

# 菠萝叶纤维袜的设计开发与服用性能评价

何俊燕, 连文伟, 张 劲, 李明福, 黄 涛, 庄志凯, 邓干然, 欧忠庆

(中国热带农业科学院 农业机械研究所, 广东 湛江 524091)

**摘要:** 为改善菠萝叶纤维产品的外观和功能,设计了一种菠萝叶纤维袜。菠萝叶纤维袜的袜跟、袜底、袜头及其连接部分袜面采用菠萝叶纤维/棉混纺纱织成平针组织,袜口采用棉纱和橡胶包覆纱织成平针双层结构,其他部位采用棉纱织成平针组织,氨纶包覆纱作为拉架,跟尖采用锦纶加固。对所设计的菠萝叶纤维袜的服用性能进行测试分析,结果表明,菠萝叶纤维袜细腻美观,顶破强力略小于棉袜,透气性和透湿性与棉袜相当,伸缩性、耐磨性和吸湿速干性优于棉袜。

**关键词:** 袜子; 菠萝叶纤维; 织物结构; 服用性能

中图分类号: TS186.3

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)05-0040-03

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.05.012

## Development and wearing properties of the pineapple leaf fiber socks

HE Junyan, LIAN Wenwei, ZHANG Jin, LI Mingfu, HUANG Tao, ZHUANG Zhikai, DENG Ganran, OU Zhongqing  
(Agricultural Machinery Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Zhanjiang 524091, China)

**Abstract:** A new pineapple leaf fiber sock is designed in order to improve its appearance and functions. The heel, bottom, toes and front instep of socks are weaved into plain weave with pineapple leaf fiber/cotton blended yarn. The top of socks are weaved into double layer plain weave with cotton and rubber covered yarn. The other parts of socks are weaved into plain weave with cotton yarn. Covered spandex yarn is used as the skeleton. The heel and toes of socks are reinforced with nylon. At the same time, the wearing properties of pineapple leaf fiber socks are analyzed. The results show that the appearance of the new pineapple leaf fiber socks is fine and beautiful. Compared with the pure cotton socks, the bursting strength of pineapple leaf fiber socks are slightly smaller. The gas permeability and moisture permeability are the same as pure cotton socks. The abrasion resistance, moisture absorption and fast dry performance of pineapple leaf fiber socks are better than those of pure cotton socks.

**Key words:** hosiery; pineapple leaf fiber; fabric texture; wearability

菠萝叶纤维是近年来研究推广的一类天然纤维,表面沟槽多,呈多孔中空结构,比表面积大,纤维吸放湿快,因其具有优异的抗菌、除异味和防螨性而受到人们的青睐<sup>[1-4]</sup>。近年来,市场上逐渐出现了各种材料的抗菌袜,对菠萝叶纤维袜测试显示,袜子透气、吸汗、防臭,对脚汗重、脚臭、脚烂、脚痒、脚裂等菌类引起的足疾均有较好的保健效果<sup>[5]</sup>,但菠萝叶纤维相对棉、苧麻、亚麻等天然纤维而言,直径较粗,结晶度、取向度较高<sup>[6-9]</sup>,用它制得的袜子美观程度欠佳。因此,设计开发一种既能满足消费者对足部保健需求,又符合现代人审美的袜品十分必要。

本文采用菠萝叶纤维/棉混纺纱线、棉纱、包芯纱、包覆纱、锦纶等材料分别用于袜子不同部位来试制菠萝叶纤维袜。对袜子进行组织结构设计,在使脚部多汗区保持干爽的同时改善产品外观,并对袜品进行服

用性能测试及评价,从而开发出一种功能优异、外表美观、穿着舒适的菠萝叶纤维袜。

## 1 试验

### 1.1 原料

18.22 tex(32<sup>s</sup>)棉纱、19.44 tex(30<sup>s</sup>)70/30 菠萝叶纤维/棉混纺纱、3075 氨纶包芯纱、100# 橡胶包覆纱、70D 锦纶和 70D/2 锦纶弹力丝等。

### 1.2 组织结构设计

袜头、袜底、袜跟及袜面连接袜头部位采用平针组织,袜口采用平针双层结构,其他部位为平针组织,氨纶包芯纱作为拉架,跟尖采用锦纶加固。罗口宽(A)7.5 cm,罗口高(B)3 cm,袜筒长(C)11 cm,袜底宽(D)8.5 cm,袜底长(E)15 cm;面密度约 32 g/m<sup>2</sup>。菠萝叶纤维袜结构示意图见图 1。图中波浪线为缝头。

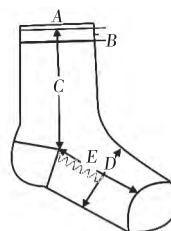


图 1 菠萝叶纤维袜结构示意图

收稿日期: 2018-03-08

基金项目: 广东省科技计划项目(2015A020209008、2016B090920064);

中国热带农业科学院基本科研业务费专项资金(1630132017008)

作者简介: 何俊燕(1983—),女,山西清徐人,主要从事热带纤维材料的研究。

通信作者: 李明福。E-mail: limingfu378@163.com。

### 1.3 织造工艺及要求

#### 1.3.1 纱线规格

袜口采用 18.22 tex 棉纱和 100# 橡筋包覆纱, 袜筒和袜面(连接袜筒处)采用 18.22 tex 棉纱和 3075 氨纶包覆纱, 袜面(连接袜头处)和袜底采用 19.44 tex 菠萝叶纤维/棉混纺纱和 3075 氨纶包覆纱, 袜头和袜跟采用 19.44 tex 菠萝叶纤维/棉混纺纱和 3075 氨纶包覆纱以及 70 D 锦纶, 缝头线采用 70 D/2 锦纶弹力丝。

#### 1.3.2 工艺

纱线→染色→复并→织袜→缝头→定形→检验。

#### 1.3.3 织造

袜子采用纬平针组织, 200 针, 尺码 26~28 cm, 手工对目, 跟尖加固。

### 1.4 试验方法

#### 1.4.1 伸缩性

将试样袜底裁剪成 5 块宽度为 50 mm 的长条。依据 FZ/T 70006—2004《针织物拉伸弹性回复率试验方法》, 采用定负荷法进行伸长率和拉伸弹性回复率测试。测试条件: 温度 18℃, 相对湿度 70%, 预加张力 100 cN, 起拉力值 200 cN, 拉伸速度 100 mm/min, 夹距 100 mm, 量程 10 000 cN, 负荷力值 3 500 cN, 负荷时间 60 s, 松弛时间 180 s, 反复拉伸 1 次。

#### 1.4.2 顶破强力

分别截取袜头、袜跟部位各 5 块, 试样按照 GB/T 6529—2008《纺织品 调湿和试验用标准大气》规定的条件进行调湿, 依据 GB/T 19976—2005《纺织品 顶破强力的测定 钢球法》进行顶破强力测定。测试条件: 预加张力 0 cN, 起拉力值 10 N, 拉伸速度 300 mm/min, 夹距 25 mm。

#### 1.4.3 耐磨性

分别截取袜跟、袜底部位各 5 块。采用 YG(B) 401G 型马丁代尔耐磨仪, 依据 GB/T 21196.2—2007《纺织品 马丁代尔法织物耐磨性的测定》对样品进行耐磨性测试, 加压重锤直径 120 mm, 压强 9 kPa。

#### 1.4.4 透气性

截取 5 块袜底, 采用 YG(B) 461E 型数字式织物透气性能测定仪, 依据 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》进行透气性测试, 同一样品的不同部位测试 10 次。测试条件: 温度 20℃, 相对湿度 60%, 喷嘴号 4, 试样面积 20 cm<sup>2</sup>, 试样压差 100 Pa。

#### 1.4.5 吸湿速干性

取 5 块袜底, 依据 GB/T 21655.1—2008《纺织品 吸湿速干性的评定》, 采用 Y(B) 089E 型全自动缩水率试验机按 GB/T 8629 的 5A 程序洗涤 5 次, 进行洗前洗后袜底吸水率、滴水扩散时间和蒸发速率的测试。测试条件: 环境温度 20℃, 相对湿度 55%。

#### 1.4.6 芯吸高度

采用 YG(B) 871 型毛细管效应测定仪, 依据 FZ/T 01071—2008《纺织品 毛细效应试验方法》对袜底的芯吸高度进行测试。

#### 1.4.7 透湿性

采用 YG(B) 216-II 型织物透湿量仪, 依据 GB/T 12704.1—2009《纺织品 织物透湿性试验方法》中吸湿法对袜底吸湿率进行测定, 每个样品取 5 块试样。测试条件: 温度 38℃, 相对湿度 90%, 风速 0.3 m/s, 试验面积 28.27 cm<sup>2</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 伸缩性

菠萝叶纤维袜和棉袜袜底的伸长率、弹性回复率及塑性变形率测试结果见表 1。

表 1 菠萝叶纤维袜和棉袜的伸缩性

项目	预加张力后伸长/mm	末次预加张力后伸长/mm	负荷力值时伸长/mm	末次负荷力值时伸长/mm	伸长率/%	弹性回复率/%	塑性变形率/%	
棉袜	拉伸 1 次	4.43	30.99	107.37	109.64	100.71	74.81	25.40
	反复 1 次	22.64	89.14	199.99	203.49	147.46	63.24	54.22
菠萝叶纤维袜	拉伸 1 次	10.89	43.10	139.46	142.02	118.25	75.46	29.05
	反复 1 次	18.06	83.49	215.70	219.20	170.62	67.49	55.47

纺织品伸缩性对其外观及穿着舒适性起重要作用。由表 1 可知, 菠萝叶纤维袜拉伸 1 次及反复 1 次的伸长率显著大于棉袜, 弹性回复率、塑性变形率均略大于棉袜。经反复拉伸后, 由于纱线之间的滑移增多, 所以伸长率增大, 弹性回复率减小, 塑性变形率增大。

在织法相同时, 两种袜子面密度相差不大, 可能是菠萝叶纤维细度较棉纤维粗, 且强伸性优于棉纤维, 从而使菠萝叶纤维袜与棉袜的伸缩性略好于棉袜。

### 2.2 顶破强力

对菠萝叶纤维袜和棉袜的袜头和袜跟进行顶破强

力测试,结果见表2。

表2 菠萝叶纤维和棉袜的顶破强力

项目	顶破强力/N	伸长/mm	伸长率/%	顶破时间/s	顶破功/(N·mm)	断脱强力/N	断脱伸长/mm	断脱伸长率/%	断脱功/(N·mm)	
棉袜	袜头	786.25	64.72	258.87	12.95	6 689.95	11.29	76.55	306.22	8 481.50
	袜跟	740.62	65.25	261.01	13.06	6 167.06	10.65	75.59	302.36	8 031.27
菠萝叶纤维袜	袜头	714.06	74.22	296.85	14.85	6 730.84	10.97	86.30	345.20	8 893.83
	袜跟	687.86	69.00	276.00	13.81	5 778.35	11.54	80.86	323.42	7 837.16

日常生活中,袜头和袜跟是最容易被顶破的部位,尤其是袜头,由于受到行走时脚趾的顶压容易破洞,因此在织造时通常会对袜头进行加固,而且袜头与袜跟的织法略有不同。由表2可知,两种样品的袜头顶破强力值均高于袜跟,这正符合人们对袜子日常穿着的要求。袜子顶破强力是由袜子原料本身特性和袜子织造的针数、组织结构决定的。菠萝叶纤维袜袜头和袜跟的顶破强力值均小于棉袜,这可能是由于菠萝叶纤维本身断裂强力略好于棉,但是菠萝叶纤维混纺纱条干均匀度较纯棉纱差,所以在顶破过程中,应力集中点先出现,导致纤维断裂强力较弱的部位先断裂。

### 2.3 耐磨性

分别选取菠萝叶纤维袜和棉袜的袜跟和袜底进行耐磨性测试,棉袜的袜跟和袜底的耐磨转数分别为280 000和130 000转,菠萝叶纤维袜的袜跟和袜底的耐磨转数分别为370 000和220 000转。可知,同种样品的袜跟耐磨性好于袜底,菠萝叶纤维袜跟和袜底耐磨性均好于棉袜。对于同种样品来说,由于袜跟部位在织造时进行加固,袜跟的面密度高于袜底,耐磨性较好。对相同织法、不同材料的样品来说,由于棉纤维细度较细,在磨损过程中容易产生较大的内应力,纤维容易损坏。而菠萝叶纤维相对棉纤维较粗,且与棉混纺时抱合力较强,因此在磨损过程中不会产生较大的内应力,所以不易被磨破。

### 2.4 透气性

选取菠萝叶纤维袜和棉袜的袜底进行透气性测试,结果见表3。

表3 菠萝叶纤维袜和棉袜的透气性

项目	透气率/(mm·s <sup>-1</sup> )			标准差	变异系数/%
	最大值	最小值	平均值		
棉袜	498.65	470.57	494.04	9.526	1.928
菠萝叶纤维袜	498.48	416.00	467.20	25.506	5.459

由表3可知,菠萝叶纤维袜与棉袜的透气率相差不大,但菠萝叶纤维袜的透气率变异系数大。织物的透气性主要与织物结构、纱线的线密度、纱线捻度等有

关,其中织物结构为主要影响因素。由于两种样品织法相同,因此二者的透气率相差不大,但由于菠萝叶纤维混纺纱毛羽多,条干均匀性比棉纱略差,所以织物不同部位纵横向纱线之间的空隙分布不均匀,变异系数较大。

### 2.5 吸湿速干性

选取菠萝叶纤维袜和棉袜的袜底进行吸湿速干性测试,结果见表4。

表4 菠萝叶纤维袜和棉袜的吸湿速干性

测试指标	棉袜		菠萝叶纤维袜	
	洗前	洗后	洗前	洗后
吸水率/%	336	339	313	323
滴水扩散时间/s	>300	>300	>300	>300
蒸发速率/(g·h <sup>-1</sup> )	0.09	0.16	0.17	0.22
样品经向30 min时液体的芯吸高度/mm	9.5	4	38.8	8.8

织物的吸水率、滴水扩散时间和芯吸高度体现了织物的吸湿性,蒸发速率体现了织物的速干性能。不同织物的吸湿速干性能与所用纤维的微孔结构及果胶等杂质的数量紧密相关。由表4可知,棉袜在洗前或洗后的吸水率均高于菠萝叶纤维袜,而蒸发速率和芯吸高度均低于菠萝叶纤维袜,两种袜子的滴水扩散时间相差不大。这可能是由于棉纤维的分子结构中大分子链相对规则,较菠萝叶纤维而言,果胶含量较低,且羟基等亲水基团数量更多,因此棉袜的吸水率高。而菠萝叶纤维存在一定数量的微孔结构,有利于水滴瞬间的吸附,芯吸高度较大,这种微孔结构形成的毛细效应更有利于水分的蒸发以及更快地放湿。因此,菠萝叶纤维袜的吸湿速干性能优于棉袜。

### 2.6 透湿性

选取菠萝叶纤维袜和棉袜的袜底进行透湿性测试,其透湿率分别为6 584、6 590 g/(m<sup>2</sup>·d)。织物透湿量即单位时间内水蒸气透过织物单位面积的质量,织物透湿量越大,织物透湿速干性越强。由测试结果可知,两种袜底透湿量相差不大。这可能是由于透湿

☞(下转第64页)

近年来,印花行业发展很快,并且已经出现了数码印花与传统印花相结合的趋势。为了适应纺机设备发展需要,展会主办方经研究,决定对展品代码进行完善,将印花设备从印染装备中单独列出,包括印花机械、数码印花机、印花辅助机械等。

此外,还完善了服装机械展品代码,将服装机械细分为服装领域产品规划、设计及相关自动化技术的软

件和系统、产品开发设备、预缩、粘合、裁剪准备、裁剪机械及相关自动化技术、缝纫、套口及绗缝机械等。

通过一系列的调整与细化,主办方一方面希望为所有与会者打造一个更加方便、周到和高效的展览环境;另一方面也期待更多展商和跨界企业参与进来,彼此加强交流与沟通,为业内带来更多解决方案,同时也为产业升级、行业技术进步作出更大贡献。



(上接第42页)

量主要取决于织物组织结构与面密度,而两种袜子组织结构相同,面密度相近,因此透湿性接近。

### 3 结 语

(1)菠萝叶纤维袜的袜头、袜底、袜跟及袜面连接袜头部位采用菠萝叶纤维/棉混纺纱织成平针组织,袜口采用棉纱和橡筋包覆纱织成平针双层结构,其他部位采用棉纱织成平针组织,氨纶包覆纱作为拉架,跟尖采用锦纶加固,这样既可以保持足部的干爽舒适,抑制微生物生长繁殖,同时具有棉袜柔软细腻的外观,符合现代人对绿色环保和美观的需求。

(2)菠萝叶纤维袜拉伸及反复1次的伸长率显著大于棉袜,弹性回复率、塑性变形率均略大于棉袜。经反复拉伸后,伸长率增大,弹性回复率减小,塑性变形率增大。菠萝叶纤维袜的顶破强力值均小于棉袜,但耐磨性均好于棉袜。菠萝叶纤维袜的透气性与棉袜相差不多,但变异系数较大,吸湿速干性优于棉袜,透湿性接近。



(上接第45页)

破强力、耐磨性能较好;纯调温粘胶织物的力学性能要比棉/调温粘胶混纺织物略好,纯调温粘胶织物的抗弯刚度最小,织物柔软舒适性好。

(2)涤/调温粘胶混纺织物要比棉/调温粘胶和纯调温粘胶织物的透气性略好,但在针织物的导水性、透湿性及保暖性能等方面,纯调温粘胶织物的各种性能表现均较好。

(3)在开发涤/调温粘胶、棉/调温粘胶混纺调温织物时,可适当增加调温粘胶纤维的含量,对改善混纺针织物的各项性能均有促进作用。



#### 参考文献:

[1] 李娜娜.智能调温纤维及其纺织品[J].上海纺织科技,2010(3):15-16.

#### 参考文献:

[1] 牛梅,戴晋明,侯文生,等.载银 MWNTs 抗菌羊毛纤维的结构与性能研究[J].功能材料,2011,1(42):100-103.  
[2] 张劲.菠萝叶综合开发利用[M].1版.海口:南海出版社,2006.  
[3] 熊刚,李济群,高金花,等.菠萝叶纤维的性能与纺纱分析研究[J].毛纺科技,2007(1):34-37.  
[4] 连文伟,张劲,薛忠,等.菠萝叶纤维与其它植物纤维的吸湿性能对比测试及分析[J].绿色科技,2014(10):78-82.  
[5] 黄涛,张劲,连文伟,等.菠萝叶纤维抗菌性能及应用研究:雪莲杯第10届功能性纺织品及纳米技术应用研讨会论文集[C].北京:时尚北京,2010.  
[6] 郁崇文,张元明.菠萝叶纤维的性能研究[J].中国纺织大学学报,1997,23(6):17-20.  
[7] 王越平,高绪珊,张晓丹.几种天然纤维素纤维的物理结构研究[J].纤维素科学与技术,2006,14(4):31-36.  
[8] 郭爱莲.菠萝叶纤维的性能及应用[J].山东纺织科技,2005(6):49-51.  
[9] YUSOF Y, YAHYA S A, ADAM A, et al. Novel technology for sustainable pineapple leaf fibers productions[J]. Procedia CIRP, 2015(26):756-760.

[2] 苏德保.智能调温纤维的研究新进展[J].国际纺织导报,2013(8):10-14.  
[3] 刘晓霞,阎均,钱春芳.智能调温纺织品的研究进展及调温性能初探[J].上海纺织科技,2012(8):1-4.  
[4] 陈宇刚.智能调温鞋材的织造及性能研究[J].中国皮革,2017(10):40-45.  
[5] 王茜,张红星.智能调温纺织品的开发与应用[J].现代纺织技术,2011(3):55-57.  
[6] 杨静,刘艳君.用于开发智能调温面料的复合相变材料[J].合成纤维,2017(1):46-50.  
[7] 阎若思,王瑞.相变材料微胶囊在蓄热调温智能纺织品中的应用[J].纺织学报,2014(9):155-162.  
[8] 谢跃亭,邢善静.基于相变材料作用下的智能调温纤维[J].合成纤维,2017(9):27-30.