

# 智能调温针织物的制备及性能研究

董朝阳

(江西服装学院 艺术设计学院, 江西 南昌 330201)

**摘要:**以某化纤企业的调温粘胶纤维、涤纶和棉纤维为试验材料,混纺制备得到4组智能调温针织试样。阐述了智能调温针织物的制备工艺及参数,并对4组调温针织试样的顶破强力、耐磨性、弯曲刚度、透气性、导水性、透湿性、保暖性进行了测试,详细分析了不同混纺比对织物性能的影响。通过对试验数据的对比分析,明确了智能调温混纺织物的各项性能与纤维的混和比有关。研究结论为智能调温混纺织物的开发及应用提供参考依据。

**关键词:**粘胶纤维;涤纶;棉纤维;针织物;性能测试;调温纤维

中图分类号:TS186

文献标识码:B

文章编号:1001-2044(2018)05-0043-03

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.05.013

## Preparation and performance of intelligent temperature tempered knitwear

DONG Zhaoyang

(Jiangxi Institute of Fashion Technology, Art Design College, Nanchang 330201, China)

**Abstract:** Using smart thermoregulation fiber viscose, polyester and cotton fibers of a chemical fiber enterprise as test materials, 4 groups of smart temperature-controlled knit samples are prepared by blended spinning. The preparation process and parameters of the intelligent thermoregulation knitted fabric are expounded. The bursting strength, abrasion resistance, flexural rigidity, air permeability, water conductivity, moisture permeability and thermal insulation of the four temperature controlled knitted fabrics are tested. The effects of mixing ratio of thermoregulation viscose fiber, polyester fiber and cotton fiber on the properties of fabric are analyzed. Through the comparative analysis of the experimental data, it is found that the properties of the intelligent thermoregulation blended fabric are related to the mixing ratio of the fibers. The conclusion of the research will provide theoretical reference for the development and application of intelligent thermoregulation blended fabrics.

**Key words:** viscose fiber; polyester fiber; cotton fiber; knittedgoods; performance test; thermoregulation fiber

随着科学技术的迅速发展,人们的生活方式不断改变,节能低碳、健康舒适的生活理念已深入人心,人们对家居纺织品及服装的科技含量、服用性能等方面的需求也更为突出。为了满足人们对物质和精神文化方面的新需求,近些年,针对智能纺织材料的研究已取得了较大的突破和进展。相变调温材料(PCM)是国内外学术领域重点研究的一种智能材料,由于PCM具有优良的服用性和自适应性,被广泛用在智能纤维材料的开发中,在家居装饰、服装、军事、医疗等领域占据了重要地位<sup>[1-2]</sup>。智能调温纤维又称为空调纤维,是将纤维制备技术和相变调温材料技术(PCM)结合研发的一种新型功能性纤维,具有主动调节冷、热环境温度的作用。智能调温纤维通过PCM的液态、固态转换来达到调温作用,当外部环境温度升高或降低时,纤维中的PCM发生相变,即从固态转变为液态或是液态转变为固态,以保持温度的恒定,使人体始终处于一种舒适的环境温度中。智能调温纤维吸收和释放热量的过程是主动的、智能的和无次数限制的,是一种具有高科

技含量的纺织服装材料,其不仅能够提升纺织品的质量,而且能满足人们对低碳、环保、节能、舒适生活的需求。本文针对智能调温纤维针织物的制备工艺及服用性能进行了试验,以为智能调温针织物的开发提供理论依据。

## 1 智能调温针织物的原料

智能调温纤维可以单独进行织造,也可以与棉纱、涤纶、真丝等纤维进行交织混纺<sup>[3-4]</sup>。将智能调温纤维与棉纤维、涤纶混纺成纱,并制备4组智能调温双罗纹组织试样。智能调温针织物基本参数见表1。

表1 智能调温织物基本参数

试样	纱线混纺比	线圈长度/mm	面密度/(g·m <sup>-2</sup> )	厚度/mm
1#	涤纶/调温纤维 70/30	3.92	122.07	0.975
2#	涤纶/调温纤维 50/50	3.92	131.82	0.929
3#	棉/调温纤维 50/50	3.92	123.11	0.923
4#	调温纤维 100	3.92	159	1.023

表1中4种织物的横密均为62根/50mm,纵密均为75根/50mm。选用的智能调温粘胶纤维规格为1.67dtex×38mm,强度1.98cN/dtex,伸长率15%,由杭州莫斯力化纤有限公司生产;棉纤维规格为1.56dtex×30mm,强度2.38cN/dtex,伸长率9.9%;涤

收稿日期:2018-01-24

基金项目:2016年江西省高校人文社会科学规划项目(YS162032)

作者简介:董朝阳(1981—),硕士,讲师,主要从事室内设计及材料方面的研究。

纶规格为 1.54 dtex×38 mm, 强度 2.38 cN/dtex, 伸长率 19%, 由嘉兴市金秋纺织品有限公司生产。

## 2 工艺流程

因智能调温纤维与棉纤维、涤纶在特性上有一定的差别, 为了混纺时能得到更高质量的纱线, 先将 3 种纤维分别制备成预并条, 再采用并条机、粗纱机、细纱机混纺成纱线。纺纱工艺流程为: 智能调温纤维预并条+棉、涤预并条→并条机(4道)→JWF1418A 型粗纱机→JWF1551 型细纱机→VCRO-E 型络筒机。

智能调温针织物制备工艺流程: 打开电脑进入模块设置系统, 选定双罗纹组织纹样板及参数, 进线系统设定 34 路, 针道为上 2 下 4, 再连接 HM-XS 型高速双面小圆机进行织造。智能调温针织物在制备过程中会受到织机外力的影响, 导致针织物下机后的物理状态不稳定, 拉伸性和尺寸稳定性存在明显变化。因此, 需要对下机后试样进行预整理。预整理工艺流程为: 洗涤 12~15 min, 漂洗 5~6 min, 脱水 1~2 min, 漂洗 2~3 min, 脱水 1~2 min, 漂洗 2~3 min, 脱水 5~6 min。整理后织物各项性能基本保持稳定。

## 3 智能调温针织物的性能测试与分析

对 4 组不同混纺比智能调温针织物的顶破强力、耐磨性、弯曲刚度、透气性、导水性、透湿性、保暖性进行测试, 测试结果见表 2。

表 2 智能调温织物的性能测试结果

试样组别	1#	2#	3#	4#
顶破强力/N	161.32	156.56	149.01	153.23
质量损失率/%	1.51	1.62	1.92	1.65
横向弯曲刚度/( $\mu\text{N}\cdot\text{m}$ )	9.49	12.22	10.15	8.62
纵向弯曲刚度/( $\mu\text{N}\cdot\text{m}$ )	51.21	44.52	22.97	9.05
透气率/( $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ )	169.53	131.15	82.45	77.74
横向芯吸高度/cm	8.49	11.22	5.55	14.92
纵向芯吸高度/cm	10.21	15.02	6.17	13.85
透湿量/%	43.16	44.24	48.95	50.86
传热系数/( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{C}^{-1}$ )	38.85	32.87	28.99	22.91
克罗值/clo	0.231	0.283	0.247	0.361
保温率/%	21.34	24.92	24.47	26.05

### 3.1 顶破强力

针织物在服用过程中不可避免会受到外力的顶压而破损, 顶破强力是衡量织物质量的关键指标之一<sup>[5]</sup>。通常情况是顶破强力数值越高, 织物质量就越好。

采用 YG065H-250 型电子织物强力仪(绍兴市元茂机电设备有限公司), 参照 GB/T 8878—2009《织物

顶破强力的测定》进行顶破强力测试。测试条件: 将试样裁剪为半径 30 mm 的圆形, 弹子直径为 25 mm, 夹持内径为 18 mm, 设定强力仪弹子速率为 60 mm/min。4 组试样各测试 5 块, 记录试验数据并计算平均值。

由表 2 可知, 在 4 组试样中, 1# 试样的顶破强力最大, 这是由于涤纶的含量高, 其断裂伸长率和强度高于棉纤维和调温纤维, 所以添加了涤纶的 1#、2# 试样的顶破强力大于 3#、4# 试样。其中, 4# 纯调温纤维针织物的顶破强力要高于 3# 试样, 略低于 2# 试样, 表明混纺针织物的顶破强力与涤、棉、调温纤维的混纺比有关。

### 3.2 耐磨性

采用 YG522G 型圆盘式织物耐磨仪(泉州市美邦仪器有限公司)以及 XY300 型电子天平(东莞市东城百飞检测仪器制品厂), 参照 GB/T 21196.2—2007《织物耐磨性的测定》进行耐磨性测试。

测试条件: 将试样裁剪为直径 120 mm 的圆形, 设定磨数为 200 r, 加压重锤质量为 150 g, 4 组试样各测试 5 块, 记录试验数据并取平均值。

由表 2 可知, 1# 试样的质量损失率最小, 耐磨性能最好, 这与 1# 试样中的涤纶含量高有关, 涤纶断裂伸长率大, 其耐磨性能比其他 3 组试样都好。通过对 3#、4# 试样耐磨性能的对比发现, 智能调温纤维含量的增大可以在一定程度上提升棉/粘混纺针织物的耐磨性。

### 3.3 弯曲性

选用 LLY01B 型全自动电子硬挺度试验仪(昆山广测仪器设备有限公司), 参照 GB/T 18318.1—2009《纺织品弯曲性能的测定》进行弯曲性测试。测试条件: 分别沿着织物的横、纵方向各裁剪试样 2 块, 试样尺寸为 200 mm×20 mm。在标况下测试试样, 每块试样测试 5 次, 记录试验数据并取平均值, 计算织物的弯曲刚度。试样的弯曲刚度( $B$ )的计算式见式(1)。

$$B = W \times C^3 \times 9.807 \times 10^{-6} \quad (1)$$

式中:  $B$ ——弯曲刚度,  $\mu\text{N}\cdot\text{m}$ ;

$W$ ——面密度,  $\text{g}/\text{m}^2$ ;

$C$ ——弯曲长度,  $\text{mm}$

由表 2 可知, 1#、2# 试样的弯曲刚度总体上比 3#、4# 试样要高, 由于涤纶的断裂伸长率和断裂强度较大, 使含有涤纶的织物硬挺而坚韧。3# 试样中含有 50% 棉纤维, 其断裂强力比调温粘胶纤维大, 所以 3# 试样比 4# 试样更硬挺。由此表明, 智能调温纤维含量的增大可以提升针织物的柔软、舒适性能。

### 3.4 透气性

针织物的透气性能是衡量其湿舒性的重要参考指标,织物透气性会直接影响人体体表微环境的热湿度变化。织物的纤维结构、密度及厚度等均会影响其透气率,智能调温针织物只有达到良好的透气性,才能更有助于产品的设计与开发<sup>[6]</sup>。

选用 YG461E 型数字式织物透气量仪(泉州市美邦仪器有限公司),参照 GB/T 5453—1997《织物透气性的测定》进行透气性测试。测试条件:裁剪试样尺寸为 40 mm×40 mm,将测试箱温度设定为 20℃,相对湿度 65%,测量压差 100 kPa,选择喷嘴口径 3 mm。4 组试样各测试 5 块,记录试验数据并取平均值,计算织物的透气率。

由表 2 可知,涤纶含量为 70% 的 1# 试样透气率高于涤纶含量为 50% 的 2# 试样,而 4# 纯调温纤维织物的透气率最低,而且差值较大。通过比对发现,由于涤纶硬挺、坚韧,在织造时纱线间互为排斥,导致针织物经纬纱线间隙较大,孔洞较多,当人体产生的湿气透过织物表面时,流体在多孔介质中的流动阻力小。同时,涤纶表面光滑,毛羽较少,对空气的阻力低,所以 1#、2# 试样的透气性相对较好。

### 3.5 导水性

选用 YG871 型织物毛细效应测定仪(泉州市美邦仪器有限公司)以及 XY300 型电子天平,参照 FZ/T01071—2008《纺织品毛细效应试验方法》进行导水性测试。测试条件:分别沿着织物横、纵方向各裁剪试样 2 块,试样尺寸为 200 mm×20 mm,共 8 块。设定测试箱温度为 20℃,相对湿度 65%,水温 35℃。达到规定测试条件后,测试针织物达到 30 min 的横、纵向芯吸高度,每组试样测试 5 次,记录试验数据并取平均值。

由表 2 可知,4# 针织物横向芯吸高度最高,1# 比 2# 试样小,但比 3# 试样要高。比对 1#、2# 试样的芯吸高度得知,由于涤纶的亲水性能差,智能调温粘胶纤维含量的增加能够增强织物的吸水性能。再比对 2#、3# 试样的试验数据可知,由于棉纤维吸水后易溶胀,致使织物纱线之间孔隙紧密,因此 3# 试样的芯吸高度低于 2# 试样。由此表明,智能调温粘胶纤维的吸湿性能比涤纶、棉纤维更优良,所以 4# 试样的芯吸高度较高。

### 3.6 透湿性

透湿性是评价织物通过水气能力的重要指标,纤维的结构、密度及厚度等均会影响织物的透湿性

能<sup>[7]</sup>。

选用 YG601 型织物透湿量测试仪(宁波大禾仪器有限公司)以及 XY300 型电子天平,参照 GB/T 12704.1—2009《织物透湿性的测定》进行透湿性测试。测试条件:选择蒸发法进行测试,每组试样裁剪尺寸为 90 mm×90 mm。准备透湿杯若干,内径 60 mm、杯深 25 mm,加入 30 mL 蒸馏水备用;再将织物放在水中浸湿 40 min,取出放于透湿杯口,固定组合成试验体。设置透湿仪试验箱温度为 30℃,气流速度 0.3 m/s,相对湿度 50%,再测试组合体透湿性能,以一定时间间隔称重直至平衡,记录试验数据并取平均值。

由表 2 可知,1#~4# 试样的透湿量从小到大依次排列,与 4 组试样的透气率排序正相反。这是由于 4 组试样中所含纤维的亲水性基团不同,1# 试样中涤纶的含量多,亲水性低,吸湿性能差,透湿量最小。而 3# 和 4# 试样中加入了亲水性高的棉纤维和调温粘胶纤维,提升了试样的吸湿性能,织物中含水量大,蒸发的水分多,所以透湿量大。比对 3#、4# 试样数据得知,纯调温粘胶织物比棉/粘混纺织物的吸湿性能更好,因为智能调温粘胶纤维的非晶化范围大,结晶度低,亲水基团多,水分子易进入纤维内部,吸湿性比棉纤维更优良。

### 3.7 保暖性

保暖性是衡量织物隔热性能的重要因素,织物的导热率越低,保暖效果越好<sup>[8]</sup>。

选用 YG606E 型纺织品平板式保温仪(宁波大禾仪器有限公司),参照 GB/T 11048—1989《纺织品保温性的测定》进行保暖性测试。测试条件:每组试样剪裁尺寸为 300 mm×300 mm,各 5 块,在标况下调湿 24 h,测试试样传热系数、保温率和克罗值,记录试验数据并取平均值。

由表 2 可知,4# 试样的蓄热保暖性最好,2# 试样的保暖性要好于 1# 试样,因为 2# 试样中含有的相变材料更多,调温粘胶纤维含量的增加使织物的传热系数减小,克罗值、保温率增大。调温纤维在 SEM 下观察发现,其表面缝隙孔洞、沟槽较多,能够增加混纺织物中静止空气的含量,织物中静止空气含量越大,其蓄热保暖性能就更好。

## 4 结 语

(1) 涤纶的结构、混纺比对针织物的力学性能影响明显。涤纶混纺比高,针织物的抗弯刚度较大,但顶

☞(下转第 64 页)

近年来,印花行业发展很快,并且已经出现了数码印花与传统印花相结合的趋势。为了适应纺机设备发展需要,展会主办方经研究,决定对展品代码进行完善,将印花设备从印染装备中单独列出,包括印花机械、数码印花机、印花辅助机械等。

此外,还完善了服装机械展品代码,将服装机械细分为服装领域产品规划、设计及相关自动化技术的软

件和系统、产品开发设备、预缩、粘合、裁剪准备、裁剪机械及相关自动化技术、缝纫、套口及绗缝机械等。

通过一系列的调整与细化,主办方一方面希望为所有与会者打造一个更加方便、周到和高效的展览环境;另一方面也期待更多展商和跨界企业参与进来,彼此加强交流与沟通,为业内带来更多解决方案,同时也为产业升级、行业技术进步作出更大贡献。



(上接第42页)

量主要取决于织物组织结构与面密度,而两种袜子组织结构相同,面密度相近,因此透湿性接近。

### 3 结 语

(1)菠萝叶纤维袜的袜头、袜底、袜跟及袜面连接袜头部位采用菠萝叶纤维/棉混纺纱织成平针组织,袜口采用棉纱和橡筋包覆纱织成平针双层结构,其他部位采用棉纱织成平针组织,氨纶包覆纱作为拉架,跟尖采用锦纶加固,这样既可以保持足部的干爽舒适,抑制微生物生长繁殖,同时具有棉袜柔软细腻的外观,符合现代人对绿色环保和美观的需求。

(2)菠萝叶纤维袜拉伸及反复1次的伸长率显著大于棉袜,弹性回复率、塑性变形率均略大于棉袜。经反复拉伸后,伸长率增大,弹性回复率减小,塑性变形率增大。菠萝叶纤维袜的顶破强力值均小于棉袜,但耐磨性均好于棉袜。菠萝叶纤维袜的透气性与棉袜相差不多,但变异系数较大,吸湿速干性优于棉袜,透湿性接近。



(上接第45页)

破强力、耐磨性能较好;纯调温粘胶织物的力学性能要比棉/调温粘胶混纺织物略好,纯调温粘胶织物的抗弯刚度最小,织物柔软舒适性好。

(2)涤/调温粘胶混纺织物要比棉/调温粘胶和纯调温粘胶织物的透气性略好,但在针织物的导水性、透湿性及保暖性能等方面,纯调温粘胶织物的各种性能表现均较好。

(3)在开发涤/调温粘胶、棉/调温粘胶混纺调温织物时,可适当增加调温粘胶纤维的含量,对改善混纺针织物的各项性能均有促进作用。



#### 参考文献:

[1] 李娜娜.智能调温纤维及其纺织品[J].上海纺织科技,2010(3):15-16.

#### 参考文献:

[1] 牛梅,戴晋明,侯文生,等.载银 MWNTs 抗菌羊毛纤维的结构与性能研究[J].功能材料,2011,1(42):100-103.  
[2] 张劲.菠萝叶综合开发利用[M].1版.海口:南海出版社,2006.  
[3] 熊刚,李济群,高金花,等.菠萝叶纤维的性能与纺纱分析研究[J].毛纺科技,2007(1):34-37.  
[4] 连文伟,张劲,薛忠,等.菠萝叶纤维与其它植物纤维的吸湿性能对比测试及分析[J].绿色科技,2014(10):78-82.  
[5] 黄涛,张劲,连文伟,等.菠萝叶纤维抗菌性能及应用研究:雪莲杯第10届功能性纺织品及纳米技术应用研讨会论文集[C].北京:时尚北京,2010.  
[6] 郁崇文,张元明.菠萝叶纤维的性能研究[J].中国纺织大学学报,1997,23(6):17-20.  
[7] 王越平,高绪珊,张晓丹.几种天然纤维素纤维的物理结构研究[J].纤维素科学与技术,2006,14(4):31-36.  
[8] 郭爱莲.菠萝叶纤维的性能及应用[J].山东纺织科技,2005(6):49-51.  
[9] YUSOF Y, YAHYA S A, ADAM A, et al. Novel technology for sustainable pineapple leaf fibers productions[J]. Procedia CIRP, 2015(26):756-760.

[2] 苏德保.智能调温纤维的研究新进展[J].国际纺织导报,2013(8):10-14.  
[3] 刘晓霞,阎均,钱春芳.智能调温纺织品的研究进展及调温性能初探[J].上海纺织科技,2012(8):1-4.  
[4] 陈宇刚.智能调温鞋材的织造及性能研究[J].中国皮革,2017(10):40-45.  
[5] 王茜,张红星.智能调温纺织品的开发与应用[J].现代纺织技术,2011(3):55-57.  
[6] 杨静,刘艳君.用于开发智能调温面料的复合相变材料[J].合成纤维,2017(1):46-50.  
[7] 阎若思,王瑞.相变材料微胶囊在蓄热调温智能纺织品中的应用[J].纺织学报,2014(9):155-162.  
[8] 谢跃亭,邢善静.基于相变材料作用下的智能调温纤维[J].合成纤维,2017(9):27-30.