



屠宰废水处理工艺研究及设计

陈立波^{1,2} 李风亭¹

(1 同济大学环境科学与工程学院污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092;

2 吉林化工学院环境科学与工程系, 吉林 132002)

摘要 高浓度生猪屠宰废水属难治理工业废水。通过试验提出混凝—气浮—加压曝气工艺, 应用于实际工程, 出水可达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 中一级标准, 介绍了试验过程、设计参数及经济指标。

关键词 屠宰废水 混凝 气浮 加压曝气

屠宰废水主要来自生猪屠宰和加工环节, 水量大、颜色深、有机物浓度高。废水中含有大量血液、油脂、碎肉、粪便和猪毛, 并带有难闻的臭味, 含有高浓度的有机质而不易降解, 处理难度较大, 环境污染严重。

目前, 屠宰废水处理方法可分为 3 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 3 种处理工艺, 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。通过试验采用混凝—气浮—加压曝气工艺处理吉林市某生猪屠宰厂屠宰废水, 具有处理效率高、占地面积小、投资少等优点, 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

吉林某屠宰场日宰生猪 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, 设计水质及排放标准见表 1。

2 试验研究

2.1 絮凝试验

取 500 mL 混合水样 (COD_{Cr} = 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_{Cr} 及色度。试验条件如下: 混合时间 1~3 min, 搅拌速度 100 r/min; 反

表 1 设计水质及排放标准

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

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	66	53.2
SS/mg/L	320	460	540
SS去除率/%	72.2	60	53
色度/倍	150	180	250
色度去除率/%	60.5	52.6	34.2

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_{Cr}, 采用铂钴标准比色法测定色度, 最佳试验结果见表 2。

由表 2 可见, 投加聚铝和 PAM 850 mg/L 时, 效果较好, 上清液 COD_{Cr} 达到 1 528 mg/L, COD_{Cr} 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_{Cr} 去除率为 66%, 色度为 180 度, 色度去除率为 52.6%; 硫酸铝与 PAM 配合使用时 COD_{Cr} 去除率 53.2%, 色度去除率为 34.2%。由试验结果可以看出, 对屠宰废水采用不同的絮凝剂进行处理, 均可以达到一定效果。采用聚铝-PAM 混合试剂混凝时 COD_{Cr}、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,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,系统中微生物浓度相应提高,活性亦越大,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。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。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。

为探索屠宰废水处理的最佳曝气压力、曝气量、水力停留时间及其他各项工艺参数,对经聚铝和PAM混凝处理后的屠宰废水进行加压曝气试验。试验采用自制的容积为 2.5 m^3 ($\varnothing 1\,000 \text{ mm} \times 3\,000 \text{ mm}$)、材质为碳钢的压力曝气生物反应器,采用微孔曝气器、封闭式运行。废水经计量,由水泵通过底部的进水管打入反应器中;压缩空气经计量,通过安装在底部的微孔曝气器对反应器中的泥水混合液进行压力曝气(曝气压力分别为常压 $\sim 0.2 \text{ MPa}$)。控制进出水流量,保持反应器中液位稳定;控制进出空气流量,保持反应器中压力恒定。试验期间分别测定不同曝气压力、不同HRT条件下处理后废水 COD_{Cr} 。试验条件:水温 20°C ,进水量 $0.2 \text{ m}^3/\text{h}$,曝气量 $7.5 \text{ m}^3/\text{h}$,MLSS $3\,000 \text{ mg/L}$,出水 COD_{Cr} 与曝气压力之间关系见图1。

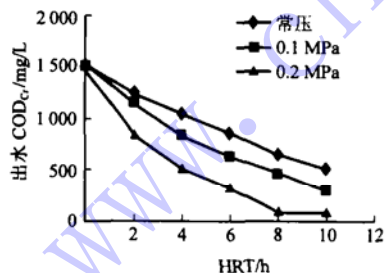


图1 曝气压力及HRT对出水 COD_{Cr} 的影响

由图1可知,微生物对有机物的降解速率随着曝气压力的提高而增大,处理出水 COD_{Cr} 随曝气压力的增加及水力停留时间的延长而降低。但压力超过 0.2 MPa 时,降解速率随曝气压力的变化幅度变小,出水 COD_{Cr} 降低幅度减小。由试验结果确定,在

进水 COD_{Cr} 为 $1\,500 \sim 2\,000 \text{ mg/L}$ 时,曝气压力采用 0.2 MPa 较为合理,最佳水力停留时间为 $6 \sim 8 \text{ h}$ 。

通过小试及中试确定混凝后屠宰废水生化处理最佳工艺条件为:MLSS $3\,000 \sim 3\,500 \text{ mg/L}$,水温 $15 \sim 30^\circ\text{C}$,曝气压力 $0.15 \sim 0.2 \text{ MPa}$,曝气量/废水量 $30 \sim 35$,HRT $6 \sim 8 \text{ h}$,缺氧搅拌时间 $2 \sim 3 \text{ h}$ 。

系统在上述参数条件下运行, COD_{Cr} 、 BOD_5 、SS、色度和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 等指标的去除率分别为 98.4% 、 99.4% 、 97.6% 、 87.5% 和 92.6% 。出水水质见表3。

表3 废水处理试验水质指标

水质指标	进水	出水
$\text{COD}_{\text{Cr}}/\text{mg/L}$	5 680	92
$\text{BOD}_5/\text{mg/L}$	3 237	18
$\text{SS}/\text{mg/L}$	1 500	36
色度/倍	400	50
$\text{NH}_3 - \text{N}/\text{mg/L}$	175	13

3 屠宰废水处理工艺流程

屠宰废水处理工艺由机械转筛、沉淀—隔油池、混凝—气浮池、加压曝气生物反应器、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,排入沉淀—隔油池中沉淀,去除可沉淀物,隔出动物油,出水由水泵打入混凝—气浮池,加入聚铝和PAM混合絮凝剂,使猪血溶液脱稳,再经溶气气浮将悬浮物及脱稳后的猪血去除,出水用水泵打入加压曝气生物反应器,加压曝气,废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 CO_2 、 H_2O 等,废水中的有机胺、无机氨被氧化成 NO_2^- 、 NO_3^- 。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,澄清水排放到消毒池,采用 ClO_2 消毒处理,达标排放。采用水泵搅拌进行缺氧脱氮。剩余污泥与初沉池污泥、动物油及气浮池的浮渣一起排入污泥浓缩池中浓缩后经压滤机压滤后外运。屠宰废水处理工艺流程见图2。

4 工程概算及成本预测

4.1 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。

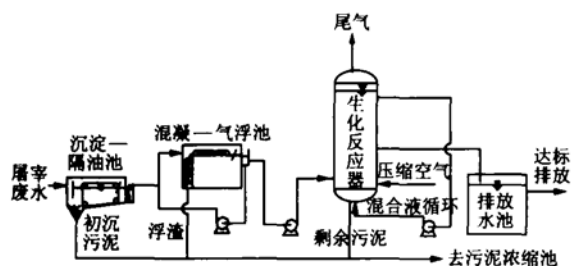


图2 屠宰废水处理工艺流程

表4 系统构筑物(设备)规格及工程概算

序号	名称	数量	规格	费用 /万元	备注
1	沉淀—隔油池	1	6 m×4 m×3 m	6	混凝土
2	混凝—气浮池	1	5 m×3 m×3 m	10	钢
3	加压生化反应器	1	∅ 3 m×11 m	12	钢
4	吸水井	1	2 m×2 m×2 m	0.5	混凝土
5	排放水池	1	3 m×2 m×2 m	0.7	混凝土
6	污泥浓缩池	1	∅ 2 m×3 m	0.5	钢
7	气浮泵	2	Q=30 m ³ /h H=20 m	3	1台备用
8	生化提升水泵	2	Q=30 m ³ /h H=30 m	0.6	1台备用
9	空压机	1	Q=5 m ³ /min P=0.7 MPa	12	
10	水流量计	1	Q=30 m ³ /h	0.8	
11	气流量计	1	Q=300 m ³ /h	0.8	
12	刮渣机	1		3.5	
13	ClO ₂ 发生器	1		4	
14	污泥压滤机	1	Q=10 m ³ /h	10	
15	设备安装费			3.22	
16	工程设计费			3	
17	税费			3	
18	不可预见费			2	
	费用合计			75.62	

4.2 处理成本估算

(1)药剂费:消耗聚氯化铝、聚丙烯酰胺,1 m³水用量0.5 kg,药剂费为1.5元/m³。

(2)电费:总装机容量为20 kW,电价按0.5元/(kW·h)计,每天运行8 h,电费为1.34元/m³。

(3)工资及福利:工资及福利按照0.5万元/(人·a)计算,废水处理装置管理人员1人,人工费0.25元/m³。

(4)处理成本:处理费用为3.09元/m³。

5 工艺设计要点

(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废水。

(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)加压生化处理采用间歇运行,设计污泥龄为5~8 d,根据实际运行情况调整;容积负荷率5.4~8.0 kgCOD_{Cr}/(m³·d),平均设计污泥浓度MLSS为3 000~3 500 mg/L;生物反应器加压曝气(0.2 MPa)6~8 h,曝气量为(30~35)Q,常压曝气1 h;氧利用率E_A为22%~30%,动力效率2.5~4 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,剩余污泥量小,是处理水量的0.5%~1%,污泥脱水机2 d运行一次,每次运行1~2 h。

(5)占地面积小,为传统活性污泥法的1/4~1/3。

参考文献

- 1 陈立波. 加压生物氧化法处理乙醛废水的中试研究. [学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨建筑大学, 1997
- 2 桥本奖, 须藤隆一. 新活性污泥法. 学术书刊出版社, 1992, 117~179
- 3 张自杰, 等. 环境工程手册·水污染防治卷. 北京: 高等教育出版社, 1996. 600~604
- 4 王毅. 屠宰废水变性及絮凝处理. 辽宁城乡环境科技, 20(6): 21~21

@通讯处:132022 吉林省吉林市承德街45号

电话:(0432)3083128

E-mail:chenlibo2003@sohu.com

收稿日期:2004-9-8

陕西四县供水工程项目

白水供水工程,设计规模1.13万m³/d,总投资3 194.41万元。

合阳县供水工程,设计规模2.03万m³/d,总投资1 300.38万元。

华县供水工程,设计规模1.93万m³/d,总投资1 762.39万元。

富平县供水工程,设计规模3万m³/d,总投资1 511.3万元。

以上项目均是陕西省利用日本政府贷款的建设项目,由石家庄市供水总公司设计院设计,目前均处于初步设计阶段。

(邢宏)