

文章编号 :0253-9721(2006)01-0062-03

纳米功能锦纶的力学性能

马建伟,刘伟,陈韶娟

(青岛大学 纺织服装学院,山东 青岛 266071)

摘要 为了探讨纳米材料对纳米功能锦纶力学性能的影响,比较研究了纳米功能锦纶、光电子锦纶和普通锦纶的强度、伸长率、断裂比功、初始模量、松弛性能和弹性回复率等力学性能。结果表明,纳米功能锦纶与普通锦纶相比,前者的强度、伸长率和断裂比功小,而初始模量和弹性回复率大;日晒对纳米功能锦纶的断裂强度和断裂伸长率影响较小,对其初始模量影响较大;纳米功能锦纶和普通锦纶的应力松弛曲线形状相似,日晒后,前者的松弛速度明显大于后者。

关键词 纳米材料;锦纶;力学性能;应力松弛;弹性

中图分类号:TS101.2 文献标识码:A

Mechanical properties of functional nano-nylon fiber

MA Jian-wei, LIU Wei, CHEN Shao-juan

(College of Textile and Clothing, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China)

Abstract An investigation of the effect of nano-material on the mechanical properties of nano-nylon fiber was carried out, and a comparative study between the nano-nylon, photo-electronic nylon and ordinary nylon was made in terms of the strength, elongation rate, breaking energy, initial modulus, relaxation and elastic recovery. The experiments showed that in compared with the ordinary nylon, the nano-nylon has lower strength, elongation rate, and breaking energy but higher initial modulus and elastic recovery. They have similar curves of relaxation of stress. The sun light has little influence on nano-nylon's breaking strength and elongation rate while its initial modulus has been impacted greatly. In respect to the relaxation velocity, the sunlight has greater influence on nano-nylon than on the ordinary nylon.

Key words nano-material; nylon; mechanical property; stress relaxation; elasticity

20 世纪 80 年代,纳米技术迅速发展起来,日趋成为各国研究的热点^[1,2]。纳米技术广泛应用于机械、电子、物理、化学、生物、医学和材料科学等领域^[3,4]。比如向纤维中添加某些超微或纳米级无机粉末,可以获得抗菌、远红外和抗紫外线等各种功能性纤维与纺织品^[5]。但纳米材料的添加也可能引起纺织品力学、热学、光学等性能发生变化。本文主要探讨纳米材料对纳米功能锦纶力学性能的影响。

1 实验部分

1.1 试样与仪器

纳米功能锦纶:15.6 tex/35 f,含纳米稀土 8%

(将纳米抗菌母粒和锦纶切片熔融纺丝制备);光电子锦纶:10 tex/48 f,含纳米火山岩 1%左右,市售;普通锦纶:8.9 tex/48 f,市售。YG001 型单纤维电子强力仪;Instron 万能材料试验机。

1.2 实验方法

1.2.1 单纤维拉伸性能测试

采用 YG001 型单纤维电子强力仪,夹持长度为 20 mm,拉伸速度为 6 mm/min,取 30 次平均值。

1.2.2 锦纶复丝的强力和拉伸性能测试

在 Instron 万能材料试验机上分别测试日晒前后的 3 种锦纶复丝,夹持长度为 250 mm,拉伸速度为 250 mm/min,初张力为 0.2 N,取 10 次平均值。

收稿日期:2004-01-19

修回日期:2005-09-16

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(Y2001F04);2002 年青岛大学科研基金资助项目

作者简介:马建伟(1959-),男,教授。主要从事纺织材料方面的研究。

1.2.3 锦纶弹性回复率测试

在 Instron 万能材料试验机上进行测试,初始夹持长度为 200 mm,拉伸速度为 10 mm/min,初张力为 0.2 N,拉伸至定伸长 5%,持续 3 min 后,松弛 2 min,恢复到初张力时测试伸长值,则 5%定伸长下的弹性回复率

$$Re = (1 - \sum l_2 / nl_k) \times 100 \%$$

式中, l_k 为定伸长值, $\sum l_2$ 为回复 2 min(初张力下)各次伸长值总和, n 为测定的纤维根数。

1.2.4 应力松弛实验

在 Instron 万能材料试验机上进行实验,设定夹持长度为 200 mm,拉伸速度为 10 mm/min,初张力为 0.2 N,拉伸到 5%,松弛 2 min,记录应力值,绘制应力松弛曲线^[6,7]。

表 1 不同锦纶单纤维的强力和伸长

纤维	断裂强力/ cN	断裂强力 CV值/ %	断裂强度/ (cN•dtex ⁻¹)	断裂强度 CV值/ %	断裂伸长率/ %	断裂伸长率 CV值/ %	断裂比功/ (mJ•dtex ⁻¹)	断裂比功 CV值/ %
光电子锦纶	8.81	14.76	4.19	15.30	20.76	10.86	0.10	18.78
纳米功能锦纶	16.50	12.73	3.30	13.00	9.36	14.55	0.04	21.74
普通锦纶	8.05	7.09	4.49	7.70	29.12	11.22	0.16	15.72

注:温度(17±2)℃,湿度(52±3)%。

能锦纶时添加的纳米材料给大分子的调整抽拔增加了阻力,因此增强了它抵抗变形的能力。

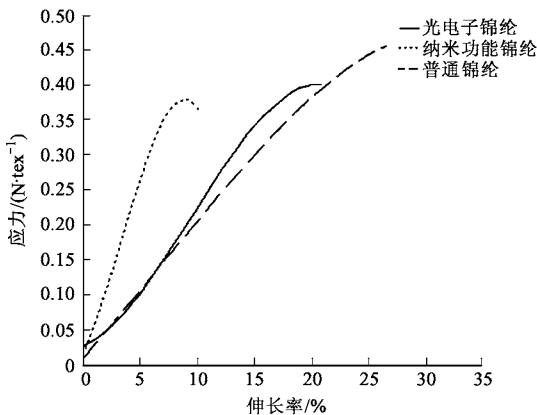


图 1 单纤维拉伸曲线



图 2 纳米功能锦纶纤维电镜照片

2 结果与讨论

2.1 纳米功能锦纶拉伸性能的比较

锦纶单纤维强度及伸长率见表 1。图 1 是单纤维的拉伸曲线。由表 1 可知,断裂强度、断裂伸长率和断裂比功的大小排序:普通锦纶 > 光电子锦纶 > 纳米功能锦纶,即随着锦纶中纳米材料含量的增多,其断裂强度、断裂伸长率和断裂比功均降低。这是因为随着锦纶中纳米材料的增加,缺陷点也增加^[8]。图 2 是纳米功能锦纶的电镜照片,可清晰地看到纳米材料所造成的缺陷点的状况。从图 1 看出,纳米功能锦纶的初始模量及各拉伸点的模量均明显大于普通锦纶,即它的刚性大。可能是因为生产纳米功

2.2 纳米功能锦纶耐日晒性能的比较

3 种锦纶复丝日晒前后的断裂强度和断裂伸长率等数据,见表 2。

表 2 锦纶复丝日晒前后的性能比较

纤维	日晒 前后	断裂强度/ (N•tex ⁻¹)	断裂伸 长率/ %	初始模量/ (N•tex ⁻¹)	断裂比功/ (mJ•dtex ⁻¹)
光电子锦纶	日晒前	0.309	27.02	1.95	0.015
	日晒后	0.300	23.64	1.79	0.013
纳米功能锦纶	日晒前	0.373	10.12	2.65	0.009
	日晒后	0.341	11.79	1.63	0.008
普通锦纶	日晒前	0.396	21.96	1.88	0.016
	日晒后	0.290	15.79	1.86	0.011

注:温度(18±2)℃,相对湿度 67%。

由表 2 可知,日晒后 3 种锦纶的力学性能均有下降,其中,断裂伸长率和断裂强度变化率的排序:普通锦纶 > 纳米功能锦纶 > 光电子锦纶。初始模量变化率的排序:纳米功能锦纶 > 光电子锦纶 > 普通锦纶。断裂比功变化率的排序:普通锦纶 > 光电子锦纶 > 纳米功能锦纶。可见,加入纳米材料可改变锦纶纤维的耐日晒性能。这可能是因为纳米材料的吸光性能在一定程度上保护了锦纶大分子,加入的纳米材料不同,对锦纶大分子的影响也不同。

2.3 纳米功能锦纶弹性的比较

表 3 列出了 3 种锦纶日晒前后的弹性回复率,从表 3 看出,日晒前后纳米功能锦纶的弹性回复率均明显优于其它 2 种锦纶,而普通锦纶最差。这可能是因为纳米材料的吸光性能在一定程度上保护了锦纶大分子;同时,添加的纳米材料给大分子的调整抽拔增加了阻力和内应力,包覆纳米材料的偶联剂也会影响到分子间的相对滑移,对提高锦纶的弹性回复率有一定的帮助。

表 3 日晒前后锦纶的弹性回复率 %

日晒状况	光电子锦纶	纳米功能锦纶	普通锦纶
日晒前	89.84	96.60	86.20
日晒 80 h 后	90.24	92.45	84.76

2.4 纳米功能锦纶应力松弛性能的比较

日晒前后锦纶的应力松弛曲线见图 3, 4。

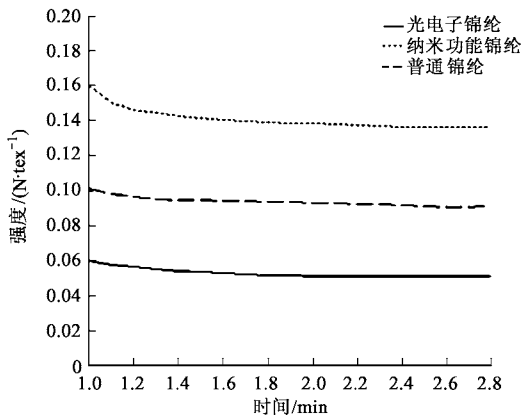


图 3 日晒前锦纶松弛曲线

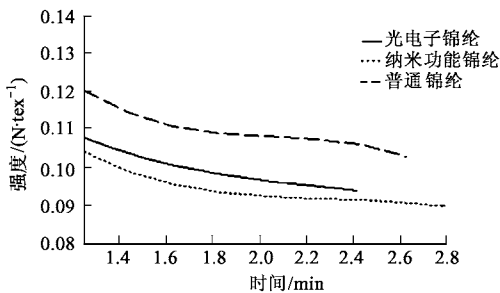


图 4 日晒后锦纶松弛曲线

图 3 表明,日晒前,3 种锦纶的松弛曲线的形状相似,只是纳米功能锦纶在初始阶段的松弛速度较快。从图 4 看出,日晒后,三者的松弛曲线形状发生一定变化,而且它们的松弛速度都明显加快,其中纳米功能锦纶的松弛速度明显大于其它 2 种锦纶。这是因为添加纳米材料后,锦纶中的缺陷增加所致。

3 结 论

1) 随着纳米材料含量的增多,锦纶的断裂强度和断裂伸长及断裂比功都下降,而初始模量呈增大趋势。

2) 日晒对纳米功能锦纶断裂强度和断裂伸长率的影响较小,但对其初始模量影响较大。

3) 生产纳米功能锦纶时添加的偶联剂,增加了大分子链间的连接点,增大了锦纶的弹性回复率。

4) 日晒前,光电子锦纶、纳米功能锦纶和普通锦纶的应力松弛曲线相似。日晒后,纳米功能锦纶的松弛速度明显大于其它 2 种锦纶。

FZXB

参考文献:

- [1] 白春礼. 纳米技术现在与未来[M]. 成都: 四川教育出版社, 2001. 16.
- [2] Laperre J, 钱和生, 黎明. 纺织品生产中的纳米技术[J]. 新纺织, 2003, (4): 5 - 11.
- [3] 陈韶娟. 几种纳米抗菌剂的抗菌性及安全卫生性的研究和应用[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2002.
- [4] 黄飙, 陈云生. 纳米材料技术及其在纺织品上的应用[J]. 四川纺织科技, 2003, (1): 50 - 52.
- [5] 莫百春. 纳米材料在功能纺织品上的应用[J]. 国外丝绸, 2003, (2): 33 - 35.
- [6] 赵书经. 纺织材料实验教程[M]. 北京: 中国纺织出版社, 1989. 77.
- [7] 李汝勤, 宋钧才, 朱浩, 等. 纤维和纺织品的测试原理与仪器[M]. 上海: 中国纺织大学出版社, 1995. 197.
- [8] 董卫国, 黄故. 丙纶/TiO₂ 纳米材料复合纤维的性能研究[J]. 纺织学报, 2002, 23(1): 22 - 23.