

喷气涡流混色纱成纱结构与纤维混合特征

胡田田, 杨瑞华*, 邓茜茜, 徐亚亚

(江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘要: 喷气涡流混色纱是在具有高速强负压射流的喷嘴成纱器内成纱。通过试纺2种纤维颜色的喷气涡流混色纱, 测试成纱横截面结构, 计算不同颜色纤维的汉密尔顿转移指数, 分析成纱性能。结果表明, 多种纤维混纺的喷气涡流纺纱线为典型的芯纱与外包纤维结构, 成纱性能优良, 表面光洁, 毛羽少, 强力较高, 条干较均匀, 多色纤维混合良好。

关键词: 喷气涡流混色纱; 多色纤维; 混纺; 汉密尔顿指数

中图分类号: TQ340.7

文献标识码: B

文章编号: 1673-0356(2019)05-0029-04

采用高速气流进行成纱的喷气涡流纺, 是一项新型的纺纱技术, 具有纺纱流程短、高速、高产、高效的特点, 且装备的智能化、自动化程度较高, 劳动生产率高, 劳动强度低, 综合用工少, 经济效益高, 极具发展前景^[1-2]。喷气涡流纺成纱过程中, 经过高速超大牵伸后的纤维须条由前罗拉输出喷嘴中, 纤维尾端脱离前罗拉握持点后, 在高速旋转涡流作用下, 纤维头端在引导针棒的引导下与空心锭中的引纱尾搭接, 纤维另一端则被旋转气流吹散, 顺气流旋转倒下, 形成一个伞形的状态, 在空心锭顶端旋转, 给须条加捻, 纱线由空心锭顶端内孔引出。纤维从前罗拉不断喂入添加在伞形纱尾上, 并随气流不断地吹散旋转而连续加捻成纱, 最后成形的纱线从空心锭内部的导纱通道引出, 经电子清纱装置清除纱疵后, 卷绕形成筒子纱。喷气涡流纺纱技术虽具有多方面的优势, 但也有许多弊端与薄弱环节, 尤其是在原料适应性及生产品种的广泛性等方面范围较窄, 影响了其产品开发与应用领域的拓宽^[3-4], 而混纺纱可以综合多种纤维的性能优点, 扬长避短, 是新型功能性纱线开发的重要方向^[5]。

通过理论与实践分析, 试纺了2种纤维混纺的喷气涡流纺细纱, 分析成纱结构, 测试成纱性能, 丰富了喷气涡流纺产品品种, 提高了其市场应用价值。

1 原料与测试

1.1 原料

分别纺制 36.9 tex(90/10)和 36.9 tex(96/4)的喷

气涡流混纺麻灰纱, 3种颜色的涤纶短纤购自杭州奔马公司, 纤维指标见表1、表2。

表1 T 36.9 tex(90/10)涡流纺纱原料指标

原料	杭州奔马(浅褐 T)	杭州奔马(本色 T)
比例/%	10	90
细度/dtex	1.33	1.33
主体长度/mm	38	38
单纤强力/cN · dtex ⁻¹	2.57	2.59
伸长率/%	21.8	21.8

表2 T 36.9 tex(96/4)浅灰色涡流纺纱原料指标

原料	杭州奔马(本色 T)	杭州奔马(黑 T)
比例/%	96	4
细度/dtex	1.33	1.33
主体长度/mm	38	38
单纤强力/cN · dtex ⁻¹	2.59	2.57
伸长率/%	21.8	21.8

1.2 纱线性能测试方法

毛羽 YG172 纱线毛羽测试仪, 测试速度为 30 m/min, 每种纱各测试 10 段, 每段长度均为 10 m。

纱线强伸性能 YG068C 全自动单纱强力仪, 间隔取样长度为 500 mm, 预张力系数 0.5 cN/tex, 每管拉伸 30 次, 拉伸速度 500 m/min, 取样间隔 2 m。

条干均匀度 USTER TESTER5 条干测试仪, 测试速度 400 m/min, 测试时间 1 min。

采用 Y172 型纤维切片器(哈氏切片器)制作纱线横截面切片, 在显微镜下进行观察拍摄; 采用汉密尔顿转移指数计算方法分析多组分纤维在纱线横截面的分布特征。每种纱做 5 个清晰的切片样本, 计算并取其汉密尔顿转移指数的平均值。

收稿日期: 2018-12-25; 修回日期: 2018-12-30

基金项目: 江苏省政策引导类计划(产学研合作)一前瞻性联合研究项目(BY2016022-29)

作者简介: 胡田田(1996-), 女, 本科, 主要从事纺织技术研究。

* 通信作者: 杨瑞华(1981-), 副教授, 主要从事纺织技术研究, E-mail: yan_grh@jiangnan.edu.cn.

测试的外界条件为温度 20 ℃,湿度为 65% RH (标准大气压条件)。

1.3 汉密尔顿指数计算方法

采用汉密尔顿指数分析麻灰混纺纱内纤维转移特征。汉密尔顿指数是指以纤维在纱线中的分布矩为基础,求出某种纤维在纱线中的分布情况以及纤维向内或向外的转移情况来判定纤维均匀混合度^[6-8]。汉密尔顿指数的范围一般在-100%~100%之间,当 M 值大于零时则表示纤维有向外转移的趋势,当 M 值小于零时则表示纤维有向内转移的趋势, M 绝对值的大小能够表现出纱线内部纤维转移的情况(绝对值越大表示纤维转移越明显,绝对值越小则表示混合效果越均匀)。

计算某一混纺纱线中某一成分的汉密尔顿指数的过程为:

(1)首先制作纱截面等分同心圆。根据显微镜下纱线横截面切片图像,在绘图软件中确定纱线外轮廓的圆形或椭圆形边界,再确定中央纱心,五等分轮廓边界的半径,作外轮廓同心圆或同心椭圆,截面被分割成 5 个纤维层,从纱心到外边界依次计为第 1 层,第 2 层,……第 5 层。

(2)然后点数每层每种纤维根数计算各种纤维的实际占有横截面积。在点数纤维根数时若发现纤维被纤维层界线覆盖,则以纤维横截面积的一半为界,纤维横截面积大于等于一半时计数 1,否则计数 0。

(3)按照公式 1 计算该种纤维(假设代号 A)的实际面积分布一次矩 FM_A 。

$$FM_A = -2A_1 - A_2 + A_4 + 2A_5 \quad (1)$$

再按照公式 2 计算该纤维的均匀分布一次矩 FM_u 。

$$FM_u = (-2t_1 - t_2 + t_4 + 2t_5) \frac{A}{T} \quad (2)$$

式中: A 为五层中该种纤维的纤维总根数, t_i 为第 i 层所有纤维总根数, T 为该纱线截面内所有纤维的总根数。

比较 FM_A 、 FM_u 结果,若 $FM_u - FM_A > 0$,则该

种纤维 A 优先向内层分布,将所有纤维 A 依次填满第 1 层,第 2 层……直至该种纤维填满,依照该种纤维新的分布情况,计算该种纤维 A 的最大向内分布一次矩 FM_{in} ;若 $FM_u - FM_A < 0$,则表示该种纤维优先向外层分布,将所有该种纤维依次从外层向内层填满直至所有 A 纤维填满,依照 A 纤维新的内外分布情况,计算该种纤维最大向外分布一次矩 FM_{out} 。

最后根据计算结果判断该种纤维优先向内层分布还是优先向外部分布来选择用公式 3 或公式 4 来计算该种纤维的汉密尔顿指数 M。

$$M_{in}(\%) = \frac{FM_A - FM_u}{FM_u - FM_{in}} \times 100 \quad (3)$$

$$M_{out}(\%) = \frac{FM_A - FM_u}{FM_{out} - FM_u} \times 100 \quad (4)$$

2 成纱工艺与参数

纺制纱线的工艺流程为:人工混合、开松、给棉→梳棉→并条(三道)→喷气涡流纺。采用的纺纱设备为:特吕茨勒 TC-5-1 梳棉机(带自调匀整装置)、FA311 并条机(一并)、FA3110 并条机(二并)、特吕茨勒 TD03-600 并条机(带自调匀整装置)、日本村田 MVS-870 涡流纺纱机。

在 B261A 型和毛机上进行和毛,将纤维按照比例分层后喂入吸棉风机内,由吸棉风机将原料通过管道喂入到喂毛帘上,通过喂毛辊进入到锡林、道夫工作区域内,经 1 个风机进入贮毛仓,反复操作 2 次;喂毛帘速度为 24.5 r/min,喂毛棍速度为 20.1 r/min,锡林速度为 335 r/min,道夫速度为 733 r/min,工作辊的速度为 18 r/min,剥毛辊的速度为 23 r/min,从而得到纤维混合体。将和毛之后的纤维混合体在 A002 型圆盘抓棉机上进行抓棉,打手转速为 760 r/min,打手下落速度为 3 mm/圈,抓棉机小车转速为 2 min/圈,筵棉通过棉箱喂入梳棉机生成生条;生条经过三道并条生成熟条,熟条喂入喷气涡流纺细纱机纺制成混纺麻灰纱。具体试纺工艺参数见表 3—表 6。

表 3 梳棉工艺参数

项 目	棉条定量 /g·5 m ⁻¹	牵伸倍数	盖板速度 /mm·min ⁻¹	锡林速度 /r·min ⁻¹	刺辊速度 /r·min ⁻¹	刺辊—锡林隔距 /mm	锡林—道夫隔距 /mm	锡林—活动盖板隔距 /mm	锡林—固定盖板隔距 /mm
指 标	5.2	120	150	420	900	8	8	10,9,8,8,9,8	18,17,16,15,14,14

表4 头并、二并工艺参数

项目	并合数/根	罗拉隔距/mm	总牵伸	定量/ $g \cdot m^{-1}$	主牵伸	后区牵伸	前张力牵伸	喇叭口径/cm
头并	6	10×8×16	6.738	4.72	4.584	1.44	1.012	2.8
二并	8	10×8×16	8.872	4.34	5.927	1.5	1.012	2.8

表5 末并工艺参数

项目	并合数/根	定量/ $g \cdot m^{-1}$	输出速度/ $m \cdot min^{-1}$	总牵伸	后区牵伸	棉条牵伸/%	后区牵伸隔距/mm	主牵伸隔距/mm
参数	8	4.2	400	8.51	1.23	140	56	44

表6 喷气涡流纺工艺参数

项目	号数	速度/ $m \cdot min^{-1}$	总牵伸	主牵伸	后牵伸	中间牵伸	喂入比	卷取比	卷曲角度/ $^{\circ}$	纺纱张力/cN	纺锭	集棉器	粗节 N/%	细节 S/%
参数	14.6	430	283	40	3	2.9	0.9	1	16	100	M1	灰色	200	80

3 结果与讨论

3.1 麻灰混纺纱内纤维转移特征

图1、图2分别是2种纱线的纵向结构图示例;图3、图4分别是2种纱线的横向结构图示例。将90/10比例的混色纱简称为90灰,96/4比例简称为96灰,表7、表8分别是90灰与96灰的5份横截面的纤维转移指数及平均值。

图1、图2表明喷气涡流纺纱线具有典型的皮芯结构,近乎平行的纤维须条构成纱芯,外包纤维通过加捻的形式包缠在芯层外面,结构紧密,成纱光洁。图3、图4可知喷气涡流混纺纱内不同颜色的纤维混合均匀。

从表7、表8可知,90灰的转移指数绝对值为12.17,96灰的转移指数绝对值为10.11,转移指数绝对值在20以内,一般认为纤维混合均匀^[6-7]。这表明喷气涡流纺成纱过程可以很好地完成不同颜色纤维的混合,是一种有效的混纺成纱方法。



图1 T 36.9 tex(90/10)MVS纱纵向结构示例

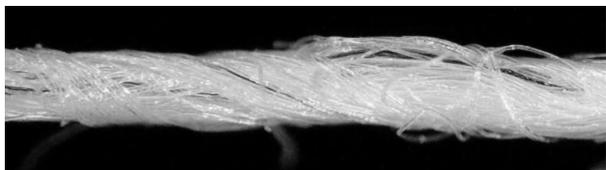


图2 T 36.9 tex(96/4)MVS纱纵向结构示例

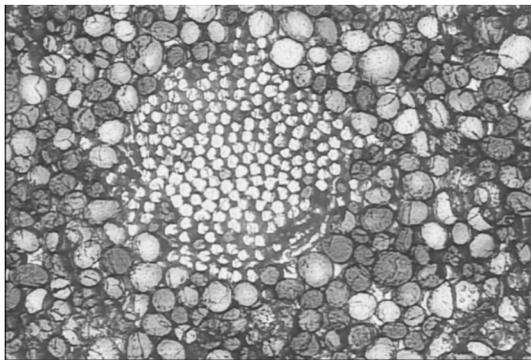


图3 T 36.9 tex(90/10)MVS纱的横截面形态

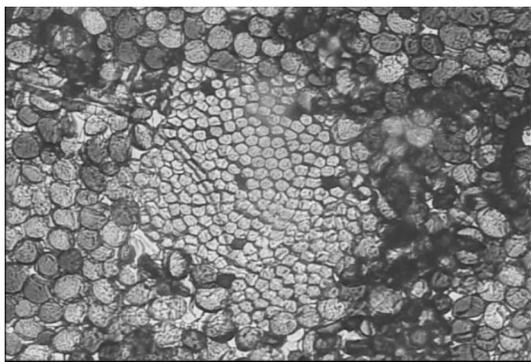


图4 T 36.9 tex(96/4)MVS纱的横截面形态

表7 T 14.6 tex(90/10)汉密尔顿指数 单位:%

纤维品种	M1	M2	M3	M4	M5	\bar{M}
本色T	-10.42	-18.65	-8.05	-9.17	-14.56	-12.17
褐色T	10.42	18.65	8.05	9.17	14.56	12.17

表8 T 16s(96/4)汉密尔顿指数 单位:%

纤维品种	M1	M2	M3	M4	M5	\bar{M}
本色T	13.3	17.06	8.30	9.14	2.75	10.11
黑色T	-13.3	-17.06	-8.30	-9.14	-2.75	-10.11

3.2 成纱性能指标特征

表9为麻灰(90灰)纱、麻灰(96灰)纱的性能指标测试结果。从表9可知,喷气涡流混纺纱表面光洁、毛羽少、强力好、条干均匀。由于2种纱采用的本色原料以及纺纱工艺是相同的,只是有色原料的混纺比不同,而本色纤维的强力及断裂伸长率高于有色纤维,所以在成纱强力上96灰要高于90灰,96灰的断裂伸长率、断裂时间及断裂功均高于90灰。这表明有色涤纶的混纺比例在一定程度上影响到纱线的物理性能,从表9中可以看出90灰和96灰纱线的毛羽指数分别为7.34和6.48,毛羽很少。由于化纤类纤维长度均匀整齐、细度均匀,涤纶麻灰纱的条干均匀度良好,变异系数较小。

表9 喷气涡流混色纱性能指标

性能	90灰	96灰
断裂强力/cN	1 004	1 005
伸长率/%	11.3	12.1
毛羽个数 (1~3 mm)	72.2	64.6
(4~9 mm)	1.2	0.2
毛羽指数	7.34	6.48
CV/%	10.16	9.58
U/%	8.02	7.52

4 结语

纺制了36.9 tex(90/10)和36.9 tex(96/4)2种喷气涡流混色纱线。测试了纱线的强力、毛羽和条干等

性能指标,拍摄了纱线纵向形态和横向截面切片,计算了多组分纤维的纱线横截面转移特征。测试结果表明喷气涡流混色纱表面光洁、毛羽少、强力好、条干一致、多色纤维混合均匀,试纺的工艺过程及产品性能指标为开发多组分混色纱线提供了理论依据和生产指导意义。

参考文献:

- [1] 孔 聪,郁崇文. 空气温湿度对喷气涡流纺可纺性能影响[J]. 上海纺织科技, 2015, 43(4), 65-68.
- [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), 55-61.
- [3] 卢艺鑫,朱北娜,刘蕴莹,等. 喷气涡流纺项目的技术经济分析[J]. 上海纺织科技, 2014, 42(5), 60-62.
- [4] 洪新强,伍枝平,喷气涡流纺多组分分色纱生产的关键技术[J]. 纺织导报, 2018, (6), 34-36.
- [5] 徐亚亚,杨瑞华,韩瑞叶,等. 应用 Kubelka-Munk 双常数理论的数码转杯纱混色效果预测[J]. 纺织学报, 2018, (6), 36-41.
- [6] 周梦岚,王府梅. 木棉纤维混纺纱中纤维的径向分布规律[J]. 纺织学报, 2015, 36(9):18-22.
- [7] 杨瑞华,韩瑞叶,徐亚亚,等. 数码转杯纺混色纱中有色纤维混合效果分析[J]. 纺织学报, 2017, (7), 32-38.
- [8] 兰红艳,方 磊,张延辉. Lyocell 竹浆纤维喷气涡流纺纱及其针织物的开发[J]. 上海纺织科技, 2012, 40(3), 40-41.

Yarn Structure and Fiber Mixing Effect of Color-blended Air-jet Vortex Yarn

HU Tian-tian, YANG Rui-hua*, DENG Qian-qian, XU Ya-ya

(Key Laboratory of Eco-textiles, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Color-blended air-jet vortex yarn was formed in the high-speed nozzle spinner with strong negative pressure. Through spinning two kinds of color-blended air-jet vortex yarns, cross-sectional structure of the yarns was tested, Hamilton index of different colored fibers was calculated and the yarn properties were analyzed. The results showed that the multi-fiber blended air-jet vortex spun yarn was a typical core yarn with wrapped outer fiber. The yarn performance was excellent, the surface was smooth, the hairiness was low, the strength was high, the yarn was uniform, and the multi-colored fibers were well blended.

Key words: color blended air-jet vortex yarn; multi-color fiber; blended yarn; Hamilton index

欢迎订阅《纺织科技进展》杂志!

邮发代号:62-284

海外发行代号:DK51021