

# 抗菌优可丝/棉混纺针织物的植物染料染色工艺

张欢怡,肖雯,刘欣晨,吴安琪,李萍\*

(嘉兴南湖学院,浙江嘉兴 314001)

**摘要:**选取优可丝抗菌纤维与棉纤维进行混合纺纱,纺制了5.4 tex的抗菌优可丝/棉混纺针织纱(捻度:370 T/m),然后采用该种纱线在电脑横机上织造抗菌优可丝/棉混纺针织物,并采用天然植物靛蓝染料对其进行染色,探究最佳染色工艺。结果得到最优的染色方案为:NaOH浓度4 g/L,保险粉浓度25 g/L,还原时间5 min,染色温度70℃;采用最优方案染色后,织物的水洗色牢度4~5级,干摩擦色牢度3~4级,湿摩擦色牢度3级。

**关键词:**植物靛蓝;K/S值;优可丝;棉纤维

**中图分类号:**TS 193

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-0356(2022)09-0015-04

优可丝纤维是赛得利公司研发的一种新型生态环保抗菌纤维,从天然木材中提取,无合成成分<sup>[1]</sup>,通过纺前注射的方式将活性抗菌物质均匀分散在纤维内部及表面,具有安全无害的抗菌性能,而且经50次水洗后仍能够达到国标“3A”的抗菌效果。优可丝抗菌纤维可自然堆肥降解,且降解后的成分可以促进土壤再生<sup>[2]</sup>,是替代石油基材料的一种绿色生态材料,目前在内衣等贴身衣物方面应用较多。

植物靛蓝染料属于天然染料,具有无毒、无害、无污染等优点,因其大多提取自板蓝根中,具有一定的药用价值<sup>[3]</sup>。在天然染料的分类中植物靛蓝染料属于还原染料,靛蓝染料的分子结构中含有羰基,没有水溶性基团,不溶于水<sup>[4]</sup>。染色时需在强还原剂和碱性的条件下,将染料还原成可溶性的隐色体钠盐才能上染纤维,隐色体上染纤维后再经氧化,重新转变为原来不溶性的染料而固着在纤维上<sup>[5]</sup>。采用天然植物靛蓝染料对抗菌优可丝/棉混纺针织物进行染色处理,探究其染色工艺,实现从原料到织造及后整理的全流程生态环保生产,符合绿色发展的要求。

## 1 试验部分

### 1.1 织物的制备

将抗菌优可丝纤维粗纱(0.85 g/m,圣美隆羊绒制品有限公司)和棉纤维粗纱(0.65 g/m)在多功能环锭细纱机上,通过牵伸加捻纺成5.4 tex抗菌优可丝/棉(30/70)混纺针织纱。其纺纱工艺为:纺纱速度7 500

r/min,前罗拉牵伸比1:10,后罗拉牵伸比1:30,捻度370 T/m。后将纺成的纱线在14G STOLL电脑横机上织造抗菌优可丝/棉混纺针织物。

### 1.2 试剂与仪器

试剂:植物靛蓝染料(常州美胜),保险粉,NaOH。

仪器:48锭多功能环锭细纱机(苏州华飞),STOLL电脑横机,Y517B摩擦色牢度仪,S-W12D耐洗色牢度试验机,HH-8数显恒温水浴锅,Datacolor SF 800型测色配色仪。

### 1.3 测试指标

#### 1.3.1 K/S值

选用Datacolor SF 800型计算机测色配色仪测试织物不同部位的染色深度K/S值,K/S值大小与染色深度呈正相关。

#### 1.3.2 耐水洗色牢度

4 cm×10 cm大小的试样缝合于黏胶织物和普通腈纶织物之间,置入温度60℃的皂液中,机械搅拌30 min。后将试样冲洗并干燥,与灰色样卡对比,评价试样变色等级。

#### 1.3.3 耐摩擦色牢度

试样规格为5 cm×20 cm(纵向、横向各一块),以及5 cm×5 cm的棉织物(前处理过),分别测试试样纵向和横向的干湿摩擦色牢度,与标准样卡对比,评价变色等级<sup>[6]</sup>。

## 2 单因素试验

### 2.1 方案设计

靛蓝染料属于还原染料,分子中不含水溶性基团,染色时需碱性条件和强还原剂条件下被还原成隐色体上染纤维<sup>[7]</sup>。隐色体上染完毕后,再经空气氧化,隐色

收稿日期:2022-04-21

基金项目:嘉兴南湖学院大学生SRT项目(8517213116)

第一作者:张欢怡(1999—),女,主要从事植物染料的染色工艺研究。

\*通信作者:李萍(1990—),女,讲师,主要从事新型纺织品的设计与开发。

体重新转变成原来不溶性染料而固着在纤维上<sup>[8]</sup>。

靛蓝染料用全浴法还原,浴比 1 : 50,室温下加入靛蓝染料、保险粉和 NaOH,以均匀稳定的速度升温至还原温度,染料还原后放入抗菌优可丝/棉混纺针织物,染色一定时间后降温至室温氧化,染色工艺曲线如图 1 所示。

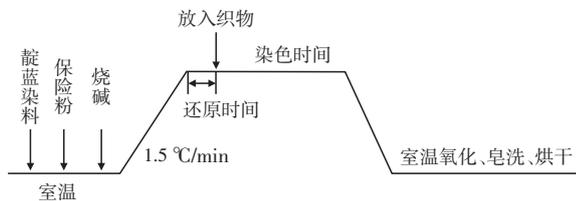


图 1 染色工艺曲线

用植物染料染抗菌优可丝/棉混纺针织物,其影响因素主要包括染料浓度、保险粉浓度、NaOH 浓度、还原时间和染色温度,单因素染色试验方案见表 1。

表 1 单因素染色试验方案

试验序号	固定因子	变化因子
1	保险粉质量浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):25 NaOH 浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):5 还原时间/min:15 染色温度/°C:60 染色时间/min:30	染料浓度/%(o.w.f): 1、2、3、4、5
	染料浓度/%(o.w.f):2	
2	NaOH 浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):5 还原时间/min:15 染色温度/°C:60 染色时间/min:30	保险粉浓度/(g · L <sup>-1</sup> ): 5、10、15、20、25
	染料浓度/%(o.w.f):2	
3	染料浓度/%(o.w.f):2 保险粉浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):25 还原时间/min:15 染色温度/°C:60 染色时间/min:30	NaOH 浓度/(g · L <sup>-1</sup> ): 2、3、4、5、6
	染料浓度/%(o.w.f):2	
4	NaOH 浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):5 保险粉浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):25 染色温度/°C:60 染色时间/min:30	还原时间/min: 5、10、15、20、25
	染料浓度/%(o.w.f):2	
5	NaOH 浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):5 保险粉浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):25 还原时间/min:15 染色时间/min:30	染色温度/°C: 50、60、70、80、90
	染料浓度/%(o.w.f):2	
6	NaOH 浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):5 保险粉浓度/(g · L <sup>-1</sup> ):25 还原时间/min:15 染色温度/°C:60	染色时间/min: 25、30、35、40、45、50
	染料浓度/%(o.w.f):2	

## 2.2 结果与分析

### 2.2.1 染料浓度

由图 2 可以看出,当染料浓度从 1% (o.w.f) 增加

到 5% (o.w.f),面料的 K/S 值有增大趋势,最大 K/S 值与最小 K/S 值的差值为 1.41,总体上是比较平缓的,当染料浓度为 3% 时, K/S 值达到最大 25.79,综合考虑靛蓝染色深度及经济因素,在后续正交试验采用染料浓度 2% (o.w.f)。

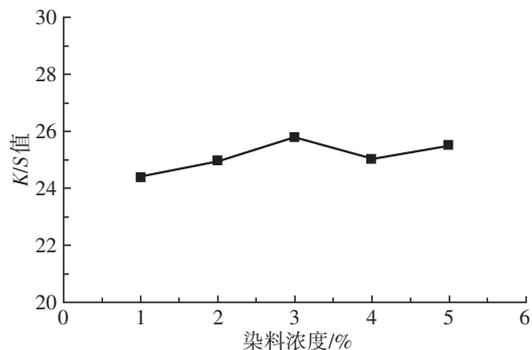


图 2 染料浓度与 K/S 值的关系

### 2.2.2 保险粉浓度

保险粉在靛蓝染料上染抗菌优可丝/棉混纺针织物的过程中起着促进染料还原的作用。由图 3 可以看出,随着保险粉浓度的增加,织物的 K/S 值从 4.59 逐渐增加到最大值 21.32,当保险粉浓度大于 20 g/L, K/S 值有所减小。这是因为随着保险粉浓度的增加,靛蓝染料的还原程度增加,促进染料的上染<sup>[9]</sup>,而当保险粉浓度过高,会导致染料还原过度,靛蓝染料不能完全上染到抗菌优可丝/棉混纺针织物上, K/S 值变小。

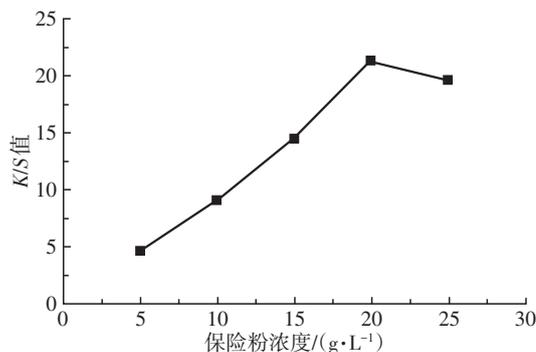


图 3 保险粉浓度与 K/S 值的关系

### 2.2.3 NaOH 浓度

NaOH 在靛蓝染料上染抗菌优可丝/棉混纺针织物的过程中给保险粉的还原反应提供碱性环境。由图 4 可以看出,随着 NaOH 质量浓度的增加, K/S 值先增大后减小,当 NaOH 质量浓度为 4 g/L 时, K/S 值达到最大值 19.80。这是因为随着 NaOH 浓度的增加,保险粉分解的酸性物质被中和,染色 pH 值增加,促进染料的上染。而当 NaOH 浓度继续增加时,染液 pH 值超过靛蓝染料上染的最佳 pH 值,影响染料的上

染,导致  $K/S$  值下降。染色后面料表面的最大  $K/S$  值与最小  $K/S$  值之间的差值为 11.56,面料的染色效果受  $\text{NaOH}$  质量浓度的影响较大。

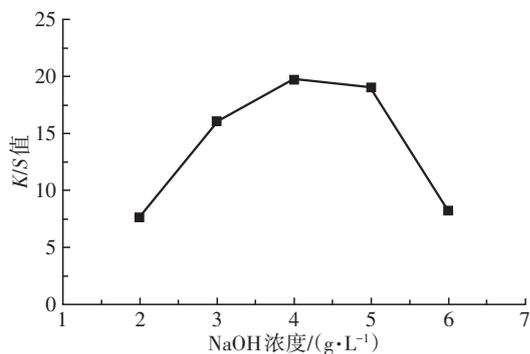


图4  $\text{NaOH}$  浓度与  $K/S$  值的关系

#### 2.2.4 还原时间

由图5可以看出,随着还原时间的增加,面料的  $K/S$  值波动较大,当还原时间为 10 min 时,  $K/S$  值最大,染料的上染深度最大;当还原时间大于 10 min 时,染料的上染深度随还原时间的增大逐渐减小,延长还原时间并不能使织物表面染色深度加深。

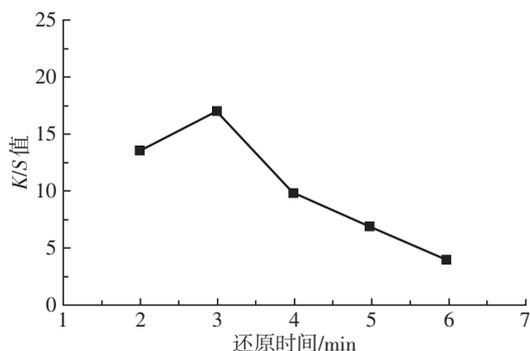


图5 还原时间与  $K/S$  值的关系

#### 2.2.5 染色温度

从图6可以看出,随着染色温度的增加,面料表面的  $K/S$  值有较大变化,呈现先增加后减小的趋势;当染色温度为 70 °C 时,  $K/S$  值达到最大值 22.66,当温度大于 70 °C,  $K/S$  值开始下降。这是因为植物靛蓝染料属于低温染色型染料,温度过高会导致染料分解,进而影响对织物的上染,导致得色率低。

#### 2.2.6 染色时间

如图7所示,随着染色时间的增加,  $K/S$  值逐渐增加后趋于稳定,织物表面的染色深度逐渐增加后基本不变,当上染 40 min 后,织物表面的  $K/S$  值接近最大,后续正交试验选择染色时间 40 min。

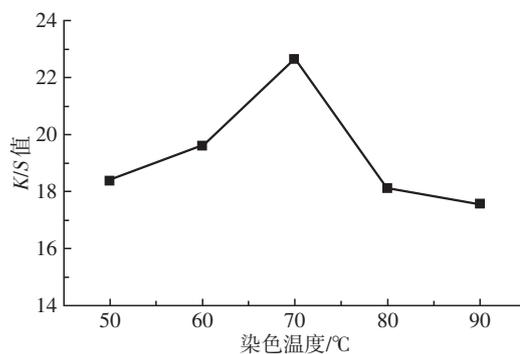


图6 染色温度与  $K/S$  值的关系

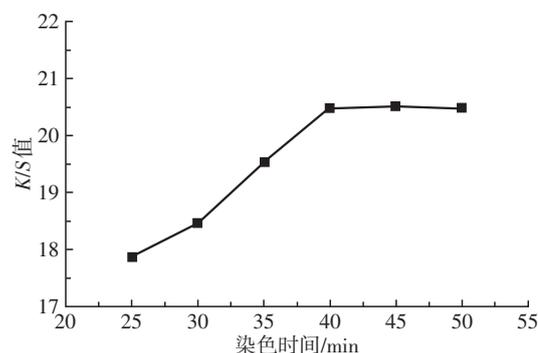


图7 染色时间与  $K/S$  值的关系

### 3 正交试验

#### 3.1 方案设计

根据单因素试验中得到的结果,得出其  $\text{NaOH}$  浓度、保险粉浓度、染色温度、还原时间 4 个因素对抗菌优可丝/棉混纺针织面料染色后  $K/S$  值影响较大,因此选取这 4 个因素进行  $L_9(3^4)$  正交试验。正交因素水平见表 2,正交方案见表 3。

表2 正交因素水平表

因素水平		1	2	3
A	$\text{NaOH}$ 浓度/(g·L <sup>-1</sup> )	3	4	5
B	保险粉浓度/(g·L <sup>-1</sup> )	15	20	25
C	染色温度/°C	60	70	80
D	还原时间/min	5	10	15

表3 正交试验方案

试验号	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

### 3.2 结果与分析

植物靛蓝上染抗菌优可丝/棉混纺针织面料的正交试验结果见表4。

表4 正交试验结果

试验号	A	B	C	D	K/S 值
1	3	15	60	5	8.616
2	3	20	70	10	6.669
3	3	25	80	15	8.573
4	4	15	70	15	16.348
5	4	20	80	5	16.348
6	4	25	60	10	19.403
7	5	15	80	10	4.3544
8	5	20	60	5	10.743
9	5	25	70	15	15.906
$K_1$	23.86	29.32	38.76	40.87	$A > B > D > C$
$K_2$	52.10	33.76	38.92	30.43	$(A_2 B_3 C_2 D_1)$
$K_3$	31.00	43.88	29.28	35.66	
$k_1$	7.95	9.77	12.92	13.62	
$k_2$	17.37	11.25	12.97	10.14	
$k_3$	10.33	14.63	9.76	11.89	
极差 R	9.41	4.85	3.22	3.48	

根据极差判断4个因素的影响主次为:NaOH浓度>保险粉浓度>还原时间>染色温度。最优方案为 $A_2 B_3 D_1 C_2$ ,即NaOH浓度4 g/L,保险粉浓度25 g/L,还原时间5 min,染色温度70℃。

### 3.3 优选工艺染色效果

采用上述优选工艺对抗菌优可丝/棉混纺针织物进行染色整理,其色牢度测试结果见表5。从表5可知,抗菌优可丝/棉混纺针织物的耐水洗色牢度较好,耐摩擦色牢度等级也达到服用织物的要求。

表5 色牢度测试结果

耐水洗色牢度/级	耐摩擦色牢度/级				
	干摩擦		湿摩擦		
	纵向	横向	纵向	横向	
黏胶	腈纶				
4~5	4	3~4	4	3	3

## 4 结论

(1)通过单因素试验发现影响抗菌优可丝/棉混纺针织物染色效果的主要因素包括:保险粉浓度、NaOH浓度、还原时间和染色温度。

(2)植物靛蓝染料上染抗菌优可丝/棉混纺针织物的最优工艺为:NaOH浓度4 g/L,保险粉浓度25 g/L,还原时间5 min,染色温度70℃,染色时间40 min,浴比1:50。

(3)最优工艺整理抗菌优可丝/棉混纺针织物后的耐水洗色牢度4~5级,耐干摩擦色牢度3~4级,耐湿摩擦色牢度3级。

### 参考文献:

- [1] 韩涛. 优可丝安泰贝抗菌纤维在牛仔面料开发中的技术探讨[J]. 纺织导报, 2020(10):44-47.
- [2] 孙臣, 王佳凯, 刘涛, 等. 安泰贝抗菌黏胶大提花面料的开发[J]. 染整技术, 2020, 42(3):47-50.
- [3] 王华清. 涤/棉织物植物靛蓝染料生态染色工艺[J]. 印染助剂, 2019, 36(7):44-47.
- [4] 范雪荣. 纺织品染整工艺学[M]. 北京:中国纺织出版社, 2006.
- [5] 周金香. 静电纺聚丙烯腈微纳米纤维染色性能研究[D]. 上海:东华大学, 2018.
- [6] 孙敏. 纳米抗菌纤维针织产品服用性能研究与产品开发[D]. 上海:东华大学, 2011.
- [7] 贾秀玲. 植物靛蓝染料染色及固色工艺研究[D]. 上海:东华大学, 2012.
- [8] 曾梦. 天然染料的提取及对蛋白质纤维的染色研究[D]. 北京:北京服装学院.
- [9] 陈骛, 姜会钰, 周莉, 等. 天然靛蓝染色棉针织物的光氧化褪色研究[J]. 针织工业, 2019(9):32-37.

## Dyeing Process of Natural Dyes for Antibacterial EcoCoty/Cotton Blended Knitted Fabrics

ZHANG Huanyi, XIAO Wen, LIU Xinchun, WU Anqi, LI Ping\*

(Jiaxing Nanhu University, Jiaxing 314001, China)

**Abstract:** The antibacterial EcoCoty fibers and the cotton fibers were mixed and spun to produce 5.4 tex antibacterial EcoCoty/cotton blended knitting yarn (twist: 370 T/m). This kind of yarn was used to weave antibacterial EcoCoty/cotton blended knitted fabric on a computerized flat knitting machine, and it was dyed with natural plant indigo dyes. Its optimal dyeing process was explored. The results showed that the optimal dyeing scheme was: the concentration of sodium hydroxide was 4 g/L, the concentration of hydrosulfite was 25 g/L, the reduction time was 5 min, and the dyeing temperature was 70℃. After dyeing with the optimal scheme, the washing color fastness grade of fabric was 4-5, the color fastness grade to dry rubbing was 3-4, and the color fastness grade to wet rubbing was 3.

**Key words:** natural indigo dye; K/S value; EcoCoty; cotton fiber