

污水处理

混凝沉淀 + SBR 工艺在屠宰废水处理中的应用

于文汇 张延青 于向阳

(青岛理工大学市政与环境工程学院 山东青岛 266033)

摘要 通过屠宰废水处理实际工程,主要考察在冬季低温条件下 SBR 污泥驯化条件, SBR 单元中污泥 30 min 沉降比与溶解氧(DO)变化以及有机物降解规律。研究结果表明,该工艺在处理屠宰废水时,运行稳定,处理效率高, SBR 池出水 COD_{cr} 80 mg/L, SS 30 mg/L。

关键词 屠宰废水 混凝沉淀 + SBR 工艺 废水处理

Application of Coagulation + SBR Process in Treatment for Slaughter-house Waste Water

Yu Wenhui Zhang Yanqing Yu Xiangyang

(School of Environmental and Municipal Engineering, Qingdao Technological University Qingdao, Shandong 266033)

Abstract According to practical slaughter-house waste water treatment project, some experiments are conducted to investigate the condition of forming sludge, the change of SV_{30} and DO, and degradation law. The result shows that the process features a stable running and a high treatment efficiency. The SBR produces an effluent with COD_{cr} 80 mg/L and SS 30 mg/L.

Key words slaughter-house waste water coagulation + SBR process waste water treatment

肉类食品是满足人类对蛋白质、脂肪等营养物质需求的主要来源之一。在我国,随着人民生活水平的不断提高,肉类食品年消耗量逐年增长。在屠宰和肉类加工的过程中,要排放大量的废水,废水中含有血污、油脂、毛、畜禽内脏杂物、碎肉、未消化的食料和粪便等污染物质,悬浮物浓度较高,呈红褐色,并带有难闻的臭味,处理难度较大,如不作处理直接排放,会对水环境造成严重污染,并对人畜健康造成危害。因此,对屠宰和肉类加工废水进行处理,去除其污染对保护

环境及人类健康是非常必要的。

本文介绍了草原兴发公司冷冻食品厂废水处理工艺。

1 工艺流程

草原兴发股份有限公司冷冻食品厂是内蒙古赤峰市的一家大型肉食品加工企业,集肉鸡屠宰、冷冻及肉类加工于一体,日屠宰肉鸡 6 万只,废水排放量为 1 000 m³,处理后的水直接排入市政管网。其废水水质见表 1。

屠宰废水是生化性很好的中等浓度有机废水,一般

由图 7 可以看出: 添加剂在高 pH 值、中 pH 值浆液中时, -pH 曲线相似, 2# 添加剂作用效果更佳, 脱硫效率略高于 1# 添加剂。 2# 添加剂脱硫 -pH 曲线相对平稳, 在中 pH 值段脱硫效率下降幅度较低。

5 结垢现象比较

烟气脱硫试验过程中, 添加剂防结垢功能显著; 空白试验时, 垢层几乎遍布反应器的塔体; 加入添加剂后, 有大块垢层脱落的现象, 运行过程中结垢完全没有加重的迹象, 反而减轻。

6 结论

(1) 实验室合成添加剂方法简单, 本研究选用了溶解性能优越的两种聚合物作为添加剂, 分别叫做 1# 和 2# 添加剂。

(2) 添加剂在水溶液中的缓冲能力随浓度的增加而增加, 60 mg/L 的添加剂溶液相对于水有两倍的缓冲能力。

(3) 在自制的湍球塔烟气脱硫系统中进行烟气脱硫试验, 在液气比 $L/Q = 5.0$, 烟气二氧化硫体积分数 0.5%, 石灰浆质量分数为 3% 条件下, 添加剂作用效果显示, 1# 添加剂脱硫效率提高最高时达 4.0%, 2# 添加剂脱硫效率提高最高时达 4.2%, 总脱硫效率提高, 脱硫剂利用率提高 18.75%

以上。

(4) 加入了添加剂的 -pH 曲线比较平缓, 脱硫效率在 pH 值为 8 以下时下降幅度相对于空白试验较小。两种添加剂的 -pH 曲线相似, 2# 添加剂作用效果更佳, 脱硫效率略高于 1# 添加剂。

(5) 在烟气脱硫系统中, 添加剂有减轻结垢的能力。

参考文献

- 1 李金惠. 环境酸化及其研究前沿. 环境保护, 1998(5): 23 ~ 25
- 2 刘柄江, 郝吉明, 等. 中国酸雨和二氧化硫污染控制区划及实施政策研究. 中国环境科学, 1998, 18(1): 1 ~ 5
- 3 Cheremisinoff P N, Young R A. 胡文龙译, 大气污染控制设计手册. 北京: 化学工业出版社, 159 ~ 174
- 4 陈昭琼, 童志权. pH 值对石灰(石灰石)湿法脱硫反应机理的影响. 环境科学, 1996, 17(5): 42 ~ 44
- 5 王善成, 毛炳启. 石灰(石)湿式烟气脱硫的化学原理及化学动力学特性并探讨该法的应用. 中国环境监测, 1997, 13(1): 12 ~ 14
- 6 吴忠标, 谭天恩. 石灰湿法脱硫传质-反应过程机理. 环境科学, 1996, 17(2): 42 ~ 44

(收稿日期: 2004 - 02 - 23)

表1 废水的水质及排放标准

项目	进水	排放标准
COD_{Cr} / (mg L ⁻¹)	900 ~ 1 600	500
SS / (mg L ⁻¹)	300 ~ 600	400
pH	7 ~ 8	6 ~ 9

BOD_5 / COD_{Cr} 0.5,且废水是间歇排放的,根据废水特点,采用了SBR生化处理工艺。在工艺设计过程中,考虑到当地冬季气温很低,甚至室内气温都在0左右,而生化处理工艺要求水温必须保持在一定温度之上才有利于微生物的生长,所以污水处理的各个构筑物都建在室内,并配有暖气、暖风机等供暖设施,这样在冬季可以使室内水温始终保持在10以上,使温度对微生物的生长影响很小。SBS生化处理工艺流程见图1。

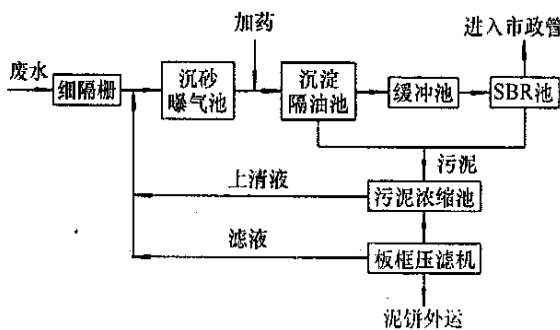


图1 草原兴发冷冻食品厂废水处理工艺流程

由图1可见,屠宰废水经格栅回收鸡毛及鸡内脏后自流进入调节池,调节池水力停留时间为14h,有效尺寸为34.7m×11.2m×2.9m,由于水力停留时间较长,调节池在一定程度上起到了水解酸化池的作用,使大分子有机物如油脂,表面活性剂等大分子有机物得到一定程度的降解;废水在调节池内除去砂子、固体废物和浮油后,经泵打入沉淀隔油池内,沉淀隔油池水力停留时间为4h,有效尺寸17.9m×7.35m×2.9m,废水在沉淀隔油池内经加药混凝沉淀后,除去废水中的悬浮物、乳化油和胶体物质,出水自流进入缓冲池内贮存;缓冲池为厂里原有两个储水池,每池有效容积为150m³,是为SBR间断进水做准备的;缓冲池出水用泵打入SBR池进行处理,SBR池共3个,每池有效尺寸9m×11m×5m,废水在SBR池内缺氧等处理阶段后,排入市政管网。

2 混凝沉淀部分

首先是混凝剂的选择。目前常用的混凝剂按化学组成可分为无机盐类和有机高分子类。无机盐类目前应用最广的是铁系和铝系金属盐,可分为普通铁、铝盐和碱化聚盐,而高分子混凝剂中以聚丙烯酰胺(PAM)应用最为普遍。本工艺选择了聚合氯化铝(PAC)和聚丙烯酰胺(PAM)两种混凝剂。首先加入聚合氯化铝(PAC),由于它具有压缩双电层、吸附电中和、吸附架桥和沉淀网捕的作用,使屠宰废水中的乳化油、悬浮物和胶体失去稳定性,凝聚成大颗粒而沉淀,从而降低废水中的 COD_{Cr} 、SS和色度。在其后的1~5min内加入聚丙烯酰胺(PAM),以加快絮凝作用。混凝沉淀为后面的生化处理创造了良好的条件。

确定混凝剂的投加量。通过烧杯实验确定最佳投药量

分别为:PAC 300 mg/L,PAM 2 mg/L。在这种药剂投加量下,通过充分搅拌,产生大量的矾花,在两道穿孔墙的水力搅动下沉于隔油池的底部。通过对沉淀油池进出水连续几天的监测, COD_{Cr} 的去除率稳定在40%左右,出水的色度也明显下降。污泥成熟后,停止加药,运行一段时间发现,省去前面的混凝沉淀后SBR池内泡沫明显增多,且出水混浊,透光性差, COD_{Cr} 、SS出水值也升高。通过比较可以看出,混凝沉淀对生化处理的效果以及最终的出水效果有较大影响。

3 生化处理部分

3.1 SBR池污泥的培养驯化

在培养初期,为加速污泥的成长,在SBR池内投放一定量的种泥(啤酒厂的脱水污泥)。开始培养时,鉴于池内污泥量少,且微生物活性低,为保持合适的污泥负荷以利于污泥生长,对SBR池进出水量进行控制,采用少进少出的低负荷运行方式,进水量控制在20%。运行一周多后,发现污泥30min沉降比(SV_{30})增加很快,污泥沉降性能良好,污泥颜色由黑色转为黄褐色且出水 COD_{Cr} 降低幅度较大。这时增大进水量为45%,提高了反应池的有机负荷。在整个过程中,始终保持池内水位在池内最大容量位置处。图2为半个月污泥生长情况的检测结果。

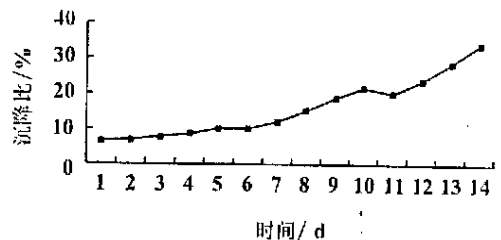


图2 SBR池污泥驯化期间污泥增长曲线

由图2可以看出,在最初几天内,污泥30min沉降比(SV_{30})比较低,几乎处于停滞期,接下来几天污泥仍增长缓慢。在 SV_{30} 超过了15%后,以每天3~5个百分点增长,污泥处于快速增长期。运行一段时间后,SBR池出水 COD_{Cr} 继续大幅度下降,去除率在90%以上,且处理后污水的上清液清澈透明,曝气池表面的气泡较少。镜检发现,菌胶团大而密实,丝状菌较少,原生动物及微型后生动物多且活性较高,钟虫及累枝虫大量存在,上述现象都表明污泥已基本成熟,污泥的培养驯化完成。本工艺在考虑了废水日排放量、运行成本、出水效果以及操作方便等因素后,把SBR的运行周期定为8h,即进水20min,曝气4h,沉淀2h,排水40min,闲置1h,每天每池运行两个周期。

3.2 SBR池内污泥30min沉降比(SV_{30})与溶解氧(DO)的变化

随着SBR池内污泥浓度的变化,池内溶解氧水平也在发生着变化。SBR池是用三叶罗茨鼓风机供气,池内曝气器采用微孔曝气头。通过对池内溶解氧连续监测,发现: $SV_{30} < 15%$ 时,池内溶解氧水平一直偏高,最高可达8mg/L,较高的溶解氧含量会引起污泥老化,结构松散等问题,同时也增加能耗,提高了运行成本;在 $SV_{30} > 35%$ 时,在曝气时间连续监测发现,在曝气前半阶段,池内溶解氧水平一直较低($DO < 2$ mg/L),菌胶团处于缺氧状态,在曝气后半阶段,溶解氧

含量突然升高,说明池内可被生物降解的有机物含量很低了,菌胶团进入内源呼吸状态,而在整个曝气过程中,由于丝状菌比菌胶团有更低的氧饱和常数,更适合在缺氧状态及低底物浓度下生长,容易引起丝状菌大量繁殖,从而引发污泥膨胀;SV₃₀在20%~25%的情况下,通过监测,池内溶解氧水平比较合适,维持在2~3 mg/L^[2]。经伍赫尔曼(Wuhrman)研究,曝气池中的溶解氧的质量浓度在2 mg/L时,直径为500 μm的絮凝体中心点的溶解氧质量浓度只有0.1 mg/L,仅有絮凝体表面的微生物得到较多的溶解氧,絮凝体内多数微生物处于缺氧状态,因此溶解氧的质量浓度维持在2~3 mg/L是合适的。

SBR池排水采用不锈钢自动滴水器,由于排水流量较大,当SV₃₀>35%,很容易排走池底沉淀的污泥,使出水混浊。综合以上考虑,通过定期进行排泥,使SBR池内污泥30 min沉降比(SV₃₀)维持在20%~25%,出水COD_{cr}稳定在80 mg/L以下,完全达到排放标准。

3.3 SBR池有机物降解规律及运行效果

SBR池废水COD_{cr}随反应时间的变化规律如图3。从图3可以看出,在进水阶段和曝气初期,COD_{cr}下降速率较大,有机物降解曲线几乎呈直线下降;在曝气的后半阶段,有机物去除率逐渐降低,曲线趋于平缓;在排水前的沉淀阶段,有机物降解幅度很小,几乎可以忽略。

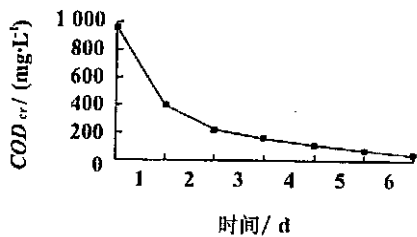


图3 SBR池有机物降解规律

通过图3分析认为,在SBR池中,每一个运行周期的沉淀及排水阶段发生的生物降解作用可以不考虑,其处理效果主要取决于进水和反应两个阶段。

在进水阶段,系统相当于一个调节池,使进水得到充分的混合和均质,有机物首先被菌胶团吸附,并进行生物降解,反应池内有机质降解属于非稳态的生化反应,混合液的体积及基质浓度均在变化。进水阶段的降解模型可表述如下:

$$dS/dt = Q(S_0 - S)/(V_0 + Qt) - r_0$$

式中, V 为 t 时刻反应器中混合液体积,L; S_0 、 S 分别为进水和 t 时刻的基质质量浓度,mg/L; Q 为进水流量,L/h; r_0 为基质降解速率; V_0 为进水前混合液体积,L。

在上式中, $dS/dt > 0$,所以在进水阶段,随着时间的推移,池内基质质量浓度是逐渐增加的,在进水结束时,基质浓度达到最大。

在反应阶段,从反应动力学可知,SBR工艺虽然对于时间是一个理想的推流式过程,但就反应本身的混合状态来说,仍属于典型的完全混合曝气反应池,基质降解服从一级动力学关系^[3]:

$$dS/dt = -k_2 S$$

式中, k_2 为基质降解速率常数, h^{-1} ; S 为基质质量浓度(一般指BOD₅,mg/L); dS/dt 为基质降解速率,mg/(L·h)。

在SBR反应器中存在基质质量浓度梯度,开始反应时,基质浓度(S_0)较高,相应的反应速率也高,污染物去除速率也较快。随着反应时间的推移,基质浓度(S)逐渐减小,反应速率随之降低,污染物去除率也相应下降。当SBR池内基质浓度(S)降低到接近出水浓度时,降解速率已很低,接近于完全混合曝气池。由此可以看出,SBR池中有有机物浓度梯度越小,反应越趋向于完全混合的有机物降解模式,因此,在满足系统不发生因毒物积累而产生抑制的前提下,加快进水速率是提高有机物降解速率的好方法。本实验加快进水速率后(进水时间设为20 min,在较短的曝气时间内),有机物去除效果非常理想。出水稳定在COD_{cr} 80 mg/L,SS 20 mg/L,pH 7~8。

4 结论

(1)屠宰废水可生化性是非常好的,水中含有丰富的营养物质,在冬季水温较低的情况下,微生物的生长速度仍然非常快,而且活性很高。

(2)可以通过监测SBR池内的溶解氧水平来设定曝气时间,控制排泥,使池内溶解氧的质量浓度维持在2~3 mg/L。当曝气时间为4 h,污泥30 min沉降比(SV₃₀)在20%~25%范围内时,可以保证池内溶解氧保持在2~3 mg/L,且污泥长势良好,出水效果也非常理想,同时节约了运行成本。

(3)通过实际运行看出,以混凝沉淀作为预处理,以SBR池作为主体处理工艺处理屠宰废水是很成功的,出水可以达到国家一级排放标准,且运行管理方便,成本较低,占地面积小。

参考文献

- 1 章非娟. 工业废水污染防治. 上海: 同济大学出版社, 2001. 99
- 2 徐亚同, 黄民生. 废水生物处理的运行管理与异常对策. 北京: 化学工业出版社, 2003. 88
- 3 张统, 侯瑞琴, 王守忠, 等. 间歇式活性污泥法污水处理技术及工程实例. 北京: 化学工业出版社, 2002. 7

(收稿日期: 2004-07-26)

热烈祝贺湖北省科学技术期刊编辑学会 进入全国首批先进社团500强行列!

——本刊编辑部贺