

聚乳酸/棉针织物导湿性能的研究

蒋全光, 李亚滨

(天津工业大学 纺织学部, 天津 300387)

摘要: 以聚乳酸(PLA)长丝和棉纱为原料,充分利用 PLA 的导湿性能和棉纤维的吸湿性能,在尽可能地减小织物横向密度、纵向密度、厚度及克重差异的情况下,通过合理的纤维含量设计,试制出了 7 种不同含量的 PLA/棉针织面料.经过芯吸效应测试、透湿率试验得出:当 PLA/棉含量在 35/65 到 65/35 时,织物导湿性能良好、穿着舒适.

关键词: 聚乳酸;聚乳酸/棉;针织物;毛细效应;芯吸高度;透湿率

中图分类号: TS101.923.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-024X(2013)03-0040-04

Study on guide wet performance of polylactide / cotton knits

JIANG Quan-guang, LI Ya-bin

(Textile Division, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: To polylactic acid (PLA) filament yarn and cotton yarn as raw material, and make full use of the PLA on wet performance and cotton fiber moisture absorption. Case minimize the lateral density of the fabric, the longitudinal density, thickness, and weight differences, through the a reasonable fiber content design, prototype seven different content of the PLA / cotton knit fabric. After wicking test, the experiment showed that when the content of PLA / cotton 35/65 to 65/35, the fabric guide good wet performance, comfortable to wear and provide the basis for the actual production of water vapor transmission rate.

Key words: polylacticacid; polylactide/cotton; knits; capillary effect; core suck height; moisture vapor transmission rate

为使人体体表与织物之间形成舒适的微气候,要求织物具有良好的导湿性能. PLA/棉交织物既具有天然纤维棉纤维的柔软、舒适的特性,又具备可再生纤维聚乳酸纤维的导湿透气、凉爽飘逸、抑菌、抗紫外线辐射的特点^[1],因此受到消费者的青睐.本文以 PLA 长丝和棉纱为原料,设计生产 7 种不同含量的针织物为试样.通过测试比较与分析,得到 PLA/棉纤维含量变化对面料吸放湿性能和芯吸效应的影响规律,可为开发具备导湿性能的 PLA/棉针织面料提供参考依据.

1 实验部分

1.1 面料设计

高导湿面料应具备良好的吸湿、导湿性和干爽性,同时面料的面密度不宜过大^[2].在原料的选择上,

聚乳酸纤维的回潮率与涤纶纤维接近,约为 0.4%,均低于棉纤维,所以它们的吸湿性较差,但聚乳酸纤维的极性氧键与水分子连接引起纤维内有许多的水蒸气转移,可以使水分很快从人体表面转移出去,具有很好的芯吸效应,弥补了因纤维回潮率较低使织物导湿性不佳的缺陷.又由于聚乳酸纤维带有卷曲,其制品较为蓬松,也增加了织物的导湿能力^[3].将回潮率相对较大、吸湿性能较好的棉与具有优异导湿性能的 PLA 纤维交织,形成具有良好导湿性能且具有良好触感的针织面料.

1.2 面料编织工艺

将导湿性能较好的 PLA 长丝与吸湿性良好的棉纱按照一定比例进行合股,利用电脑横机进行织造,得 7 种不同含量 (PLA/棉:100/0,80/20,65/35,50/50,35/65,20/80,0/100) 的针织面料.采用目前针织服

收稿日期: 2012-09-27

第一作者: 蒋全光(1987—),男,硕士研究生.

通信作者: 李亚滨(1958—),男,教授,硕士生导师. E-mail: liyabincn@eyou.com

装中最常用的组织——纬平针组织。纬平针组织又称平针组织,是纬编织物中的基本组织,主要用于内衣、袜品、毛衫以及一些服装衬里的生产中。它由连续的单元线圈向一个方向串套而成,在静力平衡的条件下,纱线因弹性力的作用在接触点产生一定的压力,从而使线圈的几何形态和尺寸保持一定的稳定性^[4]。面料编织结构如图1所示,其正反面结构如图2所示。

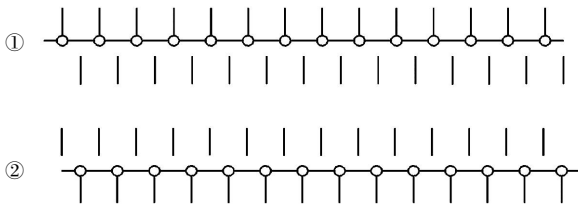
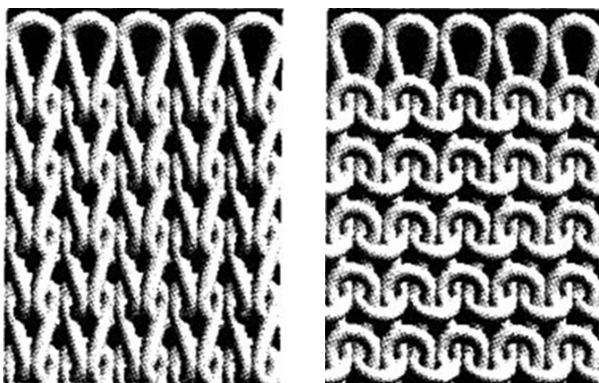


图1 面料编织结构图

Fig.1 Fabric weave structure



(a)正面

(b)反面

图2 纬平针组织的正反面结构

Fig.2 Weft plain organization structure of positive and negative

1.3 试样规格与结构参数

织物的横向密度、纵向密度及织物厚度见表1。

表1 试样材料规格与结构参数

Tab.1 Sample specifications and structural parameters

试样编号	PLA/棉含量比	横向密度/(根·(5 cm) ⁻¹)	纵向密度/(根·(5 cm) ⁻¹)	织物厚度/mm	织物克重/(g·m ²)
1	100/0	63	59	1.09	242
2	80/20	65	60	1.12	236
3	65/35	64	62	1.12	239
4	50/50	61	58	1.15	238
5	35/65	63	62	1.16	240
6	20/80	64	59	1.17	241
7	0/100	60	62	1.19	246

1.4 测试方法

为使实验数据能够准确地反映织物的芯吸性能和吸放湿性能,应尽可能缩小织物试样的差异。测试

前,使用 YG401—L 洗衣机进行洗涤,采用 5A 程序,且加 14 g 洗涤剂(9 g 洗衣粉+5 g 过硼酸钠),洗涤完成后将织物取出用冷水冲洗 3~4 次,悬挂晾干,目的在于去除坯布上的机油及部分杂质,使测试结果更为准确。然后根据芯吸效应和吸放湿性能的测试要求进行试验。

1.4.1 芯吸效应测试

“芯吸”效应是指由于织物内纤维和纱线的毛细管弯曲面附加引力的作用,将进入织物的水分自动引导传输流动,来维持毛细管内流体迁移的性能,它能使水分子沿纤维内孔隙形成的毛细管上升并出现润湿现象^[5]。当人体出汗时,汗液以液态水的形态分布在皮肤表面,通过纤维、纱线和织物的芯吸作用,将液态汗水从织物的一面传递到另一面,并散发到空气中,促进热量的散失,从而体现织物的穿着舒适性^[6]。垂直芯吸效应以毛细高度(cm/(5 min))表征,在规定时间内液体沿纺织品的缝隙上升或渗入的高度即为芯吸高度,其高度越高,说明织物的导湿能力越好,织物芯吸效应越好,越容易将人体表面的汗液向外传递,并加速汗液的蒸发,从而降低人体表面的湿度,使人感觉舒适。芯吸效应的试验方法如下^[7]。

(a) 将 3 条大小为 2.5 mm × 30 mm 的试样在温度为(20±2)℃、相对湿度为 65%±3% 的标准大气条件下放置 24 h 后进行试验。

(b) 将蒸馏水或 0.5% 的重铬酸钾溶液,注入不锈钢恒温槽内至适当高度,使恒温槽内液体温度保持在(27±2)℃范围内。

(c) 调整仪器,使液面均处于标尺的零位。将试样夹紧,在试样下端 8~10 mm 处装上 3 g 张力夹,张力夹上平面与标尺的零位线对齐。

(d) 设定时间 30 min,开始测试,30 min 时蜂鸣器响,立刻量取每根试样条的渗液高度。在渗液高度参差不齐时,测量渗液最高值和最小值。

(e) 芯吸高度按下式计算,计算到小数二位,按 GB/T8170 数值修约到一位小数:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}$$

式中:H 为试样平均芯吸高度(cm/(30 min)); $\sum h_i$ 为各条试样芯吸效应最低值的总和;i 为 1,2,⋯,n;n 为试样条数。

1.4.2 透湿率

透湿率是指在试样两面保持规定的温湿度条件下,规定时间内垂直通过单位面积试样的水蒸气的质

量. 人体出汗时, 为了使汗液不在皮肤上凝聚, 服装织物需具有良好的导湿快干性. 织物透湿率是穿着舒适性的一项重要指标, 能正确反映织物的导湿快干性能. 织物的透湿率越高, 导湿快干性能就越好, 舒适性就好; 相反, 织物的透湿率越低, 导湿快干性能就越差, 舒适性就差. 透湿率的实验方法如下^[9]:

(1) 向清洁、干燥的透湿杯内装入粒度为 0.63~2.5 mm 且在 160 °C 的烘箱中干燥 3 h 的无水氯化钙约 35 g, 并振荡均匀, 使干燥剂成一平面, 干燥剂的装填高度为距试样下表面位置 4 mm 左右; 将直径为 70 mm 的 3 块试样测试面朝上放置在透湿杯上, 装上垫圈和压环, 旋上螺母, 再用胶带从侧面封住, 组成实验组合体.

(2) 迅速将组合体水平放置在温度为 (38±2) °C、相对湿度为 90%±2% 的试验箱内, 经过 1 h 平衡后取出, 迅速盖上杯盖, 放在 20 °C 左右的硅胶干燥器中平衡 30 min, 按编号逐一称量, 称量时间不得超过 15 s; 称量后轻微振荡干燥剂, 使其上下混合.

(3) 除去杯盖, 迅速将组合体放入试验箱内, 经过 1 h 后取出, 按上述方法称量, 每次称量组合体的先后顺序应一致.

(4) 透湿率按下式计算. 实验结果以 3 块试样的平均值表示, 结果按 GB/T8170 修约至 3 位有效数字:

$$WVT = \frac{\Delta M - \Delta m}{A \times t}$$

式中: WVT 为透湿率(g/(m²·h)); ΔM 为同一实验组合体两次称量之差(g); Δm 为空白实验的同一实验组合体两次称量之差(g), 不做空白实验时, Δm = 0; A 为有效实验面积 (m², 本装置为 0.002 83 m²); t 为实验时间(h).

2 结果与分析

织物的芯吸效应和透湿率的测试结果如图 3、图 4 所示.

当所采用的织物试样组织结构、线圈密度、织物厚度及克重等差异不大时, 织物的芯吸效应和透湿率差异主要取决于试样纤维的性能特征和织物中纤维的含量比值.

由图 3 可以看出, 随着织物中聚乳酸纤维含量的减少, 织物的芯吸高度下降, 芯吸效应减弱. PLA 纤维横截面形态为圆形, 表面有斑点, 表层和内层具有不同的结构特点, 表层较为紧密, 切片表面光滑, 而内层的结构疏松、有空隙, 产生皮芯结构; 孔洞或裂缝使纤

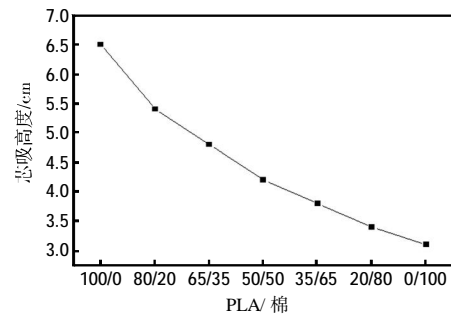


图 3 织物芯吸效应测试结果

Fig.3 Fabric wicking effect test results

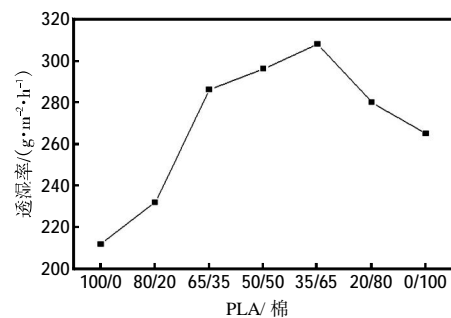


图 4 织物透湿率测试结果

Fig.4 Fabric moisture permeability rate test results

维很容易形成毛细管效应, 从而表现出非常好的芯吸和扩散现象. 所以, 随着织物中 PLA 纤维含量的增加, PLA 纤维的皮芯结构及表面的沟槽、空洞、裂缝均能够产生良好的“芯吸”效应, 使水分子沿纤维表面形成的毛细管迅速上升, 发生润湿现象. 因而人体产生的汗液能够较好地通过织物向外扩散排放, 由此可确定 PLA 纤维具有良好的导湿性能. 而棉纤维具有较多的天然转曲, 形成的利于毛细效应的导湿槽比表面积小于 PLA 纤维取向上沟槽所形成的比表面积, 此外, 棉纤维的结晶度较低, 其良好的吸湿性能使得纤维吸湿后发生溶胀^[9], 也在一定程度上降低了芯吸高度. 因此“芯吸”效应明显比 PLA 纤维低, 故随着织物中棉纤维含量的增加, 织物的芯吸高度减小, 芯吸效应变弱, 从而导湿性能变弱.

从图 4 中可以看到曲线出现明显的拐点, 根据曲线趋势大致可分为 3 个阶段: 棉纤维含量从 0 增加至 35%, 织物透湿率迅速增加; 从 35% 到 65%, 织物透湿率增加幅度明显减小; 从 65% 增至 100%, 织物透湿率急剧下降. 这是因为 PLA 纤维具有非致密结构, 孔洞或裂缝使纤维很容易形成毛细管效应从而表现出非常好的芯吸和扩散现象. 但是, PLA 纤维吸湿性差, 而棉纤维的吸湿性较强, 在这方面正好与棉纤维存在互补性^[10], 因此 PLA 与棉混纺, 可以提高织物导湿透湿

性能.在第一阶段,织物中聚乳酸含量较高,因其吸湿性较差,所以织物透湿性能较差;随着棉纤维含量增加,织物吸湿性能增强,聚乳酸纤维发挥出其良好的导湿性能,织物透湿率迅速增加.第二阶段,随着2种纤维含量趋于平衡,棉纤维的吸湿和聚乳酸的放湿均到达最高水平,织物透湿率增加幅度明显减小.第三阶段,随着聚乳酸纤维含量减少,织物放湿性能减弱,导致透湿率明显下降.

3 结论

(1) PLA纤维具有良好的芯吸性能,优于棉纤维. PLA/棉交织物的吸放湿性能和芯吸效应优于纯棉织物;随着织物中PLA、棉含量的变化,织物的舒适性能发生变化.

(2) PLA纤维的吸湿性较低,而棉纤维的吸湿性较强,在这方面正好与棉纤维存在互补性,因此可与棉混纺,改善棉的强度、手感与导湿透湿性能.

(3) PLA/棉含量在35/65到65/35区间内,充分发挥了棉纤维的吸湿性能和PLA纤维的导湿性能,使织物具有良好地芯吸性能和较高的透湿率.当人体出汗

后,短时间内,织物可迅速吸收、排出汗液,使人体感觉凉爽、舒适.

参考文献:

- [1] 朱树平. 聚乳酸纤维的结构性能和应用前景[J]. 广西轻工业纺织与设计, 2011(3): 108-109.
- [2] 吴青, 吴济宏, 沈军. PLA/棉导湿干爽针织面料的开发[J]. 上海纺织科技, 2009, 37(1): 36-38.
- [3] 瞿永, 卜佳仙. 聚乳酸纤维织物服用性能测试与分析[J]. 纺织学报, 2008, 29(11): 48-51.
- [4] 龙海如, 马建伟. 针织学[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2004.
- [5] 储咏梅, 王琪. 竹原纤维织物芯吸效应的测试研究[J]. 毛纺科技, 2008(2): 50-53.
- [6] 陈志华, 马顺彬, 顾平. 竹棉织物的吸放湿性能和芯吸效应[J]. 天津工业大学学报, 2010, 29(2): 25-29.
- [7] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. ZB W04 019-90 纺织品 毛细效应试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1990.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T12704.1-2009 纺织品 织物透湿性试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [9] 何天虹, 吴焯芳, 姚金波, 等. 吸湿快干纯棉针织物的设计新思路[J]. 针织工业, 2005(12): 41-43.
- [10] 朱兰芳, 李亚滨. 聚乳酸纤维吸湿性能的研究进展[J]. 轻纺工业与技术, 2012, 41(1): 49-51.

(上接第39页)

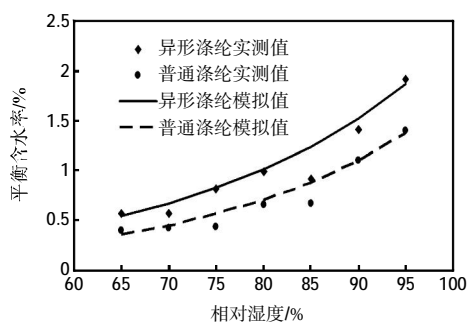


图5 35℃下实测值与模拟值的比较

Fig.5 Comparison between measured and simulated values

由图5可见,模拟值与实验值吻合较好,两者变化趋势相同,吸湿等温线呈曲线变化.由此可知,该模型能很好的模拟某类织物在给定条件下的吸湿等温曲线,能够预测出一定温度和相对湿度下的平衡含水率,且可为其他织物吸湿模型的建立提供借鉴与参考.

3 结论

(1) 在相同环境条件下,材质对吸湿平衡含水率的影响远大于组织结构,组织结构相同的异性涤纶织

物的吸湿性优于普通涤纶.

(2) 相对湿度、温度对平衡含水率均有一定的影响,且相对湿度比温度有更大的影响作用.

(3) 多分子层吸附模型能对织物在一定环境条件下的平衡含水率进行较好的预测.

参考文献:

- [1] 梁飞, 王锐, 张大省, 等. 异形改性涤纶织物结构设计及其吸放湿性能[J]. 纺织学报, 2006, 27(8): 71-75.
- [2] 刘月玲. 异形改性涤纶面料与纯棉面料性能对比[J]. 棉纺织技术, 2011, 39(8): 26-28.
- [3] 何芳, 周静宜. 平纹织物湿舒适性能的研究[J]. 天津工业大学学报, 2011, 30(1): 32-35.
- [4] 刘凌杰, 杜迎春. 织物吸湿多分子层模型的模拟[J]. 纺织学报, 2008, 29(7): 30-33.
- [5] DAS Brojeswari, DAS A, KOTHARI V K, et al. Studies on moisture transmission properties of PV-blended fabrics[J]. The Journal of The Textile Institute, 2009, 100(7): 588-597.
- [6] 曾庆衡. 物理化学[M]. 长沙: 中南大学出版社, 1997.
- [7] 尹元根. 多相催化剂的研究方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.
- [8] 陈甘棠. 化学反应工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.