

# 两种棉浆黑液处理工艺的研究

孟祥贺<sup>1,2</sup>, 刘泽恒<sup>1,2</sup>, 彭洁<sup>1,2</sup>, 张越锋<sup>1,2\*</sup>

(1.新疆兵团南疆化工资源利用工程实验室,新疆阿拉尔 843300;

2.塔里木大学生命科学学院,新疆阿拉尔 843300)

**摘要:**棉浆黑液具有色度大、污染物浓度高、难降解等特性,成为污水处理的一个难点。以阿拉尔某棉浆场黑液为研究对象,分别采用紫外光+双氧水法和铁屑微电解法对棉浆黑液进行净化处理,并对2种工艺进行了比较分析。研究结果显示,2种不同处理工艺对棉浆黑液都具有良好的处理效果,比较而言,铁屑微电解法处理效果更佳。该研究成果不仅可为新疆棉浆厂、化纤厂等企业难降解污水的处理提供理论与技术支持,而且对保护新疆水资源和水生态环境具有积极作用。

**关键词:**棉浆黑液;紫外光/双氧水法;铁屑微电解

**中图分类号:**S562

**文献标志码:**A

**文章编号:**0253-4320(2017)11-0124-03

**DOI:**10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2017.11.028

## Study on two treatment processes for cotton pulp black liquor

MENG Xiang-he<sup>1,2</sup>, LIU Ze-heng<sup>1,2</sup>, PENG Jie<sup>1,2</sup>, ZHANG Yue-feng<sup>1,2\*</sup>

(1.Engineering Laboratory of Chemical Resources Utilization in South Xinjiang, Xinjiang Production and Construction Corps, Alar 843300, China; 2.College of Life Sciences, Tarim University, Alar 843300, China)

**Abstract:** Cotton pulp black liquor has characters of high chroma, high concentration of pollutants and difficult to degrade, and becomes one of the difficulties in sewage treatment. In this paper, the black waste liquor from a cotton pulp factory in Alar city is treated by UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> method and iron chips micro-electrolysis method respectively, and the two methods are compared and analyzed. The results show that both the two methods have good effect on treating with the cotton pulp black liquor, moreover, the iron chips micro-electrolysis method does better. The research results will not only provide an important theoretical basis and technical support for the treatment of wastewater that is difficult to degrade from cotton pulp factories, chemical fiber plants and so on, but also have a positive effect on the protection of water resources and aquatic environment in Xinjiang.

**Key words:** cotton pulp black liquor; UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> method; iron chips micro-electrolysis method

我国是一个淡水资源匮乏的国家,人均拥有水量很少,仅占世界人均的1/4<sup>[1]</sup>,而淡水污染使淡水的供需关系更加紧张。作为水资源消耗极大同时又产生大量污水的制浆造纸工业一度成为污水治理的重点领域。棉浆粕是一种高纯度纤维素,广泛应用于造纸、医药、航天等领域,具有重要的经济价值,然而棉浆粕生产过程中会产生大量黑色废液(棉浆黑液),排放总量可达150万t/a<sup>[2-4]</sup>,排放量大且水处理难度非常高是制约着企业发展的重要因素。

棉浆黑液呈碱性,且含有大量有机污染物和悬浮物,主要包括纤维素、木质素、半纤维素及其在高温、强碱条件下的分解产物等,具有碱性强、色度高、难降解等特点<sup>[5]</sup>,成为污水治理的一个难题。目前印染废水的处理方法主要有物理法、化学法和生物法3大类,各处理工艺都具有各自的优缺点。UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>法是一种高级氧化水处理技术,可实现对废水的无害化处理,近年来被广泛应用于工业废水的处理中<sup>[6-7]</sup>,其中H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>作为一种强氧化剂,可有效地降低废水的色度和COD,但对于污染严重、难降解

的废水采用单一H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>并不能有效地将污染物彻底分解,当引入紫外光时,其降解效果大大增加。近年来铁屑微电解法因其工艺简单、操作方便、运行费用低、处理效果好等优点,已成为当前水处理的重要方法<sup>[8-9]</sup>。研究表明:微电解法处理印染及染料废水的作用机理兼有电化学、凝聚、吸附和氧化还原等,对低浓度、组成简单的印染及染料废水,经微电解法处理后,出水基本能达到标准要求,但对高浓度、高色度的废水(如棉浆黑液),其处理效果还有待进一步研究。因此,笔者对2种先进污水水处理技术进行了比较,并对棉浆黑液进行净化处理。

## 1 材料与试剂

### 1.1 材料

棉浆黑液:取自阿拉尔市某棉浆厂。

### 1.2 仪器及试剂

JA1203电子天平,上海恒平科学仪器有限公司生产;75系列紫外可见分光光度计,上海菁华科技仪器有限公司生产;ZF-20D暗箱式紫外分析仪,上

收稿日期:2017-04-26

基金项目:塔里木大学大学生创新创业训练计划项目(2015006)

作者简介:孟祥贺(1991-),男,本科,13605211568@qq.com;张越锋(1982-),男,硕士,副教授,研究方向为污水处理及微生物代谢产物研究,通讯联系人,zhangyuefeng\_tj@163.com。

海宝山顾村电光仪器厂生产;UV光固化箱,上海申生科技有限公司生产;试管架、10 mL具塞试管、烧杯。

硫酸亚铁氨溶液、固体氯化钙、固体硫酸铝、固体硫酸铁、固体氯化铝、20%双氧水溶液。

## 2 实验方法

### 2.1 水质测定

色度的测定:采用稀释倍数法(GB/T 11903—1989);化学需氧量的测定:采用重铬酸盐法(GB/T 11914—1989)。

### 2.2 紫外光+双氧水处理棉浆黑液的工艺优化

在室温条件下(25℃),调节水样pH为9(参考文献同时结合水处理实际),取20 mL棉浆黑液置于烧杯中,在密闭环境下,分别加入5 mL 0.01、0.02、0.03 mol/L的 $H_2O_2$ (棉浆黑液中 $H_2O_2$ 终浓度分别为0.002、0.004、0.006 mol/L),考察无紫外光、有紫外光(254 nm)以及处理时间(2、4、6、8、10 h)等因素对棉浆黑液色度和 $COD_{Cr}$ 的影响。

### 2.3 铁屑微电解法处理棉浆黑液的工艺优化

在室温条件下(25℃),调节水样pH为9,取20 mL棉浆黑液置于烧杯中,采用铁屑微电解法对棉浆黑液进行净化研究,分别考察铁屑加入量(0.1、0.3、0.5、0.7 g)、电解电压(100、120、140、160、180 mV)及处理时间对棉浆黑液色度和 $COD_{Cr}$ 的影响。

## 3 结果与分析

### 3.1 紫外光+双氧水法处理棉浆黑液的工艺优化

紫外光+双氧水法对棉浆黑液处理效果如表1和表2所示。

由表1、表2可以看出,254 nm紫外光作用于棉浆黑液时,对棉浆黑液的色度和 $COD_{Cr}$ 均无明显处理效果;0.002 mol/L双氧水单独处理棉浆黑液时,

表1 紫外光+双氧水法对棉浆黑液色度的去除效果

处理时间/h	倍数					
	0	2	4	6	8	10
$H_2O_2$ (0.002 mol/L)	2048	2048	2048	2048	1024	1024
254 nm UV	2048	2048	2048	2048	2048	2048
254 nm UV+ $H_2O_2$ (0.002 mol/L)	2048	1024	512	512	512	512
254 nm UV+ $H_2O_2$ (0.004 mol/L)	2048	1024	256	128	128	128
254 nm UV+ $H_2O_2$ (0.006 mol/L)	2048	1024	256	128	128	128

表2 紫外光+双氧水法对棉浆黑液 $COD_{Cr}$ 的去除效果

处理时间/h	$mg \cdot L^{-1}$					
	0	2	4	6	8	10
$H_2O_2$ (0.01 mol/L)	17413	17413	17413	17413	8703	8703
254 nmUV	17413	17413	17413	17413	17413	17413
254 nmUV+ $H_2O_2$ (0.002 mol/L)	17413	8703	4353	4353	4353	4353
254 nmUV+ $H_2O_2$ (0.004 mol/L)	17413	8703	2176	1088	1088	1088
254 nmUV+ $H_2O_2$ (0.006 mol/L)	17413	8703	2176	1088	1088	1088

当处理较长时间(8 h以上)时,可使棉浆黑液色度和 $COD_{Cr}$ 略有降低,但降低效果不显著。可见单一因素(紫外光或双氧水)作用于棉浆黑液时,不能有效降低棉浆黑液色度和化学需氧量。

254 nm紫外光下加入不同浓度的双氧水对棉浆黑液处理时效果明显增加,且处理效果随着双氧水浓度和处理时间的增加而增加,当双氧水浓度为0.004 mol/L且处理时间为6 h时,处理效果达到了最佳,色度为128倍,色度去除率为93.8%, $COD_{Cr}$ 为1088  $mg/L$ ,去除率为93.8%。其原因是254 nm紫外光作用于水时可引起水的均裂反应而产生少量 $\cdot OH$ ,对棉浆黑液污染物产生一定的降解效果,但处理效果非常小,而当有 $H_2O_2$ 存在时,紫外线可促使 $H_2O_2$ 产生大量 $\cdot OH$ ,从而对棉浆黑液的净化效果非常明显。 $H_2O_2$ 的分解速率和自由基产生速率取决于其自身的浓度和紫外光的辐射频率,且随着频率增加而增加<sup>[10]</sup>。而 $H_2O_2$ 的加入量存在1个最佳的浓度,随着 $H_2O_2$ 浓度的增加,水中 $\cdot OH$ 含量也会随之增加,但 $H_2O_2$ 又是 $\cdot OH$ 的毁灭剂,过量的 $H_2O_2$ 又会减少 $\cdot OH$ 含量,他们之间存在竞争平衡。

因此,紫外光+双氧水法适合于棉浆黑液的处理,其处理效果良好,可极大地降低棉浆黑液的色度和 $COD_{Cr}$ 。

### 3.2 铁屑微电解法处理棉浆黑液降解棉浆废水实验分析

在加入0.5 g铁屑的情况下,不同电压及时间对铁屑微电解法处理棉浆黑液效果的影响如表3、表4所示。

由表3和表4可以看出,随着电解电压及处理时间的增加,棉浆黑液的色度和 $COD_{Cr}$ 总体呈下降趋势,当电压大于160 mV,处理时间大于6 h时,处理效果基本不变,因此,铁屑微电解法处理棉浆废水的最佳电压为160 mV,最佳处理时间为6 h。最佳

**表 3 不同电压及时间对铁屑微电解法处理棉浆黑液色度的影响** 倍数

电压/ mV	电流/ mA	处理时间/h				
		0	2	4	6	8
100	98.6	2048	1024	1024	512	512
120	104.5	2048	512	256	256	256
140	110.6	2048	512	128	128	128
160	115.7	2048	256	128	64	64
180	122.6	2048	256	128	64	64

**表 4 不同电压及时间对铁屑微电解法处理棉浆黑液 COD 的影响** mg·L<sup>-1</sup>

电压/ mV	电流/ mA	处理时间/h				
		0	2	4	6	8
100	98.6	17413	8706	8706	4350	4350
120	104.5	17413	4350	2176	2176	2176
140	110.6	17413	4350	1090	1090	1090
160	115.7	17413	2176	1090	544	544
180	122.6	17413	2176	1090	544	544

处理电压及时间下,棉浆黑液色度为 64 倍,色度去除率为 96.9%,COD<sub>Cr</sub> 为 544 mg/L, COD<sub>Cr</sub> 去除率为 96.9%。

在电压为 160 mV,不同铁屑加入量及时间对铁屑微电解法处理棉浆黑液的影响表 5、表 6。

**表 5 不同铁屑量及处理时间对铁屑微电解法处理棉浆黑液色度的影响** 倍数

m(铁)/ g	电流/ mA	处理时间/h				
		0	2	4	6	8
0.1	115.7	2048	1024	512	512	512
0.3	115.7	2048	512	512	256	256
0.5	115.7	2048	256	128	64	64
0.7	115.7	2048	256	128	64	64

**表 6 不同铁屑量及时间对铁屑微电解法处理棉浆黑液 COD 的影响** mg·L<sup>-1</sup>

m(铁)/ g	电流/ mA	处理时间/h				
		0	2	4	6	8
0.	115.7	17413	8708	4355	4355	4355
0.3	115.7	17413	4355	4355	2178	2178
0.5	115.7	17413	2178	1095	550	550
0.7	115.7	17413	2178	1095	550	550

由表 5 和表 6 可以看出,随着铁屑质量的不断增加,铁屑微电解法对棉浆黑液的处理效果逐渐增大,但大于 0.5 g 时,变化不明显。因此,最佳铁屑

质量为 0.5 g(质量分数为 2.5%),其最佳值与表 3 和表 4 中相同。

可见,铁屑微电解法应用于棉浆黑液的处理具有良好的效果,可显著降低棉浆黑液的色度和化学需氧量,其作用机理比较复杂,兼有电化学、凝聚、吸附和氧化还原等原因。该方法具有较好的应用前景。

### 4 结论

分别采用 UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 法和铁屑微电解法 2 种工艺对棉浆黑液进行净化处理,研究结果显示:UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 法的最佳工艺条件为:254 nm 紫外光,0.004 mol/L 双氧水,处理时间为 6 h,该条件下棉浆黑液的脱色率为 93.8%,COD 去除率为 93.8%;铁屑微电解法的最佳工艺条件为:电压为 160 mV,铁屑质量分数为 2.5%,处理时间为 6 h,该条件下棉浆黑液的脱色率达 96.9%,COD 去除率达 96.9%。2 种不同处理工艺对棉浆黑液都具有良好的处理效果,其中铁屑微电解法处理效果更佳。

2 种水处理工艺对高污染、难降解废水(棉浆黑液)具有良好的处理效果,工艺简单,易于操作,成本较低,都具有较高的市场应用价值。同时,2 种水处理工艺还有提升的空间,如缩短处理时间,提升处理效率,进一步降低成本等。

### 参考文献

- [1] 中国造纸学会.中国造纸年鉴[M].北京:中国轻工业出版社,1999.
- [2] 赵金辉,赵志耀.电解法处理化纤浆粕黑液的研究[J].同济医科大学学报,2001,30(5):422-424.
- [3] 曾科,买文宁,张军峰,等.浆粕黑液处理工程的设计与运行[J].工业用水与废水,2002,33(3):48-50.
- [4] 崔康平,钟佐桑,沈照理,等.棉浆粕蒸煮黑液处理工程实践[J].环境工程,2003,21(2):20-21.
- [5] 张越锋,吕玲玲,骆俊乐,等.生物活性碳纤维(BACF)法处理棉浆黑液的研究[J].现代化工,2016,36(4):141-143.
- [6] 李新,刘勇弟,孙贤波,等.UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 法对印染废水生化出水中不同种类有机物的去除效果[J].环境科学,2012,(8):2728-2734.
- [7] 阮久丽,王祥勇,陈洪斌.UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 高级氧化技术在水处理中的研究进展[J].四川环境,2012,23(3):92-97.
- [8] 朱又春,方战强,夏志新.废水微电解处理反应材料研究仁[J].膜科学与技术,2001,21(4):56-101.
- [9] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].4 版,北京:中国环境科学出版社,2002:89-91.
- [10] 罗辉辉.光复合氧化体系去除油田污水 PAM 的研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2006.■