

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 620-2011

代替 GB/T 17130-1997

水质 挥发性卤代烃的测定 顶空气相色谱法

Water quality – Determination of volatile halogenated organic
compounds – Headspace gas chromatography

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2011-09-01 发布

2011-11-01 实施

环 境 保 护 部 发布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	3
2 方法原理.....	3
3 干扰及消除.....	3
4 试剂和材料.....	3
5 仪器和设备.....	4
6 样品.....	5
7 分析步骤.....	5
8 结果计算与表示.....	7
9 精密度和准确度.....	7
10 质量保证和质量控制.....	8
11 注意事项.....	8
附录A（规范性附录）方法的检出限和测定下限.....	9
附录B（规范性附录）方法的精密度和准确度.....	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，保护环境，保障人体健康，规范水中挥发性卤代烃的测定方法，制定本标准。

本标准规定了测定水和废水中挥发性卤代烃的顶空气相色谱法。

本标准是对《水质 挥发性卤代烃的测定 顶空气相色谱法》（GB 17130-1997）的修订。

本标准首次发布于 1997 年，原起草单位为中国环境监测总站，本次为第一次修订。修订的主要内容如下：

——采用了自动顶空进样技术；

——目标化合物增加了 1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、氯丁二烯、顺式-1,2-二氯乙烯、1,2-二氯乙烷、一溴二氯甲烷、二溴一氯甲烷、六氯丁二烯 9 种挥发性卤代烃。

自本标准实施之日起，《水质 挥发性卤代烃的测定 顶空气相色谱法》（GB/T 17130-1997）废止。

本标准附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织修订。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站、辽宁省环境监测实验中心。

本标准验证单位：浙江省环境监测中心、吉林省环境监测中心站、沈阳市环境监测中心站、大连市环境监测中心、鞍山市环境监测中心站和辽阳市环境监测站。

本标准环境保护部 2011 年 9 月 1 日批准。

本标准自 2011 年 11 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

水质 挥发性卤代烃的测定 顶空气相色谱法

警告：本方法所使用的挥发性卤代烃标准样品对人体健康有害，操作时应按规定要求佩带防护器具，避免接触皮肤和衣服。

1 适用范围

本标准规定了测定水中挥发性卤代烃的顶空气相色谱法。

本标准适用于地表水、地下水、饮用水、海水、工业废水和生活污水中挥发性卤代烃的测定。具体组分包括 1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、氯丁二烯、顺式-1,2-二氯乙烯、三氯甲烷、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、一溴二氯甲烷、四氯乙烯、二溴一氯甲烷、三溴甲烷、六氯丁二烯等 14 种。其他挥发性卤代烃通过验证后，也可以使用本方法进行测定。

当顶空瓶为 22 ml，取样体积为 10.0 ml，上述目标化合物的方法检出限为 0.02~6.13 µg/L，测定下限为 0.08~24.5 µg/L。详见附录 A。

2 方法原理

将水样置于密封的顶空瓶中，在一定的温度下经一定时间的平衡，水中的挥发性卤代烃逸至上部空间，并在气液两相中达到动态的平衡。此时，挥发性卤代烃在气相中的浓度与它在液相中的浓度成正比。用带有电子捕获检测器（ECD）的气相色谱仪对气相中挥发性卤代烃的浓度进行测定，可计算出水样中挥发性卤代烃的浓度。

3 干扰及消除

用顶空气相色谱法测定水中挥发性卤代烃时，环境水体中常见的碳氢化合物对测定不干扰。

4 试剂和材料

本标准所用试剂除非另有说明，均为分析纯。

4.1 实验用水：为新制备的不含有机物的去离子水或蒸馏水。

4.2 载气：高纯氮，纯度 99.999 %。

4.3 甲醇（CH₃OH）：色谱纯或优级纯。

4.4 抗坏血酸。

4.5 氯化钠 (NaCl): 优级纯。

在 350 °C 下加热 6 h, 除去吸附于表面的有机物, 冷却后于干净的试剂瓶中保存。

4.6 挥发性卤代烃混合标准溶液

根据需要购买不同含量的有证标准物质或标准溶液。开启后的标准溶液在冷冻、避光条件下密封保存, 或参考生产商推荐的保存条件。

混合标准溶液(甲醇溶剂): $\rho=500$ mg/L, 组分为 1,1-二氯乙烯、氯丁二烯; $\rho=2000$ mg/L, 组分为二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、顺式-1,2-二氯乙烯、1,2-二氯乙烷; $\rho=100$ mg/L, 组分为二溴一氯甲烷、三溴甲烷; $\rho=20.0$ mg/L, 组分为三氯甲烷、四氯化碳、三氯乙烯、一溴二氯甲烷、四氯乙烯、六氯丁二烯。

4.7 挥发性卤代烃标准中间液

用 1 ml 气密性针移取 900 μ l 甲醇到样品瓶中, 准确移取 100 μ l 挥发性卤代烃标准溶液(4.6)加入到样品瓶中, 混匀密封, 各组分浓度分别为标准溶液浓度的 1/10。标准中间液在冷冻、避光条件下密封保存, 保存时间不超过 1 周。

5 仪器和设备

5.1 带电子捕获检测器 (ECD) 气相色谱仪。

5.2 色谱柱: 石英毛细管色谱柱, 60 m (长) $\times$ 0.25 mm (内径) $\times$ 1.4 μ m (膜厚), 固定相为 6 %氰丙基苯-94 %二甲基硅氧烷。或其他等效毛细管柱。

5.3 微量注射器: 10 μ l、50 μ l、100 μ l、250 μ l。

5.4 1 ml 气密性针。

5.5 10 ml 刻度移液管或大肚吸管。

5.6 棕色样品瓶: 1 ml, 具聚四氟乙烯衬垫和实芯螺旋盖。

5.7 天平: 精度为 0.1 g。

5.8 顶空瓶: 22 ml, 螺旋口或钳口顶空瓶, 密封盖(螺旋盖或一次使用的压盖), 密封垫(硅橡胶、丁基橡胶或氟橡胶材料)。

5.9 顶空瓶压盖器。

5.10 采样瓶: 40 ml, 具聚四氟乙烯衬的硅橡胶垫的棕色螺口玻璃瓶或其他同类采样瓶。

5.11 自动顶空进样器: 温度控制范围在 35~210 °C, 其他参数按仪器使用说明设置。

5.12 其他实验室常用仪器设备。

6 样品

6.1 样品采集

采样用 40 ml 采样瓶 (5.10)。如果水样含有余氯, 向采样瓶中加入 0.3 g~0.5 g 抗坏血酸 (4.4) 或硫代硫酸钠。采样时样品沿瓶壁注入, 防止气泡产生, 水样充满后不留液上空间, 如从自来水或有抽水设备的出水管处取水时, 应先平缓放水 5~10 min。所有样品均采集平行样。

每批样品要带一个全程序空白。采用与水样采集相同的装置及试剂, 用实验用水充满顶空瓶, 其他步骤同水样采集和保存方法。

6.2 样品保存

水样采集后应立即放入 4℃ 左右冷藏箱内, 送回实验室应尽快分析, 如不能及时分析, 可在 4℃ 左右冰箱中保存, 样品存放区域无有机物干扰, 7 天内完成样品分析。

7 分析步骤

7.1 顶空进样器参考条件

顶空样品瓶加热温度: 60℃; 进样针温度: 65℃; 传输线温度: 105℃; 气相循环时间: 根据气相色谱分析时间设定; 样品瓶加热平衡时间: 30 min; 压力平衡时间为 1 min。

7.2 色谱分析参考条件

气化室温度: 220℃;

程序升温: 40℃ (保持 5 min) $\xrightarrow{8\text{ }^{\circ}\text{C/min}}$ 100℃ $\xrightarrow{6\text{ }^{\circ}\text{C/min}}$ 200℃ (保持 10 min);

检测器温度: 320℃;

载气流速: 1 ml/min;

分流比: 20: 1;

尾吹气: 30 ml/min。

7.3 校准曲线

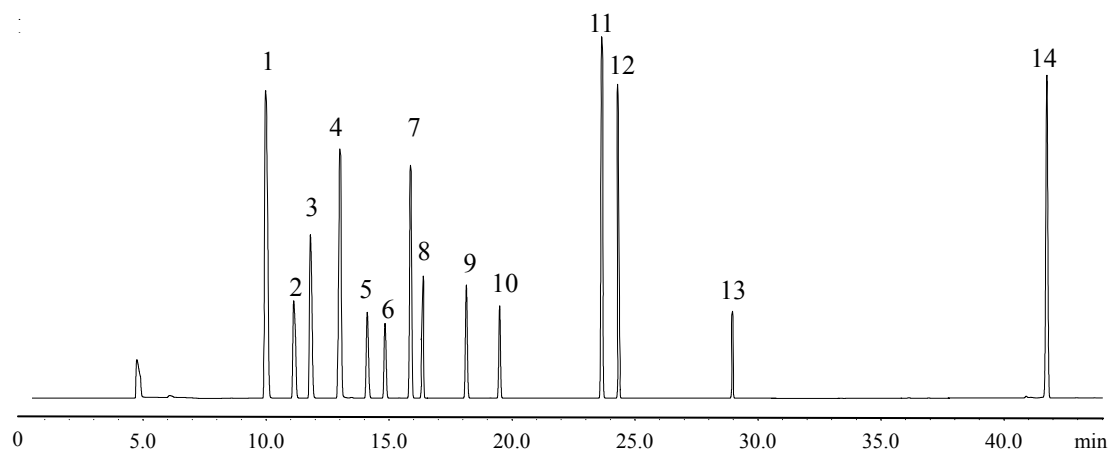
取 5 个顶空瓶, 分别称取 3 g NaCl 于各项空瓶中, 缓慢加入 10.0ml 实验用水 (4.1), 再分别加入 5 μl、50 μl 和 100 μl 的标准中间液 (4.7) 及 25 μl 和 50 μl 的混合标准溶液 (4.6), 配制成标准系列浓度见表 1。

用气相色谱仪测量系列浓度的挥发性卤代烃标准溶液的峰高或峰面积, 以各种挥发性卤代烃的含量 (μg/L) 对应其峰高或峰面积绘制校准曲线。校准曲线的线性回归系数至少为 0.995。14 种挥发性卤代烃标准色谱图见图 1。

表 1 挥发性卤代烃标准系列溶液浓度值

单位: $\mu\text{g/L}$

序号	目标物名称	标准溶液浓度(mg/L)	浓度 1	浓度 2	浓度 3	浓度 4	浓度 5
1	1,1-二氯乙烯	500	25.0	250	500	1.25×10^3	2.50×10^3
2	二氯甲烷	2.00×10^3	100	1.00×10^3	2.00×10^3	5.00×10^3	10.0×10^3
3	反式-1,2-二氯乙烯	2.00×10^3	100	1.00×10^3	2.00×10^3	5.00×10^3	10.0×10^3
4	氯丁二烯	500	25.0	250	500	1.25×10^3	2.50×10^3
5	顺式-1,2-二氯乙烯	2.00×10^3	100	1.00×10^3	2.00×10^3	5.00×10^3	10.0×10^3
6	三氯甲烷	20.0	1.00	10.0	20.0	50.0	100
7	四氯化碳	20.0	1.00	10.0	20.0	50.0	100
8	1,2-二氯乙烷	2.00×10^3	100	1.00×10^3	2.00×10^3	5.00×10^3	10.0×10^3
9	三氯乙烯	20.0	1.00	10.0	20.0	50.0	100
10	一溴二氯甲烷	20.0	1.00	10.0	20.0	50.0	100
11	四氯乙烯	20.0	1.00	10.0	20.0	50.0	100
12	二溴一氯甲烷	100	5.00	50.0	100	250	500
13	三溴甲烷	100	5.00	50.0	100	250	500
14	六氯丁二烯	20.0	1.00	10.0	20.0	50.0	100



1—1,1-二氯乙烯、2—二氯甲烷、3—反式-1,2-二氯乙烯、4—氯丁二烯、5—顺式-1,2-二氯乙烯、6—三氯甲烷、7—四氯化碳、8—1,2-二氯乙烷、9—三氯乙烯、10—一溴二氯甲烷、11—四氯乙烯、12—二溴一氯甲烷、13—三溴甲烷、14—六氯丁二烯

图 1 14 种挥发性卤代烃标准色谱图

7.4 样品测定

向 22 ml 顶空瓶中加入 3 g NaCl, 取 10.0 ml 水样缓慢加入顶空瓶中, 立即加盖密封。置于顶空进样器的样品盘中, 设置顶空进样器和气相色谱分析条件, 启动顶空进样器和气相色谱系统, 以保留时间进行定性分析、以峰高或峰面积进行定量分析。根据目标物的峰面积, 由校准曲线得到样品溶液中目标物的浓度。

当样品浓度超出校准曲线线性范围时, 将样品稀释至校准曲线线性范围内再测定。

7.5 空白试验

以实验用水（4.1）代替水样，按照步骤 7.4 进行测定。

8 结果计算与表示

8.1 结果计算

样品中待测组分的质量浓度按下式进行计算。

$$\rho = \frac{\rho_i}{V} \times 10$$

式中： ρ ——样品中待测目标化合物 i 的质量浓度， $\mu\text{g/L}$ ；

ρ_i ——从校准曲线上查得样品中目标化合物 i 的质量浓度， $\mu\text{g/L}$ ；

V ——样品的取样体积，ml。

8.2 结果表示

当结果大于等于 $1.00 \mu\text{g/L}$ 时，结果保留三位有效数字；小于 $1.00 \mu\text{g/L}$ 时，结果保留至小数点后两位。

9 精密度和准确度

9.1 精密度

9.1.1 地表水

六家实验室分别对添加了 $1.00 \mu\text{g/L}$ 、 $5.00 \mu\text{g/L}$ 、 $20.0 \mu\text{g/L}$ 的 3 种不同浓度的挥发性卤代烃样品进行了测定。实验室内相对标准偏差范围为 $0.4\sim 2.9\%$ ；实验室间相对标准偏差范围为 $0.5\sim 3.5\%$ ；重复性限范围为 $0.02\sim 1.27 \mu\text{g/L}$ ；再现性限范围为 $0.03\sim 1.49 \mu\text{g/L}$ 。

9.1.2 污水

六家实验室分别对添加了 $1.00 \mu\text{g/L}$ 、 $5.00 \mu\text{g/L}$ 、 $20.0 \mu\text{g/L}$ 的 3 种不同浓度水平的挥发性卤代烃样品进行了测定。实验室内相对标准偏差范围为 $0.3\sim 3.0\%$ ；实验室间相对标准偏差范围为 $0.6\sim 12\%$ ；重复性限范围为 $0.02\sim 1.54 \mu\text{g/L}$ ；再现性限范围为 $0.04\sim 2.43 \mu\text{g/L}$ 。

9.2 准确度

六家实验室对地表水和污水基体加标样品进行了测定。

9.2.1 地表水

地表水样品加标浓度 $5.00 \mu\text{g/L}$ 和 $20.0 \mu\text{g/L}$ ，14 种目标化合物的加标回收率范围为 $89.7\sim 112\%$ 。

9.2.2 污水

污水样品加标浓度 5.00 µg/L 和 20.0 µg/L，除六氯丁二烯为 46.6~50.4 %外，其余 13 种目标化合物的加标回收率范围为 85.8~106 %。

精密度和准确度汇总数据详见附录 B。

10 质量保证和质量控制

10.1 空白样品

每分析一批（20 个）样品至少做一个实验室空白，空白试验结果应低于 2 倍的方法检出限。

10.2 平行样品

每分析一批（20 个）样品至少做 10%的平行样品测定，平行样品相对偏差在 30%以内。

10.3 样品加标回收测定

每分析一批（20 个）样品至少做一个加标回收测定；实际样品加标回收率在 80~120% 之间。

若样品存在基体效应，加标回收率不能满足要求时，则应分析样品加标重复。样品加标和样品加标重复的相对偏差应小于或等于 25%。

10.4 定性分析

以样品的保留时间和标准样品的保留时间相比来定性。用作定性的保留时间窗口宽度以当天测定标准样品的实际保留时间变化为基准。目标化合物的保留时间偏差不应超过 30 秒。

10.5 校准

每间隔 20 个样品或 1 个批次（少于 20 个样品）应分析一个校准曲线中间浓度标准样品，其测定值与浓度值偏差应在 20%以内。

11 注意事项

11.1 高浓度样品与低浓度样品交替分析会造成干扰，当分析高浓度样品后应分析一个空白以防止交叉污染。

11.2 顶空瓶可重复使用。洗涤方法为：用洗涤剂洗净，再依次用自来水和蒸馏水多次淋洗，最后在 105℃烘 1 小时，取出放冷，置于无有机试剂的区域存放备用。

11.3 密封垫在使用前应清洗并烘干，但烘箱温度要低于 60℃。清洗后的密封垫放入洁净的铝箔密封袋或干净的玻璃试剂瓶中保存。

附录 A

(资料性附录)

方法的检出限和测定下限

表A给出了本方法中目标化合物的检出限和测定下限。

表A 方法的检出限和测定下限

序号	化合物名称	英文名称	CAS号	检出限 ($\mu\text{g/L}$)	测定下限 ($\mu\text{g/L}$)
1	1,1-二氯乙烯	1,1-dichloroethene	75-35-4	2.38	9.52
2	二氯甲烷	methylene chloride	75-09-2	6.13	24.5
3	反式-1,2-二氯乙烯	Trans-1,2-dichloroethene	156-60-5	2.52	10.1
4	氯丁二烯	chlorobutadiene	126-99-8	0.36	1.44
5	顺式-1,2-二氯乙烯	cis-1,2-dichloroethene	156-59-2	1.38	5.52
6	三氯甲烷	chloroform	67-66-3	0.02	0.08
7	四氯化碳	carbon tetrachloride	56-23-5	0.03	0.12
8	1,2-二氯乙烷	1,2-dichloroethane	107-06-2	2.35	9.40
9	三氯乙烯	trichloroethylene	79-01-6	0.02	0.08
10	一溴二氯甲烷	bromodichloromethane	75-27-4	0.02	0.08
11	四氯乙烯	tetrachloroethylene	127-18-4	0.03	0.12
12	二溴一氯甲烷	dibromochloromethane	124-48-1	0.02	0.08
13	三溴甲烷	bromoform	75-25-2	0.04	0.16
14	六氯丁二烯	hexachlorobutadiene	87-68-3	0.02	0.08

附录 B

(资料性附录)

方法的精密度和准确度

表B.1和B.2给出了方法的重复性、再现性和加标回收率等精密度和准确度指标。

表B.1 方法的精密度和准确度 (地表水)

化合物名称	平均值 ($\mu\text{g/L}$)	实验室内相对标准偏差 (%)	实验室间相对标准偏差 (%)	重复性限 $r(\mu\text{g/L})$	再现性限 $R(\mu\text{g/L})$	加标回收率 (%)	加标回收率 最终值(%) $\bar{P} \pm 2 S_{\bar{P}}$
1,1-二氯乙烯	1.05	1.0	3.5	0.17	0.19	—	—
	5.05	1.9	1.7	0.45	0.48	99.8~104	100 $\pm$ 4
	19.8	0.6	1.7	1.17	1.44	97.1~102	98.9 $\pm$ 3.6
二氯甲烷	1.03	2.7	3.0	0.15	0.17	—	—
	5.68	0.8	2.1	0.33	0.45	93.6~112	100 $\pm$ 14
	20.0	0.7	1.1	0.98	1.10	89.7~101	96.5 $\pm$ 7.5
反式-1,2-二氯乙烯	1.01	1.0	0.8	0.05	0.05	—	—
	5.19	1.0	0.9	0.30	0.31	103~106	104 $\pm$ 3
	20.2	0.7	1.2	0.69	0.93	98.5~102	100 $\pm$ 3
氯丁二烯	1.01	0.9	0.8	0.04	0.04	—	—
	5.09	0.9	1.0	0.31	0.32	100~103	101 $\pm$ 3
	20.1	0.4	1.0	0.50	0.74	98.6~102	100 $\pm$ 3
顺式-1,2-二氯乙烯	1.02	1.7	0.9	0.04	0.05	—	—
	5.10	0.9	0.7	0.23	0.23	101~103	102 $\pm$ 1.50
	20.0	0.5	0.7	0.53	0.63	98.9~101	102 $\pm$ 1.50
三氯甲烷	1.01	0.7	0.6	0.02	0.03	—	—
	5.07	0.8	0.8	0.19	0.21	97.2~99.7	98.1 $\pm$ 1.7
	20.0	0.5	0.9	0.44	0.67	97.3~99.8	99.0 $\pm$ 1.9
四氯化碳	1.02	0.9	0.6	0.03	0.03	—	—
	5.25	1.2	3.0	0.23	0.50	91.4~100	96.4 $\pm$ 7.5
	19.8	0.5	2.2	0.47	1.31	92.6~98.7	97.2 $\pm$ 4.7
1,2-二氯乙烷	1.00	1.7	0.8	0.05	0.05	—	—
	4.90	0.7	1.6	0.43	0.45	95.3~100	98.1 $\pm$ 3.3
	20.0	1.2	1.6	1.27	1.47	95.0~102	100 $\pm$ 6
三氯乙烯	1.01	0.9	0.5	0.03	0.03	—	—
	5.10	1.1	0.7	0.23	0.24	101~103	101 $\pm$ 3
	19.9	1.0	0.8	0.60	0.72	98.2~101	99.5 $\pm$ 1.9
一溴二氯甲烷	1.02	0.9	0.5	0.03	0.03	—	—
	5.12	0.8	0.8	0.16	0.19	101~103	102 $\pm$ 2
	20.1	0.8	0.7	0.54	0.64	100~102	100 $\pm$ 2
四氯乙烯	1.00	1.1	0.6	0.04	0.04	—	—
	5.19	0.6	1.8	0.32	0.40	102~106	103 $\pm$ 4
	19.8	1.1	1.0	0.78	0.89	97.5~100	98.9 $\pm$ 1.9
二溴一氯甲烷	1.02	0.8	0.6	0.04	0.04	—	—
	5.13	1.4	1.0	0.30	0.31	101~104	102 $\pm$ 3
	20.1	0.9	1.0	0.57	0.76	99.5~102	100 $\pm$ 3
三溴甲烷	1.05	1.5	1.6	0.11	0.11	—	—
	5.19	1.4	2.5	0.42	0.53	102~106	104 $\pm$ 4
	20.2	2.4	1.8	1.16	1.49	99.1~103	100 $\pm$ 4
六氯丁二烯	0.98	2.1	1.3	0.09	0.09	—	—
	5.18	2.9	2.2	0.47	0.53	101~106	103 $\pm$ 4
	19.2	0.8	0.9	0.81	0.89	95.0~97.5	96.2 $\pm$ 1.8

表B.2 方法的精密度和准确度（污水）

化合物名称	平均值 ($\mu\text{g/L}$)	实验室内相对标准偏差 (%)	实验室间相对标准偏差 (%)	重复性限 $r(\mu\text{g/L})$	再现性限 $R(\mu\text{g/L})$	加标回收率 (%)	加标回收率 最终值(%) $\bar{P} \pm 2 S_{\bar{P}}$
1,1-二氯乙烯	1.12	1.2	4.1	0.18	0.21	—	—
	4.84	1.8	1.3	0.26	0.30	94.0~97.9	95.7 $\pm$ 3.3
	19.6	0.6	2.0	0.87	1.34	94.7~100	97.2 $\pm$ 3.9
二氯甲烷	1.41	2.7	12.1	0.33	0.57	—	—
	5.19	1.6	2.9	0.31	0.52	98.2~106	101 $\pm$ 5.5
	18.6	0.9	4.2	1.04	2.38	85.8~93.1	90.6 $\pm$ 5.6
反式-1,2-二氯乙烯	1.01	1.0	0.8	0.04	0.05	—	—
	5.10	1.2	1.1	0.35	0.36	101~105	102 $\pm$ 3
	19.6	0.7	2.5	1.01	1.66	93.7~102	97.8 $\pm$ 5.8
氯丁二烯	1.01	0.9	0.8	0.04	0.04	—	—
	4.92	1.8	2.1	0.26	0.37	96.2~102	98.4 $\pm$ 4.3
	19.6	0.9	2.6	0.79	1.58	93.9~101	97.5 $\pm$ 5.0
顺式-1,2-二氯乙烯	1.02	1.7	0.6	0.05	0.05	—	—
	5.07	1.1	0.8	0.19	0.21	101~104	102 $\pm$ 3
	19.1	0.8	2.9	1.08	1.82	91.7~98.1	95.1 $\pm$ 4.7
三氯甲烷	2.22	0.3	3.5	0.02	0.22	—	—
	5.49	1.0	5.2	0.59	0.97	87.7~94.4	89.9 $\pm$ 4.9
	19.6	0.8	2.5	1.35	1.84	88.9~95.6	92.3 $\pm$ 4.9
四氯化碳	1.06	1.7	2.7	0.03	0.09	—	—
	4.93	0.8	3.4	0.20	0.51	93.9~104	98.1 $\pm$ 8.2
	20.2	1.7	3.8	1.23	2.43	95.8~105	100 $\pm$ 8
1,2-二氯乙烷	2.23	0.4	4.6	0.05	0.30	—	—
	5.68	1.3	9.6	0.60	1.63	88.7~97.0	93.3 $\pm$ 6.4
	19.9	1.4	3.2	1.02	2.02	89.4~98.0	93.2 $\pm$ 6.9
三氯乙烯	1.13	0.8	1.2	0.03	0.05	—	—
	5.06	1.4	1.2	0.20	0.26	97.2~100	99.2 $\pm$ 3.3
	19.5	0.7	2.2	0.94	1.48	93.2~99.5	96.5 $\pm$ 4.4
一溴二氯甲烷	1.15	0.8	0.8	0.04	0.04	—	—
	5.11	1.1	0.6	0.17	0.18	98.7~102	100 $\pm$ 3
	19.1	0.9	2.0	0.97	1.40	91.2~95.9	93.6 $\pm$ 4.2
四氯乙烯	1.26	0.9	0.8	0.04	0.05	—	—
	5.19	0.9	2.4	0.24	0.42	96.2~103	99.2 $\pm$ 5.6
	19.7	0.7	2.6	1.02	1.73	93.5~101	97.4 $\pm$ 5.4
二溴一氯甲烷	1.07	1.1	2.8	0.03	0.09	—	—
	5.12	1.7	1.2	0.19	0.24	99.0~104	101 $\pm$ 4
	18.9	0.4	1.7	1.35	1.54	91.9~95.7	93.9 $\pm$ 3.3
三溴甲烷	1.19	2.8	8.5	0.11	0.31	—	—
	5.21	1.7	1.8	0.21	0.33	96.4~102	100 $\pm$ 5
	19.0	0.6	1.7	1.54	1.67	92.2~96.4	94.2 $\pm$ 3.2
六氯丁二烯	0.98	2.1	1.5	0.09	0.09	—	—
	2.42	3.0	2.2	0.29	0.31	48.4~50.4	48.9 $\pm$ 1.6
	9.57	1.0	2.1	0.88	0.98	46.6~49.0	47.8 $\pm$ 2.0