

# 抗静电可染棉型丙纶短纤维的研制

刘 越 徐发欣 张新民\* 贺俊胜 郭永强

(山东省化学纤维研究所, 潍坊, 261031)

通过对抗静电可染丙纶短纤维抗静电及染色机理的分析研究, 试制出了丙纶用新型复合抗静电剂及染色剂, 并得到了生产上述纤维的两组分最佳添加量及生产工艺。结果表明: 抗静电组分加入量为6%, 可染组分加入量在8%~10%时, 纤维相对上染率可达65%以上(分散兰2BLN, 100℃+40min), 静电电压32V, 半衰期1.3s。该纤维可在普通棉纺设备上纺制成高支纱线, 并可经染整加工成各种色泽。

关键词: 丙纶 抗静电性能 染色性能 棉型短纤维

丙纶不能象涤纶、腈纶等其它合纤那样被染着色泽, 并且由于其静电大, 很难实施清花、纺纱等加工, 极大地限制了它的应用。本工作对高效、耐久、实用性抗静电剂、可染组分进行了分析筛选, 并研制出可与丙纶共混纺丝的抗静电、可染组分, 在大型设备上顺利纺制出了棉型抗静电可染丙纶短纤维, 同时对纤维的静电性, 染色性进行了分析研究。

## 1 丙纶的应用性能

### 1.1 电性能

丙纶是一种实际上不吸水或吸水极为微小的绝缘材料。另外, 由于丙纶位于纤维摩擦带电序列的负电荷末端, 因此当它与一种纤维摩擦时, 自身产生负电荷。没有经过改性处理的丙纶体积比电阻为  $6.5 \times 10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$ , 介电常数为2。如果没有电荷泄漏的途径, 这种纤维在使用过程中就容易发生静电积累, 并可导致加工过程中的许多麻烦。如短纤纺纱加工时, 严重的静电问题会直接影响到清花、梳理等工序的进行, 甚至不能用于加工, 基于这个原因, 人们开始研究抗静电丙纶。改进丙纶的静电性能, 大致有三个途径: a. 进行表

面处理; b. 添加抗静电剂共混纺丝; c. 与导电纤维混合纺纱。目前对丙纶的抗静电处理多倾向于采用第二种方式, 即聚丙烯切片与抗静电剂共混熔纺。

### 1.2 染色性

丙纶为非极性结构, 它不含有其它纤维通常含有的那种可借助于极性键或氢键来结合染料分子的基因(染座), 因而未改性的丙纶不能染色。商品化的聚丙烯色纤维是通过添加色母粒方式制备, 此有色纤维在颜色鲜艳度、色牢度等方面虽然较好, 但在色谱上存在许多限制。频繁更换品种使生产厂家力不从心。另外, 现有色母粒用于生产细旦棉型短纤维也存在不少问题。因此可染丙纶的生产能较好地满足后加工厂家的需求。丙纶的染色改性方式有多种, 如纤维表面处理, 共聚物本体改性以及添加可染组分的本体改性等。

## 2 试验

### 2.1 原料

北京燕山石化公司制的聚丙烯(PP)切

收稿日期: 1994-05-03

\* 在山东淄博第一棉纺织厂工作

片、 $MI = 12 \sim 15$ , 分子量 15 万, 灰分  $150 \times 10^{-4}$ ; 自制抗静电组分及可染组分。

## 2.2 试验纺丝设备

SI-25 螺杆挤出机  $L/D = 25$ ;

VC403 两位卷绕机;

VC442 24 锭牵伸加捻机。

## 2.3 测试仪器

抗静电性能 YG 321 纤维比电阻仪;

染色性能 721 型分光光度计。

## 3 结果与讨论

### 3.1 抗静电母粒的制备及用量

抗静电剂种类很多, 从其离子性划分有四种类型, 并且各有其优缺点。阴离子型抗静电效果较差, 且其水溶性好, 易被洗除, 故耐久性差; 阳离子型抗静电效果好, 又有良好的平滑性和吸附性, 但毒性、腐蚀性强, 热性差, 多数用于表面整理; 两性型虽然兼有上述两者的抗静电性能, 但在高温下易褪色, 价格较贵; 非离子型耐久性好, 毒性小, 适合纤维共混, 但会影响纤维染色性。综合上述各点, 试制了复配型抗静电剂。为生产方便及抗静电剂分散均匀, 将抗静电剂先行加工成母粒。

抗静电母粒的制作采用双螺杆挤出造粒机, 将抗静电剂、分散剂以及载体按一定比例进行混合包覆。流程如下:

复配抗静电剂  
分散剂  
载体

高温混炼 → 粉碎 → 双螺杆挤出

水冷机 → 切粒 → 干燥 → 抗静电母粒

图 1 为抗静电剂加入量对纤维抗静电效果的影响。从图 1 看出, 抗静电母粒用量达到 6% 以后, 纤维比电阻已从  $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$  降低到  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ , 用量继续增加, 抗静电效果的提高趋于缓和, 并且从实验看, 高的加入量亦会影响到纺丝质量, 使纤维性能变差。

### 3.2 可染组分的选择

从实验结果和有关资料<sup>[1]</sup>分析, 发现分

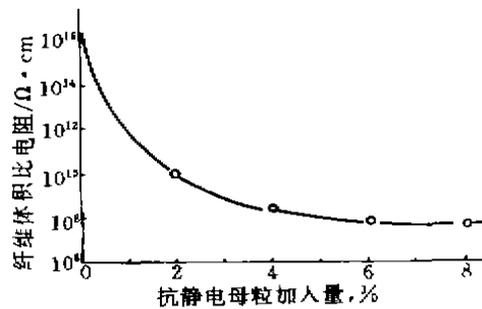


图 1 抗静电剂加入量对纤维抗静电效果的影响

散染料可染组分对改善 PP 的染色性效果较佳, 并且更适宜于现有设备的规模生产。分散染料可染丙纶染色机理为: ①纤维在纺丝、拉伸及热定型等过程中形成了亚微观裂纹及“固溶区”, 从而给分散染料提供了渗透的通道。②可染组分与 PP 熔融纺丝后, 在 PP 基质中形成了大量互相交织的微纤, 纤维表面上的微纤束端为灯芯, 根据芯吸原理, 染料被吸附并扩散到纤维内部。③染料在 PP 基质中扩散渗透并与添加剂基团以极性键结合、固着, 从而可达到合适的染色牢度。

从所筛选的三种可染组分来看, 都属聚酯类高聚物结构, 但其熔点相差较大, 实际纺丝情况是 A、B 两种添加组分在合适的添加范围内纺丝效果良好, C 组分由于其熔点与 PP 熔点相差悬殊, 纺丝条件控制要求极严, 纺丝效果较差, 因此予以排除。为检验 A、B 两组分的染色效果, 选用普通分散染料分散兰 2BLN 作为测试染料, 其最佳测试波长为:  $\lambda_{\text{max}2\text{BLN}} = 585 \text{nm}$  (图 2)。A、B 两组分对 PP 的

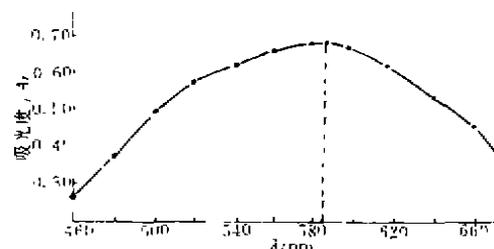


图 2 分散兰 2BLN(100%) 的标准吸收曲线

染色贡献见图3。从图3看出,在相同添加量情况下,A组分效果优于B组分,故选用A组分作PP可染添加组分。

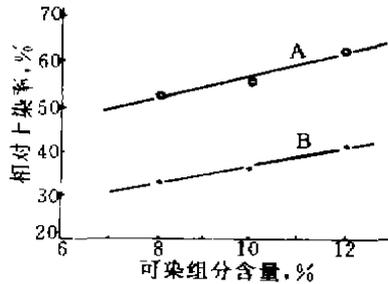


图3 可染组分添加量对纤维染色性能的影响

### 3.3 可染组分含量对抗静电效果的影响

抗静电母粒与不同含量的可染组分共混纺丝时,其抗静电效果如表1所示:

表1 可染组分含量对抗静电效果的影响

可染组分含量, %	0	4	6	8	10
体积比电阻 $\times 10^{-7} / \Omega \cdot \text{cm}$	0.97	1.7	1.6	3.3	4.1

注:测试条件为室温, RH 67%, 油剂洗净凉干, 平盘6h后, 每次15g 测三次求其平均值为一组。

从表1可以看出,可染组分含量对抗静电效果稍有影响;可染组分的加入,部分由于对抗静电组分合理匀分,加上可染组分的加入使纤维对空气中水分子的结合能力增强,使其抗静电性能增强,但另一方面由于对抗静电剂部分“分散”作用,有可能形成抗静电剂与外界的隔离,反而降低了抗静电性能,从这一点讲,可染组分的加入量受一定限制。

### 3.4 抗静电组分对染色效果的影响

抗静电组分与PP、可染组分结构上的差异,必然使其对染料的吸收发生一定变化。从实验结果(图4)看,纤维对染料的吸收基本上呈线性关系,说明纤维上的染座大大高于染料数量。未加可染组分时(A点),加入6%(重量)抗静电剂使PP具有30.7%的相对上染率,此即抗静电组分使PP纤维微结构变化而致,随可染组分的加入,抗静电组分的影

响会逐渐减少,特别是可染组分含量越大,这种影响就越不明显。如当可染组分含量为8%时,纤维相对上染率达60.2%,但此时不加抗静电组分的丙纶相对上染率(B点)竟达61.7%,从数据来看抗静电组分对染色效果有一定抵消作用,这说明两种组分添加量存在一个最佳值,实验结果抗静电组分加入重量在4%~6%,可染组分加入重量在8%~10%时,混纺纤维既表现出良好的抗静电性能,又具有极好的染色效果。需注意的是,图3所示曲线A对应的相对上染率,是由最初为鉴别两可染组分性能优劣而纺制纤维测得,图4所示相对上染率为加有6%抗静电组分时不同工艺纺制短纤维测试结果,两者有所区别。

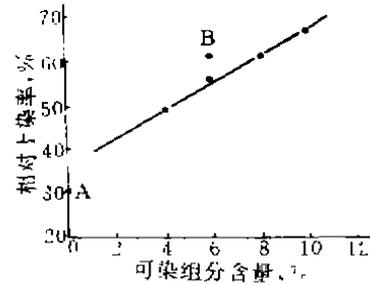


图4 抗静电组分对不同可染组分含量的丙纶染色性能的影响

### 3.5 后处理对抗静电可染丙纶性能的影响

纺织品印染后加工处理过程中,最常遇到的化学药品就是碱,这里就碱对纤维抗静电性及染色性能的影响作一探讨。

改性纤维用强碱(NaOH)高温处理后上染率情况如图5。从图5可知,随NaOH浓度

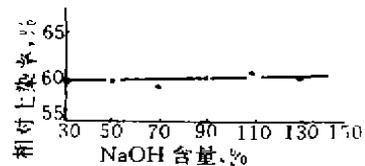


图5 碱对抗静电可染丙纶染色性能的影响

碱处理条件: 100°C + 60min, 浴比 1:40

染色条件: 100°C + 40min, 浴比 1:40

的增加,改性纤维相对上染率几乎没有什么变化,并且在染色处理后,测试纤维的体积比电阻平均值为  $3.6 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ ,说明纤维具有较好的染色性和抗静电性能。

## 4 工业放大试验

### 4.1 短纤维生产设备

意大利 Moderne 公司: Moderne-Finetex/4s/150/33 型螺杆挤压机、纺丝机; MSE/100 型慢牵伸机; MSV/600 型快牵伸机; MFS/3 型定型机; MMT/500 型切断机、打包机。

螺杆直径  $\phi 150\text{mm}$ ,  $L/D = 33$ , 4 个纺丝位。

### 4.2 生产工艺流程及工艺参数

#### 4.2.1 工艺流程

原料→螺杆挤压机→纺丝机→导丝上油→慢速牵伸机→牵伸箱→快速牵伸机→上油→集束器→张力架→卷曲箱→烘干热定型机→切断机→打包机。

#### 4.2.2 生产参数(见表 2)

表 2 工业试验生产参数

项 目	温度/℃	项 目	温度/℃
1 区挤压机	180	44 区牵伸机	140
2 区挤压机	210	39~42 区冷却头	22
3 区挤压机	240	46 区定型箱 1 室	120
4~8 区挤压机	250	47 区定型箱 2 室	110
9~26 区	240	48 区定型箱 3 室	100
27~30 区	220	43 区慢牵伸区后四辊	80
31~34 区	225	45 区卷曲辊加热冷却	60
35~38 区	230	环吹风扇转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	1900

### 4.3 短纤维性能指标测试(见表 3)

### 4.4 规模化生产存在的问题及解决办法

①生产初期会有较多疵点出现,这可逐步通过调节环吹风冷却工艺参数予以解决。

②辅料不能一次性加入,而需纺前混料解决。

③从初次生产的短纤维测试指标来看,

表 3 短纤维性能指标

性 能	指 标	性 能	指 标
纤度/dtex	2.17	卷曲数 <sup>1)</sup>	15.7
断裂强度/ $\text{cN} \cdot \text{dtex}^{-1}$	2.69	相对上染率, %	65.1
强度不匀率, %	12.43	色牢度 <sup>2)</sup> /级	3~4
断裂伸长率, %	73.9	静电压 <sup>3)</sup> /V	32
伸长不匀率, %	39.40	半衰期 <sup>4)</sup> /s	1.3
长度/mm	44.4		

注:表中数据为初次工业化生产短纤维样品经青岛市纤检所测试。

1)为每 2.5cm 的个数;2),3),4)为国家棉纺织产品质量监督检验中心测试,2)参照 GB 3921-83;3),4)参照 FJ 549-85。

改性纤维的断裂伸长率偏大,强度偏低,这是由于改性组分加入所致,也与纺丝工艺不够合理有关,断裂伸长率过大会影响纱线质量,因此从纺丝工艺方面还应认真调控。

④从后纺加工来看,不存在缠结锡林、梳理困难及清花塞车等问题,说明短纤维卷曲数、抗静电性等指标是合理的。另外从后加工及纺丝角度出发,采用比常规纺更低的含油率或单纯为纺纱消除静电而用其可染性(若作抗静电用制服原料则另当别论)的角度,适当降低抗静电组分添加量亦是可行的。

⑤在抗静电可染丙纶短纤维染整加工过程中,染色时间为 45min,染浴微酸性,沸染为宜。避免高温处理。染后若采用一定处理条件,其染色牢度将会极大提高。

## 5 结论

a. 抗静电组分加入量 6%,可染组分加入量 8%,可制得相对上染率 65%(分散兰 2BLN,  $100^\circ\text{C} + 40\text{min}$ )以上,静电压 32V,半衰期 1.3 s 的抗静电可染棉型丙纶短纤维,并且两组分的加入量可随具体用途的不同有所变动。

b. 纺制 2.0dtex 以下棉型抗静电可染

丙纶短纤维纺丝工艺是可行的, 纺出的短纤维手感、弹性较好, 直观毛型感也较普通丙纶为好。

c. 抗静电可染丙纶短纤维后加工纺纱性极好, 可在普通棉纺设备上顺利通过, 后加工厂家可方便地更换织物的颜色。

d. 抗静电可染丙纶短纤维的纺丝工艺还有待进一步合理调控, 产品的生产开发更需进一步深化与扩大。

### 参 考 文 献

- 1 吴宏仁等译. 聚丙烯纤维的科学与工艺(下册). 北京: 纺织工业出版社, 1987, 98~149

## STUDY ON THE PRODUCTION AND PROPERTIES OF ANTISTATIC DYABLE COTTON TYPE PP STAPLE

Liu Yue, Xu Faxin, Zhang Xinmin, He Junsheng and Guo Yongqiang

(Shandong Chemical Fiber Research Institute, Weifang)

### ABSTRACT

By studying on the mechanism of antistatic and dyeing behaviour of the PP staple fiber, the optimum content and manufacturing processes and new type of combined antistatic, colouring material have been achieved. It is shown that when antistatic content reaches 6%, colouring material 8%~10%, the fiber has relative dye uptake rate of about 65% (C. I. disperse Blue 56), electricity voltage 32V and half-life 1. 3s. This staple can be used to make fine yarn at conventional cotton spinning-machine. And it will extent the range of PP applications.

**Key Words:** PP; antistatic; dyeability; cotton type staple

## 广 告 索 引

1. 立达远东有限公司 ..... 封面、插一
2. 中外合资舟山金海螺杆有限公司 ..... 封二、HB8
3. 常熟市化纤设备厂 常熟市徐市机械厂 ..... 封三
4. 南京玉鼎实业总公司 ..... 封四
5. 浙江大学材料技术工程公司 ..... 插二
6. 佛山市东方色母厂有限公司 ..... 插三
7. 宜兴市纺织印染助剂厂 ..... 插四
8. 南京金陵空调设备总公司 ..... HB1
9. 浙江大学科技开发总公司 ..... HB2
10. 北京服装学院化纤机械研究所 北京方胜新技术公司 ..... HB3
11. (港资)杭州中孚机电有限公司 ..... HB4
12. 扬州惠通聚酯技术有限公司 ..... HB5
13. 广东省佛山市特种油品厂 ..... HB6
14. 岳阳石化总厂研究院精细化工研究所 ..... HB7