

无锡环城古运河水环境治理

王益群¹, 钱 易², 陶文沂³, 杨 邗⁴

(1 无锡智者水生态环境科技有限公司, 江苏 无锡 204000; 2 清华大学环境学院, 北京 100084;
3 江南大学生物工程学院, 江苏 无锡 214000; 4 无锡市城市防洪工程管理处, 江苏 无锡 214000)

摘要:综合考虑水安全、水资源、水环境、水生态、水文化、水经济、水管理(互联网+)7 个方面, 依靠现有防洪排涝安全体系, 利用环城古运河特点, 在水安全前提下将北新河相对封闭, 形成“千里运河独此一环”的独特水系。以“动态净化、清水配水”的总思路代替“泵站调水换水”, 应用“内治外补, 标本兼治”城市水环境污染综合治理新理念, 全面打造环城古运河风光带。

关键词:环城古运河水系; 北新河; 水安全; 水环境; 无锡

中图分类号: X522 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-6933(2016)S1-0076-03

2014 年 6 月 22 日, 第 38 届世界遗产大会通过决议, 将中国大运河列入世界文化遗产名录。无锡古运河是京杭大运河 1 794 km 中唯一穿城而过的一段, 是运河古迹最完整、文化底蕴最深厚、旅游资源最丰富的一段^[1]。2013 年 5 月, 无锡市规划局、无锡市规划设计研究院完成了“无锡市古运河风光带”规划方案, 提出了推进运河风光带建设的“三大工程、九项行动、三年计划”, 其中“基础设施优化工程”中重点提出“水要清——清水活水行动”^[2]。2014 年 11 月, 由清华大学建筑学院和北京市建筑设计研究院有限公司联合编制了《无锡市古运河风光带沿线城市设计》规划方案(图 1), 提出将古运河风光带建设成文化景观长廊、生态旅游长廊、高端服务业长廊的目标^[2-3]。

无锡环城古运河地处 136 km² 的城市防洪控制圈(也称“大包围”)中, 整个“大包围”有八大水利枢纽, 七大泵站, 27 台机组, 防洪排涝总量可达 415 m³/s, 保护范围内防洪标准超过 200 年一遇, 为无锡市人民生命财产的安全提供了强大保障, 在国内城市安全防洪排涝排名中位列第一^[4-8]。

目前, 城区内水环境治理主要依靠水利枢纽动态调水, 引水释污, 国内许多城市均采用该方法改善水环境, 如南通濠河风景区、南京秦淮河风景区、苏州古城区河道等^[9-10]。国内外对城市水环境越来越重视, 在基本控制污染源的情况下采用中水回用、沉淀、过滤、人工湿地净化等技术治理城市水环

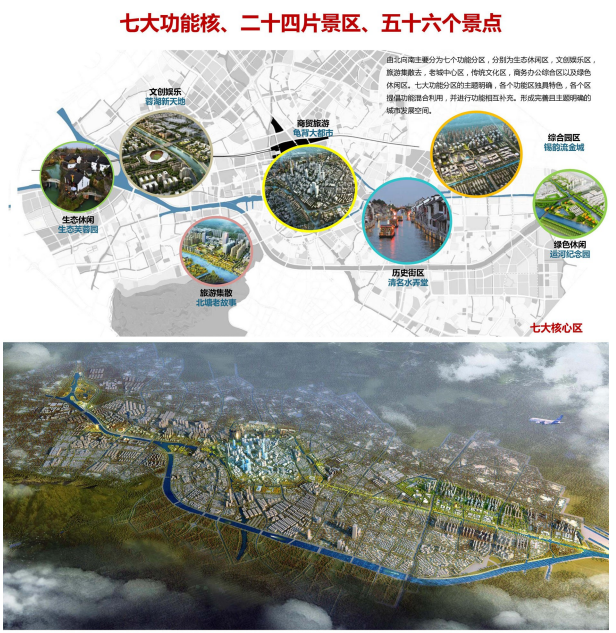


图 1 无锡市古运河风光带沿线城市设计

境^[11-13]。西安护城河长 14.6 km, 采用中水回用技术治理水环境, 每天注入 5 万 m³ 清水, 年引水 1 800 余万 m³^[11]。新加坡樟宜污水处理厂每天高标准排放 80 万 m³ 余水, 经过处理的余水中有相当部分输入新生水厂进行进一步净化, 最终成为“新生水”, 作为城市景观用水。英国泰晤士河全长约 400 km, 政府建设了 450 多座污水处理厂, 形成了完整的城市污水处理系统, 每天高标准处理污水 43 万 m³。上述城市水系的整体构建与生态治理为无锡环城古运河风光带的河道水环境治理提供了重要的借鉴。

作者简介: 王益群(1969—), 男, 工程师, 博士, 主要从事水环境治理研究。E-mail: 1034862430@qq.com

1 环城古运河概况

1.1 自然地理

无锡市位于东经 $119^{\circ}31' \sim 120^{\circ}36'$, 北纬 $31^{\circ}7' \sim 32^{\circ}$, 长江三角洲中部, 江苏省东南部, 北临长江, 南濒太湖, 东与苏州接壤, 西与常州相连, 与浙江、安徽两省交界。环城古运河风光带北起吴桥, 经黄埠墩, 环绕龟背城, 穿越水弄堂, 南抵下甸桥, 全长约 18 km, 面积约为 20.17 km^2 , 跨越北塘、南长、崇安、新区 4 区^[2,12]。研究区域位置见图 2。

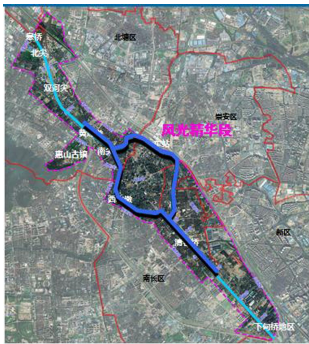


图 2 研究区域位置

1.2 气象水文

无锡市属北亚热带季风气候, 四季分明, 气候湿润, 雨水充沛; 受海洋季风影响, 春夏之交多“梅雨”, 夏末秋初有台风。多年平均降雨量约 1 112.3 mm, 年平均降雨天数约 125 d; 但因地势低洼, 一般地面高程在 3.0 ~ 5.0 m, 最低处甚至低于 1.9 m, 是武澄锡片区传统的“洪水走廊”, 北塘联圩警戒水位为 3.15 m, 主城区警戒水位为 3.59 m, 上有客水压境之险, 下有排水不畅之虞, 洪涝灾害频发。

1.3 水系概况

环城古运河风光带周边河道主要有北新河、梁溪河和伯渎港等。环城古运河由无锡老城区东侧的环城古运河与西侧的环城运河构成, 从江尖水利枢纽起环老城区一个圈, 形成了相对封闭的“小包围”(图 3)。区域内由江尖、仙蠡桥和利民桥 3 座水利枢纽控制“大包围”防洪排涝, 使环城古运河形成了



图 3 环城(古)运河独立水系

相对封闭的水系。

1.4 水环境及水污染现状

环城古运河是沟通太湖和长江的骨干河道, 也是水上旅游的主干河道。由于无锡市污染物大量进入环城古运河, 使得目前环城古运河水体浑浊, 透明度不足 30 cm, TN、TP、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、COD 超标, 漂浮物较多, 夏天河段存在程度不等的黑臭现象, 水质为劣 V 类, 难以达到规划的水功能区 IV 类水的要求(图 4)。



(a) 上游



(b) 下游

图 4 环城古运河清名桥水质现状

环城古运河污染主要来源于以下方面: ①截污不到位, 大量含油污水、工业污水和三产污水等排入环城古运河; ②因污水处理厂排放标准较低, 而该区域人口稠密, 社会经济发达, 生活污水排放量逐年增多, 部分污水未进入污水收集管网; ③支流河道污水及其两侧的生活、三产污水排入; ④泵站排水时, 地势较低的圩区大量污水进入环城古运河; ⑤环城古运河区是城市中心区域, 地面径流污染严重。

截至 2012 年底, 无锡全市已基本实现市政污水主管网全覆盖, 主管网总长度达 8 111 km, 全市污水处理量为 5.62 亿 t, 有太湖新城、芦村和城北 3 个污水处理厂。环城古运河区域的污水主要由城北污水处理厂集中处理, 污水处理率达 97.5% 以上, 而全市区的生活污水集中处理率达 92%。

环城古运河风光带控源截污达标创建走在全国前列, 截至 2013 年 7 月 19 日, 其范围内划定的 352 个控源截污排水区达标区已有 299 个通过创建, 其中崇安区 86 个, 南长区 111 个, 北塘区 97 个, 新区 5 个, 有 53 个排水区因计划拆迁或搬迁, 未进行控源截污整治, 其中崇安区 10 个, 南长区 17 个, 北塘区 26 个。

2 环城古运河水环境治理

2.1 总体思路

依靠现有完备强大的 136 km² 的“大包围”防洪排涝体系,合理利用水资源及环城古运河独特的水系,构建环城古运河水系,这是打造“风光带”水环境和改善水质、修复水体的关键所在。北新河是古运河调水的唯一通道,在以水安全为前提的基础上,将北新河相对封闭,形成环城古运河水系,即“千里运河独此一环”的水系理念。

“内治外补,标本兼治”是城市水环境污染治理的创新理念,其内涵为净化补水、联控配水、生物强化、生态修复,将逐步替代目前“泵站调水换水”的城市水环境治理方法。在环城古运河水系区域统筹布置设备处理河水,将处理后的优质水注入环城古运河,对“风光带”进行综合生态治理。优化水体流动性,保证水质,统筹规划,提升水环境,打造水景观。

综合考虑水安全、水资源、水环境、水生态、水文化、水经济、水管理(互联网+)7 个方面,通过对环城古运河风光带的治理,全面打造“水安全有效保障,水环境健康优美、水生态和谐完善、水文化特色鲜明、水管理科学规范”的环城古运河风光带。

2.2 治理方案

紧紧围绕“1 个核心、2 个节点、3 片控制”,以及“内治外补,点面结合,片控外防,综合集成”的技术路径,形成环城古运河独立水系,实现低成本、高效率地治理目标^[13-14]。其中,1 个核心:环城古运河风光带(全长约 18 km);2 个节制点:北新桥(全长约 5.6 km)、伯渎港(全长约 3km);3 个控制区:酱园浜区、耕渎圩区、羊腰湾圩区。运用国际领先的超磁净化、PGPR 原位生态修复技术、固载微生物、智能材料、紫根水葫芦、生态修复综合集成技术,针对河道不同区域进行合理设计、科学实施^[12]。

以美国环保局 SWMM (storm water management model) 模型为基础,结合无锡市实际情况进行改进,建立无锡市城区产汇流模型^[15-16]。SWMM 是由佛罗里达大学研制的一个综合性的数学模型,应用于城市雨洪管理,它可以模拟完整的城市降雨径流过程,模型输出可以显示系统内和受纳水体中各点的水流状况。模型软件通用性、适应性和实用性较强,可以按照城市各种排涝设施,如管网、渠道、泵站的调度方案,模拟城区降雨径流的全过程。

2.3 治理目标

利用沉水植物、挺水植物、水生动物等,构建环城古运河水生态系统,吸收水体中的污染物和过量营养盐,从而改善环城古运河水质,同时,达到“四

季常绿,三季有花”的景观效果。治理后水体生态系统食物链中的生产者具有多样性,暖季、寒季自然交替,对水体具有极强的净化作用。前期以浮水植物为优势种,后期演替为沉水植物为主的植物群落。挺水植物包括香蒲、茭白等;浮叶植物包括菱角、睡莲、荇菜、粉绿狐尾藻。在河道两岸,距离河岸 1.5 米,沿着河岸走势打木桩(木桩长度以每年最低水位计),形成隔离带,在其中覆土,待水生植物长出后,设置拦网,保证水生植物不会向河道中心生长,形成“河道绿化带”。

环城古运河水文化建设要体现以人为本、继承与发展、个性化、生态化原则,水文化要建设成具有独特地域文化特点的水域空间。环城古运河尊重无锡旧城的“龟背形”格局,保护和修复原有的“四门八区”古城概念,运河风光带包含人文龟背城、运河水弄堂、锡惠运河湾等无锡特色空间,展现最具无锡特色的“枕河人家”的民间建筑特色和“江南水乡”的民俗风情。

3 结 语

无锡古运河治理开创了传统城市河道水污染治理的新模式,它与传统的河道治理不同,采取相对封闭式水系,对河道加以适度合理利用,增加了人类与河道之间交流,提高了人类对河道的切身认识,从而深刻认识保护湿地的重要意义,可为城市河道修复积累经验。

参考文献:

[1] 江苏省水利厅. 大运河申遗成功[EB/OL]. (2014-6-23)[2016-9-23]. <http://www.jswater.gov.cn>.
[2] 无锡市规划局, 无锡市规划设计研究院. 无锡市环城(古)运河风光带规划(汇报稿)[R]. 无锡:无锡市规划局,2013.
[3] 无锡市规划局. 无锡市古运河风光带规划[EB/OL]. (2013-12-10)[2016-9-23]. <http://www.gh.wuxi.gov.cn>.
[4] 无锡市水利局. 关于加强全省城市排涝设施建设管理的意见[R]. 无锡:无锡市水利局,2011.
[5] 无锡市防汛防旱指挥部办公室. 无锡市防汛防旱手册[R]. 无锡:无锡市防汛防旱指挥部办公室,2007.
[6] 无锡市环保局. 无锡市水环境保护条例[R]. 无锡:无锡市环保局,2008.
[7] 无锡市水利局. 无锡市城市防洪规划[R]. 无锡:无锡市水利局,2010.
[8] 国家环境保护总局. GB 3838—2002 地表水环境质量标准[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
[9] 杭州西湖引水工程正式通水钱塘江水源源涌入[N]. 北京日报,2003-09-14(01). (下转第 97 页)

变废为“宝”,带来一定的经济效益,走上一条可持续发展的道路。但是,利用的前提是不会给环境带来二次污染。

4 结 语

农业退水已成为我国农业面源污染和流域性水体污染的重要来源,通过有效截留和转化来阻止和控制农业退水沟渠中的污染物质是当前研究的热点之一,但是对于农田排水沟渠底泥的无害化利用和资源化处理还比较少,需要进一步研究。

参考文献:

[1] 许炼烽,邓绍龙,陈继鑫,等. 河流底泥污染及其控制与修复[J]. 生态环境学报, 2014, 23 (10): 1708-1715.

[2] 席北斗,徐红灯,翟丽华,等. pH 对沟渠底泥截留农田排水沟渠中氮、磷的影响研究[J]. 环境污染防治,2007 (7):490-495.

[3] 罗良国,陈崇娟,赵天成,等. 植物修复农田退水氮、磷污染研究进展[J]. 农业资源与环境学报,2016,33 (1):1-9.

[4] 翟丽华,刘鸿亮,席北斗,等. 农业源头沟渠底泥氮磷吸附特性研究[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(4) 1359-1363.

[5] 季现超,李海波,余艳艳,等. 河口区稻田退水后沟渠底泥氮氮的吸附行为[J]. 中国农学通报,2015,31 (32):148-153.

[6] 胡亚伟. 农业非点源污染物在排水沟渠中的迁移研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2013.

[7] 韩雪征. 沟渠湿地对农业面源污染的生态修复研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2009.

[8] WILLIAMS J R, RENARD K J,DYKE P T. EPIC, a new method for assessing erosion’ s effect on soil productivity [J]. Soil and Water Cons,1983,38(5):381-383.

[9] 王沛芳,王超,胡颖. 氮在不同生态特征沟渠系统中的衰减规律研究[J]. 水利学报,2007(9):1135-1139.

[10] LEONARD R A,KNISEL W G, STILL D A. GLEAMS: Ground water loading effects of agricultural management

systems [J]. Transactions of the ASAE,1987,30(5):1403-1418.

[11] BREVE M A, SKAGGS R W, PARSONS J E, et al. DRAINMOD-N, a nitrogen model for artificially drained soils[J]. Transactions of the ASAE, 1997,40(4):1067-1075.

[12] HUTSON J L, WAGENET R J. LEACHM: leaching estimation and chemistry model: a process based model of water and solute movement transformations, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone [R]. SCAS Research Series No:92-3. New York: Cornell University, Ithaca, NY, 1992.

[13] AHUJA L R, DECOURSEY D G, BARNES B B, et al. Charac teristics of macropore transport studied with the ARS root zone water quality model [J]. Transactions of the ASAE, 1993,36(2):369-380.

[14] BEASLEY D B, HUGGINS L F,MONKE E J. Answers: a model for watershed planning [J]. Transaction of the ASAE,1980, 23(4):938-944.

[15] YOUNG R A. AGNPS: a non-point source pollution model for evaluating agricultural watersheds [J]. J Soil and Water Conservation, 1989, 44(2):168-173.

[16] LAHLOU M, SHOEMAKER L, PAQUETTE M, et al. Better assessment science integrating point and non-point sources, BASINS Version 1.0 User’ s Manual[R]. EPA 823-R-96-001. Washington, D C; U. S. Environmental Protection Agency,1996.

[17] 宋常吉,李强坤,崔恩贵. 农田排水沟渠调控农业非点源污染研究综述[J]. 水资源与水工程学报, 2014,25 (5):224-227.

[18] 张燕,阎百兴. 干湿条件对沟渠底泥净化水体氮素的影响研究[J]. 水土保持学报,2011(6):113-116.

[19] 薛飞,刘文,夏品华,等. 贵州草海湿地农田沟渠底泥氮磷的吸附动力学及影响因素[J]. 农业环境科学学报, 2012,31(10):1999-2005.

[20] 张彦浩,黄理龙,杨连宽,等. 河道底泥重金属污染的原位修复技术[J]. 净水技术,2016,35(1):26-32.

(收稿日期:2016 - 12 - 20 编辑:刘晓艳)

(上接第 78 页)

[10] 滨海新区清水工程:理河道净水质 建宜居生态新城时间[N]. 天津网, 2011-03-31(01).

[11] 武萌,党志良,杨世雷,等. 西安护城河中水回用工程设计[J]. 西安给排水,2008(1):34-37.

[12] 杨邗,许粉英. 无锡市主城区防汛工程整体控制的实践与思考[J]. 中国水利, 2014(12):55-58.

[13] 中国水利部水资源司. 水利部关于加快推进水生态文明建设的意见[R]. 北京:中国水利部,2013.

[14] 常州市城乡建设局. 我市“生态补水”解决断头浜整治难题[EB/OL]. (2010-10-22) [2016-9-23]. <http://www.jsczzj.com.cn>.

[15] 南京水利科学研究院. 无锡市运东大包围防洪调度数学模型研究[R]. 南京:南京水利科学研究院,2012.

[16] 杨邗. 无锡市城市防洪工程长效管理的实践与思考[J]. 江苏水利, 2014(4):191-193.

(收稿日期:2016 - 10 - 25 编辑:王 芳)