

人体上半身体表变化对软壳冲锋衣结构设计的影响

刘鹏林¹, 王永进^{*1,2}

(1. 北京服装学院 服装艺术与工程学院, 北京 100029; 2. 361°-北京服装学院 高性能运动服装设计研发中心, 北京 100029)

摘要:了解人体运动过程中的体表物理变化特征及其对服装结构设计的影响是科学设计软壳冲锋衣的基础。通过对6位实验志愿者在11个运动姿态下上半身体表网格线段变化情况进行测试, 获得体表变化数据。分析11个运动姿态下体表网格线段的变形现象, 掌握体表皮肤分区的情况。根据实验结果, 分析了体表变化对软壳冲锋衣结构设计的影响, 探索性地提出了依据体表皮肤形变解决软壳冲锋衣运动自由度和舒适度的结构设计研究方法。

关键词:软壳冲锋衣; 结构设计; 体表变化

中图分类号:TS 941.17 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2018)02-0100-06

Influence of Upper Body Surface Changes on the Structure Design of Soft Shell Jacket

LIU Penglin¹, WANG Yongjin^{*1,2}

(1. School of Fashion Art and Engineering, Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China; 2. 361°-BIFT High Performance Sportswear Design and Research Centre, Beijing 100029, China)

Abstract: Understanding the physical changes of body surface in the process of human body movement and its influence on the structure design of clothing is the basis of scientific design of soft shell jacket. In this study, the change of skin surface grid mark line under 11 dynamic posture of six volunteers was tested. The deformation of the grid segment was analyzed, and the skin subdivision of the body surface was obtained. According to the experimental results, the influence of change of body surface on the structure design of the soft shell jacket was analyzed and discussed. The method of structural design of soft shell jacket based on skin deformation of body surface was proposed, which could solve the freedom of movement and comfortable problem of soft shell jacket.

Key words: soft shell jacket, structural design, surface change characteristics

软壳冲锋衣是户外陆地运动项目(如登山、徒步、攀岩等)通常选用的服装,因其具有柔软舒适、防风防泼水的特点,近年来备受推崇。结构设计是研发软壳冲锋衣的关键,直接影响其穿着舒适性和功能表现^[1]。调查发现市场上软壳冲锋衣产品结构过于单一,装袖款式居多。户外服装对运动舒适性要求较高,相关的学术研究大多集中在对软壳面

料的研发^[1],对其结构进行针对性的研究较少。户外运动过程中人体关节随着动作发生变化,导致体表形状和尺寸相应改变^[2-3]。因此,文中从人体工学的角度出发,采用体表网格画线法,对静态人体体表尺寸以及模拟户外登山类运动姿势下的动态体表尺寸数据进行采集,从量变和形变两方面分析体表变化对软壳冲锋衣结构设计的影响,为科学合

收稿日期:2017-11-15; 修订日期:2018-01-22。

基金项目:北京服装学院研究生科研创新项目(X2017-030)。

作者简介:刘鹏林(1989—),女,硕士研究生。

*通信作者:王永进(1970—),男,教授,硕士生导师。主要研究方向为功能性服装与产品开发。Email: fzywyj@bift.edu.cn

理构建软壳冲锋衣的样板提供参考依据。

1 实验方案

1.1 实验目的

通过体表测量法分析不同姿势下人体体表尺寸变化量与变化率,以及对软壳冲锋衣松量设置的影响;采用体表观测法对动态姿势下体表形变趋势、方向进行分析,讨论其对分割线设计的影响。

1.2 研究对象

招募 6 名年龄在 22 ~ 35 岁、身高 160 ± 3 cm、胸围 84 ± 3 cm、身体质量指数 (Body Mass Index, BMI) 在 19 ~ 23 范围且经常进行户外登山运动的女子作为研究对象,具体信息见表 1。

表 1 6 名研究对象信息统计

Tab.1 Statistical information of research object			
测量项目	极小值	极大值	均 值
年龄/岁	23	30	25
身高/m	1.58	1.62	1.60
体质量/kg	48	53	50
BMI 值	19.9	22.8	22

注: BMI 是衡量肥胖和标准体质量的重要指标, BMI 为体质量 (kg) 与身高 (m) 平方之比。

1.3 实验方法

1.3.1 体表测量法 ①确定测量标记线。依据 ISO 8559—1989《服装结构和人体测量: 人体尺寸》中的相关标准^[4-5], 结合服装与人体的关键结构部位, 在体表确定前中线、后中线、胸峰线、肩胛线、体侧线、肩线、前胸宽线、后背宽线、胸围线等测量基准线以及根据等分点绘制的部分标记线, 前身自上而下分别记作前横 1 ~ 前横 9、自中至侧记作前纵 1 ~ 前纵 5。后身自上而下分别记作后横 1 ~ 后横 9, 自中至侧记作后纵 1 ~ 后纵 5。手臂确定臂根围线、臂围线、肘围线、腕围线等测量基准线以及根据等分点绘制的部分标记线, 自上而下记作臂横 1 ~ 臂横 8, 手臂以下纵线、前纵线、峰纵线、后纵线作为纵向测量标记线, 所有标记线形成体表网格, 用于采集每个局部在不同动作下的尺寸数据。上半身体表画线示意如图 1 所示。

②确定测量姿态。通过对户外登山类运动动作的分析, 将运动时的姿态提取为以关节为轴的不同方向和角度的 11 个动作姿态, 具体结果见表 2。表 2 中基本包含了登山类运动过程中肢体的活动范围。

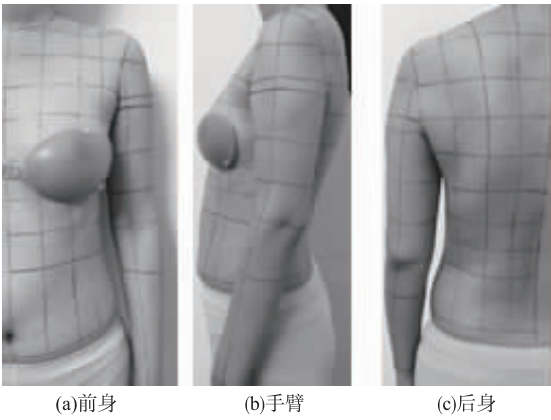


图 1 上半身体表画线示意

Fig.1 Schemic of the upper part of the body described line

表 2 动作姿态确定

Tab.2 Decomposition of test action		
动作编号	运动部位	身体姿态说明
姿态 1	肩部肘部 共同参与运动	双臂抱胸
姿态 2		两臂后交叉 30° ~ 45°
姿态 3		两手叉腰
姿态 4		双手抱头 (戴帽子动作)
姿态 5		手臂前摆 90° 时屈肘 150°
姿态 6	肩部运动	上肢外摆 135°
姿态 7		上肢上举 180°
姿态 8		上肢前摆 90°
姿态 9		两臂前交叉 30° ~ 45°
姿态 10	肘部运动	手臂自然下垂时屈肘 90°
姿态 11		手臂自然下垂时屈肘 150°

③测量方法。测量人员在测量前进行统一培训, 按照统一测量标准, 确保测量误差控制在允许的范围之内, 采用手工皮尺测量, 读数时采取连续读数的方法, 相减得到每一段网格线长度。

被测试者穿着浅色内裤, 胸部贴胸贴, 先进入实验室休息 20 min, 确保放松状态, 再由专业人员按要求画标记线, 并依次对表 2 中每一个动作下的各线段尺寸进行测量, 记录数据。

④收集实验数据。所有收集到的数据中, 通过变化量除以静态长度得到变化率, 对体表网格线段在不同动作姿态下的变化率进行分析。根据体表皮肤变化情况和对应位置对体表进行分区, 应用于软壳冲锋衣的结构松量设置。人体体表皮肤拉伸变化率 ΔL 的计算公式为

$$\Delta L = (L_M - L_0) / L_0$$

其中: L_M , L_0 分别为运动姿态下与静止状态下体表网格线段长度。

由于软壳冲锋衣为合体的设计, 体表的伸长对服装结构影响较大, 因此数据分析中着重考虑变化

率为正值的情况。

1.3.2 体表观测法 6 名实验对象依次完成体表测量实验设计的 11 种动态姿势,通过观察体表网格线与拍照记录,了解在不同姿态下各部位皮肤的滑移与伸展方向,具体如图 2 所示。

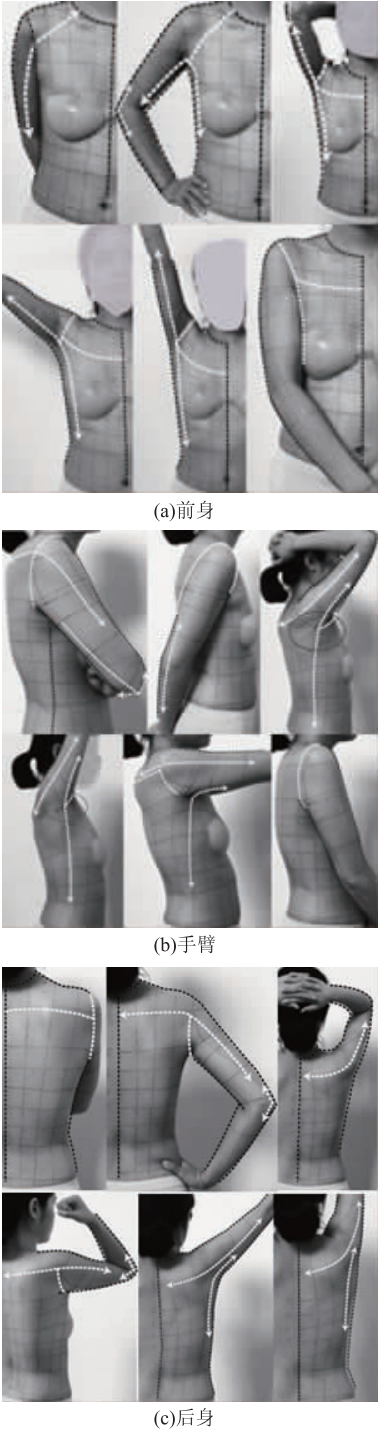


图 2 皮肤变化走向与分区设置

Fig. 2 Change trend and partition settings of skin

图 2 对各运动姿态下皮肤的运动伸展方向与体表曲面之间的转折位置进行了标记,分析体表形变方向与曲面转折位置,据此可对体表进行分区,

为软壳冲锋衣结构设计提供可参考依据。

2 实验结果

2.1 人体在动态姿势中体表量变特征分析

2.1.1 整体数据分析 根据测量数据,提取出每名被测者体表各横向、纵向标记线的最大变化率 ΔL_{\max} ,6 名被测者体表网格线的 ΔL_{\max} 均值范围见表 3。由于体表伸长对服装结构影响比较大,因此在数据分析时着重考虑变化率为正值的情况。

表 3 被测者体表皮肤整线最大变化率情况

Tab. 3 Maximum change rate of the whole line in the skin surface of subjects

$\Delta L_{\max}/\%$	体表皮肤标记线位置	
	躯 干	手 臂
<5	肩线、前横 1、前横 4、前横 5(前胸围)、前横 6、前横 7、前横 9、后颈围、后横 1、后横 9、后背根	臂纵 2(手臂前纵线)、臂纵 3(手臂外纵线)
5~10	前纵 1、前纵 2、前纵 3、前横 2、前横 8(腰围)、后纵 1、后纵 3、后纵 4、后横 8(腰围)	臂横 4、臂横 5、臂横 8(腕围)
11~20	前颈围、前纵 4、前横 3(前胸宽)、后纵 2、后横 2、后横 5、后横 6、后横 7	臂纵 1(手臂下纵线)、臂纵 4(手臂后纵线)、臂横 1、臂横 7
>20	前纵 5、体测线、后纵 5、后横 3(后背宽)	臂横 2、臂横 3、臂横 6(肘围)

在实验中各标记线 ΔL_{\max} 均值超过 20% 的部位为背宽横向区域、袖窿底部纵向区域和袖山头、袖肘部分,分别影响服装的背宽部位松量、袖窿形状及松量、袖山与袖肥、袖子与袖窿的配伍效果以及袖肘的松量与自由度。因此,在研究软壳冲锋衣结构时,需要重点考虑这些变化,作为设置松量及衣身和袖子造型的参考。其他部位受动作影响相对较小,相对应的服装部位松量可以参考日常生活着装的松量设置。

2.1.2 局部体表尺寸受运动影响变化规律分析

由于皮肤拉伸形变较大的部位对服装版型设计影响较大,因此针对变化率较大的局部部位单独分析,表 4 列出了前身体表变化率极大值与均值大于 20% 的部位。由表 4 可以看出,运动姿态下前身变化率较大部位集中在从前腋点到腋底的体表区域,这些变化表明在服装结构设计时需重点考虑前袖窿尤其是腋底部分的松量需求。

表 4 前身体表皮肤变化率≥20%的部位

Tab.4 Parts of the former body girth skin deformation rate greater than or equal to 20% %

部 位	极大值	均 值
横 2-4	44.38	11.75
横 3-4	51.15	15.60
臂根-3	24.73	3.42
纵 3-6	25.75	4.95
纵 3-7	22.70	9.36
纵 4-4	36.49	15.45
纵 4-5	27.05	12.62
纵 4-7	45.49	23.03
纵 5-1	117.93	54.65
纵 5-2	59.69	30.35
纵 5-3	40.89	19.30
纵 5-4	25.65	8.44
体侧-1	138.61	53.64
体侧-2	73.48	28.95
体侧-3	39.50	14.65
体侧-4	23.30	6.49

后身体表皮肤总体拉伸变化情况与前身相反，横向拉伸较纵向明显，具体见表 5。

表 5 后身体表皮肤变化率≥20%的部位

Tab.5 Parts of the back body girth skin deformation rate greater than or equal to 20% %

部 位	极大值	均 值
横 2-4	42.31	4.71
横 3-2	24.38	7.70
横 3-3	47.08	16.37
横 3-4	86.29	43.49
横 4-3	31.43	9.51
横 4-4	21.27	9.41
横 5-5	36.85	1.29
横 7-5	36.20	11.17
纵 3-1	32.05	11.59
纵 5-1	67.48	27.25
纵 5-2	48.13	21.58

由表 5 可以看出，靠近肩胛骨内侧与下部的区域、肩胛骨部位与靠近后腋点和腋底的部位纵向拉伸明显，并呈现出距离腋窝越近变化率越大的趋势。后身背宽部分，特别是肩胛骨及其靠近腋点的区域变化率较大，这就要求设计后身样板时应着重考虑后背宽的松量。正如前身体表皮肤一样，后身体变化率较大部位同样集中在从后腋点到腋底的体表区域，这也要求在服装结构设计时同样需重点考虑后袖窿部分的松量需求。

在运动姿态下手臂横向线整体呈伸长趋势，纵向线中前纵线和峰纵线总体呈收缩趋势，具体见表 6。

表 6 手臂皮肤变化率≥20%的部位

Tab.6 Parts of the arm girth skin deformation rate greater than or equal to 20% %

部 位	极大值	均 值
横 1-1	23.71	8.24
横 2-1	240.05	93.27
横 2-2	38.08	18.99
横 2-4	55.76	28.10
横 3-1	54.85	22.88
横 3-2	34.94	10.51
横 4-1	10.74	20.13
横 7-5	20.20	10.15
横 5-2	36.88	11.93
横 6-1	21.49	9.13
横 6-2	36.28	5.69
横 7-1	27.56	5.83
横 8-3	30.99	14.12
下纵-1	40.47	13.82
下纵-2	32.86	7.87
后纵-2	22.59	7.75
后纵-4	24.77	16.63
后纵-5	36.53	18.22
后纵-6	36.30	15.45

由表 6 可以看出，手臂下纵线和后纵线呈拉伸趋势。横向线中臂根围线以上部分拉伸较为明显，尤其是靠近腋窝附近的区域，部分线段变化率达 20% 以上；其次是臂根线以下峰纵线经前纵线至下纵线之间的部分变化率在 10% ~ 20% 之间。纵向线之间变化差别较为明显，后纵线靠近肘部区域伸长明显，下纵线腋下区域稍有伸长，其余均呈收缩趋势。

2.1.3 体表皮肤基于拉伸量变的分区分析 对人体体表皮肤变化率的分析可知，人体上半身各部位在运动过程中的变化差异较大。根据变化率的差别可将体表进行分区，人体上半身体表皮肤变化率的分布如图 3 所示。

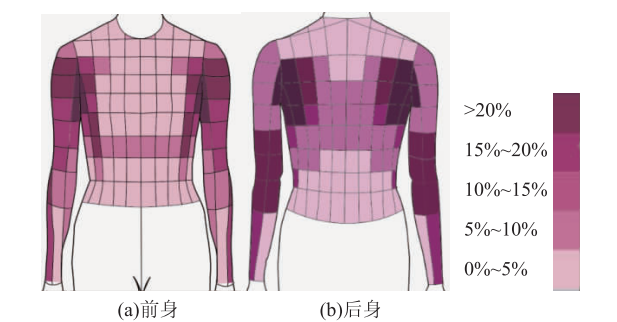


图 3 人体上半身体表皮肤变化率的分布

Fig.3 Distribution of skin deformation rate on the upper part of body

由图 3 可知,躯干前身变化率主要指纵向伸长率,变化率最大的部位集中在前腋底,其次是靠近前腋点与下肋的位置,前中区域变化较小;躯干后身变化分区图在后背区域主要指横向伸长率,后背宽线靠近后腋点的区域变化率最大,向后中逐渐减小;腋下区域纵向伸长率最大,向下侧逐渐减小。手臂部分在臂根、腋底以及肘部横向与纵向变化均较为明显。在服装结构设计尤其是设置松量时应着重考虑松量与人体拉伸变化的关系。

2.2 人体在动态姿势中体表形变特征分析

2.2.1 体表形态变化 由图 2~图 3 可以看出,人体在进行肩关节与肘关节运动时,腋底周围的网格线拉伸变化明显,手臂上抬时,腋底部位皮肤沿着体侧线与手臂下纵线向两个方向延伸,上抬角度越大,伸长量越大,同时腰部两侧网格线有一定的拉伸变形;后片肩胛骨周围的网格线也有明显拉伸;当手臂前摆、后摆或做叉腰动作时,形变同样集中在上述区域,形变量减小。图 4 为不同姿态下人体体表区域的分割状况,显示了人体在运动时手臂皮肤的延展方向与适合的结构线位置。图 4 中手臂前纵线明显呈现收缩状态,手臂后纵线明显呈现伸长状态;另外,在肘关节运动时,肘部变形量较大,肘部网格线在长度和围度方向均有延伸,肘弯区域呈现收缩状态。

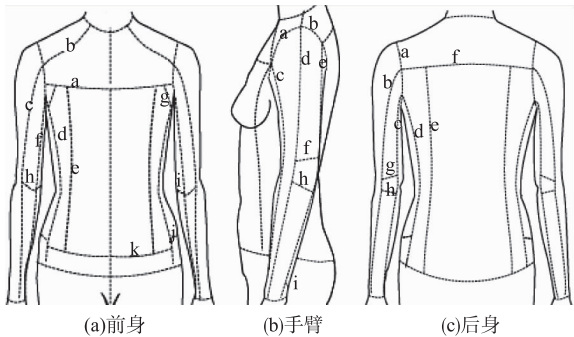


图 4 不同姿态下人体体表区域分割线

Fig. 4 Segmentation of human body surface regions under different postures

2.2.2 人体上半身体表皮肤基于拉伸形变的分区 图 4 中根据对躯干及手臂变化特征的分析,在体表两曲面之间设置分割线,对体表进行分区,得出了躯干与手臂的分区位置标记线。这些标记线可作为服装版型设计时分片设计的参考,同时也为松量加放位置与加放方法提供了科学合理的依据。

3 分析与讨论

3.1 体表形变对软壳冲锋衣分割线设计的影响

在模拟户外运动动作姿态时,发现体表皮肤变

化量较大的部位集中在前腋点、腋底至后腋点区域以及袖肘周围,对应服装的衣袖结构部位。因此对于软壳冲锋衣的结构设计主要体现在衣袖结构的设计上,使衣袖结构能更好地满足运动舒适性的需要。结合图 4 不同姿态下体表区域分割线位置,可以更加科学合理地设计软壳冲锋衣的结构线。图 5 为设计的 4 款分割袖结构软壳冲锋衣。

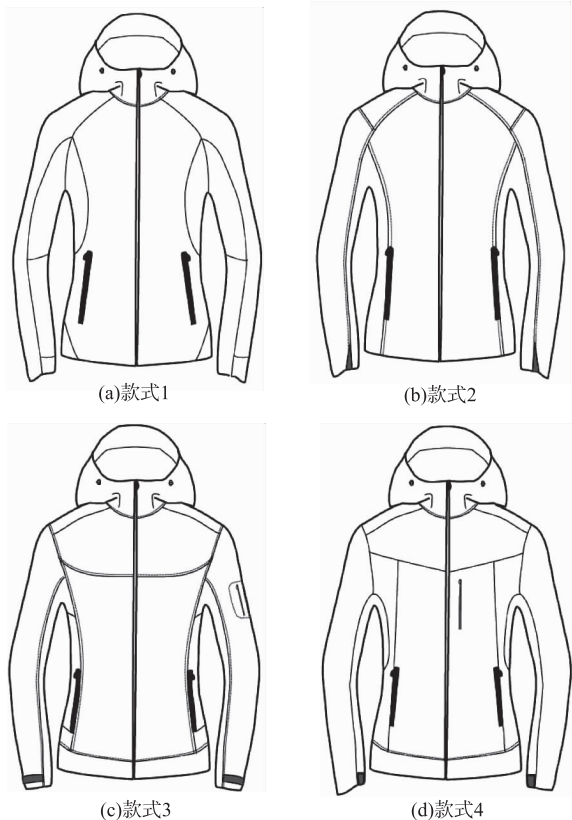


图 5 基于体表皮肤分区的软壳冲锋衣结构设计

Fig. 5 Structure design of soft shell jacket based on skin area division

图 5 中的插肩袖与腋下连袖设计,在结构制版时可方便在腋下增加横向松量和纵向松量,在保持衣身合体性的同时满足腋底周围需要的活动量,从而提高人体穿着时的运动自由度,这种设计相对装袖款式的舒适性更好。在袖肘部位设计时可加入横向分割线并运用切展的方式,在肘部加量达到运动舒适性的效果。

3.2 体表拉伸对软壳冲锋衣松量设置的影响

分割线位置的合理确定有助于准确合理地加放松量^[5]。软壳冲锋衣一般为合体收腰型款式,合体型服装的松量一般包括静态松量、动态松量、造型松量与视觉松量^[6]。根据上述测量结果分析,针对软壳冲锋衣的样板设计,首先应考虑满足动态松量的参考值,保证背宽线、袖窿弧长、袖肘围度、袖

肥大小不小于净体尺寸的20%,其他结构参数可参考日常生活着装的尺寸设置;其次还要考虑穿着过程中体表与服装之间的滑移因素^[7-8]以及局部的松量设置;通过增加不同程度的松量实验完成成衣制作,并进行试穿评价综合分析,得到合理的松量配置,达到功能性与美观性的最佳平衡。

3.3 体表拉伸对软壳冲锋衣面料选择的影响

软壳冲锋衣面料是微弹功能性面料,拉伸变形率较小。依据上述实验结果,可选择在体表变化率较大的衣身侧面与袖底部位采用针织弹性面料设计,结合运动前后体表尺寸的变化率,决定设计中所采用的面料在横、纵方向的弹性,保证软壳冲锋衣在合体美观的前提下有较好的运动舒适性,满足人体在运动中的皮肤扩展和形态变化。

4 结 语

不同的服装品类对服装的结构形态与松量的需求不同,按照人体工学规律研究服装结构是非常有必要的。掌握人体在户外运动姿态下体表变化特征以及各细节部位的变化量,是科学研究户外服装结构的必要条件,可以为结构设计中分割线的位置确定与松量设计提供一定的可参考依据。通过本次研究,发现人体在穿着软壳冲锋衣活动时各部位变化率差异很大,前、后腋点与腋底周围皮肤的纵向变化率较大,同时后身尤其是后腋点周围皮肤横向变化率明显大于前身。通过实例分析了适合软壳冲锋衣的结构线分割设计,并且提出了人体体表变化对软壳冲锋衣松量设置的影响以及参照动态松量完成软壳冲锋衣的结构样板构建方法。

参考文献:

- [1] 高亦文,高磊. 户外服饰设计与产品开发[M]. 上海:东华大学出版社,2015:45-67.
- [2] 刘瑜,刘咏梅. 大运动量条件下的运动服装舒适性研究[J]. 体育科学,2004,24(11):71-73,78.
LIU Yu,LIU Yongmei. Research on comfort of sportswear under condition of maximal training volume[J]. China Sport Science,2004,24(11):71-73,78. (in Chinese)
- [3] 袁飞,袁观洛,王春燕. 上肢运动与服装结构的关系[J]. 纺织学报,2006,27(7):40-43.
YUAN Fei,YUAN Guanluo,WANG Chunyan. Correlation of free movement of hands and garment ease[J]. Journal of Textile Research,2006,27(7):40-43. (in Chinese)
- [4] IX-ISO. Gorment construction and axthropometric surveys-body dimensions: ISO 8559-1989[S]. Geneve: International Organization for Standardization,1989.
- [5] 王永进,莫碧贤,李翼,等. 人体腰部及下肢运动对服装松量设计的影响[J]. 纺织学报,2010,31(3):92-97.
WANG Yongjin,Mokpikyin,LI Yi,et al. Effects of waist and lower limb movenments on clothing ease design[J]. Journal of Textile Research,2010,31(3):92-97. (in Chinese)
- [6] 白青梅. 合体女上装的松量研究[D]. 北京:北京服装学院,2010.
- [7] 中泽愈. 人体与服装:人体结构·美的要素·纸样[M]. 袁观洛,译. 北京:中国纺织出版社,2000:188-189.
- [8] 赵欲晓,张立蔓. 手臂动作对女性上半身体表尺寸影响的研究[J]. 北京服装学院学报(自然科学版),2016,36(3):1-8.
ZHAO Yuxiao,ZHANG Liman. Effects of arm movement on female upper body measurements[J]. Journal of Beijing Institute of Clothing Technology(Nature Science Edition),2016,36(3):1-8. (in Chinese)

(责任编辑:邢宝妹)