

采用吹扫捕集/气相色谱-质谱联用仪

分析水中挥发性有机物

刘鑫顺, 李金文

(广州禾信仪器股份有限公司, 广州 510530)

摘要: 使用禾信 GCMS 1000 气质联用仪和吹扫捕集装置, 按照 HJ639-2012 方法对水样进行加标回收实验。实验结果表明, 在 $5\ \mu\text{g/L}$ - $200\ \mu\text{g/L}$ 的浓度范围内, 目标物的标准曲线相关系数 r 均大于 0.995, 精密度为 1.60%-13.79%, 水样加标回收率为 60.9%-117.3%, 方法检出限在 $0.2\ \mu\text{g/L}$ - $3.6\ \mu\text{g/L}$ 范围内, 均满足 HJ639-2012 标准要求。

关键词: 水;挥发性有机物

挥发性有机物(VOCs)是指在常温下, 沸点 50°C 至 260°C 的各种有机化合物, 包括多非甲烷碳氢化合物、含氧有机化合物、卤代烃、含氮有机化合物和含硫有机化合物等几大类。大多数 VOCs 具有令人不适的特殊气味, 并具有毒性、刺激性、致畸性和致癌作用, 特别是苯、甲苯及卤代烃等对人体健康会造成很大的伤害, 因此环境中的挥发性有机物的检测对保障人体健康和保护环境起到非常重要的作用。

本文参考《水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》标准 (HJ 639-2012), 使用吹扫捕集进样器和气相色谱-质谱联用仪进行水中挥发性有机物分析, 通过检出限、精密度和准确度等指标评估仪器性能, 证明 GCMS 1000 满足水中挥发性有机物检测的需要。

1 材料和方法

1.1 样品制备

样品瓶中加入 10mL 水样, 加入标准品、替代物和适量内标, 放置在吹扫捕集装置托盘中, 待测。

1.2 仪器条件

表1 仪器方法参数

模块	参数	值
吹扫捕集	吹扫流量	40mL/min
	吹扫温度	40 $^{\circ}\text{C}$
	吹扫时间	11min

	干吹时间	2min
	脱附温度	260°C
	脱附时间	3min
	传输线温度	180°C
	进样口温度	230° C
	进样方式	分流（分流比10:1）
	色谱柱系统	DB-624（30m×0.25mm×1.4μm）
色谱	升温程序	起始温度38° C，保持1.8min，以10° C/min升至120° C，以15° C/min升至240° C，保持2min
	载气	氦气
	柱流量	1.5mL/min恒流模式
	离子源	EI，70eV
	离子源温度	230° C
	接口温度	230° C
质谱	检测器电压	-1400V
	质量采集范围	45-250amu
	采集速率	1000amu/s
	采集模式	全扫描

2 结果与讨论

2.1 仪器性能评价

通过微量注射器移取1 μL 25 mg/L四溴氟苯（BFB）的溶液，直接注入气相色谱仪进行分析，得到BFB质谱图，对质谱图进行离子丰度评价。评价结果见图1，BFB各离子丰度比均符合HJ 639-2012标准要求。

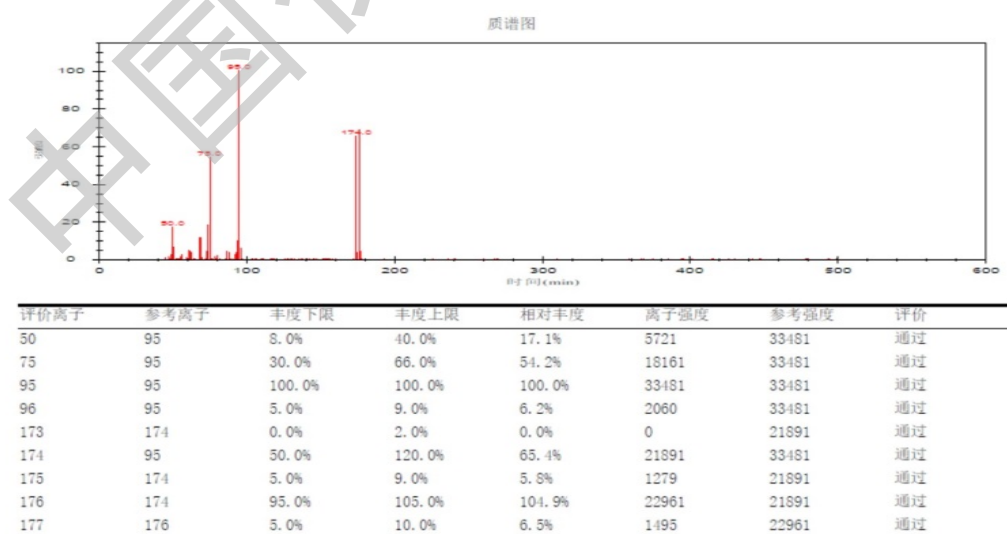


图1 BFB性能评价结果

2.2 标准谱图和物质信息

实验总离子流图见图2，水样作为基质，目标化合物和替代物加标浓度均为200 $\mu\text{g/L}$ ，内标加标浓度为25 $\mu\text{g/L}$ 。各目标物和内标出峰顺序、保留时间以及特征离子信息见表2。

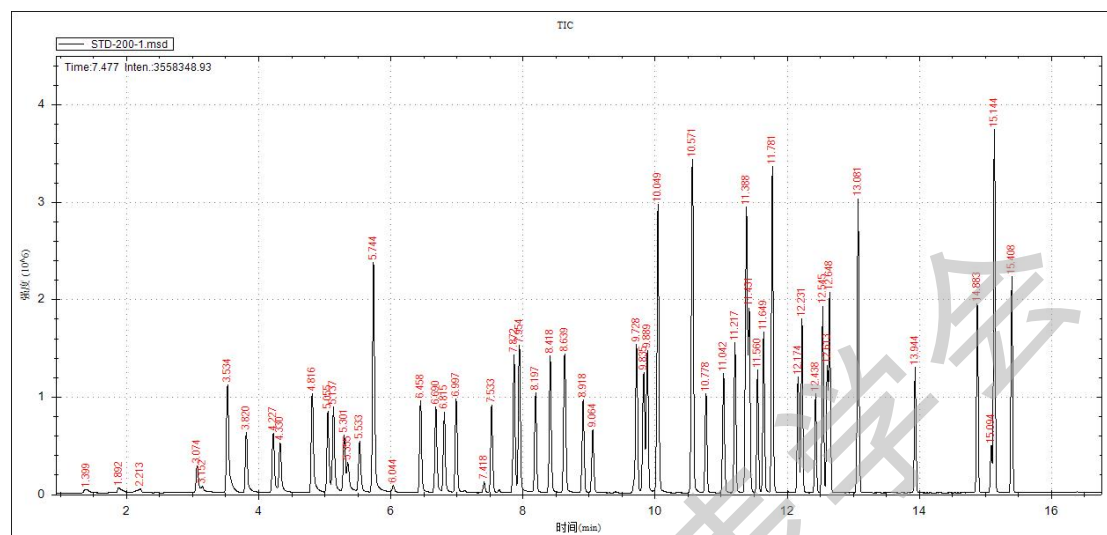


图2 HJ639-2012水样加标实验总离子流图 (200 $\mu\text{g/L}$)

表2 57种挥发性有机物、3种替代物和2种内标的保留时间和特征离子信息表

序号	化合物	CAS	RT, min	定量离子 m/z	定性离子 m/z
1	氯乙烯	75-01-4	1.892	62.1	64.0
2	1,1-二氯乙烯	75-35-4	3.074	96.0	61.0、63.0
3	二氯甲烷	75-09-2	3.534	84.0	49.0、86.0
4	反式-1,2-二氯乙烯	156-60-5	3.820	96.0	61.0、98.0
5	1,1,1-二氯乙烷	75-00-3	4.227	63.0	65.1、83.0
6	氯丁二烯	126-99-8	4.440	53.1	88.0
7	顺式-1,2-二氯乙烯	156-59-2	4.816	96.0	61.0、98.0
8	2,2-二氯丙烷	594-20-7	4.826	77.0	61.0、96.0
9	溴氯甲烷	74-97-5	5.055	128.0	49.1、130.0
10	氯仿	67-66-3	5.141	83.0	85.0、47.0
11	二溴氟甲烷 (替代物)	1868-53-7	5.301	113.0	111.0、191.9
12	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	5.355	97.0	61.0、99.0
13	1,1-二氯丙烯	563-58-6	5.530	75.1	77.1、110.0
14	四氯化碳	56-23-5	5.544	117.0	119.0、121.0
15	苯	71-43-2	5.747	78.1	77.1、51.1
16	1,2-二氯乙烷	107-06-2	5.744	62.1	64.1、98.1
17	氟苯 (内标1)	462-06-6	6.044	96.1	70.1
18	三氯乙烯	79-01-6	6.458	95.0	130.0、132.0
19	1,2-二氯丙烷	78-87-5	6.686	63.1	112.0
20	二溴甲烷	74-95-3	6.815	93.0	174.0、95.0

21	一溴二氯甲烷	75-27-4	6.997	83.0	85.0、127.0
22	环氧氯丙烷	106-89-8	7.418	57.1	49.0
23	顺-1,3-二氯丙烯	10061-01-5	7.533	75.1	77.1
24	甲苯-d8 (替代物)	2037-26-5	7.872	98.1	100.1
25	甲苯	108-88-3	7.954	91.1	92.1
26	反-1,3-二氯丙烯	10061-02-6	8.197	75.1	77.1
27	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	8.418	83.0	97.0、85.1
28	1,3-二氯丙烷	142-28-9	8.632	76.1	78.1
29	四氯乙烯	127-18-4	8.646	166.0	129.0、168.0
30	二溴氯甲烷	124-48-1	8.914	128.9	127.0、130.9
31	1,2-二溴乙烷	106-93-4	9.060	107.1	109.1、187.9
32	氯苯	108-90-7	9.727	112.0	77.1、114.0
33	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	9.831	131.0	133.1、119.0
34	乙苯	100-41-4	9.884	91.2	106.1
35/36	间,对-二甲苯	108-38-3/ 106-42-3	10.045	106.1	91.1
37	邻-二甲苯	95-47-6	10.559	106.1	91.1
38	苯乙烯	100-42-5	10.573	104.1	78.1、103.2
39	溴仿	75-25-2	10.777	172.9	174.9
40	异丙苯	98-82-8	11.041	105.2	120.1
41	4-溴氟苯 (替代物)	460-00-4	11.212	95.2	174.0、176.0
42	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	11.380	83.0	85.0、131.0
43	溴苯	108-86-1	11.394	156.1	77.1、158.0
44	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	11.430	75.1	110.0、77.1
45	正丙苯	103-65-1	11.559	91.1	120.1
46	2-氯甲苯	95-49-8	11.648	91.1	126.1
47	4-氯甲苯	106-43-4	11.780	91.1	126.1
48	1,3,5-三甲基苯	108-67-8	11.780	105.1	120.1
49	叔丁基苯	98-06-6	12.173	119.1	91.1、134.2
50	1,2,4-三甲基苯	95-63-6	12.230	105.1	120.1
51	仲丁基苯	193-39-5	12.433	105.1	134.2
52	1,3-二氯苯	541-73-1	12.544	146.0	148.0、111.0
53	4-异丙基甲苯	99-87-6	12.612	119.1	91.1、134.1
54	1,4-二氯苯-d4 (内标2)	3855-82-1	12.619	152.1	150.1、115.1
55	1,4-二氯苯	106-46-7	12.648	146.1	148.0、111.1
56	1,2-二氯苯	95-50-1	13.076	146.0	148.0、111.1
57	正丁基苯	104-51-8	13.087	91.1	92.1、134.2
58	1,2-二溴-3-氯丙烷	96-12-8	13.944	157.0	75.1、155.0
59	1,2,4-三氯苯	120-82-1	14.883	180.0	182.0、145.1
60	六氯丁二烯	87-68-3	15.097	224.9	226.9、223.0
61	萘	91-20-3	15.140	128.1	127.2
62	1,2,3-三氯苯	87-61-6	15.404	180.0	182.0、145.0

2.3 标准曲线

纯水作为基质，分别配制目标物和替代物浓度为 5 μg/L、20 μg/L、50 μg/L、100 μg/L、200 μg/L，内标浓度为 25 μg/L 的混合标准曲线溶液进行分析。57 种挥发性有机物的线性相关系数 r 均大于 0.99，符合标准的要求校准曲线的相关系数 ≥ 0.99。

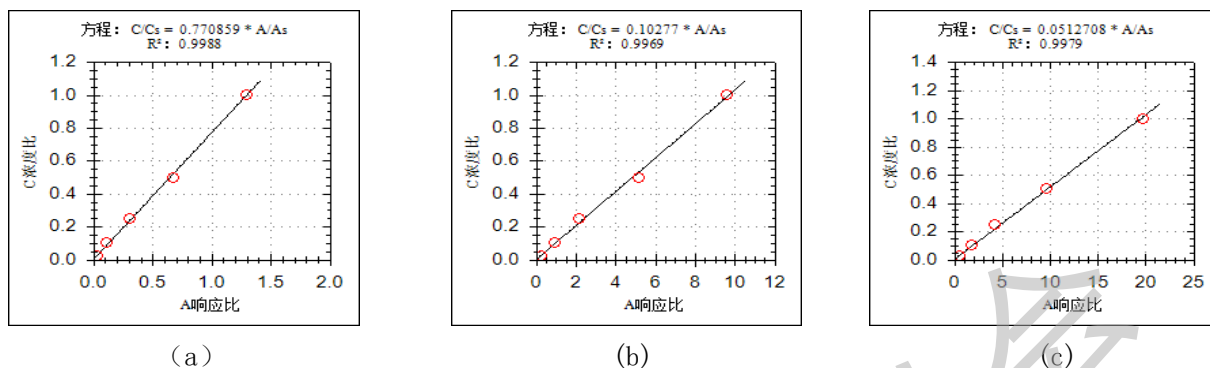


图3 三种代表性物质标准曲线图：(a) 1,1-二氯乙烯，(b) 1,3-二氯丙烷，(c) 间,对-二甲苯

表3 57种目标物和3种替代物标准曲线线性相关系数

序号	化合物	线性相关系数 r	序号	化合物	线性相关系数 r	序号	化合物	线性相关系数 r
1	氯乙烯	0.9969	21	环氧氯丙烷	0.9986	42	溴苯	0.9961
2	1,1-二氯乙烯	0.9988	22	顺-1,3-二氯丙烯	0.9969	43	1,2,3-三氯丙烷	0.9960
3	二氯甲烷	0.9958	23	甲苯-d8 (替代物)	0.9985	44	正丙苯	0.9969
4	反式-1,2-二氯乙烯	0.9993	24	甲苯	0.9971	45	2-氯甲苯	0.9983
5	1,1,1-三氯乙烷	0.9984	25	反-1,3-二氯丙烯	0.9961	46	4-氯甲苯	0.9977
6	氯丁二烯	0.9967	26	1,1,2-三氯乙烷	0.9977	47	1,3,5-三甲基苯	0.9970
7	顺式-1,2-二氯乙烯	0.9963	27	1,3-二氯丙烷	0.9969	48	叔丁基苯	0.9999
8	2,2-二氯丙烷	0.9975	28	四氯乙烯	0.9999	49	1,2,4-三甲基苯	0.9973
9	溴氯甲烷	0.9983	29	二溴氯甲烷	0.9979	50	仲丁基苯	0.9974
10	氯仿	0.9974	30	1,2-二溴乙烷	0.9979	51	1,3-二氯苯	0.9953
11	二溴氟甲烷 (替代物)	0.9992	31	氯苯	0.9978	52	4-异丙基甲苯	0.9997
12	1,1,1-三氯乙烷	0.9985	32	1,1,1,2-四氯乙烷	0.9964	53	1,4-二氯苯	0.9958

13	1,1-二氯 丙烯	0.9983	33	乙苯	0.9966	54	1,2-二氯 苯	0.9962
14	四氯化碳	0.9991	34/3 5	间,对-二甲 苯	0.9979	55	正丁基苯	0.9965
15	苯	0.9971	36	邻-二甲苯	0.9975	56	1,2-二溴 -3-氯丙 烷	0.9957
16	1,2-二氯 乙烷	0.9956	37	苯乙烯	0.9972	57	1,2,4-三 氯苯	0.9954
17	三氯乙烯	0.9979	38	溴仿	0.9967	58	六氯丁二 烯	0.9951
18	1,2-二氯 丙烷	0.9968	39	异丙苯	0.9987	59	萘	0.9964
19	二溴甲烷	0.9982	40	4-溴氟苯(替 代物)	0.9968	60	1,2,3-三 氯苯	0.9965
20	一溴二氯 甲烷	0.9960	41	1,1,2,2-四 氯乙烷	0.9975			

2.4 水样加标回收实验

1) 精密度

分别对水样进行加标浓度为 10 $\mu\text{g/L}$ 、50 $\mu\text{g/L}$ 和 150 $\mu\text{g/L}$ 各六次平行实验,对精密度进行评估,具体信息详见下表 4。浓度为 10 $\mu\text{g/L}$ 的目标物的相对标准偏差(RSD)在 2.11%~13.78%范围内,浓度为 50 $\mu\text{g/L}$ 和 150 $\mu\text{g/L}$ 时,RSD 分别在 2.10%~13.79%和 1.60%~12.28%范围内,均优于标准要求的平行样分析时目标化合物的相对偏差应小于 30.00%。

表4 57种目标物和3种替代物水样加标精密度

序号	化合物	加标浓度 ($\mu\text{g/L}$)			序号	化合物	加标浓度 ($\mu\text{g/L}$)		
		10	50	150			10	50	150
1	氯乙烯	3.23%	9.39%	2.74%	31	氯苯	4.51%	3.89%	3.64%
2	1,1-二 氯乙烯	9.55%	6.41%	4.55%	32	1,1,1,2- 四氯乙烷	11.27%	7.75%	7.11%
3	二氯甲 烷	10.32%	13.79%	12.28%	33	乙苯	3.65%	4.26%	3.17%
4	反式 -1,2-二 氯乙烯	6.08%	4.51%	3.30%	34/35	间,对-二 甲苯	4.87%	3.80%	2.22%
5	1,1,-二 氯乙烷	5.86%	5.68%	2.51%	36	邻-二甲苯	2.11%	4.87%	2.14%
6	氯丁二 烯	4.31%	4.74%	3.00%	37	苯乙烯	5.88%	4.52%	4.16%
7	顺式	3.06%	5.72%	1.60%	38	溴仿	13.74%	11.07%	11.02%

	-1, 2-二 氯乙烷								
8	2, 2-二 氯丙烷	4. 61%	6. 22%	3. 60%	39	异丙苯	6. 95%	5. 98%	4. 76%
9	溴氯甲 烷	3. 71%	6. 70%	2. 54%	40	4-溴氟苯 (替代物)	3. 14%	2. 10%	1. 93%
10	氯仿	2. 53%	5. 90%	2. 11%	41	1, 1, 2, 2- 四氯乙烷	9. 49%	11. 10%	8. 13%
11	二溴氟 甲烷(替 代物)	2. 17%	2. 99%	2. 31%	42	溴苯	4. 29%	4. 69%	3. 40%
12	1, 1, 1- 三氯乙 烷	4. 82%	3. 19%	3. 05%	43	1, 2, 3-三 氯丙烷	12. 12%	10. 99%	9. 91%
13	1, 1-二 氯丙烯	6. 01%	5. 40%	5. 32%	44	正丙苯	12. 69%	5. 86%	5. 48%
14	四氯化 碳	6. 43%	5. 65%	4. 19%	45	2-氯甲苯	5. 85%	2. 88%	4. 63%
15	苯	3. 87%	4. 13%	2. 91%	46	4-氯甲苯	3. 67%	3. 43%	2. 78%
16	1, 2-二 氯乙烷	3. 56%	5. 96%	2. 18%	47	1, 3, 5-三 甲基苯	7. 85%	5. 88%	5. 34%
17	三氯乙 烯	6. 85%	9. 09%	5. 43%	48	叔丁基苯	10. 47%	6. 69%	6. 91%
18	1, 2-二 氯丙烷	3. 71%	5. 25%	2. 39%	49	1, 2, 4-三 甲基苯	13. 78%	5. 11%	3. 55%
19	二溴甲 烷	4. 36%	5. 49%	1. 78%	50	仲丁基苯	10. 48%	7. 11%	7. 91%
20	一溴二 氯甲烷	2. 66%	4. 52%	1. 87%	51	1, 3-二氯 苯	7. 76%	3. 49%	2. 84%
21	环氧氯 丙烷	7. 07%	4. 09%	3. 86%	52	4-异丙基 甲苯	7. 41%	8. 91%	7. 02%
22	顺-1, 3- 二氯丙 烯	3. 90%	6. 05%	3. 10%	53	1, 4-二氯 苯	9. 77%	3. 52%	3. 84%
23	甲苯-d8 (替代 物)	8. 02%	3. 19%	3. 82%	54	1, 2-二氯 苯	3. 50%	5. 71%	2. 54%
24	甲苯	7. 44%	5. 07%	3. 82%	55	正丁基苯	10. 59%	6. 24%	6. 14%
25	反-1, 3- 二氯丙 烯	8. 58%	6. 88%	4. 97%	56	1, 2-二溴 -3-氯丙烷	11. 78%	11. 62%	10. 61%
26	1, 1, 2- 三氯乙 烷	7. 85%	6. 98%	2. 52%	57	1, 2, 4-三 氯苯	9. 19%	4. 88%	3. 45%

27	1,3-二氯丙烷	2.46%	5.83%	2.71%	58	六氯丁二烯	10.65%	7.33%	6.92%
28	四氯乙炔	11.09%	11.15%	10.20%	59	萘	10.31%	8.06%	9.85%
29	二溴氯甲烷	5.26%	4.88%	3.96%	60	1,2,3-三氯苯	5.16%	7.47%	4.42%
30	1,2-二溴乙烷	6.81%	5.69%	2.48%					

2) 准确度

分析 10mL 水样加标（浓度分别为 10 μg/L、50 μg/L、150 μg/L），对方法回收率进行评估，具体信息详见下表 5。加标浓度为 10 μg/L、50 μg/L 和 150 μg/L 水样基质的回收率分别为 61.5%-106.7%、63.6%-113.7%、60.9.0%-117.3%，均符合标准基体加标回收率 60.0%-130.0%水平。

表5 57种目标物和3种替代物水样加标回收率

序号	化合物	加标浓度 (μg/L)			序号	化合物	加标浓度 (μg/L)		
		10	50	150			10	50	150
1	氯乙烯	70.0%	70.3%	98.6%	31	氯苯	96.8%	95.9%	89.7%
2	1,1-二氯乙炔	79.9%	75.8%	93.0%	32	1,1,1,2-四氯乙烷	99.1%	109.8%	100.7%
3	二氯甲烷	106.7%	111.6%	105.3%	33	乙苯	87.0%	80.4%	72.2%
4	反式-1,2-二氯乙炔	87.0%	78.2%	88.3%	34/35	间,对-二甲苯	89.5%	78.9%	67.4%
5	1,1-二氯乙烷	91.0%	85.6%	92.9%	36	邻-二甲苯	91.7%	87.8%	78.5%
6	氯丁二烯	91.9%	81.4%	81.6%	37	苯乙烯	86.6%	86.8%	82.2%
7	顺式-1,2-二氯乙炔	91.9%	82.5%	91.7%	38	溴仿	102.0%	105.7%	117.0%
8	2,2-二氯丙烷	64.3%	83.8%	61.3%	39	异丙苯	80.0%	70.5%	64.6%
9	溴氯甲烷	98.2%	85.9%	91.7%	40	4-溴氟苯(替代物)	104.6%	109.3%	104.6%
10	氯仿	93.3%	84.1%	101.5%	41	1,1,2,2-四氯乙烷	83.3%	113.1%	95.4%
11	二溴氟甲烷(替代物)	94.5%	95.1%	87.4%	42	溴苯	83.8%	86.1%	89.2%
12	1,1,1-	80.7%	72.3%	74.6%	43	1,2,3-三	101.6%	113.7%	117.3%

	三氯乙烷					氯丙烷			
13	1,1-二氯丙烷	93.3%	75.7%	74.0%	44	正丙苯	74.2%	66.7%	63.0%
14	四氯化碳	96.2%	80.8%	73.5%	45	2-氯甲苯	87.3%	80.7%	72.1%
15	苯	89.4%	79.1%	83.5%	46	4-氯甲苯	82.8%	72.5%	65.9%
16	1,2-二氯乙烷	94.8%	86.6%	91.3%	47	1,3,5-三甲基苯	77.5%	64.3%	62.6%
17	三氯乙烯	100.2%	76.4%	90.8%	48	叔丁基苯	83.1%	64.2%	66.3%
18	1,2-二氯丙烷	93.6%	83.9%	90.1%	49	1,2,4-三甲基苯	74.8%	66.7%	62.9%
19	二溴甲烷	95.7%	86.8%	96.8%	50	仲丁基苯	74.0%	69.3%	61.5%
20	一溴二氯甲烷	103.9%	84.5%	100.6%	51	1,3-二氯苯	75.9%	69.4%	68.1%
21	环氧氯丙烷	94.3%	82.0%	72.6%	52	4-异丙基甲苯	73.2%	63.6%	61.4%
22	顺-1,3-二氯丙烯	79.5%	66.2%	62.9%	53	1,4-二氯苯	79.4%	72.1%	68.1%
23	甲苯-d8 (替代物)	81.5%	73.9%	70.2%	54	1,2-二氯苯	83.1%	83.1%	82.7%
24	甲苯	83.4%	66.6%	69.7%	55	正丁基苯	61.5%	68.2%	62.7%
25	反-1,3-二氯丙烯	77.2%	63.8%	60.9%	56	1,2-二溴-3-氯丙烷	82.8%	106.2%	101.4%
26	1,1,2-三氯乙烷	96.3%	87.8%	96.4%	57	1,2,4-三氯苯	79.1%	70.7%	68.1%
27	1,3-二氯丙烷	93.1%	85.3%	92.1%	58	六氯丁二烯	72.6%	63.8%	65.8%
28	四氯乙烯	78.3%	64.8%	62.5%	59	萘	87.6%	107.9%	102.3%
29	二溴氯甲烷	83.6%	83.8%	94.3%	60	1,2,3-三氯苯	82.2%	80.5%	81.5%
30	1,2-二溴乙烷	91.1%	81.8%	89.2%					

3) 检出限

方法 HJ 639 建议对 10mL 水样进行实验, 57 种目标物的加标浓度为 5 μg/L。在全扫模式下, 实验的方法检出限与标准检出限作对比。从下表 6 可知, 方法检出限范围 0.2 μ

g/L-3.6 μg/L, 全部物质检出限均显著优于 HJ 639-2012 标准要求的 0.6 μg/L-5.0 μg/L。

表6 57种目标物全扫模式方法检出限与标准限值信息表

序号	化合物	方法检出限 (μg/L)	标准检出限 (μg/L)	序号	化合物	方法检出限 (μg/L)	标准检出限 (μg/L)
1	氯乙烯	0.4	1.5	29	氯苯	0.9	1.0
2	1,1-二氯乙烯	0.8	1.2	30	1,1,1,2-四氯乙烷	1.3	1.5
3	二氯甲烷	0.9	1.0	31	乙苯	0.5	0.8
4	反式-1,2-二氯乙烯	1.0	1.1	32	间,对-二甲苯	1.0	2.2
5	1,1-二氯乙烷	0.2	1.2	33	邻-二甲苯	1.0	1.4
6	氯丁二烯	0.8	1.5	34	邻-二甲苯	1.0	1.4
7	顺式-1,2-二氯乙烯	1.0	1.2	35	苯乙烯	0.5	0.6
8	2,2-二氯丙烷	1.2	1.5	36	溴仿	0.5	0.6
9	溴氯甲烷	1.3	1.4	37	异丙苯	0.6	0.7
10	氯仿	0.8	1.4	38	1,1,2,2-四氯乙烷	0.9	1.1
11	1,1,1-三氯乙烷	0.5	1.4	39	溴苯	0.6	0.8
12	1,1-二氯丙烯	0.7	1.2	40	1,2,3-三氯丙烷	0.7	1.2
13	四氯化碳	0.9	1.5	41	正丙苯	0.7	0.8
14	苯	0.9	1.4	42	2-氯甲苯	0.9	1.0
15	1,2-二氯乙烷	0.7	1.4	43	4-氯甲苯	0.8	0.9
16	三氯乙烯	0.8	1.2	44	1,3,5-三甲苯	0.6	0.7
17	1,2-二氯丙烷	0.7	1.2	45	叔丁基苯	0.8	1.2
18	二溴甲烷	1.0	1.5	46	1,2,4-三甲苯	0.7	0.8
19	一溴二氯甲烷	0.9	1.3	47	仲丁基苯	0.9	1.0
20	环氧氯丙烷	3.6	5.0	48	1,3-二氯苯	1.1	1.2
21	顺-1,3-二氯丙烯	0.6	1.4	49	4-异丙基甲苯	0.7	0.8
22	甲苯	0.7	1.4	50	1,4-二氯苯	0.7	0.8
23	反-1,3-二氯丙烯	0.5	1.4	51	1,2-二氯苯	0.7	0.8
				52	正丁基苯	0.7	1.0

24	1,1,2-三氯乙烷	0.7	1.5	53	1,2-二溴-3-氯丙烷	0.7	1.0
25	1,3-二氯丙烷	1.1	1.4	54	1,2,4-三氯苯	0.8	1.1
26	四氯乙烯	0.8	1.2	55	六氯丁二烯	0.5	0.6
27	二溴氯甲烷	0.7	1.2	56	萘	0.8	1.0
28	1,2-二溴乙烷	0.8	1.2	57	1,2,3-三氯苯	0.9	1.0

2.5 结论

本文依据标准 HJ639-2012，采用禾信 GCMS 1000 和吹扫捕集进样器联用分析了水样中挥发性有机物。实验结果：57 种挥发性有机物的线性相关系数 r 均大于 0.99，符合标准要求；加标精密度 RSD 在 1.60%-13.79% 范围，显著优于标准要求的平行样分析时目标化合物的相对偏差应小于 30.00% 水平；水样加标回收率在 60.9%-117.3% 范围，符合标准基体加标回收率水平（60.0%-130.0%）。目标物方法检出限在 $0.2 \mu\text{g/L}$ - $3.6 \mu\text{g/L}$ 范围内，显著优于 HJ639-2012 标准要求的 $0.6 \mu\text{g/L}$ - $5.0 \mu\text{g/L}$ 。上述结果表明禾信 GCMS 1000 具有优异的重现性和检测灵敏度，完全满足 HJ639-2012 标准要求。

参考文献

- [1] HJ 639-2012 水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法