黄海近岸表层沉积物中 DDTs、PCBs 与酞酸酯的地理分布

刘文新[1], 凌晰[1], 陈江麟[2], 范永胜[1], 陶澍[1]
(1.北京大学城市与环境学院地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871; 2. 国家海洋局北海分局, 青岛 266033)

摘要: 依据第二次全国海洋污染基线调查数据, 考察黄海近岸表层沉积物中 PAEs、DDTs 和 PCBs 污染物的地理分布、组成特征, 并基于相应的沉积物质量警戒水平, 进行初步的生态风险评价. 结果表明, 黄海近岸海区 PAEs 的高值站点集中在大连湾(1 389.8 ng/g)和旅顺(1 928.0 ng/g)周边海域, 已超出相应的警戒水平, 各海区主要组分为二丁基和 2-乙基己基酞酸酯. 黄海近岸海区只有大连湾出口海域沉积物中 PCBs 浓度(24.2 ng/g)稍高于 ERL 警戒水平(22.7 ng/g); 而超过 ERL 警戒水平(1.58 ng/g)的 DDTs 较高浓度站点则主要位于大连湾(6.3 ~ 7.6 ng/g)、烟台-威海近岸(4.5 ~ 10.3 ng/g)、胶州湾(5.5 ~ 21.2 ng/g)和海州湾(27.4 ~ 62.9 ng/g)近海区域, 其中海州湾一站点沉积物浓度甚至超过 ERM 警戒水平(46.1 ng/g). DDTs 组成分析显示, p, p'-DDT的代谢产物主要是 p, p'-DDD; 在大连湾、威海、胶州湾和海州湾近岸海区以及山东半岛东部外海仍存在有 DDT 的输入, 其来源可能是工业三氯杀螨醇和/或工业 DDT 产品. 这些海区表层沉积物存在一定的生态风险, 尤其是海州湾的个别站点, 潜在生态风险更高.

关键词: 黄海; 表层沉积物; 痕量有机污染物; 分布; 潜在生态风险
中图分类号: X53 **文献标识码**: A **文章编号**: 0250-3301(2008)07-1761-07

Geographical Distribution of DDTs, PCBs and Phthalate Esters in Coastal Surface Sediments of Yellow Sea

LIU Wen-xin[1], LING Xi[1], CHEN Jiang-lin[2], FAN Yong-sheng[1], TAO Shu[1]
(1. Laboratory for Earth Surface Processes, College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 2. North China Sea Branch of State Oceanic Administration, Qingdao 266033, China)

Abstract: Using the data of the second survey of marine pollution baseline, the geographical distribution and constitution were investigated, and preliminarily evaluated the ecological risk based on the corresponding sediment quality guidelines. The results showed that, the sites with high concentrations of PAEs over the corresponding guidelines were mainly located in the Dalian Bay (1 389.8 ng/g) and surrounding sea areas of Lvshun (1 928.0 ng/g), and the main components of PAEs were DBP and DEHP. Only at the outlet of Dalian Bay, the concentration of PCBs (24.2 ng/g) was slightly higher than the ERL guideline level (22.7 ng/g), while the sites with concentrations exceeding the ERL guideline (1.58 ng/g) were mostly situated in the coastal areas of Dalian Bay (6.3-7.6 ng/g), Yantai-Weihai (4.5-10.3 ng/g), Jiaozhou Bay (5.5-21.2 ng/g) and Haizhou Bay (27.4-62.9 ng/g), and the content at one site was even above the ERM guideline (46.1 ng/g). The compositions of DDT indicated that, the main metabolites of p, p'-DDT was p, p'-DDD, and there may be new inputs of DDT in the coastal areas of Dalian Bay, Weihai, Jiaozhou Bay and Haizhou Bay, as well as the outer sea area of Shandong Peninsula, where the possible sources were technical dicofol and/or technical DDT. The surface sediments in these sea areas had certain ecological risk, especially at one individual site in the Haizhou Bay with much higher ecological risk.

Key words: Yellow Sea; surface sediments; trace organic pollutants; distribution; potential ecological risk

滴滴涕(DDTs)和多氯联苯(PCBs)属于持久性有机污染物(POPs), 已被列入优先控制名单, 因其难降解、生物富集和毒副作用而受到政府管理者、研究人员和公众的广泛关注. 另有报道指出邻苯二甲酸酯类(即酞酸酯类, phthalate esters, PAEs)具有内分泌干扰作用[1]. 上述亲脂性有机污染物易于吸附在固体颗粒上, 通过各种传输途径进入水体沉积物, 当环境条件发生变化时又会释放出来, 因此, 沉积物兼有汇和源的双重特性. 虽然 DDT 等有机氯农药已被禁用, 但由于以往大量输入的历史性残留和新的输入来源(如含 DDT 杂质的农药三氯杀螨醇[2]及小型渔船外用涂料[3])导致沉积物中时常有 DDT 检出, 因此针对沉积物的环境行为研究仍然具有重要意义.

近年来, 黄海沿岸快速城市化和工业化过程造成严重的负面影响, 各类污染物未经处理直接排入近海, 环境质量趋于恶化[4,5]. 前期有关黄海沉积物

收稿日期: 2007-07-11; **修订日期**: 2007-08-03
基金项目: 国家自然科学基金项目(40571139); 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2003CB415004, 2002CB410810)
作者简介: 刘文新(1967 ~), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为环境生物地球化学, E-mail: wxliu@urban.pku.edu.cn

的研究大都限于局部海域，样点较少且分布不均[6~14].本研究利用第二次全国海洋污染基线调查数据，考察黄海近岸表层沉积物中 DDTs、PCBs 和 PAEs 的地理分布和组成特征，参照相应的沉积物质量警戒水平进行潜在生态风险的初步评价，以期为控制和治理污染、保证区域可持续发展提供基础数据和背景材料.

1 材料与方法

1.1 样品采集

调查海域根据距海岸线 10～20 km 划分为近岸区（站点 1～67）和外海区（站点 S1～S15），站点位置如图 1 所示.近岸区和外海区样品分别利用 QNCI-3 型和 QNCI-4 型抓斗采泥器采集.样品密封保存在铝盒或玻璃瓶中（0～4℃），并尽快送回实验室.

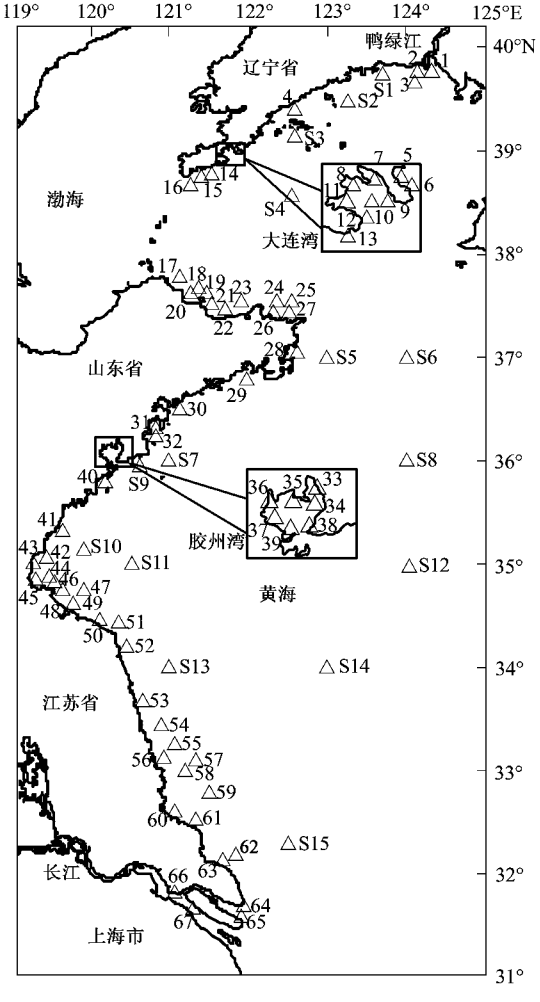


图 1 监测站点分布

Fig.1 Sketch map of monitoring station

1.2 样品处理与检测

DDTs 检测：样品冷冻干燥后研磨过 80 目筛.称取 20 g，加 4 g 无水 Na_2SO_4 混匀，用正己烷-丙酮混合溶剂（体积比，1∶1）索氏提取 16 h（60℃水浴）.提取液加高纯铜粉脱硫，经 Na_2SO_4 层析柱滤去铜粉，旋蒸氮吹浓缩至 1.0 mL.浓缩液通过玻璃净化柱（自下而上依次填充 1 cm 无水 Na_2SO_4，5 g 弗罗里土，1 cm 无水 Na_2SO_4），加入 100 mL 混合溶剂（二氯甲烷＋正己烷，体积比，3∶7）淋洗.洗脱液经旋蒸（80℃水浴）氮吹浓缩至 0.5 mL，加正己烷定容至 1.0 mL，再放入玻璃微型活性炭层析柱（自下而上依次填充 1 cm 无水 Na_2SO_4，1 g 40～180 目活性炭，1 cm 无水 Na_2SO_4），然后加入 100 mL 丙酮淋洗，收集洗脱液（仅含少量 PCBs，绝大部分 PCBs 被活性炭柱吸附）.70℃水浴旋蒸氮吹浓缩至 0.5 mL，加正己烷至 1.0 mL.利用配备电子捕获检测器（^{63}Ni）的气相色谱仪（GC-ECD，HP 5890）测定.在相同色谱参数条件下，注入浓度相近体积相同的混合标准进行分析，根据各组分保留时间定性，外标法定量，检出限为 0.2 ng/g（*p*，*p*′-DDE 为 0.1 ng/g）.定量添加标准的沉积物样品的平均回收率为 90%～99%，重复性相对标准偏差为 2.8%～4.7%.本次污染基线调查主要检测 *p*，*p*′-DDT、*o*，*p*′-DDT、*p*，*p*′-DDD 和 *p*，*p*′-DDE.

PCBs 检测：样品萃取、脱硫、弗罗里土层析柱净化过程与 DDTs 类似.将净化液 1.0 mL 放入玻璃微型活性炭层析柱（填充成分和次序与 DDTs 一致），加 100 mL 丙酮淋洗，洗脱液作为第一馏分（含少量 PCBs），改用 100 mL 苯淋洗，洗脱液作为第二馏分（主要为 PCBs）.第一、二馏分分别在 70℃、90℃水浴中旋蒸氮吹浓缩至 0.5 mL，加正己烷定容至 1.0 mL.最后完成 GC-ECD 分析.在相同色谱参数条件下，注入浓度相近体积相同的标准进行分析，根据组分保留时间定性，外标法定量（两馏分中 PCBs 含量之和为总量），平均检出限为 0.3 ng/g.定量添加标准的沉积物样品的平均回收率为 87%～96%，重复性相对标准偏差为：3.4%～4.0%.本次基线调查检测 10 种常见 PCBs 同系物（IUPAC 编号）.DDTs 和 PCBs 检测的操作细节参见文献[15].

PAEs 检测：沉积物样品首先经过相似的索氏提取，使用填充柱（Snyder 柱）进行分离、净化和旋蒸氮吹浓缩.与实际样品在相同色谱参数条件下，注入浓度相近体积相同的标准进行气相色谱-质谱（GC-MS，HP 5890II/5972）分析，详细的操作内容可参见文献[16].检出限分别为：二丁基酞酸酯（di-*n*-butyl

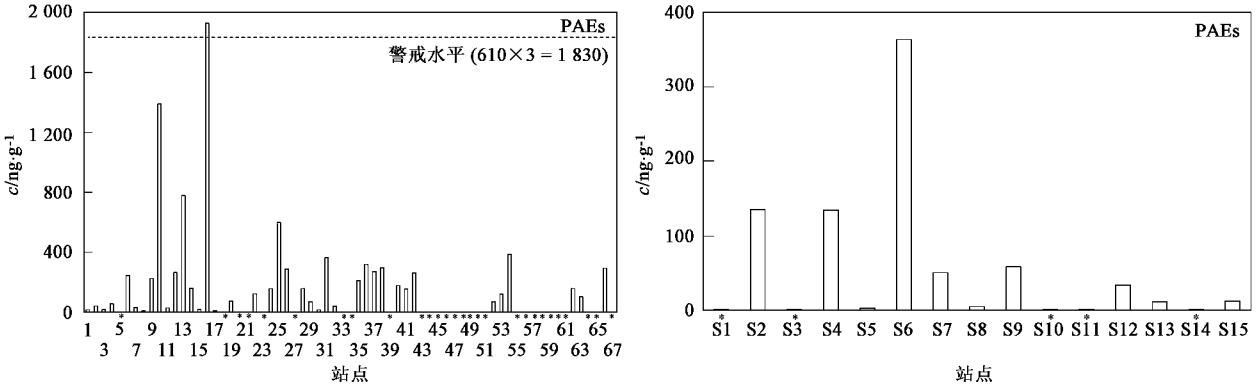
phthalate，DBP）0.5 ng/g，二异丁基酞酸酯（di-*iso*-butyl phthalate，DIBP）0.5 ng/g，2-乙基己基酞酸酯［bis（2-ethylhexyl）phthalate，DEHP］1.3 ng/g.

2　结果与讨论

近岸 67 个站点中 PAEs、PCBs 和 DDTs 的检出率分别为 58.2%、100% 和 47.8%；外海 15 个站点中 PAEs、PCBs 和 DDTs 的检出率分别为 66.7%、100% 和 26.7%（下文结果中未检出样品采用检出限的一半代替）.

2.1　酞酸酯 PAEs 分布与组成

PAEs 较高含量出现在大连湾周边的近岸站点 10、13 和旅顺附近的站点 16；外海站点则是位于山东半岛东部的 S6（如图 2 所示）.鉴于国内没有颁布海洋沉积物中 PAEs 质量标准，而国际上普遍采用的海洋或河口沉积物质量警戒水准中也没有包括 PAEs[17]，为此，本研究借用国家海洋局推荐的美国华盛顿州颁布的质量警戒水平（即各组分均为 610 ng/g）[18].据此，3 种主要组分的加和超过总警戒水平（610×3 = 1 830 ng/g）的近岸站点 16 位于旅顺附近.图 3 显示各站点 PAEs 的组成，其特征表现为各海区站点（包括近岸和外海）中 DIBP 所占份额通常较低，主要成分是二丁基酞酸酯 DBP 和 2-乙基己基酞酸酯 DEHP，其中，DEHP 和 DBP 的含量高于各自警戒水平的分别为大连湾近岸站点 10 和旅顺近岸站点 16，都位于北黄海海域.



未检出样品采用检测限一半替代，以 * 号标识，下同

图 2　黄海站点表层沉积物 PAEs 浓度分布

Fig.2　Distribution of phthalate concentrations in the surface sediments of Yellow Sea

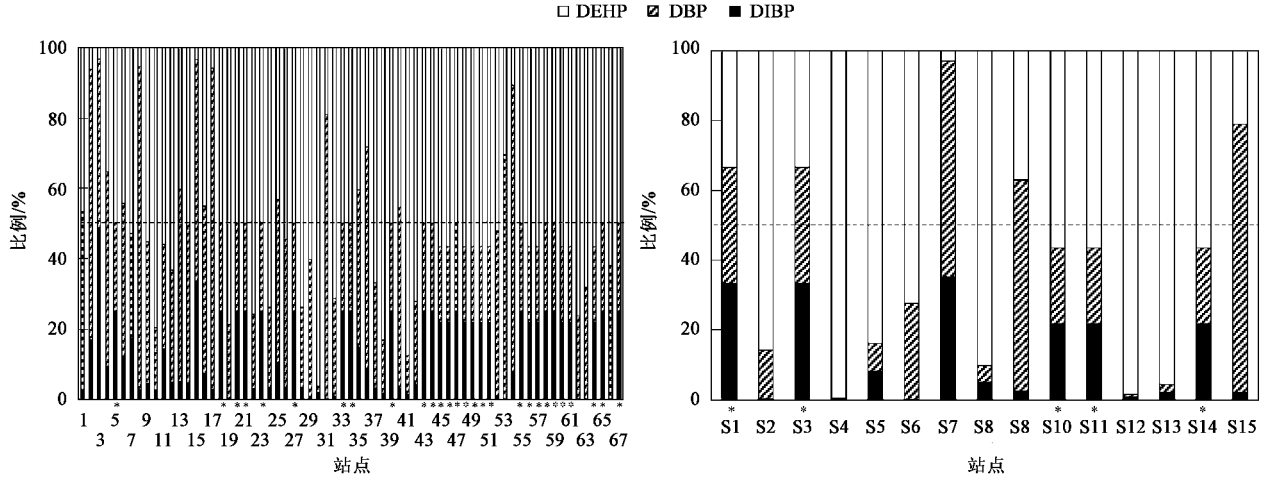


图 3　黄海站点表层沉积物中 PAEs 组成比例

Fig.3　Compositional percentage of PAEs in surface sediments of Yellow Sea

2.2　多氯联苯 PCBs 与滴滴涕 DDTs 分布与组成

黄海海区近岸和外海站点的 PCBs 浓度分布如图 4 所示.

总体而言，黄海海区近岸站点的 PCBs 浓度普遍

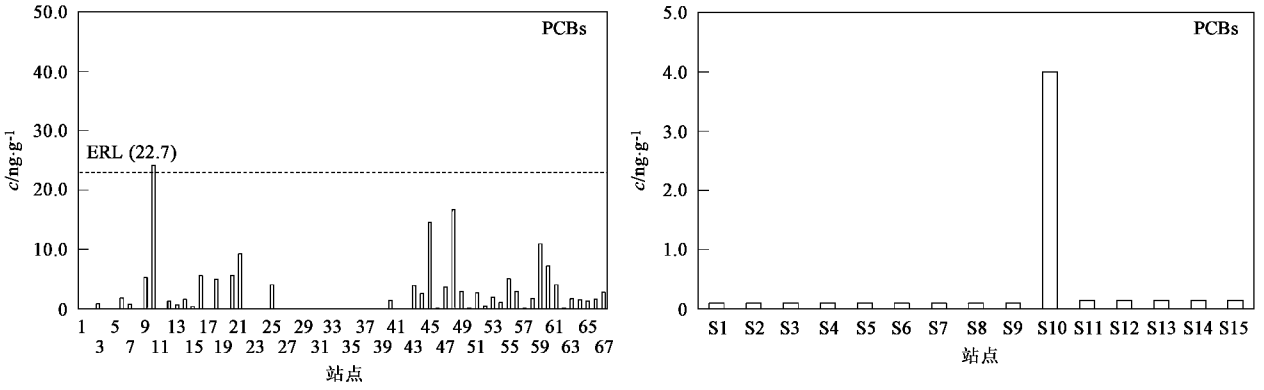


图 4 黄海站点表层沉积物中 PCBs 浓度分布

Fig.4 Distribution of PCBs concentrations in the surface sediments of Yellow Sea

较低，只有大连湾出口处站点 10 的表层沉积物中 PCBs 含量略超过效应范围低值 ERL，也超出国家海洋沉积物质量标准第一类水平（20 ng/g）[18]；就外海而言，海州湾的站点 S10 浓度较高，但明显低于近岸站点.

明显超出 DDTs 检出限并高于 ERL 境界水平的近岸站点主要集中在下述海域：大连湾（站点 6～10）、烟台-威海近岸（站点 23～26）、胶州湾（站点 34、35）、海州湾（站点 42～44、47、48）、上海长江口（站点 67），值得注意的是海州湾站点 42 已高于效应范围中值 ERM 警戒水平；而外海站点的 DDTs 总浓度则都不高，只有 4 个站点有检出.相形之下，我国新近颁布的海洋沉积物质量三类标准中有关 DDTs 的阈值比较高（分别为 20、50、100 ng/g）[18].

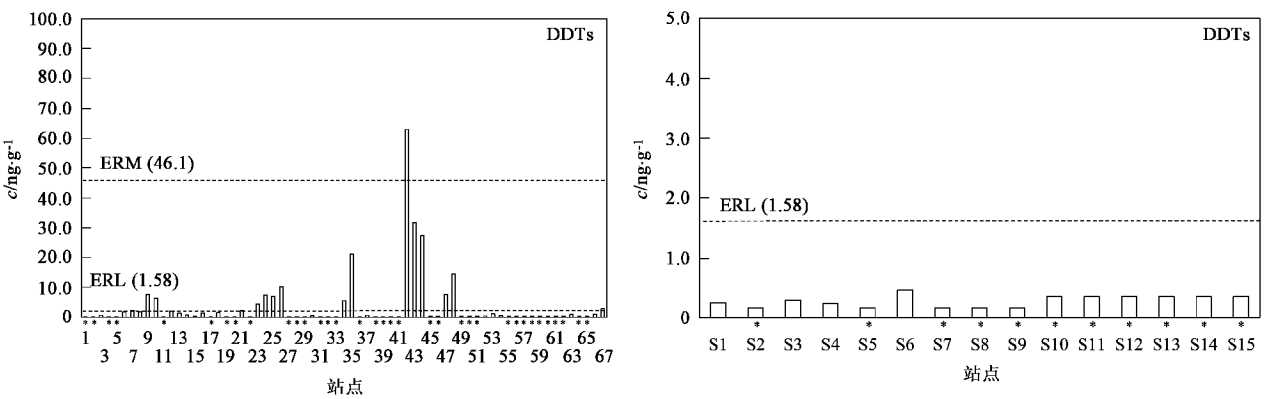


图 5 黄海站点表层沉积物中 DDTs 浓度分布

Fig.5 Distribution of DDTs concentrations in the surface sediments of Yellow Sea

一般地，耗氧条件下 DDT 易脱氯生成 DDE，缺氧条件下 DDD 是主要降解产物[19].有研究表明，p,p'-DDT与其代谢产物（p,p'-DDE + p,p'-DDD）的含量比值指示 DDT 降解程度以及可能的近期输入或受环境条件限制降解缓慢[20~22].表层沉积物中 DDTs 的组成及比值结果显示（图 6 和图 7），大连湾（站点 8、9）、威海（站点 24、26）、胶州湾（站点 34）和海州湾（站点 44、48）的近岸站点，以及山东半岛东部外海的 S6 站点所拥有的较高的p,p'-DDT比例指示附近区域近期存在 DDT 的输入，例如小规模非法施用 DDT、其它正在使用的含有 DDT 杂质的有机氯农药（三氯杀螨醇等[20]），同时，黄海沿海小型船舶使用含 DDT 杂质的防腐涂料也是可能的来源之一[3].黄海海域 p,p'-DDT 的主要降解产物为 p,p'-DDD，少数站点因可能的扰动作用而造成 p,p'-DDE占优势.此外，几个近岸站点，如 18（蓬莱）、23（烟台-威海）、30（海阳）、35 和 37（胶州湾），o,p'-DDT占据明显比例优势，原因尚不清楚，有待进一步调查.

近期研究表明，DDT 工业产品、三氯杀螨醇（dicofol）工业产品所对应的特征 o,p'-DDT 与 p,p'-DDT比值范围分别为接近 0.2～0.3 或更低、1.3～9.3 或更高[23].黄海海域各站点特征比值的结果如图 8 所示.据此，本研究对于可能存在 DDT 近

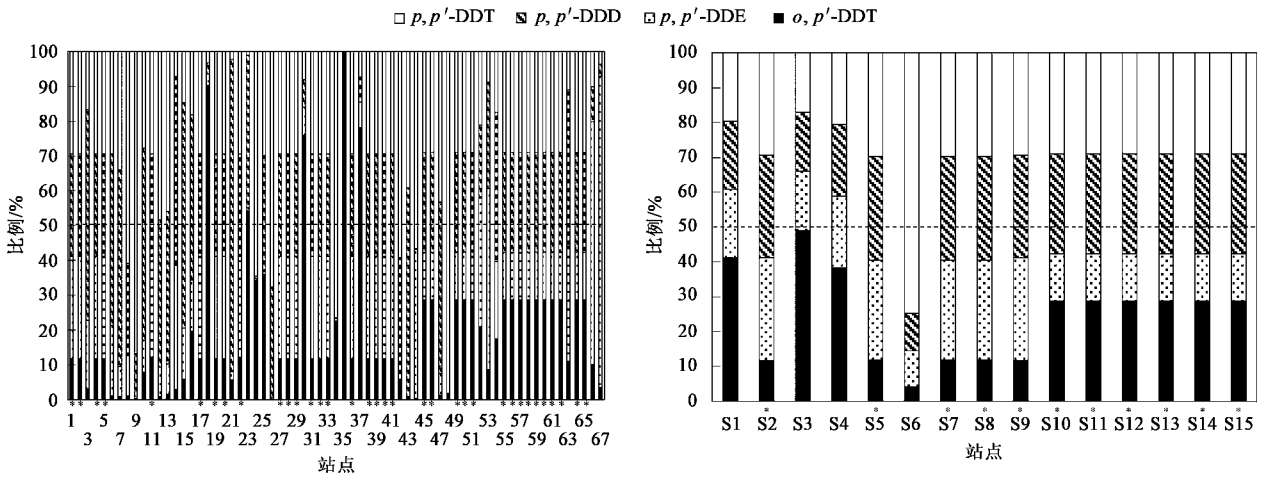
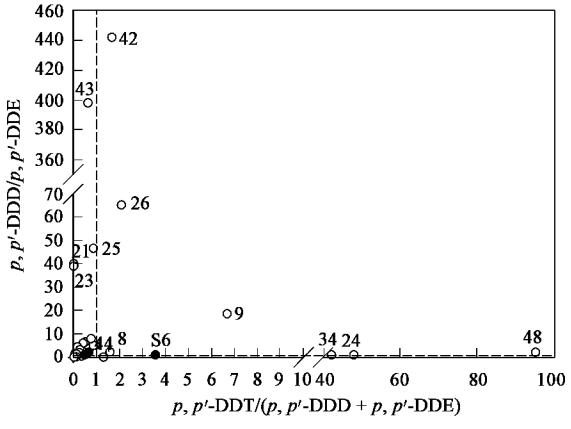


图 6　黄海站点表层沉积物中 DDTs 的组成比例

Fig.6　Compositional percentage of DDTs in surface sediments of Yellow Sea



图中标识出具有较高比值的站点

图 7　黄海沿岸表层沉积物中 DDTs 组分比值

Fig.7　Ratio between p,p'-DDT and the metabolites in coastal surface sediments of Yellow Sea

期输入[即具有较高 p,p'-DDT/(p,p'-DDE + p,p'-DDD)数值]的站点大体划分为 3 类：①源于 DDT 工业品(如站点 34)；②源于三氯杀螨醇工业产品(如站点 8、9、26、44、48 和 S6)；③两者混和源(如站点 24).

2.3　有机污染的潜在生态风险

依据美国华盛顿州颁布的 PAEs 质量警戒水平(各组分均为 610 ng/g)，大连湾近岸站点 10 的 DEHP、旅顺近岸站点的 DBP 和 DEHP 超出该警戒水平，具有一定的潜在暴露风险，而其它绝大多数站点(包括外海站点)均较低. Long 等[17]收集大量实测数据，按一定标准筛选后，根据出现生物毒害效应的风险几率，确定海洋及河口沉积物污染的质量警戒水平，分为效应范围低值(effect range low，ERL，风险发生几率 < 10%)、效应范围中值(effect range median，

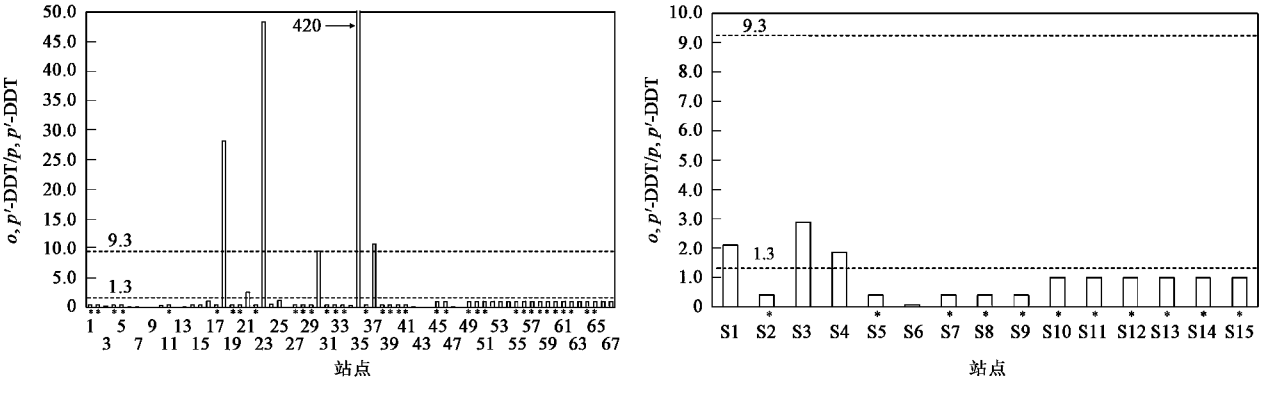
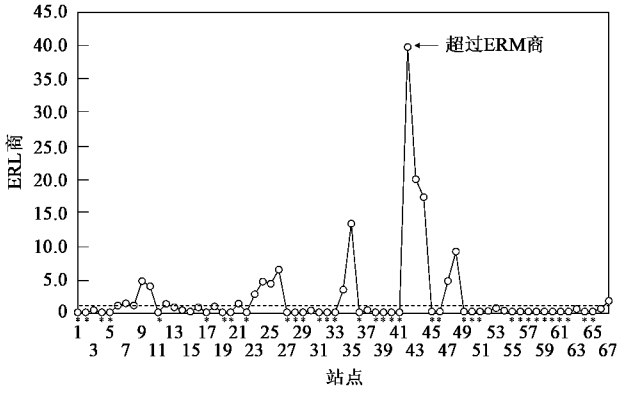


图 8　黄海沿岸表层沉积物中 o,p'-DDT 与 p,p'-DDT 的比值关系

Fig.8　Ratio of o,p'-DDT to p,p'-DDT in surface sediments in coastal areas of Yellow Sea

ERM，风险发生几率 > 50%)和效应范围高值(effect range high，ERH，风险频繁发生). PCBs 高于 ERL(也超过海洋沉积物国家质量标准第一类阈值)的唯一站点 10 位于大连湾出海口. 就 DDTs 而言，根据实测

含量与相应 ERL 质量警戒水平的比值(即 ERL 商)结果(如图 9),在大连湾(站点 9、10)、烟台-威海(站点 23 ~ 26)、胶州湾(站点 34、35)和海州湾(站点 42 ~ 44 和 47、48)的近岸站点,特征 ERL 商值明显超出 1.0,附近的底栖环境可能存在一定生态风险,其中海州湾内个别站点(42)的浓度甚至超过 ERM 水平,其生态风险更高,应予以特别关注;而外海海区的潜在风险普遍较低.



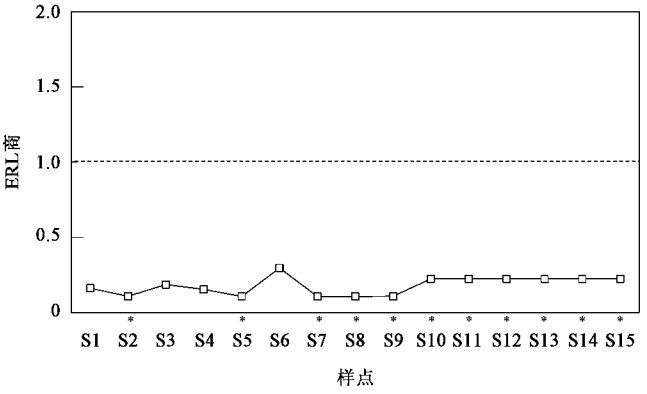


图 9 黄海沿岸表层沉积物中 DDTs 潜在生态风险

Fig.9 Potential ecological risk of DDTs in the surface sediments in the coastal areas of Yellow Sea

3 结论

(1) 黄海海区表层沉积物中 PAEs 浓度超过相应警戒水平的高值站点集中在旅顺和大连湾近岸海区.大连湾、烟台-威海、胶州湾和海州湾近岸海区表层沉积物 DDTs 含量明显高于 ERL 警戒水平,而 PCBs 浓度超出 ERL 的表层沉积物站点仅出现在大连湾海区.

(2) 黄海近岸各海区表层沉积物中 PAEs 的主要成分是 DBP 和 DEHP.大部分站点 p,p'-DDT的主要降解产物为 p,p'-DDD,少数站点 p,p'-DDE 占优.特征比值表明大连湾、威海、胶州湾和海州湾近岸站点,以及山东半岛东部外海站点可能有新的 DDT 输入,来源包括 DDT 工业产品、三氯杀螨醇工业产品及两者的混合.

(3) 对照相应的质量警戒水平,黄海旅顺和大连湾近岸海域存在一定的酞酸酯暴露风险;大连湾出口海区还有一定的 PCBs 生态风险.而在大连湾、烟台-威海、胶州湾和海州湾近岸海域,都具有一定的 DDTs 潜在生态风险,其中,海州湾个别站点的生态风险更高,需要引起足够的重视.

参考文献:

[1] Tyler C R, Jobling S, Sumpter J P. Endocrine disruption in wildlife: a critical review of the evidence [J]. Critical Review Toxicol, 1998, **28**: 319-361.

[2] Qiu X H, Zhu T, Yao B, *et al*. Contribution of dicofol to the current DDT pollution in China [J]. Environ Sci & Technol, 2005, **40**: 4385-4390.

[3] Wang J, Guo L L, Li J, *et al*. Passive air sampling of DDT, chlordane and HCB in the Pearl River Delta, South China: implications to regional sources [J]. J Environ Monitor, 2007, **9**: 582-588.

[4] 徐恒振,周传光,马永安,等. 中国近海近岸海域沉积物环境质量 [J]. 交通环保,2000,**21**(3):16-17.

[5] 马德毅,王菊英. 中国主要河口沉积物污染及潜在生态风险评价 [J]. 中国环境科学,2003,**23**(5):521-525.

[6] 梁源高,任荣珠. 山东北部近岸海域 10 年环境质量评价 [J]. 海洋通报,1997,**16**(2):44-50.

[7] 李洪,付宇众,周传光,等. 大连湾和锦州湾表层沉积物中有机氯农药和多氯联苯的分布特征 [J]. 海洋环境科学,1998,**17**(2):73-76.

[8] 刘现明,徐学仁,张笑天,等. 大连湾沉积物中的有机氯农药和多氯联苯 [J]. 海洋环境科学,2001,**20**(4):40-44.

[9] Ma M, Feng Z, Guan C, *et al*. DDT, PAH and PCB in Sediments from the Intertidal Zone of the Bohai Sea and the Yellow Sea [J]. Mar Pollut Bull, 2001, **40**(2): 132-136.

[10] Wu Y, Zhang J, Mi T Z, *et al*. Occurrence of n-alkanes and polycyclic aromatic hydrocarbons in the core sediments of the Yellow Sea [J]. Mar Chem, 2001, **76**: 1-15.

[11] 王菊英,马德毅,鲍永恩,等. 黄海和东海海域沉积物的环境质量评价 [J]. 海洋环境科学,2003,**22**(4):21-24.

[12] 杨永亮,潘静,李悦,等. 青岛近海沉积物 PCBs 的水平与垂直分布及贝类污染 [J]. 中国环境科学,2003,**23**(5):515-520.

[13] Wu Y, Zhang J, Zhu Z J. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the sediments of the Yalujiang Estuary, North China [J]. Mar Pollut Bull, 2003, **46**: 619-625.

[14] Oh, J R, Choi H K, Hong S H, *et al*. A preliminary report of persistent organochlorine pollutants in the Yellow Sea [J]. Mar Pollut Bull, 2005, **50**: 217-222.

[15] 中华人民共和国国家标准. GB 17378-1998，海洋监测规范[S]. 北京：中国标准出版社，1999.

[16] 美国环境保护局(中国环境监测总站译). 固体废弃物试验分析评价手册[M]. 北京：中国环境科学出版社，1992. 247-251.

[17] Long E R，MacDonald D D，Smith S L，*et al*. Incidence of adverse biological effects with ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments[J]. Environ Manage，1995，**19**(1)：81-97.

[18] 中华人民共和国国家标准. GB 18668-2002，海洋沉积物质量[S]. 北京：中国标准出版社，2002.

[19] Guenzi W D，Beard W E. Anaerobic biodegradation of DDT to DDD in soil[J]. Science，1967，**156**：1116-1117.

[20] Qiu X，Zhu T，Li J，*et al*. Organochlorine pesticides in the air around the Taihu Lake，China[J]. Environ Sci & Technol，2004，**38**：1368-1374.

[21] Jaga K，Dharmani C. Global surveillance of DDT and DDE levels in human tissue[J]. Int J Occup Med Environ Health，2003，**16**：7-20.

[22] Chen S J，Luo X J，Mai B X，*et al*. Distribution and mass inventories of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of the Pearl River Estuary and the Northern South China Sea[J]. Environ Sci & Technol，2006，**40**：709-714.

[23] Li X H，Zhu Y F，Liu X F，*et al*. Distribution of HCHs and DDTs in soils from Beijing City，China[J]. Arch Environ Contam Toxicol，2006，**51**：329-336.

《环境科学》征稿简则

1. 来稿报道成果要有创新性，论点明确，文字精炼，数据可靠. 全文不超过 8000 字(含图、表、中英文摘要及参考文献). 国家自然科学基金项目、国家科技攻关项目、国际合作项目或其它项目请在来稿中注明(在首页以脚注表示). 作者投稿时请先登陆我刊网站(www.hjkx.ac.cn)进行注册，注册完毕后以作者身份登录，按照页面给出的提示信息投稿即可.

2. 稿件请按 GB 7713-87《科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》中学术论文的规范撰写. 论文各部分的排列顺序为：题目；作者姓名；作者工作单位、地址、邮政编码；中文摘要；关键词；中图分类号；英文题目；作者姓名及单位的英译名；英文摘要；关键词；正文；致谢；参考文献.

3. 论文题目应简练并准确反映论文内容，一般不超过 20 字，少用副标题.

4. 中文摘要不少于 300 字，以第三人称写. 摘要内容包括研究工作的目的、方法、结果(包括主要数据)和结论，重点是结果和结论. 英文摘要与中文对应，注意人称、时态和语言习惯，以便准确表达内容.

5. 前言包括国内外前人相关工作(引文即可)和本工作的目的、特点和意义等. 科普知识不必赘述.

6. 文中图表应力求精简，同一内容不得用图表重复表达，要有中英文对照题目. 图应大小一致，曲线粗于图框，图中所有字母、文字字号大小要统一. 表用三线表. 图表中术语、符号、单位等应与正文一致.

7. 计量单位使用《中华人民共和国法定计量单位》(SI). 论文中物理计量单位用字母符号表示，如 mg(毫克)，m(米)，h(小时)等. 科技名词术语用国内通用写法，作者译的新名词术语，文中第一次出现时需注明原文.

8. 文中各级标题采用 1，1.1，1.1.1 的形式，左起顶格书写，3 级以下标题可用(1)，(2)……表示，后缩 2 格书写.

9. 文中外文字母、符号应标明其大小写，正斜体. 生物的拉丁学名为斜体. 缩略语首次出现时应给出中文全称，括号内给出英文全称和缩略语.

10. 未公开发表资料不列入参考文献，可在出现页以脚注表示. 文献按文中出现的先后次序编排. 常见文献书写格式为：

期刊：作者(外文也要姓列名前). 论文名[J]. 期刊名，年，卷(期)：起页～止页.

图书：作者. 书名[M]. 出版地：出版社，年. 起页～止页.

会议文集：作者. 论文名[A]. 见(In)：编者. 文集名[C]. 出版地：出版社(单位)，年. 起页～止页.

学位论文：作者. 论文名[D]. 保存地：保存单位，年份.

报告：作者. 论文名[R]. 出版地. 出版单位，出版年.

专利：专利所有者. 专利题名[P]. 专利国别：专利号，出版日期.

11. 来稿文责自负，切勿一稿多投. 编辑对来稿可作文字上和编辑技术上的修改和删节. 在 3 个月内未收到本刊选用通知，可来电询问. 对未刊稿件一般不退，请作者自留底稿.

12. 投稿请附作者单位详细地址，邮编，电话号码，电子邮箱等. 编辑部邮政地址：北京市 2871 信箱；邮编：100085；电话：010-62941102，010-62849343；传真：010-62849343；E-mail：hjkx@rcees.ac.cn；网址：www.hjkx.ac.cn