

DOI:10.13475/j.fzxb.20191200606

针织西服面料的挺括风格研究

李新彤, 高 哲, 顾洪阳, 丛洪莲

(江南大学 教育部针织技术工程研究中心, 江苏 无锡 214122)

摘 要 为探讨针织面料在西服开发应用的要求与标准,寻找能够用于西服开发的针织面料,分别从弯曲长度、折皱回复性、悬垂性 3 个方面对针织面料的挺括风格进行量化分析。借助实验仪器以及数据处理得到弯曲刚度、折皱回复角、静态悬垂系数 3 项性能指标,以机织西服面料为参考标准,对针织面料的挺括风格进行研究分析。结果表明:6 路变化罗马组织是较为适合针织面料开发西服的组织结构,其结构稳定性优于 12 路小提花组织以及变化间隔组织,降低纵向弯曲刚度与横向弯曲刚度的差异;织物厚度增加 0.1 mm,折皱回复程度提高 10%;织物密度控制在 110~130 线圈/(5 cm)时,悬垂程度达到机织西服面料的 60% 以上;6 路变化罗马组织配合高织物密度能够使针织面料的挺括风格达到机织西服面料的 80%。

关键词 针织面料; 弯曲刚度; 折皱回复角; 悬垂系数; 挺括风格

中图分类号:TS 186.2 文献标志码:A

Study on stiffness style of knitted suit fabrics

LI Xintong, GAO Zhe, GU Hongyang, CONG Honglian

(Engineering Research Center for Knitting Technology, Ministry of Education, Jiangnan University,
Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract In order to discuss the requirements and standards for the development and application of knitted fabrics for suits, this study quantified the stiffness style of knitted fabrics in three aspects, i. e. bending length, wrinkle recovery and drape. With the help of experimental instruments and data processing, three performance indicators, bending stiffness, wrinkle recovery angle and static drape coefficient, were obtained. The woven suit fabric was used as a benchmark to study and analyze the stiffness style of knitted fabrics. The results show that knitted fabrics using the six-way-change Roman knit structure is more suitable for suits, and the structural stability of the six-way-change Roman knit structure is better than that of the twelve-way small jacquard structure and the variable interval structure, which reduces the difference between the course and wale flexural stiffness. The fabric thickness of the six-way-change Roman knit structure is 0.1 mm thicker, and the degree of crease recovery is 10% higher. When the fabric density is set to 110–130 loops/(5 cm), the degree of drape reaches more than 60% of that for the woven suit fabric. It is shown that the six-way-change Roman structure combined with high fabric density makes the stiffness style of knitted fabric reach 80% of that of the woven suit fabric.

Keywords knitted fabric; bending stiffness; wrinkle recovery angle; drape coefficient; stiffness style

针织面料具有良好的延伸性与弹性,穿着舒适程度也优于机织面料,被广泛用于 T 恤衫、内衣等贴身服装。随着人们对穿着舒适程度的要求不断提高,外衣类服装面料也要求具有针织面料良好的延伸性和穿着舒适性。西服作为商务工作服装,具有

良好的挺括和身骨的特点^[1],但同时传统西服也存在延伸性弱,束缚感强,穿着舒适性不佳等缺陷。将针织面料应用于西服等商务服装,提高商务服装的穿着舒适程度成为研究热点。

面料的挺括风格通常可从弯曲刚度、折皱回复

收稿日期:2019-12-02 修回日期:2020-08-07

基金项目:国家自然科学基金项目(61602212,61902150);无锡市针织科技服务平台项目(WX03-07D0304-021700-06)

第一作者:李新彤(1994—),女,硕士。主要研究方向为针织结构的创新设计及性能研究。

通信作者:丛洪莲(1976—),女,教授,博士。主要研究方向为针织生产的数字化与智能化,针织产品的创新设计与性能研究。

E-mail:cong-wkre@163.com。

角、悬垂性以及抗弯模量等多项指标综合评判。国内外众多专家学者对西服面料的风格研究逐渐深入,从基本风格手感到综合风格值,采用多种工具手段、评价方法等探寻表征风格特征的表达形式^[2]。另外,还探讨了原料特性、组织结构、织物参数等因素对织物挺括风格的影响^[3]。织物中双面组织较单面组织更为硬挺,织物密度较大,硬挺度会随之有所改善提升^[4]。织物的弯曲性能体现织物的挺括风格,并且与纱线线密度、织物密度及厚度等因素有一定关系^[5]。

本文通过对针织面料的基本结构参数与弯曲刚度、折皱回复角、静态悬垂系数的探究,并与传统机织西服面料的对比分析,研究了针织面料的挺括风格特征,以期对针织面料在西服上的开发应用提供一定的参考。

1 实验部分

1.1 试样准备

薄型面料的挺括性能较差,所以试样选择主要

针对面密度分布在 $175 \sim 210 \text{ g/m}^2$ 之间的针织双面面料,基于面密度限制,共搜集到 15 款面料。根据原料的特性主要分为毛型面料和棉型面料 2 类。在满足面密度要求范围的前提下,毛型面料按照羊毛含量分为 3 类:羊毛含量低于 20%;羊毛含量在 20%~40%之间和羊毛含量在 40%~60%之间。当羊毛含量过高时,针织面料的面密度会过大,所以在面料选择时,控制羊毛含量在 60% 以内。棉型针织面料与毛型针织面料特性差异较大,一般对于棉型面料,为保证其良好的手感,棉含量多在 60% 之上,同时面料中加入涤纶来保持一定的身骨。针织面料样本中的组织结构主要有:6 路变化罗马组织,12 路小提花组织,6 路变化间隔组织,8 路变化间隔组织,2 路棉毛组织,4 路双面珠地组织以及 8 路蜂巢组织。当织物横向密度过大如达到 150 线圈/(5 cm)时,多数针织面料手感较为柔软,对挺括性有负面影响,且在编织过程和实验过程中难度加大,所以在选择针织面料时考虑织物横向密度上限为 130 线圈/(5 cm)。实验样本的具体参数如表 1 所示。

表 1 织物试样参数
Tab. 1 Parameters of fabric samples

分类	含量/%	织物编号	经纬密/ (根·(5 cm) ⁻¹)		横纵密/ (线圈·(5 cm) ⁻¹)		面密度/ (g·m ⁻²)	厚度/ mm	类别	
			经向	纬向	横密	纵密				
毛型 面料	20(羊毛)	1	200	190	—	—	198	0.39	机织	
		2	—	—	130	130	209	0.63	针织 6 路变化罗马组织	
		3	—	—	125	130	199	0.52	针织 6 路变化罗马组织	
		4	—	—	105	100	200	0.53	针织 12 路小提花组织	
	20~40(羊毛)	5	210	175	—	—	180	0.41	机织	
		6	—	—	80	40	180	0.69	针织 12 路小提花组织	
		7	—	—	120	80	195	0.92	针织 6 路变化间隔组织	
		40~60(羊毛)	8	240	165	—	—	198	0.40	机织
			9	—	—	120	80	182	0.65	针织 6 路变化间隔组织
			10	—	—	115	75	177	0.65	针织 8 路变化间隔组织
棉型 面料	60(棉)	11	250	245	—	—	199	0.34	机织	
		12	—	—	120	150	195	0.72	针织 6 路变化罗马组织	
		13	—	—	115	160	185	0.63	针织 2 路棉毛组织	
		14	—	—	80	100	175	0.62	针织 6 路双面珠地	
		15	—	—	75	80	210	0.64	针织 8 路蜂巢组织	

1.2 弯曲长度测试

对于弯曲长度的测试手段目前较为多样。应用较为广泛的仪器主要有 KES 风格测试仪、FAST 织物风格测试仪以及 YG207 型织物硬挺度仪,通过仪器测得客观数据,获取织物弯曲状态,结合图像分析^[6-7]、模型建立^[8]、神经网络技术^[9]等多种手段对数据进行分析并得出一定结论。仪器间测试虽然存在一定的差异,但其结果具有较强的线性关系^[10-11]。本文采用 FAST-2

型弯曲实验仪用于测量织物的弯曲长度^[12-13],并通过公式计算织物的弯曲刚度。工作原理如图 1 所示。

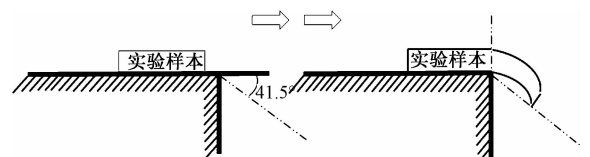


图 1 织物弯曲长度测试原理

Fig. 1 Principle of fabric bending test

参照 GB/T 18318.1—2009《纺织品 弯曲性能的测定 第 1 部分:斜面法》,将实验样本按照经纬方向剪取长×宽为 20 cm×5 cm 的试样,并将试样放置在滑块下方,缓慢且匀速地移动滑块,直至屏幕显示弯曲长度(mm)。经向(纵向)与纬向(横向)分别测试 4 次,并取平均值。利用弯曲长度 C 计算弯曲刚度:

$$B = W \times C^3 \times 9.807 \times 10^{-6} \quad (1)$$

式中: B 为弯曲刚度, $\mu\text{N} \cdot \text{m}$; W 为织物面密度, g/m^2 。

1.3 折皱回复性测试

西服面料在使用穿着过程中无法避免出现变形的情况,若变形无法回复会对面料的外观及挺括风格造成一定的影响^[14],因此,面料的折皱回复性能是探究面料挺括风格时不可缺少的一项性能指标。

利用 YG541E 型数字式织物折皱弹性仪对面料折皱回复角进行测定^[15]。根据 GB/T 3819—1997《纺织品 织物折痕回复性的测定 回复角法》,将试样分别沿经纬方向按照实验要求剪取“凸”字形,在数字式折皱弹性仪上分别测得急弹回复角和缓弹回复角。

1.4 悬垂性测试

悬垂性是指织物因自重而下垂的能力,其与弯曲性能有较多共通的特性。二者是影响织物风格和外观的重要属性,也是织物变形能力的直接体现^[16-17]。

织物悬垂性的测试借助织物因自重沿小圆盘周围下垂均匀折叠成自然形状,从小圆盘上方采用平行光线照在试样上,得到水平投影图,从而计算出悬垂系数。参考 GB/T 23329—2009《纺织品 织物悬垂性的测定》,将织物样本剪取直径为 30 cm 的圆,采用 YG811E 型织物悬垂仪测得织物的静态悬垂系数。织物的静态悬垂系数越大,织物的硬挺程度越高^[18]。

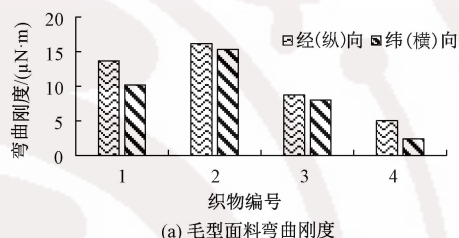
2 结果与分析

通过测试及公式计算发现,面料的基本参数较多,之间相互影响。借用数理统计方法对性能指标与基本参数间的关系进行探讨,通过回归分析可找出影响程度较大的变量^[19-20]。

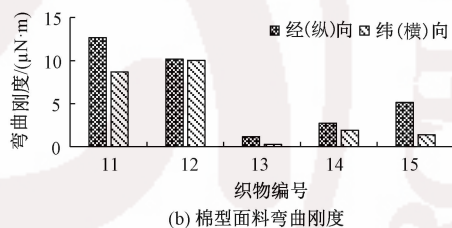
2.1 弯曲刚度分析

织物弯曲长度测试结果如图 2 所示。当原料含量接近的情况下,组织结构越均匀平整,越有利于提高弯曲刚度,如图 2(a)所示;在原料含量以及组织

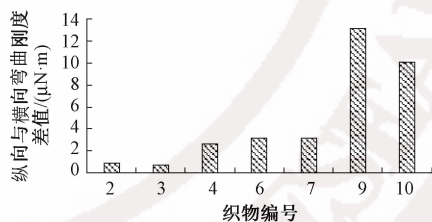
一定的情况下,织物的密度和面密度增加,弯曲刚度同样会增加。针织面料中,常规面料的结构不足以使其具有一定的弯曲刚度,针织 8 路蜂巢组织为机织面料的 40%,针织 6 路双面珠地仅为机织面料的 20%,而针织 6 路变化罗马组织可以达到机织面料的 85%,如图 2(b)所示。由于针织特殊的线圈结构,弯曲时纵向由 2 根圈柱同时承受弯曲变形;而横向由 1 根圈柱承受弯曲形变,所以纵向不容易弯曲,其弯曲刚度较优于横向,二者会有一定的差异。当组织结构中浮线、集圈的数量增加,使组织结构不够对称均匀时,纵向与横向弯曲刚度的差异会增大,如图 2(c)所示。可见,织物 9、10 的纵横向弯曲刚度差异明显增大。



(a) 毛型面料弯曲刚度



(b) 棉型面料弯曲刚度



(c) 纵向与横向弯曲刚度差值

图 2 织物弯曲刚度柱状图

Fig. 2 Histogram of fabric bending stiffness.

(a) Bending stiffness of wool fabrics; (b) Bending stiffness of cotton fabrics; (c) Difference between weft bending stiffness and warp bending stiffness

利用 SAS 分析软件分析得到纵横向弯曲刚度与 4 项织物参数的相关程度,其中纵向弯曲刚度 $Y_{纵}$ 受织物纵密以及织物厚度的影响较大,横向弯曲刚度受织物面密度及厚度的影响较大,利用测得的数据进行拟合,得到回归方程: $Y_{纵} = -53.24 + 0.26x_1 - 0.16x_2 + 0.24x_3 + 4.95x_4$,其相关系数 R^2 为 50.59%,说明纵向弯曲刚度受到织物横密、纵密、面密度及厚度的影响变化的程度在 50.59%,织物厚度改变 1 个

单位的情况下,纵向弯曲刚度随之改变的幅度较为明显,如每组面料中针织面料的厚度较大时其纵向弯曲刚度较为显著。横向弯曲刚度关于基本参数的多元回归方程为 $Y_{横} = -64.53 + 0.14x_1 - 0.07x_2 + 0.34x_3 - 0.27x_4$, 其相关系数 R^2 为 64.91%, 说明横向弯曲刚度受到织物横密、纵密、面密度及厚度的影响变化的程度在 64.91%。

2.2 折皱回复角分析

以每组机织西服面料的折皱回复角为标准,悬垂程度为 100%, 计算各针织面料回复角占机织面料回复角的比例。且由于急弹回复角与缓弹回复角的趋势大致相同,采用二者的平均值表示,毛型针织面料的折皱回复程度可达到 80% 以上,棉型针织面料达到 70% 左右,毛型针织面料折皱回复性优于棉型针织面料。

当织物面密度相近时,织物厚度增加 0.1 mm,折皱回复程度提高 10% 左右。2 号面料厚度比 4 号面料厚 0.1 mm,其折皱回复程度从 82.14% 提高到 91% 左右;同样对于棉型面料,12 号面料厚度比 14 号厚 0.1 mm,折皱回复程度同样提高 10% 左右。当织物厚度增加后,结构中纱线的弯曲刚度也随之增加,织物手感更加活络,发生折皱后容易回复原状^[21]。

利用 SAS 软件探究折皱回复程度与织物基本参数间的影响程度及回归方程发现,折皱回复程度与织物基本参数的相关系数分别为 -0.333 8, -0.260 6, 0.621 2 和 -0.065 9。折皱回复程度 Y 与织物基本参数 (x_1, x_2, x_3, x_4) 的回归方程为: $Y_{折皱} = -0.407 0 - 0.002 2x_1 - 0.003x_2 + 0.007 8x_3 + 0.037 8x_4$, 相关系数 R^2 为 62.42%。

2.3 悬垂系数分析

将测得的悬垂系数数据进行整理,与机织西服面料对比,各针织面料占机织西服面料数据的比例如图 3 所示。将机织西服面料的悬垂系数作为标准,其余面料悬垂程度数据采用占机织西服面料的百分比。其中 2 号,3 号,12 号 3 款针织面料均十分接近机织面料,悬垂系数可达到机织西服面料的 90% 以上,说明 3 款面料的挺括风格与机织面料较为接近。利用 SAS 软件得到悬垂程度与织物基本参数 (x_1, x_2, x_3, x_4) 的相关系数分别为 0.309 6, 0.238 7, 0.443 7 和 -0.336 7。根据相关系数的大小可看出,4 个参数的影响程度差异不大,当织物密度、织物面密度逐渐增大时,悬垂程度会随之提高。7 号与 9 号面料达到机织西服面料的 70% ~ 80%, 其余针织面料仅能达到 20% ~ 50%, 如图 3 所示。

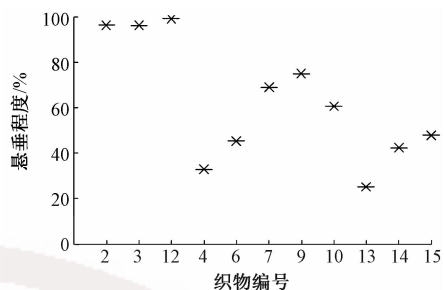


图 3 织物悬垂程度比例图

Fig. 3 Proportion of fabric drape

2.4 综合分析

弯曲刚度、折皱回复角度、悬垂系数 3 项指标都可以反映面料的挺括风格,将 3 项指标综合进行分析,利用线性综合法判断针织面料的挺括风格。线性综合法就是对各指标的评价值求和而获得综合评价值的一种方法。各指标对被评价织物的综合水平的影响与作用不同,常采用加权求和的方式进行计算。

设被评价的织物面料个数为 n , 每个评价对象由 p 个指标进行描述, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 分别对应纵向弯曲刚度、横向弯曲刚度、急弹回复角之和、缓弹回复角之和、悬垂系数 5 个指标,求取各面料数据占每组机织西服面料的比例。利用式(2)~(5)分别求得各指标的平均值、方差、变异系数和权重。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ji} \quad (2)$$

$$s = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_i)^2 \quad (3)$$

式中: \bar{x} 为平均值; x_{ji} 为第 j 个被评价对象在第 i 项指标上的取值; s 为方差。

$$v = \sqrt{s_{ii} / \bar{x}_i} \quad (4)$$

式中: v 为变异系数; i 取 1, 2, ..., p 。

$$w = \frac{v_i}{\sum_{j=1}^p v_j} \quad (5)$$

式中: w 为权重; v 为变异系数; i 取 1, 2, ..., p 。

计算得到各个指标的权重,采用式(6)对测得的各项指标数据进行规格化,消除不同量纲之间的差异,将数据规范在 [0, 1] 之间。

$$y = \frac{x_{ji} - x_{imin}}{x_{imax} - x_{imin}} \quad (6)$$

式中: y 为评价值; x_{ji} 为第 j 个被评价对象在第 i 项指标上的取值; x_{imin}, x_{imax} 分别为第 i 项指标中的最小值与最大值。

将数据整理好后,利用线性综合法将各指标评价值求和获得综合评价值,通常采用式(7)加权求和的方式进行计算。

$$z = \sum_{i=1}^p w_i y_i \quad (7)$$

式中: z 为被评价织物的综合评价值; w_i 为第*i*个指标的权重; y_i 为*i*个指标的评价值; p 为指标个数。

通过计算得到 15 款面料的综合评价值,结果如 4 所示。其中图 4(a)为毛型针织面料的综合评价情况,将机织西服面料的综合评价平均值作为对比标准,机织西服面料的综合评价值为 0.79;针织面料中 2 号,9 号,7 号综合评价值较为接近机织西服面料,达到机织西服面料的 70% 以上。3 款面料组织循环为 6 路或者 8 路,织物密度相对较大,并且其中 2 号针织面料的综合评价远远优于其余 2 款。当针织面料采用 6 路变化罗马组织,高机号设备进行编织时,其挺括程度可达到机织西服面料的要求。棉型面料中同样以机织西服面料作为参考标准,如图 4(b)所示,机织西服面料的综合评价值为 0.67;针织面料中 12 号面料接近机织西服面料,达到机织西服面料的 80% 以上,12 号面料同样具有较大的织物密度,组织结构同样为 6 路变化罗马组织。

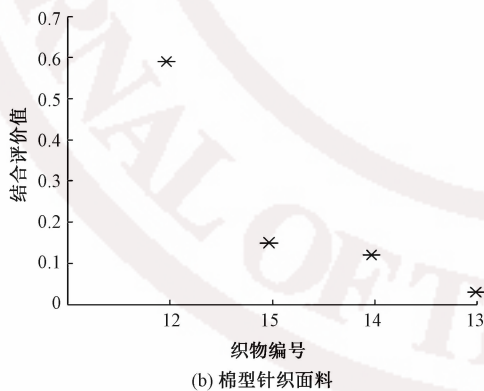
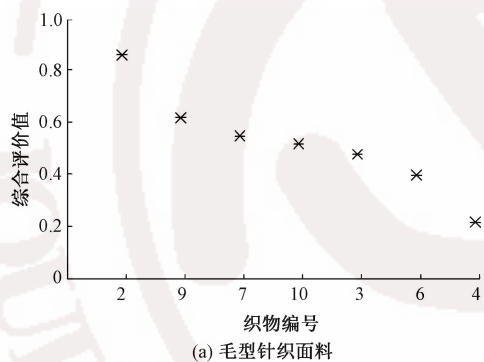


图 4 针织面料综合评价

Fig. 4 Comprehensive evaluation of knitted fabrics.
(a) Wool knitted fabrics; (b) Cotton knitted fabrics

3 结 论

针织面料采用 6 路变化罗马组织配合高织物密度能够提升其挺括风格。通过对面料进行综合评价

值的计算发现,针织面料中 2 号面料和 12 号面料的挺括风格与机织西服面料十分接近,综合价值分别达到机织西服面料的 70%,80%,织物密度基本达到 120 线圈/(5 cm) 以上。组织结构的选择上要注意结构的对称均匀,尽量减少集圈和浮线的数量,6 路变化罗马组织可作为针织面料开发西服的优选组织结构。

折皱回复角度从侧面反映织物挺括风格。在 4 项基本参数中,折皱回复角与织物的厚度的影响程度相对明显一些,毛型面料的折皱回复效果整体上优于棉型面料。当原料确定后,可在一定范围内增加织物的厚度。在厚度增加 0.1 mm 左右,折皱回复程度提高 10% 左右,但同时需注意织物密度差异不能过大。

悬垂程度主要受到织物密度及织物面密度的影响。当织物密度在 110~130 线圈/(5 cm) 时,悬垂系数基本上可以达到 60% 以上;面密度越大,其悬垂系数更加接近机织西服面料,挺括效果越明显。

FZXB

参考文献:

- [1] 顾莹莹. 有/无粘合覆衬西服面料的风格与性能[D]. 苏州:苏州大学,2012:1-4.
GU Yingying. The style and properties of the laminating/non-laminating covering suits' fabric [D]. Suzhou: Soochow University, 2012:1-4.
- [2] 肖学霞. 基于 FAST 仪力学性能测试的织物手感客观评价研究[D]. 苏州:苏州大学,2005:1-66.
XIAO Xuexia. Research of fabric handle objective evaluation based on the FAST mechanical performance testing [D]. Suzhou: Soochow University, 2005:1-66.
- [3] 吴坚,赵玉萍,周新刚. 亚麻/涤纶交织物的抗皱性能[J]. 纺织学报,2006,27(10):89-91.
WU Jian, ZHAO Yuping, ZHOU Xingang. Wrinkle resistance of linen and polyester mixture [J]. Journal of Textile Research, 2006,27(10):89-91.
- [4] 吕丽华,吴坚,叶方. 织物结构对折皱弹性和硬挺度的影响[J]. 纺织学报,2004,25(5):99-101,153.
LÜ Lihua, WU Jian, YE Fang. Effect of fabric structure on crease elasticity and stiffness [J]. Journal of Textile Research, 2004,25(5):99-101,153.
- [5] 石风俊,胡金莲. 织物的弯曲性能[J]. 纺织学报,2005,26(3):15-18.
SHI Fengjun, HU Jinlian. The bending properties of fabrics [J]. Journal of Textile Research, 2005,26(3):15-18.
- [6] 韩蓉,胡堃,吴戈,等. 应用图像法的织物弯曲刚度计算[J]. 纺织学报,2016,37(3):41-46.
HAN Rong, HU Yan, WU Ge, et al. Calculation on bending stiffness of woven fabrics by image processing

- method [J]. *Journal of Textile Research*, 2016, 37(3): 41-46.
- [7] 何琦辉. 利用织物实际弯曲形态测试织物弯曲性能的方法研究[D]. 上海: 东华大学, 2005: 9-12.
HE Qihui. Research on testing method for bending property of textile using actual bending shape of fabric [D]. Shanghai: Donghua University, 2005: 9-12.
- [8] 杜赵群, 于伟东. 纱线与织物风格的综合评价系统与表征方法研究: 系统特征比较与基本参数确定[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2006, 32(3): 115-119.
DU Zhaoqun, YU Weidong. Comprehensive evaluation system and characterization for the handle of fabric and yarn: the comparisons of systematic characteristics and the definition of basic parameters [J]. *Journal of Donghua University (Natural Science)*, 2006, 32(3): 115-119.
- [9] 倪红, 潘永惠. 基于 BP 神经网络的织物斜向弯曲性能的预测[J]. 纺织学报, 2009, 30(2): 48-51.
NI Hong, PAN Yonghui. Prediction of fabric diagonal bending rigidity by BP neural network [J]. *Journal of Textile Research*, 2009, 30(2): 48-51.
- [10] 王革辉. KES 与 FAST 系统测织物低应力力学性能的比较[J]. 纺织学报, 2002, 23(6): 30-31.
WANG Gehui. Comparison of low stress mechanical properties of fabrics measured by KES and FAST systems [J]. *Journal of Textile Research*, 2002, 23(6): 30-31.
- [11] 吴巧英, 胡滢, 吴春胜, 等. 不同织物弯曲性能测试仪测试结果的比较[J]. 纺织学报, 2015, 36(7): 126-130.
WU Qiaoying, HU Ying, WU Chunsheng, et al. Comparative analysis on test results of different fabric bending behavior test [J]. *Journal of Textile Research*, 2015, 36(7): 126-130.
- [12] 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.
JI Hui, JIANG Yaoxing, ZHANG Changsheng. A new test method for fabric bending behavior [J]. *Journal of Silk*, 2017, 54(3): 33-37.
- [13] 韩燕娜. 织物弯曲性与悬垂性测试新方法[J]. 丝绸, 2019, 56(4): 30-34.
HAN Yanna. A new testing method for fabric bending & draping behavior [J]. *Journal of Silk*, 2019, 56(4): 30-34.
- [14] 黄三娇, 高卫东, 王鸿博. 精纺毛织物结构参数与折皱回复性的关系[J]. 纺织学报, 2016, 37(11): 37-41.
HUANG Sanjiao, GAO Weidong, WANG Hongbo. Relationship between structure parameters and wrinkle resistance of worsted fabric [J]. *Journal of Textile Research*, 2016, 37(11): 37-41.
- [15] 张月, 王蕾, 刘建立, 等. 织物折皱回复角测试方法比较[J]. 纺织学报, 2015, 36(1): 60-63, 71.
ZHANG Yue, WANG Lei, LIU Jianli, et al. Comparison of test methods for fabric wrinkle recovery angle [J]. *Journal of Textile Research*, 2015, 36(1): 60-63, 71.
- [16] 杨萍. 织物与纱线弯曲刚度的评价与研究[D]. 上海: 东华大学, 2002: 23-29.
YANG Ping. Study on bending stiffness of yarns and fabrics [D]. Shanghai: Donghua University, 2002: 23-29.
- [17] LIN H, STYLIOS G K. Prediction of post-buckling deformation in fabric drape [J]. *Journal of The Textile Institute*, 2009, 100(1): 35-43.
- [18] 王春燕. 精纺毛织物悬垂性研究[J]. 毛纺科技, 2012, 40(3): 58-61.
WANG Chunyan. Research on the drapeability of worsted wool fabric [J]. *Wool Textile Journal*, 2012, 40(3): 58-61.
- [19] 陈志蕾, 吴鲜鲜, 张红霞, 等. 基于系统聚类法的多组分混纺织物风格分析[J]. 纺织学报, 2012, 33(9): 50-54, 60.
CHEN Zhilei, WU Xianxian, ZHANG Hongxia, et al. Analysis on style of multi-component blended fabrics based on clustering method [J]. *Journal of Textile Research*, 2012, 33(9): 50-54, 60.
- [20] 李虹, 史祥斌, 杨艳菲. 染整加工中织物结构变化对其弯曲性能的影响[J]. 纺织学报, 2010, 31(10): 92-97.
LI Hong, SHI Xiangbin, YANG Yanfei. Influences of fabric structure change on bending rigidity during dyeing and finishing [J]. *Journal of Textile Research*, 2010, 31(10): 92-97.
- [21] 张晓婷. 织物折皱回复性能的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008: 28-32.
ZHANG Xiaoting. Study on crease recovery of fabric [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008: 28-32.