

## 设计经验

## 高浓度豆制品废水处理的工艺选择和设计

黄 武

(杭州能源环境工程设计所, 浙江 杭州 310020)

**摘 要:** 通过介绍豆制品废水处理的工程实例,就豆制品废水处理的工艺选择和有关设计进行了探讨,使废水处理工程在低投入、低成本下运行。

**关键词:** 豆制品废水; 工艺选择; 设计; Lipp 罐

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2001)07 - 0033 - 03

红光豆制品厂位于杭州市区内,是杭州市最大的豆制品生产(10 t/d)企业之一,其高浓度有机废水系豆制品加工中产生,而低浓度废水系大豆浸泡、洗涤及卫生冲洗时排出,废水的水量及水质见表 1。

表 1 豆制品废水的水量及水质

项 目	高浓度废水	低浓度废水
水量(m <sup>3</sup> /d)	80	250
COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	24 000	400
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	10 800	180
SS(mg/L)	12 000	550
pH	5	6
温度( )	50	常温

## 1 工艺流程的确定

根据豆制品废水的特点及经处理后的废水接入城市污水管网的要求,对高浓度废水采用酸化水解—厌氧消化处理工艺,充分利用其能耗低、处理效率高、耐负荷并能产生沼气等特点。高浓度废水经酸化水解—厌氧消化后,出水与低浓度废水混合,泵入城市排污管网。具体工艺流程见图 1。

高浓度废水在酸化水解池的滞留期为 12 h,经水解酸化后的酸化液通过水力筛网筛除未被水解酸化的大颗粒豆制品,然后进入增温计量池,把酸化液增温至 38℃,再泵入厌氧消化罐。厌氧发酵采用复合式上流厌氧污泥床工艺,中温发酵,水力滞留时间

为 84 h,容积负荷为 4.40 kgCOD/(m<sup>3</sup>·d),COD 去除率在 95% 以上,产沼气达 510 m<sup>3</sup>/d,产气率为 1.70 m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>·d)。厌氧出水经沉淀后进入配水池与稀废水混合,最终排入城市污水干管。

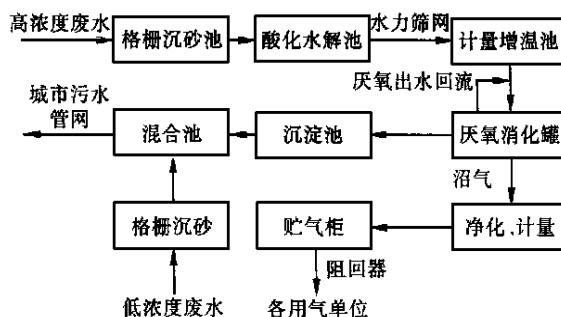


图 1 豆制品废水处理流程图

水解酸化池的设置,可以把复杂且难降解、大颗粒的有机物水解成易降解的简单有机物,大大降低废水中的 SS 含量,此时废水的 pH 值不仅没有降低,反而有所提高(这主要是与酸化时间较长、酸化后期产甲烷菌群的活跃和部分铵离子的产生有关),这样可以大大减少废水对厌氧消化的冲击。

在设计厌氧消化池时,增加了废水回流设施的设置,三相分离器上部的厌氧出水回流至回流罐,与未经处理的高浓度废水混合后再进入厌氧消化罐,这样可以提高废水的 pH 值,降低进入厌氧消化罐

基金项目:“九五”国家科技攻关课题(96 - A17 - 02 - 02 - 02)

的废水 COD 浓度,减少对厌氧污泥的局部冲击,防止厌氧池内部酸化反应的存在,提高厌氧消化效率。随着回流比例的调整,可以大大提高厌氧消化罐的耐冲击能力。

## 2 设计和施工

由于厂区内可利用的空地很小,进行总图设计时,结合工艺流程,将预处理各池以及沉淀池和配水池建成重叠型,节约了建设用地。

由于废水处理设施正好位于原有的池塘上,其地基承载力和土质均匀度都很差,如采用钢筋混凝土结构,由于其自重大,地基处理费用就相当高。厌氧罐和贮气柜设计采用德国引进的 Lipp 罐体,由于罐体自重轻,基础比较容易处理,费用随之降低。厌氧消化罐高为 9 m,直径为 7 m,是地上式圆形 Lipp 罐。由于对厌氧消化罐的径、高比进行了调整,原有的三相分离器就不是很适合。因此,对三相分离器进行了重新设计,采用三层钢结构漏斗式导流板做三相分离器(见图 2)。从使用结果看,三相分离效果相当好,厌氧污泥流失量很小,污泥截留效果明显。

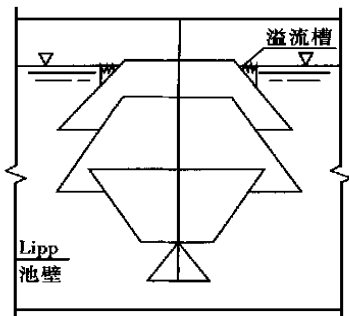


图 2 三相分离器示意图

沼气贮气柜采用干式贮气柜,由于其自重很小,地基无需进行特别处理。而湿式贮气柜其自重较大,需较大的地基处理费用。采用 Lipp 技术卷制的干式贮气柜,柜体为镀锌钢板一次卷制成形的筒体,在柜内安装了贮气袋和高位控制架,柜外安装有气体量的显示装置,并同时安装了气袋保护装置——气体超压保护器。贮气袋采用从德国进口的专用沼气贮气袋,其使用寿命较长,并且不需每年进行维护,一年可节约一笔不小的维护费。

厌氧消化罐采用 Lipp 技术进行卷制。筒体材料采用不锈钢复合高强度板卷制,在罐顶上部安装有压顶槽钢,采用不锈钢螺栓与筒体之间的定

位,不采用焊接方式。筒体制作完成后,进行罐内的金属结构安装。由于罐体为金属结构,罐顶可在罐内金属结构完成后再进行安装,这样给罐内的安装工作带来了极大的便利。厌氧罐内设有布水器,布水器采用枝状布水,隔 3 m<sup>2</sup> 设有一个布水头,布水较为均匀。三相分离器的安装是罐内金属结构安装的重点,由三个圆锥形正反斗组成,施工要求高、难度大。在施工中充分利用罐顶后施工的特点,三个圆锥斗在外进行拼接,然后到罐内进行安装,降低了施工难度和劳动强度,工程质量也较容易控制,加快了工程进度。安装完成三相分离器和溢流槽后,进行罐顶的安装施工工作。罐体保温材料采用阻燃型的聚苯乙烯泡沫板,外壳采用彩色瓦楞钢板,瓦楞钢板采用特制的定位卡头扁钢定位,安装效果良好。Lipp 罐体与钢筋混凝土之间的浇筑采用膨胀混凝土(见图 3)。

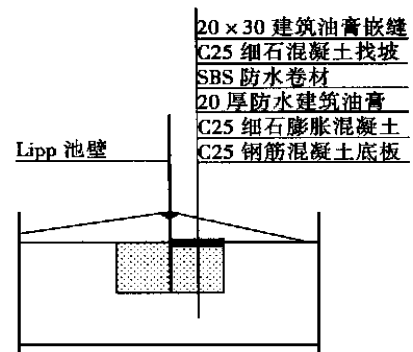


图 3 Lipp 罐封槽示意图

## 3 调试运行

调试运行工作从 1996 年 11 月开始,对水解酸化、厌氧消化进行培菌调试。

水解酸化:菌种采取自然富集培养,处理水量与厌氧消化进水量相匹配,从 10 m<sup>3</sup>/d、20 m<sup>3</sup>/d .....逐步增加负荷,1 个半月后达到满负荷运转,处理能力为 80 m<sup>3</sup>/d。经酸化处理后,出水 COD 平均从 24 000 mg/L 降为 16 500 mg/L 左右,COD 去除率达 30%,pH 值为 5.5。

厌氧消化:厌氧菌采用厂区的阴沟污泥和杭州四堡污水处理厂的厌氧污泥接种,共接种 60% 含水率的厌氧污泥 30 m<sup>3</sup>,菌种接入厌氧罐后,加入少量生产废水作为培养基,先进行升温 and 驯化培养。每天升温 1 左右,直至达到设计要求的 38 ± 1。废水处理量从 10 m<sup>3</sup>/d 开始,COD 负荷从 0.36 kg

COD/( $\text{m}^3 \cdot \text{d}$ )逐步增加,1个半月后,进水量达到  $80 \text{ m}^3/\text{d}$ , COD 负荷为  $4.40 \text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ,出水 COD 浓度为  $650 \text{ mg/L}$  左右, COD 去除率达  $96\%$ ,出水 pH 值为  $7.2$ ,产沼气为  $510 \text{ m}^3/\text{d}$ ,产气率为  $1.70 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

#### 4 正常运行

废水处理工程运行初期,由于水量变化较大(约为  $60 \sim 150 \text{ m}^3$  不等),废水浓度波动也很大,最低时  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度在  $8000 \text{ mg/L}$  左右,而最高时  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度可达到  $3 \times 10^4 \text{ mg/L}$ ,这给正常运行带来了困难。同时也发现,当废水量较大时其浓度相应较低,而水量少时其浓度就很高,在工程实际运行管理中,根据这个特点,当水量较大时采用延长进料时间同时减少厌氧消化罐的回流比例,以减少由于水量的增加而对厌氧消化所产生的冲击。当水量减少而浓度较高时,加大厌氧消化罐的回流比例和回流时间,加大回流比可以很好地减少高浓度废水对厌氧消化的局部冲击。经过一段时间的探索,总结出高浓度废水与厌氧回流水相混合后的 COD 浓度在  $1.5 \times 10^4 \text{ mg/L}$  以下时,就可以减少对厌氧消化的冲击,而将混合废水的 COD 浓度控制在  $1 \times 10^4 \text{ mg/L}$  以下时,基本上不会对厌氧产生冲击,出水各项指标均很正常。

处理工程经过近 2 年的运行,效果稳定,没有出现大的反复,各单元的处理效果(平均值)与沼气产气量见表 2。

表 2 各单元的处理效果

项 目	高浓度 废水	格栅 沉砂池	酸化 水解池	厌氧 消化罐	沉淀池	混合池
处理水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	80	80	80	80	80	330
滞留时间 (h)		1	12	84	6	6
pH 值	5.0	5.0	5.5	7.2	7.2	6.5
SS(mg/L)	12 000	11 000	7 200	430	350	501
去除率(%)		8.3	34.5	94	18.6	
$\text{COD}_{\text{Cr}}$ (mg/L)	24 000	23 000	16 500	690	650	460
去除率(%)		4.2	28.3	95.8	4.4	
$\text{BOD}_5$ (mg/L)	10 800	10 500	8 500	260	260	200
去除率(%)		2.8	19	97.5		
温度( )	50	30	28	38	常温	常温
沼气( $\text{m}^3/\text{d}$ )				510		

#### 5 结论与经验

通过近 2 年的运行,处理效果达到和超过设计指标,处理设备和装置运行正常,说明用水解酸化—厌氧发酵的工艺处理豆制品废水是切实可行的。同时,采用德国 Lipp 技术与设备,大大缩短了工程的施工周期,受天气影响的程度也远比钢筋混凝土结构的工程要小,无论在南方或北方,Lipp 技术都比较适合发展。

由于采用 Lipp 技术卷制的罐体其自重很小,罐体结构受力得到大大改善,对地基的处理费用大大降低,特别是在软土地基的地区,工程造价更是显著下降。同时,可以减少大量的日常维护和检修费用,工程使用寿命也大大延长。

增加厌氧消化罐的回流量可以大大减少对厌氧的冲击,不必为调节 pH 而多支出药品的费用,可以使运行处于低成本状态,增加了沼气出售的收入(该工程产沼气为  $510 \text{ m}^3/\text{d}$ ,若按  $1.2 \text{ 元}/\text{m}^3$  计,则收入为  $612 \text{ 元}/\text{d}$ )。

电话:(0571)6093262

E-mail:daodingfeng@sina.com

收稿日期:2001-01-19

#### ·工程信息·

### 长沙松雅河水厂二期工程

该工程供水规模为  $3.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,总投资为 890 万元。一、二期工程包括泵房、加氯间、综合办公楼及宿舍等,总占地为  $15 \text{ hm}^2$ ,而反应气浮池、滤池及清水池占地仅  $0.13 \text{ hm}^2$ 。其中气浮反应采用两种专利技术,实现了整个操作系统全自动、无人值守供水。长沙市规划设计院完成了全部设计。该工程已竣工,现运行情况良好。

(长沙经济技术开发区管委会 付奎 供稿)