

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017080060605

骆马毛与羊绒、羊驼毛基本性能对比研究

沈建军¹ 张金莲¹ 易洪雷² 时 旻¹

(1. 浙江神州毛纺织有限公司 浙江 嘉善 314100; 2. 嘉兴学院 浙江 嘉兴 314001)

摘 要: 通过对比方法 研究骆马毛与山羊绒、Baby 羊驼毛、Suri 羊驼毛、Fs 羊驼毛在纤维形态结构、细度、单纤维断裂强度、弹性回复性能等方面的差异。结果表明: 骆马毛的鳞片高度约为 $8\ \mu\text{m}$ 纤维直径约为 $12\ \mu\text{m}$ 纵面平滑 横截面呈近似椭圆或圆形 细度为 $13.38\ \mu\text{m}$ 单纤维断裂强度为 $1.6515\ \text{cN/dtex}$ 定伸长和定负荷弹性回复性能与其他动物纤维相差不大 骆马毛纤维的各项指标最接近于山羊绒纤维。为生产骆马毛织品提供了一定的参考。

关键词: 骆马毛; 山羊绒; 羊驼毛; 形态结构; 强度

中图分类号: TS 102.3 文献标志码: A

Comparative study on the basic properties of vicuna , cashmere and alpaca fibers

SHEN Jianjun¹ , ZHANG Jinlian¹ , YI Honglei² , SHI Min¹

(1. Zhejiang Shenzhou Woollen Textile Co. , Ltd. , Jiashan , Zhejiang 314100 , China;

2. Jiaxing University , Jiaxing , Zhejiang 314001 , China)

Abstract: The differences in morphology , fineness , breaking strength and elastic recovery of vicuna fiber , cashmere , Baby alpaca , Suri alpaca and Fs alpaca fiber were studied and compared. The results showed that the scale height of vicuna is about $8\ \mu\text{m}$, the fiber diameter is about $12\ \mu\text{m}$, the longitudinal surface is smooth , the cross section is approximately elliptical or circular , the fineness is $13.38\ \mu\text{m}$, the single fiber breaking strength is $1.6515\ \text{cN/dtex}$, the elastic recovery performance of fixed elongation and fixed load is similar to that of other animal fibers , the various index of the vicuna fiber is similar to that of the cashmere fiber , which can be used as a reference for the production of the vicuna fabrics.

Keywords: vicuna fiber; cashmere fiber; alpaca fiber; morphology; strength

骆马又称小羊驼 ,是一种完全野生、群居的动物 ,主要生活在秘鲁海拔 $4\sim 6\ \text{km}$ 间的安地斯高原上。骆马毛极度轻软保暖 ,滑糯纤细 ,有“神之物料”美称 ,是世界上最昂贵的天然纺织纤维。目前 ,全世界骆马毛年产量不足 $5\ 000\ \text{kg}$ 。平均而言 ,1 件套头毛衣大约需要 6 头骆马的纤维 ,1 件大衣则需要 35 头骆马的纤维 因此以往由骆马毛制作的衣服通常都是秘鲁皇室才能拥有。

羊绒是取自绒山羊身上的一层细绒毛 ,其纤维由皮质层和鳞片层组成 鳞片薄而稀 ,彼此紧贴 ,卷曲数比羊毛少 ,摩擦因数比羊毛小 ,纤维间抱合力

差 缩绒性较羊毛差 ,手感柔软丰润、软、滑 ,富有弹性 光泽好^[1]。

羊驼也叫驼羊 现有羊驼 350 万只 在南美地区分布 90% 以上 ,它是南美洲特有的动物品种^[2-4] ,具有特殊潜在的经济开发价值。羊驼毛又称阿尔帕卡毛 是羊驼身上的绒毛 主要用于生产粗纺秋冬大衣呢^[5-7]。

本文测试了骆马毛、羊绒、羊驼毛 3 种动物纤维的形态结构、单纤维强度和弹性回复等基本性能 ,并进行了对比研究 ,以期骆马毛纤维产品的开发提供参考。

1 试验方法

1.1 形态结构测试

采用日本日立 S-4800 扫描电子显微镜、北京新

收稿日期: 2017-08-14

第一作者简介: 沈建军 ,硕士 ,主要从事羊毛染整研究工作。

E-mail: zsmshen@126.com

阳创业科技发展有限公司的 IB5 自动离子溅射仪对纤维进行观察。

1.2 细度测试

采用 HIROX 三维视频显微镜投影仪法及纤维直径测量软件测量纤维细度,采用放大倍数为 500 的显微镜投影仪、楔形尺以及分度值为 0.01 mm 的测微尺进行细度测试。每种纤维测试 300 根,取平均值。

1.3 纤维强伸性测试

采用 YG001N 型电子单纤维强力仪测试纤维的拉伸力学性能。试样预加张力为 0.3 cN,夹持距离为 10 mm,拉伸速度为 10 mm/min。每种纤维测试 50 根,取平均值。

1.4 纤维弹性测试

1.4.1 纤维定伸长弹性回复测试

采用 LLY-06E 型电子单纤维强力仪测试纤维的定伸长弹性回复,预加张力为 0.20 cN,定伸长取值为 0.50 mm(断裂伸长的 3%~5%),下降速度 10 mm/min,反复拉伸 3 次,拉伸停置定时为 30 s,回复停置定时为 30 s,隔距为 10 mm。

1.4.2 定负荷弹性回复测试

采用 LLY-06E 型电子单纤维强力仪测试纤维的定负荷弹性回复,预加张力为 0.2 cN,定负荷值取值为纤维断裂强力的 3%~5%:即骆马毛和山羊绒为 0.2 cN,3 种羊驼毛为 0.4 cN,初始长度为 10 mm,下降速度为 10 mm/min,反复拉伸 3 次,拉伸停置定时为 25 s,回复停置定时为 25 s,隔距为 10 mm。

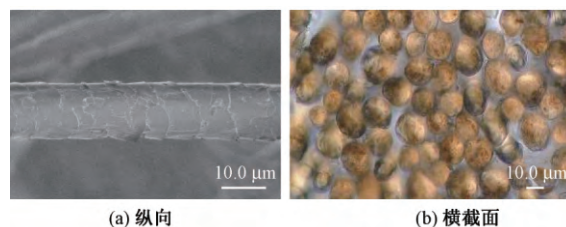
2 纤维形态结构对比

2.1 骆马毛纤维形态结构

骆马毛光泽柔和,纤维本身呈驼色,纤维细度细,鳞片紧贴毛干,由骆马毛纺制成的面料手感柔软、滑糯、光泽柔和。驼马毛纤维形态结构见图 1。可以看出,电镜下骆马毛鳞片结构呈不规则的瓦块状、龟裂状,鳞片高度约为 8 μm,纤维直径为 12 μm 左右。骆马毛纤维纵面平滑,横截面呈近似椭圆或圆形。

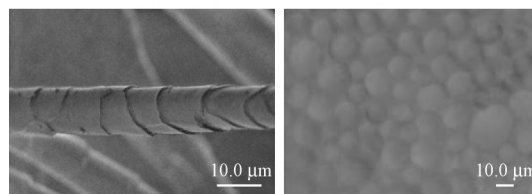
2.2 山羊绒纤维形态结构

山羊绒手感柔软,纤维较细,富有弹性,光泽自然柔和,韧性好。山羊绒纤维形态结构如图 2 所示。可以看出,电镜下山羊绒鳞片结构多数呈环状,鳞片细密清晰,排列较均匀,鳞片高度为 10 μm 左右,纤维直径约为 13 μm。山羊绒纤维纵面柔顺平滑,横截面多呈规则圆形,无髓腔^[8-11]。



(a) 纵向 (b) 横截面

图 1 骆马毛纤维形态结构

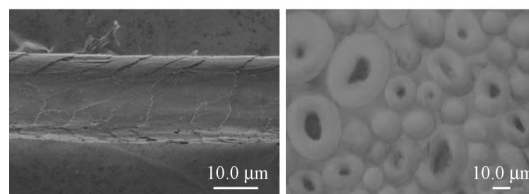


(a) 纵向 (b) 横截面

图 2 山羊绒纤维形态结构

2.3 羊驼毛纤维形态结构

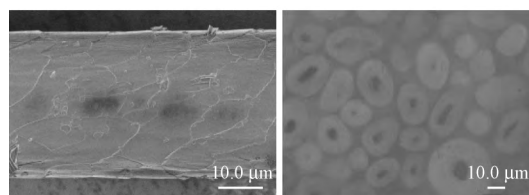
Baby 羊驼毛纤维形态结构如图 3 所示。可以看出,电镜下 Baby 羊驼毛鳞片结构呈不规则的瓦块状、龟裂状,鳞片高度约为 5 μm,纤维直径约为 23 μm。Baby 羊驼毛纤维纵面贯通,有髓腔但不明显;横截面呈近似椭圆或圆形,一部分有明显髓腔,而另一部分较细的仅由鳞片层和皮质层组成,无髓腔。



(a) 纵向 (b) 横截面

图 3 Baby 羊驼毛纤维形态结构

Suri 羊驼毛纤维形态结构如图 4 所示。可以看出,电镜下 Suri 羊驼毛鳞片结构呈不规则的瓦块状、龟裂状,鳞片高度为 8 μm 左右,纤维直径约为 27 μm。Suri 羊驼毛纤维纵向有较大贯通的髓腔,横截面呈近似椭圆或圆形,大部分有明显髓腔,而少数较细的仅由鳞片层和皮质层组成,无髓腔。



(a) 纵向 (b) 横截面

图 4 Suri 羊驼毛纤维形态结构

Fs 羊驼毛纤维形态结构由图 5 所示。可以看出,电镜下 Fs 羊驼毛鳞片结构呈不规则的瓦块状、龟裂状,鳞片高度约为 14 μm,纤维直径约为

26 μm。Fs 羊驼毛纤维纵面有较大的不连续髓腔，横截面呈近似椭圆或圆形，大部分有明显髓腔，而少数较细的仅由鳞片层和皮质层组成，无髓腔^[12-14]。

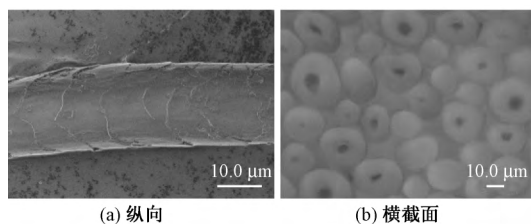


图5 Fs 羊驼毛纤维形态结构

从以上5种纤维的形态结构来看，骆马毛纤维的微观形态结构与山羊绒纤维最相似。

3 纤维物理性能对比

3.1 纤维细度对比

5种动物纤维细度见表1。可以看出：5种纤维平均细度从大到小依次是Suri羊驼毛、Fs羊驼毛、Baby羊驼毛、山羊绒、骆马毛纤维，变异系数和标准偏差从大到小依次是Suri羊驼毛、Baby羊驼毛、

Fs羊驼毛、山羊绒、骆马毛纤维。骆马毛的细度为13.38 μm，变异系数为17.76%，标准偏差为2.38 μm，各项指标在5种纤维中与山羊绒纤维最为接近。

表1 纤维细度

纤维种类	平均细度/μm	变异系数/%	标准偏差/μm
骆马毛	13.38	17.76	2.38
山羊绒	14.53	17.72	2.58
Baby羊驼毛	23.38	29.47	6.89
Suri羊驼毛	27.16	29.65	8.05
Fs羊驼毛	26.53	25.38	6.73

3.2 纤维力学性能对比

3.2.1 单纤维强度指标对比

5种动物纤维的单纤维强度指标对比见表2。可以看出：5种纤维的断裂强度从小到大依次是山羊绒、骆马毛、Suri羊驼毛、Baby羊驼毛、Fs羊驼毛、骆马毛的单纤维强度为1.6515 cN/dtex，与其他纤维相差不大，但与山羊绒平均断裂强度最为相近。

表2 单纤维强度指标对比

纤维种类	断裂强力/cN	断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	断裂伸长率/%	断裂功/(cN·mm)	断裂时间/s	屈服强力/cN	屈服伸长/mm
骆马毛	2.9707	1.6515	46.167	9.908	27.700	1.8373	0.600
山羊绒	3.2873	1.5258	47.862	12.194	28.717	2.2047	0.432
Baby羊驼毛	15.7000	2.8145	51.035	55.612	30.621	9.6553	0.558
Suri羊驼毛	21.0180	2.7920	51.667	63.972	32.831	9.5447	0.521
Fs羊驼毛	22.9413	3.1940	47.033	60.066	30.371	9.9247	0.517

3.2.2 纤维定伸长弹性回复对比

纤维定伸长弹性回复对比见表3，纤维定伸长弹性回复3次拉伸对比见表4。由表3、4可知：5种纤维的塑性变形从大到小依次是山羊绒、骆马毛、Suri羊驼毛、Baby羊驼毛、Fs羊驼毛；5种纤维的弹性回复率从大到小依次是Fs羊驼毛、Baby羊驼毛、

Suri羊驼毛、骆马毛、山羊绒。在反复拉伸回复过程中，这5种纤维的塑性变形率明显降低，拉伸细化作用减弱，应力松弛率也明显降低，而缓弹性变形率虽有降低，但不明显，急弹性变形率有明显增加。从总体情况来看，骆马毛纤维的定伸长弹性回复与山羊绒纤维最接近。

表3 纤维定伸长弹性回复对比

纤维种类	塑性变形平均值/mm	塑性变形率/%	弹性回复率/%	拉伸强力/cN	松弛强力/cN	应力松弛率/%
骆马毛	0.195	39.078	60.921	1.654	1.466	11.311
山羊绒	0.208	41.666	58.333	2.407	2.127	11.561
Baby羊驼毛	0.174	34.819	65.180	5.038	4.492	10.771
Suri羊驼毛	0.180	35.904	64.905	7.123	6.205	13.311
Fs羊驼毛	0.171	34.236	65.765	6.365	5.676	10.831

3.2.3 纤维定负荷弹性回复对比

纤维的定负荷弹性回复对比见表5，纤维定负荷弹性回复3次拉伸对比见表6。由表5、6可知，5种纤维在定负荷循环拉伸中，弹性变形占主要部

分而塑性变形占小部分。5种纤维的塑性变形从大到小依次是骆马毛、Baby羊驼毛、山羊绒、Suri羊驼毛、Fs羊驼毛。5种纤维都有较高且相近的弹性回复率，弹性回复率从大到小依次是Fs羊驼毛、Suri

表4 纤维定伸长弹性回复3次拉伸对比

纤维种类	循环	弹性变形率	急弹性变形率	缓弹性变形率	塑性变形率	应力松弛率
骆马毛	第1次	82.35	66.67	15.69	17.65	21.60
	第2次	86.90	76.19	14.28	13.10	16.40
	第3次	98.08	82.19	12.63	2.74	15.20
山羊绒	第1次	74.51	62.75	15.68	25.49	21.57
	第2次	92.11	77.63	14.47	7.89	19.67
	第3次	94.29	82.00	12.29	5.71	19.17
Baby 羊驼毛	第1次	76.47	66.67	9.80	23.53	22.94
	第2次	89.75	82.89	8.97	10.25	16.33
	第3次	97.14	88.57	8.57	2.86	15.79
Suri 羊驼毛	第1次	78.43	62.75	15.69	21.57	23.78
	第2次	91.25	76.25	15.00	8.75	20.00
	第3次	95.89	82.19	13.70	4.11	19.21
Fs 羊驼毛	第1次	76.47	65.69	12.75	23.53	20.29
	第2次	94.87	82.05	12.05	5.13	18.18
	第3次	97.30	83.78	11.62	2.70	16.92

表5 纤维定负荷弹性回复对比

纤维种类	塑性变形平均值/mm	塑性变形率/%	弹性回复率/%
骆马毛	1.322	13.218	99.119
山羊绒	1.121	11.209	99.253
Baby 羊驼毛	1.152	11.519	99.233
Suri 羊驼毛	0.973	9.733	99.352
Fs 羊驼毛	0.903	9.035	99.398

羊驼毛、山羊绒、Baby 羊驼毛、骆马毛。随着反复拉伸回复,5种纤维塑性变形率明显减小,弹性回复率明显增加,缓弹性回复率增加但不明显,急弹性回复增加。5种纤维定负荷弹性回复相差不大,骆马毛纤维的定负荷弹性回复性能和山羊绒纤维最为接近。

表6 纤维定负荷弹性回复3次拉伸对比

纤维种类	循环	弹性变形率	急弹性变形率	缓弹性变形率	塑性变形率	蠕变率
骆马毛	第1次	66.67	41.67	25.00	33.33	25.00
	第2次	88.24	58.82	29.41	21.76	20.00
	第3次	93.75	62.50	31.25	6.25	15.38
山羊绒	第1次	68.75	56.25	12.50	31.25	43.75
	第2次	80.00	71.42	13.33	20.00	33.333
	第3次	85.71	78.57	14.29	14.29	28.57
Baby 羊驼毛	第1次	73.91	52.17	17.39	26.09	34.78
	第2次	80.95	65.00	20.00	19.05	30.00
	第3次	89.47	68.42	21.05	10.53	28.42
Suri 羊驼毛	第1次	64.71	52.94	14.12	35.29	47.06
	第2次	87.50	68.75	18.29	12.50	36.59
	第3次	93.33	69.33	22.67	6.67	33.33
Fs 羊驼毛	第1次	65.22	47.83	17.39	34.78	43.48
	第2次	84.71	64.71	17.65	15.29	35.29
	第3次	90.91	66.67	26.67	9.09	33.33

4 结论

① 骆马毛鳞片结构呈不规则的瓦块状、龟裂状,

鳞片高度约为 $8 \mu\text{m}$, 纤维直径为 $12 \mu\text{m}$ 左右。骆马毛纤维纵面平滑, 横截面呈近似椭圆或圆形。

② 骆马毛纤维的平均细度为 $13.38 \mu\text{m}$, 平均变

异系数为 17.76% ,平均标准偏差为 2.38 μm 。

③ 骆马毛的单纤维平均断裂强度为 1.651 5 cN/dtex ,与山羊绒纤维接近。

④ 骆马毛纤维的定伸长和定负荷弹性回复性能和其他动物纤维相差不大 ,最接近于山羊绒纤维。

综上所述 ,骆马毛纤维的形态结构和纤维各项物理性能最接近于山羊绒纤维 ,其纺纱、织造的实际生产可以参照山羊绒织物的生产工艺。

参考文献:

- [1] 张尚德,张汉武.羊毛学[M].西安:陕西科学技术出版社,1986.
- [2] 王作洲.羊驼是草饲家畜的好品种[J].农民科技培训,2006(9):26-27.
- [3] 张俊珍,董常生,范瑞文,等.我国羊驼的管理[J].中国草食动物,2005,25(1):64-65.
- [4] 李佃场.特种经济动物:羊驼[N].中国畜牧兽医报,2006-05-14(005).
- [5] 李彦明,张映,孙九光.极具发展潜力的特种经济动物羊驼[J].畜禽业,2003(4):26-27.

- [6] 张瑛.羊驼的开发利用与饲养技术[J].中国畜禽种业,2006(7):53-54.
- [7] 李维红,高雅琴,王宏博,等.羊驼的研究现状及应用前景[J].草食家畜,2007(1):10-11.
- [8] 于伟东.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,2006.
- [9] 陈前维,张一心,张引,等.纺织用特种动物纤维基本物理机械性能对比研究[J].中国纤检,2008(9):38-40.
- [10] 李维红,席斌,郭天芬,等.7种特种动物纤维的性质、特点和微观结构观察[J].安徽农业科学,2010,38(19):81-83.
- [11] 赵永聚,王剑,周群,等.绵羊毛与山羊绒的主要品质和超显微结构比较[J].西南大学学报(自然科学版),2008(3):75-79.
- [12] 陈前维,李发洲.羊驼毛工艺性能测试分析[J].毛纺科技,2010,38(1):37-41.
- [13] 尚亚力.羊驼毛简介[J].毛纺科技,2003,31(5):50-52.
- [14] 王金泉,曲丽君.羊驼毛(阿尔帕卡毛)物理机械性能测试与分析[J].毛纺科技,2002,30(4):43-44.