

对苯基苯酚在涤纶染色中的应用研究

张连兵¹, 陈蕊², 胡雪敏¹, 仇通通¹

(1.河北科技大学 纺织服装学院, 河北 石家庄 050018;

2.中国核电工程有限公司 河北分公司, 河北 石家庄 050018)

摘要:将对苯基苯酚用于涤纶织物分散染料载体染色中, 测试并分析了对苯基苯酚用量、染色温度、保温时间对染色效果的影响, 并采用正交试验法进行染色工艺优化。探讨了三原色染色效果以及染色后织物的耐水洗色牢度和断裂强力。结果表明, 涤纶分散染料对苯基苯酚载体染色时, 织物上染率提高; 分散蓝E-R加载体染色最佳工艺为: 对苯基苯酚用量30%, 染色温度95℃, 保温时间45 min; 分散蓝E-R、分散黄E-3GB染色时得色量较大, 分散红E-FB染色时得色量较小; 对苯基苯酚载体染色后织物的耐水洗色牢度不受影响, 断裂强力有所下降。

关键词:对苯基苯酚; 涤纶; 载体染色; 分散染料; 染色效果

中图分类号: TS 193.63+8

文献标志码: B

文章编号: 1000-4033(2015)12-0062-03

Application of P-phenylphenol in Polyester Dyeing by Disperse Dyes

Zhang Lianbing¹, Chen Rui², Hu Xuemin¹, Qiu Tongtong¹

(1.College of Textile and Garment, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang, Hebei 050018, China;

2.Hebei Branch of China Nuclear Power Engineering co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050018, China)

Abstract: P-phenylphenol was applied in polyester carrier dyeing by disperse dyes. The effects of amount of p-phenylphenol, temperature and time on the dyeing effect were tested and analyzed, and optimal dyeing process was obtained through orthogonal experiment. Dyeing properties with three primary color dyes, color fastness to wash and breaking strength of fabric after dyeing were discussed. The results show that the dye uptake improves in polyester dyeing by disperse dyes with p-phenylphenol as carrier; the optimal disperse blue E-R carrier dyeing process is that the dosage of p-phenylphenol is 30%, dyeing temperature is 95℃, time is 45 minutes; color yield of fabric dyed by disperse blue E-R and disperse yellow E-3GB are bigger, but that of disperse red E-FB is smaller. Color fastness to washing of fabric dyed by p-phenyl phenol carrier dyeing is not affected; and its breaking strength declines.

Key words: P-phenylphenol; Polyester; Carrier Dyeing; Disperse Dye; Dyeing Effects

涤纶的基本组成物质是聚对苯二甲酸乙二醇酯的高分子链, 还含有少量的环形和线形的低聚物。高分子链之间相互吸引力大, 排列紧密, 纤维无定形区的微隙较小, 而且在结构上无亲水性基团, 吸湿性很差, 属疏水性纤维^[1]。涤纶吸水性低, 在水中不易溶胀, 按照常规方法染色, 在 100℃以下上染速率很慢, 色泽较浅。涤纶的

染色可以采用 3 种方式: 载体染色, 添加载体作为助剂, 提高染料的上染速率和上染量; 高温高压染色, 提高染液温度至 120~140℃, 在水的增塑作用和高温条件下, 上染速率和上染量也显著增加; 热熔染色, 干态纤维在 180~220℃高温条件下无定形区分子链运动加剧产生瞬间空穴, 高温下染料分子热运动加剧, 染料能迅速上

染^[2-3]。

涤纶织物载体染色可以在较低的温度下获得较高上染率。载体能使涤纶纤维膨化, 对纤维起增塑作用, 降低涤纶纤维的玻璃化温度, 有利于染料向纤维内部的扩散^[4-6]。本试验拟在涤纶染色过程中添加对苯基苯酚做载体, 探讨其在分散染料染色过程中的应用效果, 并确定了最佳染色工艺。

作者简介: 张连兵(1980—), 男, 讲师, 博士。主要从事生态纺织品的开发方面的研究工作。

1 试验

1.1 试验材料及仪器

织物:纯涤纶织物(苏州鸿科纺织科技有限公司)。

染化料:分散蓝 E-R、分散红 E-FB、分散黄 E-3GE(浙江龙盛集团股份有限公司);对苯基苯酚(中化河北公司)、烧碱、保险粉。

仪器:Color i5 测色配色仪(美国爱色丽公司),SW-12AII 耐洗色牢度仪(温州大荣纺织仪器有限公司),YG(B)026PC 型台式电子织物强力机(温州大荣纺织仪器有限公司)。

1.2 染色工艺

染色工艺处方及条件:

分散染料	2%
对苯基苯酚	50%
浴比	1:50
入染温度	室温
入染时间	15 min
升温速率	2 °C/min
染色温度	90 °C
保温时间	45 min

还原清洗工艺处方及条件:

烧碱	2%
保险粉	2%
浴比	1:50
温度	70 °C
时间	20 min

1.3 单因素试验

以分散蓝 E-R 为例,采用单因素试验法探讨对苯基苯酚用量、染色温度、保温时间对分散染料染色效果的影响。

1.4 正交试验

影响因素为对苯基苯酚用量、染色温度和保温时间,分别取 3 个水平进行分散蓝 E-R 染色试验,选用 $L_9(3^4)$ 正交表。

1.5 性能测试

1.5.1 K/S 值测定

根据 Kubelka-Munk 方程计算

$(K/S)_\lambda$ 值,见下式。

$$(K/S)_\lambda = [(1-R_\lambda)^2/2R_\lambda]$$

式中: R_λ 表示在波长 λ 下被测织物的反射率。

取织物在最大吸收波长 $\lambda_{\max}$ 下的 $(K/S)_{\lambda_{\max}}$ 作为织物的 K/S 值。

1.5.2 耐水洗色牢度的测定

按照 GB/T 3921—2008《纺织品色牢度试验 耐洗色牢度》测试。

1.5.3 断裂强度的测定

按照 GB/T 3923.1—2013《纺织品 织物拉伸性能 第 1 部分:断裂强力 and 断裂伸长率的测定(条样法)》测定。

2 结果与讨论

2.1 不同因素对染色效果的影响

2.1.1 对苯基苯酚用量

参照工艺 1.2,改变对苯基苯酚用量进行染色,结果如表 1 所示。

表 1 对苯基苯酚用量对染色效果的影响

对苯基苯酚/%	K/S 值
0	7.31
10	14.64
15	14.21
20	16.32
25	17.46
30	18.70
35	19.36
40	19.32
45	19.29
50	20.43
55	20.85

由表 1 可知,随着对苯基苯酚用量增加,织物的 K/S 值增大,当用量高于 35%后,织物的 K/S 值基本不再增加。因为当载体用量较低时,随着载体用量的增加,载体对涤纶纤维的增塑作用增强,而且使得涤纶纤维的玻璃化温度降低,从而使染料上染量增加;当载体用量过大后,染料会溶解在载体形成的分散相中,使得染料不能很好地与纤维接触,因而降低了纤维对染料的吸

附量。综合应用成本,对苯基苯酚用量为 30%即可获得比较高的上染率。

2.1.2 染色温度

参照工艺 1.2,改变染色温度进行染色,结果如表 2 所示。

表 2 染色温度对染色效果的影响

染色温度/°C	K/S 值
70	12.31
80	17.41
90	21.43
100	19.78

由表 2 可知,随着染色温度升高,织物的 K/S 值先增大后减小。80 °C 时织物的颜色深度明显加深,织物的 K/S 值迅速增加;当达到 90 °C 左右时, K/S 值达到最大;但温度超过 90 °C 之后,随着染色温度升高,织物 K/S 值有所下降。温度升高,纤维大分子链受热,分子链的热运动加剧,使得大分子之间的缝隙逐渐变大,形成空穴,使得染料慢慢吸附在这些缝隙和空穴之上,染料的吸附量逐渐增加,最终上染纤维。但染色温度过高,染料在对苯基苯酚中的溶解度增加,染液中的染料浓度降低,使得染料的上染率下降。高温条件下,染料的热运动加剧,吸附在纤维表面的染料部分发生解吸附,使织物上的染料浓度下降, K/S 值变小。

2.1.3 保温时间

参照工艺 1.2,改变保温时间进行染色,结果如表 3 所示。

表 3 保温时间对染色效果的影响

保温时间/min	K/S 值
15	12.32
30	15.67
45	21.43
60	19.56
75	21.95
90	20.14

由表 3 可知,随着保温时间延

长,织物的颜色深度增加,染色 45 min 后织物的 K/S 值基本不再增加。染料在纤维上的吸附需要一定时间,随着染色时间增加,染料的吸附量逐渐增加。在一定的染料浓度下,染料在纤维上的吸附达到饱和后再延长时间,织物上的染料浓度基本不再增加,达到染色平衡。试验结果表明,在试验条件下染色时间在 45~60 min 可以达到良好的染色效果。

2.2 染色工艺优化

根据单因素试验结果确定正交试验设计方案如表 4 所示。

表 4 正交试验设计表

水平	因素		
	A	B	C
	染色温度/℃	对苯基苯酚用量/%	保温时间/min
1	85	28	30
2	90	30	45
3	95	32	60

正交试验结果如表 5 所示。

表 5 正交试验结果

试验号	A	B	C	K/S 值
1	85	28	30	16.94
2	85	30	45	18.10
3	85	32	60	16.02
4	90	28	45	19.93
5	90	30	60	20.38
6	90	32	30	19.67
7	95	28	60	20.20
8	95	30	30	20.11
9	95	32	45	20.29
k_1	17.02	19.02	18.91	
k_2	19.99	19.53	19.44	
k_3	20.20	18.66	18.87	
极差 R	3.18	0.87	0.57	

由表 5 可知,对于 K/S 值,3 个因素中染色温度的影响最大,其次为对苯基苯酚用量,影响最小的是保温时间。最佳工艺为 $A_3B_2C_2$,即染色温度为 95 ℃、载体用量为 30%、保温时间为 45 min。

正交试验得出的优化工艺没有出现在正交试验方案中。以 K/S 值最大的方案 5 ($A_2B_2C_3$) 与优化工艺进行对比试验,结果如表 6 所示。

表 6 优化工艺对比试验结果

染色工艺	K/S 值
$A_2B_2C_3$	20.38
$A_3B_2C_2$	21.53

由表 6 可知,选用优化工艺进行染色的织物 K/S 值比正交试验中所有的数值都大,符合试验预期。

2.3 三原色染色效果

根据上述试验得出的优化工艺选用分散蓝 E-R、分散红 E-FB 和分散黄 E-3GE 及 3 支染料拼色进行染色,结果如表 7 所示。

表 7 三原色染色效果

染料	K/S 值
分散蓝 E-R	21.53
分散红 E-FB	14.98
分散黄 E-3GE	20.94
三原色拼色	20.95

注:三原色拼色染料质量比为分散蓝 E-R:分散红 E-FB:分散黄 E-3GE=1:1:1。

由表 7 可知,在试验条件下,分散蓝 E-R 和分散黄 E-3GE 的得色量比较高,分散红 E-FB 得色量较低。3 支染料以相同比例拼混时得色量也较高。

2.4 染色织物的耐水洗色牢度与断裂强力测试

最佳工艺条件下,改变对苯基苯酚用量,分散蓝 E-R 染色织物的耐水洗色牢度和断裂强力如表 8 所示。

由表 8 可知,染液中添加对苯基苯酚,染色织物的耐水洗色牢度基本不受影响,但织物的强力有所下降。残留在织物上的对苯基苯酚使得涤纶分子链间结合力下降,导致织物强力下降。在后续研究中要

表 8 染色织物的耐水洗色牢度和断裂强力

对苯基苯酚/%	耐皂洗色牢度等级/级	断裂强力/N
0	4	380.1
5	4~5	382.4
10	4~5	371.4
15	4~5	356.8
20	4~5	342.6
30	4~5	326.8

进一步探索对苯基苯酚的去除工艺,减少对苯基苯酚残留对织物性能的影响。

3 结论

3.1 在涤纶分散染料染色过程中,添加对苯基苯酚,染料的上染率提高,织物的 K/S 值增加。

3.2 分散蓝 E-R 用量为 2% 时优化染色工艺为:染色温度 95 ℃,对苯基苯酚用量为 30%,保温时间 45 min。

3.3 在试验条件下,分散蓝 E-G、分散黄 E-3GB 得色量较高,分散红 E-FB 得色量较小。

3.4 添加对苯基苯酚进行载体染色,织物的耐水洗色牢度不受影响,断裂强力有所下降。

参考文献

- [1]蔡再生.纤维化学与物理[M].北京:中国纺织出版社,2004.
- [2]赵涛.染整工艺与原理:下册[M].北京:中国纺织出版社,2009.
- [3]李宝洲,李瑞,张海燕.涤纶纤维低温常压染色的发展现状[J].河北纺织,2010(1):38-41.
- [4]祁珍明,何晶馨.涤纶染色助剂及其作用原理探讨[J].四川纺织科技,2001(4):28-32.
- [5]郭华,李伟.浅谈分散染料常压低温易染聚酯的开发现状[J].济南纺织化纤科技,2004(5):48-49.
- [6]陈淑英.苯基苯酚的开发应用[J].辽宁化工,2000(3):163-164.

收稿日期 2015 年 7 月 16 日