

交互虚拟现实技术赋能非遗文化数字化传承与创新研究

唐 甜

重庆对外经贸学院艺术设计学院, 重庆

收稿日期: 2025年6月28日; 录用日期: 2025年7月22日; 发布日期: 2025年7月30日

摘 要

非物质文化遗产的当代传承面临传承主体断层、文化生态变迁与传播效能低下等严峻挑战。本文聚焦于交互虚拟现实技术的赋能机制, 依托其沉浸性、交互性与想象性三大核心特性, 系统论证交互虚拟现实技术同非遗数字化传承与创新发展的新路径。通过沉浸式场景重构、多模态交互设计以及“技术-文化”共创模式, 旨在破解非物质文化遗产面临的“传承断层”与“体验隔阂”问题, 为其在数字时代的活态延续与价值再生提供创新性解决方案。

关键词

非物质文化遗产, 交互虚拟现实技术, 数字化传承, 文化创新, 技术赋能

Interactive Virtual Reality Technology Empowers the Digital Inheritance and Innovation of Intangible Cultural Heritage

Tian Tang

College of Art and Design, Chongqing College of International Business and Economics, Chongqing

Received: Jun. 28th, 2025; accepted: Jul. 22nd, 2025; published: Jul. 30th, 2025

Abstract

The contemporary inheritance of intangible cultural heritage faces severe challenges such as the discontinuity of inheritance subjects, changes in cultural ecology, and low dissemination efficiency. This article focuses on the empowerment mechanism of interactive virtual reality technology, relying on its three core characteristics of immersion, interactivity, and imagination, to systematically demonstrate a new path for the digital inheritance and innovative development of intangible

cultural heritage through interactive virtual reality technology. Through immersive scene reconstruction, multimodal interaction design, and the “technology culture” co creation mode, the aim is to solve the problems of “inheritance gap” and “experience barrier” faced by intangible cultural heritage, and provide innovative solutions for its dynamic continuation and value regeneration in the digital age.

Keywords

Intangible Cultural Heritage, Interactive Virtual Reality Technology, Digital Inheritance, Cultural Innovation, Technological Empowerment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 非物质文化遗产传承的数字化困境

作为《保护非物质文化遗产国际公约》缔约国，我国高度重视非物质文化遗产的保护工作。2011年《中华人民共和国非物质文化遗产法》的颁布标志着其保护步入法制化轨道[1]。国家最高领导层亦多次强调文化遗产需“薪火相传、代代守护，更需要与时俱进、勇于创新”的战略方向。“十四五”非遗保护规划进一步提出“实施非遗记录工程”，要求建立完善的数字化非遗数据库体系。然而，尽管政策体系日益健全，非遗传承仍深陷多重困境。

1.1. 传承主体断层与代际危机

非物质文化遗产(以下简称非遗)是“活态文化”中一个具象且可被表达的范畴，其传承依赖“口传心授”“师徒相承”的传统模式，导致传承链抗风险能力薄弱。2024年，全国人大常委会执法检查组对《中华人民共和国非物质文化遗产法》实施情况进行检查后发现，实地检查和委托检查的省份国家级非遗代表性传承人平均年龄超65岁，半数逾70岁，老龄化特征显著[2]。中国青少年研究中心2024年数据显示，00后群体中仅17.3%愿意从事非遗相关工作[3]，青年群体在非遗传承上的文化认同与参与意愿存在显著断层，技术门槛与市场转化难，是阻碍其进入的主要障碍。《非遗保护发展报告》指出，近30%的国家级非遗项目面临传承困难。例如北京“蜡果”技艺，因传承人高龄化、消费市场萎缩而濒危，目前主要传承人为66岁的刘秀华(图1)。



Figure 1. Liu Xiuhua, the main inheritor of Beijing's intangible cultural heritage “wax fruit” skills

图 1. 北京非遗“蜡果”技艺主要传承人刘秀华

1.2. 文化生态变迁与社会功能弱化

工业化与城市化进程以前所未有的速度重塑社会结构，非遗依存的文化生态发生系统性解构。

传统社会功能被弱化：苗族银饰曾集实用佩戴、婚嫁礼仪、财富储备与族群标识功能于一体。如今，其日常实用场景被工业化流水线生产的低价合金首饰大幅挤压，年轻消费群体对轻便时尚款式的偏好进一步加速了这一趋势。

实体承载空间结构性衰退：据 2024 年《陕西传统村落民俗文化保护白皮书》统计，西安周边区县(长安区、鄠邑区、蓝田县等)能完整搭建 365 盏灯阵并演绎全套祭祀唱词的村落，从 2010 年的 62 个锐减至 2023 年的 7 个，仪式内核被简化为旅游拍照打卡项目[4]。

这种变迁削弱了非遗在现代生活中的文化根植性。传统技艺与民俗的社会功能被部分替代，导致其原生实践场景收缩；年轻群体对文化符号的认知，日益依赖间接媒介的碎片化传递。以龙舟制造技艺为例，多数 00 后青少年对“松木选材”“龙睛点睛”等核心工艺环节和仪式流程的感知，源于短视频片段或博物馆展陈等二次传播渠道，缺乏亲身参与祭典的深度体验，这种疏离状态进一步阻碍了非遗的活态传承。

1.3. 技术应用滞后与传播效能瓶颈

在数字化进程里，非遗保护的傳統技术手段存在滞后现象。在基础数据采集层面，部分国家级非遗项目仍依赖纸质文本、标清视频这类传统介质来记录。2023 年普查表明，青海热贡唐卡的绘制工序、矿物颜料配方等核心技艺，仅以文字笔录形式保存在 3 个县级文化馆里，未做高精度 3D 建模与动作捕捉，导致颜料研磨力度、线条勾勒角度等细节参数流失。

其次是数字化传播层面。短视频平台虽成为非遗传播主流渠道，但内容呈现浅表化倾向。抖音《2024 非遗数据报告》中显示，平台中 92% 的非遗内容聚焦于成品展演，仅 8% 涉及核心工艺分解，且多数缺乏交互设计，导致用户平均停留时长不足 45 秒，知识传递深度有限。

在教育传承领域，全国一些非遗传承基地仍沿用“师傅示范 - 学徒观察”传统线下教学模式。苏州缂丝“通经断纬”技法教学中，学徒需耗时 3 个月通过肉眼观察挑经显纬的力度控制，而压力传感器的 VR 实训系统可将这一周期缩短至 20 天左右，但此类技术装备的普及率低于 15%。此外，技术应用的“形式化”现象突出。部分非遗保护中心现有的数字平台多停留于传承人视频课程的简单上传，缺乏手势识别、虚拟工坊等交互模块，技术赋能停留在“数字橱窗”阶段。

在《Z 世代视域下山西非遗文化传播方法优化研究》调研数据中可以看到，78% 的受访者仍依赖实体场所(博物馆/线下展会)接触非遗，而 Z 世代群体偏好的元宇宙体验、数字藏品等新技术应用在非遗领域的渗透率不足 5% [5]。这种技术应用滞后性，让非遗传播陷入“物理空间依赖”困境，技术进步与非遗传承需求之间存在巨大鸿沟，制约传统技艺向现代文化共识转化。

2. 交互虚拟现实技术的赋能特性与基础

针对上述非遗传承面临的现实挑战，交互虚拟现实技术凭借其独特的技术特性，展现出强大的赋能潜力。

交互虚拟现实技术是一种融合计算机图形学、传感技术、人机交互等领域的综合系统，能构建高度仿真的三维环境，支持用户通过专用设备(如头显、数据手套)进行自然交互与沉浸体验。Burdea G. 和 Coiffet P. 在 1993 年出版的专著《Virtual Reality Systems and Applications》中首次系统性地提出了描述虚拟现实核心体验的“3I”特性(沉浸感 Immersion、交互性 Interaction、想象性 Imagination)，并将这一概念框架总结为“虚拟现实技术三角形” [6]。见图 2。

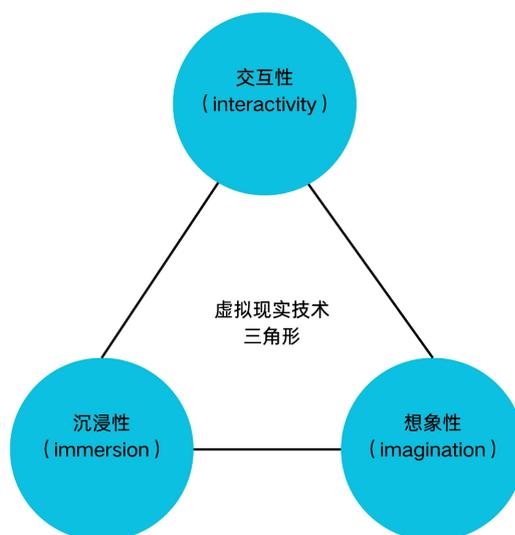


Figure 2. Virtual reality “3I” characteristics [6]
图 2. 虚拟现实“3I”特性[6]

沉浸性(Immersion): 营造逼真多感官环境, 产生强烈临场感, 有效克服物理空间限制, 缓解“体验疏离”。

交互性(Interaction): 支持手势、语音、体感等多模态自然交互, 实现对虚拟对象的实时操控, 促进用户主动参与和技能习得, 应对“传习断层”与参与度低问题。

想象性(Imagination): 提供超越现实的创造空间, 支持对传统文化元素的创新演绎与再创造, 驱动非遗价值再生, 应对社会功能弱化挑战。

3. 交互虚拟现实技术赋能非遗数字化传承与创新的核心路径

在一项非遗文化大数据调查中显示, 多数用户更希望通过“体验”来了解非遗文化, 如图 3 所示。

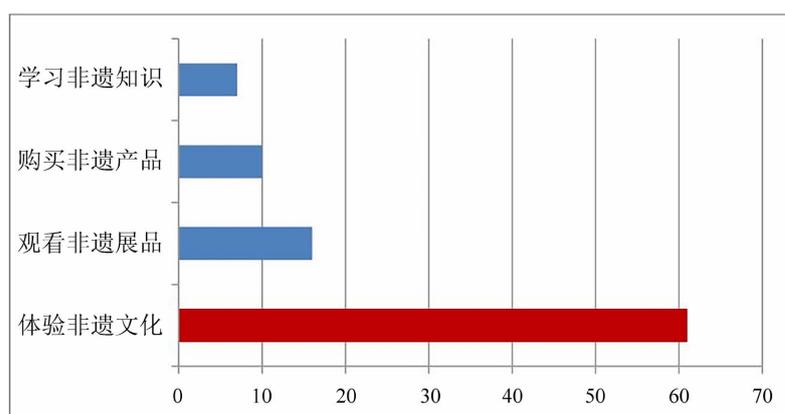


Figure 3. Survey of users' preferences for understanding intangible cultural heritage
图 3. 用户了解非遗方式的偏好调查

3.1. 沉浸式场景重构：时空壁垒突破

3.1.1. 历史情境的沉浸还原

通过对非遗项目相关的历史资料、文献、图片、视频等进行收集和整理, 利用三维建模、纹理映射、

动画制作等技术，在虚拟环境中还原非遗项目的历史场景。例如，针对传统戏曲，可还原古戏台、服饰、道具等场景，结合历史背景讲解与音效，深化用户对其历史文化内涵的理解。

3.1.2. 生产生活的虚拟再现

非遗文化大多源于人们的生产生活，与人们的日常生活密切相关。通过对非遗项目中所涉及的生产工具、生产流程、生活习俗等进行实地调研和记录，利用交互虚拟现实技术再现非遗项目在生产生活中的应用场景。对于传统手工艺非遗项目，如陶瓷制作、刺绣等，可以在虚拟环境中展示从原材料的采集、加工到成品制作的整个生产流程，让用户亲身体验手工艺人的创作过程。用户可以通过手势识别、体感反馈等交互设备，模拟操作生产工具，感受手工艺制作的技巧和难度，增强对传统手工艺的认知和理解。

3.1.3. 文化空间的数字化重建

非遗文化空间承载着丰富的文化内涵，是非遗传承的重要载体。可通过地理信息系统(GIS)、无人机测绘等技术，对非遗文化空间进行全方位的数据采集，包括建筑布局、自然环境、人文景观等信息。在此基础上，运用交互虚拟现实技术对非遗文化空间进行虚拟重建，还原其历史风貌与文化氛围。大足石刻研究院联合中国移动咪咕、海马云所打造的元宇宙项目《云游·大足石刻》便是优秀的践行案例(见图4)。项目通过三维激光扫描、倾斜摄影测量等技术对大足石刻的核心区域进行毫米级数据采集，构建包含地形地貌、摩崖造像、馆藏文物的高精度三维模型，实现 1:1 数字化孪生场景。项目上线后用户量迅速突破 300 万，海外曝光超 2000 万次，实证了其在扩大受众覆盖、解决物理空间依赖方面的显著成效。这种沉浸式重构有效突破了时空限制，使全球用户可随时“云游”。



Figure 4. Application scenario of the metaverse project Yunyou: Dazhu Rock Carvings
图 4. 元宇宙项目《云游·大足石刻》应用场景

3.2. 多模态交互设计：深度参与机制

3.2.1. 手势识别与体感交互

手势识别与体感交互是交互虚拟现实技术的常用交互方式，通过传感器设备实时捕捉用户动作并转化为虚拟操作指令。在体验传统舞蹈类非遗项目中，用户可通过摆动身体姿态、挥舞手势模仿舞蹈动作，虚拟环境将会实时反馈用户的动作是否规范，并提供相应的提示和指导。这种交互方式让用户能够主动参与到非遗文化的体验中，增强用户的沉浸感和参与感。同时，对于一些需要精细操作的非遗项目，如书法、绘画等，手势识别可以实现对用户手部动作的精确捕捉，让用户在虚拟环境中体验传统艺术的创作过程。

如故宫 VR 项目《紫禁城·祥瑞》，以高精度三维建模还原太和殿脊兽、鎏金铜龙等宫廷祥瑞符号，结合动态光影技术模拟瑞兽在不同历史场景中的象征意义。用户可通过手势与虚拟瑞兽进行互动，例如图 5 所示，触摸麒麟鳞片触发其“仁兽”文化解读，或借助体感操作“绘制”龙纹并生成个性化数字藏品，这种游戏化的学习机制将抽象的祥瑞文化转化为可感知的行为体验，使 18~24 岁用户的非遗知识搜索量提升 270%，有效解决了“青年群体文化认同断层”、“参与度低”、“教育传承效率”等问题，彰显了“技术赋能”“体验创新”在非遗教育传播中的实践价值。



Figure 5. The Forbidden City's VR project *Forbidden City: Xiangrui* gesture recognition interactive scene

图 5. 故宫 VR 项目《紫禁城·祥瑞》手势识别交互场景

3.2.2. 语音交互与自然语言处理

语音交互是交互虚拟现实技术中另一种重要的多模态交互方式。用户可通过语音指令与虚拟环境进行交互，如查询非遗项目的相关信息、切换体验场景、与虚拟角色进行对话等。

自然语言处理技术能够理解用户的语音指令，并生成相应的回复和反馈，实现更加自然、流畅的人机交互。价值在于提升信息获取的便捷性和效率，降低认知门槛，解决“传播效能瓶颈”中知识深度不足的问题。例如，在虚拟的非遗博物馆中，用户可以通过语音指令向虚拟讲解员询问关于某个非遗项目的历史背景、制作工艺等信息，虚拟讲解员会以语音和文字的形式进行详细解答。这种交互方式提高了用户获取信息的便捷性和效率，同时增强了用户与虚拟环境之间的互动性。

3.2.3. 触觉反馈与力觉交互

触觉反馈和力觉交互技术能够让受众在虚拟环境中感受到物体的质感、温度、硬度等触觉信息，以及操作物体时的力觉反馈。这种交互方式对于非遗文化体验来说，其核心价值在于可以弥补线上体验缺少真实触感的问题，解决传统数字化手段“体验深度不足”、“技能学习难”的关键痛点。例如，在体验传统手工艺制作时，用户通过数据手套等设备可以感受到原材料的质感和操作工具时的阻力，仿佛真实地触摸到了实物。

以上多模态的交互设计能够让用户从视觉、听觉、触觉等多个感官维度全方位地体验非遗文化，增强用户的真实感和代入感，提高用户对非遗文化的认知和记忆。

3.3. “技术 - 文化” 共创：驱动创新转化

在非遗文化保护、传承与创新的历程中，通过自然科学与社会科学的跨学科融通，将计算机、传感等技术手段应用于文教娱领域，充分发挥虚拟现实真正的技术性能优势[7]。交互虚拟现实技术与非遗元素数字化结合，有助于数字产品开发，促进用户参与创作的热情，进而引发非遗数字化传承与创新的多元可能(见图 6)。

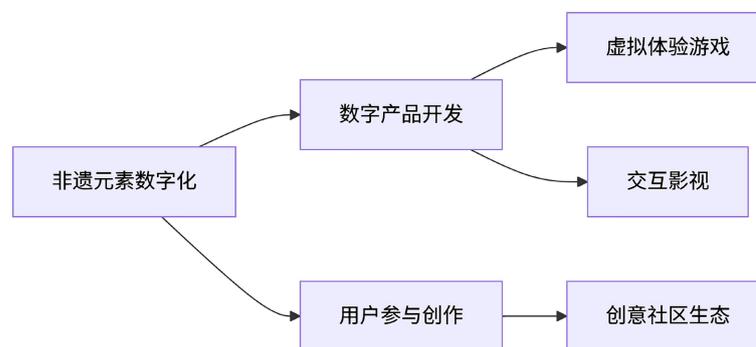


Figure 6. “Technology-culture” co-creation model
图 6. “技术 - 文化” 共创模式

3.3.1. 传统非遗元素提取与数字化转化

对非遗项目进行深入研究分析，提取其代表性文化元素，如图案、色彩、造型、故事、工艺流程和仪式场景等。利用高清扫描、三维建模、动作捕捉等数字技术，将这些元素转化为可集成于交互虚拟现实环境的标准化、可交互数字化资产，包括高精度模型、材质纹理、动画片段、音频文件和互动脚本。此过程核心价值在于实现永久保存、为虚拟重构与创新提供素材，并奠定交互基础。

2023 年敦煌研究院与腾讯合作的数字藏经洞项目是典型案例(见图 7)。项目通过毫米级扫描与重建技术高清还原洞窟及文物细节，将提取的洞窟、经卷、人物、事件等元素深度转化为沉浸式互动叙事体验。用户通过角色扮演穿越四个历史时期，与洪辩法师等 8 位历史人物互动，“亲历”藏经洞的前世今生，显著提升了对文化价值的沉浸感知与理解深度，同时有效解决了实体接触限制与历史疏离感。然而，该项目也凸显了挑战：高成本与技术门槛限制了大规模复制，更适用于高价值、空间性且濒危的非遗项目；虚拟体验在触觉嗅觉及精神层面与实地深度体验存在差距；复杂项目的长期维护更新考验可持续性。此案例成功示范了顶尖技术对特定类型非遗的深度保存与活化价值，但也警示需根据项目特性与目标审慎选择技术应用模式，探索成本可控、可持续的方案。



Figure 7. Promotional image of the Digital Scripture Cave
图 7. 数字藏经洞宣传图

3.3.2. 数字内容产品开发

基于提取的非遗元素与数字资源，可开发交互创新的数字产品，如虚拟游戏、互动影视、数字展览等。敦煌研究院与腾讯在 2021 年 99 公益日推出的“数字供养人”公益 NFT 项目，是极具代表性的创新实践，其价值远超单纯的数字藏品发行。

该项目核心创新在于构建了“用户参与-公益配捐-遗产保护”的可持续闭环。见图 8 所示，用户通过“云游敦煌”小程序参与敦煌文化问答互动，每答对一题即触发腾讯公益对莫高窟第 247、135、138 窟数字化保护的随机配捐，用户同时有机会获得限量版 NFT (莫高窟第 156 窟全景数字卡片)。这一模式巧妙地将低门槛用户互动(答题)转化为实质性的文化遗产保护资金，有效解决了保护资金持续性难题，并让公众成为“数字供养人”，深度绑定用户情感与非遗保护行动。该项目成功吸引了大量年轻群体参与，实证了技术赋能下公众参与非遗保护的新路径，是多方协作的用户参与式共创典范。然而，该模式也面临挑战：NFT 的获取依赖特定平台与技术认知，存在数字鸿沟风险；数字凭证的长期价值维护及项目模式的普适性(高度依赖项目文化价值与平台支持)亦需审慎考量。此案例深刻表明，利用 NFT 等新兴技术时，核心目标应始终锚定文化遗产的保护与价值传播，并需建立机制规避风险，确保其健康、可持续地服务于非遗数字化传承与创新。



Figure 8. Dunhuang NFT composite image
图 8. 敦煌 NFT 合成图

3.3.3. 用户参与式创作

鼓励用户主动参与到非遗文化的数字内容创作过程中，通过技术赋能实现“技术-文化”的共创，核心在于将非遗元素转化为可交互的数字创作素材库。用户可以通过非遗数字创作平台中提供的创作工具，利用已有的非遗元素进行自主创作，如设计虚拟服饰、创作虚拟舞蹈、编写互动剧情等。平台可以将用户的创作成果进行展示和分享，形成一个用户参与、共创共享的非遗文化传播生态。



Figure 9. Digital feeder H5 dynamic illustration
图 9. 数字供养人 H5 动态插画

以腾讯与敦煌研究院联合出品的“数字供养人”项目为例。该项目通过 H5 视频和小游戏，让用户以极低门槛(如小额捐助 + 互动)参与敦煌壁画的数字化保护，并生成专属的“数字供养人”证书和壁画故事。整个 H5 视频采用动态插画的形式(见图 9)，以视听融合的方式生动展现了深沉的敦煌文化，吸引用户沉浸其中，产生情感共鸣，有助于增强用户对敦煌文化的认知，激发用户参与数字供养的公益热情。以此项目的理念延伸思考，在用户参与式创作过程中，非遗数字创作平台可支持用户利用非遗元素进行虚拟服饰设计、舞蹈创作或剧情编写等，从而在创作过程中实现非遗基因的主动传承。这种从“文化消费者”到“文化共创者”的角色转变，使非遗传播突破单向度输出模式，形成以用户创造力驱动文化创新的可持续生态。

4. 交互虚拟现实技术应用的挑战与思考

尽管交互虚拟现实技术在赋能非遗数字化传承与创新方面展现出巨大潜力，其实际应用仍面临诸多挑战。

4.1. 技术成本与普及门槛高

高质量 VR/AR 设备、专业级动作捕捉系统以及定制化内容开发成本高昂，限制了其在基层非遗保护单位、传承人及普通大众中的普及应用。例如，文中提到的 VR 实训系统在非遗传承基地的普及率低于 15%，成本是主要制约因素之一。同时设备操作、系统维护及内容创作对用户(尤其是年长传承人)的技术素养有一定要求。复杂的交互逻辑也可能增加学习成本，影响用户体验和参与深度。

4.2. 数据安全性与伦理风险

非遗数字化涉及大量文化基因、核心技艺甚至传承人生物特征(如动作捕捉)数据的采集、存储与传输，存在数据泄露、滥用及知识产权保护的风险。如何在开放共享与有效保护之间取得平衡是亟待解决的问题。

4.3. 体验真实性与“数字鸿沟”

虚拟体验虽能模拟感官刺激，但在触觉、嗅觉、味觉等深度沉浸及情感连接上仍与真实实践存在差距。过度依赖虚拟体验可能导致对非遗原真性理解的偏差。同时，技术依赖也可能加剧数字鸿沟，使无法接触或适应新技术的人群被排除在数字化传承之外。

4.4. 可持续性与内容更新

虚拟项目的长期运维、内容更新和技术迭代需要持续的投入和专业团队支持，其可持续性面临挑战。

因此，在推进交互虚拟现实技术应用于非遗领域时，需审慎评估其适用性，探索成本可控的解决方案(如轻量化应用、云渲染)，加强用户培训与技术支持，建立健全数据安全与知识产权保护机制，并始终强调虚拟技术是辅助手段而非替代品，最终目标应是促进非遗在现实世界中的活态传承与创新。

5. 结语

本研究提出交互虚拟现实技术通过沉浸式场景重构、多模态交互设计与“技术 - 文化”共创三大路径赋能非遗数字化传承与创新，系统性应对非遗传承主体断层、文化生态变迁、技术应用滞后及体验深度不足等挑战，为促进技术赋能时代的非遗文化数字化传承与创新迈向人机共融的交互图景开拓了新的实践维度，并提供在设计在探索中的思考价值。

基金项目

项目名称：交互虚拟现实技术赋能非遗文化数字化传承与创新研究；项目编号：KYSK2024043。

参考文献

- [1] 林青, 连铮. 非物质文化遗产知识产权价值评估的理论研究[J]. 南京理工大学学报(社会科学版), 2019, 32(2): 17-22+62.
- [2] 全国人大常委会执法检查组. 《中华人民共和国非物质文化遗产法》实施情况报告[R]. 中国人大网, 2024.
- [3] 中国青少年研究中心. 青少年非遗传承意愿调查报告[R]. 2024.
- [4] 陕西省文化和旅游厅. 陕西传统村落民俗文化保护白皮书[R]. 2024.
- [5] Z世代非遗文化传播研究课题组. Z世代视域下山西非遗文化传播方法优化研究[R]. 2024.
- [6] Burdea, G. and Coiffet, P. (1993) *Virtual Reality Systems and Applications*. Wiley.
- [7] 赵润泽. 虚拟现实沉浸式艺术交互形式研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西北大学, 2018.