

武汉市楚河生态河道水质保持设计

桑稳姣¹, 方佩玲¹, 李小阳¹, 冯逸捷¹, 黄毅², 刘峥嵘³

(1. 武汉理工大学 土木工程与建筑学院, 湖北 武汉 430070; 2. 长江勘测规划设计研究院, 湖北 武汉 430010; 3. 长沙市规划设计院有限责任公司, 湖南 长沙 410011)

摘要: 楚河是武汉市一条连接东湖和沙湖的人造生态河道,同时也是汉街的重要景观。以楚河生态河道设计为例,从河道形态设计及景观工程设计两方面,详细介绍了其设计特点。河道形态设计时,采用河道平面蜿蜒性设计、深潭-浅滩序列设计、多种横断面形式相结合设计以及节制闸设计等方法保证楚河的水位与水质;在景观工程设计中融入点源和面源污染控制理念,使生态工程与景观工程有效结合,截留污染保证楚河水质。对楚河三个断面进行了为期一年的水质监测,结果表明:楚河水质全年75%时间能优于《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的Ⅳ类标准,河流水生态环境维持良好。

关键词: 武汉楚河; 生态河道; 水质保持; 景观设计

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)20-0053-05

Water Quality Conservation Design of Ecological Chuhe River in Wuhan

SANG Wen-jiao¹, FANG Pei-ling¹, LI Xiao-yang¹, FENG Yi-jie¹, HUANG Yi²,
LIU Zheng-rong³

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China; 2. Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China; 3. Changsha Planning & Design Institute Co. Ltd., Changsha 410011, China)

Abstract: Chuhe River is a constructed ecological river to connect Donghu Lake and Shahu Lake in Wuhan, which is an important landscape in Han Street. Taking the design of the ecological river course of Chu River as an example, the typical design characteristics were elucidated in detail from the aspects of river course shape design to landscape engineering design. The design of river plane curvature, deep pool-shoal sequence design, combination design of various river cross sections forms and control gates were used to ensure the water level and water quality. Furthermore, the point source pollution and non-point source pollution was integrated into landscape engineering design to effectively combine ecological engineering and landscape engineering, and to stop pollution to ensure the water quality of the Chuhe River. With monitoring of water quality at three sections of Chuhe River in whole one year, the results showed that the water quality of the Chuhe River could meet the level Ⅳ in *Environmental Quality Standards for Surface Water* (GB 3838 - 2002) in more than 75% time among the whole year, which indicated that water ecological environment in this river was conserved well.

Key words: Chuhe River in Wuhan; ecological river course; water quality conservation; landscape design

城市景观河是一种重要的水生态系统,具有增强城市水利安全、提高城市美观度、调节城市微气候等功能^[1-2]。传统河道建设方式将河流生态系统与周边陆地生态系统联系隔离,导致水生态系统平衡与稳定被破坏。

生态河道建设是指在保证河道安全的前提下,通过生态驳岸、生态护岸、人工湿地等技术手段,塑造一个相对开放、稳定、自然的河流生态系统^[3-6],实现河流生态的可持续发展,最终构建一个健康可持续发展的生态型城市水环境^[7]。生态河道设计是生态河道建设的基础与核心,也是河道水质保持的主要研究内容之一^[8]。

1 项目概况

楚河是武汉市的一条人工河道,是万达集团打造的武汉中央文化区的重要景观之一,同时连通着东湖和沙湖,是国务院批准的武汉市“六湖连通水工程”网治理的首个工程。它西起外沙湖,东至东湖,北邻东沙大道,南邻汉街商业区,水域面积为5.3 hm²,设计渠道长度为1 706 m,渠道宽约40~70 m,河流流向为双向,是一条以生态河道为理念设计建造的开敞式人工生态景观河。

2 工程设计思路

武汉楚河的生态河道设计思路如图1所示。楚河设计分为河道形态设计和景观工程设计两部分。河道形态设计以保证河道生态性为目标,平面形态设计主要包括河流蜿蜒性设计,目的是提高人工河道生态性,并借此形成深潭-浅滩序列;断面设计因地制宜采用多种断面形式保证河流生态稳定;节制闸设计用以调控楚河水位和水质。景观工程设计结合点面源污染控制设计理念,采用人工湿地、生态景观等技术帮助楚河维持良好水质。

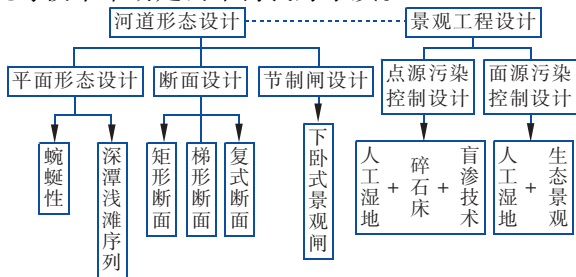


图1 武汉楚河生态河道设计思路

Fig. 1 Design ideas of the ecological Chuhe River course in Wuhan

3 河道形态设计

3.1 河道平面形态设计

河道平面形态设计主要包括河道平面蜿蜒性设计。蜿蜒河道能使河水有较多停留时间,有利于水质净化,还有利于增加河道内生物群体的栖息地,提高河道的整体生态稳定性。河道平面蜿蜒性主要由河道轴线和河道岸边蓝线确定。由于河道轴线受水动力、周围环境、社会需求等因素控制,河道宽度控制线受过流能力、城市规划、工程投资等因素控制,二者可变性和自由度均较小。所以合理利用规划河道宽度控制线与河道岸边蓝线之间的空间,形成蜿蜒曲折的河道十分重要。

按照《大东湖生态水网(东沙湖连通)启动工程规划》,楚河南岸岸线基本为万达商业街建筑红线边线,为传统的长直形岸线,可变性小,因此南岸采用垂直干石砌驳岸。北岸岸线自由度大,采用缓坡生态护坡。驳岸设计方面运用自然原型驳岸、木桩驳岸、人工置石驳岸、台阶式人工亲水驳岸等多种驳岸,人工构建接近自然河道的凹岸和凸岸。整体按照宜弯则弯、人水相亲、和谐自然的思路进行设计。而且通过改善楚河蜿蜒度,楚河中形成了深浅交替的深潭-浅滩序列。该序列可产生急、缓流的水流条件,使生物群落更为丰富,从而保证生态河道建设的有效性。

3.2 河道横断面设计

河道横断面设计是河道设计的重要组成部分,设计时充分考虑河道的防洪排涝、雨洪利用、景观性、生态性等多种功能。

目前河道常见断面形式有矩形断面、梯形断面、复式断面等。矩形断面适用于防洪排涝为主要功能的河道,占地面积小,但生态性较差,不利于河道生态稳定及水景观营造;梯形断面是中小河道常用断面,占地少,结构简单实用,但景观效果单一;复式断面为生态护岸创造条件,既满足平时亲水性的要求,在洪水期又满足排涝的功能,缺点是占地面积相对较大,适用于蓝线较宽河段。

由于楚河两岸形式变化多样,南岸岸线邻近万达商业街建筑红线边线,可变性小,北岸岸线可变性大。为满足规划要求和生态稳定性要求,楚河河道横断面采用了矩形断面、梯形断面、复式断面三种断面形式结合的方式。

三种断面分布如图2所示。

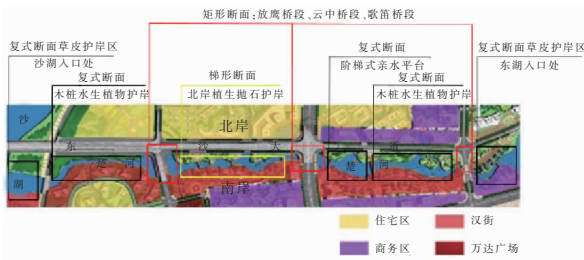


图2 楚河断面分布

Fig. 2 Cross sections distribution in Chuhe River

矩形断面:楚河上有3座桥,由于桥附近岸线可利用空间较小,因此采用矩形断面设计。两边驳岸为干砌石块直立式挡土墙。

梯形断面:汉街商业繁华区岸线的可利用空间比桥附近岸线大,但仍不足以支撑复式断面,所以采用融入生态设计的梯形断面设计。靠近汉街岸因空间狭小采取C20混凝土直立式驳岸墙结构;靠近东沙大道岸采用植生抛石护岸,其断面形式如图3所示。

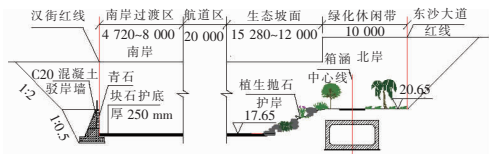


图3 梯形断面

Fig. 3 Trapezoid section

植生抛石护岸采用天然石材(如卵石、砾石、流石等)堆积而成,形成护岸结构,其堆积方法配合周围的景观制定。利用护岸石缝生长的植物,借助植物的根系使护岸与其后的土壤联系更为紧密从而形成更稳定效果。石材之间的空隙可作为天然鱼巢,为多种鱼类提供栖息和繁衍场所,也为水生植物提供生存空间,从而大大增加了水体及水陆交错带的生物多样性。

复式断面:河道超过50%部分采用复式断面。该断面由主槽式矩形河道和梯形式河滩组成,主槽矩形河道为航道区,两边梯形式河滩为水陆过渡区。靠近汉街岸采用C20钢混驳岸墙结构形式;靠近东沙大道岸采取生态护坡形式;渠道底部采用C15素混凝土护底。

由于生态护岸的设计不同,楚河沿线的复式断面可分为如下几段:①东湖及沙湖与楚河相交处采用草皮护岸,坡度为1:1.5。草是生态型护岸工程技术中最常用的材料,通过在岸坡上铺设草坪可以

增加坡面覆盖度,防止水土流失,改善生态环境,常用的护坡草种类型有地毯草、野牛草、狗牙根、白三叶、香根草等。②如图2所示,楚河30%区域采用木桩水生植物生态护岸,其断面形式如图4所示。采用木桩稳固土壤,防止土壤被水冲走,构成湿地植物带,在其中种芦苇、灯心草、香蒲等为代表的水生植物,利用水生植物的根、茎、叶系统在沿岸边水线形成一个保护性的岸边带,保护岸坡,促进泥沙的沉淀。水生植物还可直接吸收水体中的有机物和氮、磷等营养物质,并且为其他水生生物提供栖息的场所,起到净化水体的作用。③北岸硬质广场附近区域采用阶梯式亲水平台设计。

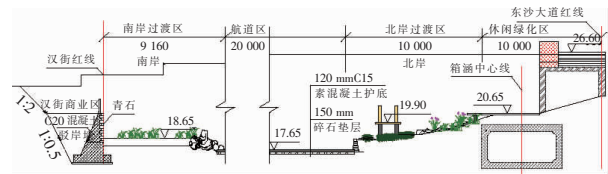


图4 木桩水生植物护岸

Fig. 4 Wood pile aquatic plant revetment

3.3 节制闸设计

楚河连通东湖与沙湖,东湖全湖的水质为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅲ类、Ⅳ类水质,而沙湖全湖的水质为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅴ类、劣Ⅴ类水质,两湖水质差距较大。

为保证楚河及沙湖水水质,且能高效合理地调控楚河及其两端湖泊的水位、渠道流量等,设计在连通渠两端各布置一个节制闸。节制闸类型为下卧式景观闸,其景观性能好,操作简单。

4 景观工程设计

楚河作为万达商业街的滨水景观,是整个汉街的灵魂所在。为确保水网连通及水体效果,楚河景观设计和点面源污染控制设计相结合,使河道建设与两岸环境、景观紧密联系。充分尊重河流自身特性,在营造出健康的生态休闲空间的基础上,保证楚河水生态环境的稳定发展。

4.1 点源污染控制设计

楚河的点源污染主要来自楚河南岸汉街和北岸的雨水排放口。规划中楚河共有5个雨水排放口,其中楚河南岸汉街有2个雨水排放口,北岸规划有3个雨水排放口。

具体的雨水排放口位置以及汇水面积如图5所示。



图5 楚河点源污染分布

Fig.5 Point source pollution distribution along Chuhe River

南岸雨水排放口采用人工湿地技术,初期雨水通过土壤、碎石床、人工湿地植物床的过滤、吸附、吸收等作用,达到消解污染负荷的目的。北岸雨水排放口结合景观进行设计,采用了人工湿地、碎石床、盲渗及植草砖等技术手段。设计特点为:将雨水排口周围区域下挖,深度为60 cm,填充碎石。在较为宽阔的地带铺设草皮砖,作为缓冲透水带的一部分,其间散布少量灌木,并设置石板的小游路,铺上420 mm×280 mm×80 mm的草皮砖,用直径为30~80 mm的碎石填充碎石床。所有广场人行路面及绿化间小径选用卵石铺设。北岸沿红线设置宽度为1.3~1.5 m、深度为0.6~1.0 m盲渗沟。

4.2 面源污染控制设计

在设计过程中,楚河沿岸为拥有透水性好的湖滨,多为非硬化下垫面。因此,雨水面源污染控制设计采取生态工程与景观相结合的原则。充分利用湖滨透水性好的特点,一方面使降雨径流就地入渗,另一方面利用湖滨植物的过滤、生物吸收作用,对地表径流进行净化,以达到消除污染的目的。将楚河控制范围由南至北划分为南岸过渡区、航道区、生态水岸过渡区、绿化休闲区以及楚河两端的人河景观区。

航道区是楚河的旅游航运区,在渠道中央20 m宽处,有净空、宽度等要求,为保证安全,航道区内无景观设计。

航道区与楚河南岸控制线之间的区域为南岸过渡区,局部设置浅水区和人工湿地,承担亲水、生态修复以及衔接楚河水域和汉街商业区的功能。浅水区景观结合人工湿地和木质亲水步道。将湿地系统融入景观设计,达到岸线美化的同时降低面源污染的目的。种植大量挺水植物,在美化景观的同时,有效促进水体生态修复。人工湿地区域设置于沙湖入河口段,该区域地质属性为滨湖水资源充裕区,适于湿地建设及保持维护;区位属性为居住地与湖泊过渡区,有利于截流净化人居区域面源污染,降低对沙

湖的污染冲击负荷,进而间接保护楚河水质。

航道区与北岸绿化景观区之间为生态水岸过渡区。生态水岸过渡区衔接楚河水域和绿化休闲区,水岸形态多变,为生态景观的展示提供空间,并承担楚河水体生态修复、临水景观和小部分引水的功能。生态水岸过渡区分别设置生态休闲区、休闲景观区、湿地景观区。生态休闲区设置于湿地景观区下游,绿化程度承上启下。综合“游憩、生态”二元素,景观小品以绿色植物为基本构成,构建以生态空间为主旋律的休闲区。休闲景观区设计以广场、小品等休闲设施为主,使游憩开发与景观设计有机地结合起来。东沙大道南侧红线南不小于10 m的范围为绿化休闲区,该区域景观设计主要以草地绿化、道路和广场为主。

楚河工程在入河景观设计中融入了微污染控制技术,通过结合人工湿地系统、植草砖、碎石床及景观小品工艺,形成控制集中面源污染的功能性景观,削减入河污染负荷。同时在休闲过渡区种植了大量乔木、灌木等植物,一方面使得污染径流最大程度地入渗,另一方面通过植物的过滤和吸收作用分解和降解污染物。

5 工程效果

2018年1月—12月,对楚河三个断面进行了为期一年的定点水质监测,监测结果见表1。可以看出,楚河开通七年,水质仍可全年75%时间保持《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的Ⅳ类标准以上,说明楚河的水生态环境维持良好。

表1 楚河水质监测结果

Tab.1 Test results of water quality in Chuhe River

项 目	最低值	平均值	最高值	mg·L ⁻¹	
				Ⅳ类水体	Ⅴ类水体
DO	3.25	9.49	14.21	≥3	≥2
COD	15.7	26.58	37.1	≤30	≤40
BOD ₅	4.8	8.11	12.1	≤6	≤10
NH ₃ -N	0.31	1.80	3.34	≤1.5	≤2.0
TP	0.114	0.298	0.543	≤0.3	≤0.4

6 结论

楚河作为人工生态河道建设工程,河流本身设计不采取传统截弯取直的设计手法,而是根据生态河道设计理念,利用有限的北岸空间,使其有一定的蜿蜒度,确保水网连通及水体治理效果。在河岸设计方面结合景观工程,充分利用河岸和河床有效空

间,使用生态护岸、人工湿地等技术措施,最大程度削减来自雨水口的点源污染和来自周边商业区、居民区的面源污染,保证河道生态环境稳定。楚河设计不仅为居民提供了丰富的生态休闲空间,而且创造了一个植被葱郁、稳定、健康的水生态环境,为今后城市景观河设计提供了良好的设计思路,其工程技术手段具有较好的参考价值。

参考文献:

- [1] 王文广. 天津市平原地区生态河道建设探讨[J]. 水利水电技术, 2016, 47(5): 105 - 108.
Wang Wenguang. Discussion on eco-riverway construction in plain area of Tianjin [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2016, 47(5): 105 - 108 (in Chinese).
- [2] 黄祥荣. 以深圳坪山河为例探讨我国城市河流综合治理的发展方向[J]. 中国给水排水, 2018, 34(18): 22 - 25.
Huang Xiangrong. Taking Shenzhen Pingshan River as an example to discuss the development direction of comprehensive control of urban river in China[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(18): 22 - 25 (in Chinese).
- [3] 杨非, 王建清, 张亚平, 等. 农田排水河道的生态修复工程设计与实际效果[J]. 中国给水排水, 2018, 34(18): 95 - 99.
Yang Fei, Wang Jianqing, Zhang Yaping, et al. Design and effects of ecological restoration project of a farmland drainage river[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(18): 95 - 99 (in Chinese).
- [4] 陈丙法, 黄蔚, 陈开宁, 等. 河道生态护岸的研究进展[J]. 环境工程, 2018, 36(3): 74 - 77, 168.
Chen Bingfa, Huang Wei, Chen Kaining, et al. Research progress on the ecological revetment in riparian [J]. Environmental Engineering, 2018, 36(3): 74 - 77, 168 (in Chinese).
- [5] 王中玉, 白小晶, 王华林, 等. 城郭河白腊湾段近自然河道湿地设计及冬季运行效果[J]. 环境工程, 2018, 36(10): 70 - 74.
Wang Zhongyu, Bai Xiaojing, Wang Hualin, et al. Design and winter operation effect of the near natural river wetland in Bailawan section of Chengguo River [J]. Environmental Engineering, 2018, 36(10): 70 - 74 (in Chinese).
- [6] 廖先容, 扈幸伟, 邬龙. 城市河流滨岸缓冲带生态修复模式研究[J]. 水利水电技术, 2017, 48(10): 109 - 112.
Liao Xianrong, Hu Xingwei, Wu Long. Study on eco-restoration mode for riparian buffer zone of urban river [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2017, 48(10): 109 - 112 (in Chinese).
- [7] 干靓, 邓雪媛, 郭光普. 高密度城区滨水生态空间规划管控与建设指引研究——以上海市黄浦江和苏州河沿岸地区为例[J]. 城市规划学刊, 2018(5): 63 - 70.
Gan Jing, Deng Xueyuan, Guo Guangpu. Planning control strategies and development guidelines for waterfront ecological space in high-density urban area: Take waterfront area along Huangpu River and Suzhou Creek in Shanghai as examples [J]. Urban Planning Forum, 2018(5): 63 - 70 (in Chinese).
- [8] 邓卫东. 北海市大冠沙人工河道设计方案[J]. 中国给水排水, 2016, 32(18): 68 - 72.
Deng Weidong. Design of Beihai Daguansha constructed river [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(18): 68 - 72 (in Chinese).



作者简介:桑稳姣(1974 -),女,湖北公安人,工学博士,副教授,主要从事水污染控制、污泥减量和供水保障领域的教学和研究工作。

E-mail: whlgdxswj@126.com

收稿日期: 2019 - 01 - 24