

阳离子可染涤纶纤维变色染色工艺探讨

高洁 李青山 李文刚 李兰 黄象安

(齐齐哈尔大学,齐齐哈尔,161006)

(东华大学)

摘要:对阳离子染料可染涤纶纤维进行变色染色研究,探讨了光致变色的机理,以及主、辅变色染料的配比关系,确定了染色的最佳工艺条件。结果表明:阳离子染料可染涤纶纤维可以进行变色染色。

关键词:染色 阳离子染料 改性聚酯纤维 变色纤维 光致变色 探讨

中图法分类号:TS 193.637 文献标识码:A

阳离子染料可染涤纶即是在普通涤纶纤维分子结构链段中引入3,5-间苯二甲酸二甲酯磺酸钠作为第三单体,使磺酸基团作为阴离子染座,从而达到阳离子可染的目的^[1]。阳离子染料具有色谱齐全,可在常温常压下染色的优点,并且其光致变色技术已经日趋成熟和完善^[2]。本文是把这种变色染色技术应用在改性涤纶纤维上,经研究也可以得到很好的变色效果。

1 实验部分

1.1 实验材料

阳离子染料可染涤纶纤维:上海金山石化涤纶厂生产;各类阳离子染料:上海轻化总公司生产;醋酸:分析纯,齐齐哈尔化学试剂厂生产;醋酸钠:分析纯,温州市化工试剂厂生产;无水硫酸钠:分析纯,天津市塘沽鹏达化工厂生产;尿素:分析纯,沈阳市新西试剂厂生产。

1.2 实验仪器

HHS-216型电热恒温水浴锅:北京泰克仪器有限公司生产;721型分光光度计:山东高密分析仪器厂生产;电光分析天平:上海天平仪器厂生产;101-2

型烘箱:上海实验仪器厂生产。

1.3 测试

1.3.1 上染率 用721型分光光度计测定在最大吸收波长时染液的光密度,设染色原液的光密度为 A_0 ,残液的光密度为 A_1 ,则上染率 $= (1 - A_1 / A_0) \times 100\%$ 。

1.3.2 皂洗牢度 按国家标准 GB/T5713-1997测定。

2 实验机理

2.1 阳离子染料上染改性涤纶的染色机理

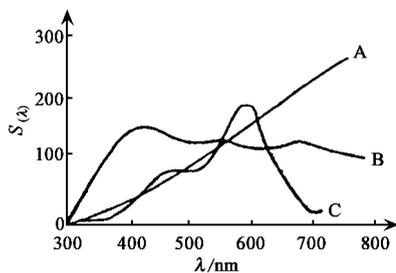
阳离子染料可染涤纶纤维 CDP 和 ECDP 是用普通聚酯和磺酸基团变性的一种共聚酯。由于第三单体酸性基团的引入,染色时改性涤纶 CDP 上酸性基团的解离使纤维带负电荷,解离式为: $CDP - SO_3 H \rightleftharpoons CDP - SO_3^- + H^+$ (CDP—代表纤维主体)。利用大分子上磺酸基团的存在,使纤维具有极性染色座位,同时也扩大了非晶区,使得染料分子可以扩散到

纤维分子内部的机会增多^[3]。在染浴中带负电荷的涤纶纤维与染料阳离子发生静电引力作用,最后纤维与染料间以盐式键结合在一起,结合过程为:
 $CDP-SO_3^- + D^+ \longrightarrow CDP-SO_3 D$,即实现了阳离子染料对改性涤纶的染色,从而使涤纶纤维的染色有了质的飞跃。

2.2 阳离子染料光致变色机理探讨

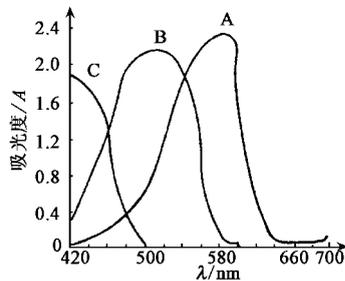
物体的颜色是物体对照射光的选择反射,刺激人眼产生的感觉。反射哪一波长的光多,就反映出与之相对应的色调。由色度学理论可知,物体的颜色可以用其三刺激值来表示,即 $X = \int_{\lambda} S_{(\lambda)} \rho_{(\lambda)} X_{(\lambda)} d\lambda$, $Y = \int_{\lambda} S_{(\lambda)} \rho_{(\lambda)} Y_{(\lambda)} d\lambda$, $Z = \int_{\lambda} S_{(\lambda)} \rho_{(\lambda)} Z_{(\lambda)} d\lambda$,式中 $S_{(\lambda)}$ 为光源相对光谱功率分布; $\rho_{(\lambda)}$ 为被照射物体光谱反射率; $X_{(\lambda)}$ 、 $Y_{(\lambda)}$ 、 $Z_{(\lambda)}$ 为光谱三刺激值。对于一定的施照态来说, K 值为常数,对肉眼来说, $X_{(\lambda)}$ 、 $Y_{(\lambda)}$ 、 $Z_{(\lambda)}$ 也是常数,所以物理的颜色实际上取决于 $S_{(\lambda)}$ 、 $\rho_{(\lambda)}$ 两个因素。

对于不同的光源来说,其光源功率分布 $S_{(\lambda)}$ 有很大的差异。由于一些光源的光谱缺少某些波长的单色光成分或在某些波段相对光谱功率分布极低,在它们下面观察物体的某些颜色会发生色变,这就是光源的显色性问题。日常生活中常用的日光灯与钨丝白炽灯的相对光谱功率分布有很大差异,如图 1 所示。白炽灯在红波段的 $S_{(\lambda)}$ 较高,对红色有较好的显色效果。冷白荧光灯在 450~560 nm 波段的 $S_{(\lambda)}$ 较高,对蓝绿色的显色效果特别好,而对红色的显色效果则很差。日光灯的 $S_{(\lambda)}$ 分布相对较均衡,与白炽灯相比,它对蓝绿光的显色效果明显强于钨丝白炽灯。



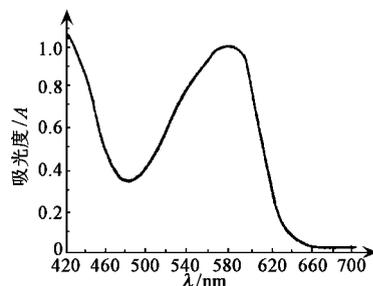
A—钨丝白炽灯;B—日光灯;C—冷白荧光灯
 图 1 光源的相对光谱功率分布曲线

由前面的分析可知, $\rho_{(\lambda)}$ 对物体的颜色起着相当重要的作用。而我们所用的染料决定着染后试样的反射率曲线。由色度学的理论分析,只有有色物体的反射率曲线在不同波段有着明显差别,各有反射峰存在才能产生变色的效果。由此,选主变色染



A—主变色染料;B—红色染料;
 C—黄色染料

图 2 单一染料的吸收光谱曲线



(浓度稀释 10 倍)

图 3 变色染浴的吸收光谱曲线

料参与染色,它的吸收光谱曲线如图 2 中 A 所示,在 440 nm 以内和 640 nm 以外吸光度均非常低,反应在反射率曲线上即为两个峰。同时采用红黄两种染料作为辅变色染料,它们的吸收光谱曲线如图 2 中 B、C 所示。

由图 2 中的曲线 B、C 可以看出,红色染料在 420 nm 附近曲线较平滑,无明显峰值,在 600 nm 以外(红波段)吸光度为零,即反射率近于 1,强化了钨丝白炽灯对红色显色特点;而黄色染料除在 420 nm 附近外,吸光度值均较低,几乎近于零,即在可见光波段,它的反射率都是很高的,它的存在多少决定了物体颜色在日光灯下的基本色调。这两种染料的存在强化了主变色染料在不同波段的反射率的差别,使红、蓝波段两反射峰值更为明显。图 3 为典型变色处方染浴的吸收光谱曲线。两吸收低谷即为反射率曲线的两个波峰,这两个峰值的存在即强化了日光灯下对蓝绿色的显色特点,也强化了钨丝白炽灯下对红色的显色特点,从而达到了明显的光致变色效果^[2]。

3 结果与讨论

3.1 最佳工艺条件的确定

为了得到变色染色的最佳工艺,本研究进行了正交实验的设计。在实际选取因素时,对于主要因素按照指标值最好的要求选取其水平。而对于次要因素,则兼顾其它条件以及节约、方便的原则进行水

平选择。本实验的指标值为变色效果、匀染性,同时兼顾上染百分率。实验中的保温时间、染色温度两因素对变色效果的影响较小,因而作为影响上染率的主要因素,应选择上染率最好的水平。对于升温速度这一因素来说,它对上染率和变色效果、匀染性的影响都较大。因素盐用量、醋酸用量是影响上染百分率的次要因素,在变色效果方面,醋酸的用量影响比较小,但是它决定着染浴的pH值。于是,染色的最佳工艺条件组合为A4, B4, C4, D2, E3, 具体见表1。

表1 因素最佳水平组合

保温时间 (min)	染色温度 (℃)	升温速度 (℃/min)	盐用量 (%o.w.f)	醋酸用量 (%o.w.f)
60	100	0.25	5	5.5

3.2 光致变色效果分析

阳离子染料可染涤纶纤维在最佳工艺条件下进行变色染色,具有很好的光致变色性,不同光源照射时呈现不同的颜色。几种不同拼色配方染色的涤纶纤维在日光灯和白炽灯下颜色的变化见表2。

表2 光致变色效果

	日光灯	白炽灯
颜色	蓝灰色	紫红色
	蓝紫色	紫红色
	蓝色	紫色

从表2看出,光致变色效果明显。具有变色性能的染料即主变色染料参与染色是变色的一个主要因素。主变色染料的用量有最低用量的控制,一般不低于0.24%。因为如果主变色染料含量太少,不同波段的反射率差别也小,红、蓝波段的两个峰不明显,不会产生明显的变色效果。同时主、辅染料的配比关系也是相当重要的,辅变色染料是两类染色性能差别较大的染料,其中一类是对纤维的亲合力高,始染温度低,上染速率快,主要染着于纤维外层;另一类染料对纤维的亲合力低,上染速率虽然慢,但是渗透性能好,扩散入纤维内层。变色染色主要是利用主变色染料的光变性与辅变色染料不配伍性而造成的两种色相在纤维内外层分布,获得变色效果^[4]。

3.3 匀染性分析

由于阳离子染料与纤维有较大的亲和力,初染率较高。但是由于纤维的结构较紧密,染料的扩散性能差,移染性差,因此常有染色不匀现象^[5]。此外,在玻璃化温度以下时,上染速率较慢;而如果在玻璃化温度以上时,由于纤维内部的自由体积增大,上染速率突然增加,大量的染料在短时间内迅速上染,这是造成染色不匀的另一个原因。可以说染色不匀现象是阳离子染料染色的重要问题,而且这种现象一旦产生很难纠正。所以必须在染色时采取必要的措施,即控制升温速度,减缓上染速度,对于获得匀染效果是十分重要的,染液中加入醋酸的目的之一即缓染作用^[6]。由于变色是基于主、辅变色染料的拼色,因此几种染料的上染速率有差别,对升温速度的控制也就显得更加重要,它对染色后的变色效果影响较大。

4 结 论

用主、辅变色阳离子染料在常温常压下对改性涤纶进行染色,纤维呈现出较为理想的光致变色性,匀染性好,具有较高的染色牢度。而且工艺简单,节省能源,变色效果新颖独特,有较大的开发和利用潜力。另外由于变色色谱范围较窄,上染百分率不是很高,有待于今后进一步的研究和探讨。

参 考 文 献

- 王建平等. 阳离子可染改性涤纶染色性能测定方法. 印染, 1993(10): 30~32.
- 高洁等. 变色腈纶品种开发的研究. 产业用纺织品, 1994(8): 15~17.
- 吴立峰等. 合成纤维着色技术. 北京: 中国石化出版社, 1996: 112.
- 《最新染料使用大全》编写组. 最新染料使用大全. 北京: 中国纺织出版社, 1996: 178.
- Tokem et al. Episkin: Modification of Polyester Fabrics by in-situ Plasma or Post-plasma Polymerization of Acrylic Acid. J.S.D.C., 1999(115): 276.
- Beckmann. Dyeing of Polycrylonitrile Fibres with Cationic Dyes-A Surrey and Evaluation of Published Work. J.S.D.C., 1991(77): 616.

中国纺织工程学会/染整专业委员会将于今年11月组织举办

“2003‘中大洁润丝杯’全国中青年染整工作者论文发布会”

独家冠名: 上海市高新技术企业——上海中大科技发展有限公司

资助单位: 山东华纺股份有限公司、厦门华纶印染有限公司、美国杰能科公司等

详情请垂询: 010-65016537 65016539 或发E-mail至: consult@ml.ctei.gov.cn