

环境质量评价中关键污染因子的确定方法

杨士建, 赵秀兰, 张润玲, 李晓丽

(宿迁市环境监测中心站, 江苏 宿迁 223800)

摘要: 介绍了几种在环境质量评价中关键污染因子的确定方法, 在此基础上提出了一种新的关键污染因子的确定方法——动态污染指数判别法。经过实例运用分析表明, 该方法物理意义明确, 简便易用。通过对某个时间段内污染物原始监测数据的灰色处理, 从动态演变中找出关键因子, 客观地判别各污染因子所起的作用, 对各因子在下一个时间段的发展趋势作出预测判断, 增加了评价的准确性。

关键词: 污染因子; 污染指数判别法; 趋势因子; 环境质量评价

中图分类号: X820 文献标识码: A 文章编号: 1006-2009(2002)02-0020-04

Key Pollution Factors in Environmental Quality Evaluation

YANG Shi Jian, ZHAO Xiu lan, ZHANG Run ling, LI Xiao li

(Suqian Environmental Monitoring Center, Suqian, Jiangsu 223800, China)

Abstract: Methods to determine key pollution factors in environmental quality evaluation were discussed. A new method, Active Pollution Indicators Discrimination Method, is put forward. With the grey treatment of rudimentary data during certain period, the key factors were indicated. Each pollution factors was judged and evaluated, and the development trend was reached. This method is simple and accurate.

Key words: Pollution factors; Pollution indicators discrimination method; Trend factor; Evaluation of environmental quality

在评价环境质量时, 由于影响环境的因素很多, 且它们对环境的影响各不相同, 显然不可能对各因素等同看待, 这时找出产生主要影响及可能引起环境突变的因素, 并针对能快速改变环境质量的关键因子进行预警和治理, 可收到事半功倍的效果。关键因子有可能是在研究对象中占比例最大的因子, 也有可能是所占比例不大却能引起环境质量突变的污染物。例如, 水体受到氮、磷污染, 或许氮、磷的量不一定很大, 但却已经接近该水体的环境容量, 此时即使向水体中增加少量的氮、磷污染物, 也会超出水体的自净能力, 导致水体质量迅速恶化, 发生大量有害藻类快速繁殖, 水体溶解氧下降的现象。在这种情况下, 氮、磷便是可能引起环境质量突变的关键因子^[1]。

1 几种常见的确定关键因子的方法

1.1 主观认定法

以德尔菲法为代表的此法主要依靠分析者的主观判断确定关键因子, 操作随意性较大, 且无一定程序, 极不规范。

1.2 间接推断法

间接推断法是借助技术经济和环境经济分析及经济决策和管理工作中常用的“灵敏度”分析方法, 间接找出对结果起关键作用的因子^[2-5]。

在环境质量评价中, 用 $P = \sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^n C_i / C_{is}$ 来计算环境质量指数 P , 其中 P_i 为单个因子的污染物指数, C_i 是污染物实测值, C_{is} 是污染物的环境质量标准值, i 是指某种污染物, n 是指待评价污染物的总数。此方法以任一因子 C_i 作为自变量, 其他 $n-1$ 个因子固定不变时, 计算 P 的变化量, 算式为 $\Delta P = \Delta C_i / C_{is}$ 。当 C_i 增量 ΔC_i 相同时, 使 P 值变化量最大的 i 因子为灵敏因子, 即关键因子。这便是间接寻找关键因子的方法。然而, 此方法是求出各因子的 C_{is} 值的倒数, 通过比较一系列的 $1/C_{is}$ 值, 间接反推主要因子, 而不

收稿日期: 2001-10-29

作者简介: 杨士建(1979-), 男, 江苏金湖人, 助理工程师, 学士, 从事原子吸收分析工作。

考虑各因子的存量及增量, 因此难以反映各因子的动态变化趋势。

1.3 直接寻找法

直接寻找法所包含的方法较多, 如: AHP法^[6], 主要因素分析^[7], 污染物排放量对比法, 等标污染负荷法和污染分担率识别法等。与主观认定法和间接推断法相比较, 诸多直接寻找关键因子的方法显得比较客观, 也有一定的程序, 但只适合静态地处理问题。

1.4 增量趋势判别法^[1]

此种方法识别主要污染因子, 不仅考虑了环境背景与现状, 还考虑了环境标准以及污染物浓度的变化情形, 这就涉及到了因子的起始值(本底值) $C_i(t-1)$, 现时(t 时)的实际值 $C_i(t)$, 标准值 C_{is} , 因子现时与标准的差距 $\Delta C_{i1} = C_i(t) - C_{is}$, 以及变化值 $\Delta C_{i2} = C_i(t) - C_i(t-1)$ 。同时此方法还考虑到各级别的环境质量标准是根据污染物对环境的危害程度确定的, 由此决定的各因子浓度的数量级、单位都可能不同, 因而无法直接用绝对量与各因子加以比较。所以, 设计了用与 ΔC_{i1} 、 ΔC_{i2} 对应的相对量 y_{i1} 和 y_{i2} 来进行讨论, 以便可以在诸因子间进行比较。

参数 $y_{i1} = \Delta C_{i1} / C_{is} = [C_i(t) - C_{is}] / C_{is}$, 表示第 i 种因子背离标准值的相对量, 称为相对超标量。其环境意义为环境容量的剩余量的百分比, 即用比例数表示环境对该种物质还有多大的容纳能力, 或该物质已超出环境容纳能力多远。

参数 $y_{i2} = \Delta C_{i2} / C_i(t-1)$, 表示环境中第 i 种因子数值的逐年变化的相对量, 称为相对变化量, 其实际意义为因子值的逐年变化率。

根据相对超标量 y_{i1} 和相对变化量 y_{i2} 的符号, 可将待分析的环境对象分成下述 4 种状态。

状态(1.1), $y_{i1} > 0$, $y_{i2} > 0$, 表示环境污染不但已经发生, 而且正在加剧, 处于(1.1)状态的因子是现实的主要污染因子, 是治理环境污染时的关键因子, 有必要对之进行重点整治。

状态(1.2), $y_{i1} > 0$, $y_{i2} \leq 0$, 表示环境污染虽已发生, 但污染程度趋于减轻, 对应的因子是现实污染因子, 却不一定是关键因子。

状态(2.1), $y_{i1} \leq 0$, $y_{i2} > 0$, 表示第 i 种因子的数量正在增加, 现在虽没有超标, 未造成现实环境污染危害, 却是使环境质量变差的潜在因子, 是潜在的关键因子, 如果任其继续发展下去, 便可能成为现实的污染因子, 应成为主要关注对象, 对其分析可起预警

作用。

状态(2.2), $y_{i1} \leq 0$, $y_{i2} \leq 0$, 表示第 i 种因子不仅未超标, 而且在环境中的数量还在减少, 为非污染因子, 治理时不必专门考虑此因子, 采取已有措施维持现状即可。

此方法在评价单个时间段环境质量时非常适用, 但在对多个时间段环境质量评价时, 操作有些困难。

2 动态污染指数判别法

参照前几种关键因子的判别方法, 并根据实际工作中积累的经验, 提出了动态污染指数判别法。

2.1 方法简介

引入污染指数 P_i 和趋势因子 a 这两个参数。其中污染指数 $P_i = C_i / C_0$, 表示环境受第 i 种污染因子污染的程度, C_i 是实测值, C_0 是评价的标准值。趋势因子 a 是灰色模型中的一个参数, 反映污染物的变化趋势。

根据污染指数 P_i 和趋势因子 a 的值, 可将待分析的环境对象分为下述 4 种状态。

状态(1.1), $P_i > 1$, $a < 0$, 表示此种污染因子的浓度较高, 已经发生环境污染, 且污染呈不断加重的趋势, 此种污染因子即为关键因子, 有必要对其进行重点整治。

状态(1.2), $P_i > 1$, $a \geq 0$, 表示此种污染因子的浓度较高, 已经发生环境污染, 但污染有减缓的趋势, 此种污染因子也可作为关键因子。

状态(2.1), $P_i \leq 1$, $a < 0$, 表示此种污染因子的浓度在不断增加, 现在虽没有超标, 但却是使环境质量不断变差的因子, 也应作为关键因子。

状态(2.2), $P_i \leq 1$, $a \geq 0$, 表示不仅此种污染因子的浓度未超标, 而且污染程度趋于减轻, 此种污染因子就不能作为关键因子。

2.2 参数来源

a 是建立灰色系统过程中产生的一个参数, 此参数能够反映出灰色模型的变化趋势。

灰色系统为部分信息明确、部分信息不明确的系统。由于环境质量受多个因素的影响, 有的因素通过监测可以掌握其影响程度, 有的因素难以测量和了解, 有的因素还未被人们所认识, 因而环境系统可以作为灰色系统来研究。在把环境系统作为灰色系统研究的前提下, 可以对环境系统进行灰色预测, 把观测到的数据序列视为一个随时间变化的灰色量或灰

色过程, 通过累加生成和相减生成逐步使灰色量白化, 从而建立相应于微分方程的模型, 并作出预报。

现介绍趋势因子 a 的计算方法, 即 GM(1, 1) 的建模过程。先建立某种污染因子的全数据时间序列, 即按时间将监测值排列:

$$X^{(0)} = [X^{(0)}(1) \quad X^{(0)}(2) \quad \dots \quad X^{(0)}(n)] \quad (1)$$

$$B = \begin{bmatrix} -1/2 \times [X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] & -1/2 \times [X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] & \dots & -1/2 \times [X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(n)] \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}^T \quad (4)$$

再构造出一新矩阵 Yn :

$$Yn = [X^{(0)}(2) \quad X^{(0)}(3) \quad \dots \quad X^{(0)}(n)]^T \quad (5)$$

在最小二乘法准则下, 有:

$$S = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Yn \quad (6)$$

此式中 a 即为趋势因子。

可以得出:

$$X^{(1)}(k) = [X^{(0)}(1) - b/a]e^{-a(k-1)} + b/a \quad (7)$$

还可以得出该污染物浓度随时间变化的曲线:

$$X^{(0)}(k) = [X^{(0)}(1) - b/a][e^{-a(k-1)} - e^{-a(k-2)}] \quad (8)$$

对上述方程分析后, 发现了污染物浓度随时间

对序列 $X^{(0)}$ 作累加, 生成:

$$X^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k X^{(0)}(m) \quad (2)$$

于是有:

$$X^{(1)} = [X^{(1)}(1) \quad X^{(1)}(2) \quad \dots \quad X^{(1)}(n)] \quad (3)$$

由 $X^{(1)}$ 序列, 构造数据矩阵 B , 有:

的变化规律:

$a > 0$, 污染物的浓度随时间的推移而减少;

$a < 0$, 污染物的浓度随时间的推移而增加;

$a = 0$, 污染物的浓度随时间的推移无变化。

对于参数 a 、 b , 可以在 Turbo C 语言环境下运用专门编制的计算程序来求算。

3 实例分析

利用“动态污染指数判别法”对江苏省第四大湖泊——骆马湖水水质进行了分析。1996 年—2000 年骆马湖水污染监测值及分析结果见表 1。

表 1 1996 年—2000 年骆马湖水污染监测值 C_i 及分析结果

mg/L

项目	高锰酸盐指数	生化需氧量	氨氮	非离子氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	挥发酚	氰化物	总砷	总汞	六价铬	总铅	总镉	总磷	石油类	总氮
C_0	4	3	0.5	0.02	0.1	10	0.002	0.05	0.05	0.000 05	0.05	0.05	0.005	0.01	0.05	0.7
1996	5.1	1.0	0.60	0.04	0.019	0.50	0.002	0.002	0.005	0.000 02	0.004	0.001	0.000 1	0.070	2.14	2.29
1997	5.0	1.7	0.48	0.03	0.024	0.53	0.002	0.002	0.008	0.000 02	0.005	0.001	0.000 1	0.071	0.35	2.22
1998	4.9	1.7	0.11	0.02	0.035	0.65	0.002	0.002	0.009	0.000 02	0.006	0.001	0.000 1	0.061	0.36	2.07
1999	4.6	1.1	0.53	0.02	0.016	0.26	0.002	0.002	0.008	0.000 02	0.005	0.001	0.000 1	0.056	0.31	1.77
2000	4.2	1.9	0.21	0.02	0.097	0.56	0.002	0.002	0.006	0.000 02	0.011	0.001	0.000 1	0.049	0.03	2.40
平均值	4.8	1.5	0.39	0.03	0.038	0.50	0.002	0.002	0.007	0.000 02	0.006	0.001	0.000 1	0.061	0.64	2.15
P_i	1.2	0.5	0.78	1.5	0.38	0.05	1	0.04	0.14	0.4	0.12	0.02	0.02	6.1	12.8	3.10
a	0.065	-0.000 8	0.12	0.044	-0.64	0.064	0	0	0.083	0	-0.29	0	0	0.121	3.84	-0.013

注: ①参数 P_i 和 a 为无量纲; ②表中的数据是在编写《1996 年—2000 年宿迁市环境质量报告书(骆马湖部分)》时统计的;

③ C_0 为评价的标准值。

P_i 为 1996 年—2000 年监测的平均值与评价的标准值的比值, 即为这 5 年的污染指数。

以亚硝酸盐氮为例, 计算趋势因子 a 。

首先将亚硝酸盐氮 1996 年—2000 年的监测值按时间排序得:

$$X^{(0)} = (0.019 \quad 0.024 \quad 0.035 \quad 0.016 \quad 0.097) \quad (9)$$

然后对序列 $X^{(0)}$ 作累加, 于是有:

$$X^{(1)} = (0.019 \quad 0.043 \quad 0.078 \quad 0.094 \quad 0.191) \quad (10)$$

由 $X^{(1)}$ 序列, 构造数据矩阵 B , 有:

$$B = \begin{bmatrix} -1/2 \times (0.019 + 0.043) & -1/2 \times (0.043 + 0.078) & -1/2 \times (0.078 + 0.094) & -1/2 \times (0.094 + 0.191) \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}^T$$

$$= \begin{bmatrix} -0.0310 & -0.0605 & -0.0860 & -0.1425 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}^T \quad (11)$$

再构造出一新矩阵 Yn :

$$Yn = (0.024 \quad 0.035 \quad 0.016 \quad 0.097)^T \quad (12)$$

在最小二乘法准则下,有:

$$S = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Yn = \begin{bmatrix} -0.63891 \\ -0.08192 \end{bmatrix} \quad (13)$$

由表1可以看出,在评价骆马湖1996年—2000年的水环境质量时,高锰酸盐指数、总氮、总磷、非离子氨、石油类这几项因子的 $P_i > 1$,所以这几项因子为关键因子;虽然生化需氧量、亚硝酸盐氮、六价铬几项因子的 $P_i < 1$,但由于其参数 $a < 0$,预示有恶化的趋势,故此几项因子也为关键因子。

4 结语

动态污染指数判别法物理意义明确,简便易用,通过对某个时间段内污染物原始监测数据的灰色处理,从动态演变中找出关键因子,客观地判断

各污染因子所起的作用,对各因子在下一个时间段的发展趋势作出预测判断,以增加评价的准确性。

[参考文献]

- [1] 张燕,张洪,窦贻俭,等.影响环境质量的关键因子的识别方法[J].长江流域资源与环境,2001,10(5):465-472.
- [2] 阿尔丁夫.技术经济学[M].北京:中国物资出版社,1994:256-259.
- [3] 约翰A.狄克逊,梅纳德M.胡弗斯密特.环境的经济评价方法——实例研究手册[M].王凤春,胡建新译.北京:中国环境科学出版社,1989:59.
- [4] 吕志良.经济决策分析[M].北京:机械工业出版社,1990:170-175.
- [5] 天津市企业管理协会,天津大学系统工程研究所.企业管理系统工程普及教材[M].天津:天津科学技术出版社,1987:373-374.
- [6] 高荣松.开发建设环境影响评价原理和方法[M].成都:四川科学技术出版社,1989:583-587.
- [7] 赵跃龙.中国脆弱生态环境类型分布及其综合整治[M].北京:中国环境科学出版社,1999:93-94.

本栏目责任编辑 李文峻

(上接第19页)

由表2可见,2000年大口子水库进口、湖心、出口3点位的主要指标的评价结果为:(1)叶绿素a TSI值均大于53,表明3点位水质处于富营养化状态;(2)蚕豆根尖微核PI指数值均大于2.0,表明该水域受“三致物”污染,程度为中污染;(3)底栖动物GBI指数值反映出水库的进口处水质为中污染,湖心和出口处污染有所减轻;(4)浮游植物优势种是蓝藻、绿藻,且密度较高,表明水体呈富营养化状态;(5)总大肠菌群数均超标,这主要是由于部分城镇居民生活污水大量排入所致;(6)细菌总数监测结果显示水体属多污带;(7)总磷的TSI值几乎均为100,表明水体呈重富营养化状态。

3.2 污染趋势

“九五”期间,大口子水库中浮游植物以蓝藻、绿藻为优势种,叶绿素a及总磷的监测结果均显示该水域呈典型富营养化状态,且有加重趋势;从蚕豆根尖微核PI指数的变化可见,水质已由1996年的轻污染逐渐发展到2000年末的中污染,说明水质受“三致物”污染有所加重;微生物学指标也显示水质已由β-中污带向多污带转化;从底栖动物群

落的调查结果来看,其生物密度逐年升高,表明该水域已由1996年的化学毒性污染转变为2000年末的生活型有机污染。

4 结语

“九五”期间,大口子水库的水质呈典型富营养化状态,营养化程度有加重趋势;底栖动物群落的调查结果显示,化学毒性污染稍有好转,有机物污染占主导地位。因此,该水域不宜继续作为养殖基地进行水产养殖,对其污染的治理已刻不容缓。

[参考文献]

- [1] 国家环境保护局.环境监测技术规范[Z].第4册,生物监测(水环境)部分,北京:国家环境保护局,1986.
- [2] 国家环境保护局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法[M].第3版,北京:中国环境科学出版社,1989.
- [3] 国家环境保护局《水生生物监测手册》编委会.水生生物监测手册[M].南京:东南大学出版社,1993.
- [4] GB 3838-88,地面水环境质量标准[S].
- [5] 金相灿,刘鸿亮,屠清瑛,等.中国湖泊富营养化[M].北京:中国环境科学出版社,1990:51-53.