

◆生态环境◆

南流江全流域水质空间分布特征及年际变化^{*}黄 王^{1,2,3}, 赵银军^{1,3}, 蓝文陆^{2**}

(1. 南宁师范大学地理科学与规划学院, 广西南宁 530001; 2. 广西壮族自治区海洋环境监测中心站, 广西北海 536000; 3. 南宁师范大学, 北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室, 广西地表过程与智能模拟重点实验室, 广西南宁 530001)

摘要:为了解南流江水质变化情况,本研究基于2016年、2019年和2020年共3年的南流江水质监测数据,运用水质标识指数法,探究南流江全流域的空间分布特征、年际变化特征及其变化原因。结果表明:南流江中上游的玉州区、福绵区、博白县的水质较差,主要污染因子为氨氮、总磷,这与南流江流域的禽畜养殖业及生活污水排放有关,但经过综合整治,南流江的水质趋于改善。本研究结果可为下一步南流江精细化治理提供数据支撑。

关键词:南流江 河流水质 时空变化 单因子水质标识指数法 综合水质标识指数法

中图分类号: X52 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2021)04-0331-08

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20211216.008

0 引言

河流是流域内工农业生产和生活的主要水源地,河流水质是影响人类生存和生态环境的重要因素,也是影响河口海湾水质的主要因素^[1-3]。南流江是广西桂东南诸河中最大的独流入海河流^[4]。随着工农业、畜禽养殖业、城市化的迅速发展,工农业污水、养殖废水和生活污水排放量增加,导致南流江水质严重恶化^[5],治理南流江污染成为广西跨世纪绿色工程之一^[6]。鉴于此,研究近年来南流江的水质空间分布特征及其变化情况,对南流江的科学治理及其治理效果评价具有十分重要的意义。

目前已有一些研究对南流江水质进行了分析评价,使人们初步认识到南流江水质的总体分布及21世纪初的变化。代俊峰等^[6,7]分析2003-2009年南流江下游常乐站和总江口的水质数据,发现南流江水质恶化的影响因素主要是禽畜养殖业、农业等面源污染。李昆明等^[8]以南流江玉林段为例,分析南流江上游玉林段的水质。林卉等^[9,10]分析南流江干流亚桥、南域、江口大桥、横塘和六司桥5个断面,发现南流江下游的污染程度低于中上游,氨氮、总磷和五日生化需氧量是主要污染指标。已有的研究主要集中在南流江干流或者上游、下游部分干流断面,但对南流江包括各个支流在内的全流域水质缺乏整体性研究,因

收稿日期: 2021-06-30

^{*} 国家自然科学基金项目(41763004)和广西科技计划项目(桂科 AD19110140)资助。

【作者简介】

黄 王(1997-),女,在读硕士研究生,主要从事河流健康研究,E-mail:1057619819@qq.com。

【**通信作者】

蓝文陆(1980-),男,博士,教授级高级工程师,主要从事海洋生态监测与预警研究,E-mail:dr.lan@139.com。

【引用本文】

黄王,赵银军,蓝文陆.南流江全流域水质空间分布特征及年际变化[J].广西科学院学报,2021,37(4):331-338.

HUANG W,ZHAO Y J,LAN W L. Spatial Distribution Characteristics and Interannual Variation of Water Quality in Nanliu River Basin [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences,2021,37(4):331-338.

此无法全面了解南流江水质空间分布状况。

本研究利用 2016 年、2019 年和 2020 年共 3 年的南流江干流和各支流超过 60 个断面的监测数据, 结合单因子和综合水质标识指数法, 研究南流江全流域水质空间分布, 分析自 2016 年实施综合治理以来南流江水质的年际变化特征, 探讨南流江水质时空变化原因, 以期为南流江流域的精细化管理、治理和评估等工作提供支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

南流江发源于广西北流市大容山, 于北海党江镇注入廉州湾, 是广西独流入海第一大河, 其流域(图 1)位于广西东南部(108°51′ - 110°22′E, 21°34′ - 22°52′N)^[11]。南流江流经玉州区、北流市、博白县、浦北县等 10 县(市、区), 干流全长 287 km, 流域面积为 9 232 km²^[12,13]。南流江流域是广西农业、禽畜养殖业、轻工业较为发达的地区, 而且近年来该流域工业发展迅速, 对广西经济增长的贡献率明显提升^[13]。

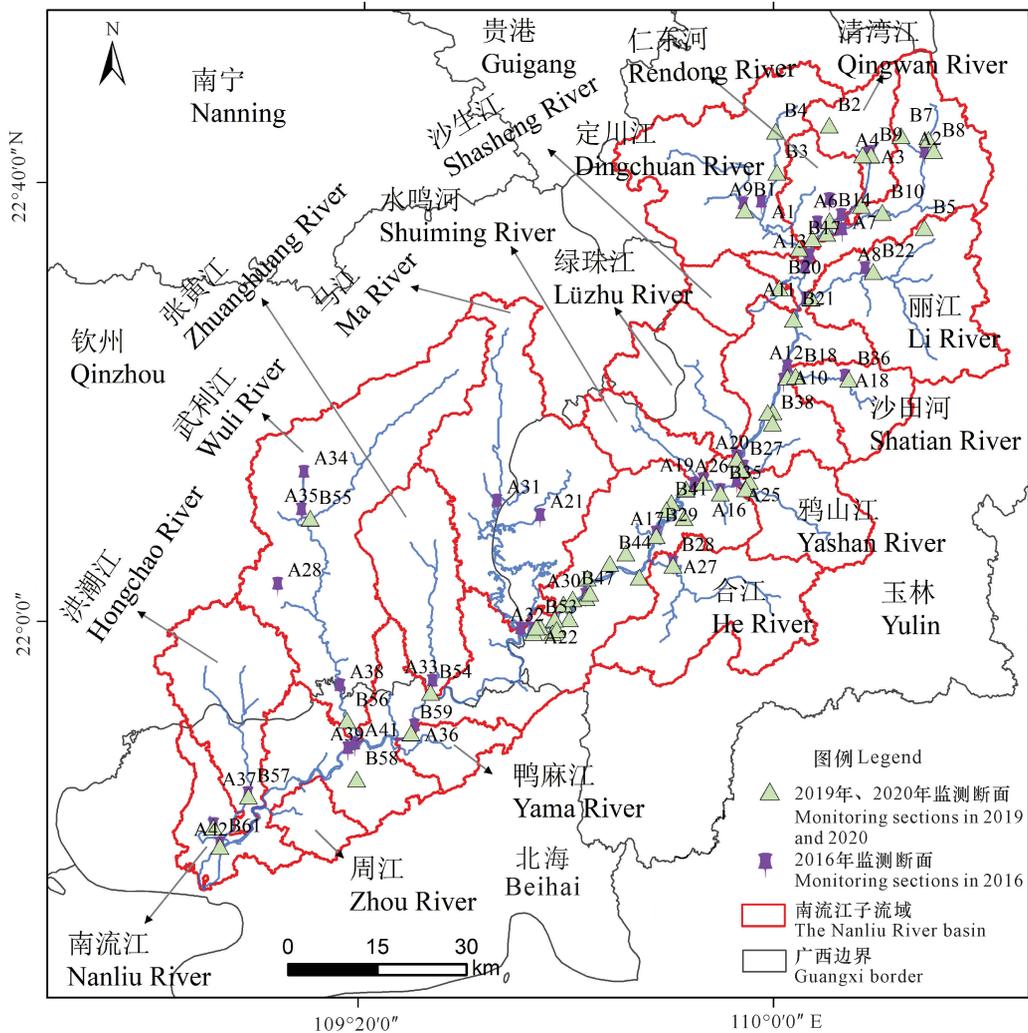


图 1 南流江监测断面分布

Fig. 1 Distribution of Nanliu River monitoring sections

1.2 数据来源

针对南流江以面源污染为主的特点, 结合南流江综合治理的实践效果, 本研究选取 2016 年 5 月、2019 年 5 月和 2020 年 5 月的水质监测数据, 分析南流江综合治理前后的变化。南流江干流和支流的监测断

面布设如图 1 所示, 其中 2016 年 5 月布设 42 个, 用编号“A1 - A42”表示; 2019 年 5 月和 2020 年 5 月均布设 61 个, 用编号“B1 - B61”表示。监测数据由广西壮族自治区海洋环境监测中心站和广西壮族自治区生态环境监测中心提供。

1.3 水质评价方法

采用单因子水质标识指数法和综合水质标识指数法对南流江水质进行评价。根据前期研究成果^[14], 选择南流江的主要超标(Ⅲ类)因子进行分析, 包括高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮和总磷4项指标, 结合水质标识指数, 利用 ArcGIS 将南流江水质状况进行空间化, 分析其空间变化和年际变化特征。

单因子水质标识指数既能按照《地表水环境质量标准(GB 3838-2002)》^[15]进行水质类别的定性评价, 又能根据标识指数在同一类水质指标中进行定量评价^[16]。单因子水质标识指数法由一位数字和小数点后2位小数组成, 表达式为^[17,18]

$$P = X_1 \cdot X_2 X_3, \quad (1)$$

$$X_2 = \frac{C_i - C_{ik下}}{C_{ik上} - C_{ik下}} \times 10. \quad (2)$$

式(1)中: P 为单因子水质标识指数; X_1 是某项水质指标的水质类别, 可与相应国家水质标准指数比较确定, 当某项水质指标水质类别为Ⅰ类时, $X_1 = 1$, 当某项水质指标水质类别为Ⅱ类时, $X_1 = 2, \dots$, 以此类推; X_2 为水质监测数据在 X_1 类水质变化区间中所处的位置; X_3 为水质类别与水质功能区划类别(《地表水环境质量标准(GB 3838-2002)》^[15]Ⅲ类标准比较的结果。式(2)中: C_i 是第 i 项指标的实测浓度, mg/L; $C_{ik上}$ 、 $C_{ik下}$ 分别为某项水质指标在第 k 类水质区间的上限值和下限值, mg/L。单因子水质指标判断关系如表1所示。单因子水质标识指数法的具体计算方法见参考文献^[17,18]。

表1 单因子水质指标级别判定

Table 1 Determination of single-factor water quality index level

判断依据 Basis for judgment	单因子水质指标级别 Single-factor water quality index level
$1.0 \leq X_1 \cdot X_2 \leq 2.0$	Ⅰ类 Class I
$2.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 3.0$	Ⅱ类 Class II
$3.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 4.0$	Ⅲ类 Class III
$4.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 5.0$	Ⅳ类 Class IV
$5.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 6.0$	Ⅴ类 Class V
$X_1 \cdot X_2 > 6.0$	劣Ⅴ类 Poor class V

综合水质标识指数法是基于单因子水质标识指数法, 结合河流和监测点总体的水质信息、水环境功

能区等相关内容进行合理评价的水质评价方法^[19,20]。综合水质标识指数法由一位整数和小数点后3位小数组成, 其表达式为^[19,20]

$$I = X_1 \cdot X_2 X_3 X_4, \quad (3)$$

$$X_1 \cdot X_2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (P_1 + P_2 + \dots + P_m). \quad (4)$$

式(3)中: X_1 、 X_2 为综合水质类别; X_3 是参评的单项水质指标中比水体功能区目标差的水质指标个数; X_4 是综合水质类别与水体功能区类别的比较结果, 如果 $X_4 = 0$, 说明综合水质类别达到或者优于功能区, 如果 $X_4 = 1$, 说明综合水质类别比功能区差1个类别, 以此类推。按照南流江水质功能区《地表水环境质量标准(GB 3838-2002)》^[15]Ⅲ类标准进行比较评价。式(4)中: m 表示参与综合水质评价的单项指标个数; P_1 、 P_2 、 \dots 、 P_m 分别为第1, 2, \dots , m 个水质因子的单因子水质标识指数, 对应的是单因子水质标识指数中的 X_1 、 X_2 。 X_1 、 X_2 可以判断综合水质类别, 具体判断标准如表2所示。综合水质标识指数法的具体计算方法见参考文献^[19,20]。

表2 综合水质评价级别判定

Table 2 Determination of comprehensive water quality evaluation level

判断依据 Basis for judgment	综合水质级别 Comprehensive water quality level
$1.0 \leq X_1 \cdot X_2 \leq 2.0$	Ⅰ类 Class I
$2.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 3.0$	Ⅱ类 Class II
$3.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 4.0$	Ⅲ类 Class III
$4.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 5.0$	Ⅳ类 Class IV
$5.0 < X_1 \cdot X_2 \leq 6.0$	Ⅴ类 Class V
$X_1 \cdot X_2 > 6.0$	劣Ⅴ类 Poor class V

2 结果与分析

2.1 单因子水质标识指数空间变化

根据单因子水质标识指数(以下称“单因子指数”)结果显示(图2), 2016年4个指标的单因子指数空间变化显著, 空间变化规律各异(2019年和2020年部分断面的高锰酸盐指数和五日生化需氧量未监测)。高锰酸盐指数在中上游出现劣Ⅴ类、Ⅳ类水质较多, 下游以Ⅲ类、Ⅱ类为主。五日生化需氧量在整个流域内以Ⅳ类、Ⅲ类为主。氨氮和总磷指数在中游、上游局部出现劣Ⅴ类、Ⅳ类水质较多, 下游以Ⅰ类和Ⅱ类为主, 但在水鸣河、马江、张黄江、武利江的部分监测断面中出现劣Ⅴ类、Ⅳ类。

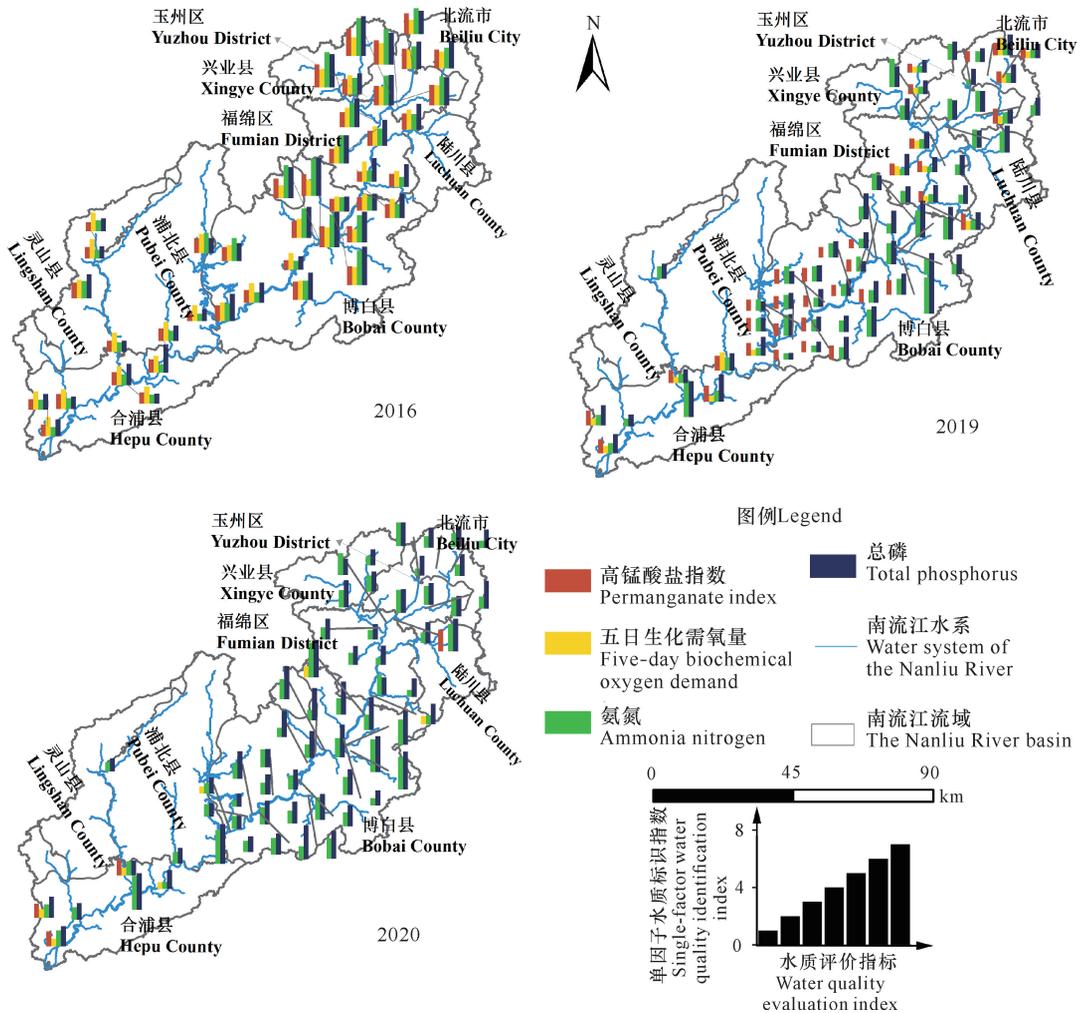


图2 2016年、2019年和2020年南流江单因子水质标识指数空间分布

Fig. 2 Distribution map of spatial change of Nanliu River single-factor water quality label index in 2016, 2019 and 2020

2019年的高锰酸盐指数、五日生化需氧量指数空间差异不明显,氨氮、总磷指数的单因子指数空间差异较大。高锰酸盐指数和五日生化需氧量指数均达到或优于南流江Ⅲ类水质功能区类别。氨氮指数以Ⅲ类、Ⅱ类为主,上游局部出现Ⅳ类,中下游博白县部分监测断面出现劣Ⅴ类,下游北海石康镇断面出现劣Ⅴ类。总磷指数由上游的Ⅲ类逐渐向中游Ⅳ类、Ⅴ类变化,再逐渐向下游变为Ⅲ类。

2020年的高锰酸盐指数、五日生化需氧量指数差异不显著,但均达到南流江Ⅲ类水质功能区类别。氨氮指数在中上游主要以Ⅲ类、Ⅱ类为主,在兴业县、玉州区、博白县部分断面出现Ⅳ类、Ⅴ类,下游主要以Ⅰ类、Ⅱ类为主,在石康镇断面出现了Ⅴ类。总磷指数则由上游的Ⅲ类逐渐向中游增加为Ⅳ类、Ⅴ类,再

逐渐向下游减少至Ⅲ类、Ⅱ类。

2.2 综合水质标识指数空间变化

综合水质标识指数空间分布结果(图3)显示,2016年南流江总体水质类别为Ⅳ类,主要分布在北流市、玉州区、福绵区、陆川县。Ⅴ类水质分布在兴业县、玉州区、福绵区、博白县。劣Ⅴ类水质则出现在玉州区,Ⅰ类和Ⅱ类水质则主要分布在浦北县、灵山县和合浦县。2019年和2020年南流江总体水质类别为Ⅲ类,2019年和2020年Ⅳ类水质主要分布在兴业县、玉州区、博白县,Ⅴ类水质主要分布在福绵区、博白县。Ⅰ类和Ⅱ类水质则主要集中在中下游的博白县县城往下的流域以及灵山县、合浦县。与2016年相比,2019年和2020年玉林市境内的综合水质类别为Ⅰ-Ⅲ类的水质有所增加。

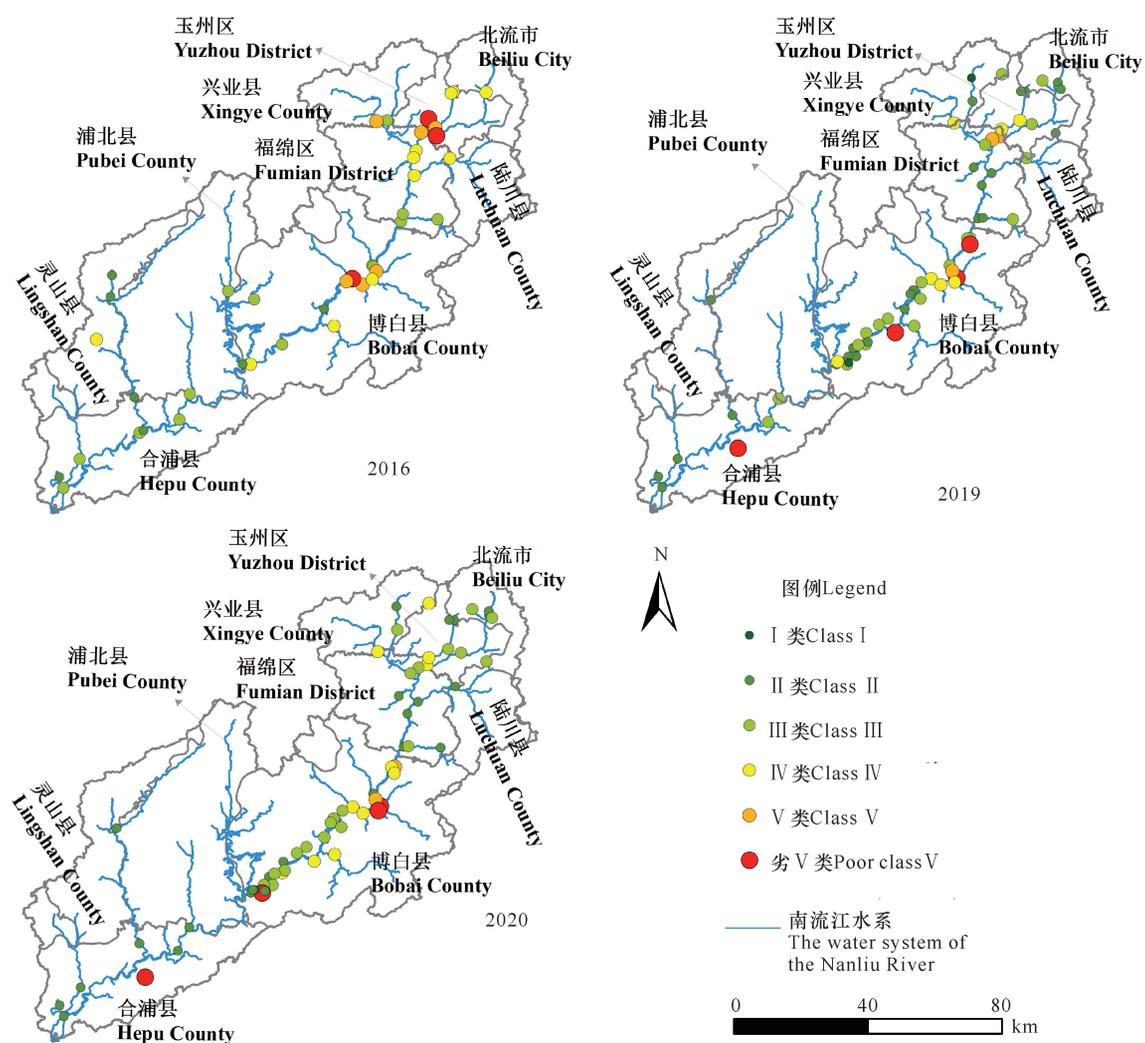


图3 南流江综合水质标识指数空间分布

Fig. 3 Spatial distribution map of Nanliu River comprehensive water quality identification index

2.3 单因子标识指数年际变化

由于2019年5月和2020年5月未对南流江支流部分监测断面的高锰酸盐指数和五日生化需氧量进行监测,因此下文只分析氨氮和总磷的单因子水质标识指数的年际变化。

干流中氨氮、总磷年际变化明显,与2016年相比,2019年、2020年氨氮分别下降27.78%、30.55%,总磷分别下降27.78%、25%。中上游支流中氨氮、总磷年际变幅较大,与2016年相比,2019年、2020年氨氮都下降31.75%,总磷分别下降25.40%、44.44%;下游各支流中,氨氮、总磷的年际变幅不明显(图2,4)。

从图2和图4来看,2016年南流江干流中,北流市、博白县、玉州区、福绵区的大部分监测断面氨氮浓度超标,超标断面单因子指数为4.0-8.0,下游合浦县单因子指数为1.5-2.5。2019年和2020年玉林

市氨氮单因子指数有所下降,特别是北流市、玉州区、福绵区,但是博白县部分断面氨氮单因子指数仍较高。2016年干流中,北流市、福绵区和玉州区监测断面总磷浓度超过南流江Ⅲ类水质功能区类别,博白县超过一半的监测断面超过南流江Ⅲ类水质功能区类别,5个区(县)超标断面单因子指数为4.5-8.5。2019年和2020年,福绵区、北流市、玉州区、博白县、合浦县总磷指数均有所下降,但仍有些监测断面总磷浓度超过南流江Ⅲ类水质功能区类别,单因子指数为4.5-8.5。

氨氮浓度在上游支流中定川江流域下降明显,2016年单因子指数为3.5-7.5,2019年和2020年为1.0-4.0。清湾江流域氨氮浓度下降明显,2016年单因子指数为4.5-6.0,2019年为1.0-5.0,到2020年转为2.0-3.5。仁东河流域氨氮浓度有所下降,2016年单因子指数为6.5-8.5,到2019年和

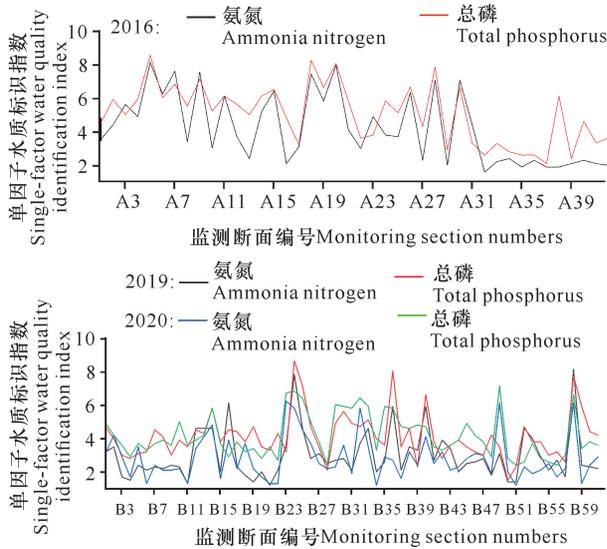


图4 2016年、2019年和2020年南流江水质评价结果

Fig. 4 Water quality evaluation results of Nanliu River in 2016, 2019 and 2020

2020年为4.5-6.5,但氨氮含量依然超过南流江Ⅲ类水质功能区类别。在所调查的3年里,沙生江流域、丽江流域、沙田河流域的氨氮浓度均优于水质功能区类别,单因子指数均小于4.0。在中游支流中,绿珠江流域在这3年中的氨氮浓度均优于水质功能区类别。水鸣河流域这3年氨氮浓度达到Ⅲ类水质功能区类别。鸭山江流域氨氮单因子指数变动较大,由2016年的5.0-6.0变为2019年的3.5-8.0,再变为2020年的5.5-6.0。合江流域氨氮单因子指数由2016年的4.0变为2019年和2020年的2.5-4.0。在下游支流中,武利江流域、张黄江流域、洪潮江流域3年的氨氮浓度优于水质功能区类别,单因子指数均为1.5-3.0。

总磷浓度在上游支流中定川江流域显著下降,2016年单因子指数为4.5-7.5,2019年和2020年为3.0-4.5。清湾江流域总磷浓度下降明显,2016年单因子指数为5.0-6.0,2019年为1.0-5.0,到2020年转为2.0-3.5。仁东河流域总磷浓度超标,2016年单因子指数为6.0-9.0,到2019年和2020年为4.3-6.0。沙生江流域总磷单因子指数较小,水质类别均达到水质功能区类别。沙田河流域总磷浓度下降明显,由2016年的4.5-5.5转为2019年和2020年的3.0-4.0。在中游支流中,绿珠江流域总磷浓度变化反复,由2016的3.6变为2019年的4.3,到2020年转为2.7。水鸣河流域、鸭山江流域、合江流域总磷浓度超标,3年单因子指数均大于4.5。在下游支流中,利江流域、张黄江流域、洪潮江流域在

3年中的氨氮浓度均优于Ⅲ类水质功能区类别,单因子指数均小于4.0。

2.4 综合水质标识指数年际变化

根据综合水质标识指数结果(图3,5)分析:与2016年相比,2019年和2020年南流江水质总体趋于改善,Ⅰ-Ⅲ类水质比例分别上升21.98%、25.25%。

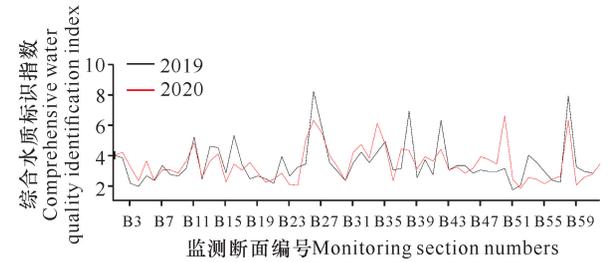
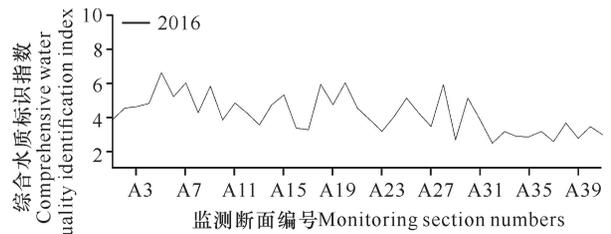


图5 南流江流域监测断面综合水质类别

Fig. 5 Comprehensive water quality categories of the monitored sections of the Nanliu River basin

2016年南流江干流区域的北流市、福绵区、玉州区和博白县部分监测断面水质较差($I > 4$),下游的合浦县、浦北县总体水质较好($I \leq 4$)。到2019年和2020年,北流市、玉州区、福绵区的水质均有所好转。虽然博白县部分监测断面水质有所好转,但部分断面水质仍较差,主要集中在博白镇、水鸣镇、东平镇、菱角镇、亚山镇。合浦县除了石康镇水质较差($I \geq 6$)外,其他水质监测断面保持良好。

在上游支流中,定川江流域在2016年总体水质较差($I > 4$),而在2019年和2020年总体水质呈现好转趋势($I \leq 3$)。仁东河流域在2016年的水质差($I > 5$),2019年和2020年总体水质得以改善($I > 4$)。清湾江流域和丽江流域总体水质呈现好转趋势,水质由Ⅳ类逐渐转为Ⅱ类和Ⅲ类。沙生江流域和沙田河流域水质在2016年、2019年和2020年保持良好,均在Ⅲ类及以上($I \leq 3$)。

在中游支流中,马江流域水质较好,绿珠江流域水质在这3年里均达到Ⅲ类及以上。鸭山江流域水质污染加重,由2016年的Ⅳ类逐渐转为2019年和2020年的劣Ⅴ类($I \geq 6$)。水鸣河流域水质呈现好转趋势,由Ⅴ类逐渐转为Ⅳ类。合江流域水质状况反

复, 2016年水质类别为Ⅳ类, 2019年达到水质功能区要求, 2020年水质又恶化为Ⅳ类。

在下游的支流中, 张黄江流域、洪潮江流域水质保持良好, 均达到Ⅲ类及以上($I \leq 4$)。武利江流域水质呈现好转趋势, 2016年有部分监测断面水质为Ⅳ类, 到2019年和2020年水质均达到Ⅱ类。

3 讨论

南流江水质较差的区域集中在玉林市玉州区、福绵区、博白县, 主要污染物为氨氮、总磷。根据已有的研究可知, 禽畜养殖污染、城镇及农村生活污染是南流江水质污染的主要来源^[21]。南流江流域存在大量禽畜养殖, 是广西生猪养殖业的集中地之一, 2016年南流江流域生猪出栏838.09万头, 主要分布在玉州区、福绵区、博白县、浦北县、合浦县等地^[14, 22]。但由于养殖模式粗放, 流域污染防治管理水平较差等原因, 南流江流域养殖业污染问题越来越突出。根据监测数据显示, 2015年南流江生猪养殖排放的氨氮、总磷分别为673.29, 256.32 t^[23], 这些养殖废水直排南流江, 导致南流江氨氮、总磷超标。此外, 南流江流域人口众多, 根据研究显示, 2015年玉林市、钦州市、北海市城镇生活污水排放量分别为6428.68, 635.11, 3025.94 t, 农村生活污水排放量分别为4055.60, 1899.24, 813.57 t^[22]。然而, 南流江流域城镇和农村生活污水处理设施建设滞后, 无法有效处理日益增多的生活污水, 甚至部分生活污水未经处理直排入江。因此, 生活污水及禽畜养殖业污水的排放是南流江氨氮、总磷的主要来源^[9]。

2016年、2019年、2020年3年里南流江水质总体趋于改善, 玉林市范围南流江干支流中氨氮、总磷年际变化明显。这可能与政府对南流江流域综合整治相关。近年来, 南流江水质污染较为严重, 甚至因整治不力被生态环境部约谈。为综合治理南流江流域水环境, 广西各级政府针对南流江实际情况出台污染防治方案, 制定计划和措施, 2016-2018年全区共投入约28.6亿元。例如, 为治理禽畜养殖污染, 玉林市完成畜禽养殖场截污池、生态养殖场等建设; 博白县截污建池, 收运还田^[24]。截至2018年, 玉林市完成41个镇级污水处理厂的建设和设备安装, 用以治理生活污水, 北海市建成6个乡镇污水处理厂并投入试运行。为治理工业废水, 玉林市7个工业园区已建成并投入运行^[24]。2020年5月南流江流域国控断面和区控断面水质均达Ⅲ类, 说明综合治理已见成效。

然而, 在南流江水质总体好转的情况下, 依然还有部分地区的水质严重超标, 例如2019年在玉林市博白县博白镇、亚山镇, 北海市合浦县石康镇出现劣Ⅴ类水质; 玉林市福绵区福绵镇和玉州区南江街道出现Ⅴ类水质。2020年在博白县博白镇、东平镇、菱角镇, 合浦县石康镇出现劣Ⅴ类水质, 意味着还要继续推进南流江“两年显著见效, 三年大见成效”的工作目标。

值得注意的是, 南流江水质变好可能受生猪数量减少等因素影响。与2016年相比, 2019年玉林市出栏生猪460.03万头, 同比下降21.9%^[25]。南流江生猪养殖数量的下降, 在一定程度上从源头减少了禽畜养殖污染。

4 结论

本研究利用水质标识指数法, 分析南流江2016年、2019年和2020年水质空间分布及年际变化特征, 并探讨其原因。主要结论如下:

①南流江水质较差的区域集中在中上游的玉州区、福绵区、博白县, 主要污染因子为氨氮、总磷, 这与南流江流域的禽畜养殖业及生活污水排放有关。

②经过综合整治, 与2016年相比, 2019年和2020年南流江流域的水质趋于改善。

③本文对南流江包括各个支流在内的全流域水质进行空间分布特征及年际变化情况, 可为下一步南流江精细化治理提供科学依据。

参考文献

- [1] WANG Y, WANG P, BAI Y J, et al. Assessment of surface water quality via multivariate statistical techniques: A case study of the Songhua River Harbin region, China [J]. Journal of Hydro-environment Research, 2013, 7(1): 30-40.
- [2] 程琳琳, 杨开宇, 杜鹃, 等. 河北省河流水质时空变化特征及受人类活动的影响分析[J]. 水资源与水工程学报, 2015, 26(1): 1-7.
- [3] 王佳宁, 李新艳, 晏维金, 等. 基于MEA情景的长江流域氮平衡及溶解态无机氮通量: 流域-河口/海湾氮综合管理[J]. 环境科学学报, 2016, 36(1): 38-46.
- [4] 朱凌峰. 南流江流域水环境问题及对策研究[J]. 水利科技与经济, 2006(8): 530-533.
- [5] 覃祖永. 关于广西南流江流域水环境修复的探讨[J]. 水土保持应用技术, 2014(1): 34-36.
- [6] 代俊峰, 张学洪, 王敦球, 等. 北部湾经济区南流江水质变化分析[J]. 节水灌溉, 2011(5): 41-44.
- [7] 代俊峰, 张学洪, 王敦球, 等. 北部湾经济区河流水质评价研究[J]. 中国农村水利水电, 2012(1): 21-24.
- [8] 李昆明, 莫创荣, 凌政学, 等. 南流江流域玉林段水质综

- 合评价研究[J]. 节能与环保,2018(12):48-51.
- [9] 林卉,蓝月存,许园园,等.南流江水质时空变化特征及影响因素研究[J].绿色科技,2020(10):10-14.
- [10] 林卉,李楠,黄伯当,等.基于主成分分析的南流江水质评价[J].广东化工,2020,47(4):144-146.
- [11] 王丹媛.基于SWAT模型的南流江流域非点源污染时空特征分析[D].南宁:南宁师范大学,2019.
- [12] 胡宝清,周永章.北部湾南流江流域社会生态系统过程与综合管理研究[M].北京:科学出版社,2017.
- [13] 姜大川.气候变化下流域水资源承载力理论与方法研究[D].北京:中国水利水电科学研究院,2018.
- [14] 玉林市统计局.2016年玉林市国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. [2021-06-10]. <http://www.yulin.gov.cn/zwgk/sjfb/tjgb/t1492347.shtml>,2017-4-28.
- [15] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局.地表水环境质量标准:GB 3838-2002[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [16] 周佳楠,傅国圣,安浩,等.里下河腹部典型区水质时空变化特征及其原因分析[J].中国农村水利水电,2020(4):22-29.
- [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(3):321-325.
- [18] 孙伟光,邢佳,马云,等.单因子水质标识指数评价方法在某流域水质评价中的应用[J].环境科学与管理,2010,35(11):181-184.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 黄喜寿,叶凡,陈志明,等.北部湾入海河流南流江水质现状研究[J].企业科技与发展,2018(10):155-157.
- [22] 中国环境科学研究院,广西壮族自治区环境保护科学研究院,广西壮族自治区海洋环境监测中心站.南流江-廉州湾陆海统筹水环境综合整治规划(2016-2030)研究报告[R].南宁:广西壮族自治区环境保护厅,2016.
- [23] 玉林市人民政府.玉林市南流江流域养殖业“十三五”科学发展规划[R].玉林:玉林市人民政府办公室,2017.
- [24] 李茹玉.黑水变清水 南流风景美——南流江流域综合治理凸显成效[N].中国环境报,2020-4-3(2).
- [25] 玉林市统计局.2019年玉林市国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. [2021-06-10]. <http://www.yulin.gov.cn/zwgk/sjfb/tjgb/t5269818.shtml>,2020-4-30.

Spatial Distribution Characteristics and Interannual Variation of Water Quality in Nanliu River Basin

HUANG Wang^{1,2,3}, ZHAO Yinjun^{1,3}, LAN Wenlu²

(1. School of Geography and Planning, Nanning Normal University, Nanning, Guangxi, 530001, China; 2. Marine Environmental Monitoring Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Beihai, Guangxi, 536000, China; 3. Key Laboratory of Environment Change and Resources Use in Beibu Gulf of Ministry of Education, Key Laboratory of Earth Surface Process and Intelligent Simulation, Nanning Normal University, Nanning, Guangxi, 530001, China)

Abstract: In order to understand the changes of water quality in the Nanliu River, based on the water quality monitoring data of the Nanliu River in 2016, 2019 and 2020, the water quality identification index method is used to explore the spatial distribution characteristics, interannual variation characteristics and change reasons of the whole basin of the Nanliu River in this study. The results show that the water quality is poor in Yuzhou District, Fumian District and Bobai County in the upper and middle reaches of the Nanliu River. The main pollution factors are ammonia nitrogen and total phosphorus, which is related to the livestock breeding industry and domestic sewage discharge in the Nanliu River Basin. However, the water quality of the Nanliu River tends to improve after the comprehensive improvement of the government. The results of this study can provide data support for the next step of the fine governance of the Nanliu River.

Key words: Nanliu River, river water quality, temporal and spatial changes, single-factor water quality identification index method, comprehensive water quality identification index method

责任编辑:米慧芝