

半挥发性有机物分析 GC-MS 方法 HJ834-2017 标准的优化

采用高惰性 RMX-5Sil MS 色谱柱，实现更快的分析速度与结果可靠性

by Erika Parker, Grace Idou, Chris English, Lakumar Dandapani, Colton Myers

研究亮点

- 新一代 TriMax 去活技术在色谱柱内构建了高度稳定且极为中性的样品流路，显著提升系统整体惰性水平。
- 优异的峰对称性有效抑制峰拖尾现象，适用于多种分析难度较高的半挥发性有机化合物（包括酸性、碱性及中性组分），从而显著提升化合物的定性可靠性与定量准确性。
- 在严格满足方法学判定标准的前提下，通过优化 GC-MS 分析条件，实现分析时间的显著缩短并提高样品通量。



摘要：

RMX-5Sil MS 色谱柱采用突破性的表面去活技术，形成高度惰性的表面，对多类别半挥发性有机化合物均表现出广泛而稳定的适用性。本研究以中国环境保护行业标准 HJ 834—2017 为评价依据，对 RMX-5Sil MS 色谱柱的分析性能进行了系统考察。研究表明，在经合理优化的分析条件下，该色谱柱能够轻松满足方法对系统适用性、线性关系及回收率等关键数据质量指标的要求，并在此基础上将单个样品的分析时间缩短约 20 min。

引言

半挥发性有机化合物有在全球范围内被监测，以保障人类健康与生态环境安全。此类化合物可通过多种检测技术进行分析，其中气相色谱-质谱联用技术（GC-MS）因其灵敏度高、定性能力强而成为最常用的分析手段之一。中华人民共和国环境保护行业标准 HJ 834—2017 专门用于土壤与沉积物中半挥发性有机物的 GC-MS 分析。为确保不同实验室分析结果的准确性与可比性，该方法对系统适用性、线性范围及回收率等关键参数提出了明确而严格的要求。由于半挥发性有机物涵盖多种不同化学性质的组分，其中不乏反应性较强的化合物，样品在整个色谱-质谱系统流路中的惰性环境尤为关键。若流路中存在活性位点，易导致峰形劣化、保留时间漂移等问题，从而增加满足数据质量要求的难度。

本研究系统展示了高惰性 RMX-5Sil MS 色谱柱在 HJ 834—2017 半挥发性有机物分析中的应用优势。该色谱柱采用了独特的 TriMax 表面去活工艺，有效消除硅醇基等潜在活性位点，对不同类别化合物均具有良好的适用性。RMX-5Sil MS 色谱柱采用传统的 5% 苯基-95% 二甲基聚硅氧烷（5Sil）固定相，在方法迁移方面可直接替代常规 5Sil 色谱柱；同时，其高度中性的表面特性显著改善了多类化合物的峰形表现，使方法学质量指标更易达成。除验证其在半挥发性有机物 GC-MS 分析中的适用性外，本研究还进一步建立了优化的仪器分析条件，以缩短分析周期并提升样品通量。

实验部分

标准品与样品制备

采用二氯甲烷为溶剂配制多组分半挥发性有机物混合标准溶液，浓度分别为 1、5、10、20 和 50 ppm，用于建立校准曲线。各校准标准中均加入浓度为 40 ppm 的内标物和替代物。

仪器分析条件

半挥发性有机物的 GC-MS 分析首先严格按照 HJ 834—2017 方法规定的条件进行；此外，在此基础上设置了优化的分析条件，以实现更短的分析时间。两种分析方案所采用的仪器条件汇总见表1。

表1.GC-MS 半挥发性有机物分析的仪器条件

参数	方法标准 HJ 834—2017 参考条件	优化条件
色谱柱	RMX-5Sil MS, 30 m × 0.25 mm 内径 × 0.25 μm (货号: 17323)	RMX-5Sil MS, 30 m × 0.25 mm 内径 × 0.25 μm (货号: 17323)
进样方式	1 μL, 不分流进样, 280 °C	1 μL, 不分流进样, 280 °C
载气	氮气, 1 mL/min (恒流模式)	氮气, 1 mL/min (恒流模式)
温度程序	35 °C (保持 2 min), 以 15 °C/min 升至 150 °C (保持 5 min), 再以 3 °C/min 升至 290 °C (保持 2 min)	采用加速柱程序以缩短分析时间: 35 °C (保持 1 min), 以 8 °C/min 升至 290 °C, 再以 12 °C/min 升至 350 °C (保持 5 min)
检测器条件	EI 电离; 70 eV; 离子源温度 230 °C; 四极杆温度 150 °C; 扫描范围 35–450 m/z; 溶剂延迟 5 min; 传输线温度 280 °C	EI 电离; 70 eV; 离子源温度 230 °C; 四极杆温度 150 °C; 扫描范围 35–450 m/z; 溶剂延迟 2 min; 传输线温度 280 °C

结果与讨论

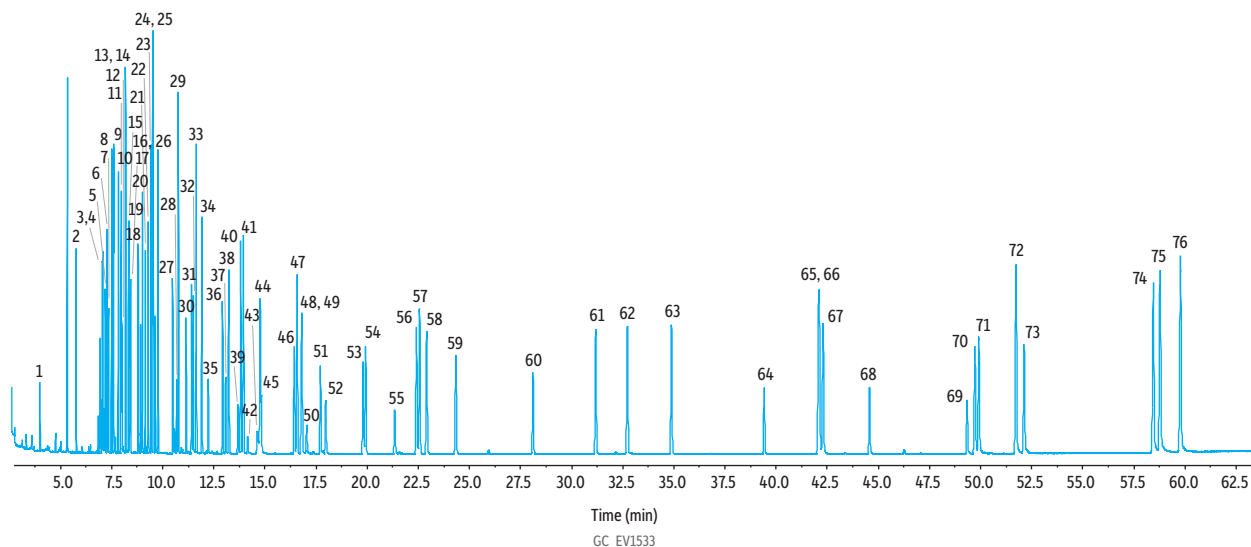
系统适用性

按照 HJ 834—2017 的要求，首先采用 DFTPP 对质谱系统进行调谐，随后通过评估 DDT 降解成 DDE 与 DDD 的比例来判定系统适用性。实验结果显示，DDT 降解成 DDE 与 DDD 的降解率均小于 1%，远低于方法规定的 15% 上限，系统适用性完全满足方法要求。

色谱分离性能

在 5 ppm 浓度水平下，无论采用原始的 HJ 834—2017 方法条件，还是经优化的 GC-MS 条件，RMX-5Sil MS 色谱柱均可对 64 种目标半挥发性化合物、6 种替代物及 6 种内标物（共 76 种化合物）获得尖锐且高度对称的色谱峰。尽管部分化合物存在共洗脱现象，但可通过其特征离子 m/z 比值实现可靠区分（详见图1）。标准方法条件下的分析结果整体良好，但超过 60 min 的分析时间限制了单位时间内的样品处理数量。经优化后的分析条件将单次分析时间缩短至约 40 min，对于需要在紧迫时限内完成大量样品分析的高通量实验室具有显著优势。

图1. 按 HJ 834—2017 方法标准条件获得的 TIC 总离子流色谱图（分析时间 >60 min）



峰	保留时间 t_R (min)	峰	保留时间 t_R (min)	峰	保留时间 t_R (min)
1. 双 (N-甲氧基-N-甲基氨基) 甲烷	3.989	26. 对氯苯胺	9.630	51. 偶氮苯	17.714
2. 2-氯苯酚	5.769	27. 六氯-1,3-丁二烯	9.767	52. 2,4,6-三溴苯酚	17.972
3. 苯酚- d_6	7.057	28. 2-氯-5-甲基苯酚	10.486	53. 4-溴二苯基醚	19.798
4. 苯酚	7.069	29. 1-甲基萘	10.766	54. 六氯苯	19.924
5. 双 (2-氯乙基) 醚	7.194	30. 六氯环戊二烯	11.140	55. 五氯苯酚	21.347
6. 2-氯苯酚	7.269	31. 2,4,6-三氯苯酚	11.412	56. 菲- d_{10}	22.411
7. 1,3-二氯苯	7.496	32. 2,4,5-三氯苯酚	11.486	57. 9-亚甲基苄	22.561
8. 1,4-二氯苯- d_4	7.579	33. 2-氟联苯	11.640	58. 蒽	22.911
9. 1,4-二氯苯	7.602	34. 1-氯萘	11.915	59. 吡啶	24.334
10. 1,2-二氯苯	7.825	35. 2-硝基苯胺基马来酸二甲酯	12.221	60. 邻苯二甲酸二丁酯	28.107
11. 2-甲基苯酚	7.956	36. 邻苯二甲酸二甲酯	12.926	61. 荧蒽	31.814
12. 双 (2-氯异丙基) 醚	7.995	37. 2,6-二硝基甲苯	13.078	62. 芘	32.727
13. N-亚硝基二正丙胺	8.183	38. 联苯烯	13.231	63. 对三联苯- d_{14}	34.881
14. 对甲酚	8.183	39. 间硝基苯胺	13.680	64. 邻苯二甲酸苄基丁酯	39.418
15. 六氯乙烷	8.336	40. 萘- d_{10}	13.813	65. 苯并[a]蒽	42.103
16. 硝基苯- d_5	8.393	41. 萘	13.947	66. 屈- d_{12}	42.103
17. 硝基苯	8.421	42. 2,4-二硝基苯酚	14.149	67. 屈	42.298
18. 异佛尔酮	8.795	43. 4-硝基苯酚	14.626	68. 邻苯二甲酸二 (2-乙基己基) 酯	44.571
19. 2-硝基苯酚	8.915	44. 二苯并呋喃	14.763	69. 邻苯二甲酸二正辛酯	49.346
20. 2,3-二甲苯酚	9.002	45. 2,4-二硝基甲苯	14.820	70. 苯并[b]荧蒽	49.728
21. 双 (2-氯乙氧基) 甲烷	9.146	46. 邻苯二甲酸二乙酯	16.434	71. 苯并[k]荧蒽	49.915
22. 2,4-二氯苯酚	9.290	47. 芴	16.576	72. 苯并[a]芘	51.738
23. 1,2,4-三氯苯	9.427	48. 4-氯苯基苯醚	16.802	73. 花- d_{12}	52.132
24. 萘- d_8	9.508	49. 3-氯苯基苯醚	16.802	74. 茚并[1,2,3-cd]芘	58.454
25. 萘	9.540	50. 2-甲基-4,6-二硝基苯酚	17.043	75. 二苯并[a,h]蒽	58.786
				76. 苯并[ghi]花	59.786

色谱柱与样品信息

色谱柱:	RMX-5Sil MS, 30 m × 0.25 mm 内径 × 0.25 μ m (货号: 17323)
标准品/样品:	1000 ppm HJ 834—2017 VOC 与 SVOCs 混合标准 155 (LGC) 1000 ppm HJ 834—2017 替代物混合标准 156 (LGC) 1000 ppm HJ 834—2017 内标混合标准 174
稀释溶剂:	二氯甲烷
工作浓度:	5 μ g/mL
进样条件	
进样体积:	1 μ L, 不分流进样 (保持 1 min)
衬管:	Topaz 4.0 mm 内径单锥形进样口衬管 (填充石英棉, 货号: 23303)
进样口温度:	280 $^{\circ}$ C
柱温与载气条件	
炉温程序:	35 $^{\circ}$ C (保持 2 min), 以 15 $^{\circ}$ C/min 升至 150 $^{\circ}$ C (保持 5 min), 再以 3 $^{\circ}$ C/min 升至 290 $^{\circ}$ C (保持 2 min)
载气:	氮气, 恒流模式
流速:	1 mL/min (35 $^{\circ}$ C)
质谱条件	
检测器:	质谱 (MS)
扫描模式:	全扫描

传输线温度: 280 $^{\circ}$ C

离子源温度: 230 $^{\circ}$ C

四极杆温度: 150 $^{\circ}$ C

电子能量: 70 eV

调谐方式: PFTBA

电离方式: EI

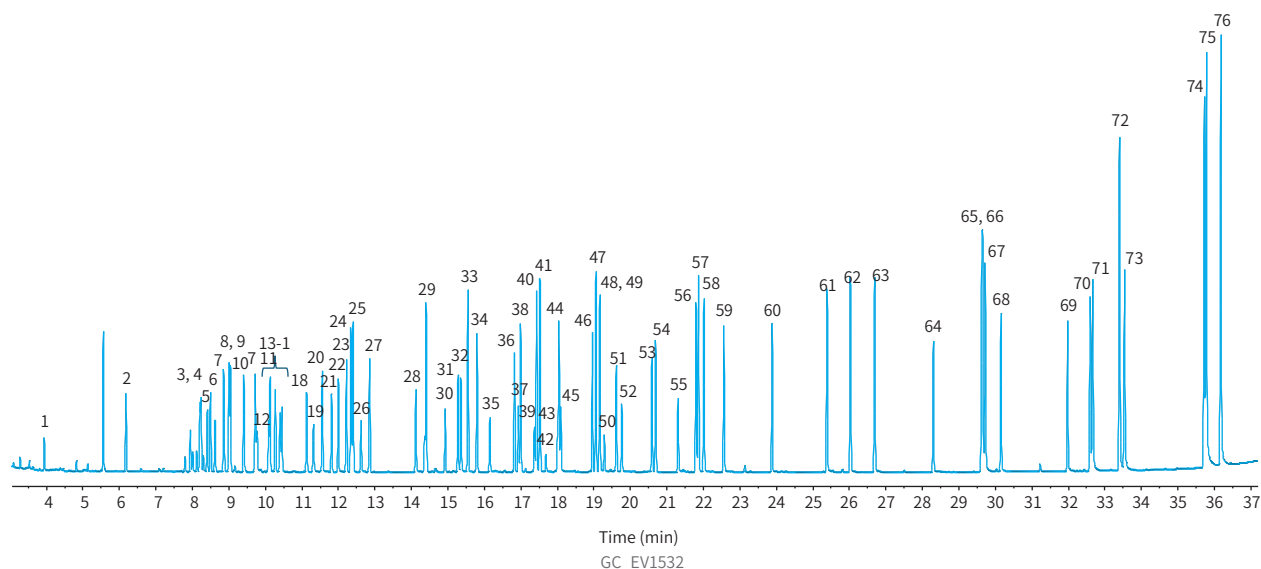
仪器与样品制备

仪器型号: Agilent 7890B 气相色谱仪 / 5977B 质谱检测器

样品制备: 参考标准品以二氯甲烷稀释至 5 ppm

组 1 起始时间 2.5 min 扫描范围 35–450 amu 扫描速率 (次//秒)

图2.优化方法条件下的总离子流色谱图（40 分钟）



峰	t _R (min)	峰	t _R (min)	峰	t _R (min)
1. 双 (N-甲氧基-N-甲基氨基) 甲烷	3.941	27. 六氯-1,3-丁二烯	12.859	53. 4-溴二苯基醚	20.596
2. 2-氟苯酚	6.189	28. 2-氯-5-甲基苯酚	14.122	54. 六氯苯	20.697
3. 苯酚-d ₆	8.226	29. 1-甲基萘	14.409	55. 五氯苯酚	21.316
4. 苯酚	8.252	30. 六氯环戊二烯	14.927	56. 菲-d ₁₀	21.822
5. 双 (2-氯乙基) 醚	8.417	31. 2,4,6-三氯苯酚	15.284	57. 9-亚甲基苄	21.88
6. 2-氯苯酚	8.502	32. 2,4,5-三氯苯酚	15.362	58. 蒽	22.025
7. 1,3-二氯苯	8.861	33. 2-氟联苯	15.564	59. 咪唑	22.57
8. 1,4-二氯苯-d ₄	9.01	34. 1-氯萘	15.806	60. 邻苯二甲酸二丁酯	23.889
9. 1,4-二氯苯	9.048	35. 2-硝基苯胺基马来酸二甲酯	16.158	61. 蒽	25.396
10. 1,2-二氯苯	9.411	36. 邻苯二甲酸二甲酯	16.837	62. 苈	26.035
11. 2-甲基苯酚	9.726	37. 2,6-二硝基甲苯	16.945	63. 对三联苯-d ₁₄	26.717
12. 双 (2-氯异丙基) 醚	9.784	38. 联苯烯	16.995	64. 邻苯二甲酸苄基丁酯	28.309
13. N-亚硝基二正丙胺	10.101	39. 间硝基苯胺	17.381	65. 苯并[a]蒽	29.638
14. 对甲酚	10.133	40. 苊-d ₁₀	17.45	66. 屈-d ₁₂	29.684
15. 六氯乙烷	10.273	41. 苊	17.533	67. 屈	29.744
16. 硝基苯-d ₅	10.421	42. 2,4-二硝基苯酚	17.692	68. 邻苯二甲酸二 (2-乙基己基) 酯	30.159
17. 硝基苯	10.468	43. 4-硝基苯酚	18.011	69. 邻苯二甲酸二正辛酯	31.991
18. 异佛尔酮	11.137	44. 二苯并呋喃	18.05	70. 苯并[b]蒽	32.608
19. 2-硝基苯酚	11.322	45. 2,4-二硝基甲苯	18.104	71. 苯并[k]蒽	32.683
20. 2,3-二甲基苯酚	11.561	46. 邻苯二甲酸二乙酯	18.972	72. 苯并[a]苈	33.417
21. 双 (2-氯乙氧基) 甲烷	11.822	47. 苄	19.061	73. 苊-d ₁₂	33.583
22. 2,4-二氯苯酚	12.006	48. 4-氯苯基苯醚	19.168	74. 苊并[1,2,3-cd]苈	35.743
23. 1,2,4-三氯苯	12.23	49. 3-氯苯基苯醚	19.175	75. 二苯并[a,h]蒽	35.798
24. 萘-d ₈	12.36	50. 2-甲基-4,6-二硝基苯酚	19.301	76. 苯并[ghi]苊	36.197
25. 萘	12.411	51. 偶氮苯	19.626		
26. 对氯苯胺	12.622	52. 2,4,6-三溴苯酚	19.78		

色谱柱及样品信息

色谱柱: RMX-5Sil MS, 30 m × 0.25 mm ID × 0.25 μm (货号 17323)
HJ 834-2017 挥发性及半挥发性有机物混合标准 1000 ppm (混合物 155, LGC)
HJ 834-2017 替代物混合标准 1000 ppm (混合物 156, LGC)
HJ 834-2017 内标混合标准 1000 ppm (混合物 174, 内标)

稀释剂: 二氯甲烷
浓度: 5 μg/mL

进样条件

进样体积: 1 μL, 不分流进样 (保持 1 min)
进样器衬管: Topaz 4.0 mm ID 单锥衬管, 含石英棉 (货号 23303)
进样温度: 280 °C
柱温程序: 35 °C 保持 1 min → 290 °C, 升温速率 8 °C/min → 350 °C, 升温速率 12 °C/min, 保持 5 min

载气条件: 氮气, 恒流, 1 mL/min @ 35 °C

检测器及质谱条件

检测器: 质谱 (MS)
模式: 扫描 (Scan)

扫描程序: 组别 1: 起始时间 2.5 min, 扫描范围 35–450 amu, 扫描速率未指定

传输线温度: 280 °C

离子源温度: 230 °C

四极杆温度: 150 °C

电子能量: 70 eV

调谐类型: PFTBA

电离模式: EI

仪器: Agilent 7890B GC 与 5977B MSD

样品制备: 参考标准溶液稀释至二氯甲烷中 5 ppm。

想要自定义一个方法吗？

将您的目标分析物输入Restek免费的Pro EZGC色谱图模拟软件，即可立即为您的特定化合物列表生成优化的方法条件。

现在就试试！



定量性能

良好的峰形显著提升了信噪比，使低浓度样品的积分更加稳定可靠，并有效减少人工干预的需求。在整个校准范围内获得准确、一致的积分结果，有助于确保即使对于反应性较强的化合物，也能够稳定满足方法学性能要求。方法学性能通过线性关系（不加权回归， $R > 0.990$ ）、相对响应因子（RRF的RSD $< 30\%$ ）以及中等浓度标准的回收率（10 ppm时为70–130%）进行评价。

检出限（LOD）与定量限（LOQ）采用通行方法计算，其中 $LOD = 3.3 \times (\text{最低校准点的标准偏差} / \text{校准曲线斜率})$ ， $LOQ = 10 \times (\text{最低校准点的标准偏差} / \text{校准曲线斜率})$ ，并与方法规定的限值进行比较。由于本研究未引入实际基质，方法中以样品浓度表示的LOD与LOQ被换算为提取液浓度，换算基于理论样品质量20 g和最终提取体积1 mL（见表2），从而避免基质效应对色谱柱性能评价的干扰。

在优化仪器条件下完成定量校准，结果汇总见表2，单一化合物的详细数据列于表3。除内标物和替代物外，所有目标化合物均满足RRF的RSD $< 30\%$ 且 $R > 0.990$ 的线性要求，其中RSD范围为2.1–22.5%，R值介于0.999–1.00。虽然HJ 834–2017未强制要求评价 R^2 ，但鉴于其在该分析方法中的广泛应用，本研究亦进行了考察，所有化合物的 R^2 均大于0.995。

表2. HJ 834-2017 标准方法 GC-MS 半挥发性有机物分析结果汇总（优化条件）

	RRF %RSD ($< 30\%$)	R^2 (> 0.990)	R (> 0.990)	检测限LOD (HJ 834-2017方法)	定量限LOQ (HJ 834-2017方法)	回收率%
合格数	64	64	64	64	64	64
不合格数	0	0	0	0	0	0
最大值	23%	1.000	1.000	0.89	2.98	109%
最小值	2%	0.997	0.999	0.02	0.05	75%

*注：HJ 834-2017 方法标准中未规定 R^2 ，该指标在此列出是因为在其他GC-MS半挥发性有机物分析方法中， R^2 被广泛用作线性评估指标。

表3. HJ 834-2017 标准方法 GC-MS 半挥发性有机物分析各化合物结果 (优化条件)

化合物	RRF %RSD (<30%)	R ²	R	HJ 834-2017 方法LOD (ppm)	HJ 834-2017 方法LOQ (ppm)	LOD (ppm)	LOQ (ppm)	回收率% 10ppm
双(N-甲氧基-N-甲基氨基)甲烷	2%	1.000	1.000	1.60	6.40	0.36	1.22	105%
苯酚	4%	0.998	0.999	2.00	8.00	0.33	1.11	95%
二氯乙基醚	3%	0.999	1.000	2.00	8.00	0.17	0.58	99%
2-氯酚	4%	0.999	0.999	2.00	8.00	0.16	0.55	96%
1,3-二氯苯	5%	0.999	0.999	1.80	7.20	0.20	0.68	100%
1,4-二氯苯	5%	1.000	1.000	1.20	4.80	0.19	0.62	97%
1,2-二氯苯	7%	1.000	1.000	1.60	6.40	0.13	0.45	96%
2-甲基酚	5%	0.998	0.999	1.60	6.40	0.25	0.82	101%
(2-氯异丙基) 醚	6%	0.999	0.999	1.60	6.40	0.34	1.13	104%
N-亚硝基二正丙胺	3%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.43	1.43	109%
对甲酚	6%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.11	0.38	100%
六氯乙烷	10%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.53	1.77	97%
硝基苯	7%	0.999	1.000	1.40	5.60	0.23	0.76	102%
异佛尔酮	6%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.09	0.30	99%
2-硝基酚	10%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.15	0.50	96%
2,3-二甲基酚	6%	1.000	1.000	1.80	7.20	0.25	0.84	99%
双(2-氯乙氧基)甲烷	5%	1.000	1.000	1.40	5.60	0.09	0.31	100%
2,4-二氯酚	13%	1.000	1.000	4.00	16.00	0.09	0.30	98%
1,2,4-三氯苯	11%	1.000	1.000	1.80	7.20	0.16	0.54	98%
萘	9%	0.998	0.999	1.60	6.40	0.16	0.54	99%
对氯苯胺	8%	0.999	0.999	1.40	5.60	0.17	0.57	94%
六氯-1,3-丁二烯	5%	1.000	1.000	1.40	5.60	0.29	0.98	97%
2-氯-5-甲基酚	6%	1.000	1.000	1.80	7.20	0.23	0.77	93%
1-甲基萘	10%	0.999	0.999	1.80	7.20	0.07	0.22	98%
六氯环戊二烯	22%	0.998	0.999	1.20	4.80	0.27	0.92	89%
2,4,6-三氯酚	21%	0.999	1.000	1.20	4.80	0.13	0.44	92%
2,4,5-三氯酚	21%	0.999	0.999	1.60	6.40	0.27	0.91	92%
1-氯萘	15%	0.999	1.000	2.00	8.00	0.10	0.32	95%
2-硝基苯胺基马来酸二甲酯	21%	0.999	1.000	2.00	8.00	0.62	2.05	89%
邻苯二甲酸二甲酯	15%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.12	0.39	93%
2,6-二硝基甲苯	20%	0.998	0.999	2.00	8.00	0.56	1.87	90%
联苯烯	18%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.10	0.32	99%
间硝基苯胺	22%	0.999	1.000	1.60	6.40	0.89	2.98	90%
茚	10%	0.998	0.999	1.80	7.20	0.02	0.08	99%
2,4-二硝基酚	16%	0.997	0.999	1.40	5.60	0.69	2.32	75%
4-硝基酚	13%	1.000	1.000	1.60	7.20	0.23	0.75	85%
二苯并呋喃	14%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.09	0.29	99%
2,4-二硝基甲苯	23%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.13	0.42	91%
邻苯二甲酸二乙酯	13%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.05	0.18	96%
芴	15%	0.999	1.000	1.80	7.20	0.04	0.14	98%
4-氯苯基苯醚	8%	1.000	1.000	1.80	7.20	0.12	0.39	103%
3-氯苯基苯醚	13%	1.000	1.000	4.00	16.00	0.33	1.11	95%
2-甲基-4,6-二硝基酚	22%	0.998	0.999	1.60	6.40	0.39	1.30	103%
偶氮苯	6%	0.999	0.999	6.00	24.00	0.15	0.50	104%

表3. HJ 834-2017 标准方法 GC-MS 半挥发性有机物逐化合物分析结果（优化条件）

化合物	RRF %RSD (<30%)	R ² *	R	HJ834-2017 方法LOD (ppm)	HJ834-2017 方法LOQ (ppm)	LOD (ppm)	LOQ (ppm)	ppm回 收率%
4-溴二苯基醚	13%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.20	0.67	95%
六氯苯	8%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.02	0.07	99%
五氯酚	11%	0.998	0.999	2.00	8.00	0.39	1.30	89%
9-亚甲基芴	8%	0.998	0.999	2.00	8.00	0.03	0.11	101%
蒽	13%	1.000	1.000	4.00	16.00	0.03	0.09	104%
唑啉	11%	0.998	0.999	2.00	8.00	0.07	0.24	96%
邻苯二甲酸二丁酯	12%	0.999	0.999	2.00	8.00	0.03	0.10	99%
荧蒽	10%	1.000	1.000	4.00	16.00	0.07	0.22	100%
芘	9%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.03	0.11	101%
邻苯二甲酸苄基丁酯	12%	0.998	0.999	2.00	8.00	0.20	0.68	94%
苯并[a]蒽	5%	0.999	0.999	2.00	8.00	0.08	0.26	95%
三亚苯	7%	0.999	1.000	2.00	8.00	0.13	0.42	106%
邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	15%	1.000	1.000	4.00	16.00	0.09	0.29	102%
邻苯二甲酸二正辛酯	18%	1.000	1.000	2.00	8.00	0.02	0.05	103%
苯并[b]荧蒽	17%	0.999	1.000	2.00	8.00	0.09	0.31	96%
苯并[k]荧蒽	16%	1.000	1.000	4.00	16.00	0.09	0.32	102%
苯并[a]芘	15%	0.999	0.999	2.00	8.00	0.08	0.26	104%
茚并[1,2,3-cd]芘	11%	0.999	1.000	2.00	8.00	0.05	0.18	96%
二苯并[a,h]蒽	5%	0.999	0.999	2.00	8.00	0.10	0.35	107%
苯并[ghi]花	7%	1.000	1.000	4.00	16.00	0.04	0.15	106%

*注：HJ 834-2017 标准方法未明确规定 R²，本表列出该指标是因为在其他 GC-MS 半挥发性有机物分析方法中，R² 被广泛用于线性度评估的统计分析指标。

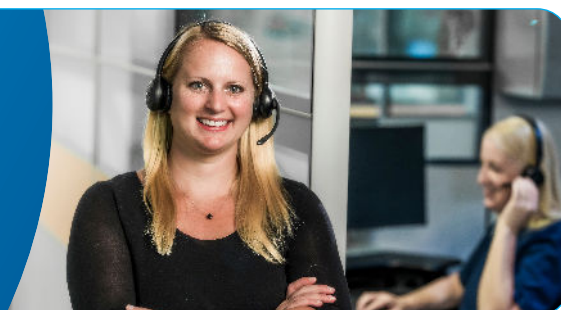
结论

研究表明，高惰性的 RMX-5Sil MS 色谱柱在多种具有分析挑战性的半挥发性有机物检测中均可获得符合 HJ 834—2017 方法要求的可靠结果。色谱柱的高惰性显著改善了峰形，峰形更尖锐对称，使积分过程更加简便，并在系统适用性、线性关系、检出限、定量限及回收率等关键指标上均表现出优异的综合性能。

在全面满足方法学要求并获得高度线性校准结果的同时，本研究建立的优化 GC-MS 分析条件将单样品分析时间由 60 min 缩短至 40 min，为高通量实验室显著提升样品处理效率提供了切实可行的技术方案。

需要应用帮助或选择产品吗？

欢迎联系我们！



相关产品

RMX-5Sil MS GC 毛细柱

货号	产品名	规格
17323	RMX-5Sil MS GC 毛细柱, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 μ m	1个



Topaz 单锥衬管

货号	产品名	规格
23303	Topaz, 单锥衬管, 4.0 mm x 6.5 x 78.5, 适用于安捷伦 GC, w/Quartz Wool, 高级去活	5-pk.



Restek 电子检漏仪

货号	产品名	规格
28500	Restek 电子检漏仪 (包括便携箱; 通用交流电源适配器 (美国、英国、欧洲、澳大利亚、日本); 6 英尺 USB 充电线)	1个

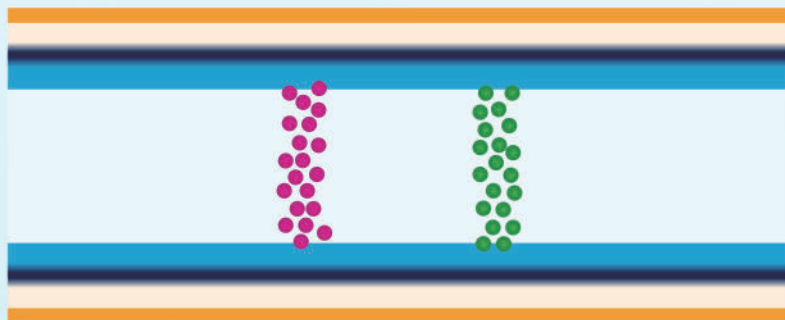


RMX 柱为何更加出色？

高效的 TriMax 钝化技术可保护分析物不与表面相互作用，改善各种化合物的峰形并提高灵敏度



TriMax 去活

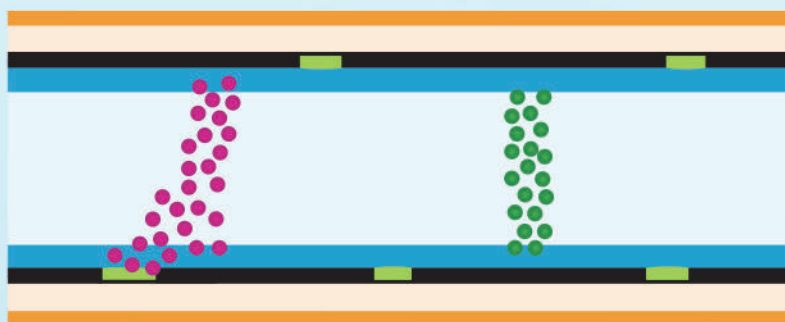


非活性



活性

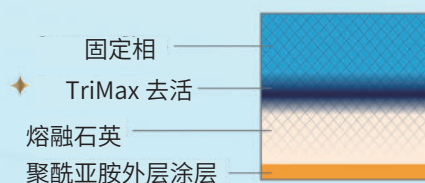
非 TriMax 去活



非活性



活性



- 非活性化合物：
烷烃、烯烃、炔烃等
- 活性化合物：
酸、碱、醇、酯、醚等
- 残留活性位点

了解更多有关
RMX 柱的信息！

