

# 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划

## 项目结题报告

项目名称：改性生物质材料对水中 Pb<sup>2+</sup>、Cr<sup>6+</sup> 离子  
吸附研究与开发

项目编号：2014-135

学生姓名：周聪、王忠、姜志勤、肖灵、董涛

所在学校和院系：长沙理工大学化学与生物工程学院

项目实施时间：2014.05~2016.12

指导教师：王琼

联系电话：13549665150

填表日期：2016.10.20

湖南省教育厅  
2016 年制

## 一、基本情况

项目名称	改性生物质材料对水中 $Pb^{2+}$ 、 $Cr^{6+}$ 离子吸附研究与开发					
立项时间	2014. 05			完成时间	2016. 10	
项目主要研究 人员	序号	姓名	学号	专业班级	所在院(系)	项目中的 分工
	1	周聪	201229090 106	环境工程 2012	化学学院	方案制定
	2	王忠	201429090 126	环境工程 2014	化学学院	实验研究
	3	姜志勤	201429090 221	环境工程 2014	化学学院	实验研究
	4	肖灵	201429090 215	环境工程 2014	化学学院	实验研究
	5	董涛	201429090 119	环境工程 2014	化学学院	实验研究

## 二、研究成果简介

项目研究的目的、意义；研究成果的主要内容、重要观点或对策建议；成果的创新特色、实践意义和社会影响；研究成果和研究方法的特色。限定在 2000 字以内。

### 1、项目研究的目的、意义

长株潭地区湘江流域重金属污染严重，排放的工业废水占全省总排量的 60.58%，其中铅的排放量占全省总排放量 89.09%，直接影响了该区域的饮食、饮水安全和人体健康。本课题采用大量失去原有利用价值的被抛弃的属于固体废物的生物质材料，对它们进行改性和吸附研究，目的是为了开发出实用性强、价格低廉、绿色高效的重金属吸附材料，应用于重金属废水治理和受重金属污染严重的生态系统的修复中。该吸附材料既可以解决大量生物质固废的处置问题，又能够有效解决水体的重金属污染，以废治废，具有很高的环保效益和经济效益。

### 2、研究成果的主要内容、重要观点或对策建议

(1) 主要内容。研究之初选取了柚子皮、甘蔗渣、橘子皮为原料，采取不同的改性方法对它们进行改性后制取吸附剂，改性吸附剂用来吸附去除废水中的  $Pb^{2+}$ 、 $Cr^{6+}$  离子，并通过改变吸附剂投加量、吸附温度、废水 pH 值、废水初始浓度、吸附时间等条件来研究其吸附性能，制得吸附效果最好的改性生物质吸附剂。

(2) 重要观点。研究发现柚子皮及其改性物的吸附性能最好，取新鲜柚子皮晾干，于  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$  条件下烘干，经粉碎机粉碎后，过 40 目筛，得到未化学改性的新鲜柚子皮粉，在此基础上进一步改性，如图 1 (a)。研究最终得到 2 种实用性强、价格低廉、绿色环保的改性生物质材料 1#和 2#，如图 1 (b) 和 (c)，分别对废水中的  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$  离子能够高效去除。



图 1 (a) 新鲜柚子皮粉；(b) 1#，碱改性柚子皮粉；(c) 2#， $\text{FeCl}_3$  改性柚子皮粉

改性生物质材料 1#为碱改性柚子皮，改性方法为：将  $\text{NaOH}$  和柚子皮粉按照质量比为 1:100 进行混合，加水搅拌 10min，于  $85^{\circ}\text{C}$  烘箱干燥 24h，粉碎后过 40 目筛。该改性柚子皮吸附去除含铅废水中的  $\text{Pb}^{2+}$ ，实验表明在含铅废水浓度为  $75\text{mg/L}$ ， $\text{pH}$  为 3~4，吸附剂投加量为  $7\text{g/L}$ ，吸附时间为 40min 时，吸附效果达到最好，吸附率达 95.86%，单位吸附量为  $9.41\text{mg/g}$ 。改性生物质材料 2#为  $\text{FeCl}_3$  改性柚子皮，改性方法为：将  $\text{FeCl}_3$  和柚子皮粉按照质量比 1:100 加水混合，搅拌 10min，于  $85^{\circ}\text{C}$  干燥箱干燥 24h，粉碎后过 40 目筛。该改性柚子皮吸附去除含铬废水中的  $\text{Cr}^{6+}$ ，实验表明当废水中的  $\text{Cr}^{6+}$  浓度为  $4\text{mg/L}$ ，吸附反应时间为 60min，吸附剂的投加量为  $0.3\text{g}$ ，吸附反应温度是  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，吸附  $\text{pH}$  为酸性时吸附效果最佳，吸附率可达 98.08%，此时单位吸附量  $q$  为  $1.98\text{mg/g}$ 。

(3) 对策建议。利用柚子皮制成改性生物质材料吸附水中重金属离子铅和铬，实现了以废治废，提高了柚子皮的综合利用效益，但是处理含铅和铬废水后残渣的处理与处置等方面的研究还需要加强，从而避免对环境造成二次污染。

### 3、成果的创新特色、实践意义和社会影响

本成果视角独特，采用被长期忽略和大量抛弃的生物质废物柚子皮为原料，结合长株潭重金属污染区域的特点，从实际应用的角度进行改性工艺研究，达到以废治废的目的。该生物质废料每年的产量巨大，且来源广泛，价格低廉，具有很好的开发应用前景。该吸附材料既可以解决大量生物质固废的处置问题，又能够有效解

决水体的重金属污染，以废治废，具有很高的环保效益和经济效益，社会影响较大。

#### 4、研究成果和研究方法的特色

本研究成果和方法的最大特色就是绿色环保、产品廉价、以废治废。(1) 在原料的选择上，选择了无毒无害的生物质废料柚子皮，不但没有成本，还属于废物利用，解决了柚子皮的处置问题。(2) 在改性剂的选择上，选择了改性剂 NaOH 和 FeCl<sub>3</sub> 来提高柚子皮的吸附性能，这两种改性剂本身对环境无害，尤其是 FeCl<sub>3</sub> 原本就是一种常见的水处理剂。(3) 在改性工艺上，选择了简单易行的工艺，不需要高温高压，设备简单，操作方便，能耗低，对环境无害。

### 三、项目研究总结报告

预定计划执行情况，项目研究和实践情况，研究工作中取得的主要成绩和收获，研究工作有哪些不足，有哪些问题尚需深入研究，研究工作中的困难、问题和建议。(字数不限，可加页面)

#### 1、预定计划执行情况

本项目计划完成 1 种以上对 Pb<sup>2+</sup>、Cr<sup>6+</sup> 离子高效吸附的改性生物质材料的研制，形成项目研究报告，撰写相关学术研究论文 1 篇及以上，争取申报相关专利，均已完成。

#### 2、项目研究和实践情况

本项目选取柚子皮、甘蔗渣、橘子皮等生物质材料进行了化学改性和物理改性。对改性后的生物质吸附材料进行吸附实验，针对长株潭区域污染较严重的含 Pb<sup>2+</sup>、Cr<sup>6+</sup> 废水，研究改性吸附材料的投加量、吸附时间、pH 值、废水初始浓度、吸附反应温度等条件对吸附效率的影响。根据改性生物质吸附材料的吸附性能，确定最佳改性工艺和最佳吸附条件。开发出 2 种高效的生物质吸附材料。

#### 3、研究工作中取得的主要成绩和收获

- (1) 研究工作中研制完成两种高效吸附剂改性生物质材料 1#和 2#。
- (2) 撰写了项目研究报告，见支撑材料 1。
- (3) 发表相关学术论文 1 篇，见支撑材料 2。
- (4) 撰写投稿相关学术论文 1 篇，见支撑材料 3。
- (5) 申报国家发明专利 1 项，见支撑材料 4。

#### 4、不足之处和存在的问题

(1) 由于原料来源的限制，玉米芯、桂圆壳、秸秆不好大量获得，故没有开展相关研究。

(2) 研制的 2 种吸附剂存在难以再生和重复使用的问题，考虑可以进行脱水干化处理后作为固体废物进行填埋或者焚烧，技术上可能的话可以进行金属的回收利用，在这方面的研究还有待进一步开展。

#### 5、建议

可考虑调整改性中柚子皮和改性剂的配比，适当增加改性剂的量，以期达到更高的处理效率，并进一步降低吸附剂的用量，并开发残渣处理的最佳方法。

## 四、经费使用情况

经费合计 2 万 元，其中，学校资助 1 万 元，其他经费 0 元。

经费支出情况：

其中差旅费 0.3 万元，材料费 0.6 万元，论文发表费用 0.25 万元，专利申请费用 0.55 万元，其他费用 0.3 万元。

## 五、指导教师及学院（系）审核意见

项目指导教师对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等。

项目组团结一致、精诚合作、表现突出，通过两年的实验研究，从选材到尝试多种改性方法，经过大量的实验，获得的数据详实可靠，开发研制出 2 种高效的生物物质吸附剂，用来去除废水中的重金属，紧密结合社会实际，以废治废，具有相当大的实用性，社会效益、环保效益和经济效益显著。该项目研究已达到结题要求，同意结题。

负责人签章：

年 月 日

项目主持人所在学院（系）对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等

负责人签章：

年 月 日

## 六、学校结题审核意见

学校对项目研究的任务、目标、方法和研究成果水平等进行评价，是否结题。

年 月 日