

文章编号 :0253-9721(2006)11-0094-03

仿柞蚕丝聚酯纤维的形态结构和性能

管新海,白秀娥

(苏州大学 材料工程学院,江苏 苏州 215021)

摘要 采用熔融纺丝法将改性聚酯切片制成具有与柞蚕丝相似截面形态和结构性能的仿柞蚕丝聚酯纤维,分别探讨了仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝纤维的截面形态和结构性能。研究表明:仿柞蚕丝聚酯纤维与柞蚕丝纤维具有相似的扁平状截面形态,其截面形态的均匀性较好;仿柞蚕丝聚酯纤维的取向因子、弹性形变、回弹率、柔量、功系数、断裂强度和断裂伸长率都比柞蚕丝纤维的大,而其纤维的声模量和塑性形变比柞蚕丝的塑性形变小;随着定伸长率的增加,仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝的弹性形变和回弹率都明显下降,但其塑性伸长有所增加。

关键词 柞蚕丝;改性聚酯纤维;截面形态;取向结构;性能

中图分类号:TS102.63 文献标识码:A

Configuration and properties of the tussah silk-like polyester fiber

GUAN Xin-hai, BAI Xiu-e

(School of Material Engineering, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215021, China)

Abstract The tussah silk-like polyester fiber was prepared through melt spinning with modified polyester chips. The cross sections, configurations and properties of the tussah silk-like polyester fiber and the tussah silk were investigated respectively. The results showed that the tussah silk-like polyester fiber is similar to tussah silk in flat cross sectional shape, however, its shape uniformity is much better. Compared with the tussah silk, the tussah silk-like polyester fiber has better orientation factor, elastic deformation, resiliency, compliance, coefficient of work, breaking strength and the rate of breaking elongation but lower sonic modulus and plastic deformation. When the constant elongation rate increases, both the elastic deformation and the resiliency of the two fibers decrease significantly, while their plastic deformation rises to some extent.

Key words tussah silk; modified polyester fiber; cross sectional shape; orientation structure; property

柞蚕丝纤维质地清爽,吸湿性好,穿着舒适,其丝织品具有天然浅黄色彩和珠宝般的光泽。本文着重研究仿柞蚕丝聚酯纤维形态和取向结构中大分子的排列程度,探讨不同的纤维形态结构对其模量、弹性特征以及力学性能的影响。

通过对仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝纤维在功能、性能等方面的比较与分析,揭示其结构与性能的内在联系和变化规律,从而使仿柞蚕丝聚酯纤维在功能、性能等方面更接近于天然纤维材料的自然属性,最终达到改善仿柞蚕丝聚酯纤维服用性能的目的,为仿柞蚕丝聚酯纤维的工业化生产提供理论依据。

1 实验部分

1.1 材料

仿柞蚕丝聚酯纤维(扁形)55.6 dtex/12 f;改性聚酯纤维(圆形)55.6 dtex/12 f;柞蚕丝纤维38 dtex。

1.2 实验方法

1.2.1 形态观察

用日本 S-520 型扫描式电子显微镜在放大倍数为1 000倍时观察仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝纤维的横截面微观形态。

收稿日期:2006-01-16 修回日期:2006-05-16

作者简介:管新海(1955-),男,副教授。主要研究领域为高分子材料和新纤维材料的研究与开发等。

1.2.2 纤维模量和取向度的测定

用 SCY-III 型声速取向测定仪在常温条件下分别测定每个试样在 20 cm 和 40 cm 处声速传播所需时间,然后计算其声速模量和取向因子^[1]。

1.2.3 当量扁平度的测定

用 XPB 型透反射两用偏光显微镜测定丝纤维横截面的当量宽与长的比值 D_R ,并用下式计算丝纤维的横截面当量扁平度^[2]:

$$\text{当量扁平度} = (1 - D_R) \times 100 \%$$

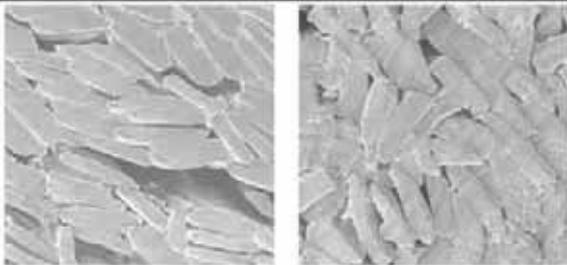
1.2.4 丝纤维弹性和力学性能测定

用 YG003 型单纤维强力仪和 YG(B)021 DX 型台式电子单纱强力机测定纤维定伸长值分别为 2% 5% 8% 10% 时的弹性特征和强伸度。试样长度为 10 mm,拉伸速度为 10 mm/min。

2 结果与讨论

2.1 丝纤维的形态结构

图 1 为仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝的截面形态。可见柞蚕丝纤维的横截面呈明显的不均匀和不规则的扁平状^[3],其长度约为宽度的 4~5 倍;仿柞蚕丝聚酯纤维与柞蚕丝纤维具有相似的扁平状截面形态,但其截面形状的均匀性较好。



(a) 仿柞蚕丝聚酯纤维

(b) 柞蚕丝

图 1 纤维截面形态 ($\times 1000$)

2.2 丝纤维的取向态结构

仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝纤维都具有各向异性的特点。根据莫斯力(mooseley)理论^[4],可通过声波在纤维中的传播速度来计算纤维中分子链的取向程度。经测试得到仿柞蚕丝聚酯纤维的声速值为 3.15 km/s,取向因子为 0.8163;柞蚕丝纤维的声速值为 3.18 km/s,取向因子为 0.7893。

可见在相同实验条件下,仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝纤维中声波的传播速度不同但相差不大,由于仿柞蚕丝聚酯纤维在无规取向时的声速值要小于

柞蚕丝纤维在无规取向时的声速值^[5],致使仿柞蚕丝聚酯纤维的取向因子要大于柞蚕丝纤维的取向因子,这主要是由两者的成形加工过程不同所致。因为柞蚕丝纤维是一种天然生物蛋白质高分子纤维材料,大分子是由氨基酸组成,但由于大分子含有侧链和多缠结分子链,侧基大,使多肽链趋于弯曲。从丝纤维的聚集态结构看,不易沿纤维轴有序排列,从而使柞蚕丝纤维大分子有序排列程度和分子结构致密性下降,柞蚕丝纤维的取向度较小。而仿柞蚕丝聚酯纤维中含有苯环与酯基相连的基团,其刚性较大,在纺丝加工过程中,使得纤维材料内分子结构沿纤维轴有序排列,因此规整性要好于柞蚕丝纤维,仿柞蚕丝聚酯纤维的取向度比柞蚕丝纤维的取向度高。

2.3 丝纤维的声模量和柔量

用声速法测定的仿柞蚕丝聚酯纤维的模量是一种动态弹性模量,它表征丝纤维抵抗外力作用时变形的难易程度,是反映材料刚度以及韧性的基本表征量。表 1 为不同丝纤维的当量扁平度、声模量和柔量。

表 1 不同丝纤维的当量扁平度、声模量和柔量

纤维种类	当量扁平度/ %	声模量/ ($\text{cN} \cdot \text{dtex}^{-1}$)	柔量/ ($\text{cN} \cdot \text{dtex}^{-1}$)
仿柞蚕丝聚酯纤维	78.99	97.24	0.0128
柞蚕丝	76.02	100.98	0.0099
改性聚酯纤维	0	126.75	0.0079

由表 1 可知:由于仿柞蚕丝聚酯纤维的几何截面形态比柞蚕丝纤维具有较大的当量扁平度,以致仿柞蚕丝聚酯纤维的声模量^[1]比柞蚕丝纤维的声模量小,而仿柞蚕丝聚酯纤维的柔量比柞蚕丝纤维的柔量大;仿柞蚕丝聚酯纤维的声模量比横截面呈圆形形态的改性聚酯纤维的声模量要小得多,由纤维模量与纤维柔量的反比关系^[6]可知,仿柞蚕丝聚酯纤维的柔量要比改性聚酯纤维的大。这说明虽然声模量和柔量主要取决于纤维材料本身的化学结构和分子有序排列程度,但还与其纤维加工成形的几何形态有关,因此具有几何横截面形态的仿柞蚕丝聚酯纤维具有比圆形横截面形态改性聚酯纤维更小的声模量和更好的柔性。

2.4 丝纤维的弹性特征

丝纤维的弹性特征表征纤维的变形回复能力,

它对纺织制品的耐磨性、抗折皱性、手感和尺寸稳定性等有很大的影响。表 2 给出了仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝纤维在相同实验条件下的弹性形变、塑性形变和回弹率的变化值。

表 2 不同丝纤维的弹性特征 %

形变	定伸长	仿柞蚕丝聚酯	柞蚕丝
弹性形变	2	83	57
	5	78	55
	8	57	42
	10	46	35
塑性形变	2	18	45
	5	26	49
	8	43	56
	10	57	66
回弹率	2	93	84
	5	88	77
	8	78	72
	10	72	69

由表 2 可知,当纤维定伸长为 2%、5%、8%、10%时,仿柞蚕丝聚酯纤维的弹性形变和回弹率都比柞蚕丝纤维的大,而其塑性形变比柞蚕丝的塑性形变小。这表明仿柞蚕丝聚酯纤维的弹性回复比柞蚕丝纤维的弹性回复好。随着纤维定伸长值从 2%增加到 10%时,仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝的弹性形变分别从 83%和 57%下降至 46%和 35%,其回弹率分别从 93%和 84%下降至 72%和 69%,但塑性形变却有所增加;而仿柞蚕丝聚酯纤维弹性形变和回弹率下降的程度都明显大于柞蚕丝纤维,这说明仿柞蚕丝聚酯纤维的变形回复能力受纤维伸长变化的影响较大。

2.5 仿柞蚕丝聚酯纤维的力学性能

由于仿柞蚕丝聚酯纤维与柞蚕丝具有相似截面形态和结构,从而使仿柞蚕丝聚酯纤维在功能、性能等方面更接近于天然柞蚕丝纤维。表 3 为不同丝纤维的强伸度和功系数值。

表 3 不同丝纤维的强伸度和功系数值

纤维种类	断裂强度/ (cN·dtex ⁻¹)	断裂伸长率/%	功系数
仿柞蚕丝聚酯纤维	3.35	24.31	0.8143
柞蚕丝	3.26	22.93	0.7475

从表 3 可看出,仿柞蚕丝聚酯纤维的断裂强度和断裂伸长率都比柞蚕丝纤维的大。其主要原因是

仿柞蚕丝聚酯纤维在纺丝成形过程中纤维内的大分子沿纤维轴有序排列,使仿柞蚕丝聚酯纤维具有较好的力学性能。虽然柞蚕丝纤维是一种天然生物高分子材料,具有高分子材料各向异性的特征,但由于柞蚕丝纤维的非晶区较大,且大分子又具有较庞大的侧链和多缠结分子链,有些分子的链段因受链间交链的作用而发生较大曲折,不易沿纤维轴有序排列,取向度相对较小,从而使柞蚕丝纤维的断裂强度和断裂伸长率较低。从表 3 还可看出,仿柞蚕丝聚酯纤维的功系数亦比柞蚕丝纤维功系数大,这表明在相同实验条件下,仿柞蚕丝聚酯纤维的韧性要比柞蚕丝纤维好。

3 结 论

1) 仿柞蚕丝聚酯纤维与柞蚕丝纤维具有相似的扁平状截面形态。柞蚕丝纤维具有较为明显的不均匀和不规则的截面形态特征。

2) 仿柞蚕丝聚酯纤维的弹性形变和回弹率要比柞蚕丝的大,而其塑性形变却比柞蚕丝的小。随定伸长率的增加,仿柞蚕丝聚酯纤维和柞蚕丝纤维的弹性形变和回弹率都明显下降,而其塑性伸长有所增加。

3) 仿柞蚕丝聚酯纤维的取向因子、柔量、功系数、断裂强度和断裂伸长率都比柞蚕丝纤维的大,但其声模量比柞蚕丝的小,从而使其具有较好的柔韧性。

FZXB

参考文献:

- [1] 陈稀,黄象安.化学纤维实验教程[M].北京:纺织工业出版社,1988.201-211.
- [2] 李允成,徐心华.涤纶长丝生产[M].第2版.北京:中国纺织出版社,1998.506-510.
- [3] 李栋高,蒋惠钧.丝绸材料学[M].北京:中国纺织出版社,1994.355-365.
- [4] 赵华山,吴大诚,姜胶东,等.高分子物理学[M].北京:纺织工业出版社,1982.230-248.
- [5] 管新海.改性柞蚕丝纤维的形态结构和性能研究[J].丝绸,2005,(5):24-28.
- [6] 管新海,宋柯,毛羽平,等.涤纶三叶异形长丝结构性能研究[J].苏州丝绸工学院学报,1995,8(2):45-49.