

锦州湾水体污染及其容量研究

国家海洋局海洋环境保护研究所

1981年9月

目 录

前 言	1
一、锦州湾主要污染源	2
(一) 五里河	2
(二) 葫芦岛地区工业污水	4
二、锦州湾水体污染现状	5
(一) 一般水质指标	5
(二) 有机物污染指标	9
(三) 重金属污染指标	18
(四) 有机氯农药(六六六)	27
(五) 石 油	88
三、锦州湾水体主要污染物及其输送特征	87
(一) 主要污染物	87
(二) 污染物输送特征	89
(三) 扩散系数	48
(四) 潮汐的影响	50
四、锦州湾水体“容许”负荷量	53
(一) 锦州湾水体有机物允许负荷量	58
(二) 锦州湾水体石油允许负荷量	55
(三) 锦川湾水体汞允许负荷量	60
五、锦州湾水体质量综合评价	35
(一) 评价参数的选择	35

(二) 评价标准的选择和确定.....	66
(三) 权系数的确定.....	66
(四) 污染因子评价模式.....	67
(五) 污染等级和污染区划分.....	70
六、水体质量综合评价结果.....	75
七、下一步工作的意见.....	80
附 件.....	82
附件一：锦州湾环境污染化学调查方法.....	82
附件二：锦州湾区域一般概况.....	90
附件三：锦州湾水体污染物时—空变化特征.....	98
参考资料.....	111

锦州湾水体污染及其容量研究

(国家海洋局海洋环境保护研究所海洋化学研究室)

前 言

锦州湾是锦州地区主要渔港所在地，也是该地区海上交通要道。沿海工业发达，如渤海造船厂、葫芦岛锌厂、锦西石油五厂、锦西化工厂等大型企业座落在该区。海区水产资源丰富、盛产对虾、毛虾、毛蚶，又是经济鱼虾产卵索饵的好场所。据调查，王家窝铺海滩杂色蛤年产达150多万斤。

锦州湾地处锦州市东南部，深受陆源物质的影响。随着沿海工农业生产的发展，陆上污染物质源源不断地通过地表径流或大气等载体输送入海。据调查，仅从五里河每年入海近600吨石油，200多吨汞，还有氟化物、汞、铅等；直接排放入海约700吨锌、20多吨铜，而通过各种途径进入约400吨氯制剂、磷制剂等农药。为此，虽然锦州湾水体是一个很好的天然污水处理场所，但是，由于超负荷的污染物质使锦州湾水体受到石油、重金属等的污染，影响了水产资源。

众所周知，合理布局沿海工业，科学地安排污水口，充分利用该海域物理、化学及生物净化能力，就能容纳更多量的含毒废水。这对于提高锦州湾水体初级生产力，减轻锦州沿海工业污水处理设备的投资均有重大意义。因此，查明该海域污染源，了解污染现状、污染特点以及海域允许入海负荷量，为锦州湾水体污染防治提供科学依据，不仅关系到

保护锦州地区居民健康和水产资源的大事，而且对工业发展国防建设都是必不可少的。

为了突出重点，缩短科研周期，早日将成果用于区域规划及治理工作中，我室从1979年至1980年进行了四个航次准同步大面观测（36个观测站），二个航次一个潮汐周期的连续观测（6~8个观测站）。观测项目为15项。

通过两年来的海上调查，多次的现场访问和水样的分析，掌握了锦州湾水体污染现状的第一手资料。继之又将这些资料分门别类的进行“去粗取精、去伪存真”的系统加工整理，进而从这些资料中引出调查海域污染特征、允许入海负荷量，为锦州湾水体污染防治提供科学依据。

一、锦州湾主要污染源

锦州湾有两个主要污染源——一是沿途接纳锦西化工厂、锦西石油五厂、锦西化工机械厂和锦西铁路车辆洗槽站等企业污水的五里河；另一个是葫芦岛锌厂、葫芦岛镇化工厂等直接排放入海的产业污水。这两个污染源均通过锦州湾南滩入海，可见基本属于点源。

（一）五里河

五里河属季节性老年期河流，但实际上已成为一条排污沟。据调查，每天排入五里河的废水总量约78388吨，其中含有大量的有机物、石油、酚、氰化物、铅、汞以及有机氯化物等。河水已呈棕红色，具有强烈的石油、酚等臭味、生物绝迹。据1979年12月统计，每年向五里河排放27944吨油，150吨硫化物，524.1吨酚、20吨铅，2~15吨汞，0.7吨氰化物。这些污染物，在沿途部分净化之外均流入锦州湾，其浓度见表1-1。通过五里河每年进入锦州湾的入海负荷量如表1-2。这些数据表明：五里河的污染程度十分严重，其主要

表 1-1 五里河污染物浓度范围 (毫克/升) 1980.7~9

	$\frac{PH}{DO}$	$\frac{COD}{SS}$	$\frac{石油(1)}{石油(2)}$	$\frac{酚}{氰化物}$	$\frac{铅}{汞}$
七月	5.0~14.0	1879~3437	405~2986	2.4~60.9	0.026~0.284
	0.6~7.8	1171~2735	351~4211	0.011~0.064	0.044~2.13
九月	6.0~7.0	6031~8633	529~2342	0.8~28.5	0.009~0.088
	0.3~3.6	619~5560	359~9103	0.008~1.02	0.021~0.159

表 1-2 五里河主要污染物入海负荷量* (吨/年)

悬浮物 8650±1550	石油** (1) 585 ± 125	石油 (2) 1277±387	挥发酚 212.5±67.5
氰化物 (CN ⁻ 计) 0.849±0.173	铅 1.078±0.195	汞 2.027±0.432	COD 8805±1045
铜 1.859	锌 63.692	666-α 2.154	666-γ 2.362

* 引自“五里河主要污染物入海量探索”锦州市环保所“河流入海口直接入海混合排污口调查表”锦州市环保监测站。

** 石油(1)为比色法测定结果,石油(2)为重量法测定结果。

污染物是石油以及其它有机物和汞等重金属。

(二) 葫芦岛地区产业污水

本地区的企业中影响锦州湾水体的质量的有渤海造船厂、葫芦岛镇化工厂以及葫芦岛锌厂等，其中葫芦岛锌厂是主要危害者。据调查，这些企业每年排放约5836万吨工业污水，废气823805万米³，废渣113.2万吨。在废水中含有多和毒性污染物，如氰化物、酚、吡啶、硫酸汞、镉、铅、砷等；在废气中含有SO₂、SO₃、汞、铅、镉等重要污染物，而在废渣中含有锑、铜、锌、铅、砷等。

葫芦岛锌厂是上述污染物的主要三废排放者。它毗邻锦州湾南滩，把污水直接排入海，并把大量的废渣堆在潮间带。不仅如此，该厂向大气排放的废气所携带的污染物随风飘落在锦州湾。表1—3列出了葫芦岛锌厂污染物排放入海的负荷量。

从表1—3中看到，锌的入海负荷量近2千吨，铅为6百多吨。

污染锦州湾水体的农药除了来自五里河、大气降落等以外，还有雨季冲刷沿海农田和丘陵平原的雨水携带入海。据估计，每年约932吨农药入海，其中氯制剂705吨，磷制剂256吨，其它还有杀菌剂和除草剂等。

五里河和葫芦岛锌厂污染物排放入海负荷率见表1—4。从表中看到，五里河是油、汞、有机物的主要污染源，而锌厂是铜、铅、锌、镉、汞等重金属的主要污染源。

表1—3 葫芦岛锌厂排放入海负荷量

(吨/年) 1979年

汞	锌	铅	镉	铜	COD	油
1.37	1890.2	615.2	64.6	16.8	1423.5	92.5

表1-4 五里河和葫芦岛锌厂污染物
排放入海负荷率(%)

种 类	铜	铅	锌	汞	油	COD
总量(吨/年)	18.6	616.4	1954.0	8.4	677.5	10228.5
锌厂(%)	90.0	99.8	96.7	40.3	13.7	13.9
五里河(%)	10.0	0.2	0.8	59.7	86.3	86.1

二、锦州湾水体污染现状

(一) 一般水质指标

1、透明度

透明度与水体中的SS、着色物以及各类有机物等含量有关，为此，有人把透明度作为特定海区富营养化的一种综合指标。

现场观测表明，锦州湾整个海区透明度波动范围不大。春季透明度一般为0.9米，湾口局部区<0.9米。进入六月后，透明度逐渐增加，月平均可达2.2米以上，为四月的2倍。但是，湾口由于受到辽东湾顶端经流的影响，较湾中部低一米。八月，由于水体中的生物大量繁殖，加之经流携带的悬浮物增加，透明度又有所降低，为1.7米。从透明度年平均平面分布图看到，透明度小于1米的海区主要分布在老河和五里河前海区，其面积约占锦州湾整个海区的5%。小于1.5米的海域约占23%，而透明度小于1.5米的海域为72%。此外，从分布图还可看到，海区内似有一股从渤海中部伸向锦州湾西北方向的舌

透明度平面分布图
(米)
(1979-1980)

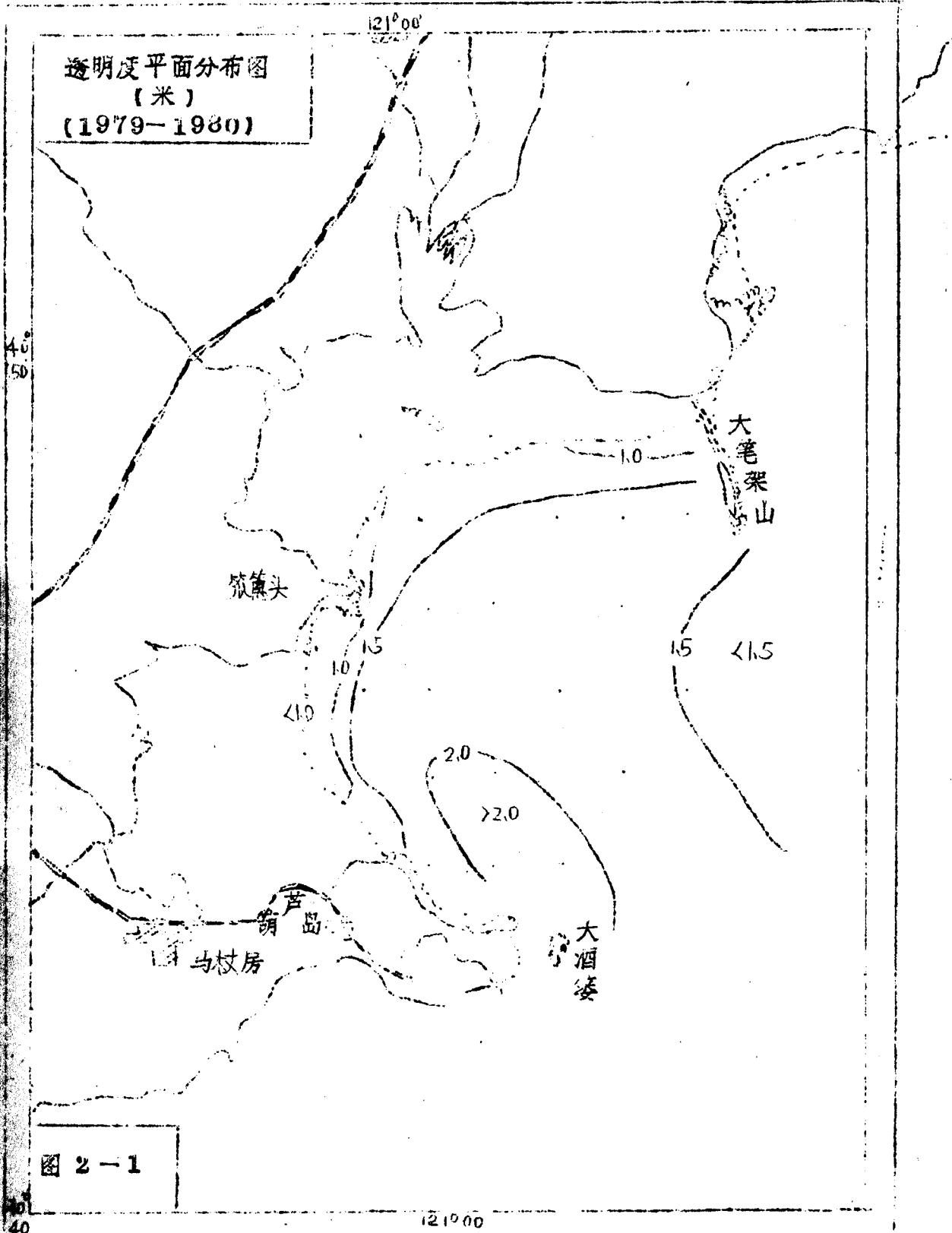


图 2-1

状高透明度水体（见图2-1）。

据赖户内海水水质污染综合调查，他们引用富营养化标准把赖户内海透明度划分为三级，四米以下为富营养化区。四~八米定为中度富营养化区，八米以上水域为正常区。如按这种分级方法衡量我们所研究的海区，那么锦州湾大部分海域应属富营养化区。但是，COD、BOD等有机污染物指标的测量结果表明该湾有机污染物含量不高，对此有必要进一步探讨。

2、水色

我国海水水质标准规定，一、二类海区水体不得带有异色。但是，在现场调查中看到锦州湾南滩小龟山到荒篱头以西海域有一股十分显眼的棕红色加黑色的几公里污水带。该水体随着潮汐的周期运动，在一公里多宽的范围回来移动，并向湾内扩散。根据污水带的颜色和位置判断，棕红色水体主要来自葫芦岛锌厂、黑色水体主要来自五里河。

据调查，四月锦州湾水体由于受五里河和锌厂污水影响，80号站以西海域水色>17号，而北部大部分区域水色介于12~14号范围。本月整个海域平均水色16号，六月平均水色11号，八月为14号。从透明度平面分布图（1979~1980年）看到，大体上从岸边向湾口水色有所改善。水色>14号的海域约占海域总面积的36%，其中>15号的海区占11%，位于锦州湾西、北两岸海区。其它大部分海区的水色在11~13号范围内波动（见图2-2）。

水色平面分布图
(水色号)
(1979-1980)

高桥镇

121°00'

太笔架山

紫篱头

>15

15

14

14

>14

音

岛

马杖房

大酒婆

图 2-2

121°00'

3. P^H

P^H 值的影响因素虽然很多，但是就锦州湾水体来说主要是葫芦岛锌厂排放的制酸废水的影响。据调查，葫芦岛锌厂通过1、2、8号污水口连续不断的向海湾排放 P^H 约3~5的制硫酸废水，其量每天达16896吨，排放口位置在离低潮线一公里处。凡是到过现场的同志都看到，由于这种污水的排放，不仅在1公里长的狭长滩面上造成无生物区，而且在离排污口200~800米以内的人也感到呼吸困难，甚至在顺风时期在海内的20号站上也闻到酸味，这是值得注意的。

从 P^H 值的连续观测资料看到，虽然海水 P^H 值在7.8~8.3范围内波动，但与 P^H 值为8.3~8.7（1975年）的渤海海域相比较，锦州湾 P^H 值稍有偏低趋势，这显然是制酸废水注入的结果。 P^H 值在一个潮汐周期内的时间变化不明显，极差只有0.3 P^H 单位。

我们可以理解到海水固有的缓冲作用是很难改变容量如此巨大的大面积水体 P^H 值。但是工业十分发达的现在，考虑到象葫芦岛锌厂那样有可能把上万吨的制酸废水注入海区，改变局部海区 P^H 值，从而影响水产资源的可能威胁是不容忽视的。

(二) 有机物污染指标

死亡的生物体和污水带来的有机物在海底分解时将引起水中耗氧量的增加，溶解氧的下降，氧化还原电位的下降。如果缺氧状态严重，将形成硫化氢。可见，有机污染物各指标之间互有联系，相互制约。现按项目分别叙述其现状。

1、溶解氧(DO)

正常海水溶解氧含量波动范围很有限。一般情况下赤道附近海水含氧量为4.0~4.3毫升/升；亚热带地区~5.0毫升/升；而极

溶解氧平面分布图
〔毫升/升〕
(1979-1980)

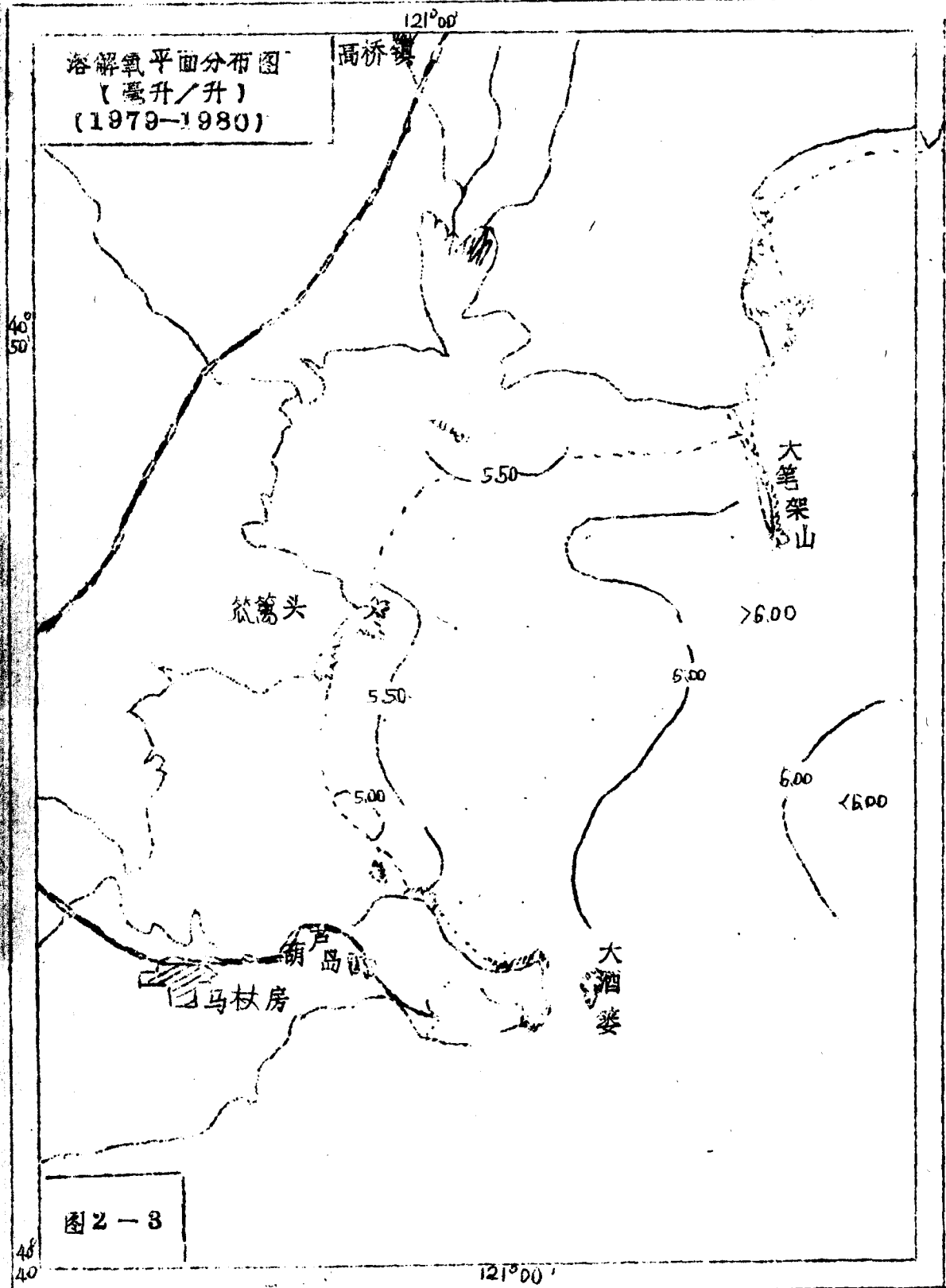


图 2-3

地则可达8.2毫升/升。锦州湾水体绝对含氧量范围在2.63~7.89毫升/升。最低值为2.63毫升/升，饱和度57%，是一类海水水质允许标准（任何时候不得少于3.5毫升/升）的75%，是日本水产一级的37%，在47号站测得。如果要求用>5毫升/升的日本水产一级衡量，锦州湾水体局部海区仍属于缺氧区，而大部分海区为正常区。从图2-3看到，就两年平均值而言，20号站附近为缺氧区，其绝对含量<5毫升/升。这一部分面积约占锦州湾全海域面积的1%，<5.5毫升/升的海域为10.1%，而89%的海域溶解氧绝对含量>5.5毫升/升。但是锦州湾水体含氧量与渤海沿岸各海域相比较（见表2-1），锦州湾水体溶解氧含量有所偏低，即低于青岛、营口、天津、旅大等海区溶解氧含量，这与有机物污染状况相吻合。值得注意的是锦州湾水体中出现的短期缺氧状态，即1980年8月海区溶解氧绝对含量范围为2.63~4.99毫升/升，使39%的站位处于缺氧状态。这种水质状况是否导致了1979年8月海区盛产的海蜇在1980年8月突然绝迹的现象，还有待进一步研究。

2、化学耗氧量（COD）

锦州湾化学耗氧量的水平接近青岛海区，即高于烟台，渤海中部两海区，而低于黄渤海其它沿岸海区（见表2-1）。调查表明，海区COD测量值一般波动在0.6~1.0毫克/升之间，除了局部海域外大片海区COD值尚未超过3毫克/升的一类水质标准。大面调查期间测得的最高值为5.10毫克/升，其次为4.7毫克/升。前者是四月在34号站测得，后者是五里河口前海区20号站测得。在同步连续观测期间20号站测得的COD最大值为14.5毫克/升，是一类水质标准的4.8倍。从图2-4看到，COD大于1.5毫克/升的海区

占海区总面积的9.5%，其中>2.0毫克/升的海区只占2.5%。而89%以上的海域化学耗氧量低于1.0毫克/升。高值区集中在五里河口前海区，这显然是五里河携带的有机污染物所致。从平行于滩面的等值线去向判断，老河淡水的影响扩大到北部整个海区。

表2-1 各海区DO、COD含量

海 区	锦 州 湾			秦 皇 岛	旅 大	营 口
	四月	六月 *	八月			
DO(毫升/升)	7. 45	5. 40	4. 48	6. 76	6. 98	7. 20
COD(毫克/升)	1. 24	0. 85	0. 97	1. 41	1. 33	4. 68

海 区	天 津	沧 州	烟 台	青 岛	渤海中部
DO(毫升/升)	7. 58	7. 74	7. 78	6. 11	5. 80
COD(毫克/升)	1. 92	3. 06	0. 90	1. 27	0. 66

引自“山海关—秦皇岛—北戴河海域调查及环境质量评价报告”
秦皇岛监测站 1981年

* 4月、8月为1980年监测值，其它为1979年测量值。

COD 平面分布图
(毫克/升)
(1979-1980)

高桥镇

121°00'

大笔架山

芦花头

1.0

1.5

2.0

2.0

<1.0

马杖房

大酒篓

图 2-4

121°00'

3、五日生化需氧量 (BOD₅)

锦州湾水体 BOD₅，分布状况和量值水平大体上和 COD 相似。海区 BOD₅，总平均皆 < 1.6 毫克/升，一般在 0.6 ~ 1.4 毫克/升之间。按渔业用水标准，除冰封期外 BOD₅，不得超过 5 毫克/升（和海水水质标准相同）。以此衡量，锦州湾水体尚未受到有机污染威胁。但是，在不同季节，对于局部海区的状况还是有必要引起重视。1980 年 4 月大面积调查期间在携带大量有机污染物的五里河口前海域测得了 BOD₅，极大值。20 号站为 7.82 毫克/升，30 号站为 7.33 毫克/升，是渔业用水标准的 1.5 ~ 1.6 倍。在连续观测期间测得的最大值比它还高，为 31.5 毫克/升，是标准的 6.3 倍。由此可见，短期的污染面积虽然不超过 15 平方公里，但毕竟还是一个污染的重要现象。

总之，从 DO、COD、BOD₅，三项有机污染综合评价图（见图 2-5、2-6、2-7）看到，锦州湾水体有机污染逐年明显好转。1980 年轻污染区面积比 1979 年减少 5%，清洁区增加 40%。二年综合评价图说明，五里河口前有舌状轻有机污染区，其污染指数 < 0.62*，面积只有海区总面积的 2.5%，而 97.5% 的海区属于正常区和清洁区（见图 2-5）。可见锦州湾水体按有机物污染而言，基本上属于正常水体，尚未受到严重有机物污染。但是，对于短期性的局部海区的恶化现象必须加以重视。

经三项指标的分析，它们之间近似有如下相互关系：

$$BOD_5 = 0.88 \cdot COD;$$

$$DO = -0.19 \cdot BOD_5 + 6.41$$

* 污染指数计算，见“五·锦州湾水质综合评价方法”。