

文章编号 : 0253-9721(2006)12-0088-04

负离子织物负离子发生能力的影响因素

杨伟军, 葛明桥, 李永贵, 余天石

(江南大学 生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘要 为阐明负离子织物中负离子发生能力与其影响因素之间的关系, 对织物进行了负离子涂层整理, 规范了负离子发生量的测试方法, 分析了电气石种类和细度、纤维种类以及温湿度对负离子发生能力的影响。结果表明: 采用铁电气石粉整理的麻织物负离子发生能力优于镁、锂电气石粉的整理效果, 粉体越细, 发生能力越强; 麻织物的整理效果优于棉织物和麻/棉、麻/粘织物; 负离子发生量随温度上升呈非线性增加且趋于饱和, 随湿度的上升呈近似线性增加。

关键词 负离子织物; 涂层整理; 电气石; 热压电效应; 负离子发生量

中图分类号: TS195.597 文献标识码: A

Factors affecting anion generating capacity of anion fabric

YANG Wei-jun, GE Ming-qiao, LI Yong-gui, YU Tian-shi

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

Abstract Having carried out the anion coating finish of the fabric and standardization of anion-testing method, the effects of category and particle size of tourmaline, fiber category, temperature and humidity on anion-generating capacity are analyzed to illustrate the relationships between anion-generating capacity and the above factors. The results reveal that anion-generating capacity of anion linen fabric coated by schorl is superior to that by elbaite or dravite; finer the particle size, greater the anion-generating capacity. In the case of the result of the treatment, linen anion fabric is the better, followed by in this order: linen/cotton fabric > cotton fabric > linen/viscose fabric. Anion generating amount increases non-linearly with temperature rising and tends to saturation and increases approximate linearly with humidity increase.

Key words anion fabric; coating finish; tourmaline; thermal-piezoelectricity effect; anion-generating capacity

负离子织物以具有热压电效应的电气石为功能载体, 能持续不断地释放水合羟基负离子($H_3O_2^-$), 对人体起到良好的保健作用^[1]。

本文采用不同种类和细度的电气石粉体对纤维素纤维织物进行涂层整理, 并在不同条件下对整理后织物的负离子发生量进行测试, 讨论了上述因素对整理织物负离子发生能力的影响。

1 试验部分

1.1 材料

微米级电气石粉体; 聚丙烯酸酯类黏合剂; 非离

子表面活性剂; 面积均为 100 cm^2 的纯麻、纯棉、麻/棉、麻/粘织物。

1.2 涂层整理流程

配制负离子整理剂 → 超声波分散搅拌 → 刮涂 → 焙烘 → 整理织物。

1.3 负离子发生量测试

1.3.1 测试原理与仪器

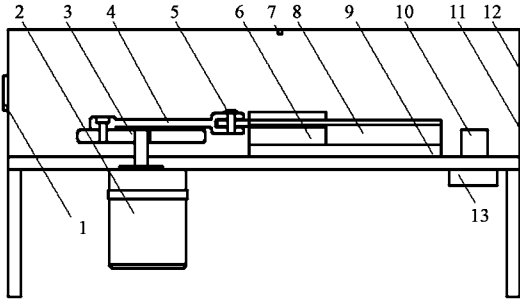
由于负离子织物的负离子发生能力较弱, 且不稳定, 一般需采取摩擦试件法对其进行测试。传统

收稿日期: 2006-04-22 修回日期: 2006-07-29

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: 杨伟军(1982-), 男, 硕士生。主要研究方向为功能性纤维和纺织品。

的手搓法在开放性的试验条件下进行,易受外界因素的影响,且不能准确和量化地控制摩擦力,对测试造成的系统误差较大^[2,3]。所以自行研制了织物负离子发生能力测试装置(见图 1)对整理织物的负离子发生量进行测试。系统采用 DT-2 数字温湿度计、内置加热装置,外接加湿器对测试环境的温湿度进行调节。



1—排气扇; 2—电机; 3—圆盘; 4—连杆; 5—连接件; 6—上摩擦板; 7—温湿度计探测口; 8—固定槽; 9—下摩擦板; 10—加热装置; 11—检测窗口; 12—加湿窗口; 13—控温器

图 1 织物负离子发生能力测试装置简图

1.3.2 测试方法

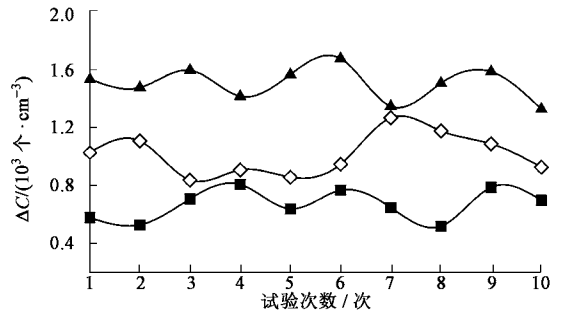
将整理织物置于封闭的测试装置中,由于负离子浓度仪 AIC-1000 的重复性较差,故每组试验对 10 个整理试样进行负离子发生量 ΔC 的测试。调节系统所需的温湿度,外接 AIC-1000 检测箱体内负离子浓度底值 C_1 ,关闭检测窗口 11,在压力为 500 cN 条件下摩擦 5 min 后,再利用 AIC-1000 检测箱体内负离子浓度 C_2 ,计算织物的负离子发生量 $\Delta C = C_2 - C_1$ 。每次测试结束后将体系的空气排出箱体,避免上次测试带来的误差。

2 结果与讨论

2.1 电气石种类对负离子发生能力的影响

图 2 为经 3 种 4 000 目电气石粉体——铁电气石、镁电气石、锂电气石分别整理的 3 组麻织物试样的负离子发生量 ΔC ,测试温度 20 ℃,相对湿度 65%。可见用铁电气石整理的织物负离子发生能力较强。

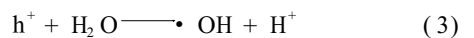
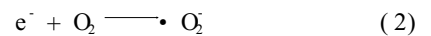
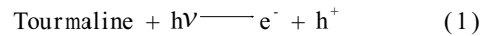
由负离子产生的光催化机制可知,电气石的光催化作用(见图 3)主要体现在 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 上^[4]。其化学通式为 $NaR_3 Al_6 [Si_6 O_{18}] [BO_3]_3 (OH, F)_4$ ^[5],式中 R 代表金属阳离子,当 R 为 Fe^{2+}/Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 或 $(Li^+ + Al^{3+})$ 时,分别构成铁电气石、镁电气石和锂电气石 3 个端员矿物种。当电气石微细粒子受到自



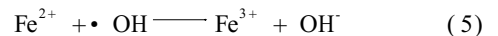
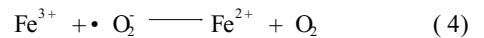
▲—铁电气石; ◇—镁电气石; ■—锂电气石

图 2 不同种类 4 000 目电气石粉体整理麻织物负离子发生量

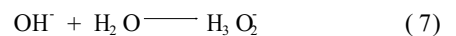
然光辐射后,其周围形成空穴(h^+)和电子(e^-),与空气中的氧及水分作用产生羟基自由基 $\cdot OH$ 。具体反应如下:



在 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的协同作用下:



(4)、(5)两式相加得如下反应:



即过渡金属离子 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 在相互转化的过程中将羟基自由基 $\cdot OH$ 转化为 OH^- ,进而变成负离子($H_3O_2^-$)^[6]。而镁电气石和锂电气石中不含 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} ,镁、锂电气石中的 Mg^{2+} 和 Li^+ 等具有饱和电子构型,对光催化反应几乎没有什么影响。

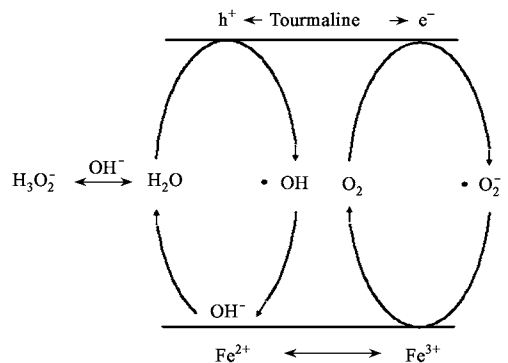
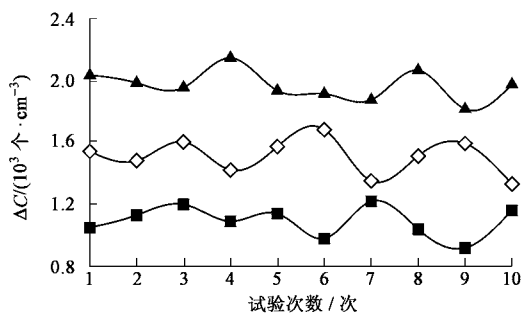


图 3 电气石光催化机制产生负离子原理图

2.2 电气石细度对负离子发生能力的影响

图 4 为分别用 2 000 目、4 000 目、8 000 目铁电气石粉体整理的 3 组麻织物试样的负离子发生量。测试温度 20 ℃,相对湿度 65%。可以看出,随着电气

石细度的增加,整理织物的负离子发生量呈上升趋势,8 000目粉体整理的麻织物的负离子发生能力较好。粉体越细,越容易与织物结合,并进入纤维的非结晶区。电气石的静电压随着粒径的变小而增高^[7],也就是电极化强度增大,压电效应明显,负离子的发生能力增强。另一方面,电气石粒径越小,比表面积就越大,表面能增大,表面效应、量子尺寸效应强烈,使微细粉的表面活性提高^[8]。负离子的产生需要有气态水分子参与电气石微粒的电解反应和 OH^- 的结合过程,因此气态水分子的数量对负离子的产生影响较大。微细粉能够从空气中吸附较多的水,在表面形成羟基层和多层物理吸附水,而粗粉单位表面吸附水较少,产生负离子的能力则相对较弱。

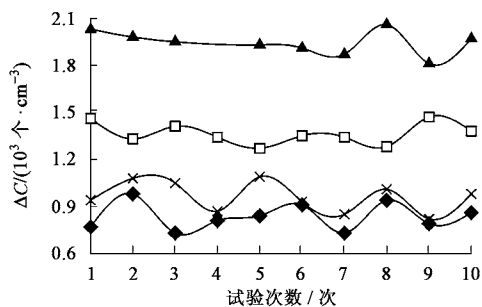


▲ — 8 000 目; ◇ — 4 000 目; ■ — 2 000 目

图 4 不同细度铁电气石粉体整理麻织物负离子发生量

2.3 纤维种类对负离子发生能力的影响

8 000 目铁电气石粉整理的 4 组不同纤维素纤维织物试样的负离子发生量 ΔC 如图 5 所示。测试温度 20 °C,相对湿度 65 %。



▲ — 麻; □ — 麻/棉; × — 棉; ◆ — 麻/粘

图 5 8 000 目铁电气石整理不同纤维素纤维织物负离子发生量

由图 5 可知,麻织物负离子发生能力较强。织物按负离子发生能力排序是麻 > 麻/棉 > 棉 > 麻/粘,与纤维素纤维的结晶度排序(表 1)相符。麻纤维的结晶度最高,是高度晶体化的天然纤维素,在晶体高分子中被证明有压电效应^[9]。同时麻纤维的吸湿性能

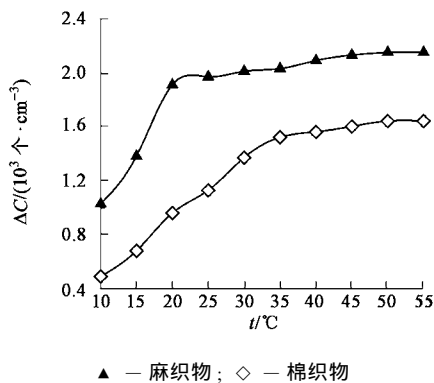
最好,能更好地吸附环境中的气态水进入无定形区,为负离子的产生提供水分子。麻/棉整理织物的负离子发生能力好于麻/粘织物,这可能是由于结晶度因素相对吸湿性因素起了主导作用。

表 1 不同纤维素纤维的结晶度和公定回潮率 %

纤维	结晶度	公定回潮率
麻	> 70	16.28
粘胶	60 ~ 70	13
棉	30 ~ 40	11.1

2.4 温度对负离子发生能力的影响

图 6 为 8 000 目铁电气石粉整理的麻织物和棉织物在不同温度下的负离子发生量 ΔC 。相对湿度 65 %。可以看出,整理后麻织物的负离子发生量在 10 ~ 20 °C 增加较快,20 °C 以后增加趋势变缓;而棉织物的负离子发生量从 10 ~ 35 °C 增加较快,35 °C 以后增加趋势变缓。温度的升高增强了电气石的热电效应^[10],电气石的热电性具有带电、不对称、非简谐性的振动特征,热电系数随着温度的升高呈非线性增加。从图中还可发现,整理后麻和棉织物的负离子发生能力不会随着温度的升高而无限地增强,分别在 20 °C 和 35 °C 时其负离子发生量趋于饱和,也是随温度升高呈非线性增加的趋势。



▲ — 麻织物; ◇ — 棉织物

图 6 不同温度下 8 000 目铁电气石粉整理织物负离子发生量

2.5 湿度对负离子发生能力的影响

图 7 为 8 000 目铁电气石粉整理麻织物和棉织物在不同湿度下的负离子发生量 ΔC 。温度为 20 °C。

由图 7 可知,整理后麻织物和棉织物的负离子发生量随着湿度的增加呈近似线性增加的趋势。根据负离子产生的电解水机制,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^-

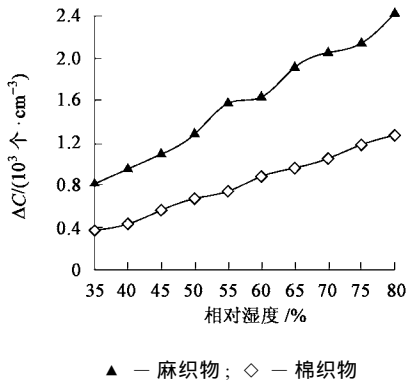


图7 不同湿度下8 000目铁电气石粉整理
织物负离子发生量

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 H_3O_2^- 。环境的湿度越高,水分子和电气石的接触几率就越大,能有更多的 OH^- 与水分子结合产生更多的负离子。同时,由于负离子的产生离不开水分子的作用,水分子越多,负离子产生能力就越强,而湿度高能使纤维中亲水基团缔合环境中更多的水分子。

3 结 论

研究表明,电气石种类、细度、纤维的种类、湿度对负离子整理织物的负离子发生能力都有一定的影响。

1) 采用铁电气石粉整理的麻织物负离子发生能力较强,优于镁、锂电气石粉的整理效果,粉体越细,

负离子发生能力越强。

2) 纤维种类对负离子发生量影响较大,纯麻织物的整理效果优于纯棉织物和麻/棉、麻/粘混纺织物。

3) 负离子发生量随温度的上升呈非线性增加的趋势,并在一定的温度后趋于饱和;负离子发生量随着湿度的增加呈近似线性增加的趋势。 FZXB

参考文献:

- [1] 张福金,成莲. 空气离子研究及应用进展[J]. 中华理疗杂志,1998,21(5): 299 - 301.
- [2] 陈跃华,公佩虎,杨世滨,等. 大豆蛋白纤维负离子性能的测试[J]. 纺织学报,2006,27(4): 63 - 65.
- [3] 毕鹏宇,陈跃华,李汝勤. 振动型负离子测试装置与测试方法探讨[J]. 纺织学报,2004,25(5): 115 - 116.
- [4] 金宗哲,张志力,翟洪祥,等. 将自由基转化为负离子的光催化稀土材料[J]. 中国稀土学报,2004,22(4): 567 - 569.
- [5] Fuat Yavuz. Tourmal: software package for tourmaline, tourmaline rich rocks and related ore deposits [J]. Computer & Geosciences, 1997, 23(9): 947 - 959.
- [6] 金宗哲. 健康环境功能材料的发展[J]. 新材料产业, 2004,(10): 25 - 28.
- [7] 姚鼎山. 环保与健康新材料-托玛琳[M]. 上海:中国纺织大学出版社,2001. 14.
- [8] 李国栋. 氧化物超细粉团聚机理研究[J]. 硅酸盐学报,2002,30(5): 645 - 648.
- [9] 菅义夫. 静电手册[M]. 北京:科学出版社,1983. 41.
- [10] Nakamura T, Kubo T. Tourmaline group crystals reaction with water [J]. Ferroelectrics, 1992,(137): 13 - 31.