

文章编号: 0253-9721(2009)10-0053-05

工艺参数对织物抗紫外线性能的影响

张红霞¹, 施立佳¹, 田伟¹, 祝成炎¹, 樊李佳²

(1. 浙江理工大学 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室, 浙江 杭州 310018;

2. 杭州万谷纺织有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要 为了研究工艺参数对织物抗紫外线性能的影响, 从颜色、组织结构、覆盖紧度等方面着手, 设计并织制了3组不同规格的织物。采用积分球法测试织物的抗紫外线性能, 计算织物的 UPF_{AV} 和 $T(UVA)_{AV}$, 并将其作为紫外线防护效果的依据。对测试计算结果进行分析, 得出如下结论: 影响织物防紫外线效果的因素很多, 在开发抗紫外线性能织物时, 要充分考虑原料、颜色、织物组织、覆盖紧度等因素, 才能使产品在保持服用、美观的同时, 达到良好的抗紫外线效果。

关键词 抗紫外线; 织物结构; 性能测试; 工艺参数

中图分类号: TS 106.5 文献标志码: A

Effect of process parameters on ultraviolet resistance of fabrics

ZHANG Hongxia¹, SHI Lijia¹, TIAN Wei¹, ZHU Chengyan¹, FAN Lijia²

(1. Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education,

Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China;

2. Hangzhou Wangu Textile Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract To study the influence of fabric processing parameters on the anti-ultraviolet performance of the fabric, three groups of samples with different colors, structures and cover factors were designed and woven for the experiment. Integrating sphere method was used to test the anti-ultraviolet performance of the samples and their UPF_{AV} and $T(UVA)_{AV}$ were calculated, which were taken as index of ultraviolet protection effect. Finally, through analyzing the results of testing and computation, conclusions were drawn as follows: anti-ultraviolet performance of the fabric is affected by many factors and it is necessary to consider these factors such as fiber materials, yarn or fabric colors, fabric weaves, cover factors so as to impart the fabric with good anti-ultraviolet effect while retaining its original serviceability and fine style.

Key words anti-ultraviolet; fabric structure; performance test; process parameter

随着大气污染的不断加剧, 开发抗紫外线纺织品对保护人体健康显得十分重要^[1-2]。对人体有害的紫外线波长在 290~400 nm 之间, 该波段紫外线辐射对人体危害最大, 也是开发抗紫外线纺织品时应重点考虑的问题^[3-4]。

目前, 日本、澳大利亚、美国、德国、英国等国家在抗紫外线纺织品的开发上处于世界领先地位, 其中以日本最为突出, 他们在较短的时间内相继有数十种抗紫外线织物投放市场^[1]。国内对抗紫外线纺

织品的研究刚刚起步。天津石化公司研究所用陶瓷微粉研制了抗紫外线涤纶短纤维和网络低弹丝; 东华大学化纤工程研究所研制了化纤级抗紫外线超微粉体和母粒; 西安新技术开发区的科技人员研制的“纳米服装”不仅能吸收阻隔 95% 以上的紫外线, 还能阻隔同量的电磁波, 且无毒无刺激, 不受洗涤次数、着色和磨损等的影响; 中国农业科学研究所的王靖等研制出凉爽型涤纶织物, 不但抗紫外线而且具有抗红外线功能; 河北科技大学齐娟娟的研究表明,

收稿日期: 2009-01-25 修回日期: 2009-06-18

基金项目: 长江学者和创新团队发展计划资助项目 (IRT0654); 国家支撑计划资助项目 (2008CB11071-2)

作者简介: 张红霞 (1964—), 女, 高级工程师。研究方向为纺织产品设计、纺织品性能等。E-mail: hxzhang@zstu.edu.cn。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

经过抗紫外线整理剂 HTUV100 处理后, 织物具有优异耐久的紫外线吸收性能^[5-8]。使纺织品具有抗紫外线功能主要有 2 种方法: 一种是在织物后整理加工时通过浸轧或涂层赋予织物抗紫外线功能, 这种方法获得的抗紫外线功能水洗牢度差, 且对织物风格会有一定程度的影响; 另一种是在化纤纺丝过程中加入紫外线屏蔽剂生产抗紫外线纤维, 再织成织物, 这种方法制得的纺织品抗紫外线性能持久。

为全面探讨织物抗紫外线性能的影响因素, 本文以抗紫外线涤纶纤维为原料织制试样, 采用积分球法测试试样的抗紫外线防护效果, 从颜色、组织结构、覆盖紧度 3 个方面着手对织物抗紫外线性能进行分析。

1 试验部分

1.1 防护指标测试方法

根据 GB/T 18830—2002《纺织品防紫外线性能的评定方法》和 GB 6529—2008《纺织品调湿和试验用标准大气》, 使用 Lambda 900 紫外/可见/近红外分光光度计, 采用积分球法测试试样的紫外线防护效果。用单色或多色的 UV 射线辐射试样, 收集总的光谱透射射线, 测定总的光谱透射比, 并计算试样的 UPF 值^[8]。根据 GB/T 18830—2002 规定, 当样品的 $UPF_{AV} > 30$, 且 $T(UVA)_{AV} < 5\%$ 时, 可称为“防紫外线产品”。

按式(1)^[9] 计算每个试样 UVA 透射比的算术平均值 $T(UVA)_i$, 并计算其平均值 $T(UVA)_{AV}$, 保留 2 位小数。

$$T(UVA)_i = \frac{1}{m} \sum_{\lambda=315}^{400} T_i(\lambda) \tag{1}$$

式中: m 为波长在 315~ 400 nm 之间每隔 5 nm 的测定次数; $T_i(\lambda)$ 为试样 i 在波长 λ 时的光谱透射比。

按式(2) 计算试样 i 的 UPF 值, 并计算其平均值 UPF_{AV} , 修约到整数。

$$UPF_i = \frac{\sum_{\lambda=290}^{400} E(\lambda) \times \varepsilon(\lambda) \times \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=290}^{400} E(\lambda) \times T(\lambda) \times \varepsilon(\lambda) \times \Delta\lambda} \tag{2}$$

式中: $E(\lambda)$ 为日光光谱辐照度, $W \cdot m^{-2}/nm$; $\varepsilon(\lambda)$ 为相对的红斑效应; $T(\lambda)$ 为试样 i 在波长 λ 时的光谱透射比; $\Delta\lambda$ 为波长间隔, nm。

1.2 原料对比

为比较抗紫外线涤纶丝与普通涤纶丝之间的性能差异, 以 166.7 dtex 抗紫外线涤纶丝 (600 捻/m) 为经纱, 分别以 83.3 dtex 抗紫外线涤纶丝和 83.3 dtex 普通涤纶丝为纬纱织制了 6 种试样, 并对各试样的抗紫外线性能进行了测试分析, 试样规格如表 1 所示。

表 1 用于原料对比试验的试样规格

Tab. 1 Specification of samples for comparison						
试样 编号	经纬组合	经纬密 (根•(10 cm) ⁻¹)	组织	颜色		
1	83.3 dtex 抗紫外线涤纶 丝(无捻)	360×400	2/2 斜纹	白经红纬		
2				红经红纬		
3				黑经红纬		
4	83.3 dtex 普通涤纶丝 (无捻)			白经红纬		
5				红经红纬		
6				黑经红纬		

注: 经纱组合为 166.7 dtex 抗紫外线涤纶丝 (600 捻/m)。

对表 1 中试样进行抗紫外线性能测试, 结果如图 1 所示。可以看出, 在经纱原料、织物覆盖紧度和组织结构均相同的前提下, 添加屏蔽剂的抗紫外线涤纶丝作为纬纱织制织物比普通涤纶丝作为纬纱的织物的抗紫外线效果要好得多, 尤其是 3 号试样, 与以普通涤纶丝作为纬纱的 6 号试样相比, 其 UPF 值提高率超过 400%, 说明增加抗紫外线纱线的含量能提高织物抗紫外线性能。

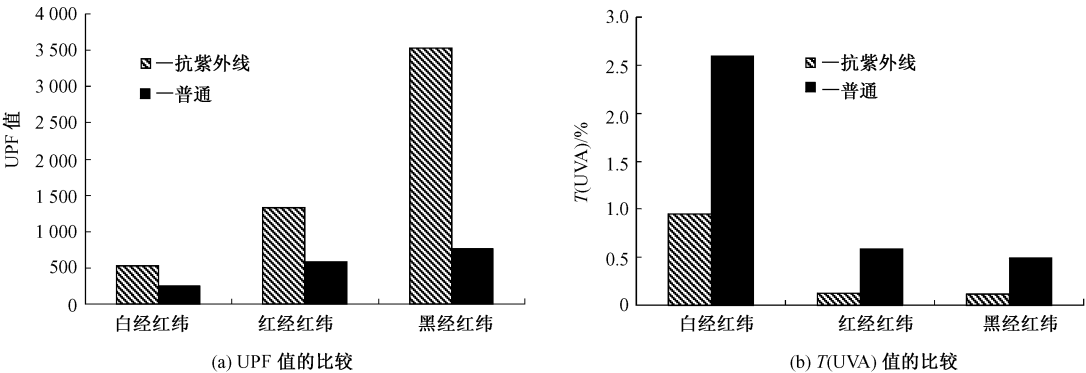


图 1 不同纬纱原料织物抗紫外线性能的比较

Fig. 1 Ultraviolet rays transmission performance comparison of fabrics with different weft.

(a) UPF comparison; (b) $T(UVA)$ comparison.

1.3 织物设计

在 1.2 测试的基础上, 从颜色、组织结构和覆盖紧度等方面着手, 设计并织制了 3 组织物(见表 2)。

表 2 试样主要规格

Tab.2 Specification of samples						
试样组别	试样编号	经纬密 (根•(10 cm) ⁻¹)	组织	交织频率	颜色	覆盖紧度/ %
1	1- 1	360×400	2/2 斜纹	0.250	灰	83
	1- 2				蓝	
	1- 3				黑	
	1- 4				黄	
	1- 5				紫	
	1- 6				绿	
	1- 7				红	
2	2- 1	360×400	平纹	0.500	白色	83
	2- 2		2/2 经重平	0.330		
	2- 3		8 枚透孔	0.310		
	2- 4		8 枚纬缎	0.125		
	2- 5		3/1 斜纹	0.250		
3	3- 1	360×300	2/2 斜纹	0.250	白色	76
	3- 2	360×350				79
	3- 3	360×400				83
	3- 4	360×430				85
	3- 5	360×500				90

注: 经纱为 166.7 dtex 抗紫外线涤纶丝(600 捻/m); 纬纱为 83.3 dtex 抗紫外线涤纶丝(无捻)。

2 测试结果与分析

2.1 不同颜色织物抗紫外线性能的比较

有研究表明, 随着纺织品颜色的加深, 织物的紫外线辐射透过率减小, 即抗紫外线辐射能力提高^[9]。以常规的涤纶产品做试验, 不同颜色相应的紫外线

辐射透过率从小到大的顺序依次为: 5% 以下的是黑色, 5% ~ 10% 的是藏青色, 10% ~ 15% 的是红色、深绿色和紫色, 而绿色、淡红色、淡绿色和白色的透过率为 15% ~ 20%。本文不同颜色织物的紫外线防护系数 UPF_{AV} 和紫外辐射透过率平均值 T(UVA)_{AV} 的计算结果如图 2 所示。

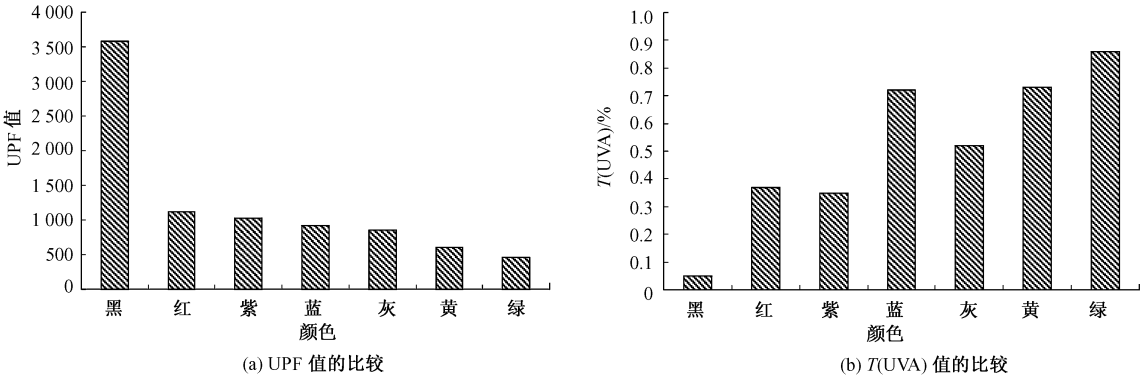


图 2 不同颜色织物抗紫外线性能比较

Fig. 2 Ultraviolet rays transmission performance comparison of fabrics with different color.
(a) UPF comparison; (b) T(UVA) comparison

由图 2 可以看出, 第 1 组试样中织物的紫外线辐射透过率均在 1% 以下, 随着颜色的变化, 织物的紫外线辐射透过率也随之变化。说明用于织物着色的染料可以对织物的紫外线防护性能产生较大的影响。这主要是因为染料中存在的共轭体系在选择性吸收可见辐射的同时, 还将吸收带伸展到紫外光区

域, 有紫外线吸收剂的作用。综合考虑紫外线防护系数与紫外线辐射透过率, 当颜色饱和度相同或相近时, 深色织物较浅色织物的紫外线屏蔽作用好。

2.2 不同组织织物抗紫外线性能的比较

以原料、覆盖紧度相同, 组织结构不同的织物为试样, 分析交织频率对织物抗紫外线性能的影响, 测

试后得到的计算结果如图 3 所示。

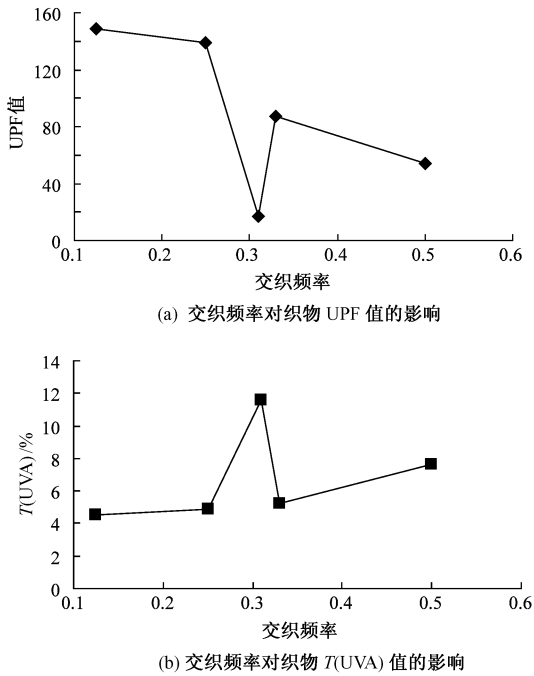


图 3 交织频率对织物抗紫外线性能的影响

Fig. 3 Influence of interlacing frequency on anti-ultraviolet rays of fabrics. (a) UPF; (b) $T(UVA)$

在第 2 组试样中,除 2~3 号试样采用 8 枚透孔组织外,其他试样均采用基础组织。从图 3 结果可以看出,当原料、覆盖紧度相同,组织结构采用不同枚数的基础组织时,织物的抗紫外线性能随织物交织频率的增大而降低。因为当其他条件相同的情况下,基础组织织物中经、纬纱在单位面积内交织次数越多,其经纬纱线的屈曲越多,织物布面平整度相对越差,织物表面对紫外线的反射主要表现为漫反射,反射能力较差,抗紫外线性能降低。对于 8 枚透孔组织,织物中的纱线集聚成束而形成小孔,抗紫外线性能明显下降。

2.3 不同紧度织物抗紫外线性能的比较

以原料和组织结构相同,覆盖紧度不同的织物为试样,分析紧度对织物抗紫外线性能的影响,测试后得到的计算结果如图 4 所示。

从图 4 可以看出,当原料和组织结构相同时,织物的抗紫外线性能随着覆盖紧度的增加而增强,当覆盖紧度小于 83% 时,光线主要通过布面孔隙透过,随着织物覆盖紧度增加,纱线排列更紧密,紫外线透过率降低,织物的抗紫外线辐射性能增强;当覆盖紧度大于 83% 后,光线主要通过纤维间的反射和折射透过布面,透过率变化不大,随着覆盖紧度的进

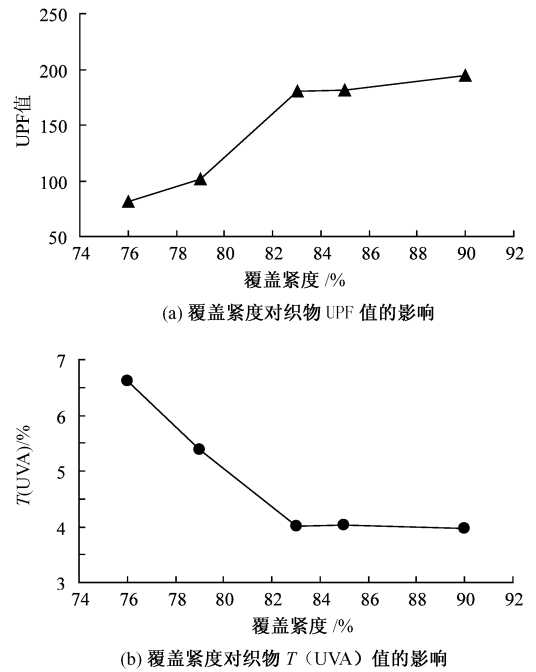


图 4 覆盖紧度对织物抗紫外线性能的影响

Fig. 4 Influence of tightness on anti-ultraviolet rays of fabric. (a) UPF; (b) $T(UVA)$

一步增加,纱线屈曲波高增大,光线在具有层状构造的纤维间发生的反射与折射次数增多,被纤维吸收得也多,透过织物的光线就弱,因此,织物的光线透过率下降,抗紫外线性能亦缓慢提高。

根据上述测试与计算结果,大部分试样紫外辐射透过率的平均值 $T(UVA)_{AV} < 5\%$,除试样 2~3 (8 枚透孔组织) 外,其他试样的紫外线防护系数 UPF_{AV} 都超过了 40,按 AS/NZS 4399《防晒服装——评定和分级》标准,均已达到了非常好的防护等级。

3 结 论

1) 与普通涤纶丝相比,选用添加屏蔽剂的抗紫外线涤纶为原料可有效提高织物的抗紫外线性能。

2) 颜色对织物的紫外线防护性能影响较大。白色抗紫外线涤纶织物的抗紫外线屏蔽作用相对要小。当颜色饱和度相同或相近时,深色织物较浅色织物的紫外线屏蔽作用好。

3) 当原料、覆盖紧度相同,组织结构不同时,织物的抗紫外线性能随织物交织频率的增大而降低。对于 8 枚透孔组织,织物中的纱线集聚成束形成小孔,织物的抗紫外线性能明显下降。

4) 织物的覆盖紧度是影响织物抗紫外线性能的重要因素,当其他条件相同的情况下,织物的抗紫外

线性性能随着覆盖紧度的增加而增强。FZXB

参考文献:

[1] 孙卫国. 抗紫外线纤维及纺织品[J]. 棉纺织技术, 2001(5): 29– 31.
SUN Weiguo. Ultraviolet ray-resistant fibre and its fabrics[J]. Cotton Textile Technology, 2001 (5): 29– 31.

[2] 洪桂焕, 王巧玲, 党旭艳. 透湿抗菌竹炭多功能面料的开发[J]. 丝绸, 2008(6): 16– 17.
HONG Guihuan, WANG Qiaoling, DANG Xuyan. Development for multi-functional fabric woven with special fibers[J]. Silk Monthly, 2008(6): 16– 17.

[3] 吴雄英. 纺织品抗紫外线辐射性能的测试方法比较[J]. 印染, 2001(2): 38– 41.
WU Xiongying. An intercomparison of the different testing methods for textiles against ultraviolet radiation[J]. Dyeing and Finishing, 2001 (2): 38– 41.

[4] 王树根. 特种功能纺织品的开发[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2002.
WANG Shugen. Development of the Special Functional Fabrics[M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2002.

[5] 邵苏秀, 安玉山. 抗紫外线纺织品的研究与评价[J]. 江苏纺织, 2005(6): 24– 26.
SHAO Suxiu, AN Yushan. Research effecton evaluation of anti-UV fabrics[J]. Jiangsu Textile, 2005 (6): 24– 26.

[6] 张玉清. 防紫外线纺织品的应用与发展[J]. 辽宁丝绸, 2006(4): 18– 19.
ZHANG Yuqing. Application and development of anti-UV fabrics[J]. Liaoning Silk, 2006 (4): 18– 19.

[7] 张秀红, 姜连仁. 抗紫外纺织品概述[J]. 中国科技信息, 2006(5): 70.
ZHANG Xiuhong, JIANG Lianren. Summarize of anti-UV fabrics[J]. China Science and Technology Informantion, 2006 (5): 70.

[8] 齐娟娟. 纺织品的抗紫外线整理[J]. 染整技术, 2007, 29(2): 20– 22.
QI Juanjuan. Ultraviolet protective finishing on textile[J]. Textile Dyeing and Finishing Journal, 2007, 29 (2): 20– 22.

[9] 田俊莹, 顾振亚. 多种纤维混纺织物的研究动向[J]. 针织工业, 2000(3): 60– 61.
TIAN Junying, GU Zhenya. Recent developments in the research on blended knitted fabrics from varied fibres[J]. Knitting Industries, 2000(3): 60– 61.