

人工湿地处理农村生活污水应用研究

常玉华, 郭健

(浙江省玉环县环境保护局, 浙江 玉环 317600)

摘要:近年来,随着新农村建设广泛开展,加快推进农村生活污水治理迫在眉睫。人工湿地处理农村生活污水是一种相对低碳、绿色的生态处理模式,倍受关注。本文阐述了人工湿地处理污水的作用机理,归纳分析对比了几种复合型人工湿地处理工艺在农村生活污水处理中的应用,最后提出复合人工湿地工艺处理农村生活污水的选用原则。

关键词:农村生活污水;人工湿地;作用机理;处理工艺;应用

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759 (2012)06-0036-03

STUDY ON APPLICATION OF CONSTRUCTED WETLAND FOR RURAL DOMESTIC SEWAGE TREATMENT

CHANG Yu-hua, GUO Jian

(Yuhuan Environmental Protection Bureau, Yuhuan Zhejiang, 317600, China)

Abstract: In recent years, with the extensive development of construction of new countryside, the rural domestic sewage treatment has become imminent. Constructed wetland for rural domestic sewage treatment is a relatively low carbon and green ecological treatment model and has become an increasing concern. This paper describes the mechanism of constructed wetland for sewage treatment, analysis and compares the application of several composite constructed wetland treatment process for rural domestic sewage. Finally, the selection principle of the composite constructed wetland technology for rural domestic sewage treatment was suggested.

Keywords: rural domestic sewage; constructed wetland; mechanism of action; treatment process; application.

近年来,随着人们生活质量的改善和人口密度的增加,农村生活污水排放量逐年增加,虽然目前已开始农村生活污水治理工作,但污水处理设施建设却远远未能满足要求,大量生活污水仍然直接排入或超标排入农村附近的河流池塘,将地表河道当成纳污体,引起严重的河道污染。尤其在枯水期,污染物难以稀释,水质经常出现超标现象,导致水体发臭发黑,丧失正常水功能,对居民的身心健康造成了潜在的威胁。“十二五”期间,社会主义新农村建设广泛开展,为加快推进农村

生活污水治理工作,提升农村水环境保护水平提供了重要契机。

目前,由于我国农村地区生活污水的水质、水量和排放方式方面具有自身特点,主要表现为水质可生化性好,几乎不含有毒有害有机物;水量变化大,排放不均匀;分散广,收集困难。且目前绝大部分农村地区没有大型的管网式污水收集体系和污水处理厂,生活污水主要靠就近建设分散式处理设施进行处理,处理技术种类繁多如,化粪池、稳定塘、好氧生物处理、MBR(膜生物反应器)、人工湿地等^[1-3]。相对于其他处理技术,人工湿地处理

污水具有高效率、低投资、低运费和维护简单等优点,是一种较好的处理技术。本文介绍了人工湿地系统处理污水的作用机理,对不同复合型人工湿地技术模式的处理工艺特点、处理效果、优缺点及适用性进行了对比分析,以更好的引导人工湿地处理技术在农村生活污水处理中的应用。

1 人工湿地系统

湿地是一种类介于陆地和水域之间过渡的生态系统,对水体生态环境的净化起着十分重要的作用,由于其独特的环境保护和生态修复功能,享有"地球之肾"的美誉。人工湿地系统在模拟自然湿地的基础上对自然湿地的污水净化能力进行了强化,该系统一般由人工基质(多为碎石)和生长在其上的沼生植物(芦苇、茭白、菖蒲等)组成,是一种独特的"土壤-植物-微生物"生态系统,利用土壤、人工介质、植物、微生物的物理、化学和生物三重协同作用,对污水进行处理的一种技术^[4,5]。其生态系统的作用机理包括吸附、滞留、过滤、沉淀、微生物分解、转化、氧化还原、养分吸收等,其中悬浮物的去除主要通过填料及根系阻挡截留,有机质的去除主要通过生长在填料和植物根系中的微生物的同化吸收及异化分解,同时系统中因植物根系对氧的传递释放,使其周围的环境中依次出现好氧、厌氧和缺氧状态,保证了废水中氮、磷不仅能被植物和微生物作为营养成分而直接吸收,而且还可以通过硝化、反硝化作用及微生物对磷的过量积累作用将其从废水中去除,老化的微生物作为肥料被植物吸收,最后通过湿地基质的定期更换及植物收割使污染物最终从系统中去除。人工湿地处理技术主要分为4种类型:表面流湿地;潜流湿地;垂流湿地;潮汐流湿地,其中潜流人工湿地是由于污水在地表以下流动,充分利用填料截留等整个系统的协同作用,具有保温性好、处理效果受气候影响小、卫生条件较好的特点,是目前采用较多的人工湿地类型。

2 复合型人工湿地处理工艺

简单的人工湿地系统由预处理单元和湿地单元组成,预处理单元目的主要是减少悬浮物,防治湿地填料堵塞,确保人工湿地系统的稳定性,处理设施主要包括:格栅,沉淀池、人工湿地,对于污染物浓度较低的农村生活污水效果较好。随着农村居民生活水平的提高,农村生活污水中污染物浓度也在提高,单一的人工湿地处理技术处理农村

生活废水往往不能达标排放,近年来,人工湿地和其他处理方式组合形成的复合型人工湿处理模式越来越受显示出更优异处理效果,并倍受关注。复合工艺就是将生态处理系统的不同类型按照进出水水质,场地条件,目的进行组合或与其他污水处理工艺相结合使用,可以提高处理系统的处理负荷、处理效果等,已更好的达到污水净化的效果。

2.1 加强型生物化粪池/潜流人工湿地处理工艺

本工艺流程包括加强型生物化粪池系统、潜流人工湿地处理系统组成(见图1)。生活污水经外部管网收集后,先进入加强型生物化粪池,加强型化粪池由三相分离缺氧单元、上流式厌氧接触单元和自充氧生化单元三部分组成。在三相分离缺氧单元中实现生活污水固液分离和部分悬浮物的去除,同时通过水解酸化提高污水的可生化性,在上流式厌氧接触单元进一步削减污染物含量,在自充氧生化单元中,通过水力充氧完成氨化反应,同时池内悬挂的填料可提高污染物的去除效果。最后污水进入潜流人工湿地,本单元综合了物理、化学和生物的三种作用对污水进行进一步的处理。

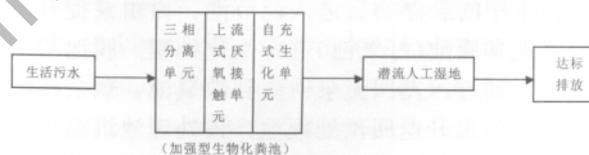


图1 加强型生物化粪池/潜流人工湿地处理工艺流程

本工艺投资成本低,处理系统基本无动力运行费用,其他费用低且产生周期长。但对环境因素的变化较为敏感,且加强型化粪池需由专业操作队伍进行清理。本工艺主要适用于小规模分散型农村生活污水处理,一般几户到几十户为一组建设处理设施。南方某地采用该工艺以10户为一组设计污水处理设施,经50天的培养驯化调试,系统进入稳定运行阶段,出水能达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级B标准^[6]。

2.2 厌氧/潜流人工湿地处理工艺

本工艺流程主要包括格栅、酸化池、厌氧池和潜流人工湿地(见图2)。生活污水经管网收集后,先经过格栅,截留去除大的杂质,然后通过进水泵房提升至酸化池和厌氧池。酸化池和厌氧池内挂生物填料,发挥了厌氧微生物对污水中有机物的厌氧生化处理作用,大分子有机物被分解成小分

子有机物,降低污水的一部分 COD、BOD、氨氮等指标。出水沉淀后,进入潜流人工湿地,充分利用人工湿地的吸附、拦截、吸收、降解等净化功能,实现对污水的精细化处理,有效降低污水的各项污染因子浓度,确保污水处理后达标排放。



图2 厌氧/潜流人工湿地处理工艺流程

本工艺运行费用低、能耗小,稳定性强、去除率高、系统运行管理方便,无需专业人员进行管理维护。但占地面积相对较大,受气候影响较大。该工艺主要使用于农村地区小规模生活污水的处理,南方地区气温较佳,最为适用。浙江开化县华埠镇新区生活污水采用该工艺处理,处理规模为 500 m³/d,经调试运行后,出水水质能达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级 B 标准。

2.3 MBR/表流人工湿地处理工艺

本工艺流程包括预处理单元、膜生物反应器处理单元、人工湿地单元(见图3)。污水经外部管网收集,先进入预处理池进行沉降,出水经格栅截留污水中的悬浮物后进入调节池,再由泵提升至缺氧池和膜池(好氧池)进行生化处理。膜池的回流污泥通过污泥回流泵回流到缺氧池,剩余污泥由潜污泵提升返回预处理池,预处理池沉淀污泥通过定期清掏处理。膜池出水引入人工湿地进行生态处理,进一步去除污染物并稳定水质,用于回用或排放。其中膜池主要是利用膜对混合液进行过滤,实现泥水分离,膜的截留作用可大幅增加活性污泥浓度使生化反应进行的跟迅速更彻底。



图3 MBR/表流人工湿地处理工艺流程

本工艺对进出水水质、水量变动有较强的适应性,出水水质好,占地面积小,系统产泥量少,维护方便,但是运行费用较高,适用于对出水水质要求较高的地区。太湖流域的宜兴市尹家村污水处理工程采用了该工艺处理农村生活污水,处理规模 60 m³/d,通过参数的合理选择,取得了较好的处理效果,出水水质达到《城镇污水处理厂污染物

排放标准》(GB18918-2002)的一级 A 标准[7]

2.4 人工湿地/稳定塘处理工艺

本工艺主要由格栅、厌氧池、人工湿地单元和稳定塘单元组成(见图4)。污水收集后,先经格栅截留去除大的悬浮固体杂质,然后进入沉淀池除去大量固体颗粒物,可缓解进入后续人工湿地的负荷,出水进入厌氧池,将大分子有机化合物转化为小分子有机物,提高水的可生化性;然后进入人工湿地,湿地具有独特的吸附、降解水中污染物的功能,可使潜在的污染物转化为资源。人工湿地出水排入稳定塘,可利用当地的自然塘或废弃水塘改造成稳定塘,稳定塘是一种构造简单、易于管理、处理效果稳定可靠的污水自然生物处理设施,污水在塘内通过长时间停留,利用水生植物的吸收净化作用及不同细菌的分解代谢作用,其有机物被进一步降解,实现对农村生活污水的脱氮除磷深度处理。



图4 人工湿地/稳定塘处理工艺流程

本工艺可保持较高的水处理负荷,抗冲击性能好,处理效果稳定,运行操作简单、费用低,景观性强,具有美化环境的功能。但处理效果受气候影响大,占地面积较大。适用于经济条件一般、水环境功能非敏感区域且有旧池塘或荒地利用的村庄。浙江淳安县某村利用经该工艺处理生活污水,经 50 d 的培养驯化调试,系统进入稳定运行阶段,出水水质能达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的一级标准[8]。

3 结论

人工湿地处理农村生活污水技术是一种相对低碳、绿色的生态处理技术,具有投资省、工艺简单、运行成本低、净化效果好的优点,同时湿地中可以种植观赏植物和一些地方所特有的经济作物,即能产生一定经济效益,又能增加绿地面积,美化环境,实现人和自然的和谐共处,具有广阔的应用前景和良好的生态效益。我国各地农村地区在选用复合型人工湿地处理技术处理生活污水时,应根据自身的经济社会发展水平、区域特点、自然地理条件等特点,因地制宜的选用最合适自

(下转第 26 页)

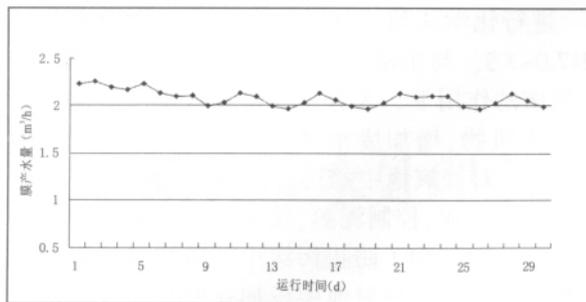


图2 MBR产水量曲线图

从图2可以看出,经过近30天的运行,MBR的产水量基本上稳定在 $2\text{ m}^3/\text{h}$ 左右,产水量比较稳定。在系统运行的前5天,产水量稍微大点达到 $2.2\text{ m}^3/\text{h}$,估计是膜表面基本未受污染。但是随着系统运行,膜表面浓差极化基本趋于稳定,产水量也趋于稳定,说明在数据统计的30天时间内膜未受较大污染,MBR膜清洗周期可以大于一个月,

表3 主要技术经济

项目	单位	指标	项目	单位	指标
处理能力	m^3/d	40	电费	元/吨·废水	2.1
工程投资	万元	45.8	人工费	元/吨·废水	0.67
工程占地面积	m^2	60	药剂费	元/吨·废水	2.0
年回用水	$\text{m}^3/\text{年}$	12000	膜更换费用	元/吨·废水	1.2
回用水收益	万元/年	6.0	(注:以膜使用寿命3年计)		
(注:当地水价5元/吨)			运行费用	元/吨·废水	5.97
年净收益	万元/年	-1.164	运行费用	万元/年	7.164

该工艺比较适应该废水的处理。

3 技术经济分析

项目主要技术经济分析见表3。

从上表可以看出,废水经处理后回用,废水处理站每年所需投入的运行费用较低,从而可以减轻污水处理站的运行成本。

4 小结

1)对磷化废水,化学沉淀预处理工艺可以部分去除绝大部分SS、COD、石油类及TP等污染物;

2)经膜生物反应器工艺处理后,出水水质较好,可以作为生产生活杂用水部分回用,减少新鲜水的消耗,降低废水排放对周边水体的影响;

3)膜生物反应器作为磷化废水的主体处理工艺,占地面积小,自动化程度高,比较适合在磷化企业中进行推广,有利于该行业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 徐保林. 磷化废水除磷絮凝剂的研制与应用研究[D]. 武汉, 武汉理工大学, 2008, 16~17.
- [2] 张显忠, 张智, 魏虎兵. 酸洗磷化废水处理工程[J]. 水处理技术, 2007, 33(8): 85~87.
- [3] 刘召平, 陆少鸣, 李杉. 铁盐同步除磷研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 3(6): 16~19.

(上接第38页)

身条件的处理工艺,也可通过改造河道、水塘、自然湿地等,构建复合湿地处理系统,在确保污水达标排放的同时,以达到处理效益的最佳化和环境效果的最优化。

参考文献

- [1] 王玉华,方颖,焦隽. 江苏农村"三格式"化粪池污水处理效果评价[J]. 生态与农村环境学报, 2008, 24(2): 80~83.
- [2] Abegglen, C., Ospelt, M., Siegrist, H. Biological nutrient removal in a small-scale MBR treating household wastewater [J]. Water Re-

search, 2008, 42:338~346.

- [3] 叶红玉,曹杰,王浙明,等. 浙江省农村生活污水处理技术模式导向研究[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(3): 95~99.
- [4] 梁祝,倪晋人. 农村生活污水处理技术与政策选择[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2007, 7(3): 18~22.
- [5] 贾晓竟,毕东苏,周雪飞等. 农村生活污水生态处理技术研究与应用进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(31): 19307~19309.
- [6] 范建伟,张杰,尹大强. 加强型生物化粪池/潜流人工湿地处理农村生活污水[J]. 中国给水排水, 2009, 25(24): 69~71.
- [7] 蒋岚岚,刘晋,钱朝阳等. MBR/人工湿地工艺处理农村生活污水[J]. 中国给水排水, 2010, 26(4): 29~31.
- [8] 李松,单胜道,曾林慧等. 人工湿地/稳定塘工艺处理农村生活污水[J]. 中国给水排水, 2008, 24(10): 67~69.