

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.12.005

高度城镇化地区跨区水污染协同综合治理——东莞案例

何 舸¹, 牛宇琛¹, 王成坤¹, 王俊佳¹, 黄纪萍¹, 王宝强²

(1. 中国城市规划设计研究院 深圳分院, 广东 深圳 518040; 2. 华中科技大学 建筑与城市规划学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 随着我国新型城镇化和生态文明建设的不断推进,水污染治理的重要性日益突出。由于行政区对自然流域的分割,在水污染治理工作中迫切需要进行跨区多元协作。东莞市具有较高的城镇化和经济水平,但流域水污染问题已成为制约东莞可持续发展的突出短板。为探索东莞市流域水污染综合治理的新路径,在分析南畲朗—大圳埔流域现状特征的基础上,精细划分水污染控制区,构建集“源头削减、过程控制、末端强化”于一体的多级系统化的水污染治理体系,开展截污纳管、面源污染控制、生态整治与修复、生活垃圾处置等工程,建立各行政区间沟通协作机制,制定时间和空间上协同一致的水污染综合治理方案,以期实现共同改善流域水环境质量。

关键词: 粤港澳大湾区; 跨区协同; 流域水污染; 水环境综合治理; 黑臭水体整治

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)12-0025-06

Cross-regional Cooperative Comprehensive Control of Water Pollution in Highly Urbanized Areas: A Case Study of Dongguan

HE Ge¹, NIU Yu-chen¹, WANG Cheng-kun¹, WANG Jun-jia¹, HUANG Ji-ping¹,
WANG Bao-qiang²

(1. Shenzhen Branch, China Academy of Urban Planning & Design, Shenzhen 518040, China;

2. School of Architecture and Urban Planning, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: With the constant advance of urbanization and ecological civilization construction in China, it becomes more and more important to control water pollution. Due to the segmentation of natural basins by administrative areas, cross-region cooperation is in urgent need to control water pollution. Dongguan City has a high urbanization and economic level, but water pollution has been becoming a bottleneck restricting its sustainable development. To explore a new approach in the comprehensive management of basin water pollution in Dongguan City, based on the current situation of Nanyulang - Dazhenpu basin, a fine division of water pollution control districts was carried out, and a water pollution control system integrating three processes (source reduction, in-process control, end reinforcement) was set up. Meanwhile, the projects of sewage interception, non-point source pollution control, ecological restoration and domestic refuse disposal were launched. In order to improve basin water quality, it was

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2017ZX07403-001); 中国城市规划设计研究院深圳分院资助项目(2019-02); 国家自然科学基金资助项目(51608213)

suggested to establish a system for trans-administrative communication and coordination, and develop a space-time synergistic plan for water pollution control.

Key words: Guangdong – Hong Kong – Macao Great Bay Area; cross-regional cooperation; basin water pollution; comprehensive improvement of water environment; treatment on malodorous black river

水污染综合治理是生态文明建设的重要内容,是包含污染物源头削减与收集处理、水环境整治与生态修复、污染监测与评价等在内的系统过程^[1]。目前的理论研究与实践多以行政区为水污染防治单元,未能体现流域的自然属性。而由于行政区对流域的分割,导致区域间水污染防治工作协调困难,跨区水污染事件时有发生。为了更有效地改善流域水环境质量,2015年国务院发布《水污染防治行动计划》,要求完善流域协作机制,健全跨部门、跨区域水环境保护议事协调机制;2017年修订的《中华人民共和国水污染防治法》也新增了加强流域水污染联合防治等内容。

我国地表水水体污染程度与地区城镇化水平正相关,且城镇化进程越快的区域,水体污染越严重^[2-3]。粤港澳大湾区是我国城镇化水平最高的区域之一,东莞作为大湾区的中心城市,改革开放以来经济和城镇化水平迅速提升。然而在高速的经济发展和城市扩张背后却是各级政府对城市市政基础设施建设的忽视,同时以村镇为主体的自下而上、分散式的发展路径也导致了市政基础设施建设各自为政,效率和效益均较低。城镇污水管网建设的滞后也给东莞带来了严重的水环境问题,全市近70%的受监测河流存在黑臭现象。水污染已成为严重制约东莞宜居宜业环境建设和可持续发展的突出短板。

南畲朗-大圳埔流域位于东莞市中北部、樟村国考断面上游,流域范围内工业企业密集,城镇化程度高,水污染严重,是东莞市治理水体污染的重点区和先行示范区。2017年,樟村断面水质仅为劣V类,而中央第四环境保护督察组要求该断面水质2019年达到国家考核目标(Ⅳ类)要求,考核时间紧、任务重。故以东莞市南畲朗-大圳埔流域为例,针对流域涉及行政区众多、污染物来源分散、污水管网不完善等特点,编制跨区水污染协同治理规划,以期为流域水环境的综合治理提供理论与实践参考。

1 研究区域概况

南畲朗排渠和大圳埔排渠是东莞生态产业园

(以下简称生态园)辖区内的主要水系。生态园位于东莞6镇中央的地势低洼区域,周边各镇无序的工业化进程和滞后的城市市政基础设施建设,导致生态园成为镇区垃圾和污水的汇聚地。过去10年间,生态园和周边镇都曾耗费大量财力、物力来治理流域水体污染,然而由于各自为政且缺乏统筹协调机制,治理效果不甚理想。因此,该区域的水环境治理首先需打破行政区划界限,以流域为单元,生态园与周边镇协同推进。

以南畲朗-大圳埔流域为研究区域,包括生态园、石排镇、茶山镇、横沥镇、东坑镇、石龙镇等1园5镇(行政级别均为正处级),集水面积74.9 km²。研究区域属亚热带海洋性气候,年均降水量为1 600 ~ 1 700 mm。流域范围内水系发达,主要有燕岭湿地、大圳埔湿地、下沙湿地、中央水系、月湖,以及南畲朗排渠、大圳埔排渠、埔心排渠、文庙排渠等众多排渠;周边主要水系有东江、寒溪河、东引运河等。土地利用类型包括建设用地、农林用地、水系、人工湿地等,其中建设用地面积约占46.9%(见图1)。

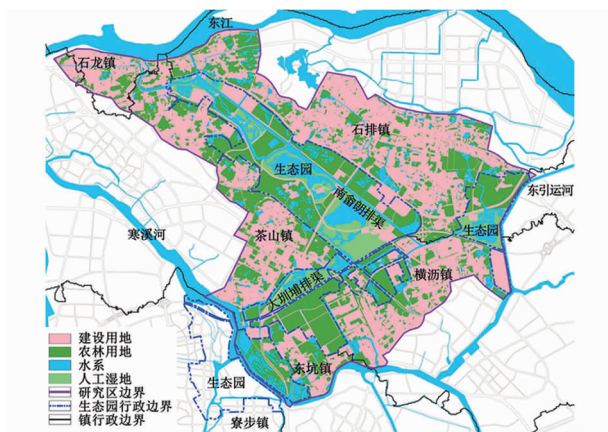


图1 研究区域土地利用现状

Fig. 1 Land use status of study area

2 水污染综合治理的挑战

2.1 点源污染严重,面源污染广泛

流域范围内水体污染严重,绝大多数水体水质劣于V类水,部分水体黑臭。研究区域分布有大小

排污口 21 个,点源污染多来自各镇区产生的生活污水、工业废水和生活垃圾,污染物通过流域内 9 条支渠直接汇入南畲朗排渠和大圳埔排渠,污染负荷高。面源污染则主要来自初期雨水径流,以及种植业、林业、畜禽养殖业等,影响范围广,且缺乏相应措施。

2.2 管网建设滞后,截污效果较差

研究区域现状截污管网建设,尤其是 5 镇范围内的次支管网不完善,覆盖范围较小。汇入流域内水体的部分支渠虽已实施截污工程,但截污效果不佳,存在截流倍数偏低、截污口渠道淤积、下游水体倒灌等诸多问题。生态园虽已实现雨污分流,但仍存在局部雨污水管道错接、截污设施老化等现象。

2.3 底泥污染严重,生态功能受损

研究区域多数支渠存在河道淤积现象。由于水体水质长期处于劣 V 类,污染物在底泥中大量积累,形成内源污染,水生态功能严重受损,自净能力不足。同时,河渠岸线未经整治和修复,缺少水生植物,对雨水径流的过滤和净化能力也较弱。

2.4 涉及村镇众多,管理协调困难

研究区域水系密布,连通性强,各行政区的污染

物排放对水体水质均有较大影响。目前石排镇、茶山镇、横沥镇、东坑镇、石龙镇等除生态园以外各镇,多数未实现雨污分流,雨季大量生活污水溢流排入南畲朗排渠和大圳埔排渠,最终汇入东引运河与寒溪河,严重影响下游水质。而截污工程建设、面源污染防治、生活垃圾管理等工作涉及跨行政区的村镇较多,管理协调存在较大困难。

3 研究方法

3.1 技术路线

界定水环境治理重点区域,划分水污染控制区,明确区内水体水质目标,通过资料分析和现场踏勘,对水环境现状和污染源进行调查与评估,诊断和识别流域主要水环境问题,并进一步精细化控制区。以跨区协同为主要原则,统筹安排各行政区的水污染防治工作,制定统一的流域水环境综合治理规划,构建集“源头削减、过程控制、末端强化”于一体的多级系统化的水污染治理体系,并根据局部水环境特征因地制宜地规划相应水污染防治工程,建立实施项目库,提出保障规划落实的措施,具体技术路线见图 2。

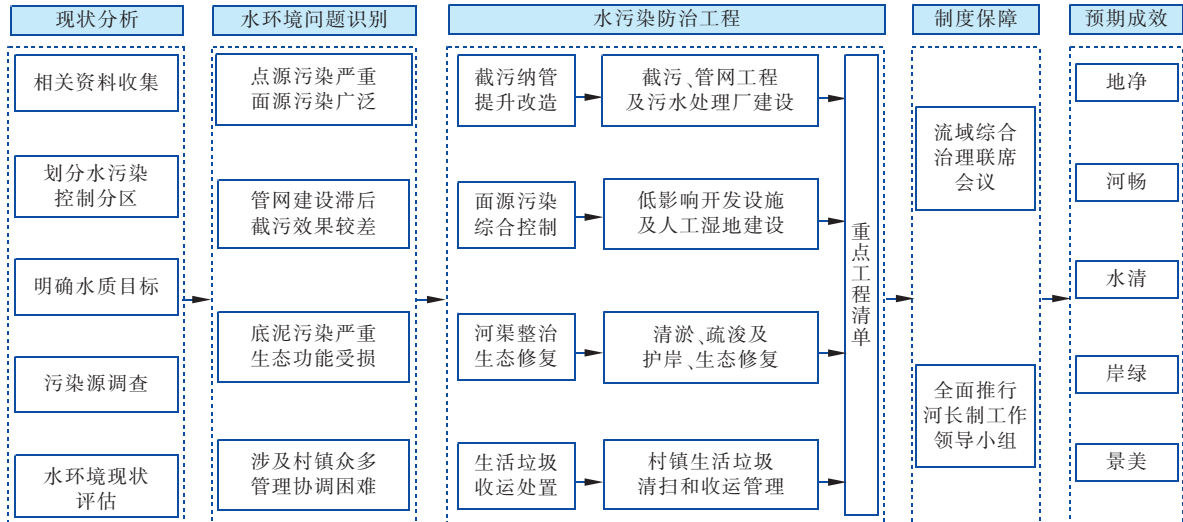


图 2 技术路线

Fig. 2 Technical route

3.2 水污染控制区划分

研究区域各水体的汇水特征、污染物来源和水环境功能具有较大的空间差异性,精细化划分控制区有助于准确识别各水体的水环境问题,保障水污染防治工程针对性更强。首先,收集并整理研究区域的行政边界、水系分布、水环境功能区划、地形地貌等基础资料,并深入了解监测断面、支流入河口、

排污口等关键控制节点。其次,在 ArcGIS 软件的支持下,基于研究区域 DEM(数字高程模型)数据,利用 Hydrology Modeling(水文分析工具)模块进行流向分析和流水累积量计算,提取水系网络和流域边界,获得水文响应单元。最后,结合土地利用现状、行政边界、关键控制节点、汇水特征等因素,对获得的水文响应单元进行人工修正,建立符合实际情况

的“关键控制节点—控制河段—对应陆域”的水陆响应关系,将研究区域划分为1个一级水污染控制区和19个二级水污染控制区。

4 水污染协同综合治理规划

按照“截污、清淤、活源、生态修复”的工作思路,在水环境功能区划的指引下,首先,加强截污次支管网建设,近期重点解决现状排污口问题,远期实现雨污分流全覆盖,并通过提升改造污水处理设施、构建河口人工湿地系统,削减点源污染;其次,通过对雨水径流等进行控制,降低面源污染影响;再次,通过河渠清淤、生态修复,减少内源污染;最后,提出生活垃圾收集与处理方案。

4.1 水环境功能区划

根据《南粤水更清行动计划(修订本)(2017—2020年)》《东莞市水污染防治行动计划实施方案》《东莞市水环境功能区划》要求,并结合经济和社会需求,划定研究区域地表水环境功能区,分别执行《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中相应标准。水质目标分为近期2020年和远期2030年两个阶段,近期寒溪河(生态园段)、月湖、中央水系达到Ⅳ类水质要求,南畲朗排渠、大圳埔排渠、下沙湿地、大圳埔湿地、燕岭湿地及其他主要水体达到Ⅴ类水质要求,远期各主要水体均达到Ⅳ类水质要求。

4.2 截污纳管

截污纳管是水污染治理最直接有效的工程措施,也是采取其他技术措施的前提^[4]。研究区域水体污染物主要来自生态园周边村镇排放的工业废水和生活污水,因此,改善流域水环境的首要工作是完善周边村镇的截污工程。先对汇入流域内水体的各支渠进行截污工程建设,并对已有工程的截污效果进行评估,分析失效工程存在的问题,再有针对性地开展提升改造工作。

4.2.1 截污管网完善

除生态园外,流域周边村镇排水体制大多为雨污合流制,截污工程不完善,各排渠成为污水排放通道,水体污染严重。由于历史原因,近期在各镇全面开展雨污分流改造存在较大困难,现阶段较为合理可行的措施是先完善截污次支管网的建设。因此,规划充分利用现有的污水管网和污水处理设施,结合现状地形、用地权属等特征,沿排渠或附近道路建设截污管网,收集周边污水并按照污水系统分区就近输送至南畲朗污水厂、茶山污水厂或横沥污水厂

进行处理,避免村镇污水对流域内水体造成污染。

4.2.2 污水处理设施提升改造

① 拍门提升改造

研究区域共有福隆、坑尾、埔心等9条支渠汇入南畲朗排渠,这些支渠接纳了石龙镇、石排镇及茶山镇部分村镇的地表雨水径流、生活污水等。目前,在生态园范围内,每条支渠均建有截污系统,但由于南畲朗排渠运行常水位高于设计常水位,导致截污溢流堰被淹没,拍门失效,上下游水体直接连通,造成南畲朗排渠严重污染。因此,针对现有截污设施存在的问题,将原截污拍门式改造成自动化闸门式,在枯水期关闭闸门拦截污水,在暴雨时开启闸门满足排涝要求,实现污水截流和排洪的自动控制,有效提高各支渠与南畲朗排渠的拦截效果。同时,新建大圳埔支渠截污拍门,将大圳埔南部茶山工业园污水截流至大圳埔人工湿地进行处理。

② 污水厂提升改造

南畲朗污水厂现状有近一半尾水直接排入南畲朗排渠,出水标准为一级A排放标准。按照《水域纳污能力计算规程》(GB/T 25173—2010)进行相应模拟。结果表明,该标准下排入排渠的污染物无法及时削减,水质将为劣Ⅴ类水,达不到水环境功能区划Ⅳ类的要求。因此,规划在南畲朗污水厂西侧新建强化型垂直流湿地,将污水厂尾水处理至“准Ⅳ类”水(除总氮以外的其他主要指标达到地表水Ⅳ类标准)后再排放。同理,新建横沥东坑污水厂强化型垂直流湿地,出水标准也为“准Ⅳ类”。截污纳管工程布局见图3。

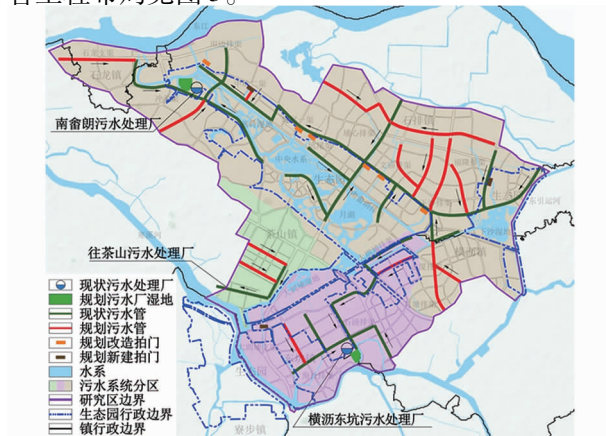


图3 截污纳管工程布局

Fig. 3 Layout of wastewater interception projects

4.3 面源污染控制

面源污染是流域水体污染物的重要来源之一。研究区域村庄和工业用地较多,农林业生产中使用的化肥和农药,以及工业区、生活区地面积累的污染

物易通过雨水径流进入水体。因此,通过水文分析、环境容量分析,计算出研究区域污染物需削减总量,并基于水污染控制区构建三级面源污染控制体系(见图4)。

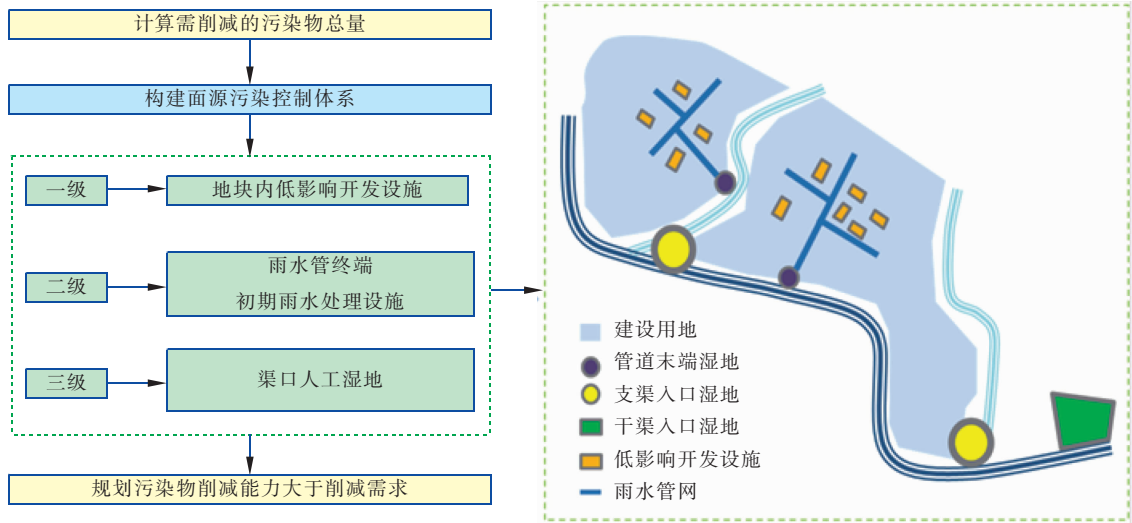


图4 面源污染控制体系示意

Fig.4 Sketch map of non-point source pollution control system

第一级为地块内的低影响开发设施,用以削减径流源头的面源污染。通过计算19个二级水污染控制区的年径流总量控制率,得到各地块内低影响开发设施的比例及规模,并合理布置相应规模的下凹式绿地、透水铺装、绿色屋顶等低影响开发设施。

第二级为雨水管终端出口的集中湿地,用以处理雨水口的面源污染。结合雨水管网布局在终端出口布置21处初期雨水处理设施(见图5),采用前置塘、人工湿地、生物浮床等与漫流湿地组合的技术手段处理初期雨水。

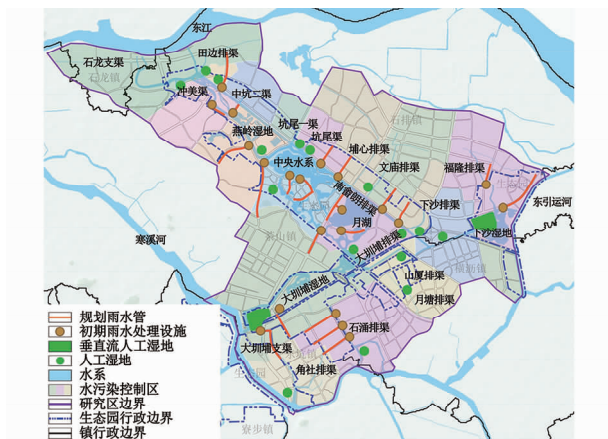


图5 雨水径流污染控制工程布局

Fig.5 Layout of rainwater runoff pollution control projects

第三级为渠口人工湿地,用以处理汇入河道的面源污染。为完成寒溪河(生态园段)断面近期Ⅳ类水质的考核目标,规划在大圳埔排渠和南畬朗排渠出口建设大圳埔垂直流人工湿地和下沙垂直流人工湿地,出水标准为“准Ⅳ类”,其工艺流程为受污染河水由泵站提升后,经接触氧化池和高密度沉淀池等前处理设施强化处理后,进入人工湿地系统深度处理,最后作为景观补水排入河道。此外,由于研究区域多条支渠近期均为截流制,截流倍数为1,雨季仍有大量雨污混合污水排入排渠。经计算,为满足研究区域环境容量和污染物削减总量要求,需进一步降低污染负荷,因此,规划在各排渠出口新建8个垂直流人工湿地和8个表面流人工湿地,收集并处理雨季混流污水。

4.4 生态整治与修复

研究区域河渠底泥造成的内源污染较为严重,水体自净能力几近丧失,在截污纳管和面源污染控制的基础上,仍需采取措施削减内源污染,修复受损自然生境。目前较为常用的内源污染治理措施包括底泥疏浚、生态补水、水生动植物修复等。规划在14条河渠开展生态整治与修复工程,对各河渠进行清淤疏浚,根据沉积型、侵蚀型等不同岸线类型,分类采用生态护岸形式,修复滨水岸线生境,构建具有

自我恢复能力的水生态系统,促使水体进入水质改善、水生态恢复的良性循环。

4.5 生活垃圾处置

除生态园外,研究区域村镇环卫设施均不完善,村镇缺少垃圾收集转运设施,垃圾随意丢弃、垃圾入河的现象较为普遍,雨季大量生活垃圾由路面随雨水进入河道,造成水体污染。规划在石排镇、茶山镇、横沥镇、东坑镇各新建1座垃圾转运站及若干垃圾收集点,并加强生活垃圾收运管理和居民环保意识宣传,杜绝垃圾乱堆乱放的现象。同时,在河渠截污处设置垃圾拦截挂网,对收集的垃圾进行集中清运处理。

4.6 制度保障

建立良好的制度是水污染治理规划落实的必要条件,也是统一推进各行政区工程实施的重要保障。

在跨行政区层面,建立流域综合治理联席会议制度,统筹协调部署流域的综合整治工作,统一规划,做好衔接,制定一张综合治理“蓝图”,各镇(园区)在水污染治理工作上实现空间和时间上的协同一致。例如上述所确定的研究区域水环境治理重点工程的建设内容、时序安排、建设规模等具体事项,均应由园区和各镇协商确定后共同实施。

在各行政区内部层面,按照分级管理与属地负责相结合的原则,成立全面推行河长制工作领导小组并下设河长制办公室,作为全面推行河长制的议事协调机构,负责组织推动辖区内河涌的水生态环境治理和管理工作,并在镇、村两级由主要领导担任本级河长。

5 结语

我国水污染治理工作必须从过去的单一手段治理走向综合治理,从相对独立的行政区治理走向流域治理。面对严峻的跨区水污染问题,只有走协同综合治理的道路才能实现水环境质量的全面改善。

从流域统筹治理的角度出发,以跨区协同为原则,制定统一部署的流域水环境综合治理规划,构建包括截污纳管工程、面源污染控制工程、生态整治与修复工程、生活垃圾处置工程在内,集“源头削减、过程控制、末端强化”于一体的水污染治理体系,并以制度建设为保障,促进行政区之间与行政区内部的协调部署和工作衔接,共同保障流域水体达标和水生态环境全面改善。东莞市跨区水污染协同综合治理的探索,可以为各地的流域水环境治理提供参

考和借鉴。

致谢:感谢徐建杰、吴敬军、黄峥、闫文新、林家俊等在本文观点形成和写作过程中提供的帮助。

参考文献:

- [1] 宋序彤,吕士健,吴彬彬. 我国城市水污染控制和水环境综合整治标准体系框架结构的研究[J]. 给水排水, 2010,36(3):32-35.
Song Xutong, Lü Shijian, Wu Binbin. Study on China urban water contamination control and water environment comprehensive improvement standard system frame structure[J]. Water & Wastewater Engineering, 2010,36(3):32-35 (in Chinese).
- [2] Wang J Y, Da L J, Song K, et al. Temporal variations of surface water quality in urban, suburban and rural areas during rapid urbanization in Shanghai, China[J]. Environ Pollut, 2008,152(2):387-393.
- [3] Ouyang T P, Zhu Z Y, Kuang Y Q. Assessing impact of urbanization on river water quality in the Pearl River Delta Economic Zone, China[J]. Environ Monit Assess, 2006,120(1):313-325.
- [4] 魏忠庆. 排水系统截污纳管存在的问题及对策[J]. 中国给水排水, 2017,33(18):14-16.
Wei Zhongqing. Discussion about the problems and solutions of wastewater interception in combined sewer system[J]. China Water & Wastewater, 2017,33(18):14-16 (in Chinese).



作者简介:何舸(1985-),男,湖南长沙人,硕士,高级城市规划师,注册城乡规划师、咨询工程师(投资),主要从事国土空间生态修复、城市生态规划、海绵城市规划等研究工作。

E-mail: hege.caupd@gmail.com

收稿日期:2019-10-28