

渤海湾海河口区的有机污染及其防治途径*

邹景忠 张景镛 吴景阳 张法高 古堂秀 吴玉霖

(中国科学院海洋研究所)

海河口位于渤海湾西端,天津市东侧,是仅次于黄河口的渤海第二大河口。渤海湾是一个半封闭性的内湾,水质肥沃,资源丰富,是我国黄海、渤海许多经济鱼、虾类良好的产卵、索饵和育肥场所,在渔业上占有重要地位。自古就有“渔盐之利,舟楫之便”的海河口区,由于其独特的地理位置,对天津市社会经济的繁荣发展起着重要的作用。近 20 年来,随着天津市工农业的发展和经济开发的加强,以及城市的扩大和人口的密集,人类的社会经济活动对海河口区生态环境的影响越来越大,出现了入海径流锐减,水域污染严重等环境问题,渔业资源受到了威胁。为此,中国科学院海洋研究所与其他单位组成协作组,于 1978—1981 年对渤海湾的污染状况及其影响进行了多学科的综合调查,结果表明:污染的主要区域是河口近岸区,主要污染物是有机物、氮、磷和石油等¹⁾。(本集邹景忠、张景镛文)当时由于受调查范围和项目的限制,对河口区的有机污染研究甚少。为进一步查明海河口区有机污染的状况、规律及其影响,研究河口的物理自净,探索污染防治措施,我们又于 1983—1985 年,从陆、海区域水环境的综合研究出发,运用环境地球化学和污染生态学的一些理论和方法,比较全面、系统地对面积 814 km² 的海河口区进行了多学科的专题调查和室内模拟实验研究。

调查范围是 118°E 以西, 38°35′ 以北,水深 10m 以浅的外河口(包括大沽口、北塘口及其口外近岸水域)和受潮汐影响的内河口(包括永定新河河口段和大沽排污口),共 29 个测站(图 1)。调查时间为 1984 年 5 月(枯水期)、8 月(丰水期)、10 月(平水期)三个代表月份。8 月还在 B, D, 8, 17 和 20 号站进行周日连续观测。调查项目如下:

水文、气象、物理部分:水深、水温、水色、透明度、盐度、海流、风速、风向。

水质部分:溶解氧(DO)、化学耗氧量(COD)、五日生化耗氧量(BOD₅)、总氮(TN)、氨氮(NH₄-N)、亚硝酸氮(NO₂-N)、硝酸氮(NO₃-N)、无机氮(TIN)、有机氮(TON)、总磷(TP)、无机磷(TIP)、有机磷(TOP)、阴离子表面活性剂(AS)、悬浮体。

底质部分:有机碳(TOC)、有机氮(TON)、硫化物(S)、腐殖酸(HA)、烧失量(IL)、AS。

生物部分:大肠菌群(CB)、陆源异养菌(THB)、海洋异养菌(MHB)、叶绿素 a、浮

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1397 号。

参加本项工作的还有于克俊、李云飞、李健博、戴敏英、钱振儒、崔可铎、赵鸿儒、侯兰英、冷彦贵、徐贤义、宋怀龙、周陈年、平仲良、董丽萍、田秀萍等。

收稿日期:1986 年 12 月 23 日。

1) 中国科学院海洋研究所, 1982。渤海湾环境质量评价及其自净能力的研究。

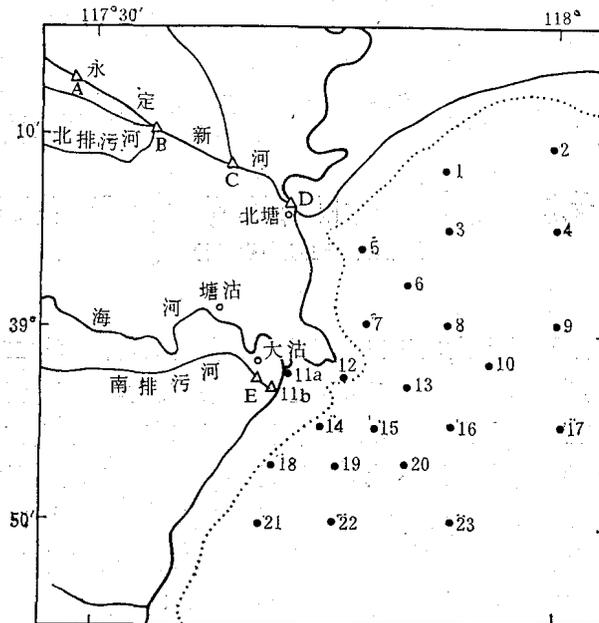


图1 海河口区调查站位

游动、植物。另外，还进行了天津南、北排污河污水对鱼、虾的急性致毒和鱼虾的回避实验。

本调查是国内首次对河口区有机污染进行综合的研究。通过调查研究，获得了大量数据和样品，经过资料处理、分析和研究，查明了目前海河口区的有机污染水平；探讨了有机污染物的时空分布特征和迁移、转化规律；阐明了有机污染对河口生物（微生物、浮游生物、经济鱼虾）的影响状况；计算了海河口和渤海湾的三维潮流场，建立了COD的三维扩散数值模拟；并在此基础上提出了污染防治对策和建议。其中，对某些有机污染物的迁移、转化规律和河口生态现象所提出的一些新见解，以及调查中所建立的综合研究方法、有机污染评价方法和阴离子表面活性剂分析方法等等，对当前和今后更深入地研究有机污染规律及防治措施都有一定参考价值。

本调查研究成果包括调查报告和专题论文两部分。本调查报告，着重讨论海河口区水环境特征，海河口区有机污染的评价和海河口区有机污染的防治途径等三项内容。

一、海河口区水环境特征分析

海河口区是一个有污染源的生态环境特殊的感潮河口，淡、污水径流和潮流的相互作用使之成为对环境因子的变化十分敏感的区域，它具有其他河口所没有的一些特点。

1. 入海河流及其特征

流入海河口区的主要河流除海河和有潮白新河、蓟运河汇入的永定新河外，还有人工排污河——北京排污河和天津南、北排污河，它们分别在大沽口和北塘口入海。海河、潮

白新河和蓟运河在口门处均建有防潮闸,平日蓄水无人海径流,仅在汛期才提闸泄洪,是典型的蓄泄河道。河川径流的变化主要受水源补给的影响。由于天津地区大气降水有限、年内分配集中、年际变化大,且多暴雨,该区的河流也具有丰枯交替、年内分配集中、暴雨洪水突出的变化特征。通常,每年汛期(7—9月)的人海径流量约占全年总径流量的70%以上。据天津市水文站统计,50年代的年平均入海径流量为 $152.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,占降水量的73.0%;60年代为 $100.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,占降水量的46.5%;70年代下降为 $52.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,仅占降水量的23.9%,与50年代相比,减少了2/3。1980年起入海径流量又大为下降,然而入海的污水量在总径流中所占的比重却大为升高(表1),从而降低了河川径流对污水的稀释作用,并导致外河口海水盐度升高,使一些有机污染物和微量元素(如铁、锰)在理化条件改变的情况下容易发生凝聚,堆积在河口底质中,加重河口污染,影响生态环境,危害渔业。

表1 海河口区入海径流量年变化

年份	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
总径流量 (10^8 m^3)	65.52	67.16	9.20	4.26	5.26	2.64	9.03
污水量所占 比重(%)	17.81	18.12	80.10	75.82	54.80	81.44	47.03

注:污水量系指北京排污河、天津南、北排污河入海水量之和。

另据气象部门研究,自1965年直至2000年京、津地区均处于少雨期,故可预计,在今后若干年内,本地区入海径流仍将保持在一定的低水平上。由此看来,水资源匮乏和环境污染不仅是天津市过去和现在,并且是将来所面临的最严重的环境问题之一。对河口海湾而言,由入海径流锐减和入海污水量剧增所引起的水环境质量下降,将对河口生态系统的结构、功能产生深远的影响。尽管天津市环境保护及有关部门,为了强化水环境净化功能,减轻环境污染,实行了清(水)污(水)分流,并采取污水与河水同时集中汛期排放的措施,但河口有机污染并没有明显好转。因此,维持和保证一定的入海淡水量,对保持河口近岸海域水环境各要素的相对稳定,减轻河口有机污染,保护河口渔业资源,维持河口海域的生产力和生态平衡,是至关重要的。

2. 水环境变化特征

海河口区的水文、气象和水动力条件,不仅影响着有机污染物在环境中的化学作用,而且直接控制着有机污染物在河口海湾的稀释扩散。

海河口区处于温带季风气候区,夏半年(3—8月)盛行偏南风,冬半年(9—2月)盛行偏北风。大风日数在春季3—5月和秋季的11月最多,夏季8月最少。水温随气温变化显著,一般在 $-1.3 \sim 28^\circ \text{C}$ 之间。海河口区的盐度变化很大,且向海洋化方向演变,除汛期外,外河口已逐渐失去河口低盐(0.5—30‰)的特性。据塘沽海洋站计算表明,自1975年以来,盐度变化有如下特点:一是夏、秋季的月平均盐度最低值逐渐升高,1975年为22.8‰,1982年为31.20‰;二是盐度月平均值的年变幅逐年变小,1978年为

7.05‰, 1982年为1.7‰; 三是盐度的年平均值逐年升高, 1975年为27.04‰, 1982年为32.22‰, 及至1983年, 盐度维持在32‰左右的高值(图2); 这样高的盐度平均值, 在1958—1959年全国海洋普查时, 只有在南黄海中部深水处才能见到。我们分析, 引起河口盐度升高的原因, 第一是黄河改道, 第二是天津地区入海径流量的减少, 第三是外海高盐水势力的加强。

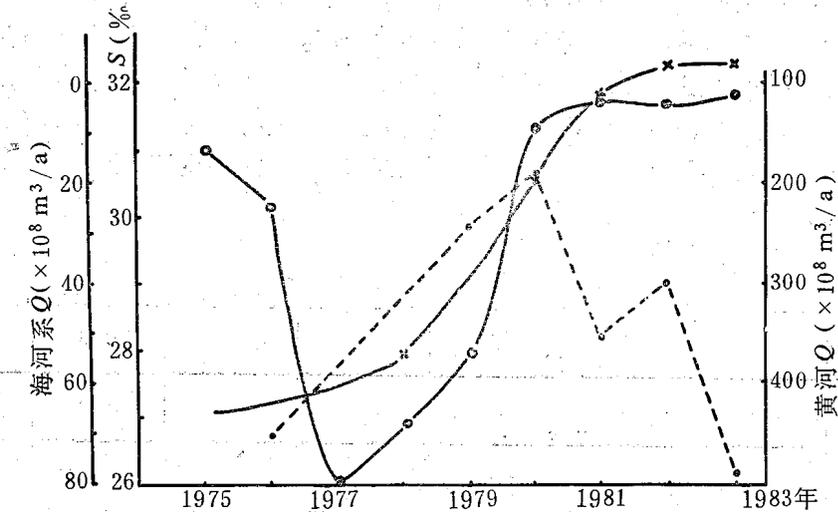


图2 塘沽水文站年平均盐度和海河、永定新河系与黄河的年径流量
× 塘沽水文站盐度; ○ 海河永定新河系流量; ● 黄河利津站流量

海河口区的潮汐以半日潮为主;水流以潮流为主,基本是东西向往复流,潮流速度一般为50—70 cm/s,有的地方达100 cm/s。常流不大,一般约1—3 cm/s,流向多随风向变化。春、夏季渤海湾西北部表层常流流向西和西北,在北塘口和塘沽间岸边可能有小范围的涡旋存在;中南部流向西和西南,在南排污河入海口处可能有涡旋存在。秋、冬季表层常流流向东和东南,流速较夏季大,在湾顶北岸可能仍有海水西流。潮流的往复加速了有机污染物从高浓度区向低浓度区的运动,对海水的净化全年起着有利的作用。但常流则不同,冬半年流向湾外,利于海水净化,夏半年流向湾顶则对海水净化不利。

二、海河口区有机污染的评价

(一) 有机污染物的含量水平及分布特征

对内河口永定新河河口段、大沽排污口区和外河口近岸海区的水质、底质的测定结果列于表2—5。对我国一类海水水质标准或渔业水质标准中已有规定标准的项目(DO, COD, BOD, TIN, TIP, CB)还计算了超标率。

从表2—5可以看出:(1)所有水质测定项目具有区域分布差别大的特点。除DO外,含量都是内河口高于外河口,且由近岸向外海递减,说明内河口水质明显劣于外河口;大沽排污口与永定新河河口段相比,前者COD, BOD₅的污染水平明显高于后者,而TIN

表 2 永定新河口段水质有机污染状况

项目	5月			8月			10月			全年		
	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)
TN(mg/L)	1.484—2.590	2.22		5.544—8.232	6.66		3.710—12.53	8.90		1.484—12.530	5.92	
TON(mg/L)	0.736—0.996	0.88		3.502—6.058	4.61		2.531—12.503	8.53		0.736—12.503	4.67	
TIN(mg/L)	0.501—1.660	1.34	100	1.742—2.318	2.07	100	0.026—1.178	0.37	50	0.026—2.318	1.26	83
TP(mg/L)	0.327—1.300	0.80		0.163—0.464	0.25		0.091—0.430	0.28		0.091—1.300	0.44	
TOP(mg/L)	0.277—1.058	0.61		0.070—0.317	0.14		0.036—0.148	0.10		0.036—1.058	0.28	
TIP(mg/L)	0.051—0.347	0.19	100	0.102—0.146	0.12	100	0.055—0.294	0.18	100	0.051—0.347	0.16	100
COD(mg/L)	10.2—19.5	14.0	100	7.6—20.0	13.4	100	16.0—33.2	24.6	100	7.6—33.2	17.3	100
BOD ₅ (mg/L)	—	—	—	4.9—51.8	21.5	80	1.5—19.2	8.5	50	1.5—51.8	15.0	65
DO(mg/L)	1.41—8.43	4.26	75	0—1.66	0.42	100	0—5.52	2.16	75	0—8.43	1.63	83
AS(μ g/L)	—	—	—	18.0—172.5	129.4		107.5—1800	880.4		18.0—1800	504.9	
CBC(个/100mL)	40—11 \times 10 ⁴	—	75	>11 \times 10 ⁴	—	100	46 \times 10 ² —24 \times 10 ⁵	—	100	40—24 \times 10 ⁵	—	92

注：表中空格表示未计算，表中划“—”表示无数据。（后表均同）

表 3 大沽排污口区水质有机污染状况

项目	5月			8月			10月			全年		
	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)
TN(mg/L)	1.557—2.128	1.90		3.248—8.456	2.29		10.080—10.220	10.15		1.557—10.220	6.11	
TON(mg/L)	1.481—2.033	1.83		3.175—8.259	6.19		8.469—10.220	9.61		1.481—10.220	5.88	
TIN(mg/L)	0.024—0.096	0.07	0	0.073—0.197	0.11	33	0—1.611	0.54	33	0—1.611	0.24	22
TP(mg/L)	0.107—0.548	0.33		0.072—0.099	0.09		0.138—0.754	0.36		0.072—0.754	0.26	
TOP(mg/L)	0.043—0.171	0.11		0.065—0.096	0.08		0.108—0.378	0.22		0.043—0.378	0.14	
TIP(mg/L)	0.065—0.377	0.22	100	0.004—0.008	0.006	0	0.010—0.376	0.14	33	0.004—0.377	0.12	44
COD(mg/L)	10.1—47.7	28.9	100	10.88—21.6	17.8	100	45.2—238.0	130.4	100	10.1—108.0	59.0	100
BOD ₅ (mg/L)	—	—	—	17.12—163.2	64.3	100	28.0—132.3	63.2	100	17.12—163.2	63.8	100
DO(mg/L)	0.21—2.60	1.41	100	0—2.60	0.87	100	1.38—4.48	2.41	100	0—4.48	1.56	100
AS(μ g/L)	—	—	—	20—185.0	126.7		137.5—900.0	414.0		20—900	270.5	
CBC(个/100mL)	24 \times 10 ² —46 \times 10 ³	—	100	15 \times 10 ⁵ —46 \times 10 ⁵	—	100	11 \times 10 ⁴ —11 \times 10 ⁵	—	100	24 \times 10 ² —46 \times 10 ³	—	100

表 4 外河口近岸海区水质有机污染状况

项目	5 月			8 月			10 月			全年		
	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)	含量范围	平均	超标率 (%)
TN(mg/L)	0.302—0.829	0.57		0.252—6.468	2.60		0.694—2.128	1.10		0.252—2.128	1.42	
TON(mg/L)	0.116—0.582	0.35		0.180—5.090	2.23		0.506—1.762	0.87		0.116—5.090	1.15	
TIN(mg/L)	0.027—0.347	0.22	89	0.071—1.622	0.37	77	0.127—0.644	0.22	100	0.027—1.622	0.27	89
TP(mg/L)	0.012—0.059	0.04		0.019—0.197	0.05		0.026—0.049	0.03		0.012—0.197	0.04	
TOP(mg/L)	0.002—0.031	0.02		0.001—0.083	0.01		0.001—0.017	0.01		0.001—0.083	0.01	
TIP(mg/L)	0.001—0.033	0.02	74	0.007—0.115	0.03	82	0.001—0.048	0.03	94	0.001—0.115	0.03	83
COD(mg/L)	1.04—2.88	1.69	0	1.12—5.68	2.57	27	1.30—14.08	2.49	6	1.04—14.08	2.30	11
BOD ₅ (mg/L)	0.31—1.34	0.78	0	0.11—1.65	0.75	0	0.08—2.88	0.49	0	0.08—2.88	0.70	0
DO(mg/L)	7.22—8.65	7.83	0	4.97—7.57	6.28	5	3.20—7.84	7.34	6	3.20—8.65	7.15	4
AS(μ g/L)	—	—	—	2.25—24.45	6.67	—	1.60—19.9	5.66	—	1.6—24.45	6.2	—
CB(个/100mL)	未检出—230	—	0	未检出— 24×10^3	—	32	未检出— 24×10^3	—	7	未检出— 24×10^3	—	13

表 5 海河口区底质有机污染状况

项目	永定新河口段		大沽排污口区		外河口近岸海区		全部调查区	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	范围	平均
TOC (%)	0.64—0.86	0.74	1.03—2.05	1.437	0.52—0.83	0.711	0.52—2.05	0.807
TON (%)	0.05—0.08	0.06	0.09—0.15	0.12	0.04—0.10	0.0712	0.04—0.15	0.074
TP (%)	0.054—0.066	0.058	0.063—0.093	0.076	0.049—0.07	0.059	0.054—0.093	0.0604
S ²⁻ (ppm)	9.9—35.0	19.7	453—1387	908	4.75—175.2	60.18	4.75—1387	148.39
AS(光度法, ppm)	3.0—5.09	4.225	13.8—60	29.6	2.4—4.68	3.61	2.4—60	6.70
HA (%)	0.072—0.17	0.12	0.28—0.56	0.37	0.09—0.2	0.139	0.072—0.56	0.165
IL (%)	5.92—7.86	6.86	7.56—9.23	8.20	5.96—11.99	7.85	5.92—11.99	7.73

和 TP 的平均含量和超标率则相反,是永定新河河口段高于大沽排污口。(2) 具有季节变化显著的特点。在外河口,除 DO 外,所有水质测定项目的浓度值都是 8 月份最高,表明有机污染严重;其余季节都较低,水质基本良好。8 月份含量高显然与该月地表径流和排污量增大有直接关系。而在内河口,不同有机污染物平均浓度的变化并不相同,情况较为复杂,如永定新河河口段的 COD, TN, TON 的平均含量,都是 10 月最高,8 月次之,5 月最少,而 TIN 是 8 月最高,TP, TOP, TIP 是 5 月最高。(3) 所有底质测定项目的平均值皆以大沽排污口为最高,而永定新河河口段的含量除 S⁼ 明显低于外河口外,其余皆与外河口的含量相当。永定新河河口段底泥中有机污染物含量较低的原因主要是,该河是 1970 年开凿的人工河道,历史短,河水的下泄及潮汐的作用使有机物不易在河道底部沉积。

各种有机污染物的分布显示了某些共同特征:内河口的含量高于外河口,且由近岸向外海浓度递减,形成带状分布形式;丰水期高含量区明显向外扩展,与陆地卫星数据显示的海河口区不同污染等级相一致;各有机污染物含量之间呈显著的正相关,而与盐度之间呈负相关关系等等。这些特征进一步证实海河口区的有机污染物都主要来自同一污染源,以及它们在向外河口迁移过程中含量逐渐消减的共同规律。

(二) 有机污染的评价

1. 评价因子和标准的选择

为能客观地反映海河口区有机污染的程度和特点,我们参考国外资料(江角比出郎, 1979; Owens, 1984),根据调查区的实际情况,选用 COD, DO, AS, CB, TN 和 TP 等六项作为水质评价因子;选用 AS, TOC, TON, TP, S, HA 和 IL 等七项作为底质评价因子。

考虑到调查区水域是对虾等重要经济动物的产卵和索饵场所,并有一定规模的水产养殖业,因此水质评价的标准以我国一类海水水质标准为主要依据。凡我国海水水质标准和渔业水质标准没有规定的项目,我们酌情选用或参照其他相应标准作为评价的基准值,如 AS 参照我国《生活饮用水卫生标准》;TN 和 TP 则根据调查所得 TIN 与 TN 和 TIP 与 TP 之比,以我国一类海水水质标准中的 TIN 和 TIP 标准值为依据,经换算得出的数值作为评价基准值。底质的评价,由于地理差异大,国内外都尚未有统一的标准,有

表 6 水质、底质评价标准及其基准值

水	质	底	质
TN	0.5mg/L	TOC	0.7%
TP	0.02mg/L	TON	0.08%
COD	3mg/L	TP	0.06%
DO	>5mg/L	S ⁼	200mg/kg
AS	0.3mg/L	AS	4mg/kg
CB	1000个/100mL	HA	0.16%
		IL	8%

的项目至今尚未见到报道 (Bellanca, 1981; Topping, 1976)。除了 S⁻ 选用日本的标准外, TOC, TON 和 TP 则主要根据渤海及渤海湾的历史调查资料, 选用细粒沉积物中的背景值上限作为评价基准值; AS, HA, 及 IL 等则以本调查区外河口近岸海区沉积物中的平均值作为评价基准值。内河口, 特别是排污河口的功能显然与外河口不同, 但为了反映出河口区污染来源及分布状况, 我们采用了与外河口相同的标准。水质、底质各评价因子的评价标准及基准值列于表 6。

2. 评价模式及计算结果

水质评价是采用叠加型指数法¹⁾ 进行多因子综合评价, 其计算公式为:

$$P = \sum P_i, P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中: P ——综合水质质量指数, P_i ——污染因子 i 的质量分指数, C_i ——污染因子 i 的实测含量, S_i ——污染因子 i 的评价标准。

其中, DO 的质量分指数 (P_i) 是以溶解氧亏的绝对值来表示的, 其计算式为:

$$P_i = \left| \frac{C_s - C_i}{C_s - S_i} \right| \quad (\text{条件: } S_i < C_s)$$

C_s ——实测 DO 取样温度和盐度下的饱和 DO 浓度,

C_i ——实测 DO 浓度,

S_i ——DO 的评价标准。

对 CB 因子的质量分指数, 则按下式计算得到:

$$P_i = \frac{\lg C_i}{\lg S_i}$$

本调查区各测站水质各种污染因子的质量分指数 (P_i) 及综合水质质量指数 (P), 经计算列于表 7 (其中 8 月、10 月为 6 个因子; 5 月份缺 AS 资料, 为 5 个因子)。

由于底质有三个站缺某些因子资料, 为了便于一起比较, 采用了均值型指数法²⁾ 进行多因子评价。其综合质量指数 (P) 按下式计算。

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i, P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中: P ——综合底质质量指数, n ——评价因子种类数量, 其他符号的意义同前。

各测站底质诸污染因子的质量分指数及综合质量指数的计算结果列于表 8。

从污染因子分指数的含义可知, 各因子的分指数值大于 1 时, 即表明该项已超标。据此, 我们从表 7 中可以清楚看到, 内河口区段的 TN, TP 和 COD, 5, 8, 10 三个月全部站点都超标, 且超标倍数很大; CB 和 DO 也大部分超标。经计算, 外河口近岸海区 TN 和 TP 的超标率极高, 5, 8, 10 月的 TN 超标率分别为 70%, 91% 和 100%, 特别是 8 月份超标倍数很大; TP 的超标率分别为 82%, 95%, 100%。而外河口近岸海区的 DO、COD

1) 中国环境科学学会环境质量评价专业委员会编, 1982。环境质量评价方法指南。70—94, 118—120 页。

2) 中国环境科学学会环境质量评价专业委员会编, 1982。环境质量评价方法指南。70—94, 118—120 页。

表 7 海河口区水质各污染因子的质量分指数及综合质量指数

因子 Pi (分指数)	TN			TP			COD			AS			CB			DO			P (综合指数)		
	5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10
	站号																				
1	1.131	5.740	1.389	2.95	1.90	1.60	0.45	0.84	0.54	0.02	0.02	0.534	0.743	0.534	0.148	0.582	0.058	5.213	9.825	4.141	
2		5.152			1.99			0.83		0.02			0.751			0.783				9.526	
3	1.154	6.888	3.808	2.65	1.67	1.45	0.46	0.63	0.44	0.01	0.01	0.534	0.725	0.534	0.103	0.504	0.038	4.901	10.427	6.28	
4		5.320			1.76			0.69		0.02			0.759			0.482				9.031	
5	1.579	11.928	4.256	1.65	9.85	2.45	0.96	1.89	0.90	0.08	0.01	0.790	1.46	0.651	0.236	1.011	0.21	5.215	26.219	8.477	
6	1.052	1.344	2.128	0.90	1.80	1.65	0.71	0.80	0.69	0.02	0.01	0.534	0.615	0.534	0.133	0.414	0.103	3.329	4.993	5.115	
7	1.109	5.068	4.032	1.20	6.95	1.98	0.69	1.67	0.83	0.03	0	0.730	1.35	0.774	0.125	0.696	0.164	3.854	15.734	7.78	
8	0.795	1.680	1.652	2.10	1.86	1.60	0.68	0.81	0.53	0.04	0	0.534	0.65	0.534	0.034	0.148	0.090	4.143	5.188	4.06	
9		2.016			1.40			0.71		0.02			0.23			0.57				4.946	
10	1.310	3.360	2.744	1.50	1.90	1.50	0.35	1.05	0.85	0.02	0.01	0.534	0.65	0.534	0.205	0.405	0.001	3.899	7.385	5.639	
12	1.658	11.648	2.632	2.80	2.70	1.90	0.76	1.28	4.69	0.03	0.02	0.615	1.35	1.46	0.296	0.984	1.63	6.129	17.992	12.332	
13	1.120	10.528	1.512	2.05	2.00	1.45	0.39	0.68	0.45	0.02	0.01	0.615	1.06	0.615	0.129	0.09	0.044	4.304	14.378	4.081	
14	1.445	3.248	1.624	2.60	1.55	1.49	0.52	0.67	0.61	0.01	0.03	0.534	0.826	0.651	0.004	0.338	0.088	5.103	6.642	4.493	
15	0.941	7.392	1.378	1.70	1.75	1.45	0.45	0.96	0.48	0.01	0.02	0.534	1.06	0.680	0.247	0.431	0.036	3.872	11.601	4.044	
16	0.974	15.568	1.428	1.20	1.75	1.65	0.39	1.07	0.49	0.01	0.01	0.534	1.06	0.534	0.179	0.015	0.087	3.277	19.477	4.199	
17		5.432			1.35			0.37		0			0.65			0.242				8.044	
18	1.232	1.624	1.568	2.10	1.20	1.35	0.56	0.61	0.65	0.01	0.02	0.534	0.743	0.592	0.209	0.263	0.048	4.635	4.45	4.228	
19	1.299	0.784	2.086	2.30	0.95	1.45	0.53	0.52	0.50	0.02	0.03	0.534	0.534	0.534	0.087	0.338	0.10	4.86	3.146	4.70	
20	1.109	2.856	2.086	0.90	1.90	1.75	0.51	1.25	0.43	0.03	0.02	0.534	0.783	0.534	0.058	0.245	0.055	3.111	7.064	4.875	
21	0.829	0.504	1.484	1.25	1.10	1.30	0.62	0.49	0.59	0.02	0.02	0.534	0.534	0.534	0.050	0.313		3.283	2.961	3.928	
22	0.605	1.680	1.428	0.60	1.05	1.55	0.53	0.63	0.44	0.02	0.02	0.534	0.534	0.534	0.171	0.637		2.44	4.551	3.972	
23		4.536			1.25			0.43		0.01			1.010			0.138				7.374	
A	5.180	12.096	23.800	64.95	23.20	21.50	4.30	2.53	10.13	0.06	4.67	1.550	1.680	1.890	1.571	2.213	2.23	77.551	41.779	64.22	
B	2.968	13.888	25.060	41.90	9.70	19.00	6.51	6.67	11.07	0.58	6.00	1.680	1.680	2.130	2.158	2.767	2.04	55.216	35.285	65.30	
C	4.900	16.464	14.896	36.20	8.15	9.40	4.51	3.79	6.27	0.56	0.77	1.680	1.680	1.730	0.199	3.007	1.65	48.669	33.651	34.716	
D	4.676	11.088	7.420	16.35	8.99	4.55	3.39	4.93	5.33	0.53	0.36	0.574	1.680	1.220	1.443	3.498	0.85	26.433	30.716	19.73	
E	4.256	14.336	20.440	7.90	4.95	37.70	7.20	7.20		0.62	3.00	1.550	2.220	1.680		3.50	1.13	13.706	32.826	62.82	
IIa	3.114	16.912	20.160	5.35	7.45	6.90	3.36	3.96	15.07	0.07	0.46	1.120	2.060	2.010	1.839	1.90	2.02	14.783	32.352	46.62	
IIb	4.010	6.496	20.300	27.40	3.60	9.55	15.90	6.93	36.00	0.58	0.68	1.460	2.220	1.890	2.761	4.01	2.17	51.53	23.836	70.59	

表 8 海河口区底质各污染因子的质量分指数及综合质量指数

站号	因子								P (综合指数)
	S	TOC	TP	TON	HA	AS	IL	ΣP_i	
1	0.6	0.96	0.97	0.88	0.88	1.14	0.93	6.36	0.91
2	0.17	/	0.81	/	/	0.6	/	1.58	0.53
3	0.15	1.0	1.02	1.0	1.04	1.17	1.03	6.41	0.92
4	0.02	/	0.75	/	/	/	/	0.77	0.39
5	0.108	1.03	1.08	1.25	1.26	1.03	1.08	6.84	0.98
6	0.220	0.99	1.02	1.0	0.99	1.05	1.05	6.32	0.90
7	0.03	1.03	0.98	1.13	0.91	0.68	1.50	6.26	0.89
8	0.1	0.88	0.99	0.75	0.93	0.87	1.0	5.52	0.79
9	0.05	/	0.77	/	/	0.61	/	1.43	0.48
10	0.16	0.84	0.97	0.88	0.76	1.14	1.05	5.8	0.83
12	0.53	0.80	0.85	0.88	0.62	1.08	0.77	5.53	0.79
13	0.57	0.82	0.78	0.75	0.87	0.81	0.86	5.46	0.78
14	0.88	0.65	0.78	0.5	0.62	0.75	0.75	4.93	0.70
15	0.58	0.94	0.88	0.88	0.87	1.04	0.91	6.1	0.87
16	0.69	0.88	0.94	1.0	0.88	0.75	0.94	6.09	0.87
18	0.127	0.82	0.86	0.75	0.82	0.75	0.81	4.98	0.71
19	0.368	0.89	0.91	0.75	0.76	1.10	1.02	5.8	0.83
20	0.266	0.88	0.86	0.88	0.81	0.84	1.0	5.54	0.79
21	0.036	0.88	0.91	0.88	0.93	0.93	1.04	5.61	0.80
22	0.113	0.84	0.91	1.0	0.89	0.81	0.95	5.51	0.79
11a	4.42	1.54	1.11	1.9	1.76	3.25	1.15	15.13	2.16
11b	2.27	1.29	0.97	1.13	1.73	4	0.98	12.37	1.78
E	6.49	2.56	1.43	2.5	3.51	15	0.95	32.89	4.7
A	0.120	0.99	1.02	0.75	0.88	0.75	0.98	5.49	0.78
B	0.05	0.85	0.89	0.63	0.45	1.15	0.80	4.82	0.67
C	0.175	0.80	0.83	0.63	0.64	1.05	0.74	4.87	0.69
D	0.05	1.08	0.84	1.0	1.05	1.27	0.91	6.2	0.89

和 CB 在枯水期 (5 月) 均未出现超标; 丰水期 (8 月) 超标率分别为 5%, 27% 和 31%; 平水期 (10 月) 水质又有好转, COD 和 CB 只有个别站位超标。外河口近岸海区各测站的 AS 含量都在标准值以下, 其质量分指数值均小于 1。

须要特别说明的是, TN 和 TP 的标准是根据我国一类海水水质标准推算出来的。然而我们和其他一些研究者根据自己的工作, 都认为一类海水水质标准中 TIN 和 TIP 的标准 (0.1 mg/L 及 0.015 mg/L) 订得过严。这样, 在本调查中所采用的 TN 和 TP 的标准也就偏严了。但是在新的海水水质标准尚未制订之前, 我们仍然依据现行的标准来计算各因子的质量。可是, 即使放宽标准, 例如把标准值增大三倍, 调查区 8 月份水质的超标情况仍然是较重的。

3. 环境质量的分级

5 月缺 AS 的测定值, 但 AS 的分指数在综合质量指数中所占的比例甚微, 所以 5 月

可以与 8, 10 月按同一水质质量分级标准 (表 9) 进行评价。

表 9 水质质量的分级

分级	综合质量指数	污染评价
I	<3.5	良好,符合一类海水水质标准
II	3.5—5.0	尚好,水质污染的最高允许上限
III	5.0—10.0	轻度污染
IV	10—15	中等污染
V	15—25	重污染
VI	>25	严重污染

底质质量的分级列于表 10。

表 10 底质质量的分级

分级	综合质量指数	污染评价
I	<0.6	未污染,各要素含量低于背景值上限
II	0.6—0.8	良好,受排污影响较弱
III	0.8—0.9	尚好,已受排污影响
IV	0.9—1.0	轻度污染
V	1.0—2.0	中等污染
VI	>2	重污染

4. 环境质量图的绘制及评价

海河口区海域面积不大,我们绘制环境质量图时以调查站位为基础进行划区,即一个站为一个评价单元。由于站位不是等距离均匀布点,故以相邻两站的中点划线绘制方框。这样,河口区海域部分 (包括 11a 和 11b 两站) 共划分为 24 个评价单元,每一单元即用所

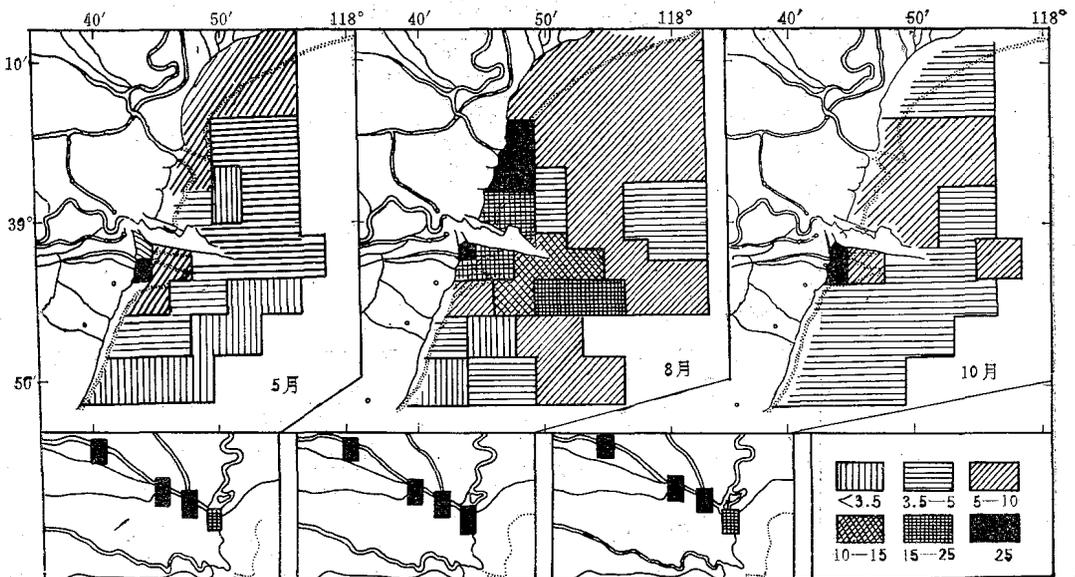


图 3 海河口区水质质量评价图 (1984 年)

在站位号编号,因而各评价单元所代表的面积也就不尽相同。

根据表 7 各测站的综合质量指数和表 9 的分级标准,可分别得到 1984 年 5 月,8 月和 10 月的水质质量评价图(图 3)。

水质质量评价结果表明,5, 8, 10 月海河口区的水质污染程度有很大差异。5 月(枯水期),北塘口外海域的 1, 5 区和近岸的 12, 14 区属轻度污染,南排污河口的 11b 区属严重污染,海河口的 11a 区属中等污染,其余海区的水质基本良好。5 月份中等污染以上的区域约占调查区总面积的 1.4%。8 月份(丰水期)调查海区受污染的程度明显加重,北塘口的 5 区和海河口的 11a 区是严重污染区,北塘口的 7 区和南排污河口的 11b 区,以及 12, 16 区属重污染,13, 15 区属中等污染,其余海区除 6, 9, 18, 22 区水质尚好,19, 21 区属良好外,都属轻度污染。8 月份中等污染以上的区域约占调查区总面积的 26%。10 月份(平水期)调查海区的水质有所好转,北塘口外海域的 3, 5, 6, 7, 10 区属轻度污染,而大沽排污口附近仍污染严重,其余海区大多水质尚好;其中等污染以上区域的面积与 5 月份相同。由此可见,丰水期海河口区污染的程度与范围都大于平水期和枯水期,这显然是由于丰水期间河川径流量剧增,农田沥水大量排注入海,这些入海淡水携带的有机污染物总量大为增加,而此时海域内又风向不定,风海流较弱。此时除点源污染外,面源污染也十分突出。对比北塘口外和大沽口外海域水质的污染程度,可以发现,后者较前者严重。

根据表 8 绘制的底质质量评价图见图 4,从图可以看出,底质污染最严重是南排污河

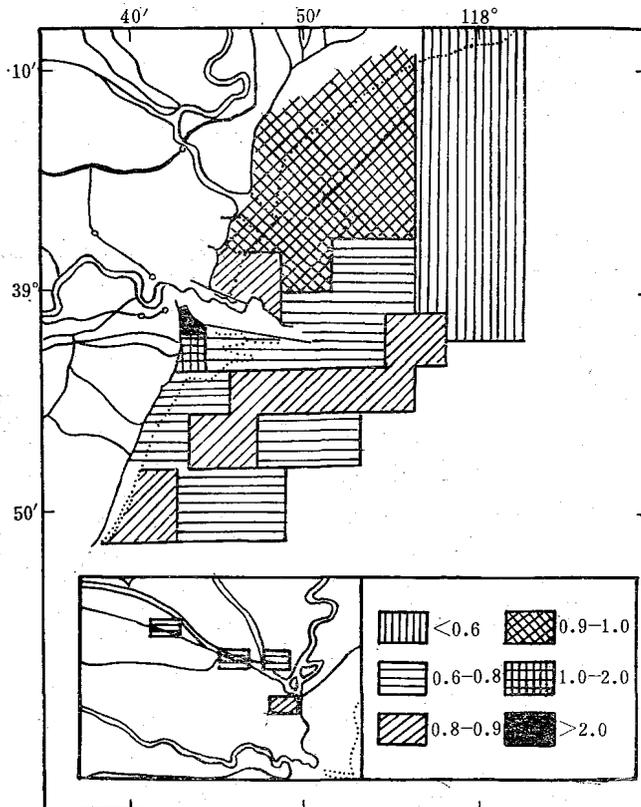


图 4. 海河口区底质质量评价图(1984 年)

河口段的 E 站, 综合质量指数达 4.7, 远高于河口海域的水平, 比南排污河口的 11b 区高 2.6 倍多。由于南排污河排污的影响, 在水活动性弱的 11a 区, 其底质质量指数 (2.16) 较 11b 区还要略高一些, 这是两个受排污影响最严重的区域。

永定新河由于流速大并受潮汐的影响, 河道底泥中有机污染物的积累不甚明显; 但是汇入该河的天津北排污河、北京排污河、蓟运河等的污水使北塘口外的 5, 1, 3, 6 等区的底质在较大范围内受到轻度污染。由此向外, 2, 4, 9 等区的底质基本上未受到污染的影响。在大沽排污口区向外的 12, 13 等区的底泥中, 沉积的有机污染物相对减少, 但在海流等因素的作用下, 有机污染物被迁移到 15, 19, 21 及 10 区并逐渐沉积下来, 造成这些区域底质有轻度的污染。

但综观整个海河口区, 其底泥有机污染状况并不很重, 这可能与河口有大量泥沙覆盖, 以及由于水深较浅, 表层沉积物中的有机污染物容易在风浪和潮流的作用下重新进入海水中有关。

(三) 近年来有机污染状况的变化

如果对近年来外河口近岸海域 COD 的年平均含量与南、北排污河的 COD 入海总量及入海径流量进行比较分析 (图 5), 就可以明显的看出, 三者之间存在着一致的变化趋势。自 1978 年以来, 随着南、北排污河入海径流量的逐年减少, 两河入海 COD 总量及外河口近岸海域的 COD 年平均值也有降低的趋势, 至 1982 和 1983 年达最低值。1984 年入海径流量有所增加, 海域内 COD 平均值又有回升。由此可以看出, 河口海域有机污染的程度受人海径流量的控制。

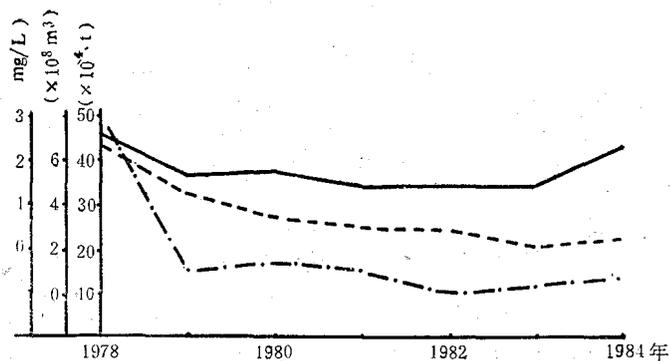


图 5 南、北排污河总径流量和 COD 排放总量以及河口海域 COD 平均含量的年变化

- 河口海域 COD 平均含量 (mg/L);
- 两排污河总径流量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$);
- · - · - 两排污河 COD 排放总量 ($\times 10^4 \text{ t}$)

三、海河口区有机污染的防治途径

天津是我国屈指可数的工商业大城市, 现在又是沿海开放城市之一。目前全市有工

矿企业大约 4400 余家(若包括乡镇企业则达 1 万余家),总人口 790 多万(1984 年),工农业用水和生活用水需求量很大,相应地废水排放量也大(工业废水为 2.4×10^8 t,生活污水 3.88×10^8 t),若无有效的防治措施,就有可能造成生产翻两番,河口水污染也翻两番的局面。如以 COD 为例,1984 年的年入海总量仅 13.5×10^4 t,即已造成河口局部水域严重有机污染,到本世纪末,COD 入海量将随废水量的增加而增加 2 倍,即达每年 40.5×10^4 t,大大超过了河口环境所允许的负荷量。又如以污水含氮量为 10mg/L 计算,1984 年一年入海的总氮量为 3490 t,已使海河口局部水域达到富营养化水平,到本世纪末增加 2 倍入海量,将使富营养化程度更高,范围更广。因此,必须遵循发展生产与环境保护,近期与远期,防与治相结合的原则,提出经济合理的综合防治途径。

近年,国内外对水环境污染大多采用综合防治的方法,内容包括污染防治措施、环境管理和环境规划。(Wilson et al, 1985) 1985 年夏天津市环境保护局已经制定了包括滨海地区和海湾部分的《天津市环境保护规划》(草案),因此,这里着重探讨河口水质管理和污染防治的主要技术措施。

(一) 河口水环境功能和管理区划

在上节分析了海河口区水环境有机污染状况及可能的演变趋势之后,为了能针对问题的症结,提出一个具有战略意义的防治对策,有必要对海河口区水环境的现实功能及开发前景作初步分析,并结合有机污染状况,确定环境保护的目标。

1. 河口水环境现实功能及开发前景

水环境功能是以它能满足人类生产和生活需要的程度和可能的性质来判断的。它一方面取决于水质的优劣和陆源来水量的多寡,同时又与滨海地区的经济结构、工业布局、人口分布和开发程度有着密切的关系。

海河口区由于所处地理位置比较重要,又有比较丰富的海洋资源,曾经是北方陆海交通的枢纽之一。50 年代和 60 年代,这里的海洋渔业年产量平均 2×10^4 t,1975 年产量高达 5.1×10^4 t;这里有占全国海盐产量 1/3 的长芦盐场,年产原盐 400 多万吨;港口年吞吐量达 1000 多万吨。然而,从 70 年代以后,随着天津市工农业的迅速发展,水资源短缺和环境污染的状况加重,海河口区水质逐渐恶化,原来具有生产水产品、食盐、石油以及航运等多功能的生产性海域,逐渐演变成主要生产食盐、石油而以航运为主体的海域,河口近岸渔业的发展受到了限制,出现了食盐积压而水产品供不应求的局面。

天津市海岸线长达 133.4 km,有 600 km^2 的滩涂可供贝类养殖及其他资源的开发;河口海域是对虾、毛虾和许多近岸性鱼类的产卵,索饵场所;滨海地区又有许多未被开发利用的坑、塘、洼、淀,经改造可供淡水和海水鱼虾类养殖。总之,发展海洋水产业的前景相当广阔,但需要良好的水质做基础。因此,控制原有的污染源,防止滨海地区产生新的污染源,以及调整河川的入海水量,则是改善河口水质,发展渔业的前提。

2. 河口水质分区管理及其水质要求

为适应天津市海洋开发的需要,保证经济建设与环境建设协调发展,实现“1990 年河

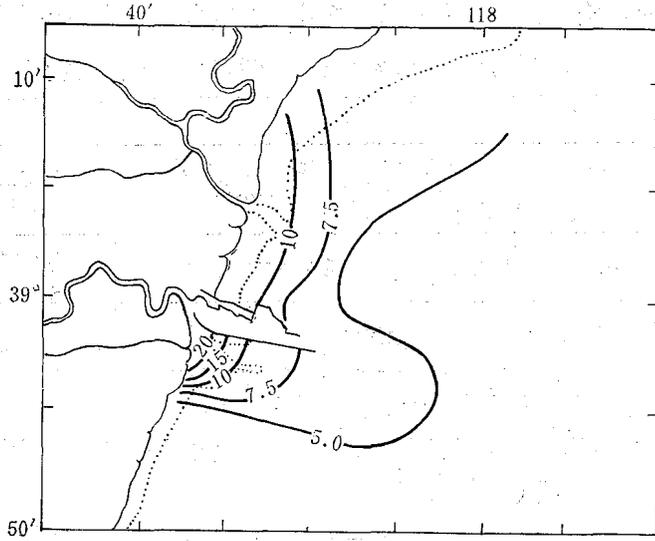


图6 海河口区1984年5,8,10月水质污染综合指数平均值分布

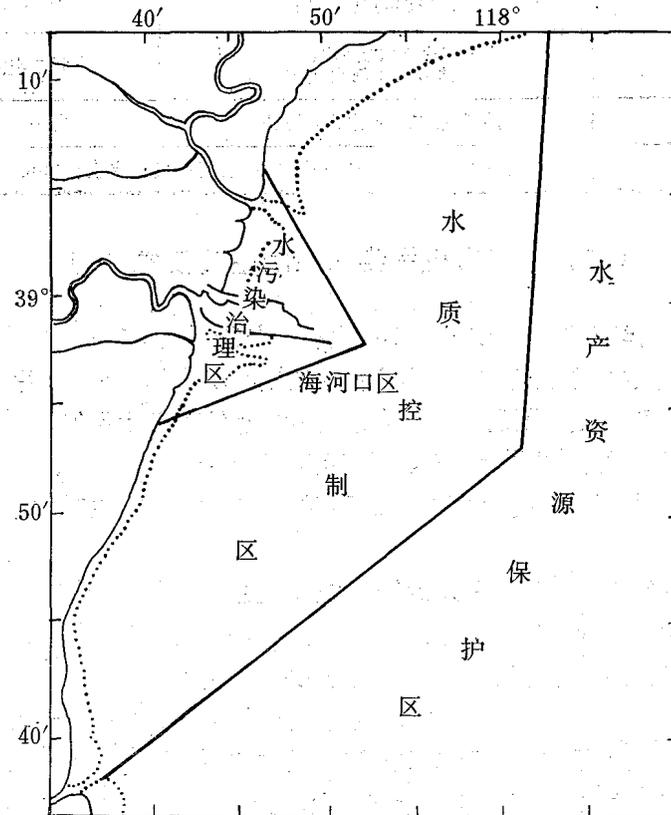


图7 海河口区海域水质管理区划图

口海湾主要污染源得到控制,水质保持在80年代初的水平,2000年达到“水污染问题基本解决”的环境保护目标,根据河口环境功能、有机污染状况(图6)和生态影响,并结合河口及其沿岸(海滨地区)开发规划,把海河口区海域划分成三个水质管理区,即水污染治理

区、水质控制区和水产资源保护区(图7)。各管理区的范围和水质要求见表11。

表11 海河口区各水质管理区的范围划分及水质要求

名称	范围	水质要求*
水污染治理区	永定新河河口段及北塘口近岸海域,港区及其航道,驴驹河与防沙堤东端联线的大沽口水域(包括南排污河口,海河闸下至入海口)	按国家颁布的三类海水水质标准执行
水质控制区	独流减河口与陡河口联线以西近岸海域及其潮间带	按国家颁布的二类海水水质标准执行
水产资源保护区	其余海域	按国家颁布的一类海水水质标准执行

* 凡国家颁布的《海水水质标准》中尚未规定的项目和标准,一律暂按本调查拟定的评价基准值执行。

考虑到水环境污染的治理涉及面甚广,有的要求尚难在短期内达到,因此可对各管理区的水质酌情规定达标期限(表12)。

表12 各管理区水质达标期限

管理区名称	近期 (1986—1990年)	远期 (1990—2000年)
水污染治理区	达到三类海水水质标准,永定新河1990年达到二类海水水质标准	达到二类海水水质标准
水质控制区	控制在二类海水水质标准	达到一类海水水质标准
水产资源保护区	1986—2000年保持一类海水水质标准	

(二) 河口有机污染防治的主要技术措施

据以上分析,天津市排放的工农业和生活污水是造成海河口区有机污染的主要来源,其中90%以上的污水是通过南、北排污河直接排入河口区的,受有机污染最重的是大沽排污口和永定新河河口段。因而要控制或逆转这些水域有机污染的发展过程,使其水质不致于继续下降,关键的问题是治理南、北排污河,严格控制污水的入海总量及浓度,解决工农业用水和渔业用水的矛盾。建议采取下列综合防治途径及主要技术措施,并讨论如下。

1. 继续加强污染源的治理,减少废水排放量。主要通过技术改造、工艺改革、设备更新、资源能源综合利用和加强管理等措施,把污染源消灭在生产过程中,这是“防”的根本。

2. 重点治理南、北排污河,改善和提高入海污水水质。

南、北排污河是专用纳污河,污水中的主要组分是COD、BOD、氨氮、五氯酚钠、酚等有机物,其中COD入海量占各种污染物入海总量的60%以上。由于南排污河的污水是直接入海的,其入海量和毒性都比北排污河的大,因而对河口区的影响要比北排污河严重得多。据统计分析,1984年在这两条排污河入海的 13.48×10^4 t COD中,南排污河就占了82.7%。南排污河污水对罗非鱼、梭鱼、鲈鱼的24小时TL_m浓度值为1—5%,而北排污河污水为50%左右。因此,在制定具体治理方案时,应针对不同的情况,从不同的角度提出防治措施。现提出下列三种治理方案供选择。

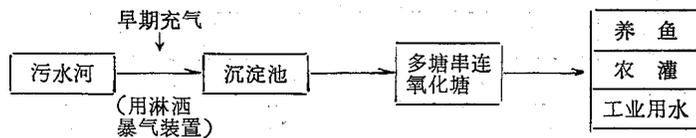
(1) 第一方案：强化污水河的净化功能。主要是应用生态学原理，建立简易的或多级的生态处理利用系统。这是一种人工净化与自然净化相结合的既能净化污水又能将其作为再生资源进行有效利用的多功能生态系统。

对北排污河宜用简易的生态处理利用系统。其处理流程就是应用食物链物质转换的原理，在污水河种植具有高效净化功能的水生植物如水葫芦(又名凤眼莲 *Eichhornia crassipes*) 等，并利用蚯蚓或其他动物能从污泥中吸收营养的特性，处理污水河中的污泥和水葫芦，最后用蚯蚓等作貂的饲料，使某些污染物从食物链中分离出来。即

污水→水葫芦(或水花生)→蚯蚓→貂。

据文献报道(丁树荣, 1984), 在最适宜生长繁殖的条件下, 1公顷水葫芦能吸收800人口每天排放的氮、磷。每克干重水葫芦在72小时内能从水中去除36mg酚; 每公斤干重水葫芦在48小时内能去除281mg毒杀芬(Toxaphene), 7天内能去除258mg灭蚊灵(Mirex)。日本对31户居民生活污水先经30m²的接触氧化池处理, 再进入44m²的水葫芦池, 日处理20m³污水, 停留时间约2天。在5月到11月期间的平均去除率, BOD为88.7%, COD为64.5%, 总氮66.3%, 总磷78.8%。可见, 利用水生植物净化污水可获得较大经济效益和环境效益, 又容易在群众中推广应用, 是一种经济有效的方法。

对浓度高、毒性大的南排污河的污水, 可采用多级生态处理利用系统。就是充分利用占滨海地区2/5面积的未被开发利用的坑、塘、洼、淀, 将它们改造成污水沉淀池、生物氧化塘。经多级处理后的水, 用于农灌、养鱼、工业冷却, 达到资源化的目的。其处理流程如下。



这种处理系统构筑简单, 无需复杂的机械设备, 具有投资少、耗能低、管理简便、效益大的优点。据汉沽水库生物氧化塘的经验, 采用这种治理措施是可取的。

永定新河是一条具有防洪、纳污功能的感潮河道, 同时又有开发水产业的前景, 保护好这条河的水质, 不仅可以发展渔业, 而且对塘沽、汉沽的对虾养殖用水也很有必要。据计算, 这条河有一定的净化能力, COD和BOD从北排污河出口处的B站至蓟运河口的D站, 经过15km的流程, 平均自净系数分别为0.038和0.16, 比北京排污河(COD自净系数为0.016)大1倍。因此, 治理永定新河, 可在治理北排污河的同时, 采用沿河河流定时放水冲稀和沿岸种植芦苇或大米草等措施, 以强化净化功能。

(2) 第二方案：多点分散或铺设管道排放污水入海。一种是在南排污河下游, 再开凿一至二条支流, 往南岸开口排污入海, 这样既可分担南排污河干流自大沽口集中入海的污水量, 又可通过这些支流污水河(渠)的净化, 降低入海污水的浓度。另一种是从南排污河入海口至12站铺设4km长的管道, 把污水集中引到水交换良好、稀释扩散能力强的海域排放, 使之加速净化。据计算, 从南排污口至12站, COD的自净系数为0.50, 比永定新河的自净能力要强得多。

(3) 第三方案：兴建污水处理厂(场)。采用人工净化系统处理污水, 提高水的回收

率。据有关资料介绍,1982年投资0.88亿元建成的天津市纪庄子污水处理场,年处理污水量 $9490 \times 10^4 \text{t}$,去除COD可达80%。但其最大缺点是投资大、耗能高。

3. 合理利用河口自净功能,实行污染物排放总量和浓度的控制。确定污水入海总量和浓度的限制值,主要是根据纳污海域环境容量的大小。根据目前排污点的配置情况,以污水随时间均匀输入,河口海域COD不超过一类海水标准(3.0 mg/L)为条件进行计算的结果,东经 118° 以西天津近岸海域的环境容量为 $22 \times 10^4 \text{t/a}$,即 $1.8 \times 10^4 \text{t/月}$, 602.0t/d 。如按二类海水标准 $\text{COD} < 4.0 \text{mg/L}$ 计算,陆源污水入海总量可控制在 $34 \times 10^4 \text{t/a}$ 以内。大沽口由于直接接纳南排污河污水和海河水,且COD的入海总量约占全海区的80%,其污水入海总量应控制在 $17.6 \times 10^4 \text{t/a}$ 以内,即 $1.44 \times 10^4 \text{t/月}$, 481.8t/d 。而北塘口可控制在 $4.4-5.0 \times 10^4 \text{t/a}$ 的范围内,即 $0.36 \times 10^4 \text{t/月}$, 120.40t/d 。

1984年各月南、北排污河的COD实际排入海量与海河口区的允许负荷量相比较,除了南排污河的5、6月和北排污河的10月超过了允许负荷量外,其余月份均在允许范围之内。

为了确定COD入海的允许浓度值,以提供有关部门参考使用,我们又根据大沽口和北塘口的环境容量,推算出南、北排污河每年、每月、每日允许排放的COD浓度值及相应的污水量(表13)。

表13 南、北排污河入海污水量及COD浓度的控制值

海河口区 COD 允许负荷量		污水 COD 允许浓度值 (mg/L)	相应污水量		
			年 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	月 ($\times 10^4 \text{m}^3$)	日 ($\times 10^4 \text{m}^3$)
大沽口	$17.6 \times 10^4 \text{t/a}$; $1.44 \times 10^4 \text{t/月}$; 481.4t/d	200	8.80	7 250.00	241.09
		400	4.40	3 624.99	120.54
		600	2.93	2 416.64	80.36
		800	2.25	1 812.50	60.27
		1000	1.76	1 449.99	48.21
北塘口	$4.4 \times 10^4 \text{t/a}$; $0.36 \times 10^4 \text{t/月}$; 120.4t/d	200	2.20	1 833.33	60.27
		300	1.46	1 222.21	40.18
		400	1.10	916.66	30.13
		500	0.88	733.33	24.16

对比表13所列污水入海量及COD浓度的限制值,1984年5、6月南排污河的COD排出量及浓度都达到了极限值。5、6月是对虾产卵盛期,为保证其蚤状幼体的成活,建议今后在这一时期,必须将污水排放量及浓度严格控制在所规定的允许值之内。

另一方面,对污水的排放方式和排放时间也应进行选择 and 限制。为避免集中排污引起鱼虾贝类的中毒死亡,宜采取多点、分散、均匀的排放方式。关于排放时间,根据我们以前投放漂流卡和以罗丹明B为示踪剂进行的现场稀释扩散试验,污染物在10分钟内可稀释1万倍;在秋、冬季盛行西北风的作用下,轻质污染物可在30—60天漂出渤海海峡(平均漂移速度为 $6-12 \text{ n mile/d}$)。因此,大量污水的集中排放时间应由夏季改在秋冬季。根

据潮流计算所得污染物的浓度分布随潮流而变化的规律，在一天内的污水排放时间应选择
在落潮时，实行有控制的定时排放。

至于城市雨污水、农田沥水这些非点源污染源，目前还缺乏有效的控制方法，有待今后研究解决。

参 考 文 献

- 丁树荣, 1984. 高产水生维管束植物在城镇污水资源化中的作用及其发展前景. 中国环境科学 4(2): 10—14.
- 江角比出郎, 1979. 東京湾の水質(1972—1976). 沿岸海洋研究ノート, 16(2): 101—105.
- Bellanca, M. A., 1981. Management implications of nutrient standards. In: Estuaries and Nutrient (Ed. by Neulson, B. J. & L. E. Cronin). Humana Press, pp. 263—276.
- O'kane, J. P., 1980. Estuarine Water-quality Management. Pitman Press, pp. 113—121.
- Owens, M., 1984. Severn estuary—an appraisal of water quality. *Mar. Poll. Bull.* 15(2): 41—47.
- Topping, G., 1976. Sewage and the sea. In *Marine Pollution* (Ed. by Johnston, R.). Academic Press, pp. 303—349.
- UNEP, 1982. Waste Discharge into the Marine Environment. Pergamon Press, 360pp.
- Vetter, R. C. (eds.), 1971. Marine Environmental Quality. National Academy of Science, Washington, D. C., 107pp.
- Wilson, J. G. & W. Halcrow, (Ed.) 1985. Estuarine Management and Quality Assessment. Plenum Press, 225pp.

ON ORGANIC POLLUTION AND ITS CONTROL IN THE HAIHE ESTURINE AREA OF THE BOHAI BAY*

Zou Jingzhong, Zhang Jingyong, Wu Jingyang, Zhang Fagao,
Gu Tangxiu and Wu Yulin

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

This paper deals with the organic pollution in Haihe estuarine area during 1983—1985.

The results show that this estuarine area has been polluted by the discharge of untreated or partially treated municipal and industrial sewage from the city of Tianjin and the towns near the seacoast. The chief pollutants were COD, BOD₅, TON, TOP and TOC etc, which exhibited marked regional and seasonal variations. In the inner estuary, the concentrations of these pollutants were obviously higher than those of in the outer estuary, exceeding also the seawater quality standard. In August, when there were high runoffs, the contents of all organic pollutants in whole estuary were the highest.

According to the results of investigation, we have computed two indices: index of water quality and index of sediment quality, and applied them to evaluate the environmental quality of the Haihe estuarine area. The results showed that the inner estuary was heavily polluted, the middle and less polluted area is in the Beitang estuary and the Dagu estuary, the outer estuary is not greatly affected by pollution.

Measures for controlling the organic pollution in Haihe River estuary are suggested by the authors in the paper.

* Contribution No. 1397 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.