

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.11.009

## 螺旋导引槽空心锭子对喷气涡流纺成纱性能的影响

闫琳琳<sup>1,2</sup>, 虞美雅<sup>1</sup>, 邹专勇<sup>1</sup>, 程隆棣<sup>2</sup>, 卫 国<sup>3</sup>, 唐佩君<sup>3</sup>

(1.绍兴文理学院 浙江省清洁染整技术研究重点实验室, 浙江 绍兴 312000)

(2.东华大学 纺织面料技术教育部重点实验室, 上海 201620; 3.百隆东方股份有限公司, 浙江 宁波 315206)

**摘要:** 为了提升喷气涡流纺纱线的强伸性能,提出了一种带有螺旋导引槽的新型空心锭子,并通过比较分析该空心锭子与MVS No.870型喷气涡流纺纱机原装普通空心锭子和国产普通空心锭子对19.68 tex喷气涡流纱的性能影响规律,来评价该空心锭子结构设计的有效性。研究表明:新型空心锭子表面结构改变并未恶化喷气涡流纺纱线的质量,反而有利于改善喷气涡流纱的断裂强力和断裂伸长,并使纱线强伸不匀下降;纱线条干均匀度和纱线毛羽也得到小幅改善。

**关键词:** 涡流纺纱; 空心锭子; 纱线性能; 导引槽**中图分类号:** TS103.274**文献标识码:** B**文章编号:** 1001-2044(2018)11-0028-03**Effect of the hollow spindle with spiral guiding grooves on the yarn properties of air-jet vortex spinning**YAN Linlin<sup>1,2</sup>, YU Meiya<sup>1</sup>, ZOU Zhuanyong<sup>1</sup>, CHENG Longdi<sup>2</sup>, WEI Guo<sup>3</sup>, TANG Peijun<sup>3</sup>

(1.Key Laboratory of Clean Dyeing and Finishing Technology in Zhejiang Province, Shaoxing University, Shaoxing 312000, China)

(2.Key Laboratory of Textile Science &amp; Technology, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 201620, China)

(3. BROS Oriental Co., Ltd., Ningbo 315206, China)

**Abstract:** In order to improve the strength and elongation property of air-jet vortex spun yarn, a kind of novel hollow spindle with spiral guiding grooves is proposed, and the influence law of novel hollow spindle, original hollow spindle of MVS No.870 and domestic hollow spindle on the properties of 19.68 tex air-jet vortex spun yarn is compared and analyzed to evaluate the effectiveness of the structure design for hollow spindle. The results show that the change of surface structure of novel hollow spindle does not deteriorate the quality of air-jet vortex spun yarn, but is conducive to improve the breaking tenacity and elongation of air-jet vortex spun yarn, decrease the yarn unevenness of strength and elongation property, and make yarn evenness and yarn hairiness slightly improved.

**Key words:** vortex spinning; hollow spindle; yarn performance; spiral guiding groove

喷气涡流纺技术凭借纺纱速度快、产量高、用工少等优势,受到棉纺行业的青睐,在新型纺纱行业的市场占有率逐步上升。但纺纱过程中落纤量大、成纱强力偏低等问题严重制约了喷气涡流纺技术在生产实践中的推广和应用。迄今为止,对喷气涡流纺的成纱机理<sup>[1-2]</sup>、纱线结构与性能<sup>[3]</sup>以及各种工艺参数<sup>[4-5]</sup>对其成纱性能影响的研究已经十分广泛且深入,然而有效提升喷气涡流纺纱线强力的方法很少。薛文良等人<sup>[6]</sup>最早提出了纤维自捻型喷气涡流纺技术,通过对空心锭子外表面的刻槽处理,增大自由尾端纤维与空心锭子外壁面间的摩擦力,使自由尾端纤维产生自捻效应,增强纤维间的抱合力以达到提高成纱强力的目的;周双喜<sup>[7]</sup>、韩晨晨等人<sup>[8]</sup>先后通过试验验证了纤维自捻型空心锭子对喷气涡流纺成纱强力的影响,但由于加工精度和槽体结构设计等原因,并没有达到理

想的效果。基于此,本文提出一种带有螺旋导引槽的新型空心锭子,通过试验验证并分析新型空心锭子对喷气涡流纺质量的提升作用,旨在为喷气涡流纺设备的完善、技术的发展以及产品的优化提供支持。

**1 螺旋导引槽空心锭子结构与制备**

新型空心锭子是以MVS No.870型喷气涡流纺纱机原装空心锭子为基础,将空心锭子外表面设计成带有若干条螺旋导引槽的结构,其与传统空心锭子结构对比见图1。

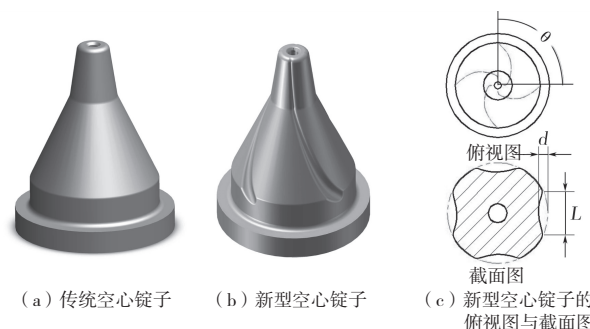


图1 空心锭子结构对比图

如图1所示,两者区别在于新型空心锭子从入口表面向下设计有螺旋的导引槽,沿空心锭子外表面周

**收稿日期:** 2017-12-18**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(51573095)**作者简介:** 闫琳琳(1990—),女,在读硕士研究生,主要从事喷气涡流纺关键成纱元器件结构设计与应用研究。**通信作者:** 邹专勇。E-mail: zouzhy@usx.edu.cn。

向均匀分布。导引槽的数量为4条,其螺旋角 $\theta$ (在空心锭子俯视平面图中,空心锭子中心点与相邻两条螺旋导引槽中心线终点的连接线之间的夹角)为 $90^\circ$ ,螺旋导引槽中心线投影在空心锭子俯视平面图上的曲率半径为2.5 mm,螺旋导引槽的深度 $d$ 由空心锭子入口向下逐渐加深,范围为0.08~0.4 mm,螺旋导引槽的宽度 $L$ 由空心锭子入口向下逐渐加宽,范围为0.1~0.5 mm,螺旋导引槽结构均经圆滑处理,导引槽螺旋方向与喷嘴结构上喷孔射流的旋向相同,其他结构参数与传统空心锭子相同。以Murata No.870型喷气涡流纺纱机为应用机型完成了国产普通空心锭子(简称国产纺锭)和国产新型空心锭子(简称新型纺锭)的制备,两种纺锭除外观结构不同外,采用相同的材质与制备工艺。

## 2 试验方案设计与样品纱线制备

### 2.1 试验方案设计

为评估国产空心锭子和新型空心锭子的应用效果,以粘胶、莫代尔为原料,分别采用村田公司原装进口的普通空心锭子(简称原装纺锭)、国产纺锭和新型纺锭纺制19.68 tex 喷气涡流纱,并就纱线性能进行测试与评价,以掌握不同空心锭子结构下纱线性能的变化规律。试验用原料由百隆东方股份有限公司提供,纤维性能指标见表1,编号见表2。

表1 纤维原材料规格与性能

项目	长度/mm	细度/dtex	断裂强度/(cN·dtex <sup>-1</sup> )	断裂伸长率/%	初始模量/(cN·dtex <sup>-1</sup> )
粘胶	38	1.26	1.85	20.10	22.1
莫代尔	38	1.29	3.40	12.13	47.2

表2 19.68 tex 试验样品纱线编号

项目	粘胶纱	莫代尔纱
原装纺锭	R-1	M-1
国产纺锭	R-2	M-2
新型纺锭	R-3	M-3

### 2.2 样品纱制备

纱线在村田 No.870 型喷气涡流纺设备上完成纺制,其成纱工艺参数为:3道并条条子定量21.0 g/5 m;3道并条条子不匀率 $CV_m$  R-1、R-2、R-3为4.33%,M-1、M-2、M-3为4.68%;纱线支数19.68 tex;空心锭子内径1.1 mm;针座类型为8.8 L8;喷孔个数4个;喷嘴气压0.55 MPa;罗拉中心距41 mm×45 mm;前罗拉至空心锭子的距离20 mm;总牵伸倍数213倍;主牵伸倍数30倍;后区牵伸倍数3倍;纺纱速度380 m/min;

喂入比0.98;卷绕比1;车间相对湿度55.3%;车间温度27.8℃。

### 2.3 纱线性能测试

采用YG061型电子单纱强力仪测试喷气涡流纱的强伸性能,隔距长度设定为500 mm,拉伸速度500 mm/min,预加张力(0.5±0.10) cN/tex;试样取自2个纱线卷装,每个卷装测60次,取平均值。

采用CT3000型条干均匀度测试仪测试喷气涡流纱的条干均匀性,测试速度设为200 m/min,测试时间1 min,试样取自2个纱线卷装,每个卷装测5次,取平均值。

采用YG-172型纱线毛羽仪测试喷气涡流纱的毛羽,测试速度30 m/min,纱线片段长度10 m,每类纱线测10次,取平均值。

测试环境:标准大气条件(温度20℃±2℃,相对湿度65%±3%),测试前样品纱线需放置在该环境下吸湿平衡48 h。

## 3 试验结果与分析

### 3.1 空心锭子类型对纱线强伸性的影响

不同种类空心锭子对喷气涡流纺纱线强伸性能影响的测试结果见表3。

表3 纱线强伸性能测试结果

样品编号	平均断裂强力/cN	断裂强力不匀/%	平均断裂伸长率/%	断裂伸长率不匀/%	断裂功/(cN·cm <sup>-1</sup> )
R-1	236.8	9.2	11.6	10.0	83.3
R-2	243.2	9.5	11.8	11.3	87.9
R-3	244.7	7.7	12.2	8.8	89.9
M-1	321.8	7.2	8.4	6.9	73.1
M-2	334.8	7.4	8.2	6.2	74.6
M-3	340.3	6.7	8.6	5.9	78.4

由表3可知,与原装纺锭和国产纺锭相比,采用新型纺锭纺制的喷气涡流纺粘胶纱和莫代尔纱,其断裂强力、断裂伸长率和断裂功均有小幅提升,而断裂强力不匀和断裂伸长率不匀均明显降低。与原装纺锭相比,制备的国产空心锭子对成纱的强伸性能并未产生负面影响,这为喷气涡流纺成纱关键元器件的国产化研究提供了支持。

采用新型纺锭带来纱线强伸性能改善与提高的主要原因在于:纤维运动轨迹与导引槽的螺旋方向基本一致,加捻过程中倒伏在空心锭子表面的自由尾端纤维与空心锭子外壁面的接触面积大,摩擦力较大,有利于自由尾端纤维在空心锭子表面产生自捻效应,由文

献[9]的研究可知,具有自捻结构的包缠纤维可以提升喷气涡流纱强力;螺旋导引槽螺旋方向与喷嘴结构上喷孔射流的旋向相同,螺旋导引槽结构有助于引导加捻腔(喷嘴与空心锭子之间的加捻区域)内的气流流向空心锭子入口平面以下的锥形腔内,从而增大了相应位置的气流速度,有利于产生更多包缠纤维,从而增强自由尾端纤维对纱芯的包缠效果,使纱线强力得到提升,这与文献[10]中提出的加捻强力公式相符;此外,由于导引槽的存在,气流经过槽体时会在槽内出现短暂的停滞,导引槽内气流运动速度小,空心锭子近壁面区域的气流速度较大,贴伏在空心锭子表面的自由尾端间的速度存在差异,使纤维间相对位置发生改变并且出现了交错纠缠现象,那么纤维间的接触更加紧密,抱合力增加,纱线强伸性能得到了改善。

### 3.2 空心锭子类型对纱线条干均匀度的影响

不同种类空心锭子对喷气涡流纺纱线条干不匀及纱疵的影响见表4。

表4 喷气涡流纱线条干均匀度性能测试结果

样品编号	CVm/%	-50%细节 /(个·km <sup>-1</sup> )	+50%粗节 /(个·km <sup>-1</sup> )	+200%棉结 /(个·km <sup>-1</sup> )
R-1	14.6	11.5	56.0	37.0
R-2	14.5	17.0	53.0	34.0
R-3	14.4	11.0	51.0	33.5
M-1	12.5	1.0	19.5	47.5
M-2	12.7	1.0	20.0	32.0
M-3	12.5	1.0	19.5	30.0

由表4可知,总体上看,与国产纺锭比较,采用新型纺锭纺制的喷气涡流纺粘胶纱和莫代尔纱的条干均匀度均得到改善,纱线条干变异系数与-50%细节、+50%粗节和+200%棉结的千米纱疵个数均有所减少。与原装纺锭相比,国产纺锭和新型纺锭均未对纱线的条干均匀度造成恶化,且新型纺锭在棉结的减少方面展现出较大优势。造成这一现象的主要原因是:正如前文所述,新型纺锭的螺旋导引槽结构有助于引导气流向空心锭子入口平面以下的锥形腔内流动,使高速旋转气流在空心锭子轴向的分布更加均匀,自上而下的衰减速度也有所减缓,最终使得加捻腔内的高速旋转气流对自由尾端纤维的加捻过程变得更加均匀,从而提高了喷气涡流纱的条干均匀度。

### 3.3 空心锭子类型对纱线毛羽的影响

不同种类空心锭子对喷气涡流纺纱线毛羽的影响见表5。

表5 喷气涡流纱条毛羽测试结果

样品编号	毛羽指数/[根·(10m) <sup>-1</sup> ]								毛羽H值 /cm
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	
R-1	55.5	1.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	3.6
R-2	51.3	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
R-3	51.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
M-1	47.4	2.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
M-2	48.8	3.0	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	4.2
M-3	46.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7

由表5可知,不论采用何种纺锭和纤维原料,喷气涡流纱的毛羽指数及毛羽H值均较小,且3mm以上的有害毛羽基本得以消除。这一现象主要由喷气涡流纺的成纱机理决定,纤维头端在加捻腔负压及导引针的作用下滑入空心锭子入口处并进入纱尾,减少了纤维头端形成纱线毛羽的概率。此外纤维的尾端在高速旋转的气流作用下,易被包缠于纱体内,也减少了纱线毛羽,尤其是长毛羽的产生。值得注意的是螺旋导引槽结构并未引起纱线毛羽的增加,反而在一定程度上减少了毛羽的产生,尤其是3mm及其以上的毛羽均得以消除。其原因在于该空心锭子的螺旋导引槽结构使锥形腔内气流加捻作用增强,则自由尾端纤维的加捻包缠作用增加;再者贴伏在空心锭子表面的自由尾端纤维绕着空心锭子轴线回转包缠的同时,因发生自捻和内外转移效应,纱线结构变得更加紧密,也促使了纱线毛羽的减少。

## 4 结 语

改变空心锭子表面结构特征会对喷气涡流纺纱线的强伸性能、条干均匀度及毛羽等质量指标产生影响,带有螺旋导引槽的新型空心锭子并未因空心锭子表面结构特征的改变而导致成纱质量恶化,反而可提升喷气涡流纺粘胶纱和莫代尔纱的断裂强力和断裂伸长,降低纱线强伸性能不匀,并小幅改善纱线条干均匀度和纱线毛羽指数。带有螺旋导引槽的新型空心锭子对成纱质量的提升幅度受空心锭子外表面螺旋导引槽结构与制备精度的影响,未来将进一步结合理论分析,并通过加工模具与加工精度的改进,制备最佳工况下的空心锭子表面螺旋导引槽,充分发挥带有螺旋导引槽结构的新型空心锭子对纱线质量的提升作用。

### 参考文献:

- [1] GRAY W M. How MVS makes yarns; 12th Annual Engineer Fiber Selection System Conference Papers[C]. 1999:1-7.

☞(下转第45页)

## 2 主要织造生产技术

### 2.1 络筒工艺

采用 1332MD 型槽筒式络筒机。由于纱线为 27.3 tex×2 PTT/PET/毛混纺股线,为方便筒子染色,松式筒子的卷绕密度在筒子轴向和径向应分布均匀,且应卷装成形良好。松式络筒主要工艺设计如下:络筒速度为 500 m/min、络筒张力为 10 cN、卷绕密度为 0.32 g/cm<sup>3</sup>。染色后倒筒时应保证纱圈排列均匀、无重叠,有利于退绕。工艺设置时以不损伤纱线的物理机械特性为前提,为了使络筒张力和卷绕密度的大小均符合工艺要求,设计倒筒工艺如下:络筒速度 700 m/min,络筒张力 25 cN,卷绕密度 0.48 g/cm<sup>3</sup>;采用机械式清纱装置,为避免刮伤纱线,清纱隔距偏大掌握,取 0.65 mm;由于纱线为股线,较为光滑,容易脱结,宜采用自紧结,结头要小而牢,纱尾长度不超过 5 mm。

### 2.2 整经工艺

采用 GA231 型高速分条整经机直接成轴,该机采用固定结构钢质滚筒设计、全电脑控制位移、对条、对起点,具有高速度、大卷装特点。整经配条设计如下:总经根数 6 276 根,其中边纱根数为 42×2 根;筒子架容量 600 只,故整经条带数为 12 条,除第 1、12 条为 558 根外,其余第 2~11 条均为 516 根。由于经纱未经上浆,为减少纱线毛羽对织造的影响,在条带卷绕完后倒轴之前需上乳化油,以贴伏毛羽。主要整经上机工艺设计如下:条整卷绕速度 500 m/min,倒轴速度 80 m/min;筒子架上分区段配置整经张力,张力调节范围为 15~25 cN,边纱处适当加大张力;倒轴张力 6 000 N 左右;卷绕密度 0.53 g/cm<sup>3</sup>[3]。

### 2.3 织造工艺

(上接第 30 页)

[2] 邹专勇,梁方阁,程隆棣,等.喷气涡流纺纱线成形机理与结构[J].上海纺织科技,2007(7):5-6.

[3] SOE,AUNG K,et al.Structure and properties of MVS yarns in comparison with ring yarns and open-end rotor spun yarns[J].Textile Research Journal,2004,74(9):819-826.

[4] BASAL G,OXENHAM W.Effects of some process parameters on the structure and properties of vortex spun yarn[J].Textile Research Journal,2006,76(6):492-499.

[5] 邹专勇,俞建勇,薛文良,等.喷气涡流纺工艺参数对气流场影响的数值计算[J].纺织学报,2008(4):32-36.

[6] 薛文良,程隆棣,俞建勇,等.喷气涡流纺专用自捻空心锭:ZL 200910045808.0[P].2009-1-23.

选用 Fast 型剑杆织机进行织造。由于该产品的经、纬纱均为 27.3 tex×2 PTT/PET/毛混纺股线,织造难度不大,只需合理设计上机工艺参数,便可保证生产的产量和质量。主要工艺参数调节如下:车速 350 r/min,进剑时间 68°、退剑时间 294°、综平度时间 315°,1~4 页综框高度 135 mm、5~9 页综框高度 138 mm,后梁高度 15 cm、后梁深度 12 cm、停经架 28 cm,上机张力弹簧为中型,上机张力为 20 kN。

## 3 后整理工艺技术要点

由于本产品属精纺类产品,要求呢面光洁平整,故应进行烧毛,采用先煮后洗再煮工艺。烧毛时正反面各一次,使呢面织纹清晰,具有挺刮、滑爽的手感。两次煮呢,温度控制在 90℃ 左右,确保产品手感活络。洗呢时在洗缩联合机上轻缩,温度控制在 40℃ 左右,加入洗涤剂 4%,处理时间 1.5 h。其他工艺可参照类似产品进行。

## 4 结语

PTT/PET/羊毛混纺薄花呢投产顺利,主要得益于合理的原料组合、产品规格与结构设计及在主要工序采用的技术措施。该产品经整理后不仅具有柔软、丰满、挺括、滑糯、坚牢耐穿、易洗快干等风格特点,而且弹性好、穿着舒服、价格便宜,具有很强的市场竞争力。



### 参考文献:

[1] 孙宏,来侃.PTT/PET 复合长丝纺毛织物服用性能研究[J].毛纺科技,2006(10):57-59.

[2] 许同洪,滕国娟.精纺薄花呢产品的设计与工艺分析[J].毛纺科技,2007(4):44-45.

[3] 崔鸿钧,李丽君.赛络菲尔薄花呢织造工艺探讨[J].纺织导报,2005(1):42-45.

[7] 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.

[8] 韩晨晨.自捻型喷气涡流纺成纱原理及其纱线结构的相关性研究[D].上海:东华大学,2016.

[9] HAN C,XUE W,CHENG L,et al.Comparative analysis of different jet vortex spinning hollow spindle groove structures on yarn mechanism and yarn properties[J].Textile Research Journal,2016,86(19):2022-2031.

[10] ZOU Z,CHENG L,XUE W,et al.A study of the twisted strength of the whirled airflow in Murata vortex spinning[J].Textile Research Journal,2008,78(8):682-687.