

# 四川某屠宰企业废水处理工程实例

胡增辉<sup>1</sup>, 夏利亚<sup>2</sup>

(1. 四川大学建筑与环境学院, 四川 成都 610065;

2. 煤炭科学研究总院杭州环保研究院, 浙江 杭州 311201)

**摘要:**介绍了屠宰废水的一般特性及处理方法,以四川某屠宰公司废水处理工程为例,介绍了屠宰废水处理的设计流程。首先,介绍了屠宰废水的水质特点和出水要求。其次,给出了各构筑物的设计参数。最后总结了本工程实例的特点。

**关键词:**屠宰废水;工艺设计;工程实例

中图分类号:X5

文献标识码:C

文章编号:1006-8759(2013)03-0043-03

## A CASE OF WASTEWATER TREATMENT PROJECT OF A SLAUGHTER COMPANY IN SI CHUAN

HU Zeng-hui<sup>1</sup>, XIA Li-ya<sup>2</sup>

(1. Department of architecture and environment, Sichuan university, Chengdu, China 610065, China; 2. Hangzhou Environmental Protection Research Institute, CCRI, Hangzhou, Zhejiang 311201, China)

**Abstract:** Describes the general characteristics and treatment of slaughter waste water, waste water treatment works to a slaughter company, for example, the slaughter wastewater treatment processes. First, the slaughter of the water quality of the wastewater characteristics and effluent requirements. Secondly, given the design parameters of the various structures. Summarizes the characteristics of the instance of the project.

**KeyWords:** Slaughter waste water; process design; project case

### 1 前言

屠宰行业是用水大户也是污水排放大户,污水中的SS、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>、大肠杆菌等指标严重超标。屠宰场废水中主要含有大量的血污油脂、骨屑、未消化的食料和粪便等,悬浮物浓度很高,废水中有机物质如蛋白质、脂类等含量较高,是一种典型的有机废水,可生化性较好。

四川某屠宰企业的废水主要为屠宰前饲养场排放的畜粪冲洗水,生猪屠宰时褪毛、解体、开腔、清洗肠胃等过程中产生的废水、以及工作场所的生活污水。废水量为150 m<sup>3</sup>/d。根据同类行业废水

的相关数据分析统计,保险起见,在设计时,所取废水的指标(如COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS、动植物油)为最大值,以确保污水处理效果。水质情况见表1。根据环境保护部的相关规定及当地水域

功能区划分标准,执行《肉类加工工业水污染排放标准》(GB13457-92)畜类屠宰加工三级标准。排放控制标准见表2。

表1 废水水质情况表

| 水质因子               | 指标范围                                   | 设计水质                |
|--------------------|--|---------------------|
| pH                 | 6.0~8.0                                | 6.0~8.0             |
| COD <sub>Cr</sub>  | 1500~3000                              | 3000                |
| BOD <sub>5</sub>   | 800~1500                               | 500                 |
| SS                 | 500~1000                               | 1000                |
| 动植物油               | 20~120                                 | 120                 |
| NH <sub>3</sub> -N | 50~100                                 | 100                 |
| 大肠杆菌               | 1×10 <sup>4</sup> ~2.1×10 <sup>7</sup> | 2.1×10 <sup>7</sup> |

单位:除pH、大肠杆菌外,均为mg/L

收稿日期:2012-10-24

第一作者简介:胡增辉(1983-),男,助理工程师,硕士。主要从事环评工作。

表2 排放控制标准

| 水质因子               | 三级标准  |
|--------------------|-------|
| pH                 | 6~8.5 |
| COD <sub>Cr</sub>  | 500   |
| BOD <sub>5</sub>   | 300   |
| SS                 | 400   |
| 动植物油               | 60    |
| NH <sub>3</sub> -N | 25    |
| 大肠杆菌               | 5000  |

单位:除 pH、大肠杆菌外,均为 mg/L

## 2 工艺流程的选择

### 2.1 工艺流程

工艺流程见图 1 所示。

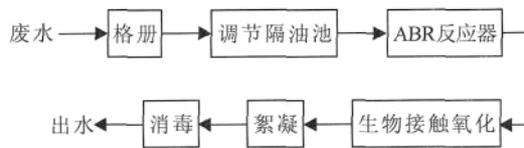


图 1 屠宰废水处理工艺流程

### 2.2 设计参数

(1)沉降井、格栅:由于屠宰废水中猪粪、猪毛及粗大悬浮物较多。故设置带格栅的沉降井在污水总经流路中的格栅池中设置一级粗格栅和一级细格栅网,每级均需作防腐处理。根据格栅拦截的漂浮物的情况,定期进行人工耙渣,其渣收集在渣池内,而以点带面小型沉降井对处理粗大悬浮物更具操作性。

(2)渣池:将沉降井格栅从生产废水中隔离出的一部分猪粪、猪毛及粗大悬浮物收集起来外运。设计有效容积为 6m<sup>3</sup>。

(3)调节隔油池:肉类加工一般是非连续性作业,因此所产生的废水排放量不稳定,变化量大,且水中含有大量油脂以及泥沙。因此为使处理进水水质均匀、水量相对稳定、含油量降低以及有利于有机物的腐化和后续检修方便,须设置沉淀调节池该池需设置布水、溢流装置,该池不仅可起到沉淀、均质、均量作用也可起到一定水解酸化作用,设计有效容积为 130m<sup>3</sup>。

(4)污水泵:为避免因水头损失造成后续处理缓慢、处理废水水量不足等情况。在调节池后利用污水泵,由液位控制器连动污水泵,鼓风机,使该废水处理运行平稳,提高自动控制能力,提高废水扬程并稳定后续处理废水量。

(5)ABR 反应池:由于原水色度较高,为降低能耗,提高废水的可生化性,更好的达到处理效

果,本工艺采用在二级接触生化处理系统的前端增加 ABR 高效兼氧池。由于该厌氧为主的生物反应可将复杂的有机物转化为利于后续处理的小分子有机物,同时产生酸化甲烷和二氧化碳。该厌氧气可由导气管中空排放或自然排放,为保证此阶段有很好的预期效果,设计停留时间为 16 h,容积负荷为 3kg BOD/m<sup>3</sup>·d,池体有效容积为 200 m<sup>3</sup>。为提高生物净化效果,减少动力,需提高下行水的速度,而上行水区需设置填料,该池还需投置本公司的优质菌种。

(6)一级生物接触氧化池:废水经 ABR 高效厌氧处理后,大部分有机物被降解,废水自流入一级生物接触氧化池。接触氧化池中填料采用当前最新型的立体弹性填料,由于该填料具有独特的结构形式和优良的材质工艺选择,使其具有使用寿命长、不堵塞、充氧性能好、耗电小、启动挂膜快、脱膜易、耐高负荷冲击、耐酸耐压,处理效果显著等优点,其比表面积大于 300 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>。接触池设计气水比 20:1;曝气头采用曝气均匀且效果好的膜片式微孔曝气头,其表面布气均匀,具有气泡上升速度慢、充氧利用率高,一般为 25%~30%,使用时可以随时停机,不会堵塞,耐腐蚀。设计接触氧化池总停留时间为 HRT=10h,设计容积负荷为 0.3 kgBOD/m<sup>3</sup>·d,有效容积为 75 m<sup>3</sup>。

(7)中沉池:一级生化接触反应后,废水中有大量生物脱膜,这些生物脱膜需要通过中沉池去除,以保护后续二级生物接触氧化的处理效率,且要满足污泥回流的需要。中沉池为平流沉淀,污泥定期由污泥泵部分提升至浓缩池,部分回流至一级生物接触氧化池或 ABR 池。设计停留时间为 3h,有效容积为 25 m<sup>3</sup>。

(8)二级生物接触氧化池:一级生物接触氧化池出水经中沉池进行沉淀后再进入二级接触氧化池继续进行生化处理,填料采用当前最新型的立体弹性填料,由于该填料具有独特的结构形式和优良的材质工艺选择,使其具有使用寿命长、不堵塞、充氧性能好、耗电小、启动挂膜快、脱膜易、耐高负荷冲击、耐酸耐压,处理效果显著等优点,其比表面积大于 300 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>。接触池设计气水比 15:1。曝气头采用曝气均匀且效果好的膜片式微孔曝气头,其表面布气均匀,气泡上升速度慢、充氧利用率高,一般为 25%~30%,使用时可随时停机,不会堵塞,耐腐蚀。设计二级接触氧化池停留时间为

HRT=12h, 设计容积负荷为  $0.1 \text{ kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ , 有效容积为  $100 \text{ m}^3$ 。在二级接触氧化池后的废水, 氧含量高, 少量的悬浮物, 有机物是最佳饵料, 所以可直接进入鱼塘或农灌灌渠。

(9)微絮沉淀池: 经两级生物接触氧化法处理后, 若需直接外排水, 若只是通过直接沉淀, 其效果较差, 并且所需沉淀池容积较大, 因此需对该水进行混凝反应, 所需药剂根据水中 SS 含量及水质特性而定, 可选用聚合氯化铝[PAC]、硫酸铁[ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ]、聚丙烯酰胺[PAM], 具体选用由实验确定。根据经验选择聚合氯化铝[PAC]沉淀效果较好。设计有效容积为  $40 \text{ m}^3$ 。沉淀物不定期由污泥泵泵入污泥浓缩池, 上清液可直排或进入回用池。

(10)检测井: 絮凝沉淀池需外排的水自流入检测井, 设计对需考虑到计量作用。为确保处理后排放水与屠宰场所排放废水量相同, 监督是否有偷排现象。该处是否安装计量表, 计量泵视当地环保局要求而安装。设计有效容积为  $2 \text{ m}^3$ 。

(11)污泥浓缩池: 根据调节池、中沉池、絮凝沉淀池所产生的污泥量, 该池通过污泥泵将污泥提升至污泥浓缩池, 清液返回沉淀调节池进行再处理。设计有效容积为  $6 \text{ m}^3$ 。

(12)回用景观池: 该池对已经处理的废水起到调节回用水量氧化稳定水质作用, 该池较浅, 根据场地预计约  $100 \text{ m}^3$ , 若有景观喷水装置, 则其综合效益更好。

(13)干化场: 由泥浆泵将污泥浓缩池底的浓缩污泥, 不定期泵入干化场, 干化后经人工清理与煤渣一起焚烧或外运填埋, 干化面积为  $10 \text{ m}^2$ 。

(14)风机房: 风机房进口采用双层隔音, 进风口装有消声器、风机滤器、机房内壁装有吸声材料, 基本无噪声; 本系统风机采用两台回转式风机交替运行, 一用一备。

(15)溶药池: 共 1 座, 有效容积  $1.5 \text{ m}^3$ 。

### 3 运行效果

该工程于 2009 年 2 月开始调试, 2009 年 10 月正式投产运行, 在废水站的出水井装有 COD 连续监测装置, 在线显示 COD 均小于  $500 \text{ mg/L}$ , 该项目于 2009 年 12 月通过验收, 出水指标均达到设计排放标准, 见表 3。

### 4 工程经济分析

表 3 实际运行效果

|                              |                         | 单位: mg/L |
|------------------------------|-------------------------|----------|
| 进水浓度                         | 出水浓度                    | 去除率/%    |
| COD <sub>Cr</sub> =3000      | COD <sub>Cr</sub> =178  | 94       |
| BOD <sub>5</sub> =1500       | BOD <sub>5</sub> =125.6 | 91.7     |
| SS=1000                      | SS=60                   | 94       |
| NH <sub>3</sub> -N=100       | NH <sub>3</sub> -N=14   | 86       |
| 动植物油=120                     | 动植物油=10                 | 91.7     |
| 大肠杆菌=2.1×10 <sup>7</sup> 个/L | 大肠杆菌=5000 个/L           | 99.7     |
| COD <sub>Cr</sub> =3000      | COD <sub>Cr</sub> =178  | 94       |

日常运行费用主要包括动力费、药剂费、人工费。电耗为  $121.3 \text{ kw h/d}$ , 电价为  $0.5 \text{ 元/(kwh)}$ , 则动力费为  $0.24 \text{ 元}/\text{m}^3$ ; 投加的药剂为絮凝剂, 日投加量为  $25 \text{ kg}$ , 市场价分别为  $1.60 \text{ 元/kg}$ , 则药剂费为  $0.16 \text{ 元}/\text{m}^3$ ; 人员工资为  $7200 \text{ 元/(人} \cdot \text{a)}$ , 共 1 人, 则人工费为  $0.08 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。合计为  $0.48 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

### 5 结论

屠宰废水中有机物浓度高, 特别是悬浮物, 如油脂、碎肉、畜毛、粪便等含量很高。本工程经实践证明是可行的, 处理效果是有效的。具有下列特点。

(1) 本污水处理系统充分考虑了抗冲击负荷, 保证被治理废水达标排放, 占地面积小, 可绿化面积大, 污泥量小, 无臭味, 低能耗, 基建成本及运行费用低等优点。所选择的先进、可靠的工艺技术, 并辅以化学处理。

(2) 本污水处理系统投资少、寿命长、见效快、运行稳定、且设计装置采用全自动操作, 因地制宜, 终水回用, 达标排放均可灵活操作。

(3) 对废水水质及成份做了深入的分析, 从而对废水中污染物的成分特性等有充分的了解, 处理针对性强, 选择相应的处理方法、方式和工艺, 使得用最合理的成本取得最好的处理效果。

(4) 在生物法处理废水中, 微生物的驯化程度及微生物的活性是影响处理效果的关键。本公司有一套独特的微生物驯化方法, 使微生物的活性最高, 浓度最大, 达到最好的处理效果。

(5) ABR 工艺的优越性强。本工程强化式 ABR 技术, 对 COD、BOD 和 SS 的去除率高。且具有脱氮除磷功能, 此工艺省去了搅拌和降低了能耗。不需投加填料和载体, 提高了容积的利用率和生物净化效率, 也避免了堵塞问题。

(下转第 48 页)

$$\varphi = \frac{n^{3.75} \times d^{2.81}}{ud}$$

$$\text{即: } \lg n = \frac{1g\varphi u - 28.11gd}{3.75} = 2.671g\varphi u - 0.7491gd$$

式中:  $\varphi$  系数;

$ud$  为固体颗粒的设计沉降速度 (ft/min);  $1ft = 0.3048 \text{ m}$ ,  $ud = fu$ ;

$u$  为固体颗粒的极端沉降速度(ft/min);

$n$  为搅拌器转速, r/min;

$d$  为搅拌器直径(in)。

$f$  为校正系数

氧化镁固体颗粒密度与水密度之差计算为 1.94 克/毫升, 氧化镁固体颗粒粒径取 200 目数 =  $74\mu\text{m} = 0.074 \text{ mm}$ , 从文献<sup>[10]</sup>查得固体颗粒的极端沉降速度  $u = 0.4 \text{ (ft/min)}$ , 氧化镁固体质量分数按 20%, 查得校正系数约  $f = 1.0$ , 故固体颗粒的设计沉降速度  $= 0.4 \text{ (ft/min)}$ , 如按 8-9 级搅拌级别, 查得,  $= 60 \times 1010$  代入上式计算得:

$$\begin{aligned} \lg n &= \frac{1g\varphi u - 28.11gd}{3.75} = \frac{1g60 \times 10^{10} \times 0.4 - 28.11g2.4 \times 39.37}{3.75} \\ &= \frac{1g2.4 \times 10^{11} - 28.11g(9.4488 \times 10)}{3.75} = \frac{11.3802 - 28.11 \times 1.9754}{3.75} = 1.5545 \\ n &= 35.85 \text{ (r/min)} \approx 38 \text{ (r/min)} \end{aligned}$$

#### 4.6 制浆箱搅拌器功率的计算

在有挡板条件下, 搅拌器的功率存在以下关系:

$$P = \lambda \rho n^3 d^5 \quad (1)$$

式中:  $\lambda$  为功率准数;  $\rho$  为浆液的密度, 单位为  $\text{kg/m}^3$ ;  $n$  螺旋桨转速, 单位为  $\text{r/s}$ ;  $d$  为桨叶直径,  $\text{m}$ 。

对于有挡板装置的搅拌槽, 功率准数为搅拌雷诺数的函数:

$$\lambda = \varphi(\text{Re}) \quad (2)$$

$$\text{Re} = \rho n d^2 / \mu \quad (3)$$

式中  $\text{Re}$  为搅拌雷诺准数, 表征液体流动类

型;  $\mu$  为液体的粘度,  $\text{Pa} \cdot \text{s}$

先求搅拌雷诺准数为:

$$\text{Re} = \frac{1150 \times 38 \times 2.4^2}{60 \times 2} = 2098$$

查图得功率准数  $\lambda = 1.6$ , 计算得搅拌器的功率:

$$P = 1.6 \times 1150 \times \left(\frac{38}{60}\right)^3 \times 2.4^5 = 37180 \text{ (W)} = 37.18 \text{ (kw)}$$

取总传动效率 85%, 则电机功率选用 45kw。

## 5 结束语

本文以某电厂 300 MW 机组镁法脱硫工程为例, 对镁法脱硫浆液制备箱进行了物料衡算与热量衡算, 并在此基础上对制备箱进行了结构尺寸及搅拌选型设计计算, 为脱硫设计与制备箱合理设计提供参考。

## 参考文献

- [1]吕天宝. 镁法脱硫技术在 2×330 MW 机组上的应用[J]. 电力科技与环保, 第 27 卷第 4 期, 2011(4): 45-47.
- [2]柴明, 崔可, 徐康富等. 氧化镁湿法烟气脱硫回收工艺的技术经济可行性初步分析[J]. 环境污染治理技术与设备, 2006(4): 38-40.
- [3]刘美芹, 范成. 氧化镁烟气脱硫废液回收七水硫酸镁技术工程应用[J]. 北方环境第 23 卷第 12 期, 2011 年 2 月: 57-58.
- [4]马沛生. 石油化工基础数据手册续编(M). 北京: 化学工业出版社, 1993: 01-60.
- [5]刘光启, 马走湘, 邢志有. 化工物性算图手册(M). 北京: 化学工业出版社, 2001: 594-643.
- [6]孙庆国. 高分散氢氧化镁的制备[J]. 盐湖研究. 1999(2): 35-41.
- [7]金永成. 溶液组成对氢氧化镁水热改性的影响[J]. 海湖盐与化工, 2002(1): 21-24.
- [8]郑丹星, 冯流, 武向红. 化工热力学教程(M). 北京: 中国石化出版社出版, 2000: 28-48.
- [9]陈已棠编. 化工设备设计全书[M]. 上海科学出版社, 1985 年.
- [10]中国石化集团上海工程有限公司. 化工工艺设计手册(第 3 版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [11]裴元焘编. 基本有机化工过程及设备[M]. 化学工业出版社, 1981 年.

(上接第 45 页)

(6)对于该工程的设计, 并不局限于污水处理站, 而是将其与周边的其它建筑物、景观和绿化协调处理, 回用水池与景观饮水池相融为一体具有很强的可视性。

(7)根据污水处理站所建地理位置的要求, 本工程行中无二次污染。由于在运行中所产生的污泥大部分被消化, 因此仅有少量的剩余污泥, 并且也作了相应的处理措施, 因此不会对环境造成二次污染。

## 参考文献

- [1]沈曼. 深圳某屠宰及肉制品加工废水处理的设计[J]. 水工业市场, 2009, 11: 71-72.
- [2]毕征云, 邓建文. 絮凝沉淀-SBR 组合工艺处理屠宰加工废水工程应用[J]. 环境保护科学, 2005, 31(128): 36-40.
- [3]桑磊, 周丽娜, 邓欢. 养猪污水处理工程实例及分析[J]. 中国给水排水, 2005, 26(24): 81-84.