

竹炭与吸湿排汗涤纶交织针织物的性能研究

孔繁荣,刘果,黄海涛,陈莉娜

(河南工程学院 纺织新产品开发河南省工程实验室,河南 郑州 450007)

摘要:采用竹炭涤纶长丝和吸湿排汗涤纶长丝为原料,按照不同的交织比例织制5种适用于内衣的针织面料。测试并分析织物的性能,包括耐磨性、顶破性、抗起毛起球性、悬垂性、保温性、透气性、透湿性、吸湿性,分析竹炭涤纶与吸湿排汗涤纶交织比例对面料性能的影响。进一步采用模糊综合评价方法对织物的服用舒适性进行评价,得到最佳的纱线交织比例,为竹炭纤维与吸湿排汗涤纶交织针织物的开发提供一定的参考。

关键词:竹炭涤纶;吸湿排汗涤纶;针织物;内衣面料;服用性能;模糊评价

中图分类号:TS 184.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-4033(2018)03-0018-04

Properties of Bamboo-charcoal and Moisture Absorbing and Sweat Transfer Polyester Interknitted Fabric

Kong Fanrong, Liu Guo, Huang Haitao, Chen Lina

(Henan Engineering Laboratory of New Textiles Development, Henan Institute of Engineering, Zhengzhou, Henan 450007, China)

Abstract: Five kinds of knitted fabrics for underwear were knitted according to different interknitting proportions by using bamboo-charcoal polyester filament and moisture absorbing and sweat transfer filament. In order to analyze the effect of interknitting proportion on the properties of fabric, the properties of fabrics were measured, including abrasion resistance, pilling resistance, warm retention, air permeability, moisture permeability and moisture absorbing. Furthermore, the wearing comfort of fabric was evaluated by using fuzzy evaluation, which provides a certain reference for the development of bamboo-charcoal fiber/moisture absorbing and sweat transfer polyester interknitted fabric.

Key words: Bamboo-charcoal Polyester; Moisture Absorption and Sweat Transfer Polyester; Knitted Fabric; Underwear Fabric; Wearability; Fuzzy Evaluation

竹炭纤维是将竹炭研磨成竹炭粉,使其粒径在 0.5 μm 以下,然后用表面活性剂处理,在高温下与化学纤维切片混溶制得色母粒,再将色母粒与化学纤维切片混溶,通过传统纺丝工艺制得竹炭纤维。一般情况下纤维中竹炭粉的含量为

2%~3%,竹炭纤维根据其母粒载体的不同可分为竹炭涤纶纤维、竹炭锦纶纤维、竹炭黏胶纤维、竹炭丙纶纤维等^[1]。竹炭的表面和内部具有特殊的超细孔隙结构,使其具有非常强的吸附能力,并且竹炭的多微孔结构使其能够调节水分平

衡,其制成的织物具有吸湿快干、蓄热保暖性能,能够释放负离子,织物具有很好的服用性能^[2]。

吸湿排汗涤纶纤维是通过物理改性和化学改性两种方法使涤纶纤维具有较高的吸水性和输水性,以改善衣物的穿着舒适感,主

基金项目:河南省科技发展项目(112102310555);2016年度纺织新产品开发河南省工程实验室开放课题(GCSYS201609);2016年度河南省服用纺织品工程技术研究中心开放课题(CTERC201605);河南省高校重点科研项目(15A540001);河南工程学院博士基金项目(D2014025)。

作者简介:孔繁荣(1980—),女,讲师,硕士。主要从事纺织品检验方面的研究。

要是通过纤维表面沟槽产生的毛细管效应,从而使汗水能够通过芯吸、传输、扩散等作用,迅速转移到织物的表面并释放到空气中,以达到导湿快干的目的^[3]。吸湿排汗快干功能的织物根据结构的不同分为单层、双层和多层织物等^[4]。

本文采用竹炭涤纶基长丝纱和吸湿排汗涤纶长丝纱按照不同的交织比例进行针织面料的设计与织制,并对制成的织物进行性能测试,进一步使用模糊评价的方法对织物的服用舒适性进行评价,为竹炭和吸湿排汗涤纶交织针织物的开发提供一定的参考。

1 纱线基本性能与织物试制

1.1 纱线基本性能

为了进行产品的试制,首先对纱线的基本性能进行测试,选用材料为竹炭涤纶长丝纱和吸湿排汗涤纶长丝纱,其名义线密度为 8.30 tex(75 D)。经测试,两种长丝纱的基本性能见表 1。

根据表 1 中的测试结果可知,两种纱线的实际线密度与名义线密度相差不大,其强伸性能和细度不均相差不大。

1.2 织物试制

选用 WD/0.8F-SOMJ 型提花大圆机进行编织,用于研究不同交织比例对织物性能的影响。编织时设计 5 种交织比例,采用 12 个筒子喂纱,通过筒子数量的变化改变交织比例,两种纱线交织比例的设计方案和编织时所需的筒子数量见表 2,织物组织采用双罗纹。

织物的基本规格见表 3。

2 织物性能测试

2.1 测试方法

2.1.1 耐磨性

参照 GB/T 21196.3—2007《纺织品 马丁代尔法织物耐磨性的测定 第 3 部分:质量损失的测定》,

表 1 纱线基本性能

纱线名称	线密度/tex	断裂强度/(cN·tex ⁻¹)	断裂伸长率/%	纱线条干变异系数/%
竹炭涤纶长丝纱	8.10	29.00	14.10	2.82
吸湿排汗涤纶长丝纱	7.97	31.01	15.26	2.76

表 2 纱线交织时所需要的筒子数量

试样编号	竹炭涤纶与吸湿排汗涤纶交织比例	所需筒子数量/个	
		竹炭涤纶长丝纱	吸湿排汗涤纶长丝纱
1	纯竹炭涤纶长丝纱	12	0
2	3:1	9	3
3	1:1	6	6
4	1:3	3	9
5	纯吸湿排汗涤纶长丝纱	0	12

表 3 织物基本规格

试样编号	厚度/mm	横密/[纵行·(5 cm) ⁻¹]	纵密/[横列·(5 cm) ⁻¹]	总密度/[线圈数·(25 cm) ⁻²]	克质量/(g·m ⁻²)
1	0.496	60	79	4 740	109.76
2	0.491	62	74	4 588	112.78
3	0.480	61	74	4 514	112.76
4	0.473	63	75	4 725	112.92
5	0.470	63	76	4 788	114.20

采用 YG522 织物耐磨试验仪测试。

2.1.2 顶破性

参照 GB/T 19976—2005《纺织品 顶破强力的测定 钢球法》,采用南通宏大 HD026D 型电子织物强力仪测试。

2.1.3 抗起毛起球性

参照 GB/T 4802.1—2008《纺织品 织物起毛起球性能的测定 第 1 部分:圆轨迹法》,采用 Y5502 起毛起球仪测试。

2.1.4 悬垂性

参照 GB/T 23329—2009《纺织品 织物悬垂性的测定》标准,采用 YG811 织物悬垂性测定仪测试。

2.1.5 保温性

参照 GB/T 11048—2008《纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定》,采用 YG606G 热阻湿阻测试仪测试。

2.1.6 透气性

参照 GB/T 5453—1997《纺织

品 织物透气性的测定》标准,采用 YG461Z 型全自动透气性能测试仪测试。

2.1.7 透湿性

参照 GB/T 12704.1—2009《纺织品 织物透湿性试验方法 第 1 部分:吸湿法》,采用 YG501D 型透湿试验箱、YG747 型通风式快速八篮烘箱测试。

2.1.8 毛细效应

参照 FZ/T 01071—2008《纺织品 毛细效应试验方法》标准,采用 YG871 型毛细管效应测定仪、数字恒温水浴锅测试。

2.2 结果分析

2.2.1 织物坚牢度及外观性能

织物耐磨性测试结果见表 4。

由表 4 可以看出,5 种织物的耐磨性都比较好,5 种织物的规格和纱线的性能基本相同,涤纶基纱线的强伸性和条干都比较好,因此其制品的耐磨性比较好;5 种织物

的顶破强力相差不大,纯吸湿排汗涤纶织物(5# 试样)的顶破强力最大,纯竹炭涤纶织物(1# 试样)的顶破强力最小,当织物规格变化不大时,纱线性质决定了织物的顶破强力,这和纱线的断裂强度变化一致;5 种织物的抗起毛起球等级基本相同,起毛起球相对较多,两种纱线的线密度都较小,纱线为长丝且没有捻度,摩擦时单丝容易被钩出纱线主体形成断头,断裂的单丝再继续摩擦会纠结成球,形成毛球,再加上纱线的强力比较高,形成的毛球不容易脱落,最终使得织物表面形成较多的毛球;5 种织物的悬垂性都比较好,织物的悬垂系数较小,悬垂性较好。

2.2.2 热湿性能

织物的保温性和透气性测试结果见表 5。

由表 5 可知,从 1# 试样到 5# 试样,随着吸湿排汗涤纶长丝纱交织比例的增加,织物的传热系数逐渐升高,热阻、克罗值和保温率都逐渐下降,这是因为织物的保温性主要是由纤维的导热系数和纤维中的静止空气所决定,与吸湿排汗涤纶纤维相比,竹炭涤纶纤维的截面具有非常丰富的孔隙,这些孔隙可以储存大量的静止空气,因此,竹炭涤纶长丝纱的交织比例越高,织物的保暖性越好。从 1# 试样到 5# 试样,织物的透气率依次增大,影响织物透气性的因素是纤维性质、纱线线密度和织物规格等,由于纱线性能和织物规格基本一致,所以织物的透气性主要是由纤维的性质所决定,吸湿排汗涤纶纤维为异型截面,表面有许多内外相通的微孔,截面有许多沟槽,纤维间的间隙相对较大,表面有孔隙,这决定了吸湿排汗涤纶织物具有非常好的透气性,与普通织物相比,

吸湿排汗涤纶长丝纱的存在使织物的透气率增加,因此织物中吸湿排汗涤纶长丝纱的加入增强了织物的透气性。

织物的透湿性和毛细效应测试结果见表 6。

由表 6 可知,从 1# 试样到 5# 试样,织物的透湿率依次增大,织物的纵、横向芯吸高度也增加,纯吸湿排汗涤纶织物(5# 试样)的透湿率和芯吸高度最大,而纯竹炭涤纶织物(1# 试样)的透湿率和芯吸高度最小,这主要是因为纱线性能和织物规格基本一致时,织物的透湿性主要受纤维性质的影响,吸湿排汗涤纶纤维具有多孔结构,表面有许多沟槽和内外相通的孔隙,使得织物具有良好的透湿性和芯吸性,因此,吸湿排汗涤纶纱的交织比例越大,织物的透湿率和芯吸高

度越大,湿舒适性越好。

3 织物服用舒适性模糊综合评价

模糊综合评价就是一种对受多个因素影响的事物进行综合评价的决策方法。首先确定评判对象的因素域和评判等级集,再确定各个因素的模糊评价等级和各评价因素的重要程度即权重,最后建立模糊评价矩阵,则该评价对象的模糊评价结果用模糊集 B 表示,即 $B=A \cdot R$,对织物的性能进行评价。

本文织制的面料主要用于针织内衣,因此选择影响其综合性能的 5 个性能指标进行评价。织物服用舒适性能的评判域 $U=\{\text{顶破强力,透气性,悬垂性,透湿性,保温性}\}$,采用上述反映各项性能的指标表示,则各指标的综合评判域 $U=\{\text{顶破强力值,透气率,悬垂系数,透湿率,克罗值}\}$,顶破强力、透

表 4 织物坚牢度和外观测试结果

试样编号	质量减少率/%	顶破强力/N	抗起毛起球级等级/级	悬垂系数/%
1	0.167 6	605.64	2.0	26.72
2	0.292 8	636.28	2.5	27.01
3	0.240 1	655.08	2.0	23.40
4	0.131 6	652.68	3.0	22.15
5	0.200 7	689.12	2.0	23.24

表 5 织物的保温性和透气性测试结果

试样编号	传热系数/ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	热阻/ ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)	克罗值	保温率/%	透气率/ ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	23.04	0.043 3	0.279	47.11	2 359
2	30.66	0.032 5	0.210	40.10	2 504
3	31.17	0.032 0	0.206	39.71	2 510
4	31.39	0.031 9	0.205	39.54	2 521
5	37.01	0.027 0	0.174	35.68	2 572

表 6 织物的透湿性和毛细效应测试结果

试样编号	透湿率/($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	织物芯吸高度平均值/cm	
		纵向	横向
1	154.287	16.9	13.0
2	167.291	17.8	13.2
3	175.430	18.9	13.5
4	202.191	19.1	13.7
5	210.872	19.5	13.8

气性、透湿性、保温性这4个指标都是越大越好,采用式(1)计算。

$$r_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

式中: r_{ij} 为 R 中的元素; X_{ij} 为第 ij 个试样,第 i 项指标的测试值; $X_{\max}$ 为第 i 项指标的最大值, i 为指标编号1—5; $X_{\min}$ 为第 i 项指标的最小值, i 为指标编号1—5。

悬垂性越小越好,采用式(2)计算。

$$r_{ij} = \frac{X_{\max} - X_{ij}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (2)$$

式(2)中各物理量含义同式(1)。

将5个性能指标代入式(1)和式(2),得到模糊服用舒适性能的评价效果与指标的模糊关系,见式(3)和式(4)。

各项性能的权重系数 $A=\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$,其中 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 分别表示顶破强力权重、透气率权重、悬垂系数权重、透湿率权重、克罗值权重。

采用优序图法判定各项指标的权重系数,优序图法就是对多目标的决策问题,首先对指标进行两两比较,最后得出所有方案的优序排列。比较的规则是:两项指标进行比较时,假如指标 i 比指标 k 重要,则记为1.0,同等重要记为0.5,否则记为0。将各项指标的得分进行横向求和,并得到各个指标的最终得分,记为 C_{ik} ,指标 i 的权重记为 a_i , n 为参与评价的指标总数,本文为5,见式(5),其中 i 为1~5, k 为1~5。

由于本文织制织物主要用于内衣,考虑到内衣服装的特点,且主要研究织物的服用舒适性,代入式(5)得出织物各项指标的权重系数,见表7,其中 $a_1=0.04, a_2=0.24, a_3=0.24, a_4=0.24, a_5=0.24$ 。模糊集 B 见式(6)。

$$R' = \begin{Bmatrix} 605.640 & 636.280 & 655.080 & 652.680 & 689.120 \\ 2\ 359.000 & 2\ 504.000 & 2\ 510.000 & 2\ 521.000 & 2\ 572.000 \\ 26.720 & 27.010 & 23.040 & 22.150 & 23.240 \\ 154.287 & 167.291 & 175.430 & 202.191 & 210.872 \\ 0.279 & 0.210 & 0.206 & 0.206 & 0.174 \end{Bmatrix} \quad (3)$$

$$R = \begin{Bmatrix} 0 & 0.37 & 0.59 & 0.56 & 1.00 \\ 0 & 0.68 & 0.71 & 0.76 & 1.00 \\ 0.06 & 0 & 0.74 & 1.00 & 0.78 \\ 0 & 0.23 & 0.37 & 0.85 & 1.00 \\ 1.00 & 0.34 & 0.30 & 0.30 & 0 \end{Bmatrix} \quad (4)$$

$$a_i = \frac{\sum_{k=1}^n C_{ik}}{n(n-1)/2 + 0.5n} \quad (5)$$

表7 各项指标的权重系数

指标 <i>i</i>	指标 <i>k</i>				
	顶破强力/ N	透气率/ (mm·s ⁻¹)	悬垂系 数/%	透湿率/%	克罗值
顶破强力/N	0.5	0	0	0	0
透气率/(mm·s ⁻¹)	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
悬垂系数/%	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
透湿率/%	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
克罗值	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5

$$B=A \cdot R=(0.300\ 0\ 0.314\ 8\ 0.532\ 4\ 0.720\ 8\ 0.707\ 2) \quad (6)$$

从式(6)的计算结果可知,最大值为0.720 8,也就是4#试样的服用舒适性最好,其次是5#试样,1#试样的服用舒适性最差。因此,竹炭涤纶与吸湿排汗涤纶交织比例为1:3时,织物的服用舒适性最好。

4 结论

4.1 通过对5种竹炭涤纶与吸湿排汗涤纶不同交织比例织物坚牢度的测试可知,5种织物的耐磨性均较好,顶破强力最大的为纯吸湿排汗涤纶织物(5#试样),最小的为纯竹炭涤纶织物(1#试样),但总体上也比较接近。

4.2 通过对5种织物外观性能的分析可知,5种织物的抗起毛起球性试验结果比较接近,抗起毛起球性能较差,等级都在2.0~3.0级;5种织物的悬垂性比较接近,悬垂性都比较好。

4.3 通过对5种织物试样的热湿性能进行分析可知,纯竹炭涤纶织物(1#试样)的保温性最好,纯吸湿排汗涤纶织物(5#试样)的保温性

最差;随着吸湿排汗涤纶纱交织比例的增高,织物的透气性逐渐增大;纯吸湿排汗涤纶织物(5#试样)的透湿性、芯吸效应都比较好。因此,随着吸湿排汗涤纶交织比例的增高,织物的湿舒适性提高,热舒适性下降。

4.4 通过建立模糊评价模型可知,竹炭涤纶与吸湿排汗涤纶的交织比例为1:3时,织物的服用舒适性相对较好。

参考文献

- [1]陆永良,刘艳,顾建斌.竹炭涤纶纤维维定性与定量分析方法研究[J].上海纺织科技,2011,39(2):44-46.
- [2]王先锋,潘福奎,罗佳丽,等.竹炭纤维的性能与应用[J].山东纺织科技,2006,47(6):54-56.
- [3]赵俐,吴佳复,李春燕.PTT吸湿排汗纬编针织面料性能研究[J].针织工业,2011(1):11-12.
- [4]王其,冯勋伟.纱线和针织物导湿结构模型和应用研究[J].东华大学学报:自然科学版,2002,28(1):15-17.

收稿日期 2017年7月27日