

文章编号 :0253-9721(2006)05-0041-04

# 纳米氧化锌和壳聚糖对棉织物的复合整理

黄晨,王浩,方丽娜,王红,张慧娟

(安徽农业大学 轻纺工程与艺术学院,安徽 合肥 230036)

**摘要** 针对棉织物抗紫外线及抗皱性较差的缺点,用纳米氧化锌和壳聚糖、有机硅对棉织物进行后整理,以提高其抗紫外线和抗皱性能,改进棉织物的服用性能。通过改变氧化锌纳米整理剂的用量、浴比、浸渍时间、焙烘温度、焙烘时间等工艺参数,对棉织物进行二浸二轧整理,再用不同浓度的壳聚糖和氨基硅酮溶液对其进行二浸二轧整理。对整理后织物的紫外线透过率、断裂强力、吸湿性、白度、折皱回复角、刚柔性等性能进行测试。结果表明,织物的抗皱性能和抗紫外线性能明显提高。

**关键词** 棉织物;纳米氧化锌;壳聚糖;有机硅;整理

中图分类号:TS195.5 文献标识码:A

## Finishing of cotton fabrics with nanometer ZnO and chitosan

HUANG Chen, WANG Hao, FANG Li-na, WANG Hong, ZHANG Hui-juan

(College of Light-Textile Engineering and Art, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China)

**Abstract** Aiming at the shortcomings of the cotton fabric such as poor in UV and wrinkle resistance, nanometer ZnO, chitosan, and silicone were used to finish it for improving its anti-ultraviolet and anti-wrinkle properties, as well as serviceability. Cotton fabrics were treated with nanometer ZnO by double-dip-double-nip process varying such parameters as the dosage of the finishing agent, bath ratio, duration of dipping, curing temperature and time, followed by treating with chitosan and amino-silicones solution in different concentrations via double-dip-double-nip. The ultraviolet transmissibility, breaking strength, absorbency, whiteness, crease recovery angle, rigidity and softness of the treated fabrics were examined. The findings indicated that the anti-ultraviolet and anti-wrinkle properties of the fabric enhanced distinctly.

**Key words** cotton fabric; nanometer ZnO; chitosan; silicone; finishing

近年来,随着紫外线对人体健康的危害越来越引起重视,纺织品防紫外线整理也引起研究人员的广泛关注<sup>[1]</sup>。本文针对棉织物抗紫外线及抗皱性较差的缺点,进行了一系列改善其性能的后整理工艺研究,利用纳米氧化锌所具有的特性对纯棉针织物进行抗紫外线整理后<sup>[2]</sup>,再用壳聚糖和反应性有机硅双复合抗皱整理剂对棉织物进行抗皱整理。

## 1 实验部分

### 1.1 材料与仪器

纳米氧化锌(酸浸、除杂、沉淀、焙烧而制得):氧

化锌质量分数大于 97.0%,结构为球状或链球状,平均粒径小于 60 nm,比表面积大于或等于 40 m<sup>2</sup>/g;分散剂 A(聚乙二醇 PEG,5%水溶液):pH 值 4~7;分散剂 B(聚丙烯酰胺);分散剂 C(低聚丙烯酸钠):粘度 5 000 mPa·s;水溶性钛酸酯偶联剂 TC-wt (pH 值 7±0.5);固体壳聚糖(CS):脱乙酰度 85%;JXC-1 氨基硅酮织物整理剂;渗透剂 JFC(非离子型表面活性剂);过氧化氢(AR);冰乙酸(AR);氢氧化钠(AR)。

TEM1200EX 电子显微镜、ZB220-T 型超声波振荡器、PHS-3C 型数字酸度计、Nexus-870 型傅里叶变换红外光谱仪。

收稿日期:2005-09-23 修回日期:2005-12-17

作者简介:黄晨(1958-),男,副教授,学士。主要研究领域包括功能性纤维、新型纺织纤维等。

## 1.2 方法

### 1.2.1 纳米氧化锌抗紫外线处理

称取 0.75 g 纳米氧化锌于 50 mL 钛酸酯偶联剂溶液中,混合均匀后在超声波振荡器中振荡 2 h,添加表面活性剂,并调节溶液的 pH 值,再放入超声波振荡器中振荡 2 h,之后将溶液置于刻度试管中,静置 2 h 后观察沉淀的量。无需加入偶联剂的,可直接配制分散剂溶液,步骤同上。利用电镜观察配制的纳米氧化锌分散液中氧化锌的粒度大小及分散情况。

棉织物前处理(碱缩→煮练→ $H_2O_2$ 漂白)→织物二浸二轧整理液(轧液率 80%)→预烘( $80\text{ }^\circ\text{C} \times 2\text{ min}$ )→焙烘→清水漂洗、室温晾干→烘干至恒重( $45\text{ }^\circ\text{C}$ )→称量。

### 1.2.2 壳聚糖防皱处理

分别制备质量分数为 0.25%、0.5%、1% 及 1.5% 的壳聚糖溶液;渗透剂 JFC 质量分数为 0.2%;JXC-1 氨基硅酮织物整理剂质量分数为 10%、20%、30% 及 40%。

样布浸渍于不同质量分数的壳聚糖和氨基硅酮溶液中→恒温振荡器浸渍 30 min ( $50\text{ }^\circ\text{C}$ , 往复速度 50 次/min)→二浸二轧(轧余率 85%)→预烘( $80\text{ }^\circ\text{C} \times 2\text{ min}$ )→焙烘→清水漂洗、室温晾干→烘干至恒重( $45\text{ }^\circ\text{C}$ )→称量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同增重率织物的抗紫外线效果

通过分光光度计测量紫外线透过率来衡量织物抗紫外线性能,紫外线透过率越小,抗紫外线性能越强。选用整理后织物增重率分别为 1.78%(A)、3.22%(B) 和 4.64%(C) 的试样进行紫外线透过率测试,结果如图 1 所示。

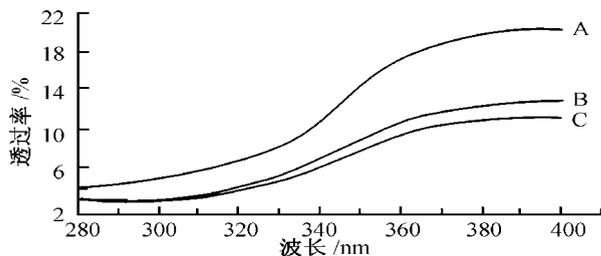


图 1 不同增重率织物的抗紫外线效果

由图 1 看出,随着整理后织物增重率的增加,紫外线透过率随之减小,主要是因为织物增重率越大,

纳米整理剂吸附的量就越大,能够吸收和散射紫外线的纳米氧化锌越多,织物抗紫外线性能越强。从图 1 中还可以得出,吸附了一定量纳米氧化锌的织物,波长在 280~320 nm 之间的紫外线透过率都很低,织物对紫外线遮蔽性能好。这是由于纳米氧化锌的禁带宽度大约在 4.5 eV(它相当于大部分紫外光的能量),尤其可以很好地吸收 280~320 nm 波长范围内的紫外线。

### 2.2 纳米氧化锌整理剂用量

表 1 为纳米氧化锌整理剂用量对织物增重率的影响。从表 1 看出,随着纳米氧化锌整理剂用量的增大,织物的吸附量随之增加,当整理剂用量大于 1.0% 后,吸附值的变化非常微弱,这是因为纳米整理剂用量达到一定值后,纤维表面单位面积上纳米粒子的数量已达到一个稳定值。当用量达到 1.5% 时,试样的增重率反而减小,是由于纳米氧化锌的粒径较小,具有很大的比表面积,在水浴恒温振荡器中受到振荡的影响,其浓度超过一定量后,粒子间碰撞的几率增加容易发生相互聚集使颗粒变大,而颗粒重量增加使其不易吸附在织物表面上<sup>[3,4]</sup>。

表 1 纳米氧化锌整理剂用量对织物增重率的影响 %

纳米氧化锌整理剂用量	织物增重率	纳米氧化锌整理剂用量	织物增重率
0.5	1.78	1.25	4.66
0.75	3.22	1.5	4.63
1.0	4.64		

### 2.3 浴比

浴比对织物增重率的影响见表 2。整理剂用量一定的条件下,浴比的增加意味着相应体积浓度的减少。从表 2 看出,当浴比较小时,整理剂溶液不能对织物充分润湿,故织物整理后增重率较小,而随着浴比的增加,吸附量随之增加,当浴比大于 1:30 后,变化十分微弱。

表 2 浴比对织物增重率的影响

浴比	织物增重率/%	浴比	织物增重率/%
1:10	2.41	1:40	4.63
1:20	4.08	1:50	4.37
1:30	4.68		

### 2.4 浸渍时间

表 3 为浸渍时间对织物增重率的影响。由表 3 可见,随着试样浸渍时间的增加,织物增重率随之增

加,但15 min后,该值的变化不十分明显。这是因为经过一段时间浸渍后,纳米微粒已经充分吸附和渗透,纤维表面单位面积上纳米粒子的数量已达到一个稳定值而难以继续增加。

表3 浸渍时间对织物增重率的影响

浸渍时间/min	织物增重率/%	浸渍时间/min	织物增重率/%
10	3.15	25	4.49
15	4.58	30	4.44
20	4.56		

## 2.5 焙烘温度

焙烘温度对织物增重率的影响见表4。从表4看出,随着焙烘温度的增加,整理剂的吸附量随之增加,当焙烘温度大于150℃后,该值的变化不明显。高温焙烘有利于促进改性纳米氧化锌颗粒中的活泼基团与纤维发生交联反应,从而使纳米整理剂的吸附量增加。但焙烘温度过高将影响织物的手感及力学性能。

表4 焙烘温度对织物增重率的影响

焙烘温度/℃	织物增重率/%	焙烘温度/℃	织物增重率/%
120	2.55	150	4.68
130	3.88	160	4.74
140	4.44		

## 2.6 焙烘时间

表5为焙烘时间对织物增重率的影响。从表5看出,随着焙烘时间的延长,促进了整理剂和织物之间的吸附和交联,吸附量有一定的增加。但90s后,整理剂的吸附量增加已经十分微弱了。

表5 焙烘时间对织物增重率的影响

焙烘时间/s	织物增重率/%	焙烘时间/s	织物增重率/%
30	3.24	120	4.65
60	3.81	150	4.63
90	4.63		

## 2.7 织物抗紫外线性能及力学性能

对经过以上最佳抗紫外线整理工艺整理前后的棉织物进行性能测试,对比整理效果。具体测试结果如表6所示。主要以织物对波长为280~320nm紫外线的平均透过率作为抗紫外线标准。从表6看

出,织物经整理后,波长在280~320nm的紫外线平均透过率下降了90.7%,远远超过织物紫外线透过量减少率达50%的要求,说明织物已经具有良好的抗紫外线性能。经整理后的织物表面形成一层无机氧化物多孔膜,但织物在较高的温度焙烘时,使得织物的吸湿性和强力有一定的下降,但下降不明显。由于纳米氧化锌本身具有很高的白度,它的加入起到了增白剂的作用,因此织物在整理后的白度有所增加,但同时由于纳米微粒的存在,使得织物的柔软性降低幅度较大。

表6 抗紫外线整理前后织物性能比较

试样	紫外线的平均透过率/%	断裂强力/N	毛效/(cm <sup>2</sup> ·(30 min) <sup>-1</sup> )	白度/%	折皱回复角(经+纬)/(°)	刚柔性/cm
整理前	34.12	478	14.8	78.6	213.7	2.11
整理后	3.16	456	13.2	83.3	201.4	2.67

## 2.8 织物抗紫外线性能的耐洗牢度

图2为整理后织物的抗紫外线性能的耐洗性。由图2看出,随着洗涤次数的增加,织物的抗紫外线性能下降幅度较大,当洗涤次数达到30次,接近未整理织物在此区间的平均透过率。这主要是由于纳米整理剂与织物以物理吸附为主,交联牢度不够,因此织物整理后的耐洗牢度较差。

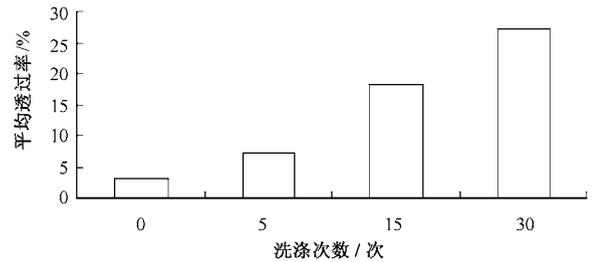


图2 整理后织物抗紫外线性能的耐洗性

## 2.9 傅里叶变换红外光谱分析

图3为抗紫外线整理前后棉织物的红外光谱图。对比图3(a),(b)看出,经整理后棉织物的红外光谱中,在2359cm<sup>-1</sup>处出现了一吸收峰,为水溶性钛酸酯偶联剂中磷酸酯的特征吸收峰。而在1651cm<sup>-1</sup>处出现较强的吸收峰为偶联剂中Ti—O—特征吸收峰。在1279cm<sup>-1</sup>处有一较弱吸收峰为C—O—C不对称伸缩振动峰。在1513cm<sup>-1</sup>和1455cm<sup>-1</sup>处分别是聚丙烯酸钠的C—O振动吸收峰和—CH<sub>2</sub>—变形振动吸收峰。由于聚丙烯酸钠分子量较小,作为分散剂,整理过程中在织物上的吸附

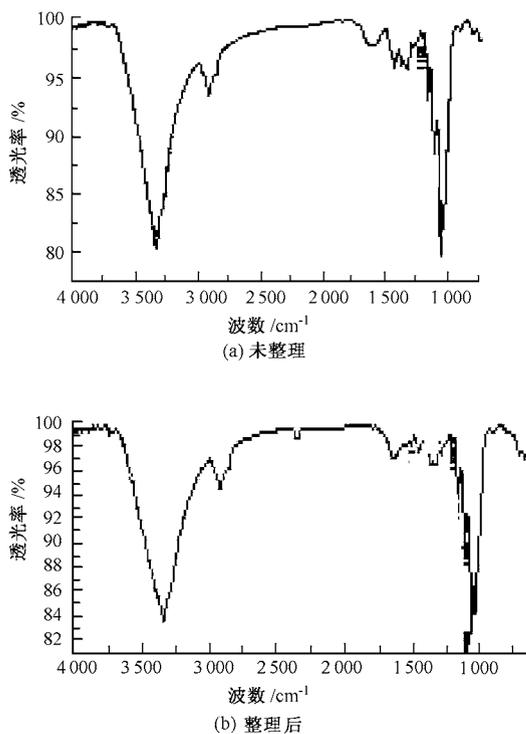


图 3 抗紫外线整理前后棉织物红外光谱图

量较低,所以在图谱中的吸收峰较弱。周围原来的吸收峰位置经整理后普遍发生了红移,主要是由于水溶性钛酸酯偶联剂和聚丙烯酸钠的活性基团与纤维发生了一定的化学交联使纤维大分子中各原子周围的化学环境发生了改变。同时也说明经整理后,有一定的纳米氧化锌整理剂附着在织物上,使得织物的服用性能发生改变。

## 2.10 复合整理前后织物的性能比较

表 7 为复合整理前后织物的性能比较。从表 7 看出,通过抗紫外线和抗皱处理的复合整理后,织物的抗皱性能和抗紫外线性能明显提高,折皱回复角整理后提高了近  $50^\circ$ 。由于抗皱整理中整理剂在织物表面成膜,提高了织物的吸湿性。由于氨基硅酮整理剂显著的柔软作用使织物的手感改善,刚柔性良好。对于抗皱整理中织物的黄变现象,由于纳米整理剂的增白效应使得最终织物的白度下降不明

显。经过复合整理,织物的强力有一定的下降,但在可接受范围。

表 7 复合整理前后织物性能比较

试样	紫外线的 平均透过 率/%	断裂 强力/ N	毛效/ ( $\text{cm} \cdot$ (30 min) $^{-1}$ )	白度/ %	折皱 回复角 (经+纬)/ $(^\circ)$	刚柔性/ $\text{cm}$
1#	34.12	466	14.8	78.6	206.9	2.11
2#	3.16	456	13.2	83.3	199.5	2.67
3#	3.23	431	15.2	76.3	254.1	2.06

注:1#为未整理的样布;2#为经过第一道工序即抗紫外线处理的样布;3#为连续经过两道工序即抗紫外线和抗皱处理的样布。

## 3 结 论

1) 选用纳米氧化锌在水溶液中的分散试剂,最终确定为表面活性剂低聚丙烯酸钠和钛酸酯偶联剂,纳米氧化锌在纳米分散体中的沉淀量最少,则分散体系最稳定。低聚丙烯酸钠的分子链上含有较多的羧酸钠亲水基团,使分散后的纳米微粒具有较好的水分散性。

2) 织物抗紫外线整理的最佳工艺:纳米氧化锌整理剂用量 1.0%、焙烘时间 120 s、焙烘温度  $150^\circ\text{C}$  浸渍时间 15 min 以及浴比 1:30。经过此工艺整理后,波长在 280~320 nm 之间的紫外线平均透过率减少了 90.7%。

3) 对经过纳米氧化锌处理过的棉织物再用壳聚糖和氨基硅酮整理剂进行抗皱整理,织物的抗皱性能和抗紫外线性能明显提高,折皱回复角提高了近  $50^\circ$ 。

FZXB

## 参考文献:

- [1] 余旺苗. 纳米材料及其在纺织工业中的应用[J]. 东华大学学报, 2001, 27(6): 123 - 126.
- [2] 张立德, 牟季美. 纳米材料学[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994. 10 - 25.
- [3] 张亚鹏, 阎克路, 宋风霞. 溶胶-凝胶技术在纺织品抗紫外整理中的应用[J]. 印染, 2004, 30(7): 4 - 6.
- [4] 沈勇, 秦伟庭, 张惠芳, 等. 改性纳米氧化锌的抗紫外整理研究[J]. 印染, 2003, 29(9): 1 - 4.