

DOI: 10.19333/j.mfkj.20220401106

基于忍冬纹结构的交互式纹样设计系统构建

古皎霞, 常辰玉, 卢金豆, 原旭阳, 卢致文, 刘 锋

(太原理工大学 轻纺工程学院, 山西 晋中 030600)

摘 要: 为使传统纹样显现出现代化设计理念, 为设计师提供更便捷的设计方法和途径, 满足消费者个性化定制需求, 以中国佛教传统纹样中的忍冬纹作为研究对象, 探究传统纹样数字化设计的方法。首先分析云冈石窟忍冬纹的构成要素及纹样曲线特征, 归纳单独纹样结构的相关性; 然后以一种典型的忍冬纹为例进行标准化制图和区域划分, 并选取适当的控制点, 运用非均匀有理 B 样条 (NURBS) 曲线, 在 Visual Studio 集成开发环境中生成纹样设计界面, 呈现忍冬纹的初始数字纹样; 最终通过交互式操作改变不同分区的参数实现纹样各局部的变化, 生成系列化忍冬数字纹样并将其直接导入虚拟服装设计软件中, 以呈现纹样在服装中的应用效果。该系统操作便捷、流程简单, 提高了纹样设计的效率, 对于其他基础纹样也具有较高的适用性。

关键词: 忍冬纹; 路径曲线; 元素曲线; 控制点; 交互式设计

中图分类号: TS 941.2

文献标志码: A

Construction of an interactive pattern design system based on honeysuckle pattern structure

GU Jiaoxia, CHANG Chenyu, LU Jindou, YUAN Xuyang, LU Zhiwen, LIU Feng

(School of Light & Textile Engineering, Taiyuan University of Technology, Jinzhong, Shanxi 030600, China)

Abstract: In order to make the traditional pattern show the modern design concept, provide designers with more convenient design methods, and meet the personalized customization needs of consumers, the method of digital design of traditional patterns was explored by using the honeysuckle pattern in the traditional Chinese Buddhist pattern as the research object. Firstly, the composition elements and pattern curve characteristics of honeysuckle in Yungang Grottoes were analyzed, and the correlation of individual pattern structures was summarized. Then, a typical honeysuckle pattern was used as an example to standardize the mapping and regional division, and the appropriate control points were selected, and the non-uniform rational B-spline (NURBS) curve was used to generate a pattern design interface in the Visual Studio integrated development environment, and the initial digital pattern of the honeysuckle pattern was presented. the change of each part of the pattern was achieved by interactive operation to change the parameters of different partitions. Finally, a series of honeysuckle digital pattern were generated and imported directly into the virtual clothing design software to present the application effect of the pattern in clothing. The system is simple to operate and convenient to process, which improves the efficiency of pattern design and has high applicability for other basic patterns.

Keywords: honeysuckle pattern; path curve; element curve; control point; interactive design

中国传统图案有着丰厚的文化价值和美学意义, 其已经融入到了生活的方方面面^[1]。其中纹样

是将生活中具象现实的物体高度概括提取出的简练形体, 是一种源于生活又高于生活的美感载体^[2]。

收稿日期: 2022-04-07

基金项目: 山西省哲学社会科学规划重点课题 (2020ZD008); 山西省回国留学人员科研资助项目 (2022-090); 山西省研究生教学创新项目 (2022Y251)

第一作者: 古皎霞, 硕士生, 主要研究方向为传统服饰文化研究与创新应用, E-mail: 1161612548@qq.com。

通信作者: 刘锋, 副教授, 硕士, 主要研究方向为服饰文化研究与创新应用, E-mail: liufeng@tyut.edu.cn。

忍冬纹是中国传统佛教中具有吉祥寓意的代表性装饰纹样之一,随着时代的变化,忍冬纹逐渐演变成具有浓重装饰意义的符号,但其设计和应用仍然停留在传统方式上。为了使传统忍冬纹更加契合现代人的审美需求,需使用现代化方法对其进行研究、改进与应用。近年来忍冬纹的研究主要集中在对其文化与艺术特征的研究,姝娜^[3]从忍冬纹的引入与演化、装饰与创作技法方面详细地分析了忍冬纹的历史与文化价值;谭建梅^[4]通过梳理云冈石窟忍冬纹样式,总结其结构特点,提取特征形态与色彩等设计因素,探究云冈石窟忍冬纹在本土品牌包装设计中的可行性,并实际应用在本土品牌“东方亮小米”中。此外,在数字化设计方面的研究有基于神经网络进行纹样重构与创新^[5]、基于基数样条的纹样重构^[6]等。对于忍冬纹这类由多段曲线构成的纹样进行数字化重构,还鲜见系统性的方法。

本文选取云冈石窟壁画中常见的 5 种忍冬纹样,通过特征分析,将其结构构成细化为路径曲线和元素曲线,探索其结构的相关性,并以一种典型纹样——单列忍冬纹为例,提出基于纹样曲线特征的忍冬纹二次设计系统模型,通过区域划分的参数设置和数学模型的参数调控来生成变化的忍冬纹图案,为服装纹样定制提供素材,为图案的数字化创新设计提供参考。

1 忍冬纹概述

“忍冬”一词在《辞海》中的释义为:药草名,藤生类植物。忍冬花瓣多为长条形并略微下垂,初为银白而后变为金黄,因此被称作金银花。

忍冬纹是一种植物纹样,出现于东汉末期,魏晋南北朝时期最为流行,在云冈石窟壁画中被广泛使用。忍冬纹在南北朝时期的流行标志着中国传统装饰纹样开始由以动物纹样为中心向以植物纹样为中心过渡,并在之后的发展中逐渐兴盛繁荣。佛教信仰具备人间性、利他性、喜乐性和普济性,其忍耐、坚韧不拔的思想与金银花凌冬不调、顽强生长的植物特性十分相似,所以忍冬纹被广泛应用在佛教建筑和装饰器物中。

有学者认为忍冬纹起源于自然界的金银花,其在演变的过程中保留了花瓣顶端的雨滴状,也称为瘤结状^[7]。结合汉代云气纹末端“云尾”的尖状形体,融合了云气纹缥缈的外形特征。云冈石窟中的忍冬纹如图 1 所示。



图 1 云冈石窟中的忍冬纹

Fig. 1 Honeysuckle patterns in the Yungang Grottoes

2 忍冬纹结构特征分析

忍冬纹典型的结构特征是:其由 3 瓣以上花瓣组成,且至少有 1 瓣花瓣的顶端具有瘤结状,末端具有“云尾”,在云冈石窟中可见多种样式。

2.1 云冈石窟常见的忍冬纹样式

在云冈石窟雕饰图案中,忍冬纹主要作为边饰,且多以带状的连续样式出现,在洞窟中起到了承上启下、相互呼应的作用。其应用样式主要包括横向、纵向和组合式 3 类,在此基础上不断进行变化^[8]。单列忍冬纹是一种较为原始的忍冬纹样式,大都出现在云冈石窟早期和中期的洞窟中。由于儒家中庸思想对社会的影响,早期的忍冬纹造型相对清瘦严肃。到了中期阶段,云冈石窟进入繁荣发展时期,这一时期的统治者大力推行“汉化”政策,所以中期石窟在造型、雕刻技艺等方面都有很大的创新,雕刻技术更为成熟,纹样更加复杂^[9]。相比于早期的昙曜五窟(云冈石窟的第 16~20 窟),中期的雕刻造型和装饰纹样显得更加工整、成熟且注重细节,开始出现波形忍冬纹、缠枝忍冬纹、桃形忍冬纹和龟甲形忍冬纹,并与其他纹样组合运用^[10]。云冈石窟中的几类忍冬纹如图 2 所示。

2.2 忍冬纹单独纹样的结构特征

忍冬纹单独纹样主要由花茎和花瓣构成。花茎是花的中轴部分,连接着花瓣与枝干,呈直立或者匍匐状态,其决定了花朵的生长方向。本文尝试将单独纹样的结构分为路径曲线和元素曲线,路径曲线即将花茎称为主路径,将花瓣在花茎上的位置和花瓣生长方向称为支路径,二者组合构成路径曲线;元素曲线指忍冬纹重要的特征元素——花瓣形态。

从云冈石窟常见的 5 种忍冬纹样式中提取不同的单独纹样进行结构划分(如图 3 所示),并逐一分析其结构特征。可以看出常见忍冬纹的主路径为 C 型,各支路径在主路径上的位置和相对角度基本固

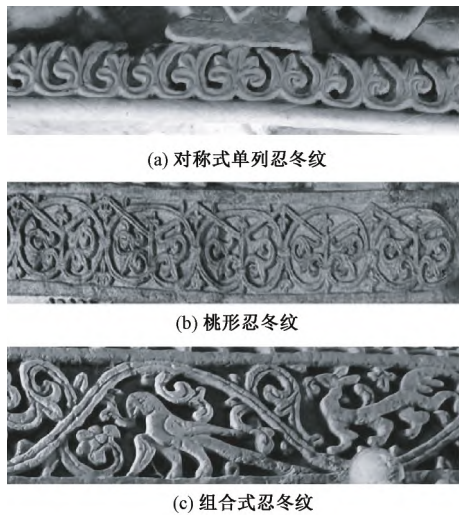


图 2 云冈石窟中的几类忍冬纹

Fig. 2 Various types of honeysuckle patterns in the Yungang Grottoes. (a) Symmetrical single row honeysuckle pattern; (b) Peach-shaped honeysuckle pattern; (c) Combination honeysuckle pattern

定。元素曲线可分为长叶型和雨滴状 2 类,长叶型花瓣笔直生长,雨滴状花瓣弯曲回卷,其顶端形状有圆角和尖角 2 种,常见的组合有 3 瓣、4 瓣和 5 瓣。5 种云冈石窟常见忍冬纹单独纹样结构特征见表 1。

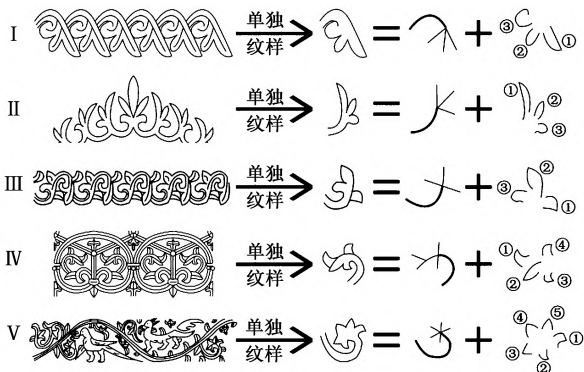


图 3 云冈石窟常见忍冬纹单独纹样的结构划分

Fig. 3 Structure division of common honeysuckle alone patterns in Yungang Grottoes

表 1 云冈石窟常见忍冬纹单独纹样结构特征
Tab. 1 Structural characteristics of honeysuckle patterns in Yungang Grottoes

种类序号	类别	路径曲线	元素曲线		
			尖角雨滴状	长叶型	圆角雨滴状
I	单列	C 型单侧 3 叶	①	②	③
II	对称式单列	C 型单侧 3 叶	①	②	③
III	波形	C 型双侧 3 叶	①	②	③
IV	桃形套叠	C 型双侧 4 叶	①③④	②	-
V	组合式	C 型双侧 5 叶	①②	③④⑤	-

3 忍冬纹样重构与创新

通过分析传统图案的共同特点,进行同类图案之间的变通,以探究这类图案数字化设计的方法。图 3 中列出的 5 种忍冬纹样,其路径曲线和元素曲线有共通之处,因此以典型的第 I 种忍冬纹单独纹样为例进行建模,以探讨分析其单独纹样的演化方式。

3.1 纹样重构

纹样重构,即选取合适的模型代替纹样中的元素,得到模型化的数字纹样。首先对壁画中提取的纹样(以第 I 种忍冬纹单独纹样为例)进行标准化制图,然后在曲线上选取适量的型值点得到控制点坐标,最后利用非均匀有理 B 样条(NURBS)曲线绘制第 I 种忍冬纹单独纹样。

3.1.1 标准化制图

为便于分析及制图,将第 I 种忍冬纹单独纹样整体旋转一定角度,使路径曲线中段处于竖直方向,并建立直角坐标系。制图时,首先在路径曲线两侧以相同宽度画出顶端的尖角雨滴状花瓣,然后对应 3 个花瓣的花腋点 P_1 、 P_2 、 P_3 分别作 3 条水平线,与花茎的另一侧分别相交于 P_4 、 P_5 、 P_6 3 点。此时两线间距之比为 4:3,再依次描出长叶型花瓣、圆角雨滴状花瓣和花茎的线条,完成第 I 种忍冬纹单独纹样的标准化制图(如图 4 所示)。



图 4 第 I 组忍冬纹单独纹样的标准化制图

Fig. 4 Standardized drawing for the group I of honeysuckle alone pattern

3.1.2 数字纹样的生成

选取适量的型值点后利用 NURBS 曲线进行图案绘制。由于 NURBS 曲线具有 C2 连续性,即其在拼接处二阶连续可导,无法绘制尖锐的拐点,因此需要在尖角处断开并分段绘制。绘制 NURBS 曲线需要得到控制点坐标,但型值点反算控制点时计算量较大,因此采取文献[11]的方法,即通过添加辅助点得到包含型值点的控制顶点,以得到较好的拟合效果。控制点太多会增加系统构建难度,控制点太少则无法满足拟合精度。由于“NURBS 曲线的控制点数量=内部节点数量+阶数+1”,当内部节点数为 0 时是最简曲线,阶数等于次数,恒为 3,因此至少需

要4个控制点确定1条3次曲线。通过反复实验,得出结论:需根据线段长度和曲率在各条线段上选取适量的控制点;控制点位置的选择遵循每条曲线首尾都有控制点、曲率较大处需要添加控制点的原则。第I组忍冬纹单独纹样曲线分段如图5(a)所示,控制点的选取如图5(b)所示。

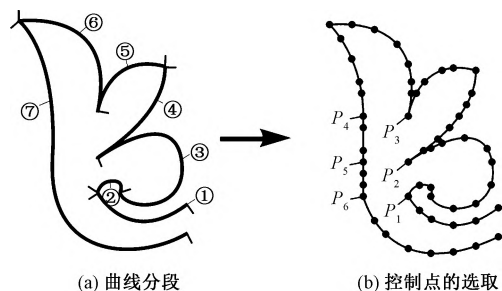


图5 数字纹样生成的准备

Fig. 5 Preparation of digital pattern generation.
(a) Curve segmentation; (b) Select control points

获得纹样相应控制点的坐标后,以 Visual Studio 2022 为集成开发环境,使用 NURBS 曲线绘制第I种忍冬纹的单独数字纹样,并将其作为模板图案进行后续变化。

3.2 纹样创新

3.2.1 区域划分

为了实现纹样的局部变形与创新设计,需要对生成的模板图案进行区域划分。参考模块划分的准则,区域划分要均衡合理,不能过于粗略或精细。过于粗略会减少生成纹样的种类与数量,难以体现二次设计的多样性;过于精细则会增加系统内部链接的复杂性,增加后台运行负担,加大系统的构建难度^[12]。

忍冬纹常见的是3瓣,也有4瓣和5瓣。根据以上区域划分准则,结合忍冬纹样的构成要素,分别沿经过第I种单列忍冬纹花腋点的水平线分割出3片花瓣和1个花茎,即4个分区;另外将右侧的2个花瓣区域以路径曲线为轴对称于左侧,作为2个备选区域,以便生成4瓣、5瓣忍冬纹,至此共划分出6个区域。忍冬纹单独纹样的区域划分如图6所示。

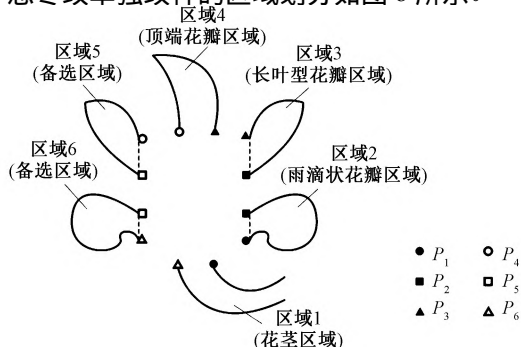


图6 忍冬纹单独纹样的区域划分

Fig. 6 Regional division of honeysuckle alone pattern

3.2.2 区域间的连续性问题

设置各分区点的横坐标参数以实现纹样的局部变化。第 i ($i=1, 2, \dots, 6$) 区域的参数设为 r_i ($i=1, 2, \dots, 6$)。相邻区域之间的连接点 P_j ($j=1, 2, \dots, 6$) 如图6所示。当2个区域的参数取值不同时,连接点受不同参数的影响,会生成2个不同的点,导致2个区域之间断开。为保证纹样的连续性,连接点 P_j ($j=1, 2, \dots, 6$) 只能受1个参数的影响。为了使纹样主路径两侧上下宽度一致,设定连接点 P_j ($j=1, 2, \dots, 6$) 只受到区域1参数 r_1 的影响,区域 i ($i=2, 3, \dots, 6$) 中其他点受该区域参数 r_i ($i=2, 3, \dots, 6$) 的影响。为了使连接点达到一致性,同时最大限度保持2个相连区域原有的形态比例,必须使分区 i ($i=2, 3, \dots, 6$) 上各点的横坐标移动1段相同的距离。先设定分区 i ($i=2, 3, \dots, 6$) 的每1个点 k ($k=0, 1, 2, \dots, n$) 的参数都为 r_i ($i=2, 3, \dots, 6$),再计算出连接点重合时横坐标移动的距离 d ,计算公式为:

$$d = (r_1 - r_i) x_{pj} \quad (1)$$

式中: d 为横坐标移动的距离; r_1 为区域1的参数; r_i ($i=2, 3, \dots, 6$) 为第 i ($i=2, 3, \dots, 6$) 区域的参数; x_{pj} ($j=2, 3, \dots, 6$) 为连接点 p_j ($j=2, 3, \dots, 6$) 变化前的横坐标。

因此连接点重合并保证区域原有形态比例后,区域 i ($i=2, 3, \dots, 6$) 上的点 k ($k=0, 1, 2, \dots, n$) 最终的横坐标 x'_k 为:

$$x'_k = x_k + d = x_k + (r_1 - r_i) x_{pj} \quad (2)$$

式中: x'_k 为点 k ($k=0, 1, 2, \dots, n$) 最终的横坐标; x_k 为点 k ($k=0, 1, 2, \dots, n$) 受参数 r_i ($i=2, 3, \dots, 6$) 影响后的横坐标。

3.2.3 系统算法流程

对纹样进行二次设计,将纹样分为不可缺少的必要元素和可以选择是否出现的非必要元素。必要元素通过改变分区的参数进行变化,例如花茎和顶端花瓣的参数。非必要元素是区域5的长叶型花瓣和区域6的雨滴状花瓣,可以改变花瓣的位置、大小和数量。当选择是否需要花瓣 m 时,若选择“YES”,则系统根据相应区域控制点的坐标绘制花瓣 m 的曲线;若选择“NO”,则不执行此操作,此时花瓣的位置会产生空白,需要用曲线 m 补齐。在原始图形的基础上,通过调节参数实现各区域的变化。系统算法流程如图7所示。

4 结果分析与应用

忍冬纹交互式设计系统能够实现纹样的局部变化,其界面如图8所示。右半区为参数设置区,系统默认参数下生成单列忍冬纹,拖动花瓣滑块时,相应

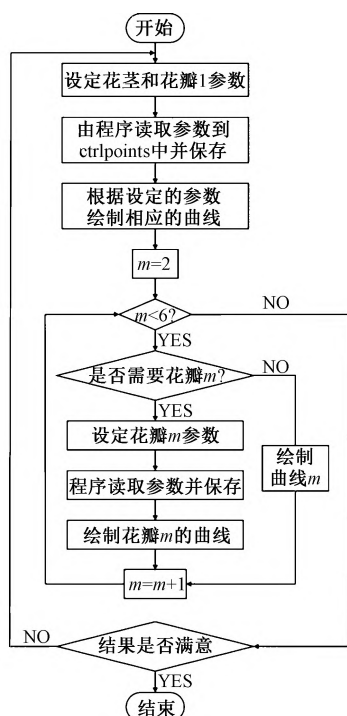


图 7 系统算法流程

Fig. 7 System algorithm flow



图 8 系统界面

Fig. 8 System interface

花瓣的大小发生变化, 滑块在最左边时, 对应花瓣的大小为 0。左半区为“当前图案”显示窗口, 可以实时显示当前参数下的纹样。出现满意的图案时, 可将其导出为 jpg、png、svg 等图片格式, 便于后续应用。当图案不满意时, 点击“重置”返回初始忍冬纹。系统生成的变化忍冬纹部分实例如图 9 所示。其中心处是初始忍冬纹模板图案, 第 2 环是复现图 3 中的 II ~ V 种忍冬纹单独纹样, 第 3 环是生成的创新设计忍冬纹单独纹样。

选取生成的 2 种纹样导入虚拟服装设计软件, 可以结合现代审美便捷地进行面料纹样的创新设计。生成纹样在面料和服装中的应用如图 10 所示。

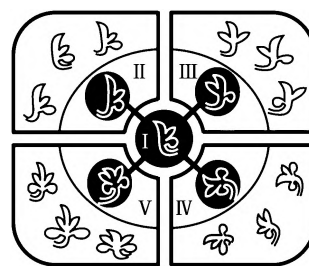


图 9 系统生成的变化忍冬纹

Fig. 9 Variation of honeysuckle patterns generated by the system

其中图 10(a) 是 4 瓣忍冬纹随机排列的面料效果, 图 10(b) 是 5 瓣忍冬纹组合后四方连续排列的面料效果。图 10(c) (d) 分别是面料 1、2 在羽绒服和西装中的应用。

可见, 通过调整参数可将初始的忍冬纹单独纹样变形为其他传统忍冬纹样式, 用户也可以根据喜好设置参数, 从而生成创新设计的忍冬纹, 应用在服装服饰图案设计中。



(a) 面料1

(b) 面料2



(c) 面料1在羽绒服的应用



(d) 面料2在西装的应用

图 10 系统生成纹样在面料和服装中的应用

Fig. 10 Application of the pattern generated by the system in fabrics and clothing. (a) Fabrics 1;

(b) Fabrics 2; (c) Application of fabric 1 in down jacket; (d) Application of fabric 2 in suit

5 结 论

基于忍冬纹结构特征, 归纳常见忍冬纹单独纹样路径曲线和元素曲线的共通点, 选定具有共同特征的单独纹样为模板, 利用非均匀有理 B 样条 (NURBS) 曲线进行建模, 得到数字纹样模板, 通过区域划分和坐标点的参数设置实现数字纹样的局部变化, 建立起数学与艺术美的联系。在系统的操作界面, 用户可通过调节参数, 便捷地实现忍冬纹的个

性化设计,且可以实时查看设计结果,不仅缩短了设计用时,也拓宽了设计途径。系统所使用的开发平台具有通用性,整个设计流程也适用于其他基础纹样的创新设计,为广大设计师提供便利。后续将对系统进行完善,开发设计组合图案个性定制系统,以便进行服装图案的优化设计。

参考文献:

- [1] 欧阳嘉,张宇琦,夏天生. 基于质量屋模型的喜字纹样视觉情感探究[J]. 丝绸, 2021, 58(8): 47-52.
OUYANG Jia, ZHANG Yuqi, XIA Tiansheng. Analysis of the visual sentiment of Xi-character patterns based on HOQ(house of quality) model [J]. Journal of Silk, 2021, 58(8): 47-52.
- [2] 李学伟,孙建国,王秀芝. 齐鲁民间服饰纹样文化的应用设计研究[J]. 毛纺科技, 2022, 50(1): 87-92.
LI Xuewei, SUN Jianguo, WANG Xiuzhi. Research on application of cultural of Qilu folk clothing pattern [J]. Wool Textile Journal, 2022, 50(1): 87-92.
- [3] 姝娜. 云冈石窟忍冬纹研究[J]. 山西大同大学学报(社会科学版), 2020, 34(6): 56-59.
SHU Na. Study on the honeysuckle pattern of Yungang Grottoes [J]. Journal of Shanxi Datong University (Social Science Edition), 2020, 34(6): 56-59.
- [4] 谭建梅. 云冈石窟忍冬纹样在本地品牌中的再设计[J]. 设计艺术研究, 2020, 10(6): 75-79.
TAN Jianmei. Redesign of honeysuckle patterns in Yungang Grottoes in local brands [J]. Design Research, 2020, 10(6): 75-79.
- [5] 沈淑敏,施清清,孙梦洁,等. 利用人工神经网络进行纹样重构与创新[J]. 毛纺科技, 2020, 48(7): 18-24.
SHEN Shumin, SHI Qingqing, SUN Mengjie, et al. Pattern reconstruction and innovation with artificial neural network [J]. Wool Textile Journal, 2020, 48(7): 18-24.
- [6] 陶晨,段亚峰,徐蓉蓉,等. 蓝印花布纹样建模与重构[J]. 纺织学报, 2019, 40(3): 153-159, 167.
TAO Chen, DUAN Yafeng, XU Rongrong, et al. Modeling and reconstruction of blue calico patterns [J]. Journal of Textile Research, 2019, 40(3): 153-159, 167.
- [7] 向静雯. 魏晋南北朝时期忍冬纹艺术符号研究[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2019.
XIANG Jingwen. A study of gonesuckle pattern's artisticsymbols in Wei, Jin, Southern and Northern dynasties [D]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2019.
- [8] 张丽. 新革命: 云冈石窟边饰纹样分析[J]. 收藏, 2018(9): 146-155.
ZHANG Li. New revolution: appreciation on side ornaments of Yungang Grottoes [J]. Collections, 2018(9): 146-155.
- [9] 祁岩. 云冈石窟中忍冬纹装饰图案的应用与创新研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2017.
QI Yan. The application and innovation of Yungang Grottoes honeysuckle pattern decorative pattern [D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2017.
- [10] 阴耀耀,武怡帆. 山西云冈石窟忍冬纹样装饰研究[J]. 美术文献, 2020(10): 2-5.
YIN Yaoyao, WU Yifan. Study on honeysuckle pattern decoration in Shanxi Yungang Grottoes [J]. Fine Arts Literature, 2020(10): 2-5.
- [11] CONG H L, GE M Q, JIANG G M. Three-dimensional simulation of warp-knitted fabric [J]. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2009, 74(3): 66-69.
- [12] 江红霞,黄智威,刘基宏. 基于模块化划分的旗袍虚拟展示[J]. 纺织学报, 2021, 42(5): 138-142.
JIANG Hongxia, HUANG Zhiwei, LIU Jihong. Virtual display of cheongsam based on modularization [J]. Journal of Textile Research, 2021, 42(5): 138-142.