

DOI: 10.13475/j.fzxb.20170703205

# 木棉纤维/棉混纺织物结构参数 对其保暖透气性影响

陈丽丽<sup>1</sup>, 楼利琴<sup>1</sup>, 傅雅琴<sup>2</sup>

(1. 绍兴文理学院 元培学院, 浙江 绍兴 312000;

2. 浙江理工大学 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室, 浙江 杭州 310018)

**摘要** 为充分发挥木棉纤维的优良特性,使木棉纤维在纺织品设计开发中得到更好的应用,采用木棉纤维/棉混纺纤维为原料,设计织造了13种不同组织、不同纬密、不同木棉纤维含量的木棉纤维/棉混纺织物,并测试了织物厚度、保暖性和透气性,分析了不同结构参数对织物保暖性、透气性的影响。结果表明:在织物其他结构参数相同的情况下,经纬纱交织次数越少,组织结构越松厚,织物保暖性和透气性越好;织物保暖性随着体积密度增大而减少,透气性随着纬密的增加逐渐下降;随着木棉纤维含量的增加,织物的保暖性增加,透气性下降。

**关键词** 木棉纤维/棉混纺织物; 结构参数; 保暖性; 透气性

中图分类号: TB 332; TS 106.599 文献标志码: A

## Effect of structural parameters of kapok fiber/cotton blended fabric on heat retention and air permeability

CHEN Lili<sup>1</sup>, LOU Liqin<sup>1</sup>, FU Yaqin<sup>2</sup>

(1. Yuanpei College, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China;

2. Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

**Abstract** To make full use of the excellent performances of kapok fiber, and make kapok fiber get better application in product design, 13 fabrics were prepared with different tissue, weft density and kapok fiber content with kapok fiber/cotton blended fiber as raw materials. The fabric thickness, heat retention and air permeability were tested. The effect of fabric structure parameters on heat retention and air permeability was analyzed. The experimental results showed that with the same structure parameters but fewer binding points, the fabrics are thicker and looser, and heat retention and air permeability are better. Heat retention decreases with the increases of volume density, and air permeability decreases with the increase of weft density. With kapok fiber content increases, heat retention increases, but air permeability decreases.

**Keywords** kapok fiber/cotton blended fabric; structure parameter; heat retention; air permeability

热传递性和透气性是影响织物服用舒适性的的重要因素<sup>[1-2]</sup>,木棉纤维作为一种新型生态纤维素纤维,纤维中空度高达80%~90%,纤维中含有大量静止空气,保暖性好<sup>[3-4]</sup>,木棉纤维织物具有质轻、天然抗菌、保暖、吸湿导湿性好、绿色环保等优良特性<sup>[5-6]</sup>,符合新时代纺织品发展趋势<sup>[7-8]</sup>,但木棉纤

维存在强力差、纤维长度短等缺点,为发挥木棉纤维优异性能,大都需要与其他纤维混纺<sup>[6-9]</sup>。

本文采用木棉纤维/棉混纺纱线为原料,设计了13种不同织物结构参数的木棉纤维织物,织造了一系列不同组织、不同纬密、不同木棉纤维含量的织物,并对织物厚度、面密度、保暖性、透气性进

收稿日期: 2017-07-07 修回日期: 2017-11-24

第一作者简介: 陈丽丽(1983—)女,助理研究员,硕士。主要研究方向为服装新材料设计及开发。

通信作者: 楼利琴, E-mail: llq@usx.edu.cn。

进行测试<sup>[10-11]</sup>,分析不同织物结构参数对织物保暖性、透气性的影响以及保暖与透气性变化趋势,通过分析木棉纤维织物结构参数对织物透气性和保暖性影响研究,为进一步设计开发更好性能的木棉纤维织物提供参考和依据,以期扩大木棉纤维的开发与应用。

## 1 实验部分

### 1.1 实验试样

不同木棉纤维含量的木棉纤维/棉纤维混纺织物,木棉纤维长度为 10 ~ 32 mm,平均线密度为 0.11 tex,棉纤维长度为 30 ~ 38 mm,平均线密度为 0.182 tex。经纱线密度为 18.5 tex × 2,纬纱线密度为 14.4 tex × 2,经、纬纱线均为相同的混纺纤维纺织而成,单纱 Z 捻,股线 S 捻,纱线由湖北际华三五四二纺织公司和绍兴钱清原料市场提供。纱线规格参数如表 1 所示。可见,各经纱与纬纱单纱捻系数及股线捻度接近,可不考虑纱线结构对织物相关性影响。

表 2 织物上机工艺及规格参数

Tab. 2 Looming process and specification parameters of fabric

试样编号	上机张力/N	车速/(m·min <sup>-1</sup> )	综平时间/(°)	梭口高度/cm	进口时间/(°)	出口时间/(°)	组织	木棉纤维密度/(根·(10 cm) <sup>-1</sup> )		
								含量/%	经向	纬向
1	19.6	500	315	6.5	50	310	平纹	20	280	250
2	29.4	500	310	7.0	50	310	3 上 1 下左斜纹	20	280	250
3	44.1	500	310	7.5	50	310	5 枚 3 飞纬面缎	20	280	250
4	46.1	500	310	7.8	50	300	蜂巢, 1 上 3 下为基础, K=4	20	280	250
5	49.0	500	310	8.0	50	300	蜂巢, 1 上 5 下为基础, K=6	20	280	250
6	29.4	500	310	7.0	50	310	3 上 1 下左斜纹	20	280	200
7	29.4	500	310	7.0	50	310	3 上 1 下左斜纹	20	280	220
8	34.3	500	310	7.0	50	310	3 上 1 下左斜纹	20	280	280
9	34.3	500	310	7.0	50	300	3 上 1 下左斜纹	20	280	300
10	39.2	500	310	7.0	50	300	3 上 1 下左斜纹	0	280	250
11	31.4	500	320	7.0	50	310	3 上 1 下左斜纹	30	280	250
12	28.4	480	320	7.0	50	310	3 上 1 下左斜纹	40	280	250
13	25.5	460	320	7.0	50	310	3 上 1 下左斜纹	50	280	250

注: K 为蜂巢组织改变方向前的经纬纱线数。

### 1.3 性能测试

根据 GB/T 3820—1997《纺织品和纺织制品厚度测定》,采用 YG(B) 141D 型数字式织物厚度仪测试织物厚度。

根据 GB/T 11048—2008《纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定》,采用 YG606G 型热阻测试仪测试织物热阻性。

根据 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性测定》,采用 YG461D 型数字式透气率仪测试织物透气性。

表 1 纱线规格参数

Tab. 1 Yarn specification parameters

纱线类别	单纱捻系数	股线捻度/(捻·(10 cm) <sup>-1</sup> )	木棉纤维含量/%
经纱	400	86.5	0
	405	86.3	20
	397	86.9	30
	398	86.7	40
	410	86.4	50
纬纱	346	55.5	0
	358	54.2	20
	355	55.9	30
	350	56.3	40
	353	56.4	50

### 1.2 试样制备

设计不同木棉纤维含量、不同组织、不同纬密织物,用 OptiMax-8-R 型剑杆织机生产,并测试织物厚度、透气性和保暖性。设计方案如下:1~5 号织物,组织不同,其他织物规格参数相同;2 号、6~9 号织物,纬密不同,其他织物规格参数相同;2 号、10~13 号织物,木棉含量不同,其他织物规格相同。织物上机工艺及规格参数如表 2 所示。

## 2 结果与分析

### 2.1 织物不同结构参数对保暖性影响

织物保暖性是织物服用性能的重要指标。织物保暖性指标主要是热阻、保温率、传热系数和克罗值,热阻、保温率和克罗值越大,保暖性越好。织物厚度、面密度、体积密度及保暖性测试结果见表 3。

从表 2、3 可得织物保暖性与织物中纤维混纺比、织物组织等因素有一定关系。同时从表 3 中还

表3 织物结构参数及保暖性

Tab.3 Fabric structure parameters and heat retention

试样编号	热阻/ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ )	传热系数/ ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{C}^{-1}$ )	克罗值/ clo	面密度/ ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ )	厚度/ mm	体积密度/ ( $10^{-6} \text{g} \cdot \text{mm}^{-3}$ )	保温率/ %
1	21.54	46.43	0.139	195	0.73	267.12	30.43
2	24.81	40.31	0.160	182	0.84	216.67	33.92
3	25.57	39.11	0.165	185	0.87	212.64	34.66
4	34.25	29.21	0.221	204	1.19	171.43	41.98
5	43.71	22.88	0.282	212	2.08	101.92	49.93
6	21.86	45.75	0.141	172	0.78	220.51	30.75
7	22.94	43.59	0.148	179	0.82	218.29	31.50
8	23.10	43.29	0.149	187	0.83	225.30	31.56
9	22.16	45.13	0.143	190	0.82	231.71	30.95
10	21.71	46.06	0.140	180	0.82	219.51	29.65
11	26.51	37.72	0.171	181	0.85	212.94	35.95
12	28.36	35.26	0.183	180	0.86	209.30	37.85
13	30.38	32.92	0.196	182	0.87	209.20	39.05

可看到,织物保暖性与织物厚度、面密度、体积密度等参数有一定相关性,而体积密度综合考虑了织物面密度和织物厚度的因素,因此仅需分析织物体积密度对织物保暖性影响。下面就织物组织、体积密度、纤维混纺比对织物保暖性影响进行分析。

### 2.1.1 织物组织对织物保暖性影响

选择1~5号织物,组织不同,其他规格参数相同,即织物纬密均为250根/(10cm),木棉纤维含量均为20%(见表2)。从表3中数据可知1~5号织物保温率测试值呈增加趋势,即保暖程度从低至高的排列顺序为平纹、3上1下左斜纹、5枚3飞纬面缎纹、1上3下为基础的蜂巢组织、1上5下为基础的蜂巢组织。经纬纱交织次数少,织物组织结构松厚,织物保暖性越好。因为经纬纱交织次数愈少,织物组织结构越松厚,织物空隙率越大,织物的蓬松性以及内部静止空气的含量愈多,织物保暖性越好,特别是蜂巢组织,保温率增加明显。这主要是因为蜂巢组织四周高中间低,形成凹凸状态的特性,使织物内部含有空隙增多,蜂巢尺寸越大,保暖性越好,织物组织结构对保暖性的影响较大。

### 2.1.2 织物体积密度对织物保暖性影响

体积密度对织物保暖性影响较大,影响织物体积密度最主要因素是纱线成分及结构、织物组织、经纬密度。一般当织物体积密度越大时,孔隙率越小,保暖性越差。以织物体积密度为横坐标,织物保温率为纵坐标,测试结果见图1。

从图1可知,织物保暖性随着体积密度的增大而减少,符合常规规律,但线性回归系数仅82.4%,相关性不高,说明木棉纤维含量对织物的保暖性产生影响。去除10~13号织物,仅保留木棉纤维含量20%的织物,其体积密度与织物保暖性关系如图2所示。

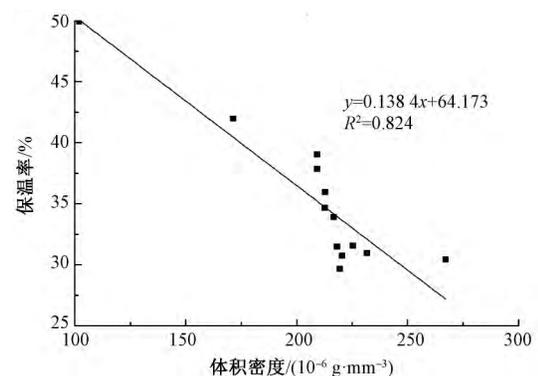


图1 织物体积密度对保温率的影响

Fig.1 Effect of volume density on fabric heat preservation ratio

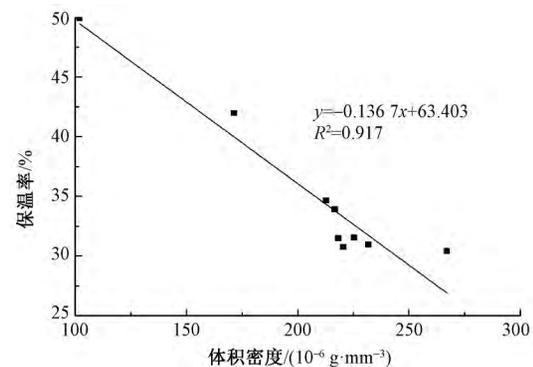
图2 织物体积密度对保温率的影响  
(木棉纤维含量20%)

Fig.2 Effect of volume density on fabric heat preservation rate(kapok content 20%)

由图2可见,木棉纤维含量相同,织物保暖性随着体积密度增大而减小,线性复相关系数达到91.7%,相关性显著提高,可知木棉纤维含量影响织物保暖性。

### 2.1.3 木棉纤维含量对织物保暖性影响

在2号、10~13号织物中,木棉纤维含量不同,

其他规格参数相同, 织物纬密为 250 根/(10 cm), 组织为 3 上 1 下左斜纹, 不同木棉纤维含量织物的保温率测试结果如图 3 所示。

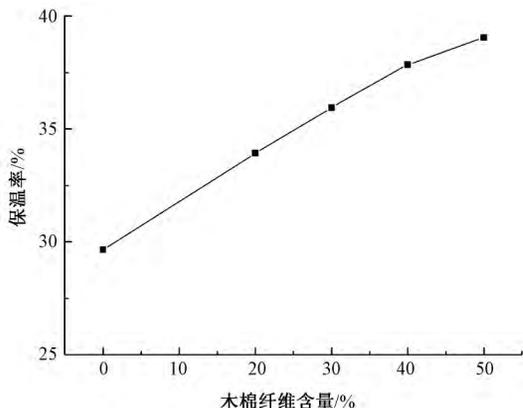


图 3 木棉纤维含量与织物保温率关系

Fig. 3 Relationship between kapok fiber content and fabric heat preservation rate

由图 3 可见, 随着木棉纤维含量的增加织物保暖性增加, 因为木棉纤维本身具有较好的保暖性, 而且随着木棉纤维含量的增加织物蓬松性相对提高, 使织物内部空隙增加, 保暖性增加。

## 2.2 织物结构参数对织物透气性影响

### 2.2.1 不同组织对织物透气性影响

1~5 号织物为组织不同, 其他规格参数相同, 织物纬密均为 250 根/(10 cm), 木棉纤维含量均为 20%。不同组织结构织物的透气率如表 4 所示。

表 4 不同组织的织物透气率

Tab. 4 Fabric air permeation rate of different tissues

组织	透气率/(mm·s <sup>-1</sup> )
平纹	128.20
3 上 1 下左斜纹	561.52
5 枚 3 飞纬面缎	815.21
蜂巢组织, 1 上 3 下为基础 K=4	930.01
蜂巢组织, 1 上 5 下为基础 K=6	1 228.83

由表 4 可见, 织物透气性从低至高的排列顺序为平纹、3 上 1 下左斜纹、5 枚 3 飞纬面缎、1 上 3 下为基础的蜂巢组织、1 上 5 下为基础的蜂巢组织, 在纱线线密度和纱线密度相同的情况下, 经纬纱交织次数愈少, 织物组织结构越疏松, 织物内部空隙率越大, 织物通透性越好。

### 2.2.2 纬密对织物透气率影响

2 号、6~9 号织物, 纬密不同, 其他规格参数相同, 不同纬密的透气率测试结果见图 4。

由图 4 可见, 织物透气性随着纬密的增大逐渐减少, 因为透气性与织物内部空隙有关外, 还与织物表面纱线覆盖面积有关, 随着纬密增大, 即在一定面积上纱线的总数增加, 引起织物表面填充度

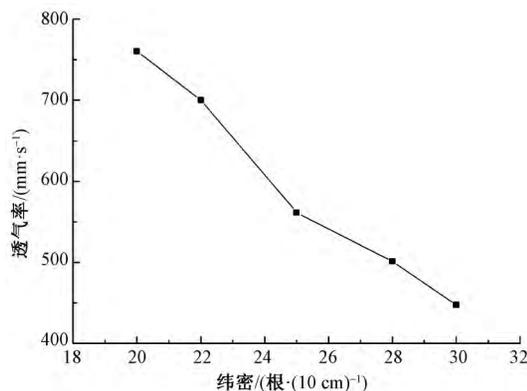


图 4 纬密对织物透气率的影响

Fig. 4 Effect of weft density on fabric air permeation rate

增加, 使得纱线之间构成的气体通道变小, 致使空气垂直于织物流动的黏滞阻力增大, 因而透气性变差。

### 2.2.3 木棉纤维含量对织物透气率影响

2 号、10~13 号织物, 木棉纤维含量不同, 其他规格参数相同, 不同木棉纤维含量的织物透气率测试结果如图 5 所示。

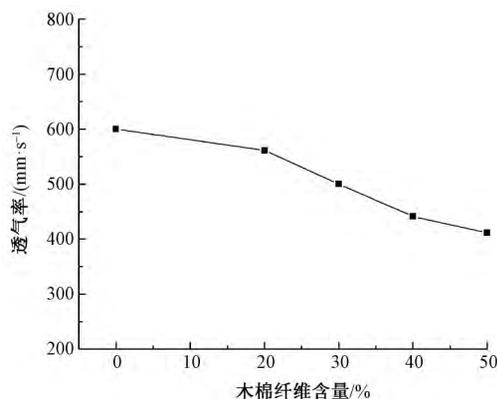


图 5 木棉纤维含量与织物透气率的关系

Fig. 5 Relationship between kapok fiber content and fabric air permeation rate

由图可知, 在相同结构参数的条件下, 木棉纤维织物透气性总体小于棉织物, 而且随着木棉纤维含量的增加, 透气性下降, 因为木棉纤维的加入虽增强了织物的蓬松性, 使织物空隙率稍有增加, 但由于木棉纤维短, 纱线毛羽越多, 织物内形成的阻挡和通道变化增多, 使织物内实际空隙率减少, 阻碍了空气的流动, 使透气性减少。

## 2.3 透气率与保暖性的变化趋势分析

织物的透气性与保暖性的变化趋势测试结果见图 6。可见, 1~5 号织物中, 织物的保暖性与透气性变化顺序一致, 因为保暖性与透气性与织物中存在的缝隙和空洞有关, 织物内部空隙越多, 织物透气性

和保暖性越好,透气性增长幅度大于保暖性。2号、6~9号织物中发现,保暖性随织物体积密度的增大而减少,透气性随纬密的增加而逐渐降低,这主要是因为透气性与织物内存在静止空气外还与织物表面纱线覆盖面积有关,随着纬密的增加纱线表面紧度增加,阻挡了织物的透气。2号、10~13号织物,保暖性与透气性呈反比关系,这主要是因为随着木棉纤维含量的增加,纱线毛羽越多,阻碍了空气的流动,使织物透气性减少。

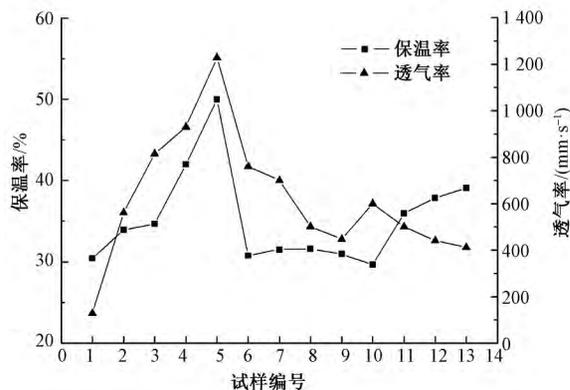


图6 织物的保暖性与透气性变化趋势图

Fig. 6 Change tendency of heat preservation rate and air permeation ratio

### 3 结论

1) 在其他结构参数相同的情况下,木棉纤维含量为20%的织物,经纬纱交织次数少,织物组织结构越松厚,织物保暖性和透气性越好,蜂巢组织能大大增强织物的保暖性和透气性。

2) 在其他结构参数相同的情况下,织物保暖性随着织物体积密度的增大而减少,透气性随着纬密的增加逐渐下降。

3) 在其他结构参数相同的情况下,随着木棉纤维含量的增加,织物保暖性增加,透气性下降。

FZXB

#### 参考文献:

[1] 刘杰,张一平.含木棉纤维织物热湿舒适性研究[J].上海纺织科技,2015,43(11):65-68.  
LIU Jie, ZHANG Yiping. Evaluation of thermal-moisture comfort properties of kapok fiber fabrics [J]. Shanghai Textile Science & Technology, 2015, 43(11): 65-68.

[2] 吴海军,钱坤,曹海建.织物结构参数对热传递性能的影响[J].纺织学报,2007,28(2):21-24.  
WU Haijun, QIAN Kun, CAO Haijian. Effect of fabric structure parameters on its heat transfer property [J]. Journal of Textile Research, 2007, 28(2): 21-24.

[3] 张振方,王梅珍,林玲,等.木棉纤维基本性能研究[J].针织工业,2015(8):25-27.  
ZHANG Zhenfang, WANG Meizhen, LIN Ling, et al. Study of basic properties of kapok fiber [J]. Knitting Industry, 2015(8): 25-27.

[4] 姚穆.纺织材料学[M].3版.北京:中国纺织出版社,2009:285-287.  
YAO Mu. Textile Materials Science [M]. 3th ed. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2009: 285-287.

[5] 韩玲,沈兰萍,赵华峰,等.木棉/棉混纺织物与纯棉织物服用性能对比[J].纺织学报,2010,31(9):42-45.  
HAN Ling, SHEN Lanping, ZHAO Huafeng, et al. Wearability comparison of kapok/cotton blended fabric and pure cotton fabric [J]. Journal of Textile Research, 2010, 31(9): 42-45.

[6] 洪杰,刘梅城,莫靖昱,等.含木棉织物服用性能测试与分析[J].纺织学报,2012,33(8):45-48.  
HONG Jie, LIU Meicheng, MO Jingyu, et al. Wearability test and analysis of kapok-containing fabrics [J]. Journal of Textile Research, 2012, 33(8): 45-48.

[7] 孙晓婷.木棉纤维的性能及其在纺织上的应用[J].成都纺织高等专科学校学报,2016,33(1):46-49.  
SUN Xiaoting. Performance of kapok fiber and its application in textile [J]. Journal of Chengdu Textile College, 2016, 33(1): 46-49.

[8] 张振芳,王梅珍,林玲,等.木棉纤维及其集合体研究进展[J].产业用纺织品,2015,33(8):30-34.  
ZHANG Zhenfang, WANG Meizhen, LIN Ling, et al. Research progress of kapok fiber and kapok collection [J]. Technical Textiles, 2015, 33(8): 30-34.

[9] 严以登,张圣忠,刘华,等.调温纤维/羊绒/木棉混纺柔软型空调纱的开发与工艺实践[J].现代纺织技术,2015,23(2):39-42.  
YAN Yideng, ZHANG Shengzhong, LIU Hua, et al. Development and technological practice of thermo-regulating fiber/Cashmere and kapok blended soft air-conditioning yarn [J]. Advanced Textile Technology, 2015, 23(2): 39-42.

[10] 严金江.基于木棉纤维微结构的关键加工技术和产品性能研究[D].上海:东华大学,2014:114-115.  
YAN Jinjiang. Study on the key processing technology and properties of kapok fiber based on its micro-structure [D]. Shanghai: Donghua University, 2014: 114-115.

[11] 夏云.纺织品蓄热性能及保暖性能测试方法的研究进展[J].江苏纺织,2014(4):46-48.  
XIA Yun. The research progress in testing method for thermal retention with accumulated of textiles [J]. Jiangsu Textile, 2014(4): 46-48.