

文章编号 :0253-9721(2006)01-0072-03

棉织物手感评价的回归分析

曹建达¹, 陈人豪²

(1. 嘉兴学院, 浙江 嘉兴 314001; 2. 天津工业大学, 天津 300160)

摘要 采用双重筛选逐步回归分析方法, 对影响棉织物手感主观评定指标的 KES-FB 测试的 16 个物理力学量因子进行分析, 剔除不显著因子, 保留显著因子, 建立 4 个回归模型, 回测拟合结果较好。

关键词 棉织物; 手感; 主观评定; 双重筛选; 逐步回归

中图分类号: TS146 文献标识码: A

Regression analysis of the subjective assessment of cotton fabric handle

CAO Jian da¹, CHEN Ren hao²

(1. Jiaxing University, Jiaxing, Zhejiang 314001, China; 2. Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China)

Abstract A method was adopted of stepwise regression of doubling screening to analyze the 16 mechanical factors of the KES-FB test results affecting the subjective assessment index of the fabric handle, among which, the insignificant factors would be omitted and the significant ones reserved. 4 regressive prediction models were established, and the established models were used to return the measure so as to evaluate the subjective assessment index of the fabric handle exactly.

Key words cotton fabrics; handle; subjective assessment; double screening; stepwise regression

织物手感, 也称为触觉风格, 是织物内在质量的重要组成部分, 对于服用织物来讲, 织物手感的好坏关系到穿着的舒适性。织物手感的评定方法包括主观评定和客观评定。KES-FB 系统是在低应力下测试织物的拉伸、弯曲、剪切、压缩和表面摩擦等物理力学性能, 织物的不同物理力学性能导致织物手感的不同, 根据获得的物理力学量对织物手感进行评价与判定, 这与棉织物在实际使用中的受力情况相似。本文以织物手感主观评定测试结果为基础, 将 KES-FB 测试系统测得的 12 块棉及棉型织物的 16 个物理力学量, 采用双重筛选逐步回归分析方法, 探讨织物手感的主观评价和客观评价之间的关系。

1 实验测试

1.1 试样

试样为棉织物, 尺寸为 30 cm × 30 cm, 共 12 块。试样规格见表 1。

表 1 试样规格表

样品	原料特征	纱线线密度/tex		纱线密度/(根·(10 cm) ⁻¹)	
		经	纬	经	纬
1 [#]	纯棉	20	20	354	315
2 [#]	纯棉	30	28	268	213
3 [#]	纯棉	18	18	291	236
4 [#]	CVC	15	17	390	310
5 [#]	纯棉	15	28	190	172
6 [#]	T/C	17	19	572	358
7 [#]	纯棉	58	58	213	157
8 [#]	纯棉	28	28	315	181
9 [#]	纯棉	22	22	280	246
10 [#]	纯棉	28	34	250	192
11 [#]	纯棉	32	30	196	250
12 [#]	纯棉	18	18	292	520

1.2 主观和客观评定方法与结果

主观评定是选定一定数量的有经验的检验人员

收稿日期: 2005-01-13 修回日期: 2005-06-12

作者简介: 曹建达(1965-), 男, 副教授。主要研究领域为纺织新材料研究与产品开发等。

分别对试样进行感官鉴定,根据个人的主观判断进行评分。经研究,棉织物手感主观评定主要以柔软性、弹性、光滑性、细腻性来评价织物手感的好坏,具有较好的适应性^[1]。织物手感主观评价结果列于表 2。

表 2 织物手感主观评定结果

样品	细腻性	光滑性	柔软性	弹性
1 [#]	3.6	3.5	3.9	3.0
2 [#]	1.9	1.6	1.2	2.8
3 [#]	4.3	4.4	4.6	3.6
4 [#]	4.6	5.1	3.7	3.3
5 [#]	5.0	4.7	3.7	3.0
6 [#]	2.5	2.9	3.5	3.1
7 [#]	3.2	3.2	1.6	2.6
8 [#]	3.1	2.9	1.3	3.1
9 [#]	0.8	0.6	2.2	3.0
10 [#]	4.5	4.5	5.1	3.4
11 [#]	2.6	2.9	4.4	3.2
12 [#]	2.5	2.5	3.2	3.4

客观评定是在标准温湿度下,用 KES-FB 织物风格仪测试系统测试包括稳定厚度和压缩率在内的 16 个物理量指标(即特征值),测试结果参见文献[2]。

2 结果与分析

2.1 双重筛选逐步回归模型的建立

方程建立依据的因变量为细腻性(y_1)、光滑性(y_2)、柔软性(y_3)、弹性(y_4);自变量为拉伸线性度 $LT(x_1)$ 、拉伸功 $WT(x_2)$ 、功弹性回复率 $RT(x_3)$ 、弯曲刚度 $B(x_4)$ 、弯曲滞后矩 $2HB(x_5)$ 、剪切刚度 $G(x_6)$ 、剪切滞后矩 $0.5^\circ 2HG(x_7)$ 、剪切滞后矩 $5^\circ 2HG5(x_8)$ 、摩擦因数 $MU(x_9)$ 、摩擦因数平均偏差 $MMD(x_{10})$ 、表面粗糙度 $SMD(x_{11})$ 、压缩线性度 $LC(x_{12})$ 、压缩功 $WC(x_{13})$ 、压缩回弹功 $RC(x_{14})$ 、表观厚度 $To(x_{15})$ 、面密度 $W(x_{16})$ 。

双重筛选逐步回归研究的因变量指标 y 为多元随机变量,且影响 y 的自变量也有多个,即多对多的回归分析,就是把多个因变量 y 分组,找出哪些自变量对哪一组因变量 y 有影响,并根据各个自变量方差贡献的显著性检验结果,精选出一些对某一组因变量的方差贡献较大的自变量,分别建立回归模型^[3]。在双重筛选逐步回归分析中,采用的多

元线性回归模型为

$$y_i = b_{0i} + \sum_{j=1}^q b_{ij} \cdot x_{ij} + \xi \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, q$$

式中, i 为因变量个数; j 为自变量个数; y_i 为因变量; b_{0i}, b_{ij} 为对应因变量 y_i 的 $q+1$ 个待估参数,即回归系数; x_{ij} 为对应因变量 y_i 的 q 个可以精确测量的变量; ξ 为对应因变量 y_i 的 p 个相互独立的且服从同一正态分布 $N(0, \delta^2)$ 的随机变量。

分析中,取 F_x, F_y 这 2 个常数分别表示自变量和因变量的取舍标准,一般有:

$$F_x = F_\alpha \left| \frac{p}{2}, n - \frac{p+q}{2} \right|$$

$$F_y = F_\beta \left| \frac{q}{2}, n - \frac{p+q}{2} \right| \quad (2)$$

式中, α 和 β 为给定置信度。

在进行双重筛选逐步回归分析过程中,适当改变 F_x, F_y 临界值,以控制进入某组方程的因子个数。将以上所有因变量 y_i 及自变量 x_{ij} ($i=1, 2, 3, 4; j=1, 2, \dots, 16$) 取得的实验测试值建立数据库,进行双重筛选逐步回归分析,这里采用 DPS 数据处理系统的双重筛选逐步回归处理,剔除不显著因子,保留显著因子,建立最优回归方程。其中,置信度 α 和 β 均为 0.1,为了提高拟合精度, F_x 取 1.40, F_y 取 1.50。

经逐步回归筛选 4 个最优回归方程为

$$y_1 = 4.97 - 0.18x_2 - 7.91x_4 - 8.83x_5 + 0.64x_{10} - 0.42x_{11} - 100.18x_{12} + 7.51x_{13} + 0.086x_{16} \quad (3)$$

$$y_2 = 5.31 - 0.13x_2 - 11.66x_4 - 8.64x_5 + 0.58x_{10} - 0.30x_{11} - 91.56x_{12} + 7.47x_{13} + 0.032x_{16} \quad (4)$$

$$y_3 = 2.59 - 0.12x_2 - 11.89x_4 + 2.49x_5 - 3.47x_6 + 0.0025x_7 - 10.35x_{12} - 0.097x_{13} + 4.81x_{15} \quad (5)$$

$$y_4 = 1.51 - 0.025x_2 - 6.29x_4 + 1.79x_5 + 1.39x_6 - 0.27x_7 + 17.91x_{12} - 0.48x_{13} + 2.08x_{15} \quad (6)$$

2.2 双重筛选逐步回归模型的拟合结果

由棉织物主观评定手感项目与 KES-FB 系统相应的测试指标的 4 个最优回归方程可知,4 个因变量均入选。分析表明,目前棉织物手感的主观评定中,织物光滑性、细腻性受相同因子的影响,其显著因子有拉伸功 WT 、弯曲刚度 B 、弯曲滞后矩 $2HB$ 、摩擦因数平均偏差 MMD 、表面粗糙度 SMD 、压缩线性度 LC 、压缩功 WC 和织物面密度 W ,与织物的剪

切性能及织物厚度的关系不显著,剔除了 8 个不显著因子,保留了 8 个显著因子,复相关系数分别为 0.997 43和0.986 63;同样,织物柔软性、弹性受相同因子的影响,其显著因子有拉伸功 WT 、弯曲刚度 B 、弯曲滞后矩 $2HB$ 、剪切刚度 G 、剪切滞后矩

$0.5^{\circ}2HG$ 、压缩线性度 LC 、压缩功 WC 、表观厚度 T_0 ,与织物的表面性能及织物面密度的关系不显著,复相关系数分别为0.978 63和0.968 72。其复相关系数及用回归方程回测拟合结果较好,具体数值列于表 3 中。

表 3 双重筛选逐步回归模型拟合结果

样品编号	细腻性 (相关系数 $R=0.997\ 43$)			光滑性 (相关系数 $R=0.986\ 63$)			柔软性 (相关系数 $R=0.978\ 63$)			弹性 (相关系数 $R=0.968\ 72$)		
	实验值	回测值	拟合误差	实验值	回测值	拟合误差	实验值	回测值	拟合误差	实验值	回测值	拟合误差
1 [#]	3.6	3.748 6	- 0.148 6	3.5	3.859 5	- 0.359 5	3.9	3.559 8	0.340 2	3	3.092 5	- 0.092 5
2 [#]	1.9	1.867 0	0.033 0	1.6	1.513 9	0.086 1	1.2	1.052 9	0.147 1	2.8	2.833 9	- 0.033 9
3 [#]	4.3	4.262 0	0.038 0	4.4	4.305 4	0.094 6	4.6	4.632 0	- 0.031 9	3.6	3.591 4	0.008 6
4 [#]	4.6	4.394 7	0.205 3	5.1	4.615 2	0.484 8	3.7	4.318 7	- 0.618 7	3.3	3.136 5	0.163 5
5 [#]	5	5.079 6	- 0.079 6	4.7	4.889 4	- 0.189 4	3.7	3.712 4	- 0.012 4	3	3.003 7	- 0.003 7
6 [#]	2.5	2.542 7	- 0.042 7	2.9	2.993 9	- 0.093 9	3.5	3.363 9	0.136 1	3.1	3.142 5	- 0.042 5
7 [#]	3.2	3.240 2	- 0.040 2	3.2	3.305 0	- 0.105 0	1.6	1.547 4	0.052 6	2.6	2.614 0	- 0.014 0
8 [#]	3.1	3.030 6	0.069 4	2.9	2.729 3	0.170 7	1.3	1.487 5	- 0.187 5	3.1	3.050 2	0.049 8
9 [#]	0.8	0.812 5	- 0.012 5	0.6	0.635 0	- 0.035 0	2.2	2.354 5	- 0.154 5	3	2.960 3	0.039 7
10 [#]	4.5	4.535 1	- 0.035 1	4.5	4.580 2	- 0.080 2	5.1	4.935 5	0.164 5	3.4	3.445 8	- 0.045 7
11 [#]	2.6	2.545 1	0.054 9	2.9	2.754 0	0.146 0	4.4	4.024 3	0.375 7	3.2	3.272 7	- 0.072 7
12 [#]	2.5	2.541 9	- 0.041 9	2.5	2.619 3	- 0.119 3	3.2	3.411 2	- 0.211 2	3.4	3.356 5	0.043 5

3 结 论

用双重筛选逐步回归方法研究织物手感主、客观评价的关系,在 KES-FB 系统测得的 16 个物理量基础上建立双重筛选逐步回归数学模型,剔除不显著因子,保留显著因子,回归方程的复相关系数较高,回测拟合结果好。

FZXB

参考文献:

- [1] 曹建达.棉织物手感主观评定的模糊综合评判[J].纺织学报,2003,24(1):27-29.
- [2] 曹建达,顾小军,殷联甫.用 BP 神经网络预测棉织物的手感[J].纺织学报,2003,24(6):35-37.
- [3] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.294-317.