

DOI: 10.19398/j.att.201708012

引用格式:曹机良,陈艺佳,李峻,孟春丽,李武龙,胡会娜,李田田.改性工艺对棉织物无盐抗紫外整理的影响[J].现代纺织技术,2019,27(1):70-73.

## 改性工艺对棉织物无盐抗紫外整理的影响

曹机良<sup>1</sup>,陈艺佳<sup>1a</sup>,李峻<sup>2</sup>,孟春丽<sup>1a</sup>,李武龙<sup>1a</sup>,胡会娜<sup>1a</sup>,李田田<sup>1a</sup>

(1.河南工程学院,a.材料与化学工程学院;b.河南省服用纺织品工程技术研究中心,郑州 450007;2.新乡市新科防护科技有限公司,河南新乡 453003)

**摘要:**采用 PECH-amine 对棉织物进行阳离子化改性,然后用反应型紫外线吸收剂 UV-SUN CEL LIQ 对改性棉织物进行无盐抗紫外整理,探讨了改性剂和氢氧化钠用量、改性温度和时间对改性棉织物抗紫外线性能的影响,测试了整理织物的 *UPF* 指数、紫外线透过率和耐洗性能。结果表明:当改性剂 PECH-amine 10 g/L,氢氧化钠 10 g/L,改性温度 90 °C,保温时间 60 min 时,改性后棉织物用 UV-SUN CEL LIQ 3%(owf)抗紫外线整理的 *UPF* 指数可达到 75 左右,经过 30 次标准水洗之后,其 *UPF* 指数仍可保持在 65 以上。

**关键词:**棉织物;改性;紫外线吸收剂;无盐;*UPF* 指数

中图分类号:TS195.5 文献标志码:A 文章编号:1009-265X(2019)01-0070-04

### Influence of Modification Process on Salt-free Anti-UV Finishing of Cotton Fabrics

CAO Jiliang<sup>1</sup>, CHEN Yijia<sup>1a</sup>, LI Jun<sup>2</sup>, MENG Chunli<sup>1a</sup>,  
LI Wulong<sup>1a</sup>, HU Huina<sup>1a</sup>, LI Tiantian<sup>1a</sup>

(1a. Department of Materials and Chemical Engineering; 1b. Henan Clothing Textile Engineering Research Center, Henan University of Engineering, Zhengzhou 450007, China; 2. Xinxiang Xinke Protective Science Co. Ltd., Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** Cationic modification was carried out for cotton fabrics with PECH-amine, and then reactive ultraviolet absorber UV-SUN CEL LIQ was used for salt-free anti-UV finishing of cotton fabric. The effects of the concentration of modification agent and sodium hydroxide, modification temperature and time on anti-UV performance of cotton fabrics were discussed. The *UPF* index, UV transmittance and washing fastness of treated fabrics were tested. The results showed that the *UPF* index of anti-UV finished fabrics could reach about 75 under reactive ultraviolet absorber LIQ 3%(owf), which was kept at 65 after 30 times of standard washing under the following conditions: modification agent PECH-amine 10 g/L, sodium hydroxide 10 g/L, modification temperature 90 °C and heat preservation time 60 min.

**Key words:** cotton fabric; modification; UV absorber; salt-free; *UPF* index

近年来随着工业的迅速发展,空气污染加剧,臭氧层遭受了很大的破坏,紫外线辐射大大加强,使人

们患皮肤病和皮肤癌的几率大大增加,因此织物的抗紫线性整理成为研究热点<sup>[1-2]</sup>。常规的紫外线吸收剂应用于织物抗紫外线整理,存在耐洗牢度差的问题<sup>[3]</sup>,而反应型紫外线吸收剂可与纤维素发生共价键结合,获得较好的耐洗牢度<sup>[4-5]</sup>。由于反应型紫外线吸收剂与活性染料结构相似,但结构比活性染料更加简单,故与棉纤维之间的亲和力较小,整理过程中需要加入大量的无机盐。而含有大量盐分的

收稿日期:2017-08-14 网络出版日期:2018-07-03

基金项目:河南省服用纺织品工程技术研究中心 2016 年度开放基金项目(CTERC201602)

作者简介:曹机良(1982-),男,湖南湘阴人,副教授,工学博士,主要从事纺织品染整工艺与理论、纺织品功能整理研究。

废水,会对染整废水后处理造成很大的困难<sup>[6]</sup>。因此对棉织物进行化学改性<sup>[7-8]</sup>成为提高抗紫外线整理效果和利用率的方向,其中阳离子化改性成为一种比较有效的途径。棉织物经过阳离子化改性后,纤维可接枝大量的阳离子可反应性基团,这样与活性染料结构类似的反应型阴离子紫外吸收剂 UV-SUN CEL LIQ 和纤维之间的斥力转变成了引力,增强了对 LIQ 的吸附能力,所以吸附的 LIQ 增多,LIQ 可与纤维上的阳离子基团发生离子键反应,而且可与纤维上的羟基或氨基生成大量的共价键,因此可实现反应型紫外吸收剂在无盐条件下的抗紫外线整理。

本实验采用 PECH-amine 为改性剂,对棉织物进行阳离子化改性,探究各改性因素对改性棉织物无盐抗紫外线整理的影响,优化棉织物改性工艺,提高其抗紫外线整理性能。

## 1 试 验

### 1.1 试验材料与仪器

织物:14.5 tex,110 g/m<sup>2</sup> 棉针织物。

化学品:阳离子改性剂 PECH-amine(东华大学),反应型紫外线吸收剂 UV-SUN CEL LIQ(亨斯迈纺织染化公司),氢氧化钠、碳酸钠(天津市德恩化学试剂有限公司)。

仪器:红外线高温染色机 IR-24S、振荡水浴锅 RC-Z2400 和定型烘干机 PC-9X(上海一派印染技术有限公司),UV-2000F 纺织物防晒指数分析仪(美国 Labsphere 公司)。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 改性方法

改性剂 PECH-amine  $x$  g/L,氢氧化钠  $y$  g/L,浴比 1:40,在红外线高温染色机 IR-24 上于 30 ℃ 入染,以 1 ℃/min 的速率升温至所需温度,保温一定时间,充分水洗,弱酸中和,水洗,烘干。

#### 1.2.2 整理方法

改性织物在 30 ℃ 的条件下浸渍反应型紫外线吸收剂 3%(owf),整理液浴比 1:50,以 1 ℃/min 的速率升温至 65 ℃,此时加入 2 g/L 的碳酸钠,保温 40 min,然后充分水洗,烘干。

### 1.3 测试方法

#### 1.3.1 织物 UPF 指数、UVA 和 UVB 透过率的测定

使用 UV-2000F 纺织物防晒指数分析仪测定整理后棉织物在 AS/NZS 4399:1996 标准下的 UPF

指数、UVA 和 UVB 透过率,每个样品测试 8 次,取其平均值。UPF 指数越大,UVA 和 UVB 透过率越小,表示抗紫外线性能越好。

#### 1.3.2 耐洗性测试

标准合成洗涤剂 4 g/L,浴比 1:50,40 ℃ 洗涤 10 min,然后将织物取出用冷水冲洗,晾干,为 1 次洗涤。重复上述方法  $n$  次,洗涤织物  $n$  次,然后测试洗涤后织物的紫外线防护性能。

## 2 结果与讨论

### 2.1 改性剂用量对棉织物抗紫外性能的影响

NaOH 10 g/L,浴比 1:40,室温投入棉织物进行改性,以 1 ℃/min 升温至 90 ℃,保温 60 min,阳离子改性剂 PECH-amine 用量对棉织物抗紫外线性能的影响如图 1 所示。

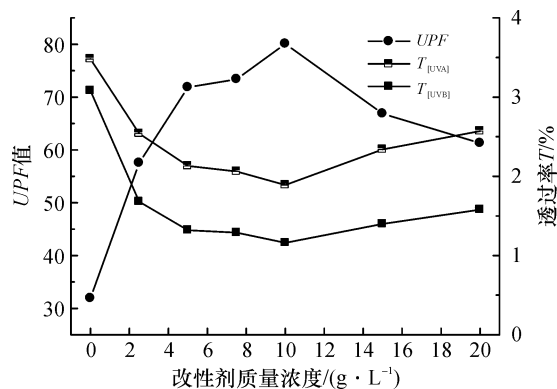


图 1 改性剂用量对棉织物抗紫外线性能的影响

由图 1 可知,当改性剂质量浓度小于 10 g/L 时,随着改性剂用量的增加,UPF 指数逐渐增加,UVA 和 UVB 透过率逐渐下降,这说明棉织物的抗紫外线性能逐渐增强,在改性剂质量浓度为 10 g/L 时 UPF 指数达到最大值,之后逐渐下降,UVA 和 UVB 透过率达到最小值,之后呈上升趋势,这说明棉织物的抗紫外线性能在改性剂为 10 g/L 时达到最大,之后逐渐减弱。这是因为棉织物经阳离子改性剂 PECH-amine 改性后带上了正电性,LIQ 与棉织物之间由斥力变为引力,带负电的 LIQ 容易通过离子键结合而吸附到改性棉织物上,从而实现棉织物的无盐紫外线防护整理,同时吸附在改性棉织物上的 LIQ 的活性基可与棉织物以共价键结合。且随改性剂用量的增加,织物上生成的正电荷基团越多,增强了纤维对 LIQ 的吸附能力,纤维吸附结合的 LIQ 增多,所以棉织物的 UPF 指数逐渐增大,UVA 和 UVB 透过率逐渐减少;当改性剂达到一定

用量时,织物吸附结合改性剂的量达到饱和,继续增加其用量,则改性剂质量浓度变大,粘度增加,流动性减小,不利于改性剂向纤维内部扩散、吸附和结合,因此改性后的棉织物与 LIQ 结合的量降低,使织物的  $UPF$  指数减小,UVA 和 UVB 透过率增加,抗紫外线性能减弱,因此改性剂用量不易过高,可选择 10 g/L。

## 2.2 改性温度对棉织物抗紫外性能的影响

NaOH 10 g/L,改性剂 10 g/L,浴比 1:40,室温投入棉织物进行改性,以 1 °C/min 升温至所需温度,保温 60 min,改性温度对棉织物抗紫外线性能的影响如图 2 所示。

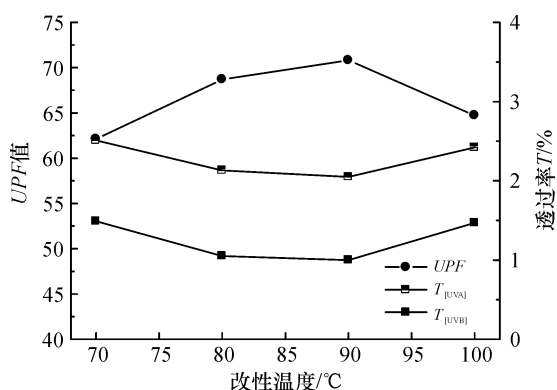


图 2 改性温度对棉织物抗紫外线性能的影响

由图 2 可知,随改性温度的升高,整理织物的  $UPF$  指数先增加后降低,UVA 和 UVB 透率先减小后增加,在 90 °C 时  $UPF$  指数达到最大值,UVA 和 UVB 透过率达到最小值,这说明此条件下织物的抗紫外线性能最好,且都能达到织物抗紫外线性能的标准要求。这是因为当改性温度较低时,棉纤维的膨化程度较低,未达到改性剂和棉纤维反应结合的活化能,而改性剂只能吸附在棉纤维表面,仅有很少部分进入到纤维内部,所以改性棉织物共价结合的 LIQ 量较少,织物的抗紫外性能较低;随着改性温度的升高,棉纤维的膨化程度增大,空隙增大,改性剂的运动动能增大,改性剂更容易进入棉纤维内部与纤维吸附和结合,使可与 LIQ 反应结合的阳离子基团增加,因此棉织物的抗紫外线性能增加;改性温度过高,改性剂和纤维之间的结合键的稳定性降低,改性剂在碱存在下反应过快,不利于改性的均匀性,且高温会加快改性剂的水解反应,使阳离子改性效果降低,因此改性棉织物结合的 LIQ 量减小,抗紫外线性能减弱,所以温度过高或过低都不利于棉织物阳离子改性,综合考虑可选择棉织物的改

性温度为 90 °C。

## 2.3 改性时间对棉织物抗紫外性能的影响

NaOH 10 g/L,改性剂 10 g/L,浴比 1:40,室温投入棉织物进行改性,以 1 °C/min 升温至 90 °C,保温一定时间,改性时间对棉织物抗紫外线性能的影响如图 3 所示。

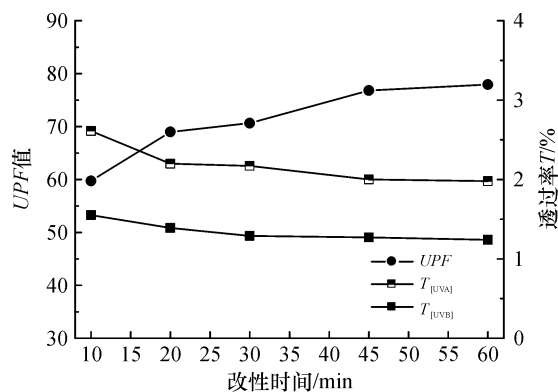


图 3 改性时间对棉织物抗紫外线性能的影响

由图 3 可知,随改性时间的延长,织物的  $UPF$  指数逐渐增加,UVA 和 UVB 透过率逐渐降低,但改性 10 min 织物的  $UPF$  即达到 60。这说明织物的抗紫外线性能在短时间内即达到较高效果,随改性时间的延长还继续逐渐增强。这是因为在初始反应阶段,改性剂与棉织物的反应性较高,反应速率较快,继续延长改性时间,有利于改性剂进入纤维内部,与棉纤维发生充分反应,所以改性后的棉织物可与 LIQ 发生共价结合的基团增多,抗紫外线性能增强;一定改性时间后,织物改性完全,纤维吸附达到饱和,若改性时间继续延长,棉织物不再与更多的改性剂反应,所以织物的  $UPF$  指数以及 UVA 和 UVB 透过率在改性 45 min 后变化较小。综合考虑棉织物改性的充分性和均匀性,及使未发生共价键结合的改性剂去除,可选择适宜的改性时间为 60 min。

## 2.4 氢氧化钠用量对棉织物抗紫外性能的影响

改性剂 10 g/L,浴比 1:40,室温投入棉织物进行改性,以 1 °C/min 升温至 90 °C,保温 60 min,氢氧化钠用量对棉织物抗紫外线性能的影响如图 4 所示。

由图 4 可知,加入 NaOH 改性后棉织物的  $UPF$  指数明显增加,UVA 和 UVB 透过率明显降低,说明 PECH-amine 改性棉织物需要在碱性条件下进行,且随着 NaOH 用量的增加, $UPF$  指数逐渐增加趋于平衡,这说明整理后棉织物的抗紫外线性

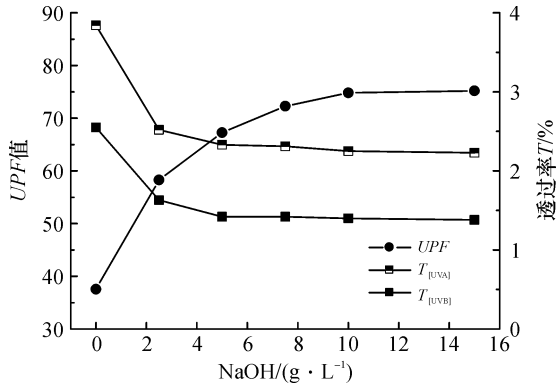


图 4 氢氧化钠用量对棉织物抗紫外线性能的影响

能逐渐增强趋于稳定。这是因为 NaOH 的加入使溶液呈碱性,NaOH 在棉织物改性中起到了催化作用,可以促进改性剂中的氯甲基与棉纤维羟基发生亲核反应<sup>[9]</sup>,提高改性效果,所以整理后的棉织物的抗紫外线性能逐渐增强;当 NaOH 质量浓度大于 10 g/L 时,碱剂的加入不仅会促进催化改性剂和棉纤维的反应,同时也会促使改性剂的水解反应,使部分改性剂断键脱落,减少纤维上的改性剂含量,所以 NaOH 用量过大会减弱整理后棉织物的抗紫外线性能,且对棉纤维存在一定的潜在损伤,因此可选择质量浓度为 10 g/L。

## 2.5 抗紫外线防护整理织物的耐洗性

棉织物在改性剂 PECH-amine 10 g/L、氢氧化钠 10 g/L、改性温度 90 °C、保温时间 60 min 条件下进行阳离子改性,然后采用反应型紫外吸收剂 LIQ 3%(owf)对改性棉织物进行无盐抗紫外整理,整理后的织物进行标准洗涤  $n$  次,抗紫外效果随洗涤次数的变化如图 5 所示。

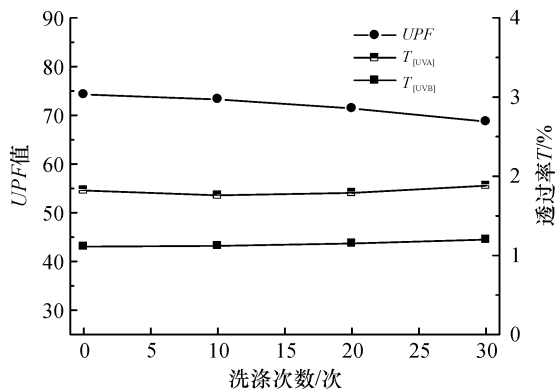


图 5 洗涤次数对棉织物抗紫外线性能的影响

由图 5 可知,随洗涤次数的增加,织物的 UPF 指数逐渐减小,经过 30 次标准洗涤时,其 UPF 指数减小不超过 6,这说明织物的抗紫外性能逐渐减弱,减弱幅度较小。织物洗涤 30 次之后,UPF 指数仍保持在 65 以上,且 UVA 透过率和 UVB 透过率增加都不到 0.5 个百分点,说明织物在抗紫外线方面具有较好的耐洗性能。

## 3 结 语

采用阳离子改性剂 PECH-amine 对棉织物进行阳离子化改性,改性棉织物用反应型阴离子紫外吸收剂进行紫外线防护整理,实现了棉织物无盐紫外线防护整理,得到如下结论:

a) 改性棉织物对其抗紫外线性能的优化改性工艺为:PECH-amine 改性剂 10 g/L,氢氧化钠 10 g/L,改性温度 90 °C,保温时间 60 min。

b) 改性并经整理后的棉织物具有很好的抗紫外线效果,UPF 指数可达到 75 左右,经过 30 次标准水洗之后,其 UPF 指数仍可保持在 65 以上,本研究的改性工艺简单,可实现无盐抗紫外线整理。

## 参考文献:

- [1] 谈娟,王进美. 纳米防紫外与防老化抗色变功能性纺织品[J]. 现代纺织技术,2007,15(5):54-55,58.
- [2] 何叶丽. 抗紫外线辐射的纺织品[J]. 印染,2002,28(12):45-48.
- [3] 吕景春. 真丝绸紫外线防护整理[D]. 苏州:苏州大学,2009:23-27.
- [4] 王艳昌,许海育. 反应性防紫外线整理剂 DHUV-1 的应用[J]. 印染助剂,2005,22(7):42-44.
- [5] 俞显芳,曹毅,闫凯,等. 反应型紫外吸收剂对天丝的紫外线防护整理[J]. 染整技术,2016,38(3):56-59.
- [6] 曹机良,孟春丽,闫凯,等. 天丝织物染色和紫外线防护整理—浴加工[J]. 现代纺织技术,2016,24(6):25-30.
- [7] 金鹏,管永华,王海峰,等. 棉织物的阳离子改性及活性染料无盐染色[J]. 印染助剂,2013,30(11):30-34.
- [8] 顾艳楠,郑今欢. 抗紫外防水透湿涂层织物整理研究[J]. 现代纺织技术,2012,20(4):8-12.
- [9] 张琳,余逸男,陈水林. PECH-amine 改性涤棉织物的无助剂染色[J]. 印染,2008,34(22):14-16.