

织物马鞍状弯曲试验研究

杨振威, 燕红雁, 张 辉

(西安工程大学 纺织与材料学院, 陕西 西安 710048)

摘 要:为更好地表征织物在实际弯曲状态下的力学特性,使用自制的织物马鞍状弯曲测试装置,分别选用两种不同厚度和面密度的纸、塑料薄膜与织物为试样,在马鞍状弯曲情况下采用单因素分析法探讨了织物长度、宽度和加载速度等测试条件对织物受力负荷-位移的影响,并确定出织物马鞍状弯曲测试参数。结果表明当评价指标为抗弯刚性时,在下端距离 16 mm,试样宽度 50 mm,加载速度 50 mm/min 条件下,采用马鞍状弯曲测试方法测定织物弯曲性能与采用斜面法测定性能相比,具有较好的一致性。

关键词:织物性能测试;马鞍状弯曲;抗弯刚性;测试参数

中图分类号:TS 101.92

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2014)01-0040-04

织物的弯曲性能是织物风格评价中非常重要的一项指标,它不仅影响着内衣的贴身、柔软和悬垂等特性,还影响着外衣的挺括、抗皱、保形和造型特征,以及睡袋、帐篷等织物的加工成形特性^[1]。研究织物的弯曲性能可以从弯矩和曲率之间的相互关系来进行^[2-5],通过分析弯矩-曲率曲线来测量织物的弯曲刚度和弯曲滞后矩^[6-9]。Postle 和 Hu^[10]通过测量织物弯矩和曲率变形回复曲线,证明了弯曲刚度和弯曲滞后矩之间存在高度的线性关系。

目前织物弯曲性能的测试方法已有近十种,且多数基于线性理论,无法解释大多数织物在实际弯曲中表现出的弯矩与曲率的非线性关系。此外,每种测试方法都有自己的适用范围和局限性。相比之下以斜面法最为成熟,较有广泛的适用性;但斜面法只在自身重力作用下进行,无法模拟织物纯弯曲状态下受到外力时的弯曲性能。为此,本文使用自制的织物马鞍状弯曲测试装置,采用单因素变量法并通过与斜面法的对比确定出马鞍法测试的下端距离、试样宽度、加载速度三项重要测试参数,为马鞍法织物弯曲测试的实际应用打下一定基础。

1 试验部分

1.1 原理和方案

1.1.1 试验原理

把一定尺寸试样的两端夹到试验夹上,通过施加一定的载荷将织物弯曲成马鞍形状;然后对马鞍状织

物弯曲实施加载,其加载方式为对固定在基板上的织物试样以平面接触方式对其施加外力。通过研究织物弯曲和回复过程中加载负荷与位移之间的关系来表征试样的弯曲性能,探究织物弯曲的机理。

1.1.2 试验方案

使用自制的织物马鞍状弯曲测试装置,分别对两种不同厚度、不同面密度的纸、薄膜和织物的弯曲性能进行测试;采用单因素分析方法,并通过比较马鞍状弯曲时的抗弯刚性变化曲线和经典斜面法测量时的抗弯刚度变化曲线的吻合程度,对试样下端距离、试样宽度和加载速度进行优化,最终确定出织物马鞍状弯曲测试过程中的三项重要参数值。

1.2 材料和仪器

测试试样材料分别为两种不同厚度和面密度的纸、塑料薄膜和织物,其具体规格见表 1。

表 1 材料规格

试样编号	试样材质	厚度 /mm	面密度 /g·m ⁻²	经纱密度 /根·(10 cm) ⁻¹	纬纱密度 /根·(10 cm) ⁻¹	总紧度 /%
1#	加厚纸张	0.31	214			
2#	超薄纸张	0.09	82			
3#	厚塑料膜	0.29	346			
4#	薄塑料膜	0.07	97			
5#	纯毛织物经向	0.42	409	255	217	68.34
6#	纯毛织物纬向					
7#	涤棉织物经向	0.31	150	490	310	84.56
8#	涤棉织物纬向					

试验仪器:自制织物马鞍状弯曲测试夹具;Instron5966 型万能材料试验机(美国英斯特朗公司),使用 Bluehill2 软件,力传感器有 2.5 N、10 N、100 N(本文选用)、2 000 N、5 000 N 和 10 000 N,载荷精度士

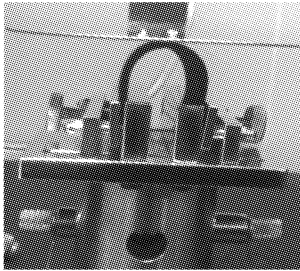
收稿日期:2013-10-28;修回日期:2013-11-04

作者简介:杨振威(1986-),男,河南南阳人,在读硕士研究生,主要研究方向:纺织材料与纺织品设计。

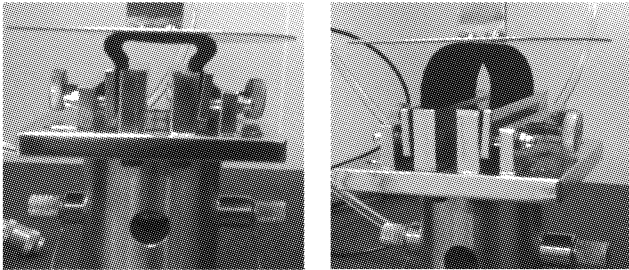
0.1%,加载速度范围0.05—1 000 mm/min,传感器识别模式可用于载荷传感器和引伸计的自动传感器识别。

1.3 试验方法

测试过程见图1,测试过程中夹持试样的原始起拱高度始终保持20 mm。



(a) 试验前



(b) 试验中

(c) 试验后

图1 织物马鞍法弯曲试验过程图

测试参数和目的如下:

(1) 试样宽度50 mm,加载速度50 mm/min;研究试样下端距离分别为闭合、隔距8、16和24 mm时,对试样受力变形中载荷-位移的影响。

(2) 试样下端距离16 mm,加载速度50 mm/min;研究试样宽度分别为30、40、50、60和70 mm时,对试样受力变形中载荷-位移的影响。

(3) 试样下端距离16 mm,宽度50 mm;研究加载速度分别为30、40、50、60和70 mm/min时,对试样受力变形中负荷-位移的影响。

测试条件按GB 6529规定执行。

2 结果与讨论

2.1 下端距离

由于试样长度包括夹持器夹持部分和露出夹持器部分长度,夹持器两边各夹持长度 $L_1 = 5$ mm,试样弯曲的起拱顶端至夹头的距离 $L_2 = 20$ mm,以保证马鞍状织物弯曲部分呈近似半圆,其半圆半径即为下端夹持距离的一半。所以要确定试样长度,必须首先确定

测试时的下端距离。采用马鞍弯曲法试样宽度为50 mm、加载速度为50 mm/min时,分别测定6种试样的下端距离为0、8、16和24 mm时的应力应变曲线及相应的初始模量。并用斜面法测得6种试样的抗弯刚度,测试结果对比曲线见图2。

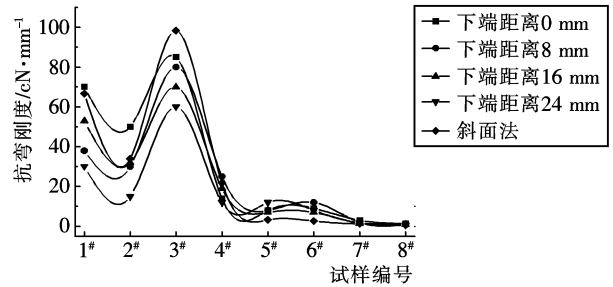


图2 马鞍法初始模量和斜面法抗弯刚度测试结果对比曲线

由图2可看出,当试样宽度和加载速度一定时,随着试样下端距离的增加,初始模量也相应减小,而最大变形处的负荷逐渐增大。纸、薄膜和织物的负荷-位移变形明显不同,且薄膜的负荷-位移曲线与织物的比较接近。采用马鞍法弯曲测试的初始模量大致排序为:3# > 1# > 2# > 4# > 毛织物 > 涤棉织物;采用斜面法弯曲测试的抗弯刚度排序为:3# > 1# > 2# > 4# > 毛织物 > 涤棉织物,两者具有较好的一致性。因此,可认为马鞍法织物弯曲测试方法在此下端距离条件下,其测试值可表征织物的弯曲性能。当下端距离为16 mm时,初始模量与斜面法弯曲刚度测试结果最为接近,同时负荷-位移曲线与织物弯曲变形特征比较符合。因此确定马鞍法织物弯曲测试的下端距离为16 mm。

2.2 试样宽度

由于在试样宽度增加的同时也增加了承受压缩载荷的试样面积,这会大大提高试样的弯曲刚性,而试验过程中选取的试样尺寸必须合适;因此必须对试样的宽度进行优化,选择出最佳尺寸。采用马鞍状弯曲法在下端距离16 mm,加载速度50 mm/min时,测得6种试样宽度分别为30、40、50、60和70 mm时的应力应变曲线及相应的初始模量。并采用斜面法分别测试6种试样的弯曲性能,测试结果对比曲线见图3~图7。

图3~图7结果显示,采用加载速度50 mm/min,下端距离16 mm时,随着试样宽度增加,相同位移条件下的受力变形负荷逐渐增大,初始模量也随着增大。同时试样在回复过程中的载荷也随着试样宽度的增加而逐渐增大。这是因为试样宽度增加使得承受载荷的试样面积增多,抵抗弯曲的能力有所提高。

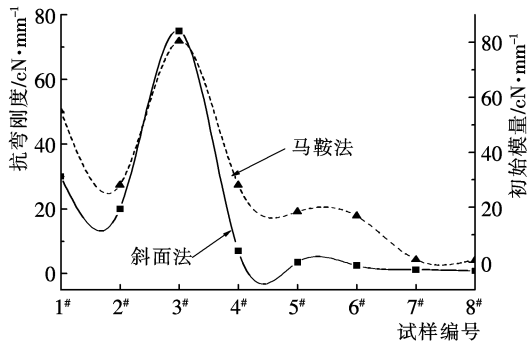


图3 试样宽度 30 mm

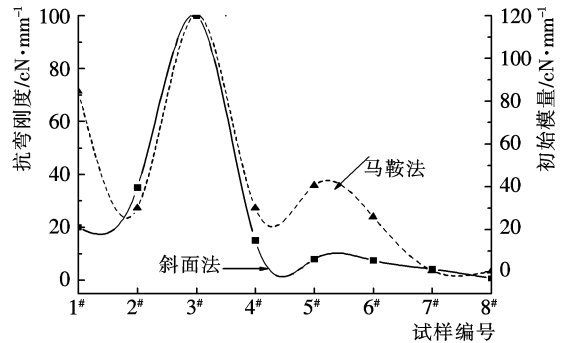


图7 试样宽度 70 mm

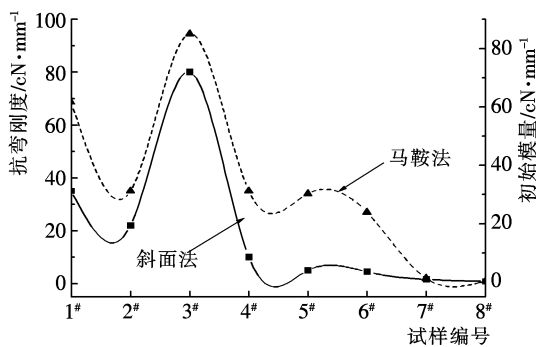


图4 试样宽度 40 mm

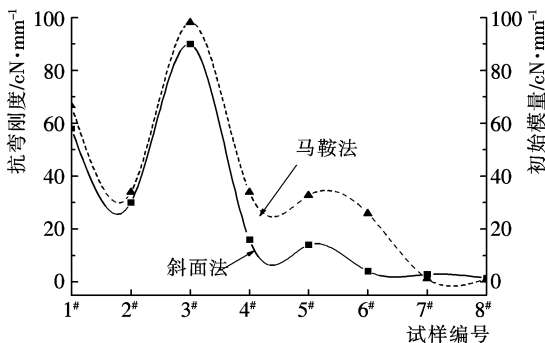


图5 试样宽度 50 mm

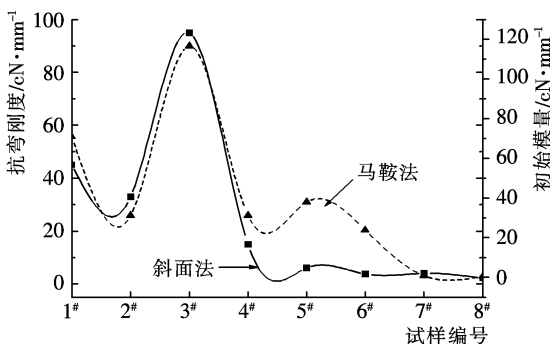


图6 试样宽度 60 mm

由图3~图7中曲线对比可看出,当试样宽度为40 mm时,马鞍法与斜面法弯曲测试结果虽然在曲线规律上有较好的一致性,但马鞍状弯曲测试结果普遍高于斜面法测试结果;当试样宽度为50 mm时,马鞍法弯曲测试结果与斜面法弯曲测试结果有更好的一致性。因此确定试样宽度为50 mm。

2.3 加载速度

由于试样材料存在急弹和缓弹变形,抵抗外力变化的反应速度也有很大不同;因此为更好地体现材料抵御外力变形的能力,必须对加载速度进行限制。采用马鞍弯曲法在下端距离16 mm,试样宽度50 mm时,对6种试样分别采用不同的加载速度,测得的应力应变曲线及相应的初始模量见表2。

表2 不同加载速度的初始模量测试值 单位:cN·mm⁻¹

加载速度/ mm·min ⁻¹	30	40	50	60	70
1#	70	60	68	70	60
2#	20	23	40	25	23
3#	80	90	95	90	85
4#	15	13	16	18	12
5#	7	6	8	10	12
6#	8	6	6.5	7	7.5
7#	1.7	1.3	1.2	1.1	1.7
8#	0.9	1.1	1.2	0.6	0.6

表2试验结果显示,与下端距离和试样宽度初始条件相比,加载速度对马鞍法弯曲性能的影响相对较小。随着加载速度的增加,织物的初始模量总体上呈增大趋势。当加载速度为30和40 mm/min时,试样负荷-位移曲线出现较大幅度的波动,这是因为织物的弯曲属于一种粘弹性变形,在回复曲线上出现弯曲滞后现象,加载速度过慢导致试样产生的塑性变形明显。当加载速度大于50 mm/min时,测定负荷偏大,同时也不能很好地反应织物的粘弹性变形。因此确定加载速度为50 mm/min。

3 结论

(1)用马鞍法测试织物的弯曲性能,在试样宽度和加载速度一定时随着试样下端距离的增加,织物的初始模量也相应减小,而最大变形处的负荷逐渐增大。马鞍法织物弯曲性能测试的下端距离为 16 mm 时,与斜面法测试结果有较好的一致性。

(2)在试样加载速度和下端距离一定时,随着试样宽度的增加,产生相同位移所施加的负荷逐渐增高,初始模量也随着增大。马鞍法织物弯曲性能测试的试样宽度为 50 mm 时,与斜面法测试结果有更好的一致性。

(3)加载速度对马鞍法弯曲性能的影响相对较小,随着加载速度的增加,织物的初始模量总体上呈增大趋势。在加载速度为 50 mm/min 时,测试结果较为稳定。

参考文献:

- [1] 姚 穆. 纺织材料学[M]. 2 版. 北京:中国纺织出版社, 1996.
- [2] Leaf G A V. The friction couple in yarn bending[J]. Journal of the Textile Institute, 1995, 86(1): 45-54.
- [3] Grosberg P, Swani N M. The mechanical properties of woven fabrics, Part III: the buckling of woven fabrics[J]. Textile Research Journal, 1966, 36(4): 332-338.
- [4] Grosberg P. The mechanical properties of woven fabrics, Part II: the bending of woven fabrics[J]. Textile Research Journal, 1966, 36(3): 205-211.
- [5] Bostwick C, Behre B, Karrholm E M. Some fundamental theoretical and experimental aspects fabric creasing[J]. Textile Research Journal, 1962, 53(1): 116-134.
- [6] 孔令剑. 纱线及织物弯曲特性的分析[J]. 纺织学报, 1997, 18(1): 14-16.
- [7] Zorowski C F, Chen C S. Cantilever bending behavior of continuous filament cords[J]. Textile Research Journal, 1965, 35(6): 529-538.
- [8] 于伟东, 储才元. 纺织物理[M]. 上海:东华大学出版社, 2001. 341-345.
- [9] Skelton J. The bending behavior of fabrics at high curvatures[J]. Textile Research Journal, 1971, 41(2): 174-183.
- [10] Postle R, Carnaby G A, De Jong S. The mechanics of wool structures[M]. U K; Ellis Horwood, 1988. 358-361.

Study on Fabric Saddle-shaped Bending Experiment

YANG Zhen-wei, YAN Hong-yan, ZHANG Hui

(School of Textile and Materials, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The self-made saddle-shaped bending testing device was used to test fabric in order to representation the fabric bending mechanical properties in actual bending state, and two series of different thickness and area density of paper, plastic films and fabrics were selected as samples. The influences of sample length, width and loading speed on fabric forced load-displacement using single factor analysis method were studied. The test parameters of fabric saddle-shaped bending experiment were determined. The test results showed that the fabric bending properties tested by saddle-shaped bending experiment and incline plane method had good agreement under the test conditions of clamping distance of 16 mm, sample width of 50 mm and loading speed of 50 mm/min.

Key words: fabric property test; saddle-shaped bending; bending rigidity; test parameters

2013 年福建纺织服装年出口首破 200 亿美元

生意社 1 月 28 日讯 据厦门海关介绍,2013 年福建省出口纺织服装 229.6 亿美元,同比增长 22.3%,连续 5 年保持增长。

福建是中国纺织服装产业的重要省份。据厦门海关统计,2013 年该省出口服装及衣着附件 164.7 亿美元,增长 19.3%;纺织纱线织物及制品 64.9 亿美元,增

长 30.5%。

民营企业成为福建纺织服装出口的主力军。2013 年,福建民营企业出口纺织服装 170.3 亿美元,增长 29.7%,占同期出口总值的 74.1%。外商投资企业与国有企业分别出口纺织服装 41.5、17.8 亿美元,同比增长 11.3%、下降 7.2%。 (纺织中国在线)