

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.18.006

济南市污水专项规划中若干问题探讨

王江海, 于卫红, 邱妍妍, 刘玉利
(济南市规划设计研究院, 山东 济南 250101)

摘要: 污水系统是一个城市的重要组成脉络,是城市正常运转和发展的重要支撑,近年来我国对于完善城市污水系统越来越重视,而污水专项规划是引导城市构建污水系统的顶层设计。以济南市污水专项规划编制工作为基础,探讨规划方案编制过程中污水量构成、排水体制构建、污水厂站布局、污水管网提质增效措施等重要问题,并提出合理的解决方案和措施,研究内容可为其他相似城市的污水规划编制工作提供重要的借鉴。

关键词: 污水规划; 排水体制; 提质增效

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)18-0029-06

Discussion on Issues in the Special Planning of Sewage System in Jinan

WANG Jiang-hai, YU Wei-hong, QIU Yan-yan, LIU Yu-li
(Jinan City Planning and Design Institute, Jinan 250101, China)

Abstract: The sewage system plays a critical role in city's functional operation, which provides crucial support for city's development. Much attention and resources have been concentrated on the improvement of Chinese cities' sewage systems over the recent years, and the special planning of sewage system is the top-level guideline for the construction of future scientific and reliable sewage system. Based on the compilation of special planning of Jinan sewage, this paper discussed and identified the important issues of the composition of sewage volume, the construction of drainage system, the layout of sewage treatment plants, and the measures to improve the quality and efficiency of sewage pipe network. Feasible solutions were also proposed to overcome these issues. The research outcomes would provide reference for the compilation of sewage planning guidelines in other similar cities.

Key words: sewage planning; sewage system; quality and efficiency improvement

2017 年以来,济南市启动了新一轮战略规划,步入快速发展轨道,在快速发展的同时,济南市的污水系统面临的问题却愈发突出,依然存在着老城区大型污水厂水量超负荷但进水污染物浓度偏低、老旧管道淤积破损、雨污水管道合流混流、截流井溢流污染、新区污水设施覆盖率不足等问题,已不能满足当前发展要求。为了解决污水系统存在的各种问题,应对城市的快速发展,济南市编制了新一轮全市

域范围的污水专项规划,以指导构建济南市城乡污水体系。以济南市污水专项规划编制工作为基础,以中心城污水规划方案为重点,探讨规划中的污水量构成、排水体制构建、污水厂站布局、污水管网提质增效措施等重要问题,研究内容可为其他相似城市的污水规划编制工作提供借鉴。

1 现状污水系统存在的问题

找准现状存在的问题,才能针对性地制定规划

方案,编制人员通过与主管部门座谈、现场踏勘、收集电子及纸质材料等形式,总结分析了济南市现状污水系统存在的主要问题。

① 老城区大型污水厂运行负荷压力大,进水水质浓度偏低。主要负责济南市老城区的三座大型污水厂水量负荷压力大,2017 年水质净化一、二、三厂平均日污水处理负荷率分别达到 103%、111%、107%,中心城现状污水处理厂分布情况见图 1;同时由于各种清水稀释作用导致进水水质浓度偏低,2017 年水质净化一厂进水 COD 和 BOD₅ 浓度变化曲线与设计值对比情况见图 2。

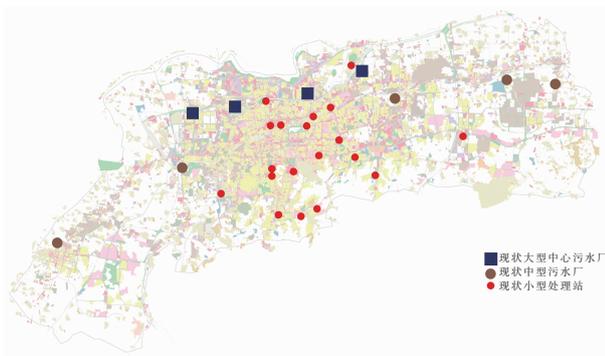


图 1 中心城现状污水处理厂分布

Fig. 1 Distribution of current sewage treatment plants in central city

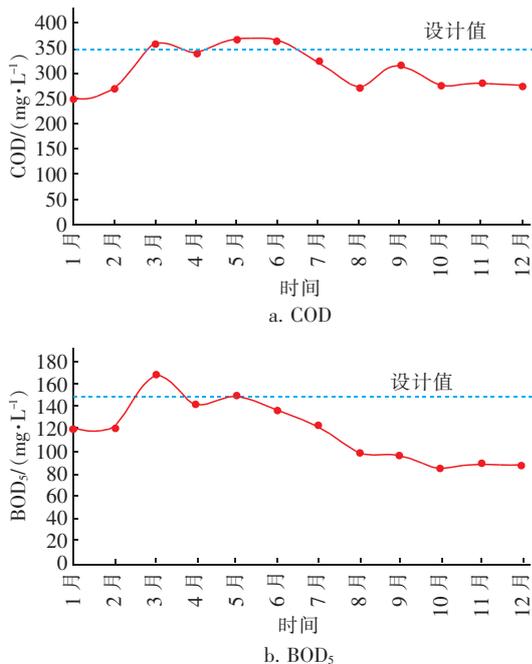


图 2 2017 年水质净化一厂进水 COD 和 BOD₅ 浓度变化曲线

Fig. 2 Change curve of COD and BOD₅ concentration of the first water purification plant in 2017

② 小型污水处理站进水污染物浓度高,出水水质难以达标,处理水量不足,提标改造困难。除大型污水厂外,济南市现状还建设了许多分散的小型污水处理站,在实际运行过程中很多小型处理站进水浓度偏高,按照正常设计规模运行时出水水质很难达标,为保证出水水质就只能降低水量运行;同时由于现状小型处理站多为地下式,没有扩建场地的条件,提标改造比较困难。

③ 现状污水管网系统存在多种缺陷。现状污水管网系统存在雨污合流、错接、截流井溢流污染、外水渗入、高水位运行、覆盖率不足等问题,这些问题主要出现在老城区,这也是大型污水厂水量超负荷但进水污染物浓度偏低的直接原因。济南市中心城现状截流井分布情况见图 3。

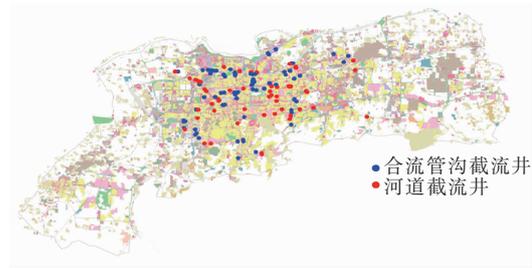


图 3 中心城现状截流井分布

Fig. 3 Distribution of current closure wells in central city

2 大型污水厂污水量构成分析

开展大型污水厂污水量构成分析,研究污水厂进水中不同来源的水量比例,有助于探寻大型污水厂水量超负荷、水质浓度偏低的原因,同时也能够科学指导后续的污水管网提质增效工作。

2017 年,济南市中心城公共供水总量约 $95.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,污水处理规模约 $95.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,主城区污水处理规模与供水规模相当,且主要服务于老城区的水质净化一、二、三厂,其运行负荷均已超过其设计能力,这种问题虽然表现在末端的污水厂,但根本原因还是由于污水管网的雨污合流、混流、破损、截流井等问题的存在,导致雨水、外渗水等清水进入污水厂。

2.1 汇入大型污水厂的雨水量分析

由于老城区大量雨污合流、混流管道存在,以及汛期河湖水通过截流井倒灌进入管道等原因,导致部分雨水汇入污水厂。根据 2017 年污水厂运行统计数据,降雨量较大的月份(7 月—9 月),污水厂水量明显增多;水质净化一、二、三厂处理水量与降雨

量相关系数分别达到0.76、0.81、0.69,2017年水质净化一、二、三厂处理水量及济南市降雨量见图4。

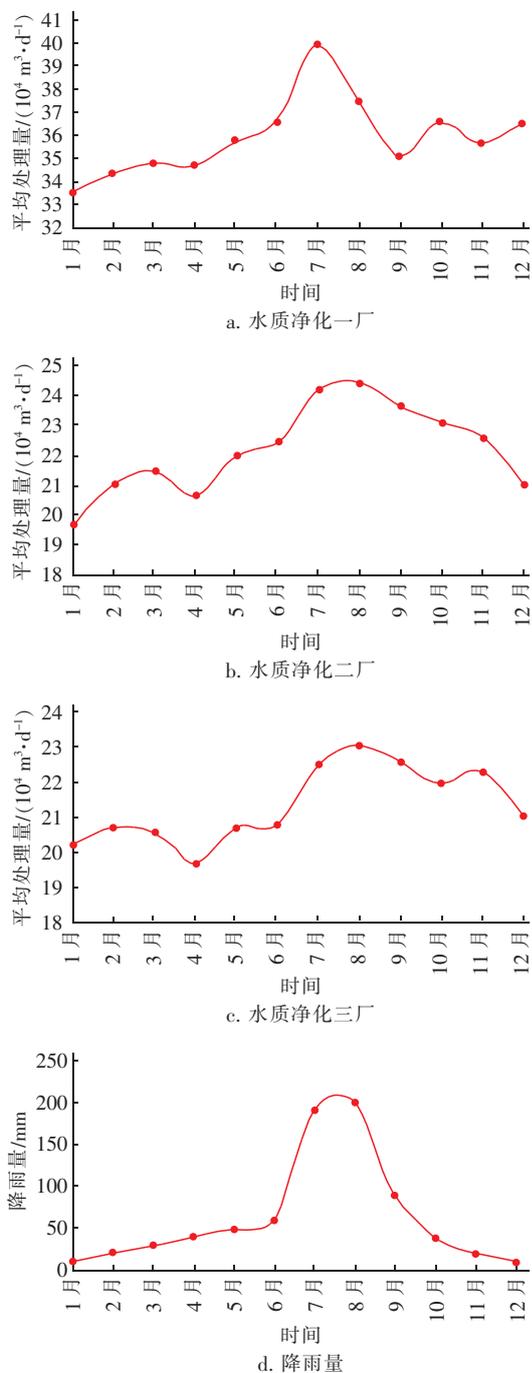


图4 2017年济南市大型污水厂处理量及降雨量

Fig.4 Treatment capacity of the large sewage treatment plants and rainfall of Jinan in 2017

分别选取典型降雨时期和干旱时期两种运行工况,对各污水厂日处理水量进行分析对比,结果如表1所示。水质净化一、二、三厂降雨时期平均处理量与干旱时期平均处理量的差值分别达到 6.1×10^4 、

4.2×10^4 、 $1.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。因此,各种原因导致的雨水汇入是大型污水厂超负荷的重要原因之一。

表1 2017年大型污水厂降雨和干旱时期平均处理量

Tab.1 Average treatment capacity of the large sewage treatment plants in rainfall and drought period in 2017

项 目	设计规模	降雨时期平均处理量	干旱时期平均处理量	平均处理量的差值
水质净化一厂	35	40.5	34.4	6.1
水质净化二厂	20	25.3	21.1	4.2
水质净化三厂	20	22.5	20.8	1.7

2.2 汇入大型污水厂的外渗水量分析

老城区现状大量老旧管道年久失修,致使管道破损较多,会有一定的地下水渗入管道,最终汇入污水处理厂。济南市现状管道地下水等外渗水缺少调查数据,故参考相关文献中其他城市的经验指标进行测算^[1]。目前,国内常用的测算方法有单位管长测算法和单位面积测算法^[1],结合济南市实际情况,综合两种方法测算现状3座大型污水厂外渗水规模。其中,单位管长测算取经验指标值, $150 \sim 300 \text{ m}^3/(\text{km} \cdot \text{d})$,单位面积测算取经验指标值, $1500 \sim 2500 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{d})$ 。根据测算结果,水质净化一、二、三厂进水中外渗水规模分别达到 8.11×10^4 、 4.12×10^4 、 $3.12 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。因此,外渗水汇入也是大型污水厂超负荷的重要原因之一。

2.3 分析结论及建议

济南市大型污水厂旱季处理污水主要包括正常的“纯污水”和外渗水两部分;雨季处理污水主要包括正常的“纯污水”、外渗水和雨水三部分。旱季和雨季两种运行工况下,每个大型污水厂处理水量中不同来源水量占比如图5所示。

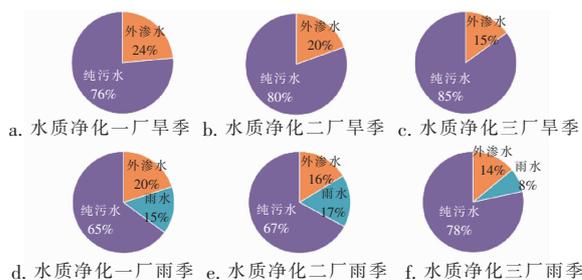


图5 济南市大型污水厂不同来源水量占比

Fig.5 Proportion of the treated water from different sources in large sewage treatment plants

通过上述分析可知,由于污水管网系统存在各

种缺陷,老城区的大型污水厂处理水量中,在旱季时清水占15%~24%,在雨季时清水占22%~35%;后续针对管网系统的提质增效工作主要目的就是尽力降低这些清水所占比例,让大型污水厂能够处理更多的纯污水,提高设施的处理效能。除上述两种主要原因外,可能还存在一些施工项目排水偷排或误排进入污水管道的现象,也会导致一些地下水进入污水处理厂,但这种现象难以量化分析且所占比例较小,因此未进行详细测算,政府主管部门应加强管理,规避此类人为或误操作导致的清水进入污水厂现象。

为了进一步摸清和验证污水量构成的原因,开展管网层面的分析和研究,建议由济南市水务主管部门牵头,开展老城区管网系统的水量、水质监测。针对雨水汇入的问题,一是在晴天和雨天分别对典型的合流制主干管道、雨污水混接的管道等开展视频内窥以及流量和水质同步监测,二是在汛期对易发生河湖水倒灌的截流井开展流量和水质的同步监测,以此来定量分析雨水对管道内流量和水质的影响程度。针对地下水渗入问题,选取典型污水主干管道,分段选取监测点,同步监测管道内流量和水质,并结合晴天开井检查、视频内窥等手段,探寻管道沿线流量和水质的变化规律,分析入渗管段位置和入渗量。

3 规划排水体制探讨

规划排水体制是污水专项规划必须要明确的城市排水发展模式,通常的合流制和分流制各有其优缺点,一个城市应充分结合自身特点,确定科学合理的排水体制。

3.1 政策解读

近几年从中央、国务院到山东省、济南市等各级政府指导文件中可发现,有关污水治理的“雨污分流”工作由开始的“大力推进”逐渐转为“量力而行”,近期更强调城市的老城区要做到实事求是、因地制宜地逐步开展雨污分流,不可一刀切式地全面铺开,重点要做好溢流污染控制;而远期随着城市更新、黑臭水体整治、海绵城市建设、污水系统提质增效等工作的逐步深入开展,有序推进城市雨污分流工作,最终实现以分流制为主的排水体制。

3.2 国内外经验借鉴

① 国内总体情况

目前,我国排水系统主要为截流式合流制和分

流制并存,新兴城市或新建城区为完全分流制。上海市在2018年发布的《上海市污水处理系统及污泥处理处置规划(2017—2035)》中提到“规划排水体制以分流制为主、合流制为辅,其中新建地区采用分流制,建成区维持现有排水体制,并对已建分流制和两种排水体制间的混接污水予以分流、已建合流制予以系统完善”;天津市的城市新区采用雨污分流制,现状老城合流地区采用截流与分流相结合,逐步改造,对于分流制改造难度大的特殊地区,提出结合海河开发实施截流,运用“合流制等同分流制”的理念,通过设置地下调蓄池,减少雨季时对河道的污染^[2];深圳市采用完全的分流制,但由于阳台污水排入雨水管、雨污水管道混接、工地废水直排雨水管道、餐饮大排档或菜市场污水直排雨水管道等原因,还是难以有效控制水体污染,后又沿河增加了截流措施^[3]。

可见国内一些像上海、天津这样老城区合流制系统“根深蒂固”的城市,已经开始正视雨污分流这项工作的艰巨性和长期性,不再一刀切式地对现状合流制全面进行雨污分流改造,而是允许未来合流制与分流制并存,同时做好溢流污染控制;而像深圳这样能够做到完全分流制的新兴城市,反倒因为一些管理、施工的工作不到位,导致污水进入水体,污染水质。

② 国外总体情况

欧美国国家建成区采取雨污分流改造的趋势也在减弱,英国、法国合流制排水系统比例约为70%,美国32个州存在合流制系统,日本合流制城市有192个,服务全国30%的人口^[4]。这些发达国家雨污分流改造趋势的减弱,主要是由于合流制改分流制影响范围大、耗时长,经济上不合理,技术上又不足以有效防止雨水径流对水体的污染。因此,欧美发达国家认为应将重点放在解决合流制的核心问题“溢流污染”上,结合源头削减净化、管网截流、终端污染控制为一体,灰绿设施相结合的措施,有效降低溢流污染^[4]。

3.3 济南市排水体制构建

济南市与上海、天津类似,合流制系统在老城区内“根深蒂固”,强制实行一刀切的雨污分流,难度大且不经济,又不能有效解决问题。因此,济南市应按照因地制宜、久久为功的思路,在开展提质增效工作的基础上有序推进雨污分流,远期逐步建立分流

制为主,局部困难地区合流制为辅的排水发展模式。

近期重点结合各项提质增效工程措施,全面消除污水直排,有条件的老城区实施雨污分流改造,难度大的老城区优化合流制系统中的截流措施,有效控制溢流污染,并减少管道中的清水量,减轻污水厂负荷;新建城区实行完全的分流制。

远期进一步深化现状管网系统提质增效措施,并结合老城区旧城改造、片区开发、道路建设及拆违拆临等城市更新任务,除局部困难地区外有序完成雨污分流改造;同时结合海绵城市建设,有效解决分流制系统的“初雨污染”,提升完善排水系统。

4 污水厂站布局模式

4.1 总体布局思路

鉴于济南市现状的小型处理站在实际运行中面临的诸多问题,同时根据最新的《城市排水工程规划规范》(GB 50318—2017)要求:“污水处理厂应设置卫生防护用地,在没有进行建设项目环境影响评价前,根据污水处理厂的规模,新建污水处理厂应设置150~300 m的卫生防护距离,卫生防护距离内宜种植高大乔木,不得安排住宅、学校、医院等敏感性用途的建设用地”。因此,一方面不宜建设过多的小型污水处理站,避免每座站都要单独控制卫生防护距离,对用地布局造成过多的影响;另一方面尽量使大比例的污水能够由大型污水厂统一集中处理,实现规模效益,不仅方便集中管理,还能降低污染事件发生的概率。

综上所述,本次规划要优化设施布局,污水厂站总体布局采用“集中为主,分散为辅”的思路。

4.2 规划布局方案

根据济南市中心城南高北低的地形特点,按照“集中为主,分散为辅”的总体布局思路,在每个污水分区的下游集中建设1座大型中心污水厂,承担各自分区主要的污水处理工作;结合国际医学科学中心、新东站片区、高新区等功能区单独管理特点,建设8座中型污水厂,主要处理各自功能区内的污水;在保留现状小型处理站的基础上,同时考虑南部地势较高地区的中水回用需求,规划主要在南部地势高或北部近期发展较快但集中污水设施还未覆盖的区域新建小型处理站,处理周边部分污水并提供中水回用水源。

根据设施的规模测算,大型中心污水厂、中型污水厂、小型处理站规模分别占总规模的63%、26%、

11%,符合中心城污水集中处理为主,分散处理为辅的发展模式。济南市中心城污水厂站规划布局情况见图6。

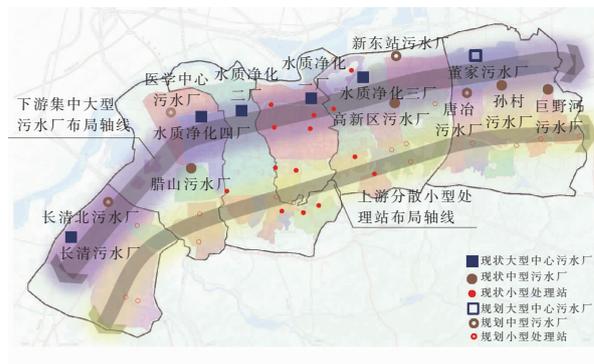


图6 济南市中心城污水厂站规划布局

Fig.6 Sewage treatment plants planning layout in Jinan central city

5 污水管网提质增效措施

根据大型污水厂污水量构成分析的结论,济南市很有必要针对老城区现状污水管网系统开展提质增效工作,有效削减汇入污水厂的“清水”量,释放污水处理厂的处理能力。

① 做好排水系统的排查工作是开展提质增效的前提。系统全面开展排水系统的排查是提质增效工作的前提和基础,尤其是对城中村、老旧小区、城乡接合部等重点区域的排查,目前济南市已有序开展市政道路排水管线补测、小区排水管线普查等工作,为后续提质增效奠定了良好基础。

② 精细化开展各类工程措施,综合施策提质增效。从截直排、堵倒灌、治渗水、控雨水、减溢流、全覆盖等方面入手,针对不同管网问题,制定各类工程解决措施,综合施策,逐步整改,最终实现污水管网整体提质增效。

a. 截直排。通过对老城区河道尤其是被建筑物占压的棚盖暗沟进行详细排查,坚决封堵污水直排口,结合拆违、拆临、片区开发逐步敷设污水管线,实现污水全收集。

b. 堵倒灌。通过最新技术手段优化溢流设施,协调全福河、兴济河等河道汛期水位,防止地表水倒灌进入污水管网,减少汛期倒灌进入管道的河水量。

c. 治渗水。结合现状管线普查结果,针对现状管道检查井破损、断裂、脱节等结构性缺陷,采取工程修复措施,减少外水渗入。

d. 控雨水。结合现状管线普查结果,实施丁家

庄沟等错接管道较多地区的错接点改造,结合老城区城市更新项目,山化片区等有条件的区域实施雨污分流改造。

e. 减溢流。针对近期难以取消的截流井,结合海绵设施,通过源头、过程和末端等工程措施削减合流制管道排水口溢流污染。

f. 全覆盖。推进济南市城中村、老旧城区、城乡接合部和新建城区管网建设,消除未覆盖空白区,提高污水收集率和集中处理率。

③ 完善统一协调制度,巩固提质增效的成效。由于济南市目前所有与水相关的工作均由市城乡水务局集中统一管理,应发挥市城乡水务局统一管理、统筹协调的制度优势,强化市区内主要河道水位协调调度制度,防止地表水通过管道或截流井倒灌进入污水收集系统,积极推行“厂网一体”或“厂网河湖一体”统筹考虑,实现整个排水体系的一体化调度,巩固提质增效的最终成效。

6 结论

① 由于污水管网系统的雨污合流、混流、破损、截流井等问题的存在,济南市老城区的大型污水厂处理水量中,在旱季时清水占15%~24%,在雨季时清水占22%~35%。

② 济南市应按照因地制宜、久久为功的思路,在开展提质增效工作的基础上有序推进雨污分流,远期逐步建立分流制为主,局部困难地区合流制为辅的排水发展模式。

③ 济南市中心城要优化设施布局,污水厂站总体布局思路是“集中为主,分散为辅”;大型中心污水厂、中型污水厂、小型处理站规模分别占总规模的63%、26%、11%。

④ 做好排水系统的排查工作是开展济南市老城区污水管网提质增效的前提;要精细化开展各类工程措施,综合施策提质管网;同时应发挥市城乡水务局统一管理、统筹协调的制度优势,积极推行“厂网一体”或“厂网河湖一体”统筹考虑,实现整个排

水体系的一体化调度,巩固提质增效的最终成效。

参考文献:

- [1] 李敏,高兰,梁胜文,等. 武汉汉口地区污水系统流量调查分析及对策研究[J]. 中国给水排水,2018,34(3):110-115.
LI Min,GAO Lan,LIANG Shengwen,et al. Investigation of sewage system quantity in Hankou District of Wuhan City and its countermeasures [J]. China Water & Wastewater,2018,34(3):110-115(in Chinese).
- [2] 王洪云. 浅谈天津市排水规划编制理念[J]. 中国勘察设计,2009(10):54-57.
WANG Hongyun. A brief discussion about the compilation concept of drainage planning of Tianjin City [J]. China Exploration & Design,2009(10):54-57(in Chinese).
- [3] 高学珑,彭海琴,蔡辉艺,等. 分散式截流排水系统的形式及应用探讨[J]. 中国给水排水,2016,32(2):6-10.
GAO Xuelong, PENG Haiqin, CAI Huiyi, et al. Discussion on type and application of distributed intercepting drainage systems [J]. China Water & Wastewater,2016,32(2):6-10(in Chinese).
- [4] 王家卓,胡应均,张春洋,等. 对我国合流制排水系统及其溢流污染控制的思考[J]. 环境保护,2018,46(17):14-19.
WANG Jiazhao, HU Yingjun, ZHANG Chunyang, et al. Some perspectives on combined sewer system and its overflow control in China[J]. Environmental Protection, 2018,46(17):14-19(in Chinese).

作者简介:王江海(1990-),男,山西运城人,硕士,工程师,主要从事供排水、生态、市政设施等方面的规划及研究工作。

E-mail:wangjianghai199@163.com

收稿日期:2020-02-21

修回日期:2020-04-16

(编辑:丁彩娟)