

• 研究简报 •

70
113-116

一种新的水质评价方法

A New Method for Assessing Water Quality

X824

林衍

Lin Yan

顾恒岳

Gu Hengyue

(重庆大学资源及环境工程学院, 重庆, 630044; 第一作者 30岁, 男, 硕士)

摘要 分析了现有三类水质评价方法的不足, 提出了一种新的水质评价方法。新法具有评价结果与国内现行的水质标准相适应、又能区分同一类别水质受污染的程度等特点。

关键词 水质; 评价; 水质标准; 模糊集; 隶属度

中国图书资料分类法分类号 X822

水质评价

ABSTRACT A new method for assessing water quality is put forward by analyzing the shortage of the three present methods. The features of the new method are that the results of assessment coincide with the current standard of water quality in china, and that polluted degrees of water quality classification of assessment are also differentiated.

KEYWORDS water quality; evaluations; water quality standards; fuzzy sets; membership

0 引言

70年代以来,国内外学者相继提出了数十种水质评价法,总体上可分为三种类型,即指数评价法、分级聚类评价法、不确定性分析评价法^[1~5]。这些众多的评价方法在水环境研究和规划方面起到了重要作用,但也存在诸多方面的不足。指数评价法共同的弱点^[5~7]是:第一,某种污染物浓度很高,远超过标准,其它污染物浓度较低,算出的综合指数不高;第二,所有污染物浓度较高,但未超过允许标准,而综合指数反而较高;第三,评价结果以清洁、尚清洁、轻污染、污染和重污染等来描述水质,而这些类别的规定,很大程度上带有主观随意性。这些评价结果与评价标准中相应类别联系不够紧密,某一类别水质具有什么功能亦无法明确。分级聚类评价法(如w法值法等)不能确切地反映出各污染物对水质影响的相对重要性(即权重)和评价结果属于某一级别的程度。不确定性分析评价法主要有模糊数学法和灰色理论法。但这两者都会在某些时候出现误判。如模糊综合评价法出现误判的原因已在数学上给予了证明^[8]。灰色理论法也会丢失一部分有用信息,出现误判^[4,6,7]。

三类方法虽然都有各自的优缺点,但有一点不足却是相同的,即评价得出的水质类别与国内现行的水环境质量标准的类别联系不够紧密。比如,评价结果为清洁,它的功能是什么?

笔者在综合分析的基础上,提出了一种新的适应国内现行水环境质量标准的评价方法。

1 新评价方法及其优点

1.1 新法的评价模型

新水质评价方法以《地面水环境质量标准》(GB3838—88)^[9]为评价标准,此标准将地面水使用目的和保护目标划分为下面五类:

I类 主要适用于源头水、国家自然保护区。

II类 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、鱼虾产卵场等。

III类 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类 主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区。

V类 主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

本评价方法考虑到实际需要,在此五类的基础上,再增加一级即第VI类,第VI类的水质值超过了第V类水质值。即:

VI类 严格地说,不具备任何功能,为弃水级。

本方法力求在水资源的利用、水质分级和污染控制对策上更适合于国标 GB3838—88更趋合理和有效,同时又不失评价模型的简明性。

评价模型如下:

$$N - \sum_{i=1}^{\Sigma S_1} I - \sum_{i=2}^{\Sigma S_2} II - \sum_{i=3}^{\Sigma S_3} III - \sum_{i=4}^{\Sigma S_4} IV - \sum_{i=5}^{\Sigma S_5} V - \sum_{i=6}^{\Sigma S_6} VI - M_N$$

式中 N ——评价因子的总项数;

$I \dots VI$ ——分别代表上述中相应的六大类水质类别;

$\Sigma S_1 \dots \Sigma S_6$ ——分别为达到 $I \dots V$ 级标准的评价因子的隶属度之和;

ΣS_6 ——超过 V 类标准值的评价因子个数之和,即若有评价因子其数值超过 V 类标准值时,每一项评价因子属于 VI 类的隶属度均为 1 ;显然有: $\Sigma S_1 + \Sigma S_6 = N$;

M ——评价结果。即水质的类别,与 N 项评价因子中最差一项指标所对应的类别相同。若有评价因子的实测值超过了 V 类标准值,则 M 为 VI ;

N_i ——水质类别 M 对应的评价因子的名称。

隶属度的计算与模糊评价法^[4]中隶属度计算方法相同,其计算方法如下:

对第 I 级(即 $j=1$)的隶属度为:

$$S_{ij} = \begin{cases} (C_{i(j+1)} - x_i) / (C_{i(j+1)} - C_{ij}) & x_i < C_{ij} \\ 0 & C_{ij} \leq x_i \leq C_{i(j+1)} \\ & x_i > C_{i(j+1)} \end{cases}$$

式中 S_{ij} —— i 参数属于 j 级的隶属度;

x_i —— i 参数的实测值;

C_{ij} —— i 参数的第 j 级标准值;

$C_{i(j+1)}$ —— i 参数的第 $(j+1)$ 级标准值。

对第 I 级(即 $j=2$)至第 N 级($j=1$)的隶属度为:

$$S_{ij} = \begin{cases} 1 - S_{i(j-1)} & C_{i(j-1)} \leq x_i \leq C_{ij} \\ (C_{i(j+1)} - x_i) / (C_{i(j+1)} - C_{ij}) & C_{ij} < x_i \leq C_{i(j+1)} \\ 0 & C_{i(j+1)} < x_i, x_i < C_{i(j-1)} \end{cases}$$

式中各符号意义同上。

对第 V 级 (j=5) 的隶属度为：

$$S_{ij} = \begin{cases} 0 & x_i < C_{i(j-1)} \\ (x_i - C_{i(j-1)}) / (C_{ij} - C_{i(j-1)}) & C_{i(j-1)} \leq x_i \leq C_{ij} \\ 0 & x_i > C_{ij} \end{cases}$$

式中各符号意义同上。

但 PH 值的隶属度例外,当 PH=6~9 时,属第 I 级的隶属度为 1,其它级别则为 0;当 PH ∈ 6~9,则属第 VI 级为,其它级别则为 0。

1.2 新法的优点

新评价方法由于引入了隶属度,当评价结果 M 相同时,可比较其对应的 ΣS_i 愈大,水质愈差;相反,ΣS_i 越小,水质越好。因此,可区分同一类别水质受污染程度的实际差异,可见新法具有很高的分辨率,对于相同评价因子的水质评价有很好的可比性。同时,属于各个类别的评价因子的隶属度能在模型上体现出来。另外,列出了达到最差一类标准的评价因子的名称,可反映出水质污染的类型,便于污染防治措施的制定,且省略了复杂的运算,又无确定权重之难,简单而易行。但最突出的一点还在于新评方法的评价模型中的 I、II、…、VI 即是分别代表国标 GB3838—88 中相应的水质类别 (VI 类除外,如前所述),因此,评价结果的水质类别与水质标准 GB3838—88 中的类别相对应,这样,利用评价结果确定水质功能较为明确便利。

2 应用实例

以某河流一监测断面 1992 年和 1993 年的实测数据 (表 1) 来说明新方法的应用。评价结果列于表 2。

表 1 水质实测值 mg/L

评价因子	PH	溶解氧	高锰酸盐	化学需氧量	生化需氧量	亚硝酸盐	硝酸盐	酚	氟	砷	六价铬	铅	镉	石油类
1992	7.92	8.88	5.26	20.46	1.75	0.074	0.33	0.002	0.003	0.004	0.007	0.005	0.003	0.29
1993	7.84	7.76	3.32	20.86	2.09	0.078	0.16	0.001	0.002	0.004	0.004	0.005	0.003	0.10

表 2 评价结果

年份	评价模型	评价结果
1992	IV—I ^{0.75} II ^{1.52} III ^{0.97} IV ^{1.41} V ^{0.92} VI—V _{COD}	五级
1993	IV—I ^{1.0} II ^{1.73} III ^{0.88} IV ^{0.83} V ^{0.172} VI—V _{COD}	五级

3 与模糊综合评价法和加权灰色局势决策法比较

上例采用模糊综合评价法和加权灰色局势决策法评价的结果如表 3 所示。

表 3 其它两种方法评价结果

方法	年份	评价结果
Fuzzy 法	1992	N 级
	1993	N 级
Grey 法	1992	V 级
	1993	V 级

可见,新评价方法与模糊综合评价法的结果相差一级,而与加权灰色局势决策法的结果相同。模糊综合评价法的评价结果为四级,不符合实际。因为 COD 指标的第 N 级标准值为小于等于 20,而其实测值为 20.46(1992 年)和 20.86(1993 年)都超过了第 N 级标准值,但小于第 V 级标准值(≤ 25)。模糊综合评价法容易造成误判的原因已有文献给出了数学证明^[4]。由此可见,新评价方法较准确。

4 结 论

所介绍的水质评价新方法是根据国标《地面水环境质量标准》(GB3838—88)而提出的,该标准有明确的功能分类,因此,本方法比以超标倍数为基本单元的评价方法的优越性在于本法可直接对照国标 GB3838—88 的各种功能的标准值,得出评价水域的水质状况和相应的水体功能。而以超标倍数为基本单元的评价方法需先人为地确定评价标准,而确定评价标准,又要先确定评价水域的功能。对于未进行水体功能划分的水域,其评价标准的选择就难免带有主观随意性。同时,评价结果以清洁、不清洁等来表达,使评价结果与水体的实际功能和国标 GB3838—88 缺乏联系。

新法具有很好的可比性和很高的分辨率。对于属于各个水质类别的评价因子的隶属度能在模型上体现出来,并直接表示水质污染的类型,简单易行。

虽然在水质评价中,数学模型仅仅是一种手段,但如何更明确、更客观地反映出水质的实际状况,却是值得研究的。笔者旨在对水质评价进行新的探索,同时希望这种探索能不断地继续下去,使水质评价方法能有所提高、有所发展。

参 考 文 献

- 1 陆雍森. 环境评价. 上海: 同济大学出版社, 1990. 90~100
- 2 酃桂芬. 环境质量评价. 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 101~106
- 3 马倩如. 环境质量评价. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 167~169
- 4 劳斯团. 模糊数学方法在水库水质综合判别中的应用. 中国环境科学, 1989, 9(3): 225~229
- 5 林衍. 环境质量分级的混合加权灰色局势决策法. 重庆大学学报, 1994, 17(5): 61~67
- 6 康永奎. 环境质量综合指数简介. 环境科学, 1979, (2): 71~72
- 7 李人协. 关于区域环境质量综合评价公式. 环境科学, 1991, 12(1): 75~79
- 7 任成忠. M(A, V)型模糊综合评价法误判原因的探讨. 环境污染与防治, 1995, 17(1): 36~37
- 8 中华人民共和国国家标准. 地面水环境质量标准(GB3838—88). 北京: 中国标准出版社, 1988. 5~7