

# 含偶氮染料-VD 的液体洗涤剂预处理织物时 色差风险评估

李璐<sup>1</sup>, 王际平<sup>2</sup>, 丁雪梅<sup>1</sup>

(1. 东华大学服装-艺术设计学院, 上海 200051; 2. 浙江理工大学, 杭州 310018)

**摘要:** 家用洗涤剂中添加偶氮染料-VD 可增白织物,然而用于洗前局部预处理时则会在织物上产生色差留下暗影,影响织物外观。文章研究使用该家用洗涤剂预处理对织物洗后的色差风险,分析织物纤维成分、洗涤剂预处理时间与偶氮染料-VD 浓度与织物色差变化的规律,并进行机理分析。结果表明,使用含偶氮染料-VD 的洗涤剂预处理织物时,1/3 以上织物会在预处理处产生较明显的色差;纤维素纤维类织物和丝织物更易产生色差;预处理时间越长,色差越明显;预处理时偶氮染料-VD 会上染织物,但并不是织物产生色差的唯一原因。研究成果将为偶氮染料-VD 的合理使用提供依据。

**关键词:** 偶氮染料; 洗涤预处理; 洗涤剂; 色差

**中图分类号:** TQ610.1      **文献标志码:** A

## 0 引言

进入 21 世纪,液体洗涤剂以其温和、无刺激、中性、无碱性残留的性能逐渐成为洗衣产品的主流,特别是在欧美和日本等发达国家和地区,液体洗涤剂消费量迅速增加,在洗衣产品中所占的比例不断提高,成为洗衣产品发展中最具潜力的产品类型<sup>[1]</sup>。

偶氮染料-VD 是最新添加到家用洗涤剂中的一种类似直接染料的偏紫色染料。通过测试应用,发现使用含偶氮染料-VD 的家用水洗涤剂洗涤衣物后,借助这种染料适度上染衣物,吸收黄光,显蓝紫色,可以起到增加织物白度的作用,有效改善织物穿用过程中产生的黄变等问题<sup>[2]</sup>。然而,不恰当地使用添加偶氮染料-VD 的洗涤剂也会给服装造成一些负面的影响。例如,有消费者习惯将含有偶氮染料-VD 的洗涤剂原液直接涂抹于衣物的领口、袖口等污垢严重处并停留若干时间,再将衣物放入洗衣机中洗涤,以期彻底清洗严重污垢处。此种护理方

式会造成在直接涂抹过洗衣液的部位出现暗影,影响织物的色泽外观效果。

前人研究发现,洗涤剂中的某些助剂可以使某类织物洗后表观色深增加<sup>[3-4]</sup>。为了探讨含有偶氮染料-VD 的洗涤剂导致织物颜色变化的规律及原因,本文选用 66 种不同纤维成分、组织结构和后整理的织物,使用含不同浓度偶氮染料-VD 的洗涤剂预处理织物,然后洗涤,测试洗涤前后织物预处理部位的色差值,整体评估洗后织物产生的色差,并对测试结果进行了分析。研究结果将为家用洗涤剂中洗涤助剂的发展提供理论依据,对偶氮染料-VD 的合理使用提供依据。

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料

1.1.1 织物 涵盖常规纤维成分和组织结构的 55 种白色织物和 11 种浅色织物,包含了棉、涤纶、锦纶、粘胶、丝等不同纤维成分,以及平纹、斜纹、缎纹、罗纹、纬平针、珠地网眼、牛仔不同的组织结构。

## 1.1.2 实验用洗涤剂(见表1)

表1 4种洗涤剂用途及成分

洗涤剂	用途	成分
1#	预洗织物	普通家用洗涤剂
2#		不含偶氮染料-VD
3#	实验部分	含偶氮染料-VD 浓度 $n_1$
4#		含偶氮染料-VD 浓度 $n_2$

注:其中2#洗衣剂中不含有偶氮染料-VD;3#、4#为在2#的基础上添加不同浓度的偶氮染料-VD 配置而成;3#洗衣剂中偶氮染料-VD 的浓度小于4#洗衣剂。

## 1.2 实验方法

整个护理过程参照 ISO 6330:2000 Textiles—Domestic washing and drying procedures for textile testing。

## 1.2.1 洗涤设备

a) 美国 AATCC 标准指定测试用的标准洗衣机 Kenmore 600。

b) 松下 Panasonic NH45—19T 型烘干机,选择强档。

## 1.2.2 织物准备

预洗织物洗涤条件:预洗参数见表2。

表2 预洗参数设定

	主洗	漂洗
水的硬度	$102 \times 10^{-6}$	自来水
水温	32.2℃	常温

选择标准所规定的标准陪洗物,确保每桶织物总质量为3 kg左右。

预洗5个循环,一个循环包括1次洗涤和1次烘干过程。

## 1.2.3 洗涤实验

a) 预处理:将3种洗涤剂分别滴在织物上的不同位置,洗涤剂与织物充分接触时间分为5 min和48 h。

b) 洗涤:不添加洗涤剂,洗涤一个循环。洗涤参数见表2。

## 1.2.4 测色

使用 Color Eye 7000 分光光度计进行测色:

a) 织物裁好后对折两次<sup>[6]</sup>,对即将滴加洗涤剂的部位测色。

b) 洗涤结束之后,将织物对折两次对滴加过洗涤剂的部位测色。

使用公式  $\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$ <sup>[7]</sup> 计算预处理前后滴加洗涤剂点的色差值。

其中  $\Delta L^* = L_{\text{after wash}}^* - L_{\text{prewash}}^*$ ,  $\Delta a^* = a_{\text{after wash}}^* - a_{\text{prewash}}^*$ ,  $\Delta b^* = b_{\text{after wash}}^* - b_{\text{prewash}}^*$ 。

如表3所示为  $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$  的变化引起的色泽的变化<sup>[8]</sup>。

表3  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  变化引起的色泽变化

	$\Delta > 0$	$\Delta < 0$
$L^*$ (明度)	偏浅	偏深
$a^*$ (红绿值)	偏红	偏绿
$b^*$ (黄蓝值)	偏黄	偏蓝

## 2 结果与讨论

## 2.1 含偶氮染料-VD 的洗涤剂引起织物色差的总体评估

使用3种洗涤剂(详见表1)对66种织物进行预处理之后洗涤,实验前后织物色差的总体评估如表4。

表4 预处理前后织物滴加洗涤剂点  $\Delta E^*$  值总体分布

预处理时间		5 min			48 h		
洗涤剂		4#	3#	2#	4#	3#	2#
$\Delta E^*$	织物数量	22	21	21	36	36	36
$> 2$	所占比例	33%	32%	32%	55%	55%	55%
$1 < \Delta E^*$	织物数量	21	22	22	21	21	21
$\leq 2$	所占比例	32%	33%	33%	32%	32%	32%
$0 < \Delta E^*$	织物数量	23	23	23	9	9	9
$\leq 1$	所占比例	35%	35%	35%	14%	14%	14%

表4说明,在两种条件下,使用3种洗涤剂预处理织物,1/3以上织物洗后会产生较明显的色差;洗涤剂在织物上作用时间长,有显著色差的织物的数量增加约20%。

## 2.2 含偶氮染料-VD 的洗涤剂对不同纤维成分的织物色差的影响

为了分析含偶氮染料-VD 的洗涤剂对不同纤维成分织物色差的影响,本文在数据分析过程中控制其他变量,筛选出部分织物,对比分析  $\Delta E^*$ 。图1表明,对于平纹织物,经洗涤剂预处理并洗涤后,43#丝织物的色差最大,棉76#和粘胶织物36#次之,涤纶织物35#色差最小。图2表明,对于斜纹织物,经洗涤剂预处理并洗涤后,涤纶织物11#的色差最小,棉45#、棉74#和粘胶织物37#的色差较大。

总体而言,使用含有偶氮染料-VD 的洗涤剂预处理,棉、粘胶等纤维素纤维类织物以及蚕丝织物更易产生色差。

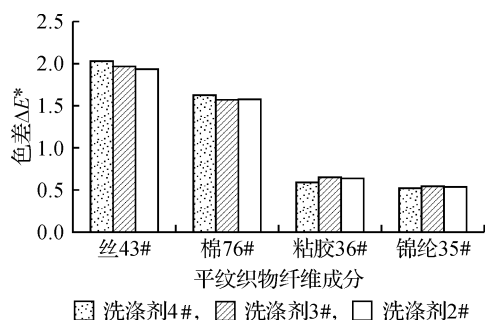


图1 丝、棉、粘胶、锦纶平纹织物预处理 5 min 时的色差

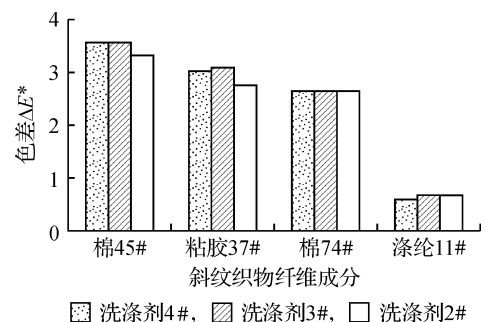
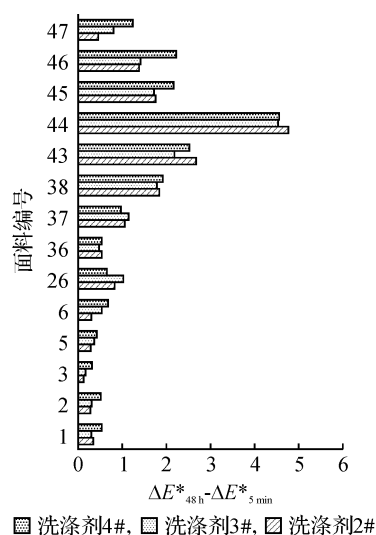


图2 棉、粘胶、涤纶斜纹织物预处理 5 min 时的色差(棉 74# 含有荧光增白剂,未预洗 5 min 时的色差)

### 2.3 预处理时间对织物色差的影响

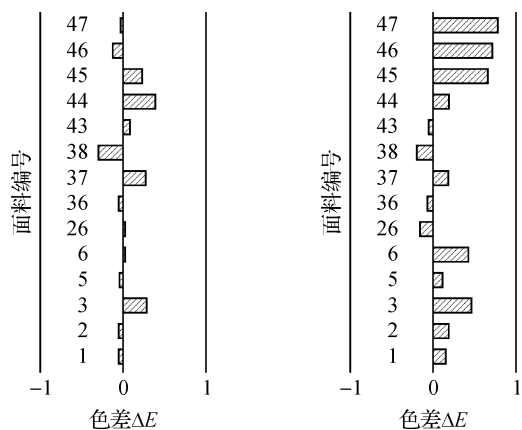
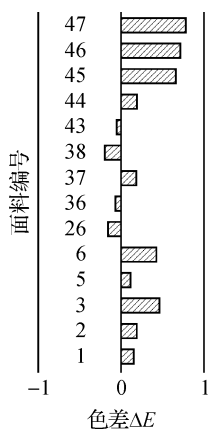
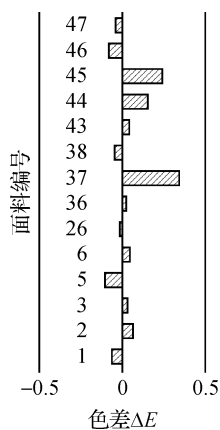
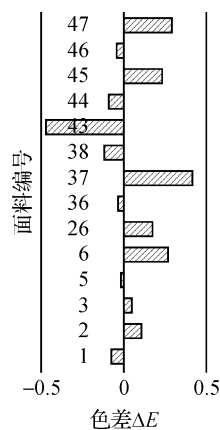
为了对比不同的预处理时间对色差的影响,将部分白色纤维素纤维和丝织物预处理 48 h 的色差( $\Delta E_{48h}^*$ )减去预处理 5 min 的色差( $\Delta E_{5min}^*$ ),差值规律如图 3 所示。若 $(\Delta E_{48h}^* - \Delta E_{5min}^*) > 0$ ,则说明洗涤剂与织物接触 48 h 时的色差大于接触 5 min 时的色差;若 $(\Delta E_{48h}^* - \Delta E_{5min}^*) < 0$ ,则说明洗涤剂与织物接触 48 h 时的色差小于接触 5 min 时的色差。

图 3 显示,纤维素纤维织物和丝织物的  $\Delta E_{48h}^* - \Delta E_{5min}^* > 0$ ,说明随着与洗涤剂接触时间的增加,织物产生的色差更明显。

图3  $\Delta E_{48h}^* - \Delta E_{5min}^*$ 

### 2.4 洗涤剂中偶氮染料-VD 的浓度对织物色差的影响

为分析含有不同浓度的偶氮染料-VD 的洗涤剂预处理织物产生色差的差异,计算滴加含有不同浓度偶氮染料-VD 的洗涤剂位置点的色差差值,结果如图 4~图 7。由图可知 $(\Delta E_{4\#}^* - \Delta E_{2\#}^*)$ 和 $(\Delta E_{3\#}^* - \Delta E_{2\#}^*)$ 的值,差值一般在 $(-1, 1)$ 之间,且变化趋势不稳定。这说明滴加 2# 洗涤剂位置的色差值与 3#、4# 相差不大。可能洗涤剂中所含的偶氮染料-VD 并不是使织物产生色差的唯一原因,洗涤剂中的其他成分如荧光增白剂等吸附到织物上改变织物的白度,也会使织物产生色差。同时,滴加洗涤剂的位置,洗涤作用较强,可能会将织物上原本含有的物质(如杂质、荧光增白剂、染料等)从织物表面分离下来,产生一定程度的色泽改变。

图4 预处理 5 min( $\Delta E_{4\#}^* - \Delta E_{2\#}^*$ )图5 预处理 48 h( $\Delta E_{48h}^* - \Delta E_{2\#}^*$ )图6 预处理 5 min( $\Delta E_{3\#}^* - \Delta E_{2\#}^*$ )图7 预处理 48 h( $\Delta E_{38h}^* - \Delta E_{2\#}^*$ )

### 3 偶氮染料-VD 对织物色差的影响分析

偶氮染料-VD 是一种偏蓝紫色染料,能吸收黄光,其上染织物后显蓝紫色,虽然洗涤剂中所含的偶氮染料-VD 并不是使织物产生色差的唯一原因,但是观察洗涤后织物的表面,织物滴加洗涤剂的部位呈淡蓝色。 $b^*$  表征织物的黄蓝值,为分析洗涤剂中所含的偶氮染料-VD 对织物的影响,计算滴加 3#、4# 洗涤剂位置的  $b^*$  值减去滴加 2# 洗涤剂位置的  $b^*$  值之差,即  $b^*_{(4\#-2\#)}$  和  $b^*_{(3\#-2\#)}$  的值。若  $\Delta b^* < 0$ ,说明织物的色泽变蓝。图 8 为四种洗涤条件下  $\Delta b^*$  变化规律,结果表明,大部分织物的  $\Delta b^* < 0$ ,说明织物上滴加 3#、4# 洗涤剂位置的色泽比 2# 位置点的色泽偏蓝。由此可得出,洗涤时偶氮染料-VD 会上染织物,引起织物色泽的改变。

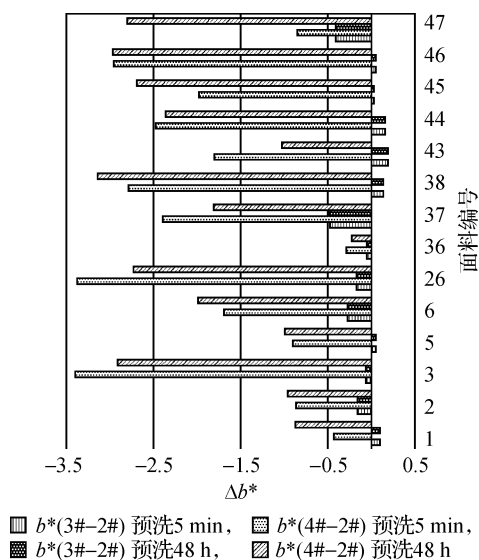


图 8 3 种洗涤条件下  $\Delta b^*$  变化规律

洗涤剂中偶氮染料-VD 分子所含有的氨基和偶氮结构等基团能与纤维素大分子上的羟基形成氢键,偶氮染料-VD 分子中的羟基也能与纤维上的氨基、羟基形成氢键,提高染料的亲和力或直接性,提高染色牢度。且偶氮染料-VD 的分子线性狭长,能与纤维有较大面积的紧密接触,增加与纤维的范德华力的结合。蚕丝纤维的基本组成物质是蛋白质,既含有氨基又含有羧基,偶氮染料-VD 对蚕丝的上染和固着机理与纤维素纤维相似,也是主要通过氢键和范德华力与纤维结合。涤纶、锦纶等为疏水性纤维,偶氮染料-VD 分子较大,在涤纶等纤维中的扩散性较差,上染百分率低。因此,含有偶氮染料-VD 的洗涤剂对纤维素和蚕丝纤维织物上造成的影响大于对涤纶等合成纤维的影响。

当洗涤剂中的偶氮染料-VD 分子与纤维表面分子链段间的距离足够近,且分子间作用力足够大时,染料就被吸附到纤维表面,吸附速度通常很快<sup>[9]</sup>。之后偶氮染料-VD 从纤维表面向内部扩散,因为染料分子结构较大,在向纤维内部扩散的过程中会受到较大的阻力,以及偶氮染料-VD 分子与纤维分子之间的范德华力和氢键作用,在孔道内壁不断发生吸附与解吸,随着时间的推移,最终达到或接近动态平衡<sup>[10]</sup>。实验预处理 5 min 时,染色过程处在上染吸附阶段,偶氮染料-VD 吸附在纤维表面,未达到上染平衡。预处理 48 h,染色达到平衡,纤维上的偶氮染料-VD 上染量达到平衡吸附量,此时染料上染量大于未平衡时的上染量,  $\Delta E^*_{48h}$  大于  $\Delta E^*_{5min}$ 。同时,织物与洗涤剂接触时间越长,洗涤剂中的其他成分对织物的影响也越大,这两方面的因素造成织物的色差随着时间的延长而更加明显。

### 4 结 论

使用含偶氮染料-VD 的洗涤剂预处理,会引起 1/3 以上织物在预处理处产生较明显的色差;引起棉、丝、粘胶织物出现较明显的色差,特别是当预处理较长时间时。洗涤剂中偶氮染料-VD 在预处理时会会上染织物,对织物的色泽改变有一定的影响,但可能并不是织物产生色差的唯一因素。由于本研究考察的  $\Delta E^*$  表征的颜色差异包含了色调、明度、饱和度三个参考数的差异,因此,除了染料外,其他能引起明度、饱和度变化的因素都能导致色差  $\Delta E^*$ ,因此洗涤剂洗涤引起织物色差的更深层原因,还有待进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 郑翔龙, 林尚鹏. 国内外洗衣液市场及技术发展综述[J]. 日用化学品科学, 2010, 33(5): 42.
- [2] 上海市纺织工业局《染料应用手册》编写组. 染料应用手册: 第 10 分册 酞菁、苯胺黑、染料与荧光增白剂[M]. 北京: 纺织工业出版社, 1983-1985: 92-96.
- [3] 丁毅, 陈沛, 李永强, 等. 含 Vivo 增深洗涤剂对棉织物洗涤增深效果的探究[J]. 现代纺织技术, 2012(3): 14-17.
- [4] 杨晓娅, 周秋宝. 家用洗涤剂对洗涤织物的荧光作用[J]. 丝绸, 2012, 49(4): 24-26.
- [5] Schultz B, 徐亚林, 陈霞. 洗涤剂和织物白度及其测试方法[J]. 中国洗涤用品工业, 2006(4): 71-73.
- [6] Burkinshaw \* S M, Gotsopoulos A. Pretreatment of cotton to enhance its dye ability; part 2. direct dyes[J].

- Dyes and Pigments, 1999, 42: 179-195.
- [7] CIE. Color 2nd Edition. CIE Publ. No. 15. 2: 1986. Central Bureau of the CIE, Vienna, Austria, 1986.
- [8] 张翊. CIE 1976 $L^* a^* b^*$ 色空间 PVC-U 型材颜色测量中的应用[J]. 分析与测试, 2007(5): 32-36.
- [9] 隋淑英, 许长海, 王炳, 等. 竹纤维的染色动力学性能研究[J]. 印染, 2006, 1(1): 11-15.
- [10] 宋心远. 染色理论概述: 一[J]. 印染, 1984, (1): 48-53.

## Risk Assessment of Chromatic Aberration of Fabrics Pretreated by Liquid Detergent Containing Azo Dye-VD

LI Lu<sup>1</sup>, WANG Ji-ping<sup>2</sup>, DING Xue-mei<sup>1</sup>

(1. Fashion & Art Design Institute, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2. School of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Adding azo dye-VD to household detergent can whiten fabrics, but will cause chromatic aberration and leave shadow on fabrics while used for local pretreatment before washing, which will influence the appearance of fabrics. This paper studies the risk of chromatic aberration of using this household detergent to pretreat fabrics, analyzes the rule of fiber composition of fabrics, pretreatment time with detergent and azo dye-VD concentration and chromatic aberration change of fabrics and conducts mechanism analysis. The result shows that over 1/3 fabrics will have apparent chromatic aberration in the part subject to pretreatment with detergent containing azo dye-VD; cellulosic fiber fabrics and silk fabrics are easier to have chromatic aberration; the longer the pretreatment time, the more apparent the chromatic aberration; azo dye-VD will dye fabrics during pretreatment, but is not the only reason of chromatic aberration of fabrics. The research result will provide theoretical basis for the development of washing assistant in household detergent and provide basis for reasonable use of azo dye-VD.

**Key words:** dye; washing pretreatment; detergent; chromatic aberration

(责任编辑: 许惠儿)