

城市水系生态规划设计研究

马 凯^{1,2},赵 林²

(1. 中交天航环保工程有限公司,天津 300461; 2. 天津大学环境科学与工程学院,天津 300072)

摘要:从系统学、生态学理论出发,以衡水市水系规划为例,系统分析规划区水环境现状,提出采用生态调水、河流湖泊生态规划以及水系运行管理的水系综合规划方案,旨在为衡水市“水市湖城”目标的实现提供借鉴。

关键词:城市水系;生态规划;水市湖城

中图分类号:TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2016)S1-0132-05

城市水系作为资源、环境、生态、景观、文化等多方面的载体而成为城市国民经济发展的基础和命脉,不仅影响城市的性质、用地布局以及发展方向,同时在塑造城市特色上更突显其重要地位。然而,工业社会以来的人类活动对自然河流湖泊的干扰日趋严重,造成水系污染、江河断流、湖泊消失、城市滨水景观特色缺失等问题,这与我国建设“和谐社会”的总体目标和建设“生态城市”等目标均不相称。王金凤等^[1]开展了城市水系的生态景观规划设计研究。2008 年水利部颁布《城市水系规划导则》,在一定程度上缓解了长期以来困扰我国城市水系规划建设中出现的多部门综合管理的问题^[2]。但是,受专业限制,当前城市水系规划在水系生态规划建设方面仍存在不足,具体表现在:① 没有将水系纳入城市空间整体进行统筹设计;② 没有充分利用“水域—滨水—陆域”景观空间的层次变化和水陆交接带的物种多样性;③ 缺少针对水系管理的规划内容。基于此,笔者尝试将系统学与生态学理论引入到城市水系的规划之中,并以衡水市为例,开展“水市湖城”水系生态规划研究。

1 城市水系生态规划理论与方法

1.1 城市水系生态规划理论

1.1.1 系统学理论

系统学是以系统为研究对象,从整体出发研究系统整体及其组成要素之间的相互关系,从本质上说明其形式、结构、功能、行为和动态。城市水系的组成部分包含流经城市的河流、湖泊、湿地、地下水

以及人工开凿的水渠等地表水体部分。水系各个组成部分不是孤立存在的水体,它们之间有着密切的联系,共同构成了一个有机联系的城市水系统。城市水系规划的基本思想就是坚持依据系统理论把城市水系视为一个整体,综合考虑各组成部分的联系,同时结合区域水系格局,将整个城市水系纳入到区域或流域水系统当中进行合理的定位。

1.1.2 生态学理论

生态学是研究生物体与其周围环境(包括非生物环境和生物环境)相互关系的科学,而河流生态系统与人类社会的关系是密不可分的^[2-3]。正是由于人类活动的强烈干扰,使得河流生态系统出现了多种问题而需要开展河流生态恢复。河流生态恢复不仅强调森林群落生态构建,地带性植被、潜在植被的生态演替等外部修复措施,更强调以重建、改良、修补、更新等形式对河流系统进行内在生态修复,重建河流自然形态,恢复河流生物多样性,最终实现河流生态系统的自我恢复。

1.2 城市水系生物修复技术

针对河湖污染问题,研究人员已经开展了大量的研究工作并获得了多种原位/异位修复技术,如底泥环保疏浚技术^[4-5]、释氧剂投加技术^[6-7]、原位微生物修复技术^[8-9]等。传统的人工湿地修复、底泥环保疏浚等技术存在具有建设运营成本高,处理效果无法长期保持等缺点。相比之下,生物处理技术具有运行成本低、节能、剩余污泥量少、处理效果可长期保持等特点,因而特别适合于进水复杂的城市河道修复工程。现阶段,适合于河道生物修复的主流

技术包括以下几种:

a. EM 菌剂技术。这种菌剂用于处理受污染河湖的水体,对污水中的有机物有较好的生物降解作用,能迅速降低水体中的有机物、氨氮、亚硝酸盐等污染物的含量,对底泥中的有机污染物质及有害腐败菌类有很好的抑制作用,是目前水质改良、污水处理中比较有效的工程微生物菌剂^[10]。有研究证明,向水体中定期投放 EM 菌剂,BOD₅ 的去除率可达 70.7%,COD 的去除率在 60% 以上,同时 EM 菌剂还能将造成水体富营养的氮转化为亚硝酸盐或硝酸盐,EM 对磷也有很好的去除效果,去除率可达 75%。

b. Clear-Flo 菌剂。Clear-Flo 菌剂和 EM 菌剂性质相近,在许多实践中都取得了很好的效果,被证明对河流修复、污泥去除、养殖水体净化和湖泊、池塘净化具有很好的效果。

c. 生态净化基技术。通过为水中的有益生物群落提供巨大的附着表面,促进生物生长繁殖,加速生物化学反应,从而实现水生态系统的修复和水中有机物的高效降解^[11]。这种生态净化基呈水草形外观,分为水底放置和水面旋转两种类型,使用和管理比较简便。每平方米的产品能提供 25 m² 的表面积,其表面可形成生物膜,通过构成健康的生物圈使水体恢复自净能力。

d. ETS 生态污水处理系统。ETS 生态污水处理系统是目前世界上较为先进的生物处理技术。ETS 利用自然界水体自净原理,加入人工强化技术,营造了一个平衡的生物生态环境^[12]。它的核心技术在于制造一种“活性物质”,这是一种能使系统达到生态平衡的强化物质,对其所营造的生态系统中的生物进行优化,使之保持一定数量的高效降解物种,这种物质与生态系统内的其他生物物质一起,构成其运行中枢。

e. ABFT 处理工艺。ABFT 处理工艺利用生物法在保留原河道泄洪功能的同时对河道污水进行处理,处理后的水质达到国家一级排放标准^[13],效果明显,工艺简单,投资少,处理费用仅为 0.1 元/t 左右。

f. 生物接触(生物膜)过滤床技术。这是一种河道处理技术,构造主要有:小型无底瓶状填料(PP 或 PVC),引水供氧筒(PVC),填料支撑架(钢材或其他材料)^[14]。如果有动力,则通过引水供氧筒曝气,使底部的水和底泥被吸上来充氧,再通过生物滤床回到水体,形成好氧生物过滤系统;如果无动力,则生物接触过滤床变成兼氧厌氧生物过滤系统。该技术操作简单,治理效果好,费用低。

1.3 城市水系生态规划原则

a. 生态优先原则。最大限度地保留区域内湿地原貌,并通过生态规划、生态设计和生态技术创造更好的生态系统。充分发挥水系的生态效能,既尊重水生态系统多样性,又注重保障和创造满足自然条件的良好水循环,同时避免生态体系的孤立存在:约束城市对河流水系的无序索取,给经济社会以可持续的水供给;提出洪涝解决途径,减少、避免洪涝灾害。

b. 提升城市整体生态环境质量原则。全面提升城市整体生态环境质量和城市文化品位,以水为魂、以河为脉、以湖为韵,打造兼具生态美与人工美的生态水环境。

c. 统筹兼顾原则。结合总体规划,从生态、景观和土地利用等方面对区域的水系园林景观进行规划,打造生态和谐、充满活力的滨水空间。妥善处理好上下游、左右岸、干支流、流域与区域、城市与农村、全局与局部、继承与发展、开发与保护、建设与管理、近期与远期等各方面的关系。

d. 可持续发展原则。通过将水网与城市污水处理厂、湿地连通,雨水收集,污水回用,使得整个水网中的水得到循环利用,统筹协调生活用水、生产用水和生态用水,合理配置水资源,保证水体水质、景观、生态等方面的可持续发展。

2 案例研究——衡水市水系生态规划设计

2.1 衡水市水环境现状

衡水市境内水网复杂,水系发达,包括 30 条河,18 个湖面。主要控制性河道有 4 条,分别为滏阳河、滏阳新河、滏东排河、索泸河。4 条控制性河道分别贯穿规划区域,构成水网骨架,形成主脉。其余 26 条主干河道纵横交错,为水系构成网络,形成支脉。18 个湖面零星散布,点缀“水市湖城”。根据市内水系分布情况,可将衡水市划分为新城区、主城区、衡水湖区、冀州市区及九州产业南区、九州产业北区、索泸河区 6 个片区。

虽然拥有诸多水体,衡水市仍以每年人均水资源占有量 148 m³ 而成为河北省最缺水的城市之一,同时也是水体污染较突出的城市之一。由于工农业生产的日益发展和人口不断增长,工业废水和生活污水的排放大量增加。调查资料显示,1990 年全市年排污总量为 0.43 亿 t,1998 年为 0.49 亿 t,2003 年激增为 0.80 亿 t。近年来随着排污整治力度的加大以及路北污水处理厂的启动,部分排污口已改排,工业污水汇入市政管网,2008 年排污总量为 0.85 亿 t,相比 2003 年增加不多,但仍有大量生活污水直

接排入沟渠、河道、洼淀,直接造成了水质的恶化和环境污染。此外,规划区地下水常年超采且得不到有效补给,造成地下水降落漏斗、地面沉降等问题。

2.2 衡水市水系生态规划目标

根据《衡水市城市总体规划》与《衡水市“水市湖城”空间发展战略规划》,该市的发展目标为具有北方特色的“水市湖城”。但是,衡水市目前仍存在前述水环境问题,为此,笔者以水资源高效配置、水生态修复与滨水生态环境建设为核心,研究如何统筹防洪、排涝、供水、治污、河道治理、环境改善等,采取生态调水、河湖原位修复、水系管理等手段,实现规划区社会经济可持续发展的总体目标。

2.3 衡水市水系生态规划方案

2.3.1 生态调水方案

为真正实现“水市湖城”的战略构想,采用东线、南线、西线三线调水,同时利用衡水湖蓄水作为应急水源。三线调水具体方案如下:

a. 东线引水。东线引水可分3条线路,主要引黄河水:①从清凉江朱往驿闸入南干河,进卫千河,再入中干河,进入董公河至王口闸入衡水湖;②清凉江作为引水线路的起点,新建王花园节制闸,进中干河,入董公河,再进入滏东排河,通过连接渠,最后进入滏阳河;③从清凉江王庄村进入王政河,流入索泸河,再入江河干河,分两支河道供水,一支由欢龙河向武邑湖供水,另一支入滏东排河。

b. 南线引水。由北小魏连接渠,入滏阳新河,到姜家庄连接渠,通过冀码河或滏东排河引入衡水湖,水源为蓄本流域洪沥水或岳城水库水。作为冀州水系用水。

c. 西线引水。由骑河王排河,分两支供水,一支入滏阳河,另一支通过怡水河(胡堂排干),与迎宾河连接,北与漕河相连,南入滏阳河。北部漕河与西岔河相通,供九州产业北区用水,构成西部供水主干线路。水源为岗南、黄壁庄水库水。

2.3.2 河流湖泊生态规划方案

a. 滏阳河。利用滏阳河水面打造一处新湖面——滏阳湖;连通西线引水工程,将岗南、黄壁庄水库水引到滏阳河,对新城区、主城区、九州产业区内河网进行补水,增强水系水动力条件,净化、稀释水体污染物,改善水环境,美化水景观,同时可选择ETS生态污水处理系统处理、修复和改善滏阳河目前劣Ⅴ类的水环境质量状况;严禁上游污水直接进入滏阳河,将上游污水导入滏阳新河湿地进行净化处理,并通过滏阳河新建节制闸蓄住滏阳河清洁水源,逐步将滏阳河建为景观、娱乐河道,充分利用滏阳河水资源的同时及时排出汛期洪水。

b. 滏阳新河。对滏阳新河规划区段进行景观打造与生态修复,利用滏阳新河深槽处空地规划建设人工湿地,主要接纳上游污水,进行湿地净化,处理后的水可作为新城区景观用水。对河道水体进行维护和养护,适当采用生物菌剂,处理水质较差的河段,确保水环境质量状况稳定、秀美宜人。

c. 董公河。依据董公河新城区、主城区段自然条件开挖4处湖面——赵杜湖、枣园湖、南华湖、董公湖。对衡水湖区内董公河段主要进行自然湿地恢复,对新规划的4处湖面,主要结合历史文化进行打造。新城区规划建设一座污水处理厂,处理后的水可对景观湖面进行生态补水、环境补水和景观补水,湖面与周边景物可形成“湖光绿影、绿水交映、水景交融”的景观效果。

d. 怡水河。首先对怡水河主城区段进行疏通、清淤,清理河道两岸堆积的垃圾,进行集中收集处理;改暗渠为明渠,疏通怡水河与迎宾河、滏阳河的联系,适时给主城区供水。此外,针对怡水河受到生活污水污染的问题,采用ETS生态污水处理系统对水质进行改善。

e. 码河、冀枣河、冀南河。由于冀码河、冀枣河、冀南河现状水质均为劣Ⅴ类,内源污染严重,因此,首先对河道进行清淤,改善水质。采用生物菌剂对污水进行处理,并利用南线引水工程引岳城水库水至冀码河,从而稀释、净化水体污染物;将冀南河、冀枣河与冀州市规划污水处理厂连通,使污水进入污水处理厂,同时利用污水处理厂中水对冀州区景观河道进行景观补水。

f. 索泸河。由于索泸河基本保持了天然河道的原貌,水环境治理难度不大,因而只需在沿河两岸构造绿化带,河道采用生态护岸,对河流水体进行植物生态净化。

g. 漕河。该河为九州产业区纳污河流,污染严重。对河道进行整治,必须逐步关闭漕河内所有排污口,并按照防洪要求,对河道进行生态修复,改善水质,使其成为九州产业区主要景观河道。

h. 规划区内其他河道。除以上主要水体外,规划区内还有吴公河、孙公河、巨吴河、桃河、小西河、白马沟、刘台干河、周言排河、江河干河、欢龙河等水体。这些水体存在的主要问题是,周边生活污水排入河中、农药化肥随雨水径流进入河道或雨污合流、河道因干旱缺水而萎缩等。对这些水体除采用截污分流措施外,主要依靠河道清淤、衬砌和景观建设进行整治。

i. 市内湖泊。对主城区现有水面——怡水园、人民公园,在保证现有水质的前提下,定期进行换

水,投放生物菌剂,以保证水质良好。由于新规划的18湖主要为现状坑地、水塘,水质较好,因此只需进行水面景观打造,即可达到很好的景观效果,但同时仍需要定期对湖面景观用水进行换水,采用生物菌剂净化水体,并设置水生植物,如荷花、芦苇和睡莲等,增加水体溶解氧含量,降低水体污染物;采用以草鱼为主体、多种鱼类混合养殖的投放策略,以抑制水草和藻类过度繁殖,避免水体富营养化。对于衡水湖,应加强水体富营养化的整治,在保护现有水质的前提下,加强生物治理力度,对湿地芦苇等挺水植物进行定期收割,以防止造成二次污染。通过18湖水环境治理和生态建设,可使得水环境质量得到极大改善,大幅提升衡水市的生活品质和居住环境,真正实现“水市湖城”的战略构想。

2.3.3 水系管理方案

为维护衡水市城市水生态系统的良性循环,构建符合衡水市水生态系统要求的管理体系是至关重要的。综合考虑衡水市实际情况,笔者认为水系管理应从以下几个方面开展工作。

第一,应按照统一管理与分级管理相结合的原则,调整、完善城市水系管理体制。通过建立直属管理机构和辅助指导机构,对衡水市水环境系统进行分级管理。建议在衡水市水务局设立城市水生态管理中心,下设水安全管理办公室,主要负责汛期水安全管理,保证河湖水环境的正常运行;下设水环境管理办公室,主要负责水环境水生态保护工作;下设水景观和水文化管理办公室,主要负责维护景观带、历史文化公园的环境;下设水经济开发管理中心,主要负责在不破坏水生态环境的前提下合理开发,促进招商引资;下设综合管理办公室,主要负责协调各部门的管理事务,负责制定相关工作目标,接受上级部门的检查、指导。城市水系管理机构框架见图1。

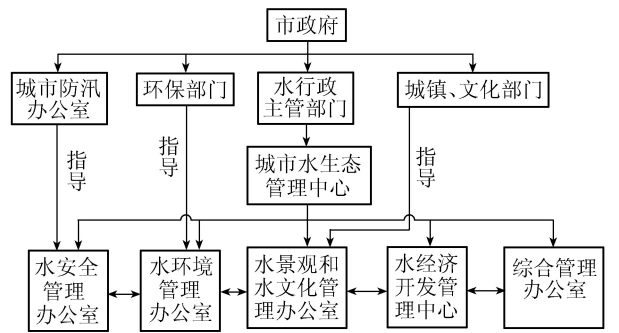


图1 城市水系管理机构框架

第二,根据不同功能的管理需求,依据水资源条件及水环境现状,综合考虑社会经济发展状况、需求及相关规划,对不同水功能区进行相应的水质保护。控制上游污染物排放量,将污水集中送入污水处理

厂,严禁污水不达标排放。

第三,建立自动化监控系统。为了最大限度地提高水资源利用率,降低运行人员的工作强度,同时提高衡水市防汛减灾的综合能力,应构建自动化监测系统,主要包括闸站(泵站)监控、水文水质监测、视频监控以及通信网络。

闸站(泵站)监控:采用现场控制和监控中心站计算机集中控制相结合的方式。计算机集中控制作为系统的正常工作模式。现场控制采用继电控制原理实现,不依赖计算机与PLC工作,即使计算机系统出现意外故障仍能保证设备的运转。各终端站PLC依据监控中心的下发命令,控制机电设备的起、停,并实时采集站内机电设备的工况数据上传至监控中心。

水文水质监测:根据工程需要,在水系关键点设置水位计、水质监测设备、明渠流量计等。水位、水质与流量监测等设备将采集的数据送往就近的监控终端站,有监控终端站的PLC转发至监控中心,监控中心依据所传数据整理出相应的水情信息,为管理人员进行水资源管理和调度提供相关依据。

视频监控:为使工作人员能随时了解闸站、泵站实际工作状态,上下游的水流及泄洪情况以及水系环境情况,必须加强水系自动化的管理水平及安全保障工作,在水系的相关位置安装摄像机,对重要的机电设备和水流情况进行实时监视,并借助光纤通信系统,将图像及时传送至监控中心。

通信网络:系统需沿着重要水系建设光缆,解决监控中心与各监控终端站、河道图像监视点之间的通信链路,为各站点提供稳定、可靠、高速的传输通道。

3 结 语

以衡水市为例,依据系统学与生态学理论为基础,提出生态调水、河流湖泊生态规划以及水系运行管理的水系综合规划方案,以期实现衡水市“水市湖城”规划目标的长效保持。然而,生活标准的提高,对城市水生态环境提出了更高的要求,除要求改善水质状况外,还要求湖滨带等滨水区域具有良好的景观效果。下一步可以借助地理信息技术开展水系景观的可达性研究,针对不同区域提出合理的水系景观规划方案。

参考文献:

[1] 王金凤,刘永,郭怀成,等.城市水系生态景观规划设计研究[J].城市环境与城市生态,2005,18(6):4-6.
[2] 黄静.城市水景观体系规划研究[D].南京:南京林业

大学,2012.

[3] 彭少麟, 陆宏芳. 恢复生态学焦点问题[J]. 生态学报, 2003, 23(7):1249-1256.

[4] 张丹, 张勇, 何岩, 等. 河道底泥环保疏浚研究进展[J]. 净水技术, 2011, 30(1):1-3, 7.

[5] 胡小贞, 金相灿, 卢少勇, 等. 湖泊底泥污染控制技术及其适用性探讨[J]. 中国工程科学, 2009 (9):28-33.

[6] 杨洁. 用于水体修复的释氧复合剂的研制及作用机理研究[D]. 上海:华东理工大学, 2015.

[7] 李爽, 李正阳, 马会强. 过氧化钙制备方法及其在环境修复应用中的研究进展[J]. 当代化工, 2015, 44(12):2808-2810.

[8] 刘熹. 固定化微生物技术在湖塘水体原位修复中的应用研究[D]. 南宁:广西大学, 2015.

[9] 庄旭超. 微生物原位强化修复技术在城市污染河道治理中的应用[D]. 武汉:华中农业大学, 2012.

[10] 陈翠雪. 厦门筼筮湖环境污染特征调查和微生物修复的初步研究[D]. 厦门:厦门大学, 2009.

[11] 李小雁. 人工生态基及网箱水草在景观水体中的应用[D]. 上海:华东师范大学, 2009.

[12] 石艳玲, 郑伟. ETS 污水生态处理系统的研究[J]. 辽宁化工, 2015, 44(8):924-925.

[13] 李玉臣. “ABFT+潜流人工湿地”技术在清河南七家污水处理站的应用[J]. 北京水务, 2014 (1):32-34.

[14] 刘智晓, 崔福义, 句立展, 等. 多级生物膜过滤工艺处理生活污水的研究[J]. 中国给水排水, 2008, 24(13):9-13.

(收稿日期:2016-12-02 编辑:彭桃英)

+++++

(上接第 127 页)

[9] 俞露. 低冲击开发模式综述 [J]. 城乡建设,2010(6):180.

[10] 张善峰, 宋绍杭, 王剑云. 低影响开发:城市雨水问题解决的景观学方法 [J]. 华中建筑,2012(5):83-88.

[11] 凌子健, 瞿国方, 何仲禹. 海绵城市理论与实践综述 [C]//新常态:传承与变革-2015,中国城市规划年会论文集,北京:中国城市规划设计研究院,2015.

[12] 刘昌明, 张永勇, 王中根, 等. 维护良性水循环的城镇化 LID 模式:海绵城市规划方法与技术初步探讨[J]. 自然资源学报,2016(2):23-25.

[13] 柳骅. 低影响开发在城市滨水景观设计中的应用解析 [J]. 生态经济,2014(11):63-64.

[14] 汤君. 城市滨水空间复兴模式研究[D]. 长沙:中南大学,2011.

[15] 雷雨. 基于低影响开发模式的城市雨水控制利用技术体系研究[D]. 西安:长安大学,2012.

[16] 曹磊, 杨冬冬, 黄津辉. 基于 LID 理念的人工湿地规划建设探讨:以天津空港经济区北部人工湿地为例 [J]. 天津大学学报(社会科学版),2012, 14(2):144-149.

[17] 李强. 低影响开发理论与方法评述[J]. 城市发展研究,2013, 20(6):30-35.

[18] 黎小龙. 雨洪管理目标的城市公园规划设计研究:以武汉市为例 [D]. 武汉:华中农业大学,2012.

[19] 胡爱兵, 张书函, 陈建刚. 生物滞留池改善城市雨水径流水质的研究进展 [J]. 环境污染与防治, 2011, 33(1):74-77.

(收稿日期:2016-09-06 编辑:王 芳)

+++++

《水利经济》征订启事

中国科技核心期刊 RCCSE 中国核心学术期刊
全国水利系统优秀期刊 全国农业系统优秀期刊

(邮发代号 28-252, CN32-1165/F, 双月刊)

《水利经济》是由河海大学与中国水利经济研究会共同主办的以技术性为主、兼顾学术性和管理性的科技期刊。《水利经济》1983 年创刊,是全国唯一的水利经济研究方面的专业性期刊。

主要刊登内容:水经济学理论;水权、水市场与水价研究;水利工程建设中的经济效益、社会效益和环境效益评价与分析,水利工程经济评价和财务评价,水利工程资本运作与费用分摊研究;水利工程管理研究,以及水利事业和水利建设的管理体制体制改革研究;水库移民经济研究;农业经济与管理研究;生态与环境经济研究,生态建设领域中的水资源可持续发展研究等。

主要读者对象:从事水经济、水利水电技术、经济管理、生态、环境、农业经济及管理工作的有关工程技术人员、科研人员、管理人员以及高等院校师生。

订阅办法:读者可通过邮局订阅,也可直接向编辑部订阅。2017 年每期定价 15 元,全年 6 期共计 90 元。

编辑部地址:南京市西康路 1 号 河海大学《水利经济》编辑部 邮政编码:210098

电话/传真:025-83786350 E-mail:jj@hhu.edu.cn 网址:www.hehaiqikan.cn/sljj/ch/index.aspx