

锦纶酸性染料染色提升剂的应用

尚军¹,戴志坚²,赵佳静³,曹机良³

(1.新乡市新科防护科技有限公司,河南 新乡 453000;

2.湖南特佰洁新材料科技有限公司,湖南 岳阳 414000;

3.河南工程学院 化工与印染工程学院,河南 郑州 450007)

摘要:为提高酸性染料对锦纶中深色染色的上染百分率,采用锦纶染色提升剂L230与酸性染料对锦纶织物进行同浴染色,探究提升剂用量、染色温度、时间、染料用量、染色pH值对锦纶织物染色性能的影响,测试锦纶的染色牢度。研究表明:染色体系中加入提升剂后pH值对锦纶染色促进的作用减弱,提升剂L230对锦纶织物的提升效果明显,当提升剂用量为1.0 g/L时,锦纶织物的上染率显著提高。弱酸性深蓝5R和中性黑BL对锦纶染色的上染百分率和K/S值均随染色时间、温度的增加而增加。提升剂的加入对锦纶织物的染色牢度无影响。

关键词:提升剂;锦纶;染色;加深;酸性染料

中图分类号:TS 190.2

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2024)08-0051-04

Application of Acid Dye Lifting Agent for Nylon Fabrics

Shang Jun¹, Dai Zhijian², Zhao Jiajing³, Cao Jiliang³

(1.Xinxiang City Xinke Protective Science Co., Ltd., Xinxiang, Henan 453000, China;

2.Hunan Telijie New Material Technology Co., Ltd., Yueyang, Hunan 414000, China;

3.Department of Chemical Industry and Printing & Dyeing Engineering, Henan University of Engineering, Zhengzhou, Henan 450007, China)

Abstract:In order to improve the dye uptake of acid dyes on dark dyeing of nylon fabrics, the nylon fabrics were dyed in one bath with acid dye and dyeing lifting agent L230. The influences of the amount of lifting agent L230, dyeing temperature, dyeing time, dye amount and dyeing pH value on the dyeing property of nylon fabrics were investigated. The dyeing fastness of dyed nylon fabrics was tested. The results show that the effect of pH value on the dyeing of nylon fabric is weakened after the addition of lifting agent, and the effect of lifting agent L230 on the dyeing of nylon fabric is obvious. When the dosage of lifting agent is 1.0 g/L, the dye uptake of nylon fabric is significantly increased. The dye uptake and K/S value of weakly acidic deep-blue 5R and neutral black BL on nylon fabrics increases with the increasing of dyeing time and temperature. The addition of lifting agent has no effect on the dyeing fastness of nylon fabrics.

Key words:Lifting Agent; Nylon Fabrics; Dyeing; Color Deepening; Acid Dyes

锦纶纤维强度高、初始模量小、纤维柔软有韧性、回弹性大、耐磨性能在合成纤维中特别突出^[1-3],同时具有一定的吸湿性,已成为时

尚、休闲、运动等面料的重要组成部分^[4-6]。酸性染料在锦纶纤维中应用较多,其色谱齐全、色泽鲜艳。在实际生产过程中,锦纶染色可在弱

酸或中性条件下进行,常以弱酸性染料和中性浴染色的酸性染料染色为主^[7-9]。弱酸性染料对锦纶纤维的结合机理与酸性染料染丝或

基金项目:国家大学生创新训练计划项目(202311517013);河南省高等学校重点科研项目(21A540001);国家专精特新小巨人企业项目资助(工信部企业函[2020]335号)。

作者简介:尚军(1974—),男,董事长。主要从事功能性纺织品染整生产工艺与应用方面的工作。

羊毛的机理相似,除了染料负离子与锦纶端氨基的正离子以离子键结合外,染料与纤维之间也有很强的氢键和范德华力;中性浴染色的酸性染料与锦纶纤维主要以氢键和范德华力为主。但锦纶纤维中深色染色时,由于染料用量高,导致染料上染百分率降低,染料利用率较低,给印染废水的处理造成较大负担,同时提高了生产成本^[10-12]。

为提高锦纶中深色染色时酸性染料的利用率,本课题拟在锦纶酸性染料染色体系中加入提升剂进行同浴染色,探究提升剂对酸性染料染色性能的影响。

1 试验

1.1 材料与仪器

织物:锦纶 6 针织物。

试剂:弱酸性深蓝 5R、中性黑 BL(市售),锦纶染色提升剂 L230(湖南特丽洁新材料科技有限公司),冰醋酸(市售)。

仪器:IR-24S 红外线高温染色机(上海一派印染技术有限公司),TU1901 紫外-可见分光光度计(北京普析通用仪器有限公司),CE-7000A 型测色配色仪(美国爱色丽公司),Y571N 摩擦色牢度仪(南通宏大实验仪器有限公司),SW-12J 型耐洗色牢度仪(温州市大荣纺织仪器有限公司)。

1.2 染色方法

锦纶织物 10 g,浴比 1:10,适量的染料、锦纶染色提升剂 L230,调节染液 pH 值,40 ℃入染,以 3 ℃/min 升温至 70 ℃,再以 1 ℃/min 升温至 98 ℃,保温 40 min,然后以 5 ℃/min 降温至 50 ℃,取出织物充分水洗,最后晾干。

1.3 测试方法

1.3.1 颜色特征值

染色织物表观色深 K/S 值采用 D₆₅ 光源和 10° 视角,在 CE-

7000A 型测色配色仪上测定,每个试样测试 4 次,取平均值。

1.3.2 上染百分率测定

使用 TU1901 紫外-可见分光光度计测试染色前后染液的吸光度,按照式(1)计算上染百分率(E)。

$$E = \left(1 - \frac{A_1}{A_0}\right) \times 100\% \quad (1)$$

式中:A₀表示染色原液吸光度;A₁表示染色残液吸光度。

1.3.3 染色牢度测试

耐皂洗色牢度按照标准 GB/T 3921.1—2008《纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度:试验 1》测定;耐摩擦色牢度按照 GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》测定。

2 结果与讨论

2.1 染色 pH 值对锦纶织物染色性能的影响

弱酸性深蓝 5R 用量为 3%,锦纶染色提升剂 L230 用量为 0 或 1.0 g/L,调节染液 pH 值为 4、5、6、7,按照 1.2 的染色方法对锦纶进行染色,探究染色 pH 值对锦纶织物上染百分率的影响,结果见图 1。

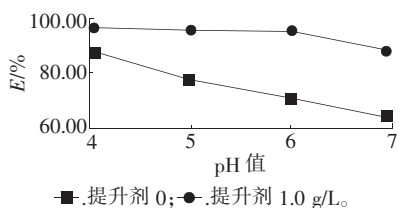


图 1 染色 pH 值对锦纶织物上染百分率的影响

由图 1 可知,不加提升剂 L230 时染色 pH 值对弱酸性深蓝 5R 上染锦纶织物的上染百分率影响较大,随着染色 pH 值的增加,染料上染百分率逐渐降低。当染色体系中加入 1.0 g/L 的提升剂后,弱酸性深蓝 5R 上染锦纶织物上染百分率明显提升,说明在 pH 值为 4~7 的范围内,提升剂对弱酸性深蓝 5R 染色锦纶均具有较好的提升性能。

这是因为锦纶染色提升剂 L230 是一种淡黄色颗粒,化学组分为氨基酸表面超分散剂和氨基蒽醌磺酸缩合物。提升剂中含有对弱酸性深蓝 5R 具有较强亲和力的氨基蒽醌磺酸缩合物,在同浴染色过程中氨基蒽醌磺酸缩合物与酸性染料形成络合物,该络合物对锦纶纤维的亲合力高于酸性染料本身对锦纶的亲合力,因此加入提升剂后锦纶纤维上染百分率明显提升。

2.2 锦纶染色提升剂 L230 对锦纶织物染色性能的影响

染料用量为 3%,pH 值为 7,提升剂对锦纶上染百分率和颜色特征值的影响见图 2 和表 1。

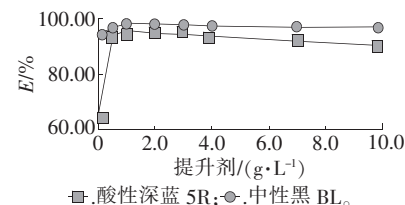


图 2 提升剂对锦纶织物上染百分率的影响

由图 2 可知,提升剂对弱酸性深蓝 5R 和中性黑 BL 染色锦纶织物的上染百分率影响较大。当提升剂用量为 0 时,弱酸性深蓝 5R 染色锦纶织物的上染百分率仅为 63.44%,随着提升剂用量的增加,上染百分率不断提高,而当提升剂用量为 1.0 g/L 时,锦纶织物的上染百分率达到最高,为 96.04%;当提升剂用量超过 1.0 g/L 后,上染百分率缓慢降低。由图 2 还可以看出,当提升剂用量为 0 时,中性黑 BL 染色锦纶织物的上染百分率为 93.75%,当提升剂用量达到 1.0 g/L 时,上染百分率达到最高值 98.54%。由此说明,当染料用量为 3%时,提升剂对弱酸性深蓝 5R 的提升性优于中性黑 BL。这是因为在染料用量为 3%的条件下,不加提升剂时中性黑 BL 对锦纶的上染百

表1 提升剂用量对染色锦纶织物颜色特征值的影响

染料	提升剂/(g·L ⁻¹)	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>	<i>H</i>
弱酸性 深蓝 5R	0	14.04	3.67	-15.79	16.22	283.10
	0.5	12.72	2.51	-9.92	10.23	284.21
	1.0	12.79	2.04	-6.99	7.28	286.30
	2.0	12.65	2.14	-6.77	7.10	287.55
	3.0	12.54	2.29	-6.51	6.90	289.36
	4.0	12.46	2.27	-5.42	5.88	292.74
	7.0	12.38	3.38	-4.73	5.81	305.59
	10.0	12.68	3.98	-4.31	5.87	312.69
中性黑 BL	0	20.99	-0.83	-8.14	8.18	264.18
	0.5	20.83	-0.96	-8.06	8.05	264.03
	1.0	20.78	-1.04	-7.77	7.84	264.34
	2.0	20.92	-1.03	-8.30	8.36	264.95
	3.0	20.90	-0.93	-8.04	8.09	264.67
	4.0	20.88	-0.84	-8.57	8.61	264.37
	7.0	20.93	-0.94	-8.71	8.81	264.31
	10.0	21.24	-0.55	-8.68	8.70	266.41

分率高于弱酸性深蓝 5R, 此时中性黑 BL 的提升空间有限。

由表 1 可知, 染色体系中加入提升剂后, 酸性深蓝 5R 染色锦纶织物的红绿指数 *a* 降低, 黄蓝指数 *b* 增加, 彩度值 *C* 降低, 色相角 *H* 逐渐增大, 明度值 *L* 有所降低, 说明加入提升剂后锦纶织物的表观色深值增加, 鲜艳度降低。但从表 1 可以看出, 提升剂用量为 1.0 g/L 时, 染色锦纶织物的色相角 *H* 变化不是很大, 说明织物的色相基本没有变化, 其他颜色特征值的变化与织物的上染百分率增加有关。由表 1 还可知, 染色体系中加入提升剂后, 中性黑 BL 染色锦纶织物颜色特征值的变化趋势与弱酸性深蓝 5R 类似, 但颜色特征值的变化程度低于弱酸性深蓝 5R。综上分析, 锦纶染色提升剂 L230 的用量为 1.0 g/L。

2.3 染色温度对锦纶织物 *K/S* 值的影响

弱酸性深蓝 5R 用量为 3%, 锦纶染色提升剂 L230 为 0、1.0 g/L, 染色 pH 值为 7, 温度对织物上染

百分率和 *K/S* 值的影响见图 3。

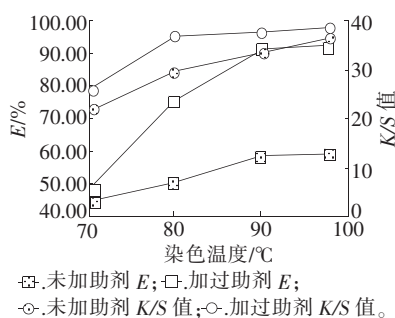


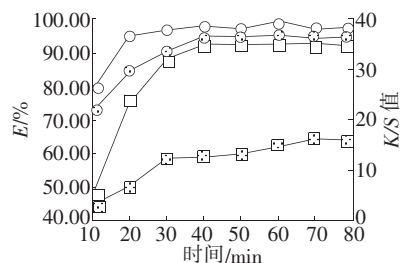
图3 染色温度对锦纶织物上染百分率和 *K/S* 值的影响

由图 3 可知, 随着染色温度的升高, 未加锦纶染色提升剂 L230 的弱酸性深蓝 5R 染色锦纶织物与加过锦纶染色提升剂 L230 的弱酸性深蓝 5R 染色锦纶织物的上染百分率和 *K/S* 值均逐渐增大。特别是当染色温度达到 98 °C 时, 加锦纶染色提升剂 L230 的锦纶织物上染百分率比未加提升剂的锦纶织物高 33.14%。当温度为 70 °C 时, 锦纶织物的上染百分率均较低, 这是因为锦纶织物属于疏水性纤维, 只有当染色温度超过它的玻璃化温度后, 纤维才会明显溶胀, 纤维大分子链段的运动才会加强, 从而使

纤维分子之间的空隙增大, 酸性染料才可以顺利进入纤维内部。当染色温度达到 90 °C 后, 锦纶织物上染百分率的上升趋势开始减缓。由此可见, 提升剂适合在 90 °C 以上的高温条件下对锦纶进行染色。

2.4 染色时间对锦纶织物染色性能的影响

弱酸性深蓝 5R 用量为 3%, 锦纶染色提升剂 L230 为 0、1.0 g/L, 染液 pH 值为 7, 保温染色温度为 98 °C, 升温上染过程中时间对织物染色性能的影响见图 4。



注: 10、20、30、40、50、60、70、80 min 分别对应的染色温度为 70、80、90、98、98、98、98、98 °C; □, 未加助剂 *E*; ■, 加过助剂 *E*; ○, 未加助剂 *K/S* 值; ●, 加过助剂 *K/S* 值。

图4 染色时间对锦纶织物上染百分率和 *K/S* 值的影响

由图 4 可知, 在升温染色阶段, 随着染色时间的延长和染色温度升高, 染色锦纶织物的 *K/S* 值和上染百分率明显提高。这是因为当染色温度达到锦纶的玻璃化温度后, 染色速率加快, 锦纶的上染百分率明显提高。当染色温度达到 98 °C 后, 染色锦纶织物的 *K/S* 值和上染百分率几乎不再增加。这是因为当染色温度达到 98 °C 后, 酸性染料对锦纶的染色基本趋于平衡。因此, 加过锦纶染色提升剂 L230 的弱酸性深蓝 5R 染色锦纶织物应优选 98 °C、保温 30 min 以上, 以使染料分子充分渗透进纤维内部。

2.5 染料用量对锦纶织物染色性能的影响

染色 pH 值为 7, 提升剂 L230

为 0.1.0 g/L, 染料用量对织物 K/S 值和上染百分率的影响见图 5。

由图 5 可知, 染色锦纶织物的表观色深值随染料用量增加而增大, 这是因为染料用量越高, 染液中染料的质量浓度越高, 染料上染锦纶纤维的量越多。由图 5 还可以看出, 染色锦纶织物的上染百分率随着染料用量的增加而逐渐下降, 但中性黑 BL 和提升剂同浴染色锦纶织物的上染百分率下降趋势很小, 说明提升剂对中性黑 BL 的提升性能显著。这是因为中性黑 BL 属于中性浴染色的酸性染料, 其分子结构中水溶性基团较少、染料的疏水性较强、与锦纶纤维的亲合力较高, 染色过程中中性黑 BL 与提升剂形成的络合物对锦纶的亲合力更高, 因此染料在高浓度条件下仍具有较高的上染百分率。由此可知, 在 2%~8% 的染料用量范围内, 提升剂对中性浴染色的酸性染料中性黑 BL 的提升性优于弱酸性染料弱酸性深蓝 5R, 且中性黑 BL 的用量越高, 提升性能越佳。

2.6 染色织物的色牢度测试

弱酸性深蓝 5R 和中性黑 BL 用量为 3%、8%, 染色 pH 值为 7, 染色温度 98 ℃, 保温时间 40 min, 测定染色锦纶织物的耐洗和耐摩擦色牢度, 结果见表 2。

由表 2 可知, 中性黑 BL 染色锦纶织物的耐水洗和耐摩擦色牢度优于弱酸性深蓝 5R, 染色体系中加入提升剂后染色锦纶的色牢度几乎没有变化, 说明提升剂的加入虽然提高了上染百分率, 但不影响染色织物的色牢度。

3 结论

3.1 锦纶染色提升剂 L230 可提高弱酸性深蓝 5R 和中性黑 BL 对锦纶染色的上染百分率, 且 pH 值为 4~7 的范围内均具有提升性, 适宜

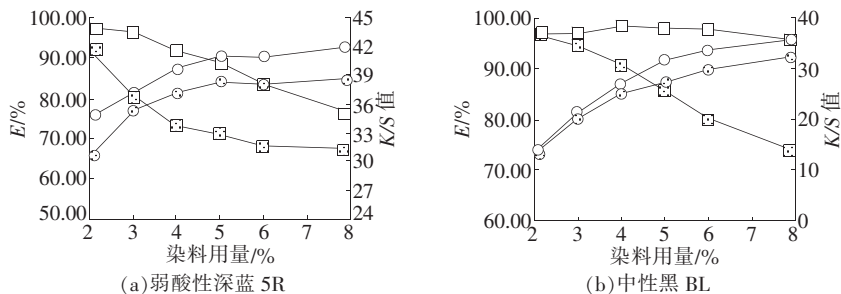


图 5 染料用量对锦纶织物上染百分率和 K/S 值的影响

表 2 染色锦纶织物的耐洗和耐摩擦色牢度

染料	提升剂/ (g·L ⁻¹)	染料/%	耐洗 变色/ 级	耐洗沾色/级						耐摩擦色牢度/级	
				毛	腈	涤	锦	棉	醋酯	干摩	湿摩
弱酸性深蓝 5R	0	3	5	5	5	5	4	3~4	5	5	5
		8	5	4~5	4~5	5	4	3	5	5	5
	1.0	3	5	5	5	5	4	3~4	5	5	5
		8	5	4~5	4~5	5	4	3	5	5	5
中性黑 BL	0	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		8	5	5	4~5	5	4~5	4~5	5	5	5
	1.0	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		8	5	5	4~5	5	4~5	4~5	5	5	5

的提升剂用量为 1.0 g/L。

3.2 酸性染料染色体系中加入 1.0 g/L 提升剂对染色锦纶织物的色相影响不大, 染料用量越高提升效果越显著, 提升剂对高浓度中性黑 BL 染色锦纶的提升作用更明显。

3.3 提升剂的加入对锦纶织物的耐水洗和耐摩擦色牢度无影响。

参考文献

- [1] 马鹏宇, 杨书伟, 余志成. 活性染料对生物基锦纶 PA56 染色性能研究[J]. 针织工业, 2022(7): 38-41.
- [2] 候礼文. 水性超细炭黑制备及在合纤织物上的功能性应用研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2022: 3-10.
- [3] 梁佳钧, 赵秀武, 夏金晶, 等. 锦纶类无缝内衣染色工艺探讨[J]. 针织工业, 2022(9): 31-36.
- [4] 王正球, 黄春燕, 刘建平, 等. 锦纶高弹针织物耐久吸湿快干整理工艺探讨[J]. 针织工业, 2021(10): 37-40.
- [5] 吴凤俟. 含氟硅油增深剂的合成及在锦纶织物上的应用[D]. 苏州: 苏州大

学, 2023: 5-12.

- [6] 李宁宁, 仓翌铭, 李蒙蒙, 等. 生物基纤维 PA56 针织物的染色性能研究[J]. 针织工业, 2021(2): 47-51.
- [7] 张贵, 王思捷, 王美佳. Eriofast 活性染料染锦纶织物后处理工艺优化[J]. 针织工业, 2021(1): 49-52.
- [8] 冯志军, 单小红, 王丹. 壳聚糖对织物染色性能的影响研究[J]. 上海纺织科技, 2016, 44(7): 1-3.
- [9] 吴雪原, 何国英, 裴香林. 高弹绒感锦纶户外骑行服面料的开发[J]. 针织工业, 2021(9): 5-7.
- [10] 袁洁, 项红霞, 蒋晓锋. 锦棉一浴染色工艺的应用研究[J]. 针织工业, 2021(8): 50-54.
- [11] 宋国方, 宋继武, 陈文兵, 等. 锦纶与黏胶罗马布一浴法染色研究[J]. 针织工业, 2023(4): 59-62.
- [12] 夏金晶, 吕晓辉, 夏益平, 等. MC 纱与锦纶无缝内衣开发及染色探讨[J]. 针织工业, 2021(10): 41-43.

收稿日期 2023 年 10 月 7 日