

渤海、黄海近海水污染状况和趋势

(内部资料, 注意保存)

国家海洋局海洋环境保护研究所

1982.6

.3913

48

目 录

前言	1
一、渤海、黄海自然环境和社会环境概况	3
(一) 自然环境	3
(二) 社会环境	5
二、渤、黄海污染调查和监测简况	7
三、数据处理	11
四、渤海、黄海近海水污染状况和趋势	16
(一) 石油污染状况和趋势	16
(二) 重金属汞、镉、铅污染状况和趋势	31
1. 汞	31
2. 镉	42
3. 铅	47
(三) 化学耗氧量分布特征和趋势	57
(四) 无机氮污染状况和趋势	68
(五) 有机氯农药(六六六、滴滴涕)污染状况和趋势	73
(六) 一般水质指标分布特征和趋势	79
1. PH 值	79
2. 溶解氧	85
五、结论与讨论	91
六、对监视监测工作的建议	94
七、结语	96
主要参考文献	97

前 言

渤海、黄海近海是我国的浅海。沿岸人口稠密，工业集中；多良港，利航运；海区石油资源和水产资源丰富，在国民经济中占着重要地位。近年来，随着沿海地区工农业、石油开发和海运事业的发展，大量工业废水和生活污水源源排泄入海，使海区遭到不同程度的污染，对海洋生物资源、沿海居民的生活环境、海水质量，乃至人们的健康都造成一定的危害。

渤海、黄海近海是我国开始海洋污染调查最早的海区。1972年，卫生部组织辽宁、河北、山东和天津四省市对渤海和黄海近海北部海域进行了污染调查。1973年，第一次全国环保工作会议后，国家海洋局东北海洋工作站和沿海省市环保部门相继对渤海、黄海海域进行了系统的和专题的调查研究。在全面调查的基础上，1977、1978两年国家海洋局东北海洋工作站对渤海进行了监测性调查。1978年6月，在国务院环办领导下，建立了渤海黄海环境监测网，承担该区170余个测站近30个项目的定期监测工作。

为了掌握渤海黄海各种污染物入海后的分布状况和变化趋势，根据国务院环境保护领导小组办公室1981年70号文件精神，本项研究在总结污染调查和监测工作的基础上，对两海区约26万平方公里的海域水体中石油，重金属中的汞、镉、铅，无机氮，有机氯农药滴滴涕、六六六，以及一般水质指标PH值、溶解氧、化学耗氧量等十项主要污染指标的样品分析结果、空间分布、污染程度和年际变化给以讨论，基本搞清了渤海和黄海近海污染状况和变化趋势，为加

强海域环境规划和管理，污染源治理和排污控制，发展渔业生产和科学研究提供了重要基础和依据。

本成果所及渤海和黄海近海，是指污染调查和监测范围内的海域。包括渤海全部海区以及老铁山至蓬莱角连线以东长江口北侧至济洲岛连线以北， 124°E 以西的黄海海域。

一、渤海、黄海自然环境和社 会环境概况

(一) 自然环境

渤海和黄海是毗邻我国大陆的边缘海。渤海是我国的内海,南起 $37^{\circ}07'N$,北至 $41^{\circ}N$,西起 $117^{\circ}35'E$,东至 $121^{\circ}10'E$,为一近封闭的浅海,海区由辽东湾、渤海湾、莱州湾和中部海域组成,除东部以渤海海峡与黄海相通外,周围都被大陆包围。海区面积约7.7万平方公里,平均水深18米。黄海北起 $39^{\circ}50'N$,南至 $31^{\circ}40'N$,西自 $119^{\circ}10'E$,东至 $126^{\circ}50'E$,为一半封闭的浅海,海区面积约38万平方公里,平均深度44米(表1—1—1)。海区的上述形态和特征限制了海区对污染物的容受能力。

渤海和黄海的 海底地形与大陆相似,西高东低,自西北向东南倾斜,均为大陆架区。渤海海底平坦,黄海海底地势由北、东、西三面向海区中部倾斜,坡度甚小,不超过 $0^{\circ}02'\sim 0^{\circ}04'$ 。水深大多在百米以内。底质以粒度较细的软泥和砂质泥为主。

渤黄海沿岸河流众多,主要的有60余条。每年汇流入海的径流量近1千亿立方。为排放入海的工业废水和生活污水总量(21亿吨)的48倍。流入渤海近五百亿立方,流入黄海达四百五十亿立方(表1—1—2)。流量近50亿立方的有鸭绿江、滦河、黄河和射阳河,其流量共占全区径流总量的66%。就渤、黄海单位体积占有的径流量而言,渤海为年0.36亿立方/ km^3 ,黄海为年0.03亿立方/ km^3 。显而易见,河流携带各种污染物质入海,直接影响着海域环境质量的优劣。渤黄海沿岸的径流有明显的季节性。多集中在7~9月。一年中,8月最大,1月最小。

渤海海区面积、容积及深度表

表1—1—1

海 区	项 目	数 据
渤 海	面 积	77,284Km ²
	容 积	1,385.3Km ³
	平 均 深 度	18m
	最 大 深 度	70m
黄 海	面 积	380,701Km ²
	容 积	16,823.2Km ³
	平 均 深 度	44m
	最 大 深 度	140m

渤海及各海域径流量表

表1—1—2

海 域	径 流 量 (亿立方/年)	海 域	径 流 量 (亿立方/年)
辽 东 湾	88	黄 海 北 部	332
渤 海 湾	128	黄 海 南 部	120
莱 州 湾	281		
渤 海	497	黄 海	452

渤、黄海属季风气候区。据多年的调查和监测资料统计,冬季,渤海和黄海北部为西北风,频率都在20%,平均风速6~7米/秒,6~8月多偏南风,频率20%,平均风速4~5米/秒。黄海南部以北风为主,9~3月盛行北风,频率40%,平均风速8~9米/秒,6~8月南风占40%,平均风速5~6米/秒。季风气候特点决定了降水量多集中在每年的7、8月份。一年中,8月最多,1月最少。

全区的环流主要是由黄海暖流和沿岸流两个系统组成,具有气旋式环流的性质。流速夏弱而冬强。平均流向全年比较稳定。渤、黄海的潮汐多以半日潮为主,潮差较大,潮流强盛。因受季风影响,渤海和黄海北部以风浪为主,黄海南部则以涌浪为主。渤、黄海的环流,特别是渤海的沿岸流在某种程度上制约着海中的各种污染物的

迁移和转化。全区近海沿岸水浅，在风浪的作用下，海水垂直交换迅速。因此，海水中污染物在垂直方向上的浓度变化不大。

渤海和黄海近海海域的水文状况具有明显的大陆性和季节性的特征。渤海冬季，各层水温分布均匀，等温线与等深线大体平行。由于陆海分布及海流的影响，水温自中部向周边递减，东高西低。沿岸区域出现短期结冰现象。夏季，各层水温显著升高，尤以表层和沿岸浅水区增温最快。黄海冬季各层水温分布均匀，由于黄海暖流自南向北伸入，等温线呈舌状分布，水温自南向北，自中部向沿岸递减。夏季，表层和近岸区域增温快，由于黄海冷水团控制，温度垂直梯度最大。渤海盐度最低，年平均值约30‰。该区盐度的分布与变化，主要决定于沿岸水的消长，冬季，各水层盐度分布基本相同，等盐线大致与海岸平行。垂直分布呈均匀状态。夏季，随降水及径流的增大，表层和河口盐度降低，河口附近常低于20‰。黄海盐度高于渤海，年平均为32‰。冬季，随黄海暖流的加强，高盐水舌一直伸入黄海北部，水平梯度增大。夏季，随鸭绿江径流增大，北部近岸出现低盐区。渤、黄海温盐度的上述特征与水中某些污染物的氧化分解有着密切关系。

渤、黄海的水色及透明度亦是有明显的季节性，一般冬季水色较低，透明度小；夏季水色较高，透明度大；河口区域，水色和透明度主要是随着入海河流径流而异，枯水期，水色较高，透明度较大；丰水期，水色低，透明度较小。

（二）社会环境

渤、黄海沿岸主要城镇有130余座。总人口7.4千万，其中有1.5千万集中在主要城镇，年排生活污水达3.6亿吨（表1—2—1）。

渤、黄海沿岸主要工矿企业约1,330家，年排工业污水15亿吨。

渤、黄海沿岸人口和生活污水排放量表

表1—2—1

海 域	人 口 (万人)	人 口 密 度 (人/平方公里)	年 排 污 水 量 (万吨)
辽东湾	1,088.8	286	9,600
渤海湾	1,993.6	438	14,000
莱州湾	1,384.6	417	5,100
黄海北部	721.9	150	4,500
黄海南部	2,223.1	725	2,900
合 计	7,412.0	417	36,100

沿岸地区化学工业厂家最多,排放污水量达5.9亿吨/年,约占工业污水总量的40%。渤海沿岸以化学工业、造纸工业、采矿工业和冶金工业为主,污水排放量均在1亿吨/年以上;黄海沿岸以化学工业为主,其污水排放量达1亿吨/年。

渤、黄海沿岸的各种污染物通过直接入海排污口、混合入海排污口、河流入海口、海港和船舶、沿海油田和海上平台等排放入海。其中石油、汞、镉、铅、化学耗氧量、铵氮及沿岸地区有机氯农药和化肥的使用量见表1—2—2。

渤、黄海沿岸主要污染源有四十余处。其中渤海沿岸有胜利油田、大港油田、五里河、大凌河、葫芦岛锌厂、南排污河、小凌河、秦皇岛港、小清河、滦河、黄河等;黄海沿岸有大连化工厂、鸭绿江、大连石油七厂、大连海港、大连钢厂、青岛油漆厂、海泊河、大连染料厂、大连油脂化学厂、连云港港等。

总之,渤黄海水区的形态特征,河流注海,水文气象,水动力状况对污染物的容受能力,稀释扩散,氧化降解都有着密切关系。沿岸污染源每年将大量的污水和污物排放入海是对海区自然环境的极大威胁。

单位：吨/年

1979年渤海黄海各种污染物负荷量表

表1—2—2

污 染 物	渤 海	黄 海	合 计
石 油	45,708.0	18,336.0	64,044.0
汞	4.0	5.3	9.3
镉	72.9	14.0	86.9
铅	747.6	216.6	964.2
化学耗氧量	821,550.0	1,169,035.0	1,990,585.0
铵 氮	17,327.0	4,987.0	22,314.0
农药（折纯量）	9,994.0	16,906.0	26,900.0
化肥（折纯量）	395,682.0	366,462.0	762,144.0

二、渤、黄海污染调查和监测简况

渤海和黄海污染调查和监测工作始于一九七二年。十年来，各地各部门曾先后对渤海黄海约26万平方公里的海域进行了污染调查、专题调查和污染监测，累计测站达4,500多个。共取海水、底泥和生物样品80,000多份，获得各项数据26万个（表2—1）。通过大量工作，基本查明了渤海、黄海近海的污染状况。

根据国务院国发〔1977〕128号文件的要求，为了对海区实行长期监测，及时掌握污染动态，为污染源治理和海区环境管理提供依据，经国家海洋局、渤海、黄海近海沿岸五省市以及有关部门共同商定，于1978年6月成立渤海黄海环境监测网。负责渤海海区和黄海近海海域的污染监测工作。

监测网组成至今整整三年。监测累积测站达2,000多个，共取海水、底泥和生物样品53,000多份，获得资料数据12万个（表2—2）。三年来的工作结果表明：（1）渤海、黄海近海的油污染比较明显，但有逐年下降趋势。黄海污染程度较轻，仅在大连湾、胶州湾、

渤海和黄海近海污染调查情况一览表

表2-1

海 区	调 查 时 间	调查范围	测 站 数	调查内容及项目	样品数 (份)	数据数 (个)
渤 海	1972年 6、8、10月	以 35 海里内的 近岸海域为主	100	水文气象: 水温、水色、透明度、气温 水质: PH值、氯度、溶解氧、化学耗氧量、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、汞、铬、砷、挥发酚、氰化物、石油 底质: 有机质、汞、砷、硫化物 生物: 鱼贝中的汞、砷	5,990 (含黄海 北部近海 海区)	83,000
	1973年 5、10月		100			
	1974年 7、11月		100			
	1975年 4、6月	全 海 区 (约 7.7 万平方 公里)	36	水文: 水温、水色、透明度 水质: 石油、酚、氰化物、汞、砷、PH值、溶解氧、化学耗氧量、氯度、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 底质: 石油、汞、砷、有机质、硫化物 生物: 汞、砷	3,200	6,000
	1976年 5、8月		283	水文气象: 水温、水色、透明度、风速、风向、气温、海况、天气现象 水质: 石油、酚、氰化物、汞、砷、铬、镉、铅、滴滴涕、六六六、氯度、溶解氧、PH值、化学耗氧量、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 底质: 石油、汞、砷、镉、铅、滴滴涕、六六六、有机质、硫化物	10,000	50,000
	1977年 8月		63	水质: 石油、汞 底质: 油、汞 (局部海区)	380	380
	1978年 5月		63	水质: 石油、汞	550	550

(续表)

海 区	调 查 时 间	调查范围	测 站 数	调查内容及项目	样品数 (份)	数据数 (个)
黄	1972年 6、8、10月	大连、烟台35海里以 内海域	40	同渤海同期	已包括 在渤海同 期样品数 中	已包括 在渤海同 期数据中
	1973年 5~10月	丹东、大 连、烟台35 海里以内海 域	48			
	1973年 夏季	长江口~ 鸭绿江口东 经124°以西		海面浮油调查		
	1974年 6月	石岛~龙 须岛沿岸		石油调查		
海	1974年 8月	海州湾~ 长江口北 岸, 东经 138°以西	6	水质: PH 值、氯度、溶解氧、 化学耗氧量、油、汞、 砷、挥发酚、氰化物、 铬、滴滴涕、六六六 底质: 石油、汞、砷、铜、硫 化物、有机质 生物体: 总汞、有机汞、砷、 铅、滴滴涕、六六六		600
	1975年 4、6月	南黄海北部	90			
	1975年 3、8月	海州湾~ 长江口北 岸东经138°以 西	6	同1974年8月		600
	1976年 4、6月	南黄海北 部及山东半 岛近海	103			
	1976年 2、8月	海州湾~ 长江口北 岸东经138°以 西	6	同1974年8月		600

渤海、黄海近海污染监测一览表

表2—2

海区	监测时间	监测范围	测站数	监测内容及项目	样品数 (份)	数据数 (个)
渤海	1978年 8月	全海区 (约7.7万平方公里)	126	水文气象: 水温、水色、透明度、风速、风向、气温、海况、简易天气现象	1,500	1,500
	1978年 10月		62	水质: 石油、汞、镉、铅、滴滴涕、六六六、三氮、氯度、PH值、溶解氧、化学耗氧量	1,000	1,000
	1979年 5、8、10月		94		7,000	11,000
	1980年 5、8、10月		93	底质: (仅10月) 油类、汞、镉、铅、滴滴涕、六六六、有机质、硫化物	7,000	11,000
	1981年 5、8、10月		95		7,000	11,000
黄海	1978年 8、10月	黄海北部和黄海北部以南部份海域	41	同 渤 海		
	1978年 8、12月	海州湾以南, 东经122°以西 (约6.6万平方公里)	53	水文气象: 水温、水色、透明度、气压、气温、风速、风向、海况、天气现象 水质: 石油、汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、酚、滴滴涕、六六六、PH值、氯度、溶解氧、化学耗氧量、三氮 底质: 石油、汞、镉、铅、铜、锌、铬、砷、滴滴涕、六六六、有机质、硫化物 生物: 汞、镉、铅、铜、锌、铬、滴滴涕、六六六	7,500	52,830

(续表)

海 区	监 测 时 间	监测范围	测 站 数	监测内容及项目	样品数 (份)	数据数 (个)
黄 海	1979年 4 月	海州湾以 南、东经 122° 以 西 (约 6.6 万 Km ²)	53	同1978年8、12月	1,100	1,600
	1979年 5、8、10月	同1978年 10月	80	同渤海同期	5,280	7,000
	1980年 5、8、10月	东经124° 以西海域	106	同渤海同期	8,000	10,000
	1981年 5、8、10月		106		8,000	10,000

海州湾、鸭绿江口附近和烟台沿海等地比较突出；(2)除锦州湾底质汞污染较重外，其它重金属和有机氯农药均未达到污染程度；(3)除局部河口和近岸海区外，有机物污染指标均处于正常状态。

总之，目前渤海、黄海近海的一些海湾和沿岸地区，已受到不同程度的污染，外海海域的环境质量尚属良好。

三、数 据 处 理

本文以1979~81年度渤海黄海环境监测网各成员单位提供的水质监测资料为依据，同时应用了1976~1978年海水中石油和汞的部分资料。数据处理中应用 13,133 个数据 (表3—1)。由于采用了统一测试方法，采样工具，采样保存方法，标准油样和主要试剂，基本保证了监测数据的可信度。

渤海、黄海近海污染物数据表

表3—1

海 区	污 染 物	数 据 (个)						合 计
		1976年	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	
渤 海	石 油	156	63	126	273	276	241	1,135
	汞	65	63	63	266	239	250	946
	镉				264	266	253	783
	铅				276	266	250	792
	PH值				277	276	258	811
	溶解氧				276	273	258	807
	化学耗氧量				277	276	257	810
	三 氮				277	275	259	811
	农 药				241	265	234	740
	合 计	221	126	189	2,427	2,412	2,260	7,635
黄 海 近 海	石 油				172	246	228	646
	汞				193	225	224	642
	镉				185	237	211	633
	铅				185	234	192	611
	PH值				189	224	234	647
	溶解氧				189	238	234	661
	化学耗氧量				196	233	212	641
	三 氮				195	235	211	641
	农 药				104	122	150	376
	合 计				1,608	1,994	1,896	5,498
	总 计	221	126	189	4,035	4,406	4,156	13,133

采样和测试方法以《海洋污染调查规范》为依据。水样的采集分表层和底层。表层水样采自海平面下0.5米，底层采自距海底上1~2米。表层水样用有机玻璃采水器、帆布桶或聚乙烯桶和GHH—1型采水器采集，底层用有机玻璃采水器、横式采水器采集。测试方法见表3—2。

对于基本数据是采用高斯统计和对数正态统计两种方法予以处理。首先验证态性，即将每一海域某种污染物的实测值进行分组；

海水水样分析项目及方法表

表3—2

目 项	分 析 方 法
油 类	紫外分光光度法
总 汞	冷原子吸收法
铅、镉	阳极溶出伏安法
六六六 滴滴涕	气相色谱法
亚硝酸氮	重氮—偶氮法光度计测定
硝酸氮	锌—镉还原法光度计测定
铵 氮	次氯酸钠氧化法光度计测定
PH值	PH计—电位法
溶解氧	碘量法
化学耗氧量	碱性高锰酸钾—硫代硫酸钠法

列成频数表，以表中的频数（率）作纵座标，实测值的组中值为横座标，绘制频率直方分布图，由直方图即可确定污染物在海洋环境中的分布态性。对于文中所讨论的十种污染指标进行态性验证结果，PH值、溶解氧属于正态分布，采用高斯统计方法进行数据处理；而海水中的石油，重金属（汞、镉、铅），有机物（以COD计），无机氮，有机氯农药等污染物近似或者属于正偏态分布，采用了对数正态统计方法加以处理。其次，对异常值采用Grubbs法进行检验，即统计量

$$T_1 = \frac{g - X_{\min}}{S_g}$$

$$T_n = \frac{X_{\max} - g}{S_g}$$

如果 $T_1(T_n) > T_{(n,\alpha)}$ ，表明有异常值；如 $T_1(T_n) < T_{(n,\alpha)}$ ，无异常值。 $T_{(n,\alpha)}$ 是理论值，查 $T_{(n,\alpha)}$ 表可得。对于异常值的取舍要慎重。在海域中可能为异常值，而在海区中不一定是异常值。

对于未检出“-”和痕量“+”不能轻易删掉，文中均用该项污染物的最低检出限之半给出量值。而有的污染物无最低检出限，则采用一组数据中的最小值之半处理。

经过予处理后，再行计算。凡属正态分布的污染物应用算术均值法确定其中心趋势，即

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

式中 $\bar{x}$ ：某种污染物的算术平均值；

$\sum x$ ：某种污染物的实测值变量之和；

n ：样品数。

实测值的离散程度即标准差 S_x 可用下式求得：

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n-1}}$$

式中 $(\sum x)^2/n$ ：实测值变量的校正项；

$n-1$ ：自由度。

标准差与样品数开方之比即标准误 $S_{\bar{x}}$ 为：

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

凡属正偏态分布的污染物应用几何均数法确定其中心趋势。先将实测值变量 x 换算成对数，即 $X = \lg x$ ，对数均值 $g = \frac{\sum X}{n}$ ，再将 g 取成反对数，即 $G = \text{antil}g$ 。 G 为该种污染物的几何均值。

几何均值的离散度，即几何标准差 S_g 以下式表示：

$$S_g = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}{n-1}}$$

变异度为

$$S_g = \frac{S_g}{\sqrt{n}}$$

再以平均值、标准差和变异度计算出95%的容许限和可信限以及可信限的相对误差等参数。

为了对海区各海域间污染物分布状况，污染程度和时空变化趋势进行比较，将渤海黄海海区划分为辽东湾、渤海湾、莱州湾、渤海中部、黄海北部、大连湾、黄海南部和胶州湾等八个海域（表3—2）。站位布设见渤海黄海近海污染监测站位图（见图集图1）。

渤海黄海近海海域划分及其站位分布

表3—2

海区	海域	站位数	测站编号	海域界限
渤海	辽东湾	38	B ₀₁ —B ₂₂ ; B ₆₄ —B ₇₇ ; B ₈₀ 、B ₈₁	滦河口—辽东半岛南老铁山连线以北海域
	渤海湾	32	B ₂₃ —B ₅₀ ; B ₈₃ 、B ₈₄ 、B ₈₃ 、B ₈₄	滦河口—黄河刁口连线以西海域
	莱州湾	16	B ₅₁ —B ₆₁ ; B ₆₃ ; B ₈₈ —B ₉₁	黄河刁口—山东半岛蓬莱角连线以南海域
	渤海中部	8	B ₆₂ 、B ₇₈ 、B ₇₉ 、B ₈₂ ; B ₈₅ —B ₈₇ ; B ₉₂	辽东湾南界至渤海湾东界到莱州湾北界至老铁山—蓬莱角连线以西海域
	合计	94		
黄海	黄海北部	27	H ₀₁ —H ₀₈ ; H ₁₄ —H ₂₁ ; H ₂₃ —H ₂₅ ; H ₆₆ —H ₇₂ ; H ₈₄	山东成山角至长山串连线以北海域
	大连湾	5	H ₀₉ —H ₁₃	大连市三山岛—黄白咀连线内海域
	黄海南部	45	H ₂₆ —H ₃₄ ; H ₄₂ —H ₆₅ ; H ₇₃ —H ₈₃ ; H ₈₅	黄海北部南界—长江口北侧至济州岛连线以北海域
	胶州湾	7	H ₃₅ —H ₄₁	
	合计	84		