

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.06.017

聚酰亚胺纤维纱线的开发及保暖性能研究

尹桂波, 刘梅城, 洪杰

(1.江苏工程职业技术学院, 江苏南通, 226001; 2.江苏省先进纺织工程技术中心, 江苏南通 226001)

摘要: 在半精纺纺纱设备上试纺 2.2 dtex×38 mm 聚酰亚胺短纤维, 由于聚酰亚胺纤维刚性大、表面光滑、纤维抱合性能差, 在纺纱前对纤维进行了预处理, 改善其可纺性, 成功纺制了 14.5 tex 聚酰亚胺纱线。并对所纺纱线试织织物的保暖性能进行了测试, 结果表明其保暖性能优异, 热阻值可达同规格纯棉织物的 2.33 倍, 在民生保暖产品领域具有潜在的应用价值。

关键词: 聚酰亚胺; 纺纱; 保暖性; 半精纺

中图分类号: TQ342.731

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)06-0055-02

Development of polyimide fiber yarn and its warmth retention property

YIN Guibo, LIU Meicheng, HONG Jie

(1.Jiangsu College of Engineering and Technology, Nantong 226001, China)

(2.Jiangsu Advanced Textile Engineering Technology Center, Nantong 226001, China)

Abstract: Polyimide staple fibers with linear density of 2.2 dtex and length of 38 mm are spun on semi-worsted spinning machines. Because of its high rigidity, smooth surface and poor fiber cohesion, the fibers are pre-treated to improve the spinability. The 14.5 tex polyimide yarn is successfully spun. The thermal retention property of the fabric made from polyimide yarn is tested. The results show that the fabric has excellent thermal retention property, which is 2.33 times of the pure cotton fabric with the same specifications. The polyimide fiber fabric has potential practical value in the field of livelihood thermal products.

Key words: polyimide; yarn spinning; thermal retention; semi-worsted

聚酰亚胺纤维具有高强、高模和耐高温特性, 是一种重要的高性能纤维, 其分子主链上含有酰亚胺环基团, 简称为 PI 纤维^[1-2]。由于聚酰亚胺纤维具有优异的耐高温、阻燃、力学及化学稳定性等特性, 已成为制取隔热安全防护产品的热点材料之一, 受到市场的青睐。

为将聚酰亚胺纤维应用在保暖产品上以拓宽其在民用领域的使用范围, 本文试纺了聚酰亚胺短纤维纱线, 并对制取样品的保暖性能进行测试。

1 纺纱原料与流程

聚酰亚胺短纤维规格为 2.2 dtex×38 mm, 优等品, 江苏奥神新材料股份有限公司产。采用莱州市电子仪器有限公司生产的 LLY-06E 型电子单纤维强力仪测得纤维强度为 3.86 cN/dtex, 强度 CV 值为 8.49%, 断裂伸长率为 10.53%。

收稿日期: 2018-02-05

基金项目: 江苏高校品牌专业建设工程资助项目 (PPZY2015A093); 2017 年江苏高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师资助项目 (苏教师〔2017〕15 号); 江苏工程职业技术学院 2016 年优秀青年科技人才培养项目 [苏工院(2016)80 号]; 江苏工程职业技术学院 2016 年度校级科研计划项目 (GYKY/2016/7)

作者简介: 尹桂波 (1978—), 男, 山东潍坊人, 博士, 副教授, 主要从事功能纺织新材料的研究。

通信作者: 洪杰。E-mail: qixiji@163.com。

采用半精纺纺纱设备, 纱线设计线密度为 14.5 tex, 其主要工艺流程如下: 聚酰亚胺纤维预处理 → FB220 型半精纺梳理机 (附喂毛机) → FA311F 型并条机 (两道) → FA458 型粗纱机 → EJM128A 型细纱机 → 1332MD 型络筒机。

2 纺纱技术措施

2.1 纤维预处理

聚酰亚胺纤维回潮率小, 在纺纱时易产生静电, 同时其纤维表面光滑且分子量大, 导致纤维刚性大、抱合性能差, 纺纱困难^[3-4]。为了确保纺纱的顺利进行, 应对纤维进行预处理, 以提高其可纺性。

预处理方法为: 先对聚酰亚胺纤维进行开松, 使纤维处于蓬松状态; 再按所用聚酰亚胺原料质量的 5% 配置纺纱油剂, 均匀喷洒于纤维中, 用塑料薄膜覆盖 24 h, 使纺纱油剂均匀渗透纤维, 并被纤维原料吸收。纺纱油剂的配置方法为柔软剂与水按 1:5 的比例, 将柔软剂加入常温水中搅拌, 形成均匀的水溶液, 再加入水溶液质量 20% 的抗静电剂, 搅拌均匀。其中, 所用柔软剂为 UC-588-227 涤纶柔软剂, 其以聚醚硅油为主剂, 辅以平滑柔软助剂配制而成, 属于永久性柔软整理剂, 具有高分子量及聚醚改性, 因而拥有良好的亲水效果, 可保证纤维具有较大的回潮率。

2.2 梳理工序

由于聚酰亚胺纤维的刚性较大、抱合性能差,在梳理时成网困难,因此选择FB220型半精纺梳理机进行梳理。该机主要结构分为喂毛机和半精纺梳理机两大部分,在喂毛机部分采用了光电容积式与变频调速技术精确控制喂入量,保证原料均匀、连续喂入梳理机,使生条的条干均匀度与质量不匀率水平得到显著改善。梳理机采用双罗拉喂入与梳针式刺辊,减轻了对纤维的损伤,梳理部分采用双锡林、罗拉梳理与盖板梳理组合式的结构,可在减少对纤维损伤的同时达到精细梳理的目的。

梳理工序的工艺配置以梳理、混和为主,锡林、刺辊采用较低的转速,适当放大隔距以减少纤维损伤,同时采用小工作角的针布,便于纤维转移。由于纤维含油量多,应定期清洁纺纱通道。主要工艺参数为:选用AC3015×01580型锡林针布,AD4030×01890型道夫针布,第一锡林转速280 r/min,第二锡林转速310 r/min,刺辊转速710 r/min,道夫转速18 r/min,锡林与盖板的5点隔距分别为0.35、0.30、0.30、0.30、0.35 mm。生条主要的质量测试结果为:定量23.5 g/5 m,质量CV值4.8%,棉结4粒/g。

2.3 并粗工序

为了改善棉条中的纤维结构,并条时应采用“顺牵伸”工艺,由于生条质量不匀率偏大,因此头并、二并均采用8根棉条并合。并条工序的主要工艺参数为:头并总牵伸7.51倍、后区牵伸1.75倍,二并总牵伸8.63倍、后区牵伸1.25倍,头并罗拉隔距前×中×后14 mm×14 mm×20 mm,二并罗拉隔距前×中×后12 mm×14 mm×18 mm。二道并条的主要质量指标为:定量21.5 g/5 m,条干CV值3.2%,质量CV值0.8%。

所用2.2 dtex聚酰亚胺纤维比较粗硬,因此采用较大的粗纱捻系数,速度偏低掌握。粗纱工序主要工艺参数为:粗纱定量5.2 g/10 m,锭速600 r/min,罗拉隔距14 mm×27 mm×35 mm,钳口隔距块5.5 mm,集棉器开口8.0 mm,捻系数52。粗纱主要质量指标为:质量CV值1.3%,条干CV值6.1%。

2.4 细纱工序

针对聚酰亚胺纤维的特点,细纱工序采用紧密纺以减少毛羽,提高纱线质量。使用无锡万宝纺织机电有限公司生产的四罗拉积极传动紧密纺装置进行试纺,其主要特点是输出罗拉与前罗拉采用过桥齿轮连

接,输出罗拉通过与皮辊的摩擦传动网格圈,这种紧密纺装置对输出皮辊的要求较低,品种适应性较好。

在试纺时发现,聚酰亚胺纤维强力大、表面光滑,在牵伸中效率较低,细纱的牵伸效率实际仅为95%。由于聚酰亚胺纤维在牵伸过程中对皮辊损伤比较大,且紧密纺为了保证集聚效果,取消了细纱横动,导致皮辊磨损更加集中,因此细纱皮辊采用邵氏硬度83度的皮辊,表面进行防静电涂料处理。

细纱工序主要工艺参数为:罗拉隔距20 mm×35 mm,后区牵伸倍数1.31倍,钳口隔距块3.0 mm,锭速15 300 r/min,采用PG1-3854型钢领以及6802 3/0型钢丝圈,细纱捻度设计为92捻/10 cm。

2.5 络筒工序

采用1332MD型络筒机进行络筒,电子清纱器型号为DQSS-14,速度偏低控制,槽筒采用金属铝合金材质。络筒主要工艺参数如下:速度设计为600 r/min,张力片质量为7.2 g+3.6 g。电子清纱器工艺参数为:短粗节S 2.5 mm×200%,长粗节L 30 mm×50%,长细节T 30 mm×40%。

3 纱线及产品保暖性能测试

3.1 聚酰亚胺纱线性能测试

对试纺所得纱线进行测试,纱线主要质量指标为:实际线密度14.31 tex,百米质量偏差1.3%,断裂强度31.6 cN/tex,强度CV值12.3%,断裂伸长率10.65%,伸长率CV值14.2%,条干CV值14.95%, -50%细节9个/km, +50%粗节100个/km, +200%棉结70个/km, 3 mm毛羽34根/m,实际捻度87捻/10 cm。

3.2 聚酰亚胺保暖性能测试

为了研究聚酰亚胺的保暖性能,利用所纺纱线试织经纬密为523.6×393.7根/10 cm的平纹机织物,并以相同线密度的纯棉纱试织了经纬密和组织相同的对比用织物。将试织的聚酰亚胺织物进行双层叠加和三层叠加,依据GB/T 11048—2008《纺织品生理舒适性稳态条件下的热阻和湿阻的测定》在温州市大荣纺织仪器有限公司生产的YG(B)606N型纺织品热阻测试仪上进行织物的保暖性能测试,具体结果见表1。可知,单层聚酰亚胺织物保暖性能显著提高,热阻值是单层纯棉织物的2.33倍,保暖性优异,适合应用于保暖产品。对聚酰亚胺织物进行双层和三层叠加后,其保暖性能分别增加至单层的2.79倍和3.93倍,保暖性能

☞(下转第59页)

处理费 2 元/t,回收时凝结水温度 80℃,则一台浆纱机一年可节水 $120 \times 12 = 1\,440$ t,节约自来水费 $1\,440 \times 3 = 4\,320$ 元,软水处理费 $1\,440 \times 2 = 2\,880$ 元。如果按锅炉平均给水温度为 20℃,标煤发热量为 29 270 kJ/kg,锅炉效率为 80%,标煤价格为 700 元/t 计算,则一台浆纱机一年回收热量 $4.2 \times 10^3 \times (80 - 20) \times 1\,440 \times 10^3 = 3.62 \times 10^8$ kJ,可节约标煤 $3.62 \times 10^8 \div 29270 \div 0.8 \approx 15\,460$ kg = 15.46 t,节约煤费 $15.46 \times 700 = 10\,822$ 元。一个纺织企业以 5 台烘筒式经浆联合机不间断生产计,则每年共节水 7 200 t,节煤(换算成标煤) 77.3 t,年节约费用总计 90 110 元。

此外,按照标煤产生的污染物排放系数,回收热水可减少燃煤产生的二氧化碳排放 52 t,减少二氧化硫排放 1.2 t,减少氮氧化物排放 1.2 t,减少烟尘排放 0.6 t,具有良好的社会效益和环境效益^[4]。

6 结 语

本文设计的预湿经浆纱联合机,以回收烘筒冷凝水作为预湿水槽用水,节能环保,具有较高的经济和社会环境效益;预湿水槽采用一只浸没辊、一只侧压辊和

一只压水辊实现两浸两压,结构简单、预湿效果好,其传动采用独立伺服电动机,模块化结构便于旧设备改造;浆液浓度使用预热浆槽集中控制,实现难度小、控制精度高。上述特点使得环保型预湿经浆纱联合机无论在新设备制造,还是在旧设备改造方面均具有较大的推广价值。



参考文献:

- [1] 杨志清.国外预湿上浆工艺发展概况[J].棉纺织技术,2005(8):63-64.
- [2] 武继松.预湿上浆技术综述[J].纺织导报,2010(3):62-65.
- [3] 王正虎,路彦景.浆纱设备能耗分析与节能措施探讨[J].棉纺织技术,2011,39(10):26-29.
- [4] 王美红.浆纱机烘筒凝结水余热回收循环利用研究[J].棉纺织技术,2015,43(5):9-12.
- [5] 徐帅,翟才新.一种浆纱机余热回收装置的设计及应用[J].棉纺织技术,2012,40(1):52-53.
- [6] 萧汉滨.新型浆纱设备与工艺[M].北京:中国纺织出版社,2006.
- [7] 崔江红,崔运喜.GA309 型预湿浆纱机性能特点及其应用[J].棉纺织技术,2009,37(1):49-51.
- [8] 韩爱国.GA310A 型预湿浆纱机的研制与开发[J].天津纺织科技,2011(1):50-53.

(上接第 56 页)

得到进一步提升。原因是织物层数增加,厚度变厚,且层间含有一定的静止空气,也有助于保暖性能的提升,表明这类产品在民生保暖产品领域具有潜在的应用价值。

表 1 聚酰亚胺织物保暖性能

织物	热阻 $\text{/(m}^2 \cdot \text{k} \cdot \text{W}^{-1}\text{)}$	克罗值 clo	热导率 $\text{/(W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$	传热系数 $\text{/(W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$
单层纯棉织物	0.011 29	0.072 83	0.008 86	88.583
单层聚酰亚胺织物	0.026 29	0.169 61	0.003 80	38.038
双层聚酰亚胺织物	0.073 38	0.473 43	0.002 73	13.627
三层聚酰亚胺织物	0.103 21	0.699 47	0.002 16	10.001

4 结 语

本文采用规格为 2.2 dtex×38 mm 的聚酰亚胺短纤维在半精纺纺纱设备上进行了试纺。针对聚酰亚胺纤维可纺性差、静电严重的问题,对纤维进行预处理后

再上机试纺,通过合理设置纺纱工艺参数,使所纺纱线质量指标达到预期要求。并采用所纺纱线试织了聚酰亚胺织物,保暖性能测试结果表明聚酰亚胺织物的保暖性能优异,应用于民生保暖产品领域具有潜在使用价值。



参考文献:

- [1] 陈英韬,张清华.聚酰亚胺纤维的制备与应用研究进展[J].高分子通报,2013(10):71-79.
- [2] 王士华,董杰,徐圆,等.干法纺聚酰亚胺纤维的结构与性能[J].合成纤维工业,2016,39(2):9-12.
- [3] 高阳,张圣易,丁志荣.聚酰亚胺/咖啡碳纤维混纺纱的性能研究[J].南通大学学报(自然科学版),2016,15(1):39-43.
- [4] 付立凡,谢春萍,刘新金,等.聚酰亚胺纤维纺纱工艺研究[J].棉纺织技术,2017,45(7):45-47.

欢迎订阅《合成纤维》杂志!

单月刊 邮发代号:4-238

编辑部电话:(021)55210011-458 电子邮件:hcxw@chinajournal.net.cn

地 址:上海市平凉路 988 号 邮 编:200082