

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017070060505

# 经常压等离子体预处理后羊毛织物的数码印花工艺

朱卫华<sup>1</sup>, 刘义东<sup>2</sup>, 陈世军<sup>2</sup>

(1. 东莞职业技术学院, 广东 东莞 523808; 2. 东莞凯威针织制衣有限公司, 广东 东莞 523570)

**摘要:** 针对常压等离子体预处理后的羊毛织物进行数码印花前处理及后期汽蒸工艺的研究。通过分析浆料用量及汽蒸时间对羊毛织物印花表现色深值及色牢度的影响因素, 得到羊毛织物在常压等离子体预处理后数码印花的最优工艺。实验结果表明: 对羊毛织物进行常压等离子体预处理, 能够提高羊毛织物数码印花的表现色深值 ( $K/S$  值), 提升数码印花的品质; 且羊毛织物干、湿耐摩擦色牢度可分别达到 4 级和 3 级以上, 耐皂洗色牢度可以达到 4~5 级。羊毛织物常压等离子体预处理后数码印花最优工艺为: 海藻酸钠 2%~3%、尿素 6%~7%、硫酸钠 7%~8%、甘油 4%~6%、硫酸铵 1%~2%; 在汽蒸温度 100 °C、相对湿度 100% 条件下汽蒸时间为 70 min。

**关键词:** 数码印花; 羊毛织物; 常压等离子体; 工艺研究

中图分类号: TS 199

文献标志码: A

## Study on digital printing technology of wool fabric after pretreatment with the normal pressure plasma

ZHU Weihua<sup>1</sup>, LIU Yidong<sup>2</sup>, CHEN Shijun<sup>2</sup>

(1. College of Dongguan Polytechnic, Dongguan, Guangdong 523808, China;

2. Dongguan Kaiwei Knitting Co., Ltd., Dongguan, Guangdong 523570, China)

**Abstract:** The pretreatment and steaming technique of wool fabric with normal pressure plasma treatment for digital printing was studied. By analyzing the dosage of sizing agent and steaming time on color depth and fastness, the optimized process for the digital printing of wool fabrics with normal pressure plasma treatment was obtained. Results showed that normal pressure plasma treatment can improve the color depth ( $K/S$ ) value and quality of digital printed wool fabric; The dry and wet rubbing fastness of wool fabric can reach level 4 and above, the fastness of soap washing can reach 4~5 level. The optimized parameters for the digital printing of wool fabrics after the pretreatment of the normal pressure plasma: (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>6</sub>Na)<sub>n</sub> 2%~3%、CON<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 6%~7%、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 7%~8%、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub> 4%~6%、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%~2%; The steaming time was 70 min at 100 degrees celsius and relative humidity of 100%.

**Keywords:** digital printing; wool fabrics; the normal pressure plasma; technical study

羊毛纤维是蛋白质纤维, 其织物拥有良好的弹性、光泽度、吸湿性、保暖性、抗皱性及耐磨性等特点<sup>[1]</sup>。羊毛纤维的鳞片层使其具有一些优良的性能, 也阻碍了染料向其内部扩散和吸收的能力。羊毛织物的前处理是改善羊毛纤维品质的关键工序,

目前, 对羊毛纤维表面鳞片层的前处理方法主要有氯化法、双氧水加生物酶法及等离子体法<sup>[2]</sup>, 前二者存在着高污染、高耗能、高成本及易损伤等问题, 等离子体处理技术具有低污染、低耗能、低用水、易控制及操作简单的优点<sup>[3]</sup>。

数码印花相对于传统印花技术, 具有能耗低、用水少、污染低、周期短、色彩艳及花型多等优点。随着人们对毛织物的需求趋向多样化、小批量及个性化, 数码印花技术在毛织物的应用越来越广泛。本文针对常压等离子体预处理后的毛织物进行数码印花前处理及后期汽蒸工艺方面的研究, 通过分析浆

收稿日期: 2017-07-10

基金项目: 东莞市社会发展项目(2017507156401); 东莞职业技术学院科研基金资助(2017a09)

第一作者简介: 朱卫华, 副教授, 硕士, 研究方向为服装工程与服装艺术。E-mail: 113565781@qq.com。

料用量及汽蒸时间对毛织物印花表观色深值及色牢度的影响,得到毛织物在常压等离子体预处理后数码印花的最优工艺。

### 1 实验部分

#### 1.1 实验材料

织物:100%羊毛织物,面密度 220 g/m<sup>2</sup>。

墨水:活性品红。

试剂:海藻酸钠,尿素,硫酸钠,丙三醇,硫酸铵,渗透剂 JFC,弘尼德尔 SW ECO 洗涤剂。

#### 1.2 实验仪器

APP-100 常压等离子体处理设备(中国科学院嘉兴微电子仪器与设备工程中心),Ultra Scan PRO 测色仪(美国 Hunter Lab 公司),ATLAS-LEF-launder-ometers 洗水色牢度机(美国 SDL ATLAS 公司),ATLAS-CM-1 摩擦器(美国 SDL ATLAS 公司),汽蒸箱(瑞士 Mathis 公司),SIP-160FZL 数码印花机(日本岛精公司)。

#### 1.3 实验方法

##### 1.3.1 常压等离子体处理方法

等离子体处理工艺参数设定为:输出功率 55 W,处理时间 1.2 min,气体流速 1.6 L/min,气隙间距 2.5 mm,毛织物常压等离子体处理工艺流程如图 1 所示。

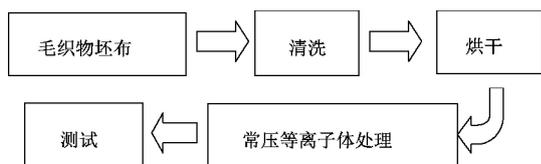


图 1 毛织物常压等离子体处理工艺流程

##### 1.3.2 数码印花工艺流程

羊毛织物的数码印花工序繁杂,其工艺流程见图 2<sup>[4]</sup>。

##### 1.3.3 数码印花前处理工艺浆料配比

毛织物数码印花前处理工艺中浆料配比为:海藻酸钠 0~4%,尿素 0~8%,硫酸钠 0~9%,丙三醇 0~7%,硫酸铵 0~7%。

#### 1.4 测试方法

##### 1.4.1 毛织物表观色深值

应用 Ultra Scan PRO 测色仪对常压等离子体预处理后的数码印花毛织物进行表观色深值测试。本文测试使用 D65 光源和 10° 观察角,用 K/S 值来表征表观色深值,K/S 值越大则色深值越高,表明毛织物颜色越深,数码印花效果越好<sup>[5]</sup>。

##### 1.4.2 毛织物印花色牢度

按照 GB/T 3291—2008《纺织品 色牢度试验

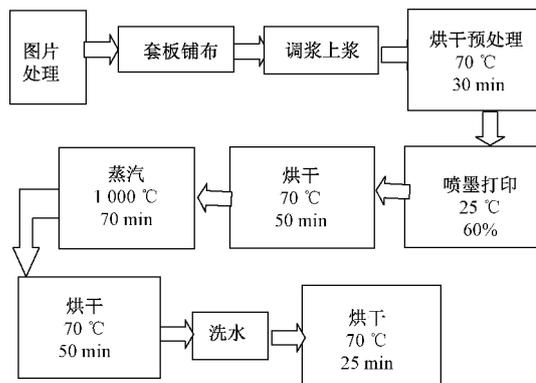


图 2 毛织物数码印花工艺流程

耐皂洗色牢度》,对常压等离子体预处理后的数码印花毛织物进行耐皂洗色牢度测试;按照 GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》对常压等离子体预处理后的数码印花毛织物进行耐摩擦色牢度测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 海藻酸钠用量的优选

按照 1.3.1、1.3.2 工艺流程,前处理保持尿素 6%、硫酸钠 7%、丙三醇 4%、硫酸铵 1% 等用量不变,通过改变海藻酸钠的用量,研究海藻酸钠用量对毛织物表观色深值的影响。海藻酸钠用量对毛织物 K/S 值的影响如表 1 所示。

表 1 海藻酸钠用量对毛织物 K/S 值的影响

海藻酸钠用量 / %	K/S 值
0	18.0
0.5	18.6
1.0	19.3
1.5	20.6
2.0	22.8
2.5	23.0
3.0	22.8
3.5	20.4
4.0	20.2

由表 1 可知,当海藻酸钠用量在 0~1.5% 之间时,毛织物 K/S 值低于 21;当海藻酸钠用量在 2%~3% 之间时,K/S 值在 22~23 之间,表明此时毛织物表观色深值最大,印花效果最好,主要原因是海藻酸钠分子中含有羟基,且为仲羟基,具有良好的抱水性<sup>[6]</sup>;随着海藻酸钠用量继续增大到 3.5%~4.0% 时,K/S 值反而减小,说明海藻酸钠用量过多导致浆膜较厚,影响了染料向毛织物纤维内部上染和扩散<sup>[7]</sup>,印花效果反而减弱。综上可得出,海藻酸钠的最优用量在 2%~3% 之间。

## 2.2 尿素用量的优选

前处理保持海藻酸钠 2.5%、硫酸钠 7%、丙三醇 4%、硫酸铵 1% 等用量不变,通过改变尿素的用量,研究尿素用量对毛织物外观色深值的影响。尿素用量对毛织物  $K/S$  值的影响如表 2 所示。

表 2 尿素用量对毛织物  $K/S$  值的影响

尿素用量 / %	$K/S$ 值
0	16.2
1	18.6
2	19.5
3	20.3
4	21.2
5	22.2
6	23.8
7	23.4
8	20.2

尿素作为稀释剂、润湿剂、渗透剂及膨化剂在毛织物的数码印花中起到重要作用,在汽蒸过程中,尿素会大量吸湿引起毛纤维溶胀,并拆散氢键使染料能够快速渗透到毛纤维内部并发生反应<sup>[8]</sup>。由表 2 可以看出,当尿素用量为 0 时,毛织物的  $K/S$  值较低,随着用量增加, $K/S$  值显著提高,当尿素用量达到 6% 时, $K/S$  值达到 23.8 为最大,当用量继续上升时  $K/S$  值反而有所下降。综上可知,尿素最优用量范围为 6% ~ 7% 之间。

## 2.3 硫酸钠用量的优选

硫酸钠 pH 值为 7,呈中性,其带有的正电荷粒子能够中和毛纤维表面的负电荷,可以降低毛纤维表面的负电性,使染料更易和毛纤维结合,起到促染作用。前处理保持海藻酸钠 2.5%、尿素 6%、丙三醇 4%、硫酸铵 1% 等用量不变,通过改变硫酸钠的用量,研究发现硫酸钠用量的变化明显影响到毛织物着色的程度。硫酸钠用量对毛织物  $K/S$  值的影响如表 3 所示。

表 3 硫酸钠用量对毛织物  $K/S$  值的影响

硫酸钠用量 / %	$K/S$ 值
0	20.4
1	20.7
2	21.0
3	21.3
4	21.5
5	21.7
6	22.0
7	23.7
8	23.8
9	23.5

由表 3 可知,硫酸钠用量增加时,毛织物  $K/S$  值呈增大趋势,硫酸钠用量从 5% 开始  $K/S$  值有明显提高,当硫酸钠用量达到 7% ~ 8% 时, $K/S$  值达到最高值,继续增加, $K/S$  值反而呈下降趋势,主要原因是当硫酸钠用量超过 8% 以后,电解质的大量存在增加染料聚集的程度,阻碍了毛纤维与染料的结合,严重时还可能造成印花不均等问题<sup>[9]</sup>。综上所述,硫酸钠最优用量应为 7% ~ 8%。

## 2.4 丙三醇用量的优选

丙三醇可用作溶剂、润滑剂、药剂和甜味剂。当甘油与尿素同时使用时可以降低助剂和染料扩散到毛纤维表面的阻力,更有利于染料与毛纤维的结合<sup>[9]</sup>。前处理中保持海藻酸钠 2.5%、尿素 6%、硫酸钠 7%、硫酸铵 1% 等用量不变,通过改变丙三醇的用量,研究发现丙三醇用量的变化明显影响到毛织物着色的程度。丙三醇用量对毛织物  $K/S$  值的影响如表 4 所示。

表 4 丙三醇用量对毛织物外观色深值的影响

丙三醇用量 / %	$K/S$ 值
0	20.3
1	21.8
2	22.5
3	23.0
4	23.2
5	23.5
6	23.5
7	23.4

由表 4 可知,当丙三醇用量为 0 时,织物  $K/S$  值较小,当丙三醇用量增加时  $K/S$  值明显增大,说明丙三醇用量对毛织物外观色深值有较大影响。当丙三醇用量达到 5% 时  $K/S$  值达到 23.5,为最大值,但是当丙三醇用量达到 6% 以后, $K/S$  值则呈下降趋势,说明丙三醇用量在此基础上继续增大不会增加  $K/S$  值,反而会导致资源的浪费。由此可知,丙三醇最优用量应在 4% ~ 6% 之间。

## 2.5 硫酸铵用量的优选

前处理中保持海藻酸钠 2.5%、尿素 6%、硫酸钠 7%、丙三醇 4% 等用量不变,通过改变硫酸铵的用量,研究发现硫酸铵用量对毛织物外观色深值的影响也比较大。硫酸铵用量对  $K/S$  值的影响见表 5。

由表 5 可知,当硫酸铵用量为 0 时,毛织物  $K/S$  值较小,印花效果较差,随着用量增加, $K/S$  值也显著增加,当硫酸铵用量为 1% ~ 2% 时, $K/S$  值达到 23,为最大值,这是因为当毛纤维表面的氨基质子化

表5 硫酸铵用量对毛织物 K/S 值的影响

硫酸铵用量 / %	K/S 值
0	20.1
1	23.0
2	23.0
3	22.0
4	21.5
5	20.8
6	21.0
7	21.2

程度增加时,毛纤维与染料反应得到提升,当硫酸铵用量达到一定值后其作用也达到稳定<sup>[10]</sup>。当硫酸铵用量达到7%时,皂洗后会产生沾色,表明硫酸铵用量过高时不但会产生资源浪费还会产生消极影响。通过上述实验可以得到硫酸铵最优用量为1%~2%。

## 2.6 汽蒸时间的优选

汽蒸是数码印花后处理中的一个工序,其温度和湿度对染色效果都会产生重要的影响。汽蒸过程中所产生的热量和水分能够对毛纤维的表面形成局部染浴,促使染料进入毛纤维内部并与纤维发生反应<sup>[11]</sup>。汽蒸时间对毛织物 K/S 值的影响见表6。

表6 汽蒸时间对毛织物 K/S 值的影响

汽蒸时间 / min	K/S 值
20	20.8
30	20.9
40	21.1
50	21.6
60	23.0
70	23.6
80	22.1
90	22.5
100	22.9

从表6可以看出,随着汽蒸时间的增加,毛织物 K/S 值在不断增加,染色效果明显好转,当汽蒸时间达到70 min时,K/S 值为23.6达到最大值,但当汽蒸时间在此基础上继续增加时,K/S 值呈下降状态,这可能是因为汽蒸时间过长会导致活性染料部分溶解,从而使毛织物表观色深值减少,染色效果变差。综上所述,汽蒸最佳时间为70 min。

## 3 等离子体处理前后数码印花织物性能对比

按照优化工艺方案(海藻酸钠2.5%、尿素

6.5%、硫酸钠5%、丙三醇4%、硫酸铵1.5%、汽蒸温度100℃、相对湿度100%、汽蒸时间70 min),对常压等离子体处理前后进行数码印花的羊毛织物性能进行测试,如表7所示。

表7 等离子体处理前后数码印花毛织物的性能对比

织物	K/S 值	耐干摩擦色牢度 / 级	耐湿摩擦色牢度 / 级	耐皂洗色牢度 / 级
未经等离子体处理	16.5	4	4	4~5
经等离子体处理	23.6	4	3~4	4~5

由表7可知,经过常压等离子体处理后毛织物的 K/S 值提高了43%,耐干摩擦色牢度及耐皂洗色牢度与未经常压等离子体处理的毛织物基本一致,耐湿摩擦色牢度略有下降,但仍保持在3级以上。说明经过常压等离子体处理后数码印花毛织物的色深值有大幅度提高,印花效果明显改善,色牢度较高<sup>[12]</sup>。

## 4 结 论

①对毛织物进行常压等离子体预处理,能够提高数码印花毛织物的表观色深值(K/S 值),提升数码印花的品质;且毛织物干、湿耐摩色牢度可分别达到4级和3级以上,耐皂洗色牢度可以达到4~5级。

②毛织物常压等离子体预处理后数码印花最优工艺为:海藻酸钠2%~3%、尿素6%~7%、硫酸钠7%~8%、甘油4%~6%、硫酸铵1%~2%;在汽蒸温度100℃、相对湿度100%条件下汽蒸时间70 min。

### 参考文献:

- [1] 李阳,沈兰萍.羊毛改性技术综述[J].现代纺织技术,2008(6):65-67.
- [2] 池海涛,李宏伟,陈英,等.氩低温等离子体与酶结合提高毛织物尺寸稳定性[J].毛纺科技,2008,37(5):1-4.
- [3] 徐畅,肖杏芳.常压等离子体对羊毛织物抗电性能的影响[J].毛纺科技,2014,42(3):34-36.
- [4] 朱卫华,刘义东,郑凤妮.数码印花在羊毛织物上的应用研究[J].毛纺科技,2015,43(4):49-55.
- [5] 李红涛.常压等离子体改性技术在羊毛织物预数码印花前处理中的应用研究[D].杭州:浙江理工大学,2013.
- [6] 赵涛.染整工艺与原理:下册[M].北京:中国纺织出版社,2009.
- [7] 董利光,刘雪洋,王建国.毛织物数码印花浆料及其工艺研究[J].毛纺科技,2009,37(12):9-13.
- [8] 董利光.羊毛织物数码印花工艺研究[D].北京:北京

- 服装学院 2009.
- [9] 余一鹤,林若莉.羊毛织物数码喷墨印花用浆的研究与应用[J].针织工业 2007(7):49-53.
- [10] 朱强.羊毛织物数码喷墨印花技术的研究[D].苏州:苏州大学 2015.
- [11] ZOHDY M H, EL-NAGGAR A M, ABDALLAH W A. Silk screen printing of some reactive dyes on gamma irradiated wool fabrics [J]. Polymer Degradation and Stability, 1997, 55(2): 185-189.
- [12] KAN C W, YUEN C M M, TSOI W Y. The deposition of printing paste on cotton fabric for digital ink-jet printing[J]. Cellulose, 2011, 18: 827-839.

## 2018 中国纺织学术年会暨第 19 届陈维稷优秀论文奖征文通知

陈维稷优秀论文奖自 1988 年由中国纺织工程学会设立以来,已成功举办 18 届,在行业内享有广泛声誉,被誉为我国纺织工业最高学术论文奖。本届年会论文征集与第 19 届陈维稷优秀论文奖的征文同时举行。论文征集和评选事项通知如下。

### 一、论文征集范围

1. 纺织基础理论研究; 2. 纤维材料高新技术; 3. 先进纺织、染整及高附加值纺织品加工技术; 4. 绿色制造技术; 5. 高性能产业用纺织品加工关键技术; 6. 先进纺织装备; 7. 纺织信息化技术; 8. 高新技术在纺织品及服装加工中的应用; 9. 智能纺织; 10. 其他相关技术。

### 二、论文提交细则

作者在中国纺织工程学会官网(www.ctes.com.cn) 2018 中国纺织学术年会页面提交论文。提交论文注意事项:

1. 论文格式参见中国纺织工程学会官网上 2018 中国纺织学术年会“下载中心”中“征文模板”。
2. 作者须在官网在线注册后提交 Word 格式的论文,论文投稿截止日期:2018 年 7 月 31 日。

### 三、论文奖励

1. 按照《“陈维稷优秀论文奖”评审条例》将评出 10~15 篇优秀论文,获奖作者在 2018 中国纺织学术年会的颁奖仪式上领取荣誉证书和奖金。获奖论文将自动进入中国纺织工程学会“优秀论文储备库”,成为中国纺织工程学会向更高级别奖项推荐的候选论文。

2. 为使论文作者能更充分地进行现场交流,本届年会将为论文作者提供墙报展示,并在会上评选出“优秀墙报”论文,颁发荣誉证书。

3. 获奖论文及获得较好盲评评价的论文,将推荐到《纺织学报》(Ei 收录)或《毛纺科技》《纺织高校基础科学学报》快速发表。

### 四、联系方式

联系人:蔡倩 舒伟

电话:010-65017711 65917740

电子邮箱:ctesctac@126.com