

差别化纤维织物蓬松丰满度的预测

吴小琴 王府梅

(东华大学纺织学院,上海,200051)

摘要:用 KES 系统实测了影响织物蓬松丰满度的主要因素—织物的压缩性能,用多元回归分析法,得到影响织物轻负厚度、压缩功及蓬松丰满度的主要因素及其影响规律。

关键词:差别化纤维织物 蓬松丰满度 压缩功 轻负厚度 预测

中图法分类号:TS 105.11 文献标识码:A

织物蓬松丰满度的预测有两个途径,一是直接寻找织物的蓬松丰满度与纤维性状、纱线织物结构等因素的关系;二是寻找织物的压缩性能与纤维性状、纱线结构、织物结构的关系,而后借助已有研究成果^[1,2],由织物压缩性能和其它力学性能换算织物的蓬松丰满度。本文借助 KES 试验和川端的蓬松丰满度评价公式,采用多元逐步回归分析方法,探索差别化纤维织物的压缩性能和蓬松丰满度与纤维性状、纱线结构、织物结构之间的定量关系,为实现面料压缩性能的科学设计和预测提供依据。

1 研究方法

选取国际最著名的差别化纤维织物——日本新合纤面料 33 种进行具体研究,其中桃皮绒织物 6 种,仿真丝织物 10 种,干爽手感织物 10 种,仿精梳毛织物 7 种,试验中,1)用 KES^[1]仪器测得影响织物蓬松丰满度的主要指标压缩功 WC、轻负厚度 T_0 (即压缩负荷为 0.5 gf/cm^2 下织物的厚度)等其它力学指标;2)用川端和丹羽的 KN202-LDY^[1]公式计算织物的蓬松丰满度(FUKURAMI);3)用标准试验方法测得织物组织、织物经、纬向织造密度、纱线线密度、纱线捻系数、纱线的结构、纱线中纤维截面形态、纤维细度;4)根据上述测试结果计算纤维的比表面积和织物的组织系数^[5]。

影响织物压缩性能及蓬松丰满度的因素十分复杂,为从众多影响因素中找出主要因素及其影响规

律,采用多元逐步回归分析方法^[4]对实验数据进行处理。自变量的选取颇为重要,本文经过多次尝试,最终筛选下述自变量:经(纬)向织造密度 X_1 (X_2)、经(纬)纱捻系数 X_3 (X_4)、经(纬)纱特数 X_5 (X_6)、组织系数 X_7 、经(纬)向纤维比表面积 X_8 (X_9)、经纱表层纤维细度 X_{10} (对于异收缩混纤纱线)、织物重量 X_{11} 、轻负厚度 X_{12} 。自变量、因变量如表 1 所示。1)分别以轻负厚度 T_0 、压缩功 WC、蓬松丰满度为因变量,自变量为 $X_1 \sim X_{10}$,进行多元逐步线性回归,设定显著性水平 0.05。因为桃皮绒类织物不适合用川端、丹羽的 KN202-LDY 公式来计算其蓬松丰满度,所以只用桃皮绒以外的 27 个试样进行蓬松丰满度的回归分析。2)以压缩功 WC 作为因变量,自变量为 $X_1 \sim X_{12}$,进行多元逐步线性回归,显著性水平同上。

2 结果讨论

2.1 回归结果

经多元逐步线性回归分析得到:

1) 织物轻负厚度 T_0 的回归方程,

$$T_0 = -0.467 + 1.543 E - 02 X_5 + 2.157 E - 04 X_1 + 2.317 E - 02 X_6 + 7.205 E - 04 X_2 \quad (1)$$

复相关系数 $R = 0.923$, 回归方差与剩余方差之比 $F = 47.506 > F_{0.01}(4, 28) = 4.07$ 。

2) 压缩功 WC 的回归方程,

表 1 回归分析自变量、因变量总表

大类	编号	经密 X_1 (根/10 cm)	纬密 X_2 (根/10 cm)	经捻系数 X_3 —	纬捻系数 X_4 —	经特数 X_5 (tex)	纬特数 X_6 (tex)	组织系数 X_7 —	经向纤维比表面积 X_8 —	纬向纤维比表面积 X_9 —	经表层纤维细度 X_{10} (dtex)	重量 X_{11} (mg/cm ²)	轻负厚度 $X_{12}(T_0)$ (mm)	压缩功 WC (gf·cm/cm ²)	丰满度 FUKURAMI —	
桃皮绒织物	1	960	540	107	507	5.9	9.8	2.08	0.326	0.245	1.45	11.4	0.499	0.0187	—	
	2	653	455	253	157	11.5	7.2	1.00	0.546	0.371	0.43	11.3	0.438	0.0183	—	
	3	620	528	157	338	11.6	9.1	1.00	0.645	0.290	0.35	12.6	0.353	0.0157	—	
	4	1300	570	166	0	11.0	9.5	2.00	0.547	0.528	0.5	20.8	0.577	0.0183	—	
	5	583	325	0	586	14.0	13.6	1.00	0.434	0.312	0.6	13.1	0.372	0.0187	—	
	6	558	383	163	657	13.3	9.8	1.00	0.430	0.340	0.65	11.9	0.333	0.0230	—	
仿真丝织物	11	495	410	332	0	9.6	10.3	1.00	0.542	0.491	0.48	9.43	0.412	0.0383	7.89	
	12	715	425	438	739	11.7	10.4	1.00	0.375	0.287	0.67	13.9	0.363	0.0166	6.37	
	13	960	620	69.8	361	7.8	4.9	2.00	0.327	0.403	1.46	11.5	0.511	0.0253	8.57	
	14	765	390	71.6	287	6.1	7.2	1.00	0.284	0.378	2.29	7.84	0.323	0.0153	8.55	
	15	728	408	83.7	542	11.2	11.2	1.00	0.398	0.412	0.81	13.8	0.336	0.0122	7.99	
	16	960	440	58.3	475	7.7	7.7	2.00	0.336	0.466	2.17	11.1	0.36	0.0100	10.01	
	17	703	403	391	542	8.4	9.5	1.00	0.246	0.308	2.07	10.2	0.347	0.0170	7.24	
	18	578	293	607	616	16.8	15.2	1.00	0.289	0.308	2.04	15.5	0.442	0.0200	7.40	
	19	430	418	0	0	6.4	6.6	1.00	0.372	0.400	1.8	5.80	0.123	0.0040	7.12	
	20	795	435	102	765	6.5	8.6	1.00	0.414	0.298	1.46	9.48	0.237	0.0063	7.50	
	干爽手感织物	28	570	365	87	389	9.2	10.3	1.00	0.350	0.277	1.51	9.29	0.308	0.0166	7.86
		30	800	475	758	653	9.8	8.5	1.27	0.252	0.271	2.45	11.3	0.258	0.0078	3.26
		31	753	370	957	801	9.0	8.8	1.27	0.240	0.266	2.7	11.2	0.253	0.0070	3.57
		32	760	388	961	768	9.8	8.1	1.27	0.245	0.277	2.59	11.5	0.302	0.0080	5.13
34		450	388	60.0	538	6.8	6.9	1.00	0.349	0.348	1.28	9.78	0.194	0.0043	7.38	
35		473	480	53.7	306	5.0	7.1	1.00	0.250	0.279	2.5	9.94	0.305	0.0130	6.97	
36		1000	420	270	421	6.5	9.6	2.00	0.382	0.269	1.27	12.5	0.438	0.0230	7.79	
37		720	300	770	723	17.5	16.5	2.08	0.260	0.305	2.81	18.6	0.52	0.0107	6.79	
38		565	320	647	497	17.2	16.6	2.08	0.240	0.240	2.82	18.9	0.527	0.0143	5.15	
39		755	375	70.8	735	4.9	9.3	2.00	0.356	0.311	1.23	11.5	0.29	0.0100	7.72	
仿精梳毛织物	44	418	300	379	238	17.0	16.0	1.00	0.269	0.277	2.11	13.9	0.476	0.0400	7.13	
	45	576	282	629	571	21.7	19.9	2.04	0.217	0.232	3.31	19.3	0.655	0.0183	6.03	
	46	545	283	817	868	20.7	20.0	1.81	0.266	0.221	2.21	18.6	0.713	0.0280	6.77	
	47	565	310	927	894	19.5	20.0	1.81	0.230	0.258	3.38	19.6	0.743	0.0303	6.52	
	48	500	370	652	801	14.0	19.4	1.63	0.396	0.330	0.9	17.8	0.475	0.0163	5.46	
	49	515	290	401	436	19.9	21.5	1.63	0.291	0.238	1.35	18.2	0.562	0.0287	7.41	
	50	705	260	540	332	11.9	20.7	1.27	0.209	0.242	3.57	14.8	0.518	0.0410	6.79	
变异系数/ %		28.5	22.3	86.0	49.5	43.3	41.7	32.6	31.6	24.1	53.7	29.0	35.1	53.9	21.1	

注：绝大多数织物的经向为异旦异收缩混纤丝，而纬向为单一纤维。

$$WC = 8.670 E - 03 + 6.341 E - 02 X_{12} - 1.8 E -$$

$$03 X_{11} + 1.095 E - 03 X_6 - 1.1 E - 05 X_4 \quad (2)$$

复相关系数 $R = 0.851$ ，回归方差与剩余方差之比 $F = 21.574 > F_{0.01}(4, 28) = 4.07$ 。

3) 蓬松丰满度 FUKURAMI 的回归方程为，

$$FUKURAMI = 3.382 - 3.9 E - 03 X_3 + 0.156$$

$$X_5 + 2.422 E - 03 X_1 + 5.608 X_9 \quad (3)$$

复相关系数 $R = 0.841$ ，回归方差与剩余方差之比 $F = 16.288 > F_{0.01}(3, 23) = 4.07^{[4]}$ 。

由上面三项回归方差与剩余方差之比可知，以上三个回归方程在 0.01 水平上都是高度显著的。

2.2 回归结果分析

从回归方程(1)看出，决定织物轻负厚度 T_0 的因素依次为：经纱的线密度 X_5 、织物的经向织造密度 X_1 、纬纱的线密度 X_6 、织物的纬向密度 X_2 。因为所选试样大多为经面织物，所以经纱线密度及织物的经密被优先选入方程。

从回归方程(2)看出：织物的压缩功主要与织物的轻负厚度 X_{12} 、重量 X_{11} 、纬纱的特数 X_6 、纬纱的捻系数 X_4 有关。对于经面织物，一般经纱的特数与经纱的捻系数比纬向因素对压缩功的影响会更大，但是因为轻负厚度与经向因素的关系密切，所以在

轻负厚度 T_0 首先被选入回归方程(2)之后,经向因素就没有再重复体现。

从回归方程(3)可知,影响织物蓬松丰满度的首要因素是经纱的捻系数 X_3 ,它与蓬松丰满度负相关。其次是:经纱的特数 X_5 、织物的经向织造密度 X_1 和纬向纤维比表面积 X_6 ,它们都与蓬松丰满度正相关。试验的纬纱绝大多数为圆截面纤维,纬向纤维比表面积与纤维细度负相关。所选试样均为经面织物,经纱为织物的支持面,织物受到压缩作用时,经纱首先被压。由上可知,浮在织物表面纱线的蓬松程度、特数及织造密度对织物的蓬松丰满度影响很大。另外, X_5 、 X_1 是影响织物轻负厚度 T_0 的首要因素,可见轻负厚度 T_0 与织物的蓬松丰满度关系密切。

3 结 论

1. 织物的轻负厚度与经纬纱特数正相关,与经纬向的织造密度正相关。

2. 确定织物蓬松丰满度的主要因素——压缩功与织物厚度正相关,此外在织物厚度一定时还与

织物的平方米重量负相关,与纬纱特数正相关、与纬纱捻系数负相关。

3. 织物的蓬松丰满度与经纱捻系数负相关,与经纱特数、经纱织造密度正相关,与纬纱纤维细度负相关。

可见,织物蓬松丰满度设计的主要途径是通过捻度变化等措施增大纱线中纤维间的空隙,其次是利用经纬向紧度差异等措施提高织物中纱线的曲屈率。

参 考 文 献

- 1 川端季雄.风合的标准化及分析.日本大阪:日本纤维机械学会,1980.
- 2 王府梅.服装面料的性能设计.上海:中国纺织大学出版社,2000.
- 3 王府梅.日本新合纤的风格性能、发展过程及技术特征.中国纺织大学学报,1998(1):102~104.
- 4 姚 穆等.纺织材料学.北京:纺织工业出版社,1980.
- 5 吴汉金等.机织物结构设计原理.上海:同济大学出版社,1988.
- 6 中国科学院数学研究所数理统计组.回归分析方法.北京:科学出版社,1975.