

# 典型农村河道水环境治理及效果评估 ——以宗家桥河为例

蒋 咏<sup>1</sup>, 张 民<sup>2</sup>, 胡晓雨<sup>1</sup>, 盖永伟<sup>1</sup>, 闫人华<sup>2</sup>

(1. 江苏省水资源服务中心, 江苏 南京 210029;

2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008)

**摘要:**研究以宗家桥河为例,通过污染特征分析和污染负荷调查,诊断确定了河道的主要环境问题,通过采取外源治理、生态清淤、水生态修复等水环境综合治理措施,有效改善了河道水质,取得了较好的治理效果。同时,结合宗家桥河治理案例,提炼出江苏省农村河道水环境治理路径,以期江苏省农村河道水环境治理工作提供借鉴。

**关键词:**农村河道;水环境治理;宗家桥河

中图分类号:X52

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)02-0001-04

## Water environment regulation and effectiveness assessment of typical rural rivers——a case study of Zongjiaqiao River

JIANG Yong<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>2</sup>, HU Xiaoyu<sup>1</sup>, GAI Yongwei<sup>1</sup>, YAN Renhua<sup>2</sup>

(1. Water Resources Service Center of Jiangsu Province, Nanjing 210029, Jiangsu;

2. Nanjing Institute of Geography & Limnology, CAS, Nanjing 210008, Jiangsu)

**Abstract:** Taking Zongjiaqiao River as an example, based on the analysis of pollution characteristics and the investigation of pollution load, the main environmental problems of the river were diagnosed. The water quality of the river was effectively improved by taking comprehensive measures such as external control, ecological mud removal and water ecological restoration, and good results had been achieved. At the same time, combined with the case of Zongjiaqiao river regulation, the water environment regulation path of rural river in Jiangsu Province was extracted, which could provide reference for other rural rivers in Jiangsu Province.

**Key words:** rural river; water environment regulation; Zongjiaqiao River

农村河道通常指流经或分布在广大农村地区,具有农业生产、生活、生态等公共服务功能的县级、乡级河道及农村(村庄)河塘沟渠的总称。农村河道是农村大地的脉管系统,是农业生产的生命线,承担着农业灌溉排涝、调蓄分洪、船舶运输等基础性功能,同时又是农村地区生态和环境的重要载体<sup>[1]</sup>。近年来,随着农村经济持续发展,农业面源、畜禽养殖、生活直排等污染物大量排放,加之河道

淤积严重,造成农村河道水质和生态环境质量急剧下降。同时,由于管理和投入滞后,农村河道逐渐退化成杂草丛生、垃圾堆积的臭水沟,极大削弱了农村河道功能,严重影响农村的生产生活环境和广大农村群众的健康生活<sup>[2-3]</sup>。江苏省地处江、淮、沂沭泗诸河下游,河网密布,特别是农村河道众多,乡镇级河道多达2万余条,但农村河道水环境现状不容乐观,水环境治理迫在眉睫。本文以宗家桥河为

收稿日期:2019-08-13

基金项目:江苏省水利科技项目(2017002ZB)

作者简介:蒋咏(1978—),男,教授级高级工程师,主要从事水资源管理和技术工作。

典型农村河道,分析诊断水环境问题、总结水环境治理措施、评估治理效果,以期江苏省农村河道水环境治理提供借鉴与参考。

## 1 宗家桥河水环境问题诊断

### 1.1 区域概况

宗家桥河位于江苏省宜兴市新庄街道新塍社区,河道长 1.5 km。该区域属亚热带季风性气候区,全年温暖湿润,年平均气温 15.7℃,夏季最热月平均气温 28.3℃。日照较足,7~8 月日照时数最多。降水丰沛,年均雨日 136.6 d,年均降水量 1 177 mm,春夏雨水集中。区域河流水系流向为自西北向东南,同时受风向、风速影响,偶尔出现下游太湖水倒灌现象。区域经济主要以农业种植为主,农作物一年可 2~3 熟,以水稻和小麦(一年 2 季)为主,油菜、蔬菜为辅。

### 1.2 污染特征分析

为分析宗家桥河污染特征,在河道上共布设 6 个采样监测站点(图 1),分别于丰水期(2016 年 8 月)和枯水期(2017 年 3 月)对宗家桥河进行采样调查。经分析,宗家桥河水环境治理前,TN 平均质量浓度为 4.77 mg/L,TP 平均质量浓度为 0.21 mg/L,COD<sub>Mn</sub> 平均质量浓度为 7.68 mg/L,氨氮平均质量浓度为 1.57 mg/L(图 2)。TN 和氨氮是河道的首要污染因子,直接导致宗家桥河水质综合评价为劣 V 类。

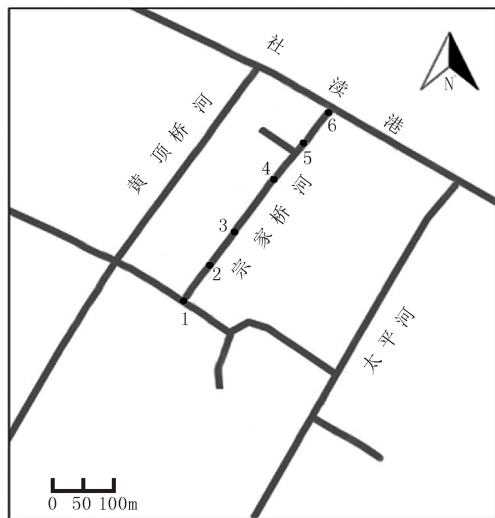


图 1 宗家桥河位置及采样点位图

### 1.3 污染负荷调查

据实地调查,宗家桥河污染源主要包括居民生活污水、生活垃圾、畜禽养殖粪尿、降雨径流污染和底泥释放等 5 大类型。其中居民生活污水、生活垃

圾和畜禽养殖粪尿采用输出系数模型法计算<sup>[4-5]</sup>,降雨径流污染采用圩区水文模型计算<sup>[6]</sup>,底泥释放通过静态释放试验确定。经计算,宗家桥河区域范围内污染物 TN、TP、COD<sub>Mn</sub>、氨氮入河量分别为 10.87 t/a、0.69 t/a、88.99 t/a、4.38 t/a。各类污染负荷,见表 1。宗家桥河污染以农业面源和农村生活污染为主,农业退水、农村生活污水直接或间接排入河流水体,成为该河道水体污染的主要原因,这也是江苏省众多农村河道典型的污染特征。同时,宗家桥河多年来淤积严重,内源污染负荷也较高。污染源空间分散,居民居住地不集中,农村居民环保意识薄弱,导致了农村河道污染防治难度较大。

表 1 宗家桥河污染负荷及来源解析 单位:t/a

类型	TN	TP	COD <sub>Mn</sub>	氨氮
生活污水	2.78	0.20	6.07	1.25
生活垃圾	0.99	0.19	12.31	0.00
畜禽粪尿	1.50	0.11	8.86	0.21
降雨径流	2.82	0.16	61.69	1.68
底泥释放	2.78	0.03	0.06	1.24
总计	10.87	0.69	88.99	4.38

## 2 宗家桥河水环境治理措施

### 2.1 外源治理

#### (1) 农业面源源头控制

选取宗家桥河附近农田作为集中示范区域。针对区域内农业生产模式,开展化肥投入减量、缓控肥替代、有机肥替代、轮作制度调整等 4 类源头减量技术应用。试验监测结果表明,缓控释肥一基一追技术、有机无机配施技术以及纯化肥减氮技术均能在减少化肥氮用量 20% 以上的基础上保证农户产量和经济收益,并减少环境排放量,可以在本区域内进行推广。

#### (2) 社区生活污水截污与原位净化

针对社区生活污水和排污口,实施沿河截污纳管工程,将生活污水引流至集中处理地段净化处置。针对部分生活污水明渠沟塘,在居民区利用废弃低洼沟塘建设 3 处氧化塘,原位处理生活污水。考虑到宗家桥河水体氮素偏高的问题,特别是总氮偏高,反硝化速率偏低,脱氮能力不足等问题,主要

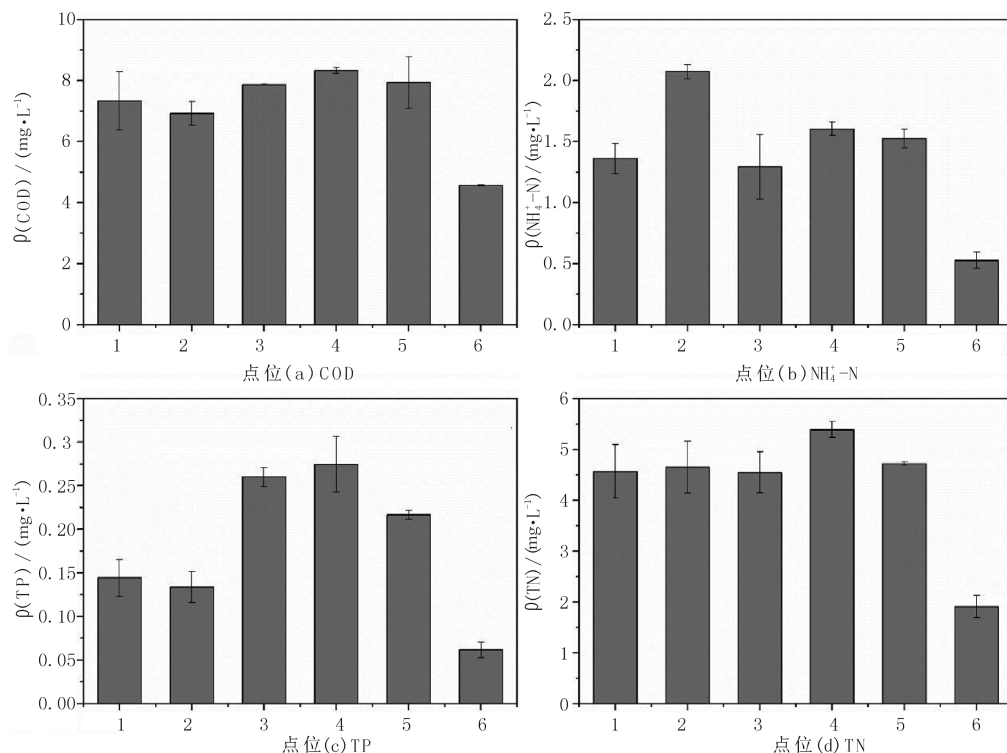


图2 宗家桥河水环境治理前水体主要污染物质量浓度

采用天然沸石作为生物滤池填料、芦苇秸秆作为反硝化固体碳源构建后置反硝化生物滤池(Post-DBF工艺)就地处理生活污水,削减宗家河水体氮素的污染负荷。

### (3) 生活垃圾分类回收和资源化利用

水环境治理前,宗家桥河沿河两侧设置有大量的旱厕和简易垃圾池,大量未经任何处理的粪便、垃圾进入河道,造成河道水质恶化。为此,撤除了沿河原有的旱厕和垃圾池,并在沿岸投放36个塑料垃圾箱,包括18个可回收垃圾箱、18个不可回收垃圾箱。同时,加强环保宣教,引导生活垃圾、餐厨废弃物分类回收工作。可回收的部分送至废品收购站;有毒有害垃圾送至垃圾站焚烧和填埋处置。

## 2.2 生态清淤

针对宗家桥河底泥污染严重的问题,科学实施生态清淤工程,清淤范围为全河段,清淤量约为1200 m<sup>3</sup>。现场监测和室内污染物释放试验结果显示,清淤能有效削减TP的释放通量,但对TN及NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N的去除效果较差,这可能是因为宗家桥河长年积累的污泥太厚,污染也严重。总体来说,清淤后河底仍存在大量污染物释放至水体,对水质构成威胁。因此,后期需要继续对底泥污染进行控制与治理。

## 2.3 水生态修复

### 2.3.1 生态塘(氧化塘)工程

为控制农业面源污染,利用宗家桥河两岸多处已经废弃的沟塘,建设8处生态净化塘(氧化塘),充分发挥释污纳污的效果。在基本不占用居民区及农田的前提下,因地制宜,对废弃沟塘采取杂物清理、岸坡整修,水生植物种植等生态净化改造措施,构建生态塘,将农业面源污染引流至生态塘及自然湿地,以削减氮磷营养盐负荷。此举不仅有效控制了宗家河农业面源污染,还增加了河岸景观效果。跟踪监测结果表明,氧化塘可有效削减农田面源TN、TP污染量分别约32%和40%。

### 2.3.2 生态护岸与挺水植物净化工程

河道堤岸及其基底是水生态系统的基本结构与系统要素的载体,堤岸形式与基底形态及高低在很大程度上决定了系统生物要素成分和组成结构。因此要修复河流湿地,首先要进行堤岸改造与基底修复,营造适合各种湿地植物生长的生境条件。宗家桥河多数堤岸为崩岸带,冲刷较为严重,岸边断断续续生长茭草和芦苇,但由于岸坡陡直,且水深超过1 m,挺水植物难以发展、扩增。宗家桥河基底改造主要利用临近河道疏挖的底泥进行边坡修整,最大限度实现土方平衡。在宗家桥河核心区实施生态护岸与挺水植物净化工程,

完成木桩生态护岸 510 m, 共使用木桩 5 240 根, 并将河道清淤的底泥填入木桩护岸中, 木桩内垫土 520 m<sup>3</sup>; 非打桩部分岸坡完成垃圾杂物清理 2 100 m, 共计完成堆土及边坡修整 2 220 m<sup>3</sup>。同时, 沿岸种植黄菖蒲、再力花、美人蕉、千屈菜等多种挺水植物, 种植面积达 3 000 m<sup>2</sup>。木桩生态护岸建立了陆地生态系统与水生生态系统的物质及能量交换通道, 有利于恢复健康生态系统, 此外, 挺水植物有利于净化水质, 强化宗家桥河水质提升。

### 2.3.3 组合生态浮床工程

为改善与修复水体环境, 在宗家桥河示范区实施生态浮床工程, 共布置生态浮床 196 个, 浮床面积 5 650 m<sup>2</sup>, 铺设尼龙网 1 568 m<sup>2</sup>, 固定铁锚 196 个, 悬挂弹性填料 350 m<sup>3</sup>, 并在浮床上种植粉绿狐尾藻 5 t。植物浮床由 PVC 管制作成面积为 11.46 m<sup>2</sup> 和 20.37 m<sup>2</sup> 2 种规格的圆形浮床, 中间利用织网固定水生植物, 防止植物因水体流动或者风力等原因随意飘散。以绿狐尾藻作为浮床植物, 绿狐尾藻属多年生挺水或沉水植物, 其适应环境能力强, 生长速度快, 除具观赏性外, 绿狐尾藻对污水具有较强的净化能力, 既能增强硝化和反硝化的除氮作用, 又能够产生化感物质抑制藻类的生长。水质监测结果显示, 在浮床生长旺盛的季节, 生态浮床对宗家桥河水质改善作用较为明显。

## 3 宗家桥河治理效果评估

宗家桥河水质监测跟踪结果显示, 水环境治理措施能有效改善河道水质, TN、TP、COD<sub>Mn</sub>、氨氮等各项指标均呈现下降趋势(图 3)。水环境治理对宗家桥河氮素削减明显, TN 和氨氮均呈现波动式下降趋势, 其中氨氮下降最为明显, 至 2018 年 7 月, 氨氮质量浓度小于 1 mg/L, 水质类别达到Ⅲ类, TN 质量浓度小于 3 mg/L。水环境治理可以有效削减 TP 含量, 治理前 TP 水质类别为Ⅳ类, 至 2018 年 2 月 TP 质量浓度明显下降, 后期虽有上升, 但均低于 0.2 mg/L, 水质类别提升至Ⅲ类。水环境治理对 COD<sub>Mn</sub> 有明显的控制效果, 2017 年 10 月 COD<sub>Mn</sub> 出现短暂低值, 水质类别从Ⅴ类跃升至Ⅲ类, 而后出现反弹, 说明前阶段的治理措施能快速有效降低 COD<sub>Mn</sub> 质量浓度, 但 COD<sub>Mn</sub> 不能长期保持在较低质量浓度, 甚至有上升趋势。建议后期增加曝气装置, 逐步降低有机物浓度, 控制 COD<sub>Mn</sub>。

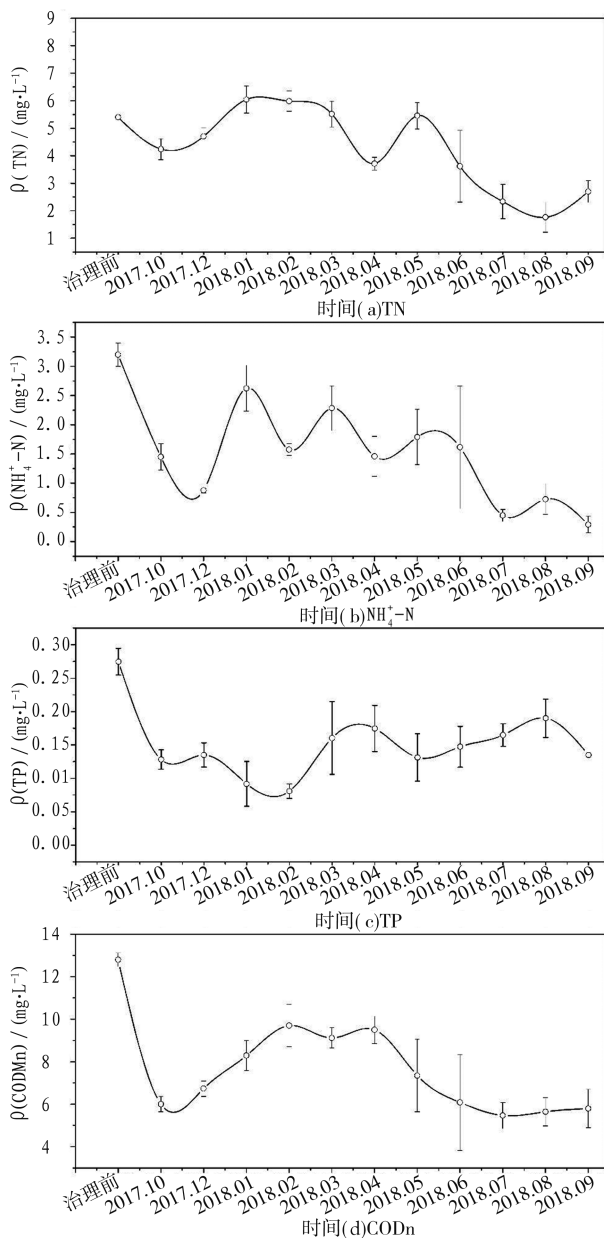


图 3 宗家桥河治理效果跟踪监测结果

## 4 结 语

结合宗家桥河水环境治理案例, 摸索提炼出江苏省农村河道水环境治理路径: (1) 农村河道多以农村生活和农业面源污染为主, 农业面源源头控制、社区生活污水截污与原位净化、生活垃圾分类回收和资源化利用等截污控污措施是治理成败的关键; (2) 农村河道周边沟塘较多, 结合沟塘生态改造的外源污染拦截技术是解决农村河道外源污染入河的有效手段; (3) 农村河道自然岸段较多, 结合生态清淤和河岸整治的水生态修复措施是构建健康河道水生态系统的有效方法。

(下转第 32 页)

---

(上接第4页)

### 参考文献:

- [1] 张震宇,陈强富,张展羽,等.农村河道生态治理模式研究[J].中国农村水利水电,2009(10):55-56.
- [2] 姜谋余,龚森.我国农村河道整治的现状和问题[J].水资源保护,2015,31(1):41-47.
- [3] 张会文,蔡勇,仇荣,等.江苏农村河道治理现状调查及分析[J].水资源保护,2015,31(1):69-73.
- [4] 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.
- [5] 李兆富,杨桂山,李恒鹏.基于改进输出系数模型的流域营养盐输出估算.环境科学[J],2009,30(3):668-672.
- [6] 闫人华.平原圩区水文过程与磷运移模拟[D].北京:中国科学院大学,2016.