

苧麻仿毛改性与毛麻混纺产品的研究

赵文榜 徐光华 沈春龙等* 付华林 马国栋 孙卓启

(中国纺织大学)

(枣庄市第二毛纺织厂)

【摘要】 作者基于苧麻和羊毛在纤维结构和性能上的差异, 提出苧麻仿毛改性的依据、目标和条件。通过结构改性, 改善了苧麻纤维的机械性能、纱线结构和染色性能, 生产出改性苧麻含量达 40% 以上的, 性能较好的毛麻混纺产品。

已报道的苧麻改性方法有多种^[1], 其中在工业上实用价值较高的是碱法改性。实际上, 碱法改性是一种结构改性。改性的结果, 没有产生化学组成上的变化, 而晶体结构则由纤维素 I 向纤维素 II 转变, 同时发生结晶度、取向度、晶粒大小和聚合度等一系列变化, 从而导致纤维性能的许多改变。通过改性工艺条件和参数的选配, 可以控制纤维结构和性能的变化, 达到预期的改性目标。

一、苧麻仿毛改性的依据、目标和条件

羊毛和苧麻(落麻)在长度、细度上相近, 而拉伸性能相反: 羊毛属低强度低模量高伸长型, 苧麻属高强度高模量低伸长型。两种纤维在拉伸性能上的差异, 是由于纤维分子结构和分子聚集态结构的不同所致。羊毛是由 α -角朊大分子呈螺旋形排列而构成, 它的结晶度、取向度很低; 苧麻是由纤维素大分子呈伸展的直线形排列而成, 它的结晶度、取向度很高。苧麻与羊毛结构上的差异, 是通过结构改性, 使苧麻羊毛化的依据。分析苧麻纤维结构改变的可能性, 我们提出改性的第一个目标就是在保持苧麻纤维强度不过份损失的前提下, 尽可能地提高纤维的变形能力, 使之成为中强度、中模量、中伸长的纤维。本研究中提出下列指标:

$$P_R \geq 2P_W; 2\epsilon_R \geq \epsilon_W$$

式中的 P_R 、 ϵ_R 和 P_W 、 ϵ_W 分别为改性苧麻与羊毛的断裂强度和断裂伸长率。在达到上

述指标时, 也会改善苧麻的吸湿性和染色性。仿毛改性的第二个目标是改变苧麻纤维的形态, 使之具有卷曲, 并提高卷曲弹性回复率和残留卷曲率。变化改性的工艺条件, 可以控制纤维结构和性能的变化, 达到上述仿毛改性目标。我们在实验室用 3%~30% 的不同浓度的氢氧化钠, 在 $20^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ 下处理苧麻, 发现: 在浓度为 7% 时, 苧麻纤维性能开始改变; 浓度在 9% 以上时, 随着浓度的提高, 纤维性能出现急剧变化; 到浓度为 15% 以上时, 纤维性能的变化趋于缓和, 并有波动。我们在工厂进行批量生产时, 用浓度为 16%~20% 的氢氧化钠, 并合理地选配酸浴的组成、浓度、温度和时间, 都可达到上述目标。

二、样 品

1. 原料

改性用苧麻是由山东省滕州苧麻厂提供的绢纺式老工艺精梳落麻; 混纺用羊毛为 54 支和 60 支国产半细毛, 其性能列于表 1。

表 1 混纺用羊毛和苧麻的基本性能

| 纤维原料 | 平均长度 (mm) | 细度 (dtex) | 断裂强度(CN) /dtex | 断裂伸长率 (%) | 初始模量(CN) /dtex | 卷曲数 (个/25 mm) |
|-------|--------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|---------------------|
| 60支国毛 | 68 | 5.6 | 1.21 | 33.2 | 13.4 | 6.88 |
| 54支国毛 | 74 | 6.1 | 1.24 | 31.4 | 14.4 | 5.40 |
| 精梳落麻 | 46 | 5.4 | 7.76 | 4.8 | 107.6 | 1.0 |

* 参加研究的还有纺材专业 89 届毕业生李建平、詹建斌和 90 届毕业生刁荣。

2. 混纺纱

共纺制三种不同混纺比的纱，设计号数为92.5tex(10.5支)。1*为70%羊毛和30%粘胶；2*为70%羊毛和30%改性苧麻；3*为55%羊毛和45%改性苧麻，羊毛为40%的54支和60%的60支混合毛。

3. 织物

用三种纱共织出五种不同混纺比海军呢，其经纬交织情况和织物中纤维混纺比列于表2。

表2 织物编号和混纺比

| 编号 | 经纱种类 | 纬纱种类 | 混纺比(%) | | |
|----|------|------|--------|----|------|
| | | | 毛 | 粘 | 麻 |
| 1 | 1* | 1* | 70 | 30 | 0 |
| 2 | 1* | 2* | 70 | 16 | 14 |
| 3 | 1* | 3* | 62.5 | 16 | 21.5 |
| 4 | 2* | 2* | 70 | 0 | 30 |
| 5 | 3* | 3* | 55 | 0 | 45 |

三、结果和讨论

(一) 纤维结构和性能

1. 纤维长度、细度、形态和表面性质

图1和图2分别为改性前、后苧麻纤维的横截面扫描电镜照片。改性后苧麻纤维膨胀，胞壁变厚，中腔变小，横截面圆整度变大。图3和图4分别为改性前、后苧麻的纵向扫描电镜照片。改性后苧麻纤维表面变得光洁，沟槽变浅、变短，麻节凸出。改性后苧麻纤维呈现

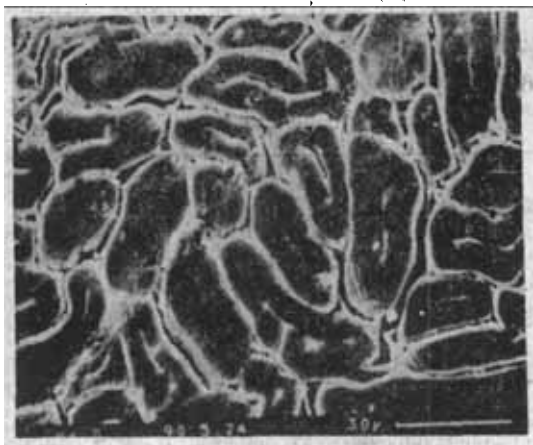


图1 苧麻纤维横截面扫描电镜照片

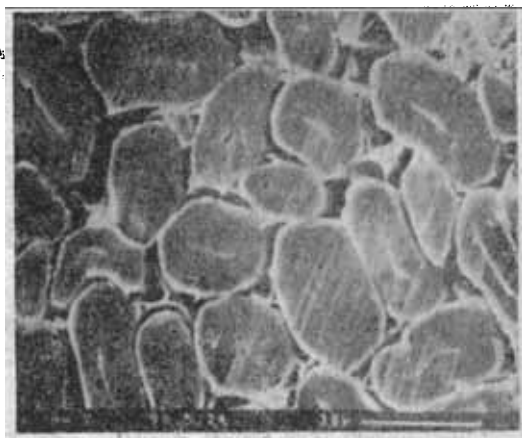


图2 改性苧麻纤维横截面扫描电镜照片

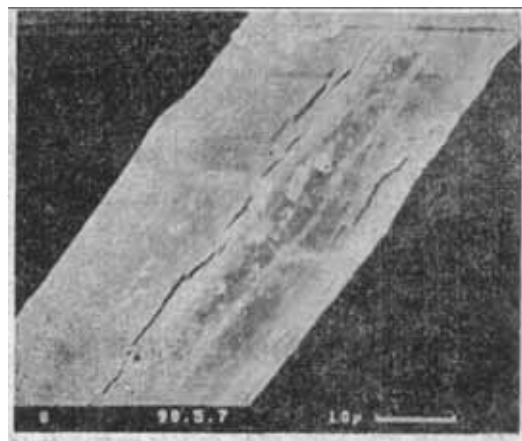


图3 苧麻纤维纵向扫描电镜照片

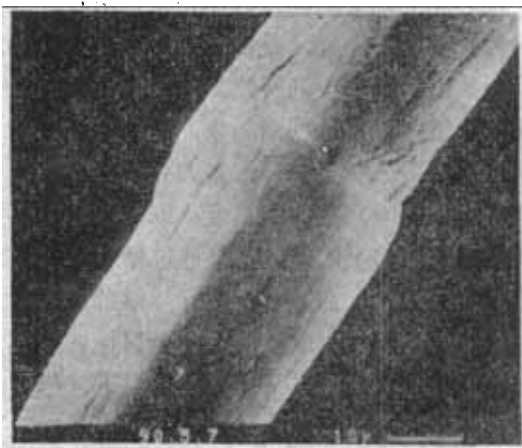


图4 改性苧麻纤维纵向电镜照片

明显的卷曲，其形态如图4中的电镜照片所示。经测试发现，改性后不仅增加了卷曲，卷曲弹性回复率和残留卷曲率也都有所提高。表3列出了纤维长度、细度和卷曲的变化情况，

2. 纤维拉伸性能

改性后纤维拉伸性能变化剧烈，所测试的结果列于表4。

表3 苧麻纤维改性前、后长度、细度和卷曲变化

| 项 目 | 平均长度 (mm) | 细 度 (dtex) | 卷曲数 (个/25 mm) | 卷曲弹性 回复率 (%) | 卷曲率 (%) | 残留卷曲率 (%) |
|--------|-----------|------------|---------------|--------------|---------|-----------|
| 改性前 | 46 | 5.4 | 1 | 63.79 | 3.24 | 2.07 |
| 改性后 | 42.2 | 6.9 | 5 | 75.88 | 7.85 | 5.96 |
| 变化值 | -3.8 | +1.5 | +4 | +12.09 | +4.61 | +3.89 |
| 变化率(%) | -8.3 | +27.78 | +400 | +18.95 | +142.3 | +187.9 |

表4 苧麻纤维改性前、后拉伸性能比较

| 项 目 | 断裂强度 (CN/dtex) | 断裂伸 长率 (%) | 初始模 量 (CN/dtex) | 断裂功 (J × 10 ⁻⁶) | 勾结强度 (CN/dtex) | 勾结伸长 (%) |
|--------|----------------|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|----------|
| 改性前 | 7.76 | 4.79 | 107.6 | 114.5 | 3.36 | 3.10 |
| 改性后 | 4.36 | 19.60 | 48.90 | 248.8 | 7.32 | 11.40 |
| 变化值 | -3.40 | +14.81 | -58.7 | +134.3 | +3.96 | +8.3 |
| 变化率(%) | -43.8 | +309.2 | -54.6 | +117.3 | +117.9 | +267.7 |

表5 苧麻纤维改性前后的密度、双折射、结晶度和取向度的变化

| 项 目 | 密 度 (g/cm ³) | 双折射 $n_{//}-n_{\perp}$ | 结晶度 (%) | | 取向因数 | |
|--------|--------------------------|------------------------|---------|-------|-----------|-------------|
| | | | 密度法 | X射 线法 | 光学法 f_0 | X射 线法 f_c |
| 改性前 | 1.540 | 0.0626 | 64.1 | 92.31 | 0.8817 | 0.8971 |
| 改性后 | 1.515 | 0.0401 | 46.0 | 87.50 | 0.5647 | 0.5519 |
| 变化值 | -0.025 | -0.0225 | -18.1 | -4.81 | -0.3170 | -0.3452 |
| 变化率(%) | -16.2 | -35.94 | -28.2 | -5.2 | -35.94 | -38.48 |

比较表1和表4所给出的数据可以看出，改性后苧麻纤维的断裂强度高提了43.8%，但仍比羊毛高出两倍多。初始模量降低了54.6%，断裂伸长率提高了309.2%，都大于断裂强度的降低，表明做到了以较小的强度损失换得了较大的变形能力。改性后的苧麻成为中强、中模、中伸的纤维，在拉伸性能方面与羊毛纤维接近了一大步，有利于混纺和提高混纺产品的性能。

3. 纤维内部结构

图5和图6给出了苧麻纤维X射线衍射强

度分布曲线。改性后苧麻纤维由纤维素I部份地转变为纤维素II，纤维的密度、双折射、结晶度、取向度都降低了，其降低的数值列于表

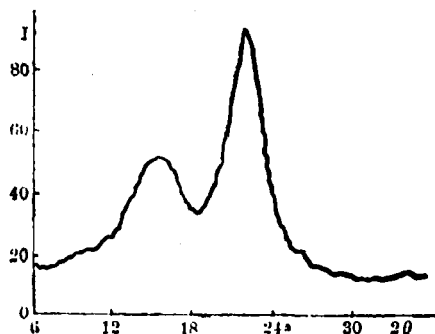


图5 苧麻纤维的X射线衍射强度曲线

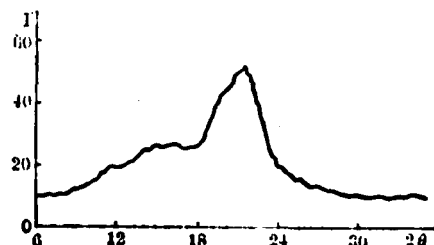


图6 改性苧麻纤维的X射线衍射强度曲线

5中。比较表5中的结果，可以看出，双折射和取向度降低的幅度高于密度和结晶度降低的幅度，这是导致断裂伸长和初始模量增长的幅度高于断裂强度降低的幅度的结构原因。

4. 上染率

由改性前的10.71%提高到14.11%。

(二) 纱线结构和性能

1. 混纺纱中纤维径向分布

用汉密尔顿提出的纤维转移指数^[3]表示混纺纱中纤维径向分布。用显微镜观察和区分纱表面毛羽的成分，按根数计算各成分所占比率。测试结果列于表6中，3*纱中羊毛向外转移率和纱表面毛羽中羊毛成份均高于混纺纱中羊毛所占比率，特别是经过起毛缩绒整理后，羊毛向外转移伸出纱表面的比率提高，增强织物的毛感。

表 6 混纺纱结构和性能

| 项 目 | 1*纱 | 2*纱 | 3*纱 |
|----------------------|--------|--------|--------|
| 羊化向外转移率(%) | 86.7 | 66.7 | 66.7 |
| 纱表面毛羽中羊毛比率(%) | 79 | 78.6 | 68.4 |
| 从织物中拆出纬纱表面毛羽中羊毛比率(%) | 79.2 | 74.9 | 75.1 |
| 断裂强度(N) | 3.93 | 4.29 | 7.14 |
| 断裂伸长率(%) | 8.12 | 7.32 | 6.42 |
| 断裂功(J) | 0.0597 | 0.0604 | 0.0771 |
| 抗扭转性能(捻/10 cm) | 159 | 180 | 181 |

2. 混纺纱的拉伸、扭转性能

三种混纺纱的拉伸和扭转性能列于表 6。随着改性苧麻含量的增加, 纱的断裂强度、断裂功和扭转性能指标都有很大提高, 而断裂伸长率略有降低。总的讲来, 改性苧麻与羊毛混纺纱的机械性能优于粘胶与羊毛混纺纱。

(三) 织物结构和性能

1. 拉伸性能

随着改性苧麻含量的增加, 织物的断裂强

表 7 织物结构和性能

| 织物编号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 织物密度 T | 179 | 178 | 180 | 184 | 186.6 |
| (根/10cm) W | 151 | 150 | 148 | 152 | 160.4 |
| 断裂强力 T | 370.3 | 400.0 | 409.0 | 461.2 | 421.0 |
| (N) W | 407.5 | 561.8 | 628.5 | 512.3 | 387.0 |
| 断裂伸长率 T | 22.2 | 21.8 | 19.3 | 19.0 | -- |
| (%) W | 19.9 | 18.8 | 18.1 | 18.6 | -- |
| 起球 (级) | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 3.5 | 2.5 |
| 急弹性 T | 110.3 | 118.9 | 119.1 | 119.0 | 110.6 |
| 回复角 W | 117.1 | 124.1 | 116.4 | 117.2 | 115.4 |
| (度) T+W | 227.4 | 243.0 | 235.5 | 236.2 | 226.0 |
| 缓弹性 T | 125.0 | 129.3 | 128.4 | 128.0 | 126.4 |
| 回复角 W | 127.2 | 132.0 | 127.4 | 127.2 | 127.0 |
| (度) T+W | 252.2 | 261.3 | 255.8 | 255.2 | 253.4 |
| 织物风格 | | | | | |
| 挺括度 | 11.18 | 6.61 | 6.53 | 6.71 | 6.92 |
| 丰满度 | 9.69 | 5.74 | 5.87 | 5.98 | 6.21 |
| 光滑度 | 2.72 | 5.41 | 5.21 | 5.16 | 5.07 |

度有很大提高, 断裂伸长率略有降低, 其具体数值列于表 7 中。

2. 起球

含有改性苧麻的织物的抗起球性略优于毛粘织物。

3. 折皱弹性

在 YG541 型织物折皱弹性仪上用凸形试样进行测试, 以急弹性和缓弹性回复角表示折皱弹性的高低, 测试数据列于表 7 中。试验数据表明, 在羊毛含量相同的情况下, 改性苧麻与羊毛混纺织物的急、缓弹性回复角都高于粘胶与羊毛混纺织物。随着羊毛含量的降低和改性苧麻含量的增加, 织物折皱弹性降低。这表明改性苧麻对织物折皱弹性的贡献高于粘胶, 但低于羊毛。

4. 织物风格

在 FG-100 型智能风格仪上进行测试。用 2* 探头, 满量程为 78.4N, 试样直径为 92mm, 每种织物测四块样品, 以挺括度、丰满度和光滑度三项指标表示织物的基本风格特徵, 其数

据列于表 7。从表中所给的测试结果可以明显地看出织物编号 1 与另 4 块织物的三项指标数值差异很大, 表明麻毛混纺织物与粘毛混纺织物的风格迥然不同。麻毛混纺织物的挺括度比粘毛织物低, 手感柔软, 但丰满度差, 这是由于麻毛混纺产品缩绒性比粘毛混纺产品低所造成的。含改性苧麻的四种织物的风格基本相似, 含麻量增加时, 挺括度、丰满度略有提高, 光滑度略有降低。

织物编号 5 是由山东省科委组织鉴定的高比例苧麻的麻毛混纺新产品, 经山东省纺织品质量监督检验站检验合格。经专家评定认为该产品色光纯正, 绒面紧密, 基本具有纯毛产品风格……开拓了苧麻的使用范围, 改进服用性能^[4]。

(上接第36页)

四、结 论

1. 通过结构改性,可以使苧麻纤维由高强、高模、低伸向中强、中模、中伸或高伸改变,在保持较高断裂强度下增加变形能力,使之接近于羊毛纤维。

2. 通过结构改性,可以增加苧麻纤维的卷曲率、卷曲弹性和卷曲保持率,改善苧麻与羊毛混纺纱的结构和性能。

3. 通过结构改性,可以提高苧麻纤维的上染率和染色牢度,使之能用酸性染料和直接染料的混合浴进行匹染,简化了染色工艺^[5]。

4. 改性苧麻与羊毛混纺产品的断裂强力、

抗起球性、折皱弹性和织物风格都优于粘胶与羊毛混纺产品。

5. 在混纺毛织物中,使用改性苧麻,不仅能改善织物的某些性能和风格,而且能降低成本,据试制产品计算,每米可降低成本2~3元,有较好的经济效益^[6],如大量生产可进一步降低成本。

参 考 资 料

- [1] 《苧麻纺织科技》, 1978. №1; 1979, №3, 1985. №1.
- [2] 《华东纺织工学院学报》, 1985, №4, P4.
- [3] 《纺织材料学实验教程》, P218~223, 纺织工业出版社, 1989, 6.
- [4] [5] [6] 《科学技术成果鉴定证书》, (1989) 鲁科成鉴字第190号。