

经编薄型纯毛针织内衣的热湿舒适性研究

林芳芳¹, 陈南梁²

(1.上海天祥质量技术服务有限公司, 上海 200233;
2.东华大学 纺织学院, 上海 201620)

摘要:以纬编织物为基础,由厚重到轻薄探索经编高支毛针织产品的热湿舒适性,是目前针织内衣发展的一个新思路。选取几种新开发的薄型经编纯毛针织内衣织物与相近克质量的纬平针纯毛面料,通过建立模糊综合评判模型,对所选织物的吸湿速度常数、透气率、透湿率、干燥率以及传热系数5项热湿相关测试指标进行对比分析。结果表明:经编毛织物在人体微汗状态下的热湿舒适性良好,具有一定的保暖性,可以用作贴身内衣面料,对薄型毛经编产品后续开发有一定参考价值。

关键词:经编;毛针织面料;薄型;热湿舒适性;模糊聚类分析;综合评判模型

中图分类号:TS 184.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-4033(2012)09-0007-03

贴身穿织物的热湿舒适性是织物穿着舒适性评价的一项重要内容。本文对几种新开发的可用作贴身穿内衣的薄型经编毛针织面料以及市面上较为常见的相近风格的纬平针纯毛面料在微汗状态下的热湿舒适性指标进行了对比测试研究,旨在通过模糊聚类综合评判模型的建立,客观评价薄型经编纯毛面料的热湿舒适性,从而为薄型纯毛经编产品的后续开发提供一定的参考依据。

1 试验

1.1 试样规格

试验用经编织物由江苏东升艾克科技有限公司生产提供,纬编试样由国际羊毛局提供,原料成分均为 100%羊毛,试样规格见表 1。

1.2 热湿舒适性测试

织物与水接触时湿传递途径有

表 1 试样规格

编号	线密度/ tex	织物组织	纵密/ [横列·(5 cm) ⁻¹]	横密/ [纵行·(5 cm) ⁻¹]	厚度/ mm	干克质量/ (g·m ⁻²)	容重/ (g·cm ⁻³)
1#	16.8	双梳经平	71	58	0.90	193.60	0.215
2#	16.8	双梳经平	82	60	0.91	206.92	0.227
3#	16.8	双梳经缎	80	63	0.92	209.02	0.227
4#	16.8	双梳经缎+前梳部分空穿	85	59	0.95	208.49	0.219
5#	19.2	纬平针	100	81	0.82	187.89	0.229
6#	19.2	纬平针	96	87	0.83	199.75	0.240
7#	22.7	纬平针	75	68	0.79	171.84	0.217
8#	22.7	纬平针	80	68	0.85	200.15	0.235
9#	27.4	纬平针	70	60	0.90	189.86	0.211

3个^[1]:第一,水蒸气通过纤维之间和纱线之间的空隙进行传递;第二,液态水通过纱线中的毛细空隙或沿着纤维表面传递,并在低压面蒸发出去;第三,液态水被纤维表面吸附,然后通过织物散发到周围

环境中。织物的吸湿性和透气性与织物的湿传递关系密切^[2]。同时,人体微气候与外界环境的总能量交换是由热和湿两部分共同作用完成的,织物热阻越大,织物中水分蒸发阻力越大,蒸发散热量越小,

作者简介:林芳芳(1986—),女,硕士。主要从事纺织品生态测试与认证的工作。

从而使人体感觉不舒服。

在不同运动程度和环境温度下,人体排出汗液状态分气态和液态两种。根据人体微汗状态(人体以水蒸气形式向外排汗)下织物的穿着特征,选取吸湿速度常数、透气率、透湿率、干燥率以及传热系数 5 项指标进行微汗状态下薄型毛针织物热湿舒适性能测试。

1.2.1 吸湿速度常数

参照日本工业标准 JISL 1079^[3],将半径为 11 cm 的毛针织布样,在 105 ℃左右的烘箱内烘干,称得布样干质量 W_0 ;然后重新烘干 15 min,立即悬挂到二级标准状态的恒温恒湿室内,10 min 以后称得质量 W_{10} ,计算吸收水分百分数 X ;然后将布样继续放在恒温恒湿室里调湿至平衡状态,称得平衡后质量 $W_{平}$,计算平衡时织物吸收水分百分数 Y 。吸湿速度常数 K 按式(1)计算:

$$K = \ln \left(\frac{Y-1}{Y-X} \right) \quad (1)$$

其中 $X = \frac{W_{10} - W_0}{W_0}$, $Y = \frac{W_{平} - W_0}{W_0}$ 。

1.2.2 透气率

参照 GB/T 5453—1997 织物透气性的测定方法,采用宁波纺织仪器厂生产的 YG461H 型全自动透气量仪,测定在 100 Pa,一定孔径(本试验样品均采用 8# 孔径)条件下,单位时间内通过织物的透气量,结果以透气率表征。透气率越大,说明织物透气性越好。

1.2.3 透湿率

参照 GB/T 12704.2—2009 织物透湿性测定方法中的吸湿法,采用无水氯化钙作为吸湿剂,试样直径为 60 mm,通过计算 1 h 后透湿杯的质量增加量,最终计算出一天内通过单位面积织物的透湿量,用透湿率表示,见式(2):

$$R = 24G / (S \cdot \Delta t) \quad (2)$$

式中 R 为透湿率, $g \cdot (m^2 \cdot d)^{-1}$; G 为增质量, g ; S 为试样面积, m^2 ; Δt 为试验时间, h 。

1.2.4 干燥率

取一圆形玻璃盘,加入 0.3 g 的水,将织物剪成直径为 11 cm 的圆形试样,测试面朝下贴于盘底。将玻璃盘、织物和水整体称重后,放入 37.5 ℃左右的烘箱内,15 min 后称重,根据玻璃盘、织物和水整体质量的变化,计算干燥率^[3],见式(3):

$$\text{干燥率} = \frac{\text{整体质量变化}}{\text{水的质量}} \quad (3)$$

1.2.5 传热系数

织物的传热系数是以织物两面温差为 1 ℃时,1 s 内通过 1 m^2 织物的热量焦耳数,单位为 $W \cdot (m^2 \cdot ^\circ C)^{-1}$,采用 YG606E 型纺织品热阻测试仪,测定时试验板温度为 35 ℃。

1.3 试验测试结果

9 块毛针织物试样的热湿舒适性测试结果见表 2。

由于表 2 中的各测试指标数据从不同角度反映了织物的热湿舒适性能,因此采用单一指标进行对比会造成结果分散,评价欠全面,故通过建立模糊综合评判模型对所选织物试样进行各测试指标的综合评价。

2 模糊聚类分析及模糊综合评判模型的建立

鉴于对织物风格质量的评价是一个广泛、模糊的心理过程,存在不确定性的中间状态,采用代数、微分方程等常用的数学工具进行分析很难对这些模糊的指标概念进行准确判断,因此在对具体的织物某一方面性能进行评价时,模糊数学的应用是相对合理、全面的。所谓模糊聚类分析,分为两种情况^[4,5]:一种是在确定了综合评判领域(即各项测试指标)以及各指标的权重系数后,建立综合评判函数;一种是采用模糊关系算法,得出原始测试数据的模糊相似矩阵,根据相似程度对数据进行分类,然后确定分类后织物性能的优劣。本文采用前一种聚类方法,模糊综合评判模型的建立如图 1 所示。

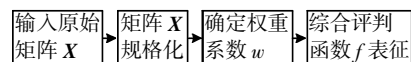


图 1 模糊综合评判模块

2.1 原始矩阵的输入

以表 2 中的样品数作为行数 i ($i=1,2,\dots,m$),测试指标个数作为列数 j ($j=1,2,\dots,n$),建立原始数据矩阵如图 2 所示。

2.2 数据规格化

由于各指标量纲不同,数量级有差异,为了消除量纲、数量级的影

表 2 试样热湿舒适性指标测试值

编号	吸湿速度常数 $K/\%$	透湿率/ $[g \cdot (m^2 \cdot d)^{-1}]$	干燥率/ $\%$	透气率/ $(mm \cdot s^{-1})$	传热系数/ $[W \cdot (m^2 \cdot ^\circ C)^{-1}]$
1#	3.23	7 002.1	30.68	1 276.530	2.213×10^{-2}
2#	2.41	7 600.8	31.82	1 014.160	2.170×10^{-2}
3#	2.65	7 515.9	32.79	946.827	2.109×10^{-2}
4#	2.93	6 976.6	34.25	1 262.230	2.056×10^{-2}
5#	3.13	7 940.5	25.00	652.286	2.920×10^{-2}
6#	2.36	7 448.0	25.65	750.113	2.849×10^{-2}
7#	3.61	7 397.0	26.30	1 083.150	3.129×10^{-2}
8#	2.46	7 486.2	25.32	885.713	2.678×10^{-2}
9#	2.79	7 121.0	24.51	1 282.570	2.261×10^{-2}

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 3.23 & 7.0021 & 30.68 & 1.27653 & 0.02213 \\ 2.41 & 7.6008 & 31.82 & 1.01416 & 0.02170 \\ 2.65 & 7.5159 & 32.79 & 946.83 & 0.02109 \\ 2.93 & 6.9766 & 34.25 & 1.26223 & 0.02056 \\ 3.13 & 7.9405 & 25.00 & 652.29 & 0.02920 \\ 2.36 & 7.4480 & 25.65 & 750.11 & 0.02849 \\ 3.61 & 7.3970 & 26.30 & 1.08315 & 0.03129 \\ 2.46 & 7.4862 & 25.32 & 885.71 & 0.02678 \\ 2.79 & 7.1210 & 24.51 & 1.28257 & 0.02261 \end{bmatrix}$$

图2 原始数据矩阵

响,对原始矩阵进行规格化处理,一般采用方法有标准差规格化、极差规格化、均值规格化等^[6]。本文采用极差规格化见式(4):

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (4)$$

规格化后的原始矩阵如图3所示。

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} 0.6960 & 0.0265 & 0.6335 & 0.9904 & 0.1463 \\ 0.0400 & 0.6476 & 0.7505 & 0.5748 & 0.1062 \\ 0.2320 & 0.5595 & 0.8501 & 0.4673 & 0.0494 \\ 0.4560 & 0 & 1.0000 & 0.9677 & 0 \\ 0.6160 & 1.0000 & 0.0503 & 0 & 0.8052 \\ 0 & 0.4891 & 0.1170 & 0.1552 & 0.7390 \\ 1.0000 & 0.4361 & 0.1838 & 0.6836 & 1.0000 \\ 0.0800 & 0.5287 & 0.0832 & 0.3703 & 0.5797 \\ 0.3440 & 0.1498 & 0 & 1.0000 & 0.1911 \end{bmatrix}$$

图3 规格化后的矩阵

2.3 权重系数的确定

依据“偏差越大,赋予越大的权重”的原则,即采用离差最大化法确定各指标的权重系数^[7],算法见式(5):

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |Y_{ij} - Y_{kj}|}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |Y_{ij} - Y_{kj}|} \quad (5)$$

求解上式得出各指标权重系数 w 为:

$$w_j = (0.1934, 0.1755, 0.2126, 0.2086, 0.2099)$$

2.4 综合评判函数的确定

与归一化向量(权重系数)对应的综合评判函数为加权平均型和几何平均型^[8],文中采用加权平均型,即得评判函数见式(6):

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n w_j x_j \quad (6)$$

通过矩阵运算得到表2中各试样的热湿舒适性能的综合评判值为:

$$f = (0.5112, 0.4231, 0.4316, 0.5027, 0.4743, 0.2982, 0.6615, 0.3249, 0.7024)$$

从而得到所选毛针织物试样的热湿舒适性综合排序为:

$$9\# > 7\# > 1\# > 4\# > 5\# > 3\# > 2\# > 8\# > 6\#$$

3 结果与讨论

根据上述热湿相关测试指标的模糊聚类分析,对于文中几种新开发的经编羊毛内衣面料以及市面上较为常见的几种纬平针羊毛内衣的热湿舒适性进行评价分析。

a. 在纱线线密度、织物容重相同的情况下,编织纬平针时需要设计比编织双经平和经平绒更大的线圈纵密、横密,这将在很大程度上影响织物的综合热湿舒适性,尤其是使织物透气率和吸湿速度降低,这也在一定程度上解释了容重相近的19.2 tex 毛纱编织的5#和6#纬平针织物要比22.7 tex 毛纱编织的7#和8#纬平针织物的热湿舒适性差的原因。

b. 当人体有微汗溢出时,27.4 tex 毛纱编织的9#纬平针织物和22.7 tex 毛纱编织的7#纬平针织物比纵密、横密与之相近的16.8 tex 毛纱编织的1#和4#经编织物的综合热湿舒适性好些,主要体现在传热系数的增大。从另一角度来看,当人体处于无汗状态时,作为内衣的织物需要具有一定的保暖性,传热系数小,对应的保暖率就大,此时所选经编内衣面料在保暖性方面则能显现出一定的优势。

c. 比较所选4种羊毛经编针织内衣的热湿舒适性可以得出:双

经组织织物比双经平组织织物的综合热湿舒适性要好些,当采用双经组织部分空穿编织时,织物的热湿舒适性得到进一步改善。

d. 在吸湿速度常数、透湿率、干燥率、透气率以及传热系数5个指标中,所选织物间的透湿率差异最小。

4 结束语

几种经编毛织物在人体微汗状态下的热湿舒适性良好,同时具有一定的保暖性,可以用作贴身穿内衣面料。后续经编产品开发中,在保证足够的编织张力下,适当降低织物纵密(即加大送经量)或采用部分空穿编织,可以使产品的综合热湿舒适性得到提高。

参考文献

- [1] 杨斌. 织物湿传递研究[J]. 纺织学报, 1994, 15(4): 12-15.
- [2] 于伟东, 储才元. 纺织物理[M]. 上海: 东华大学出版社, 2002: 108.
- [3] 周强. 织物湿舒适性的测试方法和综合评价[J]. 针织工业, 2006(4): 59-60.
- [4] 张秀岩, 李辉, 李洁言. 模糊聚类分析在服装舒适性评价中的应用[J]. 北京服装学院学报: 自然科学版, 2001, 21(1): 69-72.
- [5] 周镭, 刘秀兰, 冯洪成. 薄型织物湿热舒适性的模糊综合评判[J]. 山东纺织科技, 1999(6): 55-57.
- [6] 罗曼莉, 蒋梁中, 翟敬梅. 基于模糊聚类的模糊推理系统及其在产品质量评价中的应用[J]. 机床与液压, 2003(5): 289-290.
- [7] 周文坤. 模糊偏好下多目标决策的一种客观赋权方法[J]. 上海大学学报: 自然科学版, 2004, 10(4): 410-412.
- [8] 彭祖赠, 孙祖玉. 模糊数学及其应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002: 122-131.

收稿日期 2012年1月4日