

文章编号: 1673-3851 (2011) 03-0311-05

PTT/真丝交织物的性能研究

陈志蕾, 陆 艳, 郭 靖, 张红霞

(浙江理工大学先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室, 杭州 310018)

摘 要: 为了研究 PTT 纤维及其真丝交织物独特的性能, 测试了 PTT 纤维的 DTY 和 FDY 线型纱线的弹性及拉伸性能; 设计 6 只 PTT/真丝的不同线型交织面料, 研究不同线型、捻度、不同纬线排列比例, 对织物服用性能的影响。测试结果表明: 对同样线密度的 PTT(DTY)、PTT(FDY)与真丝的交织物, 含 DTY 的织物比含 FDY 织物的透湿性能要稍好, 但都不如蚕丝织物; 含 DTY 的织物比含 FDY 织物的弹性回复率高, 这些对生产实践都具有一定的指导意义。

关键词: PTT 纤维; 线型; 弹性; 透湿性

中图分类号: TS155.6 **文献标识码:** A

0 引 言

现今人们对弹性面料的需求越来越大, 以往较多地选用氨纶为原料, 但随着人们对氨纶弹力产品认识的加深, 在多年的生产及消费实践中, 弹力产品的使用厂家及消费者逐渐发现氨纶弹力产品存在的一些不足。在这种背景下, 其他高性能弹力丝成为氨纶替代品的出现是必然的。而 PTT(聚对苯二甲酸丙二醇酯)纤维作为一种新型纺织材料, 其螺旋型的分子结构赋予了纤维较大的伸长能力以及优异的弹性回复能力, 可用于开发弹性优良的弹力织物。PTT 长丝与各类纤维混纺所得织物具有氨纶包缠丝交织的织物一样的弹性, 价格低于氨纶。另外 PTT 克服了 PET 的刚性和 PBT 的柔性, 并且具有优异的回弹性、易染性、抗污性、耐磨性、低吸水性, 以及良好的色牢度, 兼具氨纶、涤纶以及锦纶的优点。在不久的将来, PTT 纤维将逐步代替涤纶、锦纶和氨纶, 而成为 21 世纪应用最广泛的新型纤维^[1-4]。

由于目前人们对 PTT 纤维的 DTY 和 FDY 这两种线型在服用性能方面的研究还很少, 本文首先研究这两种线型在同样线密度下的强力和弹性等性能, 接着对所设计的一系列 PTT/真丝交织面料进行透湿量、弹性等性能的测试, 研究不同线型、捻度、捻向、不同纬线排列比例对织物的性能的影响。

1 实 验

1.1 仪器与材料

YG061F 电子单纱强力机(莱州市电子仪器有限公司), YG601-I/II 型电脑式织物透湿仪(宁波纺织仪器厂), YG065H 型电子织物强力机(莱州市电子仪器有限公司)。

线密度 55.6 dtex 的 PTT(FDY)纱线、PTT(DTY)纱线; 平纹织物, 规格: 1~5 号经密为 32 根/cm, 纬密为 29 根/cm, 6 号经密、纬密均为 32 根/cm。经线均为 3/22.2/24.4 dtex 桑蚕丝 23T/1Z1S, 其它参数见表 1; 平纹织物, 规格: 经纬密均为 40 根/10 cm, 经线均为 23.3 dtex 桑蚕丝, 其他参数见表 2。

收稿日期: 2010-06-13

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAE28B03); 浙江省重大科技专项项目(2008C11071-2); 杭州市科技局项目(20090731P01)

作者简介: 陈志蕾(1985-), 女, 江苏扬州人, 硕士研究生, 主要从事纺织产品的设计与性能研究。

通讯作者: 张红霞, 电子邮箱: hongxiazhang8@126.com

表1 透湿性测试中试样类型

| 试样编号 | 纬纱(按1:1排列) | 纬线中 PTT 的质量百分比/% |
|------|--|------------------|
| 1 | ①[1/55.6dtexPTT(DTY)+1/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 70.5 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(DTY)+1/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/Z | |
| 2 | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(DTY)]19T/Z | |
| 3 | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(FDY)]19T/Z | |
| 4 | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(DTY)]23T/Z | |
| 5 | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(FDY)]23T/Z | |
| 6 | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/2S | 0.0 |
| | ②[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/2Z | |

表2 弹性测试中试样类型

| 试样编号 | 纬纱(按1:1排列) | 纬线中 PTT 质量百分比/% |
|------|--|-----------------|
| I | ①[1/55.6dtexPTT(DTY)+1/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 70.5 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(DTY)+1/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/Z | |
| II | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(DTY)]19T/Z | |
| III | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(FDY)]19T/Z | |
| IV | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(DTY)]23T/Z | |
| V | ①[3/22.2/24.4dtex 桑蚕丝]23T/S | 44.3 |
| | ②[1/55.6dtexPTT(FDY)]23T/Z | |

1.2 测试方法

a) 纱线拉伸性能:按照 GB/T14344—2008《化学纤维 长丝拉伸性能试验方法》进行测试^[5],预加张力 3.4cN,试样夹持距离为 500 mm,拉伸速度为 500 mm/min,每组纱线测试 20 次,求平均值。

b) 纱线弹性:按照 GB/T14344—2008《化学纤维 长丝拉伸性能试验方法》进行测试,拉伸速度为 500 mm/min,定伸长值为 50 mm,每组纱线做 20 次,取平均值。

c) 织物透湿量:依据 GB/T12704—2009《织物透湿量测定方法》中 A 法即吸湿法测试^[6]。

d) 织物弹性:按照 FZ/T01034—2008《机织物拉伸弹性试验方法》中的定负荷弹性回复率来进行测试^[7]。

2 结果与分析

2.1 纱线性能测试结果与分析

PTT(DTY)、PTT(FDY)纱线的强力和伸长数据分别见表 3~表 5。

表3 PTT(DTY)纱线强力

| 统计 | 断裂强力/N | 断裂伸长率/% |
|------|--------|---------|
| 平均值 | 15.3 | 40.4 |
| 最大值 | 15.9 | 46.5 |
| 最小值 | 14.6 | 34.1 |
| CV/% | 3.3 | 11.5 |

表4 PTT(FDY)纱线强力

| 统计 | 断裂强力/N | 断裂伸长率/% |
|------|--------|---------|
| 平均值 | 19.2 | 26.5 |
| 最大值 | 19.6 | 28.8 |
| 最小值 | 18.6 | 24.7 |
| CV/% | 2.4 | 5.9 |

从表3、表4测试结果可以看出,PTT(FDY)的断裂强力比PTT(DTY)的要高。但断裂伸长率要低于PTT(DTY)的。这是由于FDY和DTY的工艺路线不同,FDY为全拉伸丝,而DTY为拉伸变形丝,在拉伸后还要进行变形加工,必然要改变纤维的结晶度,使结晶度降低,强度变弱,弹性变好^[8]。

表5测试结果表明,PTT(DTY)的弹性回复率和PTT(FDY)的弹性回复率相差不大,但前者比后者稍大。这是因为PTT(DTY)是进行拉伸和假捻变形加工制成。往往有一定的弹性及收缩性;而PTT(FDY)已经充分拉伸,没有弹性^[9]。

2.2 小样织物性能测试结果与分析

2.2.1 织物透湿量测试

试样为PTT、桑蚕丝交织双绉织物。

试样透湿量测试结果见图1。

根据图1结果比较可知,各试样的透湿量中,试样6>试样1>试样2>试样3>试样4>试样5。不难看出,a)试样6的透湿性最好,说明真丝的透湿性要好于PTT纤维的。b)除试样6以外,试样1的透湿性最好。虽然试样1中PTT纤维含量最多,达到70.47%,其他试样中PTT含量只有44.3%,但试样1是每梭纬线均含真丝的,而其他试样是真丝和PTT间隔投梭的织物。c)从试样2>试样3,试样4>试样5可以看出含DTY的织物比含FDY的织物的透湿性要稍好。这是因为FDY纱线外观平滑、无蓬松状,各纤维之间密合度相当高,一般断面呈圆形,透气性差,手感较硬。而DTY纱线原料是经过假捻加工,使纱线各纤维分离呈蓬松状,断面呈不规则状,透气性比FDY佳,手感比FDY柔软。d)根据试样2>试样4,试样3>试样5发现,在一定范围内,捻度大小对透湿性也有影响,捻度大的,透湿量小,捻度小的透湿量大。这是因为捻度较小时纱体较蓬松。

假设试样1、4、5、6的经纬纱线中纤维的排列状态、捻度、捻向、毛羽及杂质和条干均匀度,织物组织、经纬纱的屈曲波高、浮长线长短,后整理条件等都完全相同。因经纱都一样,仅考虑各试样纬纱中PTT(DTY)、PTT(FDY)和桑蚕丝所占比例对织物透湿量的影响,可以抽象出一个数学统计模型,进行纬向混纺比与织物透湿量的相关分析的处理。

相关关系是完全不确定的随机关系,在具有相关关系的情况下,当一个或者几个相互联系的变量取值一定时,与之相应的另一变量的值虽然不确定,但它仍按某种规律在一定的范围变化。连续变量之间的相关分析选择Pearson简单相关系数来测定。由于织物纤维含量配比是连续变量,所以选用Pearson简单相关系数来测定^[10-11]。其基本公式如下:

$$r = \frac{\sigma_{xy}^2}{\sigma_x \sigma_y} \quad (1)$$

其中 σ_{xy}^2 为变量 x 和 y 的协方差, σ_x 和 σ_y 分别为两个变量 x 和 y 的标准差。

Pearson简单相关系数 r 有如下的特征:

$|r| \leq 1$, $|r|$ 越大表示两变量相关性越强, $|r|$ 越小表示两变量相关性越弱;

$r=0$,表示两变量不存在线性相关的关系;

$r=1$ 时,表示两变量完全正相关;

$r=-1$ 时,表示两变量完全负相关。

该检验的原假设为两总体样本相关关系为0。在原假设得到满足的情况下,下面的 t 统计量服从自由度为 $(n-2)$ 的 t 分布。此节中 $n=4$ 。表6为纬纱中各纤维的百分含量,表7为透湿量与纬纱中3种纤维百分含量的Pearson简单相关分析。从相关分析的处理结果可以看出,桑蚕丝与试样的透湿量成正相关,而

表5 PTT(DTY)与PTT(FDY)纱线弹性回复率

| 统计 | 弹性回复率/% | |
|------|------------|------------|
| | PTT(DTY)纱线 | PTT(FDY)纱线 |
| 平均值 | 76.5 | 71.8 |
| 最大值 | 77.4 | 72.0 |
| 最小值 | 75.0 | 71.7 |
| CV/% | 1.7 | 0.2 |

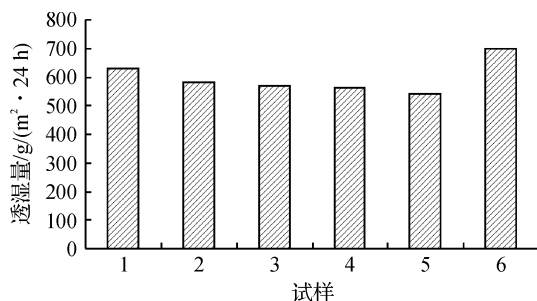


图1 试样透湿量比较

DTY、FDY 与试样的透湿量均成负相关。这刚好也解释了上面对数据结果的简单分析。

表 6 纬纱中各纤维百分含量

| 织物编号 | 纬纱中各纤维百分含量/% | | |
|------|--------------|------|------|
| | DTY | FDY | 桑蚕丝 |
| 1 | 70.0 | 0 | 30.0 |
| 4 | 44.0 | 0 | 56.0 |
| 5 | 0 | 44.0 | 56.0 |
| 6 | 0 | 0 | 100 |

表 7 透湿量与纬纱中 3 种纤维百分含量的 Pearson 简单相关分析

| | | DTY | FDY | 桑蚕丝 |
|-----|----------|--------|--------|------|
| 透湿量 | 相关系数 r | -0.068 | -0.619 | 0.55 |
| | 检验概率 P | 0.932 | 0.381 | 0.45 |
| | N | 4 | 4 | 4 |

2.2.2 织物弹性测试

织物弹性测试数据见图 2。

图 2 中各织物弹性回复率的关系: 试样 I > 试样 IV > 试样 II > 试样 V > 试样 III。不难看出:(a) 由于试样 I 中 PTT 纤维含量最高, 占 70.5%, 且每梭纬线均含 PTT 纤维, 因此其弹性回复率最大, 说明 PTT 纤维的弹性回复性好于真丝;(b) 试样 II > 试样 III, 试样 IV > 试样 V, 表明含 DTY 的织物比含 FDY 织物的弹性回复率好;(c) 捻度大小对弹性回复率也有影响, 试样 IV > 试样 II, 试样 V > 试样 III, 说明在其他条件相同的情况下, 一定范围内, 纱线捻度大的, 织物弹性回复率好。

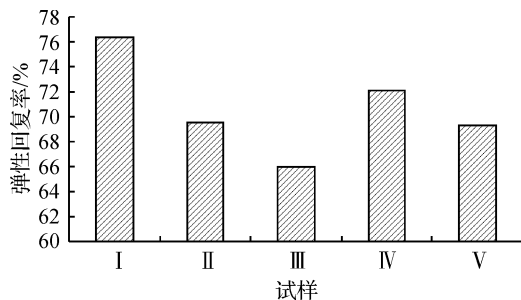


图 2 织物弹性回复率比较

假设试样 I、IV、V 的经纬纱线中纤维的排列状态、捻度、捻向、毛羽及杂质和条干均匀度, 织物组织、经纬纱的屈曲波高、浮长线长短, 后整理条件等等都完全相同。因经纱都一样, 仅考虑各试样纬纱中 PTT (DTY)、PTT(FDY) 和桑蚕丝所占百分含量对织物弹性回复率的影响, 可以抽象出一个数学统计模型, 进行纬向混纺比与织物弹性回复率的相关分析的处理, 相关分析结果见表 8。

由表 8 相关分析处理的相关系数可以看出, 桑蚕丝、FDY 与试样的弹性回复率成负相关, DTY 与弹性回复率成正相关。即织物的弹性回复率随着 PTT(DTY) 含量的增加而提高, 随着 PTT(FDY) 和桑蚕丝含量的增加而降低。这也与上面的分析相吻合。

表 8 弹性回复率与纬纱 3 种纤维含量百分比的 Pearson 简单相关分析

| | | DTY | FDY | 桑蚕丝 |
|-------|----------|-------|--------|--------|
| 弹性回复率 | 相关系数 r | 0.967 | -0.806 | -0.916 |
| | 检验概率 P | 0.164 | 0.403 | 0.263 |
| | N | 3 | 3 | 3 |

3 结论

a) PTT(FDY) 纱线的断裂强力比 PTT(DTY) 的要高; 而 PTT(DTY) 纱线的断裂伸长率和弹性回复率比 PTT(FDY) 的要高; b) 含 DTY 的织物比含 FDY 的织物的透湿性能要稍好, 但都不如蚕丝织物。同时, 在一定范围内, 纱线捻度大的织物, 透湿量小, 反之捻度小的透湿量大。试样透湿量与桑蚕丝含量成正相关, 与 DTY、FDY 纤维含量均成负相关; c) PTT 纤维的弹性回复性好于真丝, 含 DTY 的织物比含 FDY 织物的弹性回复率高; 同时, 在其他条件相同的情况下, 一定范围内, 纱线捻度越大, 弹性回复率也越大。试样弹性回复率与桑蚕丝和 PTT(FDY) 含量成负相关, 与 PTT(DTY) 含量成正相关。

参考文献:

- [1] 周艳琼. 氨纶纤维大热背后的冷思考[J]. 纺织科技进展, 2007(4): 1-3.
- [2] 刘宁, 李梅, 王府梅. PTT 纤维小提花纬弹织物的开发[J]. 山东纺织科技, 2005, 46(2): 8-11.
- [3] 林林. PTT 纤维的特点及开发前景[J]. 聚酯工业, 2009, 22(3): 11-13.
- [4] 周绚丽, 成玲. PTT 纤维的性能及其发展应用前景[J]. 陕西纺织, 2007(3): 43-45.
- [5] 纺织工业标准化研究所. 中国纺织标准汇编 基础标准与方法标准卷: 二[S]. 2 版. 北京: 中国标准出版社, 2000: 251-254.
- [6] GB/T12704—2009 织物透湿量测定方法[S].
- [7] FZ/T01034—2008 机织物拉伸弹性试验方法[S].
- [8] 刘颖, 任永花, 俞建勇, 等. PTT 长丝力学性能的研究[J]. 上海纺织科技, 2005, 33(6): 56-58.

[9] 窦宝盛, 辛婷芬. 利用现有 PET 设备开发 PTT 纤维的介绍[J]. 生产技术, 2009(2): 37-40.

[10] 朱建平, 殷瑞飞. SPSS 在统计分析中的应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 93.

[11] 林杰斌, 刘明德. SPSS11.0 与统计模型构建[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 234.

Research on the Properties of PTT/Silk Mixed Fabrics

CHEN Zhi-lei, LU Yan, GUO Jing, ZHANG Hong-xia

(The Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology
(Zhejiang Sci-Tech University), Ministry of Education, Hangzhou 310018, China)

Abstract: To research the unique performances and advantages of PTT/silk mixed fabrics, firstly, the performances of the two kinds of different yarn combination types of PTT(DTY) and PTT(FDY) are tested and discussed. Then, the researchers design six PTT/silk mixed fabrics with different yarn combination types, in order to study the influence of different yarn combination types, twists and the proportion of weft yarns arrangement on fabrics performances. The results show that for the fabrics with the same linear density of PTT(DTY), PTT(FDY) and silk, compared with fabrics which had PTT(FDY), fabrics with PTT(DTY) is slightly better in moisture permeability, but both are not as good as silk fabrics; elastic recovery rate of fabrics with PTT(DTY) is higher than fabrics with PTT(FDY), etc. It will have some positive meaning to the production practice.

Key words: PTT fiber; yarn combination type; elasticity; vapor transmission

(责任编辑: 许惠儿)