

水质中 16 种多环芳烃的测定 液液萃取高效液相色谱法

——C18 色谱柱

一、检测方法

依据国家标准：水质 多环芳烃的测定 液液萃取和固相萃取高效液相色谱法 (HJ 478-2009)。

二、方法提要

用正己烷萃取水中多环芳烃 (PAHs)，萃取液经硅胶柱净化，用二氯甲烷和正己烷的混合溶剂洗脱，洗脱液浓缩后，用具有紫外检测器的高效液相色谱仪分离检测。

三、试剂和材料

- 3.1 乙腈 (CH₃CN)：液相色谱纯。
- 3.2 甲醇 (CH₃OH)：液相色谱纯。
- 3.3 二氯甲烷 (CH₂Cl₂)：液相色谱纯。
- 3.4 正己烷 (C₆H₁₄)：液相色谱纯。
- 3.5 硫代硫酸钠 (Na₂S₂O₃·5H₂O)。
- 3.6 无水硫酸钠 (Na₂SO₄)：在 400℃ 下烘烤 2h，冷却后，贮于磨口玻璃瓶中密封保存。
- 3.7 氯化钠 (NaCl)：在 400℃ 下烘烤 2h，冷却后，贮于磨口玻璃瓶中密封保存。
- 3.8 水：纯净水。

四、仪器和装置

- 4.1 高效液相色谱仪：福立 LC5090 高效液相色谱仪，配备 LC5090 在线脱气机、LC5090 二元高压输液泵、LC5090 自动进样器、LC5090 柱温箱、LC5090 双波长-紫外检测器。
- 4.2 色谱柱：Sunniest C18 色谱柱，4.60 mm * 250 mm，粒径为 5.0 μm。
- 4.3 一次性注射器。
- 4.4 针头过滤器：0.45 μm 有机滤膜。

- 4.5 抽滤瓶。
- 4.6 真空泵。
- 4.7 微孔滤膜 0.45 μm 。
- 4.8 超声清洗仪。
- 4.9 硅胶柱：1 000 mg/6.0 ml。
- 4.10 采样瓶：1 L 或 2 L 具磨口塞的棕色玻璃细口瓶。
- 4.11 分液漏斗：2 000 ml，玻璃活塞不涂润滑油。
- 4.12 浓缩装置：旋转蒸发仪。
- 4.13 液液萃取净化装置。
- 4.14 一般实验室常用仪器。

五、实验

5.1 标准系列配置

5.1.1 多环芳烃标准贮备液：质量浓度为 200 mg/L 含十六种多环芳烃的乙腈溶液，包括萘、苊、二氢苊、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、蒾、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽、苯并[ghi]芘。贮备液于 4°C 下冷藏。

5.1.2 多环芳烃标准使用液：取 1.0 mL 多环芳烃标准贮备液于 10 mL 容量瓶中，用乙腈稀释至刻度，该溶液中含多环芳烃 20.0 mg/L。在 4°C 以下冷藏。

5.1.3 十氟联苯 (Decafluorobiphenyl)：纯度：99%，样品萃取前加入，用于跟踪样品前处理的回收率。

5.1.4 十氟联苯标准贮备液：称取十氟联苯 (5.1.3) 0.025g，准确到 1mg，于 25ml 容量瓶中，用乙腈溶解并稀释至刻度，该溶液中含十氟联苯 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。在 4°C 以下冷藏。

5.1.5 十氟联苯标准使用溶液：取 1.0ml 十氟联苯标准贮备溶液 (5.1.4) 于 25 ml 容量瓶中，用乙腈稀释至刻度，该溶液中含十氟联苯 40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。在 4°C 以下冷藏。

5.1.6 标准系列：取一定量多环芳烃标准使用液 (5.1.2) 和十氟联苯标准使用液 (5.1.5) 于乙腈中，制备至少 5 个浓度点的标准系列，多环芳烃质量浓度分别

为 0.1、0.5、1.0、5.0、10.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ，贮存在棕色小瓶中，于冷暗处存放。

5.2 样品制备

5.2.1 样品的采集：样品必须采集在预先洗净烘干的采样瓶中，采样前不能用水样预洗采样瓶，以防止样品的沾染或吸附。采样瓶要完全注满，不留气泡。若水中有残余氯存在，要在每升水中加入 80 mg 硫代硫酸钠除氯。

5.2.2 样品的保存：样品采集后应避光于 4 $^{\circ}\text{C}$ 以下冷藏，在 7 d 内萃取，萃取后的样品应避光于 4 $^{\circ}\text{C}$ 以下。

5.2.3 萃取：摇匀水样，量取 1 000 ml 水样（萃取所用水样体积根据水质情况可适当增减），倒入 2000 ml 的分液漏斗中，加入 30 g 氯化钠，加入 100 μl 十氟联苯标准使用溶液（5.1.5），再加入 50 ml 正己烷，振摇 5 min，静置 5min 分层，再通过轻微的振摇使富集在分液漏斗内壁的正己烷液滴上浮，分别收集下层水样与有机相，收集的有机相放入 250 ml 具塞锥形接收瓶中，用有机相充分润洗分液漏斗并入接收瓶中，润洗体积不得少于 30ml。再将水样重新倒入分液漏斗中，分别用 50ml 正己烷重复萃取两遍，合并有机相，往接收瓶加入无水硫酸钠至有流动的无水硫酸钠存在。放置 30 min，脱水干燥。

5.2.4 浓缩：将具塞锥形接收瓶的有机相转移至浓缩瓶中，以不少于 20ml 的有机相分 3 次润洗锥形接收瓶并入浓缩瓶中。设置旋转蒸发仪参数温度 40 $^{\circ}\text{C}$ ，转速中等，配合真空泵抽真空。用旋转蒸发仪浓缩至 0.5 ~ 1.0 ml，加入 3 ml 乙腈，再浓缩至 1.0 ml 以下，最后准确定容到 1.0 ml 容量瓶中，过 0.45 μm 有机滤膜，待测。

5.3 仪器条件

a) 色谱柱：Sunniest C18，柱长 250 mm，内径 4.6 mm，粒径 5 μm ；

b) 流动相：A：水，B：乙腈；

c) 梯度程序：

时间 (min)	流动相 A (%)	流动相 B (%)
0~20	30	70
20~40	30~0	70~100

40~45	0	100
45~46	0~30	100~70
46~60	30	70

d) 流速: 1.2 mL/min;

e) 检测器: UV 时间波长程序:

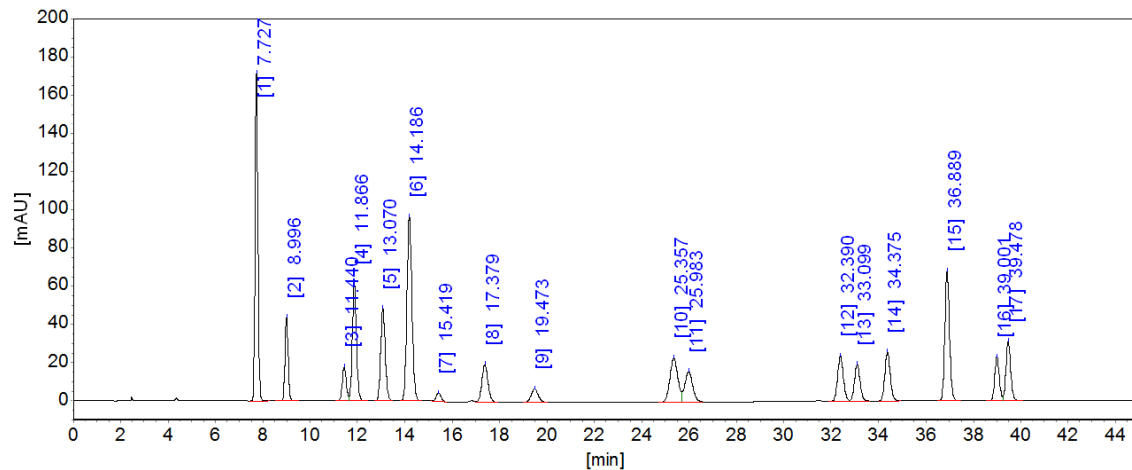
时间 (min)	波长 (nm)
0~12.5	220
12.5~15	254
15~22	220
22~34	254
34~38	295
38~60	220

f) 柱温: 25 °C;

g) 进样量: 10 µL;

5.4 分析结果

5.4.1 16种多环芳烃混合标准溶液典型谱图及结果 (5.0 µg/mL)



分析结果表

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uAU]	峰面积 [uAU*s]
1	萘	7.727	171435.7	1418377.3
2	茚	8.996	43675.7	413960.7
3	芴	11.440	17873.0	209762.0
4	二氢茚	11.866	61032.1	749589.8
5	菲	13.070	48227.3	649734.0
6	蒽	14.186	96216.3	1416729.9
7	十氟联苯	15.419	4371.0	64353.4
8	荧蒽	17.379	19506.8	343491.5
9	芘	19.473	6929.7	138213.2
10	屈	25.357	23063.3	536068.6
11	苯并[a]蒽	25.983	15825.1	362022.2
12	苯并[b]荧蒽	32.390	23602.9	399582.7
13	苯并[k]荧蒽	33.099	19269.0	316672.4
14	苯并[a]芘	34.375	25599.7	409338.4
15	二苯并[a, h]蒽	36.889	67901.6	925724.6
16	苯并[ghi]芘	39.001	23102.8	305536.0
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.478	31056.4	427305.6
			698688.4	9086462.2

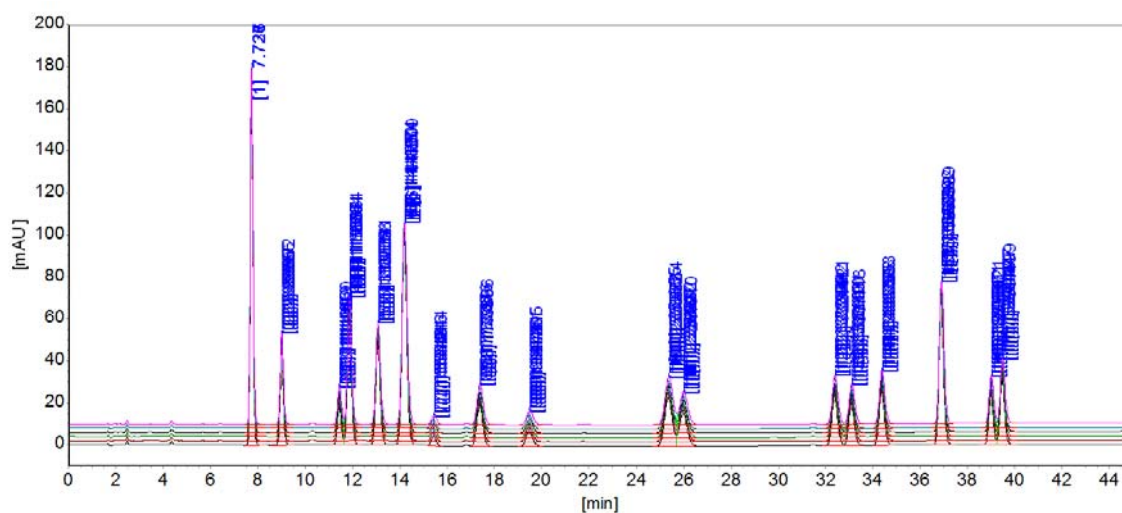
系统评价表

柱长: 250mm

死时间:

峰序	组分名	保留时间 [min]	半高峰宽 [min]	理论塔板	分离度	拖尾因子
1	萘	7.727	0.12697	20515	0.000	1.120
2	茚	8.996	0.14518	21271	5.502	1.113
3	芴	11.440	0.18213	21859	8.814	1.124
4	二氢茚	11.866	0.18782	22110	1.357	1.073
5	菲	13.070	0.20693	22102	3.600	1.092
6	蒽	14.186	0.22658	21716	3.037	1.094
7	十氟联苯	15.419	0.23343	24172	3.164	1.151
8	荧蒽	17.379	0.27226	22573	4.574	1.101
9	芘	19.473	0.30703	22286	4.266	1.095
10	屈	25.357	0.36369	26930	10.352	1.105
11	苯并[a]蒽	25.983	0.36183	28569	1.018	0.981
12	苯并[b]荧蒽	32.390	0.25997	85998	12.158	1.093
13	苯并[k]荧蒽	33.099	0.25167	95820	1.634	1.076
14	苯并[a]芘	34.375	0.24538	108724	3.030	1.099
15	二苯并[a, h]蒽	36.889	0.20877	172969	6.532	1.108
16	苯并[ghi]芘	39.001	0.20392	202655	6.040	1.146
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.478	0.20914	197406	1.363	1.030

5.4.2 16 种多环芳烃混合标准溶液六针重复性谱图及结果 (5.0 µg/mL)

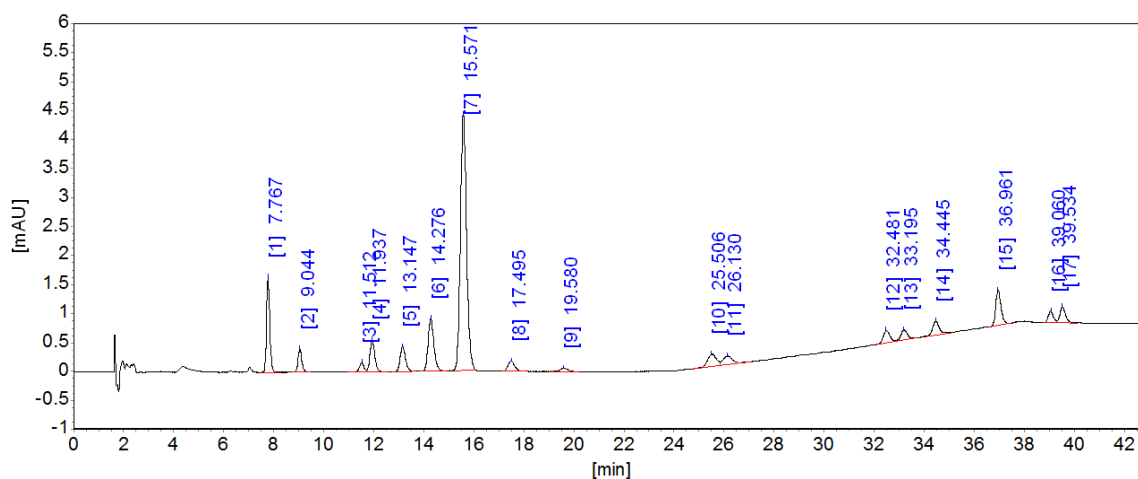


峰序	组分名	保留时间 平均值 [min]	保留时间 RSD [%]	面积 平均值 [uAU*s]	面积 RSD [%]	峰高 平均值 [uAU]	峰高 RSD [%]
1	萘	7.727	0.026	1418595.0	0.246	170919.5	0.277
2	芴	8.997	0.031	414179.9	0.280	43524.5	0.268
3	芘	11.442	0.035	209707.4	0.194	17828.0	0.332
4	二氢芴	11.867	0.032	749949.8	0.265	60879.9	0.341
5	菲	13.072	0.038	649607.2	0.249	48042.9	0.380
6	蒽	14.189	0.042	1417846.3	0.303	95822.6	0.360
7	十氟联苯	15.425	0.069	64364.8	0.435	4368.1	0.290
8	荧蒽	17.382	0.044	343434.8	0.264	19444.6	0.403
9	芘	19.478	0.045	138285.5	0.228	6897.2	0.423
10	屈	25.364	0.045	536087.1	0.211	22980.3	0.326
11	苯并[a]蒽	25.991	0.043	361896.0	0.188	15773.1	0.275
12	苯并[b]荧蒽	32.397	0.026	400223.0	0.285	23514.9	0.318
13	苯并[k]荧蒽	33.105	0.023	317123.2	0.294	19218.4	0.286
14	苯并[a]芘	34.381	0.020	409699.1	0.338	25522.5	0.319
15	二苯并[a, h]蒽	36.895	0.019	926243.2	0.285	67660.5	0.362
16	苯并[ghi]芘	39.007	0.020	305478.6	0.298	23006.7	0.395
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.484	0.021	427543.3	0.330	30921.5	0.393

5.4.3、标准曲线

标准曲线的绘制：分别进样浓度为 0.1 µg/mL、0.5 µg/mL、1.0 µg/mL、5.0 µg/mL、10.0 µg/mL 的标准系列各 10µL，进行 HPLC 分析。然后以峰面积为纵坐标，以目标物的含量为横坐标，绘制标准曲线。

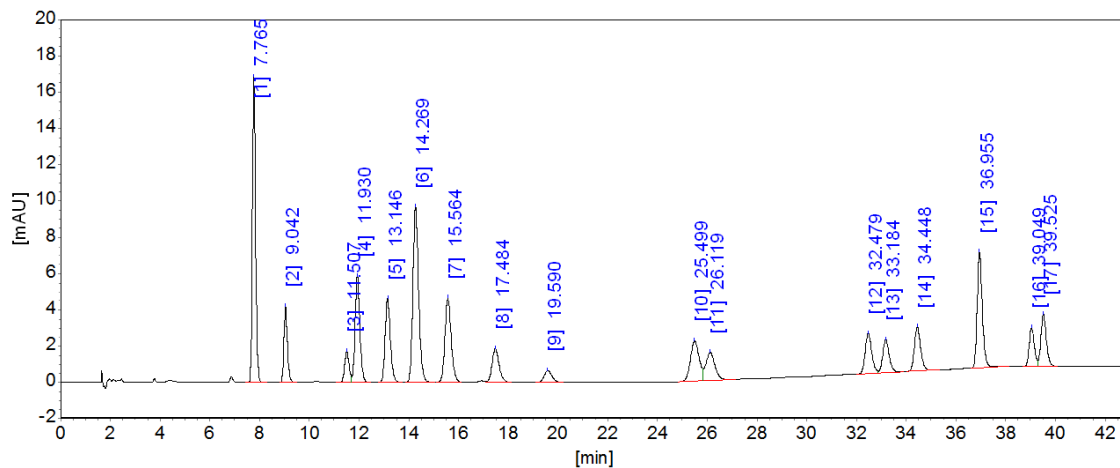
(1) 浓度 0.1 $\mu\text{g/mL}$ 的 16 种多环芳烃混合标准溶液的典型谱图及结果



分析结果表

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uAU]	峰面积 [uAU*s]
1	萘	7.767	1639.7	14695.9
2	苊	9.044	397.2	4095.9
3	芴	11.512	166.6	2144.3
4	二氢苊	11.937	560.8	7570.8
5	菲	13.147	442.6	6542.3
6	蒽	14.276	906.5	14504.4
7	十氟联苯	15.571	4414.2	76786.2
8	荧蒽	17.495	177.0	3404.1
9	芘	19.580	64.5	1474.6
10	屈	25.506	211.3	5225.0
11	苯并[a]蒽	26.130	150.0	3829.4
12	苯并[b]荧蒽	32.481	212.9	3873.4
13	苯并[k]荧蒽	33.195	176.0	3158.8
14	苯并[a]芘	34.445	235.1	4414.5
15	二苯并[a, h]蒽	36.961	606.2	9100.8
16	苯并[ghi]芘	39.060	201.5	2868.7
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.534	271.4	4192.7
			10833.5	167881.7

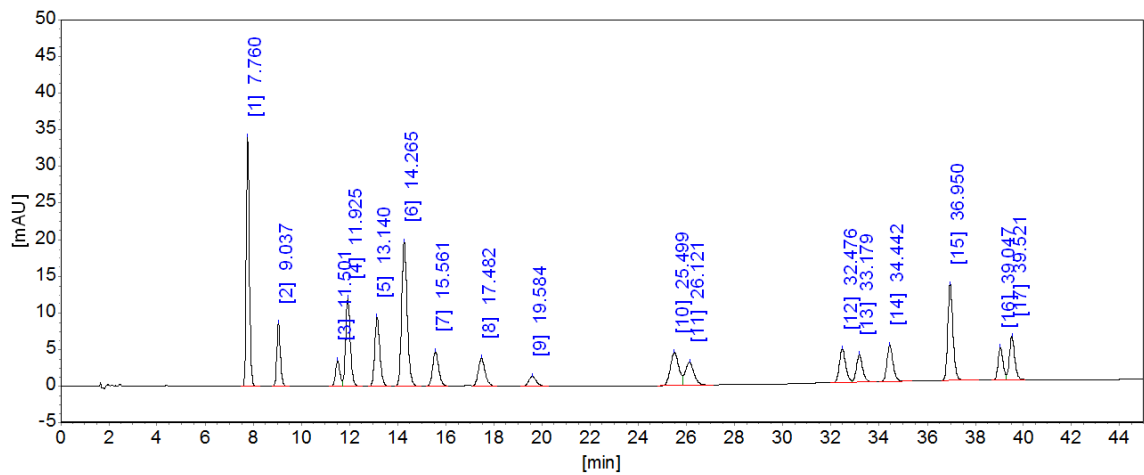
(2) 浓度 0.5 $\mu\text{g/mL}$ 的 16 种多环芳烃混合标准溶液的典型谱图及结果



分析结果表

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uAU]	峰面积 [uAU*s]
1	萘	7.765	16855.0	150237.6
2	苊	9.042	4190.0	42974.5
3	芴	11.507	1711.5	21486.0
4	二氢苊	11.930	5862.7	78260.8
5	菲	13.146	4596.0	67345.4
6	蒽	14.269	9649.3	153392.4
7	十氟联苯	15.564	4604.9	80106.9
8	荧蒽	17.484	1833.1	35102.0
9	芘	19.590	650.3	14207.5
10	屈	25.499	2198.6	54075.8
11	苯并[a]蒽	26.119	1541.0	38965.7
12	苯并[b]荧蒽	32.479	2226.8	40738.3
13	苯并[k]荧蒽	33.184	1824.7	32627.8
14	苯并[a]芘	34.448	2420.4	42711.9
15	二苯并[a, h]蒽	36.955	6386.1	95328.1
16	苯并[ghi]芘	39.049	2138.4	30539.2
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.525	2887.7	43712.8
			71576.5	1021812.8

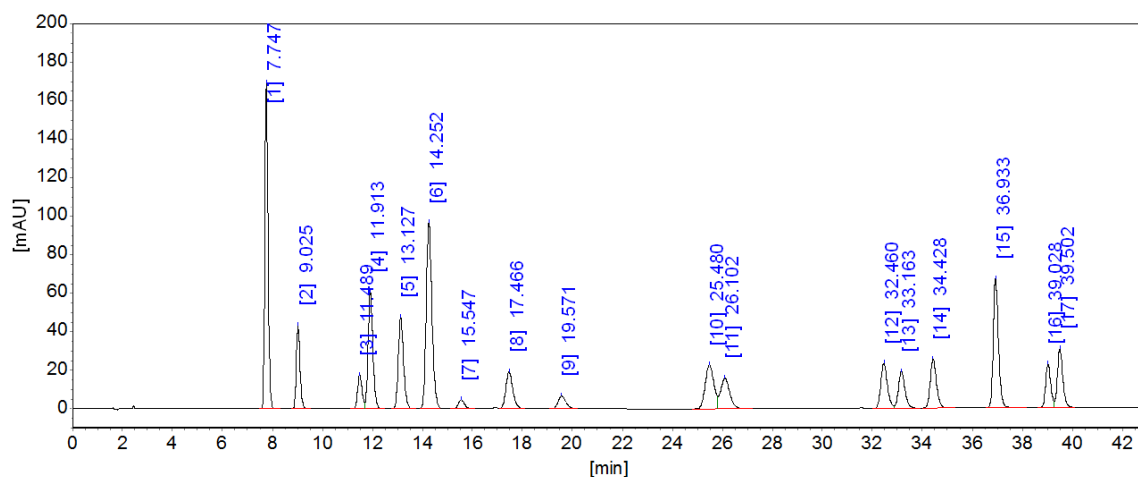
(3) 浓度 1.0 μg/mL 的 16 种多环芳烃混合标准溶液的典型谱图及结果



分析结果表

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uAU]	峰面积 [uAU*s]
1	萘	7.760	34035.2	303495.7
2	苊	9.037	8575.6	87916.2
3	芴	11.501	3494.0	43691.4
4	二氢苊	11.925	11996.1	160221.9
5	菲	13.140	9396.0	137911.6
6	蒽	14.265	19665.2	312770.1
7	十氟联苯	15.561	4689.3	81421.8
8	荧蒽	17.482	3751.8	71890.5
9	芘	19.584	1328.3	28952.2
10	屈	25.499	4507.6	110352.1
11	苯并[a]蒽	26.121	3163.8	79966.0
12	苯并[b]荧蒽	32.476	4576.4	83569.6
13	苯并[k]荧蒽	33.179	3751.4	66973.0
14	苯并[a]芘	34.442	4965.6	86661.5
15	二苯并[a, h]蒽	36.950	13146.2	195432.5
16	苯并[ghi]芘	39.047	4416.3	62868.2
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.521	5952.9	89701.4
			141411.7	2003795.5

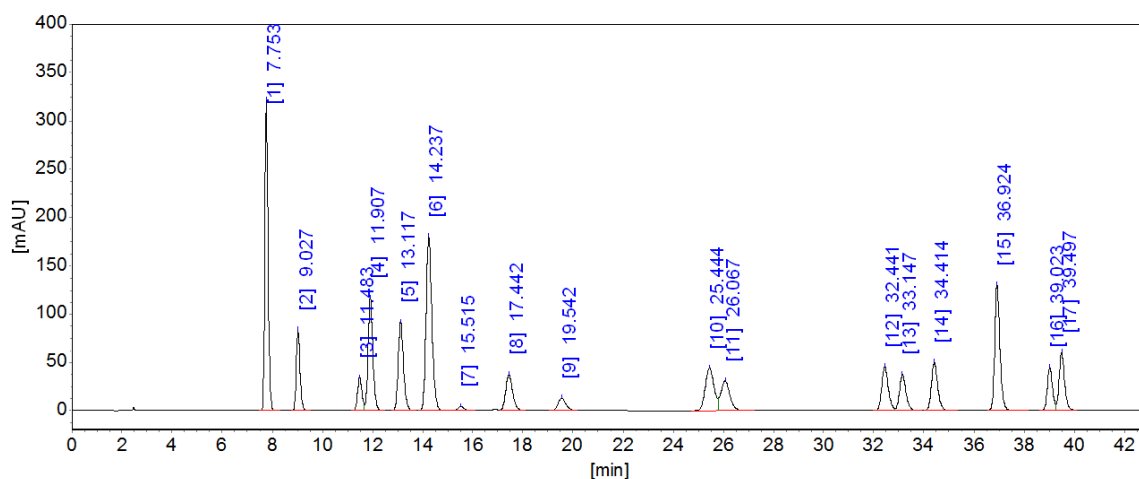
(4) 浓度 5.0 μg/mL 的 16 种多环芳烃混合标准溶液的典型谱图及结果



分析结果表

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uAU]	峰面积 [uAU*s]
1	萘	7.747	169059.8	1513818.9
2	芴	9.025	43466.1	445943.3
3	芘	11.489	17749.6	221452.5
4	二氢芴	11.913	60675.8	810856.9
5	菲	13.127	47655.8	698755.7
6	蒽	14.252	96493.6	1540974.9
7	十氟联苯	15.547	4653.4	80851.2
8	荧蒽	17.466	19110.3	365195.2
9	芘	19.571	6767.6	146777.9
10	屈	25.480	22980.2	562070.0
11	苯并[a]蒽	26.102	16114.1	405639.3
12	苯并[b]荧蒽	32.460	23427.2	425420.0
13	苯并[k]荧蒽	33.163	19154.3	340250.2
14	苯并[a]芘	34.428	25424.9	439384.4
15	二苯并[a, h]蒽	36.933	67161.8	991282.9
16	苯并[ghi]芘	39.028	22811.2	322184.9
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.502	30610.4	457658.9
			693316.1	9768517.1

(5) 浓度 10.0 $\mu\text{g/mL}$ 的 16 种多环芳烃混合标准溶液的典型谱图及结果



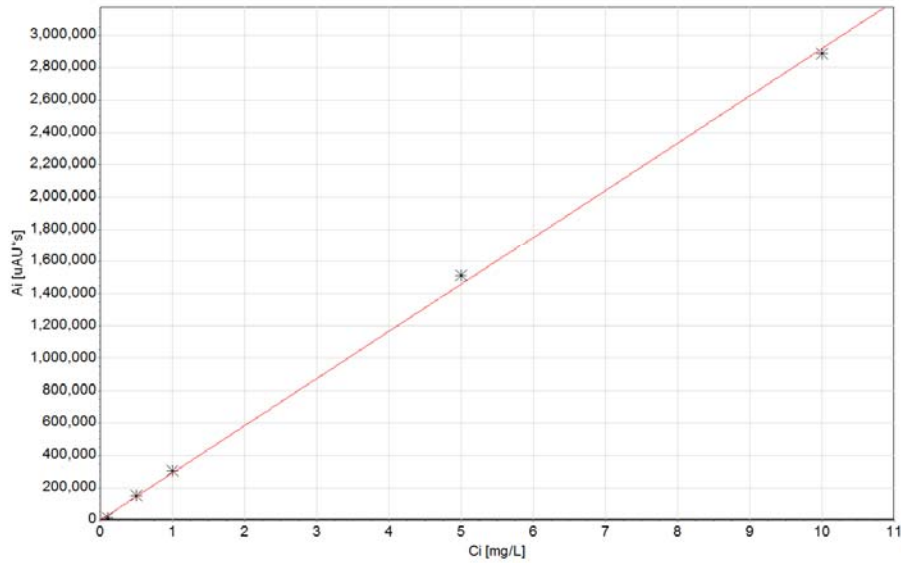
分析结果表

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uAU]	峰面积 [uAU*s]
1	萘	7.753	321061.0	2887259.2
2	苊	9.027	83851.3	859458.7
3	芴	11.483	34333.4	427185.9
4	二氢苊	11.907	116950.5	1561467.5
5	菲	13.117	92051.8	1346602.8
6	蒽	14.237	180173.4	2915005.8
7	十氟联苯	15.515	4552.0	78694.1
8	荧蒽	17.442	37163.3	705806.3
9	芘	19.542	13145.4	283144.7
10	屈	25.444	44283.2	1082679.8
11	苯并[a]蒽	26.067	31152.2	786000.2
12	苯并[b]荧蒽	32.441	45389.8	823280.8
13	苯并[k]荧蒽	33.147	37057.1	657622.6
14	苯并[a]芘	34.414	49259.0	849231.6
15	二苯并[a, h]蒽	36.924	129469.6	1907751.2
16	苯并[ghi]芘	39.023	44342.8	624170.1
17	苯并[1, 2, 3-cd]芘	39.497	59532.1	885958.0
			1323767.9	18681319.5

(6) 16种多环芳烃标准曲线方程及相关系数

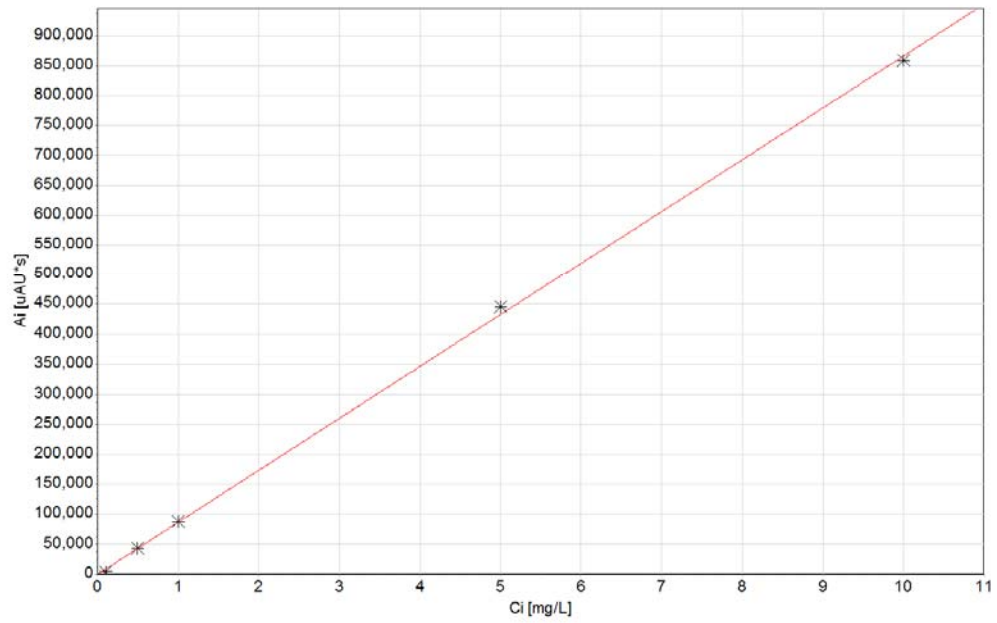
组分[萘]: 曲线方程: $C_i = 3.42757E-006 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=3.42757E-006$ 相关系数: $r^2 = 0.99937$



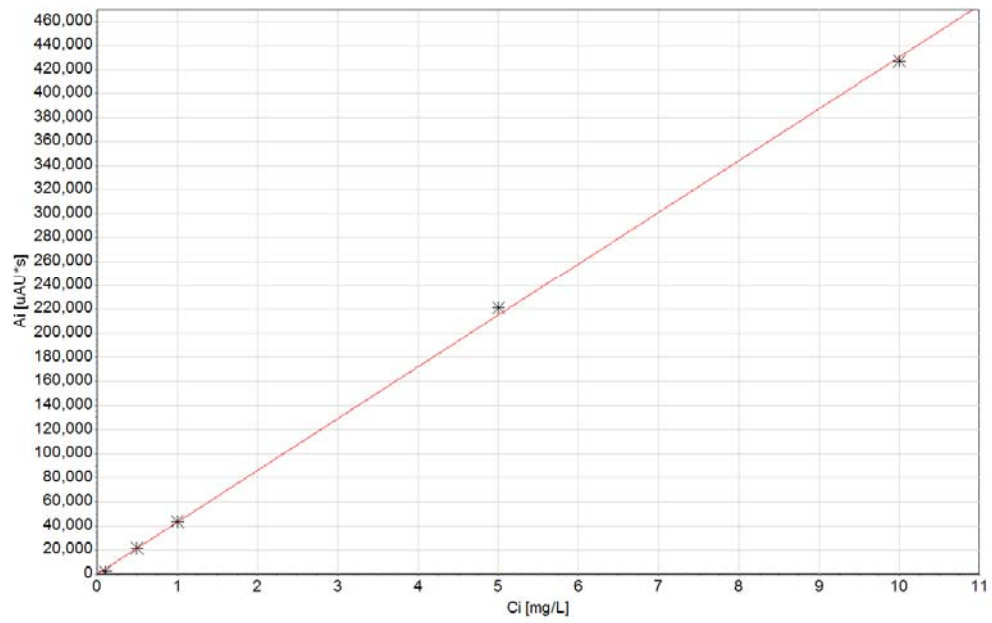
组分[苳]: 曲线方程: $C_i = 1.15445E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=1.15445E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99961$



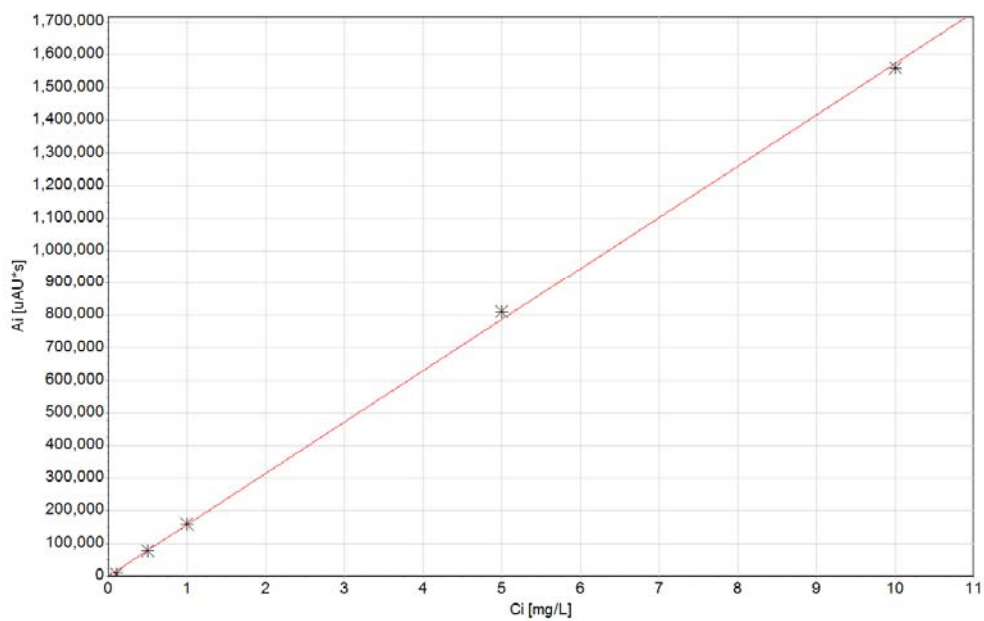
组分[芴]: 曲线方程: $C_i = 2.32308E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=2.32308E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99963$



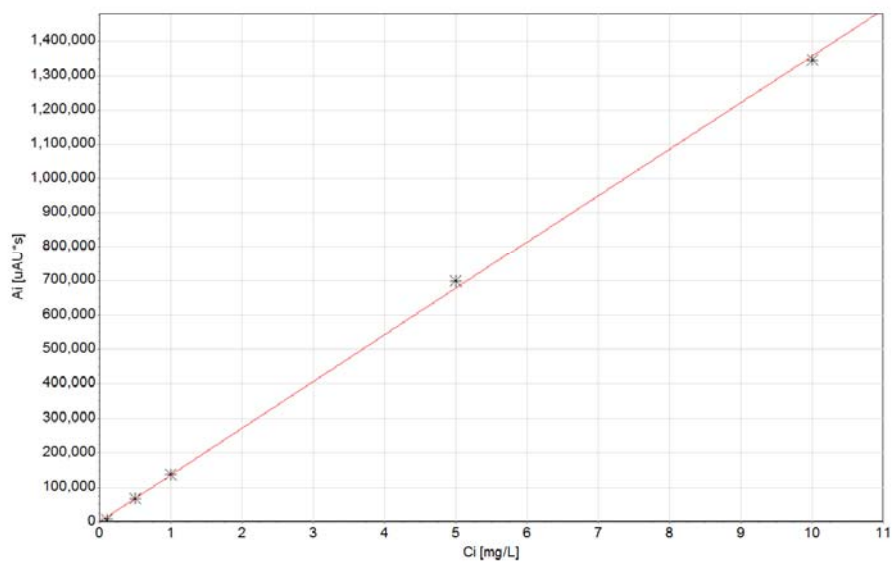
组分[二氢苕]: 曲线方程: $C_i = 6.35297E-006 * A_i$

校正因子: $f_0=0$, $f_1=6.35297E-006$ 相关系数: $r^2 = 0.99960$



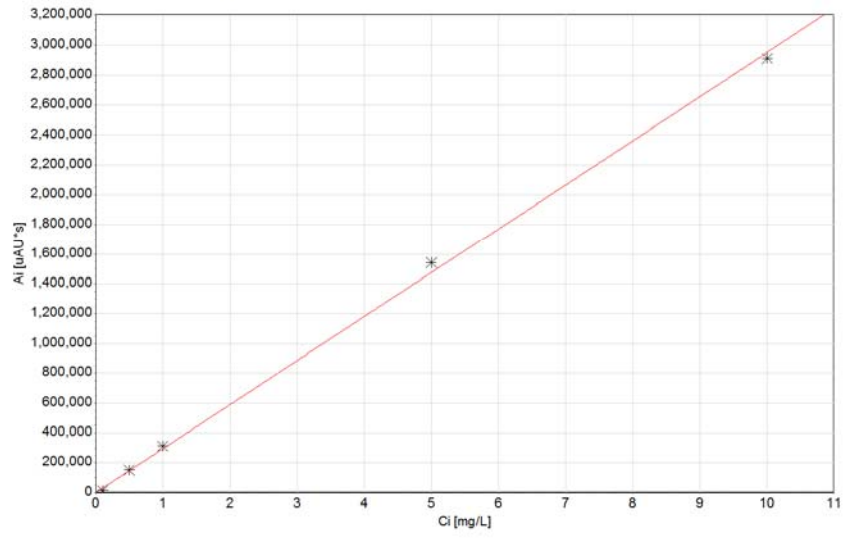
组分[菲]: 曲线方程: $C_i = 7.368E-006 * A_i$

校正因子: $f_0=0$, $f_1=7.368E-006$ 相关系数: $r^2 = 0.99961$



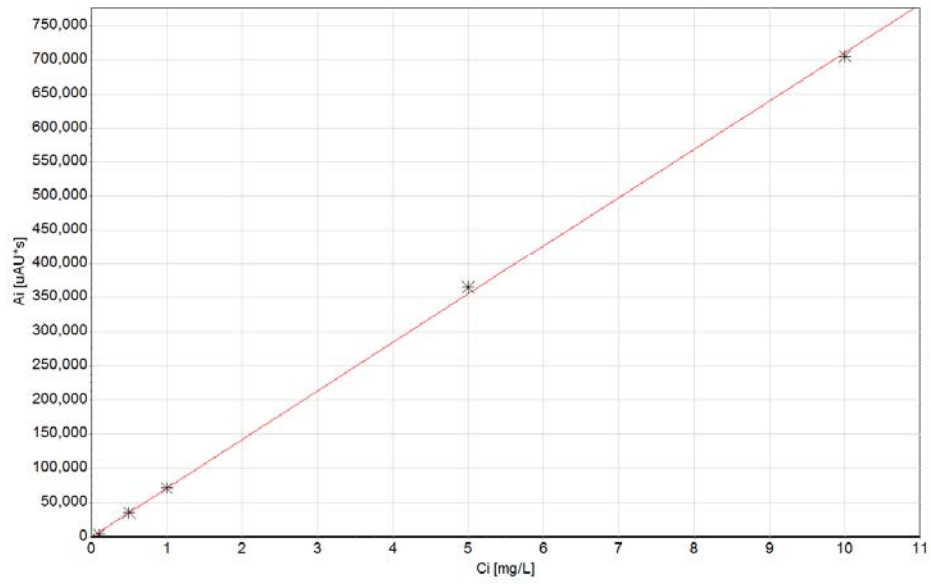
组分[萘]: 曲线方程: $C_i = 3.38801E-006 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=3.38801E-006$ 相关系数: $r^2 = 0.99912$



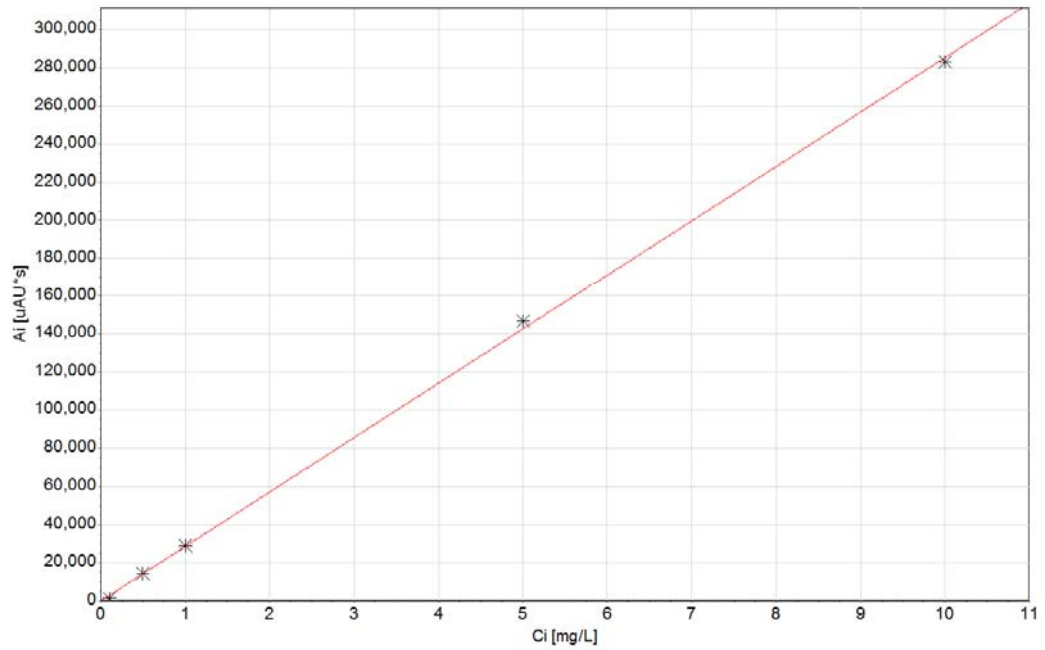
组分[蒽]: 曲线方程: $C_i = 1.40668E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=1.40668E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99967$



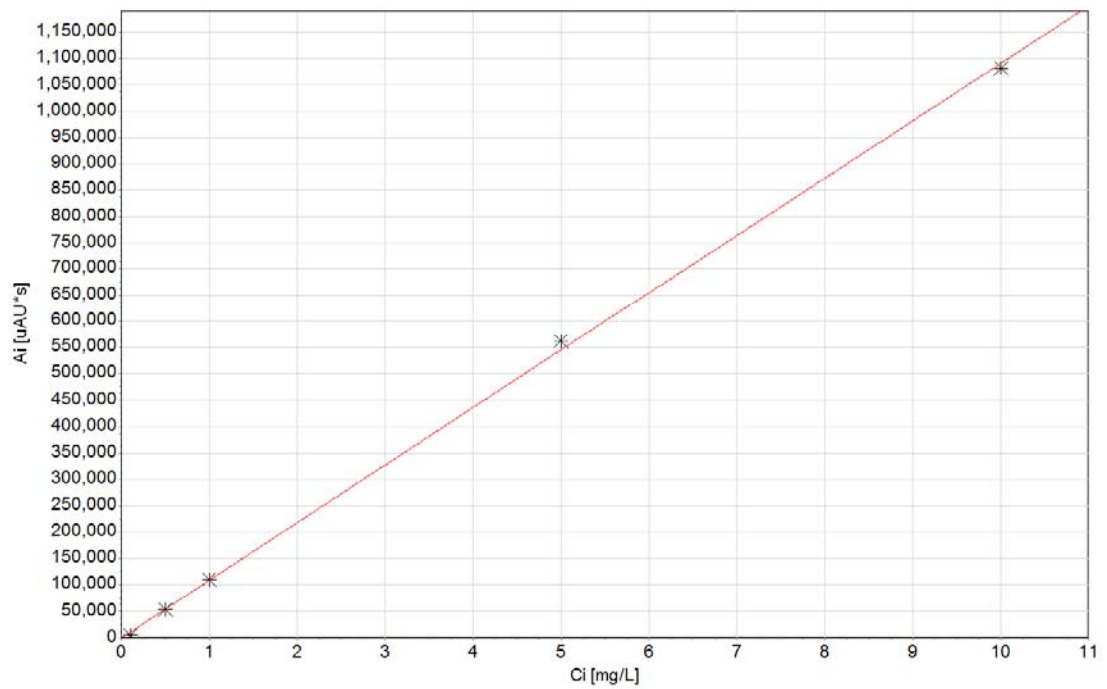
组分[芘]: 曲线方程: $C_i = 3.50491E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=3.50491E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99964$



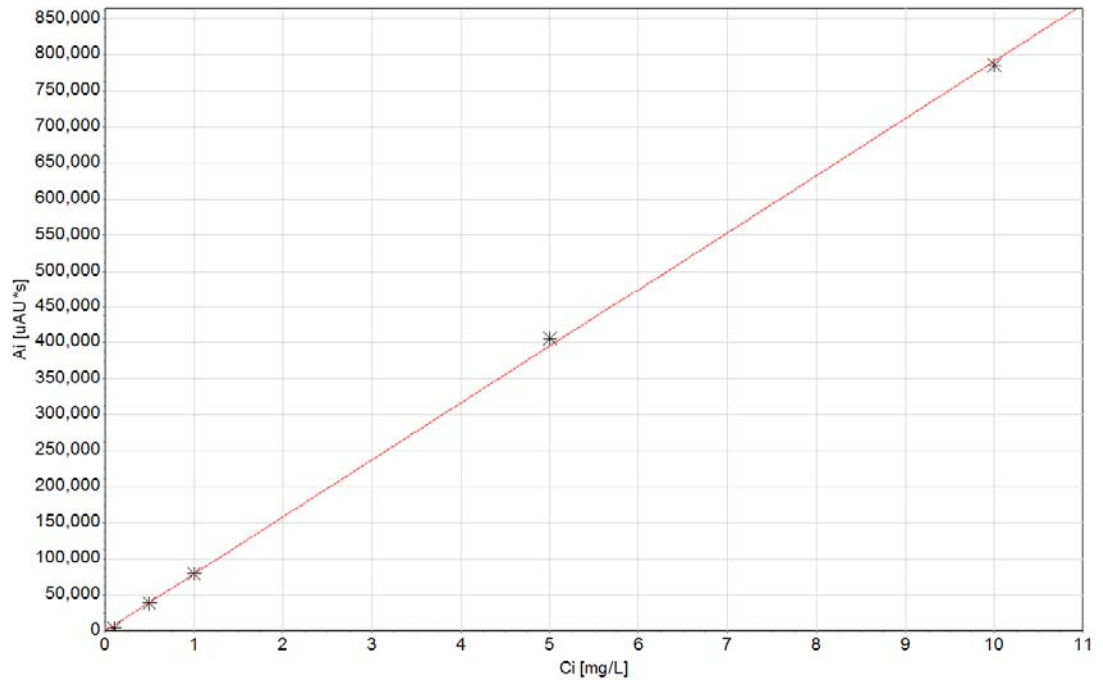
组分[屈]: 曲线方程: $C_i = 9.16354E-006 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=9.16354E-006$ 相关系数: $r^2 = 0.99960$



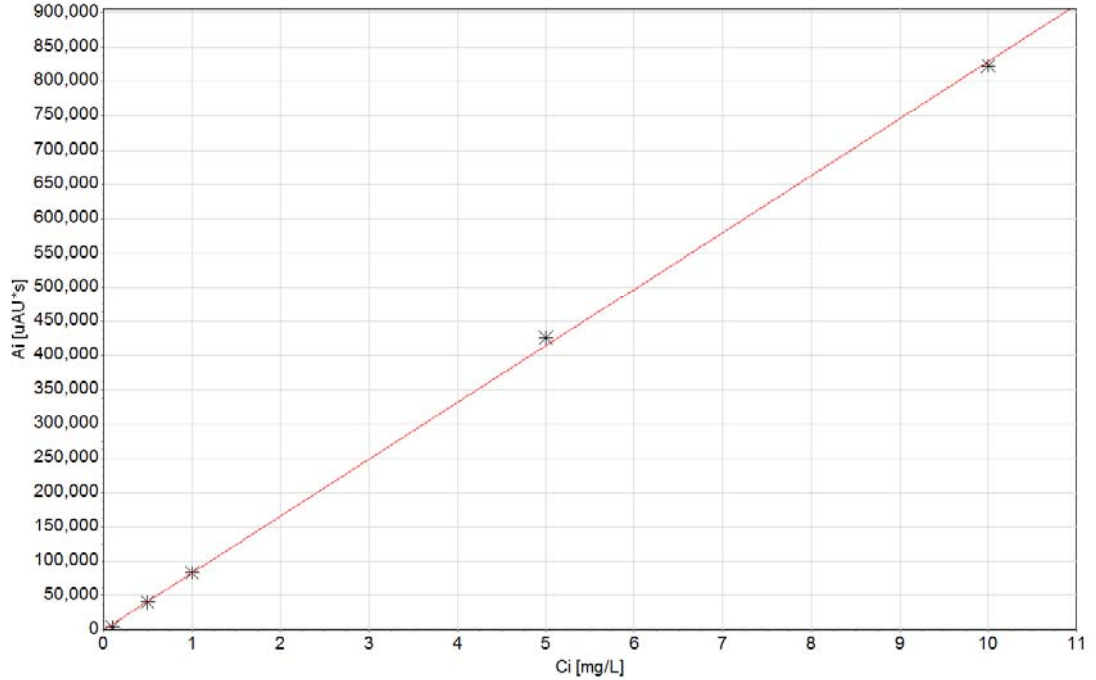
组分[苯并[a]蒽]: 曲线方程: $C_i = 1.26388E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0$, $f_1=1.26388E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99971$



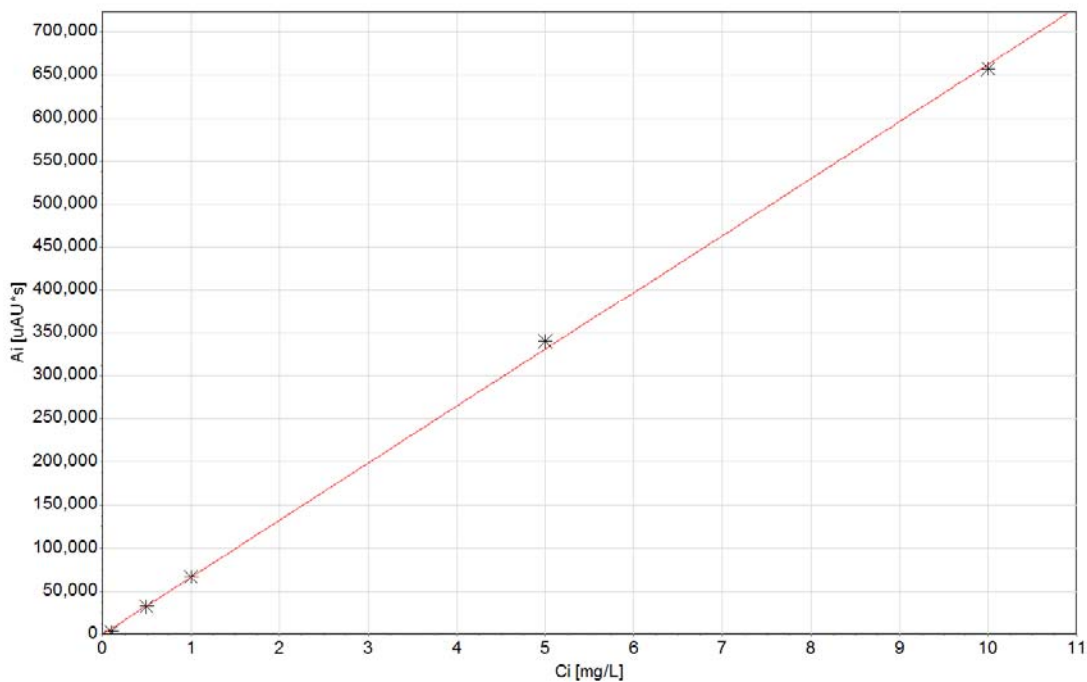
组分[苯并[b]荧蒽]: 曲线方程: $C_i = 1.20635E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0$, $f_1=1.20635E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99969$



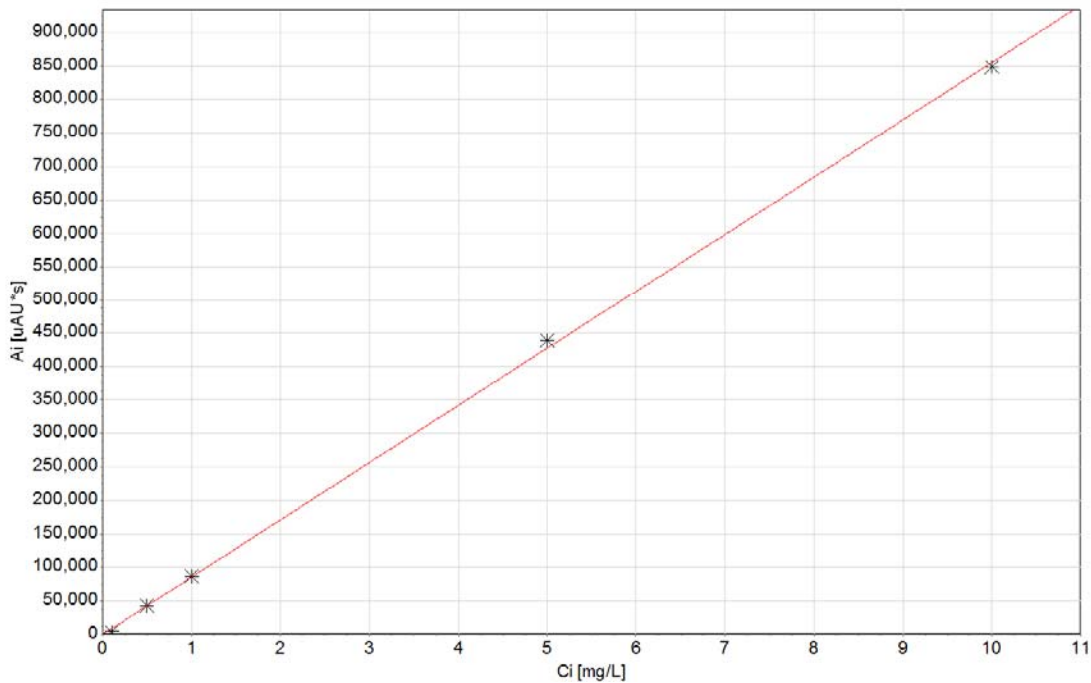
组分[苯并[k]荧蒽]: 曲线方程: $C_i = 1.50977E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=1.50977E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99967$



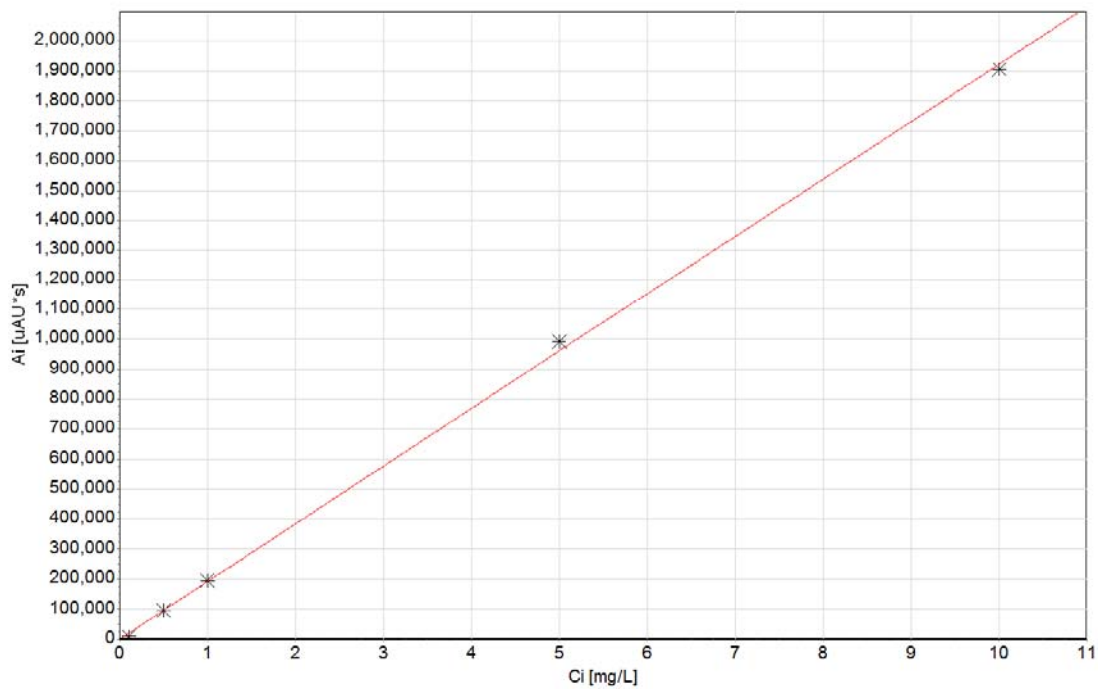
组分[苯并[a]芘]: 曲线方程: $C_i = 1.16908E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=1.16908E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99967$



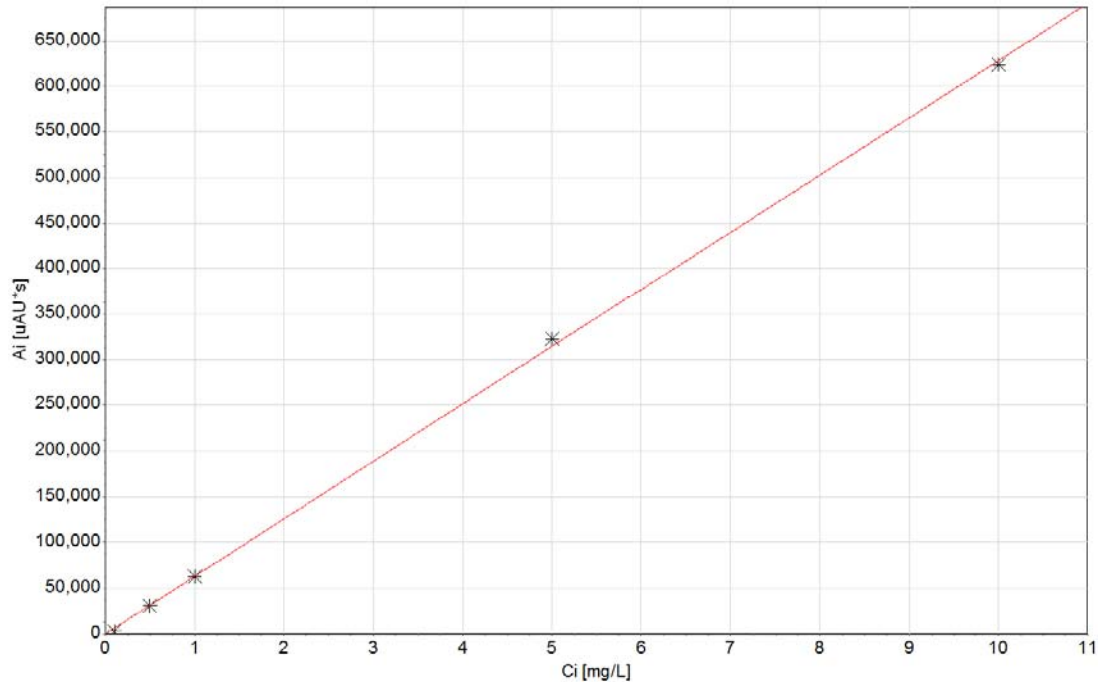
组分[二苯并[a,h]蒽]: 曲线方程: $C_i = 5.19923E-006 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=5.19923E-006$ 相关系数: $r^2 = 0.99959$



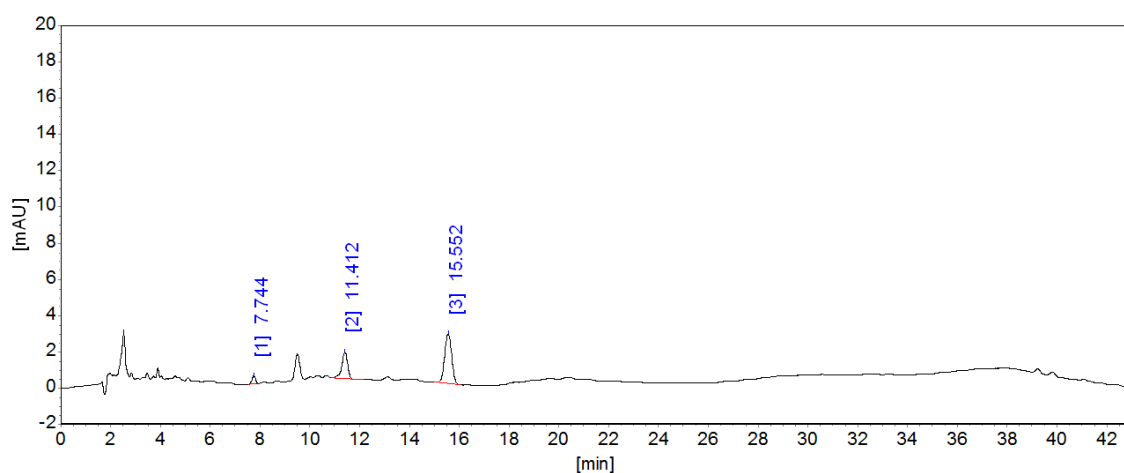
组分[苯并[ghi]芘]: 曲线方程: $C_i = 1.59167E-005 * A_i$

校正因子: $f_0=0, f_1=1.59167E-005$ 相关系数: $r^2 = 0.99970$



1	萘	0.0482	0.0486	0.0486	0.0489	0.0492	0.0492	0.0496	0.0014	0.012
2	芴	0.0466	0.0466	0.0470	0.0466	0.0471	0.0470	0.0468	0.0006	0.005
3	芘	0.0471	0.0465	0.0476	0.0473	0.0473	0.0479	0.0485	0.0020	0.013
4	二氢芴	0.0469	0.0467	0.0463	0.0473	0.0473	0.0476	0.0476	0.0016	0.008
5	菲	0.0473	0.0475	0.0478	0.0476	0.0481	0.0479	0.0483	0.0010	0.012
6	蒽	0.0480	0.0484	0.0489	0.0487	0.0487	0.0486	0.0484	0.0010	0.004
7	荧蒽	0.0468	0.0458	0.0478	0.0473	0.0473	0.0470	0.0471	0.0020	0.005
8	芘	0.0513	0.0487	0.0502	0.0501	0.0507	0.0509	0.0493	0.0028	0.016
9	屈	0.0487	0.0495	0.0484	0.0486	0.0478	0.0476	0.0482	0.0020	0.005
10	苯并[a]蒽	0.0473	0.0483	0.0459	0.0474	0.0462	0.0479	0.0475	0.0028	0.012
11	苯并[b]荧蒽	0.0465	0.0455	0.0463	0.0470	0.0466	0.0469	0.0466	0.0016	0.004
12	苯并[k]荧蒽	0.0464	0.0464	0.0462	0.0471	0.0468	0.0468	0.0470	0.0010	0.004
13	苯并[a]芘	0.0504	0.0501	0.0503	0.0505	0.0509	0.0501	0.0511	0.0012	0.004
14	二苯并[a,h]蒽	0.0470	0.0464	0.0474	0.0471	0.0471	0.0475	0.0475	0.0012	0.003
15	苯并[ghi]芘	0.0457	0.0457	0.0458	0.0454	0.0460	0.0449	0.0459	0.0012	0.005
16	茚并[1,2,3-cd]芘	0.0463	0.0463	0.0462	0.0469	0.0469	0.0457	0.0468	0.0014	0.005
注：液液萃取取样体积为 1.0 L，定容体积为 1.0 mL；为提高检测限，可参照标准定容到 0.5mL。										

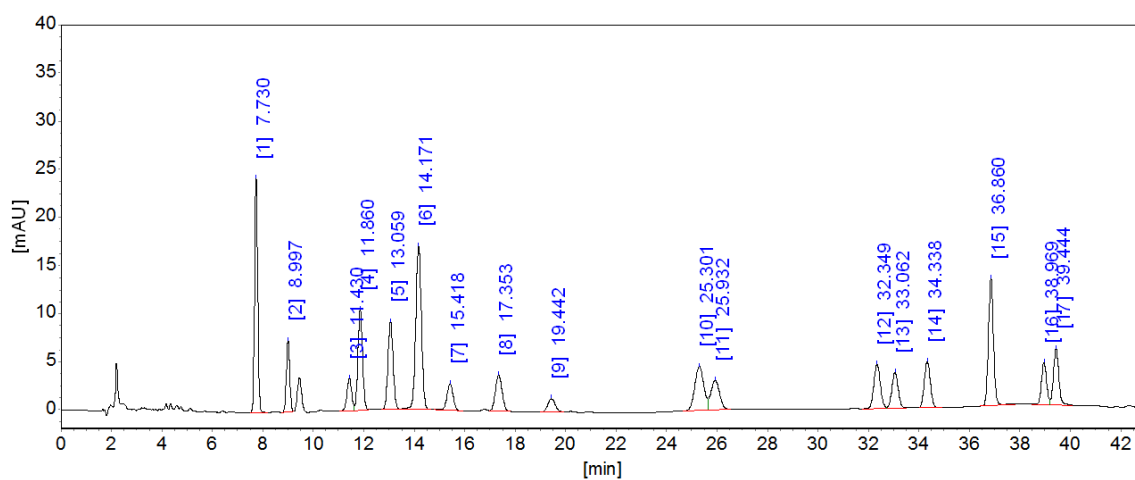
5.4.5 样品典型谱图及结果



分析结果表

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uAU]	峰面积 [uAU*s]	含量 [ug/L]
1	萘	7.744	452.9	4483.1	0.0154
2	芴	11.412	1459.4	24037.2	0.5584
3	十氟联苯	15.552	2746.0	53615.5	2.6677
总计:			4658.3	82135.8	3.2415

5.4.6 样品加标典型谱图及回收率



组分名称	水样中的多环芳烃量	加标浓度 (μ)	测量值 (μ)	加标回收率 (%)	加标回收率范围 (%)

	(ug/L)	g/L)	g/L)		
萘	0.0154	1.0	0.6856	67.02	67.02~75.5 1
			0.7405	72.51	
			0.7145	69.91	
茈	未检出	1.0	0.8021	80.21	75.58~80.2 1
			0.7714	77.14	
			0.7558	75.58	
芴	0.5584	1.0	1.5163	95.79	75.04~95.7 9
			1.3088	75.04	
			1.384	82.56	
二氢茈	未检出	1.0	0.8091	80.91	80.4~82.01
			0.8201	82.01	
			0.804	80.4	
菲	未检出	1.0	0.9127	91.27	89.52~92.6 9
			0.8952	89.52	
			0.9269	92.69	
蒽	未检出	1.0	0.8061	80.61	78.76~81.1
			0.7876	78.76	
			0.811	81.1	
荧蒽	未检出	1.0	0.8952	89.52	89.52~94.4 3
			0.922	92.2	
			0.9443	94.43	
芘	未检出	1.0	0.9472	94.72	94.13~94.7 2
			0.9413	94.13	
			0.9421	94.21	
屈	未检出	1.0	1.0195	101.95	94.45~101. 95
			0.9445	94.45	
			0.9475	94.75	
苯并[a]蒽	未检出	1.0	0.8892	88.92	88.92~104. 92
			0.8911	89.11	
			1.0492	104.92	
苯并[b]荧蒽	未检出	1.0	0.9033	90.33	82.36~94.8 6
			0.9486	94.86	

			0.8236	82.36	
苯并[k]荧蒽	未检出	1.0	0.8525	85.25	76.51~94.7 1
			0.9471	94.71	
			0.7651	76.51	
苯并[a]芘	未检出	1.0	0.9369	93.69	86.27~93.6 9
			0.8627	86.27	
			0.8818	88.18	
二苯并[a,h]蒽	未检出	1.0	0.9848	98.48	95.25~98.4 8
			0.9525	95.25	
			0.984	98.4	
苯并[ghi]芘	未检出	1.0	1.0035	100.35	91.38~100. 35
			0.9138	91.38	
			0.9674	96.74	
茚并[1,2,3-cd]芘	未检出	1.0	1.0168	101.68	98.42~106. 63
			0.9842	98.42	
			1.0663	106.63	
十氟联苯	—	4.0	2.0643	51.61	51.61~59.0 0
			2.3598	59.00	
			2.3245	58.11	

六、实验结果

方法验证结论：16种多环芳烃的精密度、线性相关系数、检出限、回收率结果及十氟联苯回收率汇总如下：

方法验证汇总表

化合物	保留时间 RSD (%)	峰面积 RSD (%)	标准曲线线 性相关系数	检出限 (ug/L)	加标回收率 范围 (%)

萘	0.026	0.246	0.99937	0.0014	67.02~75.5 1
蒽	0.031	0.280	0.99961	0.0006	75.58~80.2 1
芴	0.035	0.194	0.99963	0.0020	75.04~95.7 9
二氢蒽	0.032	0.265	0.99960	0.0016	80.4~82.01
菲	0.038	0.249	0.99961	0.0010	89.52~92.6 9
蒽	0.042	0.303	0.99912	0.0010	78.76~81.1
荧蒽	0.044	0.264	0.99967	0.0020	89.52~94.4 3
芘	0.045	0.228	0.99964	0.0028	94.13~94.7 2
屈	0.045	0.211	0.99960	0.0020	94.45~101. 95
苯并[a]蒽	0.043	0.188	0.99971	0.0028	88.92~104. 92
苯并[b]荧蒽	0.026	0.285	0.99969	0.0016	82.36~94.8 6
苯并[k]荧蒽	0.023	0.294	0.99967	0.0010	76.51~94.7 1
苯并[a]芘	0.020	0.338	0.99967	0.0012	86.27~93.6 9
二苯并[a,h]蒽	0.019	0.285	0.99959	0.0012	95.25~98.4 8
苯并[ghi]芘	0.020	0.298	0.99970	0.0012	91.38~100. 35
茚并[1,2,3-cd]芘	0.021	0.330	0.99969	0.0014	98.42~106. 63
十氟联苯	-	-	-	-	51.61~59.0 0

由以上实验结果可知，采用福立 LC5090 测定水质中 16 种多环芳烃，方法稳定可靠，目标物线性范围良好，灵敏度较高，有很好的重现性，能够对样品进

行准确定性定量。