

烟台市城市污水排海工程予可行性研究

分报告之五

烟台市城市水污染综合分析

国家环保局 环境科学技术研究所
同济大学

一九八七年八月

总课题负责人： 顾国维、孙茂智

分课题负责人： 蔡不忒

参加工作人员： 顾国维、韦鹤平、陈若曦、刘锦珠
王善培、周善生、邢 彪、袁根生
金小华、余宗莲、吉 宏、徐 亮
吴小尤、何小娟、浦建尤、沈燕云
李贵义、徐威毅、张建华

协 作 单 位： 烟台市环境保护科研所
烟台中心海洋站

协 作 人 员： 高占君、靳国家、张瑞安

报 告 执 笔： 蔡不忒

目 录

1、烟台市现有排水设施情况及存在问题	1
1.1 烟台市概况	1
1.2 烟台市排水设施建设情况	2
1.3 烟台市排水设施存在的问题及今后的主要工作	3
2、污染源现状资料评述	4
2.1 工业污染源	4
2.2 生活污染源	5
2.3 港口的污染源	5
2.4 废水总量及对水质、水量数据的讨论	5
2.5 重要污染源的分析	9
3、海域污染现状	11
3.1 监测数据	11
3.2 监测数据分析	12
4、污染源预测	15
4.1 生活污染源	16
4.2 工业污染源	18
5、对预处理的要求	21
5.1 排放海域的水质目标	21
5.2 耗氧性有机物及SS	22
5.3 重金属	23
5.4 一些其他污染物	24
6、本工程的环境问题讨论	25

6·1 对排放海域的影响·····	25
6·2 芝罘湾原排污水海域水质的预测·····	29
7、关于实施污染源总量控制工作的讨论·····	32
7·1 主要污染物·····	32
7·2 重金属及无机性有毒有害物质·····	34
7·3 为了达到以上要求应采取必要措施·····	34
7·4 讨 论·····	37
8、小 结·····	38

烟台市城市水污染综合分析

1、烟台市现有排水设施情况及存在问题

1.1 烟台市概况

烟台市区由芝罘区、福山区西区组成，城市原有建成区面积共34.71km²，居住人口29.6万（芝罘区27.5万，福山区2.1万），1984年又开辟了经济开发区，近期建设面积计划为3km²，以上区域按自然地形可分为旧城区、岛郊区、南郊区东郊区、福山区、开发区六个各自形成排水系统的区域，烟台市区此有芝罘岛，是一个“T”形陆连岛，南侧与市区相联，把海域分割成套子湾和芝罘湾。烟台港位于芝罘湾内。市内有流向海域河道八条，自东至西为：虹口河、解放河、西南河、海港河、大海阳河、通伸河、生建河、幸福河，是市区污水入海的通道。此外市内有作为主要水源的夹河，但有污水排入夹河并通过夹河入海（这些河的污染影响大小的顺序见表1），由于城市污水及港区污水的排入，又由于芝罘湾内的防波堤阻碍了水的交换，使港池严重污染。虹口河附近海滨有离市区最近的海滨浴场，由于虹口河的污水入海，使浴场水质低下，甚至反映海水浴后皮肤有过敏的现象。从烟台山向东至海滨浴场的海岸域由于污染有观已经非常明显，二十多年前烟台山附近沙滩是金黄色的、海水是蔚蓝的；为今由于污染而发黑、夹有明显使人不快的臭味。

芝罘区是烟台市的政治和行政中心，也是烟台市的门户和窗口，芝罘湾的污染是烟台市的一个大问题，解决这个问题是当务之急。

按照城市具体规划，本市本世纪末人口发展至90万左右（芝罘区40万左右、福山区9—10万，开发区8—10万），相应城市用地77.8K²，将成为一个轻型工业、港口、旅游的城市。

1.2. 烟台市排水设施建设情况:

历年来,烟台市为改善水环境状况,作了一定的工作,归纳起来有以下几方面:

(1) 进行了合流制改分流制的部分工作

该市1959年就有分流制的设想,故在建设跃进路时,在改进路西侧修建了一条 $\varnothing 300$ 、长2500m的污水干管。1974年请上海市政工程设计院研究了体制问题,倾向于分流制,1977年又请上海市政府对污水系统进行了研究。经过这些工作,再次明确了要改合流制的为分流制的概念。正因为水所在76、77年编制的烟台市总体规划中,就确定了分流制的排水体制,以后就着手对一些地区改造,为1977年旧城区修建马路时,按两污分流理改了截流干管($\varnothing 600$ 、长1400米),1980年修建大海阳河时,在河东、西两侧埋设了长2100米的污水管道,现已建成的新海阳、白石村、奇山、幸福、小北疃、台成革厂等生活区均已按分流制建成,目前在建的厚安街、市府街、南鸿街等居住区也按分流制规划进行设计和建设,近年来改建、新建的街道二馆路、迎祥路、解放路、文化路等也是按分流制修建的,不过尽管为此,芝罘区目前仍基本上还是合流制,从西炮台以西到夹河以东的西郊区,目前港水不经处理入海,排水设施不完善,位于烟台西北、夹河以西的经济开发区,市政设施比较完整,全区的排水系统按分流制规划、设计。此外、东郊、西郊以及福山,在分流制上做的工作较少,但在城市规划上也是明确了要改为分流制。

(2) 提出了烟台市旧城区污水截流及处理工程计划

近年来,考虑到能在较短的时间内的改善,旧城区卫生条件和海滨水质,提出了沿北馆路埋设污水截流总管,把原旧城区虹口、解放、西南、海港、大海阳、通伸、生建、幸福等已成暗渠的河道内的污

水接入截流总管，送到拟建于幸福河下游，烟潍公路北侧的幸福村以北，规模为 $6\text{万 m}^3/\text{日}$ 的二级处理厂，处理后入幸福河末段而入芝罘湾。

以上两方面工作、思路是一致的，只是在投资、建设的分期上改后的侧重不同，从总的来看，城市是倾向于过度到分流制的。

(3) 建设了一些污水处理设施，这些设施都是工厂内部的，主要情况见表(2)。

1.3 烟台市排水设施存在的问题及今后的主要工作

(1) 排水设施的现状与各方面对改善水环境质量的要求之间的矛盾。

从烟台市城市规划所确定的性质而言，旅游业是城市的一个重要方面，然而水环境外观质风不好，港池污染、浴场以及海滩污染，市民也在呼吁治理好河道，因此从内部及外部都对此提出了要求。但从管道系统而言，没有一个完整的大体系，为小体系本车不完善并且彼此之间没有一定的联系，污水没有合理的归宿。

(2) 多年来在总体上做了相当的工作，并按一定思考进行了一定的实际建设工作。目前需要在原有工作基础上，根据城市的性质拟定一个规划，从整体上确定整个烟台市区各个自然排水分区的总的系统的构想以及根据现状，分期地逐步采取实际步骤、改善水环境质量，保证城市总体规划的实施，力求每一个步骤都取得可见的效益，从而增加各方面人士对这一工作的认识和进一步推动这一工作的开展。

(3) 在规划已定的前提上，处理现有设施与规划之间的关系。

78年时沿北河敷设了 $\varnothing 600$ 截流管道，并从规划上要求排放大户印染厂拆迁，到目前为止该厂仍在原地发展，致使原敷设的管道的孔径很可能太小。类似的问题如跃进路的污水管也有，此外，各河道的通

过能力问题，如何从合流制过渡到分流制，如何分期、各区排水体制如何完善如何构成一个完整的体系等，都要按一定的规划开展工作。在整体规划以后，在各个实施阶段都要做好工程可行性研究工作。

可以把以上的问题归纳为下的任务：进一步统一各方面对改变水环境现状问题的看法，提高认识，制定规划，分步研究和实施。

2、污染源现状资料评述

2.1工业污染源

根据烟台市提供的市区工业情况，可按两个区（芝罘和福山区）分述

2.1.1芝罘区

建国前，主要行业为造钟、罐头、缫丝、铁工、酿酒等，工业总产值1054万。建国后，工业有较大的发展，主要工业有钟表、罐头、酿酒、纺织、电子、造锁、工艺美术、轻化工等、共有市属企业159个，区属企业83个，85年的工业总产值为175,461万元（17.5亿），在市属企业中，据现有资料，有二十个企业的总排水量为8.84万 m^3 /日，占工业总排水量的94%，其中重要的有21个（这些企业分布见图1及表3）污染负荷占绝大部份，可作为研究现状的基本资料，据此得表（4）

2.1.2福山区

建国前仅有白铁、纺织、鞋靴、木器、食品等个体作坊。以此为基础，现有机械、建材、化学、造纸、冶金、木材、食品等11个门类，共有区属以上工业企业80多个，工业总产值55年为14,664万元。在工业企业中，较重要的工业污染源103个。工业主要集中在区政府附近，污水排入夹河或夹河支流或入套子湾，所有污水的最终归宿都是套子湾。

根据烟台市环保所提供的资料，福山区的主要污染户的排污量总计为表（5），分布为图（2）所示

2.2 生活污水源

据现有资料，西区使用自来水人数为33万人，生民用水量为1191万 m^3 /年，据此可得人均耗水量为100升/人日，故目前生活污水量为3.26万 m^3 /日，可按每人每日排出BOD₅为30克，COD为50克计，则排出BOD₅、COD总量分别为9.9T/日和6.5T/日，而按每人每日排出SS为45克，则每日SS总量为14.85T。

2.3 港口的污染源

烟台港区的港池位于芝罘湾内，在市区“窗口地带”。港区是一个污染源，而事实上港池水域的污染是严重的。烟台市根据1985年数据，认为按三类海水标准评价，则化学消耗氧通、无机磷的超标，无机氮超标两倍，港池内无可食之生物。

烟台港年货物吞吐量为690万吨，没有关于港区污水量、水质的资料。为此只能结合烟台的情况，结合以往在港区方面工作的经验，计算得烟台港的废水及主要污染物排放总量：

项 目	工业废水	生活污水	合 计
流量Q、 m^3 /日	7 0 0	1 3 8 0	2 1 8 0
BOD ₅ 、T/日	0 . 9 8	0 . 2 1	1 . 2
COD、T/日	8 . 8 3	0 . 4 3	8 . 9
油、T/日	4 . 0		4 . 0

以上数据是对港区污染的粗略的估计，烟台港区可能有别的污染物排放（比如磷、氮等），因缺乏资料，无法估计，最可靠的办法是今后建立监测制度。

2.4、废水总量及对水质、水量数据的讨论。

2.4.1、废水总量数据的分析

芝罘区六十个市属工业企业的废水量占全区市属工业企业的废水量的94%，故全区市属工业废水量为

$$87400 \div 0.94 = 93000 \text{M}^3/\text{日}$$

此外，芝罘区有区属工业排放污水约 $2500 \text{M}^3/\text{日}$ ，故芝罘、福山两区的废水量为

$$93000 + 11850 + 2500 = 10.7 \text{万M}^3/\text{日}$$

再加港区的生活、工业废水和两个区的生活污水，则总量为 $14.25 \text{万M}^3/\text{日}$

(1) 水量平衡的校核：

市政供水 $10.5 \text{万M}^3/\text{日}$

由市政供水取得水源的工业企业沟水量：

$$(93000 + 11850 + 2500 + 700 + 1380) - 36500 = 72930 \text{M}^3/\text{日}；$$

(由自备水源取得用水的三家工业企业的排水量为 $36500 \text{M}^3/\text{天}$)

生活污水量 $33000 \text{M}^3/\text{日}$ ；

使用市政供水后产生的废水总量：

$$72930 + 33000 = 105930 \text{M}^3/\text{日} (\approx 10.5 \text{万M}^3/\text{日})$$

(2) 生活污水与工业废水量之比

$$\text{生活污水总量 } 33000 + 1380 = 34400 \text{M}^3/\text{日}$$

$$\text{工业废水总量 } 93000 + 11850 + 2500 + 700 = 108050$$

生活污水量：工业废水量 = 1：3.14

生活污水占32%；工业废水占68%

(3) 万元产值排水量：

$$\text{芝罘区工业企业总用水量： } 93000 + 2500 + 2100 + 36500 = 134100 \text{M}^3/\text{日}$$

芝罘区产值175461万，万元产值排水量

$$\frac{134100 \times 365}{175461} = 279\text{m}^3$$

福山区废水量11850M³/日

福山区产值14664万

福山区万元产值排水量

$$\frac{11850 \times 300}{14664} = 295\text{M}^3$$

综合值：
$$\frac{(134180 + 11850) \times 300}{175461 + 14664} = 280\text{m}^3/\text{万元}$$

(4) 关于万元产值用水量有以下统计数字

芝罘区138m³，总用水量 $138 \times 175461 = 24213620\text{m}^3$

按日计为8.07万m³/日

福山区311m³，产值为14664万，总用水量为1460504，日用水量为1.52万m³/日。

两区会计为 $8.07 + 1.52 = 9.59\text{M}^3$ ，与供水能力有

$$19.5 - 9.59 = 9.91\text{万M}^3/\text{日}$$

之差，可以认为万元产值用水量统计数有待进一步核实。

以上分析的结论：市政供用水量基本与由此产生的废水相等。而用自备水源后产生的废水量占自备水供水量的

$$(3.65/9) \times 100\% = 40.5\%$$

2.4.2、水质数字的分析

(1) 各种污染物的比重

分析各种污染物的比重的目的在于了解究境哪些污染物质是主要的，从而从污染源控制方面能抓住主要的目标。

芝罘区的各种污染物总量为86487.97公斤/日，SS的总量为17121.5

公斤/日，占总污染数量的19.8%，COD为45096公斤/日，占总污染物的52.14%；BOD5总量为19204.1公斤/日，占总污染物的22.2%，以上三种共占94.14%，其余污染物只占6%以下。

同样也可以对福山区的污染物作分析并得出结论，即主要污染物为COD、BOD5、SS。

(2) 工业企业的SS、COD、BOD5的总量及浓度。

区 别	COD	BOD5	SS
芝罘	45.09	19.2	17.12
福山	8.03	22.9	3.64
港区	8.9	1.2	
生活污水	16.5	9.9	14.85
Σ	78.4	32.59	35.61

BOD5混合浓度 $32.59 \times 10^6 / 1455000 = 224 \text{mg/L}$

COD 混合浓度 $78.4 \times 10^6 / 1455000 = 540 \text{mg/L}$

SS 混合浓度 $35.61 \times 10^6 / 1455000 = 250 \text{mg/L}$

(3) 废水的可生化性的分析：

废水的可生化性可用比值(BOD5/COD)来表征，理论分析表明此值大则可生化性好，比值=0.58表示可生化性最好(在作出以上的结论的理论分析过程中，BOD5的测定过程中的 $K=0.1/\text{日}$)

据此，对各区的废水作些可生化性分析

区别成废水类别： 废 水BOD5/COD

芝罘 0.425

福山 0.285

混合工业废水 0.354

港区 0.137

混合市政

废水(工业 + 生活) 0.402

(4) 监测及污染源调查工作中问题

对现有工业污染源数据作一些分析,发现存在一些问题,兹以BOD和COD的数值为例。

现有数据中, BOD₅和COD的数据有些异常或值得考虑之处。

第一种情况是BOD₅ : COD比值很小, 如福山味精厂、烟台第二造纸厂、烟台第二酒厂、烟台酿酒厂、化肥厂、包装材料厂等。其中有些厂如酒厂、味精厂排出的有机污染物应是容易为微生物分解的, 即BOD₅ : COD应较高, 如果其中一些厂实测BOD₅测低了, 或是某种原因使COD实测值比实际值高, 一旦这些问题纠正了, BOD₅ : COD值会提高, 有利于生物降解。

第二种情况是BOD₅ : COD比值太高或 > 1, 为制碘厂、第二染织厂、针织总厂、织布厂等。这种情况出现可能是BOD₅测得太大或COD测得太小。

第三种情况是只有COD的数值而没有BOD₅的数值。某些情况下, COD测定比BOD₅测定方便, 可能是产生这种情况的原因。

从以上叙述可见, 测定工作有些不太准确, 有些应做的分析项目没有做。

2.5 重要污染源的分析

如前分析所指出, 从总体上说, 主要污染物指标是SS、COD、BOD₅, 本节的讨论在于找出那几个工厂是主要的SS、COD、BOD₅排放户, 为此, 对工厂按SS、COD、BOD₅的排放量排队。

2.5.1 按SS排队:

厂名	数量 (公斤/日)	累计量	累计百分比
----	-----------	-----	-------

烟台酿酒厂	4224	4224	24%
烟台造纸厂	3503	7727	45.13%
烟台制碘厂	1813.8	9541	55.73%
烟台罐头厂	982	10523	61.46%
烟台化工厂	812.1	11335	66.2%
烟台氯碱厂	765	12100	70.6%
烟台制革厂	713.9	12814	75%
烟台啤酒厂	504.2	13318	78%

2·5·2按COD排队 (不计烟台港)

烟台酿酒厂	1123	111123	24.7%
烟台造纸厂	9083.3	20206	44.8%
烟台制革厂	5783.3	25989	57.63%
烟台罐头厂	3108	29097	64.52%
张裕酒公司	1813.8	30911	68.54%
烟台啤酒厂	1185.7	32096	71.2%
烟台合成革厂	1040.9	33137	73.5%
烟台香槟酒厂	1033.6	34171	75.8%
烟台化肥厂	990.8	25162	78%

2·5·3按COD5排队 (不计烟台港)

烟台制革厂	4366.7	4366.7	22.74%
烟台造纸厂	3773.3	8140	42.4%
烟台罐头厂	2026.7	10166.7	52.94%
张裕酒公司	1642.6	11809.3	61.49%
烟台制碘厂	831.2	12640.5	65.82%
烟台啤酒厂	771.1	13411.6	69.84%

烟台香槟酒厂	724	14135.6	73.6%
烟台酿酒厂	686.7	14822.3	77.18%

3、海域污染现状

根据总体设计要求及地方的具体条件，以现有数据及例行监测数据为主，又在1986年对芝罘岛外海区作了两次监测，以求得对海域现状的认识。

3.1 监测数据

测站布置如图3，监测所用方法为：

水质监测项目及方法

PH—玻璃电极法

S‰—盐度计法

DO—碘量法

COD—碱性高锰酸钾法

挥发酚—四氨基安替比林比色法

磷—钼兰比色法

石油类—紫外法

氨氮—次溴酸钠氧化法

硝酸盐氮—镉柱还原—偶氮比色法

亚硝酸盐氮—偶氮比色法

汞冷原子吸收法

砷—氢氧化铁共沉淀—二乙氧基二硫代甲酸银比色法

镉—阳极溶出伏安法

铅—阳极溶出伏安法

铜—阳极溶出伏安法

锌—阳极溶出伏安法

666—气相色谱法

DDT—气相色谱法

总铬—氢氧化铁共沉淀—二苯碳酸二胍比色法

氰化物—异烟酸咪唑吡酮比色法

监测结果见表6至表9，在各表中测试数据为“0.000”者，应理解放未检出。

3.2 监测数据分析：

为了对这些数据有具体的认识，把这些数据与海水水质标准联系起来。

海洋水质标准及有害物质最高容许浓度如下

表A

污染物名称	第 一 类	第 二 类	第 三 类
悬浮物质	人为造成增加的量不得超过10毫克/升	人为造成增加的量不得超过50毫克/升	人为造成增加的量不得超过150毫克/升
色、嗅、味	海水及海产品无异色异嗅异味		海水无异色异嗅异味
漂浮物质	水面不得出现油膜、浮沫和其它杂质		水面不得出现明显的油膜、浮沫和其它杂质
pH	7.5~8.4	7.3~8.8	6.5~9.0
化学耗氧量	<3毫克/升	<4毫克/升	<5毫克/升
溶解氧	任何时候不低于5毫克/升	任何时候不低于4毫克/升	任何时候不低于3毫克/升
水 温	不超过当地、当时水温4°C		
大肠菌群	不超过10000个/升（供人生食的贝类养殖水质不超过700个/升）		
病 原 体	含有病原体的工业废水、生活污水须经过严格消毒处理，消灭病原体后，方可排放		
底 质	砂石等表面的淤积物不得妨碍种苗的附着生长 溶出的成份应保证海水水质符合表A、表B的要求		
有害物质	应符合表B规定的最高容许浓度要求		

名 称	最高容许浓度		单 位	毫克/升
	第 一 类	第 二 类		第 三 类
汞	0.0005	0.001		0.001
镉	0.005	0.01		0.01
铅	0.05	0.1		0.1
总铬	0.1	0.5		0.5
砷	0.05	0.1		0.1
铜	0.01	0.1		0.1
锌	0.1	1.0		1.0
硒	0.01	0.02		0.03
油类	0.05	0.1		0.5
氰化物	0.02	0.1		0.5
硫化物	按溶解氧计			
挥发性酚	0.005	0.01		0.05
有机氯农药	0.01	0.02		0.04
无机氮	0.1	0.2		0.3
无机磷	0.015	0.03		0.045

注 无机氮和无机磷为防止暖流内湾海域产生“赤潮”的限制值，海水中放射性物质应符合GBJ8-74《放射防护规定》中露天水源的限制浓度。

为了把监测数值与海水标准联系起来，用一个质量指数P来帮助分析问题，即

$$P = \frac{S-C}{S}$$

但对于D.O, $P = \frac{C-S}{S}$

在上述式中S—标准值,C—观测值(在此用统计值)。分析各海域的PH值,发现都在7.5—8.4之间,已满足一类海水的要求,为简化计算,不考虑PH的问题。

对于各海域以二类海水标准为依据计算P值,结果如表10至12。P值越大,则表示某指标与二类海水标准相比,水质越好,P值在0与1之间(对D.O,本可大于1),如P=0则表示水质指标值与标准相同,没有任何可能利用海水的稀释作用;为P=1表示该指标监测时未检出(但对D.O,则表示观测值正好是标准值的一倍);如0<P<1,表示尚有一定的“容量”可以利用,P值越近1“容量”越大。