

# 褐煤基活性焦制备工艺研究

张旭辉<sup>1,2</sup>, 白中华<sup>1,2</sup>, 张恒<sup>1,2</sup>, 王娟<sup>1,2</sup>

(1. 中国电力科学研究院, 北京 100192 2 北京国电富通科技发展有限公司, 北京 100070)

**摘要:** 利用管式炉对内蒙古褐煤进行了活性焦制备工艺研究, 研究了活化时间、活化温度以及蒸汽量对活性焦吸附性能的影响, 并以某厂焦化废水为对象进行吸附试验。结果表明活化温度为 850 °C, 活化时间为 90 min 蒸汽通入量为 450 g/h 条件下制得的活性焦对焦化废水的吸附性能较好。

**关键词:** 回转管式炉; 褐煤; 活性焦; 吸附剂; 焦化废水

中图分类号: TQ536 T17

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2011)02-0054-03

活性焦是以褐煤为主要原料制备的一种具有吸附和催化双重性能的粒状物质。活性焦具有活性炭的特点, 同时又克服了活性炭价格高、机械强度低、易粉碎的缺点。

焦化废水是工业废水中较难处理的一类废水。由于污染物浓度相对较高, 在采用传统的生物方法处理之前, 常需要对原水进行稀释处理, 这样既浪费水资源, 同时也增加了废水处理量。因此采用合适的方法对废水进行预处理, 使其污染物浓度满足生化处理系统的进水要求, 在水处理工艺中十分重要。

吸附法具有高效快速、操作简单、无二次污染等优点<sup>[1-2]</sup>, 常用的吸附材料活性炭因再生程序繁杂、处理成本高等缺点仅在焦化废水的深度处理中应用; 而褐煤基活性焦的原料充足, 制备工艺简单, 生产成本低廉, 且具有较为发达的中孔结构和比表面积, 是废水吸附预处理最理想的材料。因此研究

活性焦制备工艺参数对焦化废水主要污染物吸附性能的影响, 能较好地解决目前焦化废水处理过程中的瓶颈问题。

## 1 活性焦制备

目前褐煤活性焦的用途主要集中在脱硫、脱氮等方面<sup>[3-4]</sup>, 而在焦化废水处理行业的应用则少见报道。笔者以内蒙褐煤为原料, 采用水蒸汽活化法制备能够吸附大分子物质的活性焦, 使其应用于焦化废水处理。

### 1.1 原料特性

中国褐煤资源储量丰富, 尤其是内蒙古地区, 集中了中国褐煤资源的 78% 以上。实验以内蒙古某地褐煤为原料制备活性焦。首先对原煤样品进行工业分析和元素分析, 主要数据见表 1。

由表 1 可看出, 该地褐煤具有较高的挥发分和氢氧含量, 比较适合制作大分子吸附剂。

表 1 原煤样品的工业分析和元素分析

%

工业分析				元素分析						$Q_{v, ad}$	$Q_{net, y, def}$
$M_{ad}$	$V_{daf}$	$A_d$	$FC_d$	$\omega(C_{daf})$	$\omega(H_{daf})$	$\omega(O_{daf})$	$\omega(N_{daf})$	$\omega(S_{ad})$	$\omega(S_d)$	$/(MJ \cdot kg^{-1})$	$/(MJ \cdot kg^{-1})$
16.62	40.12	11.98	30.83	79.93	4.42	14.52	0.91	0.21	0.45	22.43	21.12

收稿日期: 2010-11-11

作者简介: 张旭辉 (1976-), 男, 河北衡水人, 博士, 从事褐煤综合利用研究工作。E-mail: zhangxh@epri.sgcc.com.cn

## 1.2 活性焦制备实验

利用回转管式炉按照备煤—炭化—活化—冷却的步骤制备活性焦,具体工艺流程如图 1 所示。

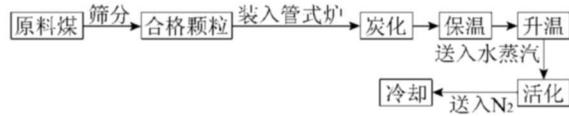


图 1 活性焦制备流程

为了摸索最佳工艺条件,分别进行了不同活化温度、活化时间以及蒸汽量的试验,每次试验均对入炉原料和出炉产品进行准确称量。重点考察活化温度,活化时间和蒸汽量对产品性质的影响,进行三因素三水平正交试验。

为了对不同条件下制得的样品进行对比,实验以活性焦对某化工厂产生的化工废水中 COD 的一次吸附值为指标,经优化后的试验参数见表 2。

表 2 实验结果直观分析表

实验号	因素			一级吸附量
	A(活化温度)	B(活化时间)	C(蒸汽量)	
1	3(850)	2(60)	1(300)	2967.2
2	1(750)	1(30)	1	1120.6
3	1	3(90)	3(600)	2956.8
4	2(800)	2	3	2863.7
5	3	1	3	3096.5
6	1	2	2(450)	2974.1
7	2	1	2	2784.4
8	3	3	2	3215.5
9	2	3	1	3210.3
T <sub>1</sub>	2350.5	2333.8	2432.7	
T <sub>2</sub>	2952.8	2935.0	2991.3	
T <sub>3</sub>	3093.1	3127.5	2972.3	
R	742.6	793.7	558.6	

3 个因素对一级吸附量影响的趋势如图 2 所示。活化温度越高越好,活化时间越长越好,蒸汽量应该适中。3 个因素对一级吸附量的影响程度为:活化时间>活化温度>蒸汽量。在所取的 3 个水平中,最优方案为 A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>,即活化温度 850℃,活

化时间 90 min,蒸汽通入量 450 g/h。

实验结果的方差分析见表 3。由表 3 可知,3 个因素的 P 值均大于 0.05,表明 3 个因素对一级吸附量的影响均不显著,其影响的显著性排序为:活化时间>活化温度>蒸汽量。

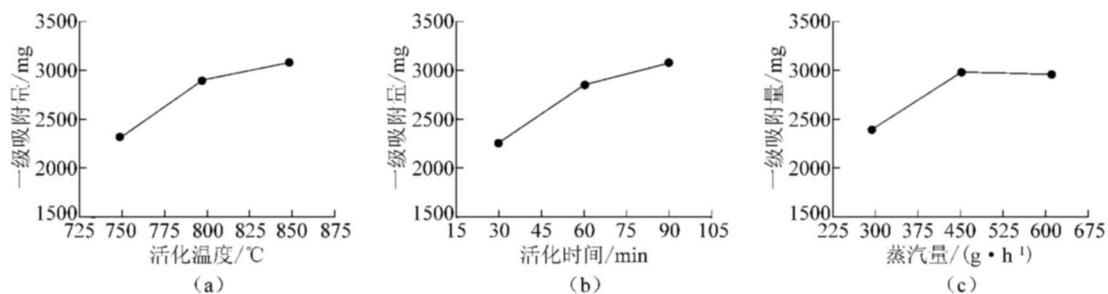


图 2 因数水平趋势

表 3 方差分析表

参数	活化温度	活化时间	蒸汽量	总和	误差
平方和	933845.3	1028430.1	603636.3	3336423.7	770511.9
自由度	2	2	2	8	2
均方	466922.6	514215.1	301818.2	417053.0	385256.0
F	1.211980	1.334736	0.783422		
P值	0.452084	0.428314	0.560720		

### 1.3 吸附实验

为了对所制得的活性焦性能进行验证,对河南某焦化厂的原水进行吸附试验,原水 COD质量浓度为 5115 mg/L,取原水 150 mL,加入活性焦 10 g静置 30 min 过滤后进行测量。对制备的 9 个活性焦样品分别进行测试,吸附结果如表 4 所示。

表 4 活性焦吸附试验结果

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COD吸附量/mg	445	168	443	5430	464	446	417	482	481

由表 4 可知,吸附量受活化温度和活化时间影响较大,750 °C 的活化温度明显偏低,活性焦基本没有吸附能力,而 800 °C 和 850 °C 的活化效果比较接近,每 10 g 活性焦吸附值均在 445 mg 以上;活化时间越长,吸附值越大。此外,活性焦还具有较好的脱色能力,吸附后水质颜色发生明显变化,由褐色变为无色,尤其是样品 8 吸附效果如图 3 所示。

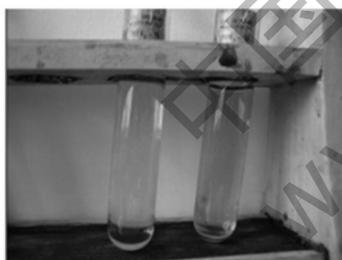


图 3 废水处理效果

## 2 结 语

由以上分析可知,对一级吸附量而言,在试验所选的水平下,直观分析和方差分析的结果一致,其影响的显著性排序均为:活化时间>活化温度>蒸汽量。活化温度越高越好,活化时间越长越好,蒸汽量应该适中。在所取的 3 个水平中,最优方案为 A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>,即活化温度 850 °C,活化时间 90 min,蒸汽通入量 450 g/h。

通过调整工艺参数,利用内蒙古某地褐煤制备具有中孔发达孔隙结构的活性焦,其对焦化废水中的大分子物质有很好的吸附能力和脱色能力。因此褐煤制活性焦应用于污水处理具有一定的现实意义。

### 参考文献:

- [1] 孙慧芳,和彬彬,郭栋生. 焦炭及其改性吸附预处理焦化废水的试验研究[J]. 水处理技术, 2009, 35(10): 55-58
- [2] 王红梅,郑振晖. 改性膨润土在焦化废水中的应用研究[J]. 安徽化工, 2005, 31(1): 52-53
- [3] 陈立杰,陈健,高健,等. 以褐煤为原料制备活性焦及其脱硫脱氮性能的研究[J]. 煤矿安全, 2006, 37(7): 6-8
- [4] 李亚峰. 褐煤活性焦的改性及脱硫效果研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2001(4): 30-32

## Study on preparation technique of activated char from lignite

ZHANG Xu-hu<sup>1,2</sup>, BAI Zhong-hua<sup>2</sup>, ZHANG Heng<sup>2</sup>, WANG Juan<sup>2</sup>

(1. China Electric Power Research Institute Beijing 100192 China

2. Beijing Guodian Fuong Science and Technology Development Co., Ltd., Beijing 100070 China)

Abstract: Introduce the preparation technique of activated char from Inner Mongolia lignite with pipe furnace. Study the influence of time and temperature of carbonization and activation and steam quantity on activated char adsorbability. At last the adsorption capacity of activated carbon was tested by using coking wastewater from certain coking plant in Henan Province. The results show that steam quantity 450 g/h, activation temperature 850 °C, activation time 90 min, steam quantity 450 g/h, the activated carbon works best.

Key words: pipe furnace; lignite; activated carbon; adsorbent; coking wastewater