

序言

文化遗产是承载灿烂文明、传承历史文化的重要载体。以数字化技术保护好、传承好、利用好这些宝贵财富，让文化遗产不受时间和地域限制得到生动呈现，有利于各国人民更清晰地认识到人类文明的多样性和共通性，促进不同文化的互赏互鉴、共存共荣。

作为数字领域的新兴国际组织，世界互联网大会致力于推动数字技术的创新应用与跨界融合。为系统总结数字技术赋能文化遗产保护与传承的优秀实践，2025 年世界互联网大会面向全球征集文化遗产数字化优秀案例，共收到近 200 项申报案例。经过多轮严格评审，最终精选来自 12 个国家和地区的 40 项代表性案例。这些案例集中展现了数字技术在文化遗产保护、考古研究、展示利用等领域的创新应用，为全球文化遗产数字化工作提供了宝贵经验。

本案例集不仅是对现阶段文化遗产数字化成果的重要回溯，更是面向未来的实践参考。我们希望通过这些案例的分享，促进各国在文化遗产数字化领域的经验交流与技术合作，推动创新技术的推广应用。

展望未来，世界互联网大会将持续关注数字技术与文化遗产融合发展的新应用、新趋势，不断完善国际交流与合作机制，积极构建开放包容、协作共享的数字文化生态。与全球各方携手共进，充分运用数字技术守护人类共同的文化遗产，让古老文明在数字时代焕发新的生机与活力，为推动构建网络空间命运共同体迈向新阶段注入文化动能。

世界互联网大会
2025 年 9 月



CONTENTS

目录

文化遗产保护方向

- | | |
|-----|--|
| 008 | 1. 基于物联网与大数据技术的石窟寺群文化遗产风险综合监测预警平台 |
| 014 | 2. 探元计划 2024- 培育数字技术协同文博行业创新应用示范 |
| 017 | 3. 基于 AI 的秦兵马俑数字化及虚拟修复技术案例 |
| 023 | 4. 龙门石窟微痕浅浮雕三维建模及纹饰图案的自动理解与建库检索 |
| 028 | 5. 文化遗产的数字化“基因库”：浙江大学高保真采集、智能处理与活化应用体系 |
| 032 | 6. “良渚遗址 5000+” 数智应用 |
| 037 | 7. 基于数智技术的长城遗产价值挖掘与多场景阐释方案 |
| 043 | 8. 天然缪子成像技术赋能云冈石窟大遗址保护 |
| 047 | 9. 基于大数据的古陶瓷基因库数字化平台 |
| 052 | 10.WIPCO：景福宫三维数字化项目 |
| 056 | 11. 张园石库门建筑群数字孪生与多模态交互平台 |
| 061 | 12. 国家级非物质文化遗产代表性传承人记录工作 |

- 066 13. 德累斯顿皇家瓷器收藏平台
- 070 14. 基于无人机倾斜摄影建模的新疆佛寺遗址数字化采集与记录
- 075 15. 基于 AI 智能语音的方言保护公共服务平台
- 079 16. 古城保护利用信息管理系统——数字化扫描赋能古城物质文化遗产数字化保护
- 084 17.AMD × 永乐宫：AI 赋能文物数字化，让千年壁画重焕新生
- 087 18. “书阁一体”公益项目
- 092 19. 基于人工智能的古籍文献大数据治理平台
- 097 20. 世界古代文明图像数据库
- 102 21. 基于多模态 AI 与 3D 视觉的应县木塔“数字孪生”解决方案
- 107 22. 数筑记忆——广东城乡历史文化数智化保护传承
- 112 23. 澳门保利美高梅博物馆“蓝色飘带—探索神秘海域 邂逅丝路遗珍”中的数字化实践
- 115 24. 多维尔

展示利用方向

- 120 1. “数字藏经洞”数据库平台
- 124 2. “云上中轴”（国际版）
- 129 3. 山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承
- 133 4. 丝绸之路数字博物馆

- 137 5. 数字洛阳
- 141 6. 生命艺术——马王堆汉代文化沉浸式数字大展
- 145 7. “亚述之王”特展交互式展示与传播
- 150 8. “数字一大”服务矩阵
- 155 9. “运河奇境”——VR 大空间沉浸式体验探索展
- 158 10. 何以文明——中华文明探源工程成果数字艺术大展
- 163 11. 应用于文化遗产数字化的“ORA Sphere”

考古方向

- 168 1. 推动地中海文明考古合作——中突合作突尼斯本·阿鲁斯森林遗址考古发掘项目
- 172 2. 数字鲸落 - “南海 I 号”考古发掘
- 175 3. 科技与人工智能在文化遗产价值提升与安全保护中的应用：RUME 项目案例研究
- 179 4. 曾侯乙尊盘三维数字化复原
- 183 5. 三维建模技术助力中国 - 肯尼亚旧石器联合考古

1

文化遗产 保护方向

基于物联网与大数据技术的石窟寺群文化遗产风险综合监测预警平台

Comprehensive Monitoring and Early Warning Platform for Cultural Heritage Risks of Grotto Temples Based on IoT and Big Data Technologies



敦煌研究院
DUNHUANG ACADEMY

天津大学
TIANJIN UNIVERSITY

浙江大学
ZHEJIANG UNIVERSITY

旗云高科
QIYUNHI-TECH

01

基于物联网与 大数据技术的 石窟寺群文化 遗产风险综合 监测预警平台

► 申报机构

敦煌研究院

► 其他参与机构

天津大学

浙江大学

武汉旗云高科工程技术有限公司

本案例创新性构建了“区域-遗产地”两级石窟寺群风险监测预警体系，通过物联网与大数据技术整合，破解中小石窟寺保护监测能力薄弱的难题。其核心价值在于：一是首创分级管理模式。区域平台提供标准化监测服务（如灾害预警、数据分析），中小石窟仅需部署设备即可接入，大幅降低建设与运维成本；二是融合多种技术手段。解决了异构传感器接入、海量数据管理等技术痛点，实现风险实时监测与闭环处置；三是联动专业机构（气象、地震等）提供定制化灾害预警。提升区域石窟群整体防灾能力，为不可移动文物的系统性保护提供支撑。

➤ 石窟寺保护的监测需求与挑战

石窟寺作为重要文化遗产，因开凿于山崖的特性，易受气象、地质灾害及人类活动影响，面临结构失稳、风化、渗水等风险。当前，多数中小石窟寺因资金、人员、技术限制，保护管理基础薄弱：缺乏标准化的保存状况评估体系，风险监测机制不健全，难以实时识别隐患并采取措施；同时，自然灾害的专业性监测需求与中小石窟的能力短板形成突出矛盾，需通过技术整合构建高效、普惠的监测解决方案，实现从被动抢救到主动预防的转型。



• 甘肃省石窟寺监测预警平台

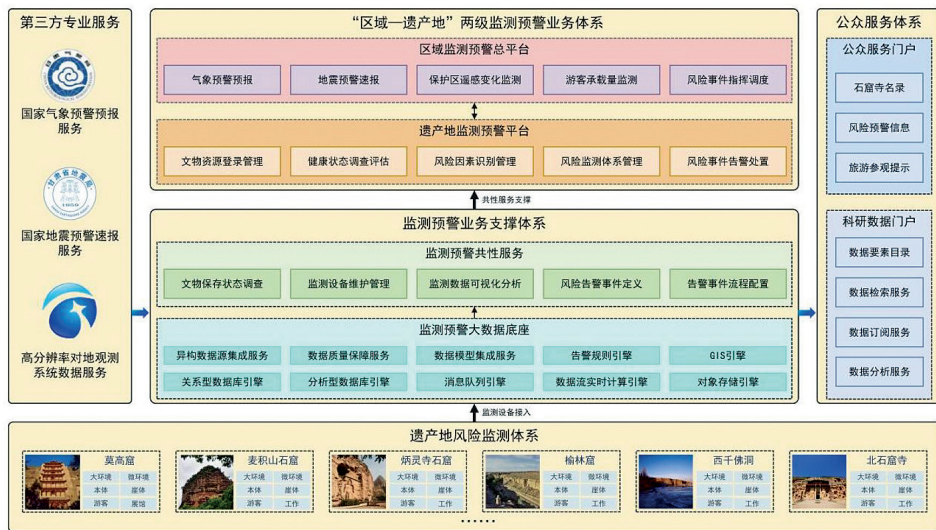
➡ 分级监测的技术体系构建

本案例依托“区域-遗产地”两级架构，打造覆盖监测、分析、预警、处置的全链条技术体系。

两级业务体系：区域监测平台整合共性服务（如灾害预警、数据管理），为中小石窟提供标准化工具模块；遗产地仅需部署针对性监测设备（如温湿度传感器、结构监测仪），即可接入区域平台，实现风险实时感知。

技术支撑体系：基于大数据底座，解决异构传感器接入、高并发数据存储、历史数据检索等难题；联动气象、地震等专业机构，提供定制化灾害预警（如暴雨、地震速报），拓展监测广度与精度。

服务延伸：面向公众提供石窟名录、旅游提示等信息，为科研人员开放数据检索与分析工具，实现保护与利用的协同。



• 石窟寺群文物风险综合监测预警平台技术框架

➔ 从试点到推广的实施路径

本案例分阶段推进，逐步扩大监测覆盖范围。

一期试点（已完成）：以敦煌研究院所辖6处石窟（莫高窟、麦积山等）为对象，搭建“省监测中心－遗产地”两级体系，实现保存状态动态评估、灾害统一预警、风险事件闭环处置，验证分级模式的可行性。

示范点创新：针对无电力、网络覆盖的中小石窟（如榆林窟下洞子石窟），设计轻量化监测方案，为偏远地区石窟提供可落地的接入模式。

二期规划：计划覆盖甘肃省236处石窟寺，完善风险评估机制，扩充灾害预警渠道，提升数据智能化分析能力，形成全省统一的监测网络。



• 莫高窟－监测工作总览

➤ 技术与模式的创新突破

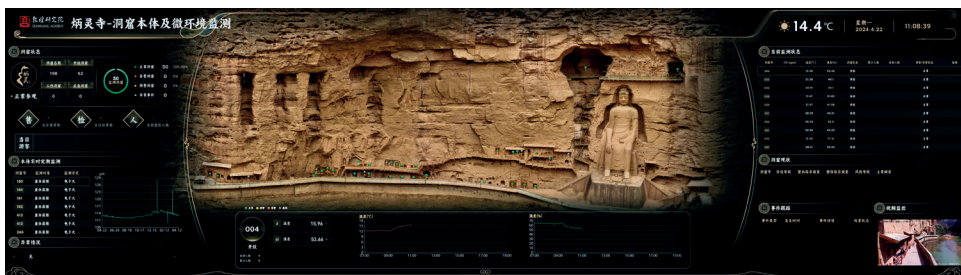
本案例在业务模式与技术应用上实现双重突破。

模式创新：“云-边”架构降低中小石窟参与门槛，区域平台集中提供专业服务（如数据分析、设备维护），避免低水平重复建设；联动专业机构开展协同监测，填补中小石窟在灾害预警上的能力空白。

技术突破：基于大数据技术构建适配文物监测的管理平台，解决异构设备接入复杂、数据存储效率低等问题；通过标准化模块设计，实现风险事件从识别、告警到处置的全流程自动化，提升响应速度。



• 麦积山 - 本体监测



• 炳灵寺 - 本体及微环境监测

➤ 实践成效与价值体现

本案例实施已取得多维度成效。

保护成效：一期覆盖的6处石窟建成全面监测体系，实现风险实时预警与闭环处置，推动预防性保护水平提升；标准化评估工具为病害精准治理提供决策支撑。

经济效益：通过区域平台共享服务，减少中小石窟重复建设投入，提升文保资金使用效率；降低人力成本，避免因隐患延误导致的高额修复费用；改善保护状况带动旅游经济发展。

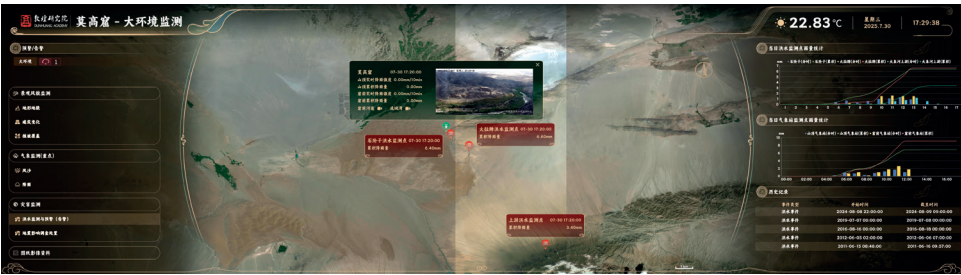
社会效益：推动中小石窟从被动保护向主动预防转型，提升文物科技保护水平；为石窟开放管理提供科学依据，增强公众文化自信，形成“保护－利用”良性循环。



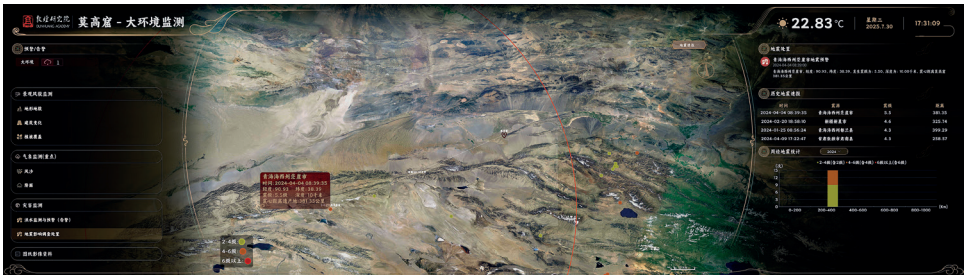
• 莫高窟－大环境－遥感监测



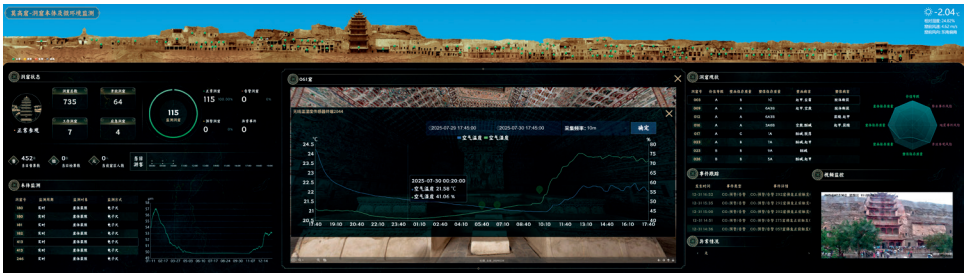
• 莫高窟－大环境－风沙监测



• 莫高窟－大环境－洪水监测



• 莫高窟 - 大环境 - 地震监测



• 莫高窟 - 洞窟本体及微环境监测

未来拓展与规划

技术升级：引入 AI 技术分析海量监测数据，构建风险因素关联模型，提升病害预判与健康评估能力，增强智能化决策支撑。

场景延伸：二期项目覆盖甘肃全省 236 处石窟，后续将扩展至长城、古建筑等其他文物类型；逐步向西北乃至更广区域推广分级监测模式。

保障机制：争取专项资金与社会资本支持，依托敦煌研究院专业团队（国家卓越工程师团队）保障技术迭代；深化国际合作（如与美国盖蒂保护研究所），引入先进经验。

探元计划

2024

探寻科技助力
中华文化焕活创新范式

指导单位 国家文物局科技教育司

发起单位 中国文物信息咨询中心 国家文物局数据中心

支持平台 腾讯SSV探元

02

探元计划 2024 一培育数字技术 协同文博行业创 新应用示范

► 申报机构

中国文物信息咨询中心（中国国家文物局数据中心）

► 其他参与机构

腾讯 SSV 数字文化实验室

腾讯研究院

社会价值投资联盟（深圳）

“探元计划 2024”由中国国家文物局科技教育司指导，中国文物信息咨询中心（国家文物局数据中心）、腾讯 SSV 数字文化实验室、腾讯研究院、社会价值投资联盟（深圳）联合发起。为解决行业共性关键问题，“探元计划 2024”场景共创项目选择特定场景进行数字技术创新探索实践，在特定文化、文博场景中实现创新技术应用创新探索与落地验证，促进共创成果转化。以“文化 + 科技”创新资助与孵化模式，通过三种路径提供全方位支持，利用数字化技术突破传统局限，推动数字科技助力中华文化焕活，实现文化遗产的高效保护、标准化传承与大众化传播。

多元融合 创新引领

在数字化记录与保存场景，采用高精度三维激光扫描技术和时域光学孪生技术等。在文物复原与数字研究场景，应用人工智能技术、大模型等。在虚拟展示与传播场景，深度融合 AI 大模型等多模态知识与时空交互体验及“知识智能体及两文三语大模型”的驱动图文检索与创作；通过 AI 叙事游戏与三维时空穿梭的形式，将文化场景的历史、语言、空间融为沉浸体验。在跨学科交叉与融合场景，围绕“防保研管用”等典型应用痛点，联合生物学、化学、材料学、核物理学及航空航天科学等多学科，加速推进关键技术的突破与应用。

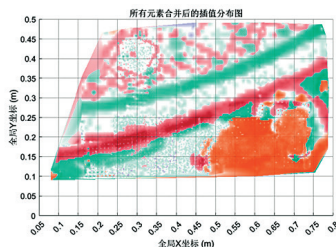
突破行业痛点，场景应用精准高效

针对五大场景核心问题实现技术突破：

新疆克孜尔石窟：

利用太赫兹时域光谱（THz-TDS）技术对烟熏覆盖壁画进行无损检测与图像识别，基于大模型人工智能体的

壁画虚拟修复框架，采用双模型驱动的思维链策略，依据专业知识精准补全残缺壁画，实现了文化遗产的活态传承。



- 克孜尔石窟第 161 窟穹顶边缘烟熏壁画浙江大学团队太赫兹多模态技术扫描修复成果

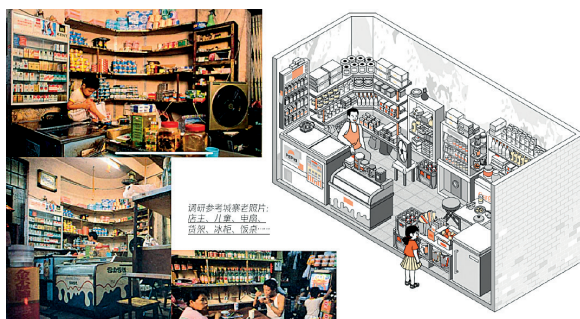
湖南博物院：利用人工智能技术对马王堆丝织文物进行毫米级精度复原，通过多模态文物数据训练，智能生成与丝织品风格、纹饰特征匹配的图案。

龙门石窟：通过深度学习的精度光度立体技术实现浅浮雕表面的高精度三维建模，利用多模态数据对齐方法实现纹饰图案的自动检测、分类建库和快速检索。提升石窟寺的保护和利用水平，实现采集设备成本大幅降低及采集工作效率大幅提升的优势。

景德镇陶瓷研究院：利用自主研发的“时域”技术，为景德镇场景共创项目提供了超高精度数字化和光学孪生解决方案，输出陶瓷文化遗产的数字资产版本库，实现

了陶瓷作品的真实光学影像和微米级纹理细节的数字化呈现。同时通过线下主题场馆和线上“千馆万瓷”APP，助力陶瓷“数字打更”，向世界展示了景德镇陶瓷文化遗产的独特价值和魅力。

香港联合出版集团：通过数字出版与文化遗产的深度融合，利用古籍数字化复原九龙城的历史文化，构建三维虚拟空间再现九龙城的中华文脉。通过高精度的数字化技术，将与九龙城相关的历史书籍转化为虚拟现实体验，让用户能够沉浸式地感受九龙城的历史文化魅力。



◆“在九龙城 阅见香港” AI 互动叙事 2D 场景

➡ 实践成果

成果体量与覆盖范围扩大：征集 279 个项目，遴选 27 项技术方案，推动 6 个重点场景落地，技术涵盖多维度，参与主体广泛，形成领先的开放型技术与成果体系。

文化遗产数字化保护成效显著：在五大场景推广验证成果，完成壁画数字修复、实现丝织文物毫米级还原且效率大幅提升、降低建模设备成本、破解陶瓷采集难题、打造互动体验。

产业链协同与生态发展提速：以“三方”机制推动项目升级，部分成果深度融合场景方业务。

科研教育联动与资源平台构建：资助高校实验室，推动传统文化“可教、可用、可创”，形成保护、传播等实践闭环，兼具经济、社会及教育科研效益。

未来，将继续深化 AI 在文化遗产及非遗数字化中的应用，提升图像识别修复精度与文化内涵解读能力；探索更高精度、高效的三维建模技术；推动太赫兹、缪子成像等新兴技术与数字技术跨学科融合；进一步与国外相关机构和企业建立合作关系，开展技术交流与合作项目。



基于AI的秦兵马俑数字化及虚拟修复技术案例

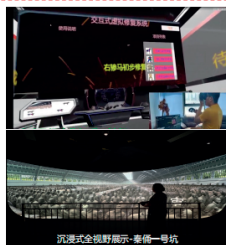
西北大学
文化遗产数字化国家地方工程研究中心

被誉为“世界第八大奇迹”的秦兵马俑，承载着2千多年的历史文明。但由于人为破坏岁月侵蚀，出土时均呈破损状态。在数以万计的碎片瓦砾中，找出相互关系，恢复其原有模样，是**兵马俑修复的关键难题**。传统修复主要依靠修复师的经验，量大易错，还可能新的损坏。面对文物修复行业的普遍问题，我们基于AI技术，通过快速建模、虚拟修复、沉浸展示3环节，构建了**AI驱动的破损兵马俑数字化修复平台**。



快速建模

快速精准建模，支持永久保存、重现历史原貌。
通过自主研发的三维结构光扫描仪，扫描获取碎片及文物外形几何轮廓，并同步融合照相表面纹理。



通过VR/AR技术，搭建兵马俑修复交互系统，观众可沉浸式体验兵马俑的原始风貌。

VR展示

AI修复
智能匹配计算体系
通过智能分类、模型匹配、交互反馈，给出虚拟修复方案。通过模型编辑，将损坏部分虚拟还原，缺失填补，得到虚拟修复的兵马俑数字原型。



一堆碎片无法彰显破损文物的文化价值。
本案例为破损兵马俑修复保护提供了新范式，可广泛应用于遗址与文物的数字化及修复。

快速拒绝模式匹配

铠甲匹配结果

用数字之助力破损文物拼起来、站起来、动起来、火起来！ 依托互联网+，记载历史，再现原貌，传承文化

03

► 申报机构

西北大学

► 其他参与机构

秦始皇帝陵博物院

基于 AI 的秦兵马俑数字化及虚拟修复技术案例

本案例以秦兵马俑为核心对象，创新构建了 AI 驱动的破损文物数字化修复体系，通过高精度三维建模、智能碎片匹配、虚拟 - 实体双轨修复等技术突破，解决了传统手工修复效率低、误差高、依赖经验的痛点。其核心价值在于：一是建立“精准建模 - 智能匹配 - 沉浸展示”全链条技术框架，实现亚毫米级三维扫描与智能拼接，修复效率提升数倍；二是首创“虚拟复原先导 + 实体修复验证”模式，既为实体修复提供精准方案，又能对严重破损文物实现数字化“替代性保存”；三是形成可推广的文物修复方法论，已应用于陶俑、青铜器等多类文物，推动行业从“经验驱动”向“数据与算法协同”转型。

➤ 破损文物修复的数字化转型需求

秦兵马俑作为重要文化遗产，因岁月侵蚀和人为破坏，出土时多呈破损状态，八千余件文物中仅修复不足八分之一。传统修复依赖人工经验，面对海量碎片存在周期长、易错拼、可能造成二次损坏等挑战。为实现文物的长期保存、科学复原与活化利用，需通过数字化技术突破瓶颈——既要精准记录文物三维信息，又要高效匹配碎片并还原原始形态，同时还需创新展示方式，让公众更直观感受文物价值。基于此，本案例构建了 AI 驱动的数字化修复平台，聚焦三维高精度建模、智能匹配修复、沉浸式互动展示三大核心问题。



• 兵马俑扫描现场

➤ 全链条数字化修复技术框架

本案例打造了涵盖“建模－匹配－展示”的一体化技术体系，实现从文物数据采集到价值传播的闭环。

三维高精度建模：自主研发第三代结构光扫描装置，集成双机械臂、高清相机等模块，在文物非接触状态下，分钟级完成亚毫米级（精度达 0.05mm）三维数据采集，同步融合表面纹理信息，为修复提供精准数字基底。



• 自主研发的结构光扫描仪

智能碎片匹配与虚拟修复：构建多特征融合的几何计算体系，通过智能分类算法缩小碎片候选集，结合自底向上与自顶向下两种路径实现碎片精准匹配；引入修复师交互反馈机制，优化虚拟修复方案，支持破损部位原始形态预测与缺失部分填补。

沉浸式展示与互动：结合VR/AR技术打造沉浸式体验系统，公众可直观查看修复全过程，甚至参与虚拟拼接，实现从“被动观赏”到“主动参与”的转变。

主要研究成果（理论研究 应用成果 交流平台）

交叉创新 针对破损文物碎片量大拼接修复的NP难：

- 提出了文物三维模型几何计算和形状匹配的计算体系
- 创立了自底向上和自顶向下两种虚拟修复途径
- 提出了基于数字几何的文物模型智能处理系列算法

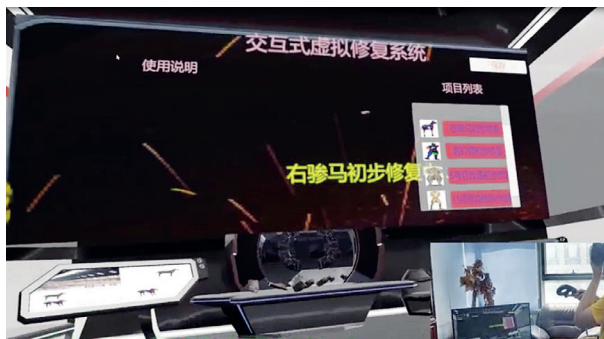
理论研究成果

（特征提取、智能分类、拼接匹配、缺失修复）

- 针对受损文物自身形状模糊、特征缺失，提出特征提取算法
- 针对匹配量大NP难，智能分类解决穷举试拼接盲目性
- 首创虚拟匹配自底向上、自顶向下两途径方法创新
- 提出模型纹理缺损缺失修复，优化拼接质量

在SCI一区二区、CCF-B类会议及计算机学报等高水平期刊发表系列论文，“计算机辅助文物虚拟修复等标志性成果，部分关键技术达到国际先进水平。”

• 主要理论研究成果



• 交互式文物虚拟修复系统

➤ 分阶段推进的实施路径

本案例自 2018 年启动，分四阶段落地。

数据采集与模型构建（2018–2019）：完成兵马俑一号坑第三次发掘及 9901 坑碎片的三维扫描建模，研发特征提取系统，发表 62 篇 SCI/EI 论文，申请 25 项发明专利。

核心算法开发（2020–2021）：提出“碎片识别 + 模板引导”双路径修复策略，优化异形孔洞与曲面纹理还原方法，提升自动修复性能。

工程化应用（2020 年）：在秦陵博物院完成百余件陶俑、陶马虚拟修复，其中泡钉俑修复方案指导实体拼接误差控制在 1mm 内，验证“虚拟指导实体”模式的可行性。

成果推广（2022 年至今）：推动 2 项发明专利转化，形成 2 项企业标准；建成智慧博物馆云平台，接入 7 家单位资源，技术成果获 CCTV、BBC 等媒体广泛报道。

➤ 技术与模式的双重创新突破

本案例在技术与行业模式上实现多重革新。

技术突破：智能拼接算法支持同时处理上百块碎片，解决“碎片成滩”难题，修复效率较传统手工提升数倍；多特征融合模型可精准处理模糊、残缺碎片，适用范围扩展至各类破损文物；裸眼 3D 交互展示使信息传递效率较传统展柜展示提升 3 倍。

模式创新：首创“双轨修复”模式，虚拟修复与实体修复并行，对严重破损文物（如右骖马）实现数字化“替代性保存”；构建“高校 – 博物馆 – 企业”协同网络，形成“基础研究 – 工程应用 –



• 虚拟复原示例

市场转化”闭环，加速技术落地。

➤ 从修复革新到文化传播

本案例已在多维度取得显著效果。

修复行业变革：推动文物修复从“经验拼接”转向“智能引导”，完成超百件兵马俑虚拟修复，验证了“虚拟复原先导”模式的可靠性，带动行业范式升级。

文化传播拓展：通过智慧博物馆云平台、裸眼 3D 展示等构建多层次传播体系，相关成果被全球 200 多家电视台播出，触达人群超 8000 万，提升了中华文明国际影响力。

产业与教育价值：核心技术转化为数字建模设备、展示系统等产品，在多家文博单位落地；形成复合型人才培养体系，出版中英文专著，开展科普活动惠及青少年群体。



• 2018 年世界 VR 产业大会文化遗产分论坛报告（虚拟复原兵马俑）



• 西北大学秦陵虚拟考古实验室揭牌暨主持的国家自然科学基金重点项目（破损文物数字几何虚拟复原方法研究）启动仪式



- 兴庆小学讲解文物建模技术

➤ 技术迭代与应用拓展

本案例将从多维度推进可持续发展。

技术创新：优化碎片识别算法，融入历史语义知识图谱辅助修复；增强 AR/VR 交互功能，支持多人协作与修复过程回放。

应用拓展：2025 年前完成兵马俑一号坑末修部分数字化修复；拓展至青铜器、壁画等文物类型，下沉服务至中小型文博单位。

资源保障与国际协作：争取专项资金支持，完善技术标准；推动与“一带一路”沿线国家联合课题，参与国际文保标准制定，提升中国方案影响力。

龙门石窟

微痕浅浮雕三维建模及纹饰
图案的自动理解与建库检索



04

龙门石窟微痕 浅浮雕三维建 模及纹饰图案 的自动理解与 建库检索

► 申报机构

龙门石窟研究院

► 其他参与机构

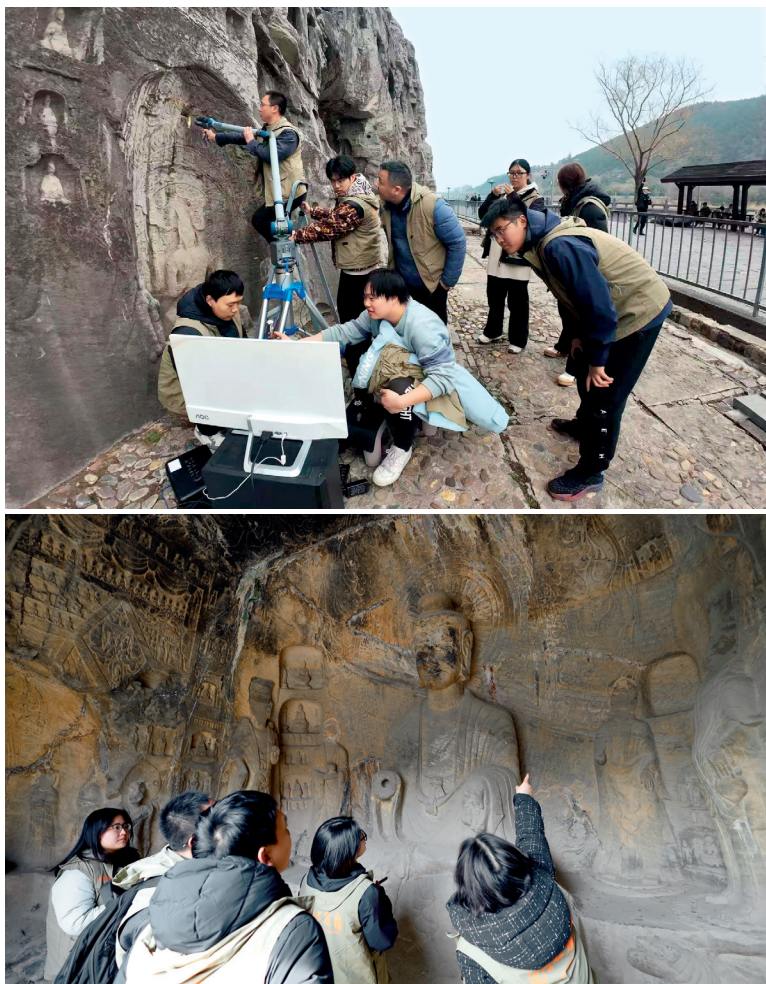
腾讯探元计划

武汉大学

本案例创新性构建了“高精度建模 + 智能理解 + 结构化建库”的石窟文化遗产数字化保护体系，针对龙门石窟微痕浅浮雕（刻痕深度常小于 0.05mm）的保护难题，实现三大突破：一是采用精细光度立体技术，在狭小、光照不均的石窟环境中实现亚毫米级三维建模，平衡精度与环境适应性；二是引入预训练视觉大模型，结合人工辅助实现纹饰图案的自动提取与分类，突破传统人工描摹的局限；三是构建首个龙门石窟纹饰数据库，支持多模态检索，打通“数据采集 - 建模 - 理解 - 应用”全链条，为石窟类文化遗产的数字化保护与活化利用提供了可复制的技术模式。

➤ 微痕浅浮雕数字化的技术需求与挑战

龙门石窟作为融合多文明的石刻艺术宝库，其微痕浅浮雕与复杂纹饰承载着丰富的历史与艺术价值，但数字化保护面临多重技术适配需求：一方面，浅浮雕刻痕细微（深度常小于 0.05mm），传统激光扫描、摄影测量等方法在狭小石窟空间、光照不均环境下，难以兼顾建模精度与效率；另一方面，纹饰图案种类繁多、形态复杂，依赖人工描摹难以实现系统化整理与数字存档，现有计算机视觉方法也存在泛化能力弱、识别准确率低等问题。因此，需要创新技术方案，既满足高精度建模需求，又能实现纹饰信息的智能解析与高效利用。



• 工作现场

➤ 全链条数字化技术框架的构建

本案例围绕“建模－识别－建库”构建一体化技术体系，精准破解微痕浅浮雕数字化难题。

亚毫米级三维建模：采用精细光度立体技术，通过“固定视角－变换光源”模式采集图像序列，生成法向图、深度图及三维点云，仅依赖便携式相机与 LED 光源即可实现非接触式建模，误差控制在 0.1mm 以内，适配石窟复杂环境。

纹饰智能提取与分类：基于预训练视觉大模型，通过少量样本微调优化参数，辅助人工整饰生成连续线条的线描图，实现佛教纹样、植物、动物等 30 余种纹饰的自动提取与分类，兼顾效率与准确性。

结构化数据库构建：以洞窟、历史时期、图案类别等为索引标签，建立涵盖图像、语义、三维信息的纹饰数据库，支持图像相似度、关键词、类别等多模态检索，实现纹饰在三维模型中的快速定位与对比。



• 工作现场－精细光度立体技术

➤ 分阶段实施路径与创新突破

本案例分三个阶段推进技术落地，实现从试验到应用的闭环。

数据采集与建模试验阶段：选取魏字洞、莲花洞等典型洞窟，验证精细光度立体技术的可行性，成功构建亚毫米级三维模型，解决传统技术在复杂环境下的精度不足问题。

纹饰识别与处理阶段：基于建模数据，结合视觉大模型完成纹饰自动提取，辅以人工整饰建立标注数据集与结构化线描图，突破纹饰解析的人工依赖瓶颈。

数据库构建与功能拓展阶段：开发多模态检索功能，实现纹饰图案的系统化管理与快速调用，打通“数据—信息—应用”链路。

创新突破体现在：首次在石窟场景实现光度立体技术的亚毫米级建模；建立三维刻线与多特征融合的点云平差机制，提升模型整体一致性；构建首个龙门石窟纹饰数据库，实现纹饰从识别到检索的全流程贯通。



• 龙门石窟纹饰图案数据库

➤ 实践成效与应用价值

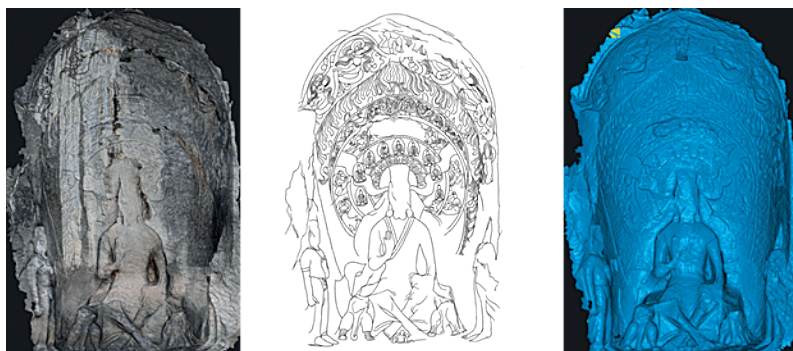
本案例在技术、学术、协同等维度取得显著成果。

技术成效：建模效率较传统关节臂激光扫描提升 50% 以上，误差稳定在 0.1mm 以内，显著提升微痕浅浮雕数字化的精度与可行性。

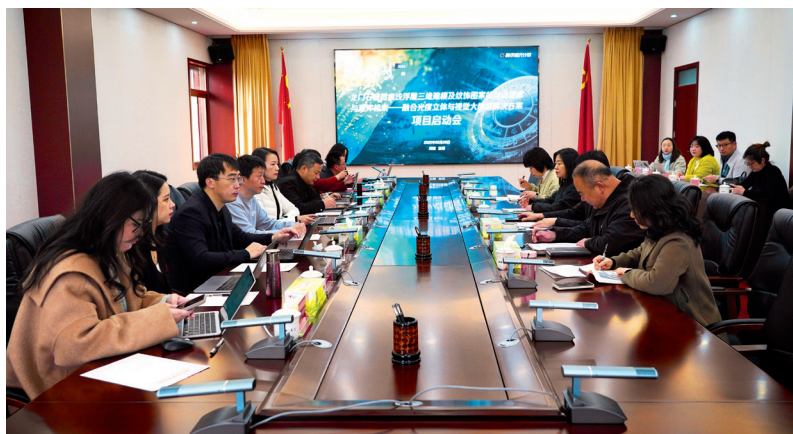
学术价值：整理归档约 600 幅纹饰图样，涵盖 30 余种类型，为考古学、美术史等研究提供了系统化数字素材。

协同与人才价值：构建“文博机构 + 高校 + 企业”协作机制，培养 30 余名跨专业

青年人才，形成科研与保护联动的人才体系。



• 项目成果—交脚弥勒整龕



• 项目启动大会

➤ 未来应用拓展与可持续规划

本案例将持续深化技术迭代与场景应用。

技术升级：优化三维重建算法以适应更多复杂场景，提升视觉大模型对纹饰的语义识别能力，构建跨场景纹饰知识图谱。

应用场景拓展：在科研监测（风化速率分析、修复评估）、教育展示（VR 研学、全息互动）、文创转化（非遗工艺赋能、数字藏品开发）等领域落地，推动“文化 + 科技 + 产业”融合。

资源保障与风险应对：争取专项经费与社会资本支持，巩固人才梯队；建立技术备选方案应对设备迭代风险，通过权限管理与数字水印防范数据安全与版权问题。



文化遗产的数字化 “基因库”

浙江大学高保真采集、智能处理与活化应用体系

05

文化遗产的数字化“基因库”： 浙江大学高保真采集、智能处理与活化应用体系

► 申报机构

浙江大学文化遗产研究院

► 其他参与机构

敦煌研究院

云冈研究院

龙门石窟研究院等

本案例创新性构建了文化遗产数字化“基因库”体系，实现三大突破：一是突破文物多样性适配难题，整合多源数据采集技术（激光扫描、摄影测量等），研发非接触式、自适应设备，实现从微米级高精度到大规模采集的平衡；二是建立“采集－处理－活化”全链条技术框架，通过AI智能处理（病害识别、虚拟修复）和轻量化建模，解决复杂结构重建与海量数据应用瓶颈；三是创建高质量标准体系与“三权分置”运营模式，推动数字资源跨领域共享（学术研究、展览、文创），实现文化遗产从“数字存档”到“活态利用”的价值跃升。

② 文化遗产数字化的技术适配与需求

文化遗产数字化保护需应对多维度挑战，这些挑战也催生了技术创新的需求。

采集层面：文物类型多样（不可移动的石窟寺、古建筑，可移动的青铜器、书画等），面临体积庞大、环境复杂（光线不足、空间狭窄）、脆弱易损等问题，需适配不同场景的采集技术；同时，高精度（微米级）与大规模采集的效率平衡、数据格式标准化缺失等，也需要系统性解决方案。

处理与应用层面：复杂结构（镂空、曲面）的三维建模精度不足，AI 在病害检测、自动修复中的应用不成熟；数字资源因文件过大难以线上展示，跨学科协作存在壁垒，知识产权与数据安全需兼顾。

管理层面：资金与技术资源分配不均，复合型人才短缺，长期维护机制缺失，需建立统一标准与可持续运营模式。

基于此，本案例聚焦“高保真采集、智能处理、活化应用”，构建覆盖全流程的数字化体系，回应文化遗产永久保存与活态传承的核心需求。

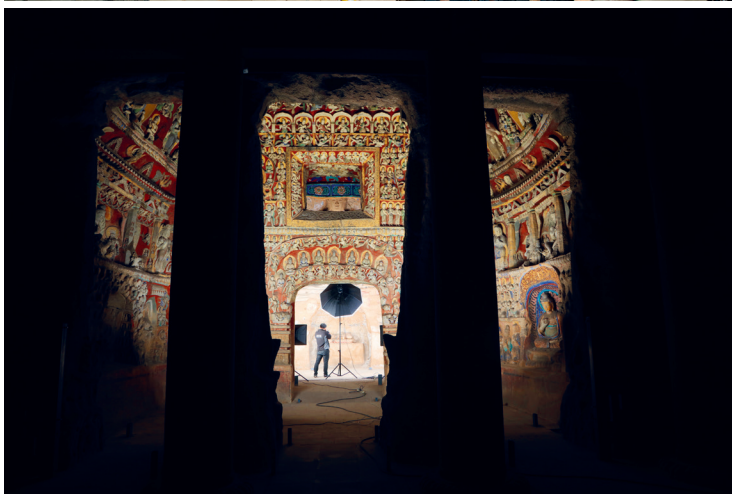
③ 数字化基因库的全链条技术体系

本案例构建“采集 - 处理 - 展示”一体化技术框架，实现文化遗产数字资源的精准捕获与高效利用。

多源采集技术：整合激光扫描、摄影测量、多光谱成像等手段，配套轻量化设备（无人机、手持式扫描仪）与自适应环境调控（智能补光、温湿度监测），确保非接触式、全要素覆盖，精度达微米级。针对石窟寺、古建筑等大型文物，开发专用扫描机器人，适应极端环境；针对可移动文物，研发高分辨率成像系统，捕捉纹饰、色彩细节。

智能处理体系：通过点云去噪、多源数据配准实现数据预处理，采用 NeRF 神经渲染、高斯泼溅技术进行三维建模；引入 AI 算法（病害识别、年代判定、知识图谱），提升自动化处理能力，如利用 GAN 网络复原残缺图案，构建数字修复专家系统。

活化展示应用：依托轻量化引擎（WebGL、UE5 Nanite）实现高精度模型的高效展示，开发 VR 考古、AR 导览、元宇宙展馆等交互场景；通过数字孪生技术动态监测文物状态，支撑学术研究与公众教育。



• 现场工作画面

➤ 从技术创新到价值转化的实践路径

本案例通过标准化建设、跨领域应用与模式创新，推动技术成果落地转化。

标准与资源库建设：主导编制 8 项行业及地方标准（如《可移动文物三维数字化采集与加工》），建立 500TB 级数字资源库，覆盖 25 省市超 220 项重点文物（7 处世界遗产石窟寺、古建筑等）。

典型案例实践：完成云冈石窟第 3 窟、第 12 窟高精度 3D 打印复制，成本仅为传统工艺的 1/5；推动须弥山石窟、雷音洞等数字化考古调查，出版首部数字化考古报告；打造“盛世修典”等数字展览，单站参观人次超 50 万。

创新运营模式：运用“三权分置”模式（所有权归国家、使用权归运营方、收益反哺保护基金），复制窟巡展年门票收入超 300 万元，带动文创及相关产业年产值超 500 万元，新增就业岗位 200 余个。

➤ 未来拓展与可持续规划

本案例将从技术深化、产业拓展、国际合作三方面推进。

核心技术研发：重点突破 0.01mm 级结构光扫描、多光谱成像（8 种波段）、石窟扫描机器人等智能采集技术；升级 AI 应用（材质老化预测、虚拟修复训练系统），构建跨时空展览平台。

产业与教育融合：推动技术在文博行业应用率达 80% 以上，支撑数字文创开发，衍生经济价值超亿元；建立人才培养体系，组建跨学科团队（计算机、考古、艺术史等），培养复合型人才。

长期规划：2024—2030 年投入资金用于设备研发、人才培养与国际项目，构建全国统一标准的数字资源库，推动技术输出与国际文化交流，让数字化“基因库”成为文明延续的“数字方舟”。

数智应用

赋能 >>>>>

良渚遗址
可持续保护

5000+

DIGITAL PLATFORM
EMPOWERS
LIANGZHU SITES FOR SUSTAINABLE
HERITAGE CONSERVATION

杭州良渚古城遗址世界遗产监测管理中心
Hangzhou Archaeological Ruins of Liangzhu City
World Heritage Monitoring and Management Center

06

“良渚遗址 5000+” 数 智应用

► 申报机构

杭州良渚古城遗址世界遗产监测管理中心

► 其他参与机构

杭州余杭大数据经营有限公司

良渚遗址作为新石器时代晚期重要考古遗址，2019年被列入《世界遗产名录》，本案例围绕“良渚遗址5000+”数智应用展开，旨在通过数字技术解决文化遗产保护领域的共性难题，推动良渚遗址的可持续保护。文物保护领域面临监测数据孤立、技术应用碎片化、新型技术与场景适配性不足等挑战。基于自身保护需求，“良渚遗址5000+”数智应用于2022年4月启动，涵盖空间管治、网格智治、价值研究和“文物+”四大场景，本案例主要涉及前两大场景及8个子场景，探索利用数字技术重塑工作流程、提升保护成效及增强技术与场景适配性的路径。

多部门数据贯通，实现全流程闭环

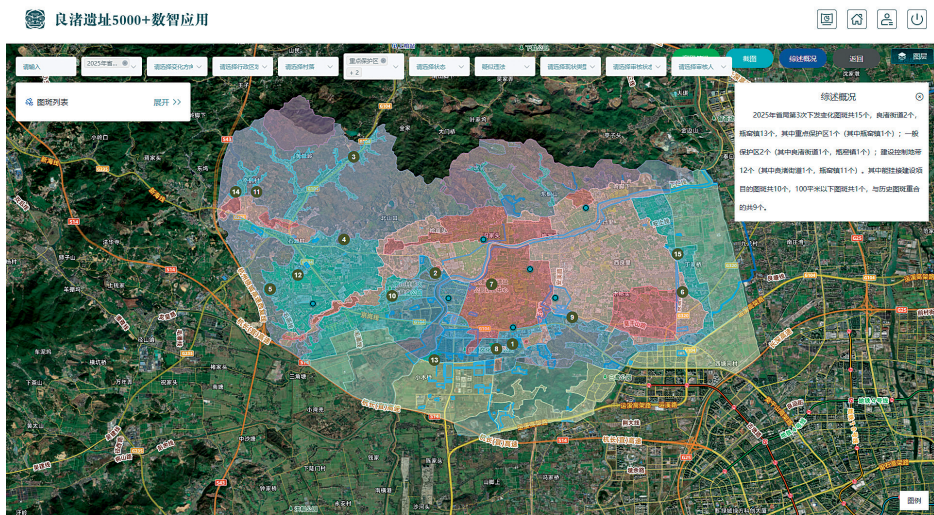
本案例以数据贯通为业务协同基石，集成规划和自然资源、农业农村等 9 个部门约 3000 余万条数据，建立差异化用户角色体系，实现数据一方采集、多方共享，打破不同部门间数据壁垒与信息不对称问题。在良渚遗址保护区划范围内建设项目管理上，本案例推动良渚空间信息与省域空间一张图数据融合，协同审批部门落实空间管控要求，将文物前置审批从“被动审批”转变为“主动服务”，构建项目全流程管理体系，异常情况可一键上报处置，形成跨部门闭环。



• 网格智治场景中六大风险分析模型

AI 赋能图斑核查，提升管理效率

针对浙江省文物局定期下发的卫星遥感图斑核查任务，本案例在省文物局已有图斑核查操作页面基础上，利用数字技术的可视性与便捷性，拓展 AI 分析、三色管理、高级检索、自动分析导出等功能。接收的图斑经落图管理后，通过 AI 分析与已有建设项目数据库比对，可初步筛选疑似违建项目；借助三色管理能实时跟踪图斑核实进展，还可按保护区划、属地范围实现高级检索并导出表格，自动生成表格综述。该模式大幅节约人工成本，强化文物违法管控。



- 遥感图斑智能管理

➡ 传感 + 数字孪生，应对自然风险

本案例针对自然影响因素，采用数字技术与保护研究相结合的方式。在老虎岭、南城墙遗址安装环境温湿度、地下水位液位等 55 个传感器，通过倾斜航空摄影对两处遗址整体环境、保护棚和考古剖面进行三维建模，构建虚实相映的数字孪生场景。对于采用封闭环境高湿保护展示的老虎岭遗址，本案例依托孪生模型实时读取遗址本体土壤含水率和温度，确保本体处于稳定湿度范围；对于采用半封闭保护、易受台风暴雨影响的南城墙遗址，通过淹没分析模型持续仿真模拟极端天气，结合周边水域流径流向寻找隐患薄弱点，针对性制定应急处置预案，变“被动应对”为“主动预警”。

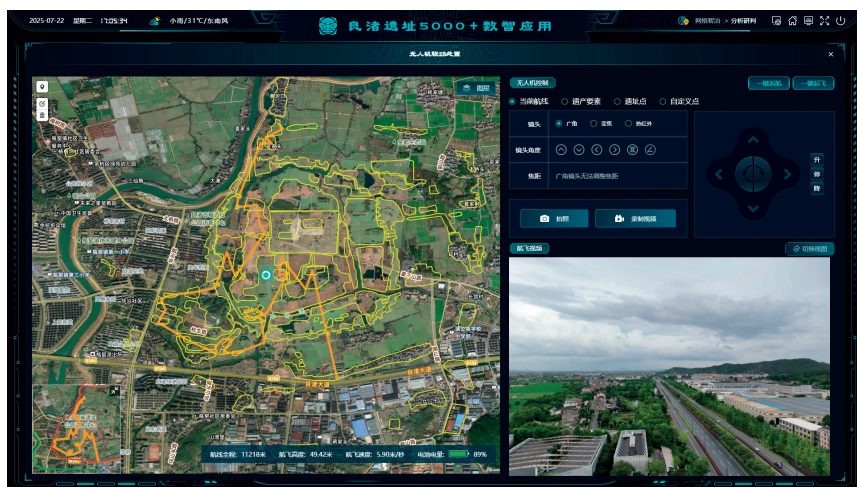
➡ 无人机 + AI 识别，防控人为风险

面对良渚遗址 161.59 平方公里保护区划范围、316 处遗址点、85 处遗产要素且封闭保护区不足 10% 的情况，本案例针对人为影响因素，采用 AI 算法与监测设备相结合的方式，建成 5 套无人机自动机场，无人机定期自动执行 5 条航线巡查任务，实现保护区划范围全域覆盖；同时将无人机传输的视频流及保护区划内布设的 1006 路摄像头通过 32 路轮巡接入 4 台超脑服务器，部署越界识别、工程车识别、

建筑材料识别等 AI 算法模型。通过 AutoML 模型自动训练算法、云端在线推理和模型迭代优化，对视频进行智能分析，识别盗掘盗挖及建设行为风险，抓取实时画面并自动发布预警，一键派单至相应责任人员处置，弥补传统人工监测覆盖不全、发现不及时、处置延迟的弊端，实现重要遗址点全天候、多维度、无死角保护。



• AI 算法识别越界风险并发布预警



• 无人机航拍实时画面

➤ 首创监管网格，强化保护预警

本案例划分 124 个文物网格、686 个巡查点位，统筹调度文物巡查队、属地网格

员等力量。截至目前，累计完成巡查量超 36.7 万人次，巡查轨迹长度达 346.8 万公里，构建起“政府主导、部门协同、社会参与、齐抓共管”的文物安全监管机制。应用运行以来，已有效处置 186 件预警事件，风险主动预警准确率达 95% 以上，成功形成工作和责任闭环。

➤ 形成可复制体系，经验获广泛认可

本案例构建的数智应用涵盖发掘、保护、研究、利用全生命周期，各子场景相互支撑、业务与技术研发相互促进，形成良性循环。提炼出越界识别、工程车辆识别等 10 组文物安全应用组件，可适配各遗址场景变化，其中图斑核查、任务派单流转、物联设备接入等组件已复用于大运河（嘉兴段）、大运河（南浔段）监测预警系统，9 项计算机软件著作权成功获批，形成可落地、可复制、可推广的文物智慧治理体系。此外，本案例获评全国考古遗址保护展示优秀案例、第三届数字遗产最佳实践案例等多项荣誉，为文化遗产数智化保护提供优质范例。

未来将从三方面推进工作：**一是迭代数智应用**。以需求为牵引，提升“空间管治”“网格智治”效能，深化“价值研究”“文物+”场景，优化 AI 算法提升识别精准度与技术适配度，融入新技术释放专业力量，推动遗址可持续发展。**二是推动监测与研究双向赋能**。制定监测数据标准规范数据问题，加强数据质量管控以支撑研究，依托南方潮湿环境土遗址保护实验室开展多学科研究，分析数据检验成效，实现“变化可监测、风险可识别、保护可提前”。**三是提炼成果推广经验**。持续提炼应用组件、申请软件著作权，通过“标准+组件+培训”模式推动国内落地，借国际平台分享经验，为国际文化遗产保护提供技术路径。

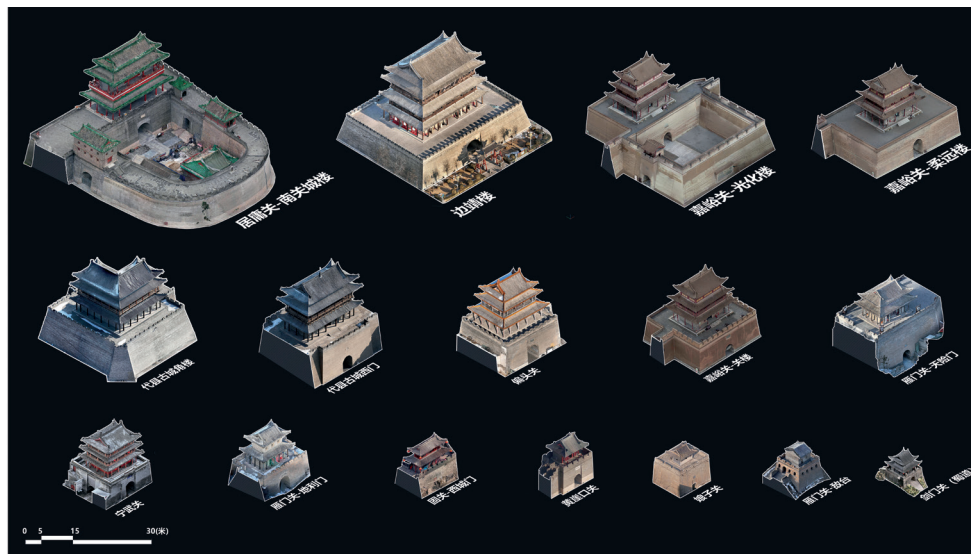


天津大学

技术层面，以无人机低空航测采集超 200 万张高清图像及厘米级三维数据，依托 WebGIS 搭建长城全线实景三维数据库；引入 AI 目标检测、图像分割技术，自动提取遗产空间特征，结合史料挖掘出暗门、附燧、彩色长城等隐含价值，梳理出敌楼分布、陡峭墙体等资源统计成果。

➤ 数智化全链条构建，破解线性遗产核心痛点

本案例针与核心亮点部分重复通过无人机低空航测技术解决山脊、沙漠等难抵达区域的数据采集难题，获取超 200 万张高清图像及厘米级三维数据；依托 WebGIS 搭建长城全线实景三维数据库，实现海量数据有序管理；引入 AI 目标检测、图像分割技术自动提取遗产空间特征，结合史料挖掘隐含价值，最终通过多场景应用实现价值阐释，形成覆盖遗产保护、研究、利用全流程的解决方案，填补大尺度线性文化遗产数字化保护框架空白。



• 长城遗产数智化挖掘与多场景阐释

➤ 高精度数据采集与智能管理，筑牢研究基础

本案例在数据采集与管理上实现双重突破。采集阶段利用无人机低空航测技术，覆盖 7000 公里长城精华段墙体及烽燧、戍堡等，获取超 40TB 图像存储量（不含三维模型），数据精度达厘米级；管理阶段借助 WebGIS 技术搭建“长城全线实景三维数据库系统”，基于空间信息定位整合遗产历史信息、文化背景与实际位置等要素，形成全面数字化数据库。

➤ AI 赋能价值挖掘，刷新长城认知边界

引入目标检测、图像分割等 AI 技术，基于独立标注数据集实现长城全线上万处遗产单体空间特征自动提取，完成多维度资源统计与隐含价值挖掘。资源统计方面，精准识别出前 5 个最陡峭墙体、最密敌楼区段，对比不同时期图像厘清病害区位、类型与严重程度，为保护监测提供数据支持；新发现方面，首次甄别出 130 多处暗门遗存并构建暗门家族图谱，填补“关—口—暗门”三级通关体系空白，归类烽燧家族揭示“台下点烟、多烟传烽”历史场景，发现多省份富彩长城段。

➤ “三位一体”多场景融合，创新价值阐释路径

在线场景与腾讯合作开发“云游长城”小程序，覆盖 4000 公里长城、16 万张图片，3 天访问量突破 200 万，三个月累计页面访问量达 1560 万次；在馆场景承担山海关中国长城博物馆等展陈设计，打造世界最大规模可变沙盘、“飞跃长城”五面屏等数字展项，应用 AR 技术让静态模型动态燃烟，直观还原烽烟场景；在地场景服务八达岭景区升级、山海关长城国家文化公园设计，开发智慧辨识、伴游讲解等小程序，实现遗产价值从线上到线下的全方位传递。

➤ 多学科交叉融合，产出丰硕成果

本案例融合建筑、人文、信息技术等多学科方法，在理论、实践、传播层面均取得显著成果。理论层面创立明长城“秩序带”概念，编纂首部《中国长城志卷四：边镇·堡垒·关隘》，发表 130 余篇学术论文，完成 80 余篇硕博论文及 31 项科研基金案例；实践层面成果应用于五家长城博物馆，服务长城国家文化公园建设；传播层面获国内外知名媒体报道 60 余次，“云游长城”小程序、博物馆专题展等累计触达受众超千万。

➤ 可复制经验输出，赋能同类遗产保护

案例提炼形成两类可推广经验：一是“智能化统计+全线比较分析”方法，二是“在

线－在馆－在地”协同多场景活化利用模式。本案例未来将定期开展长城测绘以丰富数据库，冬季采集蜀道数据，同步在既有数据库基础上补充周期性数据并建成蜀道数据库系统；整理搜集长城与蜀道知识图谱数据，开发知识融合及推理模块，完成可交互界面设计；基于知识图谱开发游览服务类小程序，提升游客体验并提供知识检索服务；结合长城博物馆展陈经验，制定并提供大型文化遗产多场景数字化价值阐释解决方案；总结数据库、知识图谱及解决方案成果；开展哈德良长城与中国长城的学术合作。

长城数智化挖掘与多场景阐释—01

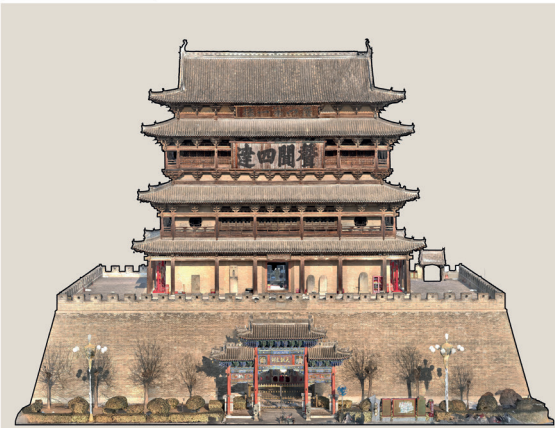


文化遗产数字化案例征集

技术路线



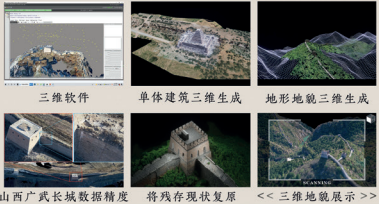
高精度三维模型 山西省忻州市代县 边靖楼



长城摄影测量作业办法



长城摄影测量作业办法
近视轴相机中扫描式和视内、景、外景、中景轴相机扫描式超视轴扫描；部分轴景轴扫描1-5米；轴景轴扫描75%以上景景景；景景景景景景景景。



调研工作记录



• 长城遗产数智化挖掘与多场景阐释

文化遗产数字化案例征集



- 长城遗产数智化挖掘与多场景阐释

文化遗产数字化案例征集



- 长城遗产数智化挖掘与多场景阐释

长城数智化挖掘与多场景阐释—04



文化遗产数字化案例征集

资源统计 长城病害

——长城保护面临严峻挑战

长城多分布于山脊、风口上，经受风吹日晒，极易遭受风蚀、水蚀、盐渍、植物附生等危害；
部分城址因自然因素、人为破坏等处于自然环境中，常年遭受风蚀、盐渍、沙土淤积等；此外人为
活动、旅游建设等也会对长城造成破坏。



长城各类常见病害及其基本原理介绍



长城数字化挖掘与多场景应用

数字技术

虚拟现实技术
低空勘测技术
人工智能技术

价值挖掘

设施新发现
未知规律统计

多场景应用

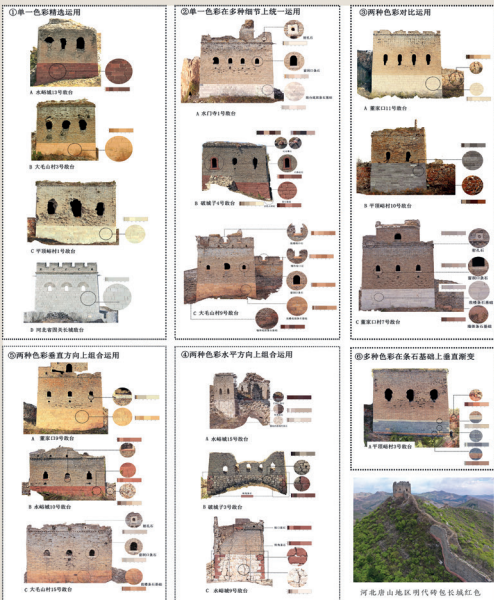
展陈策划
数字平台
虚拟制作

彩色长城

——高壁空阔 国门之礼

中国长城不仅色彩丰富，中国长城也是丰富多彩的！长城色彩主要来源于天然石材的颜色，可基本归纳为红、粉、黄、白、灰、绿、蓝、紫9种色彩，若按精粗与色，可进一步分为“七彩长城”。

明长城全线彩色石材的地理分布图



• 长城遗产数智化挖掘与多场景阐释



08

天然缪子成像技术赋能云冈石窟大遗址保护

► 申报机构

云冈研究院

► 其他参与机构

腾讯科技（北京）有限公司
兰州大学

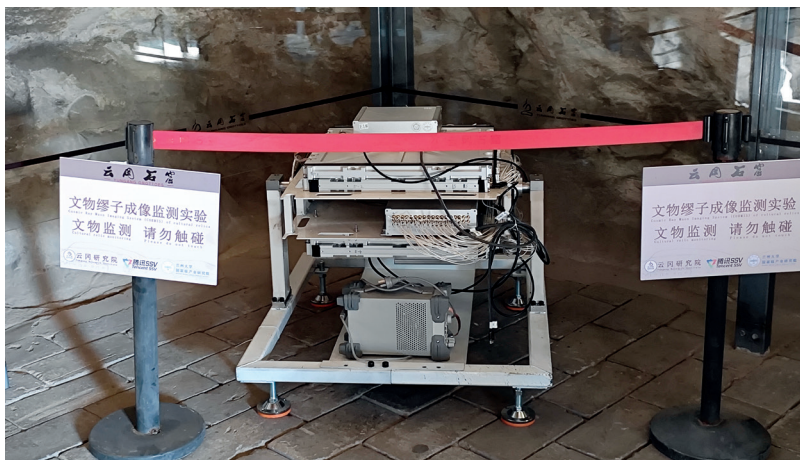
云冈石窟面临风化、渗水等病害，传统探测技术存在破坏性或局限性，亟须无损探测手段。本案例围绕天然缪子成像技术在云冈石窟保护中的应用展开。由兰州大学联合腾讯探元计划、云冈研究院，将天然缪子成像技术应用于石窟保护。该技术利用宇宙射线缪子的强穿透性，实现非侵入式三维密度成像，类似给文物做“CT”。

➤ 技术原理创新：基于天然缪子的绿色核成像技术突破

天然缪子成像技术核心创新在于利用宇宙射线与地球大气层相互作用产生的天然缪子作为“探测射线”，实现了“零污染、零干预”的绿色探测。与医院 CT 成像原理类似，该技术通过部署平板式缪子探测器，捕捉缪子穿过文物后不同方向的通量变化，反演目标物内部密度分布，最终生成三维密度图像。这种基于天然射线的成像逻辑，既规避了传统钻探、测井等技术对文物的破坏性，为大型文物内部结构探测提供了全新技术范式。

➤ 探测方式创新：非侵入式“透视”破解文物无损监测难题

该技术创新采用“非侵入、非接触”的探测模式，改变了传统考古依赖开挖、钻探或近距离接触的作业方式。在云冈石窟的实践中，探测器仅需部署在石窟内部或周边，无需打孔、取样或触碰文物本体，即可完成对崖体内部结构的扫描。例如，对云冈堡夯土城墙的探测中，成功反演出其低密度区域的形状与尺寸，与实际情况高度吻合；对七、八窟前立面的扫描，精准定位出上世纪修缮遗迹形成的低密度异常区，验证了技术对“隐性结构”的识别能力。这种“远距离、无接触”的探测方式，解决了长期困扰文保行业的“探测与保护矛盾”。



• 缪子扫描仪放置于云冈第7窟



• 在云冈第 8 窟组装缪子扫描仪



• 在云冈第 9 窟布设扫描设备

➤ 应用场景创新：从结构诊断到预防性保护的全链条赋能

本案例突破了传统物探技术“单点探测、功能单一”的局限，构建了“结构成像－隐患定位－长期监测”的全链条应用体系。

在结构诊断层面，通过三维密度成像可精准识别文物内部的密度异常区（如空洞、

裂隙、渗水通道等）。如，在云冈石窟九、十窟探测中，发现城墙西侧下方的高密度岩体，为后续实地勘查提供了精确坐标；在西安古城墙的“体检”中，成功定位潜在坍塌风险区域。

在预防性保护层面，技术支持长期动态监测：通过部署固定探测器，持续追踪文物内部结构变化，结合人工智能算法预测地质危害风险，推动文物保护从“被动修复”向“主动防控”转型。这种全链条应用模式，将技术价值从“单次探测”延伸至“长效管理”，成为智慧文博体系的核心支撑。

➤ 产学研协同创新：跨领域合作加速技术落地与迭代

本案例创新构建了“科研机构+文博单位+科技企业”的协同模式，实现了技术研发、场景验证与成果转化的无缝衔接。

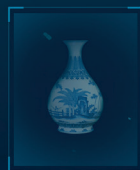
兰州大学作为技术研发方，提供天然缪子成像的核心算法与设备研发能力；云冈研究院作为场景方，提供文物背景资料、实地探测条件及专业文博知识支持；腾讯探元计划作为平台方，提供资金、资源整合及技术落地场景对接。三方协同不仅加速了技术从实验室到实际应用的转化（如2023年快速完成云冈石窟试点探测），还推动了技术迭代——基于文博场景需求，优化探测器灵敏度与数据反演效率，使其更适配石窟、古城墙等复杂场景。这种协同模式被纳入“探元计划2023”TOP20应用技术大奖。

➤ 技术拓展创新：从文物保护到多领域跨界应用的潜力释放

该技术的创新价值不仅局限于文物保护，其核心原理可拓展至多个领域，展现出极强的跨界应用潜力。在考古领域，除云冈石窟、西安古城墙外，技术已被用于埃及胡夫金字塔扫描，发现隐藏暗室与走廊，推动古文明研究突破；在工业领域，可应用于核废物容器监测、地下管道探测、大坝结构安全评估等；在地质领域，可助力火山研究、冰川基岩成像、矿藏勘探等。目前，该技术已入选工信部“2024年未来产业创新发展优秀典型案例”及“中国好技术”称号，被全球多家权威媒体报道。

基于大数据的 古陶瓷基因库数字化平台

Digital Platform for Ancient Ceramic Gene Bank Based on Big Data



09

基于大数据的古 陶瓷基因库数字 化平台

► 申报机构

景德镇御窑博物院

本案例创新性构建了“古陶瓷基因”数字化体系，通过大数据与人工智能技术，实现古陶瓷从多维数据采集、标准化管理到活化利用的全链条突破。其核心价值在于：一是首次提出“古陶瓷基因”概念，提取胎、釉、彩、纹饰等多维数据，建立包含 100 万条基因数据的标准化数据库，填补古陶瓷数字资源规范化空白；二是构建“基础设施 - 应用支撑 - 应用”三层技术架构，打通科研、展示、教育、产业转化等场景，形成“数据 - 知识 - 应用”闭环；三是创新“8+X”数据标准与知识图谱，推动古陶瓷资源跨机构共享，既为学术研究提供精准数据支撑，又通过文创开发、沉浸式展示等实现文化活态传承。

➤ 古陶瓷数字化的转型需求与挑战

古陶瓷作为重要文化遗产，其研究与保护正从传统模式向系统化、数字化转型。传统方式依赖人工目测与经验，存在三方面适配需求：一是信息碎片化，缺乏统一标准与关联，难以形成体系；二是科技检测与艺术史研究脱节，缺乏系统的科学数据支撑深度分析；三是数字化平台建设滞后，未形成跨区域共享机制，制约研究成果沉淀与创新利用。为此，需要通过大数据技术整合多维信息，构建标准化数字平台，实现古陶瓷信息的精准采集、关联管理与多元应用，平衡传统技艺传承与现代技术创新的融合。

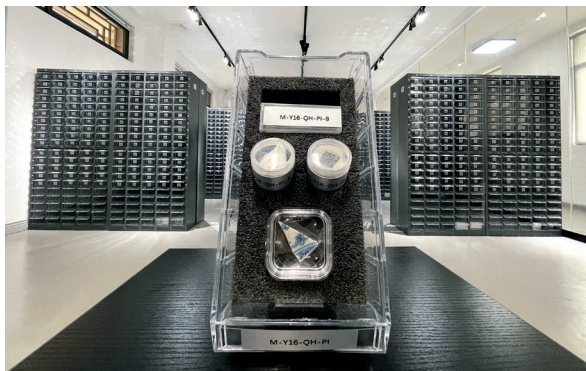
➤ 古陶瓷基因的数字化技术体系构建

本案例搭建“三层架构”技术体系，实现古陶瓷资源的系统化数字化管理。

基础设施层：依托安全设备、服务器、存储设备等硬件，复用现有网络设施，为平台运行提供基础支撑，确保数据存储与传输的稳定性。

应用支撑层：通过流程管理、图像管理等共性组件，整合考古、藏品、标本、文献等数据，建立统一的数据管理模块，提供标准化数据接口，实现多源信息的关联与整合。

应用层：面向不同群体提供差异化服务——为学者开放科研数据申请与检索功能，支撑学术研究；向公众开放部分标本数据与知识图谱可视化交互界面，通过关键词检索与图谱展示，普及古陶瓷知识。



• 景德镇古陶瓷基因库

➤ 从数据采集到标准化应用的实施路径

本案例分阶段推进古陶瓷数字化落地，形成可复制的实施框架。

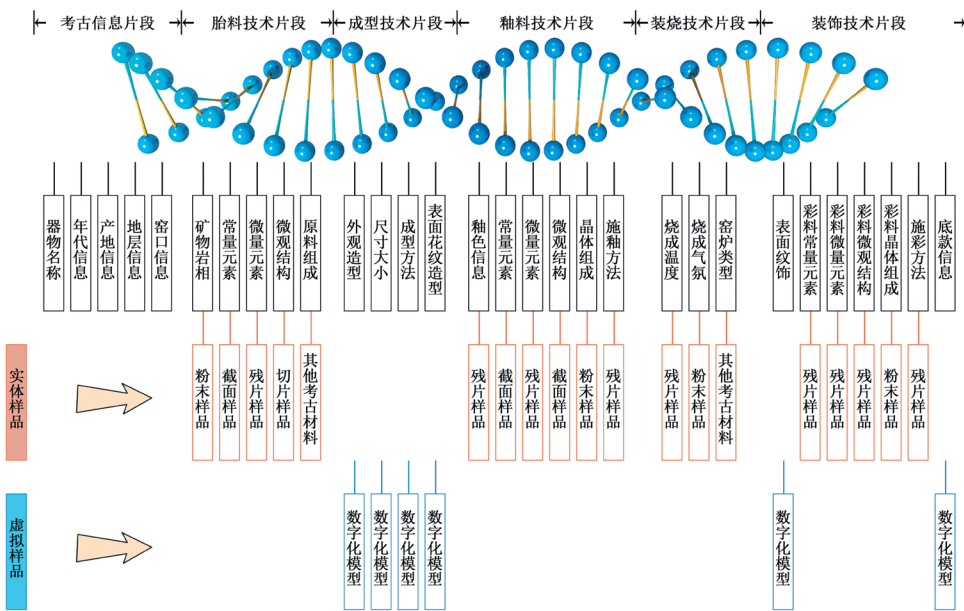
夯实数字基础：系统梳理景德镇近 40 年出土的 2000 万件古瓷片，制备 3000 套、12000 件标本，制定《瓷器基因库实体样品管理标准》，引入柔性制样机器人实现流程标准化，为数据采集奠定基础。



• 柔性机器人制样技术

智能采集与建模：聚焦纹饰、色彩、器型核心特征，开发自动分区、语义解构技术，构建高精度三维模型，对接数据库形成语义图谱，实现数据从采集到结构化的转化。

质量与共享机制：建立“自动识别 - 专家复核 - 标准输出”闭环校验，确保数据准确性；推动跨机构数据共享，通过统一标准实现不同平台的兼容与互通。



• 《瓷器基因库实体样品管理标准》流程示意图

➤ 数字化成果的多元应用与成效

本案例在科研、文化传播、产业等维度取得显著成效。

学术与科研支撑：为古陶瓷考古、修复提供精准数据，已支撑多项学术研究，形成“数据申请－成果反馈”的良性科研循环，提升古陶瓷研究的科学性与效率。

文化传播与教育：打造“世界瓷器互动地图”，可视化呈现陶瓷全球传播路径；推出“青花秘境”沉浸式展览，在国内外接待超百万人次；构建“基础认知－专业实践－创意表达”研学体系，通过电子显微镜观察、纹饰定制等互动，实现科研资源向公众教育转化。

产业转化与经济价值：开发“岁岁鸭”等 IP，衍生 20 余款文创产品；制定《御窑手工制瓷工艺标准》，带动周边产值超 2000 万元；申请专利 16 项、版权 20 项，形成“文化＋科技＋产业”融合的增收模式。



• 景德镇古陶瓷基因知识图谱界面



• 景德镇古陶瓷基因知识图谱界面

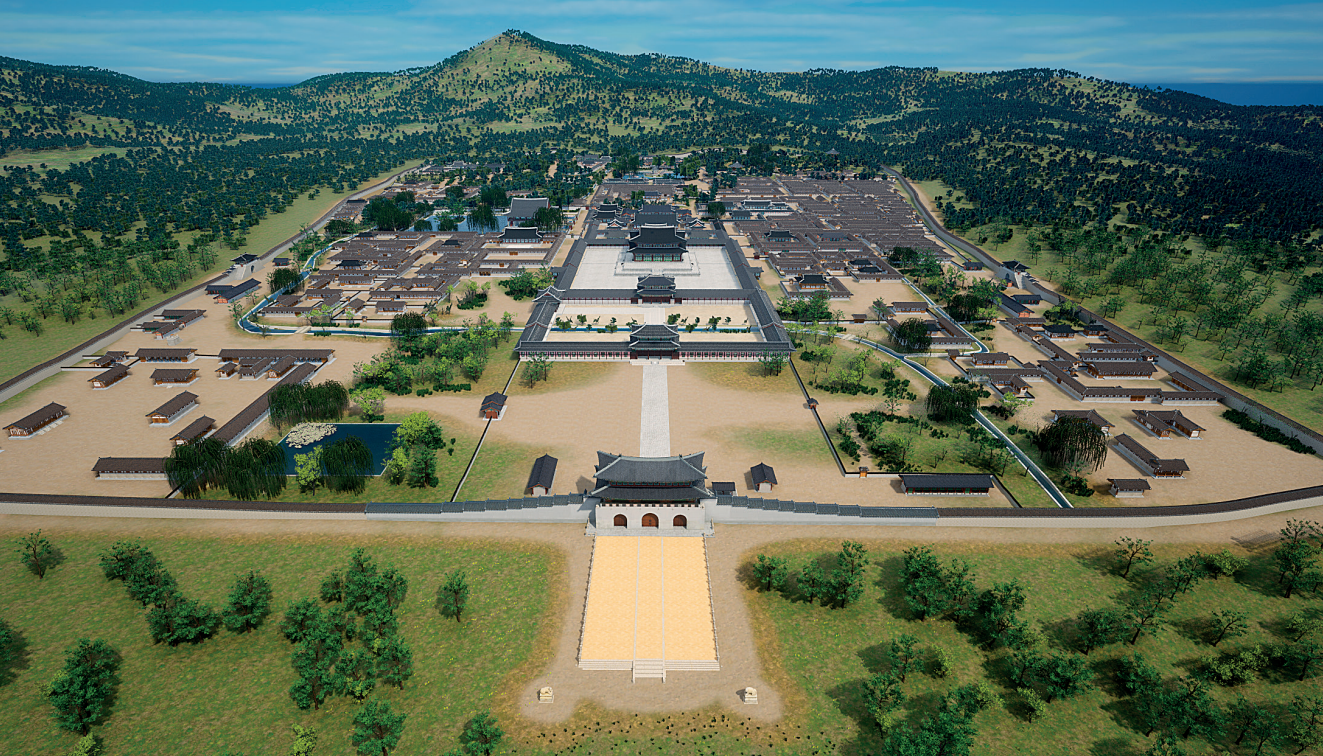
➤ 未来拓展方向与可持续规划

本案例将从技术深化、场景拓展、国际合作等方面推进可持续发展。

技术升级：细化胎釉彩等数据指标，完善知识图谱与 AI 自动识别功能，提升纹饰、造型比对精度；构建跨学科知识节点，实现数据自动推理与关联。

场景延伸：推动数据在考古研究、文物修复、数字展览等领域的深度应用；拓展国际合作，通过“国际瓷器研究联盟”促进全球陶瓷数据共享。

资源保障与风险应对：争取专项经费与社会资本，组建跨学科团队；建立动态技术评估机制与数据安全体系，采用模块化架构应对设备迭代，通过加密与权限管理防范数据滥用。



10

WIPCO: 景福宫三维数字化项目

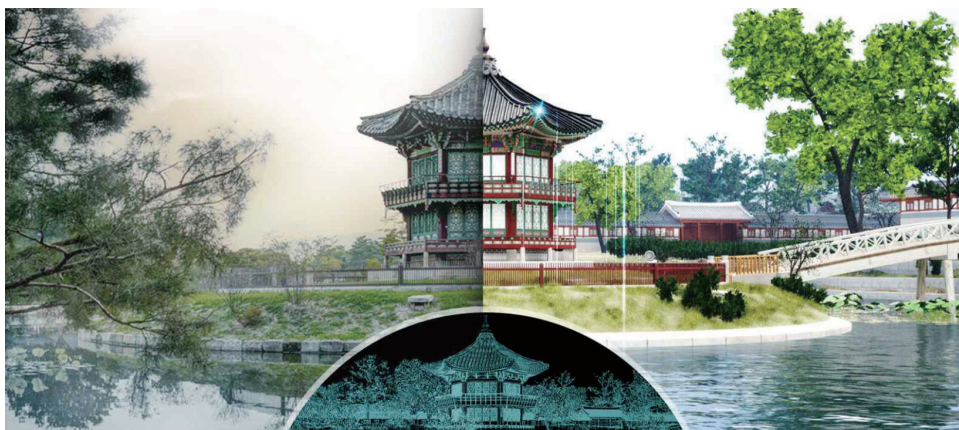
► 申报机构

WIPCO（韩国数字技术公司）

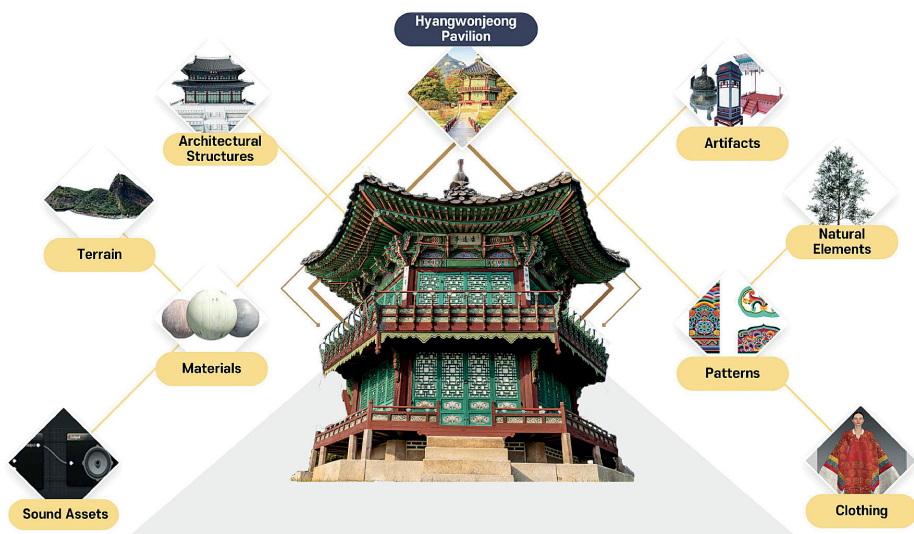
近年来，韩国文化遗产厅致力于记录与保存文化遗产，更着眼于未来内容产业的多样化需求，完成景福宫全面数字化。韩国对景福宫进行三维资产开发，以解决高质量数字文化遗产资产不足的问题。项目基于历史记录等还原其朝鲜后期原貌，资产含建筑、文物等多种类型，分部件型和完成型，采用模块化制作，遵循全球标准，免费开放供多领域使用。

精准还原景福宫历史原貌

景福宫是韩国具有代表性的文化遗产，也是朝鲜王朝重要历史事件的发生地。虽然在日本殖民时期遭受严重破坏，但自 20 世纪 90 年代起，大规模复原工程逐步展开，使宫殿的主要空间逐渐恢复原貌。项目基于朝鲜时期的历史记录、调查报告及三维扫描数据，完整再现了朝鲜后期的景福宫原貌。现存建筑参考了文化遗产厅的三维原型记录，并结合实测报告、修缮报告等文献资料进行制作。



• 景福宫香远亭（实拍照片和虚幻引擎渲染图）



• 韩国传统文化资产种类

➤ 按结构分类组装，提升可持续价值

三维资产按照建筑构件单元进行分类与结构化,并以易于组装的建筑模块形式提供。用户不仅可以再现景福宫,还可以根据自身需求自由构建韩屋等传统建筑。通过根据内容用途配置,结合内部文物、地形与自然元素,即可构成完整的场景。通过这一方式,创造国家遗产的可持续价值。

为了制作符合建筑学规范的资产,进行了传统建筑结构分析,并设计了构件库。采用模块化的方式制作,以最大限度提高实际应用的便利性,并支持未来的扩展。构件模块可分为基坛部、柱体部、斗拱部、上部构架、屋顶部及其他部分。这些根据用途多样组合的模块即可被反复利用。每个模块由础石、柱子、墙体和窗户等元素集合而成。



• 韩屋三维建筑结构示意图

➤ 技术优化，提升性能与真实感

通过利用原始数据,在物理真实感与实时响应性能之间进行协调,构建了优化的数据集。采用交互式内容所需的轻量化技术,以及实现逼真反应式内容所必需的计算效率技术。为支持网页和移动端等服务环境,应用重新拓扑(Retopology)、法线贴图(Normal Map)、纹理压缩(Texture Compression)、纹理图集(Texture Atlas)技术优化性能。为提升真实感和多用途应用,采用了符合全球标准的计算效率化技术:LOD(细节层次,Level of Detail)-通过调整网格精度,制作三阶段细节模型、PBR(基于物理的渲染,Physically Based Rendering)-根据

材质特性应用 PBR 纹理，实现逼真的数据表现。

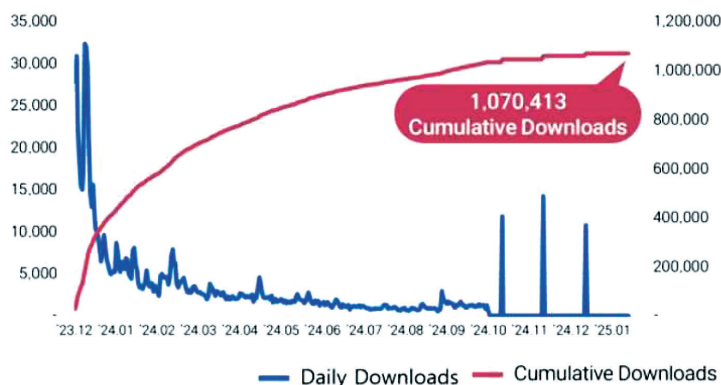
➤ 应用广泛，实用性高

三维资产通过拓展至游戏、电影、VR/AR、博物馆展览等多种产业，成为连接保护与创作的重要纽带。景福宫三维资产已被应用于韩国游戏公司 PearlAbyss 开发的《黑色沙漠》内容中，这是传统建筑遗产自然延伸至大众文化内容的成功案例。

此外，这些数字资产未来可以广泛应用于各类内容，并凭借准确的考证证明了其应用潜力和公共价值。尤其是通过 FAB 市场公开的景福宫资产，体现了其在产业、学术界以及大众群体中的高度实用性，为构建可持续的国家遗产数字内容产业生态奠定了基础。

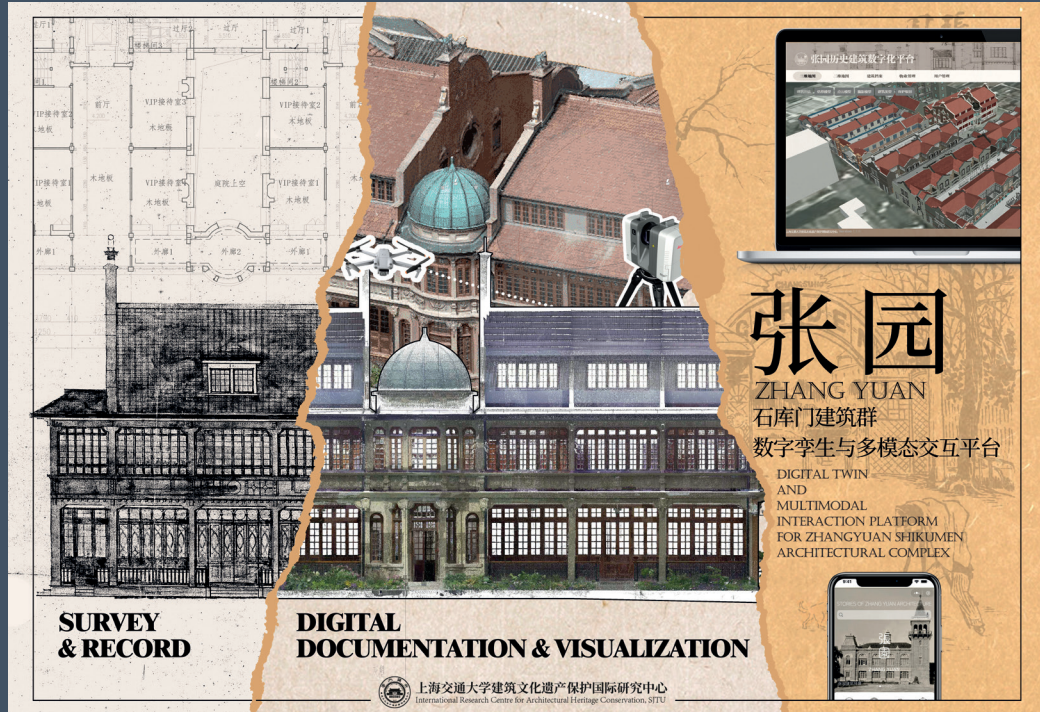


- 《黑色沙漠》使用本项目资产制作的内容



- FAB 市场公开资产集累计下载量

(数据统计时间: 2023 年 12 月 26 日 - 2025 年 1 月 31 日)



11

张园石库门建筑群数字孪生与多模态交互平台

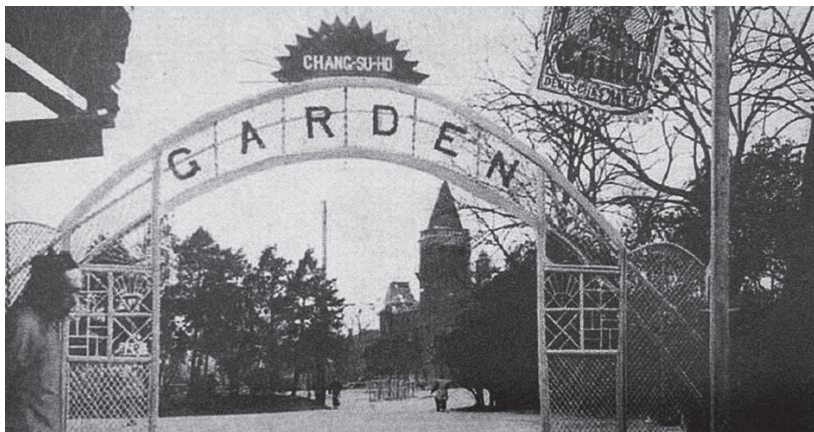
► 申报机构

上海交通大学建筑文化遗产保护国际研究中心

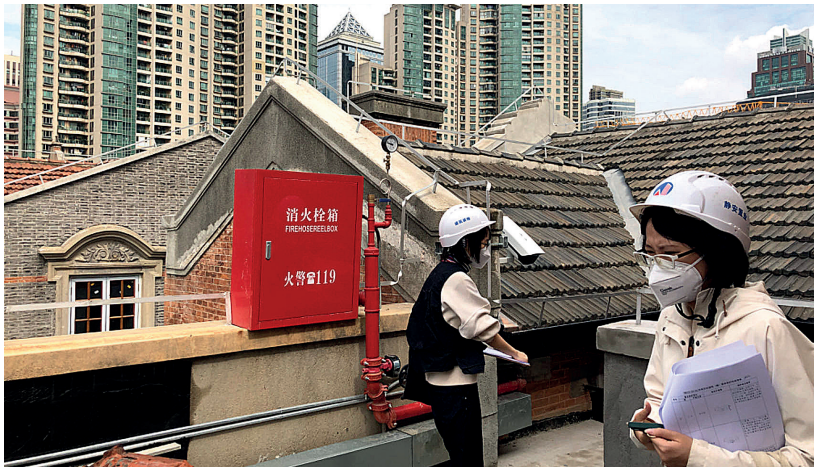
本案例聚焦上海张园石库门建筑群的数字化保护与活化利用，案例基于分级测绘策略，融合三维激光扫描、倾斜摄影测量等技术，以毫米级精度还原建筑形态与纹理，构建实景三维模型；在此基础上开发 B/S 架构的数字孪生平台，分表现层、应用层、数据层，整合多源数据，实现建筑精细化实时管理，支撑运维、修缮、预警等场景。同时引入 AR 叠加、VR 游览、AI 数字人导览等多模态交互，打造“建筑可阅读”应用，增强公众文化感知。

➡ 分级测绘 + 多源融合，破解建模难题

针对张园街区空间狭长、建筑密集导致的传统测绘精度不足、信息缺失问题，项目创新采用“分级测绘 + 多源数据融合”策略，构建覆盖片区、建筑单体、构件细部三级尺度的建模体系。宏观层面用带 RTK 模块的无人机倾斜摄影获取片区整体数据，中观层面通过地面三维激光扫描记录建筑单体形态，微观层面以手持激光扫描和高像素摄影还原雕花等构件纹理，实现毫米级精度还原（细部纹理精细度达 5mm）。同时设计多源数据融合方案，形成体例完整、精度统一的实景三维模型底座，为后续数字化管理与展示奠定精准数据基础。



• 张园 19 世纪末历史影像



• 2022 年在张园屋顶调研

➡ 全生命周期数字孪生平台，实现动态管理

项目基于 B/S 架构搭建“表现层 - 应用层 - 数据层”三级数字孪生平台。数据层整合基础档案、三维模型、传感器监测数据等多源信息，通过权限控制保障安全；应用层涵盖数字孪生可视化、物业管理、监测预警等模块，支持模块化扩展；表现层满足多角色通过多终端访问需求。平台借助 Cesium 轻量化引擎与 SpringBoot 框架，实现三维模型高效渲染与实时数据交互，可动态更新建筑运维记录、商户活动数据等信息流，还能基于风险评估算法实现安全预警，推动历史建筑管理从“静态记录”转向“动态感知 + 智能决策”。

➡ 多模态交互设计，深化文化价值阐释

项目打造多维度交互体验体系，构建“建筑可阅读”应用。通过挖掘历史资料，复原张园 1900 年、1920 年关键历史时期场景，结合 AR 场景叠加技术让公众直观对比建筑古今变化；引入 AI 数字人语义导览，提供个性化讲解服务；开发 VR 沉浸式游览功能，突破时空限制呈现建筑细节。这种“虚实融合”的交互模式，将静态建筑转化为可感知、可参与的文化载体，不仅增强公众对石库门建筑与海派文化的认同，还创新了文化遗产传播路径。



• 2022 年张园 77 号精美壁炉拍摄建模



• 张园平台主页

➤ 跨域融合的技术架构，保障平台适配性与扩展性

项目整合 GIS、WebGL、PostgreSQL 等技术栈，构建高可用、跨平台的技术体系。通过 ArcGIS Server 与 Cesium 引擎实现地图服务与三维模型协同渲染，采用 CesiumLab 切片压缩工具优化模型加载速度，确保网页端高效浏览；平台预留物联网终端、AI 模块集成接口，可未来拓展传感监测、智能识别等功能。同时，遵循“保护－管理－运营”多线并行理念，为不同主体提供定制化功能（如为文博机构提供数据接口、为公众开放导览入口），既满足当前多场景需求，又为后续功能升级预留空间。



• 张园建筑可阅读应用首页

➤ 多维实践成效显著，树立可复制标杆

本案例在文化、科研、社会层面均取得突出成果。文化保护上，完成 43 栋历史建筑系统性数字化建模，实现从静态保护到动态管理的转型，为保护性开发提供精准数据支撑；科研转化上，发表 3 篇核心期刊论文，获“天际航杯”赛事二等奖，形成可推广的理论方法；社会传播上，获多家主流媒体报道，2025 年成为上海全民数字素养提升月重点案例。

➤ 前瞻性规划布局，拓展数字化治理新路径

项目在现有成果基础上，明确未来深化方向，持续提升平台价值。技术层面拟完善监测指标体系，引入大模型语义识别与知识图谱，打造可问答的历史建筑知识系统，推动数据向智慧资源转化；体验层面将优化 AR 互动应用，整合“城市漫步”线下导览，构建线上线下融合的文化体验模式；机制层面将完善数据授权与开放接口，提升跨部门、跨周期协同能力，最终探索出适用于城市核心区历史街区的数字化治理路径，为同类遗产保护提供参考。

藏诸名山 传之其人

——国家级非物质文化遗产代表性传承人记录工作成果展

主办单位：文化和旅游部非物质文化遗产司 国家图书馆

联办单位：各省级非物质文化遗产保护中心 各级各类图书馆

12

国家级非物质文化遗产代表性传承人记录工作

► 申报机构

中国国家图书馆

该工作总结整合了中国中小博物馆数字化与非遗传人记录两大文化遗产保护实践，核心创新在于构建“技术适配 + 系统方法”的数字化保护体系。一方面，通过模块化技术工具（如数字文创、AI 互动）破解中小博物馆资源短缺、数字化能力不足的困境，实现文化资源的活化传播；另一方面，以“3+1”工作方法（口述历史、实践记录、教学记录 + 文献收集）系统解决非遗活态传承的记录难题，兼顾隐性知识与技艺细节的留存。两者均形成“记录 - 活化 - 共享”的闭环，既通过标准化降低操作门槛，又依托技术创新让文化遗产在数字时代持续焕发生命力。

➤ 文化遗产数字化的现实需求与挑战

文化遗产保护领域正面临“活态传承”与“技术适配”的双重课题。在博物馆领域，尽管近年来数量增长显著，中小机构却因资源有限、人才薄弱，数字化水平滞后，难以突破传统传播模式，馆藏价值未能充分释放；在非遗领域，传承人的技艺与智慧是活态遗产的核心，但多数传承人年事已高，传统记录方式多零散化，难以完整捕捉肢体细节、互动经验等隐性知识，存在知识随时间流失的风险。如何通过数字化技术，既尊重文化遗产的真实性，又实现其可持续传承与广泛传播，成为需要突破的关键问题。



• 2025 年国家级非遗代表性记录工作成果展现场

➤ 技术赋能与系统方法的创新实践

两类项目分别从“模块化工具”与“系统化流程”切入，构建数字化保护路径。

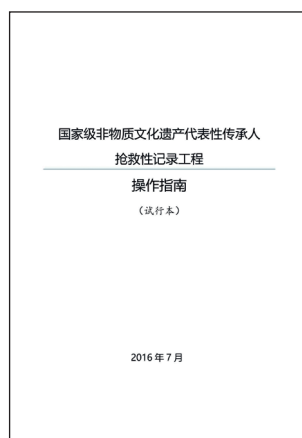
中小博物馆数字化的模块化突破：依托数字文创、微信小程序、视频传播等定制化模块，为中小博物馆提供适配服务。例如，通过“繁星时光镜”等 AI 互动产品活化文物，让用户参与文创生成；借助视频号工具箱打造流量矩阵，实现 3580 万次播放，拉动参与机构粉丝量增长 39%；联合多方举办文创大赛，产出 2246 件设

计作品，推动成果落地。同步开展人才培养，惠及 8000 名从业人员，降低数字化门槛。

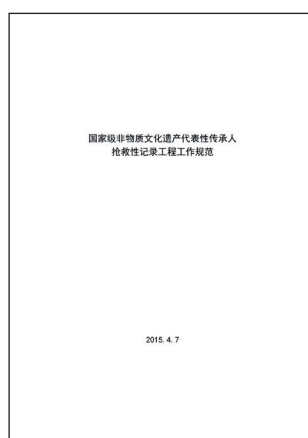


- 国家级非遗代表性传承人记录工作线下培训班

非遗传承人的系统化记录：以“3+1”工作方法为核心，通过口述历史记录个人经历与技艺要诀，本案例实践记录完整操作流程，传承教学记录特色教学方法，辅以文献收集建立个人资料库。配套制定《工作规范》与《操作指南》，通过全国培训提升执行能力，累计完成 1279 名传承人记录成果验收，形成标准化实践体系。



- 国家级非物质文化遗产代表性传承人抢救性记录工程操作指南



- 国家级非物质文化遗产代表性传承人抢救性记录工程工作规范

➤ 从保存到活化的价值转化路径

两类项目均突破“单纯保存”局限，构建“记录－传播－应用”的完整链条：

博物馆领域的双向互动：通过 AI 技术让文物从静态展品变为可互动载体，用户既能参与问答体验传承，也能成为“数字守艺人”共创文创；依托探元平台推动数字资源授权交易，形成“文化资源－数字创新－产业转化”的闭环，如三星堆博物馆等将优秀设计落地生产。

非遗领域的多维传播：线上通过专题网站、新媒体矩阵开放记录成果，线下举办展映月、讲座月等活动，联合数百家机构联动推广；将记录素材转化为书籍、课程等，既为研究提供一手资料，也让公众深入理解非遗价值。截至 2025 年，已采集非遗记录素材超 7.5 万小时，397 名已记录传承人离世后，其技艺通过数字档案永久保存。



• 国家级非遗代表性传承人记录工作成果线上展映专区



• 国家级非遗代表性传承人记录工作宣传展示

➤ 实践成效与持续发展方向

两类项目已取得显著成效：中小博物馆方面，362 家机构完成数字化提升，覆盖 80 多个地市州，实现文化传播力与运营能力的双重提升；非遗方面，形成 2 万余小时影音文献，47 万件文献资料，有效缓解了知识流失风险。

未来将持续深化：博物馆领域计划 2026 年覆盖超 1000 家机构，探索元宇宙等前沿场景；非遗领域将推进剩余传承人记录，引入 4K 拍摄、AI 辅助等技术，完善数字资源库，推动国际交流合作，让数字化保护经验更广泛应用。



• 全国各地联展情况

THE ROYAL DRESDEN PORCELAIN COLLECTION



PORCELAIN MEETS HISTORY

13

德国德累斯顿 皇家瓷器收藏 平台

► 申报机构

德累斯顿国家艺术收藏馆

► 其他参与机构

Robotron 公司

TBO INTERACTIVE 公司

本案例创新性构建了“实物藏品 + 历史文献 + 数字平台”三位一体的瓷器收藏数字化体系，核心突破在于：一是将 8200 件东亚瓷器（16 世纪末至 18 世纪初）与保存完好的 18 世纪原始藏品目录深度关联，通过数字技术实现“器物 - 文献 - 来源”的闭环追溯，为跨文化研究提供独特视角；二是打造多维度数字目录（学术目录、历史文献目录、可视化目录），支持多语言（含中文）访问与高分辨率图像开放下载，兼顾学术严谨性与公众可及性；三是链接全球 700 余件散佚藏品，构建虚拟重建的皇家瓷器收藏网络，为复杂历史藏品的数字化保护与全球共享提供了平台。

瓷器收藏数字化的核心需求与挑战

德累斯顿国家艺术收藏馆瓷器馆的东亚瓷器收藏具有全球独特性——不仅涵盖 8200 件器物（原始总数达 29000 件），还保存着 18 世纪编制的原始藏品目录（近 2500 页），器物可通过“宫殿编号”与文献精准对应。但这类规模庞大、关联复杂的收藏，面临传统研究与传播的适配性挑战：一是藏品体量与文献复杂度高，传统出版物难以全面呈现；二是散佚于全球 15 国 80 余家机构的 700 余件相关藏品，缺乏系统性关联；三是资金筹措需整合多方资源（基金会、私人赞助等），以支撑大规模数字化与学术整理。为此，本案例通过数字平台打破时空限制，实现收藏的完整呈现与全球共享。



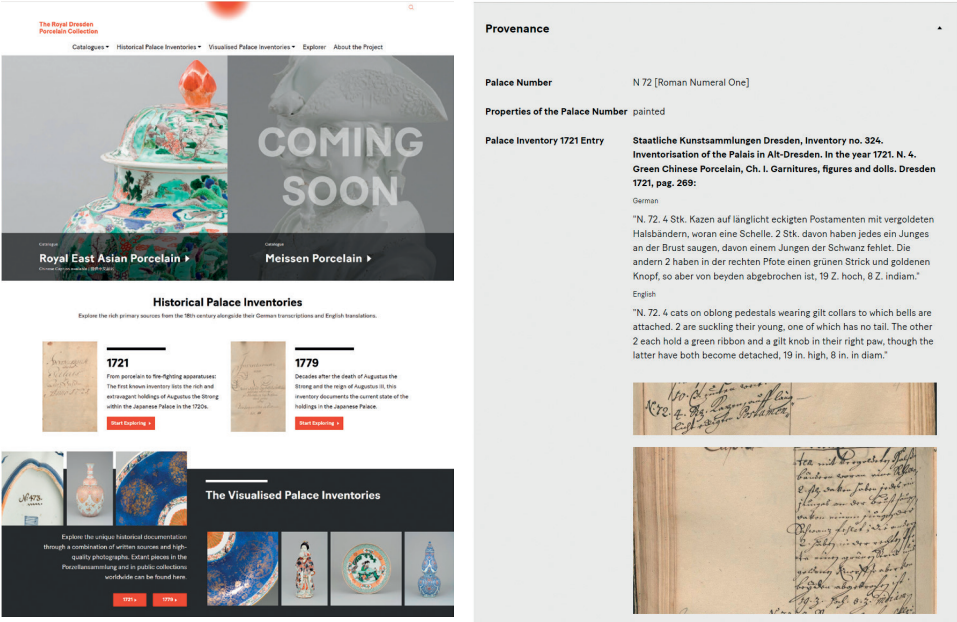
• 带有宫殿编号及相应 1721 年宫殿库存条目的中国器物

➤ 数字化平台的构建与核心功能

本案例历经十余年打造“皇家德累斯顿瓷器收藏”平台，通过系统性准备与多维度设计实现收藏的深度数字化。

前期基础工作：完成 36000 张器物高清摄影（含多角度视图），对 1721 年、1779 年原始目录（6 卷近 2500 页）进行数字化、德语转录与英语翻译；识别 8000 件现存器物的“宫殿编号”，建立与历史文献的对应关系；整理 2000 余个中日瓷器款识，按产地、年代等分类并关联对应器物，便于比较研究。

三大核心目录：“皇家东亚瓷器”学术目录：整合最新研究成果，以主题导论 + 器物条目形式呈现，每条目含来源历史（链接原始文献）、参考文献，支持中文显示基本信息；“历史宫殿藏品目录”：数字化呈现原始文献，提供转录视图（含德英对照），支持页面缩放与细节查看；“可视化宫殿藏品目录”：将器物图像嵌入历史目录条目，直观还原收藏原貌，标注散佚器物，链接全球相关藏品。



- 德累斯顿皇家瓷器收藏（SKD）网站首页；文物条目中的“来源”版块



剖面图
SECTION PLAN

基于无人机倾斜摄影建模的 新疆佛寺遗址数字化采集与记录

Digital Collection and Documentation
of Buddhist Temple Ruins in Xinjiang Based on Drone
Oblique Photogrammetry Modeling

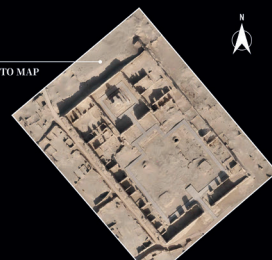


正射投影图

DIGITAL ORTHOPHOTO MAP

三维数字模型

3D DIGITAL MODEL



14

基于无人机倾斜 摄影建模的新疆 佛寺遗址数字化 采集与记录

► 申报机构

复旦大学国土与文化资源研究中心

► 其他参与机构

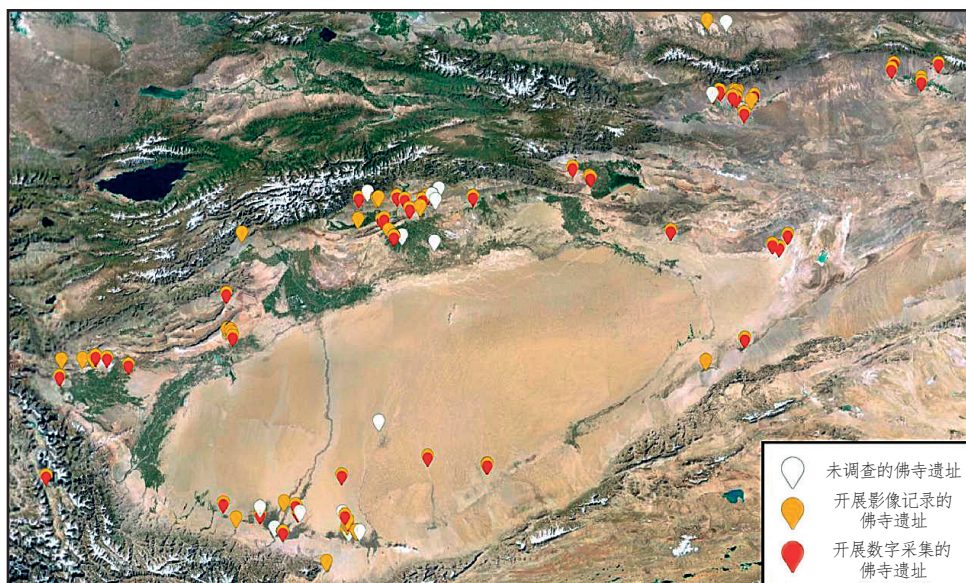
中勘华通考古科技有限公司

新疆维吾尔自治区文物局

以土遗址为主的新疆佛寺遗址正面临风蚀、水蚀等挑战。针对遗址资料滞后且碎片化、遗址濒危态势加剧的问题，本案例聚焦新疆 100 余处地面佛寺遗址的数字化保护。2021 年 7 月，新疆文旅厅委托复旦大学与中勘华通启动专项调查，历时三年完成 82 处遗址的数字化工作。项目以“文化景观”“聚落考古”为指导，整合大疆无人机、RTK 定位等技术，实现从宏观遗址群到微观建筑纹理的全尺度数据采集，生成厘米级三维模型与正射影像；构建高校、地方文博部门、技术企业协同机制，保障学术严谨与技术落地。累计拍摄 8 万余张影像，建成超 15TB 数据库，含 53 处遗址、252 个建筑单体的三维模型，为保护决策提供数据支撑；填补新疆佛教地面遗存空白，提升学术话语权；为数字文创、智慧管理奠定基础。

➤ 全域性数据采集，构建完整遗产信息体系

本案例突破传统考古调查“单点记录”局限，以“文化景观”与“聚落考古”理论为指导，将 82 处佛寺遗址置于自然地理单元与历史人文环境中开展全域性数据采集，不仅记录遗址本体，还同步留存周边自然环境及城址、烽燧等关联遗迹信息，避免遗址与环境信息割裂。项目累计摄制超 8 万张影像，生成 43 张高精度正射影像图，构建总量超 15TB 的结构化三维模型与影像数据库，推动文化遗产数字化从“碎片化记录”向“全域化治理”升级。



• 开展数字化工作的佛寺遗址分布示意图

➤ 多技术融合，实现全尺度数据精准覆盖

针对新疆复杂环境，本案例整合多技术形成全尺度数据采集能力：硬件采用大疆 Matrice300RTK 无人机（4500 万像素）、中海达北斗 TS5（毫米级 RTK 定位）等设备适配恶劣场景，软件通过 AgisoftPhotoscan 完成多源影像整合，经控制点校准等流程生成厘米级精度三维模型及正射影像。最终完成 53 处遗址、252 个建筑单体及 55 个重点区域高精度建模，首次系统记录遗址地质地貌、病理病害等核心现状，为差异化保护方案制定提供精准数据依据。



- 无人机倾斜摄影：项目组成员于尉犁县营盘佛寺遗址开展工作

➤ 跨主体协同机制，平衡学术与实践价值

本案例打破“技术公司单一主导”模式，构建高校、地方文博部门、技术企业三方协同机制：复旦大学团队制定学术标准、把控研究导向，新疆地方文博部门提供基础信息与沟通协调，中勘华通公司负责技术落地。项目克服疫情影响，272天高效完成82处遗址调查，充分体现协作高效性，为同类项目提供组织实施参考。

➤ 成果多维赋能，兼具保护与发展价值

本案例成果在多维度发挥效益：保护层面，高精度数据为遗址加固、病害治理提供科学依据，降低决策盲目性；研究层面，填补新疆佛教地面遗存空白，扭转依赖外国探险家记录的被动局面，可与石窟寺成果融合推动学术突破；产业与传播层面，15TB数字资产为VR/AR体验、文创开发奠基，提升我国学术话语权。



• 数字化成果：交河故城佛教遗址数字化采集区域及模型效果

➡ 可复制实践框架，适配多类遗产场景

本案例提炼“理论方法－技术手段－组织机制”三位一体保护框架，可直接复用于新疆古城、烽燧等土遗址，还适配全国环境恶劣、分布分散的大型文化遗产群，如丝绸之路跨国界遗址，有效解决“偏远地区调查难、数据利用率低”等行业共性问题。未来将分短期（2024-2026 年）、中期（2026-2027 年）、长期（2028 年起）三阶段推进工作，短期计划建成新疆佛寺遗址数据库，整合 82 处遗址数字模型与基础信息并开发 Web 端查询系统向学界及文博机构开放试用，同时从多视角挖掘遗址历史、科学、艺术等价值，出版《新疆佛寺遗址考古资料整理与研究》专著；中期将拓展 VR/AR 应用场景，实现 5 处遗址数字漫游功能并开发中小学遗产教育课程，借助 3D 打印与虚拟现实技术探索多元展示方式；长期计划与中亚国家开展联合研究，推动丝绸之路佛教遗址数字资源共享，构建“数字丝绸之路”虚拟展厅。



方言保护计划

用 AI 留下你的乡音

15

基于 AI 智能语音的方言保护公共服务平台

► 申报机构

科大讯飞股份有限公司

► 其他参与机构

重庆中国三峡博物馆

蜃楼志 STUDIO

在全球语言濒危、中国部分“小方言”面临存续危机的背景下，依托中国国家“语保工程”“十四五”文化发展规划等政策支持，以及科大讯飞在 AI 大模型、语言语音技术领域的积淀，构建了集数据采集、学术研究、技术应用于一体的方言保护公共服务平台。本案例通过开发“我 AI 说方言”小程序构建全民参与的方言采集生态以破解数据瓶颈，开展非主流语言 AI 适应性研究夯实研究基础，研发方言识别、合成、翻译三大 AI 系统实现核心技术突破，并搭建起含视图层、应用层等六层架构的平台。

方言保护的活态传承需求

方言作为地域文化的核心载体，面临全球化与城市化背景下的传承挑战：一是活态语音资源留存难度大，方言地域性强、多样性高，传统线下采集成本高、效率低，难以满足海量数据需求；二是技术适配不足，多数方言属于“非主流语言”，缺乏成熟的智能语音系统（识别、合成、翻译），制约研究与应用；三是传承场景单一，传统保护多为静态存档，公众参与度低，难以遏制方言使用频次下降的趋势。为此，项目以 AI 技术为核心，构建“采集 - 研究 - 应用 - 传播”全链条体系，推动方言保护从“抢救性记录”转向“活态化传承”。

全民参与的方言数据采集生态

项目突破数据采集瓶颈，构建低成本、高裂变的全民参与机制。

轻量化采集工具：开发“我 AI 说方言”微信小程序，设置地域排行、点赞排行等激励机制，用户可便捷提交方言语音，通过社交分享实现自助裂变，形成稳定的数据增长流量；同时搭建官方网站，聚合学术研究、产业信息、保护课程等资源，打通信息交流渠道。

数据生态成效：截至 2024 年底，近百万人参与采集，累计收集方言语音超 170 万条，覆盖多地域、多类型方言，为后续技术研发与学术研究奠定数据基础，解决了方言保护“无米之炊”的核心难题。



- 听见，看见：汉字里的中国文化展

➤ AI 技术驱动的方言研究与应用

项目聚焦非主流语言的 AI 适配，分层次突破核心技术，夯实方言保护的技术底座。

语言学研究分类：将方言分为三类非主流语言（文字口语通用、有文字少用、濒危无文字），针对性开展语音结构（声母、韵母、声调）、句法分析、音变规律研究，建立方言与主流语言的对应关系，为技术开发提供语言学基础。

➤ 三大 AI 系统研发

方言识别系统：基于星火语音大模型，结合真实用户数据优化模型，实现 202 种方言识别，攻克吴语等复杂方言的识别难题。

方言合成系统：采用深度学习算法，结合方言句法、变调研究，实现 20 种方言合成（如苏州方言男女声完整合成），MOS 评分突破 4.0。

方言翻译系统：基于神经网络翻译（NMT）优化模型，实现方言向普通话的精准翻译（如粤语、武汉话），解决跨语言沟通障碍。

➤ 场景化传播与普惠应用成效

项目通过多元场景创新，推动方言保护融入公众生活，实现社会效益与文化传播双提升。

传播矩阵建设：联动 60 位明星、1500 位方言发音人，打造《方言英雄》《方言大会》等综艺，在上海、苏州等城市开展“方言进校园”“博物馆文化展”等活动，激发公众参与热情；推出《姑苏琐记》AI 方言公益短片、重庆三峡博物馆声音展览（含 70 段方言展品），让方言文化可听、可感。

普惠应用落地：讯飞输入法集成 202 种方言及 5 种少数民族语言的语音识别功能，免费向公众开放；为 B 端（企业）、G 端（政府）提供技术解决方案，应用于文旅、媒体等领域（如 AI 方言虚拟主播），拓宽方言使用场景，跨越“数字鸿沟”。



• 传播效果

➤ 未来规划与可持续发展

项目将持续深化技术与场景创新，推动方言保护走向系统化、常态化。

濒危方言抢救：协同语保工程，对 68 种使用人口不足万人的濒危方言开展抢救性调查，建立动态监测机制；建设方言数字博物馆，提供共享资源平台。

技术与场景升级：优化 AI 大模型对复杂方言的适配能力，拓展“AI+ 文旅”“AI+ 教育”场景（如方言研学课程）；探索“技术－文化－商业”循环模式，通过商业产品收益反哺保护事业，实现可持续运营。

国际经验输出：依托成熟的技术与运营体系，为全球活态语言保护提供参考，助力世界语言文化多样性守护。



古城保护利用信息管理系统数字化扫描
赋能古城物质文化遗产数字化保护



16

古城保护利用信息管理系统—— 数字化扫描赋能 古城物质文化遗产数字化保护

► 申报机构

绍兴市历史文化名城保护办公室

本案例创新性构建了“数字孪生 + 多部门协同”的古城物质文化遗产保护体系，核心突破在于：一是通过无人机遥感、SLAM 扫描等技术，实现古城全域三维实景建模（精度达毫米级）与动态更新，为 13 类传统资源建立数字档案，解决保护“家底不清”问题；二是打造跨部门信息共享平台，整合 14787 幢房屋数据及 30 余类公共资源，实现规划决策、风貌管控的“一张图”可视化，打破数据壁垒；三是创新“虚拟仿真 + 物理执行”模式，通过建设项目方案植入三维底图，从空间视廊、建控地带等多维度辅助决策，推动古城保护从“经验判断”向“数据驱动”转型，为同类古城数字化保护提供了可复制的技术与管理方法。

古城数字化保护的核心需求与挑战

绍兴古城拥有 2500 余年历史，城址与文脉延续性强，但在保护利用中面临适配性需求：一是基础数据不完整，物质文化遗产（如台门、古桥）的记录媒介缺失、准确度不足，难以支撑精准保护；二是古建修缮缺乏“全息蓝本”，砖木结构建筑易受火灾、坍塌等威胁，现有营造资料零散，存在保护隐患；三是多部门协同不足，古城开发中规划选址、风貌管控缺乏直观参考，影响遗产肌理协调性。为此，本案例通过数字技术构建“全域记录－精准决策－协同管理”体系，实现保护模式的升级。



• 线下古城数字馆展示

数字化保护的技术体系与实施路径

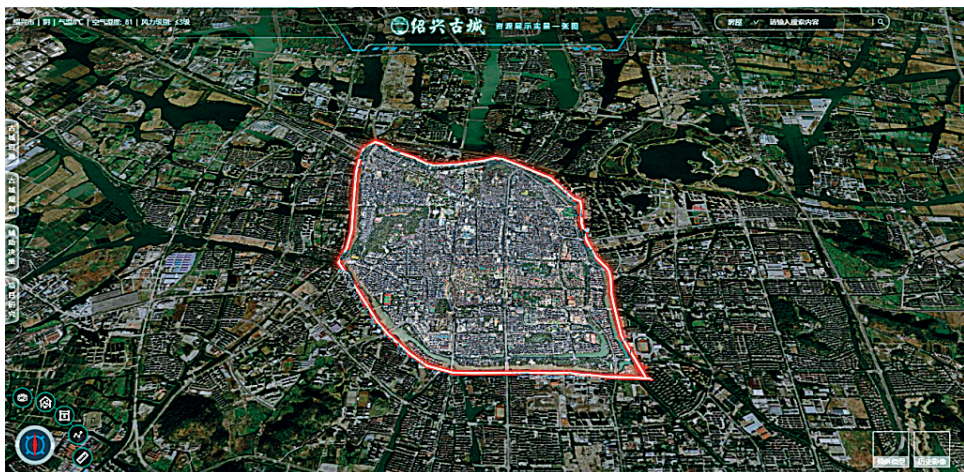
本案例以“三维建模＋数据整合＋智能决策”为核心，构建全流程保护框架。

技术支撑：融合 BIM+GIS 技术，采用无人机遥感实现全域定期更新、重点区块月度补测，生成三维实景地图；通过激光点云扫描（毫米级精度）、SLAM 智能机器人等设备，对 99 处重点文保单位、55 处历史建筑进行高精度建模，真实还原古城格局与风貌。

数据整合：建立跨部门信息共享平台，归集 13 类传统资源、30 余类公共配套数据，形成“资源展示一张图”，实现地理、历史文化、规划等信息的全要素管理；开发

数据资源中心，提供统一存储、发布、共享功能，提升数据利用率。

决策应用：将建设项目方案植入三维实景底图，从建控地带、空间视廊等维度动态比选，辅助 19 个重大项目（涉及 30 余万平方米）的规划决策，确保古城风貌协调。



• 资源展示实景一张图



• 室内高精度数字化模型



• 室外数字化矢量模型

➤ 技术创新与协同机制突破

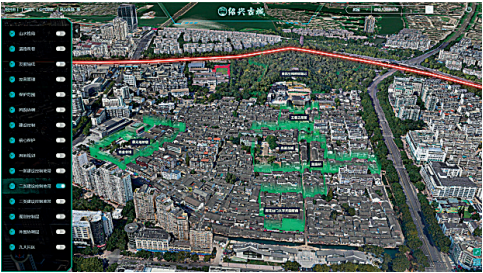
本案例在技术与管理上实现多重创新。

多模态数据采集：通过无人机倾斜摄影、激光雷达等设备获取多源数据，实现室内外一体化快速建模，捕捉古城复杂地物细节，解决人流量大、建筑遮挡等采集难题。

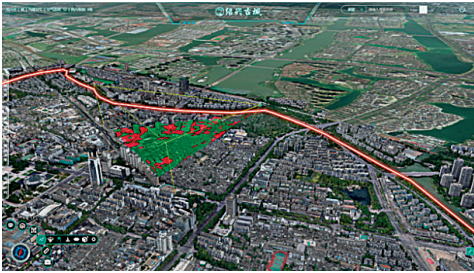
时空语义解析：采用深度学习算法提取建筑图斑、修复结构细节，构建跨模态时空

模型，实现不同精度数据的关联分析，提升建模完整性。

协同管理机制：制定数据接口、格式等标准，建立“一个平台、多部门联动”模式，改变“各自为政”的管理现状，推动规划、文物等部门数据实时共享与业务协同。



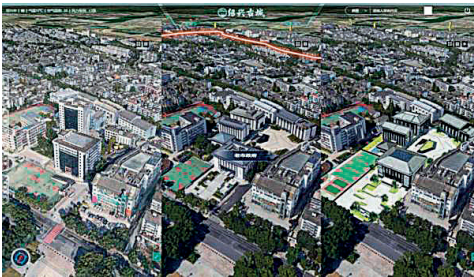
• 建控地带分析



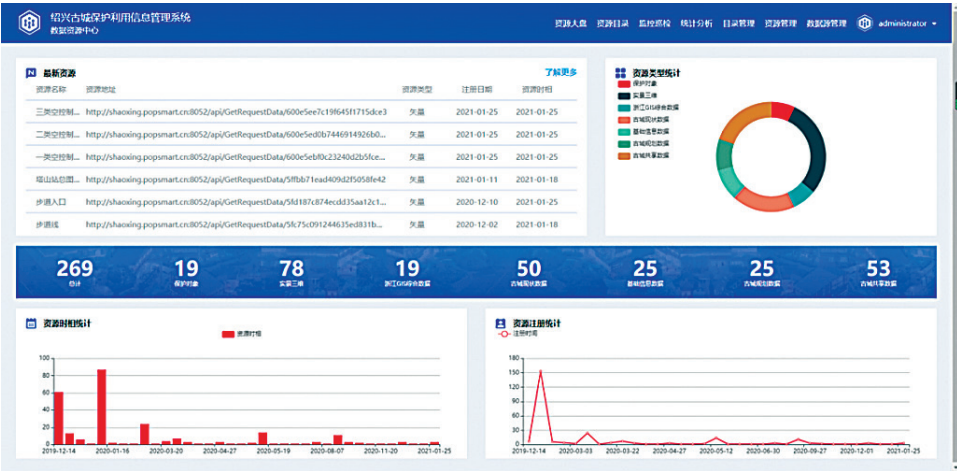
• 空间视廊分析



• 地块前期征收分析



• 规划项目三屏对比



• 数据资源中心

➤ 实践成效与应用价值

本案例落地后成效显著，成为古城数字化保护的典范。

数据成果：已收录 14787 幢房屋影像及属性数据，完成 30.88 公里历史文化街区扫描，建立动态更新的数字孪生底座，实现古城风貌肌理的全息记录。

决策支撑：辅助 19 个重大项目科学规划，避免建设与遗产保护的冲突，提升风貌管控精准度。



• 实景三维底图

行业认可：获 2022 世界智慧城市大奖、地理信息科技进步奖等荣誉，入选中国住建部、自然资源部典型案例，技术与管理经验被多地借鉴。

➤ 未来规划与可持续发展

本案例将持续深化数字化保护能力。一是完善数据标准，扩大资源录入范围，保持古城变迁的实景记录与动态更新，提升数据共享效率；二是强化系统运维，结合物联网设备优化平台功能，扩大应用场景，推动古城保护从“数字化记录”向“智能化治理”升级。



17

AMD×永乐宫: AI 赋能文物数 字化, 让千年 壁画重焕新生

► 申报机构

超威半导体公司 (AMD)

► 其他参与机构

永乐宫壁画保护研究院

生数科技

京东方科技

永乐宫三清殿《朝元图》作为中国元代壁画艺术的巅峰之作, 历经 800 年风雨侵蚀, 壁画面临色彩剥落、线条断裂、明清误修覆盖唐宋原貌等危机。本案例以“AI+算力”推动永乐宫壁画数字化保护, 三方构建全流程 AI 修复体系, 借助不同处理器和显卡组合的设备完成数据采集、特征提取、模型训练等工作, 分阶段推进修复, 效率大幅提升, 精度达毫米级。

➤ 技术框架创新：全流程 AI 修复体系的端到端突破

构建“采集-标注-推理-训练-输出”全链路 AI 技术架构，整合多层次硬件算力支撑修复全流程。AI 终端实现壁画色彩、线条特征精准标注；完成修复特征提取与专业推理；进行模型训练与缺失部分补全，实现从数据采集到精准还原的自动化闭环。该框架突破传统人工修复的分步割裂模式，将毫米级色彩校准与笔触还原融入统一技术体系，为大规模壁画数字化提供标准化技术支撑。

➤ 效率与精度创新：AI 驱动修复效能的颠覆性提升

技术上突破传统人工修复局限，通过端到端 AI 方案实现修复效率与精度的双重飞跃。单幅主神修复周期从传统的数月压缩至数小时，东壁整幅壁画修复周期较传统缩短 98%，效率提升近百倍；同时实现毫米级色彩校准，精准还原唐宋时期的矿物颜料层次与“吴带当风”的线条神韵，甚至纠正了明清时期的误修部分，这种“高效+高精度”的融合，解决了传统修复中“耗时久、还原难”的核心痛点。



- 2024 年 3 月，AMD 在 AI PC 创新峰会上展示与永乐宫壁画的 AI 修复合作成果

➤ 协作模式创新：跨界融合的“三元协同”机制

本案例首创“科技企业+技术公司+文保单位”协同模式，整合多方资源形成修复生态。AMD 提供算力设备与技术支撑，生数科技贡献图像生成算法能力，永乐宫壁画保护研究院输出文物专业知识与修复标准，三方联合成立数字工作室与复原实验室，实现技术资源、算法能力与文保经验的深度融合。该模式打破了文化保护与科技领域的壁垒，通过跨界协作将单一机构的技术或知识短板转化为系统优势，

为同类文化遗产数字化项目提供可复制的合作范式。

➤ 实施路径创新：分阶段攻坚的精细化推进策略

本案例采用“启动－攻坚－拓展”三阶段递进式实施路径，确保修复质量与进度可控。这种分阶段聚焦的策略，既保证了关键节点的成果落地，又能根据前期反馈动态优化模型，适应壁画修复中“从局部到整体、从精准到全面”的需求。

➤ 应用生态创新：从修复到活化的全链条价值释放

突破“修复即终点”的传统认知，构建“修复－传播－再创作”的文化活化生态。在修复基础上，通过巴黎联合国教科文组织展示、央视盛典传播触达数亿人次，站酷平台 AIGC 创意竞赛征集近千份衍生作品，实现文化遗产从“专业保护”到“大众参与”的转化。同时带动数字文创、文旅融合等新业态发展，使技术修复成果不仅成为永久数字档案，更成为激发传统文化创造性转化的核心素材，拓展了文化遗产数字化的价值边界。

➤ 可持续机制创新：数据驱动与动态迭代的长效保障

建立“数据采集标准化＋模型迭代动态化”的可持续机制。通过标准化流程完成壁画数据采集与标注，为 AI 模型提供高质量训练数据；依据修复效果反馈持续优化算法，使模型能适应不同壁画的风格与损伤特征。这种机制避免了技术方案的静态化，确保 AI 修复能力随数据积累与场景需求不断进化，为长期文化遗产数字化保护提供了技术适配性保障。

未来将持续关注人工智能等前沿技术在文化遗产保护领域的发展，结合实际需求探索技术创新与优化，不断提升文物数字化修复的精度与效率，为文化遗产保护提供更有力的技术支撑。进一步积极探索文化遗产数字化成果在更多领域的应用可能，推动与相关机构合作，拓展文化传播与传承的新场景。秉持开放共享的理念，将积极参与国际文化遗产保护领域的交流与合作，分享在文物数字化方面的实践经验，与国际社会共同探索文化遗产保护的有效路径。



18

“书阁一体” 公益项目

► 申报机构

蚂蚁科技集团股份有限公司

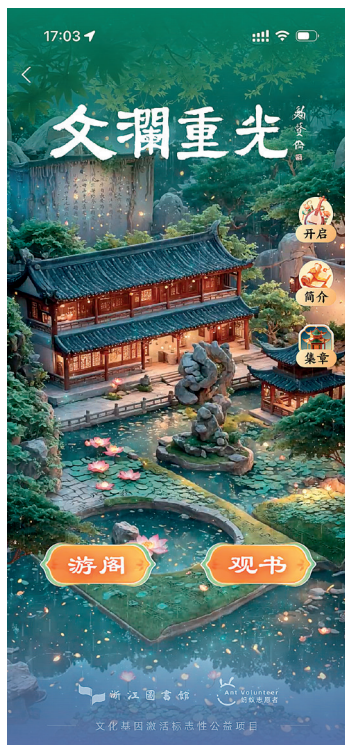
► 其他参与机构

浙江图书馆

本案例创新性构建了“数字技术 + 公益模式”的古籍与古建活化体系，通过高精度复原、沉浸式体验与互动传播，实现文澜阁与《四库全书》的“书阁一体”数字重聚。其核心价值在于：一是突破物理限制，用数字化技术（如360度虚拟游览、高清扫描）解决古籍保护与公众可及性的矛盾，让珍贵文化遗产走出馆藏；二是融合AI数字人导览、AIGC场景生成等技术，降低古籍理解门槛，通过“伴读讲解 + 互动任务”提升公众参与感；三是创新科技志愿者模式，吸引60余名青年技术者参与，形成可复制的“公益 + 技术”文化传播范式，为传统文化数字化传承提供了轻量化、普惠性解决方案。

➤ 古籍与古建的数字化传承需求

文澜阁与《四库全书》作为重要文化遗产，承载着丰富的历史智慧，但在当代传承中面临适配性挑战：一方面，出于保护需求，古籍实体展示受限，公众难以接触，形成“藏用矛盾”；另一方面，古籍内容以文言文为主，专业门槛高，普通大众理解困难；此外，传统传播方式静态单一，互动性不足，难以激发公众兴趣，且古籍 OCR 识别率低、点校耗时（全人工需数十年），制约数字化进程。为此，需要通过数字技术整合古建与古籍资源，在保护的同时提升可及性与传播力，让文化遗产融入现代生活。



• 小程序首页



• 《四库全书》古籍样本

➤ 数字技术构建的文化遗产体系

本案例依托多元技术，打造“复原 - 解读 - 互动”一体化体系，实现文化遗产的数

字化活化。

高精度数字复原：通过实景拍摄与后期优化，构建 360 度虚拟文澜阁，还原建筑细节；对《四库全书》进行无损扫描，结合多语言 OCR 技术提升识别率（字准确率超 90%），实现线上翻阅与内容提取，突破物理保存限制。

沉浸式场景与解读：采用 AIGC 技术生成文澜阁四季动态景观，营造古人书房虚拟场景，增强用户沉浸感；引入蚂蚁自研“数字人”技术，提供导览与伴读服务，用通俗语言解读历史背景与古籍内容，降低理解门槛。

互动化传播设计：在支付宝小程序中嵌入游戏化任务（如收集“游阁章”“观书章”），结合蚂蚁链技术提供数字纪念品，激励用户分享传播；通过社交化设计扩大影响力，让用户从“被动观看”转为“主动参与”。



• 数字人伴读功能示意图

➤ 从采集到传播的实施路径

本案例分四阶段推进，形成完整的数字化传承闭环。

数字化采集阶段：对文澜阁进行实景拍摄与虚拟建模，对《四库全书》开展高清扫描，通过 OCR 技术识别文本并修复图像，为后续应用奠定数据基础。

虚拟展陈开发阶段：构建虚拟文澜阁空间，融入 AIGC 生成的四季景观；将古籍内容嵌入虚拟书房场景，实现线上选书、翻书的交互式体验。

智能解读落地阶段：训练“数字人”完成导览与伴读功能，结合大模型优化古籍点校、翻译能力，辅助用户理解专业内容。

公益传播推广阶段：依托支付宝小程序上线“文澜重光”平台，设计互动任务与数字纪念品，吸引用户参与并分享；通过 60 余名技术志愿者的公益开发（累计 2000 小时），降低项目成本，扩大传播范围。



• 产品截图

➡ 数字化传承的实践成效

本案例上线后取得显著效果，实现文化保护与传播的双重突破。

保护与复原成效：完成近千册《四库全书》核心版本的数字化转译，OCR 识别技

术大幅提升古籍处理效率，为后续研究与传播提供数据支撑；虚拟文澜阁完整还原建筑风貌，实现文化遗产的永续数字保存。

公众传播与参与：上线一周吸引350万用户关注，36万+用户参与互动，“数字人”功能使用率超90%；超过90%的用户表示加深了对文澜阁与《四库全书》的了解，70%以上提升了文化认同感。

社会与公益价值：创新科技志愿者模式，激发青年参与文化保护的热情；形成“公益+技术”的轻量化推广范式，为其他古籍保护项目提供可复制经验，推动传统文化活态传承。



• 小程序数字纪念品页面

➤ 未来拓展与可持续规划

本案例将从技术深化、场景拓展、国际传播等方面持续推进。

技术升级：优化“数字人”自然语言交互能力，训练古籍领域大模型，提升点校、翻译精度；完善轻量化功能适配普通设备，确保普惠性。

场景延伸：扩大数字化范围，纳入其他古籍与文化遗产（如戏曲、非遗），构建“线上文化综合馆”；探索与文旅、教育领域合作，开发研学课程。

国际传播：通过多语言版本与国际交流平台，向全球展示文澜阁与《四库全书》的文化价值，提升中华文化影响力。

风险应对：加强与版权机构协作，规范内容使用；采用区块链与加密技术保障数据安全，防范隐私与版权风险。

基于人工智能的 古籍文献大数据治理平台



19

基于人工智能的 古籍文献大 数据治理平台

► 申报机构

宁波市天一阁博物院

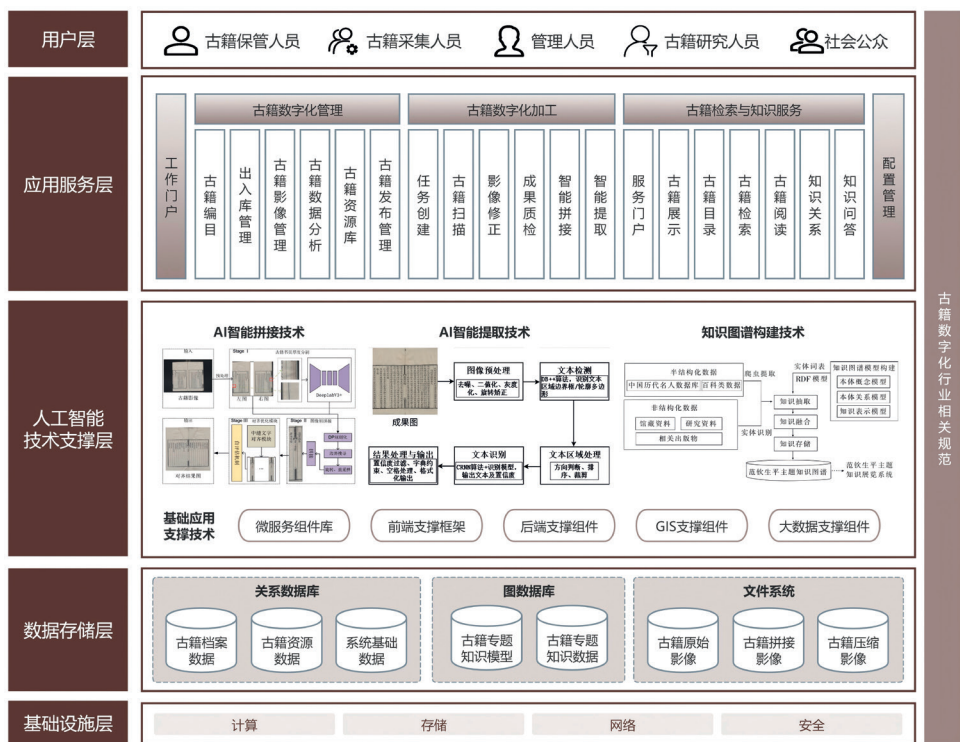
► 其他参与机构

武汉数文科技有限公司

本案例由宁波市天一阁博物院与武汉数文科技联合研发，聚焦古籍数字化“流程散、效率低、利用浅”痛点，融合深度学习、知识图谱等技术，构建覆盖古籍实体出入库、数字化采集、智能加工到知识活化的全生命周期大数据治理平台。平台以“全流程智能化”为核心，技术上采用“基础设施层-数据存储层-AI 技术支撑层-应用服务层-用户层”架构，研发自迭代多模态 AI 引擎，实现古籍筒子页自动拼接、复杂版式识别、文字印章提取，精度随数据积累提升；业务上建立标准化全周期流程，整合多系统功能，解决信息孤岛与数据安全问题。

➤ 全流程标准化管控，破解“流程散”痛点

本案例针对古籍数字化多系统分散操作、信息衔接断层的问题，构建“古籍出入库—任务分配—扫描质检—智能加工—成果发布”全链路上化流程，整合编目、影像管理等功能，降低多系统切换损耗。通过统一操作规范，单册古籍数字化周期从传统 4 天缩减至 1.5 天，漏扫错扫率显著降低；同时设置分级权限与操作日志追溯机制，大幅降低数据泄漏风险，解决流程割裂、标准化缺失的难题。

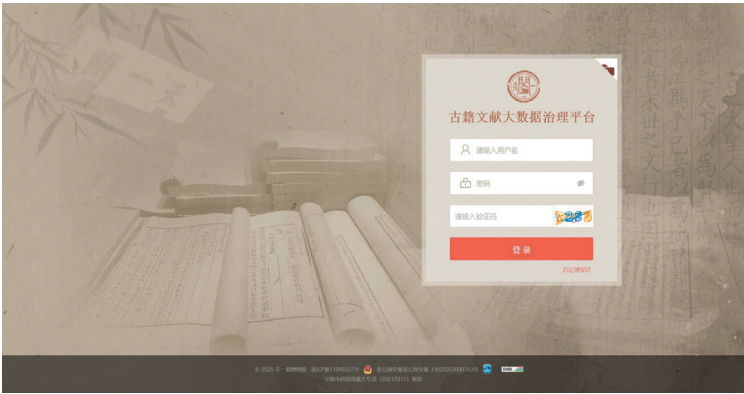


• 古籍文献大数据治理平台—技术框架

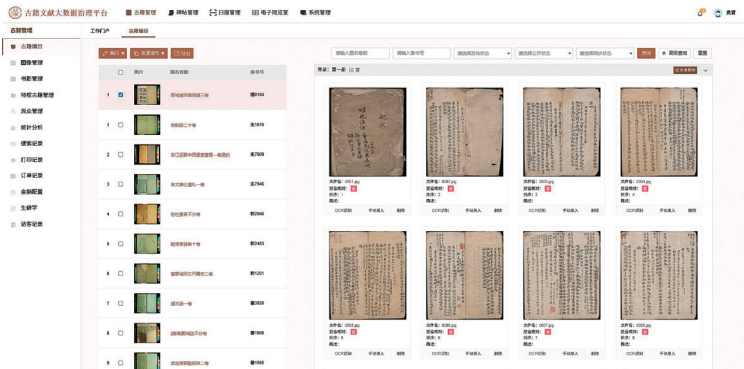
➤ AI 驱动智能加工，攻克“效率低”瓶颈

本案例研发自迭代多模态 AI 引擎，融合基于 DeeplabV3+ 的图像分割算法、ResNet101 特征提取网络等技术，可自动完成古籍简子页拼接、书口冗余剔除，精准识别竖排文字、双行夹注、异体字等复杂版式，文字与印章提取精度随数据积累持续提升。与传统人工处理相比，AI 系统效率提升超 10 倍，单页处理成本降低，

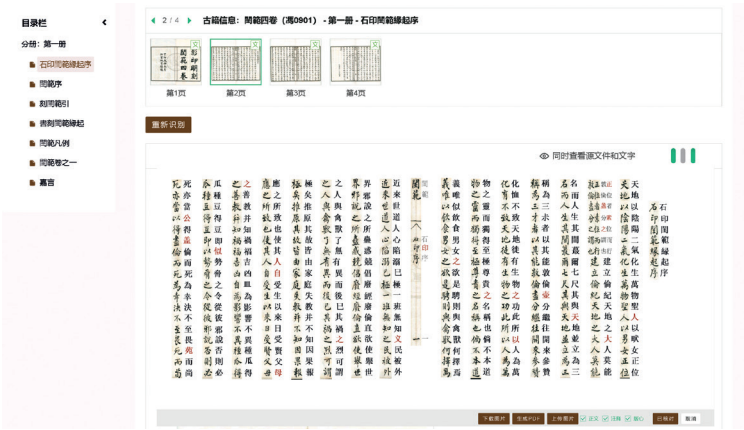
减少人工校对工作量，有效解决智能化水平低、人力成本高的问题。



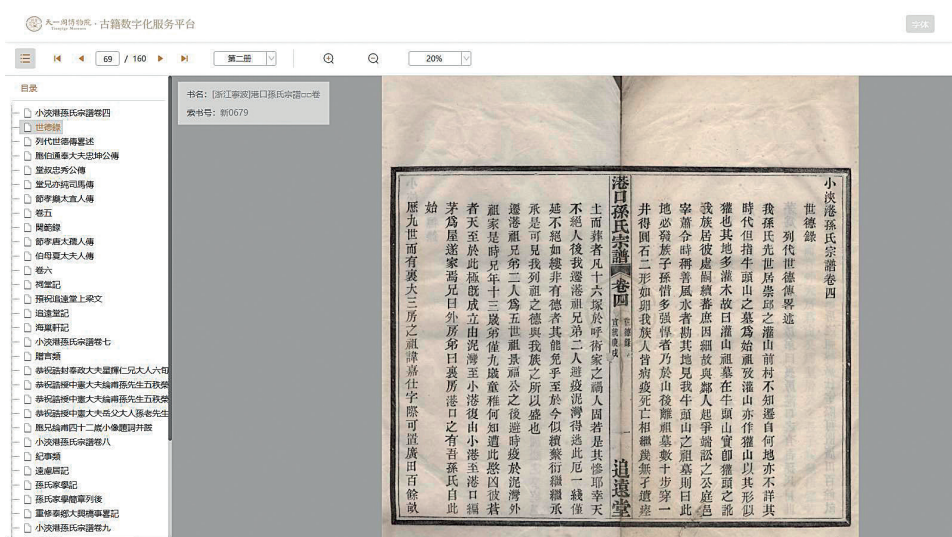
• 古籍文献大数据治理平台 - 登录界面



• 古籍文献大数据治理平台 - 古籍管理界面



• 古籍文献大数据治理平台 - 古籍文字识别界面



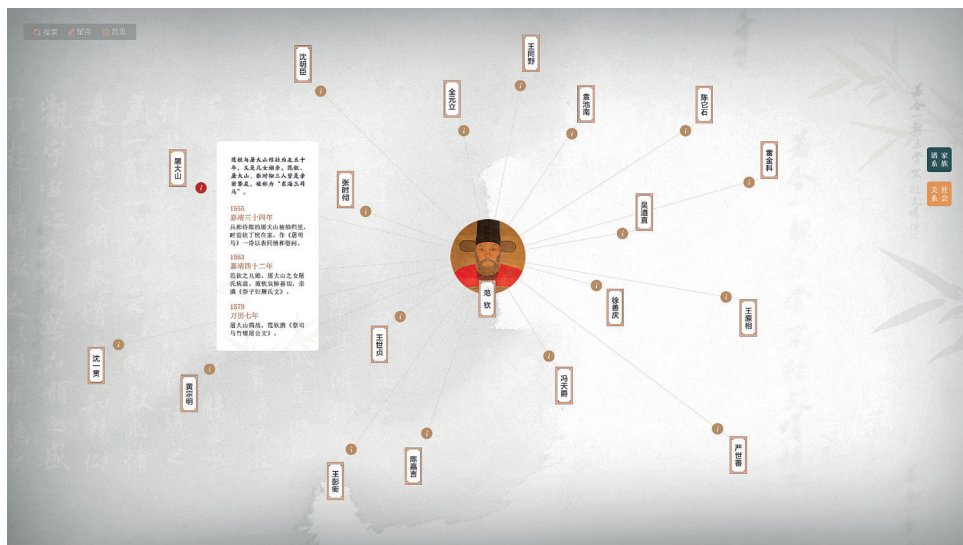
• 古籍文献大数据治理平台 - 古籍浏览界面

➤ 深度知识挖掘，打破“利用浅”壁垒

本案例构建全量分级古籍资源库，600dpi 原始影像供学术研究，压缩影像向公众免费开放，支持关键词、作者、年代等多维度精准检索。通过知识图谱技术自动关联古籍中人物、事件、印章等实体，形成可视化知识网络，开发“范钦生平”等专题服务。截至目前，平台公众服务模块累计访问 460 万人次，数字化典籍开放总量突破 2 万册，推动古籍文化从“藏于深闺”走向“活态传承”。

➤ 三大创新突破，引领行业革新

本案例在技术、业务、模式上实现多重创新。技术层面，以 AI 深度学习驱动古籍影像处理革命，依托百万级数据预训练模型，融合图像处理与计算机视觉技术，突破传统人工瓶颈；业务层面，首创古籍数字化全周期智能服务体系，贯通从出入库到成果发布的完整链路，以标准化流程重塑行业服务范式；模式层面，打造古籍知识转化“加速器”，通过专题知识库与智能检索服务，将原始数据转化为结构化知识网络，开辟活化利用新路径。



• 古籍文献大数据治理平台－知识服务界面

➡ 可复用经验，赋能同类机构

本案例提炼三大可推广经验：一是“AI 主导 + 人工复核”的人机协同模式，AI 承担批量拼接、文字提取等重复性工作，人工聚焦高价值任务，兼顾效率与质量；二是样本驱动迭代模式，通过首批高质量样本库训练基础模型，依托规模化数据实现功能升级，避免研发与需求脱节；三是轻量化部署方案，提供“基础版（政务云部署，含核心功能）+ 增强版（本地部署，增知识图谱模块）”，适配不同规模机构需求。

➡ 多维成效，实现保护与利用双赢

在物理保护上，本案例通过数字化技术降低古籍物理调用频率，减少纸张撕裂、墨迹脱落等损伤，同时精准记录文献破损特征，为修复提供可视化依据；在科研支撑上，完成“基于人工智能的古籍文物知识库建设”等两项省级科研课题，奠定理论基础；在行业辐射上，凭借标准化、高精度的平台能力，成为全国文博机构古籍数字化优质范例，推动行业整体发展。本案例未来将在技术创新上，深化多模态 AI 引擎，突破草书、篆书识别并研发古籍语义关联算法，构建跨语种知识映射模型；应用场景拓展上，开发家谱方志专题模块，搭建多机构协作平台，优化轻量化部署。



20

世界古代文明 图像数据库

► 申报机构

上海外国语大学世界艺术史研究所

► 其他参与机构

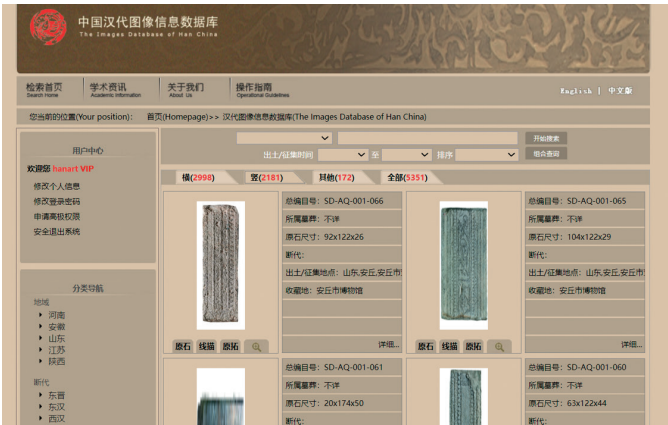
北京大学图像学实验室

新维畅想数字科技（北京）有限公司

本案例创新性构建了覆盖世界古代文明的图像数字化与数据库体系，以跨文明视野和多学科融合为核心突破。其亮点在于：一是从汉代图像数字化拓展至古埃及、古希腊、古印度等文明，首创“物质-形式-语义”多维标注系统，实现图像与文献、实物的深度关联；二是基于中国“有生于无”哲学构建形相学理论，突破西方图像理论局限，为跨文明研究提供新视角；三是通过国际合作（如中埃联合考古）与多学科协作（艺术史、计算机技术等），推动文明图像资源的整合与共享，既服务学术研究，又助力文旅融合与文化传播。

文明图像数字化的探索与拓展

本案例起源于 1995 年朱青生教授主导的中国汉代图像数字化工作，历经 30 年发展，逐步将汉代图像的数字化方法推广至世界古代文明领域。在上海外国语大学世界艺术史研究所联合多方力量下，目前聚焦古埃及、古希腊、古印度（含犍陀罗）等文明的文化遗产数字化与数据库建设。早期汉代图像数字化已形成成熟基础——“中国汉代图像信息数据库”作为全图像细节标识项目，支撑《汉画总录》（已出版 63 卷）的编纂，为后续扩展至世界文明领域积累了技术与理论经验。本案例旨在解决文明图像资源散乱、跨文明研究缺乏系统工具、不同文明图像理论难以兼容等问题，通过标准化数字化与数据库建设，搭建全球文明研究的共享平台。



• 汉代图像信息数据库



• 埃及总录样书

多维度创新的实践体系

本案例在知识、理论、方法、应用层面形成系统性创新。

知识与理论创新：通过对世界古代文明图像的系统调查，建立兼容多元文明的图 - 词 - 物关联数据库；基于中国哲学构建形相学理论，从“有生于无”的本体论视角解读图像，突破西方以物质为基础的图像理论框架。

方法与技术创新：推动艺术史、考古学、计算机技术等多学科深度融合，针对不同文明的材料特性优化图像采集技术（如高精度扫描、三维建模、微痕增强等），创建“物质 - 形式 - 语义”多维标注系统，实现图像细节（线条、形状、图势等）的分层标识与检索。

应用创新：依托数据库成果策划学术展览（如上海博物馆“金字塔之巅”古埃及大展），推动文旅融合；面向 AI 应用探索图像数据表示方法，构建古代文明语料库，为大规模数据分析与可视化提供支撑，打破学术领域疆界，助力人文与自然科学融合。



• 埃及总录小程序



《汉画总录·沂南卷》书影，著录与研究文献部分得自从研究文献数据库的检索整理，同时新发表文献补入研究文献数据库。

• 汉画总录内页样例



广西师范大学出版社，2010年至今，63卷已出版

• 汉画总录书影

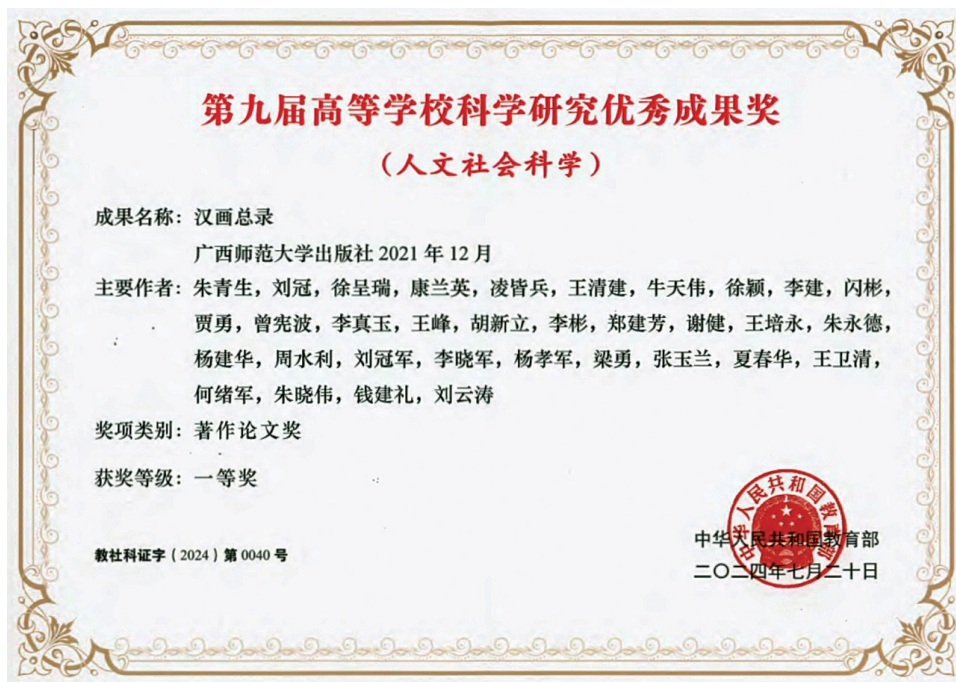
➤ 实践成效与国际合作成果

本案例已在多领域取得显著成效。

学术成果丰硕：汉代图像数据库作为国家社科重大项目以优秀等级结项，基于此出版的《汉画总录》获第九届“高等学校科学研究优秀成果奖（人文社会科学）”一等奖；形相学理论体系为图像研究提供新范式，其方法在世界古代文明图像整理中得到验证与扩展。

国际合作深入：与埃及最高文物委员会组建联合考古队，完成近百具古埃及人形彩绘木棺的图像与铭文采集、翻译及研究，编辑《埃及总录》第一卷；与巴基斯坦、希腊等国机构合作，整理犍陀罗地区未发表图像资料、开展希腊博物馆藏品数字化，为跨文明研究积累原始数据。

文旅融合突破：以上海博物馆“金字塔之巅”展览为代表，依托数据库成果打造高学术价值的文明展览，实现社会效益与经济效益双提升，推动文化遗产资源的活态利用。



• 获奖证书

➤ 未来拓展与全球文明对话规划

本案例计划通过国际合作持续扩展数据库覆盖范围，深化文明图像的数字化与研究应用。

埃及方向：推进萨卡拉遗址猫神庙、金字塔及贵族墓的数字化测绘，整理墓室壁画、浮雕及文物；计划 10-20 年内完成埃及国家博物馆近百万件馆藏文物的系统数字化，成果以中、阿、英三语出版。

南亚与希腊方向：以“玄奘之路”为线索，联合巴基斯坦开展健陀罗遗址实地测绘与数据采集；与希腊合作建立多媒体展览馆，完成 10 家希腊博物馆藏品的微痕扫描与 3D 建模，重点推进希腊陶瓶数字化。

成果应用：所有数字化成果将通过线上数据库开放、古代文明大展、文物图录出版等形式，服务学术研究与公众教育，助力全球文明对话与文化融合。



21

基于多模态 AI 与 3D 视觉的应 县木塔“数字孪 生”解决方案

► 申报机构

联想集团

► 其他参与机构

清华大学

该项目创新性构建了“多模态 AI+3D 视觉+具身智能”的古建数字孪生体系，核心突破在于：一是以 1:1 精度复刻应县木塔（纯木结构楼阁式建筑），通过空间计算 AIGC 技术还原斗拱榫卯等复杂结构，结合 7 大交互设计与 11 处动画特效，打造兼具科学性与沉浸感的“木塔孪生体”；二是首创具身智能六足机器狗应用，实现非接触式毫米级细节扫描与形变监测，解决传统人工测绘精度不足、损伤文物的难题；三是形成“产学研协同+技术迭代+场景拓展”模式，从保护（预防性监测）、研究（数字化档案）、活化（VR 云游、文旅 IP）全链条赋能，为复杂古建筑数字化保护提供了“精准还原+深度体验+可持续运营”的示范范式。

➤ 应县木塔数字化保护的核心需求

应县木塔作为现存最古老的纯木结构楼阁式建筑，面临三方面保护与传承需求：一是建筑结构复杂且濒危，全塔依赖 70 余种斗拱榫卯咬合，历经近千年风雨出现倾斜，修缮需跨学科协作，需在“零干预”前提下实现细节记录与监测；二是公众认知有限，因地理位置偏远、登塔体验受限，其历史文化价值未被广泛知晓；三是数字化形式需突破同质化，传统 VR 仅呈现外观，难以展现木塔精妙构造与历史叙事。为此，项目通过数字孪生技术，平衡保护精度与公众传播，推动木塔保护从“抢救性”向“预防性”转型。



• 应县木塔“数字孪生体”

➤ 数字孪生体系的技术架构与实施路径

项目以“数据采集—智能建模—交互应用”为核心，分阶段构建木塔数字化保护体系。

技术框架：

数据采集：采用具身智能六足机器人、无人机、360° 相机，环绕木塔采集数千张图像数据，实现非接触式毫米级细节捕捉；

智能建模：融合 AI、NeRF（神经辐射场）技术，处理 1500 万面片素材，通过近 6 万行 Unity 编程与 4.2G 模型渲染，10 小时内生成高精度三维模型；

交互应用：依托 XR 技术，设计“对话梁思成”“时空穿越”等交互场景，用户佩戴 VR 眼镜可逐层探索木塔内部、观察榫卯结构，感受不同朝代风貌。

实施路径：

奠基期（2023 年）：联合清华大学建筑学院启动项目，举办学术研讨会确定技术方向；

1.0 阶段（2024 年）：发布“木塔孪生体”，实现模拟登塔、艺术还原等功能，落地“时间流转”打卡装置；

2.0 阶段（2025 年）：引入六足机器狗监测形变，打造“守塔萌宠联盟”文旅 IP，拓展至故宫等古建保护场景。

➤ 技术创新与保护模式突破

项目在技术应用与保护机制上实现双重突破。

技术创新：

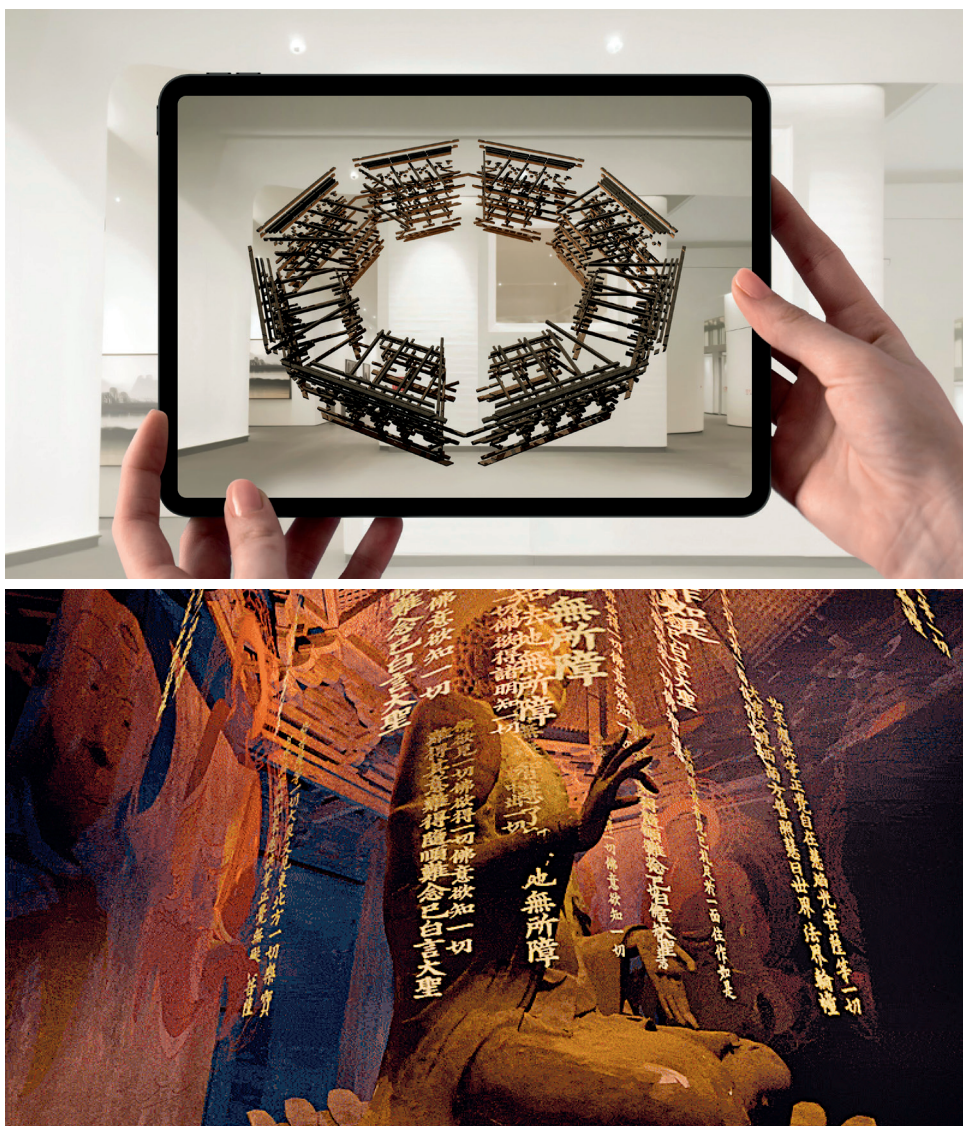
空间计算 AIGC 融合：通过 AI+NeRF+XR 组合技术，构建高仿真三维场景，还原地震、炮击等历史场景，形成“视觉 + 听觉”多感官沉浸体验；

具身智能监测：六足机器狗搭载 3D 视觉系统，自主适应复杂地形，实现毫米级细节扫描与形变检测，AI 算法自动对比数据，为预防性保护提供量化依据。

保护模式升级：

从“经验判断”到“数据驱动”：建立可视化数字档案，支撑保护方案推演与历史痕迹分析；

从“封闭作业”到“开放协同”：联动高校、研究院形成产学研协同机制，成果入选联合国互联网治理论坛典型案例，推动技术经验共享。



• 应县木塔“数字孪生体”

➤ 实践成效与多元价值转化

项目落地后在保护、教育、传播层面成效显著。

保护成效：实现木塔保护模式转型，数据处理效率大幅提升（10小时生成三维模型，替代传统大量人力），为修缮提供精准数据支撑；

教育普及：景区落地“时间流转”装置（实时显示木塔年龄）、守塔猫时光邮筒，举办专业研讨会，吸引行业学者与公众参与，讲解员将装置作为“天然讲解模型”；

传播效果：全网报道超 8500 次，央视频、新京报等权威媒体聚焦，社交媒体曝光量达 2.3 亿，英文报道推动项目进入国际视野。



• “时间流转”塔龄计时装置



• 应县木塔数字新篇启幕

➤ 未来拓展与可持续规划

项目将持续深化技术应用与场景延伸。

技术升级：构建“无人机 + 六足机器人 + 爬壁机器人”立体防护网络，开发文物保护专用智能体，实现“人类决策 + 机器执行”的协同保护；

场景拓展：将技术复制应用于故宫等古建，探索“智能体监测 + 沉浸式传播”新模式，入选清华大学—故宫联合研究课题；

风险应对：联合学术机构确保 AI 复原历史场景的准确性，通过南极低温测试等实验提升设备环境适应性，保障技术稳定。

历史文化名城·名镇·名村

技术赋能 城乡记忆
实现26类遗产数字化
协同创新
构建省市县联动 破除时空数据壁垒
全民参与 共护乡愁

数筑记忆

广东城乡历史文化数智化保护传承

永慶坊

22

数筑记忆——广东城乡历史文化数智化保护传承

► 申报机构

广州欧科信息技术股份有限公司

本案例创新性构建了“数智化整合 + 全链条协同”的城乡历史文化保护体系，核心突破在于：一是通过统一数据标准与数智技术，整合全省 25 类历史文化资源，形成“一张图”动态管理，破解数据分散、标准不一的难题；二是搭建省、市、县三级跨部门协同平台，打通业务流、数据流、审批流，使审批效率提升 90% 以上，打破“数据孤岛”与多层级协作壁垒；三是创新“政府 + 专家 + 公众 + 企业”多元共治模式，借助 VR/AR、AI 互动等技术提升公众参与度，形成可复制的“标准先行、数据 + 业务协同、三化融合”方法论，为城乡历史文化保护提供了技术赋能与机制创新。

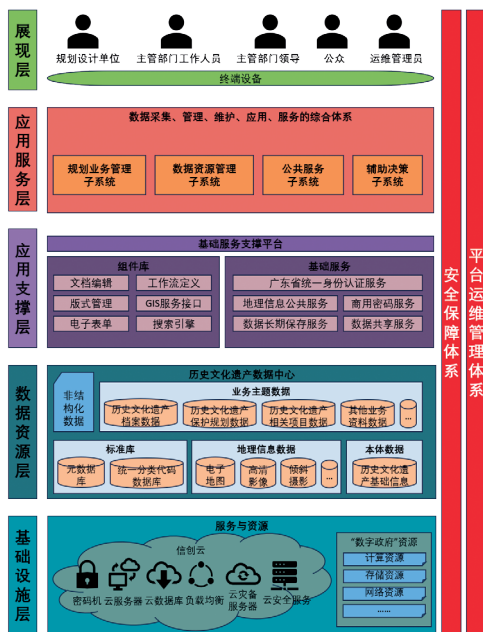
城乡历史文化保护的数智化需求

广东省历史文化资源呈现“数量多、类型全、分布散、价值高”的特点，但传统保护模式面临适配性优化需求：一是数据管理分散，各地数据格式、字段定义差异大，部分仍为纸质档案，难以整合利用；二是跨部门协同低效，涉及住建、文旅等各部门及省、市、县三级政府，存在多头录入、重复审查等问题；三是决策与公众参与不足，审批依赖人工检索，效率低且误差率高，公众对遗产认知有限，违建、误拆时有发生。为此，本案例以数智化技术为核心，构建“采集－管理－分析－决策”全链条体系，实现保护传承的精准化与高效化。

数智化保护的技术框架与实施路径

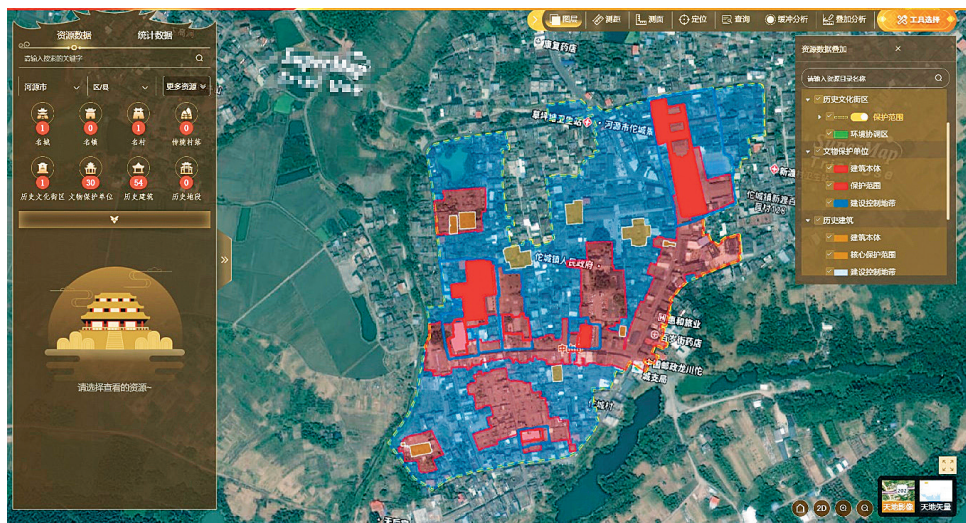
本案例依托“技术整合＋机制创新”，分阶段推进保护体系建设。

技术框架：融合三维激光扫描、倾斜摄影测量等技术实现高精度数据采集，构建三维模型数据库；借助 GIS 技术整合空间与环境数据，实现可视化管理；依托大数据与 AI 完成智能监测、预警及决策分析，形成“采集－管理－分析－决策”闭环。



• 综合管理平台总体架构

实施路径：第一阶段（2018 年 -2025 年）：开展基础数据采集与治理，制定统一标准，完成全省历史文化资源普查与数字化建档，为“一张图”奠定基础；第二阶段（2021 年 -2025 年）：搭建城乡历史文化保护传承综合管理平台，开发业务管理、数据资源、公众服务等子系统，实现三级协同与智能审批；第三阶段（2024 年 -2027 年）：选取 3 个地市试点，优化平台功能，逐步向全省推广，建立长效反馈机制，推动多元主体参与。



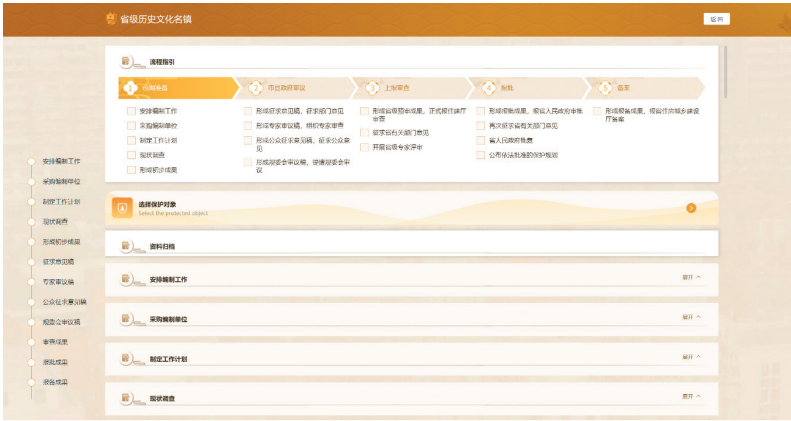
• 资源一张图

➤ 创新突破与协同机制

本案例在技术与管理上实现多重创新。

技术创新：“数字透视眼”：通过测绘与 AI 结合，精准监测建筑遗产形变、破损等问题，实现动态保护；“智能决策脑”：开发数据质检、空间分析工具，自动生成合规性报告，审批效率提升数倍；“信创中国芯”：采用国产化技术底座，保障平台安全与自主可控。

机制创新：“数据立交桥”：以空间编码关联业务与空间数据，规范跨部门数据流转，整合 25 类遗产数据实现安全共享；“多元共治生态”：通过“粤名城”网站开放资源查询、在线游览等功能，吸引超 100 万人次访问，形成全民参与的保护格局。



保护规划全流程展示

缓冲分析报告

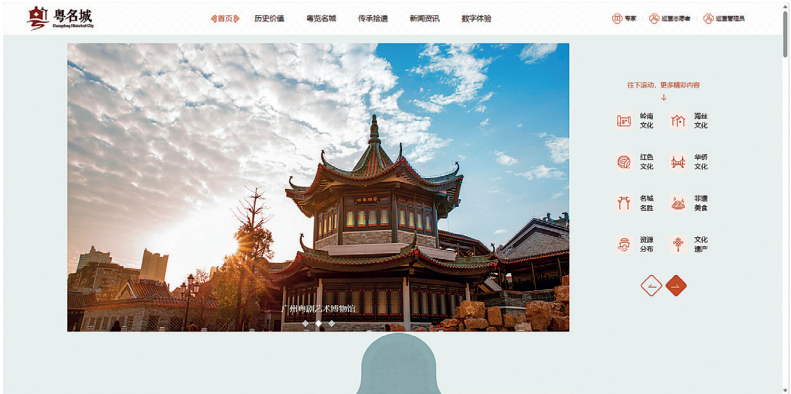
地理位置	115.1828202837394, 24.060998001564
面积 (平方米)	27,820,391
缓冲距离 (米)	50
作业人	作业日期
审核人	审核日期
分析结果	相交、包含
分析结果示意图	
结论与建议	范围内涉及历史文化街区1片，历史建筑2处，文物保护单位1处，其中【龙川古城镇古步街-中山街历史文化街区、龙川考棚(文物保护单位)、龙川考棚(文物保护单位保护范围)、龙川考棚(文物保护单位建设控制地带)】部分位于范围内(相交)，【厚家街中街、厚家街286号骑楼】完全位于范围内(包含)。 建议： 不得破坏文物保护单位的历史风貌，不得建设污染文物保护单位及其环境的设施，工程设计方案应当根据文物保护单位的环境，经相应的文物主管部门审核后，报城乡规划管理部门批准。任何单位或者个人不得擅自拆除或者擅自迁移、改建历史建筑，历史建筑应当保持原有的高度、样式、外观和颜色等要素，对历史建筑进行外部修缮装饰，添加设施以及改变历史建筑的结构或者使用性质的，应当经城市、县人民政府城乡规划主管部门会同同级文物主管部门批准。

会列明级文物主管部门批准，并依照有关法律、法规的规定办理相关手续。在历史文化街区、古镇、名镇、名村核心保护范围内，不得进行新建、扩建活动。但是，新建必要的基础设施和公共服务设施除外。在历史文化街区、古镇、名村核心保护范围内，新建、扩建必要的基础设施和公共服务设施除外。城市、县人民政府城乡规划主管部门核发建设工程规划许可证，乡村建设规划许可证时，应当征求同级文物主管部门的意见，在历史文化街区、古镇、名村核心保护范围内，拆除历史建筑以外的建筑物、构筑物或者其他设施的，应当经城市、县人民政府城乡规划主管部门会同同级文物主管部门批准。

序号	涉及历史文化资源	数量(处)	名称	地址	涉及保护控制范围	涉及面积(平方米)
1	历史文化街区	1	龙川古城镇古步街-中山街历史文化街区	20	保护范围 核心保护范围 建设控制地带	201,012.144 77,657.07 142,586
2	历史建筑	2	厚家街中街、厚家街286号骑楼		本体范围 本体范围	632.841 344.656
3	文物保护单位	1	龙川考棚	20	本体范围 保护范围 建设控制地带	3,741.058 4,242.191 5,151.91

面积(平方米)	27,820,391	缓冲距离(米)	50
序号	程度		
1	115.182104078	24.06114493	
2	115.18279205	24.06150796	
3	115.18287523	24.06150919	
4	115.18287941	24.06154588	
5	115.1829251	24.06155783	

分析报告导出实例



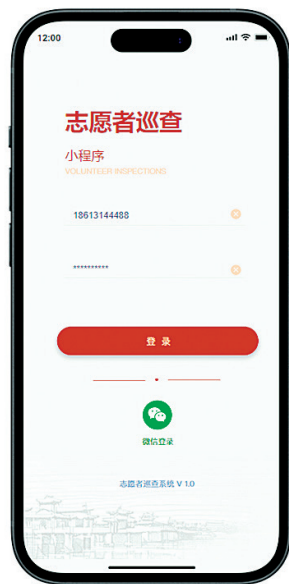
粤名城首页

➤ 实践成效与价值转化

本案例落地后成效显著，实现经济与社会效益双提升。

经济效益：平台通过智能审批、数据共享减少全省各级部门年工作量约 5 万小时，节省成本约 300 万元；集约化建设节约软硬件费用超 1000 万元，带动规划设计、文创等产业发展，某设计院借助平台数据使项目周期缩短 30%，年增利润约 300 万元。

社会效益：实现 25 类遗产的精准管理，及时发现并处置违规建设；推动保护规划科学化，如历史名镇规划中科学划定保护范围；提升公众参与度，形成“全民监督”格局，助力历史文化知识传播与教育普及。



• 巡查小程序

➤ 未来规划与拓展方向

本案例将持续深化数智化应用，拓展多元场景。

技术升级：挖掘数据要素价值，构建“法规－空间－项目”三维决策模型与历史文化遗产知识图谱；升级 VR/AR 技术开发“城乡记忆时光机”，推出岭南特色数字文创。

场景拓展：联动应急体系实现灾害监测，支撑城市更新中的风貌保护，开发数字遗产研学体系，推动文旅融合与乡村振兴。

保障机制：设立保护基金，组建跨领域专家团队，深化国际合作，通过技术迭代与机制完善，2035 年实现“四个一”目标（一张图、协同通道、多元生态、制度成果）。



时间典藏[®] 多功能文保全息展柜

让文物活起来，推动文博装备数字化升级
引领新质生产力，共筑文化遗产保护传承

卓越文保性能

高透明度的OLED

逼真全息显示

智能数字控制

灵活模块定制

23

► 申报机构

保利美高梅博物馆

保利文化传播有限公司

北京航空航天大学新媒体艺术与设计学院

澳门保利美高梅博物馆“蓝色飘带——探索神秘海域 邂逅丝路遗珍”中的数字化实践

2024 年，恰逢新中国成立 75 周年与澳门回归 25 周年，保利美高梅博物馆联合保利文化传播、北航，携手中意法三国专家，打造“蓝色飘带——探索神秘海域 邂逅丝路遗珍”特展，献礼澳门回归 25 周年，响应大湾区文化软实力提升工程。展览设四大主题空间，以 184 组 228 件文物为核心，创新开展数字化实践。精选 4 件核心文物定制数字内容，借 500 平方米 8KLED 屏、“时间典藏·文保全息展柜”等，实现虚实融合展示，还构建“高校研发 + 企业落地 + 场馆实践 + 多方支持”的跨机构协同机制。该展览突破传统静态陈列，实现动态叙事与多感官互动，打破文化传播时空限制，协同增效文物保护与展示，实践成效显著，获主流媒体大量报道，客流量高，提升丝路文化关注度，为同类展览提供参考，带动相关产业需求。未来，项目将从技术优化、商业拓展、行业标准制定三方面深化，持续以数字技术激活文化遗产，推动文博行业数字化升级。

➤ 定制化开发文物数字内容，构建时空叙事关联

本案例聚焦展览汇集的近 20 家机构 184 组 228 件文物及艺术品，精选元青花凤穿花卉纹玉壶春瓶、清广彩开光阿拉伯文人物花卉纹盘等 4 件核心文物，定制数字内容。通过指尖“擦除”珊瑚互动、高显色度技术与交互解读功能、虚拟敲击声复刻、数字复原动态场景等方式，分别赋予文物独特数字呈现，再以数字技术串联四件文物，构建“器物流转、文化共生”的海上丝绸之路立体图景，实现“让文物说话”的目标。

➤ 推动技术手段与展览场景深度融合，打造沉浸体验

本案例依托 500 平方米 8KLED 屏与“时间典藏·多功能文保全息展柜”，构建全包裹式沉浸式场景。为实体文物定制展陈空间，搭配高透低反玻璃、智能灯光，满足文保需求；融合透明 OLED 屏与触控传感膜，实现虚实叠加，支持观众操控数字模型；开发多模态互动软件系统，助力数字文物与实体展品联动解读。空间设计采用模块化可变布局与定向声场系统，结合不同主题空间需求，让观众全方位感受丝路文明。

➤ 搭建跨机构协同实施路径，保障实践推进

本案例构建“高校研发 + 企业落地 + 场馆实践 + 多方支持”协同机制。保利文化传播提供文物样本测试、行业资源支持及展品调集协调；北航负责数字建模、交互系统开发及技术难点攻克；保利美高梅博物馆结合展陈实践提出体验优化方向与文保参数。此外，16 家单位参与协办，既保障技术创新前瞻性，又确保文化叙事准确性，推动数字化实践有序实施。



• 保利美高梅博物馆 - 元青花凤穿花卉纹玉壶春瓶

➤ 创新展览体验与传播模式，实现多维度突破

本案例突破传统展览模式，从“静态陈列”升级为“动态叙事”，借助数字技术赋予文物互动性与叙事性，设计多感官互动项目与空间叙事元素，让观众从“信息接收者”变为“历史参与者”；打破文化传播时空限制，通过高清数字模型弥补实体文物信息缺失，授权数字内容复制传播，助力跨境文化交流；协同增效文物保护与展示，采用达标文保全息展柜，减少文物原件依赖，降低损伤风险，实现“保护优先”与“展示创新”双赢。

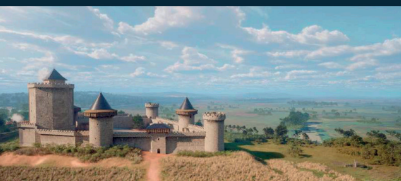
➤ 规划未来发展方向，深化数字化实践成效

本案例未来将从多维度深化实践，技术上，优化 OLED 显示清晰度与能耗，完善互动系统，增加多语言版本与个性化推荐；商业拓展上，打造“丝路文物数字集群”，拓展“数字展览 + 文创”“数字展览 + 教育”业态，依托相关平台提供文博服务；行业标准上，参与制定博物馆数字展览标准，通过培训与案例输出，助力中小博物馆数字化，推动文博行业整体升级，持续以数字技术激活文化遗产。



NOOVAE

2025



24

多维尔

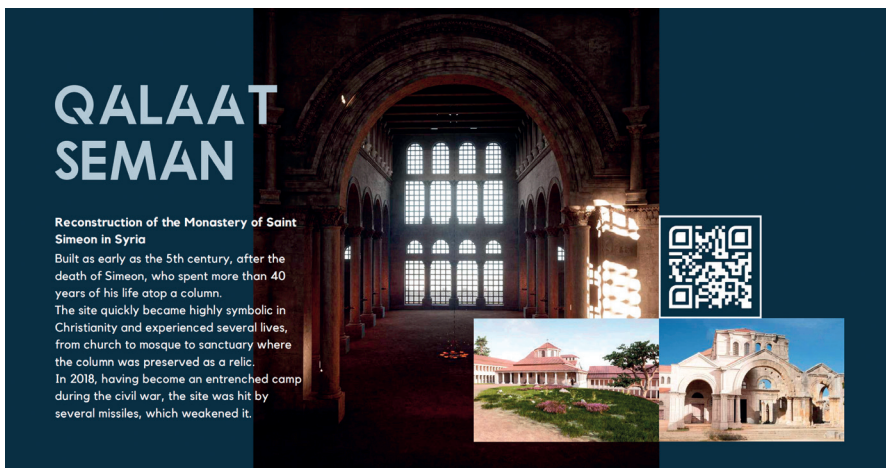
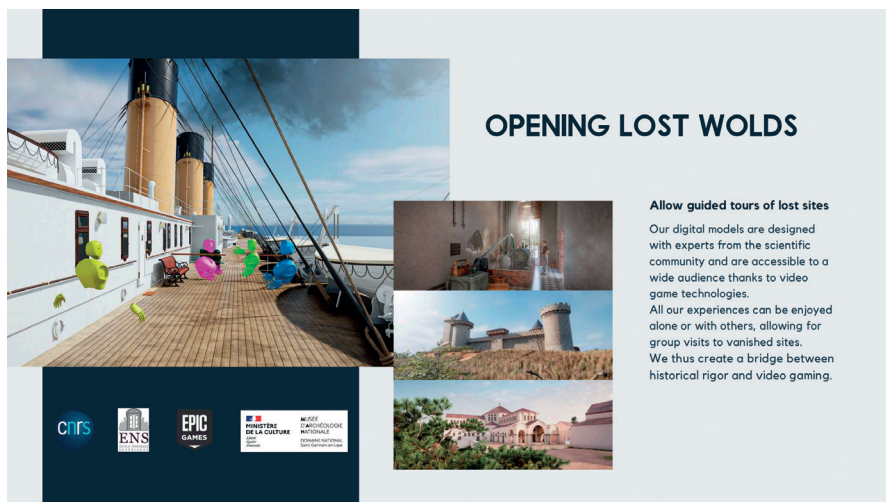
► 申报机构

NOOVAE（法国公司）

本案例创新打造了“虚实融合”的城市历史沉浸式体验体系，通过 VR 技术、360 度景观与二维码交互的多元联动，让游客深度感知多维尔的历史变迁。其核心价值在于：一是构建“电影 + 漫游 + 实地扫码”的三阶体验链条，从借助 VR 观影了解历史脉络，到佩戴头显穿梭虚拟时空，再到实地扫码对比今昔，形成连贯的沉浸叙事；二是采用 3D 扫描与 Unreal Engine 5 技术，高精度重建消失的历史建筑（如大饭店、老赌场），还原不同年代城市风貌，兼具真实性与沉浸感；三是通过低门槛交互（手机扫码）提升公众参与度，15 天内吸引 1.5 万人参与，让城市遗产从“静态存在”变为“可感知的历史故事”。

➡ 城市历史传播的体验升级需求

多维尔作为国际知名海滨度假胜地，拥有丰富的历史底蕴，但公众对其过往（如海滩变迁、城市创建者、标志性建筑的历史）认知有限。传统的历史传播方式（如文字介绍、静态展览）难以让游客直观感受时空变化，也无法激发其对“习以为常的遗产”的深入探索兴趣。为此，本案例通过数字技术构建沉浸式体验，既解答游客有关城市历史的疑问，又让其在互动中主动发现历史细节，弥补了传统传播在沉浸感与参与度上的不足。



- 叙利亚圣西缅修道院遗址重建。该建筑群最早建于公元5世纪，为纪念在此修行四十余年的柱头修士西缅而建。

三阶沉浸式体验的设计与实施

本案例以“技术还原历史、交互串联体验”为核心，打造多层次参与路径。

VR 电影叙事：基于历史学家团队编写的剧本，制作 13 分钟 360 度 VR 电影，游客佩戴 Oculus Quest 2 头显，“穿越”至 150 年前的多维尔，直观了解城市创建初期的关键节点与风貌，无需走动即可完成历史脉络认知。



- 为提升标志性历史遗迹的知名度，打造了数字化三维模型。该模型现已开放线上虚拟游览功能。

虚拟时空漫游：游客佩戴 VR 头显，在数字重建的六个历史时期中自由漫步，熟悉街道与建筑的同时，重温电影中触动自己的历史场景，加深对空间变迁的感知。

实地扫码互动：城市沿途设置约十个二维码终端，游客扫码后，可通过手机查看所在位置几十年前的 360 度视图，并利用加速度传感器环顾四周，对比今昔差异，实现历史场景与当下环境的即时对话。技术支撑上，通过 3D 扫描数百个历史元素与建筑，经优化后集成到 Unreal Engine 5 渲染引擎，确保虚拟场景流畅且逼真，精准还原消失的地标（如 1924 年的德罗维尔浴场）。

➡ 实践成效与未来拓展

本案例在短期运营中成效显著：15 天内，超 1000 名预约观众观看 VR 电影，1.5 万人扫描二维码参与实地互动，初次体验 VR 的观众对场景真实感与沉浸感反馈积极。

未来计划进一步扩展体验维度：开发多人 VR 模式，让多位玩家共同游览虚拟海滨，操作 3D 扫描的历史物品并与虚拟历史人物（如城市创始人莫尔尼公爵）互动。同时，将历史古迹 3D 模型集成到《堡垒之夜》游戏中，借助 Unreal Engine 的兼容性，让玩家在游戏中探索历史场景，扩大历史传播的受众范围。



- 可扩展的多平台体验方案，打造了线上线下联动的体验模式，确保覆盖所有观展群体。

2

展示利用 方向

数字藏经洞 LIBRARY CAVE

来自中国一千多年前的
人文图书馆



01

“数字藏经洞” 数据库平台

► 申报机构

敦煌研究院

现有文化遗产数字资源数据库多集中于数据本体的传统展示，缺少对内容的进一步挖掘及智能化、互动化的展示形式。本案例通过集成经卷文本加工系统与元数据录入系统，利用知识图谱技术构建多维关联数据库，利用人工智能辅助实现经卷文字的智能识别与校对，集成大语言模型开发多语言智能解读功能，基于深度学习算法构建敦煌学知识图谱等具体实践，实现学术资源的多维度重组，为数字藏经洞数据提供高效管理手段。

“一中心三云一体系”架构

“数字藏经洞”数据库平台架构由“一中心三云一体系”的高可用架构组成，即敦煌研究院数字敦煌计算中心，腾讯云、华为云与数字敦煌云，数字敦煌永久存储保证体系。功能方面，研发经卷图像缀合功能、拼接功能、经卷文字提取与校订功能、经卷内容实体抽取功能，实现经卷内容与敦煌学研究成果的自动挖掘；基于常见的关键字检索和全文检索，研发单字检测功能、增强检索功能、语义检索功能，提供高效个性化的检索方式，以满足专业研究和非研究用户多样化检索需求；基于人工智能技术和大语言模型，构建智能问答功能，实现生成式经卷内容互动展示，在增加用户互动体验度的同时，促进敦煌文化的传播共享。

案例创新实践

平台采用模块化开发思想以降低系统耦合性。采用领域驱动（ddd）设计，实现藏经洞数据的多应用集成与有效数据共享交换。通过数字藏经洞国际数据共享平台输



入流入，结合区块链技术，将数据本体与统一时间戳进行永久记录、永久保存。数据将在自动审核与数据人工审核“双保双审”保障后，流入“数字敦煌永久存储体系”。在保护、研究、弘扬主导思想框架下，依托“数字敦煌永久存储体系”实现藏经洞数据的有效传播、使用、保存与共享。在数字藏经洞数据管理平台中，实现各领域知识高度关联，达到数字资产的高效生产、利用。以敦煌研究院为数据中心，通过虚拟加密专用链路，将经过降低精度、添加数字水印等系列流程后的藏经洞数据，发布至数字藏经洞三云端的内容管理平台。数据经过重新分类、编目、翻译、校对、数据二审（内容审核、发布审核）后，发布至对外服务平台，为全球用户提供服务，并提供人工智能问答、智能推荐、高效检索等功能。

➡ 持续研发迭代更新平台现有功能

“数字藏经洞”数据库平台已经录入敦煌藏经洞出土的敦煌文书经卷 5790 卷、图像 41952 张，经卷内容识别 780 多万字，整理并收录文献知见录 72875 条、收录缀合目录 479 条。



• 平台内容

未来，数字藏经洞平台将通过不断技术创新，研发和迭代更新平台现有功能。**开发经卷元数据系统。**通过元数据模型定义元数据的结构和类型，利用数据捕获技术自动或手动捕获元数据，使用标准格式和协议来确保元数据的一致性和互操作性，利用数据库技术将元数据存储的关系型或非关系型数据库中，通过元数据提取工具从各种数据源自动提取元数据；**研发增强型“辅助研究”系统。**主要用于研究人员做学术研究和其他需要对经卷进行复杂处理的场景，利用自然语言处理（NLP）、机器学习和数据挖掘技术，提高文档理解和分类的准确性，支持图像分析，通过图像识别、光学字符识别（OCR）技术对经卷进行文本提取，研发藏文识别功能，提供文本分析工具，如词频统计等；**研发全文检索和语义检索。**基于建立的藏经洞文献词库和敦煌俗字典，对文档中的文本内容进行分词处理并建立索引，使用用户在查询时可以快速定位相关文档或记录。



02

“云上中轴” (国际版)

► 申报机构

腾讯科技（北京）有限公司

► 其他参与机构

北京市文物局

北京中轴线申遗保护工作办公室

北京中轴线是中国古代都城理想秩序的杰作，北京城独有壮美秩序的核心体现，北京市文物局与“腾讯 SSV 数字文化实验室”合作的“云上中轴”小程序，让这条世界文化遗产轴线在数字世界里完整重现。如今“云上中轴”小程序面向全球推出全新中英双语版本——“云上中轴”（国际版），跨越语言屏障，让世界零距离读懂北京中轴线。

数字文保、数字活化与数字化传承

当前文化遗产保护与申遗工作存在三大核心难点：**国际传播效能不足**。传统申遗依赖文本与静态展示，难以将文化遗产的普遍性价值转化为国际社会易懂的语言，跨文化传播效率低。**公众参与度不足**。文化遗产保护多依赖专业机构，公众缺乏便捷参与渠道，难以形成全民保护的合力。**物理资源数字化范式缺失**。文化遗产数字化多停留在局部记录或展示层面，缺乏全流程、系统化的技术应用框架，未形成可持续的活化与共享模式。

为解决上述难点，本案例提出数字文保、数字活化、数字化传承理念。

数字文保：让文化遗产在数字世界“永生”

“云上中轴”基于数字孪生+游戏科技，应用游戏引擎及自研 PCG 技术、云游戏技术等，打造全球首个超大型城市历史景观数字化沉浸互动体验。在此基础上，上线了双语 AI 智能体实时伴游，激活中轴千年知识库，以数智之眼，开启生生不息的文明对话。

数字活化：让文化遗产栩栩如生

构建北京中轴线“多模态”数字资源库，建立中轴线建筑 3D 资源库，沉浸式探索北京中轴线的古今变迁。将北京中轴线数字资源开放授权，多场景进行文创应用，探索 IP 版权+数字应用+公益反哺模式，助力开发数字文创、



• 云上中轴（国际版）3D 高清模型展示

实体衍生品等，推动文化遗产价值在创意产业中持续释放。

➡ 数字化传承：让文化遗产走进生活

创新发展社会力量参与文化遗产保护模式，构建“数字打更人”志愿者体系，沉淀文化遗产“场景码”通用工具，打通公众参与渠道，形成全民参与的遗产保护网络。

“云上中轴（国际版）”小程序紧紧围绕北京中轴线文化创新传播与保护这一重大课题，构建小宇宙、数字打更人、国际化与AI文博助手三大核心功能，着力探索文化遗产数字化保护与传播的全新路径，为全球文博领域提供可复用的“中国方案”。

➡ 云上中轴—小宇宙

“小宇宙”是全球首个超大型城市历史景观沉浸体验产品，通过高清照片扫描、3D建模、PCG自动生成技术，构建了云端北京中轴线。采用4级地图模式，制作三维数据资产量达



• 云上中轴（国际版）小宇宙展示

15T+, 30 万株植被, 220 万栋建筑, 对 15 个遗产点进行了完整数字再现。不仅完整呈现古代先农坛、正阳门等遗产点的历史规制, 更让群众在超写实数字人的引导下, 深度参与祭祀先农典礼筹备、敲响永乐大钟等活动。

☞ 云上中轴—数字打更人

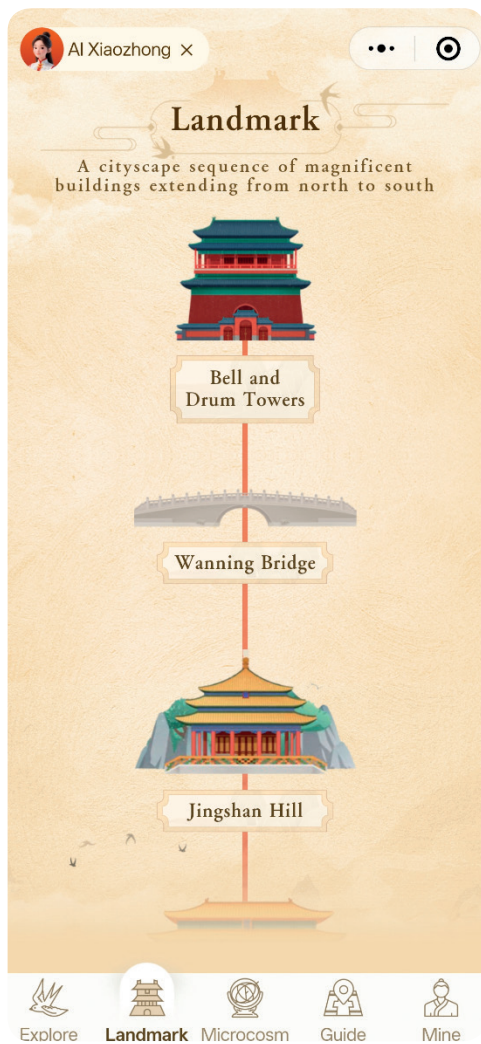
基于腾讯地图 GIS 定位、定制化地图、电子围栏等基础能力搭建“数字打更人”导航导览体系; 将公众参与文化遗产保护的培训、考核、巡检数字化, 让普通大众通过“随手扫码、随手拍”的方式参与北京中轴线遗产保护。线上即可实现“数字打更人”志愿者的招募、培训、考核, 用户通过微信扫描遗产点界桩二维码, 或通过小程序均可对身边的建筑、文物拍照并提交遗产巡查结果。数据实时传送到北京中轴线遗产监测平台, 形成了上下联动、高效协同的工作格局, 为文化遗产保护提供了坚实保障。目前已累计培训认证“数字打更人”志愿者近 3 万人, 产生有效遗产巡检图片超 14 万张。



• 云上中轴（国际版）“数字打更人”展示

☛ 云上中轴—国际化与 AI 文博助手

构建“云端数据 + 智能中台 + 轻量化前端”三层架构：数据层集成高精度建筑激光点云与多语种知识图谱；智能中台部署 AIGC 引擎与多语言 NLP 处理器；前端应用基于微信小程序框架，融合 WebGL 三维渲染引擎与自适应双语界面。对轴线 11 处核心建筑进行毫米级三维扫描建模；训练聚焦文化遗产的 AIGC 对话模型；国际适配，建立专业术语库，实现 UI 语音 / 交互全链路双语化；将 3D 模型、AI 助手与地理导览无缝嵌入小程序矩阵。



- “云上中轴”（国际版）案例展示

山水江南

中国古代艺术臻品 系列 数字展·首展

DIGITAL EXHIBITION OF ANCIENT CHINESE ART COLLECTION-FIRST EXHIBITION

展览时间:

10:15 - 17:50, 17:25后停止入馆。除国定节假日外,周二闭馆。

展览地址:

上海博物馆东馆2层数字馆(上海市浦东新区世纪大道1952号)

03

山水江南：中国 文人画的沉浸式 数字活态传承

► 申报机构

上海博物馆

► 其他参与机构

上海幻维数码创意科技股份有限公司

全球化的背景下,如何利用现代科技来维护和传播具有深厚文化内涵的中国古代艺术,成为当前中国文博领域亟待解决的关键问题。上海博物馆运用数字技术在线下构建了一个无实物展品陈列的中国古代绘画艺术多媒体、沉浸式展示空间——《山水江南》数字展。展览将江南文人山水画的艺术精髓以一种全新的方式呈现,让观众在感官与思想层面同时领略到江南文化的深厚底蕴和艺术魅力。

➡ 中国古代艺术文化遗产数字化展陈面临的挑战

美学适配困境。中国水墨画艺术以“墨分五色”和“意境空灵”为美学核心，水墨画的色彩和氛围感受往往难以通过西方主流的数字技术体系（如虚拟现实、全息投影等）准确呈现。这种美学差异导致中国传统艺术的独特性可能在数字化过程中被削弱，难以传达作品的深厚意境。

学术传播断层。中国古代艺术史深厚的学术性和复杂性使得其在传统展览中难以被全面且深入地传达。尤其是在山水画这一领域，静态展品往往难以呈现创作的历史背景、演变过程以及艺术家背后的思想内涵。

技术同质化。当前市场上许多数字化文化展览过于注重视觉效果和技术刺激，忽视了对中国传统艺术深刻内涵的传达。过度依赖炫目的技术手段，往往导致展览内容与技术展示之间的割裂，缺乏足够的学术性和艺术深度。

➡ 案例创新实践

为解决上述核心问题，特别是针对中国山水画艺术的数字化表现、艺术史的动态空间转译，以及“活态文化”传播的升级。《山水江南》数字展在学术方面提炼五代至清五朝山水画风格流变规律，建立“700年叙事时间线”；技术方面应用25K投影融合系统（近500 m²包围式画面）+AIGC水墨解析模型（提取“墨分五色”



• 定制化建声系统示意图

参数)+多深度相机人体跟踪;艺术方面呈现“纸砚山水”空间哲学(镜面切割映射“云水”,曲面投影构建“山峦”)。三位一体,进行了创新性突破,展现了数字文化遗产展示领域的巨大潜力。

案例技术框架

《山水江南》的核心技术框架基于高端的数字显示技术、人工智能与深度学习模型,创造了一个全面沉浸的艺术体验空间。

超高分辨率投影技术。采用了 25K 超高分辨率的多通道投影技术,使展览中的山水画作品细节得以精准呈现。结合定制化镜面设计与建声系统,使展览空间没有物理边界,观众可以 360 度全方位地体验数字化的山水画世界。



• 现场展览空间效果图

AI 智能生成技术 (AIGC)。通过人工智能对不同历史时期的山水画进行分析与生成,突破了水墨画在数字空间表现的难题。AI 对画作内容、风格、色彩甚至文本内容的“还原”,确保了古代经典水墨画的艺术气息得以在现代数字展览中忠实再现。



• AI 山水画实景化效果测试图

数字人物与互动体验。数字展的一大亮点是通过数字人物的互动形式，展现 16 位江南文人山水画大师的形象（如董其昌、沈周、文徵明等）。这些“数字大师”通过历史资料得以还原外貌，并在展览过程中与观众进行互动，引导观众深入了解中国古代美术史和山水画的创作背景与艺术内涵。



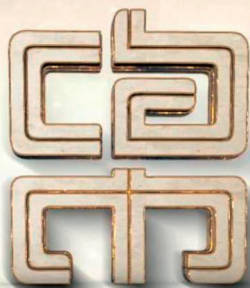
• 江南文人山水画大师数字人互动画面

➡ 可推广经验

学术与技术结合。在数字技术的运用中，始终坚持学术性与艺术性的平衡，确保技术的应用能够服务于文化传承和学术传播，而不是单纯的视觉冲击。

跨学科合作。通过与技术公司、学术研究机构和文化产业的跨学科合作，推动了文化遗产的数字化转型，也为其他博物馆数字化展览提供了重要的实践参考。

文化体验的多元化。通过综合视觉、听觉、互动等感官体验，帮助观众在参观过程中获得全方位的文化体验，深刻理解中国古代艺术的精髓，增强展览的教育性和普及性，提升古代艺术和传统文化的传播效果。



中國絲綢博物館

China National Silk Museum

04

丝绸之路数字 博物馆

► 申报机构

中国丝绸博物馆

► 其他参与机构

大英博物馆

丹麦国立博物馆

俄罗斯国家历史博物馆

敦煌研究院等

丝绸之路沿线文化遗产分布广泛，但各国数字化标准不一，跨国协作存在语言、政策和技术壁垒，资源整合难度大。传统数字化展示形式单一，难以满足公众对互动性、沉浸式体验的需求。丝绸之路数字博物馆（SROM）是由中国丝绸博物馆发起，44家丝绸之路相关博物馆参与合作，在云上构建的虚拟博物馆。SROM以国际化的视野、数字化的手段、多元化的受众，打破了传统体制机制和时空壁垒，突破了实体藏品与线下空间的局限。

➤ “三板块一核心”架构

中国丝绸博物馆在深入研究考察全球博物馆数字化和智慧博物馆建设案例的基础上，将 SROM 的总体构架分为“三板块一核心”。藏品收藏板块，即“数字藏品”资源库；展览展示板块，即“数字展览”资源库；社会教育板块，即“数字知识”资源库；核心就是“云上策展”平台，策展人可以在此平台上选取数字藏品信息资源，依据资源库中的相关数字知识，实施即时内容策展和形式设计，形成后的展览可以纳入数字展览的资源库。

“云上策展”平台是 SROM 的核心。中国丝绸博物馆与杭州群核信息技术有限公司合作，打造“数字展览云设计工具箱”，支持三维虚拟场景随心设计、场景快速专业打光、一键渲染漫游视频、数字展览全景漫游，同时还开发了系列专用的展柜和展台的展具素材库，以及地毯、墙布、灯光和玻璃等装饰素材库，为打造“所见即所得”的云上策展平台提供了强大技术支撑。

➤ 开展专业性策展培训，拓展平台受众和体验效果

中国丝绸博物馆通过积极筹备开展系列策展培训，首先让博物馆和高校的业内人士深入体验“云上策展”平台，建立了第一批专业级受众，并通过他们的使用反馈，不断完善平台功能。2021 年 6 月 19 日至 21 日，中国丝绸博物馆举办“丝绸之路与数字化策展”策展人研修班，为来自丝绸之路沿线博物馆的 20 余位学员提供了数字策展的机会。丝绸之路数字博物馆项目负责人配合示例展示了数字博物馆的展示效果。随后，学员们在老师的指导下，学习并试用了云上策展平台，完成了各自的云上策展作品。

➤ 举办高规格策展大赛，提升平台传播力和影响力

2022 年 4 月至 6 月，国丝馆牵头主办以 SROM 为平台的“丝绸之路云上策展大赛”，吸引国内外 120 余所高校和 20 余座博物馆及广大设计师群体的关注和参与，600 余支参赛队伍报名，参赛总人数超过 1000 人。2022 年 11 月至 2023 年 1 月，国丝馆又在浙江省文物局指导下，推出“宋韵策展大赛”，共有 402 支队伍、

1000 余人报名参赛，其中高校队伍 238 支，设计师队伍 164 支，涵盖北大、清华等著名高校在内的国内外高校 115 所，数融文物库专题页浏览量超 6 万，数融文物收藏量达 41.4 万，平台新增注册用户 1.8 万，新增策展库数字文物 3300 余件，完成浙江省一级馆展厅空间数字化库 14 个（10000 多平方米）。2023 年至 2025 年分别以陆上丝绸之路、海上丝绸之路、盛唐丝绸之路为主题，在“丝绸之路周”期间举办策展大赛。



• SROM 策展大赛海报

➡ 案例实践效果

自 2021 年上线以来，丝绸之路数字博物馆（SROM）在文化遗产数字化领域取得了显著成效。

资源整合与国际合作成果显著。SROM 平台已与 18 个国家 44 家文博机构建立稳固合作，收录高清数字化文物逾 5000 件。平台的核心功能体系有效支撑了全球协作。策展 SAAS 平台提供云端策展工具，支持用户远程协作设计展览；线上展厅设计工具赋能用户灵活构建沉浸式虚拟展厅；实时渲染技术确保展厅与展品的高质量、流畅可视化呈现；标准化数字资源共享机制通过先进技术（如分布式存储与跨链协议），有效解决了跨机构、跨平台、异构系统间的数字资源共享技术壁垒。同时，平台开发的中英双语界面和智能导览系统显著提升了国际用户体验，为丝绸之路文化遗产的全球数字化合作建立了标准化平台。

创新展示与教育功能成效突出。平台创新的“云上策展”功能实现了从展厅设计、藏品挑选到展览呈现的全流程数字化。这一功能不仅降低了策展的专业门槛，更为高校博物馆教学和文博人才培养提供了实践平台。连续四年举办的“丝绸之路云上策展大赛”累计吸引全球 4308 人次参与，创建数字展览方案 11216 个，渲染数字展览图片 58294 张，极大地促进了丝绸之路文化的传播与教育。

突破传统展览的时空限制。SROM 平台通过数字化技术打破了实体博物馆的空间阻隔，使国际展览合作不再受限于高昂的运输成本和繁琐的借展流程。这种创新模式不仅大幅降低了展览成本，更为策划国际展览提供了全新可能，使更多观众能够便捷地欣赏到丝绸之路沿线国家的珍贵文物。

构建新型文博合作生态。平台突破了传统数字化改革的思路，强调“数字合作”的理念创新。通过打通各博物馆间的资源壁垒，实现了跨界、跨领域、跨空间的深度合作。依托 SROM 平台举办的全国性云展览设计大赛，不仅提升了博物馆展览设计水平，更深化了公众对丝绸之路文化的理解。

年度活动形成品牌效应。将“云上策展大赛”与年度“丝绸之路周”活动相结合，形成了具有持续影响力的文化品牌。这一创新模式既丰富了丝绸之路周的活动内容，又为数字博物馆的可持续发展提供了实践经验。



05

数字洛阳

► 申报机构

哈佛大学中国艺术实验室

► 其他参与机构

汉魏洛阳故城遗址博物馆

清华大学美术学院交互媒体艺术设计研究所

当前古建筑与城市遗址展览普遍面临两类困境：一类为沙盘模型主导的传统展陈，虽强调知识性与精确性，但形式单一、互动性差，传播有限；另一类为视觉影像主导的新媒体展览，虽具感官吸引力，却常流于特效堆叠，缺乏史实支撑。《数字洛阳》在二者之间开辟第三路径：以严谨考据为基础，将碎片化成果转化为沉浸式、可探索的虚拟场景，并通过声音设计与交互机制增强观众参与感与记忆深度。

➡ 《洛阳·幻城》和《洛阳·绝响》

《数字洛阳》项目由两个互为补充的技术模块构成。《洛阳·幻城》聚焦视觉空间复原，《洛阳·绝响》基于声音重建与叙事逻辑。前者以建筑数字建模和沉浸式影像装置为核心，重建北魏洛阳城的宏观格局与关键节点；后者则借助多声道音景，复原城市在不同历史场域下的声音经验，唤起对历史更具情绪张力的感知。二者共同构成一个多感官叙事系统，回应当前古代遗址展陈中形式单一、互动性弱等问题。

《洛阳·幻城》由海内外建筑史、艺术史、考古学、文学史等领域的研究者通力合作完成，在系统梳理史料的基础上，以三维建模技术复原了北魏都城的空间格局及核心建筑群。从永宁寺塔、阊阖门、宣阳门、铜驼大街、永桥、灵台，到景明寺、秦太上公寺，皆在虚拟空间中一一重现。哈佛大学中国艺术实验室团队将这些模型转化为多屏数字装置，通过“地、风、水、火”四个章节串联起城市的兴衰记忆，在多重视听刺激中构建一座可沉浸、可感知、可回望的“幻城”。



• 数字洛阳项目亮点

项目整体以“洛阳研究生态系统”为技术架构，联动展览展示、交互平台、声音实验、学术交流、出版文献等多个维度，构建出可迭代、可拓展的数字文化遗产平台。其中，线上沉浸式展览与虚拟漫游板块尤为关键。观众可通过拼图游戏或文献任务逐步解锁建筑节点，进入空间进行360度探索，并查阅模型构建过程与史料出处。在这一过程中，平台以《洛阳伽蓝记》作者杨衒之作为引导意象，使观众既是观察者，也是记忆的共建者。

《洛阳·绝响》则作为声音维度的延展，通过多声道设计与实地采样构建洛阳的听觉图景。从佛寺钟鼓、市井喧嚣到战乱火劫，再到当代考古工地的现场声响，观众在声音与影像的并置中体验北魏洛阳从极盛走向覆灭的过程。这一感官补充不仅丰富了叙事的层次，也拓展了文化遗产展示的媒介可能。

➤ 实施路径与创新突破

项目第一阶段由哈佛大学中国艺术实验室发起，围绕北魏洛阳的城市格局、宗教建筑、文化景观等议题展开研究，形成开放性的学术平台。通过工作坊、访学与田野考察，吸引建筑史、艺术史、考古、佛教艺术与数字媒体等学者参与。2021年，国际研讨会《北魏洛阳的多维光谱》进一步明确项目研究基础。

建筑团队随后开展三维建模，完成永宁寺塔、铜驼大街、阊阖门等节点的结构逻辑与尺度还原；设计团队基于建模成果，开发多屏展示、虚拟漫游与声音叙事。各方协作中保持专业分工，实现视觉表达与研究内容融合。



• 数字洛阳展览现场

迄今为止，一系列成果已逐步向公众开放。2021年，《洛阳·幻城》互动平台率先推出；2024年，项目参展“驼铃声响——丝绸之路艺术大展”，于北京民生现代美术馆展出沉浸式装置，面向更广泛受众。2025年，《数字洛阳》作为研究性

多媒体剧场亮点项目，于汉魏洛阳故城遗址博物馆展出。展览结合图像与声音双重维度，构建北魏都城的虚拟场景，与实体遗址深度对话，成为从学术研究向实体空间转化的重要里程碑。

《数字洛阳》的创新不仅体现在技术手段的运用，更在于其研究驱动、跨学科协作的整体策划路径，为古代城市复原探索出一条系统性的新范式。项目自启动即确立了以建筑史、艺术史、考古学、佛教研究等领域专家组成的协作机制，在图像与实体资料极度稀缺的前提下，依托《洛阳伽蓝记》等文献及相关遗址对照研究，完成了永宁寺塔、阊阖门、铜驼大街等标志性建筑的三维建模。这一“由文本生图像”的路径，填补了传统遗址类项目“无物可建”的空白，为数字重建提供了可靠的学术支撑。



• 数字洛阳展览现场

项目一方面通过影像与多屏幕装置打造沉浸式艺术空间，让观众感受到一座城市从构建、繁盛到覆灭的历史转瞬；另一方面则构建线上平台，融入游戏机制、任务解锁与交互叙事等方式，增强观众的探索性与参与感。用户通过逐步解锁建筑节点与阅读注释资料，不仅成为历史信息的接收者，更以“编织者”的角色参与城市记忆的复原过程，实现知识转译与公众教育的结合。

此外，《洛阳·绝响》所构建的声音场景，也突破了遗址展示以视觉为主的惯例，为沉浸式历史叙事注入了时间性与情绪张力，使观众能够在视觉与听觉的交错中，体验一座城市的盛衰变幻。

生命艺术

THE ART
OF LIFE

生命艺术——马王堆汉代文化沉浸式数字大展
THE ART OF LIFE: Multimedia Exhibition of Mawangdui Han Culture

HUNAN MUSEUM
湖南博物院

中国数字图书馆
DIGITAL LIBRARY OF CHINA

CAMLab
FAS | HARVARD

2024 6/8 ▶ 2025 5/18

湖南博物院一层特展一厅

06

生命艺术——马 王堆汉代文化沉 浸式数字大展

► 申报机构

湖南博物院

► 其他参与机构

哈佛大学中国艺术实验室

中国数字图书馆

马王堆汉墓，代表早期中华文明在艺术和哲学上的高度成就，一直是全球考古和历史学界的瞩目焦点。“生命艺术——马王堆汉代文化沉浸式艺术大展”是中国文物博物馆界单体投入最大的数字展览之一，也是全球范围内首次推出的以马王堆汉墓为题材的数字展览，从学术性、实验性、公共性等多个维度尝试建立具有全球影响力的文化遗产展示新范式。

➤ 高度结合叙事结构与空间营造

传统展陈多为静态、资料化呈现，难以打动数字时代的观众，尤其是年轻群体；大量来自考古、历史、美术等领域的专业研究成果缺乏有效的转化机制，导致在传播中理解门槛较高，公众接受程度有限；许多数字展偏重视觉感官刺激，忽视思想深度与文化逻辑，容易陷入“炫技”而非“传播”的误区。

不同于其他侧重视觉体验的数字展案例，“生命艺术”展践行思想深度、寓教于乐、叙事结构与空间营造的高度结合，打破新媒体展览偏重感官娱乐的刻板印象，让前沿数字技术、艺术表达与学术基底统一服务于公共教育。

面对高度档案化、学术化、静态化的实景实物资料，展览主创团队力图将其转化为具有公众教育意义与当代审美吸引力的文化体验，并通过“时空”“阴阳”“生命”三个主题版块，层层递进地展现马王堆汉墓所承载的中国古代对于宇宙和生命的宏大想象与艺术表达。每一展区不仅展现视觉与空间的融合，同时在内容上严格依据文物原始结构、图像系统与历史语境，确保艺术再创与学术解读之间的严密对应。

本案例聚焦于文化遗产数字化演绎与公众教育传播的交叉领域，旨在回应传统文化展示中学术成果转化不足、公众参与有限、传播形式单一等问题。项目融合学术研究、数字技术与艺术表达，探索中国古代文化在当代语境中的有效转化路径。作为一次面向全球观众、全年龄段开放的展览，“生命艺术”不仅延续了文物展示的严谨性，更通过沉浸式体验提升了公众的理解力与文化感知力，为中华优秀传统文化在新时代背景下的创造性转化与创新性发展提供了可借鉴的实践样本。

➤ 三幕光影剧场

“生命艺术”展以前沿展示技术促进文化遗产精神内涵的呈现。展览在挑高 10 米的暗空间中设置三幕光影剧场。

第一展区“时空”多层次影像空间，利用三维投影和镜面地面，采用数字文物修复、裸眼 3D、三维粒子渲染等技术，通过“筑”“器”“道”“境”四幕影像，展现了马王堆汉墓的椁室结构、精美随葬器物、数术图示及简帛文字。



• 生命艺术展览现场

第二展区“阴阳”在镜面空间中通过竖式投影，用16块近7米半的吊装半透明投影纱幕串联套棺纹饰中反映阴阳两气离散、萌发、交缠与结晶的生命戏剧。光影层层折射嵌套。



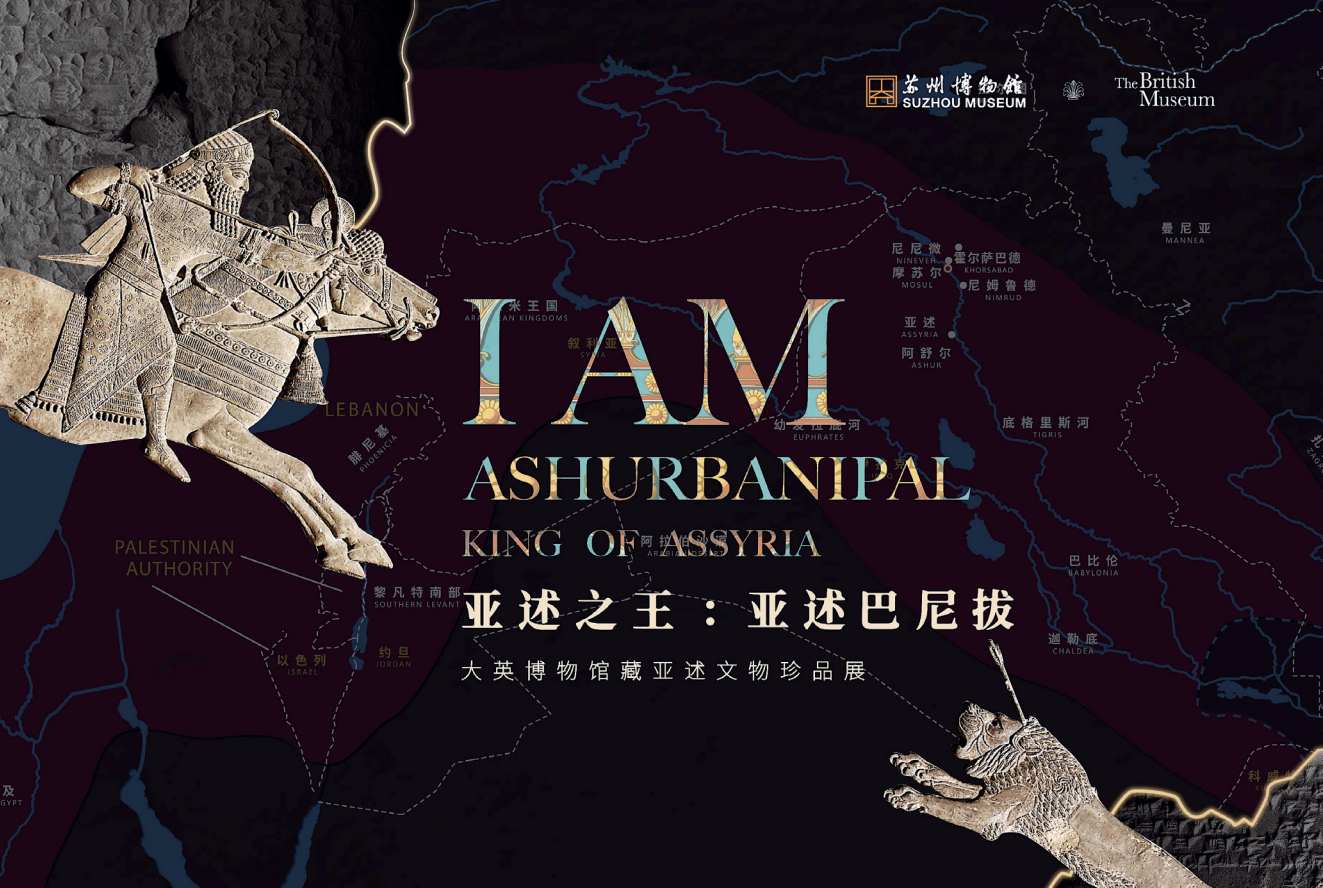
• 生命艺术展览现场

在展览高潮，第三展区“生命”利用 3D 建模、生成式艺术与古代乐器音声采集等，在直径 15 米的巨型倾斜开口的球幕中，呈现四幕数字影像，并以编钟、编磬等汉代乐器声饰，富有强劲气势。



• 生命艺术展览现场

影像硬件方面，第一、二展区采用 4K 光雕投影与超短焦光路设计，营造沉浸式影像场域。第三展区使用全球首创的博物馆专用 LED 透声沉浸式球幕技术，实现声画同步穿透，为观众营造出更加逼真的沉浸式体验。所有展厅均使用轻质、安全、高显色材料，保证展陈结构的稳定性与展示色彩的准确还原。



07

“亚述之王”特 展交互式展示与 传播

► 申报机构

苏州博物馆

► 其他参与机构

大英博物馆

“亚述之王：亚述巴尼拔”是苏州博物馆与大英博物馆“世界文明史”合作系列第三期展览。为打破中国观众对这一陌生主题的隔阂，实现双向沟通，展览创新采用交互式体验系统，通过 3D mapping 动画技术复原藏品原始色彩，借助文物扫描及动画制作技术，呈现历史场景的内容解析动画。

➡ 认知壁垒、展陈方式、技术适配的三重挑战与问题聚焦

本次展览面临三重挑战。“亚述”主题认知壁垒高，大众对其历史脉络、艺术特色缺乏系统了解，独立展陈易显晦涩；传统展陈单向传播，难以激活观众对陌生主题的探索欲，存在“引入难、互动弱”的沟通障碍；技术适配难度大，亚述泥板等文物因高吸水性、表面粗糙，3D mapping 投影易受纹理干扰导致校准偏差，且彩绘颜料光谱复杂，非接触式复原需平衡扫描精度与文物保护，交互式装置的体感识别、实时投影联动也需攻克设备协同难题。

本案例在推进过程中，主要聚焦下述问题：

褪色 / 残缺彩绘的原貌还原难题。新亚述时期的泥板彩绘因年代久远常出现色彩褪变、局部残缺或信息模糊，仅靠肉眼或照片无法还原原始色彩饱和度与纹样完整性。技术通过分析检测获取颜料原始成分与色彩数据，结合 3D mapping 精准投影，在“赛贝蒂诸神”“宫殿地毯”“亚述巴尼拔的宫殿”藏品上呈现出生动的色彩，填补现存状态与历史原貌的信息断层，让褪色图案、模糊色彩重新“显形”。



• 亚述巴尼拔的宫殿

多源考古信息的整合与可视化难题。泥板彩绘复原需融合考古发掘数据、文献记载及科技检测结果，但这些信息分散于报告、图谱中，难以系统呈现。技术通过数据融合，将碎片化信息转化为可视化投影内容，解决多源信息割裂导致的复原不完整问题，确保结果科学完整。

文物“可读性”与公众认知的鸿沟。普通观众缺乏专业知识，难以从褪色、残缺的泥板中解读纹样内涵与艺术价值。技术通过精准还原色彩与纹样，结合局部放大、细节解说投影（如“提尔图巴战役”“花园聚会”）、肢体互动等设计（如“猎狮记”“亚述王和他的朋友”体感互动、“亚述奇遇记”涂鸦互动），降低理解门槛，让历史信息更易被感知和接受。



• 提尔图巴战役

➤ 通过投影实现非接触性精准复原

传统修复展示方式易损伤文物，难以还原立体纹理，依赖修复师经验，误差较大。本案例通过投影实现虚拟复原，全程无接触，避免对泥板结构和原始遗存的干扰；通过三维建模与实时校准，使投影精准贴合泥板起伏，支持动态动画（如模拟绘制过程），实现立体动态呈现；通过光谱分析、文献数字化等手段，将色彩数据转化为精准参数，结合环境光补偿算法，确保色彩偏差极小。



• 猎狮

技术框架上,首先针对残缺区域,结合考古文献与AI图像修复算法补全线条或图案,还原每处彩绘的原始色彩数值,生成带完整色彩信息的数字彩绘图层。接着通过红外标记点或视觉识别算法,建立投影设备与泥板的空间坐标映射关系,引入实时校准机制,确保投影图案与泥板表面纹理、纹样位置完全重合。同时,将复原后的彩绘图层及动态动画与三维网格模型绑定,生成适配立体表面的“纹理映射动画”,避免凸起处拉伸、凹陷处压缩。



• 赛贝蒂诸神

➤ “可迭代动态更新”与“协同共生”

本案例将复原内容存储于数字系统，可基于新考古发现实时调整参数，与最新研究同步，以“虚拟展示”替代“本体高频展示”，既满足公众认知需求，又减少文物损耗，实现“保护优先、展示赋能”。

在技术上采用硬件协同控制。“猎狮记”“亚述王和他的朋友”选用 7150LM 工程投影机以及红外感应装置，可以根据人体动态进行互动；“亚述奇遇记”涂鸦互动采用 4 台 3050LM4k 工程投影机，3 台 21.5 寸触摸一体机以及音响装置，在填色互动的同时通过图像和声音的变化营造晴天雨天的氛围，后台游客互动统计，可以实现展项互动数据的采集汇总，作为人流量的分析；“赛贝蒂诸神”“宫殿地毯”“亚述巴尼拔的宫殿”等藏品采用 5500LM 工程投影机，采用 0.81-0.88 短焦镜头，大镜头位移，大变焦，采用 DLP 技术，具有高亮度，色彩准确，响应速度快，耐用性强等优点。“花园聚会”“猎狮”“提尔图巴战役”分别采用 86 寸商业显示器、7150LM 工程投影机以动画和文物相结合的形式，展现未能到场的泥板中的详细信息。“亚述巴尼拔的图书馆”采用 3 台 7150LM 工程投影机拼合成弧形屏幕。通过硬件与配套的视频播放系统、同步播放系统协同，实现“数据—模型—投影”的联动，兼顾展示效果与文物保护。

数字一大

中国共产党人的精神家园

出品：中国共产党第一次全国代表大会纪念馆

Digital First National Congress of the CPC

A Virtual Sanctuary for the Chinese Communists

联合出品：中国联合网络通信有限公司

08

“数字一大” 服务矩阵

► 申报机构

中国共产党第一次全国代表大会纪念馆

► 其他参与机构

联通（上海）产业互联网有限公司

当前，红色纪念馆领域面临线下展陈面积有限、展出文物受限、接待人数受限、红色文化传播方式不够多元、红色教育内容陈述形式不够新颖等痛点。2022年，中共一大纪念馆联合企业、院校着手打造“数字一大——中国共产党人的精神家园”元宇宙服务矩阵，进一步推动革命文物和红色文化的活态传承与展示传播。

➤ 打造“数字一大”APP，构建红色文化传承新载体

项目运用数字孪生技术，对中共一大会址、博文女校、周公馆三栋馆藏国保建筑，以及《共产党宣言》等珍贵馆藏文物、文献高精度建模，实现历史建筑跨越时空的数字呈现。在“热血年代”主题中，观众可在线上世界游览中共一大会址、博文女校、周公馆等孪生建筑，并通过交互了解其背后的伟大革命故事。



● “数字一大”APP 中共一大会址

项目还运用数字孪生技术，打造元宇宙展览。在“山海同辉”主题中，七大主题革命文物首次集中亮相“初心岛”，《共产党宣言》《新青年》等革命文物实现了近距离、可翻阅。在山顶美术馆展出了30幅重大历史题材美术作品，打造了跨越时空的沉浸式文物、艺术展陈。“数字一大”APP还打造了神秘会场和千人会场两大原生会议场景，面向党员和青少年不同群体，推出精品党课，赋能红色场馆教育服务的线上延伸。

➤ “初心之旅”大空间 VR 传承红色历史，建成数字时代红色文化沉浸式新体验

中共一大纪念馆推出的中国首个大空间多人 VR 红色文化沉浸式体验——“数字一大·初心之旅”，运用前沿的 LBE VR、数字孪生、5G+XR 网媒融合、数字虚拟导览等技术手段，高效复用红色文化“数字资产”，以上海是中国共产党的初心始发地、伟大建党精神孕育地为内容题材，实现观众穿越回 20 世纪初的上海，见证中共一大会议召开。



• “数字一大”APP 初心岛

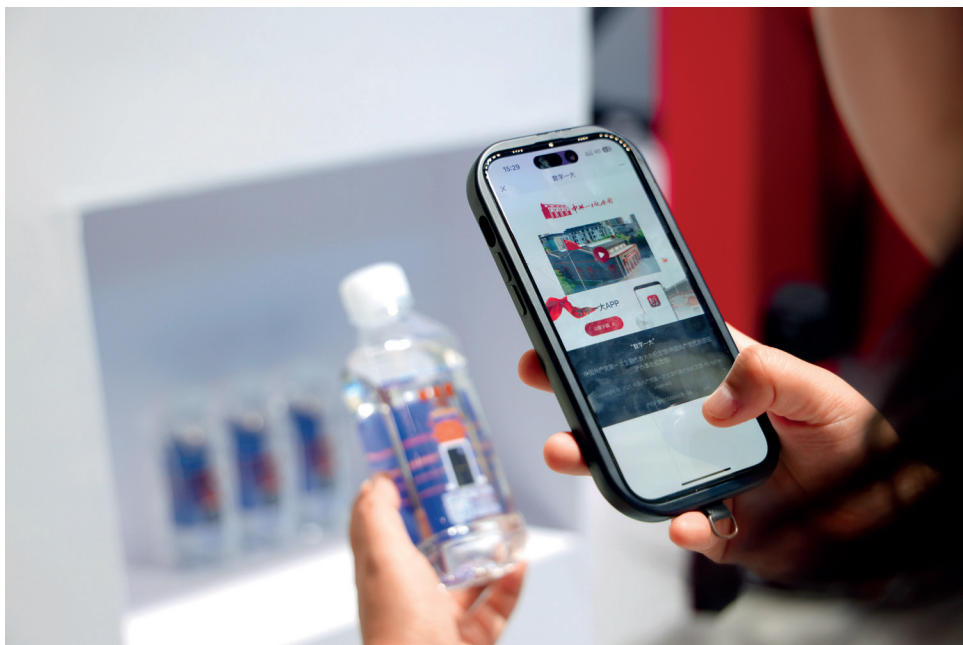
“数字一大·初心之旅”已于 2025 年 6 月 23 日获批中国国家电影局“龙标”备案号，成为上海首个虚拟现实电影备案立项项目，积极探索革命文物数字化传播弘扬新路径。

➤ 建设“数字一大”小程序，实现红色文化轻量化数字化展示

“数字一大”小程序结合智慧漫游、AR 扫描、XR 观展、数字藏品等，设置活动中心、

“初心之地”漫游岛、AR 体验岛、云展岛、3D 专题岛等板块，带来红色文化参观互动新体验。

“初心之地”漫游让观众化身 Q 版“申小伊”穿梭在中共一大会址、周公馆、博文女校三座革命历史建筑之间，学习知识、参与挑战；进入 AR 体验岛，观众不仅可以轻松扫描“一瓶水”或十二里门牌，聆听十二里背后的故事，感受历史与现实、线上与线下的融合交互，还可以扫描望志路 106 号门牌等中共一大纪念馆和周公馆线下点位，了解更多保护建筑背后的历史故事；云展岛将珍贵革命文物及红色艺术作品搬到线上，观众可以近距离感受《共产党宣言》等珍贵革命文物的魅力；特色主题岛屿以轻量交互体验打造一个充满活力的数字化社区，观众还可以通过完成任务收集数字藏品，收集互动的模式增强观众获得感和体验感。



• “数字一大”小程序 AR—一瓶水

➤ 技术、模式多点创新，实现文化遗产活态传承、活化利用

中共一大纪念馆在数字化转型中积极探索最新技术的落地应用。在“数字一大”APP

后台，算网大脑通过算网一体化编排调度中心，对接算力和网络资源管理系统，全面感知元宇宙 APP 整体运行情况，进一步提高用户使用流畅感，可实现 20000 人同时在线；AI 智能云渲染代替端渲染，基于实时图像渲染、实时语音生成等技术构建孪生底座云渲染管理模块，根据任务特性和场景分类自动调整渲染精度，优化渲染效率，实现中国国内首个千人同屏在线红色元宇宙会议室。在“数字一大·初心之旅”VR 建设中，首度尝试使用混合信道无线串流技术，升级 5G-A 云化方案，解决了大空间 VR 面临的信道受限、支持机器数量受限的痛点与难点，输出高清、高标准画质内容。



• “初心之旅”大空间 VR

技术的加持不仅使纪念馆服务辐射范围实现了人数和地域的突破，创新党建模式、丰富红色文化体验形式，同时也是对文化遗产保护与传承，实现文物“活”起来，是应用新科技实现初心使命的新表达新体验，也是数字科技与红色文化旅游深度融合的成功探索。



09

► 申报机构

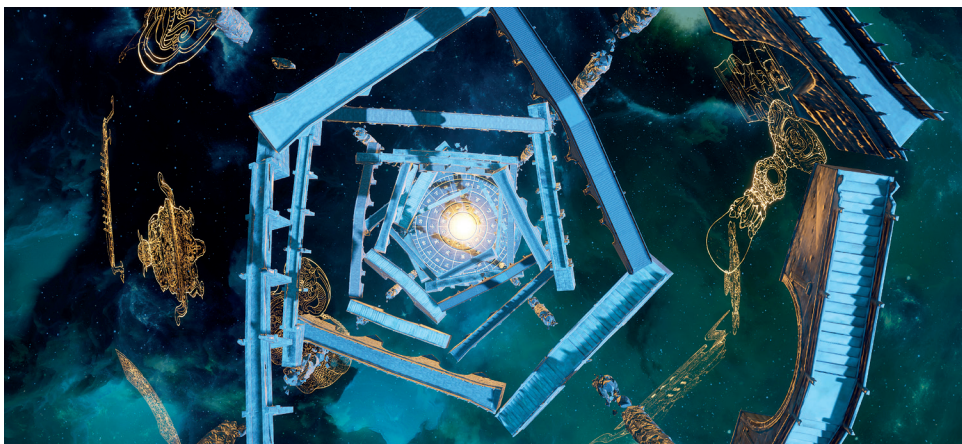
中国大运河博物馆

“运河奇境” ——VR 大空间 沉浸式体验探索 展

作为世界上开凿时间最早、流经距离最长、规模最大的
人工运河，大运河在文化传播中面临三重困境：线性文
化遗产的时空跨度极大，专业知识具有较高认知门槛，
年轻群体对传统文化的接受方式发生转变。为解决该问
题，扬州中国大运河博物馆联合技术团队打造了中国首
个博物馆原创游戏化 VR 大空间项目“运河奇境——VR
大空间沉浸式体验探索展”，让观众通过自由行走、实
时互动，深度感知大运河作为“流动的文化”的精神内核。

➤ 从学术考据到体验设计的全链条转化

项目建立“学术考据—创意转化—体验设计”的闭环体系，精选运河相关的历史场景进行数字化还原。在睢阳之战场景中，复原张巡、许远“以七千残卒阻十万叛军”的战争场景，南旺分水枢纽场景则依据历史文献，复刻戴村坝及分水龙王庙的建筑布局，观众可亲手操作闸门，体验“七分北流、三分南注”的水利智慧。

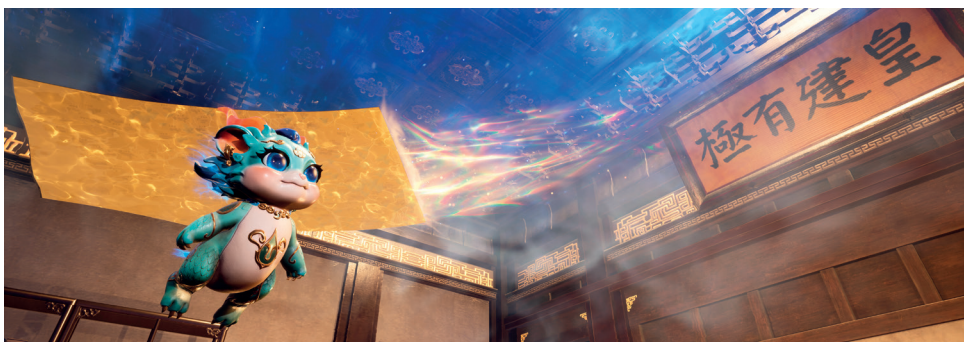


• 千桥幻境

在“曲幽阁”虚拟空间中，运河古桥的数字模型均以实物为原型打造，明代掐丝珐琅缠枝莲纹贯耳瓶、清代景泰款掐丝珐琅炉等馆藏文物则与场景自然融合，观众可全景观察文物细节，突破实体展柜的观赏限制。

➤ 运河文化与观众共鸣的情感纽带

原创“小河灵·安澜”IP形象，以传统文化中“龙生九子”的避水神兽“蚣�蚣”为原型，融合自然水色与文物元素。主体色调提取自运河不同河段的水体色彩，头部纹饰借鉴明代掐丝珐琅缠枝莲纹，腹部鳞片宣德款掐丝珐琅缠枝莲纹。该形象既保留“吞江吐雨”的神话内涵，又以圆润线条和灵动神态赋予萌系特质，成为连接观众与历史的情感纽带，贯穿体验全程并引导叙事推进。



• 小河灵·安澜

➤ LBE 虚拟现实与游戏化互动的融合创新

项目采用 8K 分辨率呈现虚拟场景，古桥浮雕的每一道刻痕、漕船木板的纹理走向均清晰可见；配备 66 眼全景动捕系统，以 180 帧 / 秒的速度捕捉观众动作，结合 105 度超广域视场角的 VR 设备，实现动作指令秒级实时响应，确保互动时的动作同步性。

项目基于 LBE 空间定位技术，在 350 平方米的物理空间内构建虚拟场景，支持数十人同时自由行走而无路径冲突。系统通过定位算法与边界算法，实时提醒观众避开物理障碍，允许观众在虚拟场景中探索场景的最大边界。

项目采用“沉浸剧情 + 游戏探索”双模式架构，设置多个互动节点：在舆图场景，观众通过手势操作拨动转盘，将时间倒退回吴王开凿邗沟时期的历史壮景，同时看到一年四季的风景变幻；睢阳之战中，化身守城士兵，可捡取地面上的兵器，通过施展法术让敌方箭雨悬浮在空中；南旺分水环节，推动虚拟闸门调节水量，观察水位对漕船通行的影响，理解水利工程的科学原理。这些互动并非单纯的游戏娱乐，而是将历史知识转化为可操作的体验环节，实现“玩中学”的教育效果。

项目将 25 分钟体验内容拆解为 5 个独立场景单元，每个单元可独立组合，适配博物馆展厅、景区体验馆等不同空间；

技术接口预留 API 通道，支持与外部系统数据互通。这种设计为线性文化遗产的数字化展示提供了可复制方案，吸引诸多运河沿线的文旅机构前来考察合作。



• 水墙

何以文明

[中华文明探源工程成果数字艺术大展]

指导单位：中央广播电视总台、国家文物局

主办单位：央视网、国家文物局新闻中心
中央广播电视总台“央博”数字文化艺术博物馆

10

何以文明—— 中华文明探源 工程成果数字 艺术大展

► 申报机构

央博数字传媒科技有限公司

“何以文明——中华文明探源工程成果数字艺术大展”是中央广播电视总台深入贯彻落实中国国家文化数字化战略、推进社会主义文化强国建设的重要创新实践。该案例旨在通过高精三维虚拟建模、沉浸式数字交互空间、开放式云渲染引擎架构等丰富的新科技手段，让大众更加直观、形象地体验和感受中华五千年历史文化，助推文物艺术更好地走进百姓生活。

观赏性好、互动性高、探索性强的文明遗址探索互动平台

本案例旨在通过高精三维虚拟建模、沉浸式数字交互空间、开放式云渲染引擎架构等丰富的新科技手段，让大众更加直观、形象地体验和感受中华五千年历史文化，助推文物艺术更好地走进百姓生活。本案例运用数字技术对红山、良渚、凌家滩、石家河、焦家、陶寺、石峁、二里头、殷墟和三星堆十处重点遗址进行 5000 年前真实场景沉浸式复现。搭建距今约 6000-3500 年的时空框架，将位于祖国不同位置的文明片段串联，以 100 件代表性出土文物复现先民技艺，搭建一个观赏性好、互动性高、探索性强的文明遗址探索互动平台。

“何以文明”于 2022 年 11 月启动，在对 10 处重点文明遗址进行深度学习调研后，完成了整体数字艺术大展一期的核心团队搭建，并于 2022 年 12 月开始进行何以文明 IP 线上展览的策划以及各遗址的场景开发。开发之初，团队在中国国家文物局及考古专家的指导之下完成何以文明整体策展工作，指导阿里云智能设计中心



• 海报合集

团队进行整体设计落地施工拆解。项目启动后，项目团队连同考古专家团队指导设计方完成多层级的文明资产的数字化资产建设，最终将空间中的场景资产、人物资产、音乐音效资产等文件在 UE5 引擎中整合，配合前端的 UI 设计后，完成整体的前端资产搭建。在项目开发阶段，团队每周定期组织评审会，对整体效果进行资产、体验、舆情等系列走查，把控项目落地进度，并完成多轮测试与优化。目前，该案例所涉及的十个文明遗址已完成开发并上线。

➤ 案例实践效果

“何以文明”是整合 3D 空间设计、数字虚拟人设计、文物数字复原、数字资产智能生成等系列数字设计技术所打造的艺术大展。展览观众可以通过多个终端（PC 端/移动端/VR 端）随时随地访问，可通过数字分身实现瞬间位移，穿越古今，置身于“何以文明”岛，漫步于“满天星斗”的文明现场，溯源 10 处璀璨的中华文明圣地，完成难忘的“寻根之旅”，亲身体会“中华文明何以五千年”的伟大辉煌。

在经济效益方面，首先，该案例利用虚拟现实技术，通过还原遗址真实场景，打造沉浸式数字交互空间，升级展陈方式。让更多观众通过线上观展对遗址及文明进行初步了解并产生兴趣，催生实地参观意愿，为地方文旅宣传和博物馆与文旅的合作提供新思路。

其次，该案例突破传统博物馆展陈方式，结合虚拟现实与现实增强技术为博物馆提



• 序厅

供沉浸式展陈扩展，升级博物馆的内容量与新鲜度，为文旅参观进行有力地引流。展览创造性地使用数字人讲解、嵌入式挑战互动游戏、3D 文物等多种数字创新产品延续博物馆展陈体验的结构，进行展陈方式的升级，向业界给出了在 3D 世界中举办数字展览的全新案例和解决方案。

再次，该案例运用云渲染技术，将 3D 场景放在远程的服务器中渲染，用户可通过 APP 和 PC 端并借助高速互联网接入访问各遗址场景，服务器可根据用户指令执行对应的渲染任务，渲染结果画面会被传送回用户终端中加以显示。此技术的应用大幅减少用户设备的储存压力，拓宽应用场景，使更多用户无压力体验展览成果。最后，该案例通过打造可联动的 IP，推出与遗址联动的研学旅游活动。打造 IP 衍生业务，在良渚遗址公园等遗址站点组织何以文明少年考古队，联动旅游集团，带动当地文化消费与餐饮、住宿消费，为地方文化旅游业务拓展支线路径。



• NPC 人物

在社会效益方面，首先，增强文化服务可达性。展览借助沉浸式、数字化的方式，将中华文明起源发展的历程，以及各个时期的历史场景、发明创造等展现出来，让大众更加直观、形象地体验和感受中华五千年历史文化，助推文物艺术更好地走进百姓生活、更好地走向世界。

其次，助力文化教育。本案例将专业的学术知识以沉浸式的场景和丰富的交互方式进行呈现，将考古成果及文明特征可视化，寓教于乐，让更多观众通过简单的操作

在短时间内迅速了解相关文明的考古成果，助力文化传播，实现更广泛的社会教育。同时，央博也将“何以文明”大展中的部分数字资产授权给高校，以校企合作共创的方式丰富延展大展内容。让高校学生在实际场景中进行设计，将所学知识运用在实际项目中，以练代学，驱动高校提升学生的数字资源开发技术，促进文化设计类行业的发展。



• 场景图

最后，加大中华文明在世界范围的传播力和影响力，增强文化自信以及社会认同。2023年6月29日，“何以文明”全球巡展·联合国特展开幕式在纽约联合国总部举行。展览一经推出受到全球各界关注，截至目前已在纽约联合国总部、瑞士万国宫、英国、埃及、秘鲁、中国香港等多个国家和地区举办巡展。该案例增强了中华文明在世界范围的传播力和影响力，为促进各国人民相知相亲，推动构建人类命运共同体贡献智慧和力量。



11

应用于文化遗产 数字化的“ORA Sphere”

► 申报机构

Atmosphère（法国公司）

传统展览模式中，文物展示多依赖静态陈列，观众互动性差，难以深入感知文物背后的历史脉络，物理展陈的局限性也制约了文化传播的广度与深度。本案例提出一种独创的、交互式沉浸式球形投影系统 ORA Sphere。通过 ORA Sphere，可以对各历史时代的重大场景事件进行直观展示，提升观览体验的交互感与沉浸感。

➡ 教育项目“时间之球”的成功实践

ORA Sphere 已在全球众多博物馆、图书馆和教育机构中使用。其中最具代表性的应用之一，是为法国教育部国家历史项目开发的 Time Sphere（时间之球）。时间之球围绕一系列互动时间轴构建。教师可以使用时间之球开展多种历史教学活动。



• 游客与 ORA Sphere 互动

球体的赤道区域周围将显示一个可触摸交互的连续带状区域。用户可以选择特定时代，并探索相关的数字资产——包括图像、视频和音频记录。通过点击特定项目，用户可以在球体和平板屏幕上同时访问其内容，创造真正沉浸式和信息丰富的体验。在点击选取后，整个球体或者球体两侧缩放区域上将会呈现相应动画。只需几分钟，学生就能在时间和空间中穿梭往返，直观了解历史的重大发展。

除播放音视频及图像资料外，教师也可以带着学生们在球体上进行例如问答测验的趣味活动，或展示思维导图等专业学术功能。

ORA 采用金属精工底座，内部容纳所有系统组件，并配搭具备独特光学属性的树脂球体，可呈现极致明亮清晰的影像。该设备支持最多 10 名用户的高级手势识别功能，通过红外技术与人工智能实现无缝交互。其 7.1 声场系统配备 8 个扬声器和低音炮，可提供沉浸式 360° 环绕音效，与立体投影效果完美匹配，共同打造沉浸式体验。

SPHERE 球体采用多层涂层技术打造，具备抗冲击性与持久耐用性。该材质不仅能显著提升影像亮度，更可实现卓越的无像素色彩还原效果。METAL WEIGHTED BASE 金属配重底座，为投影系统提供全面保护，其四面均可定制个性化色彩方案。配备带刹车装置的滚轮，可轻松移动整个 ORA 系统，确保设备静止时稳固安全。广角镜头组由多片非球面光学透镜构成，确保 360° 影像表面均匀一致，消除光线畸变。这套光学系统能完整呈现 4K 投影仪输出的精准影像，凭借卓越透光性和对比度实现水晶般清澈的画质，保证色彩还原逼真度。红外摄像头可探测球体表面的所有人体动作，通过算法精准解析触摸、双击、拖拽等交互手势。借助大规模并行 GPU 处理器，触控系统具有超凡灵敏度，持续提供一致流畅的用户体验。依托 98 颗红外 LED (940nm) 灯环与红外摄像头组成的监测矩阵，系统可同时识别最多 40 个触控点的实时操作。

中华文明历史时间轴的数字呈现

为将 ORA 装置运用于博物馆展示，ORA Sphere 将与一个完全同步运行的大型平板屏幕配对使用。该球体将作为时空导航仪，而平板屏幕则提供所展示各类主题的补充信息。



• ORA Sphere 与大屏幕联动

球体的时间轴上，将呈现一个覆盖中华文明整个历史的庞大时间轴。对中华文明历史的具体划分如下。

1. 史前时代和青铜时代（约公元前 5000 年 – 公元前 221 年）

- 新石器时代文化（仰韶文化、龙山文化等）：彩陶、几何图案、早期礼仪符号。
- 青铜时代（商周）：礼器（鼎、簋）、玉器、与祖先崇拜和仪式相关的早期装饰品。

2. 统一和第一个帝国（秦汉，公元前 221 年 – 公元 220 年）

- 秦朝：秦始皇陵兵马俑。
- 汉朝：装饰华丽的陵墓、彩绘漆器、丝绸、早期山水画。
- 佛教影响的开始（汉末）。

3. 古典艺术的繁荣与佛教艺术（三国 – 唐，220 年 – 907 年）

- 绘画和书法确立为主流艺术形式。
- 佛教石窟（敦煌、龙门、云冈）拥有壁画和大型雕塑。
- 唐代：绘画的黄金时代（山水画、肖像画、宫廷场景），陶瓷的外销（唐三彩）。

4. 成熟与文化的精进（宋 – 元，960 年 – 1368 年）

- 宋代：山水画（“山水”），细腻的笔触，理学哲学。
- 精致的陶瓷（青瓷、瓷器）。
- 元代（蒙古统治）：文人画（通常是单色画）的兴起，艺术极具个性和诗意。

5. 晚清与现代转型（明清至 20 世纪）

- 明朝（1368 年 – 1644 年）：青花瓷器盛行，宏伟建筑（紫禁城），装饰艺术蓬勃发展。
- 清朝（1644 年 – 1911 年）：宫廷艺术盛行，但同时也彰显了个人风格，并形成了地方绘画流派。
- 20 世纪：传统与西方艺术的碰撞，现代中国艺术的诞生。

3

考古方向

推动地中海文明 考古合作——中突合作

突尼斯本·阿鲁斯森林遗址 考古发掘项目

ADVANCING MEDITERRANEAN
ARCHAEOLOGICAL COOPERATION

THE CHINA-TUNISIA JOINT EXCAVATION PROJECT AT
THE BEN AROUS FOREST ARCHAEOLOGICAL SITE

多学科研究

MULTIDISCIPLINARY RESEARCH

数字复原呈现

DIGITAL RECONSTRUCTION

联合考古新范式

NEW PARADIGM FOR JOINT
ARCHAEOLOGY

01

推动地中海文明 考古合作——中 突合作突尼斯本 ·阿鲁斯森林遗 址考古发掘项目

► 申报机构

中国国家文物局考古研究中心

► 其他参与机构

突尼斯文化遗产研究院；北京清城睿现数字科技研究
院有限公司；国际古迹遗址理事会西安国际保护中心
（IICC-X）

本项目开创跨文化考古合作的新范式，实现学术标准共建、多方协同与文明互鉴的深度融合。作为中突首次考古合作，其突破点在于：一是建立了适用于双方的联合工作标准，编制多语种技术规范与数据库，形成可复制的跨国考古协作体系；二是创新“官方—非政府—专家”协同机制，整合多国学术力量，推动多学科技术（如数字复原、材料分析）在考古中的应用；三是通过公众开放日、跨国培训等活动，将考古成果转化为文明对话的载体，既填补相关学术领域空白，又成为“一带一路”框架下文明互鉴的实践典范。

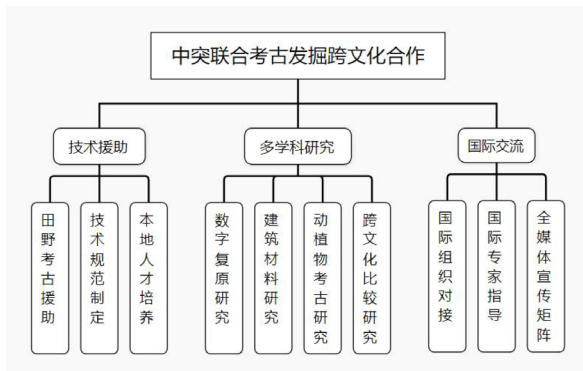
② 地中海文明考古合作的契机与协同需求

突尼斯位于地中海西岸，是多元文明融合之地，拥有丰富的布匿、古罗马时期遗址，是世界古代文明研究的热点，也是“一带一路”沿线重要国家。2019年，中国援建突尼斯本·阿鲁斯青年体育中心的过程中，本·阿鲁斯森林遗址被发现。该遗址年代跨越公元前3世纪至公元6世纪，遗存类型丰富。为推进文明交流互鉴，2023年，相关机构签署合作协议，启动联合考古项目。

项目推进中，就协同方面的问题提出几大应对措施：一是建立适用于双方的考古工作标准，涵盖发掘成果规范、知识产权共享及多语种协作模式；二是整合多方专业优势，搭建高效合作平台，充分发挥人才与技术潜力；三是探索多元方式呈现合作成果，让遗址价值惠及当地民众与国际社会。

③ 联合考古的技术框架与实施路径

项目构建了“考古为核心、保护为底线、展示为媒介”的三位一体技术体系，融合技术援助、多学科研究、人才培养等维度。实施分为三阶段：**前期准备阶段**，明确顶层设计，签署合作协议，制定多语种技术标准与工作模板，开发遗址信息系统及数据库；**田野考古与研究阶段**，组建联合考古队，完成13万平方米考古调查及1700平方米发掘，推进材料学、动植物考古等多学科研究，开展数字复原，并为突方人员提供累计300余人次培训；**成果共享阶段**，通过大使馆文化活动、国际开放日等形式，向公众与国际社会分享成果。



• 技术框架

联合考古的多维创新实践

项目在多方面实现突破。一是建立中突联合考古新范式。共同编制《本·阿鲁斯森林遗址田野发掘技术标准》，明确探方设置、地层划分等相关规范，开发中英双语考古发掘数据库，规避了中突双方不同的考古技术体系所带来的问题；形成中英法三语工作模板，提升合作效率与规范性。二是构建“官方—非政府—专家”组织机制。由中突双方机构牵头，联合国际组织与多国专家，强化合作纽带。三是创新多学科研究方法。开展对各类出土器物、建筑材料等的材料学研究、对珍贵文物的无损检测。四是探索数字复原展示新模式。采用360度全景测绘与高清影像合成等多元技术，结合历史文献与地域特色开展数字复原图纸设计，形成“数字采集—复原设计—3D建模—质量检查”的可追溯技术流程。



图1 《本·阿鲁斯森林遗址田野发掘技术标准》

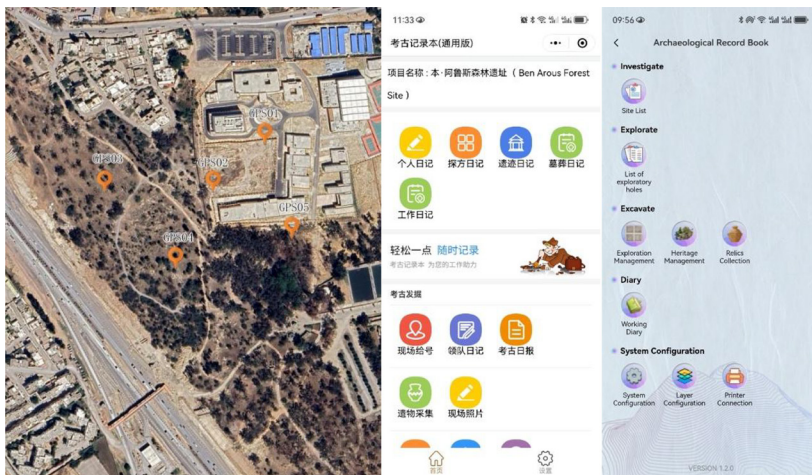


图2 三语工作模板

➤ 考古合作的多元成效

项目取得显著成果。**考古方面**，摸清遗址格局，发现布匿至罗马时期多类遗迹，初步划分为四个功能区，其中作坊区或为北非最大古罗马染色作坊，获突方高度认可；**传播方面**，得到两国主流媒体报道，全网触达量超千万级；**公众层面**，获当地民众支持，国际专家评价其为地中海文明研究的示范窗口；**教育领域**，开展大量人才培养与公众考古活动，如国际开放日、中突考古培训班，促进知识共享。



数字鲸落

DIGITAL WHALE FALL

“南海Ⅰ号”考古发掘

ARCHAEOLOGICAL EXCAVATION OF "THE NANHAI NO. 1 SHIPWRECK"

水下文化遗产保护的全球范式

A Global Paradigm for Underwater Cultural Heritage Conservation

联合国教科文组织世界水下考古史的经典案例

A Classic Case Recorded in UNESCO's Global History of Underwater Archaeology

发掘单位：广东省文物考古研究院、国家文物局考古研究中心
Excavation Unit: Guangdong Provincial Institute of Relics & Archaeology, National Centre for Archaeology

02

数字鲸落—— “南海Ⅰ号” 考古发掘

► 申报机构

广东省文物考古研究院

► 其他参与机构

广州欧科信息技术股份有限公司

该项目创新构建了“考古发掘—现场保护—展示利用”三位一体的水下遗产数字化保护体系。首创“空中智能测绘平台+非接触式采集”技术，实现毫米级精度定位与密集文物的安全发掘，解决狭小空间操作与脆弱文物保护难题；建立“动态监测+增量更新”机制，实时追踪船体变形并自动预警，同步整合多源数据形成考古语义数据库，打破“数据孤岛”；创新“整体打捞+室内发掘+VR重现”模式，既完整留存考古全程信息，又通过沉浸式体验让18万件（套）文物的历史文化内涵走向大众，为全球水下文化遗产保护提供了“技术精准+文化活化”的示范范式。

② 水下遗产数字化保护的核心需求

“南海Ⅰ号”南宋沉船作为世界罕见的水下文化遗存（出土 18 万件 / 套文物），其保护发掘面临独特挑战。首先，文物密集且环境脆弱。船舱内器物层层叠放，操作空间狭小，数百年海水浸泡使文物与船体（木质结构）极易受损，常规发掘手段适配性不足；其次，数据采集与动态保护存在矛盾。频繁采集可能造成二次损害，且缺乏实时监测机制，难以捕捉船体微小变形；再次，考古成果转化难度大。多源数据（发掘记录、器物模型、环境数据）标准不统一，难以实现“船体—文物—环境”的时空关联分析，专业成果也难以通俗化传播。为此，项目通过数字化技术平衡发掘精度、保护安全与文化传播，让水下“文化鲸落”实现数字永生。



• 项目宣传海报

③ 三位一体的数字化保护技术架构

项目围绕“精准发掘、动态保护、活化利用”构建全流程技术体系，各环节协同联动。

考古发掘技术。搭建工业级精密控制网（4 个基准点 +0.5”全站仪），研发集成双向天车、激光扫描、摄影测量的空中智能平台，通过轨道移动实现多视角非接触式采集，记录文物三维坐标与层位关系；针对舱内密集文物，创新“成组提取 +

批量记录”模式，以三角高程测量实现毫米级定位，避免人工操作对文物的干扰。

现场保护机制。构建船体变形监测系统，实时采集船板应变数据，超阈值自动预警；建立数据增量更新机制，采用格网检索与分类识别算法，结合三维纹理自动映射，实现局部数据快速更新，为修复与研究提供动态数据支撑。

展示利用创新。构建多源融合考古语义数据库，按“时空 + 属性”分类存储数据，通过语义关联实现跨类智能检索；利用 VR 技术还原考古现场，打造“一张图”全域可视化管理，让公众沉浸式观察文物堆积形态，理解宋代海上贸易历史。

➤ 创新突破与实践成效

项目在技术、模式与价值转化上实现多重突破，成效显著。

技术与模式创新。首创空中智能测绘平台，填补水下考古非接触式高精度采集空白；“整体打捞 + 室内发掘 + 实时数字化”模式，完整留存考古全程信息，获 7 项国家专利，培育出“数字考古技工”等复合型人才，已参与 20 余个国内外水下考古项目。

社会效益。出水文物 18 万件 / 套（含 198 件一级文物），推动水下考古学科规范化，成为国际水下遗产保护的“中国方案”；通过国际展览（与英、荷等国合作）与主题教育基地建设，传播海上丝绸之路文化，提升海洋文化自信。

经济效益。以“南海 I 号”为核心 IP，带动海陵岛成为国家 5A 级景区，形成“考古科研 - 文旅消费 - 文创开发”产业链，促进多业态融合，为区域经济注入新动能。

➤ 持续深化技术创新与场景拓展

项目将持续深化技术创新与场景拓展，推动水下遗产保护升级。

技术升级。依托 AI 实验室研发新型船体加固材料、文物智能修复技术（点云理解、碎片匹配），构建墨书识别数据库与时空特征知识图谱，挖掘宋代海丝网络关联信息。

场景拓展。打造“海底考古乐园”（裸眼 3D、VR 互动），推动考古进校园（捐赠复制品与 AI 教学系统），开发数字文创产品；每年举办国际学术研讨会，与“一带一路”沿线国家开展联合考古，培育文化传播使者。

保障机制。设立保护基金，联合高校、企业组建跨领域团队，建立技术备份与版权审查机制，确保项目可持续运营与国际合作合规性。

03

科技与人工智能 在文化遗产价 值提升与安全保 护中的应用： RUME 项目案 例研究

► 申报机构

RUME 文化管理公司

本案例将前沿技术（如虚拟现实、AI、数字人）与文化遗产管理深度融合，既构建了沉浸式文化体验，提升公众参与度，又通过综合安全框架和绿色技术，保障遗产安全与可持续性，形成了可复制、可扩展的国际化文化遗产数字化解决方案。

➤ AI 与社区参与的创新融合

以人工智能为纽带，促进社区深度参与文化叙事构建。“我的那不勒斯——千位策展人的展览”项目中，AI 技术与社区参与相结合，在坚守学术标准的前提下，让文化解释更趋多元化、民主化。这种模式既尊重专业知识，又吸纳公众视角，形成了集体共创的文化叙事，增强了社区与文化遗产的情感联结。

➤ 教育与技术的互动融合

将虚拟现实与教育游戏化融入考古场景，让历史知识更易被理解和接受。文化遗产 Campo Valano 项目通过整合虚拟现实技术，设计互动学习体验，把复杂的考古知识转化为直观的沉浸式内容。这种方式打破了传统教育的单向传播模式，让用户在参与中主动获取知识，提升了文化遗产的教育价值。



• Campo Valano 项目

➤ 数字人与历史场景的深度衔接

在历史环境中引入数字人与 AI 驱动界面，增强文化体验的真实性与互动性。阿皮

亚古道互动站项目通过数字人技术，搭建起与历史场景的对话桥梁。技术应用并非掩盖文化本身的真实性，而是作为辅助工具，让用户更直观地感受历史场景，深化对文化遗产的理解。



• 阿皮亚项目

➤ 水下遗产的可及性创新

针对水下遗产的特殊性，通过先进可视化技术拓宽体验路径。UTHRED 项目为潜水与非潜水游客开发了互补的体验方式，借助技术打破水下遗产的物理限制。无论是潜水者的实地探索，还是非潜水者的虚拟体验，都能通过技术手段感受水下遗产的价值，提升了这类特殊遗产的可及性。

➤ 综合安全与可持续框架构建

构建涵盖安全保障与绿色可持续的综合框架，为文化遗产保驾护航。SSMIS 项目通过意大利文化部和内政部协调，投入 4400 万欧元打造运营中心，为特定区域提供综合安全管理服务，依托先进技术构建分布式安全架构。同时，智能绿色服务中心（IGSC）采用环保技术，在支持数字运营的同时实现接近零二氧化碳排放，兼顾安全保护与环境可持续性。

The 3D digital reconstruction of
the Zun plate of Marquis Yi of Zeng

三维数字化复原

曾侯乙尊盘

三维
数字
化
复原

The 3D digital
reconstruction of
the Zun plate of Marquis Yi of Zeng

湖北省博物馆
HUBEI PROVINCIAL MUSEUM

04

曾侯乙尊盘三 维数字化复原

► 申报机构

湖北省博物馆

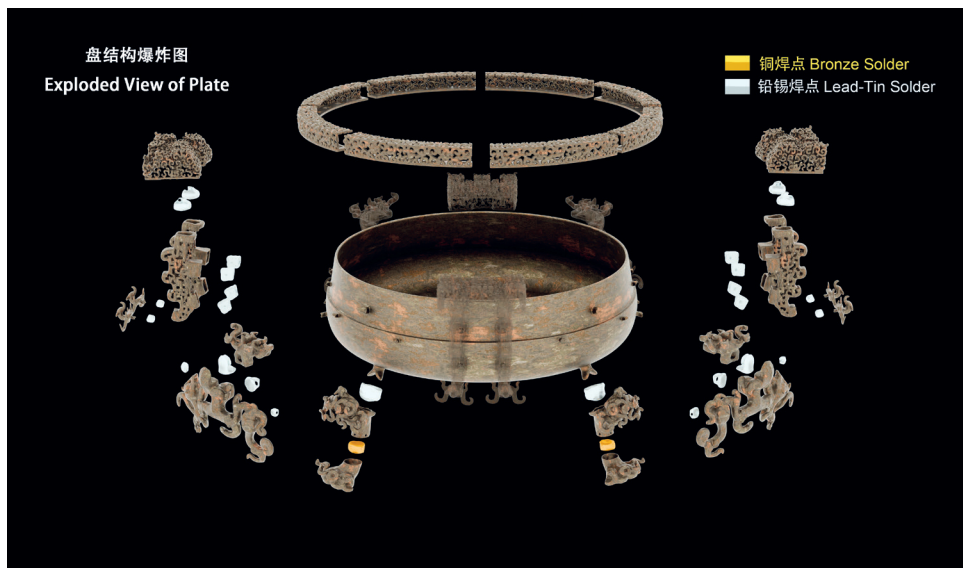
► 其他参与机构

故宫博物院

曾侯乙尊盘因其复杂的结构和铸造工艺，在工艺研究、复刻制品制作、展示利用等方面存在诸多挑战。数字化技术是解决曾侯乙尊盘相关问题的有效途径。然而，传统的数字化技术对尊盘进行信息采集时，仅能获取其表面结构信息，难以获知其内部结构。本案例摒弃传统的采集文物表面信息的数字化技术，利用高能射线的穿透性，获取尊盘内部结构信息，并从青铜器铸造学角度进行深入研究，确定主体和附件的形态、数量和连接方式。通过视频动画，形象生动呈现尊盘纷繁复杂的结构。

首次完整呈现尊盘多层透空附饰的完整结构

本案例以工业级计算机断层扫描（工业 CT）技术为核心，构建“数据采集→智能处理→学术解析→应用转化”的全链条技术框架。通过 600kV 微焦点工业 CT 系统对曾侯乙尊盘实施高穿透无损扫描，首次获取尊盘内部结构的毫米级三维数据（精度 0.1mm），攻克传统 X 光无法解析高密度材质的瓶颈。在实施路径上，分五阶段推进。



• 盘结构爆炸图

数据采集。采用双能 CT 扫描参数优化技术，对尊体与盘体分体扫描，通过能谱滤波降低金属伪影，获取尊盘的原始三维数据模型。

数据处理。通过数据处理软件，依次对数据模型数字化处理。优化处理，优化图像质量，去除背景，并降低扫描数据伪影；数据渲染，根据器物外形纹理和结构信息，拟合图像路径，进行表面数据高真度拟合，并渲染青铜纹理，生成整体数据模型；格式转换，将数据转换为通用的 RAW 和 STL 格式。

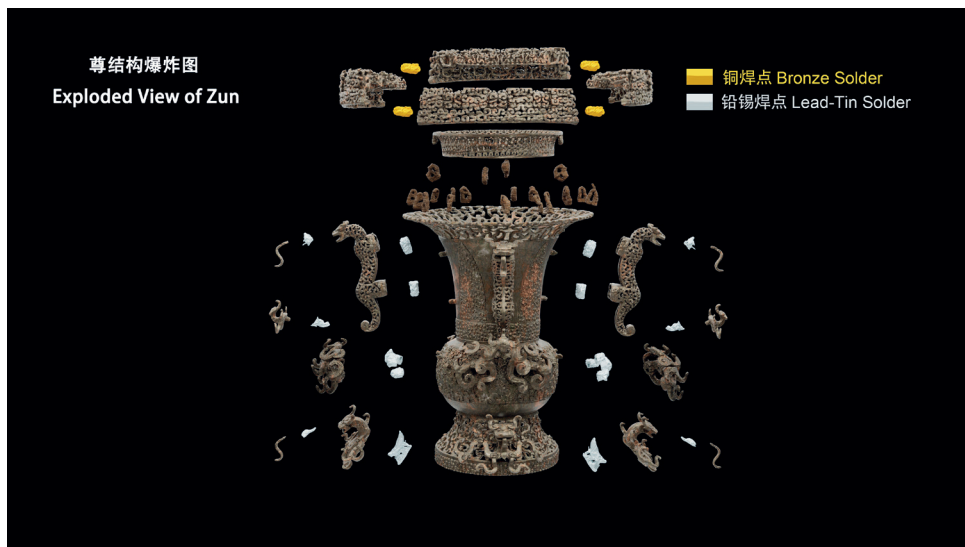
工艺研究。根据数据模型，基于铅锡焊点与铜焊点的密度差异，从青铜器铸造学角度，分析尊盘的主体和附件的结构、数量和连接方式。研究表明，尊由 1 具尊体和 33 只附件、19 只 U 形锁扣，通过 32 处铅锡焊、23 处铜焊接连成一体；盘由

1 具盘体和 44 只附件，通过 8 处铸接、52 处铅锡焊、4 处铜焊接连成一体。

模型拆解。根据工艺研究结果，对数据模型进行分割处理。提取尊的 32 处铅锡焊点和 23 处铜焊点，33 只附件和 19 只 U 形锁扣；提取盘的 44 只附件，8 处铸接点、52 处铅锡焊点和 4 处铜焊点。建立 98 个部件的参数化拓扑关系矩阵，实现附件的动态分离与重组。

视频制作。根据尊盘的制作工艺顺序，利用分割处理后的数据模型，采用可视化形式，制作尊盘数字化拆解和重构的视频，让公众能轻松看懂这一青铜重器的复杂结构和精湛工艺。

相较于传统方案，本案例在技术层面，使用工业 CT 三维内构透视替代表面测绘，首次完整呈现尊盘多层透空附饰的完整结构，并准确厘清尊盘主体、附件、焊点数量和连接方式。在传播层面，使用交互式动态拆解视频替代图文展板，显著提高观众对尊盘制作工艺的理解。



• 尊结构爆炸图

➤ 案例实践效果

本案例首次清晰展示了尊盘内部结构，呈现其复杂构造，挖掘阐释文物内涵，展现了古人工艺思想与工匠精神，对于讲好中国故事、传播中国声音、增强中华文明传

播力有重要意义。成果以视频化形式展示，拉近了公众与文化遗产及古代科技文明的距离，赋予文物新活力，将静态转化为动态数字内容，延伸了文物的信息丰度、增强可读性，还实现了文物本体信息数字化保全和保护，成为可持续利用的文化资源。此次运用现代科技和大型设备进行数字化复原，具有示范性，是“让文物活起来”的成功实践，为 CT 数据利用提供范例，推动文物科技保护创新发展。

基于已建立的三维模型，可进行一比一复制并无限次打印，为文创产品的设计、研发提供基础。借此优势，可以与数字文创公司合作，宣传数字化文物重要性，吸引企业和社会资本投入，共同推进如数字艺术品、三维模型等新型文化产品的开发。这不仅为博物馆开辟新的收入渠道，也以创新形态展现文物的内在魅力。

与此同时，该成果可与现代媒体结合，借助抖音、微博等平台开展文物营销活动，实现文物旅游推广与大数据应用；还可深入挖掘尊盘元素进行文物 IP 开发，在动漫、游戏、影视等领域提高文物资源在娱乐产业中的融合交流，让文物以更多样的方式走进公众视野，推动文物保护利用与文化产业发展的深度融合。

三维建模技术助力中国-肯尼亚

3D modeling technology contributes to the
Sino-Kenya Paleolithic Archaeological Project

旧石器联合考古



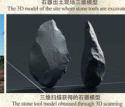
吉门基遗址不同发掘阶段的三维数字模型
3D digital models of different excavation stages of the Kimengich Site

2017年，中肯旧石器联合考古项目立项并启动。作为人类发源地及“现代人非洲起源说”的重要地区之一，肯尼亚境内出土了丰富的古人类化石以及距今约330万年的石器，而旧石器时代是人类起源、扩散的关键时期，因而肯尼亚对研究人类起源至关重要。In 2017, the Sino-Kenya Paleolithic Archaeological Project was approved and launched. As one of the important regions of human origin and a key area for the "Out of Africa" hypothesis of modern humans, Kenya has unearthed a large number of hominid fossils and stone tools dating back approximately 3.3 million years. The Paleolithic Age is a crucial period for human origin and dispersal. Therefore, Kenya is of great significance for the study of human origin.

8年来，中方队员四次赴肯尼亚开展考古工作，在现代人类起源、石器制作技术等方面取得了重要成果。巴林戈地区分布丰富的旧石器时代文化遗存，对探索现代人起源这一国际学术前沿课题具有十分重要意义。联合考古队已发现旧石器地点63处。吉门基遗址发现的细石器对研究旧石器时代晚期细石器文化的起源、传播具有重要意义。博高利亚湖遗址发现的勒瓦娄哇技术制作的石制品对探讨其起源及与早期现代人的关系提供重要材料。Over the past eight years, Chinese team members have made four trips to Kenya to conduct archaeological work and achieved significant results in areas such as the origin of modern humans and stone tool manufacturing techniques. The Baringo region is rich in Paleolithic cultural remains, which is of great significance for exploring the international academic frontier topic of the origin of modern humans. The archaeological team has discovered 63 Paleolithic sites. The microliths found at the Kimengich site are of great significance for studying the origin and spread of microlithic cultures in the late Paleolithic Age. The stone artifacts made using the Levallois technique discovered at the Lake Bogoria site provide important materials for exploring its origin and the relationship with early modern humans.

无人机、三维扫描仪、石器摄影、三维建模等现代科技设备和技术均用于合作中，并及时与肯方队员分享。三维建模技术可获取高精度石器模型，测量微痕，还原加工技术，构建遗址三维场景，分析人类活动。突破传统测量局限，助力数字化存档、跨区域合作，推动旧石器考古研究精细化与可视化。

Modern scientific and technological equipment and technologies such as unmanned aerial vehicles, 3D scanners, stone tool photography, and 3D modeling have been used in the cooperation and shared with Kenyan team members in a timely manner. The 3D modeling technology can obtain high-precision stone tool models, measure microtraces, restore processing techniques, construct 3D site scenes, and analyze human activities. It breaks through the limitations of traditional measurement, facilitates digital archiving and cross-regional cooperation, and promotes the refinement and visualization of Paleolithic archaeological research.



05

三维建模技术助力中国-肯尼亚旧石器联合考古项目

► 申报机构

河南省文物考古研究院

► 其他参与机构

肯尼亚国家博物馆

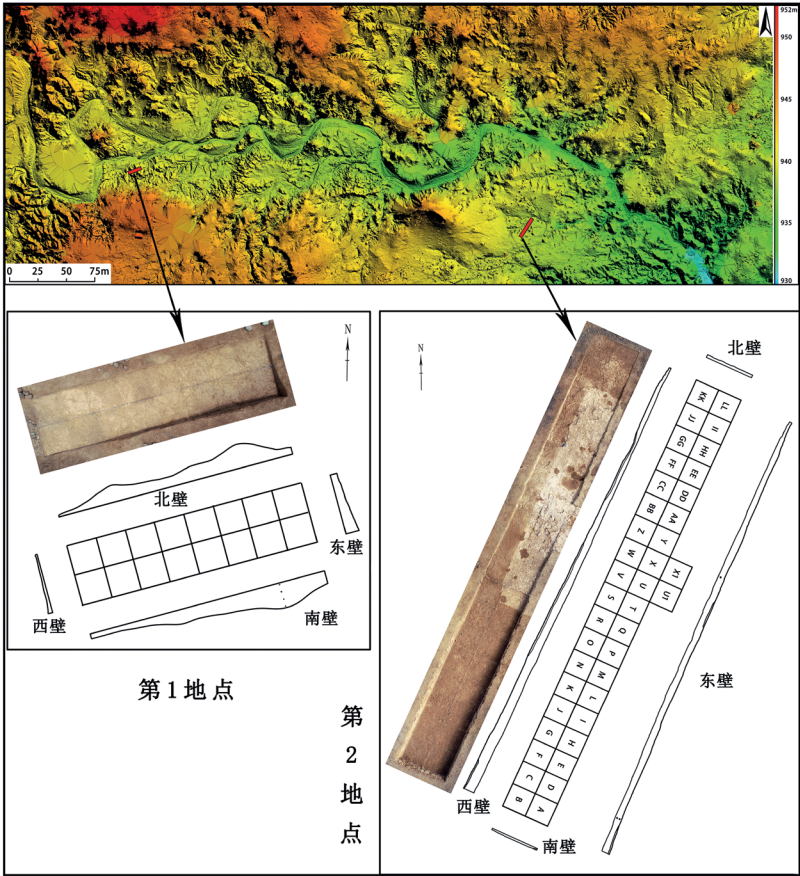
肯尼亚是研究人类起源的关键区域，境内分布丰富的旧石器时代遗存，对探索现代人起源等国际学术课题具有重要意义。2017年，中肯旧石器联合考古项目启动，旨在通过跨区域合作推进相关研究。考古研究对记录的客观性、系统性和完整性要求极高，但传统记录方式存在易出错、遗漏等局限。随着数字化技术普及，照片、视频、三维模型等手段逐渐应用于考古现场，但缺乏适配全流程（调查、发掘、资料整理）的标准化操作程序。为此，项目探索将三维建模等技术融入考古全流程，以实现遗址与遗物的精准记录、数字化存档及跨区域合作共享。

➤ 全流程数字化技术框架的构建

项目构建了“多角度、多设备、多方法”的空间信息获取技术体系，整合多种数字化工具支撑考古全流程。

核心技术。包括无人机航测（获取地表影像，生成高程图、三维模型）、三维扫描仪（采集物体表面高密度点云数据，复刻实体形态）、高精度 GPS（实现毫米级定位，消除误差影响），形成从空中到地面、从整体到细节的立体数据采集网络。

实施路径。按阶段推进数据采集——发掘前，用无人机拍摄区域航空影像，制作遗址位置与高程示意图；发掘中，通过照片建模技术生成现场分阶段及石器出土三维模型；资料整理阶段，用三维建模获取高精度石器模型，实现微痕测量与加工技术还原。



• 无人机航测获得遗址所在区域高精度高程图



• 博高利亚湖遗址第 1-3 地点位置示意图

➤ 数字化考古的创新突破与经验

项目在技术应用与流程管理上实现多重创新。

多维数据整合。突破传统单一角度记录局限，通过多角度、多设备采集数据并融合处理，实现从“二维”到“三维”“多维”的跨越，更全面还原遗址与遗物特征。

动态记录与共享。建立动态监测机制，实时更新考古现场变化，实现从“静态快照”到“连续记录”的转变；同时构建数据库，保障数据安全存储与国际学术共享。

坚持“考古为本”。技术应用始终服务于学术目标；推动数字化贯穿考古全流程，避免环节孤立；根据研究目标与现场条件选择适配技术，并动态优化操作流程。

项目通过三维建模等技术应用，取得显著成果。

学术发现。在肯尼亚巴林戈地区发现 63 处旧石器地点，其中吉门基石遗址的细石器、博高利亚湖遗址的勒瓦娄哇技术石制品，为研究细石器文化起源、早期现代人关系提供关键材料；累计发掘石制品和动物化石 8000 余件，涵盖旧石器时代早、中、晚期。

传播与认可。项目获新华社、央视等多家中外媒体报道，现场发掘实况登上央视《朝闻天下》，触达量超 400 万；入选“2023—2024 中华文化国际传播十大案例”，博高利亚湖遗址成为 2023 年唯一入选“中国社会科学院考古学论坛国外新发现”的项目。

合作与科普。推动中肯团队共享技术设备，培养本土化考古力量；开展公众考古活动，邀请当地学生参观、举办科普讲座，促进文化遗产保护意识普及。

