

活性染料染色特征参数在染料配伍选择中的应用

王建庆¹, 吴婵娟², 李 戎¹, 黄劲旭¹, 刘宏刚³

(1. 东华大学 国家染整工程技术研究中心, 上海 201620; 2. 上海雅运纺织助剂有限公司, 上海 201812;
3. 金华市东方线业有限公司, 浙江 金华 321000)

摘要 为测定不同实验组染料的 S 、 R 、 E 、 F 值, 选用不同组合的高温型活性染料, 按设计的工艺条件染纯棉织物。以实验组染料的渐进上染性能与拼色配伍性关系为对照, 讨论 S 、 R 、 E 、 F 值与染料的吸附速度、固着效率及配伍性能的关系。采用比较 S 、 R 、 E 、 F 值雷达图形相似程度的方法, 推测染料的配伍性能。用不同 S 、 R 、 E 、 F 值的染料组合进行拼色染色, 不同时间段的取样结果表明, 染料的 S 、 R 、 E 、 F 值对拼色效果存在较大的影响。实验结果证明, 活性染料的染色特征值 (S 、 R 、 E 、 F 值) 对于染料的配伍选择具有重要的指导意义。

关键词 活性染料; 上染率; 固色率; 配伍性

中图分类号: TS 193.1 文献标志码: B

Application of dyeing parameters in compatibility selection of reactive dyes

WANG Jianqing¹, WU Chanjuan², LI Rong¹, HUANG Jinxu¹, LIU Honggang³

(1. National Engineering Research Center for Dyeing and Finishing of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China;
2. Argus (Shanghai) Textile Auxiliaries Co., Ltd., Shanghai 201812, China;
3. Dongfang (Jinhua) Yarn Products Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang 321000, China)

Abstract Three groups of high temperature reactive dyestuffs were chosen to dye cotton fabric according to designed process conditions for getting their dyeing parameters S , R , E and F . By examining the behavior of step dyeing with compatibility of color matching, the relationship between S , R , E and F value and the dye absorption rate, fixation rate and compatibility of dyes was discussed. The compatibility of dyes was inferred by the similarity of S , R , E and F radar graphics. The samples dyed for different durations indicated that S , R , E and F have great influence on color matching and provide important guide to the selection of dyes for compatibility.

Key words reactive dyestuff; exhaustion degree; fixation degree; compatibility

在活性染料染色中, 为了提高染色“RFT”(即一次准确)的程度, 染料的选择至关重要。为了合理地选择拼色染料, 人们在生产实践中采取了多种方法。缪毓镇^[1]用比较染料在水中的比移值(R_f)的方法, 选择亲和力相近的染料进行组合。文献[2-4]介绍了活性染料的10个染色特征参数, 其中包括反映染料对纤维直接性的 S 值、反应性的 R 值、竭染率 E 值和固着率 F 值, 以及移染指数, 匀染因子, 相容性模型, 易洗涤因子等, 这些特征参数从染料的上染吸附、反应固着、移染扩散、洗涤沾污等方面全面反映了活性染料染色全过程中的各种性能, 对合理进行

活性染料的配色组合, 保证染色效果有十分重要的指导意义。尹宇等^[5]曾研究了具有不同 S 、 R 、 E 、 F 值的活性染料在染色过程中染液的组成变化及与染色物色差的情况。姜秀增等^[6]采用将活性染料的 S 、 R 、 E 、 F 值可视化的方法进行探讨。本文选择了部分高温型活性染料作为实验对象, 在测定染料染色特征值 SERF 值的基础上, 将染料的 S 、 R 、 E 、 F 值与其渐进染色性能作了比较, 通过实际拼混染色效果的比较对染色特征值的应用作探讨。实验结果证明, 合理利用活性染料在特定染色条件下的染色特征参数, 对染料的拼色具有一定的指导意义。

应该说明的是,上述参数的数值与具体的染色条件有关。然而恰当地利用上述 4 个特性参数,可以比较精确地描述活性染料在染色过程中的染色行为,进而为恰当控制染色工艺条件提供实践指导^[7-8]。从染料配伍选择的角度,选择 S、R、E、F 值相近的染料进行组合拼色,可以获得稳定的染色效果。

1 实验部分

1.1 实验材料

18.2 tex 全棉针织棉毛布(半漂),常州同盛针纺织品有限公司提供。

染料均选自市售商品活性染料。A 组: Yellow H-EL、Navy Blue H-ELN、Crimson H-EL, A 染料公司; B 组: Br. Red H-EXL、Yellow H-EXL、Blue H-EXL, B 染料公司; C 组: 活性艳红 KE-7B、活性黄 KE-4RN、活性蓝 KE-R, C 染料公司。

元明粉、纯碱为工业品,上海王港华纶印染有限公司提供;净洗剂 LR-2,上海天坛助剂有限公司生产。

1.2 实验仪器及设备

UV-2102PCS 型紫外可见分光光度计,UNICO 公司;RY-25012 常温型染样机,上海龙灵电子科技有限公司。

1.3 染色方法

染色工艺曲线如图 1 所示,每个染浴分别提取不同染色阶段的染样,作不同的处理,其中(1)~(5)和(8)试样自然沥干,不进行皂洗和水洗,收集并合并沥干残液和染杯内剩余染色残液,进行染料吸附率测定(6)(7)(9)试样进行正常皂洗和水洗处理,收集并合并染色残液、皂洗液和水洗液进行固色率测定。

染色处方:染料用量为 1%(o.w.f),浴比为 1:15,元明粉为 40 g/L,纯碱为 25 g/L。

皂洗:净洗剂 LR-2 为 2.0 g/L,浴比为 1:25,在 85 °C 下清洗 10 min,然后取出再用冷水重复漂清洗净。

1.4 测试方法

1.4.1 上染率测定

用 UV-2102PCS 型紫外可见分光光度计在染料的 最大吸收波长处测定染色残液的吸光度,按下式计算上染率:

$$E = (1 - A_n N_n \cdot A_o^{-1} N_o^{-1}) \times 100\%$$

式中: E 为吸附百分率; A_n 为残液的吸光度; N_n 为残液的稀释倍数; A_o 为空白染液的吸光度; N_o 为空白染液的稀释倍数。

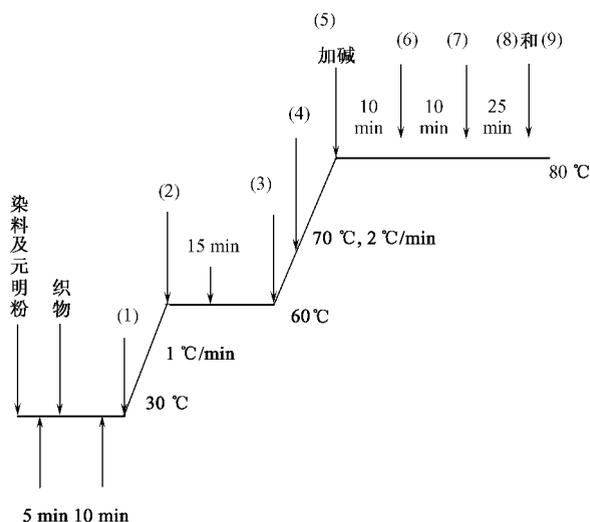


图 1 染色工艺曲线

Fig.1 Processes of dyeing

1.4.2 固色率测定

分别配制 a、b 2 种相同的染浴,放入同一水浴中, a 染浴不加入试样,但其操作均按 b 染液规定。染色及皂洗结束后,取出 a 染浴并冷却至室温,加入与 b 染浴相同浓度及体积的洗涤液和皂煮液,然后稀释至一定体积,在其最大吸收波长处测定吸光度 A_a。

b 染浴中加入试样,按规定条件染色,染毕取出试样水洗、皂洗、水洗。然后将洗涤液、皂煮液和染色残液合并,稀释至一定体积,在其最大吸收波长处测定吸光度 A_b,依据 GB/T 2391—2006《反应染料固色率的测定》中公式计算固色率:

$$\text{固色率} = (1 - X) \times 100\%$$

$$X = A_b V_b \cdot A_a^{-1} V_a^{-1}$$

式中: X 为染色残液(色括洗涤液、皂煮液)中的染料量占总量的百分率,%; V_a 为 a 染浴稀释后的体积, mL; A_a 为 a 染浴稀释后的吸光度; V_b 为 b 染浴稀释后的体积, mL; A_b 为 b 染浴稀释后的吸光度。

1.4.3 S 值测定

按 1.4.1 规定的上染率测定方法测定染色开始 30 min 时(未加碱)的上染率,作为染料在该染色条件下的 S 值。

1.4.4 R 值测定

按 1.4.2 规定的固色率测定方法测定加碱后

10 min时的固色率,作为染料在该染色条件下的 R 值。

F 值。

1.4.5 E 值测定

按 1.4.1 规定的上染率测定方法测定加碱后 45 min时的吸附率,作为染料在该染色条件下的 E 值。

1.4.6 F 值测定

按 1.4.2 规定的固色率测定方法测定加碱后 45 min时的固色率,作为染料在该染色条件下的

2 结果与讨论

2.1 不同组合染料的渐进上染特性

测定不同组合的染料在不同染色阶段的渐进上染特性,得出不同实验对照组染料的上染率与时间关系曲线,如图 2 所示。

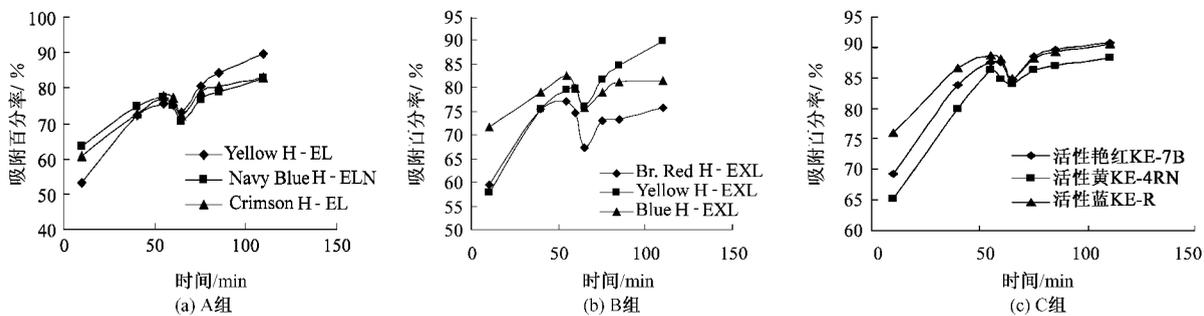


图 2 染料的上染性能

Fig.2 Dyeability of dyestuffs.(a) Group A;(b) Group B;(c) Group C

上述曲线反映出不同组合的染料在实验条件下的渐进上染特性,可以明显地看出 3 种染料组合中染料的渐进上染性能差异依次为 B 组合 > A 组合 > C 组合。C 组活性染料组合(活性艳红 KE-7B、活性黄 KE-4RN、活性蓝 KE-R)和 A 组活性染料(Crimson H-EL、Yellow H-EL、Navy Blue H-ELN)在不同染色时间点的渐进上染性能比较接近,加入碱剂后的变化依然很小,表现为染料的吸附曲线差异小。可以推测,染料在不同条件下对纤维的吸附性能,尤其是在加入碱剂后,染浴 pH 值发生变化后的渐进上染性能仍然十分接近,说明这 2 组染料的染色性能受染色环境变化的影响比较小,其拼色时的配伍性比较好。而 B 组的

3 种染料在不同时间点的渐进上染性能有一定差异,特别是在加入碱剂后染料间的吸附率差异增大,表明该组染料对染色环境的变化比较敏感,推测其拼色时的配伍性可能低于前述 2 个染料组合。

2.2 S 、 R 、 E 、 F 值与配伍性能的比较

表 1 示出 3 组染料 S 、 R 、 E 、 F 特征值的比较情况。鉴于染料的 S 、 R 、 E 、 F 值全面地反映了染料在染色过程不同阶段的性能,因此,其比较结果可以更加全面地反映染料的拼色配伍性能。表中 S/E 为染料的 S 值与 E 值之比,反映了染料在纤维上的吸附效率; R/F 为染料的 R 值与 F 值之比,反映了染料在纤维上的固色效率。

表 1 不同组合活性染料的 S 、 R 、 E 、 F 特征值

Tab.1 Parameters of S , R , E and F value in reactive dyestuff groups

染料组合	染料	S 值/%	R 值/%	E 值/%	F 值/%	S/E	R/F
A 组	Crimson H-EL	77.52	38.47	78.92	61.43	0.98	0.63
	Yellow H-EL	75.51	35.80	89.56	64.67	0.84	0.55
	Navy Blue H-ELN	77.38	37.58	82.61	58.93	0.94	0.64
B 组	Br. Red H-EXL	77.10	23.43	75.62	43.09	1.02	0.54
	Yellow H-EXL	79.47	35.90	89.95	65.78	0.88	0.55
	Blue H-EXL	82.63	22.84	81.39	40.12	1.02	0.56
C 组	活性艳红 KE-7B	87.64	50.13	90.67	65.40	0.97	0.77
	活性黄 KE-4RN	86.32	45.59	88.33	63.77	0.98	0.71
	活性蓝 KE-R	88.67	50.55	90.45	68.66	0.98	0.74

2.2.1 染料的吸附性能比较

S 值和 E 值分别反映了染料在吸附阶段和固色阶段的吸附性能。比较各组染料的 S 值和 E 值发现 :A 组染料的 $\Delta S_{\max} = 2.01$ $\Delta E_{\max} = 10.64$, $\Delta(S/E)_{\max} = 0.14$ B 组染料的 $\Delta S_{\max} = 5.53$, $\Delta E_{\max} = 14.33$ $\Delta(S/E)_{\max} = 0.14$ C 组染料的 $\Delta S_{\max} = 2.35$ $\Delta E_{\max} = 2.34$ $\Delta(S/E)_{\max} = 0.01$ 。证明在染色开始时的吸附阶段 ,A 组内各染料的吸附最为均衡 ,B 组内各染料次之 ,而 C 组内各染料的吸附差异最大 ;在固色阶段 ,则是 C 组染料的吸附最为均衡 ,A 组次之 ,B 组染料的吸附差异最大 ;比较在吸附和固着 2 个阶段反映染料吸附效率的 S/E 值 ,则可以看出 ,C 组染料在整个染色过程中的吸附均衡性最好。

2.2.2 染料的反应及固色性能比较

比较反映染料反应性能的 R 值、固色性能的 F 值和固色效率的 R/F 值 3 组染料的排列顺序均为 :C 组 > A 组 > B 组 ,证明 C 组染料的反应性能和固

色率高于 A、B 组染料 ,染料与纤维的反应速度快 ,染料的利用率比较高。比较各组内染料间的 ΔR_{\max} 、 ΔF_{\max} 和 $\Delta(R/F)_{\max}$ 值 ,分别为 A 组 :2.67、5.74、0.09 ;B 组 :13.06、25.66、0.02 ;C 组 :4.96、4.89、0.06。A 组染料反应性差异最小 ,C 组染料的固色率差异最小 ,而 B 组染料无论是反应性还是固色率差异均最大。

综合比较染料的吸附均衡性和反应固着性能 ,可以推测 3 组染料中 C 组染料的拼色配伍性能最佳 ,但是鉴于 C 组染料的 S 值高达 86% 以上 , R 值接近 50% ,反映出在实验条件下 ,染料不仅直接性较高 ,而且反应速度快 ,容易产生染色不匀现象 ,因此在染色过程中应注意控制染色温度并合理使用电解质。

2.2.3 染料 S 、 R 、 E 、 F 值的图形相似性比较

将表 1 中染料的 S 、 R 、 E 、 F 值以雷达图的形式表示 ,如图 3 所示。

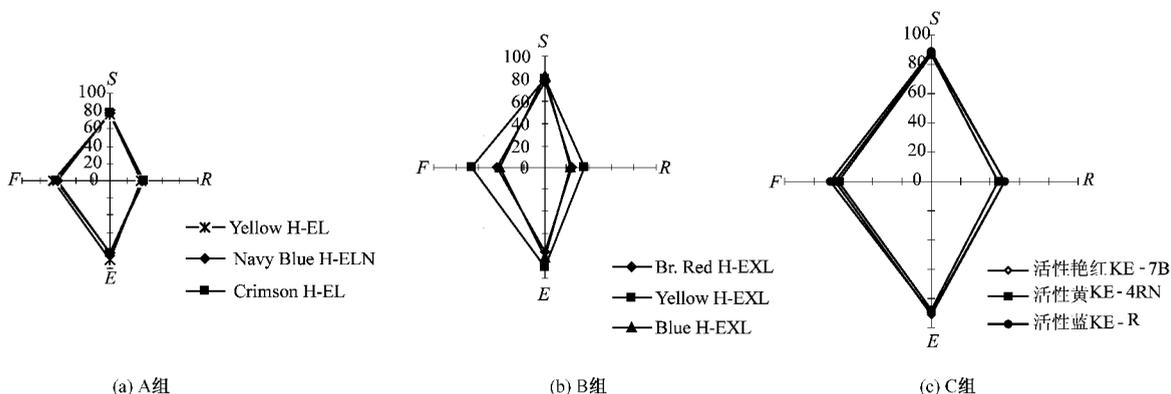


图 3 染料的 S 、 R 、 E 、 F 值

Fig.3 S 、 R 、 E and F value of dyes.(a) Group A ;(b) Group B ;(c) Group C

雷达图表明 ,A 组和 C 组染料组内各染料 S 、 R 、 E 、 F 值曲线的相似性很好 ,表明这 2 组染料在实验条件下 ,在各个染色时段的渐进上染性能比较接近 ,因此 ,用这 2 组染料混合染色易得到稳定的颜色。而 B 组染料的 S 、 R 、 E 、 F 值曲线差异较大 ,其中染料的 S 值接近而 R 、 E 和 F 值有较大差异。原因是染料与纤维的反应性能差异较大 ,造成在固色条件下发生各染料吸附的不均衡 ,结果是反应能力强的 Yellow H-EXL 的 E 值大于 Br. Red H-EXL 和 Blue H-EXL ,并进而使固色率有较大差异 ,结果可能导致染色物的色光偏黄光。显然 ,B 组染料的拼色稳定性要低于 A、C 组染料 ,因此 ,染料的 S 、 R 、 E 、 F 值雷达图的相似性也大致反映其配伍性的差异。

2.3 不同组合染料的拼色效果比较

根据 2.2.1 和 2.2.2 的实验结果 ,分别进行了各组染料吸附和固色阶段拼色效果的比较实验。

2.3.1 吸附阶段的拼色效果比较

将上述 B 组染料以一定比例混合拼色(染料组成 :Br. Red H-EXL 0.5% ,Yellow H-EXL 1.2% ,Blue H-EXL 0.3%) ,提取不同染色时间的染色吸附样 ,并制作相应染色残液的吸附样 ,试样自然沥干 ,不进行水洗和皂洗 ,所得试样的吸附着色结果如图 4 所示。

图中所示的染色结果表明 ,B 组染料在不同染色时间内的上染情况是不同的。Blue H-EXL 的 S 值高于 Br. Red H-EXL 和 Yellow H-EXL ,反映出其直

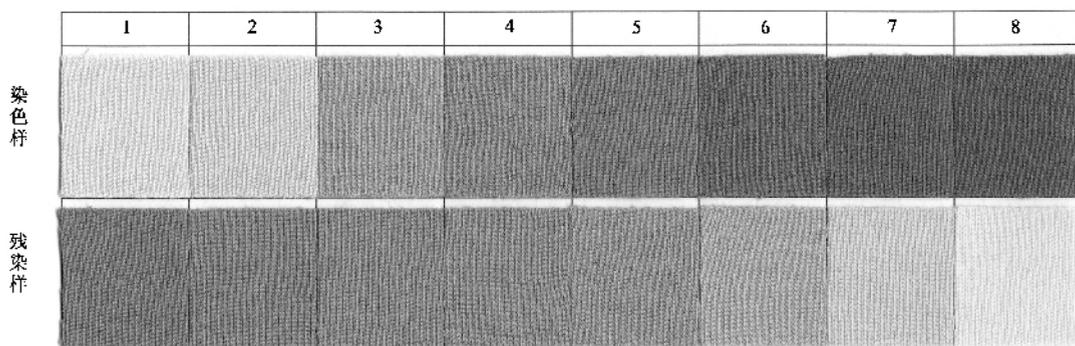


图 4 B 组染料拼色效果

Fig.4 Results of color matching with B group dyes

接性高于红色和黄色染料,因此表现为染色初期蓝色染料上染较多,此时的染样偏蓝色光,黄红色染料在染色残液中比较多。随着染色的进行,染样上红和黄色光逐渐增多,由于 Yellow H-EXL 的 R 值较大,因此到染色后期黄色染料的吸附和固着量增大,染样逐渐偏黄。整个染色过程中染样的色光一直处于不稳定的状态,因此可以预测该组染料在染色过

程中的色光控制比较困难。

2.3.2 固色阶段的拼色效果比较

选择将上述 C 组染料以一定比例混合拼色(染料组成:活性艳红 KE-7B 0.5%,活性黄 KE-4RN 1.2%,活性蓝 KE-R 0.3%),提取不同染色时间的染色吸附样并进行固色处理,制作相应染色残液的吸附样和固色样,得到的染色结果如图 5 所示。

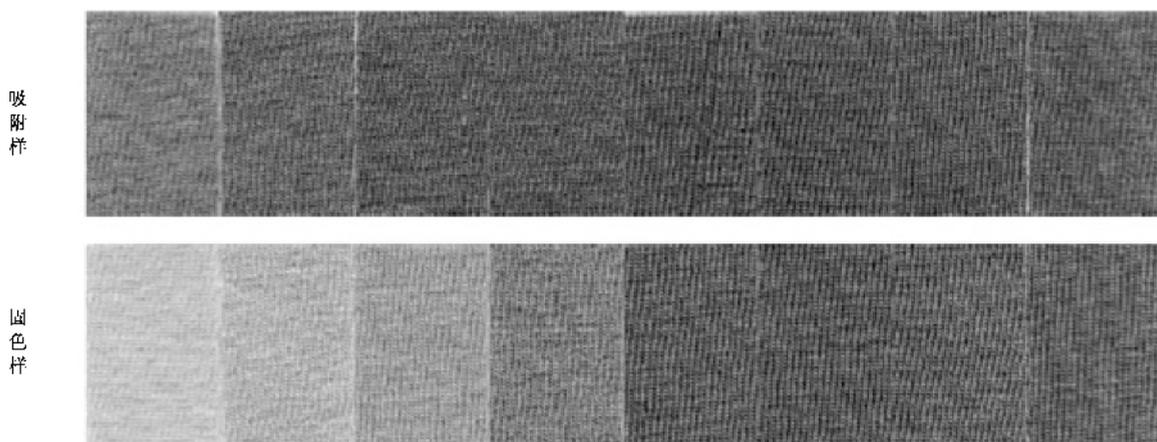


图 5 C 组活性染料拼色效果

Fig.5 Results of color matching with C group dyes

实验结果表明,在整个染色过程中,C 组染料不同染色时间内各染料的上染和固着都比较均匀,染样的色光稳定。原因在于该组染料的 S 、 R 、 E 、 F 值十分接近,反映出染料的直接性、反应性、固着率等染色性能均十分相近,因此,其拼色的配伍性比较好,同样可以预测在染色过程中色光的控制应该比较容易。

活性染料的染色特征值 S 、 R 、 E 、 F 值反映了染料的各项染色性能,因而染料的这些特征值对于活性染料的拼色具有较强的指导意义。

3 结 论

1) 由活性染料的 S 、 R 、 E 、 F 特征值可以判断拼

色染料的配伍性能,其结果与染料的渐进染色性能的比较结果相同。

2) 从活性染料的 S 、 R 、 E 、 F 特征值雷达图形的相似程度可以推测染料的配伍性能。

3) 研究活性染料的 S 、 R 、 E 、 F 染色特征值具有一定的实践意义,对拼色染料的筛选、合理控制染色工艺条件以及控制染色物色光的稳定性具有重要的指导意义。

总体而言,活性染料的染色行为与染色条件、染色对象以及染色物的染色前后处理条件等各种因素有关,活性染料的染色特征值也不仅限于 S 、 R 、 E 、 F 值,如移染指数与匀染因子,相容性模型,易洗涤因子等都从不同的侧面反映了染料的各种性能,全

面了解并合理掌握这些性能,对于提高染色一次成功率,保证染色质量具有十分重要的意义。 FZXB

参考文献:

[1] 缪毓镇. 活性染料三原色比移值与轧染稳定性的关系[J]. 印染, 2004(23): 15 - 18.
MIAO Yuzhen. The relationship between rate of flow value of trichromatic reactive dyes and stability of pad dyeing[J]. Dyeing & Finishing, 2004(23): 15 - 18.

[2] 陈荣圻. 三原色染料[J]. 印染, 2002, 28(4): 30 - 33 ; 28(5): 34 - 38.
CHEN Rongqi. Trichromatic dyestuffs[J]. Dyeing & Finishing, 2002, 28(4): 30 - 33 ; 28(5): 34 - 38.

[3] 崔浩然. 活性染料浸染的配伍技术:上[J]. 染整技术, 2007(2): 34 - 37.
CUI Haoran. Compatible effects in exhaustion of reactive dyestuff(I) [J]. Textile Dyeing and Finishing Journal, 2007(2): 34 - 37.

[4] 陈荣圻. 活性染料染色特性十大参数分析:一[J]. 印染, 2005(13): 45 - 49.

CHEN Rongqi. Ten dyeing characteristics of reactive dyes (I) [J]. Dyeing & Finishing, 2005(13): 45 - 49.

[5] 尹宇,王春梅,吴国宾. 活性染料 S、E、F、R 值测试与配伍性能研究[J]. 印染, 2002(3): 5 - 8.
YIN Yu, WANG Chunmei, WU Guobin. Determination of SEFR value and compatibility of reactive dyestuffs[J]. Dyeing & Finishing, 2002(3): 5 - 8.

[6] 姜秀增,朱泉, FABIEN Roland. 活性染料竭染染色的配伍性研究[J]. 印染, 2003(2): 1 - 4.
JIANG Xiuzeng, ZHU Quan, FABIEN Roland. A study on compatibility of reactive exhaust dyeing[J]. Dyeing & Finishing, 2003(2): 1 - 4.

[7] 章杰. 国产染料的价格比及合理选用:二[J]. 印染, 2008(5): 40 - 43, 54.
ZHANG Jie. Performance /price ratio of Chinese dyestuffs and rational selection and use(II) [J]. Dyeing & Finishing, 2008(5): 40 - 43, 54.

[8] 陈荣圻. 关于活性染料及分散染料色牢度几个热点问题的探讨[J]. 染料与染色, 2004, 41(4): 198 - 205, 217.
CHEN Rongqi. A discussion about the color fastnesses of reactive and disperse dyes[J]. Dyestuff and Coloration, 2004, 41(4): 198 - 205, 217.

欢迎订阅 2010 年《合成纤维》

《合成纤维》是国家科委批准发行的由中国纺织信息中心和上海市合成纤维研究所出版发行的合纤类专业科技刊物,主要报道我国合成纤维工业的新产品、新技术、新设备的研发进展、加工应用以及纤维产业链的技术进步和发展趋势,注重理论与实践相结合,技术与经济相结合,技术性强、信息量大、覆盖面广,是合成纤维生产技术人员、管理人员、企业决策者及科研院所、高等院校师生等必不可少的优秀读物。

《合成纤维》是中国科技论文统计源期刊,被中国核心期刊(遴选)数据库、中国期刊全文数据库(CJFD)、中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)、中文科技期刊数据库、中国科技期刊精品数据库全文收录。

《合成纤维》主要栏目有:“行业论坛”“研究论文”“专题综述”“生产技术”“测试标准”“设备与电器”“油剂助剂”“应用纵横”“行业动态”等,每期滚动刊出。出版刊号:CN31-1361/ISSN1001-7054;邮发代号 4-238;大 16 开本,每月 25 日出版,国内外公开发行,每期 8 元,全年 12 期,定价 96 元。

欢迎广大新老读者到当地邮局订阅,亦可向编辑部直接办理订阅手续。

联系方式:上海市平凉路 988 号 3 号楼 3246 室(200082)

《合成纤维》编辑部

电话:021-55216165 55214320 55210011-458 传真:021-55214320

E-mail: hcxwbjb@163.com(广告); hcxw@chinajournal.net.cn(投稿)