

活性翠蓝 K-GL 棉织物染色性能分析

张丽华,任学勤,张 辉

(西安工程大学,陕西 西安 710048)

摘要:用活性翠蓝 K-GL 对经过前处理的纯棉织物进行染色实验,用单因素分析法研究染色温度、染色时间、固色温度、固色时间、食盐用量、碱剂用量、浴比等因素对染料上染效果的影响,测定其上染率、K/S 值及匀染性,得出的最优染色工艺条件为:染色温度 60 ℃,染色时间 40 min,固色温度 100 ℃,固色时间 50 min,食盐 40 g/L,碳酸钠 15 g/L,浴比 1:40。在最优工艺条件下,活性染料的上染率可达到 60% 以上,有效减少了染料的浪费。

关键词:活性翠蓝 K-GL;纯棉织物;染色;上染率;K/S 值

中图分类号:TS190.92

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2016)02-0017-06

我国对棉纤维的使用已有 4 000 多年的历史^[1]。近些年来,随着各行各业对原生态绿色环保的越来越重视,棉纤维凭借其穿着舒适、可生物降解性以及可再生等优点备受广大消费者青睐,从而使得棉织物的产量逐年增加^[2-3]。色彩鲜艳、色牢度好、舒适性高的棉织物面料已成为当今服装面料的主流,用于染棉织物的染料有直接染料、还原染料、不溶性偶氮染料、硫化染料、活性染料等。直接染料染色工艺简单、色谱齐全,且成本较低,但皂洗牢度较差;还原染料种类多、色谱也较全、色泽鲜艳、各项牢度都比较好,但价格昂贵,使用麻烦;硫化染料色谱齐全,价格低廉,染色牢度较好,使用方便,但色光不够鲜艳,常用于棉织物深色产品的染色,该类染料最大的缺点是不耐氯漂;不溶性偶氮染料以染深色见长,水洗牢度高,价格比还原染料便宜,但该类染料不适用于染浅色,不耐氯漂^[4-6];活性染料因具备色谱齐全、色泽鲜艳、染色工艺简单、适用性强,成本较低等优点^[7],成为棉纤维染色使用最广泛的一类染料。然而活性染料发展的时间还不长,随着应用的增多,暴露的问题也越来越多。主要是染料利用率不高,性能不能满足市场需求等^[8]。

本文以纯棉织物为研究对象,结合活性染料上染棉织物的现状,从染色温度、染色时间、固色温度、固色时间、食盐用量、碱剂用量、浴比等方面优化染色工艺,从而提高活性染料棉织物染色的上染率。

1 实验部分

1.1 材料与仪器

织物:经退浆、煮练、漂白后的棉织物,经纬纱线密度均为 19.5 tex,经、纬纱密度为 295 × 295 根/(10 cm)。

试剂:活性翠蓝 K-GL、氯化钠(分析纯)、碳酸钠(分析纯)、碳酸氢钠(分析纯)、氢氧化钠(分析纯)、平平加 O、皂片。

仪器:DK-98-1 电热恒温水浴锅、JA2003 型电子天平、玻璃棒、容量瓶、烧杯、量筒、移液管、温度计、吸耳球、721 型分光光度计、DaTa Colour SF300 型思维士电脑测色仪、YG571B 型染色摩擦牢度仪、Y571C 型染色刷洗牢度仪。

1.2 染色工艺

使用活性翠蓝 K-GL 对棉织物染色采用一浴两阶段工艺。

1.2.1 染色工艺曲线

一浴两阶段染色工艺曲线见图 1。

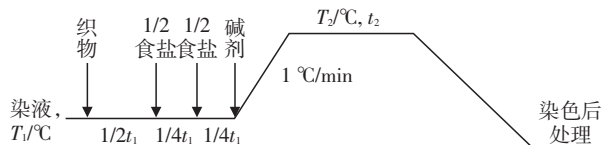


图 1 一浴两阶段染色工艺曲线

1.2.2 染色配方

(1)染色原配方:染料用量 2% (owf),食盐 20 g/L,碳酸钠 15 g/L,平平加 O 2 g/L,染色温度 T_1 60 ℃,染色时间 t_1 20 min,固色温度 T_2 90 ℃,固色时间 t_2 30 min,浴比 1:50。

(2)皂洗配方:碳酸钠 2 g/L,皂片 2 g/L,皂洗温度 95 ℃,皂洗时间 10 min,浴比 1:30。

收稿日期:2015-11-13

作者简介:张丽华(1993-),女,在读硕士研究生,主要研究方向:纺织工程,
E-mail:1163215996@qq.com。

1.2.3 实验步骤

实验前配好一定浓度的标准染液。将前处理后的棉织物称重,按染色配方计算溶液体积、染液体积及各助剂用量,吸取所需体积的染液于烧杯中,加水至溶液总量。将装有溶液的烧杯放入水浴锅中,加入所需量的平平加O,将水浴锅升至所需染色温度 T_1 (60℃),将织物用水润湿后挤干,投入染浴中搅拌。染色10 min后,夹起织物,加入1/2食盐,搅拌溶解后放回织物。续染5 min后,按前述步骤加入另外1/2食盐,续染5 min后,夹起织物,加入碳酸钠,搅拌溶解后放回织物。以1℃/min升温至固色温度 T_2 (90℃),固色30 min。染色过程中保持搅拌。在液面高度做上标记,适时补充热水维持浴比。染色完毕后,倾去染色残液,冷水洗,皂洗,热水洗,冷水洗,烘干。

1.3 性能测试

1.3.1 上染率

上染百分率表示上染到纤维上的染料(包括与纤维键合和未键合的染料)占投入到染浴中染料总量的百分率。本实验中,根据GB 2391-80,使用721型分光光度计测定染料的上染率。

染色结束后,将染色残液用蒸馏水稀释至500 ml备用,另在染色前配置标准染液一份,放置在和染色的同一水浴中,到达规定时间后,用蒸馏水稀释至500 ml备用,标准染液稀释至500 ml后再吸取5 ml,用蒸馏水稀释至100 ml,染色残液稀释至500 ml,吸取20 ml,用蒸馏水稀释至100 ml,用721型分光光度计在最大波长(610 nm)处分别测定其吸光度。上染率 E (%)按下式计算:

$$E(\%) = \left(1 - \frac{B}{A \times n}\right) \times 100 \quad (1)$$

式中 A ——标准染液的吸光度; B ——染色残液的吸光度; n ——标准染液和染色残液稀释浓度的倍数。

1.3.2 K/S 值

织物染色后的表观颜色深度用 K/S 值来表示, K/S 值越大,颜色越深。使用SF300型思维士电脑测色仪测定,测试视野为 10° ,D65测试光源为D65。测试织物表面任意3处的 K/S 值,计算试样 K/S 值的平均值。

1.3.3 匀染性^[9]

选取染色布样任意不同位置的15个点,在最大吸收波长处测定其表观颜色深度 K/S 值,根据公式2计算 K/S 值的标准偏差 S_r ,用标准偏差 S_r 表示染色织物的匀染性。标准偏差数值越小,表示织物的匀染性

越好,公式如下:

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{(K/S)_i - 1}{K/S} \right]^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中 n 为测量点数,本课题实验中取 $n = 15$ 。

2 结果与分析

按原有配方进行染色,染料的上染率不高,影响染料上染率的因素主要有染色温度、染色时间、固色温度、固色时间、氯化钠浓度、碱剂种类、碱剂浓度和浴比,采用单因素分析法优化工艺。

2.1 染色温度对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量2%(owf),染色时间 t_1 为20 min,固色温度 T_2 为90℃,固色时间 t_2 为30 min,氯化钠浓度20 g/L,碳酸钠浓度15 g/L,浴比1:50,平平加O 2 g/L,染色温度 T_1 分别为40,50,60℃,按1.2.3实验步骤染色,并对染色后试样进行性能测试。测试结果见表1,上染率与染色温度的关系曲线如图2所示。

表1 染色温度对上染率和 K/S 值的影响

染色温度 /℃	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值
40	0.492	0.420	14.69	0.722
50	0.510	0.435	14.71	0.783
60	0.511	0.425	16.83	0.853

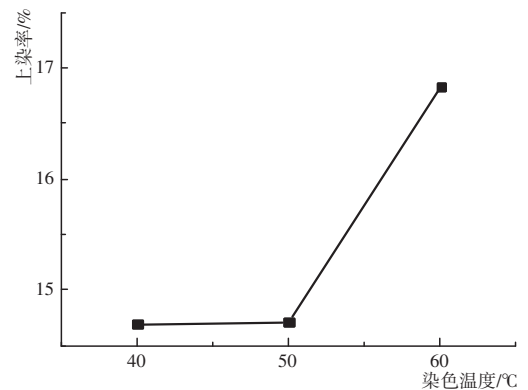


图2 染色温度与上染率的关系

由表1结合图2可知,随着染色温度的升高,染料上染率及 K/S 值都增大,温度从50℃升到60℃时,上染率以很大幅度上升,当温度为60℃时,上染率最高, K/S 值最大。若继续升高温度,则染色温度与固色温度接近,不利于固染,因此染色温度确定为60℃。

2.2 染色时间对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量2%(owf),染色温度 T_1 为60℃,

固色温度 T_2 为 $90\text{ }^\circ\text{C}$, 固色时间 t_2 为 30 min , 氯化钠浓度 20 g/L , 碳酸钠浓度 15 g/L , 浴比 $1:50$, 平平加 0.2 g/L , 染色时间 t_1 分别为 $20, 30, 40\text{ min}$, 按 1.2.3 实验步骤染色, 并对染色后试样进行性能测试。测试结果见表 2 所示, 上染率与染色时间的关系曲线如图 3 所示。

表 2 染色时间对上染率和 K/S 值的影响

染色时间 /min	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值
20	0.535	0.460	14.02	0.832
30	0.500	0.410	18.00	0.844
40	0.432	0.340	20.93	0.871

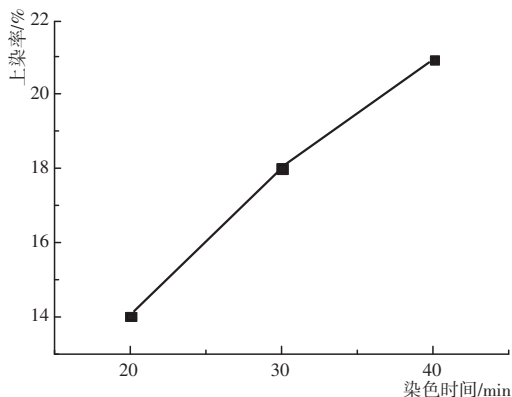


图 3 染色时间对上染率的关系

由表 2 结合图 3 可知, 随着染色时间的加长, 染料上染率及 K/S 值都增大, 时间逐渐加长, 上染率的增长幅度逐渐减慢, 这是由于纤维对染料的吸附随着时间的加长逐渐趋于饱和, 当时间为 40 min 时, 上染率最高, K/S 值最大。故染色时间确定为 40 min 。

2.3 固色温度对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量 2% (*owf*), 染色温度 T_1 为 $60\text{ }^\circ\text{C}$, 染色时间 t_1 为 40 min , 固色时间 t_2 为 30 min , 氯化钠浓度 20 g/L , 碳酸钠浓度 15 g/L , 浴比 $1:50$, 平平加 0.2 g/L , 固色温度 T_2 分别为 $80, 90, 100\text{ }^\circ\text{C}$, 按 1.2.3 实验步骤染色, 并对染色后试样进行性能测试。测试结果如表 3 所示, 上染率与固色温度的关系曲线如图 4 所示。

表 3 固色温度对上染率和 K/S 值的影响

固色温度 / $^\circ\text{C}$	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值
80	0.420	0.380	9.50	0.712
90	0.365	0.302	17.26	0.825
100	0.235	0.164	30.20	0.994

由表 3 结合图 4 可知, 随着固色温度的升高, 染料

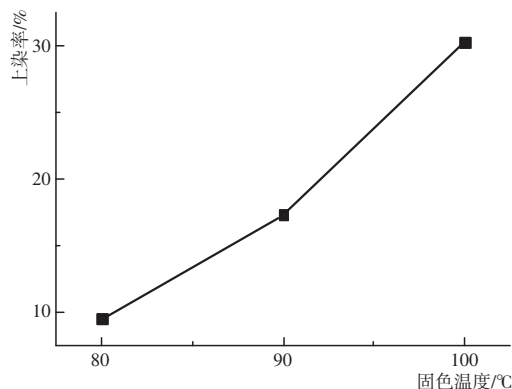


图 4 固色温度与上染率的关系

上染率及 K/S 值都增大, 温度逐渐升高, 上染率的增长幅度逐渐加快, 当温度达到 $100\text{ }^\circ\text{C}$, 即达到沸染状态时, 上染率最高, K/S 值最大。由此可见, 该染料属于高温型染料, 需要在沸染状态下染料分子才能与纤维分子中的有关基团发生反应形成共价键结合固着在纤维中。故固色温度确定为 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 。

2.4 固色时间对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量 2% (*owf*), 染色温度 T_1 为 $60\text{ }^\circ\text{C}$, 染色时间 t_1 为 40 min , 固色温度 T_2 为 $100\text{ }^\circ\text{C}$, 氯化钠浓度 20 g/L , 碳酸钠浓度 15 g/L , 浴比 $1:50$, 平平加 0.2 g/L , 固色时间 t_2 分别为 $30, 40, 50\text{ min}$, 按 1.2.3 实验步骤染色, 并对染色后试样进行性能测试。测试结果见表 4 所示, 上染率与固色时间的关系曲线如图 5 所示。

表 4 固色时间对上染率和 K/S 值的影响

固色时间 /min	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值
30	0.635	0.460	27.60	0.918
40	0.745	0.520	30.20	0.924
50	0.345	0.215	37.68	0.999

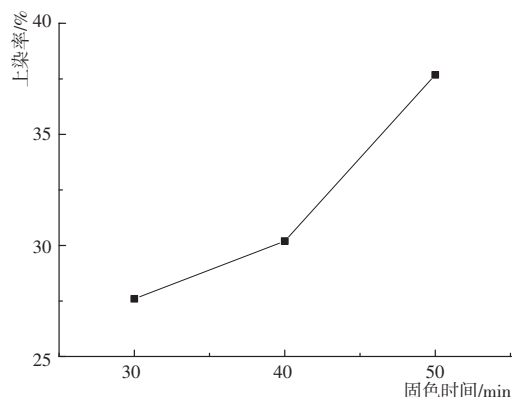


图 5 固色时间与上染率的关系

由表 4 结合图 5 可知, 随着固色时间的加长, 染料

上染率及 K/S 值都增大,时间逐渐加长,上染率的增长幅度逐渐加快,当固色时间为 50 min 时,上染率趋于最高, K/S 值最大。如果继续加长固色时间,染料的水解反应会进一步加剧,水解染料对纤维亲和力低,不具备与纤维反应形成共价键的能力,故时间的一味延长并不会对染料上染起促进作用。因此固色时间确定为 50 min。

2.5 氯化钠浓度对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量 2%(*owf*),染色温度 T_1 为 60 °C,染色时间 t_1 为 40 min,固色温度 T_2 为 100 °C,固色时间 t_2 为 50 min,碳酸钠浓度 15 g/L,浴比 1 : 50,平平加 O 2 g/L,氯化钠浓度分别为 10,20,30,40,50 g/L。按 1.2.3 实验步骤染色,并对染色后试样进行性能测试。测试结果如表 5 所示,上染率与氯化钠浓度的关系曲线如图 6 所示,匀染性与氯化钠浓度的关系曲线如图 7 所示。

表 5 氯化钠浓度对上染率和 K/S 值的影响

氯化钠浓度 /g · L ⁻¹	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值	匀染性 S_r
10	0.510	0.425	16.70	0.847	0.045 2
20	0.480	0.325	32.30	0.963	0.079 0
30	0.610	0.355	41.80	1.171	0.061 3
40	0.775	0.352	54.60	1.444	0.075 3
50	0.770	0.325	57.79	1.560	0.094 1

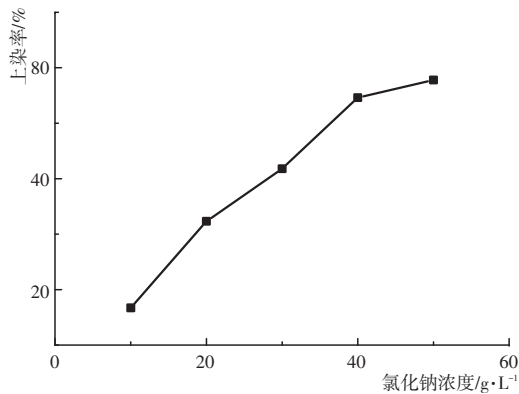


图 6 氯化钠浓度与上染率的关系

由表 5 结合图 6 和图 7 可知,随着氯化钠浓度的增大,染料上染率及 K/S 值都增大,说明氯化钠对染料的上染起到了很好的促染效果。当氯化钠浓度大于 40 g/L 时,虽然上染率继续增大,但增大的幅度降低,而且匀染性持续变差,这是由于盐用量过高增加了染料的聚集,使得染色效果变差。另一方面,食盐浓度过高也会造成浪费染料和增加污染。因此,综合各方面因素考虑,氯化钠浓度选 40 g/L 为最佳。

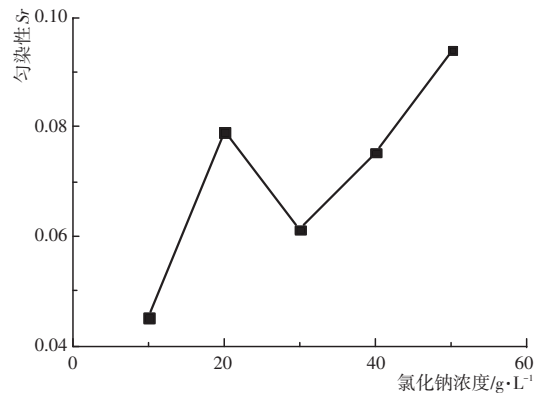


图 7 氯化钠浓度与匀染性的关系

2.6 碱剂种类对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量 2%(*owf*),染色温度 T_1 为 60 °C,染色时间 t_1 为 40 min,固色温度 T_2 为 100 °C,固色时间 t_2 为 50 min,氯化钠浓度 40 g/L,浴比 1 : 50,平平加 O 2 g/L,碱剂种类分别为无碱剂、碳酸钠、碳酸氢钠、氢氧化钠,浓度均为 15 g/L。按 1.2.3 实验步骤染色,并对染色后试样进行性能测试。测试结果如表 6 所示,上染率与碱剂种类的关系曲线如图 8 所示。

表 6 碱剂种类对上染率和 K/S 值的影响

碱剂种类	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值	匀染性 S_r
无	0.319	0.275	13.79	0.577	0.028 9
碳酸钠	0.495	0.201	59.39	1.591	0.070 3
碳酸氢钠	0.475	0.245	51.58	1.366	0.084 1
氢氧化钠	0.462	0.352	23.81	0.619	0.036 2

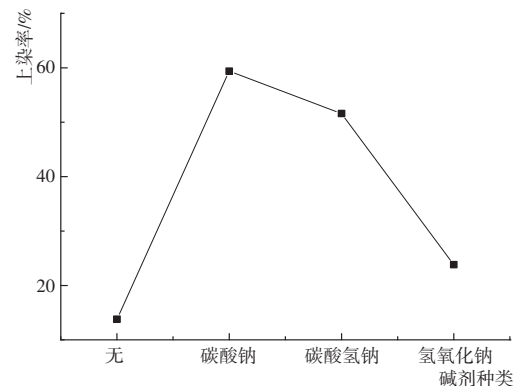


图 8 碱剂种类与上染率的关系

由表 6 结合图 8 可知,染料上染过程需要碱剂固色,固色碱剂不同,上染率不同。选用碳酸钠为固色碱剂时,染料上染率及 K/S 值最大,匀染性也较好,碳酸氢钠固色效果也较好,但其匀染效果较差。使用氢氧化钠为固色碱剂时,上染率迅速下降,可能是由于氢氧化钠碱性太强,使得染液 pH 值太大,不利于染料的固

色。因此,最终确定碳酸钠为固色碱剂。

2.7 碱剂浓度对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量 2% (*owf*), 染色温度 T_1 为 60 °C, 染色时间 t_1 为 40 min, 固色温度 T_2 为 100 °C, 固色时间 t_2 为 50 min, 氯化钠浓度 40 g/L, 浴比 1:50, 平平加 O 2 g/L, 碳酸钠浓度分别为 5, 10, 15, 20 g/L。按 1.2.3 实验步骤染色, 并对染色后试样进行性能测试。测试结果如表 7 所示, 上染率与碳酸钠浓度的关系曲线如图 9 所示, 匀染性与碳酸钠浓度的关系曲线见图 10。

表 7 碳酸钠浓度对上染率和 K/S 值的影响

碳酸钠浓度 /g · L ⁻¹	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值	匀染性 S_r
5	0.390	0.232	40.50	1.084	0.095 0
10	0.365	0.210	42.50	1.132	0.036 6
15	0.321	0.132	58.90	1.565	0.022 3
20	0.325	0.150	53.80	1.442	0.092 1

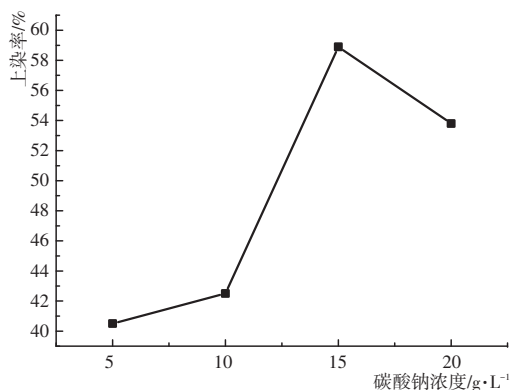


图 9 碳酸钠浓度与上染率的关系

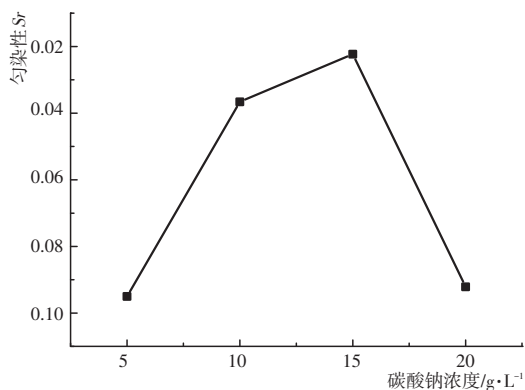


图 10 碳酸钠浓度与匀染性的关系

由表 7 结合图 9 和图 10 可知, 当碳酸钠浓度低于 20 g/L 时, 随着碳酸钠浓度的增大, 染料上染率及 K/S 值都随之增大; 当浓度为 15 g/L 时, 上染率和 K/S 值均达到最大, 匀染效果也最好; 当碳酸钠浓度

大于 20 g/L 时, 随着碳酸钠浓度的增大, 上染率及 K/S 值反而减小, 匀染效果也变差。说明一定浓度的碳酸钠对染色效果有利, 但碳酸钠浓度过高时, 一方面会促进染料的水解, 降低上染率, 另一方面也会增加染料聚集, 不利于匀染。因此, 碳酸钠浓度选 15 g/L 为最佳。

2.8 浴比对上染率和 K/S 值的影响

设定染料用量 2% (*owf*), 染色温度 T_1 为 60 °C, 染色时间 t_1 为 40 min, 固色温度 T_2 为 100 °C, 固色时间 t_2 为 50 min, 氯化钠浓度 40 g/L, 碳酸钠浓度 15 g/L, 平平加 O 2 g/L, 浴比分别为 1:20, 1:30, 1:40, 1:50, 1:60。按 1.2.3 实验步骤染色, 并对染色后试样进行性能测试。测试结果如表 8 所示, 上染率与浴比的关系曲线如图 11 所示, 匀染性与浴比的关系曲线如图 12 所示。

表 8 浴比对上染率和 K/S 值的影响

浴比	标准染液吸光度 A	染色残液吸光度 B	上染率 /%	K/S 值	匀染性 S_r
1:20	0.485	0.200	58.80	1.473	0.090 3
1:30	0.400	0.170	57.50	1.672	0.065 9
1:40	0.360	0.140	61.10	1.459	0.060 7
1:50	0.376	0.190	49.50	1.336	0.065 2
1:60	0.480	0.270	43.80	1.131	0.070 6

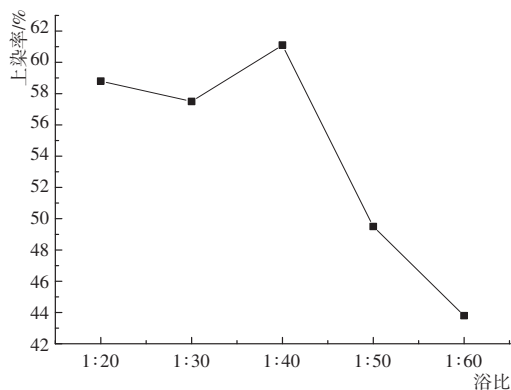


图 11 浴比与上染率的关系

由表 8 结合图 11 和图 12 可知, 当浴比小于 1:40 时, 染料的上染率高, 但浴比太小 (小于 1:30) 时, 匀染效果差, 这是由于染浴中染料浓度太高, 使得染料聚集, 不易在织物上均匀扩散。当浴比大于 1:40 时, 随着浴比的增大, 上染率持续下降, 这是由于染浴中染料浓度低, 上染染料的量少。当浴比为 1:40 时, 染料上染率最高, 且匀染效果好, 故选择浴比 1:40 为最佳。

3 结论

采用活性翠蓝 K-GL 对经过前处理的棉织物进行

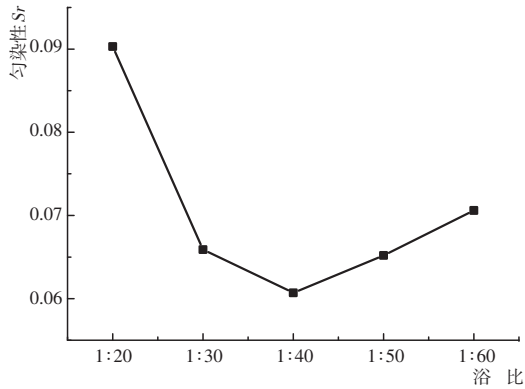


图 12 浴比与匀染性的关系

染色,采用一浴两阶段染色工艺,通过分析染色配方中各工艺条件对染色性能的影响,得出最佳的染色工艺条件为:染色温度 60 ℃,染色时间 40 min,固色温度 100 ℃,固色时间 50 min,食盐 40 g/L,碳酸钠 15 g/L,浴比 1 : 40。在此工艺条件下,活性染料的上染率可达到 60%以上,且匀染和透染效果好,有效提高了染料的利用率,避免资源的浪费。

参考文献:

[1] 杨晓艳. WLS 助剂改性棉纱线及其在活性染料无盐染色中的应用[D].西安:西安工程大学,2012.
 [2] 徐顺成,赵四伟,刘培明,等.棉针织物节能减排短流程漂染工艺研究与应用[J].针织工业,2010,5(3):41-45.
 [3] 杨纪朝.纺织行业现状与发展分析[J].棉纺织技术,2011,(1):2-5.
 [4] 何瑾馨.染料化学[M].北京:中国纺织出版社,2009.
 [5] Popescuc B, Szabo M. Invariant kinetics parameters of dyeing[J]. Coloration Technology, 2001, (117): 199-203.
 [6] 陈荣圻.染料化学[M].北京:中国纺织出版社,1988.
 [7] Zhang J. New developing trends for dyestuff industry home and abroad [J]. Dyeing and Printing, 2005, (4): 47-50.
 [8] 宋心远.活性染料染色近年发展[J].染整科技,2002,(1):5-13.
 [9] 苗大刚,隋淑英,朱平.甲壳素/棉混纺织物匀染性研究[J].染整技术,2008,30(6):16-17.

Research on the Dyeing Property of Reactive Turquoise Blue K-GL on Cotton Fabric

ZHANG Li-hua, REN Xue-qin, ZHANG Hui
 (Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The reactive turquoise blue K-GL was used to cotton fabric dyeing. The influences of dyeing temperature, dyeing time, fixation temperature, fixation time, dosage of salt and alkali agent and bath ratio on the dyeing effect were studied based on the single factor analysis method. The dyeing rate, K/S value and levelness were tested. The optimal process conditions were dyeing temperature 60 ℃, dyeing time 40 min, fixation temperature 100 ℃, fixation time 50 min, sodium chloride 40 g/L, sodium carbonate 15 g/L, bath ratio 1 : 40. Under the optimum conditions, the dye uptake of reactive dyes could reach more than 60%, and it effectively reduced the waste of dyes.

Key words: reactive turquoise blue K-GL; cotton fabrics; dyeing; dye uptake; K/S value

(上接第 16 页)

Reference Analysis of the Master Thesis Major in Clothing Design and Engineering in 2013

LI Yan¹, ZHANG Hui²

(1. Library of Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China;

2. School of Clothing Art and Engineering, Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: 122 papers in the area of clothing design and engineering in 2013 were collected. These theses were classified into seven groups according to the research area, such as clothing structure design and technology, clothing manufacture and management, clothing digitalization, clothing human science, clothing comfort and function, clothing brand strategy, clothing marketing and trade. The thesis references were analyzed from the aspects of reference number, reference type, language, and reference period, so as to find the fundamental research and research trend in clothing design and engineering.

Key words: clothing design and engineering; master thesis; reference; reference analysis