

顶空固相微萃取-气相色谱质谱法测定水体 中 11 种异味物质

Determination of eleven odor compounds in water by headspace solid phase
microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2019.10.24)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 方法原理.....	1
4 试剂和材料.....	2
5 仪器和设备.....	2
6 样品.....	3
7 分析步骤.....	3
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 废物处理.....	9
附 录 A（规范性附录）11 种目标化合物基本信息及检出限和测定下限	10
附 录 B（资料性附录） 方法的精密度和准确度汇总表.....	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1 给出的规则起草。

本标准的附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由广东省分析测试协会归口。

本标准主要起草单位：广东粤海水务股份有限公司、广东粤港供水有限公司。

本标准主要起草人：练海贤、王樊、杨创涛、崔浩、林青。

本标准验证单位：肇庆市肇海水质检测有限公司、深圳市水文水质中心、东莞理工学院生态环境与建筑工程学院、深圳市水务（集团）有限公司、中山公用水务有限公司。

本标准为首次发布。

顶空固相微萃取-气相色谱质谱法测定水体中 11 种异味物质

1 范围

本标准规定了同时测定地表水、地下水及生活饮用水中 2-甲基异苄醇、土臭素、2-异丙基-3-甲氧基吡嗪、2-异丁基-3-甲氧基吡嗪、4-氯苯甲醚、2,4,6-三氯苯甲醚、2,4,6-三溴苯甲醚、2-叔丁基酚、4-叔丁基酚、4-丁基酚和 2,4-二叔丁基酚 11 种异味物质的顶空固相微萃取-气相色谱质谱法。

本标准适用于地表水、地下水及生活饮用水中 2-甲基异苄醇、土臭素、2-异丙基-3-甲氧基吡嗪、2-异丁基-3-甲氧基吡嗪、4-氯苯甲醚、2,4,6-三氯苯甲醚、2,4,6-三溴苯甲醚、2-叔丁基酚、4-叔丁基酚、4-丁基酚和 2,4-二叔丁基酚的测定。

通过顶空固相微萃取进样测定，当样品体积为 10.0 mL 时，本方法的检出限为 0.83 ng/L~24.8 ng/L，测定下限为 3.32 ng/L~99.2 ng/L，详见附录 A。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1.1 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写

GB/T 20001.4 标准编写规则 第4部分：化学分析方法

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

HJ/T 164 地下水环境监测技术规范

HJ 494 水质 采样技术指导

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

3 方法原理

利用固相微萃取纤维吸附样品中的 2-甲基异苄醇、土臭素、2-异丙基-3-甲氧基吡嗪、2-异丁基-3-甲氧基吡嗪、4-氯苯甲醚、2,4,6-三氯苯甲醚、2,4,6-三溴苯甲醚、2-叔丁基酚、4-叔丁基酚、4-丁基酚和 2,4-二叔丁基酚，顶空富集后用气相色谱-质谱联用仪分离测定，根据保留时间和特征离子峰定性，内标法定量。

4 试剂和材料

除非另有说明，分析时均使用符合国家标准和分析纯试剂，纯水为符合 GB/T 6682 标准的一级水。

4.1 甲醇：色谱纯。

4.2 五水硫代硫酸钠：分析纯。

4.3 氯化钠：分析纯，在 450℃ 的马弗炉中烘烤 4 h，冷却至室温后装入干净的试剂瓶中密封保存。

4.4 标准溶液

4.4.1 标准储备液：有证标准溶液，在 -10℃ 以下避光保存或参照制造商的产品说明。

4.4.2 标准使用液 1：移取标准储备液（4.4.1），用甲醇稀释至 2-异丙基-3-甲氧基吡嗪、2-异丁基-3-甲氧基吡嗪、2-甲基异茨醇、2-叔丁基苯酚、2,4,6-三氯苯甲醚和土臭素 $C=50.0 \mu\text{g/L}$ ；4-氯苯甲醚、4-叔丁基苯酚、4-丁基苯酚、2,4-二叔丁基酚和 2,4,6-三溴苯甲醚 $C=1.00 \text{ mg/L}$ （参考浓度）。现配现用。

4.4.3 标准使用液 2：移取标准储备液（4.4.2），用甲醇稀释至 2-异丙基-3-甲氧基吡嗪、2-异丁基-3-甲氧基吡嗪、2-甲基异茨醇、2-叔丁基苯酚、2,4,6-三氯苯甲醚和土臭素 $C=5.00 \mu\text{g/L}$ ；4-氯苯甲醚、4-叔丁基苯酚、4-丁基苯酚、2,4-二叔丁基酚和 2,4,6-三溴苯甲醚 $C=0.10 \text{ mg/L}$ （参考浓度）。现配现用。

4.4.4 内标使用液：移取标准储备液（4.4.1），用甲醇稀释至氘代-1,2-二氯苯和氘代-萘 $C=0.20 \text{ mg/L}$ （参考浓度）。

4.5 氮气：纯度 $\geq 99.999\%$ 。

4.6 氦气：纯度 $\geq 99.999\%$ 。

5 仪器和设备

5.1 气相色谱-质谱联用仪。

5.2 三合一自动进样器。

5.3 色谱柱：(5%-苯基)-甲基聚硅氧烷非极性石英毛细管柱 (30 m×0.25 mm×0.25 μm)，或相当者。

5.4 固相微萃取纤维：DVB/CAR/PDMS 纤维，或同级品。第一次使用前，应先置于进样口老化萃取纤维。老化温度为 270℃，老化时间为 30 min，或者参考厂商建议的温度与时间。

6 样品

6.1 样品的采集

参照 HJ/T 91、HJ/T 164 和 HJ 494 的相关规定采集样品。

用具有聚四氟乙烯瓶垫的棕色玻璃瓶采集样品。采样时，取水至满瓶，瓶中不可有气泡。样品分析后，如出现需要复测的情况，为减少异味物质的挥发损失，建议从未开封的备份样品中取样。

6.2 样品的保存

地表水及地下水等不含余氯样品采集后，在4℃下避光保存，1天内完成分析。

生活饮用水样品采集后添加五水硫代硫酸钠除氯（每100 mL 水样添加100 mg），在4℃下避光保存，1 d 内完成分析。

6.3 试样制备

6.3.1 试样预处理

在顶空样品瓶中依次加入 3.5 g 氯化钠（4.3）、10 mL 待测水样、200 μ L 甲醇（4.1）和 50 μ L 内标使用液（4.4.4），旋紧瓶盖。

将上述水样放在全自动固相微萃取样品盘中，参考以下条件进行富集：

——萃取：在加热温度 70℃、搅拌速度 400 rpm 条件下，萃取 30 min；

——脱附解析：在气相进样口中 270℃脱附 3 min 进行检测。

6.3.2 空白试样制备

以纯水代替样品，按照试样制备（6.3.1）相同操作步骤，制备空白试样。

7 分析步骤

7.1 仪器参考条件

7.1.1 气相色谱参考条件

——进样口温度：270℃；

——进样方式：不分流进样；

——载气流速：恒流，1.0 mL/min；

——升温程序见表 1。

表1 气相色谱升温程序

升温速率 (°C/min)	温度(°C)	保持时间 (min)
——	50	0.5
10	160	2.0
20	260	0

7.1.2 质谱参考条件

——四级杆温度：150 °C；

——离子源温度：230 °C；

——传输线温度：280 °C；

——电离能量：70 eV；

——扫描模式：选择离子扫描 (SIM)；

——溶剂延迟时间：6.0 min。

——选择离子模式(SIM)定量，选择离子检测参数见表 2。

表2 选择离子检测参数

序号	化合物中文名称	保留时间 (min)	定性离子 (m/z)	定量离子 (m/z)
1	*氘代-1,2-二氯苯-D4	6.69	78, 152	150
2	2-异丙基-3-甲氧基吡嗪	7.47	124, 152	137
3	4-氯苯甲醚	7.81	99, 127	142
4	2-异丁基-3-甲氧基吡嗪	8.79	94, 151	124
5	2-甲基异茨醇	9.13	107, 135	95
6	2-叔丁基苯酚	10.11	107, 1150	135
7	4-叔丁基苯酚	10.42	107, 150	135

8	2, 4, 6-三氯苯甲醚	11. 02	167, 210	195
9	4-丁基苯酚	11. 33	77, 150	107
10	土臭素	12. 36	55, 149	112
11	*氘代萘- D10	13. 41	160, 162	164
12	2, 4-二叔丁基苯酚	13. 69	163, 206	191
13	2, 4, 6-三溴苯甲醚	15. 31	301, 344	329

注：带*的物质为内标。

7.1.3 仪器调谐

样品分析前，应按仪器说明书规定的校准化合物及程序进行调谐和检查，如不符合要求，则需对质谱仪的参数进行调整或清洗离子源校准。

7.2 校准

7.2.1 校准曲线的绘制

分别吸取不同体积的标准使用液（4.4.2、4.4.3），用纯水定容至 10 mL，制备至少 5 个浓度点的标准系列，目标化合物参考浓度如下：

2-异丙基-3-甲氧基吡嗪、2-异丁基-3-甲氧基吡嗪、2-甲基异茨醇、2-叔丁基苯酚、2, 4, 6-三氯苯甲醚和土臭素的标准系列为 5.00 ng/L、10.0 ng/L、20.0 ng/L、50.0 ng/L、100 ng/L 和 200 ng/L，其对应的内标物氘代-1, 2-二氯苯-D4 浓度为 1.00×10^3 ng/L。

4-氯苯甲醚、4-叔丁基苯酚、4-丁基苯酚、2, 4-二叔丁基酚和 2, 4, 6-三溴苯甲醚的标准系列为 100 ng/L、200 ng/L、400 ng/L、 1.00×10^3 ng/L、 2.00×10^3 ng/L 和 4.00×10^3 ng/L，其对应的内标物氘代萘-D10 浓度为 1.00×10^3 ng/L。

按照试样制备（6.3.1）相同操作步骤及仪器参考条件（7.1）进行分析。以标准系列溶液中目标化合物浓度与对应内标物浓度的比值为横坐标，以目标化合物定量离子峰面积与对应内标物定量离子峰面积的比值为纵坐标，建立校准曲线。

7.2.2 气相色谱/质谱图

在本标准参考气相色谱/质谱条件下，各目标化合物的总离子流图见图1

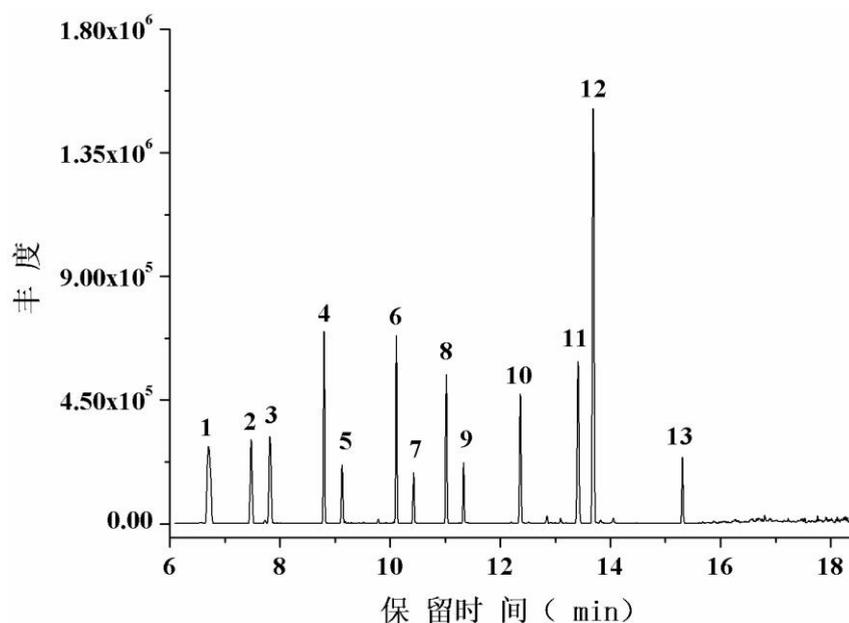


图 1 选择离子扫描总离子流图

注：1：氘代-1,2-二氯苯-D4（内标1）；2：2-异丙基-3-甲氧基吡嗪；3：4-氯苯甲醚；5：2-甲基异茨醇；6：2-叔丁基酚；7：4-叔丁基酚；8：2,4,6-三氯苯甲醚；9：4-丁基酚；10：土臭素；11：氘代苊-D10（内标2）；12：2,4-二叔丁基酚；13：2,4,6-三溴苯甲醚。

7.3 测定

7.3.1 试样测定

取待测样品（6.3.1），按照与绘制校准曲线相同的仪器分析条件进行测定。

7.3.2 空白试验

按照与试样测定（7.3.1）相同的操作步骤进行空白试样（6.3.2）的测定。

8 结果计算与表示

8.1 定性分析

根据样品中目标化合物的保留时间（RT）、碎片离子质荷比以及不同离子丰度比（Q）定性。样品中目标化合物的保留时间与期望保留时间（即标准溶液中的平均相对保留时间）的相对偏差应控制在±3%以内；样品中目标化合物的不同碎片离子丰度比与期望Q值（即标准溶液中碎片离子的平均离子丰度比）的相对偏差应控制在±30%以内。

8.2 定量分析

采用内标法定量。样品中目标化合物的质量浓度 ρ_i 按照公式(1)进行计算。

$$\rho_i = \frac{(A_i \times \rho_{is} - b)}{A_{is}} \times f \quad (1)$$

式中：

ρ_i ——样品中目标化合物*i*的质量浓度，ng/L；

ρ_{is} ——样品中目标化合物*i*对应内标物的质量浓度，ng/L；

A_i ——样品中目标化合物*i*定量离子峰面积；

A_{is} ——样品中目标化合物*i*对应内标物定量离子峰面积；

a ——校准曲线斜率；

b ——校准曲线截距；

f ——样品稀释倍数。

8.3 结果表示

当测定结果 <10.0 ng/L 时，保留至小数点后 2 位；当测定结果 ≥ 10.0 ng/L 时，保留 3 位有效数字。

9 精密度和准确度

9.1 精密度

6 家实验室对 11 种目标化合物低、中、高三个浓度水平的空白加标样品进行测定。实验室内相对标准偏差分别为 2.9%~9.7%、1.4%~8.8%、1.4%~9.7%；实验室间相对标准偏差分别为 10.5%~22.4%、2.6%~11.0%、3.8%~11.2%；重复性限分别为：0.63 ng/L~17.0 ng/L、9.99 ng/L~319 ng/L、19.5 ng/L~546 ng/L；再现性限分别为：1.55 ng/L~49.1 ng/L、16.9 ng/L~495 ng/L、36.5 ng/L~766 ng/L。

9.2 准确度

6 家实验室对空白水、地表水、地下水和生活饮用水等水样进行低、中两个水平浓度的加标回收测定。

空白水平平均加标回收率范围分别为 89.1%~97.5%、92.4%~99.1%，加标回收率终值范围分别为 89.1%±14.8%~97.5%±22.8%、92.4%±9.0%~99.1%±19.8%。地表水平平均加标回收率范围分别为 89.0%~103%、91.4%~98.6%，加标回收率终值范围分别为 89.0%±14.8%~103%±20.8%、91.4%±17.6%~98.6%±13.6%。地下水平平均加标回收率范围分别为 88.1%~99.6%、89.8%~97.1%，加标回收率终值范围分别为 88.1%±17.2%~99.6%±13.0%、89.8%±9.4%~97.1%±19.0%。生活饮用水平均加标回收率范围分别为 92.8%~99.3%、90.8%~98.7%，加标回收率终值范围分别为 92.8%±20.4%~99.3%±25.4%、90.8%±12.6%~98.7%±13.8%。

具体的方法精密度和准确度数据参见附录 B。

10 质量保证和质量控制

10.1 空白分析

每批样品应至少做一个实验室空白，空白值应低于方法检出限，否则应查明原因。

10.2 校准曲线

校准曲线的相关系数应 ≥ 0.99 ，否则应重新绘制校准曲线。

10.3 内标

参考 EPA 8270E 的要求，样品中内标的保留时间与当天连续校准或者最近绘制的校准曲线中内标保留时间偏差应不超过 30s，定量离子峰面积变化应在 50%~150%之间。

10.4 连续校准

每 20 个样品或每批次（少于 20 个样品/批）进行 1 次中间浓度检验，测定值与校准点浓度值的相对偏差应 $\leq 30\%$ ，否则应重新绘制校准曲线。

10.5 平行样的测定

每批样品应进行至少 10%的平行样品（不少于 1 个）测定。当测定结果为 10 倍检出限以内（包括 10 倍检出限），平行样的相对偏差应 $\leq 50\%$ ，当测定结果大于 10 倍检出限，平行样的相对偏差应 $\leq 20\%$ 。

10.6 基体加标

每批样品应进行至少 10%的基体加标样（不少于 1 个）测定，加标量为样品含量的 0.5~2 倍，实际样品加标回收率应在 70%~130%以内。

11 废物处理

使用过的标准物质不能随意倾倒，应集中存放。实验操作过程产生的有机溶剂废液，应交有资质的单位处置。

附 录 A
(规范性附录)

11 种目标化合物基本信息及检出限和测定下限

表 A.1 给出了本方法的检出限和测定下限。

图A.1 11 种目标化合物基本信息及检出限和测定下限 单位：ng/L

序号	化合物名称	英文名称	CAS 号	检出限	测定下限
1	2-异丙基-3-甲 氧基吡嗪	2-isopropyl-3-methoxypr azine	25773-40-4	1.00	4.00
2	4-氯苯甲醚	4-chloroanisole	623-12-1	24.8	99.2
3	2-异丁基-3-甲 氧基吡嗪	2-isobutyl-3-methoxypra zine	24683-00-9	0.97	3.88
4	2-甲基异莰醇	2-methylisoborneol	2371-42-8	1.07	4.28
5	2-叔丁基苯酚	2-tert-butylphenol	88-18-6	1.13	4.52
6	4-叔丁基苯酚	4-tert-butylphenol	98-54-4	22.2	88.8
7	2,4,6-三氯苯 甲醚	2,4,6-trichloroanisole	87-40-1	1.08	4.32
8	4-丁基苯酚	4-butylphenol	1638-22-8	24.4	97.6
9	土臭素	geosmin	19700-21-1	0.83	3.32
10	2,4-二叔丁基 苯酚	2,4-di-tert-butylphenol	96-76-4	22.1	88.4
11	2,4,6-三溴苯 甲醚	2,4,6-tribromoanisole	607-99-8	22.8	91.2

附 录 B
(资料性附录)
方法的精密度和准确度汇总表

表 B. 1、B. 2 给出了方法的精密度和准确度

表B.1 方法的精密度

目标化合物	加标浓度 (ng/L)	总平均值 (ng/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 (ng/L)	再现性限 R (ng/L)
2-异丙基-3- 甲氧基吡嗪	5.00	4.79	4.6-9.2	20.3	0.78	2.82
	100	98.2	3.2-6.5	8.6	13.7	26.8
	180	173	1.9-8.2	10.1	22.8	53.2
4-氯苯甲醚	100	98.4	4.2-8.8	16.9	16.8	49.1
	2.00×10^3	1.91×10^3	1.7-8.8	7.5	319	495
	3.60×10^3	3.44×10^3	4.1-9.0	5.7	546	738
2-异丁基-3- 甲氧基吡嗪	5.00	4.58	4.1-6.9	22.4	0.69	2.95
	100	93.4	3.5-6.4	8.5	13.1	25.3
	180	168	3.2-8.6	7.6	25.1	42.2
2-甲基异茨醇	5.00	4.80	4.7-8.7	19.9	0.91	2.80
	100	93.0	3.7-8.2	9.2	14.1	27.3
	180	171	2.6-6.3	11.2	20.6	56.7
2-叔丁基苯酚	5.00	4.40	4.5-9.7	10.6	0.90	1.55
	100	94.1	1.8-6.7	6.4	13.1	20.6
	180	175	1.9-6.1	4.8	19.6	29.7
4-叔丁基苯酚	100	94.3	4.2-7.9	15.1	16.1	42.5
	2.00×10^3	1.91×10^3	2.0-8.0	2.6	241	262
	3.60×10^3	3.55×10^3	2.2-5.6	3.8	419	540
2,4,6-三氯苯 甲醚	5.00	4.59	5.7-7.7	10.5	0.87	1.56
	100	94.2	2.7-6.8	5.1	11.2	16.9
	180	175	2.1-9.7	6.0	28.0	38.7
4-丁基苯酚	100	92.5	3.2-8.5	17.6	16.3	47.9
	2.00×10^3	1.89×10^3	2.2-8.7	6.2	281	418
	3.60×10^3	3.60×10^3	2.0-6.4	5.4	485	700
土臭素	5.00	4.74	3.8-5.5	21.5	0.63	2.91
	100	96.0	1.4-4.7	11.0	9.99	31.0
	180	176	2.0-7.0	6.5	19.5	36.5
2,4-二叔丁基 苯酚	100	92.6	4.8-9.0	17.9	17.1	48.9
	2.00×10^3	1.95×10^3	1.6-7.0	6.6	273	440
	3.60×10^3	3.57×10^3	2.5-7.0	6.4	469	767

2,4,6-三溴苯 甲醚	100	88.6	2.9-7.4	12.4	14.4	33.4
	2.00×10^3	1.88×10^3	1.9-6.7	5.8	225	370
	3.60×10^3	3.56×10^3	1.4-8.1	5.6	418	674

表B.2 方法的准确度

目标化合物	加标浓度 (ng/L)	空白水			地表水			地下水			生活饮用水		
		回收率范围 (%)	平均回收率 (%)	加标回收率终值 (%)	回收率范围 (%)	平均回收率 (%)	加标回收率终值 (%)	回收率范围 (%)	平均回收率 (%)	加标回收率终值 (%)	回收率范围 (%)	平均回收率 (%)	加标回收率终值 (%)
2-异丙基-3-甲氧基吡嗪	10.0	85.5-105	95.1	95.1±20.6	78.7-118	98.8	98.8±28.6	78.5-116	94.9	94.9±25.6	77.4-112	99.3	99.3±25.4
	100	86.2-110	99.1	99.1±19.8	88.8-111	98.0	98.0±14.6	88.8-111	97.1	97.1±19.0	92.5-109	98.7	98.7±13.8
4-氯苯甲醚	200	88.1-105	97.5	97.5±15.8	75.2-104	94.3	94.3±20.8	77.8-105	95.1	95.1±19.8	77.8-110	97.4	97.4±24.2
	2.00×10 ³	84.9-106	95.4	95.4±15.0	94.0-108	98.6	98.6±13.6	87.5-100	94.1	94.1±10.0	87.2-102	92.8	92.8±12.6
2-异丁基-3-甲氧基吡嗪	10.0	83.0-102	89.1	89.1±14.8	82.3-102	92.6	92.6±14.2	78.3-102	88.1	88.1±17.2	77.1-102	92.8	92.8±20.4
	100	82.7-106	92.9	92.9±17.8	88.7-115	96.7	96.7±20.0	84.3-102	92.2	92.2±12.4	86.1-101	91.9	91.9±10.6
2-甲基异茨醇	10.0	81.8-104	94.0	94.0±16.0	95.1-112	102	102±11.0	75.7-96.4	90.9	90.9±15.4	76.4-111	96.6	96.6±22.6
	100	85.5-109	94.5	94.5±20.6	85.0-115	94.9	94.9±21.6	85.9-96.2	89.8	89.8±9.4	83.5-101	91.8	91.8±14.2
2-叔丁基苯酚	10.0	78.3-107	90.1	90.1±21.0	76.9-103	93.7	93.7±23.6	75.0-104	91.2	91.2±19.2	77.2-105	94.3	94.3±20.0
	100	85.8-101	93.5	93.5±13.4	80.7-110	93.3	93.3±20.2	83.5-108	94.1	94.1±19.6	83.3-99.0	90.8	90.8±12.6
4-叔丁基苯酚	200	81.7-97.0	90.1	90.1±10.2	74.5-95.8	89.0	89.0±14.8	87.9-94.9	90.8	90.8±5.4	86.6-105	93.7	93.7±15.7
	2.00×10 ³	86.4-98.0	92.4	92.4±9.0	88.4-103	91.4	91.4±17.6	80.4-105	93.9	93.9±18.2	85.9-99.0	92.6	92.6±9.6
2,4,6-三氯苯甲醚	10.0	88.0-104	95.7	95.7±11.8	89.3-114	96.6	96.6±18.8	93.7-112	99.6	99.6±13.0	87.6-108	96.1	96.1±14.8
	100	88.4-105	96.2	96.2±12.6	88.2-102	93.8	93.8±10.8	91.3-105	97.0	97.0±9.20	82.8-100	93.0	93.0±14.8
4-丁基苯酚	200	77.4-106	93.5	93.5±22.0	74.3-104	91.4	91.4±19.2	76.5-108	92.7	92.7±21.8	75.4-108	93.7	93.7±24.6
	2.00×10 ³	85.2-102	94.2	94.2±13.2	85.7-104	96.2	96.2±15.4	87.3-101	94.6	94.6±11.4	83.2-102	93.4	93.4±16.4
土臭素	10.0	79.6-113	97.5	97.5±22.8	77.8-120	103	103±20.8	83.3-114	97.5	97.5±21.2	78.7-113	97.3	97.3±27.0
	100	83.4-110	97.3	97.3±19.0	82.4-118	97.4	97.4±24.4	83.9-110	96.6	96.6±19.4	82.8-111	93.6	93.6±21.8
2,4-二叔丁基苯酚	200	89.5-105	93.9	93.9±11.4	84.3-104	92.8	92.8±16.0	84.5-102	89.5	89.5±12.6	88.3-103	94.7	94.7±11.8
	2.00×10 ³	88.2-108	96.2	96.2±16.6	84.3-109	95.4	95.4±19.8	87.3-112	96.2	96.2±17.8	87.9-111	97.5	97.5±17.9

2,4,6-三溴苯甲醚	200	79.4-100	92.6	92.6±14.0	74.3-108	90.9	90.9±23.0	77.9-106	92.4	92.4±18.2	74.2-108	93.3	93.3±22.4
	2.00×10 ³	88.0-103	95.2	95.2±12.0	89.9-104	95.6	95.6±9.8	92.4-103	96.4	96.4±10.0	85.6-100	94.2	94.2±10.8