

新型抗菌除臭面料的制备及性能研究

刘 晓

(广东南华工商职业学院 建筑与艺术设计学院, 广东 广州 510507)

摘要:以光触媒纤维和羊毛纤维为试验材料,采用半精纺工艺制备出9组不同混纺比的新型抗菌面料,并对抗菌面料的顶破强力、刚柔性、耐磨性、透气性、除臭性、抗菌性进行测试,深入分析了光触媒纤维含量对混纺织物各项性能的影响。研究表明:随着光触媒纤维含量的增加,光触媒/羊毛纤维混纺织物的抗菌性能和除臭性能变好;当光触媒纤维含量超过70%时,抗菌性能和除臭性能增速变缓,且服用性能有所下降,因此得出新型抗菌面料中光触媒纤维的含量控制在70%左右为宜。

关键词:面料;光触媒纤维;羊毛纤维;半精纺;抗菌织物;除臭

中图分类号: TS195.583

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)08-0016-03

Preparation and properties of new antibacterial deodorant fabrics

LIU Xiao

(Guangdong Nanhua Vocational College of Industry and Commerce, School of Architecture and Art Design, Guangzhou 510507, China)

Abstract: The photocatalyst fibers and wool fibers are used as experimental materials, nine blends of new antibacterial fabrics with different blending ratios are prepared by using semi-worsted technology, and the bursting strength, rigid flexibility, abrasion resistance, air permeability, deodorant, and antibacterial properties of the antimicrobial fabrics are studied. Sex is tested and the effects of photocatalyst fiber content on the properties of the blended fabrics are analyzed in depth. The study shows that with the increase of photocatalyst fiber content, the antibacterial performance and deodorization performance of photocatalyst/wool fiber blended fabrics are getting better and better. When the photocatalyst fiber content exceeds 70%, the growth rate of antibacterial performance and deodorization performance becomes slower, and the intake performance reduces. Therefore, it is concluded that the content of the photocatalytic fiber in the novel antibacterial fabric is controlled at about 70% as the best blending ratio.

Key words: fabrics; photocatalyst fiber; wool fibers; half worsted; anti-bacterial fabric; deodorization

随着科学技术的发展,在满足实用性的前提下,人们更多考虑产品材质的环保性和服用性能。针对功能纤维材料的研究不断加快,纤维材料正朝着多功能、智能化和高附加值方向发展。蜂窝光触媒纤维是一种新型功能性纤维,是利用纳米氧化物,如纳米 SiO_2 、 ZnO 、 TiO_2 等对羊毛、棉、聚酯纤维等纺织材料进行改性整理,在光催化作用下,利用空气中的水分子和氧分子,能够有效地将氨、苯、甲醛、微生物等有害物质吸收降解,具有抗菌、除臭、防污等优良性能^[1]。羊毛纤维在纺织品中应用广泛,但因其热阻高,使得羊毛织物的热传导性能较差,羊毛纺织品易产生异味并滋生有害细菌,导致其服用性能降低。

本文采用蜂窝光触媒纤维和羊毛纤维以不同混纺比制备出9组试样,探究其服用性能和抗菌除臭性能,得出最适合生产应用的光触媒/羊毛纤维织物的混纺比,为开发健康、舒适、环保的纺织材料提供一定的参考。

1 抗菌面料的制备工艺

收稿日期: 2018-03-27

作者简介: 刘晓(1981—),女,硕士,讲师,主要从事服饰设计等方面的研究。

试验选用的光触媒纤维原料规格为1.67 dtex×45 mm,断裂强度2.94 cN/dtex,伸长率32.18%,由上海普盛金银丝纺织品有限公司生产。选用的羊毛纤维规格为1.67 dtex×48 mm,断裂强度4.12 cN/dtex,伸长率34.58%,由无锡劲丰毛纺科技有限公司生产。

采用半精纺工艺按不同混纺比将光触媒纤维与羊毛纤维混纺成9组股线。光触媒纤维/羊毛混纺比依次为0/100、20/80、30/70、40/60、50/50、60/40、70/30、80/20、100/0。混纺纱线密度为18.5 tex,纱线捻系数根据材料用途设定,以满足其物理性能。本次试验中选择纱线捻度为95捻/10 cm,捻向Z捻,锭速为10 000~14 000 r/min。

半精纺工艺可以实现天然纤维与化学纤维之间的混纺,具有生产周期短,成纱柔软、蓬松且均匀,表面光洁度好等特点^[2-3]。半精纺工艺的流程如下:

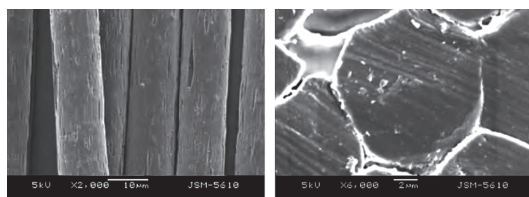
光触媒纤维:开松→梳棉。

羊毛:开松→梳棉。

光触媒纤维+羊毛:并条(4道)→精梳→粗纱→细纱→络筒→并线→倍捻。

抗菌面料制备工艺:采用电脑针织横机制备平纹

组织试样,车速最低设定为 30 cm/s,试样尺寸为 40 cm × 40 cm,为使试验结果具有可比性,每组试样的经纬向密度均为 480 根/10 cm 和 360 根/10 cm,组织纹样相同,为平纹组织,只改变光触媒纤维和羊毛纤维的混纺比,每组试样各制备 5 块。试样下机后在标况下静置 24 h 后再测试织物各项性能。光触媒纤维 SEM 照片见图 1。



(a) 纵向 (b) 横截面

图 1 光触媒纤维 SEM 图

抗菌面料制备工艺中使用的设备:HC-100A 型开松机,保定科技机械有限公司生产;A186G 型功能性纤维梳棉机,青岛金鑫和佳机械有限公司生产;CY310 型倍捻机、CY212 型智能电子导纱络筒机,浙江苍南宜山棉机厂生产;A454E 型粗纱机、FA503 型细纱机、MCN07-2 型络筒机,江苏无锡越达纺织机械有限公司生产;AC-510A 型并条机、AC-220 型并线机,泉州美佳格纺织机械有限公司生产;DW-521NE 型电脑针织横机,绍兴大纬针织机械有限公司生产。

2 抗菌面料的性能测试

对 9 组光触媒/羊毛纤维混纺织物的顶破强力、刚性、耐磨性、透气性、除臭性、抗菌性进行测试,测试结果见表 1。

表 1 抗菌面料的性能测试结果

项目	光触媒与羊毛纤维混纺比								
	0/100	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30	80/20	100/0
顶破强力/cN	457.13	406.21	378.32	340.77	301.51	264.02	229.63	198.76	147.59
纵向抗弯长度/cm	4.19	3.81	3.58	3.34	3.11	2.78	2.51	2.28	1.99
横向抗弯长度/cm	3.42	3.13	2.98	2.81	2.70	2.51	2.26	2.07	1.82
质量损失率/%	0.83	0.78	0.76	0.59	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34
透气量/(L · m ⁻² · s ⁻¹)	1 228.52	1 394.29	1 753.28	1 788.18	1 822.33	1 869.98	1 919.36	1 988.17	2 058.33
孔隙率/%	4.463	4.618	4.691	4.806	4.893	5.025	5.117	5.182	5.314
抑菌率/%	4.68	38.61	52.95	63.72	83.76	89.19	93.02	94.81	96.73

2.1 顶破强力

针织物中各线圈钩接连成一片,共同承受伸长变形,抵抗外力直至顶破。在顶破过程中织物的受力是多向的,且强度和变形呈现各向异性^[4]。织物的顶破强度与纱线的钩接强度有密切的关系,钩接强度越大,织物的顶破强力越大。

试验仪器选用 YG631 型织物顶破强力试验机,上海衡翼精密仪器有限公司生产。测试方法参照标准 GB/T 19976—2005《纺织品 顶破强力的测定:钢球法》。

测试条件:试样裁剪面积为 50 mm × 50 mm,钢球直径 20 mm,间距 400 min,每组试样各测试 5 块,精确计算数据,取平均值。

由表 1 可知,随着光触媒纤维含量逐渐增加,光触媒/羊毛纤维混纺织物的顶破强力呈现逐渐减小的趋势,当光触媒纤维含量达到 100%时,顶破强力最小。这是因为针织物的顶破强力与纱线的勾结强度存在密切的相关性,钩接强度越大,针织物的顶破强力就越大。当光触媒纤维含量较少时,混纺针织物中主要是

羊毛纤维受力,羊毛纤维强力高,钩接强度要大于光触媒纤维,所以光触媒纤维含量的增加会使混纺织物的顶破强力减小。

2.2 刚性

试验仪器选用 YG022D 型全自动织物硬挺度仪,温州百恩仪器有限公司生产。测试方法参照标准 GB/T 18318—2001《纺织品 织物弯曲长度的测定》。

测试条件:每组织物沿着纵、横向各裁剪尺寸 250 mm × 25 mm 试样 2 块,共 18 块,在标准大气条件下调湿 24 h,硬挺度仪压板宽度为 20 mm,推进速度为 3 mm/s,每块试样正反面各测试 1 次,结果取平均值。

由表 1 可知,试样的纵、横向抗弯长度随着光触媒纤维含量增大而逐渐减小,当光触媒纤维含量达到 100%时,试样的纵、横向抗弯长度达到最小值;当试样中光触媒纤维含量达到 50%~70%时,试样的纵向抗弯长度随光触媒纤维含量的增大而缓慢减小,而横向抗弯长度则显著减小;当光触媒纤维含量大于 70%时,试样的横向抗弯长度又缓慢减少。由此表明,混纺织物的纵、横向抗弯长度都会随着光触媒纤维含量的

增大而减小,其刚柔性会随着光触媒纤维含量的增大而变好,混纺织物也会比纯羊毛纤维织物更柔软光滑。

2.3 耐磨性

试验仪器选用 Y522 型圆盘织物耐磨仪,东莞市耀科仪器设备有限公司生产,ZA305AS 型万分之一电子天平,上海赞维衡器有限公司生产。测试方法参照标准 GB/T 21196.2—2007《织物耐磨性的测定》。

测试条件:将试样剪裁为直径 100 mm 的圆形,设定磨数 300 r,加压重锤为 200 g,每组试样各测试 5 块,精确计算数据,取平均值。

试样的质量损失率 F 计算公式见式(1):

$$F = \frac{G_0 - G_1}{G_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: F ——织物质量损失率,%;

G_0 ——试样磨损前质量,g;

G_1 ——试样磨损后质量,g

由表 1 可知,随着光触媒纤维含量的增大,混纺织物的质量损失率有逐渐减小的趋势。当光触媒纤维含量在 40%~70%时,织物的质量损失率显著减小;当光触媒纤维含量大于 70%时,织物质量损失率的减小趋于缓慢。由此表明,随着光触媒纤维含量的增大,织物质量损失率逐渐减小。这是由于光触媒纤维的初始模量低,变形能力强,有助于缓解摩擦外力。从总体来说,光触媒/羊毛纤维混纺织物的耐磨性能一般,应用到耐磨性要求高的纺织品上还需进行改性整理,以提升其耐磨性能。

2.4 透气性

试验仪器选用 YG216-I 型织物透气量仪,泉州美邦仪器有限公司生产;CSW-H200ARZ 型扫描电子显微镜,深圳市科视威光学仪器有限公司生产。测试方法参照标准 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》。

测试条件:裁剪试样尺寸为 25 mm×25 mm,测试环境温度控制在 20℃±2℃,相对湿度 60%±2%,测量织物两侧压差为 50 kPa,喷嘴口径为 3 mm,精确计算数据,取平均值。

测试条件:采用图像处理方法统计织物的孔隙率,运用 Image J 软件分析 9 组织物的孔隙率。运用电镜扫描织物模拟图像,生成数字图像后,将彩色数字图像转化为 8 位二值图像(灰度图像),设置比例尺,并统计出白色区域面积和与整个图像面积(白色区域和黑

色区域面积之和)之比,记录织物孔隙率^[5]。

由表 1 可知,随着光触媒纤维含量的增大,光触媒/羊毛纤维混纺织物的透气性能越来越好,这是由于光触媒纤维含量的增大使得织物的孔隙率变大、透气量增大,所以织物的透气性变好。从光触媒纤维电镜扫描图像观察,纤维表面存在着许多蜂窝状细小微孔,其横截面呈腰圆形,内部也有丰富的蜂窝状微孔结构分布,这些微孔减小了气体通过混纺织物的阻力,所以随着光触媒纤维含量的增大,织物的透气性会更好。当光触媒纤维含量小于 30%时,混纺织物的透气量增速较快,透气性能明显变好;当光触媒纤维含量大于 30%时,透气量增速变缓;在光触媒纤维含量达到 100%时,混纺织物的透气量最大。

2.5 除臭性

试验选用 MHY-14703 型分光六合一室内空气检测仪,北京美华仪科技有限公司生产;氨水、氢氧化钠,分析纯,江西雪奥化工有限公司生产。测试方法参照标准 ISO 17299—1—2014《纺织品 除臭性能的测定 第 1 部分》。

测试条件:裁剪试样尺寸为 100 mm×100 mm,氨水 500 mL、氢氧化钠适量,设置密封环境温度为 20℃±2℃,相对湿度 60%±2%,量取 20 mL 氨水倒入试验容器,然后放入密封箱内,加入一定的氢氧化钠,立即关闭密封箱,静置 1 h 后测量密封箱内氨气浓度,然后将测试试样放置在密封箱内,静置 12 h 使其充分吸收氨气后测量密封箱内氨气浓度^[6]。测试结果见图 2。

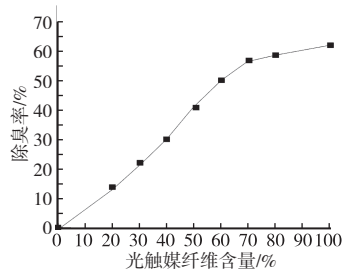


图 2 除臭率曲线

试样的除臭率 Y 计算式见式(2):

$$Y = \left(63.23 - \frac{69.44}{1 + e^{\frac{x-37.27}{16.77}}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

式中: Y ——织物除臭率,%;

x ——光触媒纤维含量,%

由图 2 可知,随着光触媒纤维含量的增加,混纺织物的除臭率逐渐增大。当光触媒纤维含量在 40%~70%时,织物除臭率的增速最快;光触媒纤维含量大于

70%后,织物除臭率的增速逐渐放缓。这是因为在光催化作用下,光触媒纤维内含有的纳米 TiO_2 中的电子从价带激发到导带,从而进行跃迁,电子将表面吸附的空气中的 H_2O 转变成极具氧化性的 $-\text{OH}$,最后生成游离羟基 $\cdot\text{OH}$,游离羟基与氨气发生还原反应,从而降解了有害物质,达到了除臭的目的^[7]。因此,光触媒纤维含量越高,织物对氨气的氧化还原能力就越强,除臭效果也会更好。

2.6 抗菌性

在光线的照射下,光触媒纤维会发生光催化反应,生成氧化能力极强的自由基,能够有效地将空气中的微生物、浮游细菌等有害物质吸收降解,从而达到抗菌的功效。试验中采用振荡法来测试织物的抗菌性能。

2.6.1 试验材料

光触媒混纺织物、营养肉汤培养液、营养琼脂(NA)、氢氧化钠(NaOH)、氯化氢(HCL)、大肠杆菌。

2.6.2 试验仪器

BS-2F型恒温振荡器,常州市万合仪器制造有限公司生产;蒸汽灭菌器、移液器、试管、三角烧杯、三角形烧瓶、锥形瓶、生化培养箱。

2.6.3 试验方法

称取光触媒抗菌试样(0.75±0.05)g,剪裁成6mm×6mm方形,置于蒸汽灭菌器内在121℃±0.1℃条件下灭菌15min后,取出放置在操作台上冷却待用。然后将26g营养肉汤培养液和32g营养琼脂(NA)各自溶解在500mL的蒸馏水中,搅拌溶液均匀,置于蒸汽灭菌器中灭菌15min后冷却待用。利用氢氧化钠、氯化氢调整肉汤培养液和营养琼脂pH为7.2~7.4,并将两种培养液装入锥形瓶。取营养肉汤培养液100mL装入两支试管,从冰箱中取出试验菌并接种到试管中,放入振荡器中振荡1min,制备出试验菌悬液。打开恒温培养箱,温度设置为37℃,将两支试管放入培养箱中,让菌体繁殖18h。利用磷酸盐缓冲液(PBS)稀释试验菌悬液,将活菌数控制在 3×10^5 cfu/mL,待用。取光触媒试样和空白样各自放入2个三角形烧瓶并加入55mL磷酸盐缓冲液(PBS)。取5mL稀释菌悬液加入空白样烧瓶,放入恒温振荡器振荡1min后,精确记录数值,用于比对标准;取5mL稀释菌悬液加入放有光触媒试样的烧瓶内,然后将2个装有光触媒试样和空白样的烧瓶置于振荡器内,转速设置为150r/min,在温度24℃条件下振荡20s后取出试样,

运用平皿计数法分析试样细菌总数,得到光触媒混纺织物的抑菌率。试验中运用此种方法得到9组试样的抑菌率。试样的抑菌率Y计算式见式(3):

$$Y = \frac{W_b - W_c}{W_b} \times 100\% \quad (3)$$

式中:Y——织物抑菌率,%;

W_b ——空白样的活菌数浓度,cfu/mL;

W_c ——光触媒试样的活菌数浓度,cfu/mL

由表1可知,随着光触媒纤维含量的增加,混纺织物的抗菌性能越来越好,混纺针织物的抗菌性能随着蜂窝状微孔结构光触媒纤维含量的增加而增加。当光触媒纤维含量低于70%时,织物的抑菌率随着光触媒纤维含量的增大而上升;当光触媒纤维的含量达到40%~70%时,织物的抑菌率增速明显加快;光触媒纤维含量大于70%后抑菌率增速放缓。这是由于光触媒纤维在光照的条件下,激发的电子空穴增加,电子将表面吸附的空气中的 H_2O 转变成极具氧化性的 $-\text{OH}$,生成游离羟基 $\cdot\text{OH}$,羟基具有强氧化性,能够将繁殖的细菌杀死。因此,光触媒纤维含量越高,织物对细菌的氧化性能增强,抑菌率变好。

3 结 语

(1)通过对光触媒/羊毛纤维混纺织物的性能测试,表明混纺织物的顶破强力随着光触媒纤维含量的增加而减小。在光触媒纤维含量达到100%时,混纺织物的顶破强力最小。


(2)混纺织物的纵、横向弯曲刚度随着光触媒纤维含量的增大而逐渐减小,其刚柔性随着光触媒纤维的含量增大而变得更好,混纺织物也会比纯羊毛织物更柔软光滑。

(3)随着光触媒纤维含量的增大,光触媒/羊毛纤维混纺织物的耐磨性、透气性会越来越好,但是织物的耐磨性能一般,应用到对耐磨性要求较高的织物中还需进行改性整理,以提升其耐磨性能。

(4)随着光触媒纤维含量的增加,光触媒/羊毛纤维混纺织物的抗菌性能和除臭性能越来越好。当光触媒纤维含量超过70%时,抗菌性能和除臭性能增速变缓,因此新型抗菌面料中光触媒纤维的含量控制在70%左右为宜。



参考文献:

- [1] 王强,张红霞,黄锦波,等.新型环保除臭功能面料的研究[J].丝绸,2016(9):28-31.  (下转第34页)

验次数 20 次,试样 1#~5# 的耐磨性测试结果分别为 72、65、58、56、138 次。可见,随着阻燃腈纶含量的减少,试样 1#~3# 的磨断次数逐渐减少,耐磨性变差;阻燃粘胶纱线的耐磨性最差,阻燃腈纶纱线的耐磨性最好,3 种混纺纱耐磨性介于上述两种纯阻燃纱线之间。这是因为阻燃腈纶的断裂强度较高,摩擦因数较小,所以阻燃腈纶含量越高,耐磨性就越好。

3.3 纱线的阻燃性能测试与分析

利用 LLY-07 型织物阻燃性能测试仪测试不同混纺比纱线的阻燃性能,试样长度 51 cm,点燃时间 2 s,火焰高度 3 cm,试验次数 20 次,5 种纱线的阻燃性能测试结果见表 3。

表 3 阻燃性能测试结果

项目	1#	2#	3#	4#	5#
损毁长度/cm	6.82	50.09	50.41	6.48	4.29
续燃时间/s	1.45	4.73	5.68	0.78	0.12
阴燃时间/s	0	0	0	0	0

由表 3 可知,5 种纱线的阴燃时间均为 0,表明其都有一定的阻燃性能。随着阻燃腈纶含量的减少,3 种混纺纱的损毁长度和续燃时间逐渐增大,阻燃性逐渐变差,试样 4# 和 5# 的阻燃性比 3 种混纺纱好,试样 5# 的续燃时间最短,损毁长度最短,所以其阻燃性能最好。这是因为混纺纱的阻燃性与纤维的阻燃性有关,阻燃腈纶的极限氧指数比阻燃粘胶纤维高,所以阻燃性较好。

4 结 语

(1)在设计阻燃粘胶、阻燃腈纶纺纱工艺参数时,要充分考虑纤维的长度、拉伸性能、吸湿性和抗静电

性,适当降低回转机件的转速,加大隔距,确保纺纱生产的正常进行。

(2)阻燃粘胶/阻燃腈纶/棉混纺纱的断裂强度和断裂伸长率相差不大,3 种混纺纱的断裂强度介于纯阻燃粘胶纱线和纯阻燃腈纶纱线之间,阻燃粘胶/阻燃腈纶/棉 25/25/50 混纺纱最小;3 种混纺纱的断裂伸长率均低于纯阻燃粘胶纱线和纯阻燃腈纶纱线。

(3)阻燃腈纶含量影响纱线的耐磨性,含量越低混纺纱的磨断次数越少,耐磨性越差,3 种混纺纱的耐磨性介于纯阻燃粘胶纱线和纯阻燃腈纶纱线之间。

(4)5 种阻燃纱线均有阻燃性能,随着阻燃腈纶含量的减少,混纺纱阻燃性变差,纯阻燃粘胶纱和纯阻燃腈纶纱的阻燃性比 3 种混纺纱好,纯阻燃腈纶纱的阻燃性能最好。



参考文献:

[1] 冯继斌.阻燃纤维、阻燃纱线与阻燃织物的研究[J].广西纺织科技,2004,33(3):35-39.
 [2] 张海霞,张喜昌.阻燃腈纶纤维性能与可纺性研究[J].棉纺织技术,2014,42(6):44-46.
 [3] 吴红玲,张茂林,蒋少军.阻燃织物的开发及应用[J].现代纺织技术,2002(2):39-41.
 [4] 张喜昌,张海霞.阻燃腈纶阻燃粘胶不锈钢纤维混纺纱性能研究[J].棉纺织技术,2016,44(7):37-39.
 [5] MAHAPATRA N N.Flame retardant viscose fiber[J].Practical Perspectives,2014,61(12):49-52.
 [6] 张喜昌,张海霞.阻燃腈纶/阻燃粘胶/不锈钢纤维纺纱工艺研究[J].上海纺织科技,2016,44(10):24-26.
 [7] 朱张林.阻燃粘胶/阻燃腈纶纺织产品的开发[J].上海纺织科技,2009,37(2):30-31.

(上接第 15 页)

[12] YANG Z,CAI J,ZHOU C,et al.Effects of the content of silane coupling agent KH-560 on the properties of LLDPE/magnesium hydroxide composites[J].Journal of Applied Polymer Science,2010,118(5):2634-2641.
 [13] 王大勇,冯吉才.杨氏方程的能量求解法及润湿角计算模型[J].

焊接学报,2002,23(6):59-61.

[14] WAKATA K,ISLAM M S,KARIM M R,et al.Role of hydrophilic groups in acid intercalated graphene oxide as a superionic conductor[J].RSC Adv,2017(7):21901-21905.

(上接第 19 页)

[2] 胡玉权.新型吸湿排汗面料与抗菌除臭面料的生产[J].针织工业,2008(11):31-33.
 [3] 李岷,钟增元.抗菌防臭吸湿快干针织面料生产实践[J].针织工业,2015(1):7-8.
 [4] 张红霞,陈雪善,祝成炎,等.蜂窝状微孔结构纤维表面形态观察及其统计分析[J].纺织学报,2009(2):13-17.

[5] 兰克健.新型抗菌除臭整理面料的研制[J].印染,2001(8):11-12.
 [6] 金鹏.一种抗菌型防水、防油、防污面料复合功能整理技术[J].山东纺织经济,2014(12):26-28.
 [7] 熊秋元.Cupron 抗菌鞋面针织面料产品的开发[J].纺织导报,2016(5):87-88.