

文章编号 :0253-9721(2006)08-0012-04

棉织物的纳米 TiO_2 与 SiO_2 抗紫外线整理

黄晨,杨甫生,王红,张慧娟,张璐

(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性能较差的缺点,运用微乳液法制备了纳米 TiO_2 与纳米 SiO_2 材料,使所制备的纳米颗粒分散性好,纳米粉体颗粒细。通过纳米粉体紫外线透过率测试,得到纳米 SiO_2 与纳米 TiO_2 粉体的最佳配比。对棉织物进行退浆、煮练、漂白前处理,然后运用纳米 SiO_2 与纳米 TiO_2 复合粉体材料对棉织物进行抗紫外线整理。整理后棉织物的抗紫外线能力增强,强度、伸长率和断裂功均有所下降,但变化幅度不大;白度有所下降;折皱回复角增加;透气性也有一定程度的下降。

关键词 纳米粉体;棉织物;抗紫外线整理; TiO_2 ; SiO_2

中图分类号:TS195.6 文献标识码:A

Anti-ultraviolet finishing of cotton fabrics with nano- TiO_2 and nano- SiO_2

HUANG Chen, YANG Fu-sheng, WANG Hong, ZHANG Hui-juan, ZHANG Lu

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

Abstract In view of little protection against UV radiation for which cotton fabrics can provide, prepared nano- TiO_2 and nano- SiO_2 by micro-emulsion method so that the resultant nanometer powder had good dispersing property and very fine particles. The optimal proportion of the nano- TiO_2 and nano- SiO_2 for anti-ultraviolet protection was determined through testing the ultraviolet transmissibility of the nanometer powders. After pretreatment such as desizing, scouring and bleaching, the cotton fabric was treated with the compound powders of nano- SiO_2 and nano- TiO_2 . The treated cotton had improved anti-ultraviolet performance and exhibited a small margin drop in strength, elongation rate and break merit. The crease recovery angle increased, and the whiteness and air permeability also dropped in a certain degree.

Key words nanometer powder; cotton fabrics; anti-ultraviolet finishing; TiO_2 ; SiO_2

棉织物因其手感柔软,吸湿透气,穿着舒适,染色性能好等特性而倍受人们青睐。但是,对 280 ~ 400 nm 波长范围内的紫外线辐射,棉织物的透过率较高,与其它天然纤维如羊毛、桑蚕丝、麻等相比,棉纤维的防紫外线辐射性能较差。因此,提高棉织物防紫外线辐射性能便显得尤为重要^[1]。

纳米材料因其多方面的独特性能已在许多领域显示出巨大的应用前景。运用纳米技术,可改善织物功能,如抗紫外线、抗老化、抗菌、高强耐磨、抗静电等^[2]。本文将纳米 SiO_2 与 TiO_2 以最佳比例复配后整理到棉织物上,以获取具有抗紫外线功能的棉织物。

1 实验部分

1.1 材料与仪器

1.1.1 样品规格

1[#] 织物: C 14.5 tex × 14.5 tex, 280 根/10 cm × 183 根/10 cm; 2[#] 织物: JC 14.5 tex × 14.5 tex, 324 根/10 cm × 194 根/10 cm; 3[#] 织物: C 18.2 tex × 18.2 tex, 412 根/10 cm × 276 根/10 cm。

1.1.2 化学药品

四氯化钛、正丁醇、盐酸、TX-100 ($\text{C}_{34}\text{H}_{62}\text{O}_{11}$, 平均分子量约 646.86)、琥珀酸二乙辛酯磺酸钠、十二

收稿日期:2005-12-10 修回日期:2006-04-05

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。

烷基磺酸钠、十六烷基三甲基溴化铵、环己烷、正己醇、正辛醇、丙酮、聚氧乙烯脱水山梨醇、正硅酸乙脂(分析纯)、氢氧化钠、正丁醇等。

1.1.3 实验仪器

N EVAPTM 112 型氮吹仪、日本日立 H-800 型透射电子显微镜(TEM)、78-1 型磁力搅拌器、H-92 型微型混合器、KQ-250DE、SBDY-1 型数显织物白度仪、日立 U-3010 型 spectrophotometer、SHA-C 型水浴恒温振荡器(无级调速,电子控温)、JMU506 型立式轧车、SB3200 型超声波清洗器等。

1.2 实验方法

1.2.1 纳米 TiO_2 的制备

配方:采用微乳液法^[3,4]制备 TiO_2 。TX-100 和正己醇按质量比 3:2 混合,加入适量环己烷,使 TX-100 浓度为 0.70 mol/L,得到微乳液,加入 0.70 mL 浓度为 0.14 mol/L 的 TiCl_4 盐溶液,再加入 0.60 mL 浓度为 3.5 mol/L 的氨水。

制作流程:配置液体 → 在恒温振荡摇床上振荡(10 min) → 混合 → 充分搅拌 3 h → 离心(4 000 r/min, 10 min) → 过滤、洗涤 3 次(丙酮与乙醇体积比 1:1) → 氮吹 → 真空干燥 2 h → 煅烧 2 h(650 °C) → 纳米粉体。

1.2.2 纳米 SiO_2 的制备

配方:TX-100 和正己醇按质量比 3:2 混合,加入适量环己烷,使 TX-100 浓度为 0.85 mol/L,得到微乳液,取 10 mL 微乳液,加入 2.5 mL 正硅酸乙脂,再加入 0.90 mL 浓度为 7 mol/L 的氨水。

制作流程:在超级恒温槽(22 ± 0.1) °C 中配置微乳液 → 恒温振荡摇床上振荡(10 min) → 混合 → 充分搅拌(2 h) → 高速离心(12 000 r/min, 5 min) → 过滤、洗涤 3 次(丙酮与乙醇体积比 3:1) → 氮吹 → 真空干燥 2 h → 煅烧 2 h(650 °C) → 纳米粉体。

1.2.3 纳米材料紫外线透过率的测试

将不同浓度的纳米乙二醇溶液样品用超声波处理 15 min,超声波每处理 3 min 取出静置 1 min,使其充分溶解,形成稳定的悬浮物,再将试样分别放入石英样品池中,以乙二醇纯溶剂为参比,在日立 U-3010 型 Spectrophotometer 上测试纳米 TiO_2 (SiO_2) 的紫外线透过率。

1.2.4 棉织物抗紫外线整理方法

整理液的制备:将纳米 TiO_2 与 SiO_2 粘合剂、分散剂和水以一定比例配置成抗紫外整理液,并通过

反复测试、比较、分析,确定整理液的工艺配方: TiO_2 与 SiO_2 的质量分数均为 5%,粘合剂的质量分数为 15%,分散剂的质量分数为 2%。

整理工艺:样布浸渍于整理液中 → 在恒温振荡摇床上浸渍 30 min → 室温二浸二轧(轧余率 80%) → 预烘(80 °C × 5 min) → 焙烘(130 °C × 3 min) → 水洗(水温 70 °C) → 熨平 → 平铺晾干(制得样品以备各项性能指标测试)。

2 结果与讨论

2.1 纳米 TiO_2 和 SiO_2 形貌与抗紫外线性能

通过微乳液制备法制得的纳米 TiO_2 、 SiO_2 粉体为纯白色,手感滑腻,颗粒细,粒径约 25 nm,分散均匀。其形貌结构如图 1 所示。图 1(a)、(c) 分别为纳米 TiO_2 、 SiO_2 的 10 万倍 TEM 照片,图 1(b)、(d) 分别为纳米 TiO_2 、 SiO_2 的 ED 照片。从图 1(a) 可看出,纳米 TiO_2 为小椭球状颗粒,其平均粒径约为 20 nm,粒径分布较好。从图 1(b) 可看出,纳米 TiO_2 为单晶颗粒。从图 1(c) 可看到纳米 SiO_2 呈颗粒状,颗粒形状不是很规则。从图 1(d) 可看出,纳米 SiO_2 为晶体颗粒。

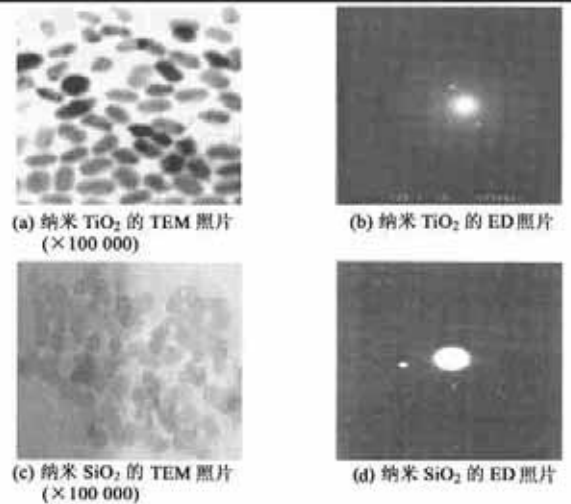
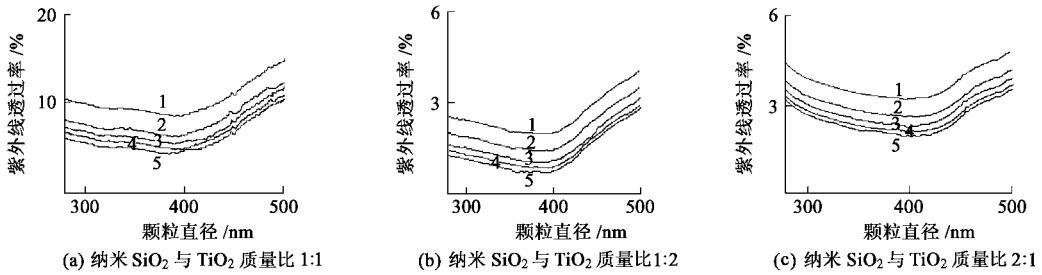


图 1 纳米 TiO_2 和 SiO_2 的形貌结构

将纳米 SiO_2 与纳米 TiO_2 分别按质量比为 1:1, 1:2, 2:1 复配后,配成质量分数为 0.1%、0.2%、0.3%、0.4% 和 0.5% (对应图 2 中曲线 1、2、3、4 和 5,以下类同) 的乙二醇溶液,再测试它们的紫外线透过率,结果如图 2 所示。

从图 2 可知,纳米 SiO_2 与 TiO_2 按质量比 1:2 复

图 2 纳米 SiO₂ 与 TiO₂ 复配后乙二醇溶液紫外线透过率

配后的紫外线透过率最低(2%以下),其抗紫外线效果最好。

2.2 抗紫外线性能

采用无锡锦华试验设备公司生产的 SN 氙灯耐候气候试验箱和辐射波长为中波段紫外线(其中主峰波长为297 nm)的紫外光源及相应紫外接收传感器对试样进行日光暴晒实验,将被测试样置于两者之间,分别测试整理前后织物的紫外线透过率,计算试样阻断紫外线的能力。测试数据如表 1 所示。

表 1 防紫外线棉织物耐光性(紫外线透过率) %

织物	日晒时间/h							
	0	10	20	50	100	150	200	
1 [#]	前	8.52	8.55	8.57	8.61	8.66	8.70	8.73
	后	0.82	0.85	0.89	0.95	1.05	1.09	1.12
2 [#]	前	10.73	10.75	10.79	10.84	10.89	10.96	11.01
	后	1.16	1.19	1.24	1.29	1.34	1.37	1.39
3 [#]	前	7.43	7.45	7.48	7.50	7.54	7.59	7.67
	后	0.4	0.44	0.51	0.58	0.63	0.68	0.71

由表 1 可知,经过纳米 SiO₂、TiO₂ 抗紫外线复合整理后,织物的紫外线透过率显著下降。抗紫外线织物经日晒后,紫外线透过率均稍有增加。日晒 200 h 后,织物的紫外线透过率增加量不是很大,说明纳米抗紫外线整理剂对光的性能稳定,且纳米颗粒能很好地附着在棉织物上。复合整理能够提高棉织物的抗紫外线性能。

2.3 拉伸性能

整理前后棉织物的拉伸性能测试结果如表 2 所示。由表 2 可知,经过抗紫外线整理后,织物的拉伸强力有所下降,平均降低 8.5%,织物伸长率及断裂功也分别变小,但变化不大。棉纤维经过抗紫外线整理后,由于其大分子有很多羟基,它同粘合剂上的反应性基团相结合,形成化学键,因而与未整理的棉纤维比较起来,各基本结构单元间的移动性受到某种限制,负担外力的能力不均匀,必然引起纤维强度

的下降,纤维随外力而发生形变的能力也降低。使织物的断裂强度和断裂伸长率减小。

表 2 整理前后棉织物的拉伸性能

织物类别		拉伸强力/N		伸长率/%		断裂功/J	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
1 [#]	前	534.7	296.8	23.54	9.93	6.231	1.873
	后	521.8	275.9	23.14	9.78	6.019	1.868
2 [#]	前	571.2	363.9	28.26	11.24	8.163	2.985
	后	523.4	307.4	27.58	9.87	8.015	2.547
3 [#]	前	514.7	283.5	24.15	11.08	5.875	1.895
	后	501.5	234.8	23.98	10.23	5.694	1.697

2.4 白度

在 SBDY-1 型数显织物白度仪上按 GB 8425—87 的方法进行测试。得出整理前 1[#]、2[#]、3[#] 试样的白度值分别为 92.1%、90.8%、91.3%;整理后 1[#]、2[#]、3[#] 试样的白度值为 83.7%、81.9%、80.6%。经过抗紫外线整理后,织物的白度有所下降但变化不大。可以认为抗紫外线整理对织物的感官视觉效果影响不大。

2.5 折皱回复角

在 YG541B 型织物折皱弹性测试仪上,按 GB 3819—83 的方法测量织物的折皱回复角。得出整理前 1[#]、2[#]、3[#] 试样的急弹折皱回复角(经+纬)分别为 153°、164°、183°;缓弹折皱回复角(经+纬)分别为 178°、191°、223°;整理后 1[#]、2[#]、3[#] 试样的急弹折皱回复角(经+纬)分别为 176°、187°、198°;缓弹折皱回复角(经+纬)分别为 199°、221°、242°。织物经过抗紫外线整理后,折皱回复角均有所增加,增加约 20°,提高了织物的服用性能。这是因为含有纳米颗粒的粘合剂上具有反应性基团。它与棉织物中非结晶区的羟基发生化学交联,并牢固结合,限制了不规则卷曲状态的分子链,使棉纤维抵抗形变的能力增加,故折皱回复角均有一定程度的增加。

2.6 透气性

根据 GB 5453—85 的测试方法,使用 Y561 型织

物透气仪测定织物在一定压差条件下,单位时间内通过织物的空气量。从而得到织物的透气量。试样尺寸为 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$,通过测试得出整理前 1[#]、2[#]、3[#] 试样的透气量分别为 154.7、165.1、217.4 $\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;整理后 1[#]、2[#]、3[#] 试样的透气量分别为 99.7、107.9、161.4 $\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。经抗紫外线整理后织物的透气性有一定程度的下降,平均透气量减小率为 32%。这是因为织物经抗紫外线整理后,抗紫外线整理剂不仅固着在织物表面,而且还渗入纤维内部,使织物中孔洞和缝隙减少或变小,故织物透气性比整理前有一定程度的降低。

3 结 论

1) 纳米 SiO_2 和纳米 TiO_2 按质量比 1:2 复配后,紫外线透过率最低(2%以下)。

2) 用微乳液法制备的纳米颗粒粒径小,分散性好。所制纳米 TiO_2 的平均粒径约为 20 nm;纳米 SiO_2 的平均粒径为 25 nm 左右。

3) 整理液的配方: TiO_2 与 SiO_2 的质量分数为 5%,粘合剂的质量分数为 15%,分散剂的质量分数为 2%。

4) 经过抗紫外线整理后,棉织物的抗紫外线性能有很大提高。但织物的拉伸强度有所下降,平均降低 8.5%;织物伸长率及断裂功也分别变小;织物的白度下降,降低约 10%;织物的折皱回复角有所增加,约增加 20° ;织物的透气性有一定程度的下降,平均透气量减小率为 32%。

FZXB

参考文献:

- [1] 李炜. 纺织品中使用 Rayosan 以防紫外线辐射[J]. 国外纺织技术,1997,(2):7-8.
- [2] 潘晓燕,马学鸣. 纳米 TiO_2 的应用[J]. 自然杂志,2001,23(1):29-33.
- [3] 徐冬梅,张可达,王平等. 微乳液法制备纳米粒子[J]. 化学研究与应用,2002,14(5):501-506.
- [4] 戴智铭,陈爱平,杨阳,等. TiOSO_4 水解法制备超细 TiO_2 粉末光催化剂[J]. 中国粉体技术,2001,7(2):14-17.