

聚芳噁二唑纤维在防电弧混纺纱中的应用

李 冻¹, 周晨宇², 傅佳佳^{1,3}, 王鸿博^{1,3}

(1.江南大学 江苏省功能纺织品工程技术研究中心, 江苏 无锡 214122)

(2.江苏天华色纺有限公司, 江苏 无锡 214413; 3.江南大学 生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘要: 纺制了不同混纺比的阻燃腈纶/芳纶 1313/POD/芳纶 1414 混纺纱,并测试了其力学性能、毛羽和条干均匀度,分析了 POD 纤维和芳纶 1313 混纺比与纱线整体品质的关系。研究表明:随着 POD 纤维含量的增加,混纺纱毛羽和条干得到改善,纱线断裂强度和热力损失率先降低后上升,断裂伸长率呈下降趋势;当 POD 纤维含量为 20%时,混纺纱线断裂强度和热力损失率最低;含有 30% POD 纤维的混纺纱比未加 POD 纤维的混纺纱断裂强度减小了 4%,但热力损失率降低了 8%,断裂伸长率降低了 31%。

关键词: 芳纶 1313; POD 纤维; 混纺比; 成纱性能

中图分类号: TS102.527.4; TQ342.734

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)12-0059-03

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.12.017

Application of POD fiber in anti-arc blended yarn

LI Dong¹, ZHOU Chenyu², FU Jiajia^{1,3}, WANG Hongbo^{1,3}

(1.Engineering Technology Research Center for Functional Textiles of Jiangsu, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

(2.Tianhua Color Spinning Co., Ltd., Wuxi 214122, China)

(3.Key Laboratory of Eco-Textiles, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The flame retardant nitril, meta-aramid, POD and para-aramid fibers with different blending ratio are prepared, and the mechanical properties, hairiness and evenness of the yarn are tested. The relationship between blending ratio of POD and meta-aramid and yarn quality is analyzed. The test results show that as the content of POD fiber increases, the blended yarn evenness CV and hairiness improves, the breaking strength and heat loss rate of the yarn first decrease then increase, and the breaking strength rate decreased. The breaking strength of the blended yarn is the lowest when the content of POD fiber is 20%. Compared with meta-aramid, the breaking strength of 30% POD fiber blended anti-arc yarn reduces by 4%, but heat loss rate decreases by 8% and the breaking strength reduces by 31%.

Key words: aramid 1313; POD fiber; blending ratio; yarn performance

聚芳噁二唑纤维(POD)是指主链含有苯环和恶二唑环的一类芳杂环高分子材料,是我国于 2009 年成功研发的具有自主知识产权的纤维,且已经实现商品化。POD 纤维与芳纶 1313 和芳砜纶价格等同,但初始分解温度比芳纶 1313 和芳砜纶高 50℃~60℃^[1],热收缩率小于芳砜纶和芳纶 1313^[2]。相比其他芳杂环聚合物,POD 纤维具有材料来源广泛,合成简单,价格低廉的优势^[3]。

目前,国外著名的防电弧面料是杜邦公司生产的 Protera[®](65%阻燃腈纶、28%芳纶 1313、5%对位芳纶和 2%抗静电长丝)。我国对电弧防护服的认识及开发较晚,研究少且水平低^[4-5]。在原料价格不变的条件下,性能是决定产品生存和发展的关键。因此,本文研究了 POD 纤维对防电弧混纺纱线的协同效应,旨

在为开发防电弧面料提供参考。

1 试验部分

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料

材料:POD 纤维、芳纶 1313、阻燃腈纶和芳纶 1414。采用 XD-1 型纤维细度仪测试纤维细度, YG004 型电子单纤维强力机测试纤维强力, Y802N 型八篮恒温恒箱测试回潮率。测试结果见表 1。

表 1 纤维参数

项目	POD 纤维	芳纶 1313	阻燃腈纶	芳纶 1414
断裂强力/cN	6.86	10.56	4.97	26.45
断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	4.58	5.03	3.11	15.56
断裂伸长率/%	18.95	32.04	26.76	3.14
回潮率/%	7.95	6.14	2.87	7.40
线密度/dtex	1.5	2.1	1.6	1.7
初始模量	7.04	13.96	5.23	34.9
LOI	28~30	28~30	28~32	27~43
价格/(元·kg ⁻¹)	100	100	40	180

1.1.2 试验仪器

YG020B 型电子单纱强力机,常州第二纺织机械

收稿日期: 2017-12-27

基金项目: 国家重点研发计划资助(2017YFB0309100); 江苏省产学研前瞻性研究项目(BY2016022-23); 江苏省先进纺织工程技术中心立项课题(XJFZ/2015/1)

作者简介: 李冻(1992—),男,硕士研究生,主要从事功能纺织品的开发研究。

通信作者: 王鸿博。E-mail:wxwanghb@163.com。

有限公司制造;YG172A型纱线毛羽测试仪,陕西长岭纺织机电科技有限公司制造;YG133B/PRO-H型条干均匀度测试仪,长风纺织制造;DZF-6050型真空干燥箱,上海博讯实业有限公司医疗设备厂制造。

1.2 性能测试

1.2.1 力学性能测试

按照 GB/T 391—1997《纺织品 卷装纱 单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定》测试纱线力学性能。夹持距离 500 mm,每种试样测试 30 次,测试结果取平均值。由于电弧产生的高温空气会撕裂织物,所以有必要对纱线的热力损失进行研究。将纱线置于 180℃ 的烘箱内保持 6 h,以相同的方法测定其热力损失率,其计算式见式(1):

$$P = \frac{B-A}{B} \times 100\% \quad (1)$$

式中: P ——热力损失率, %;

B ——试验前纱线强力, cN;

A ——试验后纱线强力, cN

1.2.2 纱线毛羽测试

按照 FZ/T 01086—2000《纺织品纱线毛羽测定方法投影计数法》测试纱线毛羽。测试速度 10 m/min, 纱线片段长度 10 m, 每种纱线测试 20 次, 测试结果取平均值。

1.2.3 纱线条干测试

按照 GB/T 3292.1—2008《纺织品 纱线条干不匀实验方法 第1部分 电容法》测试纱线条干, 每种试样测试 20 次, 测试结果取平均值。

1.3 纺纱工艺与试样制备

1.3.1 纺纱工艺流程

FA212型梳棉机→FA317A型并条机(四道)→YF621B型粗纱机→FA503型细纱机→1332MD型络筒机。

由于4种纤维的回潮率均较低, 纺纱时容易产生静电, 所以在纤维混合时加入少量的抗静电油剂。在并条时, 由于纤维较长, 缠绕罗拉现象严重, 应增加罗拉隔距, 降低车速, 放慢前罗拉转速, 采用四道六并工序; 粗纱工序采用“重加压, 慢车速”的工艺原则^[6], 通过增加粗纱捻系数来降低毛羽, 改善成纱质量; 细纱工序采用“重加压, 大罗拉隔距, 慢车速”的工艺, 保证粗纱得到顺利牵伸。在整个纺纱过程中, 车间的相对湿度保持在70%左右。

1.3.2 试样制备

鉴于 POD 纤维强度低于芳纶 1313, 所以, 适当增加了芳纶 1414 的含量。根据 Protera[®] 的纤维含量, 本文设计了以下 4 种面料: 60/30/10 阻燃腈氯纶/芳纶 1313/芳纶 1414(1[#]); 60/20/10/10 阻燃腈氯纶/芳纶 1313/POD 纤维/芳纶 1414(2[#]); 60/10/20/10 阻燃腈氯纶/芳纶 1313/POD 纤维/芳纶 1414(3[#]); 60/30/10 阻燃腈氯纶/POD 纤维/芳纶 1414(4[#])。

2 结果与讨论

2.1 纱线的拉伸性能

参照上述试验方法对 4 种纱线的强伸性能进行测试, 测试结果见表 2。

表 2 纱线的力学性能测试结果

项目	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	
线密度/tex	42	42	48	48	
断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	18.9	16.1	14.3	18.1	
断裂强力/N	未处理	795.0	677.7	687.6	866.5
	处理后	617.1	524.5	610.9	741.3
热力损失率/%	22.4	22.2	11.2	14.4	
断裂伸长率/%	未处理	16.5	15.1	12.6	11.4
	处理后	5.1	4.2	4.2	3.7

根据汉密尔顿纤维转移指数理论可知, 混纺纱在加捻时, 线密度较小的 POD 纤维向纱内转移, 芳纶 1313 主要分布在纱线外层, 在拉伸时, 纤维先产生滑移, 芳纶 1313 的断裂强度和断裂伸长率均远大于 POD 纤维, 因此, POD 纤维先被拉断。

从表 2 可以看出, 随着 POD 纤维的增加, 混纺纱断裂强力、断裂强度、热力损失率均先下降后上升, 断裂伸长率呈降低趋势。当 POD 纤维含量为 20% 时, 纱线断裂强力、断裂强度、热力损失率最低; 当 POD 纤维含量小于 20% 时, 随着 POD 纤维的加入, 纱线断裂强力、断裂强度、热力损失率降低。这是由于 POD 纤维的增加降低了强伸性好的芳纶 1313 纤维含量, 纱线受拉时, 断裂强度和断裂伸长率低的 POD 纤维先被拉断; 当 POD 纤维完全取代芳纶 1313 时, 纤维断裂强力、断裂强度、热力损失率得到提升, 但断裂伸长率继续下降。4[#] 纱线的断裂强度比 1[#] 纱线减少了 4%, 热力损失率减小 8%, 这是由于 POD 纤维的初始模量比芳纶 1313 低, 纤维较细且柔软, 纤维间抱合性好, 滑移小, 纤维强力利用率高。而芳纶 1313 的刚性大, 纤维较粗, 纤维抱合性不如 POD 纤维, 纤维间滑移较大, 纤维强力利用率不如 POD 纤维, 故纱线整体的断裂强度

回升,断裂伸长率继续降低。

鉴于1#、4#两种纱线断裂强度没有明显差异,表明POD纤维不会明显降低防电弧混纺纱线强度,所以不需要通过增加芳纶1414来提高纱线强度。

2.2 纱线毛羽及条干性能

纺纱的毛羽和条干是衡量纱线品质优劣的两个重要指标,对纱线的可织性和织物品质有较大影响,根据上述试验方法对该指标进行测试,测试结果见表3。

表3 纱线的条干及毛羽测试结果

项目	毛羽数/(根·m ⁻¹)							条干 CV /%
	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	
1#	32.88	12.72	5.92	2.32	1.04	0.44	0.16	14.90
2#	33.28	12.56	5.32	2.30	1.16	0.52	0.24	14.74
3#	28.36	10.68	4.68	2.24	1.02	0.42	0.36	13.76
4#	32.72	12.08	4.68	1.72	0.68	0.40	0.12	13.45

由表3可见,随着POD纤维含量的增加,3 mm以上的有害毛羽数呈降低趋势。这是由于芳纶1313纤维较粗,模量高,不易捻合,造成纱线毛羽偏多。而POD纤维采用机械卷曲,卷曲多,纤维较细,模量低,纤维抱合性好。因此,与芳纶1313相比,POD纤维可改善防电弧混纺纱线的毛羽,含有POD纤维的织物毛羽较少,透气性和透湿性较好,穿着更为舒适。

由表3还可以看出,随着POD纤维的加入,其混纺纱线的条干CV值降低。这是因为POD纤维比芳纶1313细,单位截面内纤维根数较多。此外,POD纤维

的加入改善了纤维间的抱合性,所以在防电弧混纺纱线中添加POD纤维可以改善纱线条干。

3 结语

POD纤维的断裂强度、断裂伸长率、初始模量均低于芳纶1313,但回潮率高于芳纶1313,纤维的可纺性好,织物更加舒适。POD纤维的阻燃性与1313无明显差异,但其耐热性能更好。

加入POD纤维的防电弧混纺纱线在稳定纱线强度,降低纱线热力损失率的同时,可以有效地改善纱线条干和毛羽,增加纱线可织性并改善织物舒适性。在实际防电弧混纺纱线或其他热防护混纺纱线的生产中,可以考虑使用POD纤维来替代芳纶1313。

参考文献:

- [1] 高占勇.聚芳噁二唑短纤维纺丝设备的研制[J].国际纺织导报,2012(11):22.
- [2] 李文涛,吴萌,张超波,等.聚芳噁二唑纤维的性能及应用[J].高科技纤维及应用,2013,38(1):32-33.
- [3] 贾二鹏,施桐梧,叶光斗,等.耐高温阻燃聚芳噁二唑纤维的结构及其性能[J].纺织学报,2012(33):144.
- [4] 马新安,张莹.纺织品热防护技术研究进展:力恒杯”第11届功能性纺织品.纳米技术应用及低碳纺织研讨会论文集[C].2011.
- [5] 张生辉,樊争科,肖秋利,等.防电弧织物的开发与研究[J].中国个体防护装备,2015(6):5-8.
- [6] CARISSONI E,STEFANNO D.Cotton and wool spinning[M].Milano:Moral Body of the Italian Association of Textile Machinery Producers,2002.

(上接第41页)

定温度为3.8℃,即在标准的测试环境下,对蜷缩在睡袋里的标准健康男性进行测算,使其身体舒适没有发抖且整晚保持身体舒适感的温度为3.8℃。依据市售睡袋的温标范围,该睡袋为5℃~15℃春秋季节用睡袋。

2.2.2 防螨性能

对木棉/羽绒/三维卷曲涤纶20/60/20絮填料睡袋,依据GB/T 24253—2009《纺织品 防螨性能的评价》进行防螨测试,测试结果为:对照组平皿中螨数98只,试验组平皿中螨数35只,驱避率64.29%。依据防螨性能的评价指标,可知该睡袋具有防螨效果。

3 结语

(1)以热阻和湿阻为评价指标,得到木棉絮填料睡袋的成型设计方案为:木棉/羽绒/三维卷曲涤纶质量配比为20/60/20,填充量为300 g/m²,单隔间尺寸为30 cm×30 cm。

(2)该睡袋的舒适温度为8.29℃,限定温度为3.8℃,为5℃~15℃的春秋用睡袋。

(3)该睡袋防螨率为64.29%,具有防螨效果。

参考文献:

- [1] 张振方,王梅珍,林玲,等.木棉纤维及其集合体研究进展[J].产业用纺织,2015,319(8):30-34.
- [2] 稚源.“植物软黄金”木棉纤维在纺织品中的应用[J].纺织装饰科技,2011(3):10-11.
- [3] 楼利群.木棉纤维的结构、性能及其产品的保暖性测试[J].上海纺织科技,2011,39(5):15-18.
- [4] 钟诚,李会改.三维卷曲中空涤纶性能测试分析[J].国际纺织导报,2017(11):8-12.
- [5] 李会改,张振方,万明.睡袋用木棉絮填料的制备及性能研究[J].棉纺织技术,2017,45(12):77-80.
- [6] 史雯,卢业虎,王发明.中国20个少数民族男性服装和局部热阻的研究[J].丝绸,2015,10(10):11-17.