

几种水质评价方法在长江干流中的应用

宁阳明, 尹发能, 李香波

湖北师范大学 城市与环境学院, 湖北 黄石 435002

摘要: 选取 2014—2018 年长江黄石段三峡断面和风波港断面的水质监测数据, 运用单因子评价法、综合污染指数法、单因子水质标识指数法、综合水质标识指数法和内梅罗污染指数法对 2 个断面近 5 年水质进行评价。研究结果表明: 单因子评价法能判断水质安全状况, 综合污染指数法能确定水质污染程度, 水质标识指数法能定性和定量评价水质综合信息, 内梅罗污染指数法可以突出最大污染因子对水体的影响。其中, 综合水质标识指数法的评价结果最佳。该研究可为长江黄石段的水环境治理提供科学依据。

关键词: 长江; 黄石段; 水质评价

中图分类号: X131.2; X52

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2020)12-0126-08

长江大保护是一项惠及民生的重大国策, 长江水环境保护亦是长江大保护的重要内容, 而水质评价是水环境管理与保护的重要基础。目前, 水质评价方法主要有单因子评价法^[1-2]、综合污染指数法^[3]、模糊综合评价法^[4]、灰色系统评价法^[5-6]、内梅罗污染指数法^[7-8]和水质标识指数法^[9-10]等。本研究运用单因子评价法、综合污染指数法、单因子水质标识指数法、综合水质标识指数法和内梅罗污染指数法对 2014—2018 年长江黄石段三峡断面和风波港断面的水质进行评价, 分析该流域近 5 年水质状况, 以为长江黄石段水环境治理提供科学依据。

1 研究区域和数据来源

1.1 研究区域概况

长江黄石段地处长江中游地区, 上接戴家洲河段, 下与漳源口河段相连^[11], 全长 29.8 km, 市区 18.4 km, 整个江段为单式河槽, 平面状态呈长镰状, 江面宽 750~2 000 m。黄石江段分三峡断面、西塞山断面、风波港断面、凉亭山水厂断面和胜阳港剖面以及袁家港剖面共 6 个断面^[12]。其中, 三峡断面为鄂州市和黄石市交界处的对照断面, 风波港断面为西塞山区河口镇的削减断面。研究三峡断面和风波港断面能够较好地反映长江黄石段水质的整体情况, 为该流域水资源利用和保护提供科学依据。

1.2 数据来源与处理

利用黄石市生态环境局网站(<http://sthjj.huangshi.gov.cn/>)2014—2018 年长江黄石段三峡断面和风波港断面水质监测数据的年平均值(表 1), 包括总氮(TN)、总磷(TP)、氨氮(NH₃-N)、五日生化需氧量(BOD₅)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、化学需氧量(COD)、溶解量(DO)等水质监测指标。依据《地表水环境质

量标准》(GB3838-2002), 分析长江黄石段近 5 年水质情况.

表 1 2014—2018 年三峡断面和风波港断面水质监测数据

年份	断面	TN	TP	NH ₃ -N	BOD ₅	COD _{Mn}	COD	DO
2014	三峡断面	2.21	0.149	0.278	1.25	2.30	11.1	7.00
	风波港断面	2.28	0.141	0.259	1.34	2.36	12.8	6.68
2015	三峡断面	1.91	0.114	0.214	1.22	2.17	12.1	7.80
	风波港断面	1.94	0.123	0.221	1.34	2.36	12.8	6.68
2016	三峡断面	1.99	0.117	0.123	1.28	2.08	10.0	7.45
	风波港断面	1.89	0.129	0.129	1.56	1.95	10.2	7.44
2017	三峡断面	1.81	0.134	0.197	1.12	1.93	10.4	7.53
	风波港断面	1.83	0.133	0.185	0.84	1.88	9.5	7.76
2018	三峡断面	1.82	0.130	0.119	0.94	2.06	11.2	8.68
	风波港断面	1.86	0.120	0.111	0.83	1.88	10.6	8.90

注: 数据为黄石市环境监测站对 2 个断面实测数据年平均值.

2 评价方法概述

采用 5 种评价方法研究长江黄石段河流水质各有其特点, 其评价原理和评价模型不同, 评价的侧重点也不尽相同, 方法对比见表 2. 其中, 综合水质标识指数和内梅罗污染指数评价标准见表 3 和表 4.

表 2 水质评价方法及其适用条件

评价方法	评价原理	评价模型	适用条件
单因子评价法	将参数浓度与评价标准对比 ^[13] , 根据比值是否大于 1 来评价该水体是否达到相应的水质标准, 并判断评价指标的水质类别, 以最差的水质类别作为水质综合评价的结果 ^[14] .	$G = \text{MAX}(G_i)$	污染物较为单一或受某一污染物影响较为严重的水体 ^[13] .
综合污染指数法	利用单个监测指标的监测结果与评价标准之比作为单项污染指数, 再将各单项污染指数相加计算其算术平均值, 进而求出其综合污染指数, 据此判断该水体的污染程度 ^[15-16] .	$P_i = \frac{C_i}{C_o}$ $P = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i$	判断水体的主要污染物和污染程度
单因子水质标识指数法 ^[17]	单因子水质指数 P_i 由一位整数、小数点后 2 位或 3 位有效数字组成	$P_i = X_1 \cdot X_2 X_3$	判断水质类别(包括劣 V 类)、污染程度、首要污染因子
综合水质标识指数法 ^[18]	以单因子水质标识指数为基础, 以一组有机污染指数综合评价河流水质	$I_{Wq} = X_1 \cdot X_2 X_3 X_4$ $X_1 \cdot X_2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (P_1 + P_2 + \dots + P_m)$	判断水质类别(包括劣 V 类)、污染程度、黑臭情况
内梅罗污染指数法	根据所选水质指标的实测浓度和标准值, 分别计算内梅罗污染指数和标准指数, 与相应的等级标准指数相对照, 即可得到评价等级 ^[19-20] .	$F_i = C_i / S_{ij}$ $i = 1, 2, 3, \dots, n$ $j = 1, 2, 3, \dots, m$ $P_{\text{传统}} = \sqrt{(F^2_{\text{最大}} + F^2_{\text{平均}}) / 2}$	检测河流水质污染最严重的超标因子

表 3 基于综合水质标识指数的综合水质级别判定

判断依据	综合水质级别	判断依据	综合水质级别
$1.0 \leq X_1, X_2 \leq 2.0$	I 类	$5.0 < X_1, X_2 \leq 6.0$	V 类
$2.0 < X_1, X_2 \leq 3.0$	II 类	$6.0 < X_1, X_2 \leq 7.0$	劣 V 类但不黑臭
$3.0 < X_1, X_2 \leq 4.0$	III 类	$X_1, X_2 > 7.0$	劣 V 类并黑臭
$4.0 < X_1, X_2 \leq 5.0$	IV 类		

表 4 内梅罗标准污染指数

等级	I	II	III	IV	V
内梅罗污染指数	$P_{标准} < 0.59$	$0.59 \leq P_{标准} < 0.74$	$0.74 \leq P_{标准} < 1.00$	$1.00 \leq P_{标准} < 3.50$	$3.50 \leq P_{标准}$

3 评价结果与分析

3.1 污染指数法评价

3.1.1 单因子评价法

单因子评价法是将某种污染指标实测浓度与该种污染指标的评价标准进行比较,并用水质最差的单项指标所属类别来确定水体综合水质类别^[21]。由表 1 可知,三峡断面和风波港断面 TN 在 2014—2018 年均超标,且 2014 年 2 个断面 TN 大于 2.0,超出 V 类标准,总体显示出波动递减趋势;TP 和 BOD₅ 近 5 年分别属于 III 类标准和 I 类标准;NH₃-H 在 5 年内均达标,且除 2016 年、2017 年三峡断面和 2017 年风波港断面有所升高外,2 个断面其余年份均表现为逐年降低趋势;同时,除 2018 年三峡断面 COD_{Mn} 上升之外,2 个断面近 5 年 COD_{Mn} 均显现出逐年降低趋势;COD 近 5 年总体属于 I 类标准,2015 年偏高,分别为 12.1,12.8;风波港断面 2014 年、2015 年、2016 年 DO 分别为 6.68,6.68,7.44,三峡断面 2014 年、2016 年 DO 分别为 7.00,7.45,此时这 2 个断面 DO 属于 II 类标准,其余年份均属于 I 类标准。综上可知,2014—2018 年 2 个断面水质总体显现好转趋势,其中 2018 年水质最好。TN 是影响 2 个断面水质的主要污染因子。

由表 5 可知,2 个断面 2014 年 TN 的 P_i 值均大于 1,分别是 1.105,1.140,说明这 2 个断面在 2014 年 TN 超出 V 类标准,而 2015—2018 年 P_i 值均大 0.9,属于 V 类标准,已超出该流域 III 类水质要求,污染程度较为严重。黄石市工农业发达、人口众多、河网密集,大量的工农业废水、生活污水和渔业养殖带来的有机污染物,导致该流域水体 TN 超标。同时,除 DO 外,其它监测指标的 P_i 值均小于 1,说明这些监测指标在相应的水质标准范围内,且由表 3 的监测数据可知,均符合或优于 III 类标准。由于 DO 质量浓度随水质类别数的增加而减小,因此,虽然该指标的 P_i 值都大于 1,但从表 3 的监测数据可知,2 个断面的 DO 均属于 I~II 类标准,符合长江黄石段功能区水质要求。

3.1.2 综合污染指数法

综合污染指数法是将单项污染指数相加计算其算术平均值的一种水质评价方法。该方法不仅可以判断河流的水质污染状况,而且能够分析其水质变化趋势。

由表 5 可知,三峡断面 2015 年属于轻度污染,其综合污染指数为 0.679,2014 年和 2016—2018 年均属于中度污染,其中综合污染指数较大值出现在 2014 年,为 0.758,较小值出现在 2017 年,为 0.715。风波港断面 2017 年属于轻度污染,其综合污染指数为 0.691,2014—2016 年和 2018 年均属于中度污染,其中综合污染指数较大值出现在 2016 年,为 0.838;较小值出现在 2015 年,为 0.721。以上研究结果表明,2 个断面在 2014—2018 年水质污染较轻,且水质变化幅度小,基本保持稳定状态。

表 5 2014—2018 年三峡断面和风波港断面污染指数法评价

年份	断面	单因子污染指数							综合污染指数
		TN	TP	NH ₃ -N	BOD ₅	COD _{Mn}	COD	DO	
2014	三峡断面	1.105	0.745	0.556	0.417	0.575	0.740	1.167	0.758
	风波港断面	1.140	0.705	0.518	0.447	0.590	0.853	1.113	0.767
2015	三峡断面	0.955	0.570	0.428	0.407	0.543	0.807	1.040	0.679
	风波港断面	0.970	0.615	0.442	0.447	0.590	0.853	1.113	0.721
2016	三峡断面	0.995	0.585	0.820	0.427	0.520	0.667	1.242	0.751
	风波港断面	0.945	0.645	0.860	0.520	0.975	0.680	1.240	0.838
2017	三峡断面	0.905	0.670	0.394	0.373	0.965	0.693	1.004	0.715
	风波港断面	0.915	0.665	0.370	0.280	0.940	0.633	1.035	0.691
2018	三峡断面	0.910	0.650	0.793	0.313	0.515	0.747	1.157	0.726
	风波港断面	0.930	0.600	0.740	0.277	0.940	0.707	1.187	0.769

3.2 水质标识指数法评价

3.2.1 单因子水质标识指数法

单因子水质标识指数法不仅可以判断水质类别, 还能够比较水质的污染程度, P_i 值越大, 水质越差, 污染越严重. 如风波港断面 2014 年 TP 的 P_i 值为 3.40, 即 $X_1=3, X_2=4, X_3=0$, 表明该断面的 TP 符合功能区 III 类水质标准 ($X_1=3$), TP 监测数据位于 III 类水质下限 40% 的位置 ($X_2=4$), 该指标符合该断面的水环境功能区标准 ($X_3=0$), 如图 1 所示.

三峡断面 2015 年 TN 的 P_i 值为 5.82, 即 $X_1=5, X_2=8, X_3=2$, 表明该断面的 TN 超出了功能区 III 类水质标准 ($X_1=5$), 为 V 类水质, TN 监测数据位于 V 类水质下限 80% 的位置 ($X_2=8$), 超出了该断面的水环境功能区目标值 2 个类别 ($X_3=2$), 如图 2 所示.

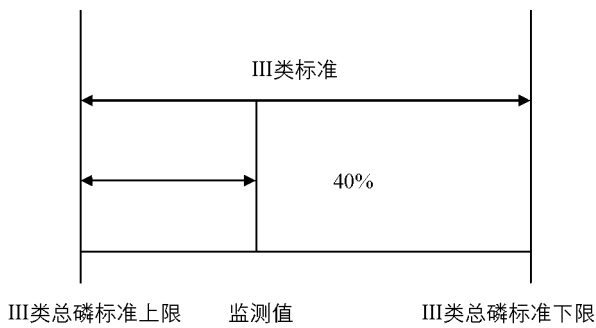


图 1 2014 年风波港断面 TP 的 P_i 值含义

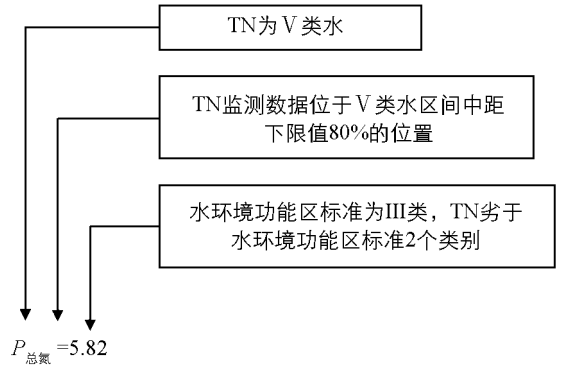


图 2 2015 年三峡断面 TN 的 P_i 值解释

由表 6 可知, 2014 年 2 个断面 TN 的 P_i 值最高, 均为 6.13, 水质为劣 V 类, 而 2015—2018 年 TN 的 P_i 值均大 5.0, 水质为 V 类, 说明近 5 年 TN 含量高, 是影响该河段的重要污染物. 2 个断面近 5 年 TP 指数达到 III 类标准, 但 TP 指标 P_i 值中 X_2 不同, 说明 2 个断面不同时期 TP 监测数据位于 III 类标准下限的位置不同, 水质存在着差异. 2 个断面 BOD₅ 指数和 COD 指数均属于 I 类标准, 从两者的水质标识指数看, 2017 年风波港断面和 2018 年三峡断面的水质最好. 2 个断面 NH₃-H 指数除 2016 年和 2018 年属于 I 类标准之外, 其余年份均属于 II 类标准. 2017 年和 2018 年风波港断面 COD_{Mn} 指数为 I 类标准, 其余年份 2 个断面均属于 II 类标准, 三峡断面 2014 年和风波港断面 2014 年、2015 年的 DO 指数为 II 类标

准,其余年份 2 个断面均属于 I 类标准. 这些监测指标中 TN 的 P_i 值中 $X_3 \geq 2$, 说明监测断面 TN 劣于该断面的水环境功能区类别. 其它监测指数 P_i 值中 $X_3 = 0$, 表明这些指标在 2014—2018 年均符合该流域水环境功能区标准.

3.2.2 综合水质标识指数法

综合水质标识指数法是建立在单因子水质标识指数法的基础上, 经过统计分析, 能够反映河流的综合水质状况.

由表 6 可知, 三峡断面 2014—2018 年水质保持 II 类标准, 但不同时期水质存在差异, 其中 2017—2018 年水质最好. 近 5 年水质情况: 2015 年较 2014 年水质改善 11.23%, 为轻微改善; 2016 年较 2015 年水质恶化 3.42%, 为轻微恶化; 2017 年较 2016 年水质改善 4.97%, 为轻微改善; 2018 年较 2017 年水质改善 2.33%, 为轻微改善. 从总体情况看, 综合水质改善 15.11%, 为轻微改善.

风波港断面 2014—2018 年水质保持 II 类标准, 水质总体表现出好转趋势, 其中 2017—2018 年水质最好. 近 5 年水质情况: 2015 年较 2014 年水质改善 2.58%, 为轻微改善; 2016 年较 2015 年水质改善 5.69%, 为轻微改善; 2017 年较 2016 年水质改善 7.15%, 为轻微改善; 2018 年较 2017 年水质改善 2.36%, 为轻微改善. 从总体情况看, 综合水质改善 17.78%, 为轻微改善. 水质总体改善可能得益于以下原因: 一是黄石市正处于工业转型和升级时期, 关闭重污染企业, 升级主导产业, 发展新兴产业, 从而减少了工业污染源; 二是响应“绿水青山就是金山银山”和“长江大保护”的国家政策, 对河流水质进行监测和管理, 禁止违规码头和沿江“散乱污”企业建设; 三是将工业生产废水和居民生活污水接入集中式污水处理设施集中处理, 实现控源截污.

表 6 2014—2018 年三峡断面和风波港断面水质标识指数法评价

年份	断面	单因子水质标识指数							综合水质 标识指数
		TN	TP	NH ₃ -N	BOD ₅	COD _{Mn}	COD	DO	
2014	三峡断面	6.13	3.50	2.40	1.40	2.20	1.70	2.30	2.804
	风波港断面	6.13	3.40	2.30	1.40	2.20	1.90	2.50	2.833
2015	三峡断面	5.82	3.10	2.20	1.40	2.10	1.80	1.00	2.489
	风波港断面	5.92	3.20	2.20	1.40	2.20	1.90	2.50	2.760
2016	三峡断面	5.92	3.20	1.80	1.40	2.00	1.70	2.00	2.574
	风波港断面	5.82	3.30	1.90	1.50	2.00	1.70	2.00	2.603
2017	三峡断面	5.62	3.30	2.10	1.40	2.00	1.70	1.00	2.446
	风波港断面	5.72	3.30	2.10	1.30	1.90	1.60	1.00	2.417
2018	三峡断面	5.62	3.30	1.80	1.30	2.00	1.70	1.00	2.389
	风波港断面	5.72	3.20	1.70	1.30	1.90	1.70	1.00	2.360

3.3 水质评价结果对比分析

从单因子评价法评价结果看, 2014—2018 年 2 个断面水质类别均超标. 如表 7 所示, 三峡断面近 5 年 TN 超标, 分别超出 5.13 倍、4.82 倍、4.92 倍、4.62 倍、4.62 倍; 风波港断面近 5 年 TN 超标, 分别超出 5.13 倍、4.92 倍、4.82 倍、4.72 倍、4.72 倍. 单因子评价法可以确保水体的安全情况, 但由于采取“一票否决”, 不能客观反映河流的综合水质情况.

从综合污染指数法评价结果看, 除 2015 年三峡断面和 2017 年风波港断面的综合水质属于轻度污染外, 其余年份 2 个断面均属于中度污染, 且综合污染指数变化幅度较小. 该评价方法的评价结果较单因子评价法和单因子水质标识指数法的评价结果乐观. 综合污染指数法能对整体水质作定量评价, 客观地反映

水体综合污染程度,但不能确定其功能的具体类别。

从单因子水质标识指数法评价结果看,2014 年、2016 年三峡断面和 2014 年风波港断面为劣 V 类,其余年份均为 V 类。单因子水质标识指数最高值在 2014 年,均为 6.13。该方法的评价结果和单因子污染指数法的评价结果基本一致,但单因子水质标识指数法考虑了各评价指标在所对应标准上、下限的位置和关系,结合了单因子评价法的评价特点,能够比较同类水质类别的污染程度,从评价过程与结果中可以看出总体水质类别与首要污染因子^[15]。

从综合水质标识指数法评价结果看,2014—2018 年 2 个断面水质类别均属于 II 类,且综合水质标识指数总体呈现递减趋势,说明近 5 年相应的水质趋于好转。与其它 4 种方法相比,综合水质标识指数法的评价结果最好。该方法具备定性和定量评价的特点,能够科学判断河流综合水质类别、定量污染程度、水环境功能区达标等综合水质信息^[22]。

从内梅罗污染指数法评价结果看,三峡断面 2016 年为 IV 类,内梅罗污染指数为 1.03,风波港断面 2016 年和 2018 年均均为 IV 类,内梅罗污染指数分别为 1.06、1.00,其余年份两者的内梅罗污染指数均小于 1.00,属于 III 类。该方法的评价结果优于单因子评价法和单因子水质标识指数法的评价结果,而劣于综合水质标识指数法的评价结果。内梅罗污染指数法在一定程度兼顾了其他水质较好的参评因子对总体结果的贡献,但由于过分突出最大污染因子对水质污染的影响和未考虑权重因素,从而导致其综合评价分值出现偏高现象^[23-25]。

表 7 2014—2018 年三峡断面和风波港断面水质评价结果对比

年份	断面	功能区 目标	单因子评价法		综合污染指数法		单因子水质标识 指数法(TN)		综合水质 标识指数法		内梅罗污染指数法	
			(超标因子 TN)									
2014	三峡断面	III	劣 V	5.13	0.758	中度污染	6.13	劣 V	2.804	II	0.95	III
	风波港断面	III	劣 V	5.13	0.767	中度污染	6.13	劣 V	2.833	II	0.97	III
2015	三峡断面	III	V	4.82	0.679	轻度污染	5.82	V	2.489	II	0.88	III
	风波港断面	III	V	4.92	0.721	中度污染	5.92	V	2.760	II	0.94	III
2016	三峡断面	III	V	4.92	0.751	中度污染	6.02	劣 V	2.574	II	1.03	IV
	风波港断面	III	V	4.82	0.838	中度污染	5.82	V	2.603	II	1.06	IV
2017	三峡断面	III	V	4.62	0.715	中度污染	5.62	V	2.446	II	0.87	III
	风波港断面	III	V	4.72	0.691	轻度污染	5.72	V	2.417	II	0.88	III
2018	三峡断面	III	V	4.62	0.726	中度污染	5.62	V	2.389	II	0.97	III
	风波港断面	III	V	4.72	0.769	中度污染	5.72	V	2.360	II	1.00	IV

4 结 论

单因子评价法是根据水质最差的单项指标所属类别来确定整个评价水域的综合水质类别^[26],该方法检测出近 5 年三峡断面和风波港断面 TN 均超标,属于或超出 V 类标准,其它监测指数均在 III 类标准范围内,表明 TN 是长江黄石段水质的重要污染指标。

运用综合污染指数法对三峡断面和风波港断面的水质进行定量分析,发现除 2015 年三峡断面和 2017 年风波港断面的综合水质属于轻度污染外,其余年份 2 个断面均属于中度污染,且综合污染指数变化幅度较小,反映了 2 个河流断面不同时期的水质变化情况,但不能判断长江黄石段的水质类别,也难以确定该流域水质是否达到水功能区划目标。

单因子水质标识指数法和综合水质标识指数法既能够对三峡断面和风波港断面的水质进行定性和定量

评价,同时可以判断该水体的水质类别.单因子水质标识指数法表明 2 个断面均属于 V 类或劣 V 类水质,而综合水质标识指数法表明 2 个断面均属于 II 类水质,从水质标识指数值看近 5 年 2 个断面水质总体显示好转趋势.

综合水质标识指数法是建立在单因子水质标识指数法的基础上,通过综合考虑各个水质指标,避免因个别水质指标较差就否定综合水质.水质标识指数法能判断长江黄石段的水质类别、水质情况、与水环境功能区类别等相关信息.

利用内梅罗污染指数法判断出 2016 年三峡断面和 2016 年、2018 年风波港断面属于 IV 类水质,其余时期 2 个断面均属于 III 类水质,同时表明 TN 是影响 2 个断面水质的最大污染因子.

参考文献:

- [1] 李名升,张建辉,梁念,等.常用水环境质量评价方法分析与比较[J].地理科学进展,2012,31(5):617-624.
- [2] 黄祺,何丙辉,赵秀兰,等.三峡库区汉丰湖水质的时空变化特征分析[J].西南大学学报(自然科学版),2016,38(3):136-142.
- [3] 孙涛,张妙仙,李苗苗,等.基于对应分析法和综合污染指数法的水质评价[J].环境科学与技术,2014,37(4):185-190.
- [4] 崔莹,谢世友,柳芬,等.重庆市水资源可持续利用能力的模糊评价[J].西南大学学报(自然科学版),2017,39(4):115-123.
- [5] 申剑,史淑娟,周扬,等.基于改进灰色关联分析法的丹江口流域地表水环境质量评价[J].中国环境监测,2014,30(5):41-46.
- [6] WU J, TIAN X G, TANF Y, et al. Application of Analytic Hierarchy Process-Grey Target Theory Systematic Model in Comprehensive Evaluation of Water Environmental Quality [J]. Water Environment Research, 2010, 82(7): 633-641.
- [7] 刘凌雪,敖天其,胡正,等.琼江流域(安居段)水质及面源污染综合评价[J].水土保持研究,2019,26(6):372-376.
- [8] NEMEROW N L. Scientific Stream Pollution Analysis [M]. New York: McGraw-Hill Companies, 1974.
- [9] 张龙玲,徐慧,管桂玲,等.改进的综合水质标识指数法在上海市长宁区水质评价中的应用[J].水资源保护,2014,30(3):81-84,94.
- [10] 杨柳,宋健飞,宋波,等.主要污染物水质标识指数法在河流水质评价的应用[J].环境科学与技术,2015,38(11):239-245.
- [11] 吕晓兵.长江黄石河段河道演变分析[J].人民长江,2011,42(4):12-15.
- [12] 李国发.用隶属度法评价长江黄石江段水体污染[J].中国环境监测,1996,12(5):53-55.
- [13] 张亚丽,周扬,程真,等.不同水质评价方法在丹江口流域水质评价中应用比较[J].中国环境监测,2015,31(3):58-61.
- [14] 陆卫军,张涛.几种河流水质评价方法的比较分析[J].环境科学与管理,2009,34(6):174-176.
- [15] 周森,李维刚,易灵.四种水质评价方法的特点分析与比较研究[J].环境科学与管理,2016,41(12):173-177.
- [16] 王肖肖,张妙仙,徐兵兵.模糊标识指数与对应分析法在水质评价中的联合应用[J].环境科学学报,2012,32(5):1227-1235.
- [17] 徐祖信.我国河流单因子水质标识指数评价方法研究[J].同济大学学报(自然科学版),2005,33(3):321-325.
- [18] 徐祖信.我国河流综合水质标识指数评价方法研究[J].同济大学学报(自然科学版),2005,33(4):482-488.
- [19] 关伯仁.评内梅罗的污染指数[J].环境科学,1979(4):67-71.
- [20] 杨磊磊,卢文喜,黄鹤,等.改进内梅罗污染指数法和模糊综合法在水质评价中的应用[J].水电能源科学,2012,30(6):41-44.
- [21] 王梦.水环境质量评价中几种方法的比较[J].渤海大学学报(自然科学版),2008,29(1):34-37.
- [22] 胡成,苏丹.综合水质标识指数法在浑河水质评价中的应用[J].生态环境学报,2011,20(1):186-192.

- [23] 李亚松, 张兆吉, 费宇红, 等. 内梅罗指数评价法的修正及其应用 [J]. 水资源保护, 2009, 25(6): 48-50.
- [24] 徐 彬, 林灿尧, 毛新伟. 内梅罗水污染指数法在太湖水质评价中的适用性分析 [J]. 水资源保护, 2014, 30(2): 38-40.
- [25] 罗 芳, 伍国荣, 王 冲, 等. 内梅罗污染指数法和单因子评价法在水质评价中的应用 [J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(5): 87-89.
- [26] 崔雪梅, 赵盼盼, 章爱群. 4 种河流水质评价方法的比较研究——以槐荫河为例 [J]. 节水灌溉, 2015(5): 46-48, 51.

Application of Several Evaluation Methods for River Water Quality in the Yangtze River Mainstream

NING Yang-ming, YIN Fa-neng, LI Xiang-bo

College of Urban and Environmental Sciences, Hubei Normal University, Huangshi Hubei 435002, China

Abstract: In order to provide a scientific basis for water environment governance in Huangshi section of the Yangtze River, the monitoring data of water quality from the Three-Gorge section and the section of Port of Fengbo in Huangshi section of the Yangtze River from 2014 to 2018 were evaluated with the single factor evaluation method, the integrated pollution index method, the single factor water quality identification index method, the integrated water quality identification index method and the Nemero pollution index method. The results showed that the single factor evaluation method could judge the status quo of water quality and safety; the integrated pollution index method could determine the pollution degree of the water quality; the water quality identification index method could qualitatively and quantitatively evaluate the comprehensive information of water quality; the Nemero pollution index method could highlight the influence of the maximum pollution factor on the water body. Of the five methods, the integrated water quality identification index method gave the best evaluation results.

Key words: the Yangtze River; Huangshi Section; water quality evaluation

责任编辑 胡 杨