

# 壳聚糖等离子体处理对棉纤维性能的影响

李 康

(浙江美术地毯制造有限公司)

**摘要:** 研究棉纤维在低温等离子体的作用下,经壳聚糖改性处理后的性能变化情况。应用扫描探针显微镜、红外光谱等测试了改性前后棉纤维表面和化学结构的变化,并对比了改性前后棉纤维吸湿性能、强度和抗菌性能,结果表明,改性后的棉纤维强力有一定的下降,但具有了一定的抗菌性能,并且吸湿性也有所改善。

**关键词:** 棉纤维;壳聚糖;低温等离子体;改性;抗菌性

**中图分类号:** TS101.92<sup>1</sup> **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-7415(2009)06-0005-03

## Effect of Chitosan Plasma Treatment on Cotton Fibre Property

Li Kang

(Zhejiang Artistic Carpet Manufacture Co., Ltd.)

**Abstract** Property change situation of cotton fibre treated by chitosan in low temperature plasma were studied. Scanning probe microscope and infrared spectrum were used to test changes of cotton fibre surface morphology and chemical structure before and after modification. Hygroscopicity, strength and bacteria repellency of cotton fibre before and after modification were contrasted. The result shows that after modification cotton fibre strength is declined in a degree, bacteria repellency and hygroscopicity is improved.

**Key Words** Cotton Fibre, Chitosan, Low Temperature Plasma, Modification, Bacteria Repellency

棉纤维以其优异的性能在人们生活和工作的各个领域都有广泛的应用,但随着人们生活水平的提高,对棉纤维的性能也提出了更高的要求,其中抗菌保健的理念就代表当今流行的趋势。所以本文利用壳聚糖的抗菌性、无毒性,在低温等离子体作用下对棉纤维进行改性处理,从而获得具有抗菌性能的棉纤维。

## 1 试验原料和仪器

### 1.1 试验材料和化学药品

棉纤维;壳聚糖,分子量小于3 000,脱乙酰度85.3%;其他常用试剂以及等离子体处理所需的氮气(N<sub>2</sub>)。

### 1.2 试验仪器及设备

HD-2B型等离子体改性设备,756-MC型紫外分光光度计,IR200型傅立叶变换红外光谱仪,CSPM4000型扫描探针显微镜(SPM),还有其他

一些常用纺织试验设备与仪器。

## 2 试验方法

### 2.1 壳聚糖对棉纤维的处理

将棉纤维在不同浓度(1 g/L、2 g/L、4 g/L和6 g/L)的壳聚糖预处理液中浸渍2 h后压轧,轧余率约为100%,浸轧后在50℃烘干后作为低温等离子体处理的试样。

### 2.2 低温等离子体处理

将经过壳聚糖处理的棉纤维分别放入低温等离子体反应仓中,采用不同的处理时间进行处理,功率100 W、真空度20 Pa。然后将处理后的试样在浓度为1%醋酸中充分洗涤,再用蒸馏水洗涤并于60℃的温度下烘干备用。

### 2.3 改性后纤维的表征

利用红外光谱分析壳聚糖对棉纤维改性前后化学基团的变化,以检测壳聚糖对棉纤维改性效果。

用CSPM4000型扫描探针显微镜观测改性前后棉纤维的表面特征,以检测等离子体作用对改

性前后棉纤维表面结构的影响。

### 2.4 单纤维拉伸性能测试

采用 LLY-06B 型电子单纱强力仪进行测试,其工作长度 10 mm,拉伸速度 10 cm/min,试验次数 30 次。

### 2.5 毛细效应试验

把一定质量的棉纤维均匀铺放在长 10 cm、宽 1 cm 的纸槽中做成片状的纤维束作为试验样品,垂直悬挂,下端浸入高锰酸钾水溶液中,测量 1 min 后的润湿高度。

### 2.6 抗菌性能测试

采用金黄色链球菌为试验用菌种。用滤纸片法观察棉纤维改性前后的抑菌圈,以检测相应的抗菌效果。同时,把处理后的棉纤维放入一定量接种后的培养液中,在恒温振荡箱中培养 24 h 后,再用分光光度计检测培养液吸光度的变化,以分析棉纤维的抗菌效果。

## 3 试验结果与分析

### 3.1 棉纤维的表面结构

原子力显微镜是一种不需要导电试样的扫描探针型显微镜。这种显微镜通过其粗细只有一个原子大小的探针在非常近的距离上探索物体表面的情况,便可以分辨出其他显微镜难以分辨的极小尺度上的表面细节与特征。采用原子力显微镜测得等离子体处理前后棉纤维的表面结构特征与壳聚糖改性后棉纤维的表面结构特征见图 1、图 2 和图 3。

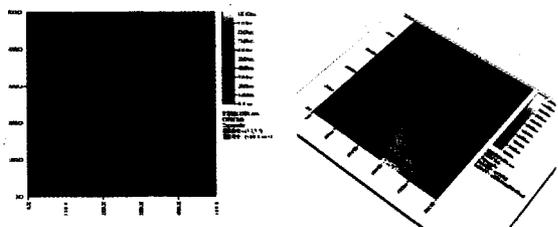


图 1 棉纤维的表面

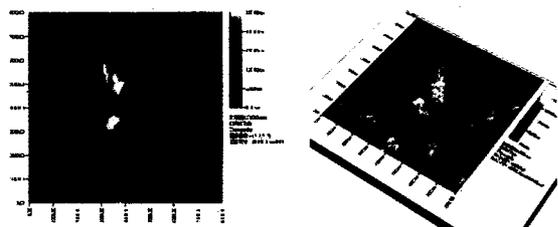


图 2 等离子体处理后棉纤维表面

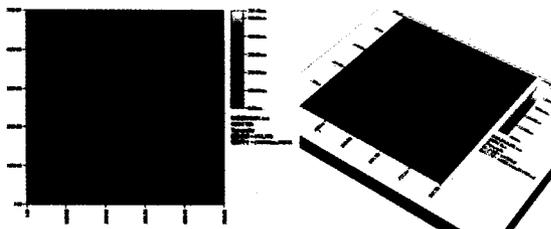


图 3 经壳聚糖改性后棉纤维的表面

对比分析不同方法处理后棉纤维表面结构的二维图像和三维图像:

(1) 低温等离子体作用于棉纤维,在棉纤维表面产生刻蚀作用。由于棉纤维的结晶区和无定形区分布不均匀,致使棉纤维的表面结构发生改变,在纤维表面形成尖锐的棱角,容易在受力时形成应力集中,进而影响棉纤维的单纤维拉伸性能。

(2) 经过壳聚糖处理后再进行等离子体处理,由于棉纤维表面附着壳聚糖,等离子体当中的高能粒子直接轰击棉纤维的可能性减少,使棉纤维表面不容易形成像图 2 那样较为明显的改变,从而可减少等离子体处理对棉纤维的刻蚀作用。

### 3.2 棉纤维的化学结构

利用傅立叶红外光谱仪对改性前后的棉纤维进行表征试验,以检测棉纤维经壳聚糖改性后化学结构的变化情况,结果见图 4。

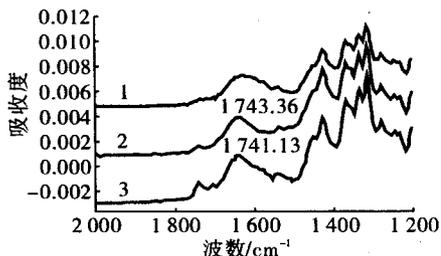


图 4 棉纤维改性前后的光谱分析

1-棉纤维;2-等离子体处理棉纤维;3-壳聚糖改性棉纤维。

在图 4 的光谱图比较中,可以明显的看出在  $1741.43\text{ cm}^{-1}$  处有个吸收峰,这是酯基( $\text{—C=O}$ )的吸收峰,说明在壳聚糖的作用下,棉纤维表面出现了氧化作用;另外,在  $1650\text{ cm}^{-1}$  和  $1500\text{ cm}^{-1}$  之间,壳聚糖改性棉纤维的光谱图与棉纤维的光谱图相比有一定波动,在这个谱段的基团为亚硝基( $\text{—NO}_2$ ),说明有一定量的壳聚糖与棉纤维发生了反应,还伴随一定的氧化反应。由此表明了棉纤维和壳聚糖之间发生了一定的交联反应。

### 3.3 棉纤维的强力

纤维在不同等离子体处理时间下的断裂强力

见图5。预处理液浓度4 g/L,等离子体处理功率100 W,气压20 Pa。

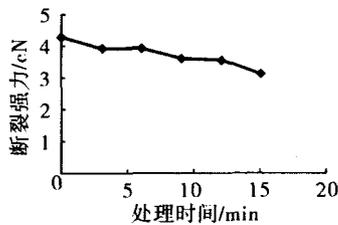


图5 处理时间和单纤维强力的关系

通过图5可以看出,随着等离子体作用时间的延长,棉纤维的单纤维强力有所下降,这表明在等离子体作用下利用壳聚糖对棉纤维进行的改性处理会在一定程度上损伤棉纤维的强力。

### 3.4 棉纤维的吸湿性能

纤维在不同等离子体处理时间下的润湿高度见图6。预处理液浓度4 g/L,等离子体处理功率100 W,气压20 Pa。

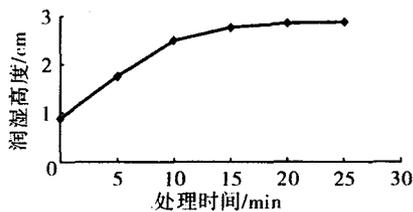


图6 处理时间和润湿高度的关系

从图6可以明显看出,在处理时间较短的情况下,棉纤维的吸水高度迅速增加;而随着处理时间的延长润湿高度的增幅变得相对平缓。这是由于处理后棉纤维的极性基团大量生成,对水分的吸收能力大大增加;但随着处理时间的延长,在棉纤维表面形成的亲水基团趋于饱和,吸水高度的增加速度也逐渐变小。

### 3.5 棉纤维的抗菌性能

#### 3.5.1 吸光度的检测

抗菌性的物质能影响和抑制菌种的繁殖,而引起菌液浓度以及吸光度的变化。因此检测吸光度的变化可以在一定程度上反映抗菌效果,吸光度越小抗菌性能越好。检测结果见图7,其中等离子体处理时间10 min,功率100 W,气压20 Pa。

从图7可以看出,经过一定时间的等离子体处理,未经壳聚糖处理的棉纤维吸光度最大,而经过壳聚糖处理的棉纤维吸光度都有所降低,且随着壳聚糖处理液浓度的增加吸光度降低。当处理液的浓度达到一定程度时,附着在棉纤维表面过多的壳聚糖将会影响等离子体对两者的接枝交联

效果,进而影响改性后棉纤维的抗菌作用。

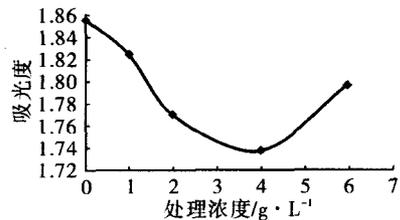


图7 吸光度与处理浓度的关系

#### 3.5.2 抑菌圈检测

抑菌圈检测结果见图8。

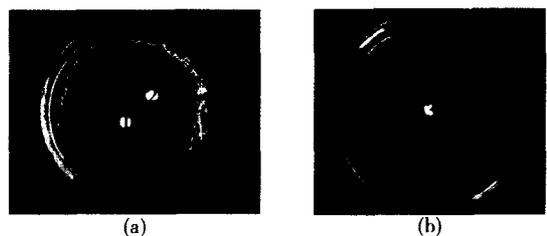


图8 改性前后棉纤维的抑菌圈

1-壳聚糖;2-棉纤维;3-改性棉纤维。

从图8(a)中可以看出,壳聚糖周围有很大的抑菌圈,而棉纤维则根本没有抑菌圈。由图8(b)可以看出,改性后的棉纤维周围具有了比较明显的抑菌圈。由此可见在等离子体作用下,经过壳聚糖改性的棉纤维被赋予了较好的抗菌效果。

## 4 结论

(1)通过红外光谱和原子力显微镜的表征,表明改性使棉纤维的物理和化学结构都发生了改变,进而改变了棉纤维的一些物理化学特性。

(2)改性后棉纤维的单纤维强力有所降低,而吸湿性能有一定的提高。

(3)改性后棉纤维具备了较好的抗菌性能。

#### 参考文献:

- [1] 李康,李长龙.壳聚糖改性对棉纤维性能的影响[J].安徽工程科技学院学报,2007(1):75-77.
- [2] 任煜,李志红.棉织物的低温氧等离子体改性研究[J].南通大学学报(自然科学版),2005(1):39-42.
- [3] Wei Q F, Wang X Q. AFM Characteristic of Technical Fibres[J]. Journal of Industrial Textile, 2004, 34(1): 51-60.
- [4] 杨美桂,陈宇岳,林红,等.棉纤维经丝胶处理的聚集结构分析[J].棉纺织技术,2008,36(8):30-32.