

# Research on Ecological Treatment and Landscape Utilization of Rural Domestic Sewage—Taking the Undercurrent Wetland in Fengxiang Park in Haikou, China as an Example

Jianqiao Zhang<sup>1</sup> Yaqian Sun<sup>2</sup>

1. Beijing Third Branch of North China Municipal Engineering Institute, Beijing, 100080, China

2. China Architecture Desing & Research Group, Beijing, 100044, China

## Abstract

This paper focuses on the requirements of ecological civilization construction in the new era under the guidance of the wave of socialist new countryside construction in recent years. Introduce the strategy of artificial wetlands, and explore the purification treatment and landscape utilization of domestic sewage in suburban villages and towns according to local conditions.

## Keywords

constructed wetlands; domestic sewage; new rural ecological civilization; ecological landscape

# 农村生活污水的生态化处理及景观化利用探究——以中国海口凤翔公园潜流湿地为例

张建乔<sup>1</sup> 孙亚倩<sup>2</sup>

1. 中国市政工程华北院北京第三分公司, 中国·北京 100080

2. 中国建筑建筑设计研究院有限公司, 中国·北京 100044

## 摘要

论文重点介绍了在近几年在社会主义新农村建设浪潮的指引下,按照新时代生态文明建设的要求。引入人工湿地的策略,对城郊村镇的生活污水处理方面进行因地制宜的净化处理、景观化利用的探索。

## 关键词

人工湿地; 生活污水; 新农村生态文明; 生态景观

## 1 引言

城市生活污水在城市基础设施建设过程中已经形成完善的净化排放体系,但是农村由于自身规模、形态分散等特点,在污水收集、净化过程中存在一定困难,仍存在无市政管网无组织净化、排放等现实问题。近几年,在社会主义新农村建设制度的指引下,按照新时代生态文明建设的要求以及深入践行绿水青山就是金山银山的理念加快建设全国绿色低碳发展新农村示范显得尤为重要。

所以,如何在城市河道生态整治中,利用人工湿地将生活污水高效资源化利用,并且与景观合理、有效的融为一体,形成具备生态环保功能的河道景观,将成为现代河道景观整治中的一个重要课题之一,论文通过海口市美舍河凤翔

公园的工程案例,对这一课题进行了研究与实践。

## 2 概况

### 2.1 项目背景

海口美舍河发源于海口南部,是自南向北贯穿海口的一条主要河流,是南渡江的重要支流。项目位于河道城区段上游,该片区地处城郊以致大量村庄污水管网缺失,目前存在村镇生活污水直排入河现象。

现借着凤翔公园的建设,拟通过在公园中建设人工湿地公园来弥补市政污水处理基础设施的缺失,绿地开放空间的建设中将湿地净化系统与园林景观相结合,解决村庄污水的洁净排放的同时获得公园的景观提升。并将其打造成为美舍河生态河道治理工程的重要治水成果展示节点,并做为公园水生态功能向市民进行科普展示之用。

### 2.2 场地条件

公园总面积约 78.5 公顷,美舍河自南向北穿场地,地

【作者简介】张建乔(1983-),男,中国山西太原人,本科,工程师,从事园林景观生态规划设计研究。

势南高北低，较为平坦。依据现状污水水量得出相应设计处理水量为3500m<sup>3</sup>/d。可供利用的湿地区域建设有限约湿地1.5公顷。

现状污水水质检测见表1。

根据设计要求，人工湿地出水水质需满足GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级A排放标准。

表1 现状污水水质监测结果（pH单位为无量纲；其他指标单位mg/L）

污染物	pH	CODcr	BOD5	TN	氨氮	TP
测量值	7.8	199	-	45.7	13.7	5.11

### 2.3 场地水质净化需求

根据现场水质检测情况结合出水排河要求得出设计净化过程中：BOD5、TN、TP的去除率分别为90%、67%、92.86%。其中，TP的去除率要求最高，因此从整体净化难度来看，为了保证最终出水水质，关键在于保证TP的去除。

## 3 湿地净化技术要求

### 3.1 方式解析

在人工湿地对污水净化的方式多种多样，总体可将其分为物理过程、化学过程和生物过程等三大类型。

不同种类的污染物在湿地系统中的净化降解机理也不同，污染物净化方式见表2。

表2 湿地中污染物的净化方式

污染物种类	净化方式
可降解有机物（BOD）	生物降解、沉淀、植物/微生物吸收
其余有机物	吸附、挥发、光降解
悬浮颗粒物	沉淀、过滤、吸附
氮	沉淀、吸附、硝化/反硝化、植物/微生物吸收、挥发
磷	沉淀、吸附、植物/微生物吸收
病原菌	自然衰亡、沉淀、紫外线降解、吸附、动物吞噬
重金属	沉淀、吸附、植物吸收

### 3.2 湿地流程构建及净化水质的计算

根据场地的污水水量及污染物成分，最终确定处理工艺方案为：絮凝沉淀+垂直流湿地生化湿地+表流湿地<sup>[1]</sup>。

针对TP去除问题，设置絮凝沉淀过程。通过去除污水中的颗粒物等杂质，减少生化系统的损耗，同时降低人工湿地堵塞风险，延长湿地寿命。进而经二级生化、表流湿地处理后的出水水质预计为TP<0.5mg/L；COD去除率50%。

预计生活污水在各单元的水质见表3。

表3 进出水水质计算结论（单位：mg/L）

污染物	CODCr	BOD5	氨氮	TP
（进水）生活污水	199	100	20	7
生化处理后	100	40	14	0.5
湿地处理后（排放）	50	10	5	0.5

## 4 空间方案布局

湿地布局结构：根据湿地流程构建，对整体生态湿地规划为三大部分进行空间布局，分别为生活污水预处理系统、潜流湿地系统和河流型湿地。

### 4.1 生活污水预处理系统

设备占地面积约100m<sup>2</sup>。预处理设备位于梯级潜流湿地和河道表流湿地的上端，生活污水通过管网的收集，进入一体化泵站进行沉絮预处理。

预处理过程主要是针对大颗粒悬浮物的沉淀，同时也对特定的污染物（磷）进行针对性的处理。因为生活污水中磷含量过高，会导致水体富营养化，扰乱湿地生态平衡。

### 4.2 潜流湿地系统

潜流湿地净化过程可分为湿地床以及植物净化两大部分。

梯级潜流湿地占地15000m<sup>2</sup>，整体落差约十米，分为7~8级跌水台地。梯级潜流湿地按照水流进入方式，分为曝气型湿地和未曝气型湿地，曝气型湿地在进入湿地进行净化之前，进水口与下一级湿地有一定高差，可充分接触空气，未曝气型湿地在进入湿地进行净化之前，进水口直接通入下一级湿地，减弱了曝气的过程。梯级湿地形态较复杂，为保证布水均匀，将湿地等面积划分为10个分区。经过预处理的污水，按照相同的流量、面积比例分为十份，通过配水设施分送至每个分区配水点。十份污水经过梯级湿地的层层净化。在污水通过各级湿地的同时，台地中的填充物（0.8m厚度的火山岩及铁屑）进行了对水污的过滤和吸附。

此外，各级台地中的水生植物是水生态净化中重要组成部分，通过植物主动吸收和富集营养物质及其他元素，增加了水中氧气含量，并且抑制有害藻类的繁殖，遏了制底泥营养盐的释放，最终达到水体的生物平衡等<sup>[1]</sup>。因此，水生植物对于水体具有较强的净化作用。最终通过植物的收割将大量富营养物质从湿地中带走，实现水质的大幅提升。

在水生植物选择上，选取抗性强、代谢生长旺盛、生长周期长、根系比较发达、并且具备一定的经济或观赏价值的植物。在兼顾适宜种植密度的同时，植被覆盖度的增加可以提高总磷的去除率。本项目应用了各类水生植物共17种，其中挺水植物12种，另有浮水和沉水植物5种<sup>[1]</sup>。

### 4.3 河流型湿地

河流型湿地即为表流湿地，污水在通过梯级潜流湿地排出后汇集十个梯级潜流湿地分区的出水并导入乾坤湖中。

## 5 湿地使用年限计算

湿地堵塞由于水体中的颗粒物沉淀、基质表面生长的微生物代谢、植物根系残体等因素导致。本项目在湿地前段采用了絮凝沉淀以及生化处理措施,大幅降低了进水中的颗粒物和污染物。湿地堵塞可得到有效的缓解。根据现有论文报道,运行良好的湿地出现堵塞问题一般在20年以上。

从湿地磷吸附饱和和角度分析,本项目梯级湿地预计进水TP浓度0.5mg/L,出水TP浓度预计为0.366mg/L。从湿地寿命较不利情景考虑,出水TP浓度按0.3mg/L测算,则湿地每天净化3500t的污水,TP去除量为7kg/d。其中,通过基质吸附去除的TP按90%考虑,则基质吸附TP的量为6.3kg/d。

梯级湿地总面积14688m<sup>2</sup>,平均基质厚度0.85m,则基质总体积为11750.4m<sup>3</sup>。基质采用火山岩,堆积密度按1.8t/m<sup>3</sup>估算,则梯级湿地内的基质总重量为21150.72t。根据室内试验结果,火山岩的最大磷吸附容量为13624 mg·kg<sup>-1</sup>,21150.71t火山岩理论可吸附磷288157.41kg。因此,理论计算,梯级湿地的寿命为45739d(288157.41/6.3),即125年。

## 6 结语

城市新农村建设中面临多样的污水处理条件,一方面是结合通过生态湿地的建立污水净化的方法,另一方面也是营造景观的设计手法。从美学的角度出发,将河道生态修复

与景观美化进行有机结合,使河道景观很好地融入周围环境中,从而提升河道与其周边环境整体的景观生态价值<sup>[2]</sup>。

通过生态化景观设计策略,将城市边缘地带污水无组织、无管网的状态改造成一个具有污水净化、生境营造、满足市民休闲功能于一体的生态公园,城市污水资源化利用是城市污水整治中的重要课题,以生态化的理念将其与河道景观整治相结合更是有待发展的议题。在城市河道生态整治中,通过严谨的科学分析和应用了现有的成熟的技术手段,量化处理生活污水,将生活污水高效资源化利用,并且与景观合理、有效的融为一体,这种尝试为未来河道景观整治增加了一种新的可能。同时,生活污水净化湿地在城市河道景观整治中的应用也为市民更好地了解生态治水,切身体会到生态治水带来的好处,并且参与到生态治水中来提供了可能性。该项目重塑了美舍河的水生态、水休闲,让自然做功,恢复河道生命,在同类小型污水湿地景观化修复、净化工程中具有示范作用。

## 参考文献

- [1] 俞孔坚,俞文宇,林国雄,等.将营养流慢下来——海口市美舍河凤翔公园生态设计[J].景观设计学(英文版),2019,7(6):102-115.
- [2] 牛丽妍.空港经济区景观河道水体构建与水质改善技术工程示范研究[D].天津:南开大学,2012.
- [3] 浙江海洋大学.室内沉水植物种植的悬浮床装置:CN201910732992.X[P].2019-10-08.