

黄芩甙在不同基布上的抗菌整理及性能对比研究

穆学慧¹,弓太生^{1,2},吴婷³,李敏¹

(1.陕西科技大学设计与艺术学院,陕西西安710021;

2.陕西科技大学轻化工程国家级实验教学示范中心,陕西西安710021;

3.际华三五一五皮革皮鞋有限公司,河南漯河462000)

摘要:涤纶、棉布和涤麻是3种常用的鞋用里布,黄芩甙是一种天然抗菌材料。研究了不同浓度的黄芩甙抗菌整理液对涤纶、棉布和涤麻3种基布抗菌性能及物理性能的影响。结果表明:在相同条件下,整理后的涤麻织物的抗菌性最好,且拉伸断裂强力最大,涤纶的断裂伸长率和透气性最好,涤麻白度受整理液浓度变化影响最大,抗弯刚度最强。

关键词:黄芩甙;基布;抗菌整理

中图分类号:TS943;TS15

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2019)10-0001-05

鞋腔是一个相对密闭的微环境,在适宜的条件下会滋生大量的微生物,给脚部造成不适感,严重的话还会引起病变。在鞋靴行业,科技人员一直致力于抗菌鞋材的研制。目前,在制鞋行业使用较多的几种基材是涤纶、棉布和涤麻。涤纶作为合成纤维,具有很好的强度、抗皱性等,但其吸湿性和抗静电性差^[1];棉布是由天然纤维编织而成,吸湿性良好,但其强度较低、抗皱性差^[2];涤麻是由涤纶纤维与天然麻纤维共混而成,麻是天然纤维,具有很好的吸湿性,但纤维长度较短且表面粗糙,与涤纶结合之后可以改良涤纶吸湿性差的缺点,也弥补了麻纤维自身的缺点^[3]。黄芩甙是从中草药黄芩中提取的有效抗菌成分,属于黄酮类物质^[4-7]。将天然抗菌剂应用到鞋用里布上制备出天然保健抗菌织物非常符合当下绿色健康、低碳环保的时代主题,而且满足了人们对鞋靴卫生性能的要求,因此具有很好的社会效益^[8-10]。

选用黄芩甙作为天然抗菌剂,以涤纶、棉布、涤麻鞋用织物作为整理基布,采用二浸二轧工艺将抗菌剂整理到不同鞋用里布上。对比研究了整理后3种基布性能的变化,通过分析对比研究3种鞋用里布抗菌整理后的性能差异,有助于鞋企抗菌鞋材里布的选用,得到抗菌性能优良的抗菌鞋材,改善鞋腔内微环境,满足消费者需求。

1 试验部分

1.1 材料

涤纶鞋用里布(166 g/m²);棉布(112 g/m²);涤麻面料(294 g/m²);黄芩甙(85%,BR,西安天丰生物科技有限公司);2D树脂(AR,中山市蓝翔树脂有限公司);脂肪醇聚氧乙烯醚(AR,山东优索化工科技有限公司);MgCl₂(AR,天津市科密欧化学试剂有限公司);NaOH(AR,天津市大茂化学试剂厂);大肠杆菌(陕西省微生物研究所);金黄色葡萄球菌(陕西省微生物研究所);白色念珠菌(陕西省微生物研究所);红色毛癣菌(美国Sigma公司)。

1.2 仪器及设备

YG(B)026H-250 织物强力机(温州市大荣纺织仪器有限公司);EV018 扫描电镜(捷克TESCAN);YG(B)461D 数字式织物透气量仪(温州大荣纺织标准仪器厂);DSBD-1 织物白度仪(常州第二纺织仪器厂);YG(B)022D 织物硬挺度仪(温州市大荣纺织仪器有限公司);LP-400 立式小轧车(佛山市南海区宏信机械设备有限公司);QHx-250BS-II 人工气候培养箱(上海新苗医疗器械制造有限公司);SYQ-DSX-280B 手提式不锈钢压力蒸汽灭菌器(上海申安医疗器械厂);SHACA 水浴恒温振荡器(精达电器集团有限公司);海尔XQSM33-200 抗菌洗衣机(青岛海尔洗衣机有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 3种鞋用基布的抗菌整理

(1)整理液的配置

分别配置0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mg/ml的黄芩甙溶液,浴比为1:30,均质后加入助剂2D树脂(120

收稿日期:2019-07-24;修回日期:2019-08-14

作者简介:穆学慧(1995-),女,陕西咸阳人,硕士生在读,研究方向:流通环境与产品防护,E-mail:919732172@qq.com。

mg/ml)、表面活性剂(2 mg/ml)和 $MgCl_2$ (28 mg/ml),调节 pH 值至 5.00 ± 0.02 。

(2) 整理工艺流程

织物浸轧整理液(二浸二轧,轧余率 70%~80%)
→预烘(50 °C, 15 min)→焙烘(90 °C, 5 min)→皂洗→水洗→干燥。

(3) 抗菌性能检测

对整理后的涤纶织物、棉织物、涤麻织物参照 GB/T 20944.3-2008《纺织品 抗菌性能的评价 第3部分:振荡法》进行抗菌性能检测^[11],并参照 GB/T 8629-2001《纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序》进行耐洗涤性检测^[12]。

1.3.2 3种抗菌鞋用基布的性能检测

对整理后的涤纶、棉布、涤麻3种抗菌基布分别参照标准 GB/T 3923.1-2013《纺织品 织物拉伸性能》、GB/T 5453-1997《纺织品 织物透气性的测定》、GB/T 8424.2-2001《纺织品 色牢度试验 相对白度的仪器评定方法》、GB/T 18318.1-2009《纺织品 弯曲性能的测定 第1部分:斜面法》进行物理机械性能、透气性、白度、抗弯刚度测试^[13-16]。

2 结果与讨论

2.1 3种鞋用基布的抗菌整理

2.1.1 不同整理液浓度对3种基布抗菌性能的影响

在浸轧过程中,整理液中抗菌成分通过轧车的压力附着在织物表面。抗菌整理液浓度的变化将影响整理后基布质量的变化,故可用质量变化率的大小表征抗菌剂在织物表面附着量的大小。

(1) 质量变化率

根据抗菌一般原理,在同等条件下,单位面积内抗菌剂含量越高,抗菌性能越强,反之,抗菌性能越弱。为探究整理液浓度对试验结果的影响,本试验设计了整理液浓度单因素试验。

根据单因素试验结果分析,随着整理液浓度的增加,整理后的3种抗菌织物质量变化率逐渐增大,涤麻织物在整理液浓度为2 mg/ml时增重趋于平缓,这是因为随着整理液浓度的增加,涤麻织物表面孔隙逐渐被覆盖,其吸附力逐渐下降,从而增重上升到一定程度时趋于稳定。

涤纶和棉布2种基布的增重变化较涤麻基布变化较小。相同条件下,3种基布质量变化率的大小排序

为涤麻>涤纶>棉布。涤纶的亲水性较弱,从而导致对抗菌剂黄芩甙的吸附力较弱。棉布作为天然纤维织物,亲水性较好,但本试验中棉布纤维编织紧密,从而黄芩甙没有足够的附着点导致质量变化率较小。

从整理后的质量变化率进行比较,3种鞋用里布中涤麻织物相较于其他2种基布整理后的质量变化率最大,整理液浓度为2.5 mg/ml时,涤麻织物的质量变化率为15.7%,涤纶和棉布的质量变化率为9.2%和6.7%。

(2) 抑菌率

参照标准 GB/T 20944.3-2008《纺织品 抗菌性能的评价》进行抗菌性能检测,本试验采用振荡法对3种整理后的基布进行抗菌性能评价,根据式(1)抑菌率公式分析试验结果:

$$\text{抑菌率}(\%) = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (1)$$

式中 A 表示对照样培养一定时间后的菌落数;B 表示抗菌整理样培养一定时间后的菌落数。

试验结果见表1。

表1 涤纶、棉布、涤麻3种抗菌织物的抑菌率

整理液浓度 /mg·ml ⁻¹		抑菌率/%			
		大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	白色念珠菌	红色毛癣菌
0	涤纶	29.4	29.2	21.1	21.8
	棉布	27.7	24.1	17.0	20.0
	涤麻	35.1	33.2	23.9	22.2
0.5	涤纶	63.7	60.8	50.9	50.6
	棉布	61.3	56.9	48.9	54.6
	涤麻	68.0	64.6	53.2	59.7
1.0	涤纶	68.5	65.4	56.9	55.8
	棉布	66.1	64.0	53.4	59.3
	涤麻	72.7	70.3	59.4	60.3
1.5	涤纶	78.5	76.3	60.9	61.3
	棉布	78.0	75.4	69.8	72.6
	涤麻	79.4	78.6	64.3	65.1
2.0	涤纶	86.5	85.4	77.2	76.9
	棉布	82.9	81.6	74.9	75.4
	涤麻	89.7	89.4	80.5	81.4
2.5	涤纶	94.3	93.6	81.3	81.9
	棉布	91.0	90.2	79.8	80.2
	涤麻	98.9	98.0	82.9	84.3

从表1可以看出,随着整理液浓度的增大,3种基布整理后的抗菌性能也随之增强。3种基布空白试样的抑菌能力为涤麻>涤纶>棉布。涤麻作为天然麻纤维与化学聚酯纤维的共纺织物,其性能结合了麻纤维和聚酯纤维的优点,其中麻纤维具有一定的抗菌性^[17-18],所以空白样涤麻织物对细菌和真菌所表现的抑菌性明显高于涤纶织物和棉织物。棉织物作为天然

纤维的一种,具有很好的吸湿性,其在使用过程中更容易附着一些人体汗液和皮肤角质,从而给微生物的生长提供了一个较好的“生长环境”,所以其抑菌性比涤麻和涤纶织物都相对弱一些。

2.1.2 涤麻抗菌基布的耐洗涤性

结合整理后3种鞋用里布的质量变化率和对不同菌种的抑菌率的综合分析,涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布中抑菌性能较好的为涤麻织物。与其他2种基布相对比,在同等条件下,涤麻基布的增重最多,其抑菌率最高。为进一步说明涤麻抗菌整理的效果,本试验参照GB/T 8629—2001《纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序》对整理后涤麻抗菌织物进行了不同次数的水洗并测试其抑菌性。表2为经不同水洗次数后抗菌涤麻鞋用里布的抑菌率。

表2 经不同水洗次数后抗菌涤麻鞋用里布的抑菌率

洗涤次数/次	大肠杆菌/%	金黄色葡萄球菌/%	白色念珠菌/%	红色毛癣菌/%
0	98.9	98.0	82.9	84.3
10	85.3	78.6	70.2	72.3
15	79.0	73.9	63.5	66.1
50	54.2	42.6	30.1	32.4

由表2可得,随着水洗次数的增加,抗菌涤麻鞋用里布的抑菌效果明显下降,水洗15次后,对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌和红色毛癣菌的抑菌率分别为79.0%、73.9%、63.5%、66.1%。对洗涤后的织物进行烘干、称重,结果显示质量比洗涤前有所下降,这是由于在水洗过程中,织物表面附着的黄芩甙抗菌颗粒,随着洗涤过程中与陪洗物相互摩擦而脱落。织物表面抗菌成分黄芩甙减少,其抑菌率也随之减小。水洗50次后,涤麻织物对细菌的抑菌性下降了50%左右,对真菌的抑菌性下降了62%左右,其抗菌性大小不再满足标准QB/T 2881—2013《鞋类和部件抗菌性能技术条件》的抗菌要求。

2.2 3种鞋用抗菌基布的性能检测

2.2.1 物理机械性能

在抗菌整理过程中,由于浸轧工艺的影响,织物的物理机械性能会受到影响,且整理后的抗菌剂黄芩甙对纤维的力学性能也会产生影响。不同处理条件下,织物物理机械性能变化情况如表3所示。通过对比研究,3种织物的物理机械性能随着抗菌整理液浓度的变化,呈现起伏性变化。

涤纶织物和棉织物随着整理液浓度增加,其拉伸断裂强力在上升到一定程度后开始下降。涤纶织物拉

伸断裂强力在整理液浓度为0.5 mg/ml时由264 N上升到279 N,在整理液浓度为1 mg/ml时,又下降到273 N,然后上升到288 N,再增加整理液浓度,涤纶织物的拉伸断裂强力开始下降。其最大的拐点出现在整理液浓度为1.5 mg/ml处。棉布织物拉伸断裂强力在整理液浓度为1.5 mg/ml之前一直增加,随后开始下降,其断裂伸长率在1%范围内变化。这是由于在整理过程中,抗菌剂黄芩甙附着在织物表面对纤维结构产生影响^[19-20]。一定量的黄芩甙填充了纤维之间的一些孔隙结构,从而使得整理后的织物拉伸断裂强力增加,但随着整理液浓度的不断增加,织物表面附着的黄芩甙颗粒增多,在外力作用下,有些附着点会产生应力集中现象从而使得织物的拉伸断裂强力下降。黄芩甙在织物表面的附着使得纤维之间相互滑移能力受到影响,织物的断裂伸长率出现起伏变化。由于涤麻织物中麻纤维为短纤维,其纤维之间相对滑移程度较小,所以涤麻织物的断裂伸长率相较于涤纶较小。涤麻织物在经不同浓度整理液整理后其断裂伸长率和拉伸断裂强力的最大拐点均出现在1.5 mg/ml处。

表3 不同处理条件对涤纶、棉布、涤麻3种鞋用织物物理机械性能的影响

物理机械性能	整理液浓度/mg·ml ⁻¹						
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
涤纶	拉伸断裂强力/N	264	279	273	288	284	282
	断裂伸长率/%	73.8	70.8	74.0	74.0	74.1	73.2
棉布	拉伸断裂强力/N	232	234	246	255	214	229
	断裂伸长率/%	12.9	11.7	12.5	11.5	10.9	11.2
涤麻	拉伸断裂强力/N	472	389	375	388	385	381
	断裂伸长率/%	41.2	37.8	34.3	38.3	36.5	35.4

同等条件下对3种织物的物理机械性能进行对比分析可得,未经整理的3种织物,棉布的拉伸断裂强力最小,这是因为天然棉纤维自身的强力较化学纤维弱,这也是棉布用做鞋用里布的一个缺点。棉布的断裂伸长率在3种基布中也是最小的,这是由于断裂伸长率在一定程度上与织物的编织紧密程度有很大关系,通过扫描电镜观察棉布表面结构发现棉布的纤维之间编织紧密,导致纤维之间相对滑移能力较弱,所以纤维的延展性较弱,不易拉伸。涤纶作为化学长纤维,其纤维之间滑移能力较强,更易拉伸延展,所以断裂伸长率在3种鞋用里布之中是最大的。而拉伸断裂强力在3种基布中,涤麻织物的拉伸断裂强力最大,麻纤维本身的强度也比较高,所以涤麻共混之后,其高强度的优良特性仍然保留。

2.2.2 透气性

图1为整理液浓度对涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布透气量的影响。

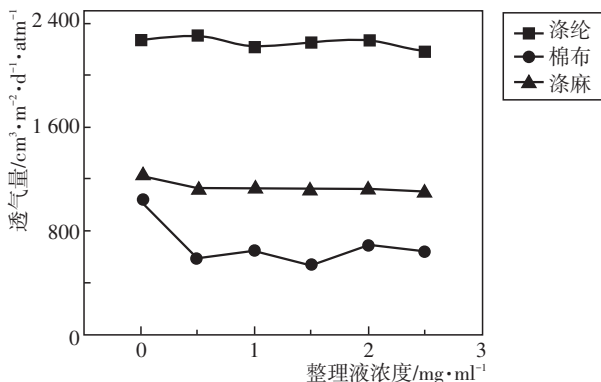


图1 整理液浓度对涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布透气量的影响

透气性是鞋用织物应用中的一个重要性能,良好的透气性可以给人脚提供一个相对舒适的鞋腔内环境。从图1试验结果可知,整理液浓度对涤纶和涤麻2种织物透气性的影响不大,其透气量变化趋势均较为平缓,而对棉布的影响较大,这是因为试验所用的棉布纤维结构编织较为紧密,纤维间的孔隙较小,在整理过程中,抗菌剂在轧压作用下更加紧实地覆盖在织物表面,使得孔隙减小,从而导致棉布织物的透气性降低。

2.2.3 白度

织物的白度对使用过程的美观性会产生一定影响。本试验所用的黄芩甙是一种淡黄色粉末,溶解后溶液显淡黄色。经检测,3种基布在整理后白度随着整理液浓度的增加逐渐下降。这是因为随着整理液浓度的增加,附着在3种织物表面的抗菌成分黄芩甙也逐渐增多,且浸轧工艺中的焙烘过程也会对织物白度产生影响。图2为整理液浓度对涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布白度的影响。

由图2试验结果对比分析得出,3种基布中,白度最低的是涤麻织物,这是由于涤麻中麻纤维本身偏黄褐色,而且同等条件下涤麻织物表面附着的抗菌剂黄芩甙的量在3种基布中是最多的,故涤麻织物的白度下降幅度最大,且同等条件下涤麻织物的白度最低。

2.2.4 抗弯刚度

在整理后,织物的手感会发生变化,为量化这种手感变化的程度,本试验测试了抗菌整理后,涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布的抗弯刚度。抗弯刚度也被称为弯曲硬挺度,可以用来表征织物的硬挺度。通过试验得出,整理后的涤麻抗弯刚度远远超过涤纶和棉布整理

后的抗弯刚度。涤纶、棉布、涤麻3种空白样抗弯刚度分别为48、18、2410,经黄芩甙浓度为0.5 mg/ml的整理液整理后,3种抗菌织物的刚度分别为55、21、2860。随着整理液浓度的提高,3种抗菌织物的刚度逐渐增加。可见,经抗菌整理加工的织物硬挺度有一定的提高。这是由于整理后的织物表面及纤维之间都附着了抗菌剂黄芩甙,从而使这3种织物表面黄芩甙密度增加,织物硬挺度也随之增加。

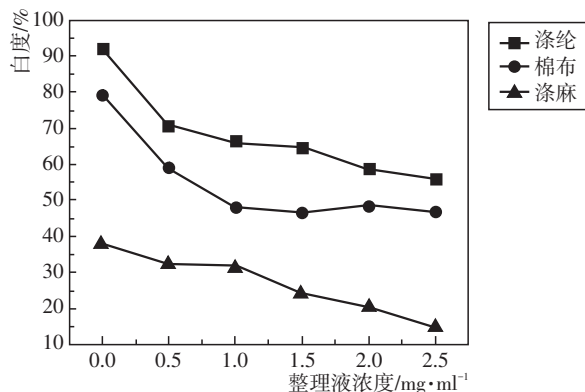


图2 整理液浓度对涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布白度的影响

3 结论

(1)对比涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布抗菌整理后的抗菌性能,涤麻织物的抗菌性能最好。

(2)经2.5 mg/ml整理液整理的涤麻鞋用里布抗菌性能达到了《鞋类和部件抗菌性能技术条件》要求,此时的抑菌率为:大肠杆菌98.9%、金黄色葡萄球菌98.0%、白色念珠菌82.9%、红色毛癣菌84.3%。

(3)对比涤纶、棉布、涤麻3种鞋用里布抗菌整理后的物理机械性能、透气性、白度和抗弯刚度,同等条件下,涤麻的物理机械性能最好,涤纶透气性最高且白度最大,涤麻的抗弯刚度最大。

参考文献:

- [1] 张治斌,李刚,毛森贤,等.涤纶及其织物抗菌功能改性的研究与开发[J].纺织导报,2019,(3):67-70.
- [2] 闫英山,孙红玉,钟海潮,等.天然提取物Nota对棉织物抗菌性能的研究[J].纺织科学与工程学报,2019,36(2):85-89.
- [3] 郝欣.汉麻纤维混纺功能性鞋材研究与成鞋舒适性评价[D].北京:北京服装学院,2012.
- [4] 王娜.中药黄芪、黄芩有效成分的体外抑菌作用研究[D].秦皇岛:燕山大学,2009.
- [5] 薛霜.壳聚糖和黄芩甙对毛织物的抗菌整理[D].长春:

- 长春工业大学, 2013.
- [6] 商成杰. 纺织品抗菌及防螨整理[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2009.
- [7] 关震平, 黄芩及其主要成份抗菌作用研究[J]. 陕西中医, 2018, 39(8): 1 148—1 150.
- [8] EMAM H E. Antimicrobial cellulosic textiles based on organic compounds[J]. 3 Biotech, 2019, 9(1): 1—14.
- [9] 程成, 张薇, 朱波, 等. 中药抗常见耐药菌的作用及其机制研究进展[J]. 南京中医药大学学报, 2019, 35(2): 229—223.
- [10] MA F, CHEN Y, LI J, *et al.* Screenig test for anti-Helicobacter pylori activity of traditional Chinese herbal medicines[J]. World Journal of Gastroenterology, 2010, 16(44): 5 629—5 634.
- [11] 纺织品 抗菌性能的评价: GB/T 20944. 3—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [12] 纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序: GB/T 8629—2001[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [13] 纺织品 织物拉伸性能: GB/T 3923. 1—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [14] 纺织品 织物透气性的测定: GB/T 5453—1997[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [15] 纺织品 色牢度试验 相对白度的仪器评定方法: GB/T 8424. 2—2001[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [16] 纺织品 弯曲性能的测定: GB/T 18318. 1—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [17] 安利霞. 汉麻有效抗菌成分提取及抗菌机理的研究[D]. 北京: 北京服装学院, 2013.
- [18] 郝新敏. 汉麻作鞋衬抗菌材料研发与应用[C]// 2016年抗菌科学与技术论坛论文集, 2016: 6.
- [19] 冯捷. O-羧甲基壳聚糖改性尼龙 66 织物及其性能研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2016.
- [20] 盛云霞. 生物质基抗真菌鞋材的制备及性能研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2015.

Antibacterial Finishing and Performance Comparison of Baicalin on Different Base Fabrics

MU Xue-hui¹, GONG Tai-sheng^{1,2}, WU Ting³, LI Min¹

(1. College of Art and Design, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China;

2. National Demonstration Center for Experimental Light Chemistry Engineering Education, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China; 3. Jihua 3515 Leather and Leather Shoe Co., Ltd., Luohe 462000, China)

Abstract: Polyester, cotton and polyester/hemp were three kinds of frequently-used shoe linings. Baicalin was natural antibacterial material. The effects of different concentrations of Baicalin on the antibacterial and physical performances of polyester, cotton and polyester/hemp were studied. The results indicated that under the same conditions, the polyester/hemp had the best antibacterial property and tensile breaking strength. The elongation at break and gas permeability of polyester were the best. The polyester/hemp had the strongest bending stiffness, and its whiteness was most affected by the change of finishing liquid concentration.

Key words: Baicalin; fabric; antibacterial finishing

2020年《纺织科技进展》征订启事

《纺织科技进展》是由四川省纺织科技情报中心站和四川省纺织工程学会联合主办的全国性综合类纺织科技期刊(国际标准刊号: ISSN 1673—0356, 国内统一刊号: CN 51—1680/TS)。为《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊和《CAJ—CD规范》执行优秀期刊。本刊被美国化学文摘(CA)、《中国期刊全文数据库》、《中教数据库》等广泛收录,并全文入编“中国期刊网”和“万方数据—数字化期刊群”。

《纺织科技进展》为月刊,大16开,64页,全方位报道纺织、服装服饰、化学纤维、印染助剂、纺织设备等领域的重大学术研究成果和进展。主要栏目有进展与述评、研究开发、应用技术、测试分析、麻纺专题、服装服饰等。面向国内外公开发行人,国内全年订价96.00元/份,全国各地邮局均可订阅,邮发代号:62—284;海外全年订价96美元/份,中国出版对外贸易总公司(北京782信箱)为本刊海外总发行,海外发行代号:DK51021。

《纺织科技进展》编辑部经工商部门批准发布广告(广告登记证号:川广登字(2017)015号),欢迎广大客户刊登广告。本刊现已开通网络投稿审核系统,请登录《纺织科技进展》杂志社网站 <http://www.fzkjjz.com> 注册投稿。

户名:四川省纺织科技情报中心站
开户行:工商银行成都青羊宫支行
帐号:4402 2180 0900 8802 242
地址:成都市青羊区十二桥路2号
邮编:610072

电话:028—87771368

028—87711660

传真:028—87770677

微信公众号: fzkjjz

网址: www.fzkjjz.com

E-mail: fzkjjz@163.com