

基于数字孪生的文旅体验场景创新研究——以洛阳龙门石窟为例

王优 吴志奇

郑州师范学院经济与管理学院, 中国·河南 郑州 450000

摘要: 数字孪生技术通过技术赋权与文化自觉的双重驱动, 推动了文旅体验从单向展示向多维交互的转型, 本文探讨了基于数字孪生的文旅体验场景构建与实践创新。以洛阳龙门石窟为例, 聚焦龙门石窟通过数字孪生技术不仅实现了文化遗产的数字化保护与动态监测, 还创新了文旅交互模式。数字孪生技术通过“文化+科技”的深度融合, 重构了文旅场景的叙事逻辑与参与方式, 将传统艺术程式转化为可感知的美学符号, 赋予文化遗产“活态化”表达, 助力文化遗产在当代社会实现价值再生。

关键词: 体验场景; 数字孪生; 龙门石窟

Research on innovation of cultural tourism experience scene based on digital twin——Taking Longmen Grottoes in Luoyang as an example

Wang You, Wu Zhiqi

School of Economics and Management, Zhengzhou Normal University, China Henan Zhengzhou 450000

Abstract: Driven by technological empowerment and cultural consciousness, digital twin technology has promoted the transformation of cultural tourism experience from one-way display to multi-dimensional. This paper explores the construction and practice innovation of cultural tourism experience scenarios based on digital twin. Taking Luoyang Longmen Grottoes as an example, this paper focuses how Longmen Grottoes not only achieves the digital protection and dynamic monitoring of cultural heritage through digital twin technology, but also innovates the cultural tourism interaction mode. Based on deep integration of "culture technology", digital twin technology reconstructs the narrative logic and participation mode of cultural tourism scenarios, transforms traditional artistic formulas into perceptible aesthetic symbols, andowds cultural heritage with "livable" expression, which helps cultural heritage to achieve value regeneration in contemporary society.

Keywords: Experience scenario; Digital twin; The longmen grottoes

0 引言

近年来, 河南持续塑造“行走河南·读懂中国”品牌, 大力提升公共文化服务水平, 完善公共文化服务体系, 新型公共文化空间建设成效显著, 文化惠民工程提质增效; 文旅文创融合发展势头强劲, “行走河南·读懂中国”品牌塑造走深走实。河南文化影响力显著提升, 文化强省、旅游强省建设稳步推进, 坚持以深度融合打造公共文化服务新体验, 以数字创新理念推动产业新业态发展, 以系统观念统筹文化遗产保护, 以特色化内容创作提升河南国际形象。

龙门石窟是首批全国重点文物保护单位、全国首批“5A 级旅游景区”, 其发展态势是观察上述趋势的典型样本。线上平台数据显示, 2024 年, 龙门石窟接待游客总量

较 2023 年增长 31%, 净增 200 万人次。其中, 购票游客人数达 603.2 万人次, 同比增长 35%。政策性免票游客 102.6 万人次, 龙门夜游游客 21.7 万人次。境外游客总量也呈现显著增长趋势, 反映出其日益扩大的国际吸引力。

1 河南省文旅体验式消费场景的问题分析

1.1 游览浮于表面, 互动沉浸缺失, 文化内涵难品

1.1.1 传统静态展示主导, 互动性不足

部分游客反映, 龙门石窟的文化讲解和展示方式较为单一, 缺乏对石窟历史背景、艺术价值、文化内涵的深入解读, 例如, 对于石窟中不同时期、不同风格的造像, 缺乏详细的介绍和对比, 致使游客难以理解其艺术演变过程和文化意义, 对历史文化有深入了解需求的游客体验感不足, 虽然景区推出了“无上龙门”沉浸式体验馆等创新项

目,但文化传播的深度与广度仍有较大提升空间。

1.1.2 游客参与感薄弱,停留时间短

龙门石窟的核心游览区域仍以石窟造像的实物静态展示为主,游客主要通过视觉观察和文字解说获取信息,缺乏多感官互动。例如,游客只能远观卢舍那大佛等石刻,无法通过动态方式感知其艺术细节或历史演变。尽管景区提供人工讲解服务,但内容多趋于标准化,缺乏个性化或科技化辅助手段。部分游客反映导游服务质量参差不齐,甚至存在收费不规范等现象,进一步削弱了体验深度^[1]。多数游客在石窟区的游览时间较短(约2-3小时),活动多以拍照打卡为主,缺乏能够引发深度文化参与的活动设计。

1.1.3 石窟久经洗礼,面貌不完整,影响观感

长期的自然风化(如风吹、雨淋、日晒)导致石窟表面雕刻不同程度的风化与剥落。生物侵害(如植物根系生长于岩体裂缝)也对文物本体构成威胁。此外,人为因素加剧了保护压力:过度旅游带来的环境压力加速了文物磨损,部分游客的触摸、刻画等不文明行为更对石窟造成了直接损害。

1.2 设施短板凸显,路线规划欠佳,文物保护乏力

龙门石窟作为世界文化遗产,面临持续增长的客流压力,景区面积较大,景点分散,但缺乏针对不同游客群体的个性化游览路线推荐。游客普遍反映景区导致游览路线混乱,尤其在复杂石窟群区域难以快速定位重要景点。景区环形布局在旅游高峰期极易形成拥堵节点,降低游览舒适度。龙门石窟作为热门景点,尤其在节假日和旅游旺季,游客数量激增导致景区超负荷运转,内部接待规划有待优化。公共交通在高峰期间(如国庆假期)运力紧张,景区周边公交班次不足,白园等区域交通接驳不畅,曾引发游客滞留乃至对“宰客”现象的质疑。

大量游客涌入不仅增加了管理难度,也为文物保护带来持续压力。景区内部的持续性开发在一定程度上改变了原有的自然与文化环境。同时,风雨侵蚀、风化等自然营力持续作用,游客不当行为带来的触碰风险,均使得龙门石窟在协调旅游发展与文物保护方面面临严峻挑战。

尽管“无上龙门”沉浸式体验馆全息幕影院提升了科技体验感,但该设施独立于核心石窟区,传统石窟区域的数字化互动项目依然稀缺,智慧化未能实现全域覆盖。且未充分利用大数据分析游客行为,未实现实时人流预警或线上预约分流,导致局部区域拥挤,智慧化管理水平亟待提升^[2]。尽管洛阳目前的“无上龙门”项目引入全息科

技,但传统石窟区仍依赖人工导游或租用讲解器,免费数字化导览(如扫码听讲解)未普及,影响了游客自主、便捷地获取文化信息。

1.3 融合模式单一,创新元素匮乏,产业活力待激发

当前,龙门石窟的文旅融合发展模式略显单一。主要表现为其依赖传统观光旅游模式,缺乏创新元素与互动性。游客置身龙门石窟时,大多只能静态观赏石窟之美,仅凭简单讲解来了解其背后复杂而深远的历史文化知识。这种走马观花式的体验,难以满足现代游客对于沉浸式、互动式文旅体验的迫切需求。

此外,龙门石窟的夜间旅游开发相对滞后。在文旅产业蓬勃发展的当下,夜间经济潜力巨大。龙门石窟坐拥丰富文化宝藏,却未能充分发掘这一优势,游客停留时间较短,消费水平较低,文旅融合应产生的巨大经济效益未能充分释放。

这种单一化的发展模式对龙门石窟影响重大。它极大地限制了龙门石窟的文化传播效果,仿若给文化传播加上了桎梏,也削减了其作为旅游目的地的吸引力。随着文旅市场的快速发展,游客对旅游体验期望日益提高,传统观光模式难以在竞争激烈的市场中满足需求^[3]。

2 文旅消费场景创新建设的对策分析

2.1 利用数字孪生技术,让千年石窟“活起来”

2.1.1 打造身临其境的游览场景,满足沉浸式体验

首先,利用高精度三维扫描和建模技术,构建与实体石窟完全一致的虚拟场景。游客通过AR设备可以突破时间和空间的限制,随时随地“走进”石窟,感受其宏伟与精美。例如,在非核心保护区域设置AR导览点,游客通过手机或租赁设备扫描特定洞窟,即可观看佛像原始色彩、残缺部位的虚拟复原,甚至重现古代工匠雕刻场景(如敦煌莫高窟“数字供养人”项目)^[4]。其次,结合虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,模拟石窟内的光影、声效、温湿度等环境因素,甚至还原历史场景(如僧侣诵经、工匠雕刻等),进一步增强游客的沉浸感。

2.1.2 设计互动新模式,增强游客参与感和趣味性

运用AI技术打造虚拟导游,与游客实时互动,解答游客疑问,并根据游客兴趣反馈调整讲解内容和方式,提供个性化服务^[5],解决游客参与感薄弱,停留时间短的问题。利用VR、AR等技术的互动体验项目,让游客与石窟进行深度互动,感受其历史文化氛围。例如,可以开发虚拟现实游戏,让游客扮演古代工匠,参与石窟的建造过程,或者利用增强现实技术,将石窟中的佛像“复活”,与游

客进行互动^[6]。此外,引入手势识别、体感交互等技术,游客可以与虚拟文物进行互动,例如放大缩小、旋转观察、虚拟修复等,深入了解文物的细节和历史背景。增强游客参与感和趣味性,让游客体验到别样的石窟风貌。

2.1.3 石窟表面静态展示,让数字化保护与展示结合

利用三维扫描和摄影测量技术,对石窟本体进行高精度数字化存档,全面记录文物的现状信息,为科学修复和长期保护提供数据支持。利用数字技术对残损的文物进行虚拟修复,并在虚拟场景中展示修复后的效果,使游客直观了解文物的原始面貌和历史变迁。将复杂的石窟修复过程通过延时摄影、三维动画等形式进行数字化记录与展示,向公众揭示文物保护工作的艰巨性与重要性,有效提升全社会的文物保护意识。

通过以上措施,龙门石窟可在坚守文化遗产庄严性的基础上,构建起“可触摸的历史”体验体系,实现从“观光打卡”到“深度共情”的转型,真正让千年石窟“活起来”。

2.2 智慧导览系统系统赋能景区,实现保护开发双重发展

洛阳龙门石窟景区可通过巧妙运用增强现实(AR)、虚拟现实(VR)、混合现实(MR)和全球卫星定位系统(GPS),实现虚实融合的智慧导览,为游客开启了一扇通往全新视界的大门。

智慧导览系统可以借助AR技术,将虚拟信息与现实场景完美融合,景区可将实景影像与详尽的文字、音频解说上传至系统,游客通过扫描二维码进入小程序或使用APP,便可在移动设备上获取景区的全方位信息与讲解服务,游客也可根据自身需求选择个性化的导览路线和服务,如多语言讲解、不同深度的文化解读等。

洛阳龙门石窟景区通过设置智慧导览系统,为游客提供便捷、高效、个性化的服务,从而显著提升整体满意度^[7]。智慧导览系统利用高科技手段展示文化遗产,使游客能通过个人设备细致入微地观察和了解石窟艺术,提升景区的现代化和智能化形象,吸引更多客源,也进一步提高了提高游客满意度^[8]。通过智慧导览系统,可以弥补洛阳龙门石窟景区在基础设施上的不足之处,实现文化遗产的保护与利用的平衡,促进景区的可持续发展。

2.3 创新文旅融合发展模式,打造沉浸式文化体验新业态

2.3.1 打造夜间灯光秀,激活夜间经济

借鉴《禅宗少林·音乐大典》的夜间实景演出模式^[9]

的成功经验,龙门石窟可以利用裸眼3D、激光投影等光显科技,在石窟崖壁上投射动态光影,再现石窟造像的历史场景和文化故事。例如,通过光影技术展现佛像的雕刻过程,或重现唐代佛教仪式的盛大场面。这种夜间灯光秀不仅能吸引游客夜间游览,延长游客停留时间,还能激活夜间旅游经济,提升文旅融合的经济效益^[10]。

2.3.2 推出实景演出,提升文化感染

《禅宗少林·音乐大典》通过音乐、舞蹈与光影的结合,成功营造出禅意悠远的氛围。龙门石窟可借鉴此模式,推出以佛教艺术和盛唐文化为主题的大型实景演出。如,结合石窟文化特色,设计一场以“龙门故事”为核心IP的演出,通过精心编排的音乐、舞蹈、灯光和特效,艺术化地展现龙门石窟的历史变迁和文化精髓。此举能极大增强游客的文化体验感,并提升龙门石窟的文化传播力。

2.3.3 利用XR技术,增强互动体验

龙门石窟可充分利用扩展现实(XR)技术,涵盖AR、VR、MR,设计沉浸式互动体验项目。例如,借助VR设备,游客能够全方位、互动式深入体验龙门文化,达到穿梭时空的效果^[11],游客可以看到石窟造像的原始彩绘,或“穿越”到唐代,体验石窟建造的过程^[12]。还可设计互动式灯光艺术装置,让游客通过手机APP参与灯光效果的变换与创作。这类深度互动体验不仅能显著提升游客的参与感,更有助于加深其对龙门石窟文化内涵的理解与共鸣^[12]。

3 结语

龙门石窟目前存在游客体验不佳、基础设施落后、文旅融合模式单一等问题;通过系统引入数字孪生技术,并配套实施AR导览、VR虚拟游览、智慧导览系统及夜间光影项目等创新策略,可以有效提升游客观赏体验,优化景区基础设施效能,创新文旅融合模式,从而为龙门石窟乃至同类文化遗产地的可持续发展提供具有参考价值的可行性方案^[13]。

参考文献:

- [1] 刘刚. 河南文旅文创融合的现实困境与路径优化[J]. 全国流通经济, 2024,(19):161-164.
- [2] 于海燕,班亚光,张梦帆等. 推进河南“元宇宙+文旅”高质量发展路径研究[J]. 河南科技, 2024,51(14):136-142.
- [3] 赵成伟,夏丹尼,熊心愚. 数字经济赋能文旅融合发展的理论逻辑与路径选择——基于文旅强省的实证分析[J]. 资源开发与市场, 2024,40(11):1723-1732.

- [4] 李江敏, 冯涵瑞, 张佳洵. 数字文旅体验式消费场景系统的构建研究——以荆楚文化为例[J]. 四川师范大学学报(社会科学版), 2025,52(01):96-105+203.
- [5] 巫月娥. 数字智能赋能沉浸式文旅高质量发展研究[J]. 太原师范学院学报(社会科学版), 2024,23(04):91-96.
- [6] 穆琦琦. 人工智能时代文化消费场景研究[D]. 山东师范大学, 2022.
- [7] 纪春礼, 聂莉芹, 聂元昆. 基于服务主导逻辑的旅游业顾客价值重构[J]. 商业研究, 2015,(09):116-122.
- [8] 尹宏. 强化数字赋能推动文旅经济高质量发展[J]. 先锋, 2023,(11):38-39.
- [9] 尚睿. 河南实景演出对传统文化传播的创新[D]. 郑州大学, 2016.
- [10] 依琰. 科技赋能文旅市场涌现消费新场景[J]. 中国商界, 2024,(06):10-11.
- [11] 徐子涵, 肖雨馨. 龙门石窟数字化保护现状与实践路径研究[J]. 贵州大学学报(艺术版), 2024,38(06):78-89.
- [12] 张五钢. 虚拟现实技术背景下河南红色文化旅游经济发展研究[J]. 河南财政税务高等专科学校学报, 2021,35(02):6-9.
- [13] 贺小荣, 陈文灏. 中国数字经济与文旅产业融合的协同关系及其影响因素[J]. 热带地理, 20 : 24,44(07):1314-1328.
- 基金项目: 本文是郑州师范学院 2024 年度大学生创新创业项目: 数字孪生视角下基于顾客价值重构的文旅消费场景创新研究(项目编号: DCZ2024032)阶段性成果。
- 作者简介: 王优(2005.03-), 女, 河南省开封市, 大学本科, 研究方向: 旅游演艺营销。