

活性黑5染色布样在洗涤过程中的褪色行为研究

郭立云¹,蔡国强²,何美林²,王际平¹

(1.浙江理工大学,a.先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室;b.教育部生态染整工程技术研究中心;
c.国家纺织与日用化学国际科技合作基地,杭州310018;2.纳爱斯集团有限公司,浙江丽水323000)

摘要:家庭洗涤过程是一个复杂的物理化学过程,活性染料染色布样在该过程中受到多种因素的影响,会发生染料掉落、布样褪色。通过正交实验考察了洗涤过程中的各因素(标准洗涤液的浓度、水硬度、水中余氯、机械力(钢珠数量)、浴比等)对活性黑5染色布样的染料掉落及褪色行为的影响。采用UV-Vis测定洗涤残液中掉落游离染料的质量,并通过测定洗涤前后布样的K/S值和色差(ΔE)来考察各因素对布样色差变化的影响。实验结果表明:洗涤过程中染料的掉落量受标准洗涤液的浓度、浴比的影响较大,受机械力和余氯的影响相对较小;洗涤3次后,机械力是影响布样K/S值变化的主要因素,同时机械力对洗涤前后布样的色差(ΔE)影响最显著。

关键词:活性染料黑5;洗涤;染料掉落;色差

中图分类号:TS193.1

文献标志码:A

文章编号:1673-3851(2017)03-0329-07

0 引言

活性染料能够与纤维素纤维形成牢固的共价键,具有色牢度高、色谱广、色泽鲜艳、性能优异、适用性强等优点,已逐步取代直接染料、硫化染料和还原染料,成为纤维素纤维(包括棉、人造丝、亚麻、纤维素短纤维布等)印染的主要染料^[1-2]。活性染料染色织物在日常生活中会经历多次洗涤。洗涤过程是一个复杂的物理化学过程,在物理(机械力等)作用和化学(漂白剂、余氯等)作用下,染料会发生掉落,织物起毛起球,布样发生褪色^[2-4]。Gorenšek^[3]研究了体系pH值和温度对活性染料与纤维素纤维形成的化学键稳定性的影响,发现化学键在低于60℃、中性环境中极为稳定,随着温度升高、碱性增强,化学键会发生快速水解,布样上染料掉落。另一方面,表面活性剂是洗涤剂的主要成分,其与染料存在相互作用,活性染料可被增溶到表面活性剂所形成的胶束内核中。本文课题组前期研究发现,表面活性剂的存在会改变活性染料的水解行为^[5-9]。由此可见,在日常洗涤过程中,影响染料掉落、织物褪色的

因素很多,除了温度、pH值之外,洗涤剂浓度、水硬度和机械力等都会影响布样上活性染料的掉落。但目前该方面系统性研究较少,所以对活性染料染色布样的褪色行为的认识存在不足。

因此,本文通过模拟日常生活中的洗涤条件,在单因素(标准洗涤液的浓度、水硬度、水中余氯、机械力(钢珠数量)、浴比、温度)实验完成后,进一步设计了5因素4水平的正交实验,系统研究了标准洗涤液浓度、水硬度、水中余氯、机械力、浴比这5个因素对活性染料黑5染色布样在洗涤过程中染料掉落、织物褪色行为的影响;采用UV-Vis定量测定掉落的染料量,同时测定洗涤前后布样的K/S值和 ΔE 值。本文研究结果有助于深入了解对日常洗涤过程中布样的染料掉落和褪色行为,为洗涤剂的配方设计提供一定的理论指导。

1 实验部分

1.1 试剂及仪器

100%棉针织布(40支,仅氧漂未经后整理处理),购于浙江富润纺织有限公司;活性染料黑5为

双乙烯砷型活性染料,其结构如图1所示,由浙江龙盛集团有限公司提供;所使用的单个钢珠规格为直径15 mm,钢珠质量约为4 g;紫外可见分光光度计,Lamdar 35型,美国Perkin-Elmer公司;计算机测色配色仪,Datacolor 600型,美国Datacolor公司;JSM-5610LV扫描电镜,日本电子Jeol公司。

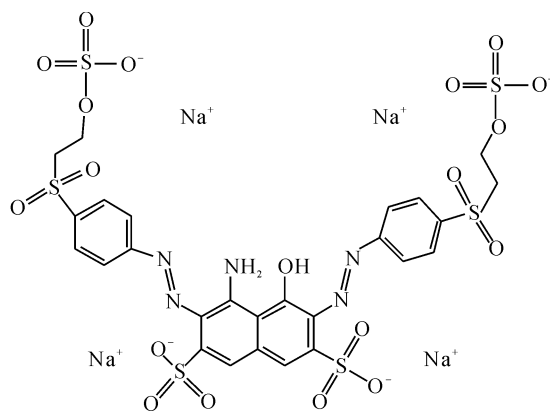


图1 活性黑5结构

标准洗涤液按照国标 GB/T 13174—2008 配置,其组成如表1所示,洗涤液的pH值通过NaOH溶液调至8.5。

表1 国标标准洗涤液的配方

成分	含量比例/%
聚乙氧基化脂肪醇 (平均EO加成数为9)	4.0
乙氧基化烷基硫酸钠	2.0
十二烷基苯磺酸钠	8.0
三乙醇胺	0.5
无水柠檬酸钠	0.5
三级水	85.0

1.2 染色工艺流程

采用一浴一步法对布样进行染色,染色过程如图2所示。其他条件如下:染色浴比为1:50,染料用量为3%owf,硫酸钠浓度为60 g/L,碳酸钠浓度为40 g/L,皂洗剂为十二烷基苯磺酸钠,浓度为2 g/L,皂洗温度为98℃,皂洗后布样漂洗2次,脱水后于西门子烘干机中烘干,待用。

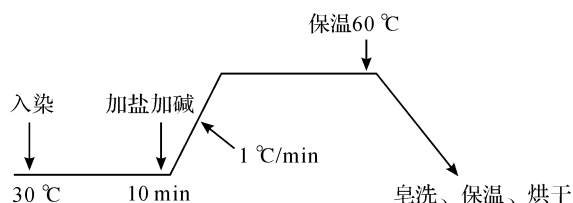


图2 染色工艺流程

1.3 洗涤流程

将布样裁剪成50 cm×10 cm大小,按照正交实

验设计因素进行各组洗涤。洗涤设备为Launder-O-Meter(台湾Labtec公司)。其他洗涤条件如下:洗涤时间为20 min,洗涤温度为30℃,漂洗2次,脱水后经由西门子烘干机烘干。

1.4 标准曲线的绘制

准确称取0.1 g活性染料黑5,搅拌、溶解(溶液分别为0.1%、0.2%、0.4%、0.8%的标准洗涤液),定容于100 mL容量瓶中,制得活性染料黑5的母液,浓度为1 mg/mL;分别取不同量的活性染料黑5置于100 mL容量瓶中,定容至活性染料浓度稀释为0.0005、0.0010、0.0050、0.0100 mg/mL,分别测其吸光度。以染料质量浓度为横坐标、吸光度值为纵坐标,所绘制的曲线即为染料掉落的标准曲线。

1.5 掉落染料量的测定

布样洗涤后,分别取20 mL洗涤残液,用0.45 μm的滤头过滤,在598 nm(活性黑5的最大吸收波长)处测定残液的吸光度,再根据其洗涤条件下测定的标准曲线,计算得到残液中掉落的游离染料的质量。

1.6 布样K/S值和ΔE值的测定

布样的K/S值和ΔE值经由Datacolor 600测定。测定条件为:大孔径(30W尺寸),镜面光泽为不包含,滤镜为100% UV下,在每块布样上随机选取四处进行测试,记录布样的K/S值和ΔE值。

2 结果与讨论

2.1 染料掉落的分析

在洗涤过程中,布样受各种物理和化学作用的影响,活性染料与纤维素纤维之间的化学键会发生断裂,导致染料掉落,进而影响布样颜色变浅。本文主要研究了洗涤过程中的各因素:标准洗涤液浓度、水硬度、水中余氯、机械力(钢珠数量)和浴比对染料掉落行为的影响。本实验设计了5因素4水平的正交试验,选择正交表为L₁₆(4⁵),各因素的具体条件如表2所示,其中机械力程度大小由陪洗钢珠数量调节。

表2 正交试验因素水平表

水平数	标准洗涤液浓度/%	余氯/(mg·L ⁻¹)	硬度/(mg·L ⁻¹)	钢珠/颗	浴比
水平1	0.1	0	0	0	1:10
水平2	0.2	1	100	10	1:25
水平3	0.4	2	250	25	1:50
水平4	0.8	5	500	50	1:100

洗涤残液经由 $0.45 \mu\text{m}$ 的滤头过滤,通过 UV-Vis 测定其吸光度,再经由标准曲线计算得到掉落的游离染料的重量。根据正交表进行实验,可以得到三次洗涤过程中 5 种因素对染料掉落量的影响。正交实验的极差可以较为直观的反映各因素对于实验结果的影响程度:极差值较大,则对应因素的影响程度也较大,由此可得到各因素对染料掉落结果的影响程度的大小。

活性染料会与纤维素纤维形成化学键,掉落的游离染料主要由两部分组成:a) 染色过程中吸附的水解染料;b) 洗涤过程中因化学键断裂而掉落的游离染料。

从第一次的洗涤结果如表 3 所示,根据极差的大小可知,本实验中的 5 个因素对洗涤过程中染料掉落的影响程度从大到小的排序为:水硬度、标准洗涤液浓度、浴比、余氯、机械力(钢珠数量)。不同硬度的水和标准洗涤液浓度对布样上染料掉落影响最大,但在单因素影响实验中,水的硬度对布样洗涤褪色的影响不是特别明显,没有特别的个体性差异。在正交实验中水的硬度是影响染料掉落的主要原因还需进一步探究。标准洗涤液的浓度会影响染料的掉落量。这可能是因为洗涤液中的表面活性剂可与染料发生相互作用,而且当表面活性剂浓度大于其临界胶束浓度时,形成的胶束可增溶染料,促进织物上染料的掉落。

表 3 第一次洗涤后的结果分析图

编号	浓度/ %	硬度/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	余氯/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	钢珠/ 颗	浴比	染料掉 落量/mg
1	0.1	0	0	0	1:10	0.0392
2	0.1	100	1	10	1:25	0.0451
3	0.1	250	2	25	1:50	0.0352
4	0.1	500	5	50	1:100	0.0298
5	0.2	0	1	25	1:100	0.1127
6	0.2	100	0	50	1:50	0.0615
7	0.2	250	5	0	1:25	0.0431
8	0.2	500	2	10	1:10	0.0153
9	0.4	0	2	50	1:25	0.1240
10	0.4	100	5	25	1:10	0.0422
11	0.4	250	0	10	1:100	0.0669
12	0.4	500	1	0	1:50	0.0598
13	0.8	0	5	10	1:50	0.1432
14	0.8	100	2	0	1:100	0.1039
15	0.8	250	1	50	1:10	0.0430
16	0.8	500	0	25	1:25	0.0505
K_1	0.037	0.108	0.055	0.061	0.035	
K_2	0.062	0.063	0.069	0.068	0.066	
K_3	0.073	0.047	0.070	0.064	0.075	
K_4	0.085	0.039	0.065	0.065	0.082	
极差 (R)	0.048	0.069	0.015	0.007	0.047	

注: K_i 表示正交表中每列相同水平对应数据之和的平均值, R 表示每列相同水平对应数据之和的平均值的最大值与最小值之差。

表 4 各次极差结果统计

洗涤	浓度/%	硬度/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	余氯/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	钢珠/颗	浴比	影响程度排序 (从大到小)
第一次	0.048	0.069	0.015	0.007	0.047	硬度、浓度、浴比、余氯、钢珠数量
第二次	0.033	0.023	0.028	0.013	0.016	浓度、余氯、硬度、浴比、钢珠数量
第三次	0.012	0.012	0.003	0.009	0.020	浴比、浓度、硬度、钢珠数量、余氯

通过对表 4 三次洗涤的极差分析,在洗涤过程中的染料掉落行为,标准洗涤液的浓度和浴比的对布样上染料掉落影响相对较大。标准洗涤液中的表面活性剂能与染料发生一定的相互作用,所形成的胶束能增溶染料,其标准洗涤液浓度越大,增溶能力越强,越易促使化学键断裂。活性基团是会在碱溶液中水解断键的活性染料染色后,如果经常用碱性强的洗衣液洗涤,就会发生碱性水解,染料也会发生掉落。而浴比增大将会稀释体系中的染料浓度,促使平衡往染料水解方向移动。另外,水的硬度对于染料掉落也有一定的影响,这可能由于钙镁离子易与阴离子染料作用,尤其是与水解染料络合,沉积在布样上。同时硬水中的钙镁离子与洗涤液中的表面

活性剂结合,可生成金属盐,使表面活性剂失去活力,这些都会影响布样的色泽,同时影响布样上染料的掉落。各因素中机械力(钢珠数量)和余氯对染料掉落的影响相对较小,这可能是染料掉落更多是由于化学作用引起所致。

2.2 布样表面形态分析

由于浴比、标准洗涤液浓度、水的硬度是主要影响染料掉落的原因,染料掉落的同时也影响布样表面形态结构的变化。但布样表面形态变化对布样上染料掉落的影响并不明确。

将剪好的 $50 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 的布样放入洗涤钢瓶中,对不同洗涤条件下的样品进行电镜扫描分析,如图 3 所示。在图 3(a)是未洗布样,图 3(b)—

(e)分别是在标准洗涤液浓度(0.2%)、余氯(1 mg/mL)、硬度(250 mg/mL)和钢珠(10 颗)的条件下,浴比分别为1:10、1:25、1:50、1:100 洗涤三次后布样的电镜扫描照片。图3(f)~(i)分别是在浴比(1:10)、余氯(1 mg/mL)、硬度(250 mg/mL)和钢珠(10 颗)的条件下,标准洗涤液浓

度分别为0.1%、0.2%、0.4%、0.8%洗涤三次后布样的电镜扫描照片。图3(j)~(m)分别是在标准洗涤液浓度为(0.2%)、余氯(1 mg/mL)、浴比(1:10)和钢珠(10 颗)的条件下,硬度分别为0、100、250、500 mg/mL洗涤三次后布样的电镜扫描照片。

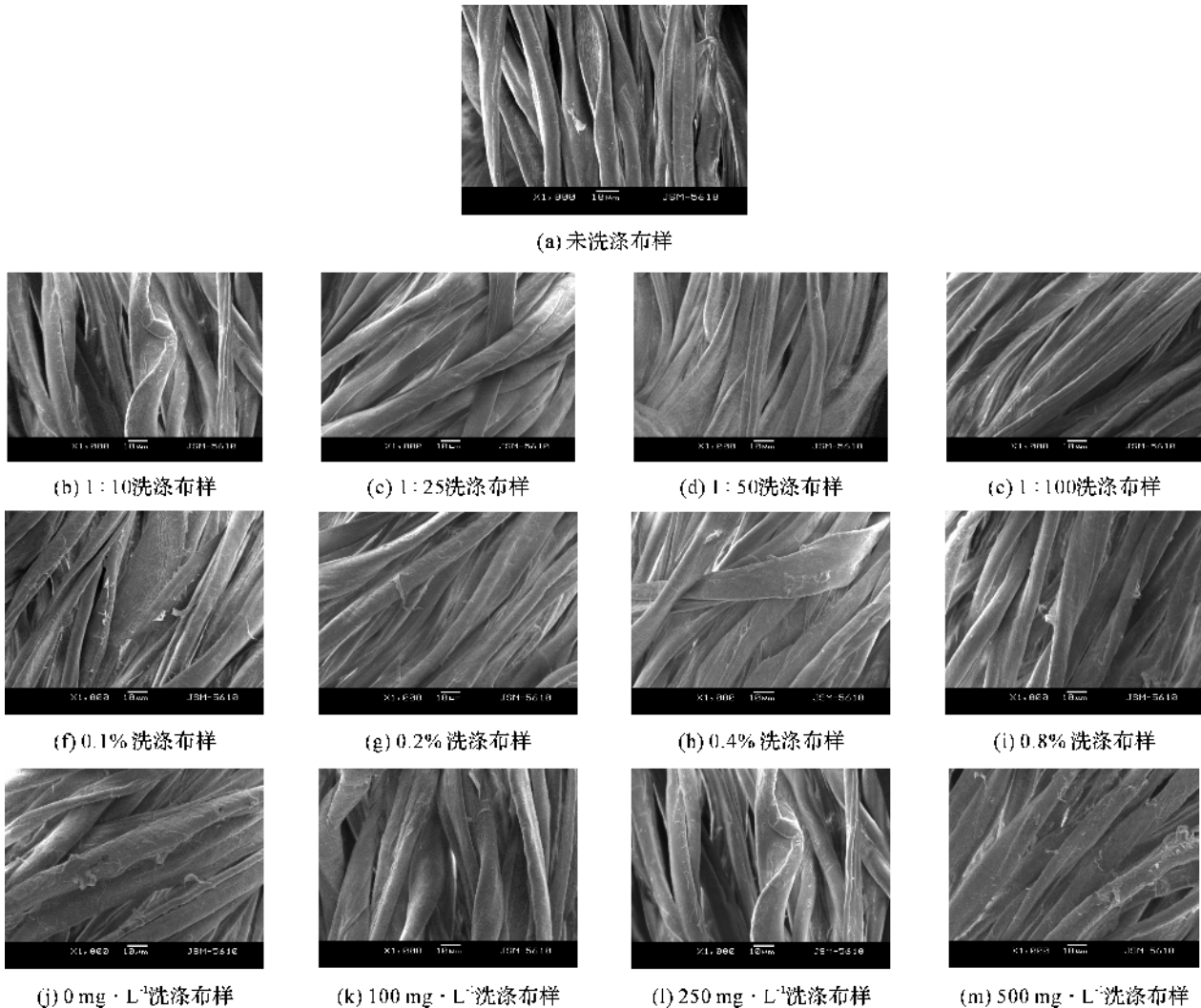


图3 布样不同洗涤方式的表面形态结构电镜照片

从图3(b)~(e)扫描电镜照片中观察可以看出,浴比大小对纤维表面形态变化的影响不是很大,图3(e)中的布样比其他浴比洗涤布样的纤维表面稍微光滑,可能的原因是织物上染料减少,去除了布样上的浮色,使布样上的纤维表面变得光滑。从图3(f)~(i)中观察可以看出,图3(i)相对于其他洗涤液浓度低的比较,洗涤剂浓度高的纤维受损相对较小,可能原因洗涤液产生的泡沫可以减小布样在洗涤过程中的织物纤维间的相互机械力,从而使得纤维受损减小。从图3(j)~(m)可以观察到,由于洗涤液的硬度提高,水中含有更多的钙镁离子,加上洗

涤剂中的阴离子基团,能与钙镁离子结合,沉积在纤维表面,导致纤维表面有一些颗粒状物质,纤维有一定程度的受损。这些可能的原因都会影响布样上染料的掉落,还需进一步探究。

另外,织物经过多次水洗/烘干,纤维与活性染料间的化学键可能会发生水解,引起染料的掉落,导致织物发生褪色/变色现象。而掉落的游离染料可能会沾染到织物的其他部位,漂洗不充分可能会使得沾染残留,织物出现变色。

2.3 布样方差的分析

为了进一步探究各因素对实验结果的影响程

度,采用方差分析法对实验结果进行计算。以第三次洗涤为例,对洗涤残液中掉落的染料的质量进行方差分析,取 $\alpha=0.05$,得到表 5。

表 5 三次洗涤后布样掉落染料的量的方差分析表($\alpha=0.05$)

因素	偏差平方和(S)	自由度	F 比	F 临界值	显著性
浓度	0.003	3	2.000	4.760	
硬度	0.015	3	4.000	4.760	
余氯	0.001	3	2.000	4.760	
钢珠	0.000	3	0.000	4.760	
浴比	0.001	3	5.000	4.760	*
误差	0.000	6			

偏差平方和(S)反映了该组数据的分散或集中程度。S 越大,该数据越分散;S 越小,该组数据越集中;F 比是因素水平的改变引起的平均偏差平方和与误差的平均偏差平方和的比值。因素的显著性判断:当 F 比大于 F 临界值时,说明该因素水平的改变对实验结果有很显著的影响,记作“*”^[10-12]。从表 5 中可以看出三次洗涤后浴比相比其他因素对染料掉落有着高度显著的影响。这也验证了 2.1 中浴比是影响染料掉落的主要原因。

2.4 布样色差的分析

K/S 值在印染上是常用来表征布样表面染料的浓度,一定程度上可反映布样的色深程度。同时根据 CIELab 体系的测试结果,可通过公式(1)计算洗涤前后布样的总色差值(ΔE)。根据洗涤前后布样的 K/S 值和 ΔE 值的变化,可得到洗涤过程中各因素对于布样色差的影响情况。

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

其中: ΔE 表示布样色差的变化; L 表示照度(Luminosity),相当于亮度; a 表示从红色至绿色范围的颜色分量; b 表示从黄色至蓝色范围的颜色分量。

表 6 是经过三次洗涤后各组布样的 K/S 值,从极差分析结果看,影响布样上染料掉落程度由大到小的顺序是:机械力(钢珠数量)、浴比、余氯、硬度、标准洗衣液的浓度。其中机械力对布样的 K/S 影响远远大于其他因素。可能的原因是强机械力会对布样表面造成损伤,易导致纤维断裂,布样表面容易发生起毛起球,进而影响光线在布样上的折/反射行为,使布样色差较大。机械力也会使布样上的松散纤维掉落,掉落的纤维上也含有部分染料,这些都会导致布样颜色变浅或是褪色,因而布样的 K/S 值变

化也较大。浴比的影响也同样验证了上述观点。

表 6 三次洗涤后布样 K/S 值的直观分析表

编号	浓度/ %	硬度/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	余氯/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	钢珠/ 颗	浴比	布样的 K/S 值
1	0.1	0	0	0	1:10	36.989
2	0.1	100	1	10	1:25	36.828
3	0.1	250	2	25	1:50	35.911
4	0.1	500	5	50	1:100	34.657
5	0.2	0	1	25	1:100	34.956
6	0.2	100	0	50	1:50	36.724
7	0.2	250	5	0	1:25	38.560
8	0.2	500	2	10	1:10	35.871
9	0.4	0	2	50	1:25	36.241
10	0.4	100	5	25	1:10	36.040
11	0.4	250	0	10	1:100	37.005
12	0.4	500	1	0	1:50	37.453
13	0.8	0	5	10	1:50	36.664
14	0.8	100	2	0	1:100	38.149
15	0.8	250	1	50	1:10	35.237
16	0.8	500	0	25	1:25	37.090
K_1	36.096	36.212	36.952	37.788	36.034	
K_2	36.528	36.935	36.119	36.592	37.180	
K_3	36.685	36.678	36.545	35.999	36.688	
K_4	36.785	36.268	36.480	35.715	36.192	
极差 (R)	0.689	0.723	0.833	2.073	1.146	

表 7 是经过三次洗涤后各组布样的 ΔE 值,从极差分析结果看,影响布样上染料掉落程度由大到小的顺序是:机械力、标准洗衣液的浓度、余氯、浴比、硬度。其中机械力对布样的 ΔE 影响最大。

表 7 三次洗涤后布样色差的直观分析表

编号	浓度/ %	硬度/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	余氯/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	钢珠/ 颗	浴比	布样的 ΔE 值
1	0.1	0	0	0	1:10	0.53
2	0.1	100	1	10	1:25	0.95
3	0.1	250	2	25	1:50	1.15
4	0.1	500	5	50	1:100	1.54
5	0.2	0	1	25	1:100	1.27
6	0.2	100	0	50	1:50	0.97
7	0.2	250	5	0	1:25	0.38
8	0.2	500	2	10	1:10	1.09
9	0.4	0	2	50	1:25	0.62
10	0.4	100	5	25	1:10	0.69
11	0.4	250	0	10	1:100	0.66

表7续

编号	浓度/ %	硬度/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	余氯/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	钢珠/ 颗	浴比	布样的 ΔE 值
12	0.4	500	1	0	1:50	0.69
13	0.8	0	5	10	1:50	0.94
14	0.8	100	2	0	1:100	0.39
15	0.8	250	1	50	1:10	1.27
16	0.8	500	0	25	1:25	0.59
K_1	1.042	0.840	0.688	0.498	0.895	
K_2	0.927	0.750	1.045	0.910	0.635	
K_3	0.665	0.865	0.813	0.925	0.938	
K_4	0.797	0.977	0.887	1.100	0.965	
极差 (R)	0.377	0.227	0.375	0.602	0.330	

表8可以看出,机械力中的 F 比大于 F 临界值,说明该机械力的改变使布样上染料掉落明显,对布样上的 K/S 值变化影响很大。表9中的机械力中的 F 比与 F 临界值比较接近,也证明了机械力是影响布样上 ΔE 的主要因素。

表8 三次洗涤后布样 K/S 值的方差分析表($\alpha=0.05$)

因素	偏差平方和(S)	自由度	F 比	F 临界值	显著性
浓度	1.108	3	0.884	4.760	
硬度	1.422	3	1.134	4.760	
余氯	1.400	3	1.116	4.760	
钢珠	10.128	3	8.077	4.760	*
浴比	3.299	3	2.575	4.760	
误差	2.51	6			

表9 三次洗涤后布样 ΔE 值的方差分析表($\alpha=0.05$)

因素	偏差平方和(S)	自由度	F 比	F 临界值	显著性
浓度	0.319	3	1.710	4.760	
硬度	0.105	3	0.563	4.760	
余氯	0.268	3	1.473	4.760	
钢珠	0.783	3	4.198	4.760	
浴比	0.275	3	1.475	4.760	
误差	0.376	6			

由此可见,洗涤过程中的物理/化学作用都会影响布样的色泽变化。对于实验中的洗涤对象——活性染料黑5染色的布样,洗涤液浓度和浴比对于布样的染料掉落量的影响较大,机械力(钢珠数量)对

洗涤布样的 K/S 值 ΔE 值影响较大。对于深色布样而言,轻微的染料掉落对于色差的影响较小,反而是洗涤过程中因物理作用如机械力(钢珠数量)而导致的布样表面起毛起球、粗糙度增加而引起的光线折/反射行为的变化对布样的色差变化影响更大。

3 结论

洗涤过程是一个复杂的物理化学过程,本文采用活性染料黑5自染布样,选择了5种因素,通过正交实验定性定量地考察了各因素对染料掉落量和布样色差变化的影响程度。实验结果表明:

a)各因素中,标准洗涤液的浓度和浴比对洗涤过程中染料的掉落影响较大,机械力(钢珠数量)和余氯的影响相对较小。

b)但对于布样的色差变化而言,物理作用机械力(钢珠数量)是影响最显著的一个因素。因此,针对深色织物,开发具有护色功能的洗涤剂时应充分考虑物理作用的显著影响。

参考文献:

- [1] LEWIS D M. Developments in the chemistry of reactive dyes and their application processes [J]. Coloration Technology, 2014, 130(6):382-412.
- [2] MA W, MENG M, YAN S, et al. Salt-free reactive dyeing of betaine-modified cationic cotton fabrics with enhanced dye fixation [J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2016, 24(1):175-179.
- [3] GORENŠEK M. Dye-fibre bond stabilities of some reactive dyes on cotton [J]. Dyes & Pigments, 1999, 40(2/3):225-233.
- [4] MORITA Z, YAMADA A, SHIGEHARA K, et al. The hydrolysis of the reactive groups, and side reaction, for a mixed bifunctional reactive dye (CI reactive red 194) and related compounds [J]. Dyes and Pigments, 1996, 30(2):151-171.
- [5] 孙良喜,蔡国强,章曼雯,等. 乙烯砜型活性染料在阴离子表面活性剂体系中的水解动力学 [J]. 纺织学报, 2015, 36(11):76-81.
- [6] 林素玲,沈一峰,邵敏,等. C. I. 活性黑5低温水解性能分析 [J]. 纺织学报, 2009, 30(4):59-64.
- [7] LEWIS D M. Developments in the chemistry of reactive dyes and their application processes [J]. Coloration Technology, 2011, 130(6):303-364.
- [8] 宋心远,沈煜如. 活性染料的色牢度及其影响因素(一) [J]. 印染, 2006, 32(11):41-44.
- [9] 宋心远. 表面活性剂与染料的相互作用及受控染色(一)

- [J]. 印染, 2004, 30(8): 39-41.
- [10] 方开泰. 均匀试验设计的理论、方法和应用: 历史回顾 [J]. 数理统计与管理, 2004, 23(3): 69-80.
- [11] 贲永光, 李坤平, 李康, 等. 正交设计研究白芍总苷的超声提取工艺 [J]. 食品与生物技术学报, 2009, 28(4): 501-504.
- [12] 靳怡然, 杜英峰, 袁志芳, 等. 正交设计法优选戒毒胶囊的提取工艺 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(2): 451-454.

Study on Fading Behavior of Reactive Black 5 Dyed Fabrics in Washing Process

GUO Liyun¹, CAI Guoqiang², HE Meilin², WANG Jiping¹

(1a. Key Laboratory of Advanced Textile Materials & Manufacturing Technology, Ministry of Education; 1b. Eco-Dyeing and Finishing Engineering Research Center, Ministry of Education; 1c. National Base for International Science and Technology Cooperation in Textiles and Consumer-Goods Chemistry, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. NICE Group Co. Ltd, Lishui 323000, China)

Abstract: Domestic washing is a complicated physical-chemical process. Dye loss and color fading of the reactive dyed fabric will happen due to several factors during the washing process. In this paper, the effects of five factors (the concentration of detergent, hardness of water, residual chlorine content in water, mechanical force (the number of steel balls) and bath ratio) in washing process on the dye loss and color fading behavior of fabric were investigated by using orthogonal experiment. UV-Vis was applied to measure the quantity of free dye in the residual washing liquid, and the influence of various factors on color difference was investigated through measuring K/S value and color difference (ΔE) before and after washing. Results show that the concentration of detergent and bath ratio have great influence on the dye loss of fabric, while the mechanical force (the number of steel balls) and residual chlorine have little influence. After washing for 3 times, mechanical force is the major factor influencing K/S value of fabric. Meanwhile, mechanical force (the number of steel balls) most significantly affects the color difference value (ΔE) of fabric after and before washing.

Key words: reactive black 5; washing; dye loss; color difference

(责任编辑: 唐志荣)