

文章编号: 1673-3851 (2011) 03-0343-04

超声波预处理对真丝织物污渍的去除及性能影响

尤丽霞, 赵小泷, 周文龙

(浙江理工大学材料与纺织学院, 杭州 310018)

摘 要: 研究超声波预处理对真丝织物的去污效果。选用日常生活中较难去除的红酒为污渍,采用浸轧法制备颜色稳定的红酒污渍布,经超声波处理后评价其去污效果。结果表明:采用的浸轧工艺能够制备出颜色稳定的污渍布;与温水浸泡对比,超声波预处理对红酒污渍的清洗效果很好;且超声波处理对织物的机械损伤小于洗衣机实际洗涤;超声波处理后织物结晶度下降很少,而且影响真丝织物的热稳定性很小。

关键词: 超声波预处理; 真丝织物; 污渍去除; 拉伸强度; 结晶度; 热稳定性

中图分类号: TS195. 644 **文献标识码:** A

0 引 言

真丝是最重要的天然纤维之一,其织物由于具有华丽的外观、柔软滑爽的手感、好的透气性和良好的可穿着性,从而赢得了“纤维皇后”的美誉。然而真丝织物湿态弹性差,在实际洗涤过程中容易造成织物起皱。如何将真丝织物从手洗中解放出来,依然是织物洗涤新方法开发的主要课题。其中预处理(俗称预洗)是提高洗涤效率的有效方法之一。目前洗涤预处理有多种方法,最常见的是浸泡(含常温和升温)处理,可以提高家用洗涤效率,减少洗衣粉和水的用量,节能降耗。

超声波是频率高于 16 kHz 的声波,以清洗为目的的超声波频率一般为 20~120 kHz^[1]。超声清洗主要是利用其空化效应。理论推断及实验表明:清洗液在超声波的作用下,会产生空化气泡,在气泡崩溃的瞬间,局部可产生达几千个标准大气压的高压并伴有强大的冲击波和高速的射流^[2]。超声空化在固体和液体表面上所产生的高速微射流能够除去或削弱边界污层,腐蚀表面,增加搅拌作用,加速可溶性污物的溶解,强化化学清洗剂的清洗作用^[3]。超声波去污主要包含以下几个过程:可溶性污渍与洗涤液间的化学作用,即可溶性污渍溶解在清洗液中脱离清洗物件;超声空化作用使不容性污渍脱落等^[4]。

本文主要研究超声波预处理对真丝织物上红酒污渍的去除效果,探索超声波处理对真丝织物的去污特性及性能的影响。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

真丝织物,织物克重 41.125 g/m²,织物经密 575 根/10 cm,纬密 383 根/10 cm。洗涤剂为市售普通蓝月亮丝毛净洗衣液(专业护理丝绸,广州蓝月亮实业有限公司生产)。污渍为市售长城干红高级精选葡萄酒(中粮有限公司制造)。

1.2 污渍浸染

裁剪真丝织物试样 30 cm×13 cm,把织物完全浸没在红酒污渍中 30 s,取出后在 PAO 型电动小轧机

收稿日期: 2010-12-15

作者简介: 尤丽霞(1986-),女,江西景德镇人,硕士研究生,主要从事新型功能材料的研究。

(台湾 RAPID 公司生产)上浸轧(压力为 1.96×10^6 Pa),两浸两轧后带液率为 97%左右,置于 M-Tenter 型连续式烘干机(台湾 RAPID 公司生产)上烘干,备用。

1.3 超声波处理

采用 JK-3200DB 型数控型超声波清洗器(合肥金尼克机械制造有限公司),频率为 28 kHz,设备超声功率为 100~200 W($0.44\sim1.22$ W/cm²)可调。超声波处理:采用 40℃的自来水,洗衣液浓度 1.5 g/L,控制浴比为 1 000:1,加入处理织物,在一定的超声功率下处理一定的时间。

1.4 温水浸泡处理

温水浸泡处理作为超声波处理的对比处理形式。采用 40℃的自来水,洗衣液浓度 1.5 g/L,控制浴比为 1 000:1,加入处理织物,再浸泡处理一定的时间。

1.5 实际洗涤

实际洗涤采用 Electrolux-EWS850 全自动滚筒洗衣机,程序为 30℃丝绸轻柔档洗涤 30 min,冷水漂洗 30 min,洗涤剂 27 g,陪洗布 880 g,洗衣机洗涤一次进水量为 8 L,洗涤剂为市售普通蓝月亮丝毛净洗衣液。

1.6 洗涤后织物的参数测定

采用美国 SF600X 测色光谱仪测定污渍上染后真丝织物的 $L^*a^*b^*$ 参数、K/S 值、CIE 白度值和色差。其中 L^* 为明度坐标, a^* 为红绿坐标, b^* 为黄蓝坐标。 K/S 值用来表征物体表面的颜色深度, K/S 值越大,颜色越深^[5]。在 GB/T17759—1999《白度的表示方法》中,白度定义为物体白色的程度,白度值越大,则越白^[6]。采用 SF600X 测色光谱仪测定真丝织物洗涤前后的色差 ΔE ,它是明度差、彩度差、色相差三个差值的综合指标^[5]。

1.7 织物强度测定

采用 YG065 型电子织物强力仪,参照 GB/T3923.1—1997 标准进行织物强度的测定。每个数据为 6 个测定样品的平均值。具体测定条件为:上下夹持距离 200 mm,拉伸速度 100 mm/min。测试样测试前放入恒温恒湿室(温度(20±2)℃,相对湿度 65%±5%)的条件下至少平衡 24 h。

1.8 真丝织物结晶性能分析

采用 Bruker's AXS D8 DISCOVER X-射线衍射仪记录 $\theta\sim2\theta$ 扫描图谱,X-射线源为 Cu K α , $\lambda=0.154\,06$ nm,管电压 40 kV,管电流 30 mA,扫描速度 2°/min,从 2θ 的 2°到 45°进行扫描,得出的图谱通过 XRD 的 JADE5.0 软件分析,计算结晶度。

1.9 真丝织物热性能分析

采用 PerkinElmer Pyris 1 型 TGA(美国 Perkin2 Elmer 公司)分析。测试条件:氮气流量为 20 mL/min,升温速率为 10℃/min,测量温度范围为 30~750℃。

2 实验结果与讨论

2.1 红酒污渍浸轧(上染)的均匀性

表 1 为真丝织物浸轧亲水性污渍红酒后的各项色泽参数。为了研究红酒上染的均匀性,待浸轧工艺基本稳定后,对红酒污渍随机浸轧 5 块织物试样进行试验。用统计学的方法分析样本的变异系数(coefficient of variance,简称为 CV)。

由表 1 可知,真丝织物浸轧红酒污渍后, L^* 值变异系数最小,为 0.41; K/S 变异系数最大,为 3.55。但总体来看,红酒污渍浸轧织物各项参数的变异系数离散范围较小,因此可以认为红酒污渍对真丝织物的浸轧是基本均匀的。

2.2 超声波处理对红酒污渍去除的影响

洗涤后污渍去除的性能一般可以通过 K/S 值测定,考察 K/S 值的减小情况来评定。由于本研究自制

表 1 红酒污布上染均匀性

污布试样	L^*	a^*	b^*	K/S	CIE 白度
1	76.66	8.77	0.38	0.235	49.86
2	77.00	8.47	0.36	0.228	50.17
3	76.20	8.27	0.37	0.244	49.53
4	76.52	8.11	0.35	0.231	50.09
5	76.30	8.27	0.37	0.222	50.33
平均数	76.536	8.378	0.366	0.232	49.996
标准差	0.316	0.254	0.011	0.008	0.311
变异系数/%	0.41	3.03	3.12	3.55	0.62

的各种污渍布 K/S 值较小,用 K/S 值的变化评价洗涤性能并不科学,因而本文采用文献[2]的方法,在假定洗涤剂 and 洗涤过程不会使污渍的色泽发生变化的情况下,用色差进行洗涤性能的评价,色差越大,洗涤性能越好。

图 1 为浸轧红酒污渍后,经不同洗涤方式处理,真丝织物色差随处理时间的变化曲线。由于真丝织物湿弹性差,易起皱,在现实生活中一般不采用洗衣机洗涤而直接人工手洗,但手洗随机误差大,因此本实验仍采用洗衣机洗涤。

从图 1 可以看出,超声波预清洗效果较温水浸泡预洗好得多,两者有相当大的差距,其色差肉眼就能够很清楚地看出来。处理 10 min 之后仅有超声波预洗的效果可以直接与无预洗的实际洗涤相比,且已经超过了温水浸泡预洗+实际洗涤的效果。同时,随着超声波预处理时间的延长,污渍去除效果更好,但其色差增长趋势随时间的延长逐渐趋缓。另一方面,与无预洗实际洗涤效果相比,从超声波预洗+实际洗涤,与温水浸泡预洗+实际洗涤的曲线可以看出,超声波预洗促进了实际洗涤的效果,温水浸泡预处理实际洗涤的效果随时间延长仍然没有超过无预洗实际洗涤。

2.3 真丝织物洗涤前后的机械性能

由图 1 可知,30 min 的超声波预洗完全可以达到实际洗涤的效果,因此可以把 30 min 作为一次超声波洗涤,实际洗涤采用洗衣机洗涤。超声波洗涤和实际洗涤都为连续洗涤,每次洗涤之间未进行烘干,分别进行 15 次洗涤。

图 2 为真丝织物处理前后其拉伸强度保持率的变化。图 2 可以看出,随着洗涤次数的增加,织物经纬向强度保持率都呈现下降趋势。超声波洗涤 15 次经纬向强度保持率分别为 82% 和 87%,实际洗涤经纬向强度保持率分别为 79% 和 82%。相比而言,超声波处理对织物的强度损伤要小一些。

2.4 超声波处理对真丝织物结晶性能的影响

为研究超声波处理对纤维聚集态结构的影响,对处理前后织物进行 XRD 测试,图 3 为真丝织物处理前后 XRD 图谱。

图 3 可以看出,真丝纤维经两种不同方式处理前后其 X 射线衍射曲线形状相似,包括真丝原样其三条曲线中各衍射峰的衍射角基本相同,分别在 8.5° 和 20.7° 左右,说明温水浸泡处理和超声波处理都不会引起真丝纤维内部细微结构本质上的变化。但比较三者 X 衍射曲线的强度,发现处理后的真丝纤维的 X 衍射强度比真丝原样稍低。根据 X 射线强度曲线拟合计算纤维结晶度的方法,可以得出真丝原样、温水浸泡 300 min 和超声波处理 300 min 的结晶度分别为 31.1%、28.4%、27.9%,超声波处理后结晶度最低,但与温水浸泡处理很接近。该实验数据表明,超声波处理并未影响纤维内部细微结构本质上的变化。

2.5 超声波处理对真丝织物热稳定性能的影响

真丝主要由蛋白质组成,氨基酸分子中氨基与羧基脱水缩合形成酰氨键;在受热时,主要失重发生在两个温度区域,产生热裂解,裂解产物有固态物质、液态物质和气体物质^[7]。热重分析结果见图 4。图 4 可知,

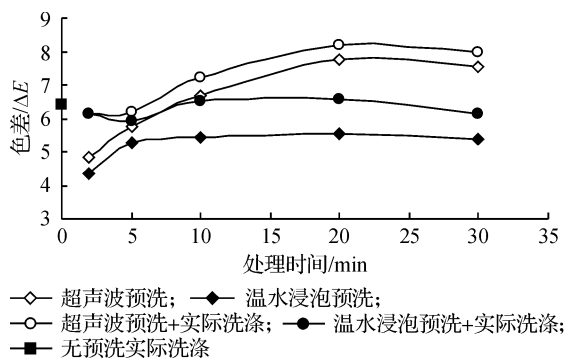


图 1 超声波处理对红酒污渍去除的影响

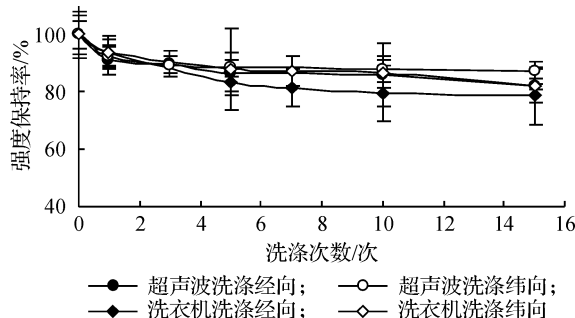


图 2 超声波处理对真丝织物拉伸强度的影响

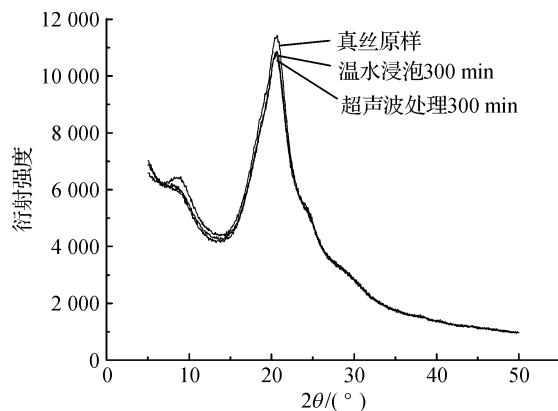


图 3 真丝织物处理前后 XRD 图谱图

在低温区有一个脱水的过程,原样和两种方式处理过的真丝样品 TGA 曲线基本一致;在质量锐减的第二阶段,温水浸泡处理后的失重率较原样增加了 3%左右,而经超声波处理后的失重率增加了 5%左右。在第三裂解阶段,真丝经温水浸泡处理和超声波处理后其裂解温度都有所下降,经超声波处理后甚至降低了 8℃左右。这些现象都说明经超声波处理和温水浸泡后纤维的热稳定性有所降低。这可能是由于超声波空化效应产生的能量扩大了纤维高聚物的无定形区,使纤维高聚物的分子链更加柔顺、蓬松,从而降低了纤维的热稳定性。由此可以得出结论,超声波处理和温水浸泡处理都只在很小程度上影响真丝织物的热稳定性,其变化并不明显。

3 结 论

采用浸轧(上染)工艺能够制备出颜色深度均匀的污布,满足研究的要求。相对于温水浸泡预洗而言,超声波预洗对真丝织物上红酒污渍的去除有明显的优势,超声波预处理 10 min 后的洗涤效果可以达到直接实际洗涤和温水浸泡预洗后实际洗涤的效果。超声波处理对织物的断裂强力损伤小于洗衣机实际洗涤。超声波处理后织物结晶度下降很少,也不会影响纤维内部细微结构的变化,且很小程度地影响真丝织物的热稳定性。

参考文献:

[1] Canoglu S, Gultekin B C, Yukseloglu S M. Effect of ultrasonic energy in washing of medical surgery gowns[J]. Ultrasonics, 2004, 42: 113-119.
[2] Hurren C, Cookson P, Wang Xungai. The effects of ultrasonic agitation in laundering on the properties of wool fabrics[J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2008, 15: 1069-1074.
[3] 李雅莉. 超声波清洗的原理和实际应用[J]. 清洗世界, 2006, 22(7): 31-35.
[4] Niemczewski B. Observations of water cavitation intensity under practical ultrasonic cleaning conditions[J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2007, 14: 13-18.
[5] 董振礼, 郑宝海. 测色与计算机配色[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2007: 121, 48.
[6] 张清文, 刘 忠. 关于白度、ISO 亮度与 D65 亮度[J]. 中国造纸, 2005, 24(6): 56-57.
[7] 伏宏彬. 真丝织物化学接枝改性后的结构和热性能[J]. 四川纺织科技, 2003(3): 11-13.

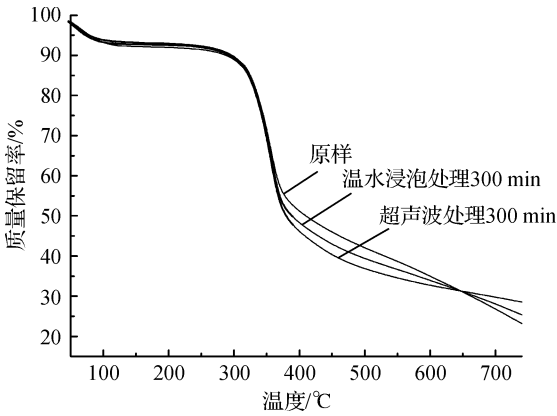


图 4 真丝织物处理前后 TGA 图谱

Effect of Ultrasonic Pretreatment on the Stain Removal and Properties of Silk Fabric

YOU Li-xia, ZHAO Xiao-shuang, ZHOU Wen-long

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

Abstract: In order to study the effect of ultrasonic treatment on the stain removal of silk fabric, the red wine stain which is difficult to remove in daily life had been padded (dyed) on silk fabric, evaluating the effect of stain removal after ultrasonic treatment. The study shows that: the padding (dyeing) process used in this paper can prepare even soiled cloth which can meet the use for the study; compared with warm water pretreatment, ultrasonic treatment has good effect on red wine stained silk fabric cleaning; and the ultrasonic treatment has less damage to silk fabric than the home laundering; the crystallinity decreases little after ultrasonic treatment, and only influences the thermal stability of silk fabrics to a small extent.

Key words: ultrasonic pretreatment; silk fabric; stain removal; tensile strength; crystallinity; thermal stability

(责任编辑: 张祖尧)