

文章编号:1673-9469(2009)01-0103-03

关于可拓工程方法在水环境质量评价中的研究

韩霞,孟文清,杨自学

(河北工程大学 经管学院,河北 邯郸 056038)

摘要:介绍了可拓工程评价方法在水环境质量评价中的应用,并与此领域中应用最广泛且评价效果非常好的模糊综合评价方法进行比较,结果表明,可拓工程方法在环境质量评价中是合理可行的,有很好的发展前景。

关键词:水环境; 质量评价; 可拓工程方法; 物元模型; 模糊综合评价

中图分类号: X824

文献标识码: A

The application of extension engineering method in water environment quality evaluation

HAN Xia, MENG Wen-qing, YANG Zi-xue

(School of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: The paper introduces emphatically the application of the assessment of extension engineering method in the water environment and carries on the comparison with fuzzy assessment method which is the most widespread. The result indicates that the extension engineering method has a very good prospect for development with its unique thought model - matter - element model which made the results reliable and feasible in the environment quality appraisal.

Key words: water environment; quality evaluation; extension engineering method; matter - element model; fuzzy comprehensive assessment

近年来,对水环境质量评价方法的研究相当活跃,世界各国的专家学者对水环境质量评价进行了深入地探索,也提出了很多方法和模型。单就其评价方法而言,水环境质量评价可分为单项评价和多项综合评价。单项评价一般根据国家标准或本底值采用超标指数法,评价其超标程度,做起来相对容易;综合评价则要考虑水体中所有污染物的综合作用,确定水质的综合级别。概括起来大致分为以下几类:指数评价法、模糊综合评判法、灰色评价法、人工神经网络评价法及地理信息系统的应用^[1,2];但由于评价因子与水质等级间非常复杂的非线性关系、一级水体污染的随机性和模糊性,其评价方法也都有各自的不足,所以对水质评价至今没有一个被广泛认可的评价模型^[3]。可拓工程方法是一种从定量和定性两个角度处理现实世界中矛盾的方法。本文在水环境质量评价中引入该方法,旨在探求一种可解决评价中各种

矛盾的新途径。

1 可拓工程方法简介^[4]

可拓方法是可拓论解决矛盾问题的工具,把可拓方法应用于决策、新产品构思、搜索、控制、诊断、评判和识别等领域,即称为可拓工程方法。

在评判中,建立产品多指标性能参数的质量评定模型-物元模型。

1)确定经典域与节域。

$$R_{qj} = (N_{qj}, C_i, V_{qj}) = \begin{bmatrix} N_{qj} & c_1 & V_{qj1} \\ & c_2 & V_{qj2} \\ \dots & \dots & \dots \\ & c_n & V_{qjn} \end{bmatrix}$$

其中 N_{qj} 表示所划分的 j 个等级, $c_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 表示质量等级 N_{qj} 的特征, V_{qji} 分别为 N_{qj} 关于特

征 c_i 所规定的量值范围,即各质量等级关于对应的特征所取得数据范围-经典域。

$$R_p = (P, C_i, V_p) = \begin{bmatrix} P & c_1 & V_{p1} \\ & c_2 & V_{p2} \\ \dots & \dots & \dots \\ & c_n & V_{pn} \end{bmatrix}$$

其中 P 表示质量等级的全体, V_{pi} 为 P 关于 c_i 所取得量值的范围,即 P 的节域。

2)确定待评物元。 $R = \begin{bmatrix} P & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ \dots & \dots & \dots \\ & c_n & v_n \end{bmatrix}$

其中 p 表示产品, v_i 为 p 关于 c_i 的量值。

3)确定权系数。特征 c_i 的权系数为 a_i ,且

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

4)确定待评产品关于各质量等级的关联度。

$$K_j(v_i) = \frac{\rho(v_i, V_{ji})}{D(v_i, V_{pi}, V_{ji})}$$

5)计算待评产品 p 关于等级 j 的关联度。

$$K_j(p) = \sum_{i=1}^n a_i K_j(v_i)$$

6)质量等级评定。若 $K_p(p) = \max K_j(p) j_0 \in \{1, 2, \dots, m\}$, 则评定 p 属于等级 j_0 。

2 工程实例

下面分别采用可拓工程方法和综合指数评价中的模糊综合评判法,对通化市哈泥河水质进行评价^[5,6]。本次从该水体实测数据中选择总硬度、亚硝酸盐氮、挥发酚、六价铬、硝酸盐氮作为评价参数,并采用国家地面水环境质量标准 GB3838-88 五类标准进行评价。所选参数的标准值与实测值列于表 1。

1)根据国家地面水环境质量标准,确定经典域。

$$R_{01} = \begin{bmatrix} \{1\} & c_1 & (0, 100) \\ & c_2 & (0, 0.01) \\ & c_3 & (0, 5) \\ & c_4 & (0, 0.001) \\ & c_5 & (0, 0.01) \end{bmatrix}$$

$$R_{02} = \begin{bmatrix} \{2\} & c_1 & (100, 250) \\ & c_2 & (0.01, 0.1) \\ & c_3 & (5, 10) \\ & c_4 & (0.001, 0.002) \\ & c_5 & (0.01, 0.02) \end{bmatrix}$$

$$R_{03} = \begin{bmatrix} \{3\} & c_1 & (250, 350) \\ & c_2 & (0.1, 1.0) \\ & c_3 & (10, 25) \\ & c_4 & (0.002, 0.005) \\ & c_5 & (0.02, 0.05) \end{bmatrix}$$

$$R_{04} = \begin{bmatrix} \{4\} & c_1 & (350, 500) \\ & c_2 & (1.0, 10) \\ & c_3 & (25, 50) \\ & c_4 & (0.005, 0.01) \\ & c_5 & (0.05, 0.1) \end{bmatrix}$$

$$R_{05} = \begin{bmatrix} \{5\} & c_1 & (500, 500) \\ & c_2 & (10, 10) \\ & c_3 & (50, 50) \\ & c_4 & (0.01, 0.01) \\ & c_5 & (0.1, 0.1) \end{bmatrix}$$

2)确定节域。

$$R_p = \begin{bmatrix} \{\text{水质等级}\} & c_1 & (0, 500) \\ & c_2 & (0, 10) \\ & c_3 & (0, 50) \\ & c_4 & (0, 0.01) \\ & c_5 & (0, 0.1) \end{bmatrix}$$

表 1 地面水环境质量标准

Tab.1 The quality standard of ground water environment

指标	I	II	III	IV	V	实测值(mg/L)
总硬度	≤100	≤250	≤350	≤500	> 500	119
亚硝酸盐氮	≤0.01	≤0.1	≤1.0	≤10	> 10	0.013
硝酸盐氮	≤5	≤10	≤25	≤50	> 50	0.64
挥发酚	≤0.001	≤0.002	≤0.005	≤0.01	> 0.01	0.003
六甲铜	≤0.01	≤0.02	≤0.05	≤0.1	> 0.1	0.015

表 2 哈尼河分指标等级的关联度数据表
Tab.2 Dependent degree for evaluating the water quality degree of Hani River

指标	$K_1(v_i)$	$K_2(v_i)$	$K_3(v_i)$	$K_4(v_i)$	$K_5(v_i)$
V_1	-0.1377	0.5267	-0.624	-0.66	-0.762
V_2	-0.1875	0.0333	-0.87	-0.987	-0.9987
V_3	0.128	-0.672	-0.936	-0.9744	-0.9936
V_4	-0.4	-0.15	0.2433	-0.4	-0.7
V_5	-0.25	0.55	-0.45	-0.7	-0.85

3)确定待评物元。

$$R_p = \begin{bmatrix} \{ \text{哈泥河水质} \} & c_1 & 119 \\ & c_2 & 0.013 \\ & c_3 & 0.64 \\ & c_4 & 0.003 \\ & c_5 & 0.015 \end{bmatrix}$$

4)根据关联度公式计算水环境质量评价因子的关联度,见表 2。

5)计算各参数的权重。以总硬度为例,各级标准值的均值为 S_i ,权重值为 W_i 。

$$S_{\text{总硬度}} = (100 + 250 + 350 + 500 + 500) / 5 = 340$$

$$W_{\text{总硬度}} = 119 / 340 = 0.35$$

同理可求得其它四项参数的权重值。

$$W_{\text{亚硝酸盐氮}} = 0.003; W_{\text{硝酸盐氮}} = 0.023$$

$$W_{\text{挥发酚}} = 0.536; W_{\text{六价铬}} = 0.268。$$

对各项参数的权重值进行归一化运算:

$$V_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} \quad (V_i \text{ 为参数 } i \text{ 的权重}) \text{ 得权重矩阵}$$

$$A = [0.3 \ 0.003 \ 0.02 \ 0.45 \ 0.23]$$

6)计算哈泥河水质(用 p 表示)关于水质等级的关联度。根据关联度公式计算:

$$K_1(p) = \sum_{i=1}^5 \alpha_i K_1(v_i) = -0.276;$$

$$K_2(p) = \sum_{i=1}^5 \alpha_i K_2(v_i) = 0.204;$$

$$K_3(p) = \sum_{i=1}^5 \alpha_i K_3(v_i) = -0.201;$$

$$K_4(p) = \sum_{i=1}^5 \alpha_i K_4(v_i) = -0.558;$$

$$K_5(p) = \sum_{i=1}^5 \alpha_i K_5(v_i) = -0.759;$$

结果表明该水体属于二级水质。

7)模糊综合评判法。根据模糊综合评判法的模糊矩阵符合运算的结果 B 。

$$B = [0.297 \ 0.454 \ 0.333 \ 0 \ 0]$$

可以明显看出:该水体属于一级水质的可能性为 29.7%;属于二级水质的可能性是 45.4%;属于三级水质的可能性为 33.3%;属于四级、五级水质的可能性不存在,因此评定水体为二级水质。

3 结论

1)从结果可以看出可拓工程方法是合理可行的,并且关联度引入了负数,保证了信息的完整性,能较完整地反映事物的综合质量水平。

2)物元可拓方法用于水环境质量评价具有计算方法简单,便于实际操作的特点,通过人工计算就可得到较满意的结果。且物元可拓模型与模糊数学等分析方法综合使用,可以产生相得益彰的效果,因此具有广阔的应用前景。

3)此外,权重依然是一个重要的参数,不同的权重取值会影响到评价结果的优劣,所以通过建立完善的专家决策系统结合数学模型确定权重,效果会更好。

4)评价因子的覆盖面也很重要,把评价因子的量与权重的确定结合起来更合理。

参考文献:

[1] 曲格平. 环境科学基础知识 [M]. 北京:中国环境科学出版社, 1984.
 [2] 高宗军. 水环境评价概述 [J]. 山东科技大学学报, 2007, 26(1): 20-23.
 [3] 梁迪. 系统工程 [M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
 [4] 蔡文, 杨春燕, 林伟初. 可拓工程方法 [M]. 北京:科学出版社, 1997.
 [5] 刘臣. 水环境质量评价三种方法应用浅析 [J]. 东北水利水电, 2001, 19(6): 44-47.
 [6] 刘彬, 周玉娟. 模糊数学在地下水水质综合评价中的应用 [J]. 河北建筑科技学院学报, 2006, 23(1): 8-10.

(责任编辑 闫纯有)