

# 废弃新疆棉秆皮脱胶技术及效果分析

王莉<sup>1</sup>, 于冉雪<sup>2</sup>

(1.阿克苏职业技术学院,新疆阿克苏 843000;2.东华大学 纺织学院,上海 201620)

**摘要:**探讨了废弃新疆棉秆皮脱胶技术。对棉秆皮进行了预碱预氧处理,为后续的脱胶打下基础。在脱胶试验中,采用了二次碱煮脱胶方法,并利用均匀试验设计对二次碱煮阶段工艺进行了优化验证。结果表明,棉秆皮的脱胶效果较好,残胶率为 3.45%。

**关键词:**新疆棉秆皮纤维;预处理;均匀试验设计;脱胶;残胶率

**中图分类号:** TS192.55

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-0356(2018)02-0027-03

新疆是我国最大的产棉基地,2016年新疆的棉花总产量达到 359.4 万 t,占据全国总产量的 67%以上,棉秆产量大约 1 200 万 t,含有棉秆皮产量达 250 万 t。棉秆作为棉花的副产品,新疆具有丰富的棉秆资源<sup>[1]</sup>。长期以来,实行棉花秸秆还田,未经腐熟处理的棉秸秆直接还田造成棉田土传病害加重、土壤肥力减退、棉株营养失衡等问题,严重影响了棉花的生长发育、产量和质量。如何充分利用棉花的副产品资源,是亟待解决的问题。在新疆实施棉秆皮纤维的开发应用,大力发展循环经济,拓宽农民的增收渠道,扩大就业,将有力地推动新疆纺织工业的发展。

棉秸秆含有 60%左右的纤维素,是提取纤维素纤维的良好原材料。从成分上来说,各地区的棉秆皮存在较大差异,选择合适的方法,是实现新疆棉秆皮脱胶的关键,脱胶的程度也决定了棉秆皮纤维的可纺性和成纱品质。

## 1 原料成分

选择废弃的新疆阿瓦提棉棉秆皮作为原材料,参照李龙等<sup>[2]</sup>的原料选取方法选取棉秸秆,以保证试验的准确性。按照 GB 5888-89《苧麻化学成分定量分析方法》,测定棉秆皮成分,测试结果见表 1。

由表 1 可知,与山东棉棉秆皮相比,新疆棉棉秆皮中半纤维素、果胶物含量更高。因此,在脱胶过程中,对半纤维素和果胶的去除是整个脱胶过程的重点。

表 1 新疆棉与山东棉棉秆皮成分 单位:%

| 成分   | 新疆棉   | 山东棉   |
|------|-------|-------|
| 脂蜡质  | 1.20  | 4.26  |
| 水溶物  | 14.76 | 17.25 |
| 果胶物  | 10.97 | 8.62  |
| 半纤维素 | 28.51 | 26.58 |
| 木质素  | 14.12 | 14.37 |
| 纤维素  | 30.44 | 28.92 |

## 2 工艺流程

朱正峰等<sup>[3]</sup>采用果胶酶脱胶与化学脱胶相结合,除去部分果胶质与木质素,制备了棉秆韧皮纤维,但纺纱仍需特殊工艺。李龙等<sup>[4]</sup>采用了果胶酶与化学脱胶联合处理棉秆皮纤维,综合残胶率达到 5.48%,与化学脱胶相比,时间效率偏低,脱胶效果较差。棉秆皮的化学脱胶技术已经比较成熟,采用化学法脱胶效果显著,胶质去除率高。因此,如何改进工艺以降低残胶率,提高脱胶效率,降低生产成本,减少污水处理负担,是棉秆皮化学脱胶研究的方向。

由于新疆棉棉秆皮中的果胶质和半纤维素的含量很高,单一的脱胶方式不理想,先进行一定的预处理,破坏棉秆皮纤维的结构,有利于助剂的渗透和后续工序的进行,实现更好的脱胶效果。本试验预处理方法采用预碱、预氧处理,脱胶方法采用高温脱胶。

工艺流程:试样准备→预碱预氧处理→水洗→一次碱煮→打纤→二次碱煮→酸洗→水洗→烘干。

## 3 脱胶前准备

传统的预处理常使用浸酸工艺,但对设备腐蚀大、易损伤纤维<sup>[5]</sup>。预碱-预氧处理是通过氢氧化钠和双氧水交互作用,除去棉秆皮中的胶质、半纤维素、木质素及其他杂质,并为双氧水的分解提供了一个碱性环

收稿日期:2017-11-26;修回日期:2017-12-10

基金项目:阿克苏地区科技兴阿项目(阿地财教 2014-71);阿克苏地区人才项目(阿地党组传 2015-106);新疆维吾尔自治区高校科研项目(XJEDU2016S116)。

作者简介:王莉(1980-),女,研究生,讲师,研究方向为纺织设备、工艺及废旧纺织品利用,E-mail:wangli2009.2009@163.com。

境<sup>[6]</sup>,达到氧化木质素目的,以便更好地除去木质素。

主要技术参数:将准备好的试样以1:15的浴比放入含有5 g/L硅酸钠、5 g/L多聚磷酸钠、25 g/L氢氧化钠浓度、16 g/L双氧水的溶液中,处理温度90℃,时间1 h。将经预处理过的棉秆皮,用自来水浸泡、放在试验筛上冲洗10遍,确保试样表面无药品残留。

## 4 高温化学脱胶

在高温情况下,纤维和胶杂质膨胀迅速,增加了碱液对纤维的渗透,待渗透到一定程度后纤维开始发生碱性水解,随着温度的进一步升高,水解反应加速使纤维松散。在高温脱胶过程中,水溶物和脂蜡质容易被去除,而果胶、半纤维素和木质素等与纤维素黏结在一起,在不损害纤维的前提下,去除这些胶质,需要对脱胶工艺进行设计。

### 4.1 一次碱煮

高温脱胶过程中碱的质量分数是影响脱胶的重要因素。碱质量分数太小,很难破坏木质素的结构,不易去除胶质;碱的质量分数过高,损伤纤维素超分子结构<sup>[7]</sup>。在碱溶液里,一部分可溶性果胶直接从纤维上脱离,另一部分不溶性果胶在氢氧化钠溶液作用下转化为可溶性钠盐而溶解,在高温化学脱胶处理中,半纤维素、水溶物、果胶等含量显著下降,纤维素含量提高。在棉秆皮纤维高温脱胶的反应中,温度是很重要的影响因素。在高温条件下,棉秆皮中各组分吸收能量,将半纤维素降解成可溶性糖,并使软化木质素与纤维结合程度降低。所以高温对半纤维素和木质素的去除有较好效果。

纯硫化钠吸湿性强,易溶于水,水溶液呈强碱性。在碱液中加入 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,将其作为助练剂和稳定剂,可以起到渗透和助溶的作用,加快反应进行,在果胶、半纤维素和木质素分解后,能帮助其快速溶解到碱液中,提高脱胶效果。在煮练液中加入亚硫酸钠有助于去除煮练液中的氧气,避免纤维素纤维被氧化。在溶液里加入尿素,有助于增加溶解度,起到渗透和助溶的作用。

主要工艺参数:20 g/L NaOH、2.5 g/L  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 、7%  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ (无水亚硫酸钠)、8% (o.w.f)  $\text{Na}_2\text{S}$ 、2% (o.w.f) 尿素,少量乳化剂,浴比1:30,沸煮时间5 h。

### 4.2 打纤

为了克服新疆棉棉秆皮分纤脱胶过程中存在的纤维受敲击不充分、纤维并丝多、分纤水洗效果差等缺点,将一煮后的纤维冲洗干净后,用木槌将纤维正反敲

打10次后,用清水洗净,使纤维分散,去除纤维内部的胶质<sup>[8]</sup>。

### 4.3 二次碱煮

木质素被脱除后,破坏了与木质素相连的半纤维素,促使半纤维素还原性末端氧化成糖酸。由于半纤维素分子量较纤维素小,相对于纤维素,对酸、碱的作用不稳定,大多数半纤维素能溶解在热碱中。半纤维素是一些低分子量的聚糖类化合物,半纤维素中的葡萄糖甘露聚糖在脱胶的过程中最难去除。在高温脱胶的碱液中加入15 g/L NaOH、410 ml/L有效氯,既加快脱木质素的速度,缩短脱胶时间,又能对纤维进行漂白。脱胶过程中的浴比也会影响最终效果。浴比过小会使溶液与纤维的接触不够充分,导致脱胶效果差,脱胶不匀,而浴比过大又使得氢氧化钠和各助剂的作用力减弱,导致脱胶效果不理想。综合考虑,选择浴比1:30,沸煮时间5 h。

### 4.4 酸洗

采用浓度为1.25 ml/L的硫酸溶液常温下浸泡30 min,浴比为1:30,中和纤维上残留的碱液,除掉纤维上吸附的有色物质,使纤维洁白松软。

### 4.5 水洗烘干

将纤维反复洗10次后,放入鼓风烘箱中,温度保持在60℃,放置3 h,进行烘干处理。按照GBT 5889—1986《苧麻化学成分定量分析方法》测定残胶率,残胶率为3.45%。

## 5 优化设计

均匀试验设计用较少的试验次数实现了完美的多因素多水平搭配。考虑到半纤维素中的葡萄糖甘露聚糖在脱胶的过程中最难去除。在二次碱煮阶段选取NaOH浓度( $x_1$ )、水浴时间( $x_2$ )和水浴温度( $x_3$ )作为试验因素,采用DPS 7.05软件作为分析平台。在菜单下依次点击“试验设计”→“均匀设计”→“均匀试验设计”;因子数3,水平数3,寻优1S完成,均匀设计表如表2所示。按照设计方案进行试验,3次试验残胶率的结果为5.13%、3.45%、4.32%。

表2 均匀设计表

| 序号 | 浓度( $x_1$ )<br>/g·L <sup>-1</sup> | 水浴时间( $x_2$ )<br>/h | 水浴温度( $x_3$ )<br>/℃ |
|----|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | 10                                | 7                   | 90                  |
| 2  | 15                                | 5                   | 100                 |
| 3  | 20                                | 6                   | 80                  |

为了方便用DPS回归分析模块进行分析,则可以

把试验结果进行转换,把最小的结果转换成10分<sup>[9]</sup>,转换公式为分数=13.45-试验结果。因样本少,因素多,对转换后数据可以进行逐步回归,结果如下:

$$y = 14.19 - 0.84x_2$$

回归方程经方差分析有统计学意义( $P=0.013$ ),因素间的最佳组合为 $x_1=12.6, x_2=5, x_3=98.6$ 。因素间的最佳组合理论结果为3.46%,经试验验证为3.62%,与理论值差异在5%以内。与第二组方案对比,第二组方案为最优方案。

## 6 结语

采用预碱预氧处理与高温脱胶联合处理棉秆皮纤维,对二次碱煮阶段因素进行了优化验证,残胶率最优值为3.45%。采用预碱预氧处理,为制备棉秆皮纤维提供了研究思路。实践说明,以上工艺技术,能够较好地解决新疆棉秆皮脱胶中的难点问题,取得较好的效果,为将其通过纺纱制成高品质的纱线提供了可能,对提高棉秆皮纤维的可纺性以及增加其产品的附加值有着极大的意义。

## Analysis of Degumming Technology and Effect of Xinjiang Cotton Stalk Bast

WANG Li<sup>1</sup>, YU Ran-xue<sup>2</sup>

(1. Aksu Vocational and Technical College, Aksu, 843000, China;

2. College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** The degumming process of abandoned Xinjiang cotton stalk bast fibers was discussed. The cotton stalk bast was treated by pre-alkali and pre-oxygen to provide fundamental base for the further degumming. In the degumming experiment, the method of twice alkaline boiled degumming were used, the process of second alkaline boiled stage was optimized by uniform test design. The result showed that the degumming effect of cotton stalk bast was good and residual gum ratio was 3.45%.

**Key words:** Xinjiang cotton stalk bast fibers; pretreatment; uniform test design; degumming; residual gum ratio

## 新纳米纤维材料兼具高强度和高韧性

据最新媒体报道,美国麻省理工学院开发出一种被称为凝胶静电纺丝的超细纤维生产新工艺,由此制得的纳米尺度的纤维具有超常的强度和韧性,或可成为防护装甲和纳米复合材料的新选择。

麻省理工学院化学工程系教授格里高利·拉特利奇表示,材料科学讲究平衡。通常情况下,研究人员在提高材料的某一特性时会看到其他特性的相应下降。强度和韧性就是这样的一对矛盾体。强度越高的材料,韧性越低,其吸收能量的机制遭到破坏而更易破裂。而凝胶静电纺丝技术则破解了这种平衡机制。

新技术对传统的凝胶纺丝技术进行了改进,加入了电力。由此制成的聚乙烯超细纤维可媲美或超过某

## 参考文献:

- [1] 闫爱民. 浅议棉秆皮纤维在新疆的应用前景[J]. 中国纤维检, 2014, (19): 46-47.
- [2] 李 龙, 赵领航. 棉秆皮提取天然纤维素纤维的工艺及其纤维形态结构[J]. 纺织学报, 2013, (2): 13-17.
- [3] 朱正锋, 李 飞, 杨德丽, 等. 果胶酶用于棉秆韧皮工艺纤维生物脱胶研究[J]. 中原工学院学报, 2009, (12): 58-62.
- [4] 季 延, 李 龙. 棉秆皮生化脱胶工艺研究[J]. 西安工程大学学报, 2009, (12): 16-18.
- [5] 付书玉, 俞建勇, 吴丽莉, 等. 黄麻纤维预处理工艺研究[J]. 纺织科技进展, 2007, (6): 82-84.
- [6] 曲丽君. 大麻机械脱胶与碱氧法脱胶研究[D]. 上海: 东华大学, 2005.
- [7] 崔雪峰, 樊婷婷, 崔永珠, 等. 棉秆原茎高温脱胶工艺初步研究[J]. 印染助剂, 2015, (9): 45-47.
- [8] 张胜靖, 孙建磊, 李 龙. 棉秆皮脱胶工艺比较研究[J]. 纤维素科学与技术, 2010, (3): 34-38.
- [9] 李秀昌, 韩曦英, 孙 健. 利用 DPS 数据处理系统进行均匀试验设计与分析[J]. 中国卫生统计, 2010, (2): 201.

些最强纤维(可用于制作防弹衣的 Kevlar 和 Dyneema)的特性。与广泛用于复合材料的碳纤维和陶瓷纤维相比,新制成的凝胶静电纺丝聚乙烯纤维具有类似的强度,但韧性更高、密度更低。

与传统凝胶纺丝工艺不同的是,新技术使用单级过程取代多级过程,从而得到了具有更高拉伸度的纤维,其直径仅为几百纳米而不是传统的 15 μm。使用电力取代机械牵拉使制成的纤维更细,从而产生独特的特性。拉特利奇称,由新工艺制成的纤维未来可用于制造更为轻巧和牢固的防护材料。

(来源:纺织科技杂志)