

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017090070704

## 兔毛性能及其产品开发

唐静<sup>1 2 3</sup>, 齐玲玲<sup>1 2 3</sup>, 李蓝洁<sup>1 2 3</sup>, 张毅<sup>1 2 3</sup>, 王行艳<sup>1 2 3</sup>, 巩蕾琦<sup>1 2 3</sup>

(1. 天津工业大学 纺织学院, 天津 300387; 2. 天津工业大学 先进纺织复合材料教育部重点实验室, 天津 300387;  
3. 兔现代农业产业技术体系加工与综合利用研究中心, 天津 300387)

**摘要:** 为了开发兔毛机织新产品, 利用现代测试技术手段对兔毛纤维与羊绒纤维在外形结构、物理性能及其成品性能等方面进行对比分析, 研究了兔毛混纺纱的开发及其应用前景。得出, 兔毛纤维与羊绒纤维有相似的性能, 如手感柔软, 断裂强力及伸长率非常接近, 而且兔毛保暖性较羊绒更优越。针对兔毛纤维抱合力较差, 摩擦因数较小, 比电阻较羊绒纤维大, 在纺制及穿着过程中容易产生静电等问题, 对兔毛/腈纶混纺工艺进行了优化, 并研究了其织物性能。

**关键词:** 兔毛; 羊绒; 纤维; 机织物; 应用

中图分类号: TS 102.315 文献标志码: A

## Property and product development of rabbit hair

TANG Jing<sup>1 2 3</sup>, QI Lingling<sup>1 2 3</sup>, LI Lanjie<sup>1 2 3</sup>, ZHANG Yi<sup>1 2 3</sup>, WANG Xingyan<sup>1 2 3</sup>, GONG Leiqi<sup>1 2 3</sup>

(1. School of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China; 2. Key Laboratory of Advanced Textile Composites, Ministry of Education, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China;  
3. Processing and Comprehensive Study Center of Rabbit Modern Agricultural Industry Technical System, Tianjin 300387, China)

**Abstract:** By comparative study the rabbit hair and cashmere on appearance, physical property and product performance, they are very similar in handle, breaking strength and elongation and the heat retention property of rabbit hair is better than that of cashmere can be achieved. Furthermore, the rabbit hair is easier to get and more environmentally friendly in production, make it has more development advantages. The blending technique of rabbit hair was optimized to solve the problems of low fiber cohesion and friction coefficient between rabbit hair fibers, higher specific resistance and static electric behavior, and then novel fabric was designed and woven.

**Keywords:** rabbit hair; cashmere; fiber; woven fabric; application

随着人们生活水平和消费水平的不断提高, 市场对纺织品的舒适性<sup>[1]</sup>、安全卫生性、健康环保性等有了更高的要求。为了满足消费者的需求, 研究人员致力于开发兔毛机织<sup>[2]</sup>产品。我国是世界兔毛生产大国<sup>[3]</sup>, 开发兔毛新品种, 研究兔毛综合利用, 对于构建我国现代农业产业技术体系有着重要意义。通过市场调研可知, 兔毛原料的市场价格为

羊绒的1/3~1/2, 因此具有成本低的优势<sup>[4]</sup>, 而且兔毛产品是绿色纺织品。目前机织兔毛织物品种较少, 因此开发机织兔毛新品种在市场竞争中占有很大优势。本文以开发兔毛机织物新产品为目的, 在对兔毛纤维与羊绒纤维对比分析的基础上, 优化兔毛机织物的生产工艺。

### 1 兔毛纤维与羊绒纤维性能对比

#### 1.1 形态结构

从外观形态来看, 兔毛纤维与羊绒纤维都属于天然可再生纤维, 形态结构相似, 兔毛纤维细度不均匀, 根部及尖端比中部粗, 因此当整根兔毛纤维受到力的作用而产生拉伸变形时易断裂。而羊绒纤维整

收稿日期: 2017-09-07

基金项目: 农业部国家兔产业技术体系建设专项(CARS-43-E-2)

第一作者简介: 唐静, 副教授, 硕士, 主要研究方向为纺织材料与产品设计。E-mail: tangjing3368@sina.com。

体很均匀,细度不匀率较低。兔毛纤维的卷曲较少,纤维平直顺滑<sup>[5]</sup>,而羊绒纤维卷曲比兔毛多,并且卷曲程度也大,因此羊绒纤维的抱合力明显高于兔毛纤维。

## 1.2 力学性能

参照 GB/T 14337—2008《化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法》,采用电子单纤维强力仪,测试兔毛纤维与羊绒纤维的强伸性指标。选取纤维的夹持长度为20 mm,测试速度为10 mm/min,每种纤维测试50次,取平均值。纤维强伸性能测试结果见表1。

表1 纤维强伸性能测试结果

纤维类型	断裂强力/ cN	断裂伸长率/ %	弹性模量/ (cN·dtex <sup>-1</sup> )	断裂强度/ (cN·dtex <sup>-1</sup> )
粗兔毛	18.44	28.45	252.44	11.04
细兔毛	4.70	27.81	68.24	2.81
山羊绒	6.30	30.12	70.66	3.04
绵羊毛	5.76	22.87	40.23	3.45

从表1可以看出,细兔毛单纤维的各项性能都略低于羊绒纤维,比绵羊毛略好。此外,粗、细兔毛纤维的性能指标差异明显,因此需对兔毛进行分梳使粗细分开。

## 1.3 摩擦因数

实验使用 Y151 型纤维摩擦因数仪,分别测试兔毛纤维与羊绒纤维的动摩擦及静摩擦因数,并对每根纤维的顺向与逆向各测试1次。实验采用常用的绞盘法,每种纤维测试30根,排除数据差异极大的数据后,求取平均值。摩擦因数测试结果见表2。

表2 摩擦因数测试结果

纤维类型	静摩擦因数			动摩擦因数		
	顺鳞片	逆鳞片	摩擦效应/%	顺鳞片	逆鳞片	摩擦效应/%
粗兔毛	78.00	87.05	5.4	102.45	108.60	2.9
细兔毛	80.50	91.65	6.5	95.50	104.40	4.5
分梳后兔毛	76.40	84.20	4.9	92.70	101.40	4.5
羊绒	92.30	104.75	6.3	106.55	117.30	4.8

从表2可以看出,兔毛纤维的摩擦效应低于羊绒纤维,且差距较大。这是因为兔毛纤维的鳞片层排列较羊绒平滑,向外凸起的较少,因此兔毛纤维具有抱合力差、纤维间容易发生相对滑移,其织物容易掉毛的特点<sup>[6]</sup>。

## 1.4 比电阻

参照 GB/T 14342—2015《化学纤维 短纤维比电阻试验方法》,采用 YG321 型纤维比电阻测试仪测试兔毛纤维与羊绒纤维的比电阻。首先称取分梳

兔毛与羊绒各45 g,将其放在标准大气条件下进行平衡处理,然后均分为3份。测试时,先将仪器预热30 min,再进行仪器准确度的微调,反复调试,以确保测试结果准确。将15 g纤维撕扯均匀放入仪器测量盒内,向测量盒施加适当的力将其固定进行测试,每种纤维测试3次,取平均值。分梳兔毛纤维与羊绒纤维的质量比电阻测试结果见表3。

表3 质量比电阻测试结果 10<sup>10</sup> Ω·g/cm

纤维类型	第1次	第2次	第3次	平均质量比电阻
分梳兔毛	5.23	5.32	5.26	5.27
羊绒	2.74	2.68	2.77	2.73

从表3可以看出,兔毛纤维的质量比电阻大约是羊绒纤维的2倍,实验采用的是经过调湿后的兔毛纤维,由此可见羊绒产生的静电要比兔毛小得多<sup>[7]</sup>,因此织造过程中羊绒对环境要求比兔毛低。

## 1.5 回潮率

参照 GB/T 9995—1997《纺织材料 含水率和回潮率的测定 烘箱干燥法》,采用烘箱干燥法测量兔毛与羊绒纤维回潮率。

具体步骤为:分别称取一定质量的分梳兔毛与羊绒,将试样撕松,观察其中是否存在杂质,将杂质去除并补充同等质量的纤维。烘箱温度设定为105℃,在达到该设定温度时,将装有纤维的烘蓝放入烘箱中,当烘箱里温度再次达到105℃时开始记录时间,30 min后关闭电源,停留1 min进行称量并记录数据,之后每间隔10 min测1次纤维质量,至90 min结束实验。根据测试结果,得到兔毛纤维与羊绒纤维的吸湿质量变化,测试结果如表4所示。

表4 吸湿质量变化 g

纤维类型	时间/min									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
分梳兔毛	15.8	16.5	17.1	17.4	17.4	17.5	17.6	17.6	17.6	17.6
羊绒	15.3	16.4	16.7	16.8	16.8	16.8	16.9	16.9	16.9	16.9

为了使实验更加精确,再进行放湿实验。为使其吸湿达到平衡,先将分梳兔毛与羊绒放在密封器皿内的水中48 h,然后按照吸湿的测试方法进行测试,得到放湿质量变化,分梳兔毛及羊绒放湿质量变化测试结果见表5。

表5 放湿质量变化 g

纤维类型	时间/min									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
分梳兔毛	24.8	21.9	20.7	19.9	19.4	19.1	18.8	18.7	18.5	18.5
羊绒	27.5	25.8	24.8	22.3	21.1	20.0	18.9	18.7	18.5	18.5

由表4、5计算出兔毛纤维与羊绒纤维吸湿、放湿时的回潮率变化,见表6、7。

表6 吸湿回潮率变化 %

纤维类型	时间/min									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
分梳兔毛	0.0	4.4	8.2	10.0	10.1	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
羊绒	0.0	7.4	9.4	10.0	10.0	10.0	10.7	10.7	10.7	10.7

表7 放湿回潮率变化 %

纤维类型	时间/min									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
分梳兔毛	34.0	18.4	11.9	7.6	4.9	3.2	1.6	1.1	0.0	0.0
羊绒	48.6	39.5	34.0	20.5	14.1	8.1	2.2	1.1	0.0	0.0

由表6、7可以看出,兔毛纤维与羊绒纤维回潮率差距不大,羊绒吸湿速度比兔毛快,兔毛放湿速度比羊绒快,兔毛具有良好的吸湿放湿性能,因而有良好的穿着舒适度。

## 2 兔毛/腈纶混纺纱性能

由以上实验可知,兔毛较轻,单根纤维强力不高,纤维间的抱合力较差,静电大。因此纯兔毛纺纱、织造有一定困难,所以通常选择兔毛纤维与其他纤维混纺。本文选择腈纶与兔毛混纺,因为腈纶在断裂性能、卷曲程度和摩擦因数等方面与兔毛有很好的互补性,可使混纺织物具有更加优秀的性能<sup>[8]</sup>。

### 2.1 混纺比例确定

为了保证实验顺利进行,选择兔毛/腈纶混纺比为40/60,腈纶比例略高可提高成型织物的强力与保形性,并可使织造过程顺利进行,降低生产成本。

### 2.2 强力指标

参照GB/T 3916—2013《纺织品 卷装纱 单根断裂强力和断裂伸长率的测定(CRE法)》,实验采用电子单纱强力仪,纱线夹持隔距为500 mm,拉伸速度为500 mm/min。分别测试兔毛/腈纶混纺纱单纱与2合股股线(下同)强力指标,测试结果见表8。

表8 兔毛/腈纶混纺纱强力指标测试结果

纱线线密度/ tex	断裂强力		断裂强度		断裂伸长率	
	平均值/ cN	CV值/ %	平均值/ (cN·dtex <sup>-1</sup> )	CV值/ %	平均值/ %	CV值/ %
单纱40	617.00	6.79	13.41	6.79	22.80	7.19
股线40×2	1342.54	4.50	14.59	4.51	23.74	5.62

由表8可以看出,单纱与股线的断裂强力并不是2倍的关系,股线断裂强力提升度要高于单纱简

单的加成。单纱与股线的CV值差异较大,这是因为合股增加了条干的均匀度,因此合股纱线具有更好的织造性能,其织物制成的服装耐磨性和使用寿命<sup>[9]</sup>提高。

### 2.3 捻度

参照GB/T 2543.1—2015《纺织品 纱线捻度的测定 第1部分:直接计数法》和GB/T 2543.2—2001《纺织品 纱线捻度的测定 第2部分:退捻加捻法》,实验使用捻度测试仪进行的单纱与股线捻度的测试,分别采用一次退捻加捻法与直接计数法测试。在实验过程中,设置夹持长度为250 mm,单纱与股线各测试20组。纱线捻度测试结果见表9。

表9 兔毛/腈纶混纺纱捻度测试结果

纱线类型	捻度平均值/(捻·(10 cm) <sup>-1</sup> )	变异系数/%	捻系数
单纱	50.63	2.92	320.21
股线	81.35	2.07	727.62

由表9可知,兔毛/腈纶混纺纱线单纱的捻系数较小,因此单纱适合用于针织物,股线适合于机织物<sup>[10]</sup>。

### 2.4 毛羽

参照FZ/T 01086—2000《纺织品 纱线毛羽测定方法 投影计数法》,采用YG172纱线毛羽测试仪,测试前将仪器预热20 min,并在预热过程中进行参数设定,测试速度为30 m/min,1次测试长度为10 m,单纱、股线各测试3次。纱线毛羽测试结果见表10。可以看出,合股有助于降低纱线的毛羽,从而使得纱线更加光滑。

表10 兔毛/腈纶混纺纱毛羽测试结果 根/10 cm

纱线类型	测试次数	毛羽长度/mm								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
单纱	1	1973	451	119	37	11	5	0	0	0
	2	1904	450	104	38	10	4	1	0	0
	3	2059	518	132	47	19	5	2	1	1
股线	1	1476	337	93	30	14	7	2	0	0
	2	1583	373	103	37	10	3	0	0	0
	3	1542	394	90	28	8	6	2	2	0

## 3 兔毛/腈纶混纺织物开发与性能

在小样机上织造兔毛/腈纶混纺织物,并进行织物性能测试。

### 3.1 透气性

参照GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气的测定》,采用TG(B)461D-2型数字式织物透气量仪测试兔毛/腈纶混纺织物透气性,结果见表11。

由表 11 看出,相同线密度的纱线,织物组织不同,透气率不同,透气效果也不同;相同组织织物,纱线线密度小的织物透气性好。

表 11 兔毛/腈纶混纺织物透气性测试结果

纱线线密度/tex	组织类型	喷嘴号数	试样压差/Pa	透气率/(mm·s <sup>-1</sup> )
50×2	山形组织	6	100	1 061
50×2	小提花组织	6	100	850
40×2	小提花组织	5	100	549
40×2	平纹组织	4	100	260

### 3.2 保暖性

参照 FZ/T 01029—1993《纺织品 稳态条件下热阻和湿阻的测定》,测试兔毛/腈纶混纺织物及羊绒织物的保暖性。使用 ASTM 型织物保暖测试仪,采用静态测试法,以人体正常温度为标准,保暖性能测试结果见表 12。可以看出兔毛/腈纶混纺织物的具有较好的保暖性能。

表 12 兔毛/腈纶混纺织物保暖性能测试结果

织物	纱线线密度/tex	保温率 Q	传热系数 U <sub>2</sub>	克罗值 CLO
兔毛/腈纶混纺织物	40×2	0.34	10.02	0.64
	50×3	0.36	11.52	0.56
羊绒织物		0.42	16.13	0.40

### 3.3 织物风格

采用 KES-FB 型风格仪,分别对 50 tex×2 和 40 tex×2 兔毛/腈纶混纺织物进行对比实验,织物风格测试结果见表 13。

表 13 兔毛/腈纶混纺织物风格测试结果

纱线线密度/tex	B/W	W/T	THV
50×2	0.002 9	6.550 3	3.30
40×2	0.036 0	10.019 8	3.05

B/W 为织物悬垂性表征指标;B/W 值越小,织物悬垂性越好;W/T 指标与织物的松软触觉有关,数值大能形成松式挤压效果,THV 值在 0~5 级之间,THV 值越高,织物风格评价越好。由表 13 得出,50 tex×2 兔毛/腈纶混纺织物的悬垂性、保形性好于 40 tex×2 兔毛/腈纶混纺织物,更适合外套的制作;40 tex×2 兔毛/腈纶混纺织物的松软触觉和与皮肤接触的感觉较 50 tex×2 兔毛/腈纶混纺织物

好,适合于内衣的制作。

## 4 结束语

通过对兔毛纤维与羊绒纤维性能比较得出:兔毛纤维断裂强力低,摩擦因数小,比电阻大,放湿快,为了克服其抱合力小,静电大,需进行纺纱工艺的优化,如加和毛油、静电消除剂、闷毛、混纺,通过这些措施可以提高兔毛纤维的纺纱性能。兔毛/腈纶混纺织物保暖性高于羊绒织物,50 tex 兔毛/腈纶混纺织物适用于制作外套,80 tex 兔毛/腈纶混纺织物适于内衣。研究证明兔毛产品具有广阔的发展前景,其不仅能做高端的服装,也能占领中端市场。利用其价格方面的优势,还可以进行家庭装饰织物如壁挂等产品的开发,对兔产业体系可持续性发展具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] TANG Jing. Trends of rabbit hair industry in 2011 [C]//The 2011 International Conference on Textile Engineering and Materials. Tianjin: 2011.
- [2] 余勤建. 兔毛纤维的性能测试 [C]//第 32 届全国毛纺年会论文集. 北京:中国纺织工程学会毛纺织专业委员会, 2012.
- [3] 唐静,张毅. 2015 年兔毛产业后加工发展趋势分析与建议 [J]. 中国养兔, 2015(4): 18-20, 13.
- [4] 唐静,张毅. 2017 年兔毛产业后加工发展趋势分析与建议 [C]//第 36 届全国毛纺年会论文集. 北京:中国纺织工程学会毛纺织专业委员会, 2017.
- [5] 薛纪莹. 兔毛产品的生产工艺探讨 [J]. 毛纺科技, 2007, 35(4): 41-43.
- [6] 张毅,薛纪莹. 我国兔毛产业发展的新思考 [J]. 毛纺科技, 2010, 38(4): 53-57.
- [7] TANG Jing. Color rabbit hair property and market foreground [C]//2011 International Conference on Textile Engineering and Materials. Tianjin: 2011.
- [8] 张猛,富秀荣,王利平. 羊毛织物新型抗静电整理方法 [J]. 毛纺科技, 2016, 44(4): 39-42.
- [9] 程浩南,蒋丽萍,张鹏飞. 滑溜牵伸纺纱对羊毛/山羊绒混纺纱性能的影响 [J]. 毛纺科技, 2017, 45(7): 9-12.
- [10] 楼国亮,王利平,高强. 羊毛席纹提花围巾工艺研究 [J]. 毛纺科技, 2017, 45(7): 5-8.