

改性涤纶织物的凉爽性能研究

方 芳, 李艳清, 李秀敏, 张顺花, 祝成炎
(浙江理工大学 材料与纺织学院, 杭州 310018)

摘要: 采用添加有热传导改性粉体矿物质颗粒的凉爽涤纶纤维、十字截面涤纶纤维及普通涤纶纤维为原料, 设计试制了3种规格相同、纤维种类不同的机织物, 并对凉爽涤纶织物、十字截面涤纶织物及普通涤纶织物的导热性、透湿性、导湿性及散湿性等凉爽舒适性能进行了比较研究。结果表明: 凉爽涤纶织物的导热系数、最大瞬时热流量值均大于十字截面涤纶织物和普通涤纶织物, 表现出优异的热传导性能; 十字截面涤纶织物的吸湿排汗效果最佳, 说明纤维物理形态结构仍然是改善织物吸湿、导湿性能的重要手段。

关键词: 改性涤纶纤维; 凉爽性; 热传导性; 吸湿排汗

中图分类号: TS156 文献标志码: A 文章编号: 1001-7003(2012)09-0030-05

Study on the coolness property of modified polyester fabrics

FANG Fang, LI Yan-qing, LI Xiu-min, ZHANG Shun-hua, ZHU Cheng-yan

(College of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This thesis uses cool polyester fiber added heat conduction modified powder minerals solids, crisscross section polyester fiber and general polyester fiber to design three kinds of fabrics with the same specification and different kinds of fiber. Then, it implements comparative studies on cool polyester fiber, crisscross section polyester fiber and general polyester fiber, such as thermal conductivity, moisture-penetrability, liquid transportability and moisture dissipation. The results show that the coefficient of heat conductivity and maximum instant heat discharge are larger than those of crisscross section polyester fiber and general polyester fiber. Consequently, the thermal conductivity of cool polyester fabric is excellent. Besides, the moisture absorption and perspiration of crisscross section polyester fiber are the best, which states that the physical form structure of fiber is still an important way to improve the moisture absorption and moisture transmission of fiber.

Key Words: Modified polyester fiber; Coolness property; Thermal conductivity; Moisture- absorbing and sweat-discharging

随着人们对服装功能化、低碳化要求的不断提高, 消费者对夏季服装面料的凉爽性能提出了更高的要求。为使穿着者拥有清凉的感觉, 织物需同时具备凉和爽两方面的性能。所谓凉是指织物能对人体起到快速降温的作用, 该性能主要由纤维的导热性能决定; 爽即干爽, 是指织物经芯吸、扩散、传输等方式将人体产生的气态汗、液态汗迅速排放到织物的外层进而蒸发, 从而在人体皮肤表面与服装内侧形成干燥的微气候区。这也就是通常所指的织物吸湿排汗及散

湿性能^[1]。目前, 美国、日本、韩国及中国台湾等国家和地区已相继研究并推出了具有高散热、低比热、高吸湿的凉爽纤维。如台湾逢甲大学郑国彬教授和展邑科技有限公司联合研发的凉爽型WinCool系列纤维, 由于含有吸热慢而散热快的复合矿物粉末而赋予纤维凉爽感, 利用该纤维生产的面料具有优异的热传导性能, 可将冰凉凉爽的感觉通过纱线传递到皮肤, 起到调节人体表面微气候的作用^[2]。中国大陆对凉爽纤维及其织物的研究起步较晚, 目前针对凉爽性多功能面料的研究, 还主要集中于异形截面吸湿排汗类纤维面料的开发^[3-6]。

笔者对添加有热传导改性粉体矿物质颗粒的凉爽涤纶织物、十字截面涤纶织物及普通涤纶织物的凉爽舒适性能进行了比较研究, 为进一步开发凉爽涤纶纤维及其织物提供数据支持。

收稿日期: 2012-05-15

作者简介: 方芳(1991—), 女, 2008级纺织工程专业本科生。通讯作者: 李艳清, 讲师, enchinglee@163.com。

1 试验

1.1 试验材料

试验所用的凉爽涤纶纤维、十字截面涤纶纤维、普通涤纶纤维均由浙江恒逸集团有限公司提供,规格为166.7 dtex/96根。其中凉爽涤纶纤维是在纺丝过程中以母粒添加的形式将5%的纳米级冰凉改性矿物质母粒(矿物质成分约为20%)与聚酯切片熔融共混纺丝而成。其基本性能参数如表1所示。

表1 凉爽涤纶纤维与其他涤纶纤维的性能比较

Tab.1 Properties of cool polyester fiber and other polyester fibers

纤维种类	纤度/dtex	直径/ μm	强力/cN	断裂伸长率/%	截面形状
普通涤纶纤维	166.67	117.91	675.54	24.82	圆形
十字截面涤纶纤维	166.67	119.35	592.17	18.56	十字形
凉爽涤纶纤维	166.67	112.12	467.75	19.57	圆形

表2 试样规格参数

Tab.2 The specification of samples

试样编号	经纬原料		经纬密度/(根·10cm ⁻¹)	紧度/%	厚度/mm	平方米质量/(g·m ⁻²)	织物组织
	原料成分	纤度/dtex					
1	普通涤纶纤维	166.67	400×320	67.09	0.298	139.4	平纹
2	十字截面涤纶纤维	166.67	400×320	67.68	0.322	139.7	平纹
3	凉爽涤纶纤维	166.67	400×320	64.63	0.302	139.1	平纹

1.2.3.1 导热系数测试

利用YG(B)606D型平板式保温仪,按照GB/T 11048—2008《纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定》测定各试样的导热系数 λ 。试样尺寸为30 cm×30 cm。

1.2.3.2 最大瞬态热流量测试

利用KES-F7IIB接触冷暖感试验仪,参照台湾地区FTTS—FA—019《织物瞬间凉感验证规范》测定各试样的最大瞬态热流量 $Q_{\max}$ 。试样尺寸为20 cm×20 cm(实测面积为5 cm×5 cm)。

1.2.3.3 透湿量测试

利用YG601-I/II型电脑式织物透湿仪,按照GB/T 12704—2009《纺织品 织物透湿性试验方法 第1部分:吸湿法》。A吸湿法测试织物的透湿量WVT。试样直径为70 mm。

1.2.3.4 芯吸高度测试

利用YG(B)871型毛细管效应测试仪,按照标准FZ/T 01071—1999《纺织品毛细效应试验方法》测试试样在30 min时的芯吸高度 H ,经纬向取平均值。试样尺寸为2.5 cm×20 cm。

1.2 试验方法与仪器

1.2.1 改性涤纶纤维的形态结构观测

采用JSM-5610型扫描电子显微镜放大2 000倍,对凉爽涤纶纤维和十字截面涤纶纤维的横截面与纵向结构进行观测。

1.2.2 织物试样准备

为方便比较,分别以3种涤纶纤维为原料,利用ASL2000-B全自动织样机试制了3种相同织物规格不同纤维种类的织物小样。试样的基本规格参数如表2所示。

1.2.3 织物凉爽舒适性能测试

对试样进行凉爽舒适性能测试。其中,织物的导热性能以导热系数和最大瞬态热流量表征;织物的气态汗的传导能力以透湿量表征,对液态汗的吸收能力以芯吸高度表征,对液态汗的释放能力以散湿速率表征。所有试验均将试样在标准大气条件下平衡24 h后进行。

1.2.3.5 散湿速度测试

参照台湾地区的FTTS—FA—004《吸湿排汗速干纺织品验证规范》进行测试。裁剪5 cm×5 cm的试样,记录干质量 $W_i(\text{g})$,在试样正中间处以移液管于滴管尖端距试样约1 cm高处滴下0.2 mL水,开始记录试样湿质量 $W_0(\text{g})$,然后每隔10 min称质量 $W_f(\text{g})$,测试40 min,以残余水分率(RWR)为指标绘制织物的散湿速率线,并以第40 min时的残余水分率作为织物对液态汗的释放能力的标准。其中残余水分率用式(1)计算:

$$\text{RWR}/\% = \frac{W_i - W_f}{W_0 - W_f} \times 100 \quad (1)$$

2 结果与分析

2.1 改性涤纶纤维的形态结构

两种改性涤纶纤维的纵横向形态结构特征如图1所示。由图1a、b可以清楚地看到:添加于凉爽纤维体中的热传导改性粉体颗粒呈片状结构,纵横截面类似于普通涤纶纤维。图1c、d所示为十字截面涤纶纤维的形态结构,纵向光滑,有明显的沟槽;横截面呈标准的十字结构。

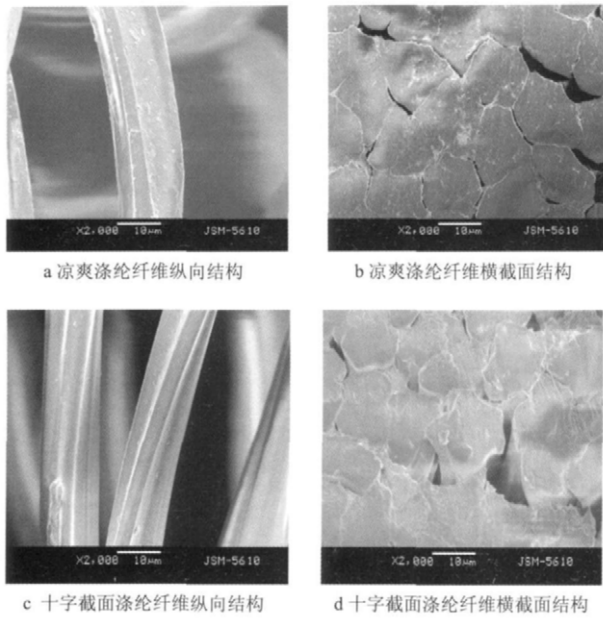


图1 改性涤纶纤维的形态结构

Fig.1 The morphological structure of modified polyester fiber

2.2 织物的凉爽舒适性能

2.2.1 织物的导热性能

织物的导热性能包括导热系数和瞬时接触冷感两方面。图2和图3分别显示了凉爽涤纶织物与普通涤纶织物、十字涤纶织物的导热系数和最大瞬态热流量。

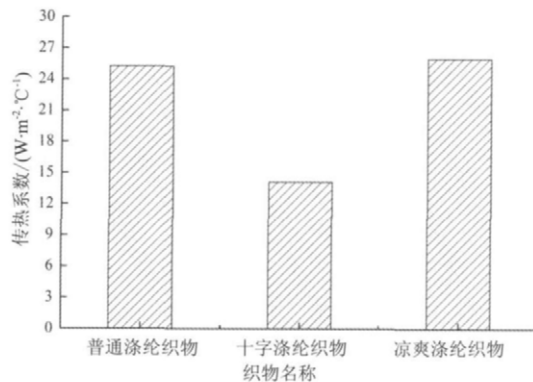


图2 织物的导热系数对比

Fig.2 The thermal conductivity of samples

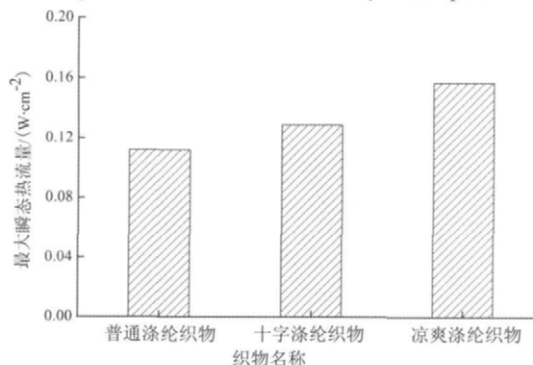


图3 织物的接触冷感对比

Fig.3 Comparison of fabric's transient cool feeling

织物是由纤维和空气共同构成的纤维复合体，因此织物的导热系数由纤维本身和蕴含其中的空气共同决定；而织物与人体接触时，热量将通过织物的传递、吸收等方式由人体皮肤转移到织物，此时产生的最大瞬态热流量则主要由纤维自身的性能决定，同时该值也决定了织物接触冷感的强弱。

图2和图3显示，与普通涤纶织物和十字截面涤纶织物相比，凉爽涤纶织物具有非常优秀的导热性能，接触冷感明显。这主要是由于凉爽涤纶纤维中所加的改性粉体矿物质颗粒具有优异的导热性能所致。相对而言，十字截面涤纶织物则由于纤维内部沟槽中容纳的空气量多于普通涤纶织物和凉爽涤纶织物，空气的导热系数远远小于纤维的相应值，因此十字截面涤纶织物的导热系数比普通涤纶织物和凉爽涤纶织物的相应指标都要小；但同时十字截面涤纶纤维的沟槽结构也有利于热量的流失，因此其最大瞬态热流量较普通涤纶织物大，接触冷感有所增强。普通涤纶织物与人体接触时的最大瞬态热流量最小，接触冷感最弱。

2.2.2 织物的透湿性能

图4所示为凉爽涤纶织物、普通涤纶织物与十字涤纶织物的透湿量测试结果。

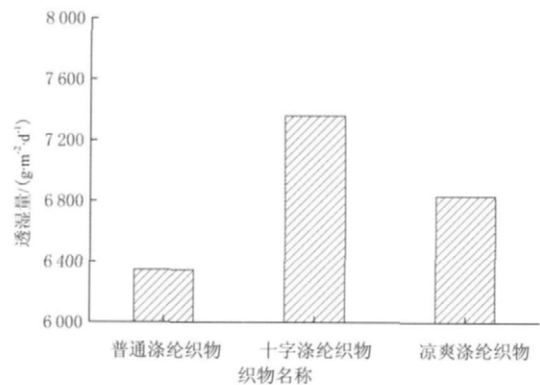


图4 织物的透湿性能对比

Fig.4 The moisture permeability of samples

图4显示，凉爽涤纶织物的透湿性能介于十字截面涤纶织物与普通涤纶织物之间。与普通涤纶织物相比，凉爽涤纶织物、十字截面涤纶织物的透湿量分别提高了16.03 %和7.70 %。众所周知，水汽透过织物主要是通过两种方式实现：一种是利用纤维自身的吸湿能力，将高湿空气中的水汽从织物的一面输送至织物的另一面，并向低湿空气中释放；另一种方式则是水汽直接通过织物内纱线之间、纤维之间的空隙扩散至织物的另一面^[7-8]。由于试验所选取试样的织造规格相同，因此可认为3种织物透湿性差异的产生主要是由于纤维自身的吸湿性能和排湿性能差异所导致。十字截面涤纶纤维具有异形截面，每根纤维表面在轴向存

在微型沟槽,为纤维的导湿和排湿创造了条件;凉爽涤纶纤维中矿物质颗粒的存在也使凉爽涤纶纤维的内部结构较普通涤纶纤维疏松些,使得织物的透湿性能有所改善。

2.2.3 织物的吸湿性能

图5所示为凉爽涤纶织物、普通涤纶织物与十字涤纶织物的芯吸高度测试结果。

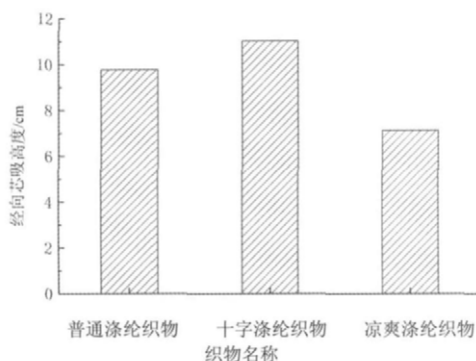


图5 织物的吸湿性能对比
Fig.5 The hygroscopicity of samples

图5表明,3种织物中十字截面涤纶织物的芯吸高度最高,导湿快,而凉爽涤纶织物的芯吸高度甚至不如普通涤纶织物。分析认为十字涤纶织物良好的吸湿性能主要源于其沟槽结构。与圆形截面相比,十字形截面为纤维自身提供了更大的表面积,使纤维容易形成毛细效应,增加纤维的吸湿导湿能力,而且也使纤维毛细间隙保持的水分增加。而凉爽涤纶纤维中由于添加了热传导改性粉体矿物质颗粒,阻碍了水分在涤纶纤维内部的传递,因此凉爽涤纶纤维的芯吸高度比普通涤纶纤维的要小。

2.2.4 织物的散湿性能

3种织物在40 min内残留水分率随时间变化的散湿速率线如图6所示。在前20 min以内散湿过程中,3种织物的散湿速率基本一致;但20 min以后凉爽涤纶织物的放湿快干速度明显快于普通涤纶织物和十字截面涤纶织物;第40 min时,凉爽涤纶织物的残留水分率仅为1.39%,远远优于普通涤纶织物的残留水分率6.26%和十字涤纶织物的残留水分率3.41%。这可能和相同纤度、相同织物规格情况下,凉爽涤纶纤维直径较细、进而织物紧度较小有关。根据FTTS—FA—004《吸湿排汗速干纺织品验证规范》的规定,当第40 min时RWR值小于40即可认为该织物具有快干性能。因此可以认为这3种织物均具有良好的快干性能,快干等级达到4级以上,其中凉爽涤纶织物达到5级属优秀水平。

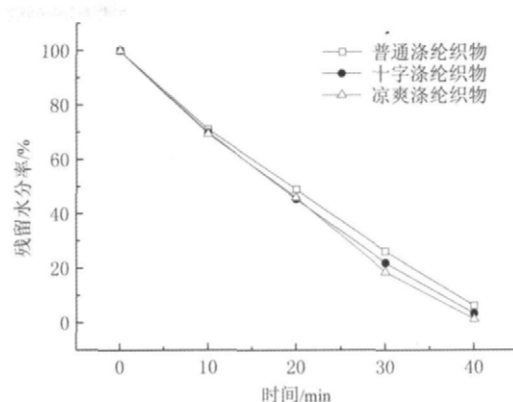


图6 织物的干燥速率对比
Fig.6 The drying rate of samples

3 结论

通过对凉爽涤纶织物、十字形截面涤纶织物及普通涤纶织物的导热性、透湿性、导湿性及散湿性等凉爽舒适性能测试与对比分析,获得如下结果:

1)凉爽涤纶织物的导热系数和接触冷感优于十字形截面涤纶织物和普通涤纶织物,表明向聚合物中添加有热传导改性粉体矿物质颗粒可以有效提高织物的导热性能。

2)十字形截面涤纶织物的吸湿排汗效果优于圆形截面的普通涤纶织物和凉爽涤纶织物,说明纤维物理形态结构仍然是改善织物吸湿、导湿性能的重要手段。

3)将添加热传导改性粉体矿物质颗粒和纤维截面异形化两种纤维改性手段同时使用,可同时赋予纤维及织物“凉”和“爽”的服用性能,满足消费者对低碳化的要求。

参考文献:

- [1]任晓刚, 齐鲁. 凉爽纤维的研究现状及应用[J]. 合成纤维工业, 2010, 33(1): 39-41.
REN Xiaogang, QI Lu. Research progress and application of cool fibers[J]. China Synthetic Fiber Industry, 2010, 33(1): 39-41.
- [2]倪中秀, 陈纲, 王云龙. 有机棉竹浆WinCool混纺纱的开发[J]. 棉纺织技术, 2011, 39(9): 583-586.
NI Zhongxiu, CHEN Gang, WANG Yunlong. Development of organic cotton bamboo WinCool blended yarn[J]. Cotton Textile Technology, 2011, 39(9): 583-586.
- [3]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.
LIANG Fei, WANG Rui, ZHANG Dasheng, et al. Structure design of profile modified polyester fabric and its hygroscopicity and moisture liberation properties[J]. Journal of Textile Research, 2006, 27(8): 71-75.
- [4]倪海燕, 付世伟. Coolplus纤维针织物的热湿舒适性能研究[J]. 现代纺织技术, 2008(4): 44-46, 53.

- NI Haiyan, FU Shiwei. Study on the Thermal and Moisture Comfort Properties of Coolplus Polyester Knitted Fabric[J]. Advanced Textile Technology, 2008(4): 44-46, 53.
- [5]柯宝珠. U形涤纶面料的动态热湿传递性能[J]. 丝绸, 2009(1): 39-41.
- KE Baozhu. Dynamic Heat-moisture Transfer Properties of U-shaped Polyester Fabric[J]. Journal of Silk, 2009(1):39-41.
- [6]崔萍, 戴黎春, 黄凌云. Coolbst异形涤纶纤维的导湿、透汽性能的研究[J]. 西安工程科技学院学报, 2006, 20(3): 266-269.
- CUI Ping, DAI Lichun, HUANG Lingyun. The inquiry into wet functional and moisture sorption of Coolbst profiled polyester fiber[J]. Journal of Xi'an University of Engineering Science and Technology, 2006, 20(3): 266-269.
- [7]王其, 冯勋伟, 刘兆峰. 有孔隙的纤维、纱线和织物导湿结构模型研究[J]. 东华大学学报: 自然科学版, 2002, 28(4): 68-70, 75.
- WANG Qi, FENG Xunwei, LIU Zhaofeng. Study on models of fibers, yarns and fabrics with quick wet permeability functions[J]. Journal of Donghua University: Natural Science, 2002, 28(4): 68-70, 75.
- [8]姚穆, 施楣梧. 织物湿传导理论与实际的研究第二报: 织物湿传导理论方程的研究[J]. 西北纺织工学院学报, 2001, 15(2): 9-14.
- YAO Mu, SHI Meiwu. The research on the theory and practice of wet permeability of fabrics II: Theoretical equations of wet permeability of fabrics[J]. Journal of Northwest Institute of Textile Science and Technology, 2001, 15(2): 9-14.

上接第12页

从表2可以看出, 经轴染色机染色比绳状机染色节水89 %、蒸汽49 %、染料17 %、助剂96 %, 总成本下降, 经济效益提高明显。

参考文献:

- [1]任进和, 刘雪梅. 经轴染色在生产实践中应用[J]. 染整技术, 2005, 27(4): 26-27.
- REN Jinhe, LIU Xuemei. Application of beam dyeing in production practice[J]. Textile Dyeing and Finishing Journal, 2005, 27(4): 26-27.
- [2]朱向军, 华演. 高温高压经轴染色机染色均匀性的探讨[J]. 纺织导报, 2006(12): 24-25.
- ZHU Xiangjun, HUA Yan. Discussion of dyeing uniformity in high temperature and high pressure beam dyeing machine[J]. China Textile Leader, 2006(12): 24-25.
- [3]赵之毅, 樊启平, 周琪. 丝绸小浴比经轴染色机染色设备及其染色工艺研究[J]. 丝绸, 2008(11): 34-36.
- ZHAO Zhiyi, FAN Qiping, ZHOU Qi. Dyeing installation and dyeing process study on the short liquor beam dyeing machine of silk[J]. Journal of Silk, 2008(11): 34-36.