

# 服装面料的透湿性能探讨

范士秀

(中国纺织大学)

**【摘要】** 本文采用模拟人体皮肤的出汗装置,在静态热湿交换条件下,对六种面料的透湿性能进行了测试与探讨。通过多元回归,得出透湿指数  $I_m$  与面料的经纬密度、透气性成正相关,而与面料厚度、纱线支数、重量、热阻成负相关。

## 一、前言

服装的舒适性对人体起着至关重要的作用,而面料在服装、人体、环境中也是一个重要因素。人、服装、环境三者之间的热交换是通过人体对服装、环境的辐射散热和对流散热进行的,人们称为显热。但人们在剧烈运动或其它极热条件下工作,产生大量汗水,来平衡人体散热量和产热量,使人达到舒适状态。

1941年盖吉发表了热阻理论克罗(CLO)及之后伍德考克的透湿指数( $I_m$ ),上述理论成为服装科学发展中的里程碑。

依据服装导热原理:

$$Hd = (t_s - t_a) / Rt$$

式中: $Hd$ 为辐射与对流散热量; $Rt$ 为服装及其边界层静止空气层热阻; $t_s$ 为皮肤表面温度; $t_a$ 为环境温度。

当人体处于安静状态下,其产热量为50千卡/时·米<sup>2</sup>,环境温度为21℃,相对湿度小于50%,环境风速小于0.1m/s。人体 $Hd$ 为总热量75%左右,人感舒适时,其所穿服装的热阻为1克罗。上述初始条件为盖吉提出克罗的假设条件。

伍德考克透湿指数

$$I_m = He \cdot It / 5.55 \times S \times (P_s - P_a)$$

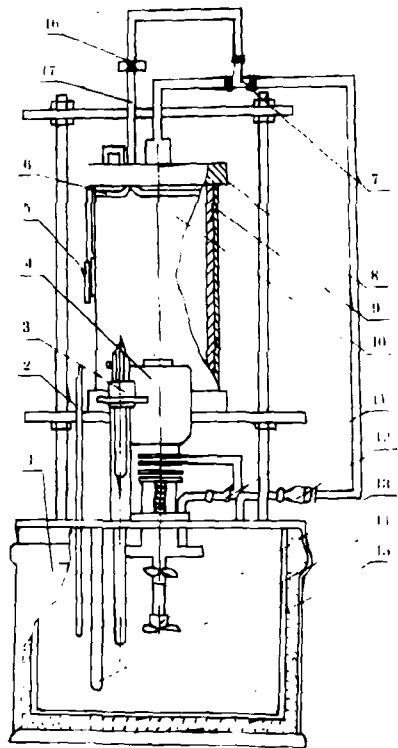
式中: $I_m$ 为透湿指数; $It$ 以克罗为单位热阻; $He$ 为湿态散热量; $P_s$ 为皮肤表面饱和水汽压; $P_a$ 为环境实际水汽压; $S$ 为常数。

要使人体保持在高温极度劳动条件下感到

舒适、服装或面料的透湿指数越大越好。

## 二、试验方法

用来测定热阻和透湿指数的装置如图所示。



- 1—恒温水箱;2—温度计;3—接触温度计;4—水泵;
- 5—传感器;6—排汗管;7—三通管;8—包复圈;9—
- 模拟皮肤;10—加热铜体;11—水泵进水嘴;12—水
- 泵出水嘴;13—搅拌叶子;14—加热管;15—保温层;
- 16—调节水阀;17—出汗进水管。

(1)为恒温水箱,提供循环水,(10)是圆筒体,(8)为筒体包复塑料圈,固定试验面料复盖在筒体表面人造皮肤(9)。水泵(4)和排汗管(6),从水箱打上的水润湿人造皮肤表面,模拟出汗。出汗率由调节水阀(16)控制,在圆筒体外面放置一对干,湿球热敏电阻的传感器(5)。当面料吸湿与放湿达到平衡时,测量干球温度,湿球温度和皮肤温度。

由于皮肤在出汗状态,故皮肤表面水汽已饱和,根据其皮肤温度查出饱和水汽压  $P_s, P_a$  为环境实际水汽压(21℃RH=65%)。He 为湿态消耗功率,It 为热阻,故可算出透湿指数  $I_m$ 。  
 $I_m = He \times I_t / 5.55 \times S \times (P_s - P_a)$  ( $S = 2.2 \text{C} / \text{mmHg}$ )。

三、试验结果与讨论

表1 六种试验样品规格及测试结果

性能	大衣呢	真丝	全毛 凡立丁	涤乔	全棉	涤棉
	样本一	样本二	样本三	样本四	样本五	样本六
厚度(mm)	1.61	0.178	0.475	0.303	0.283	0.240
纱支 经	100	1.186	28.45	7.308	26.6	26.6
(Nt) 纬	100	5.283	26.27	7.383	26.6	26.6
透气性 ( $\text{ml}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ )	187.1	336	161.1	2536.70	235	312
重量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	462.03	67.16	229.78	104.84	112.03	107.05
热阻	1.59570	0.57800	0.93100	0.51950	0.71170	0.6485
透湿指数	0.13450	0.35080	0.20150	0.34470	0.25870	0.0218

表2 常规数据和热阻与透湿指数相关矩阵

$i_m$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_4$	$\delta_5$	$\delta_6$	$\delta_7$	$\delta_8$
	纬密 根/10cm	经密 根/10cm	厚度 mm	经 Nt g/km	纬 Nt g/km	透气性 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$	重量 $\text{g}/\text{m}^3$	热阻 clo
1.000	0.482	0.832	-0.527	-0.858	-0.853	0.535	-0.640	-0.735
	1.000	0.627	-0.841	-0.663	-0.582	-0.076	-0.762	-0.561
		1.000	-0.567	-0.932	-0.941	0.705	-0.620	-0.768
			1.000	0.552	0.463	-0.027	0.955	0.725
				1.000	0.992	-0.508	0.639	0.658
					1.000	-0.591	0.568	0.638
						1.000	-0.236	-0.540
							1.000	0.806
							1.000	1.000

由表1可看出:六种面料热阻的排列顺序由大到小依次为大衣呢、全毛凡立丁、全棉、涤棉、真丝、涤乔。而透湿指数由小到大的顺序为全毛凡立丁、涤棉、全棉、涤乔、真丝。其中大衣呢的隔热湿值最大,透湿性指数最小,这一点与实际情况是相符合的。而真丝的透热湿指数最大,透湿性最好,但真丝的隔热值却不是最小,最小的却是涤乔,这并非说明隔热值和透湿指数没有必然的联系,只是说明影响透湿指数的因素是多方面的。我们对  $I_m$  值与面料常规试验数据及热阻对透湿指数进行回归分析,得出各因素之间的相关矩阵见表2。

回归方程为:

$$I_m = 0.0077\delta_1 - 0.0075\delta_2 - 0.1195\delta_3 - 0.2922\delta_4 - 0.3678\delta_5 - 0.0001\delta_6 - 0.00062\delta_7 - 0.0727\delta_8 + 3.2325$$

回归分析的复相关系数为 0.9544,说明回归分析的结果与真实值接近程度较好,试验精确度较高,分析结果有较高的可信度。

从相关矩阵中可以看出:透湿指数  $I_m$  与经纬纱密度、透气性成正相关的关系,相关系数依次为:0.832、0.482、0.535;  $I_m$  与厚度、经纬纱支、重量、热阻成负相关的关系,相关系数分别为:-0.527、-0.858、-0.853、-0.640、-0.735。下面从织物结构方面进行分析实验结果。

织物的经纬密增加,纱线间空隙减小,似乎透湿指数  $I_m$  应小;可实验的结果却相反,这是

因为当面料的经纬密度增加到一定限度时,织物中的纱线增多,纤维密度也相对增大,纤维的吸湿、放湿作用增加,此时面料的透湿以吸湿放湿为主,因而  $I_m$  增大。

公式  $I_m = H_e \cdot I_t / 5.55S(P_s - P_e)$  与  $I_m$  似乎成正比;实际上  $I_m$  随  $I_t$  的增大而减小,这是因为当  $I_t$  稍有增加,  $H_e$  就减小很多,反而使透湿指数  $I_m$  下降。因此,  $I_t$  与  $I_m$  成负相关。面料的厚度对  $I_m$  值的影响很大,而且成负相关的关系。同样,单位面积重量的增加,面料趋于紧密。纱线间的空隙以及纱线中纤维间空隙变小,在不超一定限度时,蒸发阻力增大,  $I_m$  下降。再看纱支对  $I_m$  的影响,经纬  $N_t$  增加时,面料中纱线变粗,纤维间空隙减小,在不超一定限度时,蒸发阻力增大,  $I_m$  减小,这便是  $N_t$  与  $I_m$  成负相关的理论依据。

总之,影响  $I_m$  的因素很多,除了上面提到的以外,环境温度,湿度、风速、人体的运动、大气压力都对  $I_m$  有影响。本文保证这些因素相对稳定,而只研究面料结构因素对  $I_m$  的影响,但面料中纺织材料对  $I_m$  影响很大,服装的吸湿性在很大程度上由纺织纤维的特性决定的,吸湿好、放湿快的面料透湿性好。全毛的面料透湿性不如丝绸好的原因就是因为它虽然吸湿性好且快,但放湿慢。因此,我们研究服装透湿性应从多方面来综合考虑。

### 参 考 资 料

- [1] 欧阳骅著,《服装卫生学》,人民军医出版社,1985年。
- [2] 张清源:《织物透湿机理的研究》,中国纺织大学学报,1987年。
- [3] Lyman Fourt and Norman Hollies,《Clothing Comfort and Function》,1970, Marcel Dekket Inc New York.