

# 快速启动改装UASB装置处理高浓度废水的试验研究\*

朱海峰, 王姍镒, 廖茂芪, 宋大刚

(西昌学院 农业科学学院, 四川 西昌 615013)

**【摘要】**利用改装UASB装置在5天的培养过程中,快速培养出稳定的好氧颗粒污泥,并对高浓度废水处理效果进行同步监测。实验表明,反应器运行5天后成熟的好氧颗粒污泥粒径达1.5~2.5mm,性状稳定。对COD负荷 $\geq 8000$  mL/g的污水处理效率保持在97%以上,对 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 的处理效率稳定在70%以上。

**【关键词】**好氧颗粒污泥;升流式厌氧污泥床;处理效率

**【中图分类号】**X703.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2011)01-0020-03

## 前言

升流式厌氧污泥床(up-flow anaerobic sludge blanket, UASB)是由荷兰 Wageningen 农业大学的教授 Lettinga 等人于1972~1978年间开发研制的一项污水厌氧生物处理技术。近年来,国内外研究者对UASB反应器的运行机理、污泥颗粒培养控制参数及水质处理效果等进行了较多的研究<sup>[1-4]</sup>。与其它反应器相比,UASB具有厌氧过滤及厌氧活性污泥法的双重特点,并且在运行过程中具有工艺结构紧凑、处理能力大、无机械搅拌装置、处理效果好以及投资费用低等优点,现阶段的研究成果更说明UASB能应用于处理含高浓度有机物、氮、磷和有毒物质的废水处理中<sup>[5-7]</sup>。

目前,在利用UASB反应器培养厌氧颗粒污泥进行水处理时,培养颗粒污泥条件复杂、需要1~3个月的较长时间,且UASB在处理高浓度废水时所需的水力停留时间(HRT)较长,处理后的水通常需后续深度处理后才能达标排放。因此,本实验研究充分利用了传统UASB的培养颗粒污泥的设计,对传统UASB装置进行了改装,并在改装UASB(modify up-flow anaerobic sludge blanket, MUASB)中快速培养出好氧颗粒污泥(aerobic granular sludge, AGS)。并将MUASB反应器运用在处理高浓度的有机废水中,为提高MUASB在高浓度有机废水处理效率提供了科学依据。

## 1 装置与方法

### 1.1 试验装置

本试验采用改装后的UASB反应器(结构见图1)培养AGS,UASB高为200cm,内径为40cm,容积为251.2L。反应器主体为有机玻璃圆筒,取走上部的三相分离装置,而在筒体内部添加了曝气装置。

反应器进水由抽水泵打入,出水由筒体侧壁的取水口人工导出。整个系统由人工控制进水、曝气、沉淀、排水和静置全过程。

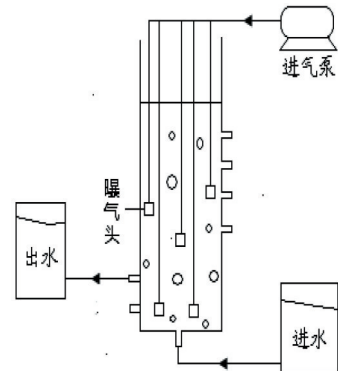


图1 MUASB反应器结构图

### 1.2 运行条件

反应器内温度随室温(16~24℃),进气泵的曝气量控制在2cm/s(表观风速)。每天运行3个周期,每个周期运行4个小时。第1天对采集到的56升污泥和污水进行混合闷曝,第2天出水后按照污泥量比活性炭为1:1的比例加入0.08mm的活性炭,并开始加入试验污水。在保证排水高度一定的情况下,随污泥培养时间的增加逐步增大COD负荷,同时减少沉淀时间以造成选择压,使沉降性能差的细小分散污泥和絮状活性污泥及时洗出,从而促进AGS的形成和积累,不同运行阶段的反应器控制参数如表1。

表1 不同反应阶段反应器控制参数

培养天数(d)	1	2	3	4	5
进污水量(L)	0	30	30	30	30
曝气时间(min)	200	205	210	215	220
沉降时间(min)	30	30	25	20	15
出污水量(L)	0	30	30	30	30

收稿日期:2011-02-05

\*基金项目:西昌学院农业科学学院“改装UASB(MUASB)处理马铃薯深加工废液实验研究”大学生课外科研基金项目前期研究成果。

作者简介:朱海峰(1990-),男,西昌学院农业科学学院2009级资源环境与城乡规划管理专业本科学学生,主要参与水处理技术方向的科研项目。

### 1.3 接种污泥

接种污泥取自西昌小庙污水处理厂AA氧化池工艺污泥回流池,池内污泥的MLSS在5~6g/L,污泥体积指数(SVI)约为33mL/g,污泥沉降比(SV<sub>30</sub>)为30%左右。接种的活性污泥絮体呈深黄褐色,结构比较疏松,含有的丝状菌较少。开始培养污泥时,在反应器内接种量为18 L,此后在运行过程中不再补加污泥。

### 1.4 试验用水

反应器的进水COD浓度从350 mg/L逐渐增加至9000 mg/L。试验用水为四川省西昌学院排污口取的生活污水,其COD浓度为350~400 mg/L。试验时按所需水样的COD浓度,用人工添加可溶性淀粉的方法进行配制,同时进水水样中还添加相应的常量和微量元素,用以促进高强度AGS的快速形成。

表2 培养AGS添加营养元素的含量

营养元素	名称	含量	名称	含量
常量元素	CaCl <sub>2</sub>	30mg/L	MgSO <sub>4</sub>	20mg/L
微量元素	ZnCl <sub>2</sub>	50mg/L	MnSO <sub>4</sub>	50mg/L
(按1mL/L添加)	AlCl <sub>3</sub>	50mg/L	CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	50mg/L
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MoO <sub>7</sub> ·4H <sub>2</sub> O	50mg/L		

### 1.5 分析方法

COD<sub>Cr</sub>, DO, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, TP, MLSS, SV<sub>30</sub>, SVI等按标准方法测定<sup>[8]</sup>;pH使用雷磁PHS-25数字pH计测定;污泥的形态采用电子显微镜成像系统观测。

## 2 结果分析

### 2.1 改装UASB装置运行参数变化

如图2、图3所示,污泥的SVI和SV<sub>30</sub>都较低,MLSS为7.6g/L,表明此时污泥量较高,有利于培养AGS。在前2天培养过程中,周围条件变化较小,污泥在逐渐适应周围环境后不断繁殖,各项指标都有提高。并且加入的活性炭给污泥形成大颗粒提供了基核,促使污泥围绕活性碳抱团,形成颗粒状污泥,颜色也由深黄色逐渐变浅。第3~4天,污水中有机物的大幅提升和沉降时间减少,沉降性差的细小颗粒和不能形成污泥团的絮体将被不断洗出,尽管污泥体积降低,但颗粒污泥含量增加,颜色开始变为棕黄色。反应器运行到第5天,AGS生长基本达到成熟,颗粒呈淡黄色,球形或其它不规则形状。如图4,镜检发现,培养初期颗粒污泥中始终有大量的丝状菌,AGS形成过程中有许多原生、后生动物,并具有很强的生物活性。形成的颗粒污泥直径达1.5~2.5mm,MLSS最高可达26.290 g/L。

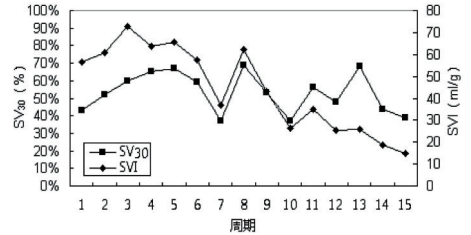


图2 污泥SV<sub>30</sub>、SVI变化曲线

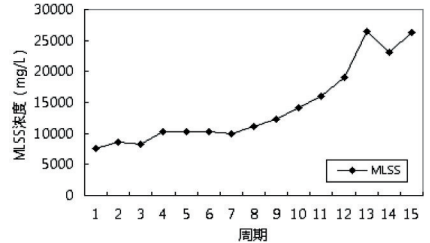


图3 反应器内污泥量的变化

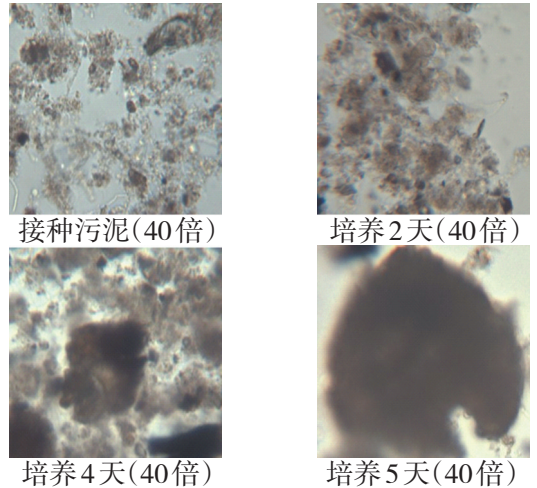


图4 污泥镜鉴图

### 2.2 高浓度有机废水处理效果分析

在整个反应器的运行过程,伴随AGS快速培养逐渐增加进水有机负荷,同时每天对反应器的进、出水有机物含量进行监测,结果如图5、图6所示。

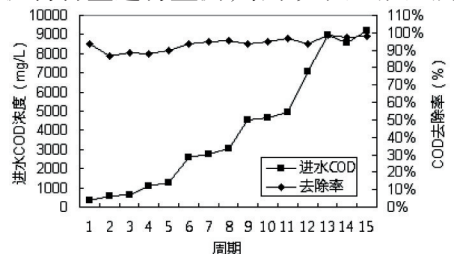


图5 COD去除效果

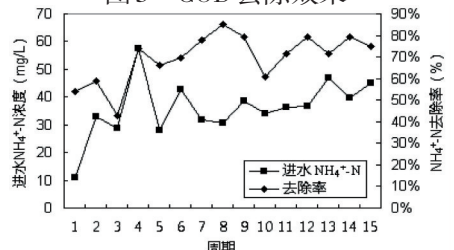


图6 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N去除效果

由图5、图6可见, MUASB反应器内进水COD由350 mg/L逐渐增加至9100 mg/L,  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 由10 mg/L逐步增加至45 mg/L的过程中, COD和 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 的去除率在90%~98%和60%~70%之间波动。尽管前两天进水COD和 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 浓度增幅不大, 但是去除率却不高, 由此可以推测, 反应器内形成AGS之前废水处理效果和AGS的变化量有关。前两天并未形成较大的好氧颗粒污泥, 反应器中的生物仍处于适应和生长阶段。第3~5天, 反应器在运行过程中, 逐渐形成较大颗粒的好氧污泥, 所以虽然COD增幅变大直至9100mg/L, 但去除率始终稳定在95%左右, 最高可达98.9%,  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 的去除率也在不断上升并稳定在70%左右, 最高可达85%。这说明MUASB反应器快速培养的好氧颗粒污泥能够稳定的处理高浓度有机废水, 并且处理效果明显。

### 3 结论

(1)运用生活污水和普通絮状接种污泥, 通过

逐步增大COD负荷, 同时减少沉淀时间以造成选择压, 在MUASB装置中快速培养出AGS。与其它活性污泥相比, MUASB装置中快速培养出的AGS对培养环境要求较低, 成熟阶段颗粒污泥粒径可达1.5~2.5mm, 其有机负荷虽很高, 却能显示出良好的性能, 具有广泛的应用前景。

(2)在温度随室温(16~24℃), 进气泵的曝气量控制在2cm/s(表观风速), 进水中添加适量多价阳离子的培养条件下, COD浓度由340 mg/L增加至9100 mg/L过程中, COD去除率始终呈上升趋势, 最终保持在95%以上,  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 的去除率也能稳定在70%左右。由此表明, 利用MUASB装置培养的AGS处理高浓度的有机废水具有稳定而良好的效果。

(3)通过对MUASB的试验研究发现, MUASB装置仅用5天时间就完成了快速启动, 和UASB相比, MUASB设备更简单, 使用生活污水为底物, 降低运行成本, 更有利于在工程上的应用和推广。

### 注释及参考文献:

[1]傅金祥, 于兴, 孙文章, 等. UASB污泥颗粒化试验研究[J]. 沈阳建筑大学学报, 2006, 22(1): 133-136.  
 [2]J.F.CHEN. Aerobic Granular Sludge Cultivated in Modified UASB for the Degradation of Pollutants in Leachate[J]. Journal of Residuals Science & Technology, 2010, 7(3): 181-186.  
 [3]BeHing E, Diaz A, Colina G, et al. Domestic wastewater treatment using UASB reactor[J]. Bioresource Technology, 2003, 61(3): 239-245.  
 [4]孙振世, 陈英旭, 杨哗. UASB的启动及其影响因素[J]. 中国沼气, 2000, 18(2): 17-193.  
 [5]王白杨, 王正辉, 张卓, 等. UASB/曝气沉淀/IC反应器处理高浓度硫酸盐有机废水[J]. 中国给水排水, 2008, 24(20): 54-57.  
 [6]胡文云, 高媛媛. UASB-生物接触氧化处理小麦淀粉废水的研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(11): 5821-5824.  
 [7]俞珊珊, 刘锋, 等. UASB处理蛋白废水的实验研究[J]. 安徽化工, 2010, 36(4): 69-70.  
 [8]国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会编. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.

## Quick Start-up of Modified Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor Processing Experimental Study of High Concentration Wastewater

ZHU Hai-feng, WANG Shan-yi, LIAO Mao-qi, SONG Da-gang  
 (School of Agricultural Science, Xichang College, Xichang Sichuan, 615013)

**Abstract:** The paper is an attempt to cultivate the aerobic granular sludge with wastewater in the different Start-up of Modified Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (MUASB), only five days can achieve of aerobic granular sludge Rapid cultivate. Besides the treating effects of wastewater were monitored simultaneously. The results show that the mature stage of the aerobic granular sludge with diameter about 1.5~2.5mm and Biological traits stability in the Modified Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor, The aerobic granular sludge shows the high concentration of COD removal rate remained at 97%, and  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  removal rate remained at 70%.

**Key words:** Aerobic granular sludge; Upflow anaerobic sludge blanket reactor; Processing efficiency