



## 全棉秆 BCTMP 脱果胶预处理工艺研究

田超<sup>1</sup>, 李群<sup>1</sup>, 李瑞<sup>2</sup>

(1. 天津科技大学材料科学与化学工程学院, 天津 300457; 2. 河南省南召县建设局, 洛阳 474650)

**摘要:** 针对棉秆皮部果胶质含量高, 全棉秆浆可漂性差的特点, 分别考察了 NaOH 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 对棉秆原料的脱果胶效果, 并将 BCTMP 工艺的原料预处理方法由汽蒸或热水浸泡改为添加脱果胶试剂的预处理过程, 有效减轻了皮部果胶组分对成浆可漂性的不良影响, 在温度 90℃、草酸钠用量 1.5% 的预处理条件下, 以 3.5%NaOH、4%Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 和 3%H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 制得 ISO 白度达 64.5% 的全棉秆 BCTMP 浆。

**关键词:** 棉秆; BCTMP; 果胶质; 预处理; 可漂性

**中图分类号:** TS743<sup>+.3</sup> **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6510 (2007) 03-0029-04

## Research on Scouring Pretreatment of Cotton Stalk for BCTMP

TIAN Chao<sup>1</sup>, LI Qun<sup>1</sup>, LI Rui<sup>2</sup>

(1. College of Material Science and Chemical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China; 2. Nanzhao County Construction Office of Henan Province, Luoyang 474650, China)

**Abstract:** It's hard to bleach the pulp from cotton stalk due to the high content of pectin in its husk. In this paper, the efficiency of scouring with NaOH or Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> is studied respectively, and the scouring pretreating process is introduced to BCTMP to treat the husk of cotton stalk more hardly, instead of the traditional prestaming process. It shows that the new pretreatment process can considerably lighten the blight to bleaching capability of the pulp caused by pectin in the husk of cotton stalk, and get BCTMP with a ISO brightness of 64.5% by pulping conditions as: 3.5%NaOH, 4%Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> and 3%H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> after pretreating with 1.5% Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> in temperature of 90℃.

**Keywords:** cotton stalk; BCTMP; pectin; pretreatment; bleaching capability

原料问题一直是制约我国制浆造纸业发展的瓶颈, 为此, “科学合理使用非木材纤维”成为解决这一难题的重要手段<sup>[1]</sup>. 棉秆是我国可用于制浆造纸的非木材资源之一, 其皮部纤维柔软细长, 木质部纤维形态接近杨木, 全棉秆浆强度性能优良, 且具有年产量大、产区集中、价格低廉的优点. 但是, 棉秆原料在制浆造纸方面的利用率和产品质量却明显落后于麦草、苇、竹、蔗渣等非木材, 棉秆浆大多只能用于生产牛皮纸、瓦楞原纸等低档纸种, 应用范围狭窄<sup>[2]</sup>. 造成上述情况的一个重要原因是: 棉秆中含有大量呈红褐色的果胶质, 导致全棉秆浆可漂性差、滤水困难、产品质量难以提高, 尤其是仅占全秆质量 30% 的棉秆皮部就积聚了全棉秆中 57% 的果胶质<sup>[3-6]</sup>. 可见, 全棉秆制浆的难点在于提高可漂性, 提高可漂性的技术关键在于对

棉秆皮部的处理. 据此, 本文分别以 NaOH 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 对棉秆原料进行脱果胶实验, 考察了这两种化学药品的脱果胶效果, 随后在全棉秆 BCTMP 法制浆实验中, 将对原料的预处理方法由常规的汽蒸或热水浸泡改为一段添加 NaOH 或 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 的化学预处理过程. 预处理过程中的原料比较完整, 脱果胶试剂能够集中作用于棉秆外层, 以强化对棉秆皮部果胶组分的分解, 提高全棉秆 BCTMP 浆的可漂性. 实验考察了化学预处理温度、不同化学试剂和用量对成浆性能的影响.

### 1 实验

#### 1.1 原料

棉秆原料取自河北青县, 为隔年陈棉秆.

收稿日期: 2006-12-07; 修回日期: 2007-03-07

基金项目: 天津科技大学重点基金资助项目 (20040106)

作者简介: 田超 (1982—), 男, 山东日照人, 硕士研究生.

### 1.2 主要实验设备

ZQS-1 型电热回转式蒸煮锅 (15L), 陕西科技大学; 安丘汶瑞 JS10 型螺旋挤压疏解机; KRK—BR 30-300CB 型高浓磨浆机, 日本; UV-1600 型紫外可见分光光度计, 北京瑞利分析仪器公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 棉秆原料的脱果胶实验

分别选择 NaOH 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 作为脱果胶试剂, 主要是因为: NaOH 具有水解果胶质的作用<sup>[7,8]</sup>; Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 能够有效地分解果胶质<sup>[7-9]</sup>。棉秆原料的脱果胶预处理在电热蒸煮锅中进行, 处理条件: 药品 NaOH、Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 的用量皆分别为 0、0.5%、1.0%、1.5%, 温度 90℃, 保温时间 40 min, 液比 1:3。处理完毕后洗掉棉秆上的残余药液, 风干磨粉, 取 40~60 目筛分测果胶含量。果胶含量测定采用分光光度法 (参见 GB/T10742-1989)。

#### 1.3.2 全棉秆 BCTMP 制浆工艺实验

分别进行了常规预处理和脱果胶预处理工艺条件下的全棉秆 BCTMP 制浆实验, 实验流程及参数如图 1 所示。

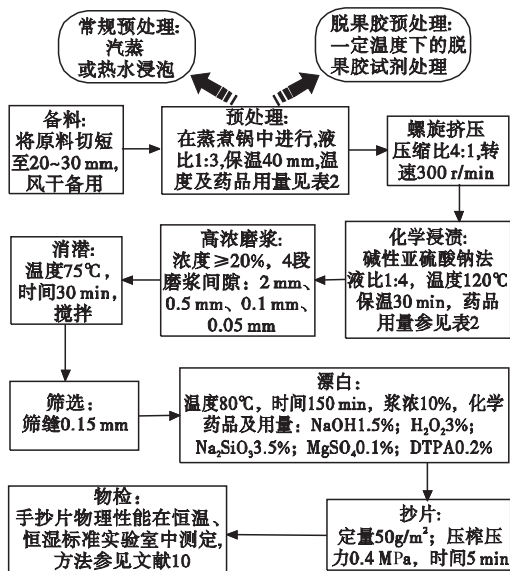


图 1 制浆实验流程及相关参数

Fig.1 Flow chart and conditions for pulping

## 2 结果与讨论

### 2.1 NaOH 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 的脱果胶效果

实验分别考察了清水、NaOH 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 对棉秆原料的脱果胶效果, 实验结果见图 2。

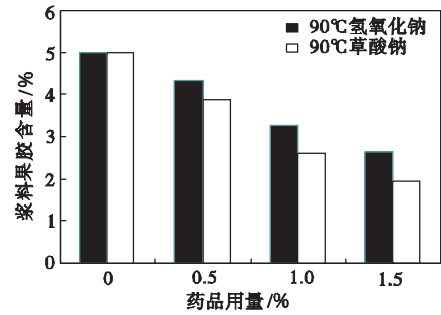


图 2 不同处理条件下的脱果胶效果比较

Fig.2 Comparison of scouring effect in different conditions

由图 2 可见, 与原料中的果胶含量(5.3%)相比, 90℃清水浸泡处理 (即脱果胶化学药品用量为 0) 只能使浆料中的果胶含量下降约 0.3%, 脱果胶效果不明显。而经 90℃下用量分别为 0.5%、1%、1.5%的 NaOH 处理后, 浆料中的果胶含量分别下降了 1%、2%、2.7%, 有明显的脱果胶作用; 相同的温度和药品用量下, Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 的脱果胶作用则更加显著, 分别脱除了浆料中 1.4%、2.7%、3.4%的果胶。上述数据说明, NaOH 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 都能够有效脱除全棉秆浆料中的果胶质, 且相同处理条件下 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 的脱果胶作用明显强于 NaOH。

### 2.2 脱果胶预处理对全棉秆 BCTMP 成浆性能的影响

全棉秆 BCTMP 制浆工艺条件及成浆性能如表 1 所示。

#### 2.2.1 添加 NaOH 的脱果胶预处理工艺实验

##### (1) NaOH 预处理对成浆白度的影响

NaOH 预处理对成浆白度的影响效果见图 3。

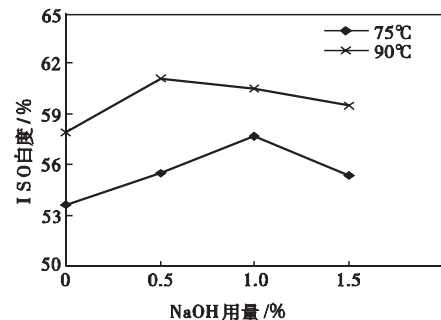


图 3 NaOH 预处理对成浆白度的影响

Fig.3 Effect of NaOH pretreatment to the brightness of pulp

由图 3 可见, 在经 75℃ NaOH 预处理的工艺条件下, 全棉秆 BCTMP 成浆白度随预处理 NaOH 用量的增加呈现上升趋势, 即预处理 NaOH 用量由 0 提高至 1% (即漂前制浆用碱总量由 2% 升至 3%), 成浆 ISO 白度由 53.6% 提高至 57.7%, 再增加预处理 NaOH 用量成浆白度开始下降, 但经化学预处理的试样白度总是高于未经化学预处理的试样。在经 90℃ NaOH 预处理的工艺条件下, 当预处理 NaOH 用量由 0 提高至

0.5% (即漂前制浆用碱总量由 2%升至 2.5%) 时,成浆 ISO 白度由 57.9%提高至 61.1%,之后成浆白度随预处理 NaOH 用量的增加而有所下降,但始终高于未经化学预处理的试样. 两种预处理条件相比较,90℃ NaOH 预处理对全棉秆 BCTMP 成浆白度的提高作用更为明显,成浆 ISO 白度普遍接近或超过 60%. 上述

数据表明,NaOH 预处理能够比热水浸泡更有效地处理棉秆皮部,在一定范围内提高成浆白度,但当预处理 NaOH 超过一定用量后,碱性发黑作用将影响成浆白度的进一步提高;预处理 NaOH 用量相同时,较高的预处理温度更有利于提高成浆白度.

(2) NaOH 预处理对成浆抗张强度的影响

表 1 脱果胶预处理工艺条件及其对成浆性能的影响

Tab. 1 Scouring pretreatment conditions and their effect to the pulp

预处理	温度/℃	75				90				90			
	化学药品	NaOH				NaOH				Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>			
	药品用量/%	0	0.5	1.0	1.5	0	0.5	1.0	1.5	0	0.5	1.0	1.5
成浆性能	ISO 白度/%	53.62	55.49	57.68	55.34	57.88	61.06	60.52	59.48	57.88	62.05	63.95	64.54
	不透明度/%	86.88	86.17	85.45	84.62	85.58	84.37	84.28	83.82	85.58	86.55	84.05	83.98
	松厚度/cm <sup>3</sup> ·g <sup>-1</sup>	3.28	3.09	2.91	2.87	3.13	3.00	2.84	2.72	3.13	3.13	3.11	3.02
	抗张指数/N·m·g <sup>-1</sup>	20.7	23.0	25.4	27.5	21.5	23.4	26.7	29.0	21.5	21.0	22.6	24.3
	撕裂指数/mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup>	3.73	3.92	4.17	4.55	4.10	4.32	4.61	4.73	4.10	3.57	3.65	3.93

注: (1) 化学浸渍段药品固定为 2%NaOH 和 4%Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 不变; (2) 成浆打浆度: (32±3)°SR.

NaOH 预处理对成浆抗张强度的作用效果如图 4 所示.

由图 4 可见,随着预处理 NaOH 用量的增加,制浆用碱总量也相应增加,不同预处理温度下的全棉秆 BCTMP 成浆抗张强度均有所提高. 相比之下,90℃ NaOH 预处理对成浆抗张强度的提高作用较强,75℃ NaOH 预处理次之. 显然,较高的预处理温度更有利于成浆强度的提高.

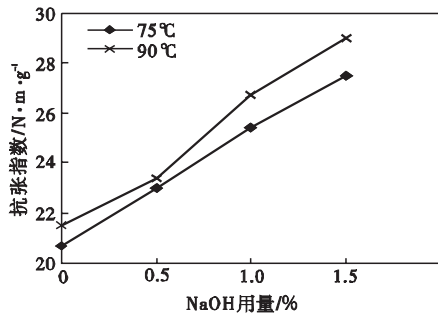


图 4 NaOH 预处理对成浆抗张强度的影响

Fig.4 Effect of NaOH pretreatment to the tensile strength of pulp

2.2.2 添加 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 的脱果胶预处理工艺实验

(1) Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 预处理对成浆白度的影响

Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 预处理对成浆白度的影响效果见图 5.

由图 3 可知,在添加 NaOH 的脱果胶预处理工艺中,当预处理 NaOH 超过一定用量后,碱性发黑作用将影响成浆白度的进一步提高. 而如图 5 所示,在添加 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 的预处理工艺实验中,全棉秆 BCTMP 成浆白度随预处理 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 用量的增加而不断提高,在 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 用量为 1.5% 时达到最高 ISO 白度 64.5%,比

相同温度下的热水浸泡预处理试样高出 6.6 个 ISO 白度单位,并且在相同预处理药品用量下所达到的成浆白度要优于 NaOH 预处理工艺.

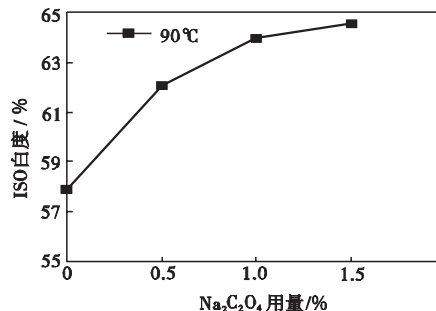


图 5 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 预处理对成浆白度的影响

Fig.5 Effect of Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> pretreatment to the brightness of pulp

由此可见,Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 对棉秆中果胶成分的脱除作用比 NaOH 强,同时 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 预处理对全棉秆成浆白度的提高作用也更加显著,并且 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 溶液呈中性,不会造成碱性发黑作用.

(2) Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 预处理对成浆抗张强度的影响

Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 预处理对成浆抗张强度的影响见图 6.

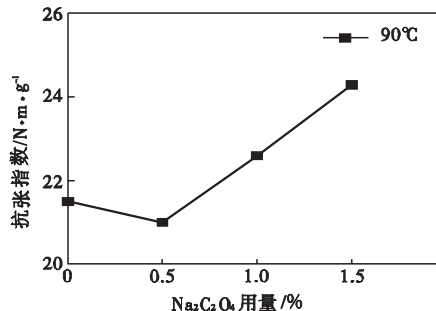


图 6 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 预处理对成浆抗张强度的影响

Fig.6 Effect of Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> pretreatment to the tensile strength of pulp

由图6可知,虽然在预处理 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 用量为0.5%时成浆抗张强度略低于热水浸泡预处理试样,但是随着 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 用量的进一步增加,全棉秆BCTMP成浆抗张强度获得明显的提高.与NaOH预处理相比,相同药品用量的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 预处理对成浆抗张强度的提高作用明显较弱.

### 2.2.3 脱果胶预处理对其他成浆性能的影响

除成浆白度和抗张强度外,脱果胶预处理还会对纸浆的其他性能产生一定影响(实验结果见表1).

#### (1) 脱果胶预处理对成浆不透明度的影响

当脱果胶药品用量相同时,经 $75^\circ\text{C}$ NaOH预处理得到的试样不透明度最高, $90^\circ\text{C}$  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 预处理次之, $90^\circ\text{C}$ NaOH预处理最差,说明脱果胶药品相同时,预处理温度越低,成浆不透明度越高.预处理温度相同时, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 预处理比NaOH预处理获得的成浆不透明度高.而其他条件一定时,增加脱果胶药品用量,成浆不透明度随之下降.

#### (2) 脱果胶预处理对成浆松厚度的影响

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 预处理条件下获得的成浆松厚度最高,且 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 用量的增加对成浆松厚度无明显的降低作用,这对保持化机浆的松厚度指标是极为有利的. $75^\circ\text{C}$ NaOH预处理比 $90^\circ\text{C}$ NaOH预处理获得的成浆松厚度略高,说明较低的预处理温度有利于获得较高的成浆松厚度.

#### (3) 脱果胶预处理对成浆撕裂度的影响

脱果胶预处理对成浆撕裂度和抗张强度的影响规律是基本一致的,即相同药品用量下, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 预处理对成浆撕裂度的提高作用明显弱于NaOH预处理;比较不同温度下的NaOH预处理,预处理温度高者更有利于提高成浆撕裂度.

## 3 结 论

果胶含量是影响全棉秆BCTMP浆可漂性的一个重要因素,脱除果胶有利于提高成浆白度.所以对全棉秆制浆而言,可以说“脱胶即脱色”.通过实验可以得到以下结论:

(1) 相比常规的汽蒸或热水浸泡预处理方法,添加脱果胶试剂的预处理工艺能够有效脱除原料皮

部的果胶质、提高全棉秆BCTMP的成浆白度.经 $90^\circ\text{C}$ 、0.5%NaOH预处理后,以2%NaOH、4% $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 进行化学浸渍,再以1.5%NaOH和3% $\text{H}_2\text{O}_2$ 进行漂白,可以制得ISO白度达61%的全棉秆BCTMP浆;相同条件下以1.5% $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 进行预处理,成浆ISO白度可达64.5%.并且,该脱果胶预处理工艺温度 $\leq 100^\circ\text{C}$ ,常压,对制浆设备无特殊要求,易于在现有生产线上进行工艺改进.

(2) 相比NaOH, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 对果胶质的分解作用更强,且不会造成碱性发黑,是较为理想的脱果胶预处理试剂.较高的预处理温度更有利于脱果胶试剂对棉秆皮部果胶质的分解、提高全棉秆成浆白度.

(3) 脱果胶预处理对全棉秆BCTMP成浆强度有一定的提高作用,其提高效果: $90^\circ\text{C}$ NaOH预处理 $> 75^\circ\text{C}$ NaOH预处理 $> 90^\circ\text{C}$  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 预处理.

## 参 考 文 献:

- [1] 胡宗渊. 调整我国造纸原料结构合理利用非木材纤维资源[J]. 中华纸业, 2004, 25(12): 12—15.
- [2] 王 键, 詹怀宇, 陈嘉川. 棉秆制浆造纸应用前景[J]. 黑龙江造纸, 2006(1): 33—34.
- [3] 唐艳军, 刘秉钺, 李友明, 等. 几种非木材原料APMP制浆性能研究[J]. 中国造纸学报, 2005, 20(1): 28—32.
- [4] Wang Jian, Zhan Huai-yu, Chen Jia-chuan. Preparation of low dirt count chemical pulp of whole cotton stalk[J]. Journal of Shanxi University of Science & Technology, 2006, 24(4): 17—20.
- [5] Kirci, Huseyin. Alkali sulfite anthraquinone ethanol(Asae) pulping of cotton stalk(*Gossypium hirsutum* L.)[J]. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 1997, 21(6): 573—577.
- [6] 杨淑惠. 植物纤维化学[M]. 3版. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 8—21.
- [7] 王 平, 王 强, 林 冠. 不同螯合剂对棉织物果胶质去除效果的研究[J]. 印染助剂, 2005, 22(5): 33—35.
- [8] 王德骥. 苧麻纤维素化学与工艺学——脱胶和改性[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 131—149.
- [9] Wang Jian, Zhan Huai-yu, Chen Jia-chuan. Study on cooking technique of cotton stalk with pretreatment[J]. Journal of Shanxi University of Science & Technology, 2005, 23(4): 1—3.
- [10] 石淑兰, 何福望. 制浆造纸分析与检测[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 171—229.