

# 纺织品湿热舒适性影响因素的研讨

汪学骞,宋远丁

(安徽机电学院 纺织服装工程系 安徽 芜湖 241000)

摘要 :研究了织物物理性能对湿热舒适性的影响 ,提出了织物回潮率、织物厚度、织物原料的导热系数、织物蓬松率是影响服装湿热舒适性的基本因素 ,并通过毛织物的实验 ,得到了不同作用效果 ,同时也验证有关分析的可靠性 .

关 键 词 :湿热舒适性 织物厚度 织物蓬松率

中图分类号 :TS101. 923 文献标识码 :A

## 引 言

我们曾对服装及纺织品湿热适舒适性进行过多方面研究 ,在提出服装及纺织品功能体系后 ,将湿热舒适性纳入功能体系中 . 本文侧重于织物物理性能对湿热舒适性影响的分析 . 在湿热舒适性的测试方法、评价指标、综合评价、生理机理分析等诸方面我们都曾作过研究 ,基于过去的研究成果 ,以毛织物为分析对象来探讨纺织品湿热舒适性的影响因素 .

## 1 织物物理性能对湿热舒适性影响的分析

纺织材料的性能及结构参数对湿热舒适性都有影响 ,本文对 6 种试样进行测试和分析 . 6 种试样是 :1#全毛花呢 ,2#涤腈花呢 (涤 50/腈 50) ,3#涤粘花呢 (涤 50/粘 50) ,4#涤粘花呢 (涤 50/粘 50) ,5#毛涤花呢 (毛 55/涤 45) ,6#涤腈花呢 (涤 50/腈 50) .

测试数据汇集于表 1 ,其中回潮率和蓬松率按(1)、(2)两式计算 .

表 1 毛织物湿热舒适性主要影响因素

试样	厚度/mm	W/%	B/%	导热系数/ (千卡/米·度·时)
1#	0.66	12.08	71.02	0.046
2#	0.64	2.41	72.79	0.049
3#	0.74	6.08	78.46	0.063
4#	0.61	5.23	74.95	0.063
5#	0.48	6.86	68.45	0.058
6#	0.68	2.88	71.72	0.049

$$w = \frac{g - g_0}{g_0} , \tag{1}$$

$$B = 1 - \frac{g_0/d}{V} \text{ 或 } B = 1 - \frac{g_0/(d_1 \cdot A_1 + d_2 \cdot A_2)}{V} , \tag{2}$$

式中 :W 为织物的标准回潮率 ;g 为织物在标准状况下的湿重 ;g<sub>0</sub> 为织物的干重 ;V 为织物的体积 ;d 为毛纤维的比重 ;B 为织物的蓬松率 ;d<sub>1</sub> 为仿毛织物中第 1 种纤维的比重 ;d<sub>2</sub> 为仿毛织物中第 2 种纤维的比重 ;A<sub>1</sub> 为仿毛织物中第 1 种原料的混纺率 ;A<sub>2</sub> 为仿毛织物中第 2 种原

料的混纺率。

织物在一定环境中的回潮率主要取决于所用的纤维的种类,不同纤维吸湿回潮率差异很大。全毛织物比混纺毛织物和仿毛织物回潮率大,主要是因为毛纤维大分子内的亲水性基团较多,它们依靠氢键能和水分子缔合,使水分子在纤维内部依存下来,而且先导纤维吸收水分子后会溶胀,使分子间的氢键破裂,产生更多的亲水基团致使吸湿逐渐增加。另外,已被吸收的水分子本身也有极性,又会吸上水分。织物回潮率还与纱线、织物结构等因素有关,所以同种纤维的织物回潮率也有显著的差异。

人体出汗,使服装内层环境湿度提高,如果织物回潮率大,服装就易于通过吸放湿作用,平衡内外层湿度梯度,使人体感觉舒适。非炎夏季节,人体不出显汗时,回潮率较小的织物也能通过吸放湿,平衡衣服内外层的湿度梯度,所以显得织物回潮率的大小对湿热舒适性影响不明显,但是潜在影响是存在的。由于运动和体力劳动,人体在冬季也会出大量显汗,这时织物回潮率会成为湿热舒适性的重要因素。

织物厚度与热阻、湿阻的正相关关系较明显,按傅利叶导热定律  $Q = \lambda \cdot S \cdot T \cdot (\Delta t / L)$ , 服装导热量  $Q$  与服装厚度  $L$  成反比,织物厚度显然是决定服装保暖的主要因素。服装厚度随用途而不同,人们根据日常生活的经验很自然地决定了它的厚度范围。夏季服装轻薄,冬季服装丰满厚实。表观厚度相同的织物,由于使用的原料不同,织物结构不同,它们的初压厚度、加压厚度、加压后厚度的回复率有差异,保暖透湿性也不一样。

织物膨松率对服装隔热、吸湿作用有一定的影响。膨松率高,不仅织物空隙率大,而且织物中的空气含量偏高,在风速不足以使织物中的空气对流的情况下,由于静止空气的导热系数远小于纺织材料,就会大大增加织物的热阻。影响织物膨松率的因素较多(纤维比重,纱线和织物的结构、加工工艺等)。而织物膨松率对湿热舒适性能的影响又受外界环境和使用状况的显著影响。

织物原料的导热系数是影响保暖的重要原因。一般测得的纺织材料的导热系数是纤维、空气和水分的混合物的导热系数。

织物湿热舒适性的影响因素很多,这里仅阐述主要影响因素。根据表 1 综合分析,得出 6 种织物湿热舒适性的优劣秩位如下:1<sup>#</sup> 3<sup>#</sup> 6<sup>#</sup> 5<sup>#</sup> 2<sup>#</sup> 4<sup>#</sup>。其中 1<sup>#</sup> 织物 4 项指标都较好,湿热舒适性最优是显而易见的,3<sup>#</sup> 织物主要是厚度大,膨松率好,所以有较好的湿热适合性。

## 2 织物湿热舒适性的测试及定量分析

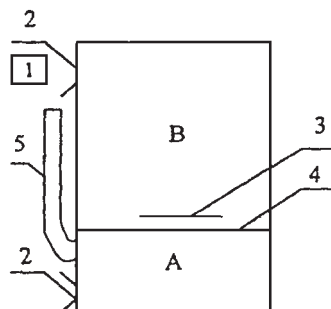
上面的结论是根据表达式得出的定性分析,为了对比作出实验验证,进行温差与湿差测试及灰色关联度分析。

### 2.1 测试装置

测试装置如图 1,在 A 区有与外注水管相连的盛水器和热源,在 3、4 之间和 3 上面都装有测温与测湿传感器。A 区的温度控制在 37℃,模拟人体的体温,装上人造皮肤,这样比较接近人体生理机理。

### 2.2 灰色关联度分析

用箱式微气候装置按时序采集织物内外层温差与湿差,并用灰色关联度理论综合对比评价 6 种试样湿热舒适性的优



1. 风速电动机 2. 风口 3. 试样;  
4. 人造模拟皮肤 5. 外注水管

图 1 箱式微气候装置示意图

劣. 测试外界环境 :温度  $(7 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  ,相对湿度  $(50 \pm 5)\%$  ,风速  $0.17\text{ m/min}$ . 灰色关联度计算式如下 :

$$X_{i(k)} = a \left| \frac{\Delta C_{ik} - \Delta C_{\min \min}}{\Delta C_{\max \max} - \Delta C_{\min \min}} \right| \pm b \left| \frac{\Delta H_{ik} - \Delta H_{\min \min}}{\Delta H_{\max \max} - \Delta H_{\min \min}} \right| \tag{3}$$

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \eta \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \eta \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \tag{4}$$

本文选 1<sup>#</sup>织物为对比产品 , $K \in 1, 2, \dots, 6$  , $i$  ,为对比产品个数 ; $\Delta C_{ik}$ 、 $\Delta C_{\min \min}$ 、 $\Delta C_{\max \max}$  分别为温差值、温差广区最小值、温差广区最大值 ; $\Delta H_{ik}$ 、 $\Delta H_{\min \min}$ 、 $\Delta H_{\max \max}$  分别为相对湿度差值、湿差广区最小值、湿差广区最大值 .

关联度 :

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi(k) \tag{5}$$

将箱式微气候装置测试的数值汇集于表 2. 利用 (3)、(4)、(5) 三式计算 ,得

$$r_2 = 0.551, \quad r_3 = 0.601; \quad r_4 = 0.534; \quad r_5 = 0.724, \quad r_6 = 0.590.$$

根据关联度理论排出 6 种试样湿热舒适性的秩位是 :1<sup>#</sup>、5<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>、6<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>.

表 2 温差、湿差时序值

试 样	2		4		6		8		10		12	
	$\Delta C/^{\circ}\text{C}$	$\Delta H/\%$	$\Delta C/^{\circ}\text{C}$	$\Delta H/\%$	$\Delta C/^{\circ}\text{C}$	$\Delta H/\%$	$\Delta C/^{\circ}\text{C}$	$\Delta H/\%$	$\Delta C/^{\circ}\text{C}$	$\Delta H/\%$	$\Delta C/^{\circ}\text{C}$	$\Delta H/\%$
1 <sup>#</sup>	11.15	30.36	10.65	29.46	11.53	30.45	12.69	30.03	11.33	29.34	11.78	29.43
2 <sup>#</sup>	9.00	32.70	10.19	32.37	10.97	31.40	11.26	31.48	11.68	30.48	10.35	31.41
3 <sup>#</sup>	9.17	30.36	10.78	31.46	11.05	29.48	10.71	30.96	10.64	29.21	10.78	31.05
4 <sup>#</sup>	9.35	30.11	10.42	31.21	10.21	30.48	10.88	30.98	11.03	31.14	10.54	30.05
5 <sup>#</sup>	9.69	31.40	10.79	30.45	10.57	29.31	11.14	28.36	11.35	30.32	11.55	29.12
6 <sup>#</sup>	9.15	30.35	10.85	31.45	9.92	39.05	11.21	31.97	11.35	30.48	10.68	31.22

2.3 秩位检验

Spepeaman 法 : $\sum d^2 = 4 + 1 + 1 = 6$  ,  $R = 1 - \frac{\sum d^2}{n(n^2 - 1)} = 0.829$  ,  $t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} = 2.96$ .

$t > t_{\alpha(0, 1)}$  , 所以两者没有显著差别 , 说明原分析是比较符合客观情况的 . 分析得出的秩位 , 并且作 Sepeaman 秩位检验 .

3 基本因素对织物湿热舒适性综合分析

织物回潮率、织物厚度、织物膨松率、织物原料的导热系数是影响服装湿热舒适性的基本因素 , 这些基本因素起的作用不是一成不变的 , 它将随外界环境、人体活动情况而变化 .

人体自身产生的热量和向环境散失的热量需要平衡 , 这种平衡又必然涉及到湿热交换 . 湿热舒适性的获得往往通过行为调节达到 ( 穿合适的衣服是最普通的行为调节 ) , 所以人体的湿热平衡与生理机理及服装功能都有关 , 为讨论问题方便 , 下面列出裸体时热平衡方程式:

$$S = M - E \pm R \pm C$$

式中 : $S$  为热平衡差 ; $M$  为代谢产热量 ; $E$  为蒸发散热量 ; $R$  为人体辐射散热量 ; $C$  为对流传导

散热量。

人体活动状态不同,代谢产热量差异很大,外界环境不一,出汗散热、辐射对流传导散热情况也不一致,综合分析无非是 3 种情况:①  $S > 0$  或  $S \gg 0$ ,②  $S$  趋近于 0,③  $S < 0$  或  $S \ll 0$ ,这三种情况下织物回潮率、织物厚度、织物膨松率、织物原料导热系数对湿热舒适性影响是不同的,通过表 3 加以说明。

表 3 基本因素对织物湿热舒适性影响的变化情况表

基本因素	试样的湿热舒适性	影响程度
织物回潮率	织物回潮率大,在其它条件相同的情况下,织物湿热舒适性好。	回潮率大,织物透湿性能好,织物导热系数降低,两者相比正作用占主导地位,所以湿热舒适性好。影响的大小取决于(6)式中的 $S$ , $S$ 越大,影响越大。
织物的厚度	当 $S \ll 0$ 时,织物厚度大,湿热舒适性好。 当 $S < 0$ 时,织物厚度大,湿热舒适性也比较好。 当 $S > 0$ 时,而外界环境温度没显著超过体温时,织物厚度大,湿热舒适性差,当外界环境温度显著超过体温,厚度大一些有利于隔热。	织物厚度增加,保暖作用明显提高,而对透湿是不利的,所以对湿热舒适性的影响要根据穿着环境决定。冬季无疑织物厚度大,湿热舒适性好。夏季服装作用不是为了保暖,希望热阻、湿阻都小,织物厚度大,湿热舒适性差。春秋季要根据情况判定。
织物膨松率	当 $S > 0$ 时,织物膨松率大,湿热舒适性不好。 当 $S < 0$ 时,织物膨松率大,湿热舒适性好。	左面的结论是无风或风速很小的情况下得出的,如果风速较大,情况要复杂得多。
织物原料的导热系数	当 $S > 0$ 时,导热系数大,湿热舒适性好。 当 $S < 0$ 时,导热系数大,湿热舒适性差。	

参考文献：

[1] 汪学骞. 织物风格与密度的研讨[J]. 纺织学报. 1986(10) :18 - 22  
[2] 邓聚龙. 灰色控制系统[M]. 武汉 :华中工学院出版社, 348 - 373.

Study on the factors related to textile wet - heat comfortability

WANG Xue-qian , SONG Yuang-ding

(Dept. of Text. & Cost. Engn., Anhui Institute of Mechanical and electrical Engineering ,Wuhu 241000)

**Abstract:** The effects of fabric physical properties on wet - heat comportsability were studied. The different function of regaining moisture, fabric thickness, thermal conductivity and fabric bulkiness rate were elaborated. Through experiments made on woolen fabrics, the reliability of concerned analysis is proved.

**Key words:** wet - heat comportsability; fabric thickness; fabric bulkiness rate