

文章编号: 1000-582X(2001)06-0085-03

# 铁屑法与瓦斯泥 + 铁屑法预处理焦化废水<sup>\*</sup>

唐光 临, 徐 楚 韶, 董 凌 燕, 陈 建 凯, 毕 敏

(重庆大学 材料科学与工程学院, 重庆 400044)

**摘 要:** 用铁屑法、瓦斯泥 + 铁屑法对焦化废水进行预处理, 测定了两种方法在不同处理时间、pH 值、物质用量的情况下, 焦化废水中化学需氧量(COD)的去除率。结果表明: 在瓦斯泥中加入铁屑对焦化废水中 COD 的去除率明显高于瓦斯泥法。处理时间、pH 对瓦斯泥 + 铁屑法的去除效率影响较大, pH 及在处理 30 min 以后的处理时间对瓦斯泥法的去除效率影响较小; 焦化废水中 COD 的去除率随加入的瓦斯泥、瓦斯泥 + 铁屑量的增加而增加, 但增加率却逐渐降低。

**关键词:** 高炉瓦斯泥; 废铁屑; 废水; 预处理

**中图分类号:** X 703.1

**文献标识码:** A

铁屑是铁碳合金, 由单质铁和  $Fe_3C$  及一些杂质组成, 可以组成腐蚀电池, 电极反应新生成的  $Fe^{2+}$  具有很高的化学活性, 能与水中的许多组分发生氧化还原反应, 破坏发色或助色集团, 使其丧失发色能力, 还可以使大分子物质分解为小分子物质, 使难生物降解的物质转变为容易生物降解的物质;  $Fe^{2+}$  进一步氧化生成的  $Fe^{3+}$  及它们的水合物具有较强的吸附-絮凝活性, 其吸附能力高于一般药剂水解得到的  $Fe(OH)_3$ , 能大量吸附废水中分散的微小颗粒及有机大分子, 而絮凝沉淀下来, 从而达到降解废水中有毒、有害物质的目的, 已广泛用于含酚废水、含油废水、酯化废水、印染废水等的预处理<sup>[1-4]</sup>。此外, 瓦斯泥中含有大量的活性碳粒、硅酸盐及其它氧化物, 可以有效地吸附废水中的有机化合物, 并已用于印染废水、皂化废水等的预处理<sup>[5,6]</sup>。但还未见将铁屑、瓦斯泥用于预处理焦化废水的报道。焦化废水大多采用生化法处理, 但是焦化废水中含有大量对微生物有强烈抑制和毒害作用的物质, 这增加了生化处理的难度, 因此对废水的预处理变得非常重要。本课题考虑到瓦斯泥中含有的碳粒较多, 但是含有的单质铁极少, 去除废水中的有机物以吸附为主, 为了充分利用瓦斯泥中的碳, 特地加入铁屑以保证铁屑腐蚀电池的顺利进行, 这种方法可以充分利用吸附与铁碳原电池反应的双重处理效果去除焦化废水中的有机物, 为后续的生化处理做准备, 弥补了瓦斯泥法的碳粒未被充分利用、铁屑法需外加碳源的缺点。为了判断瓦斯泥 + 铁屑的混合物法对焦化废水的预处

理效果是否优于瓦斯泥法, 将瓦斯泥、瓦斯泥 + 铁屑的混合物对焦化废水中 COD 的去除效果进行了比较研究。

## 1 分析方法与实验

仪器设备采用 BP211D 电子天平, PHS-25 型 pH 计。实验原料为瓦斯泥取自高炉煤气除尘系统的洗涤塔。

分析方法: COD 采用密封催化消解法分析, 每个水样测定 2-4 次取平均值。

### 1.1 处理时间的影响

取 3 L 的烧杯两只, 分别放入焦化废水 2 L, 焦化废水的  $pH = 8.82$ , 然后在其中一只烧杯放入 400 g/L 的瓦斯泥, 另一只放入 400 g/L 的瓦斯泥及 200 g/L 的铁屑。间歇搅拌, 定时用注射器取上清液, 测定废水中的 COD, 并计算去除率。实验温度为 19 °C。

### 1.2 pH 的影响

用盐酸将  $pH = 8.82$  的原水分别调节至  $pH = 7.05$  及  $pH = 5.21$ 。第一组取原水、 $pH = 7.05$ 、 $pH = 5.21$  的水各 2 L, 分别加入 400 g/L 的瓦斯泥。第二组取原水、 $pH = 7.05$ 、 $pH = 5.21$  的水各 2 L, 分别加入 400 g/L 的瓦斯泥及 200 g/L 的铁屑。间歇搅拌, 180 min 后用注射器取上清液测定 COD, 并计算去除率。实验温度为 19 °C。

### 1.3 用量的影响

在 3 L 的烧杯中, 分别加入 100 g/L 瓦斯泥、200 g/

\* 收稿日期: 2001-06-09

基金项目: 教育部“春晖计划”资助项目(教外司留 99-95-31)

作者简介: 唐光 临(1972-), 男, 四川华蓥人, 重庆大学讲师, 博士生, 从事工业水处理研究。

L 瓦斯泥、400 g/L 瓦斯泥、600 g/L 瓦斯泥、100 g/L 瓦斯泥 + 50 g/L 铁屑、200 g/L 瓦斯泥 + 100 g/L 铁屑、400 g/L 瓦斯泥 + 200 g/L 铁屑、600 g/L 瓦斯泥 + 300 g/L 铁屑,然后在分别加入 2 L 焦化废水。用玻璃棒间歇搅拌 180 min 后,用注射器取上清液测定 COD,并计算去除率。实验温度为 19 ℃。

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 处理时间的影响

处理时间对废水中 COD 的去除率的影响见表 1、表 2。

表 1 焦化废水中加入 400 g/L 的高炉瓦斯泥对 COD 的去除率

原水中的 COD/mg·L <sup>-1</sup>	处理时间/min	COD 的去除率/%
3 845	5	19.5
3 845	10	20.7
3 845	30	21.9
3 845	180	22.7
3 845	360	23.1
3 845	600	23.8

表 2 焦化废水中加入 400 g/L 瓦斯泥 + 200 g/L 的铁屑对 COD 的去除率

原水中的 COD/mg·L <sup>-1</sup>	处理时间/min	COD 的去除率/%
3 845	5	19.2
3 845	10	20.7
3 845	30	27.2
3 845	180	42.3
3 845	360	49.6
3 845	600	54.8

表 1、表 2 的结果表明,在处理 30 min 以后,时间对高炉瓦斯泥法的去除效率影响不大,对高炉瓦斯泥 + 铁屑法的去除效率影响很大。一些学者认为高炉瓦斯泥去除废水中的 COD 的机理为:主要发生了铁碳原电池反应,新生成的 Fe<sup>2+</sup> 能够破坏发色基团,新生成 Fe(OH)<sub>3</sub> 絮体具有很强的吸附能力,在沉降过程中包裹着有机物微粒一起沉降,从而达到去除 COD 的目的。但是本文作者认为:高炉瓦斯泥中的单质铁极少,且铁的氧化物在炼铁工艺的造块过程中与 SiO<sub>2</sub>、CaO 等物质结合成结构致密且非常复杂的化合物,铁离子极难离解,发生铁碳原电池反应较困难,而瓦斯泥中所含的大量的活性碳粒、硅酸盐等,其表面上有含氧活性基团,具有很强的吸附能力。因此,高炉瓦斯泥去除焦化废水中的 COD 主要以物理吸附为主,从本文的实验结果看反应时间对瓦斯泥的去除效率影响较小也证实了这一观点。

瓦斯泥 + 铁屑去除焦化废水中 COD 的机理为:铁碳原电池反应与吸附的双重作用。

其中铁碳原电池的电极反应如下:

阳极过程:  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$

阴极过程:  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

实验结果表明瓦斯泥 + 铁屑法的去除效果大大优

于瓦斯泥法,前者弥补了瓦斯泥法的碳粒未被充分利用、铁屑法需外加碳源的缺点,达到了充分利用资源、以废治废的目的。而且废水中增加的铁离子可以改善后续生化处理中污泥的沉降性能。

### 2.2 pH 值对瓦斯泥铁屑混合物法效果的影响

pH 值对废水中 COD 的去除效果见表 3。

表 3 pH 值对瓦斯泥法、瓦斯泥 + 铁屑法的去除率的影响

原水 COD/mg·L <sup>-1</sup>	pH	瓦斯泥法的去除率/%	瓦斯泥 + 铁屑法的去除率/%
3 845	8.82	22.7	42.3
3 845	7.05	21.1	35.3
3 845	5.21	23.4	45.8

表 3 的结果表明,在瓦斯泥中加入铁屑可以大幅度提高其对焦化废水中 COD 的去除率,且 pH 值对瓦斯泥的去除率影响不大,这也证实了瓦斯泥对焦化废水 COD 的去除的原因不是以铁碳电池反应为主,否则 pH 对铁碳电池反应具有较大影响,从而直接影响到 COD 的去除率,而 pH 值对瓦斯泥 + 铁屑法的 COD 去除率影响较大,其效果明显在中性环境中去除率最低,这是因为铁碳电池反应在 COD 的去除中占有较大比重。

### 2.3 用量的影响

用量的影响见表 4。

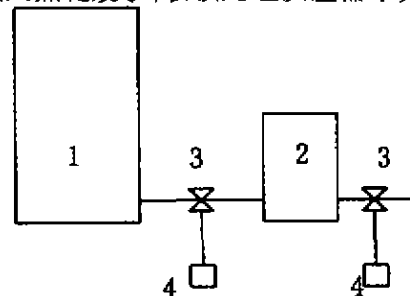
表 4 瓦斯泥、瓦斯泥 + 铁屑用量对 COD 的去除率的影响

原水 COD /mg·L <sup>-1</sup>	瓦斯泥 /g·L <sup>-1</sup>	COD 去除率 /%	瓦斯泥 + 铁屑 /g·L <sup>-1</sup>	COD 去除率 /%
3 845	100	7.5	100 + 50	18.5
3 845	200	15.0	200 + 100	32.8
3 845	400	22.7	400 + 200	42.3
3 845	600	27.8	600 + 300	50.4

表 4 的结果表明,瓦斯泥法与瓦斯泥 + 铁屑法对焦化废水中 COD 的去除率均随其用量的增加而增加,但增加率却逐渐降低。

### 2.4 动态实验

为了判断在铁屑中加入瓦斯泥是否可以提高 COD 的去除率,笔者进行了动态实验。实验流程见图 1。在蓄水槽中放入焦化废水,在预处理反应器中先收入 400



1. 蓄水槽(45 L); 2. 预处理反应器(5 L); 3. 电磁阀; 4. 时间控制器

图 1 铁屑法处理焦化废水动态实验流程图

g/L 瓦斯泥 + 200 g/L 的铁屑,待该实验完毕再改放入 400 g/L 的瓦斯泥。每个操作周期运行如下:蓄水槽中的水经过电磁阀进入预处理反应器,进水时间约 15 min,进水完毕电磁阀关闭,间歇搅拌,3 h 后排水,最后经电

磁阀排出,排水 15 min,检测出水的 COD,计算去除率。原水中的 pH 为 8.82,电磁阀开关由时间控制器控制。实验结果见表 5。

表 5 预处理动态实验结果

运行周期次数	原水 COD	mg·L <sup>-1</sup>			
		400 g/L 的瓦斯泥 处理后出水 COD	去除率 /%	400 g/L 的瓦斯泥 + 200 g/L 铁屑处理 后出水 COD	去除率 /%
1	3 845	2 957	23.1	2 188	43.1
7	3 845	3 068	20.2	2 241	41.7
13	3 845	3 122	18.8	2 303	40.1
19	3 845	3 202	16.7	2 368	38.4
40	3 845	3 272	14.9	2 414	37.2

从表 5 的结果看,在运行较长时间的情况下,在瓦斯泥中加入铁屑可以提高 COD 的去除率,随着时间的进行处理效率逐渐降低。

### 3 结论

1) 在瓦斯泥中加入铁屑可以较大幅度提高其对焦化废水中 COD 的去除率。

2) 瓦斯泥法去除焦化废水中的 COD 原因以吸附为主,瓦斯泥+铁屑法去除焦化废水中的 COD 是因为铁碳原电池反应与吸附双重作用的结果。

3) 在 30 min 以后,处理时间对高炉瓦斯泥法的去除效率影响不大。处理时间对瓦斯泥+铁屑法的去除效率影响较大。

4) pH 对瓦斯泥法的去除效率影响较小。pH 对瓦斯泥+铁屑法的去除效率影响较大。

5) 焦化废水中 COD 的去除率随加入的瓦斯泥、瓦斯泥+铁屑量的增加而增加,但增加率却逐渐降低。

### 参考文献:

- [1] 张伟. 废铁屑-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>法处理炼油厂含酚废水[J]. 化工环保, 1997, 17(6): 342.
- [2] 陈水平. 铁屑内电解船舶含油废水的研究[J]. 水处理技术, 1999, 25(5): 12.
- [3] 曹微寰. 酯化废水铁还原预处理的研究[J]. 化工环保, 1999, 19(4): 195-196.
- [4] 郝瑞霞. 铁屑过滤法预处理可生化性差的印染废水[J]. 化工环保, 1999, 19(3): 135.
- [5] 丛锦华. 物理化学法处理高浓度有机废水[J]. 化工环保, 1997, 17(2): 90-91.
- [6] 李善评. 利用瓦斯灰处理印染废水的尝试[J]. 水处理技术, 1999, 25(4): 21.

## Pretreatment of Coke Oven Waste Water with Blast Furnace Sludge Method and Blast Furnace Sludge Plus Scrap Iron Method

TANG Guang-lin, XU Chu-shao, DONG Ling-yan, CHEN Jian-kai, BI Min  
(College of Material Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Coke oven waste water is respectively pretreated by blast furnace sludge method and blast furnace sludge plus iron scrap method, the effects of pH and the quantity of materials and treatment time on the removal efficiency of COD are analyzed. The results indicate that blast furnace sludge plus iron scrap method is superior to blast furnace sludge method. The treatment time and pH can greatly affect on the removal efficiency of COD using blast furnace sludge plus iron scrap method. The treatment time after 30 minutes and pH have no remarkable effects the removal efficiency of COD using blast furnace sludge method. The removal efficiency of COD increases with the increase of blast furnace sludge and iron scrap, but the increase rate decreases gradually.

**Key words:** blast furnace sludge; iron scrap; wastewater; pre-treatment

(责任编辑 李胜春)