

氧等离子体对丙纶涂料印花性能的研究

梁 静 戴瑾瑾

(东华大学国家染整工程技术研究中心, 上海, 200051)

摘 要: 采用氧等离子体处理, 对丙纶进行表面改性, 提高丙纶的涂料印花牢度。通过实验研究氧等离子体处理条件对丙纶涂料印花性能的影响, 采用 SEM 和 XPS 测试方法, 观察丙纶等离子体处理前后表面形态和化学结构的变化。

关键词: 丙纶 等离子体 涂料印花 牢度 手感

中图分类号: TS 194.43 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)04-0051-03

鉴于丙纶织物的表面特性, 解决其印花问题, 要对其进行表面改性。对纺织品表面改性, 传统上采用化学方法, 但化学方法处理纺织材料, 往往会改变纺织品的特性, 并且会造成环境污染^[1,2]。等离子体处理由于具有工艺简单、适用各种纤维、无污染、对处理材料无损伤(处理深度只有表面 10^{-8} m 厚)等特点^[2~5], 被应用于纺织品材料加工中。等离子体能够通过表面刻蚀、表面活化、形成交联结构层、链的断裂及氧化作用^[1,5]对纺织品进行改性。

对丙纶织物来说, 其涂料印花的机理主要是靠粘合剂的作用, 使颜料附着在织物表面上, 而丙纶织物本身, 与粘合剂、颜料都不存在链的结合, 因此, 丙纶织物的涂料印花牢度往往比较差。根据氧等离子体处理改善高分子材料粘结性所取得的成果, 把等离子体处理应用到丙纶的表面改性上, 通过表面改性, 改善丙纶织物表面的粘结性能, 增加其与粘合剂之间的粘结强力, 从而改善其涂料印花性能。

1 实验部分

1.1 实验材料及设备

1.1.1 实验材料 丙纶机织物; 粘合剂海立柴林 TOW 交联剂路平妥 CF、柔软剂路平莫 VS、增稠剂路得素 HIT(以上均由 BASF 公司提供)、颜料浆 UNISPERSE BLUE B(Ciba 公司提供)。

1.1.2 实验设备 CD400PC 型等离子体处理仪(EUROPLASMA 公司); Mini MDF R 286 型磁棒筛网印花机(Johannes Zimmer 公司); AATCC Crockmeter (Janes H. Heale Co. Ltd); Y5710 型刷洗牢度仪(温州纺织仪器厂); JSM 5600LV 扫描电镜(JEOL 日本电子株式会社); XPS 测试仪(英国 VG ESCALAB, MK II)。

1.2 实验方法

1.2.1 等离子体处理条件 气体: O_2 ; 功率: 100 W, 200 W, 300 W; 时间 30 s, 60 s, 180 s; 流量:

30 mL/min, 60 mL/min, 120 mL/min。

1.2.2 涂料印花配方 交联剂 1.0%; 增稠剂 2.5%; 柔软剂 2.5%; 粘合剂 5.0%; 氨水 0.5%; 颜料 1.5%。

1.2.3 实验工艺 氧等离子体处理——磁棒印花(压力 6 档, 速度 11.7 cm/s, 磁棒直径 3.5 mm)——预烘(50℃)——焙烘(130℃, 3 min)。

1.3 性能测试方法

干、湿摩擦牢度用 AATCC 实验方法; 刷洗牢度采用国标 GB/T 420 - 90 法; 硬挺度采用国标 ZBW 04003 - 87 法; 表面粗糙度: SEM 法; 表面化学基团: XPS 法。

2 结果与讨论

2.1 处理条件对丙纶织物涂料印花性能的影响

高分子材料经等离子体处理后, 表面会接上一些极性基团, 同时其表面粗糙度也有所增加^[1]。高分子材料表面极性基团的多少, 以及表面的粗糙程度都会影响到高分子材料的粘结性能^[5,6]。而这 2 个因素都和等离子体处理的功率、时间、流量有一定的依赖关系。因此通过改变等离子体处理的这 3 个参数, 来研究丙纶涂料印花性能变化的规律。同时, 根据丙纶印花织物的各种牢度值, 找出最佳的处理条件。表 1, 表 2 分别给出了时间、功率、流量的变化对丙纶印花织物各项牢度及硬挺度的影响。

从表 1 中看出, 当处理功率在 100 W 和 200 W 时, 等离子体处理并没有提高丙纶印花织物的干、湿摩擦牢度, 只有当功率达到 300 W 180 s 时, 干、湿摩擦牢度才开始提高, 但提高的幅度并不大。而刷洗牢度, 当功率在 100 W、200 W、300 W 时, 都随处理时间的增加而明显提高, 并且当处理条件达到 200 W、180 s 及 300 W 180 s 时, 其刷洗牢度比未经等离子体处理的丙纶印花织物的刷洗牢度提高了 2 级。同时, 从流量变化的数据看出, 干、湿摩擦牢度和刷洗

牢度都随处理气体流量的增大而有所降低,也就是说,在一定范围内,等离子体处理气体流量越小,等离子体处理的效果会越好,但与功率和时间变化的规律相比,流量对丙纶印花织物的牢度影响较小。

表1 时间和功率对丙纶印花织物牢度及硬挺度的影响

功率 (W)	时间 (s)	干摩擦 (级)	湿摩擦 (级)	刷洗 (级)	抗弯刚度 ($10^{-6} \times \text{g} \cdot \text{m}$)
未处理	0	2~3	2	2	6004.1
	30	2~3	2	2	9070.8
	60	2~3	2	2~3	8056.7
100	180	2~3	2	2~3	9021.3
	30	2~3	2	2~3	9200.9
	60	2~3	2	3	7923.6
200	180	2~3	2	4	7389.6
	30	2~3	2	3	7067.3
	60	2~3	2	3~4	7646.8
300	180	3	2~3	4	8105.6

注:流量 30 mL/min

表2 流量对丙纶印花织物牢度及硬挺度的影响

氧气流量 mL/min	干摩擦 (级)	湿摩擦 (级)	刷洗 (级)	抗弯刚度 ($10^{-6} \times \text{g} \cdot \text{m}$)
30	3	2~3	4	8105.6
60	2~3	2	4	7646.8
120	2~3	2	3~4	7606

注:功率 300 W,时间 180 s

丙纶印花织物干、湿摩擦牢度和刷洗牢度随等离子体处理条件变化而变化的不同规律,可能与涂料印花中粘合剂的作用机理有关。涂料印花浆中,粘合剂的作用就是将丙纶织物和颜料连接在一起,因此,粘合剂的作用一部分作用于织物上,一部分作用于颜料上。对于干、湿摩擦来说,其主要表现的是粘合剂对颜料的作用强度,而刷洗牢度能表现出粘合剂对织物的作用强度。而等离子体处理是对织物表面的改性,所以虽然它能够提高粘合剂与织物交界面的粘结力,却不能提高粘合剂和颜料之间的作用力。因此表现在丙纶印花牢度上,就是等离子体处理能够明显提高丙纶印花织物的刷洗牢度,而对干、湿摩擦牢度,只有当等离子体处理条件比较剧烈的时候,才有较小的提高。

总的来说,丙纶织物经氧等离子体前处理后,其涂料印花各项牢度会有所提高,并且等离子体处理的时间越长,功率越大,流量越小其处理效果越好。

由于等离子体处理的复杂性以及影响手感的因素很多,从实验数据上不能很好的体现手感随处理条件变化而变化的规律,但从表中数据看到,丙纶印花织物经等离子体处理后,织物的手感有变差的趋势。

2.2 不同粘合剂浓度对丙纶印花性能的影响

通过实验看出,等离子体处理能明显提高丙纶印花涂料印花的刷洗牢度,但干、湿摩擦牢度提高却

很小,不能达到较高的牢度要求,因此我们期望通过改变粘合剂的用量,并结合等离子体的处理来提高丙纶印花织物的各项牢度。

表3 粘合剂用量对丙纶印花织物牢度的影响

织物状况	粘合剂用量 (%)	干摩擦 (级)	湿摩擦 (级)	刷洗 (级)	抗弯刚度 ($10^{-6} \times \text{g} \cdot \text{m}$)
原样	0	-	-	-	7069.5
未处理	5.00	2~3	2	2	6004.1
已处理	5.00	3	2~3	4	8105.6
未处理	10.00	3	2	2~3	6654.2
已处理	10.00	3~4	3	4~5	8972.2
未处理	15.00	3~4	2~3	3~4	7007.4
已处理	15.00	3~4	3	4~5	9666.6

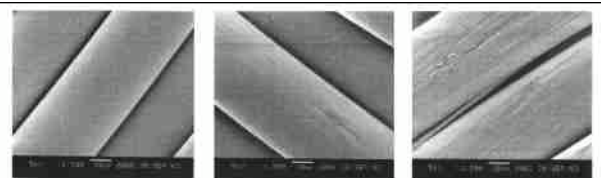
注:等离子体处理功率 300 W,时间 3 min,流量 30 mL/min,交联剂 1.0%,柔软剂 2.5%,增稠剂 2.5%

从表3数据看到,丙纶印花织物的干、湿摩擦牢度和刷洗牢度都随着粘合剂用量的增加而提高。经过等离子体处理的丙纶印花织物其各项牢度都比未处理的丙纶印花织物高,当粘合剂用量达到 10.0% 时,各项牢度比未经过等离子体处理的丙纶印花织物的牢度有很大提高,甚至高于粘合剂用量为 15.0% 的未处理的丙纶印花织物的牢度。但当粘合剂浓度再提高时,其各项牢度不再有明显提高。

通过比较经不同等离子体处理条件处理后的丙纶印花织物的性能,及等离子体处理前后丙纶印花织物的性能,认为控制等离子体处理条件及涂料浆中各组分的用量,能够提高丙纶印花织物的性能,解决丙纶织物的印花问题。

2.3 氧等离子体处理前后丙纶织物的表面形态和化学结构

高分子材料经等离子体处理后,其表面会发生化学和物理变化,就是这种变化导致高分子材料的粘结性能改变。因此,可通过观察丙纶织物经氧等离子体处理前后表面形态及化学结构的变化来说明丙纶印花涂料印花织物各项牢度提高的原因。图1给出了不同条件下丙纶的 SEM 照片。



(a) 未经处理的PP纤维 (b) 氧气处理后的PP纤维 (c) 氧气处理后的PP纤维
条件: 100W, 30 mL/min, 30s 条件: 300W, 30 mL/min, 180s

图1 不同条件下丙纶的 SEM 照片

从图1中可见,丙纶纤维经氧等离子体处理后,

其表面粗糙度明显变大,并且其粗糙度随着处理的时间、功率的增加而增大。该结果和前面所做的丙纶印花织物的牢度随等离子体处理时间、功率变化而变化的规律一样。显而易见,氧等离子体处理能够提高丙纶涂料印花的牢度,并和等离子体处理对织物表面的刻蚀作用有关。由于纤维被高能粒子攻击发生刻蚀,纤维表面毛糙度大大增加,比表面积增大,使粘合剂在丙纶织物表面得以很好地铺展和接触,从而提高了粘合剂与丙纶织物之间的粘结强度。表现在涂料印花性能上,就是提高了丙纶的涂料印花各项牢度,并且提高的幅度随着刻蚀程度的增加而增加。

将丙纶织物进行 XPS 测试,所得数据见表 4。显然,经过等离子体处理后的丙纶织物,氧含量有很大提高,并且在很短的时间内(30 s)就从 5.22% 提高到 15.46%,当处理时间增大到 180 s,功率增大到 300 W 时,氧含量达到了 25.13%。同时,丙纶纤维表面 O/C 的比值在处理前后也有明显的提高,并随着处理时间和功率的增大而增大,这个变化结果与前面所做的丙纶织物涂料印花牢度随等离子体处理条件变化而变化的规律相同。丙纶纤维表面 O 元素含量的变化以及丙纶织物涂料印花牢度的变化,经分析可能是由于丙纶织物经氧等离子体处理后,

表 4 等离子体处理对丙纶表面元素含量的影响

织物状态	Cl(s(AT %)	O(s(AT %)	O/C
未处理	91.51	5.22	0.15
条件:100 W,30 mL/min,30 s	70.52	15.46	0.58
条件:300 W,30 mL/min,180 s	56.33	25.13	1.18

其表面会引入含氧的极性基团,例如羧基、过氧化氢基、羰基以及羟基等,这些含氧基团,一方面会使丙纶纤维的润湿性大大增加,从而使粘合剂更好地在纤维表面进行铺展,增大接触面,提高粘合剂和丙纶纤维之间的粘结强度,从而提高了丙纶涂料印花的各项牢度。另一方面,这些含氧的极性基团可能会与粘合剂发生化学反应,提高了粘合剂和丙纶纤维之间的粘结强度,因此表现出丙纶织物的涂料印花牢度提高,并会随着等离子体处理时间和功率的增加而增大。

3 结 论

1. 等离子体处理能够提高丙纶织物的涂料印花各项牢度,结合适当的粘合剂用量,可以使丙纶涂料印花织物达到较高的牢度值。本实验中,经氧等离子体处理后的丙纶印花织物刷洗牢度比未处理的印花布提高大约 2 级,干、湿摩擦牢度提高了 0.5 级左右,但印花织物的硬挺度有所上升。

2. 等离子体处理时的功率越大,时间越长、流量越小,丙纶涂料印花织物的各项牢度越好。

3. 丙纶织物经氧等离子体处理,被高能粒子轰击发生刻蚀,纤维表面粗糙度会增加,比表面积增大,从而提高了粘合剂与丙纶纤维之间的粘结强度,进而提高了丙纶涂料印花的各项牢度。

4. 等离子体处理丙纶织物,使得丙纶织物表面产生氧化反应,在织物表面引起含氧基团,例如羧基、过氧化氢基、羰基以及羟基等,使丙纶织物的润湿性提高,从而使粘合剂更好的在纤维表面进行铺展,增大接触面,提高粘合剂与丙纶纤维之间的粘结强度,因此提高丙纶涂料印花的各项牢度。

5. 丙纶织物经氧等离子体处理,引入了能与粘合剂发生化学反应的极性基团,从而提高粘合剂与丙纶纤维之间的粘结强度,进而提高丙纶涂料印花的各项牢度。

参 考 文 献

- 1 Marian McCord et al. Atmospheric Pressure Plasma Modification of Textile Surfaces: Nylon 66, Polypropylene, and Ultra High Modulus Polyethylene. 2th Autex Conference, 2002(6):313~326.
- 2 Peter P. Tsai et al. Surface Modification of Fabrics Using a One-Atmosphere Glow Discharge Plasma to Improve Fabric Wettability. Textile Res J, 1997(5):359~369.
- 3 Ioan I. Negulescu et al. Characterizing Polyester Fabrics Treated in Electrical Discharges of Radio-frequency Plasma. Fextile Res. J, 2000(1):1~7.
- 4 Sarmadi M. et al. Surface Modification of Polymers under Cold Plasma Condition. TAPPI J, 1996(8):187~204.
- 5 赵化侨. 等离子体化学与工艺. 合肥:中国科学技术大学出版社, 1993.
- 6 陈惠敏等. 低温等离子体对涤纶帘子线粘合性的改善. 产业用纺织品, 1999(8):24~29.

《中国毛纺织信息》订阅热线 010 - 65913844