

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.20.013

成都地区小流域综合治理方案探索与实践

郑轶丽, 吴洋, 谢鲁, 彭竹葳

(成都市市政工程设计研究院有限公司, 四川 成都 610023)

摘要: 当前成都市以服务公园城市示范区和成渝地区双城经济圈国家战略为目标,全面推进彰显水的魅力价值的“天府蓝网”总体愿景,努力开创治水新局面。针对四川都江堰灌区河流水情特征及成都平原地域特点,以成都市毗河金堂段小流域为研究对象,对流域治理方案进行了探索。通过强化流域治水顶层规划设计,提出保障城市防洪安全、严控上游输入污染、促进排水系统提质增效、提升滨水环境品质、完善水务管理水平等治理策略,系统推动流域生态环境功能修复与质量改善。目前,流域内治水工程及管理措施已逐步发挥效能,顺利完成阶段治水目标。

关键词: 水环境; 小流域; 综合治理; 生态修复

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)20-0073-07

Exploration and Practice of Small Watershed Comprehensive Management Scheme in Chengdu

ZHENG Yi-li, WU Yang, XIE Lu, PENG Zhu-wei

(Chengdu Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Chengdu 610023, China)

Abstract: At present, Chengdu aims to serve the national strategy of park city demonstration zone and Chengdu-Chongqing Twin City Economic Circle, comprehensively promote the overall vision of “Tianfu Blue Network” that highlights the charm value of water, and strive to create a new situation of water control. According to the characteristics of the river water situation in Dujiangyan irrigation area of Sichuan Province and the regional characteristics of Chengdu plain, the management scheme of the small watershed of Pihe River Jintang section in Chengdu was explored. The remediation and quality improvement of watershed ecological environment function was systematically promoted by strengthening the top-level planning and different strategies, such as ensuring the safety of urban flood control, strictly controlling upstream input pollution, promoting the quality and efficiency of drainage system, improving the quality of waterfront environment, and improving the level of water management. At present, the water control projects and management measures in the watershed are gradually exerting their effectiveness, and the phased control target has been successfully completed.

Key words: water environment; small watershed; comprehensive management; ecological remediation

1 研究背景

成都平原河流纵横、水网密集,其水系基本属于都江堰灌区,分属岷江与沱江两大流域(见图1)。

由于成都地区经济社会发展及自然条件的独特性,相关河道入河污染物类型、数量以及河流的自净能力受区域本底条件影响显著,河流水质污染也有其

自身特点^[1-2]。



图1 成都市水系分布

Fig.1 Water system distribution of Chengdu

当前成都市以服务公园城市示范区和成渝地区双城经济圈国家战略为目标,全面推进彰显水的魅力价值的“天府蓝网”总体愿景,努力开创治水新局面^[3-4]。

“治蓉兴蓉,其枢在水”,基于成都地区典型区间排洪河道——毗河,以毗河金堂段小流域为研究对象,按照“因地制宜、量水而行、系统谋划”的总体思路,对其流域存在的问题及综合整治方案进行系统探索。

2 流域概况及水环境问题分析

2.1 流域概况

成都平原河流基本均属于都江堰灌区水系,其河流的水文特性除与降雨有关外,还受都江堰水利枢纽引调水及区间用水的显著影响,一般11月一次年4月底为枯水期,其余时间水量较为丰富。

毗河为沱江主要支流之一,源接岷江水系,上游为石堤堰水利枢纽。该枢纽分水后向南为穿越成都主城区的锦江,向东为毗河。毗河自西向东流经成都市郫都区、新都区、青白江区,最终于金堂境内汇入沱江。其中毗河金堂段贯穿成都市金堂县城区域,东北部以中河分水岭为界,其余方向以行政区划为界,属于非闭合流域(见图2、3)。毗河金堂段河道干流长度约14 km,流域总面积约30 km²,流域总人口约7.6万人,现状河道宽度为90~180 m,河流比降约0.1%。另有一条主要支流——石龙堰,宽度3~7 m。



图2 毗河干流流域范围

Fig.2 Watershed scope of main stream of Pihe River



图3 毗河金堂段流域范围

Fig.3 Watershed scope of Jintang section of Pihe River

2.2 流域现状调查分析

至2019年,毗河金堂段干流两岸已建成堤防总长约为25.6 km,建成率达到91.4%,但建设标准不统一、局部淤积严重,部分河堤由于低矮、破损等问题,其堤防防洪标准只有5~10年一遇水平,尚未达到20年一遇防洪要求,整体堤防工程达标率仅为63.9%。

毗河地表径流主要源自大气降水及上游都江堰灌区引水,毗河金堂段多年平均流量约为51.67 m³/s,对上游水利枢纽分水依赖程度较高。干流河道功能以排洪为主,汛期为锦江分洪,水流量较大,枯水期受成都市整体水资源配置制约,为保障成都主城区锦江方向的流量,石堤堰水利枢纽向毗河方向分配流量较少,从而导致毗河金堂段流量年内变化较大,一方面汛期防洪压力大,另一方面枯水期流量显著减少,仅能维持基本生态基流。

前期共普查毗河金堂段流域内各类城镇雨水管道114.7 km、污水管道62.4 km、合流管道85.6

km,区域管网覆盖率约为85%。毗河干流两岸共有雨水及合流下河排口58处、各类排污口11处。此外,经过历次工业污染排放综合治理行动,目前工业生产废水均已基本接入市政污水管网系统并统一处理。

毗河周边建设程度较高,随着城市的快速发展,以建筑、道路为主的硬质下垫面比例逐渐增大,城镇面源污染负荷逐步加大。流域内农村区域占比较小,农村种植及养殖业也非区域主要产业。

此前毗河流域洪水的预测、预报、预警系统相对落后,未设置系统性的水质、雨洪自动监测和河道视频监控设施,流域智慧化管理监测网络覆盖面不全,难以实现对水质的精细化、实时化管理,全流域信息化、智慧化管理还有待加强。

2.3 水质情况

依据《四川省水功能区划(2013年修订)》,毗河

金堂段属于一级水功能区毗河青白江金堂开发利用区,水质执行地表水Ⅲ类标准。

结合2016年—2019年毗河金堂段主要断面水质监测数据,33次监测数据中劣Ⅴ类水质月份共12次,Ⅴ类水质月份共9次,水质较差的时段主要集中在枯、平水期,水环境问题亟需改善。流域主要超标污染物化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、总磷(TP)中,以TP超标最为严重,超标率达77.8%,超标倍数最高为4.07倍;其次为 $\text{NH}_3\text{-N}$,超标率为58.3%,超标倍数最高为4.03倍;COD超标情况相对较少,超标率为33.3%,最高超标80%。

2.4 污染源强及水环境容量分析

表1为毗河金堂段流域内各类污染物入河情况,流域年COD入河通量为307.21 t/a, $\text{NH}_3\text{-N}$ 入河通量为40.85 t/a,TP入河通量为6.46 t/a。

毗河金堂段水环境容量分析见表2。

表1 毗河金堂段流域内污染物入河通量统计

Tab.1 Statistics of pollutants entering the river in Jintang section of Pihe River

$\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$

项目	城镇生活污染	城市面源污染	工业污染	农村生活污染	农村面源污染	畜禽养殖污染	合计
COD	145.68	79.38	13.63	32.69	17.41	18.42	307.21
氨氮	18.00	7.94	0.55	3.5	3.48	7.38	40.85
总磷	2.57	1.59	0.04	0.41	1.11	0.74	6.46

表2 毗河金堂段水环境容量分析

Tab.2 Analysis of water environment capacity in Jintang section of Pihe River

项目	总容量/ ($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)	入河量/ ($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)	净容量/ ($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)	超标 倍数	削减 目标/%
COD	197.17	307.21	-110.04	0.56	35.82
氨氮	9.10	40.85	-31.75	3.49	77.72
总磷	1.52	6.46	-4.94	3.26	76.52

如表2所示,毗河金堂段水环境容量严重不足,其中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 及TP超标形势尤为严峻。由于毗河金堂段主要位于成都市金堂县主城区赵镇范围内,城镇发展程度较高,人口密度较大,建设区面积较大,在不断改善入境水质、逐步杜绝上游输入型污染前提下,应将城镇居民生活污染及城镇面源污染作为流域水环境治理的重点。在此基础上还应考虑补水措施,一方面保证毗河枯水期的基本生态流量,另一方面引调清水提升河道水环境净容量。

3 治理目标及技术路线

3.1 总体目标

毗河金堂段综合治理总体目标见图4。流域治

理核心目标为至2020年底河道水质达到地表水Ⅲ类标准。至2025年,在毗河水质达标基础上,进一步改善流域生态环境,全面提升流域内各项涉水指标。并在实施过程中聚焦重点、分清主次,不断提高防洪安全保障水平,有序推进水体生态修复,分段提升流域水景观品质,逐步推动流域水管理能力建设。

	□ 核心目标——毗河水质监测断面达地表水Ⅲ类标准
水安全	□ 城镇建成区重点段堤防建设达标率80%
水环境	□ 城镇污水收集处理率达98%以上 □ 城镇再生水利用率60% □ 城镇建成区海绵化比例25% □ 实现生活污水处理的城镇外围独立聚集点比例100%
水生态	□ 河岸生态化建设比例≥50% □ 主要河流生态基流保障程度≥65%
水景观	□ 城区河道绿化普及率80%
水管理	□ 逐步提升流域水管理能力

图4 毗河金堂段综合治理总体目标

Fig.4 Overall objective of comprehensive management of Jintang section of Pihe River

3.2 技术路线

毗河金堂段综合治理技术路线如图5所示。本次治理基于详实的现状调查与分析,针对河道自身特点,从流域存在的实际问题出发,践行成都市“公园城市、天府蓝网”治水理念。围绕治水目标,强化规划指引,秉承“因地制宜、量水而行、系统谋划”的总体思路,坚持流域统筹、远近结合、差异施策的治理原则,按照水安全保障、水环境治理、水生态修复、水景观提升、水管理建设的“五位一体”综合治理策略,以问题导向为突破,系统推动毗河金堂段流域生态环境功能修复与质量改善。

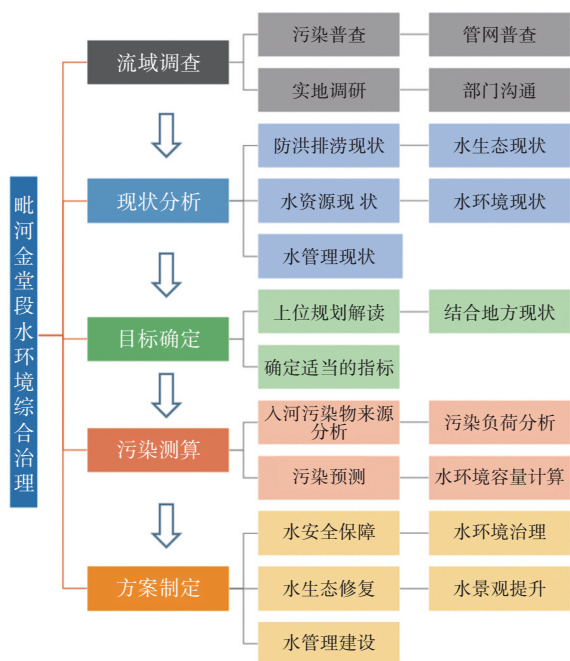


图5 毗河金堂段综合治理技术路线

Fig.5 Technical route for comprehensive management of Jintang section of Pihe River

4 综合治理方案

4.1 水安全保障

成都市“天府蓝网”建设以保障河湖水网的安全为基本前提,而此前毗河金堂段干流两岸整体堤防工程达标率仅为63.9%,未形成封闭的保护圈,防洪体系尚不完善。

本次治理在成都市防洪规划总体整治原则下,提出构建毗河“防洪+生态”的新型防洪体系。通过拟定毗河金堂段堤线与稳定河宽,指导河道堤岸拓宽等工程措施。并合理利用已有堤防工程,依托生态河道建设,进行必要的河道整改加固及生态化改造,满足毗河金堂段20年一遇的防洪标准。在结合

河道整治、降低设计洪水位的基础上,划定流域内4个排涝分区,利用现有排涝渠道及市政排水管网,疏导区间洪涝自流外排。并在低洼地带辅以临时或永久的抽排泵站等工程措施,缓解流域内涝问题。

4.2 水环境治理

① 城镇污水体系建设

毗河金堂段流域主要位于金堂县城区域,目前流域内已经初步建立了具有一定规模的城镇污水收集管网系统,本次治理首先提出针对管网病害、管网盲区、入河排口等问题进行改造,包括17处病害点位、19.6 km管网盲区排水管道建设、69处干流两岸各类下河口专项整治行动。

由于毗河两岸为金堂老城区域,仍大量沿用雨污合流管道,街道狭窄且交通量大,近期开展雨污分流改造实施难度较大。在与当地水务部门深度对接基础上,提出近期结合实际情况开展截流式合流制改造:在毗河两岸规划截污箱涵,北岸截污箱涵接入焦山水质净化厂(近期规模 $1.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,远期规模 $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),南岸截污箱涵接入盘龙寺水质净化厂(近期规模 $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,远期规模 $4.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。在此基础上,结合城镇建设及老城改造计划,逐步开展毗河两岸建成区雨污分流改造。

此外,针对香龙山社区等5处城区外围集中居住、不便于接入市政管网的独立聚居点,规划建设自成体系、与居住规模相适应的微污处理站。前期调研显示,成都地区多处已建成运行的农村污水处理项目,存在有效运行率较低、规模设置偏大等问题。为避免规模浪费、提高微污站运行效率,结合当地农村人口外流现象较为严重的实际情况,合理确定每处聚居点的规划服务人口为200~600人、每处微污站设计规模为 $15 \sim 40 \text{ m}^3/\text{d}$ 。针对外出务工人员返乡期间用水量及排水量成倍增长等问题,提出通过增加前置调节池平衡污水峰量波动。

② 城镇面源污染治理

本次城镇面源污染治理主要以城镇初期雨水径流污染控制为抓手。

首先是污染源治理:结合城建改造计划,针对滨江大道等城镇核心区域,利用下沉绿地及植草沟、透水铺装、雨水花园等措施开展海绵化改造,在源头上处置、净化初雨。

其次是初雨过程控制:近期提出对沿河58处雨

水及合流下河排口、周边排水管网进行截流式合流制改造,增设截流井及截流管道。初期雨水和旱季污水将通过截流设施接入现有的污水管网系统以及规划新增的河道两岸截污箱涵。

最后是面源污染末端治理:近期提出按4 mm控制初期雨水,在主要雨水下河通道附近规划4座共计 $4 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的初期雨水调蓄沉淀池,对初雨进行集中储蓄,待降雨结束后通过规划新增的河道两岸截污箱涵输送至焦山、盘龙寺水质净化厂集中处理,从而达到规避雨水洪峰、提高雨水利用率的效果,有效控制初期雨水对受纳水体的污染。

4.3 水生态修复

① 生态河道及滨河缓冲带建设

堤岸是陆地和水体两大生态系统之间物质交换、能量流动、生物迁移的重要廊道,毗河金堂段河道干流全长约14 km,河段宽敞,周期性水位变化较大,并且是区域主要的行洪河道。对于两岸建设条件许可的河段,推荐采用草坡入水的岸坡形式,并于河道两岸水陆消落区设置滨河缓冲带,充分发挥滨水缓冲带的生态拦截功能。结合周边用地及建设情况,滨河缓冲带宽度控制为10~20 m不等,特别在临水岸线上下波动覆盖的水陆交错区搭配各类植被,通过土壤-植被交互系统削减进入水体的污染负荷。

② 生态流量保障

毗河流量年内变化较大,对径流调蓄能力低。金堂段河道处于毗河最下游,无天然可调配河道来水及多余生态用水补充条件。因此本次治理首先通过控制上游石堤堰水利枢纽下泄流量,严格保障毗河全年平均生态基流($10.33 \text{ m}^3/\text{s}$),在此基础上利用再生水作为枯水期河道径流补水的主要来源,并通过湿地等滨水区域建设适度滞留水资源。根据成都市金堂县再生水利用总体部署,本流域再生水利用主要依托盘龙寺水质净化厂,在深度处理出水达到城市污水再生水利用景观环境用水水质标准后,可通过长度7.1 km的DN800压力管道向毗河主要支流石龙堰进行生态补水(近期补水量为 $0.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,远期补水量为 $4.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。

③ 生态湿地建设

依据金堂城市规划,未来城市建设将向本流域南侧延伸,支流石龙堰以南有规模较大的规划公园绿地及景观湖泊区域。此外治理前石龙堰水质较

差,不满足地表水Ⅲ类标准,对毗河干流水质有较大影响。因此本次治理在石龙堰两岸控源截污、42处主要排口整治、河道清淤的基础上,依托城市规划用地及未来发展方向,提出在石龙堰下游规划功能性湿地用以净化水体(见图6)。湿地总占地约 60 hm^2 ,水源主要为石龙堰河道来水以及盘龙寺水质净化厂回补的再生水。



图6 水环境治理及水生态修复主要工程措施

Fig.6 Main engineering measures for water environment management and water ecological restoration

建成后湿地将对水体进行有效净化,并通过引调再生水,提高石龙堰在枯水期的生态流量。湿地采用表面流湿地与潜流湿地相结合的形式:其中表面流湿地主要设置于石龙堰河道引流方向,将河道流水引入湿地主体水域进行循环,在系统中搭配湿生、挺水、沉水植物,水体因势利导在湿地内流动,对河道水体中各类污染物进行滞留净化。潜流湿地主要设置于盘龙寺水质净化厂回补石龙堰的补水点周边,对回补的再生水再次净化,并与河道水体有效衔接。

4.4 水景观提升

成都市“天府蓝网”建设基于水岸系统统筹,是推动从“治水”到“营水”的治水思路蝶变。毗河作为“天府蓝网”中的一级蓝网,本次治理中水景观提升主要在传统环境打造的基础上,通过增加具有主题性相关体验和互动功能的新型滨水景观带,植入各类业态元素,激活滨水空间活力,在公园城市的大背景下让毗河金堂段进入滨水景观新时代。

通过研究成都市金堂县国土空间、绿地系统等相关规划,在分析毗河流域滨河空间及与城镇绿地系统有机联系基础上,通过梳理毗河金堂段流域现有涉水资源,结合城镇近远期发展计划,本次治理

提出构建流域“一轴(毗河生态轴)、一心(石龙堰生态湿地)、三段(郊野生态段—生态过渡段—魅力金堂段)、多节点”的总体滨水环境空间格局(见图7)。通过毗河金堂段水—岸—景—城的相互契合,推动蓝绿空间的融合共享,实现人水互动、滨水可娱、生态共荣、撬动周边。

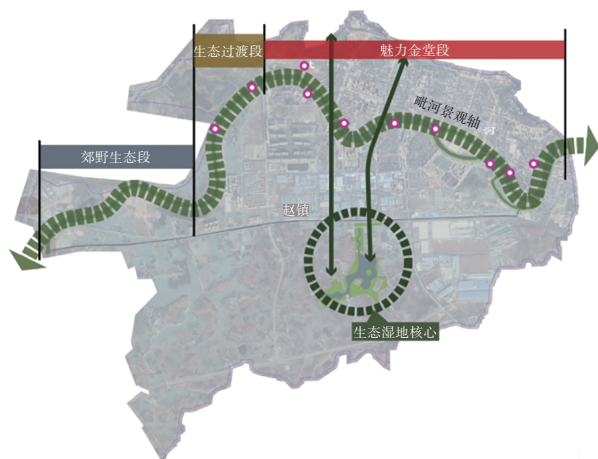


图7 毗河金堂段流域水景观空间格局

Fig.7 Spatial pattern of water landscape in Jintang section of Pihe River watershed

4.5 水管理建设

毗河为四川省省管河道,本流域水管理建设应在大力推进河长制的基础上,首先推动水务管理机制优化,强化政策管控,建立健全水域水体和水利设施的常态长效管理和运行机制。其次由于毗河金堂段属于河流最下游,为杜绝上游输入型污染,本次治理提出建立跨区县(郫都区—新都区—青白江区—金堂县)协调管理工作机制,严控毗河各个河段水污染,保证下游毗河金堂段入境水体水质达标。在此基础上加强政策引导,注重制度创新,强化河流岸线保护,完善水情预报及监测系统及流域智慧化水务管理平台建设,并不断推行“厂网河”一体化管理,通过统一管理、科学调度,进一步提高流域水环境管理水平。

5 治理效果

成都平原位于四川盆地西北部,夏秋季节降水量远大于蒸发量,而冬春季节降水量却小于蒸发量,此外地区河道受都江堰水利枢纽引调水及区间用水的影响显著,径流量年内变化显著,水环境容量不稳定。并且伴随着成都地区经济社会快速发展,城镇生活污水排放总量不断增加,此前部分区

域污水外溢下河现象仍时有发生,初期雨水径流污染不容忽视,各类污染均将直接抵消水环境治理成果。此外对标公园城市示范区建设目标,成都地区滨水环境要素与城市空间格局尚未完全融合,水管理能力建设质效仍需提升。

本次毗河金堂段小流域综合治理方案旨在改善流域生态环境现状,围绕治水目标,攥指成拳,采取综合治理策略,促进地区生态系统功能整体性提高。

通过流域治水顶层规划设计,着力擘画蓝图,在保障城市防洪安全、改善流域水质、系统削减入河污染负荷(见表3)的基础上,加快排水系统提质增效,提高流域水资源保障能力,优化水生态空间格局,提升滨水环境品质,完善流域水务管理水平,支撑城市健康发展,提升流域人民群众福祉。

表3 毗河金堂段综合治理目标可达性分析

Tab.3 Analysis of accessibility of comprehensive management objectives in Jintang section of Pihe River

项 目	COD	NH ₃ -N	TP
环境容量/(t·a ⁻¹)	197.17	9.10	1.52
实施前污染负荷/(t·a ⁻¹)	307.21	40.85	6.46
实施后污染负荷/(t·a ⁻¹)	80.45	5.83	1.29
污染负荷削减量/(t·a ⁻¹)	226.76	35.02	5.17
污染负荷削减率/%	73.81	85.73	80.03

目前成都市金堂县以改善水环境质量为核心,正有序推进毗河小流域综合治理相关项目,如毗河防汛除涝重点工程(见图8)、城区雨污分流改造、盘龙寺水质净化厂建设(见图9)、支流石龙堰河道改造工程、毗河流域入河排口排查及整治工程、毗河宜居水岸工程(见图10)等。



图8 毗河防汛除涝重点工程(工农大桥上游段)

Fig.8 Key projects for flood control and waterlogging drainage of Pihe River (upstream section of Gongnong Bridge)

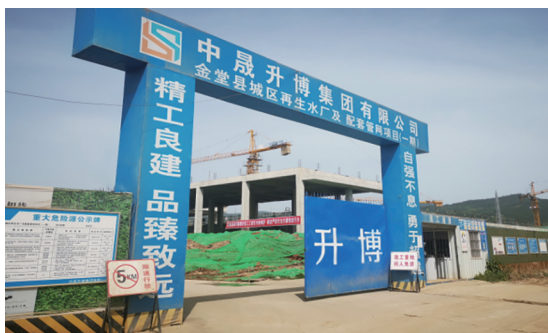


图9 在建盘龙寺水质净化厂

Fig.9 Panlongsi water purification plant under construction



图10 毗河两岸滨水环境提升(金沙公园段)

Fig.10 Improvement of waterfront environment on both banks of Pihe River (Jinsha Park section)

在社会各界、当地水务主管部门和相关单位的共同努力下,流域内治水工程及管理措施已逐步发挥效能,至2020年,毗河国、省考断面水质均已由劣V类改善至Ⅲ类,已顺利完成阶段治水目标。并力争至2025年,全面完成各类规划工程及非工程措施,使水环境建设成效更加凸显,为成都市建设践行新发展理念的城市公园城市示范区提供坚实的生态保障,不断提高沿河人民的获得感和幸福感。

6 结语

毗河作为成都地区典型区间排洪河道,其水文特征、污染特点、空间形态、水岸格局在地区水系统中具有一定的代表性,其治水实践也有着鲜明的区位特色及生态特点。初步探索了毗河金堂段小流域综合整治方案,并取得阶段成果,对成都地区乃至国内其他同类河流的综合治理具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 林昌围. 成都市岷江内江水环境质量分析及容量研究[D]. 成都:西南交通大学,2017.
LIN Changwei. Study on Water Environmental Quality and Environmental Quality of Minjiang Neijiang in Chengdu[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2017(in Chinese).
- [2] 盛倩,陈惠珍,黄志心,等. 城市黑臭水体水质提升技术及应用[J]. 中国给水排水,2019,35(20):72-77.
SHENG Qian, CHEN Huizhen, HUANG Zhixin, et al. Application of water quality improvement technology in urban black and odorous water[J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(20):72-77(in Chinese).
- [3] 楼少华,唐颖栋,陶明,等. 深圳市茅洲河流域水环境综合治理方法与实践[J]. 中国给水排水,2020,36(10):1-6.
LOU Shaohua, TANG Yingdong, TAO Ming, et al. Methods and practice of comprehensive improvement of Maozhou River water environment in Shenzhen[J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(10):1-6(in Chinese).
- [4] 成都市水务局. 成都市生态水利建设的实践与思考[J]. 中国水利,2020(3):43-46.
Water Affairs Bureau of Chengdu City. Practices and insights on ecological water project construction in Chengdu City[J]. China Water Resources, 2020(3):43-46(in Chinese).

作者简介:郑轶丽(1979-),女,辽宁沈阳人,硕士,教授级高工,注册咨询工程师,成都市市政工程设计研究院有限公司副总经理兼总工程师,成都设计咨询集团公园城市市政研究中心主任,主要从事水环境综合治理、地下综合管廊、给排水工程等方向的设计与研究,曾主持30余项大型规划、100余项工程设计,获得过18项国家和省级勘察设计奖项,主持编制2部团体标准、2部省级地方标准。

E-mail:405367800@qq.com

收稿日期:2022-05-27

修回日期:2022-07-07

(编辑:孔红春)