

涤棉混纺织物阻燃性能的实验分析

章梦洁, 伍 仲, 方 园

(浙江理工大学材料与纺织学院, 杭州 310018)

摘 要: 针对涤棉混纺织物“烛芯效应”而引起的阻燃整理难度大的问题,采用复合新型阻燃剂复配技术对涤棉混纺织物进行阻燃处理。通过正交试验的方法综合分析了混纺比、织物密度、织物组织结构等影响因素与涤棉织物阻燃性能之间的关联性。研究表明,经复配阻燃处理后的涤棉混纺织物的垂直燃烧损毁长度在40~47 mm范围内,均<50 mm,极限氧指数均>27.5,达到难燃织物的标准;随着织物中涤纶含量的增加,阻燃性能先增大后减小,涤纶含量为35%时阻燃效果最好;阻燃性能与织物密度正相关,而织物组织结构对阻燃影响并不显著。

关键词: 阻燃整理; 涤棉混纺织物; 复配协同; 正交试验

中图分类号: TS106 **文献标志码:** A

0 引 言

随着社会的发展、人们生活水平的提高和安全意识的增强,具有防护功能的纺织品的社会需求日趋扩大,无论是在民用或是产业用纺织品,新型阻燃整理技术正在得到广泛应用^[1]。

涤棉混纺织物性能优良,大量应用于汽车内饰、防护服等领域。由于存在“烛芯效应”,涤棉混纺织物的阻燃性能不佳,难以满足严苛的阻燃标准要求。国内外一般采用含卤阻燃剂对涤棉混纺织物进行阻燃整理,但是阻燃的耐久性较差、且不环保^[2]。通过采用涤纶型阻燃整理剂 FRC-1 与棉型阻燃整理剂 FRC-2 的复配和协同作用,可解决涤棉混纺织物阻燃性能不佳的问题,并达到织物阻燃的耐久性要求^[3]。本文采用实验研究的方法,系统地分析混纺比、织物密度、织物组织结构等变化因素对涤棉混纺织物阻燃性能的影响,为新型耐久型阻燃涤棉混纺织物的设计与开发提供参考。

1 试验部分

1.1 试验原料与织物

原料:17.5 tex×2 涤棉混纺纱。

织物组织结构:1/1 平纹、2/2 ↗斜纹、3/1 ↗斜纹。

1.2 试验设备及仪器

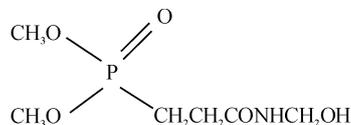
FYH816 可燃性燃烧测试仪(温州市方圆仪器);YG815D 织物阻燃性能测试仪(温州市方圆仪器);MD 型定型烘干小样机(苏州市瑞豪机械制造有限公司)。

1.3 浸轧阻燃整理

1.3.1 阻燃剂类型

试剂采用棉型阻燃整理剂 FRC-2(常州市化工研究所);涤纶型阻燃整理剂 FRC-1(常州市化工研究所);醚化六羟甲基三聚氰胺树脂(常州市化工研究所);催化剂(广州纺织工业研究所);固化剂等(巴斯夫有限公司)。

FRC-2 棉用型阻燃剂的化学名称为 N-羟甲基-3-二甲氧基磷酰基丙酰胺(Provatex CP),化学式为:

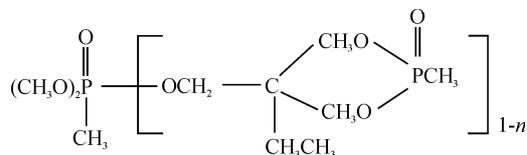


FRC-1 涤纶用型阻燃剂的分子式为:

收稿日期: 2012-10-16

作者简介: 章梦洁(1988-),女,安徽宿州人,硕士研究生,主要从事针织新技术的研究与产品开发。

通信作者: 方园,电子邮箱:fyuan123@126.com



$n=0$ 时,分子式为 $C_{15}H_{31}O_9P_3$,相对分子质量为 448.31; $n=1$ 时,分子式为 $C_9H_{20}O_6P_2$,相对分子质量为 286.19。此阻燃剂热稳定高,水解稳定性好,挥发性及毒性均低^[4]。

1.3.2 浸轧阻燃整理

采用的涤棉耐久型阻燃整理剂 FRC,是对 FRC-2 和 FRC-1 以 7:3 的质量比进行复配,复配流程为:FRC-1→水→FRC-2→醚化的六羟甲基三聚氰胺树脂→10%的 NaOH→柔软剂 FAS→渗透剂→85%磷酸。阻燃织物在轧余率为 85%,烘焙温度为 170℃,烘焙时间为 2 min 的轧-烘工艺及树脂用量为 100 g/L 的条件下获得^[5]。通过两种阻燃剂的协同作用,使织物获得良好的阻燃效果。

1.4 阻燃性能测试评价

1.4.1 垂直燃烧的测试评价

按 GB/T5455—1997 标准方法,在 FYH816 可燃性燃烧测试仪上进行垂直燃烧试验。用续燃时间、阴燃时间、平均损毁长度评价其燃烧性能,损毁长度越短阻燃性能越佳。按 GB/T5455—1997 阻燃防护服阻燃性能试验指标要求,续燃时间 ≤ 2 s,阴燃时间 ≤ 2 s 时达到一级水平;续燃时间 ≤ 2 s,2 s $<$ 阴燃时间 ≤ 5 s 时达到二级水平;损毁长度 < 50 mm 为一级,50 mm \leq 损毁长度 < 100 mm 为二级;达到二级者为合格,一级者为优秀^[6]。

1.4.2 极限氧指数的测试评价方法

按 GB17591—1998 标准方法,在 FYH816 可燃性燃烧测试仪上实验。用极限氧指数评价其阻燃性能,极限氧指数越大,阻燃性能越佳^[7];一般纺织品极限氧指数值在 27%~34% 时就认定为难燃织物^[7]。

1.5 正交试验方案设计

本文采用正交实验的方法研究各影响因素和耐久阻燃性能之间的关系,通过极差分析方法分析各因素对织物阻燃性能影响的显著性^[8]。选用续燃时间、阴燃时间、平均损毁长度、极限氧指数作为评价指标,选择涤棉混纺比、织物密度、织物组织为实验影响因素考虑到织造时纱线张力的差异和机器的不稳定性,相同规格的织物密度也不可能完全相同,因此本文中织物密度用织物经密表示^[9],纬密均取 280

根/10 cm。正交试验影响因素水平如表 1 所示。

表 1 因素水平表

因素	水平		
	1	2	3
A 涤/棉混纺比	25/75	35/65	50/50
B 织物经密/(根/10 cm)*	394	438	482
C 织物组织	1/1 平纹	2/2 ↗斜纹	3/1 ↗斜纹

* 纬密均为 280 根/10 cm

2 实验结果与分析

2.1 正交试验结果

根据因素水平表,得到表 2 所示的正交试验结果。

表 2 正交实验结果

试验号	实验因子			续燃时间/s	阴燃时间/s	平均损毁长度(炭长)/mm	极限氧指数/%
	A	B	C				
1	2	1	1	2	2	42	28.5
2	2	1	2	2	2	44	28.3
3	2	1	3	2	2	45	28.2
4	1	1	1	2	2	44	28.3
5	1	1	2	2	2	46	28.1
6	1	1	3	2	2	47	28.0
7	3	1	1	2	2	43	28.4
8	3	1	2	2	2	45	28.2
9	3	1	3	2	2	46	28.1
10	2	2	1	2	2	41	28.6
11	2	2	2	2	2	43	28.4
12	2	2	3	2	2	44	28.3
13	1	2	1	2	2	43	28.4
14	1	2	2	2	2	45	28.2
15	1	2	3	2	2	46	28.1
16	3	2	1	2	2	42	28.5
17	3	2	2	2	2	44	28.3
18	3	2	3	2	2	45	28.2
19	2	3	1	2	2	40	28.7
20	2	3	2	2	2	42	28.5
21	2	3	3	2	2	43	28.4
22	1	3	1	2	2	42	28.4
23	1	3	2	2	2	45	28.2
24	1	3	3	2	2	46	28.1
25	3	3	1	2	2	41	28.6
26	3	3	2	2	2	43	28.4
27	3	3	3	2	2	44	28.3

2.2 试验数据处理

首先进行极差分析,得到每个指标的影响因素的主次顺序和最佳水平组合;其次进行方差分析($\alpha=0.10$),评价各试验因素的显著性,最后通过相关知识和实际情况综合考虑得出较优的参数组合。直

观数据如表3所示。 k_j ($j=1,2,3$)分别表示任一列因素 j 水平所对应试验指标的平均值,其大小可以判断相应列因素的优水平和优组合。 R 为相应列因素的极差, R 值越大,表示该因素对试验指标的影响越大,根据 R 的大小判断影响因素的显著性^[10]。

通过方差分析表3看出,A因素(涤棉混纺比)对织物阻燃性能影响最显著,B因素(织物经密)其次并与阻燃性能成正相关,C因素(织物组织结构)对阻燃性能的影响最小。

表3 极差分析表

试验因素		A	B	C
平均损毁长度	K_1	46.0	44	43.5
	K_2	42.3	43.3	44.8
	K_3	44.5	45.5	44.5
	R	3.7	2.2	1.3
极限氧指数	K_1	28.17	28.28	28.49
	K_2	28.50	28.50	28.38
	K_3	28.40	28.33	28.35
	R	0.43	0.22	0.14

2.3 试验结果分析

2.3.1 涤棉混纺比对阻燃性能的影响

表3得出,涤棉混纺比对织物的阻燃性能影响显著。图1为织物涤棉混纺比与平均损毁长度之间的关系。

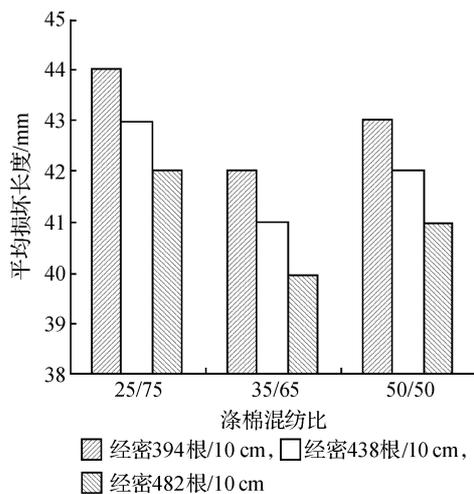


图1 涤棉混纺比与平均损毁长度的关系

随着织物中涤纶含量的增加,平均损毁长度先减小后增加,表明织物的阻燃性能呈现先增大后略减小的趋势。当涤棉混纺比为35/65时,织物的平均损毁长度最小,阻燃性能最好。

2.3.2 织物经密对阻燃性能的影响

从极差分析表3得出,织物经密对织物的阻燃性能也有较为显著的影响。图2为织物经密与平均损毁长度的关系曲线。

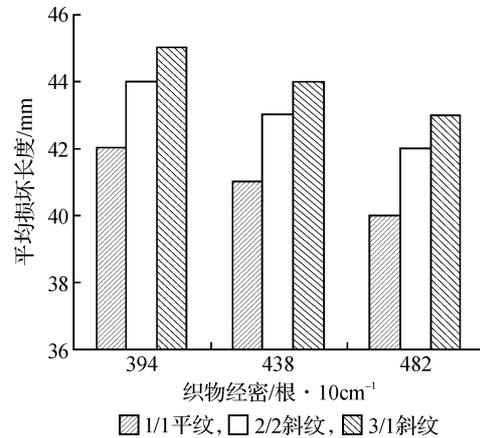


图2 织物经密与平均损毁长度的关系

织物经密与平均损毁长度呈现明显的负相关性,即织物密度越大,燃烧越困难,平均损毁长度越小,阻燃性越好。

2.3.3 织物组织结构对阻燃性能的影响

从表3得出,织物组织结构对阻燃性能的影响较其他两个影响因素要小,但也具有一定的影响。图3为织物组织结构与平均损毁长度之间的关系。

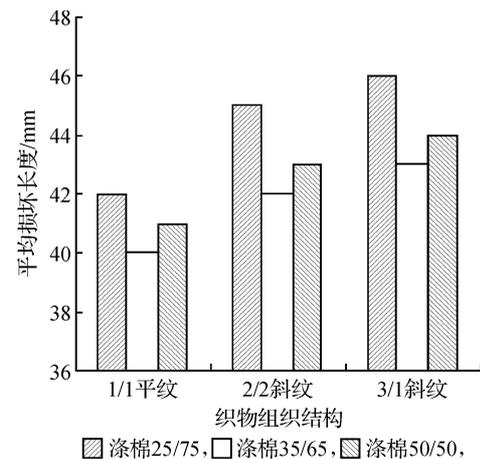


图3 织物组织结构与平均损毁长度的关系

在相同条件下,织物越松弛,通透性越好,平均损毁长度增大,织物的阻燃性能下降。

3 结论

a) 研究结果表明,采用复配法阻燃剂对涤棉混纺织物进行阻燃整理后,织物的垂直燃烧损毁长度在40~47 mm范围内,均<50 mm,极限氧指数均>27.5,达到一级阻燃要求,织物阻燃性能优良。

b) 涤棉混纺织物的阻燃性能,随着织物中涤纶含量的增加呈现先增大后略减小的趋势。阻燃纱中涤纶含量为35%时,织物具有最佳的阻燃性。

c) 织物经密与平均损毁长度呈明显负相关性,织物经密越大,燃烧越困难,阻燃性越好。

d) 织物组织结构对阻燃性影响的极差很小(为 0.14),是其余两个因素的 30%~60%,说明织物的组织结构对于织物的阻燃性能影响不显著。

参考文献:

- [1] 吴惠英,段亚峰. 耐高温纤维的研究进展与应用[J]. 针织工业, 2006(2): 24-27.
- [2] Green J A. Overview of the fire retardant chemical industry past-present-future [J]. Fire and Materials, 1995, 19(5): 197-204.
- [3] 吴英,瞿中凯,郭永林. 阻燃涤纶的性能及应用[J]. 产业用纺织品, 2001(1): 35-36.
- [4] 金壮,张弘. 纺织新产品设计工艺[M]. 北京:纺织工业出版社, 1992: 131-147.
- [5] 李双会,朱华. 阻燃抗热防护服材料及其检测手段的现状与发展趋势[J]. 中国安全生产科学技术, 2006(6): 10-13.
- [6] GB/T5455—1997 阻燃机织物[S].
- [7] GB/T5454—1997 阻燃机织物[S].
- [8] Chiu Hih-hsuan, Wang Wu-kou. The dynamic flammability and toxicity of magnesium hydroxide filled intumescent fire retardant polypropylene[J]. Journal of Applied Polymer Science. 1998, 67: 989-995.
- [9] Shih Y C, Cheung E B, Koo J H. Theoretical modeling of intumescent fire-retardant materials [J]. Journal of Fire Science. 1998, 16(1): 46-71.
- [10] 杜文琴,徐杰. 针织阻燃涂层织物的研制及其性能[J]. 纺织学报, 2012, 33(1): 92-95.

Experimental Study on the Polyester-Cotton Blended Fabrics' Flame Retardancy

ZHANG Meng-jie, WU Zhong, FANG Yang

(School of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In the light of the problem that it's difficult to apply flame retardant finish to cotton-polyester blended fabric as a result of wick effect, the authors adopt a new type of flame retardant to finish the fabric. Additionally, the compositions of fire retardant will coordinate to achieve flame retardancy. Based on this, the authors utilize orthogonal experiment to analyze the way in which how blending ratio, fabric density and fabric structure affect the flame retardant performance of cotton-polyester blended fabric. It turns out that the vertical burning damage length is from 40 to 47 mm, which is less than 50 mm, and the limiting oxygen index is greater than 27.5, which reaches the requirements for flame retardancy. The flame retardant performance of cotton-polyester blended fabric is closely related to the contents of the fire retardant and the way to apply fire retardant finish. It also proves that the flame retardant performance of cotton-polyester blended fabric increases and then decreases when the contents increase, the performance is positively correlated to the density of fabric, while the fabric structure does not significantly connect with it.

Key words: flame retardant finish; cotton-polyester blended fabric; complex cooperation; orthogonal experiment

(责任编辑:张祖尧)