

DOI: 10.19333/j.mfkj.2018030370206

机织物反复弯曲性能测试及指标分析

程浩南^{1,2}

(1.江西服装学院,江西 南昌 330201; 2.江西省现代服装工程技术研究中心,江西 南昌 330201)

摘要:选择纯棉、涤纶和羊毛 3 种类型的机织物,利用自制马鞍状织物弯曲装置进行反复弯曲性能测试。结果显示:机织物的 1 次弯曲曲线和 10 次反复弯曲曲线之间有一定的差距,多次弯曲能更准确的反映织物的弯曲性能。根据 Ghosh 的四次多项式织物的弯曲理论,得到 6 种试样的经、纬向 1 次和 10 次弯曲过程的拟合方程,并提出了多次弯曲功差异率、多次弯曲回复功差异率和头末次滞后功差异率 3 项指标,用于比较机织物反复弯曲性能。通过对试样进行反复弯曲性能进行测试,验证了该 3 项指标符合织物实际弯曲性能的特点。

关键词:弯曲性能;多次弯曲功差异率;多次弯曲回复功差异率;头末次滞后功差异率

中图分类号:TS 101.923.7

文献标志码:A

Repeated bending property test and index analysis of woven fabric

CHENG Haonan^{1,2}

(1.Jiangxi Institute of Fashion Technology ,Nanchang ,Jiangxi 330201 ,China; 2.Jiangxi Provincial Modern Research Center of Clothing Engineering Technology ,Nanchang ,Jiangxi 330201 ,China)

Abstract: The repeated bending property of three kind of woven fabrics made with cotton , polyester and wool , were tested by using a saddle-shaped fabric bending device. The results showed that the difference between the first bending curve and the curves of 10 repeated bending is obvious , the repeated bending of the fabric can reflect the bending performance of the fabric more accurately. According to the bending theory of Ghosh's quantic polynomial fabric , the fitting equations of the warp and weft bending processes of 6 kinds of samples for 1 and 10 times were obtained. Three bending work rate differences , multiple bending work return difference and initial and final work difference were used to compare the repeated bending performance of the woven fabric. The bending properties of the woven fabrics were tested and the results showed that the 3 item indicators can reflect the actual characteristics of the fabric bending.

Keywords: bending properties; differential rate of multiple bending work; differential rate of bending hysteresis work; differential rate of bending hysteresis work

织物的弯曲性能是评价面料风格的一项重要力学性能指标,受到人们的广泛关注^[1-3],弯曲性能直接影响着内衣的贴身性、柔软性和悬垂特性,也影响着外衣的挺括性、抗皱性、保形与造型等特征^[4-6]。

Peirce 提出了悬臂梁模型开启了面料风格和织物弯曲力学性能研究的序幕^[7],此后众多的专家学

者对面料风格和弯曲性能展开了研究,形成了多种弯曲理论,并建立了相应的理论模型^[8-9],已经被大家公认的研究方法很多,测试仪器也有多样,可以说织物的弯曲性能测试方面的研究已经较为全面^[10-11]。但是现有的测试方法和测试仪器基本上都是建立在织物 1 次弯曲的基础上,而织物在使用和穿着过程中通常不是弯曲 1 次,而是不停的反复弯曲或者长期处于弯曲状态中,织物的弯曲性能也并不能仅靠 1 次弯曲的结果就能反映出来,所以现有的方法和测试仪器不能较为充分的、全面的反映织物的弯曲性能^[12]。本文采用马鞍法对机织物进行反复弯曲,

收稿日期:2018-03-30

基金项目:江西省教育厅科技计划项目(GJJ161215)

作者简介:程浩南,讲师,硕士,主要研究纺织材料的改性及应用,E-mail:chenghaonna@126.com。

得出织物在多次弯曲情况下的弯曲及回复曲线,分析织物多次弯曲与 1 次弯曲过程中的差别,为机织物反复弯曲性能的研究提供理论参考。

1 试验部分

1.1 试验原料

选择纯棉、涤纶和羊毛 3 种类型机织物,每一类取 2 种试样,共 6 种试样,试样规格见表 1。

表 1 试样规格

试样编号	原料	密度 / (根·(10 cm ⁻¹))		织物组织	厚度 / mm	面密度 / (g·m ⁻²)
		经向	纬向			
1#	棉纤维	410	200	平纹组织	0.43	111.5
2#	棉纤维	230	200	平纹组织	0.41	171.7
3#	涤纶	290	260	平纹组织	0.22	108.5
4#	涤纶	360	240	平纹组织	0.28	174.2
5#	羊毛	290	260	变化组织	0.60	367.8
6#	羊毛	200	200	2/2 斜纹	0.61	406.2

试样制作:将织物经过低温熨烫、自然干燥,消除内应力。将试样分经、纬方向分别按照长 70 mm,

宽 30 mm 进行裁剪,共 12 块试样,并做好标记,然后调湿 24 h,测试环境保持在温度为 20±2 ℃,相对湿度为 65%±2%。加夹持装置的马鞍肩宽为 20 mm,加载速度为 20 mm/min。

1.2 试验仪器

自制马鞍状织物弯曲测试夹具; Instron 5966 型万能材料试验机(美国英斯特朗公司),该仪器使用 Bluehill 2 软件,力传感器设置 2.5 N,载荷精度 ±0.1%,加载速度范围 0.05~1 000 mm/min,传感器识别模式可用于载荷传感器和引伸计的自动传感器识别。

将织物试样按照经、纬向顺序进行试验,在试验过程中弯曲次数太少会导致试验结果规律不明显,试验次数太多会导致弯曲过程中数据量过大,数据处理工作量较大,并且增加试验时间。故本文试验的反复弯曲次数设定为 10 次。

2 试验结果与分析

2.1 试验结果

图 1~6 为 6 种织物经、纬向弯曲曲线。

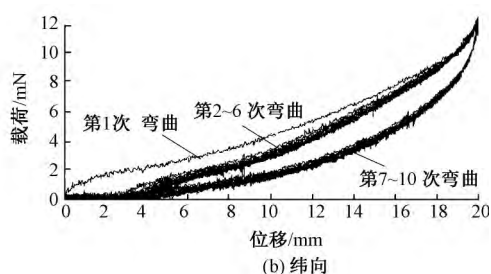
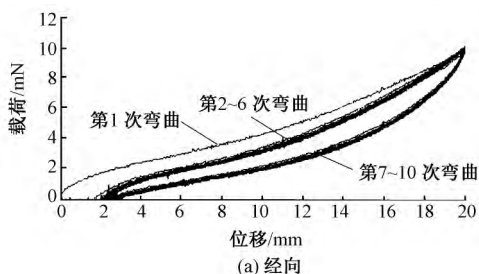


图 1 1#试样弯曲曲线

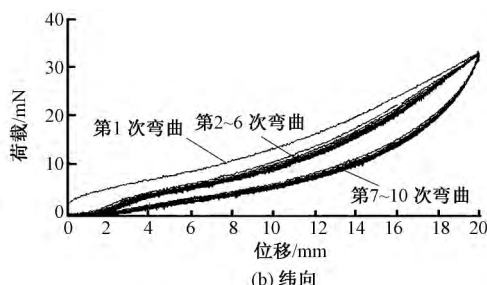
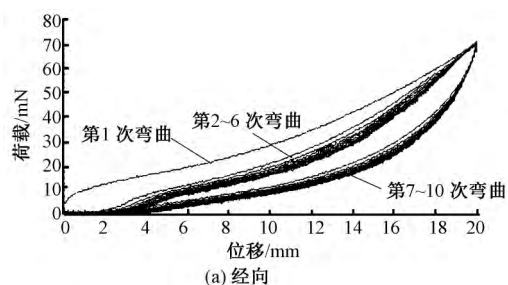


图 2 2#试样弯曲曲线

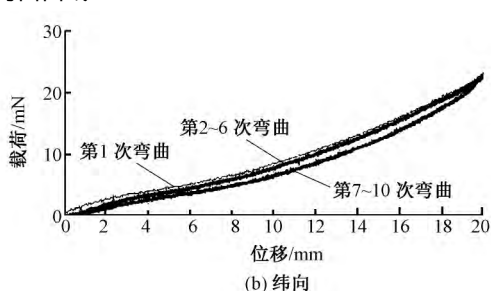
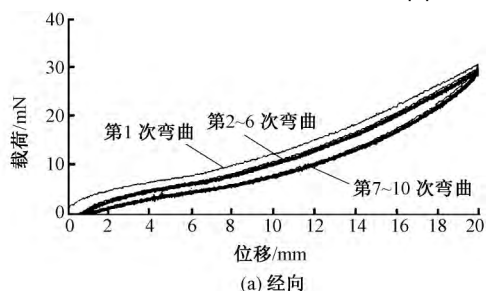


图 3 3#试样弯曲曲线

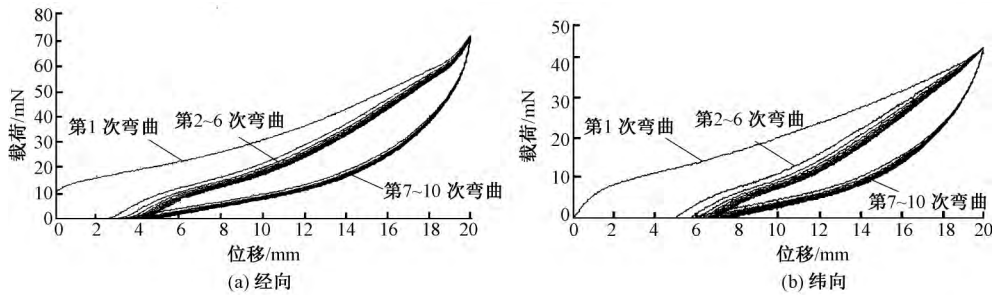


图 4 4#试样弯曲曲线

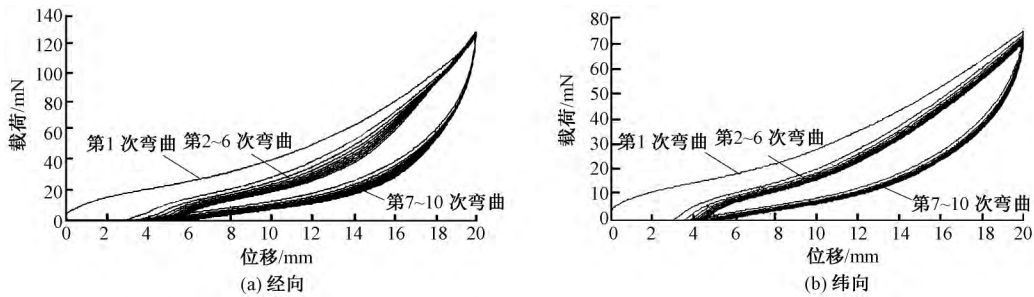


图 5 5#试样弯曲曲线

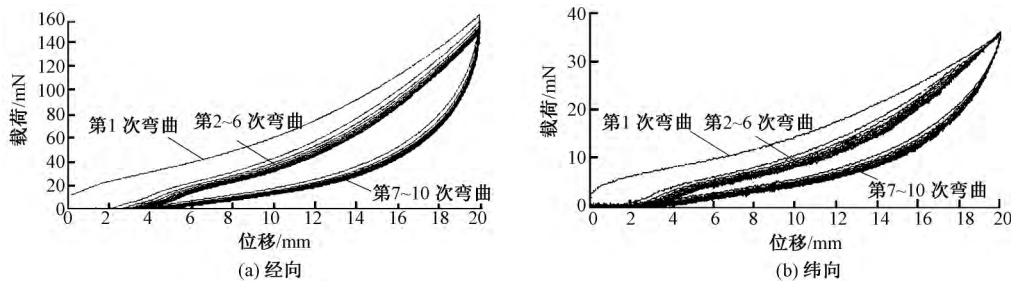


图 6 6#试样弯曲曲线

从图 1~6 可以看出: 试样在经过 10 次反复的弯曲后, 载荷—位移曲线都已经趋近于一条曲线, 说明经过 10 次弯曲之后, 试样织物出现了弯曲性能的稳定。同时, 织物 1 次弯曲曲线和 10 次反复弯曲的曲线之间有较大的差距, 说明织物的弯曲性能并不是 1 次弯曲所表现出来的状态, 多次

弯曲能更准确地反映织物的弯曲性能。为了准确地分析织物在反复弯曲中的形态, 获取更多的试验数据, 根据 Ghosh 的四次多项式织物的弯曲的理论, 对织物的 1 次弯曲和 10 次弯曲曲线分经纬向进行四次多项式的拟合, 6 种试样的经、纬向拟合方程如表 2~9 所示。

表 2 试样 1 次经向弯曲过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=3.0 \times 10^{-5} x^4 - 7.0 \times 10^{-4} x^3 + 7.3 \times 10^{-3} x^2 + 3.10 \times 10^{-2} x - 1.164 \times 10^{-1}$	0.999 1
2#	$Y=5.0 \times 10^{-5} x^4 - 1.3 \times 10^{-3} x^3 + 1.3 \times 10^{-2} x^2 + 1.32 \times 10^{-2} x - 2.117 \times 10^{-1}$	0.999 0
3#	$Y=2.0 \times 10^{-6} x^4 + 4.0 \times 10^{-4} x^3 - 6.9 \times 10^{-4} x^2 + 1.15 \times 10^{-1} x - 1.619 \times 10^{-1}$	0.999 6
4#	$Y=2.0 \times 10^{-4} x^4 - 5.5 \times 10^{-3} x^3 + 6.3 \times 10^{-2} x^2 - 1.67 \times 10^{-1} x - 8.698 \times 10^{-1}$	0.998 2
5#	$Y=4.0 \times 10^{-4} x^4 - 1.2 \times 10^{-2} x^3 + 1.3 \times 10^{-1} x^2 - 4.10 \times 10^{-1} x - 1.663 \times 10^{-1}$	0.995 8
6#	$Y=5.0 \times 10^{-4} x^4 - 1.5 \times 10^{-2} x^3 + 1.7 \times 10^{-1} x^2 - 5.10 \times 10^{-1} x - 6.473 \times 10^{-1}$	0.995 6

表 3 试样 1 次经向回复过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=-2.0 \times 10^{-5} x^4 + 1.2 \times 10^{-3} x^3 - 1.6 \times 10^{-2} x^2 + 1.60 \times 10^{-1} x + 7.190 \times 10^{-2}$	0.999 4
2#	$Y=-3.0 \times 10^{-5} x^4 + 1.2 \times 10^{-3} x^3 - 1.4 \times 10^{-2} x^2 + 1.50 \times 10^{-1} x + 8.080 \times 10^{-2}$	0.999 8
3#	$Y=3.0 \times 10^{-5} x^4 + 1.5 \times 10^{-3} x^3 - 1.8 \times 10^{-2} x^2 + 1.66 \times 10^{-1} x + 8.600 \times 10^{-2}$	0.999 5
4#	$Y=-2.0 \times 10^{-5} x^4 + 1.0 \times 10^{-3} x^3 - 1.0 \times 10^{-2} x^2 + 2.03 \times 10^{-1} x + 2.021 \times 10^{-1}$	0.998 9
5#	$Y=-4.0 \times 10^{-5} x^4 + 3.2 \times 10^{-3} x^3 - 4.1 \times 10^{-2} x^2 + 4.89 \times 10^{-1} x + 2.719 \times 10^{-1}$	0.999 7
6#	$Y=-9.0 \times 10^{-5} x^4 + 4.9 \times 10^{-3} x^3 - 5.5 \times 10^{-2} x^2 + 6.73 \times 10^{-1} x + 2.357 \times 10^{-1}$	0.999 9

表 4 试样 10 次经向弯曲过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=3.0 \times 10^{-6}x^4+2.0 \times 10^{-4}x^3-3.1 \times 10^{-3}x^2+9.93 \times 10^{-2}x-1.763 \times 10^{-1}$	0.998 1
2#	$Y=-3.0 \times 10^{-6}x^4+6.0 \times 10^{-4}x^3-8.9 \times 10^{-3}x^2+1.36 \times 10^{-2}x-3.053 \times 10^{-1}$	0.998 9
3#	$Y=-3.0 \times 10^{-5}x^4+1.4 \times 10^{-3}x^3-1.9 \times 10^{-2}x^2+1.79 \times 10^{-2}x-1.746 \times 10^{-1}$	0.999 5
4#	$Y=8.0 \times 10^{-5}x^4-3.1 \times 10^{-3}x^3+5.3 \times 10^{-2}x^2-1.37 \times 10^{-2}x-8.872 \times 10^{-1}$	0.998 3
5#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^4-6.4 \times 10^{-3}x^3+8.2 \times 10^{-2}x^2-2.28 \times 10^{-2}x-3.773 \times 10^{-1}$	0.997 9
6#	$Y=1.0 \times 10^{-4}x^4-4.5 \times 10^{-3}x^3+7.8 \times 10^{-2}x^2-1.33 \times 10^{-2}x-1.019$	0.999 0

表 5 试样 10 次经向回复过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=4.0 \times 10^{-5}x^4-1.3 \times 10^{-3}x^3+1.5 \times 10^{-2}x^2-8.70 \times 10^{-3}x-9.710 \times 10^{-2}$	0.999 2
2#	$Y=7.0 \times 10^{-5}x^4-2.1 \times 10^{-3}x^3+2.3 \times 10^{-2}x^2-3.88 \times 10^{-2}x-1.879 \times 10^{-1}$	0.998 8
3#	$Y=3.0 \times 10^{-6}x^4+3.0 \times 10^{-4}x^3-5.2 \times 10^{-3}x^2+1.01 \times 10^{-1}x-1.723 \times 10^{-1}$	0.999 2
4#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^4-6.0 \times 10^{-3}x^3+7.1 \times 10^{-2}x^2-2.48 \times 10^{-1}x-7.623 \times 10^{-1}$	0.997 5
5#	$Y=4.1 \times 10^{-3}x^3-8.1 \times 10^{-2}x^2+5.05 \times 10^{-1}x-1.123 7$	0.972 9
6#	$Y=5.0 \times 10^{-4}x^4-1.5 \times 10^{-2}x^3+1.74 \times 10^{-1}x^2-6.07 \times 10^{-1}x-5.565 \times 10^{-1}$	0.994 3

表 6 试样 1 次纬向弯曲过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=1.0 \times 10^{-4}x^3-1.5 \times 10^{-3}x^2+4.12 \times 10^{-2}x+2.920 \times 10^{-2}$	0.996 5
2#	$Y=-3.0 \times 10^{-5}x^4+1.4 \times 10^{-3}x^3-1.7 \times 10^{-2}x^2+1.71 \times 10^{-1}x+1.234 \times 10^{-1}$	0.999 5
3#	$Y=-2.0 \times 10^{-5}x^4+8.0 \times 10^{-4}x^3-8.6 \times 10^{-3}x^2+9.99 \times 10^{-2}x+3.280 \times 10^{-2}$	0.999 4
4#	$Y=-5.0 \times 10^{-5}x^4+2.2 \times 10^{-3}x^3-3.3 \times 10^{-2}x^2+3.29 \times 10^{-1}x+1.904 \times 10^{-1}$	0.998 0
5#	$Y=-7.0 \times 10^{-5}x^4+3.3 \times 10^{-3}x^3-3.7 \times 10^{-3}x^2+3.44 \times 10^{-1}x+2.796 \times 10^{-1}$	0.999 7
6#	$Y=-5.0 \times 10^{-5}x^4+2.7 \times 10^{-3}x^3-3.2 \times 10^{-3}x^2+3.43 \times 10^{-1}x+1.704 \times 10^{-1}$	0.999 8

表 7 试样 1 次纬向回复过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^3-2.8 \times 10^{-3}x^2+2.88 \times 10^{-2}x-7.360 \times 10^{-2}$	0.993 6
2#	$Y=7.0 \times 10^{-5}x^4-2.2 \times 10^{-3}x^3+2.4 \times 10^{-2}x^2-4.25 \times 10^{-2}x-1.663 \times 10^{-1}$	0.998 9
3#	$Y=-5.0 \times 10^{-6}x^4+4.0 \times 10^{-4}x^3-5.8 \times 10^{-3}x^2+8.66 \times 10^{-2}x-6.810 \times 10^{-2}$	0.999 2
4#	$Y=1.0 \times 10^{-4}x^4-3.3 \times 10^{-3}x^3+4.1 \times 10^{-2}x^2-1.51 \times 10^{-1}x+9.420 \times 10^{-2}$	0.997 7
5#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^4-5.7 \times 10^{-3}x^3+6.6 \times 10^{-2}x^2-1.83 \times 10^{-1}x-2.157 \times 10^{-1}$	0.998 1
6#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^4-7.2 \times 10^{-3}x^3+8.3 \times 10^{-2}x^2-2.68 \times 10^{-1}x-3.069 \times 10^{-1}$	0.997 0

表 8 试样 10 次纬向弯曲过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=6.0 \times 10^{-5}x^3+1.3 \times 10^{-3}x^2+1.27 \times 10^{-2}x-6.450 \times 10^{-2}$	0.996 8
2#	$Y=4.0 \times 10^{-5}x^4-1.1 \times 10^{-3}x^3+1.4 \times 10^{-2}x^2+1.59 \times 10^{-2}x-2.373 \times 10^{-1}$	0.998 3
3#	$Y=-2.0 \times 10^{-5}x^4+8.0 \times 10^{-4}x^3-8.9 \times 10^{-3}x^2+1.05 \times 10^{-1}x-6.990 \times 10^{-2}$	0.999 5
4#	$Y=-2.0 \times 10^{-5}x^4+6.0 \times 10^{-4}x^3+9.0 \times 10^{-3}x^2-6.99 \times 10^{-2}x+4.740 \times 10^{-2}$	0.998 7
5#	$Y=6.0 \times 10^{-5}x^4-2.1 \times 10^{-3}x^3+4.1 \times 10^{-2}x^2-7.61 \times 10^{-2}x-3.346 \times 10^{-1}$	0.998 4
6#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^4-5.3 \times 10^{-3}x^3+7.3 \times 10^{-2}x^2-0.239 \times 10^{-1}x-3.458 \times 10^{-1}$	0.998 5

表 9 试样 10 次纬向回复过程曲线方程

试样编号	拟合公式	关联度 R^2
1#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^3 - 2.8 \times 10^{-3}x^2 + 2.27 \times 10^{-2}x - 7.500 \times 10^{-2}$	0.992 8
2#	$Y=1.0 \times 10^{-4}x^4 - 3.6 \times 10^{-3}x^3 + 4.1 \times 10^{-2}x^2 - 1.29 \times 10^{-1}x - 1.041 \times 10^{-1}$	0.997 9
3#	$Y=-4.0 \times 10^{-6}x^4 + 4.0 \times 10^{-4}x^3 - 5.2 \times 10^{-3}x^2 + 8.18 \times 10^{-2}x - 8.790 \times 10^{-2}$	0.999 5
4#	$Y=9.0 \times 10^{-5}x^4 - 2.7 \times 10^{-3}x^3 + 3.1 \times 10^{-2}x^2 - 1.23 \times 10^{-1}x + 7.260 \times 10^{-2}$	0.997 2
5#	$Y=2.0 \times 10^{-4}x^4 - 5.9 \times 10^{-3}x^3 + 7.0 \times 10^{-2}x^2 - 2.43 \times 10^{-1}x - 1.601 \times 10^{-1}$	0.997 2
6#	$Y=3.0 \times 10^{-4}x^4 - 9.0 \times 10^{-3}x^3 + 1.0 \times 10^{-1}x^2 - 3.75 \times 10^{-1}x - 2.057 \times 10^{-1}$	0.991 1

2.2 指标分析

为了更具体的表现织物的反复弯曲性能,本文引进多次弯曲功衰减率、多次回复功衰减率和末次滞后功差异率等概念,定量表征织物 10 次弯曲与反复弯曲之间的数量关系。

2.2.1 多次弯曲功衰减率

多次弯曲功衰减率 $K_{\text{弯曲}}$ 是试样在 1 次弯曲后的弯曲过程中的弯曲力对位移的积分值与 n 次弯曲后的弯曲过程中的弯曲力对位移的积分值的差值,对试样在 1 次弯曲后的弯曲过程中的弯曲力对位移的积分值的百分数,该数值越大说明织物的抗反复弯曲性越差,用数学公式表示为:

$$K_{\text{弯曲}} = \frac{\int_0^{10} F_1 - \int_0^{10} F_n}{\int_0^{10} F_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $\int_0^{10} F_1$ 是织物在弯曲 1 次过程中弯曲力的积分值; $\int_0^{10} F_n$ 是织物在弯曲 n 次过程中弯曲力的积分值。

根据表 2~9 的弯曲曲线方程,计算得出经、纬向多次弯曲功衰减率,如表 10 所示。

表 10 多次弯曲功衰减率

试样编号	经向			纬向		
	$\int_0^{10} F_1$	$\int_0^{10} F_n$	$K_{\text{弯曲}} / \%$	$\int_0^{10} F_1$	$\int_0^{10} F_n$	$K_{\text{弯曲}} / \%$
1#	22.05	17.99	18.41	8.82	7.32	17.01
2#	23.62	19.44	17.70	22.67	17.68	22.01
3#	27.67	20.28	26.71	22.90	18.22	20.43
4#	44.19	23.84	46.05	38.33	22.17	42.16
5#	95.71	39.20	59.04	64.18	36.45	43.21
6#	130.74	43.75	66.54	81.65	33.62	58.82

从表 10 可以看出:1 次弯曲的弯曲力与多次弯曲的弯曲力之间具有一定的差距,说明用 1 次弯曲的方法描述机织物的弯曲性能是不准确的,反复弯曲的方式更能反映机织物在实际应用中的弯曲性

能。同时,还可以看出:机织物纬向抗反复弯曲的性能普遍优于经向,涤纶织物和纯棉织物抗反复弯曲性能相对较好,羊毛织物抗反复弯曲性能最差。

2.2.2 多次回复功衰减率

多次回复功衰减率 $K_{\text{回复}}$ 是试样在 1 次弯曲后的回复过程中的弯曲力对位移的积分值与 n 次弯曲后的回复过程中的弯曲力对位移的积分值差值,对试样在 1 次弯曲后的回复过程中的弯曲力对位移的积分值的百分数,该数值越大,间接说明织物的抗反复弯曲性越差,用数学公式表示为:

$$K_{\text{回复}} = \frac{\int_0^{10} F'_1 - \int_0^{10} F'_n}{\int_0^{10} F'_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $\int_0^{10} F'_1$ 是织物在弯曲 1 次过程中回复过程弯曲力的积分值; $\int_0^{10} F'_n$ 是织物在弯曲 n 次过程中回复过程弯曲力的积分值。

表 11 为织物经向、纬向多次回复功衰减率。

表 11 多次回复功衰减率

试样编号	经向			纬向		
	$\int_0^{10} F_1$	$\int_0^{10} F_n$	$K_{\text{回复}} / \%$	$\int_0^{10} F'_1$	$\int_0^{10} F'_n$	$K_{\text{回复}} / \%$
1#	10.54	8.59	18.50	4.82	3.97	17.64
2#	14.14	11.68	17.40	12.51	10.52	15.91
3#	19.14	15.82	17.35	14.29	12.17	14.84
4#	24.49	13.21	46.06	13.07	9.47	27.54
5#	54.80	26.75	51.19	45.05	27.71	38.49
6#	65.65	30.52	53.51	47.88	24.97	47.85

从表 11 可以看出:机织物纬向多次回复功衰减率普遍小于经向多次回复功衰减率,且羊毛织物的多次回复功衰减率最大。说明 6 种试样中,6# 试验的抗反复弯曲的性能最差。

2.2.3 头末次滞后功差异率

头末弯曲功与回复功差的差值的定义用式(3)表示:

$$\left(\int_0^{10} F_1 - \int_0^{10} F'_1\right) - \left(\int_0^{10} F_n - \int_0^{10} F'_n\right) \quad (3)$$

差值越大说明织物 1 次弯曲和反复弯曲的差距越大,从一定程度上也可以说明 织物抗弯曲的实际能力要好于 1 次弯曲所表现的出的抗弯性能。

头末次滞后功差异率 $\int A$ 可以表示为:

$$\int A = \frac{\left(\int_0^{10} F_1 - \int_0^{10} F'_1\right) - \left(\int_0^{10} F_n - \int_0^{10} F'_n\right)}{\left(\int_0^{10} F_1 - \int_0^{10} F'_1\right)} \times 100\% \quad (4)$$

式中: $\left(\int_0^{10} F_1 - \int_0^{10} F'_1\right)$ 为 1 次弯曲中弯曲曲线和回复曲线围成的面积,可以认为是滞后力的积分值;
 $\left(\int_0^{10} F_n - \int_0^{10} F'_n\right)$ 为第 n 次弯曲中弯曲曲线和回复曲线围成的面积。用二者之间的差值对 1 次弯曲滞后力积分值的百分率来定量分析反复弯曲中滞后力的变化情况,数值越小,织物的抗反复弯曲能力越强。弯曲滞后力积分差值率试验结果如表 12 所示。

表 12 弯曲滞后力积分差值率

试样编号	经纬向	$\int_0^{10} F_1$	$\int_0^{10} F'_1$	$\int_0^{10} F_n$	$\int_0^{10} F'_n$	$\int A$
1#	经向	22.05	10.54	17.99	8.59	18.33
	纬向	8.82	4.82	7.32	3.97	16.25
2#	经向	23.62	14.14	19.44	11.68	18.14
	纬向	22.67	12.51	17.68	10.52	29.53
3#	经向	27.76	19.14	20.28	15.82	28.26
	纬向	22.90	14.29	18.22	12.17	29.73
4#	经向	44.19	24.49	23.84	13.21	46.04
	纬向	38.33	13.07	22.17	9.47	49.72
5#	经向	95.71	54.80	39.20	26.75	69.57
	纬向	64.18	45.05	36.45	27.71	54.31
6#	经向	130.74	65.65	43.75	30.52	79.67
	纬向	81.65	47.88	33.62	24.97	74.39

从表 10~12 可以看出:同一种织物的经纬向在反复弯曲过程中变化幅度相差不大,而不同类型的织物变化范围较大,在毛织物、棉织物和涤纶织物 3 类织物中,涤纶织物和纯棉织物的多次弯曲功衰减率、多次回复功衰减率、头末次滞后功差异率都要小于羊毛织物,验证了多次弯曲功衰减率、多次回复功衰减率、头末次滞后功差异率符合织物实际弯曲性能的特点,可以作为机织物反复弯曲性能测试

的指标。

3 结论

通过自制的马鞍形试样夹对棉、涤纶及羊毛纤维 3 大类 6 种试样进行了反复弯曲性能测试,通过分析得到以下结论:

①机织物的 1 次弯曲曲线和 10 次反复弯曲的曲线之间有一定的差距,多次弯曲能更准确的反映织物的弯曲性能。根据 Ghosh 的四次多项式织物的弯曲的理论,得到 6 种试样的经、纬向 1 次和 10 次弯曲过程的拟合方程。

②针对机织物反复弯曲性能特点,提出了多次弯曲功差异率、多次弯曲回复功差异率和头末次滞后功差异率 3 项指标。通过对试样进行反复弯曲性能进行测试,验证了 3 项指标符合织物实际弯曲性能的特点。由于试验所用机织物的种类较少,仍需要选择更多样本进行试验,不断的完善机织物反复弯曲性能的测试。

参考文献:

- [1] 张才前.涤纶仿毛长丝弯曲性能测试因素分析[J].毛纺科技,2012,40(6):55-57.
- [2] 杨萍.纱线与织物的弯曲刚度研究[D].上海:东华大学,2002.
- [3] 王府梅,徐广标.精纺毛型织物弯曲性能预测途径探[J].纺织学报,2004,25(2):76-78.
- [4] KANG Taejin, JOO Kiho. Analyzing fabric bucking based on nonlinear bending properties [J]. Textile Research Journal, 2004, 74: 172-177.
- [5] 程浩南.基于马鞍法的机织物弯曲性能测试方法的有效性研究[J].纺织报告,2015,34(8):69-71.
- [6] 张超峰.马鞍法织物弯曲性能测试方法研究[D].西安:西安工程大学,2011.
- [7] 郑天勇,吴珍,赵媛媛,等.Peirce 机织物几何结构模型的探讨[J].河南工程学院学报(自然科学版),2016,26(3):1-5.
- [8] 刘成霞.机织基于图像处理的织物弯曲性能测试方法[J].纺织学报,2013,34(7):52-56.
- [9] 季慧,蒋耀兴,张长胜.织物弯曲性能测试新方法[J].丝绸,2017,54(3):33-37.
- [10] 孙炳合,梅兴波,王正伟.织物弯曲性能研究的动态和新方法[J].上海纺织科技,2000,28(3):7-8.
- [11] 吴巧英,胡滢,吴春胜,等.不同织物弯曲性能测试仪器测试结果的比较[J].纺织学报,2015,36(7):126-130.
- [12] 何琦辉,王正伟.利用织物实际弯曲形态测试其弯曲性质的算法[J].纺织学报,2006,27(12):52-58.