

文章编号:0253-9721(2007)04-0022-04

# 高弹高保暖丝绵的性能

冯志红<sup>1,2</sup>,朱良均<sup>1</sup>,闵思佳<sup>1</sup>,蔡杰<sup>3</sup>,吕洁<sup>3</sup>

(1.浙江大学应用生物资源研究所,浙江杭州 310029; 2.浙江工业大学之江学院,浙江杭州 310024;  
3.杭州丝绸之府实业有限公司,浙江杭州 310009)

**摘要** 采用碱液、超高温和自制柔软剂处理研制高性能丝绵。通过碱液浓度、柔软剂浓度、超高温处理时间和柔软剂处理时间的正交试验设计,对相关指标进行 DPS 数据分析,发现 4 因素对丝绵的弹性回复率没有显著的影响,而柔软剂对弹性压缩率和含油率均有显著影响。丝绵的弹性回复率为 92.37%~97.66%,弹性压缩率为 59.21%~66.77%,均优于行业标准蚕丝绵被特级品的规定。丝绵的含油率为 0.28%~1.39%,均优于行业标准蚕丝绵被一级品的规定。丝绵的平均保温率在 81.91%~85.24%之间,传热系数的平均值在 21.37~27.13 W/(m<sup>2</sup>·℃)之间。超高温蒸汽处理有利于增加丝绵的弹性和蓬松性。提出了丝绵加工比较适宜的工艺条件组合。

**关键词** 丝绵;弹性回复率;弹性压缩率;含油率;保温率

中图分类号:TS149 文献标识码:A

## Properties of floss silk with high elasticity and warmth retention

FENG Zhihong<sup>1,2</sup>, ZHU Liangjun<sup>1</sup>, MIN Sijia<sup>1</sup>, CAI Jie<sup>3</sup>, LÜ Jie<sup>3</sup>

(1. Applied Bioresource Research Institute, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310029, China;  
2. Zuijiang College, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang 310024, China;  
3. Hangzhou Home of Silk Industry Co., Ltd, Hangzhou, Zhejiang 310009, China)

**Abstract** A high performance floss silk was prepared by means of combination treatments of lye, extra high temperature and softener prepared by researchers themselves. Concentrations of lye and softener, treating time under extra high temperature and treating time with softener were used as factors in orthogonal experiments and the data were analyzed by DPS. And it was found that these factors have no significant influence on the elastic recovery percentage of the floss silk, whereas the softener has significant influence on its compression ratio and oil content. The elastic recovery percentage of the treated floss silk is 92.37%~97.66% and the compression ratio, 59.21%~66.77%, both are superior to the criteria set by the textile industry for the superfine wadding floss silk. Its oil content is 0.28%~1.39%. The average warmth retention rate is 81.91%~85.24% and average thermal transmittance coefficient, 21.37~27.13 W/(m<sup>2</sup>·℃). Treatment with extra high temperature steam is beneficial to the elasticity and loftiness of floss silk. Suitable processing techniques for floss silk are given.

**Key words** floss silk; elastic recovery percentage; compression ratios; oil content; warmth retention rate

丝绵被与羽绒被、羊毛被、驼毛被、棉被、化纤被等几种不同材质的被子性能相比,其综合指数为 96,居首位<sup>[1]</sup>;但传统的丝绵被弹性差,使用一段时间后需重新拆翻才能维持较好的保暖效果,直接影响了丝绵被的质量和使用效果,也成为影响市场消费的障碍之一。如何提高丝绵被的弹性已成为引人

注目的重要课题。

衡量丝绵被内在质量的因素有很多,如填充物品质、含量、压缩回弹性、甲醛含量、填充物含油率和回潮率等,而影响较大的主要为弹性回复率、弹性压缩率和含油量等指标。本文采用理化方法,对双宫茧分别进行高温碱液蓬松处理、丝绵的超高温触蒸

膨化处理和柔软处理,以期获得具有较高弹性和保暖性的丝绵,为研制高弹性、高蓬松性和高保暖性的丝绵被提供科学依据和优质原料。

## 1 试验部分

### 1.1 材料

秋双宫茧(杭州丝绸之府实业有限公司提供);春双宫茧(桐乡市洲泉镇提供);碱液(成分为 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ );无水乙醚,分析纯;自制柔软剂。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验设计

弹性丝绵的加工制作采用碱液浓度、柔软剂浓度、柔软剂处理时间和超高温处理时间作为4个因素,每个因素设计3个水平,正交试验因素水平如表1所示。

表1 弹性丝绵制作方法正交试验因素水平表

Tab.1 Factors and levels of orthogonal experiment of silk with strength flexibility

水平	A 柔软剂质 量分数/ %	B 碱液质 量分数/ %	C 超高温蒸汽 处理时间/ min	D 柔软剂处 理时间/ min
1	0	0.5	10	15
2	10	2	0	5
3	20	1	0(沸水浴)	10

#### 1.2.2 丝绵的制作方法

工艺流程:双宫茧→前处理→煮茧脱胶→剥茧→拉伸→绞洗→干燥→丝绵→丝绵被。

#### 1.2.3 丝绵弹性和含油率的测定

按照 FZ/T 43016—2002《中华人民共和国纺织行业标准—蚕丝被》的测试方法进行弹性压缩率、弹性回复率和含油率的测试。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。

#### 1.2.4 丝绵保暖性测试

采用 YG(B)606D 型平板式保暖仪(上海利浦应用科学技术研究所)测定丝绵的保暖性。剪取试样规格为30 cm×30 cm,每组重为15 g,所剪取丝绵试样拉伸比较均匀,厚度偏差较小。每个试样测定3次。测定环境条件:相对湿度60%,温度20℃,平衡24 h。

#### 1.2.5 正交试验结果的统计分析

用数据处理软件 DPS 6.55 对正交试验结果进行统计分析,得出影响试验结果的关键因素。

## 2 结果与讨论

### 2.1 丝绵的弹性回复率

表2是丝绵弹性回复率的测定结果。由表可知,丝绵最低弹性回复率为92.37%,试验号8的弹性回复率平均值最高为96.57%,试验号2的弹性回复率平均值最低为94.19%,试验号3、4、5、6、7和9的弹性回复率平均值在94.89%~96.05%之间,行业标准中规定蚕丝被特级品的弹性回复率 $\geq 80\%$ ,可见试验中的丝绵已远远超过该标准,达到了较高弹性回复率。

表2 4种处理条件下丝绵的弹性回复率

Tab.2 Elastic recovery percentage of silk with four different disposal

试验号	A	B	C	D	弹性回复率/ %				
					第1次	第2次	第3次	第4次	平均值
1	1	1	1	1	95.18	95.43	94.33	96.97	95.48
2	1	2	2	2	92.37	94.27	95.25	94.89	94.19
3	1	3	3	3	94.65	96.56	96.67	94.07	95.49
4	2	1	2	3	97.66	93.58	96.84	96.04	96.04
5	2	2	3	1	94.26	96.44	97.55	95.96	96.05
6	2	3	1	2	96.81	96.73	93.79	95.78	95.78
7	3	1	3	2	95.01	95.55	97.01	95.86	95.86
8	3	2	1	3	96.50	95.35	97.84	96.57	96.57
9	3	3	2	1	94.84	96.32	93.68	94.77	94.89

丝绵弹性回复率经方差分析后可知,碱液浓度、柔软剂浓度、柔软剂处理时间和超高温蒸汽处理时间对丝绵弹性回复率的影响效果都不显著, $p$ 值分别为0.735 5,0.204,0.334 9,0.195 4。由于本文研究的各丝

绵都达到了一个高弹性回复率,平均值 $\geq 94.19\%$ ,说明经处理已经达到了提高弹性回复率的效果。

### 2.2 丝绵的弹性压缩率

表3为正交试验不同条件作用下丝绵的弹性压

缩率。由表可知,丝绵的平均弹性压缩率在 60.83%~64.80%之间,而各试验区中最低弹性压缩率为 59.21%,最高弹性压缩率值为 66.77%。虽然经过不同条件处理的丝绵弹性压缩率间存在一定的差距,但是 FZ/T 43016—2002 中规定蚕丝被特级品的压缩率  $\geq 55\%$ ,可见不同处理条件下所有丝绵的弹性压缩率均高于标准。

经方差分析后得知,不同处理条件下丝绵的压

缩率存在明显的差异,柔软剂浓度对丝绵压缩率的影响极显著( $p = 0.0023$ ),而碱液浓度、超高温处理、柔软处理时间对丝绵的弹性压缩率影响不显著, $p$ 值分别为 0.5091,0.6246,0.237。对柔软剂浓度进行多重比较分析发现,柔软剂质量分数为 20%时丝绵的弹性压缩率最高,3 水平差异极显著( $p < 0.01$ )。可见柔软剂浓度对于提高丝绵的弹性压缩率具有重要作用。

表 3 不同处理条件下丝绵的弹性压缩率

Tab.3 Compression ratios of silk with four different disposals

试验号	A	B	C	D	弹性压缩率/ %				平均值
					第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	
1	1	1	1	1	63.88	60.86	64.20	64.02	63.24
2	1	2	2	2	61.79	63.98	61.69	61.88	62.33
3	1	3	3	3	59.85	63.95	61.35	65.39	62.66
4	2	1	2	3	62.22	60.64	59.21	61.26	60.83
5	2	2	3	1	63.25	63.76	61.82	61.43	62.56
6	2	3	1	2	60.82	61.91	63.97	62.31	62.25
7	3	1	3	2	65.04	64.08	63.03	62.14	63.57
8	3	2	1	3	65.13	63.45	64.97	63.35	64.22
9	3	3	2	1	65.18	63.64	63.61	66.77	64.80

### 2.3 丝绵的含油率

丝绵含油率过高,在使用过程中会引发异味,孳生有害细菌和真菌。从表 4 不同处理条件下丝绵的含油率可以看出,不同处理条件的丝绵含油率除了个别处理条件(如处理组合 8)以外,平均含油率都小于 1%,在 0.28%~0.98%之间,达到行业标准中蚕丝被特级品含油率  $\leq 1.0\%$  的规定。另外,8 号试样的平均含油率为 1.23%,也符合行业标准中蚕丝被一级品含油率  $\leq 1.5\%$  的规定。虽然本文研究中即使是最高含油率的丝绵也达到了行业标准一级品的规定。

表 4 不同处理条件下丝绵的含油率

Tab.4 Oil content of silk with four different disposals

试验号	A	B	C	D	含油率/ %		
					第 1 次	第 2 次	平均值
1	1	1	1	1	0.36	0.28	0.32
2	1	2	2	2	0.37	0.47	0.39
3	1	3	3	3	0.31	0.42	0.37
4	2	1	2	3	0.52	0.53	0.52
5	2	2	3	1	0.16	0.17	0.17
6	2	3	1	2	0.53	0.69	0.61
7	3	1	3	2	0.51	0.51	0.51
8	3	2	1	3	1.06	1.39	1.23
9	3	3	2	1	0.53	0.98	0.75

用 DPS 进行数据分析后得知,柔软剂浓度和

超高温蒸汽处理对丝绵含油率的影响存在着极显著差异, $p$ 值分别为 0.0007,0.0055;柔软剂处理时间对丝绵含油率的影响存在着显著影响( $p = 0.0195$ ),而碱液浓度对丝绵含油率的影响效果不显著( $p = 0.2318$ )。对柔软剂浓度因素各水平间差异显著性检验可知,当柔软剂质量分数为 20%时,含油率较高;而不用柔软剂处理时(水平 1),含油率较低。对超高温蒸汽处理因素各水平间进行差异显著性检验得知,水平 3(沸水浴 10 min)含油率最低。从水平 2(不用高温处理)和水平 3(超高温蒸汽处理)来看,也同样如此。对柔软剂处理时间因素各水平间进行差异显著性检验可知,各水平间存在着极显著差异,在柔软剂中处理 15 min(水平 1)时的含油率为最低。丝绵中的油主要是在煮茧过程中由蚕蛹中的蛹油吸附形成的。碱对蛹油有破坏作用,但在试验中各种不同浓度的碱液处理未形成差异,这可能是煮茧时适熟程度的控制所致。

### 2.4 丝绵的保暖性

蚕丝被的保暖性与丝绵材质及丝绵被内在的结构密切相系,蚕丝的热传导率仅为  $5.23 \times 10^{-2} \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ,这是蚕丝被保温的先决条件<sup>[2]</sup>。影响蚕丝被保暖性的因素较多,如丝绵厚度、蓬松程度和含水率等。体积蓬松可以说是影响保温率的主要因素,蚕丝被蓬松度高,其内在结构含空气就多,绝

热效果好,这从侧面反映了蚕丝被保温率的高低。

表5是不同处理条件时丝绵的保温率和传热系数的正交设计表(包括保温率和传热系数的各3次测定值及其平均值)。保温率的平均值在81.91%~85.24%之间,虽然保温率的高低在行业标准中没有明确规定,但就蚕丝被而言,是一个重要的指标;传热系数的平均值在21.37~27.13 W/(m<sup>2</sup>·℃)之间,与丝绵的保温率相对应,说明该方法制备的丝绵具有较高的保暖性。由于传热系数受外界客观因素的影响较大,所以选择以保温率为依据对试样进行方差分析比较。方差分析后得知,柔软剂浓度和柔软

处理时间对丝绵保温率的影响极显著,*p*值分别为0.0001,0.0045;碱液浓度因素和超高温蒸气处理对丝绵的保温率影响不显著,*p*值分别为0.0652,0.3898。对柔软剂浓度因素进行各水平间差异性检验可知,柔软剂质量分数为20%时丝绵的保暖效果差异极显著,而不用柔软剂和柔软剂质量分数为10%时,丝绵的保暖效果差异不显著;对柔软剂处理时间因素进行各水平间差异性检验可知,经柔软剂处理5 min,丝绵片已达到较佳保暖效果,且柔软剂处理10 min(第3水平)和15 min(第1水平)后,丝绵的保暖效果变化不显著。

表5 不同处理条件下丝绵的保温率和传热系数

Tab.5 Warmth retention ratios, heat transfer coefficient of silk with four different disposals

试验号	A	B	C	D	保温率/%				传热系数/(W·(m <sup>2</sup> ·℃) <sup>-1</sup> )			
					第1次	第2次	第3次	平均值	第1次	第2次	第3次	平均值
1	1	1	1	1	81.49	82.52	82.18	82.06	27.85	26.08	26.67	26.86
2	1	2	2	2	82.06	82.40	82.29	82.25	26.86	26.278	26.47	26.53
3	1	3	3	3	83.09	82.63	81.72	82.48	25.09	25.88	27.45	26.14
4	2	1	2	3	83.54	81.95	82.29	82.59	24.30	27.07	26.47	25.94
5	2	2	3	1	80.70	82.29	82.75	81.91	29.23	26.47	25.68	27.13
6	2	3	1	2	83.77	82.40	84.46	83.54	23.91	26.27	22.73	24.30
7	3	1	3	2	85.07	85.42	85.24	85.24	21.67	21.07	21.37	21.37
8	3	2	1	3	84.10	82.75	83.42	83.42	23.35	25.68	24.52	24.51
9	3	3	2	1	83.54	83.31	83.42	83.42	24.32	24.71	24.52	24.52

### 3 结论

1) 丝绵的弹性回复率在92.37%~97.66%之间,弹性压缩率在59.21%~66.77%之间,均优于行业标准中特级品的规定。

2) 丝绵的含油率在0.28%~1.39%之间,除了个别处理条件,丝绵均优于行业标准中特级品含油率的规定(≤1.0%)。

3) 丝绵的平均保温率在81.91%~85.24%之间,传热系数的平均值在21.37~27.13 W/(m<sup>2</sup>·℃)之间。

4) 丝绵加工较适宜工艺条件组合为:①春双宫

茧为原料,1%的碱液煮茧40 min,湿态丝绵再超高温蒸汽处理10 min后,脱水晾干,即获得环保型丝绵。②春双宫茧为原料,1%的碱液煮茧40 min,湿态丝绵再超高温蒸汽处理10 min,脱水后再用20%的柔软剂处理5 min以增加柔软性,再脱水晾干获得丝绵。

FZXB

#### 参考文献:

- [1] 黄宇艳,朱贤春,盛家镛. 丝绵被的服用性能及新产品开发[J]. 江苏丝绸,2004(4):7-8,48.
- [2] 储呈平,盛家镛,林红,等. 新型多功能丝绵被的研制与开发[J]. 丝绸,2003(12):8-11.