

多模态融合与数字孪生驱动的陕西文物多语言传播体系构建与实践

陈慧* 薛文艳 张琳怡 林缕缕 简实

西安翻译学院, 中国·陕西 西安 710061

摘要: 在国家文化数字化战略与“一带一路”倡议深度融合的背景下, 文物多语言传播成为提升中华文化国际影响力的关键路径。针对当前文物传播中语言壁垒突出、文化内涵传递浅层化、交互体验单一等痛点, 本研究以陕西文物为核心对象, 构建多模态融合与数字孪生驱动的多语言传播体系。研究通过系统性采集文物文本、图像、音频、视频多模态数据, 运用数字孪生技术构建高精度虚拟文物模型, 开发“虚拟文物模型+多语言解读+交互场景”三位一体数字化平台, 建立“机器翻译+人工审校+文化调适”三级翻译机制, 针对性破解“鼎”“饕餮纹”等文化负载词的精准传播难题。实践验证, 该体系有效解决了多模态数据协同不足、跨文化误读等关键问题, 实现文物文化信息的精准跨语言传递与沉浸式传播, 形成可复制、可推广的文物数字化传播模式, 为文化遗产国际化传播提供理论支撑与实践范例。

关键词: 多模态融合; 数字孪生; 陕西文物; 多语言传播; 跨文化交流; 文化负载词; 数字化传播平台

The Construction and Practice of Shaanxi Cultural Relics Multilingual Communication System Driven by Multi-modal Fusion and Digital Twin

Chen Hui*, Xue Wenyan, Zhang Linyi, Lin Lvlv, Jian Shi

Xi'an Fanyi University, China Shaanxi Xi'an 710061

Abstract: In the context of the deep integration of the national cultural digitization strategy and the "Belt and Road" initiative, the multilingual dissemination of cultural relics has become a key path to enhance the international influence of Chinese culture. In view of the prominent language barriers, shallow cultural connotation transmission, and single interactive experience in the current cultural relics communication, this study takes Shaanxi cultural relics as the core object, and constructs a multi-language communication system driven by multi-modal integration and digital twins. This study systematically collects multi-modal data of text, image, audio and video of cultural relics, constructs a high-precision virtual cultural relic model by using digital twin technology, develops a three-in-one digital platform of "virtual cultural relic model + multi-language interpretation + interactive scene", and establishes a three-level translation mechanism of "machine translation + manual revision + cultural adjustment", aiming at solving the problem of accurate dissemination of cultural-loaded words such as "Ding" and "Taotie". Practice has proved that the system effectively solves the key problems such as insufficient multimodal data coordination and cross-cultural misreading, realizes the accurate cross-language transmission and immersive dissemination of cultural relics and cultural information, forms a replicable and replicable digital dissemination model of cultural relics, and provides theoretical support and practical examples for the international dissemination of cultural heritage.

Keywords: Multimodal fusion; Digital twin; Shaanxi cultural relics; Multilingual communication; Cross-cultural communication; Culture-loaded words; Digital communication platform

1 绪论

在全球数字化发展与文明交流互鉴的背景下, 文化遗产的国际传播已成为国家文化软实力构建的关键环节。我国“十四五”规划强调文化遗产的数字化与基因表达, 国家“中华文明物语工程”着力构建全球性文物语义数据库,

为文物资源的系统性国际传播奠定了数据基础。陕西作为古丝绸之路起点, 其丰富的文物资源承载着深厚的中华文明基因, 如何将其蕴含的复杂文化语义有效转化为跨文化受众可理解、可共鸣的意义符号, 是当前面临的核心课题。当前文物多语言传播实践存在显著困境, 主要体现在

“三重脱节”：一是语言转译与文化语义脱节，翻译多停留于表层信息转换，深层文化内涵严重流失；二是技术应用与传播体验脱节，多模态数据孤立，数字呈现交互单一，难以构建沉浸式文化情境；三是传播供给与受众需求脱节，策略缺乏对不同文化认知习惯的精细适配，易导致误读。这些问题的解决亟需范式层面的创新。

本研究旨在回应上述挑战，核心问题是：如何构建一个以文化语义精准传递为核心，有机融合多模态数字化采集、数字孪生建模、智能跨语言转译与情境化交互体验的文物国际传播体系，并验证其效能？

本研究兼具理论价值与实践意义。理论上，通过引入“文化数字孪生体”概念并融合多模态话语分析、跨文化传播等理论，尝试构建数字人文与传播学的交叉研究模型，深化对文化遗产数字化表达规律的认识。实践上，致力于研发一套可落地的系统性解决方案与平台原型，为博物馆国际化展示、教育传播及“一带一路”文化交流提供可直接应用的技术路径与策略参考，助力中华文化影响力提升。

通过对国内外研究现状的梳理可见，国内研究在技术应用与深度阐释的系统整合上存在不足，国外研究则在中国文物深度阐释与技术方案的复制性方面存在局限。因此，一个能深度融合文化阐释、技术集成与跨文化适配的传播体系尚属研究空白。

为此，本研究将围绕四大模块展开：构建文物多模态语义化表达模型；研究多模态数据融合与数字孪生体生成路径；设计面向文化负载词的智能跨语言转译与适配机制；开发并评估沉浸式多语言传播平台。研究采用混合研究方法，包括文献分析、设计科学研究、实验开发及基于问卷、访谈和用户日志的效能评估。

本研究的创新之处在于：理论层面，实现了文化基因理论、多模态话语分析、数字孪生与跨文化传播理论的整合性创新；技术路径上，提出了“多模态语义融合驱动数字孪生建模”的协同创新；应用模式上，构建了融用户反馈于闭环的迭代优化机制，提升了方案的实践生命力与可推广性。

2 理论基础与分析框架

本章旨在阐述支撑本研究四大核心环节——语义表达、数字重构、语言转译与传播适配——的关键理论，并构建其相互关联的分析框架。

2.1 文化遗产的语义分层与多模态表达理论

借鉴物质文化研究与符号学，文物意义可分为三层：本体层（物理属性与工艺）、语义层（原生语境中的功能

与社会关系）与象征层（承载的信仰与价值观）。国际标准（如 CIDOC CRM）多聚焦本体层，而对语义与象征层的描述仍具挑战。克雷斯与范勒文的多模态话语分析理论为此提供关键补充，认为意义由语言、图像、声音、空间等多种模态共同构建。因此，对文物的完整阐释需系统采集、分析并整合其形制、纹饰、出土环境、文献及相关声音等多模态符号资源。这构成了本研究数据采集与语义标注的根本依据。

2.2 数字孪生：从物理映射到文化镜像

将数字孪生概念引入文化遗产，需从其工业起源的“物理镜像”升维为“文化镜像”。文化遗产的数字孪生体不应仅是几何与纹理的高精度复制，更应成为封装、展示并交互其多层文化语义的“数字文化体”。这要求构建过程需与语义分层模型反向耦合，将文化语义作为元数据有机“焊接”至三维模型之上，形成语义增强的数字孪生。由此，它超越展示功能，成为支持研究者与受众从不同维度与尺度探索文物的新型分析工具与叙事媒介。

2.3 跨文化传播中的文化维度与适配理论

文化差异是国际传播中产生误解的主因。霍尔的高/低语境文化理论指出，高语境文化（如中国）信息多内嵌于语境，而低语境文化（如美国）信息依赖清晰外显的编码。这启示我们在向低语境受众传播高语境的中国文物时，必须将内隐信息进行显性化补充。霍夫斯泰德的文化维度理论（如个体主义/集体主义）则为系统比较文化差异提供了框架。基于此的文化适配理论主张，传播效果最大化需通过策略性调整信息与形式，以契合目标受众的文化认知框架。这意味着传播平台需具备一定“文化智能”，能根据受众背景调整叙事重点、信息呈现方式乃至交互逻辑。

2.4 神经机器翻译与领域自适应理论

神经机器翻译（NMT）利用深度神经网络学习语言间映射，已成为多语言传播的基础技术。然而，通用NMT模型处理文化遗产专业文本时，面临术语不准、文化负载词生硬等挑战。领域自适应技术是解决问题的关键，即在通用预训练模型基础上，使用特定领域双语语料进行微调，使模型掌握专业语言特征。进一步可结合翻译记忆库、术语库及知识图谱，对关键文化专有项进行约束与增强翻译。本研究旨在通过此类技术，构建一个“懂文物”的专业翻译引擎，为高质量多语言内容生成提供支撑。

2.5 总结：分析框架

本研究的分析框架是一个以“文化语义”为主线、四大理论协同支撑的有机整体：多模态表达理论指导对文物

进行语义化解构与数据化；数字孪生理论指导将语义数据重构为可交互的虚拟文化实体；跨文化适配理论指导根据目标文化认知模型，对数字实体释放的信息进行策略性包装与调度；神经机器翻译理论则为信息包装的语言转换提供智能化工具。这一“解构-重构-适配-转译”框架，构成了后续体系构建与实践验证的蓝图。

3 陕西文物多语言传播的现状分析与核心挑战

3.1 陕西文物资源的多维价值与传播潜能

陕西是中华文明基因库的浓缩之地，其文物资源具有时序完整、品类齐全、等级崇高的显著特征。截至2023年底，全省拥有包括秦始皇陵及兵马俑坑在内的3处世界文化遗产，270处全国重点文物保护单位，以及超过700万件（套）的馆藏文物。这些资源不仅构成一部立体的“中国通史”，更蕴含了独特的文化密码：以何尊、毛公鼎为代表的青铜器，其铭文与造型是早期国家礼制与文字演进的直接物证；以耀州窑青瓷为代表的瓷器，展现了古代手工业的巅峰技艺与东西方贸易的实物脉络；以西安碑林为集大成者的古代石刻与书法艺术，则是精神信仰与审美哲学的永恒镌刻。这类文物所承载的“高语境”文化信息——如礼器的秩序象征、瓷器的美学精神、碑刻的历史叙事——使其成为跨文化传播中极具价值亦极具挑战的客体。其国际传播的深层目标，不在于展示奇珍异宝，而在于疏通这些“文化密码”被全球受众理解与共情的认知路径。

3.2 现行传播模式的梳理与效能评估

当前，陕西文物的国际传播已形成以实体博物馆为基石、以数字平台为延伸、以跨境展览为触角的多元渠道网络。实体场馆普遍提供多语种导览图册、语音讲解器及人工讲解服务；数字领域，陕西历史博物馆等机构推出了“数字展厅”与藏品数据库；在国际舞台上，“丝绸之路”主题巡展成为常态。技术应用亦在迭代，部分机构已尝试将三维模型与AR互动融入展览。

然而，一套系统的效能评估揭示出“广度”与“深度”之间的显著落差。在传播覆盖面（广度）上，语言种类高度集中于英语，对“一带一路”沿线俄语、阿拉伯语及众多中亚、西亚语言的覆盖严重不足，形成了传播网络的“语言荒漠地带”。在内容深度上，传播信息多停留在“是什么”（本体属性）的层面，对于“为何如此”（文化逻辑）与“何以重要”（文明价值）的阐释严重缺失。例如，对“鼎”的介绍往往止步于“古代烹煮器”，其作为权力

重器在礼制中的核心地位、其不同形制与数量的等级意义等深层文化语义几乎被完全过滤。在技术体验上，现有的三维模型或VR展示，大多仅为视觉的延伸，未能构建一个融合历史背景、制作工艺、使用场景、文学隐喻的多模态叙事场，交互设计停留在基础的旋转缩放，缺乏激发深度探索的认知引导与情感触点。

3.3 结构性问题的深层剖析

上述表象之下的，是一系列交织互锁的结构性问题：

数据层面的割裂与失语：文物数据管理普遍存在“模态隔离”。文本研究资料、高清影像档案、三维扫描数据、音视频记录分散于不同部门与系统中，缺乏统一的标准与语义关联。这导致数字再现时，各模态信息无法协同叙事，文化阐释沦为对孤立文本的简单翻译或对孤立图像的静态说明，文物作为意义综合体的完整性被肢解。

翻译层面的浅表化与损耗：当前翻译工作多被视为语言技术问题，而非文化转译工程。对于文化负载词，普遍采取音译（如“taotie”）或字面直译（如“monster mask”），其背后的神话体系、宗教观念、社会功能等“语境晕”丢失殆尽。翻译过程缺乏文物专家与跨文化传播学者的深度介入，机器翻译或一般译者难以准确把握并创造性转化这些高语境文化概念。

技术层面的悬浮与脱节：先进数字技术的应用有时与核心的文化传播目标脱节。追求极致渲染精度而忽略语义标注，导致模型“有形无神”；开发复杂的互动特效却无助于理解文物内涵，导致体验“有趣无益”。技术与人文沦为“两张皮”，未能形成以文化语义传递为内核的融合创新。

机制层面的协同缺失：有效的国际传播需要文物学、语言学、计算机科学、设计学、传播学的持续协同。现行体制下，各领域专家往往各自为战，缺乏从项目策划伊始就深度嵌入的跨学科协作机制与共同工作语言。这导致最终产品往往是技术方案、内容脚本与设计界面的机械拼接，而非有机统一的数字文化产品。

这些结构性问题共同导致了传播效能的“内卷化”：投入不断增加，形式日益炫目，但文化穿透力与认知转化率却始终徘徊于瓶颈。破解之道，在于构建一个能从根本上打通数据壁垒、贯通文化语义、融合技术人文、并实现闭环优化的新一代传播体系。

4 多模态融合与数字孪生驱动的传播体系构建

本章旨在提出并详细阐述一个全新的解决方案框架。该体系以“文化数字孪生体”为基本传播单元，以多模态

语义融合为技术内核，以智能化跨文化适配为输出策略，旨在实现文化遗产从物理实体到可理解、可交互、可共鸣的数字文化意义的系统转化。

4.1 体系构建的指导原则

体系设计遵循四大核心原则：

语义保真原则：坚持数字化过程的“意义优先”。所有技术手段服务于文化内涵的精准提取、结构化表征与创造性再现，确保数字形态不仅复刻文物之“形”，更能延续并激活其“神”与“意”。

模态协同原则：摒弃单一模态主导的思维，倡导文本、图像、声音、空间、行为（交互）等多模态数据的平等地位与深度语义关联，通过协同互补构建立体的意义网络，适应人类多元的认知通道。

受众中心与动态适配原则：将目标受众的文化认知框架作为传播设计的核心变量。体系需具备感知或预设受众文化背景的能力，并能动态调整信息密度、叙述视角、解释方式与交互逻辑，实现从“千人一面”到“千人千面”的个性化传播。

开放演进原则：体系架构应模块化、标准化，支持多语种内容的持续扩充、新交互技术的便捷接入，以及基于用户反馈数据的自我优化，形成一个具有学习与成长能力的“活系统”。

4.2 四层架构的整体设计

体系自上而下由战略层、应用层、核心层与资源层构成，形成双向赋能闭环。

资源层（Data Resource Layer）：体系的基石。它并非原始数据的简单堆积，而是经过严格语义标注与关联的结构化知识库。包括：（1）多模态文物本体库：按照 CIDOC CRM 等国际标准，对文物进行三维模型、高清图理、多光谱图像、X 光片、微观结构等多维度数据采集与对齐。（2）文化语义知识图谱：构建以文物为节点的知识网络，关联其历史背景、工艺技术、功能用途、文献记载、神话传说、象征意义等，并将这些知识以机器可读的方式与本体库中的具体部位（如特定纹饰）进行锚定。（3）多语言术语与语料库：包含文物专业术语的多语种对照、文化负载词的权威解释与翻译案例，以及高质量的双语平行语料。

核心层（Core Technology Layer）：体系的引擎。包含三大技术中台：

数字孪生体中台：负责将资源层的数据“活化”。它运用游戏引擎或专业三维环境，加载高保真模型，并驱动

其与文化语义知识图谱进行实时关联。在此，文物不仅可被观看，其纹饰可被点击并弹出深层解释，其结构可被拆解展示工艺，其使用场景可通过环境音效与光影变化进行复原叙事。智能转译与适配中台：集成了经过领域微调与术语约束的神经机器翻译引擎，负责文本内容的快速多语言生成。更重要的是，它内置跨文化适配算法引擎。该引擎基于霍夫斯泰德文化维度等理论，建立不同文化群体的“认知偏好模型”。当设定目标受众群体后，引擎能自动对知识图谱中的叙事线索、解释文本的详略程度、隐喻的选择，甚至 UI 的交互风格提出优化建议。多模态融合与叙事中台：这是实现“模态协同”的关键。它提供一套工具与协议，允许内容策划者（策展人、教育人员）像编辑一部多媒体纪录片一样，自由地将三维模型动画、热点注解、语音解说、背景音效、文献摘录、对比图像等元素，在时空维度上进行编排，生成一个线性的或非线性的、可交互的“数字叙事包”。

应用层（Application Layer）：体系的触手。根据不同场景，调用核心层的能力，封装成面向最终用户的产品。主要包括：（1）沉浸式线上博物馆：基于 WebGL 或云渲染技术，提供可在浏览器中深度探索的虚拟展厅与文物数字孪生体。（2）混合现实（MR）导览应用：在实体展厅内，通过手机或 AR 眼镜，实现文物实体与数字扩展信息（如复原动画、虚拟修复、深度解说）的无缝叠加。（3）个性化教育内容生成器：允许教师或学习者自定义主题（如“唐代丝路贸易”），系统自动从资源层抽取相关文物与知识，生成定制化的交互式学习模块。

战略层（Strategy & Evaluation Layer）：体系的大脑。该层关注宏观策略与持续优化。它基于应用层收集的翔实用户行为数据（如停留时间、交互路径、知识问答正确率、情感反馈）以及直接的满意度调研，对传播效果进行多维度评估。这些评估结果将作为关键反馈，反向驱动资源层内容的完善、核心层算法的优化以及应用层体验的迭代，形成“设计 - 实施 - 评估 - 优化”的完整闭环。

4.3 关键技术的实现路径

语义增强的数字孪生体生成：采用摄影测量与结构化光源扫描获取高精度几何与纹理。突破点在于，在建模管线中集成语义标注环节。在三维软件中，文物学家可直接在模型表面标注区域（如“兽面纹”），并与知识图谱中的对应词条关联。最终输出格式不仅是通用 glTF，更是包含嵌入式语义标签的“智能三维资产”。

基于知识图谱的上下文感知机器翻译：在标准 Trans-

former 模型基础上, 构建一个翻译记忆库与知识图谱联合查询模块。当翻译引擎遇到文化负载词时, 不仅查询术语库, 更会检索知识图谱中该词条关联的多语种解释、图片、类比案例, 并动态生成包含背景信息的扩充性译文(如“A Ding, a ritual bronze vessel symbolizing state power and divine mandate in ancient China”), 从而突破句子边界的局限。

跨文化叙事策略的算法辅助生成: 这是最具创新性的技术尝试。算法模型通过分析目标文化维度特征(如高个体主义), 从知识图谱中优先筛选强调个人创造、艺术风格、工匠故事的叙事节点; 对于高不确定性规避文化, 则可能优先提供确凿的考古证据链, 并减少开放性的多重解释。算法不替代策展人的创意, 而是成为其进行受众分析的智能助手, 提供数据驱动的策略建议。

5 体系实践与效能实证研究

5.1 实验设计与实施

为验证上述理论框架的可行性, 本研究选取了陕西历史博物馆、秦始皇帝陵博物院及西安碑林博物馆的 20 件核心文物(涵盖青铜、陶俑、碑刻)作为实证对象。研究组建了跨学科团队, 历时 8 个月, 完成了以下工作:

数据工程建设: 对目标文物进行了系统的多模态数据采集, 并构建了一个小型的、但结构完整的示范性知识图谱, 包含超过 500 个实体与 1000 余条关系。

平台原型开发: 基于 Unity 引擎与 WebGL 技术, 开发了一个“陕西文物数字孪生探索平台”原型。该平台实现了文物三维模型的在线交互、与知识图谱的热点关联、中英双语的自适应解说(含文化调适版本), 以及两个对比性的虚拟展厅叙事(一个“标准版”, 一个针对西方青少年受众的“故事探索版”)。

控制性对比实验: 招募了 120 名来自不同文化背景的国际被试(包括欧美、东亚、东南亚等), 分为实验组与对照组。实验组使用本研究开发的原型平台进行探索, 对照组使用目前博物馆主流的“高清图片+文本解说”双语网页。通过前后测问卷、任务完成度测试、眼动追踪(部分被试)及事后深度访谈, 收集多维数据。

5.2 研究发现与数据分析

定量与定性数据分析揭示了显著差异:

文化认知深度: 在后测的知识理解题中, 实验组对文物文化内涵(如“兵马俑的军阵反映了何种观念”)的答题准确率平均比对照组高出 34%。访谈中, 实验组被试能更频繁、更准确地使用“礼制”“社会等级”“生死观”等抽

象概念来描述文物。

跨文化理解与共情: 针对文化负载词的理解, 实验组中表示“能理解其大致文化意义”的比例达 82%, 而对照组仅为 45%。多位欧美被试在体验“故事探索版”后表示, 通过虚拟角色引导和情境再现, 他们“第一次感受到这些陶俑不是冰冷的士兵, 而是一个宏大信仰体系的组成部分”。

用户参与度与体验: 眼动数据显示, 实验组在文物关键细节(如铭文、特殊纹饰)上的凝视时间更长, 且注视点路径呈现出更多的探索性(非线性)。任务完成率(如“找到三件与祭祀相关的文物”)实验组为 91%, 远超对照组的 60%。满意度问卷中, 实验组在“沉浸感”“启发性”“易理解性”维度上均分显著更高。

5.3 实践总结与反思

实证研究初步证实, 本研究所构建的体系能有效提升文化遗产国际传播的深度与效能。其成功关键在于将文化语义的结构化置于首位, 并以数字孪生为交互界面, 以智能适配为沟通策略, 创造了一个允许受众进行主动意义建构的数字环境。

然而, 实践也暴露出挑战: 一是前期数据与知识工程的成本高昂, 虽长远受益, 但初始投入门槛仍存; 二是跨文化适配算法的精准度仍有很大提升空间, 当前更多依赖于人工预设规则, 真正的智能化、个性化还有赖于更大规模用户数据的训练; 三是商业模式与可持续运营尚在探索中, 需要与文化机构、教育部门、旅游产业建立更广泛的利益共享机制。

6 结论与展望

数字文明时代的文化遗产传播, 其核心在于对文化意义的阐释权与对话能力。本研究针对文物国际传播中文化内涵耗散与技术应用离散的痛点, 构建了以“文化数字孪生体”为核心理念、以多模态语义融合与智能跨文化适配为路径的创新传播体系。主要结论表明: 文化遗产数字化需实现从“存档”向“语义化活化”的范式转型, 通过结构化提取文化逻辑并与视觉表象关联, 使数字资源升维为有效传播资本; 数字孪生技术赋予了文化遗产“元媒介”属性, 使其成为一个可计算、可交互的意义操作平台, 为复杂跨文化阐释提供了统一的情景化环境; 人机协同的智能适配(即“算法推荐+专家决策”模式)是现阶段提升传播针对性与有效性的可行路径。实证研究表明, 本研究提出的“资源-核心-应用-战略”四层体系框架具备良好的逻辑自洽性与实践可行性。

本研究亦存在局限,如实证样本有待扩充、对大型不可移动文物的叙事支持需深化、与非通用语种的结合实践待推进。展望未来,本领域将在三方面持续演进:技术融合深化,借助AIGC、情感计算等技术实现内容生成与传播过程的动态优化;传播范式扩展,从机构“单向阐释”转向公众“共创叙事”,构建开放的意义网络;生态系统构建,旨在建设国家级“文化遗产数字孪生云平台”,通过统一标准与开放接口,汇聚多元主体,最终培育一个繁荣的数字文化遗产创新生态。

文化遗产的国际传播是一场关于理解与对话的持久工程。本研究期望通过技术与人文的深度融合,激活沉睡的文明基因,使其在数字时空生动复苏,于全球受众心中引发跨越文化的深刻回响

参考文献:

- [1] 袁泉,何颜菲,杨钰婷. 文物新媒体矩阵传播路径创新研究——以陕西省为例[J]. 国际公关, 2025,(17).
- [2] 张井炜,冉伟,王璞. 浅谈陕西文物保护的现状、问题及对策[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2020,(09):112-113.
- [3] 中共十九大: 决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利[J]. 保密工作, 2021,(12):2.
- [4] 哈长辰,黄国文. 生态语言学新思想及其对生态话语分析的启示[J]. 当代外语研究, 2022,(05):88-96.
- [5] 郭竹. 数字孪生技术重塑稻作文化传播场景的审视与展望[J]. 现代交际, 2026,(01):64-73+123.
- [6] 苏龙龙,刘忠宝. 融合语法感知和检索增强的古文机器翻译方法[J/OL]. 计算机与现代化, 1-8[2026-02-05].
- [7] 秦新华. 数字技术助力文物知识研究与传播[N]. 中国文物报, 2025-12-11(008).
- [8] 施牧帆,王原. 数字孪生视角下的文物智能传播路径研究——以黑龙江纸质文物为例[J]. 中华纸业, 2025,46(11):130-132.
- [9] 李婷. 数智技术下文化遗产的数字化重建与虚拟展示: 技术融合与文化传承研究[J]. 新闻研究导刊, 2025,16(22).
- [10] 张雅澜. 莫高窟第 61 窟五台山图像数字化交互设计研究[D]. 兰州大学, 2025.
- [11] 舒丽丽,李建毛. “深描”物证培根铸魂——“根·魂——中华文明物语”展的策划与思考[J]. 中国博物馆, 2019,(03):52-57.
- [12] 范帅帅. 复杂三维模型网络化浏览交互系统的研究与实现[D]. 西安电子科技大学, 2022.
- [13] 赵万青,徐朝阳,谢智伟. “博古问津”: 知识图谱增强的文化遗产领域多模态大模型[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2025,55(06).
- [14] 盛小雯,邹晓婷. 数字化背景下非物质文化遗产的多语言传播策略与路径探究[J]. 中国民族博览, 2025,(21):100-102.
- [15] 许晓翠. 多模态话语分析研究综述[J]. 文化创新比较研究, 2019,3(29):84-85.
- [16] 张铮,倪彬彬. 文化大模型与国家文化数字化: 战略背景、融生逻辑与规制路径[J]. 苏州大学学报(哲学社会科学版).
- [17] 丁珊珊,周佳,韩雨欣. “一带一路”背景下古代体育文化外宣研究——以“打马球纹铜镜”阐释文本为例[J]. 体育世界, 2024(11).
- [18] 张燕. 科技让文物看得见活起来[N]. 深圳特区报, 2025-03-24(A02).
- [19] 周伟,苍愨楠,程浩宗. 基于AR技术的文物数字化三维图像重建方法[J]. 图学学报, 2025, 46(2):369-381.
- [20] 王大可,李菁菁. 生成式AI、多模态分析与算法权力: 2025年国际计算传播研究的知识结构与前沿热点[J/OL].

基金项目: 本文由西安翻译学院2025年大学生创新训练计划项目“多模态融合与AI数字孪生驱动的陕西文物多语言传播体系构建与实践研究”资助(编号: 202512714002)。

* 通讯作者简介: 陈慧(2006-),女,汉族,山东人,西安翻译学院英文学院在读本科生,获挑战杯全国大学生课外学术科技作品竞赛国家级三等奖。