

基于综合水质标识指数的九洲江水质 演变趋势和相关性分析

蓝月存¹, 林 卉¹, 黄伯当¹, 李昆明¹, 滕云梅¹, 许桂苹²

(1. 广西壮族自治区生态环境监测中心, 广西 南宁 530028;

2. 广西壮族自治区生态环境厅, 广西 南宁 530028)

摘要:以九洲江干流 8 个断面水质为目标,采用综合水质标识指数法对其在 2014~2018 年间的水质进行了综合评价,并将其与综合污染指数法进行了对比研究,同时采用 Spearman 秩相关系数法对九洲江干流各水质参数的相关关系进行了探究。结果表明:九洲江干流有 7 个断面水质在各个时间均达标;各类水质污染物中,氨氮和总磷是影响九洲江水质的主要污染物,且氨氮和总磷呈极显著正相关性;九洲江干流沿程污染程度从上游至下游总体呈现减轻趋势;为改善九洲江水质,应将陆川污水处理厂上游来水及周边生活污水和畜禽养殖污水作为重点治理对象。

关键词:综合水质标识指数法;Spearman 秩相关系数法;水质评价;九洲江干流

中图分类号:X824

文献标识码:A

文章编号:1674-9944(2020)12-0055-06

DOI:10.16663/j.cnki.lskj.2020.12.020

1 引言

九洲江流域地跨桂粤两省区三市,是广西玉林市沿江乡镇和广东省湛江市的重要供水水源^[1]。九洲江流域上游是广西陆川、博白两县社会经济发展和生态安全的重要屏障,鹤地水库是广东省湛江市主要饮用水源地,九洲江水质的的好坏直接关系到流域的社会经济发展大局和关系人民群众的饮用水安全。近年来,由于流域上游地区经济社会的发展变化及库区面源污染等因素,九洲江水质难以稳定达标,鹤地水库水质明显下降,严重影响湛江市的饮用水安全。因此,研究近年九洲江干流的水质状况及其变化情况,判定当前水质情况及变化,对提出应对策略、保障九洲江干流水质安全具有重要意义。

水质评价通过建立数学模型,对水环境质量的好坏进行定性或定量描述,国内常用的水质评价方法有单因子指数法^[2,3]、综合污染指数法^[4,5]、内梅罗指数法^[6~8]、模糊数学法^[9~11]、人工神经网络法^[12,13]、灰色关联度法^[14,15]、层次分析法^[16]、模糊综合评判法^[17~19]、主成分分析法^[20,21]、物元分析法^[22]等。这些评价方法都存在各自的优缺点。单因子指数法计算简单、方便,但评价结果过于片面;综合污染指数法计算原理与过程简单,结果表达简洁,但缺乏比较完善和统一的环境质量分级系统;模糊数学法、层次分析法、主成分分析法、物元分析法是基于矩阵运算的评价方法,评价结果较符合实际,但在隶属度矩阵、权重选择方面存在不足;人工神经网络法是基于样本训练的评价方法,能够很好地反映评价因子与水质类别间的非线性关系,但是评价指标的选择不确定、计算复杂、定性评价结果不直观,在理论和方

法上还不成熟。

本研究以 2014~2018 年九洲江干流 8 个断面 5 个水质指标的年均值为基础,采用单因子水质标识指数法、综合水质标识指数法以及综合污染指数法分别评价各断面的水质,分析九洲江干流的水质空间分布情况,在此基础上采用 Spearman 相关系数法研究九洲江干流各水质参数间的相关关系,以期九洲江流域水污染治理及水污染防治工作提供技术依据。

2 水质监测与分析方法

2.1 水质监测

2.1.1 采样点布设

本研究在九洲江干流上选取陆川污水处理厂下游、大桥坝、滩面桥、良田坝、飞蛾岭、文车桥、温水浪和石角 8 个监测断面,具体位置见图 1。从 2014 年 1 月至 2018 年 12 月每月采样一次,2014 至 2018 年的监测数据由玉林市环境监测站提供。

2.1.2 监测方法

监测项目包括:溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮和总磷 5 项,采用各项水质指标的年均值进行水质评价和相关性分析。

溶解氧采用便携式仪器法现场测定;其余项目采集后在保存期内采用国家相关标准分析方法进行测定(图 1)。

2.2 数据处理与分析

采用 EXCEL 2016 软件对所有数据进行统计计算和分析,采用 SPSS19.0 的 Spearman 相关系数法探讨各水质指标之间的相关性。

收稿日期:2020-05-09

基金项目:广西社会科学重点课题(编号:gxsk201605)

作者简介:蓝月存(1987—),女,硕士,主要从事环境质量管理与评价工作。

通讯作者:林 卉(1988—),女,工程师,硕士,主要从事环境质量管理与评价工作。

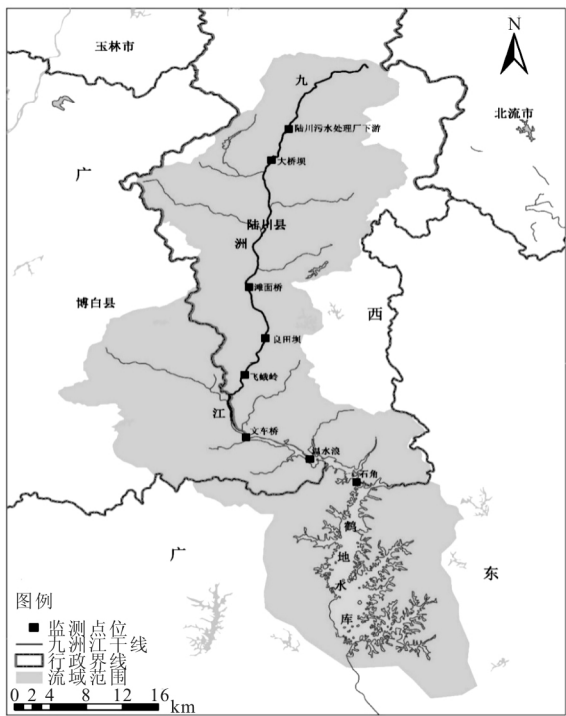


图 1 监测点位示意

2.3 分析方法原理

综合水质标识指数法^[24]是一种相对简单且能综合反映河流水质整体水平的评价方法,适用于一条河流不同断面以及不同河流水质的评价比较。该方法既考虑了污染最严重的指标,又综合考虑了所有单项指标以全面反映水体的水质状况,可以对河道综合水质进行全面、科学合理的定性定量评价。评价结果可反映水质的达标情况和水环境整治的效果。

其主要计算步骤^[23,24]如下:①计算各单项水质参数的单因子水质标识指数 P_i ;②计算各断面的综合水质标识指数 P ;③根据综合水质标识指数的整数位和小数点后第一位 X_1 、 X_2 判定综合水质类别及污染程度:当 $1.0 \leq P \leq 2.0$ 时,水质状况为Ⅰ类;当 $2.0 < P \leq 3.0$ 时,水质状况为Ⅱ类;当 $3.0 < P \leq 4.0$ 时,水质状况为

Ⅲ类;当 $4.0 < P \leq 5.0$ 时,水质状况为Ⅳ类;当 $5.0 < P \leq 6.0$ 时,水质状况为Ⅴ类;当 $P > 6.0$ 时,水质状况为劣Ⅴ类;④通过描述综合水质指数 X_1 、 X_2 的定量变化幅度 ΔP ,评价综合水质随时间和空间变化情况:当 $|\Delta P| \leq 10\%$ 时,综合水质基本不变;当 $10\% < |\Delta P| \leq 20\%$ 时,综合水质轻微改善(恶化);当 $|\Delta P| > 30\%$ 时,综合水质显著改善(恶化)。

综合污染指数法是通过统计各个污染指标的相对污染指数,进而得出参评水体污染程度的数值,该方法既可直观反映水质污染程度又可综合判断水质污染情况。

3 河流水质评价及相关性分析

3.1 综合水质标识指数法评价结果

3.1.1 单因子水质标识指数法评价结果

单因子水质标识指数可以完整识别水质评价指标的类别和水质数据;既可以比较同一水质指标在同一水质类别中的差异,又能比较不同水质指标的污染程度^[22]。九洲江干流各断面单因子水质标识指数评价结果见表1。结合九洲江干流各断面的水功能区划类别,参与水质评价的5项水质指标在5年里均达标的断面为石角断面,其余7个断面均存在不同程度的超标,超标最严重的3个断面分别是陆川污水处理厂下游、大桥坝和滩面桥,超标因子分别为氨氮、总磷和5日生化需氧量。分析各超标项频次表明,2014~2018年间,氨氮和总磷在九洲江水质中超标频次较高,超标程度较深,是影响九洲江水质的主要污染物。从时间分布上,除了上游的陆川污水处理厂下游和大桥坝2个断面外,其余6个断面的氨氮和总磷自2016年起均达到相应的水功能区划类别,表明九洲江上游的污染防治措施有待加强;从空间分布上,氨氮和总磷空间分布表现基本一致,上游的陆川污水处理厂下游和大桥坝2个断面水质要明显劣于中下游6个断面。因此,应加强对九洲江上游来水以及周边生活污水、畜禽养殖废水的治理。

表 1 2014~2018 年各断面单因子水质标识指数

断面名称	年份	水功能区目标	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷
陆川污水处理厂下游	2014	Ⅳ类	3.40	3.00	4.30	6.42*	5.61*
	2015		2.90	2.80	4.60	7.43*	6.12*
	2016		3.20	2.60	3.20	6.02*	5.51*
	2017		3.30	3.10	3.20	6.42*	5.11*
	2018		3.30	3.50	4.60	6.72*	5.71*
大桥坝	2014	Ⅲ类	3.10	2.90	4.31*	6.33*	5.02*
	2015		3.30	2.90	4.51*	7.64*	6.13*
	2016		3.10	2.70	3.40	6.13*	5.22*
	2017		3.40	3.20	3.40	6.53*	4.91*
	2018		3.30	3.40	4.31*	6.83*	5.22*
滩面桥	2014	Ⅳ类	2.90	2.70	4.20	5.51*	4.50
	2015		2.50	2.90	4.10	5.61*	4.20
	2016		2.60	2.70	3.10	4.30	4.20

续表 1

断面名称	年份	水功能区目标	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷
良田坝	2017	Ⅳ类	2.80	3.20	3.10	4.20	4.20
	2018		3.00	3.40	4.10	4.60	3.90
	2014		2.80	2.80	3.80	5.21*	4.40
	2015		2.80	2.90	4.30	5.61*	5.11*
	2016		2.50	2.80	2.00	3.40	3.70
飞蛾岭	2017	Ⅲ类	2.70	3.20	1.90	3.60	3.90
	2018		3.00	3.40	4.00	4.10	3.50
	2014		3.10	2.70	3.40	4.91*	4.01*
	2015		2.80	2.80	3.80	4.71*	4.21*
	2016		2.70	2.60	1.90	3.10	3.50
文车桥	2017	Ⅲ类	2.70	2.90	1.80	3.10	3.50
	2018		2.90	3.00	4.21*	3.80	3.30
	2014		3.60	2.80	3.90	5.32	4.01
	2015		2.90	3.00	4.31	5.02	4.41
	2016		2.60	2.80	3.20	3.50	3.80
温水浪	2017	Ⅲ类	2.70	3.00	1.90	3.30	3.90
	2018		3.40	2.90	3.10	3.10	3.60
	2014		3.60	2.90	3.80	5.60*	4.11*
	2015		3.50	3.10	4.31*	4.71*	4.11*
	2016		3.40	2.80	4.01*	3.70	3.70
石角	2017	Ⅲ类	3.20	3.30	3.30	3.00	3.40
	2018		2.80	3.50	3.70	3.20	3.40
	2014		3.90	2.70	2.00	3.40	3.40
	2015		2.90	2.90	3.20	3.60	3.80
	2016		2.50	3.20	1.90	2.70	3.40
	2017		2.00	3.00	1.70	1.80	2.80
	2018		2.00	2.90	1.90	2.10	2.80

注：* 数值为超标数值

3.1.2 综合水质标识指数法评价结果

九洲江干流各断面综合标识指数评价结果详见表 2 和表 3。结果表明,在 2014~2018 年间,除大桥坝断面外,其余 7 个断面在各个时间的水质都能满足各自的水功能区划类别标准。从综合水质标识指数的数值特征(图 2)来看,2014~2018 年九洲江干流各断面 5 年平均综合水质均能满足各自的水功能区划类别标准,九洲江干流的水质从上游到下游存在好转趋势,上游断面的综合水质标识指数较大,水质较差;中下游断面的综合水质标识指数均 ≤ 4 ,水质较好,其中石角断面的水质最好,陆川污水处理厂下游断面的水质最差。九洲江干流 8 个断面水质从优到劣排序依次为石角>飞蛾岭>文车桥>良田坝>温水浪>滩面桥>大桥坝>陆川污水处理厂下游。

2014~2018 年九洲江干流各断面综合水质随时间变化评价结果如图 3 和表 4 所示。由图 3 可知,5 年间九洲江干流各断面综合水质总体呈现先改善后恶化的趋势,2014 年至 2016 年九洲江各断面综合水质标识指数有所降低,水质改善;2016 年至 2018 年九洲江有 7 个断面综合水质标识指数有所升高,水质恶化,因此,选择两个时间段进行评价:①2014~2016 年,九洲江有 2 个断面综合水质基本不变,4 个断面综合水质轻微改善,变化幅度为 13%~18%;2 个断面综合水质显著改善,变化幅度为 22%~24%;九洲江上游 2 个断面水质基本不变,中下游 6 个断面水质有所改善,水质改善显

著的断面为良田坝和飞蛾岭;②2016~2018 年,有 2 个断面综合水质基本不变,3 个断面综合水质轻微恶化,变化幅度为 12%~17%,2 个断面综合水质显著恶化,变化幅度为 21%~24%,1 个断面综合水质轻微改善,变化幅度为 15%;九洲江上游 3 个断面水质轻微恶化,中游的良田坝断面和飞蛾岭断面受上游来水的影响水质显著恶化。

选取 2014 年和 2018 年 2 个年份进行综合水质随空间变化评价。2014 年,九洲江干流综合水质改善 31%,水质显著改善;2018 年,九洲江干流综合水质改善 52%,水质显著改善。

2014~2018 年各断面的综合水质标识指数随空间变化趋势如图 4 所示。5 年间九洲江干流综合水质从上游至下游总体呈现改善趋势,上游陆川污水处理厂下游断面综合水质最差,下游石角断面综合水质最好。陆川污水处理厂下游和大桥坝指数较高,水质较差,主要是受上游来水及周边生活污水和畜禽养殖污水影响所致;滩面桥、良田坝和飞蛾岭 3 个断面与上游相比,指数下降,水质有所好转;文车桥和温水浪两个断面指数略有升高,水质有所下降,主要受宁潭河、圭地河等支流沿岸的生活污水和畜禽养殖污水影响所致;石角断面指数下降,水质有所好转。

3.2 九洲江干流水质相关性分析

正态性检验显示,氨氮不符合正态分布,故采用 Spearman 相关系数法对九洲江干流各水质指标之间进

行相关性分析。如表 5 所示,九洲江干流溶解氧与五日生化需氧量呈显著负相关;高锰酸盐指数与五日生化需氧量、氨氮呈显著正相关;五日生化需氧量与氨氮、总磷呈极显著正相关,显著性水平为 $P<0.01$;氨氮和总磷呈极显著正相关,显著性水平为 $P<0.01$ 。

表 2 2014~2018 年各断面综合水质标识指数

断面	年份				
	2014	2015	2016	2017	2018
陆川污水厂下游	4.520	4.820	4.120	4.220	4.820
大桥坝	4.331	4.931	4.121	4.321	4.631
滩面桥	4.010	3.910	3.400	3.500	3.800
良田坝	3.810	4.120	2.900	3.100	3.600
飞蛾岭	3.610	3.720	2.800	2.800	3.410
文车桥	3.910	3.930	3.200	3.000	3.200
温水浪	4.020	3.930	3.500	3.200	3.300
石角	3.100	3.300	2.700	2.300	2.300

表 3 2014~2018 年各断面综合水质类别

断面	水功能区目标	年份				
		2014	2015	2016	2017	2018
陆川污水厂下游	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类
大桥坝	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类
滩面桥	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类
良田坝	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅲ类
飞蛾岭	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅲ类
文车桥	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅲ类
温水浪	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类
石角	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类

表 4 综合水质随时间变化评价结果

断面名称	2014~2016 年		2016~2018 年	
	变化幅度 / %	结果评价	变化幅度 / %	结果评价
陆川污水厂下游	9	基本不变	-17	轻微恶化
大桥坝	5	基本不变	-12	轻微恶化
滩面桥	15	轻微改善	-12	轻微恶化
良田坝	24	显著改善	-24	显著恶化
飞蛾岭	22	显著改善	-21	显著恶化
文车桥	18	轻微改善	0	基本不变
温水浪	13	轻微改善	6	基本不变
石角	13	轻微改善	15	轻微改善

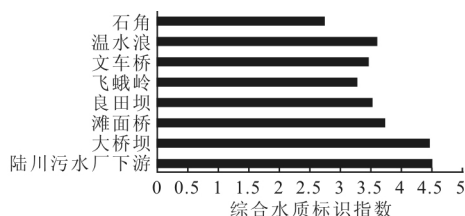


图 2 各断面综合水质标识指数均值

图 5 为 3 组极显著相关的水质参数回归分析结果。由图可知:五日生化需氧量与氨氮、总磷之间的相关性相对较好,其线性拟合相关系数 R^2 分别达到 0.712 和 0.742;氨氮与总磷间的线性回归方程为 $\rho(\text{NH}_3-\text{N}) =$

$12.57\rho(\text{TP}) - 1.255$,线性拟合相关系数 R^2 达到 0.965,与二者相似的空间分布规律一致。

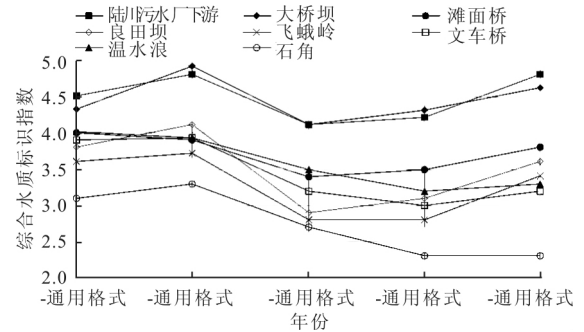


图 3 各断面综合水质标识指数时空变化

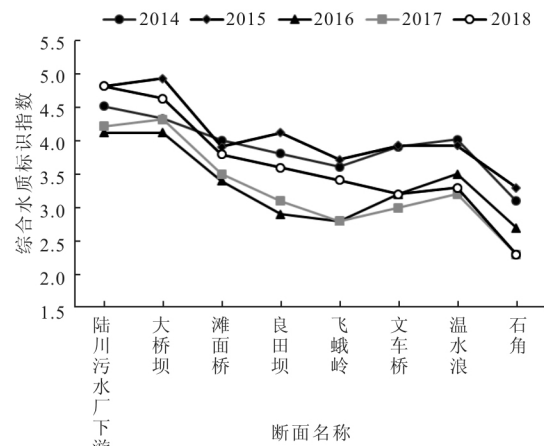


图 4 各断面综合水质标识指数变化曲线

表 5 不同水质指标之间的 Spearman 相关系数

指标	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷
溶解氧	1.000				
高锰酸盐指数	-0.575	1.000			
五日生化需氧量	-0.714*	0.766*	1.000		
氨氮	-0.476	0.647*	0.905**	1.000	
总磷	-0.381	0.467	0.857**	0.9529**	1.000

注:**、*置信度(单侧)分别为 0.01、0.05 时,相关性是显著的

3.3 污染原因分析与相应的防治措施

九洲江流域人口速增、养殖业快速无序发展,但污染治理滞后、水资源环境容量小,是造成九洲江流域水质污染的直接原因。

(1)畜禽养殖废水是首要污染源。九洲江流域畜禽养殖业发达,养殖数量大,养殖模式粗放,加之养殖场缺乏规划,布置和选址不合理,污染治理设施基础薄弱,养殖废弃物综合利用水平低,导致大量畜禽养殖废弃物未得到合理利用或处理,直接或间接进入九洲江,严重污染九洲江水质。

(2)生活污水是第二大污染源。九洲江流域人口众多且密度较大,城镇化率低,城镇污水处理设施配套管网建设滞后,流域内生活污水收集处理水平低,部分干支流沿江城镇居民生活污水直排入河;农村生活污水处理设施覆盖率低,大多数生活污水未经处理直接排放,

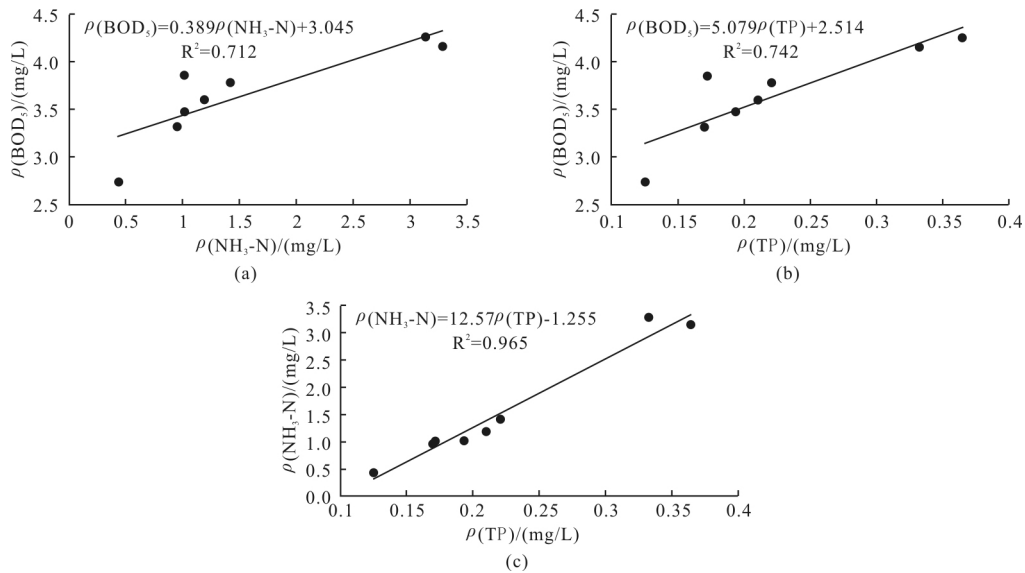


图 5 3 组极显著相关水质参数的回归分析结果

严重污染江河水质。

(3) 九洲江流域农业较发达, 农业生产中大量使用化肥、农药、家畜粪便等随着地表径流进入九洲江, 使水体中氮、磷浓度增加, 水体受到污染。

(4) 九洲江流域容量小、负荷重是水质恶化的直接原因。九洲江广西段属源头河段, 水资源量小, 加之河段闸坝多, 半封闭式水域多, 水环境容量小, 与此同时, 流域内工农业废水和生活污水大量排入, 造成水质污染、水环境恶化。

针对九洲江目前污染现状及特点提出如下防治措施:

(1) 加强九洲江上游来水及周边污水治理, 完善污水管网建设, 提高陆川污水处理厂治污排污管理, 同时, 建立生态修复长效机制, 确保九洲江水质长期稳定达标。

(2) 对流域内畜禽养殖直排口拦截堵排, 建立粪便资源利用项目, 保证当地经济和环境协调发展。

(3) 加快推进圭地河、下垌河、宁潭河三大支流水体

治理和修复, 加大监管力度, 确保各支流治污设施稳定运行, 发挥治污效用。

(4) 对流域周边村庄建立不同规模的生态工程, 将人、畜、禽粪便及生活垃圾进行资源化处理。

3.4 不同水质评价方法评价结果比较

采用综合污染指数评价法^[4]对九洲江干流 8 个断面进行评价, 并与综合水质标识指数评价法结果进行对比, 详见表 6。结果显示, 除陆川污水处理厂下游(2016 年)和良田坝(2015 年)综合水质标识指数法评价结果劣于综合污染指数法外, 其余断面在各个时段的水质标识指数法评价结果均优于或接近综合污染指数法。这表明, 综合污染指数评价法能够直观判断综合水质类别的范围, 但是不能明确水质类别; 而综合水质标识指数评价法, 既能判断综合水质类别、细分类别的污染程度, 还能识别单因子水质达标个数, 更进一步反映水质的污染状况。

表 6 两种评价方法评价结果比较

断面名称	综合污染指数法评价结果					综合水质标识指数法评价结果				
	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
陆川污水厂下游	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅱ~Ⅲ类*	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类*	Ⅳ类	Ⅳ类
大桥坝	Ⅳ类	Ⅴ类*	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类*	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类
滩面桥	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类
良田坝	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类*	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅳ类*	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅲ类
飞蛾岭	Ⅳ类*	Ⅳ类*	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅲ类*	Ⅲ类*	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅲ类
文车桥	Ⅳ类*	Ⅳ类*	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅲ类*	Ⅲ类*	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅲ类
温水浪	Ⅳ类*	Ⅳ类*	Ⅳ类*	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅲ类*	Ⅲ类*	Ⅲ类*	Ⅲ类	Ⅲ类
石角	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅰ~Ⅱ类	Ⅱ~Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类

注: * 为两种评价方法评价结果不一致

4 结论

借助于综合水质标识指数法对九洲江干流水质进

行分析, 根据结果得出以下结论。

(1) 该方法在九洲江干流水质评价中具有较好的适用性, 能在同类水中进行水质优劣比较, 比较完整地标识水质类别和水质状况。

(2)从评价结果分析可知,氨氮和总磷是影响九洲江水质的主要污染物,氨氮和总磷呈极显著正相关性;2014~2018年间,九洲江干流有7个断面在各个时间的水质都能满足各自的水功能区划类别标准;九洲江干流沿程综合水质从上游至下游总体呈现改善趋势,说明近几年九洲江流域在经过综合整治后,水质得到一定程度的改善。为进一步改善九洲江流域水质,应将陆川污水处理厂上游来水及流域内生活污水和畜禽养殖废水作为重点治理对象。

参考文献:

- [1]杨静,慕世斌,陈清华,等.九洲江流域跨界水源地下水环境现状及演变的原因分析[C]//中国环境科学学会.2015年中国环境科学学会学术年会论文集.北京:中国环境科学学会,2015:5.
- [2]郑琨,张蕾,薛晨亮.单因子指数法在水质评价中的应用研究[J].地下水,2018,40(5):79~80.
- [3]戚玮真,李金庆,朱董楠,等.烟台港港池水质状况调查及评价[J].环境监测管理与技术,2018,30(4):42~45.
- [4]蒋火华,朱建平,梁德华,等.综合污染指数评价与水质类别判定的关系[J].中国环境监测,1999(6):46~48.
- [5]孙忠,沈俏会,董萍,等.近十年浙江省地表水环境质量变化趋势及影响因素研究[J].环境监测管理与技术,2018,30(4):23~26.
- [6]吴喜军,董颖,张亚宁.改进的内梅罗污染指数法在黄河干流水质评价中的应用[J].节水灌溉,2018(10):51~53,58.
- [7]杨慧文,董天明,王丽萍,等.修正内梅罗污染指数法在广州市河涌水质评价中的应用[J].广东化工,2018,45(11):64~66,83.
- [8]罗嗣卿,贾子书.改进内梅罗指数法在东方红湿地水质评价中的应用[J].黑龙江大学自然科学学报,2018,35(1):15~21.
- [9]韩亮.模糊数学法在水质评价中的应用[J].内蒙古水利,2018(1):66~67.
- [10]张平.模糊数学在水质评价中的应用[J].治淮,2017(12):15~17.
- [11]申震.模糊数学在水质评价中的应用[J].市政技术,2017,35(6):104~106,112.
- [12]赵颖,王建英,孙燕,等.改进人工神经网络在河南部分河流的水质评价中的应用[J].环境与发展,2018,30(3):216~217.
- [13]曹建智,张健.人工神经网络在白洋淀水质评价中的应用[J].电子技术与软件工程,2016(8):261~262.
- [14]陈颖,李倩.灰色关联法在徐州市地下水水质评价中的应用[J].地下水,2017,39(4):49~50.
- [15]吕平毓,曾雨虹.灰色关联法在长江宜宾一万州段水质评价的应用[J].人民长江,2016,47(S2):19~22.
- [16]孙大明.层次分析法在水环境质量评价中的应用[J].东北水利水电,2017,35(2):33~34,71.
- [17]赵颖.模糊综合评价法在地表水质量评价中的应用[J].环境与发展,2017,29(5):122~123.
- [18]秦雨,王兆波,张正,等.基于改进的模糊综合评价法的饮马河水质综合评价研究[J].环境科学与管理,2017,42(3):169~173.
- [19]刘顿开,吴以中.改进的模糊综合评价法及在河道水质评价中的应用研究[J].环境科学与管理,2017,42(3):190~194.
- [20]Mohammad Haji Gholizadeh, Assefa M. Melesse, Lakshmi Reddi. Water quality assessment and apportionment of pollution sources using APCS-MLR and PMF receptor modeling techniques in three major rivers of South Florida[J]. Science of the Total Environment, 2016(566~567):1552~1567.
- [21]司家济,高良敏,解志林.焦岗湖水环境重金属分布及健康风险评估[J].环境监测管理与技术,2019,31(3):41~44.
- [22]李亚斌,王海科,钱会,等.宁夏彭阳水质监测断面的水质评价及预测[J].环境监测管理与技术,2018,30(1):36~40.
- [23]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(3):321~325.
- [24]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(4):482~488.

Analysis of Water Quality Trend in the Main Stream of Jiuzhou River Based on Comprehensive Water Quality Identification Index

Lan Yuecun¹, Lin Hui¹, Huang Bodang¹, Li Kunming¹, Teng Yunmei¹, Xu Guiping²

(1. Ecological and Environmental Monitoring Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530028, China; 2. Department of Ecology and Environment of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530028, China)

Abstract: This study adopted comprehensive water quality identification index method to evaluate the water quality of Jiuzhou River based on the monitoring data of eight river sections during 2014 to 2018. And the calculation results were also compared with comprehensive pollution index. In the meanwhile, the Spearman rank correlation coefficient method was applied to analyze the correlation between different water quality indicators. The results showed that the water quality of 7 main stream sections can meet standard. Ammonia nitrogen and total phosphorus were the main pollutants in Jiuzhou River due to wide distribution and exceeded the standard substantially. There was also an extremely significant positive correlation between ammonia nitrogen and total phosphorus. The pollution level along the main stream of Jiuzhou River showed a trend of alleviation from upstream to downstream; To improve the water quality of Jiuzhou River, the upstream water from Luchuan Sewage Treatment Plant and the surrounding domestic sewage and sewage from livestock and poultry breeding should be treated as key objects.

Key words: comprehensive water quality identification index method; Spearman rank correlation coefficient method; water quality evaluation; mainstream of Jiuzhou River