

# 阻燃丙纶纺粘非织造布的研制

梅千芳 郭国铭 (华南理工大学)

刘向南 罗志明 莫如侠 (广州第二合纤厂)

## 摘 要

本文探讨了直接添加国产阻燃剂FR-6和协同剂SB、采用共混法纺制阻燃丙纶纺粘非织造布的可行性;研究了FR-6和SB的阻燃能力及其适宜的添加量;确定了适宜的纺丝温度;研究了阻燃丙纶纺粘非织造布的宏观形态结构和热性能。纺制出极限氧指数(LOI)大于26%、平方米克重为50g/m<sup>2</sup>、具有一定的物理机械性能的阻燃丙纶纺粘非织造布。

## 一、前 言

化纤织物易燃,经火源引燃后会持久不断燃烧下去,以致酿成火灾。由于阻燃织物能自熄,阻止火势蔓延;因此纺织品的阻燃已日益受到人们的关注。许多工业技术先进的国家已制订出纺织品的阻燃法规,规定高层建筑、航空、舰船、汽车、医院及其它公共场所用的纺织品和老人、小孩、残疾人的服用织物都必须经阻燃处理,达到一定的阻燃标准<sup>[1]</sup>。

聚丙烯纤维近年来发展迅速,丙纶纺粘非织造布具有优良性能,产品应用广泛,畅销国内外,但它的缺点之一是易燃(极限氧指数LOI只有17—18%),因此开发研究阻燃丙纶非织造布是十分必要的。本研究是在实验室小试<sup>[2]</sup>的基础上,在广州第二合纤厂的纺粘非织造布生产设备上进行试验的。

## 二、实验部分

### 1、原 料

- (1) 聚丙烯切片:美国Himont Profax pc967;熔点:170.3℃;熔融指数35g/10min。
- (2) 阻燃剂:FR-6,属卤系阻燃剂;外观:白色结晶粉末;不溶于水。
- (3) 协同剂SB,外观:白色粉末;细度:325目占99.6%。

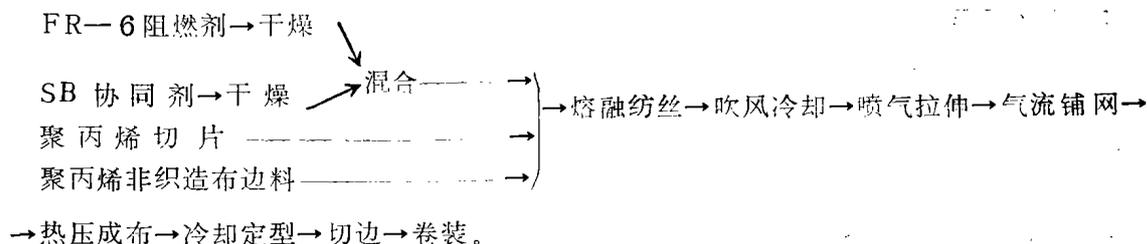
### 2、实验设备

引进西德Reifenhauser公司的纺粘法设备<sup>[2]</sup>;  
 主螺杆挤压机:  $\phi 120\text{mm}$   $L/D = 30$   
 小螺杆挤压机:  $\phi 50\text{mm}$   $L/D = 20$   
 计量泵规格:164cm<sup>3</sup>/转  
 喷丝板规格:长2560mm;宽114mm;孔径 $\phi 0.4\text{mm}$ ;孔数:7763孔。  
 侧吹风面积(单边):2550mm $\times$ 1200mm  
 吹风量:10000m<sup>3</sup>/h;吹风速度:0.2m/s

风温度：15—17℃；风湿度：90%

过滤网60目/500目/5000目/6000目。

阻燃丙纶纺粘非织造布的喷气拉伸法生产工艺流程：



### 3、测试仪器

(1) 纤维燃烧性能测试

He—Z型氧指数仪，南京江宁分析仪器厂生产。

(2) 纤维宏形态观察和照相

摄影生物显微镜：XSS—2型

哈氏切片器：Y72型

照相机：海鸥牌

(3) 差热分析仪：CF—1型，暨南大学仪器厂生产。

测定条件：参比物： $\alpha$ - $Al_2O_3$ ；升温速度：10℃/min；纤维试样重：30mg；记录仪走纸速度：300mm/h。

### 4、聚丙烯切片熔融指数测定

熔融指数测定仪XYZ—190型，长春非金属材料试验机厂生产。

## 三、结果与讨论

### 1、阻燃剂添加量对LOI值的影响

表1 阻燃剂添加量与共混丙纶纺粘非织造布的LOI值的关系

实验号	阻燃剂量 (%)	LOI (%)
C—01	0	17.8
C—02	2	24.8
C—03	3.2	26.7

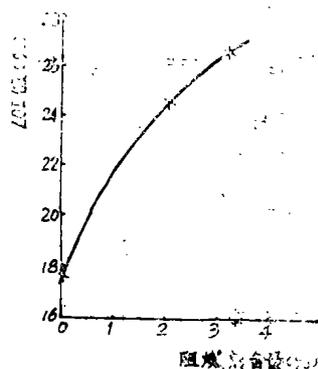


图1 阻燃剂添加量与阻燃丙纶非织造布LOI值的关系

从表1和图1中可以看出，随着阻燃剂添加量的增加，LOI值也随着增加，表示阻燃丙纶非织造布的阻燃性能提高。添加量为3.2%时，非织造布的LOI值达26.7%，达到了自熄。

材料的要求。但比小试验的研究结果偏低<sup>3</sup>（小试验的阻燃剂添加量3%时，其LOI值为30.9%）。本研究认为是添加阻燃剂时计量误差所致。

## 2、 纺丝温度对纺丝成网过程的影响

表2 阻燃丙纶纺粘非织造布纺丝各区温度对纺丝成网的影响

实验号	阻燃剂量 (%)	纺丝各区温度 (°C)					可纺性
		主螺杆温度	弯管温度	过滤器温度	计量泵温度	箱体温度	
C-01	0	200~225	225	225	225	225~230	可纺性好、铺网均匀、丝色透明、无异味。
C-03 <sub>1</sub>	3.2	200~215	215	215	215~218	218~223	可纺性好、铺网均匀、丝色白、布稍硬、无异味。
C-03 <sub>2</sub>	3.2	200~215	215	215	215~223	220~225	可纺性好、铺网均匀、丝色白、无异味。
C-03 <sub>3</sub>	3.2	200~215	215	215	215~223	223~228	可纺性好、成网有空洞、丝微黄、稍有异味。
C-03 <sub>4</sub>	3.2	200~225	225	225	225	225~230	可纺性差、出现注头丝并丝、成网空洞多而大、纤维灰黑。

注：产品规格：平方米克重：50g/m<sup>2</sup>、幅宽2400mm、卷长500m  
 计量泵转速：24.5r/min、输送带速度：24.7m/min  
 光辊温度：140°C 花辊温度：145°C 冷风温度：15°C  
 过滤器前压力：10.8MPa  
 过滤器后压力：9.7MPa

纺丝温度是保证高聚物熔体质量，稳定熔体粘度，改善熔体可纺性的关键参数之一。

小试验研究认为<sup>[3]</sup>阻燃剂添加量为1.5—3%，纺丝温度为207—220°C时，熔体可纺性能良好，所得阻燃丙纶LOI值为26.5~30.9%；升温至241°C时可纺性能下降，丝条发黄并有阻燃剂分解。

从表2可知，大机试验采用阻燃剂添加量为3.2%，纺丝温度为218—225°C，可纺性能良好，纤维铺网均匀，丝色白，无刺激性气味。当温度上升为228—230°C时，可纺性能变差，成网空洞多，出现并丝、注头丝，纤维变黄至灰暗，影响非织造布质量和外观，使生产中断。由于阻燃剂的耐高温性能较差，纺丝温度高，而且熔体在螺杆和管路中停留时间比小试验时长，导致阻燃剂热分解温度下降<sup>[4][5]</sup>。因此适宜的纺丝温度范围较窄，一般在218—225°C。

## 3、 阻燃丙纶纺粘非织造物的物理机械性能

从小试验结果表明<sup>[3]</sup>，纺制阻燃丙纶纤维，加入阻燃剂后对单纤维的物理机械性能无明显影响。本研究结果（如表3所示）说明，阻燃丙纶纺粘非织造物的断裂强度及其伸长率比常规丙纶纺粘非织造物略低。研究认为是加入低分子阻燃剂削弱了纤维与纤维之间的粘着力，造成纤维断裂强度及其断裂伸长率有下降<sup>[6]</sup>；但LOI值（26.7%）仍达到阻燃要求。

## 4、 阻燃丙纶纺粘非织造物的热性能

从图2中可以看出，曲线1比较平坦，说明协同剂SB在本试验温度范围内（室温至400°C）基本上稳定，没有热效应产生；曲线2在199°C出现吸热峰，为阻燃剂FR-6在此温度下熔融，其后出现230°C的微弱氧化放热峰和258°C较强烈的分解吸热峰。阻燃剂FR-6从熔融到开始氧化分解，温度间隔仅为30°C左右。这给纺丝温度的确定和控制提供了极其重

表3 阻燃丙纶纺粘非织造布物理机械性能\*

实验批号	试样名称	断裂强度 (N/5 cm)		断裂伸长率 (%)		单位面积重量			LOI值**
		纵向	横向	纵向	横向	g/m <sup>2</sup>	质量偏差	质量变异系数	
9005294	阻燃丙纶纺粘非织造布	48.4	46.1	129.5	140	47.5	5.1	10.8	26.7
9005291	阻燃丙纶纺粘非织造布	54.6	44.9	186.4	183.8	52.8	7.7	14.6	26.7
910121	丙纶纺粘非织造布	77.3	69.1	230.1	208.5	49.5	5.4	10.8	18.5
900815	丙纶纺粘非织造布					51.9	7.8	15.0	18.5

注：• 广州第二合成纤维厂检测

•• 华南理工大学检测

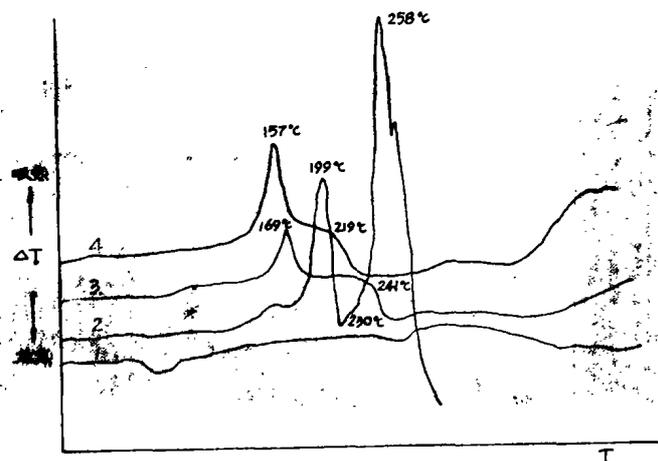


图2 DTA热谱图

- 曲线1—聚丙烯PB热谱图
- 曲线2—阻燃剂FR-6热谱图
- 曲线3—普通丙纶热谱图
- 曲线4—阻燃丙纶纺粘非织造布热谱图

要的依据，曲线3为普通丙纶的热谱图，其熔融峰的温度为169℃；曲线4为阻燃丙纶纺粘非织造布的热谱图，其熔融峰的温度为157℃，比普通丙纶的熔点低，这是因为在聚丙烯中加入阻燃剂FR-6后，阻燃剂FR-6起了屏蔽和隔离的作用，降低了聚丙烯大分子链的序态，使聚丙烯的耐热性变差所致<sup>7-8</sup>。曲线4仅有一个熔融峰，说明阻燃剂FR-6和聚丙烯的相容性较好。这是选择FR-6作为纺制阻燃丙纶阻燃剂的依据之一。

### 5、阻燃丙纶纺粘非织造布宏形态结构

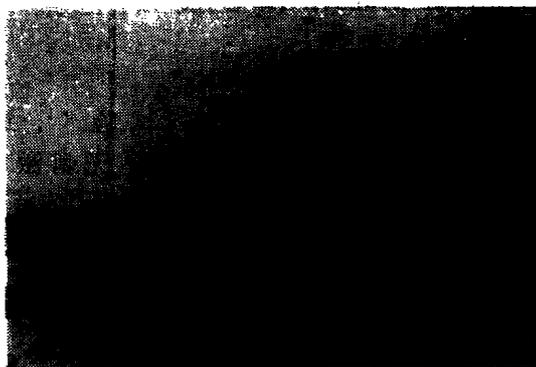


图3

阻燃丙纶非织造布纤维纵向扫描



图4 普通丙纶纵向扫描



图5 阻燃丙纶纺粘非织造布初生丝横截面



图6 阻燃丙纶纺粘非织造布纤维横截面

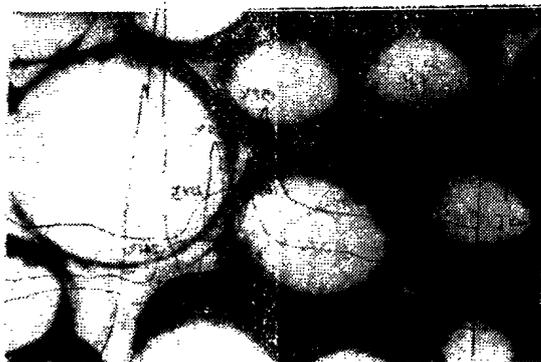


图7 普通丙纶初生丝横截面

从上述图片中看出，阻燃丙纶（图3）和普通丙纶纺粘非织造布纤维（图4）的外观相似，均有极其轻度的纵向条纹；阻燃丙纶纺粘非织造布初生丝横截面（图5）和阻燃丙纶纺粘非织造布纤维横截面（图6）与普通丙纶初生丝横截面（图7）相似，为较光滑的图形，并未因为阻燃剂的加入而改变纤维横截面形状，也未发现有较大的阻燃剂粒子。研究认为，阻燃剂FR-6与聚丙烯在加热熔融时，两者相容性较好，这一结论也可从阻燃非织造布的DTA热谱图上得到证实（曲线4只出现一个熔融峰）。在阻燃纤维横截面上发现有高熔点的超细SB均匀分布，这种结构并未对纤维的物理机械性能有明显影响。

#### 6、阻燃剂FR-6的毒性和致癌性试验

（1）北京医学院劳动卫生教研室用FR-6对小白鼠做了急性试验<sup>[9]</sup>，致死量 $LD_{50} > 10000 \text{ mg/kg}$ ；高浓度喂毒，动物无明显异常；皮肤局部刺激试验，无刺激症状。结论认为FR-6为基本无毒物质，对皮肤、眼睛无刺激作用。

（2）武汉医学院卫生系对FR-6做Ames试验<sup>[10]</sup>，结果为阴性反应，结论认为FR-6无致癌作用。

## 四、结 论

1、采用阻燃剂FR—6和协同剂SB纺制阻燃丙纶纺粘非织造布具有良好的阻燃性能，阻燃剂FR—6添加量为3.2%时布的LOI值达26.7%，达到了自熄材料的要求。

2、用FR—6共混纺制阻燃丙纶纺粘非织造布要求严格控制纺丝温度，一般为218—225℃。

3、在本研究的阻燃剂添加量范围内，阻燃丙纶非织造物的物理机械性能、平方米重量、质量偏差和质量变异系数与普通丙纶纺粘非织造物的指标相接近。

4、经毒性试验认为阻燃剂FR—6为基本无毒物质，无致癌作用。

5、本研究采用共混法纺制阻燃丙纶非织造布，工艺流程简单，可采用原有的生产路线和设备，成本低，具有开发前景。

〔致谢〕：本试验在广州第二合纤厂各级领导、工程技术人员，特别是纺粘布车间的干部和工人师傅大力支持帮助下进行的，在此表示衷心的感谢。

## 参 考 文 献

- 〔1〕、Courtaulds, Textiles Progr., Vol. 8, No.1 (1976)
- 〔2〕、梁建清, 合成纤维, No. 5, (1988)
- 〔3〕、鄂国铭、梅千芳等, 待发表论文
- 〔4〕、董纪震等, 《合成纤维生产工艺学》(上册), 纺织工业出版社, 1981年
- 〔5〕、李合银, 合成纤维, No. 3, (1989)
- 〔6〕、王延霖, 《非织造布生产技术》, 纺织工业出版社, 1986年
- 〔7〕、澳莹元等, 《高分子物理》, 广东科技出版社, 1986年
- 〔8〕、L. M. Manaaha, O. P. Bahl, Fibre Science and Technology, 13(3), (1980)
- 〔9〕、摘自北京医学院报告(内部资料)
- 〔10〕、摘自武汉医学院报告(内部资料)

(上接第9页)

## 参 考 文 献

- 〔1〕、H. Marumo, 《带电防止剂》, P.251, 幸书房(日本东京), 1972年
- 〔2〕、S. Kikko and A. Katsunishi, 《Static Electricity Handbook》, P.110, Maruzen, Tokyo, Japan, 1976
- 〔3〕、K. Okazaki, 高分子, 21, 402 (1972)
- 〔4〕、T. Ono, 化纤月报, 3, 34 (1980)
- 〔5〕、福本修, 《ポリアマド树脂ハンドブック》, P.87, 日刊工业新闻社, 1988年
- 〔6〕、高分子学会, 《ポリマーアロイ基础と应用》, P.136, 东京化学同人, 1983年
- 〔7〕、赵妖明、木村良晴, 纤维学会志, Vol.40, No.3, T-104 (1984)
- 〔8〕、Yao M. Zhao, Die Angewandte Makromolekulare Chemie, 132, 169~185 (1985)
- 〔9〕、赵妖明、庄慧卿等, 合成纤维, No. 5, 4 (1987)