

人工湿地在沈阳市农村生活污水处理中的适用性分析

陈晓东

(沈阳环境科学研究院 辽宁沈阳 110016)

摘要:在总结沈阳市农村污水水质、排放特点的基础上,对人工湿地技术的组合形式、处理效果、冬季运行及经济指标等方面进行分析,并通过典型示范工程实例证明人工湿地应用于沈阳地区的农村污水处理是非常适用的。

关键词:人工湿地;农村生活污水;适用性

Abstract:Based on discussing the water quality and discharging characteristics of rural domestic sewage in Shenyang, this paper analyzed the combining forms, treatment effects, winter operation and economic indicators of artificial wetland, and confirmed the applicability of artificial wetland in Shenyang rural domestic sewage treatment by typical demonstration engineering.

Key words:artificial wetland; rural domestic sewage; applicability

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1674-1021(2011)11-0043-03

1 引言

沈阳市农村地区由于城镇化速度快、基础设施不完善、污染物大量累积,造成了水环境问题日益严重,农村水质保护面临严峻考验。沈阳市创建国家级生态城市的建设目标中明确至2012年农村地区污水集中处理率应达到70%,这也标志着污水处理重点将从城区转向村镇,大多数村镇须建污水处理设施。但是农村污染特点不同于城市,难以直接采用城市水污染治理技术模式,特别是沈阳市地处寒冷地区而且村镇分散,普通污水处理设施难于应用。

人工湿地污水处理技术是以人工湿地(床和塘系统)处理为主的包括前处理和后处理的污水处理工艺。人工湿地污水处理技术应用范围很广,出水一般都优于常规二级处理效果。人工湿地处理污水是充分利用了“土壤—植物—微生物”系统的净化能力,既可去除有机污染物,又可去除造成水体富营养化的氮、磷等污染物^[1]。另外,人工湿地适用范围广,依据其特性,非常适用于没有完善污水管网系统的地区和乡镇。人工湿地在气温比较低的丹麦、加拿大、韩国、美国等国家被用来处理农村生活污水,都取得了比较好的运行效果^[2-4]。

2 农村生活污水排放特征

农村生活污水包括洗衣、洗菜、洗浴等生活洗涤

水以及厕所冲洗水^[5]。沈阳市村镇生活污水的基本特点主要是污水排放点分散,污水量变化大,污染物浓度变化大。

2.1 污水排放点分散

农村的基本格局是“小聚居,大散居”,人口的分布以户为单位的,生活方式是家庭聚居,典型的建筑形式是平房加庭院结构,依地势而建,多户散居就构成村落。由于大多数的农村没有进行过严格的规划,住户的分布不规则,所以生活污水排放点比较分散,且不规则。

2.2 污水量变化大

不同村镇和不同季节人均用水量变化较大,村镇污水的排放量丰水期比枯水期大,早晚比白天大。村庄的人口规模一般在几百人到几千人不等,远远小于城市的人口规模,所以一般村庄的日均污水量约为几十吨至几百吨。

2.3 污染物浓度变化大

由于每个地区村镇的污水组成及排水体制不同,而且地区之间的经济水平和生活水平差距较大,所以不同地区农村生活污水的水质差别也较大,污染物浓度变化范围比较大,含有一定量的氮和磷,可生化性好。

3 人工湿地适用性分析

3.1 人工湿地组合形式多样

国内外学者从工程设计的角度出发,按照系统

收稿日期: 2011-10-19, 修订日期: 2011-11-08。

作者简介: 陈晓东,男,1962年生,高级工程师,主要从事环境生态与污染修复方面研究。

布水方式的不同或水在系统中流动方式不同划分为表面流人工湿地(自由表流湿地和构筑表流)、潜流人工湿地(水平潜流人工湿地、垂直潜流人工湿地)。不同类型的人工湿地对特征污染物的去除效果不同。因此需要根据当地环境和自然条件现状、经济承受能力、排水标准等条件因地制宜进行工艺组合,可采用水解酸化与人工湿地、一级强化与人工湿地、二级生化与人工湿地等工艺路线组合。

3.2 人工湿地处理效果稳定

由于沈阳地处北方地区,冬季气温较低,必须考虑冬季降温导致植物死亡和微生物失活而使人工湿地运行效率降低的问题。潜流式人工湿地因水流在底面流动更容易适应寒冷气候,适合在沈阳地区运行。在冬季,人工湿地对 BOD_5 、 COD_{Cr} 、TSS 等的去除率与温度高的夏季接近。对 N、P 有机物的去除效果要低于其他季节。N、P 有机物的去除是人工湿地在北方低温季节能否高效运行的关键。考虑冬季气温降低导致人工湿地系统活性降低对 N、P 有机物去除率等因素,许多研究者都对传统的人工湿地技术进行了一定的改进。比较常用的是在处理系统前增加预处理措施,如增加化粪池、浮动生物床等,也有的在系统中增加曝气以提高溶解氧。湿地植物对 N、P 物质的吸收,在整个人工湿地处理系统中起着重要的作用。选择植物时,应该选择与当地条件相适应、繁殖性能强、氧气传输能力好的抗寒性植物。

3.3 人工湿地冬季运行可靠

在北方寒冷地区,冬季气温较低,持续时间长,如沈阳地区冬季从每年 11 月至第二年 3 月,最低气温 -30°C 左右。在这样的低温条件下,湿地植物出现休眠现象,根系微生物代谢减缓。因此,做好保温工作是保证人工湿地在北方应用的重要保证,可减小因污水蒸发蒸腾和流动造成的能量损失,有助于维持和提高湿地内温度。在人工湿地设计时应根据标准冻深确定湿地单元深度,此外,在潜流型人工湿地表层采取了覆盖保温材料的办法,保温材料尽可能就地取材,可用收割晒干后的湿地植物以及稻草。将保温材料在潜流湿地土壤表面铺设一层,形成约 0.3 m 的保温层,然后上面再铺设保温薄膜,用稻草捆等压住,防止大风将薄膜破坏。对于进、出水管、渠道以及阀门井也需要加大保温处理,增加保温层的厚度,以确保整个水流系统的畅通和系统的正常运行。

3.4 人工湿地经济指标合理

人工湿地建设简单、基建投资低,吨水建设投资

约为二级污水处理厂的 1/3~1/4。常规污水处理系统为保证污水处理效果良好,运行过程中还需加入药剂使污水达标排放;而人工湿地系统中只需 1~2 名人员做好日常维护即可,与同等规模污水处理设施相比,其运行费只需后者 1/4 左右。另外,人工湿地将污水处理与景观相结合,具有良好的环境效益。

4 典型工程实例

4.1 法库县大孤家子镇污水处理

(1) 设计流量:400 m^3/d 。

(2) 工艺流程:污水处理对象以所在地平房区散排生活污水为主,污水汇集进入格栅井,利用格栅井中的格栅拦截水中较大的漂浮物和悬浮物,然后进入酸化池均化水质并在其内进行水解酸化,将难降解的大分子分解为易于生物降解的小分子有机物,大大提高污水可生化性。耐冲击负荷,同时大幅度降低了后续人工湿地的负荷。水解酸化池出水泵入潜流人工湿地,污水在潜流人工湿地表面以下流动,充分利用人工湿地填料表面成长的生物膜、丰富的根系及表层土和填料截留等作用,使污水得以净化。本系统运行稳定、抗冲击能力强、能够保证全年运行,尤其是保证北方冬季正常运行。工艺处理流程图 1。



图 1 工艺处理流程

(3) 设计参数

设计参数见表 1。

表 1 水解酸化—潜流湿地处理组合工艺设计参数

处理单元	水力负荷	停留时间	有效水深	COD_{Cr} 去除率
水解酸化池	—	4~6 h	2.5~4 m	20%~30%
潜流人工湿地	<0.5 m^3/d	1~3 d	1.2 m	45%~85%

系统进水水质 COD 低于 260 mg/L ,出水可以达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》中二级标准。

(4) 经济指标

工程总投资 97.2 万元,运行费用为 0.3~0.4 元/ t 水,日常安排专人不定期维护,清理运送栅渣,种植、管理、收割水生植物,保证潜流人工湿地运转正常。

4.2 东陵区前进村污水处理

(1) 设计流量:500 m^3/d

(2) 工艺流程:污水处理对象以所在地楼房区排放生活污水为主,一级强化单元采用一体化地埋

式设备,设备中包括接触氧化池、二沉池、中间池,生物接触氧化池内设填料。其优势在于施工周期短,运行简便,易管理,并且具有处理负荷高、耐冲击负荷、不产生污泥膨胀,污泥产生量少、运行稳定可靠、管理方便等优点。工艺处理流程见图2。



图2 工艺处理流程

(3) 设计参数

设计参数见表2。

表2 一级强化—潜流湿地处理组合工艺设计参数

处理单元	水力负荷	停留时间	有效水深	COD _{Cr} 去除率
一级强化	—	7~8 h	2~2.5 m	60%
潜流人工湿地	<0.5 m/d	1~3 d	1.2 m	45%~85%

进水水质中 COD_{Cr} 为 200~300 mg/L,出水水质可以达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级B标准。

(4) 经济指标

工程总投资 112.9 万元,运行费用为 0.4~0.5 元/水。操作人员只需定时巡视现场,及时清理、运送栅渣,种植、管理、收割水生植物,保证潜流人工湿地运转正常。

5 结语

实践证明,人工湿地应用于沈阳地区的农村污水处理是适用可行的。尽管会受到低温的不利影响,但采取适当的保证措施和工艺组合,仍然可以达到满意的去除效果。采用人工湿地处理技术建设村镇污水处理工程,解决了沈阳市农村建设中污水治理缺乏实用技术问题,对沈阳市生态城市建设、村镇的水环境改善有着重大的现实意义。

参考文献

[1] 崔玉波, 韩相奎, 宋铁红. 潜流人工湿地污水处理技术的效能与设计[J]. 环境科学动态, 2003(2): 23-25.

[2] Ham J H, Yoon C G, Jeon J H, et al. Feasibility of a constructed wetland and wastewater stabilization pond system as sewage reclamation system for agricultural reuse in a decentralised rural area[J]. Water Science & Technology, 2007, 55(1/2): 503-511.

[3] Munoz PM, Drizo A W, Hession C. Flow patterns of dairy wastewater constructed wetlands in a cold climate [J]. Water Research, 2006, 40(17): 3209-3218.

[4] Solano M L, Soriano O P, Ciria M P. Constructed wetlands as a sustainable solution for wastewater treatment in small villages [J]. Biosystems Engineering, 2004, 87(1): 109-118.

[5] 柳君侠, 李明月. 浅谈人工湿地在我国农村污水处理中的研究及应用现状[J]. 环境科学, 2010(2): 64-65.

截至目前, 辽河治理再定新目标——退出重点治理名单 新建湿地 20 个, 达到增加河道水量、净化水质、涵养水源、降解污染等目的, 同时实施河道清淤、严禁采砂、河滩封育、综合整治、沿河道路建设及养护等工程。

辽河治理已取得了明显的阶段性成果。按化学需氧量考核, 2009 年底辽河干流考核断面全部消灭劣 Ⅴ 类水体, 提前一年实现辽宁省政府提出的治理目标, 首次实现枯水期均值符合 Ⅳ 类水质标准。2011 年 5 月, 在国家 6 部委对辽宁省辽河流域“十一五”水污染防治规划实施情况的考核中, 辽宁省取得了总分 95.3 分的好成绩, 完成情况居全国领先地位。

在成绩面前, 辽宁没有止步不前。辽宁省省长陈政高在听取环保厅、水利厅、财政厅等各部门关于辽河治理工作的汇报后, 亲自部署并提出了明确要求, 辽河治理已进入关键时刻, 辽河治理攻坚战已全面打响。争取到 2012 年底, 提前 3 年完成国家重点流域治理任务, 率先退出全国“三河三湖”重点治理名单, 摘掉重污染的帽子。

目前, 在对干流水质有影响的 27 个主要支流口上, 已建成 9 个支流河口湿地, 在此基础上, 将新建 9 个支流河口湿地, 让辽河全面休养生息。最终达到干流沿线湿地 5 个、支流河口湿地 18 个的目标, 实现“5 朵金花”、“18 颗珍珠”的美好设想。

为进一步夯实辽河治理保护工作的基础, 并确保打赢辽河治理攻坚战, 辽宁省确定了污染源头治理、辽河干流重点生态保护与修复、支流河口湿地建设及流域垃圾处理四大工程, 计划实施重点项目 197 个, 总投资约 33.75 亿元。

在扎实推进农村“以奖促治”的基础上, 辽宁省将重点围绕饮用水安全实施农村环境连片整治, 同时, 解决垃圾和畜禽粪便造成的环境问题。从今年起, 计划在沿河乡镇建设生活垃圾无害化处理场、卫生填埋场 34 个, 通过流域垃圾处理工程, 减少农村面源污染。

据了解, “十二五”期间, 辽宁将累计建设污水处理厂 900 座以上, 实现乡乡有污水处理厂, 即全省各乡镇都有污水处理设施的目标, 这是辽宁继“十一五”期间实现县县都有污水处理厂之后的又一重大举措。

有关专家表示, 现在只是以 COD 为指标的单项考核, 未来要完全按照地表水水质进行全指标考核, 是全年最低值而不是均值的考核, 辽河能否恢复为 Ⅳ 类水依然任重道远。但是, 根据辽河的水质现状, 通过进一步的污染治理, 完全有可能实现干流水质全年全指标考核均达到地表水 Ⅳ 类标准, 支流水质全年全指标考核不低于 Ⅴ 类的目标。有专家论证, 到 2012 年底, 辽河干流水质基本能够恢复水体功能, 由污染治理转向生态修复, 由国家治理转向地方保护, 由重症监护转向长期保养。

辽河干流重点生态保护与修复工程的主要目标是

(霍桃 丁冬)