

涤纶织物分散染料免水洗染色

庄广清, 黄 益, 邵建中

(浙江理工大学生态染整技术教育部工程研究中心 杭州 310018)

摘 要: 针对涤纶织物染色耗水耗能大的问题, 利用加固剂法开发了一种高效、便捷、高色牢度的分散染料免水洗涤纶织物染色工艺技术。优选了黏合剂的种类、用量和染色工艺条件。结果表明, 应用 TF-320 黏合剂作为加固剂, 当用量为 6% ~ 8% 时, 可 120 °C 预烘和 220 °C 焙烘处理, 干摩擦牢度可达 4 ~ 5 级。

关键词: 分散染料; 染色; 染色牢度; 涤纶

中图分类号: TS193.638

文献标识码: A

文章编号: 1000-4017(2013)19-0009-03

Clearing-free dyeing of polyester fiber with disperse dyes

ZHUANG Guang-qing, HUANG Yi, SHAO Jian-zhong

(Engineering Research Center for Eco-Dyeing & Finishing of Textiles,
Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to solve the problem of large consumption of water and energy in polyester dyeing, a washing-free dyeing process with high efficiency, convenient operation and good color fastness is developed by using a binder as a fixing agent. The type and dosage of binder and dyeing conditions are optimized. The results show that color fastness to dry rubbing of the dyeings can reach Grade 4 ~ 5 under conditions of 6% ~ 8% of binder TF-320 as a fixing agent, drying at 120 °C and curing at 220 °C.

Key words: disperse dye; dyeing; color fastness; polyester

0 前言

涤纶织物染色通常采用分散染料高温高压染色法和热溶染色法, 染后需进行还原清洗以去除织物表面的浮色, 以提高染色物的色牢度。还原清洗过程不仅产生大量的染色废水, 增加水体 COD 和 BOD 负荷, 而且后道的烘干过程又增加了能源消耗。可见, 常规的涤纶分散染料染色能耗水耗大, 排污严重。

涂料染色借助于高分子黏合剂的成膜作用, 将对纤维不具亲和力的颜料粒子粘着于纤维表面。涂料染色无需水洗, 能耗水耗低, 具有显著的节能减排优势。然而, 高色牢度的涂料染色通常需应用较高的黏合剂用量, 继而导致产品手感和生产成本等一系列问题。

本试验针对常规涤纶织物分散染料染色和涂料染色方法的不足, 开发分散染料加固剂法染色技术。该技术结合分散染料热溶染色和涂料染色的优点, 通过在分散染料染色液中加入少量加固剂(黏合剂)的方法, 并配之优化的工艺条件, 使分散染料主要通过自身的亲和力与纤维结合, 而少量浮色则由加固剂粘合固着在织物上, 在保证涤纶织物高色牢度(高摩擦色牢度、高水洗色牢度)和高得色率的前提下, 免除还原清洗工序, 并获得良好手感, 达到高效、便捷和节水节能

的效果。

1 试验部分

1.1 材料和仪器

织物 100% 纯涤纶织带织物

试剂 9122 黏合剂(杭州银圣化工), TF-320 黏合剂、TF-321A 黏合剂(浙江传化股份有限公司)

着色剂 分散染料、涂料色浆(均为商品级)

仪器 轧车(厦门瑞比精密机械有限公司), 热定形机(杭州三锦科技有限公司), 耐摩擦测试仪(山东莱州电子仪器有限公司), Datacolor Spectrum 600 型测色配色仪(美国 Datacolor 公司)

1.2 工艺配方和条件

染色液

着色剂(分散染料或涂料色浆) / % 0.5

黏合剂 / % x

工艺流程 配置工作液 → 浸轧(室温, 二浸二轧, 轧液率 80%) → 预烘 → 焙烘

1.3 性能测试

1.3.1 染色物的表面颜色深度 K/S 值

采用 DataColor 测配色仪, 在 D_{65} 和 10° 条件下于不同部位测 3 次, 取其平均值。

1.3.2 耐摩擦色牢度

按 GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》进行测定和评级。

收稿日期: 2013-06-03

作者简介: 庄广清(1989-), 女, 主要研究方向: 生态染整技术。

通讯作者: 邵建中, 女, 教授, E-mail: jshao@zstu.edu.com。

2 结果与讨论

2.1 黏合剂用量和种类对耐摩擦色牢度的影响

涤纶织物分散染料加固剂法免水洗染色技术的设计思想是:选用分散染料作为着色剂,利用分散染料对涤纶纤维的亲合力,使染料在焙烘过程中充分扩散并上染涤纶纤维;对于少量未上染的分散染料则通过加固剂(黏合剂)的成膜包覆作用加以固着。为获得高色牢度的涤纶免水洗产品,黏合剂的性能和用量是关键。本试验选用三种常用市售黏合剂,在工厂常规预烘(120℃,7 min)和焙烘(220℃,4 min)条件下,研究黏合剂种类和用量对产品耐摩擦色牢度和表面颜色深度的影响,见图1和表1。

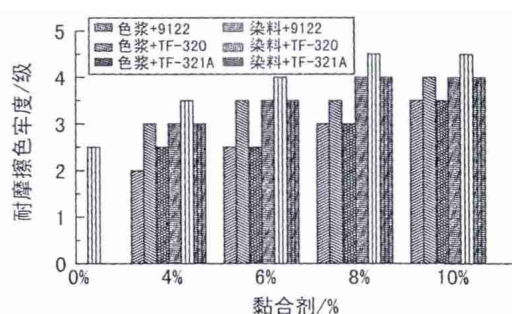


图1 黏合剂用量对耐摩擦色牢度影响比较

Fig.1 Effect of adhesive dosage on rubbing fastness

由图1可知,当黏合剂用量较低时,涂料染色织物的色牢度极低,甚至低于未经还原清洗的分散染料热溶染色织物。随着黏合剂用量的增加,无论是分散染料免水洗染色还是涂料染色织物的摩擦色牢度等级均呈上升趋势。这是因为提高黏合剂用量,使成膜厚度增加,增强了黏合剂膜对染料或者颜料的包覆性,因此织物的摩擦色牢度随之提高。对于染料免水洗染色织物,当黏合剂用量达到8%时,染色织物的耐摩擦色牢度已达4级以上,进一步提高黏合剂用量,对染色织物的耐摩擦色牢度提升不明显;而对于涂料染色织物,在黏合剂用量为8%时,其耐摩擦色牢度仅为3级或3~4级,即使增加黏合剂用量至10%,耐摩擦色牢度也不足4级。

表1 黏合剂用量对K/S值的影响

Table 1 Effect of adhesive dosage of K/S value

K/S 值	TF-320	TF-321A	9122
分散染料染色织物	4.1408	4.3402	4.6590
涂料染色织物	4.6622	4.5123	4.3715

注:黏合剂用量8%。

从表1知,在黏合剂用量为8%,免水洗染色织物与涂料染色织物的表面颜色深度(K/S值)相仿。

上述两种染色产品在耐摩擦色牢度方面不同的原因主要是:分散染料主要是靠自身对涤纶纤维的亲

力扩散和上染纤维的,且在纤维表面的染料分子/染料聚集体的粒径远小于涂料中的颜料颗粒,当黏合剂用量达到8%时,黏合剂的成膜厚度已足以包覆附着于纤维表面的浮色染料,使染色织物具有较高的色牢度。而涂料染色时,颜料颗粒完全依赖黏合剂的成膜包覆作用固着在纤维上,当黏合剂用量不足时,黏合剂膜不足以包覆颜料颗粒或颜料颗粒的聚集体,在摩擦过程中未被包覆或未被完全包覆的颜料粒子就易摩擦下来,造成摩擦牢度差。增大黏合剂用量,虽然摩擦牢度会提高,但织物的手感变硬。

比较三种黏合剂TF-320、TF-321A和9122的作用,无论是涂料染色织物还是分散染料免水洗染色织物,TF-320作为黏合剂的染色牢度明显高于TF-321A和9122。分析原因可能有两个方面:其一,黏合剂TF-320本身的成膜牢度和膜对色料的黏着力好,有利于TF-320膜将色料牢固地粘着,从而提高了染色织物的耐摩擦色牢度;其二,对于分散染料免水洗染色,黏合剂TF-320具有相对较高的成膜温度,相对滞后的成膜时间能防止因黏合剂过早成膜而影响分散染料向纤维内部的扩散和上染。因此,TF-320更适合用于分散染料免水洗染色。当其用量达到6%时,免水洗染色涤纶织物的摩擦色牢度达到4级,已能满足应用要求。

2.2 预烘条件对耐摩擦色牢度的影响

预烘是为了防止织物在焙烘过程中因受热不均而造成的染料从织物内部向表面的泳移现象。由于温度对预烘过程中水分蒸发速度有较大影响,本试验优选了织物烘干时所需的温度和时间参数,在固定的焙烘(220℃,4 min)条件下,研究预烘条件对染色织物耐摩擦色牢度的影响,结果见图2。

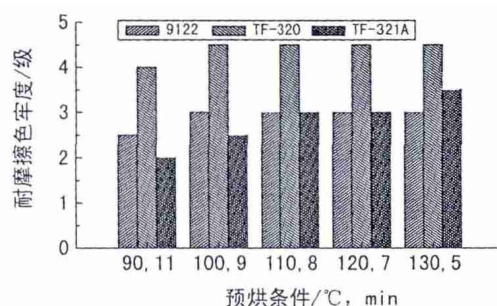


图2 预烘条件对不同黏合剂染色体系织物耐摩擦色牢度的影响

Fig.2 Effect of drying conditions on rubbing fastness of fabrics with different binders

由图2可知,TF-320黏合剂对染色牢度的提升有明显作用,在不同的预烘条件下,干摩擦牢度均高于4级。而9122和TF-321A两种黏合剂,在改变预烘条件时色牢度变化不大,基本保持在2~3级。此外,对同一黏合剂,随着预烘温度的提高,耐摩擦色牢度提高。

这可能是因为温度较高的预烘条件可能已使纤维发生一定的膨化,有利于染料向纤维内部扩散,从而减少了织物表面浮色量,提高了耐摩擦色牢度。预烘条件在 110 °C 8 min 和 120 °C 7 min 时,织物的耐摩擦色牢度差异不明显,均有较好的色牢度,因此在实际生产中,可根据具体情况选择合适的预烘条件。

2.3 焙烘条件对涤纶染色织物耐摩擦色牢度的影响

在固定的预烘(120 °C, 7 min)条件下,研究焙烘温度和时间对分散染料免水洗染色织物耐摩擦色牢度的影响,同时比较了 9122、TF-320、TF-321A 三种黏合剂对提高产品耐摩擦色牢度的作用,结果如图 3。

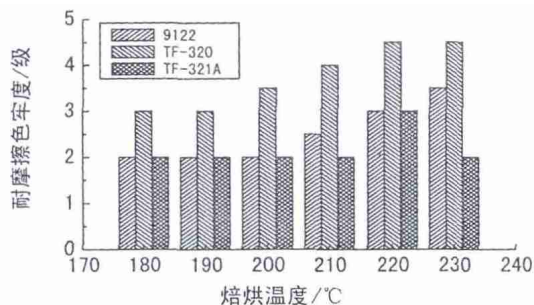


图3 焙烘温度对不同黏合剂耐摩擦色牢度的影响

Fig. 3 Effect of curing temperature on rubbing fastness of fabrics with different binders

由图 3 可知,随着焙烘温度提高,选用不同黏合剂免水洗染色织物的耐摩擦色牢度均有不同程度的提高。这是由于提高焙烘温度有利于染料对纤维的上染,从而减少了纤维表面的染料浮色量。对比三种黏合剂可见,使用 9122 和 TF-320 黏合剂的织物,其耐摩擦色牢度均随着焙烘温度的升高而提高,但使用 TF-320 的织物耐摩擦色牢度均比使用 9122 的织物高出 1~1.5 级。如前所述,TF-320 优异的加固作用归因于其对染料较好的黏着力以及较高的成膜温度。对于 TF-321A,在低于 220 °C 焙烘温度时,其织物的摩擦色牢度与 9122 接近,但当温度达到 230 °C 时,其耐摩擦色牢度却下降了 1 个等级。分析原因可能是 TF-321A 的成膜温度低于其它两种黏合剂,230 °C 的焙烘条件使 TF-321A 过早成膜,束缚了染料分子向纤维内部扩散,以致纤维表面浮色增加,织物的耐摩擦色牢度有所下降。根据三种黏合剂在不同焙烘温度下织物的耐摩擦色牢度变化趋势,选择 220 °C 作为分散染料免水洗染色的焙烘温度。此时,应用 TF-320 黏合剂染色织物的耐摩擦色牢度已达到 4~5 级,而应用 TF-321A 和 9122 黏合剂所染织物的耐摩擦色牢度约为 3 级。

焙烘时间与焙烘温度、织物厚度和紧密度、设备的加热效率等因素相关。由于本研究采用较厚的涤纶织带,故应适当延长焙烘时间,以保证分散染料充分上染

和获得较好的耐摩擦色牢度。焙烘时间对不同黏合剂染色体系染色织物耐摩擦色牢度的影响见图 4。

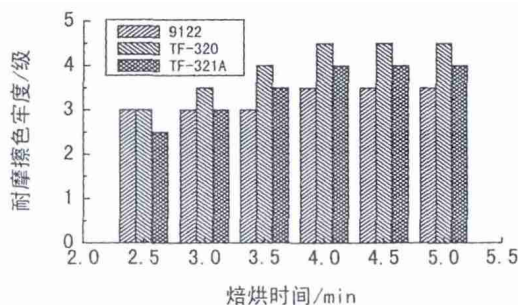


图4 焙烘时间对不同黏合剂耐摩擦色牢度的影响

Fig. 4 Effect of curing time on the rubbing fastness of fabrics with different binder dyeing system

预烘: 120 °C 7 min; 焙烘: 220 °C

由图 4 可知,随着焙烘时间的增加,选用不同黏合剂免水洗染色织物的耐摩擦色牢度均有不同程度的提高。显然,这是由于提高焙烘时间有利于染料充分扩散到纤维内部,从而减少了纤维表面的染料浮色量。对比三种黏合剂发现,使用 TF-320 和 TF-321A 黏合剂的织物,当焙烘时间达到 4 min 时,其织物耐摩擦色牢度分别可达 4.5 级和 4 级。继续延长焙烘时间,织物的耐摩擦色牢度无显著提升。对于 9122 黏合剂,焙烘时间对染色织物的耐摩擦色牢度提升不明显,焙烘时间达到 4 min 后,其耐摩擦色牢度也仅为 3.5 级。根据三种黏合剂在不同焙烘时间下织物的耐摩擦色牢度变化趋势,选择 4 min 作为分散染料免水洗染色的焙烘时间。

3 结论

(1) 涤纶织物分散染料免水洗染色技术结合了涂料染色与热溶染色的优点,实现了低能耗、低排放、短流程、高色牢度的涤纶织物染色新方法。

(2) 在分散染料免水洗染色过程中,染料分子主要通过亲和力的作用上染纤维,少量浮色由加固剂(黏合剂)固着,在无需染后还原净洗的条件下,获得较好的耐摩擦色牢度。

(3) 涤纶织物分散染料免水洗染色优化工艺为:二浸二轧,预烘 120 °C,焙烘 220 °C,预烘和焙烘时间随织物厚度适当调整;TF-320 黏合剂用量为 6%~8%,其染色织物的干摩擦牢度达到 4~5 级。

参考文献:

- [1] 吴庆元,孙慈忠,杨永许.新型涂料轧染工艺及助剂[J].印染,2007,33(12):32-34.

☞(下转第 15 页)

且较高的掺杂酸浓度,可有效地提高生成的聚苯胺的掺杂度,苯胺能以“头-尾”方式连接^[15],有利于导电性能的提高。

2.5 针织物抗静电效果

表3为PTT/W针织物和PTT/W/PANI针织物的静电电压半衰期。

表3 PTT/W 针织物和 PTT/W/PANI 针织物的静电电压半衰期

Table 3 Static half periods of PTT/wool and PTT/wool/PANI knitted fabrics

样品	静电电压半衰期/s
KF-0	>60
KF-1	0.51
KF-2	0.34
KF-3	0.20
KF-4	0.16
KF-5	0.15
KF-6	0.14

从表3可以看出,PTT/W混纺针织物的抗静电能力非常差,其静电电压半衰期大于60s。当织物中加入导电纱时,其静电电压半衰期迅速下降至0.5s以下,达到GB/T 12703.1—2008中所规定的A级抗静电纺织产品静电电压半衰期 ≤ 2.0 s的要求。从KF-1至KF-4,随着织物中导电纱含量的提高,导电纱横列间的间隔变小,有利于静电荷的散逸,针织物静电电压半衰期逐渐下降。KF-5和KF-6的导电纱含量为1/2,其比例小于KF-4,但其特殊的组织结构使导电纱在织物中形成一个不间断的整体,更有利于静电荷的散逸,因此其静电电压半衰期较KF-4更小。

3 结论

以PTT/W混纺纱为原料,基于原位聚合法,通过新的制备方法制得复合导电纱线。扫描电镜及红外光谱分析表明,复合导电纱是PTT、羊毛与聚苯胺的共混体系。以该法制备的复合导电纱具有一定的导电性

能,纱线的电导率随反应液浓度的增大而提高,试验最高可达 10^{-2} S/cm。以PTT/W/PANI复合导电纱织制的织物具有优良的抗静电性能,其静电半衰期从PTT/W织物的60s以上,下降到0.5s以下,且随着导电纱在织物中的含量和连续性的提高而减小。

参考文献:

- [1] Sambhu Bhadra, Dipak Khastgir, Nikhil K. Singha, et al. Progress in preparation, processing and applications of polyaniline [J]. Progress in Polymer Science 2009, 34: 783-810.
- [2] 周兆懿. 聚苯胺/棉复合织物的制备及其性能 [J]. 印染, 2011 (20): 5-8.
- [3] 孟云, 赵亚萍, 卞学海, 等. 银/聚苯胺/锦纶导电织物的制备及性能 [J]. 印染, 2011 (19): 1-4.
- [4] 赵亚萍, 周兆懿, 蔡再生, 等. 氧化条件对聚苯胺/涤纶导电织物性能的影响 [J]. 印染, 2010 (4): 1-6.
- [5] 周兆懿, 赵亚萍, 蔡再生. 原位聚合法制备涤纶/聚苯胺复合导电织物 [J]. 印染, 2009 (5): 1-5.
- [6] Kyung W O, Seong H K. Improved surface characteristics and the conductivity of polyaniline/Nylon-6 fabrics by plasma treatment [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 81: 684-694.
- [7] 乔欣, 杜建功, 崔淑玲. 原位聚合法制备聚苯胺/涤纶导电纤维 [J]. 印染, 2011, 37(1): 5-8.
- [8] 张鸿, 王立久. 聚苯胺/聚丙烯复合导电纤维的结构与性能 [J]. 高分子材料科学与工程, 2008, 24(6): 132-135.
- [9] 李雯, 庄勤亮, 丁辛. 聚苯胺/氨纶复合导电纤维的制备工艺探讨 [J]. 东华大学学报, 2004(12): 87-90.
- [10] 洪剑寒, 李敏, 潘志娟, 等. PTT/PANI复合导电纤维的制备与性能 [J]. 纺织学报, 2012, 33(08): 1-6.
- [11] 李敏, 洪剑寒, 刘兵, 等. 芳纶/聚苯胺复合导电纤维的制备工艺探讨 [J]. 丝绸, 2012, 49(12): 34-38.
- [12] 洪剑寒, 潘志娟, 李敏, 等. UHMWPE/PANI复合导电纤维的制备与性能 [J]. 纺织学报, 2013, 34(2): 34-39.
- [13] Mohd. Khalid, Faiz Mohammad. Preparation, FTIR spectroscopic characterization and isothermal stability of differently doped fibrous conducting polymers based on polyaniline and nylon-6, 6 [J]. Synthetic Metals, 2009(159): 119-122.
- [14] 黄惠, 郭忠诚. 导电聚苯胺的制备及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2010: 33.
- [15] ZHANG Hong. Preparation and fundamental application research on polyaniline compound conductive fiber [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2008.
- [5] 杨超. 染料印花黏合剂类型及其成膜机理 [J]. 轻纺工业与技术, 2011, 40(4): 100-111.
- [6] Adler H J, Jahny K, Bettina V B. Polyurethane macromers: New building blocks for acrylic-hybrid emulsions with outstanding performance [J]. Progress in Organic Coatings, 2001, 43: 251-257.
- [7] 谢孔良, 侯爱芹, 刘逸俊, 等. 涤纶织物的分散染料碱性染色 [J]. 印染, 2011, 37(22): 26-28.

(▲上接第11页)

- [2] 姜志新, 宋金龙, 唐三湘. 涤纶织带染料轧染染色工艺 [J]. 染料与染色, 2011, 48(5): 25-28.
- [3] Pugh L S, Guthrie J T. Some characteristics of pigments that affect the kinetics of fading of prints made from water-based liquid ink [J]. Dyes and Pigments, 2002, 55(14): 109-121.
- [4] 韩俊杰, 陈国强, 汪大峰, 等. 涤纶热定形轧染一步法生产工艺 [J]. 染整技术, 2011, 33(4): 22-25.