

Trap3 解析温度：80°C

Trap3 解析时间：1 min



表 1 FID 检测器检测化合物信息

No.	中文名称	英文名称	CAS 号	保留时间 (min)
1	乙烷	Ethane	74-84-0	15.639
2	乙烯	Ethylene	74-85-1	16.926
3	丙烷	Propane	74-98-6	19.935
4	丙烯	Propene	115-07-1	24.129
5	乙炔	Acetylene	74-86-2	27.181

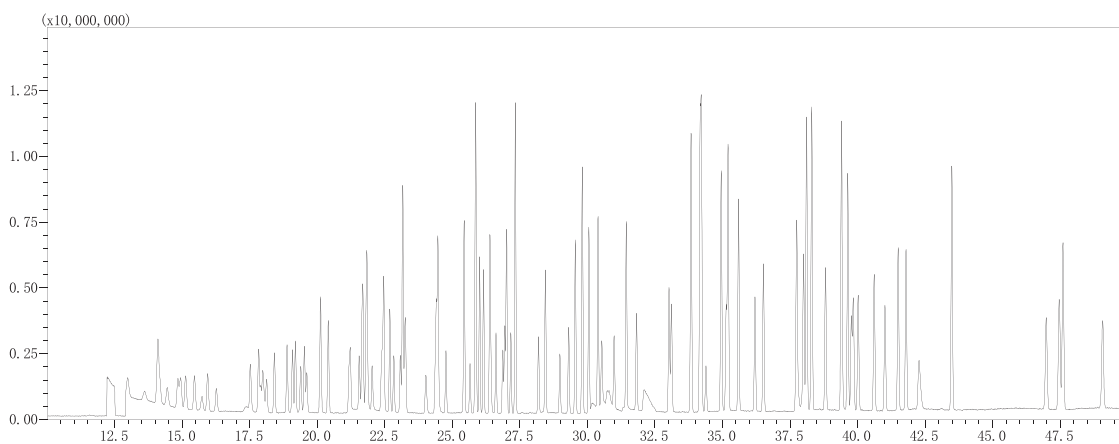


图 2 112 种化合物在聚甲基硅氧烷柱上色谱图 (MS 检测器)

表 2 MS 检测器各有机污染物和内标组分信息

No.	化合物名称	英文名称	CAS 号	定量离子 (m/z)	定性离子 (m/z)
1	甲醛	Methanal	50-00-0	29	30
2	二氟二氯甲烷	Dichlorodifluoromethane	75-71-8	85	87 50
3	一氯甲烷	Chloromethane	74-87-3	50	52
4	二氯四氟乙烷	1,2-Dichlorotetrafluoroethane	76-14-2	135	85 87
5	异丁烷	Isobutane	75-28-5	27	57 58
6	乙醛	Ethanal	75-07-0	29	42
7	氯乙烯	Vinyl chloride	75-01-4	62	64 27
8	正丁烯	1-Butene	106-98-9	41	56
9	丁二烯	1,3-Butadiene	106-99-0	54	39
10	正丁烷	n-Butane	106-97-8	43	41 29
11	反式 -2- 丁烯	trans-Butene	624-64-6	41	56 39
12	一溴甲烷	Bromomethane	74-83-9	96	94
13	顺式 -2- 丁烯	cis-2-Butene	590-18-1	41	56 39
14	氯乙烷	chloroethane	75-00-3	64	66 49

15	丙烯醛	Acrolein	107-02-8	56	27	55
16	丙酮	Acetone	67-64-1	58	43	
17	异戊烷	Isopentane	78-78-4	72	71	
18	丙醛	Propanal	123-38-6	30	31	
19	一氟三氯甲烷	Trichlorofluoromethane	75-69-4	101	103	66
20	1-戊烯	1-Pentene	109-67-1	42	55	70
21	异丙醇	Isopropyl Alcohol	67-63-0	45	43	31
22	正戊烷	n-Pentene	109-66-0	43	42	41
23	2-甲基-1,3-丁二烯	Isoprene	78-79-5	67	53	68
24	反式-2-戊烯	trans-2-Pentene	646-04-8	55	70	42
25	1,1-二氯乙烯	1,1-Dichlorethene	75-35-4	61	96	98
26	顺式-2-戊烯	cis-2-Pentene	627-20-3	55	42	70
27	二氯甲烷	Methylene chloride	75-09-2	49	84	86
28	1,2,2-三氟-1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane	76-13-1	101	151	103
29	二硫化碳	Carbon disulphide	75-15-0	76	44	78
30	2,2-二甲基丁烷	2,2-Dimethylbutane	75-83-2	43	71	57
31	甲基丙烯醛	Methacrolein	78-85-3	41	70	39
32	反式-1,2-二氯乙烯	trans-1,2-Dichloroethene	156-60-5	61	96	98
33	1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	75-34-3	63	65	27
34	环戊烷	Cyclopentane	287-92-3	55	70	
35	甲基叔丁基醚	2-Methoxy-2-methylpropane	1634-04-4	73	57	
36	2,3-二甲基丁烷	2,3-Dimethylbutane	79-29-8	71	42	
37	乙酸乙烯酯	Vinyl acetate	108-05-4	86	26	
38	2-甲基戊烷	2-Methylpentane	107-83-5	42	71	
39	正丁醛	Butanal	123-72-8	44	72	41
40	2-丁酮	2-Butanone	78-93-3	43	72	29
41	3-甲基戊烷	3-Methylpentane	96-14-0	57	56	41
42	1-己烯	1-Hexane	592-41-6	41	56	42
43	顺式-1,2-二氯乙烯	cis-1,2-Dichloroethene	156-59-2	61	96	98
44	乙酸乙酯	Ethyl acetate	141-78-6	88	70	61
45	正己烷	n-Hexane	110-54-3	86	56	57
46	三氯甲烷	Trichloromethane	67-66-3	83	85	47
47	四氢呋喃	Tetrahydrofuran	109-99-9	42	41	72
48	丁烯醛	Crotonaldehyde	123-73-9	70	41	39

49	1,2- 二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	107-06-2	62	49	
50	甲基环戊烷	Methylcyclopentane	96-37-7	56	69	41
51	2,4- 二甲基戊烷	2,4-Dimethylpentane	108-08-7	43	57	41
52	1,1,1- 三氯乙烷	1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	97	99	61
53	苯	Benzene	71-43-2	78	77	52
54	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	117	119	121
55	环己烷	Cyclohexane	110-82-7	56	84	41
IS	1,2- 二氟苯	1,2-Difluorobenzene	367-11-3	114	88	63
56	2- 甲基己烷	2-Methylhexane	591-76-4	43	85	42
57	2,3- 二甲基戊烷	2,3-Dimethylpentane	565-59-3	56	43	41
58	戊醛	Pentanal	110-62-3	44	58	
59	3- 甲基己烷	3-Methylhexane	589-34-4	43	71	70
60	1,2- 二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	78-87-5	63	62	41
61	一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	75-27-4	83	85	129
IS	一溴一氯甲烷	Bromochloromethane	74-97-5	49	130	51
62	三氯乙烯	Trichloroethene	79-01-6	130	132	95
63	2,2,4- 三甲基戊烷	2,2,4-Trimethylpentane	540-84-1	57	56	
64	1,4- 二氧六环	1,4-Dioxane	123-91-1	88	31	
65	甲基丙烯酸甲酯	Methyl methacrylate	80-62-6	41	69	39
66	正庚烷	n-Heptane	142-82-5	43	71	41
67	反式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	cis-1,3-Dichloropropene	10061-01-5	75	39	77
68	4- 甲基 -2- 戊酮	2-Pentanone, 4-methyl-	108-10-1	43	58	41
69	甲基环己烷	Cyclohexylmethane	108-87-2	83	55	98
70	顺式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	trans-1,3-Dichloropropene	10061-02-6	75	39	110
71	1,1,2- 三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	79-00-5	97	83	99
72	2,3,4- 三甲基戊烷	2,3,4-Trimethylpentane	565-75-3	43	71	70
73	甲苯	Toluene	108-88-3	91	92	65
74	2- 甲基庚烷	2-Methylheptane	592-27-8	99	70	71
75	3- 甲基庚烷	3-Methylheptane	589-81-1	43	57	85
76	二溴一氯甲烷	Dibromochloroethene	124-48-1	129	127	131
77	己醛	Hexanal	66-25-1	44	56	41
78	2- 己酮	2-Hexanone	591-78-6	100	58	-
79	1,2- 二溴乙烷	Ethylene dibromide	106-93-4	107	109	27

80	正辛烷	n-Octane	111-65-9	43	85	41
81	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	127-18-4	166	129	164
IS	氯苯-d5	Chlorobenzene-d5	3114-55-4	117	82	119
82	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7	112	77	114
83	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	91	106	65
84	间 / 对二甲苯	p-Xylene	106-42-3	91	106	105
		m-Xylene	108-38-3			
85	三溴甲烷	Bromoform	75-25-4	173	171	175
86	苯乙烯	Styrene	100-42-5	104	78	103
87	四氯乙烷	Tetrachloroethene	79-34-5	83	85	95
88	邻二甲苯	o-Xylene	95-47-6	91	106	105
89	正壬烷	n-Nonane	111-84-2	43	57	41
IS	对溴氟苯	p-Bromofluorobenzene	460-00-4	95	174	176
90	异丙苯	Isopropylbenzene	98-82-8	105	120	79
91	苯甲醛	Benzaldehyde	100-52-7	106	105	77
92	正丙苯	n-Propylbenzene	103-65-1	91	120	65
93	间乙基甲苯	m-Ethyltoluene	620-14-4	105	120	77
94	对乙基甲苯	p-Ethyltoluene	622-96-8	105	120	77
95	1,3,5-三甲苯	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	105	120	119
96	邻乙基甲苯	o-Ethyltoluene	611-14-3	105	120	79
97	1,2,4-三甲苯	1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	105	120	119
98	癸烷	n-Decane	124-18-5	57	43	71
99	氯代甲苯	Benzyl chloride	100-44-7	91	126	65
100	对二氯苯	1,4-Dichlorobenzene	106-46-7	146	148	111
101	间二氯苯	1,3-Dichlorobenzene	541-73-1	146	148	111
102	1,2,3-三甲苯	1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	105	120	119
103	邻二氯苯	1,2-Dichlorobenzene	95-50-1	146	148	111
104	间二乙基苯	m-Diethylbenzene	141-93-5	105	119	134
105	对二乙基苯	p-Diethylbenzene	105-05-5	134	135	133
106	间甲基苯甲醛	m-Tolualdehyde	620-23-5	121	89	
107	十一烷	n-Undecane	1120-21-4	57	43	71
108	1,2,4-三氯苯	1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1	180	182	145
109	萘	Naphthalene	91-20-3	128	127	129
110	十二烷	n-Dodecane	112-40-3	57	43	71
111	六氯丁二烯	Hexachloro-1,3-butadiene	87-68-3	225	223	227

## 2.2 标准曲线

大气预浓缩仪分别抽取一定体积浓度为 10 nmol/mol 的标准样品和内标，用 GCMS 进行分析，获得浓度为 0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、5.0 和 10.0 nmol/mol 的 VOCs 标准系列数据建立内标曲线。FID 检测器上以外标法建立 C2、C3 标准曲线。部分化合物标准曲线见图 3、图 4，表 3、表 4 给出了部分化合物标准曲线信息。

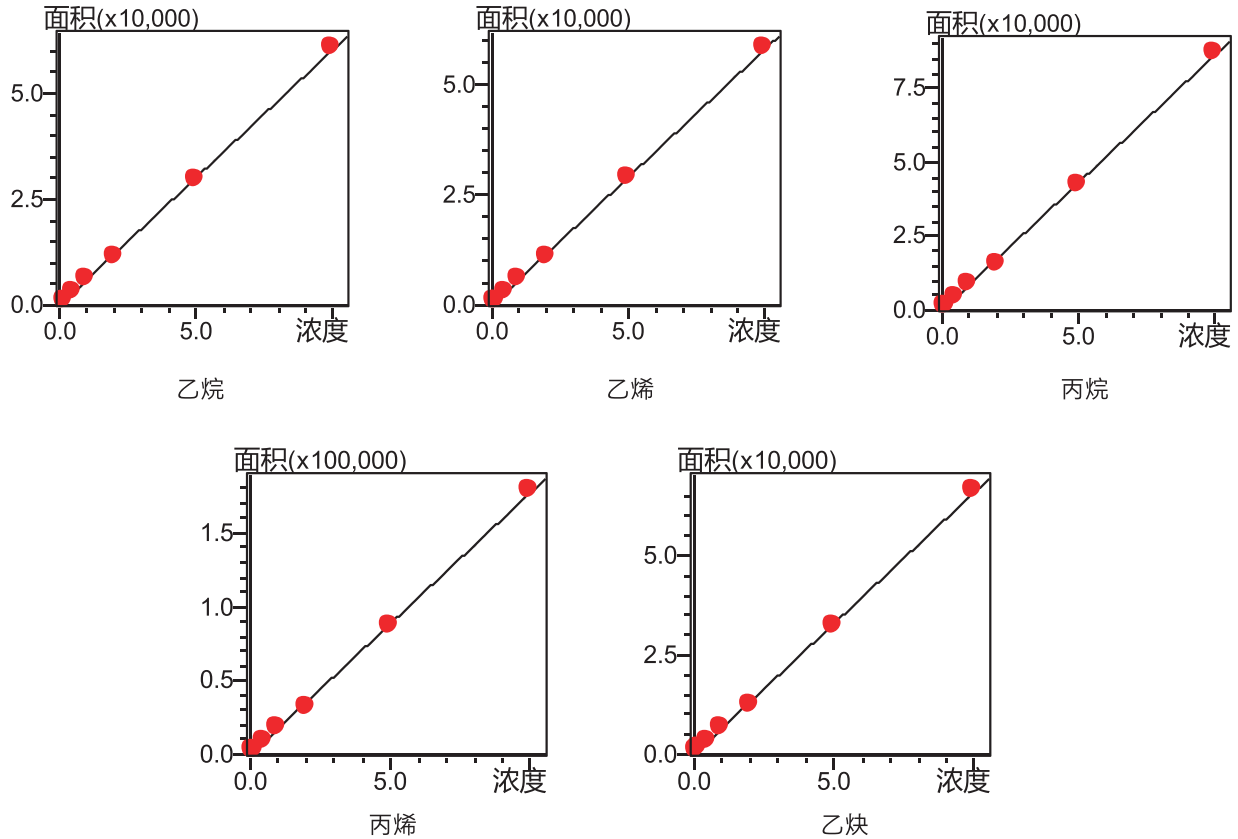
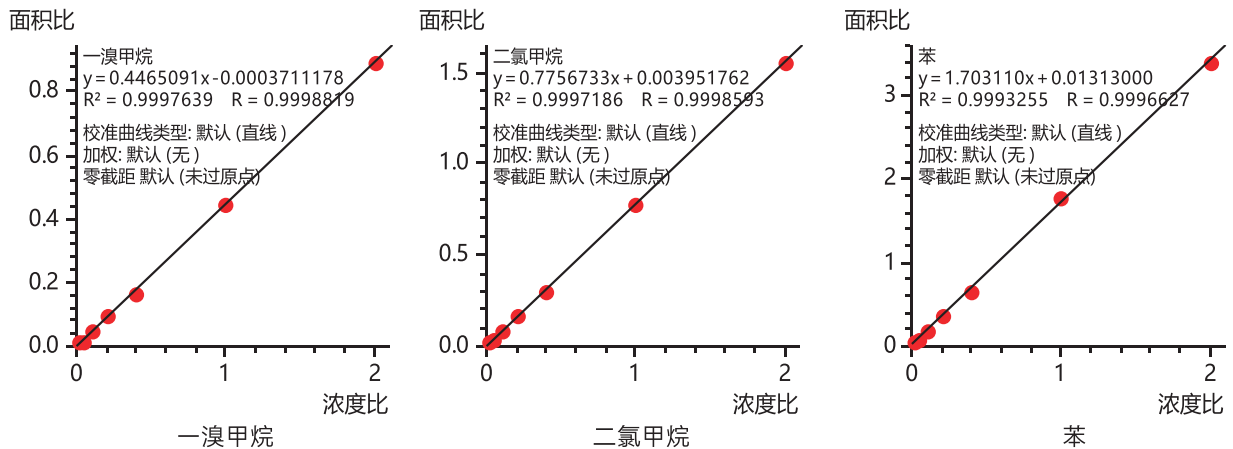


图3 C2、C3 化合物标准曲线 (FID 检测器)



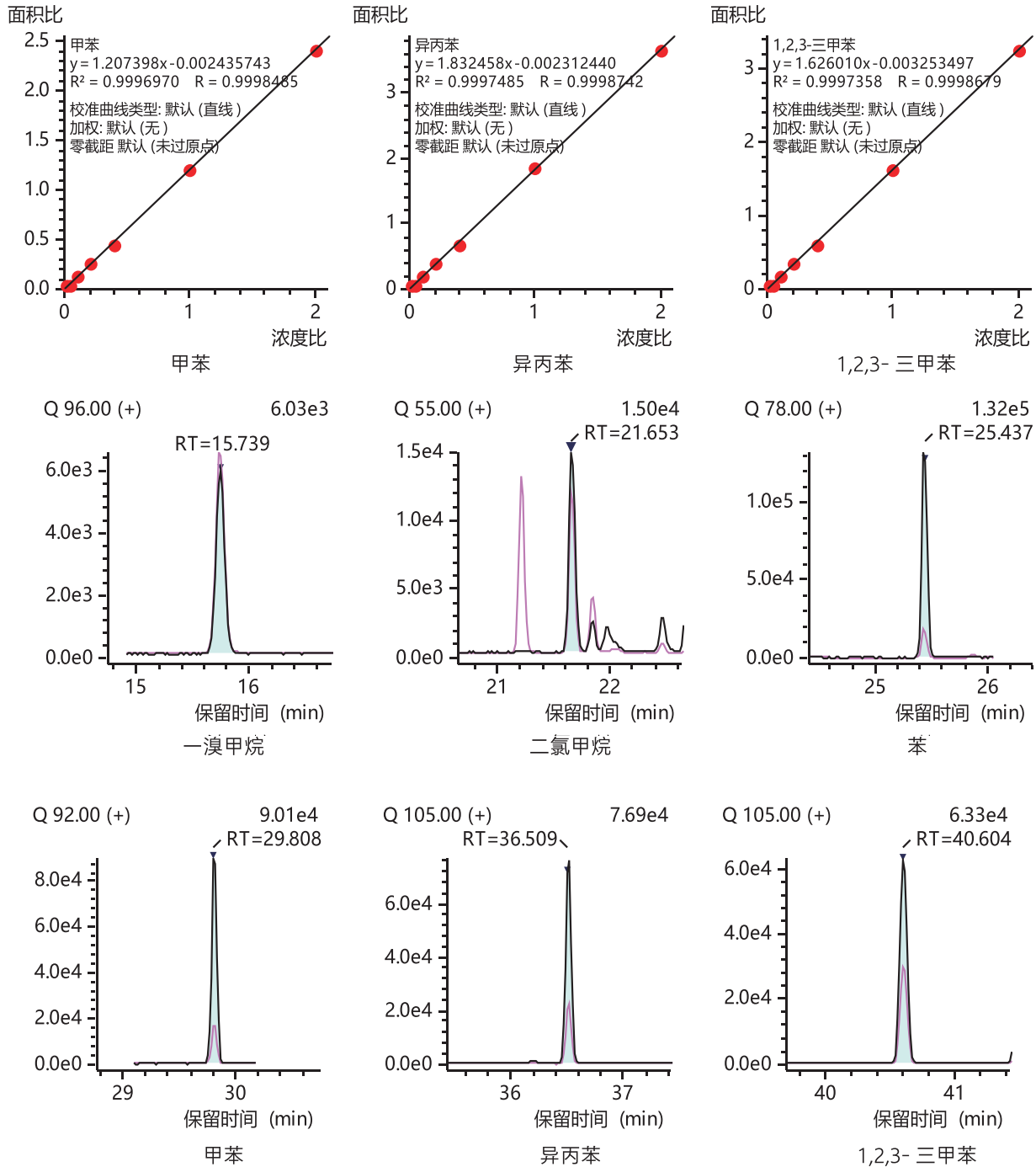


图 4 部分有机污染物标准曲线及质量色谱图 (0.1 nmol/mol) (MS 检测器)

### 2.3 重复性、检出限和回收率

对浓度为 0.5 nmol/mol 标准使用气重复进行 5 次分析, 得到的峰面积重复性数据如表 3、表 4 所示。根据 0.1 nmol/mol 标准使用气数据, 以 3 倍信噪比计算各化合物的检出限, 结果见表 3、表 4。在空白样品中添加 117 种有机污染物混合标气, 添加浓度为 0.5 nmol/mol, 各组分加标回收率结果见表 3、表 4。

表3 FID 检测器检测化合物的线性相关系数、重复性结果 (n=5)、检出限及回收率

No.	化合物名称	保留时间 (min)	相关系数 R	峰面积 RSD (%)	检出限 (pmol/mol)	回收率 (%)
1	乙烷	15.639	0.9997	3.3	29.2	95.4
2	乙烯	16.926	0.9998	4.2	27.1	94.2
3	丙烷	19.935	0.9997	4.1	17.0	94.4
4	丙烯	24.129	0.9997	4.3	8.0	94.0
5	乙炔	27.181	0.9998	4.0	23.0	94.4

表4 MS 检测器 112 种化合物线性相关系数、重复性结果 (n=5)、检出限及回收率

No.	化合物名称	保留时间 (min)	相关系数 R	峰面积 RSD (%)	检出限 (pmol/mol)	回收率 (%)
1	甲醛	12.346	0.9994	4.8	33.0	71.0
2	二氟二氯甲烷	13.007	0.9999	2.0	3.4	92.0
3	一氯甲烷	13.630	0.9999	3.5	31.2	95.2
4	二氯四氟乙烷	14.114	0.9999	2.6	1.3	91.0
5	异丁烷	14.140	0.9999	3.3	15.3	92.8
6	乙醛	14.141	0.9997	3.5	2.3	99.4
7	氯乙烯	14.471	0.9999	3.6	0.8	91.6
8	正丁烯	14.862	0.9999	3.2	19.1	95.6
9	丁二烯	14.962	0.9999	1.4	1.1	98.0
10	正丁烷	15.148	0.9999	2.5	0.6	96.4
11	反式 -2- 丁烯	15.474	0.9999	1.6	5	97.8
12	一溴甲烷	15.746	0.9999	3.9	1.7	91.4
13	顺式 -2- 丁烯	15.957	0.9999	3.5	0.7	95.2
14	氯乙烷	16.275	0.9999	2.1	1.6	92.8
15	丙烯醛	17.464	0.9998	3.0	0.8	92.2
16	丙酮	17.778	0.9971	2.6	26.3	84.2
17	异戊烷	17.839	0.9999	4.5	8	93.8
18	丙醛	17.850	0.9991	1.9	23	98.4
19	一氟三氯甲烷	18.132	0.9999	1.7	0.5	89.6
20	1- 戊烯	18.421	0.9999	2.4	2.3	94.2
21	异丙醇	18.776	0.9991	4.8	11.2	93.5
22	正戊烷	18.888	0.9999	2.2	2.3	96.6
23	2- 甲基 -1,3- 丁二烯	19.082	0.9999	3.9	16.9	94.6
24	反式 -2- 戊烯	19.192	0.9999	3.2	18.2	95.6

25	1,1- 二氯乙烯	19.389	0.9999	1.2	6	91.0
26	顺式 -2- 戊烯	19.521	0.9999	3.0	19.6	95.6
27	二氯甲烷	19.608	0.9999	3.8	0.6	94.8
28	1,2,2- 三氟 -1,1,2- 三氯乙烷	20.116	0.9999	4.7	0.2	91.8
29	二硫化碳	20.122	0.9998	2.0	0.2	91.8
30	2,2- 二甲基丁烷	20.409	0.9999	2.5	2.1	96.2
31	甲基丙烯醛	21.101	0.9998	2.8	30	91.0
32	反式 -1,2- 二氯乙烯	21.216	0.9999	3.7	0.5	91.4
33	1,1- 二氯乙烷	21.541	0.9999	3.6	0.2	92.4
34	环戊烷	21.652	0.9988	3.2	1.2	94.4
35	甲基叔丁基醚	21.656	0.9999	4.4	26.2	94.8
36	2,3- 二甲基丁烷	21.685	0.9999	3.4	3.2	92.6
37	乙酸乙烯酯	21.751	0.9979	3.7	4.3	94.8
38	2- 甲基戊烷	21.834	0.9998	0.5	3.5	98.6
39	正丁醛	21.956	0.9998	4.9	29.0	93.2
40	2- 丁酮	22.155	0.9985	3.2	31	96.4
41	3- 甲基戊烷	22.452	0.9995	2.7	4.3	96.2
42	1- 己烯	22.674	0.9999	4.4	1.5	94.0
43	顺式 -1,2- 二氯乙烯	22.817	0.9999	4.3	0.1	90.4
44	乙酸乙酯	23.104	0.9999	1.6	4.6	97.6
45	正己烷	23.151	0.9999	1.7	0.1	97.0
46	三氯甲烷	23.250	0.9999	4.6	0.1	93.6
47	四氢呋喃	23.869	0.9999	1.9	2.1	96.8
48	丁烯醛	24.250	0.9996	3.5	29.6	90.2
49	1,2- 二氯乙烷	24.345	0.9999	4.8	0.6	88.6
50	甲基环戊烷	24.395	0.9992	2.8	0.3	96.0
51	2,4- 二甲基戊烷	24.448	0.9999	1.8	0.2	97.4
52	1,1,1- 三氯乙烷	24.741	0.9999	4.8	0.6	89.0
53	苯	25.412	0.9999	4.6	0.2	93.8
54	四氯化碳	25.630	0.9998	4.3	0.4	94.2
55	环己烷	25.836	0.9999	3.2	0.1	95.6
56	2- 甲基己烷	25.987	0.9999	2.9	0.3	94.2
57	2,3- 二甲基戊烷	26.130	0.9999	3.9	0.3	83.6

58	戊醛	26.332	0.9998	2.9	28.2	96.0
59	3- 甲基己烷	26.360	0.9999	4.3	0.2	93.0
60	1,2- 二氯丙烷	26.585	0.9999	2.0	0.2	90.0
61	一溴二氯甲烷	26.838	0.9998	4.7	13.3	91.2
62	三氯乙烯	26.910	0.9999	4.8	0.3	91.8
63	2,2,4- 三甲基戊烷	26.980	0.9999	3.7	0.5	95.6
64	1,4- 二氧六环	27.024	0.9995	3.5	32.3	118.2
65	甲基丙烯酸甲酯	27.093	0.9998	4.7	0.2	93.6
66	正庚烷	27.304	0.9999	4.7	0.2	93.4
67	反式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	28.151	0.9998	4.1	0.4	93.2
68	4- 甲基 -2- 戊酮	28.267	0.9998	0.9	21.3	75.4
69	甲基环己烷	28.408	0.9998	3.2	0.1	95.6
70	顺式 -1,3- 二氯 -1- 丙烯	28.938	0.9997	2.9	0.4	91.6
71	1,1,2- 三氯乙烷	29.265	0.9999	2.5	0.2	89.0
72	2,3,4- 三甲基戊烷	29.513	0.9998	3.6	0.4	94.8
73	甲苯	29.772	0.9998	4.7	0.2	93.2
74	2- 甲基庚烷	30.008	0.9999	3.4	0.5	90.6
75	3- 甲基庚烷	30.346	0.9996	4.4	0.1	93.4
76	二溴一氯甲烷	30.481	0.9996	4.5	0.3	93.8
77	己醛	30.541	0.9992	1.7	31.2	87.4
78	2- 己酮	30.711	0.9989	3.8	21.3	89.4
79	1,2- 二溴乙烷	30.944	0.9998	2.8	0.4	88.6
80	正辛烷	31.387	0.9998	1.2	1	101.8
81	四氯乙烯	31.761	0.9999	3.4	0.4	90.4
82	氯苯	33.048	0.9999	3.0	0.1	91.8
83	乙苯	33.775	0.9999	1.6	0.1	91.8
84	间 / 对二甲苯	34.157	0.9999	4.4	0.4	91.4
85	三溴甲烷	34.335	0.9995	3.3	0.6	89.6
86	苯乙烯	34.889	0.9998	1.1	1.2	91.2
87	四氯乙烷	35.079	0.9999	4.6	0.1	92.0
88	邻二甲苯	35.148	0.9998	0.1	0.4	89.4
89	正壬烷	35.522	0.9998	4.1	0.3	94.2
90	异丙苯	36.438	0.9999	4.9	0.1	93.6
91	苯甲醛	37.455	0.9983	3.0	31.3	104.8

92	正丙苯	37.661	0.9999	4.2	0.1	94.4
93	间乙基甲苯	37.919	0.9995	0.1	0.1	81.0
94	对乙基甲苯	38.038	0.9999	4.9	0.4	95.6
95	1,3,5-三甲苯	38.228	0.9999	5.0	0.1	93.6
96	邻乙基甲苯	38.727	0.9999	4.7	0.1	93.4
97	1,2,4-三甲苯	39.327	0.9999	4.8	0.4	94.0
98	癸烷	39.548	0.9999	4.5	0.1	91.8
99	氯代甲苯	39.693	0.9995	0.2	0.3	96.8
100	对二氯苯	39.761	0.9998	2.4	0.2	91.6
101	间二氯苯	39.937	0.9998	3.5	0.2	91.6
102	1,2,3-三甲苯	40.526	0.9999	5.0	0.4	94.4
103	邻二氯苯	40.925	0.9999	2.7	0.1	91.8
104	间二乙基苯	41.401	0.9998	4.6	0.4	94.2
105	对二乙基苯	41.690	0.9998	2.3	0.5	93.4
106	间甲基苯甲醛	41.981	0.9998	3.8	32.4	92.6
107	十一烷	43.369	0.9998	0.9	21.8	95.4
108	1,2,4-三氯苯	46.785	0.9995	3.9	0.3	89.6
109	萘	47.263	0.9995	3.4	27.3	97.2
110	十二烷	47.386	0.9991	0.9	30.9	100.2
111	六氯丁二烯	48.833	0.9998	3.9	23.1	91.2

注：间二甲苯、对二甲苯计作一个峰。

#### 2.4 样品测试

按照 1.4 进行样品前处理，上机测试，样品色谱图如图 5、图 6 所示，样品中共检出乙醛、二氯甲烷、甲基丙烯醛、正丁醛、戊醛及己醛，测定结果见表 5，其余组分均未检出。

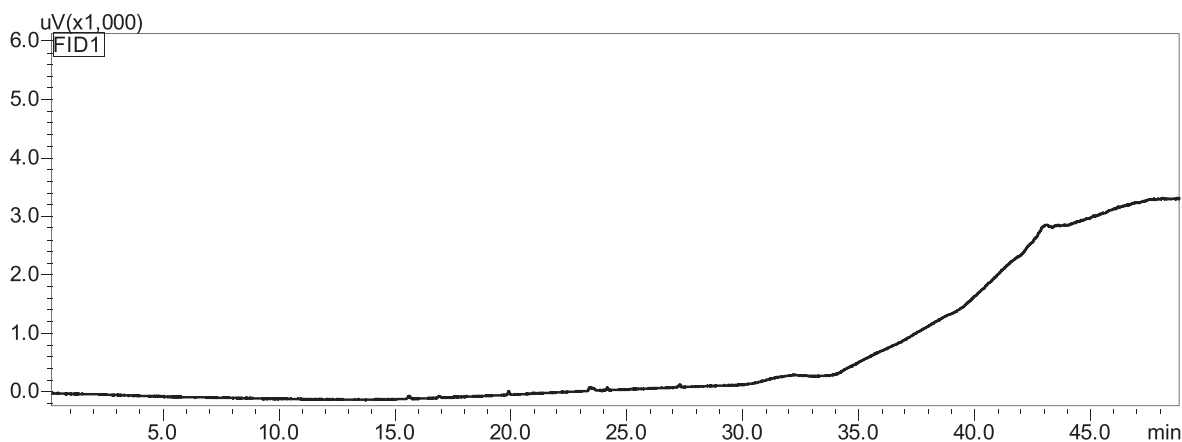


图 5 样品色谱图 (FID 检测器)

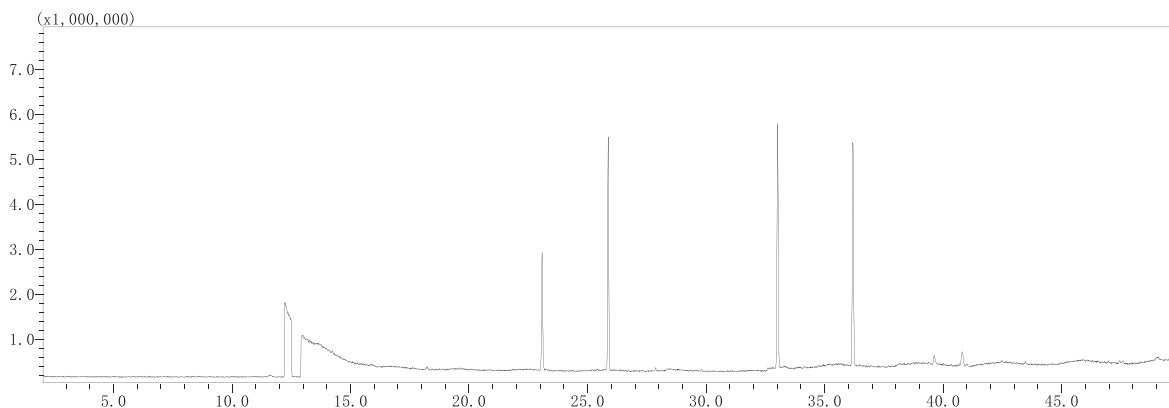


图6 样品色谱图 (MS 检测器)

表5 样品测定结果

No.	化合物名称	保留时间 (min)	含量 (nmol/mol)
1	乙醛	14.214	0.42
2	二氯甲烷	19.609	0.10
3	甲基丙烯醛	21.212	32.12
4	正丁醛	22.079	5.89
5	戊醛	26.444	74.50
6	己醛	30.570	4.63

## ■ 结论

本文使用岛津 GCMS-QP2020 NX 气质联用仪结合液氮制冷型大气预浓缩仪，建立了半导体制造厂洁净室内空气中 117 种有机污染物的测定方法。结果显示：在 0.1~10.0 nmol/mol 浓度范围内，各组标准曲线线性良好，相关系数均在 0.995 以上。以浓度为 0.5 nmol/mol 的标气连续进样 5 次，各组峰面积 RSD 均小于 5.0%，精密度良好。加标实验中，加标浓度为 0.5 nmol/mol 时，各组回收率在 71.0~118.2% 之间。结果显示，本方法操作简单、可靠，完全满足半导体制造厂洁净室内空气中有机污染物的检测需求。

岛津应用云

