

深圳市典型黑臭水体治理效果分析

李 晓¹, 宋桂杰¹, 邓佑锋², 李张卿¹, 杨至瑜³

(1. 北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京 100082; 2. 深圳市龙华区治水提质指挥部办公室, 广东 深圳 518131; 3. 中规院<北京>规划设计公司, 北京 100044)

摘要: 针对深圳市某河道实施了截污、清淤、补水(以超磁+曝气生物滤池为核心工艺)工程,使该水体逐步达到不黑不臭的目标。工程实践表明,该水体除氧化还原电位仍维持100%达标外,氨氮、透明度、溶解氧达标率分别从25%、35.8%、47.9%提高至100%、100%、95.8%。

关键词: 黑臭水体; 截污工程; 清淤工程; 补水工程; 超磁; 曝气生物滤池

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)14-0101-04

Analysis of Typical Black-odorous River Governance Effect in Shenzhen

LI Xiao¹, SONG Gui-jie¹, DENG You-feng², LI Zhang-qing¹, YANG Zhi-yu³

(1. Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Beijing 100082, China; 2. Shenzhen Longhua Water Quality Control Office, Shenzhen 518131, China; 3. CAUPO Planning & Design Consultants Co., Beijing 100044, China)

Abstract: Sewage interruption engineering, dredging works, as well as filling water treated by super magnetic and biological aerated filter were applied to black-odorous river governance in Shenzhen. The results showed that in addition to the 100% control rates of ORP, the ammonia nitrogen, transparency, and DO concentrations were enhanced from 25%, 35.8%, 47.9% to 100%, 100% and 95.8% respectively.

Key words: black-odorous water; sewage interception engineering; dredging works; water filling engineering; super magnetic; biological aerated filter

随着经济持续发展,城市水体污染问题越来越突出。根据全国黑臭水体整治信息平台发布的数据,截至2018年1月已认定黑臭水体2100条,完成治理1120条,仍有980条未完成治理,占比约47%。因此行之有效的黑臭水体整治技术措施,对尚未消除水体黑臭的地区具有借鉴意义。邹伟国^[1]认为控源截污是黑臭水体整治的基础与前提,并提出了有效的截污设计,可减少溢流合流污水量;聂俊英等^[2]以上海某黑臭水体为例,采用了外源阻隔、异位强化处理、活水循环措施后,水质指标得到明显提高;王学江等^[3]采用组合填料对黑臭水体进行预处理,发现对氨氮去除有良好效果。王耘等^[4]在对水体流速较慢的上海城区中小河道先期治理的

基础上,推荐采用高效生物膜、生态浮床和水生植物的治理措施。吴光前等^[5]在实验室条件下研究了固定化微生物技术对黑臭水体和底泥的净化性能,发现对COD_{Mn}、氨氮有较高的去除率。陆洪宇^[6]研究发现,悬浮式曝气生物滤池对景观水体中的COD_{Mn}、氨氮有较高的去除率,其中氨氮去除率高达90%。以深圳市建成区河道为分析对象,结合具体黑臭水体整治工程,为深圳和其他城市黑臭水体治理提供工程经验和依据。

1 工程背景

深圳市建成区J河龙华段为环保部、住建部挂牌督办的黑臭水体。该河位于深圳北部,为雁田水一级支流,发源于龙岗区布吉街道,经环观南路进入

龙华区观澜街道君子布社区,经天堂围流入东莞市境内,河道总长 14.01 km,河道平均比降 0.003 88。其中龙华段河道长为 3.66 km,流域范围约 520 hm²。流域内建成区占比高,雨污水管网不健全,整体河道为重度黑臭。

2 水体及现场情况

按《城市黑臭水体整治工作指南》(下称《指南》)要求,每 200~600 m 设置一个监测点,J 河共设置 8 个监测点,从上游至下游编号为 1#~8#。根据检测结果,J 河各指标达标率如下:氧化还原电位为 100%,透明度为 35.8%,氨氮为 25%,溶解氧为 47.9%,总体达标率为 6.25%。可见 J 河全段氧化还原电位为达标状态,氨氮达标率最低。

J 河主要排水体制为合流制,雨污混流严重。根据现场调研结果,河道两岸排污口共计 48 处,平均入河污水量约 5 000 m³/d。排口水质抽样分析结果显示,COD 为 63~95 mg/L,BOD₅ 为 14~22 mg/L,氨氮为 22~32 mg/L,推测排口出水为基流与生活污水的混合物。

J 河上游属于龙岗境内,因此早季约有 (2~3) × 10⁴ m³/d 客水进入 J 河龙华段。根据对客水水质抽查显示,其 COD 为 33~111 mg/L,BOD₅ 为 9.8~88 mg/L,氨氮为 6~20 mg/L,属于重度黑臭水体。现况 J 河龙华与龙岗交界处有一座净化厂,处理规模为 1.5 × 10⁴ m³/d,出水水质为一级 A 标准,主要处理水源为上游龙岗客水。

根据检测单位提供的底泥资料,J 河底泥厚度为 0.2~0.5 m,宽度为 3~13 m。

3 存在的问题及对策

根据以上分析,J 河黑臭水体治理需要解决以下问题:①河道内氨氮超标严重,需重点考虑去除。②河道流域内为合流制排水系统,两岸排口数量众多,每日入河污水量较大,而短期内实现全面分流制改造不现实。需建立沿河截污系统,削减流域内入河污水量。③上游客水污染严重,而现有净化厂处理能力不足。需增设补水系统,削减上游客水污染,同时通过补水增加环境容量,并在考核期前投产。

4 治理措施

根据以上思路,J 河黑臭水体治理依次采用了沿河截污、底泥清淤、补水工程等措施,具体如下:

① 截污工程。新建截污管共 4 段,DN200~DN800(包括截污支管)共计 5 249 m。管道采用全

线混凝土包封设计,检查井人孔采用压力盖板,下游接入环观南路 D800 mm 市政污水管道,输送至观澜污水处理厂,截流排污口共 48 处。

② 清淤工程。采用机械清淤和人工清淤相结合的方式,其中环观南路下游段,原岸墙保留段靠近墙趾处采用人工清淤,其他地方均采用机械清淤;环观南路上游段基本为暗涵覆盖,采用人工清淤。清淤量累计 1.65 × 10⁴ m³,淤泥外运处理。

③ 补水工程。采用超磁+曝气生物滤池工艺,处理规模为 2 × 10⁴ m³/d,位于 J 河上游,将上游进入龙华境内的黑臭客水截流至粗格栅及提升泵房内,再泵送至超磁处理装置进行一级处理,后接入曝气生物滤池(陶粒填料)处理,出水主要指标达到一级 A 标准后,作为补水水源进入河道。

5 治理效果

J 河沿河截污管于 2017 年 9 月 20 日完成贯通,将 48 处排口接入沿河截污管,收纳污水量约 5 000 m³/d。从各断面水质指标情况来看,截污前重度黑臭断面占 31%、轻度黑臭占 62.5%。截污完成后重度黑臭断面为 0、轻度黑臭断面为 100%,说明通过排口截污能有效降低重度黑臭断面的占比,并将黑臭水体级别由重度黑臭转化为轻度黑臭。

底泥清淤工程于 2017 年 9 月 20 日开始,累计清淤量为 1.65 × 10⁴ m³。除第一次底泥清淤会导致污泥翻起,造成水体重度黑臭外,其余时段水体基本维持轻度黑臭状态。可能由于降雨时上游携带的污染物,包括大气降尘、轮胎磨损、生活垃圾、截污管道溢流等对河道水质产生不利影响。故单纯的先截污、后清淤的处理措施,可以有效提升河道水质,降低黑臭水体级别,但难以彻底消除河道的黑臭现象。

河道补水工程于 2017 年 11 月 5 日完成通水,补水规模为 2 × 10⁴ m³/d,原水来自上游河道的黑臭水体。同时在 9 月 20 日—12 月 27 日不断进行底泥清淤工作,但清淤量逐渐降低,由带状清淤逐渐变为点状清淤。河道补水工程通水后水质出现好转:原河道断面轻度黑臭水体占比为 100%,补水工程通水后,轻度黑臭水体断面自 11 月 8 日开始逐渐下降,由 62.5% 降至 11 月 22 日为 0。同时,不黑不臭断面所占比例自 11 月 22 日得到提高,所占比例维持在 87.5%~100%,J 河水体黑臭现象得到改善。

① 透明度变化

图 1 为 J 河 8 个断面透明度平均值变化曲线。

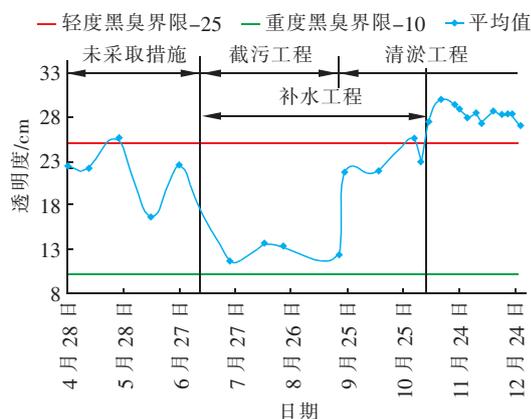


图 1 透明度变化曲线

Fig. 1 Changing curve of transparency

J河未采取措施时,透明度维持在10~25 cm,沿河敷设截污管后透明度降低:从截污前18.7 cm降至11.5 cm,降低40%。可能由于沿河截污施工过程中造成河道底泥上浮,影响到河道水体透明度。清淤工程开始后,河道透明度逐渐上升,从12.1 cm上升至25 cm,提高了105%。补水工程通水后,透明度进一步提高,从11月4日的25 cm上升至30 cm,优于黑臭水体标准,并且达到稳定状态。可见补水工程对上游黑臭河水进行总口截流处理后就地补水,对河道透明度指标有所改善。

② 溶解氧变化

图2为J河8个断面的溶解氧的平均值变化曲线。

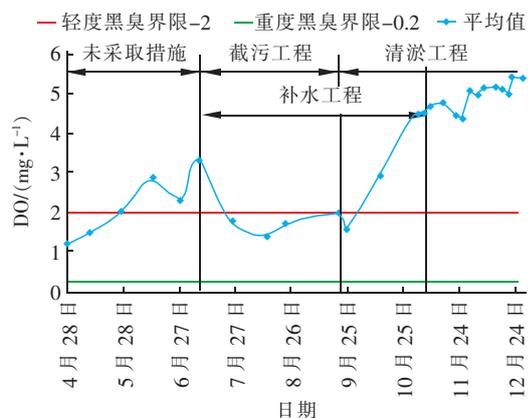


图 2 溶解氧变化曲线

Fig. 2 Changing curve of dissolved oxygen

整治前J河溶解氧呈现逐渐上升,由于深圳市自4月份进入雨季,降雨带来河道溶解氧增加。而截污工程开始后,溶解氧从3.3 mg/L降至1.7 mg/L,可能与截污工程的施工方式有关:大型机械在河

道内作业,对河道的底泥造成搅动,使沉积的耗氧污染物重新释放到水体中,而大气复氧速率低于水体释放出来有机物耗氧的速率,故水体溶解氧呈现下降趋势。当工程进展到清淤工程后,溶解氧从1.57 mg/L上升至4.4 mg/L。补水工程完工后,河道内各断面平均溶解氧浓度从4.7 mg/L上升至5.2 mg/L,并且长时间在5.0 mg/L稳定,说明河道在完成截污的基础上,进一步进行底泥清淤工程,再通过河道补水可使河道水体中溶解氧含量稳定在5.0 mg/L左右,优于黑臭水体考核标准(2.0 mg/L)。

③ 氧化还原电位变化

J河整治前氧化还原电位长期大于50 mV,高于黑臭水体考核标准(见图3)。截污工程开始时,与整治前氧化还原电位相比略微降低,从265 mV降至220 mV。随着截污工程不断完善,清淤作业不断减少,与溶解氧变化曲线一致,河道内氧化还原电位出现了回升。9月20日氧化还原电位为280 mV,11月8日为286 mV,可见清淤工程对氧化还原电位的改善不明显。补水工程正式通水后,河道内氧化还原电位出现了回升,从280 mV提高至300 mV,并在330 mV左右稳定。可见补水工程能改善氧化还原电位指标。

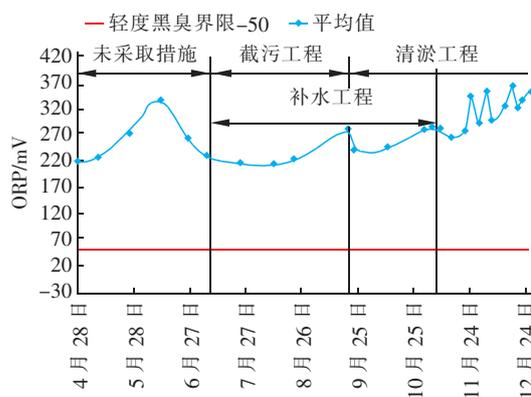


图 3 氧化还原电位变化曲线

Fig. 3 Changing curve of ORP

④ 氨氮变化

图4为J河8个断面的氨氮平均值变化曲线。整治前J河的氨氮指标呈现逐渐下降趋势,可能由于深圳市自4月份开始进入雨季,降雨造成河道基流增加,氨氮在一定程度上被稀释。截污工程开始实施后,由于入河污水量开始逐渐减少,氨氮指标进一步下降,从12 mg/L降至9.5 mg/L。清淤工程开始后,水体氨氮与截污完成后变化不大,基本维持在

10 mg/L左右。补水工程通水后, J 河氨氮指标从11月4日的11.3 mg/L降至12月27日的5.7 mg/L, 并且随着补水工程运行状况不断改善, 同时结合河道维护性清淤, 水体氨氮数值继续降低, 并在12月27日降至2.8 mg/L, 优于黑臭水体考核标准(< 8 mg/L)。

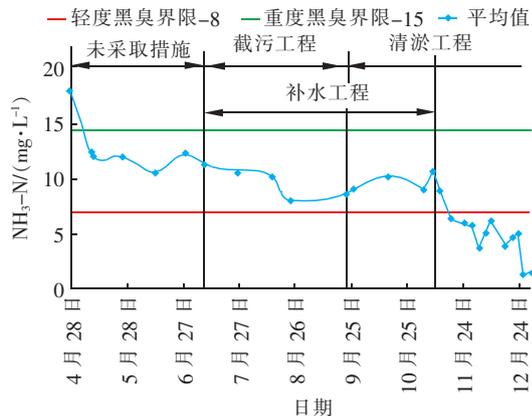


图4 氨氮变化曲线

Fig. 4 Changing curve of ammonia nitrogen

6 结论

① 实践证明, 截污工程、清淤工程、补水工程相结合的黑臭水体治理措施, 对深圳市 J 河黑臭水体整治有效。

② 截污工程、清淤工程能有效控制入河污水量, 减少河道底泥富集污染, 有效降低重度黑臭断面的占比, 并将黑臭水体级别由重度黑臭转化为轻度黑臭。但在河道上游客水污染物仍较多、沿河截污管雨季溢流的情况下, 难以彻底消除河道黑臭情况。

③ 以超磁+曝气生物滤池为核心的补水工程, 以去除氨氮、增加溶解氧、提高透明度为主要目的, 当出水水质主要指标达到一级 A 标准后, 对黑臭水体水质改善明显。

④ 黑臭水体是水环境综合治理的重要组成部分, 要实现河道长治久清, 应采取系统规划, 做好顶层设计, 达到预期目标后应建立长效管理机制, 严控污水直排入河。

参考文献:

[1] 邹伟国. 城市黑臭水体控源截污技术探讨[J]. 给水排水, 2016, 42(6): 56-58.
Zou Weiguo. Discussion on pollution control technology of urban black and smelly water[J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(6): 56-58 (in Chinese).

[2] 聂俊英, 邹伟国. 城市黑臭水体的功能恢复与水质改善案例分析[J]. 给水排水, 2017, 43(4): 34-36.
Nie Junying, Zou Weiguo. Case study on functional restoration and water quality improvement of urban black and smelly water [J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(4): 34-36 (in Chinese).

[3] 王学江, 张峰华, 吴真, 等. 应用组合填料预处理黑臭河水的试验研究[J]. 中国给水排水, 2012, 28(1): 71-73.
Wang Xuejiang, Zhang Fenghua, Wu Zhen, et al. Experimental study on combined bio-carrier for pretreatment of black odor river water [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(1): 71-73 (in Chinese).

[4] 王耘, 程江, 黄民生. 上海城区中小河道黑臭水体修复关键技术初探[J]. 净水技术, 2006, 25(2): 6-10, 23.
Wang Yun, Cheng Jiang, Huang Minsheng. Primary study on the key technologies for remediation of small malodorous black river in urban area of Shanghai [J]. Water Purification Technology, 2006, 25(2): 6-10, 23 (in Chinese).

[5] 吴光前, 刘倩灵, 周培国, 等. 固定化微生物技术净化黑臭水体和底泥技术[J]. 水处理技术, 2008, 34(6): 26-29.
Wu Guangqian, Liu Qianling, Zhou Peiguo, et al. Remediation of polluted water and sediment by using immobilized microorganism technology [J]. Technology of Water Treatment, 2008, 34(6): 26-29 (in Chinese).

[6] 陆洪宇. 改进型曝气生物滤池对景观水处理的试验研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2005.
Lu Hongyu. Study on Landscape Water Treatment by Modified Aerated Biological Filter [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2005 (in Chinese).



作者简介: 李晓(1986-), 男, 河南郑州人, 硕士, 工程师, 主要从事黑臭水体治理以及水厂、再生水厂设计工作。

E-mail: 514342358@qq.com

收稿日期: 2018-03-28