

# 石狮市污水处理厂尾水回用于补充内沟河的实践

邱于益

(石狮市水务处, 福建 石狮 362700)

**摘要:** 对石狮市污水处理厂尾水回用工程建设经验进行了总结,介绍了工程背景以及尾水回用在生态调节、水系治理效果、工程造价等方面取得的成效,可供其他城市建设者和管理者借鉴和参考。

**关键词:** 污水处理; 尾水; 回用; 内沟河

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)08-0104-04

## Reuse of Effluent of Wastewater Treatment Plant to Replenish the Urban River in Shishi City

QIU Yu-yi

(Shishi Water Department, Shishi 362700, China)

**Abstract:** This paper summarizes the construction experience of effluent reuse project of Shishi wastewater treatment plant. The project background and the effect of effluent reuse on ecological regulation, water treatment and project cost were introduced. The research of this project could be used as a reference for other city builders and managers.

**Key words:** wastewater treatment; effluent of WWTP; reuse; urban river

石狮俗称“风头水尾漏沙地”,水资源较缺乏,境内没有较大的河流,仅有梧垵溪、厝上溪、塘园溪、龟湖溪、下宅溪、大厦溪、洋厝溪、莲塘溪、西岑溪和莲坑坂溪 10 条小溪河,其中流经石狮市城区的水系有龟湖溪、塘园溪,俗称东排水沟和西排水沟(统称内沟河)。全市溪流流域面积为 119 km<sup>2</sup>,平均径流量为 0.68 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/a。各小溪河均为单独入海的间歇性溪流,溪小流短,蒸发渗透量大,径流量小,且受到沿途工业废水和生活污水的污染。近十年来,通过“水系环境综合治理三年行动”、“重点流域(含近海水域)水环境综合整治”、“晋石跨境流域整治”、“赛水质活动”等工程项目的实施,虽大大改善了内沟河周边的环境,提高了污水的收集率,也改善了内沟河的水质,然而缺水却是城市建设者和管理者不得不面临的一个新课题和新挑战。部分内沟河在整治后,由于没有外来水源(除了雨水)补充,几乎处于临时干涸状态或者少水静止状态,时间一长,便会

有“黑臭”出现,亟需补充水源。

### 1 中心区污水处理厂及尾水泵站

#### 1.1 污水处理厂

石狮市中心城区目前建有一座中心区污水处理厂,处理水量为 10 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,远期规划建设规模为 27 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,占地约 17.3 hm<sup>2</sup>(260 亩)。其中一期工程污水处理量为 5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,出水水质执行一级 B 标准,于 2007 年 7 月 17 日投运;扩建工程一阶段污水处理量为 5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,采用一体化生化池工艺,出水水质执行一级 A 标准,于 2010 年 8 月 17 日投运;2013 年 5 月完成一期提标改造及加盖除臭,出水水质由一级 B 标准提升到一级 A 标准;扩建工程二阶段(规模为 5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d)目前已经在筹备中,预计 2017 年可投入使用。为解决石狮市内沟河生态补水少的问题,同时配套建设 15 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d 尾水回用工程,尾水全部用于内沟河生态补水、景观用

水,水资源循环再利用取得初步成效。

自中心区污水处理厂运行以来,2013 年平均处理污水 97 400 m<sup>3</sup>,实现 COD 减排 804.5 t、NH<sub>3</sub>-N 减排 104.99 t,分别占全市 COD、NH<sub>3</sub>-N 减排量的 62.3% 和 81.4%。2014 年平均处理污水 98 811 m<sup>3</sup>,处理水量基本与 2013 年持平,国家减排未认定。

## 1.2 尾水泵站

现状尾水泵站位于污水厂东南角,由一期 5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d 尾水轴流泵站改造而成,除泵房主体外,还包含一座有效容积为 350 m<sup>3</sup> 的地下水池。目前其尾水排放规模为 10 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,回用规模为 8.3 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,共安装 5 台单级双吸式离心泵,其中 2 台为尾水回用泵,流量为 1 732 m<sup>3</sup>/h,扬程为 320 kPa,功率为 220 kW,转速为 1 450 r/min;3 台为尾水排放泵,流量为 2 084 m<sup>3</sup>/h,扬程为 90 kPa,功率为 90 kW,转速为 980 r/min。

2017 年拟另建新尾水泵站(湿式),设计规模为 5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,以实现污水处理厂扩建二阶段尾水全部回用,输送至市区以补充内沟河生态用水。

## 2 尾水回用工程的建设与成效

### 2.1 工程建设情况

石狮市中心区污水处理厂尾水回用工程总体布置如图 1 所示。



图1 石狮市中心市区污水处理厂尾水回用工程总体布置

Fig.1 General layout of replenishment project by treated water from WWTP in Shishi City

石狮于 2012 年开始探索尾水回用之路,通过前期对全市水系进行全面调查摸底后进行尾水回用

工程统一规划设计,将尾水全部回用于城区内沟河作为景观用水和生态补充用水。工程总投资约为 3 000 万元,包括尾水泵站扩容工程和尾水回用管道埋设工程,尾水水质达到《城市污水回用设计规范》(CECS 61:94)标准。根据石狮市内沟河的分布情况以及市中心区建成区的现状,尾水回用工程分近期和远期规划,其中近期规划管道工程为引水至东区吴园水库附近龟湖溪上游出水口、东茂沟出水口,用于东茂沟、龟湖溪、后宅沟冲沟,全长约 9.8 km;远期规划管道工程为在大北环路往西引水至西区容卿水库附近灵山沟出水口、塘园溪出水口,用于灵山沟、塘园溪冲沟,全长约 10.9 km。

工程包括尾水泵站扩容和尾水回用管道的埋设,为了不重复开挖和破坏原有市政道路,也为了充分体现节能环保的理念,工程均结合道路建设、桥梁建设、内沟河改造、片区改造、污水厂扩建、园区景观提升等同步进行或分期进行。2012 年开启东区排水沟尾水回用系统建设,实施第一期工程,总投资约 1 300 万元,起点为宝岛路,终点为污水处理厂,生态补水回用点位于东茂沟下游段(老干部活动中心处,与龟湖溪交接部分,如图 2 所示)。



图2 老干部活动中心生态补水回用点

Fig.2 Reuse site in entertainment center of cadre

该期工程结合福辉路道路和桥梁施工同步埋设尾水回用管道,在部分旧路段和交叉路口采用顶管和拉管方式,全长约 4.2 km。第一期工程于 2012 年 10 月建成并通水冲刷,内沟河水质明显改善;第二期工程起点为宝岛路,终点为东沟泰马桥,生态补水回用点为东沟泰马桥处(如图 3 所示),全长约 1.0 km,其中宝岛路至长福路约 0.5 km,于 2012 年底结合福辉路南段(宝岛路至八七路段)改造同步埋设完毕,2013 年实施福辉路至东沟泰马桥段,该段总投资约 300 万元,于 2013 年 7 月 30 日完工并成功通水,大大改善了东沟原有的水质。目前市中心区可根据实际内沟河需求情况,通过两处阀门的

启闭对两处的回用水量进行合理调配,确保中心区污水处理厂  $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的尾水全部回用于内沟河景观生态用水。



图3 泰马桥生态补水回用点

Fig.3 Reuse site in Taima bridge

2015年起开启了西沟水系尾水回用系统的建设,通过塘园溪截污完善改造工程(五洲大酒店至香江路段)和尾水回用冲刷内沟河工程两个项目的建设,在西沟水系开始埋设尾水回用管道,并设置生态补水箱涵、生态补水瀑布带以及若干小瀑布点,目前工程正在推进中。

## 2.2 工程技术措施

### 2.2.1 材料及工艺选择

埋设于沟底的尾水回用管道采用连续缠绕玻璃钢钢管(压力管道),特种橡胶密封圈套筒承插连接,环刚度 $\geq 10 \text{ kN/m}^2$ ,压力等级要求为  $0.8 \text{ MPa}$ 。埋设深度 $<2.0 \text{ m}$ 时,采用大开挖施工工艺,埋设深度 $>2.0 \text{ m}$ 时,采用钢板桩支护后再开挖埋管。沟中施工的尾水回用管道全线需采用 C20 混凝土包封,包封厚度为  $20 \text{ cm}$ ;横穿主干道的尾水回用管道为避免管道施工对主要道路交通造成影响,采用强力型连续缠绕玻璃钢顶管施工,特种橡胶密封圈套筒承插连接,允许最小顶力 $\geq 2500 \text{ kN}$ ,环刚度 $\geq 10 \text{ kN/m}^2$ ,压力等级要求为  $0.8 \text{ MPa}$ ,其管材应符合《玻璃纤维增强塑料夹砂管》(GB/T 21238—2007)的规定;跨渠道尾水回用管采用自承式上跨架空形式敷设施工,材料为螺旋焊接钢管,壁厚为  $14 \text{ mm}$ ,焊接连接,其管材应符合《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》(SY/T 5037—2000)标准中的规定,螺旋焊接钢管的管内外及法兰外采用环氧煤沥青防腐,防腐层等级为加强级,结构为底漆—面漆—玻璃布—面漆—底漆,干膜厚度 $\geq 0.4 \text{ mm}$ 。

### 2.2.2 附属构筑物

尾水回用管道工程主要构筑物有尾水回用阀门井、排气井、排泥井、排泥湿井等,其中尾水回用阀门

井、排气井采用钢筋混凝土结构,排泥井采用砖砌检查井,排泥湿井采用钢筋混凝土结构。

### 2.2.3 管道装置

管道最高点及隆起处设置排气阀,排气阀采用 SCAR 污水复合式排气阀;管道最低点设置泄水三通及泄水阀,泄水阀采用 Z45T 楔式暗杆闸阀;隔断阀采用 SD341 伸缩蝶阀、PQ347X 软密封偏心半球阀及 WBGX 涡轮传蜗杆对夹式双偏心软密封蝶阀;冲沟口主要管道分支处需设置止回阀,止回阀采用 HH49X 微阻缓闭止回阀;所有管道管件及装置压力等级要求为  $\text{PN}1.0 \text{ MPa}$ ;减压阀采用 720X 可调减压稳压阀。

### 2.2.4 管道试压

尾水回用管管线全线贯通以后需对管道进行总体试压,具体操作要求应按照《给水排水管道施工及验收规范》(GB 50286—2008)中 7.1 的规定执行,设计尾水回用管工作压力为  $0.3 \text{ MPa}$ ,管道试验压力为  $0.8 \text{ MPa}$ 。

## 2.3 取得的成效

### ① 实现生态调节

石狮与晋江、泉州等周边县市不同,因无江河水系的自然地理环境,决定了石狮无法利用自然水系来对内沟河实施生态调节。因而,中心市区城市污水处理厂尾水回用工程成为城区内河沟治理的一项重要策略。只有“沟内无污水”,并且有“活水冲污”,内沟河方能得到生态调节、休养生息。

### ② 水系治理效果显著

经回用水补充过的沟渠,其冲污效果明显,沟渠水面清流见底,在强大的水流冲击下,过去沟内黑臭的淤泥已冲刷殆尽,甚至可见有水鸟在沟面驻足,鱼儿围绕景观石在游动(如图4所示)。



图4 补水后内沟河的效果

Fig.4 Effect after replenishment



### ③ 节省造价又环保

经初步计算,如果采用从外地调水来冲刷内沟河,仅铺设引水管道就要超过3亿元,而采用自来水冲刷,按水价为2元/m<sup>3</sup>计算,一天耗水为10×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/d,一年就需要7000多万元。以前污水处理厂处理后的尾水都白白流掉,尾水回用可变废为宝,不仅能破解缺水难题,还很好地践行了节能环保理念<sup>[1~4]</sup>。

### ④ 理念新颖,值得推荐

使用污水处理厂处理后达标的尾水作为市区内沟河生态补充用水的做法在石狮、泉州乃至福建省尚属首例,可以说是一种先行先试,也是一个摸索过程。这种尾水回用补充内沟河生态用水的经验,值得推广和借鉴,它也成为了石狮这座“水尾城市”治理水系环境的经典案例。

## 3 展望与思考

尾水回用技术在石狮取得了成效,经验值得推广,但实施过程中仍有一些需进一步研究和提升之处,主要包括:

① 尾水回用工程所涉及的区域广、路线长,施工中经常与市政雨污管道、供水管道、燃气管道、电力管道等相冲突,容易出现管道交叉问题,如何结合城市内沟河的分布进行统筹考虑、规划设计,并结合城市的建设同步进行,值得城市建设者和管理者深思。

② 为便于后续建成后回用水统一调配及日常管理,如何对现有各生态补充回用水点的阀门进行升级改造以及采取远程监控措施,有待进一步研究。

③ 可进一步拓宽尾水回用的应用范围,一期实施时沿道路的绿化带设置了若干的取水口,用于道路景观绿化浇灌,三期实施时考虑将尾水引进鸳鸯池公园,用于补充公园的湖水和绿化灌溉,今后还可考虑应用于城市公共设施其他需要水的部分。

④ 管材的选择和生态补水回用点的景观设计值得推敲,尾水回用管道从一期定长型的玻璃夹砂

钢管到二期、三期连续缠绕的玻璃纤维钢管不断更新,部分地方使用焊接螺纹钢管及PE实壁管;生态补水回用点也从最初的简单设置管道冲刷口加沟底消能板到二期的箱式小瀑布、三期的瀑布带等也在不断更新。

目前,尾水回用技术仍需要在工程建设规划、协调、技术、材料、应用、管理等多方面进行进一步的研究分析和总结,使之能更好地为石狮市在内沟河水系环境综合治理中做出更多的贡献。

## 参考文献:

- [1] 邹雪,白玉星,高建岭,等. 污水处理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2009.
- [2] 肖锦. 城市污水处理及回用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 金兆丰,徐竟成. 城市污水回用技术手册[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [4] 王良均,吴孟周. 污水处理技术与工程实例[M]. 北京:中国石化出版社,2007.



作者简介:邱于益(1982—),男,福建泉州人,硕士,现任石狮市水务处工程建设股股长兼水投公司董事长,主要从事工程建设项目管理工作。

E-mail:33238314@qq.com

收稿日期:2016-12-07