

文章编号: 0253-9721(2008)11-0044-04

织物柔软度的等级划分

王 亚, 卢雨正, 高卫东

(生态纺织教育部重点实验室(江南大学), 江苏 无锡 214122)

摘 要 针对织物柔软性评价体系不够完善的问题, 探讨织物柔软度的量化以及柔软度的等级划分。采用主客观评价相结合的方法建立 30 块柔软度存在差异、且有较宽分布的机织物样本空间, 利用主成分分析的方法计算这些样本的 12 项力学指标的综合评价值, 并以此综合评价值作为量化评价织物柔软度的依据。再按综合评价值由小到大的顺序将样本均分为 6 个等级, 结合主观评价对分级区间样本进行微调, 得到以综合评价值为基础划分的织物柔软度的 6 个等级区间, 并验证了结果的合理性与客观性。

关键词 织物; 柔软度; 力学指标; 主成分分析; 分等

中图分类号: TS 101.923 文献标识码: A

Classification of fabric softness

WANG Ya, LU Yuzheng, GAO Weidong

(Key Laboratory of Eco-Textile (Jiangnan University), Ministry of Education, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract At present, fabric softness assessment still needs to be improved. In this paper, the quantization and classification method of fabric softness were discussed. A 30 woven fabric sample space with a wide distribution was established by the combination of subjective and objective assessment. Comprehensive evaluation value of 12 mechanics indexes that calculated by the main factor analysis were used to quantify the fabric softness. The sample space was equally divided into 6 grades according to the comprehensive evaluation values, and a proper adjustment was carried out by handle evaluation. Moreover, the reasonable and objective of the fabric softness classification result was verified.

Key words fabric; softness; mechanics index; main factor analysis; classification

织物的柔软度是织物物理力学指标的一个综合反映, 它不仅影响到织物的外观风格, 而且影响人们的穿着舒适性, 然而, 目前并没有一套完整的体系用于评价织物的柔软度, 大多还是采用主观评价的方法。曾有学者用模糊综合评价的方法评价织物柔软度的优劣^[1], 但没有得到量化的结果, 因此, 对织物的柔软度及等级进行量化, 完善评价体系, 将为纺织品的设计和开发提供客观依据。

选择织物的弯曲性能、剪切性能和压缩性能指标进行主成分分析, 所得的综合评价值可以对织物的柔软度优劣进行排序^[2], 但是这种方法对于单个织物的柔软度还难以作绝对评价, 因此有必要进一步研究柔软度的评价体系。

本文采用主客观评价相结合的方法, 建立柔软度存在差异、且有较宽分布的机织物样本总体, 利用主成分分析的方法计算各子样物理力学指标的综合评价值, 将此综合评价值作为织物柔软度分级的基本依据初定分级区间, 再结合主观评价进行调整, 最终给出了按综合评价值进行分级的织物柔软度等级区间, 从而实现了对织物柔软度的等级评定。

1 试验样本总体

试样以棉机织物为主, 包括纯棉以及棉混纺织物, 并加入丝织物以扩大柔软度的取样区间。所选试样具有代表性, 其柔软度在变化范围内具有较为

收稿日期: 2007-11-20 修回日期: 2008-05-26

基金项目: 江苏省教育厅资助项目(JH07-019)

作者简介: 王亚(1981—), 女, 硕士生。研究方向为织物柔软性的表征与评价。高卫东, 通讯作者, E-mail: gaowd3@163.com。

均匀的分布。织物规格见表 1。其中前 30 块试样(编号为 f_1, f_2, \dots, f_{30})用于柔软度等级划分;后 4 块(编号为 $F_1 \sim F_4$)用于划分结果的检验。

表 1 织物规格

Tab.1 Structural parameters of fabrics

试样 编号	组织	纱线线密度/tex		密度/(根·(10 cm) ⁻¹)	
		经纱	纬纱	经向	纬向
f_1	平纹	9.72	(9.72 + 3.33)	420	280
f_2	平纹	9.72	9.72	360	352
f_3	双层组织	14.6	14.6 + 48.6	712	400
f_4	2/1 斜纹	18.2	(18.2 + 18.2 + 4.44)	556	280
f_5	复杂组织	18.2	83.3	580	192
f_6	复杂组织	27.8	27.8	384	188
f_7	2/1 斜纹	9.72	9.72	680	420
f_8	3/1 斜纹	29.2	58.3	472	208
f_9	平纹	14.6	14.6	572	448
f_{10}	平纹	7.3	7.3	532	400
f_{11}	提花组织	14.6	29.2	560	320
f_{12}	2/2 斜纹	7.57	5.67	410	440
f_{13}	3/1 斜纹	8.33	11.3	690	340
f_{14}	平纹	3.3	9.33	540	440
f_{15}	平纹	3.83	5.33	600	440
f_{16}	3/3 斜	11	9.17	424	492
f_{17}	2/1 斜纹	29.2	36.4	480	240
f_{18}	3/2 斜纹	27.8	(36.4 + 7.78 + 58.3)	360	320
f_{19}	2/1 斜纹	36.4	58.3	432	224
f_{20}	2/2 斜纹	27.8	18.2	492	368
f_{21}	3/1 斜纹	36.4	48.6	432	224
f_{22}	平纹	14.6	18.2	768	344
f_{23}	平纹	27.8	18.2	560	368
f_{24}	3/1 斜纹	58.3	58.3	344	200
f_{25}	3/1 斜纹	27.8	27.8/2	512	232
f_{26}	平纹	14.6	14.6	480	400
f_{27}	平纹	11.7	11.7	400	336
f_{28}	平纹	11.7	(11.7 + 4.44)	704	304
f_{29}	平纹	29.2	(36.4 + 7.78)	544	224
f_{30}	1/3 斜纹	29.2	58.3	472	216
F_1	平纹	4.63	4.63	520	470
F_2	1/3 斜纹	19.4/2	48.6	464	252
F_3	双层组织	14.6/2	18.2/2	644	396
F_4	2/2 斜纹	6.7/2	10.5	401	392

注:试样 $f_1, f_4, f_{18}, f_{28}, f_{29}$ 的纬纱为氨纶包芯纱,经纱为棉纱;试样 $f_{12} \sim f_{16}$ 以及 F_1 为丝织物;试样 f_{17} 为纱卡,纬纱为涤/棉混纺纱,经纱为棉纱;试样 F_4 为毛织物;其余试样均为纯棉织物。

2 测试结果及分析

2.1 测试结果

织物的柔软性与其弯曲性能和剪切性能有着密切的关系^[3-5],与织物的压缩性能也有一定关系,因此选择织物的弯曲刚度 B 、弯曲滞后矩 $2HB$ 、剪切刚度 G 、剪切角为 0.5° 和 5° 时的剪切滞后值 $2HG$ 和

$2HG5$ 、压力为 0.5 cN/cm^2 和 50 cN/cm^2 时的厚度 T_0 和 T_m 进行评价。利用 KES-F 风格仪,在标准温湿度下测量所选指标,对于机织物而言,弯曲性能和剪切性能指标要分经、纬向,所以共 12 个参数。34 块试样的测量结果见表 2。

2.2 计算综合评价值

将织物的弯曲性能、剪切性能和厚度进行主成分分析^[6]得到综合评价值 Y ,如表 3 所示。表中综合评价值按由小到大的顺序排列,综合评价值越小,织物柔软性越好。

3 织物柔软性的等级量化

3.1 等级区间的初步划分

本文将织物的柔软度分为 6 个等级,1 为很柔软、2 为柔软、3 为较柔软、4 为较硬、5 为硬、6 为很硬,其所对应的 Y 值区间如表 4 所示。将表 3 中的 30 块织物按综合评价值从小到大的顺序均分成 6 组,分别对应织物柔软度的 6 个等级,则可得到综合评价等级区间初步划分的结果,见表 4。

3.2 结合主观评价对分级区间调整

为与主观评价的结果保持较好的一致性,通过主观手感对各等级边界上的织物进行评价,等级 1 中处于等级边界的织物为 f_{16} ,等级 2 中最柔软的织物为 f_2 ,主观评价 f_2 达不到丝织物 f_{16} 的柔软程度,等级 2、3 中其他边界织物的主观划分与客观划分也相符合,但等级 5 中的 f_{29} 的主观感觉与等级 4 中的 f_8 接近,且 f_{29} 明显比 f_{30} 柔软,因此将 f_{29} 划为等级 4,等级 6 中 f_{25} 与等级 5 中 f_{21} 接近,且 f_{25} 明显比 f_{19} 和 f_{18} 柔软,因此,将 f_{25} 划为等级 5。

由综合评价值和主观感觉相结合,重新调整柔软度分等的综合评价值区间,结果如表 5 所示。

3.3 检验

为检验柔软度等级区间划分的合理性,通过添加和替换子样的方法进行检验。选择 F_1, F_2, F_3, F_4 4 块织物用于检验分析。

3.3.1 添加检验

将 4 块织物加入原 30 块织物的样本总体中,计算 34 块织物的综合评价值 Y 。结果如表 6 所示。表中综合评价值按由小到大的顺序排列。

根据表 6 数据和织物柔软度的划分区间, F_1, F_2, F_3, F_4 织物分别属于 1 级、6 级、3 级、2 级;原 30 块织物柔软度的优劣排序不变且每块织物所属

表 2 织物力学指标测量值
Tab.2 Values of mechanical indexes

试样编号	B_1	B_2	$2HB_1$	$2HB_2$	T_0	T_m	G_1	G_2	$2HG_1$	$2HG_2$	$2HG5_1$	$2HG5_2$
f_1	0.079	0.009	0.056	0.009	0.340	0.200	1.100	1.010	1.230	1.330	3.300	3.850
f_2	0.051	0.013	0.053	0.016	0.325	0.182	0.870	0.890	1.050	1.650	3.100	3.830
f_3	0.860	0.550	0.730	0.580	0.792	0.518	1.380	1.390	0.900	0.210	5.030	4.230
f_4	0.382	0.053	0.346	0.053	0.557	0.314	2.330	2.530	3.550	3.000	5.780	8.200
f_5	0.693	1.520	0.751	1.852	0.898	0.488	4.430	3.940	2.550	0.980	10.980	8.430
f_6	0.350	0.058	0.277	0.051	0.537	0.330	1.840	1.810	0.430	1.330	4.780	7.200
f_7	0.101	0.027	0.072	0.021	0.428	0.222	1.020	0.880	0.700	1.130	3.550	3.900
f_8	0.024	0.293	0.454	0.403	0.786	0.479	4.070	4.370	7.580	8.030	9.120	14.700
f_9	0.149	0.066	0.175	0.079	0.453	0.231	3.190	3.960	7.030	8.100	7.490	16.500
f_{10}	0.104	0.017	0.077	0.014	0.365	0.171	1.100	1.120	1.730	1.850	3.980	5.400
f_{11}	0.237	0.192	0.245	0.188	0.506	0.319	5.000	5.520	5.880	5.500	10.800	17.000
f_{12}	0.029	0.035	0.017	0.020	0.166	0.210	0.270	0.280	0.100	0.100	0.200	0.300
f_{13}	0.151	0.053	0.066	0.033	0.149	0.190	0.380	0.400	0.630	0.700	0.980	1.050
f_{14}	0.013	0.010	0.008	0.007	0.176	0.217	0.270	0.270	0.050	0.010	0.250	0.050
f_{15}	0.019	0.074	0.013	0.033	0.110	0.161	0.240	0.240	0.050	0.100	0.330	0.180
f_{16}	0.039	0.046	0.020	0.024	0.252	0.311	0.240	0.230	0.060	0.010	0.100	0.180
f_{17}	0.212	0.106	0.335	0.159	0.405	0.610	2.280	2.420	3.900	3.800	7.850	7.580
f_{18}	0.780	0.310	1.030	0.424	0.933	0.480	4.870	6.080	15.600	15.800	10.600	23.500
f_{19}	0.730	0.390	0.980	0.670	1.010	0.471	5.010	5.490	13.800	14.100	10.900	18.800
f_{20}	0.386	0.164	0.510	0.216	0.628	0.300	5.010	5.960	13.800	14.280	18.900	22.100
f_{21}	0.520	0.442	0.523	0.406	0.857	0.498	6.030	5.940	9.580	9.200	12.700	15.900
f_{22}	0.394	0.146	0.346	0.132	0.537	0.270	5.210	5.980	7.250	6.600	11.200	19.000
f_{23}	0.445	0.165	0.636	0.188	0.729	0.366	5.610	6.700	13.200	13.300	12.000	23.900
f_{24}	0.981	0.280	1.290	0.326	1.150	0.666	4.020	4.840	11.400	11.530	9.030	18.300
f_{25}	0.672	0.479	1.010	0.437	0.742	0.422	4.670	6.070	10.880	11.000	10.200	23.500
f_{26}	0.172	0.105	0.183	0.115	0.400	0.222	4.930	5.890	6.330	6.050	10.700	19.900
f_{27}	0.122	0.004	0.145	0.050	0.427	0.208	1.820	1.570	2.900	3.680	4.750	7.930
f_{28}	0.183	0.024	0.245	0.045	0.376	0.222	2.380	3.260	8.280	5.730	5.990	11.300
f_{29}	0.220	0.136	0.231	0.211	1.010	0.560	3.020	3.930	12.200	11.200	7.680	17.300
f_{30}	0.228	0.549	0.018	0.398	0.873	0.447	5.820	7.030	10.080	10.650	8.260	17.100
F_1	0.009	0.006	0.008	0.007	0.187	0.244	0.190	0.180	0.150	0.380	0.130	0.150
F_2	0.883	0.302	1.360	0.426	1.060	0.471	4.250	5.170	13.850	15.680	9.450	21.800
F_3	0.118	0.103	0.394	0.091	0.667	0.342	3.080	3.180	2.750	3.980	8.200	9.900
F_4	0.056	0.044	0.022	0.014	0.562	0.321	0.702	0.837	0.420	0.392	1.250	1.360

注:各指标的单位分别为: B , $cN \cdot cm^2/cm$; $2HB$, $cN \cdot cm/cm$; G , $cN/cm \cdot (^{\circ})$; $2HG$ 和 $2HG5$, cN/cm ; T_0 和 T_m , mm 。下标 1、2 分别代表经向与纬向指标数据。

表 3 综合评价值 Y

Tab.3 Comprehensive evaluation value Y

试样编号	Y	试样编号	Y	试样编号	Y
f_{15}	-3.126	f_6	-1.154	f_{29}	1.197
f_{14}	-3.054	f_{28}	-0.937	f_{30}	1.725
f_{12}	-3.012	f_4	-0.722	f_{20}	1.975
f_{13}	-2.765	f_9	-0.493	f_{23}	2.114
f_{16}	-2.748	f_{17}	-0.295	f_{21}	2.413
f_2	-2.454	f_{26}	0.025	f_{25}	2.767
f_1	-2.345	f_{11}	0.414	f_{19}	3.370
f_{10}	-2.208	f_{22}	0.723	f_{18}	3.400
f_7	-2.198	f_3	0.917	f_{24}	3.524
f_{27}	-1.677	f_8	0.977	f_5	3.647

表 4 综合评价值划分

Tab.4 Grade of comprehensive evaluation value

等级	Y 值区间	试样
1	$Y < -2.5$	$f_{15}, f_{14}, f_{12}, f_{13}, f_{16}$
2	$-2.5 \leq Y \leq -1.5$	$f_2, f_1, f_{10}, f_7, f_{27}$
3	$-1.5 < Y \leq 0$	$f_6, f_{28}, f_4, f_9, f_{17}$
4	$0 < Y \leq 1$	$f_{26}, f_{11}, f_{22}, f_3, f_8$
5	$1 < Y < 2.5$	$f_{29}, f_{30}, f_{20}, f_{23}, f_{21}$
6	$Y \geq 2.5$	$f_{25}, f_{19}, f_{18}, f_{24}, f_5$

柔软度等级区间也不变,这表明柔软度等级区间划分是合理的。

3.3.2 替换检验

为验证柔软度分等评价的准确性,用 F_1 、 F_2 、 F_3 、

表 5 柔软等级

Tab.5 Softness grade

等级	Y 值区间	试样
1	$Y < -2.5$	$f_{15}, f_{14}, f_{12}, f_{13}, f_{16}$
2	$-2.5 \leq Y \leq -1.5$	$f_2, f_1, f_{10}, f_7, f_{27}$
3	$-1.5 < Y \leq 0$	$f_6, f_{28}, f_4, f_9, f_{17}$
4	$0 < Y \leq 1.5$	$f_{26}, f_{11}, f_{22}, f_3, f_8, f_{29}$
5	$1.5 < Y < 3$	$f_{30}, f_{20}, f_{23}, f_{21}, f_{25}$
6	$Y \geq 3$	$f_{19}, f_{18}, f_{24}, f_5$

表 6 添加检验综合评价值 Y

Tab.6 Comprehensive evaluation value Y of adding test

试样编号	添加后 Y 值	添加前 Y 值	试样编号	添加后 Y 值	添加前 Y 值
f_{15}	-3.112	-3.126	f_{17}	-0.227	-0.295
f_{14}	-3.040	-3.054	f_{26}	0.125	0.025
f_{12}	-2.998	-3.012	f_{11}	0.513	0.414
F_1	-2.992	—	f_{22}	0.812	0.723
f_{13}	-2.754	-2.765	f_3	0.933	0.917
f_{16}	-2.729	-2.748	f_8	1.086	0.977
f_2	-2.432	-2.454	f_{29}	1.310	1.197
f_1	-2.323	-2.345	f_{30}	1.892	1.725
F_4	-2.187	—	f_{20}	2.094	1.975
f_{10}	-2.185	-2.208	f_{23}	2.222	2.114
f_7	-2.179	-2.198	f_{21}	2.531	2.413
f_{27}	-1.643	-1.677	f_{25}	2.856	2.767
f_6	-1.136	-1.154	f_{19}	3.467	3.370
f_{28}	-0.881	-0.937	f_{18}	3.494	3.400
f_4	-0.695	-0.722	f_{24}	3.567	3.524
f_9	-0.413	-0.493	F_2	3.592	—
F_3	-0.371	—	f_5	3.800	3.647

F_4 分别替换柔软度主观评价最为接近的 f_{12} 、 f_{24} 、 f_9 、 f_{10} , 对新组成的 30 块织物进行主成分分析并计算综合评价值, 结果如表 7 所示。可以看出, 替换后的 30 块织物的综合评价值与替换前相比变化不大, 且每块织物所属等级不变, F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 4 块织物所属等级与通过添加检验得到的结果一致。这说明试验所选 30 块织物具有较好的代表性, 得到的柔软度等级评价是客观的。

4 结 论

试验所选 30 块织物的柔软度区间范围较大, 波

表 7 替换检验综合评价值 Y 比较

Tab.7 Comprehensive evaluation value Y of substitution test

试样编号	替换后 Y 值	替换前 Y 值	试样编号	替换后 Y 值	替换前 Y 值
f_{15}	-3.183	-3.126	f_{17}	-0.264	-0.295
f_{14}	-3.102	-3.054	f_{26}	0.012	0.025
f_{12}	—	-3.012	f_{11}	0.418	0.414
F_1	-3.050	—	f_{22}	0.718	0.723
f_{13}	-2.817	-2.765	f_3	0.939	0.917
f_{16}	-2.778	-2.748	f_8	1.006	0.977
f_2	-2.500	-2.454	f_{29}	1.247	1.197
f_1	-2.389	-2.345	f_{30}	1.779	1.725
F_4	-2.237	—	f_{20}	1.977	1.975
f_{10}	—	-2.208	f_{23}	2.127	2.114
f_7	-2.229	-2.198	f_{21}	2.457	2.413
f_{27}	-1.715	-1.677	f_{25}	2.787	2.767
f_6	-1.171	-1.154	f_{19}	3.403	3.370
f_{28}	-0.969	-0.937	f_{18}	3.431	3.400
f_4	-0.740	-0.722	f_{24}	—	3.524
f_9	—	-0.493	F_2	3.558	—
F_3	-0.429	—	f_5	3.713	3.647

动均匀, 具有较好的代表性。借助于 KES-F 织物风格仪测试所选织物的弯曲刚度、弯曲滞后矩、剪切刚度、剪切滞后矩、厚度指标, 利用测试结果进行主成分分析, 将所得综合评价值作为织物柔软度的评价指标, 结合主观手感将织物的柔软度划分为 6 个等级, 通过添加和替换织物进行验证, 结果表明, 织物柔软度等级的划分是合理的, 评价结果具有客观性。

FXZB

参考文献:

- [1] Chen Y, Billie C. Objective evaluation of fabric softness[J]. Textile Res J, 2000, 70(5): 443 - 448.
- [2] 王亚, 高卫东, 卢雨正. 织物柔软性的主观评价[J]. 纺织学报, 2008, 29(5): 22 - 25.
- [3] 徐广标, 何雪莲. 低负荷下织物弯曲和剪切性能的基础研究[J]. 江苏丝绸, 2005(1): 20 - 22.
- [4] Gong R H, Mukhopadhyay S K. Fabric objective measurement: a comparative study of fabric characteristics[J]. J Text Inst, 1993, 84(2): 192 - 197.
- [5] 曹建达, 陈人豪. 棉织物手感评价的回归分析[J]. 纺织学报, 2006, 27(1): 72 - 74.
- [6] 吴有炜. 试验设计与数据处理[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2002: 263.