

文章编号:1673-9469(2009)04-0036-04

## 滏阳河污染控制及生态恢复技术集成体系研究

白峰青<sup>1</sup>,李冲<sup>1</sup>,杨萌萌<sup>2</sup>,郑建<sup>1</sup>

(1.河北工程大学资源学院,河北邯郸056038;2.山西省地质矿产勘查开发局214地质队,山西运城044000)

**摘要:**针对滏阳河的污染现状,提出一套以污水处理厂—人工湿地—生态河道相结合的滏阳河污染协同控制、生态恢复技术集成体系。采用人工湿地处理技术与污水处理厂技术相结合,实现对滏阳河外源污染源的顶端控制,最大限度的消减由点源和面源污染源造成的污染物积累;利用生态浮床和生态护岸技术构建滏阳河生态河道,进一步削减滏阳河中内源污染物,加速滏阳河结构与功能的生态恢复,最终实现河流水质的根本改善。

**关键词:**滏阳河;污染控制;生态恢复;技术集成体系

中图分类号:X171.4

文献标识码:A

### Study on pollution control and ecological restoration technology integration system of Fuyang river

BAI Feng-qing<sup>1</sup>, LI Chong<sup>1</sup>, YANG Meng-meng<sup>2</sup>, ZHENG Jian<sup>1</sup>

(1. College of Nature Resource, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 2. The 214 Geologic Prospecting Party of Shanxi Geological Prospecting Bureau, Shanxi Yuncheng 044000, China)

**Abstract:** According to the pollution situation of Fuyang river, this paper proposes a set of technology integration system about pollution synergetic control, and ecological restoration technology of Fuyang River. The system includes sewage treatment plants, artificial wetland and eco-channel. Constructed wetland technology and sewage treatment plants are used to implement the top control of pollution sources and reduce pollution possibility, which is caused by the source and non-point pollutant accumulation. Through the use of the ecological floating bed and ecological embankment technologies, ecological river course was built to reduce pollution caused by internal contamination in Fuyang River. It accelerated ecological restoration of structure and the function of Fuyang River while controlling pollution source, and ultimately actualized fundamental improvement of the water quality.

**Key words:** Fuyang River; pollution control; ecological restoration; technology integration system

随着工业化和城市化的迅猛发展,大量的工业废水和生活污水(大部分未经过净化处理)直接排入河流中,造成河流水体污染,生态系统严重退化。如何对城市受损河流生态系统进行修复,使河流恢复到健康状态已经成为人们亟待解决的环境问题之一<sup>[1]</sup>。在水环境污染治理技术方面,应由单纯的“污染控制”技术发展为“水生态的修复与恢复”<sup>[2]</sup>。

滏阳河作为邯郸市的母亲河,如今已成为城市的排污河,由于长期受到严重污染,河流生态结

构遭到严重破坏。邯郸市政府对此高度重视,逐步实施了一系列污染综合治理措施,包括污染源治理和搬迁、河道清淤、护坡衬砌、岸边绿化等,目前的滏阳河城区河道两侧的景观的确变了许多,然而,滏阳河水质并没有明显改善。因此,探索经济合理、处理高效的多元化污染源控制和恢复技术,将污水处理与生态恢复相结合,在控制污染源的同时恢复滏阳河的结构与功能,才可能实现河流水质的根本改善。

收稿日期:2009-08-11

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(D2005000462)

特约专稿

作者简介:白峰青(1963-),男,河北青县人,博士,教授,从事水环境方面研究。

## 1 滏阳河污染现状

滏阳河发源于邯郸市峰峰矿区,近年来,由于矿区的矿井污水、邯郸市工业废水及生活污水的排入,造成滏阳河水体严重污染,极大降低了河流的自净能力<sup>[3]</sup>,对河流生态系统及人类的生存环境产生严重的影响。滏阳河重点河段水质简报提供的监测结果及滏阳河水质断面监测结果显示<sup>[4]</sup>,监测范围内的12个排污口每天共向滏阳河排放污水62.22万m<sup>3</sup>,河流严重污染,水质为超V类水,主要超标污染物为氨氮、COD、挥发酚,超水功能区(农业用水功能区)标准分别高达10.1、2.25、1.2倍。

## 2 滏阳河污染分析

河流的污染主要表现在排入河流的污染物超过了水体的自净能力,改变了水体结构,破坏了河流生态系统功能。针对滏阳河的污染现状,其污染源可以概括为以下3个方面:

(1)点源污染:河流沿河两岸有大型的工矿企业,另外还有大量生活区的排污口,长期大量排放矿井污水、工业废水和生活污水,这些污水的排入,致使滏阳河污染日益加剧。

(2)面源污染:大气层中的煤尘、粉尘等污染物及地表污染物随着降水过程,融入地表水体,农业生产中的污水灌溉、残留的农药、化肥等,随地表径流进入到河流,造成河流的污染。

(3)内源污染:随着污染物不断输入到河流,逐步沉积在河流底部的表层沉积物质(底泥),随着水流的不断冲刷,蓄积的污染物会部分向上层水体扩散,产生二次污染,底泥成为河道中主要的内源污染源。

## 3 滏阳河污染控制及生态恢复技术

目前,对河流污染的治理,主要着重在河流污染源的控制上,然而,由于难以根除的外源污染(尤其是面源污染)及内源污染,即使在污水排放得到有效控制的情况下,当超过河流的环境容量时,河道污染及其富营养化问题仍然十分突出。对于已经严重退化的滏阳河生态系统而言,仅靠工业废水的达标排放、截污、清淤等措施,短期内

实现河流变清是不现实的,就像太湖流域在1998年“零点行动”后,太湖水质依然得不到根本改善一样<sup>[5]</sup>。因此,对于滏阳河的治理必须以生态学 and 恢复生态学理论为指导,在对外源污染源进行控制的同时,辅以生态修复技术,从而实现河流水质的根本改善。

### 3.1 污水处理厂控制技术

近年来,随着国家和地方对污染控制力度的加大,城市各类污水处理厂在外源污染源控制中起到重要作用,污水处理厂技术成为外源污染源控制的主要技术手段。目前邯郸市共有东西两个污水处理厂,设计日处理污水能力20万m<sup>3</sup>,处理效果比较明显,但针对邯郸市日均高达43.84万m<sup>3</sup>的污水排放量,处理能力远远不能满足要求。邯郸市东污水处理厂扩建工程目前正加紧建设,该工程完成后将提高邯郸市整体污水处理能力。

通过建设大规模的污水处理厂对污水进行深化处理,对进入河流的污染负荷进行大量的消减,为滏阳河水质的改善创造了必要条件。但由于引起河流生态环境恶化的外源污染包括点源和面源两部分,仅靠污水处理厂对污染源进行处理,不仅建设费用和运行费用巨大,处理能力有限,而且也很难解决对面源污染物的控制问题,短期内也不可能使河流生态环境得到根本好转。

### 3.2 人工湿地修复技术

人工湿地污水处理技术主要利用湿地中基质、水生动植物及微生物之间的相互作用,通过一系列物理、化学及生物的途径对污水进行净化处理<sup>[6]</sup>。试验结果表明人工湿地处理系统对高浓度污水具有一定的净化效果<sup>[7]</sup>,人工湿地技术作为对污水处理厂的补充,以其高效、经济、美观等优点已成为对外源污染源控制的一种重要手段和途径。该技术可以更大限度的消减由点源和分散的面源污染源造成的污染物积累,实现对多元化污水的处理,改善河流水质,也是实现滏阳河生态恢复的主要途径。

1)人工湿地构建的可行性分析:人工湿地构建技术,是将原有天然水塘、河流支流、农田改造为人工湿地。通过工程调控方式,利用污水管道将部分污水或部分河水引入构建的人工湿地系统中,对地表水体和径流中污染物进行再次净化的同时恢复滏阳河的结构和功能。在充分论证后,

选择滏阳河沿岸的低产或荒废的土地恢复为湿地,在水质满足要求水域可以种植蔬菜、水稻、莲等经济植物,养殖时宜的鱼类;还可以种植具有观赏价值的植物,如美人蕉、睡莲,千屈菜等,从而实现生态效益和经济效益的有机结合。

2)人工湿地构建的关键技术;场地选择:尽量选择滏阳河沿岸有一定自然坡度的洼地或经济价值不高的荒地或农田进行湿地改造,既利于排水,又可以降低投资。

湿地动植物的选择:由于湿地系统前端污染物浓度通常较高,一般选择耐污染能力强的植物;在系统末端污水浓度降低,可以选择具有经济价值和观赏价值的植物。也可以投放一定数量的鱼类(包括观赏鱼类、和食用鱼类)、贝类等,使之呈现出更为自然的气息。此外,为削减面源污染源,应沿滏阳河种植灌木、树木花草等,构筑沿岸林灌草过滤带与人工湿地相结合的生态控制系统。

湿地基质的构成:基质是湿地植物的载体,基质所有理化性状都可能影响到它对污水的处理效果。通常要求基质有良好的吸附性能和交换性能,不易发生淤塞,价格低廉等。湿地基质多数选用土壤、砂、碎石、砾石、卵石等。

人工湿地主要参数:人工湿地参数是系统构建的基础数据,根据试验研究结果<sup>[7]</sup>,并参照他人的研究成果,将系统的水力停留时间确定为2~3d,水力坡度取2%<sup>[8]</sup>,湿地单元深度取60~70cm,人工湿地污水处理单元长度确定为20~50m,同时在系统进水部位以及前部,利用低渗透性的粘土进行防渗处理,防止污染地下水。

### 3.3 生态河道修复技术

内源污染已经成为受损水环境修复的主要问题,利用生态控制技术修复污染水体已成为主要研究方向。生态河道控制技术作为河流生态修复的主要手段,有着广阔的应用前景。该技术利用构建水生植物群落净化水体,修复河流生态环境。针对滏阳河的具体特点(城市河段大都对河床进行了衬砌和绿化工程),主要采取生态浮床和生态护岸两种构建技术。对于滏阳河城区段河床进行衬砌和绿化工程的河段,主要采用生态浮床技术;对于河道基本保持自然状态的河段主要采用生态浮床和岸边植物相结合的修复技术,即除在河床中构建生态浮床外,在岸边种植水生植物,以达到吸收水体中污染物最大效果。

1)生态浮床构建技术:一个完整的浮床主要包括三个部分:浮床载体、浮床固定装置和浮床植物。对于生态浮床的构建,采用我国拥有自主知识产权的水环境治理与生态修复兼顾的实用技术<sup>[9]</sup>,即运用无土栽培技术,以高分子材料为载体和基质,参照我国在其它河流构建生态浮床所取得的研究成果,在滏阳河构建条带式布局的生态浮床,间断种植适宜的水生或湿生植物,如芦苇、凤眼莲、荷花、睡莲、水葱、千屈菜等,定期收割,以便将植物吸收的污染物移出河流。

2)生态护岸构建技术:结合工程、生物与生态的观念进行生态型护岸建设,强调安全性、稳定性、景观性、生态性、自然性和亲水性的完美结合<sup>[10]</sup>。在岸边种植植物,一方面可以利用植物的吸收作用降低水体中的污染物;另一方面还可以有效地拦截由降雨形成的地表污染物,对水体产生净化作用。岸边植物可以选择香蒲、芦苇、茭白、千屈菜等水生植物。同时,河流沿岸可以种植柳树、白杨等具有喜水特性的植物,由它们发达的根系稳固土壤颗粒增加堤岸的稳定性,既可以达到固土保沙,防止水土流失,又可以满足生态环境的需要,还可进行景观造景。

### 3.4 滏阳河污染控制及生态恢复技术集成

引起滏阳河退化的原因主要是各类污染物在河流生态系统中不断积累的结果,实现其生态恢复是一个长期的系统工程,不能期望通过某种技术措

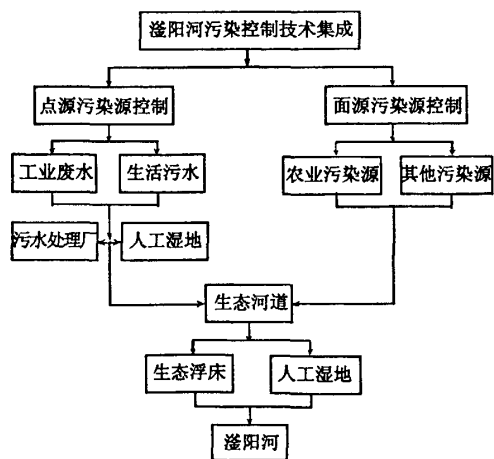


图1 滏阳河污染控制及生态恢复技术集成框图  
Fig.1 Block diagram of ecologically restoring and Pollution control technology about Fuyang River

施在短期内实现其生态恢复。因此,在对溢阳河外源污染源进行有效控制,兼顾当地的经济利益的同时,必须依据河流生态系统的特点,辅以生态修复技术,即采用污水处理厂-人工湿地-生态河道为修复模式的溢阳河综合治理技术,实现对河流生态系统的顶端控制和末端治理。溢阳河污染控制及生态恢复技术集成框图如图1所示。

#### 4 结论

1)在河流面临的多种胁迫依然存在的前提下,任何单一的污染控制技术都不可能在短期实现河流生态系统的恢复,必须采取顶端控制与末端治理相结合的模式,逐步恢复河流生态系统的结构,才可能达到预期的目标。

2)依据溢阳河的具体情况,在沿岸构建人工湿地生态系统对河水进一步净化是可行和有效的。

3)人工湿地控制技术与污水处理厂结合最大限度地实现对溢阳河外源污染源的顶端控制,与其它生态修复技术结合可以实现对溢阳河内源污染源的末端治理。

#### 参考文献:

[1] 蒙杰.城市河流生态修复的探讨[J].广西轻工业,2009

(上接第23页)性以及协调性。文章对建筑外部空间的解析,借助过渡空间的协调与辅助作用,在存在空间中找到一种调和空间来完善外部空间的不足,由调和空间去解答我们目前城市空间所出现的混乱局面,缺少细部与层次性等问题。从理论上去改善城市设计及建筑设计中对过渡空间考虑欠缺的问题,以此来丰富我们建筑外部空间的设计,同时也希望探寻出一种合理的调和空间为城市与建筑设计而用。

#### 参考文献:

[1] 戴俭,邹金江.中国传统建筑外部空间构成[M].武汉:湖北教育出版社,2008.  
[2] 潘谷西.中国建筑史[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.  
[3] 李允铎.华夏意匠[M].天津:天津大学出版社,2008.  
[4] (挪威)诺伯特·舒尔兹.存在·空间·建筑[M].北京:中

(4):109-110.

- [2] 姜智.建设生态河流的理论和技術支撑[J].东北水利水电,2005(12):62-63.  
[3] 雷阵.浅论南明河城区段水环境的修复[J].水电勘测设计,2004(3):12-13.  
[4] 王慧勇,刘世虹.邯郸市主城区溢阳河水质状况分析及防治对策[J].河北建筑科技学院学报(社科版),2005,22(3):36-37.  
[5] 张巍,王学军,江耀慈,等.太湖零点行动前后水质状况对比分析[J].农村生态环境,2001,17(1):44-47.  
[6] 吴晓磊.人工湿地废水处理机理[J].环境科学,1995,16(3):83-86.  
[7] 白峰青,李冲,朱文敏,等.秋冬季节复合人工湿地系统对污水净化效果研究[J].河北工程大学学报(自然科学版),2009,26(2):45-47.  
[8] 华涛,周启星,贾宏宇.人工湿地污水处理工艺设计关键及生态学问题[J].应用生态学报,2004,15(7):1289-1293.  
[9] 陈荷生,宋祥甫,邹国燕.利用生态浮床技术治理污染水体[J].中国水利,2005(5):50-53.  
[10] 张卫东.城市河道污染控制与水质优化研究[D].扬州:扬州大学,2007.

(责任编辑 马立)

国建筑工业出版社,1990.

- [5] (澳)詹妮弗·泰勒,栎文彦的建筑[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.  
[6] (日)芦原义信.外部空间设计[M].北京:中国建筑工业出版社,1985.  
[7] 王天锡,贝聿铭[M].北京:中国建筑工业出版社,1990.  
[8] 顾孟潮,张在元.中国建筑评析与展望[M].天津:天津科学技术出版社,1989.  
[9] 吴良镛.广义建筑学[M].北京:清华大学出版社,1989.  
[10] 黄健敏.阅读贝聿铭[M].北京:中国计划出版社,1997.  
[11] 刘伟,刘春燕.建筑的生命之躯[J].贵州工业大学学报,2008(6):62-64.  
[12] 宋希民.双面绣—苏州[J].中外建筑,2009(4):9-23.  
[13] 冯书剑,张开济.建筑“风水”怎么看[J].资源与人居环境,2004(11):32-33.

(责任编辑 刘存英)