

# 苍溪县工业园水环境评价及污染防治对策

余波<sup>1</sup>, 张斌<sup>1</sup>, 黄正文<sup>2</sup>, 邓茂林<sup>1</sup>, 刘丽君<sup>1</sup>

(1. 西华师范大学 国土资源学院, 四川 南充 637002; 2. 成都大学 城乡建设学院, 四川 成都 610106)

**摘要:** 水环境评价和预测是水资源规划管理的重要内容之一, 对促进水资源可持续利用具有重要现实意义。以苍溪县工业园地表水环境监测数据为基础, 应用单项标准污染指数法对跌马桥沟地表水环境的影响进行评价, 并采用完全混合模型和一维稳态水质模型相结合的方法对排污口下游的地表水进行预测; 最后对结果进行了初步分析, 并提出了相应的污染防治对策, 以期为制定水环境宏观决策及区域经济发展规划提供必要的科学依据。

**关键词:** 水环境评价; 预测; 防治; 工业园区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)05-0172-04

中图分类号: X824, S157

## Water Environment Evaluation and Pollution Control in Industrial Park of Cangxi County

YU Bo<sup>1</sup>, ZHANG Bin<sup>1</sup>, HUANG Zheng-wen<sup>2</sup>, DENG Mao-lin<sup>1</sup>, LIU Li-jun<sup>1</sup>

(1. College of Land and Resources, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002, China;

2. College of Municipal and Rural Construction, Chengdu University, Chengdu, Sichuan 610045, China)

**Abstract:** As the important part of water resource planning and management, water environment evaluation and forecast are of vital realistic significance to promote sustainable utilization of water resources. Using the data derived from the surface water environment monitoring of industrial park in Cangxi County, surface water environment evaluation of Diemagou River is made by applying the method of single standard pollution index. Then, the method combining complete mixing model with one-dimensional water quality model is applied to carry on surface water environment prediction in the downstream of sewage outfall of Diemagou River. The result of evaluation and prediction is analyzed preliminarily. At last, corresponding countermeasures for prevention and control of water pollution are presented to provide an essential scientific basis for making macro-policies of water environment and a regional economic development plan.

**Keywords:** water environment evaluation; prediction; prevention and control; industrial park

水环境评价和预测是水资源规划管理的重要内容之一, 对促进水资源可持续利用具有重要现实意义。近年来, 我国水环境评价和预测研究受到了高度重视, 取得了丰硕的成果。

陈静<sup>[1]</sup>应用单项指标达标率评价方法对苍南县地表河网水质进行了现状和发展趋势评价, 并根据水质污染特征和存在问题提出了相应的综合防治对策。王鸿杰<sup>[2]</sup>首先选择 5 个评价参数, 然后考虑各项参数在总体中的地位配以适当权重, 在此基础上应用模糊数学原理的模糊概念进行推理, 经过模糊矩阵混合运算得出评价结果。最后将模糊数学方法与常规方法进行了比较, 指出该方法更能反映客观实际。

徐晓民<sup>[3]</sup>采用灰色系统理论中的灰色关联分析方法进行地表水的水质评价。该方法比较准确, 适合在其它地区广泛推广应用。张达斌<sup>[4]</sup>讨论了模糊数学、灰色聚类方法的基本原理及在环境评价中的运用效果, 并利用某地区的实测数据验证了两种方法的准确性。程炯<sup>[5]</sup>运用模糊聚类法对福建漳州地面水质指标和水质监测断面分别进行了评价和聚类分析。这种方法的分析结果与实际污染情况相吻合, 能客观地反映多因子共同作用下的地面水环境质量状况。赵剑<sup>[6]</sup>采用灰色关联分析综合评价法对韩江赤凤、潮安、南社的水体质量进行评价, 取得了良好的效果。许世刚<sup>[7]</sup>提出一种基于进化策略(ES)和自组织特征

映射(SOFM)神经网络的混合模型进行水环境评价的新方法。该方法利用ES的强搜索能力克服SOFM网络对初始权向量和样本输入次序敏感的弱点,比模糊聚类法分类更合理。崔宝侠<sup>[8]</sup>提出将人工智能技术及神经网络应用于水环境影响评价,采用改进的BP算法进行水质模拟。该方法评价结果更加精确,适用范围更广。荆平<sup>[9]</sup>对地理信息系统(GIS)技术在地表水环境影响评价中的应用进行了系统分析,指出了应用GIS进行区域地表水环境影响评价的技术优势。

综上所述,这些研究共同的特点是需要的监测数据多,系数确定困难,而且适用范围有限。本文采用单项标准污染指数法对地表水质进行评价,采用完全混合模型和一维稳态水质模型相结合对排污口下游的地表水进行预测,这种评价预测模型算法简单,精度较高,效果更好。

## 1 研究区域概况

苍溪县位于四川盆地北缘,大巴山南麓,东经 $105^{\circ}43'30''$ — $106^{\circ}27'56''$ ,北纬 $31^{\circ}37'3''$ — $32^{\circ}10'18''$ ,幅员面积 $2\,330.22\text{ km}^2$ <sup>[10]</sup>。苍溪县工业园区位于县城东武当小区,东至武当山脚,西至红军路、解放路东路,北至白鹤山,南至芦家濠防洪堤,紧邻国道212线主干线。

四川省苍溪县鸿宇冷冻食品有限公司就位于武当工业集中发展区内,是集生猪收购、加工、销售、良种繁育和饲料配送为一体的畜禽产品加工省级龙头企业。该企业从事生猪屠宰,主要污染物为废水和废气,废水年排放量 $2.0 \times 10^4\text{ t}$ 左右。该公司建有废水处理设施,处理能力为每天300 t,废水处理后直接外排入区内的跌马桥沟,向东注入嘉陵江。

## 2 水环境评价程序与方法

### 2.1 确定污染因子

根据对胰酶、糜蛋白酶、胃酶等原料的生产工艺和产污环节的分析,苍溪县鸿宇冷冻食品有限公司的生产污水成分复杂,有少量的蛋白质和油脂,污水中含有一定有机溶剂且 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 和 $\text{BOD}_5$ 含量高。所以选取水温,pH,硫酸盐,挥发酚,悬浮物(SS),氨氮, $\text{COD}_{\text{Cr}}$ , $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ,DO, $\text{BOD}_5$ ,总汞(Hg),色度,六价铬,总铅(Pb),石油类,粪大肠菌群等作为测试因子。

### 2.2 水环境监测

2.2.1 监测断面设置 评价区域的地表水主要为跌马桥沟和嘉陵江,其中跌马桥沟穿越该公司所属的苍溪

跌马桥沟上设置4个测试断面(表1)进行监测,以确定污染物质的浓度及其对环境的污染程度<sup>[11]</sup>。

表1 断面位置设置

断面口编号	断面口位置	断面类型
1 <sup>#</sup>	跌马桥沟进入工业区下游50 m	对照断面
2 <sup>#</sup>	排放口下游500 m	控制断面
3 <sup>#</sup>	城市排污渠九曲溪汇入处、污水排放口下游1 000 m	控制断面
4 <sup>#</sup>	污水排放口下游5 000 m	削减断面

2.2.2 采样时间和方法 在2007年12月8—10日实测调查,各监测断面连续采样3 d。上午、下午各采集一个水样混合成为一个混合水样。充分收集近年来评价水域枯水期和丰水期的水质监测资料。采样方法按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)执行。

2.2.3 监测方法 根据不同的监测项目选用不同的监测方法,具体见表2。

表2 主要监测项目及分析方法

监测项目	分析方法
pH值	玻璃电极法
悬浮物	重量法
挥发酚	溴化容量法
石油类	石油醚萃取
$\text{COD}_{\text{Cr}}$	重铬酸钾法
$\text{BOD}_5$	稀释与接种法
色度	铂钴标准比色法
$\text{NH}_3\text{-N}$	纳氏试剂比色法
硫酸盐	EDTA滴定法

### 2.3 评价方法

采用单项标准污染指数法对地表水质进行评价<sup>[12]</sup>。其评价公式为

$$P_i = C_i / S_i$$

式中: $P_i$ ——污染物标准指数值,无量纲; $C_i$ ——污染物实测浓度值(mg/L); $S_i$ ——污染物评价标准(mg/L)。

对具有上下标准(分级)的pH值,应按照下式进行计算:

$$P_i = (\text{pH}_i - 7.0) / (\text{pH}_s - 7.0) \quad \text{当 } \text{pH} \geq 7.0 \text{ 时}$$

$$P_i = (7.0 - \text{pH}_i) / (7.0 - \text{pH}_s) \quad \text{当 } \text{pH} < 7.0 \text{ 时}$$

式中: $\text{pH}_i$ ——实测pH值; $\text{pH}_s$ ——pH的质量标准

## 2.4 预测方法

采用完全混合模型和一维稳态水质模型对排污口下游的地表水水质进行预测。预测公式<sup>[13]</sup>为

$$\rho_b = (\rho_1 Q_p + \rho_2 Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中:  $\rho_b$ ——废水与河水混合后的浓度 (mg/L);  
 $\rho_1$ ——河流上游污染物的浓度 (mg/L);  $\rho_2$ ——排放口处废水污染物的浓度 (mg/L);  $Q_p$ ——河流上游的流量 (m<sup>3</sup>/s);  $Q_h$ ——排放口处的污水流量 (m<sup>3</sup>/s)。

一维稳态水质模型公式<sup>[14]</sup>为

$$c = c_0 \exp(-K_1 \frac{x}{86400u})$$

式中:  $c_0$ ——计算初始点污染物浓度 (mg/L);  
 $K_1$ ——综合衰减系数, 本次评价中按 0.25 计算;  
 $x$ ——计算点到初始点 (从排放口向下游) 的距离 (m);  $u$ —— $x$  上的流速 (m/s), 取 0.94 m/s。

## 3 结果与分析

### 3.1 监测结果

根据表 2 的监测方法, 对跌马桥沟的地表水环境质量进行监测, 监测结果见表 3。

表 3 地表水监测结果

监测项目	1#	2#	3#	4#
pH 值	7.590	7.550	7.470	7.420
SS/(mg·L <sup>-1</sup> )	53.000	56.000	62.000	59.000
挥发酚/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.007	0.006	0.008	0.007
石油类/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.290	0.240	0.340	0.290
COD <sub>Cr</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	16.100	14.000	18.300	16.500
BOD <sub>5</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	3.760	3.610	3.840	3.350
色度/度	37.000	40.000	40.000	38.000
氨氮/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.934	0.783	1.354	1.120
硫酸盐/(mg·L <sup>-1</sup> )	12.130	12.410	13.160	12.890

### 3.2 水质评价

根据表 3 的监测结果, 采用上述水质现状评价方法, 评价结果见表 4。

(1) 采样点的各项水质参数中, 挥发酚、石油类指标均超过《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) II 类水质标准, 挥发酚超标倍数在各断面分别是 1.4, 1.14, 1.58 和 1.36; 石油类超标更为严重, 超标倍数在各断面分别为 5.8, 4.4, 6.8 和 6.2。说明该水环境中这两类物质的含量超过地表水 II 类标准要求。其它各指标基本能符合《地表水环境质量标准》III 类水质标准。

(2) 从水体的污染情况来看, 1# 断面无论各采样点

于 2# 断面, 主要原因是 1# 汇入口上游的企业太多。跌马桥沟水质呈现从上游向下游水质逐渐恶化, 上游水质优于下游的特点, 其主要原因是跌马桥沟水量较小, 自净能力较小, 受接纳污水的水质影响较大, 水质污染随着沿程纳污量的渐增而超标。

表 4 地表水评价结果  $P_i$  值

监测项目	1#	2#	3#	4#
pH 值	0.96	0.94	0.91	0.89
挥发酚	1.40	1.14	1.58	1.36
石油类	5.80	4.80	6.80	6.20
COD <sub>Cr</sub>	0.80	0.73	0.87	0.75
BOD <sub>5</sub>	0.94	0.90	0.97	0.93
氨态氮	0.93	0.78	1.35	1.12

(3) 在 1# 汇入口的上游处, 水体状况好些, 跌马桥沟水质受工业园区内工厂排放污水的影响, 受到一定程度的污染。4# 断面的水质优于其上游断面的水质, 主要原因是污染物在河流中的自净作用, 另一方面是由于 2# 支流的对污染物的稀释作用。

综上所述, 该建设项目所处区域的纳污水体受到一定的污染, 跌马桥沟水质状况较差, 有些指标超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 的 III 类标准要求。

### 3.3 地表水环境沿程变化预测

根据表 4 的评价结果, 选择 COD<sub>Cr</sub>, BOD, 挥发酚, 石油类和氨氮为预测因子。分析苍溪县鸿宇冷冻食品有限公司的用水量、水消耗量, 跌马桥沟的流量是 29.5 m<sup>3</sup>/s, 得出其污水排放量为 22 500 t/a, 并算出污水排放源强浓度 (表 5)。然后, 根据完全混合预测模式和一维稳态水质模型分别对跌马桥沟完全混合断面及完全混合断面以下河段的各预测因子的浓度进行预测, 预测结果见表 5。

表 5 地表水环境沿程变化预测结果 mg/L

项目	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	挥发酚	石油类	氨氮	
污水排放源强浓度	100.0	30.00	0.075	0.34	7.50	
完全混合断面	26.0	4.20	0.008	0.04	0.83	
完全混合断面	500 m	17.5	3.80	0.008	0.39	0.74
完全混合断面	1 000 m	14.7	3.21	0.007	0.28	0.62
完全混合断面	1 500 m	9.8	2.80	0.006	0.19	0.48
下游	2 000 m	—	—	0.005	0.11	—
下游	2 500 m	—	—	—	0.05	—

注: 污水排放量为 22 500 t/a。

(1) 石油类、氨氮在完全混合断面的浓度已达标; COD, BOD 和挥发酚略超标, 各因子的浓度随着距

离的增加而有规律的降低。COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub> 在完全混合断面 500 m 处的浓度已低于《地表水环境质量标准》(GB3838 2002)的Ⅱ类标准,即在 500 m 处已达标;挥发酚分别在完全混合断面 1 000 m 处才能达标,说明该厂对跌马桥沟的水质影响范围少于 1 000 m。

(2) 比较表 5 中完全混合断面各因子和完全混合断面下游地表水各因子预测浓度可知,指标 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub> 和挥发酚在完全混合断面的浓度大于 3# 断面的浓度,石油类和氨氮在完全混合断面的浓度小于 3# 断面的浓度。结合调查结果,该厂污水排放口下游 1 000 m 内有一饲料厂和油脂厂,其排放的废水含 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, 石油类和氨氮不含挥发酚,其中 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub> 基本能达标排放,氮石油类和氨氮含量高,所以估计完全混合断面的位置时应以挥发酚为主要依据,以 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub> 的浓度变化为相关依据,最后估计出排放废水与河水达到完全混合的距离应该小于 500 m。

(3) 对比表 5 中完全混合断面下游地表水预测结果和《地表水环境质量标准》(GB3838 2002)的Ⅲ类标准可知,在污水排放口下游 1 000 m 的范围内各项因子都达标。但实际的监测结果为:COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub> 达标,而氨氮、挥发酚和石油类超标。说明苍溪县鸿宇冷冻食品有限公司下游的饲料厂和油脂厂排放污水的石油类和氨氮对跌马桥沟的影响很大,排放废水中 COD<sub>Cr</sub> 和 BOD<sub>5</sub> 对跌马桥沟的影响很小。

## 4 结语

由监测结果可知,外排污水经过污水处理站处理后,测试项目 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub>-N 基本都能达标排放,而挥发酚、石油类严重超标。由预测结果知,苍溪县鸿宇冷冻食品有限公司外排的污水经其厂内的污水处理站处理后 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub> 对跌马桥沟基本无影响,而在其下游的饲料厂和油脂厂外排污水中的石油类和氨氮对跌马桥沟的影响很大。苍溪县工业区还处于开发初期,随着经济发展力度的增大,污染物的排放量将会大幅度增加,地表水还会受到更大的污染,同时与周边镇地表水历史监测资料相对比,各项水质指标逐年在升高,升高速率在逐年增大,水质呈现区域性的恶化趋势。因此,现在进行区域水环境评价,提出污染防治措施是非常必要和具有重大意义的,对工业园区的水环境改善和区域经济的可持续发展具有一定的指导作用。

为了确保目前该区地表水的良好状态,促进水资源的可持续利用和保障区域社会经济的可持续发展,建

从而降低水耗,减少废水排放量;在厂区内建设完善的雨污分流下水道系统,将所有污水全部排入污水管网进入污水处理厂,经处理达标后排放。污水处理厂经二级生化处理后,还应采取深度处理,以有效去除氨氮,进一步提高污水处理站对氨氮和石油类的处理能力,并要建设一定容积的事故池,以防停电等异常条件下污水得不到处理或处理不合格超标排放,对水环境造成较严重的污染。建议今后工业园区应进行合理规划布局,按生态工业园区的标准引入企业。并进行区域性的污染物总量控制,尽量减少工业园区内的污水排放量,将地表水的污染影响减小到最低限度,只有这样才能保持地表水的良好状态,在实现最大经济效益的同时把对环境的损害降到最小。

## [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 陈静,王学军,牟全君,等.苍南县流域水环境评价及污染防治对策[J].长江流域资源与环境,2004,13(4):375—379.
- [ 2 ] 王鸿杰,尤宾,上官宗光.模糊数学分析方法在水环境评价中的应用[J].水文,2005,25(6):30—32.
- [ 3 ] 徐晓民,李畅游,刘延玺,等.灰色关联分析在湖泊水环境评价中的应用研究[J].内蒙古农业大学学报,2006,27(4):119—121.
- [ 4 ] 张达斌,高京广.水环境评价的灰色聚类方法及在环境管理中的应用[J].广东工业大学学报:社会科学版,2003,3(增刊):84—86.
- [ 5 ] 程炯,吴志峰,刘平.基于实例的模糊聚类法在地面水环境评价中的应用[J].安全与环境工程,2004,11(3):61—64.
- [ 6 ] 赵剑.灰色关联分析综合评价法在地表水环境评价中的应用[J].水利科技与经济,2006,12(9):607—608.
- [ 7 ] 许世刚,高新陵.ES-SOFM 混合模型及其在水环境评价中的应用[J].河海大学学报:自然科学版,2002,30(5):52—55.
- [ 8 ] 崔宝侠,高鸿雁,左传金.神经网络在水环境影响评价方面的应用[J].沈阳工业大学学报,2004,26(2):168—170.
- [ 9 ] 荆平.基于GIS的湖泊区域地表水环境影响评价方法[J].化工环保,2006,26(2):140—144.
- [ 10 ] 苍溪县统计局.苍溪县统计年鉴[M].2007.
- [ 11 ] 吴忠标,吴祖成,沈学优.环境监测[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [ 12 ] 国家环境保护总局.环境评价技术导则:地表水环境(HJ/T2.2-93)[S].北京:中国科学出版社,1993.
- [ 13 ] 谢永明.环境水质模型概论[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [ 14 ] 陆书玉,栾胜基,朱坦.环境影响评价[M].北京:高等