

南宁市邕江水质模糊综合评价 Evaluation on Water Quality of Yongjiang River in Nanning by Fuzzy Comprehensive Assessment Method

刘 传
LIU Chuan

(南宁市环境保护监测站, 广西南宁 530012)
(Nanning Environmental Protection Monitoring Station, Nanning, Guangxi, 530012, China)

摘要:通过调查南宁市邕江水质,依据地表水环境标准,建立隶属度矩阵和权重级,运用模糊综合评判法对邕江水质进行评价,并对模糊综合评价法和综合指数法的评价结果进行比较分析。

关键词:水质 评价 河流 模糊综合评价法

中图分类号:X824 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2011)02-0156-03

Abstract: Through the investigating of water quality of Yongjiang in Nanning and according to the surface water environmental standards, membership matrix and weight level were established and water quality of Yongjiang in Nanning were evaluated by fuzzy evaluation method. The evaluation results from the fuzzy evaluation method and the comprehensive index method were comparatively analyzed.

Key words: water quality, assessment, river, fuzzy comprehensive assessment method

邕江是珠江流域西江水域最大支流,邕江自西向东流经南宁市区的河段称作邕江,邕江是南宁市的主要河流,上起邕宁区江西乡宋村的左、右江汇合点,下止邕宁区与横县交界的六景乡道庄村,全长133.8km,上游总集水面积73728km²,年均流量1292m³/s。本文通过建立模糊综合评价数学模型,选取具有代表性的污染物,对2010年枯、平、丰水期邕江3个监测断面的水质进行评价,为南宁市水环境管理提供参考依据。

1 模糊综合评价数学模型的建立^[1~5]

1.1 建立水质评价因子集合及等级集合

设影响水质的污染因素有 n 个,建立评价对象因素集合 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$,其中 $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$ 为参与评价的 n 个评价因子。

建立评价等级集合为 $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$,

其中 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_m$ 为 m 个评价等级。

1.2 建立单因素评价矩阵

在 U 和 V 都给定之后,建立一个从 U 到 $F(V)$ 的模糊映射 $f: U \rightarrow F(V), \forall u_i \in U$ 。由 f 可以诱导出模糊关系,得到模糊矩阵 R 。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$R = (r_{ij}) n \times m, [0, 1], R$ 为单因素评判矩阵, (U, V, R) 构成一个综合评判模型。根据模糊关系的定义 r_{ij} 表示第 i 个评价因子对第 j 个评价等级的隶属度。因此模糊关系矩阵 R 中的第 i 行 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, \dots, r_{im})$, $(i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 实际上代表了第 i 个因子对各级环境质量的隶属度;而模糊关系中的第 j 列 $R_j = (r_{1j}, r_{2j}, r_{3j}, \dots, r_{nj})$, $(j = 1, 2, 3, \dots, m)$ 则代表了各个污染因子对第 j 级环境质量的隶属度。

隶属度可以通过隶属函数计算求得, u_i 属于第 j 级水质的隶属函数为:

收稿日期:2011-03-29

修回日期:2011-04-12

作者简介:刘 传(1983-),男,工程师,主要从事环境监测工作。

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 0, & x_i \geq v_{i2} \\ \frac{v_{i2} - x}{v_{i2} - v_{i1}}, & v_{i1} < x < v_{i2} \\ 1, & x_i \leq v_{i1} \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x - v_{i(k-1)}}{v_{ik} - v_{i(k-1)}}, & v_{i(k-1)} < x < v_{ik} \\ \frac{v_{i(k+1)} - x}{v_{i(k+1)} - v_{ik}}, & v_{ik} < x < v_{i(k+1)} \\ 0, & x_i \leq v_{i(k+1)}, x_i \geq v_{i(k+1)} \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 0, & x_i \leq v_{i(m-1)} \\ \frac{v_{im} - x}{v_{im} - v_{i(m-1)}}, & v_{i(m-1)} < x < v_{im} \\ 1, & x_i \geq v_{im} \end{cases} \quad (4)$$

1.3 确定各因素的权重

由于每个参加评价的因子对水质影响不同,权重分配也不相同,所以需要对各因素进行加权,组成参与评价因子的权数矩阵 A: $A = [a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n]$, 权重值为: $a_i = c_i / s_i$ (计算溶解氧时取倒数), 其中 c_i 为第 i 种污染物实测浓度, s_i 为第 i 种污染物某种用途水各级标准值的算术平均值。为进行模糊运算, 对各单项权重值进行归一化, 即 $\sum_{i=1}^n a_i = 1$, 归一化公式:

$$\bar{a} = a_i / \sum_{i=1}^n a_i \quad (5)$$

1.4 计算模糊综合评价矩阵 B

在 R 和 A 求出之后, 综合评判矩阵模型为 $B = A \cdot R$ 。记 $B = (b_1, b_2, b_3, \dots, b_m)$, 它是 V 上的一个模糊子集, 这个结果是归一化的。根据评价结果, 取 $B = \max(b_i), i = (1, 2, \dots, m)$, 即得相应的综合评价等级。

2 邕江水质模糊综合评价

2.1 建立评价对象因子集

根据邕江水质监测资料, 剔除一些常年未检出的指标, 选取溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、石油类和总磷, 共 5 种典型污染物作为评价因子, 并对其污染程度进行模糊综合评价。评价因子集 $U = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\} = \{\text{溶解氧, 高锰酸盐指数, 氨氮, 石油类, 总磷}\}$ 。

2.2 评价标准

根据国家地表水质量标准(GB3838-2002), 将河流水质分为 5 个等级, 即评价集为 $V = \{I(\text{清洁}), II(\text{尚清洁}), III(\text{轻度污染}), IV(\text{中度污染}), V(\text{重度污染})\}$, 建立评价标准如表 1 所示。

表 1 地表水环境质量标准

类别	溶解氧 (mg/L)	高锰酸盐指数 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	石油类 (mg/L)	总磷 (mg/L)
I	≥7.5	≤2	≤0.15	≤0.05	≤0.02
II	≥6	≤4	≤0.5	≤0.05	≤0.1
III	≥5	≤6	≤1.0	≤0.05	≤0.2
IV	≥3	≤10	≤1.5	≤0.5	≤0.3
V	≥2	≤15	≤2.0	≤1.0	≤0.4

2.3 建立模糊关系矩阵 R

采用南宁市环境保护监测站 2010 年在邕江 3 个监测断面老口、蒲庙和水塘江全年枯、平、丰水期的监测数据(表 2)。按第 1.2 节所述方法建立 3 个监测断面的模糊关系矩阵, 例如枯水期老口监测断面的模糊关系矩阵 R 为:

$$R = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0.71 & 0.29 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

其余不一一列出。

表 2 邕江 2010 年枯、平、丰水期各断面监测结果

水 期	断面名称	溶解氧 (mg/L)	高锰酸盐指数	氨氮 (mg/L)	石油类 (mg/L)	总磷 (mg/L)
枯水期	老口	7.9	1.8	0.12	0.016	0.065
	水塘江	6.4	2.6	0.95	0.012	0.10
	蒲庙	5.8	2.3	0.91	0.015	0.09
平水期	老口	7.1	1.7	0.11	0.024	0.068
	水塘江	5.7	2.3	0.78	0.028	0.11
	蒲庙	5.4	2.0	0.70	0.027	0.09
丰水期	老口	6.3	2.3	0.06	0.033	0.070
	水塘江	6.2	2.8	0.18	0.032	0.12
	蒲庙	6.0	2.7	0.12	0.032	0.12

2.4 计算权重

按 1.3 节所述, 根据各评价因子的超标比计算出各个监测断面各评价因子的权重值, 进行归一化处理所得结果如表 3 所示。

2.5 水质综合评价

将 2.3 节所得的各单因素模糊关系矩阵 R 和权重集 A 复合, 得到模糊综合评价集 B。按最大隶属度原则, 即对于哪级水质隶属度最大, 则该断面水质就属于哪一级。邕江 3 个断面水质评价结果如表 4 所示。

由表 4 可知, 根据本文的模糊综合评价方法, 2010 年邕江各断面的水质都达到或优于地表水 II 类水质标准, 而且枯水期和平水期的老口断面均达

表3 评价因子权重值

水期	监测断面	DO		COD _{Mn}		NH ₃ -N		石油类		总磷	
		a_i	\bar{a}	a_i	\bar{a}	a_i	\bar{a}	a_i	\bar{a}	a_i	\bar{a}
枯水期	老口	0.59	0.47	0.24	0.18	0.12	0.09	0.05	0.04	0.32	0.24
	水塘江	0.74	0.29	0.35	0.14	0.95	0.37	0.04	0.02	0.50	0.19
平水期	蒲庙	0.81	0.32	0.31	0.12	0.91	0.36	0.05	0.02	0.45	0.18
	老口	0.66	0.46	0.23	0.16	0.11	0.08	0.07	0.05	0.34	0.24
丰水期	水塘江	0.82	0.32	0.31	0.12	0.78	0.31	0.08	0.03	0.55	0.22
	蒲庙	0.87	0.37	0.27	0.11	0.70	0.30	0.08	0.03	0.45	0.19
丰水期	老口	0.77	0.43	0.32	0.18	0.28	0.16	0.06	0.03	0.35	0.20
	水塘江	0.98	0.41	0.46	0.19	0.30	0.12	0.06	0.02	0.60	0.25
丰水期	蒲庙	0.80	0.38	0.32	0.15	0.32	0.15	0.06	0.03	0.60	0.28

表4 模糊综合评价结果

水期	监测断面	I类	II类	III类	IV类	V类	评价等级	评价结果
枯水期	老口	0.886	0.134	0	0	0	I类	清洁
	水塘江	0.213	0.484	0.333	0	0	II类	尚清洁
	蒲庙	0.144	0.497	0.355	0	0	II类	尚清洁
平水期	老口	0.726	0.264	0	0	0	I类	清洁
	水塘江	0.132	0.576	0.292	0	0	II类	尚清洁
	蒲庙	0.159	0.499	0.342	0	0	II类	尚清洁
丰水期	老口	0.462	0.538	0	0	0	II类	尚清洁
	水塘江	0.296	0.644	0.050	0	0	II类	尚清洁
	蒲庙	0.278	0.656	0.056	0	0	II类	尚清洁

到地表水 I 类水质标准,说明邕江水质处于较好水平。3 个水期中枯水期水质相对较好。3 个断面中,位于上游的老口水质最好,中下游的水塘江、蒲庙较差,与邕江流向相吻合,水塘江、蒲庙断面接纳了南宁市区大量的工业废水和生活污水。通过水质指标

的权重计算可以看出,溶解氧对水质的影响相对比较大,说明邕江水体污染以有机物污染为主。

3 结束语

通过模糊综合评价结果可知,2010 年南宁市邕江水质良好,主要水质指标中溶解氧对邕江水质的影响相对比较大。采用模糊综合评价法对邕江水质进行评价,克服了单因子评价法中的片面性,提高了评价的精度,其结果能真实地反映出水体质量和当地实际情况,是水质综合评价中一种较合理的方法。

本文仅选取了邕江水质监测中的 5 种污染指标作为评价对象,种类较少,评价结果存在一定的主观性。如果再增加评价指标,评价结果将能客观合理地反映邕江的水环境状况。

参考文献:

- [1] 杨纶标,高英仪.模糊数学原理及应用[M].广州:华南理工大学出版社,2001.
- [2] 周振民,付艳平.开封市地表水水质模糊综合评价研究[J].中国农村水利水电,2009(1):23-25.
- [3] 金菊良,杨晓华,金保明,等.水环境质量综合评价的新模型[J].中国环境监测,2000,16(4):42-47.
- [4] 王洪杰,尤宾,上官宗光.模糊数学分析方法在水环境影响评价中的应用[J].水文,2005,25(6):30-32
- [5] 汪尚朋,李江云,郑旭荣,等.水质模糊评价的探讨[J].中国农村水利水电,2005,8(1):49-51.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 155 页)

- [18] 何杰,辛文杰.填海工程对半封闭海湾水动力环境的影响分析[C].第二十一届全国水动力学研讨会暨第八届全国水动力学学术会议暨两岸船舶与海洋工程水动力学研讨会文集.济南,2008:838-843.
- [19] 新华网广西频道.防城港市污水处理厂试运行[EB/OL].(2009-07-08).http://www.gx.xinhuanet.com/dtzz/2009-07/08/content_17035844.htm 2009-0708.
- [20] 钦州日报.广西省钦州市河西污水处理厂竣工启用[EB/OL].(2008-01-03).<http://info.water.hc360.com/2008/01/03091197511.shtml>.
- [21] 北海市电视网.广西省钦州市河西污水处理厂竣工启用[EB/OL].(2009-06-18).<http://www.bhtv.cc/tv/>

bhxxw/8/5_8564_1.htm.

- [22] 北海日报.合浦县城污水处理厂进水试运行[EB/OL].(2010-07-05).http://www.gxcic.net/HTMLFile/2010-07/shownews_130688.html.
- [23] 丘君,刘容子,赵景柱,等.渤海区域生态补偿机制的研究[J].中国人口·资源与环境,2008,18(2):60-64.
- [24] 韩秋影,黄小平,施平.生态补偿在海洋生态资源管理中的应用[J].生态学杂志,2007,26(1):126-130.

(责任编辑:尹 闯)