

负氧离子和阻燃复合功能窗帘交织物的性能研究

郑雪莹¹, 张红霞¹, 黄锦波², 何波³, 祝成炎¹

(1. 浙江理工大学 纺织纤维材料与加工技术国家地方联合工程实验室 杭州 310018; 2. 浙江和心控股集团有限公司, 浙江 海宁 314400; 3. 浙江省纺织测试研究院 杭州 310018)

摘要: 为探究不同纬纱含量及不同组织对面料功能性的影响,以阻燃涤纶网络丝作为经纱原料,负氧离子涤纶纱与阻燃涤纶纱作为纬纱原料,试制9种纬纱比例不同,以及4种纬纱比例为1:1时组织不同的交织面料,同时测试织物释放负氧离子浓度和阻燃性能。结果表明:织物释放的负氧离子浓度及阻燃性能随着织物中负氧离子涤纶纱及阻燃涤纶纱含量的增加而增加;织物产生的负氧离子浓度随着织物组织枚数的增加及织物的蓬松程度增加而增大,不同的组织会影响织物的紧密度,因此对织物的阻燃性能也会产生一定影响。

关键词: 负氧离子功能; 阻燃功能; 大提花窗帘织物; 负氧离子涤纶; 阻燃涤纶

中图分类号: TS106.71 文献标志码: A 文章编号: 1001-7003(2018)01-0056-06 引用页码: 011201

Study on the properties of curtain intertexture with negative oxygen ions and flame-retardant complex function

ZHENG Xueying¹, ZHANG Hongxia¹, HUANG Jinbo², HE Bo³, ZHU Chengyan¹

(1. National Engineering Lab for Textile Fiber Materials and Processing Technology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Zhejiang Hexin Holding Group Co., Ltd., Haining 314400, China; 3. Zhejiang Textile Testing Institute, Hangzhou 310018, China)

Abstract: To explore the influence of different weft yarn content and different weave on fabric functions, flame retardant polyester interlaced yarn was used as the warp material, and negative oxygen ion polyester yarn and flame retardant polyester yarn were used as the weft yarn materials to prepare 9 kinds of interweaved fabrics with different weft yarn ratio and 4 kinds of interweaved fabrics with weft yarn ratio of 1:1. Meanwhile, the concentration of negative oxygen ions released by the fabrics and flame retardant properties were tested. The results show that: the concentration of negative oxygen ion released by the fabrics and the flame retardant property increased with the increase in the content of negative oxygen ion polyester yarn and flame retardant polyester yarn. And the concentration of negative oxygen ion released by the fabrics increased with the rise of fabric weave quantity and fluffy degree. Different weave would affect the fabric tightness and have some influence on the flame retardant property of fabrics.

Key words: the function of negative oxygen ions; flame retardant function; jacquard curtain fabric; negative oxygen ions polyester; flame retardant polyester

收稿日期: 2017-06-05; 修回日期: 2017-12-01

基金项目: 国家国际科技合作专项项目(2011DFB51570); 海宁市科技计划项目(2016002)

作者简介: 郑雪莹(1994—),女,硕士研究生,研究方向为功能性纺织品、纺织产品设计等。通信作者: 张红霞,教授级高工, hongxiazhang8@126.com。

日常生活中,室内空间环境的好坏会直接影响着人们的健康情况。在安全性、保健性、环保性越来越被关注的今天,人们对室内纺织品提出了各种功能性要求。根据世界卫生组织的规定,当空气中负氧离子的浓度不低于1000~1500个/cm³时,这样的空气被视为是清新空气^[1]。科学研究表明,负氧

离子能与细菌、灰尘、烟雾等带正电的微粒相结合，并聚集成球落到地面，从而起到杀菌和消除异味的作用^[2]。负氧离子具有净化室内空气、保障人体健康的功能^[3-4]，得到人们更加广泛的关注。近年来，国内外许多研究机构纷纷加入对负氧离子与阻燃领域的研究，并在这方面取得了显著的成绩。

目前，存在许多负氧离子与阻燃功能的同类研究，与其相比，本文主要探究不同纬纱含量及不同组织对面料的阻燃性能和负氧离子功能产生的影响，试制 9 种纬纱不同比例的交织面料，以及 4 种纬纱比例为 1:1 时的 2/1 斜纹、四枚破斜纹、五枚缎纹和八枚缎纹织物，同时测试织物释放负氧离子浓度和阻燃性能。

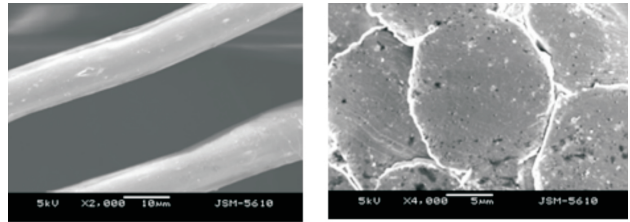
本文采用具有阻燃及释放负氧离子功能的纱线开发研制复合功能性提花织物，以满足未来对功能性家用纺织品的市场需求。

1 功能纤维原料的选用

本文所采用的负氧离子纤维是运用纳米技术研发出的具有呈内外贯穿的蜂窝状微孔结构聚酯改性短纤维^[5]，可产生负氧离子。负氧离子涤纶纤维的性能与其结构有着很大的关系^[6]，本文对负氧离子涤纶纤维进行纵横向电镜观察，进而了解纤维的性能。

从图 1 负氧离子涤纶纤维纵横向截面结构可以看出，纤维纵横向表面具有丰富的蜂窝状微孔结构，因而具有良好的负氧离子释放功能。纤维的长度和细度及纵横截面的形态将会直接影响纤维的性能，进而影响织物的外观、风格及性能等^[7]。

负氧离子涤纶纤维长度为 38 mm，细度为 1.67 dtex，阻燃涤纶纤维长度为 38 mm，细度为 1.67 dtex（浙江上虞弘强彩色涤纶有限公司）；经纱采用的阻燃涤纶网络丝纱线细度为 8.33 tex（上海佳通超细化纤有限公司）。



(a) 纵向 (b) 横截面

图 1 负氧离子涤纶纤维结构

Fig. 1 The structure of the negative oxygen ion polyester fiber

2 试样织物规格设计

本文采用阻燃涤纶网络丝作为经纱原料，负氧离子涤纶纱与阻燃纱作为纬纱原料，就负氧离子纱和阻燃涤纶纱的涤纶不同含量，以及不同组织对织物释放负氧离子浓度和阻燃性能的影响进行理论分析和研究。合理选用纬纱比例、组织，开发出具有良好阻燃性能与负氧离子释放功能的复合功能性提花窗帘面料。

本文试制了 8 种负氧离子涤纶纱与阻燃涤纶纱在纬纱中按一定比例变化的交织面料，其中负氧离子涤纶纱与阻燃涤纶纱在纬纱中比例依次为 0:1、1:4、1:3、1:2、1:1、2:1、3:1 和 4:1。同时试织了 4 种纬纱比例为 1:1 时不同组织织物，依次为 2/1 斜纹、四枚破斜纹、五枚缎纹和八枚缎纹。纱线细度为 18.45 tex，经线密度 80 根/cm，纬线密度 37 根/cm。详细规格见表 1 和表 2。

表 1 检测用面料规格参数(I)
Tab. 1 The specifications of fabrics(I)

试样编号	经线	纬线	经密 × 纬密 / (根 · cm ⁻¹)	投纬比例	组织	纬纱中阻燃涤纶含量 / %	纬纱中负氧离子涤纶含量 / %
A1	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	0:1	五枚缎纹	0.00	100.00
A2	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:4	五枚缎纹	20.00	80.00
A3	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:3	五枚缎纹	25.00	75.00
A4	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:2	五枚缎纹	33.33	66.67
A5	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:1	五枚缎纹	50.00	50.00

续表 1

试样编号	经线	纬线	经密×纬密/ (根·cm ⁻¹)	投纬比例	组织	纬纱中阻燃涤纶含量/%	纬纱中负氧离子涤纶含量/%
A6	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80×37	2:1	五枚缎纹	66.67	33.33
A7	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80×37	3:1	五枚缎纹	75.00	25.00
A8	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80×37	4:1	五枚缎纹	80.00	20.00

注: A1 ~ A8 号分别为不同投纬比例的试样织物编号。

表 2 检测用面料规格参数(II)
Tab.2 The specifications of fabrics(II)

试样编号	经线	纬线	经密×纬密/ (根·cm ⁻¹)	纬纱中原料成分比例/%	组织
B1	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	33.33	2/1 斜纹
B2	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	75.00	四枚破斜
B3	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	80.00	五枚缎纹
B4	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	87.50	八枚缎纹

注: B1 ~ B4 号分别为不同组织的试样织物编号。

3 试样织物的性能测试

3.1 试样织物负氧离子浓度测试

国内外至今没有公开的标准文件用于该类负氧离子纺织品的的评价。鲜有的公开报道之一是 2006 年建筑材料行业推出了一个行业标准——JC/T1016—2006《材料负离子发生量的测试方法》^[8]。

将空气离子检测仪 Air Ion Counter 与密闭装置连接,手持尺寸为 A4 大小的试样,伸入封闭装置,在距测定仪进风口处,手搓试样进行测试,测试时间为 2 min,

共测试 5 次,结果取较大值^[9]。测试结果见下表 3 和表 4。

由表 3 和表 4 可看出,负氧离子浓度高低与负氧离子涤纶纱含量及织物组织有关。A 系列织物中, A1 ~ A7 织物均有良好的负氧离子释放功能,均大于 1 500 个/cm³,且释放的负氧离子浓度随着试样的纬纱中负氧离子涤纶纱含量增大而增加。B 系列织物中,八枚缎纹产生的负氧离子浓度最高,说明织物产生的负氧离子浓度随着织物组织枚数的增加及织物的蓬松程度增加而增大。

表 3 不同组织织物负氧离子测试结果

Tab.3 The negative oxygen ion test results of different weave

试样编号	经线	纬线	经密×纬密/ (根·cm ⁻¹)	组织	负氧离子浓度/ (个·cm ⁻³)
B1	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	2/1 斜纹	1 420
B2	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	四枚破斜	1 790
B3	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	五枚缎纹	1 900
B4	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱: 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱(1:1)	80×37	八枚缎纹	2 210

表 4 不同负氧离子涤纶纱含量织物负氧离子测试结果

Tab. 4 The negative oxygen ion test result of fabrics with different content of negative oxygen ions polyester yarn

试样编号	经线	纬线	经密 × 纬密 / (根 · cm ⁻¹)	投纬 比例	组织	负氧离子浓度 (个 · cm ⁻³)
A1	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	0:1	五枚缎纹	4 230
A2	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:4	五枚缎纹	3 700
A3	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:3	五枚缎纹	3 220
A4	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:2	五枚缎纹	2 250
A5	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	1:1	五枚缎纹	1 930
A6	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	2:1	五枚缎纹	1 820
A7	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	3:1	五枚缎纹	1 500
A8	8.33 tex 阻燃涤纶网络丝	18.45 tex 100% 阻燃涤纶纱 18.45 tex 100% 蜂窝负氧离子涤纶纱	80 × 37	4:1	五枚缎纹	1 210

由表 3 和表 4 可看出,负氧离子浓度高低与负氧离子涤纶纱含量及织物组织有关。A 系列织物中, A1 ~ A7 织物均有良好的负氧离子释放功能,均大于 1 500 个/cm³,且释放的负氧离子浓度随着试样的纬纱中负氧离子涤纶纱含量增大而增加。B 系列织物中,八枚缎纹产生的负氧离子浓度最高,说明织物产生的负氧离子浓度随着织物组织枚数的增加及织物的蓬松程度增加而增大。

对 A1 ~ A8 交织物中负氧离子涤纶的含量与负氧离子浓度作函数拟合,如图 2 所示。负氧离子涤纶的含量为 X,负氧离子浓度为应变量 Y,二者具有显著的相关性。

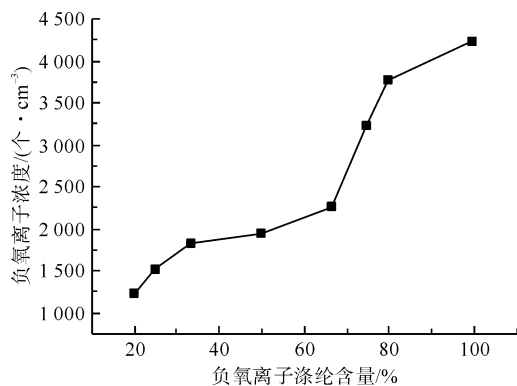


图 2 负氧离子涤纶用量与负氧离子浓度关系

Fig. 2 Relationship between content of negative oxygen ion polyester fiber and negative oxygen ion concentration

3.2 试样织物燃烧性能测试

依据 GB/T5455—1997《纺织品 燃烧性能试验 垂直法》对织物阻燃性能进行评判^[10]。采用垂直燃烧法,取尺寸为 360 mm × 70 mm 的织物经纬向各 5 块,用 ATLAS-VFC 垂直阻燃测试仪对织物进行燃烧性能测试。测试结果见表 5 和表 6。由表 5 和表 6 可得 A 系列试样织物的续燃和阴燃时间都为 0,且织物经纬向的损毁长度也都小于 150 mm,由此可知这八组试样全都达到了阻燃 B1 级的等级标准,具有良好的阻燃效果。因织物经纬向都有阻燃纱线,且 A8 织物中阻燃纱线含量最高,所以 A8 织物的阻燃效果最好。A1 织物纬纱中阻燃涤纶纱的含量为 0,出现熔滴,燃烧时会带走一部分燃烧产生的热量,因此 A1 织物纬向损坏长度较小。B 系列织物中, B1 ~ B2 的组织分别为 2/1 斜纹、四枚破斜纹、五枚缎纹和八枚缎纹,随着织物组织变化,织物的紧密变小,织物越疏松,织物与氧气的接触面积增大,燃烧越剧烈,损毁长度越大,织物阻燃效果减弱。

综上所述,由于面料选取的经纱均为阻燃涤纶丝,当纬纱选用负氧离子涤纶纱与阻燃涤纶纱的比例为 4:1 时,在保证达到阻燃功能情况下,负氧离子释放功能较好。

表5 试样织物垂直燃烧测试结果

Tab.5 Vertical burning test results of sample fabrics

试样编号	续燃时间/s		阴燃时间/s		平均损毁长度/mm		有无熔滴	
	J	W	J	W	J	W	J	W
A1	0	0	0	0	138.0	132.0	无	有
A2	0	0	0	0	135.0	137.5	无	无
A3	0	0	0	0	132.5	135.0	无	无
A4	0	0	0	0	130.5	132.0	无	无
A5	0	0	0	0	122.0	120.5	无	无
A6	0	0	0	0	110.0	113.0	无	无
A7	0	0	0	0	108.0	120.5	无	无
A8	0	0	0	0	105.5	103.0	无	无

注: J代表织物经向, W代表织物纬向; 表6同。

表6 不同组织织物垂直燃烧测试结果

Tab.6 Vertical burning test results of different weave

试样编号	续燃时间/s		阴燃时间/s		平均损毁长度/mm		有无熔滴	
	J	W	J	W	J	W	J	W
B1	0	0	0	0	113	130	无	无
B2	0	0	0	0	115	132	无	无
B3	0	0	0	0	119	131	无	无
B4	0	0	0	0	125	133	无	无

4 结论

1) 织物释放的负氧离子浓度随着织物中负氧离子涤纶纱含量的增加而增大; 且织物的组织也会对织物释放的负氧离子浓度产生影响。织物枚数多、蓬松高度增大, 产生的负氧离子浓度增多。当织物的经纬中负氧离子涤纶纱含量与阻燃涤纶纱含量的比例为4:1时, 释放的负氧离子浓度可达到3700个/m³, 远超过世界卫生组织对清新空气中负氧离子浓度的要求。

2) 织物的阻燃性能随阻燃涤纶纱的含量增加而增强, 都可达到B1级阻燃标准, 可用于电影院、学校等阻燃要求较高的建筑内窗帘, 且织物的组织也会影响其阻燃效果。当织物紧密度因组织而减小时, 织物越疏松, 织物与氧气的接触面积越大, 织物损毁长度越大, 阻燃效果减弱。

3) 相比于其他复合功能性织物, 该系列织物可释放较高浓度的负氧离子且具有良好的阻燃功能, 充分地发挥了纤维本身的优良性能, 并提高了织物的阻燃与负氧离子复合功能。

参考文献:

[1] 王万秀, 李娟娟. 负离子及其纺织品的功能和应用[J]. 现代纺织技术, 2004, 12(3): 46-48.
WANG Wanxiu, LI Juanjuan. The function and application of

negative ions [J]. Advanced Textile Technology, 2004, 12(3): 46-48.

[2] 朱正峰. 久性粘胶负离子纤维及其纱线试验研究[J]. 中原工学院学报, 2004(6): 34-36.

ZHU Zhengfeng. A study on the test of permanent viscose negative ions fiber and yarn [J]. Journal of Zhongyuan University, 2004(6): 34-36.

[3] 毕鹏宇, 陈跃华, 李汝勤. 负离子纺织品及其应用的研究[J]. 纺织学报, 2003, 24(6): 99-101.

BI Pengyu, CHEN Yuehua, LI Ruqin. A study of textiles of negative ions and their application [J]. Journal of Textile Research, 2003, 24(6): 99-101.

[4] 苍风波. 负离子功能纺织品的现状及其发展趋势[J]. 纺织科技进展, 2005(2): 7-9.

CANG Fengbo. The actuality and development trends of negative ion function textile [J]. Progress in Textile Science & Technology, 2005(2): 7-9.

[5] PENGYU B. A study of textile of negative ions & their application [J]. Journal of Textile Research, 2003, 24(6): 56-58.

[6] 钱建华, 孙福, 凌荣根. 负氧离子聚酯纤维的研制及性能[J]. 纺织学报, 2007, 28(4): 16-18.

QIAN Jianhua, SUN Fu, LING Ronggen. Preparation and property of anionic polyester fiber [J]. Journal of Textile Research, 2007, 28(4): 16-18.

[7] 商成杰. 功能材料概论[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2002.

- SHANG Chengjie. Introduction to Functionalmaterials Horus [M]. Harbin: Harbin Institute of Technology Press 2002.
- [8]陈跃华,公佩虎,张艳,等. 纺织品负离子性能测试方法和负离子纺织品开发[J]. 纺织导报 2005(1): 58-61.
- CHEN Yuehua , GONG Peihu , ZHANG Yan , et al. The methods for testing anionic property of textiles and the development of anionic textiles [J]. China Textile Leader , 2005(1) : 58-61.
- [9]陈跃华,李汝勤,施德良,等. 纺织品发射负离子量的测试装置及其测试方法: CN02155037.9 [P]. 2003-06-04.
- CHEN Yuehua , LI Ruqin , SHI Deliang , et al. Test device and test method for negative ion amount: CN02155037.9 [P]. 2003-06-04.
- [10]刘东发,李晓增. 我国纺织品阻燃检测标准概况[J]. 化纤与纺织技术 2011 40(2): 33-37.
- LIU Dongfa , LI Xiaozeng. An overview of China's textile flame retardant testing standards [J]. Chemical Fiber & Textile Technology 2011 40(2) : 33-37.