

锦棉交织物中性、活性染料一浴轧染工艺

董振江^{1,2}, 唐文君³, 向中林³, 范雪荣^{1,2}, 王强^{1,2}

(1.江南大学 纺织服装学院, 江苏 无锡 214122;

2.江南大学 生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122;

3.联发纺织股份有限公司, 江苏 南通 226600)

摘要:锦棉交织物染色常用浸染工艺和两浴两步法轧染工艺,存在能源消耗大、工艺流程长、易出现缸差等问题。文中通过活性红CA、NF、RGB、SE分别与新诺轮中性红S-BB拼混组合,对锦棉交织物进行一浴法轧染染色。探讨了4种染料组合在不同pH值固色条件下的染色效果,分析其染色深度与色牢度,并测试了不同种活性染料的三原色 Rf 值。结果表明,4种染料组合在弱碱性固色条件下综合染色效果相对突出,其中活性红CA与新诺轮中性红S-BB组合具有相对优异的染色性能,并且拼色性能稳定,不易出现头尾色差,是锦棉交织物中性活性一浴法轧染染料组合的较好选择。

关键词:锦棉交织物;中性染料;活性染料;一浴法轧染工艺;染色牢度

中图分类号:TS 193.6

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2019)03-0038-05

One-bath Padding Process of Nylon-cotton Interknitted Fabric Dyeing with Neutral and Reactive Dye

Dong Zhenjiang^{1,2}, Tang Wenjun³, Xiang Zhonglin³, Fan Xuerong^{1,2}, Wang Qiang^{1,2}

(1.School of Textile and Clothing, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2.Key Laboratory of Science and Technology of Eco-Textile, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

3.Lianfa Textile Co., Ltd., Nantong, Jiangsu 226600, China)

Abstract:The dyeing process of nylon-cotton fabric commonly uses dip dyeing and two-bath two-step padding dyeing process, but which have problems such as high energy consumption, long process flow and easy to produce dyelot chromatism. In this paper, one-bath padding dyeing of the nylon-cotton fabrics was carried out by combining CA, NF, RGB and SE red reactive dyes with Xinnuolun red neutral dye S-BB respectively. The dyeing effects of four dye combinations under different pH fixing conditions were investigated by analyzing their dyeing depth and color fastness. The Rf values of the three primary colors of different dyes were tested. The results show that the comprehensive dyeing effect of the four dye combinations under the condition of weak alkaline fixation is relatively prominent. Reactive Red CA and neutral Red S-BB is the best, which has relatively excellent dyeing properties among the four dye combinations, whose color matching performance is stable without easily-occurred head-to-tail chromatic aberration.

Key words:Nylon-cotton Interknitted Fabrics; Neutral Dye; Reactive Dye; One Bath Padding Process; Dyeing Fastness

锦棉交织物兼具锦纶纤维高强度高回弹性和棉纤维优良吸湿性的双重特点,同时互相克服各自

缺陷。且锦棉交织物染色产品质轻耐磨、滑爽柔顺、透气舒适,是制作轻薄衣物和工作装的首选面料^[1-2]。

锦棉交织物主要由酸性和活性染料染色,常用浸染工艺和两浴两步法轧染工艺染色。浸染染色工艺方

基金项目:国家自然科学基金资助项目(21674043)。

获奖情况:“第31届(2018年)全国针织染整学术研讨会”优秀论文。

作者简介:董振江(1995—),男,硕士研究生。主要从事生态染整技术的研究。

通讯作者:范雪荣(1963—),男,教授,博士生导师。E-mail:wxfxr@163.com。

便调控套染过程中锦棉织物的色泽,使其色光相对稳定,但具有严重的能源消耗和污水排放等缺陷。虽然有研究者改进相关工艺,在一定程度上减少成本,增加经济效益,但染色过程中存在沾色和匀染性问题,影响产品品质,因此锦棉交织物浸染染色工艺仍然需要进一步改善。同时,浸染工艺一般采用卷染和溢流染色设备,间歇式染色方式容易产生缸差和色疵问题^[36]。轧染染色工艺主要为两浴两步法,不仅避免了染色设备的缸差问题,而且匀染性能优良,大幅度降低染色过程中水资源的消耗,逐渐受到广大印染工厂的喜爱,但操作流程冗杂、工艺耗时长,使得染色布匹容易在生产中产生皱条,影响染色效果^[7-9]。因此,拥有简单、快速、节能特点的一浴法轧染染色工艺值得关注。

由于锦棉纤维染色条件的差异,染料选择是一浴法轧染染色的首要问题,同时还需兼顾染料直接在轧染拼色过程中带来的头尾色差问题。另一方面,中性染料在中性或弱碱性条件下上染织物,而活性染料在碱性条件下上染棉,过高的pH值会使布面电负性增大,易与中性染料产生静电排斥,阻碍染料上染织物。因此,该染色工艺需要合理地调整固色液pH值,保证两种染料在浸轧固色液后能够同时上染^[10-11]。本文将中性染料(新诺伦中性红S-BB)分别与4种高活性染料(活性红CA、NF、RGB、SE)组合,研究锦棉交织物一浴两步法轧染最适固色pH值条件,并根据染色深度、染色牢度和泳移值(Rf值),分析4种染料组合的染色性能、拼色性能以及对头尾色差的影响,选择相对最优的染料组合,为今后工厂利用该染色工艺实践

提供帮助。

1 试验

1.1 材料与仪器

织物:漂白锦棉交织物(江苏联发纺织股份有限公司),AATCC标准白棉布,AATCC 10号多组分纤维衬布。

染化料:CA系列三原色活性染料、RGB系列三原色活性染料(德司达公司),雅格素NF系列三原色活性染料(上海雅运纺织化工股份有限公司),AVITERA-SE系列三原色活性染料(亨斯迈公司),新诺伦中性红S-BB(浙江龙盛集团),氯化钠、无水碳酸钠(国药集团)。

仪器:卧式轧车P-130(厦门瑞比染色试机公司),鼓风式烘箱(上海博迅实业有限公司),手提式压力蒸汽灭菌器(上海华线医用核子仪器有限公司),Color-Eye 7000A计算机测色仪(美国Machbeth公司),24E型摩擦牢度仪,SW-12A耐洗色牢度试验机(温州大荣纺织仪器厂),YG-631汗渍牢度仪(无锡纺织仪器厂),ATLAS-150S日晒牢度仪(德国Atlas有限公司)。

1.2 一浴法轧染染色工艺

染色流程:配制染液→浸轧染液(60℃,轧余率65%~68%)→预烘(50℃,2min)→浸轧固色液(60℃,轧余率65%~68%)→汽蒸(108℃,7min)→冷水洗→热水洗→皂洗(90℃,3min)→冷水洗→烘干。一浴法轧染染色处方如下,固色液pH值的选择随碳酸钠的变化而变化,具体如表1所示。

染液配方:

活性染料 10 g/L
中性染料 10 g/L

固色液配方:

氯化钠 250 g/L
碳酸钠 x

表1 不同浓度的Na₂CO₃固色液pH值

Na ₂ CO ₃ /(g·L ⁻¹)	pH值
0	7.27
1	9.23
5	9.59
10	9.82
20	10.27
30	10.67

根据表1固色液pH值的规律,分别选取0.5 g/L、30 g/L Na₂CO₃与250 g/L NaCl混合溶液作为中性固色液(pH值=7.27),弱碱性固色液(pH值=9.59)和碱性固色液(pH值=10.67),对活性染料进行固色,探讨固色液pH值对锦棉交织物染色性能的影响。

1.3 测试方法

1.3.1 织物反射率、颜色特征值和K/S值

采用Color-Eye 7000A计算机测色仪测试染色织物的反射率、L*、a*、b*颜色特征值和K/S值,测试条件为D₆₅光源、10°视场角,测试孔径为17 mm,测试5次取平均值。布面反射率能够反映染色布面的颜色,在可见光范围内,反射率整体越高,布面颜色整体越浅。反射率越低,布面颜色越深。

1.3.2 织物色牢度

a. 耐水洗色牢度

采用SW-12A耐洗色牢度试验机,参照AATCC 61—2013A《耐水洗色牢度》测试。

b. 耐摩擦色牢度

采用24E型摩擦牢度仪,参照AATCC 8—2016《耐摩擦色牢度》测试。

c. 耐汗渍色牢度

采用YG-631汗渍牢度仪,参照AATCC 15—2013《耐汗渍色牢度》测试。

d. 耐水渍色牢度

参照AATCC 107—2013《耐水

渍色牢度》测试。

e. 耐日晒色牢度

采用 AILAS-150S 日晒牢度仪,参照 AATCC 16—2014《耐日晒色牢度》测试。

1.3.3 R_f 值

常温下,配制 5 g/L 的单一染料染液,取一张慢速定性滤纸,剪成 15 cm×3 cm 的长方形纸条,在该纸片距离底边为 1 cm 的地方画一条铅笔线作为初始位置。将纸条垂直悬挂于染液之中,使染液恰好浸没于铅笔线位置,30 min 后取出并自然晾干,按式(1)计算该染料的 R_f 值^[12]。活性染料的 R_f 值能间接定性活性染料对织物的直接性。 R_f 值越大,活性染料直接性越小, R_f 值越小,直接性越大。 R_f 值相近的活性染料三原色在轧染染色中有利于染料拼色的稳定性和减轻轧染头尾色差现象^[13]。

$$R_f = h_2 / h_1 \quad (1)$$

式中: h_1 为水位线距铅笔线的高度,cm; h_2 为染液线距铅笔线的高度,cm。

2 结果与讨论

2.1 锦棉—浴法轧染染料选择

2.1.1 染料种类

对于锦棉交织物,锦纶染色常选择酸性染料或中性染料,这些染料在酸性或中性条件下具有良好的染色效果。但酸性染料在锦纶上的牢度不够理想,因此,锦纶选择中性染料染色。

棉纤维常用活性染料染色,在碱性条件下上染,但是碱性条件会影响锦棉交织物中锦纶纤维中性染料的正常上染。因此,只有选择在接近中性条件下能够正常上染的活性染料,才能与中性染料同时发挥作用,达到锦棉—浴法染色。高活性染料是一类新型的活性染料,能够在低碱的染色条件下与棉

纤维反应,具有较高的固色率和优良的色牢度,从而满足锦棉—浴法轧染的染色要求^[14-16]。本试验选用新诺伦中性染料 S-BB 和 CA 系列、NF 系列、RGB 系列、SE4 系列 4 种高活性染料作为锦棉—浴法轧染染色的染料,并依据染色深度和染色牢度和拼色性能,筛选出相对较优的染料组合。

2.1.2 不同活性染料三原色的 R_f 值

选取不同种类活性染料三原色,按照 1.3.3 分别测试其 R_f 值,测试结果如表 2 所示。

由表 2 可知,同等染料浓度下,RGB 系列活性染料 R_f 值最为接近,CA、SE 系列 R_f 值相差较小,染料组合拼色稳定性较好;而 NF 系列黄色染料与红蓝染料的 R_f 值差距较大,不宜相互拼色。同时,染料 R_f 值越低,其直接性越高,过高的直接性易造成严重的头尾色差现象。因此,相对于其他染料,活性染料 NF 系列在轧染中头尾色差严

重,使用时需注意采取相应的解决措施。

2.2 不同固色 pH 值对织物染色效果的影响

将活性红 CA、活性红 NF、活性红 RGB、活性红 SE 4 种活性染料分别与新诺伦中性红 S-BB 组合,并分别在 pH 值 7.27、9.59、10.67 的固色条件下按照 1.2 染色工艺染色,探讨固色液 pH 值对织物染色效果的影响,染色后测得锦棉交织物的反射率和颜色特征值,结果如表 3、图 1 所示。

由表 3 可知,在不同的 pH 值固色条件下,4 种染料组合的染色布面的颜色特征值随着固色条件的变化而改变。中性固色条件下(pH 值=7.27),4 种染料组合的染色 L^* 值相对最高, a^* 值、 K/S 值相对较低,染色布面整体相对偏浅偏白,并且在肉眼观察下,活性红 RGB 与新诺伦中性红 S-BB 染料组合染色布织物出现色花现象。随着固色 pH 值的提高,弱碱性固色

表 2 不同系列活性染料三原色的 R_f 值

颜色	CA 系列活性染料	RGB 系列活性染料	SE 系列活性染料	NF 系列活性染料
红	90.6	86.7	84.0	77.2
黄	89.4	88.5	87.5	64.1
蓝	85.0	88.2	91.0	74.7

表 3 不同染料组合在不同 pH 值固色条件下的颜色特征值

染料组合	颜色特征值	pH 值 7.27	pH 值 9.59	pH 值 10.67
活性红 CA+新诺伦中性红 S-BB	L^*	50.76	45.70	45.85
	a^*	46.55	52.07	51.91
	K/S 值	5.05	8.75	8.52
活性红 RGB+新诺伦中性红 S-BB	L^*	52.23	46.79	47.33
	a^*	43.10	49.96	50.43
	K/S 值	3.97	7.19	7.06
活性红 SE+新诺伦中性红 S-BB	L^*	54.02	45.01	45.27
	a^*	39.75	50.24	49.30
	K/S 值	3.14	8.08	7.67
活性红 NF+新诺伦中性红 S-BB	L^*	56.33	47.03	50.48
	a^*	38.95	49.66	48.28
	K/S 值	2.80	7.52	5.41

条件下(pH 值=9.59),4 种染料组合的染色 L^* 值大幅度下降, a^* 值、 K/S 值明显上升,染色布面加深,颜色偏红。在碱性固色条件下,与弱碱性固色条件相比除活性红 NF 与新诺轮中性红 S-BB 染料组合,其余染料组合染色布面 L^* 值略微上升, a^* 、 K/S 值略微下降,肉眼观察下染色布面未发生明显改变。而活性红 NF 与新诺轮中性红 S-BB 染料组合 K/S 值明显降低,布面颜色偏浅。另外,3 种不同固色条件下,活性红 CA 与新诺轮中性红 S-BB 染料组合染色布在 4 种染料组合中颜色相对较红且深,即染色性能相对最优。

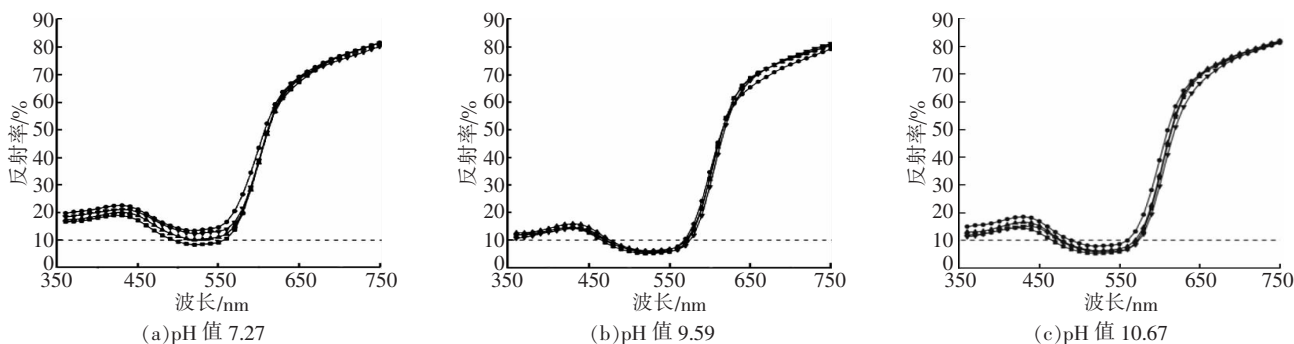
由图 1 可知,在可见光范围内 4 种染料组合在不同固色条件下染色布面反射率曲线形状相似,即色相接近,而反射率整体大小却受到不同固色条件影响而变化,中性固色条件下,除活性红 CA 与新诺轮中性红 S-BB 组合,其余染料组合的染色布面反射率整体高于 10%;随着固色条件变成弱碱性,4 种染料组合的染色布面反射率整体明显下降,最低反射率低于 10%,布面在色相几乎不变的情况下颜色加深;当固色条件变为碱性,活性红 NF 与新诺轮中性红 S-BB 组合的染色布面反射率整体明显上升,大于其他染料组合,布面颜色相对

最浅,而其他染料组合布面反射率几乎不变。

2.3 不同固色 pH 值对染色牢度的影响

将 4 种染料组合在 3 种不同固色条件下进行固色,探讨固色液 pH 值对锦棉交织物染色反射率的影响,染色后按照 1.3.2 分别测试耐摩擦色牢度、耐水洗色牢度、耐水渍色牢度、耐汗渍色牢度和耐日晒色牢度,结果如表 4 所示。

由表 4 可知,中性固色条件下,4 种染料组合染色织物耐干、湿摩擦牢度优异,接近 5 级。耐水洗色牢度、耐水渍色牢度和耐汗渍色牢度对不同种类纤维的沾色等级



■.活性红 CA+新诺轮中性红 S-BB; ●.活性红 NF+新诺轮中性红 S-BB; ▲.活性红 RGB+新诺轮中性红 S-BB; ▼.活性红 SE+新诺轮中性红 S-BB。

图 1 不同染料组合在不同 pH 值固色条件下的染色织物反射率

表 4 不同染料组合在不同 pH 值固色条件下的色牢度

级

项目	活性红 CA+新诺轮中性红 S-BB			活性红 RGB+新诺轮中性红 S-BB			活性红 SE+新诺轮中性红 S-BB			活性红 NF+新诺轮中性红 S-BB		
	S-BB			红 S-BB			S-BB			S-BB		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
耐日晒色牢度	4	4~5	4~5	3~4	4	4	4	4	4	4	4	4
耐摩擦色牢度	干摩	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	湿摩	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5
耐水洗色牢度	棉或锦沾色	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	5	5	4~5	4~5	4~5
	其他沾色	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	变色	4	4~5	4~5	4	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5
耐水渍色牢度	棉或锦沾色	4	4~5	4~5	4	4	4~5	4~5	5	4~5	4~5	4~5
	其他沾色	5	5	5	5	5	5	4~5	5	5	5	5
	变色	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
耐汗渍色牢度	棉或锦沾色	4	4~5	4~5	4	4	4~5	4~5	4~5	4~5	4	4~5
	其他沾色	5	5	5	5	5	5	4~5	5	5	5	5
	变色	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4~5	5

注:a、b、c 分别为 pH 值为 7.27、9.59、10.67;其他沾色指醋纤、涤纶、腈纶、羊毛。

和变色等级都为4级以上,其中活性红SE与新诺轮中性红S-BB、活性红NF与新诺轮中性红S-BB染料组合相对突出。对于耐日晒色牢度,活性红RGB与新诺轮中性红S-BB组合相对最低,低于4级,不符合相关生产的染色牢度要求。随着固色pH值的提高,弱碱性条件下,4种染料组合的染色织物色牢度整体上都满足生产实践的要求,除活性红NF与新诺轮中性红S-BB组合染色织物耐水渍牢度和耐汗渍牢度沾色等级略微下降,其他染料组合染色织物色牢度有不同程度的改善,其中以活性红CA与新诺轮中性红S-BB组合最为明显。而对于碱性固色条件,4种染料组合染色织物的色牢度优异,普遍在4~5级以上,特别是活性红SE与新诺轮中性红S-BB组合,其部分牢度能够达到5级。

轧染染色时,不同pH值的固色条件会影响活性染料与棉纤维的反应。随着碳酸钠浓度的增加,溶液中pH值的提高使得棉纤维上氧负离子浓度提高,这促使高活性染料更容易与棉纤维化学键结合,提高固色率。但如果继续提高固色液pH值,不仅使得氧负离子的浓度更高,还会让织物上所带溶液中有剩余的OH⁻。这时高活性染料不但与纤维发生化学键结合,而且因为OH⁻的存在发生水解反应,从而相对于弱碱性固色条件固色率下降。而锦纶纤维由中性染料染色,该中性染料能在中性条件下通过范德华力完成上染过程。因此,4种染料组合在不同pH值固色条件下染色深度和染色牢度会有不同变化^[17-20]。

综上所述,锦棉交织物中性活性一浴法轧染染色固色条件最适为弱碱性,在弱碱性条件下,4种染

料组合的染色织物能达到最优染色深度和染色牢度。

另外,对比4种染料组合,活性红CA与新诺轮中性红S-BB组合的染色性能相对突出,同时拼色较为稳定,不易产生头尾色差,成为该染色工艺染料选择中的最优组合。

3 结论

3.1 相同染料浓度下,锦棉交织物中性活性一浴法轧染染色最适固色条件为弱碱性,4种染料组合的染色织物能达到最优染色深度和染色牢度。

3.2 不同种染料的R_f值不同,其拼色稳定性和头尾色差现象在锦棉交织物轧染染色中也不尽相同。活性RGB系列拼色稳定性相对最好,而活性NF系列黄色染料不宜与其红蓝染料相互拼色,且该系列染料整体直接性相对较高,头尾色差严重,需要在实践中采取相应的措施。4种染料组合,活性红CA与新诺轮中性红S-BB组合具有相对较高的染色深度和色牢度,并且拼色较为稳定,不易产生头尾色差,是锦棉一浴法染色工艺的较优染料组合。

参考文献

- [1]黄燕珠.锦盖棉双面针织物一浴法染色实践[J].针织工业,2018(8):45-48.
- [2]高晓红,宋心远.锦/棉交织物酸性/活性染料染色研究[J].染整技术,2000(6):16-18.
- [3]陈镇,栗建权.锦/棉织物一浴法染色研究进展[J].纺织导报,2015(5):61-64.
- [4]崔浩然.锦棉织物一浴法染色工艺[J].印染,2009,34(1):16-18.
- [5]周红星,邓铁.纤维素与锦纶混纺针织物一浴一步法染色[J].针织工业,2018(7):51-53.
- [6]齐开宏,顾春香.棉/锦纶交织物染色

匀染性的研究与进展[J].北京纺织,2002(1):40-42.

[7]叶建军,黄俊.高支高密棉锦交织物深色轧染工艺的研究[J].纺织科学研究,2003(3):23-26.

[8]杨晓丽.棉/锦交织物轧染工艺实践[J].染整技术,2012,34(2):31-33.

[9]陆荣泉.锦棉交织物轧染工艺[J].印染,1996(9):21-22.

[10]宋心远.纤维素纤维纺织品活性染料轧染理论和工艺(二)[J].印染,2007(24):42-46.

[11]崔浩然.提高棉锦织物染色牢度的途径(上)[J].染整技术,2006(7):36-40.

[12]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.

[13]张淑云.活性染料R_f值和织物回潮率对轧染色差的影响[J].印染,2010,36(1):23-25.

[14]梁佳钧,朱小丽.锦棉、锦黏、涤棉、涤黏面料一浴两步法染色[J].针织工业,2016(6):34-37.

[15]王华清.棉锦交织物一浴一步法染色研究[J].染整技术,2010,32(7):32-33.

[16]王雪燕.活性染料技术的研究进展[J].成都纺织高等专科学校学报,2016,33(4):97-104.

[17]宋心远.纤维素纤维纺织品活性染料轧染理论和工艺(一)[J].印染,2007(23):44-46.

[18]陈荣圻.纪念活性染料发现60年回顾(续一)[J].染整技术,2015,37(3):37-47.

[19]胡玲玲,范雪荣,王强.活性染料高温染色技术的研究进展(一)——高温型活性染料的应用及发展状况[J].印染,2015,41(24):45-50.

[20]纪惠军,范雪荣.新型活性染料及染色技术[J].针织工业,2009(3):47-50.

收稿日期 2018年10月15日