

零裁耗经编成形双层裙裤结构与建模

姚思宏, 董智佳*, 蒋高明, 郭燕雨秋

(江南大学 针织技术教育部工程研究中心, 江苏 无锡 214122)

摘要:为实现经编成形裙裤生产过程零裁耗,以双层裙裤为例,进行结构与建模。优化传统裤装裆部结构,将分支筒型裤装转化成两个独立的单筒型织物进行款式设计与版型结构划分,消除裁耗;对裙裤进行经编组织的功能分区,根据不同部位的需求设计相应的织物组织结构;通过织物仿真与三维建模使裙裤参数可视化,调节相应参数;完成织造工艺。结果表明:通过优化经编成形裙裤结构并进行功能分区,可在高效生产的同时实现零裁耗。该研究为探索经编成形产品创新结构工艺提供参考思路,促进服装生产绿色转型。

关键词: 零裁耗;经编成形;结构工艺;仿真;三维建模;双层裙裤

中图分类号:TS 184.5 文献标志码:A 文章编号:2096-1928(2023)05-0411-06

Structure Design and Modeling of Zero Cutting Loss Warp-Knitted Fully-Formed Double-Layer Culottes

YAO Sihong, DONG Zhijia*, JIANG Gaoming, GUO Yanyuqiu

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

Abstract: In order to realize zero cutting loss in the production process of warp-knitted fully-formed culottes, the structure design and modeling of the double-layer culottes were carried out. Firstly, the crotch structure of traditional pants was optimized, and the branch tube trousers were transformed into two independent single tube fabrics for style design and pattern structure division to eliminate cutting. Secondly, the culottes were divided into functional zones and designed with different properties of organization according to the needs of different parts. Then, through fabric simulation and three-dimensional modeling, the parameters of culottes were visualized, and the corresponding parameters were adjusted. Finally, the weaving process was completed. The results show that, by optimizing the structure of warp-knitted fully-formed double-layer culottes and making functional zoning, zero cutting loss can be achieved while efficient production, which provides a reference for the research of innovative structure technology of warp-knitted fully-formed products, and promotes the green transformation of clothing production.

Key words: zero cutting loss, warp-knitted fully-formed, structure technology, simulation, 3D modeling, double-layer culottes

经编成形编织技术是指在双针床经编机上,使用前后针床各编织一片织物,由贾卡导纱针在前后针床轮流垫纱成圈连接两片织物,形成闭合的三维筒状结构^[1]。经编成形服装从纱线到成衣一次成形,整个过程不需或只需少量裁剪与缝制,减少了

原料浪费,大幅缩短针织产品的生产流程,同时也可消除服装侧缝带来的不舒适感,是绿色服装生产技术的重点发展方向之一。但由于款式结构的差异,仍存在不同程度的原料裁耗问题,如经编成形紧身裤大腿与小腿处的围度尺寸不同,所需织造针

收稿日期:2023-05-15; 修订日期:2023-06-20。

基金项目:国家自然科学基金项目(61902150)。

作者简介:姚思宏(1999—),女,硕士研究生。

*通信作者:董智佳(1986—),女,副教授,硕士生导师。主要研究方向为针织全成形服装技术。Email: dongzj0921@163.com

数也不相同,因此下机后还需将多余部分裁去,从而造成裁耗。目前,国内已有针对经编成形服装结构方面的研究,张囡等^[2]根据人体结构特征设计出一片式连肩短袖,曲超群等^[3]在工字型背心的基础上开发了双肩带结构运动背心,提高了穿着舒适性。但是,在经编成形服装的原料裁耗控制方面鲜有学者探讨。

文中基于零裁耗理念,以双层裙裤为例,利用弹性纱线与组织结构特性进行结构设计与功能分区,使经编成形三维筒型织物在满足人体穿着舒适性与服装款式需求的同时消除裁耗,从而为经编成形服装的结构工艺提供新的设计思路。

1 零裁耗双层裙裤结构设计原理

1.1 双层裙裤款式分类

根据长度可将常见的双层裙裤款式分为 3 种,即外层短内层长款、外层长内层短款和内外层均为短款,组合方式如图 1 所示。内层一般以贴体裤装为主,外层裙装根据外部轮廓可以分为 A 型、H 型、X 型和茧型 4 种^[4]。经编成形双层裙裤一般是由单筒型的半身裙和分支筒型的裤装组合一体编织而成的假两件下装,通过翻折达到双层服装的效果^[5]。文中将以 A 型裙为例进行结构设计。

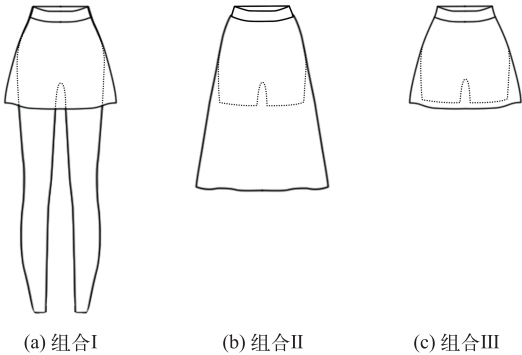


图 1 裙裤款式分类
Fig. 1 Culottes style classification

1.2 实现零裁耗的理论依据

在贴身弹力针织服装实际穿着时,服装纵向的拉伸变形不大,成品长度与人体尺寸接近;但人体下肢围度变化很大,服装整体围度尺寸一致时会产生不合身的问题。传统的服装工艺采用省道、褶裥、改变放松量等方法,使服装贴体;而针织织物的编织是弯纱成圈、相互串套的,因此具有较好的延伸性,搭配弹性纱线织造,可以获得优异的拉伸力学性能^[6],使针织物在不同部位获得不同的伸长率。氨纶弹性优异,含氨纶的面料在 14.7 N 定负荷力的作用下,横向的伸长率能达到 80% ~ 120%^[7],使筒

型结构无需裁剪即可贴合人体。此外,针织物的组织结构与牵拉密度对织物的尺寸也有影响。

经编成形的直筒型贴身裤装的横向尺寸在下肢最小围度处呈零放松量状态时,织物不产生拉伸变形又能贴合人体;同时在最大围度处服装呈负放松量状态,伸长率应小于最大伸长率,并且保持在适当的服装压力范围内。因经编成形裤装整体为直筒型结构,裆部以下分筒,人体下肢围度以双腿总围度计算。根据 GB/T 1335. 2—2008《服装号型女子》^[8]及相关资料^[9],以女子服装尺寸规格中间体 160/68A 为例,短裤最小围度在腰围处。当腰围处呈零放松量时,裤装腰围为 68 cm,其他各处围度尺寸为 C,服装伸长率

$$T_r = \frac{C - 68}{68}。$$

160/68A 中间体各部位尺寸及服装对应部位伸长率见表 1。由表 1 可以看出,160/68A 号型的短裤各部位横向伸长率在 0% ~ 59% 之间,大腿根处面料横向伸长率最大,采用含氨纶的纱线织造的直筒型短裤可以实现完全贴体。

表 1 160/68A 中间体各部位尺寸与服装伸长率
Tab. 1 160/68A mid-body size and clothing elongation

测量项目	人体标准数值/cm	伸长率/%
腰围	68	0
臀围	90	32
大腿根围	108	59

注:大腿根围以双腿总围度计。

1.3 经编成形裙裤裆部结构优化

常见裤装样板如图 2 所示。人体臀部结构较为复杂,为使裤装合体,传统裤装工艺样板前裆弧线与后裆弧线之间存在裁耗多的问题;而常见的经编成形裤装多为分支筒型织物,从裆部以下进行分筒,形成两只裤腿,裆部凭借针织物的弹力满足人体曲度变化。这种结构虽然可以减少裁剪损耗,但可能存在裆部不合体、局部压力过大等问题。

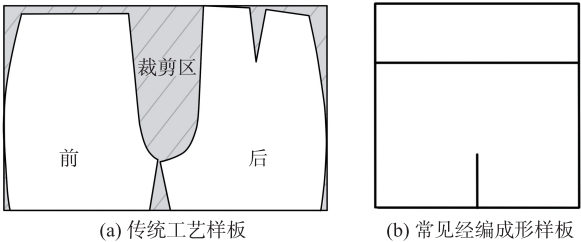


图 2 常见裤装样板
Fig. 2 Common pant pattern

为了使结构更加清晰,文中以直筒型织物的形式展示,具体如图 3 所示。将经编成形裙裤分成两

个独立的单筒型织物,根据人体臀部厚度^[10],设计贴体的前裆弧线与后裆弧线,并顺延至裙片底端。沿着弧线裁剪,将两条裤腿沿裁剪后的裆部弧线缝合,其余面料利用经编成形技术在织造时直接连接固定在腿侧。裤腰以上为裙片的交叠区,裤腰以下可设计为贴袋。将裙片下翻形成双层裙裤结构,后

腰处可加设多个口袋,解决了传统紧身短裤在穿着时无法放置物品的缺点。在实际应用中,织造前通常设计合适的组织结构与上机密度来调整织物的围度尺寸,在腰部设计结构紧密的组织可以使织物收缩,围度尺寸变小,呈现出图中上窄下宽的 A 字形效果,同时实现了零裁耗。

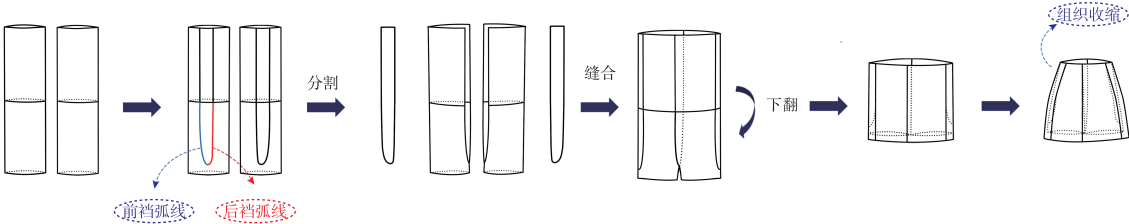


图 3 结构优化示意
Fig. 3 Structure optimization diagram

2 零裁耗经编成形双层裙裤设计

2.1 结构功能分区

文中设计的零裁耗经编成形双层裙裤,左右裤腿相互独立,整体为两个一体成型的筒状结构织物拼合而成,裙裤款式如图 4 所示。主体结构分为 5 部分,即半身裙、短裤、裤腰、2 个侧贴袋和 2 个后腰插袋。短裤为贴体版型,两侧局部双层结构,设计顺肌肉走向的曲线形开口口袋。裙装整体为 A 字版型,侧面交叠开衩。裤腰进行加高设计,修饰人体比例,同时因裙片下翻形成双层,可在后腰处开口,形成 2 个插袋;裙片在外,裤片在内,消除了贴身短裤带来的尴尬,并很好地遮住了侧边口袋,放置物品不会臃肿。

收紧支撑的作用,同时厚度应适宜,保护隐私。后腰部分肌肉稳定,变形小,但容易出汗^[11],腿侧也为高湿区域,宜采用透湿透气性好的组织。B 区域为裙片主体 B₁,裙片与裤腰相连,裤腰部分收紧,裙片区域较为宽松自由,以获得上窄下宽的 A 字版型。C 区域包括腿侧口袋 C₁ 与后腰口袋 C₂,口袋均为双层结构,宜轻薄透气,但要有一定承托能力。

2.2 贾卡组织设计

根据划分后各区域的要求,在 WKCAD 软件上进行贾卡组织的设计,满足各区域功能与美观的需求。在 WKCAD 软件中,厚组织对应红色色块,薄组织对应绿色色块,网孔组织对应白色色块,薄组织的连接组织为黄色色块。图 5 为各区域组织结构意匠图。

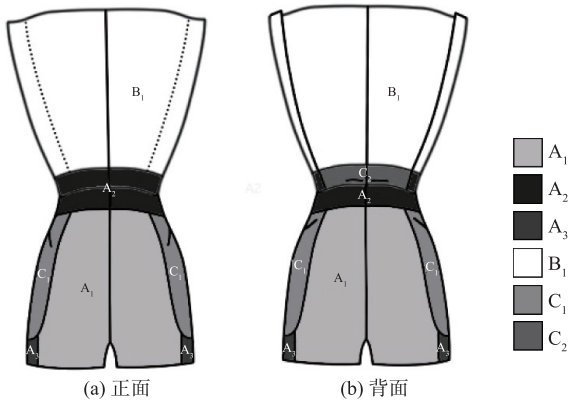


图 4 裙裤款式
Fig. 4 Culottes style

根据结构的特征将裙裤分为 3 个区域:A 为内层裤片区;B 为外层裙片区;C 为口袋功能区。A 区域包括贴身的裤片主体 A₁、裤腰部分 A₂ 与腿侧 A₃,包裹整个臀部,密实的织物组织结构对肌肉有

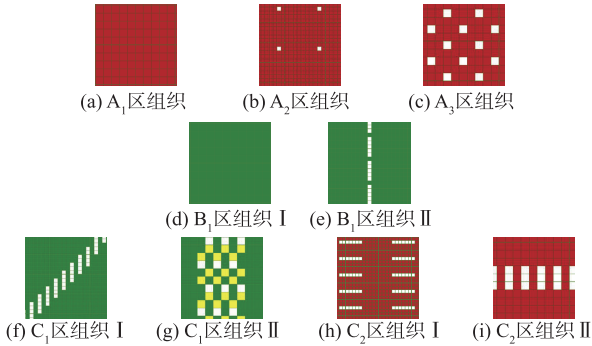


图 5 各区域组织意匠图
Fig. 5 Design map of eath regional organizations

由图 5 可以看出,A 区域以厚组织为主,结构紧密,其网孔组织越多,织物透气性和透湿性越好,由于腰部与腿侧易出汗,将厚组织与网孔组织相间,可增加织物的透气性和透湿性;B 区域采用大面积绿组织,轻薄透气,裙片侧边设计为直线网孔组织,形成开衩结构;C 区域腿侧口袋采用全绿组织,开口位置设计为曲线网孔组织,下机后剪开形成袋口,

前后片连接区域包括连接组织、网孔组织和薄组织,后腰口袋部位网孔组织设计为 7 孔横向排列,网孔之间存在着编链,透气的同时能够承托物品,袋口设计成竖直网孔组织,下机后剪开。

2.3 版图绘制

为方便结构设计,分别将单个三维立体筒状结构从后挺缝线剪开,以前挺缝线为中心线翻开展成平面结构图,具体如图 6 所示。裙片与裤片是连接的统一整体,前片区域包括从后挺缝线经裆部至前挺缝线,后片区域则从前挺缝线经口袋至后挺缝线。

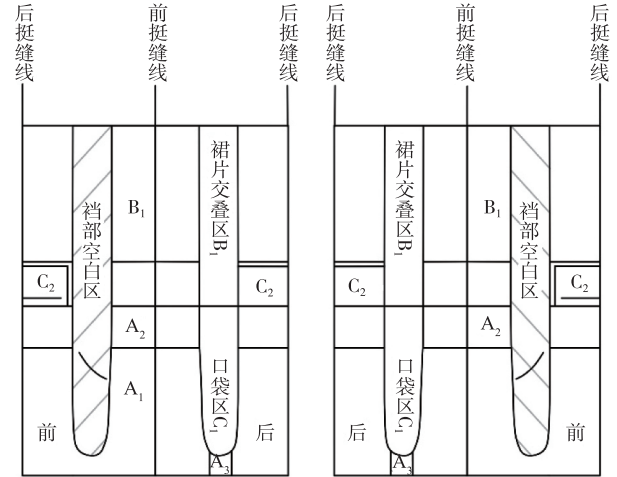


图 6 裙裤展开版图

Fig. 6 Spread layout of culottes

以女性 160/68A 中间体各部位尺寸数据作为参考,推导版片各部位数据,根据组织密度可以推算出对应的针数^[12],即

$$T(n) = X(n) \times X_s(n) \quad (1)$$

$$L(n) = Y(n) \times Y_s(n) \quad (2)$$

式中: $T(n)$ 为横向针数,纵行数; $L(n)$ 为纵向针数,横列数; $X(n)$ 为成品横密,纵行数/cm; $Y(n)$ 为成品纵密,横列数/cm; $X_s(n)$ 为横向尺寸,cm; $Y_s(n)$ 为纵向尺寸,cm; n 为各区域代号。

由此可以计算出各区域工艺设计参数,具体见表 2。其中,各区域的横纵向针数为边缘计算的最大针数。

表 2 工艺设计参数

Tab. 2 Process design parameter

区域代号	横向 长度/cm	纵向 长度/cm	横向针数/ 纵行数	纵向针数/ 横列数
A ₁	18.8	30.5	376	366
A ₂	18.8	20.5	376	246
A ₃	1.0	5.0	17	60
B ₁	25.0	28.6	376	372
C ₁	7.5	32.5	112	422
C ₂	7.5	10.0	112	130

3 三维建模与虚拟展示

3.1 组织结构仿真

江南大学自行研制的 WKCAD 软件操作便捷,功能强大,在绘制工艺图之后,可直接进行织物二维仿真,导出模拟织物线圈结构的 bmp 格式文件。在 PhotoShop 软件中导入 bmp 格式文件,进行去色与反相处理,并调节滤镜最小值,得到更加清晰的织物仿真图,具体如图 7 所示。

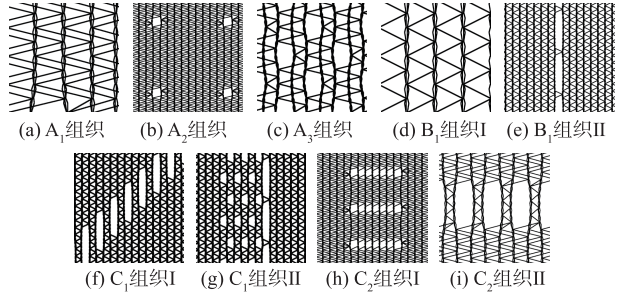


图 7 组织结构仿真

Fig. 7 Organization simulation

3.2 零裁耗经编成形双层裙裤建模

根据设计的工艺尺寸与款式效果,在 CLO3D 软件的 2D 界面进行版片绘制,得到双层裙裤版片图,具体如图 8 所示。

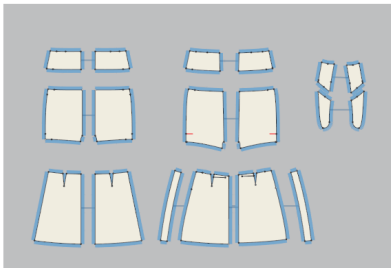


图 8 双层裙裤版片

Fig. 8 Double-layer culottes layout

对 CLO3D 中虚拟模型进行尺寸修正,调整至 160/68A 女性中间体尺寸,打开安排点,将版片放置人体合适的安排点上,进行缝合,并根据 3D 界面的穿着效果修改版片。由于针织物较为柔软,将粒子间距设为 2 mm^[6]。为使内部结构更加清晰,调整外层裙片的透明度,降至 50%,仿真效果如图 9 所示。



图 9 双层裙裤仿真效果

Fig. 9 Simulation effects of double-layer culottes

4 零裁耗经编成形裙裤工艺实现

4.1 原料与设备

4.1.1 原料 地梳采用 44.4 dtex 锦纶高弹丝,烟台华润锦纶有限公司生产;贾卡梳采用 22.2 dtex/55.6 dtex 锦氨包覆丝,潍坊恒瑞纺织有限公司生产。

4.1.2 设备 RDPJ6/2 型号双针床贾卡经编机,机

号为 E24,日本迈耶公司制造。

4.2 裙裤织造

由于裙裤贴身穿着,需要柔软有弹性,因此地梳选用锦纶高弹丝、贾卡梳选用锦氨包覆丝。在 WKCAD 软件中绘制上机工艺图,导出样衣工艺文件,在双针床贾卡经编机控制系统中设置上机参数,根据组织特征将工艺图中的花高分成 4 部分,具体参数见表 3。

表 3 上机参数

Tab.3 Upload parameters

编号	花高/线圈数	花宽/线圈数	牵拉密度/ (线圈数/cm)	腊克送经量/mm	
				地梳	贾卡梳
1	124	752	8	1 000	1 420
2	610	752	8	1 000	1 400
3	490	752	8	1 000	1 380
4	780	752	8	1 000	1 250

注:腊克送经量是指编织 480 横列织物所用的纱线长度。

采用双针床贾卡经编机织造样衣。为保证纱线性能稳定及机器正常运转,车间温度应控制在 22~24℃,湿度控制为 60%^[12]。下机后经煮缩染色与后道工序处理得到成品;为增加裙摆的灵动感,后道工序中增加了木耳边的包缝工序,成衣效果如图 10 所示。

比较成品尺寸与穿着尺寸时涉及服装的拉伸率,将成品样衣平铺测量横纵向尺寸,成品尺寸视为 F_s ;模特穿着后再进行测量,穿着尺寸视为 D_s ,服装拉伸率

$$T_r = \frac{D_s - F_s}{F_s}。$$

计算结果表明,服装长度尺寸基本不变,围度方向最大拉伸率为 36.9%,尺寸对比见表 4。

表 4 尺寸对比

Tab.4 Size comparison

部位		成品尺寸/ cm	穿着尺寸/ cm	拉伸率/ %
围度	腰围(外层)	67.7	68.3	0.9
	臀围(内层)	67.0	91.7	36.9
	大腿围	77.0	96.2	24.9
长度	裤腰长	10.5	10.5	0
	裆长(无腰头)	28.7	28.3	-1.4
	裙长(无腰头)	29.0	29.0	0
	裤长(无腰头)	31.0	31.0	0

注:大腿根围以双腿总围度计。

4.3 工艺流程对比

针织裙裤生产工艺流程如图 11 所示。

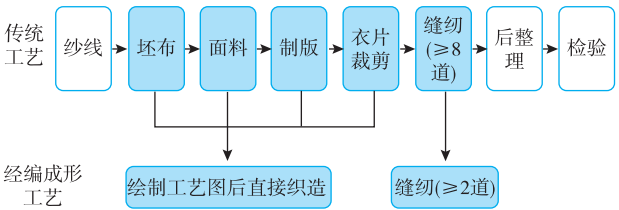


图 11 工艺流程

Fig.11 Process flow diagram



(a) 正面



(b) 侧面



(c) 背面

图 10 成衣展示

Fig.10 Garment display

筒型结构织物可利用纱线本身弹性、针织线圈受力变形以及组织的特性满足各部位穿着的尺寸。

由图11可以看出,传统针织裙裤生产工艺流程从纱线到成衣检验共需要8道工序,而文中设计的经编成形裙裤不需要织造成面料再进行制版与裁剪,只需绘制工艺图即可上机织造。后道工序中传统生产方式至少需要8道缝纫处理,而经编成形裙裤仅需2道缝纫线,节省了侧缝、口袋等部位的缝合,使缝纫流程缩短超过75%。总流程能够节约超过50%的工序用时,同时使衣片裁剪的损耗降至0,节约了设备的能耗,更加绿色环保。

5 结 语

文中通过分析基础裙装与裤装的结构,根据人体曲度变化与功能需求,充分利用原料,对经编成形双层裙裤进行创新版型的研究。利用WKCAD软件进行贾卡组织的设计并实现织物二维仿真,利用CLO3D软件进行虚拟服装展示,调整服装规格参数,最终完成工艺织造。

零裁耗经编成形双层裙裤的设计为经编成形产品的结构研究提供了新的思路,在保证款式特征与功能需求的同时实现高效生产、零裁耗生产,符合“十四五”规划中生态文明建设实现新进步的发展目标,有利于促进针织服装行业生产方式的绿色转型。

参考文献:

- [1] 万小倩,丛洪莲,董智佳. 经编全成形脖套工艺原理与产品开发[J]. 上海纺织科技, 2022, 50(1): 41-44, 51.
- WAN Xiaoqian, CONG Honglian, DONG Zhijia. Technical principle and product development of warp-knitted fully-formed neck sleeve[J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2022, 50(1): 41-44, 51. (in Chinese)
- [2] 张图,蒋高明,董智佳,等. 经编全成型男式T恤原型设计与工艺实现[J]. 服装学报, 2018, 3(3): 209-213.
- ZHANG Nan, JIANG Gaoming, DONG Zhijia, et al. Prototype design and process realization of warp knitting fully men's T-shirt[J]. Journal of Clothing Research, 2018, 3(3): 209-213. (in Chinese)
- [3] 曲超群,张琦,董智佳,等. 经编全成形运动背心的款

式结构及工艺设计[J]. 上海纺织科技, 2020, 48(6): 44-46, 59.

QU Chaoqun, ZHANG Qi, DONG Zhijia, et al. Style structure and process design of warp-knitted full-form sports vest[J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2020, 48(6): 44-46, 59. (in Chinese)

- [4] 谢文英,李蒙蒙,王薇. 基于半身裙款式的感性分析[J]. 辽宁丝绸, 2020(3): 36-38.

XIE Wenying, LI Mengmeng, WANG Wei. Perceptual analysis based on skirt style[J]. Liaoning Tussah Silk, 2020(3): 36-38. (in Chinese)

- [5] 詹必钦,刘露,丛洪莲,等. 里外层裤/裙服装的全成形针织结构设计[J]. 丝绸, 2022, 59(7): 89-95.

ZHAN Biqin, LIU Lu, CONG Honglian, et al. Design of fully-formed knitted structure of double-layer skirt/pants[J]. Journal of Silk, 2022, 59(7): 89-95. (in Chinese)

- [6] 董智佳,孙菲,丛洪莲,等. 低损耗纬编成形女士背心的结构设计与建模[J]. 纺织学报, 2022, 43(7): 129-134.

DONG Zhijia, SUN Fei, CONG Honglian, et al. Structural design and modeling of low-waste weft knitting fully fashioned female vests[J]. Journal of Textile Research, 2022, 43(7): 129-134. (in Chinese)

- [7] 金枝. 针织服装结构与工艺[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2015.

- [8] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 服装号型 女子: GB/T 1335. 2—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

- [9] 熊能. 世界经典服装设计与纸样 1: 基础原理篇[M]. 南昌: 江西美术出版社, 2009.

- [10] 刘琴. 基于青年女性腰臀部体型分类与判别的合体裤装研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2021.

- [11] 艾运瑞,柯宝珠. 基于松量设计的无缝紧身裤的性能[J]. 上海纺织科技, 2021, 49(11): 13-17.

AI Yunrui, KE Baozhu. Functions of the running tights based on loose design[J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2021, 49(11): 13-17. (in Chinese)

- [12] 刘海桑,董智佳,张琦,等. 经编全成形运动套装的尺寸预测与建模[J]. 纺织学报, 2019, 40(2): 76-81.

LIU Haisang, DONG Zhijia, ZHANG Qi, et al. Size prediction and size modeling of warp knitted seamless sport suits[J]. Journal of Textile Research, 2019, 40(2): 76-81. (in Chinese)

(责任编辑:邢宝妹)