

# 厌氧消化污泥滤液生化处理实验研究

魏英民<sup>1</sup>,李 敏<sup>2</sup>

(1. 长沙民政职业技术学院,湖南省长沙市,410004;

2. 江西新采环保咨询有限公司,江西省宜春市,336000)

**摘要** 本实验研究了厌氧消化污泥滤液与垃圾渗滤液协同生化处理的实验效果。结果表明:协同处理可实现污泥滤液处理所需碳源的完全替代并达到稳定化运行,其中在HRT为6天、进水总C/N比为4时,氨氮和总氮去除率分别为98.5%和95.6%,对比其他调控参数既提高了反应器的利用效率,同时也确保了出水水质和系统的稳定性。说明协同处理可以明显降低运行成本和提高处理效率。

**关键词** 污泥滤液;垃圾渗滤液;氨氮;总氮

中图分类号:X703 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)10-0005-03

污泥作为城市污水处理过程中产生的副产物,具有含水率高、难脱水、处置困难等问题,厌氧消化作为有机废弃物处理的工艺之一,能够将有机份转化为甲烷实现碳回收、改善污泥稳定性和脱水性等诸多优点,是污泥处理的主要技术之一,尤其在欧美国该工艺主导地位<sup>[1]</sup>。消化污泥脱水过程中产生高氨氮、低C/N比的污泥消化液,氨氮浓度约1 000~3 000mg/L(污泥VSS越高一般氨氮浓度越高)、C/N比约为1~2(与厌氧消化程度及脱水药剂种类有关),污泥厌氧消化滤液具有氨氮高、碳氮比低等特点,处理成本高,进入市政水厂处理将增加水厂处理负荷增大排水超标的风险,单独生化处理则存在运行成本高、碳源需求量大的问题<sup>[2]</sup>。

本文通过开展实验,以垃圾渗滤液作为碳源与污泥滤液协同生化处理,探索技术可行性以及最合适的调控参数,以期为该工艺的实际运用并实现稳定、高效、经济化运行提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验基质

本研究废水取自湖南某污泥厌氧消化项目消化污泥脱水所产生的污泥滤液,垃圾渗滤液取自湖南某垃圾焚烧厂垃圾储坑调节池内的垃圾渗滤液,

实验基质相关参数如下表1所示。

### 1.2 实验装置

实验装置为PVC透明材质制作,为2个底部连通的方形反应器,其中硝化反应器有效容积40L,反硝化反应器有效容积20L,其余配件包括微孔曝气机(型号60L/h,可调节风量)、搅拌器、进水/碳源/回流蠕动泵(型号LongerPump YZ1515x)、UF膜组件、真空泵、恒温加热器,具体如图1所示。

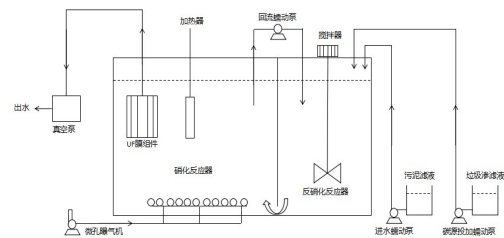


图1 实验装置图

### 1.3 实验运行

实验装置接种污泥取自上述垃圾焚烧厂渗滤液生化处理曝气池,接种污泥浓度为18g/L,通过40目的滤袋进行杂质过滤并加入稀释水后实验装置内初始污泥浓度为10g/L,2个反应器内污泥体积共60L并且底部连通。恒温加热器放入2个反应器内,设定温度为35℃;搅拌器用于反硝化反应器搅拌用,转速为30~40r/min;微孔曝气机用于硝化反应器充氧用,调节频率使得反应器内DO维持在2~3mg/L;一台蠕动泵用于污泥滤液进水(可调节),一台蠕动泵用于碳源投加(可调节),一台蠕动泵用于硝化反应器内回流至反硝化反应器,流量控制在3L/h。

作者简介:魏英民(1985~),女,汉族,山东聊城人,硕士,讲师,研究方向:生物化工。

表1 实验基质指标

基质	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	TN (mg/L)	pH (无量纲)	碱度(以CaCO <sub>3</sub> 计,mg/L)	电导率 (us/cm)
污泥滤液	2 500	1 700	1 800	7.5	7 000	15 000
垃圾渗滤液	55 000	700	800	6.0	8 000	22 000

表3 检测方法及频次

序号	检测指标	检测方法	监测频次
1	氨氮	纳氏试剂分光光度法	1 天/次
2	硝氮	紫外分光光度法	1 天/次
3	总氮	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	1 天/次
4	pH	复合电极法	1 天/次
5	COD	快速密闭消解法	1 天/次
6	总碱度	电位滴定法	1 天/次
7	电导率	电导率仪	1 天/次
8	污泥浓度	热烘干法	2 天/次

本实验中,在设定污泥滤液流量和垃圾渗滤液流量条件下,进水总C/N比为污泥滤液与垃圾渗滤液中COD总量(流量×浓度)与氨氮总量(流量×浓度)的比值。实验设计按照下表2进行开展。

表2 实验设计

实验阶段	HRT(d)	总C/N比	持续时间(d)
第一阶段	8	4	10
第二阶段	6	4	10
第三阶段	4	4	10
第四阶段	6	3	10
第五阶段	6	5	10

#### 1.4 检测方法

实验过程中各指标检测方法与频次如下表3所示。

## 2 结果与讨论

### 2.1 装置运行情况

污水生化脱氮机理为在硝化细菌作用下将氨氮氧化为硝态氮,为自养型微生物,以氧气为电子受体,以无机碳作为碳源,同时产生氢离子需要水中的碱度或外加碱度维持pH到7.0~8.0最佳范围<sup>[3]</sup>,然后由反硝化细菌在缺氧环境下由有机碳源提供电子将硝态氮还原为氮气,该类细菌为异养型微生物<sup>[4]</sup>。反应器启动时,开始1~2d不进水只闷曝,硝化反应器DO控制在2~3mg/L,回流蠕动泵将硝化反应器污泥进入反硝化反应器,反硝化反应器污泥再从底部连通口进入硝化反应器,如此循环,以达到污泥的驯化培养。

第3d时,实验进入至第一阶段,污泥滤液流量为0.29L/h,垃圾渗滤液流量为0.025L/h,此时进水总C/N比为4,HRT为8d,UF膜组件连续出水(取样点)

并维持液位稳定至60L刻度线,第1d氨氮去除率为80%,第2d氨氮去除率为95%,第3d氨氮去除率为98%,至第10d反应器内NH<sub>4</sub><sup>+</sup>浓度为15mg/L、TN浓度为42mg/L,此时氨氮去除率大于99%,总氮去除率大于97%,表明反应器达到预期的生化效果。

### 2.2 HRT对脱氮效率影响

水力停留时间(HRT)是污水生化脱氮重要影响因素之一,HRT较短则系统负荷过高且出水污染物浓度高,HRT较长则系统利用效率不高,造成资源浪费<sup>[5,6]</sup>。在实验第二、第三阶段固定总进水C/N比为4时,逐步缩短HRT即提高进水总流量从7.5L/d至10L/d和15L/d,每个阶段持续时间10d,检测数据显示随着HRT的缩短,氨氮去除率有一定下降趋势,HRT为6d时氨氮与总氮去除率分别为98.5%和95.6%,与HRT为8d时相差不大。在HRT为4d时氨氮与总氮去除率分别下降至94.2%和88.7%,且每d反应器内的氨氮、总氮数据波动较大。表明本实验条件下HRT设定为6d既提高了反应器利用效率,同时确保了出水水质和系统的稳定性。

### 2.3 C/N比对脱氮效率的影响

C/N比影响NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NO<sub>2</sub><sup>-</sup>的反硝化效果和总氮去除率,并且反硝化产生的碱度可平衡硝化反应产生的酸度,同时碳作为污泥细胞的主要组成部分是污泥增殖的营养物之一<sup>[7-8]</sup>。从本实验中,在第四、第五阶段固定HRT为6d,分别调整总进水C/N比为3和5,即保持总进水流量10L/d情况下调整垃圾渗滤液与污泥滤液的比值,检测数据显示在C/N比为3时,系统氨氮和总氮去除率分别为95.4%和80.2%,此时硝化反应器内pH下降至6.7、总碱度为180mg/L,表明

反硝化程度不够且系统碱度不够导致系统氮去除率不高。在C/N比为5时,系统氨氮和总氮去除率分别为99.0%和99.5%,与C/N比4时相差不大,但是这一阶段曝气池DO有一定下降趋势,可能与反硝化反应器内碳源过剩造成进入硝化池消耗溶氧有关<sup>[9]</sup>。

### 3 结论

污泥滤液与新鲜垃圾渗滤液协同处理,以垃圾渗滤液作为碳源实现污泥滤液生化处理所需碳源的完全替代且能够稳定化运行,解决污泥滤液单独处理碳源需求量大、运行成本高的问题,具有良好的运行经济性和实际应用价值。污泥滤液与垃圾渗滤液协同处理,在HRT为6d、进水总C/N比为4时,氨氮和总氮去除率分别为98.5%和95.6%,该调控参数既提高了反应器利用效率,同时确保了出水水质和系统的稳定性。

### 参考文献

- [1] 金彪.污泥消化液采用厌氧氨氧化工艺处理的技术实践[J].中国给水排水,2011,27(22):57-60.
- [2] 赵珂鑫.两段式PN/A生物滤柱工艺处理污泥厌氧消化液的试验研究[D].西安建筑科技大学,2022.
- [3] 罗丽芳.污水生物脱氮除磷研究进展[J].生物化工,2021,

(上接第4页)能母牛生产性能和泌乳天数产生影响<sup>[8][9]</sup>。综上所述,牧场间的平均泌乳天数差异与多个因素密切相关,了解这些因素对于优化牧场管理,提高生产效率具有重要意义。

### 4 结论

成母牛21天妊娠率与九个月后牛群平均泌乳天数存在较高的相关性,21天妊娠率越高九个月后牛群平均泌乳天数越低,但成母牛21天妊娠率不能与平均泌乳天数相对应。青年牛21天妊娠率与九个月后牛群平均泌乳天数存在一定的相关性,但影响较小。

### 参考文献

- [1] 王志伟,李智星,王建强,等.南北疆规模化牧场奶牛21天妊娠率及相关指标线性回归方程的建立与应用[J].中国乳业,2023,(08):50-56.
- [2] 郭刚.21天妊娠率的应用对奶牛繁殖率的影响[J].北方牧业,2013,(10):27.
- [3] 郭刚,李锡智,张振山,等.北京地区荷斯坦牛21天妊娠率

7(2):137-141.

- [4] Wang X L, Wang S Y, Peng Y Z, et al. Anoxic biological phosphorus uptake in A<sup>2</sup>O process[J]. Chinese Journal of Chemical Engineering,2005,13(4):516-521.
- [5] 赵凯亮,刘安迪,南彦斌,等.HRT对改良式A<sup>2</sup>O—BAF反硝化除磷脱氮的影响[J].环境科学,2020,41(6):2771-2778.
- [6] 刘新超,贾磊,俞勤,等.AAO工艺在不同HRT和回流比条件下对实际污水的处理效果[J].环境工程,2017,35(1):51-54.
- [7] 荣懿,刘小钗,何音旋,等.A<sup>2</sup>O流量分配处理低C/N污水性能与微生物结构优化[J].环境科学,2019,40(9):267-274.
- [8] Ghaedi M, Karimi F, Barazesh B, et al. Removal of reactive orange 12 from aqueous solutions by adsorption on tinsulfide nanoparticle loaded on activated carbon [J]. Journal of Industrial&Engineering Chemistry,2013,19(3):756-763.
- [9] Robinson T, McMullan G, Marchant R, et al. Remediation of dyes in textile effluent: A critical review on current treatment technologies with a proposed alternative[J]. Bioresource Technology,2001,77(3):247-255.ternative[J].Bioresource Technology,2001,77(3):247-255.

规律分析[J].中国奶牛,2012,(05):49-50.

- [4] 赵小博,余诗强,蒋林树,等.中国荷斯坦奶牛乳尿素氮非营养影响因素及其与泌乳性能的相关性分析[J].动物营养学报,2023,35(08):5209-5225.
- [5] 刘玉芝,李敏,李德林,等.正确解读和应用DHI数据,提高牛群科学管理水平[C]//中国奶业协会.中国奶业协会年会论文集2009(上册).天津市嘉立荷牧业有限公司;天津市奶牛发展中心;天津农学院动物科学系,2009:3.
- [6] 余诗强,李留学,赵小博,等.不同泌乳阶段和体细胞水平的中国荷斯坦奶牛泌乳性能差异和相关性研究[J].畜牧兽医学报,2023,54(03):1003-1014.
- [7] 孙胜祥,张保中,马青梅,等.青年和成年中国荷斯坦母牛在不同月份的繁殖性能比较[J].中国畜牧杂志,2024,60(06):335-339.
- [8] 徐伟,董飞,马志愤,等.中国荷斯坦奶牛不同地区、泌乳天数及胎次的产奶量校正系数研究[J].中国畜牧兽医,2021,48(12):4554-4566.
- [9] 刘灿风,王澳,马龙刚,等.宁夏地区荷斯坦牛泌乳曲线拟合及其影响因素分析[J].中国畜牧杂志,2023,59(03):95-102.