

文章编号:0253-9721(2012)02-0073-07

蚕丝/棉交织物的阳离子改性及其染色性能

王华清

(浙江纺织服装职业技术学院, 浙江 宁波 315211)

摘要 为实现活性染料无盐碱清洁染色,采用色媒体预处理蚕丝/棉交织物,并使用不同活性染料对改性后的蚕丝/棉交织物进行一浴法染色。通过分析同色平衡值 K 及色差 ΔE ,优选适合改性蚕丝/棉交织物一浴法染色的三原色活性染料。讨论了色媒体用量、改性温度、改性时间等因素对蚕丝/棉交织物同浴染色的影响,并通过正交试验分析确定了蚕丝/棉交织物改性的最佳工艺。结果表明,改性蚕丝/棉交织物无盐碱染色工艺与传统染色工艺相比,上染率、固色率、同色性和纤维强力都得到提高,且染色牢度相当。

关键词 蚕丝/棉交织物;色媒体;改性;活性染料;无盐碱染色

中图分类号:TS 193.632 文献标志码:A

Cationic modification of silk/cotton union fabric and its dyeing properties

WANG Huaqing

(Zhejiang Textile & Fashion Technology College, Ningbo, Zhejiang 315211, China)

Abstract Silk/cotton union fabric was pretreated with color media, followed by dyeing with different reactive dyes in one-bath method aiming at achieving clean reactive dyeing without salt or alkali. The trichromatic reactive dyes suitable for dyeing the modified silk/cotton union fabric in one bath were selected through optimizing via analyzing the balance value of union dyeing K and color-difference ΔE . The influence of dosages of color media, modification temperature and time on the one bath dyed silk/cotton union fabric was discussed, and the optimal modification process was obtained by orthogonal experiment. The results indicated that compared with the conventional dyeing process, this clean reactive dyeing of modified silk/cotton union fabric without salt or alkali is characterized by improved dye-uptake and fixation rate, better union color, enhanced fiber strength, and equivalent color fastness.

Key words silk/cotton union fabric; color media; modification; reactive dye; dyeing without salt or alkali

蚕丝/棉交织物(简称丝/棉交织物)不仅具有蚕丝织物的优点,如光泽好、手感柔软和悬垂性好,还具有棉织物的优良特性,如吸湿透气性好^[1],但由于蚕丝和棉的纤维组成、形态结构及物理化学性能上存在较大差异,所以导致2种纤维在染色性能上存在较大差异,进而造成其织物同浴染色的同色性差,要对其实施一浴法染色,需要选择合适的染料,制定合适的工艺条件^[2-3],在丝/棉交织物染整

加工过程中,染化料的选择应兼顾2种纤维的特性,溶液的pH值过高或者过低,蚕丝纤维的强力均会显著下降,所以,其染色应在温和的条件下进行,避免与强酸、强碱接触,否则容易造成蚕丝纤维脆损,强力下降,影响使用^[4]。目前已有不少印染工作者研究了丝/棉织物活性染料一浴法浸染工艺,但绝大多数工艺仍需耗用大量的盐、碱,既破坏生态环境又浪费资源^[5-6]。

收稿日期:2011-01-20 修回日期:2011-08-07

基金项目:浙江省教育厅资助项目(Y201121167)

作者简介:王华清(1974—),女,讲师,硕士生。主要研究方向为染整新技术及助剂的开发与应用。E-mail:wqhual2@163.com。

色媒体是一种含有活性基的阳离子高分子化合物,在对棉纤维进行改性时,可渗透到纤维内部并发生聚合反应^[7],使棉纤维上带有正电荷,提高了对活性染料阴离子的吸引力,蚕丝也可通过阳离子改性来提高其得色率^[8]。由此可见,丝/棉交织物利用色媒体改性后有望实现活性染料一浴无盐无碱染色,获得理想的染色效果,且节能环保。

本文以丝/棉交织物为研究对象,采用色媒体进行改性,优选适合改性丝/棉交织物一浴法染色的三原色活性染料,探讨了色媒体用量、改性温度、改性时间等因素对丝/棉交织物同浴染色的影响,并通过正交试验分析确定丝/棉交织物改性的最佳工艺。改性后的丝/棉交织物再采用选定的三原色活性染料进行无盐无碱一浴法染色。

1 试验部分

1.1 试验材料

织物:线密度为 9.83 tex × 2.44 tex、经纬密度为 2/172 根/10 cm × 175 根/10 cm 的丝/棉交织大提花织物。

染化试剂:色媒体(广东德美精细化工股份有限公司)、元明粉、纯碱。

染料:Huntsman S-B 红、Huntsman S-3R 黄、Huntsman S-G 蓝(汽巴公司);活性红 3BN、活性黄 3RN、活性蓝 2GN(理禾公司);活性深红 C-D、活性黄 FN-2R、活性蓝 FN-R(汽巴公司)。

1.2 仪器与设备

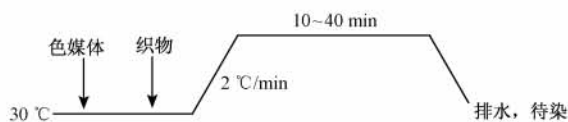
UV-2100 型紫外可见分光光度计(尤尼柯(上海)仪器有限公司)、XW-2DR-25 × 24 振荡式小样机(江苏靖江市新旺染整设备厂)、Datacolor SF-600 测色配色仪(美国 Datacolor 公司)、Y571L 摩擦牢度仪(宁波纺仪厂)、电烧杯、量筒、电子天平、锥形瓶、移液管等。

1.3 改性及染色工艺

1.3.1 改性工艺

工艺条件为:色媒体用量 0.25 ~ 4% (o. w. f); 改性温度 40 ~ 95 °C; 改性时间 10 ~ 40 min; 浴比 1:10。

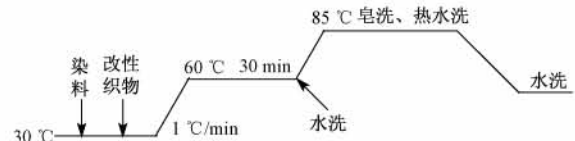
工艺曲线为



1.3.2 改性后染色工艺

工艺条件为:染料 1% (o. w. f); 染色温度 60 °C; 染色时间 30 min; 浴比 1:10。

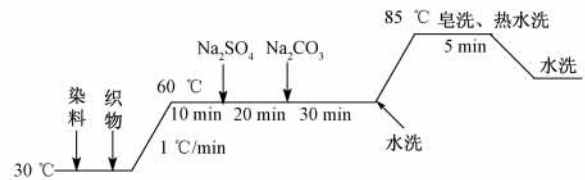
工艺曲线为



1.3.3 传统染色工艺

染色处方为:活性染料 1% (o. w. f); 元明粉 56 g/L; 纯碱 8 g/L。

工艺曲线为



1.4 测试

1.4.1 染色深度 K/S 值和同色性

织物的染色深度 K/S 值和同色性是在 Datacolor SF-600 测色仪上测定的。在光源 $D_{65}/10^\circ$ 和中孔径的测试条件下,将试样折叠成 4 层,测定最大吸收波长处的 K/S 值及色差值 $\Delta E_{CMC}(2:1)$,按下式计算同色平衡值:

$$K = (K/S)_s / (K/S)_c$$

式中: $(K/S)_c$ 是棉织物的 K/S 值; $(K/S)_s$ 是蚕丝织物的 K/S 值。

当 $K = 1$ 时,蚕丝纤维与棉纤维同色;当 $K > 1$ 时,蚕丝纤维的颜色深于棉纤维的;当 $K < 1$ 时,棉纤维的颜色深于蚕丝纤维的。总之, K 值越接近 1,棉纤维与蚕丝纤维的同色性越好^[9]。

1.4.2 上染率和固色率

计算 2 g 试样需用的染化料数量,并精确称量好 2 份完全相同的染料,分别配制 A、B 2 个相同的染浴,放入同一水浴锅中。A 染浴不加入试样,但其操作均按 B 染浴规定进行。

B 染浴加入试样,按规定条件染色。染毕后取出试样水洗,分别用 10 mL 移液管移取 A、B 染浴中残液并稀释至一定体积,在最大吸收波长处测其吸光度 A_1 、 B_1 ;将试样皂煮、水洗,然后将洗涤液、皂煮液与染色残液合并,冲释至一定体积,在最大吸收波长处测其吸光度 B_2 。当 B 染浴中的试样开始皂煮时,也向 A 染浴中加入相同数量的肥皂,经 5 min 后取出 A 染浴并冷至室温,然后冲释至一定体积,在

其最大吸收波长处测定其吸光度 A_2 [10]。

$$\text{上染率} = \frac{A_1 - B_1}{A_1} \times 100\%$$

$$\text{固色率} = \frac{A_2 - B_2}{A_2} \times 100\%$$

1.4.3 染色牢度

依 GB/T 3921—2008《纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度》测定皂洗牢度;摩擦牢度是在 Y571L 摩擦牢度仪上按照 GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》进行测试。

1.4.4 织物断裂强力

织物断裂强力在 YG(B) 026D-250 型织物强力机上进行测试,其方法依照 GB/T 3923.1—1997《纺织品 织物拉伸性能 第1部分 断裂强力和断裂伸长率的测定 条样法》。

2 结果与讨论

2.1 染料选择

丝/棉交织物双组分布料是否能够获得良好的同色性与染料的选择关系相当大,因此,染料种类是影响同浴染色色差的重要工艺因素,应尽可能选择对2种纤维染色均衡的染料。分别选用不同厂家的活性染料按 1.3.2 工艺进行改性染色。染色后织物的表观深度 K/S 值与色差 ΔE 的结果如表1所示。

由表1数据可以看出,5种染料在丝/棉交织物上的同色平衡值 K 在 0.8~1.2 之间,且色差 $\Delta E < 1.5$,可以认为丝/棉交织物的染色同色性较好;有1种染料同色平衡值 $K < 0.8$,且色差 $\Delta E > 1.5$,说

明这种染料对丝纤维和棉纤维染色的同色性较差,且棉纤维的颜色深于丝纤维的;还有另外3种染料的 $K > 1.2$ 、 $\Delta E > 1.5$,说明这3种染料在2种纤维上的同色性也较差,且蚕丝纤维的颜色深于棉纤维的。

表1 不同染料的染色同色平衡值 K 及色差 ΔE

Tab.1 Balance values of union dyeing K and color difference ΔE obtained by dyeing with different dyes

染料名称	$(K/S)_s$	$(K/S)_c$	K	ΔE
Huntsman S-B 红	6.055 8	6.348 7	0.95	1.19
Huntsman S-3R 黄	5.745 7	6.199 5	0.93	1.25
Huntsman S-G 蓝	5.655 5	5.881 4	0.96	1.15
活性红 3BN	3.879 5	4.564 1	0.85	1.28
活性黄 3RN	4.261 3	4.631 9	0.92	1.38
活性蓝 2GN	3.792 6	5.125 1	0.74	2.42
活性深红 C-D	8.278 1	6.841 4	1.21	2.45
活性黄 FN-2R	7.047 6	5.593 3	1.26	1.61
活性蓝 FN-R	4.389 0	3.597 5	1.22	1.52

注:改性条件为色媒体用量 3% (o. w. f);改性温度 60 °C,改性时间 30 min,染料用量 1% (o. w. f)。

最终,从 K/S 值、 K 值和 ΔE 值 3 方面综合考虑,选择 Huntsman S-B 红、Huntsman、Huntsman S-3R 黄、Huntsman S-G 蓝作为三原色染料进行染色实验。

2.2 色媒体用量对织物染色效果的影响

在不同色媒体用量的条件下,对丝/棉织物采用染渍法进行改性,初始温度为 30 °C,以 2 °C/min 升温至 60 °C,处理 30 min,取出水洗。改性后的丝/棉织物分别用 2.1 选定的三原色染料,以 1% (o. w. f) 的染料用量进行染色,测定丝/棉织物的 K/S 值,结果如图 1 所示。

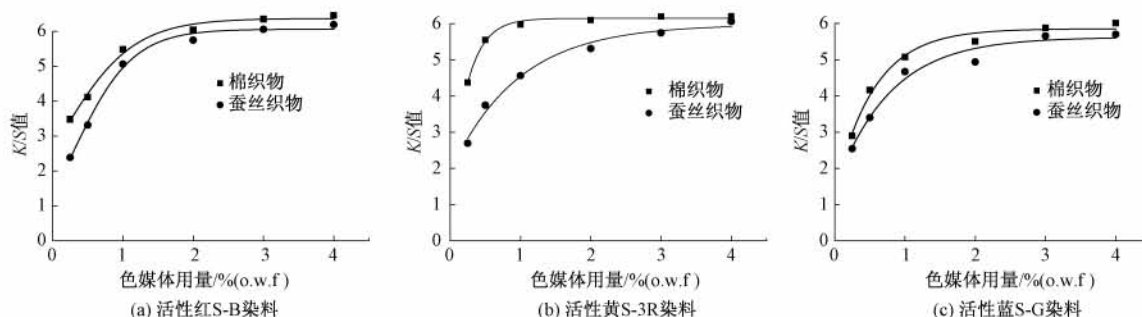


图1 色媒体用量对丝/棉织物活性三原色染料染色 K/S 值的影响

Fig.1 Effect of dosage of color media on K/S value of silk/cotton fabric dyed with trichromatic reactive dyes.

(a) Reactive red S-B; (b) Reactive yellow S-3R; (c) Reactive blue S-G

从图1可以看出:色媒体用量较少时,棉和蚕丝织物的 K/S 值随着色媒体用量的增加而明显提高;色媒体用量达到 3% (o. w. f) 后,染色织物的 K/S 值

增加幅度趋于平缓。由此可见,棉纤维和丝纤维与色媒体改性剂的反应已达到平衡,所以,色媒体改性剂的用量为 3%~4% (o. w. f) 较好。

2.3 改性温度对织物染色效果的影响

在确定色媒体用量为 3% (o. w. f) 的条件下, 丝/棉织物分别在不同温度的工作液中采用浸渍法改性, 初始温度为 30 °C, 以 2 °C/min 升温至规定温

度, 处理 30 min, 取出水洗。改性后的丝/棉织物分别用 2.1 选定的三原色染料, 以 1% (o. w. f) 的染料用量进行染色, 测定丝/棉织物的 K/S 值, 结果如图 2 所示。

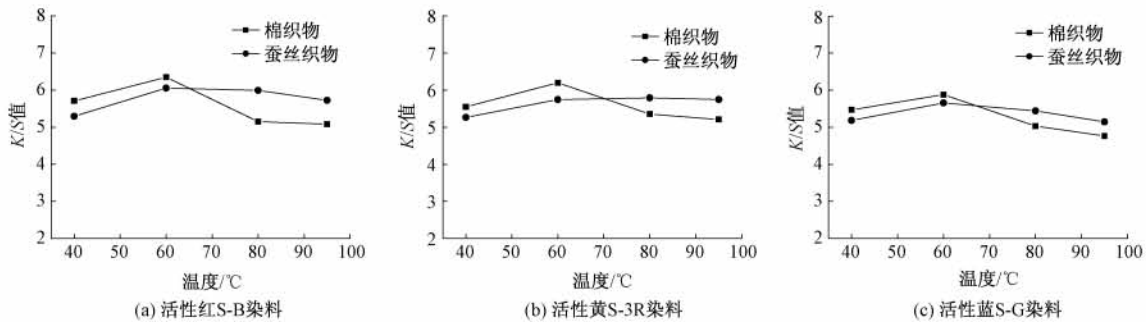


图 2 改性温度对丝/棉织物活性三原色染料染色 K/S 值的影响

Fig. 2 Effect of temperature on K/S value of silk/cotton fabric dyed with trichromatic reactive dyes.

(a) Reactive red S-B; (b) Reactive yellow S-3R; (c) Reactive blue S-G

从图 2 可以看出: 当温度小于 60 °C 时, 随着温度的升高, 蚕丝、棉纤维的 K/S 值都有所增加, 并且棉纤维比蚕丝纤维得色要深; 当温度大于 60 °C 时, 随着温度的升高, 丝/棉纤维的 K/S 值都有所下降, 并且棉纤维比蚕丝纤维得色要浅。这是因为棉纤维结晶度不高, 无定形区比较疏松, 在水中易膨化, 有利于色媒体在纤维上的吸附和扩散; 而蚕丝的结晶度较高, 低温下不宜溶胀^[8], 故低温时吸附色媒体的量较少, 棉深于蚕丝。相反温度高时, 蚕丝深于

棉。考虑到整体的得色深度, 选用 60 °C 对丝/棉织物进行改性。

2.4 改性时间对织物染色效果的影响

丝/棉织物分别在色媒体用量为 3% (o. w. f) 的工作液中采用浸渍法改性, 初始温度为 30 °C, 以 2 °C/min 升温至 60 °C, 处理规定时间, 取出水洗。改性后的丝/棉织物分别用 2.1 选定的三原色染料, 以 1% (o. w. f) 的染料用量进行染色, 测定丝/棉织物的 K/S 值, 结果如图 3 所示。

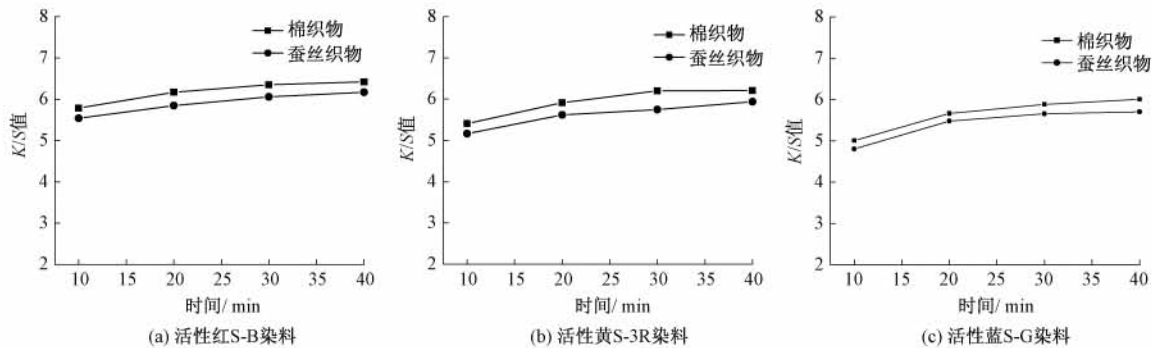


图 3 改性时间对丝/棉织物活性三原色染料染色 K/S 值的影响

Fig. 3 Effect of time on K/S value of silk/cotton fabric dyed with trichromatic reactive dyes.

(a) Reactive red S-B; (b) Reactive yellow S-3R; (c) Reactive blue S-G

从图 3 可以看出: 当时间小于 30 min 时, 随着时间的延长, 蚕丝、棉纤维的 K/S 值都有所增加; 当时间大于 30 min 时, 随着时间的延长, 丝/棉纤维的 K/S 值增加幅度变缓。这说明纤维吸附色媒体已经达到平衡, 所以选用改性时间为 20 ~ 30 min。

2.5 改性工艺的优化

对于丝/棉交织物来说, 在染色过程中即要求纤维和棉纤维的同色性好, 又要求在不添加盐碱等助剂条件下达到较好的染色深度, 进而达到减排的目的, 因此, 本文做了 $L_9(3^4)$ 的正交试验 (见表 2), 对

棉纤维的 K/S 值、丝纤维的 K/S 值及二者的色差 ΔE 进行分析,以确定丝/棉交织物色媒体改性的最佳工艺,结果如表 3 所示。

从直观上来看,对于染色深度:A 因素的棉 K/S 值的极差为 2.23,蚕丝 K/S 值的极差为 2.1;B 因素的棉 K/S 值的极差为 0.46,蚕丝 K/S 值的极差为 0.97;C 因素的棉 K/S 值的极差为 0.37,蚕丝 K/S 值的极差为 0.07。由此说明影响染色深度的顺序为:色媒体用量 > 改性温度 > 改性时间。对于平均

表 2 $L_9(3^4)$ 正交试验因素水平表

Tab. 2 Factors and levels used in orthogonal experiment

水平	A 色媒体用量/ % (o. w. f)	B 改性温度/ ℃	C 改性时间/ min
1	2	40	10
2	3	60	20
3	4	80	30

色差,3 个因素主次影响顺序为:改性温度 > 色媒体用量 > 改性时间。

表 3 正交试验结果表

Tab. 3 Result of orthogonal experiment

试验号	A	B	C	棉 K/S 值	丝 K/S 值	色差 ΔE
1	1	1	1	5.49	5.07	1.24
2	1	2	2	5.60	5.50	1.10
3	1	3	3	5.20	5.30	1.09
4	2	1	2	6.00	5.48	1.30
5	2	2	3	6.01	5.80	1.15
6	2	3	1	5.93	5.88	0.97
7	3	1	3	6.16	5.87	1.19
8	3	2	1	6.22	6.08	1.12
9	3	3	2	6.14	6.12	0.60
<hr/>						
棉 K/S 值	K_{1j}	16.29	17.65	17.64		
	K_{2j}	17.94	17.83	17.74		
	K_{3j}	18.52	17.27	17.37		
	R_j	2.23	0.46	0.37		
	U_j	310.07	309.22	309.19		
	Q_j	0.89	0.05	0.02		
	F_j	64.88	3.96	1.78		
	<hr/>					
丝 K/S 值	K_{1j}	15.96	16.42	17.03		
	K_{2j}	17.16	17.38	17.10		
	K_{3j}	18.07	17.39	17.06		
	R_j	2.11	0.97	0.07		
	U_j	291.90	291.36	291.15		
	Q_j	0.75	0.21	0.01		
	F_j	42.21	11.70	0.04		
	<hr/>					
色差 ΔE	K_{1j}	3.43	3.73	3.33		
	K_{2j}	3.42	3.37	3.00		
	K_{3j}	2.91	2.66	3.43		
	R_j	0.52	1.07	0.43		
	U_j	10.64	10.78	19.62		
	Q_j	0.06	0.20	0.03		
	F_j	1.31	4.38	0.75		

根据方差计算可知:对于 K/S 值, $F_A > F_B > F_C$,可知其影响顺序为色媒体用量 > 改性温度 > 改性时间。给定 $\alpha = 5\%$,查表得 $F_{\alpha}(2, 2) = 19$,易见 F_A (棉、蚕丝) > 19,这表明色媒体用量对棉和蚕丝染色的 K/S 值都有显著影响;又 F_B (棉、

蚕丝) < 19、 F_C (棉、蚕丝) < 19,这表明改性温度和改性时间对蚕丝/棉 K/S 值都无显著影响。而对于色差 ΔE , F_A 、 F_B 、 F_C 都小于 19,3 个因素对色差都无显著影响。因此,因素 A 选水平 3、因素 B 选水平 2、因素 C 选水平 2,即 $A_3B_2C_2$ 组合综合

效果较好。

2.6 改性丝/棉织物的染色性能

丝/棉织物采用上述试验确定的优化工艺预处理,

随后用 2.1 选定的三原色染料进行无盐无碱染色,并与传统有盐碱染色的效果进行比较,实验结果如表 4、5 所示。

表 4 色媒体无盐碱染色与传统染色染深性对比

Tab.4 Result comparison of dyeing without salt and alkali used color media and conventional dyeing

染色工艺	染料类别	棉 K/S 值	蚕丝 K/S 值	色差 ΔE	上染率/%	固色率/%
改性染色工艺	活性红 S-B	6.4873	6.2185	1.16	95.06	92.02
	活性黄 S-3R	6.2599	6.0754	1.20	96.99	93.08
	活性蓝 S-G	6.0148	5.7566	1.13	92.63	90.93
传统染色工艺	活性红 S-B	4.9543	4.3209	2.18	66.17	63.58
	活性黄 S-3R	4.4478	3.5937	2.39	69.23	66.39
	活性蓝 S-G	4.1763	3.7631	1.87	68.63	65.97

表 5 色媒体无盐碱染色与传统染色工艺染色牢度与织物强力的对比

Tab.5 Result comparison of fixation and fabric strength obtained by dyeing without salt and alkali using color media and conventional dyeing

染色工艺	纤维类型	皂洗牢度/级			摩擦牢度/级		织物强力/N
		褪色	毛沾	棉沾	干摩	湿摩	
改性染色工艺	蚕丝	4~5	3	4~5	4~5	4	626
传统染色工艺	棉	4~5	3	4~5	4	3~4	630
改性染色工艺	蚕丝	4~5	3	4~5	4~5	4	609
传统染色工艺	棉	4~5	3	4~5	4	3~4	615

从表 4 数据可以看出,改性后的丝/棉织物无盐碱染色比使用元明粉质量浓度为 56 g/L、纯碱质量浓度为 8 g/L 的传统染色工艺上染率和固色率都要高,丝/棉织物得色都较深。由此可见,该色媒体无盐碱染色工艺可以明显节省染料用量,降低废液中残余染料的含量,避免盐、碱的使用,节能环保。

从表 5 数据可以看出,色媒体改性丝/棉织物染色后的色牢度与传统工艺相当。这是因为:染料阴离子与色媒体阳离子间的静电吸引作用以及纤维、改性剂、染料间的共价键共同作用的结果,强化了染料与纤维结合的稳定性。改性染色后的布样在 DMF 和吡啶溶剂中都不能被剥色,说明确实有共价键的生成。关于用阳离子改性剂改性后活性染料染色牢度极好的观点,资料文献也有报道^[11]。和传统染色工艺相比,强力有一定幅度增加,这说明无盐碱染色工艺对织物纤维损伤较小。

3 结 论

1) 考虑 K/S 值、K 值和 ΔE 值,选择 Huntsman S-B 红、Huntsman S-3R 黄、Huntsman S-G 蓝作为三原色染料进行染色实验。

2) 色媒体用量为 4.0% (o. w. f), 温度为 60 °C, 改性处理 20 min 后再染色,丝棉织物可获得较高的

上染率和固色率。

3) 丝/棉交织物用色媒体改性时,蚕丝和棉都能吸附阳离子改性剂,并且随着改性剂用量的增加,二者得色都增加;当温度 ≤ 60 °C 时,有利于棉纤维的吸附,当温度 > 60 °C 时,有利于蚕丝纤维的吸附,但总的吸附量有所下降;改性时间对得色影响不大。

4) 丝/棉交织物采用色媒体改性后,可实现活性染料无盐碱染色,可提高上染率和固色率,节省染料用量,并减少污染。

5) 色媒体改性后无盐碱染色工艺,染色牢度与传统染色工艺相当,同色性和强力优于传统染色工艺。

FZXB

参考文献:

- [1] 张文化,郑荣兴,钟清. 蚕丝/棉交织物同色染色工艺[J]. 印染, 2009(14): 21-23.
ZHANG Wenhua, ZHENG Rongxing, ZHONG Qing. Union dyeing of silk/cotton in terwoven fabrics [J]. Dyeing & Finishing, 2009(14): 21-23.
- [2] 张祖钢,闵洁,叶鸿伟,等. 蚕丝与棉混纺织物染色的同色性研究[J]. 印染, 2004, 30(16): 19-21.
ZHANG Zugang, MIN Jie, YE Hongwei, et al. Union dyeing of silk/cotton mixture fabrics [J]. Dyeing & Finishing, 2009, 30(16): 19-21.
- [3] 刘京丽,邢建伟,徐成书,等. 蚕丝/棉交织物活性染料染色的同色性研究[J]. 印染助剂, 2008, 25(8):

- 39-41.
- LIU Jingli, XING Jianwei, XU Chengshu, et al. Study on union dyeing of silk/cotton interwoven fabrics with reactive dyes[J]. *Textile Auxiliaries*, 2008, 25(8): 39-41.
- [4] 李梅. 丝/棉交织提花织物的染整加工[J]. *印染*, 2005, 31(8): 19-20.
- LI Mei. Dyeing and finishing process of silk/cotton interwoven fabrics [J]. *Dyeing & Finishing*, 2005, 31(8): 19-20.
- [5] 周光勇, 刘金华, 高光东, 等. 涤棉针织物的色媒体改性及一浴低温染色[J]. *印染*, 2010(10): 24-26.
- ZHOU Guangyong, LIU Jinhua, GAO Guangdong, et al. One bath dyeing of color media modified polyester-cotton knit at low temperature[J]. *Dyeing & Finishing*, 2010(10): 24-26.
- [6] 林鹤鸣, 黄振架, 沈一峰. 蚕丝/棉和蚕丝/麻织物活性染料同浴同色染色[J]. *纺织学报*, 2008, 29(8): 71-74.
- LIN Heming, HUANG Zhenjia, SHEN Yifeng. Study on union color of one bath dyeing of silk/cotton and silk/flax fabrics with reactive dyes[J]. *Journal of Textile Research*, 2008, 29(8): 71-74.
- [7] 周光勇, 刘金华, 杨澄宇, 等. 色媒体改性棉针织布无盐碱活性染色[J]. *印染*, 2009, 35(18): 23-25.
- ZHOU Guangyong, LIU Jinhua, YANG Chengyu, et al. Reactive dyeing without salt and alkali for cotton knits modified by color media [J]. *Dyeing & Finishing*, 2009, 35(18): 23-25.
- [8] 张德锁, 林红, 张峰, 等. HBP-HTC 改性蚕丝织物活性染料染色性能研究[J]. *印染助剂*, 2008, 25(8): 20-22.
- ZHANG Desuo, LIN Hong, ZHANG Feng, et al. Research on reactive dyeing of silk fabric modified with HBP-HTC [J]. *Textile Auxiliaries*, 2008, 25(8): 20-22.
- [9] 唐人成, 梅世英, 程万里. 双组分纤维纺织品的染色[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2003: 10.
- TANG Rencheng, MEI Shiyong, CHENG Wanli. *Dyeing of Textile Fabric with Two Fibers* [M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2003: 10.
- [10] 罗艳辉, 韩丽娟, 宋绍玲, 等. 棉纤维无碱改性无盐活性染料染色技术研究[J]. *纺织科技进展*, 2009(5): 6-9.
- LUO Yanhui, HAN Lijuan, SONG Shaoling, et al. Study on alkali-free modification and salt-free dyeing of reactive dyes on cotton fiber [J]. *Progress in Textile Science & Technology*, 2009(5): 6-9.
- [11] 宋心远, 沈煜如. 活性染料染色[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2009: 10.
- SONG Xinyuan, SHEN Yuru. *Reactive Dye Dyeing* [M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2009: 10.