

提高棉针织物活性染料 深色染色的染料利用率探讨

范雪荣 何婷蓉

(无锡轻工业学院)

【摘要】 棉针织物活性染料常规方法染深色时,染料用量高,利用率低。染色废水色度高。采用阳离子表面活性剂 1227 作为前处理剂的前处理染色—浴二步法工艺,可显著提高染料的上染率和固色率,使染料利用率大幅度提高,具有良好的深色染色效果。

一、前言

在各类棉用染料中,活性染料具有许多优良性能,备受棉印染行业青睐,但一般常用于染浅、中色,染深色时,染料用量大,利用率低,染色废水色度高。为了提高深色染色的染料利用率,人们进行了大量研究,合成了多种深色染色助剂,如反应性固色剂 IFI-862^[1]、DFRF-1^[2]、前处理剂 ZS-01^[3]、交联剂 FH^[4]等,但这些助剂或者处理后手感变差,色光改变,或者处理方法复杂,处理后需焙烘,不适于针织物浸染工艺,不能根本解决棉针织物活性染料深色染色染料利用率低的问题。我们认为,深色染色染料利用率低是上染率和固色率低二个相关因素造成的,要提高利用率,必须解决这两个问题。

二、实验

1. 实验材料—煮漂纯棉棉毛布
2. 前处理—织物在一定浓度的 1227 和 JFC 溶液中,在一定温度和 pH 下处理 30 分钟,充分水洗。
3. 染色—按常规工艺,染料为活性红 X-3B,用量 3% o.w.f.。
4. 前处理染色—浴二步法工艺: 50℃ 加入 1227 及 JFC $\xrightarrow{10'}$ 加平平加 0 $\xrightarrow{5'}$ 加染料 $\xrightarrow{30'}$ 染毕。

5. 上染率和固色率测定—按 GB2391-80 标准测定^[5]。

6. 色深值测定—在 SBD-1 型数字白度仪上测定染色织物三刺激值,按式 $L = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16$ 计算。

三、结果与讨论

1. 活性染料常规工艺深色染色情况

活性染料常规工艺深色染色的染料用量、上染率、固色率和色深值见表 1。由表可见,常规方法染深色时,上染率较低,固色率更低,且随染料用量增加逐渐下降,染料利用率很不理想,而上染率低是最主要的。作者分析有几个原因:(1)活性染料母体结构简单,水溶性好,对纤维亲和力低;(2)染料在溶液中带负电荷,棉纤维在中性或弱碱性条件下也带负电,两者之间存在较大静电斥力,使染料不易上染纤维;(3)染料阴离子上染纤维后,纤维表面负电荷增加,和溶液中的染料斥力增大,使染料继续上染更为困难;(4)染深色时,染料浓度一直维持较高水平,染料分子间的作用力使染料易于聚集不呈单分子状态,降低了上染速率和上染率;(5)固色时部份染料发生水解等原因,使上染的染料不能与纤维充分反应,所以固色率比上染率更低,进一步降低了利用率。

因此,要提高深色染色的染料利用率,首先要提高上染率,这可以通过降低纤维表面负

表 1 活性染料深色染色情况

染料用量%	3.0	3.0	5.0	6.0	7.0	9.0	11.0	3.0
上染率(%)	37.7	54.0	52.0	50.6	48.2	48.0	46.7	94.3
固色率(%)	(未经固色)	42.1	39.3	37.2	34.5	34.2	32.7	82.5
染料利用率(%)	/	48.0	46.0	43.8	41.1	40.7	37.5	84.8
织物上染料量 g/100g	/	1.43	2.30	2.63	2.88	3.67	4.13	2.54
色深值 L	/	38.55	36.56	35.98	34.80	32.48	31.11	31.19
染色方法	常规染色方法							一浴二步法

* 染料利用率是经皂洗后织物上的染料量占总投入染料量的百分率。

电位,减小纤维和染料阴离子间斥力,提高亲和力来实现。

2. 1227 前处理染色二浴法提高染料利用率

1227 为季铵盐型阳离子表面活性剂,织物经 1227 处理后可降低纤维表面负电荷,甚至带适量正电荷,提高染料对纤维的亲合力和上染率、上染速率,而且在染料上染后,1227 可与染料阴离子形成盐键,封闭染料分子上的磺酸基,降低其水溶性,这种反应不会局限于已和纤维共价结合的染料,对于纤维上未共价结合的染料如水解染料、未反应染料也能以色淀形式固着于纤维内部,使其分子量增大,从而使固色率提高。1227 表面活性剂还具有柔软作用,经处理后织物手感柔软,不会出现采用某些交链剂所出现的织物手感发硬的问题。

(1) 前处理条件对染料上染率的影响

前处理条件主要有 1227 用量、JFC 用量、处理温度和 pH 值。采用正交试验探索这些因素对染色的影响,为使结果直观,染色时不加碱剂固色,只考虑染料上染情况。部分实验结果见表 2,经 1227 处理后,染料上染率比常规染色(也未经固色)提高不少,具有一定效果。

(2) NaCl 在染色中的作用

织物经 1227 前处理后,上染率虽有一定程度提高,但尚不理想。为了探讨经 1227 处理后织物表面的带电情况,本文观察了 NaCl 在染色中的作用(前处理条件 1227 6.5%,JFC

表 2 前处理条件对染料上染率的影响

1227 用量 (%)	前处理 pH 值	染浴中 NaCl 用量 (g/l)	前处理温度 (°C)	JFC 用量 (g/l)	上染率 (%)
4.5	9	23	55	2.0	58.7
4.5	9	30	25	4.0	62.5
4.5	10	13	55	4.0	64.2
4.5	10	13	35	2.0	59.3
6.5	8	23	35	4.0	61.7

7g/l, pH 为 9, 55°C), 结果见表 3。由表 3 可见, NaCl 在染色中仍起促染作用,这说明织物经 1227 处理后纤维表面仍带有较多负电荷,与染料阴离子还存在较大斥力,所以上染率提高不很显著。出现这种情况是因为 1227 水溶性非常好,前处理后水洗时吸附在纤维上的 1227 极易洗去,所以削弱了它的作用。同时,如果 1227 用量增加,织物表面 1227 不易洗净,在染色时很容易与溶液中的阴离子染料结合,在染液中出现色淀,甚至附着在织物上。因此要进一步提高染料利用率,前处理后不能水洗,即不宜采用前处理染色二浴法。

表 3 NaCl 在染色中的作用

NaCl 用量	0	30 g/l
上染率 (%)	43.0	54.0

3. 1227 前处理染色一浴二步法提高染料利用率

前处理染色一浴二步法就是织物经 1227 处理后不经水洗直接加入染料染色。这一工艺

的困难是染色时加入的染料阴离子和溶液中的1227阳离子会产生沉淀,使染色无法进行。为了避免沉淀的产生,在1227处理一定时间后先加入适量平平加0再加入染料。平平加0与1227形成复合物,也能与染料形成复合物,避免了两者的直接接触,即使生成少量沉淀也能通过平平加0的良好分散作用使之均匀分散在染液中,从而可使染色顺利进行。

表4 前处理条件对染料上染率的影响

上染率 (%)	1227用量 (%)	平平加0用量 (%)	前处理 pH 值
87.2	6.0(1)	0.1(1)	9(1)
89.6	6.0(1)	0.1(1)	10(2)
88.5	6.0(1)	0.1(1)	11(3)
77.0	6.0(1)	0.3(2)	9(1)
82.8	6.0(1)	0.3(2)	10(2)
79.3	6.0(1)	0.3(2)	11(3)
77.7	6.0(1)	0.5(3)	9(1)
77.6	6.0(1)	0.5(3)	10(2)
79.8	6.0(1)	0.5(3)	11(3)
82.8	7.5(2)	0.1(1)	9(1)
85.5	7.5(2)	0.1(1)	10(2)
82.1	7.5(2)	0.1(1)	11(3)
75.4	7.5(2)	0.3(2)	9(1)
73.8	7.5(2)	0.3(2)	10(2)
74.6	7.5(2)	0.3(2)	11(3)
71.3	7.5(2)	0.5(3)	9(1)
75.3	7.5(2)	0.5(3)	10(2)
73.6	7.5(2)	0.5(3)	11(3)
85.6	8.5(3)	0.1(1)	9(1)
85.7	8.5(3)	0.1(1)	10(2)
81.0	8.5(3)	0.1(1)	11(3)
78.7	8.5(3)	0.3(2)	9(1)
78.2	8.5(3)	0.3(2)	10(2)
77.7	8.5(3)	0.3(2)	11(3)
70.7	8.5(3)	0.5(3)	9(1)
71.8	8.5(3)	0.5(3)	10(2)
72.4	8.5(3)	0.5(3)	11(3)
K _I **	82.2	85.3	78.5
K _{II} **	77.1	77.5	80.0
K _{III} **	78.0	74.5	78.8

*: 括号中的数字为水平, **: K_I, K_{II}, K_{III} 为各因素在 1, 2, 3 三个水平上上染率平均。

(1) 前处理条件的探讨

初步试验发现,前处理时1227用量;平平加0用量, pH值三个因素对染色效果的影响最大,为此本文对这三个因素进行了正交试验。同样为了便于观察,染色时不加盐,不加纯碱固色。处理条件为55℃加1227^{10'}→加平平加0^{20'}→加染料^{30'}→毕。实验结果见表4。由表4可见,在单个实验结果中,1227 6%,平平加0 0.1%, pH10的条件下处理,染料上染率最高,近90%。由每个因素在不同水平下上染率的平均值来看,也是在此处理条件下上染率平均值最高。实验还发现,1227用量太高,染液中残留的1227量增加,易和染料聚集成色淀影响布面效果和颜色深度,平平加0用量太高缓染作用太显著,上染率降低,用量太少则难以使1227和染料离子共处一浴,也会生成色淀影响布面质量。

(2) 前处理温度和前处理时间的影响

为操作方便,前处理、染色控制在同一温度。不同前处理温度下的染料上染率见表5。随处理温度的升高,上染率有增加趋势,但不很显著。以下的实验中均采用50℃处理。

表5 前处理温度对染料上染率的影响

处理温度(℃)	40℃	45	50	55
上染率(%)	85.5	88.9	91.3	89.6

在50℃ 6% 1227处理10分钟后加入0.1%平平加0,再处理不同时间后的上染率如表6所示。时间对上染率影响不大,在以后的实验中,这一时间取5分钟。

表6 前处理时间对染料上染率的影响

时间(分钟)	0	10	20	30
上染率(%)	92.1	92.4	91.3	90.3

(3) NaCl 在染色中的作用

前处理后染色时染浴中加入不同量NaCl后的上染率见表7。由表7可见,NaCl在染色中起缓染作用,这一现象说明,织物经这种

表 7 一浴二步法工艺中 NaCl 的作用

NaCl 用量 (%)	0	30	60
上染率 (%)	92.4	89.0	87.8

工艺处理后, 纤维表面已带有正电荷, 增加了染料对纤维的亲合力, 所以能显著提高染料上染率。

4. 一浴二步法固色工艺的探讨

(1) Na₂CO₃ 的固色效果

按常规固色工艺, 改变 Na₂CO₃ 用量后的染料上染率和固色率及未经固色的上染率和固色率见表 8。Na₂CO₃ 固色对上染率和固色率均有一定提高, 但与未固色相比, 提高不多。

表 8 Na₂CO₃ 固色对染料上染率和固色率的影响

Na ₂ CO ₃ 用量	未经固色	13.3 g/l	20 g/l	26.6 g/l
上染率 (%)	92.4	93.6	94.3	93.9
固色率 (%)	80.1	81.8	81.8	81.4

(2) 纯碱和固色剂 C 的固色效果

有些厂为了保证染色织物的色牢度, 在 Na₂CO₃ 固色后再用固色剂 C 处理, 本文对此进行了探讨。先经 20g/l Na₂CO₃ 固色, 再经 4g/l 固色剂 C 处理, 上染率和固色率分别为 95.5% 和 85.8%, 而单独用 4g/l 固色剂 C 固色的为 93.2% 和 83.5%, 与未固色相比提高均不多。这是因为前处理染色的温度为 50℃, pH 在 10 左右, 这本身就能使染料和纤维反应, 另外, 染料阴离子和 1227 还以盐键固着在纤维内部, 所以未经碱剂固色也有相当高的固色率。

5. 改善染色均匀性、透染性的探讨

经前处理染色一浴二步法工艺染色的织物, 具有较理想的上染率和固色率, 可显著提高染料利用率, 但匀染性, 透染性不是太理想, 这是由于前处理后织物表面带有正电荷, 与染料阴离子的亲合力很高, 上染速率相当快, 也有部分 1227 没有完全渗透扩散到织物及纤维内部, 残留在织物表面与染料形成色淀。解决这个问题关键在于使 1227 充分均匀地进入织物和纤维内部, 尽可能减少其在表面的吸附

量。

渗透剂 JFC 具有良好的渗透作用, 经大量实验, 在前处理时将平平加 0 减至 0.07%, 加入 1227 时同时加入 0.5g/l JFC, 上染率和固色率分别为 92.1% 和 79.8%, 织物的匀染性和透染性明显改善。JFC 单独使用时, 布面效果却不理想, 这是因为 JFC 的分散作用没有平平加 0 好, 染浴中可能产生少量 1227 和染料阴离子的色淀并吸附在织物表面。在此基础上将前处理温度提高至 90℃, 再按常规工艺染色和固色, 其上染率和固色率分别为 94.3% 和 82.5%, 织物的匀染、透染情况显著改善, 染色效果非常理想。这是因为采取了上述措施后, 1227 已充分均匀渗透扩散进织物和纤维内部, 上染的染料能充分扩散进纤维内部与纤维及 1227 发生作用。

表 9 一浴二步法工艺染色织物的色牢度

皂洗牢度		汗渍牢度		摩擦牢度	
原样变化	白布沾色	原样变化	白布沾色	干摩擦	湿摩擦
3—4 级	4 级	4 级	3—4 级	3—4 级	3 级

经中样试验, 染色织物的匀染性、透染性良好, 织物色差 4 级, 染色牢度符合要求见表 9。从染料利用率来看, 如表 1 所示, 一浴二步法 3% 染料用量的染色织物颜色深度接近于常规染色 11% 染料用量染色的织物。对都是 3% 的染料用量来说, 一浴二步法的染料利用率为常规方法的 1.76 倍。另外还发现即使一浴二步法染色的织物上的染料量低于常规方法染色的织物上染料量, 它的颜色要深得多, 这说明 1227 预处理对颜色有加深作用。因此这一工艺能显著提高活性染料深色染色的染料利用率, 具有良好的深色染色效果, 基本解决了活性染料的深色染色问题。

四、结论

1. 活性染料常规方法深色染色时, 染料用量高, 利用率低, 染色残液色度极高。
2. 阳离子助剂 1227 前处理织物、染色二

浴法, 对提高染料利用率有一定效果, 但水洗时与水互溶的 1227 易洗去, 效果不显著。

3. 一浴二步法对织物前处理后染色, 采用了适当的分散剂和渗透剂, 解决了阳离子表面活性剂和阴离子染料共处一浴的问题和匀染性透染性问题, 显著提高了染料利用率, 具有良好的深色染色效果, 且不需食盐促染。

参考资料

- [1] 《纺织学报》, 1987, No.3, p. 29—32。
- [2] 《针织工业》, 1989, No. 4, p. 7—10。
- [3] 《纺织学报》, 1990, No. 3, p.21—24。
- [4] 《针织工业》, 1990, No. 4, p. 28—30。
- [5] 《染料应用手册》(第六分册), 纺织工业出版社, 1985, p.215—217。