新型抗菌喷气涡流纺纱线的研究

赵明良[1,2,3] 邢明杰[1,2,3] 任晓川[1,2,3]

1. 青岛大学 纺织服装学院(中国)

2. 山东省特型非织造材料工程研究中心(中国)

3. 青岛大学非织造材料与产业纺织品创新研究院(中国)

摘要：利用当前纺织领域先进的喷气涡流纺技术,将抗菌性能良好的海藻纤维与黏胶纤维进行混纺,获得了力学性能良好且兼具抗菌性能的纱线。对该具有抗菌功能的喷气涡流纺纱线进行分析,研究其纱线结构、性能和应用前景。测试与分析结果表明:相比普通环锭纺纱线,该纱线强度稍低;毛羽非常少,且基本都为短毛羽;纱线具有抗菌等优良性能。

关键词：海藻纤维；抗菌纱线；喷气涡流纺；结构性能

Research on new antimicrobial air jet vortex spinning yarn

Zhao Mingliang[1,2,3], *Xing Mingjie*[1,2,3], *Ren Xiaochuan*[1,2,3]

1. *College of Textiles & Clothing, Qingdao University, Qingdao/China*

2. *Shandong Center for Engineered Nonwovens China, Qingdao/China*

3. *Industrial Research Institute of Nonwovens & Technical Textiles, Qingdao University, Qingdao/China*

Abstract: Experiment used the advanced textile field of air jet vortex spinning technology. Alginate fibers owning good antibacterial properties were blended with viscose fibers to obtain the yarns with various good mechanical performance and possessing antibacterial properties. Then antimicrobial function of air jet vortex spinning yarns were analyzed. The structure, performance, application and prospect of yarns were studied. The test and analysis results showed that compared with the common ring spinning yarn, the strength of the yarn was slightly lower, the number of hairiness was very small, and the most of that was short hairiness; the yarns had excellent antibacterial properties.

Keywords: alginate fiber; antimicrobial yarn; air jet vortex spinning; structure and property

在现代社会,人们生活水平日益提高,对纺织品的需求也更加多样化,功能性纺织品层出不穷,功能性纱线的开发呈现多样化,新型纺纱技术应运而生[1-2]。目前,传统的环锭纺纱技术具有较大的局限性,例如环锭纺纱线产量很难进一步提升,纺纱效率跟不上市场的需求,且锭速、钢丝圈速度有限,卷装过小,生产流程不够简便等[3-5]。相比之下,则凸显了喷气涡流纺纱技术的优势:纺纱工艺流程精简,卷装大不受限,毛羽少,产量明显提高,后续产品性能良好,可纺性能有较大提升,此外,喷气涡流纱还因其成纱风格新颖、独特而备受推崇[6-10]。

新冠肺炎的暴发,更加引起人们对疾病预防、身体健康和生活健康等问题的关注。纺织品作为人们日常生活中息息相关的物品与健康密切相连。人们在购买和选用服饰、家纺等纺织品时,也会更多地考虑纺织品的抑菌、抗菌性能,另外纺织品的抗菌性能也能提高其附加值和使用价值。因此,抗菌纺织品的市场进一步扩大,销售前景广阔[11-12]。

本研究旨在通过新型纺纱技术，即利用喷气涡流纺技术，将抗菌性能良好的海藻纤维与黏胶纤维进行混纺，制备具有抗菌性能的纱线，并将纺制的具有抗菌功能的纱线进行测试表征，分析和研究其结构、性能和应用。

1 抗菌海藻/黏胶纱线的制备

本课题使用的海藻纤维和黏胶纤维均由青岛新材料科技有限公司提供。

1.1 棉条的制备

1.1.1 开松

本试验进行开松前，已尽量确保每根纤维都具有足够好的伸直度（因纤维伸直度不够，必将影响后续工序的正常进行）。纤维材料投入 DSOp-01 型小样开松机（图 1）进行开松后，再采用 DSFa-01 型输棉风机（图 2）通过管道投入 DSFe-01 型自动喂棉机（图 3），备用。



图 1 DSOp-01 型小样开松机



图 2 DSFa-01 型输棉风机

1.1.2 梳理

纤维梳理是非常关键的一道工序，通过梳理纤维形成均匀的纤维网后，再通过喇叭口进行聚合，形成



图 3 DSFe-01 型自动喂棉机

棉条（条子）。本试验具体过程：将开松后的纤维放入 DSCa-11 型小样梳棉机（图 4），通过机械加工进行充分混合，得到均匀的纤维网，压辊将喇叭口后的纤维网压成条子，最终导入棉条筒中，进行下一个工序。



图 4 DSCa-11 型小样梳棉机

1.1.3 并条

并条是制备棉条的最后一道工序，是将上一步得到的生棉条放入并条机，制备所需的熟棉条。本试验具体过程：将梳理后导纱圈输出的条子喂入 DSDr-01B 型小样并条机，通过设置相关工艺参数，制备符合要求的棉条。



图 5 DSDr-01B 型小样并条机

1.2 采用喷气涡流纺制备纱线

采用喷气涡流纺技术时，牵伸和并条工序对纤维的力学性能要求较高，而纯纺的海藻纤维的强伸性能及耐磨性很难达到喷气涡流纺纱的要求，因此本试验将海藻纤维与黏胶纤维进行混纺，海藻纤维和黏胶纤维的质量分数分别为20%和80%。

本试验所用海藻纤维的性能参数如表1所示。

表1 海藻纤维的性能参数

长度/mm	线密度/dtex	断裂强度/(cN/dtex)	公定回潮率/%	断裂伸长率/%	质量比电阻/(Ω·g/cm²)	摩擦因数	
						动摩擦	静摩擦
37.8	1.4	2.09	21	15.2	3.28×10^{8}	0.164	0.146

本试验所用黏胶纤维的基本性能参数如下：线密度1.36 dtex，干断裂强度2.53 cN/dtex，湿断裂强度1.26 cN/dtex，干断裂伸长率23.8%，回潮率10.5%，平均长度37.9 mm。

本试验采用的喷气涡流纺设备的喷嘴结构如图6所示。

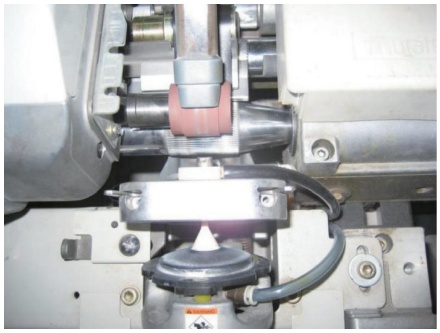

图6 喷气涡流纺设备的喷嘴结构

2 纱线结构与性能测试与分析

对所制备的抗菌喷气涡流纺纱线结构、性能进行测试、分析，具体指标、过程、结果如下。

2.1 线密度

2.1.1 试验仪器和方法

本试验使用YG086型缕纱测长仪和电子天平对纱线细度进行测试；运用绞纱称重法计算纱线的线密度。

2.1.2 测试方法和结果

在周长为1 m的测长仪上，取一定数量绞纱称取质量，质量精确到0.01 g，烘干后称其干燥质量。计算得到该喷气涡流纺纱线的线密度约为16.9 tex。

2.2 力学性能及分析

2.2.1 试验仪器

采用YG021DL型电子单纱强力机(图7)进行测试，其操作较简单，测试精确度较高，使用过程中仪器运行稳定，噪声低[13-17]。



图7 YG021DL型电子单纱强力机

2.2.2 测试结果

纱线力学性能测试数据取10次测试的平均值，结果如表2所示。

表2 纱线力学性能测试结果

	断裂强力/cN	断裂伸长/mm	断裂伸长率/%
1	367	38.71	7.5
2	369	36.84	7.3
3	388	43.51	8.6
4	363	41.34	8.2
5	371	39.67	7.8
6	398	43.76	8.6
7	362	38.34	7.6
8	361	44.68	8.8
9	354	41.51	8.2
10	360	38.68	7.6
平均值	370	41.22	8.1

由表 2 可知，纱线的平均断裂强力为 370 cN，平均断裂伸长为 41.22 mm，平均断裂伸长率为 8.1%。

2.3 毛羽

纱线毛羽过多、过长都将影响后道加工的顺利进行，因此有必要对纺制的纱线进行毛羽测试，分析相关数据，得到相关结论。

2.3.1 仪器

对于不同的纱线，由于其纺纱工艺参数、捻度、线密度不同，相应的毛羽测试方法也不相同。本试验采用的 YGI71LB 型毛羽测试仪（图 8）的原理和特点如下：毛羽测试仪通过发出的光源投影成像，之后通过数学计算的方式将毛羽挡光的明暗变化转化为电子信号，交由计算机进行处理。该仪器操作简单、数据精确，通过测试得到的毛羽数据精度高、误差小。



图 8 YGI71LB 型毛羽测试仪

2.3.2 操作过程

首先设置相关工作参数，然后将所需测试的纱线放入纱管中，启动 YGI71LB 型毛羽测试仪，进行预加张力的调整，给纱线添加适当的张力，再点击启动按钮，开始试验，测试纱线毛羽[18-21]。

2.3.3 测试结果

纱线毛羽的测试结果见表 3。

表 3 纱线毛羽测试结果

毛羽长度/mm	毛羽指数	$CV_{毛羽}$值/%	毛羽数
1	9.05	41.666	37
2	0.50	161.933	0
3	0.19	199.183	0
4	0.03	316.228	0
5	0.02	316.228	0
6	0.02	316.228	0
7	0.00	0.000	0
8	0.01	316.228	0
9	0.00	0.000	0

由测试的毛羽数据可知，所制备的纱线毛羽含量很低，且基本都为短毛羽，便于后续的加工和纱线的继续应用，通过该抗菌喷气涡流纺制备的纺织品不易起毛起球。

2.4 抗菌性能

本试验抗菌性能测试使用定性抑菌晕法[22-23]，通过形成的抑菌圈，进行分析并得出相关结论。

本试验采用的特征菌均为非致病菌，为革兰阴性菌（学名为大肠埃希菌）和革兰阳性菌（学名为金黄色葡萄球菌）。本试验对于准确度和洁净程度要求较高，因此试验全程在无菌洁净工作台上进行，以确保试验结果的准确性。

试验过程如下：首先，在无菌培养皿中放置定量的培养基，等待培养基凝固后方可继续进行下一步试验，与此同时，将试验使用的纱线进行压膜处理，按照长度为 1 cm 的要求剪裁完成，放置备用；其次，在放置的培养基凝固后，将本次试验用的菌液滴在培养基表面；最后，将滴下的液体均匀涂抹在培养皿中，将压膜处理后的试样放入培养皿，等待抑菌圈的形成，记录最终的试验结果，进行对比分析。图 9 为本试验所获得的抑菌圈图片。

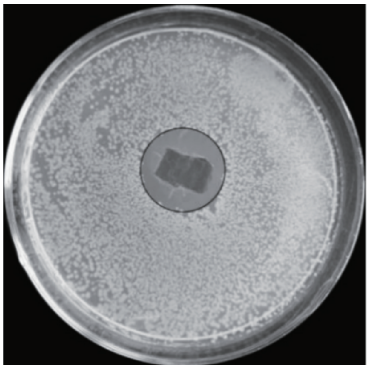

图 9 试验所获得的抑菌圈图片

海藻/黏胶喷气涡流纺纱线抑菌性测试结果如表 4所示。

表 4 海藻/黏胶喷气涡流纺纱线抑菌性测试结果

	大肠埃希菌	金黄色葡萄球菌
抑菌圈外沿总宽度/mm	18.54	18.16

测试结果显示海藻/黏胶喷气涡流纺纱线试样出现了明显的抑菌圈，试样对大肠埃希菌和金黄色葡萄球菌

产生的抑菌圈直径分别为 18.54 和 18.16 mm，可见该海藻/黏胶喷气涡流纺纱线具有一定的抗菌性能。

3 结语

本试验采用喷气涡流纺技术成功制备了海藻/黏胶的抗菌纱线。经拉伸断裂性能试验发现，相比普通环锭纺的纱线，该喷气涡流纺纱线强度稍低。纱线毛羽测试及分析发现，该喷气涡流纺纱线毛羽含量非常低，且基本为短毛羽，因此有利于后续加工和纱线的继续使用。纱线抗菌性能测试发现，纱线试样对大肠埃希菌和金黄色葡萄球菌出现了明显的抑菌圈，表明该新型喷气涡流纺纱线具有一定的抗菌性能。

参 考 文 献

[1] 赵连英，章友鹤.新型纺纱技术的发展与传统环锭纺纱技术的进步[J].纺织导报，2008(6)：72-73.

[2] 吕林军，赵连英，赵沉沉，等.新型喷气涡流纺纱线的技术创新和发展趋势[J].纺织导报，2018(8)：55-56.

[3] 章友鹤，赵连英，姜华飞，等.喷气涡流纺的品种开发及其关键技术[J].棉纺织技术，2016，44(10)：29-33.

[4] 李永霞.喷气涡流纺研究[D].上海：东华大学，2006.

[5] 于津霞.喷气涡流纺(MVS)成纱结构及其织物性能的研究[D].青岛：青岛大学，2007.

[6] 章友鹤，朱丹萍，赵连英，等.新型纺纱的技术进步及产品开发[J].纺织导报，2017(1)：58-61.

[7] 胡革明，江玲，陈美玉，等.喷气涡流纺织物与传统环锭纺织物性能对比[J].棉纺织技术，2017，45(1)：26-30.

[8] 黄伟.喷气涡流纺的技术特点与工艺研究[J].江苏纺织，2005(10)：29-31.

[9] 田光祥.喷气涡流纺与环锭纺、转杯纺三种纺纱方法综合对比分析[J].现代纺织技术，2011，19(6)：26-29.

[10] 陈佳宇，薛文良.从专利角度分析国内外喷气涡流纺的发展[J].棉纺织技术，2017，45(4)：80-84.

[11] 包钰婷.抗菌纺织品的发展现状[J].纺织报告，2020，39(8)：12-13.

[12] 陈楠，赵颖，宁翠娟.抗菌纺织品井喷[J].纺织科学研究，2020(7)：16-21.

[13] 陈彩红.喷气涡流纺喷嘴内部流场及纤维成纱机理的研究[D].杭州：浙江理工大学，2017.

[14] 仲亚红.基于不同几何形态的纤维喷气涡流纺成纱性能的研究[D].青岛：青岛大学，2015.

[15] 胡碧玉.涤纶与粘胶混纺纱喷气涡流纺工艺及其对成纱性能和结构的影响[D].上海：东华大学，2012.

[16] 丁文芳.喷气涡流纱织物性能的研究[D].青岛：青岛大学，2011.

[17] 周双喜.喷气涡流纺强力影响因素及其相关技术的研究[D].上海：东华大学，2012.

[18] OH T H, KIM S D, SONG D J. A numerical analysis of transonic/supersonic flows in the axisymmetric main nozzle of an air-jet loom [J]. Textile Research Journal, 2001, 71(9): 783-790.

[19] BASAL G B, WILLIAM O W. Vortex spun yarn vs air-jet spun yarn [J]. Autex Research Journal, 2003(3): 96-101.

[20] 楚旭东，隋淑英，张瑞，等.海藻纤维棉涤纶三组分混纺纱性能研究[J].上海纺织科技，2019，47(3)：21-23.

[21] 晏顺芝，李明烈，杨雪琴，等.海藻纤维混纺纱的生产实践[J].棉纺织技术，2016，44(8)：60-62.

[22] 王妹娣，王建坤，汪海旸，等.混纺比对棉海藻纤维混纺纱性能的影响[J].棉纺织技术，2011，39(12)：28-30.

[23] 张广丽，赵昔慧.大青叶抗菌海藻纤维的制备及性能研究[J].科技视界，2018(5)：115-116.

欢迎长期订阅 欢迎踊跃投稿
欢迎批评建议 欢迎刊登广告