

# 玻尿酸黏胶纤维春夏用无缝针织物的舒适性能评价

金子敏<sup>1</sup>, 余乐<sup>1</sup>, 陈 锐<sup>1</sup>, 赵明涛<sup>2</sup>, 王 欣<sup>1</sup>

(1. 浙江理工大学 纺织科学与工程学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江棒杰数码针织品有限公司, 浙江 义乌 322009)

**摘 要:**为探究春夏用玻尿酸黏胶无缝针织物的服用舒适性,选取玻尿酸黏胶纱和4种吸湿排汗性能长丝作为原料,以4种不同的排列交织比和2种织物组织结构织成无缝针织物,测试织物的吸湿性、快干性、透气性、透湿性和热阻性能。基于实验数据,采用模糊综合评价的方法,结合权重向量,建立关于5项性能的模糊评价矩阵。研究表明:不同类型的吸湿排汗性能长丝、面纱排列交织比、织物组织结构对织物的舒适性均有影响;以面纱为100%玻尿酸黏胶纱、组织结构为网眼组织的织物舒适性最优。

**关键词:** 玻尿酸黏胶纱;无缝针织物;舒适性能;模糊综合评价方法

**中图分类号:** TS 101.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2022)05-0377-08

## Comfort Evaluation of Seamless Knitted Fabrics with Hyaluronic Acid Viscose Fibers for Spring and Summer

JIN Zimin<sup>1</sup>, YU Le<sup>1</sup>, CHEN Kun<sup>1</sup>, ZHAO Mingtao<sup>2</sup>, WANG Xin<sup>1</sup>

(1. School of Textile Science and Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Zhejiang Bangjie Digital Knitwear Co., Ltd., Yiwu 322009, China)

**Abstract:** In order to explore the wearing comfortableness of the seamless knitted fabric made of hyaluronic acid viscose for spring and summer, the hyaluronic acid viscose yarn and four moisture wicking filaments were selected as research objects. Four arrangement and interweaving ratio and two fabric structures were used to make the fabric, and the moisture absorption, quick drying, air permeability, moisture permeability and thermal resistance of the fabric were tested. Based on the experimental data, the fuzzy comprehensive evaluation method was adopted and the weight vector was combined to establish the fuzzy evaluation matrix for the five performances. The results show that the comfort of fabrics is affected by different types of moisture wicking filament, yarn arrangement and interweave ratio and fabric structure. The fabric with the veil as 100 % hyaluronic acid viscose yarn and the weave structure as mesh weave shows the best comfortability.

**Key words:** hyaluronic acid viscose yarn, seamless fabric, comfort property, fuzzy comprehensive evaluation method

春夏季节天气变热,空调使用时大量水分蒸发,人们长期处于这种环境中,皮肤屏障功能减弱,感觉瘙痒干燥。目前,皮肤保湿方法可以分为减少外界环境刺激和使用保湿护肤品。保湿护肤品的保湿功效主要通过其含有的保湿剂来实现<sup>[1]</sup>,这虽然可以在一定程度上改善皮肤干燥,但是难以达到

长效保湿的效果。与化妆品相比,纺织品与人体的接触时间更长、接触面积更大,织物中添加美容护肤成分可更大程度起到皮肤保健的作用<sup>[2]</sup>,因此研究功能性纺织品已成为一种新的趋势<sup>[3]</sup>。玻尿酸又称“透明质酸”,其质地黏稠透明,在低相对湿度下的吸湿量较高,而在高相对湿度下吸湿量较低,这

种特性可以使皮肤适应不同的季节环境,因此被誉为理想的天然保湿因子。同时,玻尿酸是一种天然安全、可降解的生物材料,具有抗氧化衰老、修复屏障等保护皮肤的作用<sup>[4]</sup>。伍霞等<sup>[5]</sup>研究表明,玻尿酸功能袜在一定程度上可对人体皮肤起到保湿作用,且经过玻尿酸整理后裤袜的服用舒适性也得到改善。

为改善春夏用针织物的吸湿透湿性能,文中将玻尿酸黏胶纱与铜氨长丝<sup>[6]</sup>、聚乳酸长丝<sup>[7]</sup>、二醋酸长丝、吸湿排汗锦纶长丝结合,采用不同的排列比和织物组织结构,利用正交实验设计方法,得到织物试样方案,通过无缝针织机<sup>[8]</sup>进行织造。对织物试样的吸湿性、快干性、透气性、透湿性和热阻性能进行测试,探究不同织物试样因素与织物服用舒适性能的关系,为玻尿酸黏胶纤维春夏季用无缝针织产品的研发提供理论依据。

# 1 材料与方法

## 1.1 原料与仪器

**1.1.1 原料** 玻尿酸黏胶纱(线密度为 11.80 tex),深圳千维生态纺织有限公司生产;铜氨长丝(线密度为 8.33 tex),绍兴丹澳纺织品有限公司生产;二醋酸长丝(线密度为 8.33 tex),绍兴喜能纺织科技有限公司生产;聚乳酸长丝(线密度为 8.33 tex),江阴杲信化纤有限公司生产;吸湿排汗锦纶长丝(线密度为 8.33 tex)、锦纶/氨纶包覆丝(线密度为 2.22 tex/3.33 tex),义乌华鼎锦纶股份

有限公司生产。

**1.1.2 仪器** ME204E 型电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司制造;LY-363 型计时器,德清拜杰电器有限公司制造;SM8-TOP2 型圣东尼无缝针织内衣机,圣东尼(上海)针织机器有限公司制造;YG(B)871 型毛细管效应测定仪,温州大荣纺织标准仪器厂制造;YG461E 型透气性测试仪、YG501D 型透湿试验仪,均由温州方圆仪器有限公司制造;YG606G 型热阻、湿阻测试仪,均由宁波纺织仪器厂制造。

## 1.2 织物试样方案设计

选取玻尿酸黏胶纱为面纱 1,铜氨长丝、聚乳酸长丝、二醋酸长丝<sup>[9]</sup>和吸湿排汗锦纶长丝<sup>[10]</sup>为面纱 2,通过正交实验设计,确定面纱 2、面纱 1 与面纱 2 排列交织比和织物组织结构为因素变量,分别记为因素 A、B 和 C。具体因素水平见表 1。

表 1 因素水平

Tab.1 Factor level table

水平	面纱 2	面纱 1 与面纱 2 排列交织比	织物组 织结构
	A	B	C
1	铜氨长丝	100:0	平针组织
2	聚乳酸长丝	75:25	网眼组织
3	二醋酸长丝	50:50	
4	吸湿排汗锦纶长丝	25:75	

由此设计了  $L_{16}(4^2 \times 2)$  混合水平正交试样方案<sup>[11]</sup>,具体见表 2。

表 2 织物试样方案

Tab.2 Fabric sample scheme

试样编号	面纱 2	面纱 1 与面纱 2 排列交织比	组织结构
1 <sup>#</sup>	铜氨长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{铜氨长丝})=100:0$	平针组织
2 <sup>#</sup>	铜氨长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{铜氨长丝})=75:25$	网眼组织
3 <sup>#</sup>	铜氨长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{铜氨长丝})=50:50$	平针组织
4 <sup>#</sup>	铜氨长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{铜氨长丝})=25:75$	网眼组织
5 <sup>#</sup>	聚乳酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{聚乳酸长丝})=100:0$	网眼组织
6 <sup>#</sup>	聚乳酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{聚乳酸长丝})=75:25$	平针组织
7 <sup>#</sup>	聚乳酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{聚乳酸长丝})=50:50$	网眼组织
8 <sup>#</sup>	聚乳酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{聚乳酸长丝})=25:75$	平针组织
9 <sup>#</sup>	二醋酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{二醋酸长丝})=100:0$	平针组织
10 <sup>#</sup>	二醋酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{二醋酸长丝})=75:25$	网眼组织
11 <sup>#</sup>	二醋酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{二醋酸长丝})=50:50$	平针组织
12 <sup>#</sup>	二醋酸长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{二醋酸长丝})=25:75$	网眼组织
13 <sup>#</sup>	吸湿排汗锦纶长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{吸湿排汗锦纶长丝})=100:0$	网眼组织
14 <sup>#</sup>	吸湿排汗锦纶长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{吸湿排汗锦纶长丝})=75:25$	平针组织
15 <sup>#</sup>	吸湿排汗锦纶长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{吸湿排汗锦纶长丝})=50:50$	网眼组织
16 <sup>#</sup>	吸湿排汗锦纶长丝	$m(\text{玻尿酸黏胶纱}):m(\text{吸湿排汗锦纶长丝})=25:75$	平针组织

1.3 织物性能测试

1.3.1 吸湿性测试 根据 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》<sup>[12]</sup>,测试试样的吸水率、滴水扩散时间和芯吸高度。

1)吸水率 先将试样调湿平衡,采用电子天平称取其初始质量,再把试样浸润,取出悬挂至无滴水时称其质量,精确到 0.001 g。计算试样吸收水的质量占试样初始质量的百分比,即吸水率。

2)滴水扩散时间 采用分度 0.1 s 计时器,记录从水滴滴落至试样表面不泛水光所需时间。

3)芯吸高度 参照 FZ/T 01071—2008《纺织品毛细效应试验方法》<sup>[13]</sup>,采用毛细管效应测定仪测量水沿着试样上升的最高位置。

1.3.2 快干性测试 根据 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》<sup>[12]</sup>,取一定量的水滴在试样上,然后将其垂直悬

挂,让水分自然蒸发,计算单位时间内的水分蒸发质量。

1.3.3 透气性测试 参照 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》<sup>[14]</sup>方法,采用透气性测试仪测定一定时间内垂直通过给定试样面积的气体流量。

1.3.4 透湿性测试 依据 GB/T 12704.1—2009《纺织品 织物透湿性试验方法 第 1 部分:吸湿法》<sup>[15]</sup>,采用透湿试验仪测量一定时间内透湿杯的质量变化,计算试样透湿率。

1.3.5 热阻性能测试 根据 GB/T 11048—2018《纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定(蒸发热板法)》<sup>[16]</sup>,采用热阻测试仪测定试样两面的温差与垂直通过试样的单位面积热流量之比。

2 结果与分析

织物的吸湿性、快干性、透气性、透湿性和热阻等性能测试结果见表 3。

表 3 织物性能测试结果  
Tab.3 Test results of fabric performance

试样编号	吸水率/ %	滴水扩散 时间/s	芯吸高度/ mm	水分蒸发 速率/(g/h)	透气率/ (mm/s)	透湿率/ [g/(m <sup>2</sup> ·h)]	热阻/ [(m <sup>2</sup> ·K)/W]
1 <sup>#</sup>	2.174	1.1	122	0.149	116.90	316.608	0.014 9
2 <sup>#</sup>	2.529	1.2	129	0.166	229.00	320.671	0.013 2
3 <sup>#</sup>	1.980	1.2	121	0.170	160.60	318.021	0.017 4
4 <sup>#</sup>	2.277	1.4	121	0.183	288.55	334.452	0.014 6
5 <sup>#</sup>	2.558	1.0	130	0.191	199.65	369.611	0.014 3
6 <sup>#</sup>	2.114	1.4	128	0.172	122.64	345.230	0.013 7
7 <sup>#</sup>	2.396	1.8	131	0.196	248.65	328.269	0.012 1
8 <sup>#</sup>	1.744	4.2	130	0.197	129.40	305.300	0.011 9
9 <sup>#</sup>	2.174	1.1	122	0.149	116.90	316.608	0.014 9
10 <sup>#</sup>	2.569	1.1	133	0.193	229.78	322.226	0.015 5
11 <sup>#</sup>	1.967	1.4	130	0.194	135.16	307.774	0.012 8
12 <sup>#</sup>	2.370	1.9	128	0.200	258.61	298.763	0.013 2
13 <sup>#</sup>	2.558	1.0	130	0.191	199.65	369.611	0.014 3
14 <sup>#</sup>	2.136	1.4	111	0.184	116.58	306.537	0.014 9
15 <sup>#</sup>	2.585	1.9	111	0.199	195.39	324.558	0.012 8
16 <sup>#</sup>	2.167	2.3	91	0.200	110.81	303.887	0.013 1

2.1 织物的吸湿性分析

织物的吸湿性表示织物接触水时对水分的吸收能力,一定程度上体现了织物吸附汗的能力<sup>[17]</sup>。织物的吸水率越大,滴水扩散时间越短,芯吸高度越大,织物的吸湿性能越好。对试样数据进行正交实验直观分析,得到各因素水平均值与极差,同一因素各水平上均值的最大值与最小值之差为极差,极差越大,则对应的因素对织物吸湿性影响更大。

织物结构参数与织物吸水率关系如图 1 所示。

由图 1 可知,在因素 A 中,织物的吸水率大小依次为 A<sub>4</sub>>A<sub>3</sub>>A<sub>1</sub>>A<sub>2</sub>,即含有吸湿排汗锦纶长丝的织物吸湿性最好;在因素 B 中,织物的吸水率大小排序为 B<sub>1</sub>>B<sub>2</sub>>B<sub>3</sub>>B<sub>4</sub>,即玻尿酸黏胶纱在面纱中占比越高,织物的吸湿性越好;在因素 C 中,网眼组织织物的吸湿性比平针组织织物好,这是因为网眼组织中存在更多的孔眼,更易吸水。各因素的极差

大小排序为  $C > B > A$ , 即对织物吸水率影响最大的因素是织物组织结构。由此可得, 织物吸水率最佳的组合为  $(C_2, B_1, A_4)$ , 换言之, 当面纱中玻尿酸黏胶纱与吸湿排汗锦纶长丝以 100:0 的质量比排列、组织结构为网眼组织时, 织物的吸湿性能最好。

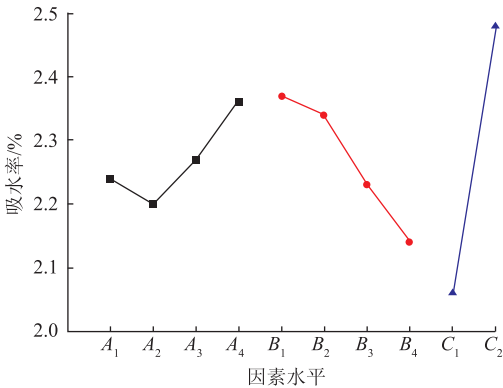


图 1 织物结构参数(3 因素)与织物吸水率的关系  
Fig. 1 Relationship between fabric structural parameters and fabric water absorption

织物结构参数与织物滴水扩散时间关系如图 2 所示。

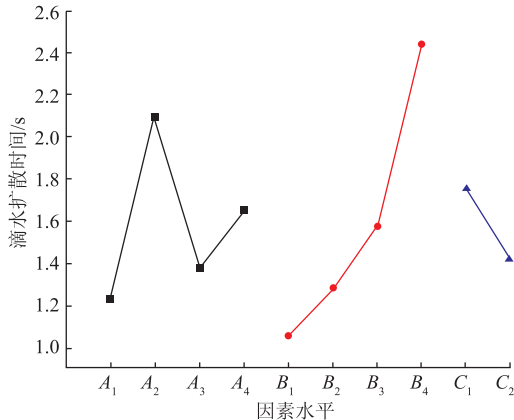


图 2 织物结构参数(3 因素)与织物滴水扩散时间的关系  
Fig. 2 Relationship between fabric structural parameters and fabric drip diffusion time

由图 2 可以看出: 在因素  $A$  中, 按织物的滴水扩散时间大小排序为  $A_1 < A_3 < A_4 < A_2$ , 即含有铜氨长丝的织物滴水扩散能力最好; 在因素  $B$  中, 织物的滴水扩散时间大小排序为  $B_1 < B_2 < B_3 < B_4$ , 即玻尿酸黏胶纱在面纱中占比越高, 织物滴水扩散能力越好; 在因素  $C$  中, 网眼组织织物的扩散能力比平针组织织物好。各因素的极差大小排序为  $B > A > C$ , 即织物滴水扩散时间影响最大的因素是面纱排列交织比。由此可得, 织物滴水扩散时间最短的组合为  $(B_1, A_1, C_2)$ , 换言之, 当面纱中玻尿酸黏胶纱与铜氨长纶以 100:0 的质量比排列、组织结构为网眼

组织时, 织物的滴水扩散能力最好。  
织物结构参数与织物芯吸高度关系如图 3 所示。

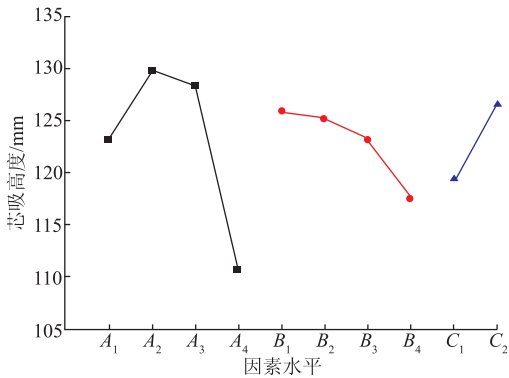


图 3 织物结构参数(3 因素)与织物芯吸高度的关系  
Fig. 3 Relationship between fabric structural parameters and fabric wicking height

由图 3 可以看出: 在因素  $A$  中, 按织物的芯吸高度大小排序为  $A_2 > A_3 > A_1 > A_4$ , 即含有聚乳酸长丝的织物芯吸高度最大; 在因素  $B$  中, 织物的芯吸高度大小排序为  $B_1 > B_2 > B_3 > B_4$ , 即玻尿酸黏胶纱在面纱中占比越高, 织物芯吸高度越大; 在因素  $C$  中, 网眼组织的织物芯吸高度比平针组织的织物大。各因素的极差大小排序为  $A > B > C$ , 即对织物芯吸高度影响最大的因素是不同类型的吸湿排汗长丝。由此可得, 织物芯吸高度最大的组合为  $(A_2, B_1, C_2)$ , 换言之, 当面纱中玻尿酸黏胶纱与聚乳酸长丝以 100:0 的质量比排列、组织结构为网眼组织时, 织物的吸湿性能最好。

## 2.2 织物的快干性分析

快干性可用于表征织物被滴湿或浸湿后快速变干的能力<sup>[18]</sup>, 常以水分蒸发速率表示。织物的水分蒸发速率越快, 说明织物快干性能越好。织物水分蒸发速率趋势如图 4 所示。

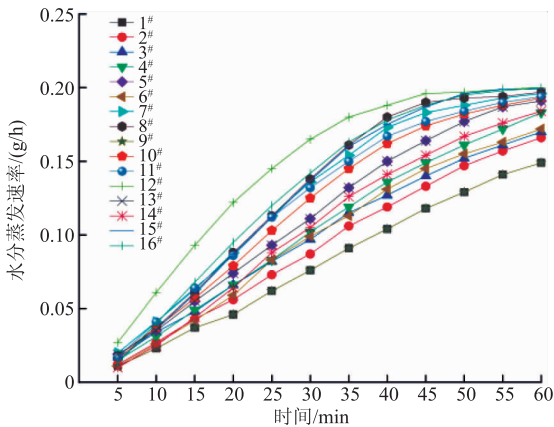


图 4 水分蒸发速率趋势  
Fig. 4 Line chart of water evaporation rate trend

由图 4 可以看出,各织物水分蒸发速率的变化趋势总体一致,由快到慢,在 45 min 后,水分蒸发速率变化趋势开始明显减慢,并趋于平缓。

对试样数据进行正交实验直观分析,织物结构参数与织物水分蒸发速率关系如图 5 所示。

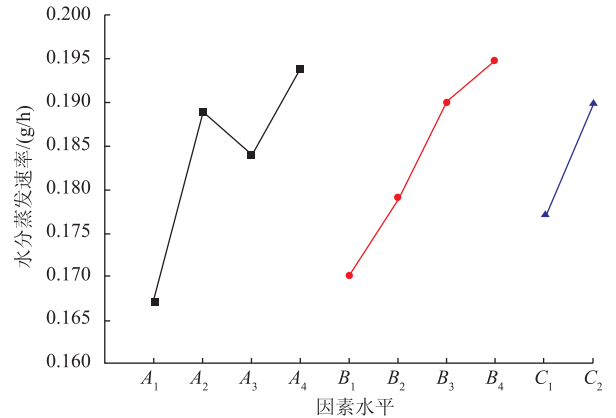


图 5 织物结构参数(3 因素)与织物水分蒸发速率的关系

Fig. 5 Relationship between fabric structural parameters and fabric moisture evaporation rate

由图 5 可以看出:在因素 A 中,按织物的水分蒸发速率大小排序为  $A_4 > A_2 > A_3 > A_1$ ,即含有吸湿排汗锦纶长丝的织物快干性能最好;在因素 B 中,织物的水分蒸发速率大小排序为  $B_4 > B_3 > B_2 > B_1$ ,即玻尿酸黏胶纱在面纱中的排列交织比越低,织物快干性能越好;在因素 C 中,网眼组织的织物的快干性能比平针组织的织物好。各因素的极差大小排序为  $A > B > C$ ,即对织物水分蒸发速率影响最大的因素是不同类型的吸湿排汗长丝。由此可得,织物水分蒸发速率最快的组合为  $(A_4, B_4, C_2)$ ,换言之,当面纱中玻尿酸黏胶纱与吸湿排汗锦纶长丝以 25:75 的质量比排列,组织结构为网眼组织时,织物的快干性能最好。

2.3 织物的透气性分析

织物的透气性表示气流透过织物的能力,穿着透气性好的织物不容易使人产生闷热感<sup>[19-20]</sup>。织物的透气率越大,说明织物透气性越好。对试样数据进行正交实验直观分析,织物结构参数与织物透气率关系如图 6 所示。

由图 6 可知:在因素 A 中,按织物的透气率大小排序为  $A_1 > A_3 > A_2 > A_4$ ,即含有铜氨长丝的织物透气性最好;在因素 B 中,织物的透气率大小排序为  $B_4 > B_3 > B_2 > B_1$ ,即玻尿酸黏胶纱在面纱中排列占比越低,织物的透气性越好;在因素 C 中,网眼组织织物的透气性比平针组织的织物好,其透气率接近后者的两倍,因为网眼组织织物的空隙大,更容易

使气流通过。各因素的极差大小排序为  $C > A > B$ ,即对织物透气率影响最大的因素是织物组织结构。由此可得,织物透气率最大的组合为  $(C_2, A_1, B_4)$ ,换言之,当面纱中玻尿酸黏胶纱与铜氨长丝以 25:75 的质量比排列、组织结构为网眼组织时,织物的透气性最好。

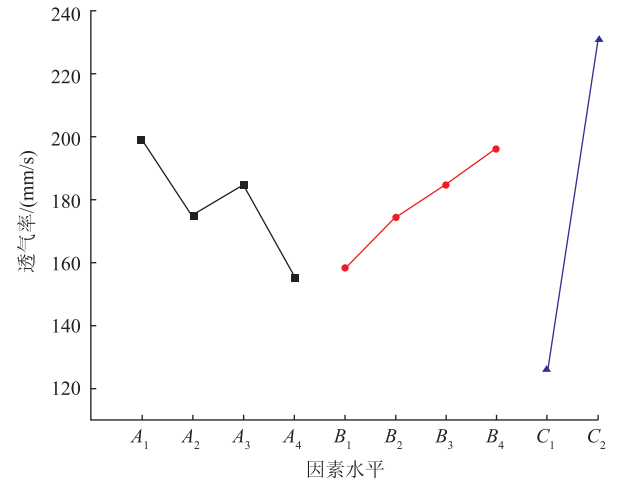


图 6 织物结构参数(3 因素)与织物透气率的关系

Fig. 6 Relationship between fabric structural parameters and fabric air permeability

2.4 织物的透湿性分析

织物的透湿性评价指标是透湿率,透湿率是指在试样两面保持规定的温湿度条件下,一定时间内垂直通过单位面积试样的水蒸气质量<sup>[21]</sup>。织物的透湿率越大,织物的透湿性能越好。对试样数据进行正交实验直观分析,织物结构参数与织物透湿率关系如图 7 所示。

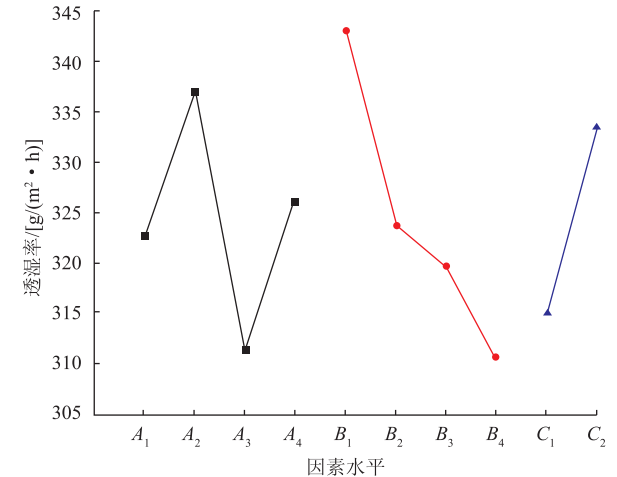


图 7 织物结构参数(3 因素)与织物透湿率的关系

Fig. 7 Relationship between fabric structural parameters and fabric moisture permeability

由图 7 可知:在因素 A 中,按织物的透湿率大小排序为  $A_2 > A_4 > A_1 > A_3$ ,即含有聚乳酸长丝的织物



透湿性最好;在因素  $B$  中,织物透湿率大小排序为  $B_1 > B_2 > B_3 > B_4$ ,即玻尿酸黏胶纱在面纱中含量越高,织物的透湿性越好;在因素  $C$  中,网眼组织织物的透湿性比平针组织织物好。各因素的极差大小排序为  $B > A > C$ ,即对织物透湿率影响最大的因素是面纱排列交织比。由此可得,织物透湿率最大的组合为  $(B_1, A_2, C_2)$ ,换言之,当面纱中玻尿酸黏胶纱与聚乳酸长丝以 100:0 的质量比排列、组织结构为网眼组织时,织物的透湿性最佳。

2.5 织物的热阻性能分析

织物的热阻性能代表了织物保持现有热量的能力,热阻越大,织物散热能力越差。对试样数据进行正交实验直观分析,织物结构参数与织物热阻性能关系如图 8 所示。

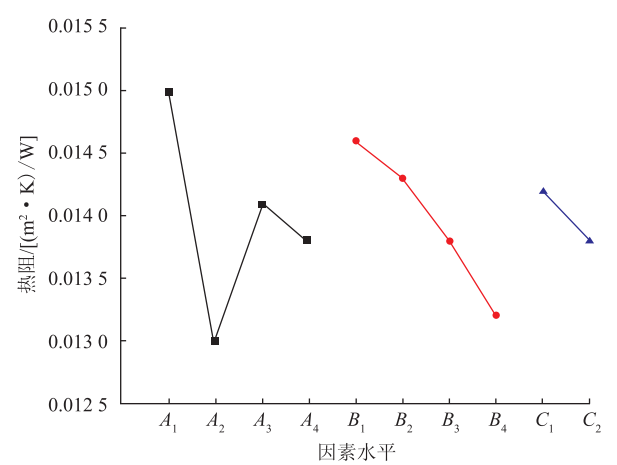


图 8 织物结构参数(3 因素)与织物热阻性能的关系  
Fig.8 Relationship between fabric structural parameters and fabric thermal resistance performance

由图 8 可知:在因素  $A$  中,按织物的热阻大小排序为  $A_2 < A_4 < A_3 < A_1$ ,即含有聚乳酸长丝的织物散热能力最好;在因素  $B$  中,按照织物热阻大小排序

$Y =$	0.45	0.76	0	0.51	0.56	0.67	0.96	1.00	0.45	0.35	0.84	0.76	0.56	0.45	0.84	0.78
	0.97	0.94	0.94	0.88	1.00	0.88	0.75	0	0.97	0.97	0.88	0.72	1.00	0.88	0.72	0.59
	0.74	0.90	0.71	0.71	0.93	0.88	0.95	0.93	0.74	1.00	0.93	0.88	0.93	0.48	0.48	0
	0	0.33	0.41	0.67	0.82	0.45	0.92	0.94	0	0.86	0.88	1.00	0.82	0.69	0.98	1.00
	0.51	0.93	0.28	0.63	0.97	0.44	0.78	0	0.51	0.98	0.27	0.74	0.97	0.47	1.00	0.50
	0.03	0.66	0.28	1.00	0.50	0.07	0.78	0.10	0.03	0.67	0.14	0.83	0.50	0.03	0.48	0
	0.25	0.31	0.27	0.50	1.00	0.66	0.42	0.09	0.25	0.33	0.13	0	1.00	0.11	0.36	0.07

征询纺织领域有关专家对玻尿酸黏胶纤维春夏用无缝针织物的舒适性能权重指标建议,并结合专家打分,确定对应 7 项指标的权重向量  $A, A = (0.146, 0.141, 0.129, 0.116, 0.124, 0.131, 0.128)$ , 将权重向量模糊评价矩阵与权重向量相乘  $B = AY$ ,

为  $B_1 > B_2 > B_3 > B_4$ ,即玻尿酸黏胶纱在面纱中的排列比越低,织物的散热能力越好;在因素  $C$  中,网眼组织织物的散热能力比平针组织织物好。各因素的极差大小排序为  $A > B > C$ ,即对织物热阻影响最大的因素是不同类型的吸湿排汗长丝。由此可得,织物热阻最小的组合为  $(A_2, B_4, C_2)$ ,换言之,当面纱中玻尿酸黏胶纱与聚乳酸长丝以 25:75 的质量比排列,组织结构为网眼组织时,织物的散热能力最好。

2.6 织物的舒适性能综合评价

通过模糊综合评价的方法,选择吸湿性、快干性、透气性、透湿性和热阻性能指标,对织物的服用舒适性进行评价。以织物热阻、滴水扩散时间、芯吸高度、水分蒸发速率、吸水率、透气率和透湿率 7 项指标数据为行向量,列出决策矩阵  $X$ 。

通过隶属度函数规范初始决策矩阵,使初始决策矩阵中的数集单位、数量级统一到  $[0, 1]$  区间内,文中采用 max-min 的隶属度计算方法:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{i_{\min}}}{X_{i_{\max}} - X_{i_{\min}}}, \tag{1}$$

$$Y'_{ij} = \frac{X_{i_{\max}} - X_{ij}}{X_{i_{\max}} - X_{i_{\min}}}, \tag{2}$$

式中: $i$  为矩阵的行数,  $i = 1, 2 \cdots 7$ ;  $j$  为矩阵的列数,  $j = 1, 2 \cdots 16$ ;  $X_{ij}$  为矩阵第  $i$  行第  $j$  列位置上数的值;  $X_{i_{\max}}$  为矩阵第  $i$  行的最大数的数值;  $X_{i_{\min}}$  为矩阵第  $i$  行的最小数的数值。

芯吸高度、水分蒸发速率、吸水率、透气率、透湿率的测试值越大,织物舒适性能越佳,这些指标与织物舒适性能呈正相关,可采用式(1)进行规范;热阻、滴水扩散时间的测试值越大,织物舒适性能越差,这些指标与织物舒适性能呈负相关,应采用式(2)进行规范。对初始决策矩阵  $X$  进行计算,得到模糊评价矩阵  $Y$ ,即

得到模糊综合评价结果,具体见表 4。计算得到的数值越大,说明织物得分越高,舒适性能越好。根据表 4 织物模糊综合评价结果,5<sup>#</sup>, 13<sup>#</sup> 织物得分最高,即面纱为 100% 玻尿酸黏胶纱、组织结构为网眼组织的织物舒适性最优。

表 4 织物模糊综合评价结果

Tab.4 Fabric fuzzy comprehensive evaluation results

试样编号	B 值
1 <sup>#</sup>	0.397 1
2 <sup>#</sup>	0.639 3
3 <sup>#</sup>	0.377 7
4 <sup>#</sup>	0.641 0
5 <sup>#</sup>	0.751 6
6 <sup>#</sup>	0.535 8
7 <sup>#</sup>	0.727 8
8 <sup>#</sup>	0.399 6
9 <sup>#</sup>	0.397 1
10 <sup>#</sup>	0.668 2
11 <sup>#</sup>	0.537 2
12 <sup>#</sup>	0.642 5
13 <sup>#</sup>	0.751 6
14 <sup>#</sup>	0.408 0
15 <sup>#</sup>	0.632 7
16 <sup>#</sup>	0.384 0

3 结 语

1)对织物吸水率影响最大的因素是织物组织结构,对织物滴水扩散时间影响最大的因素是面纱排列交织比,对织物芯吸高度影响最大的因素是不同类型的吸湿排汗长丝。当面纱为 100% 玻尿酸黏胶纱、织物组织为网眼组织时,织物的吸湿性最好。

2)对织物水分蒸发速率影响最大的因素是不同类型的吸湿排汗长丝。当面纱中玻尿酸黏胶纱与吸湿排汗锦纶长丝以 25:75 的质量比排列、组织结构为网眼组织时,织物的快干性最好。

3)对织物透气率影响最大的因素是织物组织结构。当面纱中玻尿酸黏胶纱与铜氨长丝以 25:75 的质量比排列、组织结构为网眼组织时,织物的透气性最好。

4)对织物透湿率影响最大的因素是面纱排列交织比。当面纱中玻尿酸黏胶纱与聚乳酸长丝以 100:0 的质量比排列、组织结构为网眼组织时,织物的透湿性最佳。

5)对织物热阻影响最大的因素是面纱中不同类型的吸湿排汗长丝。当面纱中玻尿酸黏胶纱与聚乳酸长丝以 25:75 的质量比排列、组织结构为网眼组织时,织物的散热能力最好。

6)通过模糊综合评价的方法,结合专家打分确

定织物热阻、滴水扩散时间、芯吸高度、水分蒸发速率、吸水率、透气率和透湿率的权重向量,建立关于吸湿性、快干性、透气性、透湿性和热阻性能的模糊评价矩阵。模糊评价结果显示,面纱为 100% 玻尿酸黏胶纱、组织结构为网眼组织的织物舒适性最优。

参考文献:

[ 1 ] 陈亚飞,余汉谋,姜兴涛,等. 皮肤保湿剂的功效评价方法[J]. 日用化学品科学, 2015, 38(12): 27-30.  
CHEN Yafei, YU Hanmou, JIANG Xingtao, et al. Evaluation methods for efficacy of skin moisturizing agents[J]. Detergent and Cosmetics, 2015, 38(12): 27-30. (in Chinese)

[ 2 ] 王海英,黄思玲. 玻尿酸在功能性纺织品中的应用[J]. 纺织导报, 2021(4): 72-75.  
WANG Haiying, HUANG Siling. Application of hyaluronic acid in functional textiles[J]. China Textile Leader, 2021(4): 72-75. (in Chinese)

[ 3 ] ZHOU W, ZHOU Z Y, ZHOU P. Research progress in the functional textiles [J]. E3S Web of Conferences, 2020, 185: 4029.

[ 4 ] 姚丽. 玻尿酸的前世今生[J]. 中国化妆品, 2021(增1): 6-8.  
YAO Li. Past lives of hyaluronic acid[J]. China Cosmetics Review, 2021(Sup. 1): 6-8. (in Chinese)

[ 5 ] 伍霞. 玻尿酸保湿功能袜的整理工艺参数探索与功效评价[D]. 上海: 东华大学, 2019.

[ 6 ] 崔运花,陈佳. 铜氨纤维的结构及性能[J]. 上海纺织科技, 2014, 42(10): 48-51, 59.  
CUI Yunhua, CHEN Jia. The structure and property of cuprammonium rayon[J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2014, 42(10): 48-51, 59. (in Chinese)

[ 7 ] 白琼琼,文美莲,李增俊,等. 聚乳酸纤维的国内外研究发现状及发展方向[J]. 毛纺科技, 2017, 45(2): 64-68.  
BAI Qiongqiong, WEN Meilian, LI Zengjun, et al. Research status and development direction of polylactic acid fiber at home and abroad[J]. Wool Textile Journal, 2017, 45(2): 64-68. (in Chinese)

[ 8 ] 邹婉晴. 无缝针织贴身上衣的设计开发[J]. 山东纺织科技, 2018, 59(1): 8-11.  
ZOU Wanqing. Design and development of seamless knitting close fitting upper outer garment[J]. Shandong Textile Science and Technology, 2018, 59(1): 8-11. (in Chinese)

[ 9 ] 叶晋浦,李艳芳,李晓俊. 二醋酸纤维素纺丝的研究

- 现状[J]. 合成纤维, 2016, 45(12): 9-11, 17.
- YE Jinpu, LI Yanfang, LI Xiaojun. Research of status of cellulose diacetate spinning [J]. Synthetic Fiber in China, 2016, 45(12): 9-11, 17. (in Chinese)
- [10] 嵇云彬, 杜文琴. 吸湿排汗锦纶织物的开发[J]. 纺织导报, 2012(2): 103-104.
- ZHUO Yunbin, DU Wenqin. Development of moisture absorbable and breathable nylon fabric[J]. China Textile Leader, 2012(2): 103-104. (in Chinese)
- [11] 卢亚萍, 吴佳虹, 林璐, 等. 蚕蛹蛋白纤维无缝运动织物服用性能综合评价[J]. 服装学报, 2016, 1(2): 133-137.
- LU Yaping, WU Jiahong, LIN Lu, et al. Comprehensive evaluation for wearability of the pupa protein seamless sportswear fabrics [J]. Journal of Clothing Research, 2016, 1(2): 133-137. (in Chinese)
- [12] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 纺织品 吸湿速干性的评定 第1部分: 单项组合试验法: GB/T 21655.1—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [13] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 纺织品 毛细效应试验方法: FZ/T 01071—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [14] 国家技术监督局. 纺织品 织物透气性的测定: GB/T 5453—1997[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [15] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 纺织品 织物透湿性试验方法 第1部分: 吸湿法: GB/T 12704.1—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [16] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定(蒸发热板法): GB/T 11048—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [17] HES L, DOLEZAL I. Indirect measurement of moisture absorptivity of functional textile fabrics [J]. Journal of Physics: Conference Series, 2018, 1065(12): 122026.
- [18] 熊晶晶, 傅佳佳, 王文聪, 等. 织物吸湿快干性能测试方法研究进展[J]. 服装学报, 2020, 5(4): 283-289.
- XIONG Jingjing, FU Jiajia, WANG Wencong, et al. Research progress on testing methods of moisture absorption and quick-drying properties of fabrics[J]. Journal of Clothing Research, 2020, 5(4): 283-289. (in Chinese)
- [19] 吴铨洪, 徐霞. 纺织产品透气性测试方法比较[J]. 轻纺工业与技术, 2020, 49(4): 60-61.
- WU Quanhong, XU Xia. Comparison of testing methods for textile air permeability[J]. Light and Textile Industry and Technology, 2020, 49(4): 60-61. (in Chinese)
- [20] 艾运瑞, 柯宝珠. 针织内衣面料湿状态下的透气性分析[J]. 服装学报, 2021, 6(2): 108-111.
- AI Yunrui, KE Baozhu. Study on the air permeability of knitted underwear fabric in wet state [J]. Journal of Clothing Research, 2021, 6(2): 108-111. (in Chinese)
- [21] 李慧, 宋晓霞. 吸湿排汗针织面料设计及热湿舒适性评价[J]. 服装学报, 2022, 7(3): 196-201, 208.
- LI Hui, SONG Xiaoxia. Design of moisture-wicking fabric and thermal and moisture comfort evaluation[J]. Journal of Clothing Research, 2022, 7(3): 196-201, 208. (in Chinese)

(责任编辑: 邢宝妹)