

文章编号:1001-4179(2011)19-0051-03

北方潜流人工湿地水质梯级净化能力分析

赵 振 国, 刘 丽

(华北水利水电学院 水利学院, 河南 郑州 450011)

摘要:潜流人工湿地是人工湿地的主要类型,湿地梯级净化效果需要进一步研究。以官厅水库黑土洼地湿地系统示范工程为研究对象,通过近 4 a 实验,总结得出湿地对各类污染物的梯级净化效果。分析结果表明,人工湿地示范工程对水质净化效果较为明显,各个主要污染物的去除率平均达到 40% 以上;前两级湿地污染物的去除率占总去除率的比例大部分达到 50% 以上;潜流人工湿地具有进一步净化水质的潜力。基于分析结果,对于北方人工湿地的建设提出了有指导价值的建议,并指出了今后的研究方向。

关键词:潜流人工湿地;沿程净化效果;污染物去除率

中图法分类号: X171 **文献标志码:** A

美国 Hammer 博士将人工湿地定义为:“为了人类的利用和利益,通过模拟自然湿地,人为设计与建造的由饱和基质、挺水植物与沉水植物、动物和水体组成的复合体”^[1]。人们利用人工湿地的生态系统中物种共生、物质循环再生原理,达到了良好的内部循环并具有显著的经济效益、生态效益和社会效益,使污水处理资源化。这项技术正在不断得到研究、应用和发展^[2],适合于我国国情,尤其是于广大农村排水、灌区退水、中小城镇的污水处理^[3-4],在我国具有极其广阔的应用前景。

1 研究区概况

官厅水库黑土洼湿地系统示范工程为中德合作项目,为永定河流域水生态环境综合治理关键技术与示范的关键工程之一。项目旨在通过示范作用,为北方地区湿地构建与运行提供有益参考。该水库入库口的水污染为主要污染源,占入库污水总量的 92%。针对此现状,开展了利用生态湿地水质净化技术研究,在入库口遏制入库水污染,以达到改善水库水质、恢复

其水源地功能的目的。整个湿地系统主要由河流引水口、稳定塘、潜流人工湿地和面流人工湿地组成。整个湿地系统设计处理能力 $4 \text{ m}^3/\text{s}$,潜流人工湿地深度处理能力 $0.4 \sim 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ^[5]。

潜流人工湿地位于库区月亮岛南侧库边滩地上,通过围堤与水库隔离,面积为 7.3 hm^2 ,分为 4 个区, I, II, III 区为中方设计, IV 区为德方设计。本研究在中方设计的区域中进行。每个区内以湿地单元为最小单位,各湿地单元并联(IV 区可并联也可串联)运行,每个单元里面分别有 4~5 个梯级的处理池,分别为挺水植物塘、一级植物碎石床、水生生物塘、二级植物碎石床和砂滤池,由管道或布水暗渠统一布水。湿地单元处理后的水由埋于围堤底部的暗管外排,并利用堤外滩地形成退水塘,湿地出水经退水塘入库^[5]。中方潜流人工湿地见图 1。

2 典型湿地单元水质梯级净化能力分析

根据 2006~2009 年典型湿地单元水质监测资料,对 3 个不同净化区典型湿地单元水质梯级净化能力进

收稿日期:2011-06-14

基金项目:国家水专项“河流水环境综合整治技术与综合示范”(2008ZX07209-002-002);中国水利水电科学研究院开放基金(IWHRKF201013)

作者简介:赵振国,男,讲师,博士研究生,主要从事水资源与水环境方面的研究。E-mail:zhao-zhengguo@sina.com

行了分析。

图2为湿地单元内水质参数 BOD_5 的沿程变化。从图2可以看出系统进水水质基本上属于IV~V类,3个不同净化区湿地单元对 BOD_5 都具有较好的净化效果, BOD_5 沿程得到削减, I区 BOD_5 的整体去除率达到87%, II区为82%, III区为75%, 经过净化后 BOD_5 参数平均达到II~III类水质标准。其中挺水植物塘以及一级植物碎石床去除率最为显著, 两级去除率达到50%~75%。水生生物塘和二级植物碎石床去除率相对较低, 对 BOD_5 仍有很大去除潜力, 可进一步优化运行。



图1 中方潜流人工湿地

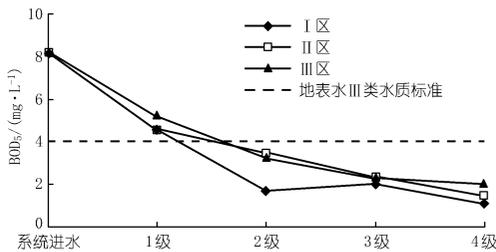


图2 水质 (BOD_5) 沿程净化效果

图3为不同净化区湿地单元水化学指标 NH_3-N 沿程变化情况。由图3可以看出, 系统对 NH_4-N 具有良好的硝解效果, I、II区和III区总去除率分别达80%、67%和52%, 系统出水水质优于地表III类水质标准; 其中一级植物碎石床去除率最大。

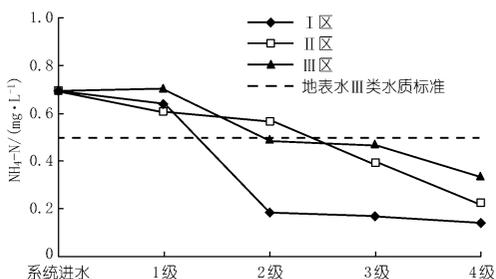


图3 水质 (NH_4-N) 沿程净化效果

图4反映了湿地单元内 NO_3-N 沿程变化情况。

由图4可以看出, 湿地单元内水体 NO_3-N 含量沿程逐步减少, I、II区和III区总体削减率分别为50%、41%和40%, 一级植物碎石床去除率最大。

图5为湿地单元内水体TN含量沿程变化情况。系统对TN去除能力较强, I、II区和III区总去除率分别达61%、54%和47%, 出水水质优于地表V类水质标准, 其中一级植物碎石床去除率最大, 分别达50%、40%和35%。总体来看, 湿地单元内水体TN含量沿程逐步减少。一般来说, 水体TN含量沿程逐步减少, 不应出现再升高情况, 但是从图5中可以看出, I区TN出现了升高的情况, 分析试验数据, 并没有发现突变数据。产生这种情况的原因可能有以下几个方面: ①生物(主要是鱼类)排泄物产生了N元素; ②植物产生了N元素; ③水生生物塘接纳了从一级植物碎石床冲出的原来吸附于碎石的部分N元素。

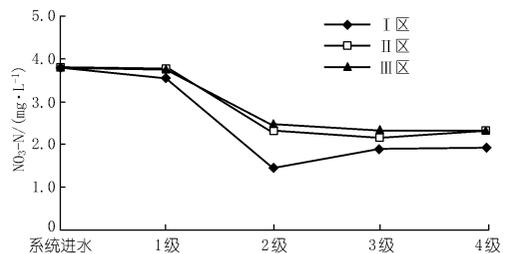


图4 水质 (NO_3-N) 沿程净化效果

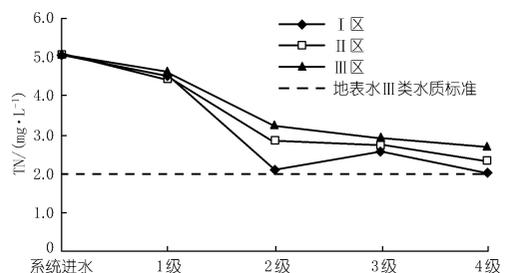


图5 水质 (TN) 沿程净化效果

图6反映了湿地单元内 COD_{Mn} 含量的沿程变化。由图6可以看出, 湿地单元内 COD_{Mn} 含量沿程逐步减少, I、II区和III区总体削减率分别为48%、41%和32%, 其中挺水植物塘和水生生物塘去除率较大, 水质处理后基本上能达到II~III类水质标准。

图7为湿地单元内SS含量沿程变化。由图7可以看出, 系统对SS去除能力较强, 总去除率可达67%, 其中挺水植物塘和一级植物碎石床去除率较大, 两级去除率可达50%, 占有很大比重。由此可以看出, 湿地对SS仍具有较大的去除潜力, 湿地可进一步优化运行。

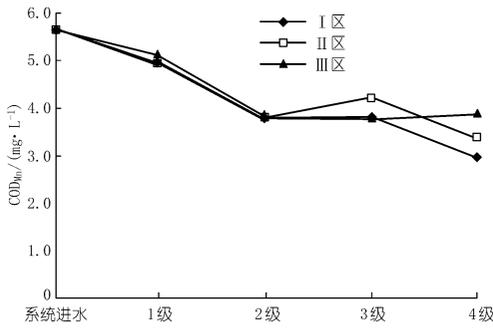
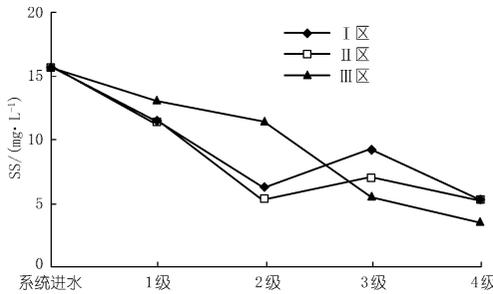
图 6 水质 (COD_{Mn}) 沿程净化效果

图 7 水质 (SS) 沿程净化效果

上述研究成果在中国北方地区推广时,应重点考虑气候、土壤等环境因素,北方各地植物生长期略有不同,净化效果会有一定时间差异。

3 结语

(1) 潜流人工湿地可对污水进行深度处理,其中挺水植物塘以及一级植物碎石床对各类污染物去除贡

献最为显著,对大部分污染物的去除率达到 50% 以上,占很大比重。

(2) 二级植物碎石床以下芦苇等生长情况明显不及一级植物碎石床,对污染物的去除率贡献也小,说明未完全发挥作用,潜流人工湿地具有进一步净化水质的潜力。

(3) 为进一步挖掘潜流人工湿地净化水质的潜力,随着人工湿地示范工程的平稳运行,可考虑进一步加大处理流量。

(4) 潜流人工湿地加大处理流量的方法需要探讨,笔者设计两种方法:① 加大各单元首端进水流量;② 采用虹吸方法,直接将污水由首端引入水生生物塘,进行水质净化试验。

参考文献:

- [1] Hammer D A. Constructed wetlands for wastewater treatment [M]. Michigan: Lewis Publishers inc., 1989.
- [2] Li S R, Ding T, Wang S. Reed beds treatment form unicipalan dindustrial wastewater in Beijing [J]. Journal Institution Water Environment Manage, 1995, 9(6): 581 - 588.
- [3] 许春华,周琪,宋乐平. 人工湿地在农业非点源污染控制方面的应用 [J]. 重庆环境科学, 2005, 23(6): 70 - 72.
- [4] 姜翠玲,崔广柏. 湿地对农业非点源污染的去效应 [J]. 农业环境保护, 2004, 21(5): 471 - 473.
- [5] 北京市水利科学研究所. 官厅水库流域生态工程技术研究报告 [R]. 北京:北京市水利科学研究所, 2006.

(编辑:常汉生)

Study on capacity of stepped water quality purification of subsurface flow constructed wetland in North China

ZHAO Zhenguo, LIU Li

(College of Water Conservancy, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450011, China)

Abstract: Subsurface flow constructed wetland is the main type of the constructed wetland, and further study needs to be carried out on the stepped water quality purification effect. By taking black soil low-lying ground of Guanting Reservoir as the research object, through nearly 4 years' experiments, the stepped water quality purification effect of different pollutants of the wetland is researched. The research result shows that the water quality purification effect of the constructed wetland is relatively obvious, and the average removal ratio of the main pollutants is above 40%; the first and second steps have the largest capability of water quality purification, and the ratio of most of their removal ratio to the total wastewater removal rate is basically over 50%; the wetlands have further potential for water purification. Based on the results, the suggestions for the construction of artificial wetlands in North China and research direction are proposed, and the further research direction is pointed out.

Key words: subsurface flow constructed wetland; purification effect along the way; removal ratio