

DOI: 10.13475/j.fzxb.20171105306

应用灰色聚类方法评价特种动物纤维综合物理性能

邢丽娟¹, 刘新金¹, 苏旭中¹, 曹秀明²

(1. 生态纺织教育部重点实验室(江南大学), 江苏 无锡 214122; 2. 江苏阳光股份有限公司, 江苏 江阴 214426)

摘要 为更好地开发特种动物纤维制品,以骆驼绒、山羊绒及牦牛绒为研究对象,在相同环境下分别对9种动物纤维的长度、细度、强力、卷曲性能及摩擦性能进行测试,利用灰色聚类分析评价特种动物纤维的综合物理性能。以白山羊绒、黄骆驼绒和黑牦牛绒为原料,采用四罗拉网格圈集聚纺分别纺制线密度为14.29 tex和20.83 tex纱线,并进行性能测试和对比分析,进一步验证灰色聚类方法评价特种动物纤维综合物理性能的结果。结果表明:白山羊绒、驼绒具有较好的物理性能,白羊羔绒次之,紫山羊绒、青牦牛绒、黑牦牛绒、青山羊绒和脱色牦牛绒的物理性能最差;采用四罗拉网格圈紧密纺纺制不同线密度的纱线,白山羊绒纱线的整体性能最好,黄骆驼绒纱线次之,黑牦牛绒纱线最差,与灰色聚类方法所评价的纤维综合物理性能一致。

关键词 骆驼绒; 羊绒; 牦牛绒; 物理性能; 灰色聚类分析

中图分类号: TS 102.3; TS 134.1 文献标志码: A

Evaluation on comprehensive physical properties of special animal fibers based on gray clustering

XING Lijuan¹, LIU Xinjin¹, SU Xuzhong¹, CAO Xiuming²

(1. Key Laboratory of Eco-Textiles (Jiangnan University), Ministry of Education, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. Jiangsu Sunshine Group Co., Ltd., Jiangyin, Jiangsu 214426, China)

Abstract In order to explore the comprehensive physical properties of special animal fibers, the length, fineness, strength, curl and friction of nine kinds of animal fibers were tested in the same environment with the camel hair, the cashmere and the yakwool as the research objects. The gray clustering analysis method was used to evaluate the comprehensive physical properties of special animal fibers. The white cashmere, yellow camel hair and black yakwool were selected, and the properties of 14.29 tex and 20.83 tex yarns were spun by four-rollers compact spinning with lattice apron and comparative analysis. The results showed that white cashmere and camel hair have the best physical properties. The physical properties of white cashmere are the second; and the purple cashmere, blue yakwool, black yakwool, blue cashmere and bleached yakwool are the worst. In the different thickness of yarns spun by four-rollers compact spinning, the overall performance of white cashmere yarns is the best, the yellow camel hair is the second, and the black yakwool are the worst. The results are consistent with the comprehensive physical properties of the fibers evaluated by gray clustering analysis.

Keywords camel hair; cashmere; yakwool; physical property; gray clustering analysis

特种动物纤维具有优雅靓丽的光泽,柔软细腻的手感,其制品因吸湿性强、透气性高、弹性好、保暖性强等多种优良性能已作为高档绿色纺织原料进行

开发研究^[1],但是动物纤维长度短、短绒率较高,长度及细度离散率大,开发高支纱仍存在很多的困难^[2],目前对特种动物纤维高支纱的开发仍是国内

收稿日期: 2017-11-28 修回日期: 2018-09-14

基金项目: 江苏省产学研项目(BY2016022-27); 江苏省先进纺织工程技术中心基金项目(XJFZ/2016/4); 纺织服装产业河南省协同创新项目(hnfx14002); 江阴市科技成果转化项目(JYKJ3210); 江苏省科技副总项目(FZ20180497)

第一作者: 邢丽娟(1990—),女,硕士生。主要研究方向为牦牛绒产品开发。

通信作者: 刘新金(1984—),男,副教授,博士。主要研究方向为纺织力学分析。E-mail: liuxinjin2006@163.com。

外学者关心的课题。

侯秀良等^[3]对山羊绒的拉伸性能进行了研究; 杨锁廷等^[4]研究了牦牛绒拉伸细化后的产品性能; 刘婵等^[5-6]采用氧化脱色工艺对牦牛绒实现脱色。目前对驼绒纤维的研究主要集中在结构与性能, 而对特种动物纤维物理性能指标的综合分析研究较少。本文以骆驼绒、山羊绒、牦牛绒为研究对象, 测试表征纤维物理性能的各分项指标, 利用灰色聚类方法对特种动物纤维物理性能指标作了综合分析, 以期对特种动物纤维的开发提供参考。

1 纤维性能测试与对比分析

1.1 实验材料与仪器

实验材料: 牦牛绒、山羊绒、骆驼绒均由江苏中孚达纺织科技有限公司提供。

实验仪器: BEION F10 型全自动纤维细度仪(上海北昂医疗技术有限公司), YG004 型电子单纤维强力机(常州纺织仪器厂), Y151SM 型纤维摩擦系数仪(常州第二纺织机械有限公司), XCP-1 A 型纤维卷曲弹性仪(上海新纤仪器有限公司)。

1.2 纤维性能测试

1.2.1 纤维长度测试

采用纤维长度排图法测试毛绒散纤维的平均长度, 从所取样品中抽取 0.2~0.3 g 毛绒纤维, 剔除较粗、较长、易缠结纤维, 右手捏紧纤维束平齐的一端, 左手将纤维束最外端露出的纤维贴在黑绒板的左侧, 从左到右轻轻拉出纤维, 并将纤维平行于黑绒板的上侧贴服在黑绒板上, 纤维束在黑色绒板上经过

多次排列, 使得纤维成为一端平齐, 另一端从长到短的有序排列。纤维在排列过程中要求厚薄均匀, 图形底边长 25 cm 左右^[7]。

1.2.2 纤维细度测试

使用纤维细度仪测试纤维的平均直径, 每次测试纤维根数为 1 800 根, 测试 5 次, 取其平均值, 线密度换算公式为

$$d = 11.28 \sqrt{\frac{N_{dt}}{\delta}} \quad (1)$$

式中: d 为纤维直径, μm ; N_{dt} 为线密度, dtex ; δ 为纤维密度(取 $\delta = 1.32 \text{ g/cm}^3$)。

1.2.3 单纤维强力测试

采用电子单纤维强力机进行单纤维强力测试。试样夹持长度为 10 mm, 拉伸速度为 10 mm/min, 测试 30 次, 取其平均值。

1.2.4 纤维卷曲性能测试

使用纤维卷曲弹性仪测试纤维卷曲数、卷曲率和卷曲弹性率等性能。试样夹持长度为 20 mm, 加轻负荷为 0.002 cN/dtex, 重负荷为 0.05 cN/dtex, 测试 20 次, 取其平均值。

1.2.5 纤维摩擦性能测试

采用纤维摩擦系数仪和精密扭力天平, 每根纤维正反悬挂分别测试顺、逆鳞片的动、静摩擦因数。实验用张力钳质量为 200 mg, 测试动摩擦因数时机器转速为 12 r/min, 测试每种纤维 50 根, 取其平均值。顺鳞片摩擦因数记为 u_1 、 u_2' ; 逆鳞片摩擦因数记为 u_2 、 u_1' 。

1.3 测试结果与分析

在相同环境下对 9 种纤维进行性能测试, 结果见表 1。

表 1 纤维的物理性能指标

Tab.1 Fiber physical performance indicators

品种	纤维编号	平均长度/mm	长度不匀率/%	15 mm 以下短绒率/%	线密度/dtex	线密度不匀率/%	强力/cN	卷曲数/(个·(25 mm) ⁻¹)	卷曲率/%	卷曲回复率/%	静摩擦因数		动摩擦因数	
											u_1	u_2	u_1'	u_2'
黑牦牛绒	1 [#]	26.6	39.1	29.8	3.60	25.05	9.29	5.3	12.06	10.97	0.239 0	0.286 5	0.320 0	0.382 5
青牦牛绒	2 [#]	25.9	38.9	27.7	3.49	24.53	7.57	6.1	8.38	7.80	0.230 8	0.291 7	0.321 2	0.390 4
脱色牦牛绒	3 [#]	25.7	39.7	21.8	3.44	25.72	4.89	8.5	12.11	10.99	0.231 2	0.283 7	0.312 1	0.401 7
白山羊绒	4 [#]	35.5	37.5	22.9	2.47	20.12	6.52	6.6	10.06	9.37	0.236 3	0.298 7	0.345 3	0.399 3
紫山羊绒	5 [#]	30.9	37.2	29.0	2.74	22.54	5.94	4.4	4.26	3.74	0.239 0	0.302 2	0.333 8	0.411 6
青山羊绒	6 [#]	33.6	38.0	28.3	2.81	21.79	5.61	5.3	3.59	3.40	0.230 1	0.301 8	0.336 0	0.415 6
白羊羔绒	7 [#]	30.5	35.7	30.5	2.96	25.57	5.62	5.7	5.45	5.12	0.236 6	0.332 6	0.342 2	0.412 8
白骆驼绒	8 [#]	36.3	42.9	19.9	3.04	29.20	6.21	8.3	9.11	7.90	0.238 6	0.299 6	0.347 7	0.410 2
黄骆驼绒	9 [#]	41.5	40.5	14.0	2.87	27.74	6.47	7.6	6.54	5.34	0.239 9	0.299 0	0.343 1	0.408 6

由表 1 数据可得到: 1) 纤维长度排序(从长至短)为: 黄骆驼绒、白骆驼绒、白山羊绒、青山羊绒、紫山羊绒、白羊羔绒、黑牦牛绒、青牦牛绒、脱色牦牛

绒。纤维的长度直接影响纤维的加工性能和使用价值, 纤维长度越长, 短绒含量越少, 所纺纱品质好。2) 纤维细度排序(从细至粗)为: 白山羊绒、紫山羊

绒、青山羊绒、白羊羔绒、黄骆驼绒、白骆驼绒、脱色牦牛绒、青牦牛绒、黑牦牛绒。25 μm 以上纤维含量为: 青山羊绒 1.24%、白山羊绒 1.34%、紫山羊绒 1.66%、白羊羔绒 3.52%、脱色牦牛绒 3.6%、黄骆驼绒 4.27%、青牦牛绒 6.45%、白骆驼绒 6.82%、黑牦牛绒 7.37%。毛绒纤维的细度不仅决定了成纱的细度、强力,还决定了织物的手感和性能,即在毛纤维相同长度下,纤维越细所纺的纱线支数越高,条干好,强力高,相应织物的各种特性也越好^[8]。白羊绒最细,故可开发高支纱,且制成的织物柔软、轻薄。特种动物纤维需要分梳加工提取,可以更好地控制含粗率,提高纱线质量。牦牛绒和驼绒由于部分含有髓质层,含粗率高,羊绒纤维含粗较少。细度不匀率越大,成纱条干均匀度越差,驼绒纤维细度不匀率较其他纤维高,因为驼绒纤维沿生长方向两端粗细不匀,且驼绒纤维含有不同程度髓质层,致使细度不匀率增加。3) 纤维强力排序(从高到低)为:黑牦牛绒、青牦牛绒、白羊羔绒、黄骆驼绒、白骆驼绒、紫山羊绒、白山羊绒、青山羊绒、脱色牦牛绒。强度是评定毛绒纤维的首要性质,影响着纺纱工艺配置。强度低,不宜作精纺用毛,且生产出的织物品质较低档。黑牦牛绒和青牦牛绒的强力较高,且单纤维强力是羊绒和骆驼绒的 1.5 倍左右,脱色牦牛绒的单纤维强力最低,主要是因为脱色处理过程中纤维受到一定程度的损伤使得强力降低。4) 纤维卷曲性:纤维的卷曲使得纤维间的抱合力大大增加,因此,成纱强力提高,且卷曲性能好的纤维,织物的弹性也随之提高,织物的抗皱性和保暖性得以改善。一般纤维的卷曲数在 25 mm 长度内 6~9 个为宜;适当的卷曲率可提高纤维的可纺性,一般卷曲率在 10%~15% 之间为宜,卷曲率小于 10% 时则越大越好;此外,纤维的卷曲回复率较高,纤维受力后卷曲

恢复能力好,因而其纺织品的弹性恢复性能优异^[9]。脱色牦牛绒卷曲数最多,紫山羊绒最少,黑牦牛绒的卷曲率最大,紫山羊绒最少,故在纺纱加工中,紫山羊绒抱合性较差。5) 纤维摩擦性能:纤维的摩擦性能与纱线的抱合力及织物的柔软度有关,纤维的摩擦因数越大,纤维之间的抱合力越大,利于纺纱的顺利进行。9 种纤维中白山羊绒的摩擦因数最小,故纺纱过程中纱线抱合力较差,但制成的织物手感柔软、滑糯。

2 运用灰色聚类法的纤维性能评价

从表 1 可看出,9 种特种动物纤维的物理性能在各指标下的表征不相同,很难根据单项指标对纤维物理性能进行综合评价,因此,需要采用数据分析的方法对纤维的物理性能进行综合评价,而灰色聚类分析可以较好地研究“小样本,贫信息”的不确定性,因此,采用灰色聚类分析法对特种动物纤维的物理性能进行综合评价是比较合理的^[10]。

记 9 种特种动物纤维为聚类对象 i ,以测试结果中的平均长度、长度不匀率、15 mm 以下短绒率、线密度、细度不匀率、强力、卷曲数、卷曲率、卷曲回复率、摩擦因数为聚类指标 j ,将纤维的物理综合性能分为好、中、差三档,记为 k_1 、 k_2 、 k_3 ,即聚类灰数为 $S=3$ ^[11]。

2.1 矩阵的构建

聚类计算中所有数据均以正相关计入^[12],因此,以 100/长度不匀率,100/短绒率,100/线密度,100/细度不匀率作为参数计入,行为聚类对象编号,列为相对应的纤维测试性能的指标测试值,将处理后的数据进行均值化无量纲处理,构成聚类白化矩阵 $[x_{ij}]_{9 \times 13}$,结果见下式:

$$[x_{ij}] = \begin{bmatrix} 0.836 & 0.991 & 0.788 & 0.836 & 0.973 & 1.439 & 0.825 & 1.517 & 1.528 & 1.013 & 0.956 & 0.962 & 0.950 \\ 0.814 & 0.995 & 0.847 & 0.862 & 0.995 & 1.172 & 0.950 & 1.054 & 1.086 & 0.979 & 0.974 & 0.966 & 0.970 \\ 0.807 & 0.976 & 1.077 & 0.875 & 0.949 & 0.757 & 1.324 & 1.523 & 1.530 & 0.981 & 0.947 & 0.939 & 0.998 \\ 1.115 & 1.034 & 1.025 & 1.218 & 1.213 & 1.010 & 1.028 & 1.265 & 1.305 & 1.003 & 0.997 & 1.039 & 0.992 \\ 0.971 & 1.042 & 0.809 & 1.098 & 1.083 & 0.920 & 0.685 & 0.536 & 0.521 & 1.014 & 1.009 & 0.974 & 0.998 \\ 1.055 & 1.019 & 0.828 & 1.071 & 1.120 & 0.869 & 0.825 & 0.452 & 0.473 & 0.976 & 1.008 & 1.011 & 1.032 \\ 0.958 & 1.084 & 0.770 & 1.016 & 0.954 & 0.870 & 0.888 & 0.685 & 0.713 & 1.004 & 1.110 & 1.030 & 1.026 \\ 1.140 & 0.902 & 1.180 & 0.990 & 0.834 & 0.962 & 1.292 & 1.146 & 1.100 & 1.012 & 1.000 & 1.046 & 1.019 \\ 1.304 & 0.957 & 1.675 & 1.035 & 0.878 & 1.002 & 1.183 & 0.823 & 0.744 & 1.018 & 0.998 & 1.032 & 1.015 \end{bmatrix}$$

(2)

2.2 灰类白化函数的确定

定义 j 指标对 k 个灰类 ($k = k_1, k_2, k_3$) 的区间, 方法定义^[13]如下:

$$\text{好的灰类区间为 } Q_{k_1}^j = \left[\bar{x}_{ij} - \frac{1}{6}d_j, (x_{ij})_{\max} \right]$$

$$\text{中等灰类区间为 } Q_{k_2}^j = \left[\bar{x}_{ij} - \frac{1}{6}d_j, \bar{x}_{ij} + \frac{1}{6}d_j \right]$$

$$\text{差的灰类区间为 } Q_{k_3}^j = \left[(x_{ij})_{\min}, \bar{x}_{ij} - \frac{1}{6}d_j \right]$$

式中: $Q_{k_1}^j, Q_{k_2}^j, Q_{k_3}^j$ 为各个等级的灰类区间; k_1, k_2, k_3 为灰类, \bar{x}_{ij} 为对应的第 j 列的平均值; d_j 为 x_{ij} 的极差; $(x_{ij})_{\max}$ 为 x_{ij} 的最大值; $(x_{ij})_{\min}$ 为 x_{ij} 的最小值。灰数白化区间如表 2 所示。

表 2 灰数白化区间表

Tab.2 Interval of whitening of grey number

聚类指标	k_1 (好)	k_2 (中)	k_3 (差)
平均长度	[1.083, 1.304]	[0.917, 1.083]	[0.807, 0.917]
长度不匀率	[1.030, 1.084]	[0.970, 1.030]	[0.902, 0.970]
15 mm 以下短绒率	[1.151, 1.675]	[0.849, 1.151]	[0.770, 0.849]
线密度	[1.064, 1.218]	[0.936, 1.064]	[0.836, 0.936]
离散率	[1.063, 1.213]	[0.937, 1.063]	[0.834, 0.937]
强力	[1.114, 1.439]	[0.886, 1.114]	[0.757, 0.886]
卷曲数	[1.106, 1.324]	[0.894, 1.106]	[0.685, 0.894]
卷曲率	[1.179, 1.523]	[0.821, 1.179]	[0.452, 0.821]
卷曲回复率	[1.176, 1.530]	[0.824, 1.176]	[0.473, 0.824]
静摩擦(顺)因数	[1.007, 1.018]	[0.993, 1.007]	[0.976, 0.993]
静摩擦(逆)因数	[1.027, 1.110]	[0.973, 1.027]	[0.947, 0.973]
动摩擦(顺)因数	[1.018, 1.046]	[0.982, 1.018]	[0.939, 0.982]
动摩擦(逆)因数	[1.014, 1.032]	[0.986, 1.014]	[0.950, 0.986]

定义 λ_{jk} 为 j 聚类指标 k 子类的边界值, 见式(3)。

$$[\lambda_{jk}] = \begin{bmatrix} 1.193 & 1.000 & 0.862 \\ 1.057 & 1.000 & 0.936 \\ 1.413 & 1.000 & 0.809 \\ 1.141 & 1.000 & 0.886 \\ 1.138 & 1.000 & 0.886 \\ 1.276 & 1.000 & 0.822 \\ 1.215 & 1.000 & 0.789 \\ 1.351 & 1.000 & 0.636 \\ 1.353 & 1.000 & 0.649 \\ 1.012 & 1.000 & 0.985 \\ 1.069 & 1.000 & 0.960 \\ 1.032 & 1.000 & 0.961 \\ 1.023 & 1.000 & 0.968 \end{bmatrix} \quad (3)$$

2.3 标准权系数的确定

j 指标 k 子类的标准权系数 η_{jk} 是依据公式 $\eta_{jk} =$

$$\frac{\lambda_{jk}}{\sum_{j=1}^{13} \lambda_{jk}} \text{ 计算得到。}$$

$$[\eta_{jk}] = \begin{bmatrix} 0.077 & 0.077 & 0.077 \\ 0.073 & 0.077 & 0.081 \\ 0.082 & 0.077 & 0.071 \\ 0.076 & 0.077 & 0.078 \\ 0.076 & 0.077 & 0.078 \\ 0.079 & 0.077 & 0.074 \\ 0.079 & 0.077 & 0.075 \\ 0.084 & 0.077 & 0.069 \\ 0.084 & 0.077 & 0.069 \\ 0.072 & 0.077 & 0.083 \\ 0.073 & 0.077 & 0.081 \\ 0.073 & 0.077 & 0.082 \\ 0.072 & 0.077 & 0.082 \end{bmatrix} \quad (4)$$

2.4 灰色聚类权系数的确定

聚类系数 σ_{ik} 的确定是根据白化权函数和标准权系数确定。根据 j 指标 k 子类的白化函数和标准权系数处理聚类白化矩阵 $[x_{ij}]_{9 \times 13}$ 按式(5) 计算 i 对象属于 k 灰类的灰色聚类系数 σ_{ik} , 从而确定研究对象处于好、中、差类别的概率, 聚类原则是择取每个行向量中值最大者, 以此对应的灰类为所属类。 σ_{ik} 值越大, 对象处于某个类别的概率就越大。根据计算出的灰色聚类权系数构造聚类系数矩阵 $[\sigma_{ik}]_{9 \times 3}$ 。

$$[\sigma_{ik}] = \sum_{j=1}^{13} f_{jk}(x_{ij}) \eta_{jk} \quad (5)$$

$$[\sigma_{ik}] = \begin{bmatrix} 0.422 & 0.138 & 0.476 \\ 0.094 & 0.419 & 0.480 \\ 0.377 & 0.227 & 0.490 \\ 0.564 & 0.512 & 0.263 \\ 0.246 & 0.343 & 0.286 \\ 0.270 & 0.318 & 0.296 \\ 0.335 & 0.291 & 0.270 \\ 0.483 & 0.405 & 0.161 \\ 0.534 & 0.322 & 0.190 \end{bmatrix} \quad (6)$$

从式(6) 可看出, 特种动物纤维物理性能综合评价处于好这档的纤维有: 4[#]、7[#]、8[#]、9[#], 但 4[#] 纤维的灰色聚类系数比 7[#]、8[#]、9[#] 大, 说明 4[#] 纤维落在第一档的概率比较大, 即白山羊绒的性能好于白羊羔绒、白驼绒和黄驼绒。特种动物纤维物理性能综合评价处于中档的纤维有: 5[#]、6[#], 即紫山羊绒和青山羊绒的物理性能在 9 种纤维中属于中等。特种动物纤维物理性能综合评价处于差这档的纤维有: 1[#], 2[#], 3[#] 即黑牦牛绒、青牦牛绒、脱色牦牛绒, 但脱色牦牛绒纤维性能最差。

3 纺纱工艺实验

纱线性能取决于纺纱工艺的配置及纤维物理性能的好坏,采用四罗拉网格圈紧密纺分别纺制线密度分别为 14.29 tex 和 20.83 tex 的白山羊绒、黄骆驼绒和黑牦牛绒纱,对灰色聚类分析所评价的特种动物纤维综合物理性能的结果进一步验证。

3.1 纱线基本性能测试

3.1.1 纱线拉伸性能测试

采用 YG020 A 型电子强力机测试纱线断裂强力和断裂伸长率等性能指标,测试 30 次,取其平均值。

3.1.2 捻度测试

采用 YG155 A 型纱线捻度仪测试单纱捻度,设置实验方式为一次退捻加捻法,实验转速为 1 500 r/min,试样长度为 250 mm,测试 30 次,求其平均值。

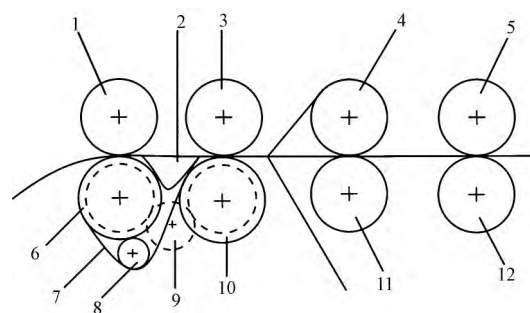
3.1.3 条干测试

采用 YG133 B/M 型条干均匀度测试仪测试单纱的条干均匀度。测试速度为 200 m/min,测试时间为 1 min,测试 30 次,求其平均值。

3.2 纺纱原理

四罗拉网格圈紧密纺是在环锭纺的基础上改进的,即在前罗拉和前胶辊前面加装异形管和引出罗拉及网格圈,形成吸风集聚装置,使纤维轴向集聚,

减少加捻三角区,纺纱系统如图 1 所示。



1—引出胶辊; 2—异形管; 3—前胶辊; 4—中胶辊;
5—后胶辊; 6—引出罗拉; 7—网格圈; 8—撑杆;
9—过桥齿轮; 10—前罗拉; 11—中罗拉; 12—后罗拉。

图 1 四罗拉网格圈紧密纺装置

Fig.1 Four-roller lattice apron compact spinning system

须条受到负压气流的作用,吸附到网格圈对应的吸风口处,并在倾斜于其运动方向的气流综合作用下,绕其自身轴向旋转,从而使纤维全部卷入纱体中,极大地降低了成纱毛羽,且强力得到提高^[14]。对细纱机中胶辊开槽 1 mm,形成滑溜牵伸,当纤维通过时,中罗拉与胶辊之间形成弹性握持,摩擦力界均匀分布,保证成纱条干。

3.3 纺纱工艺及纱线测试结果

纺纱方式采用四罗拉网格圈紧密纺,细纱机型号为 JWF2506 根据特种动物纤维的物理性能,合理设置纺纱工艺参数,纺纱工艺设计见表 3。纺制的纱线性能测试结果见表 4。

表 3 纺纱工艺设计

Tab.3 Spinning process design

品种	线密度/tex	粗纱定量/(g·m ⁻¹)	捻度/(捻·m ⁻¹)	总牵伸倍数	钢丝圈号	隔距大小/mm	锭子速度/(r·min ⁻¹)
白山羊绒	14.29	0.3	851	43.5	6903 9/0	3.0	7 000
	20.83	0.4	753	39.9	6903 6/0	4.0	9 000
黄骆驼绒	14.29	0.3	824	43.8	6903 9/0	3.0	8 000
	20.83	0.4	725	40.2	6903 6/0	4.0	9 000
黑牦牛绒	14.29	0.3	1 035	43.9	6903 9/0	3.0	5 000
	20.83	0.4	776	40.3	6903 6/0	4.0	7 000

表 4 纱线条干和拉伸性能

Tab.4 Evenness and tensile performances of yarn

品种	线密度/ tex	强力/ cN	伸长率/ %	CV 值/ %	纱疵/(个·km ⁻¹)		
					细节(-50%)	粗节(+50%)	毛粒(+200%)
白山羊绒	14.29	92.5	17.7	16.9	287	100	24
	20.83	153.6	17.1	12.7	11	13	10
黄驼绒	14.29	89.2	9.8	17.3	310	130	35
	20.83	146.9	11.9	14.6	65	63	3
黑牦牛绒	14.29	80.5	4.7	18.5	425	235	155
	20.83	97.6	9.1	15.9	115	61	26

由表 4 可知:采用四罗拉网格圈紧密纺纺制的 2 种线密度的白山羊绒、黄驼绒、黑牦牛绒纱线,纺

纱过程中合理设置工艺,纺制的 2 种线密度纱均是白山羊绒纱的强力、伸长率最高,条干均匀度最好,

粗、细节及毛粒最少,黄驼绒纱的强力、条干仅次于白山羊绒,黑牦牛绒纱线的强力最低,条干最差。纱线的性能取决于纤维的综合物理性能和纺纱工艺的合理配置,由于白山羊绒纤维综合物理性能最好,纤维长度长,细度不匀率低,因此所纺纱线的性能最好。黄驼绒纤维内部含有髓质层结构,细度不匀率较高,纤维的综合物理性能仅次于山羊绒,因此在选择最优纺纱工艺的前提下,黄驼绒纱线性能次于白山羊绒,黑牦牛绒纤维的综合物理性能最差,黑牦牛绒纤维所纺纱线性能较差。

4 结 论

利用灰色聚类分析对 9 种特种动物纤维物理性能进行综合评价,可比较有效地协调各项指标,综合评价特种动物纤维物理性能。结果表明:白山羊绒纤维和驼绒纤维的物理性能优于其他动物纤维,脱色牦牛绒由于脱色过程中纤维受到损伤,因此综合物理性能最差;纤维的物理性能直接决定了纱线的物理性能,9 种动物纤维的综合物理性能评价结果经江苏省中孚达纺织科技股份有限公司纺纱实验,进一步验证了灰色聚类分析对特种动物纤维综合物理性能评价的正确性。白山羊绒纤维纺制的纱线性能最好,黄驼绒纱线次之,黑牦牛纱线性能最差,灰色聚类分析结果为特种动物纤维的开发提供了参考。

FZXB

参考文献:

- [1] 赵君红. 驼绒纤维的结构与性能研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2015: 2-3.
ZHAO Junhong. Research on the structure and properties of camel fiber. [D]. Urumqi: Xinjiang University, 2015: 2-3.
- [2] 吴娟, 谢春萍, 刘新金. 两种牦牛绒集聚纱性能的对比分析[J]. 棉纺织技术, 2015, 43(6): 53.
WU Juan, XIE Chunping, LIU Xinjin. Two kinds of yakwool condensed yarn property [J]. Cotton Textile Technology, 2015, 43(6): 53.
- [3] 侯秀良, 高卫东, 王善元, 等. 山羊绒纤维的拉伸性能[J]. 纺织学报, 2007, 28(10): 18-22.
HOU Xiuliang, GAO Weidong, WANG Shanyuan, et al. Tensile properties of cashmere fiber [J]. Journal of Textile Research, 2007, 28(10): 18-22.
- [4] 杨锁廷, 刘建中, 杨云辉, 等. 拉伸牦牛绒复式纱加工技术[J]. 毛纺科技, 2012, 40(4): 10-12.
YANG Suoting, LIU Jianzhong, YANG Yunhui, et al. Processing technology of multifilament yarn of stretched yak [J]. Wool Textile Journal, 2012, 40(4): 10-12.
- [5] 刘婵, 谢春萍, 刘新金, 等. 黑牦牛绒氧化脱色工艺优化及其可纺性[J]. 纺织学报, 2016, 37(7): 49-54.
LIU Chan, XIE Chunpin, LIU Xinjin, et al. Optimum oxidation bleaching condition and spinnability of black yak wool [J]. Journal of Textile Research, 2016, 37(7): 49-54.
- [6] 刘婵, 谢春萍, 刘新金, 等. 亚铁离子质量浓度对黑牦牛绒纤维脱色的影响[J]. 纺织学报, 2016, 37(4): 21-26.
LIU Chan, XIE Chunpin, LIU Xinjin, et al. Influence of different ferrous sulfate concentrations on bleaching of black yak fiber [J]. Journal of Textile Research, 2016, 37(4): 21-26.
- [7] 姚穆. 毛绒纤维标准与检验[M]. 北京: 中国纺织出版社, 1997: 264-265.
YAO Mu. The Testing Standard of Animal Fibers [M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 1997: 264-265.
- [8] 李蔚, 刘新金, 徐伯俊, 等. 牦牛绒与骆驼绒及羊绒的物理性能对比[J]. 纺织学报, 2015, 36(8): 1-5.
LI Wei, LIU Xinjin, XU Bojun, et al. Comparisons among physical properties of yakwool, camel hair and cashmere [J]. Journal of Textile Research, 2015, 36(8): 1-5.
- [9] 汪兴锋, 徐伯俊, 刘新金. 4 种牦牛绒纤维物理机械性能测试[J]. 上海纺织科技, 2015, 43(5): 51-53.
WANG Xingfeng, XU Bojun, LIU Xinjin. Testing of physic and mechanical properties of four kinds of yak fibers [J]. Shanghai Textile Science & Technology, 2015, 43(5): 51-53.
- [10] 蔡薇琦, 马崇启, 阚永霞, 等. 灰色聚类分析在织物热学性能评价中的应用[J]. 纺织学报, 2016, 37(11): 65-67.
CAI Weiqi, MA Chongqi, KAN Yongjia, et al. Application of grey clustering analysis in evaluation of fabric thermal performance [J]. Journal of Textile Research, 2016, 37(11): 65-67.
- [11] 马崇启, 蔡薇琦, 阚永霞. 酚醛纤维织物热湿舒适性的灰色聚类分析[J]. 纺织学报, 2016, 37(12): 29-32.
MA Chongqi, CAI Weiqi, KAN Yongjia. Gray clustering analysis on thermal-moisture comfort of phenolic fiber fabrics [J]. Journal of Textile Research, 2016, 37(12): 29-32.
- [12] 徐先林, 黄故, 齐利霞. 牛奶蛋白纤维混纺针织物热湿舒适性[J]. 纺织学报, 2009, 30(4): 41-44.
XU Xianlin, HUANG Gu, QI Lixia. Thermal-moisture comfort of blended knitted fabrics with milk casein fibers [J]. Journal of Textile Research, 2009, 30(4): 41-44.
- [13] 王厉冰, 胡心怡, 齐素祯. 灰色聚类分析在纺织材料性能综合评价中的应用[J]. 天津工业大学学报, 2006, 25(3): 23-26.
WANG Libing, HU Xinyi, QI Suzhen. Application of gray clustering analysis in performance multiple evaluation of textile materials [J]. Journal of Tianjin Polytechnic University, 2006, 25(3): 23-26.
- [14] 谢春萍, 徐伯俊. 新型纺纱[M]. 2 版. 北京: 中国纺织出版社, 2009: 121-131.
XIE Chunping, XU Bojun. New Methods of Making Yarns [M]. 2nd ed. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2009: 120-131.