

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.18.002

# 深圳福田区水环境综合治理方案探索与实践

汤 钟, 张 亮, 俞 露, 李 亚, 杨 鹏  
(深圳市城市规划设计研究院有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘 要:** 随着国民生态文明和环境保护意识的不断提升,对城市水环境提出了更高的要求。我国城市中心城区的现状水环境问题突出,且受到污染来源复杂、建设空间不足等限制,其治理模式不同于常规河道治理。以深圳市福田区这一典型超大城市中心城区为例,在进行污染物来源量化分析的基础上,从点源控制、面源削减、内源治理、疏浚活水、暗渠揭盖、长制久清6个方面构建从源头到末端的水环境综合治理方案体系,探索了中心城区水环境综合治理的达标路径和思路,以期对其他同类型项目提供参考。

**关键词:** 水环境治理; 海绵城市; 河道治理; 中心城区

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)18-0007-06

## Exploration and Practice of Comprehensive Treatment Scheme of Water Environment in Futian District of Shenzhen

TANG Zhong, ZHANG Liang, YU Lu, LI Ya, YANG Peng  
(Urban Planning & Design Institute of Shenzhen, Shenzhen 518000, China)

**Abstract:** With the continuous improvement of national ecological civilization and environmental protection consciousness, higher requirements have been put forward for the urban water environment. The present situation of the water environment in the central urban area is prominent, which is limited by the complex sources of pollution and the lack of construction space. So its treatment mode is different from the conventional river regulation modes. Taking Futian District of Shenzhen, a typical mega-city center as an example, on the basis of quantitative analysis of the pollutants sources, this paper constructed a comprehensive water environment management scheme system from six aspects including point source control, non-point source reduction, internal treatment, dredging live water, uncovering culvert and long-term control, and preliminarily explored the way and train of thought for comprehensive treatment of water environment in central urban area to provide reference for other projects of the same type.

**Key words:** water environment treatment; sponge city; river management; central urban area

深圳市作为超大城市,在不到2 000 km<sup>2</sup>的土地空间承载了1 200多万常住人口,30多年的快速城市化和高密度开发伴随着经济社会的高速发展,强烈影响着城市的结构和功能。下垫面、人口、产业、生态、用水、排水等结构性的时空不匹配带来了诸如内涝、用水短缺、河流黑臭、亲水性差、生态退化

等一系列水问题。流域水问题是城市发展中出现的问题,也必须在发展中解决。福田区作为深圳市中心城区,同时也是老城区,人口密度高,土地发展空间受限,建成区面积大,城中村问题突出,城市建设历史较长,生态破坏遗留问题多且复杂<sup>[1]</sup>。

近年来,福田区政府高度重视本区的水问题,改

善已逐见成效。2011年,福田区被国家环保部授予“国家生态区”称号,成为全国第一个获此殊荣的中心城区。目前福田区正在创建水生态文明示范城区,积极推进海绵城市建设,亟需编制流域水环境综合治理方案对辖区内水环境进一步提升。在深刻剖析问题根源、找出短板、确定工程可实施的基础上,从流域整体出发,提出流域防洪排涝、水源保护、分流截污、河道整治、生态修复等措施的建设方案,以及系统协调、智能调度、两岸共治的管理对策<sup>[2]</sup>。

## 1 基础条件分析

### 1.1 区位条件

福田区地处深圳版图的中南部,行政区域面积为78.66 km<sup>2</sup>,占全市总面积的4%左右。福田区是深圳市委、市政府所在地,是深圳市的行政、文化、信息、国际展览和商务中心,及深圳市重点开发和建设的中心城区和交通枢纽中心。《深圳经济特区总体规划》中福田中心区的定位不仅是全市行政、文化中心,未来更是要发展成为国内重要的金融和商贸中心。

### 1.2 河道及流域概况

福田区内主要的河流包括深圳河、福田河、新洲河、皇岗河与凤塘河。其中,集雨面积>10 km<sup>2</sup>的河流有深圳河、福田河、新洲河以及凤塘河。包括9个二级排水分区,分别为新洲河流域、福田河流域、凤塘河流域、皇岗河流域、深圳湾流域、华侨城、荔枝湖流域、笔架山河流域以及福田保税区。

根据《深圳市治水提质指挥部关于加快全市黑臭水体治理的通知》及全国黑臭水体名单,福田区共有3条轻度黑臭水体,分别为新洲河(福强路-河口)、福田河(田面村-河口)、深圳河(福田段)。根据深圳市河长制工作简报,经治理,福田区3条黑臭水体均已消除黑臭。但辖区内河道仍为地表劣V类水质。

### 1.3 涉水基础设施概况

福田区现状排水体制基本为雨污分流制,仅有少数旧村现状存在雨污合流管道。雨水经管网收集后就近排入水体。福田区现状污水收集处理系统已基本稳定,全区可根据水质净化厂服务范围划分为3个系统:①滨河水质净化厂收集处理系统,主要收集福田河以东区域污水,排放标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A;②福田水质净化厂收集处理系统,主要收集福田河

以西区域污水,排放标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A;③排至区域外的南山水质净化厂。福田及滨河水质净化厂的尾水作为河道生态补水水源使用。

## 2 问题与需求分析

### 2.1 现状水环境问题

① 滨河水质净化厂基本满负荷运行,部分污水干管运行压力大。福田区现状污水主要排至区内的福田、滨河水质净化厂以及区外的南山水质净化厂进行处理。滨河水质净化厂始建于1983年2月,原名深圳市水质净化厂,是深圳市最早建设的市政污水处理厂,现状处理规模为30×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,随着福田区的快速发展,滨河水质净化厂已基本满负荷运行。全区现有污水干管约82 km,其中19.2 km管线运行压力较大,约占全区干管总长的23%,且局部区域污水管网存在断头、老化及管径偏小等问题,亟待改造。

② 河道水质有所好转,但未得到根本改善,形势依然严峻。福田区存在的3条黑臭水体虽均已消除黑臭,但大多数监测断面河水水质均劣于地表水V类标准,与水功能区划目标仍有差距;福田区河道暗渠化比例较高,占49.2%,暗渠中污水截排系统不完善,会造成一定的污染。

### 2.2 水环境问题成因分析

① 大截污箱涵系统影响。现状截排箱涵系统基本可以确保旱季污水不直接入河,但是暴雨期的雨水、河砂与污水一同流入水质净化厂,由于未配备相应的末端初小雨处理设施,造成水质净化厂超负荷运行,影响出水效果,同时溢流污水进入河道,影响河道水质。

② 城市雨污排水设施不完善。凤塘河大部分河段和皇岗河整个河道为覆盖暗渠,污水截排系统不完善,存在雨季污水溢流。福田区1285个小区彻底正本清源工作有待持续推进,确保雨季不返潮。

③ 生态基流短缺。由于上游水库截流与河道两岸截污箱涵的实施,旱季和枯水季节河道生态基流十分短缺。

### 2.3 污染物量化分析

掌握流域内污染物的来源是有效控制流域污染的基础。根据《深圳河湾流域综合治理方案研究报告》,考虑污染源类型、排放路径和污染治理方式的差异等,将污染物来源分为深圳河湾排污口、支流漏

排污水、污水处理厂尾水、污水处理厂补水、底泥、面源、溢流和香港侧污染。通过建立 EFDC(环境流体动力学模型,用来模拟各种方案下的水质情况以及计算环境容量)和 SWMM 模型(暴雨洪水管理模型,用来计算面源及溢流污染)评估流域内的污染源来源及其贡献。

经评估,深圳河以及深圳湾水质不达标主要是因为旱季漏排污水占比较大,包括支流漏排和直排干流的排污口。同时,底泥污染物的释放也是重要原因,对于深圳河,氨氮的影响已经超过 30%;对于深圳湾,氨氮的影响超过 20%。在雨季,深圳河以及深圳湾的面源污染和溢流污染的 COD 浓度较大,氨氮浓度相对较小。因此,深圳河以及深圳湾的水污染治理,首先要通过截污系统完善和雨污分流改

造等方式控制漏排污水;其次要适当控制底泥污染物释放;在雨季,有必要通过雨污分流改造、初雨水处置等措施控制截污系统的溢流和面源污染<sup>[3-4]</sup>。

### 3 水环境综合治理方案探索

根据福田区现状污水处理系统及河道水体治理情况,以及上位规划中对污水及黑臭水体整治的相关内容,提出水环境规划方案。此次规划指标体系在水质方面,要求近期地表水体水质实现不黑不臭,完成黑臭水体治理目标;远期实现河道达到目标水质,优化福田区水环境。水环境综合治理方案从“点源控制、面源削减、内源治理、疏浚活水、暗渠遮盖、长制久清”6 个方面提出相对应的措施,并针对主要河道提出系统性方案。水环境综合治理总体思路见图 1。

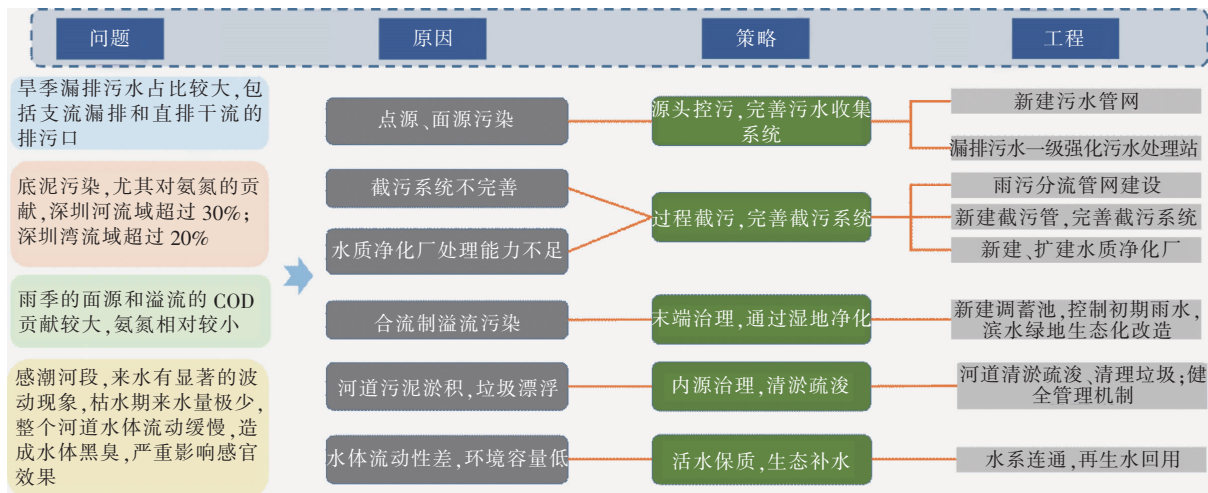


图 1 水环境综合治理总体思路

Fig. 1 General thinking of water environment comprehensive treatment

#### 3.1 点源控制

##### ① 区域统筹污水收集系统

由于福田区、南山区、罗湖区污水系统相互连通,本次规划突破行政区界,从市政污水大系统的角度,综合统筹周边罗湖区和南山区的污水系统需求,建立区域污水应急调配机制,实现福田、滨河、南山 3 座水质净化厂事故及检修期间污水量的灵活调度。通过皇岗截污泵站、凤塘泵站和白石洲泵站,建立滨河-福田-南山水质净化厂之间的水量调配机制,保障事故时水质净化厂的运行安全。

污水量按照《深圳城市规划标准与准则》确定的方法进行预测,以《城市排水工程规划规范》(GB 50318—2017)确定的城市污水排放系数进行校核。

预测福田区远期平均污水量为  $75.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,远景平均污水量为  $85.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,规划福田区污水收集处理系统划分为福田、滨河、洪湖和南山水质净化厂以及河套片区 5 个子系统,规划保留滨河水质净化厂,规划扩建福田水质净化厂,规划新建河套片区污水处理站。

福田区共规划新建污水管线 45.3 km,规划改建污水管线 10.1 km。针对福田区污水系统现状问题、水质净化厂规划调整方案和污水干管系统复核结果,对污水管网规划进行调整:在已有规划方案的基础上,对服务能力不足的瓶颈管段进行规划调整与改造(见表 1),提升干管系统整体承载能力。优先考虑新建污水分流管,以减少对现状管线的改造。



表 1 福田区污水干管瓶颈部分管段改造规划方案

Tab. 1 Planning scheme for reconstruction of bottleneck section of sewage main pipe in Futian District

片区或路段	主要问题	规划方案
农轩路 (红荔路-香林路)	农林路和农园路 管段运行压力大	农轩路(红荔路-香林路)原 $d400\text{ mm}$ 污水管改造为 $d600\text{ mm}$ 污水管,在农轩路红荔路路口和香林路(农轩路-农林路)新增 $d600\text{ mm}$ 污水管
紫竹七道- 建业大街	排水能力不足	沿紫竹七道新增 $d800\text{ mm}$ 污水管,建业大街原 $d500\sim d600\text{ mm}$ 污水管改为 $d800\text{ mm}$ 污水管;沿广深高速东侧(农林路深南大道路口西侧-泰然八路)新增 $d1\,000\text{ mm}$ 污水管,接入泰然八路新增 $d2\,400\text{ mm}$ 污水管
新洲路	运行压力大	北环大道新洲路路口北侧新建 $d1\,000\text{ mm}$ 污水管
荔香街	排水能力不足	取消燕南路-松岭路原规划 $d800\text{ mm}$ 污水管,沿会堂街-市委路新增 $d1\,000\text{ mm}$ 污水管

② 完善河道截污

福田区河道截污系统见图 2。



图 2 福田区河道截污系统

Fig. 2 River intercepting system in Futian District

福田区现状沿河截污系统主要有福田河截污系统,规划在皇岗河、深圳河、新洲河、凤塘河建设截污系统。已建污水干支管且排污口具备接驳可行性

的河段实施沿河完善截污;不具备就近接驳条件的河段,分段埋设沿河截污管,通过相对集中收集后接驳至已建污水管中。若不具备沿河截流条件,为确保 100% 截流入河污水,则采取总口截流措施。根据对排放口的普查,由于部分河段沿河无截污管、排放口高程不满足就近接驳条件等,目前沿河还有部分漏截的污水口与混流口。可结合污水处理厂沿河污水干管的埋设,有条件的位置将漏截污水口与之接驳,而现状沿河无截污管的河段或无接驳条件的排污口,则沿河新埋设截污管道后与水质净化厂截污干管接驳,最终进入水质净化厂处理。

③ 水质净化厂提标改造

滨河水质净化厂已接近满负荷运行,但因为用地受限,无法扩大规模,规划保持  $30\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$  规模不变,为达到 2020 年水质目标,建议将出水水质提标改造至地表准Ⅳ类。福田水质净化厂近期以稳定运营为主,2020 年按规划扩建至  $40\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,出水水质满足地表准Ⅳ类水标准。福田区水质净化厂提标改造具体内容见表 2。

表 2 福田区水质净化厂提标改造

Tab. 2 Upgrading of WWTPs in Futian District

项 目	出水标准	主要问题	2020 年提标改造内容
滨河水质净化厂	GB 18918—2002 一级 A	①接近满负荷;②暴雨时进水污染物浓度较低;③地铁施工影响,泥水进厂现象严重	提高污水处理出水标准及再生水利用率,规模为 $30\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,出水水质满足地表水准Ⅳ类标准
福田水质净化厂	GB 18918—2002 一级 A	满足近期(2018 年)目标要求,但不满足远期水质目标要求和发展规模需求,需要进行扩建和提质	新增福田水质净化厂提标改造规模为 $40\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,出水水质满足地表水准Ⅳ类标准

3.2 面源削减

福田区的面源污染控制主要从源头减量与末端控制两方面进行。

① 源头减量。针对不同项目类型,提出不同的源头减量策略:a. 城市更新——推广绿色基础设施建设,满足年径流总量控制率指标,并建议将污染物削减率纳入控制性指标。b. “正本清源”雨污分

流小区——要求正本清源类项目在雨污分流的基础上,改变原有的径流组织,增加海绵城市设施,达到削减面源污染的效果。c. 已建区——综合整治,针对工业厂房的改造,务必强化对面源污染的控制,建议将污染物削减率纳入控制性指标。d. 已建区——现状保留,可针对雨水检查井进行环保型雨水口改造,最大程度削减城市面源污染。e. 市政道路——

道路改造类项目以问题为导向,解决内涝防治、面源污染、景观提升等问题;非机动车道及人行道宜采用透水铺装;有绿化带的宜下沉;宜采用环保型雨水口;海绵建设不得降低排水管渠设计标准。

② 末端控制。采用绿色基础设施及灰色设施相结合的方式,通过结合河道周边公园、绿地以及调蓄水体构建雨水湿地及植被缓冲带,实现面源污染的末端控制。结合凤塘河、福田河、新洲河、红树林湿地等河道建设及雨水口的排放位置,构建植被缓冲带。结合中央公园、莲花山公园、凤塘河河口湿地、荔枝公园、皇岗公园、笔架山河上游等公园,构建雨水湿地。结合中央公园调蓄湖、深圳高尔夫湿地、梅林水库等,在确保雨水调蓄功能的基础上,通过人工湿地建设,实现雨水调蓄、雨水净化的双重功能。

### 3.3 内源治理

底泥污染释放造成的内源污染是福田区水环境提升的关键问题之一。根据工程规模、建设要求、现场水域条件及现场的自然与环境条件等影响因素,选择清淤设备。考虑到清淤范围内水域深度较浅,且位于城市中心区。明渠段宜采用水陆两栖挖掘机进行清淤,暗渠段宜采用机械配合人工方案进行清淤。清淤过程中特别应注意对现状渠道及市政建筑物的保护,如有破坏需原样恢复。清淤弃渣转运应采取有效措施,防止弃渣对周边环境造成二次污染。河道底泥受外源污染,底泥黑臭,氨氮超标,不能随意堆放,能否进行资源化利用需专门论证。

### 3.4 疏浚活水

福田区生态需水量采用综合法计算<sup>[5]</sup>,生态治

河的目的之一在于逐步修复河流生态系统,并使其健康运行,而其中最重要的是生态需水量。河道最小生态需水量是指为维系和保护河流的最基本生态功能不受破坏而在河道内保留的最小水量。本次规划的再生水量预测以用水量预测为基础,以再生水推荐替代率计算回用量。参考同类城市及深圳市其他片区再生水回用的替代率,结合片区的实际情况,确定此次规划城市杂用水再生水替代率为远期80%。预测福田区最高日再生水需求量远期为 $(9.6 \sim 19.8) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,其中福田河、新洲河、小沙河河道补水需求量分别为 $(2.6 \sim 6.0) \times 10^4$ 、 $(3.2 \sim 8.8) \times 10^4$ 、 $(0.4 \sim 1.6) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,绿地道路广场洒水用水需求量为 $3.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

福田区景观补水和城市杂用水主要由滨河再生水厂和福田再生水厂提供。再生水管网包括城市杂用再生水管网和河道补水管道两部分,滨河水质净化厂远期规划再生水规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,福田水质净化厂远期规划再生水规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,可以满足河道补水及替代城市杂用水需求。

### 3.5 暗渠揭盖

结合周边地块及道路改建逐步实施暗渠揭盖工程(见图3),近期重点研究凤塘河和皇岗河部分河段的暗渠揭盖,远期全面拆除覆盖河道上的路面结构及高架道路,重新挖掘河道,重塑河道形态;旱季时引再生水厂出水及水库水对河道进行补水,使河道长年不断流;采用复式断面,平时满足公共活动的需求,雨洪时期能保障洪水排泄,为市民创造一个丰富的文化空间。

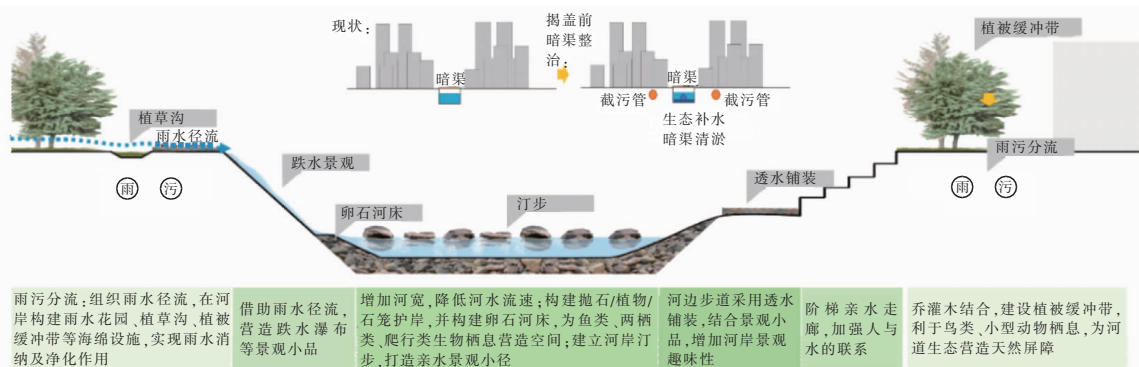


图3 暗渠揭盖技术路线

Fig.3 Technical route of culvert uncover project

### 3.6 长制久清

① 深港合作。深圳河作为深圳与香港的界

河,河道的水质也有赖于香港侧水质的提升。该河道的地理特点决定了必须采取深港合作、市局牵头、

市区联手、邻区联动的流域治理方式,从而标本兼治地实现稳定提升河水水质的目标<sup>[6]</sup>。

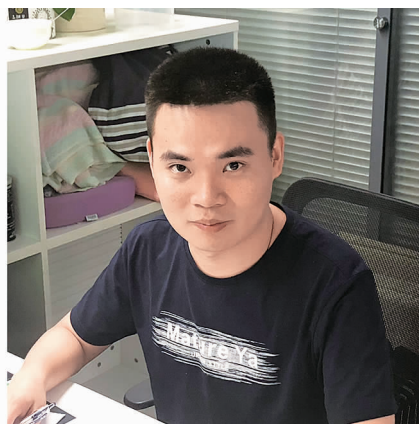
② 制度完善。完善的管理制度是河道长制久清的重要保障。应实行“河长制”管理,加强污染源管控、河岸整治与河面清洁,建立完善的河道管理制度长久地解决水环境问题。

#### 4 结语

随着对人居环境要求的不断提高,水环境治理也从以截污为主的治理方式演化至以区域水环境整体提升为目标的综合治理,这就对水环境治理方案提出了更高的要求。以深圳市福田区水环境综合治理方案构建为案例,坚持“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期治水方针,全面提升福田区的水环境质量和防洪排涝能力。下一步在推进水环境综合治理措施的落地、制定年度工作任务分工、制定水质监测预警网络、构建水城融合的新型城区水系统方面还将做进一步的探索和研究,为全面提高城区人居环境、提升城市竞争力、维护生态文明建设成果,作出应有的贡献。

#### 参考文献:

- [1] 高湘,谢庆坤,俞露,等. 滨海地区海绵城市规划探索——以深圳坝光地区为例[J]. 给水排水,2017,43(11):28-32.  
Gao Xiang, Xie Qingkun, Yu Lu, *et al.* Study on sponge city planning in coastal area: A case study of Baguang Region in Shenzhen [J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(11): 28-32 (in Chinese).
- [2] 任心欣,俞露. 海绵城市建设规划与管理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2017.  
Ren Xinxin, Yu Lu. Construction Planning and Management of Sponge City [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2017 (in Chinese).
- [3] 刘雪朋,黄奕龙. 深圳市福田河水污染治理效果研究[J]. 中国农村水利水电,2016(4):74-75,78.  
Liu Xuepeng, Huang Yilong. Study on water pollution control effect of Futian River in Shenzhen City [J]. China Rural Water and Hydropower, 2016(4): 74-75, 78 (in Chinese).
- [4] 张建良. 广州市中心城区内涝治理经验及建议[J]. 中国给水排水,2016,32(5):112-115.  
Zhang Jianliang. Experience and suggestions on waterlogging control in central urban area of Guangzhou [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(5): 112-115 (in Chinese).
- [5] 刘江侠,任涵璐. 基于生态需水的永定河水资源调配研究[J]. 水电能源科学,2019,37(2):31-34.  
Liu Jiangxia, Ren Hanlu. Study on water resources allocation of Yongding River based on ecological water demand [J]. Water Resources and Power, 2019, 37(2): 31-34 (in Chinese).
- [6] 宋芳,秦华鹏,陈斯典,等. 深圳河湾流域水污染源解析研究[J]. 北京大学学报:自然科学版,2019,55(2):317-328.  
Song Fang, Qin Huapeng, Chen Sidian, *et al.* Water source apportionment of pollutions in Shenzhen Bay basin [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2019, 55(2): 317-328 (in Chinese).



作者简介:汤钟(1991-),男,安徽舒城人,硕士,工程师,主要从事市政设施规划工作。

E-mail:3328018892@qq.com

收稿日期:2018-11-20