

双宫丝绵纤维的性能检测

陈芳艳¹, 潘世俊², 盛家镛³, 石继军², 林健荣¹, 钟杨生¹

(1. 华南农业大学 动物科学学院, 广州 510642; 2. 南通鑫源科技有限公司, 江苏 南通 226600;
3. 苏州大学 纺织与服装工程学院, 江苏 苏州 215021)

摘要: 通过对双宫丝绵纤维的主要物理力学性能及纤维形态进行检测, 并与对照组的普通丝绵和蛹衬丝绵的性能进行比较, 分析双宫丝绵压缩回弹性优良的原因。测定了双宫丝绵的压缩回弹性和纤维强伸力。结果表明: 双宫丝绵的回复率 96%, 压缩率 53%; 单丝平均断裂强力 4.43 cN, 断裂伸长 25.42%。这些指标均高于对照组的普通丝绵和蛹衬丝绵, 双宫丝绵的回弹性达到了蚕丝被优等品的国家标准。电镜下观察到双宫丝绵的纤维较其他两种丝绵纤维的直径粗、长度长, 丝纤维之间形成纵横交错的网络多。测试结果显示双宫丝绵优良的性能与它的结构有关。

关键词: 双宫丝绵; 压缩率; 回复率; 断裂强力; 断裂伸长; 丝绵结构

中图分类号: TS102.33

文献标志码: A

文章编号: 1001-7003(2018)01-0009-05

引用页码: 011102

Performance detection of duppion silk floss fiber

CHEN Fangyan¹, PAN Shijun², SHENG Jiayong³, SHI Jijun², LIN Jianrong¹, ZHONG Yangsheng¹

(1. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Nantong Xinyuan Technology Company, Nantong 226600, China; 3. College of Textile and Clothing Engineering, Soochow University, Suzhou 215021, China)

Abstract: Main physical and mechanical performances and fiber morphology of doupion silk floss were studied in this paper. Properties of duppion silk floss fiber were compared against the properties of general cocoon silk floss and pupae shirt silk floss in the control group. Besides, the reason for good resilience of duppion silk floss was analyzed. Compressibility, resilience and tensile properties of doupion silk floss were tested. The results showed that the properties of doupion silk floss, including resilience rate 96%, compression rate 53%, average single breaking strength 4.43 cN and breaking elongation 25.42%, were much better than those of control group (general cocoon silk floss and pupae shirt silk floss), and the resilience rate of doupion silk floss met the requirement of national standard of high quality silk floss. Under the electron microscope, fiber diameter of doupion silk floss was thicker and the length was longer. Multiple crossings between the silk fibers were observed under the electron microscopy. The results showed that excellent properties of doupion silk floss were related to its structure.

Key words: doupion silk floss; compressibility rate; resilience rate; breaking strength; breaking elongation; structure of silk floss

丝绵以天然蚕丝纤维为原料加工而成, 具有轻柔、舒适、保暖性好的特点, 丝绵加工的蚕丝被历来受消费者喜爱^[1-2]。尤其是近年来, 随着人民生活水平的提高, 蚕丝被生产得到了迅猛发展, 已成为支撑

中国茧丝绸行业发展的重要产品^[3]。随着蚕丝被的发展, 获得优质丝绵, 提高产品档次成为蚕丝被生产的关键。用来加工丝绵的原料有次下茧、蛹衬、削口茧等, 采用这些原料加工的丝绵光泽度差, 外观粗糙, 有筋条, 夹杂很多蛹皮茧屑, 蛹油味道大, 纤维长度短, 强力低, 压缩回弹性差, 易板结, 难以满足消费者的需求^[4]。双宫茧是由两条或两条以上的蚕共同营茧而成, 所以丝圈排列紊乱, 茧层特别厚^[5], 双宫茧混淆在缫丝原料中会影响生丝的质量和产

收稿日期: 2017-06-03; 修回日期: 2017-12-12

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-22)

作者简介: 陈芳艳(1971—)女, 副教授, 硕士生导师, 主要从事蚕业资源综合利用研究与开发。

量,但是这些特点在丝绵加工中却是有利的。为了提高双宫茧的利用价值,拓宽应用领域,获得优质丝绵,本文在研究双宫丝绵加工技术的基础上,测定双宫丝绵纤维的主要物理力学性能及纤维形态。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

材料:双宫丝绵、普通丝绵、蛹衬丝绵,三组样本来自同一原料品种(鑫源科技有限公司)。

仪器:Instron 单丝强伸测试仪(美国 INSTRON 公司),EM-30 Plus 扫描式电子显微镜(韩国 COXEM 公司)。

1.2 方 法

1.2.1 双宫丝绵的制作工艺

工艺流程:双宫茧→前处理→开片→丝绵脱胶精炼→清洗→脱水→柔软后整理→干燥→手工拉扯丝绵片→丝绵被。

1.2.2 丝绵被压缩回弹性测定

按照 GB/T 24252—2009《蚕丝被》的测试方法,进行弹性压缩率和回复率的测试。取样方法、样品大小、厚度严格按照标准规定,测定结果以标准规定做对照。每组数据重复测定 5 次。

1.2.3 单丝纤维强伸力测定

使用 Instron 单丝强伸测试仪测试,工作长度 10 cm,测试速度 500 mm/min。

1.2.4 丝纤维形态结构测试

使用 EM-30 Plus 扫描式电子显微镜测试,测试条件:恒温 20℃,相对湿度 65%。

1.2.5 数据处理和统计分析

采用 SPSS 22.0 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 蚕丝被的压缩回弹性

分别测定了双宫丝绵、普通丝绵、蛹衬丝绵三种原料加工的蚕丝被压缩回弹性,结果见表 1。

表 1 蚕丝被的压缩回弹率比较

Tab. 1 Comparison of compressibility and resilience of different silk floss

重复数	回复率/%			压缩率/%		
	双宫丝绵	普通丝绵	蛹衬丝绵	双宫丝绵	普通丝绵	蛹衬丝绵
1	96.2	93.2	91.4	53.2	51.4	50.8
2	96.4	93.4	91.2	53.0	51.3	50.9
3	96.3	93.4	91.3	53.1	51.5	50.7
4	96.4	93.0	91.5	53.2	51.1	50.8
5	96.5	93.1	91.2	53.4	51.2	50.6
平均	96.4±0.11 ^a	93.2±0.18 ^b	91.3±0.13 ^c	53.2±0.15 ^A	51.3±0.16 ^B	50.8±0.11 ^C

注:表中字母不同者表示在 0.05 水平上有显著差异。其中,小写字母不同者表示三种丝绵回复率存在显著差异,大写字母不同者表示三种丝绵压缩率存在显著差异。

压缩回弹性是影响到蚕丝被蓬松性能的重要指标,体积蓬松又是影响蚕丝被保温性的主要因素,蓬松性越好则储存的静止空气越多,保暖性就越好。一般用压缩率评价蚕丝被的蓬松性,用回复率评价蓬松状态的耐久性。蚕丝被的压缩回弹性越好,蚕丝被的保暖性和舒适性就越好^[6]。弹性回复性不好的丝绵用久后会黏并、缠结,柔软性和保暖性随之降低,因此消费者隔一段时间需翻扯、拉松丝绵,才能使丝纤维蓬松、分散,重新恢复轻柔、舒适和保暖性好的特点,这给使用者带来不便。

对丝绵回复率进行比较,发现三种丝绵回复率存在显著性差异($P < 0.05$),其中双宫丝绵回复率

96.4%,普通丝绵回复率 93.2%,蛹衬丝绵回复率 91.3%,以双宫丝绵最优,达到国家蚕丝被优等品的标准(回复率 $\geq 95\%$),其他两种丝绵仅达到一等品回复率的标准。对压缩率进行比较,双宫丝绵、普通丝绵及蛹衬丝绵压缩率依次为 53.2%,51.3%,50.8%,三种丝绵压缩率亦存在显著差异($P < 0.05$),以双宫丝绵最高。可见双宫丝绵压缩回弹性优于其他两种丝绵,使用过程中其保暖性和耐久性会更好。

2.2 单丝纤维强伸力及纤度

分别从双宫丝绵、普通丝绵、蛹衬丝绵三种原料中抽取 30 根蚕丝纤维,测定单丝强伸力及平均纤度,结果见表 2 和表 3。

表 2 单丝纤维强伸力的比较

Tab. 2 Comparison of breaking strength and elongation of single fiber

测量次数	断裂伸长率 / %			断裂强力 / cN		
	双宫丝绵	普通丝绵	蛹衬丝绵	双宫丝绵	普通丝绵	蛹衬丝绵
1	21.83	20.42	23.17	3.72	3.13	5.38
2	22.59	17.42	25.00	3.69	2.16	3.97
3	10.34	42.75	17.25	4.52	4.66	3.62
4	23.25	25.59	18.33	3.84	3.18	2.96
5	16.50	24.75	21.25	6.12	4.36	3.02
6	30.08	7.67	16.66	4.91	2.15	3.93
7	26.17	16.33	26.83	3.49	4.48	5.48
8	17.18	44.66	20.93	2.71	5.83	3.28
9	28.09	37.75	12.34	3.78	4.95	2.20
10	38.34	42.50	32.50	4.50	5.61	5.45
11	16.34	25.33	27.09	4.58	4.63	5.27
12	43.17	24.42	23.00	4.74	2.27	2.24
13	23.25	11.92	19.76	3.84	2.41	2.85
14	37.33	16.42	11.09	5.64	4.87	2.90
15	34.84	37.34	19.00	4.56	4.92	2.28
16	36.92	18.84	13.58	6.10	4.92	2.30
17	28.25	14.83	19.17	4.94	2.66	4.52
18	41.52	23.00	24.83	5.70	4.89	3.23
19	12.17	40.00	33.83	2.82	5.24	2.69
20	25.33	25.17	23.00	5.01	4.88	3.26
21	11.67	24.50	20.00	3.14	4.32	3.85
22	24.75	16.33	27.58	3.33	4.04	3.88
23	25.84	13.67	22.92	5.19	4.32	3.64
24	11.35	22.25	10.50	3.73	4.14	2.73
25	23.92	19.16	23.58	3.66	4.40	2.58
26	24.59	18.09	14.92	7.25	2.69	2.64
27	24.00	38.42	15.09	4.32	4.74	4.83
28	17.17	28.16	20.58	4.13	2.39	3.41
29	27.34	13.50	17.84	4.42	2.57	2.56
30	38.52	20.59	18.75	4.53	3.81	3.75
平均值	25.42 ± 9.17 ^a	24.39 ± 10.20 ^{ab}	20.68 ± 5.69 ^b	4.43 ± 1.0 ^A	3.99 ± 1.12 ^{AB}	3.49 ± 1.01 ^B

注:表中字母不同者表示在 0.05 水平上有显著差异。其中,小写字母不同者表示断裂伸长率存在显著差异,大写字母不同者表示断裂强力存在显著性差异。

表 3 单丝平均纤度的比较

Tab. 3 Comparison of average size of single fiber

丝绵种类	平均纤度 / dtex
双宫丝绵	1.01
普通丝绵	0.85
蛹衬丝绵	0.80

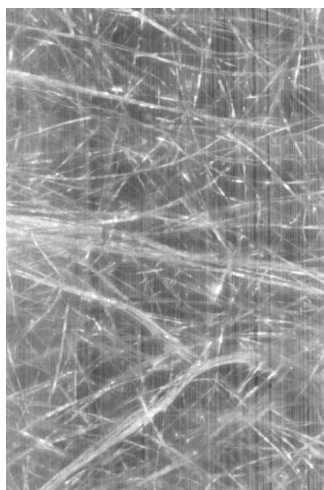
由于单丝强伸力测定难度大,需要测定的样品重复多,丝绵的强伸力不容易测定,因此国家蚕丝被标准在评定蚕丝被质量时无强伸力这项指标,但是纤维的强伸力直接影响着蚕丝被的加工性能和使用耐久性。由于丝绵片中纤维分布不均匀,粗细差异

大,为了减少误差,从各个部位随机抽取了 30 根纤维来进行测定。对三种丝绵伸长率和强力进行比较,其中双宫丝绵断裂强力和断裂伸长两项指标都最高,其次是普通丝绵,最后是蛹衬丝绵。双宫丝绵与蛹衬丝绵断裂强力和断裂伸力率均存在显著差异 ($P < 0.05$)。

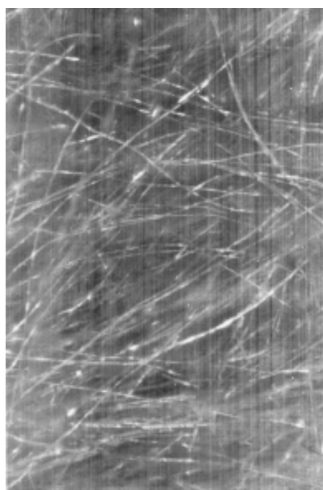
对平均纤度(表 3)进行比较,双宫丝绵单丝纤维最粗,普通丝绵次之,蛹衬丝绵最细。通常纤度粗的蚕丝其抗弯刚度和抗弯弹性模量更高^[7-8],抗弯刚度和抗弯弹性模量越高越有利于提高丝绵弹性回复

率,保持丝绵蓬松性和保暖性。

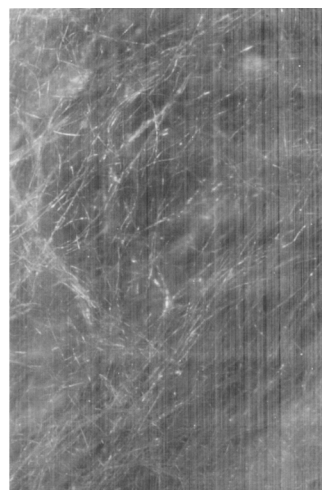
无论是强伸力还是纤维粗细程度,双宫丝绵都优于其他两种丝绵。



(a) 双宫丝绵



(b) 普通丝绵



(c) 蛹衬丝绵

图1 丝绵形态结构(×200)

Fig. 1 Morphological structure of silk floss(×200)

由图1可见,双宫丝绵纤维粗且长,纵横交错的网络多;普通丝绵纤维略细,网络略少些;蛹衬丝绵丝条上的颧节多、纤维细,纵横交错网络少。上述差异受原料影响较大,双宫茧由两条蚕吐丝而成,两条丝会相互纠缠在一起,因此纵横交错多。蚕丝被的蓬松性除了与蚕丝纤维的刚性有关外,还与蚕丝在被胎中的分布状态相关,蚕丝的分布呈交叉网状,则蓬松性越好^[9]。丝绵中纤维呈网状交错多,制成的被胎才能经久耐用,不易出现空洞和板结现象。

丝绵中蚕丝纤维长度也是影响蚕丝被品质和使用性能的重要因素,长丝制成的被胎中丝成良好的网状分布,使用中不易移位堆积,能较好地保持被胎的均匀性和蓬松性^[9]。从电镜照片中可以粗略观察到双宫丝绵单丝纤维较长,而蛹衬丝绵单丝较短。

根据上述测定结果,综合分析双宫丝绵弹性回复性高于普通丝绵和蛹衬丝绵的原因:1) 双宫茧由两条蚕吐丝结茧而成,两条蚕吐的丝相互纠缠在一起,丝缕排列紊乱,因此茧丝的卷曲就多,茧丝卷曲越多,越有利于提高蓬松性^[10]。2) 双宫茧丝纤维直径较粗,根据文献[7-8],粗纤维蚕丝的抗弯刚度和抗弯弹性模量更高,这有利于提高丝绵弹性回复性。3) 双宫丝绵纵横交错的网络多,因此丝条之间不容易相互重叠嵌套,蓬松性高。

2.3 丝绵形态特征

采用扫描式电子显微镜观察三种丝绵的网状结构,见图1。

3 结论

双宫丝绵弹性回复性好,纤度粗、强伸力高,纤维间纵横交错的网络多。各指标显著优于普通丝绵和蛹衬丝绵,其弹性回复性达到国家蚕丝被优等品标准。可见,加工高等级丝绵,工艺技术固然重要,但原料茧本身的品质对提高丝绵质量也很重要。双宫茧不适合于缫制常规生丝,但利用其特性可加工优质丝绵。

参考文献:

- [1] 盛家镛,孙道权,潘志娟,等.用下脚茧生产高弹性保健丝绵的工艺研究[J].丝绸,2006(10):28-30.
SHENG Jiayong, SUN Daoquan, PAN Zhijuan, et al. A new technique to increase the elasticity and softness of silk floss quilt [J]. Journal of Silk, 2006(10): 28-30.
- [2] 盛家镛,李兵,沈卫德,等.加强科研开发力度促进我国蚕丝被产品健康发展[J].丝绸,2008(10):6-9.
SHENG Jiayong, LI Bing, SHEN Weide, et al. Strengthen the scientific research and promoting healthy development of China's silk flossproduct [J]. Journal of Silk, 2008(10): 6-9.
- [3] 潘璐璐,徐洁越,蔡剑鸣,等.浅谈蚕丝被生产现状与检测方法[J].中国纤检,2013(14):72-73.
PAN Lulu, XU Jieyue, CAI Jianming, et al. Discussion on silk production status and detection method [J]. China Fiber Inspection, 2013(14): 72-73.
- [4] 裴付宇.蚕丝被标准与质量探析[J].丝绸,2013,50(5):

- 28-32 38.
- PEI Fuyu. Standard and quality of silk quilt [J]. Journal of Silk 2013 50(5) : 28-32 38.
- [5] 黄继伟. 双宫丝特性及生产方法的研究[D]. 苏州: 苏州大学 2009.
- HUANG Jiwei. The Features and Reeling Technology of Dupionsilk Yarns [D]. Suzhou: Soochow University 2009.
- [6] 顾红烽. 蚕丝被产品质量评价体系的建立[J]. 中国标准化 2012(10) : 103-106.
- GU Hongfeng. Establishment of product quality evaluation system for silk quilt [J]. China Standardization 2012(10) : 103-106.
- [7] 姜永煌 徐孟奎 陈玉银 等. 特粗纤度蚕品种的育成及其生丝织物性能测试 [C]//中国蚕学会第三届青年学术研讨会暨浙江省第二届青年学术论坛: 蚕桑分论坛论文集 (上册) 2001.
- JIANG Yonghuang , XU Mengkui , CHEN Yuyin , et al. Breed of silkworm varieties with extra thick size fiber and test of silk fabric performance [C]//. The Third Youth Academic Seminar of China Sericulture Society , The Second Youth Academic BBS in Zhejiang: Proceedings of Sub Forums(1) 2001.
- [8] 徐英莲 祝成炎. 家蚕粗纤度真丝针织产品的研究与开发 [J]. 纺织学报 2003 24(3) : 241 254-255.
- XU Yinglian , ZHU Chengyan. The research and development of knitted fabrics from coarse denier real silk [J]. Journal of Textile Research 2003 24(3) : 241 254-255.
- [9] 顾红烽. 蚕丝被产品质量指标的检测及评价[J]. 丝绸 , 2012 49(7) : 30-35.
- GU Hongfeng. Detection and evaluation on quality index of silk quilts [J]. Journal of Silk 2012 49(7) : 30-35.
- [10] 盛家镛 周本立 徐回祥 等. 桑蚕膨松丝的力学性质与理化性能研究 [J]. 苏州丝绸工学院学报 , 1993 , 13(4) : 5-12.
- SHENG Jiayong , ZHOU Benli , XUN Huixiang , et al. Physical and chemical properties of bulk silk [J]. Journal of Suzhou Institute of Silk Textile Technology , 1993 , 13(4) : 5-12.