

## 竹原纤维/棉混纺纱的制备与性能

王春红<sup>1</sup>, 孟庆庆<sup>1</sup>, 季德惠<sup>1</sup>, 张毅<sup>2</sup>, 岳鑫敏<sup>1</sup>

(1. 天津工业大学 纺织学部, 天津 300387; 2. 福建建州竹业科技开发有限公司, 福州 350000)

**摘要:** 以竹原纤维、棉纤维为原料, 采用环锭纺、环锭赛络纺、紧密纺及紧密赛络纺 4 种纺纱方法制备了竹原纤维/棉混纺纱, 研究了不同纺纱方法、不同竹原纤维质量分数对混纺纱拉伸性能及毛羽指数的影响. 结果表明: 采用紧密赛络纺所制备的竹原纤维/棉混纺纱具有最优的拉伸性能, 提高竹原纤维质量分数会降低混纺纱的拉伸性能并增大毛羽指数, 当竹原纤维质量分数为 50% 时, 混纺纱的拉伸强度、拉伸断裂伸长率及大于 3 mm 的毛羽指数分别为 9.2 cN/tex、4.8% 及 10.66, 可被用于织造竹原纤维/棉织物.

**关键词:** 竹原纤维; 棉纤维; 紧密赛络纺; 拉伸性能; 毛羽指数

**中图分类号:** TS106.4; TS104.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-024X(2013)03-0033-04

### Preparation and performance of raw bamboo fibers/cotton blended yarn

WANG Chun-hong<sup>1</sup>, MENG Qing-qing<sup>1</sup>, JI De-hui<sup>1</sup>, ZHANG Yi<sup>2</sup>, YUE Xin-min<sup>1</sup>

(1. Textile Division, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China; 2. Fujian Jianzhou Bamboo Technology Development Co Ltd, Fuzhou 350000, China)

**Abstract:** The raw bamboo fibers/cotton blended yarn is prepared by raw bamboo fibers, cotton fibers and four kinds of spinning methods of ring spinning, Sirospun, compact spinning and Siro-compact spinning. The influences of the spinning methods and raw bamboo fibers weight fraction on the tensile property and hairiness index of the blended yarn are discussed. The results reveal that the raw bamboo fibers/cotton blended yarn prepared by Siro-compact spinning equips has the best tensile property. The increase of the weight fraction of the raw bamboo fibers decreases the tensile property and increases the hairiness index of the blended yarn. The tensile strength, tensile elongation and hairiness index above 3 mm of the blended yarn are 9.2 cN/tex, 4.8% and 10.66 at the raw bamboo fibers weight fraction of 50%, which can be used in weaving into raw bamboo fibers/cotton fabrics.

**Key words:** raw bamboo fibers; cotton fibers; Siro-compact spinning; tensile property; hairiness index

我国竹林面积约占世界竹林总面积的 40%, 竹子年采伐量 2 000 万 t, 位居世界第一<sup>[1]</sup>. 竹原纤维是利用机械、物理、化学及生物的方法从天然生长的竹子中获取的天然纤维素纤维, 具有抗菌抑菌、抗紫外线和吸湿排湿功能<sup>[2-4]</sup>. 竹原纤维纺织品顺应现代人追求健康、舒适的潮流, 因此其具有广阔的发展空间. 但是因为竹原纤维单纤维长度短、纤维粗硬, 致使其无法纯纺, 与棉、化纤混纺也存在所纺纱线中竹原纤维含量低的现状. 本文主要研究竹原纤维/棉混纺纱制备的工

艺方法, 旨在开发织物用高竹原纤维质量分数的竹原纤维/棉混纺纱, 并评价纱线的性能.

### 1 实验部分

#### 1.1 实验材料及其性能

竹原纤维, 福建建州竹业科技开发有限公司提供; 棉纤维, 天津市纺织服装研究院提供. 参照 GB 5887-86<sup>[5]</sup>、SN/T 2672-2010<sup>[6]</sup>、ASTM D3822-07<sup>[7]</sup>测试了

收稿日期: 2012-11-14

基金项目: 国家自然科学基金项目 (51206122); 中国纺织工业协会科技指导性项目 (2008026); 天津市自然科学基金重点项目 (11JCZDJC22300)

通信作者: 王春红 (1980—), 女, 副教授, 硕士生导师. E-mail: cn\_wangch@163.com

纤维的长度、直径及拉伸断裂强度,所得数据见表 1.

表 1 竹原纤维及棉纤维的性能

Tab.1 Performances of raw bamboo fibers and cotton fibers

纤维	长度/mm	直径/ $\mu\text{m}$	强度/( $\text{cN}\cdot\text{tex}^{-1}$ )
竹原纤维	43.7	83.0	41.8
棉纤维	48.0	17.8	42.6

## 1.2 实验仪器与设备

VHX-1000 光学电子显微镜,基恩士国际贸易(上海)有限公司生产;Instron 万能强力机,美国 Instron 公司生产;XFH 型小和毛机,青岛市胶南针织机械厂生产;XF 型梳毛机,咸阳机床厂生产;DSSr-01 小型数字式并条试验机,天津市嘉诚机电设备有限公司生产;DSRo-01 小型数字式粗纱试验机,天津市嘉诚机电设备有限公司生产;DSSP-01 小型数字式细纱试验机,天津市嘉诚机电设备有限公司生产;DCA711 紧密纺细纱机,宁波德昌精密纺织机械有限公司生产;YG172A 纱线毛羽测试仪,陕西长岭纺织机电科技有限公司生产;YG061F 电子单纱强力仪,莱州市电子仪器有限公司生产.

## 1.3 竹原纤维/棉混纺纱的制备

竹原纤维/棉混纺纱的制备工艺流程如图 1 所示.

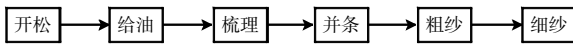


图 1 竹原纤维/棉混纺纱的制备工艺流程图

Fig.1 Raw bamboo fibers/cotton blended yarn preparation process

首先将竹原纤维与棉纤维依照设定的比例进行混合、开松,开松工序中锡林、工作辊和剥毛辊的速率分别被设定为 280、14 和 14 r/min,开松遍数为 3 遍.

随后对纤维进行给油处理,以减小纤维间的摩擦,改善纤维的柔软度和表面润滑性能<sup>[8-9]</sup>.给油工序中梳理剂用量为纤维质量的 5%,纤维回潮率控制在 20%左右,密闭 8 h 以上使油剂渗透均匀.

由于竹原纤维与棉纤维的细度差异太大,梳理工序中 2 种纤维很难结合,为使纤维充分混合,将锡林的速度偏低控制为 100~150 r/min<sup>[2,10-11]</sup>.

并条工序可使一部分未梳直的竹纤维经过抽长拉细得到进一步的伸直,并且使竹原纤维与棉纤维进一步混合均匀<sup>[2]</sup>.前、中、后区的罗拉隔距分别被设定为 41、42 和 52 mm.采用三道并条,其中头并、二并中条子的定量为 20 g/5 m,并和根数为 6,后区牵伸倍数为 1.8;末并中条子的定量为 15 g/5 m,并和根数为 6,后区牵伸倍数为 1.8.

为了利于细纱工序的牵伸,粗纱工序中的捻系数

不宜过大,被设定为 110 左右,此外,粗纱定量为 5 g/10 m,锭速为 500~600 r/min,后区牵伸倍数为 1.10,前区牵伸为 1.05.

细纱工序中由于竹原纤维与棉细度差异大,2 种纤维之间的抱合力差,所以捻度偏大控制为 850 捻/m 左右.分别采用环锭纺、紧密纺、赛络纺及紧密赛络纺方法将 5 g/10 m 的粗纱纺制成细纱,所纺细纱的细度约为 50 tex.

## 1.4 纺纱性能测试

参考 GB/T 3916-1997<sup>[12]</sup>对竹原纤维/棉混纺纱的拉伸性能进行了测试,测试隔距为 500 mm,拉伸速率为 500 mm/min,每组测试 20 个样品并取其均值.参考 FZ/T01086-2000<sup>[13]</sup>对竹原纤维/棉混纺纱的毛羽指数进行了测试,测试片段长度为 10 m,测试速率为 60 m/min,每组测试 5 个样品并取其均值.

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同纺纱方法对纱线性能的影响

不同纺纱方法对纱线性能的影响如表 2 所示.

表 2 不同纺纱方法对混纺纱性能的影响

Tab.2 Influences of different spinning methods on properties of blended yarns

纺纱方法	竹原纤维质量分数/%	断裂强度/( $\text{cN}\cdot\text{tex}^{-1}$ )	断裂伸长率/%	毛羽指数(>3 mm)
环锭纺	50	3.7(31.8)	5.5(44.2)	—
紧密纺	50	5.9(36.8)	4.8(33.0)	—
赛络纺	50	7.0(20.5)	4.9(21.8)	14.9
紧密赛络纺	50	9.2(12.2)	4.8(12.7)	10.7

注:表中括号内数据为 CV 值(%).

由表 2 可见,纺制相同细度的纱线,就纱线的拉伸断裂强度而言,最优的纺纱方法为紧密赛络纺,其次分别为赛络纺、紧密纺和环锭纺,其中紧密赛络纺所纺竹原纤维/棉混纺纱较赛络纺、紧密纺及环锭纺所纺纱线在强度上分别提高了 31.4%、55.9% 和 148.6%;此外,从纱线断裂强度和断裂伸长率的 CV 值可以看出,采用紧密赛络纺所纺纱线的拉伸性能变异系数最小,纱线力学性能均匀度最高,其次分别为赛络纺、紧密纺和环锭纺.就毛羽指数而言,紧密赛络纺所纺纱线的毛羽指数较赛络纺低 28.2%,纱线表面更为光洁,有利于后续的织造工艺.就拉伸断裂伸长率而言,环锭纺所纺纱线最高,较其他 3 种高了近 13%,紧密纺、赛络纺及紧密赛络纺所纺纱线的拉伸断裂伸长率相差不多,在 4.8%~4.9%之间.

紧密赛络纺所纺竹原纤维/棉混纺纱具有最高力学性能及光洁表面的主要原因在于此项纺纱方法是紧密纺与赛络纺相结合的一种新型纺纱方法,它结合了 2 种纺纱方法的优势,可同时完成集聚和 2 根纱条汇合加捻的过程,其中集聚使得加捻区域缩短,纤维两头外伸机会少,纱线表面更为光滑;纱条汇合加捻属于同向加捻,所纺纱线捻度迅速增加,纤维之间的抱合力提高,从而可使所纺纱线的强度明显增大<sup>[14]</sup>。

相比传统环锭纺而言,紧密纺利用气流或机械的作用可使输出比较松散的须条中的纤维向纱干中心集聚,减少甚至消除加捻三角区,从而可提高纱线力学性能并减少纱线表面毛羽,这也是紧密纺所纺竹原纤维/棉混纺纱的拉伸强度较环锭纺提高了 59.5% 的原因。

赛络纺采用 2 根粗纱经后导纱器喂入,在后牵伸区仍保持 2 根须条的分离状态,由前罗拉输出一定长度后并合,在经同一锭子加捻,便形成有双股结构特征的赛络纱,有利于提高纤维之间的抱合力,从而可改善纱线的力学性能和表面状况<sup>[15]</sup>。由于竹原纤维与棉纤维细度差异大,其中竹原纤维的直径是棉纤维的 4.7 倍,且竹原纤维没有棉纤维的天然扭曲<sup>[16]</sup>,如图 2 所示。此外竹原纤维硬度大,与棉纤维之间的抱合力差,相比紧密纺,赛络纺可更为有效的提高竹原纤维与棉纤维之间的抱合力,这也是采用赛络纺所纺混纺纱的拉伸强度比紧密纺纱线高 18.6% 的原因。

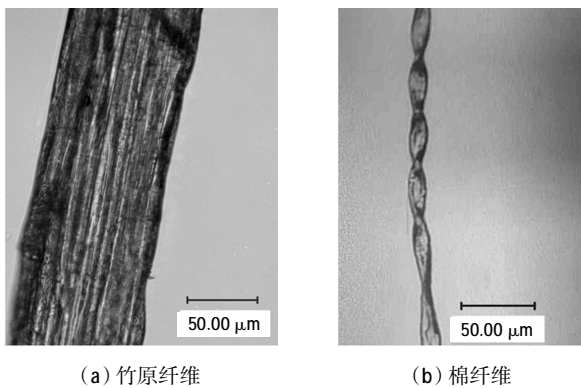


图 2 纵向结构图

Fig.2 Longitudinal structure

### 2.2 不同竹原纤维质量分数对纱线性能的影响

竹原纤维质量分数对纱线性能的影响如表 3 所示。

由表 3 可见,当竹原纤维的质量分数提高到 70% 时,混纺纱拉伸断裂强度和断裂伸长率分别降低了 35.9%、14.6%,且拉伸性能的不匀性有所增加;毛羽指数增加了 22.5%。

实验中所用竹原纤维强度仅比棉纤维低 1.9%,造

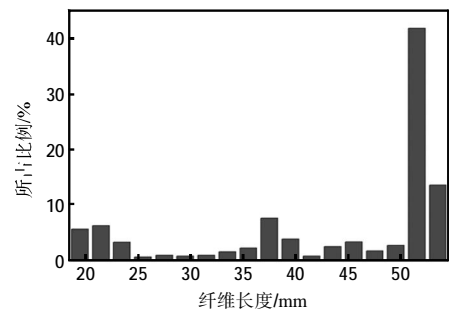
表 3 竹原纤维质量分数对混纺纱性能的影响

Tab.3 Influence of weight fraction of raw bamboo fibers on performances of blended yarn

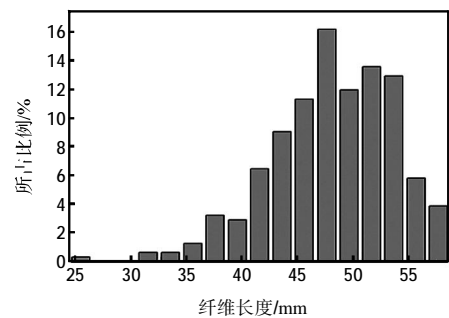
纺纱方法	竹原纤维质量分数/%	断裂强度/ (cN·tex <sup>-1</sup> )	断裂伸长率/ %	毛羽指数 (>3 mm)
紧密赛络纺	50	9.2(12.2)	4.8(12.7)	10.7
紧密赛络纺	70	5.9(16.9)	4.1(14.3)	13.8

注:表中括号内数据为 CV 值(%)。

成混纺纱断裂强度降低 35.9% 的主要原因在于:①竹原纤维与棉纤维直径和表面状况差异大(如图 2 所示),两者之间的抱合力差,当提高竹原纤维质量分数时,两者之间抱合力进一步变差是所制备混纺纱断裂强度降低的主要原因之一;②对于棉纺短纤纱而言,长度小于 20 mm 的纤维在牵伸区不易被控制,形成运动不规则的浮游纤维,造成纱线条干不匀增大,从而降低短纤纱的强度和强度不匀率,并增大纱线毛羽指数<sup>[17-18]</sup>。如图 3 所示,约 2% 竹原纤维的长度低于 20 mm,且长度分布范围宽,在 19.5~53.5 mm 的范围内均有分布,长度不匀率达 11.5%;而棉纤维没有长度低于 20 mm 的短纤维,且长度分布密集,主要集中在 43.5~53.5 mm 之间,长度不匀率为 5.7%。从而可以进一步说明,由于竹原纤维中短纤维含量过高且长度分布不匀导致当竹原纤维含量提高时纱线的拉伸性能和表面性能均变差。



(a) 竹原纤维



(b) 棉纤维

图 3 纤维长度分布

Fig.3 Length distribution

### 3 结 论

(1) 本文采用环锭纺、紧密纺、赛络纺及紧密赛络纺成功纺制了竹原纤维/棉混纺纱。

(2) 采用紧密赛络纺所纺竹原纤维/棉混纺纱具有最高的拉伸性能和力学性能均匀度,当竹原纤维质量分数为 50%时,混纺纱的拉伸断裂强度为 9.2 cN/tex,比赛络纺、紧密纺及环锭纺所纺纱线分别高了 31.4%、55.9%和 148.6%。

(3) 将混纺纱中竹原纤维质量分数提高至 70%,相比质量分数为 50%时,混纺纱的拉伸断裂强度降低了 35.9%,且毛羽指数增加了 22.5%。

#### 参考文献:

- [1] 张世源,周湘祁.竹纤维及其产品加工技术[M].北京:中国纺织出版社,2008:9.
- [2] 周衡书.竹纤维纺纱与织造性能研究[J].纺织学报,2004,25(5):91-93.
- [3] 张袁松,谢吉祥,李晓龙,等.基于闪爆-碱煮联合工艺的天然竹纤维提取[J].纺织学报,2012,33(10):56-61.
- [4] 张慧,沈兰萍,宗亚宁.脱胶工艺对竹纤维抑菌性能的影响[J].合成纤维,2012,41(7):25-28.
- [5] 中华人民共和国纺织工业部.GB 5887-86 苧麻纤维长度试验方法[S].北京:国家标准局,1986.
- [6] 中华人民共和国江苏出入境检验检疫.SN/T 2672-2010 纺织原料细度试验方法(直径)显微镜投影仪法[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [7] ASTM committee. ASTM D3822-07 Standard Test Method for Tensile Properties of Single Textile Fibers[M]. New York:ASTM International, 2007:1-10.
- [8] 宋晓蕾,傅菊芬,周湘祁.竹原纤维纺纱工艺初探[J].上海纺织科技,2006,34(12):30-31.
- [9] 何敬文.竹纤维纺纱与织造性能研究[J].中国高新技术企业,2012(4):129-130.
- [10] 赵博,石陶然.竹纤维与苧麻混纺纱的开发[J].上海纺织科技,2004,32(2):10-11.
- [11] 赵博,陈丽芬,曹秀明. Taly 纤维/竹纤维与细旦涤纶混纺纱的可纺性研究[J].上海毛麻科技,2012(1):6-9.
- [12] 国家纺织工业局.FZ/T 01086-2000 纱线毛羽测定方法投影计数法[S].北京:中国标准出版社,2000.
- [13] 中国纺织总会.GB/T 3916-1997.纺织品卷装纱单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定[S].北京:中国标准出版社,1997.
- [14] 王善元,于修业.新型纺织纱线[M].上海:东华大学出版社,2007:35,60.
- [15] 张勇.赛络纺/涡流纺/环锭纺竹纤维成纱质量对比分析[J].山东纺织科技,2012(2):18-20.
- [16] 何建新,章伟,王善元.竹纤维的结构分析[J].纺织学报,2008,29(2):20-24.
- [17] 于伟东,储才元.纺织物理[M].2版.上海:东华大学出版社,2009:337.
- [18] 于伟东.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,2006:220.
- [38] RAJAKOVIĆ Lj V, RISTIĆ M Dj. Sorption of boric acid and borax by activated carbon impregnated with various compounds[J]. Carbon, 1996, 34: 769-774.
- [39] LIU H, QING B J, YE X S, et al. Boron adsorption mechanism of a hybrid gel derived from tetraethoxysilane and bis(trimethoxysilylpropyl)amine[J]. Current Applied Physics, 2009, 9: e280-e283.
- [40] WANG L, QI T, ZHANG Y. Novel organic-inorganic hybrid mesoporous materials for boron adsorption[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng Aspects, 2006, 275: 73-78.
- [41] KOSEOGLU H, KABAY N, YÜKSEL M, et al. The removal of boron from model solutions and seawater using reverse osmosis membranes[J]. Desalination, 2008, 223: 126-133.
- [42] 吴水波,潘献辉,初喜章.反渗透淡化除硼的现状和进展[J].环境与健康杂志,2008,25(10):928-930.

(上接第 32 页)