

AAO+一体化MBR膜池在农村污水站中的应用

叶雨柔

福建省建筑科学研究院 福建 福州 350000

摘要:随着我国国民经济持续快速的发展,水环境污染的问题日益严重,为改善周边地表水体及近岸海域水质,我们需要对污水站点处理后的尾水水质还没有达到GB18918-2002一级A标准的污水处理厂进行提标升级改造。本文以长乐区某村污水处理站点作为研究的对象,分析采用“AAO+一体化MBR膜”处理工艺对于农村污水的改造优势。介绍该污水处理站点提标改造工程的工艺流程、各单体设计参数、运行效果,并总结该工程设计的特点。污水厂提标改造采用“AAO+一体化MBR膜”工艺的处理效率比较高、运行稳定及改造面积小,使该组合工艺在目前众多的农村污水改造工艺中被广为使用,本次提标改造通过采用“AAO+一体化MBR膜”处理工艺,污水处理系统运行稳定,出水水质达GB18918-2002一级A标准。^[1]

关键词: AAO工艺;一体化MBR膜;农村污水处理

1 绪论

伴随社会经济发展与人类文明进步,人类逐步认识到污染控制和环境保护对繁荣经济和稳定社会的重要性。近年来,环境保护作为我国的一项基本国策,受到了社会和各级人民政府的重视,国家的各项环保政策、各项法规都对水污染防治提出了非常具体的要求。

本工程所涉及的村庄最终接纳水体所能容纳的污染物容量是有限的。地表水体的污染不仅会使环境恶化,还将会造成地下水的污染,从而影响下游供水。本项目的建设将减少BOD、COD、SS、N、P等污染物的排放,因此,本项目的改造,对保障各村庄用水水质和居民身体健康是有必要的。

根据福州市长乐区住房和城乡建设局《关于乡镇村居污水入户管网建设工作的请示》(长建排水[2018]1号),本次工程污水处理设施污染物排放指标要执行一级A的排放标准要求^[1]。本次提标改造工程,采用“AAO+一体化MBR膜”作为处理工艺,可以提高去除COD、BOD、总氮、氨氮、悬浮物和总磷的去除率,污水处理系统运行稳定,出水水质达GB18918-2002一级A标准。本文通过介绍该污水处理站点提标改造工程的工艺流程、各单体设计参数、运行效果,并总结该工程设计的特点,对类似的农村污水处理站点提标改造工艺的

选择具有参考借鉴意义。

2 工程概况

2.1 工程背景

长乐区属中亚热带海洋性季风气候区,夏长冬短,暖和湿润。年平均气温约19.3℃。1月平均气温约10.3℃,极端低温-1.3℃;7月平均气温28.3℃,极端高温37.4℃。无霜期333天。降水量1382.3毫米。年平均风速每秒4.1米,大多东北风。

目前长乐区某村污水处理站点于2016年通水调试运行,总规模为300m³/d,二级处理采用AAO+二沉池工艺;消毒采用管道式紫外线消毒工艺;尾水水质排放执行GB18918-2002一级B排放标准。接纳水体为上洞江,是长乐区的主要内河。地方政府要求对该污水处理厂进行提标升级改造,确保尾水水质达到GB18918-2002一级A排放标准,本次提标改造工程采用“AAO+一体化MBR膜”工艺。

2.2 规模和进出水水质

根据福建省住房和城乡建设厅于2019年1月份发布的《福建省农村生活污水处理技术指南》中的内容,本次改造的农村污水处理站点处理规模为300m³/d;污水处理设施的尾水排放提升至GB18918-2002《城镇污水处理设施污染物排放标准》中的一级A排放标准。数值见表1-1。

表1-1 本项目污水站点进、出水水质及去除率

项目	SS	TP	pH值	粪大肠菌群	BOD ₅	TN	NH ₃ -N
进水水质 (mg/l)	≤ 200	≤ 3	6~9	—	≤ 150	≤ 40	≤ 30
出水水质 (mg/l)	≤ 10	≤ 0.5	6~9	≤ 1000	≤ 10	≤ 15	≤ 5(8)
去除率 (%)	≥ 95	≥ 83.3		—	≥ 93.3	≥ 62.5	≥ 83(73)

2.3 原有污水污泥处理工艺

污水预处理工艺:采用细格栅+调节池;

二级处理工艺：采用AAO+二沉池；

消毒工艺：采用紫外消毒；

3 污水处理工艺设计^{[2]-[4]}

3.1 本项目生物处理工艺现状

现状采用：AAO+二沉池工艺；由于该工艺的脱氮效果偏弱，出水满足不了《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级A排放标准，本次将二级处理单元进行改造。

3.2 生物处理工艺确定

目前，具有一定脱氮除磷效果且较为成熟的污水处理工艺有：AAO法、氧化沟法、CASS法等，由于氧化沟法、CASS法不适用于本次农村污水改造、水解酸化+接触氧化法出水水质一般，本次改造考虑保留AAO法。

目前这些工艺最终都是经沉淀消毒后排放，由于沉淀工艺本身精度不高，部分指标（如SS）无法达到一级A的排放要求，后续需要增加混凝沉淀、过滤等深度处理设施，而这些设施的增加必定增加建设用地，本工程为改造项目，用地有限。

由于本工程出水水质需达到GB18918-2002一级A标准，处理难度大，要求高，根据这一情况以及进水水质特点和出水水质要求，本着投资合理、运行费用经济、水质安全可靠的原则，本次改造采用同样具有除磷脱氮并能达到一级A标准的“A/A/O+膜生物反应器（MBR）”。

3.3 生物处理工艺介绍

MBR工艺把含高浓度MLSS的活性污泥处理和超滤膜

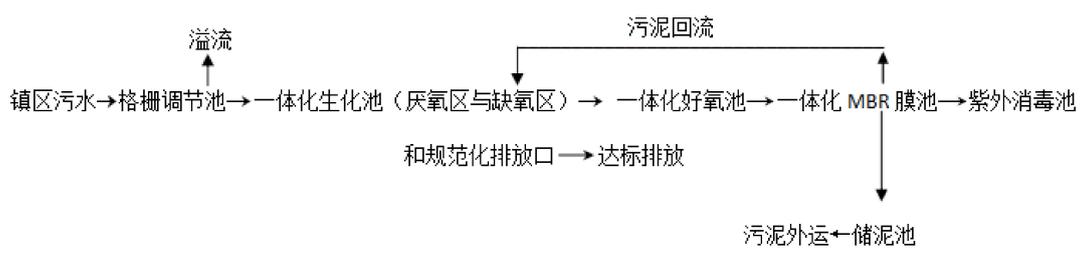
系统相结合。总体上，该工艺利用中空纤维膜（微/超滤膜）替代了传统活性污泥法的二沉池和三级深度处理中的砂滤。MBR将分离过程中的膜分离技术与传统废水生物处理技术有机结合，大大提高了固液分离效率，并且由于曝气池中活性污泥浓度的增大和污泥中特效菌（特别是优势菌群）的出现，提高了生化反应速率，同时，还可以通过降低F/M比以减少剩余污泥量。

相对于传统的活性污泥法来讲，它用膜分离取代了沉淀池的固液分离，可去除悬浮颗粒获得高质量的处理水质，与脱氮除磷工艺相结合，达到提标的目的，出水效果优于一级A，既节省了占地，又达到了高质量回用的目标。具有生化效率高、抗负荷冲击能力强、出水水质稳定、占地面积小、排泥周期长、易实现自动控制等优点。

3.4 污水污泥处理工艺流程

污水经中格栅去除直径大于10mm的悬浮物后在调节池中用潜污泵提升至一体AAO池，依次通过厌氧区、缺氧区和好氧区，去除大部分COD、BOD₅、氨氮和磷，生化后的污水进入MBR膜池，在MBR膜池中污水中的各种污染物质被进一步去除，通过MBR膜池的污水进入紫外消毒池，经消毒杀菌后，将污水中病原微生物和细菌杀灭，污水经过消毒后出水经规范化排放口自流排放到自然水体。

MBR膜池排出的剩余污泥通过污泥泵输送至储泥池，用吸污车定期外运，用于附近农田或绿地施肥或运至垃圾处理站。



4 污水处理工程

4.1 建设工程量

规模为300m³/d的污水站点主要构（建）筑物包括：地理式一体化MBR膜池。

4.2 原有二级处理构筑物工艺复核

1、厌氧及缺氧一体池

a、功能：在微生物作用下，去除有机物、脱氮除磷。

b、设计参数

数量：1座，流量：Q=12.5m³/h；结构：地下式玻璃

钢，尺寸：Φ3.1m，L=13m，有效容积：厌氧区25m³，缺氧区64.2 m³。有效水深：厌氧区2.8m，缺氧区2.75m。停留时间：厌氧区2h，缺氧区3h。回流比：缺氧区到厌氧区100%。

c、主要工程内容

组合填料：缺氧区27m³。Φ260曝气盘：缺氧区30个。缺氧区设2台污泥回流泵至厌氧区，单泵Q=12.5m³/h，H=7m，功率0.75kW，1用1备。原单体满足设计要求。

2、好氧池

a、功能：在微生物作用下，去除有机物、脱氮除磷。

b、设计参数

数量：1座，流量： $Q=300\text{m}^3/\text{h}$ ，结构：地下式玻璃钢，尺寸： $\Phi 3.1\text{m}$ ， $L=11\text{m}$ ，有效容积：好氧区： 75m^3 ；有效水深：2.7m；停留时间：6.0h

c、主要工程内容

组合填料：好氧区 27m^3 。 $\Phi 260$ 曝气盘：好氧区60个；原单体满足设计要求。

4.3 生产构筑物工艺设计

1、MBR膜池

a、功能：污泥回流、硝化液回流、剩余污泥排放、

过滤。

b、设计参数

数量：1座，流量： $Q=300\text{m}^3/\text{h}$ ，结构：地下式玻璃钢，尺寸： $\Phi 3.1\text{m}$ ， $L=8\text{m}$ ，有效容积： 50.0m^3 。

有效水深：2.65m。停留时间：4.0h。膜通量： $20\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。回流比：MBR膜区到缺氧区300%。

c、主要工程内容

PVDF超滤膜：有效膜面积 625m^2 。

MBR膜区设2台回流泵至缺氧区，单泵 $Q=37.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=7\text{m}$ ，功率 2.2kW ，1用1备。

MBR膜区设2台污泥泵至储泥池，单泵 $Q=12.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=7\text{m}$ ，功率 0.75kW ，1用1备。

表4-1 主体构筑物设备表

序号	构筑物名称	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	MBR膜池	回流泵	$H=7\text{m}$ ， $Q=37.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $P=2.2\text{kW}$	台	2	1用1备
2		污泥泵	$H=7\text{m}$ ， $Q=12.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $P=0.75\text{kW}$	台	2	1用1备
3		罗茨鼓风机	$N=3.0\text{kW}$ ， $Q=3.46\text{m}^3/\text{min}$ ， $P=29.4\text{kPa}$	套	2	1用1备
4		反冲洗泵	$H=7\text{m}$ ， $Q=12.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $P=0.75\text{kW}$	台	2	1用1备

5 主要技术经济指标

本提标工程总投资为150.28万元，其中：第一部分工程费为122.07万元，包括建筑费、设备安装费和设备购置费。该工程达到设计生产能力期年耗电量约3.43万度，单位电耗为 $0.015\text{kw}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ ；年平均成本费用为15.11万元；年平均经营成本10.10万元；每吨污水的总处理成本约1.38元；每吨污水的经营成本约0.92元。

6 结论

综上所述论述本次规模为 $300\text{m}^3/\text{d}$ 的农村污水处理站采用“AAO+一体化MBR膜”工艺的处理效率比较高、运行稳定及其成本较低、占地面积较小、自动化程度高，使该组合工艺在目前众多的农村污水处理方案中被广为使用，成为农村污水治理的主流工艺。该污水处理系统运行稳定，在正常运营的情况下，出水水质完全满足GB18918-2002一级A标准。

本次农村污水建设工程的实施有效改善当地的生态环境建设，对地表水及周边海域水环境起到主要的保护作用，可避免或减少农村污水对长乐市其它行业以及周边地区的农副产业生产带来的经济损失，保护居民正常的生活和工作环境，本工程间接经济效益远远大于工程的直接经济效益，实现社会经济的可持续发展。

参考文献

- [1]国家环境保护总局.城镇污水处理厂污染物排放标准:GB18918—2002[S].北京:中国环境出版社,2003.
- [2]北京市市政工程设计研究总院有限公司.给水排水设计手册 第五册.3版.北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [3]张自杰.排水工程下册.5版.北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [4]上海市住房和城乡建设管理委员会.室外排水设计标准:GB50014—2021[S].北京:中国计划出版社,2003..
- [5]福建省住房和城乡建设厅发布《福建省农村生活污水处理技术指南》2019.
- [6]福建省出台《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB 35/1869-2019)
- [7]曹华.福建省农村生活污水收集处理方式研讨[J].福建建筑 2017.
- [8]王田天改良AAO一体化装置处理农村污水脱氮除磷效能研究[J].华南理工大学2018.
- [9]谢晴;张静;麻泽龙;敬子卉;蒋加洪 A2/O-MBR工艺在农村生活污水处理中的示范[J].环境工程.2016.