

②11-13

TS101.923

研究探讨

TS104.53

真丝/丙纶交织织物性能研究

张丽芝 肖正光

(中国纺织大学 上海 200051)

【摘要】比较了真丝/丙纶交织织物和全真丝织物的性能，用数学方法评定了桑丙交织织物的仿天然效果。

关键词：细旦丙纶 交织织物 仿天然效果

真丝 丙纶 桑丙交织织物

丙纶纤维是近年来崛起的大类化纤品种之一，至今已形成一定的生产规模。但主要应用于地毯、过滤布、土工布等方面，在服用领域应用极少，不少方面还是空白点。根据丙纶所具有的特性，在人口众多的我国发展丙纶服用织物是很值得重视的。与其它合成纤维相比，丙纶具有以下特点：

(1) 比重最轻，仅为 0.91g/cm^3 。相同重量的各种纤维中，丙纶纤维可以具有更大的覆盖面积，使用丙纶可以节省原料，降低成本。

(2) 强度高，弹性高，耐磨性好，其强度可与锦纶、涤纶媲美。

(3) 热传导系数小，保暖性能好，热传导系数只有棉花的 $1/3$ ，被称为“最温暖”的纺织纤维。

(4) 拒水，对皮肤适应性好。丙纶具有抗生物性，不会滋长霉菌，也不会产生过敏现象，它是使皮肤感到舒适的唯一的合成纤维。

(5) 刚性较大。如果单纤维纤度偏大，其制品在穿着时就有粗糙、硬挺和蜡质感，因此宜大力开发细旦丙纶 (1.1dtex 左右) 产品。

由于丙纶的这些特点，细旦丙纶服用面料的开发研究越来越受到人们的重视。本文对真丝/丙纶交织织物和全真丝织物的性能作了对比分析，并用数学方法评价了桑丙交织织物的仿天然效果。

1 桑丙交织织物与全真丝织物性能对比分析

实验所采用的桑丙交织织物采自浙江省科委“细旦丙纶丝织造及染整工艺研究”课题定点生产厂

家，全真丝织物采自杭州丝绸印染联合厂。织物规格见表 1。

表 1 织物规格

试样	经丝组合	纬丝组合	密度 (根/10cm)		织物组织
			经密	纬密	
1#	23dtex × 2 桑蚕丝	55dtex × 1/72 根 细旦丙纶丝	870	470	五枚缎纹
2#	23dtex × 2 桑蚕丝	23dtex × 2 桑蚕丝 2600 捻/m, 2S2Z	1289	530	五枚缎纹

1.1 强力和伸长

按 GB 3923—83 中平行法的试验方法在 Y501 型织物拉伸强力试验机上进行，拉伸速度 $100 \sim 110\text{mm/s}$ ，预加张力 2N ，实验结果见表 2。

从实验结果可以看出，织物 2# 经向强度大于织物 1#，这是因为 1# 和 2# 经向原料相同，而 2# 经密大于 1# 经密，表现在织物性能上是其经向断裂强度比 1# 大。而在纬向，虽然 1# 纬密比 2# 小，但由于 1# 纬向原料是丙纶丝，其强力大于桑蚕丝，使得它在纬密比 2# 小 13% 的情况下断裂强度也比 2# 大 43%，在断裂伸长指标中，由于 1# 纬向是丙纶丝，而丙纶丝的断裂伸长比桑蚕丝大，故 1# 纬向断裂伸长明显大于 2#。在经向，两者原料相同，伸长率也基本相同，这表明全真丝织物改为桑丙交织物后织物强力有较明显的提高。

1.2 悬垂性

按纺织部标准 FJ 539—84 的要求在 YC811 型织物悬垂性测定仪上进行测定，实验结果见表 2。

从实验结果来看，加入细旦丙纶丝后的交织物

表 2 织物性能指标汇总表

试样	强力 (N)		伸长率 (%)		经向折皱回复角 (°)			纬向折皱回复角 (°)			悬垂系数 (%)	抗弯刚度 B (N/cm)			透气量 (l/m ² s)	透湿量 (g/m ² d)
	经向	纬向	经向	纬向	正面	反面	平均	正面	反面	平均		B_T	B_w	$(B_T \cdot B_w)^{1/2}$		
1#	764.4	533.1	20.8	43.6	115.5	118.9	117.2	140.4	132.4	136.4	31.68	188.6	37.2	83.7	53.1	697.3
2#	809.5	303.8	20.3	27.4	124.8	141.6	133.2	123.8	130.8	127.3	29.88	116.9	84.1	99.1	561.2	687.2

研究探讨

悬垂性比全真丝织物略有下降。织物 1# 丙纶含量达到 35.24%，悬垂系数仅比 2# 高出 5.7%，说明加入丙纶使织物的悬垂性有所下降，但下降幅度不大。根据国家标准，涤纶仿真丝织物的优等品要求悬垂系数在 30% 以下，1# 织物达不到，但能达到一等品（35% 以下）的要求。

1.3 抗折皱性

按 GB 3819—83 中水平法的要求在 LAY 织物回能测定仪上进行测定，实验结果见表 2。

纤维的拉伸变形恢复能力是决定织物折皱回复性的重要因素，折皱回复角越大，抗皱性越好。从实验结果可以看出，织物 1# 的纬向折皱回复角大于织物 2#，说明纬丝采用细旦丙纶丝后，由于丙纶在小变形下回复能力较好，织物 1# 折皱回复角增大，从而提高了交织织物的抗皱性能。另外，实验反映出织物 1# 经向折皱回复角小于织物 2#，这主要是因为织物 1# 的经密小于织物 2# 的经密。

1.4 刚柔性

刚柔性的指标——抗弯刚度，可用来评价织物的柔软度。抗弯刚度小，则织物的手感柔软。用斜面法，参照 LFY-22 硬挺度仪使用手动式硬挺度仪测定织物的抗弯刚度，实验结果见表 2。

仿真丝织物希望手感柔软，抗弯刚度小。1# 织物纬向采用丙纶丝后较大幅度地降低了其抗弯刚度，提高了柔软性。纬向抗弯刚度的降低使其总抗弯刚度也低于全真丝织物，手感更柔软。

1.5 透气性

按 GB 5453—85 的要求在 Y561 型织物透气量仪上进行测定，实验结果见表 2。

1# 织物在纬向改用细旦丙纶丝后透气性大幅度降低，这是由于丙纶丝比重轻，比表面积大，在织物中覆盖率大的缘故。夏季用轻薄类织物要求有良好的透气性，在引入丙纶交织时应充分考虑到透气性降低这一影响。相反，冬季用织物要求透气性小些，以利于保暖，这时可以考虑将丙纶引入仿毛织物设计中，提高织物的保暖性。

1.6 透湿性

织物对水蒸气扩散的阻抗对服装的舒适性影响很大。织物的透湿性是除了隔热性以外影响服装舒适性的第二重要性质。按 GB/T 12704—91《织物透湿量测定方法 透湿杯法》中蒸发法测定，实验结果见表 2。

从实验结果看，1# 织物透湿量更大，这除了其经纬向密度均稍小些外，还因为它纬向是丙纶丝，丙纶纤维表面芯吸作用传递水蒸气的能力比较强，使得桑丙交织物比全真丝织物透湿性更好。

2 桑丙交织物仿天然效果评价

在传统的织物评定中，人们习惯用一系列形容词来表达感观评定的结果，如手感软滑、有身骨、丰满、厚实等，带有很大的主观性。另一方面，用仪器测定织物性能时，由于指标较多，也很难综合反映织物的特征。而仿天然织物与天然织物是否接近是一个模糊概念，用模糊数学的方法来评价织物的仿天然效果是符合实际情况的。

2.1 性能指标重要性的近似客观评价

对于所测试的织物的 6 项性能指标，它们在织物仿天然总体效果中的地位是不同的，它们各自的重要性通过权重系数来表示。由于单个评判员的评判或多或少地带有该评判员的主观性，考虑让选定的 m 名评判员对客体 X 同时评判，它们各自独立地对 X 的各项品质因素 X_i 作出评分 $f_j(X_i)$ ($i=1, 2, 3, \dots, n, j=1, 2, 3, \dots, m$)，可以设想，对于客体 X 的某个品质因素 X_i ，众多的评判员的无数次评分是具有数学期望 E_i 的一个样本，有：

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j(x_i) = E_i$$

这就是说，只要 m 足够大，由以上公式给出的评判值总是相当接近客观评判值的。

本文对所测试到的织物性能指标在仿真效果中的重要性采用这种方法评定。评判员选择多年从事纺织、服装行业工作的 10 位专家，他们的评判结果组成了各指标的权重模糊向量：

$W = (\text{强力} \quad \text{悬垂性} \quad \text{抗皱性} \quad \text{刚柔性} \quad \text{透气性} \quad \text{透湿性})$

$$W = (0.05 \quad 0.12 \quad 0.13 \quad 0.14 \quad 0.28 \quad 0.28)$$

其中 W 满足归一化条件，即： $\sum_{i=1}^6 W_i = 1$

2.2 仿真效果的综合评价

对于天然织物的某一指标，也许相似织物 A 与之相似程度更高，而对另一指标，可能相似织物 B 较为适宜。要在各指标相似程度不同的情况下评价一种织物与另一种织物的相似程度，使其从强度、手感、舒适性等各方面综合反映两种织物的相似性可以

研究探讨

用模糊数学的方法。

设有 m 种相似织物, 表征每种织物的性能指标有 n 个, 则 m 种织物的所有指标组成一个 $n \times m$ 矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

相似织物和给定织物的关系可以通过隶属函数 U_{ij} 来表示。相似织物和给定织物的相似性越好, 则相似织物隶属于给定织物的程度越高。根据相似准则, 从统计得出隶属函数为:

$$U_{ij} = 1 - \left| \frac{x_i - c_i \times x_j}{x_i} \right|$$

式中 x_i ——给定织物第 i 个指标值;

x_j ——第 j 种相似织物的第 i 个指标值;

c_i ——第 i 个指标的相似系数, 取作 1。

隶属函数的全体组成隶属矩阵 U , 它是一个模糊关系矩阵:

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1m} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & u_{nm} \end{bmatrix}$$

由于各指标并非等权值, 存在各个指标重要性不同的权值分配问题, 权值的模糊向量采用 2.1 中的评判结果。

按模糊线性加权变换方法得:

$$Z = W \circ U = (w_1, w_2, \dots, w_n) \circ$$

$$\begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1m} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & u_{nm} \end{bmatrix} = (z_1, z_2, \dots, z_m)$$

Z_j 表示了各种相似织物与给定织物的相似程度。

现采用这种方法评定桑丙交织仿真丝织物与全真丝织物的相似程度。需要说明的是: (1) 对于经纬向数值不同的指标, 考虑到丙纶只出现在纬丝中及评判的目的, 取纬向值计算。(2) 对于正反面不同的指标, 取纬向正反面的平均值。

这样处理后桑丙交织织物与全真丝织物的相似程度为:

$$Z_1 = W \circ U_1 =$$

$$(0.05 \quad 0.12 \quad 0.13 \quad 0.14 \quad 0.28 \quad 0.28) \circ \\ (0.25 \quad 0.94 \quad 0.93 \quad 0.82 \quad 0.09 \quad 0.99)^T = \\ 0.6634$$

这种计算隶属函数的方法考虑的是对比织物贴近给定织物的程度。它存在一个弊端: 当 U_{ij} 较小时, 即相似织物和给定织物相似程度较低时, 不能确定是相似织物性能优于给定织物造成的还是相似织物性能比给定织物的差造成的。现考虑将隶属函数的公式改为:

$$U_{ij} = 1 - \frac{x_i - c_i \times x_j}{x_i}$$

这样, U_{ij} 有可能出现大于 1 的值, 使隶属函数不仅能表示对比织物与给定织物的贴近度, 还能说明二者不相似的原因。例如 $U = 1.25$ 表示相似织物某项性能优于给定织物 25%, $U = 0.75$ 表示对比织物某项性能比给定织物差 25%。这比按照原计算公式得出的二者贴近度均为 0.75 更能说明问题, 作了这样的改进后, 织物性能指标中悬垂性与刚柔性两项应作相应的调整: (1) 悬垂性的优劣与悬垂系数呈负相关关系; (2) 对于仿真丝织物来说希望它有较小的抗弯刚性, 故在计算这两个指标时采用:

$$U_{ij} = 1 - \frac{c_i \times x_j - x_i}{x_i}$$

现利用这种方法评价桑丙交织织物仿天然效果:

$$Z_2 = W \circ U_2 =$$

$$(0.05 \quad 0.12 \quad 0.13 \quad 0.14 \quad 0.28 \quad 0.28) \circ \\ (1.75 \quad 0.94 \quad 1.07 \quad 1.18 \quad 0.09 \quad 0.99)^T = \\ 0.8070$$

从 Z_1 来看, 桑丙交织织物与全真丝织物的相似系数仅有 66.34%。进一步分析, 从隶属函数取值看出, 引入了丙纶丝后桑丙交织织物的强力增加较大, 抗折皱性和透湿性有所上升, 使两者相似程度降低较大。采用改进后的评定方法, 可以看出真丝/丙纶交织织物的性能总体上比较接近全真丝织物, 在某种程度上可以代替全真丝产品。这也是将细旦丙纶与其他纤维交织, 改善织物性能, 降低成本的一种努力, 今后还可以在增加交织纤维种类方面作些尝试。

参考文献

- 1 纺织材料学实验教程, 赵书经, 纺织工业出版社, 1987。
- 2 浙江省标准化协会丝绸专业委员会, 丝绸标准手册。
- 3 模糊数学实用集粹, 中国建筑工业出版社, 1991。

(收稿日期: 1999-02-03)