

宝应县污水处理厂尾水对水环境的影响

郭志慧

(河海大学环境科学与工程学院 江苏 南京 210098)

摘要 通过建立数学模型 ,进行水量水质计算 ,分析了宝应县污水处理厂尾水排放对水环境的影响。结果表明 ,污水处理厂建成对城区水环境有明显改善 ,但尾水排放对河道造成一定污染。

关键词 污水处理 ;水环境 ;尾水排放 ;江苏省

中图分类号 :X820.3 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2004)01-0050-03

宝应县地处淮河下游 ,江苏省里下河地区西部。随着经济发展 ,宝应县水体受到相当程度的污染 ,特别是城市河段污染严重超标 ,其水质大部分已达到或超过Ⅴ类水标准(GB 3838—2002《地面水环境质量标准》)。

宝应 ,作为南水北调工程的途经地 ,其水质好坏不仅影响本地区 ,对整个调水工程也有一定影响。为解决水环境污染问题 ,宝应县政府决定建设城区污水处理厂。本文就该污水处理厂尾水对宝应敏感地区的水环境影响作一分析。

1 预测范围、内容与方法

1.1 预测范围

拟建污水处理厂尾水排放口位于宝射河桥下游 0.6 km、望直电厂上游 3.7 km。评价及预测范围见表 1。

表 1 水环境评价范围

序号	河流名称	起 止 点	河道长度 /km
1	宝射河	宝曹河船闸—县界	36.5
2	大三王河	鲁家大桥—鹤儿湾村	3.0
3	宝应大河	入宝射河口—兴旺村	1.7
4	营沙河	风车头—狮庄	4.0
5	芦东河	入宝射河口—大树庄	0.75
6	润沟河	入宝射河口—国强村	1.3
7	大官河	南舍—入宝射河口	5.0
8	盐叉河	京沪高速公路桥—入城市河口	1.7
9	宝曹河	京沪高速公路桥—入城市河口	3.8
10	二里排河、中沟河、二引河、头引河、窑河及城市河	—	—

污水处理厂项目所在地属于里下河河网地区 ,针对其复杂的水情 ,采用河网非稳态水量水质模型进行预测计算。预测计算的河网是在天然河网的基

础上概化而成 ,概化河道的断面为梯形 ,用底高、底宽和边坡 3 个要素表达 ,要求概化后的过水能力相等。预测范围内的概化河网共计 38 条河道、102 个断面、18 个节点。

1.2 预测内容

预测污水处理厂建成后对预测范围内水体水质(COD_{Mn})的影响程度与范围 ,城区水体水质(COD_{Mn})的改善情况。

1.3 预测方法

采用水量、水质模型进行预测计算。

2 水量、水质预测模型

2.1 水量模型

采用河网非稳态水量模型及四点隐式差分格式离散微分方程进行数值求解 ,基本方程如下 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial x} + B_T \frac{\partial Z}{\partial t} &= q_L \\ \frac{\partial Q}{\partial t} &= 2U \frac{\partial Q}{\partial x} + (gA - BU^2) \frac{\partial Z}{\partial x} - \\ U^2 \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_Z + g \frac{n^2 |Q| Q}{AR^{1.33}} &= 0 \\ \sum_{l=1}^N Q_{l,j} &= \Omega_j \left(\frac{dZ}{dt} \right)_j \end{aligned}$$

2.2 水质模型

采用河网非稳态水质模型 ,用隐式差分格式进行数值求解 ,基本方程如下 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial (AC)}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(AE_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial x} (UAC) - \\ KAC + \frac{A}{h} S_r + \frac{Q_P}{dx} \\ \sum_{l=1}^N (QC)_{l,j} &= (C\Omega)_j \left(\frac{dZ}{dt} \right)_j \quad (j = 1 \dots L) \end{aligned}$$

作者简介 :郭志慧(1977—) ,女 ,江苏高邮人 ,硕士研究生 ,从事环境规划与评价工作。

式中 : Q 为流量 ; Z 为水位 ; A 为过水面积 ; B 为主河道水面宽度 ; B_T 包括主要河道泄流宽度和仅起调蓄作用的附加宽度 ; R 为水力半径 ; h 为水深 ; n 为糙率 ; U 为流速 ; q_L 为单位河长旁侧入流量 ; C 为水质浓度值 ; E_x 为纵向分散系数 ; Ω 为河道交叉点水面面积 ; l 为与河道交叉点相联结河道的编号 ; j 为河道交叉点编号 ; N 为与河道交叉点相联结的河道数 ; K 为污染物降解系数 ; S_r 为河床底泥释放污染物的速率 ; Q_p 为污染源的排放速率。

3 模型率定

3.1 糙率率定

根据类似地区的研究成果初步确定降解系数 ,由连续 7 d 的实测水文资料进行模拟调试和率定。城区河道糙率为 0.025 ~ 0.035 ,其余河道糙率为 0.015 ~ 0.021 ,水位计算值与实测值比较见表 2。

表 2 水位计算值与实测值比较

断面位置	日 期	计算值/m	实测值/m	相对误差/%
城 郊	2002-04-26	0.917	0.89	3.03
	2002-04-27	0.908	0.88	3.18
	2002-04-28	0.916	0.89	2.92
獐狮下游	2002-04-26	0.830	0.83	0.00
	2002-04-27	0.821	0.82	0.12
	2002-04-28	0.830	0.83	0.00

3.2 降解系数率定

根据类似地区的研究成果初步确定降解系数 ,利用现状监测资料进行模拟调试和率定 , COD_{Mn} 的降解系数为 0.05 ~ 0.20 ,质量浓度计算值与实测值比较见表 3。

表 3 COD_{Mn} 质量浓度计算值与实测值比较

序号	河流名称	断 面	计算值 ($mg \cdot L^{-1}$)	实测值 ($mg \cdot L^{-1}$)	误差 /%
1	头引河	五琼浆大桥	12.42	12.2	1.80
2	中沟河	化工厂上游	15.54	15.0	3.60
3		中沟河出口	13.17	13.5	-2.44
4	城市河	苏中南路	6.85	6.5	5.38
5		邗 沟 路	14.18	13.6	4.26
6	宝曹河	高速公路桥	9.73	10.0	-2.70
7	大官河	南 舍	4.82	4.9	-1.63
8	营沙河	风车头	6.76	6.8	-0.59
9		尾水排放口	5.15	5.1	0.98
10	宝射河	芦东河口	6.78	6.9	-1.74
11		獐狮下游	6.47	6.2	4.35

4 设计条件及预测方案

4.1 水文条件

从《宝应县水利志》获取射阳水位站多年水位资

料进行分析并确定设计水位。该站的最低水位发生于每年的 1 ~ 6 月或 12 月 ,以 4 月份最多 ,3 月份次之 ,与该县春季干旱的实际情况一致 ;其 90% 保证率的最低水位为 0.58 m ,发生于 1985 年 4 月。2000 年 4 月的逐日水位为 0.60 ~ 0.75 m ,月均水位 0.66 m ,该月最低日水位为 0.60 m ,略大于 0.58 m ,因此边界条件选择 2000 年 4 月的逐日水位过程作为设计水位。

与设计水位相对应 ,选择 2000 年 4 月宝射河上游宝应船闸实际运行时的入流量作为设计流量。宝应船闸的规模为 140 m × 13 m ,平均每天启闭运行 20 次 ,船闸上下游水位差为 4.70 ~ 5.80 m ,平均值 5.34 m ,入流量为 1.98 ~ 2.44 m³/s ,平均值 2.25 m³/s。沿运河一线各涵洞流量为 0。

4.2 水质条件

取现状浓度为边界设计浓度。

4.3 污染源条件

污水处理厂尾水考虑正常排放和事故排放 (假设 24 h 后恢复正常)。

4.4 预测方案

根据水文、水质设计条件和污染源条件进行水质预测 ,预测方案见表 4。

表 4 水质 COD_{Mn} 预测方案

方 案	污水处理厂 规模(万 m ³ ·d ⁻¹)	工 况	尾水排放质量浓度 ($mg \cdot L^{-1}$)
1	2.5(一期)	正常排放	80.0
2			60.0
3		事故排放 24 h 恢复	400.0
4	5.0(二期)	正常排放	80.0
5			60.0
6		事故排放 24 h 恢复	400.0

5 预测结果及评价

根据 GB 3838—2002 评价 ,各方案代表断面 COD_{Mn} 预测结果见表 5 ,非尾水接纳水体水质的改善情况见表 6 ,尾水接纳水体宝射河水质评价见表 7 ,渔业区受影响的程度及范围等预测评价结果见表 8。

污水处理厂建成后 ,城区河道 COD_{Mn} 浓度改善明显 ,达到或优于Ⅴ类水功能区要求。在正常排放情况下 ,一期规模(2.5 万 t/d)时 ,獐狮断面(Ⅳ类控制断面)下游能达到Ⅲ类水标准 ;二期工程后总规模为 5.0 万 t/d 时 ,如果尾水 COD_{Mn} 为 80 mg/L 且獐狮附近 3 家食品企业不排污 ,獐狮断面(6.52 mg/L)下游不能达到Ⅲ类水标准 ,如果尾水 COD_{Mn} 为 60 mg/L 且獐狮附近 3 家食品企业不排污 ,獐狮断面(5.67 mg/L)下游能达到Ⅲ类水标准。事故排放时宝射河污染严重 ,獐狮断面下游有较长的污染带。

表 5 各方案代表断面 COD_{Mn}预测结果

河道名称		断面名称	COD _{Mn} 预测结果/(mg·L ⁻¹)					
			方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
城 区 河 道	头引河	五琼浆大桥	11.20	11.20	11.20	10.84	10.84	10.84
	二引河	麦芽厂大桥	10.14	10.14	10.14	9.61	9.61	9.61
	二里排河	葫 芦 桥	6.90	6.90	6.90	6.34	6.34	6.34
	中沟河	化工厂上游	10.20	10.20	10.20	9.36	9.36	9.36
		中沟河出口	9.73	9.73	9.73	8.86	8.86	8.86
	城市河	邗 沟 路	11.69	11.69	11.69	11.20	11.20	11.20
		城市河出口	12.00	12.00	12.00	11.42	11.42	11.42
	宝曹河	高速公路桥	10.42	10.42	10.42	10.19	10.19	10.19
	盐叉河	高速公路桥	10.88	10.88	10.88	10.58	10.58	10.58
	宝射河	尾水排放口	7.86	6.98	15.24	11.35	9.61	26.12
		望直电厂	7.02	6.72	12.77	10.06	8.55	21.56
		芦东河口	5.65	5.20	6.59	7.13	6.09	9.81
		獐狮下游	5.84	5.31	6.59	7.46	6.26	9.15
		天平大桥	5.23	4.95	5.66	6.33	5.78	7.19
		县 界	4.56	4.32	4.68	5.52	5.05	5.68

表 6 非尾水接纳水体 COD_{Mn}预测评价

河道名称		断面名称	实测值 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	水质类别	一期工程			二期工程		
					预测值($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	水质类别	改善率/%	预测值($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	水质类别	改善率/%
城 区 河 道	头 引 河	五琼浆大桥	12.2	V	11.20	V	8.20	10.84	V	11.15
	二 引 河	麦芽厂大桥	10.6	V	10.14	V	4.34	9.61	IV	9.34
	二里排河	葫 芦 桥	7.8	IV	6.90	IV	11.54	6.34	IV	18.72
	中 沟 河	化工厂上游	15.0	V	10.20	V	32.00	9.36	IV	37.60
		中沟河出口	13.5	V	9.73	IV	27.93	8.86	IV	34.37
	城市河	邗 沟 路	14.2	V	11.69	V	17.68	11.20	V	21.13
		城市河出口	20.9	劣V	12.00	V	42.58	11.42	V	45.36
	宝 曹 河	高速公路桥	15.1	劣V	10.42	V	30.99	10.19	V	32.52
盐 叉 河	高速公路桥	17.5	劣V	10.88	V	37.83	10.58	V	39.54	

表 7 宝射河水质预测评价

断面名称	COD _{Mn} 水质类别							
	现状	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6	
尾水排放口	III	IV	IV	劣V	V	IV	劣V	
望直电厂	IV	IV	IV	V	V	IV	劣V	
芦东河口	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	
獐狮下游	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	
天平大桥	IV	III	III	III	IV	III	IV	
县 界	IV	III	III	III	III	III	III	
评价结论		宝应大河下游 500 m 达III类	宝应大河下游 400 m 达III类	獐狮下游 2400 m 达III类	獐狮下游 5200 m 达III类	獐狮下游 3800 m 达III类	獐狮下游 2600 m 达III类	

表 8 渔业区代表断面 COD_{Mn}预测结果与评价

渔 业 区	代表断面	方案 1		方案 2		方案 3		方案 4		方案 5		方案 6	
		预测结果 (mg·L ⁻¹)	水质 类别	预测结果 (mg·L ⁻¹)	水质 类别	预测结果 (mg·L ⁻¹)	水质 类别	预测结果 (mg·L ⁻¹)	水质 类别	预测结果 (mg·L ⁻¹)	水质 类别	预测结果 (mg·L ⁻¹)	水质 类别
陶墩渔业	芦东河口	5.65	III	5.20	III	6.59	IV	7.13	IV	6.09	IV	9.81	IV
胡杨渔业	獐狮西 500 m	5.24	III	4.82	III	6.11	IV	6.61	IV	5.65	III	9.10	IV
风车头渔业	营沙河口	5.68	III	5.21	III	6.34	IV	7.16	IV	6.13	IV	8.63	IV
狮庄渔业	营沙河口	5.68	III	5.21	III	6.34	IV	7.16	IV	6.13	IV	8.63	IV
赵家渔业	瓦房庄	4.97	III	4.71	III	5.28	III	6.03	IV	5.50	III	6.61	IV
射阳渔业	庙塘沟	4.89	III	4.63	III	5.17	III	5.92	III	5.41	III	6.43	IV

建议在二期工程时 ,进行当地渔业养殖产业的结
构调整 ,调整宝射河沿线的养殖功能 ,退渔还藕 ,最大

程度地降低尾水对保护目标的不利影响。

(收稿日期 2002-11-07 编辑 胡新宇)