

# 黄河三角洲地区水污染造成的价值损失估算

单长青,李甲亮,刘娟娟

(滨州学院 城市与环境系,山东 滨州 256603)

**摘要:**估算地区水污染造成的价值损失是合理进行水资源规划和保护水环境的一个重要方面。通过采用浓度-价值损失率法和恢复费用法等估算了黄河三角洲地区 2009 年生活污水和工业废水的价值损失,结果表明:生活污水中东营、滨州、寒亭区和寿光市达到了功能丧失的程度,昌邑市达到了重度损害的程度,工业废水中乐陵市和庆云县达到了功能丧失的程度,滨州和寿光市达到了中度损害的程度,东营、寒亭区和昌邑市为轻微损害;由于 COD 和氨氮的污染,2009 年黄河三角洲地区污水价值损失为 47 778.497 万元,其中生活污水价值损失为 30 423.712 万元,工业废水价值损失为 17 354.785 万元,对当地经济发展产生了一定的影响。

**关键词:**黄河三角洲地区;水污染;价值损失

**中图分类号:**X824

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2011)06-0042-03

随着经济的发展,环境污染尤其是水污染越来越严重,各种水体的价值和功能呈现不同程度的降低,有的甚至丧失,因而定量地估算水污染造成的价值损失已迫在眉睫,同时也是合理进行水资源规划、保护水环境的一个重要方面,国内外很多学者已通过多种方法对有关地区的水污染造成的价值损失进行了估算<sup>[1-3]</sup>,现采用浓度-价值损失率法和恢复费用法等估算了 2009 年黄河三角洲地区生活污水和工业废水的价值损失,以正确认识该地区的水污染现状,为该地区水资源的合理开发与利用提供一些参考。

## 1 研究地区及污染物排放量

黄河三角洲地区包括东营和滨州市全部,

以及潍坊寒亭区、寿光市、昌邑市,德州乐陵市、庆云县,烟台莱州市和淄博高青县等 19 个县(市、区),总面积 2.65 万 km<sup>2</sup>,约占山东省总面积的 1/6,是我国最年轻的有待开发的大河三角洲,在环渤海地区发展中具有重要的战略地位。由于该地区覆盖面广,个别地区数据搜集困难,加大了水污染价值损失估算的难度。2009 年黄河三角洲各地区污染物排放量可通过山东潍坊、德州、烟台和淄博统计年鉴(2010)获得<sup>[4-5]</sup>(见表 1)。其中德州乐陵市和庆云县缺少生活污水排放量,烟台莱州市仅有工业废水排放量,淄博高青县缺少相关污染物排放量,因此价值损失估算中会参考烟台和淄博的污染物排放情况,其数据见表 1。

表 1 2009 年黄河三角洲等地的污染物排放量

区域		污水水排放量/万 t		COD 排放量/t		氨氮排放量/t	
		生活	工业	生活	工业	生活	工业
黄河三角洲地区	东营	6415	10079	10131	21416	1575	815
	滨州	6674	14097	15118	33116	1718	1838
	寒亭区	618	2223	914	3830	163	84
	寿光市	2484	2923	2533	3427	660	364
	昌邑市	1342	1949	1809	2144	72	115
	乐陵市	—	211	2019	1274	243	25
	庆云县	—	276	1374	1352	148	27
	莱州市	—	864.93	—	—	—	—
	高青县	—	—	—	—	—	—
烟台	16751	7600	30313	12434	3234	598	
淄博	12892	19608	12609	24912	1665	1912	

收稿日期:2011-03-18

基金项目:滨州学院重大课题基金资助项目(2010ZDL04)

第一作者简介:单长青(1980-),男,山东省滨州市人,硕士,讲师,从事环境污染治理与评价研究。E-mail:sdscq@163.com。

## 2 估算方法

### 2.1 浓度-价值损失率法

1984 年,詹姆斯 L. D. 研究发现<sup>[6]</sup>,污染物对

水体造成的价值损失与污染物浓度呈“S”型曲线关系,据此有学者建立了污染物浓度-价值损失模型<sup>[7]</sup>,和其它方法相比,该法能够较为客观地反映水污染造成的价值损失,为首选方法。

某污染物对水体造成的价值损失率定义为某种污染物引起的水体价值损失与水体总价值之比。设  $C_{ij0}$  为水体中第  $j$  种污染物对水体第  $i$  项功能引起损失时的临界浓度,  $C_{ij}$  为水体中第  $j$  种污染物对第  $i$  项功能在某种情况下的浓度,那么价值损失率( $R_{ij}$ )可表示为:

$$R_{ij} = \frac{1}{1 + A_{ij} \cdot \exp(-B_{ij} \cdot C_{ij}/C_{ij0})} \quad (1)$$

式中  $A_{ij}$  和  $B_{ij}$  为待估参数。只有当水体污染物超过一定的阈值时,水体的价值才会造成损失,通常假定污染浓度是临界状态时,价值损失率为 1%,污染浓度达到极限状态时,价值损失率为 99%,而临界浓度  $C_{ij0}$  结合相应的水质标准并联系实际确定,极限浓度  $C_{iji}$  根据实际情况可取  $C_{ij0}$  的 5~20 倍,令  $X_{iji} = C_{iji}/C_{ij0}$ ,将相关数据代入式(1)可求得  $A_{ij}$  和  $B_{ij}$ 。

该文选择 COD 和氨氮 2 种污染物估算水污染价值损失,由于二者基本不存在拮抗或协同作用,可看作是相互独立的,因此复合污染物的价值损失率( $R_{ij}$ )可依据概率论知识由公式计算得出:

$$R' = 1 + \prod_{i=1}^n (1 - R_i) \quad (2)$$

式中:  $n$  为水体中污染物种类,  $R_i$  为单一污染物  $i$  对水体造成的价值损失率,  $R'$  为复合污染物造成的价值损失率。则复合污染物对水体造成的价值损失( $S$ )为:

$$S = kR' \quad (3)$$

式中:  $S$  为水体价值损失;  $k$  为水体污染前的价值,可通过市场价值法确定。

## 2.2 恢复费用法

由于乐陵市和庆云县的生活污水排放量缺乏,其生活污水价值损失无法用浓度-价值损失率法估算,这里采用恢复费用法估算,用各种污染物的治理成本来表示水污染价值损失,该法往往使估算结果偏低,但仍具有一定的参考价值,计算公式为:

$$S' = \sum_{i=1}^n R_i C_i \quad (4)$$

其中:  $S'$  为污染物治理成本总和(元),  $R_i$  为第  $i$  种污染物的单位治理成本<sup>[8]</sup>, COD 取 1.58

元·kg<sup>-1</sup>,氨氮取 2.14 元·kg<sup>-1</sup>,  $C_i$  为第  $i$  种污染物的实际排放量/kg。

## 2.3 其它方法

烟台莱州市仅仅知道工业废水排放量,工业废水价值损失用浓度-价值损失率法估算,但价值损失率按烟台市的工业废水平均值价值损失率计算;莱州市生活污水相关数据未知,价值损失无法直接估算,这里用烟台市生活污水价值损失占当年 GDP 的比例再乘以莱州市的当年 GDP 来近似表示,淄博高青县相关污染物排放量未知,估算方法同莱州市。

## 3 结果与分析

### 3.1 污染损失率结果分析

参考我国《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T19923-2005)并联系实际确定合适的污染物临界浓度和极限浓度,代入式(1)求出 COD 和氨氮所对应的参数 A、B 的值(见表 2)。

表 2 参数 A、B 的取值

参数	COD		氨氮	
	生活	工业	生活	工业
A	228.29	274.86	160.58	985.04
B	0.835	1.02	0.484	2.30

根据式(1)计算各单一污染物的价值损失率  $R$ ,根据式(2)计算复合污染物的价值损失率  $R'$ (见表 3)。

表 3 黄河三角洲等地的污染物价值损失率

区域	生活/ %			工业/ %		
	R <sub>COD</sub>	R <sub>氨氮</sub>	R'	R <sub>COD</sub>	R <sub>氨氮</sub>	R'
黄河三角洲地区 东营	76.2	94.5	98.7	11.9	4.0	15.4
滨州	98.2	96.2	99.9	16.5	29.0	40.7
寒亭区	67.8	96.9	99.0	6.4	0.6	6.9
寿光市	23.6	97.1	97.7	2.6	23.8	25.8
昌邑市	54.9	3.4	56.4	2.3	1.5	3.8
乐陵市	—	—	—	99.1	19.1	99.2
庆云县	—	—	—	93.8	8.4	94.3
烟台	89.3	76.0	97.4	5.5	3.7	9.0
淄博	20.6	28.7	43.4	3.1	8.3	11.1

根据文献[9]中对水体污染损害程度等级的划分可以看出,生活污水中东营、滨州、寒亭区和寿光市达到了功能丧失的程度,昌邑市达到了重度损害的程度,工业废水中乐陵市和庆云县达到了功能丧失的阶段,滨州和寿光市达到了中度损害的程度,东营、寒亭区和昌邑市为轻微损害。

### 3.2 水污染价值损失结果分析

东营、滨州、潍坊寒亭区、寿光市和昌邑市的

污废水价值损失以及德州乐陵县和庆云县的工业废水价值损失利用浓度-价值损失率法根据式(3)计算,其中水价参考中国水网-全国水价(<http://price.h2o-china.com>)提供的数据,乐陵市和庆云县的生活污水价值损失利用恢复费用法根据式(4)估算,烟台莱州市和淄博高青县的污废水价值损失根据2.3中所述方法估计(见表4)。

表4 黄河三角洲地区水污染价值损失

区域	价值损失/万元		
	生活污水	工业废水	合计
东营	8863.297	2641.998	11505.295
滨州	10671.261	11477.239	22148.500
寒亭区	1101.177	640.543	1741.720
寿光市	2913.711	1205.218	4118.929
昌邑市	1818.031	44.210	1862.241
乐陵市	371.004	397.823	768.827
庆云县	248.764	494.460	743.224
莱州市	3841.527	168.140	4009.667
高青县	594.940	285.154	880.094
合计	30423.712	17354.785	47778.497

从表4可知,由于COD和氨氮的污染,2009年黄河三角洲19个县(市、区)的污废水价值损失总和为47 778.497万元,占该地区当年GDP的0.1%,其中生活污水价值损失为30 423.712万元,工业废水价值损失为17 354.785万元,对该地区的经济发展产生了一定的影响。

#### 4 结论

通过对水体污染损害程度的分析,2009年各地区生活污水中,东营、滨州、寒亭区和寿光市达到了功能丧失的程度,昌邑市达到了重度损害的

程度,工业废水中乐陵市和庆云县达到了功能丧失的阶段,滨州和寿光市达到了中度损害的程度,东营、寒亭区和昌邑市为轻微损害。

由于COD和氨氮的污染,2009年黄河三角洲地区的污废水价值损失为47 778.497万元,占该地区当年GDP的0.1%,其中生活污水价值损失为30 423.712万元,工业废水价值损失为17 354.785万元,对该地区的经济发展产生了一定的影响。

#### 参考文献:

- [1] 甘泽广. 环境经济学概论[M]. 西安:西北工业大学出版社,1987.
- [2] Scheren P A G M, Bosboom J C, Njau K, et al. Assessment of water pollution in the catchment area of Lake Victoria, Tanzania[J]. Journal of Eastern African Research and Development, 1995, 25: 129-143.
- [3] Douglas D Ofiara. Assessment of economic losses from marine pollution: an introduction to economic principles and methods[J]. Mar Pollut Bull, 2001, 42(9): 709-725.
- [4] 山东省统计局. 山东统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2010.
- [5] 潍坊、德州、淄博、烟台统计局. 潍坊、德州、淄博、烟台统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2010.
- [6] 詹姆斯 L D. 水资源规划经济学[M]. 北京:水利电力出版社,1984.
- [7] 朱发庆,高冠民. 东湖水污染经济损失研究[J]. 环境科学学报,1993,13(2):214-221.
- [8] 刘利. 中国环境污染经济损失估算研究[D]. 北京:北京大学,2001.
- [9] 李嘉竹,刘贤赵,李宝江,等. 基于Logistic模型估算水资源污染经济损失研究[J]. 自然资源学报,2009,24(9): 1667-1673.

## Estimation on Value Loss Caused by Water Pollution in the Yellow River Delta

SHAN Chang-qing, LI Jia-liang, LIU Juan-juan

(Urban and Environmental Department of Binzhou University, Binzhou, Shandong 256603)

**Abstract:** Value loss estimation caused by sewage and wastewater is an important aspect to program water resource and protect water environment. Sewage and wastewater value loss in the Yellow River Delta in 2009 were estimated using the concentration-value loss factor and replacement cost method. It concluded that for sewage, Dongying, Binzhou, Hanting and Shouguang reached the function loss extent, and Changyi reached the serious damage extent. For the industry waste water, Leling and Qingyun county reached the function loss extent, Binzhou and Shouguang reached the moderate damage extent, Dongying, Hanting and Changyi were light damage extent. As the pollution of COD and  $\text{NH}_3$ , the sewage and wastewater value loss in the Yellow River Delta in 2009 was  $47\,778.497 \times 10^4$  yuan, in which the sewage value loss was  $30\,423.712 \times 10^4$  yuan, the industrial wastewater value loss was  $17\,354.785 \times 10^4$  yuan. This impacted the development of the local economic.

**Key words:** the Yellow River Delta; water pollution; value loss