

纯棉织物氧化石墨烯防紫外线整理

高妍¹, 左凯杰², 张国成², 曹贞婧¹

(1.常州纺织服装职业技术学院 纺织学院, 江苏 常州 213164;

2.常州旭荣针织印染有限公司, 江苏 常州 213000)

摘要:氧化石墨烯具有优异的电学、光学性能且在水中具有很好的分散性,可用于织物防紫外线功能整理。文中研究了氧化石墨烯用于纯棉织物防紫外线功能整理,探讨了不同整理方法对织物性能的影响,并通过单因素试验、正交试验研究了浸渍工艺中氧化石墨烯用量、浸渍温度、浸渍时间、水洗次数对整理后纯棉织物防紫外线性能的影响。结果表明,氧化石墨烯用于纯棉织物防紫外线整理,可实现纯棉织物优异的防紫外线性能,且浸渍工艺整理的织物防紫外线性能、均匀性、手感等各方面均较优异;确定最佳工艺条件为:氧化石墨烯用量2.0 g/L,浸渍温度为100 ℃,浸渍时间为30 min,水洗10次。

关键词:氧化石墨烯;棉织物;防紫外线;功能整理

中图分类号:TS 195.5

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2019)10-0044-04

Anti-ultraviolet Finishing of Cotton Fabrics with Graphene Oxide

Gao Yan¹, Zuo Kaijie², Zhang Guocheng², Cao Zhenjing¹

(1.School of Textile, Changzhou Textile and Garment Vocational and Technical College, Changzhou, Jiangsu 213164, China;

2.Changzhou Xurong Knitting Printing and Dyeing Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu 213000, China)

Abstract: Graphene oxide has excellent electrical and optical properties and good dispersibility in water. It can be used for fabric anti-ultraviolet finishing. In this paper, the anti-ultraviolet finishing of cotton fabrics with graphene oxide was studied. The effects of different finishing methods on the properties of cotton fabrics were discussed. The effects of graphene oxide content, impregnation temperature, impregnation time and washing time on the anti-ultraviolet properties of finished cotton fabrics were studied by single factor test and orthogonal test. The results show that graphene oxide used in anti-ultraviolet finishing of cotton fabrics can achieve excellent anti-ultraviolet properties, and the anti-ultraviolet properties, uniformity and handle of the fabrics treated by impregnation process are excellent. The optimum technological conditions were determined as follows: graphene oxide dosage of 2.0 g/L, impregnation temperature of 100 ℃, impregnation time of 30 minutes and washing of 10 times.

Key words: Graphene Oxide; Cotton Fabric; UV Protection; Functional Finishing

石墨烯是目前自然界比较薄、坚硬,且室温下导电性较好的纳米材料,被誉为“21世纪神奇材料”^[1]。但因石墨烯难溶于水,限制了其在印染领域的应用。氧化石墨烯是石墨烯的衍生物,它具有石墨烯相似

的结构和电学、光学等特性^[2]。它与石墨烯结构区别在于表面含有大量含氧官能团^[3],在水中具有很好的分散性,且含氧官能团可以连接各种分子,具有很好相容性,因此,可用于纺织品功能整理^[4]。

本文将氧化石墨烯用于纯棉织物的防紫外线整理,利用氧化石墨烯纳米粒子的分散液对纯棉织物进行整理,研究整理方法、氧化石墨烯用量、浸渍温度、浸渍时间、水洗次数对整理后织物防紫外线

基金项目:江苏省青年教师企业实践项目(2018QYSJPX189);常州纺织服装职业技术学院省大学生创新实践项目校级项目(2017-36)。

作者简介:高妍(1981—),女,讲师,硕士。主要从事生态纺织技术、纺织品整理与测试的研究。

性能的影响。

1 试验方法

1.1 材料及仪器

织物:棉织物(市售)。

试剂:氧化石墨烯分散液(含固量 1.15%,常州第六元素材料科技股份有限公司),无水碳酸钠(分析纯)、渗透剂 JFC(江苏强盛功能化学股份有限公司),氯化钠(分析纯,无锡市亚盛化工有限公司),保险粉(江苏强盛化工有限公司),水性聚氨酯树脂(济宁佰一化工有限公司),增稠剂 PFL(上海誉辉化工有限公司)。

仪器:C-6 手动涂层小样机(南通宝来纺织设备有限公司),HB-DL3000 焙烘机(佛山容桂荟宝染整机械厂),PF60(200)烘箱(美国 Carbo 公司),HB902A 纺织品防紫外线测试仪(杭州赞成机电科技开发中心),XY200-2C 电子天平(常州市幸运电子设备有限公司),HH-6 数显恒温水浴锅(金坛市金南仪器制造有限公司)。

1.2 工艺方法

1.2.1 涂层工艺

取 30 cm×30 cm 纯棉练漂布,用 C-6 手动涂层小样机进行涂覆,于 60 ℃预烘后在 150 ℃下焙烘 90 s,制得氧化石墨烯涂层棉布。

涂层配方:

氧化石墨烯分散液 4.0 g/L
水性聚氨酯树脂 50.0 g/L
增稠剂 PFL 30.0 g/L

1.2.2 浸渍工艺

a. 浸渍方法 1

配制氧化石墨烯整理液(氧化石墨烯分散液 0.7 g/L,浴比 1:30),水浴加热达 100 ℃后,将准备好的棉织物放入氧化石墨烯整理液中浸渍 30 min,水洗,60 ℃烘干。

b. 浸渍方法 2

配制氧化石墨烯整理液(氧化

石墨烯分散液 0.7 g/L,浴比 1:30),用水浴锅加热至 70 ℃后,将准备好的棉织物放入整理液中,随后以 2 ℃/min 的速度升至 100 ℃,保温 30 min,水洗,60 ℃烘干。

1.2.3 浸渍还原工艺

配制氧化石墨烯整理液(氧化石墨烯分散液 x ,氯化钠 5.0 g/L,浴比 1:30),水浴锅加热至 100 ℃,放入试样浸渍 30 min,使氧化石墨烯吸附于织物表面,随后取出试样水洗,于 60 ℃烘干,得到氧化石墨烯处理的纯棉织物。再将烘干后的试样放入 4.0 g/L 的保险粉还原液中,调节 pH 值至 10~11,于 80 ℃还原 30 min 后取出水洗,并于 60 ℃烘干,得到还原氧化石墨烯棉织物,即结合石墨烯的棉织物。

还原溶液配方:

保险粉 4.0 g/L
渗透剂 JFC 1.0 g/L
无水碳酸钠 6.0 g/L

1.3 防紫外线性能测试方法

依据 GB/T 18830—2009《纺织品 防紫外线性能的评定》,使用 HB902A 型纺织品防紫外线测试仪测试整理后织物的防紫外线性能(UPF 值、 T_{UVA} 、 T_{UVB} 值),每块织物测定 5 个不同位置,取平均值。

2 结果与讨论

2.1 整理方法对棉织物防紫外线性能的影响

参照 1.2 工艺条件,分别采用涂层工艺、浸渍工艺、浸渍还原工艺对棉织物进行整理,测试整理后

织物的防紫外线性能,结果见表 1。

由表 1 可知,不同整理工艺下,氧化石墨烯对纯棉织物的防紫外线性能不同,但都可以提高棉织物的防紫外线性能。其中涂层工艺最优,涂覆 1 层时织物 UPF 值可达 200.0 以上,随着涂覆层数的增加,UPF 增加,当涂覆 5 层时 UPF 可达 500.0+。但该工艺整理后的织物手感粗糙发硬,随着涂覆层数的增加,手感越来越差。

两种浸渍工艺方法均可以提高织物的防紫外线能力,其中浸渍方法 2 的效果要优于浸渍方法 1,从整理的均匀性看,两种浸渍工艺的均匀性均好于涂层工艺和浸渍还原工艺。

浸渍还原工艺中,随着氧化石墨烯用量的增加,棉织物的防紫外线性能提高,当氧化石墨烯用量为 4.0 g/L 时,UPF 值可达 82.7,棉织物可以获得优良的防紫外线效果。但整理后面料色花严重,均匀性较差。比较浸渍工艺、浸渍还原工艺的防紫外线效果,在氧化石墨烯浓度为 1.0 g/L 时,浸渍工艺的防紫外线效果要优于浸渍还原工艺。

综合考虑整理后织物的防紫外线性能、均匀性、手感等各方面因素,后续试验选择浸渍工艺中的方法 1 进行研究。

2.2 单因素试验分析浸渍方法 1 工艺条件

2.2.1 氧化石墨烯用量

参照 1.2.2 浸渍方法 1 对棉织

表 1 不同整理工艺对织物防紫外线性能的影响

项目	涂层工艺				浸渍工艺		浸渍还原工艺		
	a	b	c	d	方法 1	方法 2	e	f	g
UPF 值	203.4	284.3	500.0+	500.0+	28.3	44.0	14.7	26.4	82.7
$T_{\text{UVA}}/\%$	2.04	0.52	0.28	0.13	6.59	5.05	9.54	6.29	3.39
$T_{\text{UVB}}/\%$	0.39	0.28	0.12	0.02	1.02	10.93	3.89	2.12	0.91
注:a、b、c、d 分别为涂层层数为 1、3、5、7 层;e、f、g 分别为氧化石墨烯用量为 1.0、2.0、4.0 g/L;未整理织物 UPF 值、 T_{UVB} 、 T_{UVA} 分别为 7.00、21.07、9.76。									

物进行整理,探讨氧化石墨烯含量对织物防紫外线性能的影响,结果见图1。

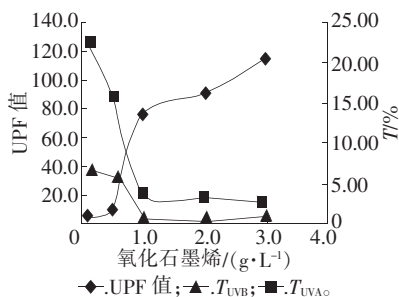


图1 氧化石墨烯用量对织物防紫外线性能的影响

由图1可知,随着氧化石墨烯用量的增加,织物UPF值不断增大。当氧化石墨烯用量为0.1~0.5 g/L时,织物UPF值小于10.0,说明此时的棉织物并不具有防紫外线的功能;当氧化石墨烯用量达1.0 g/L时UPF值显著提高,达76.4, T_{UVA} 值明显下降,此时棉织物具有较好的防紫外线功能;当氧化石墨烯用量继续提高,UPF值不断增加,当氧化石墨烯用量为3.0 g/L时,UPF值可达115.7, T_{UVA} 为2.54%, 织物具有优异的防紫外线能力。因此选择氧化石墨烯用量为3.0 g/L。

2.2.2 浸渍时间

参照1.2.2浸渍方法1对棉织物进行整理,探讨浸渍时间对织物防紫外线性能的影响,结果见图2。

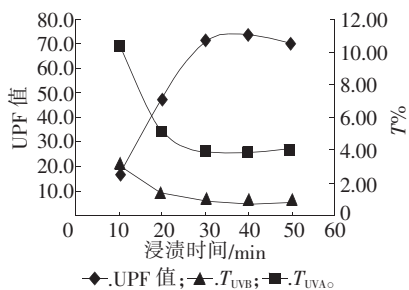


图2 浸渍时间对防紫外线性能的影响

由图2可知,当浸渍保温时间为10~30 min,UPF值显著上升;浸渍时间为30 min时,UPF值可达

71.4,对应的 T_{UVA} 值为3.93,此时织物具有优良的防紫外线能力;当浸渍时间为30~50 min时,UPF值、 T_{UVA} 值虽然均符合防紫外线要求,但略有下降。表明延长浸渍时间虽有利于提高织物的防紫外线性能,但一味延长并不能获得防紫外线性能的持续提升。综合考虑,选择浸渍时间为30~40 min。

2.2.3 浸渍温度

参照1.2.2浸渍方法1对棉织物进行整理,探讨浸渍温度对织物防紫外线性能的影响,结果见图3。

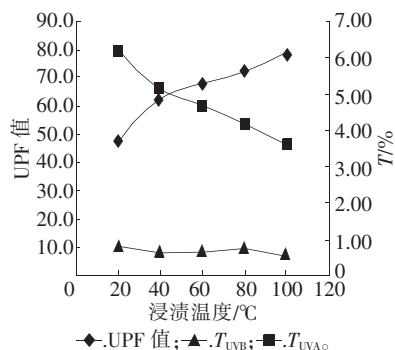


图3 浸渍温度对防紫外线性能的影响

由图3可知,随着浸渍温度的提高,织物UPF值不断提高,即升高温度更有利于织物获得优良的防紫外线性能。当温度为60℃时,UPF值为68.2,且 T_{UVA} 为4.67%,此时织物符合防紫外线织物的要求。当温度达100℃时,其对应的UPF值可达78.3, T_{UVA} 为3.60%,此时织物具有优良的防紫外线性能。

2.2.4 水洗次数

参照1.2.2浸渍方法1,选择氧化石墨烯用量为3.0 g/L,浸渍温度为100℃,浸渍时间为30 min,对浸渍后的织物进行不同次数的水洗,测其水洗后的防紫外线性能,结果见图4。

由图4可知,随着水洗次数的增加,织物的UPF值总体呈下降趋势,但下降的幅度并不大。水洗10次以上UPF值变化不大,这可能是

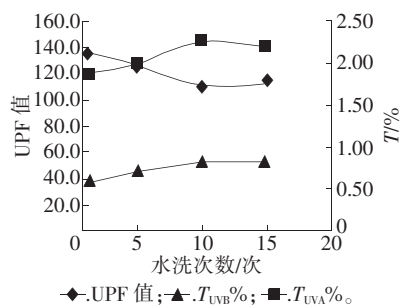


图4 水洗次数对防紫外线性能的影响

由于水洗达10次以上时,织物表面未固着的氧化石墨烯均已洗掉,由此说明水洗应充分,水洗次数应不少于10次。

2.3 正交试验优化浸渍方法1工艺条件

结合2.2试验结果,选取氧化石墨烯用量(A)、浸渍温度(B)、浸渍时间(C)进行 $L_9(3)^3$ 正交试验,结果见表2、表3。

由表3可知,根据极差大小,影响防紫外线效果主次顺序是 $B > A > C$,即影响防紫外线效果最显著的因素是浸渍温度,其次是氧化石墨烯用量,最后是浸渍时间。得出最佳工艺为 $B_3A_3C_1$,即氧化石墨烯用量为2.0 g/L,浸渍温度为100℃,浸渍时间为30 min。

3 结论

3.1 氧化石墨烯用于纯棉织物防紫外线整理,可实现纯棉织物优异的防紫外线性能;涂层工艺、浸渍工艺、浸渍还原工艺整理对纯棉织物的防紫外线性能不同,但都可以提高棉织物的防紫外线性能。其中,浸渍工艺防紫外线性能、均匀性、手感等各方面均较优异,因此选择浸渍工艺对棉织物进行整理。

3.2 通过单因素试验分析得出氧化石墨烯用量越大,纯棉织物的防紫外线效果越好;随着浸渍温度的升高,纯棉织物的防紫外线性能越好;浸渍时间为30 min以上时,纯棉织物的防紫外线性能最好;另

表 2 正交试验因素结果表

试验号	A/(g·L ⁻¹)	B/℃	C/min	UPF 值	T _{UVB} /%	T _{UVB} /%
1	1.0	80	30	72.0	4.20	0.80
2	1.0	90	35	78.5	3.77	0.83
3	1.0	100	40	80.0	3.69	0.80
4	1.5	80	35	76.5	3.77	0.78
5	1.5	90	40	91.8	3.24	0.76
6	1.5	100	30	105.6	2.87	0.69
7	2.0	80	40	82.2	3.62	0.80
8	2.0	90	30	98.7	2.99	0.70
9	2.0	100	35	112.5	2.62	0.70

表 3 正交试验结果分析表

结果	UPF 值			$T_{UVB}/\%$			$T_{UVB}/\%$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
K_1	230.5	230.7	276.3	11.69	11.59	10.06	2.43	2.38	2.19
K_2	273.9	269	267.5	9.88	10.00	10.16	2.23	2.29	2.31
K_3	293.4	298.1	254.0	9.23	9.18	10.55	2.20	2.19	2.36
k_1	76.8	76.9	92.1	3.90	3.86	3.35	0.81	0.79	0.73
k_2	91.3	89.7	89.2	3.30	3.33	3.39	0.74	0.76	0.77
k_3	97.8	99.4	84.7	3.08	3.06	3.52	0.73	0.73	0.79
R	21.00	22.50	7.40	0.82	0.80	0.17	0.08	0.06	0.06
主次因素	B>A>C			A>B>C			A>B=C		
最佳方案	A ₃ B ₃ C ₁								

外,水洗次数达到 10 次以上时,棉织物的防紫外线性能趋于稳定。

3.3 通过正交试验分析浸渍工艺条件,影响织物防紫外线效果的最显著因素是浸渍温度,其次是氧化石墨烯用量、浸渍时间,确定最佳浸渍工艺为:氧化石墨烯用量 2.0 g/L,浸渍温度 100 ℃,浸渍时间 30 min。

参考文献

- [1]卢艳霞.石墨烯研究现状及产业化进展[J].河南化工,2016,33(11):7-12.
- [2]魏红敏,田志宏.氧化石墨烯的制备方法及应用研究进展[J].长江大学学报:自然科学版,2015,12(15):58-62.
- [3]张佳利.化学还原氧化石墨烯及其衍生物的制备、性质和应用研究[D].上海:上海交通大学,2011.
- [4]毛志平.纺织品功能整理新进展[J].针织工业,2008(11):53-54.

收稿日期 2019 年 3 月 29 日

链接

氧化石墨烯的主要应用

氧化石墨烯(GO)作为石墨烯基材料一类重要的衍生物,具有自身优异的物理、化学、光学、电学性质,并且由于石墨烯片层骨架的基面和边缘上有多种含氧官能团共存的结构,使得氧化石墨烯可以通过调控所含含氧官能团的种类及数量,来调制其导电性和带隙,材料应用范围很广。

1 光电领域

具有 SiO₂-GO 双绝缘层的有机薄膜晶体管及其光响应特性器件,GO 的加入不仅增加了绝缘层的种类和厚度,并且增强了晶体管的特性。

2 太阳能电池

使用 GO 替代 PEDOT:PSS 作为聚合物太阳能电池的空穴传输层,得到相近的光电转换效率(PCE),研究了不同 GO 层厚度对聚合物太阳能电池 PCE 的影响,发现 GO 薄膜层厚度为 2 nm 时,器件光电转换效率最高。

3 柔性传感器

由于 GO 含有众多亲水官能团,所以易于被修饰。另外,其比表面积大,分散性好,具有良好的湿敏特性,使其成为一种理想的传感器材料,尤其在柔性传感器领域有很广泛的应用。

4 生物方面

与其他球形或平面形纳米材料相比,GO 比表面积大、强度高、易修改、并且具有良好的生物相容性。GO 以独特的机械、电子、光学性质使其在生物技术、生物医学工程、纳米医学、肿瘤治疗、组织工程、药物释放、生物成像和生物分子传感等方面都发挥了巨大的作用。