

织物结构对CoolMax[®]针织面料服用性能影响

潘婷^{1,2}, 王建萍^{1,2,3}, 汪雪乔^{1,2}, 杨雨卓^{1,2}

(1.东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051;

2.东华大学 现代服装设计与技术教育部重点实验室, 上海 200051;

3.同济大学 上海国际设计创新研究院, 上海 200092)

摘要:为进一步探究织物结构对CoolMax[®]针织面料服用性能的影响,以CoolMax[®]纱线和Dryarn[®]包覆氨纶纱线为原料,选择3种组织结构(纬平针组织、1+2假罗纹组织和分叉 I 组织)在圣东尼SM8-TOP2型单面无缝内衣机上织造试样。对织物透气性、导湿性、保暖性、透湿性和拉伸回复性进行测试,再分析比较3种组织结构性能差异,最后采用灰色近优评价法综合评价其服用性能。结果表明:3种组织结构透气性差异不大,均具有良好的导湿性和拉伸回复性,保持CoolMax[®]纤维原本拥有的性能;分叉 I 组织具有较好保暖性;纬平针组织具有较好透湿性;分叉 I 组织的综合服用性能最好。研究结果可为CoolMax[®]冬季用运动内衣的组织分区设计提供一定参考。

关键词:织物结构;CoolMax[®];无缝针织;灰色近优评价法

中图分类号:TS 184.4

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2024)08-0027-04

Effect of Fabric Structure on the Wearability Property of CoolMax[®] Knitted Fabrics

Pan Ting^{1,2}, Wang Jianping^{1,2,3}, Wang Xueqiao^{1,2}, Yang Yuzhuo^{1,2}

(1.College of Fashion and Design, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2.Key Laboratory of Clothing Design and Technology, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 200051, China;

3.Shanghai International College of Design & Innovation, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract:In order to further investigate the influence of fabric structure on the wearing properties of CoolMax[®] knitted fabrics, CoolMax[®] (All Season series) yarn and Dryarn[®] covered spandex yarn were used as raw materials and three structures(weft flat knitted structure, 1+2 false rib structure and split I structure) are selected for knitting on a SANTONI SM8-TOP2 single-sided seamless underwear machine. The breathability, moisture conductivity, warmth retention, moisture permeability and tensile recovery of the fabrics were tested, and then the performance differences among the three patterns were analyzed and compared. Finally, the wearability property was evaluated by using the grey near-optimal method. The results show that the air permeability of the three structures is not very different from each other, and all of them have good moisture conductivity and tensile regeneration, maintaining the original properties of CoolMax[®] fibers. The bifurcated I structure has better warmth retention, weft flat knitted structure has better moisture permeability and the bifurcated I structure has the best overall performance. The results of the study can provide some reference value for the design of the structure partition of CoolMax[®] winter sports underwear.

Key words:Fabric Structure; CoolMax[®]; Seamless Knitting; Grey Near-optimal Evaluation Method

CoolMax[®]是一种由杜邦公司研 维表面存在的四道沟槽可形成毛 Max[®]纤维截面呈 C-O 形,圆形部
发的新型改性聚酯纤维,最先推出 细效应,将皮肤表面的湿汽快速传 分为中空,该纤维异形截面度更
的 CoolMax[®]纤维截面呈十字形,纤 递至面料外层^[1-2]。新推出的 Cool- 大,因此其导湿快干能力更强,同

基金项目:国家重点研发计划“科技冬奥”重点项目(2019YFF0302100);上海市“科技创新行动计划”“一带一路”国际合作项目(21130750100)。

作者简介:潘婷(1997—),女,硕士研究生。主要从事服装先进制造的研究。

通讯作者:王建萍(1962—),女,教授,博士。E-mail:wangjp@dhu.edu.cn。

时中空结构可以容纳静止空气,面料保暖性也得以提升^[3-5]。由于其独特的性能优势,CoolMax®纤维被广泛应用于冬季运动服饰领域,以满足消费者的运动穿着需求。

近些年,市场上多采用 CoolMax®纤维经纯纺、混纺和交织方式得到理想面料。范小怡等^[6]通过测试分析羊毛、莱赛尔、羊毛、CoolMax®,羊毛、丙纶、羊毛、锦纶这 4 种纬平针组织羊毛混纺面料的热湿性能,并对其进行综合评价,研究发现,羊毛、CoolMax®混纺织物导热性较差,但散湿性及导湿能力较好;陈水清^[7]采用 CoolMax®和苧麻纱分别作为面料里层和外层原料编织双面针织面料,经性能测试得出所开发的面料吸湿速干性能良好;Onofrei et al^[8]通过将平针、集圈和浮线组合成 9 种针织结构,研究织物结构对由 CoolMax®和 OutLast 这两种纱线制成的针织物热湿性能的影响,指出排汗能力在很大程度上受针织结构影响,而干燥能力主要由原材料决定,在较小程度上受针织结构影响,其中纬平针、交替双单针浮线和单针浮线带棱纹表面结构织物均具有良好热湿舒适性能。目前关于 CoolMax®针织面料研究主要聚焦在原料、热湿舒适性等方面,但对织物结构的研究还比较少。

本文以 CoolMax®(All season 系列)纱线和 Dryarn®包覆氨纶纱线为原料,CoolMax®纤维呈中空状,具备御寒保暖的功能,Dryarn®纤维排汗性能佳,使皮肤保持干燥舒适,氨纶弹性好。选择 3 种组织的结构,测试并分析 3 种织物透气性、导湿性、保暖性、透湿性和拉伸回复性等,采用灰色近优评价法评价其整体服用性能优劣,进而分析织物结构对 CoolMax®针织面料服

用性能的影响,以期为企业冬季运动内衣的设计和开发提供参考。

1 试验设计

1.1 试样制备

选用 8.33 tex/100 f(75 D/100 f) 双股的 CoolMax®纱线作为面纱, 3.33 tex 氨纶、3.33 tex Dryarn®包覆纱作为地纱,选择 3 种织物组织,分别为纬平针组织、1+2 假罗纹组织和分叉 I 组织,意匠图如图 1 所示,织物外观形态如图 2 所示。在圣东尼 SM8-TOP2 型单面无缝内衣机(义乌盈云有限公司提供)上进行编织,机号为 28 针/25.4 mm,针数为 1 440 针,直径为 406.4 mm (16")。对下机面料进行后整理,包括缩水、去油、烘干等工序。

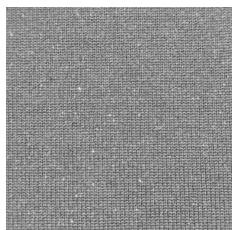


图 1 织物组织意匠图

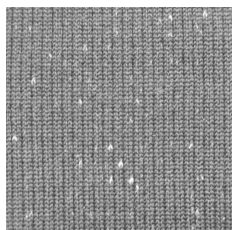
3 种 CoolMax®针织面料织物规格参数见表 1。

1.2 性能测试

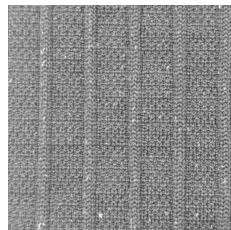
在环境温度为(20±2)℃、相对湿度为(65±2)%的条件下进行性能测试。



(a) 纬平针组织



(b) 1+2 假罗纹组织



(c) 分叉 I 组织

图 2 织物外观效果图

1.2.1 透气性测试

参照 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》测试试样透气量。

1.2.2 导湿性测试

参照 FZ/T 01071—2008《纺织品 毛细效应试验方法》,30 min 时测量三级水在试样上的横纵向芯吸高度。

1.2.3 保暖性测试

参照 GB/T 11048—2018《纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定(蒸发热板法)》测试试样保暖性。

1.2.4 透湿性测试

参照 GB/T 12704.2—2009《纺织品 织物透湿性试验方法 第 2 部分:蒸发法》测试试样透湿性。

1.2.5 拉伸回复性测试

参照 FZ/T 70006—2004《针织物拉伸弹性回复率试验方法》测试试样弹性回复率。

2 结果与分析

3 种针织面料的服用性能测试结果见表 2(表 2 中 RCF 为织物的固有热阻)。

2.1 透气性能分析

织物透气率越大,织物的透气性越好。由表 2 可知,3 种织物透气率排序为 1#>3#>2#,但总体相差不大,即 3 种组织结构的透气性能差异不明显。因为分叉 I 组织结构蓬松,织物孔隙较大,即使其厚度最厚,其透气性能也优于 1+2 假罗纹组织。

表1 织物规格参数

织物编号	织物组织	厚度/mm	克质量/ (g·m ⁻²)	密度/[线圈数·(5 cm) ⁻¹]	
				横向	纵向
1	纬平针组织	0.914	246.2	71	110
2	1+2 假罗纹组织	1.619	339.2	102	74
3	分叉 I 组织	1.875	327.1	84	73

表2 测试结果数据

织物编号	透气率/ (mm·s ⁻¹)	RCF/ (degC·m ² ·W ⁻¹)	透湿率/ [g·(m ² ·d) ⁻¹]	芯吸高度/cm		弹性回复率/%	
				横向	纵向	横向	纵向
1	124.73	0.019 2	861.4	14.59	15.39	82.98	80.20
2	121.72	0.034 4	821.6	15.41	17.47	83.92	83.81
3	124.06	0.050 7	841.7	15.83	16.62	83.16	81.37

2.2 导湿性能分析

织物芯吸高度越高,织物的导湿性能越好。由表2可知,3种织物横、纵向芯吸高度在30 min时均超过10.00 cm,表示3种织物均具有良好的导湿性能。其中,横向芯吸高度排序为3#>2#>1#,纵向芯吸高度排序为2#>3#>1#,即纬平针组织导湿性能最差。这是因为纬平针组织交织点最多,形成的毛细管道很小,不利于水分传导。3种组织结构纵向芯吸高度均大于横向芯吸高度。

2.3 保暖性能分析

RCF越大,表明织物保暖性越好,反之,织物保暖性差。由表2可知,3种织物热阻排序为3#>2#>1#,即分叉I组织保暖性能最佳,纬平针组织保暖性能最差。由于分叉I组织和1+2假罗纹组织织物表面凹凸起伏,不如纬平针组织平整,导致其表面存在的静止空气量多于纬平针组织;并且分叉I组织较厚,织物结构更为疏松,独特立体的通道设计使织物能储存更多静止空气,因而热阻最大,保暖性最好。

2.4 透湿性能分析

织物的透湿率越大,表示织物透湿性能越好。由表2可知,织物透湿率排序为1#>3#>2#,即纬平

针组织具有较好的透湿性,然后是分叉I组织,透湿性能最差的是1+2假罗纹组织。这是因为纬平针组织厚度薄,透气性佳,有利于水蒸气扩散;分叉I组织具有的立体通道设计可引导水蒸气扩散,即使厚度较厚,其透湿性能也优于1+2假罗纹组织。

2.5 拉伸回复性能分析

织物的弹性回复率越大,织物的弹力越好,即拉伸回复性能越好。由表2可知,织物横、纵向弹性回复率大小均为2#>3#>1#,即1+2假罗纹组织具有较好的拉伸回复性能,拉伸回复性能最差的是纬平针组织。这与纬平针织物的特性有关,由于纬平针组织交织点最多,纱线收缩时的阻力最大,因而弹性回复率低于其他两种组织;并且浮线的存在也会影响织物的拉伸回复性,浮线越长,拉伸回复性能越好,因此1+2假罗纹组织拉伸回复性能最好。

3 灰色近优综合评价

3.1 建立灰色近优模型

灰色近优评价法计算的工作量小,对样本量要求低,且不需要赋予指标权重,避免人为干预对结果造成影响^[9],因此本课题运用灰色近优评价法对3种织物整体服用性能进行综合评价,其计算方法

如下。

首先建立灰矩阵模型,见式(1)。

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} C_1 \\ \vdots \\ C_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{1x1} & \cdots & R_{1xj} \\ \vdots & & \vdots \\ R_{ix1} & \cdots & R_{ixj} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: R_{ij} 为第j种织物试样的第i个质量灰元值; C_i 为织物试样性能测试指标;j为测试织物试样个数。

将试验数据按式(1)录入,得到白灰化矩阵,见式(2)。

$$\bar{R}_{ij} = \begin{bmatrix} C_1 \\ \vdots \\ C_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{R}_{1x1} & \cdots & \bar{R}_{1xj} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{R}_{ix1} & \cdots & \bar{R}_{ixj} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: $\bar{R}_{ij}$ 为第j种织物试样的第i个质量的白化灰元值。

对白化灰元值进行无量纲处理后,将其映射到区间[0,1]上^[9],得到近优白化灰矩阵 $\bar{R}'_{ij}$,见式(3)。

$$\bar{R}'_{ij} = \begin{bmatrix} C_1 \\ \vdots \\ C_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{R}'_{1x1} & \cdots & \bar{R}'_{1xj} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{R}'_{ix1} & \cdots & \bar{R}'_{ixj} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中: $\bar{R}'_{ij}$ 为第j种织物试样的第i个质量的近优白化灰元值。

白化灰元效果测度可采用以下3种效果测度进行转换:下限效果测度(测试指标越小越优)、中限效果测度(测试指标适中)和上限效果测度(测试指标越大越优)^[9]。

下限效果测度换算见式(4)。

$$\bar{R}'_{ij} = \frac{\min\{\bar{R}_{ij}, \mu_{\min}\}}{\bar{R}_{ij}} \quad (4)$$

式中: $\min\{\bar{R}_{ij}, \mu_{\min}\} = \min\{\bar{R}_{i1}, \bar{R}_{i2}, \cdots, \bar{R}_{im}, \mu_{\min}\}$, $\mu_{\min}$ 为某一性能测试评价指标的最小值。

中限效果测度换算见式(5)。

$$\bar{R}'_{ij} = \frac{\min\{\bar{R}_{ij}, \mu_0\}}{\max\{\bar{R}_{ij}, \mu_0\}} \quad (5)$$

式中: μ_0 为某一性能测试评价指标的均值。

上限效果测度换算见式(6)。

$$\bar{R}'_{ij} = \frac{\bar{R}_{ij}}{\max\{\bar{R}_{ij}, \mu_{\max}\}} \quad (6)$$

式中: $\max\{\bar{R}_{ij}, \mu_{\min}\} = \max\{\bar{R}_{i1}, \bar{R}_{i2}, \dots, \bar{R}_{im}, \mu_{\max}\}$, $\mu_{\max}$ 为某一性能测试评价指标的最大值。

结合上述公式,选择合适的效果测度处理白化灰元值,对式(3)中近优白化灰量值进行整合,从而求出近优度。近优度白化灰元行矩阵见式(7)。

根据式(7)求得试样近优度,近优度数值在 0~1,并且数值越大,表示织物试样综的合性能越优^[10]。

3.2 综合评价

选用上述测得指标:透气率,横、纵向芯吸高度,RCF,透湿率,横、纵向弹性回复率(依次标记为 $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7$)来评价织物服用性能,列出 3 种试样 7 项性能测试评价指标的白化灰矩阵 $\bar{R}_{7 \times 3}$,见式(8)。

本文研究的针织面料主要应用于冬季运动内衣材料,因此根据需求选择效果测度:透气率需要保持适中,故采用中限效果测度;芯吸高度、RCF、透湿率和弹性回复率与性能评价呈正相关,采用上限效果测度。列出对应的近优白化灰矩阵 $\bar{R}'_{7 \times 3}$,见式(9)。

根据式(7)计算得到 3 种织物近优度,从而列出近优度白化灰元行矩阵 $\bar{R}'_s$,见式(10)。

对 3 种织物的近优度从大到小进行排序,可以得出综合性能评价的优劣顺序为 3#>2#>1#。由此可以看出,服用性能最优的是分叉 I 组织,服用性能最差的是纬平针组织。

4 结论

4.1 3 种组织结构透气性差异不大,均具有良好的导湿性能和拉伸回复性,保持 CoolMax[®]纤维原本拥有的性能;分叉 I 组织保暖性能最好,保暖性能最差的是纬平针组织;纬平针组织具有较好的透湿

$$\bar{R}'_s = S_j[S_1, S_2, \dots, S_m] = S_j \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{R}'_{i \times 1}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{R}'_{i \times 2}, \dots, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{R}'_{i \times j} \right] \quad (7)$$

$$\bar{R}_{7 \times 3} = \begin{bmatrix} C_1 & 124.73 & 121.72 & 124.06 \\ C_2 & 14.59 & 15.41 & 15.83 \\ C_3 & 15.39 & 17.47 & 16.62 \\ C_4 & 0.019\ 2 & 0.034\ 4 & 0.050\ 7 \\ C_5 & 861.40 & 821.60 & 841.70 \\ C_6 & 82.98 & 83.92 & 83.16 \\ C_7 & 80.20 & 83.81 & 81.37 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\bar{R}'_{7 \times 3} = \begin{bmatrix} C_1 & 0.990\ 1 & 0.985\ 6 & 0.995\ 5 \\ C_2 & 0.921\ 7 & 0.973\ 5 & 1.000\ 0 \\ C_3 & 0.880\ 9 & 1.000\ 0 & 0.951\ 3 \\ C_4 & 0.378\ 7 & 0.678\ 5 & 1.000\ 0 \\ C_5 & 1.000\ 0 & 0.953\ 8 & 0.977\ 1 \\ C_6 & 0.988\ 8 & 1.000\ 0 & 0.990\ 9 \\ C_7 & 0.956\ 9 & 1.000\ 0 & 0.970\ 9 \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\bar{R}'_s = S_j[S_1, S_2, S_3] = S_j \left[\frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \bar{R}'_{i \times 1}, \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \bar{R}'_{i \times 2}, \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \bar{R}'_{i \times 3} \right] = S_j[0.873\ 9, 0.941\ 6, 0.983\ 7] \quad (10)$$

性,透湿性能最差的是 1+2 假罗纹组织。

4.2 利用灰色近优评价法得出 3 种组织结构综合服用性能优劣排序依次为分叉 I 组织、1+2 假罗纹组织、纬平针组织,因此可以认为分叉 I 组织的综合服用性能最优,其次是 1+2 假罗纹组织,最差的是纬平针组织。

4.3 研究结果对 CoolMax[®]冬季运动内衣组织分区设计具有指导意义。

参考文献

- [1]张勇,姚骏.Coolmax[®]纤维吸湿排汗色织衬衫面料的开发[J].上海纺织科技,2021,49(10):49-51.
- [2]袁小红.竹浆纤维/Coolmax[®]混纺针织面料的开发[J].上海纺织科技,2008,36(11):12-13,16.
- [3]许瑞超,陈莉娜,孟家光.Coolmax[®]针织新产品的开发[J].针织工业,2006(4):32-35.
- [4]黄学水,刘承新,刘艳梅.Coolmax[®]针织运动面料的开发[J].针织工业,2008

(4):1-2,71.

[5]宋嘉朴,屈纪民.Coolmax[®]纤维的热湿平衡能力及应用[J].针织工业,2011(4):20-23.

[6]范小怡,马颜雪,沈华,等.贴身穿羊毛混纺面料的热湿舒适性能对比[J].上海纺织科技,2022,50(1):48-51.

[7]陈水清.导湿快干苧麻针织产品生产实践[J].针织工业,2019(5):9-11.

[8]ONOFREI E, ROCHA A M, CATA-RINO A. The influence of knitted fabrics' structure on the thermal and moisture management properties[J].Journal of Engineered Fibers and Fabrics,2011,6(4):5-10.

[9]苏德保,李红霞.基于灰色近优法的蜂窝涤纶混纺针织物服用性能评价[J].毛纺科技,2014,42(2):57-61.

[10]代萌婷,屠晔.新型絮料与传统絮料服用舒适性的灰色近优评价[J].毛纺科技,2020,48(11):83-87.

收稿日期 2023 年 10 月 25 日