

中国纺织工程学会  
后整理学术讨论会

论文 26 号

### XFZ—03 抗静电剂的合成与应用

江苏省纺织研究所 刘际平 宋吉英 蔡贤卿

#### 提 要

本文介绍了 XFZ—03 抗静电剂的抗静电机理、主要合成反应、流程及其在腈纶、涤纶、锦纶、丙纶、毛/涤混纺交织物上的应用性能。试验结果表明：抗静电效果好、适用范围广、使用方便，且能改善织物的服用性能，是一只适应多品种合纤维织物的较好的抗静电剂。

一九八七年十月

## 一、前 言

近年来，合成纤维工业在我国发展很快，涤纶、锦纶、腈纶、丙纶已成为人类衣着原料中的主要部分。合成纤维虽具有质轻、挺括、强度高、易洗快干、保暖性好、耐穿耐穿等优点，深受广大群众所喜爱。随着使用的普及，它们的缺点逐渐暴露，主要是纤维结构中含有大量疏水性基团，使纤维吸湿性差、易沾油污、易吸尘埃、表面导电性低、容易积累静电。因此，制成的服装，穿着时普遍反应不舒适，薄型衣料易缠绕人体，出汗时特别感到闷热。为改善合成纤维中由静电造成的以上危害，除在合成纤维的纺织技术上下功夫外，抗静电整理应运而生，成为后整理手段之一。要获得良好的抗静电效果，选择恰当的抗静电剂和合理的后整理工艺极为重要。对纤维进行抗静电整理，一般有三种基本方法：(一)赋予亲水性乃至吸湿性化合物；(二)赋予离子导电性化合物等良导体物质；(三)赋予导电常数大的物质。采用第一种方法时受相对湿度影响，其余则不受影响。在加工时采用浸轧法或吸尽法。根据产品的最终用途、材料的构成、染色工艺，采取恰当的加工方法及使用浓度，使获得最佳效果。

纯涤纶织物所用的抗静电剂较多，国外代表性产品有：英国卜内

门公司的Permalose T、TG、TM；美国杜邦的Zelcon型；西德汉高的Nonax型等。其结构主要是：聚乙二醇聚醚酯嵌断共聚物；聚乙二基甲基丙烯酸酯硫酸二甲基季铵化合物；聚乙二基胺乙醇胺季铵化合物；聚乙二醇聚胺；聚乙二醇环氧氯丙烷和聚胺的化合物。

国内用于涤纶织物的抗静电剂主要有青岛的抗静电剂G；天津生产的331；无锡的XFZ—01和常州的CAS等。这些抗静电剂大多属聚醚酯类结构，通过次级力同涤纶分子中的结构发生共结晶效应<sup>[1]</sup>。其抗静电效果比较明显；但对其它合成纤维及其混纺交织物效果较差。近年来，我们重点针对腈纶纤维的抗静电整理研制了XFZ—03抗静电剂（以下简称XFZ—03）。在大量试验过程中，通过对涤纶、锦纶、丙纶及毛/涤等混纺交织物小样和大样的抗静电整理，发现其效果亦很明显，并具有一定的耐洗性能。

## 二、XFZ—03的抗静电机理

绝缘体经过激烈摩擦后能产生静电荷并积聚起来，这就叫静电现象，或摩擦生电。静电有利有弊，这是众所周知的。消除静电的方法较多，用于织物后整理最容易的是进行表面处理<sup>[2]</sup>。

应用抗静电剂对织物进行抗静电整理，目的是减少静电产生，提高静电逸散速度，或通过两者相结合的方式起到抗静电作用，以

后者为多见。<sup>[4]</sup> 合成纤维的抗静电机理是抑制静电发生量和增大静电漏失；1. 使用抗静电剂；2. 调节服用环境的温、湿度。使用抗静电剂处理织物，提高织物表面的亲水性能，增加其导电率。<sup>[5]</sup> 一般经整理后，表面活性吸附在被处理物的表面，形成连续的抗静电液膜。由于表面电阻很小，静电迅速泄漏。

XFZ-03是由聚乙二醇聚醚多胺衍生物组成的吸湿性物质。其抗静电机理主要是：经抗静电剂处理后，大分子结构中的疏水基团吸附纤维，而亲水基团（如羟基、醚键等）指向空间吸湿导电，在范德华力和氢键作用下，牢牢吸附纤维表面，形成易吸湿薄膜，亲水基团指向空间定向排列吸湿导电。当织物与织物、织物与外界（如人体、空气等）摩擦时，因摩擦系数降低，物体难于产生大量静电荷。<sup>[6]</sup> 并且由于亲水基团吸湿，使产生的静电荷迅速泄漏。因此，用抗静电剂进行后整理消除了由静电引起的麻烦。如不易吸灰，灰垢易去除，对人体无刺激。

### 三、XFZ-03的合成

目前，国内外抗静电剂产品较多，其分子结构中都会含有一定量的亲水性基团。我们针对腈纶纤维的特性（如含有第三单体等），根据原料来源等情况，决定选择弱阳离子型XFZ-03抗静电剂的合成技术路线。以西德汉高的 Nonax 1166作比较样，进行效果分析。

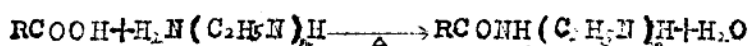
X F Z—03 是由聚乙二醇环氧化合物和酰胺化合物缩聚而成的一种水溶性乳液。反应通过环化、酰化、缩聚乳化而成。

### (一) 环化反应



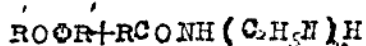
聚乙二醇和环氧卤代烷在催化剂作用下，通过开环和在碱性介质下闭环完成环化反应。其关键在于选择合适催化剂和逐渐滴加反应物速度以及反应温度。

### (二) 酰化反应



高级脂肪酸和有机胺在一定温度下反应生成有机酰胺。温度过低，则反应不完全；温度过高，则出现过缩聚，生成  $\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{N} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N}-\text{CH}_2 \end{array}$  结构的产物。一般控制在  $150 \sim 220^\circ\text{C}$  范围内。反应产物中低沸组分可通过抽真空等方法加以提纯。

### (三) 缩聚乳化



其中， $\text{O}_2$ ：— $\text{[CH}_2\text{CH}_2\text{O}]_n$ —

$n, m$ ：1~40 整数

$R$ ： $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$  饱和烃或不饱和烃

$R', R''$ ：含环氧基及其产物

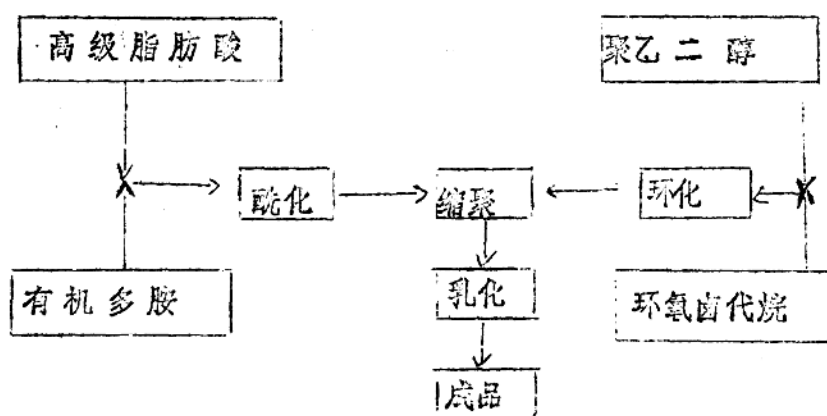
~4~

X: 卤代物

Mo: 碱金属

缩聚反应是将反应完全的环化物和酰化物，在一定时间及温度下进行缩聚。温度一般低于 $100^{\circ}\text{C}$ ，时间不超过12小时。若前两个反应不完全，则缩聚时会出现分层、溶胀、粘结、搅拌困难甚至无法生产下去。反应终止后再进行乳化，即得成品。

#### (四) 生产工艺流程简图



从主要化学反应和流程图可以看出：合成路线简单易行，操作方便。在对近百次小试测试基础上，进行重复性扩大试验，最后进行批量生产，形成200吨/年的生产能力。

#### 四、XFZ—03的应用

(一) 采用XFZ—03分别对腈纶、涤纶、锦纶、毛/涤、丙

纶等混纺交织物进行工艺应用试验，并与 Nonax 1166 进行比较，观其抗静电效果。

## 1. 试验织物：

腈纶针织物

150D 经编涤纶织物

锦纶长丝织物

65/35 毛涤纶

涤/腈中长织物

涤/腈、涤/棉、丙纶交织双层织物

腈纶针织线

## 2. 整理工艺：

① 织物 二浸二轧 (4%) → 烘干 ( $80 \sim 105^{\circ}\text{C}$ ) → 焙烘 ( $150 \sim 180^{\circ}\text{C}$ )

② 绒线，染色后加入 (4%)， $55^{\circ}\text{C} \times 20$  分钟脱水烘干。

## 3. 整理结果

表 1

| 表面电阻 (欧姆)<br>整理剂 | 腈纶                | 涤纶                | 锦纶                | 毛/涤纶              | 涤/腈<br>中 长        | 涤/腈、<br>涤/棉、丙<br>纶 | 腈纶<br>针织线         |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| XFZ-03           | $4.7 \times 10^7$ | $3 \times 10^6$   | $7.5 \times 10^7$ | $3 \times 10^7$   | $6.5 \times 10^7$ | $2.3 \times 10^7$  | $4.2 \times 10^7$ |
| Nonax 1166       | $1.3 \times 10^7$ | $5 \times 10^6$   | $5.5 \times 10^7$ | $9.5 \times 10^7$ |                   |                    | $2.1 \times 10^8$ |
| 未经整理             | $3.7 \times 10^8$ | $3.4 \times 10^8$ | $1.1 \times 10^8$ | $6.2 \times 10^8$ | $1.2 \times 10^8$ | $1.6 \times 10^9$  | $2.4 \times 10^8$ |

测试条件:  $RH: 65 \pm 5\%$ ,  $t: 20 \pm 1^\circ C$  (下同)

测试仪器: ZC31—1 型超高阻计等 (下同)

从表1可知: 经整理后, 在腈纶织物上, XFZ—03 同汉高 Nonax 1166 整理的效果相仿, 而在腈纶针织绒上, 效果优于 Nonax 1166。其它织物经整理后, 效果也很接近。由此可见: XFZ—03 使用方便, 适应性广, 效果显著。

(二) XFZ—03 抗静电剂, 除能适应多种合纤织物外, 还能与其它后整理剂, 如2D树脂、三聚氰氨树脂、弱阴离子性有机硅整理剂、丙烯酸酯整理剂, 聚醚酯等整理剂同浴并用, 相容性好, 能获得综合效果。

1. XFZ—03 与2D、PK树脂混用

①织物: 150D 经编涤纶

②工艺: 二浸二轧 (浓度3%, 拼用时各1.5%)  $\rightarrow$  烘干 ( $30 \sim 100^\circ C$ )  $\rightarrow$  焙烘 ( $150^\circ C$ , 2分钟)

③整理效果

2D、PK树脂已广泛应用于织物后整理, 从表2可知: 将2D或PK树脂同XFZ—03拼用, 既可获得抗静电效果, 又能改善服用性能, 增加整理织物的弹性。

2. 与阴离子硬挺剂或柔软剂混用

①织物: 150D 经编涤纶

② 工艺: 二浸二轧(浓度3%, 拼用各占1.5%) → 烘干(80~105°C) → 焙烘(150°C, 100秒)

表2

| 效果<br>整理剂   | 测试项目 | 静 电 性           |            | 弹 性        |            |
|-------------|------|-----------------|------------|------------|------------|
|             |      | 表面电阻<br>(欧姆)    | 半衰期<br>(秒) | 急弹性<br>(度) | 缓弹性<br>(度) |
| [XFZ-03]+2D |      | $3 \times 10^7$ | $<0.5$     | 267.8      | 281.8      |
| [XFZ-03]+PK |      | $6 \times 10^7$ | $<0.5$     | 267.8      | 281.0      |
| XFZ-03      |      | $2 \times 10^7$ | $<0.5$     | 260.4      | 271.8      |
| 未经整理        |      | $6 \times 10^8$ | $>600$     | 258.4      | 239.8      |

### ③ 整理效果

从表3可知: XFZ-03具有一定的柔软效果。若与硬挺剂拼用, 在保持硬挺作用的同时, 使抗静电性增加。因此可适用于无纺布的生产。实践证明: 若两者拼用, 对提高无纺布质量, 改善无纺布的性能, 有一定的效果, 扩大了应用领域。若与柔软剂拼用, 则柔软效果更好, 并仍保持抗静电效果。

表3

| 效果<br>整理剂         | 测试项目 | 静 电 性  |                    | 硬 挺 度 |
|-------------------|------|--------|--------------------|-------|
|                   |      | 半衰期(秒) | 表面电阻(欧姆)           | (厘米)  |
| XFZ-03<br>WF-822  |      | $<0.5$ | $2.5 \times 10^7$  | 3.5   |
| XFZ-03<br>SAH-230 |      | $<0.5$ | $5 \times 10^6$    | 2.8   |
| XFZ-03            |      | $<0.5$ | $6 \times 10^7$    | 3.0   |
| 未 经 整 理           |      | $>600$ | $6 \times 10^{11}$ | 3.2   |

## (三) XFZ-03的耐洗性

在织物后整理中,是否具有耐洗性,这是人们普遍关心的。从耐洗试验情况分析:经过XFZ-03抗静电剂整理后,效果显著。在一定条件下洗涤后,仍具有一定的抗静电效果。试验情况如下:

1. 织物 (45/55)毛/涤纶平纹织物

2. 工艺 二浸二轧(2~4%轧余率60~80%)→烘干  
(100~105°C)→焙烘(170°C×40秒)→蒸呢

## 3. 整理效果

表3

| 效果<br>整理剂 | 测试项目 | 表 面 电 阻(欧姆)        |                   |                   |                 | 手 感 | 吸 灰  |
|-----------|------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----|------|
|           |      | $L_0$              | $L_{10}$          | $L_{20}$          | $L_{50}$        |     |      |
| XFZ-03    |      | $1.7 \times 10^7$  | $3.5 \times 10^7$ | $8.5 \times 10^7$ | $7 \times 10^9$ | 软   | 不吸少吸 |
| 未 经 整 理   |      | $7 \times 10^{10}$ |                   |                   |                 | 糙   | 吸灰严重 |

注：L<sub>20</sub> 一洗20分钟后，余类推。

洗涤条件：1克/升中性肥皂，40℃，浴比1：50，皂洗后用清水冲洗三次，烘干。

从测试情况看，经过50分钟洗涤后，仍有一定的抗静电性。从直观吸灰情况看，仍比未整理的好。如果浓度增加，耐洗性更好。

X F Z—03抗静电剂自批量生产以来，半年多时间，已在无锡市第三毛纺厂、协新毛纺织染厂、色织四厂，品种研究所等单位进行应用。已整理涤/腈中长织物50万米，针织绒线300多公斤，毛/涤纶凡立丁2000多米，涤/腈、涤/棉、丙纶双层交织物500多米。目前正做大量推广应用工作，使更多厂家使用X F Z—03抗静电剂。

## 五 结 论

通过对X F Z—03抗静电剂的合成、应用及效果测试，可以得出如下结论：

1. X F Z—03抗静电剂是一只适用性较广的后整理助剂。特别适用于腈纶织物及针织绒线，通过生产应用，还能用于涤纶、锦纶、丙纶、毛/涤纶等混纺交织物上，其抗静电效果已达到国外同类产品的水平。

2. X F Z—03抗静电剂具有互溶性好，能与多种整理剂、柔软剂并用，工艺应用简单，可取得多功能效果，能改善织物服用性能。

~ 10 ~

3XFZ-03抗静电剂的合成工艺合理可行，操作简单，原料国产化，生产无三废，产品性能稳定。

4鉴于目前对耐洗性条件不统一，如何更好地提高其耐洗效果，有待进一步探讨。

---

(•) XFZ-03抗静电剂由江苏省纺织研究所研制，江苏省如皋县助剂化工厂生产

参 考 资 料

「1」、「2」 印染译丛 84(7)

「3」、「6」 表面活性剂「日」硯田幸一、藤本武彦著

「4」 北京化纤技术资料 83(2)

「5」 北京化纤技术资料 84(4)