

某农村生活污水治理工程实例

马根朝^{1,2,3}, 徐超^{1,2,3}, 陈佳佳^{1,2,3}, 蒋永伟^{1,2,3}, 曹蕾^{1,2,3}, 张耀辉^{1,2,3}, 曲常胜^{1,2,3}, 刘阳⁴

(1.江苏省环境工程技术有限公司,江苏南京210019;2.江苏省工业园区规范化建设及智慧化管控工程研究中心,江苏南京210017;
3.江苏省重点行业减污降碳协同控制工程研究中心,江苏南京210036;4.南京工业大学安全科学与工程学院,江苏南京211816)

摘要:针对农村生活污水水质特点,结合某农村生活污水实际情况,设计采用了“格栅池+调节池+A²O+人工湿地”组合工艺,其中生物处理段采用了A²O生物接触氧化工艺,湿地采用了垂直流+水平流人工湿地工艺。污水处理站点建成后,在设计进水水质的条件下,出水水质能稳定达到DB32/3462—2020一级A标准。该工艺对污染物处理效果好,可作为农村生活污水高标准治理技术进行推广。

关键词:农村生活污水;高标准治理;A²O生物接触氧化工艺;水平流人工湿地;垂直流人工湿地

中图分类号: X703.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)08-0116-04

0 引言

为深入贯彻中央关于改善农村人居环境的重要指示批示精神,落实坚持把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重,全面实施乡村振兴战略的要求。江苏省某地区为首批开展农村生活污水社会化治理试点区,肩负重任,要求到2023年底,试点地区因农村生活污水未治理导致的农村黑臭水体基本消除,治理水平明显提升,形成可复制可推广的农村生活污水社会化治理模式。

农村生活污水主要由灰水和黑水构成。灰水为居民生活过程中产生的洗浴、洗衣服和厨房污水等生活杂用水;黑水主要为居民生活过程中厕所排放的粪便污水^[1-3]。常规的农村生活污水处理工艺有AO^[4]、AO+人工湿地^[5]、改良AO+人工湿地工艺、净化槽工艺^[6]、MBR工艺等。

1 工程概况

目前该区农村生活污水处理模式有纳管、外运和相对集中处理。“纳管”即靠近二级市政污水管网

的农村污水经收集后统一就近接入市政管网;“外运”主要集中于距二级市政管网较远,不具备采用污水处理设施条件的农村,该模式在污水管网终端设置截污池,由相关单位定期收集并外运至附近污水处理厂;除上述情况以外的农村均采用相对集中处理模式,尾水处理达标后就近排放。

在已采取生活污水相对集中处理模式的村庄中,由于处理设施建设年限久远、老旧、处理能力不足等问题,出水水质已不满足最新的《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB32/3462—2020)相关要求,因此需要对此类污水处理设施进行改造或重建,以保证污水的有效处理。另外针对目前还尚未进行农村生活污水治理的村庄,要求实现村庄生活污水的全覆盖、全收集和全处理。现以新建的农村生活污水处理站点为例,对该区某农村生活污水治理进行介绍。

2 设计规模及进出水水质

2.1 设计规模

某村农村生活污水治理建设的处理站点规模为50 m³/d。

2.2 设计进出水水质

一般农村生活污水水量小,污水水质浓度较低,且可生化性好,但水质波动范围及变化系数大^[7-8]。设计进水水质综合考虑该区农村污水主要来源为农户生活排水的特点,并结合居民生活习惯、当地经济发展水平、前期设计经验以及实测水质等确定设计进水水质。设计出水水质执行江苏省《农村生活污水处理

收稿日期:2023-05-29

基金项目:江苏省环境工程技术有限公司科研项目(JSEP-GJ20220010-RE-ZL);江苏省生态环境科研项目(2021001)

作者简介:马根朝(1989—),男,硕士,工程师,从事水污染治理技术研究及市政工程、环保工程等方面的咨询与设计工作。

通信作者:刘阳(1990—),女,硕士,实验师,从事化学和污染防治及实验室建设与管理工作。电子信箱:ly240730939@njtech.edu.cn

理设施水污染物排放标准》(DB32/3462—2020)一级标准 A 标。具体设计进、出水水质如表 1 所列。

表 1 设计进、出水水质					
单位:mg/L					
项目	COD _{cr}	NH ₃ -H	TP	TN	SS
设计进水	≤400	≤60	≤7.0	≤80	≤200
设计出水	≤60	≤8(15)	≤1	≤20	≤20

注:括号外数值为水温>12℃时的控制指标,括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

3 污水处理工艺流程

考虑到水质排放要求、建设成本、运行费用等因素,在工艺的选择上应考虑:(1)处理工艺应考虑一定的污水变化系数,具有较强的抗冲击负荷能力;(2)出水水质能稳定达标;(3)运行简单、维护方便;(4)建设、运行费用相对较低。

结合该区在以往农村生活污水治理上积累的经验,选取以下 3 种工艺路线进行比选,比选内容如表 2 所列。

表 2 污水处理工艺方案比选一览表			
项目	方案一 (格栅池+调节池+A ² O)	方案二 (格栅池+调节池+A ² O-MBR)	方案三 (格栅池+调节池+A ² O+人工湿地)
应对冲击负荷	差	较好	好
占地面积	较小	小	较大
一次性投资	低	高	较高
运行费用	低	较高	低
管理维护	简单	复杂	简单
自动化程度	一般	高	一般
污泥产量	较少	少	较少
稳定达标	差	好	好

通过工艺比选以及结合该区农村生活污水进水特点及处理要求,遵循运行可靠、出水水质稳定达标、较强的抗冲击负荷能力、适当降低运行成本等原则,最终选方案三作为该区农村生活污水处理工艺。

该工艺选用了“格栅池+调节池+A²O+人工湿地”组合的处理工艺,其中污水处理前端建有调节池,能有效应对水力冲击负荷,提高了系统运行的稳定性;生物处理段采用 A²O 生物接触氧化工艺^[9],通过该工艺能有效提高污染物的去处效率;湿地采用垂直流+水平流组合的人工湿地,该工艺能进一步提高相关污染物的去除,保证了出水水质稳定达标排放,工艺流程如图 1 所示。

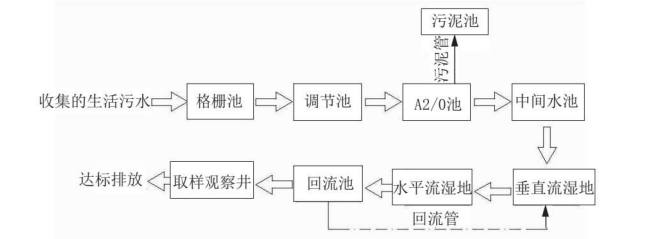


图 1 农村生活污水处理工艺流程图

4 主要构筑物及设计参数

4.1 格栅池

功能:拦截生活污水中的杂质,其中栅渣定期进行清掏,外运处置;

数量:1 座,钢混结构,全地下式;
设计尺寸:1.8 m×1.0 m×3.5 m;
主要设备:平板格栅,栅宽 1 100 mm,间隙 10 mm。

4.2 调节池

功能:混合和调节来水,达到均质均量的目的,提高后续处理单元的抗冲击负荷能力;

数量:1 座,钢混结构,全地下式;
设计尺寸:4.5 m×3.0 m×3.5 m;
设计参数:有效水深 2.0 m,有效容积 27 m³,停留时间 13.0 h;

主要设备:潜污泵 2 台(1 用 1 备),Q=10 m³/h,H=10 m,P= 0.75 kW。

4.3 一体化 A²O 生物接触氧化池

功能:对生活污水中主要污染物进行去除,保证出水达标;

数量:1 座,玻璃钢成品,全地下式;
设计尺寸:φ3.0 m×7.8 m,50.0 m³/d;
设计参数:内部分为厌氧区、缺氧区、好氧 1 区、好氧 2 区、沉淀区,总停留时间为 26.5 h;

主要设备:曝气泵 1:2 台,Q=500 L/min,P= 0.47 kW;曝气泵 2:1 台,Q=80 L/min,P=0.055 kW。

4.4 中间水池

功能:对生化系统出水进行调节及提升,通过布水装置均匀分配至垂直流人工湿地;

数量:1 座,钢混结构,全地下式;
设计尺寸:3.0 m×3.0 m×3.5 m;
设计参数:有效水深 2.5 m,有效容积 22.5 m³,停留时间 10.8 h;

主要设备:潜污泵 2 台(1 用 1 备),Q=10 m³/h,H= 10 m,P= 0.75 kW。

4.5 人工湿地

功能:深度处理单元,进一步降低污染物,保证

出水稳定达标;

数量:2座,包含垂直流人工湿地和水平流人工湿地各1座,钢混结构,半地下式;

设计尺寸:单座尺寸为10.0 m×12.5 m;

设计参数:有效水深0.8 m,人工湿地设计水力负荷为0.4 m³/(m²·d),停留时间为48 h。

4.6 回流水池

功能:人工湿地最终出水先进入回流水池,通过潜污泵回流至垂直流人工湿地;

数量:1座,钢混结构,全地下式;

设计尺寸:3.0 m×3.0 m×3.5 m;

设计参数:有效水深2.5 m,有效容积22.5 m³,停留时间10.8 h,设计回流比250%;

主要设备:潜污泵2台(1用1备),Q=24 m³/h, H=8.5 m, P=1.5 kW。

4.7 污泥池

功能:用于收集一体化A²O生物接触氧化池的剩余污泥,剩余污泥采用污泥车定期抽吸,外运处置;

数量:1座,钢混结构,全地下式;

设计尺寸:3.0 m×2.5 m×3.5 m;

设计参数:有效水深3.0 m,有效容积22.5 m³,剩余污泥采用气提方式通过导流筒进入污泥池内,溢流水回流至调节池。

4.8 设备间

功能:内部安装电磁流量计、曝气泵、电气设备柜等设备;

数量:1座;

设计尺寸:3.0 m×2.5 m。

5 工程设计特点

(1)采用了A²O生物接触氧化工艺,该工艺充分结合了生物膜法及活性污泥法的优势,将污水处理、

分离、过滤集于一体。在缺氧池及好氧池内安装了生物填料,能极大提高生物降解效率,另外该工艺具有高效的生物脱氮功能,从而大大提高了出水水质稳定达标的可靠性。

(2)A²O生物接触氧化处理后的尾水进入人工湿地系统,进行深度处理,通过植物吸收、微生物降解,以及吸附等作用,达到深度处理,从而更好地保证了尾水的稳定达标排放。

该工程设计的湿地基质级配从下到上依次为:粒径为20~40 mm碎石30 cm、生物质炭滤料40 cm,粒径为10~20 mm陶粒10 cm。为强化脱氮除磷效果,垂直流人工通过布水方式的设计营造了好氧及厌氧区域。水平流人工湿地填料进行了优化,选用的为渗透性能较好的砂石、生物质炭滤料、陶粒,能大幅度提高人工湿地的水力负荷,并防止堵塞等问题。污水流过人工湿地后,通过截留、吸附和生物降解等作用促进了污染物的去除,满足高标准下的出水水质要求^[10]。

(3)为节省占地面积,该工程对格栅池、调节池、中间水池、回流水池及污泥池进行了合建设计,合建的综合水池平面如图2所示。

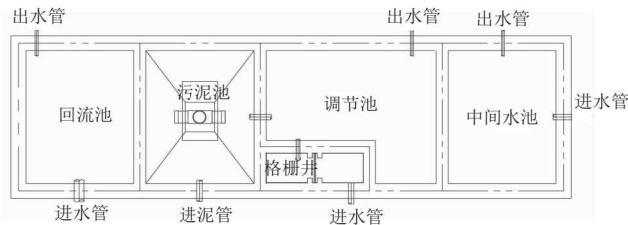


图2 组合池平面图

6 工程运行效果

该工程于2021年建设完成,运行以来,出水水质稳定达到江苏省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB32/3462—2020)一级标准A标,出水水质见表3。

表3 出水水质一览表

水质指标		水量/(m ³ ·d)	COD _{cr} /(mg·L)	NH ₃ -N/(mg·L)	TN/(mg·L)	TP/(mg·L)	SS/(mg·L)
设计进水水质			≤400	≤60	≤80	≤7.0	≤200
A ² O生物接触氧化	去除率		90.3%	92.3%	73.8%	80.7%	91.2%
	出水		39.0	4.6	21.0	1.4	17.6
垂直流人工湿地	去除率		30.0%	25.0%	25.0%	30.0%	35.0%
	出水	50	30.0	3.7	16.8	1.0	13.0
水平流人工湿地	去除率		20.0%	15.0%	20.0%	30.0%	30.0%
	出水		25.0	3.2	14.0	0.8	10.0
总去除率			93.8%	94.7%	82.5%	88.6%	95.0%
设计出水标准			≤60	≤8(15)	≤20	≤1	≤20

7 投资及运行成本

由于涉及太湖流域保护区,出水标准较高,该工程设计了人工湿地系统,占地面积相对较大,投资相对较高,以该工程 50 m³/d 处理能力为例,占地面积约 400 m²,污水处理站点吨水投资成本约 2.1 万元,运行成本相对较低,吨水运行成本约 0.5 元 /m³。

8 结 语

(1)结合该区农村生活污水水质特点,采用“格栅池 + 调节池 + A²O 生物接触氧化 + 垂直流人工湿地 + 水平流人工湿地”处理工艺,处理效果显著,出水水质优于江苏省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB32/3462—2020)一级标准 A 标。

(2)该工程选用一体化处理装置,具有建设周期短、运行维护方便、运行费用低等优点,该工艺可作为农村生活污水高标准治理技术进行推广。

(3)该工程具有良好的环境效益及经济效益,工程建成后最大能削减 COD_{cr} 排放量为 6.2 t/a, 削减 NH₃-H 排放量为 0.95 t/a,削减 TP 排放量为 0.11 t/a,

削减 TN 排放量为 1.1 t/a。

参考文献:

[1] 贾小宁,何小娟,韩凯旋,等.农村生活污水处理技术研究进展[J].水处理技术,2018,44(9):22-26.

[2] 刘建,胡啸,李轶.垂直流人工湿地处理农村分散生活污水的应用与工程设计[J].水处理技术,2011,37(6):132-135.

[3] 王波,刘春梅,赵雪莲,等.我国村镇生活污水处理技术发展方向展望[J].环境工程学报,2020,14(9):2318-2325.

[4] 宋亚宁.A/O 工艺在乡镇污水处理中的应用研究[J].现代盐化工,2018(2):85-86.

[5] 李晓东.A/O 及人工湿地耦合工艺处理县城生活污水[J].环境保护与循环经济,2012(9):54-55.

[6] 吴光前,孙新元,张齐生.净化槽技术在中国农村污水分散处理中的应用[J].环境科技,2010,23(6):36-40.

[7] 王俊安,魏维利,潘华崑,等.村镇污水处理系统设计与工程实践[J].给水排水,2017,43(11):33-38.

[8] 李鹏峰,孙永利,隋克俭,等.我国农村污水处理现状问题分析及治理模式探讨[J].给水排水,2021,47(12):65-71.

[9] 王田天,周伟,刘兴,等.改良 AAO 一体化设备处理农村生活污水的研究[J].中国给水排水,2018(7):75-79.

[10] 武毛妮.陕南农村生活污水处理实例[J].中国给水排水,2018,34(24):95-99.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com