

DOI: 10.13475/j.fzxb.20171202006

三维参数化技术在构建现代服装新形态中的应用

沈奕君^{1,2}, 张婷婷^{1,2}, 柯莹^{1,2}, 王宏付^{1,2}

(1. 江南大学 纺织服装学院, 江苏 无锡 214122; 2. 生态纺织教育部重点实验室(江南大学), 江苏 无锡 214122)

摘要 为打破现有服装单调单一的片面结构, 赋予现代服装更多的立体空间可能性, 通过三维参数化技术可为服装新形态构建提供变化的逻辑结构。运用三维软件 Rhino 结合 Grasshopper 对服装整体造型和衣片三维立体结构进行参数调整, 再根据曲线曲面造型的审美需求逐步做出微调。结果表明: 在服装外轮廓的基础上, 利用三维建模软件 Rhino 建立各衣片面作为基础造型形态, 符合人体的完美曲面曲率; 运用控制板中“Diamonds”和“Triangles”可使各衣片面节奏韵律更加理性化, 科技感十足; 利用点干扰的方式完成服装上半身的网格结构及线干扰的方式完成下半身的网格结构。渲染过程中, 通过加入白色的漫反射材质, 可得到更加生动、逼真的服装造型。

关键词 参数化设计; 三维技术; 三维建模; 现代服装设计

中图分类号: TS 941 文献标志码: A

Design and application of three-dimensional parametric technology in construction of new forms of modern clothing

SHEN Yijun^{1,2}, ZHANG Tingting^{1,2}, KE Ying^{1,2}, WANG Hongfu^{1,2}

(1. School of Textile and Clothing, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. Key Laboratory of Eco-Textiles (Jiangnan University), Ministry of Education, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract In order to break the monotonous single structure of the existing clothing and give the modern clothing more possibility of three-dimensional space, by the three-dimensional parametric technology, a changing logical structure for the new form of garment construction was constructed, and three-dimensional modeling software Rhino in combination with Grasshopper was used to adjust the three-dimensional structure of clothing and garment. According to the aesthetic needs of curve and surface modeling, adjustments were gradually made. The results show that on the basis of the outer garment outline, the three-dimensional modeling software Rhino is used to establish garment pieces as the basic modeling form, which conforms to the perfect curvature of the human body. The use of "Diamonds" and "Triangles" in the control board can make the rhythmic rhythm of each garment piece more rational and full of scientific and technological sense. The grid structure of the upper body of the garment is completed by means of point interference, and the grid structure of the lower body is completed by means of line interference. In the rendering process, by means of adding white diffuse reflection materials, more vivid and realistic fashion clothing modeling can be obtained.

Keywords parametric design; three-dimensional technology; three-dimensional modeling; modern fashion design

现代服装设计更加强调新技术、新工艺, 从而形成全新的实用性与艺术性相平衡的现代服装。现代服装新形态崇尚更加多元化的非线性自由形态, 其

构建需要打破现有服装单调单一的片面结构, 赋予现代服装更多的立体空间可能性。为构建现代服装新形态, 不再只是对现有传统服装面料通过扭曲、抽

收稿日期: 2017-12-11 修回日期: 2018-08-09

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目(苏政办发[2014]37号); 教育部人文社科基金项目(09YJA760013); 江苏省2014年度普通高校研究生科研创新计划项目(KYZZ-0316)

第一作者简介: 沈奕君(1982—), 女, 讲师, 硕士。主要研究方向为服装设计理论与表演。

通信作者: 王宏付, E-mail: whf.123@163.com。

缩或涂层等工艺进行装饰,也需要利用机械处理技术对面料进行加压或者高温处理而形成肌理、褶皱等形态。在科技发展迅猛的现代社会,可通过参数化设计为服装提供更多有变化的逻辑结构形态。参数化设计打破了不加任何装饰,仅依靠简单几何形状的现代主义设计,通过逻辑建模调节参数,迅速得到相应变化的模型结构,从而可在短时间内生成大量结果,用以对比分析优选设计结果,有效地提高了设计效率。其最大的优势在于直观,模型的生成逻辑全部以图形的形式展示,大大降低了学习成本^[1]。

本文首先回顾了参数化设计在服装领域的发展现状,然后运用三维软件 Rhino 和 Grasshopper 对服装整体造型和衣片三维立体结构进行参数调整,获得高精度度的三维模型,利用 3D 打印技术为构建服装新形态提供了先进新颖的技术支撑,在现代服装服饰产品的原型设计上有极大的发展前景。

1 参数化设计在服装领域的应用现状

近些年,参数化设计大都运用在建筑领域,并且引起强烈的反响。首饰、鞋品、服装设计等时尚行业也逐渐向参数化独有的科技未来感造型风格靠拢。且随着 3D 打印技术的日渐成熟,参数化风格的产品设计在未来具有巨大的研究价值和发展潜力。

在国内,由于参数化设计需要利用 3D 软件的技术支撑,对于服装领域的研究学者来说是一大难点,但随着跨界学术的提出,学科间的交流与合作给了学者们大胆创新的机会。在 2016 年,“Inter-fashionality(可能的互置)——3D 打印服装作品展”在伦敦英国皇家艺术学院 Hockney gallery 展出^[2]。此作品为清华美院染织服装艺术设计系副教授李迎军与英国皇家艺术学院博士生简明净合作研究的阶段性成果。他们利用 3D 打印的参数建模增量设计来制作整套服装,其制作模型采用参数化设计方法,从基本的六边形单元出发,无线延展到设计理念要表达的最佳服装形态。提取其单元元素六边形如图 1 所示。六边形结构连续性排列,然后通过参数化设计的干扰方法对其进行变化,可得出紧密或稀疏的不同效果。这既是参数化设计表现的魅力,也是丰富服装造型结构的科技化方式。

在国外,三维参数化设计在服装领域的应用更加广泛,发展成熟且具有一定实用性。建筑设计师 Jenny Wu 将建筑美学应用在 LACE 系列的首饰作品上^[3]。在此系列作品中,大都以几何线条为基础元素,加入具备参数化特征的规律趋势,二者相结合

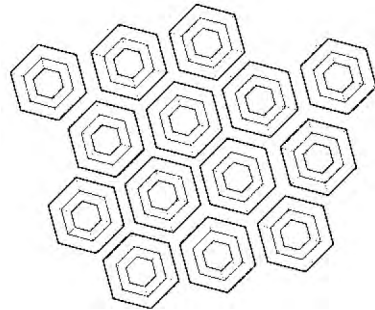


图 1 六边形结构分布

Fig. 1 Hexagonal structure distribution

创造出时尚前卫的设计作品。该作品通过参数化建模设计实现,其中有多组相互锁扣的小结构串联而成,最终利用柔性锦纶材料 3D 打印而成,结构繁复且惊艳。

2 参数化设计在服装领域的创新

从设计思维抽象概念到设计具象形态是一个转变实践的过程^[4]。为构建现代服装新形态,首先从精神层面思考现代服装创新所需的表现形式。可通过对生活中自然形态的归纳从而形成服装的自然流线廓形,亦可抽象出自然形态中的结构特征形成服装的组织元素,例如可利用建筑表皮、水流波纹、植物脉络等结构纹理进行创新实践。然后需要利用技术手段完成创新实践,以上这些具有独特形态的结构都可利用参数化技术来实现,而其中 Grasshopper 的应用已经成熟,且能够赋予更多变化的可能性。Grasshopper 是一款在 Rhino 环境下运行的采用程序算法生成模型的插件,利用 Grasshopper 对服装整体造型和衣片表皮局部结构进行参数调整,根据曲线曲面造型的审美需求逐步做出调整,最后达到较为满意的具有参数化风格的现代服装新形态。

2.1 廓形确定

苏联物理学家米格尔指出科学的美在于其逻辑结构的合理匀称和相互联系的丰富多彩^[5]。为使整件服装拥有流畅有型的线条,合理匀称的造型特点,本文初步对服装廓形草图进行设计绘制,如图 2 所示。服装上身外轮廓曲线贴合人体胸部及腰部位置,且腰部两侧收拢收腰,充分体现女性柔美身形。肩部造型采用夸张法耸立有型并向两侧外延伸且微微翘起,灵感来源于江南建筑四角翘伸的屋檐造型。裙摆呈伞状支撑挺立,大裙摆廓形塑造空间立体感。

拥有服装外轮廓后,利用三维建模软件 Rhino 建立各衣片面作为基础造型形态如图 3 所示。该衣片面需跟随胸凸腰凹的女性人体曲线达到符合人体

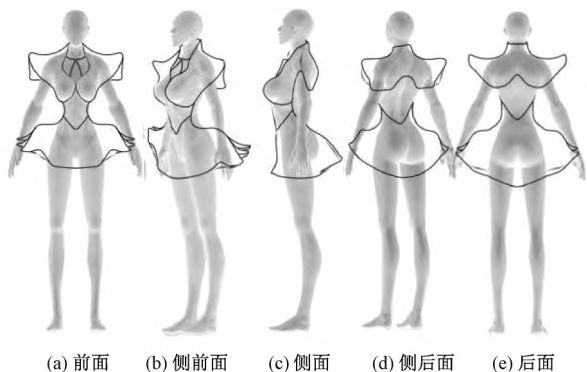


图 2 廓形草图

Fig. 2 Outline sketch. (a) Front; (b) Lateral front; (c) Lateral; (d) Lateral back; (e) Back

光滑的布面曲面,实现完美曲面曲率,才能保证在此基础上继续深入探索服装表面肌理参数化上的各种变化形式。本文设计服装为露背款式,由胸肩、腰部及裙摆 3 部分组成。

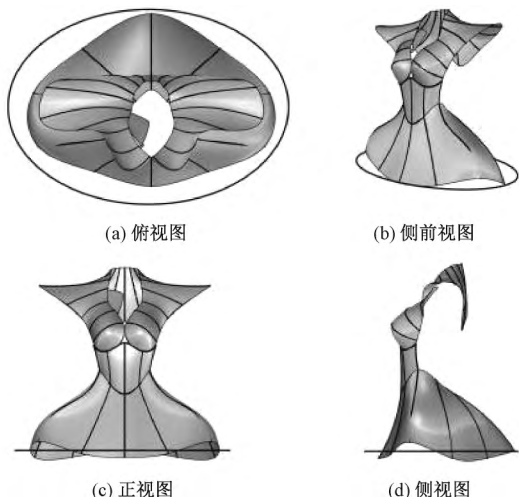


图 3 服装衣片面视图

Fig. 3 Views of each part garment. (a) Overlook view; (b) Lateral front view; (c) Orthographic view; (d) Lateral view

2.2 网格建立

将得到的衣片曲面作为参数化基本元素后即可命令控制板中的菱形四边形生成网格。该网格曲面结构线代表了曲面的几何方向,网格均分在上身衣片并随曲面变化而变化。输入衣片曲面及经纬数量参数,选择控制板中“Diamonds”即可输出如图 4 的衣片均分网格。其网格都是由菱形四边形组成的单层立体面,在此获得的菱形数量为 $U \times V$ (其中 U 为经向曲面数量, V 为纬向曲面数量)。其次,通过“Triangles”可将衣片廓形边缘进行修剪,过渡更加自然碎片化,增加形体自由感。通过计算机生成的逻辑结构确保了设计结果的可实施性,节奏韵律更加理性化,科技感十足。

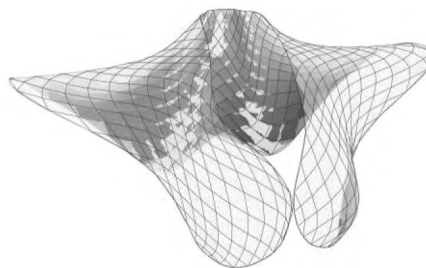


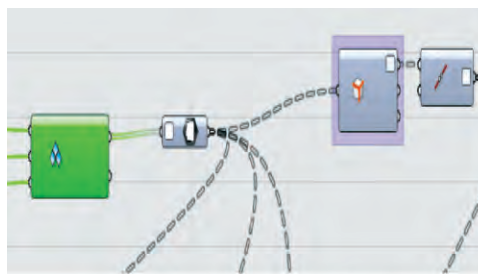
图 4 衣片面均分网格示意图

Fig. 4 Uniform mesh sketch map

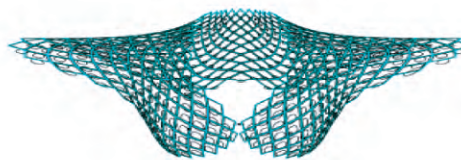
2.3 曲面生成

仅有简单的四边形网格远远不够,需赋予其一定厚度,使其空间立体感更强,从而增显三维技术的优势与魅力。以上半身为例,形成四边形结构的为 3 部分曲线,分别是四边形中间圆孔、四边形边线及放样缩放边线。对形成四边形体面的 3 组曲线进行放样,从而得到具有厚度的立体表皮结构,使肌理感更强,造型风格更加丰富。

提取第 2 组曲线即菱形四边形边界线,输入命令生成菱形曲面,在曲面上生成菱形,紧接着将菱形曲面数据转换成树形数据,求菱形曲面边界曲线并封闭,此动作结束即获得菱形曲面。将建模软件 Grasshopper 中电池图的相关功能进行简单概括,对应电池图功能下的模型输出效果如图 5 所示。



(a) Grasshopper 电池图



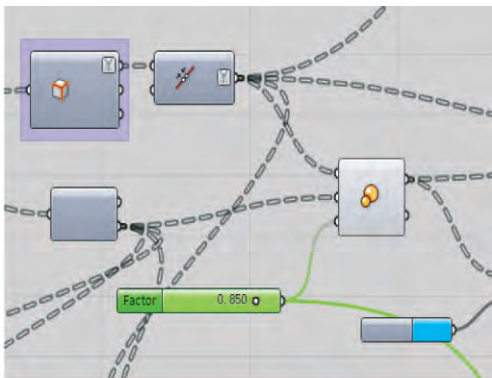
(b) 输出效果图

图 5 提取边界线过程

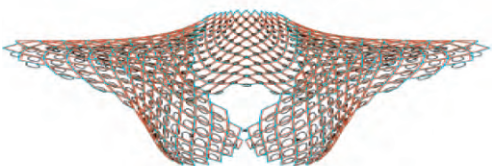
Fig. 5 Process of extracting boundary lines. (a) Grasshopper battery diagram; (b) Output effect diagram

进行调整的第 3 组曲线即四边形边线的放样缩放,其放样过程如图 6 所示。以胸口坐标中心点为基准,对菱形曲面边界进行缩放,缩放比是点干扰后的结果,由图 6 (a) Grasshopper 电池图可知,此放样距离参数为 0.85,其中使此距离小于 1,才能得到符合逻辑的图形^[6]。此放样缩放动作为服装胸部以上造型整个模型的结束动作,模型输出效果如

图 6 (b) 所示。



(a) Grasshopper 电池图

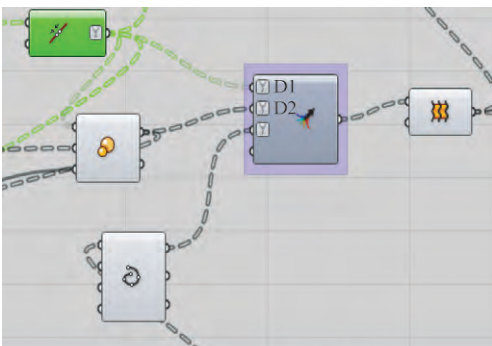


(b) 输出效果图

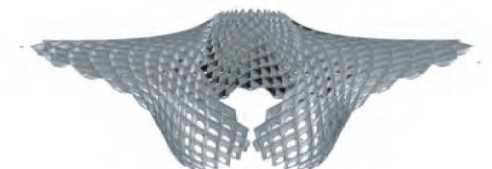
图 6 放样缩放过程

Fig. 6 Scaling process. (a) Grasshopper battery diagram; (b) Output effect diagram

其中,提取菱形边界,去除重复的点,闭合成类似圆的封闭曲线。图 7 示出放样成面过程。由图 7 (a) 所示整合 3 组曲线,其中 D1 为菱形原始边界线,D2 为缩放边界线以及类似圆的边界线。最终放样成面得到如图 7 (b) 输出效果的造型结构,上半身的模型建立及参量变化基本完成。



(a) Grasshopper 电池图



(b) 输出效果图

图 7 放样成面过程

Fig. 7 Process of forming an surface. (a) Grasshopper battery diagram; (b) Output effect diagram

2.4 参量变化

参数化设计的核心是逻辑建模^[7]。比如说两

点相连成一条直线这句话本身的逻辑为: 2 个有距离的坐标点(参量)互相连结(关系)可形成 1 条直线(结果)。逻辑建模就是将建模过程中的 3 个因素分解开来: 参量-关系-模型,而参量与关系都可随时改变,当坐标点发生位移时,直线的长度、位置随之改变。例如服装上半身网格结构是利用点干扰的方式进行变化,下半身裙摆则是利用曲线来进行干扰变化的。以上半身为例,形成四边形结构的是 3 部分曲线,分别是四边形中间圆孔、四边形边线及放样缩放边线。受图 8 所示 5 个坐标点的影响,每个四边形的中心圆孔到 5 个坐标点的距离不同而产生参量变化。

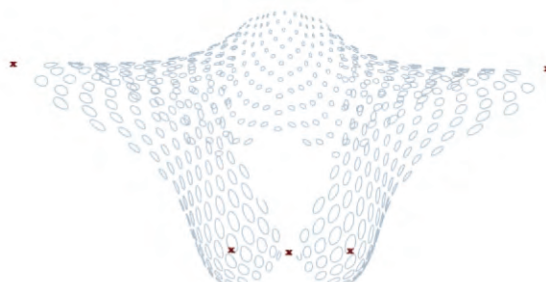


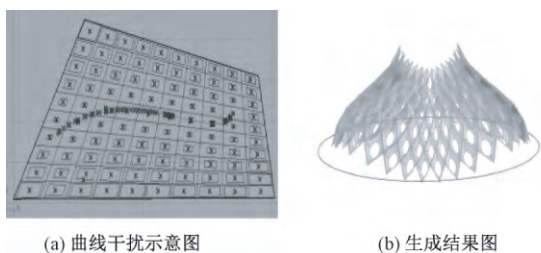
图 8 四边形圆孔参数变化

Fig. 8 Parameter change of quadrangular round hole

在进行参量变化时,上衣网格曲面 $U \times V$ 细分的数值大小决定了对应上半身菱形格数量的多少^[8]: 当上衣 $U \times V$ 细分数值较小,菱形格数量减少、稀疏分布; 曲面 U 数值减小,菱形格数量减少; 曲面 V 数值增大,菱形格数量增多; 曲面 U 数值增大,菱形格数量增多; 曲面 U 数值不变,曲面 V 数值增大,菱形格数量增多; 曲面 V 数值翻倍增大,菱形格数量密集; 因此可以得出结论, $U \times V$ 细分数值与菱形格的数量关系成正比。

基于符合现代服装形态的美学特征下,菱形体面的大小之分随女性人体柔美曲线进行顺势变化。正如亚里士多德认为的,美的主要形式是“秩序、匀称和明确”^[3]。越靠近颈部位置,流动趋势更为紧密,越往胸部凸出位置流动,曲面变大,趋势分布愈加舒缓。反之,越往肩部外舒展延伸的流动趋势愈加疏松。微妙的疏密变化使得服装造型更加生动自如。

服装上身结构通过 5 个坐标点的干扰进行变化而产生,而下半身裙摆是利用曲线进行干扰作由上至下的线性变化,如图 9 所示。使用线性变化干扰方式可使服装裙摆线条更加流畅且廓形延展性强,展现了有条不紊的节奏韵律感,使得服装层次感强,空间感十足^[9]。



(a) 曲线干扰示意图 (b) 生成结果图

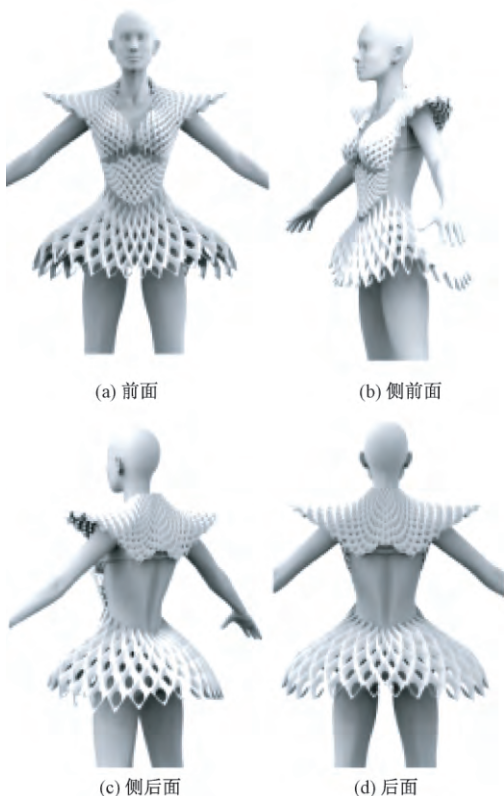
图 9 裙摆曲线干扰关系

Fig. 9 Skirt curve interference relationship. (a) Schematic diagram of curve interference; (b) Generating result diagram

综上所述为服装模型的建立及进行参数化干扰的过程,其过程为:廓形确立—网格建立—曲面生成—参量变化。

2.5 渲染成品

将服装胸肩部分、腰部及裙子 3 部分整合,放置于人体模型上,再进行微调使其更加贴合人体尺寸。渲染过程中,加入白色的漫反射材质,通过渲染得到更加生动、逼真的服装造型。Rhino 获得的三维模型精度高,可为实物模型的 3D 打印提供良好的模型基础^[10]。整套三维服装利用先进的参数化技术生成了具有变化的几何联结的立体结构,不仅节省制作时间、人工成本,并且数据精准、尺寸标准。图 10 示出最终渲染效果图。



(a) 前面 (b) 侧前面 (c) 侧后面 (d) 后面

图 10 成衣效果图

Fig. 10 Clothing effect diagram. (a) Front; (b) Lateral front; (c) Lateral back; (d) Back

3 参数化技术衍生

为满足设计师构建服装形态的独特个性化需求,也可利用 Grasshopper 编程式的建模方法,通过修改相应参数,使方案快速匹配定制要求^[11]。同时,编程化的建模方式还可通过干扰、编织、Voronoi、随机、生长循环等计算机运算方式生成新颖、奇特的造型,给人们带来不同的视觉感受。在变化干扰方式上,不仅可通过点干扰、曲线干扰或图像干扰的基本方式,还可通过自然界中水滴波纹、声音频率等自然变化进行干扰。例如在建立好的基本网格形态中加入水滴干扰,可根据水滴大小、水滴是否密集形成的水面波纹而拥有不同变化,这些变化可作为输入命令体现生成在网格衣面形态上,从而形成变化丰富的灵动结构^[12]。

4 结束语

参数化设计能够将感性思维与理性逻辑相结合,解放设计师们在传统设计中的思想束缚,将艺术与技术相互碰撞,为现代产品、现代服装新形态提供更多的可能性。在构建现代服装新形态中,设计师更多追求非线性自由形态,亦或是变化丰富的立体结构,目前利用参数化技术 Grasshopper 结合 Rhino 可基本实现其设计想法。数字化时代下,设计者赋予现代服装新形态以参数化设计技术,可让服装领域拥有更广阔的未来。

FZXB

参考文献:

[1] WANG C C L. Parameterization and parametric design of mannequins [J]. Computer-Aided Design, 2005, 37(1): 83 - 98.

[2] 伊筱. 可能的互置: 以李迎军 3D 打印服装为例[EB/OL]. (2017 - 07 - 29) [2018 - 09 - 13]. http://www.sohu.com/a/160735161_534797.

YI Xiao. Inter-fashionality: taking Li Yingjun 3D printing clothing as an example [EB/OL]. (2017 - 07 - 29) [2018 - 09 - 13]. http://www.sohu.com/a/160735161_534797.

[3] 盖恩科技. 国际著名建筑师 Jenny Wu 推出第一款 3D 打印系列穿戴饰品 LACE [EB/OL]. (2014 - 11 - 24) [2018 - 09 - 13]. <https://mp.weixin.qq.com/s/BpTRfE6ERHYjJtrEmwEibw>.

GAI En Technology. International famous architect Jenny Wu launched LACE her first 3D printing series wearing accessories [EB/OL]. (2014 - 11 - 24) [2018 - 09 - 13]. <https://mp.weixin.qq.com/s/>

- BpTRfE6ERHYjTrEmwEibw.
- [4] 戴欣伟. 基于 Grasshopper 的参数化设计在产品中的应用探索[J]. 设计, 2016(11): 122 - 123.
DAI Xinwei. Application of parametric design based on Grasshopper in product design[J]. Design, 2016(11): 122 - 123.
- [5] 张金滨. 服装形式美法则研究[J]. 现代装饰(理论), 2013(12): 149.
ZHANG Jinbin. Reserch on the law of formal beauty of clothing[J]. Modern Decoration (Theory). 2013(12): 149.
- [6] 程罡. Grasshopper 参数化建模技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017: 256 - 258.
CHENG Gang. Grasshopper Parametric Modeling Technology [M]. Beijing: Tsinghua University Press , 2017: 256 - 258.
- [7] 孙福野. 参数化设计理论渊源及应用逻辑[J]. 设计, 2017(21): 48 - 50.
SUN Fuye. The theoretical origin and application logic of parametric design[J]. Design, 2017(21): 48 - 50.
- [8] 魏颖, 赵海涛, 李健, 等. 基于 Rhino 的结构参数化建模[J]. 钢结构, 2014, 29(1): 75 - 77.
WEI Ying, ZHAO Haitao, LI Jian, et al. Structural parameterized modeling based on Rhino [J]. Steel Structure, 2014, 29(1): 75 - 77
- [9] 王银辉, 修毅. 数字化三维服装设计系统中空间曲线造型方法[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2016(2): 64 - 70.
WANG Yinhui, XIU Yi. Space curve modeling method in digital 3D garment design system [J]. Journal of Beijing Institute of Fashion Technology (Natural Science Edition), 2016(2): 64 - 70.
- [10] 朱炜. 试析首饰参数化设计与 3D 打印技术的关系[J]. 科技创新与应用, 2017(31): 115 - 116.
ZHU Wei. Analysis of the relationship between parametric design of jewelry and 3D printing technology [J]. Innovation and Application of Science and Technology, 2017(31): 115 - 116.
- [11] 黄蔚欣, 王津红, 梁爽. 数字建筑设计与结构形态探索[J]. 西部人居环境学刊, 2014, 29(6): 27 - 31.
HUANG Weixin, WANG Jinhong, LIANG Shuang. Digital architecture design and structural form exploration [J]. Journal of Human Settlements in West China, 2014, 29(6): 27 - 31.
- [12] 李悦. 参数化技术在城市家具设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2017, 38(14): 110 - 115.
LI Yue. Research on the application of parametric technology in urban furniture design [J]. Packaging Engineering, 2017, 38 (14): 110 - 115.