

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2015.01.037

论咸宁淦河综合整治工程多目标体系的构建

罗 希, 杨祖强, 刘富峰, 唐伟明

(中工武大设计研究有限公司, 湖北 武汉 430072)

摘 要: 对淦河城区河段进行综合整治, 发挥其作为城市河流的综合效益, 构建工程多目标体系, 通过以淦河河流安全和水生态目标为主, 水景观、水经济和水文化目标为辅的设计思路, 结合运用生态调水、河底清障、生态护岸和人工滩地等工程措施, 实现了淦河综合整治工程多目标之间的有机统一, 反映出河道综合整治工程多目标之间的紧密关系, 同时提出工程成功实施后, 应加强水系整体的监管和治理、源头污染控制等措施和建议, 为同类河道治理工程提供一定的经验和借鉴。

关键词: 淦河; 综合整治; 多目标体系; 水生态; 水安全

中图分类号: TV213

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2015)01-0176-06

Construction of Multi-objective System in the Comprehensive Regulation of Ganhe River in Xianning City

LUO Xi, YANG Zu-qiang, LIU Fu-feng, TANG Wei-ming

(CAMCE WHU Design & Research Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430072, China)

Abstract: In order to improve the comprehensive benefits brought by the city river——Ganhe, its urban reach is in great need of regulation and improvement on the basis of the construction of multi-objective system. The main idea of the system design is to maintain the integrity and ecology of the river, and with these assured, water landscaping, water economy and water culture can be considered. By taking the constructive measures of ecological water transfer, obstacle clearing of the riverbottom, ecological bank protection and manmade bottomland, the multi-objectives of the comprehensive regulation of the river were integrated with strong bonds. And then recommendations and corresponding measures were put forward, which were strengthening the monitoring and regulating of the water body and pollution control of the sources after the successful implementation of the project. This study will provide some reference for similar projects.

Keywords: Ganhe River; comprehensive regulation; multi-objective system; water ecology; water safety

淦河综合整治工程是湖北省水生态保护和修复试点之一, 是以咸宁市淦河 22 km 城区段为对象, 以水安全、水生态为主, 水景观、水经济和水文化为辅, 多方面、全方位地构建城市河道综合整治工程的多目标体系。

1 工程基本情况

1.1 工程概况

淦河是湖北省咸宁市的城市河流, 系长江中游南岸支流金水主干的上游, 发源于大幕山南麓, 由南向北流经温泉咸安二城区, 注入斧头湖, 汇入金水经

金水闸最后注入长江。淦河(金水斧头湖以上)流域面积 854 km², 干流河长 76.6 km, 河道平均比降为 0.136%^[1]。淦河流域地处亚热带季风气候带, 四季分明, 雨量充沛。流域多年平均降水量 1 560.7 mm, 多年平均水面蒸发量 685 mm, 属较湿润地区。淦河流域图如图 1 所示。

近十年来, 由于咸宁市城区人口与工业增长迅猛, 导致污水排放量不断增加, 然而淦河纳污能力有限, 淦河水质出现了逐渐恶化的趋势, 加之淦河水资源时空分布不均, 致使水生态系统和用水安全受到威胁, 同时损害了城市的整体形象。

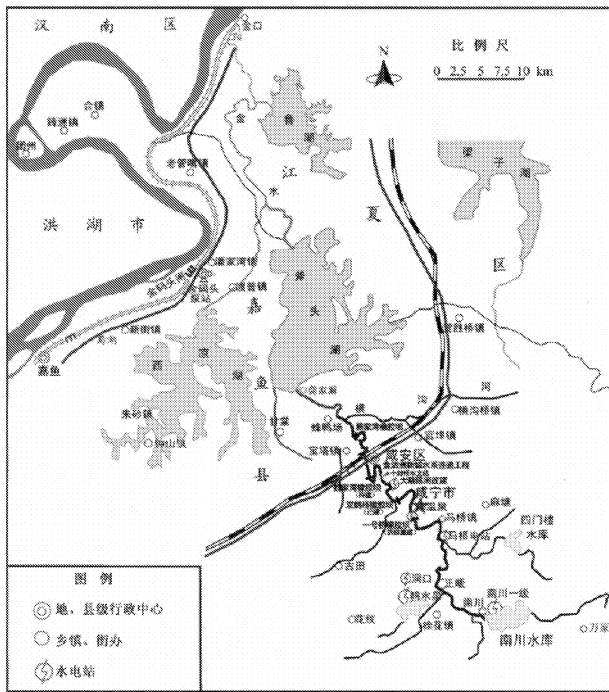


图1 淦河流域图

1.2 工程现状及存在的主要问题

淦河城区段河流受城市防洪安全及河流生态环境制约要求很高,由于长期缺乏管理,致使在水安全和水生态两个方面存在诸多问题。

(1) 水安全问题主要表现在防洪安全方面有:

① 河道淤积严重,平均淤积厚度达 0.8 m ~ 1.0 m,降低了河道过流能力。

② 部分河道弯曲严重,造成水流不畅,防洪标准偏低。

③ 河道上有大量拦河闸坝、电站及违章建筑等,阻洪严重。

(2) 水生态问题表现在水量不均、水资源配置规划不合理、水体污染、水生态系统恶化等方面有:

① 水量不均:淦河属山溪性暴涨暴落河流,降水量和流域水资源均存在时空分布不均性,河道时而河水泛滥成灾,时而几近干涸。

② 水资源配置规划不合理:淦河上各级电站隶属不同部门,发电随机性很强,调蓄无序,导致下游间歇性无水,河道时常断流。

③ 水体污染:城区河段共设有 48 个排污口,较大的有 22 处,均属超标排放,由于大量未经处理的污水汇入,使下游水质恶化,部分河段水质为 V 类或超 V 类,水质污染严重,排污口水质抽样调查结果如表 1 所示。

表 1 排污口水质抽样调查表

排污口类型	排放方式	数量	监测结果	水质类别
大型排污口	无处理直排	9	COD,总磷,高锰酸盐指数超标	劣V类
	部分处理	13	COD,氯化物,高锰酸盐指数超标	劣IV类
小型排污口	无处理直排	15	COD,亚硝酸盐,氯化物,大肠杆菌超标	劣V类
	部分处理	11	COD,亚硝酸盐,大肠杆菌超标	劣IV类

④ 水生态系统恶化:一方面,河道水体污染和无序开发利用致使河岸植被破坏,生态系统失衡;另一方面,淦河中上游河段多属山区丘陵地带,地形起伏较大,水土流失较为严重。

由此可见,淦河水生态和水安全的问题不仅影响到城区居民的生命财产安全,更制约了其作为城市河流向水景观、水经济和水文化等其他方面的综合性发展^[2]。

1.3 工程的目的是任务

对淦河城区河段进行综合整治,发挥其作为城市河流的综合效益,应以水生态和水安全治理为主,兼顾水景观、水经济、水文化,构建河道综合整治的多目标体系。工程的主要任务有以下几个方面。

(1) 通过对河道清淤,部分河段拓宽等手段,完成河道整治,从而提高城市防洪能力。

(2) 修复淦河干支流水生态,改善淦河干支流水生态承载能力,从而恢复水系生态系统,健全生态服务功能。

(3) 城区重要地段,通过设置水体景观,实现河道与城市和谐共存。

(4) 对水资源进行合理的开发利用,充分发挥水资源的经济潜能。

(5) 以地方人文特色为基础,实现城市河道建设与人文景观建设相结合。

通过上述内容,实现河流的防洪安全,生态系统健全,同时实现水体经济效益显著,景观文化永续。

2 工程设计中的多目标体系

2.1 多目标体系的设计原则

由于河道治理不同目标之间总是存在一定的矛盾,如由于人类偏离的景观价值和有限的生态认知能力^[3-4]等原因,致使水生态与水景观目标之间的矛盾等,因此多目标体系是在实现水安全和水生态两个主要目标的基础上,融入水景观、水经济和水文

化的目标,既为工程效益,也为美观而设计。

2.2 实现水安全目标的设计

实现水安全目标,主要是通过合理布置河流走向,河道清障以及边滩疏挖,从而保证河道的畅通,降低淦河洪水水位,实现整治后达到 50 a 一遇防洪标准。主要采取的工程措施如下:

(1) 合理布置河流走向:由于河道过直致使河道流速过大,不利于水生生物的休养生息,同时河道过度弯曲,采用防护和控导措施不能从根本上改善河道的不利状况,因此需要合理布置河道走向,实现弯直适宜。如淦河龙潭河口弯道长 500 m,直线距离 180 m,裁直后,河道长度缩短 320 m,同时水流避开龙潭桥,经计算河道水位相应降低 0.56 m,有利于淦河安全行洪。

(2) 河道清障:根据淦河城区段河道上电站和水闸的运行情况和对泄洪的影响,拆除一号桥电站等三座电站,对大贩陈闸进行改造,降低闸底板。

(3) 边滩疏挖:淦河沿河两岸分布有 54 处边滩,长度 4 850 m,边滩的存在,使河道断面没有达到防洪工程设计的河道标准断面尺寸,对河道安全行洪影响较大,因此需要进行疏挖。

2.3 实现水生态目标的设计

实现水生态目标,就是要在合理利用水资源和满足人类需求的前提下,统筹兼顾生态系统的健康和可持续发展。主要采取工程措施如下:

(1) 生态调水保证河道生态用水:河道生态用水是生态环境功能需水,包括河道基本功能需水和生态环境建设需水。河道生态用水采用 Tennant 法或分项计算法分别计算,比较选取。为保证淦河城区河道段生态需水量满足率 $\geq 90\%$,采取从上游南川水库沿淦河干流向城区干流调水的工程措施,通过生态调水以快速实现水体水质达到水生态修复的需要。

(2) 河道的生态修复:生态修复的目的是建立

并维持平衡的生态系统,实现人与河流的和谐统一。本次设计主要通过淦河城区河道段采取底泥疏挖、河道及护坡的生态设计和水生植物、生物重建等方式实现。

① 底泥疏挖:河流沉积物中的高营养负荷会引起沉积物表层缺氧,是生态系统平衡和水质改善的制约因素。因此通过底泥疏挖,可有效地阻止沉积物内源营养的释放,为沉水植被的恢复提供适宜的底层环境,以此促进生态系统的全面恢复。工程中根据淦河城区河段实际情况,对约 16.84 km 的河道进行底泥疏挖。

② 河道的生态设计:河道的生态设计主要目的在于创造出接近自然的流路,水流设置成不同的流速带,河流既有浅滩又有深潭,河床配置成多孔质化,使水体流动呈现多样性,有利于生物的多样性。同时,结合淦河河道弯曲,自然河湾较多的特点,构建淦河的自然生态河道主要采取植石法或埋石法,将直径 0.8 m ~ 1.0 m 大小的自然石经排列埋入河床造成深沟及浅滩,形成鱼礁,为鱼类提供更佳的生息环境,由于水流条件的限制,该方法只在淦河河面宽,纵坡小的局部河段实施。

③ 生态护坡设计:淦河的上游河段和中下游的半数河段为自然护坡,但植被多为野草;中下游的半数河段为传统硬质护坡,阻断了水体与河畔陆地植被的水气循环,破坏河畔生物赖以生存的环境空间^[5]。但在常水位时,多数硬质传统护坡与河水间有 1 m ~ 3 m 宽的缓冲带,且生长有种植物。因此对现有淦河护坡的改造应坚持以优化为主,重点地段改造的思想。对上游的自然护坡以保护为主,优化护坡植被,提高自然景观效果;对市中心难以大动作改造的传统硬化区段以强化植物美化为主,以蔓生植物与花灌类为主;对市中心方便改造的区域采用多种生态护坡工程技术更替现有护坡。生态护坡典型断面见图 2 所示。

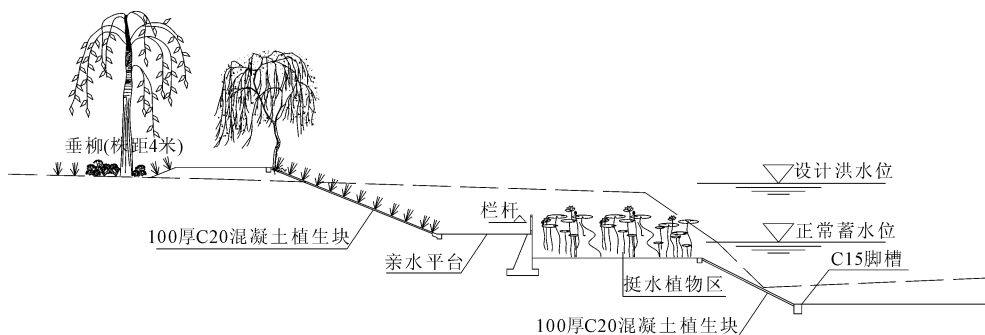


图 2 生态护坡典型断面图

④ 水生植物重建:水生植物是河流生态系统的重要组成部分,同时也是河流生态系统的物质循环和能量流动重要环节,是河流维持强大自净能力和提高生物多样性的因素之一。目前淦河流域各区域水生植物均有不同程度退化,主要表现为分布面积减少、种类单一、景观程度差。水生植被包括挺水植物、浮叶植物和沉水植物三种类型,各类型的分布位置及面积根据护岸形态、水深和底质状况考虑的,并兼顾与周边环境的协调,使淦河城区段生态植物覆盖率不小于 90%。挺水植物主要分布河道的

约 70% 面积的浅水带、近水带;沉水植物分布于河道约 30% 面积;浮叶植物只分布于流速缓慢的水域,由于淦河属流动性河流,只布置极少量面积。

⑤ 水生生物重建:淦河水生物多样性偏少,生物指标偏低,主要通过河流生态环境的改善,依托水生植物为细菌和真菌微生物提供生存空间,同时构建生物和微生物培育池,直接向淦河内提供生物,提高淦河生物的多样性,使淦河水生动物完整性指数(鱼类 IBI 指数)^[2]不小于 3,其评价方式如表 2 所示。

表 2 水生动物完整性指数评价表

评分标准	鲤科鱼类种类数百分比/%	鳅科鱼类种类百分比/%	鲱形目鱼类种类百分比/%	商业捕捞获得的鱼类科数	鲫鱼(放养鱼类)比例/%	杂食性鱼类的数量比例/%	底栖动物食性鱼类的数量比例/%	鱼食性鱼类的数量比例/%	单位渔产量/(kg·km ⁻²)	天然杂交个体的数量比例/%	感染疾病和外形异常个体的数量比例/%
1						< 10	> 45	> 10		0	< 2
3	根据地区和河流的大小,制定期望值,划分出 1~5 的评分标准					10~40	20~45	5~10	按河流和采样方法进行评价	0~1	2~5
5						> 40	< 20	< 5		> 1	> 5

(3) 构建生态湿地,保护上游水源:建设大规模的污水处理系统,投资和运行成本较高,运行池占地面积大,影响景观和环境。因此,根据淦河现状,采用人工湿地处理工艺实现对上游水源的保护。由于淦河有多处河滩地和弯道,河滩宽阔,一般在 30 m~50 m,少量高程较低的河滩已形成了自然湿地,根据这一特点,和节省工程投资考虑,淦河人工湿地主要采用表面流湿地,通过自然的表面流人工湿地来处理淦河的中上游来水,以保障中上游水源的水质。根据淦河河道的实际情况,选取在徐家湾、龙潭滩和西河桥三处建造人工湿地 3 处,湿地面积总计 19.05 万 m²。

2.4 实现水景观、水经济和水文化目标的设计

2.4.1 实现水景观目标的设计

实现水景观目标的设计应以水安全为前提,以水生态为基础进行设计,主要采取以下几种工程措施。

(1) 生态护岸:生态护岸可同时兼顾防洪、生态和景观效益,但不应大面积采用疏林草地这类生态效益低、维护成本高的“伪生态”设计。生态护岸的出现是河道从纯粹的防洪河道逐渐向生态河道的转变,从纯粹的水利向生态水利的转变,是结构与美学、景观园林相结合的产物^[5],可根据边坡形式、河流流速、挡墙高度和工程造价等因素进行选择,在保证水安全的前提下,把淦河河道建设成为水清、岸绿、景美、和谐的生态景观河道,改善水域生态环境,

并提高土地的使用价值。

(2) 景观坝的设置:景观坝的数量应尽量少,主要是由于其对泄洪的影响和下游的冲刷,同时避免频繁采用梯级建筑物方案造成河道景观形式单一、审美疲劳、生物多样性的不利影响。因此为保证淦河河道维持一定的景观水位,在河道上采取新建或改建的方式,综合考虑水安全、水生态等方面的因素,仅修建 2 座橡胶坝,坝址选定在河道比降大、回水距离短、能产生景观和经济效益的河段,最大化的发挥水景观和水经济效益。

(3) 生态湿地的景观配置:生态湿地系统不仅可进行有效可靠的污水处理,同时还可提供和间接提供效益,如水产、绿化、野生动物栖息、娱乐和教育等优点,因此除了水生态外,水景观和水经济效益明显。

淦河湿地构件采用表面流人工湿地,湿地面积应按 5 日生化需氧量表面有机负荷(BOD₅ 负荷 15~50 kg/(hm²·d))确定,同时应满足水力负荷(水力负荷小于 0.1 m³/(m²·d),水力停留时间 4 d~8 d)的要求^[6-7]。

设计应注重景观美学,从生态美、艺术美和意境美三个方面加强水景观效果,主要通过以下两方面体现:

① 生态湿地构形:构形摒弃固定、规则的几何形状,根据淦河的地貌条件,采用岸线处理,尽量避免人工雕凿的痕迹,使设计的湿地系统从外形上构

成整个淦河生态景观的一部分,融入淦河整体景观中。

② 湿地植物的选配:植物的选配应避免简单化、形式化的堆积,而是根据“适树适地”的原则,以耐污能力、净化效果、根系发达、经济和观赏价值作为水生植物的选择标准,增强系统的生物多样性,以高低错落的植物带增强景观效果,并通过不同植物的搭配,适应四季的变换^[8-9]。可选择的水生植物及其生长特点如表 3 所示。

表 3 水生植物生活方式分类表

植物类别	生长特点	代表种类
挺水植物	根茎生于底泥中,植物体上部挺出水面	芦苇、香蒲、茭白
漂浮植物	植物体完全浮于水面,具有特化的适应漂浮生活的组织结构	凤眼莲、浮萍
浮叶植物	根茎生于底泥,叶漂浮于水面	睡莲、荇菜
沉水植物	植物体完全沉于水气界面以下,根扎于底泥或漂浮于水中	狐尾藻、金鱼藻

根据淦河湿地的构建情况,通过乔木、灌木、草坪地被和水生植物的搭配,加强徐家湾、龙潭滩和西河桥三处建造人工湿地的景观配置,其中龙潭滩湿地平面布置图如图 3 所示。

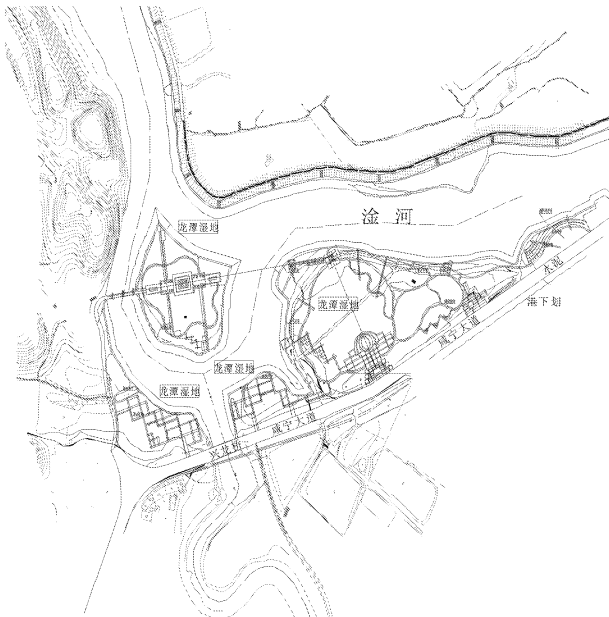


图 3 龙潭滩湿地平面布置图

2.4.2 实现水经济目标的设计

水经济目标的实现,应以淦河沿岸规划设计为依托,以水生态、水景观为基础,结合水文化进行设计,主要采取以下措施:

(1) 提高滨水区水生态和水景观:滨水区是城

市形象的重要展示区域,应根据景观生态设计的自然优先原理,尊重河流的特性,按照环境的自然属性来追求美学价值,模仿滨水区自然植物群落的结构,建立多样性、结构立体的植物群落,提高滨水区的生态景观效益,从而实现水经济目标^[10-13];

(2) 结合沿岸的商业开发:根据淦河沿岸商业区和房产的开发现状,将沿岸景观设置与之配套衔接,设置亲水平台和人工湖通过水景观和水文化带动水经济^[14-16]。

2.4.3 实现水文化目标的设计

水文化的目标,应充分融入在多目标体系的其他目标中,主要采取以下措施:

(1) 亲水性的需求:水是人类生活的重要资源,是人类文明的起源地,人们对水的眷念是不言而喻的,因此根据河岸现状和景观需要选择复式断面形式,在提高亲水性的同时,增大河道的行洪断面,使河道的功能既为防洪安全,为景观布置,也为居民亲水。

(2) 打造水生态旅游长廊:响应咸宁市政府“打造魅力生态咸宁”的号召,在发展旅游的基础上强调生态。构建水文化生态旅游长廊,并保护、发展淦河沿岸的景观文化和人文文化。

3 工程的实施效果及建议

经过近 4 年的工程实施,以水安全和水生态为主,兼顾水景观、水经济、水文化的多目标体系已基本实现,淦河已由原来的排污河流成为了如今城市的风景线和生命带,并成为了开发商们抢滩的“黄金水岸”。

本文根据前人对河流、湖泊等水体生态系统服务功能的分类,结合咸宁市水生态系统特征,将咸宁市水生态服务系统服务功能划分为 2 大类 11 小类,即直接使用价值的产品生产功能和间接使用价值的生命支持系统功能进行效果评价,具体评价指标体系见表 4。

由评估体系表 4 可以看出,通过河道多目标体系的建立,使咸宁市水生态系统呈现多功能、多价值体现,然而随着开发商抢滩“黄金水岸”,城市资源向淦河沿线的聚集,滨水休闲区及沿岸商务区的发展,水污染问题是维持河流多目标体系可持续发展的重要问题,而解决水污染问题的根本途径是治理污染源,强化入河污染物总量控制制度,从源头上削减污染物进入水体^[5]。鉴于此,咸宁市政府应通过加强水系监管,从源头上控制对河道生态的破坏和

污染,从而实现淦河长期稳固可持续健康发展。

表4 咸宁市城市水生态系统服务功能价值评估指标体系

水系区域	供水	水力发电	内陆航运	水产品生产	休闲娱乐	调蓄洪水	河流输沙	水资源蓄积	土壤持留	水质净化	生物栖息地
自然生态区	√	—	—	√	√	√	√	√	√	√	√
滨水休闲区	—	—	—	—	√	√	—	√	—	—	√
沿岸商务区	—	—	—	—	√	√	—	√	—	—	√

注:“√”表示具备该类生态系统服务功能并可以进行价值评估;“—”表示不具备该类生态服务功能,没有进行价值评估。

此外,河道的治理不能单纯强调一条河流的治理,而应进行整个水系的治理。在完成淦河多目标体系建立的同时,应加强对各支流的建设及监管,通过营造城市内部水景,形成内部供水系统,使水成网,景成廊^[8]。使独立的水系成为一个系统,能在有效实现雨水收集、排放,景观水循环等功能的同时,进一步提高水系生态系统的承受能力和自我调控能力。

4 结论

本文通过对淦河多目标体系建立的研究,实现了淦河作为城市河道的可持续稳定发展,对以后类似工程的实施,具有重要的指导意义。具体表现在以下几个方面:

(1) 结合淦河综合整治工程实际,详细介绍了淦河治理工程多目标体系中,以水安全、水生态为主,以水景观、水经济和水文化为辅的设计思路,为今后城市河道整治工程提供了借鉴;

(2) 淦河的综合整治取得了较大的成功的同时,应注重水污染和水系综合治理等问题,提高淦河多目标体系的稳定性。

(3) 多目标体系中各个目标相互影响,相辅相成,任何一个目标都不能独立设计,而是应该和其他目标融合在一起;

(4) 河道治理不能停留在工程建设上,更应该融入管理理念,只有加强社会监督,从源头上控制对河道生态的破坏和污染,从而实现长期稳固可持续健康发展。

参考文献:

[1] 刘刚,易贤命,刘富峰,等.淦河水生态修复与保护

[J].中国农村水利水电,2011,(11):18-21.

- [2] Karr J R. A sssessment of biotic integrity using fish communities[J]. Fisheries, 1981,6(6):21-27.
- [3] 罗希,雍婷,杨祖强.论景观水利向生态水利发展的偏离性和发展方向[J].水电与新能源,2013,(4):71-74.
- [4] 王宗侠,段渊古.城市河道景观规划设计方法探析[J].水利与建筑工程学报,2010,8(1):32-34.
- [5] 徐枫.生态、景观与水利工程融合的河道规划设计研究[D].福州:福建农林大学,2011.
- [6] 费永法.河道治理工程环境影响特点及环境保护对策[J].水资源保护,2011,27(5):106-113.
- [7] 环境保护部.HJ 2005-2010.人工湿地污水处理工程技术规范[S].北京:中国环境科学社出版,2011.
- [8] 王爱敏.从鄱西县城水系规划看城市水系的多功能效应[J].中国水运,2009,9(1):167-168.
- [9] 李超,李明,全先超,等.城镇河道治理中生态护岸方法分析[J].水利与建筑工程学报,2011,9(5):152-154.
- [10] 杜红伟,王付洲,苏学锐.城市河道治理与生态保护探讨[J].人民长江,2008,39(16):27-28.
- [11] 高建辉.浅谈城市河道综合治理[J].中国水运,2010,10(9):172-174.
- [12] 周宝佳,代琼,赵仕勇,等.河流生态护岸浅析[J].水科学与工程,2009,(5):7-10.
- [13] 何卫华.杭州市区河道生态护岸形式研究[J].浙江建筑,2007,24(12):1-5,11.
- [14] 朱利娅,宋威.浅谈河道生态护岸的综合治理[J].科协论坛,2011,(10):127-128.
- [15] 汪洁.生态型护岸在城市河流生态恢复设计中的应用[J].企业研究,2011,(4):75-76.
- [16] 林志光.植生型生态混凝土护坡在武夷山防洪工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2014,42(8):18-20.