

《材料创新研究体验》研讨课大纲

废油水高效低成本净化装置

16 学时, 1 学分

1、名称

废油水高效低成本净化装置

2、背景、目的及解决的问题

目前国内外高效油水分离技术需求迫切。国内外受到原油泄漏、废柴油、废机油和餐饮废弃油等污染水体的高效、低成本净化和废油回收清理和再生利用，一直是材料、化工和水处理等学科领域以及国内外相关工业领域研究的焦点和难点。例如：

海上钻井平台浮油及远洋油轮原油泄漏的高效、低成本回收清理工作，一直是困扰人们的世界性课题。面对大量高粘稠度的重油，对其进行油水分离，目前基本采用围堰式收集方法，人工使用 PP 吸油毡来完成浮油收集。而国外公司的大流量浮油清理设备价格昂贵，由特殊加工生产的 PP 吸油毡更换一次就需花费上百万元，因此运行本钱较高，劳动强度较大，耗时费工。

近期，泔水油加工成食用油鱼目混珠在市场上销售的现象频频被媒体曝光，其很多指标都严重不符合国家规定的食用油卫生标准，危害极大。泔水油是指宾馆、饭店和食品加工企业存留和排放的泔水，经过提炼处理制成的油。2002 年，国家出台的《食品生产经营单位废弃食用油脂管理的规定》明确要求，不得将废弃油脂加工以后再作为食用油脂使用或者销售。但是在利益驱动下，非法厂商往往铤而走险。2011 年 10 月 10 日上海市出台新政策：为从严监管餐厨废弃油，要求所有餐饮企业必须于明年年底前安装油水分离器。该措施将逐步推广至全国。

目前现有已知的油水分离技术主要有重力式分离、离心式分离、电分离、吸附分离、气浮分离、疏水亲油聚合物膜分离等。但是，这些油水分离技术存在如下缺陷：

- (1) 油水分离过程所需时间长、能耗高、效率低；
- (2) 油水分离分离网、分离格栅或聚合物膜存在耐蚀性差、材料成本高、

需频繁更换的缺点，寿命短、经济性差。

因此，针对现有油水分离装置的缺陷，本项目拟采用各种无机粉末材料和多孔非金属材料作为核心层材料，通过化学改性，实现超疏水与超亲油特性，并与辅助部件（进液槽、出水槽和废油收集槽）一起优化设计组装成为小型尺寸的高效低成本废油水分离装置。实现对废油污染水体的高效、低成本净化和废油高效回收的高性价比的油水分离，理论和应用研究意义重大。

该装置和核心层材料性能必须满足如下要求：

(1) 性能要求：

- 分离效果：要求达到“高效分离”，即每 1L 油水混合液（油液、自来水的体积比为 0.5:1）中超过 80%的油液能被有效分离；
- 分离效率：每 1L 油水混合液（油液、自来水的体积比为 0.5:1）的高效分离时间不超过 20min；
- 核心层材料在弱酸、中性和弱碱性（即 pH 值在 5~12 范围内）液滴下的均可实现油水分离；
- 油水分离装置的重复使用次数（根据实际进展情况选做）：要求该装置在使用一段时间之后无法实现废油水混合液的高效分离，则核心层材料经脱油、超声波清洗处理，还可重新被化学剂修饰以具备超疏水超亲油特性，再次实现高效油水分离的功效。如此重复多次，直至达到不可重复利用的判断标准，即：分离效果低于 50%，分离效率下降 50%。

(2) 研发工艺要求：基于现有试验条件和试验装置，研发工艺尽量简便易行，在特殊情况下，可根据该装置性能需要进行灵活变化。

(3) 环保要求：尽量使用低成本的无机非金属材料、工业和建筑废渣，制备过程安全无毒，不会对环境产生二次污染。

(4) 成本控制：每套装置的材料成本<100 元。

3、指导教师

郭丽萍

4、学时安排

授课：2~4 学时；实验：8 学时；讨论：2~4 学时；汇报：2 学时。共 16

学时。

授课内容：

(1) 介绍油水分离装置研发的社会背景与重大意义（社会、经济和环保价值分析），课程要求、教学计划和考核方式。其中，课程要求具体包括：成本低、较高的油水分离效果和效率、使用简易性、可多次循环利用。

(2) 介绍材料疏水亲油特性的基本原理、常用制备方法和关键性能指标，本课程需要使用的分析测试设备等；学生自由分组。

(3) 在课程结束之前，集中安排学生小组汇报研发成果，教师点评。汇报方式可以采用口头演讲、宣传展板等方式。汇报内容包括：样机展示、设计方案、技术路线、测试分析结果、技术经济和社会效益评价。

5、实验准备

(1) 原材料：学生可用本课程提供的原材料，但不限于仅使用这些，允许自行选购其他可用材料。试验室可提供的原材料有：工业固体废渣；硬脂酸、固化剂、无水乙醇、烧杯、玻璃漏斗。需要学生自行准备的是：废旧海绵、废旧网纱、其他可用多孔材料；塑料管、塑料箱等辅助材料。

(2) 相关设备：天平（感量 0.1g）、超声波清洗机、接触角测量仪、80 μm 和 45 μm 网筛

6、实验内容

- (1) 制备超疏水亲油特性的核心层材料；
- (2) 测试和评价油滴、不同酸碱度液滴在核心层材料表面的接触角；
- (3) 制作油水分离装置；
- (4) 测试油水分离装置对油水混合液的分离效果和分离效率；
- (5) 评价核心层材料的重复使用次数（根据实际进展情况选做）。

7、考核方式

总评成绩 100%=参与态度 10%+遵守实验室管理和安全规定 20%+讨论与实验成果 30%+结果考核与汇报 40%。

8、实验项目预算

要求每个小组所需研发活动总经费不超过 500 元。