

# Research on Compound Artificial Wet Treatment of Wastewater from Agricultural and Sideline Products Market Sewage Treatment Station

Zhongwen Nie Le Deng Linhua Gong Yong Zheng Yingcai Ma

Hubei Tongyuan Environmental Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430200, China

## Abstract

In order to improve the quality of the tail water of a sewage treatment station in an agricultural and sideline product market, a composite constructed wetland with a combination of “vertical subsurface flow constructed wetland+surface flow constructed wetland” was used to conduct ecological treatment experiments on tail water. The results show that the composite constructed wetland has a stable removal rate of COD, NH<sub>3</sub>-N and TP, and the effluent can reach the IV standard in the GB3838—2002 *Surface Water Environmental Quality Standard*. By adding carbon source, the TN removal rate of effluent is stable when the temperature is higher than 12 °C. When the TN inflow is lower than 5mg/L, the TN of effluent can reach the class IV standard of surface water; When TN influent is higher than 5mg/L, the removal rate of TN in effluent is 60~80% when TN influent reaches 5~15mg/L.

## Keywords

compound type; industrial wetland; sewage treatment station tail water

# 复合型人工湿处理农副产品市场污水处理站尾水研究

聂忠文 邓乐 龚林华 郑勇 马英才

湖北同源环境科技有限公司, 中国·湖北 武汉 430200

## 摘要

为了提高某农副产品市场污水处理站尾水的水质, 利用以“垂直潜流人工湿地+表面流人工湿地”为组合的复合型人工湿地对尾水进行生态处理试验。结果显示, 复合型人工湿地对 COD、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 有稳定的去除率, 出水能达到 GB3838—2002《地表水环境质量标准》中的Ⅳ类标准。通过投加碳源, 在气温高于 12℃, 出水 TN 有稳定的去除率, 其中在 TN 进水低于 5mg/L 时出水 TN 能稳定达到地表水Ⅳ类标准; 当 TN 进水高于 5mg/L 时, 达到 5~15mg/L 时出水总氮有 60~80% 的去除率。

## 关键词

复合型; 工湿地; 污水处理站尾水

## 1 引言

人工湿地技术具有高负荷、水质净化效果好、结构简单、投资低、运行管理简单等优点<sup>[1,2]</sup>, 近年来常作为污水处理厂尾水深度处理技术。其常用的工艺有复合垂直流、水平潜流等以湿地为核心的组合工艺, 湿地出水水质基本可以达到 GB3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅲ类或Ⅳ类标准<sup>[2,3]</sup>。

【作者简介】聂忠文(1982-), 男, 中国湖北云梦人, 硕士, 工程师, 从事污水处理深度处理脱氮除磷技术、污水处理及水环境生态修复方面的工作研究。

本实验通过以“垂直潜流人工湿地+表面流人工湿地”为组合的复合型人工湿地处理某农副产品市场污水处理站尾水, 并在填料中使用砾石、石灰石/沸石及生物炭/铁基质为组合填料, 研究 COD 和氮、磷营养盐在工艺流程中的去除效果, 在运行过程中采用碳源的投加以期经深度处理后水质能达到 GB3838—2002《地表水环境质量标准》的Ⅳ类标准。

## 2 材料与amp;方法

### 2.1 试验用水

实验用水为某农副产品市场综合污水处理站的尾水, 该

污水处理站进水中 BOD/COD > 0.4, 活性良好, 出水指标稳定达到一级 A 标准。如表 1 所示。

表 1 试验用水水质

项目	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
污水站进水	180~260	35~55	40~60	2.5~4.5
污水站出水 (人工湿地进水)	30~50	0.3~0.5	4~15	0.2~0.4

## 2.2 工艺流程

如图 1、图 2 所示, 某农副产品市场产生的生产和生活污水经过污水处理站处理后的尾水通过提升泵输送至人工湿地进行深度处理, 人工湿地采用垂直潜流人工湿地 + 表流人工湿地组合的工艺。



图 1 农副产品市场污水处理站工艺流程图



图 2 复合型人工湿地试验工艺流程图

## 2.3 实验装置

人工湿地反应器采用钢板制作而成, 设计处理能力 5m<sup>3</sup>/d。主要设施设计参数见表 2, 人工湿地填料使用情况见表 3。

表 2 主要设施设计参数

项目	设计尺寸 (m)	备注
垂直潜流人工湿地	2.0×8.0×1.5	有效水深 1.2m, 停留时间 1.15d 水力负荷 13L/m <sup>2</sup> ·d
表面流人工湿地	2.0×4.0×0.75	有效水深 0.4m, 停留时间 0.64d 水力负荷 10L/m <sup>2</sup> ·d

表 3 人工湿地采用填料使用情况

项目	分层	粒径 (mm)	厚度 (mm)	材料
垂直潜流人工湿地	覆盖层	8~16	150	砾石
	滤料层	5~15	400	石灰石 / 沸石 (1:1 体积混合)
	过渡层	5~15	300	生物炭 / 铁基质 (9:1 体积混合)
	排水层	8~16	100	砾石
	保护层	16~60	150	砾石
	保护层	< 5mm	100	瓜子片

续表

项目	分层	粒径 (mm)	厚度 (mm)	材料
表面流人工湿地		3~5	300	砾石

本次试验垂直潜流人工湿地搭配种植美人蕉、菖蒲、鸢尾和再力花, 面积各 25%, 种植密度为 12 株 /m<sup>2</sup>。表面流人工湿地选择再力花、苦草、睡莲和绿狐尾藻, 面积各 25%。

## 2.4 实验方法

本次试验时间为 6~9 月, 调试期为 2 个月, 系统经过调试运行稳定后分别从污水处理站出水、垂直潜流人工湿地出水以及表流人工湿地出水 3 处采集水样, 监测 COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 水质指标。其中, 实验数据采集时间为 8 月 16 日至 9 月 26 日。

## 2.5 分析方法

COD 采用快速消解分光光度法, 氨氮采用纳氏试剂分光光度法, TN 采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法, TP 采用钼酸铵分光光度法。

## 3 结果与讨论

### 3.1 对 COD 的去除效果

人工湿地有机物主要通过湿地的过滤作用、植物根系生物膜的吸附、吸收及生物降解过程被分解去除, 其中主要是通过好氧和厌氧代谢实现生物降解, 从而降低污水的 COD。从图 3 可以看出, 湿地进水 COD 在 V 类水质标准左右, 湿地出水 COD 均低于地表水 IV 类标准 (30mg/L)。

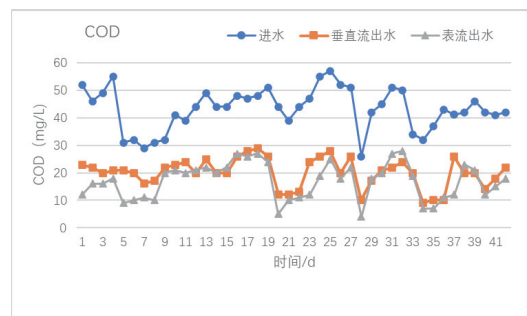


图 3 复合型人工湿地对 COD 的去除效果

### 3.2 对 NH<sub>3</sub>-N 和 TN 的去除效果

人工湿地系统中氮的去除途径包括填料的吸附作用、微生物作用及植物的吸收、少部分以 NH<sub>3</sub> 挥发等, 但植物直接

吸收和挥发只占很小的一部分，主要的去除途径是微生物的硝化、反硝化<sup>[9]</sup>。从图 4 可以看出，湿地进水  $\text{NH}_3\text{-N}$  基本保持在 IV 类标准以下，出水  $\text{NH}_3\text{-N}$  有稳定的去除率，出水水质均低于地表水 IV 类标准。

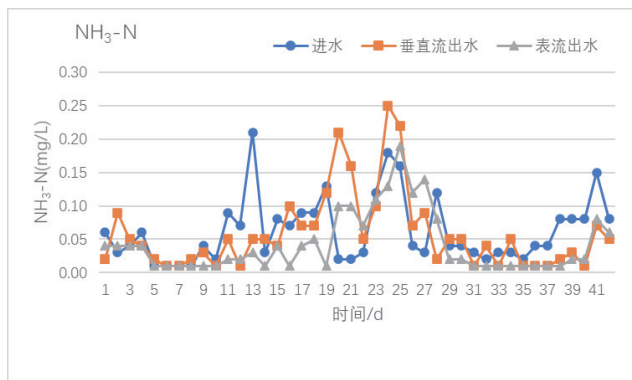


图 4 复合型人工湿地对  $\text{NH}_3\text{-N}$  的去除效果

有研究显示，湿地对 TN 的去除率，随 C/N 的增加而增加。当 C/N 小于 5 : 1 时，脱氮效率并不理想。当进水 C/N 小于 3.4 : 1 时，需外加碳源才能保证脱氮的效果。本次组合型人工湿地进水的碳氮比较低，平均值为 3.9 : 1，试验过程中通过添加乙酸钠来调节进水的碳氮比，碳氮比调整后的比例为 8 : 1。从图 5 可以看出，湿地进水 TN 基本保持在一级 A 标准以下，通过投加碳源，出水 TN 有稳定的去除率，其中在 TN 进水低于 5mg/L 时出水水质均低于地表水 IV 类标准；当 TN 进水高于 5mg/L 时，出水总氮有 60~80% 的去除率。

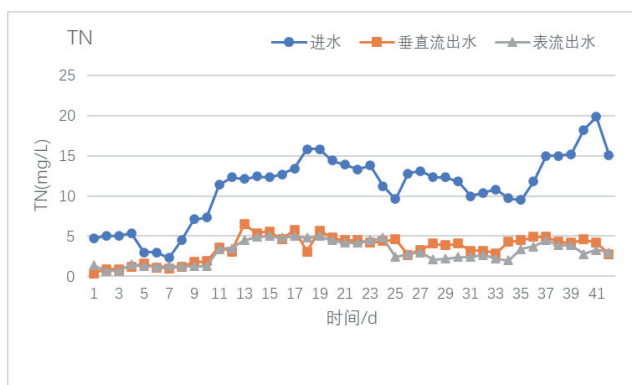


图 5 复合型人工湿地对 TN 的去除效果

从对  $\text{NH}_3\text{-N}$  和 TN 的去除率综合分析，氨氮的去除效果并不明显，总体去除率不高，而总氮的去除主要位于垂直

流人工湿地。

### 3.3 对 TP 的去除效果

人工湿地对磷的去除主要是通过填料吸附、微生物和植物的吸收以及有机物的吸附等实现。从图 6 可以看出，湿地进水 TP 大部分在 IV 类标准 (0.3mg/L) 以下，湿地出水 TP 均低于 III 类标准 (0.2mg/L)。

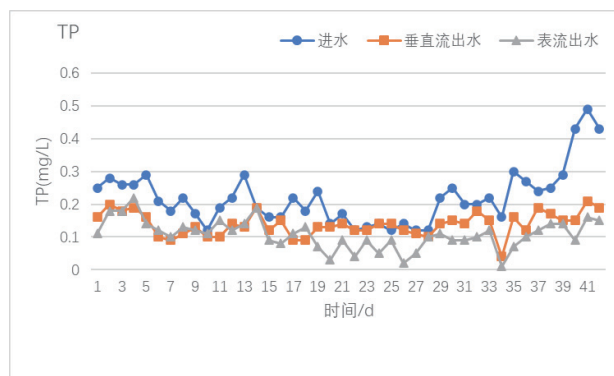


图 6 复合型人工湿地对 TP 的去除效果

## 4 结语

第一，采用“垂直潜流人工湿地 + 表面流人工湿地”的复合型人工湿地可用于农副产品市场污水处理站尾水的提升，对 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$  和 TP 有稳定的去除率，出水能达到 GB3838-2002《地表水环境质量标准》中的 IV 类标准。

第二，通过投加碳源，在气温高于 12℃，出水 TN 有稳定的去除率，其中在 TN 进水低于 5mg/L 时出水 TN 能稳定达到地表水 IV 类标准；当 TN 进水高于 5mg/L 时，达到 5~15mg/L 时，出水总氮亦有 6~10mg/L 的去除量，去除率达 60%~80%。

## 参考文献

- [1] LIU D, WU X, CHANG J, et al. Constructed wetlands as biofuel production systems[J]. Nature Climate Change, 2012(3):190-194.
- [2] 杨长明, 马锐, 山城幸, 等. 组合人工湿地对城镇污水处理厂尾水中有机物的去除特征研究 [J]. 环境科学学报, 2010(9):1804-1810.
- [3] 杨立君. 垂直流人工湿地用于城市污水处理厂尾水深度处理 [J]. 中国给水排水, 2009, 25(18):41-43.