

南中国海海水中多环芳烃的分布特征及源分析

周涛^{1,2}, 韩彬¹, 刘新民², 郑立¹, 王小如¹

(1. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061; 2. 青岛科技大学 化工学院, 山东 青岛 266042)

摘要: 利用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术, 对2012年10月采自南中国34个站位的表层、500 m层、底层海水中的16种多环芳烃(16PAHs)进行了检测分析。结果显示: 南中国海海水中16PAHs的含量相对于其他类似广阔水域较低, 分布特征大致呈现500 m层>表层>底层。经特征PAHs组分分析判定南中国海海水中PAHs主要来源于石油及其产品。

关键词: 南中国海; 多环芳烃(PAHs); 源分析

中图分类号: O625.1 文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2014)08-0039-07

doi: 10.11759/hyxx20130701001

多环芳烃(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)是一类广泛分布在海洋环境中的具有两个或两个以上苯环的有机化合物, 由于潜在的“三致作用”(致癌、致畸、致基因突变)^[1], 其对人类健康和生态环境具有很大的危害, 因此已受到国际社会的广泛关注, 20世纪80年代初, 美国环保局(USEPA)把16种无支链的PAHs确定为环境中优先控制的污染物。PAHs主要来源于人类活动和能源利用过程, 如石油、煤、木材等的不完全燃烧和石油及其化工产品的生产过程。另外, 自然界中如森林火灾等也可产生PAHs。海洋环境中的PAHs主要来自地面径流、污水排放、石油泄漏及船舶、机动车辆等燃料燃烧不完全后的废气随大气颗粒的沉降。鉴于PAHs的危害性和在海洋环境中分布的广泛性, 对其含量、分布特征及污染源的研究成为海洋环境质量评价和污染防治的迫切需要。

南中国海属太平洋边缘海, 是中国近海的最大边缘深海, 地理位置非常重要, 自然环境复杂。随着南中国海周边国家工农业生产活动的日益加剧, 对南中国海的环境造成了一定危害^[2]。为了更全面地了解南中国海海水中PAHs的分布特征及来源并探讨其生态环境的演变趋势, 于2012年9月在南中国海区域采集了34个站位的表层、500 m层、底层海水样品, 利用气相色谱-质谱(GC-MSD)联用分析水样中16种PAHs, 探讨了PAHs在南中国海生态环境中的分布特征及来源^[3]。

1 采样与方法

1.1 样品采集

2012年12月在南中国海(6°N, 109°E; 16°N,

109°E; 6°N, 119°E; 16°N, 119°E)海域布设34个站位(图1), 用多通道水样采集器(德国Hydro-bios公司生产)依次采集各站位的表层、500 m层、底层海水样品于50 mL玻璃瓶中, 但是由于采集设备故障, A01与C04站位的500 m层, C01、C05、D02和D03站位的500 m层、底层未采样, 所有盛装样品的容器均在采样前经重铬酸钾浸泡-自来水-MilliQ水-HPLC级甲醇荡洗, 封存。

1.2 水样前处理

采用固相微萃取(solid-phase micro extraction, SPME)技术来预处理, 即直接取10 mL水样于15 mL的SPME萃取瓶中, 放入小磁子, 将100 μm聚二甲基硅氧烷微萃取头(预先在250°C的气相色谱-质谱仪进样口活化30 min)插入萃取瓶中, 调节合适的转速, 使纤维头处于萃取瓶的中间位置并完全浸没于萃取溶液中, 搅拌萃取30 min。将萃取完的纤维置于气相色谱进样口中, 280°C解吸7 min。多环芳烃标样为16种PAHs的混标, 购于Supelco公司。

1.3 实验方法及仪器主要工作参数

参照美国环保局(USEPA)关于环境中PAHs的测定方法, 采用本实验室所建立的实验室标准操作程

收稿日期: 2013-07-01; 修回日期: 2013-10-25

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2013-G11); 国家海洋局海洋溢油鉴别与损害评估技术重点实验室资助项目(201411); 西太平洋海域海洋灾害对气候变化的响应航次计划(2012航次)
作者简介: 周涛(1989-), 男, 山东莱芜人, 硕士研究生, 主要从事海洋有机污染物分析技术研究, E-mail: taozhou_1989@126.com; 韩彬, 通信作者, 电话: 0532-88967105, E-mail: hanbin@fio.org.cn

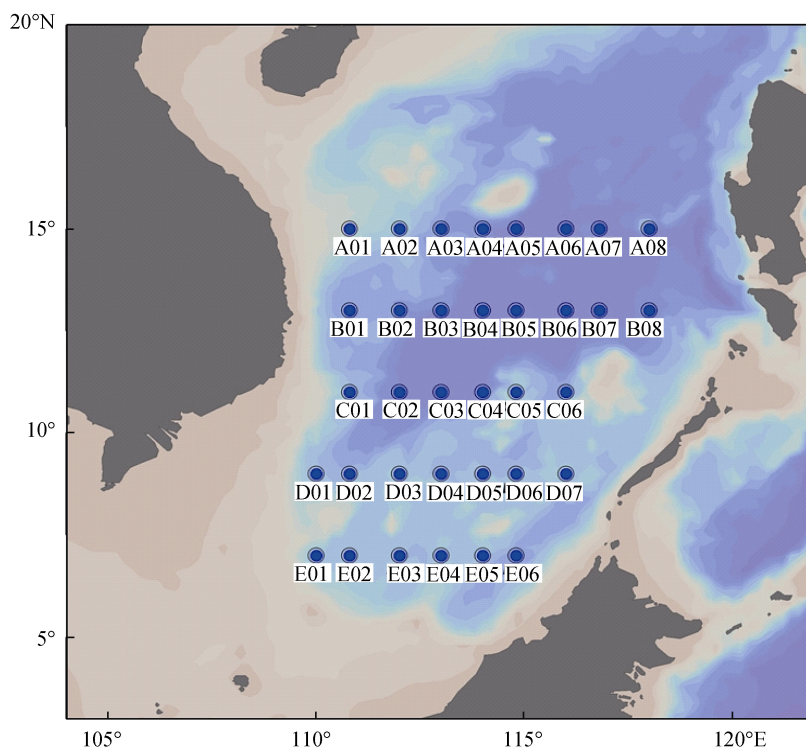


图1 南中国海采样站位图

Fig.1 Sampling stations in the South Sea

序, 即利用 SPME-GC-MS 联用测定环境水样中痕量 PAHs, 该法简单、快速、灵敏, 可用于海洋生态环境中 PAHs 的测定^[4]。

仪器为 Agilent 6890N GC/5973N MSD 气相色谱-质谱联用仪, 色谱柱为 Agilent 公司生产的 30 m×0.25 mm×0.25 μm HP-5MS 低流失石英弹性毛细管柱。

气相色谱条件: 载气为高纯氦气, 流量 1.0 mL/min, 不分流进样, 进样量为 1 μL, 进样口温度 280℃。柱温箱升温程序: 起始 70℃, 以 5℃/min 升到 120℃, 再以 10℃/min 升到 300℃, 保持 7min。

质谱条件: 接口温度 300℃, 电子轰击(EI)离子源, 电子能量 70 eV, 离子源温度 230℃, 四级杆温度 150℃。采用选择离子扫描(SIM)模式, 选择离子碎片为 m/z: 127、128、138、151、153、154、165、166、176、178、200、202、226、228、250、252、274、276、278。

2 结果与讨论

2.1 南中国海海水中 PAHs 分析结果

南中国海各站位表层水、500 m 层水、底层水中总 PAHs 的质量浓度如图 2 所示, 其中为了便于与其

他各站位总 PAHs 含量的直观比较, 在图 2 中, 将 A01 与 B05 站位表层海水的总 PAHs 含量缩小了 10 倍。各组分的总质量浓度见表 1~表 3。上述结果显示: 表层水中总 PAHs 的质量浓度为 0.3~113.63 ng/L, 均值 9.63 ng/L, 其中萘(Nap)、蒎(Ace)、菲(Phe)、蒽(Ant)未检出; 500 m 层水中总 PAHs 的质量浓度为 0.23~54.33 ng/L, 均值 12.64 ng/L, 其中萘(Nap)、蒎(Ace)、菲(Phe)、蒽(Ant)未检出; 底层水中总 PAHs 的质量浓度为 0.55~45.31 ng/L, 均值 7.98 ng/L, 其中萘(Nap)、蒎(Ace)、菲(Phe)、蒽(Ant)未检出。

2.2 南中国海海水中 PAHs 的分布及源分析

南中国海海水环境中 PAHs 的含量大致为 500 m 层 > 表层 > 底层, 由于 PAHs 为非极性或弱极性化合物, 在海洋环境中易脱离水相而吸附于悬浮颗粒物上。采样期间, 可能由于底层沉积物的再悬浮作用使得底层沉积物中吸附的 PAHs 重新释放到上层水中, 因此所检测到的 500 m 层水体中 PAHs 的含量较高。同时, 悬浮颗粒物会随海水的扰动而上下移动, 使各层海水中 PAHs 的总量差别不大。

PAHs 中大致可分为 2 环的萘(Nap), 3 环的蒎(Acyp)、蒎(Ace)、芴(Flu)、菲(Phe)和蒽(Ant), 4 环的

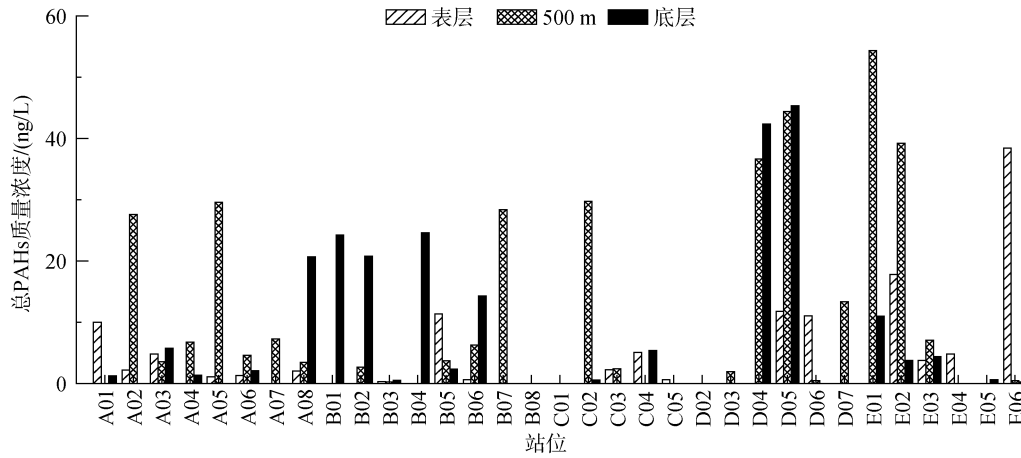


图 2 南中国海各调查站位表层、500 m 层及底层水中总 PAHs 质量浓度

Fig. 2 Concentration of total PAHs in the surface water, the 500 m depth water, and the bottom water at the survey stations of the South Sea

表 1 南中国海各站位表层海水中各 PAHs 质量浓度 (ng/L)

Tab.1 Concentration of PAHs in the surface seawater at the stations of the South Sea (ng/L)

站位	Acpy	Flu	Flua	Pyr	BaA	Chr	BbF	BkF	BaP	吡啶	DahA	BghiP
A01	-	7.60	-	-	-	-	5.01	0.28	0.90	18.43	39.02	28.37
A02	-	-	-	2.19	-	-	-	-	-	-	-	-
A03	-	-	2.89	1.89	-	-	-	-	-	-	-	-
A04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A05	-	-	-	-	1.07	-	-	-	-	-	-	-
A06	-	-	-	1.29	-	-	-	-	-	-	-	-
A07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A08	2.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B03	-	-	-	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-
B04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B05	110.12	-	1.05	0.37	-	2.09	-	-	-	-	-	-
B06	-	-	-	0.61	-	-	-	-	-	-	-	-
B07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	-	1.42	-	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	-	-	0.54	1.63	-	2.88	-	-	-	-	-	-
C05	-	-	-	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-
D02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D05	-	-	1.63	2.03	0.43	-	-	4.32	0.64	0.09	2.66	-
D06	10.08	-	-	-	-	0.96	-	-	-	-	-	-
D07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E02	-	-	7.09	2.95	1.12	4.48	2.16	-	-	-	-	-
E03	-	-	-	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-
E04	-	-	-	-	0.01	-	0.17	-	-	1.43	-	2.69
E05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E06	-	-	-	4.26	1.15	6.65	6.25	0.18	10.5	2.83	-	6.64

注：“-”表示未检出

表 2 南中国海各站位 500 m 层海水中各 PAHs 质量浓度(ng/L)

Tab.2 Concentration of PAHs in the 500 m depth water at the stations of the South Sea (ng/L)

站位	Acpy	Flu	Flua	Pyr	BaA	Chr	BbF	BkF	BaP	吡啶	DahA	BghiP
A02	-	2.22	-	8.25	-	-	-	-	0.15	2.42	8.71	5.85
A03	-	-	-	3.21	-	-	-	-	0.26	0.06	-	-
A04	-	2.05	-	4.70	-	-	-	-	-	-	-	-
A05	24.79	0.72	0.05	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-
A06	-	-	2.02	2.56	-	-	-	-	-	-	-	-
A07	-	1.14	2.38	3.75	-	-	-	-	-	-	-	-
A08	-	-	-	3.44	-	-	-	-	-	-	-	-
B01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B02	-	-	-	1.91	0.05	0.71	-	-	-	-	-	-
B03	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-
B04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B05	-	-	0.7	0.67	-	2.34	-	-	-	-	-	-
B06	5.83	-	-	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-
B07	28.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	-	-	4.77	5.16	1.58	1.54	7.59	0.32	-	3.92	-	4.86
C03	-	-	-	2.38	-	-	-	-	-	-	-	-
D03	-	-	-	1.53	-	-	-	-	-	0.39	-	-
D04	-	7.94	-	1.70	0.18	-	3.06	-	0.82	6.44	7.49	9.05
D05	-	-	3.56	0.77	1.78	13.42	9.22	15.22	0.45	-	-	-
D06	-	-	-	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-
D07	9.86	-	0.29	0.86	-	2.33	-	-	-	-	-	-
E01	-	5.35	1.32	-	0.74	-	4.95	8.11	0.64	7.28	18.21	7.73
E02	38.52	-	-	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-
E03	4.39	-	1.18	1.47	-	-	-	-	-	-	-	-
E04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E06	-	-	-	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-

注：“-”表示未检出

荧蒹(Flua)、芘(Pyr)、苯并[a]蒹(BaA)和屈(Chr), 5 环的苯并(b)荧蒹(BbF)、苯并(k)荧蒹(BkF)、苯并(a)芘(BaP)和二苯并(a, h)蒹(DahA), 6 环的吡啶和苯并[g, h, i]芘(BghiP)。PAHs 在环境中的组成分布取决于其来源和传输的过程^[5], 由于低分子质量(LMW, 2-4 环 PAHs)PAHs 主要来源于石油及其产品, 尤其是精炼油产品, 基本是由低分子质量 PAHs 和烷基化 PAHs 组成; 而矿物燃料高温燃烧及工业活动等焦化过程是高分子质量(HMW, 5-6 环 PAHs) PAHs 和亲体 PAHs 的主要来源。因此, 可利用低分子质量与高分子质量 PAHs 的比值(LMW/HMW) 作为考察 PAHs 来源的主要指标^[6]。当 LMW/HMW > 1 时, 指示 PAHs 主要来源于石油污染; 当 LMW/

HMW < 1 时, 指示 PAHs 主要来源于矿物燃料等的燃烧。

但是, 在表层海水中一些 PAHs 如萘、蒽、蒹烯等, 由于分子质量低而具有较高的挥发性, 且易被光降解^[7], 导致在环境中的含量很不稳定, 仅以 LMW/HMW 为单一的指标, 并不能全面指示 PAHs 的来源, 如果结合菲/蒹(Phe/Ant)及荧蒹/芘(FLua/Pyr)指数, 那么就可以判定 PAHs 的来源了。通常, Phe/Ant > 10, 而 FLua/Pyr < 1 表明 PAHs 来源于石油污染, Phe/Ant < 10, FLua/Pyr > 1 表明 PAHs 来源于燃料燃烧^[8-9]。南中国海各层海水中菲跟蒹并未检出, 本文中 LMW/HMW、FLua/Pyr 比值列于表 4。

表 3 南中国海各站位底层海水中各 PAHs 质量浓度(ng/L)

Tab.3 Concentration of PAHs in the bottom water at the stations of the South Sea (ng/L)

站位	Acpy	Flu	Flua	Pyr	BaA	Chr	BbF	BkF	BaP	吡咯芘	DahA	BghiP
A01	-	-	-	1.23	-	-	-	-	-	-	-	-
A02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A03	-	-	0.08	5.67	-	-	-	-	-	-	-	-
A04	-	-	0.29	1.07	-	-	-	-	-	-	-	-
A05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A06	-	-	-	2.08	-	-	-	-	-	-	-	-
A07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A08	18.2	-	-	2.47	-	-	-	-	-	-	-	-
B01	-	-	-	-	-	13.51	3.48	-	2.21	3.38	1.67	-
B02	-	1.94	-	2.89	-	-	-	-	-	4.06	5.94	5.93
B03	-	-	-	0.55	-	-	-	-	-	-	-	-
B04	-	-	-	0.94	0.94	5.96	3.85	7.32	-	2.26	-	3.31
B05	-	-	0.06	2.29	-	-	-	-	-	-	-	-
B06	-	-	-	2.18	0.22	0.21	2.68	5.38	-	1.75	-	1.87
B07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	-	-	-	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	-	-	-	-	0.12	-	-	0.89	0.34	1.74	-	2.29
D04	-	-	-	2.49	1.52	-	2.98	3.89	4.13	6.29	12.54	8.52
D05	-	-	1.11	3.2	-	2.48	2.38	8.7	1.65	6.09	16.6	3.1
D06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E01	-	-	0.1	2.89	0.36	-	-	0.03	0.6	1.32	5.66	-
E02	-	-	-	0.41	3.36	-	-	-	-	-	-	-
E03	-	-	1.13	1.35	-	1.9	-	-	-	-	-	-
E04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E05	-	-	-	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-
E06	-	-	-	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-

注：“-”表示未检出

南中国海总 PAHs 中 5~6 环类 PAHs 在大多数站位中并未检出(表 1~表 3), 仅在个别站位中含量较高, LMW/HMW 值大部分都大于 1; 同样, 该海域大多数站位中 FLua/Pyr < 1, 只有 A03、B05 和 E02 站位的表层海水及 B05 和 D05 站位的 500 m 层海水中 FLua/Pyr > 1。因此, 可认为南中国海各层海水中 PAHs 主要来源于石油及其产品。

2.3 南中国海海水中 PAHs 的污染水平

海水中的 PAHs 能在鱼类及贝类体内富集, 进而影响食用者的身体健康。因此, 国际生物学组织或国

家制定了评价水生生物暴露水体的安全食用标准^[10](表 5)。由表 1~表 3 可知, 南中国海各层海水中各种 PAHs 的含量与此相比除表层海水中 A01 站位的苯并[g, h, i]芘、E02 站位的荧蒽和 E06 站位的苯并[a]芘分别达到爱尔兰最大允许浓度、生态毒理评价标准与加拿大水质评价标准外, 其他各 PAHs 均未超标。

南中国海海水中 PAHs 的总平均含量为(301.05 ng/L), 低于大亚湾海域(10984 ng/L ± 8 461 ng/L)^[11]、厦门西海域(355 ng/L ± 285 ng/L)^[12]和英国沿海海水中 PAHs 的平均含量(小于 1~24 821 ng/L)^[10], 高于美国切萨皮克湾(33.3 ng/L ± 21.7 ng/L)^[13]。

表 4 LMW/HMW、FLua/Pyr 比值

Tab.4 Ratios of LMW/HMW and FLuo/Pyr

站位	LMW/HMW			FLuo/Pyr		
	表层	500 m 层	底层	表层	500 m 层	底层
A01	0.08	*	∞	-	*	0
A02	∞	0.61	-	0	0	-
A03	∞	10.03	∞	1.53	0	0.01
A04	-	∞	∞	-	0	0.27
A05	∞	∞	-	-	0.01	-
A06	∞	∞	∞	0	0.79	0
A07	-	∞	-	-	0.63	-
A08	∞	∞	∞	-	0	0
B01	-	-	1.26	-	-	-
B02	-	∞	0.3	-	0	0
B03	∞	∞	∞	0	0	0
B04	-	-	0.47	-	-	0
B05	∞	∞	∞	2.84	1.04	0.03
B06	∞	∞	0.22	0	0	0
B07	-	∞	-	-	-	-
B08	-	-	-	-	-	-
C01	-	*	*	-	*	*
C02	-	0.78	∞	-	0.92	0
C03	∞	∞	-	0	0	-
C04	∞	*	0.02	0.33	*	-
C05	∞	*	*	0	*	*
D02	-	*	*	-	*	*
D03	-	3.92	*	-	0	*
D04	-	0.37	0.1	-	0	0
D05	0.53	0.78	0.18	0.8	4.62	0.35
D06	∞	∞	-	-	0	-
D07	-	∞	-	-	0.34	-
E01	-	0.16	0.44	-	-	0.03
E02	7.24	∞	∞	2.4	0	0
E03	∞	∞	∞	0	0.8	0.84
E04	0.002	-	-	-	-	-
E05	-	-	∞	-	-	0
E06	0.46	∞	∞	0	0	0

注：“-”表示未检出；“∞”表示未检出大分子质量的 PAHs；“*”表示未采样

表 5 国际生物学组织或国家制定了评价水生生物暴露水体的安全食用标准^[10](ng/L)

Tab.5 Safety guidelines of hydrophytic organisms' exposure to PAHs proposed by International Biology Organization or government^[10](ng/L)

项目	蒽	苯并[a]蒽	苯并[a]芘	苯并[b]荧蒽	苯并[g, h, i]芘	荧蒽	萘	菲
爱尔兰最大允许浓度		200	100	100	20	500		2 000
加拿大水质量评价标准	120		8				11 000	800
美国环境质量标准								4 600
丹麦水质量评价标准	10						1 000	
奥斯罗和巴黎生态毒理评价标准	5~500		10~100			5~500	1 000~10 000	

3 结论

1) 根据分析检测结果可知南中国海水环境中 PAHs 的含量大致分为 500 m 层 > 表层 > 底层, 但是, 由

于海水的扰动作用使得各层海水中 PAHs 含量差别不大。

2) 南中国海海域各层海水中各种 PAHs 的含量除表层个别站位的个别 PAHs 达到国际生物学组织或国家制定的评价水生生物暴露于水体的安全食用

标准外, 其余各 PAHs 均为超标, 并且在各站位中只有很少种类的 PAHs 被检出。

3) 南中国海海水中 PAHs 的分布及来源分析表明, 南中国海各层海水中的 PAHs 主要来源于石油类物质的输入, 但燃烧来源的 PAHs 不可忽视。

参考文献:

- [1] Baird C. Environmental Chemistry [M]. New York: W H Freeman and Company, 1995 . 276-278 .
- [2] 霍文冕, 暨卫东, 许昆灿. 南海表层水中的溶解态 Cu, Pb, Zn, Cd [J]. 海洋学报, 2002, 4: 44-50.
- [3] 韩彬, 蒋凤华, 王小如, 等. 南黄海中部海水、间隙水和沉积物中多环芳烃的分布及源分析[J]. 海洋科学进展, 2009, 27(2): 233-242.
- [4] Li Q L, Xu X Q, Lee X C, et al . The determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in seawater and sediments with SPME / GC-MS [J] . Science in China Ser, B Chemistry, 2006, 36(3): 202-210 .
- [5] 李庆玲, 徐晓琴, 黎先春, 等 . 固相微萃取-气相色谱-质谱联用测定海水和沉积物间隙水中的痕量多环芳烃[J] . 中国科学 B 辑化学, 2006, 36(3): 202-210.
- [6] Neff J M . Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment: sources, fates and biological effects[M]. Essex, England: Applied Science Publishers, 1979: 262 .
- [7] Tian Y, Zhang T L, Wang X H, et al . Contamination characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons in Maluan Bay mariculture area of Xiamen[J] . Marine Environmental Science, 2003, 22(1): 29-33 .
- [8] 田蕴, 郑天凌, 王新红, 等 . 厦门马銮湾养殖海域多环芳烃的污染特征[J] . 海洋环境科学, 2003, 22(1): 29-33.
- [9] Mill T, Mabey W R, Lan B Y. Photolysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in water[J]. Chemosphere, 1981, 10: 1281-1290.
- [10] Sicre M A, Marty J C, Saliot A, et al . Aliphatic and aromatic hydrocarbons in different sized aerosols over the Mediterranean Sea: occurrence and origin[J]. Atmos Environ, 1987, 21: 2247-2259 .
- [11] Soclo H H, Garrigues P H, Ewald M . Origin of polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs) in coastal marine sediments: case studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) areas[J] . Mar Pollut Bullet, 2000, 40: 387-396 .
- [12] Law R J, Dawes V J, Woodhead R J. Matthiessen P Polycyclic aromatic hydro-carbons (PAHs) in seawater around England and Wales [J]. Marine Pollution Bulletin, 1997, 34(5): 306-322 .
- [13] 丘耀文, 周俊良, Maskaoui K, 等. 大亚湾海域水体和沉积物中多环芳烃分布及其生态危害评价[J]. 热带海洋学报, 2004, 23(4): 72-80.

Distribution and origin of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sea water of the South Sea

ZHOU Tao^{1, 2}, HAN Bin¹, LIU Xin-min², ZHENG Li¹, WANG Xiao-ru¹

(1. First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China; 2. College of Chemical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Received: Jul., 1, 2013

Key words: the South Sea; polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs); origin analysis

Abstract: The sea water samples collected from the sea surface water, the 500 m depth water and the bottom water, respectively at the 34 survey stations in the South Sea in December 2012 were detected and analyzed by GC/MS. The results showed that the content of 16 PAHs in the South Sea was not higher compared to other similar broad waters and the distribution was roughly 500 m depth layer>surface>bottom. According to the characteristic of PAHs, it suggested that the PAHs in the South Sea mainly come from petroleum and its products.

(本文编辑: 康亦兼)