

基于重力平衡的定制上衣“2A”原理

高光¹, 高畅¹, 高丽²

(1. 成都服道衣品技术服务有限公司, 四川 成都 610000; 2. 北京高红国际服饰设计有限公司, 北京 100000)

摘要:人体上半身表面形态复杂,对合体上衣的结构设计要求较高,但目前服装结构设计主要依靠经验数据,特别是给非标准体型制作服装要经过多次修改才能达到设计效果。为缩短服装制作周期,探索适用于各种体型的通用制板方法,在体型分类的基础上,通过分析上衣的重力平衡,提出上衣结构设计“2A”原理,将其应用于设计制板中,可实现上衣结构重力平衡,在理论上满足驼背、大胸等各种体型合体上衣的制作。

关键词: 上衣设计;制板;结构力学;重力平衡;高级定制

中图分类号: TS 941.61 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2021)06-0497-06

"2A" Principle Based on Gravity Balance of Customizing Garment

GAO Guang¹, GAO Chang¹, GAO LI²

(1. Chengdu Fudao Garment Technology Service Co., Ltd., Chengdu 610000, China; 2. Beijing Gaohong International Fashion Design Co., Ltd., Beijing 100000, China)

Abstract: The surface shape of the upper of the human body is complex, and there are high requirements for the structural design of the fit garment. However, at present, the garment structural design mainly depends on empirical data. The design effect can be achieved only after many modifications especially for people with non-standard body shape. In order to shorten the garment production cycle, and explore a general pattern making method suitable for various body types, on the basis of body shape classification, by analyzing the gravity balance of the garment, the "2A" principle of the garment structure design was put forward, applied it to the design pattern, which can realize the gravity balance of the garment structure, and theoretically fund the production of the fit garment for people of various body shapes such as hunchback and big chest at one time.

Key words: upper garment design, pattern making, structural mechanics, gravity balance, advanced customization

国内外服装设计制板相关书籍^[1-2]大多用几何学方法研究上衣结构理论,不够重视服装结构物理属性,对服装在人体上受到的重力影响预判不足^[3-4]。根据几何原理制作的服装穿在人体上会出现变形,使服装显得不合体、不美观。只有通过实际消费者的试穿,找到重力对服装与人体关系的不利因素,才能使制作的服装更加合体。

由于人体表面呈现立体形态,服装在人体上受到的重力影响与其所处空间位置有关,也与人体对服装的支撑力有关。因此,合体服装只能根据人体在重力场中某种姿态下身体表面的空间形态制作。

如运动服装的设计要基于人体运动时身体的最大伸张状态,其他服装可依据人体自然站立状态进行设计。

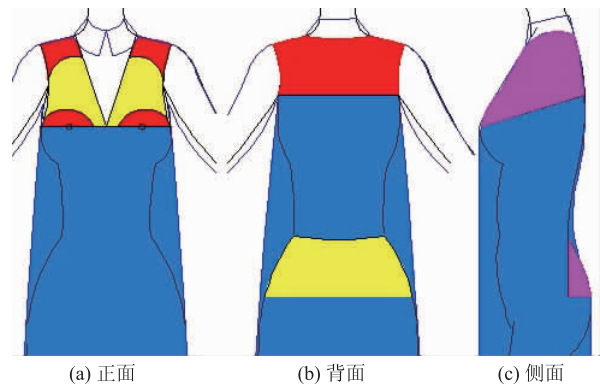
文中从重力平衡的视角探究上衣几何形态的结构力学原理^[5-6],以人体工学角度分析袖结构与形体的关系,发现影响上衣结构设计的关键因素,研究定制上衣结构设计原理。

1 上衣的结构重力平衡

1.1 上衣的重力平衡状态

人体承重区与上衣的重力平衡如图 1 所示。

图 1 中的上衣被分为承重段和悬垂段,承重段是覆在人体承重区的部分,悬垂段是自重下垂部分。服装结构的重力由材料传导到承重段,当人体承载力和上衣结构材料强度能够抵抗上衣重力时,上衣处于重力平衡状态。

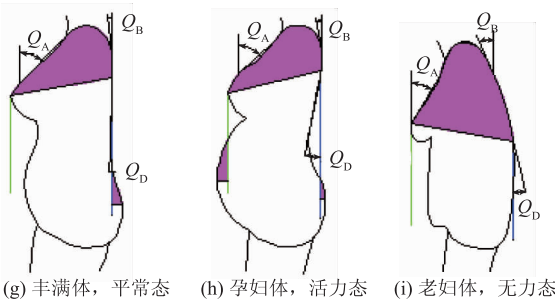
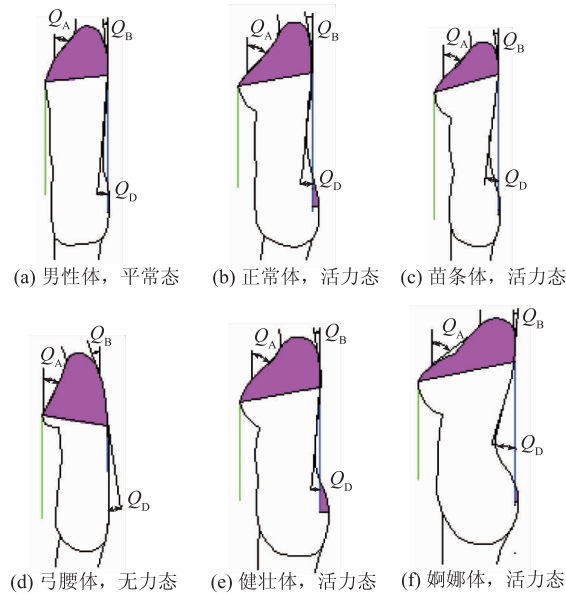


注:红色为主承重区;黄色为次承重区;蓝色为上衣悬垂段;玫红色为承重体,其上轮廓线是上衣承重段,下轮廓线是下承重线。

图 1 人体承重区与上衣的重力平衡

Fig. 1 Weight-bearing area of body and gravity balance of garmen

各种形体上衣重力平衡状态如图 2 所示。由图 2 可知,颈胸倾角是颈部到胸部的近似斜面与铅垂面之间的夹角;项背倾角是颈椎点到背部最高点间的近似斜面与铅垂面之间的夹角;腰背倾角是腰背斜面与铅垂面的夹角。图 2 中的 9 类女性人体侧面形态由于体型不同,上衣承重段和悬垂段形态也不同,以门襟为例,多数形体门襟下垂能过腹部,也有突出的大腹形成支撑点阻碍门襟自然下垂,上衣过支撑点形成新的重力平衡状态又自重下垂。



注:玫红色为人体承重区;绿色为门襟垂线;蓝色为后背垂线; Q_A 为颈胸倾角; Q_B 为项背倾角; Q_D 为腰背倾角。

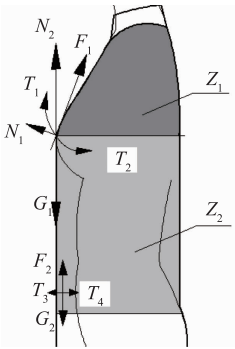
图 2 各种形体上衣重力平衡状态

Fig. 2 Gravity balance of garments of rarious shapes

目前服装结构平衡研究一般被限于立体几何范畴^[7-9],门襟结构缺陷比较常见,例如大腹体的门襟下摆向前外侧分开、支翘,而不是自然下垂。这类结构缺陷的成因就是服装结构平衡和重力平衡不同步。服装到腹凸点后上部重力平衡系统被打断,腹凸点上下的重力平衡状态在空间上不连续,用几何方法构建的服装结构不能适应这样的空间状态转变,造成门襟在人体上不平顺、不自然。

1.2 上衣在人体上的受力分析

上衣在人体上的受力分析如图 3 所示。人体肩背部承重区侧面呈山形(见图 2),上衣受到山形体表面向上支撑力和摩擦力,如果服装纤维(材料)的破断力能够承受服装自身重力产生的向下拉力,此时 $G_1 = N_2, G_2 = F_2$,上衣处于重力平衡状态。



注: Z_1 为承重段; Z_2 为悬垂段; G_1 为承重段重力; G_2 为悬垂段重力; F_1 为肩部向上拉力和体表摩擦力的合力; F_2 为承重段对悬垂段的向上拉力; N_1 为体表支撑力; N_2 为 F_1 与 N_1 向上的合力; T_1, T_2, T_3, T_4 为水平张力。

图 3 上衣在人体上的受力分析

Fig. 3 Stress analysis of garment on body

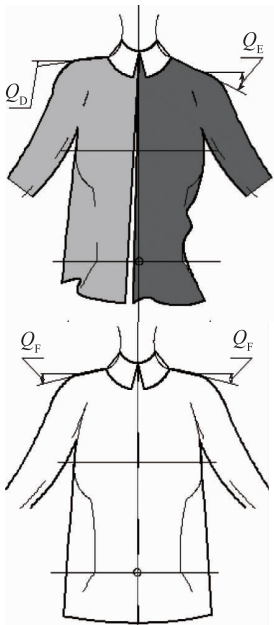
1.3 衣身结构重力平衡机制

上衣结构重力平衡是建立在重力平衡基础上的结构平衡,表现为承重段均衡包覆人体承重区突出部位,悬垂段自重平行下垂。

上衣承重段受到人体表面支撑力、摩擦力和悬

垂段拉力共同作用,如果设计不当,易造成局部应力集中或失控,出现衣身堆褶、门襟歪斜等问题,因此上衣承重段是上衣结构重力平衡的设计重点。

人体承重区是复杂而个性化的立体结构,平肩挺胸、溜肩驼背、平胸大腹和大胸平腹等体型对应不同的人体承重区形态。肩斜角是肩斜面与水平面的夹角。平肩体和溜肩体的肩斜角如图4所示。图4示意了适合正常体肩斜角的上衣穿在溜肩体或平肩体的人身上,衣身特定部位出现扯络或堆褶。这种不美观的形态变化,是由于不同的肩斜角对应的人体承重区形态不同而产生的。



注: Q_D 为平肩体肩斜角; Q_E 为溜肩体肩斜角; Q_F 为正常体肩斜角。

图4 平肩体和溜肩体的肩斜角

Fig.4 Angle of flat and sliding shoulder

同理,分析图2中的各种体型,可以发现颈胸倾角、项背倾角、腰背倾角对上衣结构重力平衡的影响^[10]。因此,制板师必须采集穿着者身体上这些关键角和关键点三维数据^[11],并科学地应用到平展的布上,制作的上衣才能符合人体结构形态,实现结构重力平衡,达到设计师的款式设计要求。

1.4 袖结构重力平衡机制

人体自然站立时,手臂重力平衡状态是大臂稍向后偏转,肘部在肱骨头后侧,小臂向前偏转(前偏角因人而异),重心线在肱骨头和腕骨连线上,其重力平衡原理是手部力矩等于肘部力矩。由于袖是围绕手臂悬吊在肩上的柔性体,无法获得手臂一样的刚性力矩,其结构中心线只有铅垂向下,才能实现结构重力平衡。

2 上衣结构设计“2A”原理

上衣结构设计“2A”原理是以人体肩颈点为转动轴(Axes),以颈胸倾角、项背倾角、腰背倾角和肩斜角为偏转角(Angle)构造衣身;以肱骨头为转动轴,以人体的臂肩角和袖的装袖角构造衣袖^[4],实现上衣结构重力平衡的设计原理,简称“2A”原理。

2.1 “2A”原理中肩颈点作用

肩颈点是肩部内侧最高点,也是主承重区的最高点,肩颈点与肩凸点之间是肩脊线。肩脊线通常是服装前后衣片的上分界线,也是衣身的上承重线。肩斜角相当于将肩脊线以肩颈点为轴自水平面向下旋转的某个角度。颈胸倾角相当于将乳房高点绕肩颈点自铅垂面向前旋转的某个角度。后背形态的结构原理也是如此。

因此,肩颈点是人体承重区前后、左右两个方向的旋转轴,是应用“2A”原理设计上衣的核心结构点。

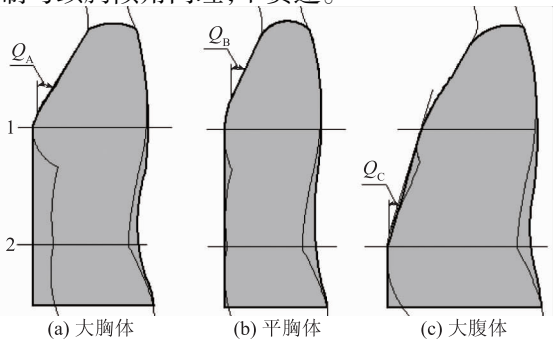
2.2 “2A”原理中肩斜角作用

溜肩体肩斜角比正常体肩斜角大,相当于将肩脊线绕肩颈点多旋转一定角度,同样也会带动门襟线向人体另一侧偏转相同角度。如果溜肩体的人穿正常体的衣服,门襟就会交叉,腋下堆褶。

但以肩颈点为轴,以肩斜角为偏转角构造的衣身,就会避免上述情况,能够适应人体左右方向的坡度造型,使肩部(承重区)均衡承载,门襟和后背自重平行下垂。

2.3 “2A”原理中颈胸倾角作用

颈胸倾角的作用机制如图5所示。大胸体比平胸体的颈胸倾角大,相当于将乳房高点绕肩颈点自铅垂面向前多旋转一定角度,这也会造成门襟线发生相应的变化。如果大胸体的人穿适合平胸体的衣服,门襟就会向前外侧分开。胸腹倾角的作用机制与颈胸倾角同理,不赘述。



注: Q_A 为大胸体颈胸倾角; Q_B 为平胸体颈胸倾角; Q_C 为大腹体颈腹倾角;1 为胸围线;2 为腰围线。

图5 颈胸倾角作用机制

Fig.5 Action mechanism of angle of neck and chest

由此可知,以肩颈点为轴,以颈胸倾角和颈腹倾角为偏转角构造的衣身,能够适应人体前后方向的坡度变化,在前胸自然覆盖,衣身自重平行下垂。

2.4 “2A”原理中项背倾角的作用

项背倾角在衣身后背的作用机制与颈胸倾角在门襟的作用同理。长上衣会涉及腰臀倾角,与此同理,不赘述。

2.5 “2A”原理中腰背倾角的作用

在图 2 中可见人体腰背部有内倾、直立、外倾 3 种形态,内倾的腰背倾角为正,外倾的腰背倾角为负。腰背倾角向外倾的腰部会对服装起支撑作用;腰背倾角向内倾的腰部处于后衣身悬垂段内,可通过收腰表现出人体曲线美。

2.6 袖结构设计中的“2A”原理

袖作为上衣活动频繁的结构部位^[12-13],设计时首先要应用人体工学原理满足活动需要。大臂向两侧举起对袖的影响如图 6 所示。大臂前后摆动对袖的影响如图 7 所示。两张图分析了大臂两个方向的运动轨迹和袖的形态变化。大臂向各个方向的动作始终以肱骨头为轴,袖围绕在大臂上被带动变形,表现出向运动方向一侧挤压,背离运动方向一侧拉伸,因此肱骨头也是袖结构的转动轴,是袖功能的核心结构点。

由此可知,紧身袖比宽松袖更方便手臂活动是由于结构中心线靠近肱骨头,在活动时会与手臂接近同轴,旋转半径小,偏转弧长和弦长小,需要的袖根余量(拉伸量)少。另外,袖窿并非必须通过肩凸点(S)^[14],装袖的袖窿截面在肩凸点外侧,更有利于手臂活动。

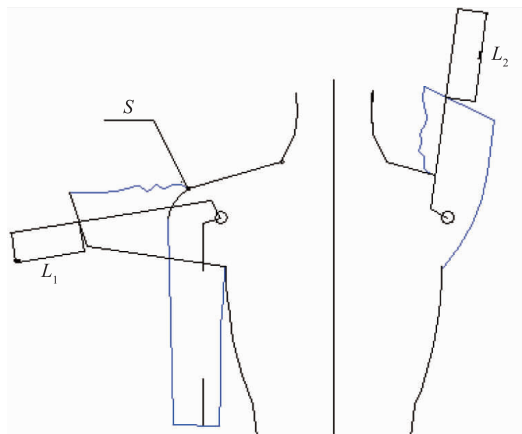
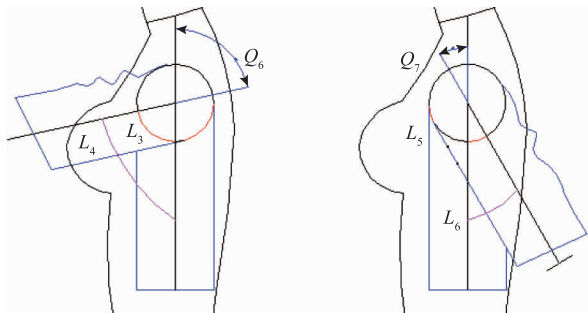


图 6 大臂向两侧举起对袖的影响

Fig. 6 Influence of raising arms on sleeves



注: Q_6, Q_7 为手臂在运动中某个止点处,大臂中心线与肩线夹角; L_3 为大臂前伸时,紧身袖需要的袖底伸长量(袖根余量); L_4 为大臂前伸时,肥袖需要的袖底伸长量(袖根余量); L_5 为大臂后摆时,紧身袖需要的袖底伸长量(袖根余量); L_6 为大臂后摆时,肥袖需要的袖底伸长量(袖根余量)。

图 7 大臂前后摆动对袖的影响

Fig. 7 Influence of arm movements on sleeves

根据袖的结构特征可知,长袖的结构重力平衡状态是其结构中心线铅垂向下,此时大臂中心线与肩脊线的夹角就是臂肩角。装袖角是袖结构中心线与铅垂线的夹角,用于预设袖举起高度。

综上所述,以肱骨头为轴,用臂肩角确定袖与衣身在前后方向的相对状态,用装袖角确定袖与衣身在左右方向的相对状态,可以使袖符合人的肩臂部自然形态,或者满足设定的运动需要。

3 “2A”原理在上衣结构设计中的应用

“2A”原理的核心是结构重力平衡,在设计上衣结构时,首先要根据造型风格确定上衣轮廓,然后根据人体关键点和关键角构建相应的立体模型,实现上衣结构重力平衡,最后在不破坏现有重力平衡的情况下进行艺术化的韵律设计。

3.1 体型识别

体型识别是从人体测量数据中识别其体型特征,目的是根据体型特征中的关键点和关键角数据,应用“2A”原理进行上衣结构重力平衡设计。不同体型的人有各自的美感,例如,溜肩体的人气质温柔,平肩体的人气质庄严,耸肩体的人气质冷硬,文献[15]中把溜肩归为体型缺陷是不恰当的。如果还要通过垫肩、耸肩造型把溜肩体型变成视觉上的平肩体型,就会使服装造型风格与穿着者自身的气质发生冲突,这样的服装不能展现出穿着者的美感。

因此,体型识别要使服装结构符合穿着者身

材、气质。例如,腰背部形态代表人的精神状态,人的腰背内倾 $>15^{\circ}$ 是心理紧张状态,身体后仰,避让危险;腰背内倾 $5\sim 15^{\circ}$ 是心理激昂状态,身姿挺拔,活力十足;腰背内倾 $0\sim 5^{\circ}$ 是心理平静状态,身姿中正,安定平稳;腰背倾角 $<0^{\circ}$ 是心理低落状态,腰背外弓,行动迟缓。只有符合穿着者内在气质的服装结构,才能体现穿着者自身的美感。

3.2 承重段设计

按照“2A”原理,首先要确定承重结构形式适合服装材料强度,以达到结构稳定的效果;然后通过结构与人体的配合,使服装材料受力均匀;最后才是构造部件的艺术化设计,实现独特的美感。需要说明的是:

1)设置省位和结构分割时,要选择最佳承载形式确保承重段结构重力平衡。例如,理论上胸省可以设置在乳高点的任意方向,但袖窿省、领省、肩省和乳间省的结构力学性能不同,同样的省量(角度),袖窿省在服装上显示的效果好,乳间省的效果不好。

2)领子结构要与衣身结构相符,衣领高度要与颈部匹配,开领宽度和深度要与脸型相宜。

3)设计袖山造型时,首先要确保承重结构的稳定性,其次是要有利于脸型 and 肩宽比例。

4)在胸部用堆叠、悬垂、褶皱等方法增大服装体积时,要考虑结构的稳定性,还要考虑衣身承重做到整体结构重力平衡。

5)要避免过重的纽扣、拉链等材料,或胸花、胸针等装饰物给服装施加过大的局部拉力,破坏衣身结构重力平衡。

3.3 悬垂段设计

按照结构设计“2A”原理,上衣悬垂段根据穿着者体型判定,其结构设计主要依据服装重力平衡机制和已经确定的设计风格。

1)腰背内倾的人,腰部在上身的下承重线水平投影内,此段后衣身呈自重下垂状态,使用腰省可彰显身材曲线;也可以在胸围线下开始外扩呈喇叭形,形成活泼的款式。如果是腰背中正和腰背外倾的人,腰部不在上身的下承重线水平投影内,后衣身有可能被腰托住,不能自重下垂,只能使用平腰造型(背到臀平直),形成庄重的款式。

2)悬垂段的装饰设计应设置在服装外缘,如长上衣的下摆和袖口,避免在小腹附近设置引人注目的装饰。装饰物要与服装面料匹配。

3.4 系统设计

服装结构设计是系统工程,在用系统思维进行

分项、分步设计过程中,同时要对服装制作方法进行预演,确保设计方案可实现服装结构重力平衡,并做到服装整体风格完整、结构完整。

3.5 上衣缺陷识别

服装结构设计过程中需要核验和完善阶段性成果,识别服装缺陷及其诱因,然后进行系统分析,找到根本原因,采取针对性措施消除缺陷。上衣制作过程中,在设计、制板、裁剪和加工环节都可能造成服装结构缺陷,其中因制板错误有可能导致的缺陷如下:

1)肩斜角过大,致门襟向人体侧面叉开。

2)颈胸倾角过大,致门襟偏向另一边。

3)项背倾角过大,致后背处拱起。

4)腰背倾角过大,致后背堆横褶。

5)腰臀倾角过大,致旗袍臀部起空。

6)胸腹倾角过大,致门襟向另一侧偏转。

7)袖窿截面竖直,袖山高为零,致手臂下垂时袖内侧堆褶,袖口向外支翘。

8)用胸围推算袖窿,给胸围大、手臂细的人做的袖过于肥大;给胸围小、手臂粗的人做的袖紧瘦,活动困难。

4 结 语

通过结构力学方法分析上衣在人体上的重力平衡状态和上衣结构重力平衡机理,用人体工学方法分析适合手臂活动的袖形态,找到与上衣对应的人体关键点和关键角,提出以人体关键点为转动轴,以关键角为偏转角的上衣结构设计“2A”原理。此原理在服装结构设计中具有一定的普适性、科学性和实用性,容易实现不同体型和不同款式上衣结构设计效果,有助于高级定制服装结构设计和制板。

参考文献:

- [1] 刘瑞璞. 服装纸样设计原理与应用·女装编[M]. 北京:中国纺织出版社,2008:10-30.
- [2] 海伦·约瑟夫-阿姆斯特朗. 高级服装结构与纸样(基础篇)[M]. 王建萍,译. 上海:东华大学出版社,2013.
- [3] 高光,高畅,张佳昊. 基于重力平衡的定制裤子“2A”原理[J]. 服装学报,2019,4(6):515-519.
GAO Guang, GAO Chang, ZHANG Jiahao. “2A” principle based on gravity balance in the process of customizing pants[J]. Journal of Clothing Research, 2019,4(6):515-519. (in Chinese)

- [4] 高光,高畅,高丽. 基于重力平衡的袖结构设计“2A”原理[J]. 服装学报,2020,5(6):493-497.
GAO Guang, GAO Chang, GAO Li. “2A” principle of sleeve structure design based on gravity balance [J]. Journal of Clothing Research, 2020, 5 (6): 493-497. (in Chinese)
- [5] 高光,高畅. 基于力学原理的袖山结构设计方法[J]. 武汉纺织大学学报,2021,34(3):48-52.
GAO Guang, GAO Chang. Design method of sleeve cap structure based on mechanical principle [J]. Journal of Wuhan Textile University, 2021, 34 (3): 48-52. (in Chinese)
- [6] 高光,高畅. 基于力学原理的袖窿结构设计方法[J]. 毛纺科技,2021,49(10):40-45.
GAO Guang, GAO Chang. Armhole structure design method based on mechanical principle [J]. Wuhan Textile University, 2021, 49 (10): 40-45. (in Chinese)
- [7] 缪晓燕. 影响上衣结构平衡和舒适性因素及解决办法[J]. 榆林学院学报,2012,22(2):94-96.
MIAO Xiaoyan. The influencing factors and solutions on coat structural balance and comfort [J]. Journal of Yulin University, 2012, 22 (2): 94-96. (in Chinese)
- [8] 吴世刚. 浅析服装的结构平衡[J]. 丹东师专学报,2000(3):21-24.
WU Shigang. On the structural balance of clothing [J]. Journal of Dandong Teachers College, 2000 (3): 21-24. (in Chinese)
- [9] 张莉,沈雷. 人体体型特征与服装结构平衡初探[J]. 武汉纺织大学学报,2018,31(4):13-17.
ZHANG Li, SHEN Lei. Study on human characteristics and the balance of clothing structure [J]. Journal of Wuhan Textile University, 2018, 31 (4): 13-17. (in Chinese)
- [10] 石小强,王宏付. 后腰体表角度对高腰类服装的设计影响[J]. 毛纺科技,2016,44(1):55-59.
SHI Xiaoqiang, WANG Hongfu. Angle of the anchor body knit dress design impact analysis [J]. Wool Textile Journal, 2016, 44 (1): 55-59. (in Chinese)
- [11] 周悦. 人体关键点与服装结构设计的对应关系[J]. 现代丝绸科学与技术,2010,25(4):6-9.
ZHOU Yue. Relation between human key points and garment structure design [J]. Modern Silk Science and Technology, 2010, 25 (4): 6-9. (in Chinese)
- [12] 张蒙. 女装袖型结构设计[J]. 轻纺工业与技术,2017,46(4):26-28, 57.
ZHANG Meng. Sleeve structure design of women's wear [J]. Light Textile Industry and Technology, 2017, 46 (4): 26-28, 57. (in Chinese)
- [13] 武利利. 女装袖结构变化设计[J]. 国际纺织导报,2018,46(1):52-55, 61.
WU Lili. Structural change design of women's sleeves [J]. Melliland China. 2018, 46 (1): 52-55, 61.
- [14] 于晓景. 肩袖造型设计——浅谈女装肩、袖部位结构配比关系[J]. 东华大学学报(社会科学版),2012,12(4):241-245, 251.
YU Xiaojing. Shoulder sleeve modeling design—on the structural matching relationship between shoulder and sleeve parts of women's clothing [J]. Journal of Donghua University (Social Science), 2012, 12 (4): 241-245, 251. (in Chinese)
- [15] 缪晓燕. 女性特殊体型上衣看图制版关键技术研究[J]. 江苏丝绸,2016,45(5):28-30, 27.
MIAO Xiaoyan. Research on key technologies of plate making for women's special body type garment [J]. Jiangsu Silk, 2016, 45 (5): 28-30, 27. (in Chinese)

(责任编辑:张 雪)