

文章编号:0253-9721(2010)02-0033-06

大麻与棉及其混纺纱线吸放湿性能研究

郝新敏¹, 李宏伟², 李馨馨²

(1. 总后勤部军需装备研究所, 北京 100082; 2. 北京服装学院, 北京 100029)

摘 要 纱线的吸湿透湿性能是影响纺织品舒适性的基本条件和重要因素。测试大麻、棉、棉/大麻和棉/大麻/莫代尔这 4 种纱线在不同温湿度条件下的吸放湿性能。结果表明:大麻纱线的毛效数值最高,可达 11.0 cm,说明大麻纱线具有很好的吸湿性能;同一温湿度条件下,当纱线吸湿达到平衡时,大麻、棉和棉/大麻混纺纱线的回潮率接近,棉/大麻/莫代尔混纺纱线的回潮率明显比前 3 种纱线高;棉/大麻/莫代尔混纺纱线的吸放湿速率最大,吸放湿速率减小的最快;大麻纱线的吸放湿速率比棉、棉/大麻混纺纱线快。

关键词 大麻纱线; 棉; 莫代尔; 混纺纱线; 吸湿; 放湿

中图分类号:TS 101.92 文献标志码:A

Research on moisture absorption and permeability properties of hemp, cotton and their blended yarns

HAO Xinmin¹, LI Hongwei², LI Xinxin²

(1. The Quartermaster Research Institute of the General Logistics Department of the PLA, Beijing 100082, China;

2. Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China)

Abstract The moisture absorption and moisture permeability of the yarn are important factors influencing the fabric comfort. The moisture absorption and moisture permeability properties of hemp, cotton, hemp/cotton and hemp/cotton/modal were investigated under different temperature and relative humidity. The results showed that the capillary effect of the hemp was the best, up to 11.0 cm, indicating the hemp yarn had good moisture absorption. Under the same temperature and humidity, when the moisture absorption reached balance, the regain percentage of cotton/hemp/modal blended yarn was higher than the other three yarns whose regain percentage was close. Meanwhile, the moisture absorption and permeability speed of cotton/hemp/modal blended yarn was the fastest, and its diminishing speed of moisture absorption and permeability was also the fastest. The moisture absorption and permeability of hemp yarn were better than those of cotton and cotton/hemp.

Key words hemp yarn; cotton yarn; modal; blended yarn; moisture absorption; moisture permeability

服装的湿舒适性是服装舒适性研究的一个重要方面,它体现了人体与环境间的热湿能量交换过程。在这个过程中,服装材料(纱线)的热湿传递性能是影响舒适性的基本条件和重要因素。不言而喻,麻纱线的吸湿透湿性能是麻纺织品品质优劣的重要指标之一。然而由于国外 60 多年禁止种植大麻,因而对大麻的研究很少,在 20 世纪 90 年代解除禁令后

才逐渐增多,成效甚少。我国尽管未曾禁止种植大麻,但在国际大麻市场整体形势不景气的情况下,20 世纪 80 年代之前的研究也远远少于对苧麻、亚麻的研究量。因此,无论是在前处理、纺纱加工、织造生产的工艺流程与设备上,还是在检验标准与仪器及其纺织品的品种与档次等诸多方面,都无法与苧麻、亚麻相提并论。因此研究大麻纱线在不同温

收稿日期:2009-03-10

修回日期:2009-09-28

作者简介:郝新敏(1967—),男,高级工程师,博士。从事功能服装材料与大麻纤维综合利用研究。E-mail: xminhao@yahoo.com.cn。

湿度条件下的吸放湿性能,对研究大麻纤维的性能及应用具有重要的意义。

1 试验部分

1.1 试验材料

14 tex 大麻纱线、14 tex 棉纱线、14 tex 棉/大麻(45/55)混纺纱线(简称棉麻混纺)、14 tex 棉/大麻/莫代尔(30/40/30)混纺纱线(简称棉麻莫代尔混纺)。试验所用纱线由总后军需装备研究所提供。

1.2 试验仪器与设备

YG601 型电脑式织物透湿仪,温州方圆仪器有限公司;Adventurer TMAR2140 型电子分析天平,常州诺基仪器有限公司;LCK-800 型纺织品毛细效应测试仪,山东纺织研究院测控设备开发中心;YG021/PC 型电子单纱强力机,温州方圆仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 纱线毛细效应

参照 FZ/T 01071—1999《纺织品毛细效应试验方法》进行测定。将煮练后的纱线紧密排列成 30 cm × 2.5 cm 的薄片,以 0.5 g/L 的重铬酸钾溶液作为测试液,测量处理 30 min 时液体沿纱线上升的高度。每个试样做 5 次,取平均值。

1.3.2 动态吸湿性

在温度分别为 20、30、40 °C,相对湿度为 45%、65%、75%、85% 条件下,按照 GB/T 9995—1997《纺织材料含水率和回潮率的测定——烘箱干燥法》,在恒温恒湿试验箱内进行纱线的动态吸湿试验。干基含水率的计算公式如下:

$$\text{干基含水率} = (W - W_0) / W_0 \times 100\% \quad (1)$$

式中: W_0 为在烘箱中干燥 3 h 后织物的质量; W 为吸湿一定时间后织物的质量。

1.3.3 动态放湿性

在温度分别为 20、30、40、50 °C,相对湿度为 30% 条件下,按照 GB/T 9995—1997《纺织材料含水率和回潮率的测定——烘箱干燥法》,进行纱线的动态放湿试验。依式(2)计算过剩湿度,并绘制失重率随时间变化曲线。

$$\text{过剩湿度} = (W_t - W_1) / W_1 \times 100\% \quad (2)$$

式中: W_1 为纱线放湿平衡时的质量; W_t 为 t 时刻纱线的质量。

1.3.4 纱线的吸湿与放湿性能

将试样在 60 °C 烘箱内抽真空预烘 5 h,再置于标准大气条件下,每隔 10 min 称重,直至试样达到吸湿平

衡,烘干后称取试样质量,按式(1)计算回潮率。

将试样放入底部盛有水的玻璃干燥器内,真空密封放置 72 h,再将试样置于标准大气条件下,每隔 10 min 称重,直至达到放湿平衡。烘干后称取试样质量,按式(1)计算回潮率。

2 试验结果及讨论

2.1 毛细效应

经过试验,30 min 时大麻纱线毛效为 11.0 cm,棉/大麻混纺纱线的毛效为 8.2 cm,棉/大麻/莫代尔混纺纱线的毛效为 9.1 cm,而棉纱线的毛效只有 6.0 cm。这是因为大麻纤维本身为纤维素纤维,纤维中含有大量的极性亲水基团,有利于纤维与水分子结合。同时,大麻纤维巨原纤纵向分裂而呈现许多裂缝和空洞,通过毛细管道和中腔连通,此种结构使得大麻纤维具有较好的吸湿性能^[1-2]。

2.2 纱线动态吸湿试验

2.2.1 纱线的动态吸湿性

图 1 示出温度为 20 °C,相对湿度为 45%、65%、75%、85% 条件下 4 种纱线干基含水率随时间的变化曲线。可以看出:在 45% 湿度时大麻纱线曲线斜率最大,说明大麻纱线的吸湿速度最快;当湿度增大时,空气中的气态水分子浓度增大,与纤维中的亲水基团碰撞的概率增大,纱线中的纤维在高湿下发生吸湿溶胀,体积增大,孔隙率增加,能够吸附更多的水分子,4 种纱线的平衡干基含水率均逐渐升高,棉/大麻/莫代尔混纺纱线的吸湿速度逐渐变大。棉、麻纤维上的极性基团(—OH)含量差异不大,另外麻纤维采用半脱胶加工技术,而大麻纱线上结晶度和取向度稍大,会影响纱线最终的吸湿量,所以在相同的湿度条件下,当达到吸湿平衡时,大麻、棉、棉/大麻混纺纱线的干基含水率数值相近,大麻纱线略低。莫代尔纤维作为粘胶的一种,其吸湿性更强,使得棉/大麻/莫代尔混纺纱线的平衡吸湿率高于其他 3 种纱线^[3]。

图 2 示出温度为 30 °C,相对湿度为 45%、65%、75%、85% 条件下 4 种纱线干基含水率随时间的变化曲线。可以看出,30 °C 条件下的吸湿曲线与 20 °C 条件下的吸湿曲线变化规律大体相同:随着相对湿度升高,纱线含水量均逐渐升高;对应的低温和高湿条件下纯麻纱线的吸湿性能均比棉纱线高。

图 3 示出温度为 40 °C 时,相对湿度为 45%、64%、75%、85% 条件下 4 种纱线干基含水率随时间

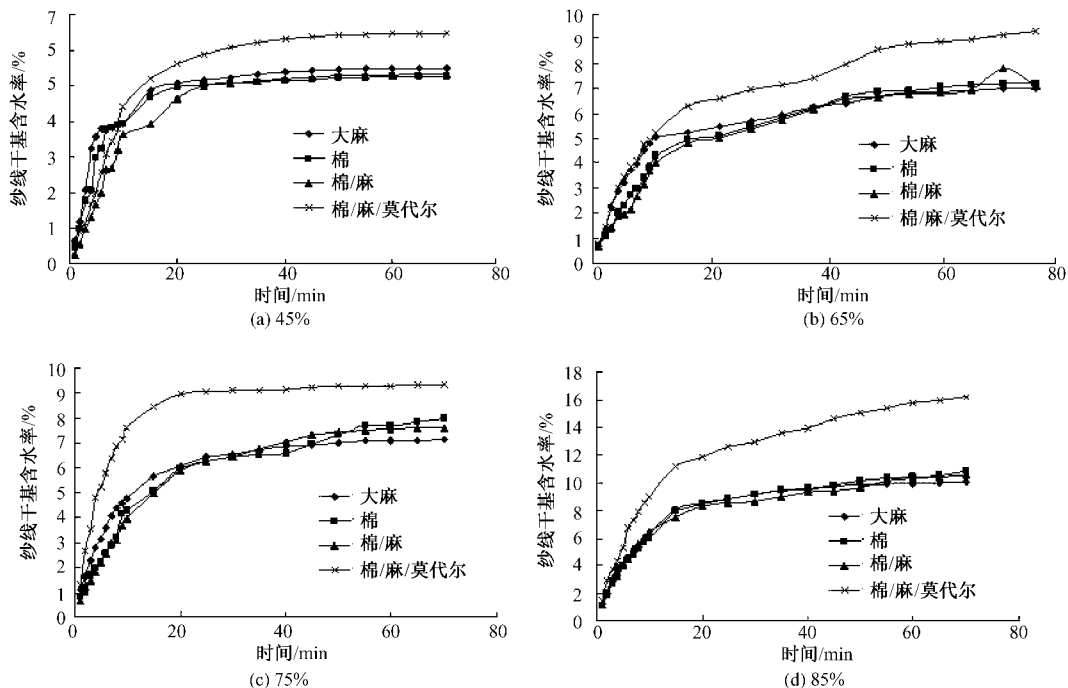


图 1 20 °C 时不同湿度条件下纱线干基含水率随时间变化趋势

Fig.1 Change of moisture absorption rate of yarns with time at different humidity(20 °C)

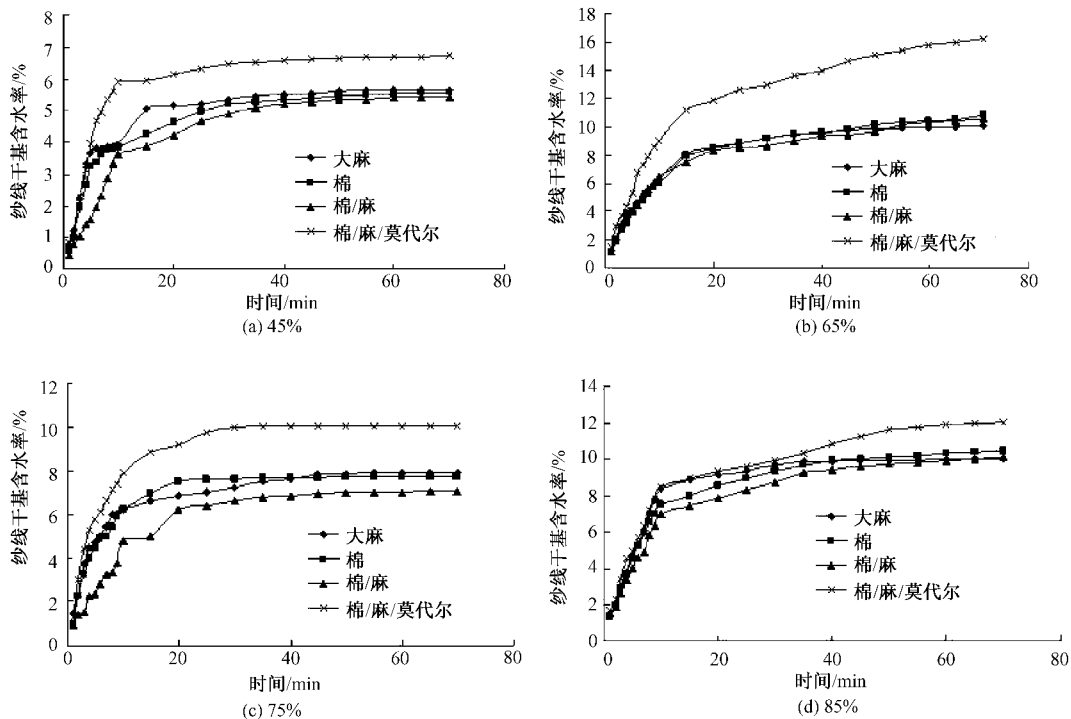


图 2 30 °C 时不同湿度条件下纱线干基含水率随时间变化趋势

Fig.2 Change of moisture absorption rate of yarns with time at different humidity (30 °C)

的变化曲线。可以看出:棉/大麻/莫代尔混纺纱线的吸湿速度最快,干基含水率最高;低湿度时,麻、棉纱线的吸湿速率相近,随着湿度的增加,麻的吸湿速率明显快于棉,且湿度越高这种优势越明显。莫代

尔是一种高湿模量的再生纤维素纤维,结晶度、取向度均较低,本身具有很好的吸湿性能。同时,大麻纤维的横截面复杂,与其他纤维混纺时有利于提高纤维间的空隙,高温高湿条件下纤维中的孔洞充分张

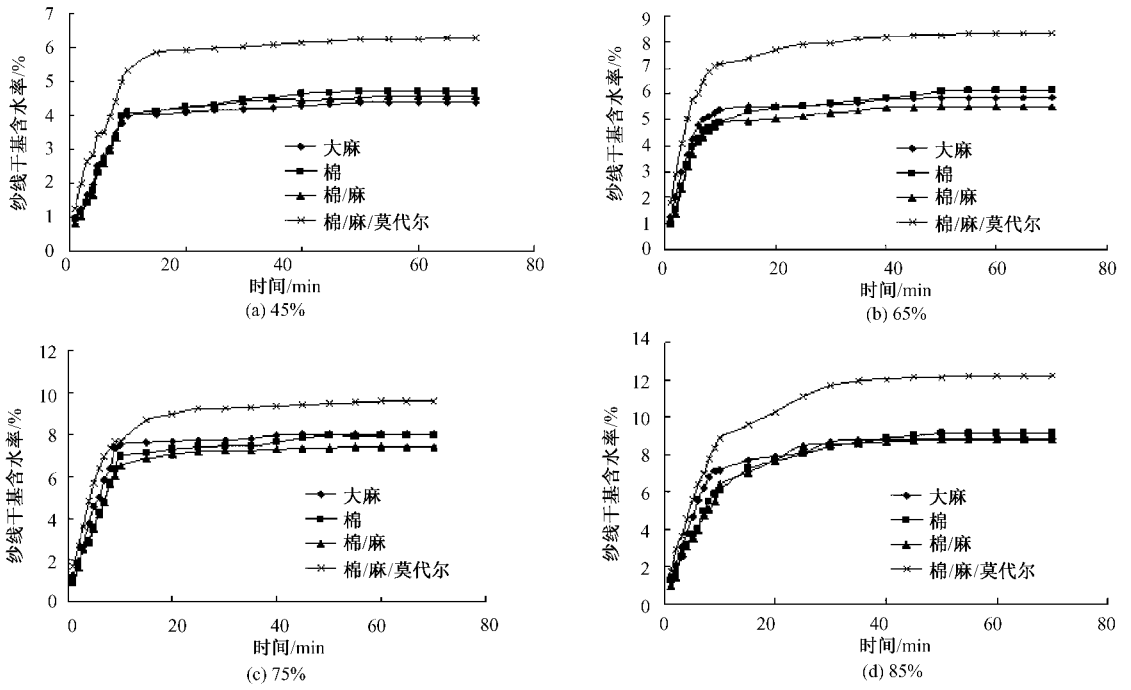


图 3 40 °C 时不同湿度条件下纱线干基含水率随时间变化情况

Fig. 3 Change of moisture absorption rate of yarns with time at different humidity (40 °C)

开,使得水分子进入纤维内的速度增加,从而提高纱线吸湿性能^[4-5]。

综合图 1~3 的结果可以看出:低温低湿时麻纱线的吸湿速度较快;随着湿度的升高,棉/大麻/莫代尔混纺纱线的吸湿速度逐渐变大,甚至高于大麻纱线;达到吸湿平衡时,棉/大麻/莫代尔混纺纱线的干基含水率最高,说明纤维的物理结构对纱线的吸湿速度影响很大^[6]。

2.2.2 吸湿等温线

吸湿等温线是指一定温度及大气压力下,纤维在不同相对湿度时的平衡回潮率与相对湿度的相关曲线,用于考察环境的相对湿度对纤维吸湿能力的

影响。此次试验虽未做到绝对平衡,但在试验进行的后半阶段,纱线的吸湿已经变得非常缓慢,将这时候的干基含水率近似看作平衡回潮率,测得结果如图 4 所示。可以看出在相同的温湿度条件下,棉/大麻/莫代尔混纺纱线的干基含水率最高,其他 3 种纱线相差不大。相对湿度为 40%~80% 时,曲线的斜率比较小,说明吸湿的初始阶段主要是水分子进入纤维素无定形区与纤维素分子的羟基形成氢键结合,自由基吸湿饱和以后进入纤维的水分子,主要靠间接吸收,他们存在于纤维的小孔隙中,形成游离的毛细水,随着毛细水大量增加,表面吸附能力也大大增强,所以曲线的最后一段,斜率又会增大^[7]。

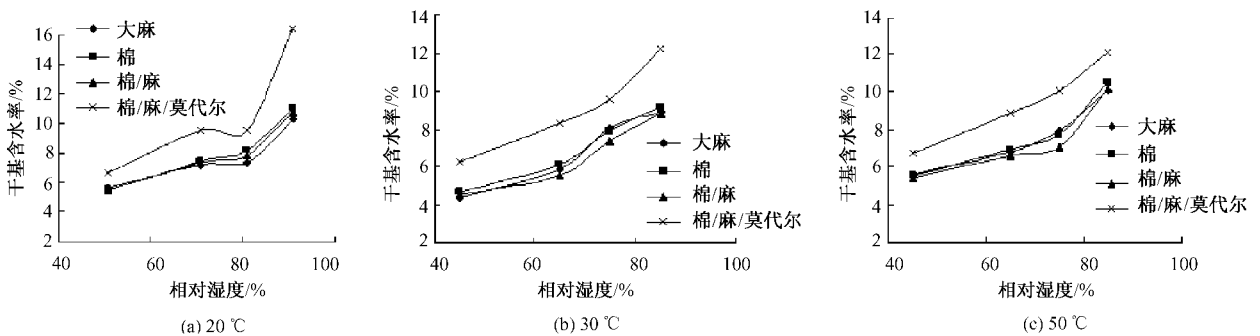


图 4 不同温度时纱线吸湿等温线

Fig. 4 Moisture absorption isothermal curve of yarns at different temperature

2.3 纱线动态放湿试验

温度对织物放湿速率的影响如图5所示。纱线过剩相对湿度曲线的斜率随温度增加而增加,说明纱线的放湿速率随温度的升高而增大。大麻纱线的放湿速率略高于棉纱线,这与大麻纤维具有多裂缝和孔洞的结构有关。40℃时,纱线的放湿曲

线明显分为2段:前一阶段为快速干燥期,散发的水分主要是以毛细水形式存在的间接吸附水,与纱线的结合力较弱,故散湿的速度很快;后期为缓速干燥期,散发的水分是纤维上亲水基团直接结合的水分子,较难散失而且达到平衡回潮率后,就不再降低^[8-10]。

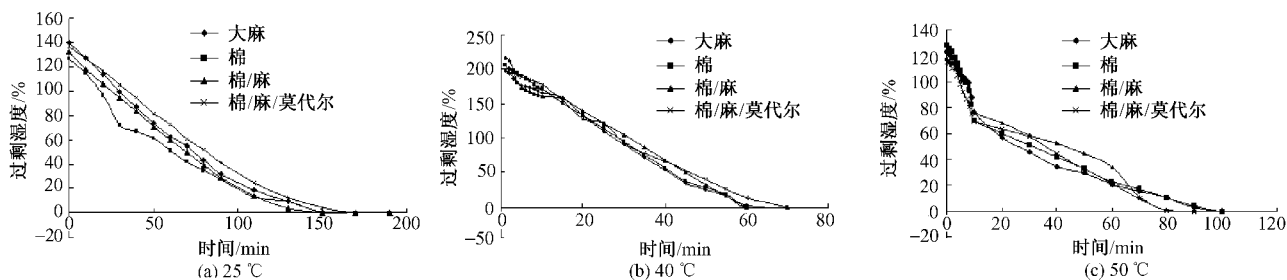


图5 不同温度下纱线动态放湿速率

Fig.5 Dynamic moisture permeability speed of yarns at different temperature

2.4 吸湿与放湿回归曲线

图6示出自然条件下纱线的吸湿、放湿速率曲线。由图中数据可知:随着时间的延长,纱线的吸湿、放湿速率逐渐降低,最终趋近于零;棉/大麻/莫代尔混纺纱线的吸湿、放湿速率最大,吸、放湿速率减小得最快;大麻纱线的吸湿、放湿速率比棉、棉/大麻混纺

纱线大。在放湿过程中游离水分子需要克服的阻力比结合水分子小。如前所述,麻纤维表面的孔洞使其具有较大的比表面积,同时因为莫代尔的结晶度较低,从而使棉/大麻/莫代尔混纺纱线吸附的游离水相对较多,故在放湿的初始阶段,棉/大麻/莫代尔混纺纱线游离态水减少最多,即放湿速率最快^[11-13]。

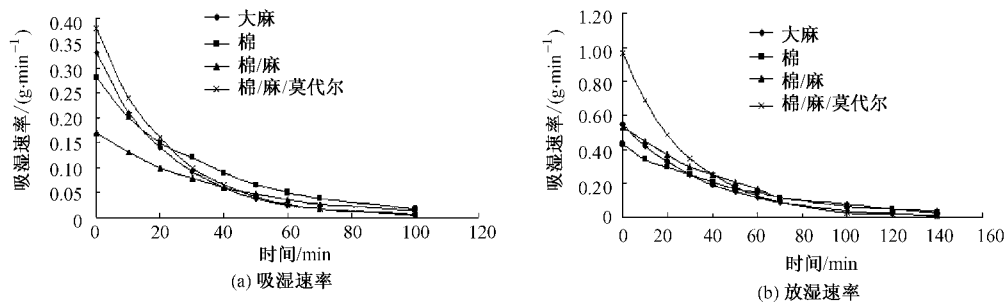


图6 自然条件下吸湿、放湿速率随时间变化曲线

Fig.6 Change of moisture absorption speed (a) and moisture permeability speed (b) under natural conditions with time

3 结论

1) 吸湿30 min时大麻纱线的毛效高达11.0 cm,说明大麻纱线具有很好的吸湿性能。

2) 同一温湿度条件下,当纱线达到吸湿平衡时,大麻、棉和棉/大麻混纺纱线的回潮率接近,棉/大麻/莫代尔混纺纱线的回潮率明显比其他3种纱线要高。

3) 在低湿度条件下,纤维的物理结构对纱线的

吸湿速度影响较大。

4) 棉/大麻/莫代尔混纺纱线的吸湿放湿速率最大,吸湿放湿速率减小得最快。大麻纱线的吸湿放湿速率比棉、棉/大麻混纺纱线要快一些。

5) 棉/大麻/莫代尔混纺纱线的吸湿放湿性能比大麻纱线好,大麻纱线比棉、棉/大麻混纺纱线的吸湿放湿性能好。

FZXB

参考文献:

[1] 孙小寅,管映亭,温桂清,等.大麻纤维的性能及其应

- 用研究[J]. 纺织学报, 2001, 22(4): 234 - 236.
- SUN Xiaoyin, GUAN Yingting, WEN Guiqing, et al. Study on the characteristics of hemp fibres and its applications[J]. Journal of Textile Research, 2001, 22(4): 234 - 236.
- [2] 张建春. 汉麻综合利用技术[M]. 北京: 长城出版社, 2005: 299 - 372.
- ZHANG Jianchun. The Technology of Comprehensive Utilization on Hemp [M]. Beijing: Great Wall Publication, 2005: 299 - 372.
- [3] 任恕, 刘德钧. 大麻和槿麻湿整理后的理化性能[J]. 上海毛麻科技, 2007(3): 17 - 22.
- REN Shu, LIU Dejun. The properties of hemp and kanaf after wet finishing [J]. Shanghai Wool & Jute Journal, 2007(3): 17 - 22.
- [4] 殷祥刚, 滑钧凯, 朱若英. 大麻加工技术现状及发展[J]. 天津纺织工学院学报, 2003, 22(1): 13 - 17.
- YIN Xianggang, HUA Junkai, ZHU Ruoying. Present state and development of hemp processing technology[J]. Journal of Tianjin Institute of Textile Science and Technology, 2003, 22(1): 13 - 17.
- [5] 严继亮, 来侃, 张一心. 服装穿着热舒适性的评价方法[J]. 北京纺织, 2000, 21(6): 55 - 58.
- YAN Jiliang, LAI Kan, ZHANG Yixin. Wearing clothing thermal comfort evaluation methods [J]. Beijing Textile Journal, 2000, 21(6): 55 - 58.
- [6] 李凤志, 罗钟铤, 李毅, 等. 织物热湿传输机理模型研究[J]. 大连理工大学学报, 2003, 43(1): 28 - 32.
- LI Fengzhi, LUO Zhongquan, LI Yi, et al. Research on transport mechanism model in porous fabrics [J]. Journal of Dalian University of Technology, 2003, 43 (1): 28 - 32.
- [7] 李创, 张元明. 纺织品动态热湿舒适性研究[J]. 上海纺织科技, 2001, 29(2): 55 - 58.
- LI Chuang, ZHANG Yuanming. Study on the dynamic thermal-wet comfort of textile [J]. Shanghai Textile Science & Technology, 2001, 29(2): 55 - 58.
- [8] 傅强. 涤棉吸湿快干面料的开发[J]. 针织工业, 2004(4): 118 - 119.
- FU Qiang. The development of moisture absorption and fast drying fabric on polyester cotton [J]. Knitting Industries, 2004(4): 118 - 119.
- [9] 刘茜. 吸湿排汗纤维的开发及应用[J]. 广西纺织科技, 2003, 32(3): 38 - 41.
- LIU Xi. The application and development of moisture absorption and perpiration fibers [J]. Guangxi Textile Science & Technology, 2003, 32(3): 38 - 41.
- [10] 杨银花. 异形纤维针织运动服装面料的性能研究[D]. 上海: 东华大学, 2002.
- YANG Yinhua. Study on the properties of knitting sportswear fabric of profiled fibers [D]. Shanghai: Donghua University, 2002.
- [11] 赵艳志. Coolmax 织物表面湿蒸发性能研究[J]. 北京纺织, 2003, 24(1): 42 - 44.
- ZHAO Yanzhi. Study on the properties of surface evaporation Coolmax fabric [J]. Beijing Textile Journal, 2003, 24(1): 42 - 44.
- [12] DILIP R, ARUN P A, MARCHAL J M. Modelling capillary flow in complex geometries [J]. Text Res J, 2001, 71: 813.
- [13] DE P, SANKHE M D, CHAUDHARI S S, et al. UV resist, water-repellent breathable fabric as protective textiles [J]. Journal of Industrial Textiles, 2005, 34(4): 209 - 222.