

牛仔面料性能与最佳激光雕刻能级之间的关系研究

李明¹, 赵连英^{2,3}, 寿弘毅^{2,3}, 倪世明¹, 邹奉元¹

(1. 浙江理工大学服装学院, 杭州 310018; 2. 浙江纺织服装科技有限公司, 杭州 310019;
3. 浙江省新型纺织品研发重点实验室, 杭州 310019)

摘要: 利用激光雕刻技术对牛仔织物进行雕刻,经筛选后得到最佳雕刻图案,相应的能级为最佳雕刻能级。选取28种面料测试其性能参数,探讨面料性能与最佳雕刻能级之间的关系,运用相关分析,建立预测最佳雕刻能级的回归模型。经验证,模型预测效果良好。

关键词: 激光雕刻; 牛仔织物; 面料性能; 雕刻能级

中图分类号: TS941.41 **文献标志码:** A

0 引言

应用激光技术和计算机辅助设计技术对牛仔面料进行艺术整理,可以在同一色泽的面料上雕刻出深浅不一,具有层次感的图案,并具有独特的、自然的、质朴的风格。在纺织品的任何位置均可激光雕刻,图案形状和位置可以随心所欲,花型可以错综复杂^[1-4]。

雕刻效果的好坏取决于雕刻参数的设置。雕刻参数主要包括雕刻精度、质量等级、雕刻能级和雕刻速度。雕刻精度与质量等级主要是根据雕刻图案的大小和精细程度而定,参数的设定相对容易把握。因此,论文不将其作为研究对象。雕刻能级为实际激光器输出功率与最大功率的百分比(0~100%),雕刻速度为激光器移动最大速度。实际雕刻中,在保证雕刻效果的前提下,为了提高雕刻效率,通常选用雕刻速度大的参数组进行雕刻,因此,在本文的实验中,雕刻速度均设定为100%。要想在不同的牛仔面料上雕刻出理想的花纹图案,需要花费大量的时间和面料来调节雕刻能级,很难实现雕刻一次就达到较好的效果^[5-6]。鉴于此,本文尝试从面料性能入手,探索其与最佳雕刻能级之间的关系,以期解决上述问题。

1 实验

1.1 材料

选取28块不同规格的常用牛仔面料作为实验对象,其中3块为对对照样。

1.2 面料性能测试

1.2.1 测试项目的确定

一些学者通过研究指出:面料部分性能对激光雕刻或裁剪的参数设定有影响。鲍青山、汪云涛等^[7]对6种布料作了激光裁剪实验,指出:面料的厚度、平方米克重以及纱线的组成成分等对激光裁剪参数调节有非常明显的影响。何文元等^[1]在探索影响毛织物激光雕花技术应用的因素中指出:织物的密度、纱线的摩擦因数,抗弯刚度等参数对毛织物和针织物的雕刻效果有影响。基于前人研究,本文选择面料的厚度(mm),平方米克重(g/m²),经、纬向剪切刚度(N/cm,deg),经、纬向表面粗糙度(u),经、纬密度(根/10cm),经、纬向拉伸线性度,经、纬向弯曲刚度(N·cm²/cm),经、纬纱线密度(tex),压缩线性比15个面料性能参数作为测试对象。

1.2.2 面料性能测试

a) 利用 KES 织物风格仪测试面料的剪切刚

收稿日期: 2012-02-29

基金项目: 浙江省科技厅计划项目(2008F1002);浙江理工大学省级实验教学示范中心大学生创新实践项目(11110031381239)

作者简介: 李明(1987—),男,湖南衡阳人,硕士研究生,主要从事激光技术在服装中的应用研究。

通信作者: 邹奉元,教授, zfy166@zstu.edu.cn

度、拉伸线性度、弯曲刚度、压缩性能、表面性能。

b) 按照标准 GB4668—1984,测试织物经、纬纱密度。

c) 利用称重法测经、纬纱线密度。把纤维整理成束,切取中间一段(10 mm),然后称重并数出根数,从而计算纱线细度。

d) 按照标准 GB/T 24218.2—2009 测试织物厚度。

e) 利用平方米克重称测试平方米克重,称取面积为 100 cm^2 织物的重量,计算平方米克重。

1.3 雕刻实验

利用 DL-6090 型 CO_2 激光雕刻机(杭州耀鼎数控设备有限公司,激光器功率为 60 W,雕刻速度为 $1\sim 60\,000\text{ mm/min}$)对 28 块雕刻面料进行雕刻。利用 CorelDraw13.0 设计雕刻图案(如图 1 所示)并输出。通过调节雕刻能级实现不同效果的雕刻,调节时,按照 $1\%\sim 5\%$ 的梯度进行加减,使图案雕刻效果从模糊不清向烧焦发黄过渡。各面料雕刻图案个数为 6~15 个,并记录雕刻能级。

雕刻完成后,通过主观评价分析,剔除明显带有焦黄和模糊不清的图案,剩余的图案通过相互对比,挑出雕刻最为清晰且纱线焦黄最少的图案作为最佳雕刻图案,其相应的能级作为该面料的最佳雕刻能级。1~6 号面料的最佳雕刻能级如表 1 所示。

表 2 面料性能参数与雕刻能级的 Pearson 相关系数

面料性能 p (能级)	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
	0.527**	0.706**	0.070	0.093	0.257	0.545**	-0.517**	-0.569**
面料性能 p (能级)	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	
	0.103	-0.202	-0.163	0.468*	0.686**	0.503*	0.164	

** : 在 0.01 水平(双侧)上显著相关; * : 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

由表 2 可知:与雕刻能级成显著相关的性能参数共有 8 个,分别为厚度(x_1),平方米克重(x_2),纬向表面粗糙度(x_6),经、纬密度(x_7 、 x_8),纬向弯曲刚度(x_{12}),经、纬纱线密度(x_{13} 、 x_{14})。因此,下面将该 8 个性能参数作为主要研究对象,建立面料性能参数与雕刻能级之间的关系。

3 回归模型

3.1 模型的建立

根据相关分析,选择厚度(x_1),平方米克重(x_2),纬向表面粗糙度(x_6),经、纬密度(x_7 、 x_8),纬向弯曲刚度(x_{12}),经、纬纱线密度(x_{13} 、 x_{14})8 个参数为自变量,将雕刻能级 p 作为因变量。

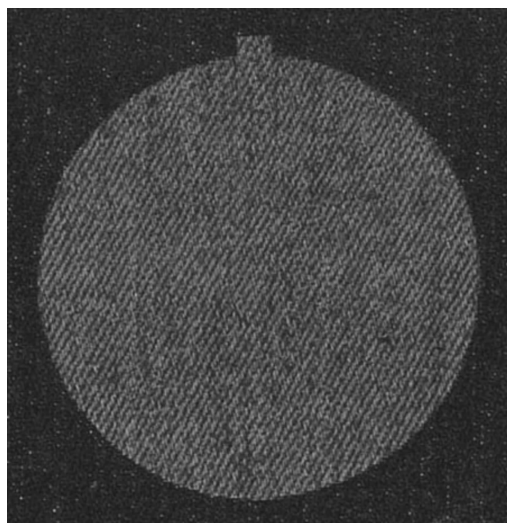


图 1 激光雕刻图形

表 1 雕刻能级

面料编号	1	2	3	4	5	6
雕刻能级/%	34	24	12	15	12	19

2 相关性分析

设面料的厚度,平方米克重,经、纬向剪切刚度,经、纬向表面粗糙度,经、纬密度,经、纬向拉伸线性度,经、纬向弯曲刚度,经、纬纱线密度,压缩线性比为变量 x_1 、 x_2 、 \dots 、 x_{15} ,雕刻能级为变量 p ,利用 SPSS16.0 建立相关系数矩阵,Pearson 相关系数见表 2。

选用逐步回归法(Stepwise),向前选择与向后剔除结合。选择符合判据的自变量且对因变量贡献最大的进入回归方程。由表 3 可知,最终进入模型中的变量为平方米克重(x_2)、纬密(x_8)、纬向弯曲刚度(x_{12})。

表 3 引入或从模型中剔除的变量

模型	输入的变量	移去的变量	方法
1	x_2		步进(准则: F-to-enter 的
2	x_8		概率 ≤ 0.050 , F-to-remove
3	x_{12}		的概率 ≥ 0.100)

方差分析见表 4 所示,结果表明,当回归方差包含不同的自变量时,其显著性概率值均小于 0.001。因此,最终回归方程应该包含上述 3 个参数变量。

表 4 方差分析

模型		平方和	自由度	均数平方	<i>F</i>	大于 <i>F</i> 的概率
1	回归平方和	629.340	1	629.340	22.801	0.000 ^a
	残差平方和	634.820	23	27.601		
	总平方和	1264.160	24			
2	回归平方和	763.079	2	381.540	16.752	0.000 ^b
	残差平方和	501.081	22	22.776		
	总平方和	1264.160	24			
3	回归平方和	889.622	3	296.541	16.627	0.000 ^c
	残差平方和	374.538	21	17.835		
	总平方和	1264.160	24			

a. 预测因子:(成分) x_2 ; b. 预测因子:(成分) x_2, x_8 ; c. 预测因子:(成分) x_2, x_8, x_{12}

回归计算过程中各方程系数见表 5。由表 5 可知,模型 3 的共线性诊断的指标(常数项除外):容差分别为 0.798、0.853、0.931,不是很小(不接近 0),方差膨胀因子(VIF)分别为 1.252、1.172、1.074,数

值不大,从而可以拒绝其共线性假设。且模型常数项为 16.821,变量系数分别为 0.229、-0.054、20.008。

综上,可得模型:雕刻能级 $P = 16.821 + 0.229x_2 - 0.054x_8 + 20.008x_{12}$ 。

表 5 回归计算过程中各方程系数表

模型		非标准化系数		标准系数	<i>t</i>	大于 <i>F</i> 的概率	共线性统计量	
		B	标准误差	试用版			容差	VIF
1	(常量)	0.187	4.394		0.043	0.966		
	x_2	0.337	0.071	0.706	4.775	0.000	1.000	1.000
2	(常量)	15.883	7.608		2.088	0.049		
	x_2	0.273	0.069	0.572	3.944	0.001	0.856	1.168
	x_8	-0.051	0.021	-0.352	-2.423	0.024	0.856	1.168
	(常量)	16.821	6.742		2.495	0.021		
3	x_2	0.229	0.063	0.480	3.614	0.002	0.798	1.252
	x_8	-0.054	0.019	-0.371	-2.889	0.009	0.853	1.172
	x_{12}	20.008	7.512	0.328	2.664	0.015	0.931	1.074

3.2 模型的检验

比较回归预测模型得出的雕刻能级与实际最佳雕刻能级进行对比,如果相符合或接近,则认为该预测模型效果较好,反之则差。

3 块对照样的平方米克重、纬密和纬向弯曲刚度见表 6。根据预测模型得到的雕刻能级 E_1 与实际最佳雕刻能级 E_2 对比情况见表 7。表 7 可以看出, E_1 与 E_2 的差值在 $\pm 3\%$ 以内,两者比较接近。且 E_1 只需通过调整 1~3 次就能达到最佳雕刻能级,而之前在挑选 3 块对照样的最佳雕刻能级时,每块面料平均雕刻调试次数为 10 次。相比而言,该模型节约调试次数 6~8 次,雕刻效率可大幅度提高。

表 6 对照样的平方米克重、纬密和纬向弯曲刚度

面料编号	26	27	28
平方米克重/(g/m ²)	35	88	62
纬纱密度/(根/10 cm)	260	154	208
纬向弯曲刚度/(N·cm ² /cm)	0.16	0.07	0.19

表 7 预测雕刻能级 E_1 与实验最佳雕刻能级 E_2 对比

面料编号	26	27	28
E_1 (%)	14.0	30.1	23.6
E_2 (%)	13	33	25

4 结 论

通过分析 15 种牛仔面料性能参数与最佳激光雕刻能级之间的关系,找出了与雕刻能级密切相关的 8 个参数。建立了以平方米克重、纬纱密度、纬向弯曲刚度为变量的雕刻能级预测模型:雕刻能级 = $16.821 + 0.229 \times \text{平方米克重} - 0.054 \times \text{纬纱密度} + 20.008 \times \text{纬向弯曲刚度}$ 。经验证,模型预测效果良好,可节约调试次数 6~8 次,雕刻效率大幅度提高。

参考文献:

[1] 何文元. 影响毛织物激光雕花技术应用的因素[J]. 上海毛麻科技, 2008(3): 7-11.

- [2] 秦永左. 激光服装自动裁剪系统的设计[D]. 长春: 长春理工大学, 2002.
- [3] Martin O M, Marian P, Sofiae A O, et al. A comparison between characteristics of various laser-based denim fading processes[J]. Optics and Lasers in Engineering, 2003, 39: 15-24.
- [4] Margit Hill, Sergey E, Evsyu Kov. Laserengrivable Bexahydrotriazine Polyners Networks [M]. Berlin: Springer-Verlag GmbH, 2006: 179-184.
- [5] 史伟民, 汪嵩杰, 顾叶琴. 多层服装裁剪机运动控制系统研究[J]. 机床与液压, 2009(8): 331-334.
- [6] 苑国祥, 姜绶祥, 纽德华. 激光处理在服装设计中的应用[J]. 纺织学报, 2011, 32(10): 98-103.
- [7] 鲍青山, 汪云涛, 王树国. 激光服装裁剪加工工艺初探[J]. 纺织学报, 1998, 19(4): 248-249.

Study on the Relationship of Jeans Performance and Laser Engraving Level

LI Ming¹, ZHAO Lian-ying^{2, 3}, SHOU Hong-yi^{2, 3}, NI Shi-ming¹, ZHOU Feng-yuan¹

(1. School of Fashion, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;

2. Zhejiang Textile Clothing Science and Technology Limited Company, Hangzhou 310019, China;

3. The Key Laboratory of New Textile Development of Zhejiang Province, Hangzhou 310019, China)

Abstract: This thesis uses laser engraving technology on jeans. After screening, it gets the best sculpture and its carving level is the best sculpture level. Then, the authors select 28 kinds of jeans fabrics, test its performance parameters and discuss the relationship between sculpture fabric and energy level. Using the correlation analysis, the authors predict the level of the carved regression model. After experience, the model prediction effect is accurate.

Key words: laser engraving; jeans; fabric properties; sculpture level

(责任编辑: 张祖尧)