

等离子体表面处理在织物前处理工艺上的应用

殷保璞 王慧娟 赵世敏 江训瑞

(中国纺织大学)

【摘要】 本文通过一系列实验获得的数据,论述了棉布、坯绸的前处理工艺运用等离子体处理技术所取得的效果及等离子体对织物表面的刻蚀机理,同时阐述了等离子体刻蚀条件对处理效果的影响。

等离子体是与气体、液体、固体并列的一种物体状态,即为物质的第四态。

目前采用的常规的纺织品前处理工艺,温度高,时间长,劳动强度大,并伴有一定的化学污染,功效较低。若采用等离子体处理技术,将织物或纤维表面先经等离子体轰击,使其表面杂质在等离子这一“弹性球体”的无数次碰撞下被脱落,或使杂质与纤维的粘附变得疏松或被气化,从而大大提高织物的吸湿性,使整个工艺过程的温度降低,时间缩短,劳动强度减轻,并消除了污染,获得了比常规化学处理工艺更为显著的效果。

一、实验

1. 试样

棉坯布: $8 \times 11 \text{ cm}$; $25 \times 25 \text{ tex}$; 密度 $551 \times 393 \text{ 根/10 cm}$; 含浆 8%。

真丝电力纺坯绸: $9 \times 11 \text{ cm}$

2. 等离子体处理

本实验采用浙江玉环电子设备厂生产的“离子刻蚀仪”,型号:DK-P290,简图如下:

将同一品种、同一条件的一组样品(每组 2~3 个平行试样)置于刻蚀仪两块圆形极板之间,尽可能使样品与上下极板保持一定的空间距离,以便受到两面刻蚀的作用。

3. 检测方法

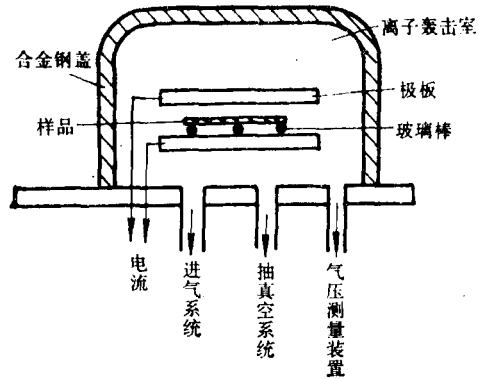


图 1 样品受等离子体刻蚀简图

(1) 毛效:用普通的织物毛细管效应测定仪观察经等离子体处理过的棉坯布在 30 分钟内液体沿布面上升的高度。

(2) 聚合度:将经等离子体处理过的棉布用铜乙二胺溶液测其粘度。详见 GB 5888-86 苧麻纤维素聚合度测定方法。

(3) 扫描电镜观察:将经等离子体处理过的样品,用 AMRAY 型号扫描电镜观察各纤维的表面情况。

(4) 红外光谱分析:把棉布上浆料的主要成份 PVA 制成薄膜,再经等离子体刻蚀,用 PE-577 型号红外光谱仪测其刻蚀前后 PVA 含量的变化情况。

二、结果与讨论

1. 经过等离子体处理后含杂织物的失重

率明显提高

将棉坯布与坯绸在气压 = 13.3Pa, 功率 = 320W, 气体为 O₂ 的刻蚀条件下进行不同时间的等离子体处理, 所得到的织物的失重率、退浆率、脱胶率见图 2, 表(1), 图(3)。

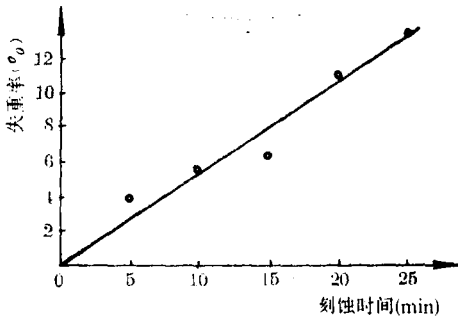
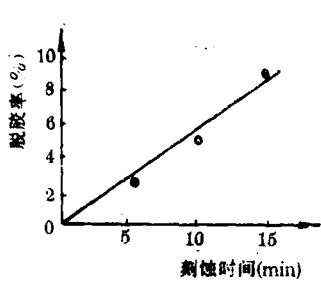


图 2 含浆棉布刻蚀失重率曲线

表 1 刻蚀时间与退浆率试验

刻蚀时间 (min)	0	5	10	15	20	25
刻蚀后退浆率 (%)	0	50.99	68.17	78.43	135	167.5



在相同的刻蚀条件下, 等离子体处理时间越长, 失重率越大。因为, 作为高速运动的粒子对表面发生碰撞, 时间越长, 碰撞

图 3 坯绸经刻蚀后脱胶率

机率越多。表面高分子被氧气氧化成低分子的气体经电场作用又可离解为等离子体, 从而加剧了刻蚀作用, 时间越长, 氧化离解的物质越多, 效果越明显。

表 1 是将图 2 中失重率按上浆率 8% 折算的刻蚀后的退浆率。显然, 当刻蚀时间增大到 20min 后, 不但可以百分之百地去除织物上的浆料, 而且还去除了相当一部分的油腊杂质。

同样, 坯绸经等离子体刻蚀的时间越长, 失重越大, 被脱去的丝胶就越多。

丝胶是由十八种氨基酸组成的蛋白质大分子, 在这些氨基酸的侧链中, 存在着—OH、

—COOH、—NH₂ 等基团, 还含有 1% 的油脂、色素及无机化合物。当氧气等离子体轰击坯绸时, 包裹在丝素外层的丝胶首先遭到侵蚀, 丝胶蛋白质分子的多肽链被击断, 或被氧化成气体跑掉, 以达到坯绸脱胶的目的。

2. 经过等离子体处理后纤维的表面形态发生变化。

图 4、图 5 是刻蚀前后棉坯布、坯绸纤维的扫描电镜照片。从照片中看出, 与未受到刻蚀的纤维相比, 由于表面杂质已大部分去除, 因此比未刻蚀的纤维平整、光滑, 但表面被刻

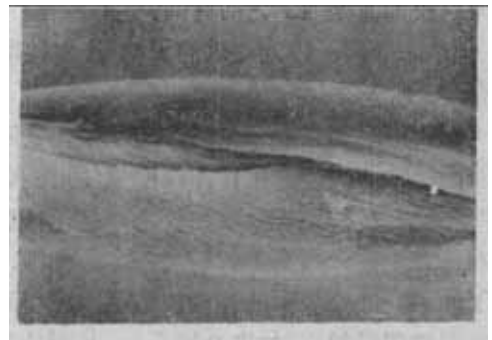


图 4-1 刻蚀后棉纤维的表面形态

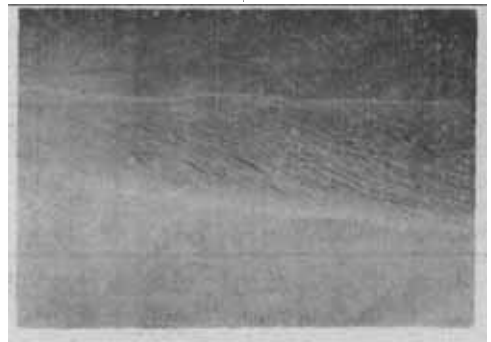


图 4-2 未刻蚀棉纤维的表面形态

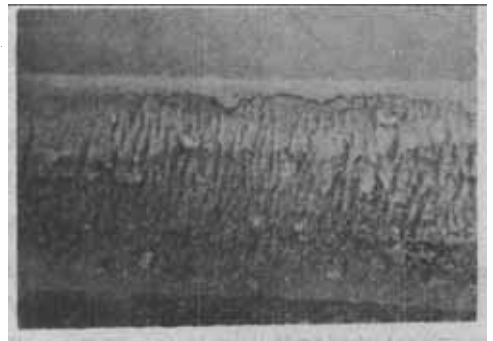


图 5-1 刻蚀后的坯绸纤维

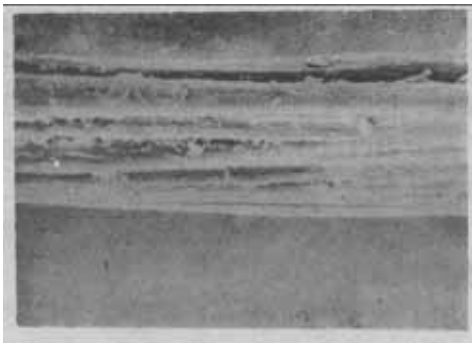


图 5-2 未刻蚀的坯绸纤维

蚀所造成的裂缝、沟槽清晰可见，使未脱净的杂质变得疏松，这样可大大缩短退浆、煮练及坯绸脱胶等前处理工艺的时间。

3. 经等离子体处理过的织物吸湿性明显提高

织物的毛细管效应是衡量表面杂质去除与否及润湿性能好坏的指标，已知棉纤维的吸水性并不完全与油脂含量成比例，而是与油脂物质在纤维上的分布有关。等离子体的刻蚀，破坏了油脂对纤维表面的连续覆盖状态，使织物的吸湿性明显提高(如表 2 所示)，从而达到了常规退浆、煮练、脱胶工艺所未能达到的效果。

表 2 刻蚀后棉布的毛效

样 品	未 刻 蚀	刻 蚀
未经化学处理	0	5.00
60g/1NaOH处理	7.4	10.0

4. 发生等离子体的气源对刻蚀效果的影响

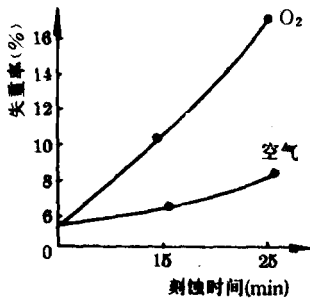


图 6 空气、氧气等离子体刻蚀后棉布的失重率

图 6 中可见，在相同的刻蚀条件下，氧气的刻蚀效果大大优于空气，造成这种差异的原因可能是氧气具有氧化和机械碰撞的双重作用。我们用浆料中 PVA 成份进行刻蚀前后红外光谱分析(图 7)，看到

PVA 薄膜经空气和氧气等离子体表击后，聚乙烯醇大分子链被不同程度地断裂成游离基溢出，使薄膜中的—OH和—CH—含量相应减少，从而使—OH和—CH—的吸收峰值降低，光的透过率提高。由于空气的氧化能力低于 O₂，对 PVA 薄膜的侵蚀比 O₂ 小，所以空气的透过率介于未处理和经 O₂ 等离子体处理的之间。

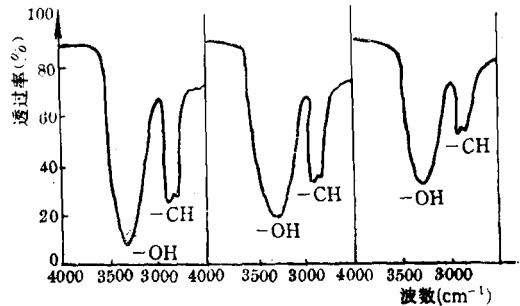


图 7 空气、氧气等离子体刻蚀后 PVA 薄膜的红外光谱图

5. 被刻蚀的纤维损伤比经过常规前处理的纤维损伤要小

表 3 是经过 O₂ 等离子体刻蚀后的棉纤维的聚合度。

表 3 刻蚀后棉纤维的聚合度

聚合度	\overline{DP}
未刻蚀	2165
刻蚀 15min	2011
刻蚀 25min	2104

显然，经过等离子体处理后纤维聚合度稍有降低，这可能是棉纤维极个别部位由 1、4 甙键联结 β-d-葡萄糖剩基组成的大分子链被 O₂ 等离子体击断所致，但 \overline{DP} 下降很小，损伤程度极不明显，因为等离子体处理仅使纤维表面 500-1000 Å 范围内发生变化，而棉纤维的直径为 17-22μ，加之表面粘着的浆料和其他杂质，因此对纤维的整体效应影响甚微。

三、结论

等离子体表面处理技术应用于前处理工

(下转第 48 页)

(上接第 28 页)

艺,其效果是明显的。它可以去除织物表面的杂质,大大提高其吸湿性,使常规的退浆、煮练、脱胶工艺大大简化,甚至可以取而代之,充分体现了节能、节时、干燥的优越性。

对于不同织物、纤维或要达到不同的刻蚀效果,所选用的刻蚀条件也不尽相同,选用的气源不同,表面处理的效果也不一样,由于 O_2 具有氧化作用,因此,其刻蚀效果比空气等离子体显著。

此外,涤纶用等离子体进行表面改性,在提高其亲水性、润湿性、抗静电性及深色效应方面已取得了极为明显的效果,为国内外同行在

涤纶仿真丝方面的研究开辟了一条新的途径。

总之,等离子体表面处理技术在染整加工中的应用显示了丰富多采、独特有效的功能,越来越引起人们的关注和兴趣。虽然目前尚未进行工业化的实践,但其在各个领域所显示出的极大优越性已充分表明该技术在染整加工方面有着广阔的前景。

参 考 资 料

- [1] 《纺织译丛》, 1986, No.2, p.31.
- [2] 《国外纺织技术》, 1986, No3, p1, No.4 P. 6.
- [3] 吴知非主编:《等离子体及其应用》, 1987.
- [4] 《印染译丛》, 1989, No.2, p.82.
- [5] 《中国纺织大学学报》, 1986, No.3, p.19.