

防治技术

缺氧/好氧硝化工艺曝气方式试验研究

欧阳炬¹, 钱利红², 张必华¹, 郭钰¹

(1 浙江环耀环境建设有限公司, 浙江 杭州 310012;

2 煤科集团杭州环保研究院有限公司, 浙江 杭州 311201)

摘要:通过对污泥降解情况和消化液理化特性的分析,研究了间歇曝气方式对消化系统污泥减量效果的影响。结果表明:在满足 MLVSS 降解率大于 40% 的要求下,缺氧/好氧消化工艺比传统好氧消化工艺最多可节省能耗 33.3%。可强化反硝化作用并使消化液大致维持在中性水平。

关键词:好氧消化;缺氧/好氧消化;能耗。

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2019)01-0044-04

STUDY ON THE EFFECT OF AERATION METHOD ON SLUDGE DIGESTION IN ANOXIC/AEROBIC DIGESTION PROCESS

OUYANG Ju¹, QIAN Li-hong², ZHANG Bi-hua¹, GUO Yu¹

(1. Zhejiang Huanyao Environmental Construction Co., Ltd., Hangzhou 310012, China;

2. Hangzhou Environmental Protection Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Hangzhou 311201, China)

Abstract:Based on the analysis of MLVSS degradation and physicochemical properties of supernatant, the effect of intermittent aeration on sludge reduction in a digestion system was studied. The results showed that when the MLVSS degradation ratio was controlled to be higher than 40%, which was the requirement of GB 18918-2002, A/AD process could save up to 33.3% of energy cost compared with traditional aerobic digestion process. In addition, A/AD process could enhance denitrification and maintain the supernatant at neutral pH.

Key words: Aerobic digestion; Anoxic/aerobic digestion; Energy cost.

目前大部分城市污水处理厂采用生化工艺处理污水,在污水处理过程中产生大量的剩余污泥。剩余污泥主要是一种由微生物菌体、有机物质残片、无机颗粒等组成的复杂非均质体,由于污水生物处理过程中有毒有害物质及一些难降解有机物在污泥中的积累,如不经适当的处理处置而直接进入环境,会带来二次污染,对生态环境和人类健康构成严重威胁。

为缓解污水处理厂剩余污泥所带来的一系列问题,对污泥开展合理有效的处理及最终处置至

关重要,而无论污泥的处理还是处置,首要原则是实现污泥有效减量及稳定化处理。根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002),城镇污水处理厂污泥稳定化处理有机物降解率控制指标>40%。

生物硝化处理工艺因其在运行费用和投资费用等方面的优势,被广泛用于剩余污泥的减量、稳定化处理。现阶段,污泥处理的领域仍以污泥厌氧硝化工艺为主,并较流行于大中型污水处理厂的污泥处理^[1],但厌氧硝化工艺在实际应用中存在着不少缺点,如水力停留时间长、反应效率不高、不

便于操作管理、厌氧微生物对环境因素要求较苛刻、维护管理问题较多等。好氧硝化作为一种常规污泥处理手段,虽然该工艺的能耗、运行费用相对较高,但其更具有运行管理方便、操作灵活、投资低、处理不容易失败等优点,加之今后中小型污水处理厂的更广泛普及,污泥好氧硝化及其改良工艺的研究将有着巨大的发展潜力。

现阶段由 Al-Ghusain^[2]等人研究得出的当采用缺氧/好氧硝化工艺(A/AD 工艺)对污泥进行硝化时,其工艺缺氧和好氧时间比值为 1:1 较为合理的报道较受推崇,而针对 A/AD 工艺具体曝气方式对消化结果的影响未作探讨。本研究采用不同间歇曝气方式供氧对硝化系统污泥减量效果的影响,通过考察污泥的降解情况、硝化液理化特性,确定间歇曝气好氧硝化的合理曝气/停曝时间间隔,为污水处理厂污泥缺氧/好氧硝化处理工艺提供参考。

1 实验方法

1.1 试验污泥样品

试验污泥取自杭州市七格城市污水处理厂回流污泥,经重力沉降后,取下层浓缩污泥作为试验样品,并以上清液调配污泥浓度。

1.2 主要仪器设备

本试验所需主要仪器设备详见表 1。

表 1 主要仪器设备

仪器及设备名称	型号	生产厂家
电子分析天平	RL203-1C	METTLER TOLEDO
数显鼓风干燥箱	GZX-9 076 MBE	上海精密仪器仪表有限公司
马弗炉	SX2-25-10	上海索域试验设备有限公司
紫外/可见分光光度计	UV-1800	上海美谱达仪器有限公司
恒温培养箱	SPJ-250W	上海精风仪器有限公司
便携式溶解氧仪	JPB-607	上海精密科学仪器有限公司
便携式 pH 计	SevenMulti	METTLER TOLEDO
高速离心机	SORVALL ST16	Thermo Fisher Scientific

1.3 分析项目与方法

混合液悬浮固体浓度(mixed liquor suspended solids)MLSS:重量法(CJ/T221-2005)测定。

混合液挥发性悬浮固体浓度(mixed liquor volatile suspended solids)MLVSS:重量法(CJ/T221-2005)测定。

上清液总氮 TN:污泥混合液 5 000 r/min 离心 10 min 后上清液采用过硫酸钾氧化-紫外分光光

度法^[3]。

上清液总磷 TP:污泥混合液 5 000 r/min 离心 10 min 后上清液采用过硫酸钾消解-钼锑抗分光光度法^[3]。

1.4 试验设计

室温(23±2 ℃)下,控制曝气方式使缺氧/好氧(anoxic/aerobic A/A)阶段分别以 4 h、8 h、12 h 交替循环出现,记 A/A 为 4/4、8/8、12/12,好氧阶段 DO 值控制在 6 mg/L,以传统污泥好氧消化工艺(CAD 工艺)为对照进行硝化试验。每个试验条件设置 3 组平行,每隔 48 h 采样测定。

2 结果与讨论

2.1 MLVSS 的变化趋势

在不同曝气方式条件下,消化过程中 MLVSS 的变化见图 1,MLVSS 降解率随时间的变化见表 2。

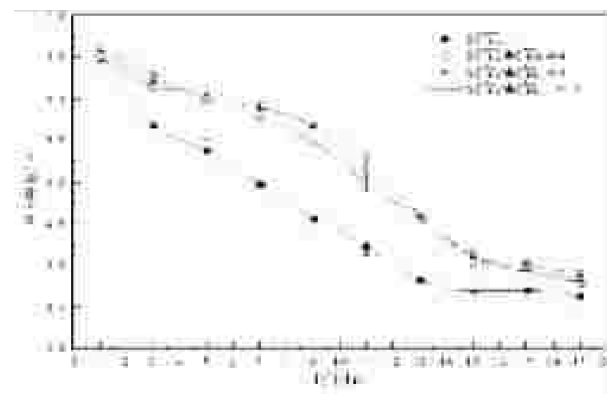


图 2 不同曝气方式条件下 MLVSS 的变化趋势

表 2 MLVSS 降解率随时间的变化情况

消化时间 (d)	MLVSS 的去除率(%)			
	Aerobic	A/A :4/4	A/A :8/8	A/A :12/12
1	0.0	0.0	0.0	0.0
3	12.0	5.5	5.6	5.0
5	17.0	6.5	8.2	9.2
7	23.1	9.4	10.5	12.7
9	29.5	13.1	13.8	17.1
11	34.9	20.3	24.0	24.8
13	41.0	29.0	30.2	31.3
15	43.1	37.0	37.4	38.4
17	42.9	38.9	39.1	40.8
19	44.0	41.8	41.0	42.7

由图 1 可得,曝气方式对污泥消化效果存在一定影响。硝化过程中,虽然各条件下污泥 MLVSS 的含量总体上都呈现下降趋势,但显然连续曝气的 CAD 工艺在有机物的降解速率及降解率上都要比采用不同间歇曝气方式的 A/AD 工艺

显著。

三种不同的间歇曝气方式下,污泥 MLVSS 的变化趋势较为一致,随着时间的增加,MLVSS 逐渐降低,至进入第 15 d,MLVSS 虽仍下降,但变化趋于平缓。当采用 A/A 为 4/4、8/8 的曝气方式时,在第 19 d,MLVSS 降解率分别达到 41.8 % 和 41.0%,而采用 A/A 为 12/12 的曝气方式,进入到第 17 d,MLVSS 降解率即达 40.8 %,至第 19 d,MLVSS 降解率更达 42.7 %。

而相对于以上采用三种不同间歇曝气方式的 A/AD 工艺,对照组连续曝气的 CAD 工艺进入硝化作用的第 13 d,其对 MLVSS 的降解率就达到了 41.0 %,并且随着硝化时间的增加,MLVSS 降解率仍有小幅上升趋势,至消化的第 19 d,MLVSS 降解率达到了 44.0 %。

从表 2 的对比中可以发现,在相同硝化作用时间下 CAD 工艺对污泥的消化效果要好于 A/AD 工艺。但从能耗方面考虑,由于把试验初始值作为第 1 d 数据进行记录,在 A/A 为 4/4、8/8、12/12 的曝气条件下,实现 MLVSS 去除率大于 40% 所需要的实际硝化时间分别为 18 d、18 d 和 16 d,其真正曝气充氧时间则分别只为 9 d、9 d 和 8 d。相对于 CAD 工艺,若同样要实现 MLVSS 去除率大于 40 %,其实际曝气充氧耗时 12 d。

由试验结果可得,为满足城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)MLVSS 降解率大于 40 % 的限值要求,A/A 为 4/4、8/8、12/12 的 A/AD 工艺分别要比 CAD 工艺节省能耗 25.0%、25.0 % 及 33.3 %。

2.2 TN 的变化趋势

不同曝气方式下,消化污泥上清液 TN 的变化情况如图 2 所示。

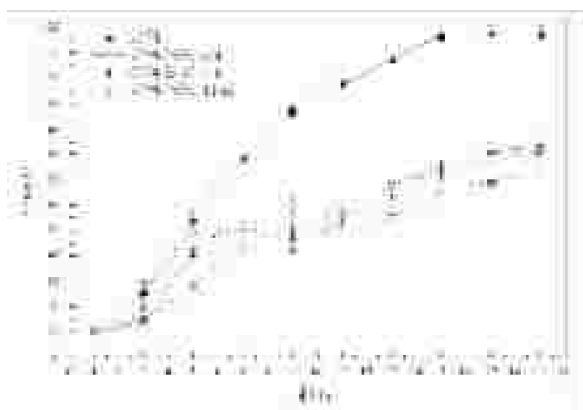


图 2 不同曝气方式条件下 TN 的变化趋势

由图 2 可见,CAD 工艺,在连续曝气充氧条件下,好氧硝化作用使 TN 在消化液中大量积累,在消化作用进入第 15 d,TN 浓度从最初的 10.69 mg/L 快速上升至 126.04 mg/L,其后进入平台期,消化结束后(第 19 d)TN 浓度达 127.13 mg/L。A/AD 工艺,由于采取间歇停止曝气充氧,系统存在缺氧期,反硝化细菌将硝氮转化为 N_2 释放,因而 TN 在消化液累积量要较小于 CAD 工艺。至硝化结束后,A/AD 工艺对 MLVSS 的去除率达到 CAD 工艺的 96.5 % 左右,而 A/A 为 4/4、8/8、12/12 曝气条件的 A/AD 工艺,TN 浓度从最初的 10.69 mg/L 分别上升至 73.14 mg/L、82.92 mg/L、80.33 mg/L,基本相当于 CAD 工艺消化液 TN 累积量的 60 %。

试验结果表明,采用 A/AD 工艺进行污泥的稳定化处理,虽然在污泥的降解速率和降解率要略逊于同条件下的 CAD 工艺,但 A/AD 工艺中反硝化作用的发生能显著减少 N 元素在消化液的积累,从而减轻污泥硝化上清液的脱氮压力。

2.3 TP 的变化趋势

不同曝气方式下,硝化污泥上清液 TP 的变化情况如图 3 所示。

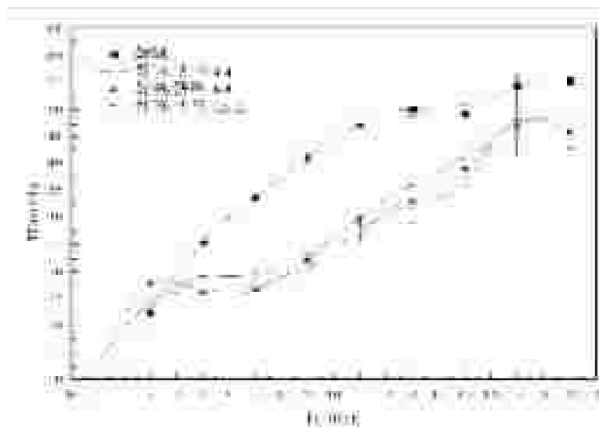


图 3 不同曝气方式条件下 TP 的变化趋势

由图 3 可见,无论 CAD 工艺还是 A/AD 工艺,在硝化过程中上清液 P 素都得到大量积累。CAD 工艺在连续曝气充氧条件下,经过 11 d 的作用,TP 浓度即从最初的 3.33 mg/L 急剧上升至 47.26 mg/L,其后上升速度减缓,至硝化结束后(第 19 d)TP 浓度达 55.42 mg/L。而 A/AD 工艺,由于污泥的 MLVSS 降解速率较慢,整个过程 TP 的上升幅度要小于 CAD 工艺的上清液 TP 变化,在硝化过程的前 15 d,上清液 TP 浓度都维持一个相对缓和的幅度上升,直至第 17 d 进入平台期,硝

化结束后,A/A 为 4/4、8/8、12/12 的曝气方式下,TP 分别上升至 45.65 mg/L、45.86 mg/L 及 49.38 mg/L。

试验结果表明,无论 CAD 工艺还是 A/AD 工艺,整个硝化过程中上清液 TP 浓度都大幅升高,因而在污泥得到减量稳定化处理,同时应注意硝化上清液的有效治理。

3 结论

不同曝气方式对污泥的降解存在一定影响,从污泥的降解情况而言,缺氧/好氧消化工艺(A/AD 工艺)相对逊于 CAD 工艺,而考虑动力消耗,为满足 MLVSS 降解率大于 40%的要求,A/A 为 4/

4、8/8、12/12 的 A/AD 工艺分别要比 CAD 工艺节省能耗 25.0 %、25.0 %及 33.3 %。

A/AD 工艺可减轻污泥消化液的脱氮压力,同时由于硝化、反硝化作用的碱度互补,使消化液 pH 值能大致维持中性水平。

参考文献

- [1]张峥嵘,黄少斌.好氧消化工艺的分析与研究[J].化工科技,2006,14(5):60-65.
- [2]Al-Ghusain I, Hamoda F M, El-Ghany M A. Nitrogen transformations during aerobic/anoxic sludge digestion[J]. Bioresource Technology, 2002, 85(2): 147-154bn.
- [3] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].4 版.北京:中国环境科学出版社,2002:354-359.

(上接第 38 页)

第 5 min 时,水中发现有少量细小灰状的固体颗粒物沉淀(矾花)产生,其颜色在印染废水处理过程中随废水颜色而改变,静置沉淀后的水质呈浅灰色,不带红色。以上现象表明,硫酸改性脱硫灰对废水染料中的有机物有一定的吸附能力。

从测试数据及曲线看,随着投加量的增加,该改性脱硫灰对印染废水中 COD_{Cr} 的去除率会以一定趋势提高,当投加量达到 20 g/L 时,COD_{Cr} 的去除率为 30 %,若继续增大药剂剂量,处理效果没有明显的提高。

3 结论

本研究使用硫酸对脱硫灰进行改性处理,并以重铬酸盐指数(COD_{Cr})为指标,通过试验验证了

改性脱硫灰对于印染废水中有机物的去除效果。试验结果表明,硫酸改性后的脱硫灰对印染废水中的有机物有一定的去除效果。在改性脱硫灰投加量达到 20 g/L 时,处理后废水的 COD_{Cr} 可降低 30 %,继续投加时,有机物去除率没有明显提升。因此,本研究使用的改性脱硫灰可被应用于印染废水的处理工作,最佳投加量为 20 g/L。此项研究对于脱硫灰用于印染废水处理具有基础工程应用意义。

参考文献

- [1]戴日成,张统.印染废水水质特征及处理技术综述[J].给水排水,2000,26(10):33-37.
- [2]沈耀良.废水处理中的几种廉价吸附剂[J].重庆环境科学,1995,(3):49-53.