

皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的制备及性能研究

侯忠¹, 胡兴文², 王庆赞¹

(1. 广东大红马纺织新材料有限公司, 广东 惠州 516100;

2. 济南圣泉集团股份有限公司 功能纤维与应用研究所, 山东 济南 250200)

摘要:采用原位聚合法制备负离子聚酯切片, 然后与防蚊聚酯母粒进行复合熔融纺丝, 制备皮芯型负离子防蚊聚酯纤维, 并在22 针/25.4 mm的单面小圆机上织造负离子防蚊纬平针针织面料。测试并分析纤维的截面形态、力学性能以及面料的负离子释放性能和防蚊性能。结果表明, 皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的断裂强度为3.17 cN/dtex、断裂伸长率为21.8%、沸水收缩率为8.9%, 满足织造要求。面料的负离子释放量为815 个/cm³, 水洗50次后无明显衰减, 面料具有负离子保健功能而且性能稳定持久; 面料对白纹伊蚊的驱避率为63.04%, 防蚊评级为B级, 具有蚊虫驱避效果。

关键词:皮芯型聚酯纤维; 负离子纤维; 原位聚合法; 双组分熔融复合纺丝; 防蚊性能; 负离子释放性能
中图分类号:TS 102.5 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-4033(2019)06-0007-04

Preparation and Properties Study of Sheath-core Negative Ion Anti-mosquito Modified Polyester Fibers

Hou Zhong¹, Hu Xingwen², Wang Qingzan¹

(1. Guangdong Dahongma Textile New Material Co., Ltd., Huizhou, Guangdong 516100, China;

2. Functional Fibers and Applications Research Institute, Jinan Shengquan Group Co., Ltd., Jinan, Shandong 250200, China)

Abstract: In this paper, the negative ion polyester chips were prepared by in-situ polymerization method, and then melt spun with anti-mosquito polyester masterbatch to prepare sheath-core negative ion anti-mosquito polyester fiber. And the anti-mosquito weft plain stitch knitted fabric with negative ions was knitted on G22 single-sided circular machine. The cross-section morphology, mechanical properties of the fiber, and the negative ion release performance, mosquito proofing performance of the fabric were tested and analyzed. The results show that the breaking strength of the sheath-core anti-mosquito polyester fiber with negative ion is 3.17 cN/dtex, the elongation at break is 21.8%, and the boiling water shrinkage is 8.9%, which meets the knitting requirements. The negative ion release of the fabric is 815 pcs/cm³, and there is no obvious attenuation after washing 50 times, which has negative ion health care function and stable and lasting performance. The repellent rate of the fabric to *Aedes albopictus* is 63.04%, and the anti-mosquito rating is grade B, which proves the anti-mosquito repellent effect.

Key words: Sheath-core Polyester Fiber; Negative Ion Fiber; In-situ Polymerization Method; Two-component Melt Composite Spinning; Anti-mosquito Performance; Negative Ion Release Performance

大气中的分子和原子在外界作用下发生空气电离, 使得外层电子脱离原子核, 脱离的电子与其他

中性分子或原子结合从而带有负电荷, 称为负离子, 而得到电子的气体带有负电荷, 称为空气负离子^[1-2]。

空气负离子被称为空气维生素, 对人体具有重要的生物学效应, 其对人体的保健作用已被医学界证实,

作者简介:侯忠(1968—), 男, 工程师。主要从事原液着色涤纶、锦纶和功能性纤维的生产及研发工作。

也越来越多地被消费者熟知^[3-5]。

负离子纺织品是负离子纤维的集合体,负离子纤维中含有能够释放负离子的粉体,当负离子纺织品与人体皮肤产生摩擦时就会源源不断地产生空气负离子,起到消除异味、净化空气的作用,从而改善人体周围微环境的空气质量,有利于人体健康^[6-7]。

20世纪90年代末期,负离子纤维起源于日本,目前我国多采用表面涂覆改性法和共混纺丝法制备负离子纤维。表面涂覆法是将无机物颗粒处理液涂覆并固着在纤维表面,但这种方法制备的负离子纤维手感偏硬、不耐洗涤,因此使用得越来越少。共混纺丝法是将负离子功能粉体制成负离子母粒,再与切片进行熔融纺丝,这种方法是目前我国纤维企业制备负离子纤维的主要方法^[8],但高含量的负离子粉体在聚合物基体中不易分散,导致可纺性能较差,而纤维中负离子添加量较低时又会使纺织品的负离子释放效果较差。目前,国外主要采用共聚法生产负离子纤维,制得的纤维耐久性好、负离子释放性能好。

本文采用原位聚合工艺,在聚酯缩聚过程中加入超细电气石粉,制备负离子聚酯切片,通过双组分熔融复合纺丝,生产多功能皮芯型负离子防蚊聚酯纤维,并对其力学性能、负离子释放性能及防蚊性能进行测试分析。

1 试验

1.1 材料

试验材料包括:电气石粉[粒度为1 μm,晋大纳米科技(厦门)有限公司],对苯二甲酸(工业级,天津化学试剂有限公司),乙二醇(纤维级,济南天佑化工有限公司),乙二醇锑(工业级,江苏盛虹化纤

有限公司),防蚊聚酯母粒(防蚊剂含量为25%,江西竹生富纳米科技有限公司),大有光聚酯切片(特性黏度为0.65 dL/g,中国石化仪征化纤股份有限公司)。

1.2 仪器

聚合设备:50 L酯化缩聚反应釜(威海行雨化工机械有限公司)。

纺丝设备:双组分熔融复合纺丝机(上海金纬机械制造有限公司),双锭组高速电脑加弹机(浙江越剑智能装备股份有限公司)。

干燥设备:JM-500ZGX真空转鼓干燥箱(上海金玛电光技术研究所)。

检测设备:YG023B-Ⅱ复丝纱线强伸度仪、YG023B-Ⅱ缕纱测长仪(江苏常州第二纺织仪器厂),AC800长丝条干均匀度测试仪(苏州英科思测试仪器有限公司),BM-1000型双目显微镜(常州二纺精密机械有限公司)。

织造设备:单面小圆机(福建省台帆机械有限公司)。

1.3 皮芯型负离子防蚊聚酯牵伸假捻变形丝制备

将负离子粉体按照一定的质

量比例加入到乙二醇中,超声搅拌15 min,制成负离子浆料备用。

按比例称取一定质量的对苯二甲酸、乙二醇、乙二醇锑,混合均匀,加入到50 L酯化缩聚反应釜中,在235℃下酯化3.5 h,然后加入负离子浆料,排除多余的乙二醇,升高反应体系温度至270℃,低真空条件下反应2.5 h,出料经冷却水槽造粒,得到原位聚合负离子聚酯切片。

将负离子聚酯切片、防蚊聚酯母粒、大有光聚酯切片按照特定比例混合均匀,放入真空转鼓干燥箱中进行干燥,采用双组分熔融复合纺丝机进行复合纺丝,制备皮芯型负离子防蚊聚酯预取向丝(POY),然后经牵伸得到皮芯型负离子防蚊聚酯牵伸假捻变形丝(DTY)。皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的制备工艺流程如图1所示,纺丝工艺参数见表1,牵伸假捻工艺参数见表2。

1.4 面料制备

采用制备的皮芯型负离子防蚊聚酯牵伸假捻变形丝在单面小口径针织机上织造负离子防蚊针织面料。

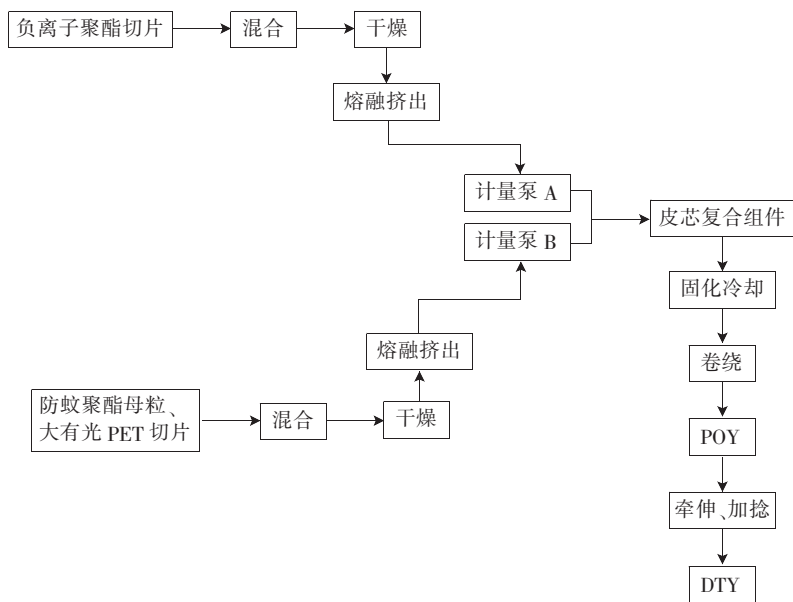


图1 皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的制备工艺流程

表1 皮芯型负离子防蚊聚酯纤维纺丝工艺参数

工艺参数	参数值
上油率/%	0.5
下辊速度/(r·min ⁻¹)	2 790
上辊速度/(r·min ⁻¹)	2 795
导盘速度/(r·min ⁻¹)	2 795
卷绕速度/(r·min ⁻¹)	2 800
皮芯Ⅰ螺杆温度/℃	270、270
皮芯Ⅱ螺杆温度/℃	290、288
皮芯Ⅲ螺杆温度/℃	290、288
皮芯Ⅳ螺杆温度/℃	290、288
皮芯箱体温度/℃	290、288
皮芯计量泵转速/(r·min ⁻¹)	21
皮芯计量泵规格/(mL·r ⁻¹)	0.6
注:皮层添加负离子聚酯切片,芯层添加防蚊聚酯母粒和大有光聚酯切片。	

表2 皮芯型负离子防蚊聚酯纤维牵伸假捻工艺参数

工艺参数	参数值
丝速/(m·min ⁻¹)	560
拉伸比	1.62
速比	1.6
第1热箱温度/℃	175
第2热箱温度/℃	165
第2超喂/%	3.0
第3超喂/%	4.5

1.4.1 设备参数

机器	台帆 TF-D2F4 型 单面小圆机
机号	22 针/25.4 mm
筒径	355.6 mm(14")
路数	20 F

1.4.2 面料参数

负离子防蚊针织面料的基本规格参数见表3。

1.5 性能测试

1.5.1 纤维截面形态

采用 BM-1000 型双目显微镜观察纤维的截面形态。

1.5.2 纤维力学性能

依据 GB/T 14344—2008《化学纤维 长丝拉伸性能试验方法》,对制备的皮芯型负离子防蚊聚酯纤维

表3 负离子防蚊针织面料的基本规格参数

面料名称	原料	线圈长度/ [cm·(100个线圈) ⁻¹]	横密/[纵行· (5 cm) ⁻¹]	纵密/[横列· (5 cm) ⁻¹]	厚度/ mm	克质量/ (g·m ⁻²)
空白对照针织面料	11.1 tex/72 f (100 D/72 f) 常规聚酯纤维	34	61	70	0.689	150.4
负离子防蚊针织面料	11.1 tex/72 f 负离子防蚊 聚酯纤维	34	61	70	0.677	151.2
注:两种面料均为纬平针组织。						

维进行力学性能测试。

1.5.3 面料负离子释放性能

委托上海纺织科学研究院,依据 GB/T 30128—2013《纺织品 负离子发生量的检测和评价》,检测面料的负离子释放量。

1.5.4 面料防蚊性能

委托中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所,依据 GB/T 13917.9—2009《农药登记用卫生杀虫剂室内药效试验及评价 第9部分:驱避剂》和 GB/T 30126—2013《纺织品 防蚊性能的检测和评价》进行防蚊性能测定。试验用昆虫为羽化后7天未吸血的白纹伊蚊成虫。试验温度为25.5℃,相对湿度为64%。

2 结果与分析

2.1 纤维的截面形态

皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的横截面形态如图2所示。

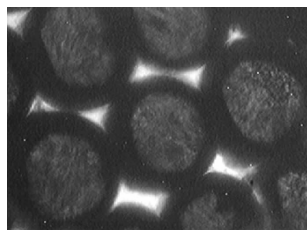


图2 皮芯型负离子防蚊聚酯纤维横截面

由图2可知,纺制的皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的皮层均匀包裹着芯层,界面清晰,而且未出现偏心或结构混合不清等现象,表明

纺丝工艺合理,达到了预期目的。

2.2 纤维的力学性能

皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的力学性能测试结果见表4。

由表4可知,皮芯型负离子防蚊聚酯纤维 POY 经牵伸假捻变形后仍保持良好的物理机械性能,断裂强度为3.17 cN/dtex、断裂伸长率为21.8%、沸水收缩率为8.9%,均满足国家标准及织造要求。与常规皮芯型聚酯纤维相比,皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的力学性能有一定程度的降低,主要是因为负离子粉、防蚊剂在一定程度上影响了纤维的超分子结构,造成纤维产生结构缺陷,同时外来杂质的存在会产生应力集中点,在拉伸过程中,缺陷容易进一步扩大而使纤维断裂,导致强度下降。而两种纤维的沸水收缩率相差不大,表明改性纤维的结晶结构没有发生较大变化,从而确保纤维结晶结构的稳定性。

2.3 面料的负离子释放性能

负离子防蚊面料负离子释放量的测试结果见表5。

由表5可知,水洗前,皮芯型负离子防蚊聚酯纤维面料的负离子释放量为815个/cm³,达到国家标准负离子发生量的中等水平,而且面料经1、10、50次水洗后,负离子释放量未发生明显衰减,表明皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的负离子释放性能稳定。

2.4 面料的防蚊性能

负离子防蚊面料对白纹伊蚊的驱避效果测试结果见表6。

由表6可知,皮芯型负离子防蚊聚酯纤维面料的蚊虫驱避率为63.04%,面料具有蚊虫驱避效果,防蚊评级为B级。

3 皮芯型负离子防蚊聚酯纤维及纺织品应用

负离子防蚊聚酯纤维具有长效缓释的负离子和防蚊剂释放效果,在释放负离子和驱蚊的同时对人体没有危害,纤维可以染色,也可以进行针织、梭织和非织造加工。以该纤维为原材料通过纯纺、混纺制备的纱线及面料在纺织品中具有广阔的应用前景,主要体现在高档服装、家纺、装饰布、玩具等纺织品中。

在高档服装方面,负离子防蚊聚酯纤维能释放负离子,而负离子的存在能给人以清新舒适的感觉,同时具有蚊虫驱避性能,可以有效防止蚊虫叮咬,给人体提供安全防护,可以制成高档夏季T-shirt、衬衫、儿童服装、内衣、保健服装等。

在室内用品方面,负离子防蚊聚酯纤维可用于家纺4件套、蚊帐、沙发布、窗帘等,可以净化空气、去除有害气体、驱赶蚊虫,能够营造良好的室内环境,使人心情舒畅,帮助人们缓解身体疲劳,改善睡眠质量。

在装饰布方面,负离子防蚊聚酯纤维可用于汽车内饰布、挂帘、屏风,可以消除汽车内部异味、净化空气、缓解驾驶疲劳、增加乘坐舒适感。

在玩具等其他纺织品方面,负离子防蚊聚酯纤维可用于制作纺织玩具、坐垫、靠背等,增加产品功能,提升产品档次及附加值,从而提高产品竞争力。

表4 皮芯型负离子防蚊聚酯纤维力学性能测试结果

性能指标	标准值	常规皮芯型聚酯纤维	皮芯型负离子防蚊聚酯纤维
复丝线密度/dtex	—	100.8	102.5
断裂强力/cN	≥280.0	395.1	324.9
断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	≥2.80	3.92	3.17
断裂伸长率/%	25.0±5.0	22.5	21.8
沸水收缩率/%	—	8.5	8.9

注:纤维规格均为11.1 tex/72 f;皮芯型负离子防蚊聚酯纤维皮层含1.0%负离子粉,芯层含1.5%防蚊剂,皮芯比为4:6。

表5 负离子防蚊面料负离子释放量测试结果

性能指标	空白对照面料	负离子防蚊面料
负离子释放量/ (个·cm ⁻³)	洗涤0次	815
	洗涤1次	810
	洗涤10次	789
	洗涤50次	775

注:负离子释放量国家标准为550~1 000个/cm³(负离子发生量中等)。

表6 负离子防蚊面料对白纹伊蚊的驱避效果测试结果

性能指标	空白对照面料			负离子防蚊面料		
	1	2	3	1	2	3
蚊虫停落数/只	30	32	30	11	13	10

4 结论

4.1 纤维力学性能测试结果表明,皮芯型负离子防蚊聚酯纤维POY经牵伸假捻变形后仍保持良好的物理机械性能,断裂强度为3.17 cN/dtex、断裂伸长率为21.8%、沸水收缩率为8.9%,均满足国家标准及织造要求。

4.2 面料负离子释放性能测试结果表明,未经水洗的皮芯型负离子防蚊聚酯纤维面料的负离子释放量为815个/cm³,达到国家标准规定的负离子发生量的中等水平,而且面料经1、10、50次水洗后,负离子释放量未发生明显衰减,表明皮芯型负离子防蚊聚酯纤维的负离子释放性能稳定。

4.3 面料防蚊性能测试结果表明,皮芯型负离子防蚊聚酯纤维面料的蚊虫驱避率为63.04%,具有蚊虫驱避效果,防蚊评级为B级。

参考文献

[1] 乔家鑫.尼龙6负离子纤维成型及

功能纤维染色性能研究[D].广州:华南理工大学,2012.

[2] 王进美.健康纺织品开发与应用[M].北京:中国纺织出版社,2005.

[3] BUCKALEW L W, RIZZUTO A. Subjective response to negative air ion exposure[J].Aviation Space & Environmental Medicine,1982,53(8):822-823.

[4] 谭远军,王恩,张鹏翀,等.空气负离子时空变化及保健功能研究进展[J].北方园艺,2013(9):208-211.

[5] 王芳,李柏峰,李青山,等.珍珠负离子复合功能涤纶的制备及其性能[J].合成纤维,2013,42(7):7-9.

[6] 李俊,蔡京昊,方志财,等.负离子纤维材料的功能性研究[J].材料导报,2014(1):295-296.

[7] 张建国,刘丽.负离子改性聚酯纤维及其混纺织物性能研究[J].针织工业,2017(1):26-27.

[8] 罗金琼.功能型聚酯短纤维的制备及其释放负离子能力研究[D].秦皇岛:燕山大学,2016.

收稿日期 2018年10月28日