

# 聚苯胺/涤纶复合织物抗静电整理工艺研究

李 杨,王进美,李彩霞

(西安工程大学,陕西 西安 710048)

**摘 要:**以涤纶为基质材料,过硫酸铵为氧化剂,盐酸为掺杂酸,采用原位聚合方法聚合出了聚苯胺/涤纶复合抗静电织物。经过实验探索得到最佳整理工艺:织物减量率不超过20%,苯胺溶液浓度30%~50%,过硫酸铵浓度15%~20%,聚合时间1~2 h,聚合温度20℃。聚苯胺抗静电整理对织物的使用性能不会产生明显的影响。

**关键词:**聚苯胺;原位聚合法;抗静电整理;性能测试

**中图分类号:**TS195.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2015)01-0010-03

涤纶由于具有强度高、刚性大、可混纺、尺寸稳定性好等物理机械性能和耐酸碱、氧化剂的化学稳定性而在纺织领域中得到广泛应用<sup>[1]</sup>。但涤纶吸湿导电性差,在应用中容易产生静电<sup>[2]</sup>,且逸散困难,严重影响了涤纶织物的穿着舒适性及使用范围,涤纶织物的抗静电整理技术成为当前研究的一个前景课题。聚苯胺是一种导电高聚物,原料易得、制备简便、单体价格便宜、稳定性好、电荷储存能力强、电导率高、耐高温及抗氧化性能好,是最有前途的导电聚合物之一<sup>[2-3]</sup>。其中,导电性是聚苯胺的一个非常重要的特性,但本征态的聚苯胺电导率很低,通过质子酸掺杂后,其电导率可提高12个数量级<sup>[4]</sup>。合适的掺杂酸浓度在苯胺聚合过程中起着至关重要的作用,一方面提供有利于苯胺聚合所需的酸度,另一方面提供掺杂需要的质子,赋予聚苯胺一定的导电性<sup>[5-6]</sup>。本试验采用原位聚合法制备聚苯胺/涤纶复合织物,通过对苯胺聚合工艺的分析与讨论,选择了适当的整理工艺,并对工艺过程中织物碱减量处理、苯胺浸轧及苯胺聚合具体工艺进行了研究,对整理后织物的抗静电性能及部分使用性能进行了分析。试验表明,在适当的工艺条件下,可使织物拥有耐久的抗静电性,且整理对织物的使用性能不会产生明显的影响,为涤纶织物的耐久性抗静电整理及其产品的广泛应用提供一定的参考价值。

## 1 试验部分

### 1.1 原料和仪器

织物:未经处理的涤纶织物若干。

试剂:苯胺(天津市化学试剂,分析纯,使用前183~185℃常压蒸馏1次),过硫酸铵(APS),盐酸,氢氧

化钠,氨水,醋酸,无水乙醇,以上均为分析纯试剂,实验用水为去离子水。

仪器:电子天平,烘箱,烧杯,水浴锅,三角瓶,轧车,恒温恒湿室,YG(B)026D-250型电子织物强力机,YG811型织物悬垂性测定仪,真空干燥机,ZC236型超高阻( $10^{17}\Omega$ )微电流( $10^{-4}\text{A}$ )测试仪同轴三电流测量系统。

### 1.2 掺杂聚苯胺涤纶复合导电织物的制备

#### 1.2.1 涤纶织物碱减量处理

将涤纶试样浸渍于碱处理液(浴比1:50,NaOH 2.5 g/L)中,80℃下处理60 min,用75℃水洗涤1次,50℃水洗涤2次,冷水洗,滴醋酸至中性,洗净烘干<sup>[6]</sup>。

#### 1.2.2 涤纶织物掺杂聚苯胺整理

取一定量的苯胺加入装有一定浓度的盐酸溶液中,搅拌至完全溶解,将试样浸渍并取出后在轧车上轧至一定轧液率,烘干后放入盛有一定浓度的过硫酸铵和盐酸溶液的三角瓶中,在一定温度下浸渍适当时间,使织物中的苯胺聚合成掺杂聚苯胺,反应一段时间后取出,盐酸洗涤滤饼2次,蒸馏水洗至滤液pH=7,再用无水乙醇洗涤2次。将聚苯胺整理过的织物在一定浓度的氨水溶液中浸泡一段时间,进行反掺杂,得到本征态的聚苯胺。

### 1.3 整理后的织物性能测试

试验采用3个样本,1#未经处理过的涤纶织物;2#经碱减量处理,减量率为15%;3#碱减量处理后经聚苯胺抗静电整理,轧液率70%,盐酸浓度为1 mol/L。苯胺浓度为30%( $\alpha w f$ ),过硫酸铵浓度为20%,氧化浴比1:30,氧化时间为30 min,聚合温度20℃,经30%氨水反掺杂处理30 min。

#### 1.3.1 拉伸性能

采用仪器YG(B)026D-250型电子织物强力机,将试样剪成宽度6 cm(扯去边纱后成5 cm),长30~33

收稿日期:2014-10-15

作者简介:李 杨(1990-),女,在读硕士研究生,研究方向:功能性纺织品的开发,E-mail:913926552@qq.com。

cm 的试验布条,经向和纬向各 5 个试验布条。

### 1.3.2 重量、回潮率和悬垂性

用天平(分度值 10 mg)、YG811 型织物悬垂性测定仪和 ZC236 型超高阻( $10^{17}$  Q)微电流( $10^{-4}$  A)测试仪同轴三电流测量系统进行试验。

## 2 结果与讨论

### 2.1 整理工艺对织物抗静电性能的影响

一般认为,织物的表面比电阻在  $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$  以下或摩擦静电电压在 500 V 以下就具有较好的抗静电性能。以下对涤纶织物采用聚苯胺抗静电整理的工艺参数进行了探讨,整理工艺未经反掺杂处理。

#### 2.1.1 苯胺浓度

在固定其他工艺参数的基础上,调整苯胺的浓度,其中织物减量率为 15%,盐酸浓度为 1 mol/L,苯胺浓度分别为 10%、30%、50%、70%和 100%,过硫酸铵浓度为 20%,氧化浴比 1:30,氧化时间为 2 h,聚合温度控制在 20 °C。如图 1 所示为不同苯胺浓度条件下整理织物的表面比电阻曲线。

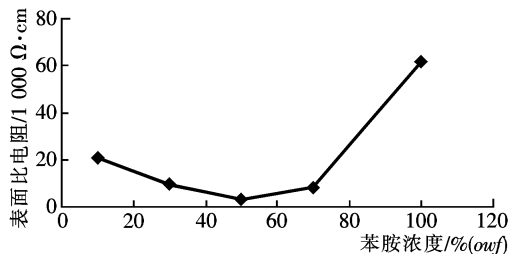


图 1 不同苯胺浓度条件下整理织物的表面比电阻曲线

从图 1 可看出,整理后织物的表面比电阻先随着苯胺浓度的增大而不断下降;但当苯胺浓度超过 50% 以后,随着苯胺浓度的增大,织物的表面比电阻反而会产生急剧上升的趋势。当苯胺浓度在 30%~50% 时,整理织物的表面比电阻变化不大,并处于下降趋势,其数量级均为  $10^3$ ,说明将苯胺浓度控制在 30%~50% 时,能得到抗静电效果比较稳定的抗静电织物。

#### 2.1.2 过硫酸铵浓度

在固定其他工艺参数的基础上,调整过硫酸铵的浓度,其中织物减量率为 15%,盐酸浓度为 1 mol/L,苯胺浓度为 30% (owf),过硫酸铵浓度分别为 5%、10%、15%、20%、30%、40%,氧化浴比 1:30,氧化时间为 2 h,聚合温度控制在 20 °C。如图 2 所示为不同过硫酸铵浓度条件下整理织物的表面比电阻曲线。

从图 2 可看出,整理后织物的表面比电阻最初随着过硫酸铵浓度的增大而不断下降;但当过硫酸铵浓度超过 20% 以后,随着过硫酸铵浓度的增大,织物的表

面比电阻反而会增大,超过 30% 会产生急剧上升的趋势;当过硫酸铵浓度在 15%~20% 时,整理织物的表面比电阻变化不大,且其值较小,均为  $10^2$  数量级,这说明将过硫酸铵浓度控制在 15%~20% 时,能够得到抗静电效果比较稳定的抗静电织物。

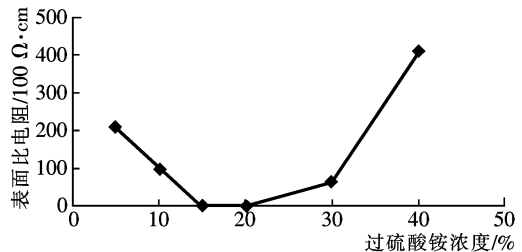


图 2 不同过硫酸铵浓度条件下整理织物的表面比电阻

#### 2.1.3 聚合时间

整理工艺为织物减量率 15%,盐酸浓度 1 mol/L,苯胺浓度 30% (owf),过硫酸铵浓度分别 20%,氧化浴比 1:30,氧化时间分别为 0.25、0.5、1、1.5、2 和 3 h,聚合温度控制在 20 °C。如图 3 所示为氧化时间与整理织物表面比电阻的关系曲线。

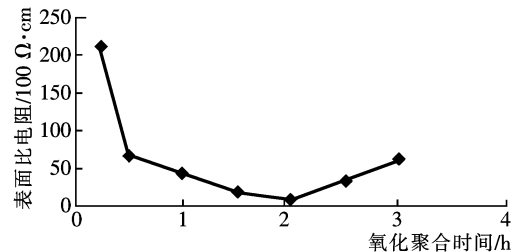


图 3 不同氧化时间的整理后织物的表面比电阻

从图 3 可看出,最初随着氧化聚合时间的延长,整理织物的表面比电阻不断下降,但当聚合时间超过 2 h 后,随着时间的延长,整理织物的表面比电阻反而增大,因此将聚合时间保持在 1~2 h 左右。

#### 2.1.4 聚合温度

苯胺聚合为放热反应,低温时有利于聚合反应的进行,随着反应温度的不断升高,产率下降,且过氧作用不断增加,导致产物的电导率下降。在低温聚合时容易形成高分子的聚苯胺。如表 1 所示为反应温度对涤纶织物电导率的影响。从表 1 可看出,随着反应温度的升高,聚苯胺的电导率先增大后减小,温度为 20 °C 时达到最高 0.25 S/cm;当温度继续升高时,电导率下降。

## 2.2 抗静电整理后各性能的测试与分析

### 2.2.1 拉伸性能

从表 2 可看出,织物经碱减量处理后,拉伸断裂强力有较大幅度的下降,但断裂伸长率的下降幅度较小,

而织物在经聚苯胺整理后,织物的拉伸强度较碱量处理后的织物有较大幅度的增大,与织物未经任何处理前的相当;但断裂伸长率则与只经碱减量处理过的织物相当,这表明织物在经聚苯胺整理后,聚苯胺增加了织物的强力,涤纶织物在经聚苯胺抗静电整理后对织物的拉伸性能的影响不显著,只是断裂伸长率略有降低。

表1 不同氧化温度条件下整理织物的抗静电性能

氧化温度/℃	电导率/S·cm <sup>-1</sup>
	0.12
10	0.21
20	0.25
30	0.20
40	0.15

表2 织物的拉伸性能

试样	拉伸断裂强力/N		断裂伸长率/%	
	经向	纬向	经向	纬向
1#	335	184	19.90	7.20
2#	250	105	18.65	6.25
3#	346	202	18.70	6.30

### 2.2.2 重量、回潮率及悬垂性

表3 整理后织物的重量、回潮率及悬垂系数

试样	重量/g·m <sup>-2</sup>	回潮率/%	悬垂系数/%
1#	75.35	0.37	55.64
2#	64.13	0.95	37.36
3#	73.36	1.32	61.31

表3数据表明,与1#相比,3#的重量变化不大,这是因为聚苯胺在织物上聚合后,使织物的重量有了一定程度的增加,而回潮率的增加则是因为聚苯胺中的亲水基团使得织物的亲水性增加,导致其吸附水分子的能力得到了一定程度的提高,使织物的回潮率有所增加。而织物的碱减量整理使得织物重量下降,织物结构变得更疏松,织物更松软,使2#悬垂系数有较大程度的下降,但织物经聚苯胺整理后,由于聚苯胺的柔软度较差,3#悬垂系数远大于2#,较1#的悬垂系数也

有所增加,但增加的程度并不大,对织物的使用性能不会造成太大的影响。因此,织物在碱减量处理后再经聚苯胺整理,对织物的重量影响并不大,回潮率有所增加,悬垂性下降。

### 3 结论

(1)对涤纶织物采用聚苯胺整理可明显提高织物的抗静电性,能够达到抗静电织物所要求的标准。

(2)对涤纶织物进行预先碱减量处理,增加了纤维与整理液的接触表面积,为织物与聚苯胺的反应提供了良好的条件。

(3)涤纶织物在碱减量处理后的聚苯胺抗静电整理,通过在酸性条件下浸轧苯胺溶液,选用过硫酸铵作为氧化剂,在酸性条件下使苯胺在织物上聚合,可使织物拥有持久的抗静电性,且聚苯胺抗静电整理不会对其服用性能产生明显的负面影响,该工艺是可行的。

### 参考文献:

- [1] 姚穆,周锦芳,黄淑珍,等. 纺织材料学(第二版)[M]. 北京:纺织工业出版社,1993.
- [2] 周兆懿,赵亚萍,蔡再生. 原位聚合法制备涤纶/聚苯胺复合导电织物[J]. 印染,2009,35(5):1-5.
- [3] 乔欣,杜建功,夏勇. 原位聚合法制备聚苯胺导电纤维的研究进展[J]. 现代纺织技术,2010,18(4):65-67.
- [4] 马利,汤琪. 导电高分子材料聚苯胺的研究进展[J]. 重庆大学学报,2002,(25):124-127.
- [5] 郑剑锋,赵江红,朱珍平. 掺杂酸和氧化剂的浓度对聚苯胺纳米线导电性的影响[J]. 材料导报:研究篇,2009,23(3):17-20.
- [6] 祝勇,孟志芬,侯振雨,等. 不同质子酸掺杂对聚苯胺性能的影响[J]. 广东化工,2010,37(3):85-86.
- [7] 罗洁,李瑞霞,周洪,等. 聚苯胺涂层导电涤纶纤维的制备与性能[J]. 四川大学学报(工程科学版),2000,32(4):80-83.

## Research on the Antistatic Finishing Process of Polyaniline/Polyester Composite Fabric

LI Yang, WANG Jin-mei, LI Cai-xia

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** The polyaniline/polyester composite fabric were obtained using the method of in-situ polymerization and ammonium persulfate as the oxidant and hydrochloric acid as the doping acid based on polyester matrix material. The experiment results indicated that the optimal finishing process was fabric reduction rate of less than 20%, aniline solution concentration of 30%~50%, ammonium sulfate concentration of 15%~25%, polymerization time of 1~2 h and polymerization temperature of 20 °C. The influences of polyaniline antistatic finishing on fabric performance were not significant.

**Key words:** polyaniline; in-situ polymerization; antistatic finishing; property test