

芳纶/黏胶混纺织物服用舒适性能的模糊综合评判

逯凯美, 尉霞*, 朱悦

(西安工程大学 纺织与材料学院, 陕西 西安 710048)

摘要:对芳纶/黏胶混纺织物和芳纶织物的透气性、透湿性、保暖性、硬挺度、悬垂性、耐磨性、低应力下的力学性能以及阻燃性能等进行测试,通过模糊综合评判法对测试结果进行了分析,兼顾两者的阻燃性能,得到芳纶/黏胶混纺织物的综合性能较为优良这一结论。

关键词:芳纶/黏胶混纺织物;舒适性;服用性;阻燃性;模糊综合评判

中图分类号:TS156

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2018)07-0044-03

芳纶由于其良好的阻燃性、化学稳定性成为当今高性能防护织物中应用最广的高性能纤维,但其透气性、透湿性以及吸湿速干性能都较差^[1-5]。黏胶纤维吸湿性好,且有较好的可纺性能,与芳纶混纺,可使织物具有柔软的手感,良好的蓬松性、悬垂性、吸湿透气性、耐磨性、布面光洁度和染色性能,遇火炭化不熔滴^[6-8]。目前,已有许多研究人员通过将芳纶与黏胶混纺来改善织物的舒适性和服用性。

赵书林等^[9]将芳纶、阻燃黏胶纤维进行混纺,对比纯纺织物,得出混纺织物的阻燃性能更好,提高了纱线的可纺性,并降低了织物的成本。朱月群等^[10]将芳纶与阻燃黏胶纤维按照不同比例混纺,得出随着阻燃黏胶比例的增加,混纺纱的断裂强力及断裂伸长率降低,条干和毛羽有所改善,阻燃性能下降。纪芳等^[11]将芳纶、阻燃黏胶纤维进行混纺,经过织造及印染后整理工艺,所得织物强力高、柔软舒适,经多次洗涤后不影响阻燃效果,阻燃防护效果理想。目前,对芳纶/黏胶混纺织物多注重其阻燃性能,舒适性研究较少,且对其性能众说纷纭、各持己见,这对织物性能的优劣评价造成很大的误差。

为了对芳纶/黏胶混纺织物性能进行客观的评价,对其舒适性能、服用性能、阻燃性能进行了测试,并通过模糊综合评判法进行科学的分析。

1 试验部分

1.1 材料

芳纶/黏胶混纺织物(混纺比:50/50)经密 250 根/10 cm,纬密 280 根/10 cm,克重 198.4 g/m²,厚度 0.39 mm;纯芳纶织物经密 280 根/10 cm,纬密 235 根/10 cm,克重 227.5 g/m²,厚度 0.46 mm。2 种织物均采用二上一下右斜纹组织。

1.2 测试方法

1.2.1 舒适性能

(1)保温性 采用 YG606D 型平板式织物保温仪(宁波纺织仪器厂),按照 GB/T11048-2008 测试标准,每种织物裁取样品 3 块,尺寸为 30×30 cm,保证试样平整无皱。

(2)透气性 采用 YG461E 型数字式透气量仪(温州际高检测仪器有限公司),按照 GB/T5453-1997 测试标准,保证试样无破损或受潮。

(3)透湿性 采用 FX3150 型全自动织物透湿量仪(温州市大荣纺织仪器有限公司),按照 GB/T12704-2009 测试标准,每种织物取 3 个样品,尺寸为直径 70 mm 的圆形。

(4)硬挺度 采用 LLY-01B 型织物硬挺仪(温州市大荣纺织仪器有限公司),按照 ZB W04003-87 测试标准,每种织物经纬向各取 3 块样品,样品尺寸为 200×25 mm。

1.2.2 服用性能

(1)悬垂性 采用 YG811 型织物悬垂性测定仪(宁波纺织仪器厂),按照 GB/T 23329-2009 测试标准,将织物裁成直径为 240 mm 的圆形试样,中心孔为 Φ 4 mm。

收稿日期:2018-03-30

作者简介:逯凯美(1994-),女,在读硕士研究生,主要研究方向为纺织品材料与纺织品设计,E-mail:413780239@qq.com。

*通信作者:尉霞(1970-),教授,主要研究方向为功能纺织品,E-mail:1178182529@qq.com。

(2)耐皱性 采用 YG541E 型全自动激光织物折皱弹性测试仪(宁波纺织仪器厂),按照 GB/T 3819—1997 测试标准,每种织物在经纬向各选取 5 块样品,测试时将试样向正面对折。

(3)撕破强度 采用 YG033 型织物撕破强力试验机(温州际高检测仪器有限公司),按照 GB/T 3917.1—1997 测试标准,经、纬向各测试 3 块。

(4)拉伸断裂强度 采用 YG(B)026D-500 型电子织物强力机(温州市大荣纺织仪器有限公司),按照 GB/T 3923.1—2013 测试标准,试样尺寸大小为 50×250 mm,有效夹持长度为 100 mm。

(5)顶破强度 采用 YG(B)026D-500 型电子织物强力机(温州市大荣纺织仪器有限公司),按照 GB/T 19976—2005 测试标准,每种织物取 3 个样品,尺寸为直径 60 mm 的圆形。

1.2.3 阻燃性能

采用 SPO2 织物阻燃性能测试仪(温州际高检测仪器有限公司),按照 GB/T 5455 测试标准,经纬向每种试样各取 3 块,尺寸大小为 300×80 mm。

2 结果与分析

2.1 舒适性能

芳纶/黏胶混纺与纯芳纶 2 种织物的舒适性能测试结果如表 1 所示。

表 1 织物舒适性能测试数据

试样序号	保温性综合值	透气率 $/\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	透湿量 $/\text{g} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{d})^{-1}$	抗弯刚度 $/\text{mg} \cdot \text{cm}^{-1}$
A ₁	1.51	344.25	3 902.18	276.6
A ₂	0.57	356.18	4 398.68	323.8
A ₃	0.50	344.66	4 478.47	301.3
B ₁	0.16	139.41	3 822.40	169.6
B ₂	0.02	154.95	4 190.70	167.5
B ₃	0.08	152.45	3 882.81	144.5

表中:A 为芳纶/黏胶混纺织物,B 为芳纶织物。A₁、A₂、A₃、B₁、B₂、B₃ 分别为 2 种织物的 3 次试验结果。

由表 1 可得出:芳纶/黏胶混纺织物的保暖性、透气性、透湿性、导水性均优于芳纶织物,硬挺度较大,手感硬。这是因为芳纶/黏胶织物的经纬密度、克重、厚度较小,且黏胶纤维为皮芯结构,截面呈不规则的锯齿形,结构中空隙含量较大,结晶度和取向度均较低,在和芳纶纤维混纺时,可改善芳纶织物保温性差、不透

气、导水吸湿性差的缺点。

2.2 服用性能

芳纶/黏胶混纺与纯芳纶 2 种织物的服用性能测试结果如表 2 所示。

表 2 织物服用性能测试结果

试样序号	悬垂系数 $/\%$	折皱回复角 $/^\circ$	撕破强力 $/\text{g}$	断裂强力 $/\text{N}$	顶破强力 $/\text{N}$
A ₁	65	114.40	3 250	971	591
A ₂	66	130.00	3 650	959	562
A ₃	61	125.73	3 600	980	702
B ₁	58	141.45	5 150	1 145	1 011
B ₂	54	146.50	5 550	1 185	1 097
B ₃	52	142.37	4 800	1 091	1 036

由表 2 可得出:芳纶/黏胶织物的悬垂性、耐皱性、撕破强力、断裂强力、顶破强力均比芳纶织物要差。这是因为芳纶呈刚性链大分子结构,分子取向度和纤维结晶度高,链段排列规则,分子间还有很强的分子间氢键、高度伸直的刚性链构象、高结晶度、高度有序的微纤结构等,因此,芳纶织物相较于芳纶/黏胶织物初始模量高,回弹性好,具有优异的力学性能。

2.3 阻燃性能

2 种织物的阻燃性能测试结果如表 3 所示。

表 3 织物阻燃性能测试数据

试样序号	续燃时间/s	阴燃时间/s	损毁长度/mm
A ₁	0	0	55.8
A ₂	0	0	49.4
A ₃	0	0	53.5
B ₁	0	0	41.3
B ₂	0	0	48.2
B ₃	0	0	42.7

由表 3 可得出:芳纶/黏胶织物的损毁长度大于芳纶织物的损毁长度。损毁长度越小表示织物的阻燃性能越好,因此芳纶织物的阻燃性能优于芳纶/黏胶混纺织物。

6 个试样续燃和阴燃时间均为 0,损毁长度也 ≤ 100 mm。GA 10—2002《消防员灭火防护服》中对外层阻燃面料性能规定,外层面料应满足损毁长度 ≤ 100 mm,续燃时间 ≤ 2 s,无熔融无滴落现象。垂直燃烧实验结果表明,这 2 种织物的阻燃性能均符合标准规定。

3 模糊综合评判

3.1 因素集和评判集的确定

选定芳纶织物试样性能的综合评价指标集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_{10}\} = \{\text{保温性, 透气率, 透湿量, 抗弯刚}$

度,悬垂系数,折痕回复角,撕破强力,断裂强力,顶破强力,损毁长度},以2种织物的6次试验结果为评价对象集, $V_2 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 。相关测试结果见表1~表3。

3.2 模糊评判矩阵 R 的建立

隶属度 r 反映的是某一个性能测试值在该项指标值域内的隶属程度,因此 $r_{ij} \in [0, 1]$ 。测试的10项性能中,保温性、透气性、透湿性、抗弯刚度、折痕回复角、撕破强力、断裂强力、顶破强力数值是越大越好,悬垂系数和损毁长度是越小越好。本文分别采用公式(1)和(2)模型对 r 取值,计算出的结果即综合评级矩阵 $R^{[12]}$ 。

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

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

公式(1)是对测试数据越小越好的指标进行计算的隶属度 r 模型,而公式(2)则是对数据越大越好的指标进行计算的。其中 r_{ij} 为 R 的元素, X_{ij} 为第 j 块试样,第 i 项指标的测试值; $X_{i\max}$ 为第 i 项指标测试值中的最大值; $X_{i\min}$ 为第 i 项指标测试值中的最小值。

将表中的测试结果,按照相应的取值计算方式代入到公式(1)、(2)中,计算出的结果即综合评级矩阵 R 。

保温性	1	0.369	0.322	0.094	0	0.040
透气率	0.945	1	0.947	0	0.072	0.060
透湿量	0.122	0.878	1	0	0.561	0.092
抗弯刚度	0.737	1	0.875	0.140	0.128	0
悬垂系数	0.071	0	0.357	0.571	0.857	1
折痕回复角	0	0.486	0.353	0.843	1	0.871
撕破强力	0	0.174	0.152	0.826	1	0.674
断裂强力	0.053	0	0.093	0.823	1	0.584
顶破强力	0.054	0	0.262	0.839	1	0.886
损毁长度	0	0.441	0.159	1	0.524	0.903

3.3 权重分配集 M

权重的取值越大,说明该项指标对织物性能影响越大。因此要结合织物面料实际使用情况,以及每项指标在该面料使用过程中影响程度的大小,确定权重值的大小。权重值越大说明该项指标对织物面料的使用情况影响越大,反之则越小。权重值的取舍是很复杂的,目前使用较多的是主观权重法,即依据经验值而确定权重^[13]。根据两类织物面料在服装中的用途和

经验值、广泛调差确定权重值分配如下:

$$M = \begin{bmatrix} \text{保温性}(0.1) \\ \text{透气率}(0.15) \\ \text{透湿量}(0.15) \\ \text{抗弯刚度}(0.05) \\ \text{悬垂系数}(0.05) \\ \text{折痕回复角}(0.05) \\ \text{撕破强力}(0.1) \\ \text{断裂强力}(0.1) \\ \text{顶破强力}(0.1) \\ \text{损毁长度}(0.15) \end{bmatrix}$$

3.4 综合评价向量 N

$$N = M \times R(n_1, n_2, \dots, n_m) \quad (3)$$

将 R 和 M 带入公式(3)中可得 N :

$$N = M * R =$$

$$\begin{matrix} (0.1 & 0.15 & 0.15 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.15) \times \\ \begin{bmatrix} 1 & 0.369 & 0.322 & 0.094 & 0 & 0.040 \\ 0.945 & 1 & 0.947 & 0 & 0.072 & 0.060 \\ 0.122 & 0.878 & 1 & 0 & 0.561 & 0.092 \\ 0.737 & 1 & 0.875 & 0.140 & 0.128 & 0 \\ 0.071 & 0 & 0.357 & 0.571 & 0.857 & 1 \\ 0 & 0.486 & 0.353 & 0.843 & 1 & 0.871 \\ 0 & 0.174 & 0.152 & 0.826 & 1 & 0.674 \\ 0.053 & 0 & 0.093 & 0.823 & 1 & 0.584 \\ 0.054 & 0 & 0.262 & 0.839 & 1 & 0.886 \\ 0 & 0.441 & 0.159 & 1 & 0.524 & 0.903 \end{bmatrix} \\ = [0.573 & 0.476 & 0.478 & 0.336 & 0.311 \\ 0.470] \end{matrix}$$

3.5 综合评价

归一化的数值越大,说明越接近期望值,该项性能就越好。由计算的结果可以得出如表4结论:

表4 2种织物综合性能模糊评价结果

试样序号	A	B
归一结果	0.509 1	0.372 4

由表4可知,A、B两者的差值为0.136 7,A类织物的综合性能要好于B类织物。

在防护服应用中,芳纶/黏胶混纺织物的穿着舒适性较优,服用性能及阻燃性能,效果不如芳纶织物好,但在满足防护服阻燃性的必要条件,从综合性能来看,混纺织物性能更加优良。(下转第64页)

Study on Personnel Training in the Garment Specialty of Ling Tung University Based on the Cultivation of Creative and Practical Ability

XU Qiang, LIU Yang

(Faculty of Clothing and Design, Minjiang University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: The development characteristics of the garment specialty in Taiwan Ling Tung University used the cultivation of innovative and practical ability as foundation, and creative design of functional clothing and accessories as the main axis of the curriculum. The teaching philosophy had strong practicality and personnel training mode had distinct characteristics. Based on the in-depth study of the curriculum of the garment specialty of Ling Tung University, the concept, curriculum setting and the construction characteristics of the curriculum system were discussed. The enlightenment for the training of clothing specialty talents was expounded.

Key words: Ling Tung University; garment specialty; practical ability; personnel training

(上接第 46 页)

4 结语

测试了芳纶织物和芳纶/黏胶混纺织物的舒适性、服用性能和阻燃性能,得出芳纶/黏胶混纺织物的穿着舒适性较优,但服用性、阻燃性不如芳纶织物好,采用模糊综合评判方法客观全面地评价了芳纶/黏胶混纺织物与芳纶织物在舒适性、服用性和阻燃性上的优劣,从评价结果来看,芳纶/黏胶混纺织物优于芳纶织物。因此,在满足防护服面料对阻燃性能要求的前提下,芳纶/黏胶混纺织物的综合性能较为优良。

参考文献:

- [1] 李甜.芳纶织物性能及在消防服中的应用研究[D].西安:西安工程大学,2015.
- [2] 柳素燕.消防员灭火防护服优化设计研究[C]//2010中国消防协会科学技术年会论文集,2010.
- [3] 姚晓林.特种防护服的发展概况[J].上海纺织科技,2003,31(5):50-52.

- [4] 汪晓峰,张玉华.芳纶纶的性能及其应用[J].纺织导报,2005,(1):19-23.
- [5] 顾灏.热处理对国产芳纶纤维微观结构和力学性能的影响[D].上海:东华大学,2016.
- [6] 姚明锋,李青.芳纶/黏胶混纺织物在超临界 CO₂ 中的染色研究[J].山东纺织科技,2010,51(6):1-4.
- [7] 陈志蕾.多组分混纺服用面料的性能优化研究与产品开发[D].杭州:浙江理工大学,2011.
- [8] 施巍.灭火防护服对消防员的“过度热防护”现象分析与对策[J].中国个体防护装备,2006,(3):29-31.
- [9] 赵书林,杜红丽.芳纶/阻燃黏胶混纺比对织物阻燃性能的影响[J].纺织学报,2006,27(12):74-76.
- [10] 朱月群,杨建平,殷庆永,等.芳纶阻燃纱线设计[J].纺织科技进展,2008,(6):27-30.
- [11] 纪芳,王万秀,高鲁青,等.芳纶与阻燃黏胶纤维混纺织物的开发[J].棉纺织技术,2004,32(3):57-58.
- [12] 刘新建,张瑞凤.多目标决策中一种确定权重的方法[J].山西师范大学学报(自然科学版),2002,16(3):20-22.
- [13] 周文坤.模糊偏好下多目标决策的一种客观赋权方法[J].上海大学学报(自然科学版),2004,10(4):410-412.

Fuzzy Comprehensive Evaluation of Wearing Comfort Properties of Aramid/Viscose Blended Fabric

LU Kai-mei, WEI Xia*, ZHU Yue

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

Abstract: The breathability, moisture permeability, warmth retention, stiffness, drapability, abrasive resistance, mechanical properties under low stress and flame retardant of aramid/viscose blended fabrics and aramid fabric were tested. The test results were analyzed by fuzzy comprehensive evaluation method. Based on the flame retardant of two kinds of fabrics, it could be concluded that comprehensive performance of aramid/viscose blended fabric was excellent.

Key words: aramid/viscose blended fabric; comfort property; wearability; flame retardant; fuzzy comprehensive evaluation