



屠宰废水处理工艺设计

陈立波¹, 李艳英², 顾恩大³

(1. 吉林化工学院 环境科学与工程系, 吉林 吉林 132022; 2. 中国石油集团工程设计有限责任公司 东北分公司, 吉林 吉林 132022; 3. 吉林省环境保护局, 吉林 长春 130000)

摘要: 采用混凝-气浮-加压曝气生物氧化工艺处理生猪屠宰废水, 介绍了加压曝气生物反应器原理、工艺流程、运行参数、工艺设计特点等。

关键词: 加压曝气生物反应器; 屠宰废水; 工艺设计

中图分类号: X 703.1

文献标识码: A

屠宰废水主要来自生猪的屠宰和加工环节, 水量大、颜色深、有机质浓度高。废水中含有大量的血液、油脂、碎肉、粪便和猪毛, 并带有难闻的臭味, 因含有高浓度的有机质而不易降解, 处理难度较大, 造成严重的污染。

早在上世纪 60 年代初期, 研究人员就对肉类加工废水的处理进行了一些研究, 其中有生物氧化塘、生物转盘、厌氧滤池及化学絮凝, 处理效果均不理想, 工艺一直没有推广。

目前, 屠宰废水处理方法可分为三类: 厌氧-好氧处理工艺; 混凝-SBR 处理工艺; 两段 SBR 处理工艺。上述三种处理工艺, 正常运行均可达到国家排放标准, 但均存在占地面积大, 停留时间长, 基建投资高等问题。本文采用混凝-气浮-加压曝气生物处理工艺处理吉林市某生猪屠宰厂屠宰废水, 该工艺具有处理效率高、占地面积小、投资少等优点, 处理出水可达到国家《污水综合排放标准》GB 8978-1996 中一级标准。

1 水量与水质

该屠宰场日宰生猪 300 头, 排放废水 60 m³/d, 废水集中在短时间内排放, 水量波动大。废水来源于屠宰车间, 主要包括: (1) 屠宰前冲洗生猪的废水; (2) 烫毛、剖解、胴体的废水; (3) 清洗猪内脏的废水; (4) 冲洗车间地板、设备的废水; (5)

冲洗圈栏的废水。废水中含有大量的血污、油脂、毛、肉屑、内脏杂物、未消化的食料及粪便等, 有机物浓度较高, 设计处理水质及排放标准见表 1。

表 1 设计水量水质及排放标准

水质指标	进水浓度	排放标准
pH	7.3	6~9
COD _{Cr} /mg/L	5 245~ 5 680	100
BOD ₅ /mg/L	2 975~ 3 237	20
SS/mg/L	800~ 1 500	70
NH ₃ -N/mg/l	120~ 175	15
色度/倍	350~ 400	50
动植物油/mg/L	400~ 1 000	10

2 试验研究

2.1 絮凝试验

取 500 mL 混合水样(COD= 5 450 mg/L, SS = 1 150 mg/L, 色度= 380 倍)于 800 mL 烧杯中, 分别加入不同种类和浓度的絮凝剂进行混凝试验。观察矾花出现现象, 同时测定 COD 及色度值。试验条件如下: 混合时间 1~ 3 min 搅拌速度 100 r/min; 反应时间 5 min, 搅拌速度 30 r/min; 静止沉降时间 20 min。采用重铬酸钾-硫酸亚铁滴定法测 COD, 采用铂钴标准比色法测定色度, 最佳试验结果见表 2。

表 2 混凝试验结果

水质指标	聚铝 PAM	Fe ²⁺ -PAM	硫酸铝 PAM
药剂投加量/ mg/ L	850	950	1 250
COD _{cr} / mg/ L	1 528	1 853	2 548
COD _{cr} 去除率/ %	72.0	66.0	53.2
SS/ mg/ L	320	460	540
SS 去除率/ %	72.2	60.0	53.0
色度/ 倍	150	180	250
色度/ %	60.5	52.6	34.2

由表 2 可见,投加聚铝和 PAM 投加 850 mg/ L 时,得到较好的效果,上清液的 COD 值达到 1 528 mg/ L, COD 去除率为 72%,脱色效果也较理想;硫酸亚铁与 PAM 配合使用时,COD 去除率为 66%,色度值为 180 度,色度去除率为 52.6%;硫酸铝于 PAM 配合使用时 COD 去除率 53.2%,色度去除率为 34.2%. 由实验结果可以看出,混合屠宰废水,采用不同的絮凝剂进行处理,均可以达到一定的效果.采用聚铝-PAM 混合试剂混凝时 COD、色度均有较高的去除率.

2.2 生化试验

好氧生物处理是利用微生物的新陈代谢过程,经过一系列的生物化学反应,使废水中的有机物最终被降解为 CO₂、H₂O 及其它无机物,从而使废水得到净化.微生物在降解有机物的代谢过程中所需的氧通过曝气的方式来供给,供氧速率越大,系统中微生物浓度可相应提高,活性亦越大,则降解有机物的速率越快,设备的容积负荷越大,所需设备体积越小.但目前国内普遍采用的生化处理方法,由于采用常压曝气的方法供氧,供氧速率有限,而使得反应器内的污泥浓度和系统的处理效率的提高受到了限制.根据亨利定律,当曝气压力越高,水中饱和溶解氧浓度越大,氧传递速率越快.根据这一原理,在与普通生化法同样供气量的情况下,提高系统压力,可使氧的传递速率大为增加,从而使提供微生物生化反应所需的氧成倍增加^[2].由于供氧充足,反应器内的菌胶团处于良好的好氧状态,微生物具有分解有机物的高活性,同时系统可保持较高浓度的微生物,因而使设备容积负荷和处理效率的提高成为可能^[3].

为了探索屠宰废水处理的最佳曝气压力、曝气量、水量停留时间及其它各项工艺参数,本文对经聚铝和 PAM 混凝处理后的屠宰废水进行加压曝气生化处理试验.试验条件:水温 20℃,进水量 0.20 m³/h,曝气量 7.5 m³/h,MLSS 为 3 000 mg/

L,出水 COD_{cr}与曝气压力之间关系见图 1.

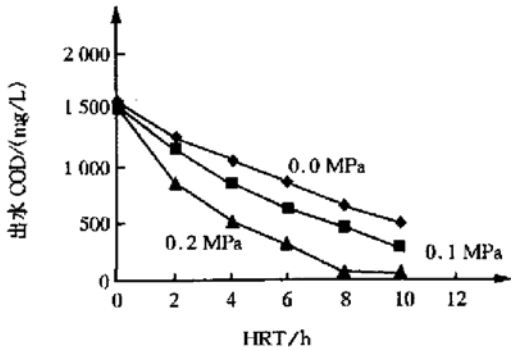


图 1 曝气压力及 HRT 对出水 COD_{cr}的影响

由图 1 可知,微生物对有机物的降解速度随着曝气压力的提高而增大,处理出水 COD 随曝气压力的增加及水力停留时间的增长而降低.但压力超过 0.20 MPa 时,降解速度随着曝气压力的变化幅度变小,出水 COD 降低幅度减小.由试验结果确定,在进水 COD_{cr}为 1 500–2 000 mg/ L 时,曝气力采用 0.2 MPa 较为合理,最佳水力停留时间为 6–8 h.

通过小试及中试研究确定混凝后屠宰废水生化处理最佳工艺条件为: MLSS= 3 000–3 500 mg/ L,水温 15~30℃,曝气压力= 0.15~0.20 MPa,曝气量/废水量= 30~35, HRT= 6~8 h,缺氧搅拌时间为 2~3 h.经上述处理参数条件下运行,处理出水见表 3.

表 3 废水处理前后水质指标

水质指标	进水	出水	去除率/ %
COD _{cr} / mg/ L	5680	92	98.4
BOD ₅ / mg/ L	3237	18	99.4
SS/ mg/ L	1500	36	97.6
色度/ 倍	400	50	87.5
NH ₃ -N/ mg/ L	175	13	92.6

3 屠宰废水处理工艺

屠宰废水处理工艺由机械转筛、沉淀-隔油池、混凝-气浮池、加压生物反应器、排放水池等组成,核心部分是混凝-气浮池及加压曝气生物反应器.集中排放的屠宰废水,经机械转筛去除大块漂浮物后,排入到沉淀-隔油池中沉淀,去除可沉淀物质,隔出动物油,污水由水泵打入混凝-气浮池,加入聚铝和 PAM 混合絮凝剂,使污水中的猪血

溶液脱稳,再经溶气气浮将污水中的悬浮物及脱稳后的猪血去除^[4],污水用水泵打入加压曝气生物反应器内,采用加压曝气,污水中的有机污染物在反应器内高活性微生物的氧化分解作用下,生成CO₂·H₂O等,废水中的有机胺、无机氨被氧化成NO₂⁻·NO₃⁻.处理后的泥水混合物在加压曝气生物反应器内进行静止泥水分离,澄清的水排放到消毒池,采用ClO₂消毒处理,达标排放.采用水泵搅拌进行缺氧脱氮.剩余污泥与初沉池的污泥、动物油及气浮池的浮渣一起排入污泥浓缩池中浓缩,经压滤机压滤后外运.屠宰废水处理工艺流程见图2.

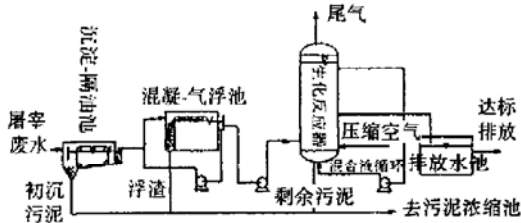


图2 屠宰废水处理工艺流程

4 工艺设计

4.1 设备布置及设备内部组成

本系统的机械转筛、沉淀池-隔油池、排放水池为半地下式,混凝-气浮池、加压曝气生物反应器为地面式,设在工厂的污水处理车间,车间冬季采暖.其中沉淀池-隔油池、排放水池为钢混结构,其它为现加工的钢制设备.采用计量泵加药,溶气泵气浮.加压生化塔内部采用微孔曝气头曝气;加压生化塔设搅拌泵一台;设备底部设剩余污染排放管及人孔;设备整体防腐.

4.2 系统构筑物(设备)规格及投资概算

混凝-气浮-加压生物氧化处理屠宰废水系统构筑物、处理设备规格及投资概算见表4.

4.3 处理成本估算

- (1) 药剂费
- 消耗聚合氯化铝、聚丙烯酰胺,吨水用量0.5 kg,药剂费为1.50元/吨.
- (2) 电费计算
- 总装机容量为20 kW,电价按0.5元/kw·h计,每天运行8 h,吨水电费为1.34元/吨.
- (3) 工资及福利
- 工资及福利按照0.5万元/人每年计算,污水

处理装置管理人员1人,吨水人工费0.25元/吨.

(4) 处理成本

处理吨水费为3.09元/吨.

表4 系统构筑物(设备)规格及工程概算

序号	设备名称	数量	规格	备注	费用 (万元)
1	沉淀-隔油池	1	6×4×3 m ³	砼	6.0
2	混凝-气浮池	1	5×4×3 m ³	钢制	10.0
3	加压生化塔	1	φ3 m×11 m	钢制	12.0
4	吸水井	1	2×2×2 m ³	砼	0.50
5	排放水池	1	3 m×3 m×3 m	砼	0.70
6	污泥浓缩池	1	φ2 m×3 m	钢制	0.50
7	气浮泵	2	Q= 30 m ³ /h H= 20 m	1台备用	3.00
8	生化提升水泵	2	Q= 30 m ³ /h H= 30 m	1台备用	0.60
9	空压机	1	Q= 5.0 m ³ /min P= 0.7 MPa		12.0
10	水流量计	1	Q= 30 m ³ /h		0.80
11	气流量计	1	Q= 300 m ³ /h		0.80
12	刮渣机	1			3.50
13	ClO ₂ 发生器	1			4.00
14	污泥压滤机	1	Q= 10 m ³ /h		10.0
15	设备安装费				3.22
16	工程设计费				3.00
17	税费				3.00
18	不可预见费				2.00
费用合计					75.62

5 处理工艺设计要点

5.1 主要设计参数

- (1) 由于处理水量较小,沉淀-隔油池兼作调节池,设计容积可以存储全天污水.
- (2) 混凝-气浮池按每天工作2 h设计,HRT= 1 h,气固比为0.04;采用溶气泵溶气,泵前加药,水泵混合.
- (3) 加压生化处理要用间歇运行,设计污泥龄为5~ 8 d,根据实际运行情况调整;平均设计污泥浓度MLSS= 3 000~ 3 500 mg/L;生物反应器加压曝气(0.20 MPa)6~ 8 h,曝气量为(30~ 35) Q,常压曝气1 h;氧利用率E_A= 22~ 30%,动力效率2.5~ 4.0 kgO₂/(kw·h);溶解氧浓度为2~ 4 mg/L,缺氧混合时间为2~ 3 h,沉淀时间2 h,进水时间2 h,排水时间1 h.
- (4) 污泥浓缩池中污泥浓缩时间24 h;污泥脱水机2天运行一次,每次运行1~ 2 h.



5.2 工艺特点

本处理工艺运行特点: 进水 COD 高(一般在 5 000~ 6 000 mg/L, 出水达标(COD $\leq$ 100 mg/L, 加压生化处理设备容积负荷率高(5. 4~ 8. 0 kg-COD/m³·d; 对于 NH₃-N 的去除率高达 90% ~ 95%, 出水 NH₃-N 为 10~ 15 mg/L; 剩余污泥量小, 是处理水量的 0. 5% ~ 1. 0%; 占地面积小, 为传统活性污泥法的 1/4~ 1/3.

6 结 论

混凝-气浮-加压曝气生物处理工艺处理屠宰废水, 工艺流程简单, 容积负荷率高, 运行管理方

便, 处理效率高等优点, 为屠宰废水处理探索了一条新的处理途径.

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. 600~ 604.
- [2] 陈立波, 加压生物氧化法处理乙醛废水的中试研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨建筑大学, 1997.
- [3] 桥本奖, 须藤隆一. 新活性污染法[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1992. 117~ 179.
- [4] 王毅, 屠宰废水变性及絮凝处理[J]. 辽宁城乡环境科技, 2002, 20(6): 21.

Technological design for treatment of packinghouse wastewater

CHEN Li-bo¹, LI Yan-ying², GU En-da³

(1. Dept. of Environmental Science and Engineering, Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin City 132022, China; 2. PetroChina Engineering Design Co. Ltd., Jilin City 132002, China; 3. Jilin Environmental Protection Bureau, Changchun 130000, China)

Abstract: The flocculation-flotation pressurized aeration bioreactor process for treating packinghouse wastewater including the principle of the reactor, technological process, operation parameter, and the characteristic of the process design is introduced.

Key words: pressurized aeration bioreactor; packinghouse wastewater; technological design