

沿岸污染带的评价指标和评价方法

黄时达 刘光前 朱庆 钱骏

(四川省环境保护科研监测所, 成都)

摘要 本文在总结三峡库区沿岸污染带研究成果的基础上, 提出了沿岸污染带的新定义及其计算模式和评价系统。开辟了一条定量评价水环境中各种污染带污染程度的新途径, 为水环境污染带的控制和治理提供了调查、评价的应用理论和实用方法。

关键词: 江河湖泊; 污染带; 评价指标; 计算模式; 评价方法。

大江、大河和湖泊、水库的水污染, 大多数表现为局部污染, 即我们通常说的“污染带”。

当前, 水环境中的污染带普遍存在, 特别是在排污口附近的沿岸污染带。但对于沿岸污染带的定义及如何衡量不同污染带的污染程度等, 目前还没有一个统一的认识和评价的方法。

作者在进行三峡库区沿岸污染带的试验研究中提出了沿岸污染带的新概念及评价方法, 并在三峡库区沿岸污染带的评价、预测中进行了应用。用这套评价方法, 可以衡量各种水域的污染带的污染程度, 为沿岸污染带的控制和水环境的管理提供了科学依据。

一、污染带的定义

关于污染带, 不同的学者从各自的研究角度提出过不同的定义。主要有:

1. 河水受到所接纳污染物污染的区域;
2. 断面上污染物浓度值高于同断面上最大浓度值5%的区域^[1];
3. 污染物浓度值高于当污染物与河水在整个过流断面上混合均匀后所达到的浓度值的区域^[1];
4. 包含污染物总量95%的区域。

以往这些定义由于没有和环境标准相结合, 很难定量地评价不同水体污染带的污染程度, 提出合理的污染带控制规划和管理措施。

为此, 我们在吸收国内外研究成果的基础上, 提出了一个新的水污染带定义: 在排污口附近及下

游, 水中污染物浓度高于该水体环境功能类别标准的区域。

根据这个定义, 污染带具有如下几个特点:

- (1) 污染带必定发生在排污口附近及下游。排污口在岸边的则为岸边(或沿岸)污染带。集中排污的排污口为一点, 分散排污的排污口为一线。
- (2) 污染带内各点的水质必有一项或几项污染物的浓度高于该水体的环境功能类别的标准。
- (3) 污染带中各点的污染物浓度等于由于接纳污染物而扩散到该点的浓度加上该水体的背景浓度值。

(4) 对于可降解物质也可考虑污染物随时间(距离)衰减的因素。

(5) 可依水体功能类别, 绘出污染带的浓度分布图和污染带的边界线。

二、污染带内污染物浓度的计算模式

根据本文给定的污染带定义, 参照[美]H.B. 费希尔^[1]提出的岸边污染带扩散计算理论, 考虑到当地水体的背景值, 建立了水污染带的计算模式。

(一) 难降解污染物的污染带浓度计算模式

$$C_{(x,y)} = M / [uh\sqrt{4\pi E_x x/u}] \cdot \exp [-y^2 u / (4E_x x)] + C_0 \geq C_c \quad (1)$$

$$C_{(x,y)} = 2M / [uh\sqrt{4\pi E_x x/u}] \cdot \exp [-y^2 u / (4E_x x)] + C_0 \geq C_c \quad (2)$$

(二) 易降解污染物的污染带浓度计算模式

$$C_{(x,y)} = M \cdot \exp[-Kx/u] / [uh\sqrt{4\pi E_x x/u}] \cdot \exp[-y^2 u / (4E_x x)] + C_0 \cdot \exp[-Kx/u] \geq C_s \quad (3)$$

$$C_{(x,y)} = 2M \cdot \exp[-Kx/u] / [uh\sqrt{4\pi E_x x/u}] \cdot \exp[-y^2 u / (4E_x x)] + C_0 \cdot \exp[-Kx/u] > C_s \quad (4)$$

式中: M ——污染物排放量 (g/s);

u ——平均流速 (m/s);

h ——平均水深 (m);

E_x ——横向扩散系数 (m²/s);

K ——降解速率系数 (1/d);

C_0 ——水体背景浓度 (mg/l)

C_s ——水体环境功能类别标准浓度值 (mg/l);

x ——从排污口沿流速方向至计算点纵向距离 (m);

y ——排污岸至计算点的横向距离 (m)

三、浓度计算模式的应用条件

(一) 建立模式的两点假设

1. 横向宽度远大于水体的平均水深, 其垂向混合时间可以忽略。

2. 水体宽阔, 不考虑岸边反射。

(二) 模式的适应范围

(1)、(3) 适用于江心排放的江心污染带浓度计算;

(2)、(4) 适用于岸边集中排放的沿岸污染带浓度计算。

(三) 岸边分散排放的处理

对于江心或岸边集中排放的排污口可直接采用以上模式计算; 对于岸边分散排放的, 则采用抽象假设的方法, 把分散排放的污染物视为城镇下游集中排放进行计算。而城镇沿岸由于有许多排污口, 可看成是沿岸污染带长的一部分。

(四) 模式参数的识别

1. 库区横向混合系数 E_x 可根据染料试验或经验公式确定^[1];

2. 库区流场参数可根据流场测试确定;

3. 可降解物质的降解速率 K 可根据水质模拟试

验或现场测试研究确定^[1];

4. 排污强度可根据污染源调查资料确定。

四、污染带的评价

为了定量地评价污染带的污染程度, 确定污染带的等级, 使之能与其它水体的污染带进行比较, 我们建立了一套污染带评价系统。

(一) 单项评价指数 P

根据浓度计算模式可以计算出污染带的浓度分布, 确定污染带的边界线, 绘制污染带的浓度分布图。为了定量的比较不同水域、不同污染物、不同排污口所形成污染带的污染程度, 根据《工业企业设计卫生标准》(TJ36-39) 第21条要求[5]和库区居民的用水情况(沿岸居民多在岸边 $y \leq 10m$ 范围内取水使用)规定: 在排污口下游 $x = 1000m$ 、 $y = 10m$ 的污染物浓度 (C_N) 作为评价污染带污染程度的控制点浓度。当 $C_N \leq C_s$, 则该排污口造成的污染带是允许的; 当 $C_N > C_s$, 则认为该污染带已对水体产生了污染。把污染带控制点的浓度 C_N 与水体功能分类标准 C_s 的比值 P 作为污染带的评价指数。

$$P = C_N / C_s \quad (5)$$

式中: P ——污染带评价指数;

C_N ——在离排污口下游 1000 m、离排污岸 (或江心排污的中泓线) 10m 处的浓度 (mg/l);

C_s ——水体环境功能类别标准 (mg/l)。

(二) 污染带的分级

根据 P 值的大小, 把排污口对水体的污染分成四个等级, 见表 1。

污染带等级划分及对水体污染程度 表 1

污染带等级	P	对水体的污染程度
A	<1	允许
B	1~3	污染
C	3~5	重污染
D	>5	严重污染

要降低污染带的等级, 必须削减排污口污染物的排放量, 采取相应的工程治理措施, 只要 $C_N \leq$

C_{99} (即 $P \leq 1$) , 则该排污口所造成的水体局部污染是允许的。作为纳污河段来说, 其本身具有一定容量, 只要局部污染能得到控制 ($P \leq 1$) , 整个水体的水质将不会恶化。同一水体, 不同污染带的 P 值不一样, 不仅可以比较不同污染带对环境的污染程度, 同时也可指出减轻污染带污染所需要削减的污染物量, 从而估算相应的投资。这样既把评价污染带的污染程度和环境管理及工程治理联系起来, 又将控制污染带的发展与整个水体的保护结合起来。

(三) 污染带与水体背景值的关系及污染带的表示方法

根据对污染带的定义, 污染带是在水体整体功能的基础上形成的。不同的水体有不同的背景值, 不同的水背景值决定它有不同的环境功能类别。所以不同功能类别的水体形成的污染带属性不一样。研究污染带时一定要考虑水体的整体水质 (水背景值) 。表示污染带的污染等级时, 也要考虑到水体背景值的影响。因此, 我们在评价确定污染带的等级时, 采用两级标定法, 即 X_i — Y 标定法。

X ——污染带存在的水体功能类别, 以 I、II、III、IV、V 表示, 见表 2^[6]。对不同水体, 其使用功能不同, X 越小的水体存在污染带的危害性越大。I 类水体不应存在污染带。

水 体 功 能 分 类 表 2

类 别	使用目的和保护目标
I	主要适用于源头水、国家自然保护区
II	主要适用于集中式生活饮用水水源地一级保护区、珍贵鱼类保护区、鱼虾产卵场、
III	主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区
IV	主要适用于一般工业用水区及人类非直接接触的娱乐水区
V	主要适用于农田用水及一般景观要求水域

Y ——污染带对该水体污染的严重程度, 以 A、B、C、D 表示。见表 1。

i ——污染带的污染物名称或代号。

如 II_{COD-D} 表示该水体的 COD 浓度满足 II 类水域使用功能要求, 但存在有严重污染级的 COD 污染带。主要矛盾是控制和治理 COD 的排放量,

降低 COD 污染的等级。

IV_{油-A}, 表示该水体中油的浓度只能满足 IV 类水域使用功能要求, 但存在的污染带对该水体的污染属允许级的。说明该水体的油背景值已很高, 已不能满足 II、III 类水的要求。主要矛盾是采取措施降低水体油背景值的浓度。

根据 X_i — Y 标定法, 可以比较明确的确定水体的污染带污染情况, 为有关管理部门决策或工程治理提供科学依据, 以便采取相应的措施。

(四) 污染带的综合评价指数

对于不同水质功能水域或具有多项污染物质的污染带, 如何评价其污染严重程度呢? 需要有污染带的综合评价指数。

我们把影响污染带污染严重程度的主要因素, 污染带所在水体的环境功能类别 x 、污染带的单项评价指数 P_i 、污染带的项目数 n 和参与评价的污染带数 m 作为综合评价因子, 根据它们与污染带污染程度的关系, 建立综合评价公式:

$$QI = \frac{1}{x} \cdot \frac{n}{m} \cdot \sum P_i \quad (6)$$

式中 QI ——综合评价指数;

x ——污染带所在水体的 水体环境 功能类别;

P_i —— i 污染物污染带的评价指数;

n ——污染带的个数;

m ——参与评价的污染带数。

根据 QI 的大小, 就可以对不同的 污染带 进行排序, 比较不同污染带的污染严重程度。

为了能较直观地看出污染带的污染程度, 根据 QI 的大小, 分为四个等级, 见表 3。

污 染 带 的 分 级 表 3

污染带等级	QI	污 染 程 度
A_n	< 0.3	允 许 级
B_n	$0.3 \sim 3.0$	污 染 级
C_n	$3.0 \sim 5.0$	重 污 染 级
D_n	> 5.0	严 重 污 染 级

五、实 例

在三峡工程对环境的影响研究中, 我们应用上

长江三峡库区建坝前后主要城镇污染带评价结果

表 4

项 目	单项评价指数 P_i								综合评价指数 QI		污染带等级	
	COD		石油类		Hg		Pb		建坝前	建坝后	建坝前	建坝后
	前	后	前	后	前	后	前	后				
重 庆 市	2.5	3.6	11.4	16.8	1.2	1.39	0.14	0.16	3.81	5.49	C_n	D_n
长 寿 县	0.95	1.9	1.86	1.89	0.83	0.82	0.1	0.1	0.31	0.78	B_n	B_n
涪 陵 市	0.6	1.2	1.84	1.96	0.84	0.87	0.1	0.1	0.28	0.68	A_n	B_n
丰 都 县	0.5	0.6	1.84	1.86	—	—	0.1	0.1	0.20	0.21	A_n	A_n
忠 县	0.5	0.6	1.83	1.82	—	—	—	—	0.19	0.20	A_n	A_n
万 县 市	0.8	0.7	2.1	2.0	0.84	0.82	0.1	0.1	0.32	0.30	B_n	A_n
万 县	0.6	0.5	1.84	1.30	0.83	0.81	0.1	0.1	0.28	0.26	A_n	A_n
云 阳 县	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	0.04	0.04	A_n	A_n
奉 节 县	0.6	0.5	—	—	—	—	—	—	0.05	0.04	A_n	A_n
巫 山 县	0.5	0.5	—	—	—	—	0.1	0.1	0.04	0.05	A_n	A_n
秭 归 县	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	0.04	0.04	A_n	A_n
巴 东 县	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	0.04	0.04	A_n	A_n
合 计	0.75	0.97	1.89	2.34	0.38	0.39	0.06	0.06	2.31	3.45	B_n	C_n

备注: ①库区水体背景值 C_0 为: COD = 2.9mg/l 石油类 = 0.092mg/l Hg = 0.000083mg/l Pb = 0.0049mg/l

②库区执行 GB3838-88 Ⅲ类水质标准: COD_{Ma} = 6 mg/l 石油类 = 0.05mg/l, Hg = 0.0001mg/l, Pb = 0.05mg/l

③计算公式为 $P_i = C_{Ni}/C_{Si}$, $QI = \frac{1}{x} \cdot \frac{n}{m} \cdot \sum P_i$, 详见本文第四部分: 污染带的评价。

述方法对库区沿江各城镇污染带的污染现状和建坝后的预测进行了计算和评价, 现将部分结果列入表 4。

从表 4 中可以看出:

(一) 在选择的 COD、石油类、Hg、Pb 等四个项目的评价中, 库区建坝前油污染带是最严重的, P_i 值达 1.89, 属Ⅲ_油-B 级, COD 污染带次之, Hg 污染带排第三位; Pb 污染带仍有较大的允许污染带容量。

(二) 在库区沿岸 12 个城镇污染带的综合评价中, 重庆市的污染带最重, 其次为万县、涪陵、长寿。

(三) 库区建坝后污染带的污染程度比建坝前更严重。库区污染带综合评价指数建坝前 QI 为 2.31, 属污染级 (Ⅲ-B_n), 而建坝后 QI 为 3.45, 属重污染级 (Ⅲ-C_n); 重庆市的 COD 污染带 P_i 由建坝前的 2.5 上升到 3.6, 污染带等级由建坝前的Ⅲ_{COD}-B 级上升到Ⅲ_{COD}-C 级。

(四) 根据 QI 的大小, 库区各城镇污染带的污染程度顺序是: 建坝前: 重庆市、万县市、长寿县、涪陵市; 建坝后则是: 重庆市、长寿县、涪陵市、万县市。

参 考 文 献

- [1] [美] H. B. 费希尔等著, 内陆及近海水域中的混合, 1—86, 水利电力出版社, 北京, 1987。
- [2] 赵文谦, 环境水力学, 55—66, 成都科技大学出版社, 成都, 1986。
- [3] 唐永奎等, 重庆环境科学, (2), 1—7 (1988)。
- [4] 黄时达等, 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集, 841—856, 中国科学出版社, 北京, 1987。
- [5] 中华人民共和国卫生部主编, 工业企业设计卫生标准 TJ36—39, 1979。
- [6] 国家环保局颁布, 地面水环境质量标准 GB 3838-88, 1988。

METHODS AND INDEXES OF ASSESSING POLLUTION ZONE ALONG THE BANKS OF RIVER

Huang Shida Liu Guangqian
Zhu Qing Qian Jung

*(Sichuan Research & Monitoring Institute of Environment
Protection, Chengdu)*

Abstract

Based on the achievement made on the research of the pollution zone of the Three Gorges reservoir area, a new series of definitions, computing models and an assessment system are proposed in this paper. Besides, a new way of evaluating the pollution degrees of various pollution zones in water is introduced. And a theory for application and applicable methods of investigation and assessment concerning the control and treatment of pollution zone in water are also presented.

Key words, River and lake, Pollution zone, Index of assessment, Computing model, Method of assessment.