

电石渣中和/压滤/UASB 工艺处理生物柴油废水

张建国¹, 罗小娟²

(1. 中交上海航道局 江苏分公司, 江苏 南京 210000; 2. 江西理工大学 应用科学学院, 江西 赣州 341000)

摘要: 北方某废水处理厂一期工程采用隔油/调节/UASB/好氧生化处理生物柴油废水, 效果较差。为保证生物柴油厂能正常生产, 在一期污水处理工程的北部建设了二期污水处理工程, 采用电石渣中和/压滤/两级 UASB/AOO 的组合工艺。实际运行结果表明, 二期工程的平均进水 COD、硫酸盐、氨氮、总磷分别为 93 305、14 144、6.8 和 0.8 mg/L 时, 相应出水指标分别为 247、218、0.3 和 0.4 mg/L, 去除率分别为 99.7%、98.5%、95.6% 和 50%。该工艺耐冲击负荷强, 出水水质能稳定达到设计标准, 且运行费用较低, 电费约 8.20 元/m³, 药剂费约 0.20 元/m³。

关键词: 生物柴油废水; 电石渣; UASB

中图分类号: TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)24-0100-05

Treatment of Biodiesel Wastewater by Carbide Slag Neutralization/Filter Pressing/UASB Process

ZHANG Jian-guo¹, LUO Xiao-juan²

(1. Jiangsu Branch, CCCC Shanghai Dredging Co. Ltd., Nanjing 210000, China; 2. College of Applied Science, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: The combined process of oil separation/regulation/UASB/aerobic biochemical treatment was used to treat biodiesel wastewater in the first stage project of a wastewater plant of North China, but the treatment effect was poor. To guarantee the normal production of the biodiesel plant, the second stage project was built in the north of the first stage project. The combined process of carbide slag neutralization/filter pressing/two-stage UASB/AOO was used to treat biodiesel wastewater in the second phase project. The actual operation results showed that when the average influent concentrations of COD, sulfate, ammonia nitrogen and total phosphorus were 93 305 mg/L, 14 144 mg/L, 6.8 mg/L and 0.8 mg/L respectively, the corresponding average effluent concentrations were 247 mg/L, 218 mg/L, 0.3 mg/L and 0.4 mg/L respectively, and the process removal rates were about 99.7%, 98.5%, 95.6% and 50% respectively in the second phase project. The process had stronger resistance to shock loading, and the effluent quality could stably reach the design standards with lower operation costs, including 8.20 yuan/m³ of electric charge and 0.20 yuan/m³ of chemicals cost.

Key words: biodiesel wastewater; carbide slag; UASB

国内生物柴油行业近几年发展较快, 随着国家环保政策要求越来越严格, 各地、各企业对污水处理的重视程度也在逐渐提高。生物柴油废水水质复杂, 污染物浓度高, 处理难度大^[1~4], 很多企业污水

难以达标排放, 寻找经济合理的生物柴油处理技术, 已势在必行。以某生物柴油废水处理实际工程为例, 分析其处理工艺、设计参数以及运行效果, 可为相关废水处理提供参考。

1 工程概况

1.1 项目概述

北方某生物柴油废水处理厂一期工程采用隔油/调节/UASB/好氧生化处理,效果不佳。为保证生物柴油厂能正常生产,在二期污水处理工程的北部建设了二期污水处理工程,一期工程作为备用。

二期工程设计规模为 $300 \text{ m}^3/\text{d}$,采用隔油/调节/电石渣中和/压滤/两级 UASB/AOO 工艺,进水主要为经过预处理的含油废水,水源来自车间废水、原料池废水、锅炉房废水、生活污水,要求处理后主要出水指标 $\text{COD} \leq 300 \text{ mg/L}$ 。

1.2 废水特点

废水主要由生产废水(原料水杂质、工艺生产水、工艺生产甘油、浓硫酸)、冲刷废水、锅炉房废水、生活污水组成。

① 生产废水排放量为 $20\,000 \text{ m}^3/\text{a}$ ($55 \text{ m}^3/\text{d}$),其中含硫酸 10%,甘油 40%,甲醇、短链有机物、脂肪酸、脂肪酸甲酯、油脂等 2%,COD 高达 $(50 \sim 60) \times 10^4 \text{ mg/L}$ 。

② 冲刷废水为车间冲洗设备用水、循环水池更换水等,夏多冬少。

③ 锅炉房废水为锅炉房浓盐水经三效蒸发后水。

④ 办公室、食堂等生活污水,夏多冬少。

以上废水中,夏季②、③、④有时可达 $245 \text{ m}^3/\text{d}$;而冬天水量少时为 $45 \text{ m}^3/\text{d}$ 。据此确定处理总水量为 $300 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

2 设计方案

2.1 设计进、出水水质

根据水质资料,主要污染物质来自生产废水,设计按综合废水加权平均计算进行处理,进水 $\text{COD} \leq 110\,000 \text{ mg/L}$ 、硫酸 $\leq 1.83\%$ 、甘油 $\leq 7.32\%$ 、pH 值为 1.5。出水标准: $\text{COD} \leq 300 \text{ mg/L}$ 、 $\text{BOD}_5 \leq 60 \text{ mg/L}$ 、氯离子 $\leq 250 \text{ mg/L}$ 、硫酸盐 $\leq 250 \text{ mg/L}$ 、 $\text{NH}_3 - \text{N} \leq 10 \text{ mg/L}$ 、总磷 $\leq 1 \text{ mg/L}$ 。

2.2 工艺流程及主要构筑物

2.2.1 工艺流程

工艺流程见图 1。

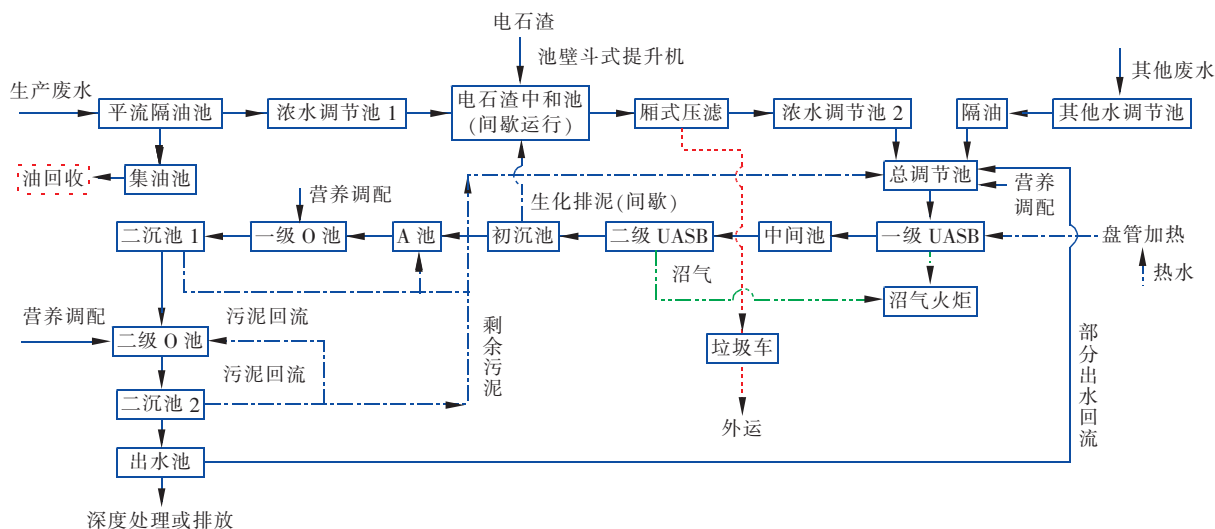


图 1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

高浓度生产废水首先进入平流隔油池,经隔油后油水分层,采用撇油机将油撇入集油池回用,废水自流入浓水调节池 1;池顶设置自吸泵,间歇性将废水提升入中和池,在搅拌机搅拌下,加入电石废渣中和水中硫酸,生成硫酸钙沉淀,并调节废水 pH 值到 7 左右;调节完成后将混合液泵入厢式压滤机,滤饼收集后运出厂区。

压滤后的滤液自流入浓水调节池 2,与其他水

调节池中其他水混入总调节池,总调节池还接收回流出水 and 好氧排放的剩余污泥,经掺混后的各类污水通过提升泵送入一级 UASB,通过厌氧生化反应降解水中有机物,一级 UASB 出水自流入中间水池,经提升后进入二级 UASB,二级 UASB 出水自流入初沉池,失活或过量厌氧污泥在初沉池沉淀后通过污泥泵泵入中和池排放。

初沉池上清液自流入好氧生化处理系统的 A

池,与二沉池1来的回流污泥掺混后进入O池,在O池中通过好氧微生物在人工充氧状态下降解水中有机物,出水经二沉池1泥水分离后,活性污泥回流,上清液自流入二级O池,继续发生好氧生化反应,经二沉池2泥水分离,污泥回流,出水进入出水池排放或进行深度处理。部分出水经提升进入总调节池以平衡进水COD浓度,从而保持系统的稳定运行。

2.2.2 工艺选择

① 平流隔油池

生物柴油废水中含有大量浮油会对后续生化处理系统产生毒害作用。《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2016年版)规定了生物处理构筑物进水中有害物质允许浓度,其中石油类为50 mg/L。因此设计废水先进入平流隔油池进行隔油处理,以去除废水中的浮油。浮油中COD含量很高,去除浮油的同时,也去除了大量COD。

② 调节池

生物柴油废水的水量和水质随时间变化较大,会对生化系统产生冲击作用。为保证后续构筑物及设备的连续性和稳定性,需对废水的水质水量进行调节处理。

③ 中和池

考虑到厂区要求防爆,污水处理采用电石渣中和+沉淀的预处理工艺,而不采用焚烧法。生物柴油废水中的硫酸盐含量很高,在厌氧条件下会产生硫化氢,对后续生化系统中的微生物产生毒害作用^[5],同时过高的盐分也会抑制微生物的生长,因此需要先沉淀去除硫酸盐。由于电石渣当地取材容易,且价格低廉,本项目选择投加电石渣沉淀去除硫酸盐。

④ 厢式压滤

电石渣中和工艺产生的硫酸钙沉淀及时通过厢式压滤机进行脱水处理,以减少过多的沉淀物对后续系统的影响。

⑤ UASB

UASB反应池污泥浓度高、有机负荷高、水力停留时间长^[6,7],利用厌氧微生物对高浓度有机废水进行降解处理,处理效果好且成本低,尤其适用于可生化性较好的高浓度有机废水的处理,常作为后续好氧生物处理的预处理。

⑥ AOO生化池

利用缺氧池中的反硝化菌脱氮去除总氮,同时

利用兼氧菌将废水中部分不溶性的有机物转化为溶解性的有机物,部分难降解的大分子有机物转化为小分子的易降解有机物,从而去除部分COD并提高废水的可生化性。

利用好氧微生物的代谢作用将小分子有机物降解去除。好氧池中设置有曝气系统,一方面提供好氧微生物新陈代谢过程所需要的溶解氧,另一方面起到了混合搅拌的作用,使微生物和污染物充分接触,强化生化反应的传质过程。

由于废水中氮、磷的含量较低,主要去除的污染物为可生化性有机物,因此将常规AAO生化池改为AOO生化池。

⑦ 二沉池

生化池出水进入二沉池进行泥水分离,同时使部分活性污泥回流至生化池,维持生化池中的活性污泥浓度稳定。

2.3 主要构筑物和设备

设计处理水量为300 m³/d,其中针对生产废水的预处理物化处理段(从隔油池至浓水调节池2)设计处理能力为10 m³/h,在物化处理段后针对综合废水(生产废水预处理后+其他废水)设计处理能力为40 m³/h。

① 隔油池。1座,半地下钢筋混凝土结构(防腐处理),设计尺寸:23 m×3 m×5 m。主要设备:链板式刮油刮泥机1台, $N=1.5$ W,刮板移动速度为1 m/min。

② 中和池。1座,半地下钢筋混凝土结构(防腐处理),设计尺寸:5 m×3 m×5 m。主要设备:桨式搅拌机2台, $N=6.0$ kW;排泥螺杆泵2台, $Q=22$ m³/h, $H=800$ kPa,吸程为2.0 m;厢式压滤机2台, $Q=2.88$ m³/h,过滤面积为180 m²;污泥输送机1台,带宽0.6 m,长9 m;电石渣投加翻斗机1台, $V=0.5$ m³。

③ 总调节池。1座,半地下钢混结构,设计有效HRT=23 h,设计尺寸:18 m×3 m×5 m。主要设备:废水提升泵2台(1用1备,1台变频),耐腐蚀、无堵塞, $Q=40$ m³/h, $H=100$ kPa, $N=2.2$ kW;潜水搅拌机2台, $N=1.5$ kW,叶轮直径260 mm,不锈钢材质,耐酸腐蚀。

④ UASB。主体设备为成套设备,含布水系统、排水系统、三相分离器等附属部分。碳钢防腐结构,设计尺寸为 $\varnothing 15$ m×18 m,2座;设计尺寸为 $\varnothing 10$

m × 15 m, 2 座。

主要配套设备:加热系统 4 套,与二级澄清池共用,利用厂区原有蒸汽源,由业主将蒸汽管道接入池体内即可,设计工作水温为 35 ℃。回流泵 6 台(4 用 2 备), $Q=40\text{ m}^3/\text{h}$, $H=100\text{ kPa}$, $N=2.2\text{ kW}$ 。沼气火炬 1 套, $Q=400\text{ m}^3/\text{h}$ 。水封罐 4 套, $D=1\text{ m}$, $H=1.8\text{ m}$ 。

⑤ A 池。1 座,半地下钢筋混凝土结构,设计尺寸:9.5 m × 2.5 m × 5 m。

主要设备:潜水搅拌机 1 台, $N=8.5\text{ kW}$,叶轮直径 260 mm。

⑥ O 池。半地下钢筋混凝土结构,2 座,设计尺寸:30 m × 12 m × 5 m。

主要设备:罗茨鼓风机 6 台(4 用 2 备), $Q=36\text{ m}^3/\text{min}$, $\Delta P=48.8\text{ kPa}$, $N=45\text{ kW}$ 。

微孔曝气头 2 880 套, $\varnothing 260\text{ mm}$, 气量为 $1.98\text{ m}^3/(\text{个} \cdot \text{h})$ 。

生物填料及填料架 1 套,弹性填料 $1\,275\text{ m}^3$ 。

⑦ 二沉池。半地下钢筋混凝土结构,2 座,设计尺寸:6 m × 2.5 m × 5.0 m。

主要设备:污泥回流泵 4 台(2 用 2 备), $Q=40\text{ m}^3/\text{h}$, $H=100\text{ kPa}$, $N=2.2\text{ kW}$ 。

3 运行效果

生物柴油废水处理厂建成后,经过半年多的运行,出水水质稳定达到设计标准。现针对废水处理厂建成后的处理效果进行分析,具体见图 2。当生物柴油废水处理厂平均进水 COD、硫酸盐、氨氮和总磷分别为 93 305、14 144、6.8 和 0.8 mg/L 时,相应出水指标分别为 247 (206 ~ 274)、218 (178 ~ 241)、0.3 (0.1 ~ 0.4) 和 0.4 (0.3 ~ 0.6) mg/L,去除率分别为 99.7%、98.5%、95.6% 和 50%,出水水质满足设计要求。

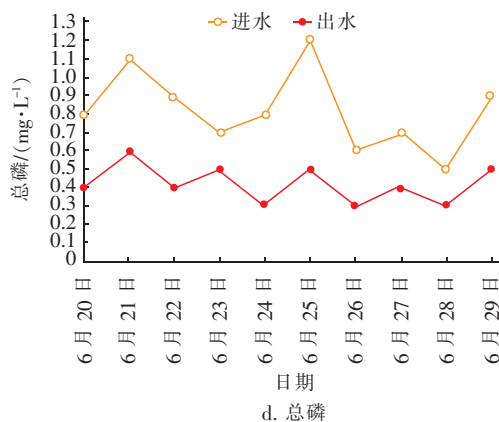
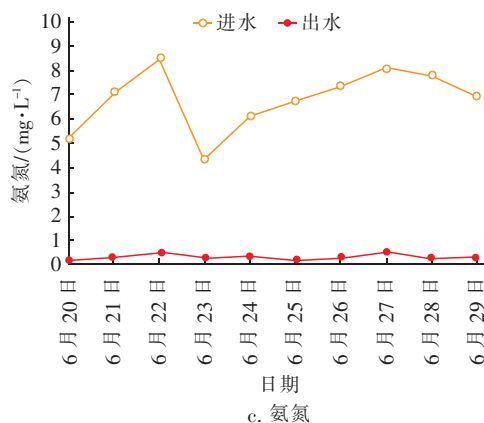
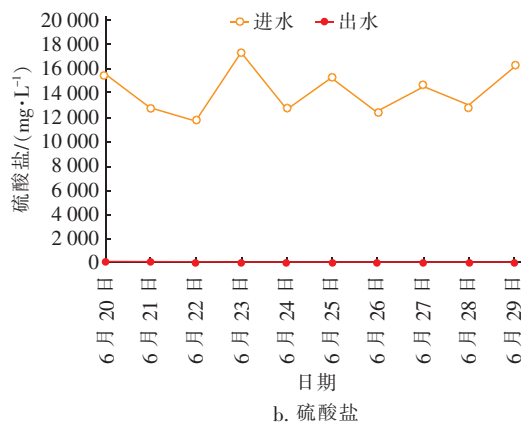
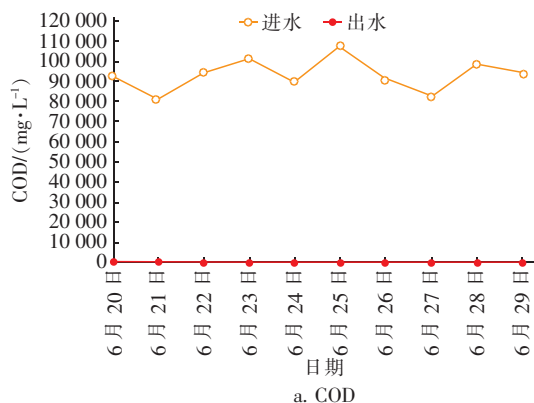


图 2 废水处理厂对 COD、硫酸盐、氨氮、总磷的处理效果

Fig. 2 Removal effect of COD, sulphate, ammonia nitrogen, TP by WWTP

通过电石渣沉淀对废水中的硫酸盐进行预处理,可有效降低硫酸盐及其厌氧反应产生的硫化氢对后续生化系统的毒害影响。由于生物柴油的可生化性较好,在电石渣沉淀预处理去除大部分硫酸盐的基础上,再采用 UASB 和 AOO 生化处理工艺,可取得较好的处理效果。

4 处理成本

生物柴油废水处理厂的处理成本主要为电费、药剂费以及人工费。废水处理厂装机功率约180 kW,运行电费约8.20元/m³。运行中投加药剂主要为电石渣和PAM,药剂费约0.20元/m³,人工费约0.20元/m³。

5 结论

① 通过电石渣预沉法去除生物废水中的硫酸盐,可有效降低硫酸盐及其厌氧反应产生的硫化氢对后续生化系统的毒害影响。

② 采用电石渣中和/压滤/两级UASB/AOO工艺处理生物柴油废水,COD、硫酸盐、氨氮和总磷的平均去除率分别可达99.7%、98.5%、95.6%和50%,耐冲击负荷强,出水水质稳定达到设计标准。

③ 采用上述工艺处理生物柴油废水,运行费用较低,电费约8.20元/m³,药剂费约0.20元/m³,人工费约0.20元/m³。

参考文献:

- [1] 黄琳琳,康家伟,杨永义. 气浮/UASB/SBR/MBR工艺处理生物柴油废水[J]. 中国给水排水,2009,25(8):69-71.
Huang Linlin, Kang Jiawei, Yang Yongyi. Air flotation/UASB/SBR/MBR processes for treatment of biodiesel wastewater [J]. China Water & Wastewater, 2009, 25(8):69-71 (in Chinese).
- [2] 石卉,吴晓美,周航,等. 生物柴油废水好氧吸附处理技术初探[J]. 水处理技术,2010,36(11):85-88.
Shi Hui, Wu Xiaomei, Zhou Hang, et al. Technology primary exploration of biodiesel wastewater treatment by using aerobic technology [J]. Technology of Water Treatment, 2010, 36(11):85-88 (in Chinese).
- [3] 田秀英,高欣欠,祁海龙. 生物柴油废水的处理技术研究[J]. 绿色科技,2013,(3):174-176.
Tian Xiuying, Gao Xinqian, Qi Hailong. Study of biodiesel wastewater treatment technology [J]. Journal of Green Science and Technology, 2013, (3):174-176 (in Chinese).
- [4] 宋雅建,姜栋,姜友蕾,等. UASB处理生物柴油废水的效果研究[J]. 安全与环境工程,2014,21(2):76-79.
Song Yajian, Jiang Dong, Jiang Youlei, et al. Treatment of biodiesel wastewater by using UASB-SBR-flocculation [J]. Safety and Environmental Engineering, 2014, 21(2):76-79 (in Chinese).
- [5] 涂保华,张洁,张燕秋. 对厌氧硝化中硫化氢毒性控制的探讨[J]. 内蒙古环境保护,2003,15(3):21-23.
Tu Baohua, Zhang Jie, Zhang Yanqiu. Research on controlling toxicity of sulfured hydrogen in anaerobic digestion [J]. Inner Mongolia Environmental Protection, 2003, 15(3):21-23 (in Chinese).
- [6] 陈倩倩,陈辉,郭琼,等. UASB组合工艺处理生活污水研究进展[J]. 杭州师范大学学报,2016,15(3):271-275.
Chen Qianqian, Chen Hui, Guo Qiong, et al. Research progress of the technology processing for domestic wastewater treatment by UASB combination [J]. Journal of Hangzhou Normal University, 2016, 15(3):271-275 (in Chinese).
- [7] 宋灿辉,肖波,胡智泉,等. UASB/SBR/MBR工艺处理生活垃圾焚烧厂渗滤液[J]. 中国给水排水,2009,25(2):62-64.
Song Canhui, Xiao Bo, Hu Zhiqian, et al. UASB/SBR/MBR process for treatment of leachate from MSW incineration power plant [J]. China Water & Wastewater, 2009, 25(2):62-64 (in Chinese).



作者简介:张建国(1979-),男,河北保定人,博士,高级工程师,主要从事水处理设计、工程和科研工作。

E-mail: zhangjianguo790825@163.com

收稿日期:2018-06-20