

---

# 纺织品抗静电技术及测试评价方法的发展

近十年来,我国纺织品的抗静电技术有了飞速发展,除应用于专业工作场所的抗静电工作服、超净工作服外,军队、武警的常服、作训服等为了防止静电干扰及有可能产生的静电危害也都采用了抗静电技术,甚至一般民用纺织品如羊绒衫等针织物也添加了有机导电纤维。

纺织品质量测试机构经常会收到各种企业的抗静电产品样品检测。随着抗静电技术的发展,国家和行业部门近几年先后修订和发布多项关于纺织品和纺织服装抗静电测试方法的新技术标准。本文结合实际工作经验,对纺织品抗静电技术和测试评价方法归纳如下。

## 1 纺织品抗静电技术

### 1.1 静电的危害

静电现象主要是由于物体摩擦(接触-分离)或感应产生的。产生静电后同性电荷相互排斥、异性电荷相互吸引,从而造成生产和生活中的静电干扰。生活中因静电吸附,带有异性电荷的灰尘会附着在织物表面,上衣和裤子为不同材料时,不同极性的电荷造成相互吸引,出现衣服和衣服相互纠缠、衣服对人体纠缠的现象。除了上述一般性危害以外,纺织品和服装的静电现象可能引发重大损失的主要危害是:1)导致大规模集成电路等微电子器件的损坏。随着集成电路的微型化,由服装因摩擦产生的静电电压足以使集成电路击穿。例如MOS电路耐击穿的电压仅几十伏,而一般服装因摩擦产生的静电电压可以达到上万伏甚至更高。2)导致油品燃烧。例如曾有两艘油轮因静电在一个月内相继起火;3)导致火工品(雷管、炸药等)的爆炸。例如曾因搬运炸药的人脱去衣服时产生的摩擦导致服装带有几十万伏的静电电压,由此引发正在搬运的火工品爆炸。上述三种危害最大的静电灾害均与纺织品有关。

### 1.2 传统抗静电方法

传统的纺织品抗静电加工方法有:

---

1) 采用抗静电纤维。抗静电纤维具有较高的吸湿性和平衡回潮率，能吸附空气中的水分子，使纺织品具有较好的抗静电性能，即不易产生静电，对已经产生的静电比较容易逸散。

2) 施加抗静电剂。抗静电机理同抗静电纤维。

3) 不锈钢纤维混纺。利用金属纤维良好的导电性能使已经产生的静电荷容易逸散。

4) 有机导电长丝嵌织或有机导电短纤维混纺。抗静电机理与不锈钢等金属导电纤维类似，即起到容易造成电荷逸散的效果。对于有机导电纤维而言，不但有采用碳黑为导电物质的灰色产品，也有以金属氧化物、金属碳化物为导电物质的白色或接近白色的有机导电纤维。

### 1.3 抗静电新技术

近几年又出现并推广了两类导电纤维，可应用于纺织品的抗静电加工。

1) 镀银纤维或长丝。由于银纤维具有良好的抗菌作用和导电性能，故纺织品含较少镀银纤维（1%左右）时就有抗菌功能及良好的抗静电功能，如果在镀银纤维使用时使之在织物内形成导电的网络结构且这个结构相对比较致密，还可以具有良好的电磁屏蔽效果。针对抗静电功能而言，由于银纤维的导电性能好，静电荷的逸散能力强于有机导电纤维，故一般而言，抗静电效果优于有机导电纤维。

2) 导电高分子材料。如聚苯胺、聚吡咯、聚噻吩等。这些导电高分子是在近几年才开始进入工程应用的。现在 d 导电高分子已经可以制成纤维或者涂料，其具有较低的电阻率，可以作为纺织品抗静电加工的一种新型原料。

## 2 抗静电产品标准和测试方法

评价纺织品静电性能的指标主要采用电荷面密度、摩擦带电电压和感应电压半衰期等。

### 2.1 标准现状

新的 GB/T 12703 纺织品静电测试方法标准分为 7 个部分：已实施 3 个部分：GB/T 12703.1-2008 《纺织品静电性能的评定第 1 部分静电压半衰期》；GB/T 12703.2-2009 《纺织品静电性能的评定第 2 部分电荷面密度》；GB/T 12703.3-2009 《纺织品静电性能的评定第 3 部分电荷量》；另外 4 个部分正在

修订中分别是：第4部分：电阻率；第五部分摩擦带电电压；第六部分：纤维漏电电阻；第七部分：动态静电压。纺织生产过程中和服装穿着使用中所产生的静电及其干扰的程度都能通过这7个部分的静电测试方法测得。

目前除执行的国家标准 GB/T 12703 纺织品静电测试方法外还有部分行业标准也在同时执行。如：FZ/T 01043-1996《纺织材料静电性能动态静电压的测定》、FZ/T 01059-1999《织物摩擦静电吸附性测定方法》、GB/T 18044-2008《地毯静电习性评价法行直试验》等。

## 2.2 纺织类产品抗静电产品标准

一般根据抗静电纺织品使用场合的不同，各行业也有不同的技术要求。因此分出了不同行业的产品标准和相应的技术要求，主要有：军工、特殊行业、民用等。我国根据需要制定了为特殊行业服务的 GB 12014-2009《防静电服》、GB/T 24249-2009《防静电洁净织物》、GBT 22845-2009《防静电手套》等标准，以及作为劳动保护配套产品的 GB/T 23464-2009《防静电毛针织服标准》等相关产品标准。表1列举了以上标准的测试方法和技术要求。

表1 抗静电产品及对应的测试方法和技术要求

产品标准	测试项目	技术要求	测试方法	环境要求
GB 12014-2009《防静电服》	点对点电阻	A级 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^7 \Omega$ B级 $1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^{11} \Omega$	GB 12014-2009 附录 A	温度： ( $20 \pm 5$ ) °C 相对湿度： ( $35 \pm 5$ ) %
	带电电荷量	A级 $< 0.2 \mu\text{C}/\text{件}$ B级 $0.2 \sim 0.6 \mu\text{C}/\text{件}$	GB 12014-2009 附录 B	
GB/T 23464-2009《防护服防静电毛针织服》	带电电荷量	$< 0.6 \mu\text{C}/\text{件}$	GB 2014-1989 附录 B	温度： ( $20 \pm 2$ ) °C 相对湿度： ( $35 \pm 5$ ) %
GBT 22845-2009《防静电手套》	带电电荷量	$< 0.6 \mu\text{C}/\text{只}$	GB/T 12703 中的 E 方法	( $35 \pm 5$ ) %
GB/T24249-2009《防静电洁净织物》	表面电阻率	$1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^{11} \Omega/\text{m}$	GB/T 12703	温度： ( $23 \pm 5$ ) °C
	摩擦起电电压	一级：200 V 二级：1000 V 三级：2500 V	GB/T24249-2009 附录 B	相对湿度： ( $12 \pm 5$ ) %

---

通过表 1 的分析可以看出，纺织品抗静电测试对环境的要求比较严格，这是因为温湿度对抗静电的指标影响比较大，且直接影响测试结果的准确性和可重复性。因此，通常需要在满足测试条件要求的恒温恒湿实验室进行测试。

### 2.2.1 《防静电服》新标准分析

新版《防静电服》标准中，增加了对原料即织物的技术要求；增加了连体式的服装款式；增加了缝线针距要求；明确了衬里应采用防静电织物。对防静电性能，参考欧标和美标增加了服装、织物表面电阻的技术要求；为便于用户根据不同的使用场合选用服装，将服装的防静电性能按技术指标划分了等级。在理化性能中增加了多项指标。增加了服装、织物的透气率和透湿量、缩水率、耐水色牢度、耐干摩擦色牢度、甲醛含量的测试。在附录 A 中规定了服装、织物表面电阻的测试方法；在附录 B 中对服装、织物带电电荷量测试条件进行了修改从原要求相对湿度小于 40% 改为  $(35 \pm 5) \%$ ；. 在附录 C 中对洗涤的要求进行了修订，统一规定洗涤时间为 33 h。

在测试方法标准中，专门制定了一个与 GB12014 - 2009 配套的测试方法标准 GB/T 23316 - 2009 《工作服防静电性能的要求及试验方法》，以及采用电阻反应服装抗静电性能的试验方法标准 GB/T 22042 - 2008 《服装防静电性能表面电阻率试验方法》和 GB/T 22043 - 2008 《服装防静电性能通过材料的电阻(垂直电阻)试验方法》。

### 2.2.2 《防静电洁净织物》标准分析

该标准是为特定行业制定的防静电织物的标准。适用于电子、半导体、医药、食品等行业的洁净室及相关受控环境使用的，用以制成洁净的服装等产品的织物。与常规的防静电织物要求不同的是：其测试环境要求温度为  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度： $(12 \pm 5) \%$ ；基本物理性增加了耐磨指数要求，并采用 GB/T 21196.3 方法标准的耐磨指数测试；静电性能要求必须同时符合表面电阻率和摩擦起电电压要求，并规定了静电性能耐洗涤分级试验方法，在附录 B 中规定表面电阻率的测试方法；以发尘率（个/min）和空气粒子过滤效率（%）两项指标控制产品的洁净性能。在附录 C 和附录 D 中规定分别规定了发尘率及空气粒子过滤效率的测试方法。

---

### 2.2.3 《防护服防静电毛针织物》标准分析

为了测试用防静电纤维与羊毛、棉、腈纶等纤维混纺或交织而制成的针类针织服装的抗静电性能，国家颁布了新标准 GB/T 21244 - 2009 《防护服防静电毛针织物》。此标准在附录 A 中对洗衣机的型号、洗涤剂的 pH 值、洗涤工艺和程序都有明确的规定。洗涤后的服装按 GB 12014 - 1898 附录 B 规定的方法测试，规定整件服装的带电电荷量不应大于  $0.60 \mu\text{C}/\text{件}$ ，理化性能要求 pH 值控制在 4.0~8.5 之间，与 GB 18401 - 2003 对 pH 值以 A、B、C 类考核不同。批量服装检测时对不合格的项目进行理化 A 类和外观 B 类划分。

### 3 抗静电性能测试中的问题

在纺织品抗静电性能检测实践中，静电压半衰期法、电荷面密度法，摩擦带电电压法等不同的静电测试方法测量获得的数值之间一般没有直接的等比数值关系。在某些抗静电产品的测试要求中，客户要求采用 GB/T 12703 中二种以上的测试方法来检测产品质量。而二种方法测出的数据可能会出现相互矛盾现象，无法判定其抗静电性能是否符合要求，例如：

A 抗静电纺织品常采用织造过程中嵌入金属导电纤维。这些导电材料通常在成品布上显现条或格子状样式。对于此类产品，有的客户要求使用电荷面密度和静电压半衰期同时考核抗静电性能，会出现电荷面密度很低符合技术指标要求，但静电压半衰期降不下来。

B. 单面覆膜产品采用静电压半衰期测试抗静电性能时，有金属覆膜面测试的电压、半衰期都显示零，符合技术指标要求；而反面的电压  $>2 \text{KV}$ 、半衰期  $>60 \text{S}$ ，不能达到抗静电技术要求。正反面采用不同工艺处理，抗静电性能有极大的差别。

以上说明纺织品抗静电性能的评价应根据面料性质的不同而采用不同的测试方法和测试的项目，而且测试项目随着产品的不同，所表征的意义也不同。因此，尽量避免使用单一指标进行纺织品抗静电性能的评价。应根据不同的行业的需求及相关的受控环境下使用的防静电织物，检测其抗静电性能，正确选择适合的防静电产品标准、对应的环境要求和检测方法。

---

#### 4 结论

随着集成电路等容易受到静电损失的微电子器件的大量使用,静电造成的危害日益突出。因此,抗静电是纺织品的一个常用功能,应该不断发展。为了克服静电释放的问题,许多研究人员正在研发具有:耐久性抗静电、静电逸散快、微尘粒子产生机会低、抗腐性和舒适性能好等特性的复合型抗静电纺织材料,抗静电产品的类型在不断发展和完善。同时抗静电产品的标准及相应的测试方法标准也应该不断完善。

(广州纤检 陆肖莉 张玉莲)

[www.cwta.org.cn](http://www.cwta.org.cn)

中国毛纺织行业协会