

「学科融通」

数智赋能澳门大三巴文化遗产数字博物馆文旅可持续保护与研究

王正青，肖晨茜，吴致诺

澳门理工大学 艺术及设计学院
澳门 999078

摘要：本研究旨在探索利用数字手段以澳门大三巴为例在文化遗产保护和旅游发展中的应用可能性，通过改善文化遗产的传播和游客的参与方式，使得澳门的文化遗产的可持续保护与传承得以实现。研究方法使用文献收集圣保禄大教堂曾经的历史信息档案、田野调查、实地访谈当地居民等形式复原澳门圣保罗大教堂的样子。其次，使用虚拟现实（VR）交互设计技术构建澳门大三巴博物馆数字展示平台并进行用户体验测试收集反馈，成功复原了圣保禄教堂历史模型，开发了包括澳门大三巴数字博物馆互动平台。结果表明，该VR平台显著提高了游客的参与度和满意度，超过85%的用户表示满意。最后，得出结论使用数智赋能的数字化手段在文化遗产保护和旅游发展中具有可行性和有效性，能够增强文化遗产的传播和影响力，增强游客的文化认同，可以为澳门大三巴文化遗产的可持续保护与传承提供新的思路和方法。

关键词：数智赋能；文化遗产；文旅可持续；澳门大三巴；数字博物馆

中图分类号：G260.7

一、引言

在全球化数字化的浪潮下，作为中华文明核心载体的文化遗产，留下了珍贵的历史印记，承载着五千年血脉的基因传承。然而，澳门文化遗产的保护与传承正面临前所未有的机遇与挑战，国家旅游部发布了《非物质文化遗产数字化保护系列行业标准》的通知，指出数字化保护文化遗产已

成为文化遗产传承与发展的必然趋势和发展。它不仅为文化遗产的数据采集、规划制定、实施收集、资源编目等方面提供了理论指导，还规范了实际操作，具有双重重要性^①。文化遗产数字化保护是非物质文化遗产的数字化是指运用数字采集、存储、处理、展示和传播等技术手段，将非物质文化遗产转化为可共享、可再生的数字形式。这一过程不仅可以让非物质文化遗产得到代表和修复，还可以通过新的视角进行解释，以新的方式保存，并根据新的需求有效利用^②。传统的文化遗产保护通常是物理保护，通过本体修复、结构加固等形式，随着经济的快速发展，文旅事业达到了一个新的高度，根据澳门普查局统计的数据，2025年10月1日至8日，澳门入境旅客总数达114.4万人次，日均14.3万人次，较2024年国庆假期日均客量上

通讯作者：王正青 **邮箱：**3307453189@qq.com

收稿日期：2025-12-01 **录用日期：**2025-12-05

DOI:<https://doi.org/10.58244/sha.253425>

^① 中国政府网，文化和旅游部关于发布《非物质文化遗产数字化保护数字资源采集和著录》系列行业标准的公告 [EB/OL].(2023-06-29)[2024-08-17]. 网址：https://zwgk.mct.gov.cn/zfxxgkml/zcfg/zcjd/202308/t20230804_946430.html

^② 易玲，肖樟琪，许沁怡，我国非物质文化遗产保护 30 年：成就、问题、启示 [J]. 《行政管理改革》，2021(11):65-73.

升 1.9%，而 10 月 4 日单日入境旅客达 19.1 万人次，日均及单日旅客量同创有统计以来国庆节假期的最高纪录，面对众多的游客压力，作为代表建筑澳门大三巴的保护面临着众多困难。传统的保护方式并不能满足文物保护以及旅客的体验，例如山西的佛光寺和南禅寺出于对文物的保护，不允许对建筑进行拍照，以及北京故宫经常进行修缮和维护，因此探索数字赋能对澳门大三巴的保护与展现方式就显得尤其重要，并且对于提升大三巴牌坊的文化传播力与游客体验，具有重要的现实意义与应用价值。

2005 年世界遗产大会第 29 届会议在南非德班举行，其中“澳门历史城区”获得 21 个成员国一致批准，并正式列入《世界遗产名录》^③，澳门作为中华历史文化不可或缺的部分之一，在世界文化遗产中绽放着绚丽的花朵。澳门大三巴牌坊作为澳门最具代表性的文化遗产之一，不仅承载着丰厚的历史文化内涵，也是澳门旅游业的重要象征之一。然而，随着时间的推移和变化，大三巴牌坊面临着自然风化、游客压力、环境破坏等威胁，传统保护方式虽能在一定程度上维持文化遗产的物理存在，但在信息传播、公众

参与及文化传承方面存在诸多局限。随着数字科技的飞速发展，尤其是虚拟现实（VR）等互动设计技术的成熟，为澳门文化遗产的数字化保护、可持续发展以及创新展示提供了新的可能性。本文聚焦上述澳门大三巴存在一些亟待解决的问题，通过梳理数智赋能文化遗产的内容，借助虚拟现实技术（VR）实现文物保护和提升旅客用户体验。其次，构建构建创新的交互叙事框架与数字化展示平台，提升文化遗产的传播力与影响力，增强游客的参与度与文化认同感，为文化遗产的可持续传承和保护提供新的思路手段与方法技术。

二、文献综述

1. 澳门大三巴文化遗产数字化保护的理论基础与技术进展

文化遗产是我国重要的社会资源和经济发展资源，澳门大三巴作为澳门地区文化遗产的代表之一，有着重要的地位。大三巴牌坊（英语：Ruins of St. Paul's），是澳门标志性建筑之一，是圣保禄大教堂（又称“天主之母”教堂）正面前壁遗址，也是澳门最具代表性的建筑位于中国澳门特别行政

区花王堂区炮台山下。但因为 1835 年 1 月 26 日傍晚的一场大火导致教堂的四分之三的建筑物烧成废墟，只有现幸存的澳门大三巴牌坊建筑物^④。

建筑文化遗产是我国重要的历史财富，传统的历史建筑会受到时间、空间和技术的影响，人工智能时代的今日，数字媒体快速发展，可以通过扫描和管理，推出在线浏览、虚拟漫游等形式游客体验，这样不仅能够节省人力成本，还保护了古建筑的完好^⑤。数字化技术具备着快捷、便利、超大容量以及互动等形式穿在使得民族建筑可以进行海量的信息搜寻和信息存储，利用现代测绘和数字扫描使得民族建筑的保护成为了主导的趋势^⑥。通过 VR、H5 等手段让参观者可以身临其境，由于展览使用虚拟技术，展出的文物以虚拟形式呈现，让参观者不仅可以避免实体观看时存在的保护性玻璃屏障，还能享受无盲点的观赏体验^⑦。党的二十届三中全会指出，要激发出全名创新创造活力，构建支持全面创新体制机制^⑧。文化遗产数字化需要更多创新的力量将文化和科技进行结合，迸发出新的力量，如何去进行数字化赋能需要更多的生产理论的创新，基于此生产要素体系的

③ 赵东，数字化生存下的历史文化遗产保护与开发研究 [D]，山东大学，2014.

④ 桑托斯，澳门 - 远东第一所西方大学，澳门基金会、澳门大学出版，1997.

⑤ 李玺，毛蕾，澳门世界文化遗产旅游的创新性开发策略研究——游客感知的视角 [J]，《旅游学刊》，2009, 24 (08): 53-57.

⑥ 张洋洋，人工智能时代建筑文化遗产的数字化保护 [J]，《建筑科学》，2024, 40 (01): 186.

⑦ 吴振东，过伟敏，艾小群，民族建筑文化遗产的数字化保护探索 [J]，《贵州民族史》，2016, 37 (04): 84-87.

⑧ 杨拓，新技术视角下博物馆发展实践与趋势 [J]，《中国国家博物馆馆刊》，2019, (11): 146-152.

创新重组、生产关系体系的创新重构与创新型生产力体系是理论创新逻辑的基石^⑨。

目前，由澳门文化局主办的2022“时空穿越，穿越大三巴旧址”沉浸式数字体验展反响热烈，“时空穿越，穿越三巴”沉浸式数字体验展设在圣保罗旧址教堂遗址广场，首次以裸眼3D技术进行教堂数字化修复。

2. 数智赋能文化遗产数字化博物馆展示中的应用研究

我国博物馆数字化建设的研究始于20世纪90年代，起点比西方世界慢，研究表明，我国数字博物馆建设分为几个阶段，从初期到1994-2004年的相关研究开始有条不紊地研究；探索阶段至2005年-2010年随着信息化的传播研究者发文量增多，研究内容也愈加广泛；发展阶段2011年-2016年出现了“交互”“互动”等高频关键字与数字化媒体进行结合；深入阶段主要在2017年-2023年出现了“以人为本”“服务设计”侧重于以观众为设计方法分析构建信息化空间进行沉浸式体验^⑩。博物馆是文化传播、文物展示以及科普展示的重要媒介，我

国目前数字化博物馆发展进程较为缓慢，也不均衡，主要集中在博物馆的数字化建设和传播方面^⑪。大英博物馆在2020年9月。推出了国际巡回展览“埃及木乃伊·探索古埃及生活”，该展览使用了“The Pen”移动设备数字笔，使得用户可以随心所欲的进行绘画，实现了观众与博物馆的深层次的互动^⑫。Martin White团队开发了多种数字化遗产界面，利用虚拟和增强现实技术，使用不同设备已交互当时可视化数字遗产，参与者可以基于网络环境和室内增强现实技术达到动态切换，探索虚拟博物馆的遗产信息^⑬。上海博物馆在2021年利用数据关联和量化分析，开启了数字人文时代，融入了多学科视角，辅之以人工智能技术，实现了帮助观众对历史文化背景进行多元化解读^⑭。G.B.古德（G.B. Goode）曾提出：“博物馆的价值不在于其收藏的物品，而在于如何有效利用这些资源。”这一观点在新媒体时代尤为重

3. 澳门大三巴博物馆数字化文旅影响分析

澳门位于中西交汇之处，自1990年澳门回归后，“一国两制”废除了殖民主义和保留了资本主义，最大限度的保留了澳门的经济、文化、旅游等极具澳门特色的内容，促进了民族友好交流^⑮。游客数据库根据年龄将游客分为七组，2017年，55岁及以上的旅客占访澳旅客总数的20.9%，2018年上升至21.6%，2019年进一步上升至23.0%，2023年达到27.5%（受疫情影响，2020年至2022年数据不作统计对比），2024年1月至6月期间，这一比例攀升至28.2%。截至2024年6月，数据显示，澳门目前的旅游基数正在逐渐老龄化，且女性群体大于男性^⑯。因此，为了吸引年轻游客和保护大三巴，实现数字化文旅是迫在眉睫。南京博物馆“坤舆万国全图VR大空间展”的推出，将文化与科技进行融合，不仅提供给观众最佳的视觉体验，呈现的江苏流域的数字复现能力，南京博物馆此次展览最高接待旅客为2100人^⑰。使用数字化技术赋能澳门大三巴，不仅能够呈现出大三巴的历史轨迹，还能实现游客与大三巴的数字化交互，澳门特区政府

⑨ 《中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定》，《人民日报》2024年7月22日。

⑩ 薛可，时伟，非物质文化遗产数字化保护的逻辑、机理与风险[J]，《求索》，2025,(03):126-136.

⑪ 王姿，我国博物馆数字化设计的研究热点、演变路径及前沿分析[J]，《包装工程》，2025,46(18):47-58+95.

⑫ 周凯，杨婧言，数字文化消费中的沉浸式传播研究——以数字化博物馆为例[J]，《江苏社会科学》，2021,(05): 213-220.

⑬ 王巍，麻敏，数字化时代的博物馆展示交互设计——基于大英博物馆案例的研究[J]，《美术观察》，2024,(07): 123-126.

⑭ White M, Petridis P, Liarokapis F, Plecinckx D, Multimodal Mixed Reality Interfaces for Visualizing Digital Heritage[J]. International Journal of Architectural Computing[J], 2007, 5(2): 321-337.

⑮ 刘健，从数字化到数据化——知识服务视域下的博物馆数据应用[J]，《中国博物馆》，2024,(04): 93-102.

⑯ 李玺，毛蕾，澳门世界文化遗产旅游的创新性开发策略研究——游客感知的视角[J]，《旅游学刊》，2009, 24 (08): 53-57.

⑰ 曾忠禄，王兴，殷平，从澳门客源结构透视澳门与粤港澳大湾区的旅游融合[J]，《旅游学刊》，2024, 39 (12): 7-9.

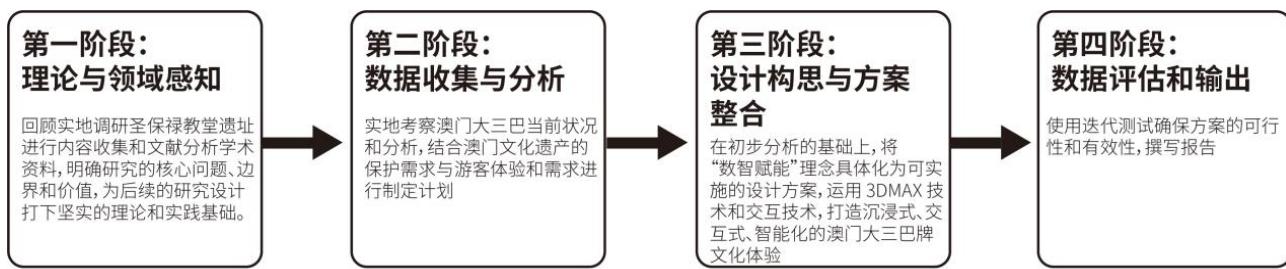


图1 研究流程图 (作者自绘)

旅游局数据表明澳门在2019年，在10月5日(16.21万)、10月3日(16.16万)，以及10月2日(15.93万)，大三巴附近连续两日进行人潮管制，数字化博物馆不仅可以分担游客压力达到保护的作用，也能让旅客看到大三巴的历史和辉煌。阿姆斯特丹城的车站建设利用了现代与历史的结合，运用了数字可持续理念^⑯。山东地域的汉代画像石遗产利用了数字生态环境数字化保护与交互式设计方法^⑰，探索了非物质文化的新形态。根据上述案例提供了本研究文化遗产数字化博物馆的可行性以及参考。

三、研究方法

1. 研究流程

研究过程分为四个阶段：第一阶段通过回顾实地调研圣保禄教堂遗址进行内容收集和文献分析学术资料，明确研究的核心问题、边界和价值，为后续的研究设计打下坚实的理论和实践基础。第二阶段，实地考察澳门

大三巴当前状况和分析，结合澳门文化遗产的保护需求与游客体验和需求进行制定计划。第三阶段设计构思与发展方案生成与整合，在初步分析的基础上，将“数智赋能”理念具体化为可实施的设计方案，运用3D MAX技术和交互技术，打造沉浸式、交互式、智能化的澳门大三巴牌文化体验。第四阶段，通过数据评估和输出，使用迭代测试确保方案的可行性和有效性。

2. 研究工具

本研究将“VR数字博物馆”导入到旅客实际体验中，以方法目的分析数字博物馆在澳门大三巴文旅的可操作性以及体验性，探究VR数字博物馆在旅客对于澳门大三巴的文化遗产认知水平、价值观念以及情感方面的体验。资料收集主要采用SUS问卷调查，SUS(System Usability Scale)是John Brooke于1986年开发的标准化工具^⑱，用于快速评估用户对系统

表1 SUS问卷题项内容设计 (研究者设计)

SUS问卷表格设计

1. 我想我会经常使用这款VR数字化博物馆系统
2. 我觉得这个系统过于复杂
3. 我认为这款VR数字化博物馆系统易于使用
4. 我应该需要技术人员支援才能使用这款VR数字化博物馆系统
5. 我发现这款VR数字化博物馆系统的功能都能很好地集中在一起
6. 我认为这款VR数字化博物馆系统有太多不一致之处
7. 我想大多数人应该很快就会使用这款VR数字化博物馆系统
8. 我发现这款VR数字化博物馆系统使用起来非常麻烦
9. 我对这款VR数字化博物馆系统感到非常有信心
10. 在我开始使用这款VR数字化博物馆系统之前，我需要学习很多东西

^⑯ 张蕴坤, 张震, 基于VR大空间体验的博物馆创新数智化技术实践——以南京博物院“观天下·坤舆万国全图”展为例 [J], 《东南文化》, 2025, (04): 156-163.

^⑰ Marc Goodwin, 交汇历史与未来的建筑——欧洲之星英国专线枢纽站于阿姆斯特丹中央车站落成 [J], 《设计》, 2025, 38 (18): 28-31.

^⑱ 董仕伟, 山东汉画像石文化数字化保护与交互设计研究 [J], 《设计》, 2025, 38 (16): 50-54.

(如软件、网站、硬件)可用性的主观感知。其核心结构包含 10 个题目，交替采用正向与反向陈述(如“我愿意经常使用该系统”为正向题，“系统过于复杂”为反向题)，采用 5 点李克特量表(1=完全不同意，5=完全同意)。通过转换得分(正向题减 1，反向题 5 减原始分)并乘以 2.5，最终得分范围为 0-100 分，68 分为行业平均基准，高于 70 分视为良好(优于 75% 产品)，表 1 为 SUS 问卷题项内容设计。

3. 研究设计

本研究提出下面这些问题：(1) 数字化保护技术的应用效果如何？(2) 澳门大三巴数字博物馆如何提升游客体验以及对澳门旅游业的影响是什么？(3) 旅客用户对数字博物馆的需求和期望是什么？本研究建立起研究概念之后再使用 VR 为实验工具，参与者可通过 VR 头盔进行数字博物馆实际体验。研究采用 John Brooke 于

1986 年开发的标准化工具 SUS 问卷调查分析使用者对系统的满意度^②。研究采用计算机绘图软件 3DMAX 搭配 Unity3D 技术进行创作，澳门大三巴数字博物馆采用切换视角进行工作，使用者可戴上头盔使用手柄进行探索，数字博物馆展区划分主要采用历史划分历史时期划分，即主展厅早期历史(16 世纪-17 世纪)：展示大三巴牌坊的前身圣保禄教堂的建立及其作为远东第一所西式大学附属教堂的历史；中期历史侧展厅(18 世纪-19 世纪)：重点展示教堂经历的几次大火及其在火灾后仅存前壁，演变成今日大三巴牌坊的过程；现代历史侧展厅(20 世纪至今)：介绍大三巴牌坊作为澳门地标和文化象征的角色，以及其在现代社会中的保护与传承。

圣保禄教堂自 1601 年和 1835 年经历了较大大损坏后又重建，直到现在只有澳门大三巴废墟的存在，历史

资料较少，研究者根据《与历史同步的博物馆--大炮台》所著中记载的插图进行模型绘制图 2。

研究者根据考古所制图纸尝试利用 3Dmax 技术复原澳门圣保禄教堂的模型，后续在其中设计一款 VR 数字博物馆，使得用户可以更好地了解历史，对澳门大三巴的样子形成记忆。

VR 技术，即虚拟现实技术，最早由美国 VPL Research 创始人 Jaron Lanier 于 1989 年提出^③。本研究采用 VR 技术融入到数字博物馆实践主要是为了：

(1) 保护澳门大三巴现遗址，形成可持续文旅。

(2) 使用 VR 技术还原澳门大三巴的历史轨迹。

VR 界面的设计采用通俗易懂，用户通过使用 VR 手柄控制前进和后退方向，前进到一定的位置会触发历史讲解内容，学习进度可以提醒游客

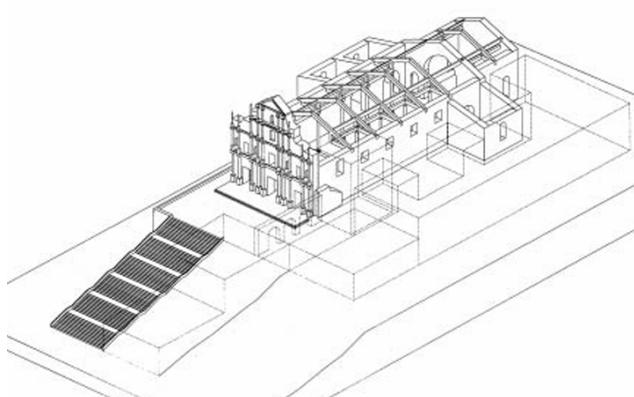


图 2. 1990-1993 考古报告尝试复原的圣保禄教堂图纸（摘自澳门与历史同步的博物馆--大炮台，页 19，澳门博物馆出版）



图 3. 3DMAX 技术还原澳门大三巴（作者自绘）

② Brooke J, SUS-A quick and dirty usability scale, Usability evaluation in industry[J], 1996, 189(194): 4-7.

③ 汤君友, 虚拟现实技术与应用 [M], 南京东南大学出版社 :2020.



图4. VR数字博物馆使用场景图片（研究者设计）

游览数字博物馆的浏览进度。

其次，系统会监测记录每日使用人数，统计数据进行上报后期可根据参与人数分析旅客用户对于系统的满意度如何。本研究通过数字博物馆的学习互动，营造使用者的多感官沉浸式体验，进而引导旅客了解澳门大三巴的历史文化。

四、研究分析与讨论

本研究样本共6位，所有参与者都没有使用过VR设备的经验，学历本科毕业2位，研究生学历2位，小学毕业者2位，其中小学毕业者年龄大于60岁，本科学生人数和研究生人数分布在20至30岁之间。实验研究将6人分为6组，分组为A1-A6，问

题共10题将其分为Q1-Q10，依次排列，得到数据如表2。

1. 数据分析与讨论

澳门大三巴VR数字博物馆在测试后整体效果良好，所有参与者的SUS得分均在82.5分至95分之间，平均得分为89.17分。根据SUS得分的一般标准，85分以上即可认为系统具有较高的可用性，因此本研究的VR系统整体上具有较高的可用性。其次，在(Q1问题中“我想我会经常使用这款VR数字化博物馆系统”)所有参与者均给出了接近5分的评价，说明参与人员对该系统有着较好的印象。在(Q10问题中即在我开始使用这款VR数字化博物馆系统之前，我需要学习很多东西)所有人员给予了1分的评价，因此可见系统的操作性较为

简单，这与本研究的初始目的相一致，让参观澳门大三巴的旅客在体验系统可以不必教学即可上手。未来将考虑继续完善系统的帮助功能，并提供更详细的帮助信息，以帮助参与者更好地使用系统，其次扩大样本量，并进行更深入的研究，以验证上述结论的普遍性和可靠性，并为未来的设计提供更有力的支持。最后通过上述研究成果可以表明，数字化VR澳门大三巴博物馆系统基本具备参与者的需求，后续进一步提高VR系统的可用性和用户体验，为文化遗产可持续性保护技术做更多的贡献。

五、结论与未来展望

本研究以数智赋能澳门大三巴新的历史保护形式，设计了一款大三巴数字博物馆系统，解决了大三巴目前的旅客压力从而以另一种方式保护了大三巴，其次为了解决旅客老龄化问题以新的方式来吸引年轻旅客，并且实现了景点与游客的虚拟交互，让体验者可以沉浸式感受到澳门大三巴的历史风貌。其主要研究目的主要分为以下三点：

- (1) 探索数字化保护技术在文化

表2 SUS数据测试分数

测试人员	题目										得分
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
A1	5	1	4	1	4	1	5	1	4	1	92.5
A2	4	2	5	2	4	1	5	1	3	1	85
A3	5	3	4	1	5	1	3	2	4	1	90
A4	5	1	4	1	3	1	4	1	4	1	87.5
A5	5	1	4	1	4	1	5	1	5	1	95
A6	4	1	4	1	3	2	4	1	4	1	82.5

遗产保护中的应用效果：本研究旨在评估数字化保护技术虚拟现实（VR）在澳门大三巴文化遗产保护中的实际应用效果。通过构建高精度的数字模型和沉浸式的虚拟体验，研究验证了这些技术在实现文化遗产数字化保存、增强游客体验以及促进文化传播方面的有效性。研究结果表明，数字化保护技术不仅能够实现对大三巴牌坊的记录历史内容，还能够通过互动体验增强游客的文化认知和参与感为文化遗产的可持续保护提供了新的技术手段和实践路径。

(2) 大三巴牌数字博物馆如何提升游客体验及其对澳门旅游业的影响研究：本研究重点探讨大三巴牌数字

博物馆在提升游客体验和促进澳门旅游业发展方面的作用，通过设计和实施基于 VR 技术的数字博物馆系统，该研究评估了该系统在提高游客参与度、满意度和文化认同感方面的实际效果。用户体验测试显示超过 85% 的用户对系统感到满意，验证了数字博物馆在增强游客体验方面的有效性。此外，研究还分析了数字文化旅游对澳门旅游业的潜在影响，包括缓解游客压力、吸引年轻游客和促进文化传播。

(3) 分析游客对数字博物馆的需求和期望：通过用户体验 SUS 问卷调查，深入分析了游客对大三巴数字博物馆的需求和期望。结果表明，用户对系统的易用性、内容丰富性和交互

性抱有很高的期望，通过分析用户反馈，该研究确定了系统帮助功能、内容呈现和用户界面设计方面需要改进的领域。未来，研究将继续关注用户需求的变化，通过不断完善系统功能和用户体验，进一步提升数字博物馆的吸引力和影响力以满足不同用户群体的需求。

传统的文物保护形式有所局限，可能会受到自然灾害、人为破坏或者其他形式，数字化保护形式以另一种存在与传统相结合，本研究结果有助于补足澳门大三巴的保护形式，未来亦可作为数字保护形式相关系统的参考依据，对澳门大三巴文化遗产保护和文旅提供了参考价值和贡献。

作者简介：

王正青 澳门理工大学硕士研究生。发表中英文期刊十余篇，包括 SCI 和北大核心等期刊，获得 ECICE 最佳论文奖。研究方向为交互设计、文化遗产学、数字媒体艺术等。

肖晨茜 澳门理工大学硕士研究生。多次参加学术会议发表论文，清华大学研究助理，获得 IF 等国内外知名设计奖项。研究方向为数字媒体设计。

吴致诺 澳门理工大学硕士研究生。研究方向为可持续建筑设计，室内设计等。

Digital Intelligence Empowers the Design and Research of Cultural Tourism Protection for the Macau Ruins of St. Paul's Digital Museum

Wang Zhengqing, Xiao Chenqian, Wu Zhihuo

(School of Arts and Design, Macao Polytechnic University, Macao 999078, China)

Abstract: This study aims to explore the potential application of digital tools in cultural heritage preservation and tourism development, using Macau's Ruins of St. Paul's as a case study. By enhancing the dissemination of cultural heritage and visitor engagement methods, it seeks to achieve the sustainable conservation and transmission of Macau's cultural heritage. The methodology involved collecting historical archives of St. Paul's Cathedral through literature review, conducting field investigations, and interviewing local residents to reconstruct the appearance of Macau's St. Paul's Cathedral. Subsequently, virtual reality (VR) interactive design technology was employed to construct a digital exhibition platform for the Ruins of St. Paul's Museum. User experience testing was conducted to gather feedback, successfully restoring the historical model of St. Paul's Cathedral and developing an interactive digital

museum platform for the Ruins of St. Paul's. Results indicate that this VR platform significantly enhances visitor engagement and satisfaction, with over 85% of users expressing satisfaction. Finally, it is concluded that employing digitally empowered methods in cultural heritage conservation and tourism development proves both feasible and effective. This approach amplifies the dissemination and influence of cultural heritage, strengthens visitors' cultural identity, and offers novel perspectives and methodologies for the sustainable preservation and transmission of Macau's Ruins of St. Paul's cultural heritage.

Keywords: Digital Intelligence Empowerment; Cultural Heritage; Cultural and Tourism Protection Design; Macau Ruins; Digital Museum
