



# 不同测试方法对织物阻燃性能影响的初探

阚道远<sup>1</sup>, 蔡再生<sup>1</sup>, 曾履平<sup>2</sup>, 程德亮<sup>3</sup>

(1. 生态纺织教育部重点实验室, 东华大学化学化工与生物工程学院, 上海 201620; 2. 上海申达川岛织物有限公司, 上海 201707; 3. 上海傲士德进出口有限公司, 上海 200050)

**摘要:** 针对纺织品阻燃性能燃烧测试方法的不同以及国家之间的测试标准不一, 重点介绍了垂直燃烧法和45°燃烧法对于织物阻燃性能等级的差异。研究发现, 由于测试方法的不同, 即使在相同整理工艺下处理的面料, 其阻燃效果的评价也有很大差异。

**关键词:** 垂直燃烧法; 45°燃烧法; 纺织品

中图分类号: TQ314.24<sup>8</sup> 文献标识码: C 文章编号: 1004-0439(2011)03-0053-03

## Effects of different test methods on the fire proofing performance of textiles

KAN Dao-yuan<sup>1</sup>, CAI Zai-sheng<sup>1</sup>, ZENG Lü-ping<sup>2</sup>, CHENG De-liang<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Science & Technology of Eco-Textile, Ministry of Education, College of Chemistry, Chemical Engineering and Biotechnology, Donghua University, Shanghai 201620, China; 2. Shanghai Kawashima Shenda Textile Co., Ltd., Shanghai 201707, China; 3. Shanghai Aoshide Imports and Exports Co., Ltd., Shanghai 200050, China)

**Abstract:** Aiming at the different burning tests to fire proofing performance of textiles and the different test standards between different countries, the difference of vertical burning test and the 45°burning test on the rank of the flame-retardant performance were mainly introduced. It was found that the evaluation of the flame-retardant performance of fabric were very different although they were treated under the same finish process due to the different test methods.

**Key words:** vertical burning test; 45°burning test; textiles

随着交通运输的发展及日趋完美, 人们对交通工具里的内饰品提出了较高要求, 特别是对于汽车、高速列车、飞机等公共设施中的内饰物要求更高, 其中座椅面料更为突出。人们希望这些面料能够舒适、柔软、美观, 也希望这些紧贴于座椅表面的纺织品能够具有更多功能, 如抗菌、防臭、防水、阻燃等。在众多功能中, 阻燃最重要, 每年因纺织品失火而导致的伤亡人数很多, 尤其对在汽车、高速列车、飞机等相对空间较小的环境中, 一旦失火必然带来人身、财产等重大损失。因

此, 对于这些纺织品的阻燃整理非常重要<sup>[1-3]</sup>。但测定其阻燃性能是一个极其复杂的过程, 原因是影响织物燃烧的因素很多, 且彼此关联。随着这些因素的变化, 即使同一种纺织品在火灾中的行为也不同, 测得的织物阻燃性能也常有差异。通常, 这些因素有: 点火源的形式、施加火源的时间、织物与火源的位置等。不同的测试方法会有不同的测试结果。目前, 大多使用水平燃烧法、45°燃烧法和垂直燃烧法<sup>[4]</sup>。人们一直在努力建立纺织品阻燃性能测定结果与真实火灾过程的相关

收稿日期: 2010-05-06

基金项目: 国家教育部重点项目, 编号 109066; 上海市经委上海市引进技术的吸收与创新项目, 编号 08-118

作者简介: 阚道远(1985-), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 主要从事纺织品的阻燃整理。

通信作者: 蔡再生, 博士生导师, Tel: 021-67792609, E-mail: zshcai@dhu.edu.cn.

性,希望正确估计出各种织物在真实火灾时的危害程度.另外,因各类材料测试方法不一(如美国FAR25.853飞机材料阻燃防火用垂直燃烧法测试,而DIN5510-2/DIN54837德国阻燃防火用45°燃烧法测试),所以在衡量织物的阻燃性能时,一定要具体说明采用的测试方法和测试条件.水平燃烧法是最不严格的一种测试方法,故本文重点介绍垂直燃烧法与45°燃烧法对于织物阻燃性能测试的比较.此外,在相同整理工艺下采用不同标准来评价织物的阻燃性能鲜有报道,且目前德国DIN标准的测试费昂贵,若能在试验室找到一个较适合的方法去模拟它,可以减少不必要的测试费用.

## 1 试验

### 1.1 材料及仪器

织物:涤纶绒毛织物(550 g/m<sup>2</sup>,上海申达川岛织物有限公司);试剂:三聚氰胺、季戊四醇(国药集团化学试剂有限公司),环状磷酸酯、结晶型聚磷酸铵(浙江科峰化工有限公司),水性聚丙烯酸酯乳液,增稠剂.

仪器:YG815A织物阻燃性能测试仪,MathisBA涂层机,P-AO型垂直式平幅浸轧机.

### 1.2 阻燃剂的制备

涂层胶的制备:将结晶型聚磷酸铵30%、三聚氰胺10%和季戊四醇10%加入到水性聚丙烯酸酯乳液45%(胶粘剂)中,搅拌均匀后加入适量水和增稠剂5%,调节体系粘度以制得适合涂层用的阻燃涂层胶.

浸轧液的制备:将环状磷酸酯加入水中,用氨水调节pH值为6左右,配成200 g/L的阻燃液.

### 1.3 阻燃整理工艺

涂层整理:用涂层机将阻燃涂层胶均匀地涂覆在织物背面→预烘(100 °C,2 min)→焙烘(150 °C,3 min).

浸轧整理:一浸一轧(轧余率为100%)→预烘(100 °C,2.5 min)→焙烘(160 °C,3 min).

### 1.4 性能测试

45°燃烧性能:模拟德国DIN5510-2/DIN54837《轨道交通车辆防火材料和部件的燃烧特性及燃烧伴随现象分类、要求和检验方法》测试.<sup>[5-7]</sup>垂直燃烧性能:按照GB/T 5455-1997《纺织品燃烧性能试验垂直法》测试.

## 2 结果与讨论

### 2.1 织物浸轧整理后的阻燃性能

由表1可见,浸轧整理后布样的阻燃性能比未整理布样好.但相比之下,45°燃烧法测试布样的损毁长度比垂直燃烧后短.其原因是:用垂直燃烧法测试的

燃烧火焰是从织物的底部点燃,并且在燃烧时间内织物一直固定在原位置,火焰的外焰发热所产生的影响范围大,导致垂直损毁长度大.而45°燃烧法测试时,涤纶织物的中间能很快地被烧破从而出现空洞,使得在以后很长的测试时间内火焰无法触及织物,织物也就不会继续燃烧而形成更大的损毁.再加上火焰燃烧方向是45°角方位,而织物是垂直悬挂的,在垂直方向无法形成很大的损毁及蔓延,因此,织物被燃烧的部分较少,放出的烟雾自然也更少.另外,熔滴现象是因为涤纶织物是一种聚酯纤维,在火源热的作用下相对容易发生软化,继而熔融收缩而形成液滴.<sup>[8]</sup>此外环状磷酸酯是一种促熔滴型阻燃剂,所以在燃烧中会有熔滴现象.

表1 浸轧整理后不同测试方法的阻燃性能对比

布样	测试方法	续燃时间/s	损毁长度/cm	燃烧情况	阻燃评价
未整理	垂直法			烧毁 烟雾非常大,熔滴严重	非常差
	45°燃烧法			烧毁 烟雾较大,熔滴严重	非常差
阻燃整理	垂直法	0.5	9.0	烟雾较少,有部分熔滴	较差
	45°燃烧法	0	6.2	烟雾很少,有少量熔滴	较好

注:5次测试平均值(下同).

### 2.2 织物涂层整理后的阻燃性能

涂层整理后不同测试方法的阻燃性能见表2.

表2 涂层整理后不同测试方法的阻燃性能对比

布样	测试方法	续燃时间/s	损毁长度/cm	燃烧情况	阻燃评价
未整理	垂直法			烧毁 烟雾非常大,熔滴严重	非常差
	45°燃烧法			烧毁 烟雾较大,熔滴严重	非常差
阻燃整理	垂直法	0	2.5	烟雾扩散很少,无熔滴	好
	45°燃烧法	0	15.2	烟雾扩散很大,无熔滴,损毁面积大	差

由表2可见,经涂层整理后布样的阻燃性能比未整理布样好.但是垂直燃烧与45°燃烧的现象有很大差异:在垂直燃烧法测试时,涂层整理后布样的阻燃效果最好,表现为损毁长度很短、没有熔滴现象、烟雾扩散很少;在45°燃烧法测试时,却表现为织物损毁长度较长、损毁面积较大、烟雾扩散很浓.在相同整理工艺下,用45°燃烧法测试织物阻燃性能的结果与垂直燃烧法也相反.原因是此涂层胶的有效成分为一种膨胀型阻燃剂,其阻燃机理主要是通过固相成炭,形成一种较厚的泡沫炭层<sup>[9-10]</sup>,有效阻止涤纶的燃烧.当45°燃烧时,阻燃涤纶很容易形成残炭,这种残炭层形成了一种网状结构的支架,阻止了涤纶纤维因燃烧产生的

熔滴滴落,致使熔滴又给整个支架提供热量以供继续燃烧.在燃烧时间内,火源会因为受到网状炭层支架的作用而不断往上窜,导致损毁面积很大,损毁长度很长.但是在用垂直燃烧法测试时却表现出了很好的阻燃性能,原因是膨胀型阻燃剂的作用,织物在燃烧时会形成残炭,有利于隔热及阻止可燃性气体溢出,阻止了火焰向上扩散,因而阻燃效果很好.

### 3 结论

(1)在相同整理工艺下,用45°燃烧法测试时,若火焰不能及时把织物中间烧穿,布面的火势会增大且向四周蔓延,获得的阻燃效果就较差;用垂直燃烧法测试时,如果织物在燃烧时能形成膨胀型残炭,则有利于阻止火焰向上扩散,获得的阻燃效果就较好.

(2)对于要通过45°燃烧法来测定织物阻燃性能时,建议选用促熔滴型阻燃剂,这样有利于织物在较短时间内被烧穿;而对于要通过垂直燃烧法来测定织物阻燃性能时,建议选用成炭型阻燃剂,这样有利于织物在较短时间内形成网络状的不燃性炭层,从而阻止燃烧进行.

参考文献:

- [1] 宗小燕,贺江平.纺织品的阻燃综述[J].染整技术,2006,28(10):15–17.
- [2] LAOUTID F,BONNAUD L,ALEXANDRE M,*et al*.New prospects in flame retardant polymer materials:From fundamentals to nanocomposites[J].Materials Science and Engineering R,2009(63):100–125.
- [3] HOANG D Q,KIM J,JANG B N.Synthesis and performance of cyclic phosphorus-containing flame retardants[J].Polymer Degradation and Stability,2008(93):2 042–2 047.
- [4] 欧育湘,李建军.材料阻燃性能测试方法[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [5] DIN5510–2,Vorbeugender Brandschutz in Schienenfahrzeugen[S].
- [6] DIN5510–2,铁路车辆防止燃烧-第二部分:材料和构件的燃烧特性和燃烧并发现象[S].
- [7] PIRIG W,THEWES V.Fire-resistant coating for fibrous materials,especially textile,includes a melamine polyphosphate flame retardant:德国,1048778–A1[P].2000–11–02.
- [8] 眭伟民,黄象安,陈佩兰.阻燃纤维及织物[M].北京:纺织工业出版社,1990.
- [9] XIE Fei,WANG Yu–zhong,YANG Bing,*et al*.A novel intumescent flame-retardant polyethylene system[J].Macromolecular Materials and Engineering,2006,291:247–253.
- [10] BALABANOVICH A I.Thermal decomposition study of intumescent additives:Pentaerythritol phosphate and its blend with melamine phosphate[J].Thermochimica Acta,2005,435:188–196.