

汾河运城段河流水质评价

邢肖鹏, 薛鹏松, 冯民权

(西安理工大学 西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西 西安 710048)

摘要: 基于长期的水质监测数据,应用水质标识指数法,对汾河运城段 2005—2009 年的水质进行了评价,得出了新绛站监测断面和河津大桥监测断面的地表水环境质量级别。结果表明,该河段 COD, BOD₅ 和氨氮这 3 项因子超标严重,且氨氮的污染指数最大,不能满足相应的水环境功能要求,水质不能达到地表水环境质量标准。总体来看,须对汾河运城段的 COD, BOD₅ 和氨氮等污染物加以严格控制。研究结果可为运城市地表水资源规划、管理与保护提供科学依据。

关键词: 水质评价; 水质标识指数法; 汾河

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2011)02-0142-04

中图分类号: X522

Water Quality Evaluation on Yuncheng Section of Fenhe River

XING Xiao-peng, XUE Peng-song, FENG Min-quan

(Key Laboratory of Northwest Water Resources and Environmental Ecology of Education Ministry,
Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China)

Abstract: Based on long-term water quality monitoring data, the indices of water quality identification were applied to evaluate the water quality of Yuncheng Section of the Fenhe River during the period of 2005—2009. The surface water quality of monitoring sites at Xinjiang Station and Hejin Bridge was further classified based on the evaluation. The evaluation results show that COD, BOD₅, and ammonia nitrogen exceeded the standard rates substantially, and ammonia nitrogen was the most severe pollution indicator. The results also show that the water quality did not meet the corresponding functional requirements of the water environment, nor did it meet the standards for surface water quality. Water quality controls on COD, BOD₅, and ammonia nitrogen should be carried out more strictly. The findings of this work will provide basis for planning, management and protection of Yuncheng City's surface water resources.

Keywords: water quality evaluation; water quality identification index method; Fenhe River

20 世纪 60 年代以来,人们开始用数学模式进行水污染综合评价,目前水体质量评价方法有几十种,归纳起来可以分为单项污染指数法、分级评分法、函数评价法、概率统计法、模糊数学法^[1]、聚类分析法^[2]、信息论法、综合指数法^[3]等 8 类。这些方法共同的特点是用各种污染物质的相对污染值进行数学上的归纳统计。得到一个较为简单的数值,用以表示水体的污染程度。河流水质评价是水环境治理中的一项重要基础性工作,只有通过水质监测数据的科学合理评价,才能为管理部门提供依据,采取有效措施治理河流。可以说河流水质评价的合理性直接影响到管理部门决策的正确性。因此,河流水质评价也引起了广大国内外学者的关注^[4-8]。目前常见的评价

方法存在结果的信息量少、直观性差等局限,测评方法无法筛选出参与评价的水质因子中不符合水环境功能目标的因子,也无法估测水体状况与水环境功能之间的定量差距,因此不能客观反映和合理判断水环境的水质状况。水质标识指数是目前一种全新的水质评价方法,不仅能够完整表达单因子的水质类别,还可以定性、定量地评价综合水质状况,已广泛应用于各种水体的水质评价^[9-10]。本研究以汾河运城段为对象,对其 2005—2009 年的地表水监测数据进行综合分析评价,评价结果可对汾河运城段水质现状有一个全面、直观地了解,为管理部门治理河流和合理利用水资源提供依据。

收稿日期: 2010-09-21

修回日期: 2010-12-14

资助项目: 山西省水利厅科技计划基金项目“汾河整治(河流生态修复)规划”(106-231073)

作者简介: 邢肖鹏(1960—),男(汉族),河北省深泽县人,博士生,教授级高级工程师,主要从事水环境模拟与污染控制研究。E-mail: 280242484@qq.com。

通信作者: 薛鹏松(1983—),男(汉族),陕西省韩城市人,硕士研究生,主要从事水环境模拟与污染控制研究。E-mail: xuepengsong@163.com。

1 水质标识指数法^[5]

1.1 单因子水质标识指数法(P_i)

单因子水质标识指数法 P_i 由一位整数,一个小数点,小数点后两位有效数字组成。其形式为:

$$P_i = X_1 . X_2 X_3 \quad (1)$$

式中: X_1 、 X_2 ——第 i 个水质指标的水质类别,其中 X_2 代表监测数据在 X_1 类水标准下限值与 X_1 类水标准上限值变化区间中所处的位置,按照四舍五入的原则计算确定; X_3 ——水质类别与功能区划设定类别比较结果。

(1) X_1 、 X_2 的确定。① 当水质介于 I 类水和 V 类水之间时。

对一般指标(除溶解氧、pH、水温等以外):

$$X_1 . X_2 = a + \frac{C_i - C_{\text{标下}}}{C_{\text{标上}} - C_{\text{标下}}} \quad (2)$$

对溶解氧:

$$X_1 . X_2 = a + 1 - \frac{C_i - C_{\text{标下}}}{C_{\text{标上}} - C_{\text{标下}}} \quad (3)$$

式中: C_i ——第 i 指标的实测浓度; $C_{\text{标上}}$ ——第 i 项指标在 a 类水质标准区间的上限值; $C_{\text{标下}}$ ——第 i 项指标在 a 类水质标准区间的下限值; $a=1, 2, 3, 4, 5$ 为根据监测数据与国家标准比较确定,当水质劣于或等于 V 类水时, $a=6$ 。

② 当水质劣于或等于 V 类水时。

对一般指标(除溶解氧、pH、水温等外):

$$X_1 . X_2 = a + \frac{C_i - C_{V\text{类标上}}}{C_{V\text{类标上}}} \quad (4)$$

对溶解氧:

$$X_1 . X_2 = a + \frac{C_i - C_{V\text{类标上}}}{C_{V\text{类标上}}} \times m \quad (5)$$

式中: $C_{V\text{类标上}}$ ——第 i 项指标 V 类水指标上限值; m ——计算公式修正系数,本文取 $m=4$ 。

(2) X_3 的确定。

$$X_3 = X_1 - f_1 \quad (6)$$

式中: f_1 ——水环境功能区类别,当 $X_3 > 9$ 时取最大值 9。

1.2 综合水质标识指数(WQI)

综合水质标识指数是由单因子水质标识指数总和的平均值(P_i/n)与代表水质类别与功能区划设定类别比较结果(X_3)以及参加整体水质评价的指标中劣于功能区标准的水质指标个数(X_4)组成,其公式为:

$$WQI = (\sum P_i/n) X_3 X_4 \quad (7)$$

式中: $\sum(P_i/n)$ ——单因子水质标识指数总和的平均值; n ——参加水质评价因子个数; X_3 ——水质类别与功能区划设定类别比较结果; X_4 ——参加整体水质评价的指标中,劣于功能区标准的水质指标个数,通过参评的单因子标识指数 P_i 中的 X_3 不为 0 的个数来确定。

2 汾河运城段水质污染现状评价

2.1 评价因子的确定

国家环保部门在新绛站里(运城入口)和河津大桥(运城出口)设立了两处监测断面,常年对汾河水质进行监测。监测项目包括:水温,流量,pH 值,溶解氧(DO),COD,BOD₅,氨氮,挥发酚,石油类,总磷等 25 项。根据汾河运城段的实际情况,将溶解氧(DO),COD,BOD₅,氨氮,挥发酚,石油类,总磷 7 个污染比较严重的监测项目作为评价因子。根据新绛站里、河津大桥监测断面 2005—2009 年每年 12 个月的监测数据得到的年平均监测数据(表 1—2)。

2.2 评价方法和标准

根据汾河污染的实际情况,采取水质标识指数法和综合污染指数法,两种方法对汾河运城段的水质进行评价。汾河运城段的水质要求为 V 类水,其地表水限值见表 3。

综合污染指数是评价水环境质量的一种重要方法。其评价分级见表 4。根据国家对河流水质的要求及分类(GB3838-2002),综合水质标识指数法的判别标准见表 5。

表 1 2005—2009 年新绛站里监测断面地表水监测数据

mg/L

年份	DO	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	总磷	石油类
2005	2.20	72.01	27.80	19.581	0.016 2	0.134	0.495
2006	3.52	62.06	22.28	13.169	0.023 6	0.281	0.536
2007	3.72	55.07	23.20	19.378	0.027 6	0.343	0.514
2008	3.47	50.20	20.90	25.900	0.028 9	0.377	0.336
2009	5.10	41.90	17.60	19.800	0.017 0	0.264	0.232

表 2 2005—2009 年河津大桥监测断面地表水监测数据

mg/L

年份	DO	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	总磷	石油类
2005	1.02	146.47	34.76	20.067	0.028 5	0.171	0.641
2006	0.46	138.61	37.80	18.655	0.029 6	0.293	0.838
2007	0.94	124.29	37.60	20.818	0.051 6	0.587	1.011
2008	1.02	94.30	38.90	29.500	0.047 7	0.489	0.870
2009	2.39	80.00	28.10	23.700	0.037 5	0.352	0.425

表 3 地表水环境质量标准限值

mg/L

项目	DO	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	总磷	石油类
标准值	2.0	40	10	2.0	0.1	0.4	1.0

表 4 综合污染指标评价分级

指数 P	水质级别	水质现状
$P \leq 0.8$	合格	多数项目未检出,个别检出也在标准内
$0.8 < P \leq 1.0$	基本合格	个别项目检出值超标准
$1.0 < P \leq 2.0$	污染	相当一部分项目检出值超过标准
$P > 2.0$	重污染	相当一部分项目检出值超过标准数倍或几十倍

表 5 基于综合水质标识指数的综合水质级别判定

判断依据	综合水质级别	水质现状
$1.0 \leq X_1, X_2 \leq 2.0$	I	$X_3, X_4 \leq 0$ 达标, $X_3, X_4 > 0$ 超标
$2.0 \leq X_1, X_2 \leq 3.0$	II	$X_3, X_4 \leq 0$ 达标, $X_3, X_4 > 0$ 超标
$3.0 \leq X_1, X_2 \leq 4.0$	III	$X_3, X_4 \leq 0$ 达标, $X_3, X_4 > 0$ 超标
$4.0 \leq X_1, X_2 \leq 5.0$	IV	$X_3, X_4 \leq 0$ 达标, $X_3, X_4 > 0$ 超标
$5.0 \leq X_1, X_2 \leq 6.0$	V	$X_3, X_4 \leq 0$ 达标, $X_3, X_4 > 0$ 超标
$6.0 \leq X_1, X_2 \leq 7.0$	劣 V 类但不黑臭	$X_3, X_4 \leq 0$ 达标, $X_3, X_4 > 0$ 超标
$X_1, X_2 \leq 7.0$	劣 V 类并且黑臭	$X_3, X_4 \leq 0$ 达标, $X_3, X_4 > 0$ 超标

2.3 评价结果

依据研究区新绛站里监测断面以及河津大桥监测断面 2005—2009 年的水质监测资料,分别采用水

质标识指数法和综合污染指数法进行计算,新绛站里监测断面计算结果见表 6—7;河津大桥监测断面见表 8—9。

表 6 2005—2009 年汾河新绛站里监测断面水质单因子及综合水质标识指数法评价结果

年份	单因子标识指数							综合标识指数	水质等级
	DO	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	总磷	石油类		
2005	5.80	6.81	7.82	14.89	5.10	3.28	4.90	6.914	劣 V 但不黑臭
2006	4.69	6.61	7.22	11.66	5.20	4.79	6.11	6.616	劣 V 但不黑臭
2007	4.59	6.41	7.32	14.79	5.20	5.40	6.01	7.125	劣 V 黑臭
2008	4.79	6.31	7.12	18.09	5.20	5.80	4.59	7.425	劣 V 黑臭
2009	3.88	6.01	6.81	14.99	5.10	4.59	4.39	6.516	劣 V 但不黑臭

表 7 2005—2009 年汾河新绛站里监测断面水质单因子及综合污染指数法评价结果

年份	单因子污染指数							综合污染指数	质量程度
	DO	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	总磷	石油类		
2005	0.98	1.80	2.78	9.79	0.16	0.34	0.50	2.34	重污染
2006	0.80	1.55	2.23	6.58	0.24	0.70	0.54	1.81	污染
2007	0.79	1.38	2.32	9.69	0.28	0.86	0.51	2.26	重污染
2008	0.81	1.26	2.09	12.95	0.29	0.94	0.34	2.67	重污染
2009	0.66	1.05	1.76	9.90	0.17	0.66	0.23	2.06	重污染

表 8 2005—2009 年汾河河津大桥监测断面水质单因子及综合水质标识指数法评价结果

年份	单因子标识指数							综合标识指数	水质等级
	DO	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	总磷	石油类		
2005	8.02	8.73	8.53	15.09	5.20	3.68	5.30	7.825	劣 V 黑臭
2006	9.14	8.53	8.83	14.39	5.20	4.89	5.70	8.135	劣 V 黑臭
2007	8.13	8.13	8.83	15.49	5.50	6.51	6.01	8.436	劣 V 黑臭
2008	8.02	7.43	8.93	19.69	5.40	6.21	5.70	8.835	劣 V 黑臭
2009	5.40	7.03	7.83	16.99	5.30	5.50	4.79	7.525	劣 V 黑臭

表 9 2005—2009 年汾河河津大桥监测断面水质单因子及综合污染指数法评价结果

年份	单因子污染指数							综合污染指数	质量程度
	DO	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	总磷	石油类		
2005	1.12	3.66	3.48	10.03	0.29	0.43	0.64	2.81	重污染
2006	1.20	3.47	3.78	9.33	0.30	0.73	0.84	2.81	重污染
2007	1.13	3.12	3.76	10.41	0.52	1.47	1.01	3.06	重污染
2008	1.13	2.36	3.89	14.75	0.48	1.22	0.87	3.53	重污染
2009	0.95	2.00	2.81	11.85	0.38	0.88	0.43	2.76	重污染

2.4 评价结果分析

(1) 新绛站里监测断面是为了监测上游来水的水质情况,从两种评价结果中可以看出水质属于劣 V 类水,尤其是 COD、BOD₅ 和氨氮这 3 项因子超标严重,说明汾河在进入运城之前就已经受到了严重污染。

(2) 河津大桥监测断面的评价结果表明,汾河进入运城后,由于新绛、稷山、河津等县区的人口及工业密集区,大量排入城市污水及工业废水,进一步加重了汾河的污染,水质状况为劣 V 类水,且发黑发臭,尤其是 2007 年和 2008 年水质状况最差。

3 结论

(1) 将两种评价方法的结果进行对比可知,污染指数法能够直观判断综合水质是否达到功能区目标,但是不能判断综合水质类别。而水质标识指数法能够对 V 类水、劣 V 类水不黑臭、劣 V 类水黑臭进行全面、科学合理的评价。

(2) 本评价结果可以说明,该河段 COD、BOD₅ 和氨氮这 3 项因子超标严重,且氨氮的污染指数最大。汾河运城段水质现状为劣 V 类水,由于进入运城后排污严重,水体已经发黑发臭,属于重污染。其不能满足相应的水环境功能要求,水质不能达到地表水环境质量标准(GB3838-2002) V 类水标准。

[参 考 文 献]

- [1] 潘峰. 模糊综合评价在水环境质量综合评价中的应用研究[J]. 环境工程, 2002, 20(2): 58-61.
- [2] 王旭晨, 王丽卿, 彭自然, 等. 灰色聚类法评价淀山湖水质状况[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(4): 497-502.
- [3] 刘硕. 对几种环境质量综合指数评价方法的探讨[J]. 中国环境监测, 1999, 5(15): 33-37.
- [4] 郭劲松, 王海霞, 龙腾锐. 人工神经网络在水质规划和管理中的应用[J]. 重庆环境科学, 2002, 24(4): 69.
- [5] 徐祖信. 我国河流综合水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2005, 33(4): 482-488.
- [6] 郭劲松, 龙腾锐. 四种水质综合评价方法的比较[J]. 重庆建筑大学学报, 2000, 22(4): 6-12.
- [7] Darinka B V, Danilo D, Marjana N, et al. Chemometrics characterisation of the quality of river water[J]. Analytica Chimica Acta., 2002, 462: 87-100.
- [8] Walski T M, Parker F L. Consumer's water quality index[J]. Journal of Environment Engineering Division, 1974, 100(3): 593-601.
- [9] 梁伟臻. 试论广州市市区河涌水质评价方法及治理途径[J]. 中国给水排水, 1999(6): 20-23.
- [10] 王建平, 孙佑佳. 宜宾市主要河流水质现状及污染防治对策[J]. 四川环境, 2002, 1(21): 72-75.