

# 暖姜/棉混纺纱及其针织面料的开发与性能研究

严文珊<sup>1</sup>, 杨启东<sup>2</sup>, 张义男<sup>2</sup>, 丁艳然<sup>2</sup>, 张惠芳<sup>3</sup>, 张佩华<sup>1</sup>

(1. 东华大学 纺织学院, 上海 201620; 2. 上海嘉麟杰纺织科技有限公司, 上海 201504;  
3. 新疆芳婷针织纺织有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐 832000)

**摘要:** 选择线密度为 14.85 tex 的暖姜/棉(混纺比 30/70)混纺纱线, 测试其捻度、回潮率、断裂强力、断裂伸长率、摩擦因数、条干均匀度和毛羽指数, 为后续暖姜混纺纺织物的结构设计与制备提供理论支撑。通过双罗纹针织结构设计, 以及针织和染整工艺设计, 开发出具有吸湿发热和抑菌功能的纬编面料。吸湿、透气、透湿、保暖性能, 以及抗菌、吸湿发热性能测试结果表明: 采用该暖姜/棉混纺纱制备的双罗纹纬编面料, 具有良好的服用性能、吸湿发热性能及抑菌性能, 可应用于秋冬季薄型服装。

**关键词:** 暖姜/棉; 吸湿发热性能; 抑菌性能; 服用性能

**中图分类号:** TS 184.4

**文献标志码:** B

## Study on development and performance of warm ginger/cotton blended yarn and its knitted fabric

YAN Wenshan<sup>1</sup>, YANG Qidong<sup>2</sup>, ZHANG Yinan<sup>2</sup>, DING Yanran<sup>2</sup>, ZHANG Huifang<sup>3</sup>, ZHANG Peihua<sup>1</sup>

(1. College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China; 2. Shanghai Challenge Textile Co., Ltd., Shanghai 201504, China; 3. Xinjiang Fangting Knitting and Textile Co., Ltd., Urumqi 832000, Xinjiang, China)

**Abstract:** A warm ginger/cotton (with a mass ratio of 30/70) blended yarn with a linear density of 14.85 tex was selected, and its twist, moisture regain, breaking strength, breaking elongation, friction factor, yarn evenness, and hairiness index were tested. These results provide theoretical support for the subsequent structural design and preparation of warm ginger blended fabrics. Through the design of a double rib knit structure and the optimization of knitting as well as dyeing-finishing processes, a weft-knitted fabric featuring moisture-absorbing and heat-generating property with antibacterial property was developed. Performance tests, including moisture absorption, air permeability, moisture permeability, thermal insulation, antibacterial efficacy, and moisture-absorbing and heat-generating property, demonstrated that the double rib-knitted fabric made from this warm ginger/cotton blended yarn exhibited excellent wearing performance, moisture-absorbing and heat-generating property, and antibacterial property. This double rib-knitted fabric is suitable for lightweight autumn and winter apparel.

**Key words:** warm ginger/cotton; moisture-absorbing and heat-generating property; antibacterial property; wearing performance

随着科技的发展, 人们的日常生活品位逐渐提高, 健康意识不断强化, 对纺织品的舒适性、功能性提出了更多诉求。人体传统的保暖方式为隔热、保暖, 以阻止身体所散发的热量逃逸, 常通过增加纺织品厚度及添加保暖材料的方式实现, 但这种方式不

仅会限制人体活动, 还会造成湿冷和闷热的感觉。显然, 单纯的蓄热保暖已无法满足人们对纺织品功能性、舒适性的要求。

随着新型材料的出现和发展, 人们开始探索积极的产热保暖方式。现有的主动发热功能材料根据

收稿日期: 2024-09-05

作者简介: 严文珊, 女, 1999年生, 浙江衢州人, 在读硕士研究生, 主要研究方向为功能面料的开发设计, yws19857116031@163.com

通信作者: 张佩华, 上海人, 教授, 主要研究功能纺织材料与纺织品服用舒适性, phzh@dhu.edu.cn

发热原理可分为光能发热材料、电能发热材料、化学反应放热材料、相变调温材料及吸湿发热材料<sup>[1]</sup>。其中,吸湿发热材料主要是通过吸收其他能量并将其转化为热能来实现保暖效果的。目前吸湿发热机制主要分为两种:一种是当纤维吸湿时,水分子与纤维材料中的亲水基团以氢键的形式结合,水分子由动态转化为静态,动能转化为热能;另一种是热化反应,纤维吸收的气态水分子转化为液态水分子过程中释放热量<sup>[2]</sup>。相比于其他主动发热材料,吸湿发热材料更环保,生产周期短,应用场所限制更小,不需要附加能源,制得的纺织品的洗护性能更好。

为实现纺织品吸湿发热性能的最大化,吸湿发热纺织品的研发主要聚焦于调整吸湿发热混纺纱线的混纺组分、混纺比例,以及组织结构的选择<sup>[3]</sup>。方国平等<sup>[4]</sup>利用储能吸湿发热纤维——麻塞尔纤维编织单面纬编衬垫结构,麻塞尔纤维对大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌的抑菌率均 $\geq 99\%$ ,具有抑菌性能,加工的织物吸湿发热后最高升温可达 $8.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,30 min 平均吸湿发热升温达 $5.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,且织物结构稳定,弹性、手感优良,丰满厚实。杨楠楠等<sup>[5]</sup>采用 Porel 黏胶混纺纱与氨纶交织,并采用一隔一垫组织,制得的织物吸湿发热后最大升温可达 $6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,30 min 平均升温 $3.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。葛露露等<sup>[6]</sup>以日本东洋纺公司研发的 EKS 吸湿发热纤维和舒热丝纤维为基础原料,设计开发出具有吸湿、发热、保暖功能的毛型织物,开发的舒热丝纤维混纺针织物厚度 $\geq 1.5\text{ mm}$ ,最大升温均可 $\geq 4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,平均升温 $\geq 3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>[7]</sup>。然而,对于兼具吸湿发热、保暖和抑菌功能的织物的研发而言,目前的研究多集中于功能面料的多层复合,但多层复合必将导致面料厚度的增加。基于此,选择合适的原料组分及组织结构,开发具有吸湿发热和抑菌复合功能的薄型秋冬面料具有广阔的市场前景。

暖姜纤维是将新鲜生姜中萃取的有效成分浓缩干燥制成的纳米级提取物,以纺前添加方式,加入黏胶纺丝液,经湿法纺丝工艺加工制成的,它具有吸湿发热及抑菌等特殊功能。本研究以暖姜/棉混纺纱为研究对象,开发兼具吸湿发热、抑菌功能的面料。研究选取暖姜纤维作为吸湿发热纤维,将棉纤维与暖姜纤维按一定比例混纺制成暖姜/棉混纺纱线,设计、制备双罗纹织物,开发了具有吸湿发热和抑菌功能的纬编功能面料,为吸湿发热面料的进一步开发提供参考依据。

## 1 纱线规格及其性能测试

依据暖姜纤维的功能及特点,本文选用与其性

能相近的普通黏胶纤维,将普通黏胶/棉混纺纱与暖姜/棉混纺纱进行对比,纱线规格如表 1 所示。

表 1 纱线规格

Table 1 Yarn specifications

纱线	混纺比(质量分数比)	线密度/tex
暖姜/棉	30 : 70	14.85
黏胶/棉	30 : 70	14.68

### 1.1 测试指标与方法

#### 1.1.1 捻度

参照 GB/T 2543.2—2001《纺织品 纱线捻度的测定 第 2 部分:退捻加捻法》,采用 Y331 N 型纱线捻度仪测试纱线的捻度。

#### 1.1.2 回潮率

参照 GB/T 6503—2008《化学纤维 回潮率试验方法》,将纱线在标准大气下进行预调湿,选用通风式快速八篮烘箱,测试纱线的回潮率。试验温度为 $(105 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,烘燥时间为 1 h,称取质量的间隔时间为 10 min,每种纱线测试 3 次,取平均值。

#### 1.1.3 拉伸性能

参照 GB/T 3916—2013《纺织品 卷装纱 单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定(CRE 法)》,选用 YG061F 型电子单纱强力仪,测试纱线的断裂强力和断裂伸长率。隔距为 500 mm,拉伸速度为 500 mm/min,预加张力为 $(0.5 \pm 0.1)\text{ cN/tex}$ ,每种纱线测试 50 次,取平均值。

#### 1.1.4 摩擦因数

选用 LFY-105 型纱线动态摩擦因数测定仪,测试纱线的动态摩擦因数。试验速度为 30 m/min,试验包角为 $180^{\circ}$ ,试验时间为 30 s。

#### 1.1.5 条干均匀度

参照 GB/T 3292.2—2009《纺织品 纱线条干不均匀试验方法 第 2 部分:光电法》,选用 CT3000 型条干均匀度测试分析仪,测试纱线的直径、直径不均匀率。试验速度为 200 m/min,测试时间为 1 min,测试 10 次,取平均值。

#### 1.1.6 毛羽指数

参照 FZ/T 01086—2020《纺织品 纱线毛羽测定方法 投影计数法》,选用 YG172A 型纱线毛羽测试仪,测试纱线的毛羽,每种纱线各取 6 管纱线,每管纱线测试 20 次,取平均值。

### 1.2 测试结果

测量、计算纱线的捻度、回潮率、断裂强度、断裂

伸长率、摩擦因数、条干均匀度以及毛羽指数,测试结果如表2和表3所示。

表2 纱线性能的测试结果  
Table 2 Test results of yarn properties

性能及参数	测试指标	测试结果	
		暖姜/棉	黏胶/棉
捻度	捻回数/[捻·(10 cm) <sup>-1</sup> ]	84.07±13.30	86.70±9.78
吸湿性	回潮率/%	19.17±1.03	16.05±1.42
拉伸性能	断裂强度/(cN·tex <sup>-1</sup> )	14.45±0.82	14.34±0.60
	断裂伸长率/%	5.87±0.53	6.00±0.50
摩擦因数	摩擦因数	0.56±0.01	0.54±0.01
	条干 CV <sub>m</sub> 值/%	11.34±0.32	12.39±0.24
条干均匀度	-50%细节/[个·(100 m) <sup>-1</sup> ]	0	0
	-30%细节/[个·(100 m) <sup>-1</sup> ]	45.67±3.06	130.33±9.50
	+35%粗节/[个·(100 m) <sup>-1</sup> ]	11.67±4.93	34.33±1.53
	+50%粗节/[个·(100 m) <sup>-1</sup> ]	0.33±0.58	3.67±1.53

表3 纱线毛羽指数的测试结果  
Table 3 Test results of yarn hairiness index

单位:根/m

纱线	毛羽长度/mm								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
暖姜/棉	58.0±5.0	9.7±1.1	2.1±0.4	0.6±0.2	0.2±0.1	0.1±0.1	0	0	0
黏胶/棉	52.4±9.6	9.2±2.2	2.2±0.9	0.5±0.3	0.1±0.1	0	0	0	0

由表2可知,暖姜/棉混纺纱和黏胶/棉混纺纱的捻度、断裂强度、断裂伸长率及摩擦因数均相近,但暖姜/棉混纺纱的回潮率更高,条干均匀度优于黏胶/棉混纺纱。可见,暖姜/棉混纺纱的力学性能与黏胶/棉混纺纱相似,吸湿性能优于黏胶/棉混纺纱,因此暖姜/棉混纺纱具有一定的研究意义,可用于纬编面料的制备。

筒径 72 路  
路数 76.2 cm (30 英寸)  
下机面密度 283 g/m<sup>2</sup>  
下机门幅 146 cm  
纱线质量分数比  $\omega(14.85 \text{ tex 暖姜/棉})$ :  
 $\omega(2.22 \text{ tex 氨纶})=94.12$ :  
5.88

## 2 暖姜/棉混纺针织面料设计与制备工艺

### 2.1 针织工艺设计

#### 2.1.1 功能设计

结合生产实践和市场需求,本研究选用 14.85 tex 暖姜/棉(30/70)混纺纱线与 2.22 tex 氨纶交织,制备具有吸湿发热、抑菌性能的纬编功能面料。

#### 2.1.2 组织结构

基于纬编面料的服用要求,本研究采用双罗纹组织结构,设计、织制手感柔软,透气、透湿性能好,无卷边且具有一定弹性的服用纬编产品。

### 2.2 针织工艺

机型 德乐 UP472 型双面大圆机  
机号 24 针/(2.54 cm)

### 2.3 染整工艺

#### 2.3.1 预定型

由于织物含有一定量的氨纶,漂白工艺前需进行预定型。预定型温度为 190 °C,时间为 40 s。

#### 2.3.2 漂白

漂白工艺配方如下:

NaOH 质量浓度 35 g/L  
30%(质量分数)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>质量浓度 18 g/L  
高效精练剂质量浓度 5 g/L  
碱氧稳定剂质量浓度 6 g/L

工艺流程:坯布→多浸二轧工作液(室温)→打卷堆置(室温,18 h)→汽蒸(100 °C,20 min)→热水洗(90 °C)→热水洗(80 °C)→烘干。

#### 2.3.3 染色

暖姜/棉混纺针织物的染色工艺配方如下:

活性艳蓝 K-GR 用量 1% (相对于织物质量的百分数)  
 无水硫酸钠质量浓度 30 g/L  
 无水碳酸钠质量浓度 15 g/L  
 浴比 1:20  
 染色工艺如图 1 所示。

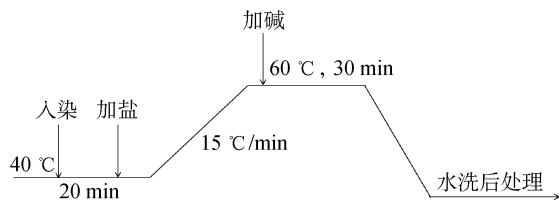


图 1 暖姜/棉混纺针织物的染色工艺

Fig. 1 Dyeing process of warm ginger/cotton blended knitted fabric

### 2.3.4 皂洗

活性染料染色后,纤维表面仍然存在未与纤维形成化学键结合的染料分子,皂洗可有效去除浮色,提升染色后织物的色牢度。

皂洗工艺配方如下:

皂片质量浓度 2 g/L  
 纯碱质量浓度 2 g/L  
 温度 95 °C  
 时间 10 min  
 浴比 1:20

## 3 面料性能

### 3.1 基本参数

按上述工艺加工获得的面料的面密度为 275.8 g/m<sup>2</sup>,厚度为 0.9 mm,横向密度为 80 针/(5 cm),纵向密度为 98 针/(5 cm)。

### 3.2 测试方法

#### 3.2.1 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》,使用通风式八篮烘箱进行测试,每种面料测试 3 次,取平均值。

#### 3.2.2 保暖性能

参照 GB/T 35762—2017《纺织品 热传递性能实验方法 平板法》,使用 YG606 型织物热阻仪进行测试,试样预热时间为 30 min,试样测试时间为 30 min,每种面料测试 3 次,取平均值。

#### 3.2.3 导水性能

参照 FZ/T 01071—2008《纺织品 毛细效应试验方法》,测定面料芯吸高度,每种面料纵、横向分别测试 3 次,取平均值,测试时间为 30 min,每隔 300 s 测试一次。

#### 3.2.4 透气性能

参照 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》,使用 YG461 型全自动透气性测试仪进行测试,每种面料测试 10 次,取平均值。

#### 3.2.5 透湿性能

参照 GB/T 12704.1—2009《纺织品 织物透湿性试验方法 第 1 部分:吸湿法》,使用 FX3180-CM15 型织物透湿率分析仪进行测试,每种面料测试 3 次,取平均值。

#### 3.2.6 抑菌性能

参照 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》,选用大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌及白念珠菌作为测试菌种,用抑菌率来表征面料的抑菌效果,每种面料测试 3 次,取平均值。

#### 3.2.7 吸湿发热性能

参照 GB/T 29866—2013《纺织品 吸湿发热性能试验方法》,将面料烘干至恒定质量后,放入干燥皿中,置于 20 °C 的环境中至温度恒定,随后置于温度为 20 °C、相对湿度为 90% 的恒温恒湿箱中,使用温度传感器测试面料的吸湿发热性能,每种面料测试 3 次,取平均值。

### 3.3 测试结果与分析

面料服用性能和功能性的测试结果如表 4 和表 5 所示。

表 4 面料服用性能的测试结果

Table 4 Test results of fabric wearing performance

性能	测试指标	测试结果	
吸湿性	回潮率/%	9.81±0.69	
	热阻/(K·W <sup>-1</sup> )	0.032	
保暖性能	克罗值/clo <sup>①</sup>	0.24	
	保暖率/%	45.44	
导水性能	芯吸高度/cm	纵向	16.0±0.4
		横向	14.8±0.1
透气性能	透气率/(mm·s <sup>-1</sup> )	146.10±9.20	
透湿性能	透湿率/(g·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	291.47±6.28	

① 1 clo=0.155 m<sup>2</sup>·K/W。

表5 面料功能性的测试结果  
Table 5 Test results of fabric functionality

性能	测试指标	标准要求	测试结果
抑菌性能	大肠埃希菌	$\geq 70$	92
	抑菌率/% 金黄色葡萄球菌	$\geq 80$	>99
	白念珠菌	$\geq 60$	92
吸湿发热性能	30 min 内最大升温/ $^{\circ}\text{C}$	$\geq 4.0$	6.8
	30 min 内平均升温/ $^{\circ}\text{C}$	$\geq 3.0$	3.3

由表4可知,面料的吸湿性、导水性能、透气性能和透湿性能均较好,这主要归因于面料中的暖姜/棉混纺纱具有良好的吸湿性。吸湿性良好的面料能及时吸附人体排出的汗液,调节体温,使人感到舒适<sup>[8]</sup>。

由表5可知,面料对大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌及白念珠菌的抑菌率分别为92%、>99%和92%,均满足抗菌针织品的抑菌标准。面料在30 min内最大升温 $>4.0^{\circ}\text{C}$ ,平均升温 $>3.0^{\circ}\text{C}$ ,表明其具有良好的吸湿发热性能,这主要是由于面料中的暖姜/棉混纺纱线含有暖姜纤维,暖姜纤维来源于生姜,生姜具有抗菌性能,且作为纤维素纤维,暖姜纤维具有良好的吸湿性能,可以将水分子的动能转化为热能释放,从而达到吸湿发热效果。

综上所述,本研究设计制作的面料在具有良好服用性能的同时,还具有良好的保暖、抑菌性能和吸湿发热性能,适合用于秋冬季薄型面料的生产。

## 4 结论

优选14.85 tex 暖姜/棉(30/70)混纺纱,加入弹性纤维氨纶,采用双罗纹组织,制备暖姜/棉混纺纬

编针织面料,并选用合适的后整理工艺对其进行加工,研发具有抑菌和吸湿发热性能的纬编功能面料。该面料还具有良好的保暖、透气和透湿等服用性能,适合用于秋冬季薄型服装,具有一定的市场应用潜力。

## 参 考 文 献

- [1] 程明丽. EKS纤维的性能研究及其保暖针织面料开发[D]. 上海: 东华大学, 2022.
- [2] 王军伟. 吸湿发热黏胶纤维的制备及其性能的研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2013.
- [3] 曾文敏, 陈凤梅, 沈悦明. 吸湿发热面料开发及检测方法的研究进展[J]. 国际纺织导报, 2022, 50(9): 27-30.
- [4] 方国平, 张佩华. 储能、麻赛尔混纺吸湿发热针织面料技术突破[J]. 针织工业, 2014(10): 1-4.
- [5] 杨楠楠, 李宪涛, 蒋亚娟. 吸湿发热功能性针织面料生产实践[J]. 针织工业, 2017(5): 12-14.
- [6] 葛露露, 崔沂, 张瑞云, 等. 基于吸湿发热纤维的毛型面料开发[J]. 毛纺科技, 2020, 48(7): 1-7.
- [7] 王敏, 李俊. 发热保暖服装材料的开发现状及发展趋势[J]. 产业用纺织品, 2009, 27(4): 6-9.
- [8] 崔琳琳, 单毓馥, 陈东生, 等. 服装热湿舒适性人因分析[J]. 国际纺织导报, 2022, 50(8): 32-35.