

三峡水库 139 m 蓄水后排污口污染带特性分析 ——以云阳污水处理厂为例

黄 程 ,钟成华 ,邓春光 ,辛治国 ,胡 霞 ,李永建 ,周贤杰 ,尹真真

(重庆市环境科学研究院 ,四川 重庆 400020)

摘要 通过对云阳县污水处理厂排污口污染带平水期和枯水期的水文、水质、污染负荷现场同步监测 ,采用二维污染带水质模型模拟计算污染带的影响范围 ,对岸边污染带及其污染指标 COD_{Mn} 、 NH_3-N 、TP 按不同水期和不同监测断面的污染带特性进行了分析 ,初步预测了三峡大坝在 156 m 和 175 m 蓄水后的污染带变化趋势。结果表明 ,三峡水库蓄水引起的水位和江段特征的变化 ,改变了天然河道的水流条件 ,流速急剧减小 ,污水长时间滞留在排污口附近水域 ,不利于污染物的稀释、扩散 ,由于枯水期和平水期排放污水中的 COD_{Cr} 、 NH_3-N 、TP 浓度和长江纳污水体中的背景浓度的差异 ,其岸边污染带的长、宽、面积都将发生相应的变化 ,在排污口附近及下游仍会出现超背景和超标污染带。

关键词 三峡水库 ;排污口 ;污染带 ;水库蓄水

中图分类号 :X832 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2007)02-0020-05

Characteristics of contamination zone around discharge outlet after water storage of Three Gorges Reservoir at water level of 139m : A case study on Yunyang sewage treatment plant

HUANG Cheng , ZHONG Cheng-hua , DENG Chun-guang , XING Zhi-guo , HU Xia , LI Yong-jian , ZHOU Xian-jie , YIN Zhen-zhen

(Chongqing Institute of Environmental Science , Congqing 400020 , China)

Abstract Through local synchronous monitoring of hydrology , water quality and pollution loads of pollution zone around the discharge outlet of Yunyang sewage treatment plant in normal flow and low flow period , the pollution area was calculated by using two-dimensional water quality model . The change of pollution zone after the water level rising to 156m and 175 m was predicted . The flow condition in the natural river was changed by the water storage . Water velocity decreased rapidly and the sewage was stagnated near the discharge outlet for a long time , which was unfavorable for the dilution and diffusion of pollutants . Because of different concentrations of COD_{Cr} , NH_3-N and TP in the sewage and river water in low flow and normal flow period , the length , width and area of contamination zone change accordingly . The water quality near the discharge outlet and downstream will still be higher than the background value and water quality standard .

Key words Three Gorges Reservoir ; discharge outled ; contamination zone

三峡水库 139 m 蓄水后 ,大部分江段干流整体水质良好 ,但局部水域仍存在岸边污染带。随着三峡水库 139 m 正式蓄水 ,库区典型城市排污口污染带究竟发生了什么样的变化 ,其总体特性如何 ,尚属重要的研究课题。江春波等^[1]对长江三峡库区污染带进行了有限元模拟 ,陈永灿等^[2]采用量纲分析和数据拟合的方法对三峡库区城市排污口污染带的特性进行了定性分析。本文通过对云阳县污水处理厂

排污口污染带平水期和枯水期的水文、水质、污染负荷现场同步监测,并与二维污染带水质模型模拟计算结果互为验证补充,着重研究了三峡水库 139 m 蓄水后库区腹心地带的云阳县污水处理厂排污口平水期和枯水期的污染负荷、水流条件和背景水质对岸边污染带长、宽、面积的影响,同时也对三峡水库 156 m 和 175 m 蓄水后的污染带变化趋势进行了初步预测。

1 云阳县污水处理厂排污口监测区域概况

污染带监测江段位于库区腹心地带的云阳新县城中心下游约 3 km 的张家坝,河岸为软质农用旱地,排污口为天然的顺坡水沟。监测江段无船舶码头,江面宽 800 ~ 1 000 m,最大水深 45.4 m。根据排污口污染负荷和水流情况,监测断面布设在排污口下游 400 m 范围内,各断面采样横向范围最大不超过 150 m,仅为实际江面宽的 1/6 左右。现场观测期间,平水期(4 ~ 5 月和 10 ~ 11 月)长江流量为 10 400 m³/s,水位为 139.35 m,污水口流量为 0.261 m³/s,枯水期(每年 12 月至翌年 3 月)长江流量为 5 655 m³/s,水位为 139.10 m,污水口流量为 0.179 m³/s。

2 研究方法

2.1 监测断面、监测点的布设

现场监测共设 6 个断面,其中 1 个背景断面,5 个监测断面,监测断面和监测点的布设如下:背景、I、II、III、IV、V 断面距排污口距离依次为:-150 m、10 m、50 m、150 m、240 m、320 m;背景、I、II、III、IV、V 断面均按不等的岸边距布设 A、B、C、D、E、F 监测点(见图 1)。

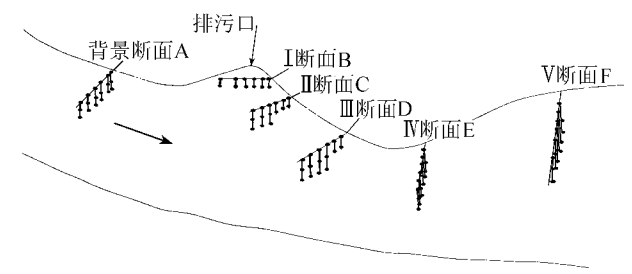


图 1 排污口污染带监测断面和监测点布设示意图

2.2 样品采集与水文、水质、污染负荷同步监测方法

污染带水文监测项目包括采样断面形状、断面间距、采样点岸边距、全断面流量、水位及采样点流速。流量和水位直接向当地水文部门获取;断面形状由超声波测深仪进行测量;采样点流速用流速计进行测量;监测断面和监测点岸边距由 GPS 定位。

采样断面和采样点与监测断面和监测点完全一致,每个采样点采样 2 次,间隔 10 min 左右。水质监测项目有 COD_{Mn}、NH₃-N、TP 3 项。用有机玻璃采样

器采集水深 0.5 m、5 m、10 m 水样。水样用聚乙烯瓶盛装,滴加 2 ~ 3 滴浓硫酸保存,送实验室分析。COD_{Mn}、NH₃-N、TP 的分析方法依次为酸性高锰酸钾容量法、纳氏试剂分光光度法、钼锑抗分光光度法。

2.3 污染带水质模型的确定

2.3.1 污染带的定义

本文将污染带区分为超标污染带和超背景污染带,超标污染带是指排污口附近及下游水体中某污染物浓度高于该水体环境功能所要求的水质标准的区域,超背景污染带是指排污口附近及下游水体中某污染物浓度高于排污口上游背景断面同种污染物浓度的区域。

2.3.2 污染带水质模型的选择

由于污染物自排污口至 V 断面全程只需 2 h 左右,所以忽略污染物化学衰减的影响。采用蒋忠锦等^[3]提出的二维污染带水质模型:

$$\alpha(X, Y) = \frac{C_0 Q_0}{2h \sqrt{\pi u E_y X}} \exp\left(-\frac{u Y^2}{4 E_y X}\right) + C_b \quad (1)$$

式中: $\alpha(X, Y)$ 为污染带内任意一点的污染物质量浓度,mg/L; C_0 为排污口污染物质量浓度,mg/L; Q_0 为排污口污水流量,m³/s; h 为污染带监测点水深,m; u 为河水平均流速,m/s; X 为观测断面至排污口距离,m; Y 为观测点至左岸水边的横向距离,m; E_y 为横向混合系数,m²/s; C_b 为监测河段的污染物质量浓度,mg/L。

2.3.3 污染带的长度、宽度、面积

采用朱发庆等^[4]提出的污染带长度计算公式

$$L = \frac{(C_0 Q_0)^2}{\pi u E_y h^2 C_s^2} \quad (2)$$

式中: L 为污染带长度,m; C_s 为河流水质标准,mg/L。

污染带宽度

$$W = \left(\frac{2}{\pi e}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{M}{u h C_s} \quad (3)$$

式中: W 为污染带宽度,m; e 为数学常数,即自然对数的底; M 为污染物排放速率,g/s。污染带面积

$$S = LW \quad (4)$$

2.3.4 污染带水质模型的意义

通过式(1)可推算出监测断面上各监测点上的水流横向混合系数,将此系数依次代入式(2)、(3)、(4)进行演算,可进一步求出污染带的长度、宽度和面积,将模型模拟与现场实测值相结合,互为验证补充,可以据此描绘出云阳污水处理厂排污口平水期和枯水期污染带云图(2004 年平水期云阳污水处理厂岸边 COD_{Mn}、TP、NH₃-N 污染带云图见图 2,枯水期

的污染带云图类似)并进行污染带特性分析。

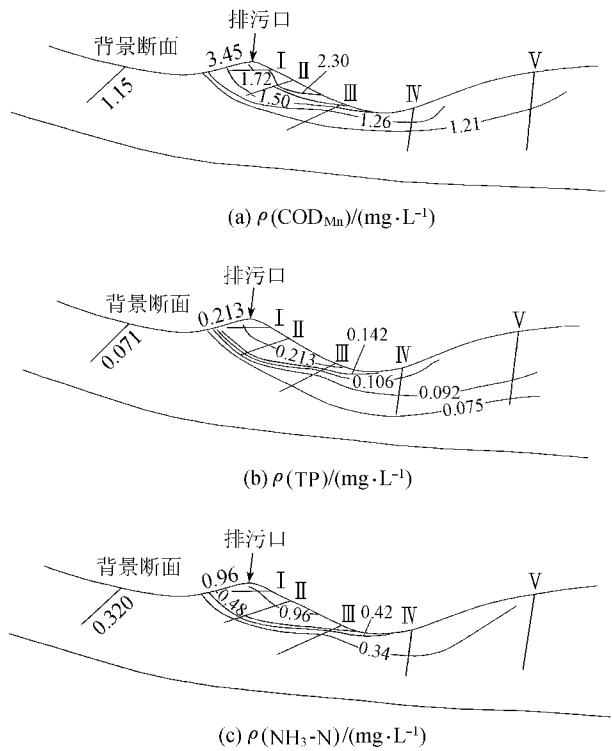


图2 排污口岸边污染带云图

3 污染带监测结果及特性分析

139 m 蓄水后平水期和枯水期 COD_{Mn}、NH₃-N 和 TP 质量浓度现场监测结果见表 1 至表 6。

3.1 流速的空间分布特性分析

由于监测江段水面坡降小,整个水域的流速都非常小,受监测区域河道地形的影响,平水期表面水深 0.5 m、5 m、10 m 的流速分别在 2.4 ~ 19.1 cm/s、2.2 ~ 20.7 cm/s 和 2.4 ~ 17.5 cm/s 之间,各监测断面在距岸边 30 m 范围内水域流速小于 5 cm/s,距岸边 30 ~ 60 m 范围内水域流速均小于 10 cm/s。枯水期由于监测断面流量变小,流速均小于 2 cm/s,低于流速计的检出限,断面流速分布无法反映。从平水期云阳县污水处理厂排污口污染带各监测断面的流速横向、垂向分布可知,监测水域的流速分布大致具有如下特点:①垂向水深 10 m 处的流速小于 5 m 处的

流速,垂向水深 5 m 处的流速小于 0.5 m 处的流速;②距岸边越近流速越小,距岸边越远流速越大。

3.2 COD_{Mn}空间分布特性分析

平水期背景断面 ρ(COD_{Mn})平均值为 1.15 mg/L,在横向和垂向上浓度差分别为 0.18 mg/L 和 0.13 mg/L,表明其浓度基本上是混合均匀的。受污水影响的 I 断面在整个 60 m 宽的水域内,ρ(COD_{Mn})的平均值为 1.43 mg/L,在横向和垂向上浓度差分别为 0.008 mg/L 和 0.087 mg/L,其浓度已基本混合均匀。Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ断面在 70 ~ 100 m 宽监测水域内均比背景浓度高 5% 左右,Ⅱ、Ⅲ断面靠近岸边 10 ~ 20 m 范围内横向和垂向浓度差分别为 0.12 mg/L、0.096 mg/L 和 0.45 mg/L、0.28 mg/L;Ⅳ、Ⅴ断面在横向和垂向上已混合均匀。

枯水期背景断面 ρ(COD_{Mn})平均值为 1.48 mg/L,在横向和垂向上浓度差分别为 0.06 mg/L 和 0.11 mg/L,表明其浓度基本上是混合均匀的。I 断面水深不足 5 m,只采到表层水样,其左岸 ρ(COD_{Mn})值高出右岸 0.59 mg/L,高出背景浓度 0.75 mg/L,表明受污水影响明显。Ⅱ断面在 20 m 宽水域内横向和垂向上 ρ(COD_{Mn})浓度差分别为 1.9 mg/L 和 0.2 mg/L,表明该水域 ρ(COD_{Mn})存在横向混合,在垂向上已混合均匀。Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ断面在横向和垂向上几乎不存在明显的浓度差别,且平均浓度与背景持平。

3.3 NH₃-N 空间分布特性分析

平水期背景断面 ρ(NH₃-N)的平均值为 0.32 mg/L,在横向和垂向上的浓度差分别为 0.026 ~ 0.117 mg/L 和 0.004 ~ 0.289 mg/L,各监测点表现出较大的离散度。Ⅰ、Ⅱ断面上 ρ(NH₃-N)横向和垂向混合不均匀,垂向上表层浓度分别高出底层浓度 0.02 mg/L 和 0.032 mg/L,横向上岸边浓度分别高出中心测点浓度 0.077 mg/L 和 0.116 mg/L,所有监测点的 ρ(NH₃-N)在Ⅱ、Ⅲ类水质标准^[5]之间。Ⅲ、Ⅳ断面上 30 ~ 80 m 水域内 ρ(NH₃-N)仍未完全混合均匀,在横向和垂向上浓度差分别为 0.446 mg/L、0.2 mg/L 和 0.21 mg/L、0.024 mg/L,平均浓度比背景浓度高 5%,Ⅴ断面水域 ρ(NH₃-N)已基本均匀混合。

表1 平水期 COD_{Mn}质量浓度监测结果 mg/L

监测断面	监测点 A			监测点 B			监测点 C			监测点 D			监测点 E			监测点 F		
	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m
背景	1.26	1.19	1.16	1.17	1.16	1.30	1.07	1.16	1.16	1.16	1.23	1.16	1.07	1.10	1.15	1.18	1.28	1.12
Ⅰ	1.38	1.51	—	1.52	1.53	—	1.39	1.53	—	1.44	1.23	—	1.36	1.29	—	1.50	1.54	—
Ⅱ	2.00	1.57	—	2.64	1.76	—	1.43	1.40	—	1.49	1.44	—	1.49	1.43	—	1.40	1.43	—
Ⅲ	1.53	1.23	—	1.14	1.16	—	1.22	1.19	—	1.20	1.18	1.14	1.19	1.16	1.20	1.23	1.16	1.20
Ⅳ	1.26	1.26	1.31	1.33	1.34	1.30	1.26	2.12	1.13	1.10	1.23	1.23	1.13	1.18	1.20	1.17	1.20	1.19
Ⅴ	1.16	1.25	1.26	1.17	1.14	1.15	1.22	1.22	1.20	1.37	1.35	1.30	1.18	1.21	1.18	1.27	1.26	1.34

注:表中“—”是指在对应断面对应监测点的水深不够,故没有对应的监测数据。

表 2 枯水期 COD _{Mn} 质量浓度监测结果																		mg/L
监测断面	监测点 A			监测点 B			监测点 C			监测点 D			监测点 E			监测点 F		
	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m
背景	1.36	1.39	1.40	1.41	1.42	1.50	1.45	1.31	1.38	1.60	1.62	1.46	1.55	1.71	1.54	1.48	1.46	1.48
I	2.00	—	—	2.16	—	—	2.16	—	—	1.52	—	—	1.44	—	—	1.41	—	—
II	1.38	—	—	1.42	—	—	1.44	3.44	—	1.62	1.55	1.50	1.68	1.68	1.68	1.48	1.42	1.42
III	1.40	—	—	1.52	1.61	—	1.30	1.36	1.36	1.36	1.29	1.44	1.28	1.29	1.28	1.28	1.31	1.36
IV	1.47	1.49	1.55	1.30	1.34	1.30	1.44	1.39	1.44	1.31	1.35	1.38	1.42	1.42	1.46	1.28	1.31	1.38
V	1.70	1.43	1.52	1.58	1.54	1.54	1.44	1.46	1.46	1.52	1.52	1.54	1.49	1.34	1.36	1.42	1.46	1.52

注 :表中“ — ”是指在对应断面对应监测点的水深不够 ,故没有对应的监测数据。

表 3 平水期 NH ₃ -N 质量浓度监测结果																		mg/L
监测断面	监测点 A			监测点 B			监测点 C			监测点 D			监测点 E			监测点 F		
	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m
背景	0.302	0.285	0.325	0.370	0.281	0.299	0.550	0.531	0.375	0.356	0.290	0.301	0.307	0.325	0.333	0.261	0.333	0.378
I	0.838	0.818	—	0.792	0.778	—	0.752	0.656	—	0.761	0.530	—	0.617	0.637	—	0.928	0.776	—
II	1.340	0.515	—	1.290	0.919	—	0.530	0.498	—	0.884	0.841	—	0.770	0.529	—	0.679	0.538	—
III	0.771	0.561	—	0.324	0.325	—	0.234	0.241	—	0.275	0.234	0.288	0.253	0.283	0.291	0.294	0.254	0.261
IV	0.278	0.270	0.294	0.288	0.307	0.359	0.364	0.453	0.294	0.495	0.215	0.283	0.249	0.254	0.268	0.271	0.225	0.230
V	0.325	0.363	0.296	0.243	0.258	0.257	0.322	0.324	0.317	0.268	0.312	0.256	0.285	0.206	0.278	0.268	0.279	0.250

注 :表中“ — ”是指在对应断面对应监测点的水深不够 ,故没有对应的监测数据。

表 4 枯水期 NH ₃ -N 质量浓度监测结果																		mg/L
监测断面	监测点 A			监测点 B			监测点 C			监测点 D			监测点 E			监测点 F		
	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m
背景	0.288	0.309	0.288	0.202	0.233	0.267	0.296	0.220	0.249	0.194	0.168	0.191	0.225	0.225	0.191	0.254	0.280	0.297
I	1.750	—	—	1.920	—	—	1.960	—	—	0.461	—	—	0.442	—	—	0.444	—	—
II	0.453	—	—	0.450	—	—	0.364	0.311	—	0.272	0.243	0.243	0.259	0.259	0.259	0.296	0.296	0.296
III	0.304	—	—	0.311	0.327	—	0.241	0.241	0.220	0.257	0.238	0.208	0.272	0.285	0.233	0.277	0.275	0.254
IV	0.217	0.246	0.254	0.246	0.277	0.216	0.254	0.220	0.257	0.293	0.277	0.228	0.241	0.267	0.186	0.236	0.280	0.276
V	0.243	0.194	0.196	0.254	0.257	0.217	0.267	0.264	0.225	0.285	0.228	0.220	0.270	0.277	0.304	0.186	0.241	0.268

注 :表中“ — ”是指在对应断面对应监测点的水深不够 ,故没有对应的监测数据。

表 5 平水期 TP 质量浓度监测结果																		mg/L
监测断面	监测点 A			监测点 B			监测点 C			监测点 D			监测点 E			监测点 F		
	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m
背景	0.067	0.078	0.065	0.069	0.067	0.065	0.066	0.066	0.070	0.076	0.071	0.076	0.074	0.070	0.076	0.076	0.075	0.075
I	0.246	0.270	—	0.251	0.200	—	0.233	0.203	—	0.190	0.160	—	0.173	0.157	—	0.279	0.248	—
II	0.159	0.169	—	0.156	0.113	—	0.301	0.131	—	0.174	0.156	—	0.223	0.219	—	0.213	0.191	—
III	0.269	0.126	—	0.085	0.073	—	0.069	0.065	—	0.066	0.081	0.076	0.075	0.082	0.075	0.073	0.067	0.083
IV	0.109	0.112	0.110	0.093	0.089	0.120	0.094	0.099	0.091	0.079	0.089	0.104	0.096	0.085	0.096	0.094	0.086	0.094
V	0.094	0.094	0.092	0.095	0.091	0.098	0.094	0.093	0.089	0.092	0.089	0.086	0.092	0.098	0.098	0.088	0.098	0.102

注 :表中“ — ”是指在对应断面对应监测点的水深不够 ,故没有对应的监测数据。

表 6 枯水期 TP 质量浓度监测结果																		mg/L
监测断面	监测点 A			监测点 B			监测点 C			监测点 D			监测点 E			监测点 F		
	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m	0.5 m	5 m	10 m
背景	0.092	0.101	0.092	0.093	0.086	0.085	0.084	0.091	0.096	0.091	0.089	0.082	0.086	0.093	0.097	0.091	0.096	0.086
I	0.309	—	—	0.389	—	—	0.360	—	—	0.130	—	—	0.115	—	—	0.124	—	—
II	0.104	—	—	0.119	—	—	0.114	0.118	—	0.095	0.099	0.095	0.165	0.165	0.165	0.128	0.128	0.128
III	0.165	—	—	0.185	—	—	0.100	0.111	0.108	0.095	0.076	0.085	0.088	0.089	0.084	0.093	0.088	0.092
IV	0.077	0.082	0.078	0.081	0.080	0.081	0.078	0.086	0.056	0.097	0.086	0.089	0.097	0.096	0.085	0.096	0.088	0.108
V	0.093	0.092	0.085	0.095	0.092	0.056	0.104	0.100	0.093	0.096	0.091	0.093	0.092	0.084	0.085	0.124	0.103	0.103

注 :表中“ — ”是指在对应断面对应监测点的水深不够 ,故没有对应的监测数据。

枯水期背景断面 $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 平均值为 0.24 mg/L , 在横向和垂向上浓度差分别为 $0.008 \sim 0.102 \text{ mg/L}$ 和 $0.001 \sim 0.065 \text{ mg/L}$, 各监测点同样表现出较大的离散度。Ⅰ断面水深不足 5 m , 只采到表层水样, 其左岸浓度高出右岸浓度 1.306 mg/L , 高出背景浓度 1.462 mg/L , 且左岸 10 m 宽的浓度已介于Ⅲ~Ⅳ类水质标准之间。Ⅱ、Ⅲ断面各监测点的垂向浓度趋向一致, 靠近岸边 $20 \sim 30 \text{ m}$ 宽的浓度超过背景 5% 。Ⅳ、Ⅴ断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 均已基本混合均匀, 横向各监测点浓度仍超过背景 5% 。

3.4 TP 空间分布特性分析

平水期背景断面 $\rho(\text{TP})$ 的平均值为 0.071 mg/L , 在横向和垂向上浓度差分别为 0.009 mg/L 和 0.004 mg/L , 表明其浓度基本上是混合均匀的。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ断面在 $30 \sim 60 \text{ m}$ 宽的监测水域内表层浓度分别高出底层浓度 0.046 mg/L , 0.043 mg/L 和 0.019 mg/L , 尚未完全混合均匀, 各监测点浓度普遍高出背景浓度 $10\% \sim 20\%$, 部分水域已经超过Ⅲ类水质标准。Ⅳ、Ⅴ断面垂向和横向浓度梯度已不明显, 平均浓度比背景浓度高 5% 左右。

枯水期背景断面 $\rho(\text{TP})$ 平均值为 0.09 mg/L , 在横向和垂向上浓度差分别为 0.006 mg/L , 0.009 mg/L , 表明其浓度亦是混合均匀的。Ⅰ断面水深不足 5 m , 只采到表层水样, 其 $\rho(\text{TP})$ 左岸浓度高出右岸 0.185 mg/L , 高出背景浓度 0.203 mg/L , 左岸 20 m 宽的水域内不仅 $\rho(\text{TP})$ 超背景浓度而且超过了Ⅲ类水质标准, 整个断面均超过了Ⅱ类水质标准。Ⅱ、Ⅲ断面各监测点浓度垂向混合均匀, 横向 $40 \sim 60 \text{ m}$ 各监测点的表层浓度分别高出背景浓度 $15\% \sim 30\%$, 且已超过了Ⅱ类水质标准。Ⅳ、Ⅴ断面各监测点平均浓度仍比背景浓度高出 5% , 但在横向和垂向上已基本混合均匀。

4 结 论

a. 由于三峡水库蓄水引起水位和江段特征变化, 水面坡降变小, 整个纳污水域的平水期表面流速最大 20 cm/s , 平均流速仅为 6 cm/s , 枯水期岸边流速均小于 2 cm/s 。污水顺坡沟快速流入长江水体后, 流速急剧减小, 滞留在排污口附近水域, 不利于污染物的稀释、扩散, 在排污口附近及下游易出现超背景和超水质标准污染带。

b. 经过云阳县污水处理厂处理后的城市污水的主要指标 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在三峡水库蓄水后能达

到综合排放一级标准要求, 但由于排入江中的污染物 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 的浓度仍比背景浓度高, 在排污口附近及其下游仍可形成岸边污染带。

c. 由于云阳县污水处理厂排污口中的 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 浓度和长江纳污水体中的背景浓度的差异, 不利的水流条件使平水期和枯水期的岸边污染带的长度、宽度和面积随之发生明显变化。平水期 COD_{Mn} 的超背景浓度污染带长约 320 m , 宽约 $60 \sim 100 \text{ m}$, 但尚未出现超标污染带; $\text{NH}_3\text{-N}$ 的超背景浓度污染带长约 300 m , 宽约 $30 \sim 80 \text{ m}$, 超标污染带长约 160 m , 宽 $20 \sim 80 \text{ m}$; TP 的超背景浓度污染带长约 320 m , 宽约 $60 \sim 150 \text{ m}$, 超标污染带长约 250 m , 宽 $20 \sim 80 \text{ m}$ 。枯水期 COD_{Mn} 的超背景浓度污染带长约 50 m , 宽约 $10 \sim 40 \text{ m}$, 也未出现超标污染带; $\text{NH}_3\text{-N}$ 的超背景浓度污染带长约 320 m , 宽 $40 \sim 150 \text{ m}$, 超标污染带长约 10 m , 宽约 10 m ; TP 的超背景浓度污染带与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 接近, 超标污染带长约 50 m , 宽 $40 \sim 60 \text{ m}$ 。

5 讨 论

假设云阳县污水处理厂排污口江段流量、背景浓度以及排污口排污条件在 156 m 和 175 m 蓄水后不变, 只考虑流速、水深和河道地形的变化, 就排污口附近的流场和浓度场进行模拟计算。结果表明, 三峡水库 156 m 蓄水后, 水流纵向流速进一步减小, 排污口附近水深受陡峭岸壁影响而明显增大, 有利于污水自净, 污染带长度和宽度都会变小; 而在 175 m 蓄水后, 水流纵向流速会变得更小, 但排污口附近水深显著变小, 污染带的长度和宽度都将略有增大。

参考文献:

- [1] 江春波, 李凯, 李苹, 等. 长江三峡库区污染混合区的有限元模拟[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2004, 44(6): 808-811.
- [2] 陈永灿, 申满斌, 刘昭伟. 三峡库区城市排污口附近污染混合区的特性[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2004, 44(9): 1223-1226.
- [3] 蒋忠锦, 王继徽, 张玉清. 天然河流和湖泊岸流污染带横向混合系数计算[J]. 湖南大学学报, 1997, 24(1): 29-32.
- [4] 朱发庆, 吕斌. 长江武汉段工业港酚污染带研究[J]. 中国环境科学, 1996(2): 148-152.
- [5] GB3838-2002 地表水环境质量标准[S].

(收稿日期 2005-08-17 编辑: 高渭文)