

羽绒服面料的透湿性与其结构之间关系的探讨

金江昌

(襄樊大学)

【摘要】 本文通过对羽绒服面料的透湿性实验和透湿机理分析,结果表明:羽绒服面料的透湿性既表现为其舒适性也表现为其功能性,与其织物结构参数的紧密指数 ψ_2 值成负相关性,即随着织物紧密程度的增加其透湿性下降。但不同的原料和不同的后加工处理,其透湿性能有明显的区别。在既能满足功能性要求而又能满足舒适性要求的前提下,其织物的理想结构参数选择为 $\psi_2 = 1.160$,在 1.150~1.170 范围内也较符合要求。

关键词: 羽绒服面料 透湿性 织物结构 织物紧密度 相关性

中图分类号: TS941.7

羽绒服面料是功能性和舒适性兼备的一种高密细号织物,它既要有防羽绒钻出,防风和透湿等功能;又要兼备手感柔软、舒适美观和轻便等要求,故其性能表现很复杂。为了使选择的试样具有较广泛的代表性,测试的数据和分析的结论能够给羽绒织物的科研和生产设计提供可靠的参考信息,作者在收集的各种羽绒服面料中,选取了具有我国南北代表性的 13 种羽绒服面料,作为实验样本。把它们按照 1#~13# 编号,其中 2#、4# 面料为涤棉织物;8#、9#、10# 为棉、涤/粘交织织物;其他均为纯棉织物。在这些纯棉织物中,又有不同的纱号相配置和不同的后加工处理,因此具有一定的代表性。

由于羽绒服面料是细号高密且功能要求严格的织物,其性能与其织物结构之间关系十分复杂,故羽绒服面料的结构参数采用能综合反映所有结构参数信息的织物紧密指数 ψ_2 值^[1]来表示,它尤其对高密织物把握较显著。现把 13 种羽绒服面料试样的结构参数列于表 1。

表 1 羽绒服面料的结构参数及钻绒量表

试样	项目	tex	密度 P (根/10cm)	ψ_2	钻绒量 (个/袋)
1#	经向	14.6	551	1.170	10.0
	纬向	14.6	370		
2#	经向	9.8×2	488	1.144	11.0
	纬向	9.8×2	279.5		
3#	经向	14.6	545.5	1.217	16.5
	纬向	13	429		
4#	经向	13.1	575	1.153	6.0
	纬向	13.1	362.5		
5#	经向	14.6	559	1.151	11.0
	纬向	14.6	352		
6#	经向	14.6	551	1.164	10.0
	纬向	14.6	366		
7#	经向	7.3×2	547.5	1.208	13.0
	纬向	7.3×2	397.5		
8#	经向	14.6	571	1.284	18.5
	纬向	13.1	439		
9#	经向	14.6	563	1.229	17.5
	纬向	13.1	409.5		
10#	经向	14.6	567	1.210	15.5
	纬向	13.1	393.5		
11#	经向	10.7	630	1.128	15.0
	纬向	11.7	394		
12#	经向	14.6	533	1.169	12.0
	纬向	14.6	368		
13#	经向	14.6	547.5	1.159	5.0
	纬向	14.6	366		

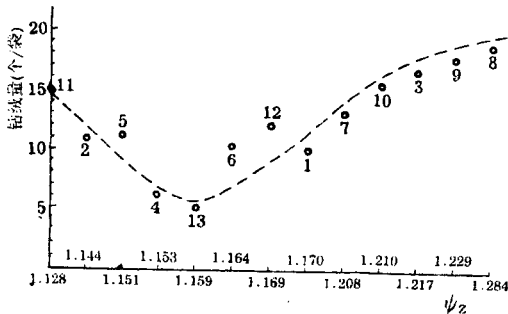


图 1 羽绒服面料的钻绒量与 ψ_2 的相关图

通过对羽绒服面料钻绒量的测试,知其羽绒服面料的紧密程度值与其钻绒量之间大体呈

“V”字型波动变化^[2]。数据列于表 1,形态见图 1,测试标准采用《美国军用纺织品标准》方法 5530。当 ψ_e 值小于 1.160 时,钻绒量与 ψ_e 值成负相关性;当 ψ_e 值大于 1.160 时,钻绒量与 ψ_e 值成正相关性;当 ψ_e 值在 1.160 左右时,其防钻绒效果为佳。

人体随着环境和活动状态的不同,穿着不同的衣服,从而在人的皮肤周围呈现出使人感到舒适的人工气候。人在运动时,人体便通过发汗来散热,以保持正常体温,当服装散热受到障碍时,会形成热湿蓄积,使人感到闷热、粘着、不舒适感,故服装应具有调节热湿平衡的功能。湿的传递有两种:即人在静止时的无感出汗大概为 $15(\text{g}/\text{m}^2\text{h})$ ^[3],在活动 and 高温环境中的有感出汗有时要超过 $100(\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ^[3]。由此可见,排汗的速率对服装的舒适影响很大,为了使羽绒服具有良好的舒适功能,要求羽绒服面料要有良好的透湿性。因此,必须了解羽绒服面料的透湿情况,对羽绒服面料作透湿实验和分析。

一、透湿实验及数据整理

由于羽绒服面料是高密细号织物,其透湿机理很复杂,加之我们目前有些测试透湿仪器还存在不尽理想之处,故本文实验是在“中国人民解放军总参防化研究院”进行。

本实验采用从日本进口的 LH-201D 型自动透湿实验仪,按照 JIS-1099(纤维制品的透湿度试验法)、JISZ-0208(防湿包装材料的透湿试验方法的控制标准)的要求进行实验。

实验方法采用蒸发法,在每块布样的不同位置上测取三个数据,测试前的重量 W_1 减去测试后的重量 W_2 ,得到每块试样在六小时内的透湿量 ΔW ,把 ΔW 代入公式: $W = 1414.7108\Delta W (\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ 求出每块试样的透湿量 W 。

然后,再根据每块试样的数据,求出每个试样的平均透湿量 \bar{W} 。现把各试样的透湿量数据列于表 2。根据表 2,可作出图 2。图中:2#、4# 羽绒布为涤/棉织物;8#、9#、10# 为棉、涤/粘交织

织物;1#、3#、12# 和 13# 为 14.6 号纯棉织物;5#、6# 为 14.6 号纯棉轧光整理织物;7# 为 7.3×2 的股线纯棉织物;11# 为 10.7 号经纱与 11.7 号纬纱交织的纯棉织物。

表 2 羽绒服面料透湿量数据表

单位: $\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$

项目 试样号	第一次 测取 计算数 W	第二次 测取 计算数 W	第三次 测取 计算数 W	总平均 数 W	ψ_e
1#	1915.52	1907.03	1911.27	1911	1.170
2#	1949.50	1867.40	1880.10	1899	1.144
3#	1869.30	1873.10	1864.60	1869	1.217
4#	1918.35	1856.10	1880.15	1885	1.153
5#	1924.01	1840.54	1853.27	1873	1.151
6#	1907.03	1839.12	1841.95	1863	1.164
7#	1993.33	1919.76	1912.69	1942	1.208
8#	1810.83	1841.95	1822.15	1825	1.284
9#	1870.25	1822.15	1857.52	1850	1.229
10#	1891.47	1839.12	1853.27	1861	1.210
11#	1990.50	1933.91	1943.27	1956	1.128
12#	2010.30	1887.22	1924.01	1941	1.169
13#	1939.57	1904.2	1899.96	1915	1.159

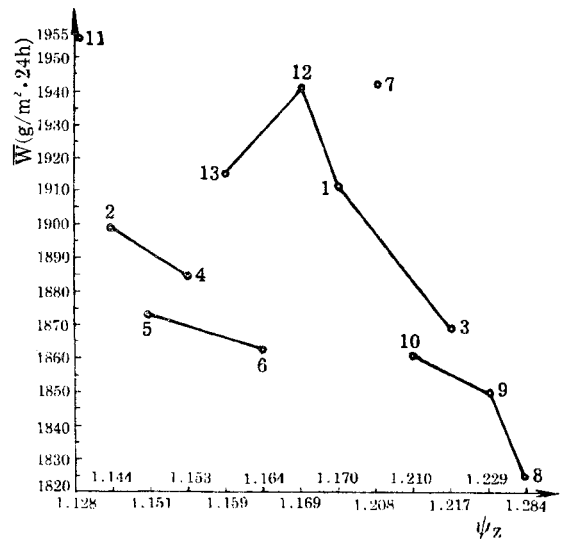


图 2 羽绒服面料透湿量 \bar{W} 与 ψ_e 值的相关图

二、羽绒服面料的透湿机理分析

织物的透湿性能表征为湿汽通过织物的性

能。一般指在织物两面一定相对湿度差的条件下,单位面积织物单位时间内透过水蒸汽的重量。织物内与高湿空气接触一面的纤维从高湿空气中吸湿,水蒸汽由纤维中运移到织物另一面,并向低湿空气中放湿。纱线的结构、织物的几何形态、纤维本身的湿传递特征以及织物表面的曲屈波所形成的空隙等均对水汽的蒸发有很大的影响,总之,对像织物这样的纤维集合体的水蒸汽穿透现象,尤其是高密细号的羽绒服面料,更显复杂,影响因素很多,且相互作用,很难把握。现分别从五个方面对其机理进行讨论。

1. 水汽透过纱线与纱线之间的空隙

织物的纱线与纱线之间的空隙,主要是指织物的孔穴。若要湿汽通过孔穴,则必须使孔穴当量直径远远大于水蒸汽粒子的直径。已知水蒸汽粒子直径为 $0.0004\mu^{[2]}$,而羽绒服面料孔穴的直径为 $62\sim 94\mu^{[2]}$,大于水蒸汽粒子直径 $155000\sim 235000$ 倍,因此满足通透条件。由于水蒸汽的传递系质量传递,它是靠水蒸汽浓度差强迫水汽分子通过织物的未覆盖部分(即孔穴),随着 ϕ_2 的增大,未覆盖部分的通道减少,故湿阻明显增大。织物的孔穴随着 ϕ_2 的增加而减小,显然其透湿量要下降。由于孔穴中存在相对静止的空气,湿汽透过时,不能象透气那样形成“流状”,而是一种以“漫散”的方式通过。

2. 水汽在纤维中进行传递

水汽在纤维中的传递随纤维结构密度增加而减少,水汽在纤维中的传递方式是水分子从高密度水蒸汽一面进入纤维中,与纤维分子上的极性基团成氢键结合,趋于吸湿平衡,然后再向水蒸汽浓度梯度低的一侧空气中扩散^[4]。亲水性的棉纤维的湿传递量高于合成纤维,例如 $2^{\#}$ 和 $4^{\#}$ 涤棉织物的透湿量低于同 ϕ_2 值范围的纯棉羽绒服面料。

3. 水汽在纤维与纤维间的空间进行传递
纤维与纤维间的空间大小和形态,取决于纤维的种类、纱线的结构和紧密程度。水汽分子通过纤维与纤维之间的空间,除了与纤维的亲水和灰水性质有关外,还与它们的几何状态有重大

关系,当捻度增大时,纤维之间的空间减小,水汽沿纤维之间空间的量减少。但对其相应的纱线之间的空隙增大,以利于增大纱线间空隙水汽的通过。因此,合理配置纱线之间的空隙与纤维之间的空间比例尤显重要,即纱线的捻度的配置要适当。

4. 水汽在织物表面曲屈波所形成的空隙中的传递

在织物结构中,由于织物的厚度是由较高的曲屈波峰所决定,所以曲屈波的空隙介于较低的曲屈波峰表面和用作厚度测定的较高曲屈波表面之间。考虑到曲屈波的空隙很难和织物表面静止空气层分开,事实上也是连续的空气层,故把它们作为一个整体来看。由于织物曲屈波的原因,使织物表面出现凹凸现象,这方面对透湿影响关系甚为密切。

当织物经向紧密时,结构相增加;增加纬密,使织物的孔穴陡壁增高,即凹坑深陡。在凹坑底部,湿空气对流较困难,水蒸汽将成为附面层,静止于凹坑底部,降低了蒸发效率。从 $3^{\#}$ 、 $10^{\#}$ 、 $9^{\#}$ 和 $8^{\#}$ 羽绒服面料的实验情况来看,说明了这种现象。当织物紧密程度减少时,凹坑变浅和开扩,表面静止空气层厚度变薄,加速了水汽的传递和蒸发效果。从 $13^{\#}$ 和 $1^{\#}$ 试样的实验情况,也反映了这种现象。静止空气层对透湿阻力的影响是较为显著的,特别是在轻薄型织物中。

5. 面料的厚度对湿传递的影响

面料的厚度与湿传递成负相关,厚度越厚,湿阻越大,湿传递越小^[5]。织物的紧密程度与湿传递成负相关性;织物中经纬纱直径与湿传递也成负相关。因为纱线直径增加,相应的织物紧密程度增加,纱线间空隙减少,湿传递通道变窄;另外,纱线直径增加,其厚度也增加,显然其湿传递下降。

由以上分析,知其织物的透湿性能十分复杂,影响因素有许多方面,各方面都有联系且互相影响。要把握住它的规律,尤显重要。由实验可以看出:①其透湿机理十分敏感、变化幅度很

大,但总的趋势还是:当 ψ_z 值不断增加,其透湿量呈下降趋势。②不同纤维原料的配置和不同的后加工处理以及不同的纱线号数等,其透湿量明显不同。故在利用 ψ_z 值对织物进行透湿量分析时,还要分不同原料类型和不同后加工类型以及不同纱线号数等进行探讨。

本文2[#]和4[#]试样采用涤/棉原料,在相同的 ψ_z 值范围之内,其透湿量低于同 ψ_z 值范围的11[#]和13[#]纯棉织物;5[#]和6[#]试样都是纯棉织物,但它们都经过轧光后加工处理,因此它们的透湿量不仅偏低于同 ψ_z 范围内的11[#]、13[#]和12[#]试样,而且还低于2[#]和4[#],后加工对织物透湿量的影响高于不同原料配置的织物;11[#]和7[#]试样的纱线号数分别为细于14.6号的纯棉单纱和股线织物,其透湿量高于同 ψ_z 值范围内的14.6号纯棉单纱织物;3[#]为纯棉织物,而10[#]和9[#]为棉、涤/粘交织织物,3[#]试样的透湿量高于10[#]和9[#]试样。

因此,在不同类别情况下,它们的透湿量将随着织物 ψ_z 值的增大,织物厚度的增加、织物表面轧光处理等而减小。织物采用纯棉亲水性纤维,则有利于织物透湿量的提高。

三、结 论

1. 羽绒服面料的透湿性能既表现为舒适性也表现为功能性。
2. 在相同的原料、纱线号数和后加工等条件下,羽绒服面料的透湿量与织物的紧密指数 ψ_z 值之间呈负相关性。即织物紧密程度增加,其透湿性下降。
3. 羽绒服面料的透湿机理十分复杂且敏感,当 ψ_z 值在1.150~1.170之间时,既能满足其功能性要求也能满足其舒适性要求。其优化值为 $\psi_z=1.160$ 。

参 考 资 料

- [1] 吴汉金. 郑佩芳:《机织物结构设计原理》,同济大学出版社,1990.2.
- [2] 金江昌:《平纹羽绒布的结构与其性能的研究》,中国纺织大学硕士论文,1993.
- [3] 范德忻:《纺织品服用性能》,中国纺织大学服装系讲义,1988.8.
- [4] Mecheels, J. H., et al, Text. Res. J., Vol. 25, 1955.
- [5] Fourt, L., Hollies, N. R. S. Clothing Comfort and Function. New York: Marcel Dekker, Inc., 1970.