

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.10.004

## 基于污水系统提质增效的老旧城区黑臭水体整治

肖朝红, 周丹, 马洪涛, 郭迎新, 桑非凡, 常胜昆  
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司 北京分公司, 北京 100044)

**摘要:** 黑臭水体治理是一项长期而艰巨的工作,而老旧城区的黑臭水体由于排水系统不完善、水体污染成因复杂、监管机制不健全等原因,其整治尤为困难。结合老旧城区的特点和当前黑臭水体治理及污水系统提质增效的要求,系统介绍了黑臭水体治理思路及长效机制建立方法。以某南方滨海城市内河为例,详细介绍了老旧城区黑臭水体污染成因,并结合污水系统提质增效,立足全流域提出控源截污-内源治理-生态修复-活水保质系统治理方案,为其他老旧城区黑臭水体治理提供参考与借鉴。

**关键词:** 黑臭水体; 提质增效; 老旧城区; 长效机制

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)10-0023-05

## Treatment of Black and Odorous Water Body in Old Urban Areas Based on the Improvement of the Quality and Efficiency of the Sewage System

XIAO Chao-hong, ZHOU Dan, MA Hong-tao, GUO Ying-xin, SANG Fei-fan,  
CHANG Sheng-kun

(Beijing Branch, North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Beijing 100044, China)

**Abstract:** The treatment of black and odorous water body is a long-term and arduous task, and the treatment of black and odorous water in old urban areas is particularly difficult due to incomplete drainage systems, complex water pollution causes, and inadequate supervision mechanisms and other reasons. Combined with the characteristics of old urban areas and the current requirements of the black and odorous water treatment as well as the sewage system quality and efficiency improvement, this paper systematically recommends the idea of treating the black and odorous water body and the method of establishing long-term treatment system. Taking an inland river of a coastal city in South China as an example, this paper introduces the pollution causes of black and odorous water body in details, and the treatment scheme of sources controlling and pollution interception, control of endogenous pollutants, watershed ecosystem conservation and rehabilitation, and flowing water replenishment. This study may provide a reference for the treatment of black and odorous water body in other old urban areas.

**Key words:** black and odorous water body; improvement of the quality and efficiency of the sewage system; old urban areas; long-term treatment system

近年来随着城市的高速发展,地下基础设施建设滞后的问题日益突出,城市污水大量排入河道,造成严重的水环境问题,直接影响人民群众生产生活。

老旧城区由于管网混乱、排水系统不完善、水体污染成因复杂、监管不到位等原因,其黑臭水体整治尤为困难,经常出现治理不彻底、反复黑臭、一下雨就黑

臭等问题。

老旧城区受固有基础设施和用地条件限制,其黑臭水体治理不能“就水论水”,而应按照“黑臭在水里,根源在岸上,关键是排口,核心是管网”的原则,从源头着手治理,重点开展污水系统提质增效,补齐排水管网设施短板,提升污水收集与处理效率,减少污水直排和合流制溢流,削减入河污染负荷。水体消除黑臭后,还需制定一系列综合措施和长效机制,使水体水质保持稳定并逐步提升,防止黑臭反弹,实现长制久清<sup>[1-2]</sup>。

### 1 老旧城区黑臭水体问题

老旧城区建设年代久远,早期排水系统建设缺乏规划及管理,管材质量、施工质量均较差,管线混乱,局部区域甚至无管网或者管网没有出路。部分管道由于超出服务年限或长期缺乏维护管养,管道老化、腐蚀、破损、淤积、沉降、变形等问题十分严重。城区内合流制直排、分流制混接、分流制污水直排、合流制溢流等问题突出,大量污染物直排河道,对河道水质造成极大影响,是水体黑臭的主要原因。同时大量雨水、地下水、河水、山泉水、施工降水等通过污水管道或合流制管道进入污水处理厂,严重影响污水处理厂的效能。因此加快城市污水收集处理系统提质增效,推动城市建成区污水管网全覆盖、全收集、全处理以及老旧污水管网改造和破损修复是解决老旧城区黑臭水体问题的关键。

### 2 基于提质增效的黑臭水体治理思路

老旧城区黑臭水体治理应立足于流域,整体统筹谋划,构建流域城市污水全收集、全截污、全处理的控源截污工程体系,针对污染成因合理规划控源截污、内源治理、生态修复、活水保质、海绵城市建设等各项工程,实现水环境质量的全面提升。

① 梳理污水体系,确保截流污水得到有效处理。为了确保截流后的污水能够得到有效处理,必须确保下游污水厂的处理能力满足要求,因此首先对污水厂的处理能力进行梳理,综合考虑近期控源截污新增污水量和远期随人口增长而增加的污水量,以及污水系统提质增效的影响,对污水厂、泵站和干线能力进行复核分析,明确是否需要进行扩建。同时,完善区域内的污水管线系统,对淤积破损的管道进行清淤修复,确保截流污水能够输送至污水厂。

② 完善污水管网系统,提升污水厂的处理效能。完善排水管网系统,“挤外水”“收污水”,实现

污水处理由“规模增长”向“质量提升”的转变,有效减少进厂水量、提高进厂污水浓度。主要措施包括:系统开展污水管网排查和在线监测;补齐生活污水收集处理设施短板;实施雨污分流改造、雨污混接改造及源头地块海绵改造;实施管网更新与破损修复;规范工业企业排水管理等。

③ 强化截污,确保旱天污水不入河。在截污过程中,为了提高效率,需要根据不同类型的排口,制定不同的治理措施,做到系统统筹和精准截污,以实现旱天污水不入河、雨天污水少溢流。

④ 控制合流制溢流污染和面源污染,减少雨天河道污染负荷。对于合流制溢流排口,优先对源头地块进行海绵化改造,减少径流量;其次,加大截污管管径,提高截流倍数,并增加防倒灌设施。对于部分合流制排口,需在末端新建调蓄池,控制溢流频次。对于城市面源污染,优先对具备改造条件的工业厂区、住宅小区、公共建筑、公园绿地、市政道路类地块进行源头海绵改造,控制径流污染;其次,在部分无法源头改造的地块内,设置环保雨水口或者在排口末端设置净化设施,进一步削减雨水径流冲刷产生的面源污染。对于农业面源污染,可通过建设生态截流沟、陂塘系统、河口湿地等,对农田径流污水进行生态拦截和净化,削减入河污染负荷。

⑤ 河道清淤疏浚,有效削减内源污染。通过清淤削减河道内源污染,并对淤泥进行妥善处置;清理沿河垃圾堆放点,在周边村庄建设垃圾收集点并规范垃圾收集转运工作,确保垃圾不入河并有出路。

⑥ 生态修复,提升河道自净能力。对具备条件的河段进行生态岸线改造,在此基础上通过人工水草、推流曝气、生态浮岛、浮动湿地等措施净化河道水质,修复河道生态系统,同时在河道两侧建设湿地、滨湖缓冲带、生态截流沟等,综合提高河道自净能力。

⑦ 活水保质,补充河道生态基流。河道生态修复后,利用再生水或水库水源等对河道进行生态基流的补充,起到活水保质的作用,提升流域水环境容量。

### 3 长效机制建立

黑臭水体治理是一项长期工作,既要集中攻坚也要久久为功,采用工程措施消除黑臭后,还需建立科学有效的长效机制,使水质保持稳定并逐步提升,避免黑臭反弹,实现长制久清。

首先,政府部门要高度重视,将黑臭水体整治纳入河长制工作统筹推进,由政府主要领导牵头,统筹发改、财政、规划、建设、环保、水利、水务、城管等多个部门,形成合力,建立联合执法机制,全面推进黑臭水体整治工作;其次,严格实施排水许可、排污许可管理,工业废水不得违规进入城镇污水处理厂或通过雨水管网偷排,对沿街经营性单位、个体工商户及小、散、乱排污户污水乱排和直排问题进行整顿,建立严格的执法监督机制,避免污水直排入河;第三,定期开展城市排水管网普查工作,建立完善的排水管网地理信息系统,并对老旧污水管网进行改造和破损修复;最后,实行岸上保洁和河道保洁一体化统筹运作,建立污水处理厂、市政污水管网与河湖水体联动“厂-网-河(湖)”一体化、专业化运行维护机制,并定期开展黑臭水体监测评估,将监测信息公开,建立公众举报及反馈机制,保证公众的知情权,引导群众共同参与生态环境保护。

## 4 工程实践

### 4.1 项目概况

某南方滨海城市内河是国家部委挂牌督办的黑臭水体,全长约4.3 km,宽20~80 m,流域汇水面积33 km<sup>2</sup>,南部为山体,北部为建成区,开发强度高,工业企业和城中村密集。现状建设用地以工业用地和城中村为主,其中工业用地占建设用地的47.5%,城中村占建设用地的12.8%。

### 4.2 问题识别及成因分析

流域内城中村较多,村庄雨污水系统不完善,存在严重的城中村污水直排、合流制溢流问题,同时,由于管理体制不健全,分流制雨污水混接问题同样突出,再加上硬化面积较大及城中村生活垃圾随意丢弃引起的面源污染和淤积底泥造成的内源污染,使该河道污染负荷远超过河道水环境容量并不断增长,且河道缺乏上游生态补水水源,水体自净能力差,导致河道水环境不断恶化。

经测算,河道现状主要污染源为合流制污水直排、面源污染和分流制混接,其污染负荷占比分别为34.35%、31.49%和31.27%。另外,合流制溢流污染负荷占2.79%,内源污染负荷占0.10%。

### 4.3 治理方案

#### 4.3.1 污水系统提质增效

重点突出污水系统的提质增效,从根源减少污染物入河量。在流域内开展污水处理厂布局优化、

新建泵站及污水管网、管网排查与检测、管网修复、管网清淤疏浚、源头混错接改造等工作,提升污水处理系统效能。提质增效项目分布见图1。

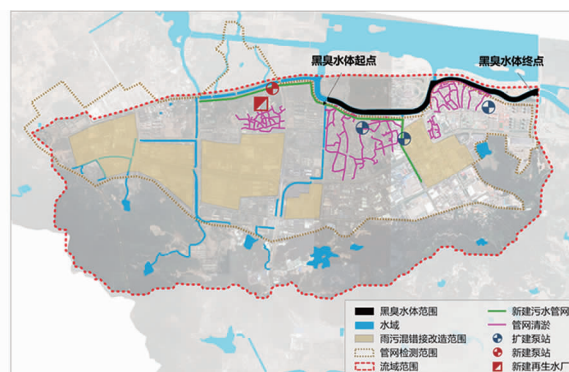


图1 提质增效项目分布

Fig.1 Distribution of the quality and efficiency improvement of the sewage system projects

① 优化污水厂布局。考虑到远期随着区域开发,流域内人口会大幅增加,现状污水厂无法满足远期污水处理要求,因此在流域内新建1座再生水厂,一期规模 $5 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,二期规模 $13.7 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,采用A<sup>2</sup>/O+二沉池+高效沉淀池+反硝化深床滤池+超滤膜工艺,出水水质执行准Ⅳ类标准。再生水厂主要收集片区内的生活污水,尾水经净化后排入河道补水。同时对流域内3座泵站进行扩建,改造后新增污水处理规模 $10.8 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d。

② 消除管网空白区。为完善该片区污水系统,减少污水直排进入自然水体,同时提高污水收集率与处理率,在片区内新建1座污水泵站并铺设进、出水管,将该片区污水接入下一级泵站,最终进入污水厂。新建泵站一期规模 $5.61 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,二期规模 $10 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d。

③ 管网检测与修复。采取人工排查与工业机器人溯源相结合的方式,对流域范围内70多km管网、4000多个检查井进行精细化、全覆盖的摸排,对管网腐蚀、破损、变形、沉降、渗漏等问题进行修复。

④ 管网清淤疏浚。通过开展管网摸排检查,制定疏浚方案,采取吸泥、高压清洗、人工清淤、清运等措施对管道内部彻底清理。规划对2条暗涵及6个村庄污水管线进行清淤,总长31.1 km。

⑤ 源头混错接改造。流域内共有44家工厂存在雨污混接情况,均为生活污水混流进入雨水管网,由环保部门牵头督促流域内相关工业企业进行整改,改造雨污水管线混接点,实现雨污彻底分流。



#### 4.3.2 控源截污—内源治理—生态修复—活水保质

在污水系统基本完善的基础上,构建黑臭水体治理的控源截污—内源治理—生态修复—活水保质工程体系。河道整治项目分布见图2。



图2 河道整治项目分布

Fig. 2 Distribution of the black and odorous water body treatment projects

① 控源截污。开展河道沿线污水截流,共改造问题排口16个,新建截污管线305 m,截流污水量约 $2.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。对105个地块进行源头海绵化改造,地块类型包括建筑小区、公建、工业企业、道路、公园绿地等。新建两座CSO调蓄池,容积分别为6 000、8 000  $\text{m}^3$ 。

② 内源治理。对河道全线进行清淤,清淤深度0.68~1.55 m,清淤量 $25.9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在城中村新增多处垃圾收集和转运设施,完善村庄垃圾收集设施和卫生清理制度。

③ 生态修复。沿河岸新建雨水台地16 000  $\text{m}^2$ ,生态绿岛3 300  $\text{m}^2$ ,设置163台曝气机。

④ 活水保质。河道单日生态需水量11 300  $\text{m}^3/\text{d}$ ,远期利用新建再生水厂出水进行补给,近期旱天通过自身水体循环补水,雨天将CSO调蓄池存蓄的水量经一体化设备和雨水台地净化后补充河道,从而保障生态基流。

#### 4.4 建立长效机制

① 政府部门高度重视。成立了流域综合治理和海绵城市建设工作领导小组,区委、区政府主要领导担任组长亲自抓。将黑臭水体治理工作纳入政府考核体系,每年进行考核。强化日常巡查机制,加大水体周边环境整治及执法管理,落实河长巡河制度,每月定期巡河,河道专管员每天按要求全面巡河,通过巡查和检查发现各类问题,建立巡查台账和问题整改台账,落实整改责任,限定整改期限,对逾期未能达标的进行严肃执法和制止。

② 提高综合管理力度。由区主要领导牵头,统筹多个部门建立一套高效有力的非法排污处置流程,严格执行街道巡河发现问题—市政中心排查源头—城管或环保部门取证调查制止—严肃执法查处的非法排污处置流程,实现城管、环保、建设、水利、水质检测联动执法。同时严格实施排水许可、排污许可管理,杜绝污水直排、偷排、漏排。定期对排水管网进行全面排查,并构建片区排水设施智慧调度系统,集成现有各类排水设施的实时监测数据,由水务部门统一对污水处理厂、泵站、调蓄池、管网以及排口进行调度与管理,实现排水设施智能化运行。

③ 优化日常管养模式。推行“一把扫帚扫到底”的城乡环卫一体化、岸上岸下一体化的管理新模式,实行岸上保洁和河道保洁一体化统筹运作。将村庄、河道、道路的环卫保洁、垃圾清运、公厕管理和绿化养护全部委托同一部门负责,从村庄、河岸、水面等多方面进行全面养护,保证垃圾不入河。

④ 发动群众共建共享。通过主流媒体报道、组织公开讲座、张贴发放宣传单等渠道传播治水理念、举措和成效,争取群众支持;充分发动周边群众从源头减排、垃圾分类等方面共同参与,减轻河道污染;区分管领导亲自向河道沿线村民授课宣贯黑臭水体治理工作理念及意义,并多次组织企业和村民现场参观黑臭水体治理情况;组织河流文化节、千人健步行、河道整治效果摄影比赛等活动,发动群众共同参与水环境保护,维护黑臭整治成果。

#### 4.5 治理效果

截至2019年12月,流域内除再生水厂扩建和3座泵站扩建工程仍处于在建状态外,其他项目均于2017年12月完工。经系统整治后,该河道各项水质监测指标均合格,完成消除黑臭水体的任务。2018年5月—2019年2月该河道开展了水生生物多样性调查,共检出浮游植物6门31属,平均丰度 $9.43 \times 10^5 \sim 2.89 \times 10^7$ 个/L;检出浮游动物4门22属,平均丰度 $1.70 \times 10^3 \sim 2.43 \times 10^5$ 个/L;检出大型底栖动物3门5属,平均生物量131~522  $\text{g}/\text{m}^2$ ;大型水生植物有空心莲子草、狗牙根等。另外,河道内还有鱼、虾、蟹等动物栖息,说明河道生态系统已建立并逐渐成熟,生物多样性增强,水生态、水景观得到有效提升。

2017年4月—2018年12月该河道上、下游水质变化见图3。河道整治前、后效果见图4。

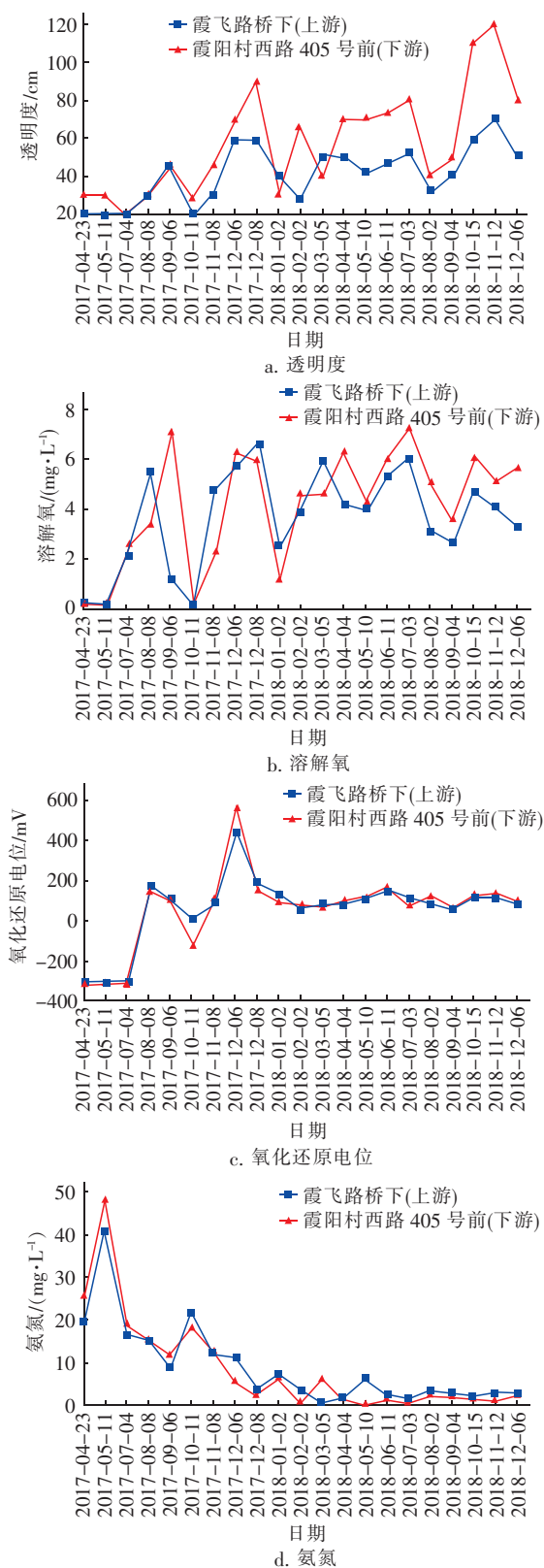


图3 河道整治前、后水质变化

Fig. 3 Variation of river water quality before and after treatment



图4 河道整治前、后照片

Fig. 4 Photos of river before and after treatment

## 5 结语

老城区受固有基础设施和用地条件限制,其黑臭水体治理局限性较大,应因势利导,从源头着手,理顺排水体系,重点开展污水系统提质增效,补齐排水管网设施短板,提升污水收集与处理效率,减少污水直排和合流制溢流,削减入河污染负荷。同时采取控源截污-内源治理-生态修复-活水保质治理措施,综合实现黑臭水体治理。水体消除黑臭后,还需从加强政府部门重视程度、提高综合管理力度、优化日常管养模式、发动群众共建共享等方面制定一系列综合措施和长效机制,使水体水质保持稳定并逐步提升,防止黑臭反弹,实现长制久清。

## 参考文献:

- [1] 唐建国,王家卓,马洪涛. 完善城市排水系统,巩固和提升黑臭水体整治成效[J]. 给水排水,2018,44(1): 1-7.  
TANG Jianguo, WANG Jiazhao, MA Hongtao. Complete the urban drainage system, consolidate and improve the effect of black smelly water [J]. Water & Wastewater Engineering, 2018, 44(1): 1-7 (in Chinese).
- [2] 郭迎新,徐海东,谢薇,等. 海绵城市理念下的老城区CSO污染控制探索与实践[J]. 中国给水排水,2019, 35(14): 1-6.  
GUO Yingxin, XU Haidong, XIE Wei, et al. Exploration and practice of combined sewer overflow pollution control in old urban area based on sponge city concept [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(14): 1-6 (in Chinese).

作者简介:肖朝红(1989-),女,湖北武汉人,硕士,工程师,主要从事黑臭水体整治、污水系统提质增效、海绵城市建设的规划、设计等工作。

E-mail: 747162236@qq.com

收稿日期:2019-12-24

修回日期:2020-01-07

(编辑:丁彩娟)