

# 丙纶针织物服用性能的研讨

朱丽丽 许吕崧

(中国纺织大学)

**【提要】** 本文从丙纶针织物的原料和结构出发,研讨其服用舒适性。结果表明:织物厚度和孔隙度是影响透湿性的主要因素;织物的保水率与纤维线密度的平方根、厚度和克重之间存在着良好的线性关系。丙纶织物保暖性优良,它的横向拉伸弹性和抗起毛起球性比涤纶织物好。

本文以丙纶长丝及高弹丝织物为研究对象,选了几种相应规格的涤纶长丝和锦纶高弹丝作对比试验。在织物组织设计上,选择

平针等四种组织,试样的准备过程为:编织→调湿处理→热定形,定形温度:涤纶180℃,丙纶120℃,织物结构参数见表1。

表1 织物结构参数

编号	组织	原料长丝 (特/根)	线圈长度 (毫米)	纵密 (横列数/5厘米)	横密 (纵行数/5厘米)	未充满系数	厚度 (毫米)	平方米克重 (克/米 <sup>2</sup> )
D <sub>11</sub>	平	16.7/30涤纶	2.51	93.5	64.0	12.33	0.367	103.12
D <sub>12</sub>			2.93	72.5	53.5	14.33	0.336	90.06
D <sub>13</sub>			3.55	55.5	48.5	17.14	0.319	69.32
P <sub>11</sub>	针	16.7/72丙纶	2.80	84.0	67.5	9.56	0.387	117.62
P <sub>12</sub>			3.13	71.5	61.0	10.63	0.384	100.37
P <sub>13</sub>			3.78	55.5	46.5	12.73	0.376	76.31
P <sub>21</sub>	组	16.7/30丙纶	2.83	83.0	64.5	10.22	0.439	113.91
P <sub>22</sub>			3.13	71.5	62.0	11.23	0.431	104.22
P <sub>23</sub>			3.74	58.0	48.0	13.25	0.407	80.33
P <sub>1</sub>	织	16.7丙纶弹力	4.24	55.9	42.5	—	1.323	179.88
G <sub>1</sub>		15.6锦纶弹力	4.45	65.5	45.5	—	1.223	217.57
PP <sub>1</sub>	双罗纹 不完全 组织 (抽针)	16.7/72丙纶	3.05	81.0	46.5	10.59	0.333	233.3
PP <sub>2</sub>		16.7/30丙纶	3.08	79.0	44.5	10.69	0.926	207.1
DD		16.7/30涤纶	3.01	75.0	44.0	14.83	0.606	195.3
P <sub>24</sub>	1+1罗纹 组织	16.7/30丙纶	3.28	72.5	50.5	11.39	1.05	133.66
P <sub>2</sub>		16.7丙纶弹力	6.72	38.5	34.0	—	1.612	125.89
G <sub>2</sub>		15.6锦纶弹力	7.63	41.5	32.5	—	1.392	146.28
P <sub>35</sub>	单面絮 圈组织	7.8/48丙纶	2.36	100	59	—	0.399	61.4
P <sub>45</sub>		8.3/18丙纶	2.21	120	57	—	0.462	83.8
D <sub>25</sub>		8.3/24涤纶	2.14	92	63	—	0.318	73.1

## 一、起毛起球性

一般来说,原料的性能、织物组织结构  
和后整理工艺对织物起毛起球性的影响比较

大<sup>[1]</sup>。图1、2分别表示平针织物的起毛起球性与纤维细度和线圈长度的关系,五级表示抗起球性最好)。

图1表明:随着单丝细度变细,织物的

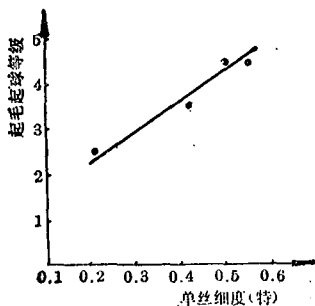


图1 织物起毛起球性与纤维细度关系

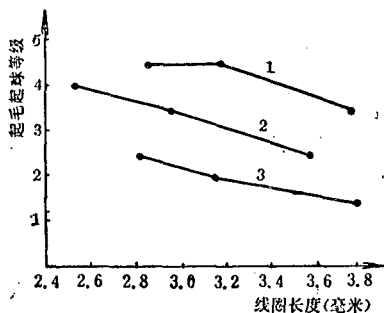


图2 织物起毛起球性与线圈长度关系

1—16.7特/30根丙纶织物；2—16.7特/30根涤纶织物；3—16.7特/72根丙纶织物(图3、5、6同)。

起球迅速增加。通常认为：较粗的纤维比较刚硬，纤维不易弯曲，从而制止了织物中的纤维滑移，并且，竖起于织物表面的纤维头端不易纠缠成球。此外，在长丝总特数相同时，纤维粗，则单丝根数少，从而减少了形成毛茸的纤维头端。由于这些原因，大大降低了粗纤维织物的起球性。

由图2可见，织物线圈长度对起球性的影响也很大，线圈长度愈短，织物愈紧密，当与外界物体摩擦时，纤维不易产生茸毛，而已存在的毛茸又由于纤维之间的摩擦阻力较大，不易滑到织物表面。因此，随着线圈长度的减小，织物的起球性下降。从图中还可看出，原料规格相同时，丙纶织物的抗起毛起球性优于涤纶织物。这是因为丙纶比重轻，当单丝特数相同时，丙纶具有较大的直径和抗弯刚度之故。

## 二、拉伸弹性

织物的弹性在很大程度上取决于纤维表面摩擦性能和纤维拉伸、弯曲等变形的回复能力。同时，织物的结构参数对弹性也有明显影响。

表2列出了平针织物纵、横向定伸长回

表2 平针织物纵横向拉伸弹性

试样	定伸长回弹率(%)	
	纵向	横向
D <sub>11</sub>	88.81	91.83
D <sub>12</sub>	86.30	--
D <sub>13</sub>	82.52	--
P <sub>11</sub>	82.68	94.53
F <sub>12</sub>	81.32	95.03
P <sub>13</sub>	81.15	--
F <sub>21</sub>	82.33	94.56
F <sub>22</sub>	82.63	98.33
F <sub>23</sub>	81.17	--

注：织物纵向定伸长35%，横向定伸长60%。定伸长停顿时间1分钟，松弛时间3分钟。

弹率。结果表明：涤纶织物的纵向拉伸弹性比丙纶好，而丙纶的横向弹性优于涤纶织物，在一般情况下，随着密度的增加，织物的弹性上升。

实验数据呈现出的规律可归纳为：丙纶纤维本身的弯曲弹性较差；另外，单丝特数相同时，丙纶纤维的直径比涤纶大，因此抗弯刚度较大，在织物回复过程中，线圈因接触点摩擦阻力较大而不易恢复原状，故丙纶织物的纵向拉伸弹性低。横向拉伸时，由于丙、涤针织物在横向的定向度不同，涤纶织物的定向度大于丙纶，即涤纶织物中纱线的弯曲变形较丙纶大。因此，涤纶织物回复到初始状态比较困难，织物中的纱线保留有较多的弯曲变形。由于这种影响超过了其他因素对织物弹性的作用，使丙纶织物体现出较为优越的横向弹性。

图3表示织物总密度与纵向拉伸弹性之间的关系。从图中可见：织物的弹性随着织物密度的增加而提高，但是，当密度增加到

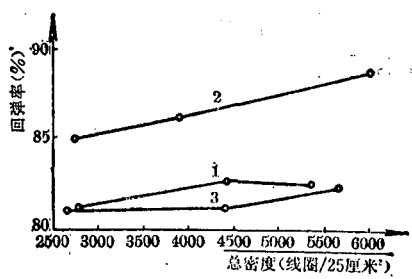


图3 织物总密度与纵向拉伸弹性关系

一定程度后，织物的弹性上升不多，甚至有所下降。如曲线1，当织物密度超过4500线圈/25厘米<sup>2</sup>时，弹性稍有下降。弯曲弹性杆所需的力与曲率半径成反比，如果将线圈看成弹性杆，则当线圈的曲率半径很小时，即线圈长度小的织物中，保持线圈弯曲的应力比疏松织物中的大，且织物的弹性也高。在适当范围内，增加密度，可使弹性增加较多，而摩擦力增加很少，有利于织物弹性的提高。

### 三、透湿性

织物的透湿性实质上是水蒸汽透过织物从高湿区向低湿区的扩散。这种水蒸汽的扩散由两部分组成：一是水蒸汽分子通过纤维对它的吸收和传递，向织物的外表面放出；二是不规则的分子碰撞，而促使水蒸汽通过障碍物向蒸汽压力低的一边扩散。

#### 1. 测试方法

采用织物内气候模拟法和蒸发法测定织物的透湿性。图4为内气候模拟法原理简图<sup>[2]</sup>。图中A表示小室，其温湿度可以调节，B为水槽，由加热器C加热，2表示覆盖于

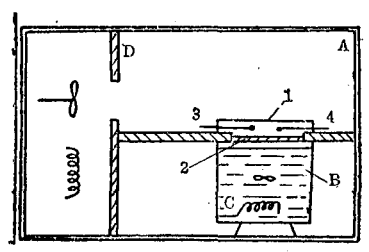


图4 内气候模拟法原理简图

水槽上的人造皮，水槽中的水蒸汽透过人造皮即模仿人体的无感蒸发，1代表被测试样，由1和2所包围的微小空间的气候设为衣服内气候，通过1、2包围区域内的传感器3、4即可测得衣服内气候的温湿度稳态值。测试条件：A室的温度为30±5℃，相对湿度为68.5±0.5%；水槽内水温为50℃。

#### 2. 结果与分析

对于织物的内气候湿度，我们用逐步回归分析法建立其与织物结构参数的关系式，结果如下：

$$\text{回归方程 } y = 68.11 + 21.71x_1 - 0.037x_2$$

$$\text{偏相关系数 } r_{y,1} = 0.748;$$

$$r_{y,2} = -0.515$$

$$\text{复相关系数 } r_{y,p} = 0.882$$

其中：n=24；k=3；α=10%，F(A)=2.96。式中：y为内气候相对湿度；x<sub>1</sub>为织物厚度；x<sub>2</sub>为体积孔隙度。

结果表明：内气候湿度主要受织物厚度和孔隙度的影响。

水汽透过织物的途径是通过织物中纤维的传递，和在一定水汽压力作用下水汽分子沿织物中孔隙的逸出。对于疏水性化纤织物来说，通过织物的水蒸汽运动主要取决于纤维材料的多孔性和织物中纤维间的孔隙。由Woolcock<sup>[3]</sup>提出的织物湿阻与结构的关系式(R<sub>E</sub>=L/B)也说明了这一点。就是说，水蒸汽传递阻力R<sub>E</sub>只取决于织物的几何结构(面积孔隙度β和厚度L)，而与纤维物理性质无关。所不同的是：本文所指的孔隙度是织物的体积孔隙度，即单位体积的织物中未被纤维充实的程度。它可通过下式来计算。

$$\beta_{\text{体}} = \left[ \left( 1 - \frac{f^2}{F^2} \right) + \left( 1 - \frac{\pi F^2 l P_A P_B}{L} \times 10^{-4} \right) \right] \times 100\%$$

式中：f、F分别表示无空气层在内和考虑空气层的纱线直径；P<sub>A</sub>、P<sub>B</sub>分别表示织物的横

密和纵密。

因此,当织物孔隙度增加和厚度减小时,水蒸汽传递阻力减小,织物内气候的湿度下降;反之,当织物厚度增加和孔隙度减小时,水蒸汽传递阻力增大,织物内气候的湿度上升。图5、6表示了孔隙度和厚度对织物透湿率的影响。表3为单面集圈织物透湿性结果。

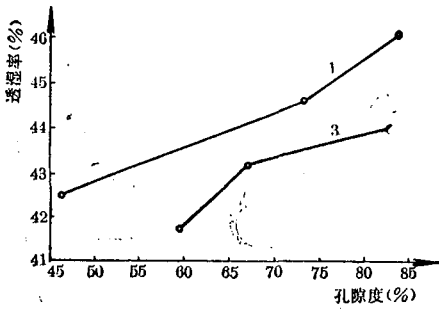


图5 织物透湿率与孔隙度的关系

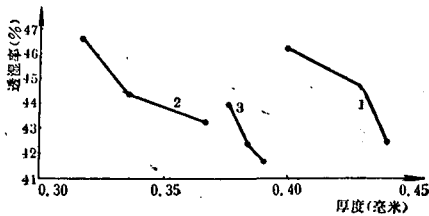


图6 织物透湿率与厚度关系

表3 单面集圈织物的透湿性

试样	孔隙度(%)	厚度(毫米)	内气候湿度(%)	透湿率(%)
P <sub>55</sub>	79.4	0.399	70.07	65.42
P <sub>45</sub>	75.4	0.462	72.13	57.53
D <sub>25</sub>	66.3	0.318	72.05	58.68

表4 平针涤纶织物的透湿性

试样	孔隙度(%)	厚度(毫米)	织物内气候湿度(%)	
			实验值	计算值
D <sub>11</sub>	67.54	0.367	74.04	73.56
D <sub>12</sub>	76.41	0.336	72.54	72.55
D <sub>13</sub>	84.09	0.319	70.90	72.00

上述回归方程是从丙纶织物的实验数据导出,通过验证发现,它对涤纶织物同样是

适用的(见表4)。即当织物的孔隙度和厚度相同时,丙、涤纶织物具有相近的透湿性。

#### 四、液态水传递性

织物的保水率是用以表示织物液态水传递的一个指标,它是单位质量的试样中含有的水份,通常由三部分组成<sup>[4]</sup>:(1)纤维大分子上极性基团的吸水;(2)纤维非晶区的含水;(3)毛细水。本文研究的织物的保水量几乎全部是毛细水。

##### 1. 测试方法

用离心脱水法测定织物的保水率。将试样在蒸馏水中浸湿,使之吸水达饱和,然后在2000转/分的条件下离心脱水5分钟,由式 $[(W_1 - W_2)/W_2] \times 100\%$ 求得保水率( $W_1$ 为试样脱水后重量, $W_2$ 为试样干重)。

##### 2. 结果与分析

由回归分析得丙纶平针织物的保水率与织物结构参数间的回归方程:

$$y = 3.78 - 2.46x_1 + 1.33x_3 + 0.11x_2$$

$$r_{y,1} = -0.968; r_{y,3} = 0.559;$$

$$r_{y,2} = 0.756; r_{y,\rho} = 0.985.$$

式中, $y$ 为保水率; $x_1$ 为纤维线密度的平方根; $x_3$ 为织物克重; $x_2$ 为厚度。

从实验结果可见:保水率与织物克重、厚度和纤维线密度的平方根有着良好的线性关系。其中保水率与纤维线密度值成负相关,与织物克重和厚度成正相关。

一般来说,当织物的质量一定时,纤维线密度小,表示织物中的纤维根数多,由纤维间形成的毛细孔隙也多,因而保持的水份相应地增加。Preston在大量研究的基础上也指出:保水率 $r$ 与 $\cos\theta/\sqrt{\mu\rho}$ 成正比( $\theta$ 为接触角; $\mu$ 、 $\rho$ 分别为纤维的线密度和体积密度)<sup>[4]</sup>。同时,线密度小的纤维,其总的表面积大,由纤维表面吸附的水较多,织物的保水率也将提高。另外,相同原料的织物,其米<sup>2</sup>克重和厚度的增加,提高了织物内的毛细孔隙度,使织物具有良好的保水性。

研究表明,纤维线密度相同时,丙纶与涤纶织物相比,其保水性略显优越,如试样组 DD 与 PP<sub>2</sub>,前者保水率为 4.763%,后者为 6.037%。这是由于丙纶纤维比重轻,纤维表面积较大的缘故。此外,织物的组织结构也较大地影响着保水性。针织物是一种多孔性结构的织物,不同的组织结构,其孔隙的多少、大小也不相同。在研究的三组试样中,抽针织物是以双罗纹组织为基础的;1+1罗纹组织在正反面线圈纵行交界处,反面线圈将以半只线圈的宽度隐潜于相邻正面线圈之后。它们的共同特点是:正、反面线圈相互连接,在厚度方向上形成两个线圈层,从而大大增加了线圈之间、纤维之间形成的孔隙。比较三种织物 P<sub>21</sub>、PP<sub>2</sub>和 P<sub>24</sub>的保水性得其保水率依次为 4.488%、6.037% 和 5.080%,可见,与作为单面织物的平针组织相比,双面织物的保水率比较大。

## 五、保 暖 性

### 1. 测试方法

本实验是在织物保暖性测试仪上进行的。其原理是,用织物包覆热体,通过加热方式,使热体保持恒温,根据单位时间内的加热量,就可得知试样的导热性。

### 2. 结果与分析

表 5 列出了三组试样的实验结果。实验数据表明:各种组织的丙纶织物的保暖性均比对应的锦纶或涤纶织物要好。

表 5 织物保暖性

试样	厚度(毫米)	体积重量(克/厘米 <sup>3</sup> )	保暖率(%)
P <sub>1</sub>	1.345	0.134	50.97
G <sub>1</sub>	1.222	0.178	44.88
P <sub>2</sub>	1.612	0.078	63.27
G <sub>2</sub>	1.392	0.105	50.17
PP <sub>1</sub>	0.833	0.364	36.25
PP <sub>2</sub>	0.926	0.224	48.36
DD	0.606	0.324	34.25

织物的热传递性主要是受其厚度和包裹在织物内的静止空气的影响。在现有的化学纤维中,丙纶的比重最低(为 0.91),这一特性是丙纶织物获得优良保暖的一个重要因素。因为丙纶的低比重性使得在一定的纱支和织物密度条件下,丙纶织物具有较大的厚度和较轻的体积重量,从而提高了保暖性,研究结果还表明:厚度也是影响织物保暖性的主要因素之一。由表 5 可见,随着厚度的增加,织物的保暖性显著提高。

此外,随着纺织材料回潮率的上升,织物的导热系数增大,保暖性下降。由于丙纶的回潮率非常低,其导热率也较低。

组织结构对织物保暖性的影响也较大。

## 六、结 论

1. 织物的起毛起球性与纤维原料细度有良好的线性关系。当原料规格相同时,丙纶织物的抗起球性比涤纶好。

2. 丙纶织物的横向拉伸弹性优于涤纶,但纵向拉伸弹性比涤纶织物差。适当增加织物密度可使其弹性提高。

3. 织物的透湿性主要取决于其孔隙度和厚度。内气候湿度与织物厚度成正相关性,与孔隙度成负相关性。当织物孔隙度和厚度相同时,丙纶与涤纶织物透湿性相近。

4. 织物的保水率与纤维线密度的平方根、织物厚度和克重有很好的线性关系,其中纤维线密度对保水率的影响最大。纤维线密度的降低和织物厚度、克重的增加,都将提高织物的保水性。

5. 丙纶纤维的低比重性和低导热率,使其织物具有优良的保暖性。

## 参 考 资 料

- [1] 范德折等,《纺织材料学》,1980年,纺织工业出版社, p474~496。
- [2] 《染色工业》,1982, No.4, p.5(日)。
- [3] 《T. R. J.》,1984, No.5, p.289~298。
- [4] 《J. T. I.》,1952, T402。
- [5] 《T.R.J.》,1983, No. 4, p.236~251。