

临清贡砖作技艺虚拟可视体验设计研究

卜颖辉

(山东工艺美术学院, 济南 250014)

摘要: **目的** 研究在数字技术条件下, 对临清贡砖作技艺进行虚拟可视体验设计的意义、方法及创新发展路径。**方法** 以“临清贡砖烧制与雕刻工艺”为例, 按照“采集—存储—复建—展现—体验”的技术路径, 首先在信息采集与存储的基础上分析、构建了临清贡砖作技艺的工艺与文化系统, 包括临清贡砖的制作工艺、造物艺术、传承匠人、物品材料等。其次提炼了制砖工艺的 6 道工序和雕砖工艺的 6 道工序等主要传统工艺流程。基于此, 构建了服务移动终端的临清贡砖烧制与雕刻工艺虚拟体验系统, 包括“砖坊发现”“砖艺识别”“砖筑 DIY”3 个体验模块。各模块通过可视体验、智能识别和虚拟 DIY 等体验单元建立系统化的临清贡砖作技艺虚拟可视体验。**结论** 将虚拟可视体验技术与民间工艺美术艺术相结合, 探索民间工艺美术虚拟可视体验设计的方法, 进一步丰富了传统工艺文化的传播方式, 完善了数字文化生态体系, 为民间工艺美术的创新发展带来了更多的可能。

关键词: 可视体验; 工艺美术; 虚拟现实; 临清贡砖; 文化创新

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)20-0395-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.20.049

Virtual Visual Experience Design of Traditional Linqing Tribute Brick Craft

BU Ying-hui

(Shandong University of Art & Design, Jinan 250014, China)

ABSTRACT: This article aims to study the significance, methods and innovation development path of virtual visual experience design for traditional Linqing tribute brick craft under the condition of digital technology. Taking the “Linqing tribute brick making and sculpturing process system” as an example, according to the technical path of “collection-storage-reconstruction-presentation-experience”, firstly, on the basis of information collection and storage, the process and culture system of Linqing tribute brick was analyzed and constructed, including the production process, the art of creation, the inheritance of artisans and materials of Linqing tribute brick, etc. Secondly, main traditional processes such as the 6 processes of the brick making process and the 6 processes of the brick sculpturing process were refined. Based on this, a virtual system of Linqing tribute brick making and sculpturing technology serving mobile terminals was constructed including three experience modules: “Brick Workshop Discovery”, “Brick Art Identification” and “Brick Building DIY”. Each module establishes a systematic virtual visual experience of Linqing tribute bricks and bricks for craftsmanship through experience units such as visual experience, intelligent identification and virtual DIY. Combining virtual visual experience technology with folk arts and crafts art, exploring the method of virtual visual experience design of folk arts and crafts, will further enrich the dissemination of traditional craft culture, improve the digital cultural ecosystem, and bring more innovation to the development of folk arts and crafts.

KEY WORDS: visual experience; art and craft; virtual reality; Linqing tribute brick; cultural innovation

收稿日期: 2021-06-09

基金项目: 山东省社会科学规划研究项目 (18CWYJ14); 山东工艺美术学院人文社科项目 (X16KY03); 山东工艺美术学院 2019 教改项目 (2019M05)

作者简介: 卜颖辉 (1980—), 男, 山东人, 博士, 山东工艺美术学院副教授, 主要研究方向为艺术学理论、设计学。

当下,以“互联网”“大数据”“人工智能”为核心的新型数字技术正迅速发展,引领着新的文化体验发展方向。非物质文化遗产虚拟可视体验设计是利用先进的数字技术,对非物质文化遗产项目进行虚拟化、可视化设计,并构建带有交互性、多感性、沉浸性、构想性等人机交互信息空间体验感受的过程^[1]。工艺美术是中国重要的传统文化资源,在数字文化体验设计的视域下,进行民间工艺美术的虚拟可视体验设计研究,探索和完善中国文化的数字生态体系,具有重要的现实价值与意义。针对“临清贡砖”砖作技艺进行虚拟可视体验设计,将传统临清贡砖砖作技艺同现代数字虚拟展现方式相结合,设计符合当代人认知习惯的视觉体验系统,用户可以通过纹样智能识别和DIY建筑游戏等交互方式,形成对临清贡砖砖作技艺更加多元、趣味与明了的体验感受。

1 文化虚拟可视体验

中国是非物质文化遗产大国,至2018年年底,在联合国教科文组织的“非遗”名录中,中国已经拥有41个人选项目,位居世界第一,而国内第一批公布的“非遗”项目数量就多达518项^[2]。非物质文化遗产的核心内容是“非物质文化”。非物质文化指的是无法进行典籍记载并且不能够将文化内涵外化的文化类型。这些类型的文化可能有具体的物质载体,但是需要强调的是,这些外化物质载体无法全面地展现其核心文化内涵,因为其核心文化内涵是具有非物质性的特点的。比如中国传统的工艺美术、戏曲、特技(功夫、杂技等)等都具有相应的外化物质表现形式,但是不同的时期、不同的地域,尤其是不同的艺人所展现的技艺与文化特点是不同的,其核心是艺人及其文化圈内蕴的文化底蕴而非外在的物化形态。

对于“非遗”文化的展现体验而言,如何全面而活态地展现其固有文化特色,而非单纯的物化形态,一直是相关学科研究的重点。数字化为人们打开了一扇新的窗户。数字化本身具有较强的动态性与活态性的特点,可以比较容易地通过数字虚拟的方式实现非物质文化遗产的可视展示与体验,而且这种数字化展示与体验方式打破了时间和空间的限制,能够同时传达不同时空的历史文化信息,这为“非遗”文化与数字化相结合,创建文化数字化文化虚拟可视体验系统创造了条件。文化生态系统是一个不断演化的动态系统。随着社会的发展和科技的进步,数字化正在成为推动文化生态演化发展的重要力量。如何合理地利用数字化技术介入“非遗”以及其他文化生态体系的现代化展示与体验,为数字化时代文化遗产的活态保护营造更加友好的生态环境,已经成为了人们必须重视的重要课题^[3]。

2 民间工艺美术虚拟可视体验设计

民间工艺美术源于民间生活,历史悠久,内涵丰富,涵盖了民众所创造的传统工艺、绘画、建筑及雕塑等众多方面。作为中国非物质文化遗产的重要组成部分,民间工艺美术是生长于民间的宝贵文化留存,在发展过程中,一方面要注重其文化基因的固态保护,另一方面也强调其存在形态的活化与创新发展^[4]。在民间工艺美术的活化创新领域,虚拟可视体验设计是一个重要的发展方向。虚拟可视技术是依托计算机图形技术、多媒体编辑技术、人机交互技术、数字仿真技术、人工智能技术、互联网及物联网技术等发展起来的科学技术,逐渐在设计学领域被研究并广泛应用。虚拟可视体验设计指的是基于数字虚拟可视技术,在文化的保护和传播中服务于公众的数字可视化展示和交互体验服务的设计^[5]。虚拟可视体验设计可以增强民间工艺美术艺术表现形式的互动性与动态性,能够以更加开放和交互的方式实现民间工艺美术的虚拟体验,为民间工艺美术的发展开拓了更加宽广的路径。

从技术层面来讲,虚拟可视体验设计是文化数字化体验设计的一种方式。文化数字化体验设计强调使用数据采集以及数字复建等信息技术对文化内容进行记录、复原及传播,以更加自由与广泛的方式拓展人们的文化体验。文化数字化体验设计的操作体系包括利用数字技术所进行的文化信息的采集存储、复建展现、交互体验等内容,以及供该体系开发、研究、运行的平台系统。在具体的文化数字化体验设计项目中,首先人们使用数字化扫描、摄影、摄像等设备采集项目数据信息并通过筛选、分档等过程进行有效存储,继而存储的数字资源被进一步研究与开发,利用计算机图形学的技术方法进行数字复建,最终复建成果可通过实体、虚拟或实体结合虚拟等多媒体方式进行展示与体验,这成为了进行文化数字化体验设计的常规路径。对于民间工艺美术虚拟可视体验设计而言,以工艺美术技艺与文化体系为核心,以虚拟可视技术为手段,可以建立完整的民间工艺美术虚拟可视体验设计的技术路径,见表1,具体内容包括“采集—存储—复建—展现—体验”等。建立标准化的技术路径操作体系,更加有利于民间工艺美术虚拟可视体验设计项目开发的多平台协作以及设计体系的规范构建,也更有利于衍生产品的后续开发与技术衔接^[6]。

3 临清贡砖烧制与雕刻工艺虚拟可视体验设计

近年来,笔者在山东地区进行了一系列以虚拟可视技术路径为引导的民间工艺美术体验设计研究。2018年,笔者和课题团队共同参与了国家级非物质文化遗产“临清贡砖烧制技艺”的数字化保护及传播推广

表 1 民间工艺美术虚拟可视体验设计的技术路径

Tab.1 Technical path of virtual visual experience design of folk arts and crafts

设计步骤	具体内容	数字技术
采集	民间工艺美术个案田野调查，信息采集	数字照相、数字摄像、录音、扫描等信息采集技术
存储	建立民间工艺美术技艺与文化数字信息系统	信息统计与分析程序技术
复建	民间工艺美术实物系统模型复建	基于 AutoCAD、3ds Max、Sketch up、Rhinoceros、Maya 等数字化平台的模型复建技术
展现	民间工艺美术工艺体系可视化展现	基于 Illustrator、Photoshop 、Flash、VR、Enscape、KeyShot 等平台的图像数字处理技术
体验	智能识别、DIY 体验	AI 智能识别技术，基于 Axrue、Oano2vr、Unity3d 等平台的虚拟交互体验技术，Native APP、Hybrid APP、Web APP 等移动应用开发技术等

工作，按照“采集—存储—复建—展现—体验”的技术路径体系对临清贡砖烧制与雕刻工艺进行了虚拟可视体验设计。

3.1 概况

临清贡砖烧制与雕刻是流传于山东临清的民间工艺与美术技艺。据史料记载，临清贡砖最初产生于明代永乐年间。当时在北京城的建设中需要大量用砖。临清因为毗邻大运河，交通便利，加上当地的自然条件优越，适合大规模生产青砖。工部就在临清设立了官窑，烧制京城的建筑用砖。明代中期以后，临清官窑生产的砖料成为了皇家建筑的主要用材，临清砖被叫作了“临清贡砖”。临清贡砖的辉煌历史延续了 500 多年，一直到清代末期都是重要的皇家用砖。北京的故宫、坛庙、钟鼓楼、城门楼、王府殿堂等主要建筑以及明十三陵、清东陵、清西陵等明、清皇家陵寝中大量使用了临清贡砖。除此之外，山东曲阜的孔庙和南京的中华门城墙也都用过临清贡砖。2008 年 6 月，临清贡砖烧制技艺被列入了第二批国家级非物质文化遗产名录。

临清贡砖烧制与雕刻工艺在长期的高水平发展

过程中，形成了复杂而完整的工艺与文化系统，包括临清贡砖的制作工艺、造物艺术、传承匠人、物品材料等。这些内容以临清贡砖烧制与雕刻的工艺流程为核心，综合体现了临清贡砖制作工艺的繁复以及文化底蕴的深厚。在临清贡砖烧制与雕刻工艺体系中，有很大一部分内容是以非物质的形态存在的。尤其是作为工艺最核心内容的工艺流程被分为了制砖工艺中的选土、熟土、过筛、暖水、澄泥、压泥、摔坯、晾坯、装窑、烧窑、造烟、闭窑、涵窑、开窑等 14 道工序^[7]，以及雕砖工艺中的放样、落样、打窟窿、镗打、出细、打点等至少 6 道工序^[8]。每一道工序都有特定的工艺环境、工艺匠人、工艺文化、工艺物品。各工序间联系紧密，从设计及传播学的角度看，具有较强的叙事结构。临清贡砖烧制与雕刻工艺系统^[9]见图 1。以此为基础，将最新的虚拟可视体验技术运用到项目中，以可视展现、交互体验的方式，通过工艺环境模拟、工艺流程可视、工艺物品仿真、工艺文化虚拟体验等方法，把临清贡砖烧制与雕刻工艺的现实内容与数字可视程序的虚拟场景相结合，打破了传统技艺体验的时间和空间限制，实现了临清贡砖烧制与雕刻工艺的虚拟可视体验。

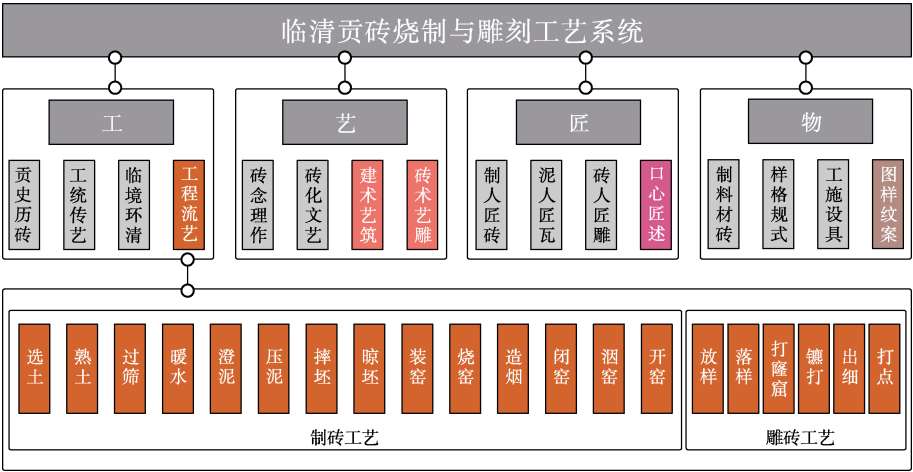


图 1 临清贡砖烧制与雕刻工艺系统

Fig.1 Linqing tribute brick making and sculpturing process system

3.2 田野调查和信息采存

在项目进行过程中,课题组成立调研组开展了广泛的田野调查和信息采集、存储工作。调研组首先同临清市文化和旅游局接洽,初步了解了临清贡砖工艺的发展历史、工艺传统、生长环境等信息。接下来,重点调研了临清市永祥贡砖生产基地,掌握了临清贡砖的工艺流程。调研组采访了临清贡砖烧制技艺第四代传承人景永祥,走访了临清市贡砖雕刻艺术中心,收集了传承匠人和砖雕艺术的相关信息。调研组还考察了曾是明清时期“江北五大商埠之一”的临清中洲古城,调查了古城留存的钞关、鳌头矶、北大寺、县治遗址阁楼、舍利塔等明清古迹建筑,测绘了冀氏庄园、汪氏庄园、孙氏庄园、单氏庄园等临清古民居建筑。对临清砖作的建筑艺术以及文化环境有了更加深入的了解。通过田野调查、文献研究、采访测绘等工作,课题组掌握了大量的一手资料,建立了全面包含影像、图像、图纸、音频、文字等内容的临清贡砖数据库系统,为项目的顺利开展奠定了良好的基础,田

野调查和信息采存见表 2。

3.3 系统构建和技术实现

本项目以临清贡砖烧制与雕刻工艺作为主要的可视传达、交互体验对象。虚拟可视体验系统涉及了制作工艺方面的贡砖历史、工艺传统、临清环境、工艺流程;造物艺术方面的砖作理念、砖艺文化、建筑艺术、砖雕艺术;传承匠人方面的制砖匠人、泥瓦匠人、砖雕匠人、口述匠心;物品材料方面的制砖材料、样式规格、工具设施、图案纹样等具体内容。设计的目标是建立点一线一面相互触发的临清贡砖工艺美术虚拟可视体验平台,平台以工艺环节作为体验触点,触点线性链接交互单元,交互单元构建全面的体验系统。用户通过工艺环节体验触点引发对工艺文化单元的深入认知,进而建立对整体工艺体系的深度体验。基于此,项目组在已建立的数据库的基础上,构建了一个基于移动终端的临清贡砖烧制与雕刻工艺虚拟系统原型设计^[10],见图 2。系统的内容组织为“砖

表 2 田野调查和信息采存
Tab.2 Field investigation and information collection

调查 图片							
信息	临清市永祥贡 砖生产基地	作者采访临清 贡砖烧制技艺 传承人景永祥	临清市贡砖雕 刻艺术中心	临清明代砖塔 —舍利塔	临清砖结构古 民居建筑	临清砖雕影壁	临清砖雕艺术

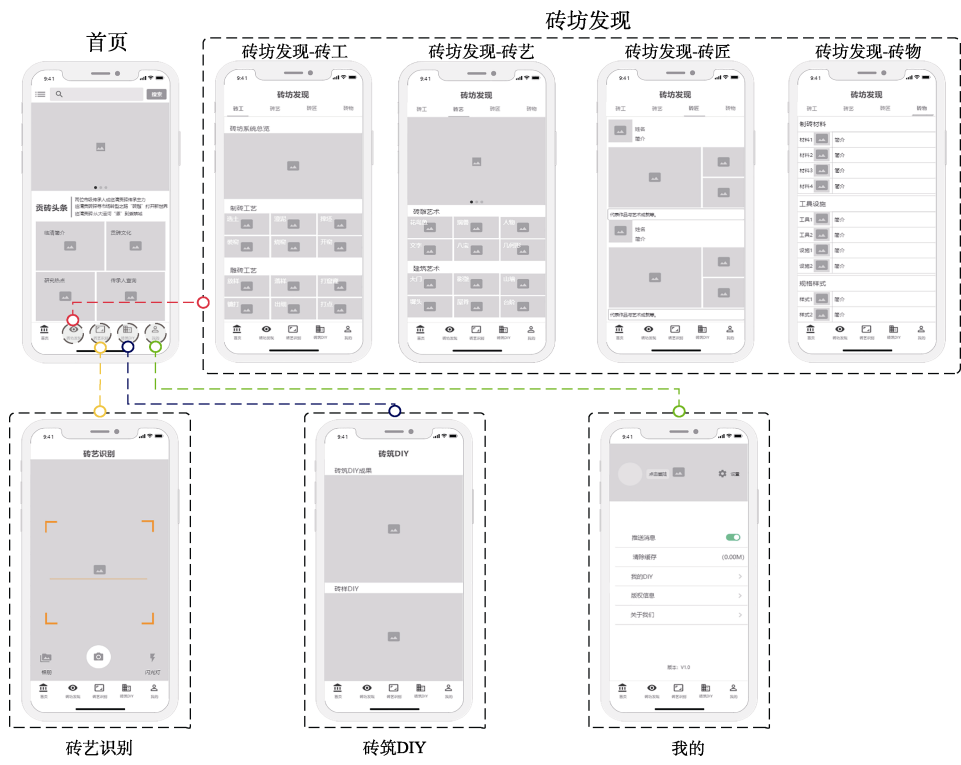


图 2 临清贡砖烧制与雕刻工艺虚拟系统原型设计
Fig.2 Prototype design of the virtual system for the Linqing tribute brick making and sculpturing

坊发现”“砖艺识别”“砖筑 DIY”3 个体验模块。“砖坊发现”模块是一个可视体验模块，利用视觉和听觉等多媒体手段展现砖作技艺文化。“砖艺识别”模块是智能识别模块，利用砖雕艺术纹样数据库，对线下传统砖雕进行线上 AI 智能识别与学习。“砖筑 DIY”模块是砖作建筑 DIY 模块，通过虚拟建造游戏，以交互、直观的方式体验传统砖作建筑营建，加深认知。在技术实现方面，系统平台考虑到多样化终端的兼容性与普适性，需要建立一个能够跨平台运行的数字化展示与体验程序系统，既要兼顾系统的运行性能，同时又要降低开发难度，增强跨平台的可移植性。平台采用混合 APP 的模型开发模式，模型前端使用 H5 技术标准。

3.4 页面可视设计

围绕“砖坊发现”“砖艺识别”“砖筑 DIY”3 个体验模块，进行了临清贡砖烧制与雕刻工艺虚拟系统页面可视设计^[10]见图 3。“砖坊发现”模块设计了“砖工”“砖艺”“砖匠”“砖物”4 个二级页面。“砖工”页面包括“砖坊系统总览”“制砖工艺”“雕砖工艺”3 个单元，是项目可视设计的重点。砖坊系统总览单元，为了更加全面地反映临清贡砖工艺的生长环境，以临清永祥贡砖生产基地为蓝本，建立了工艺场景单元。提炼了选土、澄泥、摔坯、装窑、烧窑、开窑 6

道制砖工序，和放样、落样、打窟窿、鏤打、出细、打点 6 道雕砖工序，作为主要体验触点。通过对单元与触点的链接、整合，设计了砖坊系统总览可视界面。制砖工艺和雕砖工艺的单元界面，结合多媒体展示方式进行了可视设计。制砖工艺单元使用“事态”可视模式，雕砖工艺单元使用“物态”可视模式。“事态”模式以静态工艺细节特写图像为背景，结合动态主题文字加解说音，以直观、概括的展现方式，给观看者带来叙事型的可视体验感受，制砖工艺单元可视设计见图 4。“物态”模式以静态砖雕个案实物图像为背景，结合主题动画多媒体背景加解说音，以多元、互动的体验方式，给观看者带来仿真型的可视体验感受，雕砖工艺单元可视设计见图 5。其他模块和单元的可视设计，也是通过图像、文字、影像、音频等数字多媒体方式，建立深度的虚拟可视体验环境，帮助用户深入了解临清贡砖的完整工艺体系^[9]。

3.5 智能识别和 DIY 虚拟体验设计

“砖艺识别”是智能识别模块。利用 AI 智能识别技术，针对线下传统砖雕艺术进行线上样式识别与认知的应用。在前期的采集、存储、复建、展现等工作过程中建立了传统砖雕艺术大数据模型库。用户可以使用手机、pad 等移动终端设备扫描线下的传统建筑



首页页面

砖坊发现模块页面

砖艺识别模块页面

砖筑DIY模块页面

图 3 临清贡砖烧制与雕刻工艺虚拟系统页面可视设计

Fig.3 Page visual design of the virtual system for the Linqing tribute brick making and sculpturing



图 4 制砖工艺单元可视设计

Fig.4 Visual design of brick making process unit



图 5 雕砖工艺单元可视设计

Fig.5 Visual design of brick sculpturing process unit



图6 砖雕艺术智能识别设计
Fig.6 Intelligent identification design of brick sculpturing art

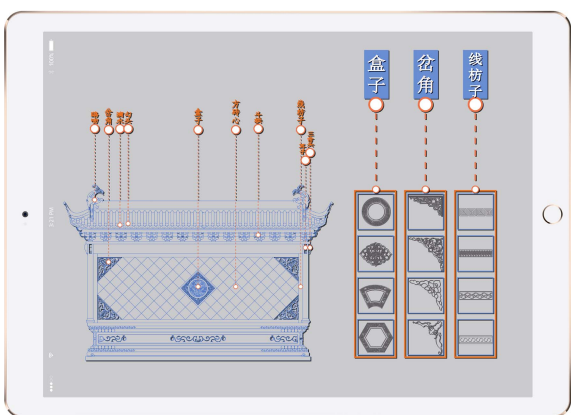


图7 砖雕艺术DIY虚拟体验设计
Fig.7 DIY virtual experience design of brick sculpturing art

砖雕纹样，并连线砖雕艺术数据库，实现线上AI智能实时识别，同时获取视觉化与语音化的砖雕简介信息，学习传统砖雕纹样的艺术特点和文化背景。智能识别模块可以增强用户的砖雕文化体验认知，砖雕艺术智能识别设计见图6。

“砖筑DIY”是DIY虚拟体验模块。这个模块的DIY主体是中国砖雕建筑艺术中具有一定代表性的明清传统影壁模型。影壁主要的砖雕构件有盒子、岔角、线枋子、鸱吻、滴水、勾头、方砖心、斗拱、耳子、三岔头等。模块选取了影壁上视觉效果最为突出且纹样变化较多的盒子、岔角、线枋子3个重点部分进行DIY交互体验。用户可以从模块纹样库中选取典型纹样模型对影壁的砖雕图案进行替换、修改、组合，从而获得传统砖雕营造活动的直观体验。同时对纹样的吉祥寓意以及营造技艺作以了解，对传统砖雕艺术形成更加全面、立体的认识，砖雕艺术DIY虚拟体验设计见图7。该DIY体验模块还预留了拓展单元，便于后期不断增加新的体验内容。

4 结语

在艺术人类学的开山之作《艺术的起源》一书中，

德国艺术史家格罗塞（Ernst Grosse，1862—1927年）阐述了这样的观点：“艺术一般没有纯粹自由与无利害关系的，它们往往带有或者被设想为具有一定的实用意义，而且这种实用意义常常是生活所必需的。”^[11]“实用意义”是艺术的属性中十分重要的一个方面，尤其是一种与民众生活有着密切联系的艺术形式，更应当强调其随生活的发展而产生实用性的衍化。从这个方面来讲，民间工艺美术的创新对于当下中国文创的发展有着特别的意义与价值。民间工艺美术产生于人民生活实践，具有实用意义。同其他的艺术形式相比较，民间工艺美术的传承、创新能力更强，更有利于设计创新发展。代表未来设计领域重要发展方向的虚拟体验设计与具有优良文化品质的民间工艺美术的结合将为传统文化的传承创新提供更加宽广的路径，创造更多的可能。临清贡砖作技艺虚拟可视体验设计项目的顺利完成，为继续开展民间工艺美术虚拟可视体验设计的相关研究奠定了良好的基础。

参考文献：

- [1] 安维华. 虚拟现实技术及其应用[M]. 北京：清华大学出版社，2014.
AN Wei-hua. Virtual Reality Technology and Its Application[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2014.
- [2] 李江敏，李薇. 非物质文化遗产的旅游活化之道[J]. 旅游学刊，2018，33(9): 11-12.
LI Jiang-min, LI Wei. Tourism Activation Method for Intangible Cultural Heritage[J]. Tourism Tribune, 2018, 33(9): 11-12.
- [3] 潘鲁生，唐家路. 民间工艺文化生态保护与调研纵横谈[J]. 山东社会科学，2001，15(2): 104-106.
PAN Lu-sheng, TANG Jia-lu. Folk Craft Culture Ecological Protection and Research[J]. Shandong Social Sciences, 2001, 15(2): 104-106.
- [4] 孙天. 非物质文化遗产的产业化发展路径研究——以山东省非物质文化遗产保护传承实践为例[J]. 艺术百家，2018，34(1): 227-232.
SUN Tian. Industrialized Development Route for Intangible Cultural Heritage: Taking Protecting and Inheriting of Shandong Provincial Intangible Cultural Heritage as the Example[J]. Hundred Schools in Arts, 2018, 34(1): 227-232.
- [5] 吴琼. 面向文化遗产的数字化体验设计[J]. 装饰，2019，62(1): 12-15.
WU Qiong. Digital Experience Design for Cultural Heritage[J]. Zhuangshi, 2019, 62(1): 12-15.
- [6] 苗岭. 虚拟现实技术在博物馆叙事性设计中的应用探索[J]. 包装工程，2018，40(4): 15-18.
MIAO Ling. Exploration of Virtual Reality Technology Applied in Narrative Design of Museum[J]. Packaging Engineering, 2018, 40(4): 15-18.
- [7] 刘昆. 临清贡砖烧制技艺保护研究[D]. 北京：中国艺

- 术研究院, 2015.
- LIU Kun. Research on the Conservation of the LinQing Tribute Brick Firing Techniques[D]. Beijing: Chinese National Academy of Arts, 2015.
- [8] 马草甫. 北京传统建筑砖雕技艺保护与传承研究[D]. 北京: 北京建筑大学, 2019.
- MA Cao-fu. Research on the Protection and Inheritance of Beijing Traditional Architecture Brick Carving Skills[D]. Beijing: Beijing University of Civil Engineering and Architecture, 2019.
- [9] 张华, 田飞. 基于新媒体技术的传统工艺数字化展示——以醴陵釉下五彩工艺为例[J]. 装饰, 2019, 62(9): 106-109.
- ZHANG Hua, TIAN Fei. Digital Display of Traditional Craft Based on New Media Technology: Taking Liling Under-glaze Colored Technology as an Example[J]. Zhuangshi, 2019, 62(9): 106-109.
- [10] 郑祖芳, 杜其蒙. 论楚漆器的数字化保护与开发策略[J/OL]. 包装工程, 2020, 7(12): 1-10.
- ZHENG Zu-fang, DU Qi-meng. Study on the Digital Protection and Development Strategy of Chu Lacquer Ware[J]. Packaging Engineering, 2020, 7(12): 1-10.
- [11] [德]格罗塞. 艺术的起源[M]. 蔡慕晖, 译. 北京: 商务印书馆, 1984.
- Ernst Grosse. The Origin of Art[M]. CAI Mu-hui, Translation. Beijing: Commercial Press, 1984.
-
- (上接第394页)
- [7] 贺雪梅, 鹿丹琼, 汤磊磊, 等. 面向资源分析的华山旅游纪念品设计[J]. 机械设计与制造, 2017(6): 270-272.
- HE Xue-mei, LU Dan-qiong, TANG Lei-lei, etc. Hua-shan Tourism Souvenir Design for Resource Analysis[J]. Mechanical Design and Manufacturing, 2017(6): 270-272.
- [8] 葛畅. 文创产品设计过程中的需求分析及转化[J]. 装饰, 2018(2): 142-143.
- GE Chang. Demand Analysis and Transformation in the Process of Cultural and Creative Product Design[J]. Zhuangshi, 2018(2): 142-143.
- [9] CHANDRASEGARANS K, RAMANI K, SRIRAMR D, et al. The Evolution, Challenges, and Future of Knowledge Representation in Product Design Systems[J]. Computer-Aided Design, 2012, 45(2): 204-228.
- [10] DORST K, CROSS N. Creativity in the Design Process: Co-evolution of Problem-solution[J]. Design Studies, 2001, 22(5): 425-437.
- [11] CHEN B, XIE Y. A Computational Approach for the Optimal Conceptual Design Synthesis Based on the Distributed Resource Environment[J]. International Journal of Production Research, 2017, 55: 1-21.
- [12] DALLA CHIARA E, MENON M, PERALI F. An Integrated Database to Measure Living Standards[J]. Journal of Official Statistics, 2019, 35(3): 531-576.
- [13] 吴剑斌, 陈香, 张凌浩. 儿童产品造型语义模糊评价[J]. 机械设计, 2018, 35(2): 124-128.
- WU Jian-bin, CHEN Xiang, ZHANG Ling-hao. Semantic Fuzzy Evaluation of Children's Product Modeling[J]. Mechanical Design, 2018, 35(2): 124-128.
- [14] 李然, 支锦亦, 肖江浩, 等. 产品语义提取方法及流程研究[J]. 包装工程, 2018, 39(22): 132-137.
- LI Ran, ZHI Jin-yi, XIAO Jiang-hao, et al. Research on Product Semantic Extraction Methods and Processes[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22): 132-137.
- [15] 郑林欣. 传统文化在产品中的应用层次[J]. 新美术, 2011(4): 99-101.
- ZHENG Lin-xin. Application Levels of Traditional Culture in Product Design[J]. New Arts, 2011(4): 99-101.
- [16] 王峡. 基于地域文化视角的城市视觉形象设计[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2015(2): 179-181.
- WANG Xia. Urban Visual Image Design Based on the Perspective of Regional Culture[J]. Journal of Nanjing Art Institute (Fine Arts and Design), 2015(2): 179-181.
- [17] 张晓玮. 青岛地铁公共艺术设计的文化可持续发展研究[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 87-91.
- ZHANG Xiao-wei. Research on the Sustainable Cultural Development of Public Art Design in Qingdao Metro[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(16): 87-91.