

---

# 导电纤维及其织物的抗静电性能介绍

中国纤检

## 1 引言

高分子材料多为电阻率极高的材料，由其制成的纺织品容易产生静电现象。随着工业的高速发展及合成纤维在各个领域中的广泛应用，这种静电影响变得日益普遍。因摩擦产生静电而造成的故障和灾害也时有发生，因此，提高纺织品的抗静电性能及抗静电性能的耐久性已引起人们的普遍重视。抗静电织物的应用就是静电防护的有效手段之一。

抗静电织物从加工工艺来看有后整理型、纤维化学改性型、导电纤维混纺型、导电纤维嵌入型等 4 种类型。其中后整理型工艺简单、成本低廉，但不耐洗涤，受空气相对湿度影响较大；纤维化学改性型抗静电纤维本身的黑色在浅色织物中无法掩盖，影响外观；而导电纤维混纺型和导电纤维嵌入型织物以其导电性能好、耐洗涤的优良性能被较为广泛应用于抗静电织物当中。

## 2 导电纤维织物的抗静电机理

一般将电阻率在  $10^8 \Omega/\text{cm}$  以下的纤维 ( $20^\circ\text{C}$ 、65%R.H) 统称为导电纤维。导电纤维是以电子导电为机理的纤维，因此无湿度依赖性，具有远高于抗静电纤维的消除和防止静电作用的性能。在织物中混入 0.5%~5% 的导电纤维即可解决织物带静电问题。

含导电纤维的织物是利用电体的静电诱导、电晕放电、泄露等综合作用而实现抗静电性能的。其过程为：织物因摩擦带上静电→织物中产生的电荷向导电纤维汇集→导电纤维中诱发了与织物上电荷符号相反的电荷→导电纤维附近诱发产生静电场，周围的空气受此电场的作用而电离→电晕放电产生的正负离子中与织物所带电荷性质相反的离子向织物移动与织物所带电荷中和→消除静电。

---

### 3 导电纤维的分类

导电纤维可分金属纤维、碳纤维、有机导电纤维、复合型导电纤维 4 大类。

#### 3.1 金属纤维

通过不锈钢、铜、铝丝拉伸，熔融纺丝，切割制成 4~16  $\mu\text{m}$  的纤维，混入常规的纺织材料中制成防静电织物。其导电性能好、耐热、耐化学腐蚀，但抱合力小、可纺性能差、制成高细度纤维时价格昂贵，成品色泽受限制。

#### 3.2 碳纤维

模量高、缺乏韧性、不耐弯折、无热收缩能力，不适合于纺织品使用。

#### 3.3 有机导电纤维

包括长丝和短纤维两大类，两者各有不同的使用方法、使用范围和优缺点。长丝常采用嵌织法在织物上形成条子或格子；而短纤维则多采用混纺的方法添加于织物。从含有机导电纤维纺织品的抗静电机理考虑，有机导电纤维一方面提供电荷集结作用、另一方面提供电荷逸散通路，故长丝易于形成电荷逸散通路。实验证明，为达到相同的抗静电性能，短纤维的添加量约为长丝的 10~20 倍。同理，当有机导电长丝应用于针织物时，因导电通路呈曲线状，为达到相同的抗静电性能要求，其添加量要高于机织物。

#### 3.4 复合型导电纤维

将碳黑、 $\text{TiO}_2\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{CuI}$  等导电微粒与常规纤维材料复合而得到。它较之其他类型的导电纤维具有较好的成纤性能和持久的导电性。

复合纺丝所产生的导电纤维一般有导电成分露出型、三层同心圆、并列型、芯鞘型和海岛型等 5 种主要结构。它们的截面形状如图 1 所示。

1 - 导电成分；2 - 非导电成分

图 1 复合型导电纤维的截面形状

5 种类型的导电纤维性能如下：

1) 导电成分露出型：导电成分分布并露出纤维表面，放电非常快，防静电效果好。这种形态的纤维虽然防静电效果好，但因为导电层裸露在外，会因洗涤及摩擦使导电粒子流失而降低导电性能。导电成分容易损耗。

2) 三层同心圆：这是一种将导电成分夹在中间层的复合纤维。非导电成分和导电成分在 80:20~60:40 之间。非导电成分过大，导电性下降；过小，纺丝

---

性变差。这种夹层结构使导电成分既接近表面附近又包覆在中间，所以白度增加且耐洗涤和摩擦，导电效果好又兼具耐久性。

3) 并列型：这是将纤维分成两层、三层或更多层并列，使导电成分贯穿纤维横截面并在两端露出，所以电荷能导通到纤维的另一面，使垂直于纤维轴向的导电效果增加。此种纤维的导电部分不易超过 30%，以免使纤维的导电耐久性、耐摩擦性和耐洗涤性下降，可以通过增加并列的层数提高导电性。

4) 芯鞘型：这类纤维分为两类：一是以导电成分为芯，非导电聚合物为鞘，一般的比例为 50:50，这种纤维白度好，耐洗涤，耐摩擦、耐久性好，但导电效果较差。二是以导电成分为鞘，非导电聚合物为芯，这种纤维导电效果佳，但导电成分裸露在外，使纤维的颜色、洗涤性、摩擦性受到影响。

5) 海岛型：纤维的“海”为非导电聚合体，“岛”为导电成分，“岛”的直径小于  $0.5\ \mu\text{m}$ ，“岛”的直径越小，开始电晕放电的电压越低，残留的带电荷的量越少，可以避免因静电引起的爆炸及火灾。在此成分中“岛”的成分要与“海”的成分互容，一般成分比在 30:70 或 70:30 之间。

#### 4 抗静电性能的比较

本文以后整理型、纤维化学改性型、导电纤维混纺型、导电纤维嵌入型 4 种抗静电织物为样本，按 GB/T12703.2 - 2009《纺织品静电性能的评定第 2 部分：电荷面密度》的试验方法测定其未经洗涤、洗涤 10 次、洗涤 20 次的电荷面密度（电荷面密度即样品每单位面积上所带的电量）。洗涤试验选择 GB/T8629 - 2001 中的 7A 程序洗涤，平铺晾干，将洗涤后的样品在  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  下预烘 4 h，在温度  $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度  $(35\pm 5)\%$  条件下达到调湿平衡，不得沾污样品。测试数据见表 1。

表 1 四种样品的电荷面密度测试结果  $\mu\text{C}/\text{m}^2$

洗涤次数	后整理型织物	化学改性型织物	导电纤维混纺型织物（毛涤70/30混纺面料，其中导电纤维是以涤纶为基的芯鞘型纤维，添加量：0.5%）	导电纤维嵌入型织物（涤纶平纹织物，10 mm等距嵌入导电长丝，导电长丝为以涤纶为基的芯鞘型纤维，添加量：0.5%）
0	2.3	2.7	2.0	2.1
10	4.5	3.2	1.8	1.7
20	6.3	4.7	1.6	1.6

电荷面密度越小，抗静电性能越好。该标准要求：非耐久型抗静电织物，洗前电荷面密度不超过  $7.0 \mu\text{C}/\text{m}^2$ ；耐久型抗静电织物，洗前、洗后电荷面密度均应不超过  $7.0 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 。

从表 1 中可以看出，所选的样品都符合标准的电荷面密度要求。未经洗涤各种类型织物抗静电性能相当；洗涤多次后，后整理型和化学改性型抗静电性能明显降低，而导电纤维混纺型和嵌入型的抗静电性能较好。

## 5 结论

本文的分析可以了解到：

(1) 抗静电织物的品种较多，各具特点。在应用过程中应充分发挥其优点，才能做到物尽其用。

(2) 根据最终产品的防静电性能的要求，可选择较为合理的导电纤维，以达到既符合抗静电性能又节约成本的目的。