

细特丙纶针织物服用舒适性的研究

TS156

陈 稀 滕国美 仲蕾兰 王卫平

胡良林 曹行先

(中国纺织大学, 上海, 200051)

(海宁化纤厂, 浙江, 314400)

31-35

584.44
834.2.62

研究了细特丙纶变形丝和棉等三类针织物(起绒、毛圈、纬平)的服用舒适性能,即透湿性、导湿性和保暖性,讨论了织物组织结构对服用舒适性的影响,并对细特丙纶针织物的毛细升高现象进行了分析。研究表明,细特丙纶各类针织物的透湿性、导湿性和保暖性均优于棉针织物,而棉盖丙纶针织物的导湿性优于丙纶和纯棉织物。

细特丙纶

关键词: 聚丙烯纤维 丙纶针织物 服用舒适性

聚丙烯纤维密度小、耐磨、耐化学腐蚀及保暖性好,但手感似蜡状,多作工业和装饰织物用。近来,由于聚合和纺丝技术的进步,使丙纶有可能向细特方向发展。据介绍^[1],当丙纶单丝的纤度小于2.2dtex时,具有手感柔软、导汗性强,静电积蓄低等特点。目前国内外已有细特丙纶的针织运动衣、游泳衣、袜子等商品试销。有关棉针织物服用舒适性的研究已有报道^[2,3],但对丙纶,尤其是细特丙纶针织物服用舒适性的研究却极少见^[4]。本文

对国产和进口细特丙纶(dpf<2.2dtex)变形丝制得的不同组织结构针织物(起绒、毛圈、纬平和罗纹等)的服用舒适性进行了研究,并与纯棉、棉盖丙纶针织物的主要服用舒适性指标作了比较,还讨论了影响这些指标的有关因素,从而初步评估了细特丙纶针织物的优良服用舒适性,为应用开发提供科学依据。

1 试样规格和试验方法

本文所用的试样组成及其结构见表1。

表1 织物样品组成及其结构

样号	织物名称	织物组织结构	重量/g·m ⁻²	厚度/mm
1	纯丙纶起绒布	111dtex/48f 丙纶为面,1.57眼/mm,丙纶变形丝圈起绒	250	1.51
2	纯棉起绒布	182dtex,277dtex 粗纱为面,583dtex 粗纱起圈拉毛	280	1.70
3	纯丙纶起绒布	111dtex/52f 丙纶为面,1.34眼/mm,111dtex/52f 丙纶变形丝毛圈起绒	198	1.54
4	纯棉毛圈布	面、圈均为182dtex 粗纱,毛圈高度2.5mm	345	1.67
5	纯丙纶毛圈布	面、圈均为111dtex/48f 丙纶变形丝,毛圈高度2.5mm	216	1.48
6	纯棉单罗纹布	116dtex 精纱	151	0.63
7	纯丙无网眼纬平布	44.4dtex/25f 丙纶变形丝仿真丝	117	0.51
8	棉盖丙纬平布	116dtex 精纱为面,83.25dtex/36f 丙纶变形丝为里	160	0.67
9	纯丙网眼纬平布	44.4dtex/25f 丙纶变形丝,小提花仿真丝	106	0.41

1.1 透湿(汽态水的传递)

采用 ASTM 透湿阻抗测定法。在自制的

转盘上放置若干个杯子,杯内放干燥剂(硅

收稿日期:1992-12-13

胶),杯口包覆待测试样,在0.1m/s的风速下,使大气中的汽态水透过织物被干燥剂吸收,测出在0.5~1h内杯子的重量增值。透湿阻抗 R ,包括织物表面静止层空气阻力,以相当于静止空气层的厚度表示,其计算公式如下:

$$R(\text{cm}) = D\Delta C AT/W$$

$$D(\text{cm}^2/\text{s}) = 0.22 + 0.00147t$$

$$\Delta C(\text{g}/\text{cm}^3) = 2.89 \times 10^{-4} P \cdot RH\% / (273 + t)$$

式中 D ——水蒸气传递扩散系数;
 ΔC ——织物两面的水蒸气浓度差;
 A ——织物面积(cm^2);
 T ——试验时间(s);
 W ——试验时间(T)内吸收的水汽量(g);
 t, p 和 $RH\%$ ——分别为测试条件下的温度,水的饱和蒸气压和相对湿度。

1.2 导湿(液态水的传递)

采用毛细升高法测定^[5]。织物的毛细吸水能力又称芯吸效应,可用吸湿高度(H)表示:

$$H = 2\sigma \cos\theta / (r\rho g)$$

式中 σ ——表面张力;
 θ ——纤维对水的润湿角;
 r ——毛细管半径(随纤度变细而减小);
 ρ ——液体密度;
 g ——重力加速度。

1.3 保暖性

采用日本 KES 风格仪(F-6型)测定恒热传导速度。试样尺寸为9.5cm×7.0cm,该织物包覆热体,通过加热使热体保持恒温,加热量 Q 和传热系数 K 按下式求出:

$$Q(\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}) = 0.0418I \cdot V - \text{漏泄电流} \times \Delta T$$

$$K(\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}) = Q/\Delta T \cdot d$$

$$\Delta T(^{\circ}\text{C}) = \text{设定值} - \text{试样台温度}$$

式中 I ——电流;

V ——电压;

d ——织物厚度;

漏泄电流为 7.48×10^{-4} 。

2 结果与讨论

2.1 起绒、毛圈、纬平三类织物(罗纹归入纬平类)的透湿性

人体水分的蒸发分无感蒸发和有感蒸发两种方式。汽态汗水的良好排出会使人感到舒适,而织物的这一性能可用透湿性来表征。各种试样的透湿阻抗测定值列于表2。

表2 各种织物的 R 值

样号	织物名称	$W/\text{g} \cdot \text{h}^{-1}$	R/cm
1	丙纶起绒	0.815	1.225
2	棉起绒	0.615	1.624
3	丙纶起绒	1.285	0.776
4	棉毛圈布	0.955	1.045
5	丙纶毛圈布	1.300	0.767
6	棉单罗纹	1.030	0.484
7	丙纶无网眼纬平	1.080	0.463
8	棉盖丙纬平	0.875	0.570
9	丙纶网眼纬平	0.855	0.584

织物的透湿性实质上是水蒸气透过织物从高湿区向低湿区的扩散。这种扩散由两部分组成:(1)水蒸气分子通过纤维对它的吸收和传递,向织物的另一侧扩散;(2)不规则的分子碰撞促使水蒸气分子通过纤维间的空隙向水蒸气压力低的一边扩散。丙纶是拒水性的,通过织物的水蒸气量主要取决于纤维材料的多孔性和织物中纤维间的空隙数量^[4],由于这些空隙的存在,并从里到外连成一体,为水蒸气分子逸出织物表面提供了通道。

从表2可见,丙纶织物的透湿能力普遍高

于棉织物。这是因为聚丙烯大分子链本身不含极性基团,对水分子无亲和力,故对水分子的扩散阻力很小,因而水蒸气分子易扩散到织物的另一侧面,并很快蒸发掉;而棉纤维的情况恰好相反,其纤维素大分子含有众多亲水的羟基,与水分子的亲和力较大,水蒸气分子向织物外表面扩散的阻力也较大,因此棉织物的透湿能力就比丙纶织物小。从表2还可见,起绒和毛圈类织物的透湿能力比纬平织物小得多,这是由于前者的厚度明显大于后者所致。随织物厚度增加,水蒸气分子沿空隙通道的运动路程变长,水蒸气分子的能量损失增加,致使传递困难,透湿性减小。

此外,织物的透湿能力还与其空隙度(密度)等有关,由于试样3织物的密度小于试样1,即前者的空隙度比后者大。空隙度愈大,水蒸气传递愈加顺利畅通。因而前者的透湿能

力大于后者。在起绒织物和纬平织物中都是这样。

从表2还可见,试样9的 R 值偏高,这可能是由于织物的网眼引起硅胶细小颗粒散失或网眼被硅胶粉末堵塞而影响透湿所致,故在网眼织物的透湿阻抗测定过程中,应考虑网眼的影响。

2.2 起绒、毛圈、纬平三类织物的导湿性

织物的导湿性是舒适性的重要指标之一。当液态水遇到织物时,织物中纤维的吸水作用可分为“内在亲水性”和“毛细管亲水性”两种。前者是靠纤维大分子上的极性基团吸水;后者是靠织物中纤维之间的空隙,即毛细管传递水。棉纤维的吸水方式以前者为主,而丙纶的递水方式以后者为主。

各种织物的毛细升高值 H (10min 的升高值)列于表3。

表3 各种织物的 H 值

样号	织物名称	纯水*	表面活性剂溶液	扩散剂溶液	盐溶液(1%~2%)	cm
1	丙纶起绒	7.1	5.1	8.2	10.8	
2	棉起绒	3.4	1.5	5.8	8.8	
3	丙纶起绒	4.2	3.1	6.6	9.2	
4	棉毛圈布	4.4	4.1	8.3	7.4	
5	丙纶毛圈布	5.2	3.8	8.5	8.4	
6	棉单罗纹	7.4	5.8	9.4	11.5	
7	丙纶无网眼纬平	6.4	4.8	6.9	7.8	
8	棉盖丙纬平	7.9	6.9	10.7	12.1	
9	丙纶网眼纬平	5.6	4.2	6.5	7.2	

* 其中加入少量 $K_2Cr_2O_7$ 为显色剂。

2.2.1 不同介质对 H 值的影响

研究表明,当在纯水中加入表面活性剂后,表面张力(σ)显著下降,在润湿角(θ)、毛细管半径(r)变化不大的情况下, H 减小;加入扩散剂时,水对织物的润湿程度改善,致使 θ 减小, H 值增大;当以盐溶液为介质时,由于盐离子的亲水性,出现了类似于加入扩散剂的结果,亦使 H 增大。由于人体汗液中含

有微量盐分,故盐溶液中的测试结果很有实际意义。

2.2.2 纤维材料的本性对 H 值的影响

从表3可见,起绒类和毛圈类织物中,丙纶织物的 H 值普通高于棉织物。这是由于丙纶织物是拒水性的,处于织物纤维间的液态水几乎都是毛细水,它是通过物理吸附而存在于纤维间及表面。由于聚丙烯纤维拉伸时

原纤化的结果,使纤维表面易出现缺陷(沟槽、凹坑),这种不光滑的表面有利于毛细水的吸附和传递;而棉纤维含有亲水基团,其吸附力很强,可能阻碍了液态水的传递。

2.2.3 织物的组织结构对 H 值的影响

从表3可见,起绒类织物中试样1的导湿性比试样3高,这可能是前者的结构比后者紧密,即前者纤维之间的毛细管半径较小所致。从表3还可见,纬平织物中试样8(棉盖丙)的 H 值最大。这可从其组织结构的特点加以分析,棉盖丙是双层针织物,其内层为细旦丙纶织物,具有很强的导湿性,穿着时人体汗水首先由其顺利导出,然后又被外层具有强吸水性的棉织物吸收,并在远离皮肤处蒸发,这样皮肤就能保持干燥与舒适。这正是当前国际市场上大量推出春秋棉盖丙双层针织运动服的原因所在^[6]。

2.3 起绒、毛圈、纬平三类织物的保暖性

服装的主要功能之一是保持人体和外界环境间的热平衡,故织物的热传递性能是服用舒适性的重要指标之一。根据不同的需求来合理选择不同热传递性能的衣料,可使穿着更加舒适。各种织物的保暖性测试结果列于表4。由于织物是一个由纤维、空气和水分所组成的混合体,其热传递过程十分复杂,且实际穿着时织物表面的温度与外界温度相差不大。为简化起见,本文只讨论外界空气不流动,织物与热体之间空气层很薄的情况,此时可以忽略对流和辐射对传热的影响,而仅考虑织物的热传导,并用导热系数来表示。导热系数愈小,织物的保暖性愈好。丙纶纤维的导热系数(6.0)仅高于空气(1.0)而低于其它纤维^[7]。棉纤维的导热系数最高(17.0)^[7],故丙纶织物的保暖性比棉织物好。

2.3.1 织物厚度对保暖性的影响

保暖性随织物厚度的增加而增加。试样9

表4 各种织物的传热量 Q 的传热系数 K

样号	织物名称	I/A	V/V	d/cm	$Q \times 10^{-3}/J \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$	$K \times 10^{-3}/J \cdot cm^{-3}(s \cdot ^\circ C)^{-1}$
1	丙纶起绒	0.1607	6.913	0.151	38.73	24.66
2	棉起绒	0.1907	6.493	0.170	44.04	24.91
3	丙纶起绒	0.1593	6.837	0.154	37.81	23.61
4	棉毛圈布	0.1477	6.860	0.167	34.62	19.93
5	丙纶毛圈布	0.1440	6.120	0.148	29.10	18.92
6	棉单罗纹	0.1860	7.940	0.063	54.05	82.48
7	丙纶无网眼纬平	0.1910	8.187	0.051	57.69	108.77
8	棉盖丙纬平	0.1810	7.740	0.067	50.87	73.02
9	丙纶网眼纬平	0.1957	8.383	0.041	60.88	142.77

的 Q 值最大,是因为网眼的存在,且厚度最薄,故其散热量最大,穿着凉爽。

2.3.2 静止空气对保暖性的影响

通常将占有一定空间而相对不活动的空气称为静止空气。在没有内外气流影响的情况下,织物纤维之间空隙和衣下层的空气都属于静止空气。由于空气的导热系数最小,在

不引起自然对流的情况下,静止空气愈多,织物的保暖性愈好。在织物的单位面积相同时,由于丙纶的比重最小,其纤维间的静止空气最多。这亦是丙纶织物更保暖的一个原因。从表4可见,同为丙纶起绒织物,试样3的保暖性略高于试样1。这是因为试样3的每平方米克重较低,其结构较蓬松,静止空气含量较多所

致。

2.3.3 死腔空气对保暖性的影响

包藏在织物纤维之中的静止空气,没有自然对流存在,只有微不足道的空气分子导热。这种处于完全静止状态的空气称为死腔空气,其隔热作用比静止空气大2.3倍。如上所述,细特丙纶是经高倍拉伸制得的,纤维表面缺陷较多,这些缺陷有利于死腔空气的存在,从而增强了丙纶织物的保暖性。

3 结论

a. 细特丙纶针织物的透湿性、导湿性和保暖性均优于棉针织物。

b. 棉盖丙纶针织物的导湿性优于纯棉针织物,适于生产各种针织运动服、游泳衣等。具有优良的服用舒适性,并有广阔的发展前景。

c. 从丙纶的物理特性考虑,应以双层针织物为主。

参 考 文 献

- 1 文光根.《化纤信息》,1991,[7],6
- 2 邱冠雄.《针织工业》,1990,[5],45
- 3 邱冠雄,张源等.《纺织学报》,1991,[4],17
- 4 朱丽丽,许吕崧.《纺织学报》,1987,[6],41
- 5 谢长怡.《针织工业》,1990,[5],40
- 6 蔡致中.《合成纤维工业》,1990,[1],1
- 7 胡良林,吴洪林.《浙江纺织》,1986,[5],51

STUDY ON THE CLOTHING COMFORT OF FINE-DENIER POLYPROPYLENE KNITTED FABRICS

Chen Xi, Teng Guoying, Zhong Leilan and Wang Weiping

Hu Liangling and Cao Xinxian

(China Textile University, Shanghai)

(Haining Chemical Fiber Factory)

ABSTRACT

In this paper, the clothing comfort such as permeability of water vapour, capillary transport and insulating capacity of three kinds of knitted fabrics (knitted fleece, knitted loop cloth and weft knitted fabrics) made of fine-denier PP textured filaments and cotton was studied. The effect of fabric texture on the clothing comfort was discussed and the phenomenon of capillary rising of water in fine-denier PP knitted fabrics was analyzed. The results showed that the permeability of water vapour, capillary transport and insulating capacity of all kinds of fine-denier PP knitted fabrics were better than those of cotton knitted fabrics while the capillary transport of the two-layer ribbed knit made of fine-denier PP textured filaments in the ground layer and cotton in the face layer was better than that of pure PP or pure cotton knitted fabrics.

Key Words: fine denier PP filament; knitted fabrics; clothing comfort

·国外消息·

日本鼓励在建筑材料中 推广应用碳纤维

吴羽化学公司正在考虑扩大其树脂基碳纤维的生产。这种碳纤维重点用于建筑材料中,该公司在与日本一流总承包商 Kajima 公司合作中,正在努力推广这种碳纤维增强混凝土(CFRC)护墙板的用途。其目标是使 Nishiki 工厂的900t/a 装置于3年后达到满

负荷生产。

吴羽化学公司的碳纤维主要用于增强塑料,包括用于刹车垫、汽车零件、齿轮和轴承的增强塑料。这种碳纤维用于工业制品和建筑的比例,目前为2:1,拟在多层楼房推广应用CFRC护墙板后使上述比例变为1:1。这种护墙板重量轻且强度高,因此,在日本的用量逐年增加。

郭秀春摘译自 *Japan Chem. Week*

1992.9.10(1691):3