

文章编号:1000-582X(2003)08-0123-04

两相厌氧/好氧工艺处理屠宰废水的工程应用*

张学洪^{1,2}, 王敦球^{1,2}, 喻泽斌¹, 陈宏³

(1. 重庆大学 城市建设与环境工程学院重庆 400045; 2. 桂林工学院 资环系, 桂林 541004;
3. 桂林市 环境保护局, 桂林 541000)

摘要:屠宰废水有机物浓度和色度较高,水质和水量波动较大。采用两相厌氧/好氧工艺处理该类废水。废水经过两道格栅去除颗粒悬浮物,然后经厌氧接触池、厌氧挡板反应器,再经SBR反应器去除有机物,最后过滤出水。在厌氧挡板反应池内安装弹性组合填料,并投加活化沸石作为载体,以提高反应器的处理效率。工程实际运行结果表明,吨水投资费用为0.35万元,运行成本为0.6元/m³。应用该工艺处理屠宰废水,易于操作,出水水质稳定,满足国家排放标准,处理效率高,是一种值得推广的方法。

关键词:屠宰废水; 两相厌氧; SBR工艺

中图分类号:X703

文献标识码:A

桂林市某屠宰厂是于1999年由市食品公司新建,该厂以宰杀生猪为主,每日宰杀生猪约400头,在建厂同时建有一套屠宰废水处理装置,采用传统的生物接触氧化工艺,但在2000年4月正式投入使用后,废水处理一直未能达到设计要求,根据桂林市环保局的要求,该厂生产废水治理工程属于限期治理项目,要求在2000年底实现达标排放。该厂废水排放量波动很大,实际进水的污染物浓度远高于原设计水质,因此,原设计所采用的传统工艺不能满足要求,针对上述情况,决定采用两相厌氧加上SBR法处理该厂生产废水,经过历时二年多的工程实践来看,该工艺是可行的,运行较稳定、能耗低,取得了成功,处理后的出水各项指标均达到《肉类加工工业污染物排放标准》(GB13457—1992)一级标准要求。

1 污水来源及水质水量特征

1.1 屠宰场规模

某屠宰厂是桂林市定点性猪屠宰单位之一,每日宰杀生猪约400头,同时场内还存栏饲养待宰性猪400头。每天排放大量屠宰污水、存栏猪的粪便污水和少量其它污水。该厂原来设计的一套废水处理装置,但由于污染物负荷加大、水量增多,已不能满足处理要求。

1.2 污水水质和水量

废水主要来源于屠宰车间、分割肉加工车间、肉制品加工车间、猪圈舍及员工厕所等,主要含有血液、油脂、碎肉、畜毛和粪便等,属于高浓度有机废水,废水呈红褐色,具有较强的腥臭味。多次监测得其污水水质见表1。本次设计水质采用表1中的平均值,设计水量取110 m³/d。

表1 屠宰废水水质

mg/L

分析项目	COD _{Cr}	BOD ₅	色度	SS	NH ₃ -N	pH
变化范围	3 500~4 000	1 550~1 700	460	1 300~1 500	30.2~37	6.89~6.98
平均值	3 750	1 650	460	1 350	34	6.92

* 收稿日期:2003-04-10

基金项目:广西自然科学基金(0229033);广西区教育厅项目[2001]401-62资助

作者简介:张学洪(1963-),男,湖北荆州人,重庆大学博士后,教授,主要从事水污染控制的研究。

1.3 排放标准

经处理后的污水出水指标达到《肉类加工工业污染物排放标准》(GB13457—1992)一级标准: $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 120 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 \leq 60 \text{ mg/L}$, $\text{SS} \leq 100 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_3\text{-N} \leq 15 \text{ mg/L}$, 色度 ≤ 50 倍, $\text{pH} = 6 \sim 9$ 。

2 废水处理工艺流程

2.1 工程特点

该厂生产的废水及处理场地有如下特点: 1) 水质、水量变化较大, 废水主要集中在每天早上到中午排出, 其余时间废水量较小; 2) 有机物含量高, 可生化性较好; 3) 该厂原建有一套污水处理设施, 由于是技术改造, 可供污水处理用地较为狭小。根据上述特点及该种废水的国内处理经验^[1], 特别是处理场地受到限制, 必须采用一种较为成熟、先进、占地面积较小的工艺流程, 且具有较强的耐冲击负荷的能力。

2.2 工艺处理方案比较

屠宰废水是一种高浓度有机废水, 目前国内外关于该类废水的处理工艺研究较多^[2-6]。主导工艺有:

1) 传统活性污泥法, 该工艺主要由曝气池和沉淀池组成, 随着微生物学的发展, 这种处理方法也不断改进, 在处理有机废水方面进展很快, 但在屠宰废水应用中不太常见。

2) 厌氧 + 生物接触氧化法, 该工艺主体部分为接触氧化池, 曝气装置放在填料之下, 不仅供氧充足, 氧利用率高, 且加速了生物膜的更新, 提高了生物膜活性, 由于微小气泡的搅动, 生物膜与水流之间产生了相对移动速度, 增强了传质效果, 其优点为: ① BOD 负荷高, 污泥生物量大, 对进水冲击负荷适应力强; ② 充氧效率高, 传质条件好, 处理时间短, 相同的水量条件下, 需装置的设备较小, 因而占地面积小。存在的缺点: ① 负荷不宜过高, 以免引起填料堵塞, 需要有防堵塞的冲洗措施; ② 填料及支架等往往导致建设费用增加。

3) UASB 工艺 + SBR 或 UASB + 接触氧化^[7], UASB 反应器是上流式厌氧污泥床的简称, 该种反应器近年来在国内外高浓度有机废水的处理上得到广泛的应用。上流式厌氧污泥床反应器内设有载体, 是一种悬浮生长型的消化器, UASB 反应器在反应区上部设有气、固、液三相分离器, 能承受很高的有机负荷, 中温发酵对 BOD_5 、 COD 去除率很高, 但对小型企业, 一次投资成本稍高, 不易为企业接受。

4) 厌氧酸化 + 好氧处理技术, 该技术为普通厌氧发酵装置加上好氧处理反应器, 主要优点为厌氧反应器部分可以因地制宜地建造, 并根据地形、水质、水量

情况放大和缩小, 技术要求较简单, 也可以在池内加入其它辅助性设施, 目前在中小型企业内应用较多。

5) 气浮 - SBR 工艺处理^[8], 主要利用微小气泡捕获与絮凝剂酸性聚合硫酸铁起反应的水中污染物, 形成污渣而去除。后面 SBR 工艺和常规处理一样, 该工艺操作也较简便, 工艺设置较为合理。

综上所述, 我们根据该厂的实际情况选择了两相厌氧和好氧技术处理该厂屠宰废水, 具体为: 第一相为厌氧接触池 ($\text{HRT} = 6 \text{ h}$), 池内分三格, 内加设弹性组合填料, 污水经此池水解、发酵将蛋白质、脂肪等高分子有机物分解成小分子化合物, 继而转化为有机酸。经厌氧接触池处理后的污水进入第二相厌氧池, 第二相厌氧池采用自制的厌氧挡板反应器 ($\text{HRT} = 48 \text{ h}$), 在反应池内加设弹性组合填料, 并投加活化沸石作为载体, 在该池内产甲烷菌将有机酸等转化为 CH_4 、 CO_2 , 产生的甲烷气等进入沼气贮气柜。本工程好氧工艺采用 SBR 反应池, SBR 工艺是集调节、初沉、生物降解和终沉排水等功能于一体的污水生化处理工艺, 主要为 5 个工序所组成 (充水期、反应期、沉淀期、排水期、闲置期), 5 个工序均在同一反应器内实施。工程实际设计 SBR 反应池 2 座, 每座反应池的运行周期为 10.0 h, 其中充水期为 4.0 h, 反应期为 4 ~ 5 h (其中包括充水期 3.0 h); 沉淀期 1 ~ 1.5 h, 由于是静止沉淀, 效果较好; 排水期 1.5 h, 采用笔水器排水; 闲置期视处理水量而定。反应时间控制可灵活掌握, 可以在充水期的任何时间内或结束时开始曝气, 便于反应池内形成基质浓度梯度和抑制污泥膨胀。该工艺直接用于处理屠宰废水会产生大量的气泡, 而且由于废水中有机物含量过高, 会使污泥指数增高, 使处理效果不理想, 故前期采用厌氧处理方法降低废水中的有机物特别是血脂类物质是十分必要的。

2.3 处理工艺流程

屠宰废水中含有大量的猪粪污水、内脏废弃物、畜毛和动物油脂, 所以废水中有机物、氮、磷的浓度高, 悬浮物浓度也高。本工程依据原有的构筑物 and 场地情况, 决定采用上下分层式构筑物, SBR 反应池在地上, 其余构筑物在地下, 具体工艺流程见图 1。

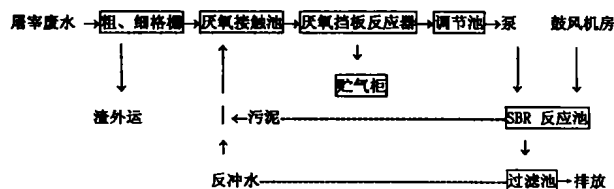


图1 屠宰废水处理工艺流程图

3 主要构筑物及工艺参数

主要构筑物及其工艺参数见表 2。

表2 主要构筑物及其工艺参数

构筑物	型号、规格	数量	设计运行参数
粗格栅	钢制 1.2m×0.6 m	1套	栅条间隙为 30 mm
细格栅	钢丝 1.2 m×0.6 m	1套	网眼为 5 mm
厌氧接触池	钢砼 4.2 m×3.3 m×3.0 m	1座	HRT=6 h
厌氧挡反应器	钢砼 15 m×12 m×3.0 m	1座	HRT=48 h
调节池	钢砼 3.0m×3.0 m×2.5 m		HRT=4 h, 潜水泵两台
SBR 反应池	钢砼 3.0 m×3.0 m×4.0 m	2座	运行周期 10 h
过滤池	钢制 3.0 m×2.0 m×3.0 m	2座	普通快滤池, 用泵反冲
鼓风机房	砖混 2.45 m×1.94 m×2.0 m	1座	SSR-50 两台, 带电控
贮气柜	钢砼 60 m ³	2套	贮气量为一天

4 调试运行

4.1 培菌和驯化

1) 厌氧接触池: 往池中投加沼气池中的污泥 2.0 m³ 和啤酒厂 UASB 反应器中颗粒脱水污泥 4.0 m³ 作为接种污泥, 然后通入一定量水蒸汽, 将水温控制在 35 ℃ 左右, 每天排放约 10 m³ 屠宰废水, 约 20 d 后, 池中有较大气泡产生。

2) 厌氧挡板反应器——往池中投加沼气池中污泥 3.0 m³, 另加啤酒厂 UASB 反应器中颗粒脱水污泥 4.0 m³, 并投加 200 Kg 活化沸石作为载体, 每天排放 10 m³ 废水, 并添加厌氧接触池出水 10 m³, 10 d 后逐渐增大更换水量, 40 d 后, 已形成生物膜, 并已出现颗粒化污泥。

3) SBR 系统: 往池中投加污水厂和啤酒厂脱水污泥各 2.0 m³ 作为接种污泥, 然后进行闷曝, 每天排放适量上清液, 再补充从厌氧挡板反应器来水, 10 d 后, 池中 MLSS 已达 2 800 mg/L, 完成了活性污泥的培养。

4.2 验收监测情况

该工程于 2000 年 12 月通过了环保部门监测验收, 监测结果见表 3, 从表 3 可以看出, 出水的监测指标均达到《肉类加工工业污染物排放标准》(GB13457—1992) 一级标准。一年多来, 整套设施一直运行稳定, 每天能产沼气 100 m³。

表3 屠宰废水处理水质 m/L

分析项目	COD _{Cr}	BOD ₅	色度	SS	NH ₃ -N	pH
1#	37	5.7	10	12	5.3	8.21
2#	35	5.3	10	11	6.2	8.12
3#	42	6.2	10	14	7.3	8.21
4#	27	3.7	10	9	5.5	8.32
5#	31	4.3	10	11	6.5	8.25
平均值	34.4	5.0	10	11.4	6.2	8.22

说明: 连续五日, 每日一次测定结果, 原废水 5 个样的平均值为: COD_{Cr}: 3645 mg/L, BOD₅: 1585 mg/L, SS: 1375 mg/L, NH₃-N: 32.5 mg/L, 色度: 450 倍, pH: 6.82。

5 投资成本与运行费用

该工程总投资为 38 万元, 每吨水投资费用为 0.35 万元, 工程运行两年来, 每天电费经初步核算后, 运行成本约为 0.6 元/m³, 且该工程好氧池建在厌氧池上部, 占地面积较小, 相当于同类型废水处理设施占地的 2/3 左右。

6 结果及讨论

1) 屠宰废水经两级厌氧后再利用 SBR 反应池处理, 较传统的活性污泥法、生物氧化法处理效果好, 出水满足排放标准要求。

2) 由于 SBR 反应池经历了厌氧、好氧和缺氧 3 个过程, 同时采用限制曝气时间的方法, 有效地控制了丝状菌的大量繁殖和过度生长, 系统运行二年多来, 未发生过污泥膨胀现象, 同时系统对 NH₃-N 有较好的去除率。

3) 厌氧挡板反应器也是处理工艺的关键, 其成功启动和高负荷运行的关键在于颗粒化污泥的培养, 其中投加活化沸石载体、确定挡板间距以及维持适当的碱度至关重要。

4) 本工程采用的工艺简单、能耗低, 且能回收沼气。从运行实践来看, 该工艺具有较好的抗冲击负荷能力, 出水稳定。对于治理中小型企业的屠宰废水有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 张自杰. 环境工程手册(水污染防治卷)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996.
- [2] 李绍秀, 彭勃. SBR 法在屠宰废水处理中的应用[J]. 给水排水, 1997, 23(9): 34-36.
- [3] 张统. 污水处理工艺及工程方案设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- [4] 张学洪. 二级厌氧—SBR 法处理肉类加工废水的实践研究[J]. 给水排水, 2001, 27(9): 52-54.
- [5] 瞿素军, 李岩, 盛杰. 浅层气浮—生物接触氧化工艺处理肉类加工废水的应用[J]. 给水排水, 1999, 25(7): 40-42.

- [6] 胡锋平,刘建斌. 水解酸化-生物接触氧化气浮工艺处肉类加工废水[J]. 给水排水,2001,27(9):54-55.
- [7] 刘绍根,黄显怀,赵峰. UASB-SBR 工艺处理屠宰废水[J]. 安徽建筑工业学院学报(自然版),2001,9(1):54-57.
- [8] 宁平,朱易,金时英. CAF 涡凹气浮-SBR 法在屠宰废水处理中的应用[J]. 环境工程,2001,19(3):14-15.

Applying Secondary Anaerobic - SBR Process to Treat Meat Processing Wastewater

ZHANG Xue-hong^{1,2}, WANG Dun-qi^{1,2}, YU Ze-bin¹, CHEN Hong³

(1 College of Urban Construction and Environment Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2 Department of Resource and Environment Engineering, Guilin Institute of Technology, Guilin 541002, China;

3 Guilin Agency of Environment Protection, Guilin 541002, China)

Abstract: Meat processing wastewater is characterized with high organic concentration, high chromaticity color, and inconstant quality and quantity. Two-phase anaerobic-aerobic process is introduced to treat this kind of wastewater. After flowing through the two grilles by which the particulate pollutant was removed, the wastewater went through anaerobic contact tank, anaerobic baffled reactor (ABR) in turn. After the organic was removed in SBR, the wastewater was filtered, then discharged. The combined elastic filler was fixed in the reactor into which the activated zeolite was put as supporter. The investment is 3 500 yuan per ton, and the treating cost is 0.6 yuan. The running result shows that applying this process to treat meat processing wastewater is useful, which has merits of good maneuverability, stable water quality, and high efficiency. It is a method which is worth to be populated in our country.

Key words: meat processing wastewater; two-phase anaerobic; SBR process

(编辑 姚 飞)

(上接第 122 页)

Significance and Present Conditions of Research on the Settlement of MSW Landfill

XIE Qiang¹, ZHANG Yong-xing¹, ZHANG Jian-hua²

(1. College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2. Chongqing Municipal Administration Committee, Chongqing 400015, China)

Abstract: The settlement of MSW landfill is a principal Geotechnical Engineering problem of sanitary landfilling. It is significant to do research on the settlement of MSW landfill. The research will provide grounds in theory for organizing the procedures of land filling, for using the limited space of landfill, for design and maintenance of the protection system, for design of the capacity expansion in vertical and for reuse of the closed landfills. The authors also review some commonly used methods for the MSW landfill settlement research and some results achieved by the domestic and overseas scholars. Some new ideas of research on the settlement of MSW landfill are briefly presented.

Key words: geotechnical engineering; municipal solid Waste (MSW); sanitary landfill; settlement

(编辑 姚 飞)