

集聚纺纱方式对纱线性能的影响

申美丽¹, 徐伯俊¹, 刘新金¹, 苏旭中¹, 曹秀明²

(1. 江南大学 生态纺织教育部重点实验室 江苏 无锡 214122; 2. 江苏阳光股份有限公司 江苏 江阴 214426)

摘要: 为了探究集聚纺纱方式对纱线性能的影响, 采用以传统环锭纺为基础的四罗拉网格圈紧密纺、紧密赛络纺、全聚纺及低扭矩纺四种集聚纺纱方式纺制了 28.1、18.5、14.7 tex 的纯棉纱。通过对纯棉纱线的断裂强度、断裂伸长率、毛羽和条干均匀度等性能进行测试分析, 探究了四种集聚纺纱方式对纱线性能产生影响的原因。实验结果表明: 由于不同集聚纺纱方式的成纱结构特点不同, 影响了纱线的内在性能。紧密赛络纺的成纱强力最高, 全聚纺的成纱有益毛羽最多, 低扭矩纱在假捻器的作用下纱线品质得到了提高其纱线条干最好, 紧密赛络纺的纱线总毛羽数最少。

关键词: 纱线性能; 纺纱方式; 成纱原理; 纺纱工艺; 假捻器

中图分类号: TS104.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-7003(2018)09-0021-06

引用页码: 091104

Influence of condensed spinning method on yarn property

SHEN Meili¹, XU Bojun¹, LIU Xinjin¹, SU Xuzhong¹, CAO Xiuming²

(1. Key Laboratory of Eco-Textiles, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jiangsu Sunshine Co., Ltd., Jiangyin 214426, China)

Abstract: In order to explore the effect of condensed spinning method on the yarn properties, the pure cotton yarn with 28.1, 18.5 and 14.7 tex was spun by four kinds of condensed spinning methods based on traditional ring spinning such as four-roller lattice apron compact spinning, compact siro spinning, complete condensed spinning and low torque spinning. The breaking strength, breaking elongation, hairiness and evenness of the pure cotton yarn were tested and analyzed, and the reasons for the influence of four kinds of condensed spinning methods on yarn performance were explored. The experimental results show that the characteristics of the yarn structure by different condensed spinning methods will influence the inner properties of the yarn. The yarn spun with compact siro spinning has the highest strength; the yarn spun with complete condensed spinning has the most beneficial hairiness. The yarn quality of the low torque yarn is better under the effect of the false twister. It has the best evenness, and the yarn spun with compact siro spinning has the lowest total hairiness.

Key words: yarn property; spinning method; spinning principle; spinning process; false twister

收稿日期: 2017-12-02; 修回日期: 2018-06-20

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目 (JUSRP51731B); 江苏省自然科学基金项目 (BK20170169); 江苏省产学研项目 (BY2016022-27); 江苏省先进纺织工程技术中心基金项目 (XJFZ/2016/4); 纺织服装产业河南省协同创新项目 (hnfx14002); 新疆维吾尔自治区重点研发专项 (2017B02011); 宿迁市科技支撑项目 (H201607, H201602); 江阴市科技成果转化项目 (JYKJ3210); 武汉纺织大学开放课题项目 (ZDSYS201701, GCSYS201701)

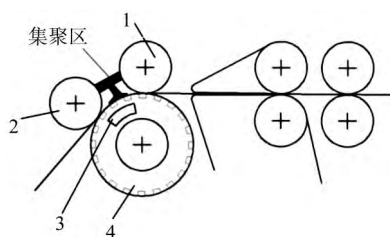
作者简介: 申美丽 (1992—), 女, 硕士研究生, 研究方向为织物保形性能。通信作者: 徐伯俊 教授, wxxbj@sina.com。

随着科技的不断发展, 环锭纺纱新技术也得到了不断的创新, 目前以传统环锭纺为基础的四罗拉紧密纺、紧密赛络纺、全聚纺及低扭矩纺新技术的应用越来越普遍, 由于其纱线的结构有别于普通的环锭纱, 其纱线的性能也会发生相应的改变, 不同的集聚方式也有不同的成纱特点, 从而拓宽了环锭纺纱线的使用范围。本文将通过以上四种不同的集聚纺纱方式纺制三种不同线密度的纱线, 对比分析不同集聚纺纱方式对纱线性能的影响。

1 纺纱设备原理

1.1 全聚纺

全聚纺是一种新型负压式罗拉集聚型集聚纺装置,由大直径窄槽式空心罗拉、负压集聚装置、吸风插件等组成,它是以环锭纺三罗拉长、短胶圈牵伸装置为基础,保留中罗拉,上、下胶圈和后牵伸区机构,将前罗拉替换成直径为50 mm且表面开有条形窄槽的空心罗拉。通过对空心罗拉与相应专件、吸风系统及其配套组件的整体优化设计,使得吸风系统集聚负压利用效率得以提高,在实现负压气流完全集聚效果的前提下提高成纱质量^[1]。全聚纺装置的结构示意如图1所示。



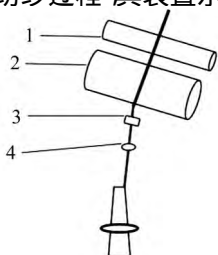
1-前胶辊 2-阻捻皮辊 3-吸风组件 4-窄槽式空心罗拉

图1 全聚纺装置结构示意图

Fig. 1 Structure diagram of complete condensed spinning device

1.2 低扭矩纺

低扭矩纺是在全聚纺纱机上进行改造,即在全聚纺纱机的前罗拉与导纱钩之间增加了一个假捻装置,其集聚方式同全聚纺,实现了全聚纺与低扭矩纺的结合。当纤维经过牵伸从前罗拉引出后,在通过前罗拉与假捻器之间时被假捻器加以一定数量的假捻,此处的纱具有远高于正常纱的捻度。当纱离开假捻器进入假捻器与导纱钩之间时,又被假捻器加以相反而相同数量的捻度,此处的纱捻度显著降低。在假捻作用的同时,钢领和钢丝圈产生的真捻从气圈区传递上来,真捻和假捻之间的相互作用改变了传统纺纱过程纱的捻度和张力的分布,使得低扭矩纺纱过程不同于传统的纺纱过程,其装置示意如图2所示。



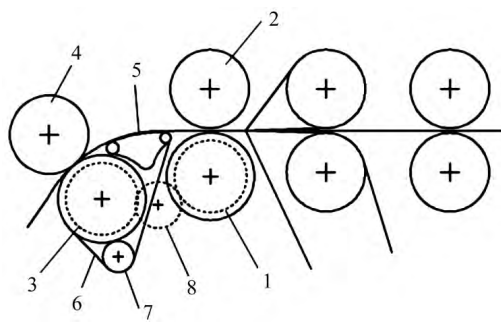
1-中罗拉 2-前罗拉 3-假捻器 4-导纱钩

图2 低扭矩纺装置示意

Fig. 2 Structure diagram of low torque spinning device

1.3 四罗拉网格圈紧密纺

四罗拉网格圈紧密纺是在传统的环锭纺牵伸装置前增加一个纤维集聚装置,该装置主要由一对输出罗拉、一个异形截面负压吸风管和一个网格圈组成。利用气流对通过纤维控制区的纤维束进行横向集聚,使纤维束的宽度大大缩小,纤维是先经过集聚再被加捻卷绕,使得加捻三角区大大减小,几乎纤维束中的每根纤维都能集聚到纱体中,形成紧密纱^[2]。其结构示意如图3所示。



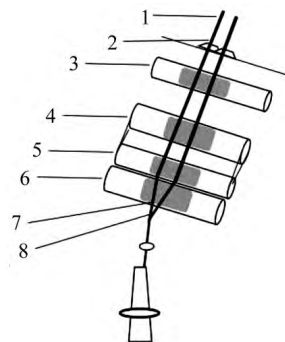
1-前罗拉 2-前胶辊 3-输出罗拉 4-输出胶辊 5-异形吸风管,
6-网格圈 7-撑杆 8-过桥齿轮

图3 四罗拉网格圈型紧密纺装置结构示意图

Fig. 3 Structure diagram of four-roller lattice apron compact spinning device

1.4 紧密赛络纺

紧密赛络纺是结合了紧密纺和赛络纺的一种纺纱方式,两根粗纱以一定的粗纱间距平行喂入同一牵伸机构,经牵伸后由前罗拉输出两根单纱须条因受负压的作用吸附在网格圈的表面,纤维在受集聚控制的同时,随网格圈向前运动,由输出钳口输出。集聚后的两束纤维分别经轻度初次加捻后,在结合点处结合后再被加强捻,卷曲到纱管上,形成似股线结构的纱线^[3]。紧密赛络纺结构示意如图4所示。



1-粗纱 2-双喇叭口 3-后罗拉 4-中罗拉 5-前罗拉 6-异形吸管,
7-集聚圈 8-汇聚点

图4 紧密赛络纺装置示意

Fig. 4 Structure diagram of compact siro spinning device

2 实验

2.1 原料和纺纱工艺

采用精梳棉条,粗纱定量为 5.1 g/10 m。在 TH558 四罗拉紧密纺细纱机上纺制四罗拉网格圈紧密纺、紧密赛络纺纱线,在 TM129 细纱机上纺制全聚纺和加假捻装置的低扭矩纺纱线,每种纺纱方式都分别纺制了 28.1、18.5、14.7 tex 三种不同粗细的纯棉纱。

纺纱工艺参数配置:28.1 tex 全聚纱、低扭矩纱、四罗拉网格圈紧密纺细纱总牵伸均为 18.16 倍,紧密赛络纱细纱总牵伸为 34.68 倍;低扭矩纱捻系数为 340,其他三种方式捻系数均为 360;6903 钢丝圈号数 1/0 隔距块 3 mm。18.5 tex 全聚纱、低扭矩纱、四罗拉网格圈紧密纺细纱总牵伸均为 27.68 倍,紧密赛络纱细纱总牵伸为 55.60 倍;低扭矩纱捻系数为 350,其他三种方式捻系数均为 370;6903 钢丝圈号数 4/0 隔距块 2.8 mm。14.7 tex 全聚纱、低扭矩纱、四罗拉网格圈紧密纺细纱总牵伸均为 34.56 倍,紧密赛络纱细纱总牵伸为 69.51 倍;低扭矩纱捻系数为 360,其他三种方式捻系数均为 380;6903 钢丝圈号数 7/0 隔距块 2.5 mm^[4-5]。

2.2 测试仪器

采用 YG086 型缕纱测长机(常州德普纺织科技

有限公司)测试纱线的长度 100 m,预加张力 0.5 cN/tex,纱框转速 205 r/min;JA2003 型电子天平(上海菁华科技仪器有限公司)测试纱线的定量,每种线密度的纱取 6 管不同锭子的纱管,每管测 100 m 质量,取其平均值。

采用 YU068C 型单纱强力仪(苏州长风纺织机电科技有限公司)测量纱线强伸性能,定速拉伸,拉伸速度为 50 cm/min,预加张力 0.5 cN/tex,测试 30 次,取其平均值。

采用 USTER TESTER5 型条干检测仪(瑞士乌斯特技术公司)测量纱线条干均匀度,测试速度为 100 m/min,每次测试时间为 2 min,每种纱线测 5 次,取其平均值。

采用乌斯特兹韦格 HL400 型纱线毛羽测试仪(瑞士乌斯特技术公司)测试纱线毛羽,测试速度为 400 m/min,每次测试时间为 1 min,每种纱线测 5 次,取其平均值。

3 结果对比分析

3.1 强伸性能对比

各种纱线的强伸性能测试结果如表 1 所示。

表 1 纱线强伸性能测试结果

Tab. 1 The test results of yarn strength and elongation

品种规格/tex	断裂强度/(cN·tex ⁻¹)	断裂强度 CV/%	断裂伸长率/%	断裂伸长率 CV/%
28.1(全聚纱)	14.29	5.24	7.10	4.58
28.1(低扭矩纱)	14.50	5.12	6.72	4.43
28.1(四罗拉网格圈紧密纱)	15.78	6.62	5.93	7.48
28.1(紧密赛络纱)	16.19	6.25	6.53	6.41
18.5(全聚纱)	13.89	7.60	6.28	5.51
18.5(低扭矩纱)	14.26	5.06	5.65	5.87
18.5(四罗拉网格圈紧密纱)	14.87	7.63	5.17	8.17
18.5(紧密赛络纱)	15.20	6.49	5.53	7.58
14.7(全聚纱)	14.91	9.09	6.50	8.35
14.7(低扭矩纱)	14.97	8.12	6.66	9.03
14.7(四罗拉网格圈紧密纱)	15.23	9.92	5.62	10.24
14.7(紧密赛络纱)	15.85	8.96	6.26	8.71

由表 1 可知,四种不同纺纱方式的纱线的断裂强度按全聚纺、低扭矩纺、四罗拉网格圈紧密纺、紧密赛络纺的顺序依次提高,且四罗拉网格圈紧密纱和紧密赛络纱的断裂强度明显高于全聚纱和低扭矩纱。低扭矩纱的断裂强度 CV 值明显低于全聚纱,这说明在全聚纺纱机上加装假捻装置有利于纱线强力的提高。紧密赛络纱的断裂强度 CV 明显低于四罗

拉网格圈紧密纱。低扭矩纱的断裂伸长率低于全聚纱,紧密赛络纱的断裂伸长率高于四罗拉网格圈紧密纱,且三种不同细度紧密赛络纱的断裂伸长率 CV 值均比四罗拉网格圈紧密纱要低。这充分表明采用紧密赛络纱能有效改善纱线的强力不匀。

从纱线的强伸性能结果可以看出,纱线的结构与纱线的强伸性能密切相关。所用低扭矩纺是在全

聚纺纱机上进行改装的,由于在原有的装置前罗拉和导纱钩之间加装了一个假捻装置,在纺纱过程纤维在假捻器与前罗拉之间具有较高的捻度,在很大程度上提高了此处纤维受到的张力,有利于纤维在纱内部的位置分布变化,同时可以增强纤维之间的抱合力,从而使得纱线在捻度较低的条件也能达到较高的强力^[6]。全聚纺纱线强力略低于四罗拉紧密纺,主要是因为全聚纺装置中较大直径的空心前罗拉,使得纺纱时纤维束在加捻前其宽度大于四罗拉紧密纺,纱线的均匀度较好。通过集聚区时纤维的紧密度比四罗拉网格圈紧密纺的略松,因此纱线的断裂强度低于四罗拉网格圈紧密纺,但其强度均匀度相对较好。紧密赛络纱的断裂强度高于四罗拉

网格圈紧密纱,这因为紧密赛络纺是紧密纺和赛络纺结合的纺纱方式,使得纱线同时具有集聚和合股的双重作用,两根纤维束在集聚区受气流负压的作用使得纱条集聚紧密,纱体表面的纤维在受集聚和相互缠绕的共同作用下被牢固的束缚在整个纱体中,使得纤维之间的摩擦阻力增大从而使纤维不易滑脱。另一方面,由于紧密赛络纱独特的双股结构中单纱和合股纱的捻向一致,使得纱体中纤维的受力均匀,强度利用率略有提高,因此紧密赛络纱的断裂强度相对较高。

3.2 毛羽性能对比

各种纱线的毛羽性能测试结果如表2所示。

表2 纱线的毛羽性能测试结果

Tab.2 The test results of yarn hairiness

品种规格/tex	毛羽数/(根·100 m ⁻¹)						S1 + 2	S3
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm		
28.1(全聚纱)	26 457	3 715	570	122	8	1	30 172	701
28.1(低扭矩纱)	20 358	3 349	335	109	5	0	23 707	444
28.1(四罗拉网格圈紧密纱)	15 970	1 958	267	71	5	0	17 928	343
28.1(紧密赛络纱)	10 863	1 383	249	48	3	0	12 246	300
18.5(全聚纱)	21 046	1 999	310	88	1	0	23 045	399
18.5(低扭矩纱)	16 914	1 763	270	60	1	0	18 677	331
18.5(四罗拉网格圈紧密纱)	15 034	1 569	178	54	1	0	16 602	233
18.5(紧密赛络纱)	11 144	942	196	15	1	0	12 086	212
14.7(全聚纱)	20 175	1 739	160	35	1	0	21 914	196
14.7(低扭矩纱)	16 626	1 757	248	45	1	0	18 383	294
14.7(四罗拉网格圈紧密纱)	11 828	1 009	139	14	0	0	12 837	153
14.7(紧密赛络纱)	10 820	1 031	122	16	1	0	11 851	139

从表2可以看出,纱线的总毛羽数按全聚纺、低扭矩纺、四罗拉网格圈紧密纺、紧密赛络纺的顺序依次降低。全聚纺和低扭矩纺的纱线1~2 mm的有益毛羽远远多于四罗拉网格圈紧密纺与紧密赛络纱纺的纱线毛羽,同时3 mm及以上的有害毛羽也比其他两种纺纱方法多。

四种方式中紧密赛络纺的纱线毛羽总数最少,这是因为紧密赛络纺在纺纱过程中,一方面两股单纤维须条在经过集聚区时受吸风负压的作用,使得须条表面的单纤维得到充分集聚并卷绕单纱体中;另一方面从前罗拉输出的两根纤维须条在合并前会经预捻后再在汇聚点处合并再加强捻,两股纤维须条受加捻的作用紧密卷绕在一起,形成结构紧密的成纱结构,同时在两束纤维加捻的过程中,会使两股纤维束表面的纤维头端进一步卷入到纱体中,从而

又使纱线表面的毛羽数进一步降低^[7-8]。对比表2中不同线密度的纱线毛羽可以看出,随着纱线线密度降低纱体中的毛羽也是显著减少。这主要是因为纱线越细其横截面中所包含的纤维数量越少,使得纤维之间的相互摩擦降低,有效地减少了纱线表面的毛羽数量。

3.3 条干均匀度对比

各种纱线的条干性能测试结果如表3所示。

从表3可以看出,采用全聚纺纱机的全聚纺和低扭矩纺的纱线条干均比四罗拉网格圈紧密纺纱线条干要好。这主要是因为全聚纺纱机采用的集聚罗拉是直径为50 mm且表面开有条形窄槽的空心罗拉,其直径远大于普通的集聚罗拉,使得纺纱过程中纤维因气流负压的作用向沟槽罗拉表面贴附,纤维须条由于沟槽的作用排列更加均匀;另一方面,四罗

表 3 纱线的条干性能测试结果
Tab. 3 The test results of yarn evenness

品种规格 / tex	条干 CV/%	-50% 细结 / (个 · km ⁻¹)	+50% 粗节 / (个 · km ⁻¹)	+200 棉结 / (个 · km ⁻¹)
28. 1(全聚纱)	11. 34	0	10	16
28. 1(低扭矩纱)	10. 23	0	7	9
28. 1(四罗拉网格圈紧密纱)	11. 87	1	12	25
28. 1(紧密赛络纱)	11. 03	0	8	20
18. 5(全聚纱)	12. 66	4	30	42
18. 5(低扭矩纱)	11. 37	3	25	34
18. 5(四罗拉网格圈紧密纱)	12. 86	5	34	56
18. 5(紧密赛络纱)	12. 22	2	30	48
14. 7(全聚纱)	13. 87	8	43	51
14. 7(低扭矩纱)	13. 11	8	35	43
14. 7(四罗拉网格圈紧密纱)	14. 00	10	47	57
14. 7(紧密赛络纱)	13. 42	6	33	42

拉网格圈紧密纤维须条在集聚区和阻捻点之间有一段没有集聚效果的区间,在此区间内纤维的集聚效果会被减弱,而全聚纺由于其较大的罗拉直径使得纤维的集聚区更长,纤维的集聚效果更好、更稳定^[9-10]。低扭矩纱的条干要优于全聚纱,可以看出加装假捻装置可以提高纱线的条干,因为在全聚纺装置集聚的基础上,同时纱线从前罗拉出来经过假捻区的加捻和退捻使得纱线表面的毛羽进一步卷绕到纱体中,纱体内纤维的分布更加均匀,从而使得低扭矩纱的条干更好。分析纱线强伸性能和毛羽性能认为,紧密赛络纱的独特结构有助提高毛羽和改善强力,同时也使得紧密赛络纱的条干优于四罗拉网格圈紧密纱。

4 结 语

通过实验数据对比可知,不同的集聚纺纱方式对纯棉纱线的性能影响很大。在纱线的强伸性能方面,紧密赛络纺的成纱强力最好;在纱线毛羽方面,全聚纺的成纱保留在 1~2 mm 时有益毛羽最多,紧密赛络纺的纱体中总毛羽是最少的;在纱线的成纱条干方面,全聚纺纱机上的全聚纺和低扭矩纺的成纱条干要优于普通的紧密纺。因此,集聚纺纱方式是影响成纱质量的重要因素,在实际生产应用中可根据纱线的具体用途来选择合适的集聚纺纱方式,如紧密赛络纺纱线由于其强力高、毛羽少,更适用于机织物的免上浆工艺。

参考文献:

[1] 谢春萍,高卫东,刘新金,等. 一种新型窄槽式负压空心

罗拉全聚纺系统[J]. 纺织学报,2013,34(6): 137-141.
XIE Chunping, GAO Weidong, LIU Xinjin, et al. Novel complete condensing spinning system with strip groove structure [J]. Journal of Textile Research, 2013, 34(6): 137-141.

[2] 谢春萍,徐伯俊. 新型纺纱[M]. 2版. 北京: 中国纺织出版社,2009: 121-131.
XIE Chunping, XU Bojun. New Methods of Making Yarns [M]. 2nd Edi. Beijing: Chinese Textile Press, 2009: 120-131.

[3] 谢春萍,杨丽丽,苏旭中,等. 紧密赛络纺集聚效果及纱线结构分析[J]. 纺织学报,2007,28(3): 9-10.
XIE Chunping, YANG Lili, SU Xuzhong, et al. Analysis of compact effect and yarn structure of compact Siro spinning [J]. Journal of Textile Research, 2007, 28(3): 9-10.

[4] 李瑛慧,谢春萍. 集聚纺隔距块与后区牵伸倍数的搭配优选[J]. 棉纺织技术,2016,44(1): 59-62.
LI Yinghui, XIE Chunping. Optimization of spacer and draft multiple in back zone in condensed spinning [J]. Cotton Textile Technology, 2016, 44(1): 59-62.

[5] 谢春萍,王建坤,徐伯俊. 纺纱工程[M]. 北京: 中国纺织出版社,2012: 286-288.
XIE Chunping, WANG Jiankun, XU Bojun. Spinning Engineering [M]. Beijing: Chinese Textile Press, 2012: 286-288.

[6] 陶肖明,郭滢,冯杰,等. 低扭矩环锭纺纱原理及其单纱的结构和性能[J]. 纺织学报,2013,34(6): 121-123.
TAO Xiaoming, GUO Ying, FENG Jie, et al. Spinning principle, structure and properties of low torque ring spun yarns [J]. Journal of Textile Research, 2013, 34(6): 121-123.

[7] 郭呵呵,李惠军. 不同捻度紧密赛络纺纱与紧密纺纱性能对比[J]. 化纤与纺织技术,2014,43(4): 18-20.
GUO Hehe, LI Huijun. Performance comparison of compact-

- siro spinning and compact spinning in different cotton assorting schene [J]. *Chemical Fiber & Textile Technology*, 2014, 43(4): 18-20.
- [8] 李瑛慧, 谢春萍, 张洪, 等. 全聚纺与网格圈紧密纺成纱质量对比 [J]. *上海纺织科技*, 2015, 43(3): 11-13.
LI Yinghui, XIE Chunping, ZHANG Hong, et al. Yarn quality comparison between complete condensing spinning and lattice apron compact spinning [J]. *Shanghai Textile Science & Technology*, 2015, 43(3): 11-13.
- [9] 张文文, 徐红, 苏旭中, 等. 全聚纺改造与四罗拉网格圈式紧密纺纱线性能比较 [J]. *上海纺织科技*, 2015, 43(6): 27-28.
- ZHANG Wenwen, XU Hong, SU Xuzhong, et al. Complete condensing spinning reformation and comparison of yarn performances made by four roller lattice apron compact spinning [J]. *Shanghai Textile Science & Technology*, 2015, 43(6): 27-28.
- [10] 曹梦龙, 徐伯俊, 刘新金, 等. 不同纺纱方法纺制的棉涤混纺纱质量对比分析 [J]. *棉纺织技术*, 2016, 44(3): 30-33.
CAO Menglong, XU Bojun, LIU Xinjin, et al. Comparison analyses of cotton polyester blended yarn quality by different spinning method [J]. *Cotton Textile Technology*, 2016, 44(3): 30-33.