

基于气流/环锭联合加捻的一次成型股线纺纱工艺研究

赵培¹, 张瑞寅², 严瑾², 陈康³

(1.上海纺织裕丰科技有限公司, 上海 200082; 2.东华大学, 上海 201620)
(3.天津工业大学, 天津 300387)

摘要: 为了一次成型得到股线, 节约工厂的生产成本, 减少劳动力, 在环锭纺的基础上, 结合喷气涡流纺和赛络纺工艺, 仅通过一套细纱系统使粗纱一次成型得到股线。这种纺纱方式结合了3种纺纱工艺的优点, 具有非常广阔的市场前景。研究了新型复合纺纱工艺的纺纱原理以及工艺参数对成纱力学性能的影响等, 最终得到目前的最优生产方案为: 粗纱定量 2.5 g/10 m、捻度 1 250 捻/m、气压 0.15 MPa。

关键词: 环锭纺纱; 赛络纺纱; 喷气涡流纺; 细纱; 粗纱; 股线; 纺纱工艺

中图分类号: TS104.2

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)07-0028-04

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.07.009

Spinning craft of once sharpened folded yarn based on air spinning combined with ring spinning

ZHAO Pei¹, ZHANG Ruiyin², YAN Jin², CHEN Kang³

(1.Shanghai Textile Yufeng Science & Technology Co., Ltd., Shanghai 200082, China)

(2.Donghua University, Shanghai 201620, China)

(3.Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: In order to get the once-shaped folded yarn, save the factory production cost and reduce the labor force, based on ring spinning combined with air-jet vortex spinning and siro-spinning, a once-shaped folded yarn can be produced just by one spinning system. This kind of spinning method combines the advantages of three kinds of spinning processes, and it has a very broad market prospect. The principle of new composite spinning process and the process parameters which influence the mechanical properties of the folded yarn are studied. Finally, the current optimal production scheme is obtained, that is roving weight 2.5 g/10 m, twist 1 250 t/m and air pressure 0.15 MPa.

Key words: ring spinning; siro spinning; air-jet vortex spinning; spinning; rove; plied yarn; yarn spinning technology

近年来,越来越多的新型纺纱技术涌现^[1],从传统的环锭纺纱到喷气涡流纺、赛络纺和紧密纺,这些方法大大提高了成纱质量,并且使纺纱品种更加多元化,纱线的结构得到进一步改善^[2]。

传统环锭纺纱线强力高,结构较为紧密,成纱品质较好,但相对来说成纱的毛羽较多,飞花严重,不利于工厂的清洁生产。相比新的纺纱方式,环锭纺纱的工艺流程较长,需要更多的劳动力和生产成本,自动化程度不高。喷气涡流纺属于自由端纺纱,主要是利用喷嘴中的旋转气流使纤维在一端没有约束的情况下获得捻度,形成纱线^[3]。赛络纺为现阶段使用非常广泛的一种纺纱方法,其基于环锭纺工艺改造而成,具有毛羽飞花少、条干均匀、原料范围广、织物柔软、耐磨性良好等优点^[4],并且可以根据纱线的具体用途改变结构,产品品种多样,适应性广。

基于上述3种纺纱形式的优势与特点,本文在环锭纺技术中结合喷气涡流纺和赛络纺工艺,研究这种新型复合纺纱工艺的原理及工艺参数对纱线性能的影响,

找到最佳纺纱方案,使单纱真正获得捻度,并最终在改进的环锭纺设备上直接加工得到股线。

1 新型复合纺纱系统及成纱机理

1.1 新型复合纺纱系统

本文所使用的新型复合纺纱系统是东华大学纺织学院和上海裕丰纺织科技有限公司共同设计研发的新型复合纺纱小样机。新型复合小样机在纺纱区主要由4个部分组成,分别是牵伸部分、预捻部分、成纱部分以及卷绕部分。预捻部分中,在前罗拉和握持罗拉之间放置了一个预捻喷嘴装置,不锈钢机身外壳直接连通工厂的气流装置,气流从导管进入预捻喷嘴,利用预捻喷嘴装置中的回转气流对牵伸后的须条进行预捻,产生自由端纤维对芯纤维进行包缠,从而使两根须条获得真正的捻度,形成两根具有一定强力和捻度的单纱。

1.2 预捻喷嘴结构与成纱机理

预捻喷嘴直接关系到须条成捻,因此对其进行研究是整个课题的重中之重,喷嘴的设计需要考虑的因素有很多。

1.2.1 预捻喷嘴孔径与孔距

收稿日期: 2018-05-18

作者简介: 赵培(1964-),男,上海市人,工程师,主要从事棉纺织技术及产品开发研究。

预捻喷嘴上的须条入口采用的是半圆月形的喷嘴,目的是使须条通过喷嘴时更加顺畅。前期大量的试验和探索发现,孔径在2.3~2.7 mm的喷孔在纺纱时最为稳定,断头率低,也不容易堵塞喷头。于是以0.1 mm为梯度制作了2.3、2.4、2.5、2.6、2.7 mm孔径的喷头进行前期的试验探索。综合考虑纺纱情况和成纱的性能,最终选用2.5 mm孔径的喷头,在此基础上对纱线性能进行探究。喷头采用陶瓷材质,主要是因为陶瓷相对于不锈钢来说更加耐磨,不易变形,但是价格相对较高。

在确定好孔径的大小之后,接下来对孔距进行探索。孔距的大小直接决定了纺纱加捻三角区的大小。因此,需要尽可能地减小两个喷孔之间的距离。但是,由于预捻喷嘴结构的限制,每个喷孔下必须有一条气流管道,目前采用的是不锈钢材质,由于不锈钢本身厚度的限制,无法使得两管道无限靠近在一起,这就导致了两个喷孔之间的距离也不能无限靠近。所以,喷孔的距离只能在现有的基础上尽可能地缩小,本文所使用的小样机的孔距大约为2 mm,相对来说这个孔距的尺寸还是比较大的。

1.2.2 预捻喷嘴结构

预捻喷嘴主体为长方体,机身由不锈钢制作,喷孔为白色陶瓷制作,主要由6个部分组成,分别是2个粗纱入口,2个股线出口,1个总的进气口、8个气流入口和出口、气室以及2个腔体^[5]。

喷嘴中的气流主要分为2个部分:一部分用于提供切向的速度,在预捻喷嘴里,切向速度的分布规律是中间区域比较稳定,外围存在旋转的涡流场,当须条经过牵伸后进入预捻喷嘴时,周围的旋转涡流场主要用于纤维的预捻,产生自由端对中间的芯纤维进行包缠,中间的芯纤维由于处在气流切向速度的中心区域,比较稳定,因此不受旋转涡流场作用,呈现出平行状态。而另一部分气流用于提供轴向速度,轴向速度主要用于输送须条,减少堵塞和断头,使纺纱顺利进行。

经过牵伸装置后的须条进入预捻喷嘴时,因为前罗拉具有很强的握持力,须条呈扁平带状,然后经过气流的旋转产生预捻后,其宽度逐渐变窄,须条获得捻度,形成单纱,逐渐由扁平带状变为圆柱形。

在试验中,为了观察经过预捻后单纱的表面结构^[6],只喂入单根粗纱从而得到预捻单纱,然后利用显微镜观察单纱的结构状态,见图1。

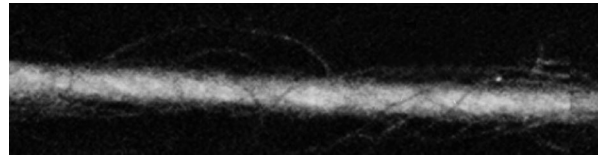


图1 预捻单纱的表面结构图

由图1可以看出,经过预捻的单纱表面结构呈现出类似于包芯纱的“皮芯”结构,单纱的外部是包缠纤维,呈现螺旋线型,内部为有捻纱线。外部的包缠纤维是由于旋转气流的作用膨胀产生的自由端纤维,内部的有捻纱线主要是因为中心须条在输出后通过环锭加捻而成。

经过气流预捻后的单纱在强力性能等方面有很大的提升,毛羽也显著减少。

2 新型复合纺纱系统一次成型股线纺纱工艺

对于新型复合纺纱系统来说,纺纱的工艺参数会直接影响所纺股线的性能,所以,为了更好地研究其所纺股线的结构和性能,本文通过改变粗纱定量、捻度以及气压这3个因素设计了试验方案,并且对所纺股线进行了一系列力学性能测试,依据正交分析的方法,得到目前最佳的生产工艺方案。

2.1 试验条件

试验原料:2.5、3.0、3.5 g/10 m的精梳纯棉粗纱各两管。

细纱设备:新型复合小样纺纱机,由上海裕丰纺织大丰生产基地提供,装配有负压装置和气流装置。

2.2 试验方案设计

为了探究粗纱定量、捻度以及气压对成纱性能的影响,找到最优工艺参数,结合新型复合纺纱机实际情况,综合考虑多方面因素,设计出正交试验方案。

选择粗纱定量、捻度以及气压作为改变因素有以下几个原因:粗纱定量对于成纱条干均匀度的影响很大,虽然通常粗纱定量以偏小为宜,但若综合考虑股线的所有性能,则需要进一步进行探究。捻度对于纱线的强力以及毛羽具有非常重要的影响。捻度太小,强力低,纤维易产生滑移,毛羽多,不利于生产织造,断头增加;捻度太大,虽毛羽减少,但是纱线手感粗糙,光泽度差,强力也会降低,因此,找到最合适的捻度进行纺纱非常重要。气压在本次试验中起到关键的作用。气压偏小,单纱加捻不充分,所得股线强力低,毛羽多,易堵塞喷嘴;气压太大,会使单纱中间的芯纤维过少,强力也会变小。根据上面两个试验均可以看出:随着单

个因素的变化,纱线的性能先变好后变差,但每个因素的最优值并不在同一点,所以必须通过正交试验综合分析三者之间的关系,然后得出最优的生产方案。

采用三因素三水平进行正交试验,见表1。正交试验结果见表2。

表1 正交试验因素水平表

项目	粗纱定量 A/[g · (10 m) ⁻¹]	捻度 B/(捻 · m ⁻¹)	气压 C/MPa
1	2.5	750	0.100
2	3.0	1 000	0.125
3	3.5	1 250	0.150

表2 正交试验结果

编号		粗纱定量 A	捻度 B	气压 C	断裂强力	条干 CV 值	-50%细节	+50%粗节	+200%棉结	毛羽指数
1		2.5	750	0.100	316.12	13.54	20	61	21	5.56
2		2.5	1 000	0.125	311.41	13.68	12	61	28	4.90
3		2.5	1 250	0.150	340.05	13.22	14	45	13	3.63
4		3.0	750	0.125	297.14	12.98	8	34	16	4.98
5		3.0	1 000	0.150	321.28	13.93	21	69	35	3.67
6		3.0	1 250	0.100	367.12	13.90	13	60	38	3.12
7		3.5	750	0.150	287.90	13.04	8	33	15	6.45
8		3.5	1 000	0.100	383.03	13.79	25	52	31	4.01
9		3.5	1 250	0.125	317.65	13.64	6	91	28	5.26
断裂强力	K ₁	322.53	300.39	355.42	—	—	—	—	—	—
	K ₂	328.51	338.57	308.73	—	—	—	—	—	—
	K ₃	329.53	341.60	316.41	—	—	—	—	—	—
	R	7.00	41.21	46.69	—	—	—	—	—	—
	最优	A3	B3	C1	—	—	—	—	—	—
条干 CV 值	K ₁	13.48	13.19	13.74	—	—	—	—	—	—
	K ₂	13.60	13.80	13.43	—	—	—	—	—	—
	K ₃	13.49	13.59	13.40	—	—	—	—	—	—
	R	0.12	0.61	0.34	—	—	—	—	—	—
	最优	A1	B1	C3	—	—	—	—	—	—
毛羽指数	K ₁	4.70	5.66	4.23	—	—	—	—	—	—
	K ₂	3.92	4.19	5.05	—	—	—	—	—	—
	K ₃	5.24	4.00	4.58	—	—	—	—	—	—
	R	1.32	1.66	0.82	—	—	—	—	—	—
	最优	A2	B3	C1	—	—	—	—	—	—
-50%细节	K ₁	15.33	12.00	19.33	—	—	—	—	—	—
	K ₂	14.00	19.33	8.67	—	—	—	—	—	—
	K ₃	13.00	11.00	14.33	—	—	—	—	—	—
	R	2.33	8.33	10.66	—	—	—	—	—	—
	最优	A3	B3	C2	—	—	—	—	—	—
+50%粗节	K ₁	55.67	42.67	57.67	—	—	—	—	—	—
	K ₂	54.33	60.67	62.00	—	—	—	—	—	—
	K ₃	58.67	65.33	49.00	—	—	—	—	—	—
	R	4.34	22.66	13.00	—	—	—	—	—	—
	最优	A2	B1	C3	—	—	—	—	—	—
+200%棉结	K ₁	20.67	17.33	30.00	—	—	—	—	—	—
	K ₂	29.67	31.33	24.00	—	—	—	—	—	—
	K ₃	24.67	26.33	21.00	—	—	—	—	—	—
	R	9.00	14.00	9.00	—	—	—	—	—	—
	最优	A1	B1	C3	—	—	—	—	—	—

在测试结果中,如果股线断裂时的强力越大(K 值 越大),那就表示股线性能越好。条干的 CV 值、粗细

节数量、棉结数量以及毛羽指数越小(K 值越小),表示股线性能越优。

表2中,根据各项性能的极差可以看出,粗纱定量、捻度、气压这3个因素对6个指标影响的主次顺序,由主到次(R 值由大到小)依次为:断裂强力 $C>B>A$,条干 CV 值 $B>C>A$, -50% 细节 $C>B>A$, $+50\%$ 粗节 $B>C>A$, $+200\%$ 棉结 $B>A=C$,毛羽指数 $B>A>C$ 。由于从主到次有一些差异,因此需要利用综合平衡的方法进行分析。假设由主到次每个因素的权重为4、2、1。那么,在综合平衡后: A 为 $1+1+1+1+2+2=8$, B 为 $2+4+2+4+4+4=20$, C 为 $4+2+4+2+2+1=15$ 。

由于 $B(20)>C(15)>A(8)$,综合考量,由主到次的顺序为: $B>C>A$ 。因此,股线捻度的大小对其性能的影响占主要地位,其次是气压的改变,粗纱定量对股线性能的影响最小。

由表2可知, B 因素即捻度的大小对股线的条干均匀度、 $+50\%$ 粗节、 $+200\%$ 棉结和毛羽指数性能有主要影响。从表中可以看出:当股线捻度为750捻/m时,条干均匀度、 $+50\%$ 粗节和 $+200\%$ 棉结都处于较好的情况,但是断裂强力和毛羽指数较差;股线捻度在1250捻/m时,断裂强力、 -50% 细节和毛羽指数都处于最优水平,且条干 CV 值和 $+200\%$ 棉结情况与捻度为750捻/m时差异不大。综合比较可见,当捻度取750、1250捻/m时,纱线总体性能较优,尤以1250捻/m时较好。

气压 C 对股线强力和 -50% 细节的影响较大,对条干均匀度的 CV 值、粗细节数量、棉结数量的影响次于捻度,对毛羽指数的影响较弱。当气压为0.1 MPa时,股线的断裂强力高,但细节较多;当气压为0.125 MPa时,股线的 -50% 细节最少,但其他性能指标基本没有优势;当气压为0.15 MPa时,股线条干 CV 值、 $+50\%$ 粗节和 $+200\%$ 棉结指标较好。综合比较可发现,当选用气压为0.125、0.15 MPa时,股线总体性能较优,尤以气压0.15 MPa时较好。

粗纱定量对 $+200\%$ 棉结和毛羽指数性能影响仅次于股线捻度,但对其他性能的影响较弱。当粗纱定量为2.5 g/10 m时, $+200\%$ 棉结的数量最少,股线的条干处于较好水平。当粗纱定量为3.0 g/10 m时,毛羽指数最低,此时粗节数量处于较好水平。在不易作判断时,可以采取综合平衡的试验方法(权重见表3),通过计算得出, $A_1=1+4+1+2+4+8=20$, $A_2=2+1+2+4+2+$

$8=19$, $A_3=4+2+4+1+4+2=17$,因此粗纱定量选择2.5 g/10 m为宜。

表3 综合平衡法因素权重表

项目	主要因素	次要因素	最次因素
最佳	16	8	4
次之	8	4	2
最差	4	2	1

综合评定,当股线的捻度设为1250捻/m,气压为0.15 MPa,粗纱定量为2.5 g/10 m时,所纺制出的股线力学性能较好。其中捻度的改变对股线性能影响最明显,然后是气压的大小,粗纱定量的影响最弱。

3 结论与展望

本文将环锭纺与喷气涡流纺和赛络纺技术结合在一起,使粗纱在牵伸后先进行预捻获得捻度,进而再通过钢丝圈加捻一次成型直接形成股线。

通过正交试验综合分析粗纱定量、捻度和气压3个变量对股线性能的影响,设计三因素三水平试验。分析结果如下:通过综合平衡法计算后看出,捻度的改变对股线各项力学性能的影响最大,其次是气压的改变,粗纱定量的改变对股线的影响比较小。捻度改变对股线条干、粗细节、棉结以及毛羽指数起主要作用,对断裂强力起到次要作用;气压改变对断裂强力起主要作用,对股线条干、粗细节、棉结起到次要作用,对毛羽指数的影响最弱;粗纱定量对毛羽指数和棉结起到次要作用,对其他指标的影响最弱。综合所有因素,当选用2.5 g/10 m定量的粗纱,1250捻/m的捻度和0.15 MPa的气压时所纺制的股线性能最优。

本文通过新型复合小样纺纱机研究了从粗纱到股线的一次成型技术工艺,但是根据试验数据分析,可以看出通过这种方式纺出的股线性能并不稳定,各项指标距离真正投入大生产还有一定的差距,不匀率均偏高,这与小样机的不稳定性有一些关系,但与机器的构造关系更为密切,所以该设备仍存在一些问题需要改进。相信在此课题探究的基础上,经过后期的改进,这种新型复合纺纱工艺系统将会改变工厂现有的生产方式,为工厂节约生产成本,推动纺织产业的革新提供参考。



参考文献:

- [1] 阎磊,宋如勤,郝爱萍.新型纺纱方法与环锭纺新技术[J].棉纺织技术,2014(1):20-26.
- [2] 杨丽丽,谢春萍,王兰兰.紧密赛络纺纱技术在棉纺中的应用探讨[J].国际纺织导报,2006(10):26-28. (下转第40页)

细纱工艺配置为:罗拉隔距 28 mm×38 mm,钳口隔距块 3.5 mm,捻系数设计为 325,锭速 10 500 r/min,钢领型号 PG2-4254,钢丝圈为 GSS 3[#]。主要质量指标:半精纺新型花式竹节纱线密度为 35.7 tex(Nm28),单纱断裂强度为 14.5 cN/tex,单强 CV 值为 11.1%,百米质量不匀率为 2.7%。半精纺花式竹节纱的参数设计为:A 纱(黄色纱)的竹节节长分别为 50、70、40、100 mm,节距分别为 160、150、210、140 mm,竹节粗度为 200%;B 纱(枣红色纱)的竹节节长分别为 70、40、80、110、70 mm,节距分别为 250、140、160、220、200 mm,竹节粗度为 200%。

半精纺新型花式竹节纱做成白板后,其外观见图 1。

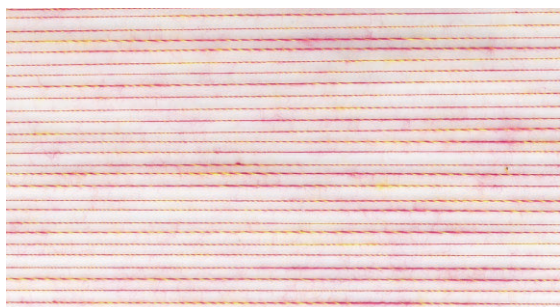


图 1 半精纺新型花式竹节纱外观

4.4 络筒工序

采用村田 No21C 型自动络筒机,络纱速度 1 100 m/min,电子清纱器的型号为 Uster Quantum-1 型。清纱器的主要工艺参数设定为:短粗节 S 为 240%×8 cm,长细节 T 为-50%×50 cm,长粗节 L 为 60%×50 cm。

5 结 语

本次设计开发的半精纺花式竹节纱具有类似于竹节线的效果,但与竹节线相比,在生产成本上具有很大的优势,其面料风格又是竹节纱所不具备的。这种纱线将多种纺纱技术结合在一起,利用现有的细纱机进行适当的技术改造即可以进行生产,是对环锭纺技术的再次改进与提高,能够满足企业大规模生产的需要,具有较高的经济价值与实用意义。

在半精纺花式竹节纱的生产过程中,因为采用了两种粗纱喂入,这两种粗纱处于不同的牵伸区且均为单区牵伸,所以需要注意粗纱捻度的选择与号数偏差,避免出现粗纱牵伸不开及两种粗纱比例的差异。同时在纺纱过程中,由于中、后罗拉采用狭窄的皮圈,容易歪斜导致粗纱偏移,严重时甚至会滑出牵伸区,所以在生产过程中需要加强对牵伸区的检查。



参考文献:

- [1] 赵会堂,张利,贾效波.半精纺纺纱工艺及产品开发[J].毛纺科技,2008(7):20-23.
- [2] 刘梅城.35.7 tex×2 JC/W/N 60/30/10 半精纺竹节线的生产实践半精纺[J].上海纺织科技,2015,43(4):59-60.
- [3] 杨锁廷,刘建中.再论半精梳纺纱加工的关键技术[J].毛纺科技,2012(3):13-15.
- [4] 刘梅城.一种新型赛络紧密纺双竹节纱:2016 2 0098368.0[P].2016-08-17.
- [5] 刘承晋.半精纺工艺流程及纺纱设备的选用[J].纺织学报,2009(9):49-53.

(上接第 31 页)

- [3] 于津霞.喷气涡流纺(MVS)成纱结构及其织物性能的研究[D].青岛:青岛大学,2007.
- [4] 盛爱军,倪友博.赛络纺技术对棉纱毛羽的影响[J].山东纺织科技,2004(6):10-11.

- [5] 陈澄,王克毅,华志宏,等.预捻环锭纺的预捻原理及其实验研究[J].东华大学学报(自然科学版),2015(5):602-607.
- [6] 邢嘉琪.喷气涡流纺成纱结构特征分析[J].中国纤检,2008(10):47-48.

陶氏化学公司

陶氏(纽约证交所代码:DOW)是一家多元化的化学公司,运用科学、技术以及“人元素”的力量不断改进推动人类进步的基本要素。公司将可持续原则贯穿于化学与创新,致力于解决当今世界面临的诸多挑战,如满足对于清洁水的需求、实现可再生能源的生产和节约、提高农作物产量等。陶氏以其领先的特殊化学、高新材料、农业科学和塑料等业务,为全球大约 160 个国家和地区的客户种类繁多的产品及服务,应用于电子产品、水处理、能源、涂料和农业等高速发展的市场。2010 年,陶氏年销售额为 537 亿美元,在全球拥有约 50 000 名员工,在 35 个国家运营 188 家工厂,产品达 5 000 多种。除特别注明外,“陶氏”或“公司”均指陶氏化学公司及其附属公司。有关陶氏的进一步资料,请浏览陶氏网页:www.dow.com。