

双亚苄基醌式噻吩染料对涤纶的染色性能研究

张丽¹, 江华¹, 崔志华¹, 陈维国¹, 安源¹, 孙岩峰²

(1. 浙江理工大学生态染整技术教育部工程研究中心, 杭州 310018; 2. 浙江吉华集团股份有限公司, 杭州 311227)

摘要: 利用双亚苄基醌式噻吩结构具有高摩尔消光系数的特点, 研制双亚苄基醌式噻吩染料 **D1**, 探讨其光谱吸收特性、分散性能及对涤纶的染色性能等。确定染料 **D1** 与分散剂 NNO 的质量比为 1:2, 研磨 24 h 后染料粒径为 260 nm, 达到染色要求。采用高温高压染色法进一步研究染料 **D1** 对涤纶织物的染色性能, 结果表明: 染料用量为 1% owf 时, 染料 **D1** 的上染率为 64%, 染色织物的色深值(K/S)为 9.0。与常规偶氮类染料相比, 染料 **D1** 的上染速率更慢, 需要的温度更高。热力学研究表明, 染料 **D1** 对涤纶纤维的吸附类型属于 Nernst 型吸附。染料 **D1** 的耐摩擦色牢度高于 4 级; 耐皂洗和耐升华色牢度的变色牢度高于 4 级, 沾色牢度在 3 级以上; 耐日晒色牢度则偏低。

关键词: 双亚苄基醌式噻吩结构; 染料; 分散; 涤纶; 染色性能

中图分类号: TS190.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2018)03-0139-06

0 引言

杂环类分散染料由于具有色光鲜艳、发色强度高、染色性能良好等优点, 已成为当前分散染料领域的研究热点之一^[1]。大部分杂环类小分子本身不具颜色, 通常需要借助偶合反应使其成为偶氮杂环类化合物, 或者通过并环方式拓展其共轭体系, 使其具备所需颜色才能作为染料化合物^[2-3]。近年来, 在染料分子结构设计方面, 噻吩等含硫杂环显示出众多优越性能而越来越受到重视。Almousawi 等^[4]报道一系列噻吩并苯并吡喃类偶氮分散染料, 色谱齐全、色牢度高; Qian 等^[5]报道含噻吩结构的双杂环偶氮分散染料, 并发现该类染料对不同种类织物的变色现象。而基于噻吩衍生物为母体的非偶氮类染料的研究则较少报道。

醌式噻吩染料在光电材料领域受到广泛研究, 具有众多不同于常规噻吩染料的特殊性质^[6-7], 譬如, 高度分子平面性与骨架刚性, 在可见光区域的超强吸光能力^[8-9]等, 但目前尚未见醌式噻吩结构在纺织品染料领域应用的报道。

双亚苄基醌式噻吩染料 **D1** 是一类新型醌式噻吩染料, 染料 **D1** 的摩尔消光系数可达到 $7.33 \times 10^4 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{cm})^{[10]}$ 。理论上, 只要染料能够以单分子形式进入纤维内部, 并且染料与纤维具有良好的亲和力(溶解度参数), 染料对纤维就具有可染性^[11]。染料 **D1** 具有中等分子量(410), 其溶解度参数值为 $24.8 (\text{J}/\text{cm}^3)^{0.5}$, 接近涤纶纤维的溶解度参数值 $(21.7 (\text{J}/\text{cm}^3)^{0.5})^{[12]}$ 。因此, 该类染料上染纤维具有理论上的可行性。本文将双亚苄基醌式噻吩染料 **D1** 作为分散染料, 用于对涤纶纤维的染色, 探究该染料在水介质中的分散性及在高温高压条件下的染色性能, 以期揭示醌式染料平面性结构特征与染色性能之间的关系。

1 实验部分

1.1 实验药材及仪器

实验材料: 188T 75D×75D 涤纶织物(嘉兴耀翔纺织有限公司)。

实验药品: 9-苄酮、2,5-二溴噻吩、氯化亚锡、正丁基锂、四氢呋喃、二氯甲烷、净洗剂 209、保险粉、

收稿日期: 2017-09-04 网络出版日期: 2017-12-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(51763176); 浙江省自然科学基金项目(LY16B060006)

作者简介: 张丽(1992-), 女, 安徽六安人, 硕士研究生, 主要从事精细化学品方面的研究。

通信作者: 江华, E-mail: jh@zstu.edu.cn

分散剂 NNO、分散蓝 UNSE(浙江龙盛公司),以上试剂均为市售分析纯。

实验仪器:FTNMR Digital 核磁共振波谱仪(瑞士 BRUKER 公司)、UV-2600 紫外分光光度计(日本岛津公司)、Zetasizer Nano S 纳米粒度及分子量分析仪(英国马尔文仪器有限公司)、DYE-24 可调向式打色机(上海千立自动化设备有限公司)、SF600X 测色配色仪(美国 Datacolor 公司)、Y571L 染色摩擦色牢度仪(莱州常电子仪器有限公司)、YG611M 日晒气候色牢度仪(温州方圆仪器有限公司)、熨烫升华色牢度试验仪 YG605D(温州市大荣纺织仪器有限公司)、SW-241 耐洗色牢度试验机(温州大荣纺织仪器有限公司)。

1.2 染料 D1 的合成

在氮气保护、 $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,向含有 2,5-二溴噻吩(1.62 g, 5 mmol)的四氢呋喃(30 mL)溶液中逐滴加入正丁基锂(6.875 mL, 11 mmol)的正己烷溶液,

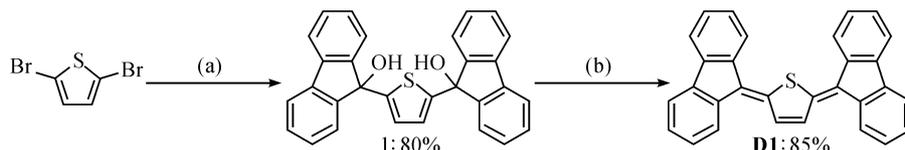


图1 染料 D1 的合成路线

1.3 染料 D1 的紫外-可见光谱吸收曲线及在丙酮中的标准工作曲线制定

准确称取 50 mg 提纯后的染料 D1, 分别用 DMF、丙酮和甲苯溶液将其定容至 250 mL 作母液待用, 然后取母液逐层稀释等梯度浓度。选取同一梯度浓度, 采用紫外-可见分光光度计测定三种溶液下 D1 的紫外-可见吸收光谱, 得到三条吸收光谱曲线。再采用紫外-可见分光光度计测定 D1 在不同浓度梯度丙酮溶液中的紫外-可见吸收光谱, 记录 D1 在最大吸收波长处的吸光度值, 作吸光度值与溶液浓度的关系曲线, 进行线性回归, 则拟合后曲线即为染料 D1 的标准工作曲线^[13]。

1.4 分散性能测试方法

为提高研磨效果, 本文选取, 较细的粒径为 0.2 mm 的锆珠, 将水、染料、分散剂和研磨介质, 按一定比例混合后, 加入到实验室微型研磨机中采用一定转速进行研磨, 每隔 1 h 取样 0.2 mL, 稀释 10 倍, 静置 15 min, 取上层液, 采用纳米粒度分析仪测定染料颗粒的平均粒径, 具体方法参考文献^[14]。

1.5 染色方法

分散染料染色工艺: 分散染料, $x\%$ owf; 分散剂 NNO 1 g/L; pH 值 4~5(醋酸); 染色温度, $130\text{ }^{\circ}\text{C}$;

保持低温反应 30 min 后, 加入 9-芴酮(1.982 g, 11 mmol), 随后自然升温至室温, 并搅拌 6 h。反应结束, 加水淬灭, 用二氯甲烷萃取, 合并有机相并用饱和食盐水洗涤, 以无水硫酸镁干燥后过滤, 旋转蒸发除去有机溶剂, 残留物经硅胶柱色谱分离(洗脱剂为石油醚/乙酸乙酯体积比 4:1)后得到中间体 1(白色固体, 1.75 g, 收率为 80%)。

将上述中间体 1 溶于氯仿溶液(50 mL)中, 加入二氯化锡(3.7 g), 室温搅拌过夜。反应结束后将有机溶剂旋干, 所得固体用四氢呋喃溶解, 并用硅藻土过滤, 滤液旋干, 再用乙醇清洗, 得到最终产物 D1(墨绿色固体, 1.35 g, 收率为 85%), 合成路线见图 1。表征如下: $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 7.34~7.51(m, 8H), 7.76~7.79(m, 4H), 8.01~8.03(m, 2H), 8.22~8.44(m, 4H); ESI-MS m/z calc. $[\text{M}+\text{H}]^+$: 411.12, found: 411.23; Anal calc: C 87.77; H 4.42; S 7.81, found: C 86.48; H 4.42; S 7.78。

浴比 1:50。30 $^{\circ}\text{C}$ 入染, 以 1~2 $^{\circ}\text{C}$ 速度升温至 130 $^{\circ}\text{C}$, 保温 60 min 后降温至 60 $^{\circ}\text{C}$; 取出试样后水洗, 还原清洗, 水洗, 烘干。具体方法参考文献^[15]。

还原清洗工艺: NaOH 2 g/L; 保险粉 2 g/L; 浴比 1:30, 80 $^{\circ}\text{C}$ 处理 5 min。

1.6 染色性能测试方法

1.6.1 上染率测试

根据残液法测定上染率, 分别将染色前及染色后(包括还原清洗)染液稀释一定的体积, 并采用紫外-可见分光光度计测定其在最大吸收波长处的吸光度值, 上染率计算公式如下:

$$W/\% = 1 - \frac{A_1}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

式中: W 为上染率, %; A_0 为染液染前稀释的吸光度; A_1 为染液染后稀释的吸光度。

1.6.2 表面深度 K/S 测试

采用 Datacolor 600 计算机测色配色仪在 D_{65} 光源和 10 $^{\circ}$ 视角下测定染色织物在不同波长(400~700 nm)下的反射率曲线, 记录最大吸收波长处的 K/S 值, 每个试样测量 3 次取平均值。按照 Kubelka-Munk 理论, 计算公式如下:

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (2)$$

式中: K 为吸收系数; S 为散射系数; R 为样品的光谱反射率。

1.6.3 上染速率曲线

配制多份染料浓度相同(1% owf)的染液,浴比为 1:50,织物重 0.5 g,设置 30 °C 始染,以 1 °C/min 升温至 130 °C 并保温 60 min,对涤纶织物进行染色。测定不同时间段的上染百分率。以上染百分率为纵坐标,时间为横坐标,绘制上染速率曲线。

1.6.4 吸附等温线测试

配制不同染料浓度(% owf)的染液,设置 30 °C 始染,浴比 1:1000,织物重 0.2 g, pH4~5,升温至 130 °C,达到染色平衡保温 150 min。染色结束后,织物用少量 DMF 进行多次剥色,直至织物呈白色,最后将所有剥色液定容至 50 mL 容量瓶中,用紫外-可见分光光度计测其最大吸收波长下的吸光度,根据朗伯-比尔定律可计算出纤维上的染料量,从而得到纤维上的染料浓度 $[D]_f$;染色后残液经过测其吸光度可得到染液中的染料浓度 $[D]_s$ 。以 $[D]_f$ 为纵坐标, $[D]_s$ 为横坐标,绘制染料 **D1** 的吸附等温曲线。

1.6.5 色牢度测试

耐洗色牢度:参照 GB/T 3921—2008《纺织品色牢度试验 耐皂洗牢度》测试方法;耐摩擦牢度:参照 GB/T 3920—2008《纺织品色牢度试验 耐摩擦牢度》测试方法;耐日晒牢度:参照 GB/T 8427—2008《纺织品色牢度试验 耐日晒牢度》测试方法;耐升华牢度:参照 GB/T 6152—1997《纺织品色牢度试验 耐升华牢度》测试方法。

2 结果与讨论

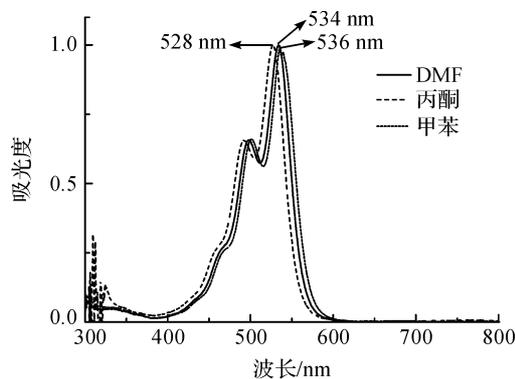
2.1 染料 **D1** 的光谱吸收特性

将染料 **D1** 溶解在 DMF、丙酮和甲苯中,获得颜色鲜艳的红色溶液,测试其紫外-可见吸收光谱如图 2 所示,染料 **D1** 在 DMF、丙酮和甲苯溶液中的吸收峰均位于 450~600 nm,最大吸收波长稍有差异,分别为 534、528 nm 和 536 nm。这种差异可能是由于不同极性溶剂的溶剂化效应造成的。染料 **D1** 在丙酮溶液中最大吸收波长下的吸光度与浓度呈线性关系,经拟合相关系数达到 0.99924,符合 Lambert-Beer 定律。其标准工作曲线方程为:

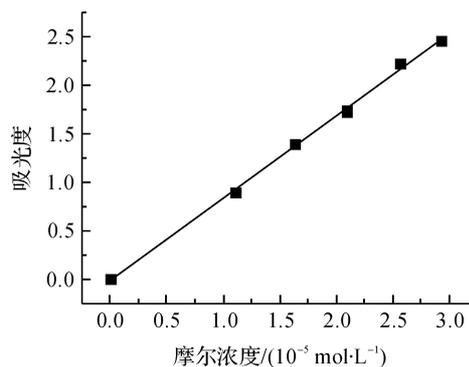
$$y=0.85273x-0.01999 \quad (3)$$

式中: y 为吸光度; x 为染料浓度, 10^{-5} mol/L。

根据标准工作曲线得到染料 **D1** 在丙酮溶液中的摩尔消光系数为 85273 L/(mol·cm),表明染料 **D1** 在单分子状态时具有较强的光谱吸收能力。



(a) **D1**在DMF、丙酮和甲苯中的吸收曲线



(b) 染料**D1**在丙酮中的工作曲线

图 2 染料 **D1** 的紫外-可见光谱和标准工作曲线

2.2 染料 **D1** 的分散性能

本文采用 NNO 作为分散剂,考察分散剂用量及研磨时间对分散体系中染料粒径的影响,结果如图 3 所示。在研磨初期,体系中存在众多较大的染料颗粒,其分散所需能量较小,此时粒径随研磨时间增加而急剧减小;随着染料大颗粒的减少,染料颗粒的分散过程和分子的聚集过程逐渐趋于平衡,染料颗粒的粒径趋于定值。研磨 24 h 后,染料/分散剂用量比为 1:1、1:2 和 1:4 的染料平均粒径分别为 318、260 和 248 nm,从对应的 PDI 分布图看出染料粒径集中分布在 300~500 nm,对应测得的 PDI 值分别为 0.446、0.283 和 0.263,说明分散液体系随着平均粒径的降低,分散均匀性也得到提高,也表明分散剂用量增加有利于降低染料粒径^[16]。这是因为染料 **D1** 的分子平面性极好,易发生聚集。当分散剂用量较小时,分散剂不足以对染料表面进行完全包覆并形成稳定双电层结构,因此裸露的染料表面易发生相互吸引造成团聚现象,影响研磨效果^[17]。同时发现,当染料/分散剂用量比为 1:1 时,分散体系在静置存放 1 d 后即会有明显沉淀出现。而当染料/分散剂用量比为 1:4 时,虽然大大增加与染料的接触面积,有助于溶解更多染料提高分散性,但消耗大量的分散剂。而当染料/分散剂用

量比为 1:2 时,所得分散体系具有较好的分散性以及适当的稳定性,能够满足对涤纶织物的染色要求^[18]。

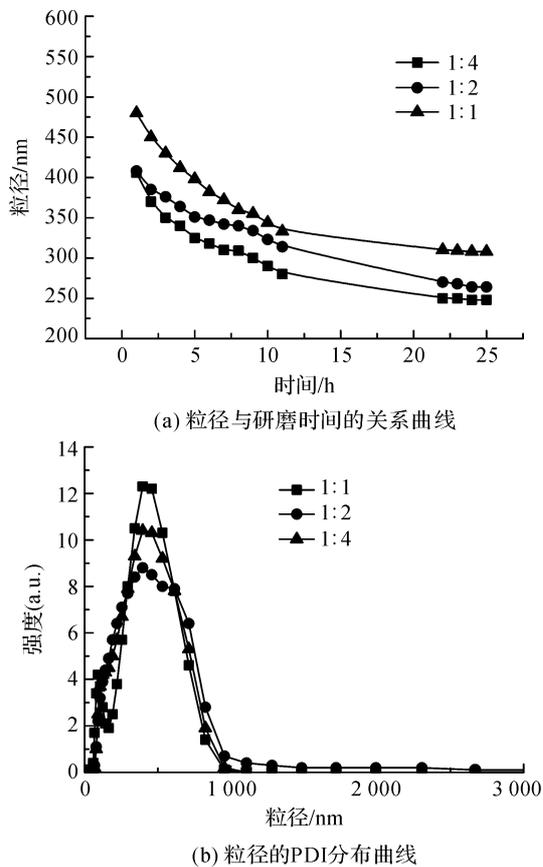


图3 染料 D1 粒径随时间变化图和研磨 24 h 后的粒径 PDI 分布图

2.3 染浴 pH 值对染料 D1 上染的影响

分散染料的染色通常需要适宜的 pH 缓冲环境,以保证染色织物的色泽、提升性和色牢度^[19]。为了探究染料 D1 在不同 pH 染液中的稳定性及其对上染的影响,测试不同染浴中的 pH 值(3.5~6.0)时染料 D1 的上染率以及对应的 K/S 曲线,结果如图 4 所示。上染率随 pH 值变化波动较小,pH 值为 4~5 时的上染率略高;染色织物的 K/S 曲线也几乎不随 pH 变化而变化,表明染料 D1 具有很好的结构稳定性,pH 的变化对染色布样的色光影响较小。当染浴 pH 值为 4~5 时,染料 D1 的上染率为 63%~65%,此时染色织物的 K/S 值达到 13.5,因此染浴 pH 值也符合常规分散染料染色时 pH 值范围。

2.4 染料 D1 的上染速率曲线

采用高温高压染色工艺对涤纶染色,控制上染时间和升温速率,测定染料 D1 在不同时间段上染涤纶的上染百分率,绘制染料 D1 的上染速率曲线如图 5 所示。以选取一只偶氮类商品染料分散蓝

UNSE 与染料 D1 做对比,染料 D1 的上染速率明显慢于分散蓝 UNSE,染料 D1 直到 130 °C 时才能达到染色平衡,分散蓝 UNSE 在 120 °C 时即已达到染色平衡。2 种染料上染速率的差异可能是由于醌式噻吩染料相互之间存在着非常大的相互作用力,染色过程中需要更多的能量来产生单分子染料^[20],而上染纤维。因此,醌式噻吩染料染色应当需要更高的温度,同时还应当严格控制升温速率。另外,在该染色条件下,染料 D1 的平衡上染率只有 64%,尚不及分散蓝 UNSE(92%)。染色平衡时染料 D1 的染色织物 K/S 值为 9.0。

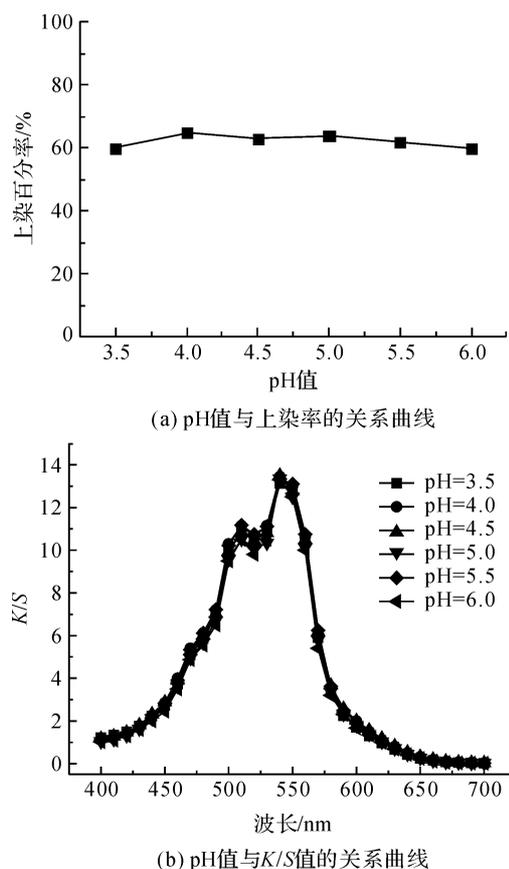


图4 pH 值对染料 D1 上染涤纶的影响

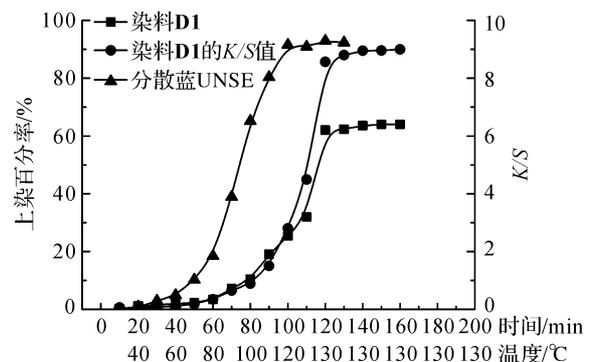


图5 染料 D1 和分散蓝 UNSE 的上染速率曲线

2.5 染料 D1 上染涤纶的吸附等温线

吸附等温线表示上染达到平衡时纤维上染料浓度和染液中染料浓度的关系,反映染料与纤维之间的相互作用,对于测定染料对涤纶纤维上染特性有着重要意义^[20]。非离子型染料如分散染料上染聚酯纤维、聚酰胺纤维及聚丙烯腈纤维时,基本符合 Nernst 型吸附等温模式。Nernst 方程如下所示:

$$\frac{[D]_f}{[D]_s} = K \quad (4)$$

式中:[D]_f 为染色平衡时纤维上染料的浓度,mg/g;
[D]_s 为染色平衡时染液中染料的浓度, mol/L;
 K 为 Nernst 吸附等温系数。

一般把分散染料对纤维的上染作为染料溶解在固体纤维的无定形区看待^[20],则染料与纤维之间的亲和力对于上染性能有重要的影响。染料对纤维的染色亲和力为:

$$\Delta\mu^0 = RT \ln \frac{[D]_f}{[D]_s} = RT \ln K \quad (5)$$

式中: $\Delta\mu^0$ 为标准化学位, kJ/mol; R 为气体常数, J/(K·mol); T 为绝对温度, K。

根据染料 D1 在涤纶纤维上达到平衡时,染料在纤维和溶液中的量,制作染料 D1 对涤纶上染的吸附等温线,如图 6 所示。当染色达到平衡时,涤纶纤维上的染料浓度与染液中的染料浓度呈现良好的线性关系,相关系数为 0.994,线性方程如下所示:

$$y = 0.25253x + 0.85303 \quad (6)$$

式中: y 为涤纶纤维上的染料浓度, mg/g; x 为染液中染料的浓度, 10^{-3} mol/L。

由此可知,染料 D1 在涤纶纤维上的吸附属于 Nernst 吸附,说明染料 D1 是以范德华力、氢键作用与涤纶纤维发生吸附,进而遵循自由体积模型,扩散到纤维内部。并且由吸附等温线的分配系数通过式(5)计算得到染料 D1 的标准亲和力为 18.5 kJ/mol。

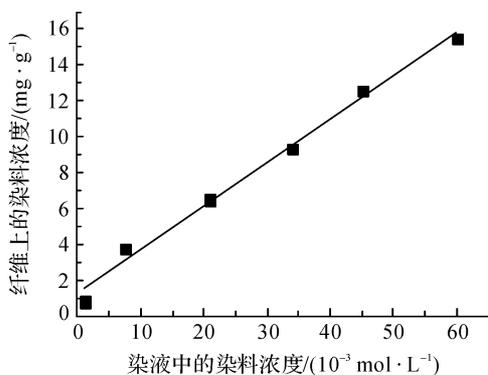


图 6 染料 D1 上染涤纶的吸附等温线

2.6 染色织物的色牢度

染料 D1 对涤纶织物染色的各项色牢度测试结果如表 1 所示。染料 D1 的耐皂洗色牢度和耐升华色牢度中变色牢度均能达到 4~5 级,干湿摩擦色牢度均在 4 级以上,表明绝大多数染料均难以从纤维内部迁移出来。这可能是由于染料之间的相互作用力较强,单分子染料在纤维内部重新发生了聚集,阻碍了染料的迁移,从而有利于色牢度的提升^[21]。然而仍然不可避免的有少量染料重新以单分子形式迁移出来,由于染料 D1 与涤纶纤维的亲和力较好,与棉的亲和力没有涤纶好,从而使得对涤沾色和变色牢度比对棉稍差。染料 D1 的耐日晒牢度只有 2 级,可能是因为染料 D1 分子结构上电子云密度较大,在涤纶纤维上容易发生光氧化反应^[22]所致。

表 1 染料 D1 染色涤纶织物的色牢度

染料	耐皂洗牢度		耐摩擦牢度		耐升华牢度		耐日晒牢度		
	沾色		干摩擦	湿摩擦	沾色				
	变色	涤 棉			变色	涤 棉			
D1	4~5	3	4~5	4~5	4	4~5	3~4	4	2

3 结 论

本文合成一只具有高摩尔消光系数的双亚苄基醌式噻吩染料 D1,表征其光谱吸收特性,优化其在水介质中的分散性能,并评估其对涤纶织物的染色性能,研究结果可为进一步设计基于醌式杂环结构的高发色染料提供有益的参考价值。具体研究结果如下:

a) 染料 D1 在可见光 450~600 nm 区域有较强吸收,测得在丙酮中的摩尔消光系数为 85273 L/(mol·cm)。

b) 采用分散剂 NNO 对染料 D1 进行研磨,确定染料与分散剂 NNO 质量比为 1:2,研磨 24 h 后染料粒径为 260 nm,制得满足染色要求的分散液。

c) 采用高温高压染色法将染料 D1 上染涤纶织物,染料用量为 1 %owf 时,上染率达到 64%, K/S 值为 9.0;吸附等温线证明染料 D1 对于涤纶纤维的吸附属于 Nernst 型吸附,主要以范德华力、氢键作用上染涤纶纤维。与分散 UNSE 相比,再结合二者上染速率曲线,染料 D1 强烈的分子间相互作用力使其对涤纶纤维上染速率更慢,需要更高的温度。

d) 染色后涤纶织物耐皂洗、耐摩擦和耐升华变色牢度均在 4 级以上,由于染料对涤亲和力较好,所以对棉沾色牢度低一级,耐日晒牢度稍差。

参考文献:

- [1] 梁秋雯,徐弋凯,邹盼盼,等.近10年有关分散染料研究的一些进展[J].染料与染色,2014(5):13-20.
- [2] 余童魁,管雪明,商丽娟,等.吡啶酮类双偶氮分散染料的制备及性能研究[J].染料与染色,2015(4):5-9.
- [3] 罗彤,智双,李海玉,等.苯并二呋喃酮类分散染料的合成及近期发展[J].染料与染色,2001,38(3):15-18.
- [4] Almousawi S M, Elapasery M A. Synthesis of some monoazo disperse dyes derived from aminothienochromene[J]. Molecules, 2013, 18(8): 8837-8844.
- [5] Qian H F, Zhao X L, Dai Y, et al. Visualized fabric discoloration of bi-heterocyclic hydrazone dyes[J]. Dyes & Pigments, 2017, 143: 223-231.
- [6] Burrezo P M, Zafra J L, Navarrete T L, et al. Quinoidal/aromatic transformations in π -conjugated oligomers: vibrational raman studies on the limits of rupture for π -bonds[J]. Angewandte Chemie International Edition, 2017, 120(9): 2250-2259.
- [7] Casado J, Rocio P O, Juan T, et al. Quinoidal oligothiophenes: new properties behind an unconventional electronic structure [J]. Chemical Society Reviews, 2012, 43(45): 5672-5686.
- [8] Colella L, Brambilla L, Nardone V, et al. Outside rules inside: the role of electron-active substituents in thiophene-based heterophenanthrenes [J]. Physical Chemistry Chemical Physics, 2015, 17(16): 10426-10437.
- [9] Jiang H, Oniwa K, Xu Z, et al. Synthesis and properties of dicyanomethylene-encapped thienopyrrole-based quinoidal S, N-heteroacenes [J]. Bulletin of the Chemical Society of Japan, 2017, 90(7): 789-797.
- [10] Kawata S, Pu Y J, Satio A, et al. Singlet fission of non-polycyclic aromatic molecules in organic photovoltaics [J]. Advanced Materials, 2016, 28(8): 1585-1590.
- [11] 王江波,张兆谈,罗敏亚,等.分散染料上染涤纶的研究[J].染整技术,2014,36(1):22-23.
- [12] Karst D, Yang Y Q. Using the solubility parameter to explain disperse dye sorption on polylactide [J]. Applied Polymer Science, 2005, 96(2): 416-422.
- [13] 孟娇,崔志华,陈维国,等.可碱洗羧酸异丙酯分散染料AC-1的合成及应用[J].浙江理工大学学报,2017,37(2):159-164.
- [14] 赵涛.染整工艺学教程:第二分册[M].北京:中国纺织出版社,2005:36-39.
- [15] 沈羽.节能型偶氮类分散染料的工艺研究[D].上海:华东理工大学,2012:58-62.
- [16] 张署光,房宽竣,付少海,等.分散染料的超细化及其染色性能研究[J].印染,2007,33(3):8-9.
- [17] 庄占兴,路福绥,郭雯婷,等.分散剂萘磺酸盐甲醛缩合物对氟铃脲悬浮剂流变性的影响[J].农药学报,2017,19(1):100-106.
- [18] 晓琴,章杰.我国分散染料发展趋势[J].印染,2006,32(10):44-48.
- [19] 刘昌龄.染浴 pH 在获得用分散染料对聚酯一次正确染色中的重要性[J].印染译丛,2000(1):15-18.
- [20] 赵涛.染整工艺与原理:下册[M].北京:中国纺织出版社,2009:27-31.
- [21] Zhan Y, Zhao X, Wang W, et al. Synthesis of phthalimide disperse dyes and study on the interaction energy[J]. Dyes and Pigment, 2017, 146: 240-250.
- [22] 徐兰,黄丽萍,陈景文,等.蒽醌化合物的光解动力学及定量结构-性质关系[J].环境化学,2007,26(3):294-297.

Dyeing property of difluorenylidene quinoidal thiophene on polyester

ZHANG Li¹, JIANG Hua¹, CUI Zhihua¹, CHEN Weiguo¹, AN Yuan¹, SUN Yanfeng²

(1. Engineering Research Center for Eco-Dyeing & Finishing of Textiles, Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Zhejiang Jihua Group Co., Ltd., Hangzhou 311227, China)

Abstract: Difluorenylidene quinoidal thiophene dye **DI** was synthesized by utilizing high molar coefficient feature of difluorenylidene quinoidal thiophene structure. In this paper, the spectral absorption characteristics, dispersibility and dyeing properties of polyester were studied. When the mass ratio of dye **DI** to dispersant NNO was 1 : 2, and after grinding for 24 h, the dye size was 260 nm, the dyeing requirements were met. The high pressure dyeing method was employed to further study the dyeing property of Dye **DI** on polyester fabric. The results show that when dosage of the dye was 1% owf, the dye uptake of Dye **DI** was 64% and the K/S value of dyeing fabric was 9.0. Compared with conventional azo dyes, Dye **DI** had a slower dyeing rate and needed higher temperature. The thermodynamic study shows that the adsorption isotherm of Dye **DI** on polyester fiber was convinced to be Nernst type. The color fastness to rubbing of Dye **DI** was higher than Grade 4; color change fastness to soaping and sublimation was higher than Grade 4 and staining fastness was above Grade 3; light fastness was relatively low.

Key words: difluorenylidene quinoidal thiophene structure; dye; dispersion; polyester; dyeing property

(责任编辑:廖乾生)