

# 北黄海石油烃含量的季节变化和分布特征

侯俊妮 张传松 石晓勇\*

(中国海洋大学化学化工学院, 青岛 266100)

**摘 要** 根据 2006 年 6 月~2007 年 10 月对北黄海海区表层海水中石油烃污染状况进行的四季现场调查,探讨了该海区的石油烃含量的季节变化及分布特征。结果表明,北黄海石油烃的年平均浓度为 0.050 mg/L,符合国家一(二)类海水水质标准。其中,夏季石油烃平均浓度最高(0.099 mg/L),符合国家三类海水水质标准;春季(0.022 mg/L)和秋季(0.027 mg/L)较低,符合国家一(二)类海水水质标准;冬季居中(0.051 mg/L),略超过国家一(二)类海水水质标准。从调查海区石油烃平面分布来看,高值区主要在渤海海峡附近、港口附近及北黄海东部靠近朝鲜的海区(包括鸭绿江口附近),长山群岛附近海域为相对低值区。

**关键词** 北黄海 石油烃 季节变化 分布

**中图分类号** Q954.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2011)05-0121-05

## Seasonal variations and distribution characteristics of petroleum hydrocarbons in northern Yellow Sea

HOU Jun-ni ZHANG Chuan-song SHI Xiao-yong\*

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100)

**ABSTRACT** An investigation on concentrations of dissolved petroleum hydrocarbons (DPH) in the surface water of northern Yellow Sea of China has been conducted in spring, summer, autumn, and winter during Jun. 2006~Oct. 2007. Based on the acquired data, the seasonal variations and distribution characteristics were analyzed. The results showed that the annual mean concentration of DPH in the surveyed area was 0.050 mg/L, within the concentration limit of Grade I (II) according to National Seawater Standard. The seawater was slightly contaminated and the concentrations of DPH varied seasonally. The highest average concentration (0.099 mg/L) appeared in summer, which was classified as Grade III seawater. The average values in spring (0.022 mg/L) and autumn (0.027 mg/L) were much lower, within the concentration limit of the Grade I (II) seawater. The average value in winter (0.051 mg/L) was slightly beyond the concentration limit of Grade I (II) seawater. Based on the data of the seasonal variation and distribution characteristics, it was concluded that the concentrations of DPH in Bohai

国家 908 专项(908-01-ST02)资助

\* 通讯作者。E-mail: shixy@ouc.edu.cn, Tel: (0532)66782143

收稿日期: 2010-12-28; 接受日期: 2011-03-30

作者简介: 侯俊妮(1985-), 女, 硕士研究生, 主要从事海洋化学研究。E-mail: 13210248669@163.com, Tel: 13210248669

Strait, ports and the northern Yellow Sea were relatively higher, and those near Changshan Islands were lower.

**KEY WORDS** Northern Yellow Sea Petroleum hydrocarbons Seasonal variation Distribution

山东半岛顶端成山角与朝鲜半岛长山串之间的连线,将黄海分为南、北两部分。北黄海是指山东半岛,辽东半岛和朝鲜半岛之间的半封闭海域,西北部有宽约 50 余 n mile 的渤海海峡与黄海相通(蒋红等 2005)。海域面积约为 8 万多 km<sup>2</sup>,平均水深 40 m,最大水深在白翎岛西南侧,为 86 m。

北黄海西连渤海,在辽东半岛有鸭绿江、大洋河、英那河、庄河、碧流河和大沙河等河流入海(宋伦等 2007),在山东半岛也有一些河流注入,同时有来自渤海南岸的鲁北沿岸水的影响(郭炳火 1993),受人类影响较为显著(田琳等 2009)。由于注海河流较多,带来大量有机质及泥沙,水质肥沃,是各种海洋生物繁殖、生长的良好场所;同时也将大量的工业、农业和城市污水带入海区(宋伦等 2007)。

石油烃类污染物是一种成分十分复杂的物质,含有多种难以被微生物降解的致癌化合物(杨广杏等 1995),石油中所含的轻芳香烃物质及其衍生物,都可以使有机体剧烈中毒,特别是海洋生物和鱼类幼体。高浓度污染甚至引起海洋生物的死亡,对海洋生态系统造成破坏(田丽粉等 2008)。而且海水中石油类污染物会通过食物链的传递影响水产品的质量,进而危害人体健康(翁葵洲等 2005;尚龙生等 1996)。随着石油工业的发展、海底油田的开发、海上运输量的剧增,海洋石油污染日趋严重。据有关方面统计,近 20 多年来,我国沿海海域发生船舶溢油污染事件达 2 000 多起,平均每 3 d 一起,溢油量在 50 t 以上的事故达 50 余起(郭海鹏等 2003)。根据 2007 年中国环境公报,我国沿海发生船舶污染事故 107 起。其中,发生 0.1 t 以上溢油事故 38 起,总溢油量 748~898 t,50 t 以上重大溢油事故 5 起,化学泄露事故 3 起,总泄露量约 42 t。发生海洋渔业水域污染事故 73 次,污染面积约 2.35 万 hm<sup>2</sup>,造成经济损失 1.31 亿元。

目前已有关于辽宁附近(宋伦等 2007,梁铁军 2005)海域包括鸭绿江和鸭绿江口附近海区(王极刚 1997;王极刚等 2008)、大连湾(邵秘华等 1995)及长山群岛(李淑媛等 1995)附近海区石油烃污染的报道,也有关于海区动物体内的石油烃含量的分析报道(尚龙生等 1996),但对于四季整个北黄海的石油烃含量少有报道。本研究即以“国家 908 专项调查”项目资料为依据,对四季北黄海石油烃含量的季节变化及分布特征进行调查和分析,目的在于使读者对整个北黄海海区四季的石油烃含量的变化及分布特征有一些初步的了解。

## 1 调查海域和调查方法

2006 年 7 月~2007 年 10 月乘“东方红二号”科学考察船在中国北黄海海域(纬度 37°~40°N,经度 121°~124°E)布设 20 条断面(A1~A7,B1~B2,C1~C10,S02)共 83 个站位进行现场调查。本次调查分春、夏、秋、冬 4 个航次,具体时间和站位布设如表 1、图 1 所示。

采用 1L 无油棕色玻璃采样瓶(浓硫酸清

表 1 2006~2007 年北黄海调查航次时间

Table 1 Survey cruises during 2006~2007

	夏季 Summer	冬季 Winter	春季 Spring	秋季 Autumn
调查时间 (年-月-日)	2006-07-23~	2007-01-03~	2007-04-24~	2007-10-14~
Period	2006-08-06	2007-01-16	2007-05-04	2007-10-24

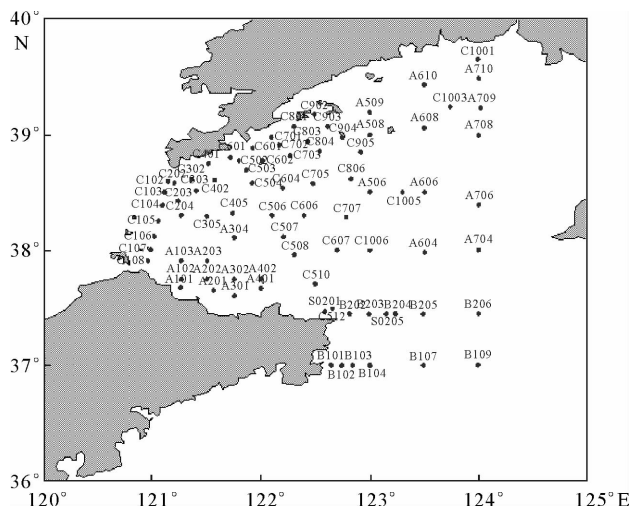


图 1 北黄海调查站位

Fig. 1 Survey stations in the northern Yellow Sea during 2006~2007

洗后用去离子水洗净,60℃下烘干)采集表层海水样品用于石油烃分析。样品采集后立即加入5ml 1:3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液,转入1000ml分液漏斗中,用正己烷萃取两次,每次用5ml,收集两次有机相于25ml比色管中,用紫外分光光度计于225nm处进行测定。油标准储备液为1g/ml(国家海洋环境监测中心生产)。

水质评价执行海水水质一(二)类标准,采用单因子质量指数法评价,其评价标准采用《海水水质标准》中一(二)类海水水质标准。其评价公式为: $P_i = C_i / C_s$ (乔向英等 2008)。 $P$ 为评价因子的质量指数, $C_i$ 为评价因子的实测浓度值, $C_s$ 为《海水水质标准》中一(二)类海水水质标准(0.05 mg/L)。

表2 北黄海表层海水2006~2007年石油烃浓度的季节变化

Table 2 Seasonal variations of petroleum hydrocarbons in the surface water of northern Yellow Sea

季节 Season	浓度范围 Concentration range (mg/L)	平均值 Mean (mg/L)	污染指数 Pollution index	平均污染指数 Mean of pollution index	超标率(>0.05mg/L) Over-standard percentage (%)
春季 Spring	0.010~0.047	0.022	0.2~0.94	0.44	0
夏季 Summer	0.043~0.154	0.099	0.86~3.08	1.98	95
秋季 Autumn	0.018~0.042	0.027	0.36~0.85	0.54	0
冬季 Winter	0.012~0.178	0.051	0.25~3.56	1.02	36

## 2 结果与讨论

### 2.1 表层石油烃浓度的季节变化

表2为北黄海2006~2007年四季石油烃浓度含量变化。按照《海水水质标准》(GB 3097-1997)统计调查海区表层海水石油烃的浓度变化,其季节平均浓度的年际变化在0.022~0.099 mg/L,年平均浓度为0.050 mg/L,油污染指数(测定值 $C_i$ /标准值 $C_s$ )为1.0,符合国家一(二)类海水水质标准(GB 3097-1997 海水水质标准)。

从表2可以看出,夏季表层海水中的石油烃浓度最高(0.043~0.154mg/L),平均浓度为0.099 mg/L,超标率(>0.05 mg/L)达95%,平均污染指数达1.98,石油烃污染现象相对较为严重。冬季石油烃浓度在0.012~0.178 mg/L,平均浓度为0.051 mg/L,油污染指数为1.02,略超过国家一(二)类海水水质标准,超标率为36%,这主要由于冬季海区部分站位石油烃浓度相对过高导致整体平均含量较高。春季与秋季平均浓度相当,春季(0.010~0.047 mg/L)平均浓度为0.022 mg/L,油污染指数为0.44;秋季(0.018~0.043 mg/L)平均浓度为0.027 mg/L,油污染指数为0.54,春季与秋季均未超出国家一(二)类海水水质标准。

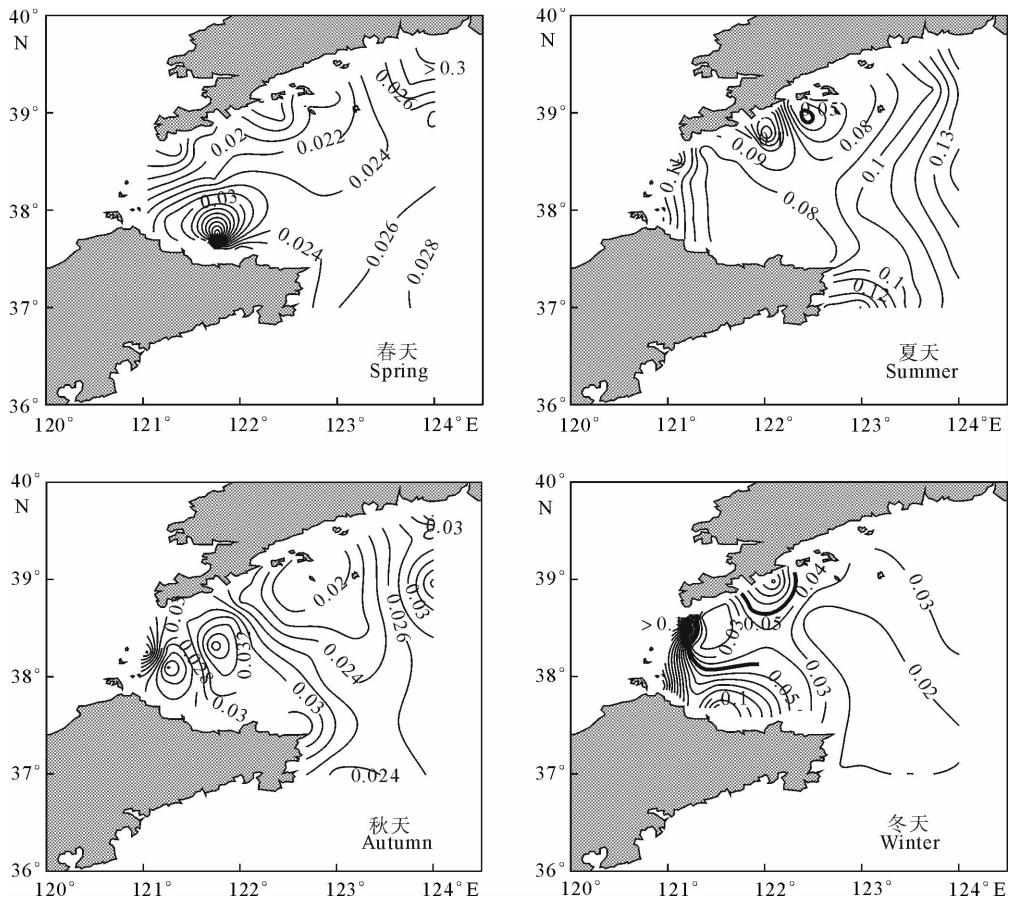
### 2.2 各季节表层石油烃的平面分布特征

#### 2.2.1 春季

由图2中春季的石油烃分布可看出,北黄海表层海水石油烃浓度均符合国家一(二)类海水水质标准,海区总体状况良好。将辽宁湖里河口和山东蓬莱连线,石油烃浓度呈现西北低、东南高的特点。石油烃浓度最高值出现在鲁北沿岸烟台、威海附近海域,高值中心石油烃浓度为0.047 mg/L。这里靠近牟平养殖区,此时正是海上养殖业的繁忙季节,渔船的作业可能增加了此处海区的油类浓度。鸭绿江口附近是另一高值中心,石油烃浓度约0.032 mg/L,鸭绿江以西另有大洋河、湖里河等河流入海,河流的陆源输入是此处海域石油烃的主要来源。

#### 2.2.2 夏季

总体上看,北黄海石油烃浓度普遍较高,所调查海区95%的站位石油烃浓度超过国家一(二)类海水水质标准,相当一部分(约41%)海区石油烃浓度高于0.10 mg/L。高值区主要分布在渤海海峡、大连新港附近、山东荣成外海及东部靠近朝鲜半岛的海区。大连新港海岸附近石油烃浓度最高,约0.154 mg/L,油污染指数达3.08。港口轮船作业过程中污水的排放、油类物质的泄漏等可能是此处石油烃浓度含量增加的主要原因。荣成桑沟湾外海及渤海海峡的石油烃浓度超标可能也与船舶污染有关。东部靠近朝鲜半岛——从北部鸭绿江口



注：一、二类海水水质界定浓度在图中用—表示

Note: — denotes the concentration limit of the I, II Grade seawater quality standard

图2 北黄海各季节表层石油烃浓度分布

Fig. 2 Horizontal distribution and seasonal variations of petroleum hydrocarbons in the northern Yellow Sea

南下的大面积海区,石油烃浓度居高不下,均超过  $0.1 \text{ mg/L}$ ,这可能与鸭绿江、大同江等河流带来的陆源输入有直接关系。朝鲜半岛河流较稠密,夏季径流量增大,西海岸大同江附近分布有工业区,河流将工业及生活污水带入黄海,增加了石油烃的浓度。相比其他海区,鲁北沿岸烟威海岸附近此季节的石油烃浓度相对较低,但仍高于春季。夏季河流径流量增大,陆源输入增多,外加海上船舶作业带来污染,这可能是导致北黄海海区表层海水夏季石油烃含量远远高于其他季节的主要原因。

### 2.2.3 秋季

秋季海区石油烃浓度总体较低,分布也比较均匀,所调查站点均未超出国家一(二)类海水水质标准,只有不到  $1/4$  的站点石油烃浓度超过  $0.03 \text{ mg/L}$ 。中间海区浓度较低,东部和西部稍高,最高值位于渤海海峡,高值中心为  $0.042 \text{ mg/L}$ 。山东半岛和辽东半岛中间,渤海海峡以东,大连荣城连线以西,呈现东高西低的特点。2007年9月15日在烟台北部海区发生一起外轮碰撞事故,尽管施救及时,但仍有轻微的油类残留。油类物质的漂移可能促成了此类现象的产生。此外,东部靠近朝鲜半岛的海区及鸭绿江口附近石油烃浓度仍然偏高,仍然是鸭绿江的陆源输入及朝鲜半岛西海岸的工业区的影响。威海荣城成山头附近海区石油烃浓度相对偏高,呈现近岸高于远岸的趋势。长山群岛外海仍然为低值区,此海区的石油烃含量在一年四季中均表现为相对低值区。

### 2.2.4 冬季

冬季石油烃含量明显高于春季和秋季。整体来看,北黄海冬季石油烃浓度呈现西部高、东部低的分布特点,渤海海峡及鲁北沿岸烟威海岸附近石油烃浓度高,超过国家一(二)类海水水质标准。最高值出现在渤海海

峡,约 0.178 mg/L,污染指数达 3.56,为一年四季中整个北黄海石油烃浓度的最高值,比夏季的最高值 0.154 mg/L(大连新港附近)高出 0.024 mg/L。冬季在强劲的偏北风的作用下,鲁北沿岸流成为一只强劲的沿岸流,从渤海海峡南部出渤海而入黄海。路北沿岸流及偏北风的作用可能是鲁北沿岸石油烃浓度高的主要原因。另外,大连新港附近海区浓度超标,而鸭绿江口附近及靠近朝鲜的海域状况良好,可能是由于冬季河流的径流量大大降低,陆源输入大量减少的缘故。

### 3 结论

2006~2007 年度北黄海表层海水石油烃含量为 0.010~0.178 mg/L。综合四季海区石油烃分布特点,石油烃高值区主要出现在渤海海峡、烟威海岸附近、大连附近及东部海区(包括鸭绿江口)。而辽宁长山群岛附近海域海区状况较为良好,四季调查结果显示其均处于调查海区的相对低值区。

从季节变化来看,整个北黄海夏季石油烃污染较严重,污染面积大,几乎覆盖了整个调查海域,石油烃浓度超标站位几乎达 100%。春季和秋季海区状况较为良好。冬季的石油烃主要集中在西部海区,尤其是渤海海峡。

### 参 考 文 献

- 王极刚. 1997. 鸭绿江下游及丹东近海海域“八五”期间水质现状评价及“九五”水体变化趋势. 辽宁城乡环境科技, 17(1):44~50
- 王极刚,赵 杰. 2008. 2001~2005 年鸭绿江河口及邻近海域水质评价. 海洋环境科学, 27(5):499~501
- 中华人民共和国环境保护部. 2007. 中国环境状况公报
- 田丽粉,任 仲,崔 毅,陈碧鹃,矫国本,王学瑞,张旭光. 2008. 胜利原油对褐牙鲆仔稚鱼的急性毒性和幼鱼碱性磷酸酶的影响. 海洋水产研究, 29(6):95~100
- 田 琳,陈洪涛,杜俊涛,王秀海. 2009. 北黄海表层海水溶解态重金属的分布特征及其影响因素. 中国海洋大学学报, 39(4):617~621
- 乔向英,崔 毅,周明莹. 2008. 青岛崂山近岸海域石油烃现状与评价. 海洋水产研究, 29(4):92~96
- 李淑媛,苗丰民,何宝林,朱家森,刘 娟. 1995. 北黄海长山群岛海域环境现状评价. 黄渤海海洋, 13(1):31~39
- 杨广杏,万军明,麦志勤. 1995. 鱼类石油烃污染剖析. 环境与开发, 10(3):25~26
- 宋 伦,周遵春,王年斌,吴金浩,姜 北. 2007. 辽宁省近岸海洋环境质量状况与趋势评价. 水产科学, 26(11):614~618
- 邵秘华,马嘉蕊,贺广凯,于建政,殷金生. 1995. 北黄海辽宁海湾水质和底质污染状况再探. 海洋通报, 14(4):59~65
- 尚龙生,孙 茜,王静芳,徐恒振. 1996. 黄渤海沿岸经济贝类体内的石油烃的测定. 环境科学, 17(5):56~58
- 国家海洋局. 1997. GB3097-1997. 海水水质标准. 北京:国家标准出版社
- 郭炳火. 1993. 黄海物理海洋学的主要特征. 黄渤海海洋, 11(3):7~18
- 郭海鹏,雷孝平. 2003. 人为因素在船舶对环境影响中的作用. 世界海运, 26(6):44~45
- 翁葵洲. 2005. 福建中、东部沿海主要养殖贝类体内石油烃含量调查分析. 福建水产, 6(2):28~32
- 梁铁军. 2005. 丹东近岸海域水质污染现状及防治. 辽宁城乡环境科技, 25(2):21~23
- 蒋 红,崔 毅,陈碧鹃,陈聚法,宋云利. 2005. 渤海近 20 年来营养盐变化趋势研究. 海洋水产研究, 26(6):61~67