

基于水生态环境质量综合指数评价徐州河流

李朝,魏超

(江苏省徐州环境监测中心,江苏 徐州 221000)

摘要:采用水生态环境质量综合指数对徐州市11个国控河流断面水环境质量进行评价。结果表明,各断面处于轻度污染到优秀级别,徐州市河流水生态质量整体良好。Spearman相关性分析显示各分指数中,水化学指标赋值与大型底栖动物赋值显著相关,着生藻类赋值与生境指标赋值负相关。指出,水生态环境综合评价指数弥补了单纯化学指标或单纯生物指标评价水质不够全面的问题,首次加入生境指标,体现了环境管理从指标控制到生态保护思路的转变。提出,对于水生态环境综合评价指数分指数化学因子、生物因子的评价指数如何选取,还需进一步完善。

关键词:水生态环境质量综合指数;徐州市;河流;水环境质量评价

中图分类号:X824

文献标志码:B

文章编号:1674-6732(2020)03-0053-04

Application of Water Eco-environment Quality Index to Evaluation River Sections in Xuzhou

LI Zhao, WEI Chao

(Jiangsu Xuzhou Environmental Monitoring Center, Xuzhou, Jiangsu 221000, China)

Abstract: Water eco-environment quality index was adopted to evaluate the water environment quality of 11 state-controlled cross-sections of major rivers in Xuzhou city. The results showed that the water eco-environment quality of Xuzhou city was overall good, ranged from Mild pollution to Excellent level. It indicated that the ecological quality of Xuzhou Rivers, by and large, was in Good level. Spearman correlation analysis indicated that hydrochemical index was significantly correlated with macrobenthic index, and Periphytic Algae was negatively correlated with habitat indexes. The water eco-environment quality index makes up for shortage that the comprehensive results of water quality evaluation can not be obtained by only using hydrochemical index or biological index individual. Habitat index was added for the first time, which reflected the change of environmental management from index control to ecological protection. In this index, related issues such as how to select various sub-indexes need to be further improved.

Key words: Water eco-environment quality index; Xuzhou City; River; Water environment quality evaluation

目前,我国水质评价方法应用最多的为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)推荐的单因子评价^[1],以及综合水质标识指数法^[2-4],内梅罗指数法^[5],灰色聚类法^[6]等方法。对于水生生物评价有 Shannon-Wiener 指数(H')^[10],生物完整性指数(B-IBI)^[11],Hilsenhoff 生物指数(BI)^[12],着生藻类完整性指数(P-IBI)^[13],硅藻指数^[14]等。而单独选取水质化学因子或水生生物因子评价水环境质量,都无法全面反映水环境的真实状况。为适应当前环境管理新的需求,水生态环境质量综合指数应运而生^[15]。该指数通过选取水质化学因子、

水生生物因子和生境评价因子,构建综合指数全面评价水环境质量。

徐州市拥有沂沭泗、故黄河和濉安河3大水系,为初步了解徐州市水生生物状况,选择了徐州市11个国控河流断面,于2019年9月采集断面水质化学和生物样品,采用水生态环境质量综合指数,评价河流水环境质量。

1 评价指数构建

1.1 水生态环境质量综合指数

采用《流域水生态环境监测与评价技术指

收稿日期:2020-02-07;修订日期:2020-03-25

作者简介:李朝(1985—),男,高级工程师,硕士,主要从事水生态学研究。

南》^[15]中推荐的水生态环境质量综合指数进行水生态环境质量综合评价,通过水化学指标和水生生物指标加权求和,构建综合评价指数,以该指数表示各评估单元和水环境整体的质量状况。

$$WQI = \sum_{i=1}^n X_i W_i \quad (1)$$

式中:WQI——水生态环境质量综合指数; X_i ——评价指标分值; W_i ——评价指标权重。各项指标分值范围及权重见表 1。

表 1 水生态环境质量综合指数公式权重

指标	分值范围	建议权重
水化学指标	1~5	0.4
水生生物指标 (大型底栖动物+着生藻类)	1~5	0.4
生境指标	1~5	0.2

水生生物指标取参评生物类群指标赋分值的算术平均值,根据水生态环境综合评价指数分值大小,将水生态环境质量状况等级分为 5 级,见表 2。

表 2 水生态环境质量状况分级标准

水生态环境质量状况	优秀	良好	轻度污染	中度污染	重度污染
WQI	WQI \geq 4	4 > WQI \geq 3	3 > WQI \geq 2	2 > WQI \geq 1	WQI < 1
表征颜色	蓝色	绿色	黄色	橙色	红色

1.2 水化学指标及赋值

按《GB 3838—2002》基本项目标准限值,进行单因子评价,后根据水质类别等级进行赋值,见表 3。

表 3 化学指标评价等级及赋值

水质类别	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
赋值	5	4	3	2	1

1.3 水生生物指标及赋值

水生生物指标选择底栖动物、着生藻类的 Shannon-Wiener 指数 (H') 进行评价。

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{n} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) \quad (2)$$

式中: s ——样品中的种类数; n_i ——样品中第 i 种生物的个体数; n ——样品中生物总个体数。污染程度评价分级标准及赋值见表 4。

表 4 Shannon-Wiener 指数分级标准及赋值

H'	$H'=0$	$0 < H' \leq 1$	$1 < H' \leq 2$	$2 < H' \leq 3$	$H' > 3$
污染程度	严重污染	重污染	中污染	轻污染	清洁
赋值	1	2	3	4	5

1.4 生境指标及赋值

河流断面生境的评价,根据文献[15]中栖息地生境评价计分表,对底质、栖境复杂性、V(流速)/D(水深)结合特性、河岸稳定性、河道变化、河水水量状况、植被多样性、水质状况、人类活动强

度、河岸土地利用类型共 10 项参数进行分别评分,划为 5 个评价等级,分级标准及赋值见表 5。

表 5 河流栖息地生境质量(H)分级评价标准及赋值

得分分值	等级	赋值
$H > 150$	无干扰	5
$120 < H \leq 150$	轻微干扰	4
$90 < H \leq 120$	轻度污染	3
$60 < H \leq 90$	中度污染	2
$H \leq 60$	重度污染	1

2 应用实例

2.1 监测时间

2019 年 9 月。

2.2 监测断面

选取徐州市国控河流断面 11 个,分别为:华山闸、沙庄桥、李集桥、黄桥、蔺家坝、沙集西闸、李庄、张楼、艾山西大桥、港上桥、小沿河取水口。

2.3 数据获取

2.3.1 水生生物样品采集与鉴定

(1)底栖动物。利用 1/16 m²彼得逊采泥器采集大型底栖动物,每个采样点采样 2 次。采到的底泥带回实验室过 40 目筛冲洗,挑出的大型底栖动物用浓度为 75% 的乙醇溶液固定,然后在显微镜和解剖镜下分类鉴定和计数挑出的大型底栖动物^[16],依照文献[17-19],将底栖动物鉴定至尽可能低的分类单元。

(2)着生藻类。利用硅藻计采集着生藻类,在水中放置 15 d,采样深度为 10 cm。放置时间到后

取出硅藻计,将玻璃片上附着的藻类在蒸馏水的冲洗下,用小刷子刷入玻璃瓶,加入鲁哥试剂固定,带回到实验室后经沉淀器内沉淀 24 h、浓缩定容至 30 mL^[16],根据文献[20]鉴定具体的藻类。计数时必须保证优势种类个体数在 100 个以上。对于硅藻门的种类,需要在鉴定前烧片^[21]。

2.3.2 水环境理化因子测定

为《GB 3838—2002》基本项目的 24 项。

2.3.3 栖息地生境评价

按文献[15]生境调查方法获得监测数据,评价指标共 10 项,每项指标 20 分,得分相加计总数。

2.4 水生生物物种组成

徐州市河流共监测到 13 属 16 种大型底栖动物,优势物种为克拉泊水丝蚓 (*Limnodrilus claparedianus*)、铜锈环棱螺 (*Bellamya aeruginosa*)、

雕翅摇蚊属的一种 (*Glyptotendipes* sp.) 等。共监测到 47 属 61 种着生藻类,优势物种为曲壳藻 (*Achnanthes* sp.)、菱形藻 (*Nitzschia* sp.)、新月桥弯藻 (*Cymbella cymbiformis*)、小球藻 (*Chlorella* sp.)、裂孔栅藻 (*Scenedesmus perforatus*)、辐节藻 (*Stauroneis* sp.)、小颤藻 (*Oscillatoria tenuis*)、直链藻 (*Melosira* sp.)、小环藻 (*Cyclotella* . sp) 等。

3 评价结果及分析

按《GB 3838—2002》推荐的单因子评价法,对各个断面水质状况分类并赋值;根据水生生物监测结果,计算各断面大型底栖动物和着生藻类的 H' 并赋值;现场调查各栖息地生境状况并打分赋值。将以上 3 类赋值结果代入水生态环境质量综合指数模型,计算结果见表 6。

表 6 水生态环境综合评价结果

序号	断面名称	水化学指标赋值	水生生物指标赋值		生境指标赋值	水生态环境综合评价指数	水生态环境质量状况	表征颜色
			大型底栖动物	着生藻类				
1	华山闸	3	3	5	3	3.4	良好	绿色
2	沙庄桥	1	2	5	3	2.4	轻度污染	黄色
3	李集桥	3	3	5	3	3.4	良好	绿色
4	黄桥	2	3	4	4	3.0	良好	绿色
5	蔺家坝	3	3	5	4	3.6	良好	绿色
6	沙集西闸	2	3	4	4	3.0	良好	绿色
7	李庄	2	2	3	4	2.6	轻度污染	黄色
8	张楼	3	3	4	4	3.4	良好	绿色
9	艾山西大桥	3	3	4	4	3.4	良好	绿色
10	港上桥	3	3	5	3	3.4	良好	绿色
11	小沿河取水口	4	3	5	4	4.0	优秀	蓝色

应用水生态环境综合评价指数评价徐州市河流水质,各断面处于轻度污染到优秀级别,其中大部分断面处于良好级别,表明徐州市河流水生态质量整体良好。水生态环境综合评价指数各分指数

赋值中,大型底栖动物赋值同水化学指标赋值结果较为接近,着生藻类赋值高于以上 2 项分指数的赋值。运用 SPSS Statistics 20.0 软件进行 Spearman 相关性分析,见表 7。

表 7 水生态环境综合评价指数各分指数赋值 Spearman 相关性^①

各分指数	水化学指标赋值	大型底栖动物赋值	着生藻类赋值	生境指标赋值	水生态环境综合评价指数
水化学指标赋值	1.00	-0.657 *	0.42	0.03	0.954 **
大型底栖动物赋值	0.657 *	1.00	0.21	0.13	0.705 *
着生藻类赋值	0.42	0.21	1.00	-0.670 *	0.48
生境指标赋值	0.03	0.13	-0.670 *	1.00	0.13
水生态环境综合评价指数	0.954 **	0.705 *	0.48	0.13	1.00

① * 在置信度(双侧)为 0.05 时,相关性显著; ** 在置信度(双侧)为 0.01 时,相关性显著。

由表 7 可见,水化学指标赋值与大型底栖动物赋值显著相关,着生藻类和生境指标赋值负相关。

说明对于徐州市河流断面生物指标选取上,对于 H'大型底栖动物比生藻类更符合水质情况。如果

生物指标选择的是其他评价指数,则计算出的水生态环境质量综合指数有所不同。

水化学指标赋值同水生态环境综合评价指数显著相关。部分断面个别化学因子浓度较高,导致按单因子评价法评价水质等级判定较高,水化学指标赋值偏低,一定程度影响到水生态环境质量综合指数的计算结果,生物种群的季节性波动也会影响水生态环境质量综合指数的计算。

4 结语

水生态环境综合评价指数弥补了单纯化学指标或单纯生物指标评价水质不够全面的问题,首次加入生境指标,体现了环境管理从指标控制到生态保护思路的转变。对于水生态环境综合评价指数分指数中化学因子、生物因子的评价指数如何选取,还需进一步完善。

[参考文献]

- [1] 刘荣荣,顾妮娜,李国栋,等. 基于单因子标准指数法的浏河水水质评价[J]. 江汉大学学报(自然科学版),2019,47(2):139-145.
- [2] 徐好,桑国庆,杨丽原,等. 近十年来南四湖水质时空变化特征研究[J]. 海洋湖沼通报,2019(2):47-52.
- [3] 申震,张磊,沈军,等. 高邮湖水环境质量评价与分析[J]. 黑龙江工程学院学报,2019,33(6):28-32.
- [4] 郑群威,苏维词,杨振华,等. 乌江流域水环境质量评价及污染源解析[J]. 水土保持研究,2019,26(3):204-212.
- [5] 裴晓龙,丁强,杨玉珍,等. 2013—2017年延河水水质变化及其影响因素[J]. 水土保持通报,2019,39(2):115-123.
- [6] 宁阳明,尹发能. 基于改进内梅罗污染指数法和灰色聚类法的水质评价[J/OL]. 华中师范大学学报(自然科学版). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1178.n.20191217.1411.004.html>.
- [7] 李朝,杨靖,蔡吉林. 徐州京杭运河大型底栖动物群落结构变化及水质评价[J]. 环境科技,2016,29(6):47-50.
- [8] 李继影,徐恒省,翁建中,等. 阳澄湖浮游植物调查与水质评价[J]. 环境监控与预警,2011,3(2):30-32.
- [9] 李喆,霍堂斌,吴松,等. 基于着生藻类的松花江哈尔滨段明水期三季健康评价[J]. 水产学杂志,2019,32(5):47-53.
- [10] 蔡琨,陆维青,李朝,等. 南水北调江苏段沿线大型底栖动物群落结构及水生物评价[J]. 环境监控与预警,2019,11(3):49-53.
- [11] 马思琦,杨柏贺,王汨,等. 基于底栖动物生物完整性指数B-IBI的济南地区水体健康评价[J]. 长江大学学报(自然科学版),2019,16(11):107-111.
- [12] 赵瑞,赵学敏,苟婷,等. 广西贝江大型底栖动物群落结构时空分布特征[J]. 中国环境监测,2019,35(4):40-49.
- [13] 李佳,侯俊青,赵子闻,等. 乌梁素海冰封期浮游藻类分布特征研究及水质评价[J]. 环境科学与技术,2019,42(9):61-67.
- [14] 薛浩,郑丙辉,孟凡生,等. 基于着生硅藻指数的梧桐河水生态健康评价[J]. 生态毒理学报,2018,13(4):83-90.
- [15] 中国环境监测总站,中国环境科学研究院. 流域水生态环境质量监测与评价技术指南[M]. 北京:中国环境科学出版社,2017.
- [16] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第四版)(增补版)[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006.
- [17] 浙江动物志编辑委员会. 浙江动物志. 软体动物[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1991.
- [18] 辽宁省环境监测实验中心. 辽河流域大型底栖动物监测图鉴[M]. 北京:中国环境科学出版社,2014.
- [19] 王俊才,王新华. 中国北方摇蚊幼虫[M]. 北京:中国言实出版社,2011.
- [20] 胡鸿钧,魏印心. 中国淡水藻类——系统、分类及生态[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [21] KREMMER K, LANGE - BERTALOT H. 欧洲硅藻鉴定系统[M]. 刘威,朱远生,黄迎艳,译. 广州:中山大学出版社,2012.

栏目编辑 李文峻