

文章编号: 0253-9721(2007)11-0089-04

常压等离子射流处理对羊毛织物 正反面染色性的影响

王春霞^{1,2}, 邱夷平¹

(1. 东华大学 纺织学院, 上海 201620; 2. 盐城工学院 纺织服装学院, 江苏 盐城 224003)

摘要 研究常压等离子射流处理对羊毛织物正反面染色性的影响, 从而探索常压等离子射流刻蚀在织物中的渗透性。测定氦气常压等离子射流处理前后羊毛织物正反面染色性能, 即通过比较染色后织物的 K/S 值来分析常压等离子射流处理工艺参数对织物正反面处理效果的影响。研究在常压等离子射流处理织物过程中, 处理时间、喷头与基体间距离以及基体运行速度对常压等离子射流刻蚀在织物中渗透性的影响。结果表明, 处理时间和喷头与基体间距离影响等离子射流刻蚀在织物中的渗透性, 而基体移动速度对其无显著影响。

关键词 常压等离子射流; 刻蚀; 羊毛织物; 染色性; 渗透性

中图分类号: TSI93.632 文献标识码: A

Effect of atmospheric pressure plasma jet treatment on dyeability of back and face of wool fabric

WANG Chunxia^{1,2}, QIU Yiping¹

(1. College of Textile, Donghua University, Shanghai 201620, China; 2. College of Textiles and Clothing, Yancheng Institute of Technology, Yancheng, Jiangsu 224003, China)

Abstract The influence of atmospheric pressure plasma jet treatment on dyeability of the back and face of wool fabric was investigated and the penetration of its etching into wool fabric was studied. After Helium atmospheric pressure plasma jet treatment of wool fabric, the dyeability of control and treated fabrics was measured. By comparing K/S value of control and both surfaces of treated fabric, the influence of processing parameters of atmospheric pressure plasma jet on modification of both surfaces was studied. The effect of plasma parameters such as treatment time, jet-to-substrate distance and substrate speed on penetration of plasma etching into wool fabric was investigated. It was demonstrated that plasma treatment time and jet-to-substrate distance has influence on penetration of atmospheric pressure plasma jet etching into wool fabric, while substrate speed has no considerable effect on it.

Key words atmospheric pressure plasma jet; etching; wool fabric; dyeability; penetration

等离子体技术应用于染整清洁生产, 可节水节能, 环境污染少, 操作简单且易控制。由于其处理仅涉及纤维表面大约10 nm的深度, 不破坏纤维自身的性质, 理论上可应用于各种纺织品, 因此, 作为符合环保要求的新技术, 越来越受到人们的重视。

近年来, 关于等离子体技术在染整方面应用的研究报道越来越多, 其结果都表明等离子体处理不

仅能提高织物的染色性能, 而且能降低染色过程中的能耗^[1-5]; 但等离子体表面处理一直是在低压或真空中进行, 生产成本低, 在相对低附加值的纺织品生产中无法应用, 因此, 纺织品的等离子体表面处理一直停留在实验室阶段, 真正的工业化生产几乎没有。为此, 人们正在积极开发常压非平衡低温等离子体表面处理技术^[6-7]。该技术可以实现纺织品在

线处理。真空中等离子体在 2 块极板或线圈中产生且充满整个容器,所以能处理材料的 2 面,而在常压下情况有所不同,尤其是目前比较有希望在纺织品行业应用的喷射式常压等离子射流处理系统。在该系统中,等离子体从喷头向外射出形成等离子射流,被处理的材料只有 1 个表面与射流直接接触,一般只能处理正面,反面的处理效果取决于材料本身结构和处理条件。由于纺织品自身具有空隙,等离子射流在处理过程中具有一定的穿透能力,但目前关于该方面的研究很少。

本文拟探讨经常压等离子射流处理后羊毛织物正反面染色性能的差异,即通过测定处理前后织物正反面的 K/S 值,研究处理时间、喷头与基体间距离以及基体移动速度对等离子体射流处理后织物正反面染色性能的影响,从而探寻常压等离子射流刻蚀在织物中的渗透性随工艺参数变化的规律,为实际应用提供参考。

1 实验部分

1.1 材料

羊毛机织物由江苏申洲毛纺厂提供,经纬纱线密度分别为 $14.7 \text{ tex} \times 2, 25 \text{ tex}$,经纬向密度分别为 305 根/10 cm, 296 根/10 cm,面密度为 280 g/m^2 。

1.2 等离子体处理

将羊毛织物剪成 $150 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ 大小的试样以供处理。处理前用丙酮清洗试样 30 min,去除表面油剂等杂质后,放在真空干燥器中干燥 12 h 使丙酮充分挥发。为了模拟连续化等离子体处理系统,将试样固定在自制的长方形框架上,然后安置在位于喷头正下方的传输装置上,使试样能以一定速度水平通过喷头。

等离子体设备是美国 Surfex Technologies 公司制造的常压等离子射流 Atomflo TM 250,它采用氦气为载气,可通入小于 2% 的氧气或氮气等其他气体作为反应气体,经喷头里的环状电极电离后产生的等离子体由喷头喷出形成等离子射流。图 1 是该常压等离子射流处理系统的示意图。频率为 13.56 MHz,用氦气作为等离子体的气体源,其流速为 10 L/min ,气体温度为 $100 \text{ }^\circ\text{C}$,功率为 10 W。当改变处理时间时,喷头与基体间距离和基体移动速度分别为 3 mm 和 3 mm/s ;当改变喷头与基体间距离时,处理时间和基体移动速度分别为 100 s 和 3 mm/s ;当改变基体移动速度时,处理时间和喷头与基体间距离分别为

100 s 和 3 mm。

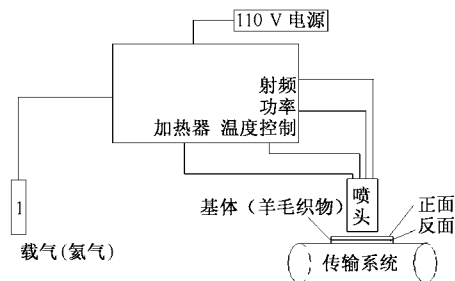


图 1 Atomflo TM 250 常压等离子射流处理系统示意图

Fig. 1 Schematic of Atomflo TM 250 atmospheric pressure plasma jet treatment system

1.3 染色性能测定

1.3.1 羊毛活性染料染色工艺

所用设备主要有常温型染样机 RY-25012、电子天平 BS2202S 和 Rapid 电动均匀轧车 P-BI,分别由上海龙灵电子科技有限公司、Sartorius 公司和台湾 LABORTEX 有限公司制造;所用染料是德司达染料公司提供的羊毛专用活性染料 Dystar Realan Amber EHF。

染色处方:浴比 1:100;羊毛织物每块重 0.6 g;染液体积为 60 mL;染料用量为 5% (o.w.f);元明粉质量浓度为 2 g/L ;醋酸调节 pH 值为 4~5.5。

染色工艺:因润湿织物容易使染料上染,用 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 温水将羊毛织物进行轧布处理。染色时首先使染液升温到 $40 \text{ }^\circ\text{C}$,然后将羊毛织物投入染浴中进行振荡染色,并加热使溶液以 $1 \text{ }^\circ\text{C/min}$ 的速度升温至 $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 后保温 0.5 h。

水洗工艺:首先冷水冲洗,然后使用 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 温水在振荡条件下清洗 10 min 左右,去除织物表面的浮色,最后在常温下晾干。

1.3.2 K/S 值测定

使用美国 Datacolor 公司的 SF600PSUS 电脑测色配色仪对羊毛织物染色性能进行测试,表观染色深度用 K/S 值来表示。纤维的表面粗糙度和染料的吸附量影响 K/S 值,表面越粗糙以及染料利用率越高,则表观颜色越深, K/S 值就越大,说明织物的染色性能越好。每个试样取不同点分别测定 10 次,记录 K/S 值并求出平均值。

1.4 扫描电镜观察

为了较清晰地了解常压等离子射流处理后羊毛表面形态是否发生变化,使用 JSM-5600LV 扫描电子显微镜观察处理前后纤维表面形貌,确定常压等离子射流处理是否对纤维表面产生刻蚀现象。将试样

在真空条件下进行喷金,然后拍摄表面形态,放大倍数为6 000。

2 结果与讨论

2.1 对羊毛纤维表面形态的影响

图 2 为常压等离子射流处理前后羊毛表面的扫描电子显微镜照片。由图可见,未处理的羊毛纤维表面覆盖了一层紧密的鳞片层,见图 2(a),纤维表面相对光滑,鳞片完整,边缘清晰。而经过常压等离子射流处理后,羊毛表面鳞片层结构遭到了不同程

度的破坏,如图 2(b)、(c)所示,鳞片边缘翘起、碎裂、变模糊,部分鳞片尖端被打碎,部分鳞片结构从纤维表面脱落。羊毛鳞片最外层含有很薄的疏水层,使织物不易被润湿,阻碍了染料的吸附和扩散,使染料难以上染。而等离子处理使羊毛外表皮层的类脂物质减少,对羊毛鳞片疏水的外表层造成破坏,因此羊毛表面的吸湿性得到了改善^[3,8],有利于染料的吸附和扩散;同时常压等离子射流对纤维表面有一定的刻蚀作用,增加了纤维表面的粗糙度,从而提高了染色后的 K/S 值,即常压等离子射流处理大大改善了羊毛织物的染色性能。

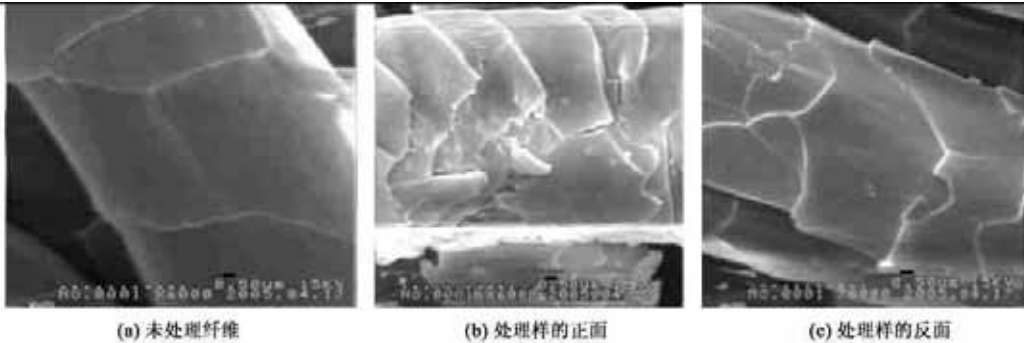


图 2 未处理织物和常压等离子射流处理后织物正反面的纤维表面形态($\times 6\ 000$)

Fig. 2 SEM images of untreated wool fabric (a), face surface (b) and back surface (c) of treated wool fabric($\times 6\ 000$)

2.2 处理时间对织物正反面染色性的影响

羊毛织物正反面 K/S 值与常压等离子射流处理时间的关系曲线如图 3 所示。

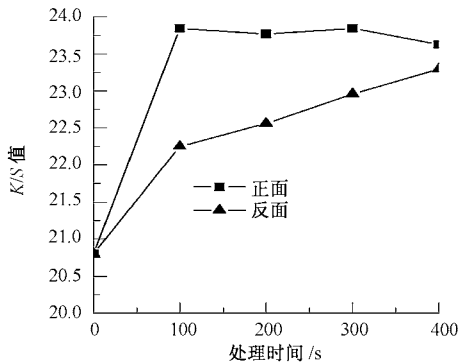


图 3 羊毛织物正反面 K/S 值与等离子处理时间的关系

Fig. 3 Influence of plasma treatment time on K/S value of both surfaces of treated wool fabric

由图可知,随着处理时间的增加,羊毛织物正反面 K/S 值逐渐增加,即染色性能显著提高,而且正反面染色性能差异逐渐减小,当处理时间达到400 s时,织物正反面 K/S 值几乎相等,即正反面染色性能基本相同。说明常压等离子射流刻蚀在织物中的渗透性随时间增加而增强。随处理时间的增加,织

物正面纤维表面改性逐渐完成,则等离子射流中越来越多的活性物种通过织物的空隙聚集到织物反面,在织物反面的纤维表面发生作用,使织物反面的染色性能也逐渐提高且与正面几乎无差异^[9-10]。

2.3 喷头与基体间距离对织物染色性的影响

图 4 示出常压等离子射流处理后羊毛织物正反面 K/S 值和喷头与基体间距离的关系曲线。由图可知,织物正反面 K/S 值随该距离增加先增加后下降,且两者的差值也随着距离增加而增加。当距离逐渐增加到3 mm以上时,织物正反面的 K/S 值随距离增加而显著减小最后趋于平衡。这是由于喷头到布面的距离较大,等离子射流中的活性物种到达织物正面时,其速度和活性大大降低^[10],已基本失去穿透织物空隙到达织物反面的能力,因此,织物反面的染色性能随喷头与基体间距离增加而降低,最后与原样基本相同。

2.4 基体移动速度对织物染色性的影响

图 5 示出常压等离子射流处理后羊毛织物正反面 K/S 值与基体移动速度之间的关系曲线。由图可看出,原样 K/S 值为 17.551(图中速度为 0 时表示原样),处理后织物正反面的 K/S 值均大于原样,但基体移动速度在 1.5 ~ 7.5 mm/s 范围内, K/S 值几

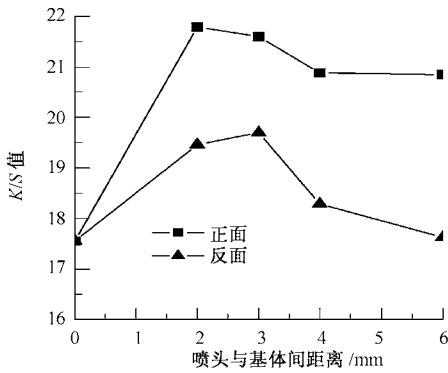


图 4 羊毛织物正反面 K/S 值和喷头与基体间距离的关系

Fig.4 K/S value of both surfaces of treated wool fabric dependence of jet-to-substrate distance

乎无变化。虽然基体移动速度不同,但是为了保证相同的处理时间,则基体来回运行次数也不同,比如,当基体移动速度分别为1.5、3 mm/s时,基体来回移动次数分别是1、2次,则布面每个点所聚集的活性物种数量是相同的。总的来说,刻蚀程度是大致相同的,所以处理效果也是相同的。处理的均匀性有可能有所不同,因为不同的基体移动速度导致活性物种刻蚀次数也不同,速度快刻蚀的次数多,反之则少,这将有待进一步研究。

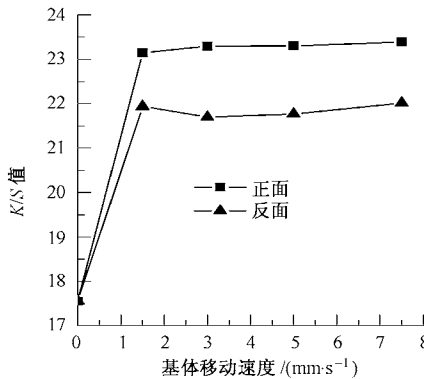


图 5 羊毛织物正反面 K/S 值与基体移动速度的关系

Fig.5 Influence of substrate speed on K/S value of both surfaces of treated wool fabric

3 结 论

1) 常压等离子射流对羊毛织物正反面的纤维表面鳞片有一定的刻蚀作用,有利于染料的吸附和扩散,刻蚀作用能增加纤维表面的粗糙度,从而提高织物的 K/S 值,即常压等离子射流处理能改善羊毛

织物正反面的染色性能。

2) 常压等离子射流处理对羊毛织物正反面染色性能的改善程度及其出现的性能差异和处理时间、喷头与基体间距离密切相关,而基体移动速度的变化对染色性能的改善无显著影响。即处理时间和喷头与基体间距离影响常压等离子射流刻蚀在织物中的渗透性,常压等离子射流刻蚀在织物中的渗透性随处理时间的增加而增强,随喷头与基体间距离的增加而减弱。

FZXB

参考文献:

[1] Zhang D, Sun Q, Zhao R G. Dyeing PET and PP nonwovens using water soluble dyes [J]. Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Reporter, 2000, 32: 32 - 36 .

[2] Wakida T, Lee M, Sato Y. Dyeing properties of oxygen low-temperature plasma-treated wool and nylon 6 fibres with acid and basic dyes [J]. Journal of the Society of Dyers and Colourists, 1996, 112: 233 - 236 .

[3] Kan C W, Chan K, Yuen C W M, et al. Surface properties of low - temperature plasma treated wool fabrics [J]. Journal of Materials Processing Technology, 1998, 83: 180 - 184 .

[4] Iriyama Y, Mochizuki T, Watanabe M. Plasma treatment of silk fabrics for better dyeability [J]. Journal of Photopolymer Science and Technology, 2002, 15: 299 - 306 .

[5] Park S J, Jin J S. Effect of corona discharge treatment on the dyeability of low density polyethylene film [J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2001, 236: 55 - 160 .

[6] Qiu Y P, Hwang Y J, Zhang C. Atmospheric pressure helium plus oxygen plasma treatment of ultrahigh modulus polyethylene fibers [J]. Journal of Adhesion Science and Technology, 2002, 16: 449 - 457 .

[7] Qiu Y P, Zhang C, Hwang Y J. The effect of atmospheric pressure helium plasma treatment on the surface and mechanical properties of ultrahigh modulus polyethylene fibers [J]. Journal of Adhesion Science and Technology, 2002, 16: 99 - 107 .

[8] 金郡潮,戴瑾瑾.氮等离子体处理羊毛活性染料染色的研究[J]. 纺织学报, 2002, 23(3): 9 - 10 .

[9] Kan C W, Chan K, Yuen C W M, et al. The effect of low-temperature plasma on the chrome dyeing of wool fiber [J]. Journal of Materials Processing Technology, 1998, 82: 122 - 126 .

[10] 赵化侨. 等离子化学与工艺 [M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 1992 .