

# 一种新型抗静电阳离子改性涤纶的开发

童 俨 高绪珊

(北京服装学院)

洪京治

(上海第五化纤厂)

吴大诚

(成都科技大学纺织学院)

**【摘要】** ECDP 纤维在急冷条件下纺丝成形时, 由于大分子空间阻碍效应, 在显微镜下观察到“树叶”状结构, 部分大分子“冻结”, 使其结构不均一, 内应力大。抗静电 ECDP 纤维, 由于加入 PR-86 抗静电剂, 内应力小, 超分子结构趋于完善, 提高了纤维的均一性和耐热性, 同时又具有优良的抗静电性能, 使其成为优良的仿毛涤纶原料。

阳离子可染涤纶是仿毛涤纶织物<sup>[1]</sup>的重要原料, 也是新合纤的重要品种之一。目前, 我国的阳离子可染涤纶有 CDP 和 ECDP 两类纤维, 它们都具有可用阳离子染料染色且染色性好、色泽鲜艳、色谱广、可染深色等优点。但是它们也有一些缺点, 其中比较突出的是: (1) 耐热性(这里指在升高温度下所发生的可复变化而不指高温下产生化学变化的热稳定性)较差, 特别是含有醚键的 ECDP, 因其软化点较低而无法测定 180℃ 下处理 30 分钟的纤维干热收缩率; (2) 静电强, 致使纺织加工困难。本文通过研究含醚键的 ECDP 与 PR-86 抗静电母粒共混纺丝纤维的结构和性能, 对含醚键的 ECDP 耐热性差的原因及改进方法进行了研究, 为开发抗静电性和耐热性均为良好的 ECDP 纤维开辟了新途径。

## 一、实 验

### 1. 试料

(1) 普通 ECDP 纤维, 大机台(VD405 纺丝机)产品, 3.33dtex × 88mm。

(2) 普通 ECDP 纤维, 小机台(φ25 螺杆实验纺丝机)产品, 3.33dtex × 88mm。

(3) 抗静电 ECDP 纤维, 大机台(VD405 纺丝机)产品, 含抗静电剂 PR-86 0.9%, 3.33dtex × 88mm。

(4) 抗静电 ECDP 纤维, 小机台(φ25 螺杆实验纺丝机)产品, 含抗静电剂 PR-86 0.9%, 3.33dtex × 88mm。

(5) 普通 PET 纤维, 大机台产品, 3.33dtex × 88mm。

上述五种纤维均为上海第五化纤厂产品, 其 ECDP 含有醚键。

### 2. 取向度的测定

采用色那蒙补偿法进行测定。

### 3. 结晶度的测定

采用 PCR-1 型差热仪测定, 升温速度 10℃/min, 结晶度测定的参照物为金属钨, 计算方法如下:

$$\frac{S_{I_n}}{W_{I_n} \cdot \Delta H^*_{I_n}} = \frac{S_{ECDP}}{W_{ECDP} \cdot \Delta H_{ECDP}}$$

结晶度(x)% =  $(\Delta H_{ECDP} / \Delta H^*_{ECDP}) \times 100\%$  式中:  $S_{I_n}$ ——DTA 曲线上金属钨的熔融峰面积;  $S_{ECDP}$ ——DTA 曲线上 ECDP 纤维的熔融峰面积;  $W_{I_n}$ ——金属钨的重量(g);  $W_{ECDP}$ ——ECDP 纤维的重量(g);  $\Delta H^*_{I_n}$ ——金属钨结晶的熔融热, 为 6.9Cal/g;  $\Delta H_{ECDP}$ ——实测的 ECDP 纤维结晶的熔融热(Cal/g);  $\Delta H^*_{ECDP} \approx \Delta H^*_{PET} = 29.0\text{Cal/g}$ , 完全结晶的 ECDP 纤维的熔融热。

### 4. 抗静电性能的测定

采用 YG 321 型纤维比电阻仪进行测定。

### 5. 热性能的测定

采用 PCR-1 型差热仪(DTA)测定, 升温速度 10℃/min。

### 6. 干热收缩率的测定

按 180℃、30 分钟的测试条件进行测定。

### 7. 显微镜观察

采用 Nikon 相位差显微镜进行观察和摄影。

## 二、结果与讨论

### 1. 关于抗静电性

在纺织加工过程中, 抗静电 ECDP 纤维的加工性能明显优于普通涤纶和阳离子可染涤纶, 不缠辊, 飞花少, 加工非常顺利。它们的比电阻数据如表 1 所示。

表 1 纤维的比电阻\* ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )

纤维品种	处理项目	去油纤维	煮沸 30 分钟后的纤维
	抗静电 ECDP		$2.8 \times 10^{12}$
ECDP		$8.3 \times 10^{14}$	$9.7 \times 10^{14}$
普通 PET		$1.4 \times 10^{14}$	$2.5 \times 10^{14}$

\* 测试条件: RH80%, 16℃。

由表 1 看出, 抗静电 ECDP 纤维的比电阻比普通 PET 和 ECDP 纤维均降低 2 个数量级, 经煮沸 30 分钟处理后, 其比电阻保持不变。由于本纤维的抗静电机理<sup>[2,3]</sup>与众不同, 虽然其比电阻只下降 2 个数量级, 但已足以保证纺织加工顺利和穿着性能良好, 如: 不吸尘土, 无电击感, 不缠身等<sup>[4]</sup>。

### 2. 抗静电阳离子可染涤纶的结构和性能

表 2 纤维的干热收缩率和结晶度、取向度

纤维品种	干热收缩率(%)		结晶度 (%)	取向度 ( $\times 10^{-3}$ )
	初生纤维	成品纤维		
抗静电 ECDP	50	8(180℃)	24.17	42.4
ECDP	60	8(160℃)	22.31	36.5
普通 PET	40	7(180℃)	42.30	56.5

大机台 ECDP 纤维、抗静电 ECDP 纤维的 DTA 曲线如图 1 所示。几种纤维的干热收缩率和结晶度列于表 2。从表 2 看出, ECDP 纤维的结晶度比较低(22.31%), 加入抗静电剂后稍有增大; 抗静电 ECDP 纤维的耐热性则明显优于普通 ECDP 纤维, 180℃的干热收缩率为 6%, 普通 ECDP 纤维只能在 170℃下测试其干热收缩率, 由此看出加入抗静电剂

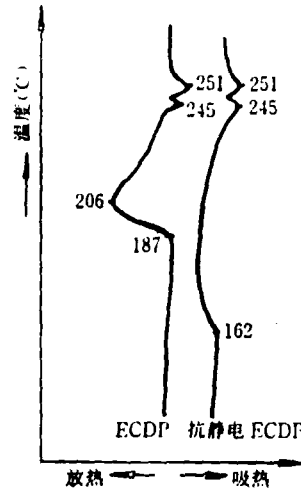


图 1 ECDP 和抗静电 ECDP 纤维的 DTA 曲线

PR-86 后, ECDP 纤维的耐热性显著提高。ECDP 纤维, 由于 SIPM 的存在, 取向度比普通 PET 纤维降低较多, 加入抗静电剂 PR-86 后, 取向度又有一定的回升, 这与结晶度的变化规律基本一致。

从图 1 可以看出, 大机台的 ECDP 纤维(有冷却环吹风), 在

200℃以上有较大的放热峰出现, 说明由于 SIPM(5-磺酸间苯二甲酸二甲酯)的存在, 空间阻碍较大, 其结晶很不完整, 高温时有大量的再结晶发生; 同时取向度低的无定形部分(即由于空间阻碍而来不及很好取向的部分)进行规整化也要放出热量, 因此在 180℃下测试干热收缩率时纤维容易变软, 其耐热性较差。抗静电 ECDP 纤维的结晶, 相对来说要完善得多, 非结晶部分的取向也要好一些, 因此放热峰比较平缓, 同时由于 PR-86 的加入, 大分子活动能力增强, 从 160℃开始就有再结晶发生, 因此到 180℃时结晶已有所完善, 耐热性就能满足纺织和染整加工的要求。

图 2 为几种纤维的显微镜照片。大机台的纤维照片中均有“树叶”状结构, 加 PR-86 后, 除了出现 PR-86 的细条纹(即海岛结构中的“岛”)外, 仍有隐约可见的“树叶”状结构存在; 而小机台的 ECDP 纤维和抗静电 ECDP 纤维则未见此类“树叶”状结构。这可能是由于在大机台纺丝时, 从喷丝孔刚出来的 ECDP 纤维, 受到冷却吹风而产生急速冷却, 在 SIPM 多的部分, 由于空间阻碍大而使分子行动缓慢, 来不及像普通 PET 纤维一样排列整齐而被“冻结”, 因而出现“树叶”状结

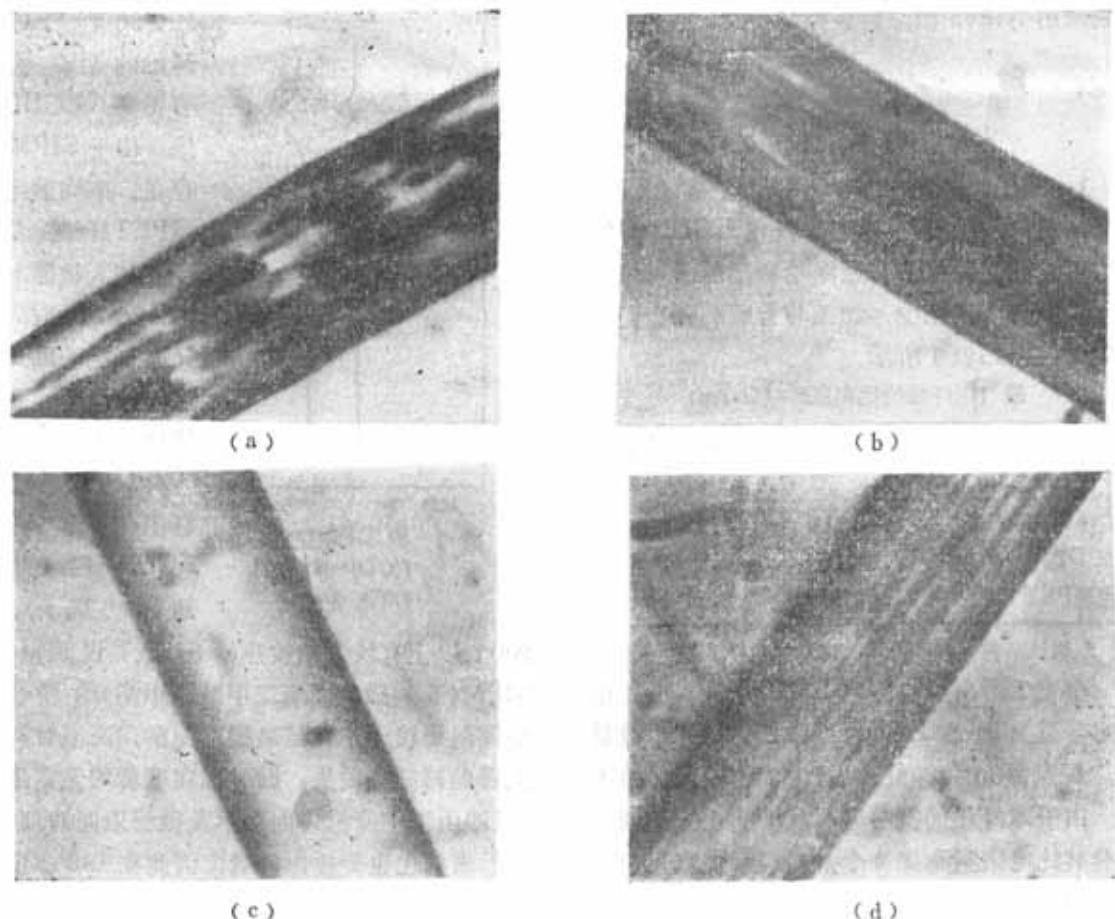


图2 几种纤维的显微镜照片( $\times 1000$ )

(a) 为大机台 ECDP 纤维; (b) 为大机台抗静电 ECDP 纤维; (c) 为小机台 ECDP 纤维; (d) 为小机台抗静电 ECDP 纤维。

构。虽然在以后的拉伸过程中有一定的改善,但由于拉伸时间短、速度快,最后的纤维仍保留着“树叶”状结构,这当然会影响取向度、结晶度和结晶的完善性,这也证实了前述大机台急冷 ECDP 纤维耐热性差、取向度低(冻结了的大分子)、结晶不完善等方面的推论。加入抗静电剂 PR-86 后,由于其可塑作用使纤维的拉伸性能变好,结晶趋于完善,取向度增

表3 大机台 ECDP 和抗静电 ECDP 纤维的主要力学性能

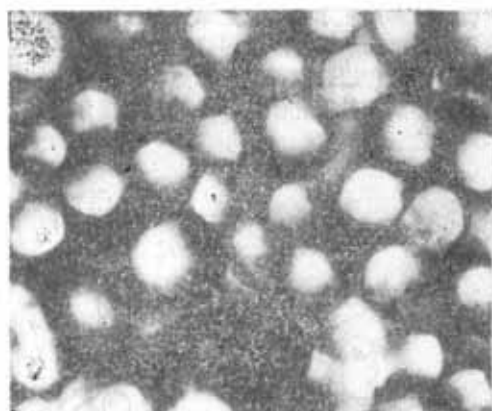
项 目	强 度 (cN/dtex)	伸 长 率 (%)	初 始 模 量 (cN/dtex)
ECDP	3.3	32	22.3
抗静电ECDP	3.2	35	25

高(见表2),疵点降低,产品达一等品水平。

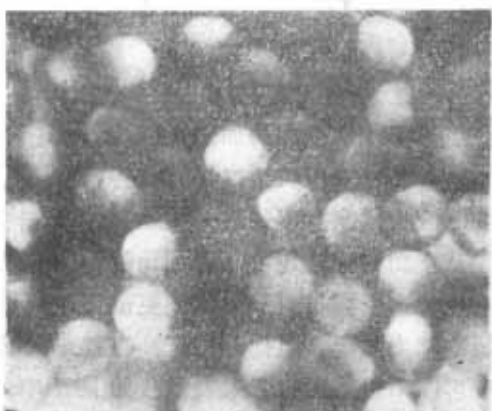
从表2、表3可以看出,抗静电 ECDP 纤维的取向度提高很多,结晶度也有所提高,因而在强度保持不变的情况下,初始模量则有所提高。

在小机台纺丝时,由于在室温  $34^{\circ}\text{C}$  下缓冷,因此大分子活动性较强,其 ECDP 纤维没有出现“树叶”状结构(见图2c)。所以,对于纺制 ECDP 纤维来说,若在纺丝时采取缓冷且适当改善拉伸条件,其纤维的均一性和耐热性是会有所改善的,但仍较难彻底解决问题。加入 PR-86 抗静电剂进行共混纺丝则可以基本解决这一问题,不仅可在现有机台上使其纺丝拉伸性好,耐热性好,疵点低,并且纤

度均一性亦大大地提高(见图3)。普通 ECDP 纤维,特别是使用有些国产 ECDP 切片,本身质量就不均匀,纤度不均一是常见的,如图 3a 所示。加入 PR-86 抗静电剂共混纺丝后,成形顺利,纤维纤度的均一性大大提高,如图 3b 所示,这也反映了纤维其它性能的均一性有所改善。



(a)



(b)

图 3 大机台 ECDP 和抗静电 ECDP 纤维的横截面照片( $\times 1000$ )

(a) ECDP 纤维; (b) 抗静电 ECDP 纤维。

由表 1 看出, ECDP 初生纤维的干热收缩率高达 60%, 这是由于 ECDP 大分子有部

分被“冻结”,因此不均一性和内应力较大(比 PET 纤维大很多),这给后来的拉伸带来很大困难。抗静电 ECDP 纤维则由于 PR-86 抗静电剂的加入,使得 ECDP 大分子活动性增强,初生纤维的内应力有所降低,因而它的初生纤维的干热收缩率降为 50%,最后成品毛条的干热收缩率不仅低于 ECDP 纤维,且低于普通 PET 纤维,这与前述抗静电 ECDP 纤维的取向度较高,结晶较完善,内应力的消除,耐热性的提高以及纤维均一性的提高等性能是完全一致的。

### 三、结 论

1. 抗静电 ECDP 纤维的抗静电性优良,耐久。

2. 抗静电 ECDP 纤维的耐热性有所提高,其毛条 180℃干热收缩率为 6%,低于 ECDP 纤维和普通 PET 纤维。该纤维完全能够满足纺织和染整加工的要求。

3. ECDP 纤维在急冷条件下纺丝成形时,由于大分子空间阻碍效应,有“树叶”状结构;部分大分子“冻结”,使其结构不均一,取向度低,结晶不完善,内应力大。加入 PR-86 抗静电剂共混纺丝,可以使抗静电 ECDP 纤维结构均一,内应力小,超分子结构趋于完善,提高了纤维的均一性和耐热性。

### 参 考 资 料

- [1] 《合成纤维工业》, Vol. 15, No. 6, Dec. 29, 1992。
- [2] 《纺织学报》, 1991, No. 12, p. 4。
- [3] 《纺织学报》, 1992, No. 11, p. 4。
- [4] 高绪珊, 童俨, 《导电纤维及抗静电纤维》, 纺织工业出版社, 1991. 12。