

基于褶皱图像识别的着装合体性评价技术

张蒙蒙, 庄梅玲*, 陈素英

(青岛大学 纺织服装学院, 山东 青岛 266071)

摘要:外观上的褶皱是反映尺寸合体性的直接指标,也透射出着装者内在的生理和心理的合体性状态。综述了近年来基于二维着装图像褶皱识别技术的国内外着装合体性评价的相关文献,总结褶皱图像识别、褶皱影响因素和合体度评价3方面技术研究,得出基于褶皱图像识别的着装合体性评价技术的研究现状、核心技术和发展趋势。

关键词:着装合体性;褶皱识别;图像处理;灰度

中图分类号:TS 941 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2017)06-0497-06

Evaluation Technique of Dress Fit Based on Wrinkle Image Recognition

ZHANG Mengmeng, ZHUANG Meiling*, CHEN Suying

(College of Textile and Clothing, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: The wrinkle is the direct index reflecting the body size, but also reflects the wearer's physiological and psychological state. This paper summarized a large number of related literatures at home and abroad in recent years, which are based on the two-dimensional image analysis of clothes wrinkle recognition technology. It puts forward three researching aspects of this technology that is wrinkle image recognition, wrinkle influencing factors and dress fit evaluation. The development status, core technology and research trends of the evaluation technique of dress fit based on wrinkle image recognition are obtained.

Key words: dress fit, wrinkle recognition, image processing, gray level

服装合体性是影响服装外观及服装穿着舒适性的重要特点,它甚至超过了服装款式、色彩、面料及价格,成为影响服装销售最重要因素之一。当前,淘宝、天猫等购物 App 使网购热潮不断,买家通过商家提供的二维图片展示效果及信息描述来进行购买判断,使“买家秀”与“卖家秀”形成鲜明对比。据嘉思明咨询公司(Kurt Salmon Associates, KSA)调查发现:多数女性在市场买不到非常合体的服装,50%的女性因服装不合体而退货,85%的女性把服装不合体作为购买后不满意的首要原因。

影响着装合体性的客观性因素主要有松量、面料性能、人体体型等。着装合体性的评价包括松量、线条、纹路、对称平衡以及褶皱状态5个方面。

其中,褶皱是直观体现在服装表面的客观指标,对着装外观效果和着装合体性的定量评价具有重要意义。目前,结合服装图片分析服装合体性的研究主要围绕专家系统评价方法^[1]、人体功效学原理^[2]、逆向工程技术和最小二乘法^[3]及多重抓取技术^[4]等展开。

通过着装褶皱图像分析,虚拟获取人体着装的合体度技术是发展三维虚拟试衣技术的重要基础,使消费者能够通过图片进行服装合体度虚拟体验和评价,从而在网上购买到更为合体的服装,减少退货率。文中主要从着装图像褶皱分布规律识别技术、着装褶皱形成原理及影响因素、着装褶皱与合体度评价3个方面对该技术进行深入研究。

收稿日期:2017-08-19; 修订日期:2017-11-08。

作者简介:张蒙蒙(1993—),女,硕士研究生。

*通信作者:庄梅玲(1976—),女,副教授,硕士生导师。主要研究方向为服装数字化技术。Email:zmlqdu@126.com

1 着装图像褶皱分布规律的识别技术

着装图像褶皱识别技术主要借助于图像的灰度信息变化,通过不同的提取算法,对褶皱的分布规律、走势变化进行数字化识别。该技术的研究目前涉及:图像灰度处理、图像补偿、光度立体视觉处理、分形几何处理等技术。

1.1 图像灰度处理技术

1) 利用褶皱图像中不同元素反射率带来的灰度变化进行建模,设立阈值和合理的灰度分级指标,建立图像的灰度分布曲线。

图像的灰度变化原理是指在恒定的光线条件下,褶皱的凹、凸部位对光线的反射效果不同,可以通过灰度图像表现这种差异。灰度值大,褶皱凸起;灰度值小,褶皱内凹;灰度值稳定不变,该部分无褶皱。用参数 ASM, CON, COR, ENT 分别描述图像的均匀度、对比量或局部变动数量、灰度色调线性关系量、表面粗糙或复杂度等视觉特征。

依据灰度特征变化,建立灰度曲线。每个像素点有 256 个灰度级(0~255),灰度值 0 代表黑,在图像上的显示效果最暗,灰度值 255 代表白,在图像上的显示效果最亮。设立不同的灰度级对不同部位的服装图像,建立褶皱图像分布曲线,如陈伟伟,陈雁^[5]建立了女士衬衣的袖子图像上褶皱分布的灰度曲线。

2) 分析灰度值变化的影响因素,结合不同材料的颜色、光源强度、图像处理情况,提取反映灰度值的不同统计量进行分析。

早期的研究利用图像灰度处理技术,提取褶皱图像灰度曲面比、灰度标准差、褶皱块面积标准差来评价褶皱状况。近几年的研究则将人体的不同活动状态加入到图像的对比分析中,提取着装后不同姿势下的拍摄图像,在图像上选择几条平行的线条,用沿线条方向上的褶皱变化来描述整个衣袖上的褶皱状态。同时,对图像采用空域法和滤波处理,绘制灰度曲线,计算灰度值、褶皱数、褶皱深度、宽度、褶皱不匀度,对服装表面的褶皱用数字化的形式进行描述。这些研究只针对衣服的某个部位分析,并未从整个衣身以及面料的色彩、图案等方面研究灰度变化。

2011 年,高慧慧^[6]对具有弹性的合体紧身女裤的前挡部位褶皱进行研究,首先采用 Photoshop 软件进行灰度处理,再由 MATLAB 软件将灰度图加以滤波平滑处理,提取裤装前挡部位的褶皱,建立了图片

的灰度曲线,并进行了客观评价。

从获取的灰度曲线中提取尖锐度、粗糙度、平均偏移量等 8 个参数。通过特征参数的相关性分析和因子分析,把提取的褶皱指标归类为两个主因子:褶皱密度因子和褶皱幅度因子,再用聚类分析把样裤进行分类。确立 8 个指标分别与前后裆宽、前后裆弯、前中线(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)关系的回归模型 $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_mx_m$, 并建立前后裆宽、前后裆弯、前中线分别与褶皱密度因子(褶皱深度、深度不匀度、褶皱数)、褶皱幅度因子(褶皱宽度、宽度不匀度、粗糙度、平均偏移量)的结构因子优化区间数学模型,得出 5 个结构因子在褶皱密度与幅度方向上取值的最优区间。通过图像处理,对女裤前裆的右半部分进行褶皱提取与分析,对比图像处理技术的计算值与数学模型计算值,证实了所建立的数学模型的准确性和有效性。

李蓓蓓^[7]对服装图片进行灰度化处理,提取反映褶皱特征的几大参数:褶皱高度、深度、宽度、分布密度、粗糙度、尖锐度和偏移量,通过这些参数设计合理的计算公式得到褶皱的形状和分布量的指标值,从而对褶皱图像进行了量化。

相关的褶皱评价指标和计算公式主要有:

1) 褶皱横纵对比系数:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (1)$$

其中: L 为当前扫描黑色区域的横向最大值; W 为当前扫描黑色区域的纵向最大值; n 为黑色区域的数量。

2) 高度:

$$G = K \times (S - O) + b \quad (2)$$

其中, G 为褶皱高度, K, b 为线性系数, S, O 分别为灰度的最大、最小值。褶皱高度与灰度呈线性关系。

3) 褶皱深度不匀度(Y_{V_H}):

$$Y_{V_H} = \frac{\sum_i |V_{H_i} - \bar{V}_H|}{\bar{V}_H} \quad (3)$$

其中, V_{H_i} 为第 i 个褶皱的深度; \bar{V}_H 为平均褶皱深度; H 为褶皱深度,是相邻峰谷灰度差的平均值。

4) 褶皱宽度不匀度(Y_{V_D}):

$$Y_{V_D} = \frac{\sum_i |V_{D_i} - \bar{V}_D|}{\bar{V}_D} \quad (4)$$

其中, V_{D_i} 为第 i 个褶皱的宽度; \bar{V}_D 为平均褶皱宽度; D 为褶皱宽度,是相邻峰谷位置间距的平均值。

5) 粗糙度:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N_d^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (Z(i,j) - \bar{Z}(i,j))^2} \quad (5)$$

其中, $Z(i,j)$ 为织物表面任意一点的高度值; $\bar{Z}(i,j)$ 为表面高度的平均值; N_d^2 为褶皱图像的高度点总数; N 为褶皱数,是波峰(或波谷)的个数,表示褶皱数量。

6) 尖锐度:最大的灰度值与相邻波谷之差的平均值之比。

7) 平均偏移量:

$$R_\delta = \frac{1}{N_d^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (|Z(i,j) - \bar{Z}(i,j)|) \quad (6)$$

其中, R_δ 为平均偏移量。

1.2 图像补偿技术

图像补偿即为图像光照补偿,目的是改善图像的视觉效果或使图像更适于人、机器的分析处理。通过图像补偿,可以减少图像噪声,提高目标与背景的对比度,增强或抑制图像中的某些细节。

常用的图像增强技术根据处理时的空间分为基于图像域(亦称空域法)和基于变换域(亦称频域法)两种;根据频域增强的方法可分为低通滤波、高通滤波、带通/带阻滤波、同态滤波。香港理工大学^[8]在研究服装褶皱等级评定实验中使用带通滤波器,滤掉由纱线及织物结构引起的高滤波、由人体轮廓形成的低滤波,然后精确地提取褶皱参数,经回归分析,提出直接用参数 $\log\delta^2$ 来评价服装的褶皱等级。

陈慧敏等^[9] 提出基于双目电荷耦合器件 (Charge Coupled Device, CCD) 光栅投影技术的织物平整度等级客观评价系统的研究方法,利用双目 CCD 光栅测量中的两幅图像相互补偿的方法,较好地解决反光和阴影问题,避免了聚束点反射和散射光,降低了噪声的影响,得到大量高精度的三维数据点,构建了织物点云图。蒋真真^[10] 采用双目 CCD 扫描技术,通过对图像灰度的分析,对服装缝纫的平整度等级进行研究,有效避免了不同面料印花图案的颜色和花型对灰度图像分析的影响。

1.3 图像曲面重构技术

图像曲面重构技术通过分析图像中像素特征来反向重构原褶皱状态,研究主要包括三维投影网格技术、光度立体视觉技术、分形几何技术等。

1) 三维投影网格技术。三维投影网格技术基于图像处理,在系统中获取每一个副本的网格图像。该技术由粗糙度比率、表面积比率、褶皱密度、快速傅里叶变换的功率谱密度 4 个参数来量化褶皱等级。如李海坚^[11] 基于三维投影网格图像提出新的褶皱构造

算法,通过对褶皱物理性能的模拟构造褶皱曲面,并结合几何原理进行外观优化。褶皱的基础网格构造是褶皱生成的基础,褶皱的曲面构造是褶皱构造的核心部分。

2) 光度立体视觉技术。光度立体视觉技术能够精确定位每个图像点的表面方向,用辐射值连续记录每一个图像位置,最终,织物表面的三维形状通过每一个图像点的正常表面获得,不受织物色彩、种类的干扰,在不同照明方法的 2 ~ 4 张图片中获取样品的三维表面。刘瑞鑫等^[12] 提出利用光度立体视觉算法评定织物的褶皱等级,在 8 个不同方向的光照条件下拍摄多幅织物图像,得到二维灰度图像,并通过一次差分运算重建织物表面各点的高度,利用三维重建获取织物表面形状信息,通过试验提取高度值和尖锐度来表征褶皱特征。

3) 分形几何技术。分形几何技术采用空间立体技术法和截面法,主观评价织物褶皱的坚固度。首先扫描织物的表面,然后在电脑上进行重构,再用立方体算法覆盖重构的表面,最后显示重构表面的横截面。立方体计数法中立方体大小与产生横截面中的格子尺寸为 2 ~ 10 个像素,其中,分形几何为 2,表示织物表面是完全光滑的。

基于相关褶皱分布规律的识别技术的文献可知,褶皱的图像分析评价主要集中于静态织物褶皱程度、褶皱回复性能,以及服装接缝的平整度上。简言之,多是针对织物上的褶皱,对服装上的褶皱,尤其是着装后的褶皱研究较少,所以综述文献时多是基于服装的面料、织物进行的。

2 着装褶皱影响因素

着装褶皱形成的原理和影响因素主要从尺寸差异、面料、缝纫工艺 3 个方面进行分析。

1) 尺寸差异。尺寸的差异受不同人体体型、控制部位尺寸,版型结构设计方法、服装松量设计以及不同的活动状态的影响。其中服装款式影响褶皱的形状和分布。紧身款式,褶皱较细小且分布紧密;宽松款式,褶皱相对大且宽,分布松散。董小英等^[13] 在夹克式职业工装版型合体性的研究中,提出了基于人体特征将平面制图与立体裁剪相结合的版型设计方法,并且对加放不同松量的样衣穿着图片进行分析,运用专家主观评价标尺对合体性效果评价,得到各部位不同合体度的最优松量组合。白青梅^[14] 在研究合体女上装的松量时,选用躯干前弯 45°、双臂抱臂、上肢前举 45°、前举 90° 等 13 个活动姿势进行受力分析,提高服装的合体度。

2) 面料因素分析。面料的物理性能、丝缕方向、图案和色彩都影响着装褶皱的分布和形状。早期的研究主要集中在面料的物理性能,面料的平整度等级方面,而近期的研究多从面料因子提取技术的智能化,面料的提取指标与着装者的穿着情感结合的角度。如薛乐^[15]基于傅里叶变换和 Gabor 变换对机织物纹理进行分析,获取平纹、缎纹、斜纹织物在不同频率和方向上的织物纹理图像。张海波^[16]建立面料情感因子空间模型,使用3个因子概括描述7维情感语义,对服装面料的图像情感语义低层特征进行了详细分析。

3) 缝纫工艺。缝纫工艺对着装褶皱的形成也有影响。李艳梅^[17]通过小波分析研究单线缝与双线缝不同缝纫工艺,以及缝纫针、线的匹配对服装加工质量和褶皱分布的影响。张宁^[18]提出了一种基于灰度共生矩阵提取缝纫图像的4个特征参数,并与 Hear 小波分析和反向传播(BP)神经网络相结合的织物缝纫平整度的自动评估方法,解决织物缝纫平整度客观自动评估时分类正确率低的问题。

通过分析着装褶皱的影响因素可知,合体度的评价主要基于服装版型设计原理以及人体卫生学角度进行的研究,将合体度的影响因素,特别是形体特征分析、版型设计原理及生理心理指标等综合考虑到褶皱的分布中的研究非常罕见,而这将是虚拟试衣技术中非常关键的技术,通过图像中褶皱的分布体验到真实着装的合体感。而反之可以通过控制部位的放量设计和舒适度要求,得到不同动态下的图像褶皱分布模型。

3 着装褶皱与合体度评价研究

对着装褶皱与合体度评价的文献可以概括为两方面:主观评价方法和客观评价方法。

3.1 主观评价方法

主观评价方法主要是通过调查问卷,对着装者穿着服装后在生理和心理方面的舒适感觉进行调查。生理方面的舒适感觉涉及面料的触感、压感和温热感等研究;心理方面涉及色彩、款型等个人需求层次要素,该方法与人的主观状态密切相关,具有不确定性,个体差异明显。

目前的研究主要针对人体实际着装后不同活动状态下衣服表面褶皱状态,用比较粗略的平整度描述语来刻画表面的褶皱分布。如陈晓玲^[19]对上装合体性的主观评价中依据人体样衣静态着装后各部位有无褶皱、稍有余褶或斜纹等来分析褶皱程度,评价

服装合体程度。

主观评价中分级量化标准的准确性和标准化也是研究的关键,标样对照法是国际上评定面料平整性能最通用的方法,是一种定性化的评估方式。依照美国纺织化学师与印染师协会(AATCC)等级评价标准,等级越高,平整度越好。该方法简单、易操作,但其评价结果不准确。

目前,大多数文献在评价指标的量化中采用主观感觉评分或不同量表进行分析,常用的方法主要有:5量级李克特(Liketer)量表法,对不同松量的样衣着装合体度进行评价;等级评价法,对获取的褶皱图像进行分等级评定;成对比积分法,对每两个样本进行比较并给予评分。

3.2 客观评价方法

目前的文献大都是采用图像处理技术进行织物褶皱风格和平整度评价,主要涉及纤维、纱线、织物以及缝纫工艺等方面,基于图像的灰度变化进行褶皱参数分析,建立褶皱参数和织物平整度的关系模型。如 Javier^[20]设计的一套自动化褶皱评价系统,用激光扫描服装不同部位获得褶皱图像,再基于纹理分析的方法进行服装褶皱评价。近几年的文献研究能够在客观评价的基础上结合主观评价展开进行,如 Leonardo^[21]获取服装洗后不同部分的褶皱图像,对图像进行滤波处理后提取褶皱密度、褶皱锐度、褶皱高度,得出这些客观指标与主观评价具有较高的相关性。刘婷^[22]研究的服装肘部褶皱评价,提取了肘部图像中的综合褶皱回复角作为主要指标,预测服装袖肘部的合体程度。

王佳宁^[23]利用图像处理技术探讨了客观评价织物缝纫平整度的方法。对常见织物采用不同的抽褶量进行车缝,以产生不同的平整度外观,进行平整度主观评价后,再用 MATLAB 图像处理技术,提取缝纫图像参数与小波特征,对客观参数与主观评价结果进行相关分析,得到与主观评价结果相关性较好的客观参数。

从单纯的织物风格评价到服装穿着后形成的褶皱与合体度评价,模型复杂度成倍的增加,除了织物因素外,还要考虑人体结构、控制部位的差异、款型、动态等一系列因素,以及着装者的生理和心理因素,目前综合多个因素进行图像褶皱分析和服装合体度评价的文献比较少,但这项技术随着三维服装虚拟技术的发展变得越来越迫切。将基于图像识别的客观评价和基于人体生理、心理及服装物理因子的主观评价结合,进行着装合体性的综合评价是今后的发展趋势。

4 结 语

通过综述近年来基于褶皱图像分析评价着装合体度技术的相关文献,发现该技术研究呈现如下发展趋势:

1) 图像评价着装合体度模型系统化

将影响着装合体度的尺寸设计因素、人体控制部位的体型因素、服装造型因素、运动状态因素及着装者的生理、心理因素等,以及影响褶皱的面料、色彩、光照等因素,与着装后褶皱的图像识别技术相结合,建立褶皱分布与各因素相关的合体度评价模型,形成完备的系统。

2) 图像评价着装合体度模型的动态化和虚拟化

三维服装虚拟技术的快速发展,使得这种评价系统在静态褶皱效果的基础上向动态褶皱效果发展,融合三维人体和服装数据的远程获取、三维建模和动态服装虚拟展示的发展,褶皱的连续瞬时图像的捕获和处理,结合有限元碰撞检测算法推进,对人体动态下和虚拟环境下的着装合体性进行客观评价。

3) 建模和评价算法的智能化

人工智能技术是21世纪的热门技术,基于图像评价着装合体度的模型,综合各种动态优化算法和智能算法研究,动态优化神经网络、遗传算法、群智能算法、专家系统、模糊理论等将提高评价模型的效率和质量。

总之,建立一种有效的智能化合体度评价体系是电子商务和三维服装数字化技术快速发展的需要,相信越来越多的科研人员将对该领域进行研究,推动服装电子商务和三维服装产业的更好发展。

参考文献:

- [1] 陈晓玲,聂存云,李纳纳. 女上装合体性与舒适性的综合评价[J]. 纺织学报,2016,37(5):118-123.
CHEN Xiaoling, NIE Cunyun, LI Nana. Comprehensive assessment methods for women's garment fitness and comfort [J]. Journal of Textile Research, 2016, 37(5): 118-123. (in Chinese)
- [2] 何慧,王建萍,支欢欢,等. 基于裤装合体性的青年女性臀部分类[J]. 东华大学学报(自然科学版),2015,41(3):314-316.
HE Hui, WANG Jianping, ZHI Huanhuan, et al. Hip shape classification of young female based on pants fit[J]. Journal of Donghua University (Natural Science), 2015, 41(3): 314-316. (in Chinese)
- [3] 倪世明,姚怡,叶晓露,等. 青年女性矢状面轮廓曲线提取与拟合研究[J]. 浙江理工大学学报,2015,33(1):

42-44.

- NI Shiming, YAO Yi, YE Xiaolu, et al. Study on curve extraction and fitting of young women's sagittal plane contour [J]. Journal of Zhejiang Sci-Tech University, 2015, 33(1): 42-44. (in Chinese)
- [4] Arnau Ramisan, Guillem Alenyà, Francesc Moreno-Noguer, et al. A 3D descriptor to detect task-oriented grasping points in clothing[J]. Pattern Recognition, 2016, 60:936-948.
- [5] 陈伟伟,陈雁. 服装褶皱效果的评价[J]. 纺织学报, 2007,28(4):88-90.
CHEN Weiwei, CHEN Yan. Evaluation of wrinkles on the surface of a garment[J]. Journal of Textile Research, 2007, 28(4): 88-90. (in Chinese)
- [6] 高慧慧. 合体女裤前裆平整度的研究[D]. 上海:东华大学,2011.
- [7] 李蓓蓓. 从服装图片中识别面料方法的研究[J]. 上海第二工业大学学报,2012,29(3):183-186.
LI Beibei. Research on clothes fabric specification from fashion images[J]. Journal of Shanghai Second Polytechnic University, 2012, 29(3): 183-186. (in Chinese)
- [8] 吕东风,张茂林. 服装外表质量的评价[J]. 北京纺织, 1999,20(6):47-49.
LYU Dongfeng, ZHANG Maolin. Quality evaluation of clothing appearance[J]. Beijing Textile Journal, 1999, 20(6): 47-49. (in Chinese)
- [9] 陈慧敏,顾洪波,张渭源. 光栅投影技术在织物平整度等级评定中的应用[J]. 仪表仪器学报,2007,28(5):904-907.
CHEN Huimin, GU Hongbo, ZHANG Weiyuan. Automatic assessment of fabric smoothness grading based on double CCD grating projection[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2007, 28(5): 904-907. (in Chinese)
- [10] 蒋真真,李艳梅. 基于BP网络的缝纫平整度等级客观评价[J]. 上海工程技术大学学报,2014,28(1):88-91.
JIANG Zhenzhen, LI Yanmei. Objective evaluation of seam pucker grade based on BP network[J]. Journal of Shanghai University of Engineering Science, 2014, 28(1): 88-91. (in Chinese)
- [11] 李海坚. 基于三维网格构造的服装褶皱生成技术的研究[D]. 杭州:浙江大学,2008.
- [12] 刘瑞鑫,李立轻,汪军,等. 基于光度立体视觉的织物褶皱等级评定[J]. 东华大学学报(自然科学版),2013,39(1):49-52.
LIU Ruixin, LI Liqing, WANG Jun, et al. The evaluation of fabric pleat grade based on photometric stereo[J]. Journal of Donghua University (Natural Science Edition), 2013, 39(1): 49-52. (in Chinese)
- [13] 董小英,崔芳芳,张欣,等. 夹克式职业工装版型合体性评价方法的研究[J]. 西安工程大学学报,2011,25(6):

- 796-800.
- DONG Xiaoying, CUI Fangfang, ZHANG Xin, et al. Research of pattern fitness for jacket-business wear[J]. Journal of Xi'an Polytechnic University, 2011, 25(6): 796-800. (in Chinese)
- [14] 白青梅. 合体女上装的松量研究[D]. 北京:北京服装学院, 2009.
- [15] 薛乐. 基于傅里叶变换和 Gabor 变换的机织物纹理分析[D]. 上海:东华大学, 2015.
- [16] 张海波, 黄铁军, 修毅, 等. 基于颜色和纹理特征的面料图像情感语义分析[J]. 天津工业大学学报, 2013, 32(4): 27-32.
- ZHANG Haibo, HUANG Tiejun, XIU Yi, et al. Fabric image emotional semantic analysis based on color and texture features[J]. Journal of Tianjin Polytechnic University, 2013, 32(4): 27-32. (in Chinese)
- [17] 李艳梅. 服装面料缝纫外观质量客观评价及其缝制加工工艺生成系统的研究[D]. 上海:东华大学, 2009.
- [18] 张宁, 潘如如, 高卫东. 采用图像处理的织物缝纫平整度自动评估[J]. 纺织学报, 2017, 38(4): 146-150.
- ZHANG Ning, PAN Ruru, GAO Weidong. Automatic seam-puckering evaluation using image processing[J]. Journal of Textile Research, 2017, 38(4): 146-150. (in Chinese)
- [19] 陈晓玲, 刘驰, 聂存云. 上装合体性主观评价信度与效度的元评估[J]. 纺织学报, 2009, 30(7): 108-111.
- CHEN Xiaolin, LIU Chi, NIE Cunyun. Confidence level and validity of garment fit assessment based on meta-evaluation during subjective evaluation[J]. Journal of Textile Research, 2009, 30(7): 108-111. (in Chinese)
- [20] Javier Silvestre-Blanes, Joaquin Berenguer-Sebastia, et al. Garment smoothness appearance evaluation through computer vision[J]. Textile Research Journal, 2012, 87(3): 299-309.
- [21] Leonardo Urbiola-Soto, Victor Lopez. Instrumentation system for objective evaluation of wrinkle appearance in fabrics using a standardized inspection booth[J]. Textile Research Journal, 2014, 84(4): 368-387.
- [22] 刘婷. 服装肘部穿着平整度客观评价方法研究[D]. 杭州:浙江理工大学, 2016.
- [23] 王佳宁, 刘成霞, 方苏. 基于图像处理的织物缝纫平整度客观评价[J]. 国际纺织导报, 2017, 45(4): 48-52.
- WANG Jianing, LIU Chengxia, FANG Su. Objective evaluation on fabric sewing smoothness based on image processing[J]. Melliand China, 2017, 45(4): 48-52. (in Chinese)

(责任编辑:张 雪, 邢宝妹)

(上接第 492 页)

- [13] 季冠宇, 吴志凌, 崔璐晗. 浅析服装设计元素的流行趋势与重要性[J]. 收藏与投资, 2017(8): 15-18.
- Ji Guanyu, WU Zhiling, CUI Luhan. Analysis of the trend and importance of fashion design elements[J]. Collection and Investment, 2017(8): 15-18. (in Chinese)
- [14] 甘丽英, 刘荟, 李娜. 森林浴在健康疗养护理中的应用[J]. 中国疗养医学, 2005, 14(1): 20-21.
- GAN Liying, LIU Hui, LI Na. Application of forest bath in health nursing care[J]. Chinese Journal of Convalescent Medicine, 2005, 14(1): 20-21. (in Chinese)
- [15] 樊一眉. 浅谈聚合物共混纺丝法制备纳米碳纤维[J]. 科技风, 2012(9): 10.
- FAN Yimei. Study on preparation of carbon nanofibers by polymer blending method[J]. Technology Wind, 2012(9): 10. (in Chinese)
- [16] 苏小燕. 复合纺丝法制备储热调温聚丙烯纱线的研究[J]. 陕西纺织, 2010(4): 26-27.
- SU Xiaoyan. Study on preparation of thermosetting polypropylene yarn by composite spinning method[J]. Shaanxi Textile, 2010(4): 26-27. (in Chinese)
- [17] 李伟, 袁晓雨, 朱振国, 等. 一种含胶囊的合纤维及其制备方法, CN105155032A[P]. 2015-9-22.
- [18] 彭姣凤, 李庆廷. 香精微胶囊化及控制释放[C]//第七届中国香料香精学术研讨会论文集. 杭州:中国香料香精化妆品工业协会: 233.
- [19] 朱希皇. 天然薰衣草精油多功能保健针织内衣: CN201957775U[P]. 2011-02-10.
- [20] 杨之青. 森林浴抗菌内衣[J]. 山东纺织科技, 1999(3): 49.
- YANG Zhiqing. Forest bath antibacterial underwear[J]. Shandong Textile Science and Technology, 1999(3): 49. (in Chinese)
- [21] 汤维阳. 友利芳香型保健袜即将进入欧洲市场[J]. 纺织服装周刊, 2014(25): 93.
- TANG Weiyang. Youli aromatic health care socks will enter the European market[J]. Textile Information Weekly, 2014(25): 93.

(责任编辑:张 雪, 邢宝妹)