

专论与综述

# 常压空气等离子体处理后真丝织物的喷墨印花

王少华,冯超波 (常平镇土塘工业区高宝绿色科技集团有限公司,广东东莞 523581)  
房宽峻 (江南大学生态纺织教育部重点实验室,江苏无锡 214122)

**摘要:** 通过采用常压空气等离子体对真丝织物进行表面改性处理,后用浅品色纳米颜料墨水喷墨印花。结果表明处理后的真丝织物图案清晰、得色深度有所提高,并且没有降低织物的印花色牢度。借助原子力显微镜和动态接触角张力仪分析了处理前后真丝纤维表面形貌和润湿性能的变化。

**关键词:** 常压空气等离子体;真丝织物;表面改性;喷墨印花

**中图分类号:** TS194.434 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9350(2009)01-0001-03

喷墨印花所使用的墨水可分为染料型墨水和颜料型墨水。颜料墨水具有通用性,原则上可对任何织物进行印花,但在实际应用中,由于有些织物的吸水性、抱水性等较差,印花图案容易渗化,着色不够鲜艳,因此,在喷墨印花之前须对织物进行预处理,传统的处理方法大多是采用增稠剂(如:海藻酸钠)及阳离子试剂对织物进行湿态加工处理。该工艺较为复杂,并且其耗能、耗水量极大,同时排放大量的污水,引起环境污染<sup>[1]</sup>。

目前,国内外采用低温等离子体对织物进行表面改性主要集中在以下几个方面:羊毛防毡缩<sup>[2-3]</sup>、纺织纤维前处理<sup>[4]</sup>、合成纤维抗静电和增深染色处理<sup>[5-6]</sup>、以及纺织品功能整理<sup>[7-8]</sup>。然而,有关低温等离子体处理对织物喷墨印花效果的影响,国内外都很少有这方面的文献报道。本文采用常压空气等离子体对喷墨印花用真丝织物进行预处理,之后用浅品色纳米颜料墨水进行喷墨打印,结果表明,经处理后的真丝织物图案清晰、得色深度和颜色鲜艳度有所提高,并且没有降低喷墨打印织物的印花色牢度。

## 1 试验部分

### 1.1 器材及化学药品

收稿日期:2008-07-21

ST/RI脉冲式常压空气等离子体改性设备(上海纺织科学研究院),SH-180喷墨印花机(日本武藤有限公司),DZ-3视频显微镜(日本),CSMP4000原子力显微镜(中科院本原有限公司),CDCD-100F动态接触角张力仪(英国),X-Rite premier 8400型电脑测配色系统(美国X-Rite有限公司),Y571L染色摩擦色牢度仪(莱州电子仪器有限公司)。

真丝织物(47.8 g/m<sup>2</sup>)、浅品色纳米颜料墨水(江南大学纳米色素与数字印花研发中心)。

### 1.2 等离子体处理及喷墨打印工艺

#### 1.2.1 低温氧等离子体处理

实验中所采用的ST/RI脉冲式常压空气等离子体改性设备,其结构示意图如图1所示。将织物放入极板,设定处理参数。电极板间距为3 cm;处理功率为300 W;处理时间为90 s。完成参数设定后开始放电,处理至预先设定时间后,停止放电,取出样品。

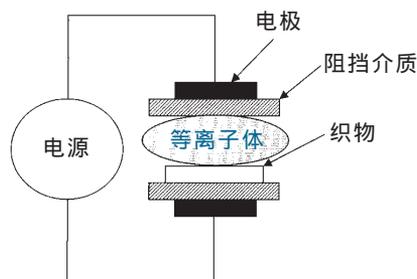


图1 脉冲式常压空气等离子体改性设备示意图

### 1.2.2 真丝织物喷墨打印工艺

真丝织物 → 低温氧等离子体处理 → 喷墨打印 → 焙烘(150 °C, 3 min)。

### 1.3 试验方法和测试

#### 1.3.1 表面形貌分析

采用CSMP4000原子力显微镜对等离子体处理前后的真丝纤维进行表面形貌分析。测量时扫描模式为接触模式,扫描频率为1.5 Hz,扫描范围为1.0 μm。

#### 1.3.2 动态接触角分析

剪取一根长约5 mm的纤维,完成直径测量后用CDCD-100F动态接触角张力仪进行纤维的动态接触角测试。测试液为去离子水,浸没速度为0.3 mm/s,浸没深度为3 mm。

#### 1.3.3 防渗性能测试

喷墨打印织物的纬向沿喷墨打印边界线,在放大倍数为75倍的视频显微镜下拍照,观察织物喷墨打印防渗性能。

#### 1.3.4 颜色参数的测定

采用X-rite 8400型测色仪CIE-lab测色系统,D65光源,10°视场测试织物K/S值。测量前先选择合适的孔径,待用黑白板校正仪器后,将织物折叠四层,测量4次,计算织物四次测量的平均值。

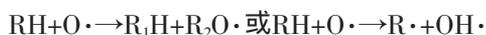
#### 1.3.5 摩擦色牢度的测定

参照GB/T 3920-1997。

## 2 结果与讨论

### 2.1 原子力显微镜观测结果

由图2可看出,未经处理的真丝纤维表面总体上比较光滑平整,仅有少量隆起物,这可能与天然纤维自身的性质有关。经过等离子体处理后在纤维表面出现不均匀分布的沟壑状裂纹,变得比较粗糙。一般认为,用低温等离子体处理天然纤维和合成纤维等高聚物,在其表面发生以下反应:



如果继续反应,最终造成纤维表层部分氧化分解,生成H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、CO、CO<sub>2</sub>等气态分子。从而形成刻蚀作用使表面粗糙化<sup>[3]</sup>。

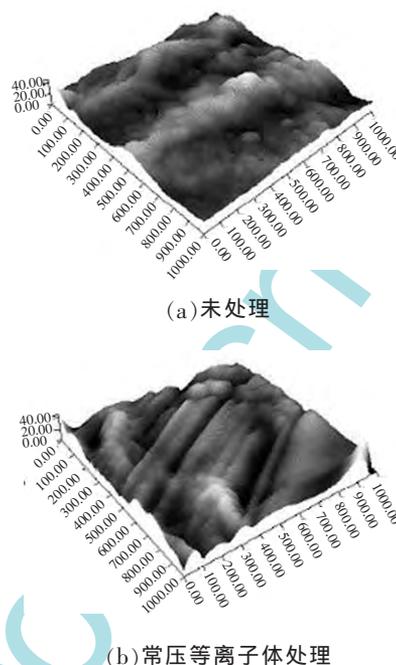


图2 真丝纤维原子力三维观测效果图

### 2.2 动态接触角分析

表1 真丝纤维处理前后的润湿性测试结果

样品	$\theta_a / (^\circ)$	$\theta_r / (^\circ)$
未处理	90.8	13.5
处理	43.4	0

注: $\theta_a$ 为前进角, $\theta_r$ 为后退角。

由表1可以看出,经过等离子体处理后纤维的前进接触角和后退接触角都明显降低了。这主要是由于经过常压空气等离子体处理之后,不仅在纤维的表面形成刻蚀而且可将一些亲水性的基团(如:羟基、羧基、氨基等)引入到纤维表面,使经过处理后的纤维亲水性得到显著提高。

#### 1.3 对真丝织物的防渗效果

由图3可看出,未经处理织物的渗化现象沿纬向较为严重,这是因为未经处理的真丝纤维表面较为光滑,抱水性能较差,所以直接进行喷墨印花渗化性能较为明显。而经常压空气等离子体处理后的印花织物的防渗性能都得到了明显的提高。这是由于在等离子体对织物表面的刻蚀和极性基团引入的双重作用下提高了织物的亲水性,加快了织物对墨水的吸收速度;另外,由原子力显微镜可观察到经处理后织物表面产生了沟壑状裂纹,这些裂纹可能会起到保留墨水而不至向四周扩散的能力,因而获得较好的防渗效果<sup>[9]</sup>。

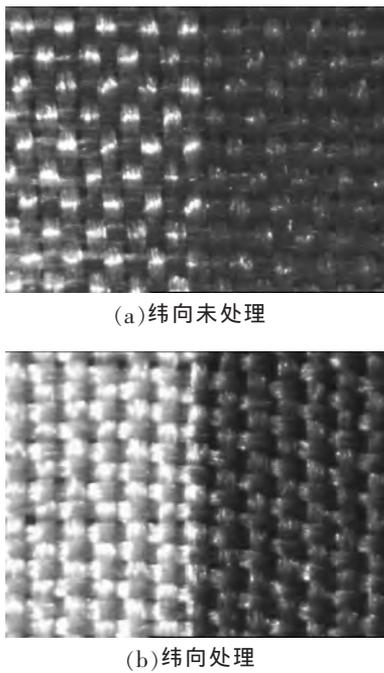


图3 真丝织物防渗效果观测图

#### 2.4 对真丝织物颜色的影响

表2 等离子体处理前后喷墨打印真丝织物颜色性能测试结果

样品	K/S值	L	C
未处理	4.5013	50.589	47.004
处理织物	5.1607	49.895	49.654

由表2可以看出, 织物经等离子处理后的K/S值变大, 颜色变深; L值减小, 颜色偏暗; C值变大, 鲜艳度提高。这是因为, 一方面等离子体的刻蚀作用和氧化作用能提高织物的防渗性能, 单位面积上墨水色素较多的缘故; 另外这也可能和等离子处理造成的表面刻蚀, 使得表面粗糙程度提高, 增加了光的漫反射有关。

#### 2.5 对真丝织物喷墨印花色牢度的影响

表3 等离子体处理前后真丝织物印花色牢度测试结果

样品	干摩(级)	湿摩(级)
未处理	3	2~3
处理	2~3	2~3

注: 处理功率为80 W, 气流压强为50 Pa, 处理时间为10 min

由表3可以看出, 等离子体对真丝织物的喷墨印花色牢度影响不大, 与未处理样相比仅干摩降低了半级。未处理的真丝织物渗化现象较为严重, 织物表面的墨水量较少, 所以牢度不会过低。等离子体处理后, 织物表面的墨水量增加, 然而等离子体处理之后在织物表面引入的极性基团(如:  $-NH_2$ ,  $-OH$ )与吸附在颜料颗粒表面的含羧基的表面活性

剂之间可能发生氢键作用而提高了颜料颗粒与织物之间的作用力, 因而使得牢度不会下降。

### 3 结论

采用常压空气等离子体对真丝织物进行表面改性处理来提高织物的喷墨打印清晰度和颜色鲜艳度。结果表明, 处理后的真丝织物喷墨打印防渗性能有明显提高, 处理后的K/S值变大, 颜色变深; L值减小, 颜色偏暗; C值变大, 鲜艳度提高, 并且处理之后没有降低织物的印花色牢度。原子力显微镜观察经过常压空气等离子体处理前后的真丝纤维的表面形貌的变化, 处理后真丝纤维表面产生了沟壑状裂纹。动态接触角张力仪测试了经过等离子体处理后真丝纤维亲水性的变化, 处理后真丝纤维的亲水性得到了提高。通过分析影响织物喷墨打印性能的因素, 发现织物的喷墨防渗性能与织物的亲水性和抱水性有着密切的联系。

### 4 参考文献

- [1]Xue C.H, Shi M.M, Chen H.Z. Preparation and application of nanoscale microemulsion as binder for fabric inkjet printing[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2006, 287(1-3):147-152.
- [2]C.W. Kan, C.W.M. Yuen. Surface characterization of low temperature plasma-treated wool fibre [J]. Materials Processing Technology, 2006, 178 (1-3): 52-60.
- [3]C.W. Kan, K. Chan, C.W.M. Yuen, M.H. Miao. Surface properties of low-temperature plasma treated wool fabrics[J]. Materials Processing Technology, 1998, 83 (1-3): 180-184.
- [4]P.H. Bae, Y.J. Hwang, H.J. Jo, et al. Size removal on polyester fabrics by plasma source ion implantation device [J].Chemosphere, 2006, 63, (6):1041-1047.
- [5]四川昭文, 岡部重治, 小林哲熊. 等离子体接枝对涤纶织物表面改性研究[J].纤维加工, 1987, 39(3):10-16.
- [6]Antonino Raffaele-Addamo, Elena Selli, Ruggero Barni. Cold plasma-induced modification of the dyeing properties of poly(ethylene terephthalate) fibers[J]. Applied Surface Science, 2006, 252 (6):2265-2275.
- [7]P. Chaivan, N. Pasaja, D. Boonyawan, P. Suanpoot, T. Vilaithong. Low-temperature plasma treatment for hydrophobicity improvement of silk [J].Surface & Coatings Technology, 2005, 193 (1-3): 356-360.
- [8]M.J.Tsack, J. Levalois-Grützacher. Flame retardancy of cotton textiles by plasma-induced graft-polymerization [J]. Surface & Coatings Technology, 2006, 201 (6): 2599-2610.
- [9]Kuanjun Fang, Shaohua Wang, Chaoxia Wang. Journal of Applied Polymer Science. 107 (2008) 2949-2955.