

空气捻接器参数影响氨纶包芯纱接头质量的最优化研究

武世锋¹, 吴佳庆^{1,2}, 张小叶¹, 周衡书¹

(1.湖南工程学院 纺织服装学院, 湖南 湘潭 411104;

2.大连工业大学 纺织与材料工程学院, 辽宁 大连 116034)

摘要:为了探究捻接器参数对氨纶包芯纱接头质量的影响,在 JOINTAIR 690 型空气捻接器棉氨弹力纱捻接参数参考值下,针对退捻时间、捻接长度和加捻时间设置了 12 组捻接参数,剪取相关参数的接头,并对其强力、弹性指标、含氮量进行了测试。基于 MATLAB 的图像处理技术对接头处纱线直径进行测量,评价接头处细度变异情况。结果表明,接头质量最好的捻接参数是退捻时间为 3、捻接长度为 10、加捻时间为 4,在一定程度上可以解决企业生产中氨纶包芯纱的接头失弹问题。

关键词:空气捻接;包芯纱接头;MATLAB;纱线直径

中图分类号:TS151.9

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2020)05-0014-04

络筒就是把管纱加工成符合后道工序要求的卷装(筒子)。络筒过程中需要清除纱线上的纱疵,就要剪断纱线和接头^[1-2]。对于筒子纱来说,都存在一定数量的接头,接头质量好坏对后道工序加工具有重大的影响,而空气捻接器参数的合理设置是保障接头质量的关键环节^[3]。

目前,对纯棉纱、涤棉纱、麻、化纤等纱线自动接头的研究比较成熟,但是对于氨纶包芯纱的接头研究比较少^[4-5]。

在参考 JOINTAIR 690 型空气捻接器对弹力纱捻接参数范围的基础上开展了研究。该空气捻接器捻接参数主要有 3 个:其一,退捻时间,即在退捻管内纱线受到与纱线捻向相反的螺旋气流作用使得纱头解捻的时间;其二,捻接长度,即纱线在捻接腔内相互叠合的长度;其三,加捻时间,即 2 根纱线在捻接腔内通过 2 股相互反向的回转气流的作用对其进行握持加捻的时间。在参数参考范围内,将这 3 个参数进行组合、剪取接头、质量检测,得到最适合 12 tex 棉/氨包芯纱自动接头的参数。

1 试验部分

1.1 装置与材料

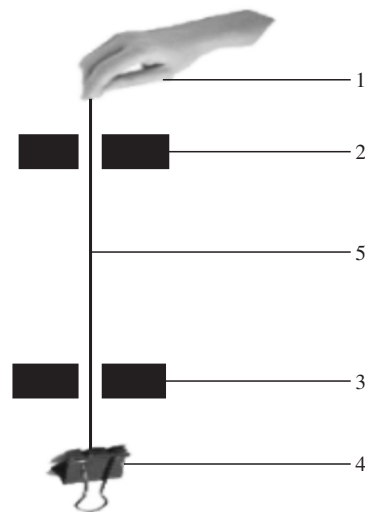
试验装置和材料见表 1。

表 1 试验装置与材料

| 项 目 | 内 容 |
|------|---|
| 试验装置 | Savio Orion 型,自动络筒机;JOINTAIR 690 型,空气捻接器;13Z2 型,捻接腔 |
| 试验材料 | 12 tex 棉/氨包芯纱 |

1.2 强力测试

使用 YG061 型强力仪(等速伸长),在一定试验条件下,把单根纱线接头拉伸至断裂,重复多次,得到相关的拉伸断裂数据。



1.手指,2.上夹持器,3.下夹持器,4.小夹子,5.氨纶包芯纱

图 1 纱线预加张力控制

考虑到氨纶包芯纱的良好弹性,为了方便试验开展,如图 1 所示,把预加张力用一个小夹子 4(1.298 cN)替代,小夹子夹住纱线一端,另一端用手捏住移动,使小夹子至指定位置,确保每次纱线受到的预加张力

收稿日期:2020-02-12;修回日期:2020-02-23

作者简介:武世锋(1989-),男,实验师,主要研究方向:数字化纺织工程,Email:15697322715@163.com。

一致,闭合上夹持器 2 和下夹持器 3,再启动仪器开始强力试验。

1.3 弹性测量

接头回弹性是在 YG02A 弹性材料试验机上进行测试。测试前先在纱线下端夹持一定重量的小夹子,手持纱线的另一端使其悬垂至统一的刻度线,再将纱线测量部分夹持到仪器上,启动仪器,开始测试。

1.4 氨纶包芯纱氨纶含量

将有接头的氨纶包芯纱拉伸伸直,接头处两端扩展 20 cm,也就是截取 40 cm 长纱线,取样 6 份并分别称重。采用手工解捻将氨纶丝从每份试样中拆出并称重,从而得到接头氨纶包芯纱的含氨量。

1.5 接头直径测量

纱线接头细度增量是评价接头质量的重要指标^[6]。运用 MATLAB R2016a 软件中图片统一分辨率、增强处理、二值处理、元素统计等技术获得图片信息^[7-9],再进行公式换算出接头直径平均值。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3720 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3730 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3740 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3751 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3761 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3771 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3780 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3790 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3810 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3820 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

图2 4.4 tex 氨纶丝二值图像矩阵纱线/背景分界区

对于接头处直径的测量研究主要是将图片转换成二值图像后进行相关的分析。一张二值图像呈现出来只有黑白 2 色,如图 2 所示,其中“0”表示黑色,“1”表示白色,并且图像的每个像素点在图片矩阵中的取值只有“0”或“1”。因此,在进行图形数据统计时对“1”元素的统计,就是对图片白色的像素点数的统计,如图 3 所示。

纱线直径计算公式为:

$$\text{纱线直径 } d_1 = \frac{n_1}{n_2} \times d_0 \quad (1)$$

式(1)中, n_1 为待测纱样二值图像矩阵中“1”元素总个数; n_2 为标样二值图像矩阵中“1”元素总个数; d_0 为标样的直径(μm),标样直径可通过 CU-2 纤维细度仪测得。

```
figure, imshow(i3);
```

```
e=find(i3==1);
```

```
length(e)
```

警告: 图像太大,无法在屏幕上显示;将以 33% 显示

```
> In images.internal.initSize (line 71)
```

```
In imshow (line 309)
```

```
ans =
```

```
1812
```

图3 4.4 tex 氨纶丝二值图像矩阵元素“1”统计

1.6 接头质量企业工艺标准

纱线接头质量主要性能指标企业工艺标准见表 2。

表2 纱线接头质量主要性能指标企业工艺标准

| 捻接性能指标 | 标准参数 |
|------------------------|-----------------|
| 捻接区粗度/倍 | 原纱直径的 1.1~1.3 |
| 捻接区长度/mm | 20~28 |
| 捻接区纱线强力 | 大于原纱的 85% |
| 捻接区强力 CV 值/% | <18 |
| 捻接速度/s·次 ⁻¹ | 0.3~1(根据纱线不同调节) |
| 捻接空气压力/MPa | 0.54~0.68 |

2 结果与讨论

2.1 接头强力

12 组参数接头强力及原纱强力测试平均数据结果见表 3。

表3 各参数接头强力及原纱强力平均数据

| 参 数 | 断裂强力 /cN | 断裂伸长 /mm | 断裂伸长率/% | 捻接区强力 CV/% |
|--------|----------|----------|---------|------------|
| 3-10-4 | 606.00 | 181.22 | 72.49 | 4.24 |
| 2-11-5 | 585.83 | 194.78 | 77.91 | 7.17 |
| 3-11-4 | 562.33 | 180.72 | 72.28 | 4.65 |
| 2-10-3 | 500.66 | 206.65 | 82.66 | 24.94 |
| 2-10-4 | 528.83 | 170.65 | 68.26 | 8.72 |
| 2-10-5 | 505.83 | 169.76 | 67.90 | 7.72 |
| 2-11-3 | 554.33 | 190.88 | 76.35 | 6.97 |
| 3-10-3 | 547.50 | 192.61 | 77.04 | 4.85 |
| 3-10-5 | 479.50 | 191.09 | 76.43 | 7.59 |
| 3-11-3 | 509.16 | 169.73 | 67.89 | 11.20 |
| 2-11-4 | 536.33 | 189.80 | 75.92 | 6.39 |
| 3-11-5 | 510.33 | 202.69 | 81.07 | 8.57 |
| 原 纱 | 652.79 | 71.76 | 28.70 | 4.80 |

通过对试验数据分析可以得出参数设置“退捻时间-捻接长度-加捻时间”为 3-10-4、2-11-3、2-11-5 和 3-11-4 这 4 组接头强力与原纱较为接近,达到或接近原纱强力的 85%(约 554.8 N)。

其中 3-10-4 的强力最接近原纱;各参数接头断裂伸长较接近,但与原纱差异非常大;参数 3-10-4

接头捻接区强力 CV 值最小,接头强力最稳定。

2.2 弹性测量

弹性试验参数设置为:初始长度 100 mm、温度 27.3 ℃、湿度 69%、伸长率 60%、松弛时间 30 s、启始停顿 30 s、反复次数 6 次、上升速度 200 mm/min、下降速度 200 mm/min。

表 4 各参数弹性测试数据

| 参 数 | 回复率 /% | 衰减率 /% | 变形率 /% | 回复率 CV 值/% |
|--------|--------|--------|--------|------------|
| 3-11-4 | 37.52 | 25.17 | 37.4 | 16.67 |
| 3-11-3 | 47.08 | 18.75 | 31.7 | 10.64 |
| 3-11-5 | 86.27 | 22.38 | 8.2 | 3.02 |
| 2-11-4 | 88.90 | 22.92 | 6.6 | 2.64 |
| 2-11-3 | 64.15 | 20.21 | 21.5 | 5.60 |
| 2-11-5 | 98.32 | 21.58 | 1.0 | 1.36 |
| 3-10-3 | 98.47 | 20.72 | 0.9 | 1.36 |
| 3-10-5 | 77.33 | 25.79 | 13.6 | 2.70 |
| 3-10-4 | 73.62 | 21.13 | 15.8 | 3.80 |
| 2-10-4 | 37.27 | 29.91 | 37.6 | 15.26 |
| 2-10-5 | 86.83 | 23.70 | 7.9 | 3.12 |
| 2-10-3 | 78.23 | 20.13 | 13.0 | 4.62 |
| 原 纱 | 77.30 | 21.22 | 16.1 | 4.21 |

通过对氨纶包芯纱伸长率为 60% 的弹性测试,可看出参数设置“退捻时间—捻接长度—加捻时间”为 3-10-5、3-10-4、2-10-3 这 3 组数据的弹性回复率与原纱最为接近,且 3-11-5、2-11-4、2-11-5、3-10-3、2-10-5 几组数据的弹性回复性能都优于原纱。空气捻接器参数中加捻时间和退捻时间与纱线接头回复率的相关性不大;12 组数据中纱线弹性衰减率变化不太明显(表 4)。

2.3 包芯纱氨纶含量

通过拆解接头试样以及同为 40 cm 长度的原纱,取出氨纶丝,计算氨纶包芯纱的含氨量数据见表 5 所示。

表 5 各参数含氨量数据

| 参 数 | 含氨量/% | 参 数 | 含氨量/% |
|--------|-------|--------|-------|
| 3-11-4 | 0.558 | 3-10-3 | 0.536 |
| 3-11-3 | 0.475 | 3-10-5 | 0.543 |
| 3-11-5 | 0.492 | 3-10-4 | 0.589 |
| 2-11-4 | 0.536 | 2-10-4 | 0.517 |
| 2-11-3 | 0.553 | 2-10-5 | 0.497 |
| 2-11-5 | 0.567 | 2-10-3 | 0.485 |
| 原 纱 | 0.665 | | |

通过计算表 5 的氨纶包芯纱含氨量可以得到在参数设置“退捻时间—捻接长度—加捻时间”为 3-10-4、2-11-3、2-11-5 时含氨量与原纱含氨量接近。

2.4 纱线直径

接头直径的测量参考纱线直径测量公式(1),将统计的结果经过处理得到数据见表 6。

表 6 各参数接头直径图片数据

| 参 数 | “1”的次数 | 直径/ μm | 细度增量 |
|--------|--------|-------------------|---------|
| 氨纶丝 | 1 922 | 82.50 | × |
| 原 纱 | 16 940 | 727.13 | × |
| 3-11-4 | 14 935 | 641.07 | -11.84% |
| 3-11-3 | 27 626 | 1 185.82 | 63.08% |
| 3-11-5 | 24 682 | 1 059.45 | 45.70% |
| 2-11-4 | 20 486 | 879.34 | 20.93% |
| 2-11-3 | 21 089 | 905.23 | 24.49% |
| 2-11-5 | 22 017 | 945.06 | 29.97% |
| 3-10-3 | 21 585 | 926.52 | 27.42% |
| 3-10-4 | 21 926 | 1 111.15 | 29.43% |
| 3-10-5 | 25 987 | 1 115.47 | 53.41% |
| 2-10-4 | 24 792 | 1 064.17 | 46.35% |
| 2-10-5 | 31 403 | 1 347.94 | 85.38% |
| 2-10-3 | 22 787 | 978.11 | 34.52% |

从表 6 可知通过直径测量试验,相比于原纱直径很多接头直径不合格,其中多数接头超过了原纱形成了粗节。

2.5 讨论

按照表 2 纱线接头质量主要性能指标企业工艺标准中的要求,其一接头强力要达到原纱的 85% 以上;其二捻接强力 CV 值不能超过 18%;其三,细度增量要是原纱的 1.3 倍内。也就是该原纱的合格接头,断裂强力至少要达到 554.8 cN,细度增量至多为 30%,接头含氨量最接近于原纱的含氨量。可知符合生产要求的捻接参数有 3-10-4、2-11-3、2-11-5。

在实际生产中,断裂强力占据的权重较大,选择参数时在满足其他工艺要求的基础上尽可能地选择强力与原纱接近的捻接器参数,且弹性回复率应该至少满足原纱的弹性回复率,所以合格接头中 3-10-4 这组参数最为优异。

3 结论

(1)运用数字图像处理方法直接处理指定分辨率的二值图像,并提取该图像的像素矩阵,通过统计矩阵中的“1”来反映纱线的面积,再将“1”的总数与标样的“1”的总数进行换算得出接头直径。这是一种新的验证性测试纱线直径的方法。

(2)基于 JOINTAIR 690 型空气捻接器对弹力纱捻接参数范围,设置“退捻时间—捻接长度—加捻时间”12 组参数,通过试纺对纱线强力、弹性、含氨量及

直径性能进行对比测试,得出最优工艺为退捻时间为3、捻接长度为10、加捻时间为4。在一定程度上可以解决企业中的氨纶包芯纱的接头失弹问题。

参考文献:

- [1] 杨志清.用先进的适用技术改造络筒机[J].现代纺织技术,2004,(8):30-35.
- [2] 李国锋,李惠军.提高 Espero-M 型络筒机捻接质量的体会[J].棉纺织技术,2012,40(11):47-49.
- [3] 杨 钊.空气捻接器关键机构及其捻接腔流场的分析与研究[D].青岛:青岛科技大学,2010.
- [4] 徐 旻,李云庆.弹力包芯纱及其弹力织物质量控制探讨[J].棉纺织技术,2003,(4):213-216.
- [5] 彭绍钧,于修业,程隆棣,等.氨纶包芯纱主要性能的影响因素探析[J].棉纺织技术,2000,(9):10-12.
- [6] 时 香.空气捻接器接头质量的控制措施[J].纺织器材,2018,(5):33-34.
- [7] 周绚丽,成 玲.计算机图像处理技术在纱线质量检测中的应用[J].纺织科技进展,2008,(1):32-34.
- [8] 袁春燕.图像处理技术在纱线测试中的应用[J].轻纺工业与技术,2012,(6):61-62.
- [9] 余成波.数字图像处理及 MATLAB 实现[M].重庆:重庆大学出版社,2003.

Influence of Air Splicer Parameters on Quality of Spandex Cored Yarn Joints

WU Shi-feng¹, WU Jia-qing^{1,2}, ZHANG Xiao-ye¹, ZHOU Heng-shu¹

(1.College of Textile and Garment, Hunan Institute of Engineering, Xiangtan 411104, China;

2.College of Textile and Materials Engineering, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

Abstract: In order to explore the influence of the splicer parameters on the quality of the spandex cored yarn joint, under the reference value of splicing parameters of cotton ammonia elastic yarn on the JOINTAIR690 air splicer, 12 sets of splicing parameters were set to cut the relevant parameters. The strength, elastic index and ammonia content were tested. Based on MATLAB image processing technique, the yarn diameter at the joint was measured. The fineness variation at joints was evaluated. The results showed that the best splicing parameters was untwisting time of 3, splicing length of 10 and twisting time of 4. To a certain extent, it could solve the elasticity loss problem of spandex core-spun yarn in enterprises.

Key words: air splicing; core-spun yarn joint; MATLAB; yarn diameter

(上接第7页)

- [23] 周步宇,张春艳,吴长昊,等.黄麻基碳纤维/MnO/C 锂离子电池负极材料的制备及其电化学性能[J].无机化学学报,2016,32(5):811-817.
- [24] 张飞飞.多孔生物质炭及其复合物的制备与铈吸附性能研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2019.
- [25] HOU J, CAO C, IDREES F, *et al.* Hierarchical porous nitrogen-doped carbon nanosheets derived from silk for ultrahigh-capacity battery anodes and supercapacitors[J]. *Acs Nano*, 2015, 9(3):2 556-2 564.
- [26] 刘鑫荣.家蚕丝碳化制备电催化材料及在催化析氢反应中的应用[D].杭州:浙江理工大学,2017.

Preparation and Application of Biomass Carbon Materials Derived from Textiles

SUN Jia-yi, ZHOU Zhao-yi, RUAN Ling-feng

(Shanghai Institute of Quality Inspection and Technical Research, Shanghai 200040, China)

Abstract: In recent years, biomass carbon materials, with wide range of raw materials and strong renewable properties, had attracted great attention due to their high porous surface and excellent stability. The common preparation methods for this emerging carbon material were reviewed. Meanwhile, the application of biomass carbon materials derived from textiles in wastewater treatment, chemical energy storage and other fields were also introduced. Finally, the application prospect and research trend of biomass carbon materials in textile were discussed.

Key words: textile; biomass; carbon material