

棉织物天然靛蓝与栀子黄套染工艺研究

刘柳^{1,4}, 钱晶鸽^{2,4}, 游紫微^{2,4}, 冯凯^{2,4}, 权衡^{1,3}

[1. 武汉纺织大学 化学与化工学院, 湖北 武汉 430200;

2. 武汉纺织大学 现代纺织学院, 湖北 武汉 430200;

3. 武汉市生态染整及功能纺织品工程中心, 湖北 武汉 430200;

4. 武汉纺织大学研究生(丽源)工作站, 湖北 荆州 434000]

摘要:文中将天然靛蓝染料和栀子黄染料进行套染,以获得色泽饱满、稳定的军绿色。研究了天然靛蓝在棉织物上的提升力及染色性能,并探讨天然靛蓝染料和栀子黄染料套染染色顺序,测试了染色后织物的色光、K/S值及染色牢度。结果表明,天然靛蓝染色工艺中,染色织物的K/S值随着靛蓝染料浓度的增加明显提升,具有较好的提升力;通过天然靛蓝染料和栀子黄染料套染,染得了一系列绿色样品,获得了目标军绿色,其中栀子黄套染靛蓝染色工艺可以获得深浅、浓淡不一的绿色系染色效果,且染色牢度较佳,其耐皂洗色牢度、耐摩擦色牢度达到3.0~4.0级,耐日晒色牢度可达3.5级及以上。

关键词:天然靛蓝;栀子黄;纯棉织物;套染;军绿色;色光;染色牢度

中图分类号:TS 193.62

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2019)10-0034-04

Over Dyeing of Cotton Fabric with Natural Indigo and Gardenia Yellow

Liu Liu^{1,4}, Qian Jingge^{2,4}, You Ziwei^{2,4}, Feng Kai^{2,4}, Quan Heng^{1,3}

(1. Chemistry and Chemical Engineering College, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430200, China;

2. Modern Textile Institute, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430200, China;

3. Wuhan Ecological Dyeing and Finishing and Functional Textile Engineering Center, Wuhan, Hubei, 430200, China;

4. Graduate Workstation of Wuhan Textile University in Hubei Liyuan Technology Co., Jingzhou, Hubei 434000, China)

Abstract: In this paper, the natural indigo dye and the gardenia yellow dye are over-dyed to obtain a full and stable military green color based on natural dyes. The lifting power and dyeing properties of natural indigo on cotton fabrics were studied. The dyeing sequence of natural indigo dye and gardenia yellow dye was studied. The color shade, K/S value and dyeing fastness of the dyed fabric were tested. The results show that in the natural indigo monochrome dyeing process, the K/S value of the dyed fabric increases with the increase of the concentration of indigo dye, which has better lifting force. Through a natural indigo dye and scorpion yellow dye dyeing, a series of green samples were dyed and the target army green was obtained. The dyeing process of scorpion yellow dyeing indigo can give the dyeing effect of shades of darkness and shade. The soap washing fastness, rubbing fastness of the dyed cotton fabric can reach Level 3.0 to Level 4.0 and light fastness up to grade 3.5 and above.

Key words: Natural Indigo; Gardenia Yellow; Cotton Fabric; Over Dyeing; Army Green; Shade; Color Fastness

19世纪60年代合成染料的出现,由于其具有色谱齐全、色泽鲜艳、耐洗、耐晒等诸多优点,逐渐代

替了原先的植物染料^[1]。但近年来随着人们环保意识的增强、合成染料中致癌风险的增加,人们对服饰

回归自然的要求越来越强烈,天然染料逐渐成为当前科研工作者的新宠^[2-3]。

基金项目:武汉纺织大学大学生创新创业训练计划项目(2016CXCY069)。

作者简介:刘柳(1993—),男,硕士研究生。主要从事纺织染整、印染助剂方向的研究。

通讯作者:权衡(1971—),男,教授,博士。E-mail:296180128@qq.com。

根据英国染料和染色家协会给出的定义,天然染料是指从植物、动物或矿产资源中获得的、很少或没有经过化学加工的染料。但是天然染料色谱不全^[4],特别是缺乏耐日晒色牢度较优且性能稳定的绿色^[5];但是绿色经常作为时尚前沿的流行色而受到人们的喜爱和追捧,因此人们开始研究蓝和黄拼混得到绿色系^[6]。

天然靛蓝(见图 1)是一种古老的还原染料^[7],由于其独特的色泽和性能,广泛应用于纤维素纤维的着色。从结构上看,天然靛蓝色素与纤维素纤维缺乏亲和力^[8],不适用于棉织物的直接染色,但在碱性溶液中,用还原剂还原成可溶性的隐色体盐后对纤维有较高的亲和力,且天然靛蓝具有较好的染色提升力,特别是染深色织物色牢度较好;栀子黄染料(见图 2)是以黄栀子为原料进行提取的一种具有抗菌性并呈现亮黄色的类胡萝卜素^[9-10],为黄酮类化合物,具有较强的着色力,良好的耐热、耐光、耐还原性、耐微生物性能。

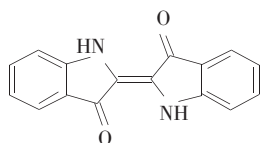


图 1 天然靛蓝结构式

根据拼色原理^[11],本文采用天然靛蓝和栀子黄对棉织物在不同条件下进行套染^[12-13],以获得绿和军绿系列色光,分析在不同套染条件下织物的染色性能。

1 试验

1.1 材料及仪器

织物:纯棉漂白针织物。

染化料:天然靛蓝、栀子黄(常州美胜生物材料有限公司),双氧水、氢氧化钠、连二亚硫酸钠(国药集团化学试剂有限公司),助还原

剂(工业级,宁波润禾高新材料科技股份有限公司),烧碱,皂粉。

仪器:Datacolor-400 型计算机测试配色系统(美国 Datacolor 公司),Y571N 型摩擦色牢度仪(南通宏大实验仪器有限公司),Q-SUN XE-1-B 日晒色牢度仪(美国 Q-LAB 实验设备公司)。

1.2 染色工艺

1.2.1 天然靛蓝染色

将天然靛蓝染料(0.50%-6.00%)加入到 1 g/L 的助还原剂、保险粉 5 g/L、烧碱 4 g/L 的混合溶液中,50 ℃ 还原 10 min 至还原液的颜色由蓝色变成清澈透明的淡黄色。

在室温下控制浴比为 1:20,染色 20 min。之后,1.00%双氧水氧化、皂洗(皂粉 3 g/L,80 ℃,10 min)、水洗、脱水、烘干。

1.2.2 栀子黄染色

工艺配方及条件:

栀子黄染料	0.25%~4.00%
浴比	1:20
温度	60 ℃
时间	60 min

1.2.3 天然靛蓝套染栀子黄染色

首先对棉织物进行栀子黄染色,然后天然靛蓝染料套染。

工艺流程:栀子黄染色(同 1.2.2)→水洗→天然靛蓝染料套染(同 1.2.1)→水洗、皂洗、水洗、烘干。

1.2.4 栀子黄套染天然靛蓝染色

首先对棉织物进行天然靛蓝

染色,然后栀子黄染料套染。

工艺流程:天然靛蓝染色(同 1.2.1)→水洗至 pH 值≤8→栀子黄套染(同 1.2.2)→水洗、皂洗、水洗、烘干。

1.3 测试方法

1.3.1 颜色特征值

采用 Datacolor-400 型计算机测配色仪测试染色试样的 K/S 值及 L、a、b 值。

1.3.2 天然靛蓝染料的提升力

分别配制 0.50%、1.00%、2.00%、3.00%、4.00%、5.00%、6.00% 的天然靛蓝染料溶液,将一定质量的棉织物投入到染液中,参照 1.2.1 工艺染色,烘干后测定各个样品的 K/S 值。按照染色浓度与织物 K/S 的关系绘制出天然靛蓝染料的提升力曲线。

1.3.3 耐皂洗色牢度

按 ISO 105-C10:2006《纺织品色牢度试验 第 C10 部分:肥皂或肥皂和苏打水洗的色牢度》测试。

1.3.4 耐摩擦色牢度

按 ISO 105-X12—2001《纺织品色牢度试验 X12 部分:耐摩擦色牢度》测试。

1.3.5 耐日晒色牢度

按照 ISO 105-B01—2014《纺织品色牢度试验 耐光色牢度日光》测试,根据 ISO105-A02—1987《纺织品色牢度试验 第 A02:灰度等级评定变色》评级。

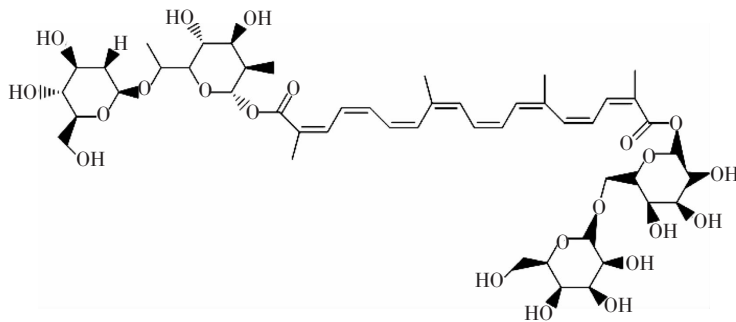


图 2 栀子黄结构式

2 结果与讨论

2.1 天然靛蓝染料染色性能

2.1.1 颜色特征值

参照 1.2.1 天然靛蓝染色工艺进行染色,测试不同染料浓度下织物的染色色光,结果见表 1。

表 1 天然靛蓝染料用量对织物色光的影响

天然靛蓝染料用量/%	L	a	b
0.50	67.05	-4.38	-17.90
1.00	63.48	-4.19	-19.33
1.50	58.98	-3.99	-20.30
2.00	60.17	-4.28	-20.14
2.50	56.21	-4.10	-20.83
3.00	54.10	-4.11	-21.41
3.50	55.78	-5.02	-20.20
4.00	47.02	-4.80	-19.83
5.00	46.00	-4.91	-20.02
6.00	45.52	-4.85	-19.99

由表 1 可知,随着染料用量的增加, L 值逐渐降低,染色织物的亮度降低;而当染料用量由 0.50% 增至 1.50% 时,染色织物蓝光明显增加,然而当染料用量超过 1.50% 时,随染料用量的不断增加,染色织物的蓝光不再明显改变;根据表 1 除了染料用量为 3.50% 时的 a 值表现异常外,染料用量几乎不影响染色织物的红绿色光,因此这一特性有利于其作为拼混组分来得到绿色染色效果。总体来说,随着靛蓝染料染色用量的提升,天然靛蓝的染色效果倾向于宝蓝色,即天然靛蓝染料在织物上的聚集量和聚集形态对黄蓝色光的影响较大,但对染料的红绿色光影响较小。

2.1.2 染色提升力

参照 1.3.2 测试天然靛蓝染料染棉织物的提升力,结果见图 3。

由图 3 可知,染色织物的 K/S 值随着靛蓝染料浓度的增加明显提升,但是较高染料浓度具有更强

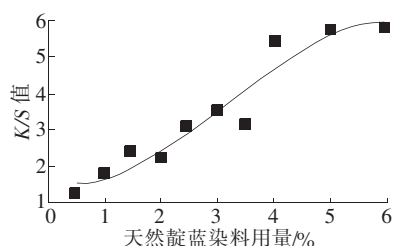


图 3 天然靛蓝染料对棉织物染色提升力曲线

的染色深度提升能力,特别是天然靛蓝用量超过 1.00% 时,染料的提升力明显获得增强。这是由于当染料浓度较小时,染料隐色体对纤维的扩散和渗透能力较强,表面遮盖力相对较弱。当天然靛蓝染料用量增加到 4.00% 时,染料提升能力的增速变得缓慢且趋于平稳,这是由于染料浓度较高时,遮盖力较强,有较多的染料可富集于纤维表面,富集到一定的厚度时,即达到遮盖饱和时,其提升力不再明显增加。

2.2 套染染色性能

2.2.1 天然靛蓝套染栀子黄染色

参照 1.2.3,在不同浓度的栀子黄染色织物上套染 0.50% 的天然靛蓝染料,测试染色后织物的染色效果,结果见表 2。

由表 2 知,当栀子黄染料用量超过 3.00% 时, K/S 值由 3.13 增加至 4.18 并不再明显变化,即套染织物的染色深度不再明显增加。同时无论栀子黄的用量如何改变,染色

织物的 a 、 b 值无明显变化,根据染得织物的 a 、 b 值和实际染色效果,染色织物表现出无肉眼可辨的色差,色光也无明显变化。事实上,试验中发现,当天然靛蓝套染于栀子黄上时,无论黄色染料用量多少均只能得到靛蓝色。这可能是栀子黄结构中含有大量羟基,在天然靛蓝高碱、强还原剂染色条件下变成强供电子的氧负离子,电子跃迁变得更困难,对光的选择性吸收表现为波长更短的黄光,黄光变得更弱,只表现出蓝光而无法实现套染^[14]。

2.2.2 栀子黄套染天然靛蓝染色

参照 1.2.4,在 4.00% 天然靛蓝染色织物上套染栀子黄染料,测试染色后织物的染色效果,见表 3。

由表 3 可知,在天然靛蓝染色的棉织物上,随着栀子黄套染量的增加,染色织物亮度增加,织物的色光逐渐偏向绿光,黄光增重,蓝光变轻,染色织物呈现明显的绿色,实现了预期的套染效果。另外,在色光变化与染料用量增加的双重作用下,套染织物的颜色深度呈现出先加深后变浅的趋势,但影响并不明显。

2.2.3 染料总用量对织物套染染色效果的影响

固定天然靛蓝染料与栀子黄染料的比例为 1:3,提升染料总用

表 2 天然靛蓝套染栀子黄染色效果

栀子黄染料用量/%	L	a	b	K/S 值
2.00	55.78	-5.02	-20.20	3.13
3.00	55.93	-5.31	-20.46	4.18
4.00	55.51	-5.59	-20.10	4.38
5.00	54.45	-5.40	-19.68	4.42

表 3 栀子黄套染天然靛蓝染色效果

栀子黄染料用量/%	L	a	b	K/S 值
2.00	29.75	-5.03	-12.55	6.27
3.00	30.92	-5.29	-10.12	7.80
4.00	31.49	-6.64	-7.59	6.41
5.00	32.01	-6.79	-6.65	5.94

量以得到不同浓淡的绿色效果,结果见表4。

由表4可知,随着两种染料用量等比例的增加, L 值逐渐减小明度下降, a 的负值先增加后减少,红绿色光整体变化不大,而 b 的负值持续下降,尽管两种染料的比例固定不变,但织物的色光却有显著变化,表明染色效果总体呈现由绿色向黄绿色方向发展,即在确定染料比例不变的情况下增加染料用量,栀子黄对染色效果的变化更明显。这可能是由于沉积于织物上的靛蓝对套染的黄色染料向纤维的内部扩散行为产生了严重的阻碍,即黄色染料在较大程度上是层叠于蓝色上的,两种染料不能充分混合,导致套染织物的得色效果受制于两种染料的叠加效果,表现出来的颜色并不取决于两种染料的配比关系。

2.3 染色牢度

参照1.2天然靛蓝染色工艺、栀子黄染色工艺及栀子黄套染靛蓝染色工艺对棉织物进行染色,测试染色后织物的染色牢度,结果见表5。

由表5可知,天然靛蓝染料及栀子黄染料染色的各项色牢度明显低于套染染色织物。套染染色织物中,织物耐湿摩擦牢度较低,主要是由于靛蓝所致,而耐干摩擦色牢度可达到4.0级,表明栀子黄染料的加入对织物耐干摩擦色牢度的提升有促进作用。另外套染织物的耐皂洗色牢度均达到4.0级,耐日晒色牢度均在3.0级以上,可达到服用要求。

3 结论

3.1 天然靛蓝染色工艺中,染色织物的 K/S 随着染料浓度的增加明显提升,具有较好的提升力;天然靛蓝染料在织物上的聚集量和聚

表4 染料总用量对织物套染染色效果的影响

染料总用量/%	天然靛蓝/%	栀子黄/%	L	a	b	K/S 值
1.00	0.25	0.75	76.11	-4.24	-7.38	0.43
2.00	0.50	1.50	61.81	-6.38	-3.41	0.79
3.00	0.75	2.25	58.04	-6.67	-2.98	1.05
4.00	1.00	3.00	57.36	-5.81	-1.09	1.28

表5 不同工艺下织物的染色牢度

染色工艺		耐皂洗色牢度/级	耐日晒色牢度/级	耐摩擦色牢度/级	
				干摩	湿摩
天然靛蓝染色工艺		4.0	3.5	3.5	3.0
栀子黄染色工艺		3.0	1.0	3.5	2.0
栀子黄套染靛蓝染色工艺	a	4.0	4.0	3.5	3.0
	b	4.0	4.0	4.0	3.5
	c	4.0	3.5	4.0	3.5
注:天然靛蓝染料染色及栀子黄染色染料浓度均为4.00%;a指天然靛蓝染料4.00%、栀子黄3.00%;b指天然靛蓝染料0.50%、栀子黄1.50%;c指天然靛蓝染料1.00%、栀子黄3.00%。					

集形态对黄蓝色光的影响较大,但对染料的红绿色光影响较小。

3.2 通过天然靛蓝染料和栀子黄染料套染,得到一系列绿色样品,获得了目标军绿色。其中,栀子黄套染靛蓝染色工艺随着栀子黄套染量的增加,染色织物呈现明显的绿色,且套染织物 K/S 值呈现出先加深后变浅的趋势,能够得到深浅、浓淡不一的绿色系染色效果。

3.3 经栀子黄套染靛蓝染色织物的各项色牢度较佳,其耐皂洗色牢度、耐摩擦色牢度达到3.0~4.0级,耐日晒色牢度可达3.5级及以上。

参考文献

- [1]张弛,崔永珠.国内外天然植物染料的应用及发展现状[J].针织工业,2009(1):75-78.
- [2]贾秀玲,崔运花,韩雅岚,等.植物靛蓝染料的应用现状与展望[J].纺织科技进展,2011(2):24-26.
- [3]沈国强,杨春霞,张栋.天然色素(染料)的研究及发展趋势[J].染料与染色,2009,46(1):7-10.
- [4]胡淑宜,邓邵平,黄碧中.天然绿色染料的研究[J].福建林学院学报,1999(4):318-319.
- [5]侯秀良,赵宽,赵国英,等.采用叶绿

素铜钠盐染绿色毛织物的方法[J].纺织学报,2010,31(6):95-99.

[6]路艳华,卢声,于志财.青黛与姜黄对柞蚕丝织物的套染[J].纺织学报,2013,34(9):73-76.

[7]刘健,刘文凤,余志成.天然靛蓝和合成靛蓝染色棉织物的鉴别[J].现代纺织技术,2014,22(3):49-51,56.

[8]丁思佳,王健明,宋江彬,等.天然染料靛蓝改性及对羊毛染色工艺研究[J].毛纺科技,2016,44(1):33-36.

[9]耿晓珺,贺江平,侯顺蛟,等.羊毛纤维的栀子黄染料染色[J].印染,2016,42(20):6-10,15.

[10]何天虹,张芳芳,赵星,等.天然植物染料栀子黄对棉针织物的染色及抗菌处理[J].天津工业大学学报,2016,35(5):20-26.

[11]赵涛.染整工艺与原理[M].北京:中国纺织出版社,2009.

[12]张伟.改性棉织物靛蓝色素染色工艺[J].印染,2011,37(12):25-27.

[13]姚继明,刘幸乐.靛蓝染色体系的优化设计[J].纺织学报,2013,34(7):79-84.

[14]何瑾馨.染料化学[M].北京:中国纺织出版社,2009.

收稿日期 2019年3月1日