

超大牵伸纺纱中的纤维牵伸力分析

刘璐, 李娟, 贺文慧, 谢春萍, 刘新金

(江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘要: 超大牵伸纺纱技术具有工艺流程短、成本低、生产效率高、成纱质量好等优点。超大牵伸条件下对纤维牵伸力进行研究,有利于改善成纱质量、提高生产效率。利用 TH558 型超大牵伸细纱机,改变总牵伸倍数、中区牵伸倍数和罗拉加压进行纺纱试验。经分析发现:随着总牵伸倍数和中区牵伸倍数的增大,牵伸力变小,牵伸不匀率变大,牵伸变得不稳定,成纱质量变差。在牵伸力与握持力相适应的条件下,罗拉加压越大,成纱质量越好。

关键词: 纺纱; 环锭纺; 牵伸力; 超大牵伸; 成纱条干; 变速点

中图分类号: TS104.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)02-0004-03

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.02.002

Analysis of drafting force of fibers in super high draft spinning

LIU Lu, LI Juan, HE Wenhui, XIE Chunping, LIU Xinjin

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

Abstract: Super high draft spinning technology has the advantages of shortened process flow, reduced cost, improved production efficiency and good quality of the yarn. It is helpful to improve the quality of yarn and improve the production efficiency by studying the drafting force under the condition of large draft. Spinning test is carried out with TH558 super high draft spinning machine by changing draw ratio, middle draft ratio and roller pressure. It is found that with the increase of the total draft ratio, the drafting ratio increases, the drafting force becomes smaller, the drafting unevenness becomes larger, the draft becomes unstable, and the yarn quality becomes poorer. In the adapted drafting force and grip force, the greater the roller pressure is, the better the yarn quality is.

Key words: yarn spinning; ring spinning; drafting force; super high draft; yarn evenness; speed change point

随着对纺纱效率、成纱质量及产品风格的要求越来越高,普通环锭纺技术已经很难满足需求^[1],增加细纱机牵伸区的数量是实现细纱机超大牵伸技术最可行的方法^[2]。与传统环锭细纱机相比,TH558 型数字超大牵伸细纱机增加了一个中区进行牵伸,使得细纱机总牵伸倍数大大提高。通过测定超大牵伸纺纱中的前区牵伸力,分析纱线质量指标,对改善产品质量、提高生产效率具有重要的意义和应用价值。

本文在胶辊上加装 NYS-1 型纱线牵伸力在线测试系统,利用植入胶辊,测定不同纺纱条件下牵伸力的变化。牵伸力测试仪器的测试精度为 $\pm 2\%$,可以在纺纱过程中分析不同状态下的牵伸力变化和成纱质量变化,从而提高所纺纱线的品质。

1 牵伸力不匀率与变速点分布

收稿日期: 2017-05-15

基金项目: 江苏省博士后科研资助计划项目(1501146B);中国博士后科学基金项目(2015M581722);江苏省自然科学基金项目(BK20151359);江苏省产学研项目(BY2015019-10、BY2016022-27);江苏省科技成果转化项目(BA2014080);纺织服装产业河南省协同创新项目(hnfx14002);广东省产学研项目(2013B090600038);江苏高校优势学科建设工程资助项目[苏政办发(2014)37号];新疆自治区重点研发项目(2016B02025-1)

作者简介: 刘璐(1995-),女,本科,主要从事超大牵伸的研究工作。

通信作者: 刘新金。E-mail:liuxinjin2006@163.com。

牵伸力主要体现为牵伸区中快速纤维和慢速纤维之间的联系力,其大小体现了将快速纤维从慢速纤维中抽拔出来的难易程度,并直接关系到所纺纱线的质量。牵伸力的微小波动将引起成纱质量的较大波动^[3]。在牵伸过程中要使纤维所受牵伸力与握持力相适应,握持力过小会导致前罗拉、后罗拉打滑等现象的发生,从而造成须条牵伸不匀,一般来讲纤维所受到的握持力是最大牵伸力的 2~3 倍^[4]。

1.1 牵伸力不匀率

牵伸力的值是一个连续的动态变量,随着喂入须条细度的变化或粗纱结构不匀、摩擦力界分布等因素的变化而发生波动,而牵伸力波动对纤维集中前稳定在前钳口处变速十分不利,牵伸力的稳定程度同样影响着纱线的成纱质量指标。因此,提高成纱质量首先要分析牵伸力的大小和稳定程度,即牵伸力不匀率^[5]。

牵伸力不匀率是牵伸力标准偏差与平均值的百分比,主要反映了牵伸力均值的离散程度。牵伸力平均值 \bar{T} 、牵伸力的标准偏差 SD_T 及牵伸力不匀率 CV_T 的计算公式见式(1)~(3):

$$\bar{T} = \frac{1}{n}(T_1 + T_1 + \dots + T_n) \quad (1)$$

$$SD_T = \sqrt{\frac{(T_1 - \bar{T})^2 + (T_2 - \bar{T})^2 + \dots + (T_n - \bar{T})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$CV_T = \frac{SD_T}{\bar{T}} \times 100\% \quad (3)$$

式中： \bar{T} ——牵伸力平均值；

$T_1, T_2 \dots T_n$ ——单位时间内测得的牵伸力值；

n ——数据的个数；

CV_T ——牵伸力不匀率；

SD_T ——牵伸力的标准偏差

1.2 变速点分布

在理想条件下,牵伸时纤维间没有相对运动,纤维都在同一截面变速,纱条附加不匀并未增加。但牵伸后,须条的不匀率总是增加的,这说明须条在牵伸过程中纤维头端在前罗拉钳口线上变速或牵伸区内某一截面上变速与理想情况不符,即纤维变速点是分散的,称为变速点分布^[6]。纤维变速点不一致是造成牵伸后纱条不匀的主要原因^[7]。变速点分布集中、前移有利于提高成纱质量。

2 试验部分

2.1 试验方法

在超大牵伸条件下,牵伸力的大小和分配以及罗拉加压对成纱质量有较大的影响。因此,本文主要从牵伸倍数、牵伸分配、罗拉加压3个方面来进行研究,分析3个参数随着工艺参数以及牵伸力的变化及其对成纱质量的影响。

2.2 试验原料与设备

本文使用TH558型超大牵伸细纱机,选用定量为1 000 tex(10 g/10 m)的半精梳纯棉粗纱分别纺制9.7、7.3、5.8 tex棉纱。采用YG086C型全自动单纱强力仪测试纱线强力,USTER TESTER 5型条干测试仪测试纱线条干,USTER ZWEIGLE HL400型兹韦格毛羽仪测试纱线毛羽。测试条件:温度(23±2)℃,相对湿度(65±3)%,测试前纱线在该条件下平衡24 h以上。

3 试验结果与分析

3.1 牵伸倍数对牵伸力不匀率的影响

采用不同的总牵伸倍数进行纺纱,其中中区为1.3倍、后区为1.1倍,具体工艺参数见表1。不同牵伸倍数加压对9.7 tex成纱质量及前区牵伸力不匀率的影响见表2。

表1 超大牵伸纺棉纱的工艺参数

细纱特数/tex	牵伸倍数			捻系数	锭速/(r·min ⁻¹)	钢丝圈号数	钳口隔距/mm		罗拉隔距/mm
	后区	中区	前区				前区	中区	
9.7	1.1	1.3	72.09	390	1 1000	7/0	2.75	3.5	45×50×65
7.3	1.1	1.3	95.80	400	8 000	14/0	2.75	3.5	45×50×65
5.8	1.1	1.3	120.57	420	7 000	22/0	2.75	3.5	45×50×65

表2 不同牵伸倍数加压对成纱质量及前区牵伸力不匀率的影响

细纱定量/tex	条干 CV/%	-50%细节/(个·km ⁻¹)	+50%粗节/(个·km ⁻¹)	+200%棉结/(个·km ⁻¹)	断裂强力/cN	强力 CV/%	断裂伸长率/%	伸长 CV/%	≥3 mm毛羽/(根·m ⁻¹)	牵伸力平均值 \bar{T} /cN	牵伸力的标准偏差 SD_T	牵伸力不匀率 CV_T /%
9.7	13.68	10.0	70.0	110.0	175.52	7.03	4.15	9.85	282	131.4	22.82	17.37
7.3	16.82	60.0	110.0	175.0	129.86	10.26	3.74	11.26	297	127.06	22.93	18.05
5.8	17.96	115.0	215.0	225.0	92.20	10.67	3.70	12.31	324	117.56	23.14	19.68

由表2可知,在其他条件相同的情况下,随着总牵伸倍数的增大,平均牵伸力变小,牵伸力的不匀率变大。随着牵伸倍数的增加,条干不匀变大,纱线的粗细节、棉结增多,断裂强力变小,毛羽增多。

牵伸力较大,纤维所受的控制力强,有利于快速纤维从慢速纤维中抽拔出来。牵伸力比较稳定表明纤维变速点集中、前移,所纺纱线的条干好,粗细节、棉结相对少。随着所纺纱线定量的减少,牵伸倍数增大,前区的牵伸力减小,纤维所受的控制力减弱,纤维间摩擦力减小,摩擦力界减弱,快速纤维更容易从慢速纤维中抽

拔出来。牵伸力不稳定说明纤维变速点变得越来越分散、后移,纤维头端变速位置变动范围变宽,移距偏差增大,纤维在运动过程中牵伸力波动比较大,成纱条干不匀变大,纱线强力变小,纱线毛羽增多。

3.2 牵伸分配对牵伸力不匀率的影响

同样采用定量为10 g/10 m的纯棉粗纱,纺制9.7 tex棉纱。在保证同一纱支总牵伸倍数不变的条件下,采用不同的中前区牵伸倍数进行纺纱。纺纱工艺参数为:捻系数390,锭速11 000 r/min,钢丝圈号数7/0,前区钳口隔距2.75 mm、后区钳口隔距3.5 mm,罗

拉隔距 45×50×65 mm,具体的牵伸倍数见表 3。

表 3 超大牵伸纺 9.7 tex 棉纱的牵伸倍数

后区	中区	前区
1.1	1.1	85.20
	1.3	72.09
	1.5	62.48
	1.7	55.13

不同牵伸分配对 9.7 tex 成纱质量及前区牵伸力不匀率的影响见表 4。可知,在其他条件相同的情况下,在中区牵伸倍数为 1.1 和 1.3 时,牵伸力比较大,相对稳定,不匀率较小。随着中区牵伸倍数增大,牵伸力相对减少,其波动变大,不匀率明显增大。由表 4 可以看出,随着中区牵伸倍数的增加,条干均匀度先变小后

表 4 牵伸分配对成纱质量及前区牵伸力不匀率的影响

中区牵伸倍数	条干 CV /%	-50%细节 / (个·km ⁻¹)	+50%粗节 / (个·km ⁻¹)	+200%棉结 / (个·km ⁻¹)	断裂强力/cN	强力 CV/%	断裂伸长率/%	伸长 CV/%	≥3 mm 毛羽 / (根·m ⁻¹)	牵伸力平均值 \bar{T} /cN	牵伸力的标准偏差 SD_T	牵伸力不匀率 CV_T /%
1.1	13.82	30.0	120.0	130.0	178.01	6.46	5.00	7.64	259	133.6	23.52	17.60
1.3	13.68	10.0	70.0	110.0	175.52	7.03	4.15	9.85	282	131.4	22.82	17.37
1.5	14.73	130.0	140.0	150.0	168.15	10.95	4.21	10.47	246	127.6	23.37	18.31
1.7	16.95	160.0	190.0	160.0	171.88	11.12	4.44	11.76	291	126.3	23.43	18.56

3.3 罗拉加压对牵伸力不匀率的影响

采用定量为 10 g/10 m 的纯棉粗纱,纺制 9.7 tex 棉纱。采用纺纱条干最好的牵伸分配,其中中区牵伸倍数为 1.3、后区牵伸倍数为 1.1、前区牵伸倍数为 72.09,其余工艺参数同 3.2。改变罗拉加压,其中,罗

表 5 罗拉加压对 9.7 tex 成纱质量及前区牵伸力不匀率的影响

罗拉加压	条干 CV /%	-50%细节 / (个·km ⁻¹)	+50%粗节 / (个·km ⁻¹)	+200%棉结 / (个·km ⁻¹)	断裂强力/cN	强力 CV/%	断裂伸长率/%	伸长 CV/%	≥3 mm 毛羽 / (根·m ⁻¹)	牵伸力平均值 \bar{T} /cN	牵伸力的标准偏差 SD_T	牵伸力不匀率 CV_T /%
A	14.15	20.0	80.0	120.0	165.68	7.98	4.48	10.27	310	131.21	23.32	17.78
B	14.10	15.0	70.0	115.0	168.52	8.89	4.24	10.28	309	131.87	23.05	17.56
C	13.84	5.0	65.0	90.0	173.39	7.35	4.12	9.42	297	132.32	22.38	16.92
D	14.04	30.0	70.0	120.0	170.97	8.02	4.15	10.76	304	132.68	23.05	17.37

由表 5 可知,在其他条件相同的情况下,随着罗拉加压的增大,牵伸力相对增加,牵伸力波动变小,牵伸力不匀率减小。其中罗拉加压为 C 时,牵伸力最稳定。由表 5 可以看出,罗拉加压为 C 时纱线条干最好,纱线断裂强力也较大,纱线毛羽随着罗拉加压变化无明显趋势。整体成纱质量为 C>D>B>A。

由此分析,当罗拉加压由 A 变化到 B 和 C 时,前罗拉加压增加,前区握持力增加,快速纤维从慢速纤维中抽拔出来需要的牵伸力较大,纤维变速点集中、前移,所纺纱线质量变好。罗拉加压由 C 变化到 D 时,前罗拉加压和前区牵伸力增加,而握持力不变,仅牵伸力增加使牵伸力与握持力不适应,快速纤维从慢速纤

增大,纱线的断裂强力也有相同的变化趋势,毛羽无明显变化趋势。在后区牵伸倍数相同的情况下,随着中区牵伸倍数的增加,前区的牵伸力减小,纤维所受的控制力减弱,纤维间摩擦力减小,摩擦力界减弱,快速纤维更容易从慢速纤维中抽拔出来。后区采用比较小的牵伸倍数 1.1,纤维须条进入中区,须条的密度比较大,纤维之间的抱合力比较强,在经过中区牵伸后纤维的伸直平行度提高,有利于须条在前区大牵伸的条件下拉长抽细。但是由于中区的牵伸倍数过小为 1.1,须条过于紧密,快速纤维从慢速纤维中抽拔出来需要的牵伸力较大,造成牵伸力波动大、不稳定,纤维变速点分散、后移,成纱条干不匀变大,纱线强力变小。

拉加压(前罗拉×中一罗拉×中二罗拉×后罗拉)分别为 A(170 N×235 N×235 N×215 N)、B(190 N×235 N×235 N×215 N)、C(215 N×235 N×235 N×215 N)、D(235 N×235 N×235 N×215 N)。罗拉加压对 9.7 tex 成纱质量及前区牵伸不匀率的影响见表 5。

维中抽拔出来的牵伸力大而握持力小,纤维变速点分散、后移,所以成纱质量变差。整体来说,前罗拉加压增大,快速纤维从慢速纤维中抽拔出来需要的牵伸力较大,纤维变速点集中、前移,成纱条干明显变好。综上所述,在牵伸力与握持力相适应的前提下,罗拉加压越大成纱质量越好。

4 结 语

随着牵伸倍数增大,前区的牵伸力减小,牵伸力不匀率增大。纤维所受的控制力减弱,纤维间摩擦力减小,快速纤维更容易从慢速纤维中抽拔出来。变速点

☞(下转第 24 页)

综上所述,随着海藻酸钠含量的增加,体积比为 9:1、8:2、7:3、6:4 的 PVA/海藻酸钠共混液均可正常进行静电纺丝。在体积比为 6:4 时,纳米纤维膜中海藻酸钠含量较大,纤维膜成形良好,直径分布均匀。本文对 6:4 的 PVA/海藻酸钠纳米纤维膜进行 CaCl_2 交联和性能测试。

2.4 纤维膜耐水性测试

耐水性测试结果表明,未交联的样品在放入水中的瞬间就产生了溶解现象,而交联的样品没有明显变化。30 min 之后,未交联的样品已经大部分溶解,而交联的样品同样没有明显的变化。静置 24 h 之后,交联的样品依然没有溶解,样品变得透明,说明交联提高了纤维膜的耐水性能。

2.5 纤维膜强力测试

用电子单纱强力仪对纤维交联前后的纳米纤维膜进行强力测试,测试 3 次后计算平均值,测得交联前后的纳米纤维膜断裂强力分别为 12.07、23.96 cN,断裂伸长分别为 15.98、32.64 mm。可以看出,交联后纳米纤维膜的断裂强力和断裂伸长均有大幅提高,其中断裂伸长增加了 104.3%,断裂强力增加了 98.5%,说明交联提高了 PVA/海藻酸钠共混纳米纤维膜的力学

性能。

3 结 语

(1) 由于纯海藻酸钠溶液静电纺丝比较困难,故和 PVA 水溶液共混纺丝。本文将 8% 的 PVA 水溶液与 2% 的海藻酸钠水溶液以体积比 9:1、8:2、7:3、6:4、5:5 的比例进行共混。结果表明,体积比为 9:1、8:2、7:3、6:4 的 PVA/海藻酸钠水溶液均可正常进行静电纺丝。在体积比为 6:4 时,纳米纤维膜中海藻酸钠含量较大,纤维膜成形良好,直径分布均匀。

(2) 经氯化钙交联后,纳米纤维膜抗水解能力、断裂伸长和断裂强力提高。共混液体积比为 6:4 的纳米纤维膜交联后,断裂伸长增加了 104.3%,断裂强力增加了 98.5%。



参考文献:

- [1] 肖学良,魏取福,何婷婷,等.PVA 甲酸溶液与 PVA 水溶液静电纺丝的比较研究[J].天津工业大学学报,2009,28(3):10-13.
- [2] 黄旭方,司军辉,崔志香.PVA 纤维静电纺丝工艺参数研究及正交设计优化[J].福建工程学院学报,2012,14(1):36-40.
- [3] 吕梦青,曹鼎,石艳,等.静电纺丝 PET/PVA 复合纳米纤维膜的制备及性能[J].化工进展,2012,31(11):2531-2534.
- [4] 孙垂卿,刘呈坤,洪益明.静电纺聚乙醇的纺丝工艺对纤维毡宏观形态的影响[J].非织造布,2008,16(5):35-37.

(上接第 6 页)

变得越来越分散、后移,纤维头端变速位置变动范围变宽,移距偏差增大,纤维在运动过程中波动比较大,牵伸力不稳定。随着中区牵伸倍数的增加,前区的牵伸力减小。当中区的牵伸倍数过小为 1.1 时,须条过于紧密,快速纤维从慢速纤维中抽拔出来需要的牵伸力较大,造成牵伸力不匀率大,纤维变速点分散、后移。从整体上来说在牵伸力与握持力相适应的条件下,罗拉加压增加,握持力增加,快速纤维从慢速纤维中抽拔出来需要的牵伸力较大。但是在罗拉加压过大的情况下,由于握持力不变,仅增加牵伸力,牵伸力与握持力不适应,牵伸力不匀率增大。综上所述,牵伸力越大,牵伸力不匀率越小,成纱质量越好。



参考文献:

- [1] 王志坚,祁兴.重定量工艺的生产实践[J].棉纺织技术,2006,34(9):46-48.
- [2] HEITMANN U, SCHNEIDER J, 薛文良.环锭纺的发展潜力[J].国际纺织导报,2008(12):23-24,26-27.
- [3] 任家智.纺织工艺与设备(上)[M].上海:中国纺织出版社,2004.
- [4] SHAW J.Short-staple ring-spinning[J].Textile Progress, 1982, 12(2):6-9.
- [5] 冯清国.棉纺细纱机后区牵伸力的测试及工艺研究[D].郑州:中原工学院,2011.
- [6] YAN G, YU C.The influence of fiber length distribution on the accelerated points in drafting: A new perspective on drafting process[J].Fibers and Polymers, 2009, 10(2):217-220.
- [7] KOUKICHI Y, MICHI K.A study on the accelerated-point distribution of floating fibers in drafting process[J].Text Mach So Japan, 1958, 11(11):356-360.

欢迎订阅《合成纤维》杂志!

单月刊 邮发代号: 4-238

编辑部电话:(021)55210011-458 电子邮件:hcxw@chinajournal.net.cn