

熊芳芳,戴庆武,杨 鹏,等. UASB-絮凝-SBR 处理烟草废水[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):343-345.

UASB-絮凝-SBR 处理烟草废水

熊芳芳¹, 戴庆武², 杨 鹏¹, 万永仙¹, 马三剑¹

(1. 苏州科技学院环保应用技术研究所, 江苏苏州 215009; 2. 苏州苏特环境工程有限公司, 江苏苏州 215011)

摘要:为提高处理烟草生产中排放废水的效果,采用 UASB(上流式厌氧污泥床)-絮凝-SBR(序批式反应器)工艺处理烟草废水。结果表明:UASB 反应器运行稳定时在进水化学需氧量(COD)为 18 500 mg/L,容积负荷 18.5 kg/(m³·d)时,出水 COD 为 2 200 mg/L,COD 去除率达 88%,出水挥发性脂肪酸(VFA)为 3 mmol/L 左右,产气量 26 L/d 左右。按 1 L UASB 反应器厌氧出水中投放 125 mg FeCl₃ 和 25 mg PAM,出水 COD 由 2 200 mg/L 降至 1 093 mg/L,去除率为 50.3%;SBR 反应器处理经絮凝后的 UASB 反应器厌氧出水上清液,当反应器负荷为 1.3 kg/(m³·d)时,出水 COD 在 200 mg/L 以下,去除率稳定在 80% 左右,出水达到 GB8978—1996《污水综合排放标准》的二级排放标准。

关键词:上流式厌氧污泥床(UASB);絮凝;序批式反应器(SBR);烟草废水

中图分类号:X703 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)05-0343-03

烟草生产中排放的废水中污染物浓度和色度都比较高,成分比较复杂,水质水量波动大,BOD/COD 的值平均为 0.026,小于 0.3,可生化性较差^[1],是一种比较难处理的废水。如果直接排放,对水体污染比较严重。因此对烟草废水综合治理已经刻不容缓了。

在烟草废水处理方面,国内已采用的方法包括水解/曝气生物滤池/纤维过滤工艺^[2]、生物接触氧化/气浮工艺^[3]、射流曝气/气浮/过滤工艺^[4]、膜生物反应器/反渗透工艺^[5]、厌氧/好氧/沉淀工艺^[6]等。生化处理方法是目前运用最广、技术最成熟、投资和运行费用较低的污水处理方法^[7]。UASB-SBR(序批式反应器)工艺具有投资少、操作简单、运行费用低和系统稳定性好等优点^[8-12],本试验采用 UASB-絮凝-SBR 工艺处理烟草废水,使用 FeCl₃+PAM 絮凝剂去除废水固体悬浮物(SS)、色度和残留的难降解大分子有机物,探讨絮凝剂的合理投加点,旨在为该类废水工程处理设计、调试及运行提供参考。

1 材料与方法

1.1 废水水质

烟草废水取自太仓某烟草公司,COD(重铬酸钾法^[13]) 92 800 mg/L,pH 值 4.8,色度(色度稀释倍数法)1 000 倍。试验所用试剂为分析纯。

1.2 试验方法与装置

1.2.1 厌氧试验 按 COD:N:P₂O₅=(200~350):5:1(质量比)的比例向废水中加入碳酸氢铵和磷酸二氢钾,同时加入一定量的微量元素。用碳酸氢钠、醋酸等调节进水 pH 值为 6.5~7.5。废水通过计量泵从 UASB 底部注入,经处理后由反应器上部溢流出水,产生的沼气由反应器顶部排出。反应器分为三相分离器、悬浮污泥层区和污泥区。反应器内径为 90 mm,总高 700 mm,其中三相分离器部分高度为 80 mm,总

有效容积为 3 L,其流程图如图 1 所示。

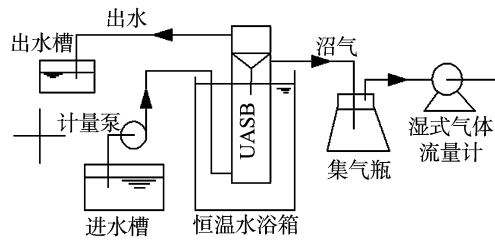


图1 UASB反应器流程图

反应器中接种的污泥取自无锡某柠檬酸厂 IC 反应器的颗粒污泥(含水率 90%,密度 1.2 g/L),粒径均匀,呈黑色,接种污泥量 15 kg/m³,接种的污泥体积占 UASB 反应器容积的 1/3。本试验采用中温厌氧,UASB 反应器放在中温水浴箱中,温度控制在(37±2)℃,水力停留时间控制为 24 h。

1.2.2 好氧试验 SBR 反应器高 40 cm,直径 12 cm,有效容积 3 L。接种污泥取自苏州新区污水处理厂氧化沟污泥,好氧反应流程图如图 2 所示。

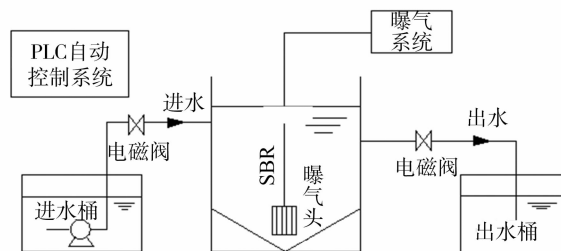


图2 SBR反应器流程图

通过曝气使 SBR 反应器中的溶解氧(DO)控制在 2~3 mg/L^[14]。经过调整 SBR 反应器进水 30 min,曝气 240 min,搅拌 30 min,沉淀 120 min,排水 30 min,闲置 30 min。SBR 反应器温度用加热棒控制在 25℃。

2 结果与分析

2.1 UASB 反应器的除污效果

2.1.1 UASB 反应器的启动 在 UASB 启动时需对污泥进行

收稿日期:2012-10-19

作者简介:熊芳芳(1988—),女,河南周口人,硕士研究生,研究方向为排水工程理论与技术。Email:xiongfangfang@163.com。

培训,提高污泥中微生物的活性。用啤酒-自来水配制 3 L COD 为 1 000 mg/L 的溶液来培养污泥,7 d 后开始放入烟草废水。启动阶段 21 d,COD 从 500 mg/L 逐步提高至 2 300 mg/L,COD 容积负荷由 0.50 kg/(m³·d) 提高到 2.30 kg/(m³·d)。此阶段进出水 COD、出水 VFA(挥发性脂肪酸)和产气量的变化情况分别如图 3 和图 4 所示。

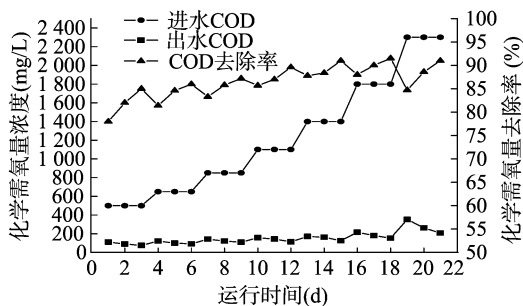


图3 UASB反应器启动阶段化学需氧量变化情况

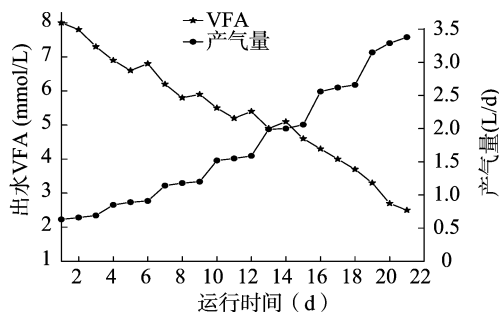


图4 UASB反应器启动阶段出水VFA和产气量变化情况

由图 3 可知,反应器启动初期厌氧微生物活性还没有恢复,化学需氧量去除率较低。随着厌氧微生物活性的逐步恢复,反应器启动 12~22 d,出水的 COD 基本在 200 mg/L 以下,COD 去除率基本在 90% 以上。由图 4 可知,出水的 VFA 逐渐降到 3 mmol/L 以下,产气量稳步提升。可见经过 21 d 的驯化,UASB 反应器中的微生物对该废水有很好的适应,反应器启动成功。

2.1.2 容积负荷提升对 UASB 反应器的除污效果 稳定运行 2~3 d 后再提升容积负荷,UASB 反应器容积负荷提升阶段进水 COD 和出水 VFA、产气量的变化分别如图 5、图 6 所示。

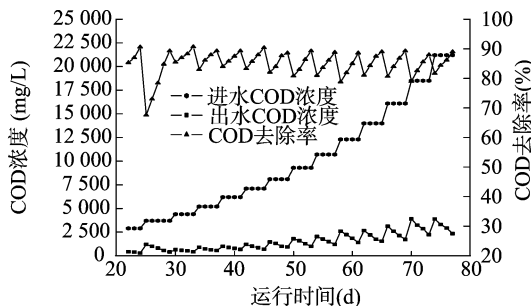


图5 UASB反应器容积负荷提升阶段COD变化情况

由图 5 可知,COD 容积负荷从 2.90 kg/(m³·d) 提升到 21.2 kg/(m³·d),随着容积负荷的提升出水 COD 越来越高。在负荷提升初期,微生物对该种废水适应性良好,出水 COD 在 27~43 d 均在 1 200 mg/L 以下,COD 去除率一直保持在 85% 以上。出水 COD 在 44~77 d 维持在 3 900 mg/L 以下,

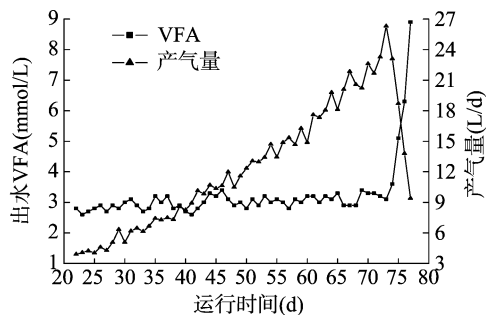


图6 UASB反应器容积负荷提升阶段出水VFA和产气量变化情况

但 COD 去除率下降至 80%。运行 25 d 时 COD 去除率突然大幅度下降,这是因为反应器的负荷冲击过大引起反应器运行不稳定。为防止此问题的再发生接下来的运行中通过延长负荷稳定运行时间和降低负荷提升率来控制。由图 6 知,在反应器运行 22~73 d 时,COD 容积负荷从 2.90 kg/(m³·d) 提升到 18.5 kg/(m³·d),出水 pH 值维持在 7.3~8.2,出水 VFA 维持在 3 mmol/L 左右,产气量由 3.9 L/d 稳步提升到 26.3 L/d,反应器运行稳定。当 COD 容积负荷提升至 21.2 kg/(m³·d) 时,出水 pH 下降到 5.7,出水 VFA 急剧上升 8.9 mmol/L,产气量剧烈下降至 9.4 L/d,反应器开始酸化。

2.1.3 UASB 反应器稳定运行期的除污效果 用厌氧回流稀释进水使进水 COD 在 18 500 mg/L 左右,进水量为 3 L/d,水力停留时间为 24 h。运行 20 d,产甲烷菌活性逐渐恢复,出水 COD 均稳定在 2 200 mg/L 左右,此阶段出水 COD、VFA 和产气量的变化如图 7、图 8 所示。

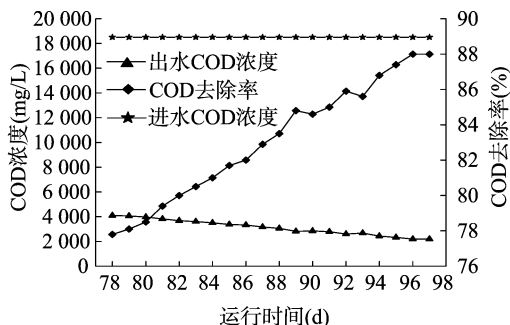


图7 UASB反应器稳定运行阶段COD变化情况

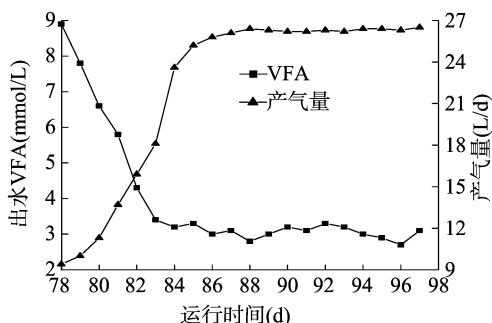


图8 UASB反应器稳定运行阶段出水VFA和产气量变化情况

图 7、图 8 显示,稳定运行期内,容积负荷维持在 18.5 kg/(m³·d),反应器的 COD 去除率从前期的 80% 左右逐渐上升到 88%。出水 pH 值稳定在 7.8 左右,出水 VFA 逐

步从最初的 8.9 mmol/L 降至 3.0 mmol/L 左右,反应器缓冲效果良好,产气量稳定在 26 L/d 左右,反应器运行稳定。

2.2 UASB 反应器出水经絮凝处理后 SBR 反应器的除污效果

2.2.1 UASB 反应器出水直接进入 SBR 反应器的除污效果
烟草废水经 UASB 处理后的出水指标为 COD 为 2 200 mg/L,色度达到 1 000 倍。用 SBR 反应器处理 UASB 反应器出水时,首先对 SBR 反应器中的好氧活性污泥用 COD 为 200 mg/L 的啤酒废水培养 7 d,待好氧活性污泥中的微生物活性恢复后加入经自来水稀释的 UASB 反应器出水,SBR 反应器中 COD 的变化如图 9。

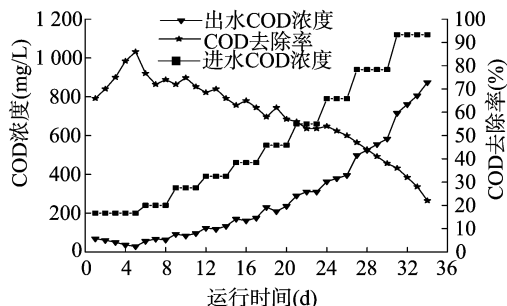


图9 厌氧出水直接进入SBR反应器中COD的变化情况

由图 9 可知,当进水 COD 浓度为 1 200 mg/L 时,出水 COD 为 874 mg/L,且有持续上升趋势,COD 的去除率只有 22%。经分析,由于进水中难降解的有机物加重了 SBR 反应器的负担,使好氧除污效果下降,出水不达标。

2.2.2 UASB 反应器出水经絮凝后进入 SBR 反应器的除污效果
采用 4 种常用的无机絮凝剂 FeCl_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 分别加复配 PAM,对 UASB 反应器出水进行物化絮凝试验,上述絮凝剂浓度均为 5 g/L。由图 10 可以看出,随着絮凝剂加入量的增加,废水 COD 的去除率明显上升,当 FeCl_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 加入量达到 3.0 mL 复配 0.5 mL 的 PAM 处理后,上清液 COD 分别为 1 093、1 232、1 364、1 408 mg/L,其去除率分别为 50.3%、44.0%、38.0%、32.7%。可见,铁系絮凝剂明显优于铝系絮凝剂。继续增加絮凝剂量,COD 去除率上升缓慢且有下降的趋势。

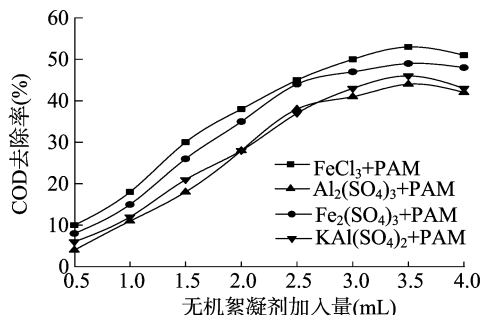


图10 无机絮凝剂加入量对COD去除效果的影响

由图 11 可见,UASB 反应器出水经絮凝后,SBR 反应器进水 COD 由 200 mg/L 逐渐提升至 1 300 mg/L 时,进水负荷从 0.2 kg/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$) 提高至 1.3 kg/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$),出水 COD 在 200 mg/L 以下,COD 去除率稳定在 80% 左右,出水水质达到 GB 8978—1996《污水综合排放标准》的二级排放标准。

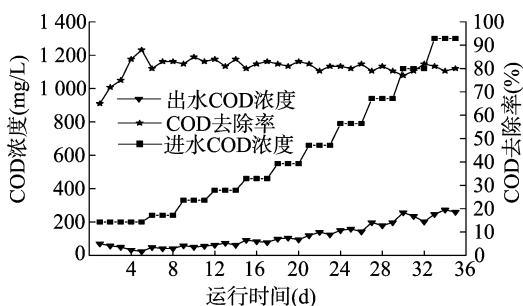


图11 SBR反应器中COD的变化情况

3 结论

采用 UASB-絮凝-SBR 工艺处理烟草废水,出水 COD 达到 GB8978—1996《污水综合排放标准》的二级排放标准。UASB 反应器处理烟草废水,能在较高容积负荷条件下维持较高的 COD 去除率,当反应器 COD 容积负荷为 18.5 kg/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$),COD 去除率达 88%,出水 VFA 为 3 mmol/L,产气量 26 L/d 左右。UASB 反应器厌氧出水按 1 L 投放 150 mg FeCl_3 和 25 mg PAM,COD 去除率达到 50.3%。SBR 反应器更能适应经絮凝沉淀后的 UASB 反应器厌氧出水,用 SBR 反应器处理经絮凝的 UASB 反应器出水,当进水 COD 为 1 300 mg/L,进水负荷为 1.3 kg/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)时,出水 COD 在 200 mg/L 以下,COD 去除率稳定在 80% 左右。

参考文献:

- [1] 李美亮,李美柱,单凯. 二氧化氯催化氧化技术处理烟草污水[J]. 辽宁化工,2010,39(8):811-815.
- [2] 刘建广. 水解-BAF-纤维过滤工艺处理卷烟废水[J]. 中国给水排水,2003,19(1):62-64.
- [3] 张红振,刘汉湖,齐运伟,等. 生物接触氧化结合气浮法处理卷烟综合废水[J]. 环境污染与防治,2006,28(5):384-387.
- [4] 高兴斋,刘育禾. 用物化法处理卷烟厂综合废水的实践[J]. 环境科学研究,1998,11(5):55-57.
- [5] 周平. 烟草企业废水处理及再生回用技术的应用[J]. 烟草科技,2007(3):19-22.
- [6] 马步青. 上海卷烟厂污水治理[J]. 烟草科技,2004(6):3-5.
- [7] 张魏,杨建华,夏根明,等. 烟草废水处理及其中水回用[J]. 净水技术,2007,26(4):71-74.
- [8] 李亮. UASB-SBR 工艺处理城市生活污水的试验研究[D]. 武汉:武汉大学环境学院,2005.
- [9] 班冲,宋丰明,许琳科,等. UASB 处理垃圾渗滤液系统的运行效能及影响因子[J]. 江苏农业科学,2012,40(6):354-356.
- [10] 邱丽娟,陈亮,黄满红. UASB 反应器处理染料及印染废水的研究进展[J]. 化工环保,2009,29(5):416-419.
- [11] 高峰,蒋伟群,黄强. SBR 工艺脱除苯胺废水中的总氮[J]. 化工环保,2010,30(5):412-414.
- [12] 翟建,姜春华. ASBR-SBR-Fenton 氧化工艺处理均苯四甲酸生产废水[J]. 化工环保,2011,31(2):144-147.
- [13] 国家环境保护局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京:中国环境科学出版社,2002:210-213.
- [14] 沈耀良,王宝贞. 废水生物处理新技术[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006:494-512.