

汉麻面料研究进展

晏江, 邱华*, 崔荣荣

(江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏无锡 214122)

摘要:汉麻是重要的纺织原料,其资源丰富、绿色环保、性能优异,发展趋势良好。文中主要介绍了汉麻面料的特点,分析了汉麻混纺纱面料及汉麻面料功能整理的研究现状,为充分利用汉麻纤维资源、开发高档汉麻纺织产品提供参考。

关键词:汉麻;抗菌;混纺纱;功能整理;织物风格

中图分类号:TS 126 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2016)05-0455-06

Research Progress of Hemp Fabric

YAN Jiang, QIU Hua*, CUI Rongrong

(Key Laboratory of Eco-Textiles, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Hemp is one of important textile materials. It has a good development trend due to its abundant in natural resources, environmental protection, and excellent performance. To take advantage of hemp and develop high-grade hemp textile products, the characteristics of hemp fabric were introduced. The research progresses included the development of yarn blending and fabric functional finishing.

Key words: hemp, antibacterial, blended yarn, functional finishing, fabric style

随着石油等资源日渐枯竭,合成纤维的发展遭遇瓶颈期,寻找新型纤维资源和改善天然纤维性能是应对化纤资源短缺的一种有效解决方案。同时,随着人们环保意识的增强,棉麻类天然纤维的发展也迎来了新的机遇。

汉麻,属一年生草本植物,俗称大麻,为避免混淆,2005年8月我国将低毒或无毒大麻称为汉麻^[1]。汉麻品种繁多,应用广泛,按用途主要分为纤维用、油用和药用3大类。汉麻纤维可用于服装、家纺、建材、汽车内饰、复合材料、食品等诸多领域。

汉麻纤维呈管形,表面粗糙,有许多纵向裂纹,内部具有孔隙结构;横截面呈不规则多边形或腰圆形,中心空腔与表面裂纹和孔隙相连^[2],中腔体积约占纤维细胞总体积的1/3~1/2^[3],单纤长度为15~25 mm,纤维细度仅为苧麻的1/3左右,是麻类

纤维中最细软的一种,与棉纤维相当;色泽大多呈黄灰色,耐碱不耐酸^[4]。纤维组成主要以纤维素为主,含有少量半纤维素、果胶、木质素、脂蜡质、水溶物及灰分。灰分大多为金属或非金属氧化物及无机盐类物质,如SiO₂、P₂O₅、Fe₂O₃、CaO、MgO、K₂O及钙盐、镁盐、钾盐等。此外,化学组成中还包含着一种特殊的成分——酚类物质,包括四氢大麻酚、大麻二酚、大麻酚等。文中通过对汉麻纤维结构分析阐述汉麻面料的特点及主要研究进展。

1 汉麻面料特点

1.1 吸湿导湿性

汉麻纤维属于天然纤维素纤维,其每个葡萄糖剩基上含有3个羟基,因此吸湿性好,结构如图1所示。亲水基团的亲水性及数量对纤维吸湿性起着决定性影响;纤维中的各种伴生物和杂质对吸湿能

收稿日期:2016-09-02; 修订日期:2016-10-15。

作者简介:晏江(1993—),女,硕士研究生。

*通信作者:邱华(1974—)男,副教授,博士。主要研究方向为纤维的流体加工技术。Email:qiuhua@jiangnan.edu.cn

力也有较大影响,其中胶质、蜡质等杂质,它们比纤维素本身更能吸收水分,有利于吸湿。汉麻纤维表面的裂纹和孔隙结构也赋予了汉麻优异的吸湿导湿性,其排湿性明显优于棉。经测试表明,汉麻纤维的吸湿速率是棉纤维的 1.6 倍,放湿速率是棉纤维的 1.9 倍^[5]。一般环境条件下,汉麻制品回潮率在 12% 左右,空气湿度高达 95% 时为 30% 左右^[6]。纤维的吸湿导湿性在很大程度上也决定了织物的

吸湿速干性。冯云^[7]等比较了汉麻、苧麻、亚麻及棉织物的吸湿速干性能,通过测量吸水率、滴水扩散时间、芯吸高度和水分蒸发速率等指标比较 4 种织物的吸湿速干性。结果表明,汉麻织物由于果胶、木质素含量较高,纤维中空腔数量较少,因而吸水率、芯吸高度相对较低,且汉麻含有更多的疏水性杂质,放湿速率较快,麻类的吸湿速干性能明显优于棉织物。

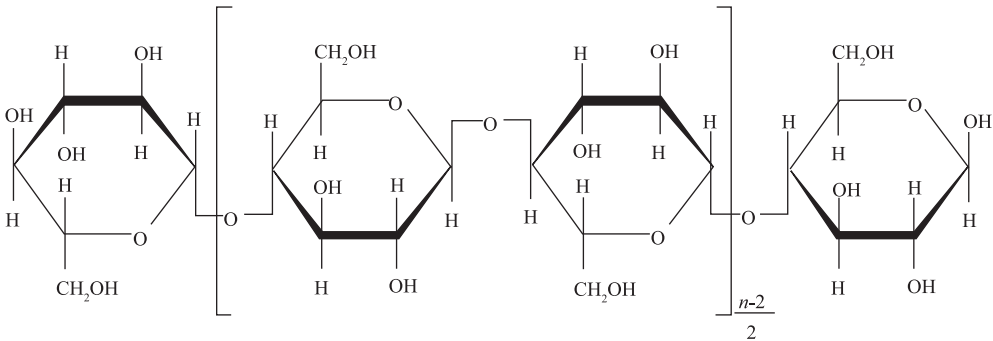


图 1 纤维素纤维结构
Fig.1 Chemical formula of cellulose fiber

1.2 抗菌性

汉麻纤维的抗菌性能通过多方面共同作用。
①结构抗菌。汉麻纤维由于其独特的中空结构和丰富的孔穴,使纤维内饱含氧气,厌氧菌无法生存;
②吸湿抗菌。由 1.1 可知,汉麻具有优良的吸湿导湿性,能及时排出人体汗液,破坏细菌所适宜的潮湿生存环境,达到抑菌目的;
③化学抗菌。汉麻纤维中含有多种抑菌性金属元素(Ag、Cu、Zn、Cr 等)、酚类物质及其衍生物、有机酸(齐墩果酸、熊果酸、十六烷酸)和无机盐^[8],可以穿透细菌细胞壁进入细菌内部破坏其结构,尤其是酚类物质,其可以破坏霉菌类微生物的生长并阻碍呼吸作用,阻止微生物繁殖,最终达到抑菌效果。按照美国 AATCC90—1982 定性抑菌法测试标准测试,汉麻纤维对 4 种菌的抑制效果如表 1 所示。表 1 可见汉麻纤维对大肠杆菌的抑菌效果最佳。

表 1 汉麻纤维抑菌效率测试结果

Tab.1 Antibacterial performance of hemp fiber				
测试菌种	白色念珠菌	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	绿脓杆菌
抑菌圈直径/mm	6.3	10	9.1	7.6

在汉麻纤维加工成纺织产品过程中,需经过脱

胶处理,常见的脱胶方法有化学脱胶、微生物脱胶、酶法脱胶及超声波、闪爆等,生化联合脱胶在最优条件下残胶率为 6.9%^[9]。即便脱胶过程会使纤维中大部分的酚类物质去除,但少量化学结构稳定的酚类物质会嵌入纤维基质中,甚至与纤维素及木质素大分子形成共价键,正是这部分物质使得汉麻面料对白色念珠菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等有明显抑制作用^[10]。党育平^[11]等研究了汉麻织品对常见皮肤癣菌的抑制作用,结果表明,麻织物对须癣毛癣菌、红色毛癣菌和犬小孢子菌的抑制率达到了 49%,53% 和 44%,可用于预防足癣、股癣等浅部真菌病。此外,汉麻织物在医院医疗环境中抵抗耐药菌传播方面也有重要的潜在价值^[12]。

1.3 透气性

透气性是指该织物对气体的透过率,对人体穿着服装的舒适度有重要影响。人体排出的汗液及二氧化碳等代谢物需要及时通过服装导出,否则容易造成人体与服装组成的微气候区污染。李焰^[13]对纯棉织物与亚麻、苧麻、汉麻 3 种麻织物的透气性进行比较,结果表明 3 种麻织物由于纤维结构的不同在透气性方面有着细微差异,但棉织物的透气量明显低于麻织物,当纯棉织物总紧度比麻织物大 9%~20% 时,透气量只有麻织物的 1/4~1/10。

1.4 吸音消波性

汉麻纤维的孔隙结构及形状不一的横截面,使

其具有优良的吸音消波性。现在噪声污染问题越来越受到人们重视,而汉麻纤维具有吸声隔音功能,因此可作为吸声材料使用。

1.5 环保性

汉麻纤维可生长在盐碱地、荒漠等恶劣环境下,不占用农作物耕地,不需农药,且可自然分解,因此汉麻产品是一种环保资源。

1.6 其他性能

纤维结构中较多的孔穴使其具有吸附性,尤其是对甲醛等有害气体的吸附,并能分解这些化学有害气体,因此汉麻织物可作为家纺材料。

多边形的横截面使得汉麻纤维呈纵向表面多棱角,当光线照射时,小部分被折射,大部分形成漫反射,使汉麻织物所呈现的光泽柔和;汉麻的纤维素和木质素含量均高于亚麻和苕麻,而木质素对紫外线具有吸收作用,汉麻织物的抗紫外性能较优。经中科院物理研究所检验,一般汉麻织物可屏蔽 95% 的紫外线,是普通衣物的 3 倍左右^[6]。此外,汉麻织物还具有一定的阻燃性。

2 汉麻研究进展

2.1 亚麻混纺纱面料

由于汉麻纤维本身存在粗、硬的特点,单独成纱不仅难度大,而且所成织物表面毛羽多、手感粗糙、弹性差、易皱等^[14],现在很多生产厂家采用精细化加工处理汉麻,汉麻纤维棉型化加工,使其能与棉、毛、丝、化纤等纤维混纺,纺纱线由于多种成分的存在优势互补,能更好地满足织造条件和产品要求。王丹^[15]等将汉麻/棉织物与纯棉织物的服用性能进行对比,结果表明汉麻/棉织物的透气性、透湿性优于纯棉织物,而抗皱性、起毛起球性等较差。金淑秋^[16]对 9 种含汉麻织物、4 种含亚麻织物、4 种含苕麻织物和 4 种棉织物共 21 种机织物进行服用性能测试及综合评价,结果同样表明汉麻/棉织物服用性能优于亚麻/棉织物、苕麻/棉织物及纯棉织物,但纯麻织物的综合服用性能较差。LOU Lin^[17]等通过调节纱线成分、混纺比及织物结构 3 个参数研究含汉麻成分织物作为家纺产品的性能,研究结果表明,棉/汉麻混纺纱作为纬纱提高了织物的柔韧性,以汉麻/棉混纺质量比为 30:70 最佳;汉麻和涤纶交织织物有很好的抗起毛起球性,汉麻质量分数不低于 60% 的纱线作为纬纱所成织物均具有良好的抗起毛起球性;汉麻/棉混纺质量比为 40:60 的纬纱所成织物的透气性最佳;汉麻和涤纶交织织物

还具有很好的抗菌性和阻燃性。可见,汉麻的加入使得纱线乃至面料的性能得到了较大改善。

不仅如此,汉麻新型混纺纱的开发也在进行中。湖北省际华三五四二纺织有限公司继 2010 年开发了棉/汉麻/涤纶嵌入式混纺纱后,又开发了棉/汉麻混纺面料及棉/竹浆/汉麻混纺面料。唐建东^[18]等对相同规格的棉/竹浆/汉麻混纺织物、棉/汉麻混纺织物和纯棉织物做了服用性能对比实验,结果表明,棉/竹浆/汉麻混纺织物的透气性、透湿性、抗皱回复性、悬垂性均明显优于棉/汉麻混纺织物和纯棉织物,棉/竹浆/汉麻混纺织物集合了 3 种纤维的优良特性,具有透湿透气性好、柔软舒适、抗菌抗紫外线等功能。张金燕^[19]等设计开发了以棉/竹/汉麻为经纱,棉/竹/汉麻/莱卡弹力包芯纱为纬纱的斜纹弹力机织布,开发出的弹力织物织纹细腻,手感滑爽,光泽亮丽,织物保型性、伸展性好,可作为高档服装面料,同时也为汉麻混纺弹力织物的开发提供了依据。赵冬梅^[20]等研制了蜂窝/莱麻/汉麻新型纤维的混纺织物,蜂窝纤维是一种聚酯改性短纤维,由于纤维的蜂窝状微孔结构和柔性因子,使其具有吸湿快干功能及较好的手感。莱麻纤维是一种以麻材为原料,采用环保技术生产的新型纺织原料,既秉承了原麻纤维良好的吸湿性,又提高了纤维湿模量和强度等性能。因此新型蜂窝状微孔结构的改性涤纶纤维与麻材的混纺织物,既保留了麻织物透气性强、舒适度好、悬垂性和硬挺度俱佳、不易变形等优点,又弥补了传统麻织物手感粗糙、皮肤刺痒等缺陷,该混纺织物还具有抗菌抑菌、防螨等功能,适合用作夏季凉席。陈艳华^[21]设计生产出汉麻/棉/氨纶包芯纱的抗菌针织袜,相关性能测试表明,其抗顶破性能好,耐磨,抗菌,抑菌且透气透湿性能优异,但由于汉麻纤维本身比较粗硬,所织袜子的手感有待进一步改善。

综上所述,汉麻可以和多种纤维进行混纺,可改善面料性能。

2.2 汉麻面料后整理

虽然纤维混纺具有一定优势,但仍存在许多不足。如汉麻/棉织物,虽然混纺纱使得面料性能有所提高,但仍存在缩水性强、易变形、弹性差、易皱等缺点。未经特殊处理的棉麻服装通常洗后都需要熨烫,这些都是混纺纱所无法解决的问题,因此,人们也在探索通过后整理的方式改善织物性能。廖镇东^[22]对汉麻织物用碱处理,优化工艺参数,对处理后的织物进行风格测试。结果表明,碱处理过后,织物的拉伸弹性和柔软性能得到了改善,但织

物的成形性能有所下降;织物的表面更加蓬松、丰满、光滑和平整。武海峰^[23]将纤维素酶用于汉麻织物后整理,对比整理前后织物的服用性能。织物的悬垂性、硬挺度、透湿透气性及散湿性得到改善,织物表面毛羽数量明显减少,但整理后汉麻织物的折皱回复性降低。倪燕^[24]采用生物酶和碱对汉麻织物分别进行整理,对比处理后的织物性能。结果表明,碱整理对织物柔软度的改善优于生物酶整理,且回潮率和透气性较佳,但碱整理后汉麻织物的拉伸弹性、抗起毛起球性和成形性方面比生物酶整理差。虞登峰^[25]用壳聚糖(CTS)对汉麻织物进行处理,通过选择适宜的工艺参数,可以提高汉麻织物的抗皱性、透气性、透湿性、染色性和抗菌性,且抑菌耐久性也很好,在洗涤 30 次后抑菌率仍能到达 70% 以上。DONG S J^[26]等用液氨处理不同细度汉麻纱机织物,织物的拉伸性能提高,弯曲和剪切性能降低,压缩功和压缩线性度降低,但压缩回复性提高。在液氨处理和纱线细度的共同作用下,汉麻织物的整体手感变好,特别是纱线细的织物。液氨处理可使纤维发生膨胀,处理后的汉麻织物更加柔软。

目前,虽然针对汉麻织物的处理方法很多,各有优势,但在实际操作中,还需根据面料的终端用途选择合适的处理方式。

随着社会的进步和生活水平的提高,功能面料的发展越来越受到重视,虽然汉麻具有抗菌、吸声等功能,但还是无法达到满足某些环境下的使用要求,需要进行面料的功能整理。现代社会越来越注重服装的保健功能,尤其在抗菌方面,汉麻由于独特的抗菌性使得其织物具有较好的发展前景。李焰^[27]等用 WS-8810 对汉麻织物进行抗菌处理,处理后的汉麻布样对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌及白色念珠菌均具有抗菌效果,并且耐洗涤性优良。弓太生^[28]等用自制的复合抗菌整理剂对汉麻织物进行抗菌整理,其抗菌性能更加优异,织物经过 50 次洗涤后,仍能保持良好的抗菌性能,对白色念珠菌的抑菌率达 87.95%,对金黄色葡萄球菌的抑菌率为 69.39%。汉麻纤维还可被加工作为抗菌剂,郝新敏^[29]等用石油醚、乙醚、质量分数 70% 乙醇提取汉麻秆芯粉可以得到有效抗菌成分,其中含有黄酮、皂苷、生物碱等物质,对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、白色念珠菌具有抗菌性能,可用于棉、粘胶、涤纶、莫代尔等织物的抗菌整理。汉麻纺织品作为吸声材料的效果尚不够理想,需要经过特殊工艺处理才能满足要求。徐凡^[30]等对汉麻织物吸声性能进

行改善,结果表明,化学镀镍和空心微珠涂层(空心微珠属于非金属超微粉体具有良好的隔音效果)均可提高汉麻织物的吸声性能,分别达到 14.8% 和 32.8%,空心微珠涂层效果更明显,而且工艺简单,成本低。顾金丹^[31]还对汉麻非织造布进行阻燃整理,使其具有较好的坚牢度,并具有透气性、耐磨性、抗紫外性及优良的阻燃性能,可将其应用于汽车内饰材料。除此之外,根据产品性质和终端用途,还可对汉麻织物进行抗皱整理、酶砂洗柔软整理、抗紫外、阻燃、抗油拒水整理等^[32]。

还可利用其织物所呈现的风格特点进行再设计和再创新,提高服装的表现力和时尚感。单雯琪^[33]提出可以利用设计技巧使织物呈现独特风格,例如棉麻织物易皱,可以运用褶皱产生织物表面的肌理效果,既可以保持面料原有特性,又能使面料更具设计感。通过填充处理,可还将面料立体化。利用棉麻织物的易染性,通过多种染色手法对织物进行色彩设计也是一种方法。

3 结 语

汉麻可种植在盐碱地、山坡等恶劣环境中,不占用作物耕地,且产量较高,资源丰富。我国是纺织大国,如果能最大程度地利用国内丰富的汉麻资源,在一定程度上可以减少纤维原料的进口数量,规避西方国家的“绿色贸易壁垒”。

目前,在全球范围使用较多的天然织物中,棉麻织物因其透气、吸湿、亲肤、舒适等性能倍受市场推崇,其表面柔和的光泽同样吸引了消费者的目光,使其竞争力大于其他品种织物。我国棉麻资源丰富,棉麻织物性能优异,因此大力发展棉麻织物、开发高档棉麻织物将成为一个重要的发展方向。

2016 年,中国轻纺城上市的功能性面料不仅有较好的手感,还具有防水、防寒、吸湿排汗、抗静电等功能,此面料吸引了许多客商,其中粘胶/毛/麻新型高档西装面料成交价在 40 元/m 以上^[34]。由此可见,功能面料有着高附加值,高档麻织物的市场前景广阔。

参考文献:

[1] 王美红. 开发汉麻棉涡流纱的体会[J]. 棉纺织技术, 2012,40(7):44-46.

WANG Meihong. The Experience of development hemp cotton vortex yarn[J]. Cotton Textile Technology,2012,40

- (7):44- 46. (in Chinese)
- [2] 张建春,张华. 汉麻纤维的结构性能与加工技术[J]. 高分子通报,2008(12):44-51.
ZHANG Jianchun, ZHANG Hua. Structure and performance of China-hemp fibre and process technology[J]. Polymer Bulletin,2008(12):44-51. (in Chinese)
- [3] 王群,齐鲁,刘国忠,等. 麻类纤维抗菌机理和性能的研究现状[J]. 上海纺织科技,2010,38(10):11-13.
WANG Qun, QI Lu, LIU Guozhong, et al. The research actuality of antibacterial mechanism and Property of bast fibers[J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2010,38(10):11-13. (in Chinese)
- [4] 刘锁银,王天瑞,胡宝栓. 多纤维与汉麻混纺交织色织面料开发研讨[J]. 染整技术,2012,34(1):14-20.
LIU Suoyin, WANG Tianrui, HU Baoshuan. More fiber and hemp blended interwoven yarn-dyed fabric development seminar[J]. Dyeing and Finishing Technology, 2012, 34(1):14-20. (in Chinese)
- [5] 郝新敏,杨元. 天然汉麻材料抗菌性能研究及其应用[C]//第八届中国抗菌产业发展大会论文集. 北京:化工新型材料出版社,2012.
- [6] 李丁奕,周永凯,张华. 麻类材料在抗菌纺织品的应用展望[J]. 中国个体防护装备,2009(4):15-20.
LI Dingyi, ZHOU Yongkai, ZHANG Hua. The capability of bacteria repellency of flax fabric[J]. China Personal Protective Equipment, 2009(4):15-20. (in Chinese)
- [7] 冯云,杨力生,任清庆,等. 汉麻织物的吸湿速干性能研究[J]. 中国纤检,2012(18):57-59.
FENG Yun, YANG Lisheng, REN Qingqing et al. A study on moisture absorption and fast dry performance for han linen fabric[J]. China Fiber Inspection, 2012(18):57-59. (in Chinese)
- [8] 张华,马天,张建春. 汉麻抗菌特性及其机理分析[C]//全国高分子学术论文报告会论文集. 成都:中国化学会高分子学科委员会,2007.
- [9] 崔宁. 汉麻脱胶及其混纺纱加工工艺研究[D]. 天津:天津工业大学,2010.
- [10] 周永凯,张建春,张华. 大麻纤维的抗菌性及抗菌机制[J]. 纺织学报,2007,28(6):12-15.
ZHOU Yongkai, ZHANG Jianchun, ZHANG Hua. Bacteria resistant property of hemp fiber and its anti-bacterial mechanism[J]. Journal of Textile Research, 2007, 28(6):12-15. (in Chinese)
- [11] 党育平,杨雪琴,万哲. 汉麻织物对常见皮肤癣菌生长的抑制作用[J]. 武警医学,2008,19(11):1000-1001.
DANG Yuping, YANG Xueqin, WAN Zhe. Inhibitory effect of Chinese hemp fibers against *Trichophyton rubrum*, *T. mentagrophytes*, and *Microsporum canis* [J]. Armed Police Medical, 2008, 19(11):1000-1001. (in Chinese)
- [12] 张燕鸣,张顺,黄左安. 汉麻织物对铜绿假单胞菌抑菌作用的研究[J]. 现代实用医学,2013,25(10):1165-1167.
ZHANG Yanming, ZHANG Shun, HUANG Zu'an. Hemp fabric to *Pseudomonas aeruginosa* bacteriostatic action research[J]. Modern Practical Medicine, 2013, 25(10):1165-1167. (in Chinese)
- [13] 李焰. 麻织物透气性能的研究[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版),2005,15(2):88-90.
LI Yan. Fibrilia fabric air permeability performance research[J]. Journal of Hunan Institute of Engineering (Natural Science Edition), 2005, 15(2):88-90. (in Chinese)
- [14] 何琪. 麻型织物风格官感评价试验[J]. 长春工业大学学报(自然科学版),2012,33(1):111-116.
HE Qi. Hemp fabric style sense - evaluation experiments [J]. Journal of Changchun University of Technology (Natural Science Edition), 2012, 33(1):111-116. (in Chinese)
- [15] 王丹,尉霞,徐达妮. 汉麻/棉混纺织物和纯棉织物服用性能分析[J]. 纺织科技进展,2015(6):42-44.
WANG Dan, WEI Xia, XU Dani. Comparison and analysis of wear ability of hemp/cotton blended fabric and cotton fabric[J]. Textile Science and Technology Progress, 2015(6):42-44. (in Chinese)
- [16] 金淑秋. 含汉麻织物服用性能研究[D]. 上海:东华大学,2012.
- [17] LOU Lin, ZHU Xiaohang, XU Hongyan, et al. Functional Properties of Hemp Union Fabrics for Home Textiles [C]//The Second Textile Material and Advanced Processing Technology International Conference Proceedings. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2010.
- [18] 唐建东,王平,李立成. 棉/竹浆/汉麻混纺织物服用性能研究[J]. 棉纺织技术,2012,40(4):8-10.
TANG Jiandong, WANG Ping, LI Licheng. Wearability research of cotton/bamboo/hemp blended fabric [J]. Cotton Textile Technology, 2012, 40(4):8-10. (in Chinese)
- [19] 张金燕,骈晓英. 多组分汉麻混纺弹力织物的开发[J]. 上海纺织科技,2012(4):41-42.
ZHANG Jinyan, PIAN Xiaoying. Development of stretch fabric made of multi - component hemp [J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2012(4):41-42. (in

- Chinese)
- [20] 赵冬梅,候桂云,赵金香,等. 蜂窝/莱麻/汉麻新型纤维混纺凉席的开发与工艺设计[C]//全国色织布行业年会论文集. 海安:纺织服装周刊杂志社,2013.
- [21] 陈艳华. 汉麻/棉混纺纬编袜织物的开发与性能研究[D]. 苏州:苏州大学,2012.
- [22] 廖镇东. 汉麻织物碱处理工艺及其服用性能的研究[D]. 天津:天津工业大学,2016.
- [23] 武海峰. 纤维素酶对汉麻织物手感的影响[D]. 上海:东华大学,2010.
- [24] 倪燕. 汉麻织物柔软整理工艺及其性能研究[D]. 上海:东华大学,2013.
- [25] 虞登峰. 离子液体—壳聚糖处理对汉麻性能的影响研究[D]. 西安:西安工程大学,2013.
- [26] DONG S J, Lee J J. Mechanical properties and hand evaluation of hemp woven fabrics treated with liquid ammonia [J]. *Fibers and Polymers*, 2016, 17 (1) : 143-150. (in Chinese)
- [27] 李焰,王迪敏,邹海清. 麻织物抗菌性能的研究[J]. 织科学研究,2004,3(4):25.
LI Yan, WANG Dimin, ZOU Haiqing. Fibrilia fabric antibacterial performance research [J]. *Textile Science Research*, 2004, 3(4):25. (in Chinese)
- [28] 弓太生,张素璇. 汉麻织物的抗菌性能及其复合抗菌整理的研究[J]. 中国皮革,2009(16):107-109.
GONG Taisheng, ZHANG Suxuan. Research on hemp fabric's antibacterial performance and it's antibacterial finishing [J]. *China Leather*, 2009 (16) : 107-109. (in Chinese)
- [29] 郝新敏,杨元,安利霞,等. 汉麻秆芯抗菌成分提取与织物抗菌整理应用研究[C]//抗菌科学与技术论坛论文集. 北京:食品与生物技术学报杂志社,2014.
- [30] 徐凡,张辉,张俐敏,等. 空心微珠涂层汉麻织物的吸声性能研究[J]. 陕西纺织,2008(4):68.
XU Fan, ZHANG Hui, ZHANG Limin. Sound absorption performance research on Cenosphere coating hemp fabric [J]. *Shanxi Textile*, 2008(4):68. (in Chinese)
- [31] 顾金丹. 大麻非织造汽车内饰材料的工艺与性能研究[D]. 西安:西安工程大学,2013.
- [32] 邱菊生,钟智丽. 汉麻纤维的性能及其织物功能整理[C]//功能性家纺论坛论文集. 江苏海门:纺织装饰科技出版社,2010.
- [33] 单雯琪. 提升棉麻织物在女装中的表现价值[J]. 现代经济信息,2014(24):389-389.
SHAN Wenqi. Promoting the performance value of cotton and fibrilia fabrics in women's clothing [J]. *Modern Economic Information*, 2014(24):389-389. (in Chinese)
- [34] 徐谷仓. 功能面料汉麻吸引客商[J]. 染整技术,2016,38(4):64.
XU Gucang. Functional hemp fabric attract customers [J]. *Dyeing and Finishing Technology*, 2016, 38(4):64.

(责任编辑:张雪,邢宝妹)