禁用后有机农药六六六在胶州湾海域的含量年份变化

陈　豫[1], 艾　鸿[1], 赵慧娟[1], 杨丹枫[2], 杨东方[3, 4]

(1. 上海海洋大学 信息学院, 上海 201306; 2. 复旦大学 信息科学与工程学院, 上海 200433; 3. 上海海洋大学 生命学院, 上海 201306; 4. 国家海洋局 北海环境监测中心, 山东 青岛 266033)

摘要: 根据 1985~1989 年的胶州湾水域调查资料, 分析有机农药 HCH 在胶州湾水域的含量大小、年份变化和季节变化。研究结果表明: 在 1985~1989 年期间, 水体中 HCH 的含量全部低于一类海水的水质标准, 保持着一类海水水质。在 HCH 含量方面, 在胶州湾整个水域, 水质非常的清洁。HCH 在胶州湾水体中的含量是很低的 0.2095 μg/L, 就出现了胶州湾水体中 HCH 含量在年份的变化是振荡的变化, 其变化范围为: 0.002~0.2095 μg/L。而且在一年中季节变化就没有了。然而, 水体中 HCH 的低含量却是长期存在的, 很难从环境中消失。

关键词: HCH; 含量; 年份; 变化; 胶州湾

中图分类号: X52　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1000-3096(2015)12-0112-06

doi: 10.11759/hykx20150516002

六六六(HCH), 学名: 六氯环己烷, 是环己烷每个碳原子上的一个氢原子被氯原子取代形成的饱和化合物, 对昆虫有触杀、熏杀和胃毒的作用, 曾经是效果最好的杀虫剂之一。在我国, 已于 20 世纪 80 年代初期禁止使用, 然而, 六六六(HCH)对于环境造成了大量的污染。广泛的使用进入水体, 最后进入到海洋, 如胶州湾[1-11]。因此, 研究水体中 HCH 的含量变化, 对了解 HCH 对环境造成持久性的污染有着非常重要的意义。

1983 年我国禁止 HCH 使用后, 本文根据 1985~1989 年胶州湾的调查资料, 研究 HCH 在胶州湾海域的的含量变化, 为确定 HCH 在胶州湾海域的迁移过程提供理论依据。

1　调查水域、材料与方法

1.1　胶州湾自然环境

胶州湾为一半封闭型海湾, 位于黄海中部、中国山东省山东半岛南部, 被青岛、胶州、胶南等市县区所环抱(图 1), 位于 35°55′~36°18′N, 120°04′~120°23′E, 面积为 390 km^2, 平均水深为 7 m, 最大水深为 50 m, 湾口最窄处自薛家岛北端至团岛南端仅 2.5 km, 湾内南北向最大长度约 40 km, 东西向最大宽度约 28 km, 湾内宽阔开敞, 自然条件有相对的独立性。注入胶州湾的河流有漕汶河, 岛耳河, 洋河, 南胶莱河, 大沽河, 桃源河, 洪江河, 石桥河, 墨水河, 白沙河, 李村河等 11 条河流。

1.2　数据来源与方法

本文采用的调查数据来自国家海洋局北海监测中心。胶州湾水体 HCH 的调查[13-18]是按照国际标准方法进行, 并参考了古堂秀等[12]的方法。

在 1985 年 4 月、7 月和 10 月; 1986 年 4 月、7 月和 10 月; 1987 年 5 月、7 月和 11 月; 1988 年 4 月、7 月和 10 月; 1989 年 4 月、8 月、9 月和 10 月, 进行胶州湾水体 HCH 的调查[13~18]。其站位如图表示(图 2~图 6)。

2　结果

2.1　含量大小

于 1985 年、1986 年、1987 年、1988 年、1989 年对胶州湾水体中的 HCH 进行调查, 展示了其含量的变化(表 1)。

1985 年 4 月、7 月和 10 月, 胶州湾整个水域 HCH 含量都非常低。其在胶州湾水体中的质量浓度为 0.002~0.149 μg/L, 远远低于国家一类海水的水质

收稿日期: 2015-02-22; 修回日期: 2015-06-15

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX 2-207); 国家海洋局海洋溢油鉴别与损害评估技术重点实验室基金资助项目(07EMC08); 国家海洋局北海监测中心主任科研基金资助项目(05EMC16)

作者简介: 陈豫(1968-), 女, 副教授, 主要从事海洋环境学、数据库研究; 杨东方, 通信作者, 男, 教授, 主要从事海洋环境学、生态学、生物地球化学研究; E-mail: dfyang@shou.edu.cn

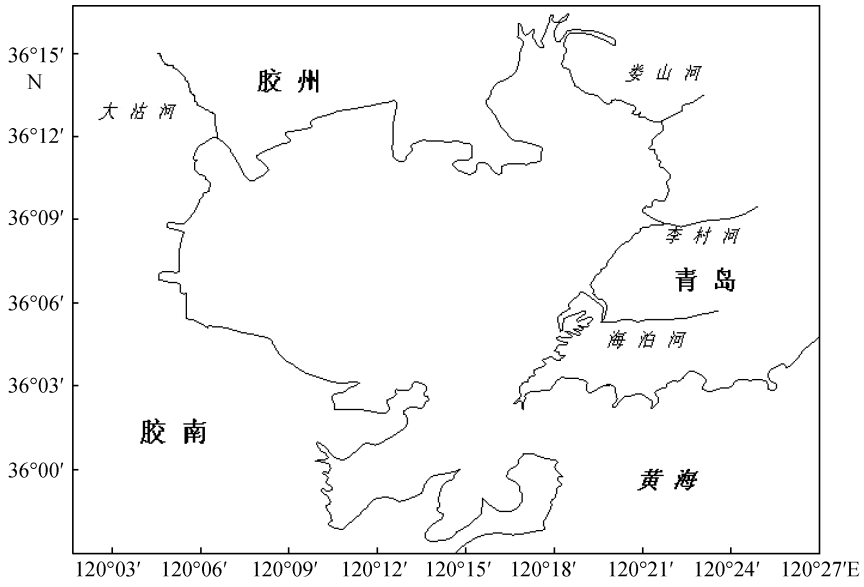


图 1　胶州湾地理位置

Fig.1　Geographical location of Jiaozhou Bay

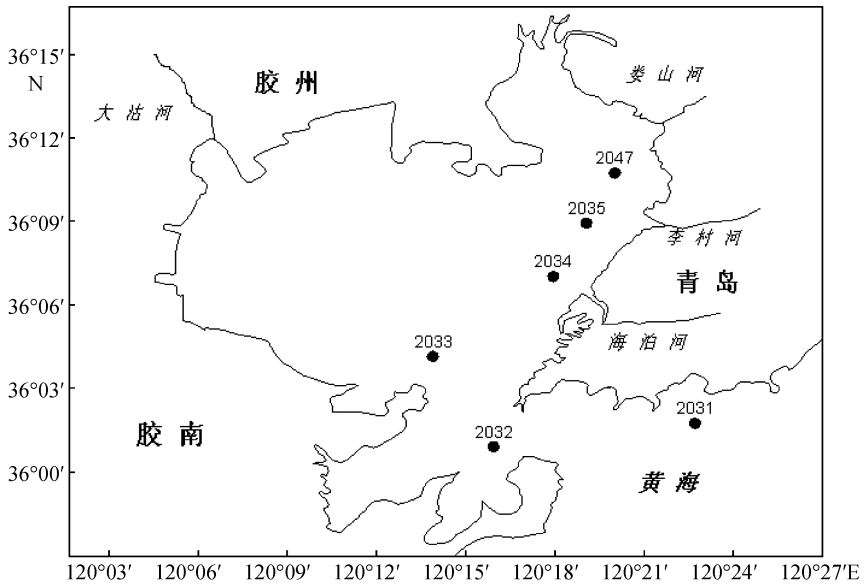


图 2　1985 年的胶州湾调查站位

Fig.2　Investigation sites in Jiaozhou Bay in 1985

标准。这表明在 4 月、7 月和 10 月胶州湾表层水质, 在整个水域达到了国家一类海水水质标准(1.00μg/L)。

在胶州湾整个水域, HCH 含量在 1986 年 4 月、7 月和 10 月都非常低, 其质量浓度为 0.051~0.075 μg/L, 远远低于国家一类海水的水质标准。这表明 4 月、7 月和 10 月, 在整个胶州湾表层水域, 水质的 HCH 含量达到了国家一类海水水质标准(1.00 μg/L), 其实, 水质的 HCH 含量较低, 完全优于国家一类海水水质标准。

在胶州湾整个水域, HCH 含量在 1987 年 5 月、7 月和 11 月都非常低, 其质量浓度为 0.0121~0.0901 μg/L。这表明 5 月、7 月和 11 月, 在整个胶州湾表层水域, 水质的 HCH 含量达到了国家一类海水水质标准(1.00 μg/L)。由于 HCH 含量在胶州湾整个水域都小于 0.1000 μg/L, 说明 HCH 的含量较低, 在胶州湾整个水域, 水质更加清洁。

在胶州湾整个水域, HCH 含量在 1988 年 4 月、7 月和 10 月都非常低, 其质量浓度为 0.0188~0.2095 μg/L。表明 4 月、7 月和 10 月, 在整个胶州湾

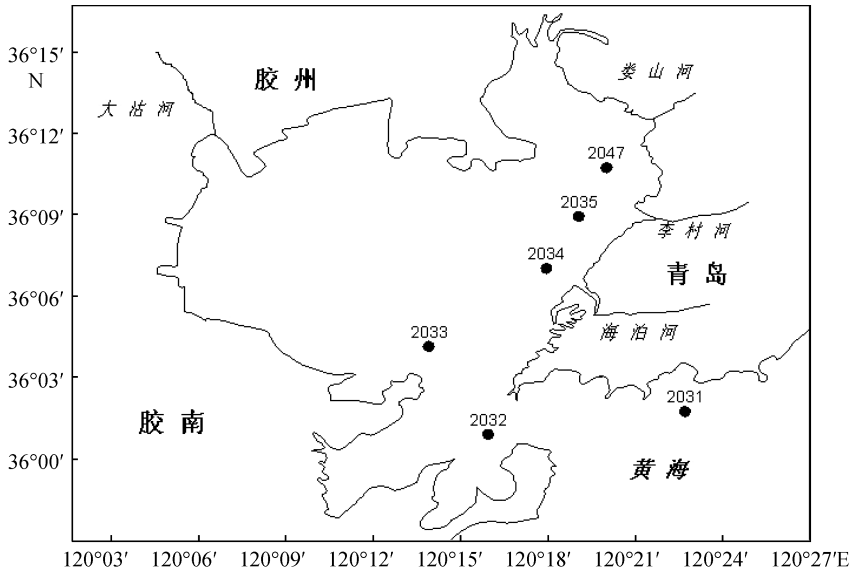


图 3　1986 胶州湾调查站位

Fig.3　Investigation sites in Jiaozhou Bay in 1986

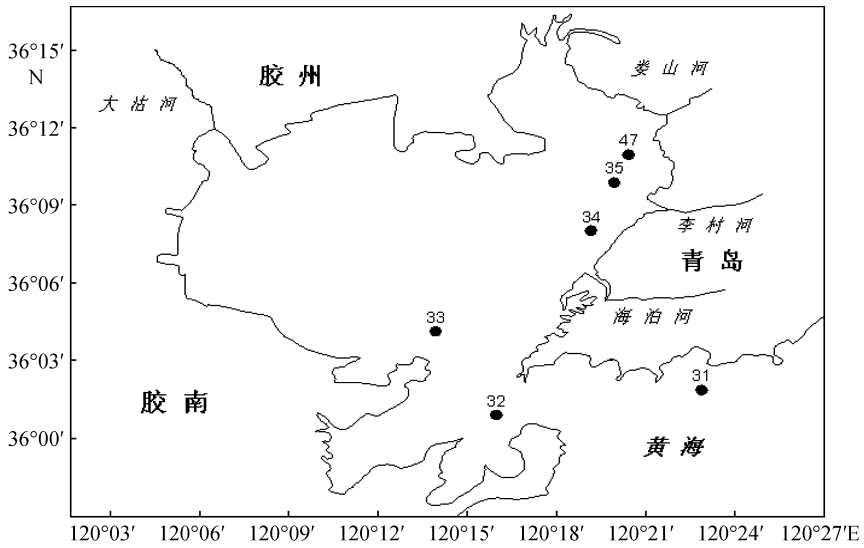


图 4　1987 胶州湾调查站位

Fig.4　Investigation sites in Jiaozhou Bay in 1987

表层水域，水质的 HCH 含量符合国家一类海水水质标准(1.00μg/L) 。由于 HCH 含量在胶州湾整个水域都远远小于 0.1000 μg/L，说明 HCH 的含量较低，在胶州湾整个水域，水质更加清洁。

在胶州湾整个水域, HCH 含量在 1989 年 4 月、8 月、9 月和 10 月都非常低，其质量浓度为 0.0127~0.0698 μg/L。说明 4 月、8 月、9 月和 10 月，在整个胶州湾表层水域，水质的 HCH 含量达到了国家一类海水水质标准(1.00 μg/L)。由于 HCH 含量在胶州湾整个水域都小于 0.1000 μg/L，说明 HCH 的含量较低，在胶州湾整个水域，水质更加清洁。

2.2　年份变化

从 1985 年到 1989 年的 4 月份调查显示，胶州湾水体中 HCH 的含量在振荡的变化中减少。5 月份的同期调查显示, 1987 年胶州湾水体中 HCH 的含量是很低的。从 1985 年到 1988 年的 7 月份调查显示, HCH 在胶州湾水体中的含量同样是振荡减少。在 8 月和 9 月的同期调查中 1989 年 HCH 在胶州湾水体中的含量是很低的。1985 年到 1989 年的 10 月份调查中 HCH 在胶州湾水体中的含量也在振荡减少。因此，在 1985~1989 年期间，胶州湾水体中 HCH 的含量都很低，

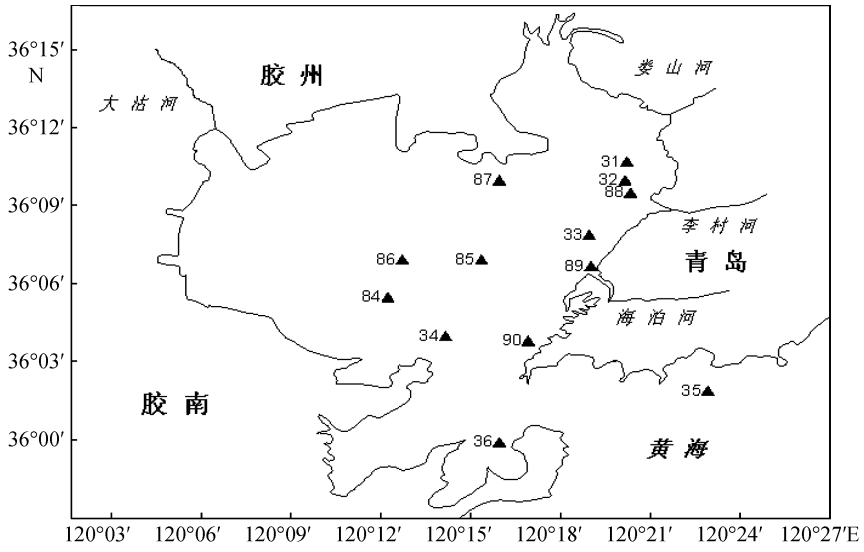


图 5　1988 胶州湾调查站位

Fig.5　Investigation sites in Jiaozhou Bay in 1988

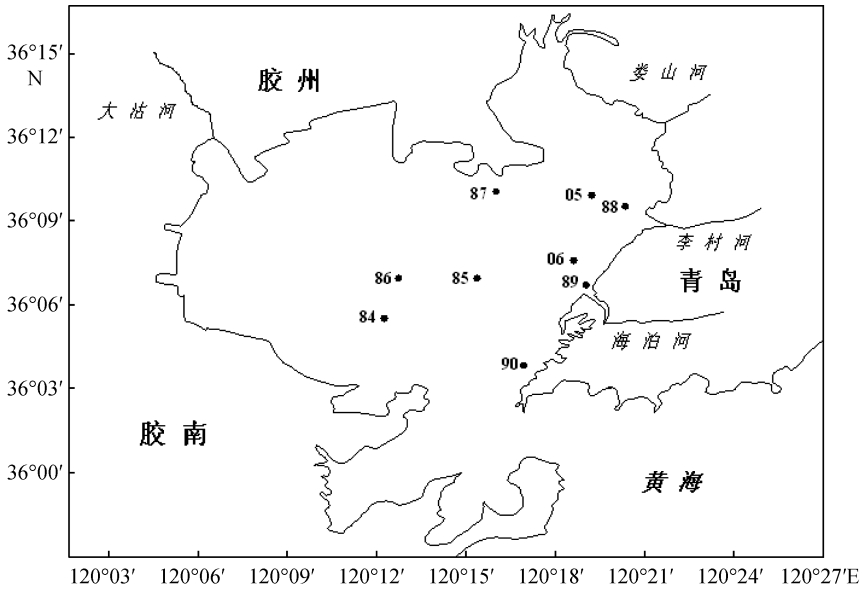


图 6　1989 胶州湾调查站位

Fig.6　Investigation sites in Jiaozhou Bay in 1989

表 1　4~11 月胶州湾水体中 HCH 的质量浓度

Tab.1　HCH content in Jiaozhou Bay from April to November

年份	HCH 的质量浓度(μg/L)						
	4 月	5 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
1985	0.061~0.084		0.058~0.118			0.002~0.149	
1986	0.051~0.074		0.043~0.075			0.040~0.053	
1987		0.0144~0.0901	0.0121~0.0213				0.0291~0.0821
1988	0.0224~0.2095		0.0296~0.0680			0.0188~0.1144	
1989	0.0200			0.0316	0.0231~0.0297	0.0127~0.0698	

在波动中减少，其质量浓度为 0.002~0.2095 μg/L。

2.3 季节变化

在 1985~1989 年期间，相比春季、夏季和秋季，HCH 在胶州湾水体中的含量非常的低，季节变化就没有了。如 1985 年 10 月，HCH 的质量浓度为 0.002~0.2095 μg/L。这个变化范围包含了 1985 年的一年中 HCH 含量的变化范围。1985 年，秋季的 HCH 含量比较高；1986 年，夏季的 HCH 含量比较高；1987 年，春季的 HCH 含量比较高；1988 年，春季的 HCH 含量比较高；1989 年，秋季的 HCH 含量比较高。因此，由于 HCH 含量非常的低，小于 0.2095 μg/L，远低于国家一类海水水质标准(1.00 μg/L)，这样，HCH 含量就不存在季节变化。

3 讨论

3.1 水质

在 1985~1989 年期间，在春季，水体中 HCH 的含量处于一类海水水质范围；在夏季，水体中 HCH 的含量也一直保持着一类海水水质；在秋季，水体中 HCH 的含量同样始终保持着一类海水水质。因此，从 1985 年到 1989 年，胶州湾水体中 HCH 的含量一直保持着一类海水水质。在 1983 年我国禁用 HCH 的使用，禁用前，在胶州湾水体中 HCH 的含量有一、二、三、四类海水水质，禁用后，在 1985~1989 年期间，水体中 HCH 的含量全部低于一类海水的水质标准，保持着一类海水水质(表 2)，其质量浓度低于 0.2095 μg/L。于是，HCH 的含量较低，在胶州湾整个水域，水质非常的清洁。

表 2 春季、夏季、秋季的胶州湾表层水质达标情况

Tab.2 Surface water quality in Jiaozhou Bay in the spring, summer, and fall

年份	HCH 含量达标情况		
	春季	夏季	秋季
1985	一类海水	一类海水	一类海水
1986	一类海水	一类海水	一类海水
1987	一类海水	一类海水	一类海水
1988	一类海水	一类海水	一类海水
1989	一类海水	一类海水	一类海水

3.2 含量变化

1983 年我国禁用 HCH，禁用前，在胶州湾水体中 HCH 的最高含量达到 12.480 μg/L，禁用后，在 1984 年，水体中 HCH 的最高含量降低到 0.225 μg/L[6]。全部低于一类海水的水质标准。在禁用前，HCH 在胶州湾水体中的含量有季节变化，在春季较低，夏季相对较高，秋季含量更低。在禁用后，水体中 HCH 的含量几乎没有季节变化，这是由于 HCH 含量很低的缘故[14]。

1985~1989 年期间，在胶州湾水体中的 HCH 的含量都很低；而且相比春季、夏季和秋季，HCH 在胶州湾水体中的含量非常的低，于是，季节变化就没有了。从 1985~1989 年，HCH 在胶州湾水体中的含量在振荡的变化中减少(图 7)。如 4 月、7 月和 10 月，HCH 在胶州湾水体中的含量也在振荡的变化中减少，质量浓度为 0.002~0.2095 μg/L。因此，在 1985~1989 年期间，胶州湾水体中 HCH 的含量低于 0.2095 μg/L。由于 HCH 在胶州湾水体中的含量是很低的，就出现了胶州湾水体中 HCH 含量在年份的变化是振荡的变化，其变化范围为：0.002~0.2095 μg/L。而且在一年中季节变化就没有了。

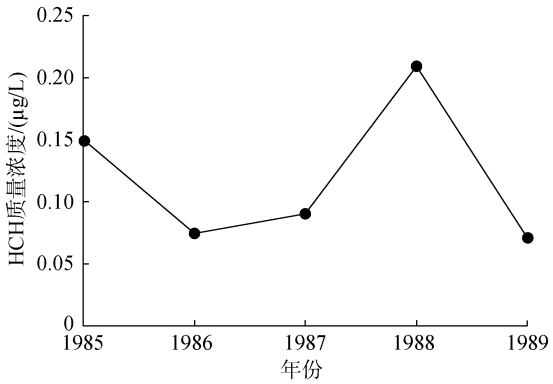


图 7 胶州湾水体中 HCH 最高含量的变化

Fig.7 Highest variation of HCH content in the waters of Jiaozhou Bay

4 结论

1985~1989 年期间，水体中 HCH 的含量全部低于一类海水的水质标准，保持着一类海水水质。而且，其质量浓度低于 0.2095 μg/L。于是，HCH 的含量较低，在胶州湾整个水域，水质非常的清洁。

1985~1989 年期间，胶州湾水体中 HCH 的含量低于 0.2095 μg/L。由于 HCH 在胶州湾水体中的含量是很低的，就出现了胶州湾水体中 HCH 含量在年份的变化是振荡的变化，其变化范围为：0.002~0.2095 μg/L。而且在一年中季节变化就没有了。

1983 年我国禁止 HCH 的使用后，在 1985 年~1989 年期间，水体中 HCH 含量迅速地减少，没有了季节变化。但是，水体中 HCH 的低含量却是长期存

在的，很难从环境中消失。

参考文献:

[1] 杨东方，高振会，曹海荣，等. 胶州湾水域有机农药六六六分布及迁移[J]. 海岸工程, 2008, 27(2): 65-71.

[2] 杨东方，高振会，孙培艳，等. 胶州湾水域有机农药六六六春、夏季的含量及分布[J]. 海岸工程，2009, 28(2): 69-77.

[3] 杨东方，高振会，黄宏，等. 胶州湾水域有机农药六六六污染源及分布[J]. 海岸工程, 2009, 28(4): 69-79.

[4] 杨东方，石强，郭军辉，等. 胶州湾水域有机农药六六六分布及稀释过程[J]. 海岸工程, 2010, 29(1): 59-66.

[5] 杨东方，郭军辉，丁咨汝，等. 胶州湾水域有机农药六六六分布及残留量[J]. 海岸工程, 2010, 29(2): 72-76.

[6] 杨东方，陈 豫，吴绍渊，等. 有机农药六六六对胶州湾海域水质的影响Ⅰ. 含量的年份变化[J]. 海洋科学, 2010, 34(12): 52-56.

[7] 杨东方，苗振清，丁咨汝，等. 有机农药六六六对胶州湾海域水质的影响Ⅱ. 污染源变化过程[J]. 海洋科学, 2011, 35(5): 112-116.

[8] 杨东方，丁咨汝，石强，等. 有机农药六六六对胶州湾海域水质的影响—陆地迁移过程[J]. 地球科学前沿, 2012, 2(1): 31-36.

[9] 杨东方，苗振清，徐焕志，等. 有机农药六六六对胶州湾海域水质的影响—水域迁移过程[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(1): 46-50.

[10] 杨东方，苗振清，宋爱云，等. 有机农药六六六对胶州湾海域水质的影响—沉降过程[J]. 海岸工程，2012, 31(2): 62-75.

[11] Chen Y, Ding Z R, Zheng L, et al. Effect of HCH on the Jiaozhou Bay waters-the transfer laws of HCH [J]. Procedia Environmental Sciences, 2012, 16: 271-278.

[12] 古堂秀，徐贤义，张添佛.渤海湾的有机氯农药和多氯联苯[J]. 海洋科学集刊, 1988.29: 77-85.

[13] 杨东方，丁咨汝，郑琳，等. 胶州湾水域有机农药六六六的分布及均匀性[J]. 海岸工程, 2011, 30(2): 66-74.

[14] 杨东方，郑琳，姜欢欢，等. 胶州湾水域有机农药六六六的分布及水质标准[J]. 海岸工程, 2011, 30(4): 56-65.

[15] Yang D F, Ding Z R, Miao Z Q, et al. Input quantity and distribution of hexachlorocyclohexane(HCH) in the Jiaozhou Bay Water[J]. Journal of Water Resource and Protection, 2012, 4(3): 140-148.

[16] 杨东方，白红妍，张饮江，等. 胶州湾水域有机农药六六六的分布及环境本底值[J]. 海洋开发与管理，2014, 31(7): 112-118 .

[17] Yang D F, Zhu S X, Wang F Y, et al. Persistence of organic pesticide HCH in waters[J]. Meterological and Environmental Research, 2014, 5(3): 37-41.

[18] Yang D F, Song W P, Xu Z J, et al. Distribution of organic Pesticide HCH in Jiaozhou Bay[J]. Meterological and Environmental Research, 2014, 5(4): 36-37.

Annual post-prohibition variations of hexachlorocyclohexane concentrations in Jiaozhou Bay

CHEN Yu [1], AI Hong[1], ZHAO Hui-juan[1], YANG Dan-feng [2], YANG Dong-fang[3, 4]

(1. College of Information, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. College of Information Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China; 3. College of Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 4. North China Sea Environmental Monitoring Center, SOA, Qingdao 266033, China)

Received: Feb., 22, 2015

Key words: HCH; content; year; oscillation variation; Jiaozhou bay

Abstract: Based on data from an investigation of Jiaozhou Bay waters from 1985 to 1989, the concentrations and annual , and seasonal variations of hexachlorocyclohexane (HCH) in Jiaozhou Bay were analyzed. The results showed that HCH concentrations satisfied the Grade I National Seawater Quality Standard (NSQS) and the Grade I water quality from 1985 to 1989 after the prohibition of HCH use in China was maintained. Based on HCH concentrations, the whole of Jiaozhou Bay could be considered to have very clean, water. The HCH concentrations were very low, and oscillated, within the range of 0.002–0.2095 μg/L, resulting in a disappearance of the seasonal variation in one year. However, this low background HCH concentration in Jiaozhou Bay waters will persist for a long time as they are, very difficult to remove from the environment.

(本文编辑：梁德海)