

# 涤纶亲水整理与分散染料同浴染色工艺研究

董 威<sup>1a</sup>, 吴明华<sup>1b</sup>, 陈金辉<sup>2</sup>, 戴 霞<sup>2</sup>

(1. 浙江理工大学 a. 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室;b. 生态染整技术教育部工程研究中心, 杭州 310018;  
2. 张家港市德宝化工有限公司, 江苏 张家港 215634)

**摘 要:**以自制的新型聚酯聚醚共聚物为亲水整理剂,采用高温高压法,对涤纶织物进行亲水整理同浴染色。研究整理剂用量对分散染料上染率和织物亲水性、色差以及色牢度的影响。结果表明:低温型染料上染率几乎不受影响,而中、高温型影响较大;织物亲水性在用量为 6% 时达到最佳;中、低温型染料染色织物色差在用量小于 6% 时影响小,而高温型染料染色织物色差在用量小于 4% 时影响小;同浴染色未影响染色牢度。因此,只要选择适用的分散染料和适量的整理剂,涤纶亲水整理同浴染色是可行的。

**关键词:**聚酯聚醚共聚物; 亲水性; 染色整理同浴; 分散染料; 涤纶织物

**中图分类号:** TS195.5      **文献标识码:** A

## 0 引 言

涤纶织物的亲水整理多采用染后浸渍或浸轧法,染整工序较长,生产效率低,耗时耗能,而采用亲水整理染色同浴法可缩短染整工序,降低能耗,提高生产效率<sup>[1-2]</sup>。常规聚酯聚醚型亲水整理剂因其水溶性较差且浊点低,在同浴染色中,易引起分散染料的聚集或是形成表面活性剂—分散染料聚集体,在涤纶染色过程中,这些聚集体会导致染色织物出现色花或色点<sup>[3]</sup>。为此,自制了一种新型聚酯聚醚共聚型亲水整理剂,其结构中引入了间苯二甲酸二甲酯-5-磺酸钠(SIPM),改善了整理剂的水溶性,且在高温条件下溶液稳定。用该整理剂与分散染料同浴上染涤纶织物,研究整理剂对染色和整理同浴上染织物染色性能和亲水性能的影响,以期在不影响分散染料染色性能的前提下,赋予涤纶织物良好的亲水性和耐洗性,达到染色和亲水整理同浴加工的目的。

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料与仪器

材料:新型聚酯聚醚共聚型亲水整理剂(自制);

醋酸钠,冰醋酸,保险粉,纯碱(均为分析纯,天津永大化学试剂厂);中性皂片(工业级);分散红 FB,分散黄 M-4GL,分散深蓝 HGL 等(浙江龙盛股份有限公司);涤纶针织布(纤维线密度 77.7 dtex,织物面密度 120 g/m<sup>2</sup>)。

仪器:RY-25016Ⅲ 红外染色机(杭州三锦科技有限公司);UV-2550 紫外可见分光光度计(日本岛津公司);SF600PLVS 测色配色仪(美国 Data Color 公司);Y571(L) 染色摩擦牢度仪,SW-12AⅡ耐洗色牢度试验机(温州大荣纺织标准仪器厂)。

### 1.2 新型聚酯聚醚共聚型亲水整理剂的制备

将 13.58 g 对苯二甲酸二甲酯(DMT)和 8.88 g 间苯二甲酸二甲酯-5-磺酸钠(SIPM)加入到 250 mL 的三口烧瓶中,加热到 150℃,待 DMT 和 SIPM 完全熔融后加入 16.12 g 乙二醇和酯交换催化剂醋酸锌 0.034 g,缓慢升温到 180℃,进行酯交换反应,待甲醇馏出量不再增加(约理论值的 98% 左右)为止,结束酯交换反应;加入 47.5 g PEG1500,0.5 mL 抗氧化剂 TPP 和缩聚反应催化剂 Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.045 g,通氮气,并升温到缩聚反应温度,保温 0.5 h 后抽真空,维持一定的真空度和温度进行缩聚反应,反应 45 min

后,结束反应,降温出料即得新型聚酯聚醚共聚型亲水整理剂。

### 1.3 亲水整理剂和分散染料同浴染色方法

染色配方:分散染料 1%(owf),亲水整理剂  $x\%$ (owf),pH=5,织物 2 g,浴比 1:25。

染色工艺曲线见图 1。

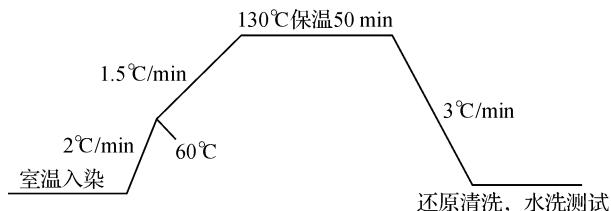


图1 同浴染色工艺曲线

还原清洗配方:纯碱 2 g/L,保险粉 2 g/L,浴比 1:25,温度 80°C,时间 20 min。

### 1.4 测试方法

#### 1.4.1 上染百分率的测试

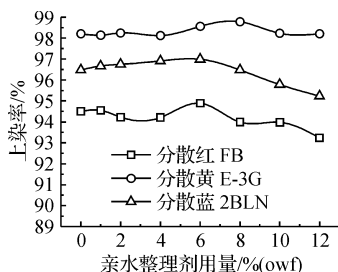
分散染料上染百分率采用残液比色法测定:将一定量的染色原液和染色残液分别倒入 250 mL 的容量瓶中,分别加水至刻度;取溶液 3 mL 于 10 mL 容量瓶中,加入丙酮至刻度使染液完全溶解,在分光光度计上测定其吸光度。用下列公式计算上染百分率。

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

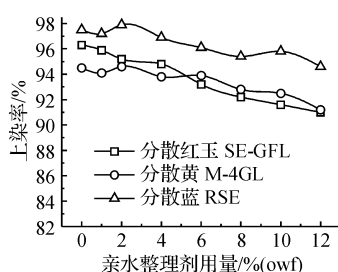
式中: $E$  为分散染料上染百分率; $A_0$  为分散染料染色原液吸光度; $A_1$  为分散染料染色残液吸光度。

#### 1.4.2 亲水整理剂对分散棕 S-3RL 的增溶测试

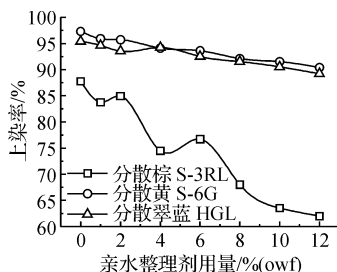
按照染色配方配制染液(不加织物),按 1.3 染色工艺进行处理后,用紫外—可见分光光度计测试处理后染液的吸光度,得到波长—吸光度曲线,考察整理剂对分散棕 S-3RL 的增溶能力。



(a) 低温型



(b) 中温型



(c) 高温型

图2 亲水整理剂用量对分散染料同浴染色织物上染率的影响

由图 2 可见,当亲水整理剂用量小于 6% 时,随着用量的增加,低温型分散染料上染率几乎不变;当整理剂用量大于 6% 时,随着用量的增加,低温型分散染料上染率逐渐下降,但下降幅度相对较小。中温型分散染料的上染率随整理剂用量的增加呈现一

### 1.4.3 色差的测定

在 SF600PLVS 测色配色仪上测定同浴染色织物与相同条件下不加整理剂的对照染色样品的色差,比较两者间的色泽变化。

### 1.4.4 同浴染色织物亲水性测试

同浴染色织物亲水性以同浴染色织物的毛细效应表示,毛细效应大,染色织物亲水性好,相反,染色织物亲水性差。织物毛细效应按照标准 FZ/T01071—1999《纺织毛细效应试验方法》测试。

### 1.4.5 耐洗性测试

洗涤液配方:中性皂片 2 g/L; $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2 g/L。

洗涤方法:将布样投入已配好的洗涤液中,在振荡水浴锅中进行振荡洗涤,洗涤温度为 40°C,10 min 为 1 次,然后清洗试样,更换洗涤液,进行下一次洗涤,反复洗涤后用清水漂洗干净,然后烘干,进行亲水性性能的测试。测定洗涤后涤纶织物的毛细效应,并与洗前整理的涤纶织物进行毛细效应比较,判定其耐洗性。

### 1.4.6 染色色牢度的测定

耐洗色牢度按照标准 GB/T3921.3—1997《纺织品色牢度试验 耐洗色牢度》进行测试;耐摩擦色牢度按照标准 GB/3920—1997《纺织品色牢度试验 耐摩擦色牢度》进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 亲水整理剂用量对同浴染色织物上染率的影响

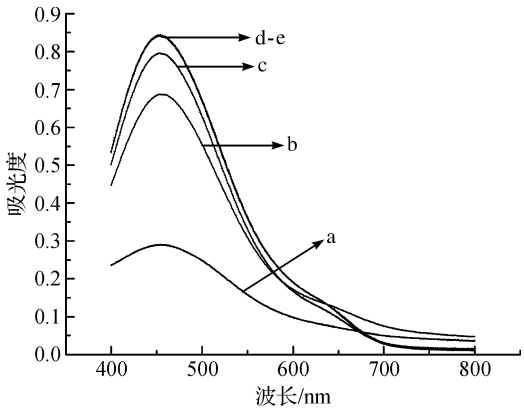
将自制的新型聚酯聚醚共聚型亲水整理剂与分散染料同浴上染涤纶织物,改变整理剂的用量,按照 1.3 染色,测试上染率,研究亲水整理剂用量对上染率的影响,结果见图 2 所示。

定的下降趋势,较低温型分散染料下降趋势有所加剧。高温型分散染料上染率随整理剂用量的增加也逐渐下降,下降程度相对中温型染料下降程度更大,其中高温型分散棕 S-3RL 上染率下降特别明显。

这是因为,随着整理剂用量的增加,染浴中与整

理剂结合的分散染料增多,使得染料分子向纤维表面扩散和吸附速度减慢,会导致上染率不同程度的下降<sup>[4-5]</sup>。低温型分散染料分子量小,在染浴中染料分子热运动剧烈,在高温条件下,溶液中与整理剂结合的染料容易解析,因此染料向纤维表面扩散和吸附速度几乎不受影响,上染率几乎不变。而中温型分散染料的分子量较低温型大,在染液中与整理剂分子间作用力相对强,与整理剂结合的染料解析相对难,导致上染率下降。高温型分散染料分子量更大,与整理剂分子间作用力也更强,与整理剂结合的染料更难解析,上染率下降最大。其中高温型分散棕 S-3RL 上染涤纶织物上染率随整理剂用量的增加而急剧下降,除上述原因之外,实验发现还有一个原因是整理剂对分散棕 S-3RL 有较强的增溶作用所致。图 3 是整理剂用量对分散棕 S-3RL 的吸收光谱的影响。

从图 3 可以看出,随着整理剂用量的增加,分散棕 S-3RL 在  $\lambda_{\max}$  下吸光度增加,当整理剂用量增加到 6%(owf)后,继续增加用量,分散棕 S-3RL 在  $\lambda_{\max}$  下吸光度不再变化,与未加整理剂比较,吸光度有大幅度的提高。说明整理剂对分散棕 S-3RL 有明显的增溶作用,导致分散棕 S-3RL 上染率随整理剂用量的增加而急剧下降。



整理剂用量: a-0, b-2%, c-4%, d-6%, e-8%  
图 3 亲水整理剂用量对分散棕 S-3RL 吸收光谱的影响

研究表明,低温型分散染料和整理剂同浴染色,上染率几乎不受整理剂用量的影响,但高温型分散染料受整理剂用量影响大,中温型分散染料次之。同时能被整理剂增溶的染料,不宜和整理剂同浴染色。

2.2 亲水整理剂用量对同浴染色织物亲水性能的影响

将自制亲水整理剂与分散染料同浴上染涤纶织物,改变整理剂的用量,按照 1.3 染色,测试织物的毛细效应,研究亲水整理剂用量对织物亲水性能的影响,结果见图 4 所示。

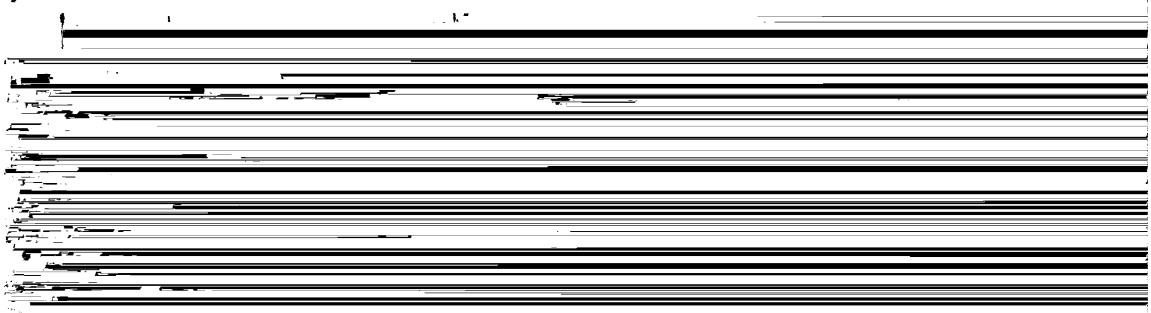


图 4 亲水整理剂用量对分散染料同浴染色织物亲水性能的影响

由图 4 可知,未加亲水整理剂的同浴染色织物毛细效应几乎为 0,而且随着整理剂用量的增加,毛细效应逐渐增加;当整理剂用量达到 6%时,平均毛细效应达到 15 cm 以上;继续增加用量,毛细效应几乎不再增加,表明其亲水性能不再增加。这是因为在整理过程中,整理剂在涤纶表面吸附形成亲水膜,整理剂浓度越大,整理剂在纤维表面吸附量越大,形成的整理剂吸附膜越完整,表现出毛细效应越高<sup>[6]</sup>。当整理剂用量达到一定程度后,整理剂在涤纶织物上的吸附达到饱和,继续增加整理剂用量,毛细效应几乎不再变化。图 4 还可知,三种类型的分散染料染色织物的毛细效应随整理剂用量增加的变化趋势基本一致,并且与空白样几乎一致。表明同浴染色,

染料不会影响织物的亲水性能。

2.3 亲水整理剂用量对同浴染色织物色差的影响

将自制亲水整理剂与分散染料同浴上染涤纶织物,改变整理剂的用量,按照 1.3 染色,测试染色织物的 CMCΔE,研究亲水整理剂用量对染色织物色差的影响。结果见图 5 所示。

由图 5 可知,随着整理剂用量的增加,除分散黄 E-3G 外,其余分散染料染色涤纶织物色差呈现逐渐增加的趋势。这主要是因为,整理剂的加入使得染料的上染率降低,同时整理剂在织物表面吸附成膜在一定程度上会影响织物的折光率,导致色光发生变化,因此整理剂用量越多,色差越大<sup>[7-8]</sup>,一般 CMCΔE<1.0 时,色差未能引起视觉反映,可视为无明显色差。

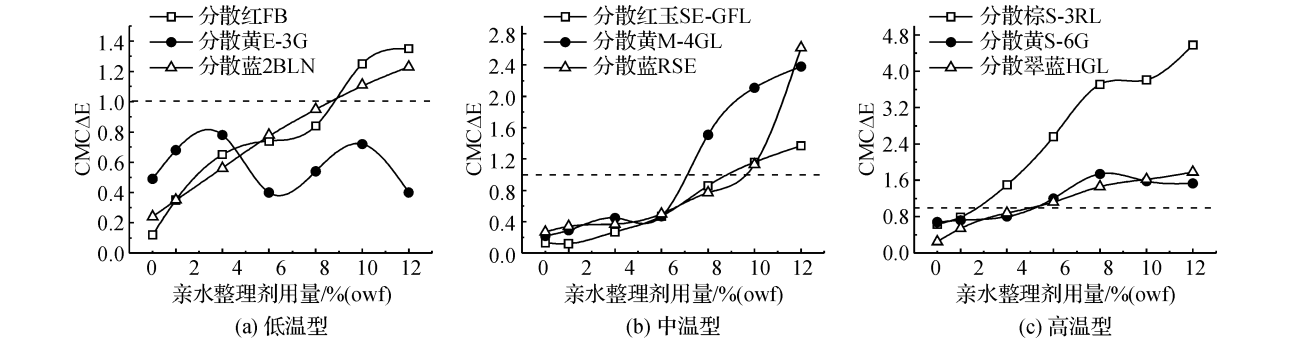


图5 亲水整理剂用量对分散染料同浴染色织物色差的影响

图5中发现,当整理剂用量控制在6%(owf)以内,低、中温型分散染料染色织物 CMCΔE<1.0,当整理剂用量控制在4%(owf)内,高温型分散染料(除分散棕 S-3RL 外)染色涤纶织物 CMCΔE<1.0。研究结果表明,合理控制亲水整理剂的用量,同浴染色织物不会产生明显色差。因此,低、中温型分散染料和整理剂同浴染色,整理剂用量选择6%为宜;而高温型分散染料,整理剂用量只能选择4%,才能同时满足亲水性和不产生明显色差的要求。

由此可知,只要合理控制亲水整理剂的用量,整理剂和分散染料同浴上染涤纶织物,不仅不会产生明显色差,同时也能赋予涤纶织物良好的亲水性,说明自制亲水整理剂和分散染料同浴染色是可行的。

2.4 亲水整理剂对同浴染色织物各项色牢度的影响

选择自制亲水整理剂的用量为6%,将自制亲水整理剂和分散染料同浴上染涤纶织物,测试染色织物的各项色牢度,研究整理剂的加入对染色色牢度的影响。结果见表1所示。

表1 同浴染色织物各项色牢度

染料	耐水洗色牢度 / 级						耐摩擦色牢度 / 级			
	变色		沾棉		沾涤		干摩		湿摩	
	空白	同浴染色	空白	同浴染色	空白	同浴染色	空白	同浴染色	空白	同浴染色
分散红 FB	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
分散黄 E-3G	4~5	5	4~5	5	4~5	5	5	5	5	5
分散蓝 2BLN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
分散红玉 SE-GFL	4~5	4~5	4	4	3	4	4~5	5	4~5	5
分散黄 M-4GL	5	5	5	5	4~5	5	5	5	5	5
分散蓝 RSE	4~5	4~5	5	5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5
分散棕 S-3RL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
分散黄 S-6G	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
分散翠蓝 HGL	5	5	5	5	4	4~5	4~5	4~5	5	5

由表1可见,相对未加亲水整理剂的染色样,同浴染色织物的耐洗色牢度和摩擦牢度都未降低,有些染料的色牢度反而增加半级,表明同浴染色未影响染色织物的色牢度。

2.5 同浴染色织物亲水性的耐洗性

选择亲水整理剂的用量为6%,将亲水整理剂和分散染料同浴染色,测试织物洗涤前后的毛细效应,评价其耐洗性。结果见表2所示。

表2 同浴染色织物亲水性的耐洗性

洗涤次数 / 次	0	5	10	15	20
毛细效应 / (cm/30 min)	15.98	15.48	15.04	14.99	14.85

从表2可以看出,未洗涤时染色织物的毛细效应应达到15 cm以上,经过20次洗涤之后,其毛细效

应下降很小,毛效保留率达到了95%。这是因为聚酯聚醚共聚物整理剂,在染色后定形过程中,聚酯段与涤纶分子相似相亲,共熔共结晶,增加了整理剂与涤纶纤维分子的结合力,提高了整理剂的亲水耐洗性。

3 结 论

a)采用自制的新型聚酯聚醚共聚型亲水整理剂和分散染料同浴上染涤纶织物,上染率随亲水整理剂用量的增加均有不同程度的下降,其中低温型染料受影响最小,中温型次之,高温型染料最大。

b)同浴染色织物的亲水性随亲水整理剂用量的增加而增加,当用量达到6%,亲水性最佳,继续增加用量,亲水性不再增加;织物亲水性几乎不受染

料影响。

c)同浴染色织物的色差随亲水整理剂用量的增加而增加,除个别染料外,中低温型染料染色织物色差在整理剂用量小于 6%时影响小;高温型染料染色织物色差在整理剂用量小于 4%时影响小。

d)同浴染色织物亲水性好,耐洗性佳,且染色牢度未受影响。

e)选择适用的分散染料和适量亲水整理剂,涤纶亲水整理和分散染料同浴染色是可行的。

参考文献:

[1] 冯  愈,黄赛金. 涤纶织物染色吸湿排汗整理—浴法工艺探讨[J]. 纺织科技进展, 2009(1): 52-53.

[2] Ma Minghua, Sun Gang. Antimicrobial cationic dyes part3: simultaneous dyeing and antimicrobial finishing of acrylic fabrics[J]. Dyes and Pigments, 2005, 66 (1): 33-41.

[3] Yen P H, Chen K M. Preparation and anti-crease properties of water-soluble silicone modified polyester auxiliaries for fabrics in dyeing process[J]. Journal of Polymer Research, 1999, 6(2): 133-139.

[4] 纪佩珍,徐美灿. 聚酯纤维染色抗静电同浴法研究[J]. 浙江丝绸工学院学报,1999,7(2):1-7.

[5] 马正升,宋心远. SML 载体对涤纶微细纤维染色的影响[J]. 印染助剂,2000,17(2):7-10.

[6] 王敏哲,吴明华,林鹤鸣. 亲水易去污整理剂 LW 应用性能的研究[J]. 浙江理工大学学报,2008,25(1):19-23.

[7] 苍  哲,刘秀凤,许海育. 紫外线吸收剂 UVA2 与活性染料同浴染色整理[J]. 印染,2002(11):22-24.

[8] 王健宁,朱  泉. 涤纶抗紫外剂 DM-3091 与分散染料的同时浴整理[J]. 印染,2006(8):5-7.

# Research on Hydrophilic Finishing and Dyeing of Polyester Fabric in One Bath

DONG Wei<sup>1a</sup>, WU Ming-hua<sup>1b</sup>, CHEN Jin-hui<sup>2</sup>, DAI Xia<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Sci-Tech University, a. The Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education; b. The Engineering Research Center for Eco-Dyeing & Finishing of Textiles, Ministry of Education, Hangzhou 310018, China; 2. Duplus Chemical Co, Ltd of Zhangjiagang, Zhangjiagang 215634, China)

**Abstract:** In order to reduce energy consumption and emission in dyeing and finishing process. self made new type polyester polyether copolymer hydrophilic finishing agent and disperse dyes are used to finish and dye PET fabric in one bath by high temperature pressure dyeing method. The effect of dosage of finishing agent on dyeing uptake, hydrophilicity, washing durability, chromatism and color fastness of dyed PET fabric are studied. The results show: The effect of dyeing uptake of fabric dyed with finishing agent and low-temperature dyes is small, but, to medium and high-temperature disperse dyes, the effect is bigger. When the dosages of finishing agent is 6%, the hydrophilicity is good. To low and medium temperature dyes, when the dosage of finishing agent is less than 6%, the chromatism is small, to high-temperature dyes, when the dosage of finishing agent is less than 4%, the chromatism is small. And the color fastness is not affected. So dyeing and finishing of polyester fabric in one bath is advisable as long as suitable dyes and suitable amount of finishing agent are chosen.

**Key words:** polyester polyether copolymer; hydrophilicity; dyeing and finishing in one bath; disperse dye; polyester fabric

(责任编辑: 许惠儿)