

文章编号: 0253-9721(2007)07-0065-04

麻织物负离子整理及其负离子发生能力

葛明桥, 杨伟军, 李永贵

(江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘要 为深入研究负离子麻织物发生负离子的规律, 通过浸-轧的方式将负离子整理剂应用于麻织物的功能整理中, 测试织物的负离子发生能力、耐皂洗牢度、整理后纤维的表面形态和分子结构, 分析温度、湿度、织物规格和种类对负离子发生能力的影响及麻织物负离子发生能力较强的原因。结果表明: 温湿度对负离子麻织物负离子发生量有显著的影响, 在温度为 30 ℃, 湿度为 80% 时其负离子发生量最高; 负离子发生能力和麻织物的种类、织物组织以及织物密度有关, 整理后织物纤维的分子结构未发生改变。

关键词 麻织物; 负离子整理; 负离子发生能力; 水分子

中图分类号: TSI95.597 文献标识码: A

Anion finishing of linen and ramie fabrics and anion generating capacity thereof

GE Mingqiao, YANG Weijun, LI Yonggui

(Key Laboratory of Science & Technology of Eco-Textile, Ministry of Education,
Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract In order to study further on the anion-generating regulation of anion linen and ramie fabrics, anion finishing agent was used for multi-functional treatment of linen and ramie fabrics by dip-padding technique, and the anion-generating capacity, soaping fastness, surface morphology and molecule structure were tested. The effects of temperature, humidity, fabric species and specification on anion-generating capacity and reasons of better anion-generating capacity of linen and ramie anion fabric were also analyzed. The results reveal that the effects of temperature and humidity on anion-generating capacity are remarkable, and the anion-generating capacity reaches maximum at 30 ℃, RH 80%. In addition, fiber materials, weaves as well as fabric densities also have a definite influence on anion-generating capacity. The molecule structure of the treated fabric is not altered.

Key words linen and ramie fabrics; anion finishing; anion-generating capacity; water molecule

在对织物负离子发生能力影响因素的研究过程中发现, 经负离子整理后的麻织物与其它纤维织物相比具有更强的负离子发生能力^[1], 因此有必要对负离子麻织物发生负离子的规律进行深入研究。麻纤维属于生物高分子, 具有压电性^[2], 应用负离子整理剂对其进行功能整理, 可赋予其负离子发射功能。目前负离子整理剂大多用于棉和化纤织物的整理^[3-7], 而对麻织物负离子整理的研究较少。

本文采用浸-轧方法对苧麻和亚麻织物进行负离子整理, 利用研制的织物负离子发生能力测试装

置对整理织物的负离子发生量进行测试, 研究了温湿度对负离子发生量的影响, 优化了测试参数, 同时对其负离子发生能力、耐皂洗牢度、纤维的表面形态及纤维的分子结构进行了分析研究。

1 试验部分

1.1 试验材料

试剂: MS-18200S 负离子加工剂(上海蔓士公司, 超细粒子平均粒径 160 nm)。

收稿日期: 2006-10-12 修回日期: 2007-01-20

基金项目: 江苏省人事厅“六大人才高峰”项目(苏人通 C200516-6)

作者简介: 葛明桥(1957—), 男, 教授, 博士。主要研究方向为新型纤维材料及其后加工技术。E-mail: gmq@pub.wx.jsinfo.net。

织物:选用不同组织结构及原料的 6 种纯麻机织物为研究对象,详细规格见表 1。

表 1 试验织物规格

Tab.1 Specifications of test fabrics

编号	纤维	织物组织	经纬密/(根·(10 cm) ⁻¹)	
			经向	纬向
1 [#]	纯苕麻	平纹	274	274
2 [#]	纯苕麻	平纹	132	158
3 [#]	纯苕麻	斜纹	264	294
4 [#]	纯亚麻	平纹	254	274
5 [#]	纯亚麻	平纹	146	142
6 [#]	纯亚麻	斜纹	264	269

1.2 织物整理工艺

配置负离子整理剂 → 一浸一轧(压力 3 kg/cm²) → 干燥(80 ℃, 5 min) → 焙烘(120 ℃, 3 min) → 整理试样。

1.3 性能测试

1.3.1 织物负离子发生能力测试

利用织物负离子测试装置在不同温湿度条件下对织物的负离子发生能力进行测试,具体测试方法见文献[1]。

1.3.2 耐皂洗牢度测试

按照 GB 3921—92 纺织品耐洗色牢度测试方法进行测试。

1.3.3 纤维表面形态分析

用荷兰 FEI 公司的 Quantar 200 型扫描电子显微镜观察整理前后纤维的表面形态。

1.3.4 纤维分子结构分析

采用美国 Thermo Nicolet 公司的 Nexus-440 型 FT-IR 对纤维分子结构进行表征。

2 结果与讨论

2.1 负离子发生能力测试参数优化

负离子发生能力是负离子织物最主要的功能指标,一般以负离子发生量 ΔC 来衡量。负离子易受环境温湿度的影响,为了研究温湿度对织物负离子发生量的影响,选取 4[#] 试样为代表设计双因素试验^[8]进行 ΔC 的测试。不同温湿度条件下负离子亚麻织物的 ΔC 测试结果见表 2, SAS 软件方差分析结果见表 3, 双因子试验分析结果见表 4。

由表 3 可知,温度 *t* 和相对湿度 *RH* 对应的概率均小于 0.01,表明温度和湿度对织物 ΔC 的影响都是高度显著的;*t*·*RH* 对应的概率为 0.000 5,表明其交互作用的影响也是高度显著的,三者又以 *RH* 因

素的影响最大。根据织物产生负离子的电解水原理,电气石微粒正极的电子接触到水分子就瞬间放电,水分子被电解成 OH⁻ 和 H⁺。H⁺ 结合电子(e⁻)形成氢原子以氢气的形式释放,而 OH⁻ 与水分子结合形成 H₂O₂。理论上负离子的产生离不开水分子的作用^[9],OH⁻ 离子和水分子结合以 OH⁻·(H₂O)_{*n*} 复合体的形式存在,环境中的气态水分子越多,结合成水合羟基负离子 OH⁻·(H₂O)_{*n*} 的几率就越大。由表 2 可见,最优的组合是在 *t* = 30 ℃, *RH* = 80 % 时形成,所得试验结果之和 10.27 最大。因此确定最优的负离子发生条件为:温度 30 ℃,湿度 80 %。由表 4 还可看出,在 30 ℃ 测试的 CV 值最小,即数据的波动性最小,测试结果比较稳定。故以下其它 5 个试样的 ΔC 测试均在温度为 30 ℃,湿度为 80 % 条件下进行。

表 2 不同温湿度条件下 4[#] 试样的负离子发生量

Tab.2 Anion generating capacity of 4[#] sample under different temperature and humidity

温度 <i>t</i> /℃	湿度/%			
	50	60	70	80
20	0.62	1.08	1.48	1.69
	0.47	0.89	1.55	1.94
	0.65	1.15	1.54	1.78
	0.60	0.94	1.39	1.75
25	0.68	1.12	1.64	1.83
	0.67	1.18	1.51	1.78
	0.61	1.34	1.49	1.62
	0.57	1.26	1.45	1.89
30	0.65	1.23	1.68	1.94
	0.88	1.17	1.72	1.81
	0.76	1.39	1.51	2.04
	0.84	1.43	1.59	1.97
30	0.83	1.44	1.48	2.06
	0.87	1.41	1.57	2.09
	0.84	1.47	1.53	2.11

表 3 方差分析

Tab.3 Analysis of variance

方差来源	自由度	平方和	平均平方和	F 值	<i>Pr</i> > <i>F</i>
<i>t</i>	2	0.508 12	0.254 06	32.6	< 0.000 1
<i>RH</i>	3	11.353 925	3.784 641	485.68	< 0.000 1
<i>t</i> · <i>RH</i>	6	0.231 48	0.038 58	4.95	0.000 5
<i>E</i> (误差)	48	0.374 04	0.007 792		
总和	59	12.467 565			

表 4 双因子试验分析

Tab.4 Double factor experimental analysis

t/ °C	指标	湿度/%			
		50	60	70	80
20	总和	3.02	5.18	7.60	8.99
	平均	0.604	1.036	1.52	1.798
	方差	6.526×10^{-3}	1.313×10^{-2}	8.55×10^{-3}	8.87×10^{-3}
	CV/%	13.37	11.06	6.08	5.24
25	总和	3.38	6.18	7.85	9.04
	均值	0.676	1.236	1.57	1.808
	方差	1.448×10^{-2}	4.736×10^{-3}	1.475×10^{-2}	1.507×10^{-2}
	CV/%	17.80	5.57	7.74	6.79
30	总和	4.14	7.14	7.68	10.27
	均值	0.828	1.428	1.536	2.054
	方差	1.67×10^{-3}	9.2×10^{-4}	1.98×10^{-3}	2.875×10^{-3}
	CV/%	4.93	2.12	2.90	2.61

2.2 织物的负离子发生能力

用整理剂对 6 个试样进行整理后,测得织物的负离子发生性能和耐皂洗性能,测试结果见表 5。可以看出,整理后麻织物的 ΔC 值均在 2 000 ~ 3 000 个/cm³ 之间,证明负离子加工剂适用于麻织物的整理,负离子发生性能显著。

表 5 整理后织物的 ΔC 值Tab.5 ΔC value of treated fabrics

试验序号	麻织物	ΔC 值/(10 ³ 个·cm ⁻³)				
		未洗涤	洗 5 次	洗 10 次	洗 20 次	洗 30 次
1	4 [#]	2.054	2.011	1.979	1.935	1.886
2	1 [#]	2.863	2.545	2.438	2.421	2.259
3	6 [#]	2.246	2.157	2.087	1.914	1.869
4	5 [#]	2.039	1.894	1.747	1.686	1.632
5	3 [#]	2.408	2.156	2.096	1.963	1.947
6	2 [#]	2.537	2.259	2.142	2.078	2.019

由表 5 中试验序号 1 和 2 的数据可以看出,麻织物的种类对织物的负离子发生性能有一定的影响,亚麻织物的负离子发生性能较苕麻织物强。这主要是因为亚麻纤维的纤维素含量(70%~80%)较苕麻纤维的(65%~67%)高,而纤维素的存在能够使羟基在其无定形区吸附更多的极性水分子,为负离子的产生提供了有利条件。同时,可能由于苕麻纤维的刚度大,毛茸多,耐磨性能较差,而测试过程中磨板的摩擦更易造成纤维和负离子发生材料的损耗。由此可以看出,麻织物较其它纤维素织物的负离子发生能力较好的原因之一可能是其含有更多的极性水分子。由表 5 中试验序号 1 和 3、试验 2 和 5 的数据可以看出,不同组织麻织物的负离子发生性能也有差异。斜纹组织织物的负离子发生量较平纹组织的多,可能是因为斜纹织物的浮长较长,摩擦时接触负离子发生材料的面积较大。

此外,由试验 1 和 4、试验 2 和 6 的数据还可看出,织物密度对麻织物的负离子发生性能也有影响。同种纤维构成的织物,经纬密度越高,负离子发生量越高。这可能和附着在纤维表面的负离子发生材料的分布量有关。

整理过的织物经 5、10、20、30 次洗涤,其 ΔC 值仍保持在较高水平,说明整理剂发生负离子的耐久性很好。这表明负离子发生材料与麻纤维形成了牢固的结合。

2.3 纤维表面形貌分析

整理前后织物的纤维表面形态如图 1 所示。可见,在整理剂中黏合剂的作用,原本光滑的麻纤维表面由于覆盖了絮状物而变得粗糙,表明超细负离子粉体颗粒黏附于纤维的表面与织物形成了牢固结合。同时还发现,由于黏合剂分布的不均匀使粒子出现了一定的团聚,因此如何避免超细粒子在加工过程中发生团聚,是目前纳米材料应用研究的热点之一。

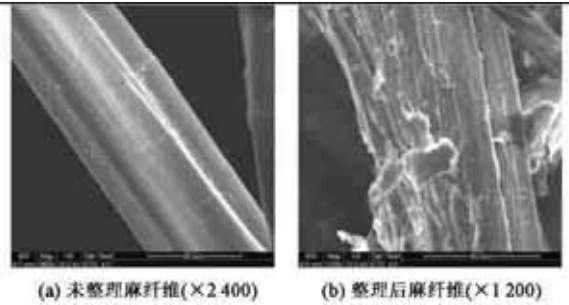


图 1 整理前后苕麻纤维的扫描电镜照片

Fig.1 SEM images of original ramie fiber (a)

and anion treated ramie fiber (b)

2.4 整理前后麻纤维的分子结构

图 2 为负离子整理前后麻纤维的 FT-IR 谱图。在 3 350 cm⁻¹ 附近的强吸收峰归属于氢键化 O—H 伸缩振动,2 900 cm⁻¹ 处 C—H 对称伸缩振动引起一特征吸收峰,1 640 cm⁻¹ 附近的尖锐吸收峰是木质素的特征吸收峰,归属于 C—H 弯曲振动,1 320 cm⁻¹ 附近较弱的吸收峰由 C—H 面内振动引起,非结晶区内 890 cm⁻¹ 附近的吸收峰归属于 O—H 的反伸缩振动。但比较 2 条谱线可以发现,峰形和峰位均大致相似,其显著的差别是原麻在 1 236 cm⁻¹ 处有很弱的吸收峰,整理后该峰消失,可能是由整理剂中聚丙烯酸酯类黏合剂中 C—O 的反伸缩振动造成,但对纤维的大分子结构几乎没有影响。因此,可以认为整理前后麻纤维的分子结构没有发生改变,即整理剂和纤维素之间未发生化学反

应,结合 2.3 的分析可知负离子发生材料与纤维之间只是物理黏合作用。

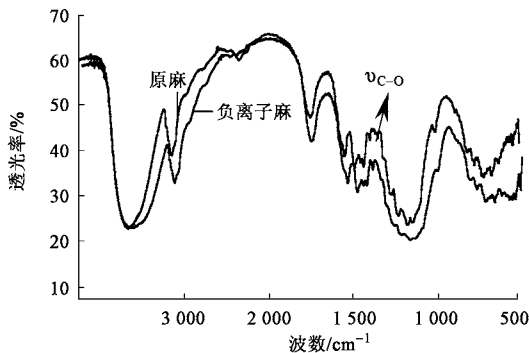


图 2 整理前后麻纤维的红外谱图

Fig. 2 FT-IR spectra of original ramie fiber and anion treated ramie fiber

3 结 论

1) 通过麻织物负离子发生量的测试发现,温度和湿度对负离子发生性能均有显著的影响,而且在温度为 30 ℃,湿度为 80% 的测试条件下负离子发生量最高。

2) 负离子发生能力和麻织物的种类、织物组织以及织物密度有关。其中负离子亚麻织物的负离子发生能力优于苕麻织物;斜纹组织的织物负离子发生性能较平纹组织的好;织物密度越高,负离子发生能力越强。

3) 通过 SEM 分析可知,整理剂与纤维之间形成了牢固的物理黏合,织物的耐皂洗牢度优良。同时由 FT-IR 谱图分析可知,整理前后麻纤维的分子结构未发生变化。

FZXB

参考文献:

- [1] 杨伟军,葛明桥,李永贵,等.负离子织物负离子发生能力的影响因素[J].纺织学报,2006,27(12):88-91.
- [2] 日本纤维机械学会纤维工学出版委员会.纤维的形成结构及性能[M].丁亦平,译.北京:纺织工业出版社,1988:459.
- [3] 岡山嶋克也,東レ(株).マイナスイオンを発生させる快適素材[AQUAHEAL[®](アクアヒール[®])] [J].加工技術,2002,37(5):10-12.
- [4] 斎藤公一,井狩康弘.健康・癒し効果 れらいのマイナスイオン,ホルミシス加工剤[パラフアイソ M-A, M-R] [J].加工技術,2003,38(2):42-47.
- [5] 江川芳信.マイナスイオン商品の市場動向とその評価事例[J].加工技術,2004,39(4):25-29.
- [6] 潘玉顺译.产生负离子的舒适原料活性矿物营养素[J].化纤与纺织技术,2003(4):49-50.
- [7] 斎藤公一,井狩康弘.具有健康/治疗功效负离子·兴奋效应加工剂[J].毕鹏宇,译.国外纺织技术,2003(8):24-26.
- [8] 吴有炜.试验设计与数据处理[M].苏州:苏州大学出版社,2002:70.
- [9] Nakamura T, Kubo T. Tourmaline group crystals reaction with water [J]. Ferroelectrics, 1992(137):13-31.