

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2021.05.11

引用格式: 庞国涛, 阎琨, 李伟. 广西三娘湾海域表层沉积物多环芳烃特征及风险评价[J]. 中国地质调查, 2021, 8(5): 95 – 100. (Pang G T, Yan K, Li W. Characters and risk assessment of hydrocarbons in surface sediments of Sanniang Bay in Guangxi Province[J]. Geological Survey of China, 2021, 8(5): 95 – 100.)

广西三娘湾海域表层沉积物多环芳烃特征及风险评价

庞国涛¹, 阎琨^{1,2}, 李伟¹

(1. 中国地质调查局烟台海岸带地质调查中心, 山东 烟台 264000;

2. 中国地质大学(武汉)环境学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 为研究广西三娘湾海域表层沉积物有机质中烃类化合物的分布特征及来源, 于2019年10月在三娘湾海域采集了表层沉积物样品, 利用加速溶剂萃取 GC-MSD 法对沉积物中的 16 种多环芳烃(PAHs)进行了分析。结果表明: 三娘湾海域表层沉积物样品中多环芳烃的含量为 37 ~ 241.8 ng/g, 总体处于含量较低的水平, 但与往年相比研究区 PAHs 含量增加明显。通过组分分析等方法进行 PAHs 的来源分析, 结果指示其主要来源为燃烧源, 夹杂石油源的混合来源; 通过效应区间法对多环芳烃进行生态风险评价, 认为其总体处于风险较低的水平。综合研究表明, 三娘湾海域总体生态环境较好, 但人类活动对多环芳烃含量及分布特征的影响较明显, 需要持续关注。

关键词: 三娘湾; 沉积物; 多环芳烃; 风险评价

中图分类号: P736.21; X508

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2021)05-0095-06

0 引言

多环芳烃(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)是指 2 个及以上的苯环芳烃, 具有较强的致癌性、致畸形和致突变等危害, 且理化性质较稳定, 在环境介质中能够持久存在, 所以在土壤、海洋表层沉积物研究中备受关注, 美国环境保护署将其中 16 种多环芳烃确定为需优先控制的有机污染物^[1-3]。近年来, 针对不同海域表层沉积物中多环芳烃的研究越来越受到学者的重视: 李斌等^[4]对北黄海表层沉积物中多环芳烃的分布进行研究, 认为其主要来源于鸭绿江携带的陆源物质; 杨永亮等^[5]通过对胶州湾沉积物进行分析, 认为其多环芳烃几乎主要由人类活动产生, 且具有中等污染水平; 罗孝俊等^[6]认为南海北部海域沉积物中多环芳烃主要为木材、煤等燃烧来源。

广西钦州三娘湾海域是中华白海豚的故乡, 其邻近的陆架边缘海受人类活动影响深刻, 是物质来源和通量变化复杂活跃的区域, 近年来临港石油化

工业、远洋运输业发展迅速, 亟须开展相关产业对海域沉积物的生态影响评价。本文对三娘湾邻近海域表层沉积物中 PAHs 的 16 种组分含量进行测试分析, 并对其分布特征进行研究, 通过组分特征分析多环芳烃的可能来源, 并对研究区 PAHs 潜在风险进行评价, 旨在为钦州湾海洋环境保护提供数据支撑。

1 研究区概况

三娘湾位于北部湾海岸线的中部, 北与钦州市接壤, 南与北部湾毗邻, 西临钦州内湾, 东与北海隔海相望, 为亚热带海洋性季风气候, 夏秋季节高温多雨, 冬春季节温暖而湿润。三娘湾海域地形开阔平坦, 水深大于 10 m, 海底地貌以水下斜坡为主。表层沉积物以细砂、淤泥混砂、淤泥、淤泥质粉质黏土为主。

2 技术方法

2.1 样品采集

本次采样站位分布见图 1, 在三娘湾海域采集

收稿日期: 2020-11-30; 修订日期: 2021-09-02。

基金项目: 中国地质调查局“广西钦州湾海岸带综合地质调查(编号: DD20191024)”项目资助。

第一作者简介: 庞国涛(1990—), 男, 工程师, 主要从事海岸带环境地质调查与评价工作。Email: pgt5241@163.com。

5 件样品,采样时间为 2019 年 10 月。表层沉积物样品按照《海洋调查规范》,利用箱式取样器采集研究区的表层沉积物(0~5 cm),样品采集后装入聚乙烯袋中密封,低温冷冻保存。所有样品均进行多环芳烃检测。



图 1 研究区采样站位分布^[1]

Fig.1 Distribution of sampling sites in the research area^[1]

2.2 分析与测定

样品测试在自然资源部武汉矿产资源监督检测中心进行。多环芳烃检测仪器为气相色谱-质谱仪,设备型号为 Thermo Fisher Trace 1300, ISQ7000;分析方法为加速溶剂萃取 GC-MSD 法。

样品处理过程:样品经过风干后研磨过筛(100 目),称取 20.0 g 样品,加入回收率指标物和正己烷/二氯甲烷(体积比 1:1),利用索式提取法提取 48 h,加入铜粉静置过夜,脱硫,提取物经无水 Na₂SO₄ 过滤后旋转蒸发浓缩。浓缩液通过硅胶-氧化铝层析柱后,利用正己烷/二氯甲烷(3:7)淋洗出多环芳烃,浓缩至 0.5 mL 后待测^[7-8]。多环芳烃化合物替代物 2-氟联苯回收率为 41.4%~80.1%,对三联苯-d14 回收率为 41.7%~124%;多环芳烃的检出限为 0.12~0.37 ng/g。

3 多环芳烃分布特征、来源及风险评价

3.1 多环芳烃含量及分布特征

在三娘湾海域表层沉积物中 16 种优先控制的

多环芳烃均有检出,其组分和含量见表 1。分析结果显示:三娘湾海域表层沉积物中 $w(\text{PAHs})$ 介于 36.99~241.77 ng/g 之间,平均含量为 90.76 ng/g,最低站位为 007,最高站位为 008,分别位于三娘湾海域北侧和西侧地区,其余站位含量均低于平均值。从地理位置上看,008 站位由于位于钦州港航道,船只出入较频繁,相对于其他几个站位,其污水和油污排放量较多,导致表层沉积物中的多环芳烃出现高值;007 站位靠近三娘湾景区,受船只影响较小,其 $w(\text{PAHs})$ 值较低。

表 1 三娘湾近岸海域表层沉积物 PAHs 组分含量

Tab.1 PAHs content in surface sediments of offshore area in Sanniang Bay

组分	$w(\text{PAHs})/(\text{ng}\cdot\text{g}^{-1})$				
	007	033	047	008	023
萘	1.69	3.10	1.12	8.80	1.95
萘烯	0.51	0.79	0.51	1.39	0.72
萘	0.98	0.78	ND	8.89	0.45
芴	1.83	3.25	1.37	9.03	2.94
菲	6.25	6.46	4.96	25.95	7.60
蒽	0.86	1.17	0.72	4.82	1.06
荧蒽	2.49	6.93	3.18	17.79	6.35
芘	1.76	3.99	2.12	17.45	3.98
苯并(a)蒽	2.30	2.91	2.54	18.72	3.59
蒽	2.78	4.39	2.97	17.93	4.97
苯并(b)荧蒽	4.52	10.69	5.86	32.23	9.78
苯并(k)荧蒽	2.81	3.75	2.69	14.41	3.15
苯并(a)芘	2.08	3.60	2.45	26.02	4.53
茚并(123-cd)芘	4.13	10.60	5.00	20.18	7.29
二苯并(ah)蒽	1.05	1.98	1.46	6.66	1.38
苯并(ghi)芘	0.95	6.63	2.86	11.50	4.50
ΣPAHs	36.99	71.02	39.81	241.77	64.24
P/A	0.86	7.29	5.50	6.85	5.38
Flu/Py	1.10	1.41	1.73	1.50	1.02

注: P/A,菲/蒽; Flu/Py,荧蒽/芘; ND,未检出。

相对于国内其他湾区港口的近海沉积物多环芳烃化验结果(表 2),三娘湾海域中 PAHs 含量浓度相对较低,远低于胶州湾和香港维多利亚港等发达地区,这些地区的海域表层沉积物中 PAHs 含量为三娘湾海域的 11~58 倍;而北黄海、大亚湾和珠江口地区沉积物中 PAHs 含量也明显高于三娘湾海域,这与三娘湾海域位于国家 4A 级保护景区和白海豚栖息地有关。与 2007 年钦州湾近岸海域表层沉积物中 PAHs 含量相比有所增加,与近几年钦州湾的经济发展和钦州港船只明显增多有关。总体而言,三娘湾海域受 PAHs 的影响较小。

表2 国内其他地区表层沉积物中 PAHs 含量特征
Tab.2 Character of PAHs content of surface
sediments from other areas of China

采样位置	$w(\text{PAHs})/(\text{ng}\cdot\text{g}^{-1})$		文献来源
	平均值	范围	
北黄海	423.5	222.1 ~ 776.3	李斌等 ^[4]
胶州湾	1 000.0	82.0 ~ 4 567.0	杨永亮等 ^[5]
大亚湾	126.0	42.5 ~ 158.2	Yan 等 ^[9]
珠江口	321.0	191.0 ~ 622.0	罗孝俊等 ^[6]
香港维多利亚港	5 277.0	700.0 ~ 26 100.0	Hong 等 ^[10]
钦州湾近岸	23.4	1.9 ~ 60.1	崔振昂等 ^[11]
三娘湾	90.76	37.0 ~ 241.8	本次研究

3.2 多环芳烃的组成及来源分析

三娘湾近岸海域表层沉积物中 PAHs 种类由四环到六环均有分布,不同成因的多环芳烃组分具有不同的结构和组分差异,且多环芳烃具有难降解性和难溶于水性,所以其在迁移和沉淀过程中比较稳定,在海底沉积物中较长时间不发生变化^[12]。根据这些化合物组分可以判断其物质的来源,当物源特征表现为三环及以下化合物呈相对优势分布时,表明其来源主要以石油类输入为主,反之则是以燃烧为主。从图2可以看出,研究区表层沉积物

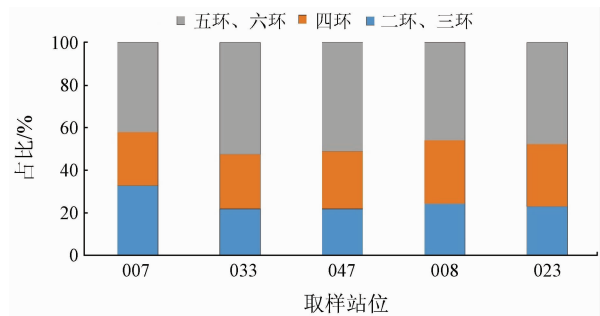


图2 研究区站位表层沉积物 PAHs 组分特征
Fig.2 PAHs composition character of surface
sediments in the research area

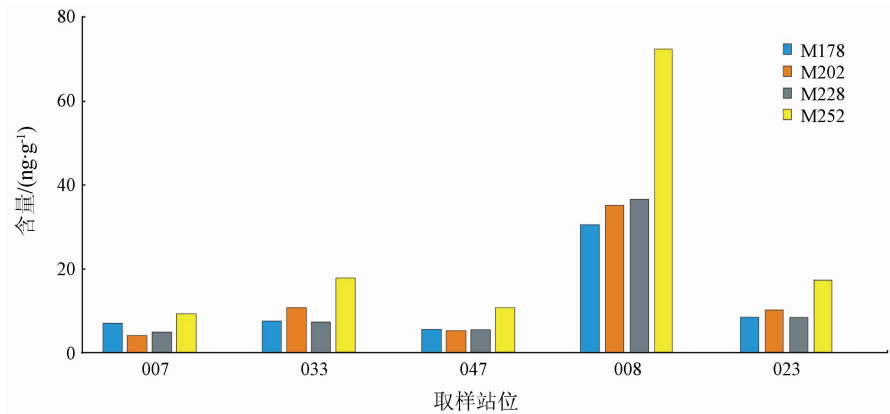


图3 研究区表层沉积物中不同分子量 PAHs 的含量
Fig.3 Content of PAHs with different molecular weight in the research area

中 PAHs 以四环及以上占比大,表明三娘湾近岸海域多环芳烃来源主要为燃烧源输入。

根据余顺^[13]的研究,可将 PAHs 按分子量划分为5组,分别为 M178 = 菲 + 蒽, M202 = 荧蒽 + 芘, M228 = 苯并(a)蒽 + 蒽, M252 = 苯并[b]荧蒽 + 苯并[k]荧蒽 + 苯并[a]芘, M276 = 茚并[1,2,3-cd]芘 + 苯并[ghi]芘。在 PAHs 组分中,分子量为 M178 占优时,表明 PAHs 来源主要为燃料油;分子量为 M202、M228 和 M252 的组合占优时,表明 PAHs 来源以石油燃烧释放的生成物为主;分子量为 M202 和 M252 组合占优时,表明 PAHs 来源主要为煤、草木等的燃烧。从图3可以看出各站位中均为 M252 占优,尤以 008 站位明显,其他组合差距较小,说明研究区 PAHs 来源以石油燃烧为主,兼具煤、草木等燃烧的混合来源。008 站位由于处在航道上,是钦州港船只运输的必经之路,来往船只燃料油的污染造成其各项数值较高。菲/蒽值和荧蒽/芘值也是指示 PAHs 来源的重要指标。一般来说,石油类污染来源的菲/蒽值小于 4.4,荧蒽/芘值小于 1;木材燃烧来源的荧蒽/芘值大于 1;煤炭燃烧的荧蒽/芘值大于 1.4^[13-14]。研究区的菲/蒽值在 5.38 ~ 7.29 之间,均小于 10,荧蒽/芘值在 1.02 ~ 1.73 之间,均大于 1,也验证了研究区 PAHs 主要来自热解源并混入石油污染来源的结论。

为进一步判断研究区表层沉积物中 PAHs 的来源,根据区内的表层沉积物多环芳烃特征作了研究区的多环芳烃特征分子比来源判定图(表3、图4)^[14-16]。对于表层沉积物 PAHs,当 Ant/(Phe + Ant)值小于 0.1 时说明主要来源于石油类,

大于 0.1 时则说明主要来源于燃烧释放物;当 Flu/(Flu + Pyr) 值小于 0.4 时说明来源以石油类为主,0.4 ~ 0.5 之间主要来源于石油燃烧(以液体化石燃料的燃烧为主),大于 0.5 则以生物质和煤、草木燃烧源为主^[17]。据图 4 所示,三娘湾海域的表层沉积物 PAHs 来源较复杂,既有石油类和石油燃烧类来源,又有少部分煤、草木燃烧源。同时,还参考了 BaA/(BaA + Chr) 和 IP/(IP + BghiP) 的比值来判断 PAHs 的来源:当 BaA/(BaA + Chr) 值小于 0.2 时为石油来源,反之则为燃烧来源;当 IP/(IP + BghiP) 值小于 0.2 时为石油来源,0.2 ~ 0.5 之间为石油燃烧来源,大于 0.5 为煤炭、草木燃烧来

源^[17-18]。而研究区 BaA/(BaA + Chr) 的值在 0.40 ~ 0.51 之间,IP/(IP + BghiP) 在 0.62 ~ 0.81 之间,均指示主要为煤、草木等燃烧来源。综合来看,研究区表层沉积物 PAHs 以石油、煤、草木燃烧来源为主,夹杂石油源。

表 3 不同站位特征分子比值
Tab.3 Characteristic molecular ratios of different sites

站位	Flu/(Flu + Pyr)	Ant/(Ant + Phe)	BaA/(BaA + Chr)	IP/(IP + BghiP)
007	0.51	0.12	0.45	0.81
033	0.45	0.15	0.40	0.62
047	0.39	0.13	0.46	0.64
008	0.34	0.16	0.51	0.64
023	0.42	0.12	0.42	0.62

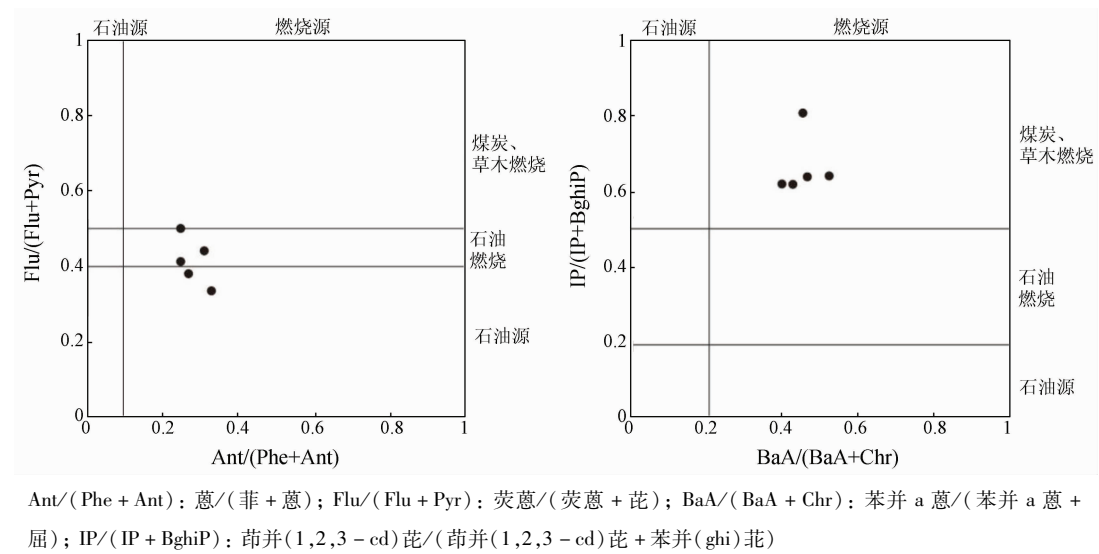


图 4 研究区表层沉积物多环芳烃特征分子比来源判定

Fig.4 Source determination by characteristic molecular ratio of PAHs in surface sediments in the research area

3.3 沉积物的生态风险评价

PAHs 具有毒性和致癌、致畸形等危害,对海域生物造成威胁。目前,比较认可的研究其危害的方法为荷兰 Maliszewska 建立的分类比较法^[19],研究区各站位的 PAHs 均为轻度污染(<600 ng/g),说明研究区的 PAHs 对生态威胁较小。利用 ERL/ERM 效应区间法能较好地评判沉积物生态风险^[20],通过研究区 PAHs 含量与 ERL(效应区间低值)、ERM(效应区间中值)的对比发现(表 4),虽然 16 种组分均有检出,但是其含量均远小于 ERL 标准值,表示三娘湾海域内潜在的生态危害较小。但是据前人研究,苯

并(b)荧蒹和苯并(k)荧蒹只要存在就会对周围环境造成不利影响^[21-22],研究区内苯并(b)荧蒹的含量为 4.52 ~ 32.2 ng/g,苯并(k)荧蒹的含量为 2.81 ~ 14.4 ng/g,2 种组分在一定程度上会对区域生态环境造成污染;因此,虽然三娘湾海域表层沉积物中 PAHs 的含量较低,但是其影响还不能忽视。将本次测试分析结果与 2007 年钦州湾海域 PAHs 各组分含量^[21]对比(表 4)发现,各项组分均有不同程度的增加,尤以四环、五环 PAHs 增量明显,荧蒹含量是原来的 9 倍,这与近年来研究区经济活动和人类活动的增强密不可分。

表4 研究区表层沉积物多环芳烃含量特征及生态风险标志水平

Tab.4 Content characteristics and ecological risk indicators of PAHs in surface sediments in the research area					
分析项目	本次	本次平均	2007 年 ^[21]	ERL	ERM
萘	1.12 ~ 8.80	3.33		160	2 100
苊烯	0.51 ~ 1.39	0.78	0.68	44	640
苊	0.00 ~ 8.89	2.78	0.56	16	500
芴	1.37 ~ 9.03	3.69		19	540
菲	4.46 ~ 26	10.25		240	1 500
蒽	0.72 ~ 4.82	1.73	1.01	853	1 100
荧蒽	2.49 ~ 17.80	7.35	0.81	600	5 100
䓛	1.76 ~ 17.4	5.86	4.51	665	2 600
苯并(a)蒽	2.30 ~ 18.70	6.01	2.28	261	1 600
䓞	2.78 ~ 17.90	6.61	1.95	384	2 800
苯并(b)荧蒽	4.52 ~ 32.2	12.62	6.84	320	1 880
苯并(k)荧蒽	2.81 ~ 14.4	5.36	1.65	280	1 620
苯并(a)䓛	2.08 ~ 26.0	7.73	2.75	430	1 600
二苯并(ah)蒽	0.95 ~ 11.5	5.29	0.65	63	260
苯并(ghi)䓞	5.08 ~ 31.67	14.73		430	1 600
ΣPAHs	36.99 ~ 241.77			4 022	44 792

注：表中含量单位为 ng/g。

4 结论

(1)三娘湾近岸海域表层沉积物中 PAHs 的总量范围为 37 ~ 241.8 ng/g,平均值为 90.8 ng/g,008 站位由于处在航道上其值相对较大,但与国内其他海域相比处于较低的含量水平,说明三娘湾海域人类活动对其影响相对较小。

(2)多种方法综合评判表明,三娘湾海域表层沉积物中 PAHs 的来源为混合来源,主要以燃烧释放的生成物为主,同时夹杂着石油源。

(3)三娘湾近岸表层沉积物中 PAHs 值和单体组分均远低于生态危害效应区间低值,表明多环芳烃对研究区生态环境的影响有限,但苯并(b)荧蒽和苯并(k)荧蒽的检出说明其对区内生态环境已产生一些不利影响,且通过对比发现区内的 PAHs 呈现较明显的增加,这一点还需引起重视。

参考文献(References)：

[1] Sverdrup L E, Nielsen T, Krogh P H. Soil ecotoxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons in relation to soil sorption, lipophilicity, and water solubility [J]. Environ Sci Technol, 2002, 36 (11) : 2429 - 2435.

[2] Baek S O, Field R A, Goldstone M E, et al. A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: sources, fate and behavior [J]. Water Air Soil Pollut, 1991, 60 (3/4) : 279 - 300.

[3] Khalili N R, Scheff P A, Holsen T M. PAH source fingerprints for coke ovens, diesel and, gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions [J]. Atmos Environ, 1995, 29 (4) : 533 - 542.

[4] 李斌, 吴莹, 张经. 北黄海表层沉积物中多环芳烃的分布及其

来源 [J]. 中国环境科学, 2002, 22 (5) : 429 - 432.

Li B, Wu Y, Zhang J. Distribution and source of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediment of the northern Yellow Sea [J]. China Environ Sci, 2002, 22 (5) : 429 - 432.

[5] 杨永亮, 麦碧娴, 潘静, 等. 胶州湾表层沉积物中多环芳烃的分布及来源 [J]. 海洋环境科学, 2003, 22 (4) : 38 - 43.

Yang Y L, Mai B X, Pan J, et al. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbon in sediments of Jiaozhou Bay [J]. Mar Environ Sci, 2003, 22 (4) : 38 - 43.

[6] 罗孝俊, 陈社军, 麦碧娴, 等. 珠江及南海北部海域表层沉积物中多环芳烃分布及来源 [J]. 环境科学, 2005, 26 (4) : 129 - 134.

Luo X J, Chen S J, Mai B X, et al. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from rivers of Pearl River delta and its nearby South China Sea [J]. Environ Sci, 2005, 26 (4) : 129 - 134.

[7] 李泽利. 锦州湾沉积物典型有机物组成及来源研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.

Li Z L. Composition and Source of Typical Organics in Jinzhou Bay Sediments [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2011.

[8] 中华人民共和国环境保护部. HJ 805—2016 土壤和沉积物多环芳烃的测定气相色谱-质谱法 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2016.

Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. HJ 805 - 2016 Soil and Sediment - determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon by Gas Chromatography - mass Spectrometry [S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2016.

[9] Yan W, Chi J S, Wang Z Y, et al. Spatial and temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Daya Bay, South China [J]. Environ Pollut, 2009, 157 (6) : 1823 - 1830.

[10] Hong H, Xu L, Zhang L, et al. Environmental Fate and Chemistry of Organic Pollutants in the Sediment of Xiamen and Victoria Harbours [J]. Mar Pollut Bull, 1995, 31 (4/12) : 229 - 236.

- [11] 崔振昂,黄向青. 广西钦州湾近岸表层沉积物多环芳烃分布特征及生态风险评价[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(33): 11824–11826, 11933.
- Cui Z A, Huang X Q. Distributions and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments from Qinzhou Bay, Guangxi[J]. J Anhui Agric Sci, 2014, 42(33): 11824–11826, 11933.
- [12] Krauss M, Wileke W. Predicting soil–water partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls by desorption with methanol–water mixtures at different temperatures[J]. Environ Sci Technol, 2001, 35(11): 2319–2325.
- [13] 余顺. 东京湾及河口区表层沉积物中污染物行为的研究: II. 多环芳烃的行为及其来源[J]. 海洋环境科学, 1988, 7(4): 10–16.
- Yu S. Study on the behavior of pollutants in the surface sediments of the Tokyo Bay and its estuary: II. The behavior and source of polycyclic aromatic hydrocarbons[J]. Mar Environ Sci, 1988, 7(4): 10–16.
- [14] Sicre M A, Marty J C, Salot A, et al. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in the Mediterranean aerosol[J]. Int J Environ Anal Chem, 1987, 29(1/2): 73–94.
- [15] 朱先磊, 刘维立, 卢妍妍, 等. 燃煤烟尘多环芳烃成分谱特征的研究[J]. 环境科学研究, 2001, 14(5): 4–8.
- Zhu X L, Liu W L, Lu Y Y, et al. Study on the characteristics of PAHs source profile of coal combustion[J]. Res Environ Sci, 2001, 14(5): 4–8.
- [16] Butler J D, Crossley P. Reactivity of polycyclic aromatic hydrocarbons adsorbed on soot particles[J]. Atmos Environ, 1981, 15(1): 91–94.
- [17] 邓伟. 南黄海、东海表层沉积物中脂肪烃与多环芳烃的分布特征及来源初步研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
- Deng W. A Preliminary Study on the Composition, Distribution and Source Apportionment of Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Sediments from the South Yellow Sea and East China Sea[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2013.
- [18] 杨敏, 倪余文, 苏凡, 等. 辽河沉积物中多环芳烃的污染水平与特征[J]. 环境化学, 2007, 26(2): 217–220.
- Yang M, Ni Y W, Su F, et al. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments of Liaohe River, China[J]. Environ Chem, 2007, 26(2): 217–220.
- [19] Maliszewska–Kordybach B. Polycyclic aromatic hydrocarbons in agricultural soils in Poland: Preliminary proposals for criteria to evaluate the level of soil contamination[J]. Appl Geochem, 1996, 11(1/2): 121–127.
- [20] CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). A Protocol for the Derivation of Environmental and Human Health Soil Quality Guidelines[M]. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 1996.
- [21] 朱文锋. 广东省沿海表层沉积物中多环芳烃研究[D]. 广州: 中国科学院研究生院(广州地球化学研究所), 2007.
- Zhu W F. Occurrence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Coastal Sediments off Guangdong Province[D]. Guangzhou: Graduate School of Chinese Academy of Sciences (Guangzhou Institute of Geochemistry), 2007.
- [22] 徐绍箐, 马启敏, 李泽利, 等. 锦州湾表层沉积物中多环芳烃测定与生态风险评价[J]. 环境化学, 2011, 30(11): 1900–1905.
- Xu S Q, Ma Q M, Li Z L, et al. Determination and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediment from Jinzhou Bay, China[J]. Environ Chem, 2011, 30(11): 1900–1905.

Characters and risk assessment of hydrocarbons in surface sediments of Sanniang Bay in Guangxi Province

PANG Guotao¹, YAN Kun^{1,2}, LI Wei¹

(1. Yantai Geological Survey Center of Coastal Zone, China Geological Survey, Shandong Yantai 264000, China;

2. School of Environmental Studies, China University of Geosciences (Wuhan), Hubei Wuhan 430074, China)

Abstract: In order to study the distribution characteristics and sources of hydrocarbons in the surface sediments of Sanniang Bay in Guangxi Province, the authors have collected five surface sediments samples in October 2019 and analyzed their polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) using GC–MSD method. The results showed that the PAHs content was 37 ~ 241.8 ng/g, which was generally in a low level, but it markedly increased in recent years. The component analysis on PAHs source indicated that the main source is combustion source and mixed oil source. The ecological risk assessment of PAHs was carried out by the effect interval method, and it was found that the PAHs content was in low risk level. The comprehensive study shows that the overall ecological environment of Sanniang Bay is good, but the impact of human activities on PAHs is obvious and needs to be paid continuous attention.

Keywords: Sanniang Bay; sediment; polycyclic aromatic hydrocarbons; risk assessment

(责任编辑: 沈效群)