

激光表面刻蚀处理在毛涤混纺织物上的应用

苑国祥^{1,2,3}, 姜绶祥⁴, Domenico Luzzi⁵

- (1. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051;
2. 东华大学 现代服装设计与技术教育部重点实验室, 上海 200051;
3. 同济大学 上海国际设计创新研究院, 上海 200092;
4. 香港理工大学 纺织及制衣学系, 中国 香港;
5. Aiquench Ltd., 德国 多特蒙德)

摘要:激光表面刻蚀作为一种非接触的方式,激光光束可以融化、气化并刻蚀织物表面,而不用水和化学品。文中探讨激光表面刻蚀技术作为可持续的表面处理技术对羊毛和涤纶混纺纺织品进行表面处理,探讨激光处理条件(分辨率和处理时间)对织物性能的影响,并研究了激光刻蚀处理在织物表面设计中的应用。结果表明,随着激光处理能量的增加,毛涤混纺织物的克质量、透气性、撕裂强度均呈有规律的递减趋势;通过计算机辅助过程,经过激光处理后,毛涤混纺织物上可呈现出独特的具有深浅变化效果的图案和外观;激光表面处理是一种环保的、实用的并具有高质量的纺织品处理方式,可以作为一种设计工具对纺织品和织物进行处理。

关键词:激光表面刻蚀处理;毛涤混纺织物;图案设计;环保

中图分类号:TS 190.8

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2019)04-0033-04

Application of Laser Engraving on Wool and Polyester Blended Fabric

Yuan Guoxiang^{1,2,3}, Jiang Shouxiang⁴, Luzzi Domenico⁵

- (1. College of Fashion and Design, Donghua University, Shanghai 200051, China;
2. Key Laboratory of Clothing Design & Technology, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 200051, China;
3. Shanghai International College of Design and Innovation, Tongji University, Shanghai 200092, China;
4. Institute of Textiles & Clothing, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China;
5. Aiquench Ltd., Dortmund, Germany)

Abstract: Laser engraving as a contactless processing, the laser beam could melt, evaporate and engrave textile surface without the application of water and chemicals. This paper explores laser engraving as a sustainable surface treatment technique for the surface treatment to wool and polyester blended fabric, and the influence of treatment parameters (the resolution and the pixel time) on textile performance as well as the appearance design applications by using laser engraving. The results show that with the increase of laser energy, the weight, air permeability and tear strength of the wool and polyester blended fabrics are gradually decreased. With computer aided design process, unique pattern appearances on the blended fabric with shade changing effects are achieved after laser treatment. The results indicates that digital laser surface processing is an environmental, effective and higher quality option for textile design, which could be applied for surface treatment and textile design.

Key words: Laser Surface Engraving Treatment; Wool and Polyester Blended Fabric; Pattern Design; Environment Friendly

随着科技的发展,表面处理技术越来越多地应用于可持续加工、生产和设计中。如今,消费者愈加关注产品在设计、生产等环节的可持续性。作为纺织行业中最重要的一环,印染和后整理工序会对环境造成一定程度的污染危害。在这些过程中,一些含有重金属的染料、固色剂、漂白剂及不同的清洁剂等

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助(18D110713);文教结合项目-高校高层次文化艺术人才工作室和紧缺艺术人才创新工作室项目资金资助(X11071806)。

作者简介:苑国祥(1982—),男,副教授,博士。主要从事服装与纺织品表面处理、创新设计方法的研究。

有毒的化学物质会存留在环境中,其中的许多化学物质会对环境和人类健康形成直接或间接的危害。此外,在印染及整理过程中也会耗费大量的水资源^[1]。近年来,越来越多的新技术被应用于纺织行业的生产以减少印染和后整理对环境的污染,并且大多数新技术向数控化和现代化方向发展,可以在功能或外观上对材料进行处理^[2-3]。作为非接触式的加工方式之一,激光表面处理技术由于其具有快速、准确、灵活、无污染的特点,开始被逐渐应用在纺织行业中。采用激光对织物表面进行处理有别于传统的印染加工方式,此种处理过程是通过激光束对织物表面进行局部快速加热,受到激光光束处理的纤维及所附着的染料进行高温熔融、气化、蚀刻,形成独特的图案和外观处理效果。在纺织服装业中,激光表面刻蚀处理已开始应用在家用纺织品和牛仔服装等设计开发中。在家纺行业,主要用于织物的开料、雕花、打孔、绣花、切割等;而在服装业,激光主要用于对牛仔布进行表面处理以代替传统的石洗和漂白加工等方式。

目前激光处理在纺织和服装领域的研究主要集中于对牛仔服的后整理,除此以外,本文对涤纶材料的激光表面处理进行了研究,但整体市场和研究领域还缺乏对其他织物的尝试性研究,产品开发上也缺乏与纺织品设计的有机结合^[4-11]。有鉴于此,本文着重于研究激光表面蚀刻处理在毛涤混纺织物上的效果,并对不同激光处理条件下织物的克质量、透气阻力、撕裂性能及表面形态进行分析,从而把此种处理方法应用在织物设计上,通过结合不同的设计手法,既可赋予毛涤混纺织物不同的外观

设计效果,也可满足消费者对织物外观个性化的需求,以及行业对纺织品绿色可持续生产加工的要求。

1 试验

1.1 材料及仪器

材料:羊毛和涤纶混纺织物(羊毛与涤纶混纺比为45:55)。

仪器:CO₂激光器(意大利SEI Laser公司)、GR200电子天平测量仪(日本A&D公司)、KES-F8-AP1透气仪、Elmatest数码撕破强力测试仪(英国James H. Heal公司)、Leica M165 C光学显微镜(德国Leica公司)。

1.2 激光处理方法

采用CO₂激光器对毛涤混纺织物进行表面处理。激光加工处理分为以下几个步骤:第一,采用计算机制图软件进行图案设计,传输图案到激光设备的计算器;第二,设定不同的激光处理参数值,处理参数分别通过设定单位面积内的激光点密度和激光处理时间进行调节,本试验的单位面积内的激光点密度设定为20 dpi、30 dpi、40 dpi,激光处理时间分别为120 μs和270 μs;第三,校对毛涤织物与激光设备所投射图案的位置;第四,采用不同激光扫描速度和激光光斑分辨率的条件下对涤棉混纺织物进行表面处理。

1.3 性能测试

1.3.1 织物克质量

按ASTM-D 3776-07《织物单位面积质量测试法》测试。

1.3.2 透气阻力

透气性是影响着穿着者舒适性的主要因素之一,受到织物厚度、密度、结构和表面特征的影响。采用KES-F8-AP1透气仪对不同激光表面处理参数条件下的织物进行测试,测试指标为空气阻抗R,单位为kPa·s/m。其空气阻抗越大,

表明织物透气性越差。

1.3.3 织物撕裂性能

织物置于标准温湿度24 h后,在横、纵向裁尺寸80 mm×100 mm的试样,采用Elmatest数码撕破强力测试仪按ASTM D-1424《冲击摆锤法》方法。

1.3.4 织物表面形态

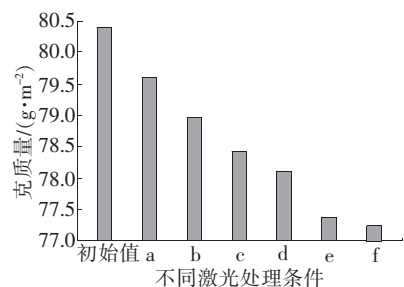
采用Leica M165 C光学显微镜对不同激光参数处理条件下织物的表面形态进行观测比较。

2 结果与讨论

2.1 激光表面处理条件对织物性能的影响

2.1.1 织物克质量

参照1.2试验方法,探讨激光表面处理条件对织物克质量的影响,结果如图1所示。



注:a、b、c、d、e、f的激光点密度分别为20 dpi、20 dpi、30 dpi、30 dpi、40 dpi、40 dpi;a、b、c、d、e、f的激光处理时间分别为120 μs、270 μs、120 μs、270 μs、120 μs、270 μs。

图1 激光表面处理条件对织物克质量的影响

由图1可知,经过激光表面处理,涤棉混纺织物的克质量会有一定程度的递减趋势。随着激光表面处理参数变化、激光能量增加,如分别从20 dpi、120 μs到40 dpi、270 μs条件下,与未经激光处理的原织物样品比较,其克质量呈递减的趋势。其中影响因素包括激光蚀刻每英寸的激光点数和单位时间内激光的停留时间。通过调节此两类参数,激光束在织物表面蚀刻或气化掉不同程度的纤维量,因此,

织物厚度会相应变化,随着单位面积内激光光束能量增加,织物的厚度会有相应的减少。

2.1.2 透气阻力

参照 1.3.2 测试方法,探讨激光表面处理条件对织物透气性的影响,结果如图 2 所示。

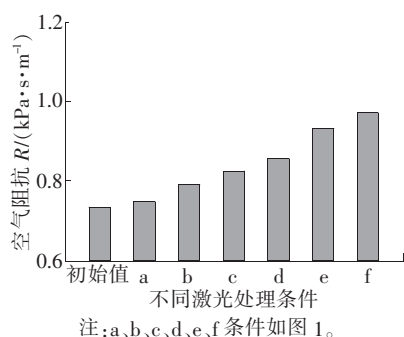


图 2 激光表面处理条件对织物透气性的影响

由图 2 可知,随着激光处理参数由弱到强的变化,如由 20 dpi、120 μs 提升为 40 dpi、270 μs 的情况下,与原始织物比较,经过激光处理后的织物透气阻力值逐步提升,表明随着激光处理强度的增加,可通过毛涤织物的空气变少,织物透气性降低,这是由于织物表面遇到激光高温能量后,表面涤纶纤维遇热熔融并与受热变焦的羊毛纤维产生凝聚,从而阻碍一定程度空气的流通。

2.1.3 撕裂性能

参照 1.2 试验方法,探讨激光条件对织物横、纵向撕裂强度的影响,结果如图 3 所示。

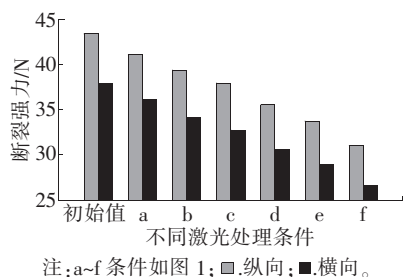


图 3 激光条件对织物横、纵向撕裂强度的影响

由图 3 可知,随着激光光束能

量的递增,织物横、纵向的撕裂强度呈下降趋势,织物拉伸强度下降。这是经过激光表面蚀刻后,织物表面的部分羊毛和涤纶纤维被激光光束气刻蚀,所以部分纤维及织物结构受损而影响织物的强度。

2.2 表面形态分析

利用光学显微镜观察未处理织物和在不同激光处理参数条件下的织物在 500 μm 观测倍数下的表面形态,如图 4 所示。

由图 4 可知,毛涤混纺织物表面形态在不同的激光处理条件下,激光束所携带能量会引起纤维表面的侵蚀作用,对纤维表面产生不同的表面侵蚀作用,从而影响到织物表面外观。通过图 4a 观察可见,未经激光处理的织物表面覆盖着较为规整的纤维。随着激光参数的递增,在 c 处理条件下,图 4b 中表面部分羊毛纤维由于激光光束的高温作用而焦化变黄,但表面形貌变化不太明显;而随着更强的激光光束的作用后,如图 4c 所示在处理参数为 f 条件下,织物表面的涤纶纤维遇热熔融并与变黄的羊毛纤维产生凝聚,纤维由此产生大小不一的突起和凹凸不平现象,毛涤织物的底纹经纬纹理显现。可见,

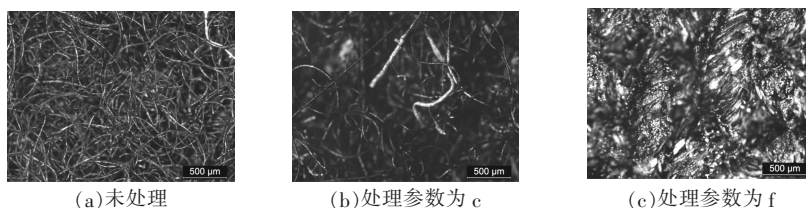


图 4 激光处理前后织物的表面形态

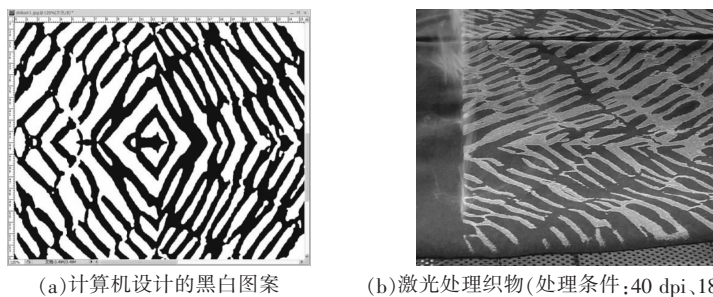


图 5 计算机辅助图案设计在毛涤织物上的处理

随着激光参数由弱到强的变化,织物表面都被不同程度的刻蚀,随着激光功率的增加,激光刻蚀的程度越明显,纤维接受激光能量不同而产生熔融、焦化、气化等变化,由最初的部分纤维熔融、焦化到后来织物表面纤维的大规模熔融和焦化。

2.3 激光刻蚀处理在织物表面设计中的应用

在激光表面处理设计试验中,通过对激光参数的筛选和优化,把不同图案结合不同的设计手法应用到织物表面设计当中,而最终的设计效果取决于原始图案的设计和激光处理的参数设定。

2.3.1 计算机辅助图案设计方法

此类设计方法借助计算机和图案设计软件进行图案的设计和编辑,从而可以快速、准确进行图案处理。

如图 5a 所示,通过使用计算机和软件可以设计出黑白的图案,根据之前对不同激光处理参数对织物性能和外观的影响进行分析,为取得比较清晰的织物表面图案设计和处理效果又不破坏织物性能,采用 40 dpi、180 μs 的参数进行激光表面蚀刻处理,结果如图 5b 所示,表明通过选取恰当的处理参

数(激光处理时图案的分辨率和激光的蚀刻时间),不同形式的图案可以通过激光蚀刻处理应用于织物设计,达到预期的设计效果;同时,经过激光处理的织物中羊毛纤维受到激光束的高温作用而变黄,与原有蓝色织物形成色彩和纹样对比。

2.3.2 防染辅助图案设计方法

防染是织物进行表面设计的手法之一。基于防染手法,可以在织物上形成不同的图案外观和设计效果。防染的方式很多,如扎染法可以通过扎、缝、折叠等方式避免染料渗透到织物的特定部分,从而形成图案。本设计试验采用绳带对织物进行捆扎,然后采用激光光束对捆扎后的织物进行表面处理。经过激光表面蚀刻处理后形成的具有三维扎染设计效果的毛涤混纺织物如图 6a 所示,在激光处理前,根据设计对织物进行捆扎,然后再采用激光进行表面蚀刻处理结果如图 6b 所示。

此设计采用参数较弱的处理条件 30 dpi、180 μ s 进行蚀刻处理。经过激光束处理的织物表面羊毛纤维由于激光高温作用变黄,拆除捆绑的带后,形成具有色彩和肌理变化的仿扎染效果的三维图案,而在整个处理过程中没有使用水和染剂。

3 结论

3.1 从对原始织物和经过不同激光参数处理后织物的一系列性能,以及结合计算机辅助图案设计和防染辅助图案设计方法的设计应用结果进行分析,可见激光技术是一种灵活有效的表面设计处理方法,可以结合不同的图案设计手法对局部或整块织物进行蚀刻处理,丰富织物的表面设计效果,实现技术和设计的结合。



(a)示例 1



(b)示例 2

图 6 防染辅助图案设计在毛涤织物上的处理

3.2 通过对毛涤织物表面处理后的织物克质量、透气阻力的测试,发现随着激光处理参数的提高,织物的克质量和透气性均呈有规律的递减趋势,而且织物可承受的撕裂强度也呈递减的趋势。

3.3 显微镜观测下的毛涤织物表面形态也从另一个方面说明不同参数的激光蚀刻对织物表面形态的影响,经过处理后的羊毛纤维由于高温作用而焦化且色彩变黄,并且涤纶纤维产生熔融。这些都反映了激光蚀刻对毛涤混纺织物的表面产生影响,因此在试验和设计中,可以通过调节激光处理参数蚀刻出具有不同纹样的图案和单色渐变效果,随着激光能量的递增,织物厚度也会产生响应的递减而产生一定的凹凸肌理变化。

3.4 基于本研究中毛涤混纺织物经过激光处理的试验和设计应用,可以为激光处理在织物绿色可持续设计和应用领域提供可借鉴的研究方法,同时也能够赋予织物更高的附加值,响应国家环境保护号召,促进纺织业的绿色发展。

参考文献

- [1] 苏云霞. 中国印染业须持可持续发展战略[J]. 针织工业, 2001(5): 75-77.
- [2] 詹跃男. 精细化染整加工工艺的实践探讨与分析[J]. 针织工业, 2016(5): 33-37.
- [3] 寿弘毅. 数码喷印技术在针织内衣商标上的应用[J]. 针织工业, 2017(1): 53-56.

[4] CHOW Y, CHAN A, KAN C. Effect of CO₂ laser irradiation on the properties of cotton fabric[J]. Textile Research Journal, 2011, 82(12): 1220-1234.

[5] KAN C, YUEN C, CHENG C. Technical study of the effect of CO₂ laser surface engraving on the colour properties of denim fabric[J]. Coloration Technology, 2010, 126(6): 365-371.

[6] ONDOGAN Z, PAMUK O, ONDOGAN E, et al. Improving the appearance of all textile products from clothing to home textile using laser technology[J]. Optics & Laser Technology, 2005, 37(8): 631-637.

[7] PEZELJ E, CUNKO R, ANDRASSY M. Modification of denim surface using laser[C]//Proceedings of Roubaix: 2004 world textile conference, 2004.

[8] Štěpánková M, WIENER J, DEMBICKY J. Properties of cotton fabric after irradiation with infrared CO₂ laser[J]. Fibers and Polymers, 2014, 15(10): 2072-2076.

[9] TARHAN M, SARILSLK M. A Comparison among performance characteristics of various denim fading processes[J]. Textile Research Journal, 2009, 79(4): 301-309.

[10] TORTORA G, JOHNSON I. The fair-child books dictionary of textiles[M]. London: A&C Black, 2013.

[11] YUAN G. Sustainable garment design by using laser surface processing for polyester fabric[C]//Shanghai: The 20th IFFTI Annual Conference, 2018: 71-77.

收稿日期 2018 年 12 月 1 日