

人工湿地污染物去除效率稳定性分析

——以沈阳市满堂河污水处理中心为例

Analysis on Stability of Contaminants Removal Efficiency in the Constructed Wetland

——Taking Shenyang Mantang River Wastewater Treatment Center as Example

袁英兰, 常文越, 张帆, 张华
(沈阳环境科学研究院 沈阳 110016)

摘要 利用沈阳市满堂河污水处理中心人工湿地8年来运行数据,对人工湿地整体系统和不同功能区的水质净化效果进行了对比分析,结果表明,潜流人工湿地对 COD_Cr 的去除效率,在50%~70%;表面流人工湿地对 COD_Cr 的去除效率,稳定在20%左右;人工湿地系统整体对悬浮物和氨氮的去除效率保持在50%以上;人工湿地系统对污染物质的去除效率,随着运行时间增加而日趋稳定。

关键词 人工湿地 满堂河 污染物去除效率 效果分析 污水处理

Abstract Based on the long-term water quality monitoring data in Shenyang Mantang river wastewater treatment center, water quality purifying effect of overall constructed wetland system and different function regions were analyzed. The results showed that COD_Cr removal rate reached 50%~70% in subsurface flow constructed wetland, COD_Cr removal rate reached about 20% steadily in surface flow constructed wetland, SS and $\text{NH}_3\text{-N}$ removal rates reached over 50% of the total constructed wetland. The removal rates of contaminants in constructed wetland system were stable gradually with running time increasing.

Key words Constructed Wetland Mantang River Removal Efficiency of Contaminants Effect Analysis Wastewater Treatment

人工湿地是指用人工筑成水池或沟槽,底面铺设防渗漏隔水层,填充一定深度的土壤或基质(填料)层,种植芦苇一类的维管束植物或根系发达的水生植物,污水由湿地的一端通过布水管渠进入,以推流方式与布满生物膜的介质表面和溶解氧进行充分的植物根区接触而获得净化,分为表面流人工湿地和潜流人工湿地,潜流人工湿地又可分为水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地^[1]。人工湿地成熟以后,填料表面吸附了许多微生物,形成了大量的生物膜,植物根系分布于池中,通过物理、化学及生物三重反应机理协同作用净化污水^[2]。人工湿地污水处理技术具有投资少,出水水质好,抗冲击力强,操作简单,维护方便,能有效去除污水

中的BOD、悬浮物、磷、氮、重金属等污染物,费用和管理上优于一般的二级和三级处理工艺^[3]。本文通过对沈阳市满堂河污水处理中心多年运行的数据进行分析,选取了运行初期与近期的水质监测数据对人工湿地在污水处理过程中去除污染物质的效率,进行一些对比分析。

1 沈阳市满堂河污水处理中心工程简介

沈阳市满堂河污水处理中心(以下简称“中心”)位于沈阳市东陵区满堂河马官桥段下游,中心于2003年5月开工建设,同年9月底通水运行。中心的设计处理污水能力为 $2 \times 10^4 \text{ t/d}$,处理对象为满堂河流域的生活污水,出水水质达到

收稿日期: 2011-02-22

项目基金: 袁英兰(1979-),女,工程师。研究方向:水污染治理及生态修复技术。

GB18918-2002的一级B排放标准。厂区由污水预处理区、潜流湿地主处理区和表面流湿地景观区3部分组成。中心的污水处理技术采用以人工湿地处理和浮动生物床预处理的组合工艺,设计中考虑到北方冬季气温低导致人工湿地系统效率降低等因素,采用水平潜流式湿地技术保证湿地系统的冬季通水稳定,并在湿地系统前加设一级强化预处理系统,以补偿湿地系统冬季处理能力的下降,同时采用简单易行的地膜覆盖防冻措施,确保了系统全年运行效率的稳定。

2 人工湿地的去除效率分析

2.1 潜流人工湿地对COD_{Cr}的去除效率

中心的主处理区为潜流人工湿地,由36个湿地单元组成。每个湿地单元床体充填基质,床底设有防渗层,防止对地下水的污染。床内种植芦苇、茭白、香蒲等湿地植物,利用湿地系统中丰富的土壤微生物、填料表面生长的生物膜、植物根系对有机污染物的吸收利用以及表面土层和填料的物理与化学反应等过程,实现对污水的有效处理。2004~2005年和2009~2010年,中心潜流人工湿地对COD_{Cr}进出水质量浓度与去除效率的关系见图1、图2。

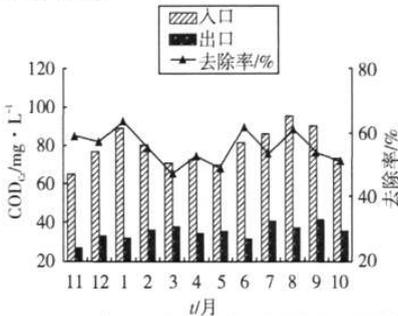


图1 2004~2005年COD_{Cr}进出水质量浓度与去除效率的关系

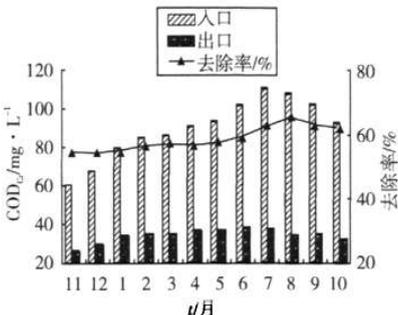


图2 2009~2010年COD_{Cr}进出水质量浓度与去除效率的关系

由图1、图2可知,潜流人工湿地对COD_{Cr}有较高的去除效率,在进水波动较大的情况下,去除率仍可保持50%~70%,图2的去除效率曲线明显较图1平稳,由此可见随着潜流人工湿地系统运行时间的增加,系统去除效率会越来越稳定。

2.2 表面流人工湿地对COD_{Cr}的去除效率

中心的景观区为表面流人工湿地,由湿地中香蒲、菖蒲、荇菜、凤眼莲等挺水、浮水和溪边湿地植物组成不同的景观区域,在有效地处理污水的同时形成了优美的湿地植被绿化景观。2004~2005年和2009~2010年,中心表面流人工湿地对COD_{Cr}进出水质量浓度与去除效率的关系见图3、图4。

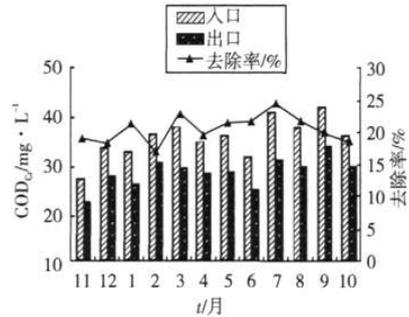


图3 2004~2005年COD_{Cr}进出水质量浓度与去除效率的关系

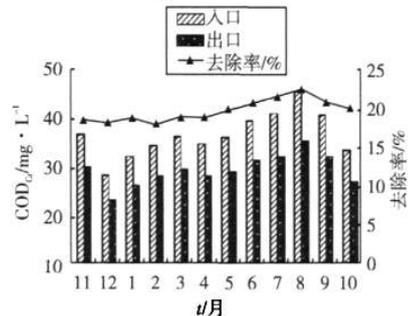


图4 2009~2010年COD_{Cr}进出水质量浓度与去除效率的关系

由图3和图4可知,表面流人工湿地对COD_{Cr}也有很好的去除率,且去除效率稳定在20%左右,图4的去除效率曲线比图3波动明显较小,可见系统去除效率的稳定性也是逐步呈现出更加平稳的状态。

2.3 人工湿地系统对其他污染物的去除效率

除了对COD有较高的去除效率,人工湿地系统对SS、NH₃-N、TP亦有较高的去除效率。人工湿地主要是通过过滤、沉淀、絮凝、吸附、湿地植物和微生物来去除水中颗粒物^[4]。不溶性

有机物通过在湿地基质中的沉积、过滤作用可以很快地被截留进而被分解或利用。人工湿地去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的机理是通过硝化反应先将 $\text{NH}_3\text{-N}$ 氧化成 $\text{NO}_3\text{-N}$ ，再通过反硝化反应将 $\text{NO}_3\text{-N}$ 还原成 N_2 而从水中逸出。磷在人工湿地中的去除作用主要有

植物吸收、基质吸附沉淀以及微生物的同化^[5]。2004~2005年和2009~2010年，中心人工湿地系统对悬浮物的处理效率变化对比见图5、图6，对氨氮的处理效率变化对比见图7、图8。

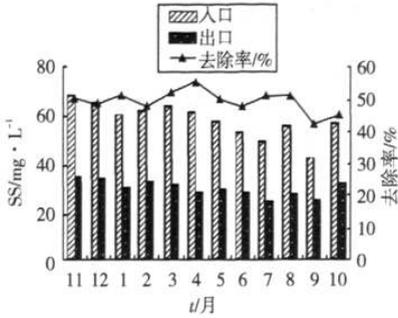


图5 2004~2005年悬浮物进出水质量浓度与去除效率的关系

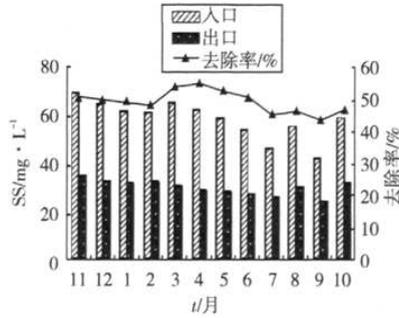


图6 2009~2010年悬浮物进出水质量浓度与去除效率的关系

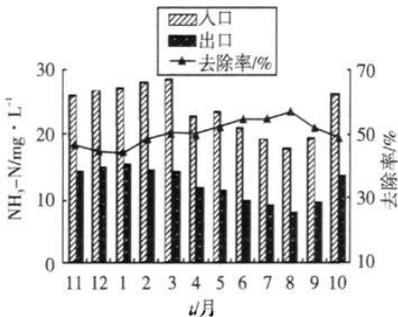


图7 2004~2005年氨氮进出水质量浓度与去除效率的关系

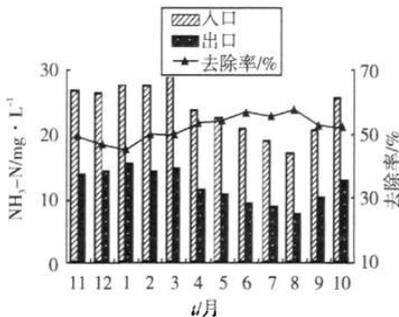


图8 2009~2010年氨氮进出水质量浓度与去除效率的关系

由图5、图6可知，人工湿地系统对悬浮物的去除效率随着季节的变化和植物的生长有着明显的变化，同时对比两组曲线平缓程度，可见系统去除效率随着系统运行时间的增加而变稳定。而由图7、图8可知，这种规律也存在于对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效率上面，而且图7的去除率曲线已经比较平缓了，可见人工湿地中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效率趋于稳定所需时间较短。所以根据上述变化的规律，适当控制调整人工湿地的进水指标，使其效率尽可能接近最大化，降低使系统去除效率趋于稳定所需时间，是今后人工湿地系统研究的一个重要方向。

3 结论

中心8年来的运行数据反映出人工湿地具有极高的污染物去除效率。表面流人工湿地作为独

立的处理系统，或是作为潜流人工湿地的补充，都能起到重要的作用。潜流人工湿地系统不仅占地面积较小，亦具有较高的去除效率。从中心的建设经验来看，人工湿地的去除效率，除受温度、降水以及植物生长等条件影响产生规律性变化之外，随着系统运行时间的增加，会逐步趋于稳定，在专业设计、专业施工的基础上，专业的维护运转也是人工湿地系统保持极高去除效率的保障。

参考文献

- [1]沈阳环境科学研究院.人工湿地污水处理技术规范(HJ 2005-2010).北京,2010.
- [2]刘长礼,张宏斌.丹江上游非点源污染分析[J].长江职工大学学报,2001,18(2):36-37.
- [3]许衡.利用人工湿地去除污染物机理探讨[J].上海水务,2006,22(1):28-30.
- [4]陈俊,石璞.人工湿地中总悬浮物的去除机理研究[J].江西蓝天学院学报,2007,2(4):22.
- [5]漆璐,周仲魁,孙占学.人工湿地生态系统污水净化研究新进展[J].四川环境,2007,26(2):93.