

派河支流污染源解析及对策措施研究——以五老堰河为例

方春霞, 张浏 (安徽省环境科学研究院, 安徽合肥 230022)

摘要 以派河支流五老堰河为例, 分析五老堰河小流域水质空间变化, 有效解析五老堰河小流域污染源; 针对不同污染源及水环境问题, 提出了沿河流域生活及养殖污水处理和管网建设工程、河湖滨岸生态空间保护、下游河道原位水质保障工程、增加河道下游自动监测断面等对策措施, 以期对派河其他支流水体污染的控制治理及水生生态系统的修复提供思路与研究, 也为减轻巢湖西半湖水体污染提供有效防治途径。

关键词 派河; 五老堰河; 污染源解析; 对策措施

中图分类号 X 522 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)22-0052-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.22.017



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Pollution Source Apportionment and Countermeasures of a Branch of Paihe—Taking the Wulaoyan River for an Example

FANG Chun-xia, ZHANG Liu (Anhui Research Academy for Environmental Science, Hefei, Anhui 230022)

Abstract Taking Wulaoyan River that flows into Paihe for an example, the spatial variation of water quality in the Wulaoyan River small watershed was analyzed, and the pollution source of the Wulaoyan River small watershed was effectively analyzed. Countermeasures and suggestions were put forward according to various pollution sources and water environmental problems, including domestic and aquaculture sewage treatment and pipe network construction projects along the river basin, ecological space protection along the bank of the river, in-situ water quality guarantee projects in downstream rivers, and increasing automatic monitoring sections in downstream rivers. It provides ideas and research for the control and control of water pollution in other tributaries of Paihe River and the restoration of water ecosystems, and also provides an effective way to reduce the pollution of water bodies in the western half of Chaohu Lake.

Key words Paihe; Wulaoyan River; Pollution source apportionment; Countermeasure

巢湖是我国五大淡水湖之一, 以忠庙—姥山—齐头咀为界划分为东西两大湖区。由于西半湖流域承载了合肥市、肥东和肥西县城的大部分生活污水流入, 近年来富营养化程度比东半湖严重^[1-5]。派河是入巢湖西半湖的主要支流之一, 派河水质常年处于劣V类, 上游来水污染明显, 受支流影响中下游污染严重, 中下游监测断面水质指标浓度远大于上游对照断面, 派河水质状况对巢湖西半湖富营养化有非常重要的影响, 一直也是研究者的热点^[6-10]。然而派河支流缺乏系统的研究, 五老堰河是派河的一级支流, 位于派河中游右岸。因此, 研究五老堰河小流域水质空间变化, 解析五老堰河流域污染源, 识别流域内水环境问题, 提出针对性的解决措施, 对入派河其他支流的环境综合整治, 改善入派河其他支流水质状况, 进而为改善巢湖西半湖水水质提供有效防治途径。

1 河流概况

五老堰河小流域西南部为丘陵地区, 地势较高, 东北部为平原地区, 地势较低。五老堰河小流域河网密布, 水系发达(图1)。五老堰河是派河主要支流之一, 位于派河中游右岸, 中上游分为南北两支。南支发源于紫蓬镇灯山桃树堰, 经大团山、红土山至唐上湾与北支汇合; 北支发源于李陵山东麓, 经北瓦屋台, 东流经油坊郢、唐上湾与南支汇流, 经杨圩入焦头背水库, 在朝东郢处入派河。五老堰小流域内主河道长度 16.6 km, 流域面积 53.3 km²。

2 水质空间变化分析

通过实地踏勘调研(图2)和实验室分析(图3)相结合发

现, 五老堰河流域水质空间变化规律为上游(包括南支和北支)水质良好, 基本满足IV类水质要求。其中北支中安徽省外国语学院(站点B2)和沈联养猪场排口段(站点B3)外源污染物的输入导致了五老堰河氨氮的突变(从Ⅲ类直接恶化到劣IV类); 随后, 通过对五老堰塘及其出口(站点B4和B5)水质分析发现, 氨氮浓度降低, 氨氮水质指标提升为Ⅲ类; 但堰墩、董湾、唐上湾—中湾等村民聚集点的生活污水随意排放导致站点B6(堰墩)和站点B7(唐大桥)断面氨氮浓度上升, 水质出现局部恶化。与北支相比, 五老堰河南支氨氮和总磷(TP)水质略优于北支水质, 南支氨氮指标处在Ⅲ类水平, 且总磷指标处在Ⅱ类水平(除唐中湾外), 而有机污染物(COD)水质指标处在IV类水平。

五老堰河下游(下湾桥以东), COD和TP均处在IV类水平; 氨氮含量逐步升高, 氨氮指标从Ⅲ类恶化至V类, 在入派河口呈现出劣V类水质, 导致这种现象的可能原因为交头背水库的水产养殖(网箱养鱼)和畜禽养殖(养鹅场), 养殖业的发展导致入河氨氮的升高。尽管五老堰下游总磷均在Ⅱ类或Ⅲ类水平, 但也有恶化的趋势。

3 污染源现状调查及分析

3.1 污染源现状 五老堰河流域内主要污染源有农村生活源、农村养殖源、农业面源和城市面源。农村厕所大部分为旱厕, 旱厕内的黑水大部分回田利用, 农村内的生活污染主要为居民生活的灰水, 因此农村生活污染浓度较低, 农村生活源COD、NH₃-N和TP入河污染量分别为137.40、17.63和1.76 t/a; 农村养殖源主要为流域内7家规模化养殖场, COD、NH₃-N和TP入河污染量分别为33.56、17.04和4.47 t/a; 五老堰河流域农业用地面积2732 hm², 农业面源COD、NH₃-N

基金项目 国家重大科技专项(2012ZX07603-004)。

作者简介 方春霞(1981—), 女, 安徽铜陵人, 工程师, 硕士, 从事环境科学、环境工程研究。

收稿日期 2019-04-16

和 TP 入河污染量分别为 270.61、11.24 和 1.41 t/a。根据五老堰河土地利用规划、各类土地类型的面积以及不同的土地利用类型的地表径流污染物浓度,五老堰河流域城市面源

COD、NH₃-N 和 TP 入河污染量分别为 168.25、5.14 和 1.29 t/a(表 1)。



图 1 五老堰河流域水系及分散生活污水、零散畜禽养殖废水混合处理地点布置

Fig.1 Wulaoyan River Watershed and the mixed treatment sites of scattered domestic sewage, scattered livestock and poultry breeding wastewater in the small watershed

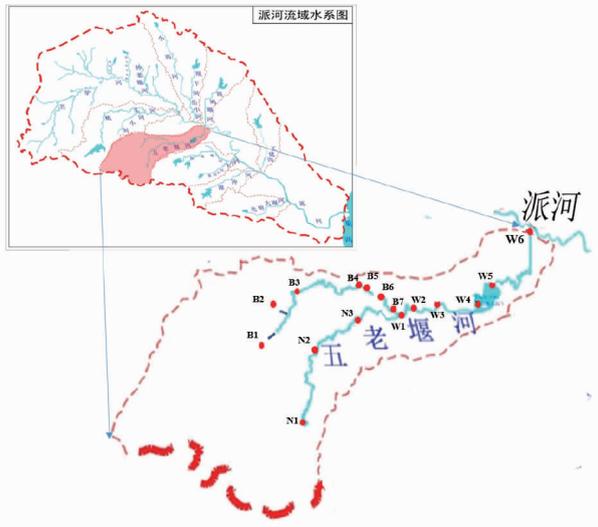


图 2 五老堰河现场踏勘监测断面

Fig.2 Site survey and monitoring section of Wulaoyan River

3.2 污染负荷分析 将五老堰河流域各污染源 COD、NH₃-N 和 TP 年入河量构成做图分析,由图 4 可知,五老堰河流域在污染源年入河量中,COD 主要以农业面源污染源为主,占 44.4%;城市面源和农村生活源也占有比较大的比重,所占比例分别为 27.6%和 22.5%;氨氮主要以农村生活源和农村养殖源为主,达 67.9%,农业面源和城市面源所占比例分别为 22.0%和 10.1%;总磷主要以农业面源为主,占 50.1%。

4 水环境存在的问题

4.1 农村分散、无序排放污水亟待处理 通过现场踏勘调研和模型计算,五老堰河流域农村居民生活污水是当前该流域入河污染物的主要方面。然而,流域内行政村、居民点的生活污水仍处于分散式的无序排放状态。

4.2 五老堰上游清水产流能力有待提高 五老堰河道上游两侧用地均为苗木种植(占流域面积的 58%),且存在一定的地形差,导致河流上游流速快。同时,五老堰河属于雨源型河流,流域面积小,汇流时间短,汛期需发挥防洪功能。旱季

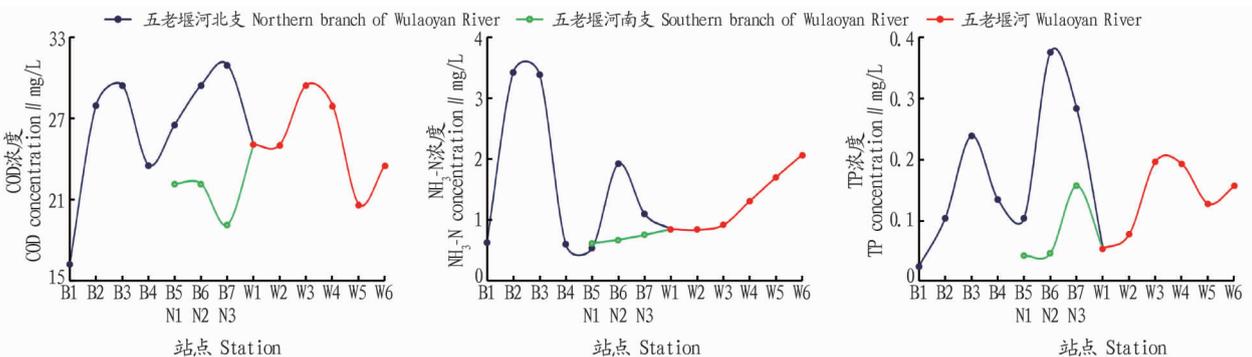


图 3 五老堰河水质(COD、NH₃-N 和 TP)空间变化

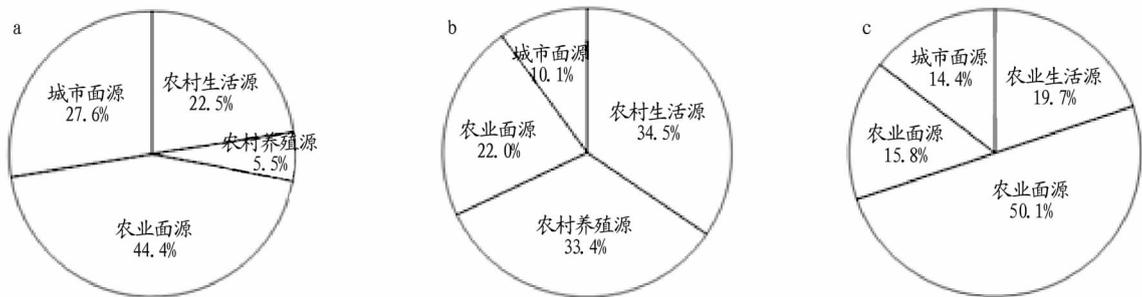
Fig.3 Spatial variation of water quality (COD, NH₃-N and TP) in Wulaoyan River

表1 流域污染物排放入河量贡献比

Table 1 Contribution ratio of Wulaoyan river watershed non-point source pollutant emissions

外源污染名称 External pollution name	COD	氨氮	TP
农村生活源 Rural life source	137.40	17.63	1.76
农村养殖源 Rural breeding source	33.56	17.04	4.47
农业面源 Agricultural source	270.61	11.24	1.41
城市面源 Urban source	168.25	5.14	1.29
汇总 Summary	609.82	51.05	8.93

则缺水严重,旱季河道补水主要来自于沿程旱流污水排放,客水水质差,对收纳水体水质影响较大;同时沿程旱流污水

图4 五老堰河流域 COD(a)、NH₄-N(b)和 TP(c)污染源入河贡献比Fig.4 Contribution ratio of COD(a), NH₄-N(b) and TP(c) pollution sources into the river in the Wulaoyan River Basin

4.4 河流生态功能需进一步提升 五老堰河流域上游无清洁补水来源,流域水系客水量小,主要靠降雨来补充水量,加之部分居民聚集点随处倾倒垃圾,出现部分河段堵塞,水生植被大量繁殖,导致水流不畅;另外,流域上游山水水质较好,但由于河床高程差异大,水流流速快,难以得到有效利用。

5 对策措施

五老堰河以华南城将军岭路为界,以上的南、北支均为天然河道、未进行过治理;以下河段已纳入华南城水系调整中,其中,华五路至河口处 1.0 km 河段已治理。结合当前五老堰河流域特征和在上述工程的基础上提出水质达标措施,具体如下。

5.1 流域生活及养殖污水处理和管网建设工程 强化畜禽养殖分区管理,2017 年底前,全面关停取缔小流域内禁养区一定规模的生猪养殖以及限养区不具备整治条件的畜禽养殖场(户),基本完成其他类型畜禽养殖污染整治,实现达标排放。结合五老堰河流域水质要素空间分布特征,建议对农村人口密集、畜禽养殖业发达的居住点,规划建设 12 座分散污水与零散畜禽养殖废水混合处理工程,覆盖盖蓬社区、烧脉村、永久村、罗坝村、白衣村、燎原社区、西安社区、周坝社区共 8 个行政村或社区(图 1),减轻农村生活污染源和畜禽养殖废水对河流水质的污染。全面加强污水收集管网建设,强化流域内城中村、旧城区和重点单位的污水截流、收集。

5.2 河湖滨岸生态空间保护

5.2.1 建设目标水体滨岸缓冲带 建设河道缓冲带主要内容包:①对目标水体全线两岸实行生态岸建设或改造,并划定水陆交接线两侧 100 m 范围滨岸缓冲带空间;②对目

量相对于河流来说水量较少,若没有其他补水水源则可能会出现断流现象。

4.3 城镇面源污染日益严重,雨水资源需妥善利用 随着城镇化速度的加大,城市面源污染日益严重。目前,五老堰河流域当前雨水管网虽然有建成区,然而在排水体制和雨水问题上,主要还停留在单纯“排放”的思考上,简单地倾向于靠分流制来解决点源污染的控制,而忽视雨水资源的保护利用与城市生态的关系^[11-12]。建成区雨水仍然是直接排向五老堰河水体,特别是初期雨水对于五老堰河水体水质的影响将会继续加重。

标水体水陆交错带进行保护,设置禁填区和设立保护标志牌,查处填占和侵害滨岸带的行为;③建立滨岸带监管机制,对滨岸带进行监测、维护综合管理。

一个健康的河道生态系统除了两岸缓冲带的构建与保护之外,还有河道内污染底泥的清除与钝化、岸线基底的重构与改良、水生植被的优化与镶嵌,因此应开展五老堰河淤塞河道生态清淤,在此基础上进行基底与植被修复(图 5)。

5.2.2 丘陵地区人工林清水涵养工程 针对五老堰河流域上游地处丘陵地带,河流两侧种植了大量苗木(占流域面积 50%以上),且河浜、沟塘水系发达,具有良好的水源涵养基础。基于此,五老堰上游在畜禽养殖废水与生活污水综合处理后,若能将苗木种植基地的化肥农药进行削减,将会孕育出五老堰河上游山间清水水源涵养地。

5.3 下游河道原位水质保障工程 针对紫云湖水库水面较宽、流速缓、自净能力不足等特点,拟设置生态浮床湿地强化河流自净能力,面积达 30 hm²。原位生态净化工艺包括入湖污染源湿地生态拦截+水面浮床微曝气脱氮+深度除磷单元吸附,该套工艺组合生态安全性高、运行管理简便,特别适合开敞水面水质净化,同时还可适当投加底栖动物和水生鱼类(无饵放养),进一步调节与恢复水域健康生态结构。

5.4 增加河道下游自动监测断面 在紫云湖水库中游和五老堰河下游入派河口设置在线监测系统,可对水质、流量或水位在线监测系统,并将水质、水文实时信息无线传输至派河流域水质智慧管控平台中心控制系统(图 6)。中心控制系统通过实时掌握各支流河道水质水文状况,可对水质恶化状况进行及时处置,确保河道生态需水及考核断面水质达标。

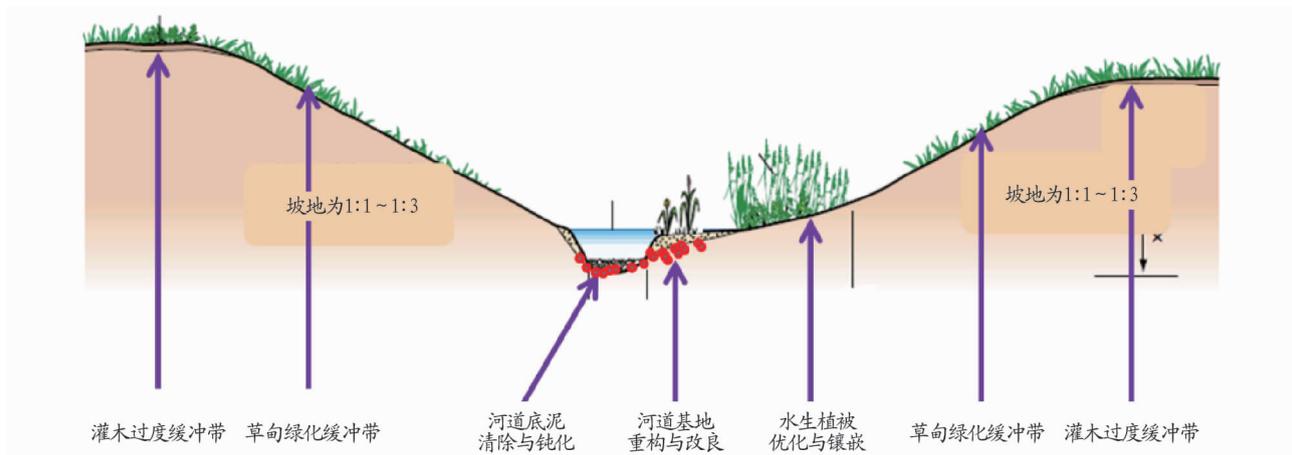


图5 河道缓冲带与基底修复构建示意

Fig.5 Schematic diagram of river buffer zone and basement restoration construction

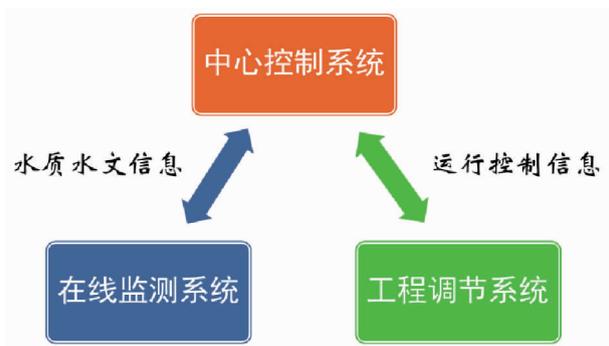


图6 派河支流水体智慧管控平台路线

Fig.6 Route of intelligent control platform for branch water of Paihe River

6 结论

(1) 五老堰河水水质空间变化:上游(包括南支和北支)水质良好,基本满足IV类水质要求;下游(下湾桥以东)氨氮含量逐步升高,氨氮指标从Ⅲ类恶化至V类,在入派河口呈现劣V类水质,COD、总磷均控制在IV类水平。

(2) 五老堰河小流域污染源主要有农业面源、城市面源、农村生活源和农村养殖源。按照不同污染源各类污染物入河贡献比例分析,五老堰河流域主要以农业面源为主。

(3) 五老堰河小流域水环境存在的主要问题是农村分散、无序排放污水、上游清水产流能力弱、城镇面源污染日益严重、雨水未妥善处理、河流生态能力较差等。

(4) 针对五老堰河小流域不同污染源和有效解决水环境问题,提出沿河流域生活及养殖污水处理和管网建设工程、河湖滨岸生态空间保护、下游河道原位水质保障工程、增加河道下游自动监测断面等对策措施。

参考文献

- [1] 秦伯强.长江中下游浅水湖泊富营养化发生机制与控制途径初探[J].湖泊科学,2002,14(3):193-202.
- [2] 朱余,王凤.巢湖流域水质状况与环境目标可达性分析[J].环境监测管理与技术,2004,16(6):22-23,26.
- [3] 王永华,刘振宇,刘伟,等.巢湖合肥区底泥污染物分布评价与相关特征研究[J].北京大学学报(自然科学版),2003,39(4):501-506.
- [4] 尚广萍,徐振宇,李玉成,等.巢湖西半湖富营养化时空变化趋势与成因分析[J].生物学杂志,2010,27(5):56-59.
- [5] 匡武,张彦辉,王翔宇,等.南淝河小流域污染源解析及对策措施研究[C]//中国环境科学学会.2016中国环境科学学会学术年会论文集.北京:中国环境出版社,2016:1711-17120.
- [6] 朱慧雯,黄志,张彦辉.引江济淮通道派河水污染治理研究[J].安徽农业科学,2016,44(29):47-50.
- [7] 汪巧玲.派河流域水环境治理及生态修复工程[J].绿色科技,2016(14):93-94,97.
- [8] 张广萍,周美正,张延,等.安徽派河流域水污染特征及原因分析[J].人民长江,2009,45(18):20-24.
- [9] 李慧.派河上派镇段水质评价及污染防治对策[J].安徽农业科学,2003,31(5):786-787.
- [10] 李敏琪.合肥市派河污染综合治理对策思考[J].市场周刊(理论研究),2011(11):41-44.
- [11] 张鹏.对城市排水系统存在的问题及改造的探讨[J].科技资讯,2010(11):157.
- [12] 王中维,杨小兰.立足长远做好城市给排水规划[J].建设科技,2011(9):72-73.
- [7] MASIEROWSKA M L. Floral nectaries and nectar production in brown mustard (*Brassica juncea*) and white mustard (*Sinapis alba*) (Brassicaceae)[J]. Plant systematics and evolution, 2003, 238(1/2/3/4): 97-107.
- [8] DAVIS A R, SAWHNEY V K, FOWKE L C, et al. Floral nectar secretion and ploidy in *Brassica rapa* and *B. napus* (Brassicaceae). I. Nectary size and nectar carbohydrate production and composition [J]. Apidologie, 1994, 25: 602-614.
- [9] 仇志浪,郭凯斌,文壮,等.贵州主栽樱桃品种的花粉量及其低温保存效果[J].西南农业学报,2018,31(10):2185-2190.
- [10] 刘珠琴,方振,赵秀花,等.中国樱桃不同品种花粉量及花粉萌发特性[J].浙江农业科学,2017,58(2):216-217,232.
- [11] 刘伟,郭洁,陈亚文.4种蓝莓花粉量及花粉萌芽率的测定[J].四川林业科技,2015,36(2):118-121,50.

(上接第27页)

- [2] 沈根华,王晓庆,骆军,等.大棚栽培对梨花粉量及花粉生活力的影响[J].上海农业学报,2008,24(3):54-57.
- [3] 吴玉蓉.五个红枣品种花粉量及萌发特性研究[J].农业与技术,2016,36(12):33.
- [4] 李左栋,刘静萱,黄双全.传粉生物学中几种花蜜采集和糖浓度测定方法的比较[J].植物分类学报,2006,44(3):320-326.
- [5] 董坤,刘意秋,李华,等.氮磷钾硼施肥对油菜泌蜜量的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(2):435-440.
- [6] 王高平,刘保玲,张腾飞,等.紫云英和油菜花蜜糖含量和单花泌蜜量的测定[M]//原国辉,郭线茹,王高平,等.华中昆虫研究(第七卷).北京:中国农业科学技术出版社,2011:82-85.