

MonoTrap-GCMS 检测空气中的多环芳烃的含量

GCMS-144

摘要：采用 MonoTrap RSC18 TD 固相萃取整体捕集剂作为大气采样器采集空气中多环芳烃，经 Optic-3 多功能进样系统热脱附，使用 GCMS 测定空气中 16 种多环芳烃的含量。

关键词： MonoTrap，气相色谱质谱联用法多环芳烃

MonoTrap 为日本 GL Science 公司推出的固体萃取整体捕集剂，是使用硅凝胶、活性炭和 ODS 制成的新型吸附剂。MonoTrap 的表面积大（达 $15 \text{ m}^2/\text{kg}$ ），对样品的负载量较大。且 MonoTrap 的硅凝胶具有连续孔结构，使得样品很容易在 MonoTrap 表面吸附，缩短吸附时间。

本文采用 MonoTrap RSC18 TD 对空气中的 16 种多环芳烃进行吸附，在 Optic-3 进样口中经热脱附后直接用 GCMS 进行分析。与传统方法相比，该方法具有前处理时间短，不需要用到有机溶剂等优点。

实验部分

1.1 仪器

GCMS-QP2010 Ultra 气相色谱质谱联用仪（日本岛津公司）；Optic-3 多功能进样系统（GL Sciences 公司）

1.2 分析条件

1.2.1 Optic-3 进样口条件

Optic-3 进样口温度：

40°C (0 min)_15°C /sec_250°C (15 min)

载气控制方式：恒流 1 mL/min

进样方式：不分流进样

1.2.2 GCMS 条件

色谱柱：

Rxi-5Sil MS, 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm

柱温程序：40°C (16 min)_20°C / min_200°C (0 min)
_10°C / min_310°C (10 min)

离子化方式：EI

离子源温度：220°C

色谱 - 质谱接口温度：280°C

溶剂延迟时间：18 min

采集方式：SIM，特征离子见表 1

1.2.3 样品制备

将 MonoTrap 置于石英衬管中，连接于空气采样器上。以 100 mL/min 的流速采样 2 h 后，放入 Optic-3 进样口中，经热脱附解析后，用 GCMS 分析 16 种多环芳烃的含量。

结果与讨论

2.1 16 种多环芳烃色谱图

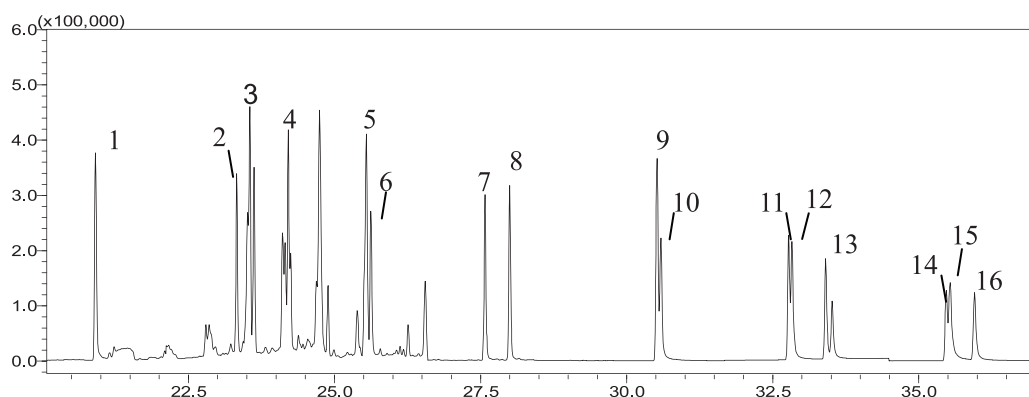


图 1 多环芳烃（500 μg/L）总离子流图

表1 各组分名称、保留时间及特征离子

NO.	化合物名称	Compound Names	保留时间 (min)	目标离子 (m/z)	参考离子 (m/z)
1	萘	Naphthalene	20.908	128	102,129
2	芴烯	Acenaphthylene	23.324	152	151,153
3	芴	Acenaphthene	23.550	153	154,152
4	芴	Fluorene	24.208	166	165,163
5	菲	Phenanthrene	25.546	178	176,152
6	蒽	Anthracene	25.618	178	176,179
7	荧蒽	Fluoranthene	27.575	202	200,203
8	芘	Pyrene	27.991	202	203,201
9	苯并[a]蒽	Benz[a]anthracene	30.508	228	226,229
10	屈	Chrysene	30.584	228	226,229
11	苯并[b]荧蒽	Benzo[b]fluoranthene	32.771	252	250,253
12	苯并[k]荧蒽	Benzo[k]fluoranthene	32.827	252	250,253
13	苯并[a]芘	Benzo[a]pyrene	33.401	252	250,253
14	茚并[1,2,3-cd]芘	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	35.467	276	277,274
15	二苯并[a,h]蒽	Dibenz[a,h]anthracene	35.536	278	279,139
16	苯并[g,h,i]芘	Benzo[g,h,i]perylene	35.952	276	277,274

2.2 线性范围、方法重复性及检出限

分别将含有 50、100、200、500、1000 pg 的标准品溶液均匀涂在 MonoTrap 表面，待溶剂挥发后，立即将其置于 Optic-3 进样口中，按照以上的条件进行分析，制作工作曲线。结果表明，16 种 PAHs 的标准曲线线性关系较好，相关系数大于 0.995。

将含有 50 pg 多环芳烃的标准品溶液涂于 MonoTrap 的表面，连续分析 5 次，计算峰面积的 RSD。以三倍信噪比计算检出限，结果见下表。

表2 16 种多环芳烃相关系数、RSD 和检出限

NO.	化合物名称	相关系数	RSD % (n=5)	检出限 (S/N=3, pg)
1	萘	0.9961	13.5	0.58
2	芴烯	0.9995	12.6	2.79
3	芴	0.9995	14.2	4.47
4	芴	0.9989	6.7	1.36
5	菲	0.9994	7.9	1.73
6	蒽	0.9985	11.0	6.87
7	荧蒽	0.9979	10.2	0.65
8	芘	0.9981	8.4	0.37
9	苯并[a]蒽	0.9999	9.3	0.68
10	屈	0.9995	11.8	0.76
11	苯并[b]荧蒽	0.9995	10.1	1.04
12	苯并[k]荧蒽	0.9995	11.6	1.04
13	苯并[a]芘	0.9999	12.1	2.13

14	茚并[1,2,3-cd]芘	0.9997	9.4	1.82
15	二苯并[a,h]蒽	0.9981	4.7	2.39
16	苯并[g,h,i]芘	0.9988	8.9	2.04

2.3 检测结果

参照以上条件, 对某市市区的空气进行检测, 连续测定 5 次, 结果见表 3。

表 3 市区空气检测结果

NO.	化合物名称	检测结果	
		最小值 (ng/m ³)	最大值 (ng/m ³)
1	萘	13.6	198.9
2	萘烯	未检出	未检出
3	芴	未检出	未检出
4	芴	23.7	102.4
5	菲	45.7	165.2
6	蒽	未检出	9.8
7	荧蒽	5.3	19.3
8	芘	7.8	39.6
9	苯并[a]蒽	未检出	未检出
10	屈	未检出	4.5
11	苯并[b]荧蒽	未检出	未检出
12	苯并[k]荧蒽	未检出	未检出
13	苯并[a]芘	未检出	未检出
14	茚并[1,2,3-cd]芘	未检出	未检出
15	二苯并[a,h]蒽	未检出	未检出
16	苯并[g,h,i]芘	未检出	未检出

结论

本文建立了以 MonoTrap RSC18 TD 为吸附剂, 经 Optic-3 进样口热脱附后 GCMS 法分析空气中的多环芳烃。该方法简单快速、灵敏度高, 且不需要用到有机溶剂, 能够有效监测空气中多环芳烃的含量。