

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.14.020

# 棠景沙涌流域综合治理实践与总结

李如良

(中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司, 云南 昆明 650000)

**摘要:** 棠景沙涌是广州市第一条实现全流域雨污分流的河涌,以消除黑臭为目标,以水质提升为核心,以现状调查为基础,以清污分流为依托,以管网建设为保障,以水质检测为抓手,系统制定了“源头雨污分流改造、公共污水管网建设与完善、错混接改造、排水管网病害修复、内源削减、面源治理、泵站扩容改造、水动力改善、生态修复”九大治理技术路线。详细介绍了具体治理方案、实施内容,并结合治理后的实测水质数据对工程实施效果进行了分析,最后对治理成效进行了回顾与总结。工程实践表明,棠景沙涌流域治理技术路线应用于黑臭水体治理技术可行、成效可靠,可为国内其他城市水环境综合治理提供借鉴。

**关键词:** 雨污分流; 清污分流; 水质提升; 综合治理

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)14-0117-09

## Practice and Summary of Comprehensive Management of Tangjingsha River Watershed

LI Ru-liang

(PowerChina Kunming Engineering Corporation Limited, Kunming 650000, China)

**Abstract:** Tangjingsha River is the first river in Guangzhou to realize the separation of rainwater and sewage in the whole watershed. To eliminate river black and odor as the goal, to improve water quality as the core, to investigate the current situation as the basis, to separate clean water and sewage as the support, to construct pipe network as the guarantee, and to monitor the water quality as the starting point, nine technical routes are systematically formulated including source rainwater and sewage separation transformation, public sewage pipe network construction and improvement, wrong mixed connection transformation, drainage network disease repair, internal source reduction, non-point source treatment, pump station expansion and reconstruction, hydrodynamic improvement and ecological restoration. The specific treatment scheme and implementation content are elaborated. The implementation effect of the project is analyzed in combination with the measured water quality data after treatment and finally the treatment effect is reviewed and summarized. The engineering practice shows that the Tangjingsha River watershed treatment technology route is feasible and the effect is reliable for black and odorous water treatment, which can provide reference for the comprehensive treatment of water environment in other cities in China.

**Key words:** separation of rainwater and sewage; separation of clean water and sewage; water quality improvement; comprehensive management

城市黑臭水体直接影响人民群众生产生活,不仅带来了极差的感官体验,而且影响城市人居环境、

损害城市整体形象<sup>[1-2]</sup>。为此,广州市相继发布了《广州市广佛跨界河流污染整治强化攻坚方案》《广州市治水三年行动计划(2017—2019年)》《广州市全面剿灭黑臭水体作战方案(2018—2020年)》等文件。针对黑臭水体现状、末端截污引发的溢流污染问题,广州市开展了黑臭水体治理项目——棠景沙涌流域综合治理工程。

## 1 概况

棠景沙涌地处珠江北岸、白云山西侧,位于广州市白云区核心区,流域面积7.57 km<sup>2</sup>。流域水系由心谊路主涌(渠)、南支渠、北支渠、三元里大道支渠组成,总长10.04 km。其中,主涌长1.15 km(明涌段0.48 km,暗渠段0.67 km);南支渠长4.67 km(均为暗渠),起于上下坑水库,末端于心谊路处汇至主涌;北支渠长2.31 km(均为暗渠),起于萧岗村南侧,末端于心谊路处汇至主涌;三元里大道支渠长1.91 km(均为暗渠),全线位于三元里大道下,末端于益寿路处汇至主涌。整个流域涉及景泰街、三元里街、云城街、棠景街4个行政街道(见图1)。

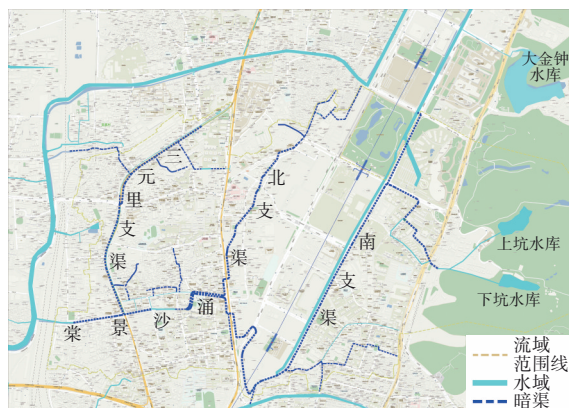


图1 棠景沙涌流域范围

Fig.1 Tangjingsha River watershed area

## 2 流域现状

### 2.1 水质现状

流域现状排水体制以合流制为主,沿线合流排口直排暗渠,合流渠箱下游总出口设置两处截污闸,分别位于心谊路(南、北支渠)、三元里大道桥下(三元里大道支渠),将河涌水截流至市政污水管网。

根据2018年1月—2019年4月水质监测数据,棠景沙涌现状NH<sub>3</sub>-N为12.50~19.77 mg/L,DO为2.07~3.50 mg/L,透明度为15~31 cm,ORP为-30~

25 mV,河涌处于重度黑臭状态。

### 2.2 污染现状

#### 2.2.1 点源污染

河涌现状点源污染主要为:污水排口、合流排口、雨水排口(初期雨水),具体分布见图2。

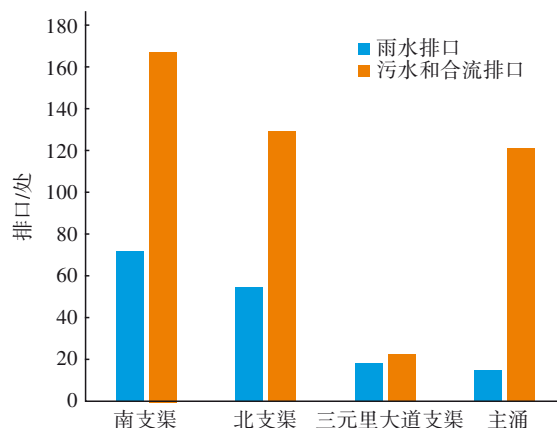


图2 现状点源污染分布

Fig.2 Distribution of current point source pollution

① 南支渠共有排口238处,其中雨水排口71处,污水和合流排口167处,晴天污水排放量约17 510 m<sup>3</sup>/d。

② 北支渠共有排口183处,其中雨水排口54处,污水和合流排口129处,晴天污水排放量约6 715 m<sup>3</sup>/d。

③ 三元里大道支渠共有排口40处,其中雨水排口18处,污水和合流排口22处,晴天污水排放量约2 873 m<sup>3</sup>/d。

④ 主涌共有排口136处,其中雨水排口15处,污水和合流排口121处,晴天污水排放量共约27 098 m<sup>3</sup>/d。

#### 2.2.2 面源污染

棠景沙涌流域内分布着大量城中村和老旧小区,居住人口众多、环卫基础设施落后、执法管理欠缺,街边饮食区的厨余垃圾、餐饮废水随意倾倒,雨天随地表径流进入河涌,造成严重面源污染。

棠景沙涌流域河口控制断面以上集雨面积7.57 km<sup>2</sup>,扣除白云山区、水面和绿地面积后,初期雨水收集范围约为5.33 km<sup>2</sup>。初步估算,一场中等强度以上降雨产生的面源污染负荷COD约4.69 t、氨氮约0.64 t、总磷约0.09 t。结合广州市降雨场次年内分布数据,流域综合径流系数取值为0.6,估算流域内面源污染物入河量COD约146.74 t/a、氨氮

约 20.01 t/a、总磷约 3.00 t/a。

### 2.2.3 内源污染

棠景沙涌流域水系 95% 以上为合流渠箱,多由合流制排水沟发展而来,历史上作为排污兼泄洪通道,长期接纳生活污水、生活垃圾,因而大量污染物相互吸附、黏结后随大颗粒物质一起沉于渠底,导致渠内积存大量黑臭底泥。参考广州市黄埔区南岗河(水质、污染情况与棠景沙涌类似)的底泥检测数据,总氮、总磷分别约为 13 500~71 400、674~977 mg/kg,总氮超过水体中含量 3 100 倍,总磷超过 1 600 倍。经过估算,棠景沙涌底泥中常年积存污染物总氮约 800.89~4 235.81 t、总磷约 39.99~57.97 t。

### 2.3 清水补给现状

棠景沙涌位于白云山西侧,现状山脚的上坑水库、下坑水库、大金钟水库是棠景沙涌自然活水补给的主要来源,旱季清水补给量约 5 500 m<sup>3</sup>/d,补水氨氮为 0.5 mg/L。

### 2.4 排水设施现状

① 雨水系统。现状主涌(渠)、支渠、雨水管网构成流域的雨水排水系统,雨水为重力流方式就近排入自然河道。

② 污水系统。a. 污水管网:区域内大部分市政路网已按分流制要求建设污水管网,污水管网骨

架系统基本完善;两侧地块及周边以合流管网为主,污水管网系统较为薄弱。b. 污水泵站:流域内污水提升泵站为 6# 泵站,现状规模 9.1×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,污水产生量为 11.81×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,污水泵站提升能力不足,溢流河涌污水量 2.71×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d。

## 3 治理思路

### 3.1 治理理念

以消除黑臭为目标,以水质提升为核心,以清污分流为依托,以管网建设为保障,以水质检测为抓手,提出“流域统筹、标本兼治,立足水质、系统治理,清污分流、雨污分流”的治理理念。

### 3.2 治理总体思路

结合治理目标和治理理念,提出“找排口、溯源头、建管网、管脱涌、网接通、泵扩容、消内源、补清水、保生态”的系统性治理思路。

## 4 治理方案

在充分分析流域水质现状、污染现状、清水补给现状、排水设施现状的基础上,结合既定治理目标、理念和思路,最终制定流域治理技术方案,如图 3 所示。

该方案总体上分为九大部分:源头雨污分流改造、公共污水管网建设与完善、错混接与连通口改造、排水管道病害修复、内源削减、面源治理、污水泵站扩容改造、水动力改善、生态修复。

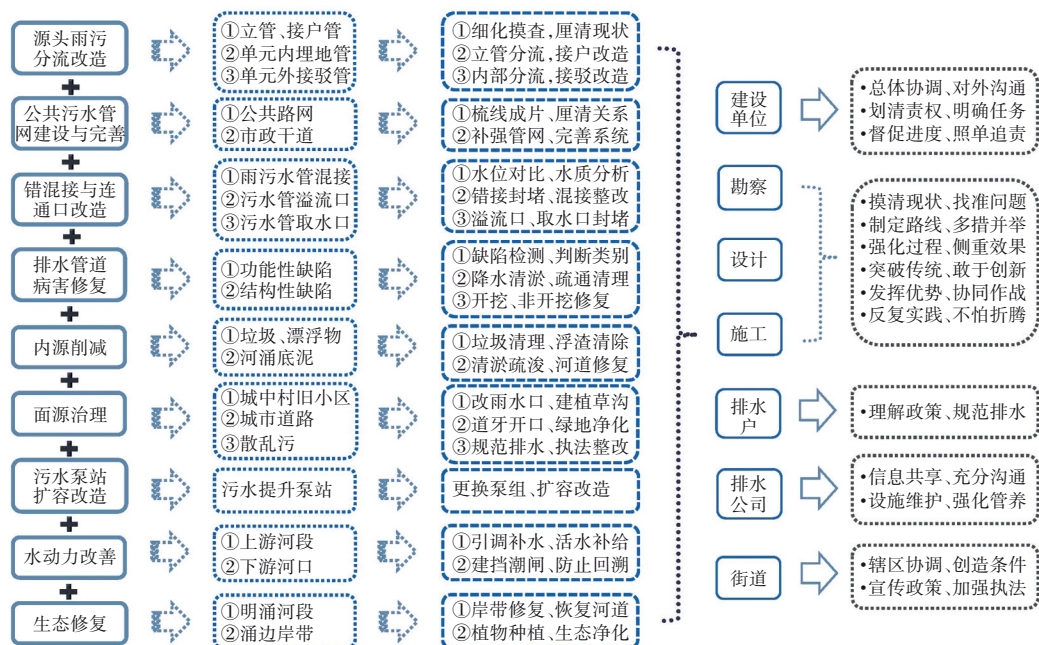


图 3 流域综合治理方案

Fig.3 Governance scheme of watershed treatment



同时,根据工程“建”和“管”的双重属性,同步拟定治理工程管理方案,即以建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位为基础,排水公司(管养单位)、街道(行政管辖)参与的管理机制和沟通协调机制。

通过治理技术方案和管理方案的协同推进,在进行工程实体建设的同时,为最终工程目标的实现、工程效果的达成提供重要保障,也为后续运行阶段工程效果的长效保持打下坚实基础。

#### 4.1 源头雨污分流改造

棠景沙涌流域按住宅类、机关事业单位(含学校)、部队、工业类、商业企业类、城中村等进行排水单元类别划分,排水单元共计431个,其中住宅类147个,机关事业单位(含学校)43个,部队1个,工商业、企业类235个,城中村5个。

由于城中村已单独立项并实现了雨污分流,工程对除城中村外的426个排水单元进行雨污分流改造。扣除绿地、道路、水域、空地等面积0.96 km<sup>2</sup>,以及城中村面积1.1 km<sup>2</sup>,实际达标改造面积5.51 km<sup>2</sup>。

##### 4.1.1 排水体制划分

根据排水单元内部仅有一套排水管网、有两套排水管网但存在错混接、有两套完整且独立的排水管网的情况,将单元排水体制划分为合流制、不完全分流制、分流制。

##### 4.1.2 改造方案

按照雨污分流的原则,依照建筑立管、接户管、埋地管、市政接驳管的顺序渐次实施雨污分流改造,理顺排水管网,从源头上实现雨、污水分流。

###### ① 建筑立管、接户管排水改造

根据建筑单体仅有一套合流立管、建筑单体废水立管排至地面雨水管、建筑单体雨水立管排至地面污水管三种情况,进行建筑立管、接驳管(接户管)改造。

###### ② 与市政雨污水管道接驳点处的排水改造

排水单元出户雨、污水管与外部市政道路上的雨、污水管对应接驳,不得错混接;现状有错混接情况的,进行节点改造。

###### ③ 单元内部埋地管排水改造

根据单元内部道路现状雨水、污水、合流管网情况,对应进行管网完善(新建污水管、雨水管)、错混接改造,如图4所示。

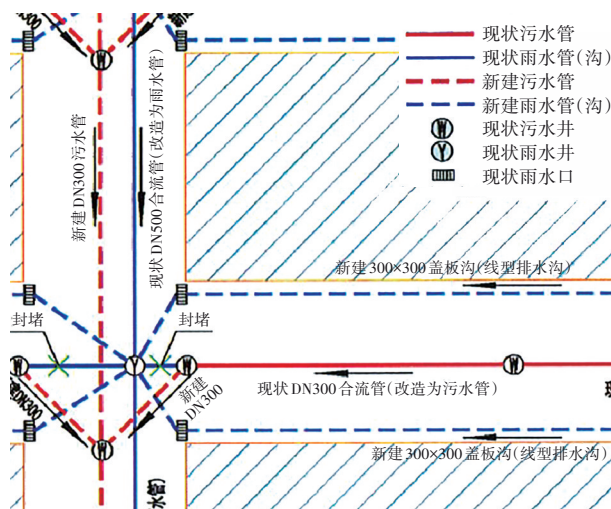


图4 单元内部道路排水改造

Fig.4 Schematic diagram of road drainage reconstruction inside the unit

##### 4.1.3 具体实施内容

对流域内147个居住小区(约2.04 km<sup>2</sup>)、43个机关事业单位(约0.44 km<sup>2</sup>)、235家工商业及企业(约2.34 km<sup>2</sup>)实施雨污分流改造,共新建(含改造)排水立管82.87 km,新建DN100~DN250接户管52.32 km,新建DN300~DN800埋地管43.00 km。

#### 4.2 公共污水管网建设与完善

根据现状管网摸查成果,建立污水系统“一张网”、雨水系统“一张网”,对流域内现状雨、污水系统进行梳理,重点针对市政路网缺失排水管网、仅有一套管网且为合流状态、现状管网过流能力不足、现状管网丧失排水功能等情况开展研究,分析存在的问题,制定解决方案。

###### ① 市政道路缺失排水管

针对现状金钟横路、云城西路无市政排水管,雨、污水通过自然沟渠直排河涌的情况,采取新建市政污水管的方案,打通污水排放通道。

###### ② 市政管网雨污合流

针对现状水边街、宏景街、云霄路、云锦街、齐富路、东门街、向云东街、航云南街、航云北街等市政道路只有一套合流管、雨污合流的情况,采取新建市政污水管的方案,打通污水通道,完善污水系统。

###### ③ 排水管过流能力不足

针对现状云城东路DN500市政污水管过流能力不足、管道长期高水位运行和冒井情况,采取管道扩容新建方式,补齐排水管网短板。

#### ④ 污水管丧失污水传输功能

针对现状汇景路市政污水管丧失污水传输功能、周边污水排入雨水管的情况,进行废管重建,恢复污水排放功能。

市政公共污水管网建设与完善工程共新建DN300~DN1 000市政排水管17.55 km,完成了排水管网骨架系统搭建。

### 4.3 错混接、连通口改造

#### 4.3.1 错混接改造

根据现状排水管网摸查成果,流域内市政雨、污水管网共有错混接点51处,主要采取混接点封堵、污水口改接、雨水口改接等方式消除雨污水管的错混接关系。

现状市政公共雨水管、污水管错混接点完成改造后,实现了市政排水系统雨污分流,确保了污水管网系统的独立性。

#### 4.3.2 连通口改造

现状排水体制多为合流制,合流渠箱长期被充当污水排放通道,并通过末端收水方式将暗渠内污水截流至市政污水管网,因此,市政污水管网与渠箱之间存在取水口、溢流口。

由于源头已实现雨污分流、市政污水管网具备污水专属通道条件,取水口、溢流口已无存在必要。流域内市政污水管网与河流渠箱连通口有3处,分别为:机场路取水口、远景路溢流口、云城东路取水口,通过对上述3处连通口进行封堵,切断污水管网与合流渠箱的连通关系,恢复污水管网的污水专属通道功能。

### 4.4 排水管道病害修复

排水管道病害问题主要是指管道缺陷,缺陷类型分为功能性缺陷和结构性缺陷。功能性缺陷是指管道过水断面发生变化、影响畅通性能的缺陷;结构性缺陷是指管道结构本体遭受损伤,影响强度、刚度和使用寿命的缺陷。

勘察阶段对流域内现状DN300及以上排水管道进行潜望镜检测,总长度为32.86 km,共有缺陷点537处。其中功能性缺陷点353处,缺陷类型主要为沉积、浮渣;结构性缺陷点184处,缺陷类型有破裂、错口、渗漏、变形、脱节、塌陷。

排水管道功能性缺陷由建设单位直接委托排水公司进行处理,主要采用清淤方式。

排水管道结构性缺陷纳入工程实施,结合缺陷

等级情况,管道塌陷、脱节采用开挖修复方式,破裂、错口、渗漏、变形采用非开挖修复方式(化学注浆、紫外光固化、点状原位固化、钢圈内衬等)。

### 4.5 内源削减

为削减黑臭底泥引起的有机污染、氮磷释放、重金属富集等对河涌水质的影响,实施内源治理工程,主要采用清淤方式。

#### 4.5.1 清淤方案

清淤主要采用干清方式,即将河水排干或抽干后,利用机械(人工配合)清淤,施工期间须按要求配套设置导水措施,具体清淤方案如下:

① 在渠箱顶部,每隔30 m开设作业口及通风口,兼作淤泥排出口;

② 渠箱主要采用“吸污车+人工”的方式进行清淤,流态污泥采用吸污车分段从开口处清理运出,人工高压水枪配合;

③ 每个工作段先清内表面垃圾、后清淤,采用高压水枪将淤泥从上游围堰向下游围堰处冲洗,再用吸污车将下游汇集的淤泥抽排至地面垃圾运罐车中外运处理。

#### 4.5.2 清淤范围与内容

对主涌1.15 km、南支渠4.67 km、北支渠2.31 km、三元里大道支渠1.91 km全线进行清淤,渠箱淤泥厚0.15~1.2 m。考虑到渠箱内部水生态功能已基本丧失,因此采取最大程度清除底泥的方案,硬底段渠箱将底板以上淤泥全部清除,软底段渠箱清除渠底浮泥和沉泥。经实地量测与计算,渠箱清淤总量为47 460 m<sup>3</sup>。

### 4.6 面源治理

流域内面源污染治理的重点为城中村、老旧小区的面源污染控制和城市道路的面源污染控制。

#### 4.6.1 城中村及老旧小区面源控制

城中村、老旧小区主要面源治理措施为雨水口改造、植草沟和下沉式绿地建设,对硬化广场和路面的径流污染进行控制。

雨水口改造主要通过两种方式:①封闭路面现状雨水口铸铁算子,在邻近绿地内新建雨水口、雨水连接管,将路面雨水引入绿地系统,经过绿地的拦截、过滤净化后再排入雨水管网,过量雨水可通过溢流口溢流;②新建雨水口增加截污挂篮,以拦截较大体积的生活垃圾、散乱污固体污染物等。

此外,结合排水单元雨污分流改造方案,在建

筑周边绿地、广场增设植草沟、下沉式绿地,新建植草沟在收集、输送、排放径流雨水的同时,产生滞留、拦截、过滤和渗透作用,降低径流中悬浮颗粒物、金属、有机物等含量;同时,在合适区域新建下沉式绿地,发挥其促渗、沉淀、过滤作用,径流雨水进一步得到净化处理,处理后的雨水排入雨水管网。

改造现状雨水口815座,新建雨水口(增加截污挂篮)374座;新建植草沟2 950 m,种植草皮6 713 m<sup>2</sup>。

#### 4.6.2 城市道路面源控制

路面的尘土和油污随降雨一并进入河涌,污染河涌水质。拟采取道牙开口(引雨水进绿地)的措施控制道路面源污染。

现状人行道、车行道道牙均为封闭状态,道路与沿线周边绿地完全隔离,雨水只能通过道路雨水口排放,不能发挥绿地的净化(滞流、拦截、过滤、渗透等)作用。因此,为实现面源污染控制,对马路道牙进行改造,每隔30~50 m开口,使雨水能通过道牙进入路边绿地,经过绿地净化后排放。

根据现状道路情况,结合路面与绿地的高程关系,共有15.75 km车行道、8.81 km人行道具备改造条件,道牙开口总数为615处。

#### 4.6.3 “散、乱、污”治理

摸排整理出所有“散、乱、污”场所分类整治清单,推进小型污水局部处理设施、预处理设施安装,规范餐饮(含小食店)、汽修机洗、农贸市场及垃圾收集处理站、工业厂区、洗涤场所的污废水排放。同时,加强行政主管部门联合执法,对偷排和直排单位、个人、工业厂区进行执法,严查整治“散、乱、污”排水户。

根据排水户摸排数据,流域内共有餐饮类315户、汽修机洗类12户、农贸市场及垃圾收集处理站类4户、工业类5户、洗涤类30户。根据《广州市排水户分级分类管理办法》,上述排水户由区水务行政主管部门、镇街督促产权人自行安装污水预处理设施,经验收通过并投入使用后,由排水公司进行日常监督检查。

餐饮类排水户共需设置隔油池315座,汽修机洗排水户共需设置格栅、隔油池、沉砂池12组,农贸市场及垃圾收集处理站类排水户共需设置格栅、三级沉淀池4组,工业类排水户共需设置工业废水处

理设施5套,洗涤类排水户共需设置格栅、毛发分离设施30组。

上述排水户除工业类应自建工业废水处理设施将废水处理后达标排放至公共雨水管网或自然水体外,其余排水户通过自建预处理设施初级处理后排放至公共污水管网。

#### 4.7 污水泵站扩容改造

流域涉及的污水泵站为6#泵站,位于棠景沙涌下游主涌北侧、三元里大道与益寿路交叉处,服务范围主要为棠景沙涌流域,收集新市、萧岗、棠溪、白云机场生活区、机场西小区一带的污水,服务面积为16.1 km<sup>2</sup>,现状人口约23.23万人,远期规划人口40.24万人,规划污水量17.1×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d。6#泵站现状规模9.1×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,不满足污水量提升需求,需进行扩容改造。

现状6#泵站共设有6个泵位,安装6台水泵(4用2备),单台水泵 $Q=366$  L/s、 $H=105$  kPa、 $N=75$  kW。

泵站扩容改造方案:土建设施保持不变,更换污水泵6台(4用2备),单台水泵 $Q=655$  L/s、 $H=170$  kPa、 $N=160$  kW,更换水泵进出水阀门12台,更换泵站高压及电气自控设备,扩容后污水泵站规模为17.5×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d。

泵站改造工程的重、难点主要有:①由于扩容改造是对现状运行泵站的改造,因此须充分考虑施工期间的临时导水方案(大流量、不间断导水);②水泵选型、泵组搭配、运行工况分析及与现状条件的匹配;③泵站配套高压配电系统改造、电气自控系统升级改造。

关于污水泵站改扩建工程的几点建议:

① 泵站土建部分宜按远期规模一次建成,并适当超前预留,以减小后期改造的难度,避免重复建设;

② 排水设施建设或改造工程,参数的选取、标准的制定、规模的确立应经实地调研,并与现有运行数据进行对比后,根据计算结果综合分析确定,不可盲目扩大,也不宜随意限制;

③ 泵站改扩建工程应充分结合城市规划、排水规划等相关规划成果,并对原址扩建、选址新建等方案进行技术经济比选后确定。

#### 4.8 水动力改善

##### 4.8.1 引调补水

棠景沙涌南支渠上游起点为上坑水库、下坑水



库、大金钟水库,棠景沙涌实施雨污分流改造时,将水库清水引流至景泰涌;雨污分流工程实施完毕后,关闭引流闸,清水重新流回南支渠,对棠景沙涌进行补水,恢复和改善河道水动力。

4.8.2 挡潮闸

棠景沙涌下游新市涌-增埗河为感潮河段,受珠江高潮位回溯影响,涌口易受潮水顶托,涌内水体不能顺利排出外河,导致内河水体往复回溯、腐化变质。为改善河道水动力条件、加快水体置换、提升河涌水质,在棠景沙涌干流涌口新建挡潮闸。

4.9 生态修复

棠景沙涌下游河道变宽、河底平缓、水动力差、水流缓慢,水体易腐臭发黑,轻微污染即引起水体变质、感官不适。

结合当地环境、气候条件,拟于下游主涌明涌段种植水生植物,利用土壤-微生物-植物生态系统去除水体中残存和二次污染产生的少量有机物、氮、磷等污染物,主要采用本地物种美人蕉。

5 治理效果

5.1 效果预期

基于现状河道水文数据、水质监测数据,在最不利水文、水质条件下对河道水质特征进行数值模拟计算,并根据源头雨污分流改造、公共污水管网建设与完善、错混接与连通口改造、排水管道病害修复、内源削减、面源治理、污水泵站扩容、水动力改善、生态修复等对污染物削减贡献的对比分析,对工程实施效果进行预测,具体见表1、2。

表1 污染物削减贡献率

Tab.1 Contribution rate of pollutant reduction %

工况	工程措施	污染物削减贡献率		
		COD	NH <sub>3</sub> -N	TP
1	现状			
2	源头分流、管网建设	38.77	39.24	37.55
3	错混接改造、管道病害修复	16.12	15.33	15.44
4	面源治理	8.03	8.54	7.03
5	内源削减	10.07	9.91	8.74
6	水动力改善	7.13	7.01	6.95
7	生态修复	5.35	4.77	5.85
8	工况2+3耦合	54.89	54.57	52.99
9	工况2+3+5耦合	64.96	64.48	61.73
10	工况2+3+5+6耦合	72.09	71.49	68.68
11	工况2+3+5+6+7耦合	77.44	76.26	74.53
12	工况2+3+4+5+6+7耦合	85.47	84.8	81.56

表2 流域治理前、后水质预期对比

Tab.2 Comparison of water quality expectations before and after watershed management

项目	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -N/ (mg·L <sup>-1</sup> )	TP/(mg· L <sup>-1</sup> )	DO/ (mg·L <sup>-1</sup> )	透明 度/cm	ORP/ mV
流域治理前	94.01	18.54	2.50	2.41	20	16
流域治理后	工况8	42.41	8.42	1.18	3.40	31
	工况9	32.94	6.59	0.96	3.53	32
	工况10	26.24	5.29	0.78	3.77	33
	工况11	21.21	4.40	0.64	3.90	34
	工况12	13.66	2.82	0.46	4.49	37
						109

在不同工况条件下,将出现如下预期治理效果:

① 截污纳管工程(对应工况8)完成后,棠景沙涌河口断面氨氮浓度预计为8.42 mg/L,仍高于黑臭标准。

② 截污纳管工程 and 内源治理(对应工况9)实施完毕后,河口断面氨氮浓度预计为6.59 mg/L,达到不黑不臭标准。

③ 叠加实施水动力改善、生态修复工程(对应工况11)后,河口断面COD、TP、DO、透明度、ORP将达到“长制久清”水质标准,但NH<sub>3</sub>-N浓度仍将出现小幅超标现象。

④ 当继续实施完成面源治理工程(对应工况12)后,河口断面COD、NH<sub>3</sub>-N、TP、DO、透明度、ORP将全部达到“长制久清”水质标准,达成预期治理目标。

5.2 实测水质数据与分析

治理工程实施前,2018年1月—2019年4月河涌氨氮为15.95~20.35 mg/L,呈重度黑臭状态。

2019年4月—2019年7月,治理工程开展前期方案研究;2019年8月进入现场施工阶段,2019年底基本消除黑臭;2020年4月,完成主体工程并进入遗留问题处理阶段;2020年7月,项目转入正常运维阶段。

根据治理目标,工程主体内容完工后,在河涌沿线布置水质检测点,对河涌水质进行取样检测,将治理前水质、目标水质、治理后水质进行对比分析,评估工程实施效果。

5.2.1 实测水质数据

棠景沙涌流域共布置38组水质测点(南支渠9组、北支渠8组、主涌4组),对南支渠、北支渠、主涌

水质进行持续性检测,检测点编号为TC-1~TC-38。其中,TC-1~TC-10为南支渠沿线(从上游开始,依序延伸至下游,余同)水质数据,TC-25~TC-33为北支渠沿线水质数据,TC-35~TC-38为主涌(南、北支渠汇合而成)沿线水质数据。具体见图5。

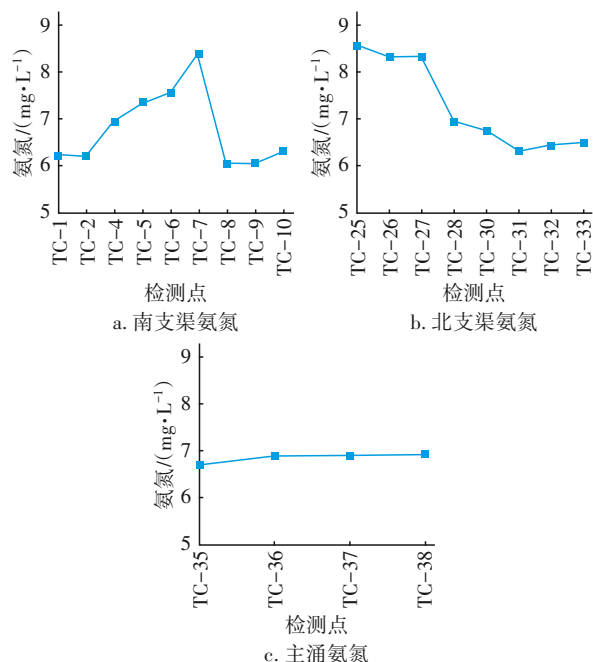


图5 南支渠、北支渠、主涌治理后氨氮检测数据

Fig.5 Ammonia nitrogen concentration of south branch canal, north branch canal and main inflow after treatment

水质检测时间为2020年4月—2020年11月,即治理主体工程的截污纳管(源头雨污分流改造、公共污水管网建设与完善、错混接与连通口改造、管道病害修复)、内源治理(河涌清淤)、水动力改善实施完成后的水质检测数据。

### 5.2.2 水质分析

① 治理工程实施后,入河污染物得到大量削减,河涌水质浓度大幅降低,考核断面(位于主涌)氨氮浓度降至8.0 mg/L以下,水质得到显著改善,彻底消除黑臭。

② 治理工程实施后,主涌河口(TC-38号检测点)氨氮降至6.91 mg/L,略高于预期值(5.29 mg/L),基本达到预期治理效果;河口水质较预期略高的主要原因是面源污染、散乱污经雨水管排入河涌后造成污染物滞留河底,引起二次内源污染。

③ 南支渠沿线水质呈现先上升后下降的驼峰状趋势,主要原因是暗渠上游、中游逆坡,渠内水体流动性差,长期性积水0.7~1.2 m,少量面源污染

物的排入即引起水质变坏;随着下游二级支渠水流汇入,水体得到稀释,浓度下降。

④ 北支渠沿线水质浓度呈现连续下降的趋势,主要原因是暗渠起点水量少、逆坡积水、浓度偏高;上游、中游的二级支渠清水汇入后,浓度降低,且暗渠沿线顺坡、水体流动性好,水质持续向好。

⑤ 主涌沿线水质呈微升趋势,主要原因是南、北支渠汇合后的主涌河道变宽、水流变缓,且受外江顶托,河口段出现水体回溯,形成回荡区段,阻碍水体正常交换,对水质产生不利影响。

⑥ 后续逐步实施完成生态修复、面源治理工程(对水质提升贡献值为3.20 mg/L,约占13.3%)后,主涌河口氨氮预计可达3.71 mg/L,接近长制久清标准。

⑦ 根据棠景沙涌实测水质数据并结合其他城市黑臭水体治理经验,容易得出:通过控源、截污、清淤等手段只能从源头上控制和消除污染源,实现水体不黑不臭。要想进一步提升水质、达到理想的水质目标(V类水及以上),还需继续推进其他“建、管”结合的措施:其一,引入清洁水源进行清水补给,保障活水来源;其二,推进河湖水系、排水设施维护管养,减少或避免水体二次污染;其三,加强行政执法,巩固既有治理成果,筑牢水体污染防治线。

### 5.3 治理成效

① 污水进厂、清水入河,流域实现雨污分流、清污分流。通过实施源头雨污分流改造、管网建设、错混接改造、管道病害修复,理顺了“污染源—管网—泵站—厂”这一污水通道,污水通过专属通道进厂处理;雨水、清水通过雨水管网、河涌水系排入外河;实现了雨污分流、清污分流。

② 末端截污措施取消,渠箱恢复自然水系功能。源头污水得到收集,岸上实现雨污分流,原合流系统设置的截污闸、截污堰已无存在必要,末端截污措施得以取消。河道、渠箱不再承接纳污和排污功能,合流污水挤占空间被腾出,行洪、排涝功能得到恢复,在污水治理的同时内涝也得到治理,河道、渠箱恢复自然水系功能。

③ 河道水质达到不黑不臭,流域治理整体见效。经过全力整治,棠景沙涌流域水环境得到了全面提升,经第三方水质检测单位、生态环境部华南环科所、市排水监测站取样检测,水质达到不黑不



臭,并朝着“长制久清”目标迈进,流域治理成效显著。但是,从长远角度看,流域治理是一个综合性、系统性工程,下一步河道水质的提升,还需加强实施水生态修复、面源控制、清水补给等工程措施,并推进排水设施维护、河湖水系管养、行政执法等管理措施。

## 6 结论

自2016年大力推进黑臭水体治理以来,广州市197条黑臭河涌彻底消除黑臭,全面朝着长制久清目标迈进。棠景沙涌治理经验总结如下:

### ① 细化排查、摸清现状

治理方案制定的前提是排查清楚现状情况,包括水系脉络、排水体制、排水管网、截污设施、河道水质、淤泥状况、沿岸排口、地块属性、建筑分布、排水户数、面源污染等。通过充分排查现状,掌握外源和内源污染情况,以及排水设施运行状况。

### ② 全面分析、制定路线

根据现状河道水质数据,结合污染源调查结果、排水设施调查数据,系统分析水体黑臭成因、污染主因,找出问题点、找准症结点,拟定治理工作思路,并结合既定治理目标,确定治理技术路线,制定整治工作计划。

### ③ 立足根本、多措并举

河道黑臭问题由来已久,并非单一成因、短期之效,乃是众多因素综合作用、长期积累的结果。因此,治理方案应抓住根本,核心问题优先解决,关键措施优先实施,即立足控源截污、内源清理;同时应注意多措并举,一般问题逐步解决,改善措施分步实施,即辅以生态修复、清水补给;长远来看,还应有序推进实施面源治理、生态净化等措施。

### ④ 注重效果、过程管控

城市黑臭水体治理是一项重要的民生工程,整

治成败与否,治理效果是最重要、最直接的检验标准。因此,工程实施过程中、实施后应实时关注工程效果,并采取数值分析、现场量测等手段对“预期目标-实际效果”进行校验,分阶段根据实际情况对局部方案、局部措施进行必要的调整与修正,强化过程管控。

### ⑤ 部门联动、建管并重

流域治理是一个跨区域、跨部门的综合性系统工程,需行政部门、辖区镇街、管养单位的大力支持,方可取得彻底性成效。同时,工程措施实施完毕后,还需注重管理措施跟进,加强排水设施管理、河岸保洁、巡河执法等工作,推动维管工作常态化、制度化、信息化,最终实现长制久清。

## 参考文献:

- [1] 邱于益. 城市内沟河综合整治改造的实践与思考[J]. 中国给水排水, 2017, 33(20): 86-91.  
QIU Yuyi. Practice and reflection on the comprehensive renovation of the urban inner channel river [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33 (20): 86-91 (in Chinese).
- [2] 张列宇,王浩,李国文,等. 城市黑臭水体治理技术及其发展趋势[J]. 环境保护, 2017, 45(5): 62-65.  
ZHANG Lieyu, WANG Hao, LI Guowen, et al. Management technology and development trend for urban black and odorous water body [J]. Environmental Protection, 2017, 45(5): 62-65 (in Chinese).

作者简介:李如良(1993- ),男,云南宣威人,本科,助理工程师,主要从事市政给排水规划与设计、流域水环境综合治理研究及设计工作。

E-mail:1575812207@qq.com

收稿日期:2021-04-19

修回日期:2021-08-03

(编辑:衣春敏)

**珍惜资源,保护环境,建设美丽中国**