

# 植物油精炼污水处理工艺改造与生产实践

张娟, 竹子

(道道全粮油岳阳有限公司, 湖南 岳阳 414000)

**摘要:**对植物油精炼污水处理工艺进行新增预处理工艺改造。实践表明:相比原工艺,新增静置分离隔油、三级斜板隔油、硫酸亚铁絮凝后气浮、芬顿氧化预处理工艺后,精炼污水 COD<sub>Cr</sub> 平均下降 78.41%,含磷量平均下降 78.57%,污泥量平均降低了 65.04%,排放出水水质 100% 达到国家一级排放标准,同时副产品皂脚量增长 36.84%,增加了经济效益。该工艺过程操作简单,可适用于植物油精炼污水的净化处理。

**关键词:**植物油;精炼污水;工艺;改造;生产实践

中图分类号:TS224;X785

文献标识码:B

文章编号:1003-7969(2021)05-0143-04

## Improvement and production practice of treating wastewater from vegetable oil refining

ZHANG Juan, ZHU Zi

(Daodaoquan Grain and Oil Yueyang Co., Ltd., Yueyang 414000, Hunan, China)

**Abstract:** The treatment technology of wastewater from vegetable oil refining was improved by adding pretreatment process. The practice showed that compared with the original process, adding static settlement to separate oil, three-stage inclined plate oil separation, air flotation after ferrous sulfate flocculation and Fenton oxidation pretreatment processes could reduce the COD<sub>Cr</sub> and phosphate content in discharge wastewater by 78.41% and 78.57% on average respectively, reduce the sludge content by 65.04% on average, and the discharge water quality reached the national first-level standard. In addition, the amount of byproduct soap increased by 36.84%, which increasing the economic benefits. The new process was easy to operate and was suitable for the treatment of vegetable oil refining wastewater.

**Key words:** vegetable oil; wastewater from refining; process; improvement; production practice

随着国家对环保的高度重视,近几年一系列相关政策及标准密集出台。纵观全国,虽然各地环保要求不同,实施进度也不一样,但可以看出,行业升级势在必行;对于企业而言,需不断提升技术,实现产业升级,同时确保环保达标。

目前植物油精炼污水主要成分为油、残皂、胶质、悬浮物及少量蛋白质等,pH为7~12,属于高浓度污水。在实际生产过程中,遇车间设备清洗或油品难以加工的情况下,COD<sub>Cr</sub>含量可达 $(50 \sim 60) \times 10^3$  mg/kg,对一般的传统精炼污水处理工艺负荷冲击

较大,严重时可造成生化处理工段填料层严重钙化,细菌无法着床,失去活性,从而导致污水生化处理工段处于瘫痪状态,造成污水排放不达标,企业面临环保重大问题<sup>[1-4]</sup>。

为了解决以上问题,本文对植物油厂污水处理工艺进行了改造,即在原有工艺上增加预处理工艺,目的是进一步改善污水处理效果和取得更好的经济效益。

### 1 污水来源及水质分析

#### 1.1 污水来源

油脂精炼过程中脱胶、脱酸时水洗离心后产生的工艺污水;化验取样口及设备泄漏所产生的污水;真空下水管所产生的水;过滤机吹扫蒸汽冷凝水;冷冻真空系统化冰罐溢流所产生的水;地板清洗水。

收稿日期:2020-06-17;修回日期:2020-07-21

作者简介:张娟(1973),女,工程师,研究方向为油脂加工技术(E-mail)710865417@qq.com。

## 1.2 采样、分析方法及评价标准

### 1.2.1 采样方法

依据《水环境分析方法标准工作手册》《水和废水监测方法》第三版进行采样。

### 1.2.2 评价标准

污水排放标准执行《污水综合排放标准》I级(GB 8978—2002)。

### 1.2.3 水质分析方法(见表1)

表1 各项目分析及标准

项目	分析方法	方法标准
pH	玻璃电极法	GB/T 6920—1986
BOD <sub>5</sub>	稀释与接种法	HJ 505—2009
COD <sub>Cr</sub>	重铬酸钾法	CJ/T 51—2018
NH <sub>3</sub> -N	纳氏试剂比色法	HJ 535—2009
P	钼蓝法	GB/T 6913—2008
SS	重量法	GB/T 11901—1989
动植物油	红外分光光度法	HJ 637—2018

## 2 污水处理工艺流程

### 2.1 改造前工艺流程

精炼污水首先进入污水收集池,然后进入酸化隔油池,在其进水端加浓硫酸破乳剂,使污水中乳化油转变为浮油,然后进入一级斜板隔油,去除污水中大部分浮油;再进入反应池,在此投加石灰、混凝剂PAC、助凝剂PAM,然后进入初沉池进行固液分离,使污水中反应生成的难溶性磷酸盐从污水中分离出来;分离后的上层液进入调节池,与浸出及生活污水在此进行调质,混匀均质后的污水再进入气浮池分离;之后下层清水进入水解酸化、接触氧化、二沉池,进行生化反应;为保证污水含磷量稳定达标,最后进入混凝沉淀池进行微细悬浮物的分离,分离液进入

清水池达标排放。

### 2.2 改造前存在的问题

在实际生产过程中,精炼污水COD<sub>Cr</sub>含量较高、波动较大时,酸化破乳隔油分离不清,乳化油未得到较彻底分离,虽然加大了浓硫酸用量,但随后一系列污水处理工艺效果都受到影响,为了调节反应池pH,石灰用量较大,沉淀池沉降效果差,生化段处理难度大,由于石灰用量大,严重时水解酸化段填料普遍钙化,从而使整个生化段处于瘫痪状态,直接逼停污水正常运行处理。因此,有必要对现有工艺进行改造。

### 2.3 改造后工艺流程

改造后的污水处理工艺流程见图1。由图1可知,对原污水处理工艺的改造主要是替代传统的酸化隔油和一级斜板隔油工艺,新增了预处理工艺,即静置分离隔油→三级斜板隔油→硫酸亚铁絮凝后气浮→芬顿氧化的新工艺。

首先精炼污水自流入隔油池,静置分离隔油,然后进入三级斜板隔油,经隔油处理后,用硫酸亚铁作为絮凝剂,采用溶气式气浮工艺去除水中浮渣,下层清水再进入芬顿氧化装置,将高分子及生化反应难降解的长链有机物氧化分解成小分子物质;然后再进入反应池,在此投加石灰、混凝剂PAC、助凝剂PAM,反应后的污水进入初沉池进行固液分离,使污水中反应产生的难溶性磷酸盐从污水中分离出来,分离后的上层液进入调节池,与浸出及生活污水在此进行调质,混匀均质后的污水再进入气浮池分离;之后下层清水进入水解酸化、接触氧化、二沉池,进行生化反应;最后为保证污水含磷量稳定达标,使之进入混凝沉淀池进行微细悬浮物的分离,分离液进入清水池达标排放。

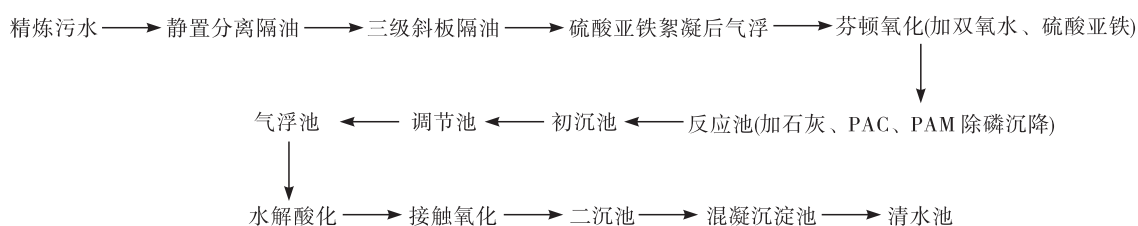


图1 改造后的污水处理工艺流程

### 2.4 改造后新增的预处理工艺原理及参数

#### 2.4.1 静置分离隔油

沉降池两座,采用一备一用的进水方式,池内污水沉降时间约24h,水深3~4m,池内安装集油管,池底设排泥斗,为防止污泥过多沉降,池内安装双曲面搅拌装置,视情况可间歇性搅拌,上层浮油通过集油管排入废油池。采用静置分离隔油,池中污水完全处于静止状态,自然沉降约24h,可使污水中明油因有足够长的分离时间而得到有效分离。

#### 2.4.2 三级斜板隔油

静置分离隔油后的污水,再经过144m<sup>3</sup>三级斜板深度隔油。

#### 2.4.3 硫酸亚铁絮凝后气浮

三级斜板隔油后精炼污水通过添加硫酸亚铁絮凝后再气浮。其中容器气浮示意图如图2所示。

##### 2.4.3.1 空压机

污水量15~20m<sup>3</sup>/h,空压机一般选1.5kW或2.2kW。

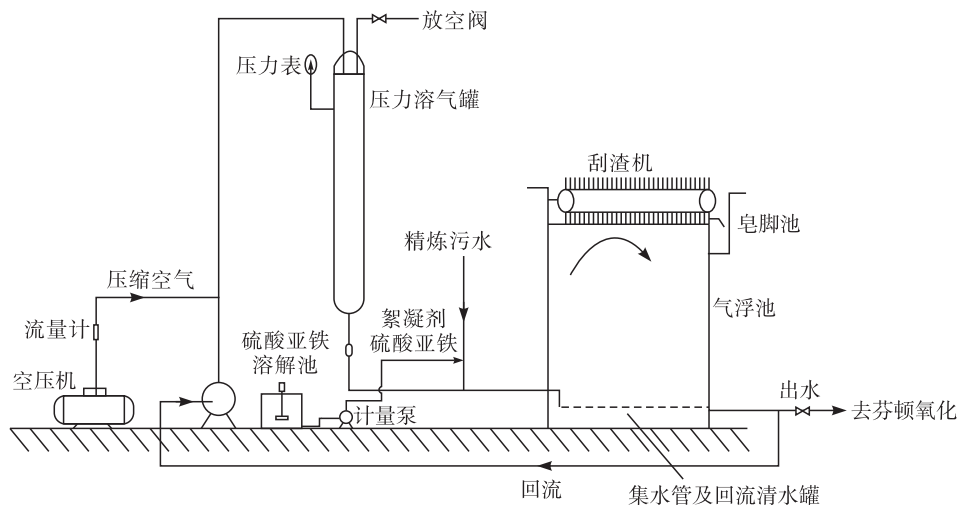


图2 容器气浮示意图

#### 2.4.3.2 压力溶气罐

密闭的一类受压容器,是实现水、气混合并使空气溶解于水的主要设备,工作压力0.2~0.4 MPa,采用空压机供气的喷淋式填料罐,采用无损间接测控,与相应风压自控配合对溶气罐中水位、进风量(风压)全自动检测及控制。

#### 2.4.3.3 溶气释放器

工作压力0.2~0.4 MPa,释放气泡的平均直径20~30 μm,释气率达99%以上。

#### 2.4.3.4 气浮机

采用全自动气浮机。

#### 2.4.4 芬顿氧化<sup>[5-6]</sup>

芬顿氧化采用的强氧化剂为双氧水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)与二价铁离子的混合溶液,可将很多有机化合物如羧

酸、醇、酯类氧化为无机态,氧化效果十分显著。

芬顿试剂中发生的化学反应:



从式(1)可以看出,1 mol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>与1 mol Fe<sup>2+</sup>反应后生成1 mol Fe<sup>3+</sup>,同时伴随生成1 mol OH<sup>-</sup>和1 mol ·OH。·OH具有强氧化能力,其氧化电势高达2.73 V,氧化能力在溶液中仅次于氟气。因此,持久性有机物,特别是通常的试剂难以氧化的芳香类化合物及一些杂环类化合物,在芬顿试剂中可全部被无选择氧化降解,从而减轻生化段负荷。芬顿氧化装置操作简单,无设备故障。

### 3 生产实际操作

3.1 改造后的污水处理工艺中主要构筑物设计参数(见表2)

表2 主要构筑物设计参数

主要构筑物	设计参数
静置隔油池	12.0 m × 2.0 m × 6.0 m, 两座, 有效水深 5.5 m, 钢筋混凝土结构
三级斜板隔油池	6.0 m × 4.0 m × 6.0 m, 有效水深 5.5 m, 钢筋混凝土结构
初沉池	Φ3.6 m × 5.0 m
调节池	8.0 m × 7.6 m × 5.0 m, 钢筋混凝土结构
水解酸化池	19.5 m × 2.5 m × 5.0 m, 钢筋混凝土结构
接触氧化池	19.5 m × 7.5 m × 5.0 m, 钢筋混凝土结构

#### 3.2 新增工艺操作步骤

精炼污水泵入其中一座静置分离隔油池,到达液位后切换进入另一座静置分离隔油池,第一座分离池污水在完全静止状态下自然沉降约24 h,上层浮油通过集油管收入集油斗,下层污水被提升至斜板隔油,依次经过一、二、三级隔油,这样两座分离池交替使用,经三级斜板隔油后,精炼污水自流至气浮池中,同时在自留管线处在线泵入一定流量的硫酸亚铁水溶液,然后启动空压机,调节溶气罐气与水进入比,调节好刮渣机,上层浮渣自流入皂脚池,下层

清水进入芬顿氧化工艺。

溶气罐气水比为1:3;硫酸亚铁溶液质量分数2%~4%;精炼污水pH 7~12;气浮工艺硫酸亚铁用量300~500 mg/L;芬顿氧化工艺硫酸亚铁用量0.05%~0.1%,双氧水用量0.05%~0.1%。

#### 3.3 污水处理效果

分别对污水处理工艺改造前后的污水中COD<sub>Cr</sub>含量、含磷量、皂脚含量、污泥量及出水水质进行测定,比较改造前后的效果,结果分别见表3~表7。

表3 改造前后污水 COD<sub>Cr</sub>含量比较 mg/kg

精炼污水	改造前污水出水	改造后不同工段污水		
		三级斜板隔油出口	硫酸亚铁絮凝后气浮出口	出水
7 902	65	5 642	1 806	23
7 865	46	5 593	1 747	30
6 545	70	4 625	1 875	18
5 267	36	4 107	1 391	22
7 902	42	6 772	1 189	32
13 922	87	6 772	6 020	40
9 730	68	5 420	2 040	23
4 655	39	5 295	1 942	19
40 250	310	9 407	1 157	26
26 270	280	8 320	1 093	29
40 625	350	13 170	5 040	38
43 970	321	12 515	5 015	56
27 475	274	22 575	7 902	37
26 550	168	20 985	6 312	55
18 060	78	12 040	1 430	33
17 800	101	8 660	1 543	23

由表3可知,改造前污水出水中的 COD<sub>Cr</sub>平均含量为 145.94 mg/kg,改造后降至 31.5 mg/kg,平均降低了 78.42%。说明新增预处理工艺可有效降低 COD<sub>Cr</sub>含量。

表4 改造前后污水含磷量比较 mg/kg

精炼污水	改造前污水出水	改造后不同工段污水		
		三级斜板隔油出口	硫酸亚铁絮凝后气浮出口	出水
400.2	0.10	358.0	328.1	0.03
356.8	0.12	310.5	283.5	0.06
392.2	0.11	337.0	302.8	0.03
410.9	0.32	362.7	333.5	0.04
472.9	0.33	418.3	385.6	0.05

由表4可知,改造前污水出水含磷量平均为 0.196 mg/kg,改造后降至 0.042 mg/kg,平均降低了 78.57%。说明新增预处理工艺可有效降低污水中的含磷量。

表5 改造前后污水处理的副产品量和经济效益比较

工艺	每吨污水产生副产品量/t	经济效益/元
改造前	0.019	7.6
改造后	0.026	10.4

由表5可知,改造前每吨污水产生 0.019 t 的副产品,而改造后,每吨污水产生的副产品增至 0.026 t,增幅达 36.84%。说明新增预处理工艺可使副产品增加。目前副产品的价格是 400 元/t,可见,效益由原工艺的 7.6 元增至 10.4 元,明显地增加了企业经济效益。

表6 改造前后处理每吨污水最终产生的污泥量比较 t

改造前	改造后
0.034 9	0.012 2

由表6可知,改造前处理每吨污水产生 0.034 9 t 的污泥,新增预处理工艺后,污泥量减少至 0.012 2 t,减幅为 65.04%。说明新增预处理工艺可有效降低污泥量。

表7 改造前后出水水质排放分析比较

项目	改造后指标	改造前指标	排放标准 (GB 8978—2002)
pH	7	8	6~9
BOD/(mg/L)	8	20	≤30
COD <sub>Cr</sub> /(mg/L)	25	95	≤100
NH <sub>3</sub> -N/(mg/L)	0.05	5.0	≤15
P/(mg/L)	0.04	0.3	≤0.5
SS/(mg/L)	8	20	≤70
动植物油/(mg/L)	0.02	3	≤20

由表7可知,改造前的各项出水指标虽然均能达到排放标准,但改造后各项出水指标不仅达标,且更加环保。说明新增预处理工艺大大提高了污水处理能力。

综上所述,相比原有工艺,新增静置分离隔油和三级斜板深度隔油,可使污水含油率(动植物油)下降 99.33%;通过添加硫酸亚铁絮凝后再气浮, COD<sub>Cr</sub>含量平均下降 78.42%,污水含磷量平均下降 78.57%;在后续原有工艺沉降除磷过程中,石灰用量下降 70%~80%,由于石灰用量减少,生化段填料层钙化率可大幅降低,污水车间污泥量减幅 65.04%,水处理成本下降 20%~30%;同时气浮上层浮渣皂脚收集出售,增加了经济效益,减少了污泥处理费用。

#### 4 结论

该套精炼污水处理改造工艺经过一年多的运行实践,结果表明:新增预处理工艺过程操作简单,有利于后续生化段水质稳定,对细菌几乎无冲击影响,排放出水的水质更环保,100%达到国家一级排放标准,完全适用于植物油脂厂精炼污水的净化处理。

#### 参考文献:

- [1] 刘精今,陈竹新. 植物油脂废水预处理技术[J]. 中国油脂,2001,26(3):9-10.
- [2] 张世杰. 植物油厂精炼废水处理工艺与生产实践[J]. 中国油脂,2003,28(6):20-22.
- [3] 胡玉洁,郭兴要,王璋,等. 高浓度油脂废水的微生物净化处理技术浅析[J]. 环境污染治理技术与设备,2004,5(3):28-32.
- [4] 于英华. 气浮+厌氧+接触氧化法处理食用油生产废水实例研究[J]. 辽宁化工,2014(11):87-88.
- [5] 张凤娥,谢琦,涂保华. 芬顿氧化法预处理餐饮废水的试验研究[J]. 中国给水排水,2006(21):101-103.
- [6] 孙长顺,徐军礼,程乐富,等. 碱性水解/芬顿氧化/好氧工艺处理农药生产废水[J]. 中国给水排水,2015(8):154-156.