

新型阶梯式人工湿地处理生活污水的研究

李建权

宝航环境修复有限公司 北京 100012

摘要:我国具有辽阔的土地资源,目前摆在各地区面前的一大难题就是处理生活污水,由于生活污水的特征包含排水量小、收集困难等,不适合选择集中处理方法,人工湿地处理技术可对污水特征加以考虑。新型阶梯式人工湿地处理技术也是一种处理生活污水的技术,其目前广泛用于诸多地表水的处理领域,且获得了较高的成效。故此,本文主要分析新型阶梯式人工湿地技术在生活污水的处理应用,可以作为部分城市和农村生活污水处理的参考。

关键词:新型阶梯式;人工湿地系统;生活污水;处理

Study on domestic sewage treatment by new stepped constructed wetland

Jianquan Li

Baohang environmental remediation Co., Ltd. Beijing 100012

Abstract: China has vast land resources. At present, a major problem in front of all regions is the treatment of domestic sewage. Because the characteristics of domestic sewage include small drainage and difficult collection, it is not suitable to choose centralized treatment methods. The characteristics of sewage can be considered by constructed wetland treatment technology. The new stepped constructed wetland treatment technology is also a technology for domestic sewage treatment. At present, it is widely used in many surface water treatment fields and has achieved high results. Therefore, this paper mainly analyzes the application of new stepped constructed wetland technology in domestic sewage treatment, which can be used as a reference for some urban and rural domestic sewage treatment.

Keywords: new stepped; Constructed wetland system; Domestic sewage; handle

引言:

人工湿地技术的构成部分包括砂砾、碎石与生长于上层的水生植物,在湿地表层或者表面下边流动的污水,依靠吸附基质、吸收植物、转化为生物等流程促进水中营养物质讲解,属于不同于自然湿地独特的微生物、植物、土壤系统。当前我国水体的营养化问题日益严峻,自有些地区先后大范围暴发水华后,导致社会经济受到巨大影响。在遇到大量营养问题的修复方面,高效益低耗能的生活污水处理成为业界热议的课题,其中新型阶梯式人工湿地处理技术获得了广泛运用。

一、新型阶梯式人工湿地的概述与特点

1.1 概述

在人工湿地建设领域,新型阶梯式技术属于自带循环净化的一种系统,其中包含从分隔砖石隔墙至高低呈阶梯型按顺序分成第一二湿地层、景观水体、贯通阐述

的第一二湿地层、阐述的景观水体及自动化循环净化体系;自动化循环体系按照顺序可以分成联通回水管、首个控制阀门、布水管、穿孔排水管、布水器、回水循环泵。对比相关技术而言,新型阶梯式利用潜流湿地过滤层和湿地植物的同步净化作用,促进水环境的质量提升,还能按照水量面积和水质条件,对循环处理期限加以控制,确保对生物填料与植物净化实现全面运用,既简单又便于维护。其兼顾着景观性能,可促进人与自然实现和谐共生。

1.2 特点

新型阶梯式人工湿地处理生活污水的主要特征为,第一水位流的调节装置有里外管、短支管与封盖,内管外壁与外管的内壁都设置了均螺纹,而且内外管利用螺纹密切衔接;在外管顶端装置封盖,并衔接内管;封盖尚未设置防虫网且连通大气,在湿地氧气补充中运用;

短支管需要在外管侧壁安装, 用作衔接其他管道; 内管装置于短支管管壁 180° 处, 并钻进诸多小型透水孔, 用作水流的调节, 并对湿地水位加强控制。

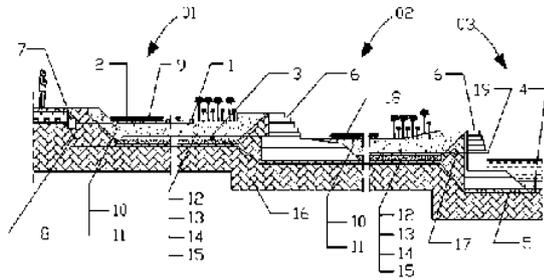


图1 水体自循环净化系统示意图

所述自循环净化系统包括顺次相连的1第一控制阀; 2穿孔排水管; 3布水管; 4景观水体; 5回水管; 6布水器; 7回水循环泵; 8第一排水管上设有多个连通所述第一排水管内腔的第一穿孔; 9种植于所述第一滤料层的第一湿地净化植物; 10第一滤料层; 12为粗砂滤料层(由粒径为5-8mm的砂石铺成); 14砾石填料层(为粒径为40-80mm的砾石铺成); 11 13 14 15无纺布(密度为200-300g/m²); 16回填土层(夯实率为88-94%); 17所述第二排水管上设有多个连通所述第二排水管内腔的第二穿孔; 18种植于所述第二滤料层的第二湿地净化植物。

二、生活污水的排放以及处理

2.1 生活污水的排放特征

1) 水质的波动很大, 还具有区域和时间上的偏差。生活污水中主要成分和当地气候、地理环境, 以及经济条件、生活习惯等方面具有紧密的联系。在不同地区、季节与时间段下, 水质的偏差较大。从地区方面而言, 东北及华北区域的生活污水中具有较高的COD含量, 东南地区的污水中具有较高的BOD₅含量。从季节方面而言, 冬天水质的浓度明显比夏天高。从时间段方面而言, 中午与晚间水质的浓度明显比其他时间段高。

2) 水量的变暖系数较大。生活污水的排放量会随着地区和时间偏差发生变化。通常南方一些区域排放污水的数量明显比北方多, 经济条件优越地区的用水量明显比较差地区的排放量高。有些地区的生活污水变化参数明显比城镇处理污水厂的变化参数高。

3) 生活污水面积较广、分散且收集困难。因我国具有较大的地域面积, 居民也相对分散, 生活污水收集困难。目前部分地区仍具有地势地形问题, 全面收集与处理生活污水非常困难, 而且水管皆为直排式。

2.2 人工湿地技术在处理生活污水中的应用

2.2.1 人工湿地概念与特征

湿地指的是水深暂时或者长时间覆盖 $< 2\text{m}$ 低洼处, 沿海地区的地水在低潮的时候水深 $< 6\text{m}$, 其生态体系功能比较特殊, 可以给人们供应充足的水源、原材料、食物, 还能利用其特殊生态功能, 确保生态保持均衡, 生物维持多样性, 湿地还能分成两种, 即自然湿地和人工湿地。

人工湿地属于综合生态系统, 通过人工建设并控制运行, 类似于沼泽湿地, 作为近年来发展速度很快的一种生物处理污水技术, 该技术针对面较广, 如石油化工、化学等处理效果都很好。人工湿地可以使用自然生态系统中的三种作用, 即化学、生物、物理, 采用循环再生物质、生态系统共生物钟等原理, 推动污水实现良性循环基础上, 可以自动净化污水, 起到资源生产力的作用, 避免发生二次污染, 其最明显的特征在于降解有机污染物的能力。此外, 人工湿地技术中蕴含价低处理工艺及处理设备, 简单易维护, 适合在处理生活污水中运用。

2.2.2 人工湿地技术在处理生活污水中的应用

人工湿地技术的管理与维护工作, 作为保证系统得以顺利运行, 发挥处理生活污水的保障作用, 日常管理与维护工作可以分成如下几点: 1) 科学性管理方针的制定, 因各地区是由政府牵头, 按照本地处理生活污水的需求与建设人工湿地的规模进行科学性管理方针的制定, 从全局角度而言, 人工湿地管理方法与内容的明确; 2) 日常管理制度的完善, 人工湿地体系的直接受益人就是本地居民, 所以在人工湿地管理与维护工作中, 需合理选择本地的自治方法, 将本地居民当成管理与维护主体, 并从本地居民当中筛选文化水平较高与较强责任心的员工落实维护与管理工作, 并选择专项人员监督人工湿地的维护与管理工作, 定期培训人员的管理与维护知识, 从而有效开展管理与维护工作; 3) 加强开展人工湿地检查与维护, 相关人员需要对水生植物生长与成活率进行检查, 并对人工湿地平常水位加强控制, 保证水生植物可以顺利生长, 并对水生植物强化培育, 及时清理杂草与枯死的植株并补种, 若是人工湿地体系中, 水生植物的生长量高于生态体系负荷或植物生长不均衡, 都要选择科学应对策略加以干预。

三、实验部分

3.1 实验装置与方法

采用新型阶梯式人工湿地试验, 此种人工湿地种类隶属复合垂直型上行潜流人工湿地, 新型阶梯式人工湿地结构可见图1。阶梯形混凝土池的高度约为160cm, 上部分长度约为3m, 下部分长度约为1.7m, 大砾石层为

20cm、大砾石层为30cm、粉煤灰与炉渣混合层为40cm、土壤厚度为30cm, 填料总体厚度统计120cm。进水池与蓄水池的隔板高度约140cm, 进水沉淀池的隔板高约为120cm, 进水沉淀池的隔板下边立在大型砾石层之上, 并贯通进水通道和大砾石层出水沉淀池的隔板高约为100cm, 出水蓄水池的隔板高约为80cm。大砾石的颗粒直径约为1.9-3.6cm, 小砾石的颗粒直径约为0.7-1.8cm。

此种处理工艺的主要原理包括生活污水利用进水管在混凝土水池中进入, 先在污水沉淀池中进入并沉淀, 后在在进水蓄水池的隔板中溢出, 穿过进水通道在诸多填料区进入, 也就是从沉淀池的隔板下边在填料区渗透, 从上到下按顺序通过大小砾石层、粉煤灰、炉渣混合层及过滤土壤层以后, 从出水沉淀池的隔板中溢出后, 进入沉淀池, 蓄满以后再在出水蓄水池当中溢出。湿地表层种植芦苇或者芭茅。床体中间沿着竖向方位设置穿孔取样管, 方便取水样与湿地温度、pH值、溶解氧等相关参数的合理测定。设备运行了三个月运行, 获得了较好地运行效果。

3.2 测试项目与方法

此类实验的开展以地区的污水作为原水, 原水质量与研究方法可见表1。

表1 测试项目与方法及水质

项目	数值	分析方法
COD (mg/L)	213-381	中铬酸盐法测定
BOD ₅ (mg/L)	103-207	稀释接种法
NH ₃ -N (mg/L)	48-112	纳式试剂法测定
TN (mg/L)	71-104	紫外分光光度法
TP (mg/L)	4.8-12.1	钼酸铵分光光度法
温度 (°C)	18-31	温度计测定
pH值	5-9	玻璃电极法测定

四、新型阶梯式人工湿地的设计与处理生活污水的结果分析

4.1 对COD和BOD₅的去除效果

通过实验的开展表明, 温度与作物的种植状况明显影响着新型阶梯型的人工湿地对COD和BOD₅的去除效果, 待温度超过20°C时, 在高密度芦苇的种植过程中, 湿地系统具有较高的去除COD效率。温度与作业的种植状况容易影响到湿地对COD的去除效果。温度超过20°C时, 可以给微生物繁殖生长与微生物的高活性提供有利生长条件, 且具有较强的吸附有机物与降解功能。选择密度较高的种植作物方法, 可让作物获得较强吸附与有机物的吸收能力。温度超过22°C及高密度芦苇种植状

况下, 湿地去除COD效率达到了86-93%, 去除率约为90%。实验开展几个月后, COD的进水波动很大, 但是COD出水约为14-31mg/L范畴以内。高密度芦苇种植后, 开展去除BOD₅实验, 实验结果显示, 温度明显影响着湿地BOD₅的去除效果。待湿地温度超过22°C的时候, 系统去除BOD₅的效果更加, 去除BOD₅的概率约76-92%, 去除率平均88%, BOD₅出水约8-13mg/L范畴以内。明显比农田灌溉水的质量标准优越。

实验还表明, 在相同条件下长期开展实验操作, COD和BOD₅去除效果不断下降, 还会因湿地系统中的诸多有机物先吸附在植物的根部、填料表层生物膜, 从而逐渐被微生物降解, 伴着水力负荷而逐渐降低, 一些有机物在以后需要直接接触填料, 并通过水流带出, 最终导致去除COD和BOD₅的效率降低。

4.2 对氨氮的去除效果

通过实验表明, 温度与作物的种植情况显著影响着新型阶梯式人工湿地技术对NH₃-N的去除率, 待温度超过24°C时, 在高密度芭茅的种植中, 湿地系统具有较高的NH₃-N去除率。湿地对NH₃-N的去除率也会受到温度与种植作业情况的直接影响。合适温度得益于为微生物繁殖生长及较高微生物活性提供有利条件, 且有利于提高NH₃-N的去除效果。选择种植高密度作业方法, 作物的根部可对污水中NH₃-N与TN实现大量吸收。

通过实验我们还了解到, 伴随湿地系统的长时间运行, 系统水力负荷会逐渐缩小, 湿地系统中原水提柜时间也会延长, 可能让系统处在厌氧状况, 从而对硝化发挥抑制作用, 造成去除NH₃-N效率无法提高。若是水力负荷太大, 水力也就不会长时间停留, 很难满足硝化菌时代时间, 有些硝化菌会伴随水流涌出系统以外, 从而对硝化发挥抑制作用, 导致NH₃-N去除率逐渐降低。所以湿地系统经过一段时间的运行后, 也要使用清水进行重复清洗。

4.3 对TN和TP的去除效果

人工湿地技术的主要脱氮除磷途径就是利用吸收水生植物、微生物硝化与反硝化、吸附基质与离子交换等系列作用。其中湿地吸收植物与有限的吸附氮量基质, 微生物硝化与反硝化才是氮去除的关键路径。人工湿地在去除磷方面, 最佳路径就是吸附基质。

TP主要利用湿地系统降解微生物吸附、吸收植物、物力化学填料等作用合理去除, 伴随水力负荷的逐渐增强, 对填料、植物、微生物的作用都会形成不利的影

TP去除率会伴随水力负荷增加而快速上升,待满足最大化数值后,还会不断降低。通过此次实验结果可见,第一至第八天湿地系统去除TN和TP的效率具有明显的提高,但在第十天以后,去除率逐渐下降。待第十八天后,以清水重复清洗湿地系统以后,随后几天去除率又明显提升。

五、结论和展望

人工湿地系统历经几十年发展日益成熟化,可对生活污水中的有机物、氮磷物质实现有效去除,减少成本投入的同时,便于维护和管理。但其中仍有一些问题急需处理,具体如下:一是污染物质的去除效果有待提升,其在寒冷情况下使用受限;二是运行管理与维护效果不强,造成生活污水的处理效果无法达到理想效果;三是尚未全面掌握污染物的去除机理,去除污染物的指导效率不足。

我们相信在今后需通过如下方法进行实践研究:(1)通过研究人工湿地系统的开展效果可见,深层研究植物根部的微生物群落结构、基因检测、根部等分析人工湿地系统去除污染物的机理,深层研究机理确定怎样采用优化策略,推动污染物去除能力提升;(2)通过选择植物、污水回流、补充爆气等优化技术或者操作技术,促进人工湿地系统即便处于冷空气下去除污染物,也能保证寒冷的区域使用范围进一步拓展;(3)加强运行与

设计管理,根据人工湿地系统的技术规范严格开展工程设计与运行维护,从而实现运行稳固性与使用周期提升。

目前人工湿地系统仍需进一步完善,未来在处理生活污水的过程中,需要充分运用新型阶梯式人工湿地系统,确保提升农村生活污水处理效果提升的同时,发挥处理效果的最大作用。

参考文献:

- [1]杨林,余跑兰,赖发英,等.廊道式人工湿地处理新农村生活污水的应用研究[J].安徽农业科学,2012,40(7):4.
- [2]王奇,连静雯,赵敏,等.一种带阶梯式人工湿地的处理分散性生活污水的集装箱:CN212387919U[P].2021.
- [3]茆永峰.新型潮汐流人工湿地在分散型生活污水处理中的应用研究[J].环境污染与防治,2014,36(10):5.
- [4]刘昌伟,薛晨,杨永哲,等.新型潮汐流人工湿地深度处理生活污水的研究[J].中国给水排水,2012,28(11):10-13.
- [5]桂伦.厌氧池-集水池-阶梯跌水充氧曝气塔-人工湿地处理农村生活污水研究[J].安徽农业科学,2018,46(33):3.
- [6]钟秋爽,王俊玉,付卫国.厌氧-多级跌水新型人工湿地处理农村生活污水研究[J].给水排水,2013,39(9):4.