

吸湿速干防螨功能性织物的开发

赵立环^{1,2}, 李小欢¹, 韩雅新¹

(1.天津工业大学 纺织学院,天津 300387;

2.天津工业大学 先进纺织复合材料教育部重点实验室,天津 300387)

摘要:为开发兼具吸湿速干和防螨性能的功能性织物,采用水刺法加固复合具有100%物理防螨性能的橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布和苕麻机织物;通过正交试验研究了生产工艺对复合织物吸湿速干性能的影响,并对生产工艺进行了优化。结果显示,复合织物的吸湿速干性能完全达到国标要求,工艺气压对表征织物吸湿速干性能的各个指标影响较大,纤维细度对织物的吸湿速干性能尤为重要;复合织物的最优生产工艺为工艺气压0.3 MPa,铺网速度18 m/min,水刺压力190 bar。

关键词:橘瓣型双组分纤维;非织造布;苕麻机织物;复合功能织物;吸湿速干;防螨;工艺优化

中图分类号:TS195.5

文献标识码:B

文章编号:1673-0356(2015)05-0022-04

0 引言

随着生活水平的提高,人们对床单等床上用纺织品的功能性要求越来越多,特别是老年人和婴幼儿。众所周知,尘螨广泛分布于人们的居室环境,作为一种强烈的过敏原引起过敏性哮喘、过敏性鼻炎和过敏性皮肤病等,尤其是对婴幼儿、体弱多病和过敏性体质的人表现更加明显^[1]。通常床是螨虫滋生的最佳环境之一,因为其为螨虫提供了舒适的生存环境及食物来源^[2]。因此对老年人及婴幼儿较理想的床上用品至少应具有柔软舒适、吸湿速干、防螨等性能。目前床上用品的柔软舒适和吸湿速干性能已基本可达到,但具有吸湿速干兼防螨功能的床上用品还鲜见报道。

橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布是两种高聚合物熔融后,同时从喷丝组件中挤出形成橘瓣型双组分纤维,再铺网后通过水刺方式对双组分纤维进行在线开纤、加固而形成的非织造布^[3-4]。该非织造布融合了纺粘、水刺和超细纤维非织造材料的共同特点,具有独特的性能^[5-6]。首先长丝结构赋予了其较好的机械性能,其强力比普通短纤产品高很多,并且在使用过程中不易掉屑^[7];其次采用物理加固方法,加工过程无污染,产品结构紧密,手感蓬松、柔软,透气性好,极大改善了传统纺粘热轧产品手感发硬的缺点^[8];更为重要的是橘瓣型双组分纤维经水刺开纤后,纤维裂解为两

种组分的超细纤维,赋予了非织造布细密的空隙结构和100%的物理防螨性能^[9-10]。但是作为超细纤维产品,该非织造布长期与外界粗糙物接触后,表面超细纤维容易断裂,使织物表面发毛,故其不适合作为产品外层。因此可选用具有良好使用性能的吸湿速干织物与具有100%物理防螨性能的橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布进行复合,开发吸湿速干、防螨复合功能织物。

鉴于苕麻纤维纵向有裂纹,纤维构造空隙大、透气性好、传热快、吸水多、散湿快,苕麻织物具有较好的吸湿速干性能,本文选择橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布作为内层,苕麻机织物作为外层,采用水刺法加固复合该内外层;并设计正交试验,研究生产工艺指标对复合织物吸湿速干性能的影响,同时对生产工艺进行优化。本研究所开发的复合织物主要用做床单,也可用于鞋垫等与人体接触易滋生螨虫的纺织品中。本研究成果可大大提升该类纺织品的功能性等级和舒适性程度,并为开发兼具吸湿速干和防螨功能的复合织物提供了一种思路。

1 试验部分

1.1 材料准备和织物复合

1.1.1 苕麻机织物

复合织物的外层试验原料为纯苕麻纱线,纱线捻度为39捻/10 cm,捻系数为340,线密度为38 tex。为了避免上浆对复合织物吸湿速干性能的影响,本文中苕麻纱线没有进行浆纱。因此为了使织造工序顺利进行,将苕麻单纱进行合股,股线线密度为 38×2 tex,捻度为30捻/10 cm。织造是在ASL2000型自动

收稿日期:2015-07-20

基金项目:天津市教委科研计划项目(20120320)

作者简介:赵立环(1981-),女,讲师,博士,主要研究方向为纺织新材料及其面料性能研究,E-mail:zhaolihuan@tjpu.edu.cn。

织样机上采用同种织造工艺织制了9块纯苧麻平纹织物,其主要工艺参数见表1。

表1 苧麻机织物主要织造工艺参数

项目	参数值
经密/根·(10 cm) ⁻¹	200
纬密/根·(10 cm) ⁻¹	120
幅宽/cm	60
幅长/cm	60
总经根数/根	1 080
边纱总根数/根	15×2

1.1.2 纺粘水刺非织造布制备及织物复合

橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布的原料为PET切片和PA6切片,图1为该非织造布的制备及织物复合工艺过程简图。如图1所示,首先对PET和PA6切片进行预处理,然后将这两种彼此互不相容的聚合物切片分别经过螺杆挤出机、熔体管路和熔体过滤器,再共同进入纺丝组件,通过特殊形状的喷丝板制得一种中空橘瓣型截面复合纤维。两种组分PET和PA6聚合物在复合纤维截面中呈橘瓣状交替配置,图2所示为纺出的16瓣中空橘瓣型复合纤维截面图。然后中空橘瓣型复合纤维经过侧吹风及管式牵伸后,在已铺上前述织造苧麻机织物的输网帘上形成纤维网,进入水刺工序。在水刺过程中,利用高压水针对纤网的冲击作用及经托网帘反弹后的水柱加固作用,对纤网和苧麻机织物进行复合加固,同时使中空橘瓣型双组分纤维正常开纤。复合织物经开纤、复合加固后,所制成的复合织物经张力控制装置和卷绕设备卷绕成布。

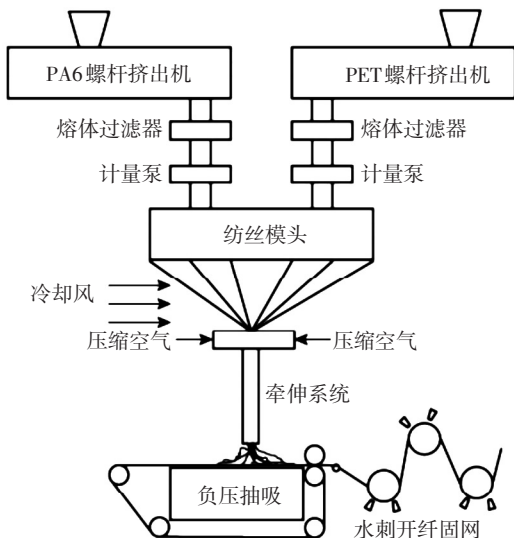


图1 橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布的制备及织物复合工艺过程简图

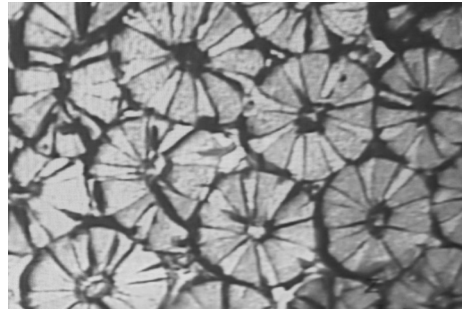


图2 中空橘瓣型双组分纤维的截面图

1.2 生产工艺正交实验

纺丝工艺气压是纺粘法的重要工艺参数之一。喷丝板挤出的熔体细流进入位于每块喷丝板之下的侧吹风冷却箱体,经过滤和冷却的空气对长丝进行均匀冷却,然后进入管式气流拉伸装置,高压拉伸空气对长丝进行拉伸;高压拉伸空气气压即工艺气压决定着最终长丝的细度。气压越大,经过牵伸后的长丝越细,反之越粗;而长丝的粗细是影响复合织物吸湿速干性能的重要指标之一。水刺压力是水刺法的重要工艺参数。在纤网运行速度和面密度、水针作用距离、喷水板规格不变的情况下,水刺压力越高,产生的水刺能量越大,单位纤维网吸收的能量越多,复合纤维的开纤效果和纤网缠结复合效果就越好。但水压提高,会带来能量消耗增大,产品成本增加;水压过高还会损伤纤维,造成产品强度降低及其他性能下降。水刺的铺网速度接近生产线速度,通常在其他工艺参数不变的情况下,铺网速度越快,纤维在单位时间内所获得的水刺密度越小,复合纤维开纤、缠结效果越差,反之亦然。

本文以纺丝工艺气压、水刺压力和铺网速度为3个试验因素,每个因素取3个变化水平,按照正交表L₉(3⁴)设计正交试验,设计后的正交表见表2。复合时采用的橘瓣型超纤非织造材料克重为120 g/m²,原料成分为PET和PA6,PET和PA6的混比为7:3。

表2 正交试验表L₉(3⁴)

试验号	试验因素及水平		
	工艺气压 A/MPa	铺网速度 B/m·min ⁻¹	水刺压力 C/bar
1	1(0.3)	1(18)	1(180)
2	1	2(25)	2(190)
3	1	3(35)	3(170)
4	2(0.2)	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3(0.4)	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

1.3 复合织物性能测试

已有研究表明,厚度在 100 g/m^2 以上的橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布的防螨率达 100% ^[9-10]。而且本文采用的该非织造布的生产单位及本复合织物的实验单位——廊坊中纺新元无纺材料有限公司,也已委托中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所对该公司的 100 g/m^2 橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布进行了防螨性检测,检测报告反映其防螨率也为 100% ^[11]。实际上该非织造布的防螨性能来源于其超细纤维结构,纤维细度可达 $4 \mu\text{m}$,成布后织物空隙小于 $1 \mu\text{m}$;而螨虫的身体大小在 $100\sim 500 \mu\text{m}$,其排泄物大小为 $10\sim 40 \mu\text{m}$,故能达到有效防螨。本研究在橘瓣型双组分纤维喷丝、牵伸、铺网后,进行水刺开纤的同时与苧麻机织物进行复合,未改变该非织造布的纤维及织物结构;因此该非织造布的防螨性能可得以保留,即复合织物必然具有较好的防螨性能。所以本课题略去了对最后复合织物的防螨性能测试。

对复合织物的吸湿速干性能,目前有两个测试标准:GB/T 21655.1—2008《纺织品 吸湿速干性的评定 第1部分:单项组合试验法》和 GB/T 21655.2—2009《纺织品 吸湿速干性的评定 第2部分:动态水分传递法》。后者采用液态水分管理测试仪(MMT)进行测试,在实际测试过程中因本试验复合织物较厚,在一定时间内水分不能从上层透到下层,以便传感器接收信号,因此实验结果很不稳定。为此,本文依据 GB/T 21655.1—2008《纺织品 吸湿速干性的评定 第1部分:单项组合试验法》对表征织物吸湿速干性能的吸水率、滴水扩散时间、芯吸高度、蒸发速率和透湿量进行了测试。

2 结果与讨论

2.1 测试结果(表3)

表3 各指标测试结果

试验号	吸水率 /%	滴水扩散 时间/s	蒸发速率 /($\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$)	芯吸高度 /mm	透湿量 / $\text{g}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{d})^{-1}$
1	212	0.82	0.59	128	9 717
2	213	0.52	0.58	129	10 396
3	210	0.64	0.45	128	9 411
4	175	0.51	0.39	129	10 259
5	167	0.43	0.38	128	11 007
6	168	0.84	0.39	131	10 414
7	188	0.71	0.41	143	10 502
8	191	0.63	0.42	132	9 727
9	178	0.85	0.44	132	10 820

2.2 复合织物的吸湿速干性能

由表3可看出,在正交试验的9个试验测试结果中,表征织物吸湿性的吸水率均大于 100% ,滴水扩散时间均小于 5 s ,芯吸高度均大于 90 mm ;表征织物速干性的蒸发速率均大于 0.18 g/h ,透湿量均大于 $8 000 \text{ g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。因此本项目所开发的复合织物的全部指标均满足国标对吸湿速干性能的要求,可称为吸湿速干织物。

2.3 生产工艺参数对吸湿速干性能的影响及工艺优化

2.3.1 吸水率

正交试验分析结果如表4所示,其中 K_1, K_2, K_3 分别表示1、2、3水平相应结果的平均值,极差 R 表示该因素在取值范围内试验指标的变化幅度。其大小等于3个水平平均值中的最大值与最小值的差。

表4 平均吸水率和级差分析

项目	工艺气压 A/MPa	铺网速度 B/ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$	水刺压力 C/bar
K_1	211.7	191.7	190.3
K_2	170.0	190.3	188.7
K_3	185.7	185.3	188.3
R	41.7	6.4	2.0

由表4可知,工艺气压对复合织物的吸水率影响最大,其次为铺网速度,再次为水刺压力。工艺气压的大小决定了牵伸后的长丝细度,工艺气压越大,经牵伸后的长丝越细,纤维的比表面积越大,吸水率越大。对吸水率,最优的复合工艺为 $A_1 B_1 C_1$,即工艺气压 0.3 MPa ,铺网速度 18 m/min ,水刺压力 180 bar 。

2.3.2 滴水扩散时间

正交试验分析结果如表5所示。

表5 平均滴水扩散时间和级差分析

项目	工艺气压 A/MPa	铺网速度 B/ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$	水刺压力 C/bar
K_1	0.66	0.68	0.76
K_2	0.59	0.53	0.63
K_3	0.73	0.78	0.59
R	0.14	0.25	0.17

由表5可知,铺网速度对复合织物的滴水扩散时间影响最大,其次为水刺压力,再次为工艺气压。在其他工艺参数不变的情况下,铺网速度影响了水刺密度,铺网速度越小,纤维在单位时间内所获得的水刺密度越大,复合纤维开纤、缠结效果越好,水分在产品内的扩散时间越短,滴水扩散时间越小。对滴水扩散时间,最优的复合工艺为 $A_2 B_2 C_3$,即工艺气压 0.2 MPa ,铺网速度 25 m/min ,水刺压力 170 bar 。

2.3.3 芯吸高度

正交试验分析结果如表6所示。

表6 平均芯吸高度和级差分析

项 目	工艺气压 A/MPa	铺网速度 B/m·min ⁻¹	水刺压力 C/bar
K ₁	128.5	133.5	130.6
K ₂	129.3	129.6	130.2
K ₃	135.8	130.5	132.8
R	7.3	3.9	2.6

由表6可知,工艺气压对复合织物的芯吸高度影响最大,其次为铺网速度,再次为水刺压力。对芯吸高度,最优的复合工艺为A₃B₁C₃,即工艺气压0.4 MPa,铺网速度18 m/min,水刺压力170 bar。

2.3.4 蒸发速率

正交试验分析结果如表7所示。

表7 平均蒸发速率和级差分析

项 目	工艺气压 A/MPa	铺网速度 B/m·min ⁻¹	水刺压力 C/bar
K ₁	0.539 8	0.463 4	0.465 6
K ₂	0.385 3	0.460 4	0.470 1
K ₃	0.422 0	0.423 3	0.411 4
R	0.154 5	0.040 1	0.058 7

由表7可知,工艺气压对复合织物的蒸发速率影响最大,其次为水刺压力,再次为铺网速度。对蒸发速率,最优的复合工艺为A₁B₁C₂,即工艺气压取0.3 MPa,铺网速度18 m/min,水刺压力190 bar。

2.3.5 透湿量

正交试验分析结果如表8所示。

表8 平均透湿量和级差分析

项 目	工艺气压 A/MPa	铺网速度 B/m·min ⁻¹	水刺压力 C/bar
K ₁	9 841	10 159	9 953
K ₂	10 560	10 377	10 492
K ₃	10 350	10 215	10 307
R	719	218	539

由表8可知,工艺气压对复合织物的透湿量影响最大,其次为水刺压力,再次为铺网速度。对透湿量,最优的复合工艺为A₂B₂C₂,即工艺气压0.2 MPa,铺网速度25 m/min,水刺压力190 bar。

综合以上分析可看出,工艺气压对表征织物吸湿速干性能各个指标的影响都较大,表明复合织物的纤维细度对织物的吸湿速干性能尤为关键。对于正交试验中3个因素的水平选择,因表征复合织物吸湿性的吸水率、滴水扩散时间和芯吸高度均远超过国标所要求的指标,而表征织物速干性的蒸发速率和透湿量也均符合国标要求,但超出国标要求不多。因此在选

择试验因素水平时,偏重于提高复合织物的蒸发速率和透湿量。对蒸发速率,最优的复合工艺为A₁B₁C₂;而对透湿量,最优的复合工艺为A₂B₂C₂;综合考虑复合织物的吸水率、滴水扩散时间和芯吸高度,因素A取A₁,因素B取B₁,因素C取C₂。

3 结论

(1)以具有100%物理防螨性能的橘瓣型双组分纺粘水刺非织造布为内层,苧麻机织物为外层,利用水刺法对二者进行加固复合后,复合织物的吸湿速干性能完全满足国标要求。

(2)通过正交试验得出,工艺气压对表征织物吸湿速干性能的各个指标影响都较大,复合织物的纤维细度对织物的吸湿速干性能尤为关键。

(3)提高复合织物的速干性并兼顾织物的吸湿性,复合织物的最优生产工艺为工艺气压0.3 MPa,铺网速度18 m/min,水刺压力190 bar。

参考文献:

- [1] 商成杰,刘红丹. 织物防螨整理研究[J]. 针织工业, 2012, (3): 53-55.
- [2] 侯翠芳. 非织造布防螨安全环保[J]. 非织造布, 2012, (5): 29-30.
- [3] Yeom B Y, Pourdeyhimi B. Aerosol filtration properties of PA6/PE islands-in-the-sea bicomponent spunbond web fibrillated by high-pressure water jets[J]. Journal of Materials Science, 2011, 46(17): 5 761-5 767.
- [4] Lu Z M, Qian X M. Spunbonded nonwovens made from segmented pie filaments [J]. Advanced Materials Research, 2011, 194: 726-729.
- [5] 成 枫,黄有佩. 双组分超细纤维纺粘水刺非织造布生产与应用[J]. 合成纤维, 2009, (8): 41-42.
- [6] 蔡世文. 纺粘水刺双组分超细纤维非织造材料工艺性能研究[D]. 上海: 东华大学, 2011.
- [7] 义 华,封 严,宋卫民. 聚酯/聚酰胺6中空橘瓣型纺粘复合长丝的裂离机制[J]. 合成纤维, 2012, 41(7): 4-7.
- [8] 卢志敏,钱晓明. 橘瓣型双组分纺粘非织造布的开纤技术探讨[J]. 产业用纺织品, 2011, (3): 23-26.
- [9] 张 冶. 超细纤维非织造物的物理防螨性能研究[J]. 印染助剂, 2014, 31(9): 49-52.
- [10] 姜 生,金永安. 超细纤维非织造物物理防螨性能研究[J]. 棉纺织技术, 2014, 42(8): 13-16.
- [11] 刘 洋. 资质荣誉[EB/OL]. (2014-11-05)[2015-07-20]. <http://www.chinatexnw.com/About/Enviro>.

(2)梳理作用对4种阻燃纤维的长度影响作用为:粘胶>芳纶>维纶>腈氯纶。在道夫慢速和给棉罗拉与刺辊间的转速最小(Z最小)时,梳理作用最剧烈,此时纤维受到的梳理强度最大,纤维发生断裂致纤维的平均长度最短。

(3)4种阻燃纤维的平均断裂强力大小为:维纶>芳纶>腈氯纶>粘胶。而经梳理作用后,4种纤维的平均断裂强力均变小,但阻燃腈氯纶的平均断裂强力变化率最大,说明梳理作用使其断裂强力下降最明显。

(4)经梳理后的阻燃粘胶比梳理前燃烧现象更加剧烈,损毁程度更加明显,阻燃效果变差;而芳纶、阻燃腈氯纶和阻燃维纶梳理前后的燃烧现象基本相同,梳

理作用对其阻燃性能影响不大。

参考文献:

- [1] 冯倩.阻燃纺织品[J].中国纤检,2012,(5):86-88.
- [2] 李红燕,张渭源.织物阻燃技术的现状及发展[J].毛纺科技,2007,(8):28-32.
- [3] 姚穆.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,2009.299-303.
- [4] 杨丽,杨俊玲.阻燃纤维及应用[J].印染助剂,2006,(185):46.
- [5] 凌海.阻燃纤维与纺织品的研究发展概述[J].广西纺织科技,2010,(3):43.

The Influences of Carding Process on the Properties of Flame Retardant Fiber

WANG Xin-yue, SHEN Lan-ping*

(School of Textile and Materials, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The opening and carding process of aramid fiber, flame retardant viscose, vinylon and modacrylic were proceeded using carding machine. The changes of each fiber's mechanical properties, surface morphology and flame retardant properties were studied under different carding processes. The results showed that carding had great influences on the length and flame retardant properties of flame retardant viscose, and the average fiber length was shorter with stronger carding effect. The carding greatly affected on the breaking strength for the flame retardant of modacrylic fiber. The influences on the properties of flame vinylon and aramid fiber were small.

Key words: carding process conditions; fire-retardant fiber; mechanical properties; flame retardant properties

(上接第25页)

Development of Functional Fabrics with Moisture Absorbable & Fast drying and Anti-mite Properties

ZHAO Li-huan^{1,2}, LI Xiao-huan¹, HAN Ya-xin¹

(1.College of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China; 2.Laboratory of Advanced Textile Composites, Ministry of Education of China, Tianjin 300387, China)

Abstract: To develop the compound fabrics with moisture absorbable, fast drying and anti-mite properties, the spunlacing method was adopted to reinforce and compound segmented pie bicomponent spunbonded nonwovens and ramie woven fabrics. The effects of production technologies on the moisture absorbable and fast drying properties of compound fabrics were researched by orthogonal test, and the production technologies were optimized. Experimental results showed that the moisture absorbable and fast drying properties of compound fabrics fully met the national standard requirements. The process air pressure had bigger effects on each index that representation the moisture absorbable and fast drying properties. The fiber linear density was especially important to the moisture absorbable and fast drying properties. The optimal process technologies were process air pressure of 0.3 MPa, layering speed of 18 m/min and water pressure of 190 bar.

Key words: segmented pie bicomponent fiber; nonwoven; ramie woven fabric; composite functional fabric; moisture absorbable and fast drying; anti-mite; process optimization