

不同水质评价方法在遂川江的应用比较

吴蓉, 候林丽, 郎锋祥, 肖莹洁, 邹武, 徐鹏

(江西省吉安市水文局, 江西 吉安 343000)

摘要:为全面客观地了解遂川江的水质现状,采用2011~2018年6个断面的监测数据,选取单因子评价法、综合水质标识指数法和水质污染指数法,分析遂川江水质现状及其水质时空变化趋势。水质标识指数法和水质污染指数法较单因子评价法具有定量评价的优势,更能具体反应遂川江水质的整体水平,能够全面、科学、合理的对遂川江水质状况进行描述。3种方法的评价结果均表明,遂川江各断面历年水质均达相应水功能区标准,水质状况良好,无明显污染物。

关键词:遂川江;水质评价;单因子评价法;综合水质标识指数法;水质污染指数法

中图分类号:X824

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2019)06-0435-09

0 引言

遂川江是赣江万安段的主要支流,是吉安市五大河流之一,在遂川县城泉江镇西南部由左溪和右溪会合而成,遂川江的主流为右溪,其发源地是湖南省桂东县北部的龙潭脑,流经遂川县的营盘圩、七岭、滁洲、井冈山市的下七、遂川县的七坪、大坑、盆珠、泉江镇、于田、夏溪,于万安县罗塘乡的寨头村从左岸汇入赣江。主河全长约176km,流域面积2882km²,多年平均径流量22.65亿m³。遂川江是吉安市遂川县工业及生活用水的主要来源,其水资源质量关系到遂川县的经济社会发展及用水安全。随着人口增长和经济社会发展,水资源短缺时有发生、水量分配时空不匀、各水功能区的承载压力越来越大,水污染问题也日益凸显。因此,加强水环境监测,并对监测数据做出科学、全面、客观的评价具有重要意义,而制定科学合理的评价方法是水环境监测的前提^[1]。

根据江西省第3次水资源调查前期的查勘工作,初步推断遂川江河道污染源主要为生活污水以及非点源污染。本文采用遂川江2011~2018年草溪大桥、民心

桥、遂川水厂、遂川二水厂、零田大桥、嵩阳大桥共计6个断面的监测数据,选取单因子评价法、综合水质标识指数法和水质污染指数法探究遂川江的水质现状与时空变化,并对结果进行综合评价,以期水资源保护及相关决策提供科学依据,为全面客观地掌握遂川江的水质现状及用水安全提供数据支撑。

1 评价方法

1.1 评价参数及标准

草溪大桥、民心桥、遂川水厂、遂川二水厂、零田大桥、嵩阳大桥分属遂川江上游至下游的6个水功能区,民心桥和遂川水厂从支流右溪汇入遂川江,遂川江水质监测采样断面图如图1。遂川水厂、遂川二水厂、零田大桥具有完整及长序列的监测数据,草溪大桥、民心桥、嵩阳大桥从2016年开始监测。监测的6个断面具有较好的代表性、完整性,能够客观、真实反映自然趋势变化与人类活动对遂川江水环境质量的影响。

依据吉安市水资源监测中心这6个断面的监测数据,选取具有一定代表性的溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、化学需氧量(COD_{Cr})、氨氮(NH₃-N)和总磷

收稿日期:2019-09-04

项目来源:江西省水文局2018年度青年科技创新基金资助项目(SWJJ-KT201805)。

作者简介:吴蓉(1987-),女,硕士。



图1 遂川江水质监测采样断面图

(TP)这5项常规参数进行分析评价。水中溶解氧的多少是衡量水体自净能力的一个指标。高锰酸盐指数、化学需氧量可以反应水体中有机物污染的程度。水体中氨氮主要来源于生活污水中含氮有机物的分解及工业废水、农田排水;总磷主要来自生活污水中的含磷有机物、合成洗涤剂、工业废液、化肥农药。分析评价这5项参数可为有效掌握遂川江水体质量变化、了解主要污染物及污染因子提供参考依据。各评价参数按照《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中相应类别的标准限值进行评价。

1.2 评价方法

水质评价是通过一定的分析方法,对水质的整体状况进行评价。目前的水质评价方法种类繁多,但概括起来主要可分为两类,即确定性和不确定性、非线性理论水质评价法;其中,确定性评价法常用的主要包括单因子评价法、综合指数评价法、水污染指数法、水质标识指数法等^[2-4]。本文采用确定性评价法中的单因子评价法、水质标识指数法、水污染指数法3种方法,对遂川江的6个断面进行评价及结果分析。根据各断面水质变化、各项指标污染情况,将3种评价方法进行对比分析,综合分析遂川江水质达标情况。

1.2.1 单因子评价法

单因子评价法,即最差因子判别法,利用实测得到的数据,与《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)标准限值进行对比分类,选取所有因子中水质最差的类别作为评价结果。该方法计算简单,超标参数和超标倍数一目了然,是目前监测系统最常用的一种判别水质类别的方法;但评价结果过于悲观,没有考虑各指标之间的权重比例,不能定量反应水质综合能力状况^[5]。单因子水质标识指数 P_i 表示为:

$$P_i = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

式中: X_1 代表单项水质指标的水质类别; X_2 代表监测数据在 X_1 类水质变化区间中所处的位置; X_3 代表水质类别与功能区划设定类别比较结果。详细计算过程可参考文献^[6],结果由1位整数、小数点后2位或3位有效数字组成。单因子标识指数法能对水质进行直观评价,完整表述水质评价指标的类别及是否达到水功能区目标值。

1.2.2 综合水质标识指数评价法

综合水质标识指数法(WQI)是在单因子水质标识指数法的基础上开发的,主要原理是根据综合水质标识指数对水质类别及污染程度进行综合评判,该方法

可对主要污染因子的污染程度进行定性和定量描述,能较客观的反映水质现状,评价结果更为接近水质的真实情况^[7]。WQI 表示为:

$$WQI=X_1 \cdot X_2 X_3 X_4 \quad (2)$$

式中: $X_1 \cdot X_2$ 是由单因子水质标识指数的评价结果进行算术均值获得,可以判断综合水质级别以及综合水质随时间和空间的变化评价; X_3 为参与评价中劣于水环境功能区水质的单项污染指数个数; X_4 为当前综合水质劣于水环境功能区划定类别的个数,可以是 1 或者 2 位有效数字组成。结果由 1 位整数,小数点后 3 位或 4 位有效数,基于综合水质类别的判定标准见表 1。

表 1 基于综合水质指数的判定标准

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

1.2.3 水污染指数评价法

水污染指数法(WPI)是一种计算简单、灵敏、快捷的水质评价法,该方法的基本评价原理是利用单因子评价法的悲观评价原则来确定水体的综合水质类别的。根据水质类别与 WPI 值,利用内插法计算出各参评因子的 WPI 值,水污染指数 WPI 表示为:

$$WPI=\max WPI(i) \quad (3)$$

WPI(i)是第 i 项指标所对应的的指数值,具体计算过程可参考文献^[8],最后取其最大值作为该断面的 WPI

表 2 水质类别与 WPI 值的对应关系

水质类别	I 类	II 类	III 类
WPI 值范围	WPI=20	$20 < WPI \leq 40$	$40 < WPI \leq 60$
水质类别	IV 类	V 类	劣 V 类
WPI 值范围	$60 < WPI \leq 80$	$80 < WPI \leq 100$	$WPI > 100$

值。该方法可由 WPI 值直观反映出主要的污染指标并判定出水质类别,也可对水质进行定量评价和定性分析,水质类别与 WPI 值的对应关系见表 2。

2 结果与讨论

2.1 不同方法的水质评价

根据遂川江 6 个断面 2011~2018 年 5 项参数的年均值进行评价,各断面历年单因子标识指数、单因子水污染指数、综合水质标识指数及水污染指数详见表 3~8。由单因子水质标识指数可以看出,溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、化学需氧量(COD_{Cr})3 项指标的水质类别都为 I 类,氨氮(NH₃-N)和总磷(TP)两项指标的水质类别基本上是 II 类,除了遂川水厂 2012~2013 年氨氮指标水质类别为 I 类,2011 年总磷指标水质类别为 I 类;遂川二水厂 2013 年氨氮指标水质类别为 I 类,2011 年总磷指标水质类别为 I 类;嵩阳大桥 2016 年和 2018 年总磷指标水质类别为 III 类。溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮和总磷这 5 项常规参数水质类别都控制在 I~III 类,各因子水质标识指数随时间变化不明显,说明遂川江水体自净能力良好,氮磷有机物的含量不高,未受到有机物的明显污染。

从综合水质指数标识法的评价结果可以看出,各断面历年水质平稳,均为 I 类。水污染指数水质评价结果表明,各断面历年水质类别基本上是 II 类,除了嵩阳大桥 2016 年和 2018 年水质类别为 III 类。水污染指数法的评价结果与单因子评价结果一致。综合水质标识指数法的评价结果优于水污染指数法和单因子评价法。采用 3 种方法对 2011~2018 年遂川江 6 个断面的水质进行评价,水功能区水质均达标,说明水资源“三条红线”监管制度,河长制的推进,有效控制了生活污染和非点源污染,遂川江水质得到有效保护。

在单因子水质标识指数中,草溪大桥 2016~2018 年溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量 X_1 都为 1,并且指数均为 1.00,这 3 项指标对应的水质类别均为 I 类;氨氮、总磷 X_2 都为 2,指数在 2.20~2.80,这两项指标的水质类别均为 II 类,2016 年和 2018 年总磷指数为 2.80 和 2.70, X_2 为 8 和 7,有向 III 类转化的趋势。2016~2018 年这 5 项指标基本上无变化。采用综合水质标识指数法的评价,草溪大桥 2016~2018 年水质均为 I 类,指数为 1.600~1.700。采用水污染指数法和单因子评价,水质

表 3 草溪大桥监测点近 3 年水质评价结果

年份	单因子水质标识指数(水污染指数)				评价指数(水质类别)				水功能区 目标	达标评价
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	WQI	WPI	P _i		
2016	1.00	1.00	1.00	2.40	2.80	1.600	36.00	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(28.06)	(36.00)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2017	1.00	1.00	1.00	2.20	2.40	1.700	27.25	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(24.57)	(27.25)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2018	1.00	1.00	1.00	2.40	2.70	1.600	33.00	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(28.69)	(33.00)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			

表 4 民心桥监测点近 3 年水质评价结果

年份	单因子水质标识指数(水污染指数)				评价指数(水质类别)				水功能区 目标	达标评价
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	WQI	WPI	P _i		
2016	1.00	1.00	1.00	2.40	2.90	1.700	37.75	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(28.51)	(37.75)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2017	1.00	1.00	1.00	2.20	2.20	1.500	24.75	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(24.57)	(24.75)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2018	1.00	1.00	1.00	2.30	2.40	1.500	28.50	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(25.66)	(28.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			

均为Ⅱ类。草溪大桥为遂川江的上游控制断面,上述分析表明,该断面水质良好,无明显污染。

在单因子水质标识指数中,民心桥 2016~2018 年溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量 X_1 都为 1,并且指数均为 1.00,这 3 项指标的水质类别都为Ⅰ类;氨氮、总磷 X_1 都为 2,指数为 2.20~2.90,这两项指标的水质类别为Ⅱ类,2016 年的总磷指数最大,为 2.90, X_2 为 9,有向Ⅲ类转化的趋势。2016~2018 年这 5 项指标基本上无变化。民心桥历年水质评价结果与草溪大桥相似,采用综合水质标识指数法的评价,民心桥 2016~2018 年水质均为Ⅰ类,指数为 1.500~1.700,采用水污染指数法和单因子评价,水质均为Ⅱ类。

在单因子水质标识指数中,遂川水厂 2011~2018 年溶解氧 X_1 都为 1,并且指数均为 1.00,溶解氧指标水质类别为Ⅰ类;高锰酸盐指数在 2012 年为Ⅱ类,指数为 2.20,其他年份都为Ⅰ类,并且指数均为 1.00; 2015 年开始监测化学需氧量,并且指数均为 1.00,其指标水

质类别都为Ⅰ类;氨氮指标在 2012~2013 年水质类别为Ⅰ类,指数均为 1.00,其他年份氨氮指标水质类别均为Ⅱ类,基本上没有什么变化,指数为 2.30~2.50; 总磷指标 2011 年水质类别为Ⅰ类,指数为 1.00,其余年份均为Ⅱ类,指数为 2.10~2.90,其中 2015 年、2016 年数值为 2.80、2.90, X_2 为 8 和 9,有向Ⅲ类转化的趋势。2011~2018 年溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量基本上无变化;氨氮先减小、再增大;总磷有平稳增大趋势。采用综合水质标识指数法的评价,遂川水厂 2011~2018 年水质均为Ⅰ类,指数为 1.300~1.700;采用水污染指数法和单因子评价,水质均为Ⅱ类。民心桥和遂川水厂为遂川江支流右溪的控制断面,上述分析数据表明,支流右溪水质状况良好,没有明显污染物。

在单因子水质标识指数中,遂川二水厂 2011~2018 年溶解氧、高锰酸盐指数 X_1 都为 1,并且指数均为 1.00,两项指标水质类别都为Ⅰ类;2015 年开始监测化学需氧量,并且指数均为 1.00,化学需氧量指标水质类

表 5 遂川水厂监测点 2011~2018 年水质评价结果

年份	单因子水质标识指数(水污染指数)				评价指数(水质类别)				水功能区 目标	达标评价
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	WQI	WPI	P _i		
2011	1.00	1.00		2.00	1.00	1.300	20.17	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(20.00)		(20.17)	(20.00)	(I)	(II)			
2012	1.00	2.20		1.00	2.10	1.600	23.00	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(23.00)		(20.00)	(22.75)	(I)	(II)			
2013	1.00	1.00		1.00	2.30	1.300	26.25	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(20.00)		(20.00)	(26.25)	(I)	(II)			
2014	1.00	1.00		2.30	2.60	1.700	32.50	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(20.00)		(25.71)	(32.50)	(I)	(II)			
2015	1.00	1.00	1.00	2.40	2.80	1.600	35.50	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(28.86)	(35.50)	(I)	(II)			
2016	1.00	1.00	1.00	2.50	2.90	1.700	37.50	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(29.03)	(37.50)	(I)	(II)			
2017	1.00	1.00	1.00	2.30	2.20	1.500	24.97	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(24.97)	(24.25)	(I)	(II)			
2018	1.00	1.00	1.00	2.30	2.40	1.500	27.75	(II)	II-III	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(26.11)	(27.75)	(I)	(II)			

表 6 遂川二水厂监测点 2011~2018 年水质评价结果

年份	单因子水质标识指数(水污染指数)				评价指数(水质类别)				水功能区 目标	达标评价
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	WQI	WPI	P _i		
2011	1.00	1.00		2.00	1.00	1.300	20.74	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)		(20.74)	(20.00)	(I)	(II)			
2012	1.00	2.20		2.00	2.20	1.600	23.50	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)		(20.69)	(23.50)	(I)	(II)			
2013	1.00	1.00		1.00	2.20	1.300	23.50	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)		(20.00)	(23.50)	(I)	(II)			
2014	1.00	1.00		2.30	2.80	1.800	35.00	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)		(26.86)	(35.00)	(I)	(II)			
2015	1.00	1.00	1.00	2.50	2.80	1.700	36.25	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(29.54)	(36.25)	(I)	(II)			
2016	1.00	1.00	1.00	2.50	2.90	1.700	38.50	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(30.80)	(38.50)	(I)	(II)			
2017	1.00	1.00	1.00	2.30	2.30	1.500	25.60	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(25.60)	(25.25)	(I)	(II)			
2018	1.00	1.00	1.00	2.60	2.60	1.600	31.25	(II)	IV	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(31.09)	(31.25)	(I)	(II)			

表 7 零田大桥监测点 2011~2018 年水质评价结果

年份	单因子水质标识指数(水污染指数)				评价指数(水质类别)				水功能区 目标	达标评价
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	WQI	WPI	P _i		
2011	1.00	2.10		2.10	2.00	1.800	21.00	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(21.00)		(20.97)	(20.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2012	1.00	2.20		2.00	2.20	1.900	23.50	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(23.00)		(20.57)	(23.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2013	1.00	1.00		2.10	2.30	1.600	26.50	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)		(20.00)	(26.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2014	1.00	1.00		2.50	2.60	1.800	32.50	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)		(29.14)	(32.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2015	1.00	1.00	1.00	2.40	2.70	1.600	34.50	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(28.46)	(34.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2016	1.00	1.00	1.00	2.50	2.90	1.700	39.50	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(29.20)	(39.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2017	1.00	1.00	1.00	2.30	2.40	1.500	27.50	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(26.51)	(27.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2018	1.00	2.10	1.00	2.40	2.80	1.900	36.00	(Ⅱ)	Ⅲ	达标
	(20.00)	(21.00)	(20.00)	(28.29)	(36.00)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			

别都为Ⅰ类；氨氮指标在 2013 年水质类别为Ⅰ类，指数为 1.00，其他年份均为Ⅱ类，基本上没有什么变化，指数在 2.00~2.60；总磷指标 2011 年为Ⅰ类，指数为 1.00，其余年份均为Ⅱ类，指数为 2.20~2.90，其中 2014 年、2015 年、2016 年指数为 2.80、2.80、2.90， X_2 为 8、8、9，有向Ⅲ类转化的趋势。2011~2018 年溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量基本上无变化；氨氮先减小、再增大；总磷有平稳增大趋势。采用综合水质标识指数法的评价，遂川二水厂 2011~2018 年水质均为Ⅰ类，数值为 1.300~1.800。采用水污染指数法和单因子评价，水质均为Ⅱ类。

在单因子水质标识指数中，零田大桥 2011~2018 年溶解氧 X_1 都为 1，并且指数均为 1.00，溶解氧指标水质类别是Ⅰ类；高锰酸盐指数指标在 2013~2017 年水质类别为Ⅰ类，并且指数均为 1.00，其他年份都为Ⅱ类，指数为 2.10~2.20；2015 年开始监测化学需氧量，并且指数均为 1.00，化学需氧量指标水质类别都为Ⅰ类；氨氮均为Ⅱ类，基本上没有什么变化，指数为 2.00~

2.50；总磷指标水质类别均为Ⅱ类，指数为 2.00~2.90，其中 2015 年、2016 年、2018 年指数为 2.70、2.90、2.80， X_2 为 7、9、8，有向Ⅲ类转化的趋势。2011~2018 年溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量基本上无变化；氨氮、总磷有平稳增大趋势。采用综合水质标识指数法的评价，零田大桥 2011~2018 年水质均为Ⅰ类，指数为 1.500~1.900；采用水污染指数法和单因子评价，水质均为Ⅱ类。遂川二水厂、零田大桥为遂川江中游控制断面，上述分析数据表明，遂川江中游水质良好，上游及支流水的汇入对中游水质影响不大。

在单因子水质标识指数中，嵩阳大桥 2016~2018 年溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量 X_1 都为 1，并且指数均为 1.00，3 项指标水质类别都为Ⅰ类；氨氮 X_1 都为 2，指数为 2.40~2.60，氨氮指标水质类别是Ⅱ类；总磷指标水质类别 2017 年为Ⅱ类，指数为 2.40，2016 年、2018 年 X_1 为 3，指数为 3.00~3.21，总磷指标对应水质类别是Ⅲ类。2016~2018 年这 5 项指标基本上无变化。采用综合水质标识指数法的评价，嵩阳大桥 2016~2018

表 8 嵩阳大桥监测点近 3 年水质评价结果

年份	单因子水质标识指数(水污染指数)					评价指数(水质类别)			水功能区目标	达标评价
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	WQI	WPI	P _i		
2016	1.00	1.00	1.00	2.60	3.21	1.800	45.00	(Ⅲ)	Ⅳ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(32.63)	(45.00)	(Ⅰ)	(Ⅲ)			
2017	1.00	1.00	1.00	2.40	2.40	1.600	28.74	(Ⅱ)	Ⅳ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(28.74)	(28.50)	(Ⅰ)	(Ⅱ)			
2018	1.00	1.00	1.00	2.60	3.00	1.700	40.25	(Ⅲ)	Ⅳ	达标
	(20.00)	(20.00)	(20.00)	(32.69)	(40.25)	(Ⅰ)	(Ⅲ)			

年水质均为Ⅰ类,数值为 1.600~1.800。采用水污染指数法和单因子评价,水质 2016 年和 2018 年为Ⅲ类,2017 年为Ⅱ类。嵩阳大桥为遂川江下游控制断面,上述分析数据表明,该断面水质良好,水质受人类活动影响较小。

综合各断面的分析评价,遂川江历年水质均良好。单因子标识指数评价的 5 项指标中,总磷的指数值大于氨氮,说明水体含磷有机物污染程度大于含氮有机物污染,但两者污染都得以有效控制,并未造成水质恶化;另外,氨氮和总磷相比溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量,整体指数值偏大,但其含量并不影响综合水质的评价结果,所以采用各个项目平均值得到的综合水质标识指数的评价结果为Ⅰ类,计算得到 X_3 、 X_4 都为 0,表明各断面历年水质都达到水功能区水质目标。采用水污染指数法和单因子评价是以水质最差的类别作为评价结果,因而水质为Ⅱ~Ⅲ类。

2.2 综合水质随时间变化

综合水质标识指数和水污染指数的评价结果不仅有对应的类别,还比单因子评价结果多了相应类别的具体数值,因而可以根据其评价结果的具体数值分析水质的时空的变化趋势,评价结果直观。综合水质标识指数和水污染指数的数值越大,其水质就越差。2011~2018 年遂川江各断面综合水质标识指数随时间变化详见图 2。各断面综合水质标识指数在 1.300~1.900,变化趋势基本一致,隔年升高或者降低,但对应的水质类别均为Ⅰ类,无变化。

2011~2018 年遂川江各断面水污染指数随时间变化如图 3 所示,各断面水污染指数在 20.17~45.00,各断面变化趋势一致,2011~2016 年总体呈上升趋势,并在

2016 年达到最大值,2017 年下降,2018 年又有所回升,总体水质类别为Ⅱ~Ⅲ类,大多数断面历年水质类别为Ⅱ类,唯有嵩阳大桥 2016 年为Ⅲ类。

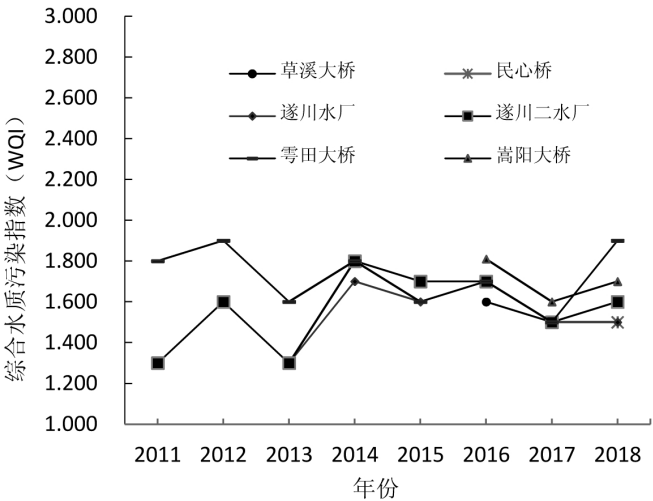


图 2 遂川江综合水质标识指数随时间变化评价

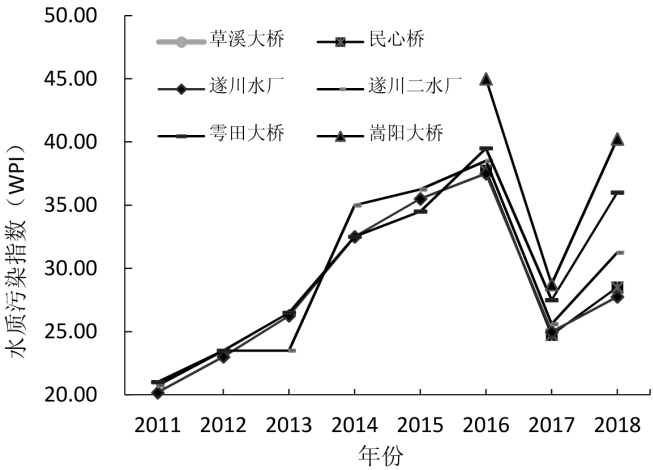


图 3 遂川江水污染指数随时间变化情况

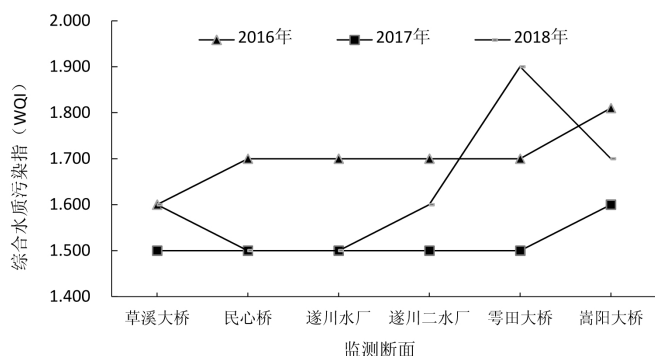


图4 遂川江综合水质标识指数随空间变化趋势图

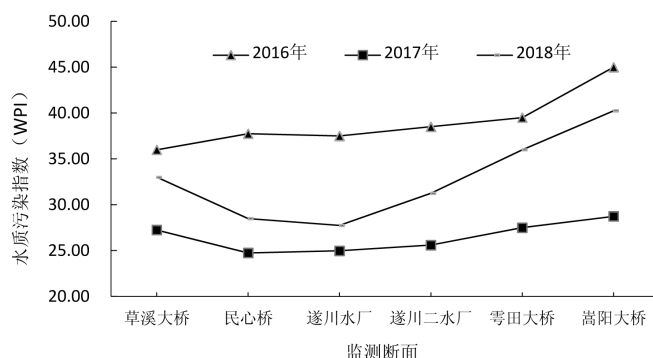


图5 遂川江水污染指数随空间变化趋势图

变异系数($C \cdot V$)能够反映数据的相对离散程度,通常认为 $C \cdot V \leq 0.1$ 为弱变异性, $0.1 < C \cdot V < 1.0$ 为中等变异性, $C \cdot V \geq 1.0$ 为强变异性。遂川水厂、遂川二水厂、零田大桥 2011~2018 都有监测资料, 计算得到其综合水质标识指数 $C \cdot V$ 分别为 0.10、0.12、0.09; 水污染指数 $C \cdot V$ 分别为 0.22、0.23、0.22。综合水质标识指数 $C \cdot V$ 值都集中在 0.1 左右, 为弱变异性。采用综合水质标识指数评价, 遂川水厂、遂川二水厂、零田大桥 2011~2018 年水质平稳, 基本上无明显变化。水污染指数 $C \cdot V$ 值都集中在 0.2 左右, 为中等变异性。采用水污染指数评价, 遂川水厂、遂川二水厂、零田大桥 2011~2018 年水质有弱的变化。

2.3 综合水质随空间变化

由于遂川江上游监测断面草溪大桥、民心桥及下游监测断面嵩阳大桥 2016 年才开始监测, 因此其空间变化趋势时间系列为 2016~2018 年, 如图 4 所示。遂川江 2016~2018 年综合水质标识指数在 1.500~1.900, 上下游水质比较平稳, 整体变化不大, 2016 年及 2017 年变化基本一致, 2016~2018 年水质类别均为 I 类, 无变化。在图 5 中, 遂川江 2016~2018 年水污染指数在 24.75~45.00, 从上游至下游有平稳增大的趋势, 下游水质比上游水质略差, 2016~2018 年水质类别为 II~III 类。

分别计算遂川江上游至下游 2016~2018 年水质变异系数, 综合水质标识指数 $C \cdot V$ 分别为 0.04、0.03、0.09; 水污染指数 $C \cdot V$ 分别为 0.08、0.06、0.14。综合水质标识指数和水污染指数 $C \cdot V$ 值都集中在 0.1 左右, 其中 2018 年的变异系数略大于 2016 年和 2017 年, 但基本上都为弱变异性, 说明 2016~2018 年遂川江从上游至下游, 水质基本上无明显变化。

3 结 语

(1) 以遂川江上游至下游 6 个监测断面的水质监测数据为基础, 分别应用水质标识指数法、水污染指数法、单因子评价法进行评价, 基本可以了解遂川江的水质时空变化趋势与现状。

(2) 综合水质标识指数法和水污染指数法较单因子评价法具有定量评价的优势, 更具体反映遂川江水质的整体水平, 能够全面、科学、合理对遂川江水质状况进行描述^[9-10]。综合水质标识指数的评价结果优于水污染指数法和单因子评价法, 各断面水质类别均为 I 类; 水污染指数法的评价结果与单因子评价结果一致, 各断面水质类别为 II~III 类。

(3) 3 种方法的评价结果均表明, 遂川江各断面历年水质均达相应水功能区标准, 水质状况良好, 无明显污染物。

参考文献:

- [1] 张小君, 徐中民, 宋晓谕, 等. 几种水环境质量评价方法在青海湖入湖河流中的应用[J]. 环境工程, 2013, 31(1): 117~121.
- [2] 薛巧英, 刘建明. 水污染综合指数评价方法与应用分析[J]. 环境工程, 2004, 22(1): 64~66+69.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 刘捷, 邓超冰, 黄祖强, 等. 基于综合水质标识指数法的九洲江水质评价[J]. 广西科学, 2018, 25(4): 400~408.
- [6] 丘冬琳. 不同水质评价方法对水库水质趋势分析的影响比较[J]. 广东水利水电, 2018(7): 13~15.

- [7] 林小媛. 水质标识指数法在城市内河水质评价中的应用[J]. 低碳世界, 2018(2): 24~25.
- [8] 君珊, 白凯, 李魁, 等. 综合水质标识指数法在海拉尔河水质评价中的应用研究[J]. 环境科学与管理, 2017, 42(4): 171~176.
- [9] 李奇, 张生. 水质标识指数法在河流水质评价中的应用[J]. 宿州学院学报, 2015, 30(5): 105~109.
- [10] 王林, 王兴泽. 水质标识指数法在太子河水质评价中的应用[J]. 北方环境, 2012, 24(5): 198~200.

编辑: 张绍付

Application of different water quality evaluation methods in water quality evaluation of Suichuan river

WU Rong, HOU Linli, LANG Fengxiang, XIAO Yingjie, ZOU Wu, XU Peng
(Jian Municipal Hydrology Bureau of Jiangxi Province, Jian 34300, China)

Abstract: In order to comprehensively and objectively grasp the current water quality of the Suichuan river, this paper adopts the monitoring data of six sections of the Suichuan river from 2011 to 2018, and selects three water quality evaluation methods, namely single factor evaluation method, comprehensive water quality identification index method and water pollution index method, to analyze the current water quality of the Suichuan river and the spatial-temporal change trend of water quality. Water quality identification index method and water pollution index method have the advantages of quantitative evaluation compared with single factor evaluation method, which can more specifically reflect the overall level of water quality of the river and describe the water quality of the river comprehensively, scientifically and reasonably. The results of the three methods show that the water quality of each section of the Suichuan river has reached the corresponding water functional zone standards over the years, and the water quality is good, the water quality meets the standard, and there are no obvious pollutants.

Key words: Suichuan river; Single factor evaluation method; Comprehensive water quality index method; Water pollution index method

翻译: 吴 蓉