

广州市南沙新区流域污染分布特征及控制策略

宣雍祺, 张俊, 叶智峰, 周璟 (上海勘测设计研究院有限公司, 上海 200434)

摘要 广州市南沙新区作为粤港澳大湾区的门户枢纽, 对水环境建设提出了新的要求。对南沙地区现有污染源及其分布特征进行了调研和分析, 并提出了有针对性的控制策略。结果表明, 南沙新区污染负荷压力较大的区域主要集中于北部的榄核、东涌、大岗3镇的中心镇区; 南沙新区当前污染源类型以面源污染为主, 农村生活源和水产养殖源是主要的化学需氧量和总磷污染源, 农村生活源和城镇生活源是主要的氨氮污染源; 不同地区应结合自身污染程度和发展定位采取相应的污染控制策略。

关键词 南沙新区; 污染负荷; 控制单元; 分布特征; 控制策略

中图分类号 X522 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)15-0067-05

Pollution Distribution Characteristics and Control Strategies in Nansha New District of Guangzhou City

XUAN Yong-qi, ZHANG Jun, YE Zhi-feng et al (Shanghai Investigation, Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai 200434)

Abstract Nansha New District of Guangzhou, as the gateway to Guangdong, Hong Kong and Macao Bay Area, put forward new requirements for water environment construction. In order to meet these requirements, existing pollution sources and their distribution characteristics of Nansha District were investigated and analyzed, and targeted control strategies were put forward. The results demonstrated that the areas with large pollution load in Nansha District were mainly concentrated in the central town areas of Lanhe, Dongchong and Dagang towns in the northern part of Nansha District. The current pollution sources in Nansha were mainly non-point. Rural living sources and aquatic products breeding sources were the main sources of COD and total phosphorus pollution. Rural living sources and urban living sources were the main sources of ammonia nitrogen pollution. Different regions should adopt corresponding pollution control strategies in combination with their own pollution levels and development orientation.

Key words Nansha New District; Pollution load; Control unit; Distribution characteristics; Control strategies

南沙新区位于广东省广州市南部, 依托珠三角地区。2012年9月6日, 国务院正式批复《广州南沙新区发展规划》, 南沙新区成为全国第六个国家级新区。2017年国务院政府工作报告中提出了建设粤港澳大湾区的战略构想, 南沙新区作为粤港澳大湾区中心区域, 将围绕门户枢纽定位, 全面整合来自大陆、港澳等多方资源, 建成高水平的国际化城市和国际航运、贸易、金融中心^[1-2]。在此基础上, 南沙新区对水环境建设提出了新的要求: 到2020年, 全区基本消除黑臭水体, 重点区域内河涌水质稳定达到Ⅳ类以上^[3]。因此, 急需对南沙地区污染源及其分布特征进行系统性的整理。笔者对南沙地区现有污染源情况进行了调查和分析, 并提出了有针对性的控制策略, 以期在当地水环境治理项目的规划和实施提供数据支撑, 并对珠江流域类似地区的水环境治理提供参考。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况 南沙新区处于珠江三角洲经济区的几何中心, 位于珠江出海口虎门水道西岸, 是西江、北江、东江三江汇集之处, 东与东莞虎门隔海相望, 西连中山市。目前南沙新区总面积为803 km², 下辖万顷沙镇、黄阁镇、横沥镇、东涌镇、大岗镇、榄核镇、南沙街、珠江街、龙穴街9个镇(街); 设有128个行政村、28个社区居民委员会、4个农(林)场。南沙新区位于珠江水系河口区范围, 水网密布, 水资源丰富。区内共有11条主要的大型水道: 狮子洋、伶仃洋、沙湾水道、榄核水道、驷岗水道、蕉门水道、洪奇沥水道、大岗沥水道、潭洲沥水道和上、下横沥(图1)。全区被主要水道划分为13个围区, 分别是蕉东联围、小虎岛围、沙仔岛围、鱼窝头围、大坳

围、四六村围、高新沙围、番顺联围、义沙围、万顷沙联围、沥沁沙围、缸瓦沙围和龙穴围。各围区内部还有300多条内河涌, 围内外河道总长达333 km。

南沙新区现有水质监测数据显示, 南沙新区各围外水道水质基本达到地表水Ⅲ类要求, 且总体呈现向好趋势, 但个别年份存在一定的反弹问题。围内河涌方面, 万顷沙围、沥沁沙围等以农业区为主的围区, 其河涌水质一般都在Ⅲ类左右; 其他区域在目前人口密集程度不大, 工业废水和生活污水排放较少的情况下, 多数河涌水质可以达到Ⅳ类以上; 少数流经南沙街、黄阁镇等人口密集较大或工业废水排放量较大的河涌, 局地局时水质劣于Ⅴ类。

1.2 调查数据来源 原始数据来源于南沙新区实地调研及当地政府部门提供的2014—2016年统计资料, 包括统计年鉴、环境统计数据、河流水质监测数据等。

1.3 污染负荷计算方法 以化学需氧量(COD)、氨氮和总磷为主要污染因子, 工业和生活点源污染负荷根据2016年环境统计数据中的监测值进行计算, 其他非点源污染负荷(非点源生活源、畜禽养殖源、水产养殖源、农田种植源、城镇面源)采用输出系数法模型进行计算。该方法适用于以流域为单元的长期年均负荷估算, 不考虑汛期与非汛期的非点源污染物入河差异^[4-5], 计算公式如下:

$$L = \sum_{i=1}^n E_i A_i (I_i) + p$$

式中, L 为污染物的流失总量, t/a; E_i 为流域内第 i 种污染源的输出系数, 即单位面积或每头(只)畜禽、人均生活污染的污染物年输出量, L(kg)/[km²(hm²)或头(只)或人·a]; A_i 为第 i 类土地利用类型的面积或第 i 种畜禽数量或流域的人口数量等, km²或头(只)或人; I_i 为第 i 种污染物输入量; p 为降雨输入的污染量, t/a。该研究中忽略降雨输入的污染量。

作者简介 宣雍祺(1991—), 男, 江苏无锡人, 工程师, 从事水污染防治研究。

收稿日期 2018-03-14

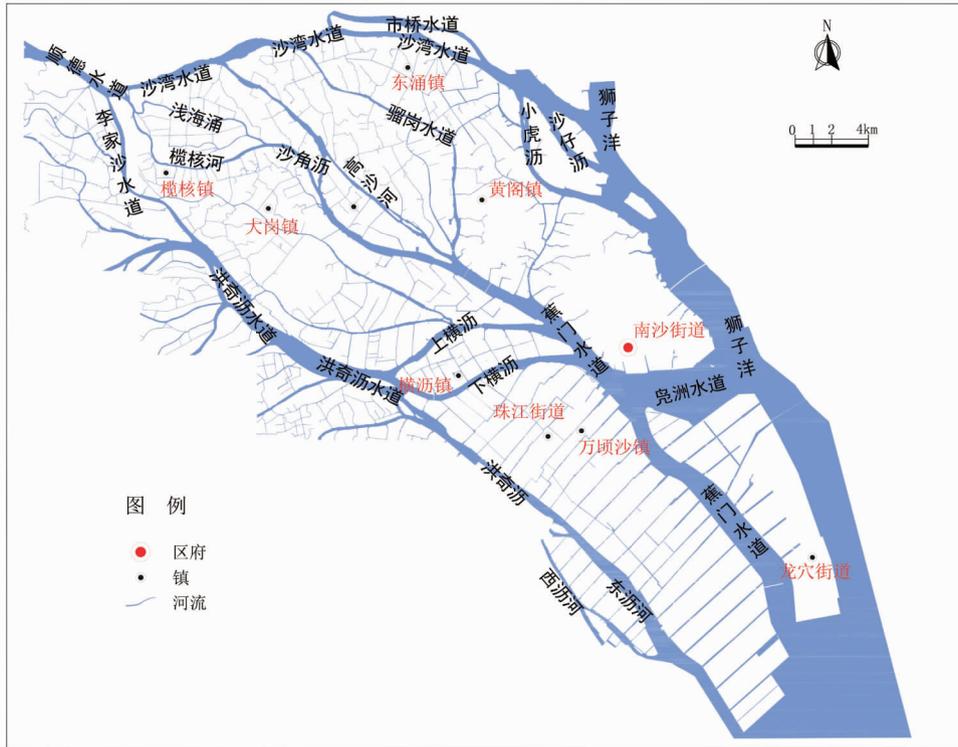


图1 南沙新区现状水系

Fig. 1 Current status of Nansha water system

1.3.1 污染物输出系数的确定。影响污染物输出系数的因素很多,包括流域内地形地貌、水文、气候、土地利用、土壤类型和结构、植被、水分和养分管理措施以及人类活动等^[5]。根据相关技术标准和文献资料^[6-10],分别介绍不同类型污染源污染输出系数。

在生活污染源计算中,城镇、农村生活污水输出系数按照《广州市污水治理总体规划修编》确定,分别取为250和160 L/(人·d),城镇生活污水污染物浓度依据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》取COD 63 g/(人·d)、氨氮 9.4 g/(人·d)、总磷 3 g/(人·d)。农村生活污水污染物浓度依据《广州市南沙区农村水环境整治技术指引》取COD 150 mg/L、氨氮 15 mg/L、总磷 2 mg/L。生活垃圾产生系数依据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》取0.68 kg/(人·d)。

在畜禽养殖污染计算中,将所有畜禽均折算成标准猪进行污染负荷统计。折算按照60只肉鸡折合为1头猪,10头猪折合为1头奶牛进行计算。根据广东省《畜禽养殖业污染物排放标准(DB44 613—2009)》,养殖污水输出系数按照集

约化畜禽养殖业水冲工艺最高允许排水量取25 kg/(头·d),污染物排放系数按照珠三角地区集约化畜禽养殖业水污染物最高允许日均排放浓度取COD 380 mg/L、氨氮 70 mg/L、总磷 7 mg/L。

在水产养殖污染计算中,水产养殖业平均产量根据《南沙年鉴 2015》中南沙全区淡水养殖产量进行估算得15 t/hm²,COD、氨氮、总磷排放系数参照《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》进行取值。

在农业种植污染源计算中,农田径流系数根据《2005年全国水资源公报》中的广东省农田径流废水源强系数确定为9 765 kg/(hm²·a)。COD、氨氮输出系数参照《感潮河西南涌的水质分析与污染源控制研究》取COD 225 kg/(hm²·a)、氨氮 45 kg/(hm²·a)。总磷输出系数参照《第一次全国污染源普查——农业污染源肥料流失系数手册》进行取值。

在城镇面源污染计算中,根据《2015年南沙区水资源公报》,南沙新区年均降雨量值取南沙区多年平均降雨量1 556.1 mm。不同地类径流系数和污染物浓度参考广州市相关研究文献进行取值(表1)。

表1 不同地类径流系数和污染物浓度取值

Table 1 Runoff coefficient and pollutant concentration table for different types of land

用地类型 Land use types	降雨修正系数 Rainfall correction factor	径流系数 The runoff coefficient	COD mg/L	氨氮 Ammonia nitrogen//mg/L	总磷 Total phosphorus//mg/L
交通区 Transport area	0.9	0.8	117.45	2.89	1.57
商业区 Business district	0.9	0.4	59.18	3.97	2.12
居民区 Residential areas	0.9	0.4	59.18	2.77	0.78
工业区 Industrial zone	0.9	0.4	43.86	5.51	2.99
绿地 Green space	0.9	0.2	13.46	0.85	0.89

1.3.2 入河系数的确定。污染物入河量采用入河系数法进行估算,即将各污染源产生量乘以对应的入河系数。依据相关标准及文献^[6,10],各污染源入河系数取值如下:工业污染 1.0,城镇生活 0.9,农村生活 0.7,农田种植 0.1,畜禽养殖 0.6,水产养殖 0.4,城镇面源 0.1。

1.4 控制单元划分方法 目前污染源调查大多按照行政区划来进行统计,该方法虽便于行政管理,却难以直观地展现

出污染源与水系的对应关系。为避免上述方法的局限性,将污染源按控制单元进行重新分类。根据环保部印发的《水体达标方案编制技术指南(试行)》中对控制单元细化分解的要求,结合《广东省地表水环境功能区划》(粤府函[2011]29号)对地表水环境功能区 and 常规监测断面的设定,并在此基础上综合考虑各行政区地形特征、汇水区划分和主要污染源去向,将整个南沙新区划分为 19 个控制单元(图 2)。

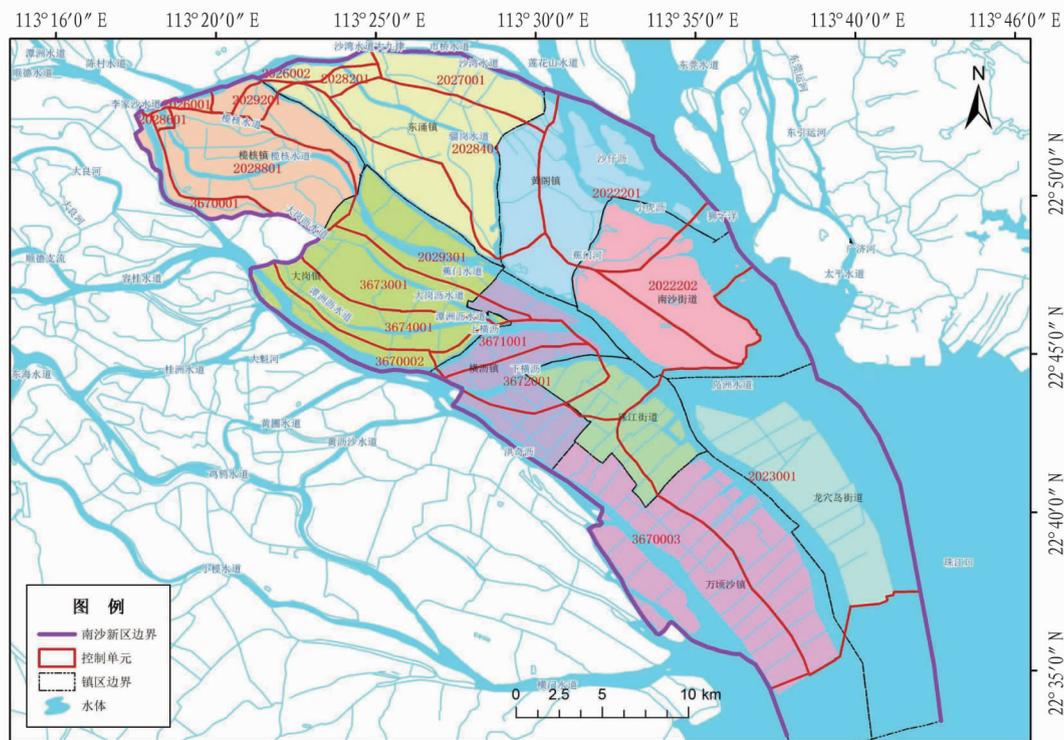


图 2 控制单元与行政区划对应关系

Fig. 2 Corresponding relationship between control units and administrative divisions

2 结果与分析

2.1 污染源现状 根据前期调研结果,南沙区主要的污染源类型可分为 6 类:工业污染源、生活污染源、畜禽养殖污染源、水产养殖污染源、农田种植污染源和城镇面源。

2.1.1 工业污染源。南沙新区 2016 年重点排污企业共有 150 家,主要涉及行业涵盖化工、造纸、印染、纺织、电子、塑料金属加工等,其中 COD 产生量较大的主要有毛染整精加工、机制纸及纸板制造、印制电路板制造等行业,氨氮产生量较大的主要有印制电路板制造、毛染整精加工、纺织服装制造、调味品和发酵制品制造等行业。从污水处理角度看,南沙新区重点排污企业已基本配备污水预处理设施,可削减约 95% 的 COD 和 88% 的氨氮。

2.1.2 生活污染源。生活污染源产生量主要通过研究区内的人口数量加以推算。2015 年末,南沙区常住人口 80.97 万,其中农村常住人口 61.52 万,城镇常住人口 19.45 万。北部 3 镇(榄核、东涌、大岗)是主要的农村人口聚集区,而城镇人口则主要集中在南沙街和明珠湾区。目前南沙区共建有 7 座污水处理厂,处理能力 19.75 万 t/d,出水排放标准以一级 B 为主。大部分城镇生活污水和一部分工业污水均能够在

围区内得到处理,但农村地区污水管网覆盖率偏低,农村污水处理率仅约 30%,老城区和中心镇区排水体制以截流式合流制为主。

2.1.3 畜禽养殖污染源。2016 年南沙新区规模化畜禽养殖场总数为 86 家,相比 2014 年下降了约 80%,其地域分布如图 3 所示。养殖场的主要集中区域位于南沙区西北部的榄核镇和中部的珠江街,养殖种类主要为肉鸡、生猪和奶牛,大多数养殖场采用水冲方式清粪,粪便的主要利用方式为直接农业利用。

2.1.4 水产养殖污染源。南沙区 2016 年水产养殖面积为 6 671.55 hm^2 ,水产养殖品种有 34 种,其中鱼类养殖面积占全区水产养殖面积的 56.8%,品种以四大家鱼为主。从区域分布特点上来看,水产养殖较为集中的区域为万顷沙联围南部的围垦区,其养殖面积占总养殖面积的 46.3% (图 4)。

2.1.5 农田种植污染源。2016 年南沙新区粮食种植面积为 1 302.17 hm^2 (其中水稻 700.83 hm^2 ,玉米 601.35 hm^2),蔬菜常年面积约 4 000 hm^2 (播种面积 16 000 hm^2),水果种植约 11 333.33 hm^2 ,花卉园林面积约 2 600.00 hm^2 。从区域分布来看,北部大岗、东涌、榄核 3 镇以种植甘蔗和蔬菜为主;南



图3 南沙区规模化畜禽养殖场分布示意

Fig.3 Distribution of large-scale livestock and poultry farms in Nansha District

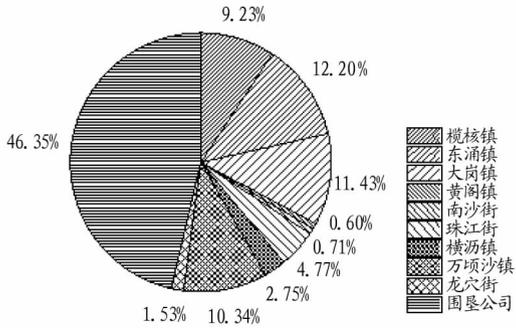


图4 南沙区水产养殖面积分布

Fig.4 Aquaculture area distribution in Nansha District

部珠江街和万顷沙镇基本以种植莲藕及香蕉、木瓜和番石榴等特色水果为主;东部南沙街、黄阁镇农业面积较少,以山林荔枝作为主要农业品种;横沥镇的主要作物为甜玉米。另外,花卉种植以大岗和东涌为中心形成了绿化苗木及盆花为主的花卉产业区。目前南沙区耕地面积最大的区域为万顷沙镇、东涌镇,其次是大岗镇和榄核镇。

目前南沙区农林部门正在大力推广化肥、农药零增长措施,现阶段采取的措施有:开展农田土壤和灌溉水定期监测;推广病虫害绿色防控技术;推广测土配方施肥等科学施肥技术。

2.1.6 城镇面源。城镇面源污染主要来源于降雨冲刷城市建成区地表而形成的径流。南沙区2016年现状用地情况见图5。由图5可知,南沙区建设用地面积为146.8 km²,约占全区总面积的18%,其中工业和居住用地是最主要的用地类型。从地域分布上看,建设用地最集中的区域为蕉东联围,其次为番顺联围。

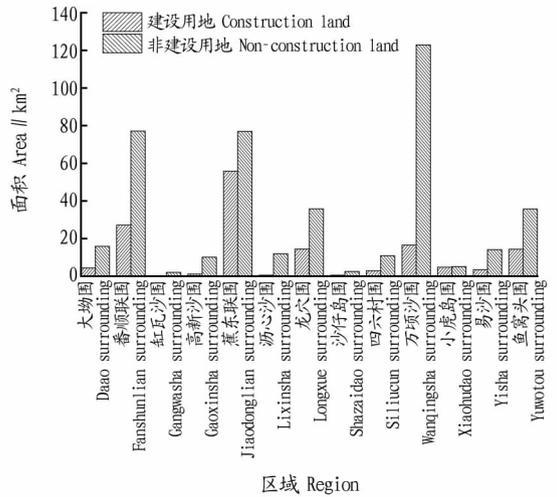


图5 南沙新区建设用地分布

Fig.5 Distribution of construction land in Nansha District

根据计算,全区现状污染物COD、氨氮、总磷入河总量分别为8792.35、886.05和144.77 t/a。

2.2 污染负荷空间分布特征 为了更直观地展现南沙区各主要水道流域污染的空间分布特征,按照所划分的控制单元对各控制单元的污染程度进行评价。由于不同控制单元面积大小不一致,不能仅以各自的人河污染量作为同一尺度进行比较。故采用单位面积污染负荷来表征各控制单元的污染程度,计算结果见图6。

由图6可知,3种污染因子在南沙区的空间分布规律基本一致。整个南沙地区污染分布较为集中的区域主要有洪奇沥上游(榄核镇)、潭洲沥(大岗镇)、大岗沥(大岗镇)、驷

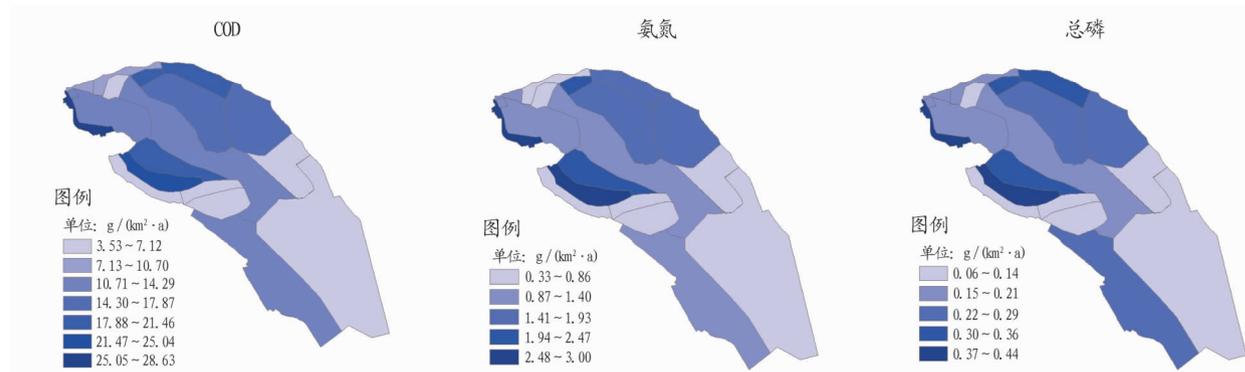


图6 流域污染空间分布

Fig.6 Spatial distribution of basin pollution

岗水道上游(东涌镇)和沙湾水道下游(东涌镇)。可见,南沙区污染负荷压力较大的区域主要在南沙北部,其区位恰好与榄核、东涌、大岗3镇的中心镇区相吻合。出现这种情况一方面是由于北部3镇近年来人口增长较快且聚居于中心镇区,产生的污染也较为集中,另一方面中心镇区污水管网和处理设施建设年代久远,建设规模和标准都已难以满足现状的需求。因此,在进行水环境治理的过程中,应有针对性地将这些区域作为重点治理区域,一方面积极加强污水收集处理设施的改扩建工程,另一方面通过水域生态治理等手段提升上述区域的水质。

2.3 污染负荷行业分布特征 污染负荷行业分布见图7。农村生活源入河量占比最大,COD、氨氮和总磷入河量分别占总量的34.92%、36.42%和29.36%,其最主要的来源为

岗水道和蕉门水道周边区域。水产养殖源是COD和总磷的第二大来源,入河量分别占总量的24.64%和27.77%,最主要的来源为洪奇沥下游和伶仃洋周边区域,其排放受养殖区域的集聚程度和清塘时间的影响,具有较强的区域性和季节性。城镇生活源对氨氮排放的贡献较大,占21.32%,为仅次于农村生活源的第二大氨氮来源,其最主要的来源为狮子洋(小虎沥水道)。其他污染源中,工业源和城镇面源目前占比不明显,但随着南沙区城镇化的推进,未来存在较大的增长预期。另外可以注意到,与目前典型的城市污染源组成不同,南沙区作为一个尚处于开发起步阶段的新区,当前污染源中面源污染的占比很高,约占75%,且城镇面源污染和农业面源污染并存,这给相关污染源的监测和防治带来一定的困难。

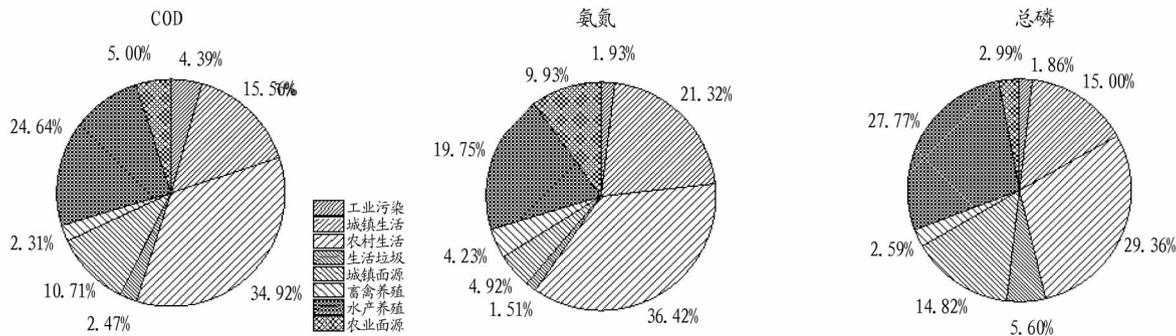


图7 流域污染行业分布

Fig.7 Industrial distribution of basin pollution

2.4 污染控制策略 针对上述分布特点,结合南沙各镇(街)的自身条件和发展定位,建议南沙区现状条件下的污染控制策略如下:①对现状污染程度较高的洪奇沥上游、潭洲沥、大岗沥、榄岗水道上游和沙湾水道下游等区域,应重点开展农村生活污水处理设施和管网的建设和水产养殖污染的治理,同时对控制单元内的主要河涌及其支涌实施水质人工强化和水域生态治理措施。②对现状污染程度不高但未来城镇化需求强烈的狮子洋、伶仃洋、蕉门水道以及上、下横沥等区域,应根据自身的开发建设速度,提前布局城镇污水厂及其配套管网,同时结合海绵城市等径流控制措施,对城镇面源污染加以削减。③对洪奇沥中下游、榄核水道、榄岗水

道下游等现状污染程度不高且未来以工农业、旅游观光为主要产业的地区,应在维持现状的基础上通过企业截污纳管、清洁生产改造、畜禽分区管理、生态养殖及废弃物资源化利用^[11-12]等途径进一步削减入河污染。

3 结论

根据研究区内的土地利用类型、人口数量、种植和养殖数量等统计数据,以控制单元为单位对研究区内的COD、氨氮、总磷污染负荷进行了计算,并分别从空间和行业分布角度对研究区污染特征进行了分析,得到以下结论:①从污染物空间分布角度看,南沙区污染负荷压力较大的区域主要集

(下转第106页)

自发展水平较高,但是耦合协调类型仍处于初级协调阶段。由此也可以看出,并不是乡村旅游业和乡村经济发展水平高,耦合协调度就会高,只有加强二者之间的关联效应,才能得到乡村旅游业与乡村经济的良性发展。

经过10年的发展,江宁乡村旅游业与乡村经济的耦合协调度仅达到了初级协调阶段,要让江宁旅游业得到良性发展,笔者认为应采取以下方式来实现此目标:①加快乡村文化建设,充分尊重并弘扬传统的先进乡村文化,大力发展乡村民间文化,利用农闲、节日和集市,组织花会、灯会、赛歌会、文艺演出等活动;②完善农村基础设施配套功能,加大用于改善生产生活条件方面的基础设施和生态环境的投资,建立与江宁乡村旅游业发展相适宜的旅游基础设施体系;③开发特色乡村系列旅游产品,在以“一廊、两线、两区、多主题”的空间结构基础上,结合江宁现有的旅游特色村以及现代农业区,策划若干主题酒店、农村客栈、乡村农场等项目。结合当地环境和基础发展产业庄园、企业庄园、主题家园、主题博物馆、主题文化村等乡村旅游发展的新形态和新模式,打造国内先进的乡村旅游示范区;④完善休闲娱乐型旅游产品,根据季节,分类设计春夏秋冬四季组合菜肴,做到品种、形式多样化,不同农家乐餐馆可以用不同的主打品种;设计不同的主题游,如童趣追忆体验游、农家乐主题游等。

参考文献

- [1] 中共中央、国务院. 关于加大改革创新力度加快农业现代化建设的若干意见[A]. 2015-02-01.
- [2] 张轶璐. 科学发展乡村旅游经济的途径[J]. 经济地理, 2007, 27(5): 86-89.
- [3] SHARPLEY R. Rural Tourism and the challenge of tourism diversification: The case of Cyprus[J]. Tourism management, 2002, 23(3): 233-244.
- [4] DEMOI L A. Farm tourism in Europe[J]. Tourism management, 1983, 4(3): 155-166.
- [5] GREFFE X. Is rural tourism a lever for economic and social development? [J]. Journal of sustainable tourism, 1994, 2(1): 22-40.

(上接第71页)

中于北部的榄核、东涌、大岗3镇的中心镇区。②从污染物行业分布角度看,主要的COD和总磷污染来源为农村生活源和水产养殖源,主要的氨氮污染来源为农村生活源和城镇生活源,南沙区当前污染源类型以面源污染为主。③在治理策略方面,洪奇沥上游、潭洲沥、大岗沥、骊岗水道上游和沙湾水道下游地区应重点开展农村生活污染和水产养殖污染的治理,同时开展河涌水质人工强化和水域生态治理;狮子洋、伶仃洋、蕉门水道以及上、下横沥地区应提前布局对城镇生活污染和城镇面源污染的治理;洪奇沥中下游、榄核水道、骊岗水道下游地区应在维持现状的基础上进一步削减入河污染。

参考文献

- [1] 黄少宏,南宣. 南沙打造粤港澳大湾区城市群核心门户[N]. 南方日报, 2017-09-20.

- [6] SHARPLEY R. Tourism and leisure in the countryside[M]. 2nd ed. Huntington; ELM Publication, 1996.
- [7] SHARPLEY R, SHARPLEY J. Rural tourism: An introduction[M]. London; International Thomson Business Press, 1997: 61.
- [8] SHARPLEY R, ROBERTS L. Rural tourism: 10 Years on[J]. International journal of tourism research, 2004, 6: 119-124.
- [9] World Tourism Organization. Sustainable tourism development: Guide for local planners[M]. Madrid; WTO, 1993.
- [10] World Tourism Organization. Rural tourism: A solution for employment, local development and environment[M]. Madrid; WTO, 1997.
- [11] United States Travel and Tourism Administration. Rural tourism handbook; Selected case studies and development guide[M]. Washington, DC: U. S Department of Commerce, 1995.
- [12] Dot. Cultivating rural tourism[Z]. Canberra: Department of Tourism, 1995.
- [13] WILLIAS A. A supply side examination of farm stay in Australia[C]. Canberra; Bureau of Tourism Research, National Tourism and Hospitality Conferences, 1995.
- [14] UNWIN T. Tourism development in Estonia: Images sustainability, and integrated rural development[J]. Tourism management, 1996, 17(4): 265-276.
- [15] FLEISCHER A, FELSENSTEIN D. Support for rural tourism: Does it make a deficiency[J]. Annals of tourism research, 2000, 27(4): 1007-1024.
- [16] 熊锦. 湖南乡村旅游与新农村建设的关联互动一体化实证研究: 以长沙市光明村为例[J]. 全国商情, 2015(16): 66-68.
- [17] 李德明, 程久苗. 乡村旅游与农村经济互动持续发展模式与对策探析[J]. 人文地理, 2005(3): 84-87.
- [18] 乔立娟, 王健. 河北省乡村旅游对农村经济增长的贡献度研究: 基于调查样本点的面板数据分析[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(4): 940-942, 949.
- [19] 李娟, 王健. 乡村旅游与农村经济增长关系的实证分析: 基于河北省乡村旅游示范点的调研[C]//2014中国旅游科学年会论文集. 北京: 中国旅游研究院, 2014: 24-29.
- [20] VEFIE L. The penguin dictionary of physics[M]. Beijing; Foreign Language Press, 1996: 92-93.
- [21] 杨士弘, 廖重斌, 郑宗清. 城市生态环境学[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 114-119.
- [22] 王永明, 马耀峰. 城市旅游经济与交通发展耦合协调度分析: 以西安市为例[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2011, 39(1): 86-90.
- [23] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系: 以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 171-177.
- [24] 赵立民. 基于耦合理论的旅游业与新农村协调发展研究[J]. 生态经济, 2011(1): 29-32.

- [2] 郭楚. 携手共创粤港澳大湾区, 与世界超级湾区试比高[J]. 环境经济, 2017(22): 70-73.
- [3] 广州市南沙区人民政府. 关于印发南沙区水污染防治行动计划实施方案的通知: 穗南府[2016]8号[A]. 2016.
- [4] 付可, 胡艳霞, 谢建治. 基于非点源污染的密云水源保护区水环境容量核算及其分配[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(4): 10-17.
- [5] 薛利红, 杨林章. 面源污染物输出系数模型的研究进展[J]. 生态学杂志, 2009, 28(4): 755-761.
- [6] 丁小鹏. 感潮河西南涌的水质分析与污染源控制研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2015.
- [7] 广州市南沙区地方志编纂委员会. 南沙年鉴 2015[M]. 广州: 广东人民出版社, 2016.
- [8] 黄国如, 聂铁锋. 广州城区雨水径流非点源污染特性及污染负荷[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2012, 40(2): 142-148.
- [9] 马英. 城市降雨径流面源污染输移规律模拟及初始冲刷效应研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [10] 中国环境规划院. 全国水环境容量核定技术指南[R]. 2003.
- [11] 陈晓屏. 广东省农业面源污染防治与清洁生产推进[J]. 环境与生活, 2014(14): 86.
- [12] 庞志华, 黎京士, 骆其金, 等. 广东省畜禽养殖业污染物总量减排对策与技术分析[J]. 广东农业科学, 2013, 40(4): 153-156.