

# 基于物理方式的餐饮油污处理器设计

段维华,王中元,孙学强,王 进

(昆明学院 自动控制与机械工程学院,云南 昆明 650214)

**摘要:**介绍了餐饮油污的主要组成成分及其对环境的危害,以及国内外应用物理方式处理餐饮油污的主要工艺方法及存在的问题.提出了一种基于物理方式的餐饮油污处理器的设计,并对该处理器的油污处理原理、主要结构组成、重要部件设计计算进行了相应的讨论,其中重点分析了倒锥集油室的集油特点、结构参数取值范围、影响集油效果的相关因素、油层液位自动控制原理及设计方法.经测试,该处理器可以滤除餐饮污水中的全部上浮油和绝大部分分散油.

**关键词:**餐饮油污;物理处理;处理器;设计

**中图分类号:**X703 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5639(2012)03-0064-03

## Greasy Dirt Disposal Processor Design Based on the Physics Mode

DUAN Wei-hua, WANG Zhong-yuan, SUN Xue-qiang, WANG Jin

(Automatic Control and Mechanical College, Kunming University, Yunnan Kunming 650214, China)

**Abstract:** The major components of the greasy dirt from dining places and the harm to the environment are introduced and the brief description of the main process by using physics way of disposal from domestic and abroad and the existing problems are presented. So a new design of greasy dirt processor on physics mode has been put forward and discussed the principles, the main structure components, the important parts and its design calculation among which the characteristics of inverted cone set of the oil chamber, the structural parameters of the range, the effect of oil reservoir, level of automatic control theory and design methods have been analyzed specially. According to the experiment, this processor can filter all the floating oil and mostly scattered oil of the dining sewage.

**Key words:** greasy dirt from dining place; physics treatment; processor; design

## 0 引言

通常情况下,餐饮废水是指人们在日常生活中清洗食品、烹饪、食用、清洁餐具等环节中所产生且未经相应处理而直接排放的废水,其具有源头广泛、数量变化范围大、水质结构成分复杂、排放渠道分散等特点.

餐饮废水就其主要有害成分而言,是一种以天然大分子物质为主体污染物的有机废水,其主要污染指标是:生化需氧量(BOD)为300~500 mg/L,化学需氧量(COD)为200~1 000 mg/L,悬浮物质(SS)为30~168 mg/L,油脂为150~421 mg/L,氨氮平均值为6~50 mg/L.据统计,目前我国餐饮废水排放量约占城市生活污水排放量的3%,但其生化需氧量(BOD)和总有机物量(COD<sub>cr</sub>)却占城市生活污水排放总负荷的30%<sup>[1]</sup>.

各类餐饮废水中以含油污水对环境的污染和破坏最为严重.而含油污水主要是指食品在烹饪过程中由于加入了大量的动物油或植物油,食品经高温加热烹炒、煎炸等环节中所产生的污水,另外在清洁餐具及厨具、处理食物残羹等环节也有较多的含油污水产

生.含油污水在多数情况下表现形态为粘度较高的动植物油脂,它的主要危害体现在以下几方面:

1)使城市污水处理的负荷增加.因餐饮油污较难降解,由于1 mg油污氧化需要消耗3~4 mg氧气,因此需要增加城市污水处理系统中的水体循环处理作业,增加了城市污水处理的负荷,同时也降低了污水处理系统的工作效率;

2)降低了城市排水管网的过水能力.餐饮油污因粘度高而在通过排水管网时较容易凝结在管道内壁上(低温环境状态下尤甚),使城市管道过水能力减弱;

3)恶化水质、危害水生生物.餐饮油污在水体中呈上浮状态,因而它将阻止氧气溶入水中,使水质因缺氧而恶化,导致水体中的生物生存状态恶化;

4)危害人类健康.餐饮废水中的油脂及其分解产物,如果通过一定的途径(如不法分子加工制作的“地沟油”)进入人们的食物中,将会危害人类健康;

5)对农作物的生长及土壤形成长期的危害.一旦餐饮废水中的油污及其分解产物进入土壤,将使土壤呈“油质化”,然后被农作物吸收及富集,因此将导致农作物减产、蜕化变异或死亡,而且会进一步

收稿日期:2012-02-22

基金项目:昆明学院科研课题资助项目(2009G009)

作者简介:段维华(1963—),男,云南鹤庆人,副教授,主要从事机械设计及加工技术的教学与研究.

加剧土壤土质的破坏;

6)污染大气环境.若餐饮油污处理不力,则在自然因素影响下,其分解产物将会挥发进入大气,从而污染和毒化面源水体质量,甚至影响地下水的水质.

在考虑餐饮油污的同时,也应看到餐饮业所产生的大量废油脂其实具有再生利用价值,可进一步深加工.处理好餐饮含油污水,不仅可以减少环境污染,更重要的是可以进行资源的再生利用,其意义显而易见.

国内对餐饮废水中所含油污的物理处理方法主要是采用粗粒化法<sup>[2]</sup>.所谓粗粒化处理,其实质是对餐饮油污的处理分2个环节:第1个环节采用重力沉淀方式,主要去除油污中的上浮油及分散油;第2个环节采用多种粗粒化介质组合成粗粒化处理装置,对油污中的乳化油、溶解油等难处理的油份进行吸附.常用的粗粒化介质有聚丙烯纤维类等多种具有亲油疏水特性的物质<sup>[3]</sup>.粗粒化介质在使用初期能够对餐饮油污中的乳化油等进行有效的吸附,但随着使用时间的延长,其吸附效果将变差,此时要对粗粒化介质进行清洗,而清洗的周期长短与所处理的餐饮废水中的油污性质、浓度、环境温度等有关.因此粗粒化处理装置由于要使用多种粗粒化介质组合,势必造成处理器结构复杂且尺寸较大,加之粗粒化介质使用中需定期更换且会对处理后的水质形成二次污染,因而多用于大型的餐饮油污处理<sup>[4]</sup>.

为适应较小规模的餐饮油污处理,本文提出了一种基于物理方式的餐饮油污处理器,并分析了其工作原理、设计计算和结构设计,旨在为餐饮油污处理提供参考.

## 1 餐饮油污在水体中的存在形式

人们在食物烹饪、餐具清洁等过程中均会产生含油污水,此类污水中的油污成分由于在烹饪时经过高温、搅拌及混合而变得较为复杂,而且其有害成分因地域分布不同、各地饮食习惯差异、餐饮企业经营规模的不同而存在较大差别.据统计,餐饮油污在水体中存在以下几种常见形式.

### 1.1 上浮油

上浮油是指油分子粒径大于30 μm的油份.因其粒径较大,静置后能较快上浮,以连续相的油膜漂浮在水面上.其在餐饮业含油污水中占50%~60%,就质量占比而言系最大组成成分<sup>[5]</sup>.

### 1.2 分散油

分散油是指油分子粒径介于1~30 μm的油份.以微小油珠悬浮分散在水相中,其稳定性较差,既可聚并成较大油珠上浮到水面,也可进一步分散变小转化成乳化油.其在餐饮业含油污水中占35%~45%,就质量占比而言系第二大组成部分<sup>[5]</sup>.

### 1.3 乳化油

乳化油是指油分子粒径小于1 μm的油份,以

油包水的细颗粒形式悬浮分散在水中,其在餐饮业含油污水中占3%~5%<sup>[5]</sup>.

### 1.4 溶解油

溶解油是指以分子状态分散于水体中的油份.它因油和水形成均相体系,具有稳定性强、较难去除的特点,其在餐饮业含油污水中约占0.5%~1.5%<sup>[5]</sup>.

### 1.5 油—固体物

油—固体物是指在固体悬浮物表面上形成的油珠粘附颗粒物,其在餐饮业含油污水中占2%~6.5%<sup>[5]</sup>.

## 2 餐饮油污处理器的工作原理

所谓餐饮油污的物理处理,其核心就是在对油污的处理上利用纯物理的方式,处理过程中不使用任何化学或生物制剂,因此其最大特点是不会对环境造成二次污染.

本文提出的基于物理处理方式的餐饮油污处理器,其工作原理就是利用油和水的密度存在差异这一物理特性,并根据斯托克斯理论,利用重力分离技术去除餐饮油污中的质量占比最大的上浮油成份.重力除油原理用斯托克斯理论表述为如下公式:

$$v = \frac{\beta g d^2 (\rho_{H_2O} - \rho_{oil})}{18\mu\phi}, \quad (1)$$

式中: $v$ 为油珠上浮速度(cm/s); $\beta$ 为油珠在污水中的上浮速度降低系数; $g$ 为重力加速度( $\text{cm/s}^2$ ); $\rho_{H_2O}$ 为污水容重( $\text{g/cm}^3$ ); $\rho_{oil}$ 为油的容重( $\text{g/cm}^3$ );对动植物油 $\rho_{oil} \approx 0.95 \text{ g/cm}^3$ ;  $d$ 为油粒直径(cm); $\phi$ 为不均匀紊流系数,一般取1.35~1.5; $\mu$ 为污水绝对粘滞系数( $\text{g/cm} \cdot \text{s}$ ).

由(1)式可知,油粒上浮速度与油珠直径的关联程度最为密切,尚与含油污水的水温及流动状态有关.当油珠直径越大时,油珠的上浮速度也就越大,因而油和水的分离就越易实现.基于此,只要在一个结构合适的型腔中,餐饮油污中的上浮油便可以完全被去除.

## 3 餐饮油污处理器主要部件设计

餐饮油污处理器的主要结构组成如下图1.下面对该处理器中的几个主要装置的工作原理、功能进行分析.

### 3.1 倒锥集油室

餐饮污水经重力沉淀后进入倒锥集油室下部,因此时上浮油部分的油层厚度有限,为了最大限度地处理该油层,并保证在倒锥上部出油口处不会有水流出到接油盘,因此专门设计了有将出油口处油层加厚作用的倒锥集油室.

设液位传感器控制下的倒锥集油室下位油层为正四边形,尺寸为 $b \text{ mm} \times b \text{ mm}$ 、厚度为 $s_1 \text{ (mm)}$ .液位控制传感器控制下的倒锥集油室上位油层截面尺寸为 $a \text{ mm} \times a \text{ mm}$ 、厚度为 $s_2 \text{ (mm)}$ .由于基于在上、下两个油层位置时的油层体积相等而得到下式:

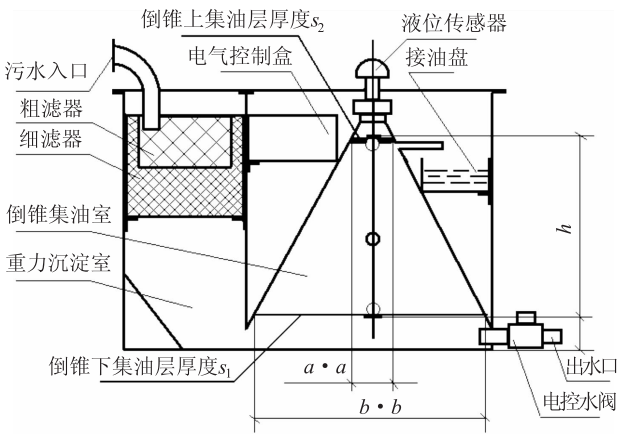


图1 餐饮油污处理器主要结构

即：
$$a \times a \times s_2 = b \times b \times s_1,$$
$$s_2 = \frac{b \times b}{a \times a} s_1 = \frac{b^2}{a^2} s_1. \tag{2}$$

从(2)式可看出,当减小倒锥集油室上位油层截面尺寸  $a$ ,增大下位油层截面尺寸  $b$ ,可以使上位油层厚度  $s_2$  增大,这是一种有效收集废油的有利手段,它既可以快速收集废油,又不会使废水流到接油盘中.

值得指出的是,集油室上位截面尺寸主要受到餐饮污水入口高度的限制,也即受到图 1 所示的上下液位高差  $h$  (mm) 的限制. 其原因在于餐饮企业在处理含油污水时的合理操作台高度位置有一定的规范要求,并且由于企业规模、经营方式、厨间操作空间、排水设施位置等不同,将导致此处理器的变化范围很大,但尽量在条件允许的情况下增大是毋庸置疑的有利手段.

3.2 液位自动控制装置

餐饮油污处理器的液位自动控制装置组成原理如图 2 所示,该控制装置由 3 部分构成,分别为液位传感器、电气控制模块和电控水阀,液位控制过程中的控制点工况见表 1. 其工作原理如下:

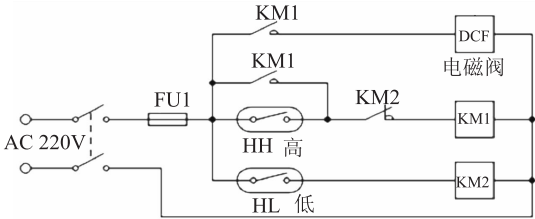


图2 液位自动控制原理图

当含油餐饮废水通过两级过滤器进入倒锥集油室下部,此时电控水阀处于关闭状态(初始状态为常闭),浮球将随液位上升,在浮球到达上止点位置之前,已经有位于浮球上层液面中的上浮油层将从倒锥出油孔流出到接油盘;当浮球到达上止点时,为保证废水不流出,浮球移动导杆内上液位控制干簧管导通,使电控水阀打开,液面将随之下降;当浮球随液位下降到下止点位置时,浮球导杆内下液位控制干簧管导通,使电控水阀关闭,此时倒锥集油室

中的上浮油层同样处于浮球上部,因而不会使废油从出水口流出.

表 1 液位控制过程中的控制点工况

状态	浮球	接触器	干簧管 上液位	干簧管 下液位	电磁阀
1	上止点	KM1 触发	导通	断开	截止
2	下止点	KM2 触发	断开	导通	导通

3.3 餐饮油污处理器总体尺寸设计及其它事项

餐饮油污处理器的总体尺寸设计(指本处理器的长、宽、高),主要考虑的问题是结合具体的后厨操作间的空间大小、餐饮废水的日处理规模以及结合人机工程学的相关操作要求来具体考虑,本文不作深入讨论,但要指出的是在考虑处理器总体尺寸设计时,污水入口高度取值应不大于 800 mm(见图 1),如果处理器实际高度大于 800 mm,可以采取在地面挖坑的方式来安装,但同时也应考虑到出水口的重力自流位置高度(即出水口与市政排污管之间要保持一定高差,见相关标准).

粗滤器的滤网以平纹不锈钢丝编织,每目取边长为 3 mm × 3 mm、细滤器的滤网也以平纹不锈钢丝编织,取边长为 1 mm × 1 mm(注:不锈钢丝直径可视处理器的体积尺寸及保证必要的丝网刚度而定,一般取直径在 0.8 ~ 1.0 mm 为宜).

电磁阀出水口通径一般取比进水口通径大 20% ~ 50% 为宜,以保证不出现排水过缓.

4 结论

经测试,本装置可以滤除餐饮污水中的全部上浮油和绝大部分的分散油,其它部分的残存油份由于含量较少,必要时可以通过后置的处理技术予以滤除.

如果本装置的使用环境温度较低时,因油份的粘度增加而导致油污的流动能力降低,除油效果将下降. 此时可以在倒锥集油室外部加装带式或丝式电热带,对倒锥集油室进行外部加热以降低油份粘度,以利于除油能力的增加,但此时需要重新设计电气控制装置.

本装置具有处理效果好、结构简单、投资少、适用范围广的优点,易于推广应用.

[参考文献]

[1]徐根良,曾静. 含油废水处理技术综述[J]. 水处理技术,1991,17(1):1-11.  
[2]高运川,于金莲,朱玲. 餐饮业含油废水工程处理方法研究[J]. 上海师范大学学报:自然科学版,1999,28(2):93-95.  
[3]张向前,李维群,杜连海,等. 餐饮废水处理方法研究[J]. 平顶山工学院学报,2007,16(6):31-33.  
[4]邓圣松,周明来. 紧凑型油水处理技术及设备[J]. 重庆环境科学,2003(7):18-19.  
[5]贾随堂,汤力同. 餐饮业含油污水处理技术与设备[J]. 环境污染处理技术与设备,2002,3(11):74-77.