

1995\91942\1021\001  
95.21(1) 1-6

①

Ts182.5  
Ts181.923

## 纯丙纶针织物导湿性的影响因素探讨

张佩华 邱佩芬 潘伯荣 ✓孙惠芬

(中国纺织大学)

(上海第一纺织工业学校)

## 提 要

A 本文分析了丙纶丝芯吸效应的形成机理, 并从理论和实验两方面探讨了纯丙纶针织物导湿性的影响因素。

关键词: 丙纶, 针织物; 芯吸效应, 导湿性。

中图分类号: TS182.51

近几年来, 随着细旦、超细旦丙纶纤维的发展, 不少学者研究开发了具有舒适功能的贴身丙纶集层针织服装面料<sup>[1]</sup>, 例如真丝——丙纶内衣; 棉盖丙、麻盖丙等集层针织物<sup>[2]</sup>。这些织物都利用了丙纶纤维基本不吸湿, 遇湿不膨胀, 但具有良好的芯吸效应——毛细效应, 它可以将人体皮肤表面的汗水导至织物外层, 使皮肤表面维持干燥, 热量维持平衡, 人的感觉舒适。但纯丙纶针织物是否有良好的导湿性? 有人报告说, 纯丙纶针织物导湿性不好, 甚至没有; 也有人说, 纯丙纶针织物的导湿性很好; 有人甚至提出, 利用丙纶优良的芯吸效应, 将丙纶针织物用作小孩尿布, 以改善皮肤表层的微气候, 抑制细菌的繁殖, 使小孩皮肤不易发炎。

我们在对纯丙纶针织物作芯吸效应试验时, 发现有的纯丙纶针织物导湿性很好, 遇湿后象灯芯草一样, 可将水份迅速引向上升, 并从织物的另一端滴出水珠; 有的纯丙纶针织物导湿性一般, 遇湿后水份会沿织物攀升, 但芯吸效应不强; 有的纯丙纶针织物遇湿后无反应, 无芯吸现象, 有的织物有时有导湿性, 有时无导湿性。因而我们认为丙纶纤维束(丙纶丝)及纯丙纶针织物, 本来是有芯吸效应的, 但其大小, 有无受很多因素的影响, 例如: 原料纤度、织物稀密程度、组织结构、织物表面清洁程度以及织物后处理工艺等等, 这是很需要深入研究的。

## 一、形成丙纶丝芯吸效应的机理

根据分子物理学说<sup>[3]</sup>, 一个固体产生毛细管效应要有两个条件: 一是水份能附着在固

体表面，或者说能润湿固体表面。二是固体能构成足够小的毛细管。

关于第一个条件，其实质就是要求丙纶纤维表面与水之间的相互吸引力比水分子之间的相互吸引力——水的内聚力大。水的内聚力是比较小的，而丙纶纤维虽是拒水性纤维，几乎不能吸收水份到纤维内部，但确能吸附水份到纤维的表面。其间的吸引力——爱德华力是比较大的。这好象普通玻璃那样。所以对丙纶丝来说，这第一个条件是满足的。

当液体与固体表面间的吸附力大于液体的内聚力时，在附着层的液体分子处于特殊的状态。其液体分子所受的合力  $F$  垂直于附着层并指向固体，见图 1。这时分子在附着层内比在液体内部具有较小的势能，根据物体处于平衡时其势能最小的原则，液体内部的分子就要尽量挤入附着层中，使附着层中的分子密度增大，结果使附着层扩展，从而使液体润湿固体，液体表面的切线与固体壁的切线间的夹角——接触角  $\theta$  成锐角， $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ 。

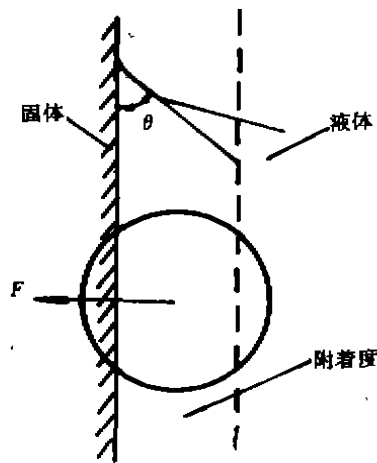


图 1 当液体与固体表面间的吸附力大于液体内部聚力时，附着层液体分子所受的合力

Fig.1 The resultant of forces of liquid molecule in absorption layer when the adsorbent forces between the surface of liquid and solid is larger than the cohesive forces of liquid

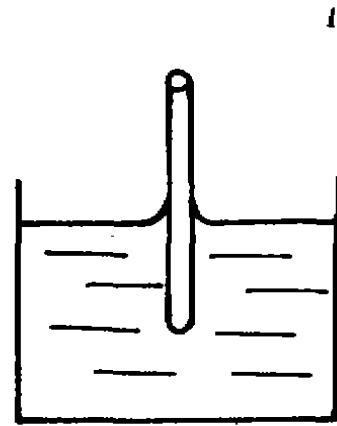


图 2 丙纶丝浸入水中的情况

Fig.2 The situation when the propylene filament garn is macerated in the water

我们曾做了一些实验，例如：将水滴在一些纯丙纶织物表面，水滴不凝聚成珠，而是散开的；将一些丙纶丝伸入水中，水与丙纶丝接触处，水面不呈下压而是上延，如图 2 所示；将纯丙纶织物从水中取出，织物上沾着水，说明水能润湿纯丙纶织物的。

关于第二个条件就是纤维与纤维之间组成足够小的毛细管，水份在此毛细管内表面呈内凹的弯月面。这种内凹的弯月面存在一个附加压强  $P_s$ ， $P_s = \frac{2\alpha}{R}$ ，式中： $\alpha$ ——水份的表面张力系数， $R$ ——弯月面的曲率半径。附加压强的方向是指向液体外部，且向上的。这时，液体(水份)曲面好象一个拉紧了的橡皮膜要被拉出液面似的，促使液面上升。液面上升的高度  $h = \frac{2\alpha}{\rho g R}$ ，从图 3 中可知  $R = \frac{r}{\cos\theta}$ ，式中  $r$ ——毛细管内半径。于是  $h = \frac{2\alpha \cos\theta}{\rho g r}$ ，式中：

$P$ ——液体(水)的比重,  $g$ ——重力加速度,  $\alpha$ ——液体的表面张力系数, 从上式可以看出, 毛细管中液体上升的高度  $h$  与表面张力系数  $\alpha$ 、接触角  $\theta$  的余弦成正比, 而与毛细管的内半径  $r$  成反比。如毛细管的内径不是足够的小, 就不能成毛细管, 液面也就不会上升。当然, 毛细管过小到不畅通或不能构成“管”或“缝隙”, 它的毛细管效应也要受阻碍。这好比两块平板玻璃复合在一起, 两者之间几乎没有缝隙, 水面也不会从此处上升, 我们将丙纶丝束中断打个结, 将丝束一端沉入水中, 发现水沿丝束上升到打结处受到了阻碍, 如将结抽紧, 则水份就阻塞住了。

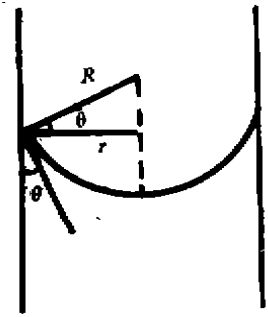


图3  $r$ ——毛细管半径

Fig.3  $r$ ——the ratio of capillary

## 二、影响纯丙纶针织物导湿性的因素

当用丙纶丝弯曲成圈, 编织成针织物时, 由于纱线的串套及纱线与纱线之间的摩擦、挤压, 拉伸变形等, 将影响丙纶丝本身毛细管效应的充分发挥, 有时甚至可能阻塞毛细管, 影响织物的导湿性能。我们通过对一些纯丙纶针织物的芯吸效应试验, 对影响丙纶针织物导湿性的因素分别作了一些探讨。

本文用的导湿性试验, 是将织物剪成  $3\text{cm} \times 30\text{cm}$  的长布条, 将织物一端置于水中, 间隔一定时间, 记录水份向上攀升的高度。

### 1、单丝纤度对导湿性的影响

单丝纤度细的, 其形成足够小的毛细管多, 毛细效应就比较好, 如丙纶细旦丝 ( $0.22\text{tex}$  / 根以下)、超细旦丝 ( $0.11\text{tex}$  / 根以下), 它们的芯吸效应的确好。但根据我们的试验, 一般旦数的丙纶丝织成适宜的组织结构的纯丙纶针织物, 也有很好的导湿性, 而用细旦丙纶丝 (单丝纤度  $0.22\text{tex}$  / 根以下) 的有些针织物, 反而导湿性很差, 几乎没有。这说明影响纯丙纶针织物导湿性的因素不单是单丝纤度, 还有其它因素。

### 2、针织物稀密程度对导湿性的影响

用  $8.25\text{tex}$  / 48F 双股高弹丙纶丝编织两种不同密度的针织物, 测其芯吸效应, 得试验结果平均值如表 1 所示。

从表 1 可以看出, 线圈长度大的试样 B 的芯吸效应大于试样 A, 其导湿性较好。对于相同纤度原料编织的针织物来说, 正常编织状态下, 一般针织物密度小, 丙纶丝的毛细管畅

表 1 不同密度丙纶平针织物芯吸效应试验结果平均值

Table 1 The average values between the different densities of the plain propylene knitted fabrics

高度 (mm) 试样	时间(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	线圈 长度 (mm)
8.25 tex 平针 A		3.17	4.07	4.73	5.2	5.63	6.0	6.57	6.6	6.83	7.07	0.29
8.25 tex 平针 B		3.6	4.67	5.37	5.93	6.47	6.87	7.23	7.47	7.73	8.1	0.31

通, 织物导湿性好。反之, 若织物密度过大, 达到一定程度时, 有可能使丙纶丝的毛细管不畅通, 甚至阻塞毛细管, 从而降低织物的导湿性能。不过密度太稀, 势必造成“足够小的毛细管”较少, 其导湿性也不会好的。

这里还有一个织物的未充满系数问题。当用相同单丝纤度, 而复丝细度不同的丙纶丝编织针织物时, 织物导湿性要视具体情况分析。表 2 是分别选用 8.25tex 单、双股丙纶丝编织平针织物的芯吸效应试验结果平均值。单、双股试样的未充满系数之比为 1:0.85。

表 2 不同未充满系数丙纶平针织物芯吸效应试验结果平均值

Table 2 The average values between the different covering coefficient of the plain propylene knitted fabrics

高度 (mm)	时间(s)	试样									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
8.25tex 平针		3.0	3.97	4.63	5.2	5.6	5.93	6.27	6.53	6.83	7.03
8.25tex/2 平针		3.6	4.67	5.37	5.93	6.47	6.87	7.23	7.47	7.73	8.1

从表 2 可以看出, 双股试样的导湿性较单股试样的导湿性更好些。我们认为双股试样虽稍密实, 但其足够小的毛细管较多, 效应就较好。这些与前面叙述的产生毛细管效应的条件相符合的。

### 3. 针织物组织结构对导湿性的影响

针织物组织结构和种类繁多。从理论上说, 结构简单, 线圈串套过程中相互关联较少, 纱线容易转移变化的那些组织结构, 其毛细管不易受阻塞, 织物导湿性好。表 3 是三种针织物试样的芯吸效应试验结果平均值。

表 3 不同组织结构丙纶针织物吸芯效应试验结果平均值

Table 3 The average values of different structures of the propylene knitted fabrics

高度 (mm)	时间(s)	试样									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
8.25tex/2 平针		3.6	4.67	5.37	5.93	6.47	6.87	7.23	7.47	7.73	8.1
8.25tex/2 网眼 1		3.2	4.5	5.3	5.93	6.5	6.97	7.33	7.7	8.03	8.27
高度 (mm)	时间(min)	试样									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.25tex/2 网眼 2		0.6	1.15	1.43	1.67	2.15	2.27	2.53	2.77	2.77	2.77

其中: 75D/2 网眼 1 结构为:



75D/2 网眼 2 结构为:



从表 3 可以看出：平针试样和网眼 1 试样均具有较好的导湿性。用成对数据秩和检验法检验这两组试样。计算所得统计量  $T_+ = 20$ ,  $T_- = 33$ , 查表得  $T_{0.05} = 5$ , 则  $T_+ > T_{0.05}$ , 说明在 95% 信度下, 二组试样无显著差异, 也就是说, 平针和网眼 1 结构的织物, 其导湿性相仿。

两种网眼结构试样相比, 网眼 2 试样水份向上攀升的速度要慢得多, 导湿性远不如网眼 1 试样。两者虽是线圈十悬弧结构, 但网眼 1 试样属单针单列集圈, 网眼 2 试样属单针双列集圈。由于集圈悬弧的增加, 被集线圈不脱圈次数增大, 纱线张力增加。在被集线圈与二悬弧一起脱套处, 纱线挤压现象增大, 不利于丙纶丝本身及丝与丝之间毛细管畅通。同时, 这种组织结构的网眼较大, 这也减少了整个织物的足够细的毛细管数, 织物的导湿性明显下降。

#### 4. 油污对导湿性的影响

将几块纯丙纶针织物表面擦上一些机油, 立即与未上油的同种丙纶织物作芯吸效应对比试验, 发现两种状态下, 织物的导湿性相仿。若将带油织物静置一段时间, 使其表面干燥后再与未上油的同种丙纶织物作芯吸效应对比试验, 发现两者导湿性有差异, 且前者导湿性差。

这说明丙纶不易吸附油剂, 油分子与织物表面的吸附力远小于水分子与织物表面的吸附力, 使湿状态下带油织物导湿性几乎不受影响。但当表面油剂干燥时, 油剂固结在织物上, 油膜阻碍织物对水的吸附性, 有部分还阻塞了织物毛细管, 使导湿性下降。

#### 5. 化学处理对导湿性的影响

对丙纶针织物用碱液处理, 发现处理后织物导湿性大大下降, 且所用碱液浓度、温度、处理时间不同对导湿性的影响亦不同。表 4 是两种丙纶针织物碱液处理前后的芯吸效应试验结果。

表 4 碱液处理前后丙纶织物吸芯效应试验结果  
Table 4 The test values of the propylene knitted fabrics before and after the alkali treatment

高度 (mm)	时间(min)	试样	时间						
			5	15	25	35	45	55	60
8.25tex / 2 平针	处理前		12.7	15.8	18.3	19.3	20.1	20.3	20.3
	处理后		0.7	0.8	1.1	1.4	1.6	1.6	1.6
8.25tex / 2 网眼 1	处理前		11.8	16.3	18.3	19.2	19.9	20.2	20.4
	处理后		0	0.1	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7

从表 4 可以看出, 碱液处理对织物有破坏性影响。丙纶纤维虽是一种化学稳定性较好的纤维, 但在一定浓度的碱液处理下, 仍会使丙纶纤维表面性状发生变化, 我们认为可能会降低丝与水的吸附性, 从而不利于丙纶优良导湿性的发挥。

但我们用自制的 H-1 溶液对经碱液处理后的织物再进行处理, 结果可以恢复该织物良好的导湿性能, 有的甚至比原有织物导湿性更好。这说明纯丙纶针织物的导湿性有时要受化

学药剂处理的影响,对有些导湿性较差或消失了导湿性的纯丙纶针织物,可以用一些适当的化学药剂进行处理,其表面性能可以激活,这是很有实际意义的。

我们自制的 H-1 溶液,多次用来激活多种纯丙纶针织物,效果都很好。

### 三、结 论

综上所述理论分析及实验结果,我们得出以下几点结论。

- 1、丙纶纤维具有良好的导湿性,纯丙纶针织物在一定条件下也具有良好的导湿性。
- 2、丙纶针织物的导湿性受所用丝的纤度、织物密度和未充满系数、织物组织结构、织物表面是否有油污等等的影响。我们初步探讨它们之间的关系,其机理和规律性还可以进一步深入探讨研究。
- 3、化学药剂的处理对纯丙纶织物导湿性的影响十分明显。有些化学药剂如碱的处理会使纯丙纶织物的导湿性减少甚至消失,但有些化学药剂的处理,如我们研制的 H-1 溶剂,可以使之激活,甚至加强了它的导湿性。

### 参 考 文 献

- [1] Hanspeter Marscher. Product Benefits Offered by Knitted Fabrics Worn Next to the Skin. *Knit Tech*, 1990; (6) 439—446
- [2] 潘伯荣等. 高导湿针织产品——丙麻复合针织物的开发. *上海纺织科技*. 1993; (2); 23
- [3] 李法和. *分子物理学基础*. 济南: 山东教育出版社, 1983; 273—281

## A DISCUSSION ON INFLUENCE FACTORS OF THE MOISTURE CONDUCTION ON THE PURE PROPYLENE KNITTED FABRICS

*Zhang Peihua, Qiu Peifeng, Pan Borong*

(Department of Textile Engineering)

—Abstract—

This paper analyses the formation principle of the propylene filament yarn's wicking effect. By means of theoretical and experimental analysis, some factors affected on the moisture conduction on the pure propylene knitted fabrics are discussed.

**Keywords:** propylene, knitted fabrics; wicking effect, moisture conduction.