

不同混纺比芳砜纶/阻燃粘胶混纺纱性能研究

李贺, 刘丽妍, 彭林

(天津工业大学 纺织学院, 天津 300387)

摘要: 为研究不同混纺比芳砜纶/阻燃粘胶混纺纱的性能,对4种不同混纺比的25 tex 芳砜纶/阻燃粘胶混纺纱的断裂强度、断裂伸长率、毛羽和条干等性能指标进行测试分析,并通过加权 Borda 数法对混纺纱性能进行模糊综合评价。测试结果表明:混纺纱的断裂强度和毛羽基本上随着芳砜纶含量的增加而上升;芳砜纶含量为52%左右时,断裂伸长率最小;芳砜纶含量为60%时,混纺纱的 CV 值为22.28%。加权 Borda 数法评价结果表明,在一定条件下芳砜纶/阻燃粘胶 50/50 混纺纱的性能最好。

关键词: 芳砜纶; 粘胶; 混纺比; 断裂强度; 断裂伸长率; 毛羽; 条干均匀度

中图分类号: TS101.922; TS104.51

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)02-0027-03

DOI: 10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.02.009

Property of polysulphonamide/flame-retardant viscose blended yarn with different blending ratio

LI He, LIU Liyan, PENG Lin

(School of Textile, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: To investigate the influence of blending ratio on properties of polysulphonamide/flame-retardant viscose blended yarns, the properties of breaking strength, elongation at break, hairiness, and evenness of 25 tex blended yarns with 4 different blending ratios are tested and analyzed. The weighted Borda method is used to make fuzzy comprehensive evaluation on the polysulphonamide/flame-retardant viscose blended yarns. The result shows that with the increase of polysulphonamide fiber, the breaking strength and hairiness increases. The elongation at break is the smallest when the content of polysulphonamide fiber is 52%. The evenness value is 22.28% when the content of polysulphonamide fiber is 60%. The evaluation shows that the best blending ratio of polysulphonamide/flame-retardant viscose blended yarns is 50/50 under certain conditions.

Key words: polysulphonamide; viscose; blending ratio; breaking strength; breaking elongation rate; hairiness; yarn evenness

芳砜纶没有熔点,在温度高于400℃时分解而不熔融,具有优良的耐热性和永久阻燃性。但芳砜纶初始模量高,比电阻大,摩擦因数小,在梳理时纤维易在斩刀处漂浮,成网困难,在并条时条子蓬松,易松散,抱合力差,给纺纱工序造成了一定的困难^[1]。芳砜纶成纱毛羽较多,强力较低,成纱质量较差,不利于织造、染色等工序的顺利进行^[2]。阻燃粘胶纤维具有优良的吸湿透气性、良好的加工性且价格相对较低^[3]。开发芳砜纶与阻燃粘胶混纺纱线,一方面可提高芳砜纶的可纺性,使混纺纱的条干、毛羽等性能得到改善,另一方面降低芳砜纶混纺纱的生产成本,同时满足阻燃要求。

1 试验

1.1 试验原料

本试验原料及其性能指标为:芳砜纶细度2 dtex,长度38 mm,断裂强度3.1 cN/dtex, LOI 值33%;阻燃粘胶细度1.67 dtex,长度38 mm,断裂强度11.9 cN/dtex, LOI 值32%。

1.2 纺纱工艺流程

本试验纺制了混纺比分别为60/40、50/50、40/60、30/70的4种芳砜纶/阻燃粘胶混纺纱,纱线线密度为25 tex。整个纺纱过程采用数字化小样快速纺纱系统纺制,在天津工业大学数字化小样纺纱试验室完成。

纺纱工艺流程如下:原料选配→开松(XFH型小和毛机)→梳理→成条(DSDr-01型小型数字式并条机)→头道并条(DSDr-01型小型数字式并条机)→二道并条(DSDr-01型小型数字式并条机)→粗纱(DSRo-01型数字式小样粗纱机)→细纱(DSSp-01型数字式小样细纱机)。

2 混纺纱线性能测试

试验前混纺纱在恒温恒湿实验室调湿24 h(温度20℃,相对湿度65%)。

2.1 断裂性能

参照GB/T 3916—2013《纺织品 卷装纱 单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定》中的测试方法,用YG020型电子单纱强力仪,采用等速伸长测试法,设置夹持长度500 mm,拉伸速度500 mm/min,每种混纺纱测试20次,取平均值。

收稿日期: 2017-07-13

作者简介: 李贺(1991-),女,河北保定人,硕士研究生,主要从事纺织新材料的研究。

通信作者: 刘丽妍。E-mail: liuliyann2001@sina.com。

2.2 毛羽

在温度 21℃、相对湿度 61% 的条件下,用 YG172 型纱线毛羽测试仪对混纺纱的毛羽进行测试。试验参数为 1 管 10 次,片段长度为 10 m,测试速度为 30 m/min,每个品种测试 3 管纱,取平均值。

2.3 条干均匀度

采用 ME-100 型乌斯特条干均匀度仪,测试长度为 100 m,测试速度为 50 m/min,测试时间 2 min,3 号测试槽,每管测试 5 次,取平均值。

3 结果与分析

3.1 断裂性能

混纺纱的断裂强度及断裂伸长率测试结果见表 1。

表 1 混纺纱的断裂强度与断裂伸长率

混纺比(芳腈纶/阻燃粘胶)	断裂强度/(cN·tex ⁻¹)	断裂伸长率/%
30/70	9.28	14.14
40/60	10.19	11.43
50/50	10.49	10.60
60/40	11.77	10.88

纱线的断裂过程就是纱线中纤维的断裂和相互滑移的过程,由于加捻作用,纱中纤维相互紧密抱合,纤维的断裂是造成纱线断裂的主要原因,混纺纱的断裂强度和混纺比密切相关^[4]。由表 1 可见,当芳腈纶/阻燃粘胶的混纺比为 60/40 时,混纺纱的断裂强度最大;当芳腈纶/阻燃粘胶混纺比为 30/70 时,混纺纱的断裂强度最小。随着芳腈纶含量的增加,混纺纱的断裂强度基本呈线性增长。当拉伸芳腈纶与阻燃粘胶纤维混纺纱时,由于阻燃粘胶纤维的断裂强度相对较小,阻燃粘胶纤维首先被拉断。当阻燃粘胶纤维断裂后,芳腈纶要承受本来由阻燃粘胶纤维承担的负荷,而芳腈纶能否承受这一额外负荷,要看其拉伸性能和混纺比^[5]。对芳腈纶/阻燃粘胶混纺纱的断裂强度进行曲线拟合,结果见图 1。

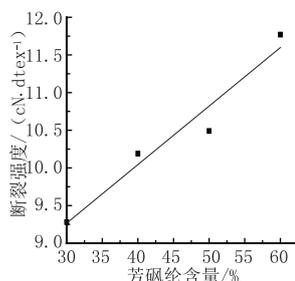


图 1 混纺纱的断裂强度与芳腈纶含量的拟合曲线

由图 1 得断裂强度回归方程为 $y = 0.0777x + 6.936$,其中, $n = 4, p = 1$ 。对于给定的显著水平 $\alpha =$

0.05,经计算查表得 $F_{\alpha}(1,2) < F$ 。可知,断裂强度 y 与混纺比 x 有显著的线性关系,即回归方程是显著的。利用拟合方程可以得出,当芳腈纶含量为 28%、20%、10%、0% 时,混纺纱的断裂强度分别为 9.11、6.95、7.71、6.94 cN/tex。由此可以看出,当芳腈纶的含量低于 20% 时,混纺纱的断裂强度较低,在织造工序中容易造成断纱,进而影响产品的外观以及织物的撕裂、顶破、拉伸等基本力学性能^[6]。对芳腈纶/阻燃粘胶混纺纱的断裂伸长率进行曲线拟合,结果见图 2。

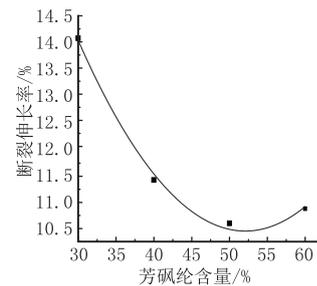


图 2 混纺纱的断裂伸长率与芳腈纶含量的拟合曲线

由图 2 可见,混纺纱的断裂伸长率与芳腈纶含量的关系满足二次多项式 $y = 0.00748x^2 - 0.77885x + 30.7395$ 。混纺纱的断裂伸长率随芳腈纶含量的增加先减小后增大。通过二次拟合多项式可以得出,当芳腈纶含量约为 52% 时,纱线的断裂伸长率最小,仅为 10.47% 左右。

3.2 毛羽

一般认为纱线中 3 mm 以下的毛羽能使产品手感比较丰满,具备防风、保暖、柔软、吸水等性能;3 mm 以上的毛羽会造成织造过程开口不清,纱线易磨损而引起断纱,从而影响织物的外观以及透气、透湿、抗起毛起球等性能。在后处理、印染等环节中,毛羽过多可能导致出现上染不匀等情况,在布面出现横档等问题,被称为有害毛羽^[7]。混纺纱毛羽测试结果显示,3 mm 以上的毛羽根数随着芳腈纶含量的增加而增加,4 种混纺纱 3 mm 以上的毛羽根数均不超过 140 根。芳腈纶/阻燃粘胶混纺比为 30/70、40/60、50/50、60/40 时,3 mm 以毛羽指数分别为 10.09、9.26、12.70、13.56 根,可见其随着芳腈纶含量的增加大体上呈现增加趋势。毛羽的产生是由于加捻过程中纤维不受约束,端部翘起或分离以及后加工过程中受摩擦、空气阻力、环境温度湿度、钢丝圈等因素的影响,造成的纤维段与纱体联系不够紧密的纤维被拉扯出纱体表面^[8]。芳腈纶的比表面电阻以及刚度较阻燃粘胶纤维大,纺纱过程中容易产生静电而积聚电荷,导致纤维之间相互排斥。芳

靛纶回潮率相对较低,纤维相互抱合不紧密,使纤维呈游离状态,所以芳靛纶纱线容易产生毛羽且毛羽较长^[9]。

3.3 条干均匀度

纱线的条干不匀属于细度不匀,纱线的细度不匀不仅会使纱线产生疵点,影响纱线的外观质量和力学性能,而且会加大织造时产生断头和停机的机率,造成织造过程无法顺利进行,从而进一步影响织物的外观和性能。混纺纱条干均匀度测试结果见表2。

表2 混纺纱的条干均匀度

混纺比(芳靛纶/粘胶纤维)	+50%粗节/(个·km ⁻¹)	-50%细节/(个·km ⁻¹)	+140%棉结/(个·km ⁻¹)	U/%	条干CV/%
30/70	180.0	160.0	360.0	12.09	15.38
40/60	320.0	350.0	270.0	17.07	21.65
50/50	340.0	220.0	180.0	11.76	15.12
60/40	490.0	370.0	370.0	17.22	22.28

由表2可见,当芳靛纶含量为30%和50%时,混纺纱的条干均匀度较好;当芳靛纶含量为60%时,混纺纱的条干均匀度最差,粗细节和棉结较多,其条干CV值比芳靛纶含量为50%时高47.35%。由于芳靛纶与阻燃粘胶纤维的断裂强度和细度不一致,会影响混纺纱中纤维的排列,出现重叠、空隙、弯折等现象,必然造成阻燃粘胶纤维与芳靛纶间因粗细不同和排列不均导致的纱条不匀^[10]。另外人为和纺纱环境因素的差异,比如接头、杂质和飞花附着在机件上等都会造成混纺纱的条干不匀。

4 混纺纱性能的模糊综合评价

根据混纺纱的断裂强度、断裂伸长率、毛羽和条干均匀度的测试结果,采用加权Borda数法对混纺纱的性能进行模糊综合评价。Borda数法是对论域 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ 给出元素 k 种排序意见 L_1, L_2, \dots, L_K ,按客观情况给出相应权数 f_1, f_2, \dots, f_k ,令 $B(x)$ 为 L_i 中排在 x 后的元素个数,其中 $x \in U, B(x)$ 的计算公式见式(1):

$$B(x) = \sum_{i=1}^k f_i B(x) \quad (1)$$

按 $B(x)$ 从大到小对 U 中的元素进行排序,得到新的模糊综合意见^[11-12]。根据试验结果进行优劣排序,结果如下: L_1 (断裂强度)为 U_4, U_3, U_2, U_1 ; L_2 (断裂伸长率)为 U_1, U_2, U_4, U_3 ; L_3 (3mm以上的毛羽指数)为 U_2, U_1, U_3, U_4 ; L_4 (条干CV值)为 U_3, U_1, U_2, U_4 。

通过查阅相关文献^[13-14],确定 $B(x)$ 各项性能的

权数分别为 $f_1 = 0.31, f_2 = 0.17, f_3 = 0.25, f_4 = 0.27$,不同混纺比混纺纱的Borda数的计算结果见表3。

表3 不同混纺比混纺纱的Borda数

U	$B_1(x)$	$B_2(x)$	$B_3(x)$	$B_4(x)$	$B(x)$
U_1	0	3	2	2	1.55
U_2	1	2	3	1	1.67
U_3	2	0	1	3	1.68
U_4	3	1	0	0	1.10

根据加权Borda数法,从优到劣的排序为 U_3, U_2, U_1, U_4 ,即不同混纺比的芳靛纶/阻燃粘胶混纺纱的综合性能从优到劣对应混纺比顺序为:50/50, 40/60, 30/70, 60/40。

5 结语

当芳靛纶含量低于20%时,芳靛纶/阻燃粘胶混纺纱的断裂强度较低,不利于后道工序的顺利进行。随着芳靛纶含量的增加,混纺纱的断裂强度逐渐增加,断裂伸长率先减小后增加。混纺纱的毛羽随着芳靛纶含量的增加大体上呈增加趋势。其中芳靛纶含量为40%的混纺纱比芳靛纶含量为60%的混纺纱毛羽指数小4.30。芳靛纶含量为60%时的CV值比芳靛纶含量为50%时的CV值高47.35%。采用加权Borda数法对4种不同混纺比的混纺纱进行模糊综合评价得出:不同混纺比的芳靛纶/阻燃粘胶混纺纱的综合性能从优到劣对应混纺比的顺序为:50/50, 40/60, 30/70, 60/40。在一定条件下,芳靛纶/阻燃粘胶50/50混纺纱的性能最好。



参考文献:

- [1] 朱月群,杨建平,殷庆永,等.芳靛纶阻燃纱线设计[J].纺织科技进展,2008(6):27-30.
- [2] 朱月群.芳靛纶阻燃产品研究[D].上海:东华大学,2009.
- [3] 秦松涛,徐先林,任元林.阻燃粘胶纤维/羊毛混纺织物的制备及性能研究[J].天津工业大学学报,2011(1):26-28.
- [4] 于伟东.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,2006.
- [5] 贾树生,杨连贺,白会肖,等.不同混纺比汉麻/棉混纺纱线的性能研究[J].上海纺织科技,2015,43(12):16-19.
- [6] 朱祎俊,郭建生.不同混纺比甲壳素/长绒棉混纺纱工艺与性能研究[J].河南工程学院学报(自然科学版),2011(4):5-9.
- [7] 李渊,罗春荣,孙娜,等.亚麻/涤纶混纺比对混纺纱性能的影响[J].上海纺织科技,2016,44(12):11-12.
- [8] 谭宝莲,徐原,张春燕.降低纱线毛羽的实践[J].纺织器材,2016(4):48-52,56.
- [9] 瞿永.影响纱线毛羽的因素及其控制[J].上海纺织科技,2005,33(4):10-11.

☞(下转第48页)

(4)通过对保暖材料的面密度、厚度、保暖性、远红外辐射温升、蓬松度与回复率、透气性能、透湿性能的测试,得出结论:当木棉、远红外三维卷曲中空涤纶、ES纤维比例为40/40/20时,保暖材料的综合性能最佳,克罗值为 $1.54^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{W}$,远红外辐射温升值为 2.7°C ,透气率为 $1\ 608.7\ \text{mm}^3/\text{s}$,透湿率为 $98.94\ \text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,蓬松度为 $218.33\ \text{cm}^3/\text{g}$,回复率为86.90%。



参考文献:

- [1] LIU Z, LIU S, BAI X E. Research on heat and moisture comfort properties of nano far infrared knitted thermal underwear[J]. Textile Bioengineering and Informatics Symposium Proceedings, 2013, 1(3): 179-183.
- [2] CHING W L, YA L H, WEN H H, et al. The study of health and insulation composite recycling far infrared fiber laminated non-woven[J]. Applied Mechanics and Materials, 2015(749): 5-282.
- [3] DIANA K, AUDRONE S, AUSRA A, et al. Investigation of thermal properties of ceramic-containing knitted textile materials[J]. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2016, 243(117): 63-66.
- [4] SALAÜN F, DEVAUX E, BOURBIGOT S, et al. Thermoregulating response of cotton fabric containing microencapsulated phase change materials[J]. Thermochimica Acta, 2010: 82-93.

- [5] 孙少兴,谢锐,巨晓洁,等.同轴静电纺丝制备低温相变纤维及其性能研究[J].化工新型材料,2016(8):59-61,65.
- [6] 金美菊,刘艳春,邝湘宁.微胶囊相变调温纤维的调温性能研究[J].山东纺织科技,2016(1):1-4.
- [7] 羽绒纤维的替代品“Primaloft”在美国面世[J].江苏纺织,2003(4):34.
- [8] 刘静,钱晓明.热风复合非织造保暖材料的制备与性能[J].纺织导报,2016(12):62-65.
- [9] 曹继岗.高蓬松纤维集合体保暖性测试方法研究及应用[D].上海:东华大学,2010.
- [10] TSEN W C, HSIAO K J, SHU Y C. Kinetics of alkaline hydrolysis and morphologies of novel poly(ethylene terephthalate) micro-porous hollow fibers and functional characteristics of fabrics[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2009, 113(3): 1822-1827.
- [11] 刘维.木棉保暖材料及其保温机理的研究[D].上海:东华大学,2011.
- [12] JEFFREY C F, FAN C C, SU T L, et al. Nano composite fiber process optimization for polypropylene with antibacterial and far-infrared ray emission properties[J]. Textile Research Journal, 2016, 86(16): 1677-1687.
- [13] 戴自怡.远红外纺织品的研究及其测试评价[J].上海毛麻科技,2016(1):43-45.

(上接第10页)

紧密纱特殊的纱线结构以及较少的毛羽。转杯纱的织物具有较高的耐磨性,织物外观光泽、均匀度高,尤其是针织物,拉绒后织物外观良好。喷气纱的织物具有优良的抗起球性。与其他纱线相比,喷气纱具有更高的吸湿性,喷气纱制成的面料耐洗涤性和耐磨性好,洗涤和穿着后织物表面几乎无变化。

3.3 纺织成品

环锭纱应用领域最广,主要包括外套、内衣及家纺等产品。紧密纱主要应用于高档衬衫面料。此外,高品质针织面料和床上用品也是紧密纱典型的应用领域。另外紧密纱也非常适用于加工袜子。转杯纱主要用于牛仔织物。通常情况下,坚固耐用的工作服及工业用纺织品,都可使用转杯纱。喷气纱最初主要应用于针织类产品,主要是用粘胶纱生产女士外衣,如T

恤衫、打底裤、羊毛衫和裙子,也可用于生产内衣,在机织女衬衫上也可以使用喷气纱。

4 结语

综上所述,4种不同的纺纱技术具有不同的优势和缺点,在选用某种纺纱技术时,需要考虑投资规模、投资成本、市场需求、原材料、纱支要求等诸多因素。只有熟练掌握了纺纱基本知识,才能确定最佳的纺纱工艺。在上述4种工艺路线中,开清生产线可以根据不同的原材料品种及纱线的最终要求,配置不同的开清棉工艺路线。纺纱准备设备中也可以根据不同的工序选配不同的设备。



参考文献:

- [1] 上海纺织控股(集团)公司.棉纺手册[M].3版.北京:中国纺织出版社,2006.
- [2] 吴思涵,孙润军,薛建昌.苧麻混纺比对成纱性能的影响[J].棉纺织技术,2016(11):14-17.
- [3] 董晓波.基于模糊综合的加权Borda数法研究[J].连云港化工高等专科学校学报,2001(4):1-4.
- [4] 郁崇文,汪军,王新厚.工程参数的最优化设计[M].上海:中国纺织大学出版社,2003.
- [5] 李向红,马军.混纺比对芳腈纶/芳纶1313混纺纱成纱性能的影响[J].河北科技大学学报,2011(4):391-396.
- [6] 林倩,郁崇文.纤维线密度及直径不均匀率对成纱条干的影响[J].上海毛麻科技,2009(4):15-18.

(上接第29页)

- [10] 吴思涵,孙润军,薛建昌.苧麻混纺比对成纱性能的影响[J].棉纺织技术,2016(11):14-17.
- [11] 董晓波.基于模糊综合的加权Borda数法研究[J].连云港化工高等专科学校学报,2001(4):1-4.
- [12] 郁崇文,汪军,王新厚.工程参数的最优化设计[M].上海:中国纺织大学出版社,2003.