

顶空 - 气相色谱 - 质谱联用法测定中小学教科书中 25种挥发性有机化合物的研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2024.05.004

何虹

中共湖南省委宣传部出版产品质量
质量监督检测中心
中央宣传部出版产品质量监督
检测中心湖南分中心
湖南 长沙 410200

摘要: 为扩大中小学教科书的挥发性有机化合物检测目标物范围, 提出顶空 - 气相色谱 - 质谱联用法检测 25 种挥发性有机化合物 (VOCs) 的残留含量。实验结果表明, 本方法分离效果良好, 25 种 VOCs 的回收率较好, 相对标准偏差小于 15%; 本方法前处理简单, 单样检测时间不到 1 h。本方法比现有检测方法多检测出 9 种 VOCs, 为集中批量印刷的教科书提供了短期、更全面检测的可能, 为中小学教科书的质量控制提供了有力支持。

关键词: 中小学教科书; 挥发性有机化合物; 顶空进样法

中图分类号: TS802.3; O657.7⁺1

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2024)05-0028-07

引文格式: 何虹. 顶空 - 气相色谱 - 质谱联用法测定中小学教科书中 25 种挥发性有机化合物的研究 [J]. 包装学报, 2024, 16(5): 28-34.

印刷产品作为一种特殊的文化载体, 其印装质量受到高度重视。印刷产品是纸张、油墨、润版液、光油、覆膜、热熔胶、覆膜胶等各种原辅料经由印刷和印后表面处理等一系列复杂工艺印制而成。然而, 原辅材料或产品通常含有挥发性有机化合物 (volatile organic compounds, VOCs) 等有害物质^[1-3], 而有害物质会危害人们身体健康^[4]。为推动包装印刷业健康发展, 我国出台了一系列相关政策和标准。2011 年新闻出版总署、环境保护部发布的《关于实施绿色印刷的公告》, 提倡在印刷行业采用生态环境影响小、污染少、节约资源和能源的绿色印刷方式, 有条件的地区和企业要针对青少年儿童紧密接触的印刷产品, 特别是在中小学教科书上率先进行绿色印刷试点。随后, 2012 年新闻出版总署、教育部、环境保护部联合发布了《关于中小学教科书实施绿色印刷的通知》。目前, 绿色印刷产品的实施标准主要有 HJ 2503—2011《环境标志产品技术要求 印刷 第一

部分: 平板印刷》和 CY/T 132.1—2015《绿色印刷产品合格判定准则 第 1 部分: 阅读类印刷品》, 这些标准仅对 16 种 VOCs 含量及其响应检测方法作出了具体要求。

绿色印刷环保质量检测^[5-7]已实施十多年。检测 VOCs 的样品前处理主要有: 顶空进样法^[8]、固相微萃取法^[9-10]、吹扫捕集法^[11-12]和热脱附法^[13-14]等方法。中小学教科书的生产时间紧、印刷量大, 因而迫切需要一种更全面、更高效、更简单的 VOCs 检测方法。基于此, 本文提出顶空 - 气相色谱 - 质谱联用法检测中小学教科书中 25 种 VOCs 的残留含量, 旨在为保障学生健康和提高教科书质量提供新方法。

1 实验部分

1.1 材料

1) 样本

中小学教科书, 人民教育出版社。

收稿日期: 2024-06-11

作者简介: 何虹 (1987-), 女, 湖南长沙人, 中共湖南省委宣传部出版产品质量监督检测中心工程师, 主要研究方向为印刷产品质量, E-mail: 249541134@qq.com

2) 试剂

VOCs 混合标准物质: 甲醇、乙醇、异丙醇、丙酮、正丙醇、丁酮、乙酸乙酯、乙酸异丙酯、正丁醇、苯、1-甲氧基-2-丙醇、乙酸正丙酯、2-乙氧基乙醇、4-甲基-2-戊酮、1-乙氧基-2-丙醇、甲苯、乙酸正丁酯、乙苯、(邻、间、对)二甲苯、苯乙烯、2-乙氧基乙基乙酸酯、环己酮、丁二酸二甲酯、戊二酸二甲酯、己二酸二甲酯, 德国 Dr. Ehrenstorfer 公司。基质校正剂: 三乙酸甘油酯, 药典级, 上海安谱实验科技股份有限公司。

1.2 仪器

气相色谱-质谱联用仪(5977A-7890B型)、顶空瓶(20 mL), 安捷伦科技有限公司; 电子分析天平, ME204型, 梅特勒-托利多集团; 移液器, 1 mL, 德国普兰德公司。

1.3 方法

1.3.1 标准工作溶液配制

5种浓度等级的VOCs混合标准工作溶液配制情况见表1。

表 1 25 种 VOCs 的混合标准工作溶液
Table 1 Standard solution solubility of 25 VOCs

编号	化合物	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
1	甲醇	0.001 509	0.007 545	0.015 09	0.075 45	0.1509
2	乙醇	0.009 997	0.049 983	0.099 97	0.499 83	0.9997
3	异丙醇	0.001 499	0.007 497	0.014 99	0.074 97	0.1499
4	丙酮	0.001 517	0.007 587	0.015 17	0.075 87	0.1517
5	正丙醇	0.001 499	0.007 495	0.014 99	0.074 95	0.1499
6	丁酮	0.001 507	0.007 537	0.015 07	0.075 37	0.1507
7	乙酸乙酯	0.001 546	0.007 730	0.015 46	0.077 30	0.1546
8	乙酸异丙酯	0.001 491	0.007 455	0.014 91	0.074 55	0.1491
9	正丁醇	0.001 503	0.007 517	0.015 03	0.075 17	0.1503
10	苯	0.000 164	0.000 821	0.001 64	0.008 21	0.0164
11	1-甲氧基-2-丙醇	0.009 911	0.049 557	0.099 11	0.495 57	0.9911
12	乙酸正丙酯	0.009 906	0.049 532	0.099 06	0.495 32	0.9906
13	2-乙氧基乙醇	0.001 484	0.007 420	0.014 84	0.074 20	0.1484
14	4-甲基-2-戊酮	0.001 486	0.007 430	0.014 86	0.074 30	0.1486
15	1-乙氧基-2-丙醇	0.009 952	0.049 762	0.099 52	0.497 62	0.9952
16	甲苯	0.000 169	0.000 846	0.001 69	0.008 46	0.0169
17	乙酸正丁酯	0.001 503	0.007 517	0.015 03	0.075 17	0.1503
18	乙苯	0.000 162	0.000 812	0.001 62	0.008 12	0.0162
19-1	(间、对)二甲苯	0.000 156	0.000 780	0.001 56	0.007 80	0.0156
19-2	邻二甲苯	0.000 150	0.000 749	0.001 50	0.007 49	0.0150
20	苯乙烯	0.000 147	0.000 734	0.001 47	0.007 34	0.0147
21	2-乙氧基乙基乙酸酯	0.001 479	0.007 397	0.014 79	0.073 97	0.1479
22	环己酮	0.001 501	0.007 507	0.015 01	0.075 07	0.1501
23	丁二酸二甲酯	0.009 826	0.049 130	0.098 26	0.491 30	0.9826
24	戊二酸二甲酯	0.009 804	0.049 022	0.098 04	0.490 22	0.9804
25	己二酸二甲酯	0.009 905	0.049 525	0.099 05	0.495 25	0.9905

1.3.2 样本制备

用标准裁切刀将样本裁切成 10.0 cm × 15.5 cm,

对折卷成纸筒(印刷面朝内)塞入顶空瓶中, 并放入用移液器移取的 1 mL 三乙酸甘油酯, 封盖顶空瓶。

1.3.3 分析条件设置

顶空：样品平衡温度，80 ℃；样品平衡时间，45.0 min；样品环，3.0 mL；样品环温度，160 ℃；样品环平衡时间，0.05 min；传输线温度，180 ℃；样品瓶加压压力，138 kPa；加压时间，0.20 min；充气时间，0.20 min；进样时间，1.0 min。

色谱：VOCs 专用毛细管柱，60 m × 0.32 mm × 1.8 μm；载气，氦气，恒流模式，流量 2.0 mL/min；进样口温度，180 ℃；分流比，20:1；程序升温，初始温度 40 ℃，保持 2 min，以 4 ℃/min 的速率升温至 200 ℃，保持 10 min。

质谱：辅助接口温度，220 ℃；电离方式，电子

轰击源 (electron impact, EI)；离子源温度，230 ℃；电离能量，70 eV；四极杆温度，150 ℃；选择离子扫描，具体参数见表 2。

2 结果与分析

2.1 目标化合物总离子流图

图 1 是用选择离子扫描分析得到的目标化合物总离子流图。

由图 1 可知，本方法可以较好地分离出甲醇、丙酮、乙酸乙酯、甲苯等 25 种目标 VOCs。

2.2 标准曲线与检出限

用气相色谱-质谱联用仪对 25 种 VOCs 的混合

表 2 特征离子选择

Table 2 Characteristic ion selection

m/z

编号	化合物	定量离子	辅助定性离子	编号	化合物	定量离子	辅助定性离子
1	甲醇	31	29	14	4-甲基-2-戊酮	43	58
2	乙醇	31	45	15	1-乙氧基-2-丙醇	59	45
3	异丙醇	45	43	16	甲苯	91	92
4	丙酮	43	58	17	乙酸正丁酯	43	56
5	正丙醇	43	58	18	乙苯	91	106
6	丁酮	43	72	19-1	(间、对)二甲苯	91	106
7	乙酸乙酯	43	61	19-2	邻二甲苯	91	106
8	乙酸异丙酯	43	61	20	苯乙烯	104	78
9	正丁醇	56	41	21	2-乙氧基乙基乙酸酯	43	59
10	苯	78	77	22	环己酮	55	98
11	1-甲氧基-2-丙醇	47	45	23	丁二酸二甲酯	115	114
12	乙酸正丙酯	43	61	24	戊二酸二甲酯	100	129
13	2-乙氧基乙醇	59	72	25	己二酸二甲酯	114	143

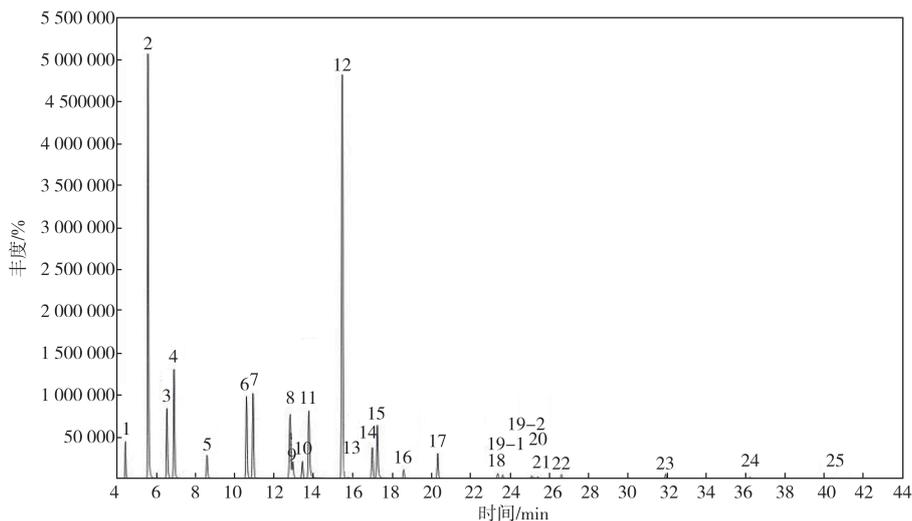


图 1 25 种 VOCs 的分离情况

Fig. 1 Isolation of 25 VOCs

标准工作溶液进行测定,并绘制标准曲线,以 3 倍信噪比确定方法检出限,结果如表 3 所示。由表 3 可知,目标化合物的线性方程 R^2 均大于 0.9950,线性良好。

2.3 准确度

选取教科书印刷原纸,80 °C 下烘烤 2 h,置于干燥皿中自然冷却;再采用 1.3.2 节的方法制备 6 份空白样本。用第 5 级混合标准工作溶液制成 1/40 浓度的标液,取 6 份空白样本分别加入标液中,每个样品平行测定 2 次,记录每种目标化合物的峰面积。每种目标化合物的相对标准偏差 (relative standard

deviation, RSD) 如表 4 所示。由表 4 可知,各目标化合物的 RSD 在 0%~15% 之间,说明本方法的重复性较好。

2.4 回收率

取 6 份空白样本,用第 5 级混合标准工作溶液制成 1/5、1/20、1/40 浓度的标液,使用移液器分别移取 1 mL 标液于样本,封盖顶空瓶。每个样品平行测定 2 次,计算每种目标化合物的回收率和 RSD。重复性和回收率测试结果如表 5 所示。由表 5 可知,各目标化合物的回收率在 75%~120% 之间,RSD 在 2%~15% 之间,说明本方法的重复性较好。

表 3 25 种 VOCs 标准曲线及检出限

Table 3 Standard curves and detection limits of 25 VOCs

编号	化合物	线性回归方程	R^2	方法检出限/(mg·m ⁻²)
1	甲醇	$y=5.802 \times 10^6 x + 1.235 \times 10^6$	0.9987	0.005
2	乙醇	$y=6.721 \times 10^6 x + 3.942 \times 10^7$	0.9986	0.031
3	异丙醇	$y=2.722 \times 10^7 x + 6.634 \times 10^5$	0.9978	0.004
4	丙酮	$y=2.853 \times 10^7 x + 1.061 \times 10^7$	0.9987	0.005
5	正丙醇	$y=1.362 \times 10^7 x - 2.331 \times 10^6$	0.9994	0.004
6	丁酮	$y=3.144 \times 10^7 x + 3.422 \times 10^6$	0.9969	0.004
7	乙酸乙酯	$y=3.455 \times 10^7 x + 4.149 \times 10^6$	0.9993	0.008
8	乙酸异丙酯	$y=3.357 \times 10^7 x - 4.408 \times 10^5$	0.9984	0.005
9	正丁醇	$y=6.418 \times 10^7 x - 1.516 \times 10^6$	0.9978	0.004
10	苯	$y=8.308 \times 10^7 x - 1.956 \times 10^5$	0.9998	0.001
11	1-甲氧基-2-丙醇	$y=2.033 \times 10^6 x - 5.033 \times 10^6$	0.9955	0.088
12	乙酸正丙酯	$y=9.808 \times 10^6 x + 6.296 \times 10^7$	0.9960	0.032
13	2-乙氧基乙醇	$y=4.198 \times 10^6 x - 5.602 \times 10^5$	0.9981	0.180
14	4-甲基-2-戊酮	$y=1.724 \times 10^7 x - 2.566 \times 10^6$	0.9996	0.003
15	1-乙氧基-2-丙醇	$y=3.827 \times 10^6 x - 8.618 \times 10^6$	0.9965	0.047
16	甲苯	$y=4.742 \times 10^7 x - 1.326 \times 10^6$	0.9962	0.001
17	乙酸正丁酯	$y=1.709 \times 10^7 x - 4.464 \times 10^6$	0.9988	0.002
18	乙苯	$y=3.769 \times 10^7 x - 1.467 \times 10^8$	0.9982	0.001
19-1	(间、对)二甲苯	$y=2.951 \times 10^7 x - 1.312 \times 10^8$	0.9993	0.001
19-2	邻二甲苯	$y=1.736 \times 10^7 x - 6.091 \times 10^5$	0.9993	0.001
20	苯乙烯	$y=1.357 \times 10^7 x - 6.242 \times 10^5$	0.9989	0.001
21	2-乙氧基乙基乙酸酯	$y=2.349 \times 10^8 x - 1.179 \times 10^8$	0.9966	0.150
22	环己酮	$y=3.925 \times 10^8 x - 1.721 \times 10^8$	0.9992	0.004
23	丁二酸二甲酯	$y=8.381 \times 10^5 x - 3.091 \times 10^8$	0.9973	0.190
24	戊二酸二甲酯	$y=1.794 \times 10^5 x - 6.970 \times 10^5$	0.9966	0.200
25	己二酸二甲酯	$y=3.990 \times 10^4 x - 1.553 \times 10^5$	0.9954	0.210

表4 25种VOCs的重复性
Table 4 Precision of 25 VOCs

编号	化合物	RSD/%	编号	化合物	RSD/%
1	甲醇	6.93	14	4-甲基-2-戊酮	10.32
2	乙醇	1.65	15	1-乙氧基-2-丙醇	1.47
3	异丙醇	2.18	16	甲苯	0
4	丙酮	4.07	17	乙酸正丁酯	1.84
5	正丙醇	7.64	18	乙苯	0
6	丁酮	3.31	19-1	(间、对)二甲苯	0
7	乙酸乙酯	0	19-2	邻二甲苯	0
8	乙酸异丙酯	2.31	20	苯乙烯	0
9	正丁醇	3.56	21	2-乙氧基乙基乙酸酯	2.28
10	苯	0	22	环己酮	2.38
11	1-甲氧基-2-丙醇	1.81	23	丁二酸二甲酯	2.70
12	乙酸正丙酯	4.20	24	戊二酸二甲酯	4.45
13	2-乙氧基乙醇	14.27	25	己二酸二甲酯	8.46

表5 25种VOCs不同加标质量浓度的加标回收率和相对标准偏差

Table 5 Recovery rates and relative standard deviations of 25 VOCs with different spiked mass concentrations

编号	化合物	1/5 第5级浓度		1/20 第5级浓度		1/40 浓度第5级浓度	
		RSD/%	回收率/%	RSD/%	回收率/%	RSD/%	回收率/%
1	甲醇	2.55	85.51	4.84	87.31	6.29	92.45
2	乙醇	5.18	92.06	0.92	94.89	1.26	104.50
3	异丙醇	3.48	94.61	1.88	87.91	0	97.20
4	丙酮	2.01	89.66	1.52	95.02	3.14	91.96
5	正丙醇	4.09	89.44	1.55	94.10	9.87	88.93
6	丁酮	3.06	95.14	4.44	90.51	0	102.85
7	乙酸乙酯	3.35	84.72	4.22	84.22	0	88.23
8	乙酸异丙酯	3.16	93.04	4.95	93.56	0	91.48
9	正丁醇	7.15	91.78	9.80	94.88	0	90.75
10	苯	3.63	92.15	0.71	85.06	0	75.61
11	1-甲氧基-2-丙醇	5.75	96.18	0.45	98.84	2.80	95.09
12	乙酸正丙酯	8.18	86.61	7.93	93.26	1.40	94.82
13	2-乙氧基乙醇	6.99	95.05	6.32	100.17	11.86	106.54
14	4-甲基-2-戊酮	7.36	95.18	10.02	91.79	11.86	106.39
15	1-乙氧基-2-丙醇	7.23	91.42	0.72	92.05	0.86	102.79
16	甲苯	6.15	105.47	0	91.72	0	110.06
17	乙酸正丁酯	4.04	108.28	7.93	92.81	3.14	92.81
18	乙苯	7.44	90.90	0	76.54	0	76.54
19-1	(间、对)二甲苯	3.63	96.88	0	79.49	0	79.49
19-2	邻二甲苯	3.63	100.75	0	82.67	0	82.67
20	苯乙烯	7.86	94.90	4.55	84.35	3.21	84.35
21	2-乙氧基乙基乙酸酯	7.73	95.89	5.13	100.61	3.14	94.32
22	环己酮	4.64	94.49	5.31	99.13	3.29	88.81
23	丁二酸二甲酯	3.05	96.89	9.35	107.42	0.49	91.18
24	戊二酸二甲酯	9.49	101.34	9.49	101.34	3.18	98.34
25	己二酸二甲酯	10.92	97.14	10.88	101.72	8.43	94.52

2.5 样品检测

选取 1 个品种中小学教科书, 按照 1.3.2 制备 3 份样本, 用第 5 级混合标准工作溶液制成 1/20 浓度的标液, 使用移液器分别移取 1 mL 标液于样本, 封盖顶空瓶, 平行测定 3 次。每种目标化合物的回收

率和 RSD 结果见表 6。由表 6 可知, 样品中各目标化合物的回收率在 80%~105% 之间, RSD 在 0%~10% 之间, 说明本方法的重复性和回收率较好, 能满足中小学教科书的 VOCs 检测要求。

表 6 25 种 VOCs 不同加标质量浓度的加标回收率和相对标准偏差

Table 6 Recovery rates and relative standard deviations of 25 VOCs with different spiked mass concentrations

化合物	RSD/%	回收率 /%	化合物	RSD/%	回收率 /%
甲醇	3.76	88.01	4- 甲基 -2- 戊酮	4.49	95.19
乙醇	3.34	98.84	1- 乙氧基 -2- 丙醇	1.22	87.54
异丙醇	6.15	93.06	甲苯	3.27	89.70
丙酮	4.80	93.79	乙酸正丁酯	4.88	88.74
正丙醇	3.45	95.95	乙苯	0	86.57
丁酮	4.89	90.82	(间、对) 二甲苯	0	82.54
乙酸乙酯	7.14	90.90	邻二甲苯	0.66	82.26

3 结论

为了检测中小学教科书中 25 种 VOCs, 本研究提出顶空-气相色谱-质谱联用法。实验结果表明, 本方法分离效果良好, 25 种 VOCs 的回收率较好, RSD 小于 15%, 重复性较好; 本方法前处理简单, 单样检测时间不到 1 h。与现有方法相比, 本方法能多检测出 9 种 VOCs, 为集中批量印刷的教科书提供了短期全覆盖检测的可能, 为出版产品质检机构提供了全面的检测依据。

参考文献:

- [1] 裴 亭, 朱 洁, 汪 剑. 胶印润版液中溶剂残留的测定方法 [J]. 包装工程, 2017, 38(19): 223-226.
PEI Ting, ZHU Jie, WANG Jian. Determination Method for Residual Solvents in Offset Printing Fountain Solution[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(19): 223-226.
- [2] 王 鹏. 卷烟辅材用油墨中挥发性有机物测定 [J]. 广州化工, 2012, 40(14): 135-138.
WANG Peng. Determination of 5 Volatile Organic Compounds in Coatings by Headspace Gas Chromatography[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2012, 40(14): 135-138.
- [3] OTHMAN N, LERK L L, CHELLIAPAN S, et al. Comparative Content of Harmful Substances Contained in the Raw Material for Various Types of Printing Ink[J].

International Journal of Research, 2017, 3: 7-12.

- [4] 高 鹏. 儿童图书有害挥发性有机物的迁移行为及安全性研究 [D]. 株洲: 湖南工业大学, 2023.
GAO Peng. Study on Migration Behavior and Safety of Harmful Volatile Organic Compounds in Children's Books[D]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2023.
- [5] 严且明. 印刷中的环境污染问题与对策 [J]. 广东印刷, 2006(1): 30-31.
YAN Qieming. Problems and Countermeasures of Environmental Pollution in Printing[J]. Guangdong Printing, 2006(1): 30-31.
- [6] 孙 浩. 论绿色印刷及其发展前景 [J]. 出版与印刷, 2002(4): 41-43.
SUN Hao. Discussions on Green Printing and It's Foreground[J]. Publishing & Printing, 2002(4): 41-43.
- [7] 朱 洁. 书刊环保质量分析与控制探讨 [J]. 印刷技术, 2019(3): 14-19.
ZHU Jie. Analysis and Control of Environmental Protection Quality of Books and Periodicals[J]. Printing Technology, 2019(3): 14-19.
- [8] BUDZYŃSKA E, SIELEMANN S, PUTON J, et al. Analysis of E-Liquids for Electronic Cigarettes Using GC-IMS/MS with Headspace Sampling[J]. Talanta, 2020, 209: 594-601.
- [9] SÝKORA M, VÍTOVÁ E, JELEŇ H H. Application of Vacuum Solid-Phase Microextraction for the Analysis of Semi-Hard Cheese Volatiles[J]. European Food Research and Technology, 2020, 246(3): 573-580.
- [10] KALOGIOURI N P, MANOUSI N, FERRACANE A,

- et al. A Novel Headspace Solid-Phase Microextraction Arrow Method Employing Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography-Mass Spectrometry Combined with Chemometric Tools for the Investigation of Wine Aging[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2024, 1304: 342555.
- [11] IKEM A. Measurement of Volatile Organic Compounds in Bottled and Tap Waters by Purge and Trap GC-MS: Are Drinking Water Types Different[J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2009, 23(1): 70-77.
- [12] UETA I, RAZAK N A, MIZUGUCHI A, et al. Needle-Type Extraction Device for the Purge and Trap Analysis of 23 Volatile Organic Compounds in Tap Water[J]. *Journal of Chromatography A*, 2013, 1317: 211-216.
- [13] AN J S, BAEK D J, HONG J S, et al. Continuous Vocs Monitoring in Saturated and Unsaturated Zones Using Thermal Desorber and Gas Chromatography: System Development and Field Application[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(6): 3400.
- [14] CHANDRA B P, MCCLURE C D, MULLIGAN J A, et al. Optimization of a Method for the Detection of Biomass-Burning Relevant VOCs in Urban Areas Using Thermal Desorption Gas Chromatography Mass Spectrometry[J]. *Atmosphere*, 2020, 11(3): 276.

(责任编辑: 邓 彬)

Determination of 25 Volatile Organic Compounds in Primary and Secondary School Textbooks by Headspace-Gas Chromatography-Mass Spectrometry

HE Hong

(Published Products Quality Supervision and Inspection Center of CPC Hunan Provincial Committee Publicity Department, Hunan Branch of Publicity Department of CPC Central Committee Publishing Quality Supervision and Inspection Center, Changsha 410200, China)

Abstract: In order to expand the scope of volatile organic compounds (VOCs) in primary and secondary school textbooks, headspace-gas chromatography-mass spectrometry was used to detect the residual content of 25 kinds of volatile organic compounds. The experimental results show that the method has good separation effect, the recovery rate of 25 VOCs is good, and the relative standard deviation is less than 15%. The pretreatment was simple and the detection time of single sample was less than 1 h. Compared with the existing VOCs detection methods for primary and secondary school textbooks, more VOCs as much as 9 were detected, which provided the possibility of short-term and more comprehensive detection for centralized batch printed textbooks, and provided strong support for the quality control of primary and secondary school textbooks.

Keywords: primary and secondary school textbook; volatile organic compounds; headspace injection