

# 地沟油提炼过程中油水渣液固分离工艺研究

胡万鹏<sup>1</sup>, 万新伟<sup>2</sup> (1. 嘉兴学院化学工程研究所, 浙江嘉兴 314001; 2. 嘉兴市绿能废弃油脂回收有限公司, 浙江嘉兴 314032)

**摘要** [目的] 探索地沟油炼制过程中油水渣的液-固相物质的分离方法, 提高油脂的产出率。[方法] 分别采用过滤式离心机和螺旋压榨机分离地沟油炼制过程中产生的油水渣, 以木屑作为过滤介质进行油水渣的液固分离试验。[结果] 试验发现, 油水渣中的固渣在离心机转鼓上形成致密层, 而混有木屑的油水渣在螺旋压榨机中可以连续分离成固渣和油水相。[结论] 试验有助于油水渣分离工艺的设备选型, 采用螺旋压榨技术可成功分离油水渣。木屑可循环套用 6~10 次, 减少了木屑的消耗, 降低了因木屑夹带而造成的油脂流失。

**关键词** 地沟油; 分离; 离心; 螺旋; 木屑

**中图分类号** S509.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)27-11114-03

## Liquid-Solid Separation Technology in Hogwash Oil Refining Process

HU Wan-peng et al (Institute of Chemical Engineering, Jiaxing University, Jiaxing, Zhejiang 314001)

**Abstract** [Objective] To explore liquid-solid separation technology in hogwash oil refining process and improve the yield of oil. [Method] The filter-type centrifugal machine and screw press machine were used to conduct the separation test, wood scraps were utilized as filter media during the latter. [Result] The solid slag in the hogwash oil deposited on the rotating drum and formed compact layer in the filter-type centrifugal machine, but the hogwash oil mixed with wood scraps could be separated to solid and water-oil material. [Conclusion] The experiment showed that the wood scraps could be recycling utilized 6-10 times, this reduces the oil loss for wood scraps entrainment.

**Key words** Hogwash oil; Separation; Centrifugation; Screw; Wood scraps

地沟油是指丧失食用价值的各种废弃油脂, 因其往往经由下水道(地沟)无组织排放而得名。地沟油也是一种可回收的资源, 其可广泛应用于生产生物柴油、脂肪酸、油酸、硬脂酸等<sup>[1]</sup>。来自餐饮业的“地沟油”常常含有菜叶、骨头、鱼刺、竹筷、牙签、塑料袋、餐盒等各种固体废物, 这些固体物质的存在一定程度上阻碍了油脂的分离, 降低了分离效率, 造成部分油脂残留于其中。

含有地沟油的原料经过初筛分拣出大块骨头、酒瓶、塑料袋等杂物后, 用泥浆泵输送至沉降罐<sup>[2]</sup>。在沉降罐内物料被加热至 90~100℃, 油脂因密度较小而浮于上层, 少量的泥沙、植物纤维等与水混合成为油水渣因密度相对较大而沉降于下层。油水渣中的固体物往往是植物纤维或其他的多孔性物质, 因此会吸附一部分油脂。粗略估计, 这一部分油脂含量占油水渣总重的 5%~15%。固体物在油水渣中呈现悬浮状, 靠重力沉降已无法实现。

开发油水渣分离的新工艺, 设计相关的分离装备, 有助于相关油脂回收企业提高地沟油的生产效率。液固分离技术的发展为油水渣的分离提供了参考。工业上采用离心机可以分离颗粒度在 0.1 mm 以上的液-固相物料<sup>[3]</sup>, 关正军等研究了螺旋压榨机分离处理奶牛场牛粪的工艺参数, 考查了榨条间隙对固体去除率的影响<sup>[4]</sup>。笔者围绕离心分离和螺旋压榨分离展开油水渣的分离研究。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 供试油水渣 600 L, 嘉兴市绿能废弃油脂回收有限公司提供, 来自 2# 沉降罐, 固含率 15%。主要设备: 过滤

式离心机, 张家港市高宏离心机有限公司, 转鼓直径 800 mm, 分离因数 640, 主轴功率 5 kW, 配套滤网 100 目; 螺旋压榨液固分离机, 型号 SL-3, 江苏省中坤环保设备有限公司; 选配摆线针轮减速机 BLD3-29-5.5, 主机功率 5.5 kW, 主轴转速 48 r/min, 配套 3 种筒状栅格过滤网备选, 网筒直径均为 280 mm, 网眼间隙分别为 0.75、1.00 和 1.50 mm; 交流变频器, 型号 CDI 9600, 标称功率 0.75~7.50 kW, 频率范围 0~50 Hz, 浙江德力西电器股份有限公司; 红外测温仪, Smart Sensor® AR802B, 温度范围 -30~350℃, 精度 ±1℃; 烘箱, 50~300℃ 可调, 上海精宏实验设备有限公司, 精度 ±1℃; 电子天平 0~200 g, 精度 0.001 g, 德国梅特勒公司; 数码相机, 型号 Nikon D90, ISO 200-3200, 快门速度 1/200 s。

**1.2 方法** 向离心机转鼓内一次加入油水渣 150 kg, 启动机器, 待转速达到最高时, 不断有油水混合物被甩出, 从下方的排液管孔收集。停机后, 用刮刀取出转鼓内壁的固体物, 称量, 计算以判定分离效果。

将油水渣混入木屑, 木屑与水渣的重量比为 1:10~1:20。混合均匀的油水渣用提升机构输入螺旋压榨机的进料斗, 启动电机, 进行分离试验。

取螺旋压榨机排出的固渣 100 g 左右, 摊平放在敞口表面皿中, 置于 105℃ 烘箱内烘干, 以测定固渣含水率。

调节交流变频器, 控制电机转速, 考查转速对固渣含水率的影响。用数码相机拍摄固渣的形貌照片。

## 2 结果与分析

**2.1 离心机分离** 开机后 2~4 min, 有油水从出料口排出, 但 4 min 之后流量逐渐减小。5~10 min 后转鼓内壁出现棕黑色, 取样发现棕黑色是油脂在离心力作用下形成的油环(图 1)。当出料口再无油水排出时, 停机, 用刮刀从转鼓内壁挖出固渣, 发现固渣较为致密(图 2)。

工业离心机的转速较高, 分离因数较大, 油水渣中的固

**基金项目** 嘉兴市科技研究计划项目(2013AY21039); 嘉兴市秀洲区科技特派员专项(2012B1010)。

**作者简介** 胡万鹏(1971-), 男, 安徽颍上人, 讲师, 从事化学工程教学与研究, E-mail: huwanpeng2002@163.com。

**收稿日期** 2013-08-11

形物形成初期滤饼时水可以从中流出。随着转速的升高,滤饼逐渐被压实,内部的孔隙逐渐变小。又因油脂粘度高于水,难以穿孔流过。部分动物油脂粘度更大,容易堵塞滤饼的孔道,因而在滤饼内侧形成油环。采用离心机无法将油水渣彻底分离出液固两相。

**2.2 螺旋压榨机分离** 油水渣中的纤维状固体较细、较短,如果没有过滤介质,在螺旋轴的压力下油水渣很快从栅格网

间隙中穿孔流出,起不到分离效果。试验过程将油水渣混入木屑以增加混合物的纤维度。螺旋压榨机挤出的固渣与上述的离心机分离结果比较,含水率较低,用手可以捏成团(图3)。在保持主轴转速 48 r/min 不变的情况下,考查了 3 种栅格网间隙分离效果,观测目标为挤出的固渣的含水率。试验得出,网格间隙为 0.75、1.00、1.50 mm 时,固渣含水率依次为 55.0%、45.4%、45.5%。



图1 高速离心形成的油环



图2 从转鼓内壁挖出的固渣



图3 螺旋压榨机排出的固渣

不同的过滤网间隙对固渣含水率的影响存在差异。在转速保持相同的情况下,较细的栅格挤出的固渣含水率偏高。油水等液相物料从固渣以及滤网间隙中排出,较小的间隙导致液体流出阻力较大,液相流速偏低。主轴转速不变,物料在螺旋机内的停留时间相同,因而固渣含水率偏高。较大的网格间隙虽然能够保证油水从固渣中快速排出,但是试验也发现一部分固体颗粒也被夹带进入油水产物中,需要进一步处理。

对上述 3 种网格进行优化,同时考虑螺旋压榨机的生产效率,选用栅条网格间隙为 1.00 mm 的过滤网。

**2.3 固渣含水率与螺旋压榨机的转速** 选用栅条间隙为 1.00 mm 的滤网,考查不同转速对固渣含水率的影响。调节交流变频器控制电机转速分别为 10、20、30、40 和 48 r/min,取固渣测定其含水率。

图 4 所示,较小的转速可以保证物料在机器内部停留时间延长,油水有足够的时间流出,因而挤出的固渣含水率低。尽管 10 r/min 可能获得相对较低的含水率(39%),考虑到机器的生产效率,推荐生产过程中最佳转速为 20 r/min。

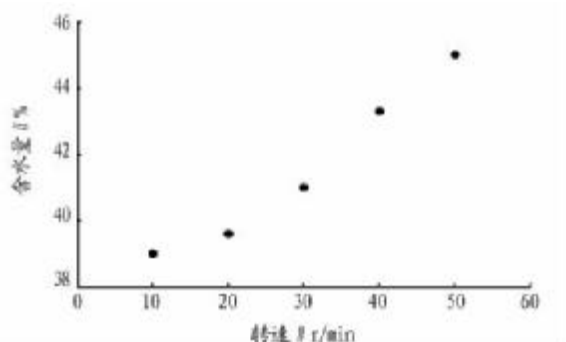


图4 固渣的极限含水量与螺旋转速的关系

**2.4 木屑的回用** 压榨试验使用木屑作为过滤介质。新鲜木屑在第 1 次与油水渣混合时会吸附一部分油脂,如果木屑使用 1 次而被废弃,就会造成油脂的夹带流失。试验中将机

器榨出含有固渣的木屑再次与油水渣混合,实现木屑的套用、回用,每一次套用均会滤除油水渣中的纤维状固体物,套用多次后仍然可以分辨出木屑的木质纹路(图 5 所示)。试验发现,套用 10 次木屑仍然具有一定的过滤能力。木屑多次套用后,油脂吸附趋于饱和,因此,木屑的套用和回用减少了油脂的夹带损失。



图5 套用 5 次后木屑的细目照片

### 3 结论

试验研究了地沟油提取过程中的油水渣的液固分离工艺。使用过滤式离心机分离,在离心力的作用下,固体渣因沉降而板结,形成致密层,导致油脂难以穿过致密层而分离。以木屑作为过滤介质,采用螺旋压榨技术,能够实现油水渣的有效分离。优化的螺旋转速为 20 r/min,挤出的固体的极限含水量为 40%。同时,过滤介质木屑的回用可以减少因夹带造成的油脂流失。

### 参考文献

[1] 贺纪陵. 地沟油水解工艺的研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(30):

17349 - 17353.

- [2] 敖建瑜,胡万鹏.一种从地沟油提取工业废油脂的生产系统:中国,CN 102604746A[P].2013-05-01.  
 [3] 中国石化集团上海工程有限公司.化工工艺设计手册(上)[K].北京:

化学工业出版社,2009.

- [4] 关正军,李文哲.牛粪螺旋压榨固液分离工艺参数优化[J].农业工程学报,2010,26(12):276-279.

(上接第 11109 页)

COD 去除率达到最高,为 28.8%,对应的出水 COD 为 361.1 mg/L。这是由于在低 pH 时,铝在溶液中以  $Al(OH)_6^{3-}$  的形式存在,而铁又不易发生水解,所以絮凝效果较差;在中性偏碱性的条件下,PAFC 水解生成多种多核羟基络离子,被吸附的带正电的多核羟基络离子能够压缩双电层,降低动电位,同时进行着架桥作用,使分散的胶体颗粒聚集成大而密实的矾花沉降下来;高 pH 时,铝盐、铁盐多为低电荷的氢氧化物凝胶,混凝效果降低。确定 PAFC 的最佳絮凝 pH 为 6。

表 2 pH 对 PAFC 除 COD 效果的影响

pH	出水 COD//mg/L	COD 去除率//%
5	471.1	7.1
6	361.1	28.8
7	370.1	27.0
8	395.8	22.0
9	466.6	8.0

**2.3 pH 对 PAFS 混凝除 COD 效果的影响** 在 PAFS 投加水平为 1.0‰,COD 初始质量浓度为 507.3 mg/L 的条件下,考察了 pH 对 PAFS 除 COD 效果的影响情况,结果见表 3。由表 3、图 1 可知,COD 去除率先增大后降低,在 pH 为 6 时,COD 去除率达到最高,为 27.3%,对应的出水 COD 为 368.6 mg/L。PAFC 和 PAFS 类似,都是铝铁复合试剂,在低 pH 时,铁不易发生水解而导致絮凝效果差;在高 pH 时,铝盐、铁盐基本以低电荷的氢氧化物凝胶存在,所以絮凝效果也比较差;在 pH 为中性偏酸性的条件下,絮凝效果最佳,出水 COD 最低。这是由于多核水解产物能吸附微粒以压缩双电层使微粒脱稳,伴随着吸附架桥作用,使微粒以矾花的形式沉降下来。确定 PAFS 的最佳絮凝 pH 为 6。

表 3 pH 对 PAFS 除 COD 效果的影响

pH	出水 COD//mg/L	COD 去除率//%
5	416.9	17.8
6	368.6	27.3
7	451.5	11.0
8	460.5	9.2
9	472.6	6.8

**2.4 pH 对 PFS 混凝除 COD 效果的影响** 在 PFS 投加水平为 1.0‰,COD 初始质量浓度为 507.3 mg/L 的条件下,考察了 pH 对 PFS 除 COD 效果的影响情况,结果见表 4。由表 4、图 1 可知,COD 去除率呈上升趋势,在 pH 为 9 时,COD 的去除率达到最高,为 40.7%,对应的出水 COD 为 300.8 mg/L。这是由于随着 pH 升高, $Fe^{3+}$  越易发生水解,水解产

生的  $[Fe(OH)(H_2O)_5]^{2+}$ 、 $[Fe_2(OH)_3(H_2O)_7]^{3+}$ 、 $[Fe_3(OH)_4(H_2O)_5]^{5+}$  和  $[Fe_3(OH)_3(H_2O)_6]^{6+}$  等一系列多核高价络合阳离子能够中和水中的悬浮颗粒表面电荷,增大颗粒的不稳定倾向。当胶体粒子相互运动碰撞时,聚集起来迅速沉降,形成矾花状沉淀。同时它还具有架桥联结作用,一个高分子絮凝剂的许多链节分别吸附在不同颗粒表面上产生架桥联结,生成粗大的絮凝体而沉淀下来。确定 PFS 的最佳絮凝 pH 为 9。

表 4 pH 对 PFS 除 COD 效果的影响

pH	出水 COD//mg/L	COD 去除率//%
5	478.6	5.6
6	447.0	11.9
7	422.9	16.6
8	353.6	30.3
9	300.8	40.7

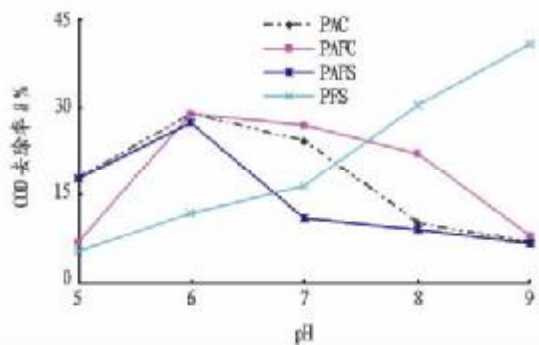


图 1 pH 对 4 种混凝剂的 COD 去除效果的影响

3 结论

PAC,PAFC 与 PAFS 除 COD 的最佳 pH 为 6,COD 去除率分别达到 28.8%、28.8% 和 27.3%;PFS 除 COD 的最佳 pH 为 9,COD 去除率达到 40.7%。

参考文献

- [1] ZHENG L,ZHANG W M. Comparison of catalysts used to determine  $COD_{Cr}$  of severe domestic sewage [J]. Meteorological and Environmental Research,2012,3(6):30-32,40.  
 [2] ZHANG H C,WANG Q L,HU E M,et al. Study on the impact factors of COD throughput in corn cob extract [J]. Meteorological and Environmental Research,2012,3(8):32-35.  
 [3] 汤伟真,李凤亭,王家雷,等.污水处理厂出水的聚硅硫酸铝铁混凝除磷研究[J].水处理技术,2011,37(4):72-75.  
 [4] 汪辉,马伟芳,曾凡刚,韩冬梅,等. pH 和 COD 对化学混凝除磷的影响研究[J].工业水处理,2012(6):50-52.  
 [5] ZHANG H G,CHEN D Y,CAI S L,et al. Research on Treating Thallium by Enhanced Coagulation Oxidation Process [J]. Agricultural Science & Technology,2013,14(9):1322-1324.  
 [6] 朱笛.滇池局部水体混凝净化试验研究[J].安徽农业科学,2012,40(20):10563-10565,10616.