

## 粉煤灰对废水中的石油样品的吸附去除

邓慧<sup>1</sup>, 秦爽<sup>1</sup>, 赵艳峰<sup>1</sup>, 蒋林时<sup>1</sup>, 李萍<sup>1</sup>, 张起凯<sup>2</sup>

(1. 辽宁石油化工大学环境与生物学院, 辽宁抚顺 113001

2. 辽宁石油化工大学石油化工学院, 辽宁抚顺 113001)

**摘要:**用紫外分光光度法分析经粉煤灰处理后含油废水中的油样含量。考察了 pH 值, 粉煤灰使用量, 接触时间, 废水中油样的初始浓度, 温度等因素对粉煤灰除油率的影响。结果表明:用石油醚溶解的油样紫外光最佳吸收波长为 272.5 nm; 中性条件下, 粉煤灰对废水中的油样有较好的去除率; 粉煤灰使用量增大、接触时间增加、温度升高有利于粉煤灰对油样的吸附去除; 废水中油样含量越高, 粉煤灰对其去除率越低。

**关键词:**紫外分光光度法; 含油废水; 粉煤灰; 吸附去除

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2011)04-0038-03

### REMOVAL OF OIL PRODUCTION IN WASTEWATER BY FLY ASH

DENG Hui<sup>1</sup>, QIN Shuang<sup>1</sup>, ZHAO Yan-feng<sup>1</sup>, JIANG Lin-shi<sup>1</sup>, LI Ping<sup>1</sup>, ZHANG Qi-kai<sup>2</sup>

(1. School of Environmental and Biological Engineering, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, China; 2. School of Petrochemical Engineering, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, China)

**Abstract:** The ultraviolet adsorption spectroscopy method is used for analyzing petroleum hydrocarbons in wastewater. The effects of pH value, fly ash dose, contacting time, initial content of petroleum, temperature on removal rate of petroleum hydrocarbons by fly ash are investigated. Results show that the optimal wavelength of sample dissolved by petroleum for ultraviolet radiation is 272.5 nm, and higher adsorption rate is obtained in neutral solution. It is also indicated that the removal rate is increased with increased dose, longer contacting time and higher temperature, while when initial content of oil is increased, the removal rate is decreased.

**Keywords:** Ultra-Violet spectroscopy; oil wastewater; fly ash; adsorption;

能源工业和产业的发展使石油类产品的应用日趋广泛, 同时大量含油废水的排放和泄露事故的发生使石油对环境造成严重的危害。油田外排水成分复杂, 不仅含有大量可溶性盐类、重金属离子等, 还含有悬浮的乳化原油、固体颗粒、硫化氢和一些化学添加剂<sup>[1]</sup>等。我国《污水排放综合标准》(GB8978-1996) 规定一级排放标准中石油类物质

的最高允许排放浓度不超过 10 mg/L, 工业上一般采用生化—絮凝沉淀、混凝气浮法等工艺进行处理, 但存在投资费用高, 排放难达标等缺陷。

粉煤灰是燃煤发电厂排放的固体废弃物, 由多种氧化物组成的多孔性物质, SiO<sub>2</sub> 和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 是其主要成分, 常用于建筑工程材料、道路铺设和农业土壤改善中, 近年来, 基于其理化性质和物理结构在环境领域如废水处理、烟气脱硫等方面的应用日渐增强<sup>[2-4]</sup>。

污水中石油类产品常用的测定方法有重量法、浊度法、色谱法、红外光度法、紫外分光光度法等,其中,紫外分光光度法具有操作简单、灵敏度高、精密好等优点<sup>[5]</sup>。本文以粉煤灰为吸附剂,紫外分光光度法为分析方法,考察了粉煤灰对废水中石油类物质的吸附性能,为实现以废治废提供有效途径。

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料

供试的粉煤灰取自辽宁抚顺某热电厂,其化学组成如下表:

表 1 粉煤灰的组成成分

成分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
含量/%	56.01	25.91	10.24	1.17	1.36	1.38	1.98

石油醚(60~90℃)为分析纯,标准油采用已知柴油样品,含油废水采用模拟配置油水混合样。

### 1.2 实验仪器

UV1102 紫外分光光度计,上海天美科学仪器有限公司;HZQ-Q 空气恒温振荡器,中国哈尔滨市东联电子技术开发有限公司;ALC-1100.2 型电子天平,德国赛多利斯股份公司;奥利龙 868 精密酸度计,美国热电公司。

### 1.3 分析方法

紫外分光光度法采用国家环保局颁布的《水和废水监测分析方法》(第三版)规定的方法进行<sup>[6,7]</sup>,经测定选择已知柴油样品在 272.5 nm 处的最大吸光度为吸收波长,采用标准曲线法计算待测油样在水中的含量。

### 1.4 实验方法

向锥形瓶中加入 250 ml 一定油水质量比的含油废水,加入适量粉煤灰,置于空气恒温振荡器中吸附震荡,一定时间后取出样品,静置 15 min,待溶液澄清后取适量样品按标准分析方法用石油醚反复萃取,萃取样在 272.5 nm 处测定吸光度并计算去除率和吸附量。改变条件考察 pH,粉煤灰使用量,接触时间,废水中油样的初始浓度,温度等因素对粉煤灰除油率的影响。

## 2 结果与讨论

### 2.1 待测油样的紫外吸收曲线

对石油醚进行紫外波长扫描(200~400 nm),鉴于不同石油类产品有不同的最大吸收波长,同

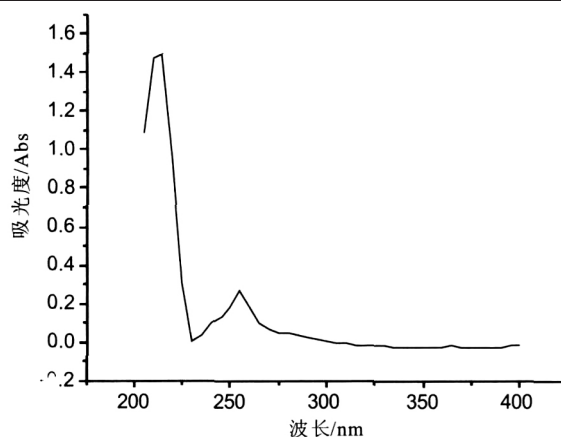


图 1 石油醚的紫外吸收曲线

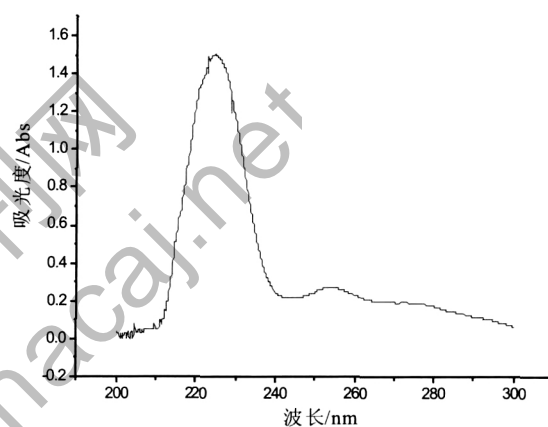


图 2 油样的紫外吸收曲线

时将柴油样品溶解于适量石油醚溶液中进行扫描,吸收曲线分别如图 1、图 2 所示。

从图 1 可以看出,石油醚在 200~235 nm 和 235~265 nm 处均有吸收,但在第二个吸收区处的吸收峰强度( $A \leq 0.2$ )远低于第一个吸收区处的峰强度,由图 2 可知,该油样在 225.2 nm 和 272.5 nm 处均有最高吸收峰值,但 225.2 nm 处的峰值与石油醚溶剂的紫外最大吸收区重叠,测定时会产生强烈背景干扰,影响油样的透光率,因此选定 272.5 nm 为本实验的吸收波长,此波长处透光率值满足标准方法要求(T 80%)。

### 2.2 pH 对吸附的影响

取油水质量比分别为 1/10 的含油废水 250 ml,用稀硫酸溶液和氢氧化钠溶液调节 pH 值分别至 2.05、3.83、7.07、9.40 和 11.08,加入 50 mg 粉煤灰,于 25℃、150 r/min 条件下震荡 24 h 后测定废水中残留的油样浓度,计算去除率,结果如图 3 所示。

由图 3 可见,酸性条件下,随着 pH 增加,油样去除率缓慢增加,当 pH 约 7.0 附近达到最大

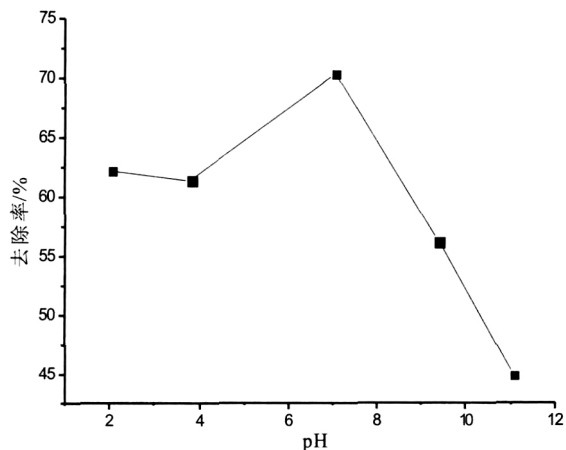


图3 pH值对吸附的影响

值,之后又开始下降,并且碱性环境中随着pH增加吸附率越来越小。由于排放石油污水的水质指标表明<sup>[8]</sup>石油废水通常pH值为7-9,因此,本实验粉煤灰处理含油废水在中性条件下直接进行,无须特意调节废水酸碱性。

### 2.3 粉煤灰用量的影响

将油水质量比分别为1/10,1/20,1/50的三种浓度含油废水250 ml分别加入到500 ml锥形瓶中,每种废水中粉煤灰使用量分别为5、25、50、75、100、125 mg,于25℃、150 r/min条件下震荡24 h后测定废水中残留的油样浓度,计算去除率,结果如图4所示。

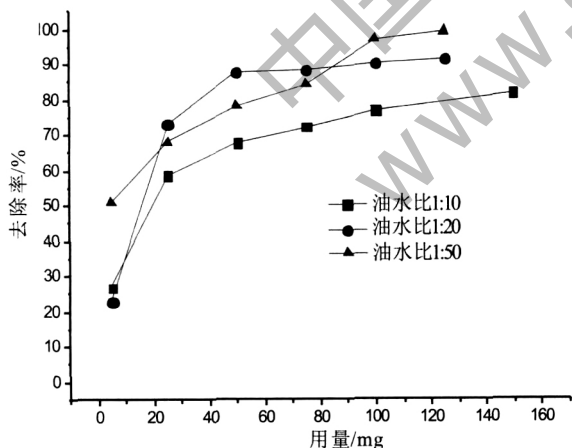


图4 粉煤灰用量对吸附的影响

由图4可知,随着粉煤灰使用量的增加,废水中油样的去除率也增加,一开始呈显著上升趋势。当粉煤灰使用量达到50 mg后,吸附率曲线渐趋平缓。并且,油水质量比1/50的去除率曲线整体变化最平缓,说明废水中油样浓度较低时,少量的粉煤灰吸附剂可获得较高的吸附率。

### 2.4 接触时间的影响

将油水质量比分别为1/10的含油废水250 ml分别加入到11个500 ml锥形瓶中,粉煤灰使用量为50 mg,于25℃、150 r/min条件下震荡在吸附时间为2、5、10、35、60、120、240、300、420、540、720 min时测定废水中残留的油样浓度,计算去除率。油水质量比1/20的含油废水的吸附试验与油水质量比1/10的方法相同,结果如图5所示。

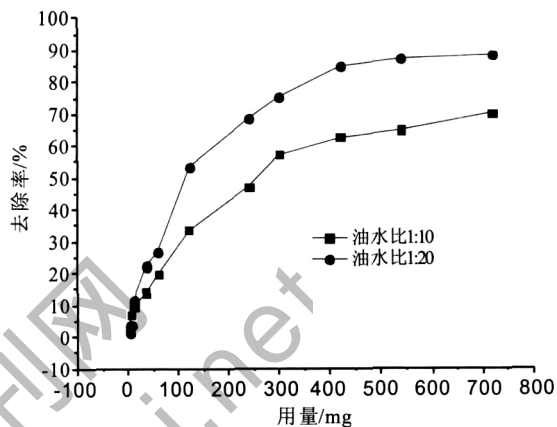


图5 时间对吸附的影响

由图5可知,粉煤灰对废水中油样的去除率随时间的增加而增加,在开始的300 min内迅速增大,而后增加速度降低,吸附率增长趋势缓慢。并且油水质量比1/20的含油废水的吸附率与1/10的相比,增长的更快,更容易在较少时间内趋于平衡,吸附时间为300 min时,油水质量比1/20对应的粉煤灰吸附率为75.4%,而此时油水质量比1/10对应的粉煤灰吸附率的只有57.3%。与粉煤灰处理金属离子的吸附速率(2 h内达到平衡)相比<sup>[9-12]</sup>,达到平衡所需的时间较长(>7 h),可能因为油类产品属于有机物质,所含的烃类物质更难以被去除。

### 2.5 浓度对吸附的影响

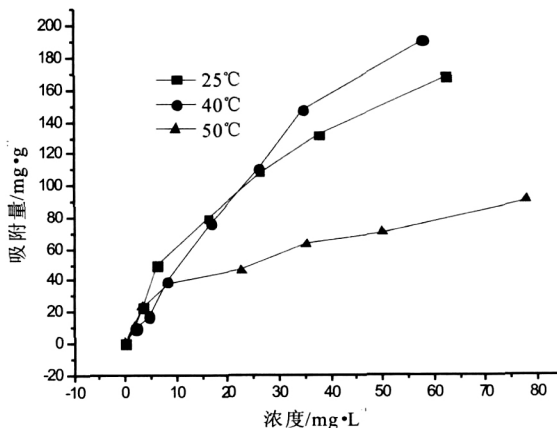


图6 浓度对吸附的影响

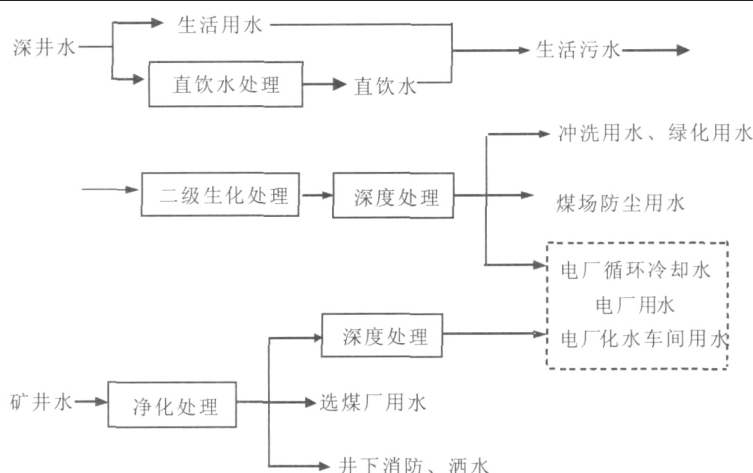


图6 东滩煤矿水资源梯级处理利用模式

[2] 曹祖民,高亮,崔岗等. 矿井水净化及资源化成套技术与装备[M].北京:煤炭工业出版社,2003.

[3] 周如禄,宁静,毛维东. 矿区生活污水深度处理后用作电厂用水应用研究[J]. 煤炭科学技术,2008(7).

(上接 40 页)

将油浓度分别为 10、20、40、80、120、160、240 mg/L 的含油废水 250 ml 分别加入到 500 ml 锥形瓶中,粉煤灰使用量为 50 mg,分别于 25℃、40℃ 和 50℃、150 r/min 条件下震荡 24 h 后测定废水中残留的油样浓度,计算去除率,结果如图所示

由图 6 可知,粉煤灰对废水中油样的吸附率随油样浓度增大而增大,与前面的结论相符。同时,温度对油样的吸附有较强的影响,反应温度达到 40℃后,粉煤灰对油样的吸附量明显高于反应温度 25℃时对应的吸附量,而 50℃下粉煤灰的吸附量与 40℃时相比,吸附量增大得不明显。说明高温有利于粉煤灰对油样的吸附去除,可能是因为石油类在水中的溶解度随温度的增加而升高的缘故<sup>[13]</sup>。

### 3 结论

(1) 一般炼油厂一级处理后废水中的含油标准(<100 mg/L)<sup>[1,8,14]</sup>。由本实验可知,粉煤灰可以直接应用于含油污水处理,对于含油浓度 100 mg/L 的污水,粉煤灰用量超过 125 mg,吸附时间 9 h 以上,可以使废水中的石油类物质大幅度降低,满足国家新扩改一级标准的要求

(2) 温度对粉煤灰吸附处理废水有较大的影响,升高温度则粉煤灰对废水中油样的吸附量增大。

(3) 吸附法适合含油废水的深度处理,利用吸附法对含油污水进行处理时,油样浓度不宜过高。

### 参考文献

- [1] 王新强,梁利平,谢娟. 絮凝沉降-NaClO/活性炭氧化-吸附法处理含油污水实验研究[J]. 工业水处理,2006,26(12):60~62,92.
- [2] 李文方,魏先勋,李采亭,张德见. 粉煤灰在环境工程中的应用[J]. 污染防治与处理,2002,15(3):27~29.
- [3] Belgin Bayat, Combined removal of Zinc ( ) and Cadmium ( ) from aqueous solutions by adsorption onto high-calcium Turkish fly ash[J]. Water, Air and Soil Pollution, 2002,136:69~92.
- [4] Tian Jinli, Yuqun Zhuo, Junyong Lei, et. al. Simultaneous removal of SO<sub>2</sub> and NO by low cost sorbent-catalysts prepared by lime, fly ash and industrial waste materials [J]. Korean Journal of Chemical Engineering, 2007,24(6):1113~1117.
- [5] 周昭智. 含油类污水石油类分析中的影响因素[J]. 环境科学与技术,2002 增,25~26.
- [6] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会 水和废水监测分析方法[M]. 第三版,北京:中国环境科学出版社.1989,372.
- [7] 魏复盛,徐晓白,阎昌吉,等. 水和废水监测分析方法指南[M]. 下册,北京:中国环境科学出版社,1997,428.
- [8] 王郢军,李福勤,陈靖. 抚顺石化公司石油二厂中转站污水处理[J]. 工业水处理,2009,24(7):88~89.
- [9] 刘传年,杨志远. 超细粉煤灰吸附 Cr<sup>3+</sup>机理和动力学[J]. 中国矿业大学学报,2008,37(4):478~482.
- [10] 周立民,金解云,王一平,黄群武. Cd<sup>2+</sup>和 Ni<sup>2+</sup>在粉煤灰上的吸附特性[J]. 燃料化学学报,2008,36(5):557~562.
- [11] 王代芝,赵艳苹. 粉煤灰处理含汞废水的研究[J]. 化学与生物工程,2004,6:49~50.
- [12] 王湖坤,龚文琪,卫苗苗. 粉煤灰吸附处理铜冶炼废水中的 Cu ( )的实验研究[J]. 冶金能源,2006,25(4):50~52.
- [13] 王志强,阎毓霞. 石油类污水测定方法选择及其存在形态研究[J]. 山东环境,2000 增,89~90.
- [14] 白燕,赵霞,赵红艳. 泥炭净化含油污水的研究[J]. 环境科学与技术,1996,3:36~38.