

# 国内河流反应器的水质净化情况研究进展

吴智洋<sup>1</sup>, 张志强<sup>1</sup>, 谢宝元<sup>1</sup>, 朱悦<sup>1</sup>, 张静雯<sup>1</sup>, 康璇<sup>1</sup>, 李晶<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学, 北京 100083; 2. 水利部水土保持植物开发管理中心, 北京 100035)

**摘要:**运用河流反应器的概念,将河流反应器划分为水环境、水建筑物和河流生态系统3个部分,讨论了河流反应器各组成部分在污染河流治理中的作用和研究进展,阐明了各治理方法的现有理论成果和取得的实际效果,也指出了各理论亟待解决的问题,对未来受污染河流的治理工作有一定的借鉴意义。

**关键词:**河流反应器;水质;净化;生态修复

**中图分类号:**X832

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2011)10-0143-03

在2000年的时候我国7大流域地表水体超过20%的断面为劣V类水质,水体污染的问题已经相当严重,污染河道的水质净化工作已经迫在眉睫。近年来,我国科技工作者在水环境构建技术、坝系建筑物对水质的改善作用和河流生态系统修复等方面进行了卓有成效的研究,该文将这三部分归结为河流反应器系统,以探讨河流反应器在污染河流水质净化中的研究进展。

## 1 河流反应器

水环境的构建包括工程措施和植物措施两方面,工程措施主要是微生物降解技术,植物措施则是以人工湿地构建技术为主体,进行水生植物的筛选工作,目前人工湿地的主要构建植物包括千屈菜、香根草、芦苇、香蒲、美人蕉、水葱和风车草等。另外,水生植物在低温环境中去除水中污染物能力的筛选研究已经取得一定成果。人工湿地因为对污染物TP、TN和COD等去除率高,费用低廉,而得到了大量推广。

水坝是对地表径流的控制工程,大型水坝的建设对水质的影响主要表现在减缓水流速度和影响河流对污染物的消减和扩散作用,造成重金属等在底泥中的沉积,容易发生内源污染。污染物的富集还会形成藻类的大量繁殖。由于橡胶坝坝型小巧,此大型水坝的缺陷基本没有在橡胶坝中体现,而橡胶坝对水流的曝气作用明显,加强了污染物的净化速度,近年来在各地的河道治理中广泛应用,创造了巨大的景观和生态价值。

河流生态系统是一个开放的、复杂的和动态

变化的体系结构。河流两岸坡地建设植被缓冲带可以加强河流生态系统的稳定性,有效控制非点源污染,净化坡面地表径流,植被缓冲带作为河流生态系统的一部分,在河流两岸坡耕地密集的地区有着独特的环境价值。实施以水环境构建技术、坝系建筑物曝气技术和植被缓冲带建设等生态修复为主的污染水体治理措施能够有效地提升当地的景观效应,为吸引外部投资创造良好的环境,有利于经济发展。

### 1.1 水环境构建技术

现代化社会工业污染和生活污水的排放已经对河流水质产生了巨大破坏。水环境的修复是个复杂的系统工程包括方方面面的内容,有着各种各样的方法,但其根本目的是控制和减少水中的氮和磷含量。针对此目的,学者们开展了大量研究。王晓慧等<sup>[1]</sup>对依靠微生物降解技术的污水处理厂研究表明,污水处理规模对氨氧化细菌的数量没有显著影响,但是反应仪器中的细菌多样性存在显著变化。分子生物学已经被广泛应用到污水处理系统中除氮去磷菌群的筛选和实时监测工作中,将来会在污水处理厂工艺参数的设定等方面产生更有意义的应用前景<sup>[2]</sup>。徐华等<sup>[3]</sup>用鲁棒理论研究了城市污水中溶解氧含量的控制方法。

人工湿地具有良好的净化水中氮、磷和有机物等多种污染物的作用,近年来受到越来越广泛的关注。作为其核心组成部分的基质填料也在日新月异<sup>[4]</sup>。植物在湿地的水质净化功能中起到重要作用,但植物并不是湿地生态系统中主要的脱氮途径,植物与湿地其它部分的协同作用对湿地水质净化的贡献率最大,而协同能力的大小与植物的种类有关<sup>[5]</sup>。对湿地植物适当的收割有利于增加对水质中氮和磷的去除,改善水质<sup>[6]</sup>。针对湿地植物冬季生长缓慢或无法越冬的问题,陈永

收稿日期:2011-06-06

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项资助项目(2009ZX07210-009)

第一作者简介:吴智洋(1986-),男,黑龙江省鸡西市人,在读硕士,从事水土保持与河流生态修复研究。E-mail: yang12355930@163.com。

华等<sup>[7]</sup>开展的冬季湿地植物的筛选工作,指出水芹、油菜和灯芯草等7种植物尤其适合南方湿地生长。浮床植物污水净化装置作为湿地净水的延伸,近年来得到人们的重视<sup>[8]</sup>。

### 1.2 水建筑物对水质的影响

近年来,橡胶坝在我国的生态环境建设中发挥了重要作用,橡胶坝安全运行保障系统的不断完善将有效保证坝体的安全和寿命<sup>[9]</sup>,橡胶坝在小型河流水质净化方面有着独特的影响,橡胶坝是河道整治和河流生态修复的重要工程措施,但要注意与城市防洪体系规划相协调,不但要发挥景观效果,更重要的是取得水利和生态价值<sup>[10]</sup>。橡胶坝布置在含沙量大的河流上将面临泥沙淤积严重,洪水位抬升,破坏城市景观等一系列问题。因此,科学家们发明了很多预测评价库区淤积量的方法,如淤积率法和排沙比法等<sup>[11]</sup>。橡胶坝库区面临着一定量的水量损失,这些损失包括水面蒸发、库区渗漏和生态耗水等,如何预测上游来水量,调控库内水量平衡成为一个重要问题。孙夏利<sup>[12]</sup>运用神经网络模型和多元相形回归分析等方法对西安浐灞生态区橡胶坝库区渗漏量及生态需水量进行了研究。库区渗漏显著增加了河道入渗水量,对于补充地下水开采过度的地区也有重要意义<sup>[13]</sup>。现在的钢丝橡胶坝已经可以抵抗汛期夹杂石块、树枝等杂物的洪水的冲击,耐磨性能良好,强度高,不容易被扎破<sup>[14]</sup>。周著<sup>[15]</sup>根据新疆植被特点,采用沙棘枝干构建“柔性坝”,有效控制了沟壑中洪水径流对地表的冲刷,减轻了水土流失危害。

### 1.3 河岸缓冲带对水质的影响

河岸缓冲带是一种土地处理技术,它通过在河流沿岸种植植被带,凭借植被的吸附作用、过滤作用、沉积作用和微生物分解作用,降低汇入河流水体中的TN、TP、COD和颗粒含量,净化水质。有植被的缓冲带比没有植被的缓冲带净水效果更好,植被物种多样性的缓冲带比单一性的缓冲带净水效果更好,植被缓冲带能够显著提高流经岸坡水体的溶解氧含量,有助于水中氨氮污染物的消解<sup>[16]</sup>。河岸植被的恢复是河流生态系统构建的关键部分,河流生态系统的健康又是河流水质安全的重要保证。河岸植被恢复的方法有很多,包括乡土物种的自然入侵,乡土物种和外来种的竞争,乡土物种的合理密植等,这些都可以加强河流生态系统的稳定性,维持岸坡系统与河流水环境的健康循环<sup>[17]</sup>。

我国三峡地区在植被带构建方面开展了大量

工作,三峡干流河岸带植被种类复杂,物种随海拔分布差异显著,灌草群落的物种多样性差异不显著<sup>[18]</sup>。三峡库区内野古草等植物在长期水淹胁迫影响下形成了强大的通气组织,长期水淹的植株个体比间歇性水淹的个体具有更发达的通气组织,植物与外界的气体交换有助于固定更多的营养物质,这对污染河道污水净化有着积极的促进作用<sup>[19]</sup>。另外,坡谷地带地上形成的植物篱能起到明显的减水减沙效果,塑造平地微地形,改善土壤结构,发挥巨大的水土保持效益<sup>[20]</sup>。

## 2 结论

污染河流的水环境修复工作,对于基质填料和微生物的投放目前还处于一个粗放阶段,无法定量地确定施用量的多少,菌种投放过度会对水质造成不利影响,施用量不足又达不到净化水质的效果。

橡胶坝在调蓄水量方面有着一定的作用,如何与全流域汇水和坡面径流形成一个互动机制最大限度地优化净化水质的效能是今后研究的重要领域。

河流生态系统是一个复杂的体系,认识河流生态系统的关键是认清其结构和环境价值,吕永鹏等<sup>[21]</sup>对城市河流生态修复的环境价值和实现机制进行了总结,而学者们对以非点源污染为主的农村受污染河流的生态修复评价体系研究较少。

目前,我国在河流反应器各组成部分对污水净化的研究已经开展了多年,但各组成部分对水质净化的具体贡献值研究还没有开始,各部分的协同净化效果将是将来需要填补的领域。

河流水污染的防治涉及到污染源的控制,水环境的修复,生态系统的健康稳定,以及水建筑物的控制等一系列问题,这些治理措施的协同作用才能保证河流水质朝着健康的方向发展,目前还没有这方面的理论体系框架来量化这些方面的关系指导河流水污染的治理工作。

### 参考文献:

- [1] 王晓慧,文湘华,马娜,等.不同规模污水处理系统中微生物群落结构[J].清华大学学报:自然科学版,2010,50(30):411-414.
- [2] 李磊,曾薇,张悦,等.分子生物技术在污水处理系统内硝化菌群研究中的应用[J].应用与环境生物学报,2010,16(1):135-142.
- [3] 徐华,薛恒新,王士同,等.活性污泥污水处理系统的最优鲁棒 $H_{\infty}$ 保成本控制[J].中南大学学报:自然科学版,2010,41(3):1046-1051.
- [4] 董敏慧,胡日利,吴晓美,等.基质填料在人工湿地污水处理

- 系统中的研究应用进展[J]. 资源环境与发展, 2006(3): 40-42.
- [5] 陈明利, 吴晓芙, 陈永华, 等. 景观型人工湿地污水处理系统构建及植物脱氮效应研究[J]. 环境科学, 2010, 31(3): 660-666.
- [6] 牛晓音, 葛滢, 常杰, 等. 菩提子在人工湿地污水处理系统中的作用[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(35): 20271-20274.
- [7] 陈永华, 吴晓芙, 陈明利, 等. 人工湿地污水处理系统冬季植物的筛选与评价[J]. 环境科学, 2010, 31(8): 1790-1794.
- [8] 谭超毅, 刘建龙, 唐芬南, 等. 浮船植物污水净化床的实验设计[J]. 湖南工业大学学报, 2008, 22(6): 39-41.
- [9] 田忠禄. 具有决策支持系统的枢纽橡胶坝安全运行管理自动化系统研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2008, 6(1): 56-59.
- [10] 邢广军. 城市河道橡胶坝建设及其对防洪的影响分析[J]. 中国水利, 2009(10): 25-26.
- [11] 田佳, 杨川. 两种方案下灞河橡胶坝库区冲淤研究[J]. 科技信息, 2010(11): 378-379.
- [12] 孙夏利. 西安浐灞生态区橡胶坝库区渗漏量及生态需水量研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2010.
- [13] 周湫, 陈喜, 凌敏华, 等. 橡胶坝蓄水对地下水补给及潜水蒸发影响数值模拟研究[J]. 水文, 2010, 30(5): 75-79.
- [14] 李勇, 邱钢. 橡胶坝在多泥沙河道取水工程中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2010, 17: 93-94.
- [15] 邱秀云. 粗沙地区植物“柔性坝”水动力学特性及其固沙机理研究进展[J]. 新疆农业大学学报, 2003(3): 7.
- [16] 徐成斌, 于宁, 马溪平, 等. 不同河岸植物带对非点源污染河水污染物降解试验研究[J]. 气象与环境学报, 2008, 24(6): 63-66.
- [17] 闫德千, 刘国经, 杨海军, 等. 亚热带城市水源地受损河岸植物群落修复方法研究[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(3): 40-45.
- [18] 江明喜, 蔡庆华. 长江三峡地区干流河岸植物群落的初步研究[J]. 水生生物学报, 2000, 24(5): 458-463.
- [19] 张小萍, 曾波, 陈婷, 等. 三峡库区河岸植物野古草茎通气组织发生对水淹的响应[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1865-1871.
- [20] 彭熙, 李安定, 李苇洁, 等. 不同植物篱模式下土壤物理变化及其减流减沙效应研究[J]. 土壤, 2009, 41(1): 107-111.
- [21] 吕永鹏, 徐启新, 杨凯, 等. 城市河流生态修复的环境价值及实现机制研究[J]. 水利学报, 2010, 41(3): 278-285.

## Research Progress of Water Purification of Domestic Rivers Reactor

WU Zhi-yang<sup>1</sup>, ZHANG Zhi-qiang<sup>1</sup>, XIE Bao-yuan<sup>1</sup>, ZHU Yue<sup>1</sup>, ZHANG Jing-wen<sup>1</sup>, KANG Xuan<sup>1</sup>, LI Jing<sup>2</sup>

(1. Beijing Forestry University, Beijing 100083; 2. Ministry of Water Resources Development and Management Centre of Plants of Soil and Water Conservation, Beijing 100083)

**Abstract:** The river reactor was divided into water environment, water buildings and river ecosystem used the concept of river reactor, the role and research development of the rivers reactor components in the polluted river governance were discussed, the theoretical results and practical effect were expounded, meanwhile, the theoretical issues that need to be resolved were pointed out, which had a certain significance for future work.

**Key words:** rivers reactor; water quality; purification; ecological restoration

### 秋粮丰收已成定局 全年粮食有望实现连续八年增产

从中国农业信息网获悉,截至2011年9月21日,全国秋粮已收获0.16亿hm<sup>2</sup>,完成种植面积的21.3%。其中,西南地区秋粮已收获60.5%,长江中下游的湖北、湖南、江西三省已收获33.5%,东北地区已收获12.2%,黄淮海地区和西北地区分别为3.1%和10.9%。从各地田间测产和实打实收汇总情况看,秋粮丰收已成定局。据农业部农情调度,全年粮食总产有望迈上5500亿kg的新台阶,实现连续8年增产,单产和总产将再创历史新高。2011年粮食生产有4个特点:一是面积稳中有增。二是单产创历史最高水平。三是夏粮、早稻和秋粮季季增产。四是全国实现均衡增产。

2011年粮食生产继续保持稳定发展的良好势头,实现第8年连续增产,为保障市场供给、管理好通胀预期和抑制物价过快上涨奠定了重要的物质基础,为保持经济平稳较快发展、维护社会和谐稳定大局提供了有力支撑,对稳定国际粮食市场也有重要作用。