序 言

文化遗产承载各民族历史记忆，凝结全人类创造的智慧，也见证了不同文明交流互鉴、相生相成的漫长历程。让珍贵遗存不因岁月侵蚀而湮没，让文明成果不被时空阻隔而沉寂，是当代人共同肩负的责任。当前，数字技术加速演进，正在深刻改变文化遗产保护、研究、阐释和传播的方式。从高精度采集、智能监测到数字复原、沉浸展示，技术之力不断拓展文化遗产存续传承的空间，也为文明交流打开新的通道。遴选、梳理和传播文化遗产数字化优秀案例，既是对全球有关领域创新实践的集中呈现，也是推动成果共享、促进文明交流互鉴的重要举措。

作为全球数字领域交流合作的重要平台，世界互联网大会持续关注数字技术的创新应用和成果转化。2025 年，大会成立文化遗产数字化专业委员会，旨在汇聚全球各方智慧，凝聚国际共识，探索数字技术促进文明交流互鉴的有效路径。2026 年，依托文化遗产数字化专业委员会，世界互联网大会面向全球开展文化遗产数字化案例征集，经过全球专家多轮评审，从近 200 项案例中遴选出来自 13 个国家及地区的 45 项技术领先、示范效应显著的案例，覆盖文化遗产保护、考古、展示利用等多个领域，集中展现数字技术赋能文化遗产全链条保护、研究与传播的实践成效。

本案例集立足文化遗产数字化的丰富实践，着眼文明传承与技术创新的未来图景。我们希望借此促进全球范围内的技术交流、经验互鉴与务实合作，助力更多创新成果惠及各国文化遗产保护事业。

未来，世界互联网大会文化遗产数字化专业委员会将继续发挥好平台作用，持续关注数字技术赋能文化遗产保护传承的新动态、新趋势，进一步深化合作交流，为文化遗产在数字时代的赓续活化培植更加丰沃的全球土壤。我们愿同全球各方携手，以数字之力守护人类共同的文明记忆，以合作之道促进不同文明交流互鉴，让沉淀于历史深处的文化遗产跨越时空边界、抵达更广阔的未来，为推动构建网络空间命运共同体注入更加深厚的文化力量。

世界互联网大会
文化遗产数字化专业委员会
2026 年 7 月



CONTENTS
目录

文化遗产保护方向

008 法克姆基金会的 Selene 光度立体系统

012 OpenHeritage3D.org：面向开放文化遗产 3D 数据的三维图集存档与流式服务基础设施

017 基于数字孪生框架的文化遗产全过程数字化保护实践——佛光寺砖塔（后山区）修缮案例

023 “加莱亚纳 · 格罗萨号”沉船虚拟博物馆

027 苏州“古城细胞解剖工程”引领下的文化遗产数字化保护利用新模式

032 寻迹丝路：多模态赋能的古籍碎片智能缀合系统

037 土库曼斯坦濒危丝绸之路遗产的摄影测量与人工智能保护

042 解密千年石窟的“指纹”——云冈石窟第 7、8 窟三维高光谱数据采集

048 从国家文化遗产目录到知识图谱：意大利中央编目与文献研究所（ICCD）的文化遗产目录、ArCo、Cat IA 以及向 CLIO 的系统性转型

053 让流散的纸莎草文献跨越时空“重聚”：都灵埃及博物馆的数字研究实践

059 基于多维环境感知与数理模型预测的博物馆藏品预防性保护系统

063 南京城墙文化遗产数字化保护与研究创新实践

069 罗兰大学数字文化遗产：考古研究、航空考古文献与生物考古发现的整合框架

073 犍陀罗文明：塔克西拉篇——基于 AIoT 驱动的数字孪生系统

077 德格印经院珍稀雕版数字化保护项目

082 意大利文化部 DHGP 数字遗产门户平台

086 高精度超色度多光谱成像分析 14 世纪与 18 世纪古代手稿

092 文物指纹——基于微痕比对的藏品管理应用

097 赛博 · 素宾（Cyber Subin）：东南亚舞蹈遗产的数字化保存、计算阐释与未来传承

101 意大利文化部档案总局——Transkribus 转录项目

105 百科数字文物守护计划——海外文物回家

110 马蒂亚 · 普雷蒂（Mattia Preti）：罗马与马耳他之间——诊断与数据驱动保护

114 甘肃简牍博物馆简牍文物多光谱采集及病害监测分析项目

119 荷兰亚洲陶瓷合作联盟数字平台

考古方向

126 深度学习与遥感技术驱动的坎儿井遗产普查创新实践——以第四次全国文物普查吐鲁番专项为例

130 穿透密林：LiDAR 遥感技术在闽北墓葬调查中的系统性应用

135 中国——乌兹别克斯坦库瓦古城联合考古的数字化全流程协作与遗产活化

140 连接机构与创新：意大利考古景观的数字遗产管理模式

144 广州市文物考古“一张图”资源数据库项目

展示利用方向

150 故宫博物院大型综合性博物馆数字孪生应用

155 景德镇手工瓷业遗存数字化展示阐释项目

161 龙门石窟残损及流散文物数据聚合 3D 打印巡展

165 焕然一新、互联互通、智能化：意大利档案馆的新面貌

170 柏林德国博物馆——沉浸式历史博物馆

175 良渚古城遗址公园 VR 大空间体验项目

181 中华石刻数据库

185 中国历代绘画大系典藏馆数字化综合运营

190 山西古建筑数字化展示与传播

195 芥子须弥 · 开化：高平开化寺宋代建筑与壁画数字艺术展

199 澜湄国家跨境语言 AI 大模型

204 入画 · 清明上河图

209 让古籍里的文字“活”起来——睡虎地简牍数字展

214 「黑神话：悟空」遇见山西——古建数字艺术展

219 艺术典藏数字共享与活化传播应用体系

223 从“数字分身”到“吴语回响”——AIGC+ 方言技术驱动的非遗数字展示实践

1

文化遗产保护方向



001 法克姆基金会的 Selene 光度立体系统

申报机构

法克姆基金会（Factum Foundation）

本案例依托法克姆基金会二十余年文物表面数字化研究积累，联合法克姆艺术工作室研发核心技术，携手牛津大学博德利图书馆落地牛津文化遗产分析与记录项目（ARCHiOx），获海伦·哈姆林信托基金支持，聚焦浅浮雕与类平面文物，构建超高精度表面形态与色彩信息采集体系。项目突破传统二维成像的技术局限，以光度立体视觉技术为核心挖掘文物隐性历史信息，同时发起塞勒涅合作联盟搭建行业协作网络，推动全球 GLAM 机构技术共创与资源共享，形成可复制的高精度文物数字化解决方案。



阿克西奥铜版体

平面文物数字化的四维短板

全球文化遗产数字化进程持续加速，但平面类文物的数字化仍长期停留在二维成像阶段。手稿、版画、印版等文物多被视作二维对象整理记录，常规摄影仅能捕捉色彩与宏观视觉特征，无法还原表面微观起伏，导致浅淡印记、浅刻纹饰、涂改痕迹、细微手绘等隐性细节难以识别，无法支撑深度学术研究与精细化保护。



纸本航海地球仪

因此，该行业面临四大核心短板：细节捕捉灵敏度不足，常规技术无法还原微米级表面落差；信息维度单一，难以同步获取立体形态、纹理材质与色彩数据；珍贵文物访问受限，易损馆藏实体观测门槛高；行业标准缺失，各机构采集流程与数据格式不统一。本项目即针对上述结构性缺陷研发专业化解决方案。

光度立体视觉的五维突破

系统基于光度立体视觉原理构建模块化技术架构，形成“非接触采集—表面重构—数据整合—成果输出”全链条闭环。采集层采用可见光与可控定向光源，全程无物理接触；重构层通过专属算法计算表面法线，重建微米级立体形态；处理层配套轻量化操作软件，支持 GIS 对接；输出层可生成 32 位深度图、16 位 RGB 反照率图、法线图三类专业数据，同时支持 3D 打印复刻文件导出。



楔形文字泥板素材

项目采用产学研协同的迭代开发模式，以牛津大学博德利图书馆中世纪手稿完成核心技术验证，逐步拓展至铜版、泥板、马赛克等多材质文物，同步发起塞勒涅合作联盟联动全球文博机构统一技术标准。

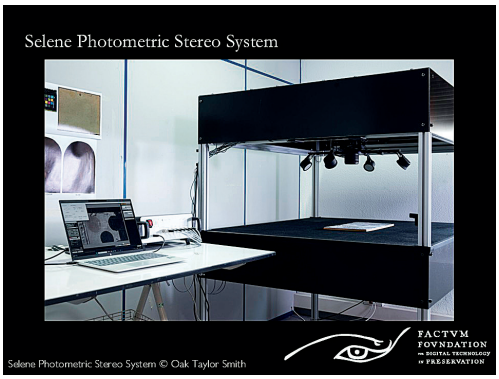
该项目拥有五大核心创新：超高精度还原，分辨率达每平方英寸百万像素，可捕捉小于发丝直径五分之一的表面落差；多维度同步采集，单次作业同步获取立体形态、纹理与色彩信息；文保友好作业，全程非接触式操作；强数据兼容性，输出兼容 GIS 与 IIIF 框架；场景灵活适配，模块化架构支持室内与户外双重部署。

学术突破与全球影响

技术落地推动多项学术研究取得突破性进展：在公元 8 世纪塞尔登超级 30 号手稿中还原出女性学者伊德伯格的旁注字迹，证实中世纪早期英格兰女性具备读写能力；在詹姆斯 · 巴西尔工坊铜质印版背面发现疑似青年威廉 · 布莱克的未知雕刻作品。高精度数字归档打破珍稀易损文物的物理访问壁垒，配套 IIIF 阅览器实现沉浸式三维浏览。



Selene 光度立体扫描系统（便携版）



Selene 光度立体系统（工作室版）

系统已于全球数十家顶级文博与学术机构落地，覆盖大英博物馆、梵蒂冈宗座图书馆、美国国家美术馆、普林斯顿大学图书馆等，适配纸张、金属、石材、陶瓷等十余种材质文物。2026 年荣获欧洲文化遗产奖之遗产杰出贡献奖，塞勒涅合作联盟已牵头推动超高精度文化遗产数据标准制定。

可复用的轻量化路径

系统采用标准化数据输出格式，兼容主流文博数字平台，机构无需大规模改造现有工作流即可接入。模块化硬件配置支持按需选型，中小型文博机构可根据馆藏规模搭建适配方案。联盟化协作模式通过统一培训、技术支持与经验共享，为缺乏专职技术团队的机构提供可转移的组织实践范式。

未来规划与协作网络共建

项目制定三阶段发展规划。第一阶段优化核心算法，引入正交偏振技术提升反光、透明材质适配能力，输出统一技术规范；第二阶段推进大规模数字化项目、数字混合展览、远程学术研究三大领域落地，上线超高精度三维数据实时交互平台；第三阶段重点帮扶数字化技术薄弱地区，推动技术标准向国际通用规范升级。

技术创新持续向复杂立体文物、自然科技标本等品类拓展，深化 AI 辅助分析、WebXR 可视化等技术融合，延伸至文化遗产防灾监测、数字孪生馆藏等新兴场景。项目始终坚持开放协作理念，通过联盟机制推动资源共享与标准统一，助力全球数字文化遗产基础设施共建共享。



002 OpenHeritage3D.org：面向开放文化遗产 3D 数据的三维图集存档与流式服务基础设施

申报机构

加利福尼亚电信与信息技术研究所（CALIT2）

其他参与机构

赛阿克机构（CyArk）；美国加利福尼亚大学；墨西哥国家人类学与历史研究所（INAH）；西部数据公司（Western Digital）

本案例以加州大学圣地亚哥分校高通研究所在文化遗产三维数据采集与归档领域的长期科研积累为依托，创新构建以开放标准为核心的全球文化遗产 3D 数据归档与流式传输基础设施。

项目摒弃平台功能简单堆砌的商业化思路，紧扣大规模 3D 数据保存难、传输难、共享难的核心痛点，完成存储架构、流式传输、空间集成、元数据规范全链条技术创新与平台落地验证，形成一套可复制、可推广的开放文化遗产 3D 数据基础设施解决方案，为全球数字文化遗产保护与开放科学实践提供标杆范式。

大遗址档案的开放之困

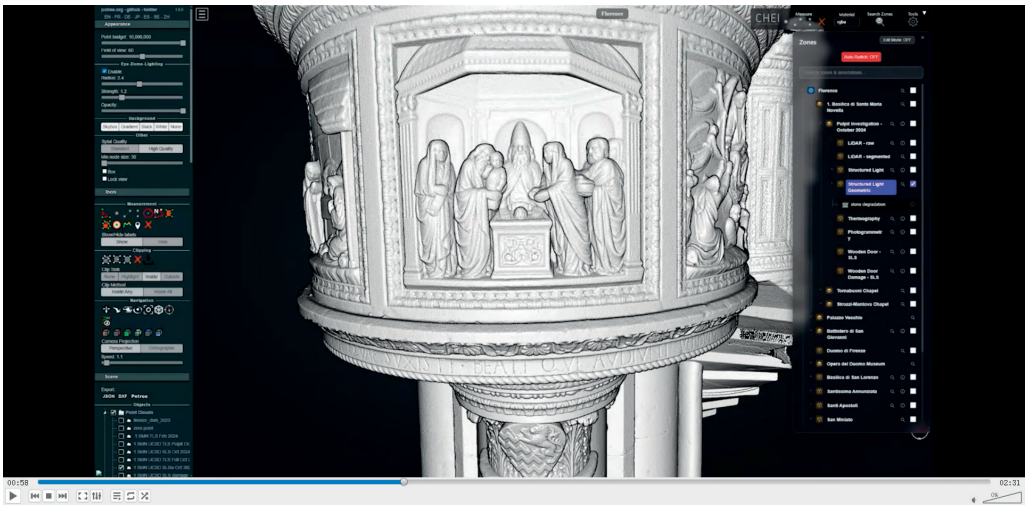
过去十年间，文化遗产记录领域经历深刻变革：地面激光雷达、无人机传感器与近景摄影测量系统已能以亚厘米级精度对考古遗址、历史建筑进行常规记录，生成十亿级点云与高保真三维模型。然而，数据生产能力与数据可及性之间的结构性鸿沟，使大规模数据共享的愿景始终未能实现。

当前该领域存在五大突出短板：数据规模巨大，单次扫描可达数百吉字节，综合数据集常达太字节量级，传统架构无法满足存储与服务需求；技术异质性严重，多种采集仪器产生格式、坐标参考系各异的数据，缺乏统一规范化流程；缺乏开放传输标准，商业平台限制文件大小、采用有损压缩，无法实现全分辨率点云流式传输；数据孤立分散，缺乏地理参考框架下的空间集成与跨遗址比较分析能力；可持续性不足，项目结束后数据缺乏指定保管人，面临实质性丢失风险。OpenHeritage3D.org 正是为解决上述结构性缺陷而构建。

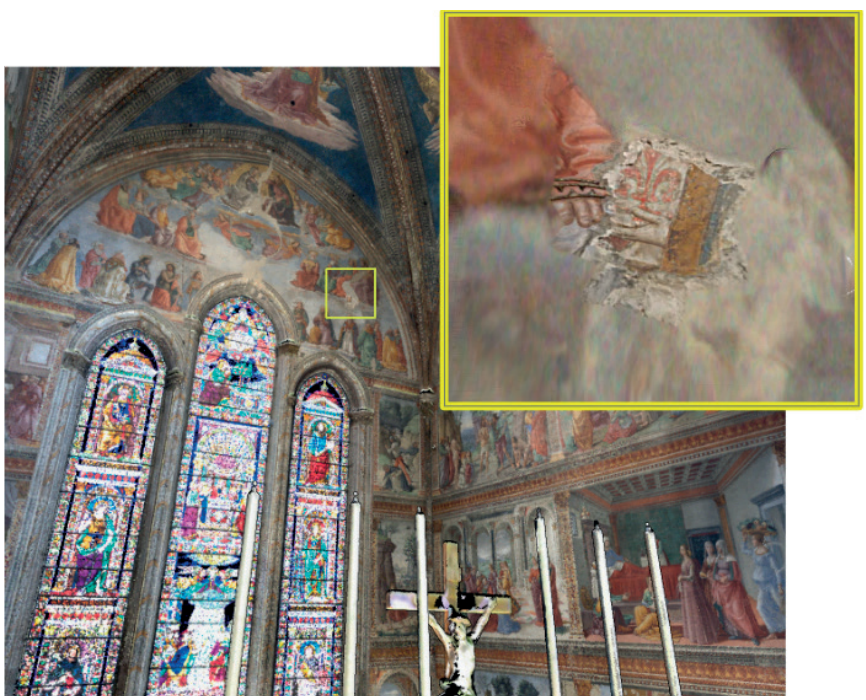
四位一体的开放技术架构

平台构建模块化、开源技术栈，首创“归档存储—流式传输—空间集成—开放共享”四位一体架构。存储层以 LAZ 无损格式保存原始点云，完整保留坐标、强度、回波元数据；流式传输层基于 Potree 开源渲染器，采用八叉树数据结构实现细节层次流式传输，用户无需下载完整档案即可在浏览器中交互式查看十亿级点云；空间集成层采用 CesiumJS 虚拟地球引擎，将各遗址数据集注册到真实地理坐标，支持从大洲到单体文物的任意尺度空间情境化；元数据层实施 FAIR 原则，分配持久标识符确保数据可引用、可追溯。

项目遵循项目驱动的迭代开发模式，以墨西哥尤卡坦半岛遗址数据完成核心管线验证，逐步引入意大利历史建筑 E57 格式与坐标转换工作流，整合地面 LiDAR、近景摄影测量与热红外数据。2025 年南加州山火应用中，通过灾前 LiDAR 归档为灾后损害评估提供科学基线，验证了平台变化检测能力。

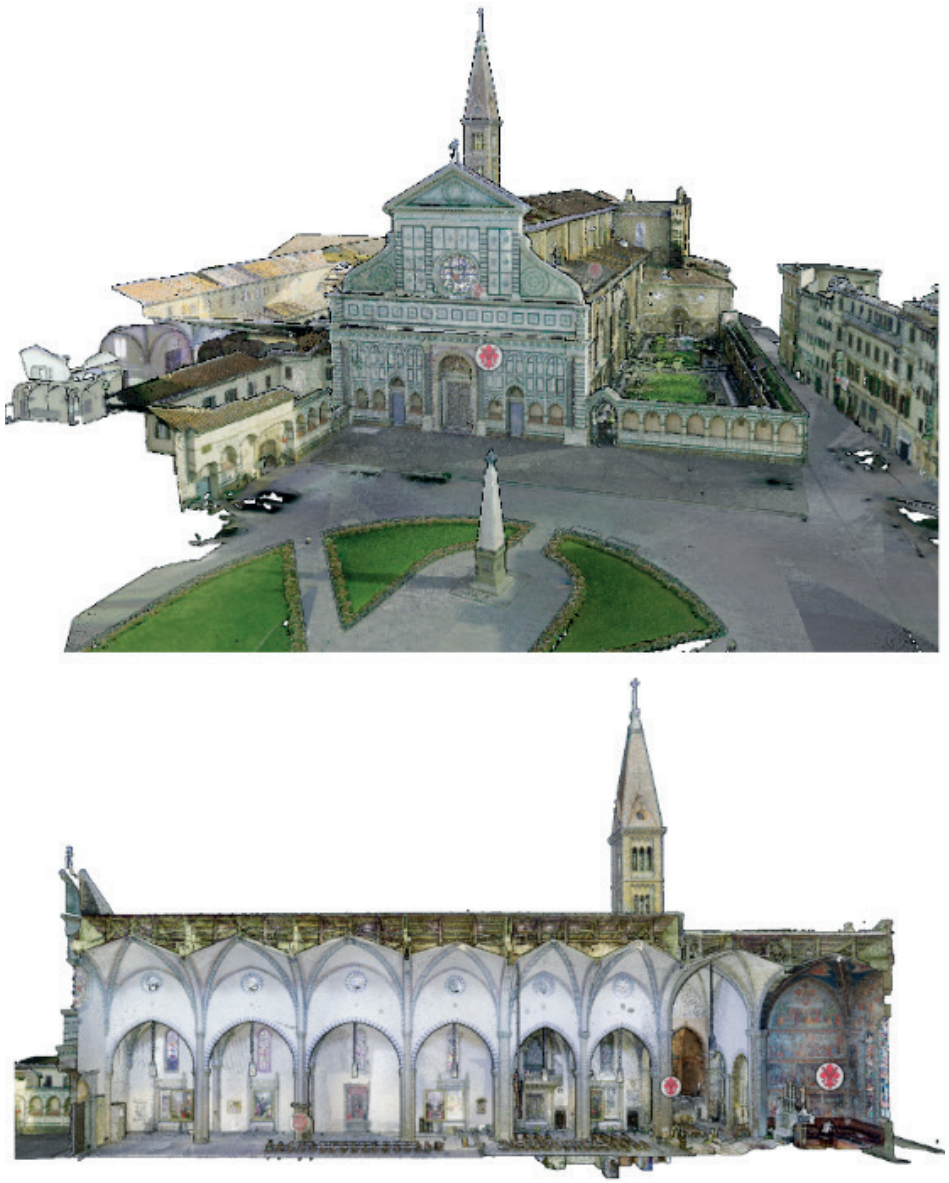


新圣母玛利亚教堂中布鲁内莱斯基讲道坛的结构光扫描图，通过右侧菜单可调取多个数据层，方便切换查看



新圣母玛利亚教堂内的托尔纳博尼小堂

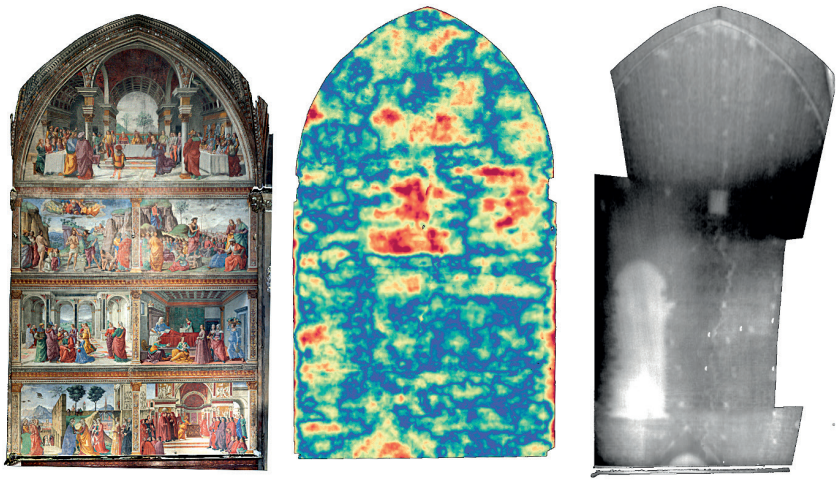
项目在五个维度实现突破创新：全分辨率开放流式传输，首次在标准浏览器中交互式访问十亿级点云，无需专用客户端；多遗址空间集成，将全球不同来源数据集纳入统一地理空间，实现跨遗址比较；科学保真归档，原始数据与元数据完整保存，服务于定量研究而非仅作展示；跨行业适用性，已扩展应用于野火监测与基础设施管理；开放规范治理，强制开放许可，践行真正公开获取。



新圣母玛利亚大殿

从学术平台到公共基础设施

平台构建了全球首个全分辨率 3D 文化遗产数据开放归档与流式传输体系，使全球研究人员、教育工作者和公众无需凭据即可访问高保真数据，真正践行公平原则与开放科学理念。灾后应用验证了平台在公共安全领域的直接社会价值。开放基础设施消除了各机构重复建设成本，硬件捐赠显著减轻长期运营资本压力。



托尔纳博尼小堂东墙（可见光 / 平面变形图 / 热成像）

平台已与意大利都灵理工大学、塞浦路斯技术大学建立正式合作，构建跨大西洋区域节点网络，通过 CIPA 深度参与国际标准制定，推动技术规范向 OGC 及 ISO 标准体系提交。平台正积极拓展亚洲合作机构，确保网络服务于全球各区域当地研究社区。

可复用的开源协作范式

核心技术栈完全由开源组件构成，无需专有软件许可，中小型部署硬件要求在大学计算能力范围内。元数据模板与 Dublin Core、CIDOC-CRM 等既有标准兼容，可直接适配。项目驱动的开发模式为缺乏专职工程团队的机构提供了可转移的组织实践范式。

从区域节点到全球网络

项目制定三阶段发展规划。第一阶段建立联合架构，部署区域节点网络，向 OGC 正式提交元数据标准；第二阶段开发 WebXR 可视化、研究分析 API 与 AI 训练数据基础设施，建立首批区域节点；第三阶段在非洲、南亚、东南亚和拉丁美洲部署节点，形成覆盖全球的分布式开放 3D 文化遗产数据网络。

技术创新聚焦联合架构互操作性、沉浸式可视化、大规模定量分析及 AI 训练数据集建设。平台持续拓展灾后与气候风险应对、城市数字孪生集成、教育课程访问等新兴场景。项目始终恪守开放标准，确保数据价值不因工具迭代而减损；严格开放许可政策保障数据真正公开可及，为全球文化遗产保护与数字人文研究提供可持续共享的公共资源。



基于数字孪生框架的文化遗产全过程数字化保护实践——佛光寺砖塔（后山区）修缮案例

003

申报机构

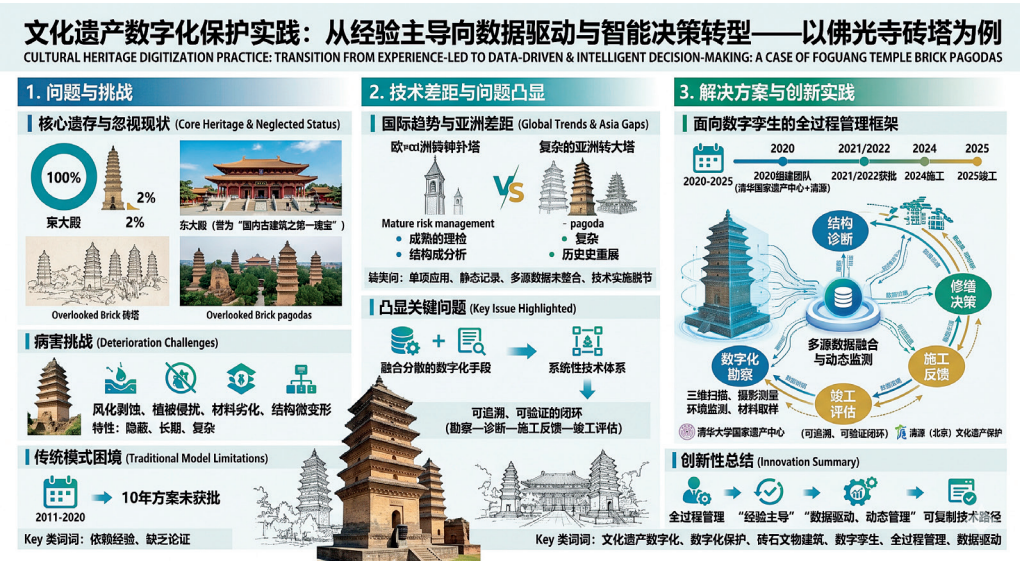
清华大学国家遗产中心

其他参与机构

清源（北京）文化遗产保护发展中心有限公司；山西省古建筑与彩塑壁画保护研究院

本案例以五台山佛光寺后山区 3 座北齐至宋金时期砖塔为实施对象，由清华大学国家遗产中心牵头联合产学研多方团队打造，是中国国内砖石类文物保护领域将数字孪生框架贯穿工程全周期的标杆实践。

项目针对传统砖石遗产保护“经验主导、数据零散、过程脱节”的核心痛点，构建“多源感知—数据融合—数字孪生—智能分析—决策支持”全链条技术体系，将数字化手段深度嵌入勘察诊断、方案决策、施工反馈、竣工评估全流程，推动文物保护从静态经验模式向动态数据驱动模式转型。



全过程示意图

砖石遗产保护的深层困境

五台山佛光寺被誉为“中国古建筑之第一瑰宝”，但长期以来研究与保护资源高度集中于唐代木构东大殿，砖塔类遗存研究占比不足 2%。后山区 8 座北齐至宋金砖塔是研究中国早期砖塔营建技术、形制演变的核心实物证据，群塔长期受风化剥蚀、材料劣化、结构微变形等多重病害侵扰，系统性长效保护治理工作推进难度较大。

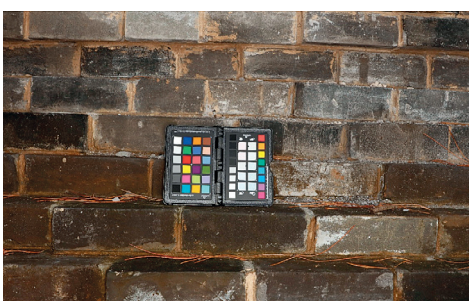
这一困境折射出行业深层短板：经验决策缺乏可验证性，传统人工踏勘与定性判断难以支撑复杂病害的精准干预；数字化应用碎片化，多源数据未有效融合，无法形成完整认知体系；技术与工程脱节，数字化成果多用于前期测绘或展示，未贯穿施工与评估环节；全周期跟踪机制缺失，竣工后缺乏连续数据基线。本项目正是为破解上述瓶颈而构建全过程数字化保护体系。

分层解耦的数字孪生技术架构

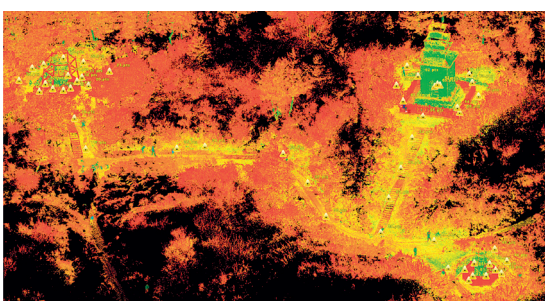
项目构建分层解耦的数字孪生技术架构，形成感知层—融合层—孪生层—应用层四层支撑体系。感知层通过高精度三维激光扫描获取毫米级空间几何数据，结合材料显微分析与环境监测，覆盖空间形态、材料组分、环境演化全维度信息。融合层将几何、材料、结构、环境多源数据对齐整合，实现定性经验与定量数据的深度映射。孪生层构建砖塔全要素数字孪生体，承载文物现状、病害演化、干预过程的全周期动态映射。应用层面向勘察、决策、施工、验收全场景输出数字化工具。

项目遵循工程驱动的迭代实施路径，按勘察—决策—施工—验收四阶段有序推进。前期开展三轮高精度扫描与多品类材料检测，建立文物状态完整基线；中期整合多源数据开展系统评估，确立“局部修整、最小干预”的修缮策略；施工阶段通过阶段性复测实现动态反馈调整；竣工阶段完成全周期数据归档，形成约 11TB 的数字资产库。

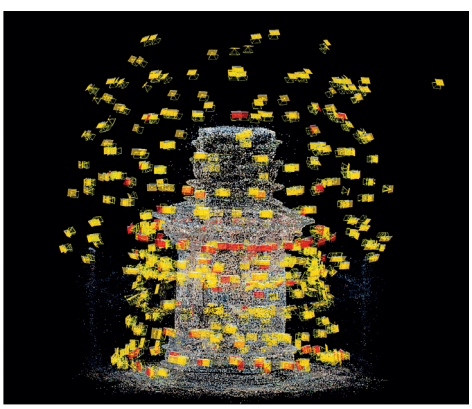
该项目拥有四大核心创新：全周期闭环管理，首次将数字化贯穿保护工程全流程，实现可追溯、可验证、可反馈管控；多源数据深度融合，将几何形态、材料劣化、结构稳定、



色卡还原控制



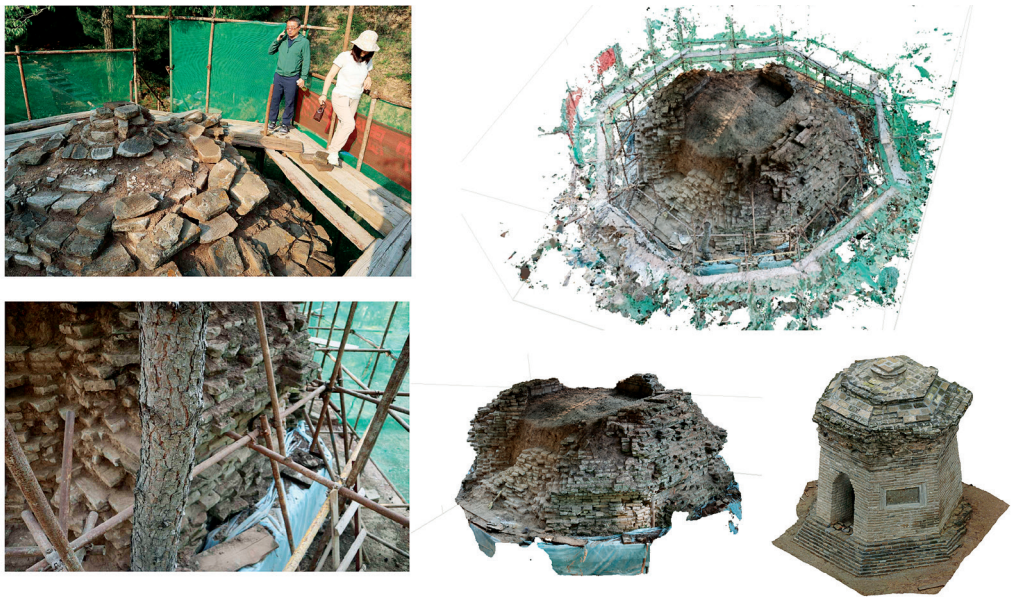
扫描站点分布图（部分区域）



单座墓塔塔航飞补充数据



数字化扫描



数字化跟踪修缮效果

环境演化数据与专家经验整合，转化为量化认知体系；创新推出砖石遗产数字孪生框架，推动行业从经验主导向数据驱动转型；技术路径普适性强，标准化流程适配各类砖石结构遗产。

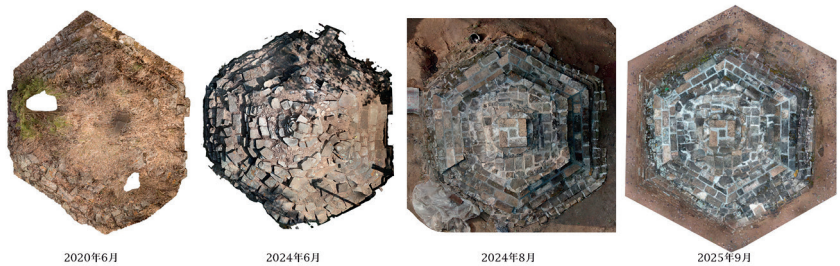
科学决策与工程实效

项目大幅提升了砖石文物修缮的科学性与精准度，关键病害定位达厘米级，动态决策机制有效避免了一次性决策偏差。体系化修缮补全了佛光寺砖塔类遗存的保护短板，完善了世界文化遗产的价值表达。约 11TB 的数字资产库实现文物信息系统留存，为长期维护提供支撑。面向全国文保人员开展的现场培训推动了基层保护能力升级。

全过程数字化管理大幅压缩了方案论证周期，避免了反复踏勘与重复检测的成本消耗；精准干预减少了不必要的材料与人力投入。项目成果为亚洲砖石遗产保护提供了中国解决方案，团队已与 ICCROM 等国际机构开展技术交流，与卡迪夫大学、鲁汶大学等开展中欧砖石遗产保护对比研究。

工作成果　基于数字化成果的综合评估分析——大德方便和尚塔修缮效果评估

评估结论：经过数字化成果评估分析，塔顶修缮符合设计方案。塔顶砖石清理后，按原位置归安，符合文物保护原则。经持续观测，初步竣工后出现的不足及时发现并调整，塔顶后续并未出现后续病害问题，达到修缮效果。



2020年6月

塔修缮前勘察记录，塔顶被积土和杂草覆盖

2024年6月

清理塔顶积土后，将塔顶砖按原位置码放，并编号记录

2024年8月

根据现存形制，对塔顶做局部归安，剔除表层土，并抹灰勾缝，并在顶部砌一层砖，以保护展有塔砖及塔心夯土。

2025年9月

因持续观测表明，东侧塔身出现较为严重的雨水侵蚀，因此补砌东侧缺失塔檐

数字化跟踪修缮效果



保护效果对比

可复制的全过程方法体系

项目形成的成套技术方法包可直接迁移至同类砖石遗产保护工程。多学科协同的组织模式为跨界协作提供了可借鉴的实践范式。数据成果兼容行业通用标准，可对接现有文保档案管理系统，大幅降低机构落地的适配成本。全周期数据归档为后续预防性保护提供了科学基线。

技术迭代与场景拓展

项目制定三阶段发展规划。第一阶段完善技术体系与标准规范，引入 AI 病害识别与风险预测技术，构建预测性保护模型；第二阶段推动技术规模化落地，打造区域性示范工程，建立跨项目数据共享平台，开发从业人员数字化培训模块；第三阶段向石窟、城墙等更多砖石类遗产延伸，搭建公众数字传播平台，深化国际合作与技术输出。

技术创新持续聚焦数字孪生动态更新、智能风险预警等方向，延伸至预防性保护、文旅融合等新兴场景。项目始终坚持“数据支撑 + 专家决策”的核心原则，确保技术应用服务于文物保护的根本目标。



“加莱亚纳·格罗萨号”沉船虚拟博物馆

004

申报机构

克罗地亚海事遗产研究所（ARS NAUTICA）

其他参与机构

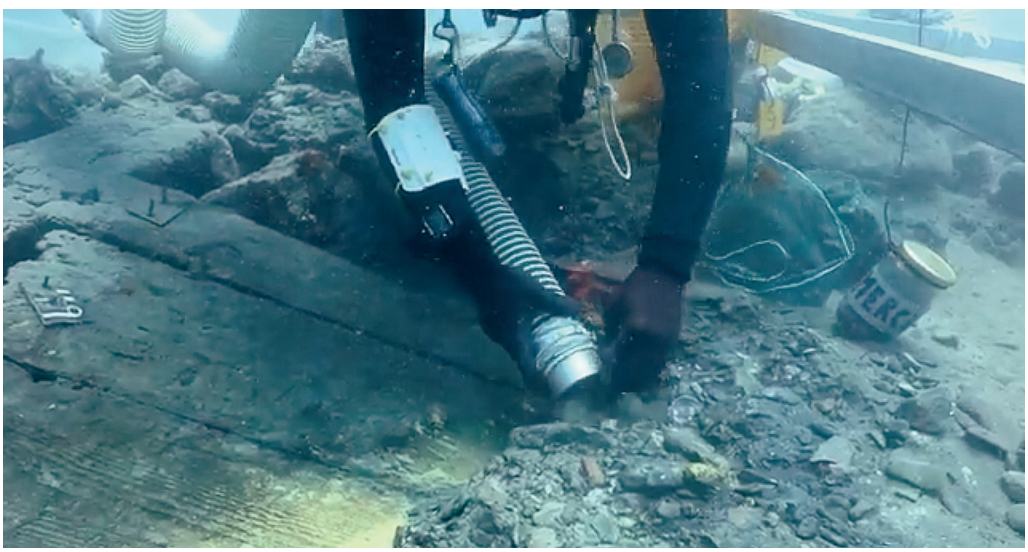
克罗地亚扎达尔大学考古系；克罗地亚萨格勒布大学

本案例以 1583 年沉没于亚得里亚海东岸的 16 世纪商船“加莱亚纳·格罗萨号”为核心载体，由克罗地亚海事遗产研究所牵头打造，是海洋考古领域集数字化采集、学术研究与公众展陈于一体的标杆项目。

项目整合五十余年水下考古研究成果，构建纯数字化展陈平台，串联水下数据采集、科学分析、分层叙事、公众展示全流程，实现珍贵水下遗址面向全球永久免费开放，探索出小型非政府组织主导、多方协同的可持续数字文保运营模式。

水下文化遗产保护困境

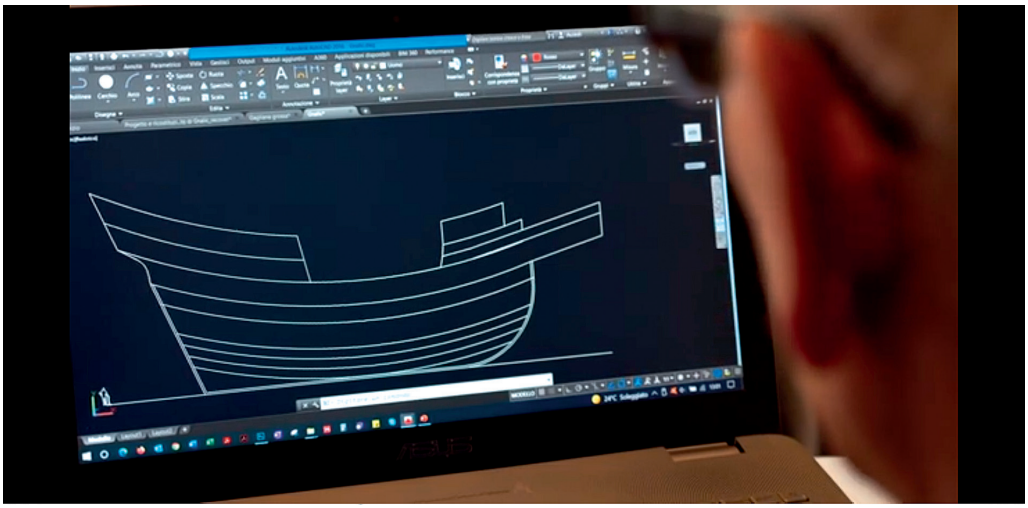
“加莱亚纳·格罗萨号”是地中海 16 世纪晚期最具考古价值的货运沉船之一，见证了威尼斯共和国与奥斯曼帝国贸易鼎盛期的商贸网络。然而，水下文化遗产保护面临五重困境：实地可及性差，水下遗址天然无法向公众开放；遗址损毁速度快，生物侵蚀、拖网作业与气候变化可致遗存不可逆损毁；技术实施门槛高，勘测需综合运用声呐、水下摄影测量、三维建模等多种技术，水下作业受供氧与天气严格限制；受众需求分层显著，从专业学者到学龄前儿童，单一叙事无法覆盖全部需求；长期运维难度大，项目结题后数字平台常陷入停摆。本项目正是针对上述痛点予以系统性破解。



模块化技术架构与分层叙事设计

项目采用四层递进的模块化技术架构。数据采集层完成遗址全域多波束与侧扫声呐勘测，对沉船本体及单件文物开展高精度水下摄影测量。分析处理层基于摄影测量完成遗址与出土文物三维重建，结合历史档案开展器物类型对比，对接亚得里亚海造船数据库。叙事展陈层基于同一套原始科研数据，针对不同受众制作分层内容，将沉船历史与地中海

跨时代人口迁徙、文化交融议题关联解读。公众发布层上线网页端虚拟博物馆，支持三维模型漫游浏览，配套专题纪录片与多语言界面。



项目历时十余年分阶段交叉推进，自 2010 年起每年组织国际考古队伍开展水下作业，联合欧洲四十国人文学者完成内容策展，最终由专业技术团队支撑平台上线与常态化更新。

该项目拥有四大核心创新：科研与传播双向兼顾，依托统一数据底座与分层叙事设计，同时满足学术研究与大众科普需求；历史与当代议题联结，以沉船为切口搭建历史研究与当下欧洲移民议题的对话桥梁；复合型协作运营模式，由小型非政府组织牵头，联合高校、科研机构、国际合作网络与民营企业共同运营，破解单一资助项目结题后平台停摆的共性难题；标准化作业流程，形成体系化的水下摄影测量工作方法，可通过高校培训向全球推广。

打破边界：学术严谨与公众体验的融合

平台实现了水下遗址的全球永久免费开放，打破物理可达性的天然壁垒。分层内容设计覆盖全年龄段与多元受众群体，既保障学术研究严谨性，也实现高质量海洋文化科普。历史议题与当代社会议题的联结拓展了文化遗产的公共价值边界。

数字化展陈避免了实体博物馆的高额建设与运维成本。项目技术架构与运营模式具备强复用性，水下摄影测量流程已在多国遗址落地应用，整套模式被意大利、法国、土耳其等国列为参考范本。

可复制的标准化作业体系

项目形成的水下摄影测量标准化流程可直接迁移至各类水下遗址数字化项目。分层叙事的内容生产方法为分众传播提供了可参考的策展范式。多元主体协同的运营模式为中小型文保机构实现数字项目长效运维提供了可借鉴的组织路径。

三阶段全球推广规划

项目制定三阶段发展规划。第一阶段（12-18 个月）稳定平台运行，完成多语言界面全覆盖，落地试点学校教育模块；第二阶段（18-36 个月）融入扩展现实与虚拟现实技术打造虚拟潜水体验，开发人工智能文物识别工具，新增两处沿岸沉船遗址；第三阶段（36-60 个月）在多国合作遗址复刻项目模式，参与水下文化遗产数字化国际标准制定，向地中海更多沉船、古代港口及史前水下遗址复制推广。

技术创新聚焦沉浸式体验、AI 辅助研究与数据开放三大方向。项目采用国家、欧盟、民间多元募资模式保障资金稳定，国际合作依托联合国教科文组织框架深化标准制定，最终构建覆盖更广、价值多元的水下文化遗产数字保护生态。



苏州“古城细胞解剖工程”引领下的文化遗产数字化保护利用新模式

005

申报机构

苏州市姑苏区古城保护委员会（苏州市姑苏区文物局）

其他参与机构

苏州市自然资源和规划局姑苏分局；苏州名城保护集团有限公司；苏州名城文化科技有限公司；苏州规划设计研究院股份有限公司；苏州测绘院有限公司

本案例立足苏州国家历史文化名城整体保护战略，以“古城细胞解剖工程”为核心数据中枢，统筹联动古城保护信息平台、古城 CIM 平台、32 号街坊智慧管理平台及平江九巷元宇宙、十全街数字小程序等数字化应用，搭建“普查—保护—更新—运营”一体化闭环体系。

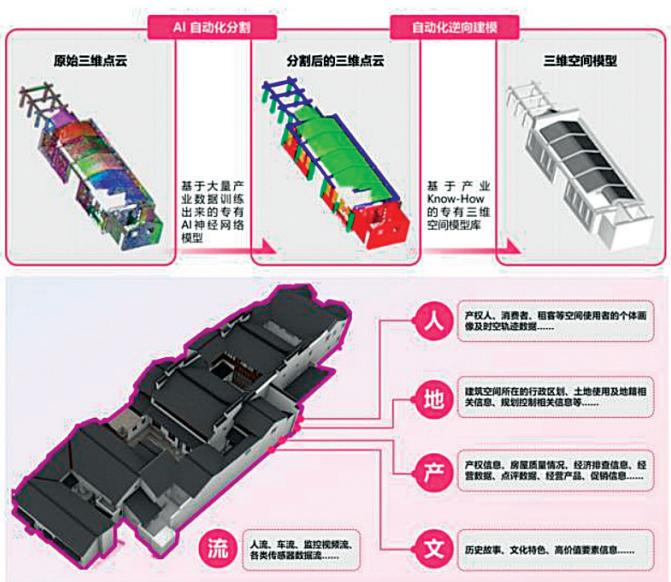
项目聚焦古城古建筑、不可移动文物、近现代工业遗产，针对政府管理、街区运营、公众体验三大维度打造专属分层数字工具，推动苏州古城保护从传统经验模式全面转向数据驱动的精细化治理，形成体系完备、可复制、可推广的“姑苏模式”。

古城保护的现实困境与破题思路

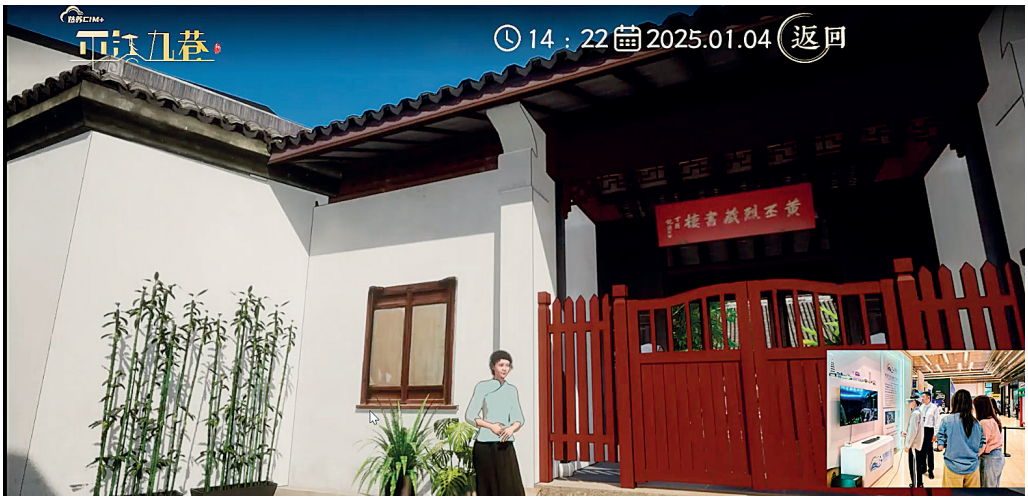
苏州作为中国首批历史文化名城，古城整体格局保存完整，是承载江南文脉的核心载体。当前，城市发展进入存量更新与精细治理新阶段，传统保护模式面临四大难题：资源底数不清，遗产信息零散割裂，未形成完整可追溯的全息档案；保护模式被动，缺乏精细化定量化手段，难以实现病害提前识别；数据管控粗放，无法有效转化为城市更新与行业普惠场景；活化利用体系不完善，保护与发展缺乏协同机制。本项目以数字化手段推动古城保护模式根本性变革。

全链条数字化技术体系构建

项目构建“源头普查—底座搭建—智能管控—场景落地”完整技术体系。以“古城细胞”为核心理念，将古城各类建筑、院落、历史要素作为基础单元开展全域普查，依托三维激光扫描与无人机倾斜摄影实现高精度采集，通过自研自动化工具完成海量数据治理，建立标准化古城资源数据库。基于古城 CIM 平台搭建全域数字孪生底座，实现保护对象“一物一档”数字化落图，配套高度管控、视线分析、合规推演等智能算法支撑科学决策。叠加物联网感知设备，实现古建筑状态 7 × 24 小时动态监测与风险预警。项目采用全域统筹、试点先行的推进模式。先开展古城全要素普查构建基础



数字孪生平台空间数据库建立示意图



平江九巷元宇宙示意图

数据底座；再搭建一体化数字管理平台完善智能预警与模拟推演；随后以 32 号街坊、平江九巷、十全街为试点，落地智慧街区运营、元宇宙沉浸式游览等场景，验证迭代后全域推广。





“古城细胞解剖工程”标准化普查

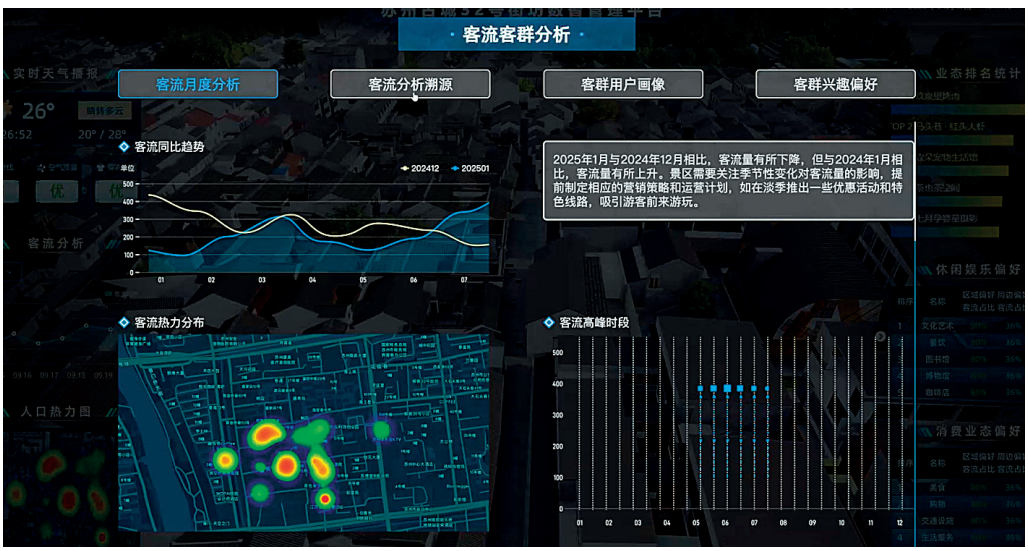
该项目拥有五大创新突破：技术创新上，实现点云数据自动化处理与 AI 智能分类，打通静态档案与动态感知壁垒；模式创新上，构建全周期闭环，率先实现历史街区空间数据资产化；机制创新上，建立统一数据归集共享，打通跨部门壁垒；理念创新上，以数字化手段优化城市更新；治理创新上，推动从被动处置转向主动预判。

分层场景落地与多维价值释放

项目已完成古城 31 个街坊和山塘片区全域信息采集，梳理上万处遗存，新发现数千处保护要素，完善了古城资源底数。智能监测体系实现文物风险实时预警、施工全程可控，



文物安全“动态预警”示意图



客流分析示意图

大幅提升保护精细化水平。平台开放百余项数据服务接口，年调用量超 200 万次，有效赋能城市治理。数字文旅场景让古城文化可感可知，提升公众文化传承意识。

数字化模拟推演有效规避建设风险，减少资源浪费。32 号街坊智慧管理平台落地后商铺出租率大幅提升，招商周期显著缩短；十全街数字化运营带动人流量翻倍，商户营收稳步增长。空间数据资产化盘活古城存量资源，为历史街区市场化运营提供新路径。项目斩获多项省市级权威奖项，入选国家级典型案例。

标准化体系与可复制路径

项目形成的全流程数字化普查、治理、运营标准体系，适配中国各类历史古城与历史街区。政企研多方联动的协同模式有效解决了资源分散、主体单一的问题。分层分类的数字化场景运营体系兼顾政务管理、产业发展与公众体验，实现保护、更新、活化的良性循环。

从姑苏走向全国的三步走

项目制定三阶段发展规划。第一阶段夯实数据底座，完成剩余街坊数据补全，建立常态化更新机制，迭代升级智能检索与风险预警功能；第二阶段深化场景拓展，升级元宇宙沉浸式交互与小程序互动能力，开发文旅、科普、低碳运维等新场景；第三阶段推进全国推广，总结标准化技术指南与运营规范，搭建跨区域合作联盟，输出古城数字化保护“苏州标准”。

项目采用政府专项引导与社会资本参与的多元资金保障模式，拓宽市场化收益渠道。建立数据安全分级管理、人机协同校验、跨部门联席会议机制，针对性规避数据安全、技术误差、协同不畅等各类风险，持续优化数据驱动的古城保护利用新模式，助力江南文脉活态传承与古城高质量可持续发展。

寻迹丝路：多模态赋能的古籍碎片智能缀合系统

刘征, 李雪龙*, 杨明宇, 翁彧*, 张铁山, 王军, 陈爱峰, 梁婷婷
中央民族大学民族语言智能分析与安全治理教育部重点实验室
中央民族大学海南国际学院，数据可信智能与安全治理海南省重点实验室
北京大学，吐鲁番学研究院，北京浩宇天地测绘科技发展有限公司，杭州电子科技大学

背景与动机

丝路文献的数字化保护面临着严重的瓶颈：散落全球的数千件文物存在大规模的碎片化和极端的物理降解。

依赖单一独立特征（如几何轮廓）的传统计算机辅助方法往往在复杂的风化和高维不确定性噪声下失效。

为了实现这些分散遗产的跨国“数字重聚”，我们提出了DuelGraphNet——一个交互式多模态图框架。受人类认知过程的启发，它动态融合了异构的视觉和语义线索，以实现高精度的自动拼接。

瓶颈：“先嵌入后比较”

传统的度量学习模型（例如孪生网络）在进行任何比较之前会孤立地提取特征。

这种早期的解耦迫使模型学习寇泛的通用表示，严重抑制了需要交互上下文才能检测到的关键局部上下文线索（例如，连续的笔画和文本语义）。

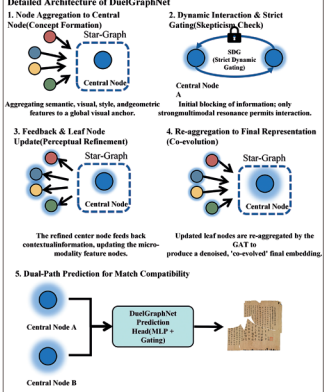
因此，这种范式导致了不可接受的高假阴性率。由于断裂边缘严重的物理风化，近30%的真实关联在初始检索阶段被丢弃，限制了它们作为可靠假设生成器的潜力。

方法论：DuelGraphNet 框架

我们摒弃了传统范式，构建了一个耦合星图（Coupled Star-Graph）拓扑结构，能够对异构模态（语义、视觉、风格和几何）进行早期动态融合。

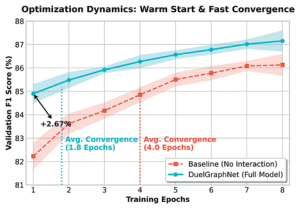
严格动态门控（SDG）：以负偏置初始化，保守地抑制背景噪声。它充当内在的流形正则化器，仅在强烈的多模态共振时建立关联。

Detailed Architecture of DuelGraphNet

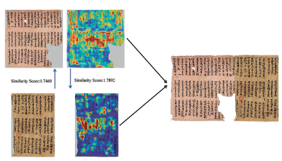


突破性成果与效率

在 AFRB 基准测试的零样本“模拟到现实”（sim-to-real）协议下，DuelGraphNet 实现了史无前例的 82.94% F1 分数和 90.07% 召回率，打破了传统的性能权衡。



图表说明 1：严格动态门控（SDG）实现了强劲的热启动（+2.67% F1 增益），并在仅 1.8 个 epoch 内实现了超快速收敛。



图表说明 2：空间归因热力图揭示了“认知共振”。当物理边界严重风化时，模型会动态锚定连续的文本语义和笔画风格。

更广泛的影响

面向实际部署的神经符号流水线：

通过将神经网络定位为高召回率的假设生成器，我们集成了一个确定性的几何验证器（FusionVerifier）作为后处理过滤器。该机制成功地剔除了几何上不兼容的候选对象，同时保留了真实的匹配项，将整体 F1 分数安全地提升至 85.33%（+4.41% 精度增益）。它为文化遗产保护建立了一个高度可靠的“机器推荐 -> 专家验证”工作流程。

跨学科泛化（AI for Science）：

“耦合星图”拓扑被证明是发现非欧几里得“结构互补性”的通用计算主干，除了古代手稿之外，它在无语义的视觉拼图重组（ImageNet）中取得了惊人的 98.37% F1 分数。此外，它在严格的零样本和冷启动药物-靶点相互作用（DTI）任务中成功捕捉了隐式的生化亲和力，展示了在微观生化领域强大的泛化能力。

参考文献

[1]Yutong Zheng;Xuelong Li;Yu Weng.Reunion helper: an edge matcher for sibling fragment identification of the Dunhuang manuscript[J].Heritage Science,2024,Vol.12(1): 1-15

[2]Yutong Zheng;Langtai Cheng;Tieshan Zhang;Jiaqi Dai;Zeli Tong;Mingkun Chen;Yanping Xiang;Xuan Liu;null;Xuelong Li.Dunhuang manuscript fragment reassembly based on patch-level handwriting style recognition[J].npj Heritage Science,2025,Vol.13(1): 1-11

[3]Yangjie Cao;Zheng Fang;Hui Tian;Ronghan Wei.2D Irregular Fragment Reassembly With Deep Learning Assistance[J].IEEE Access,2024,Vol.12: 28554-28563

...

*** 通讯作者：**
Xuelong Li(lixuelong@muc.edu.cn),
Yu Weng (wengyu@muc.edu.cn)

006

寻迹丝路：多模态赋能的古籍碎片智能缀合系统

申报机构

中央民族大学民族语言智能分析与安全治理教育部重点实验室

其他参与机构

北京大学；吐鲁番学研究院；北京浩宇天地测绘科技发展有限公司；杭州电子科技大学；中央民族大学海南国际学院；

本案例面向国家文化数字化战略重大需求，聚焦世界级文化遗产古籍遗书的抢救性保护与活态传承，针对古籍数字化进程中“碎片海量、退化严重、缀合极难”的核心瓶颈，创新运用人工智能多模态模型与计算机视觉技术，构建复杂退化场景下的高精度自动化缀合技术体系。

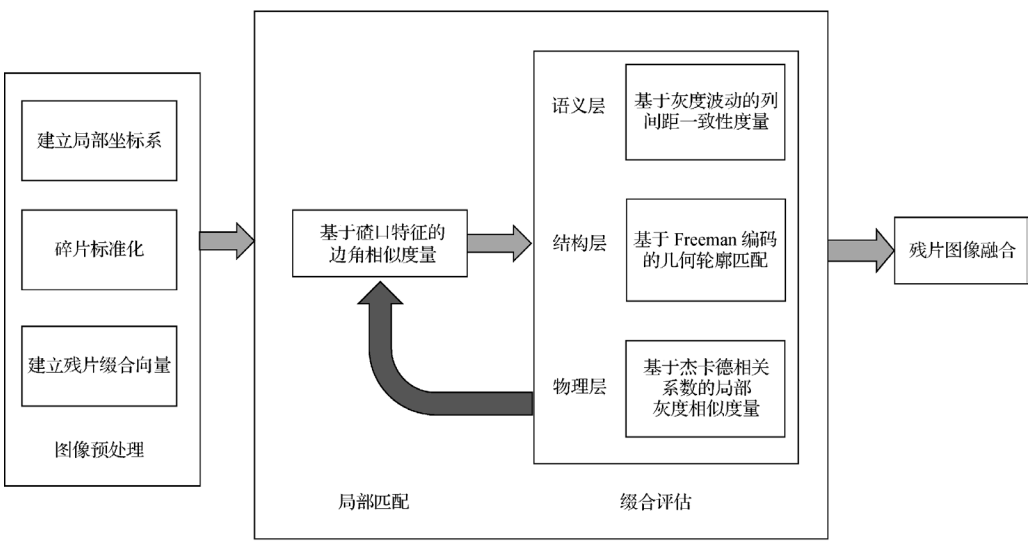
项目从零搭建适配古籍特性的多模态感知模型，将碎片信息解耦为边缘几何、书法气韵、视觉底座、上下文语义四大互补维度，形成“机器秒级初筛—专家一键确权”的人机协同工作流，将万级碎片影像比对降维为高维空间秒级精准检索，在真实退化古籍残片跨域实测中实现超 90% 的检索召回率与综合匹配精度，为中华优秀传统文化创造性转化与创新性发展提供了具备自主知识产权的智能化解决方案。

古籍缀合的行业之痛

丝路文献是承载中华文脉的珍贵文化遗产，历经千年自然侵蚀与人为破坏，数以万计的文献残片散落全球各地。

当前，古籍数字化保护面临三大核心短板：一是人工缀合效率遭遇瓶颈，传统修复高度依赖专家记忆力与肉眼比对，面对海量形状各异、文字残缺的碎片犹如“大海捞针”，修复进程缓慢；二是数字化应用深度不足，现有工作多停留在影像存储的浅层存档阶段，未深入发掘残片蕴含的完整语义与多维文化属性；三是技术适配性存在明显缺陷，现有计算机辅助拼接技术多依赖物理轮廓或表面纹理特征，面对边缘脆化、虫蛀霉变等复杂退化场景，传统几何特征严重失效。

本项目聚焦复杂退化场景下古籍残片高精度、自动化缀合的核心命题，致力于将海量异构非结构化残损碎片转化为结构完整、可读可解的数字文化资产。



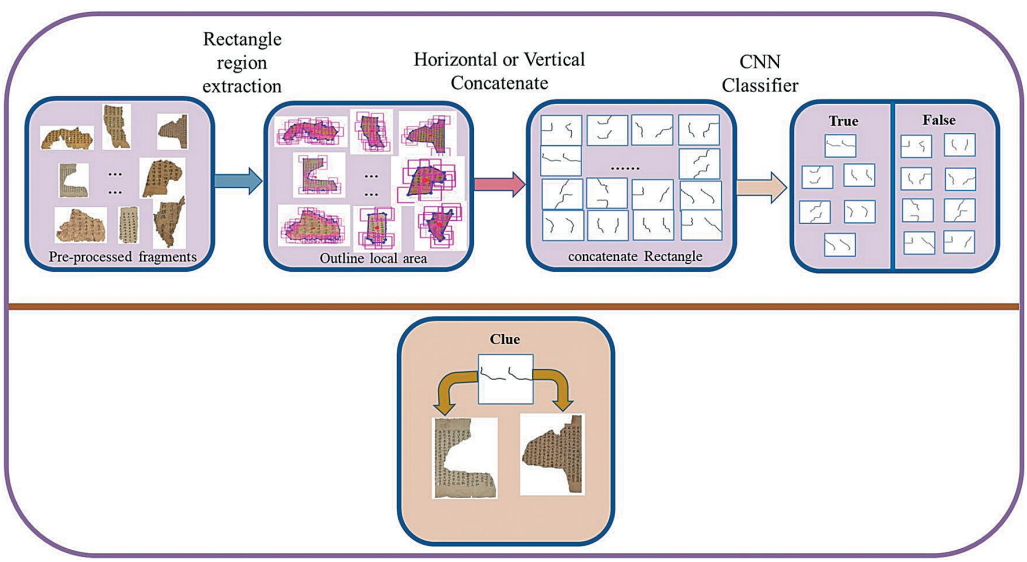
总体结构

多模态感知与智能缀合技术体系

项目构建“多模态感知—特征融合—智能检索—人机确权”全链条技术架构。感知层将碎片信息解耦为四大互补维度：边缘几何维度引入动态点云网络，沿残片轮廓提取抗旋转、抗噪声的纯几何拓扑特征；书法气韵维度依托自主微调的笔风模型，精准捕捉古文字运笔行气与结体特征；视觉底座维度提取纸张材质、霉斑纹理、墨迹晕染等微观物理特征；上下文语义维度结合面向繁体古籍优化的古文语义模型，在字迹重度受损场景下仍实现高鲁棒性的跨片语义缝合。

项目采用三阶段递进式实施路径。第一阶段自主研发面积驱动迭代断裂算法，通过模拟纸张纤维真实撕裂轨迹与高频退化噪声，低成本生成万级高逼真训练集；第二阶段在高维隐空间中将笔风、视觉、语义等多源异构特征拉齐至统一数据流形，构建“形意合一”的特征底座；第三阶段在真实世界残片上开展零样本实战，以模型高召回检索能力生成前端匹配假设，交由确定性物理规则验证引擎做后处理校验，最终形成“机器秒级初筛—专家一键确权”的人机协同工作流。

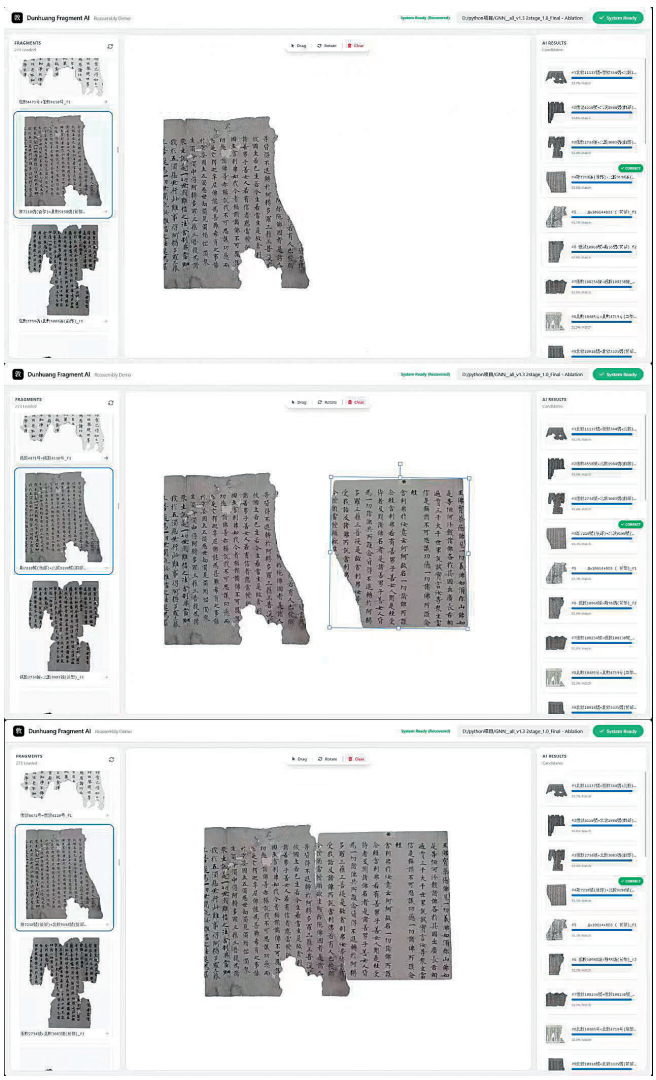
项目核心创新体现在两大维度：一是多模态动态交互机制，创设交互式图机制模拟人类专家从多维细节归纳整体印象的高阶认知路径，引入极值负偏置的动态门控抗噪机制，显著降低复杂退化场景下的误拼率。二是精准降维检索能力，凭借多模态排他性约束实现高召回率与综合精度，将人工复原转化为秒级、高可靠的机器推荐体系。



面向敦煌古文献残片拼接的边缘匹配算法流程

从实验室到真实场景的落地验证

项目在真实世界复杂退化古籍残片的跨域实测中，零人工干预下实现超 90% 的检索召回率与综合匹配精度，单次交叉特征检索耗时压缩至秒级；规模化应用后预计可为文博机构节省 80% 以上的人工考证与比对时间，极大加速了海量破碎文献的抢救性保护进程。通过云端交互式特征对齐，项目在虚拟空间中实现流失海外丝路文物与国内残卷的跨馆际“数字团圆”，为全球古籍学研究扫清了物理壁垒。相关成果支撑的主题展览登上央视《新闻联播》，获《人民日报》《光明日报》等主流媒体深度专题报道，社会传播效应显著。



敦煌残片 AI 分析

系统输出的结构化数字资产累计服务超 3000 万人次，通过标准化 SaaS 接口服务与软硬件一体机实现深度成果转化。项目牵头制定 13 项行业与企业标准，累计获得中国国家级、省部级重大奖项 32 项，拥有 95 项国家发明专利与百余项软件著作权。团队累计发表高水平学术论文 500 余篇，出版 13 部学术专著与核心教材，有力推动了“AI+ 敦煌学”交叉学科的繁荣发展。

可迁移的技术底座与跨领域范式

项目沉淀的交互式多模态推理范式，是捕获非结构化实体间深层同构关系的通用计算底座，可横向迁移至碎裂陶瓷拼接、壁画拓扑复原、甲骨文自动缀合等各类数字人文修复任务，纵向可泛化至药物靶点结合预测等基础科学领域。标准化的多模态图匹配 SaaS 接口与软硬件一体机方案，可快速适配各类文博机构需求，大幅降低技术落地门槛。构建的人机协同缀合范式为同类文物智能修复提供了标杆参考，突破了传统数字人文研究的标准化瓶颈。

从丝路残片到全球数字团圆

项目制定三阶段发展规划。第一阶段聚焦算力与效率升级，构建非对称两阶段轻量级检索管线，突破海量数据库检索的算力瓶颈，在 2 至 3 家核心合作博物馆开展试点应用；第二阶段拓展应用边界，扩大真实世界困难样本数据库，将应用场景从纸质古籍横向拓展至壁画、甲骨文等领域，引入大语言模型宏观历史语境推断与生成式视觉拓扑补全能力；第三阶段推进国际化布局，推出多语种国际版平台，推动全球丝路残片特征库互联互通，举办全球数字团圆大型线上交互大展。

技术层面持续向通用实体互补推理基座升级。资源保障体系采用“AI 科学家 + 古籍学者 + 密码学专家”交叉团队配置；资金依托国家级科研基金、文博机构应用采购、商业化文创授权三轮驱动；技术采用全国产化、自主可控的底层 AI 框架。针对 AI 幻觉拼接风险，全面部署神经符号混合系统，所有匹配结果强制经物理规则引擎过滤后由专家人工确权；针对跨国数据隐私争议，引入联邦学习与隐私计算实现“数据可用不可见”，依托区块链技术提供分布式时间戳与多方确权数字凭证，保障技术应用的学术严谨性与合规性。



土库曼斯坦濒危丝绸之路遗产的摄影测量与人工智能保护

007

申报机构

阿穆尔遗产数字化倡议

其他参与机构

华东理工大学；赛伊特纳扎尔·赛迪土库曼国立师范学院

本案例以土库曼斯坦泽拉夫尚—卡拉库姆走廊“世界遗产廊道—濒危古建筑群—丝绸之路文化载体”三位一体特性为依托，创新构建以低成本摄影测量、AI 重建与档案锚定技术为核心的资源受限地区文化遗产数字化保护与公共服务新模式。

项目摒弃传统高价设备依赖型技术路径，紧扣遗产预防性记录、历史信息复原、设备成本控制与本土能力建设四大核心痛点，完成实地采集、技术融合、平台构建、人才培育全链条创新研发与落地验证，形成一套可复制、可推广、低成本、高精度的丝路文化遗产数字化解决方案，为中亚乃至全球资源受限地区文化遗产智慧保护提供重要示范。

地震带上的遗产危机与破局思路

该项目直面文化遗产数字化四大痛点：预防性保护缺位，地震高发区缺乏高效留存手段，一旦发生自然灾害，珍贵文化遗产可能永久消失；历史资料碎片化，苏联时期图纸难以支撑复原，大量历史信息散落各处无法整合；设备成本高昂，进口受限制约普及，基层文保机构无力承担专业设备；本土力量薄弱，缺乏可持续人才体系，技术援助结束后本地团队难以独立运行。

为此，项目针对性开展系统性创新：探索低成本采集技术突破设备瓶颈，构建档案融合重建方法整合碎片信息，引入 AI 智能建模提升复原效率，着力本土能力培育构建长期自主监测与研究体系。



尼萨古城虚拟现实场景

消费级设备如何实现遗产级精度

项目构建“消费级设备 + 多平台协同 +AI 增强”轻量化技术架构，形成适用于露天遗址、狭小空间、损毁建筑、馆藏文物的全场景采集模式。运用摄影测量、LiDAR、神经渲染、档案校正等技术，实现高精度、高效率、低成本的数字重建，在无专业激光扫描设备条件下达到遗产级度量精度。



塞伊特贾马莱丁清真寺现状（摄影测量）



塞伊特贾马莱丁清真寺复原图

遵循“室内试验—遗址验证—废墟重建—平台搭建—全国推广”递进式实施路线：2020 年完成博物馆藏品数字化验证，2021 年实现古代尼萨堡垒全域数字化，2024 年完成地震损毁清真寺高精度数字复原，同步搭建线上平台并推进全国人才培训，形成可复制、可扩展的完整实施范式。

该项目在五大维度实现创新：开创以历史档案为基准的无控制点度量重建方法；建立基于置信度的透明化虚拟展示体系，避免历史误导；研发帖木儿建筑拱顶参数化建模工具，大幅提升重建效率；形成智能手机 LiDAR 在土坯建筑中的应用基准；构建全国分布式遗

产数字化人才网络，实现技术本土化可持续发展。

3500 美元的设备撬动国际标准

项目完成古代尼萨堡垒、塞伊特·贾马勒丁清真寺等多处世界级遗址高精度数字存档，几何精度达到国际遗产标准。以不足 3500 美元的设备投入实现传统数十万项目才能达到的成果，AI 建模与参数化设计显著缩短重建周期。通过全国高校培训体系覆盖 19 所高校、200 余名教师，持续培养新一代遗产数字化人才，构建本土自主保护力量。同时制作 3D 打印触觉模型，推动无障碍文化体验与公共教育普及。



15 世纪陶器

项目构建平等互惠的中土合作模式，中方提供 AI 与数字技术，土方提供本地研究、档案与实地能力，成果符合联合国教科文组织丝绸之路文化遗产保护方向，为发展中国家文化遗产数字化提供重要示范。

可复制的“四化”模式

案例形成以“低成本设备、模块化流程、本土化实施、开放化平台”为核心的建设模式，为地震高发区、资源有限国家、丝路沿线文化遗产保护提供普适性路径。项目沉淀的标准化工具体系可快速适配不同遗址类型，技术方法包无需从零搭建即可迁移应用。四个维度相互支撑，构成完整的遗产数字化保护闭环。

三步走：打造中亚丝路数字遗产高地

项目按照“验证成熟—廊道覆盖—国家级平台建成”三阶段稳步推进。2025—2026 年重点完成陵墓、商队旅馆等遗址数字化，上线完整多语言线上遗产平台；2026—2027 年扩展至更多古城与遗址，构建 AI 众包采集体系，扩大记录覆盖面；2027—2030 年实现阿穆尔—梅尔夫走廊全域数字建档，建成中亚首个国家级丝绸之路数字遗产平台，形成可持续、可扩展、可共享的数字孪生体系。平台建成后将面向全球研究者与公众开放，成为丝路文化遗产的核心数字资源库。

未来，项目将继续深化智能重建、数据融合、轻量化展示等技术创新，强化数据安全与版权管理，推动遗产数字保护从静态记录走向动态监测、智慧管理，持续引领丝绸之路文化遗产高质量数字化转型。



008 解密千年石窟的“指纹”——云冈石窟第 7、8 窟三维高光谱数据采集

申报机构

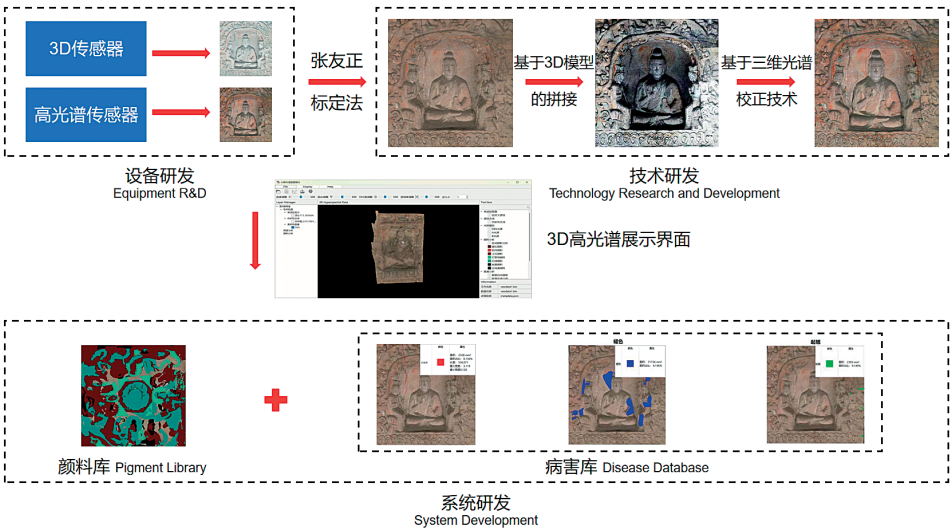
云冈研究院

其他参与机构

中山大学；广州光信科技有限公司；大同云冈数字科技有限公司

本案例依托云冈石窟“世界文化遗产—大型石窟古建筑群—北魏丝路艺术载体”三位一体特性，创新构建以自研三维高光谱设备、多模态数据融合、光谱智能解析为核心的大型立体石窟全息数字化保护新模式。

项目摒弃传统单一几何测绘数字化路径，紧扣石窟全息建档、大型立体文物光谱采集、跨类数据互通三大核心痛点，完成设备自研、算法迭代、平台搭建、落地应用全链条攻关，形成一套适配石质文物、可行业复用的三维高光谱数字化保护方案，为全国石窟寺及大型不可移动立体文物智慧保护提供标杆范式。



技术框架图

全息档案缺失与光谱采集之困

云冈石窟存量数字化已依托三维激光扫描、近景摄影测量搭建基础档案，但行业数字化保护仍存在三大核心短板。一是文物全息档案缺失，现有成果仅留存几何、纹理信息，缺失颜料成分、病害理化、内层材质数据，无法支撑文物溯源、原色复原与精准修复。二是大型立体文物光谱采集存在技术瓶颈，现有商用高光谱设备仅适配书画、壁画等平面文物，受成像原理与校正算法限制，无法完成石窟、古建筑等大型曲面不可移动文物的全域光谱采集，属世界性文保技术难题。三是多模态数据孤岛严重，三维点云、影像、光谱数据独立存储，无法配准联动，制约预防性保护落地。项目聚焦大型立体文物光谱采集、三维光谱校正、多模态数据融合三大方向开展技术攻关。

从零起步：自研设备突破世界性技术壁垒

项目搭建“硬件采集—算法处理—平台解析”一体化三维高光谱技术体系。自主研发恒温宽光谱 LED 冷光源三维高光谱采集设备，集成高分辨率高光谱相机、iToF 三维深度传感器、多角度可调支架三大模块，光源波段覆盖 400–1000nm，光谱分辨率优于 2.8nm，点位采集精度达 0.6mm，全程低光低热无损适配石窟保护规范。算法层面创新两大核心技术：研发基于 3D 点云模板的光谱拼接算法，消除画幅视差错位与误差累积；搭建三维光强反射校正模型，适配石窟曲面结构，修正光照与角度带来的光谱失真。配套研发三维高光谱分析平台，实现模型融合、颜料识别、病害标注、虚拟修复一体化作业。



三维激光扫描工作照 3D

遵循“设备研发—洞窟试点—全域落地—复盘优化”闭环路径，2024 年 2 月至 2025 年 2 月完成设备研发并依托第 10 窟完成调试标定；2025 年 5 月至 10 月落地第 7、8 窟全域



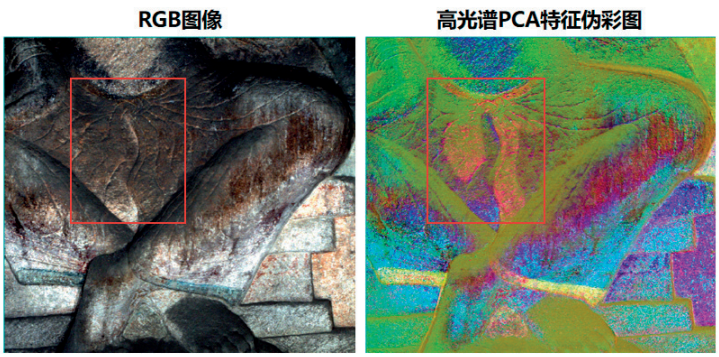
高光谱工作照

三维高光谱采集及多模态数据融合作业，完成全流程验证。

该项目拥有五大创新突破：自研文物专属冷光源采集设备，实现大型不可移动石窟全域无损光谱采集；首创 3D 与高光谱双传感器同步配准技术，实现几何、光谱、纹理跨模态高精度融合；落地曲面文物三维光谱校正技术，攻克立体文物光谱失真难题；实现多角度遮挡区域光谱补全，完善洞窟全域光谱数据；搭建专属融合分析平台，打通从采集到保护应用的全技术链路。

从白模到全息：材质档案如何改写保护逻辑

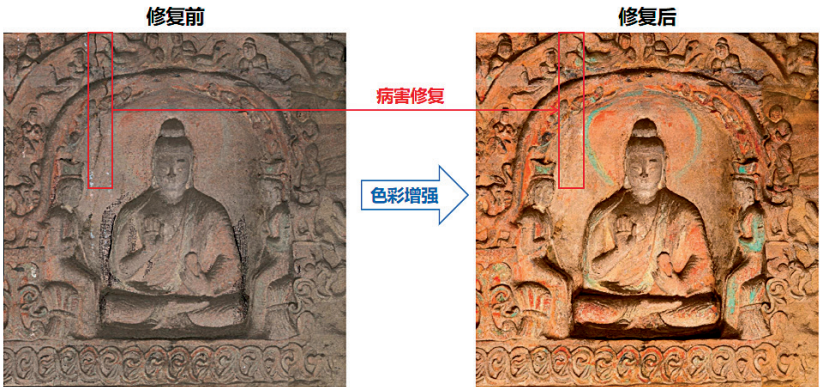
项目实现云冈石窟从几何建档到材质建档的数字化升级，建立颜料与病害光谱数据库，精准识别古颜料遗存及修复痕迹，研判风化、盐析成因，推动保护从被动抢险转向预判式、最小干预精准修复。光谱数据还原石窟营建色彩，打破白模局限。突破大型立体文物光谱采集壁垒，形成本土化自研装备模式，采集精度较传统方法提升数百倍，可监测微米级裂隙变化。



高光谱发掘隐藏颜料分布信息



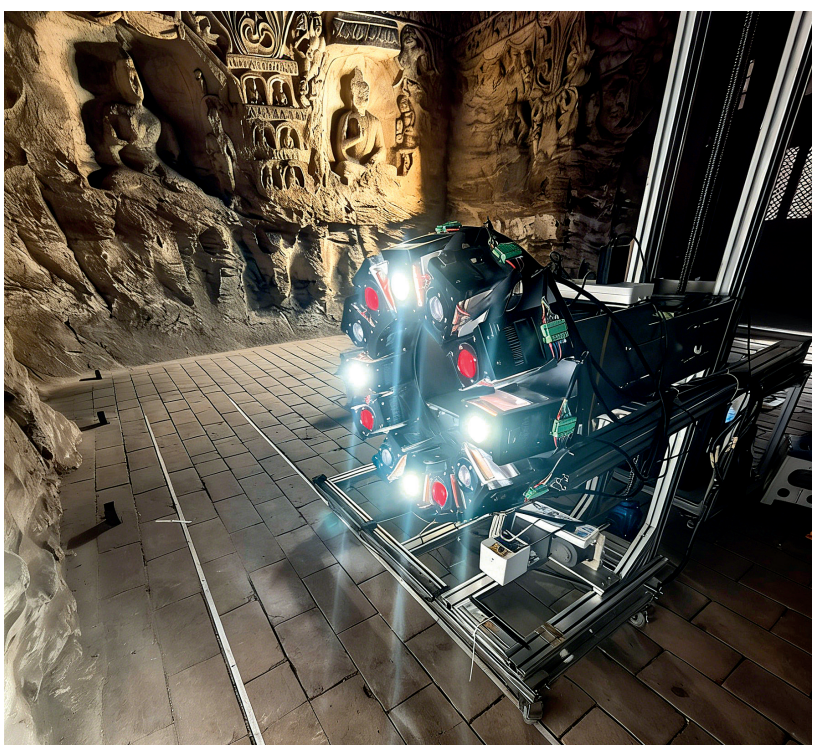
三维光谱校正效果 3D



虚拟修复成果

标准化作业规范与跨场景适配能力

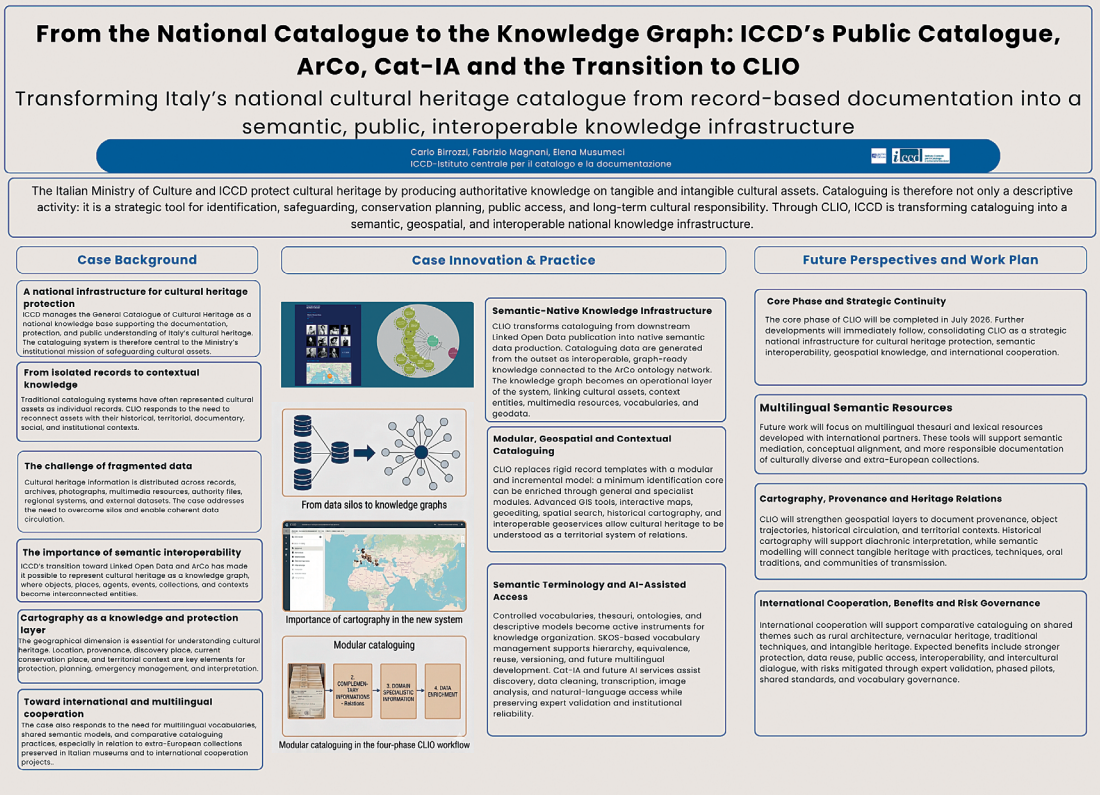
项目形成标准化采集、校正、融合、存档全流程作业规范，成套技术适配石窟寺、古建筑、大型彩塑等立体文物及露天、洞窟多场景，可快速向全国文博机构复制推广。技术方案不依赖进口设备，全链条自主可控，为同类文保单位提供了可直接借鉴的本土化装备路径。



设备照片

设备迭代与行业标准输出

项目未来将聚焦设备迭代、技术攻坚、成果转化三大方向：研发轻量化可升降机型并推进量产，降低设备部署门槛；攻关大体量多模态融合与光谱轻量化技术，提升数据处理效率；发表高水平论文 5 篇，编制行业标准。同时，还将推进多场景设备适配、AI 智能监测、专利申报与国际 / 行业标准编制，推动三维高光谱技术从云冈走向全国石窟寺保护一线。



009

从国家文化遗产目录到知识图谱：意大利中央编目与文献研究所（ICCD）的文化遗产目录、ArCo、Cat IA 以及向 CLIO 的系统性转型

申报机构

意大利文化部中央编目与文献研究所（ICCD）

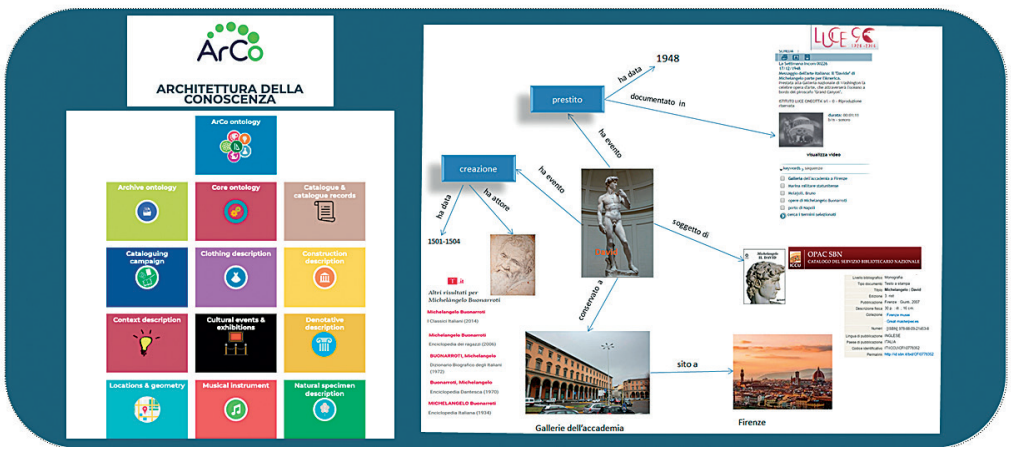
文化遗产编目的“六个断裂带”

意大利文博行业有明确共识：编目是遗产保护核心基础工作，承担文物确权、定位建档、状态监测、法理备案、语境解读全职能。然而，当下意大利遗产编目工作面临六大行业共性难题：遗产档案跨机构碎片化严重、跨平台数据互操作性薄弱、遗产人文语境无法数字化表达、地理空间信息边缘化管理、专业词表静态化无法联动适配、专业数据门槛高导致公众利用率低。同时跨境藏品增多，亟需适配多语种、跨文化国际合作编目体系。

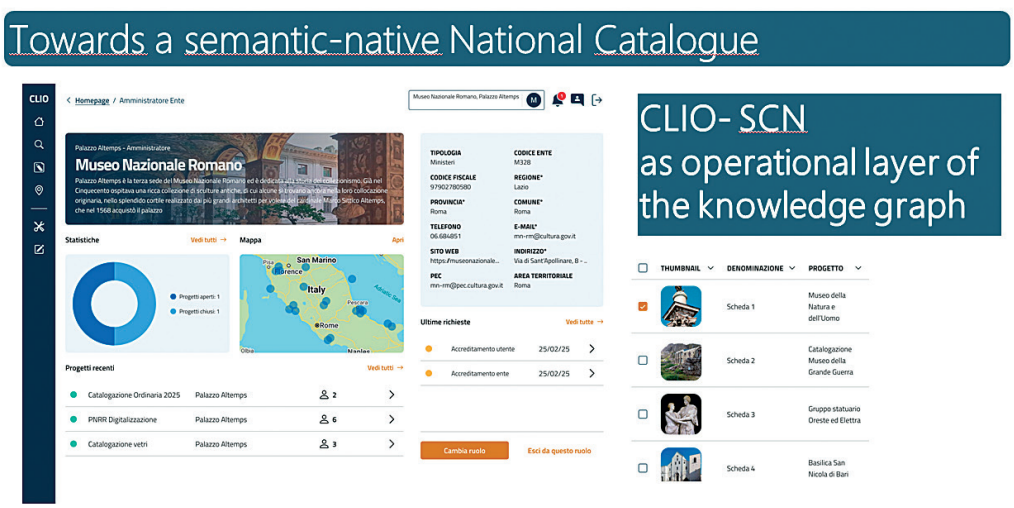
项目针对性破解六大痛点，实现孤立档案向知识图谱、封闭数据向互通数据、单一建档向全域保护的全方位转型。

让编目数据从诞生起就是“知识”

项目采用问题导向、增量迭代建设模式，革新行业后置语义加工传统模式，搭建六大层级一体化闭环技术体系。一是微服务模块化编目工作流，搭建可定制、可拓展国家级作业平台；二是 ArCo 本体原生语义建模，依托 RDF 标准打通归档、关联数据生产流程壁垒；三是模型词表一体化配置，依托 SHACL 校验规则筑牢全域数据质量底线；四是分级模



ArCo 本体原生语义建模



CLIO 平台

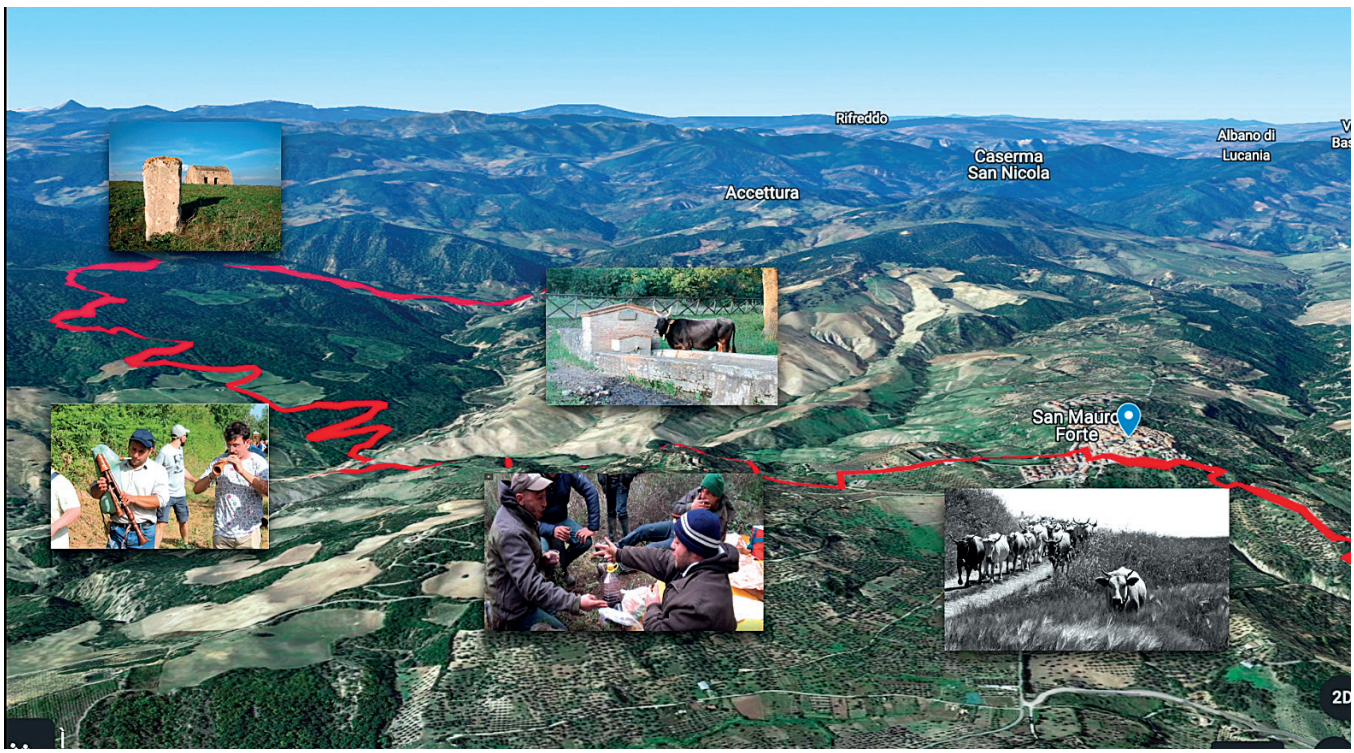
块化建档体系，统一全域遗产编码，适配可移动、不可移动、非遗跨学科建档；五是全域结构化地理建档，联动时空数据、历史区位图谱，赋能遗产溯源、国土规划与应急管护；六是本体约束式智能服务，依托 Graph RAG 技术打造 Cat IA 专属 AI 工具，锚定专家核验知识库输出结果，规避 AI 释义失真风险。

项目遵循平稳过渡原则分四阶段落地：研判存量系统短板、拆解用户业务需求；上线关联开放数据、搭建全域语义生态；打磨 CLIO 原生生产系统，实现语义数据一体化产出；联动国家级文博平台，打通多媒体档案、跨领域图谱互联互通。

项目拥有七大核心创新突破：实现遗产图谱化知识生产、打通数字化与遗产保护闭环、落地原生语义编目、推行弹性模块化建档、确立地理空间编目核心地位、盘活 SKOS 联动语义词源、搭建可控合规文博 AI 应用体系。

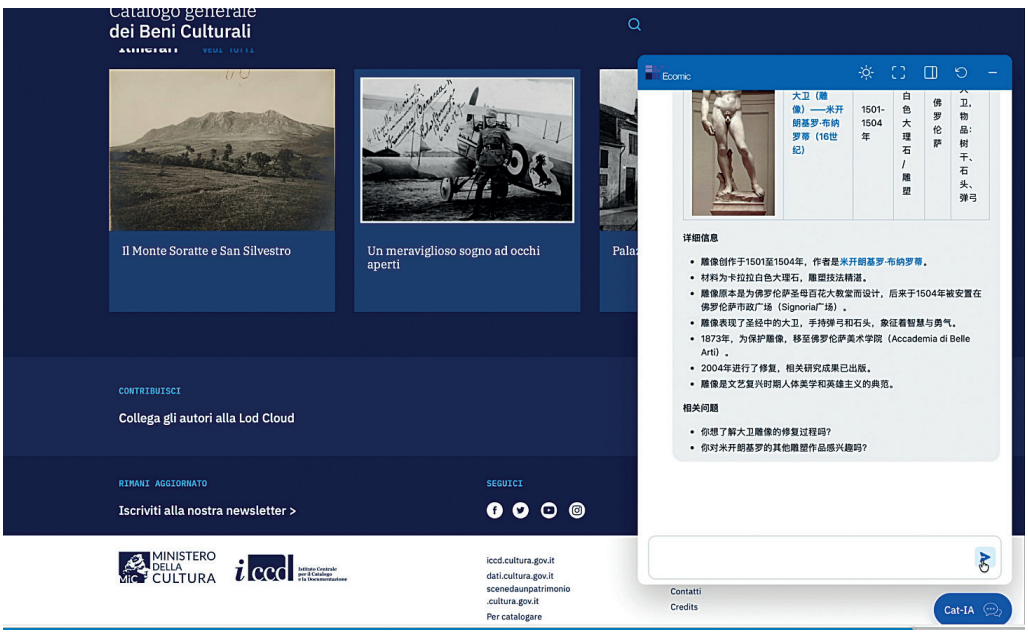
语义化让编目从“冷档案”变“热资源”

平台年独立访客从 10 万人次跃升至 200 万人次，语义化编目数据大幅降低了专业门槛，



使原本仅限专家使用的编目档案转变为可被公众理解、检索、再利用的开放知识资源。结构化地理建档赋能遗产溯源、国土规划与应急管护，使编目数据从静态记录升级为动态治理工具。Cat IA 专属 AI 工具的上线，让编目人员在专家核验知识库约束下高效完成语义标注，既保障了数据质量，又显著提升了作业效率。

项目沉淀六大可全球迁移的经验：低风险分层迭代转型、语义技术赋能遗产保护、模块化适配多元遗产业态、地理建档联动国土管护、标准化词表共治、成本可控 AI 落地，适配各国国家级遗产系统改造。



CLIO 平台

面向未来的国家级知识基础设施

项目制定四阶段标准化落地路径：2026 年 7 月完成核心系统架构搭建；2026 年 7 月至 2027 年 6 月研发多语种词表、非遗关联模型，敲定跨境合作机构；2027 年 7 月至 2028 年 12 月落地跨境藏品、乡土遗产、非遗专项编目试点；2029 至 2030 年全域输出标准化方法论，推广 CLIO 编目转型模式。

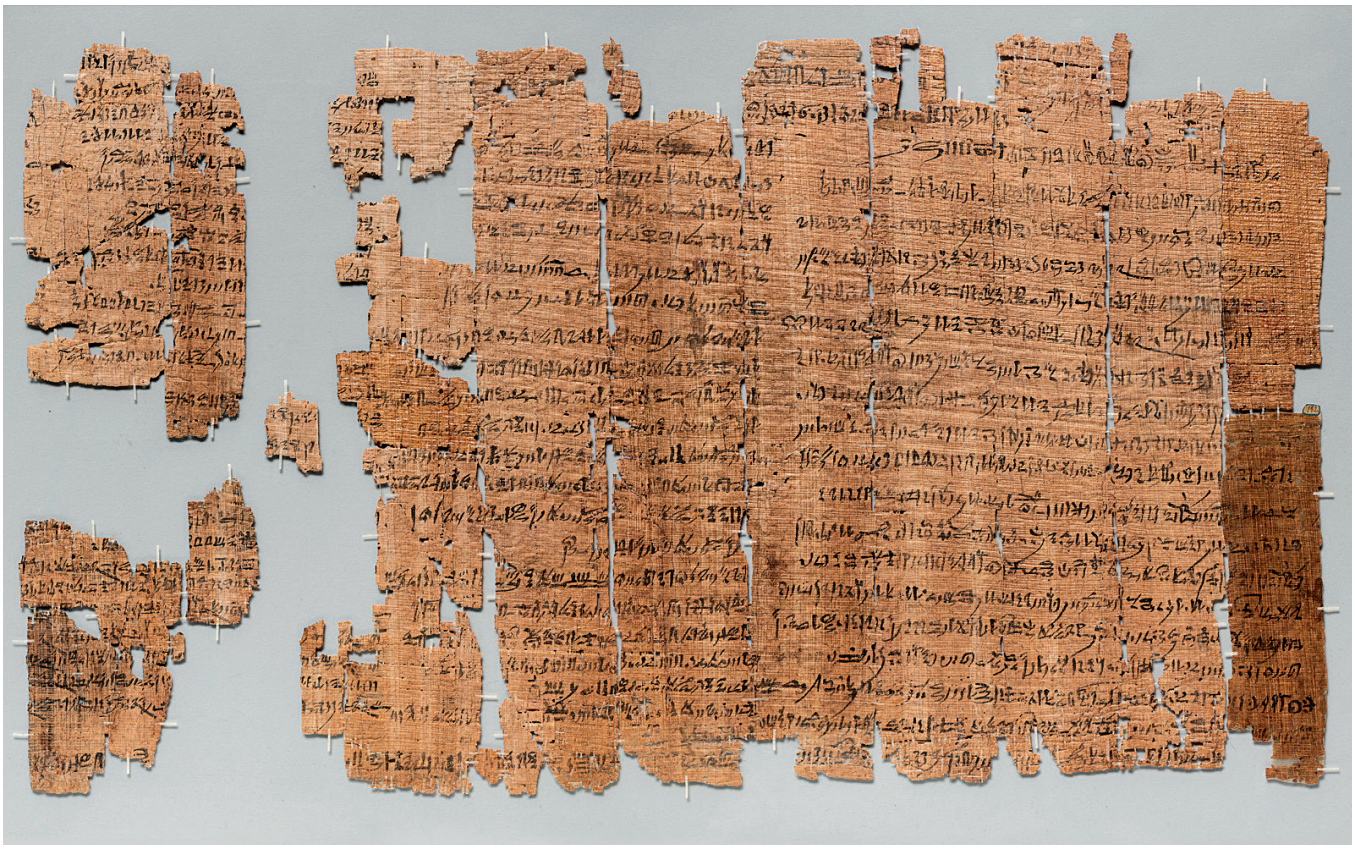
技术层面聚焦四大攻坚方向：共建跨境多语种 SKOS 叙词库、深化遗产时空流转地理建模、完善物质与非遗联动关系建模、迭代专家终审式 AI 辅助编目工具。应用层面拓展五大落地场景：国家级全域遗产风险管控、馆藏文物溯源流转研究、跨国主题协同编目、跨

境藏品平等文化对话、普惠式公众文博科普教育。

资金依托专项创新资金与意大利文化部常态化经费双线保障，组建编目、GIS、AI、人文跨界专班支撑运维；国际合作坚持方法共享而非技术输出，联动多国共建术语体系、协同馆藏编目、完善行业国际标准。

此外，项目预判术语错位、技术过载、存量数据瑕疵、AI 滥用、跨境认知偏差、资金断供六大风险，通过专家共治、分步试点、数据校验、人工终审、多元筹资等方式予以缓解，助力打造全球语义化遗产编目标杆工程。





让流散的纸莎草文献跨越时空“重聚”：都灵埃及博物馆的数字研究实践

010

申报机构

都灵埃及博物馆

本案例隶属于数字文化遗产交叉领域，融合纸草学、文物保护、数字人文多学科理论，依托互联网数字基础设施，打造都灵纸草在线 TPOP 线上协同研究平台，实现资料协同整理、标准共建共享与跨国学术合作。

项目跳出传统文物数字化、线下人工考据的固有模式，正视古代文字遗存残损、散落、释义多元的固有属性，重构残损文字文物建档、复原、解读全流程体系，搭建跨国开放协作数字生态，兼顾馆藏规范化管理、全球学术协同研究与公众文化普及，为全球异地散藏残破文字遗产保护提供可复用数字范式。

纸草遗存的“三千年之殇”

古埃及纸草属于极易风化损毁的脆弱文字载体，全球馆藏残片异地分藏、割裂管理，行业数字化管护面临四大核心痛点。一是文物保护与科研矛盾突出，纸草物理材质脆弱，反复线下调取、实体拼接极易加剧本体破损，大批量残片无法开展全域比对研究。二是馆藏数据体系割裂，全球文博机构纸草藏品编目标准互不统一，藏品溯源、流转档案信息残缺，跨馆残片无法联动。三是传统研究模式局限性强，过往依托学者个人经验比对笔迹、墨色、纹理复原文本，主观性强、效率偏低，考据过程无留存、成果难以核验共享，无法适配三万余块残片规模化研究工作。四是学科数字化发展滞后，埃及语文学缺少互通式开放科研平台，各类文献数据库相互孤立，无法对接全球数字遗产资源，跨国比较研究、跨学科交流受阻。

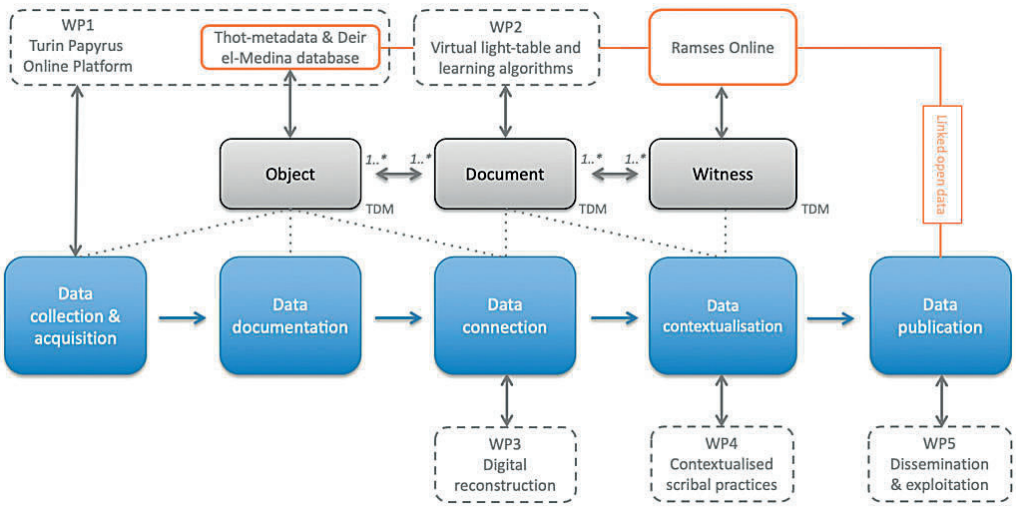


都灵埃及博物馆的数字研究实践

都灵埃及博物馆坐拥全球体量最大古埃及纸草馆藏，藏品时间跨度三千年、语种丰富，存量建档开放进度滞后，TPOP 平台就此立项落地。

让残片在云端“说话”

项目秉持文物优先、学术为本、迭代落地、长效运维原则，构建“无损采集—标准建库—线上协作—人机核验”全链条工作体系。



工作体系示意图

实施路径循序渐进：首先开展馆藏纸草无损高清数字化采集，完成脆弱残片修复防护，搭建标准化影像实物数据库，实现线上远程阅览，杜绝文物线下高频调动；其次统一全域编目规则，补齐藏品溯源元数据，适配关联开放数据、永久标识符合国际标准，打通全球数据库互通链路；最后上线多用户协同平台，开放批注、考据、编辑权限，搭建跨国线上科研社群。

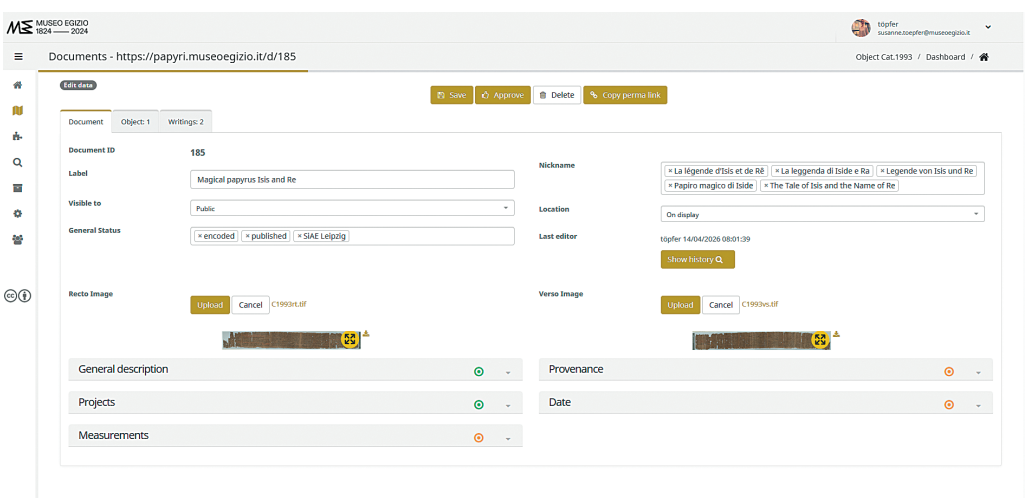
项目拥有五大创新突破：一是重构学术研判逻辑，将残损、释义分歧视为文明固有属性，搭建实物残片、复原写本、文字底本三层独立关联架构，允许多版本解读共存；二是革新复原作业模式，以线上虚拟拼接替代高危实体拼合，全程留存研判依据；三是构建合规人机协同机制，引入计算机视觉、机器学习辅助字符分割与图案分类，严守人在回路准则，算法结果必须经人文专家终审核验；四是打造去中心化跨国协作体系，破除机构与国界壁垒，联动全球学者协同考据；五是搭建通用模块化底层架构，可迁移应用至陶片文书、羊皮卷等全品类古代文字遗存。



多材质纸莎草文献光照采集

从“翻一次伤一次”到“一次采集永久复用”

在保护层面，实现纸草残片一次采集、永久复用，从源头减少文物翻动损耗，完成馆藏千余部写本、三万余块残片标准化数字建档，筑牢濒危文字遗存长效防护底线；在学术层面，打破国别馆藏数据孤岛，补齐埃及语文学数字化短板，实现考据流程数字化留痕，规避个人经验研判弊端，大幅提升残片复原效率与成果可信度；在行业层面，建立人文领域可信 AI 应用标准，划定算法辅助、专家终审的人机边界，为数字人文合规智能化发展提供行业范本；在社会层面，平台开放学术资源，打通全球研学通道，助力古埃及文明普及传播，国际行业影响力持续提升。





Document 185 - Magical papyrus Isis and Re



NOTES



TPOP 平台

从都灵走向全球：可复用的文字遗产保护范式

项目分三期稳步迭代升级。一期完善 AI 训练数据集，优化线上协同批注工具，落地跨国馆藏数据共享试点；二期拓展平台适配品类，接入多光谱、三维可视化技术，覆盖多材质古代文字文物；三期完善运维体系，脱离专项资助实现自主长效运营，牵头制定残损文字遗产数字化国际行业规范。

未来将持续坚持学术需求导向而非技术导向，适配国际数字遗产通用标准，采用模块化架构与开放授权协议，兼顾馆藏数据自主权与全球协作性，适配不同规模文博机构低成本落地，为跨国联合文字遗产保护项目全域推广提供可复用的数字范式。

申报单位：中国国家博物馆、
天津恒达文博科技股份有限公司

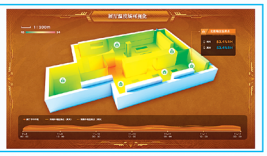
基于多维环境感知与数理模型预测的博物馆藏品预防性保护系统

藏品预防性保护是一项融合多学科知识与跨专业技能的综合性业务领域。本团队以文物保护的基础研究成果为依托，结合建筑技术学理论，通过构建数学模型实现预测性分析，从而推动博物馆从经验主导的传统模式向数据驱动的智能化方向转型。旨在有效解决实际工作中存在的数据利用不足、系统功能智能化水平较低等问题，并探索从理论研究到技术研发，再到工程实践的数智化发展路径。

技术支持
天津恒达文博科技股份有限公司
https://www.hengdawb.com

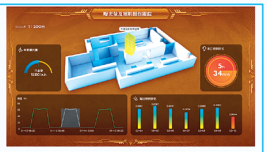
环境场可视化

- 基于有限且离散的监测点上传的数据，通过数据同化与插值算法预测空间场内其他点位的数据
- 借助数字孪生技术实现环境场分布的连续化、可视化与动态化呈现
- 直观掌握藏展空间环境的整体分布特征及其变化规律，为局部环境调控和空间布局优化提供依据



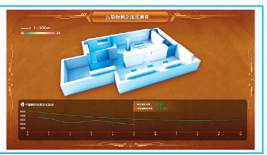
照明损伤测算

- 基于照明损伤数学模型，对不同材质文物与照射强度、照射时长及照明损伤之间的耦合关系进行量化分析
- 在展陈策划阶段，依据设计条件制定照明方案，并预测可能产生的光损伤结果
- 通过跟踪文物展品的年度曝光量及其已累积的光损伤情况，动态调整展陈计划与光源参数



污染物浓度预测

- 基于扩散模型，通过输入材料参数、温湿度数据、换气间隔及对流系数等因子，预测展陈在开放一定时间后的污染物浓度
- 协助博物馆量化文物暴露风险、验证通风策略，并构建突发污染事件的演变模型
- 通过对真实监测数据与预测数据的对比分析，持续优化迭代相应的数学模型。



藏品风险管理

- 基于环境监测与预警结果，对藏品所处环境的风险进行识别与评估
- 针对展览、保管等不同场景中的藏品风险开展评价，为预防性保护策略的实施提供科学依据
- 通过风险分级管理，实现藏品保护资源的优化配置



基于多维环境感知与数理模型预测的博物馆藏品预防性保护系统

011

申报机构

中国国家博物馆

其他参与机构

天津恒达文博科技股份有限公司；哈尔滨工业大学；清华大学；天津大学

本案例聚焦博物馆藏品保存环境智能监测与风险预警领域，融合物联网、大数据、三维可视化及建筑物理多学科理论，构建“感知—网络—数据—算法—应用”五层协同技术架构，打造面向博物馆展陈空间的预防性智慧保护平台。

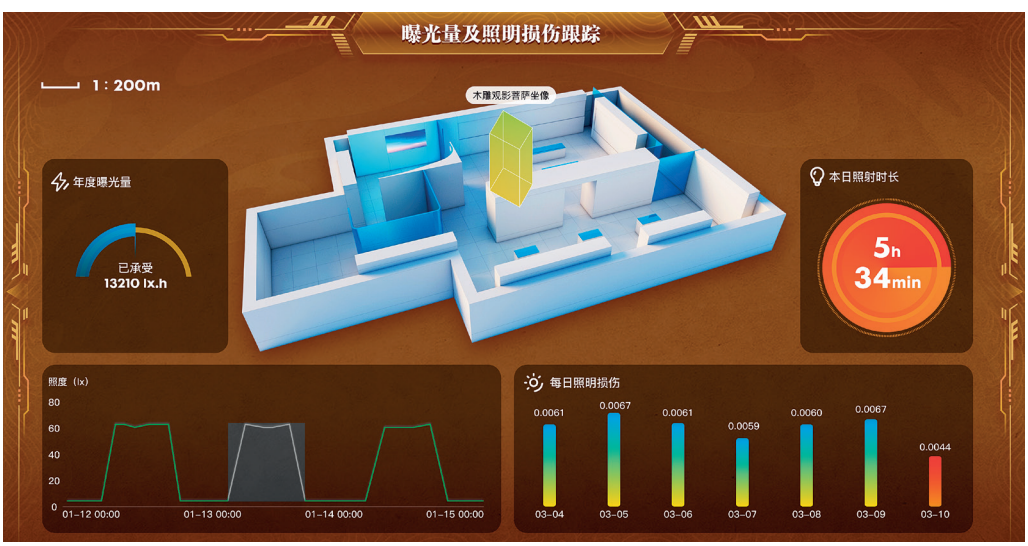
项目直面传统环境监测感知单一、缺乏预测、智慧化不足等行业共性难题，以环境场重构、损伤定量测算、主动预警调控为核心突破口，形成可复用、可推广的数字化保护范式，为文博行业从“被动补救”向“主动预防”转型提供实践样本。

环境监测的“三块短板”为何困住文博行业

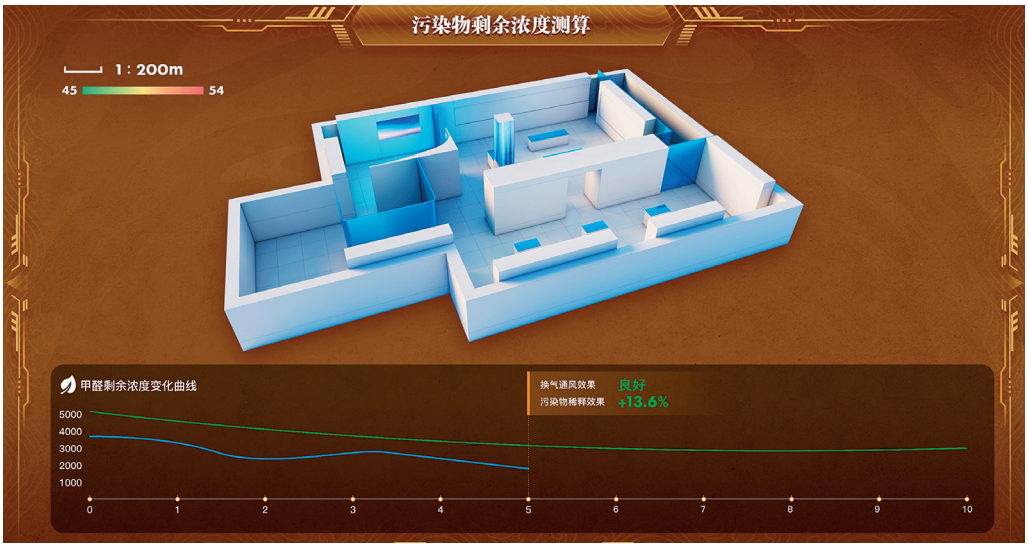
当前博物馆藏品预防性保护面临三大核心痛点。一是感知维度单一。监测体系仅采集温湿度、光照等瞬时值，空间覆盖不足，设备、文物与空间信息未融合，缺乏智能分析，风险识别滞后。二是重监测轻预测。系统仅支持超限报警，未构建动态趋势预测模型，缺乏差异化阈值与预警能力，管理长期被动响应。三是智慧化程度不足。未建立多源关联分析模型，缺乏多学科知识推理引擎，系统不具备自适应进化能力，无法持续优化。针对以上行业痛点，亟需建立“监测—预测—预警—调控”一体化智能方案。

从离散数据到三维场势：环境感知的升维之路

项目遵循“需求导向、分步实施、迭代优化、平稳落地”原则，分五阶段推进：完成场馆空间勘测与传感器网格化布设规划，制定分级防护方案；部署高精度传感器与边缘计算网关，搭建低功耗无线传输网络；导入历史环境数据，对环境场仿真、照明损伤测算、污染物浓度模拟三大核心算法模型进行训练与校准；系统上线试运行并建立常态化运维



照明损伤测算



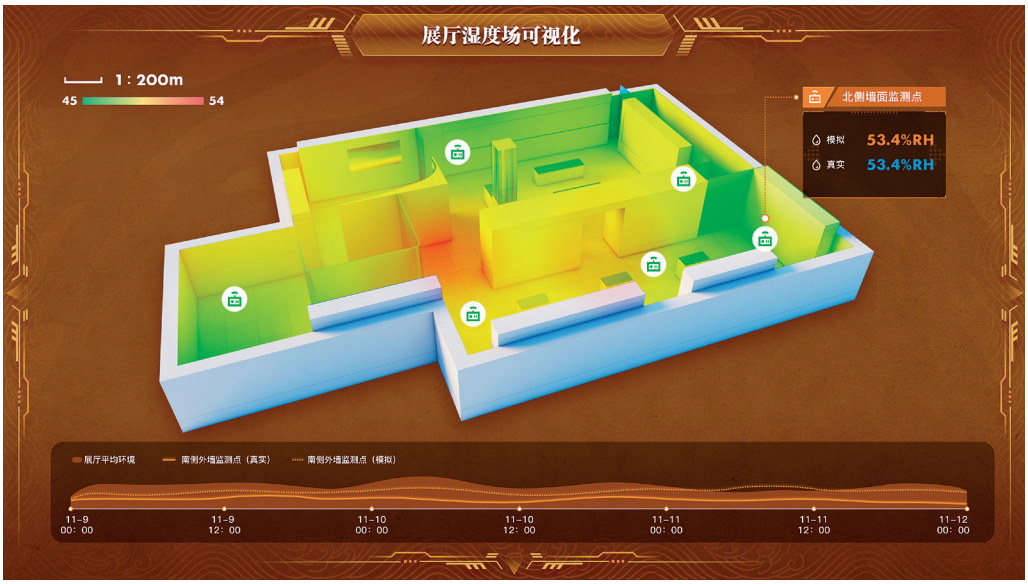
污染物浓度预测

机制；推进知识产权保护与行业推广。

项目拥有三大创新突破：一是从“点监测”到“场重构”。系统通过环境场仿真模型，利用流体计算力学与同化算法，以有限监测点位数据生成连续分布的三维场势图谱，支持剖面查看与多区域联动，真实还原空间温湿度分布。二是从“定性判断”到“定量测算”。构建照明损伤测算模型，建立文物材质与光照强度、光谱构成、照射时长的耦合关系，可定量计算损伤程度与安全照射时长；搭载污染物浓度模拟模型，依据建材参数预测扩散趋势，实现前置预防。三是从“被动响应”到“主动预防”。通过热湿场、光环境、污染物扩散等数理模型，结合实时数据动态预测环境趋势，联动空调、恒湿机等设备智能调控，形成“预判—预警—调控”全周期防护新范式。

50 万件藏品背后的“无形防护网”

保护层面，实现从“被动处置”向“主动预防”的根本性转变，累计保护各类珍贵藏品超过 50 万余件（套），有效延长藏品保存寿命；管理层面，替代传统人工监测记录模式，运维人员投入减少 40% 以上，可视化平台与移动端远程操控大幅提升管理效率；行业层面，为文博行业提供了可落地、可复制的智能化预防性保护实践样本，推动保护理念升级；社会层面，通过环境可视化展示与科普宣传，提升公众对文物保护关注度，助力文化遗产传承弘扬。



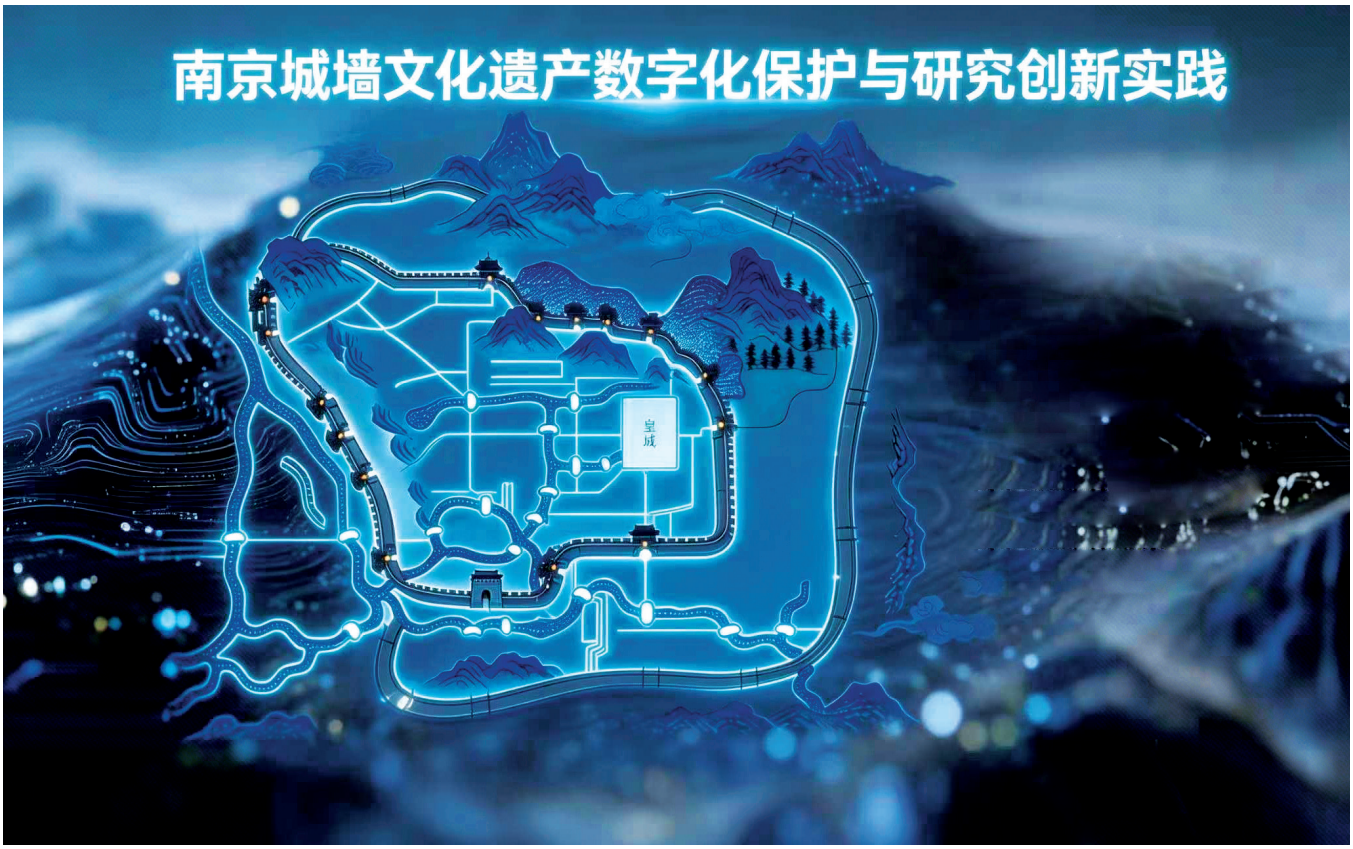
环境场可视化

可复制的“监测—预测—调控”一体化范式

项目坚持学术需求与技术驱动并重，适配不同规模文博机构低成本落地，具备广泛推广价值。

项目已形成标准化勘测部署流程，可根据场馆规模灵活调整布设方案，三大核心算法实现轻量化复用，仅需调整材质与环境参数即可适配不同场馆，“监测—预测—调控”一体化体系可复制应用于库房、展厅、展柜等多场景。未来 1—3 年将持续推进技术迭代，优化三大核心算法，突破损伤、精准预判与多源数据融合分析关键核心技术，推进专利申报与技术标准化，拓展应用场景至纪念馆、档案馆、考古发掘现场等，开展国际合作交流，推动技术标准国际化。

风险防控层面，建立健全知识产权全流程管理制度，强化专利与软件著作权布局，采用加密技术筑牢数据安全防线，建立泄露应急处置机制，确保系统安全合规运行。



南京城墙文化遗产数字化保护与研究创新实践

012

申报机构

南京城墙保护管理中心

本案例聚焦大型线性文化遗产全生命周期管理，融合地理信息系统、建筑信息模型、物联网、大数据及三维扫描等技术，构建“一张图”资源管理平台与监测预警平台，打造覆盖 25.1 公里城墙本体的智慧管理体系。

项目直面线性遗产尺度超大、形态不规则、信息庞杂、申遗真实性评估无先例等行业难题，以“全域采集—标准建库—智能监测—赋能研究”为路径，形成可复用、可推广的大型不可移动文化遗产数字化保护范式。

线性遗产的“四重门”

南京城墙现存 25.1 公里，为世界最长、规模最大的砖石构造城市城墙，目前正牵头“中国明清城墙”联合申遗。其保护与研究面临四大核心痛点。一是超长尺度与超大规模实体，原长 35.267 公里，高 8 至 26 米，立体结构复杂，任何数字化工作均为数十公里级工程。二是不规则几何形态与多元建筑结构，因地制宜的走向、复合层叠的内部构造，对数字化建模形成重大技术挑战。三是跨越时空、数量空前的数据信息，上亿块城砖采用“物勒工名”制度，记载产地与责任人信息，数据整合与应用难度巨大。四是申遗“真实性”评估无先例可循，中国国内城墙类遗产尚无系统性评估工作案例，亟需构建兼具国际规范与本土针对性的评价体系和系统性数字化解决方案。

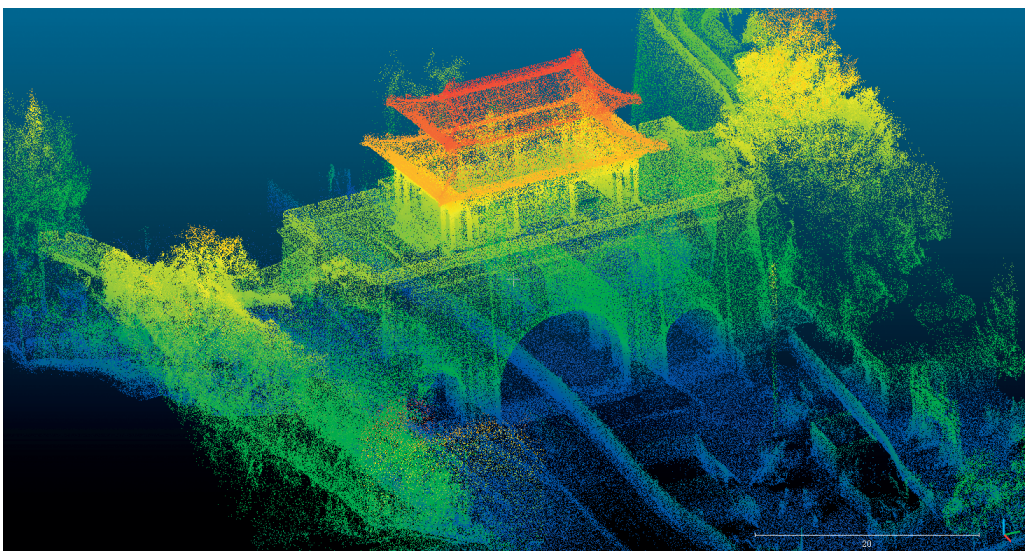
让 25 公里古城墙“活”在数字空间

项目遵循“保护优先、需求导向、分步实施”原则，分两步推进。数据采集与基础平台搭建阶段，以地理信息系统为基底，融合建筑信息模型技术，建成“一张图”资源管理



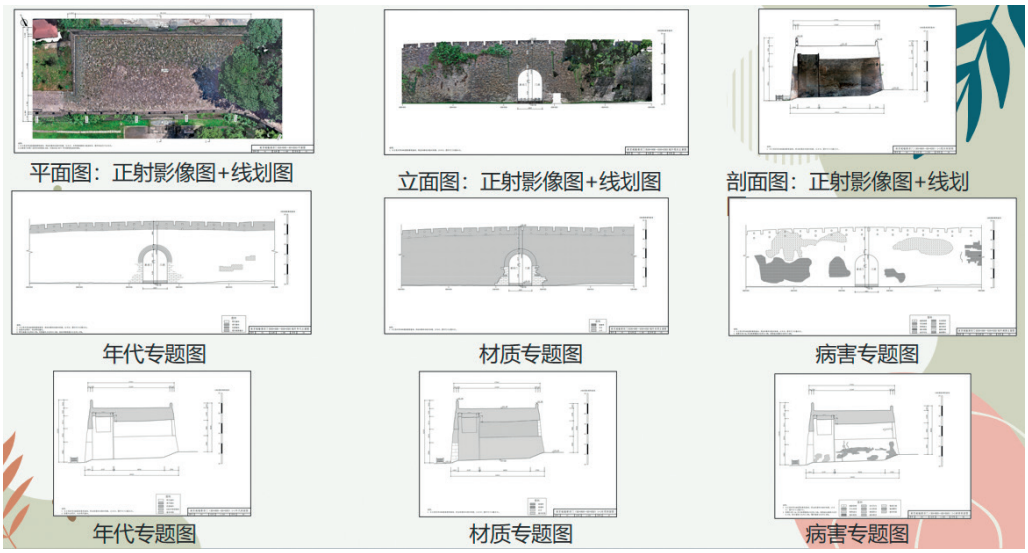
“一张图”资源管理平台

平台，实现二三维一体化可视化管理，支持空间查询、病害标注、工程管理等全要素功能；依托物联网与通信技术，在全线安装 263 套自动化监测设备，覆盖 1575 个点位、19 类监测内容、61 项指标，建成监测预警平台，实现全天候遗产信息记录与预警。全面赋能数字化保护与研究阶段，依托两大平台开展预防性保护、“真实性”评估、城砖铭文研究等核心工作。



“一张图”：仪凤门点云数据

实践创新体现在三个维度。技术维度上，实现多技术融合协同，摒弃人工巡查、纸质记录传统方式，采用空地一体化采集、BIM+GIS 深度融合、数字孪生实时映射等新技术，将 25.1 公里城墙全貌精准映射至数字空间，其中“测绘定量，文物定性”的大规模砖文采集研究方法为全球首创，获北京测绘学会“测绘科技进步奖一等奖”。管理维度上，完成从被动应对到主动预防的跃升，通过“一张图”全域管控实现城墙全生命周期精细化管理，监测预警平台变“事后抢修”为“事前预判”，做到“变化可监测、风险可预报、险情可预控、保护可提前”，完成城墙内部人防工事结构检测与三维建模，相关成果获中国地理信息产业协会“2021 地理信息产业优秀工程金奖”。模式维度上，构建多元协同的可持续生态，从政府单一主体转向社会多元参与，数字化手段既降低了管理成本，又提升了文旅价值与文创收益，形成“保护—利用—反哺保护”的良性循环。



真实性评估：三维建模、平立剖图、专题图

数字档案守护城墙安全激活文旅价值

保护与学术层面，数字化保护覆盖 25.1 公里城墙本体，自运行以来精准排查上千个风险。依托“一张图”平台三维激光扫描建档，完成清凉门段约 1.4 公里真实性评估，为申遗提供关键支撑；采集 17 万余块清晰铭文砖空间坐标与高清图片，与南京师范大学合作的 AI 砖文识别课题获中国“挑战杯”全国特等奖。

传播与产业层面，“云享城墙”平台将 25.1 公里城墙搬上云端，实现 3D 游城与跨时空共享，助力博物馆入选中国国家一级博物馆，展览获中国博物馆十大陈列展览精品



真实性评估：城墙本体及周围环境精细测绘

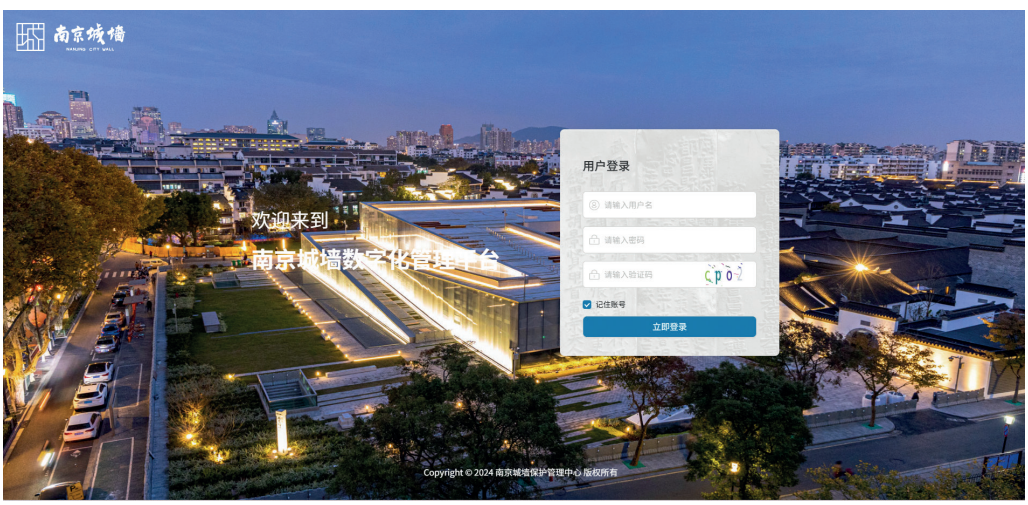
推介“优胜奖”。2025 年参观人数较 2023 年上涨 231.8 万人，近三年门票收入年均约 6000 万元；累计回收散落城砖近 60 万块，获联合国教科文组织全球世界遗产教育创新案例“探索之星”奖。



“云享城墙”数字化展示与互动平台

从申遗支撑到行业示范：南京经验走向全国

项目坚持需求与技术并重，为大型不可移动文化遗产申遗、学术研究及价值阐释提供可量化、可推广的数字化解决方案。



“数字城墙”智慧平台

项目分三阶段持续迭代。2026 年上半年建成“数字城墙”智慧平台，整合五大功能板块；2026 年下半年开展城墙全线真实性评估，覆盖九段核心区段，引入“真实性比例”量化指标；2026 至 2030 年探索城砖铭文 AI 识别研究，构建铭文知识库。核心可推广经验包括规划先行，明确核心需求后匹配技术方案；数据筑基，坚持“全域采集、标准统一、共建共享”；技术适配，选用成熟技术保障数据与文物安全；价值延伸，以“管研用展一体化”打通保护利用全链条。风险防控方面着力保障数据与文物安全，强化知识产权保护，健全管理制度。



罗兰大学数字文化遗产：考古研究、航空考古文献与生物考古发现的整合框架

013

申报机构

匈牙利厄特沃什·罗兰大学（ELTE）

其他参与机构

匈牙利科学院（HUN-REN）；科马罗姆克拉普卡·哲尔吉博物馆；欧洲数字人文与艺术研究基础设施（DARIAH-EU）及其中欧节点（DARIAH-CEH）；欧洲考古学家协会（EAA）

本案例属于数字文化遗产交叉领域，融合考古学、自然科学与数字人文三大学科，构建覆盖田野考古、航空考古记录与生物考古发现的集成化研究框架。项目依托该校近四百年办学底蕴与两百余年考古传统，将 6.5 万张航空考古影像、布里盖蒂奥等大型遗址发掘成果、古 DNA 及同位素分析等生物考古数据集纳入统一数字生态，形成从数据采集、跨学科分析到公众传播的全链条体系，为全球高校数字文化遗产建设提供可复用的综合范式。

行业难题呼唤一体化破局

文化遗产领域尚未形成统一集成框架。其面临的难题在于：原生数字资料分散存储，极易因技术迭代失效；考古数据、博物馆藏品与学术文献分属不同系统，难以跨库分析；考古学与数字人文融合尚浅，跨学科潜力未充分释放；研究范畴自旧石器时代延伸至奥斯曼时期，地理范围覆盖欧洲至中亚，平台需具备极强文化兼容性；数字资源若无持续迁移更新，损毁速度远超实体文物，全球尚无统一保存标准；技术领先的平台若缺少友好交互界面，传播价值将大打折扣。

基于此，本项目以一体化综合体系替代零散工具堆砌，实现从田野考古到公众传播的全链条覆盖。

五层架构贯通考古、科技与数字人文

本案例的核心创新在于打造综合性研究与教育体系，将传统田野考古、前沿科学技术、数字人文三大领域深度融合，所有数字化成果从设计之初即纳入统一生态，配套规范元数据、永久识别码与开放共享规则，全面遵循 FAIR 数据原则与欧洲数字人文基础设施标准。



罗兰大学数字文化遗产：考古研究、航空考古文献与生物考古发现的整合框架

体系分设五层联动架构。田野发掘层以布里盖蒂奥、比比拉克特、格尔德伊特尔等遗址为基础，统一采集地层、影像与三维数据，其中布里盖蒂奥已持续发掘三十余年。航空考古层将 6.5 万张历史航拍影像转化为搭载地理空间索引的公共在线数据库。生物考古层依托 HistoGenes 项目整合古 DNA 与同位素分析成果。数字人文层由校数字人文系提供数据库与语义网络工具。公众开放层支撑本硕博教学，联动博物馆与国际平台。

项目实施遵循标准化八步流程，从确立研究方向、设计采集方案、数据采集与质控、数据整理融合、跨学科分析、成果发布共享、教育推广到长期保存与格式迁移，确保全周期规范化运作。

六维突破：从学科融合到全球引领

项目实现六大创新突破。一是三大学科深度融合，在同一所高校内系统性整合田野考古、前沿自然科学与数字人文三大领域，实现跨领域协同创新；二是存量档案转型公共数据库，将二十余年积累的 6.5 万余张航空考古影像从内部工作档案升级为搭载地理空间索引的公共在线数据库，为全球同类影像遗产保护提供范本；三是生物考古国际化规模化发展，依托 HistoGenes 欧洲研究理事会项目组建国际研究联盟，融合古 DNA、同位素与考古学研究，产出多项国际顶尖科研成果；四是单一遗址打造全流程数字化标杆，布里盖蒂奥罗马遗址整合航空勘测、地球物理探测、地层发掘、文物研究与碑铭考证，并通过游客中心实现科研成果公众转化；五是凝聚欧洲考古学界力量，2022 年承办欧洲考古学家协会年会，汇聚六十余国学者，彰显国际号召力；六是数字人文成为院校常态化发展方向，依托数字人文系、匈牙利国家数字遗产实验室及欧洲国际项目，将数字文化遗产确立为学校核心发展板块。



罗兰大学数字文化遗产：考古研究、航空考古文献与生物考古发现的整合框架

从本土实践到国际标准的“三步走”战略

项目分三阶段推进：第一阶段优化航空数据库与完善数字资源保存制度；第二阶段接入更多遗址与拓展教育项目；第三阶段深度参与国际标准制定，建成全球综合型数字遗产研究标杆。技术创新包括 AI 赋能遗产研究、构建遗址数字孪生、完善长期保存体系，应用场景从欧洲逐步拓展至近东与中亚。



罗兰大学数字文化遗产：考古研究、航空考古文献与生物考古发现的整合框架

项目坚持学科融合、开放共享、标准先行三大原则，为全球高校数字文化遗产建设提供可量化、可推广的系统性解决方案。可推广经验涵盖教学课程体系可全球复用，航空影像转公共数据库模式适用于同类机构，跨学科整合方式助力院校打破学科壁垒，参与欧洲科研基础设施网络路径可供国际化参考，“发掘—科研—博物馆—传播”联动机制为学术成果大众化提供成熟方案。

风险防控方面建立数字资源长期保存制度，定期格式迁移并对接欧洲数字人文基础设施，规范国际合作权责，遵循 FAIR 准则，采用模块化架构应对技术迭代，多元化拓展资金来源。



犍陀罗文明：塔克西拉篇——基于 AIoT 驱动的数字孪生系统

014

申报机构

巴基斯坦信息安全协会（PISA）

其他参与机构

巴基斯坦信息技术中心（CIT）；物联网中心私人有限公司（IoT Center (Pvt) Ltd）

本案例属于数字文化遗产交叉领域，融合人工智能、物联网、三维重建与考古学，构建覆盖塔克西拉 80 余处遗址的数字孪生保护系统。塔克西拉作为犍陀罗文明之都、联合国教科文组织世界遗产，承载着佛教与希腊文明交融的独特价值，拥有已知最古老的大学遗址，却因气候变化、城市扩张与盗掘威胁面临加速消亡。

项目直面传统保护被动响应、信息碎片化、无法预测退化等核心难题，通过“感知—思考—行动”智能闭环，将航拍影像、传感器数据与 AI 诊断模型整合为“单一事实来源”，实现从静态记录向预测性保护的范式跃迁，为全球濒危石质文化遗产保护提供可复用的 AI 驱动解决方案。

遗址面临多重危机

塔克西拉考古遗址的保护陷入多重危机交织的困境。一是环境与大气损害，该地区拥有极端季节性气候，热浪与暴雨交替出现，犍陀罗建筑主要采用多孔片岩与石灰岩，持续热胀冷缩导致石材表面剥落，湿度升高促进地衣、苔藓等生物滋生，侵入微观裂缝产生生物物理压力，破坏墙体与佛塔地基完整性。二是城市化与非法侵占，塔克西拉并非孤立沙漠遗址而是“活着的景观”，城市与村庄正以惊人速度扩张，非法开发直接在未挖掘遗址上进行，农业征地常导致未被记录的小型佛教遗址在获得正式保护前即被摧毁。三是盗掘持续发生，犍陀罗片岩浮雕在国际黑市备受追捧，碎片化饰带不断被从原始语境中凿离，造成无法挽回的语境完整性丧失。四是传统保护模式存在结构性缺陷，当前保护工作大多是响应式——墙体坍塌后才介入，为时已晚，手绘地图与二维照片无法记录三维应力或退化速率，高分辨率时间序列数据严重缺失，导致无法预判风险。
基于此，行业亟需兼具实时监测与预测模拟能力的数字化解决方案。

AI 驱动数字孪生系统实现从记录到模拟功能跃升

本案例的核心突破在于构建以人工智能为驱动的数字孪生系统，而非传统意义上的三维模型。系统采用“感知—思考—行动”三层架构。感知层部署物联网传感器，实时采集温度、湿度、振动等微环境数据；思考层依托针对片岩和石灰岩定制的卷积神经网络，自动识别表面侵蚀与裂缝扩展，以 90% 置信度进行劣



Demonstration on ‘How digital solution is required to preserve Gandhara Civilization?’

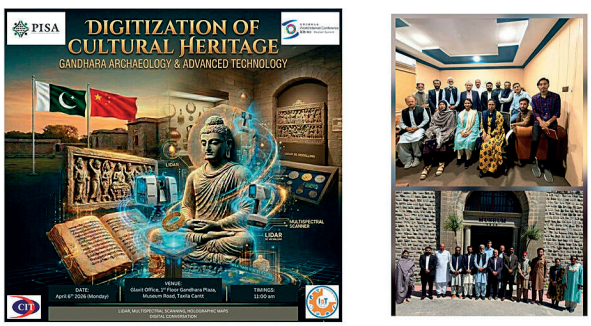
化诊断；行动层支持在数字模型中模拟修复方案，避免主观误判。系统还引入生成对抗网络构建生成式重建模块，能够依据残存碎片与历史影像“补全”受损饰带原始样貌。

在四方面实现核心创新：从记录到模拟的功能跃升，系统不仅记录现状，更通过气候因子输入预测未来老化趋势，在退化发生前设计保护遮盖方案；AI 驱动的“无声守护者”，将结构健康监测自动化，可扩展至全域多处遗址；虚拟遣返机制，通过“数字 DNA”账本标记每件文物原始位置，为跨国追索流失文物提供不可篡改的法律证据；模块化孪生模板，该架构不仅适配片岩建筑，还可迁移至摩亨佐－达罗砖构遗址及丝绸之路石窟群。

从环境监测到文物诊断的完整保护闭环

项目已完成测试模拟验证。【测试模拟输出一】展示了 AI 驱动的虚拟呈现能力——神经网络渲染引擎将地理空间与影像数据转化为“AI 视角”，实现遗址鸟瞰与地面细节研究的无缝切换，使全球用户能以高清画质探索偏远寺院，突破物理访问限制。【测试模拟输出二】验证了 Heritage Nexus 平台三大核心模块：总览仪表盘实时显示温度 36.6° C、相对湿度 51.8% 与振动等关键指标，支持全天候异常检测；上传与保存模块基于高分辨率影像创建文物数字副本；损害识别 AI 以 90% 置信度自动检测表面侵蚀并触发干预警报。平台采用中、英、乌尔都三语界面，初步验证了从环境监测到文物诊断的完整保护闭环。

现场调研：演示“文化遗产数字化”



Site visit to demonstrate 'Digitization of Cultural Heritage.'

三阶段推进与四项全球经验

项目分三阶段推进：一年内完成初步 3D 扫描、AI 模型训练与实验室验证；第一至第二年部署物联网网络并开发神经渲染引擎与教育内容；第二年起实现全球发布与预测性建模上线。

项目坚持技术辅助而非替代人类判断，为全球濒危石质文化遗产保护提供可量化、可复制的 AI 驱动解决方案。其沉淀的可推广经验包括：数字 DNA 账本为国际文物追索法律

面向技术专家与考古学家的线上宣讲会



Online awareness session for technologists & archaeologists

实践设立新基准，模块化孪生模板可快速适配各类濒危古迹，构建数字社群的开放式参与模式证明数字体验是凝聚本地保护支持的有力工具，而预防性保护优先的经济逻辑也验证了 AI 早期诊断成本远低于后期物理修复，为遗址管理提供了可持续财务模型。

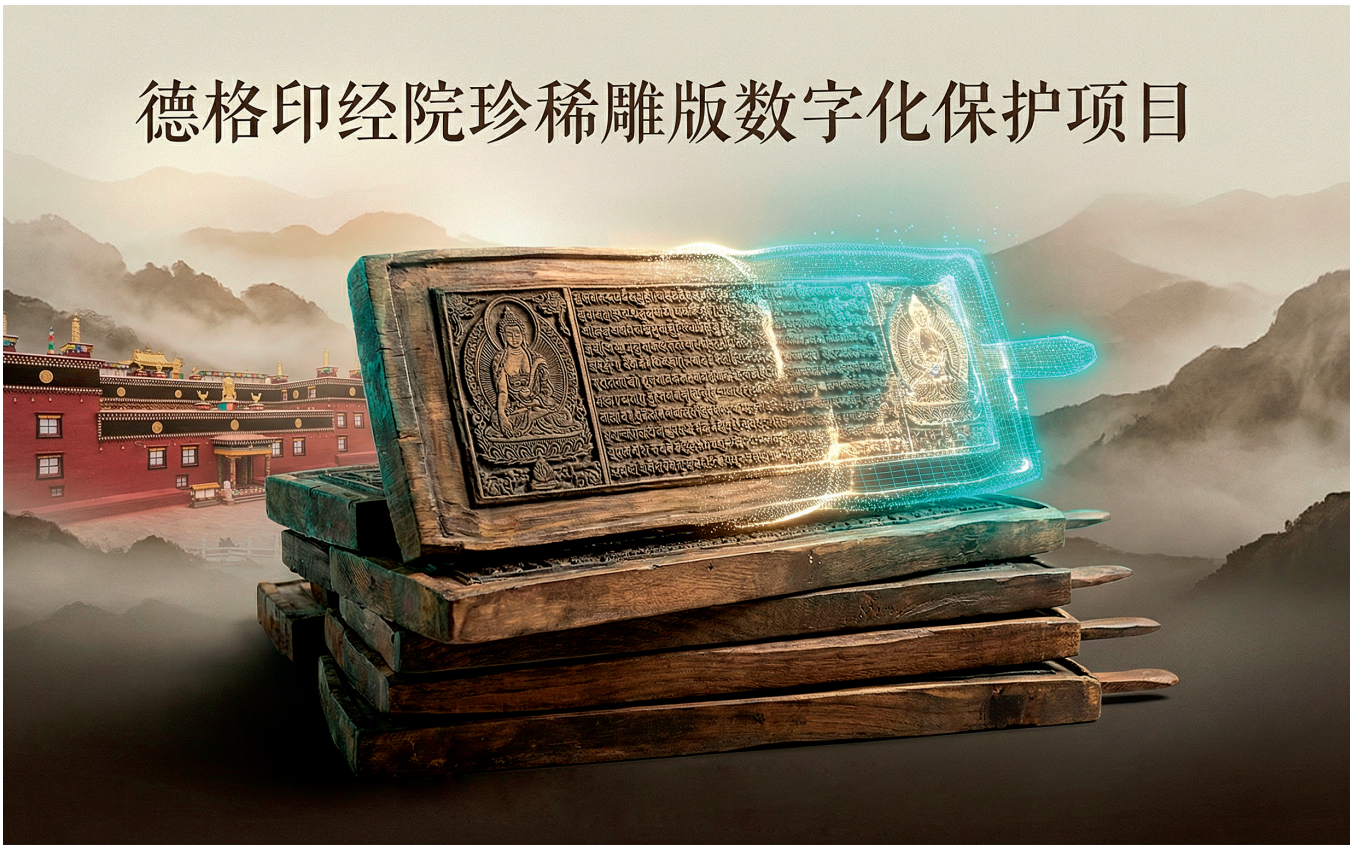
五层防线保障 AI 驱动遗产保护安全可信

风险防控方面，采用耐候硬件与边缘计算应对极端环境数据可靠性风险，建立专家审核机制防止 AI 生成错误表征，强加密技术保护敏感地理数据安全，邀请文化宗教专家参与确保数字重生尊重犍陀罗文明神圣性，以多元化融资体系与预防性维护经济效益共同保障长期运营可持续。

未来合作及关于如何开展未开发犍陀罗文明遗址及其数字化的建议



Future collaboration and suggestions on how to work on unexplored Gandhara civilization sites and its digitization?



德格印经院珍稀雕版数字化保护项目

015

申报机构

杭州国家版本馆

其他参与机构

德格县文物考古研究所

本案例聚焦少数民族地区珍稀古籍雕版抢救性保护与数字档案建设，融合非接触式三维扫描、高精度平面拍摄与多光谱信息采集技术，构建“端—云—用”一体化体系。

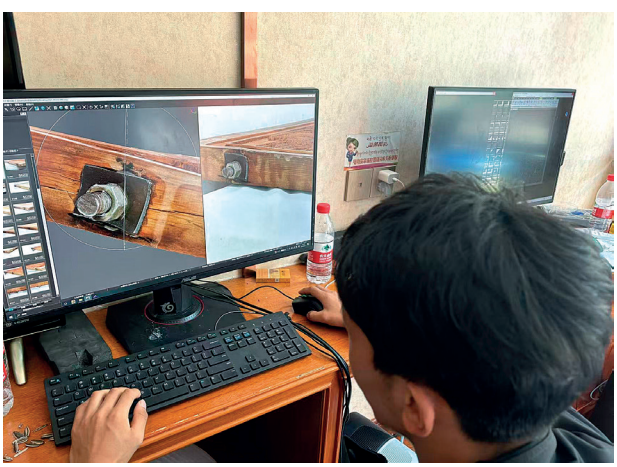
项目由杭州国家版本馆与德格县文物考古研究所联合实施，针对德格印经院 33 万余块藏文雕版（其中三分之二为珍稀古版）保存环境脆弱、传统记录局限、利用与保护矛盾突出三大难题，采用“先行试点、分步推进、全面覆盖”策略，建立毫米级精度永久数字档案，形成适用于少数民族地区珍稀文献数字化的可复用范式。

雪山下的雕版正面临三重危机

德格印经院始建于 1729 年，被誉为“雪山下的藏族文化宝库”，2009 年被列入联合国非物质文化遗产名录，2024 年入选《世界记忆亚太地区名录》。其雕版保护面临三重困境；一是实体保存环境脆弱，德格地处高海拔地区，气候干燥多变，木质雕版易发生干裂、变形甚至虫蛀，印经院面向公众开放，游客可直接触摸雕版，存在物理损坏风险；二是传统记录方式存在局限，过往对雕版的记录多依赖管理员记忆与口口相传，缺乏可供查询的雕版总目，更无法完整保留雕版的形态、刀法纹理及微观病害信息，一旦实体损毁将造成不可逆的文化断层；三是利用与保护矛盾突出，作为活态传承的印刷场所，频繁刷印加速古版磨损，而封闭保护又限制学术研究与公众传播。行业亟需一种既能“永久封存”又能“无限利用”的解决方案。

“端—云—用”一体化技术体系如何让雕版“活”起来

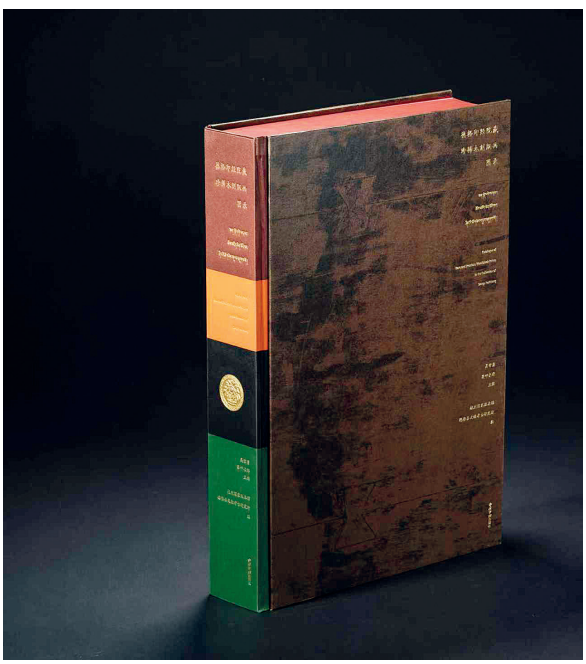
项目构建了“端—云—用”一体化核心技术架构。采集端采用标准色温冷光源与非接触性三维激光扫描技术，结合高精度平面拍摄与多光谱信息采集，形成“三维几何 + 二维纹理 + 多光谱信息”的多维数据采集体系，全程不接触、不移动文物本体。处理端搭建高性能数据处理平台，运用去噪、拼接、纹理映射及色彩校正算法，构建高保真数字模型。应用端建立珍稀雕版数据档案，支持数字拓片生成、虚拟展示及学术研究调用，形成完整数字资产闭环。



项目分三阶段实施落地：筹备启动期（2023 年 7 月至 2024 年 7 月），德格县人民政府与杭州国家版本馆签订合作协议，确定以珍稀古版画为试点制定“以点带面”策略；全面采集期（2024 年 8 月至 2025 年 1 月），团队双线并行完成雕版实体无接触三维扫描与刷印成果高清晰度拍摄；数据处理与建档期（2025 年 1 月至 2025 年 3 月），完成数据去噪、拼接、优化及三维建模，组织专业团队完成雕版汉语命名与翻译，建立详尽目录档案。

毫米级精度与数据驱动的预防性保护

项目实现三大创新突破：一是毫米级精度永久存档，扫描精度误差≤ 0.01mm，点云噪音≤ 15%，三维体积精度 0.015+0.035mm/m，不仅还原纹理细节，更构建可量化几何基准；二是数据驱动的预防性保护，首创以初代扫描数据为“时间原点”的监测机制，未来通过周期性复扫自动生成形变热力图，实现病害发展毫米级预警，将保护决策从“经验推测”升级为“数据驱动的科学诊疗”；三是数字拓片技术应用，基于三维模型模拟生成数字拓片，解决传统拓片需接触文物、易造成损伤的难题。



数字化“永生”与文化援川的双重价值

项目完成古版画雕版全链条数字化，所有模型达毫米级精度（误差≤ 0.01mm），平面图像色彩还原度高，噪音控制在 15% 以内，建立首套永久性数字档案；联合出版《德格印经院珍稀木刻版画图录》，收录 300 张珍稀古版画，创新“左版右画”对比展示。





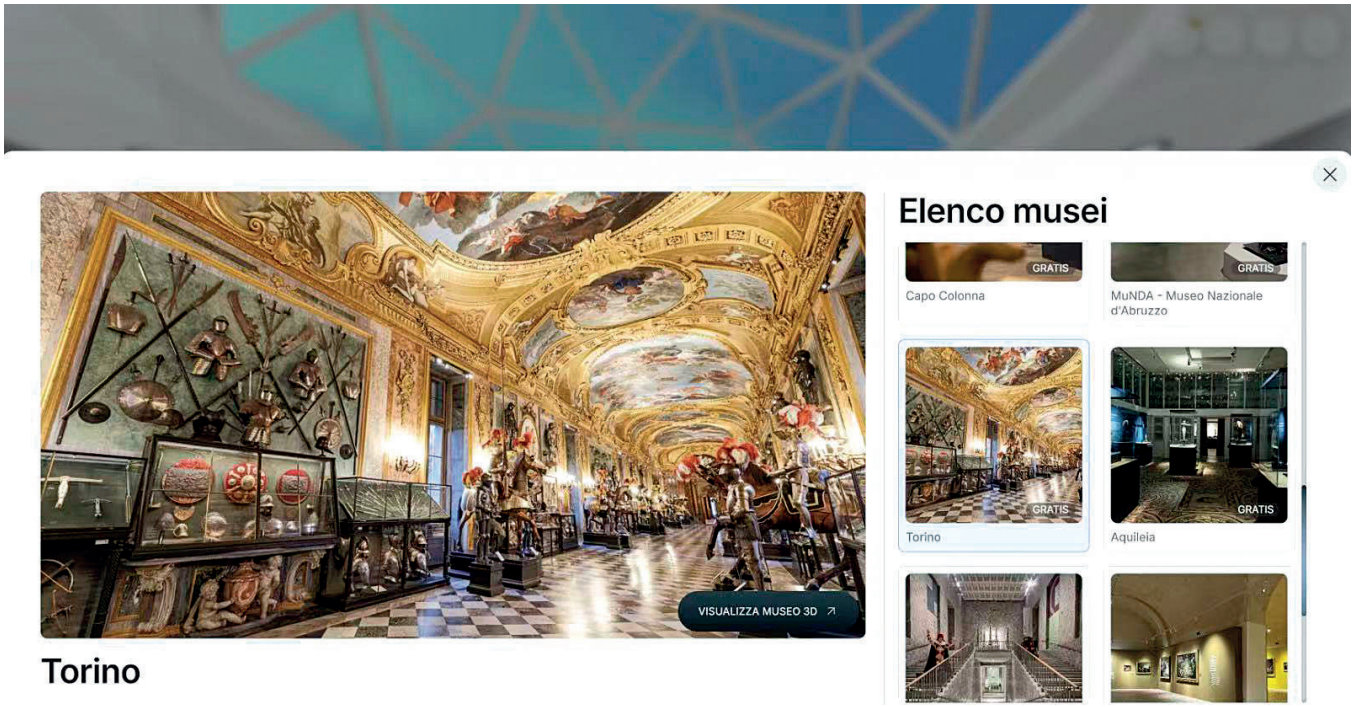
保护层面实现数字化“永生”，实体损毁后形态纹理永久留存；学术层面填补数字资源空白，为汉藏文化交流史及印刷技艺研究提供一手资料；传播层面作为“文化援川”典范，深化浙川互动，突破地理限制；行业层面为脆弱性木质文物数字化树立新标杆。

从 33 万块雕版到全球共享的长效路径

项目坚持保护优先、标准先行、开放共享，为少数民族地区珍稀文献数字化提供可复用的解决方案。其形成的核心经验包括：坚持“原位无损”原则，最大限度减少文物移动风险；建立“馆际合作”机制，整合国家级技术资源与地方保障能力；推行“标准先行”策略，在采集之初即规范数据格式与命名体系，确保数字资产的长期可用性。



项目制定了长远发展规划：2025 年—2030 年，分级分类推进剩余雕版数字化，建立 33 万余块雕版全覆盖档案；2026 年—2028 年，深化浙川学术资源整合，推进藏族纸谱、墨谱等非遗研究。此外，项目将开发沉浸式展览与 VR/AR 体验，推动数字资源进入全球共享平台。风险防控方面，将采用数字水印与区块链确权并分级授权访问，争取专项资金并探索多元投入，通过高校合作培养复合型人才。



016 意大利文化部 DHGP 数字遗产门户平台

申报机构

意大利文化部博物馆司

本案例属于博物馆遗产数字化与国家级文化遗产沉浸式虚拟体验领域，重点搭建联合式多租户平台，实现各类博物馆网络的访问入口统一。

数字遗产门户平台（DHGP）是意大利面向博物馆遗产打造的国家级 3D 沉浸式虚拟体验平台，由意大利文化部博物馆司研发，依托国家复苏与韧性计划资金支持，整合 12 座国家级博物馆资源，已全面投入运行，这也是意大利首个部署在国家主权云之上、采用联合架构的全国沉浸式虚拟博物馆网络。

近 500 处场馆的数字化之困

意大利公立博物馆体系拥有超过 480 处文化场馆，馆藏与展陈兼具深厚历史艺术价值与丰富品类。但长期以来，数字化服务较为分散——线上藏品目录标准不一、虚拟导览技术各异、视觉形象杂乱、内容管理体系相互独立，数字化体验呈现碎片化特征。全球范围内，中国数字故宫、荷兰国立博物馆线上平台等成熟项目均形成了完善的国家级数字化体系，这让意大利的短板愈发凸显。

本项目旨在破解一系列关联性难题：各博物馆技术方案互不兼容，导致虚拟导览质量参差不齐；意大利国内缺少统一的高精度三维采集与网页适配技术流程，造成重复投入；“一馆一平台”模式难以兼顾各馆内容自主权与全网统一体验；缺少面向国际展示的国家级数字窗口，限制了意大利在全球文化遗产数字化领域的话语权。

多租户架构如何平衡统一与自主

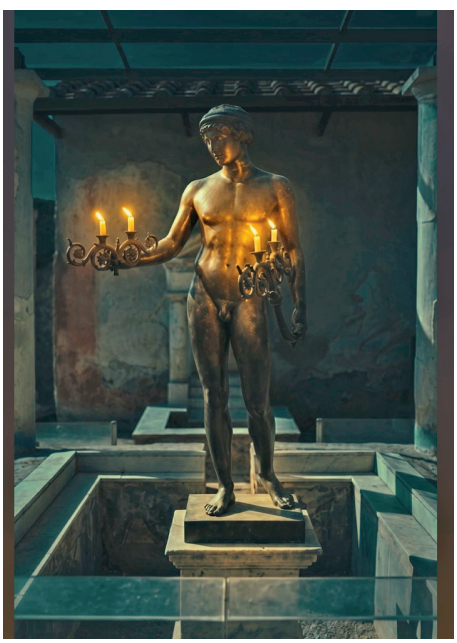
平台采用云原生联合式多租户架构，三层分工明确、独立升级。内容层由各博物馆自主管理展品遴选、叙事动线与多语言翻译，完整保留编辑自主权；展示层集中统一管理，确保全网视觉风格与使用体验一致；基础设施层部署于意大利国家战略云平台，满足安全运维与数字主权要求。接入新博物馆无需改动现有系统，有效控制扩容边际成本。

平台全面落实无障碍设计，网页无障碍等级达 AA 标准，支持意大利语与英语双语服务。技术采用开放标准，三维模型使用 glTF 格式，高清图片采用 IIIF 框架，元数据遵循 FAIR 原则，保障与欧洲文化网及全球平台互联互通。

项目的核心创新主要体现在四个方面：一是采用多租户架构，打破“一馆一平台”的传统，使平台扩容更加渐进、可控；二是集成高精度三维测绘、网页端优化和全域无障碍服务，并通过开放标准保障国际互通；三是围绕虚拟展厅独立设计数字叙事动线，与线下游览形成互补；四是依托国家主权云部署，成为意大利数字文化主权建设的重要载体。



一年完成 12 座博物馆上线的“意大利速度”



埃费博（Efebo）少年雕像的数字化复原成果——依托DHGP平台，对庞贝出土文物进行三维重建，并叠加烛台照明功能，将其置入原发掘宅邸的虚拟空间环境中。

实际施工不足一年，即完成 12 座博物馆全线上线，覆盖意大利七大行政区，包括罗马文明博物馆、朱莉娅别墅国立伊特鲁里亚博物馆、都灵皇家博物馆、阿奎莱亚国立考古博物馆等知名场馆。平台还与意大利全国博物馆访客服务门户、国家文化遗产编目系统深度对接，体现意大利文化部以博物馆数字化打造数字文化主权的整体思路。

四项可迁移经验与三阶段规划

项目坚持架构开放、标准互通、包容共享，为全球国家级博物馆虚拟体验网络建设提供可复制的解决方案。其沉淀的核心可推广经验包括：联合式多租户架构平衡统一体验与各馆自

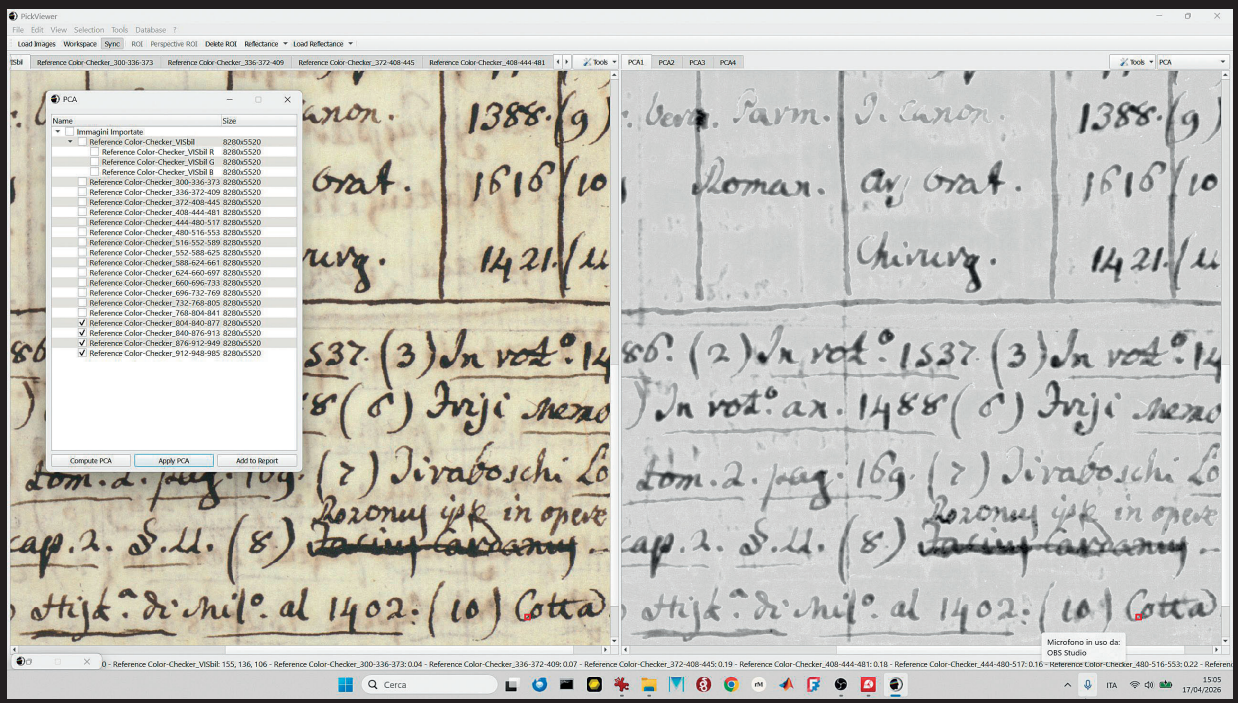
主权，开放互通标准保障长期兼容性，国家主权云部署提供安全可控底座，无障碍普惠设计实现文博资源全民共享。

平台计划分三阶段推进：第一阶段巩固现有 12 座博物馆运行并完善监测与反馈机制；第二阶段接入新博物馆并上线 VR 漫游、AI 导览、跨馆主题路线等功能；第三阶段参与欧洲文博数字化项目与国际标准制定打造全球标杆，同时逐步向欧洲文化网开放数字资源并围绕丝绸之路等主题开展国际联合数字化项目。



左一：卡普里考古博物馆对蓝洞（Grotta Azzurra）出水雕塑群的沉浸式水下环境数字化复原成果——依托 DHGP 平台，对蓝洞出土的罗马时期雕塑群进行三维重建，并将其置入原生水下场景的虚拟空间环境中。
中间：维约考古公园阿波罗神庙的数字复原成果——依托 DHGP 平台，对神庙建筑进行三维重建，并将现藏于罗马朱利亚别墅国家伊特鲁里亚博物馆的阿波罗与赫拉克勒斯雕像虚拟还原至原始位置。
右一：西里蒂德国家考古博物馆对德墨忒拉女神彩绘陶器的动态化展示成果——依托 DHGP 平台，对陶器上描绘农业女神德墨忒拉的静态彩绘进行动画处理，以动态叙事方式呈现古希腊陶器绘画的艺术与神话内涵。

风险应对方面，针对新场馆入驻阻力，将依托现有 12 座场馆验证多租户模式可行性，打消后续场馆入驻顾虑；技术迭代方面，将采用国际开放标准摆脱单一厂商限制，降低迭代成本；在运维可持续方面，一方面将把平台纳入文化部遗产数字化顶层规划，另一方面将积极参与欧洲各类资助项目，拓宽资金渠道。



017 高精度超色度多光谱成像分析 14 世纪与 18 世纪古代手稿

申报机构

普罗菲洛科洛雷有限公司（Profilocolore Srl）

其他参与机构

意大利帕维亚大学

本案例聚焦历史手稿与文字材料中墨水的无损识别与退化检测。项目采用普罗菲洛科洛雷有限责任公司自主研发的超色度多光谱成像系统，通过 300–1000 纳米波段的高精度色度与光谱反射率采集，结合主成分分析、聚类分析、光谱数据库比对等综合数学方法，实现对不同墨水配方的精准区分、对次表面隐藏信息的提取以及早期退化迹象的检测，为古籍保护与修复提供可量化、可复现的科学诊断工具。

墨水识别成为古籍保护的“技术暗区”

历史手稿与文字材料中墨水的准确识别，是文物保护与文献学研究中的长期难题：一是传统点分析技术受限于采样点数量和位置，难以全面表征整页文献的墨水分布；标准摄影下的目视检查在面对视觉相似的墨水配方时几乎无能为力。二是对于被擦除或隐藏在擦除痕迹之下的文字，识别难度进一步提高。三是墨水极易因紫外线辐射、湿度波动、磨损、化学因素及生物因素受损，即便是轻微退化也可能导致可读性下降乃至整段文字信息永久丢失。四是传统多光谱成像长期停留在未校准的假彩色合成层面，不同操作者结果差异显著，无法用于材料精细分类与时间维度监测，更无法推动方法与数据库的标准化。

基于此，行业亟需高精度、可重复、非侵入性的无损诊断方案，实现从经验判断向数据驱动科学诊疗的转型。

采集—校准—分析：全链条技术架构破解诊断难题

普罗菲洛科洛雷有限责任公司开发的超色度多光谱成像系统，构建了“采集—校准—分析”一体化工作流程。

在采集端，通过专利光学滤光片组获取多波段信息：最少使用两个滤光片可获得 13 个光谱波段，最多使用 6 个可获得 27 个波段。结合高分辨率相机，单次拍摄即可获取色度与光谱信息。

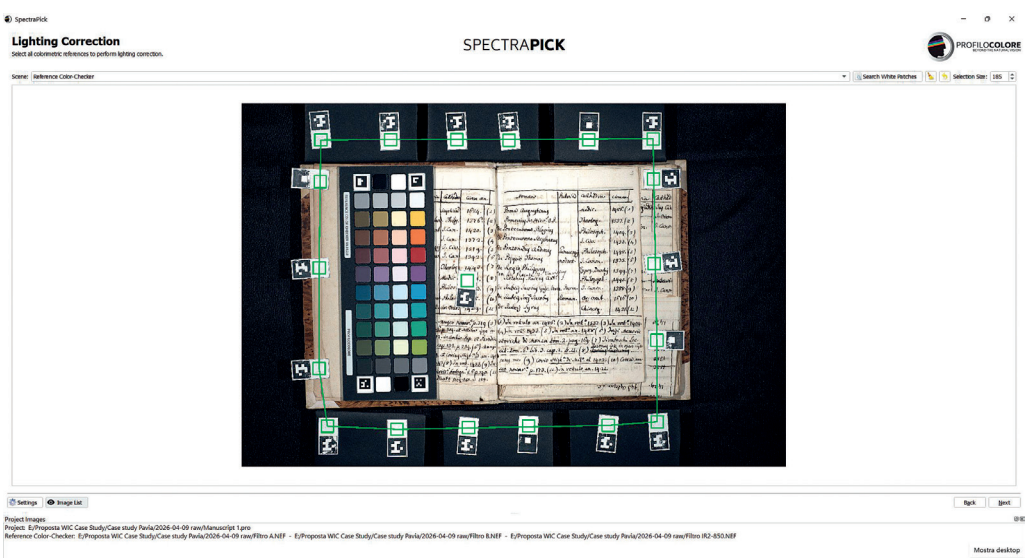


采集图像

在校准端，由基于 AI 的 SpectraPick 软件执行，输出精度 dE2000<2 的 CIELAB 图像、300–1000 纳米范围内光谱反射率精度达 98% 的单色图像，以及用户自定义虚拟滤光片对应通道。



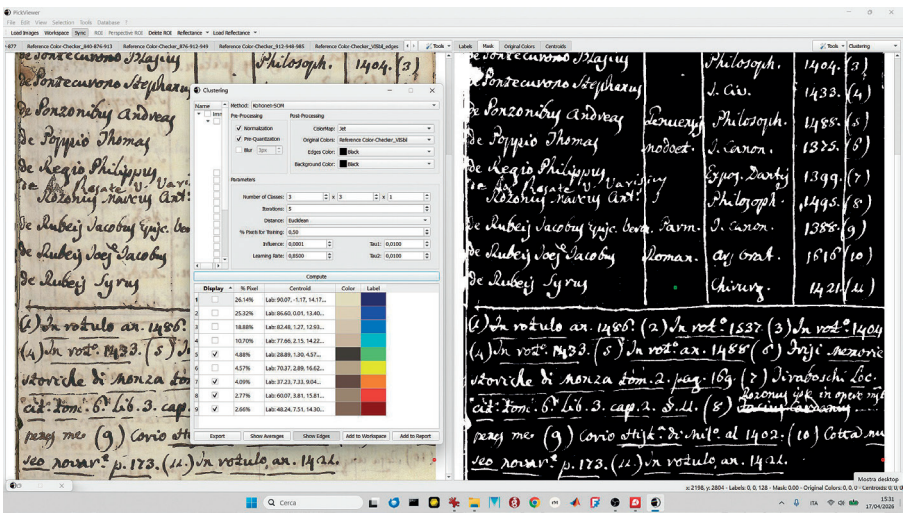
标记物



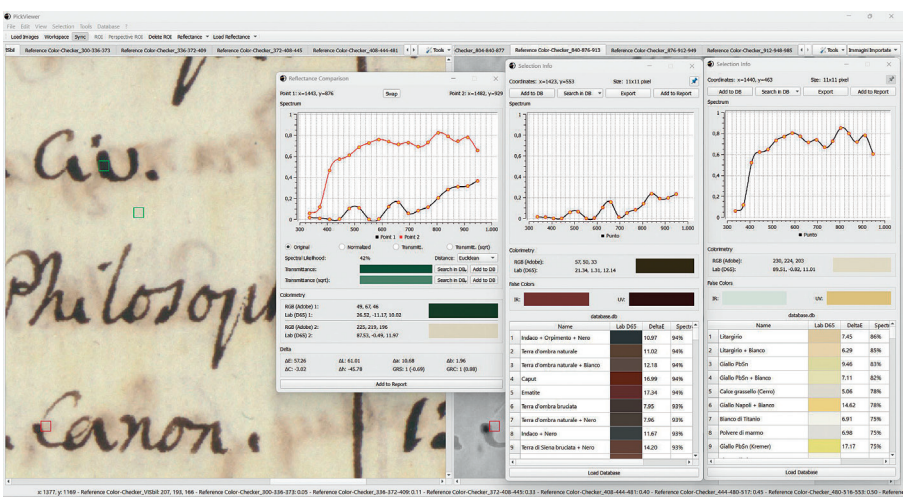
Spectrapick 中的标记物

在分析端，由 PickViewer 提供集成环境，支持 PCA、神经映射、光谱数据库比对等工具，并与 XRF、拉曼、FTIR 等第三方技术数据融合分析，自动生成标准化诊断报告。该系统具有便携、精确、快速、灵活、易用、标准化、经济等七大特性。

其核心技术突破体现在：全光谱灵敏度揭示肉眼不可见的墨水光谱差异；近红外与紫外荧光穿透表层揭示次表面异常与隐藏文字；高分辨率多波段融合结合 PCA 与聚类分离多层光学贡献；基于 CIE 的色度校准建立参考光谱数据库并支持像素级时序比较；快速采集与自动化处理可数秒内捕获并对齐所有波段并自动应用校准；AI 驱动软件支持跨批次测量数据连接构建材料知识库；基于 AI 和散射特性的特殊算法识别混合颜色中的单一颜料组分。



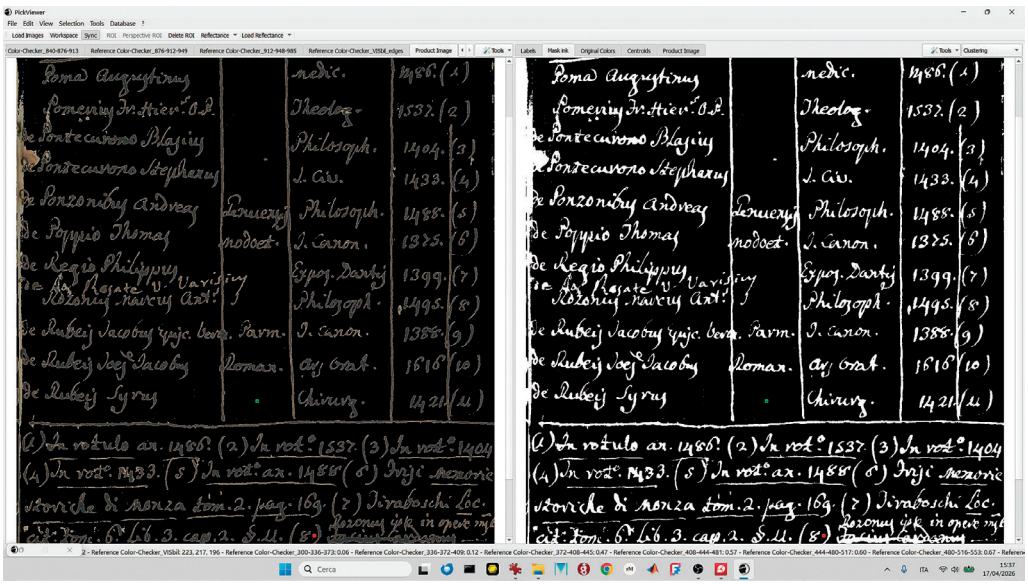
基于聚类方法对墨水进行筛选与分类



纸张与墨水的光谱比较分析

从梵蒂冈到卢浮宫：国际顶尖文保机构的共同选择

系统已在多个国际文化遗产保护项目中应用，服务客户包括梵蒂冈博物馆、卢浮宫等知名机构。研究结果表明，多光谱波段融合显著增强了对视觉相似墨水的区分能力，即使是在因擦除、褪色或化学降解而肉眼无法辨认的情况下，也能有效识别表面下的异常信息。校准后的色度与光谱数据具备时间维度可比性，可用于建立一致的状态报告，并作为文字材料的数字孪生，为未来 HMI 材料诊断研究提供有前景的方向。



掩膜提取的墨水（区域）

五大技术迭代方向

项目坚持高精度、标准化、开放融合三大原则，为历史文字材料墨水的无损识别与诊断提供可量化、可复现的科学工具与解决方案。

其形成的核心可推广经验包括：以标准化与可重复性确保跨时间、跨操作者、跨设备的数据可比性，以多技术融合开放架构支持多种技术数据集成分析；将实验室级精度延伸至现场操作，并保持接近普通摄影设备的使用便利性；以 AI 驱动的工作流程降低对操作者经验水平的依赖，减少人为偏差。

项目技术迭代方向清晰：整合 2D 和 3D 太赫兹技术，增强表面粗糙度与深度分析；整合热成像技术，研究材料热动力学与层理信息；利用机器人技术自动化定位等，进一步提

升诊断的质量；探索超材料与超表面在文化遗产诊断中的前沿应用；将系统功能扩展至云端与移动应用，实现远程访问与操作。

风险防控方面，将采用国际标准格式，确保数据长期可用，不依赖任何专有格式或单一厂商；通过系统性培训计划，帮助用户快速掌握操作规范；通过持续研发投入与清晰的技术迭代路线，保障系统长期竞争力。



018 文物指纹——基于微痕比对的藏品管理应用

申报机构

杭州市临平博物馆

本案例聚焦可移动文物在流转中的身份认定难题，融合高精度微痕采集硬件、AI图像比对算法与区块链存证技术，构建以文物本体表面微痕特征为“指纹”的同一性认定体系。

项目由杭州市临平博物馆联合科技公司研发实施，针对馆际交流日益频繁背景下文物出入库身份核验效率低、防伪能力弱、责任追溯难等核心痛点，以“文物本体为对象、微痕特征为密钥”为技术路径，实现从“人防依赖”向“技防主导”的跨越，为文物流转全流程智慧监管提供可复用的解决方案。

文物身份认定的“以假换真”风险

当前博物馆事业进入高质量发展阶段，馆际交流日益频繁，文物出入库、借调、盘点等流程频次急剧攀升。与此同时，文物赝品仿制技术日趋“专业化”，逼真程度已超出单纯依靠人眼辨识的能力范围。尽管部分博物馆已引入 RFID 电子标签等数字技术，但这些手段仍属于对传统管理流程的数字化改造，尚未从根本上解决文物本体唯一、无损、不可篡改的身份认定问题。RFID 标签无法直接作用于文物本身，仍属于“物”与“标签”的分离式管理，一旦发生“以假换真”，事后追查和定责困难重重。



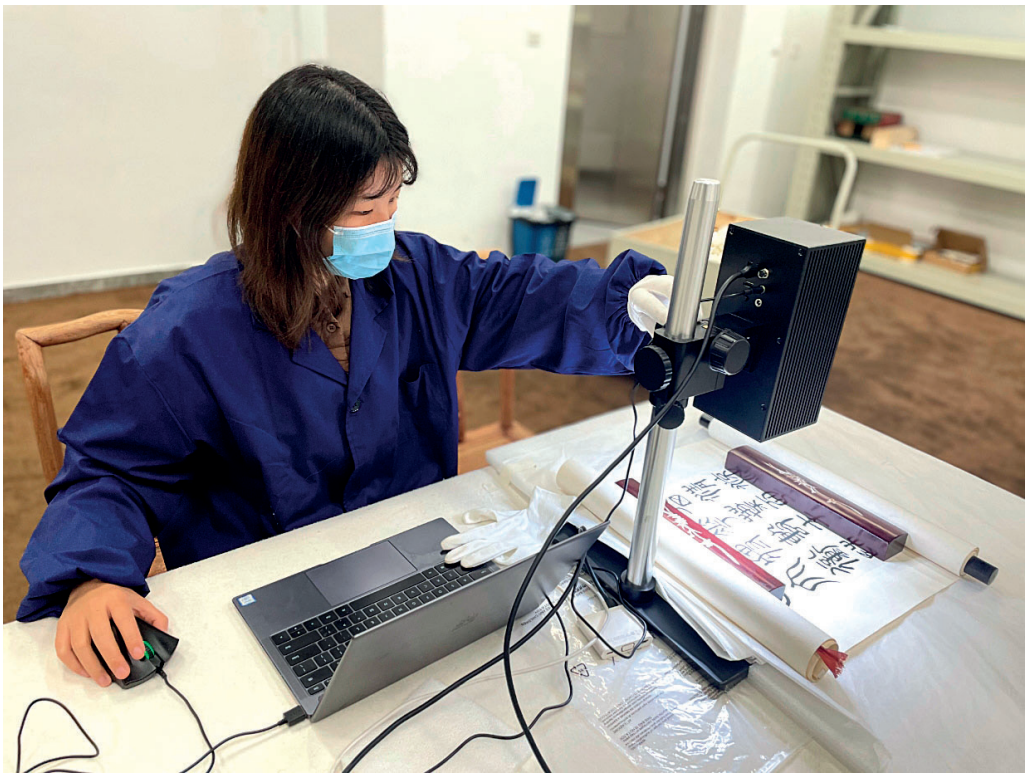
文物“指纹”采集比对特种设备

基于此，行业亟需一种直接以文物本体为对象、无需外挂标签、可随时验证且无法伪造的身份认证方案。

微痕采集、AI 比对与区块链存证的三重技术闭环

项目确立“以文物本体为对象，以微痕特征为密钥”的技术路径，并通过三项核心技术构建完整方案。

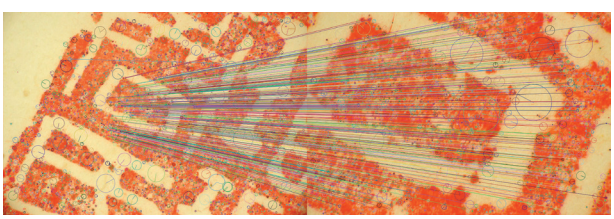
特种硬件采集设备集成高分辨率 CCD 摄像机、高倍显微镜及精密定位模块，实现微痕高清成像与重定位拍摄，确保不同条件下均可精确采集同一区域；专用于文物微痕比对的算法，创新提出基于适配器的快速融合微调技术，为不同材质文物构建定制化模型；区块链存证技术将采集数据与比对结果加密上链，构建全流程信任机制。



藏品管理人员比对文物“指纹”

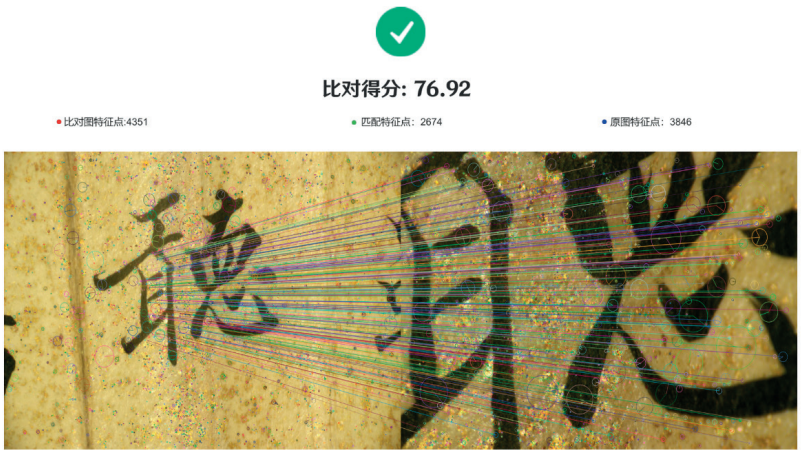
项目分三阶段落地实施：2023 年 1 月至 3 月，选取不同材质文物试点采集；2023 年 4 月至 12 月，完成算法迭代与平台开发；2023 年 12 月至今，完成 2000 余件文物建档。该项目形成四方面创新突破：理念创新方面，首次系统实践利用文物表面固有微痕进行身份认证；技术创新方面，研发专用硬件与 AI 算法，并引入区块链构建信任机制；模式创新方面，探索“中小博物馆 + 科技公司”协同创新模式；应用创新方面，相关成果可进一步拓展至拍卖鉴定、司法鉴定等领域。

2000 件文物的数字化“身份证”应用实效



系统算法匹配微观特征点

截至 2024 年底，项目完成 2000 件以上文物指纹采集，累计形成数万个特征数据，涵盖书画、玉器、陶瓷器、石器、金银器、铜器等多个门类。

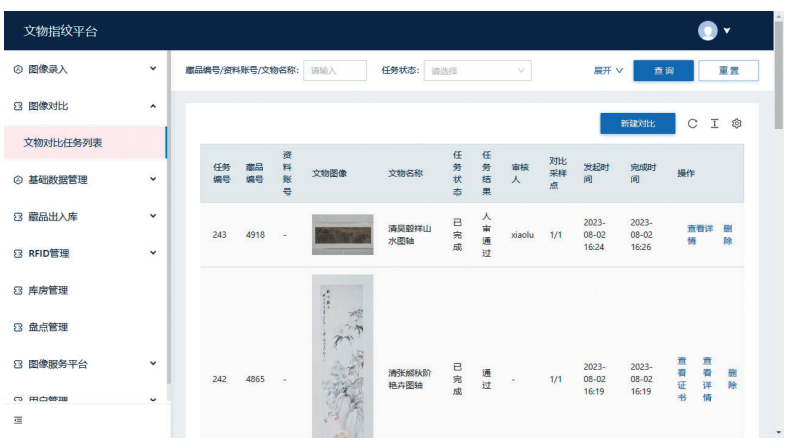


应用将当前文物实时图像模型与数据库原始采集的图像模型比对，可秒级判断是否为原件

系统将比对时间缩短至秒级，使全流程数据自动上链存证，为厘清管理责任、防范廉政风险提供坚实技术支撑。目前已在多次馆际交流中成功验证，成功完成出入库同一性认定。

手持终端研发与长三角互认平台建设

项目于 2023 年 12 月成功申报国家重点研发计划；2025 年启动第三代手持式智能采集终端研发，实现采集、比对、存证功能集成于单手操作设备，为野外考古、文物征集、现场鉴定提供便捷工具。2026 年预计完成 3000 件以上采集，推动长三角地区馆际互认与数据交换平台建设。长期瞄准“一带一路”沿线国家博物馆，推广中国标准的文物指纹技术。

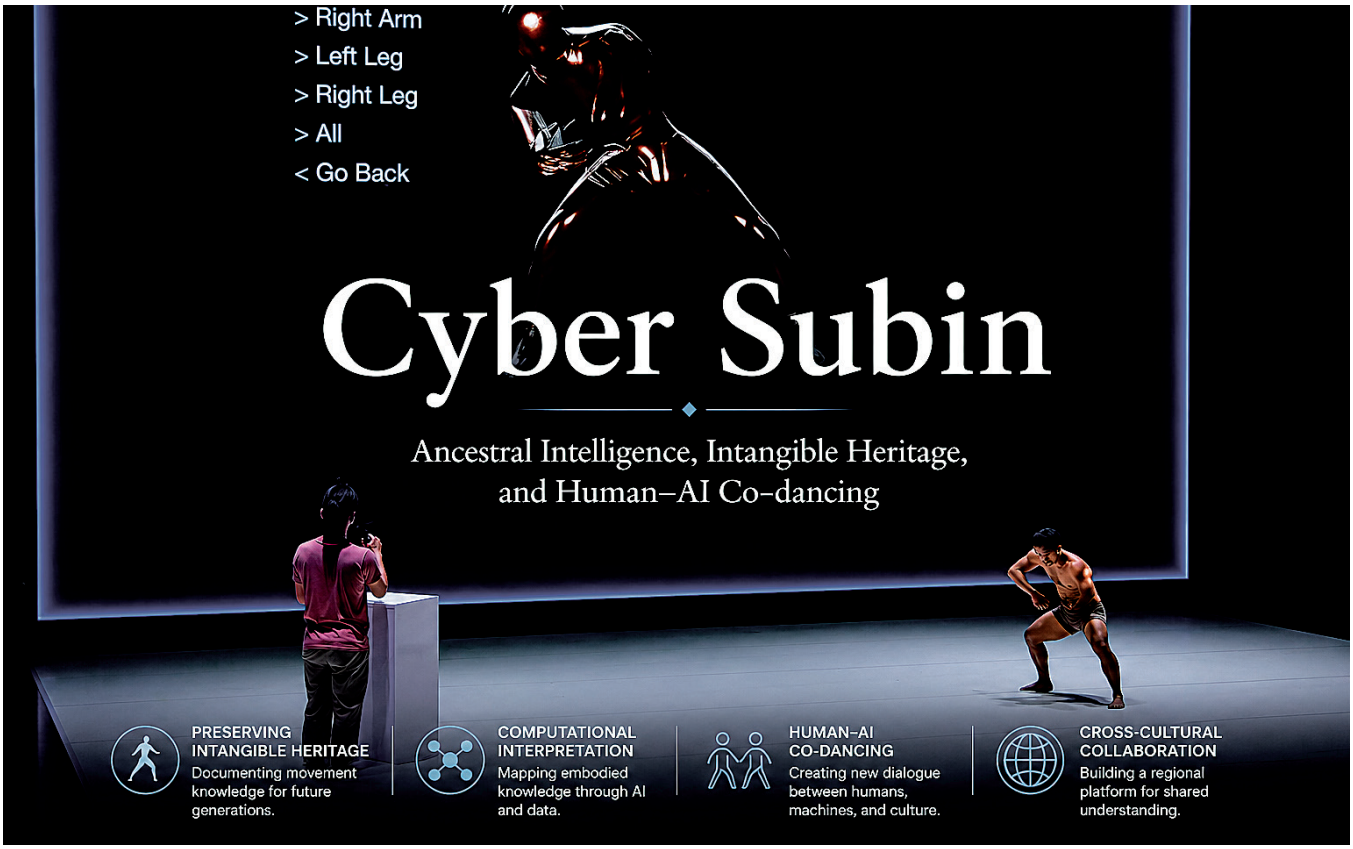


应用中的文物“指纹”比对任务记录

项目坚持需求导向、技术融合、标准先行，为文物流转全流程智慧监管提供可量化、可复用的解决方案。核心可推广经验包括：以需求导向确保研发方向正确；以技术融合形成协同合力；标准先行，在实践过程中，项目团队同步启动《文物指纹采集操作手册》编制工作，为规范化推广奠基；以市场驱动为产业推广提供内生动力。

数据安全与算法优化的双重保障

风险防控方面，将持续扩充训练数据集，防止算法误判；明确数据权属与授权规范，并推动行业数据共享公约建立；开发轻量化版本，并争取财政补贴支持基层推广。



赛博·素宾（Cyber Subin）：东南亚舞蹈遗产的数字化保存、计算阐释与未来传承

019

申报机构

皮歇·克朗淳舞团（Pichet Klunchun Dance Company）

本案例聚焦传统舞蹈类具身知识的数字化留存与传承。项目由泰国皮歇·克朗淳舞团联合麻省理工学院媒体实验室赛博格心理学研究组共同打造，针对传统舞蹈依赖口传身授、易随传承人离世而消亡的核心困境，融合动作捕捉、人工智能辅助解析与具身数据建模等技术，构建从非遗知识采集、动作捕捉存档、运算化分析到 AI 解读与公众展示的多层级保护模型，将舞蹈转化为可分析、可教学、可传承的数字资源，为东南亚乃至全球濒危肢体技艺保护提供可复用的范式。

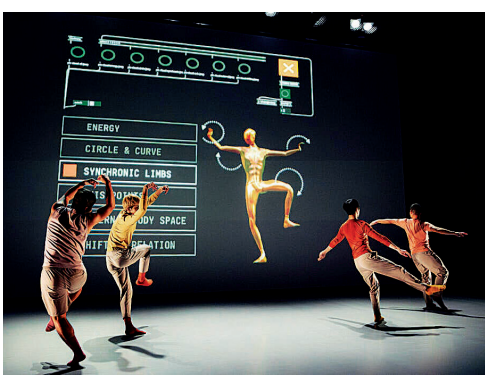
活态传承的脆弱性

舞蹈传统属于具身知识体系，依靠记忆、反复演练与肢体动作代代相传，无法脱离人而独立留存。其保护面临三重核心难题：一是非物质遗产的易逝性，传统舞蹈依赖活态传承，一旦资深传承人隐退或年轻群体参与度下降，舞蹈动作范式与文化内涵即面临失传；二是动作体系缺乏结构化记录，现有保护手段（视频录制、文字记谱等）只能留存外在形态，无法记录肢体空间位置、力量运转路径与动作编排逻辑，形成遗产保护的重大缺口；三是适配具身类遗产的数字化体系匮乏，当前主流数字遗产平台大多聚焦实体文物，缺少可规模化应用的活态动作保护方案。

基于此，行业亟需一种能将舞蹈视为完整语言体系进行保护的数字化路径，而非仅仅停留在影像层面的表面记录。

五层保护模型与四大创新

项目搭建五层综合保护模型：第一层为非遗知识采集层，全程与舞蹈传承人深度协作，记录经典姿态、整理动作语汇、梳理仪式内涵，传承人全程参与各环节；第二层为动作捕捉存档层，完整记录肢体三维运动轨迹，精准留存关节联动、动作节奏与空间结构，形成可复用数字档案；第三层为运算化动作分析层，解析动作结构，分析肢体形态、对称性、节奏规律与运动方向，将动态舞姿转化为结构化知识；第四层为人工智能辅助解读层，借助 AI 识别重复性动作范式、动作组合与编舞架构，AI 作为辅助工具不取代表演者；第五层为公众展示交互层，将成果落地为数字可视化、投影展演与公共展览，让大众理解舞蹈背后的文化内涵。





五层模型层层递进，从身体动作的数字化采集开始，逐步过渡到结构化解析，最终实现文化价值的公众传播。

项目的核心创新主要体现在四个方面：一是不再局限于影像录制，而是进一步留存动作之间的关联逻辑；二是将舞蹈转化为可解析的数字资源，使之具备可分析、可教学、可传承的新形态；三是探索人机协同保护模式，利用技术挖掘肉眼难以辨识的动作结构和内在规律；四是形成可复制的方法框架，可推广应用于各类传统舞蹈和濒危肢体技艺保护。



四阶段路线图与区域网络构建

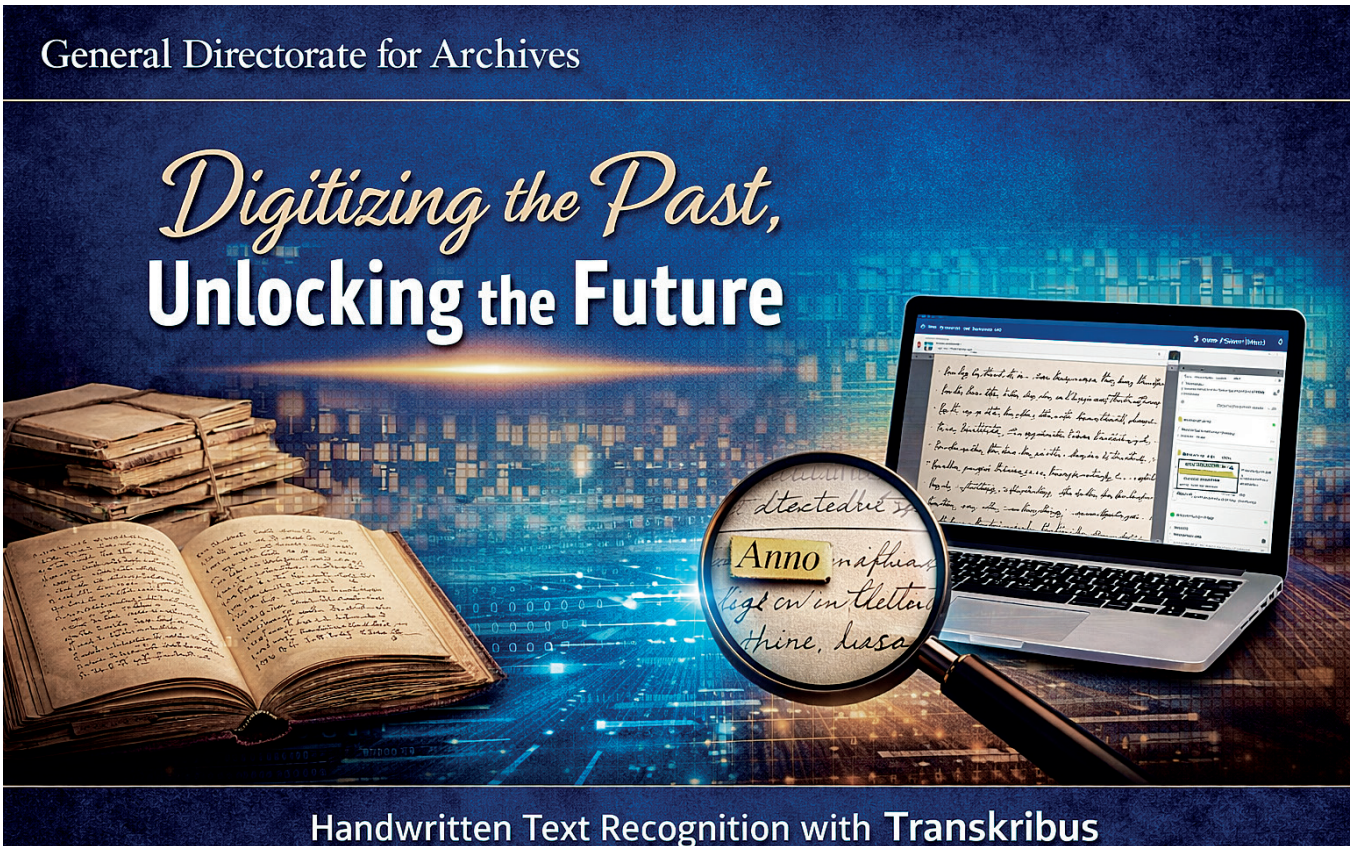


项目坚持深度解构、传承人主导和开放共享，为全球濒危肢体技艺数字化保护提供可复制的解决方案。其核心可推广经验包括：以深度解构替代简单记录，保护动作体系及其内在关联逻辑；以人机协同挖掘肉眼难以辨识的动作结构；以传承人全程主导保障文化表达的本真性；以多国协作网络推动区域联动和开放共享。

项目计划分四阶段推进：2026 年开展跨国合作与数据采集，同年完成保护系统原型搭建；2026 至 2027 年开展人工智能与机器人技术融合研究；2027 年举办《舞蹈之树》首演与教学应用落地。长期目标建成东南亚舞蹈保护资源库与跨地域动作谱系图，为区域舞蹈文化遗产的系统性保护奠定基础。

风险防控方面，由行业专家主导内容解读，并邀请传承人参与创作，以防范文化内涵简单化；建立知情同意与合规协议，以防范数据权属争议；采用通用开放格式与长期留存方案，以防范技术迭代淘汰。





意大利文化部档案总局——Transkribus 转录项目

020

申报机构

意大利文化部档案总局

其他参与机构

READ-COOP 欧洲合作社（READ-COOP SCE）；意大利国家档案馆（Italian State Archives）

本案例依托 Transkribus 国家级倡议，创新搭建适配历史手写档案的 AI 手写文本识别全流程处理体系，旨在解决古旧手写档案无法全文检索、人工转录效率低下的行业痛点。

项目由 READ-COOP 欧洲合作社联合意大利中央档案研究所等机构共同实施，通过构建分布式 AI 模型生态、推行分阶段跨机构协同落地模式、打造人机协同标准化工作流，推动档案馆从影像存储库房升级为可语义挖掘的智慧知识平台，实现文化遗产普惠可及。

手写档案智能转录的结构性难题

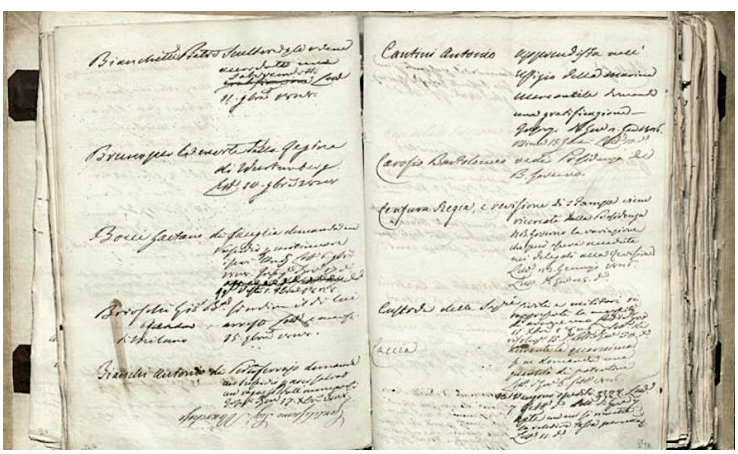
各国历史档案长期面临馆藏利用门槛高、规模化转录难的突出问题。大量 9 至 20 世纪手写古籍、地籍、司法及公证文书字迹特殊、载体破损，往往仅有专业人员能够释读；人工转录成本高、周期长，导致海量数字化档案仍停留在“看图查阅”阶段，难以实现全文检索和深度利用。

同时，文献类型异质性强，书写风格、版式、载体跨度极大，常规光学文字识别技术对手写原稿基本失效。AI 工具普及所需的跨馆协同流程、人员专项培训、高性能算力存储与长效运维等配套支撑普遍短缺。此外，引入人工智能还面临转录精度不足、算法偏见、原始史料完整性受损等伦理风险，亟需建立成熟的人工校验机制和规范约束体系。

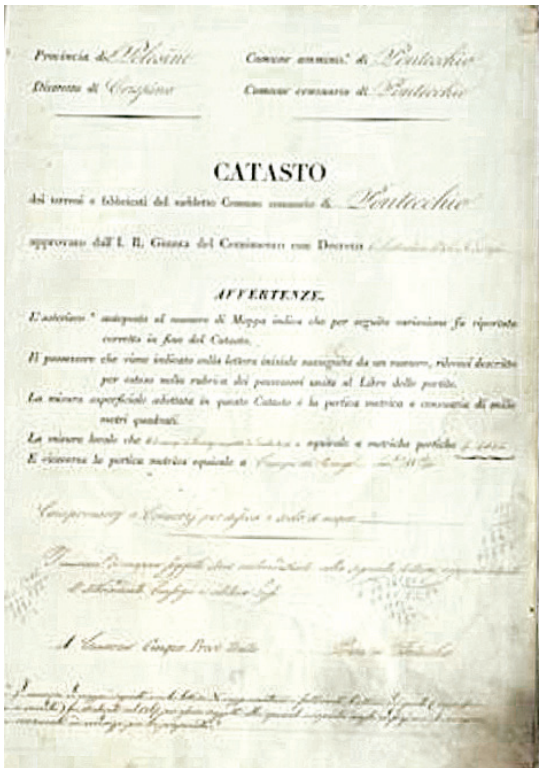
Transkribus 平台以集成式 AI 框架回应上述难题，支持手写档案自动转录、领域专用模型复用、海量档案批量处理，推动将静态影像转化为可检索、可语义分析的动态知识资源。

分布式 AI 模型生态与全国协同实施体系

项目以 Transkribus 平台为核心底座，集成深度学习手写文本识别模型、文档版面分区、表格基线检测及多语种语言模型，实现文稿分区、文字识别、上下文语义解读一体化处理。



平台模块化可定制，全国档案馆联合训练 400 余套专用 AI 模型，覆盖文本识别、基线检测、区域分割、表格识别四大类，支持千万级页面批量运算，累计处理超 170 万页档案、完成 15000 余项计算任务。


Provincia di Vicenza Comune amm.vo di Pontecchio
Distretto di Cittadella Comune censuario di Pontecchio

CATASTO

dei terreni e fabbricati del suddetto Comune censuario di Pontecchio

approvato dall' I. R. Giunta del Censimento con Decreto

AVVERTENZE.

L'asterisco * anteposto al numero di Mappa indica che per seguito variazione fu riportato corretto in fine del Catasto.

Il pennuovo che viene indicato colla lettera iniziale maiuscola da un numero, rilevasi descritto per intero nella rubrica dei possessori unita al Libro delle partite.

La misura superficiale adottata in questo Catasto è la pertica metrica e consiste di mille metri quadrati.

La misura lineale che [illegible] equivale a metri[illegible] partiche [illegible]

E viceversa la partica metrica equivale a [illegible]

Compromesso e Convenzione per stipulazione [illegible]

Pronunciata Sentenza passata [illegible]

A Comune Campo Primo [illegible]

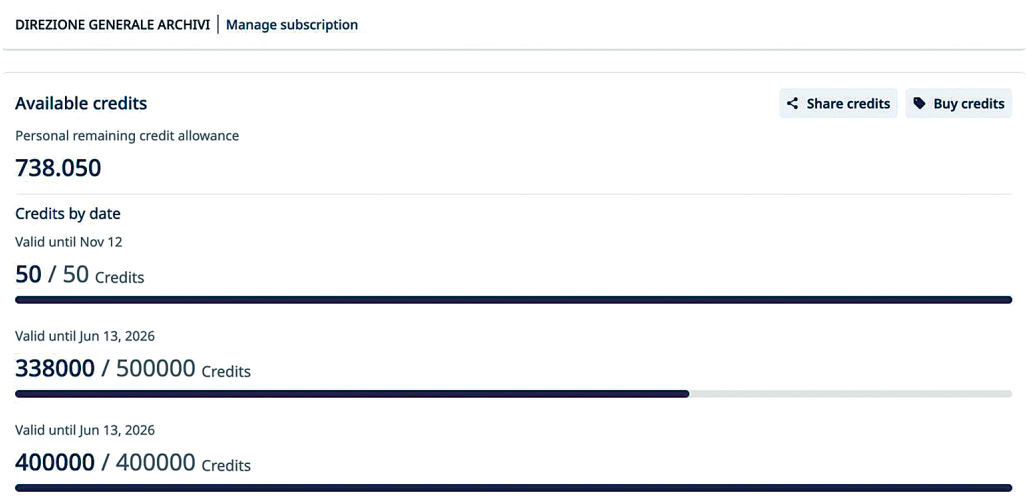
[illegible]

项目采用“全国统筹、分布式落地”的分阶段实施模式，面向全国 78 家档案馆征集申报，并遴选 30 家机构率先落地。实施过程中，项目通过专题培训和专家双周研讨开展人员能力建设，通过人工标注严控训练数据质量，依托转录算力资源开展大规模识别作业，并通过共享成熟模型、实操经验等吸纳后续机构参与。成果发布阶段，在人工校正转录内容后，对接数字图书馆系统，最终对外发布转录成果。

在支撑保障方面，项目配置云存储与高性能计算资源，统筹公共财政与欧洲专项项目资金，组建档案员、AI 工程师、历史学家复合型团队，并联动高校、科研院所与国际文化机构形成合作网络。

五大创新突破与多维价值释放

项目实现五大创新突破：一是构建分布式 AI 模型生态，摒弃单一通用模型，支持各馆藏定制专属识别模型以适配差异化手写文书；二是形成国家级统筹治理体系，推动数十家档案机构同步开展 AI 规模化部署；三是建立人机融合工作机制，通过人工标注和校验把控史料真实性，由 AI 承担批量识别任务以提升处理效率；四是推动档案机构升级，使其功能突破单纯影像存储，转向语义检索与知识挖掘；五是建立跨机构协作共享机制，促使模型、方案、经验在更大范围内流通，减少重复研发投入。



风险预判与长效拓展规划

针对技术风险中不同文书识别精度波动的问题，项目持续扩充标注数据并建立常态化训练校验循环；面对各馆数字化标准不统一的挑战，出台统一数字化最低质量规范。

在运营风险方面，将通过扩容算力存储与常态化技术运维应对高并发访问造成的系统卡顿；在组织风险方面，将采用分批次导入与常态化分层培训缓解基层机构落地不均衡的问题；在伦理风险方面，将强制人工复核并严格遵循档案保护专业准则。

项目计划分三期稳步推进：一期完成存量档案转录校对，并与数字图书馆系统打通；二期吸纳更多档案馆参与，并搭建全国通用共享 AI 模型；三期对接欧洲数字文化基础设施，并参与全球档案 AI 技术规范制定。

长效拓展方面，将在技术迭代、应用场景和国际合作三个方向持续推进：技术迭代层面，持续优化复杂破损文稿与小众语种手写识别精度，融合实体识别与知识图谱深化档案语义挖掘，打通全球数字图书馆系统，提升互操作性；应用场景层面，由国家档案馆拓展至图书馆古籍、博物馆档案、教会及私人历史文献；国际合作层面，积极参与全球文化遗产 AI 联合项目，共建多语种共享标注数据集，牵头制定档案 AI 应用行业标准，开展跨境技术输出与帮扶项目。



百科数字文物守护计划——海外文物回家

021

申报机构

百度

其他参与机构

CG 模型网

本案例聚焦物质文化遗产数字化领域，依托 AI、3D 建模技术打造海外流失文物数字化复原体系，推动破解海外文物无法实地扫描、资料稀缺、传播乏力等行业痛点，以数字手段实现流失国宝“虚拟归国”。

项目由百度联合 CG 模型网共同实施，采取无实物依托的 AI 轻量化 3D 复原路径，仅靠公开影像完成高精度文物数字重建，同时构建“平台 + 产业 + 算力 + 智库”四方协同机制，创新情感化叙事与沉浸式交互模式，借势国际博物馆日打造全域传播矩阵，为流失文物与损毁文物数字化保护提供标准化可复制方案。



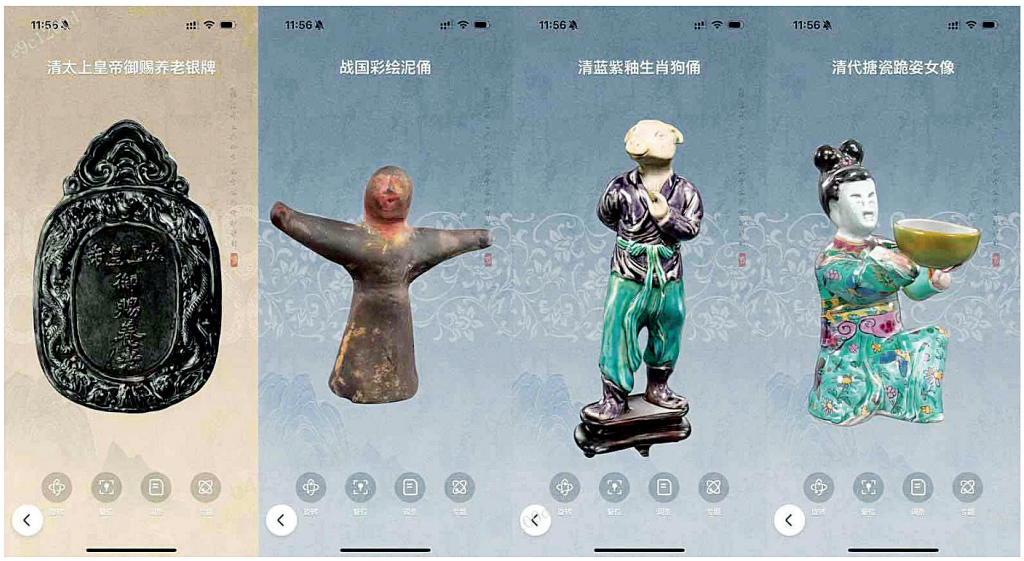
流失海外的国宝缘何难“回家”

海外流失文物分散于全球各大博物馆与私人藏家，实物接触与高清三维数据获取难度极高，行业面临多重短板：实物获取壁垒高，无法实地扫描采集建模数据；原始数字化资料稀缺且分辨率不足，难以支撑精细建模；中外学术交流存在壁垒，文物背景与真伪考证争议频发，数字化成果易缺失学术支撑；传统图文展示缺少情感共鸣，公众对流失文物认知薄弱；行业多方主体缺少成熟协同机制，版权与成果共享缺乏统一规范，规模化落地受限。

基于此，行业亟需轻量化数字化技术与多方协同模式，实现流失文物永久数字存档与大众化传播，本项目正是针对上述问题展开系统性攻关。

从二维影像到三维模型的 AI 重建路径

项目搭建“AI 驱动—3D 建模—多模态展示—沉浸式交互—全渠道传播”完整技术架构。



文物 3D 展示

AI 驱动复原方面，依托百度 ACG 图生 3D 与 AI 贴图修复技术，通过深度学习补全二维影像缺失纹理与立体结构，无需实物扫描即可生成基础三维模型，大幅降低数字化成本与门槛；标准化 3D 建模方面，联合文博专家校验四大博物馆 475 件文物模型，精准还原器物造型、纹饰与磨损痕迹，覆盖青铜、瓷器、雕塑等多门类文物；多模态知识载体方面，将 3D 模型嵌入百度百科，形成“文字 + 图片 + 三维模型”一体化词条，实现静态知识查阅与立体文物观测结合；专属沉浸式交互页面方面，支持文物 360 度旋转、缩放及穿透式查看内部与底部铭文，消解文物观赏距离感；全域全渠道传播方面，依托百度生态开屏、热榜与信息流，联动外部媒体与 KOL，借国际博物馆日节点形成立体化传播矩阵。



海外文物回家 – 线上传播情况

海外文物数字诞生

项目分阶段实施落地：在筹备阶段，整合百度平台、智能云算力、CG 建模团队，组建 50 余位文博专家智库，筛选 475 件海外馆藏文物，完成资料梳理与项目架构搭建；技术制作阶段，借助 AI 批量生成文物三维模型，专家全程审核校准，升级百科词条、开发专属沉浸式交互界面，同步制作动态展示视频；于 2025 年 5 月 18 日国际博物馆日正式发布，进入上线运营阶段。开放公众免费交互体验，持续优化模型加载与交互体验，同步开展全域话题传播。





从技术突破到情感共振的创新实践

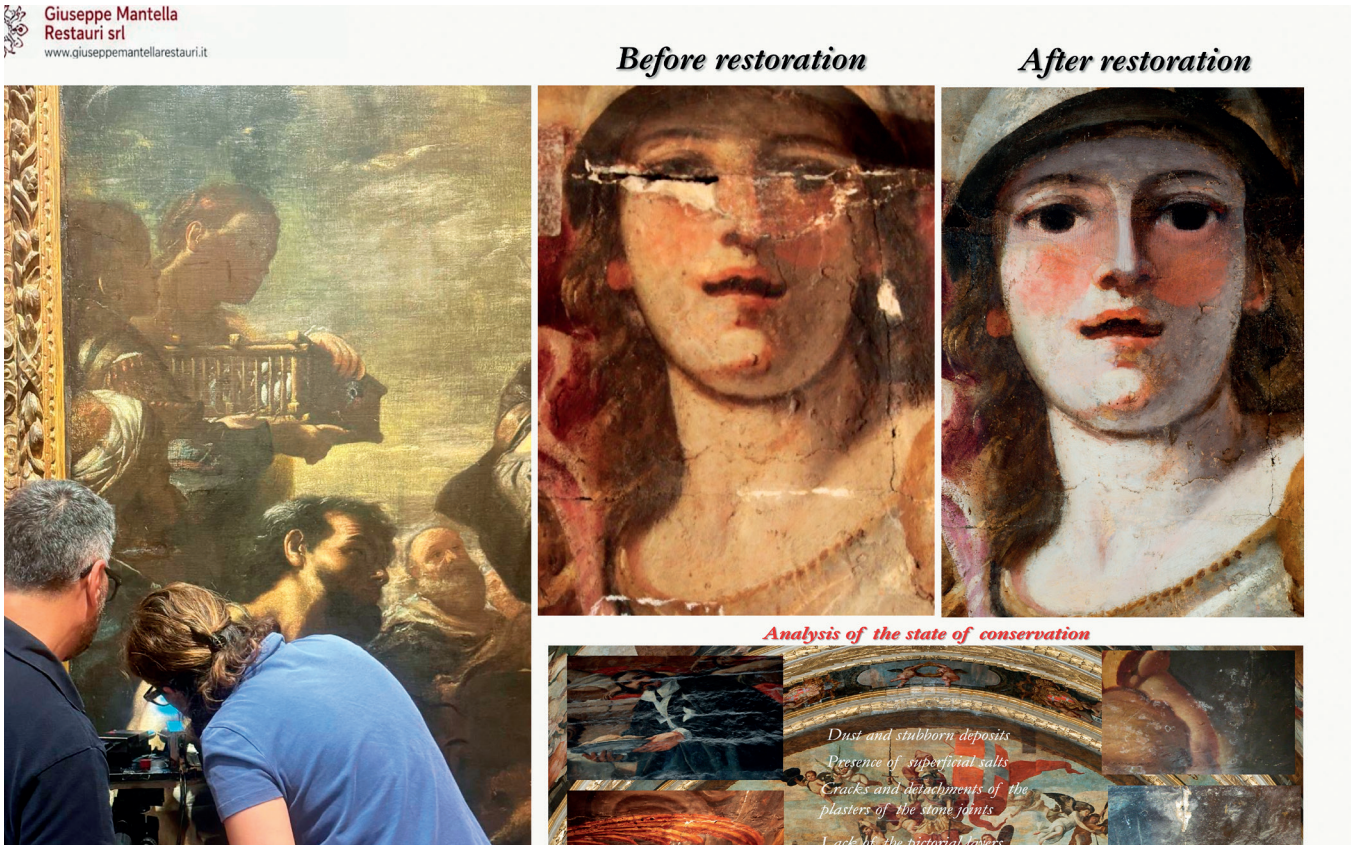
项目在技术、叙事、协同模式及产品形态等多个方面实现创新。技术层面，首次规模化落地“图生 3D+AI 纹理修复”技术，突破实物扫描限制，开创轻量化文物数字化复原新路径；叙事层面，提出“虚拟归国”情感叙事，将数字建模与民族文化情感结合，强化公众价值共鸣；协同模式方面，打造“平台流量 + 内容技术 + 云端算力 + 文博智库”四位一体协作体系，统筹版权、学术、技术、传播资源；产品形态方面，融合百科知识查阅与独立 3D 沉浸式交互界面，兼顾学术研究与大众科普双重需求。

千万级触达与可复制的行业范式

项目完成卢浮宫、大英博物馆等博物馆 475 件中国文物高精度 3D 数字建档，累计触达千万级用户，数字模型长期在线开放访问。

项目在多个层面落实价值：保护层面，建成流失文物永久数字档案，规避实物损毁与流失带来的文化损失；传播层面，以情感叙事打破小众圈层，让公众直观观赏流失国宝；教育层面，3D 交互资源适配全年龄段人群，打造直观立体的历史美育教学素材；行业层面，形成可复制的 AI 文物数字化与多方协同工作范式，带动行业关注流失文物数字保护，融合 VR/AR 打造虚实融合观展场景，推进视频与文字生成 3D 技术迭代，持续提升 AI 建模精度。

未来，项目将重点布局三大领域：教育场景方面，将与中小学、高校合作，开发基于 3D 文物的历史、艺术、科技融合课程，让学生在课堂上“亲手”触摸国宝；文旅场景方面，将与博物馆、文化场馆合作，设置 AR 互动点与 VR 体验区，提升观众的参观体验；国际交流方面，将推动“数字文物”国际巡展，与海外博物馆建立数字资源共享机制，促进中外文化交流互鉴。此外，还将探索数字藏品、文创开发等商业化应用，实现文化遗产的创造性转化与创新性发展。



022 马蒂亚·普雷蒂（Mattia Preti）：罗马与马耳他之间——诊断与数据驱动保护

申报机构

朱塞佩·曼泰拉修复有限公司（Giuseppe Mantella Restauri S.r.l.）

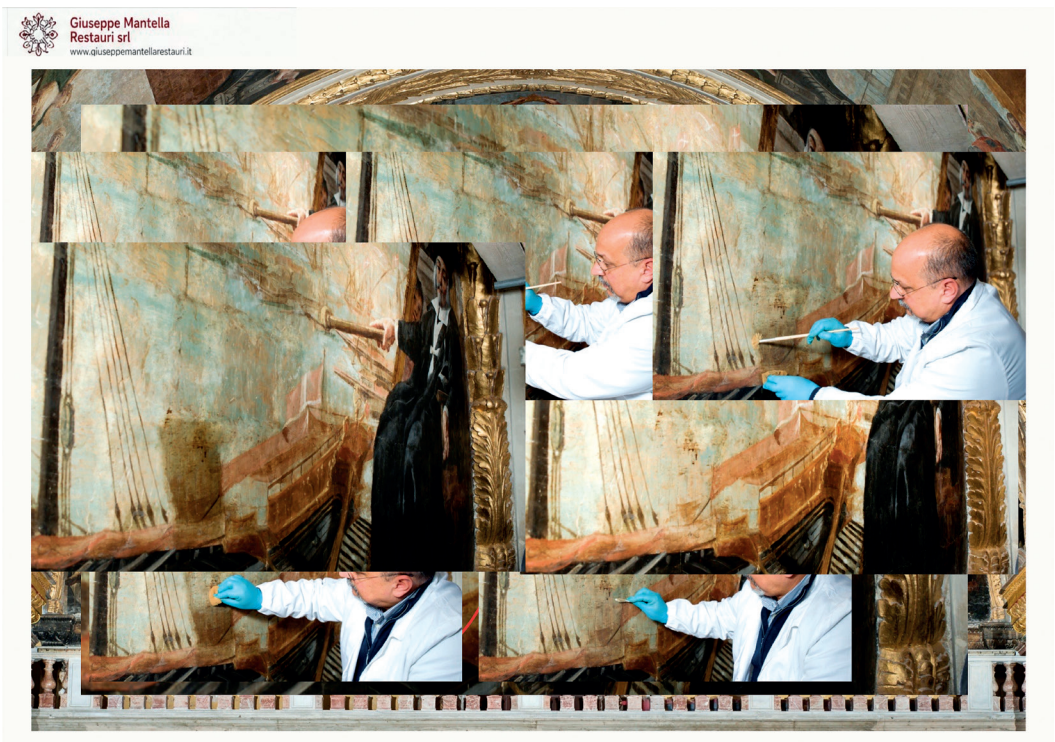
其他参与机构

RUME 文化管理公司（Rume – Managing Culture）

本案例依托意大利曼泰拉·朱塞佩文物修复有限公司国际实务积累，创新构建以数据保真、标准统一、落地实用为核心的文物无损检测数据驱动保护体系，聚焦五大行业结构性痛点展开系统性攻关。

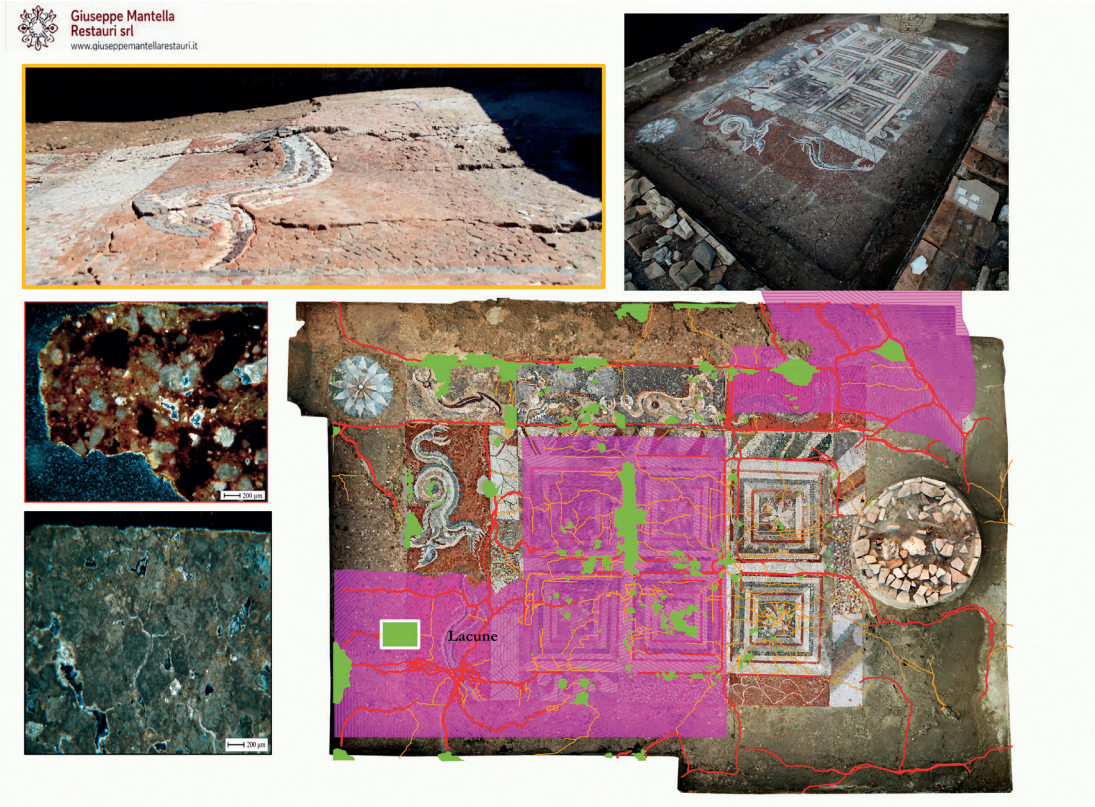
项目摒弃行业中重设备堆叠、重采集轻应用的同质化倾向，以 17 世纪普雷蒂跨地域画作体系为试验载体，聚焦多重难题：多类检测数据格式与坐标标准不统一，导致异构数据难以融合；专业量化参数晦涩难懂，难以直接支撑修复决策；高端无损检测成本高昂，中小文博机构难以承担；文物数字成果权属界定模糊，制约共享复用；数字档案缺乏存续标准，易发生流失损毁。

针对上述问题，项目创新搭建“数据采集—整合配准—智能解读—决策建档”四维联动技术框架，形成模块化、可迭代、全闭环的数字化保护体系，突破传统经验化修复模式。



四维联动的标准化技术框架

项目创新搭建四维联动技术框架，形成标准化、可迭代的全闭环数字化保护体系。采集层统一设备校准标准，按需搭配无损检测技术，保障原始数据完整保真；整合层规范文件格式与坐标基准，融合光谱、三维、环境、文献多源数据，构建完整文物证据链；解读层建立标准化转译机制，将各类量化技术参数转化为病害等级、修复优先级、管护方案等实操标准；建档层实现检测依据、保护决策、修复方案全链路留痕溯源。

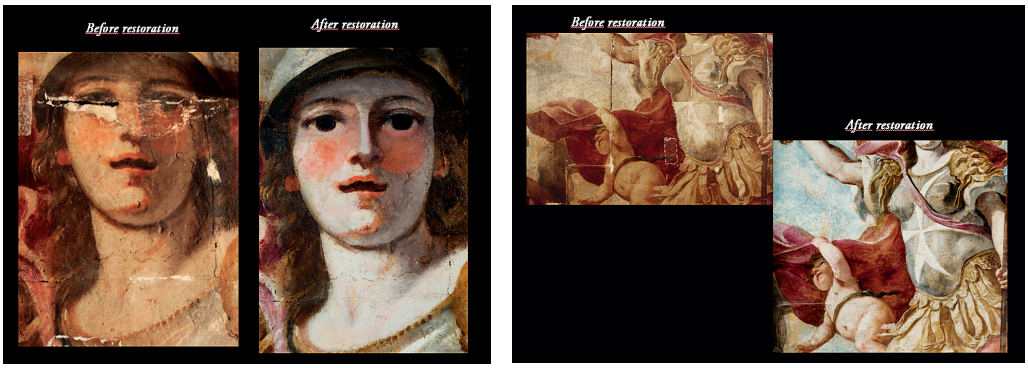


项目构建八阶段标准化实施流程，闭环完成需求研判、方案定制、现场采集、数据融合、专业解读、方案编制、归档留存、动态监测全流程工作，依托 17 世纪普雷蒂跨地域画作体系完成全链条落地验证。

该项目整套体系依托通用开源技术，轻量化、易复制，适配各级各类文博机构落地应用。其实现的突破包括：树立问题导向机制，让数据精准服务保护决策；优化技术组合与流程体系，大幅降低高端检测落地成本，实现行业普惠；搭建数据转译体系，打通技术参数与实操应用壁垒；建立标准化作业与培训模式，摆脱专家经验依赖；系统厘清普雷蒂画作跨地域材料演变规律，填补学术空白。

数据驱动保护的科学化转型与实践成效

项目建立设备校准、元数据规范、史料核验三重质控机制，所有保护决策可溯源、可复核，从源头保障成果精准可靠；创新可迭代档案存储模式，解决数字成果易损耗、难留存的行业难题。



修复前后

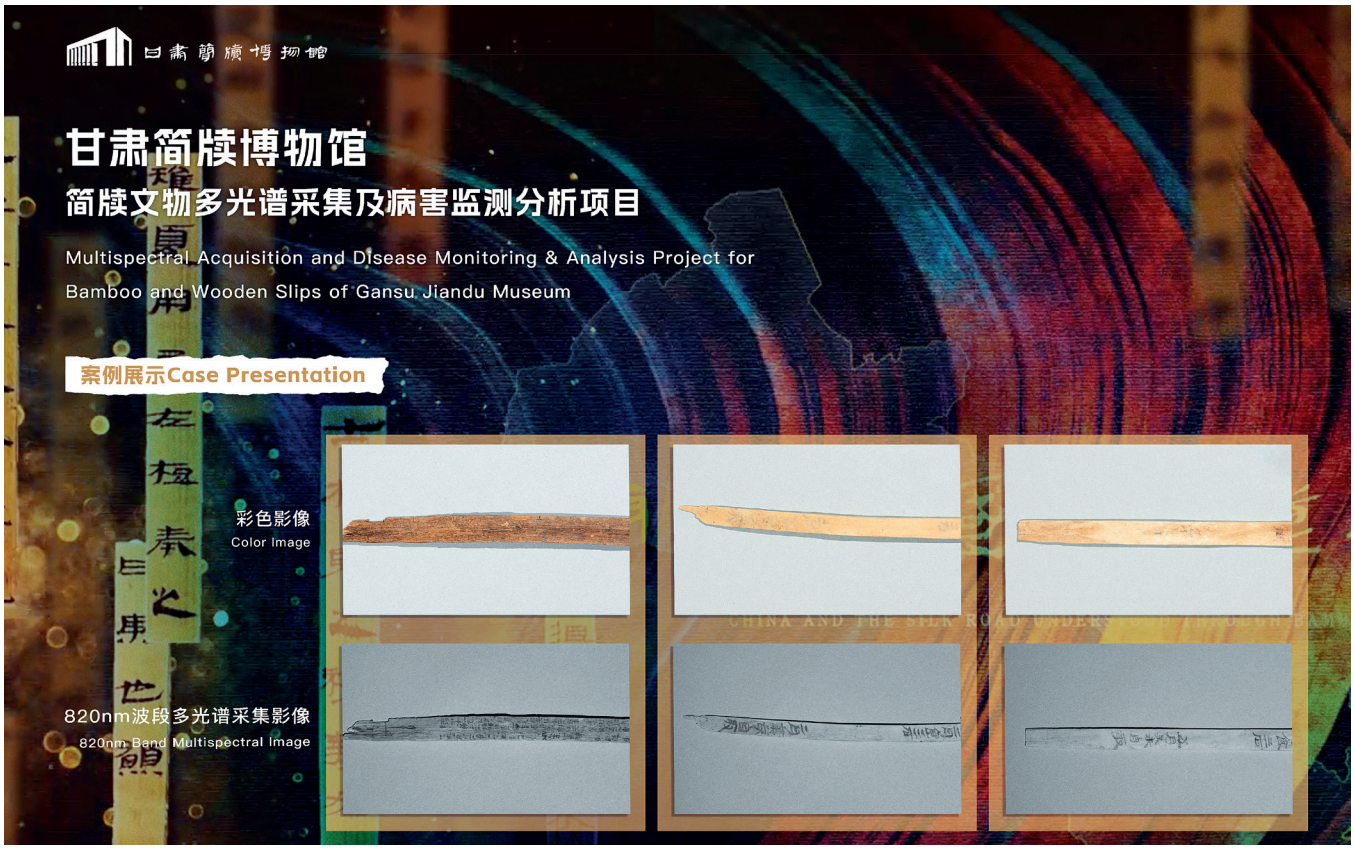
社会效益层面，有效降低中小场馆与宗教机构的文物检测管护成本，破解技术垄断困境，助力濒危文物预防性保护，延缓文物老化损毁，同时补齐行业人员数据解读短板，推动文物保护从经验驱动向数据驱动转型。

学术与行业价值层面，多源数据融合分析精准厘清海外古画材料工艺与病害规律，丰富国际文物保护学术体系；标准化流程、建档模板与培训体系可快速推广，助力基层机构建立自主管护能力，摆脱外部技术依赖；依托中意跨境实践经验，项目形成适配多国保护规范的通用范式，兼顾地域差异与技术标准，为全球文物无损检测数字化保护提供低成本、高适配的国际化标杆方案。

技术迭代与全球化长效布局

未来，项目将持续深耕数据驱动文物保护赛道，稳步推进技术迭代、场景扩容、标准完善与全球布局，持续打磨可复制的国际化数字化保护标杆，助力全球文化遗产长效传承与开放科学发展。

技术层面，优化多源数据融合算法，引入机器学习辅助病害研判，迭代低成本检测方案，完善数字档案长期存储与迁移机制，助力行业统一标准建设；应用层面，拓展古画、壁画、彩绘雕塑等文物品类，覆盖文博管护、高校教研、灾害监测等多元场景；国际层面，深化中欧跨境协同，参与国际标准研讨，搭建跨国技术交流与人才培育体系。



023 甘肃简牍博物馆简牍文物多光谱采集及病害监测分析项目

申报机构

甘肃简牍博物馆

其他参与机构

天津恒达文博科技股份有限公司

本案例依托甘肃简牍博物馆 5 万余件秦汉简牍馆藏资源，聚焦竹木简牍精准数字化采集与预防性保护难题开展创新实践。

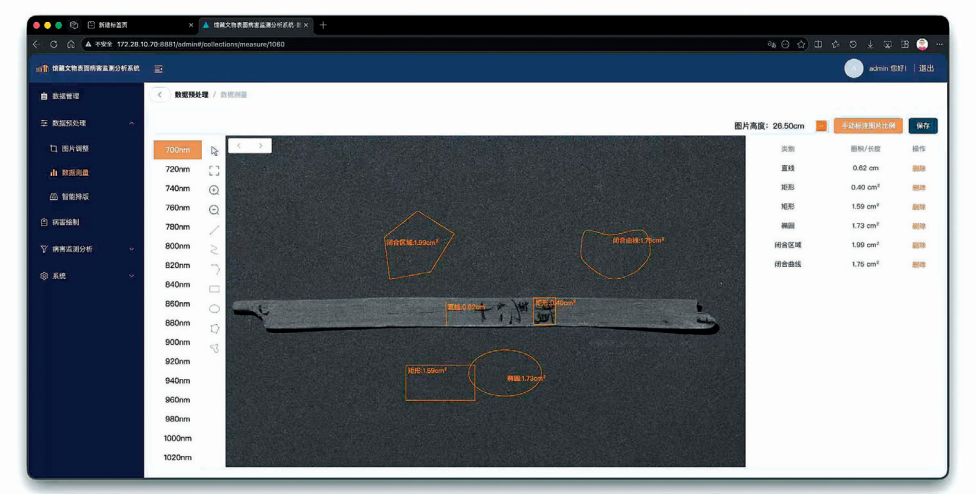
馆藏简牍多出土于丝路沿线古遗址，是研究秦汉历史、丝路文明与中外交流的核心实物史料，但竹木材质天然脆弱，普遍存在墨迹褪变、材质老化、细微破损、叠压痕迹等病害，大量隐形字迹与肉眼不可见病害无法通过传统 RGB 成像记录。

当前，行业通用多光谱设备通道数量少，难以捕捉简牍褪色、氧化形成的微弱光谱差异，无法有效分离墨迹与竹木底色，易造成关键信息重叠、细节遗漏，导致数字化档案精准度不足，难以支撑精准修复与深度学术研究。同时，简牍病害监测长期依赖离线文档记录，缺乏国标化、专业化病害绘制工具，监测流程繁琐、标注随意、效率低下，无法形成标准化、可追溯的长效管护机制。

针对以上行业共性难题，本项目聚焦两大核心突破方向：一是推动解决传统光谱采集精度不足、信息分离困难问题，实现隐形字迹与细微病害精准识别；二是助力破解病害监测不规范、无闭环、难追溯等短板，构建简牍专属病害数据库，让简牍保护从经验目视管护向数据驱动的精准预防性保护转型。

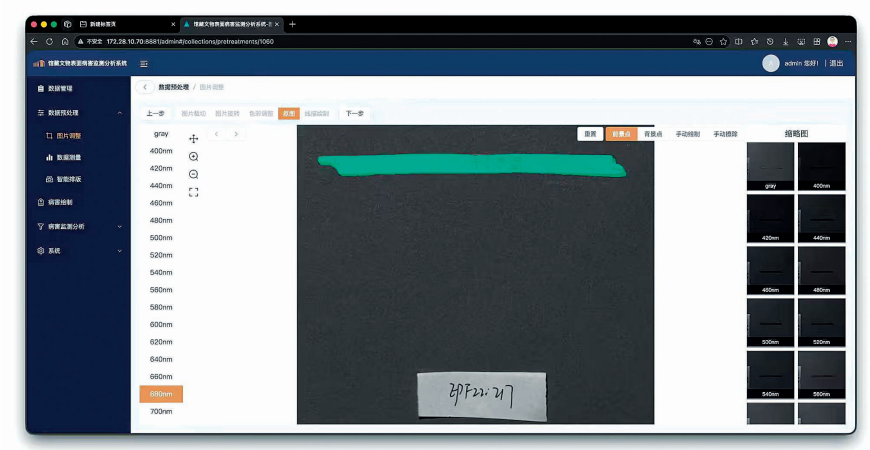
给简牍做“光谱 CT”：32 通道如何让褪色墨迹无处遁形

项目创新构建“高精度采集—光谱智能解析—病害闭环应用”三维技术架构，以 540 件重点简牍为落地载体，依托 400nm–1000nm 全波段光谱采集技术，通过非接触式无损采集保障文物本体安全。利用竹木胎体与墨迹的光谱吸收、反射率差异，实现图谱合一的精准数据采集，依托多光谱序列图像融合分析，完成隐形字迹显影、细微病害定位与材质老化识别，构建完整、精准的简牍数字化档案。





项目于 2025 年 4 月至 12 月分四个阶段标准化落地：前期明确采集清单、组建专项团队、细化系统功能需求；核心实施阶段完成全部简牍高精度数字化采集，搭建病害监测分析系统，配套完善算力与存储支撑体系；调试阶段校验数据精度、优化系统性能，规范数字资源管理流程；最终完成项目验收与内部标准化流程落地，形成可复用的实操体系。

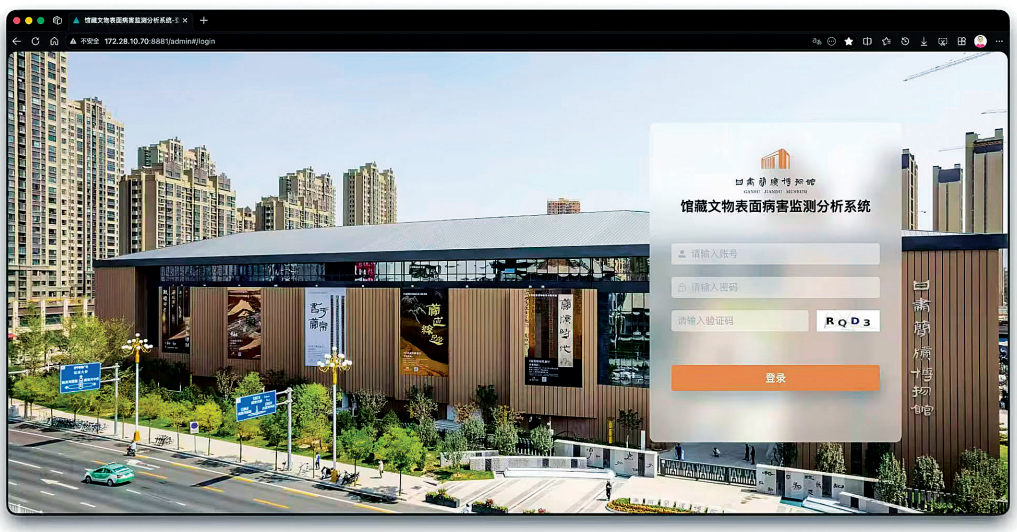


相较于传统数字化保护模式，项目实现了多重维度创新突破。技术层面首创 32 通道窄带滤波精细化采样，通过 10nm 带宽高密度光谱切片，精准捕捉微弱光谱差异，在专属波段实现墨迹与竹木底色高效解耦，彻底解决老旧简牍灰度趋近、信息重叠的行业难题；应用层面创新搭建国标适配病害绘制体系，内置标准化病害图示画笔库，兼容二维彩图与多光谱数据，大幅提升病害标注效率与规范性；管护层面构建简牍专属病害数据库，按病害类型、尺寸、分布多维统计归档，实现跨时段病害比对、趋势分析、全流程追溯，形成数据驱动的长效监测闭环。

项目凝练形成“文物特性适配技术、行业标准规范流程、数据闭环长效管护、小切口精准落地”的可复制方法论，适配中国竹木类文物数字化保护场景。

540 件简牍炼成“数字分身”

项目落地以来，在文物保护、成本管控、行业赋能等领域成效显著。其形成的标准化采集、病害监测、闭环管护体系，为中国竹木、漆木器类可移动文物数字化保护提供成熟范本。保护成效上，全面完成 540 件简牍高精度数字化建档，文物信息完整保存度超 98%，隐形病害识别准确率达 95%，有效规避文物信息遗漏与不可逆损伤风险；成本效益上，精准病害预警与提前干预机制，可降低后续文物修复成本 30% 以上，数字化档案减少实体文物调取频次，大幅节约馆藏管护、运维成本，同时带动文博智能设备、数字化软件场景化升级；社会效益上，高精度数字档案为秦汉史、丝路文化、中外关系研究提供权威数据支撑，数字化成果可广泛应用于线上展览、科普教育、文创开发等场景，打破馆藏文物传播壁垒，累计覆盖多所中小学、惠及数万师生。



从精准保护到全馆覆盖的进阶路径

未来，项目将持续深化技术迭代、拓展应用场景、完善运营体系。技术层面融入深度学习算法，迭代 AI 病害智能研判模型，提升细微破损、隐形病害识别精度，实现病害发

展趋势智能预判。应用层面持续扩充简牍数字化资源，将技术体系覆盖全馆馆藏，延伸应用于文创开发、研学课程、文旅线路打造，推动文物活化利用提质增效。经济社会效益层面，持续压降文物管护修复成本，培育简牍特色文旅新业态，持续释放学术研究与公共科普价值。

同时，建立全维度风险防控机制，规范文创版权管理、技术人才培育、资金资源保障，稳步开展国际文博技术交流，输出中国简牍数字化保护标准与实践经验，持续打造中国领先、可复制推广的文物数字化精准保护标杆。



荷兰亚洲陶瓷合作联盟数字平台

024

申报机构

荷兰亚洲陶瓷合作联盟（Dutch Collaboration of Asian Ceramics）

其他参与机构

荷兰公主庭院陶瓷博物馆、荷兰国立博物馆、海牙市美术馆、格罗宁格博物馆、世界博物馆、代尔夫特王子庭院博物馆、扬·门泽·范·迪彭基金会

本案例属于博物馆藏品数字化与关联开放数据应用领域，聚焦分散馆藏陶瓷文物的跨机构整合与知识共享。

项目由荷兰亚洲陶瓷合作联盟（七家机构联合）共同发起，针对荷兰各大博物馆亚洲陶瓷藏品数据分散、标准不一、检索困难等核心痛点，基于维基知识库与关联开放数据技术搭建统一检索平台，整合超 20000 件中国、日本外销瓷藏品，通过数据清洗、内容增强与知识图谱构建，实现跨馆藏的一站式发现与深度研究，为多机构文化遗产数字化协作提供可复用的技术范式。

散落七馆的亚洲陶瓷如何“重聚”

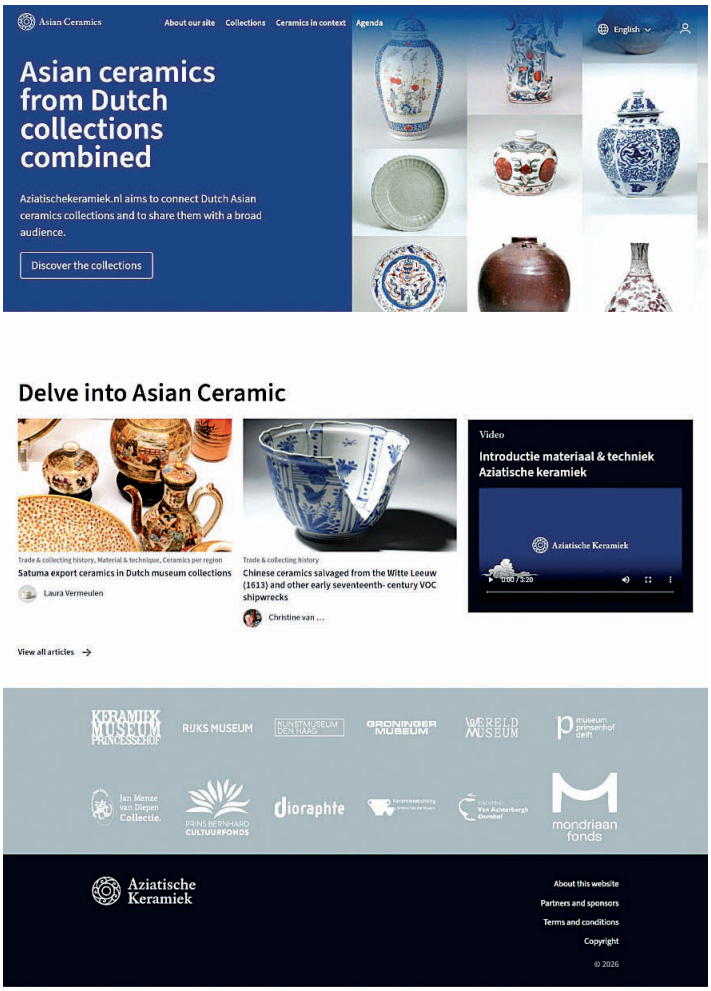
荷兰借助东印度公司商贸活动，使大批亚洲陶瓷流入欧洲，各大博物馆因此收藏了数量庞大的亚洲陶瓷文物。2002 年，四家核心博物馆达成合作联盟，2011 年初代网站上线后现已技术老旧、无法使用。

联盟面临三重核心难题：一是七家博物馆各自采用不同数据库与著录规范，同一地点存在多种名称写法（如“广州”与“Canton”并存），中文罗马化拼写混用汉语拼音与威妥玛拼音，导致检索重复冗余；二是多家博物馆正逐步更换藏品数据库，原有 API 接口全面重构，部分博物馆仍处于迁移阶段，平台无法同步新增数据；三是地名、年代等字段信息杂乱，需人工核验，无法上线前全部完成。

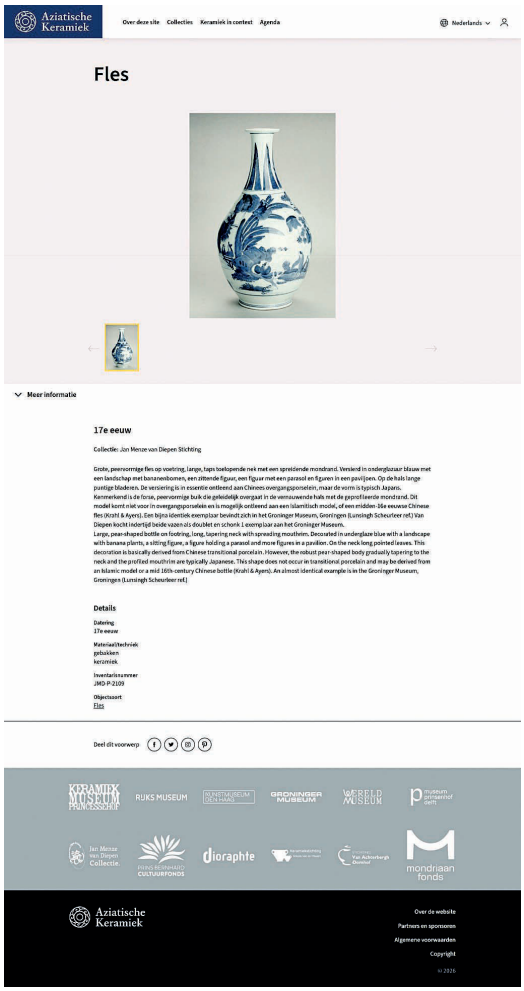
基于此，行业亟需一种不改动各馆自有数据库即可消除格式差异、实现统一检索的技术方案，本项目正是为此而生。

以维基知识库为中间层的统一检索架构

项目以维基知识库为中间层，在不改动各博物馆自有数据库的前提下，统一各馆差异化的数据录入格式。系统定期批量导入藏品数据，搭载数据增强脚本进行内容补全与关联匹配，用户查询时无需访问各馆原始数据库，通过维基知识库即可完成跨馆藏的统一检索。平台支持 SPARQL 语言检索与 CSV 导出，可高效管理复杂关联数据，为文物、匠人、展览等添加多元关联描述，配备自动补全操作界面，完整记录数据修改痕迹，支持精细化时间字段录入与多格式图片管理。



“荷兰亚洲陶瓷合作项目”平台主页

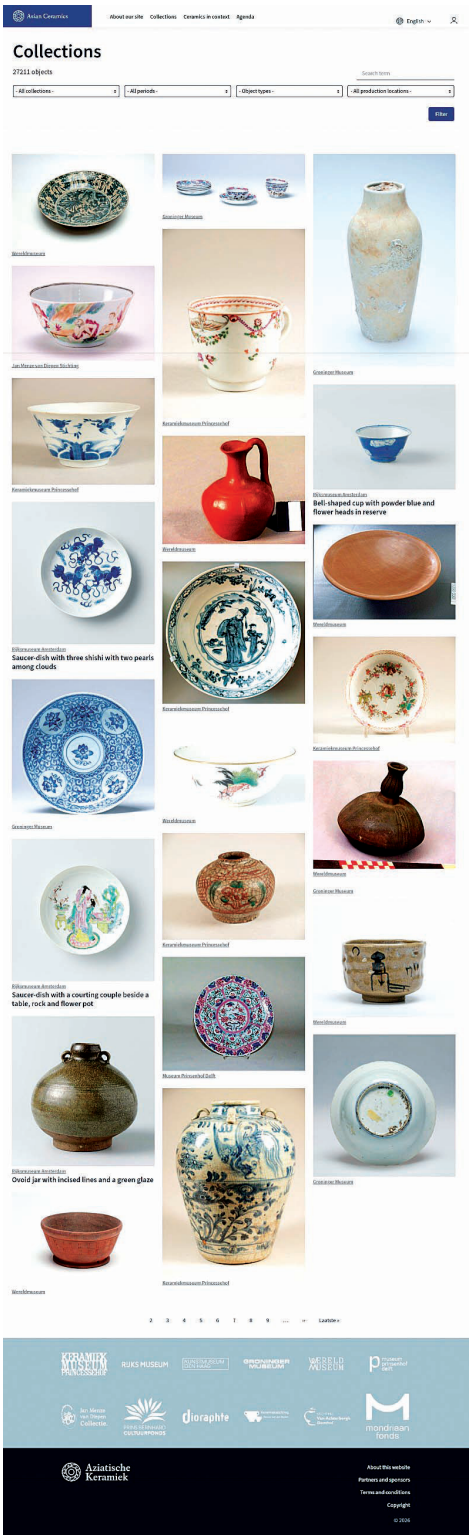


网站藏品搜索门户 – 藏品详情页

四大核心创新推动行业突破：统一检索不改动各馆数据库，通过维基知识库中间层完成数据映射与清洗；数据增强与知识关联，通过统一资源标识符对接权威数据库实现内容补全与标准化；多版本信息共存允许录入相互矛盾的史料并标注优先采信内容；可持续开放数据生态面向全球共享，提升跨库检索互通性。这种中间层架构既尊重各馆数据主权，又实现了全网统一检索体验。

从翻倍增长的用户到深度专题知识库

2023 年 4 月新版网站上线，收录超 20000 件亚洲陶瓷藏品。2025 年全球访客达 25200 人次，较 2024 年翻倍，回访用户超 4000 人，欧洲访客占比 55%，亚洲占 36%，国际影响力持



网站藏品搜索门户

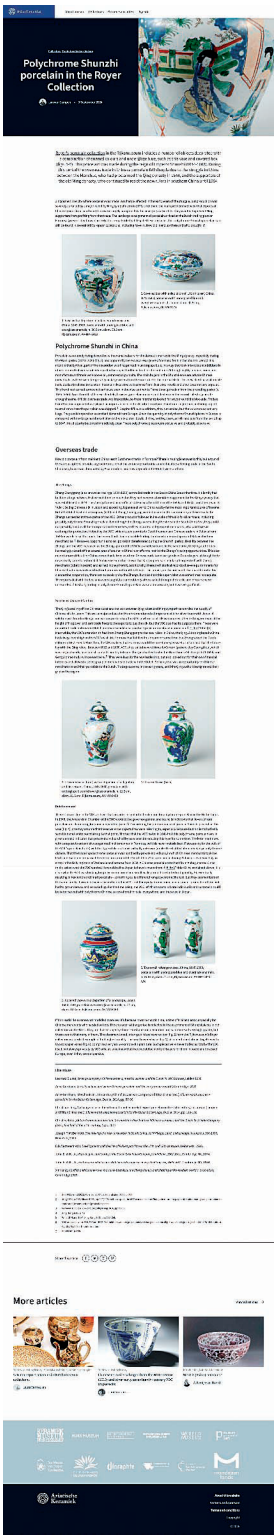
续扩大。平台增设深度专题文章板块，涵盖贸易史、制作工艺、收藏文化等，逐步发展为专业知识库。平台积极响应荷兰国家级项目“荷兰藏品集萃”，成为博物馆藏品数字化开放的参考范例。从用户增长到内容沉淀，平台已初步验证了关联开放数据在跨机构藏品整合中的可行性与可持续性

数据清洗、用户优化与国际合作同步推进

2026 年核心工作围绕四条主线展开：联合技术合作方梳理年代信息，优化产地字段分类并对接 GeoNames 地理坐标，人工修正多种拼写与旧式译法；启动“原荷兰殖民地流传亚洲陶瓷”子项目，联合 Onsland.nl 梳理文物从亚洲产地到印尼留存、最终流入荷兰的完整流转脉络，打破单一视角解读，为每件文物还原多元“生命轨迹”；分析亚洲用户跳出率偏高问题并优化交互体验；对接德累斯顿皇家瓷器项目、东南亚陶瓷协会等国际资源，推动跨平台数据互引，构建更广泛的知识共享网络。

可复用层范式与风险防控

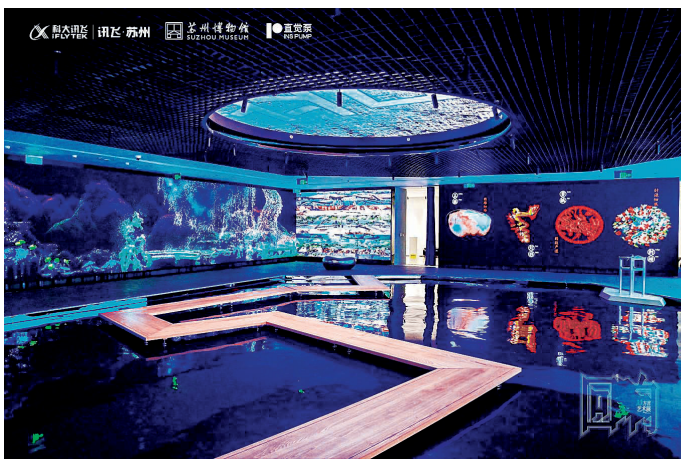
项目核心可推广经验包括：关联开放数据中间层模式，不改动各馆自有数据库实现统一检索；维基知识库协作平台支持多机构、多版本数据协同管理；持续迭代与人工核验结合建立长期数据校准机制；专题内容驱动公



顺治瓷器 – 罗耶收藏 – 扬・范・坎彭

众参与，深度文章提升用户黏性与访问量。

风险防控方面，API 逐步对接各馆迁移进度，建立稳定数据同步机制，人工核验与自动脚本结合持续纠正数据错误，在预算有限的情况下，每年梳理优先级确保核心功能先行落地。项目坚持标准先行、开放共享、渐进优化，为多机构文化遗产数字化协作提供可复用的解决方案。



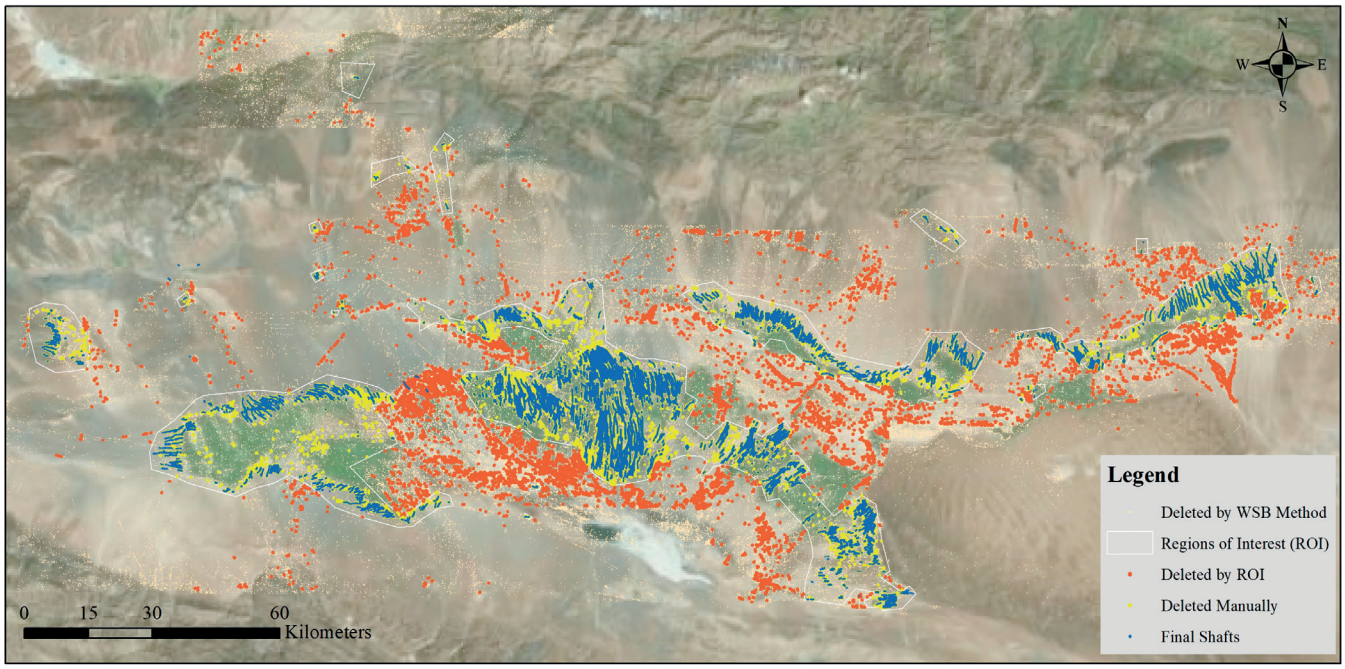
荷兰亚洲陶瓷合作联盟数字平台

技术深耕与非遗 IP 生态蓝图

未来，项目将持续深化技术迭代、IP 孵化与场景拓展。技术层面，深耕方言 AIGC 能力升级，研发方言情感合成、跨模态内容生成功能，开放离线应用与大模型标准化接口，优化数字人交互体验。内容层面，推进全域非遗数字化存档，打造方言非遗虚拟人，建立规范化 IP 授权机制，推动非遗数字 IP 融入城市公共服务。产业层面，升级 AIGC 文创孵化体系，搭建非遗纹样资源库与共创平台，打通创作、生产、销售全闭环，拓宽文旅应用场景。同时，建立专家审校、隐私保护、版权管控三重机制，严控内容质量与数据安全，稳步推进模式规模化复制，持续擦亮文化科技融合非遗活化标杆品牌，助力中华优秀传统文化创新性发展。

2

考古方向



001 深度学习与遥感技术驱动的坎儿井遗产普查创新实践——以第四次全国文物普查吐鲁番专项为例

申报机构

吐鲁番市文物局

其他参与机构

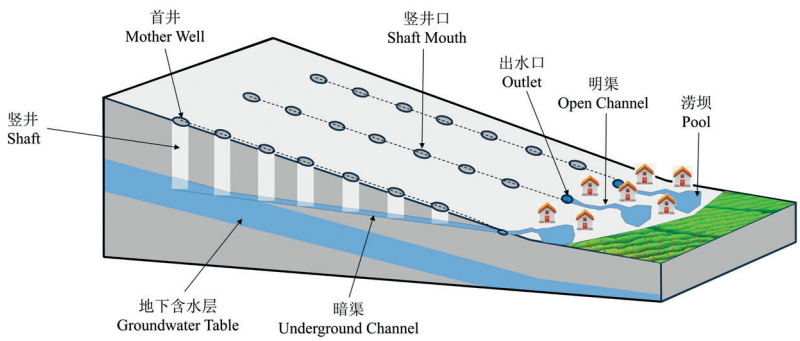
吐鲁番学研究院

本案例面向第四次全国文物普查需求，融合高分辨率遥感、深度学习、目标检测与自主制图小程序，搭建一套适配吐鲁番坎儿井专项普查的智能化技术流程，破解传统人工踏查效率低、覆盖不全、制图标准化不足的痛点，为线性地下水利类文化遗产数字化调查提供全新技术范式。

项目以人工智能遥感识别替代人工目视解译，实现海量竖井自动化提取，大幅缩减野外调查成本；构建地理空间筛选机制高效消除模型误检，保障普查数据精准度；通过轻量化制图工具统一成果标准，打通文物普查数据标准化汇交链路，为干旱区特色活态遗产调查、保护、监测提供完整技术支撑。

人工踏查的“三座大山”

坎儿井是吐鲁番独有古代地下水利活态遗产，属全国重点文物保护单位，当地存量占全国七成以上，承载独特历史、科技与文化价值。受气候变暖、地下水位下降、人为开发扰动的影响，大量坎儿井竖井坍塌、廊道干涸，遗产存续风险持续加剧。



典型坎儿井示意图

传统人工普查模式面临三大短板：坎儿井竖井分布密集，单处工程竖井可达上百个，人工逐一识别耗时耗力；吐鲁番盆地地形复杂、遗产分布范围广，偏远区域难以全覆盖；普查制图依赖专业 GIS 软件，操作门槛高、成果格式杂乱，数据统一汇交难度大。

基于此，亟需一套高效、精准、易落地的数字化普查技术方案，推动坎儿井保护从事后抢救转向底数清晰、精准管控的科学化保护。

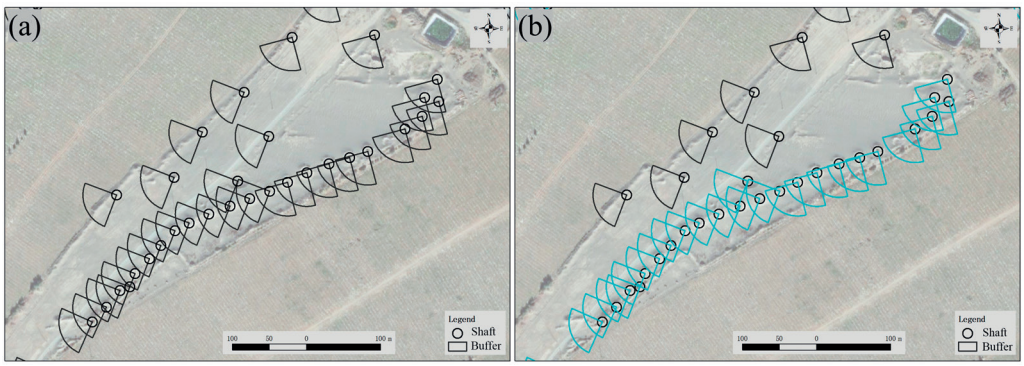
从人眼到 AI 眼：遥感 + 深度学习如何锁定竖井

项目从技术路径、工作流程、工具开发三层搭建完整智能化普查体系。

技术路径上，采用 0.5 米高分辨率卫星影像全域覆盖吐鲁番盆地，搭建基于卷积神经网络的多类目标检测模型，优选 ResNet50 骨干网络的 MMDetection 模型，竖井识别平均精度 0.833，相较人工目视判读可捕捉细微地表特征，全域影像自动解译效率提升数十倍。

工作流程上，针对深度学习普遍存在的误检问题，创新提出定向扇形缓冲区筛选方法，

依托地形坡向约束候选竖井点位，叠加层次聚类算法批量过滤无效目标，消除 90.20% 误检数据，经多轮野外实地核验最终识别竖井 88288 个、坎儿井廊道总长 2527 公里，实地验证整体识别准确率超 99%。



定向扇形缓冲区筛选方法示意图

工具开发上，自主研发适配全国文物普查系统的制图工具，工作人员导入野外矢量数据即可自动生成带指北针、图例、标准图框的规范平面图，无需专业 GIS 操作能力，统一成果输出格式，彻底解决普查制图门槛高、数据汇交不规范问题。



标准化坎儿井平面图生成工具界面

88288 口竖井从算法走向田野

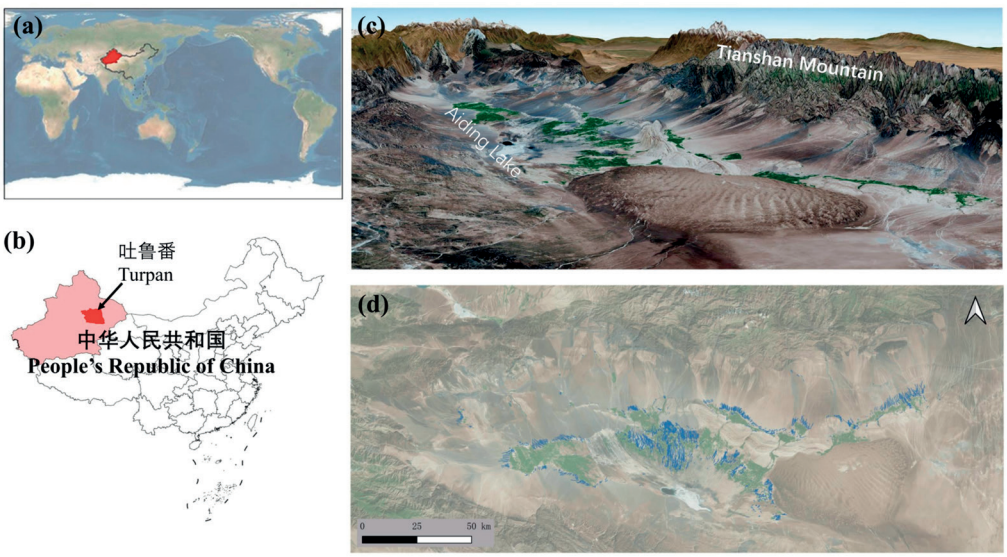
整套技术体系直接应用于吐鲁番坎儿井专项普查。普查层面数日内完成全域影像自动识别，同等工作量较传统人工缩短数月，兼顾全覆盖与超高识别精度，建成吐鲁番首套高

精度坎儿井空间数据库，完整留存竖井、廊道空间信息，为保护规划、日常管控、学术研究提供基础数据。

行业层面，形成可复制的“遥感+AI+GIS”文物普查技术范式，解决特殊线性遗产“找不到、测不准、汇不齐”难题，为全国同类特色文物普查提供参考；学术层面，相关成果刊发于国际遗产科学权威期刊，获得全球学界认可；模式创新层面，将人工智能遥感解译、地理空间校正、轻量化业务工具串联为一体化普查流水线，降低大面积偏远遗产调查人力、时间成本；技术创新层面，通过多模型对比优选适配戈壁地貌的竖井检测算法，独创地形约束筛选机制大幅降低 AI 识别误差，配套定制小程序打通普查成果标准化输出环节。

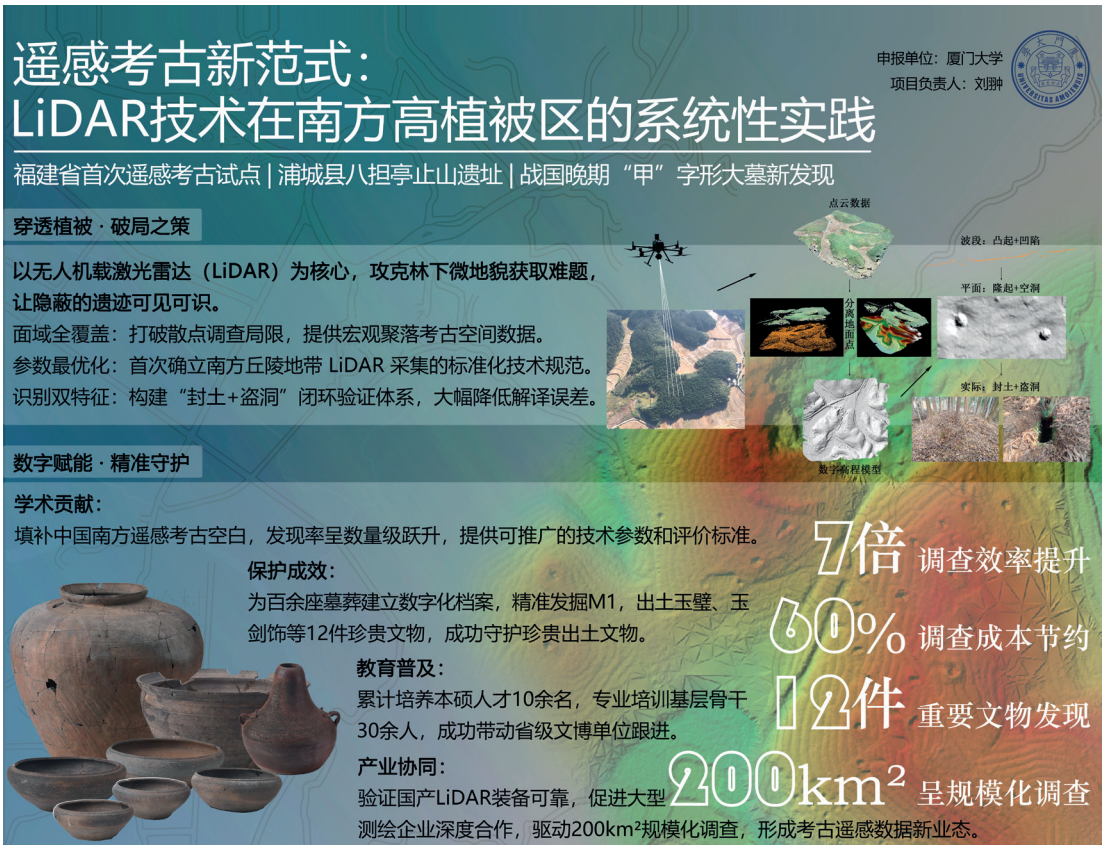
从吐鲁番到“一带一路”的技术迁徙

项目技术框架的通用性与模块化设计，使其可快速迁移至其他线性遗产普查场景，持续为干旱区文化遗产数字化保护提供技术支撑，可拓展至新疆全域及中亚“一带一路”沿线坎儿井遗产调查保护。



研究区位置图。（a）中国在世界上的位置；（b）吐鲁番在中国的位置；（c）吐鲁番盆地三维模型；（d）吐鲁番盆地坎儿井分布图

未来，将融合多光谱、SAR、LiDAR 多源遥感数据优化 AI 模型，提升坍塌、植被遮挡竖井识别能力；依托现有空间数据库接入多时相遥感与地面传感器，构建坎儿井长期变化监测与风险预警系统，支撑管理决策；基于普查数据开发数字展示与虚拟导览产品，挖掘坎儿井文化内涵，推动活态遗产公众传播与可持续利用。



002

穿透密林：LiDAR 遥感技术在闽北墓葬调查中的系统性应用

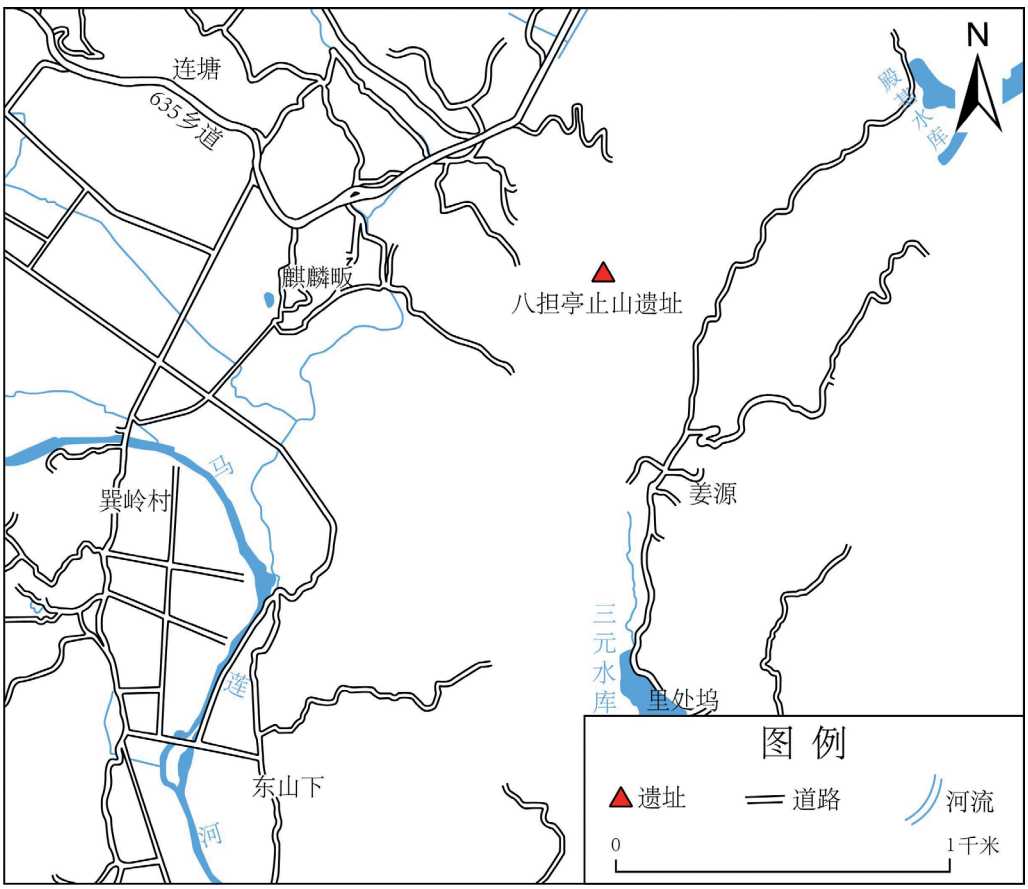
申报机构

厦门大学

其他参与机构

内蒙古大学民族学与社会学学院；福建省考古研究院

本案例以福建浦城八担亭止山遗址为实验区，创新运用无人机载 LiDAR 技术，系统性破解南方丘陵高植被覆盖下考古调查“看不见、走不全、穿不透”的行业难题，形成一套标准化、可跨区域复制的遥感考古技术范式。



遗址位置示意图

项目由传统散点踏查转为全域面域扫描，遗迹发现率提升一个数量级；通过对照实验明确南方林区 LiDAR 最优作业参数；构建“空—地”一体化闭环工作体系，建立跨学科常态化协作机制，为南方同类区域考古调查提供完整实操方案。

密林之下的考古困局

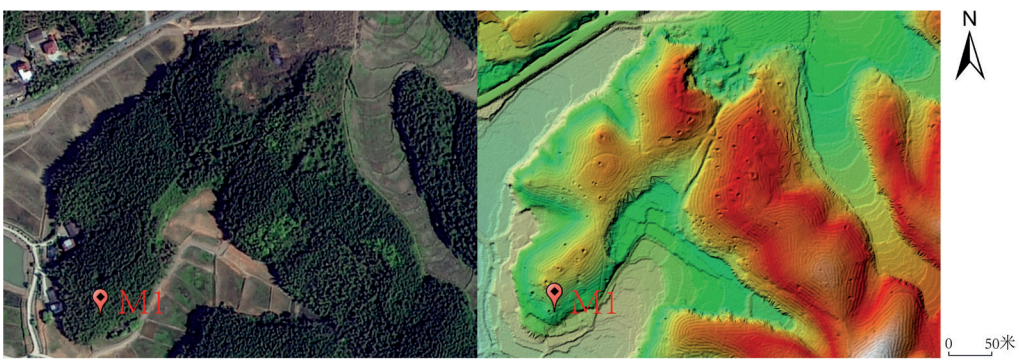
中国南方丘陵山林密布，传统考古调查面临三重核心瓶颈。林冠遮蔽地表微地貌，人工踏查难以识别墓葬封土与盗坑，测绘设备信号受阻、采集误差大；陡坡、密林与沟谷限制通行，拉网踏查覆盖范围有限，大量遗迹永久遗漏；光学遥感仅能捕捉树冠表层，无法获取林下真实地形。中国国内 LiDAR 考古实践多落地平原与干旱区域，缺少适配南方高植被区的参数体系、数据处理流程与实证案例；考古与测绘学科缺乏稳定协作机制，技术方案脱离田野实际，出现“设备可用、方法难落”的困境。

案例围绕穿透植被获取林下地形、优化飞行作业参数、建立墓葬遗迹判读规则、转变全域调查工作模式、搭建标准化技术链条与跨学科协作机制五大核心问题开展攻关。

LiDAR“剥开”植被看地表

项目搭建“感知—处理—解译—验证”四层完整技术框架。感知层采用大疆 M300 RTK 无人机搭载禅思 L1 激光雷达，依托三回波激光穿透林冠实现高精度点云采集；处理层通过专业软件完成点云配准、粗细两级地面点分类，合并多航次数据降噪，生成 1 米分辨率数字高程模型；解译层依托 DEM 建立“人工凸起封土 + 凹陷盗洞”双重遗迹识别特征库；验证层配套地面踏查与墓葬试掘核验遥感解译精准度。

项目分四阶段实施，总周期 26 个月。第一阶段设计 7 组对照实验，确定冬季为最优采集窗口；第二阶段完成 7 架次飞行采集；第三阶段开展点云处理与遗迹解译；第四阶段实施全域地面踏查与典型墓葬 M1 抢救试掘，出土玉璧、玉剑饰等珍贵文物 12 件（组）。项目先以八担亭止山遗址 0.2 平方公里完成试点验证，识别百余处疑似墓葬，成果远超历次传统调查；随后依托试点经验开展闽北 200 余平方公里规模化航测，验证技术大规模落地可行性。



M1 位置示意图

南方 LiDAR 考古的“使用说明书”

项目总结六条可直接复用的推广经验：采集窗口优先选择冬季 12 月至次年 2 月；参数配置遵循低空、非重复扫描、垂直山脊航向的原则，明确 50 至 70 米航高、垂直山脊航向、90 度俯角等最优配置；数据处理采用多航次合并与分级分类模式；解译环节结合本地遗存特征搭建专属特征库；验证环节建立遥感解译、地面踏查、钻探试掘联动机制；团队

组建上考古与测绘专业人员全程联合攻关，形成常态化跨学科协作团队。

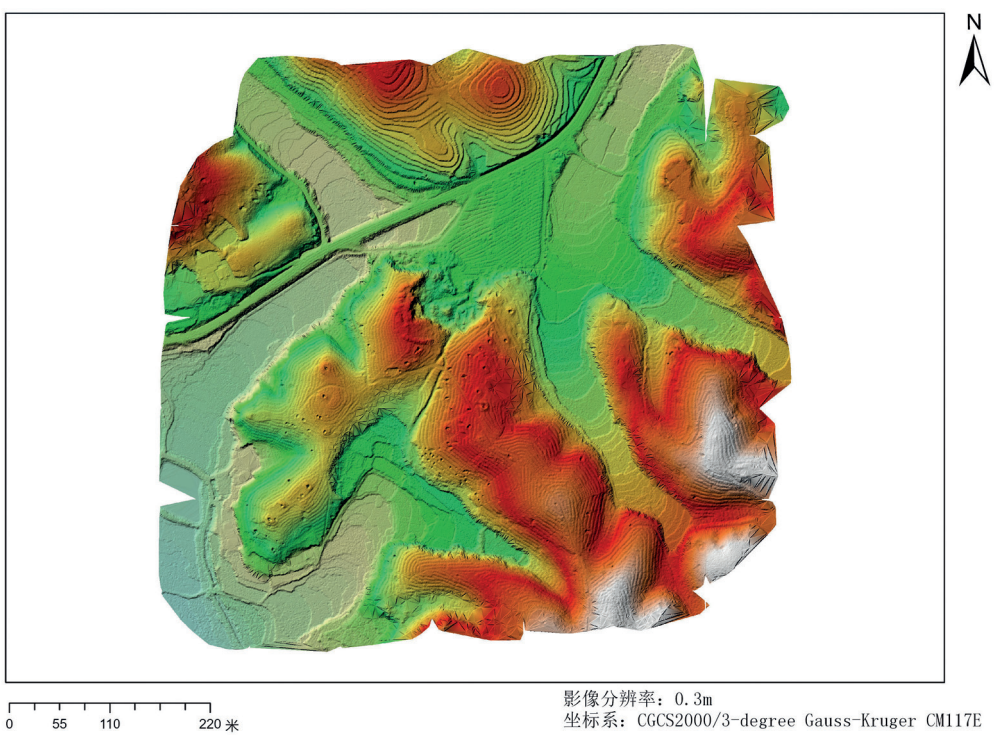
项目以三重创新突破推动行业升级：模式方面，实现从“散点抽样调查”到“全域面域普查”的范式跨越，单次飞行覆盖大范围区域，不受地面通行条件制约；技术方面，通过 7 组对照实验形成南方丘陵通用标准参数，填补区域遥感考古参数空白；流程方面，建立多航次数据互补，消除探测盲区，形成“遥感识别—地面核验—试掘实证”完整闭环，大幅降低遗迹误判概率。

从八担亭到闽北：遗址撬动的行业变革

学术层面，填补福建系统性机载 LiDAR 考古空白，产出区域专属技术标准与遗迹识别规则，成果被多省考古单位引用。

保护层面，依托 DEM 为林下墓葬建立数字化档案，精准定位盗掘高发区域开展常态化巡查，对重度盗扰墓葬开展抢救试掘，形成“遥感先行、精准保护”标准化流程。

人才培养层面，将 LiDAR 技术纳入高校课程，面向基层文博人员开展专项培训，带动省级文博单位采购国产雷达设备。



八担亭止数字高程模型（合并数据）

产业层面，实证国产无人机激光雷达设备适配复杂考古场景，联合导航企业搭建大范围航测服务链条，完善考古遥感数据采集、处理、分析全产业链。

从福建到南方六省的技术迁徙蓝图

未来，将完成闽北全域 LiDAR 数据解析，搭建墓葬、城址、矿冶遗址多元识别标准库；融合多光谱、探地雷达等多源数据构建“天空地”探测体系；利用时序遥感建立文物安全动态监测机制；依托高密度点云完成墓葬精细化三维重建，开发虚拟考古数字模型。空间上向福建全省及赣、粤、湘、桂、黔南方六省推广并编制行业技术指南，遗存类型由墓葬拓展至城垣、壕沟、聚落遗址，文旅层面联合博物馆开发 VR 虚拟考古体验产品。



1.钵（M1:9） 2.钵（M1:10） 3.钵（M1:3）

4.钵（M1:11） 5.钵（M1:13） 6.盆（M1:15）

7.瓮（M1:5） 8.匏壶（M1:2） 9.纺轮（M1:8） 10.纺轮（M1:7）

M1 出土陶器组合

风险保障方面，联动气象与空管部门保障飞行窗口期并预留项目缓冲周期，建立遗迹解译置信度分级制度确保遥感线索经田野核验，严格落实地理信息保密规范，对涉密数据脱敏处理。



中国——乌兹别克斯坦库瓦古城联合考古的数字化全流程协作与遗产活化

003

申报机构

洛阳市考古研究院

其他参与机构

乌兹别克斯坦费尔干纳国立大学

本案例依托中乌库瓦古城联合考古项目，面向“一带一路”丝路人文交流需求，搭建跨国考古全流程数字化体系，破解中亚土遗址跨国考古标准不统一、远程协同困难、遗产活化不足等痛点。

项目建立统一数字化作业规范，消除中外团队数据壁垒；搭建“田野—云端”协同架构，打破跨国协作时空限制；实现考古数字资产多场景转化，同步支撑文物保护、学术研究、人才培育与国际传播，为丝路跨境考古提供标准化可推广范式。

标准、协同与活化的三重困局

中亚土遗址是丝绸之路文明交流的重要载体，但考古保护工作面临三重突出难题。考古记录碎片化、标准不统一，传统手工测绘数据精度参差不齐，中乌双方作业规范差异大，难以形成统一空间数据库，不利于长期监测与多学科研究。跨国协作存在明显时空约束，异地团队无法实时共享发掘信息，后方专家难以远程研判遗迹；土遗址揭露后快速风化损毁，各阶段发掘资料难以完整留存回溯。土遗址保护展示存在短板，泥坯、夯土遗存脆弱易损，传统展示形式难以向公众传递历史价值，遗产教育传播价值无法充分释放。



库瓦古城考古发掘

案例聚焦三大核心问题开展攻关：统一中乌数字化采集与归档标准，依托数字技术搭建跨国高效协同机制，将考古数据转化为可持续数字资产、赋能保护科研文旅与国际交流。

田野到云端的三层技术架构

项目搭建一体化数字考古技术框架，覆盖发掘、处理、应用全链条。田野采集层采用 RTK 测绘无人机与单反相机，配合精细化发掘手段，对地层、遗迹、遗物开展可量测、可溯源的数字化采集；云端处理层借助摄影测量与 GIS 软件生成正射影像与三维模型，



库瓦古城遗址田野考古调查

依托云端平台实现跨国数据共享与专家远程会诊；应用活化层将数字成果分别服务学术论文出版、线下科普展示、沉浸式教学素材与遗址公园规划四大场景。

项目分三阶段全周期落地：第一阶段统一遗址基准坐标系与探方布设标准，空地协同采集全域地貌与重点遗迹影像，数字化解析勘探探孔数据精准还原地下夯土遗存分布；第二阶段以高精度数字影像为双方统一研判底板，通过剖面数字记录厘清城墙三期营建脉络，依托线上三维模型与影像开展中外专家远程遗物联合研究，规避人员跨境与实物运输限制；第三阶段将数字化成果支撑学术期刊发表，制作《丝路寻骞》文创与校内数字成果长廊，以全域高精度地形数据为当地遗址保护规划与考古公园建设提供核心依据。

技术、协作与价值的三重突破

在项目初期，统一坐标、采集与归档规范，实现标准化先行；选用便携合规设备，适配境外作业条件，实现轻量化部署；将数字化采集纳入日常发掘工序，实现流程化嵌入；兼顾科研保护与人才培训、公众传播实现双向赋能，形成良性循环。

技术融合方面，适配中亚脆弱夯土与泥坯遗址，整合无人机、RTK 与三维重建技术，形成轻量化、低成本的标准化数字记录方案；协作模式方面，由传统分开记录、后期汇总升级为统一数字底板实时协同，数字化成果成为跨国考古全程协作的核心载体；价值延伸方面，打通田野数据与青少年交流、文创创作链路，推动考古成果创造性转化，最大化文化遗产社会价值。

永久档案与丝路文创的双重价值

保护成效上，项目完成北城门与宫殿勘探区全域数字化建档，留存遗址永久数字孪生档案，通过影像分析识别城墙多层营建工艺，发现 690 平方米地下夯土基址，填补古城布局研究空白。

传播成效上，多语种中外媒体广泛报道合作成果，多篇考古论文刊发提升区域学术影响力，青少年文化活动与《丝路寻骞》文创项目斩获全国赛事一等奖，国际传播效果突出。

育人与产业成效上，常态化开展乌方人员数字考古实训，实现技术在地输出，落地联合考古基地与文物修复实验室，构建“发掘—研究—文创”完整价值链。



考古基地、实验室合作平台揭牌

从库瓦古城到丝路沿线的未来蓝图

未来，将完成 11 万平方米古城全域三维数字孪生建模，融合碳十四、DNA 等多源检测数据搭建综合 GIS 平台，探索 AI 自动识别分类陶片。开发 VR/AR 虚拟遗址系统用于两地教学，依托三维模型支撑遗址公园规划，持续拓展与全球高校、机构合作。

风险保障方面，多渠道申报专项资金并培育中乌联合数字考古团队，建立数据多重备份



“一带一路寄童心”文化交流活动

与国家级平台归档机制，合作协议明确数字资产知识产权，境外优先选用便携合规设备并采用离线采集、定期回传模式。



004 连接机构与创新：意大利考古景观的数字遗产管理模式

申报机构

RUME 文化管理公司（Rume – Managing Culture）

其他参与机构

Keiron Interactive JDK 公司；Methodo 公司；Katatexilus 公司；Visivalab 体验设计机构

本案例创新构建“四层技术架构 + 五阶实施流程”数字遗产综合治理体系，依托 RUME 混合型中介机构，打通公私、跨区域及跨国遗产管理壁垒，有效破解意大利文化遗产数字化治理分散、资源不均、技术落地脱节等痛点。

项目创新公私跨界统筹模式，化解多主体权责割裂与复合型人才匮乏难题；搭建标准化分层数字技术底座，覆盖文物数字化保护、沉浸式公众体验、智能导览与跨国资源共享全场景；打造可复制的实施流程与多元资金保障体系，为全球分散治理模式下的文化遗产数字化建设提供优质范本。

分散治理下的数字化困局

意大利坐拥丰厚的考古与文化遗产资源，但数字化建设滞后，供需差距显著，面临来自以下多方面的挑战：一是当地遗产治理权责分散在多层级机构中，数字化转型的核心瓶颈实为组织管理问题而非技术问题；二是机构壁垒突出、数字标准杂乱、复合型专业人才稀缺，严重制约数字化落地；三是尽管意大利国家复苏与韧性计划（PNRR）为行业注入大量资金，却因缺乏统筹机制，导致项目零散、系统互操作性差，极易形成碎片化建设局面；四是大量馆藏文物长期封存未活化，水下与偏远遗址受条件限制无法对外开放；五是热门遗址传统导览难以适配数字化多元游览需求，跨机构合作繁琐低效，中小城市数字遗产建设资源匮乏，区域数字化鸿沟显著。

五大核心难题相互交织，亟需一套能统筹多方资源、打通治理壁垒的系统性方案。

四层技术架构与五阶实施流程

项目搭建四层全链条标准化数字技术体系，全方位赋能遗产保护与活化利用。底层为数字编目基础设施，通过高精度三维扫描与统一元数据标准，完成南意大利六大区馆藏文物批量数字化，成果兼容主流遗产平台，保障数字资源科研价值与公开可及性。二层为沉浸式体验技术，依托巴亚水下古城 VR 项目，基于实地测绘数据科学复原遗址，破解不可及遗址开放难题。三层为 AI 智能诠释系统，打造多语言交互式 AI 导览，可适配不同游客需求、联动实时场景数据，已在多处遗址落地，具备极强复用性。顶层为跨国数字共享平台，联合多国打造亚得里亚虚拟博物馆，实现跨境遗产资源共享、联合展览与协同科研。

案例配套标准化五阶实施流程，包括梳理机构权责与搭建合作体系、联动学界制定科学技术标准、统筹技术团队完成开发集成、落地部署并开展运维培训、归档成果并提炼方法推广复制，整套流程规范统一、可落地、可复用。

项目实行分阶段梯度推广模式：一期整合期为 2025 至 2026 年，落地核心数字化项目并

编制标准化方法论；二期扩展期为 2026 至 2027 年，复制 AI 导览模式并搭建跨国平台常设治理机制；三期国际规模期为 2027 至 2029 年，建成多国联动的地中海数字遗产网络并参与制定国际数字遗产标准。同步依托世界互联网大会搭建“意大利遗产”展示空间，打造国家级数字遗产国际化交流示范窗口。

治理模式与技术双重创新

模式层面，项目依托 RUME 机构搭建公私跨界统筹载体，以轻量化团队统筹协调政府、企业、学术机构等多方主体，创新跨国遗产协同治理机制，打破国界与权责分割的体制局限，有效破解意大利遗产治理长期存在的机构壁垒与资源分散难题；技术层面，项目坚守学术严谨底线，采用模块化可迭代架构，统一数字资源标准，构建适配多场景的三维数字化、AI 与数字孪生一体化技术体系，有效规避技术迭代淘汰与系统不兼容等问题。

依托于此，项目盘活大量封存文物数字资源，为国际考古研究提供全新支撑，实现偏远与水下遗址永久数字化留存；沉浸式数字体验可提升游客体验 30% 至 40%，标准化建设减少重复投入，衍生数字文旅新业态；普惠化数字资源打破遗产访问壁垒，缩小区域数字化差距；跨领域合作壁垒被打通，构建起公私协同、多国联动的可持续运营体系，为同类国家遗产数字化治理提供标杆。



游客沉浸式体验

从意大利到地中海：未来拓展蓝图

未来，将从技术、场景、保障三方面持续升级。技术方面，迭代 AI 识别与可穿戴 AR 技术，开发遗址动态数字孪生，完善跨国平台统一标准。场景方面，向全域世界遗产与灾后遗产修复领域拓展，落地地中海多国数字遗产网络。保障方面，搭建多元融资渠道，采用轻量化弹性团队模式，同时建立机构变动、技术过时、资金波动、数字鸿沟与知识产权五大风险防控机制，保障项目长期稳定可持续发展。



交流活动



005 广州市文物考古“一张图”资源数据库项目

申报机构

广州市文物考古研究院（海上丝绸之路（广州）文化遗产保护管理研究中心、南汉二陵博物馆）

其他参与机构

西安云图信息技术有限公司

本案例聚焦城市基建大规模考古前置背景下文物考古档案的数字化与空间化治理。项目由广州市文物考古研究院主导实施，针对十余年配合基建考古积压的海量纸质档案长期处于碎片化孤岛状态、缺乏统一空间基准、极易导致重复考古与财政浪费等核心痛点，以“统一底座、数据驱动、业务融合”为建设理念，构建五层技术体系，形成一套标准化、可复用的特大型城市考古数字化治理方法论。

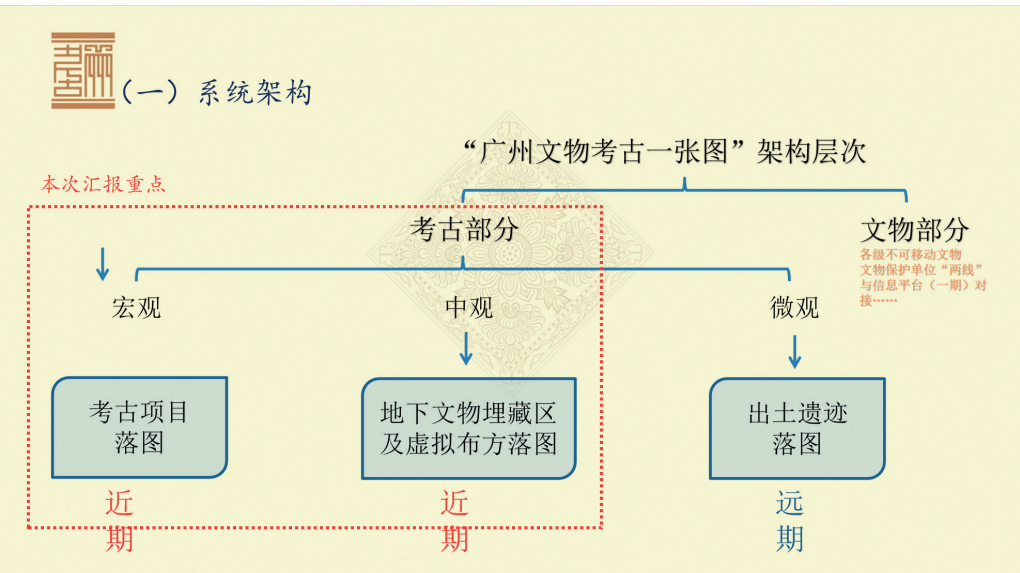
考古前置改革下的“档案积压”之困

广州市实施考古前置改革十余年来，累计开展配合基建考古项目 3300 余个，积压海量纸质档案与手绘图纸。管理面临四大核心难题：历史档案缺乏统一地理坐标系，参照物消失或坐标缺失导致同一地块易出现重复考古，造成财政浪费与审计风险；纸质图纸分散保存、检索困难，数字化与结构化处理滞后；各业务系统相互独立，勘探、发掘、档案管理等数据无法互通共享；缺少统一的采集、入库、管理标准，制约数据长期可用性与跨部门协作。

基于此，行业亟需一套以统一空间底座为基础、覆盖考古全业务链的数字化治理方案。

五层技术体系让地下遗迹“精准落图”

项目采用“云—数—智—用”一体化技术架构，以“广州 2000 坐标系”为统一地理基准，构建五层技术体系。数据层整合基础地理信息、历史地图、考古勘探与发掘数据等多源异构数据；平台层提供时空数据服务与 GIS 空间分析服务，遵循标准接口保障数据互通；应用层开发考古发掘数字化系统、一张图综合应用系统、时空模型分析系统等，全面覆盖考古业务链条；展示层建设文物考古大数据驾驶舱，实现资源分布与安全监控一体化可视化；运维层构建用户权限与日志审计体系，保障系统安全稳定。

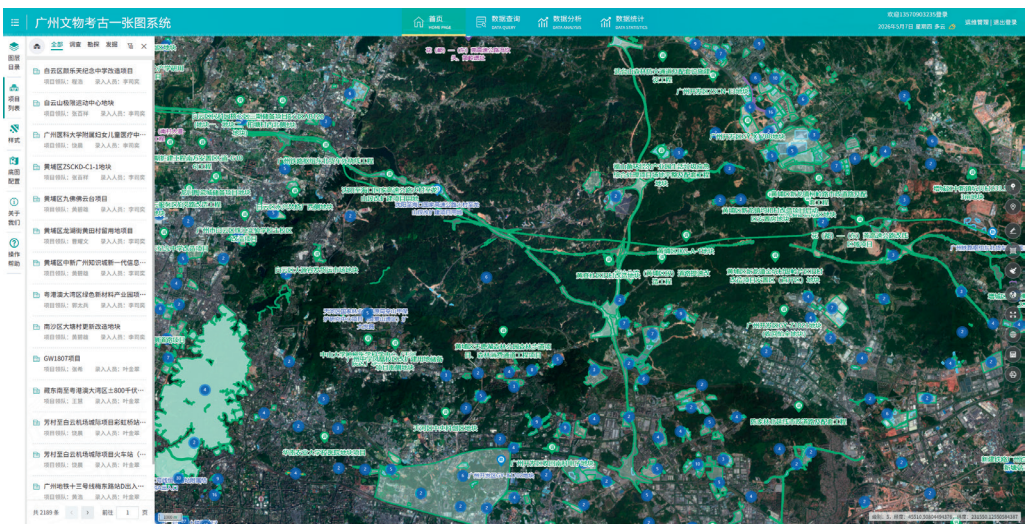


系统架构

核心技术方面，项目攻克老旧资料空间配准难题，通过光栅图像与高清卫星影像多特征点拟合，将定位误差控制在 1 至 3 米内；首创《广州市考古项目元数据规范》统一底层数据语言，创建“虚拟网格定位法”，以城市原点为中心设立 500 米宏观网格与 10 米微观探方，实现地下非可视遗迹的绝对精准定位，深度对接国土空间规划。

项目实施遵循“业务导向、分期迭代”原则，一期完成 2017 至 2021 年间 1359 档考古档案精准落图，二期打通各业务系统数据壁垒构建一体化数据资源中心，三期建设决策平台与大数据驾驶舱。

该项目的四大创新突破包括：统一底座先行，以城市统一空间坐标建设地理底图；首创元数据规范与虚拟网格定位法，为地下遗迹提供精准定位；构建五层技术体系，形成完整闭环；业务技术深度融合，严格遵循考古规程，确保系统建设贴合实际。



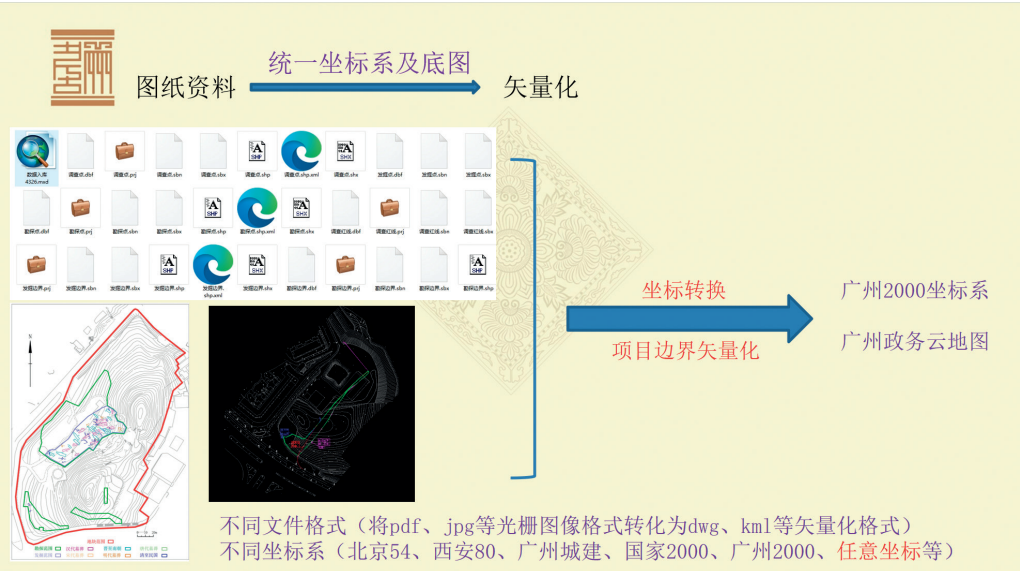
项目上图

1359 档考古档案背后的效率革命

项目一期完成 1359 档考古档案精准落图，调查项目区域覆盖率超 96%，数据资产总量 360.57GB。管理者通过“数据驾驶舱”即可进行多维度空间查询与避让分析，杜绝重复勘探，管理效率提升 5 倍以上。数字化档案为学术研究提供直观空间信息支撑，有助于探索人类活动模式与地理环境内在联系。项目实现广州考古资料的永久保存与永续传承，为特大型城市解决历史考古底账不清问题提供了“广州方案”。

从被动记录到主动赋能的进阶路径

项目坚持统一底座、标准先行、业务融合，为特大型城市考古数字化治理提供可复制的解决方案。核心可推广经验包括：以统一底座先行作为文物数字化落地的首要前提；标准规范引领，先制定标准再开展大规模建设；分期迭代落地降低实施风险；业务技术深度融合确保系统易用好用。



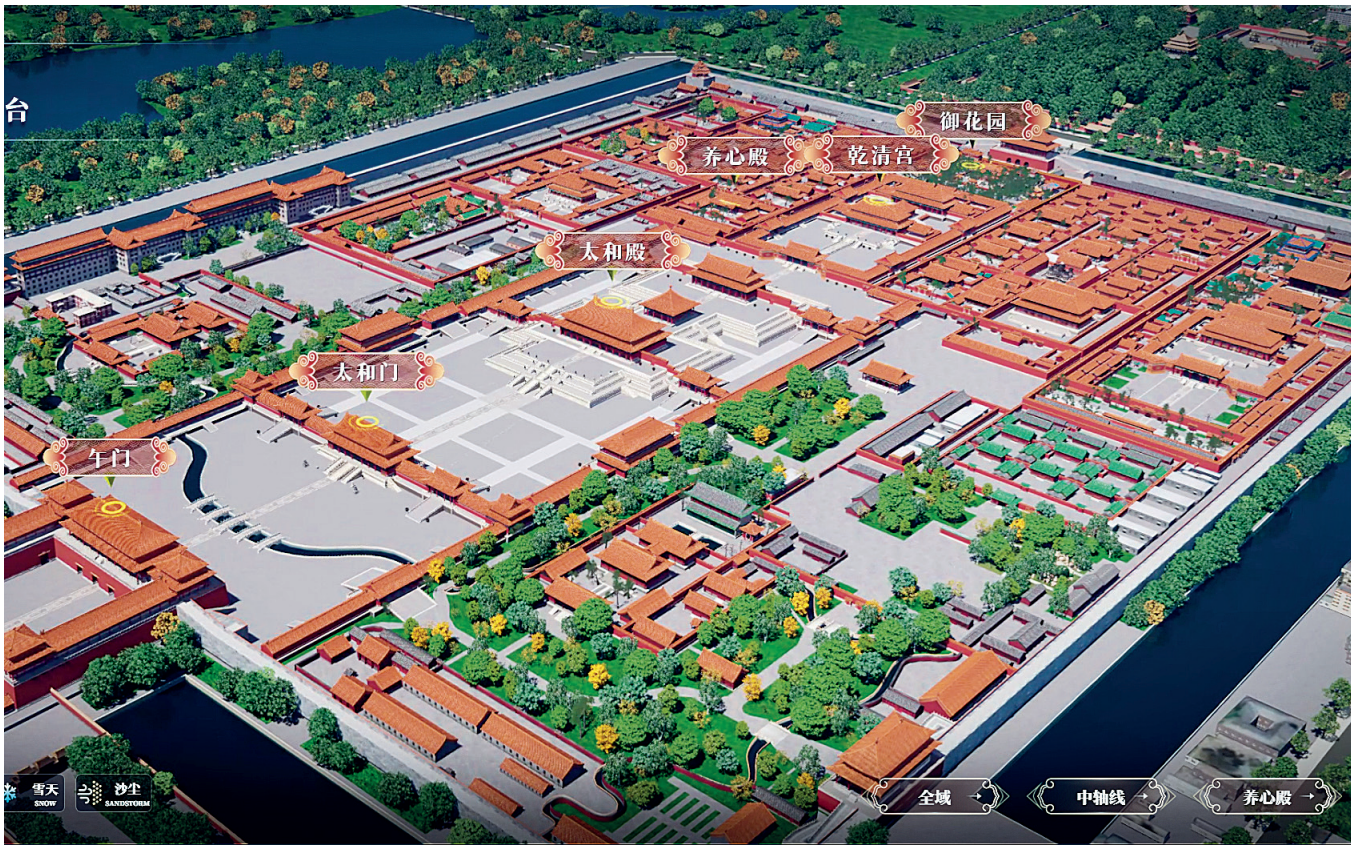
矢量化

未来 1 至 2 年，引入冷热数据分离存储机制，探索 AI 辅助档案文本自动识别提取；2 至 3 年推动从“被动记录”向“主动赋能”跨越，实现文化遗产资源时空维度全量覆盖，同步实施 A/B/C 三级差异化精细管控。

风险防控方面，将建立“系统初算 + 人工实地复勘”双重验证闭环，并为不同精度数据赋予置信度标签，严格落实内外网物理隔离并对公共端采用数据脱敏处理，核验历史数据授权合规性，并预留开放式 API 接口保障系统平滑升级。

3

展示利用方向



001 故宫博物院大型综合性博物馆数字孪生应用

申报机构

故宫博物院

其他参与机构

天津大学；武汉大学；北京航空航天大学；北京邮电大学；北京建筑大学；北京超图软件股份有限公司；北京高德云图科技有限公司；联通数字科技有限公司

本案例面向“博物馆—古建筑群—旅游景区”一体化文博场景，打造以数字孪生为核心的新型数字化公共服务体系，围绕遗产保护、公众体验、运营管理开展理论、技术、平台全链条研发，形成可复制、标准化的文博行业数字化解决方案，推动破解大型综合博物馆数字化转型多重痛点。

项目首创适配文博全生命周期的数字孪生理论体系，搭建分层分级、云边端协同的一体化数字孪生技术底座，构建“管理 + 服务”双轮驱动统一平台生态，形成覆盖国际、国家、行业多层级标准体系，输出文博数字化中国方案。

“紫禁城”的数字化三重命题

故宫类综合性文博机构兼具文物保护、文旅服务、运营管理多重职能，现存四大核心短板：古建筑与文物缺少全域高精度实时预防性监测预警体系；传统展陈导览受时空限制，难以满足沉浸式、个性化参观需求；各业务系统相互独立，数据孤岛突出，智能辅助决策能力不足；文物展示形式单一，大量藏品价值无法立体呈现。

基于此，案例围绕以下几个方向开展攻关：构建文博专属数字孪生理论范式；打通多源异构数据，搭建统一孪生数据底座；攻克文物、古建筑高精度 AI 虚拟复原技术；研发多终端、多用户虚实融合智能交互体系；建成一体化数字孪生平台并全场景落地示范。

在数字世界为故宫建一座“双胞胎”

项目搭建融合物理实体、多源数据、数字孪生体、技术引擎、孪生服务五大要素的“一体两面、双轮驱动”技术架构。



跨终端第一视角“养心殿”高仿真虚拟游览



数据底座创新“三维四类三层级”组织模式，覆盖文物、空间、观众三类对象，整合监测与业务等四类数据，按全域、中轴线、单体建筑三层粒度适配不同应用；孪生建模采用分层 AI 策略，全域轻量化模型支撑宏观管控，3D 高斯泼溅技术快速重建大型遗址，PBR 构件级精细建模实现文物真实渲染；交互引擎依托 5G 云边端协同与 SCAXR 多用户 XR 架构，集成 Web AR、AI 数字人、云端同游技术，统一平台对内支撑智能管护，对外提供虚拟游览与智能导览等沉浸式服务。

项目遵循六阶段闭环推进，历时三年完成从理论到平台的全链条落地，向云冈研究院等单位输出整套方案。

让文物“活”起来的四把钥匙

模式创新以统一平台打破系统割裂现状，对内形成监测、预警、决策智能管理闭环，对外搭建多层次沉浸式公共服务矩阵，实现管理与服务协同运营。技术创新实现体系化 AI 建模生产，建模效率提升 80%，兼顾大范围场景、复杂遗址与精细文物三类建模需求，轻量化跨终端交互技术降低设备门槛，支持多人云端实时联动游览。理论创新跳出单纯三维可视化，建立数据驱动、动态演化的全生命周期文博数字孪生理论体系。标准创新牵头参与 7 项国际与中国国内各级行业标准，建成完整数字孪生建设评价规范，形成需



故宫博物院数字孪生应用服务平台



“养心殿三希堂”VR 大空间虚拟游览

求导向、框架引领、平台为先、标准固化的可复制“故宫模式”。

从监测预警到云端同游的全域实效

保护层面，全要素动态监测构建文物管护闭环，管理由经验驱动转为数据智能驱动，客

流预测与环境预警提前规避文物损毁风险。经济层面，云端虚拟游览与数字研学拓展文旅新业态，用户黏性大幅提升，AI 建模与统一数据中台降低建模与运维成本，带动合作企业实现技术转化与营收增长。社会层面，VR/AR 体验打破场馆时空限制，面向乡村学校与海外展馆实现文化普惠，成果多次在国家级数字展会展示并在多省落地，牵头制定国际标准提升中国文化遗产数字化国际话语权。

从故宫到世界：数字孪生的下一站

项目分三阶段持续迭代：2026 至 2027 年完善数据治理与平台安全；2028 至 2029 年拓展虚拟策展与应急管控等多元应用场景；2030 年建成可持续迭代的标准与国际互操作体系。技术上，持续优化高精度采集与多业务数据深度融合，打造可预测、可协同的运营型数字孪生。资源上，稳定跨学科研发团队，多元渠道保障经费，建立数据分级权限管理机制。同步防控测绘数据合规、版权、算力成本等四类风险，深化国际标准合作，持续向中国各类文博遗产地推广整套解决方案。



景德镇手工瓷业遗存数字化展示阐释项目

002

申报机构

清源视野（北京）文化咨询有限公司；景德镇市申报世界文化遗产领导小组办公室

其他参与机构

景德镇陶文旅控股集团有限公司；腾讯 SSV 数字文化实验室

本案例创新构建“学术研究打底、VR-MR-AR 分层展示、AI 数据底座、公众协同参与”一体化数字化阐释体系，破解时空跨度大、点位分散、现场解读困难的大型手工业遗产数字化展示运维难题。项目建立“真实数据—科学模型—数字呈现”学术转译机制，守住遗产文化内核；分层应用 VR/MR/AR 技术实现全域遗产宏观叙事与遗址现场精准在地阐释；搭建 AI 多模态数据底座并配套智能导览与公众巡检平台，形成政府、企业、公众多元协同保护新模式，为分散型考古类文化遗产提供可复制数字化活化方案。



项目分布图

“看不懂”的考古遗址与“够不着”的偏远遗产点

景德镇为 10 至 19 世纪世界级制瓷中心，手工瓷业遗存近 2000 公顷，涵盖 5 大片区 45 个遗产点，原料产地与核心镇区最远相距 50 公里，完整留存采料、制瓷、贸易全链条产业遗存。当前同类大型分散型文化遗产数字化展示普遍存在三大痛点：重炫酷技术、轻基础学术研究导致遗产历史文化内涵挖掘不足；遗址原生信息匮乏使数字化内容与考古实景匹配精度不足，普通公众难以理解地层与古窑工艺流程；项目前期缺乏统筹规划、后期运维资金人力短缺、展示形式单一吸引力衰退，无法实现长效可持续运营。

基于此，亟需一套兼顾学术严谨、现场可视化阐释、长效运维与社会力量参与的数字化综合解决方案。

四层技术架构与全业态落地路径

项目搭建“学术支撑层—VR/MR/AR 技术应用层—AI 数据底座层—公众参与服务层”完整技术体系。学术层依托多领域专家、非遗传承人与国家级科研课题保障内容严谨；VR 层搭建全域统一产业叙事框架；MR 层在考古遗址实现厘米级虚实叠加复原；AR 小程序串联全部遗产点位，集成导览与线上巡检功能；AI 底座沉淀多模态数字资产，输出智能



项目理念 – 以“场景塑造”为方法的内容建构

导览与机器人巡检产品。自研 LBVR 大空间行走与渲染管线支持大规模同场景漫游，规模化部署 60 台 Apple Vision Pro 打造千平米遗址 MR 沉浸式系统，实现秒级重定位与古



MR– 沟沿上窑房多媒体交互设备

窑地层动态切换；厘米级 VPS 建图 AR 小程序覆盖 67 处遗址场景；依托大模型构建陶瓷遗产多模态数据集，落地对话式 AI 伴游与自主导航导览机器人。服务延伸面向游客提供分众化双语智能讲解与研学体验服务，面向科研群体开放陶瓷文献与考古三维数据检索服务，面向社会公众开放“数字守艺人”巡检任务参与入口，构建全民参与保护渠道。项目一次性完成全业态数字化落地，建成 1 组 VR、5 组 MR、1 套 AR 小程序及全套 AI 智能体系，完整覆盖 45 处遗产点，其中 3 处核心景区收费运营，其余全部免费开放。针对偏远矿山类野外遗产点，依托 AR 小程序轻量化实现无固定场馆遗址可视化解说，同步配套中小学研学课程。持续运营阶段扩充陶瓷多模态数据库，迭代多语种 AI 导览并扩大智能机器人部署范围，完善志愿者运营体系，建立季度更新与年度评估闭环管理机制。2026 年将制作 VR/MR 微缩体验版本亮相世界遗产大会，同步举办文化遗产数字化国际论坛，对外输出标准化展示范式。

模式与技术双重突破

模式创新首创“AI 数据底座 + 智能文旅应用 + 公众参与”三层联动架构，集中建设通用陶瓷数字资产库避免各遗产点重复数字化建设，联动科技企业、科研院校与社会志愿者协同运营，填补大型分散遗产长效保护与社会化参与的机制空白。

技术突破实现全球首次在千平米考古遗址规模化部署 60 台 Apple Vision Pro 实现厘米级 MR 虚实融合，搭建行业规模最大的遗址 AR 场景矩阵，建成国内首个手工业文化遗产



MR-VisionPro 设备录屏 – 御窑厂窑址北麓遗址

多模态 AI 数据集，融合具身智能机器人与大模型对话导览形成全链路数字化技术解决方案，依托国家级陶瓷烧成科研成果完成古窑烧制流程系统化可交互数字化表达。

保护、经济与社会的多维实效

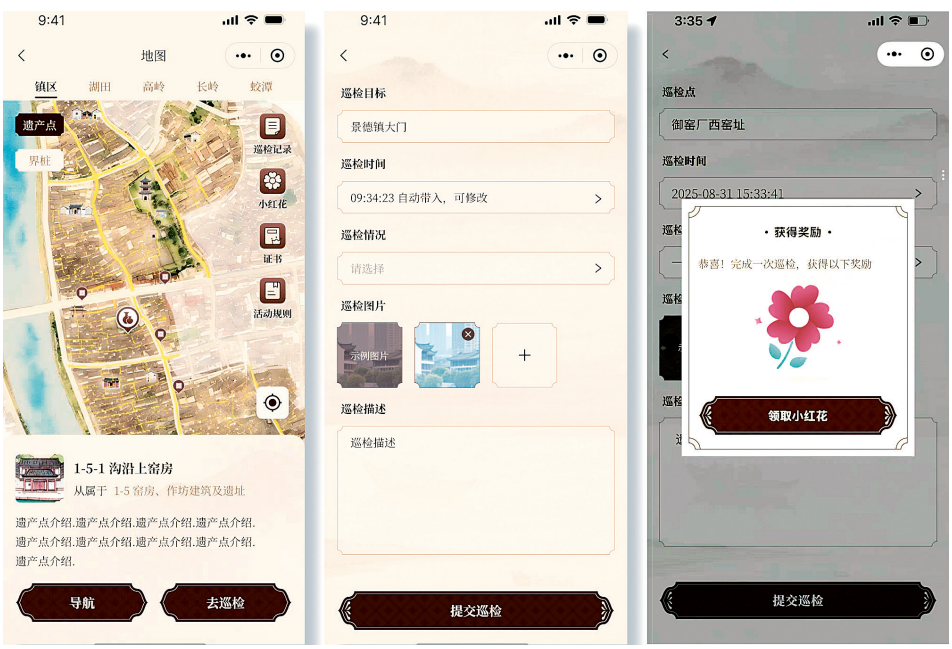
保护与阐释层面：全域数字化体系打通瓷业完整产业链叙事，MR 厘米级复原解决考古遗址“看不懂”的展示瓶颈，标准化学术转译工具为遗产价值深度解读提供科学支撑。

经济效益层面：核心收费项目营收可覆盖自身运维成本并反哺 AR 小程序等数字化公益项目，数字化体验产品有效带动景区客流提升。

社会效益层面：实现偏远野外遗产点可视化科普并支持 8 所中小学常态化研学，AR 小程序累计用户超 5 万、VR/MR 核心项目接待超 5000 人次，建成陶瓷三大基础数据库收录学术资料 276 份，“数字守艺人”完成数万次公众巡检构建稳定遗产守护社群，推动遗产保护由政府单一管理转向多元共治。

技术升级与模式推广蓝图

技术升级方面，扩充多模态陶瓷数字资产并完善知识图谱语义检索，参与手工业遗产数



AR–“数字守艺人”巡检操作

字化行业标准制订，AI 伴游拓展多语种与动态路线规划并扩大导览机器人部署范围。

场景延伸方面，2026 年面向国际推出微缩数字体验产品并举办国际论坛，将整套分层数字化模式推广至其他分散型与考古类文化遗产地。

保障机制方面，持续深化“收费反哺公益”长效运营模式，建立数据分级分类管理机制并明确数字资产版权权属，与技术厂商签订长期维保迭代协议应对硬件技术迭代风险，完善知识产权合同条款规避版权纠纷。



龙门石窟残损及流散文物数据聚合 3D 打印巡展

003

申报机构

龙门石窟研究院

其他参与机构

洛阳博物馆；信阳博物馆；安阳博物馆；无锡灵山博物馆；南京栖霞山石窟研究院

本案例依托三维数字化、3D 打印、VR/AR 等技术，破解龙门石窟残损造像修复、海外流散文物实体复位难题，以系列巡展实现文物数字化保护成果全域传播。

项目构建全链条数字修复技术体系，突破实体文物回归壁垒，实现虚拟“复位合璧”；打造“主题统一 + 在地化”巡展模式，线上线下联动拓宽文化传播渠道；融合学术研究、科技复原与公众教育，兼顾文物预防性保护、文化传播与爱国主义教育，为石窟残损流失文物数字化活化提供可复制范式。

千年石窟的残缺之痛

龙门石窟历经 1500 余年，造像损毁源于自然风化与历史盗凿，近代超 780 处窟龛、千余尊造像被盗流失海内外。当前展示利用存在三大痛点：盗凿工艺造成造像永久残缺；海外流散文物受法规与收藏现状制约，实体回归复位难以落地；石灰岩造像破碎严重，仅靠图片无法完成原位比对修复，传统保护与展示手段存在明显短板，亟需数字技术打通保护、复原、传播全流程。

数字技术让残破碎片“身首合一”



复位合璧 华光再现——龙门石窟流散文物数据聚合专题展

项目搭建“分部数据采集—三维建模虚拟修复—多媒介活化展示”完整技术框架，形成“数据聚合”特色模式。

项目分三阶段推进：第一阶段（基础数据构建）陆续对龙门石窟重点洞窟、院藏精美造像及残损流散文物开展高精度数字化采集，采用三维激光扫描、结构光扫描与多图像摄影测量等技术手段，保存高精度、可永久留存的珍贵文物原始数据。第二阶段（学术研究与技术转化）以严谨学术研究为基础，以历史老照片为依据，融合三维数字化技术、传统雕塑工艺、颜色检测分析、科技考古与艺术再现等手段，陆续完

成古阳洞高树龛、万佛洞“最美观世音”、奉先寺北壁等身无量寿佛、宾阳中洞文昭皇后礼佛图、火顶洞观音菩萨和天王、古阳洞交脚弥勒菩萨等多件残损与流散文物的数字复位工作，实现残损文物虚拟修复与宾阳中洞藻井彩绘复原等关键技术突破，将成果转化为“身首合一、复位合璧”的3D打印展品与沉浸式交互装置。第三阶段（系列巡展落地）以洛阳博物馆为首站，延伸信阳、安阳、无锡、南京等地，结合各地文化特色调整展陈侧重，形成“主题统一 + 在地化表达”的标准化巡展运营模式。

让文物“活”在展厅

理念创新以文物损毁历史叙事串联展览，兼顾文物科研价值与爱国主义文化叙事。技术创新首创残损与流散文物数字复位成套技术，点云配准算法解决残件精准匹配难题，3D打印与VR/AR打通洞窟现场与展馆展示壁垒。展陈创新采用时间轴、世界地图与新旧照片对比叙事，集中首发多件数字复原成果，直观呈现文物流失与数字回归历程。传播创新搭建传统媒体与短视频新媒体矩阵，展厅设置二维码拓展线上内容，海内外多语种



胡汉融合·数字重光：从建康到洛阳的石窟艺术对话与数字化重生展览

平台同步传播数字化成果。

从展厅到云端：巡展辐射力与感染力

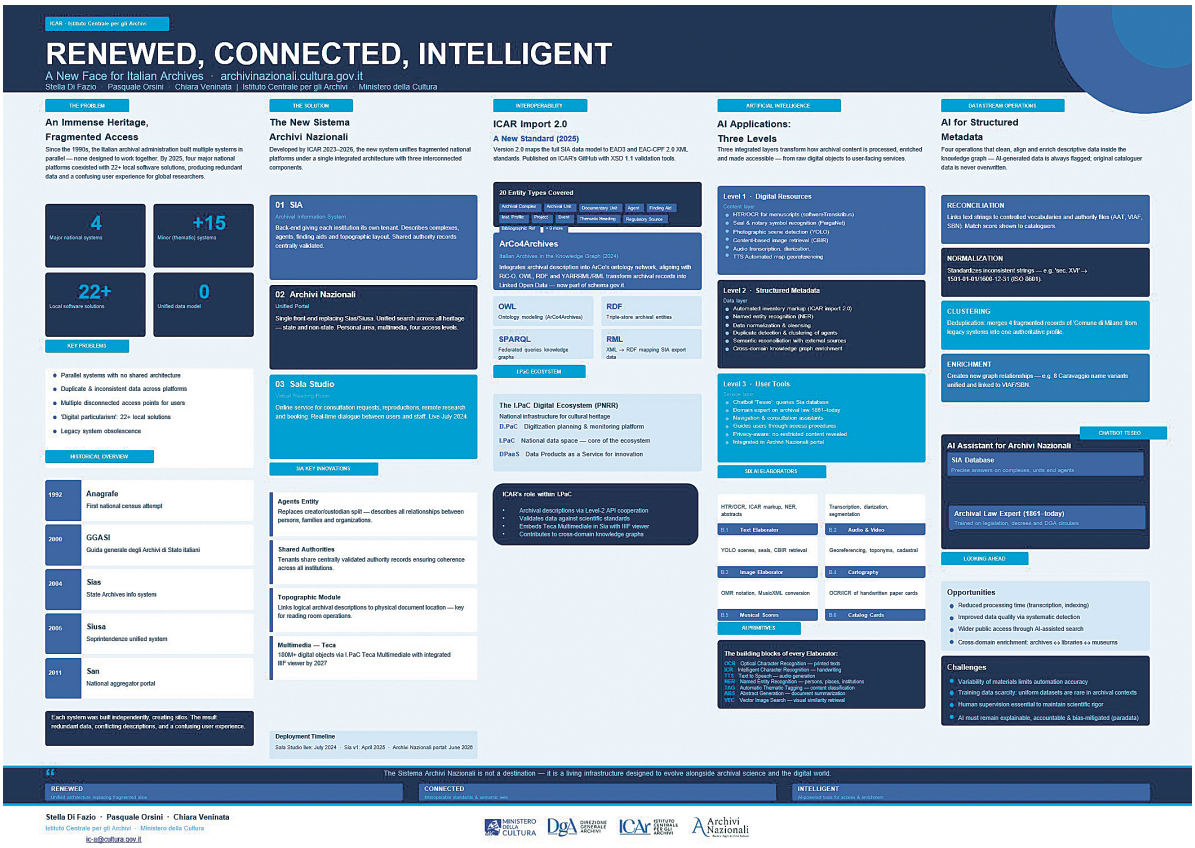
保护层面，完成多件核心流失文物数字建档与虚拟复位，以 3D 打印复制品替代文物巡展，降低原物运输损耗风险，构建石窟文物数字化永久档案。传播层面，线下系列巡展累计接待近百万观众，线上全网曝光超 5000 万次，60 余家海内外媒体报道，多场展览与项目获评省级及国家级文旅数字化优秀案例，公众观展满意度达 92%。社会教育层面，通过文物被盗原状与数字复原成果对比，直观展现国运与文运关联，成为文化自信与爱国主义教育载体，配套泥塑与彩绘等社教活动推进石窟文化进校园。

从龙门到全国：一套可复制的数字复原范式

技术层面，整套三维采集、虚拟修复、实体复刻与交互展示流程适配全国各类石窟残损与流散文物保护工作。协同层面，联动研究院、高校、博物馆与媒体形成“学术研究—技术研发—展览落地—公众教育”闭环，跨机构协作模式具备推广价值。巡展层面，“统一主题 + 在地化调整”兼顾标准化与地域特色，适配跨区域与跨类型文物数字化巡展。未来将持续联合高校攻关算法提升文物匹配效率并对接海内外藏家扩充流失文物数据库，拓展丝路沿线国内巡展与海外数字专题展，开发 3D 打印文创与 AR 导览小程序推进文旅产业融合，建立数字版权与跨国合作知识产权管控机制，保障项目长效可持续发展。



梵境双辉——龙门石窟与灵山胜境艺术对话展



焕然一新、互联互通、智能化：意大利档案馆的新面貌

004

申报机构

意大利中央档案研究所（ICAR）

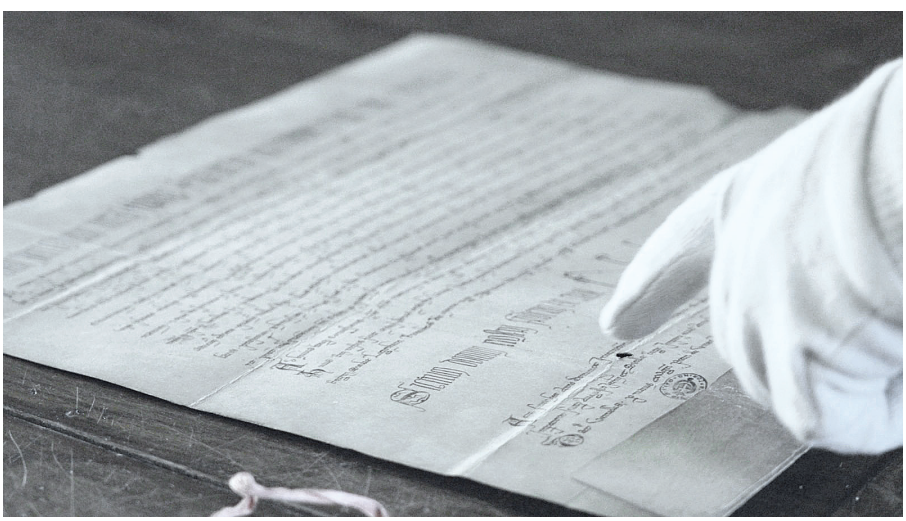
本案例搭建统一多租户架构国家档案系统，嵌入国家文化遗产基础设施 I.PaC，破解传统档案平台碎片化、数据割裂、标准不一等痛点，实现全国档案机构文献遗产一体化管理与开放访问。

项目以多租户生态替代分散独立数据库，统一数据模型兼顾全域标准化与单机构自主管理；创新模块化档案描述体系新增代理人与地理库房模块，完善档案全层级信息描述；融合知识图谱、AI、IIIF 多媒体存储与智能聊天机器人等技术，兼顾档案管理、数据互通与公众检索；建立 AI 元数据追溯机制实现技术应用可解释、可问责，为全国档案数字化整合提供标准化实施范式。

碎片化档案系统深陷“数字巴别塔”困局

此前数十年意大利档案采用“分离模式”与数字特殊主义，各机构独立搭建系统，形成大量碎片化平台。各数据库数据冗余、语义标准不统一，用户检索体验割裂；传统系统





档案与手稿

仅侧重高层档案机构描述，缺少细粒度单份文献信息记录；档案创建主体与保管主体二元划分，无法完整梳理档案相关人、机构与家族关系；档案文字描述与库房实物存放位置脱节，库管与检索效率低下；旧系统数据格式不兼容，跨机构与跨馆数据迁移难度大；手稿手写资料无法关键词检索，重复实体与垃圾数据大量堆积；AI 应用缺少决策追溯记录，难以保障档案学术严谨性。

基于此，亟需依托统一架构、标准化模型与智能化工具完成全国档案资源整合。

从分散到统一的全国档案“一朵云”

系统深度集成国家文化遗产基础设施 I.PaC，搭建“数据—模型—存储—语义—智能”五层递进式技术体系，让分散在全国各地的档案机构汇聚于同一朵“云”上。基础数据层，以多租户架构统一通用数据模型与中央权威文件标准，每家档案机构拥有独立专属租户空间，实现全域统一管控与机构自主运营的平衡。模型描述层，在统一数据模型之上，构建覆盖从档案顶层架构到单份文献单元全层级信息的模块化档案描述模型，新增“代理人”实体完整梳理档案相关个人、家庭与组织关系，搭载地形库房模块绑定档案元数据与实体存放坐标。多媒体存储层，依托 SaaS 多媒体存储库 Teca Multimediale 搭载 IIIF 高清播放器，实现数字影像与多媒体文件联动档案元数据的高清一体化阅览。语义互联层，以知识图谱与关联开放数据底座为支撑，遵循 RiC-O 国际本体标准，将档案数据转为关联开放数据，打通档案、图书馆与博物馆数据互通路径。智能应用层，集成



平台网站

HTR 手写文字识别实现手稿关键词检索，AI 算法完成数据清洗与实体合并，Teseo 智能聊天机器人结合档案法规提供专业咨询，同时强制留存元数据完整记录 AI 训练与算法决策流程，保障技术应用可追溯可解释。五层架构自下而上层层递进——数据层奠定治理根基，模型层规范描述标准，存储层保障资源可阅，语义层实现跨域互通，智能层赋能精准服务——共同构成全国档案统一管理、存储、检索与服务的完整技术闭环。

项目分批次迭代上线并同步完成海量历史数据迁移：2024 年 7 月试点发布阶段上线核心管理系统 Sia 与虚拟阅览室，选取佛罗伦萨、米兰、威尼斯三家机构试点验证多租户与模块化描述模型可行性；2025 年 1 至 9 月存量系统迁移阶段通过标准化 ICAR Import 通道完成旧 Sias 与 Siusa 系统大规模数据迁移并兼容 Arianna 4 与 xDams 等第三方商用档案软件；2025 年底至 2026 年初多媒体资源迁移阶段将数字档案、检索门户与配套数字对象统一迁移至 Teca 多媒体存储库完成全系统整合。截至目前，已有超 140 家档案机构接入系统，全面运行后将承载百万级档案与 1.8 亿件数字对象。

模式与技术的双重跨越

模式创新摒弃分散独立数据库以统一多租户生态解决长期数据碎片化问题，建立档案全层级描述框架打通宏观馆藏架构与微观单份文献记录，革新档案主体描述逻辑打破创建者与保存者二元局限，首创档案地理库房联动模块实现库房数字化精准管理。

技术突破基于知识图谱构建关联开放档案数据并对接国际标准实现跨文化机构数据互通，集成 HTR、数据消歧 AI 与法规智能问答机器人，建立 AI 全过程元数据追溯机制规范文化遗产领域智能化应用伦理与严谨性，采用 SaaS 多媒体存储与 IIIF 标准实现高清数字档案无缝阅览。

全国档案一体化的新图景

资源管理层面，统一标准消除数据冗余与语义冲突，多租户模式兼顾统筹管控与机构自主运营，百万级档案与上亿数字对象实现集中规范化存储，库房坐标联动模块大幅提升档案调取与内部管理效率。

数据互通层面，遵循 RiC-O 本体标准形成关联开放数据实现档案、图书馆与博物馆资源跨领域联动，旧系统与第三方软件数据可标准化迁移接入。服务效能层面手写档案支持关键词检索，智能机器人降低公众档案查询门槛，虚拟阅览室依托 IIIF 实现高清多媒体

档案便捷阅览。

行业示范层面，建立 AI 可追溯可问责落地规范为文化遗产数字化智能应用树立行业标准，完成档案管理从分散割裂向一体化协同转型。未来将持续优化知识图谱关联数据模型并迭代 AI 识别与数据消歧算法，完善 Teseo 聊天机器人专业问答能力，持续完成剩余档案机构接入并拓展跨区域与跨国档案数据互联应用，持续完善 ICAR 标准化数据互通通道并更新元数据追溯规范，保障海量档案长期安全存储与合规智能化应用。



信息检索



005 柏林德国博物馆——沉浸式历史博物馆

申报机构

拉维尔影业（ravir film）

其他参与机构

柏林德国博物馆有限公司（Deutschland Museum DM GmbH）、柏林创意工作室（Creative Studios Berlin）

本案例立足博物馆展陈、影视制作、沉浸式媒体交叉领域，打造全感官沉浸式历史观展体系，解决传统静态展陈对青少年、历史知识薄弱群体吸引力不足的问题。

项目首创具身化叙事模式，依靠空间场景、多感官特效与观众互动降低历史内容理解门槛；构建混合媒介模块化制作体系，平衡历史严谨性与参观体验并适配短期加急项目；形成可迁移、标准化的沉浸式展馆落地流程，为国内外文化场馆数字化升级提供完整参考方案。

两千年历史塞进两小时：一场与时间赛跑的内容压缩战

传统博物馆依靠文字展板与静态展品开展历史科普，展示形式单一，受众覆盖面有限。柏林德国博物馆需完整呈现两千年德国历史，要求观众两小时完成全程参观，面临多重突出难题：精简叙事的同时不能篡改历史史实；实拍、动画、互动装置与声嗅特效等多种媒介难以融合，稍有不慎便会导致展览内容碎片化、观众体验割裂；建设周期仅四个月，从概念设计到现场交付全流程压缩在极短时间内，亟需高效协同制作机制。

项目核心需求为打造适配全年龄段多元观众的沉浸式历史体验，打通多媒介一体化叙事链路，建立短周期高质量沉浸空间标准化生产方案，让历史知识在有限时间内实现最大化的传播效果。

从剧本到空间的多感官叙事技术体系

项目以观众行走动线串联不同阶段历史场景，依次打造原始日耳曼森林、中世纪厅堂、



1920 年代都市与战后公寓



复古舞蹈互动

一战战壕、1920 年代都市与战后公寓等沉浸式空间，搭配光影、音效、气味与空间声场还原时代氛围；配套战壕潜望镜、历史广播、古登堡印刷机与复古舞蹈互动等实操项目，让观众通过亲身参与完成历史学习，实现从被动观看到主动体验的转变。

技术层面，根据叙事场景匹配对应制作方式，依托档案图像数字绘景搭建基础历史环境，采用 3D 建模还原复杂空间，结合绿幕实拍与虚拟环境合成画面并辅以二维动画与佩珀尔幻影光学成像，搭配空间立体音频与多感官系统，兼顾制作成本、画面真实度与视觉层次丰富性。

制作层面，采用叙事研发与视觉制作双线并行、持续反馈联动的核心逻辑，前期联合历史学家把控史实，输出分镜脚本与动画预演提前测试空间节奏与观众动线；组建核心团队与长期合作外包网络的分布式协作架构，动画、平面、音效与技术团队同步推进并统一交付标准，保障四个月短期工期落地。

模式层面，打破影视、动画与空间设计学科壁垒，将真人影像、互动设备与展厅空间整合为统一叙事系统，解决多媒体展览长期存在的割裂问题。

“四个月工期”极限挑战如何跑赢时间

项目整体一次性推进，全流程分为学术调研与视听概念设计、分镜预演创意验证、多媒介内容并行制作、现场安装调试四大环节。依托模块化任务拆分，新增人员可快速接入，借助前期预演提前排查缺陷压缩后期整改投入。



游客互动

整套流程通用性强，可复制应用于各类文博场馆沉浸式改造项目。沉浸式叙事大幅降低历史知识获取门槛，适配儿童与海外游客等多元人群，场馆获评“2026 年度最佳景点”，成为国际热门文旅地标。项目验证了前置预演、跨团队并行与多技术组合的落地优势，为文博沉浸式展陈提供工业化模板，探索了博物馆教育功能与影视叙事、主题空间结合的混合发展模式，为新一代文化场馆转型提供实践范本。

沉浸式叙事的全球推广蓝图

技术层面，将持续迭代馆内现有内容并优化音效系统，上线多语言语音导览，改造启蒙时代展厅搭载雷达与摄像传感交互设备，依托虚幻引擎搭建思想家光影联动实时互动空间。

场景层面，向外输出成熟制作体系，研发 360 度环幕与多屏叙事空间，联合合作方开发舞蹈融合 VR 创新项目，联合高校研发融合声、光、温度与气味的全景沉浸式环境。

推广层面，采用核心团队与外部合作网络运营模式，依托项目委托、科研资金与联合制作多渠道筹措资金，拓展国内外文博沉浸式项目，长期将沉浸式叙事打造为可持续、标准化、可复制的文化场馆通用改造模式。



室内氛围场景

风险保障方面，针对媒介整合难度高、技术系统复杂与工期紧张三大风险，通过模块化任务设计、前期原型测试与稳定协作团队提前规避，保障项目从概念到落地的全过程稳定可控。



良渚古城遗址公园 VR 大空间体验项目

006

申报机构

杭州良渚古城旅游发展有限公司

其他参与机构

浙江天迈文化科技有限公司

本案例打造全球首个良渚古城全感官 VR 沉浸式互动项目，依托 VR 大空间、云渲染、多传感器定位等数字技术，完成良渚文明高精度数字化复原，构建沉浸式文旅体验新模式。

项目以技术赋能文化活化，依托考古数据实现五千年前古城场景毫米级高精度复原，把抽象良渚文化转化为可互动沉浸式体验；创新复合文旅运营模式打破单一门票经济，形成“VR 体验 + 文创 + 休闲消费”闭环；打造可标准化复制的数字文旅产品，建立“学术 + 艺术 + 技术”协同机制，具备跨场馆、跨区域输出推广能力。

五千年前的文明如何装进 VR 头显

良渚古城作为世界文化遗产，现有展示传播体系存在三大突出痛点：展示形式静态单一，依靠展板、实物与静态模型无法生动还原古城城市格局与先民生活，游客难以建立深度情感共鸣；文化内涵传播门槛高，稻作水利、玉器礼制与早期国家体系等抽象文明价值，传统讲解难以让青年与国际游客理解，文化传播穿透力不足；文旅融合转化薄弱，现有业态缺少沉浸式体验消费场景，文化 IP 衍生价值挖掘不足，难以匹配当下体验式文旅消费需求。

因此，亟待借助数字技术突破时空限制，在严守考古学术严谨性的前提下将考古成果转化为大众可感知的互动体验。



考古数据如何变成“可行走的”虚拟古城

项目搭建四层技术框架，数据层以考古勘测资料与权威学术成果为基底，保障数字内容史实准确。建模层运用 3D 高斯溅射重建与动态渲染技术生成上亿面高保真数字模型，

完整复原宫殿、王陵、作坊等核心遗址场景；交互层优化 GF-ORB-SLAM2 算法，融合多传感器实现 400 平方米空间毫米级多人同步自由行走交互；算力层采用云渲染搭配轻量化 4K 头显，降低穿戴负担保障高清流畅沉浸效果。

项目分四阶段落地实施：学术策划阶段（2 个月）组建学者、编剧、技术跨学科团队，梳理考古资料确立“神纹之约”核心叙事主线；数字内容生产阶段（5 个月）分模块高精度复原遗址场景、人物与玉器道具，完成剧情动画制作；场地技术集成阶段（3 个月）建成 840 平方米综合场馆，部署定位基站与云渲染设备，分区设置体验、文创、手作与休闲商业空间；迭代运营阶段（2025 年 7 月起）于良渚日启动试运营，收集游客反馈持续优化剧情、交互与场馆动线。

文化表达创新由静态复原转向文明活化，将水利、礼制、稻作等内核融入剧情互动让抽象文化直观可感；运营模式创新告别单一门票，融合 VR 体验、文创零售与茶咖餐饮构建完整文旅消费链条；叙事手法创新采用剧情穿越式叙事融合奇幻元素，贴合年轻群体审美强化情感共鸣；展览模式创新以常态化 VR 主展搭配季度特色临展，持续产出年轻化传播内容。

沉浸式体验激活文化认同

社会效益层面，项目获评中国国内省级文化基因激活工程与杭州数字文旅标杆场景，获



人民日报、中央广播电视总台等主流媒体专题报道，抖音与小红书相关话题总曝光超1500万，位列本地VR体验好评榜首位，成为青少年研学重要载体。沉浸式体验让观众从“旁观者”变为“参与者”，在虚拟漫游中亲身感受五千年前的水利系统、宫殿格局与玉器礼制，将抽象文明价值转化为可感知的身体记忆，有效强化了大众对中华文明的文化认同感与自信力。

项目验证了“学术+艺术+技术”三方协同机制的有效性，为文化遗产从静态展示向沉浸式活化转型提供了可复制的实践路径。

从良渚到全国：标准化复制的技术底气

项目实践形成了多维可推广经验，坚持“文化IP+数字技术”双轮驱动，内容为本、技术服务文化表达；搭建“学者把关、艺术创意、技术落地”三方协作机制平衡史实严谨性与体验趣味性；模块化产品开发将场景、交互与运营流程标准化封装，支持各地场馆快速本地化适配；多元传播矩阵以权威媒体树立公信力、社交平台KOL营销实现自发裂变传播。

未来，技术迭代方面，将升级轻量化头显并落地眼球追踪与手势交互，引入AIGC降低

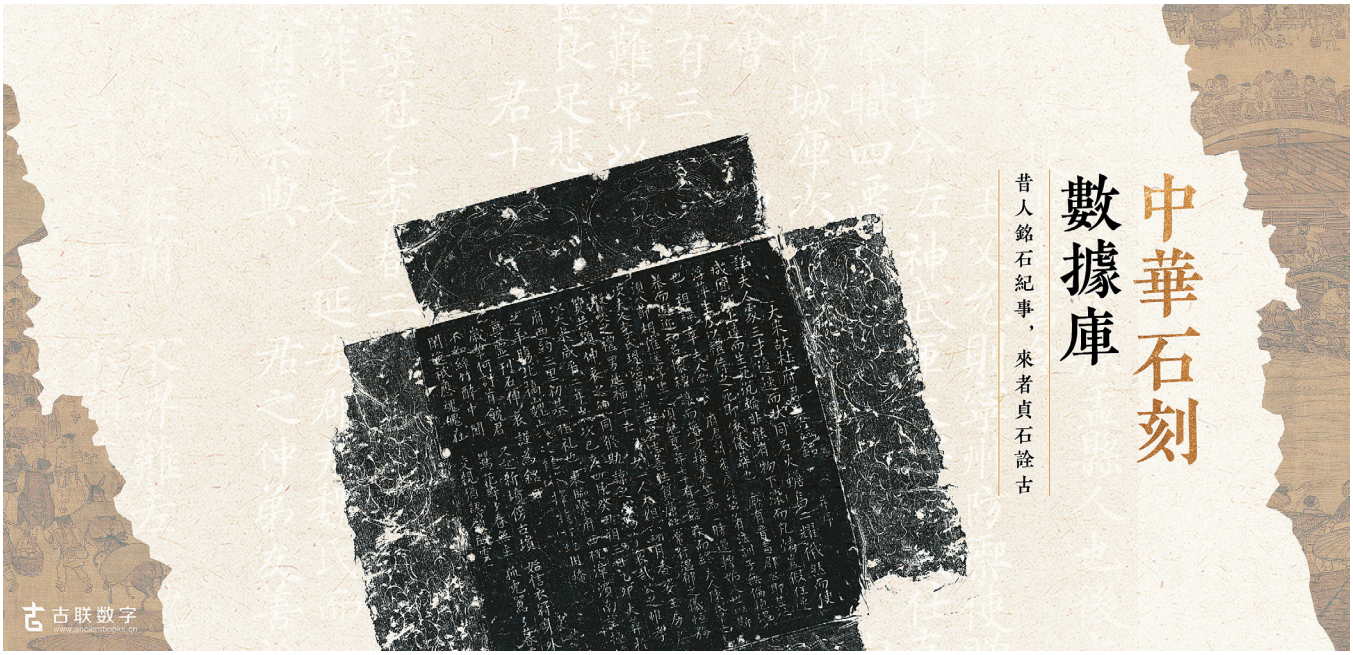



TEEMAX
天迈


TEEMAX
天迈



内容制作成本；场景拓展方面，将分引流、研学、亲子多版本定制内容，2026 年向全国 2 至 3 家文博单位输出标准化 VR 项目并完善常态化研学基地体系；文化出海方面，将依托“一带一路”于 2026 至 2027 年联动海外文化中心与国际博物馆开展多语言数字巡展。此外，风险应对方面，将针对技术迭代风险联动多家硬件厂商建立系统远程常态化升级与维保机制，针对异地复制水土不服预留本地化内容空间并吸纳本土专家优化内容、运营实行“一地一策”，针对复购不足风险以固定季度临展与节庆限定体验配套会员及套票体系提升游客复购意愿。



中华石刻数据库

007

申报机构

古联（北京）数字传媒科技有限公司

本案例立足中华石刻文献资源零散、整理难度高、传播应用受限的行业痛点，创新构建以学术标准化整理为根基、数字智能技术为核心、知识服务与数字出版为载体的石刻文化遗产活化利用新模式。项目聚焦资源聚合、文献校勘、成果转化、文化传播四大核心难题，完成技术架构、平台建设、出版模式、服务生态全链条创新落地，为全国古籍文献数字化转型提供标杆范式。

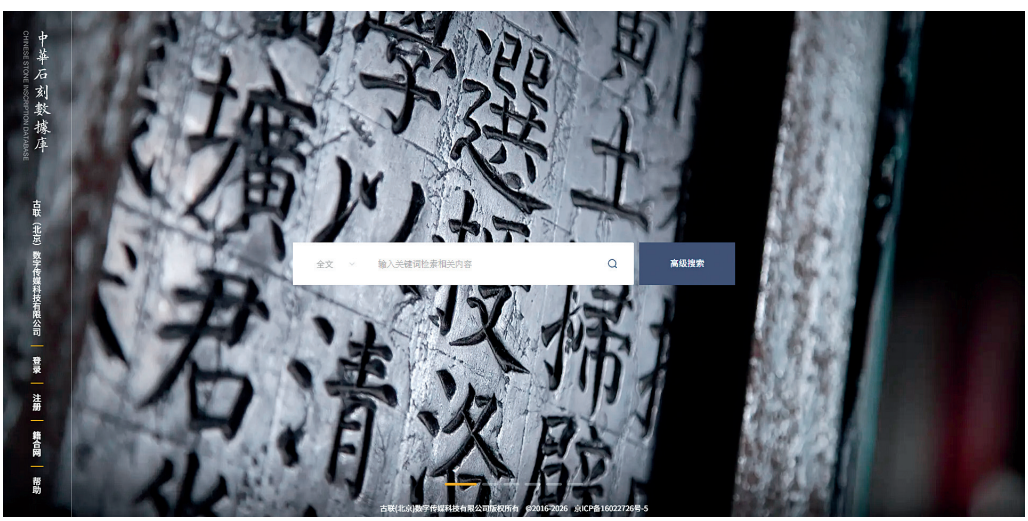
石刻文献数字化的三重困局

当前，石刻文献数字化建设存在三大突出短板：资源聚合难度大，历代石刻文物与拓片资料跨地域、跨机构散落于海内外文博院所与私人藏家，数据壁垒深厚、资源碎片化严重，缺乏一体化权威资源底座；文献整理门槛极高，石刻品类繁杂、书体多样，存有大量异体字及漫漶残损文字，传统数字化技术无法完成高精度释读与标准化校勘：成果迭代传播滞后，传统纸质出版存在周期长、更新慢、检索不便等问题，难以匹配学术新成果的动态迭代需求。

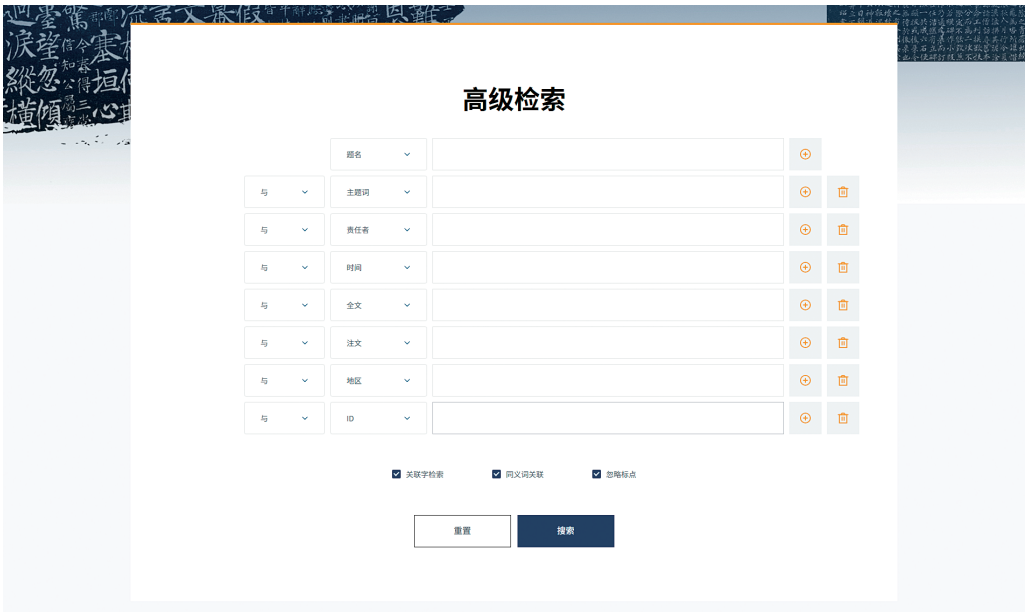
项目围绕资源聚合、智能文字处理、学术标准构建、数字出版创新四大方向开展系统性攻关。

四层技术架构与三阶段落地路径

项目首创“采集处理—数据管理—知识服务—终端应用”四层一体化专属技术架构。建立石刻数据标准化体系，统一元数据、校勘规则与入库规范，覆盖拓片图像、古文字与学术目录等全维度资源。依托自研古籍 OCR 识别与智能标点技术，搭建古生僻字处理系统，攻克未编码古籍字符显示与检索的技术难题。采用前后端分离 B/S 架构与标准化 API 通信，创新实现石刻文献与总目数据库跨库联动，建成集智能整理、精准检索、学术研读与动态出版于一体的综合服务平台。



数据库首页



高级检索页

项目分三阶段落地：第一阶段开展全域石刻资源调研摸排，按时代、地域与品类梳理资源存佚情况，完成海量分散资源集中聚合；第二阶段聚焦残损文本释读与异体字处理等核心技术瓶颈，联合行业专家完成文献校勘、句读与知识标引；第三阶段完善智能服务模块，建立学术成果动态更新机制，实时吸纳前沿研究成果，联动高校与文博机构开展推广应用。

四大创新突破包括：构建“学术严谨 + 数字适配”的石刻数字化标准体系；迭代石刻专属 AI 识别模型，适配多字体与残损拓片场景；首创石刻学术成果“一步式”数字出版范式，打通研究、修订与发布全流程；创新“总库 + 专题”集约化模式，实现零散资源向立体知识生态升级。项目凝练形成标准化古籍数字化建设方法论，构建“专家治学 + 技术落地”协同机制，形成适配古籍、出土文献与地方文史资源的普适性建设路径。

资源聚合与社会服务双重成效

项目累计收录石刻文献 8 万余篇、拓片图像 8 万余幅，建成大规模标准化数字典藏资源库。平台采用直销加代理双渠道模式，服务海内外 32 家正式采购机构与 600 余家试用机构，形成稳定营收体系。智能文字处理技术大幅降低文献整理成本，动态数字出版模式规避了传统纸质出版周期长与更新难的弊端，带动古籍数字化与文博知识服务产业链升级。



在线阅读页

平台依托图文对照、智能检索与在线研读等功能大幅降低研究门槛，助力石刻冷门绝学传承发展，产品覆盖海内外数百所高校与科研机构，成为中华石刻文化对外传播的重要数字载体。

提质拓界引领的三阶段蓝图

项目制定“提质—拓界—引领”三阶段发展规划：2026 至 2027 年，迭代智能技术并完善数据治理；2028 至 2029 年，拓展智慧研学、文旅体验等大众应用场景；2030 年建成完善的石刻数字化行业标准与智能服务生态。后续将持续研发石刻专属 AI 大模型、残损拓片智能修复与知识图谱可视化等核心技术，推动平台从数据供给向智能知识服务升级，持续扩充资源体量并完善多业态合作生态，严格落实数据安全与版权合规管控，深化中外学术传播合作，打造具有国际影响力的石刻文献数字服务标杆。



中国历代绘画大系典藏馆数字化综合运营

008

申报机构

浙江大学出版社有限责任公司

本案例依托中国国家级重大文化工程“中国历代绘画大系”建设成果，立足古代书画保护、展览传播与社会美育的实际工作需求，探索形成“科技赋能艺术、学术落地大众”的传统文化活化利用模式。项目针对传统书画文物珍贵脆弱、无法常态化展出、展陈形式单一、高端学术资源难以普惠大众等现实痛点，打通“学术整理—数字转化—公开展示—全民共享”完整链路，形成一套可复制、可落地、可推广的书画文博数字化展示与文化传播范式。

国宝级书画的“藏用两难”如何破局

当前，国内古代书画保护展示与文化传播领域存在多项行业共性短板：文物藏用矛盾突出，传世古画多为纸、绢等脆弱材质，对保存环境与展陈条件要求严苛，无法长期公开常态化展出，大量国宝级书画资源束之高阁、难以惠民；优质资源分散割裂，历代传世绘画珍品零散收藏于中外 263 家文博机构，缺乏体系化、全景式的集中展示平台；展陈体验模式固化，传统书画展览以静态玻璃展柜与图文解说为主，形式单一、互动性弱；美育传播效能不足，传统书画研究成果多以专业典籍出版，受众局限于学术圈层，大众获取门槛高、普及渠道少。

项目聚焦资源整合、数字赋能、场景创新与服务下沉开展体系化建设。



MR 数字美育

从“平面观画”到“沉浸入画”的技术跃升

项目搭建适配书画展示特性的“展示—交互—导览—服务”一体化数字化体系。资源层面，依托“大系”二十余年编纂积累的权威高清画作调色打样稿，结合浙江大学自研三维重建技术，高精度复原敦煌、云冈等石窟壁画与造像，建成画质精良、可循环复用、



VR 大空间

零文物损耗的标准化数字资源库。交互层面，依托 4K 投影、空间音频与动态感应设备，融合 MR、VR、AIGC 技术打造沉浸式画境空间，实现静态古画动态活化、场景复刻与虚实交互。导览层面，革新传统静态展签模式，以二维码、小程序与声波导览为载体，集成语音讲解、展品溯源与路线规划等功能。服务层面，依托大模型技术迭代智能问答与场景讲解功能，持续完善场馆智慧服务体系。

项目遵循循序渐进、迭代落地的原则，先落地常态化主题展陈将国家级学术成果转化为稳定开放的公共文化资源，再深化校地协同内容创作开发沉浸式光影展与 MR 数字美育等特色内容，进而推进基层普惠服务将轻量化数字展项下沉至校园与社区，最终迭代智慧服务能力持续优化智能导览与场景互动功能。四大创新突破包括以权威数字成果替代真品展出实现保护与利用双向兼顾，通过三维石窟复原与虚拟画境搭建实现从“观画”到“入画”的体验升级，以主题化、体系化逻辑串联历代名画完整呈现中华绘画艺术传承脉络，以及将专业化学术成果转化为全民可参与的展览体验与美育课程。

从 45 城到 17 国：一场跨越时空的文化接力

项目搭建跨界融合的开放式美育实践平台，常态化开展高校联合创作与美育研学等活动，

有效助力交叉学科实践与美育人才培养。项目累计获得三十余家中央及省市主流媒体专题报道，品牌影响力持续提升。目前已在国内 45 个城市举办 70 场巡展，在海外 17 个城市开展 18 场国际特展，累计观展人次超 1200 万。数字精品展项亮相世界互联网大会等平台，相关网络话题传播量超 2.5 亿，有效提升中华书画文化的国内传播力与国际影响力。轻量化数字美育产品持续融入基层文明实践、校园美育与群众文化生活，实现传统文化普惠共享。

可推广的“产学研用”协同范式

项目落地运营期间凝练出成熟可行的数字化建设方法论。构建产学研用协同机制，联动高校、场馆、科技企业与文博机构，实现学术研究、技术转化、内容创作与场景应用全链条贯通。坚持文化为本、科技赋能，立足传统文化内涵挖掘，开发轻量化、可复制的数字美育与文旅产品，杜绝技术堆砌与形式虚化。建立多级联动惠民模式，以固定展馆、流动巡展与基层下沉三重模式构建全覆盖、均等化的公共文化服务体系。



光影丹青沉浸式大空间

从“大系”到全民美育的长期蓝图

项目紧扣中国国家文化数字化与美育强国建设部署，制定阶梯式长期发展规划：2026 至



中国历代绘画大系典藏馆中厅

2027 年深化校地馆协同合作，完善研学实践、文创开发、馆际联动与常态化巡展机制，丰富公共美育供给；2028 至 2029 年持续迭代数字沉浸场景并推出多项全新数字化展陈项目，完善大模型智能讲解服务体系；2030 年全面建成体系成熟、辐射广泛的书画数字化展示、美育普及与国际传播平台。后续将持续深化文科技融合应用，孵化更多轻量化可推广数字文化产品，持续拓展海内外传播渠道，为传统文化保护利用、全民美育升级与中外文明交流互鉴提供长效支撑。



009 山西古建筑数字化展示与传播

申报机构

山西省古建筑与彩塑壁画保护研究院（山西古建筑博物馆、山西省文物保护基金管理中心）

其他参与机构

国家典籍博物馆；哈佛大学中国艺术实验室；北京吾仝科技有限公司

本案例聚焦山西古建筑、壁画、彩塑等不可移动文化遗产活化利用痛点，创新构建“高精度数字采集 + 沉浸式交互体验 + 全国巡回传播”的数字化展示新模式。项目改变传统文物数字化“重存档、轻应用”的行业现状，针对性解决不可移动文物展示受限、数字资源闲置、文化阐释晦涩、跨域传播困难等核心问题，建成集保护、展示、科普与传播于一体的数字化体系。



观妙入真展

文物“走不出去”与资源“用不起来”的双重困局

当前，中国国内不可移动文物数字化保护利用存在明显短板：文物展示条件受限，古建筑、壁画与彩塑本体脆弱，原址无法承载高频次参观，异地展览仅能展示复制品与残件，难以还原文物原生场景与整体艺术风貌；数字资源利用率低，海量高精度数据长期闲置，无法转化为展览展示与大众科普资源；文化阐释效能不足，古建筑营造技艺与壁画彩塑艺术内涵专业晦涩，传统静态展陈难以让大众深度理解文物价值。项目围绕数字复原、沉浸体验、价值阐释与全域传播四大方向开展系统性攻关。

从永乐宫到佛光寺的技术跃迁路径

项目首创“采集—重建—交互—呈现”四位一体全链条技术体系。依托毫米级激光扫描与视觉算法建模完成高精度数据采集，结合 AI 纹理修复与动态活化技术还原文物褪色与残损处细节。集成 VR 大空间沉浸、虚实融合投影与多点触控等多元技术打造多感官体验场景，技术体系持续迭代升级。以“行走的山西”全国巡展为核心载体，分阶段落地特色数字化展览。永乐宫“观妙入真”展览首创 AI 壁画人物活化技术，完成《朝元图》

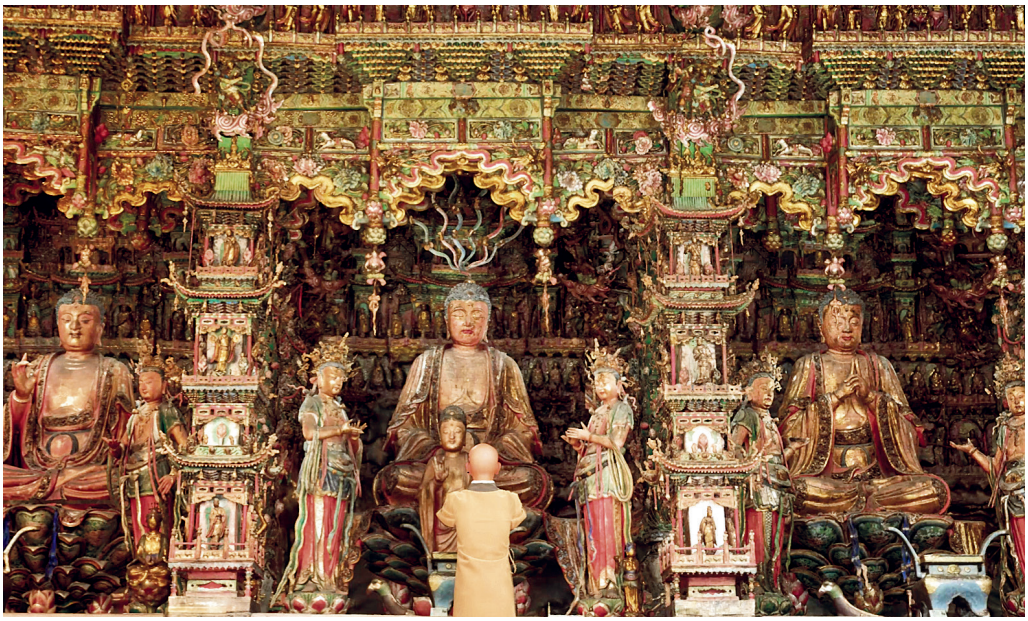


（小西天展）西天圣境沉浸式体验展

286 位神祇动态还原，依托四折幕呈现壁画盛景，搭配 VR 水墨沉浸剧场精准再现永乐宫整体格局。小西天展览通过百亿面数超写实建模与 16K 高清贴图 1:1 完整复刻大雄宝殿悬塑，依托实时光线追踪技术打造电影级 VR 沉浸场景，支持手势交互与虚拟禅师对话。广胜寺计划 2026 年首展，佛光寺与南禅寺将于 2027 年对外开放，形成持续推进的技术发展路径。

一次采集、全国巡展的可推广范式

项目凝练形成标准化可复用范式。建立全链条技术规范，统一文物采集、建模、渲染及展陈标准流程，为同类项目提供成熟技术参考。落地“一次采集、多场景复用”模式，将高精度数字资源同步用于存档、展览、科普与文创，彻底破解不可移动文物无法跨域展示的难题。构建学术与大众兼顾的阐释体系，用数字化交互转化晦涩专业知识，让古建筑艺术可看、可玩、可懂。永乐宫系列已完成六站全国巡展，资源复用率高、运营可持续，后续多座古建展览落地后将进一步壮大“行走的山西”巡展 IP。



（小西天展）大雄宝殿 VR 大空间体验

文化破圈的传播实效与产业价值

永乐宫“观妙入真”展月均参观量达 6 万人次，门票与文创消费比例达 2:1，核心 VR 展

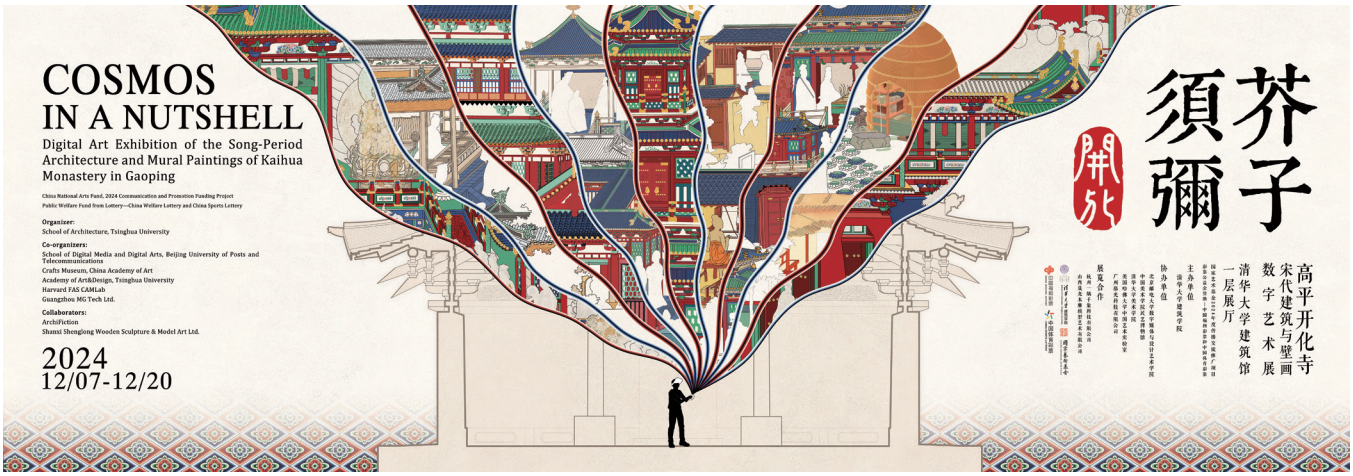


（观妙入真展）第二部分 和光同尘

项用户转化率远超行业平均水平。项目累计获得中央广播电视总台等 50 余家权威媒体报道，全网曝光量超 1 亿次，在新媒体平台形成热门传播效应。该项目全面打破地域壁垒实现文化遗产普惠传播，让山西古建筑文化走出三晋辐射全国，异地观众可沉浸式体验古建艺术魅力。项目将专业学术内容转化为通俗沉浸体验，有效拉近大众与文物距离，尤其激发青少年传统文化学习兴趣，为国内不可移动文物活化利用提供优质示范。

古建数字化的下一站：技术深耕与 IP 生长

项目将持续深耕古建筑数字化领域。技术层面，持续优化高精度采集、AI 文物修复与壁画动态活化技术，深化 AR/MR 虚实融合与智能交互落地，持续提升数字展陈精细度与沉浸感。内容层面，2026 年推出广胜寺数字化巡展，2027 年上线佛光寺与南禅寺主题展览，持续扩充山西古建数字资源库。推广层面，持续做强“行走的山西”巡展 IP，搭建标准化可复制的古建数字化传播体系，推动山西优质文化遗产常态化“走出去”。同时，建立专家内容审核、全链路版权保护与常态化运营风控机制，持续引领全国不可移动文物数字化保护与传播高质量发展。



芥子须弥 · 开化：高平开化寺宋代建筑与壁画数字艺术展

010

申报机构

清华大学

本案例立足寺观建筑与壁画一体化遗产的保护传播难题，结合文物特性与大众科普需求，依托长期学术积累与多学科数字技术，打造“学术筑基、空间还原、沉浸体验、全域传播”的数字化展览新模式。项目针对当前文博数字化普遍存在的展示碎片化、内容晦涩难懂、重技术轻内涵等问题，摒弃传统静态单点陈列方式，推动遗产展示从单品呈现转向整体空间体验，从浅层技术展示转向深度文化阐释，形成可复制、可推广的古建壁画数字化活化路径。



开化道场展区

碎片化展示与“看不懂”的壁画之困

当前古建壁画类遗产数字化展示存在三类典型问题：展示体系碎片化，多数展览割裂建筑、壁画、环境与传统礼仪路径的整体关系，以静态陈列为主，无法还原古建筑原生空间格局与文化语境；大众传播门槛高，开化寺壁画年代久远、画面繁复，加之风化褪色与局部残缺，普通观众难以读懂文物内涵，科普传播效果较弱；数字化应用本末倒置，多数项目一味追求视觉沉浸效果，缺乏扎实学术支撑，无法挖掘遗产深层价值，存在重形式、轻内容的行业通病。

项目通过整体空间复原、学术内容通俗转化与沉浸式体验升级，系统性破解上述痛点。

从学术考据到沉浸体验的展示框架

项目坚持学术与技术深度融合，搭建系统化数字化保护展示体系，创新构建“整体认知—空间体验—精神游历”三级递进展示框架。通过多尺度模型与实景影像完整呈现寺院环境、建筑形制与壁画全貌，依托裸眼混合现实与沉浸影像还原古建原生场景，清晰展示壁画考据与空间复原过程。结合 CAVE 沉浸剧场与多人 VR 交互技术还原壁画中佛国世



CAVE 空间裸眼混合现实展示“身临其境”

界的叙事场景，参照古代右旋礼拜动线设计观展路线，让观众沉浸式体验空间意境的层次变化，并搭建线上云端平台实现线上线下联动传播。

项目分阶段稳步落地：2015 年起完成三维激光扫描、高清摄影与色彩检测等基础工作，建立标准化文物数字档案；2017 至 2024 年系统研究开化寺历史沿革、建筑形制与壁画叙事逻辑，夯实展览内容根基；2024 年依托中国国家艺术基金支持将学术成果转化为标准化数字展览；2024 至 2025 年在全国高校、美术馆与公共场馆巡回展出，并赴加拿大与巴西开展国际文化交流，依托线上平台实现遗产常态化传播。

项目形成多项核心创新：打破碎片化陈列模式完整还原遗产整体空间价值，以学术考据为核心将晦涩专业知识转化为大众易懂的展览内容，坚持文化为本、技术为用杜绝盲目技术堆砌，复原古代礼仪观展动线实现观众从被动观展到沉浸式体验的转变。同时凝练出“研究、展览、教学、传播”四位一体实操方法，可广泛适配寺观、石窟与园林等空间型遗产的数字化建设。

巡展、云游与产学研的协同落地

社会效益层面，项目完成开化寺建筑、彩画、壁画及周边环境的高精度数据留存，建立



观众在 CAVE 剧场中观看开化寺大殿与壁画场景

完善数字档案，为文物监测、病害治理与修缮保护提供科学支撑。通过国内外巡展与线上 VR 云游打破时空传播壁垒，让小众宋代壁画遗产走出山西、走向全国、面向世界。同时依托项目开展常态化教学实践、公益讲座与体验课程，普及古建壁画文化知识，培育文博数字化人才。

经济效益层面，巡展配套研学体验、文创产品与艺术演绎等多元业态，形成可持续的文旅运营模式，有效带动地方文旅消费，提升地域文化辨识度。通过联动高校、科技企业与文博机构协同发展，打通产学研用落地通道。

打造可推广的古建壁画数字化标杆

项目将持续深耕古建壁画数字化活化领域，稳步推进技术迭代、场景拓展与学术升级。持续完善文物数字数据库，细化建筑工艺、壁画材料与病害信息，深化场景动态复原，探索 AI 辅助修复与多用户协同漫游等新技术，总结形成行业通用展示规范。持续拓展国内外巡展场景，开发轻量化移动展览版本，迭代升级线上平台功能，深化校地融合与学术开放，逐步将成熟模式推广至永乐宫、敦煌石窟与古典园林等同类遗产。同时，完善数据安全、版权保护与技术迭代风控机制，坚守文化本体、杜绝技术堆砌，全力打造可复制、可推广的古建壁画数字化活化标杆。





澜湄国家跨境语言 AI 大模型

011

申报机构

云南濒危语言文化传播有限公司

其他参与机构

智译；上海壁仞科技股份有限公司；梦想行动

本案例聚焦澜沧江—湄公河流域跨境低资源民族语言的数字化抢救保护与活态活化利用。澜湄合作六国跨境民族聚居、方言体系繁杂，多数跨境民族语言无规范文字体系与标准化语料储备，属于典型低资源濒危语言。传统语言保护多依赖纸质存档与零散录音等粗放模式，存在数据底座薄弱、技术适配滞后、传承形式单一等结构性短板。



哈尼语白宏支系方言发音人录音中

项目依托人工智能大模型小样本学习技术，通过多语种语料采集、校对与建模，搭建集智能翻译、文本创作、语音交互于一体的 AI 数字知识服务平台，实现跨境民族语言数字化留存、智能化应用与常态化传播。

低资源语言的“濒危”困局

澜湄流域跨境民族语言面临多重困境。多数语言无规范文字体系，标准化语料储备匮乏，传统保护依赖纸质存档与人工翻译，数据底座薄弱、传承形式单一。长期语言隔阂不仅阻滞区域民间文化交流与文旅融合升级，更造成小众民族语言传承断层、区域数字文化发展失衡。针对以上痛点，项目依托小样本学习技术探索适配低资源跨境语言的数字化应用路径，彻底破除传统保护“重存档、轻应用”的弊端。

四层技术体系与小样本学习路径

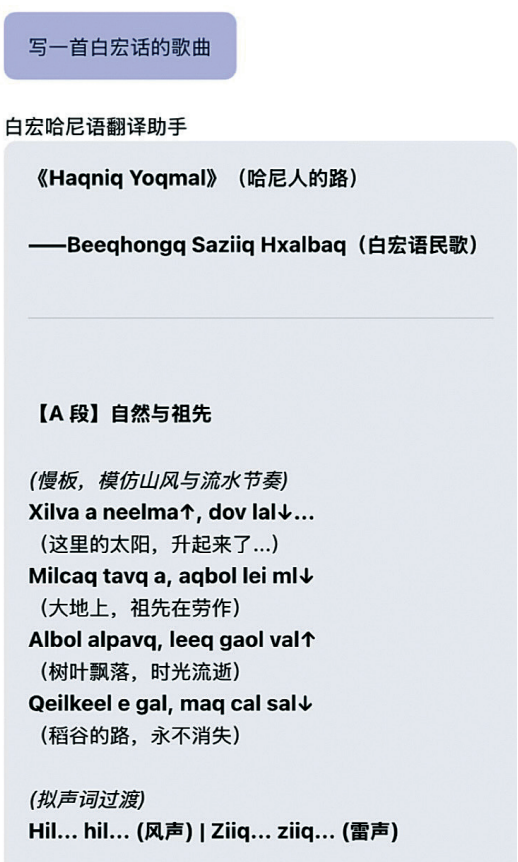
项目立足澜湄流域语言资源禀赋与跨境发展实际，创新构建“数据底座—核心能力—演示系统—场景应用”四层一体化技术体系。数据层面，系统采集 20 余种方言及跨境民



已上线的 6 个语言 AI 翻译系统界面

族语言资源，完成批量语料标注、人工校对与分类归档，建成区域首个标准化、多模态跨境低资源语言数据集。核心技术层面，依托大模型算法，摆脱传统模型对海量标注数据的强依赖，基于少量样本即可完成高精度文本翻译、智能文本创作与语音识别合成，大幅降低小众濒危语言数字化门槛。

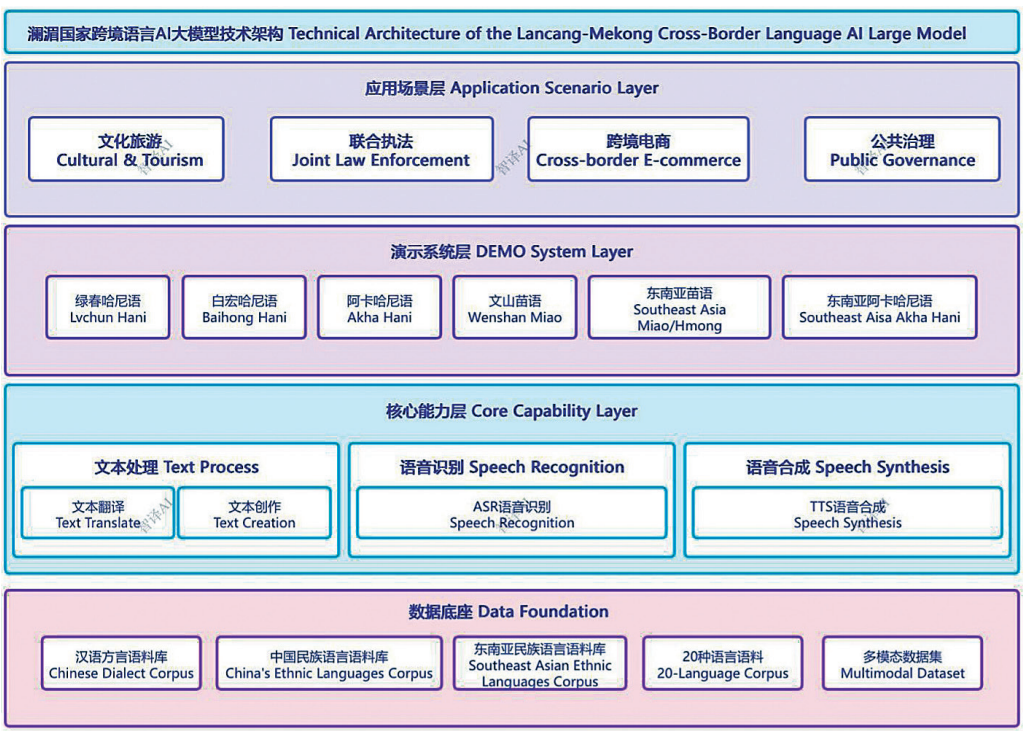
项目遵循“语料共建—模型研发—系统搭建—场景落地”实施路径，现已上线 6 套成熟演示系统，覆盖绿春哈尼语、白宏哈尼语、阿卡哈尼语、文山苗语、东南亚苗语、东南亚阿卡语六大核心语种，支持实时文本互译与智能语音合成等功能，精准对接跨境治理、非遗传承、文旅推广、民族教育与乡村电商等多元场景。



澜湄国家跨境语言 AI 大模型

语料、模型与跨境落地的三维实效

项目已建成涵盖20余种跨境民族语言的标准化语料资源库，上线6套专业化AI服务系统，累计词元消耗量达3亿次，整体服务效率与翻译精度均超越传统人工模式。2026年项目团队赴泰国清莱山区开展跨境落地应用，首次依托AI技术精准完成当地阿卡支系民族书籍译制与文化输出，填补了跨境低资源语种数字化传播的行业空白。平台已成为省内多所高校民族语言教学与学术研究的重要支撑载体，有效弥补专业人才短缺与教学资源不足的短板。智能互通功能彻底打通跨境语言壁垒，有效赋能跨境执法协作、基层治理与安全预警等重点工作。项目依托母语数字化服务体系，助力边疆群众便捷接入数字教育与文旅电商资源，缩小区域数字鸿沟，探索形成的小样本低资源语言AI活化模式可为全球六千余种低资源语言保护提供中国方案。



AI大模型技术架构示意图

从小语种到大模型：澜湄语言数字化的下一程

未来，项目将持续深耕跨境低资源语言数字化保护与智能服务领域。资源层面，持续扩

充壮语、瑶语等跨境语种资源，持续筑牢数据底座。技术层面，优化小样本 AI 算法模型，提升语音合成质感与翻译精度，推进低资源语言 AI 大模型研究中心与算力中心建设。场景层面，持续深耕跨境治理、非遗活化、文旅电商与民族教育等核心领域。协同层面，依托澜湄合作机制深化流域各国高校与科研机构资源共建共享。同时，建立动态语料更新、规范化数据授权与严格内容审核等全流程风控机制，持续打磨标准化、可复制的跨境语言数字化服务标杆。



012 入画·清明上河图

申报机构

香港大学香港人文社会研究所

其他参与机构

香港大学量化历史研究中心；香港大学文学院

本案例聚焦依托人工智能多智能体技术，实现《清明上河图》静态古画的动态推演、场景重构与交互式活化展示。当前，中国国内书画文物数字化建设普遍停留在高清扫描与静态复刻的浅层展示阶段，存在展陈形式固化、公众参与性弱、文化阐释浅表化等突出问题。古画中万千市井平民的日常百态长期被宏大历史叙事忽略，难以通过传统展陈手段生动呈现。本项目打破传统静态展示的技术局限，将千年静态古画重构为可交互、可推演、可沉浸式体验的动态历史场景，深度激活古画内在叙事价值。

书画文物数字化的三重局限

当前，书画文物数字化普遍存在三大痛点：展陈形式固化，多数项目仅完成文物视觉形态的静态留存，只能支撑观众被动观赏，无法还原古画背后完整的市井社会结构与动态民生脉络；公众参与性弱，传统数字化模式以单向观看为主，观众无法深度参与内容探索；文化阐释浅表化，画中上千人物的生活轨迹、互动逻辑与隐藏叙事无法有效释放，深层历史文化价值难以落地传播。

项目针对以上痛点，依托 AI 智能模拟与多智能体协同技术，推动传统书画遗产从静态标本留存迈向活态沉浸式传播。



入画·清明上河图

多智能体系统构建动态历史场景

项目搭建 AI 驱动的历史模拟与开放叙事交互体系，构建可实时演化、自由交互、自主迭代的动态汴京市井场景。技术层面融合多智能体系统与大语言模型架构，将画中人物拆解为独立智能单元，为每一个角色匹配专属身份背景、行为逻辑、行动目标与社交规则，同步搭建涵盖人物关系、场景环境与事件演变的全局状态模型。系统设置叙事生成与动态更新双核心模块，无需预设固定剧情脚本，可根据用户实时操作自主推演角色行为，生成多元剧情分支，形成高自由度、千人千面的开放式历史叙事体系。

项目遵循“数据筑基—模型搭建—机制迭代—场景落地”的实施逻辑：首先完成古画全景精细化解析、人物标注、身份溯源与背景建档，搭建体系完备的角色专属数据库；其次搭建多智能体协同模拟框架，迭代优化实时推演、智能叙事与状态更新核心机制；最后研发前端沉浸式交互系统，支持用户自主决策与深度参与剧情演进。



入画·清明上河图

项目实现全方位创新突破，从固定内容机械复刻升级为 AI 动态内容智能生成，从单一俯视观赏视角升级为多角色沉浸式代入体验，从孤立静态画面升级为社会化人际联动与市井生态推演，从被动观看升级为用户主动参与、自主共创的交互模式。同时，凝练形成“图像解析—角色建模—网络构建—智能模拟—交互叙事”的标准化路径，可广泛适配古画、历史文献与考古遗存等各类文化遗产。



入画·清明上河图

从“看画”到“入画”的体验升级

项目试运行以来，在文化破圈传播、公众体验升级与文博科普教育等领域取得显著成效。线上演示层面，凭借创新性的交互式活态展示模式引发广泛社会关注，用户互动深度与自发传播热度持续攀升，有效破解了传统古画观赏枯燥、年轻受众接受度低的传播难题。体验层面，彻底革新古画观赏模式，以动态推演、多线叙事与角色代入的沉浸式形式，引导观众深度走进北宋市井生活实景，直观感知宋代城市风貌、商业业态与民俗风情。文化传播层面，聚焦普通市井百姓的个体命运与日常劳作，让细碎鲜活的民间历史得以具象化呈现，极大丰富了传统文化的表达维度。教育应用层面，构建探索式文博科普新场景，为历史研学与书画普及提供全新数字化教学工具。

技术深耕与场景拓展蓝图

未来，项目将持续深耕 AI+ 文博数字化融合领域。技术维度，持续优化多智能体协同推演算法，完善全景场景状态建模体系，提升 AI 生成内容的逻辑性与实时交互稳定性。应用维度，将成熟的古画活化框架拓展至传世书画、历史文献与考古遗存等文化资源，搭建通用化、可复用的文化遗产动态活化体系，深化在智慧文博展陈、校园美育科普与数字文创产业的规模化落地。中长期将搭建开放共享研发平台，赋能科研团队与文创创作者开展二次开发与内容共创。

同时，建立全维度风险防控与内容规范体系，通过多层级内容校验、标准化版权溯源与科学化叙事边界管控，平衡交互趣味性与历史文化严肃性，杜绝过度娱乐化解读，持续打造技术过硬、内容严谨、可复制推广的传统文化 AI 活化标杆。



让古籍里的文字“活”起来——睡虎地简牍数字展

013

申报机构

云梦睡虎地秦简法文化研究中心

其他参与机构

合肥磐石智能科技股份有限公司；清华大学国家文物局重点科研基地安徽工作站（安徽大学）

本案例立足简牍核心资源，打破传统静态展陈局限，创新搭建沉浸式数字化展览体系，实现古籍文物从“静态标本观赏”向“活态历史叙事”的转变。云梦睡虎地秦代简牍为中国国家一级文物，入选“百年百大考古发现”，承载秦代律法制度、基层治理与社会民生，其中秦代律法简是国内现存最早、最完整的成文法律文书，戍卒木牍家书为我国已知最早战地家书。

项目针对古籍展陈古文难辨识、内容难理解、历史难共情的突出痛点，依托睡虎地秦简核心资源，构建三维叙事展陈体系，推动千年秦简文字遗产实现创新性活化传承，为基层古籍数字化活化提供可复制范例。

古籍展陈的“读不懂”困局

当前古籍展陈模式普遍固化，以静态陈列与简单译介为主。睡虎地秦简以古奥秦隶书写、文本晦涩专业，普通观众缺乏知识支撑，难以读懂秦代律法体系与治理逻辑，无法体悟



烽火家书与安陆腊月祭



秦人的日常与情怀数字空间

文字背后的人物命运与时代情怀，导致珍贵古籍文化价值传播不足、大众认知薄弱、传承遇阻。

项目摒弃文博行业重技术、轻内容的同质化误区，坚持内容为本、技术赋能、体验为王，创新构建“专业价值、人物故事、时代图景”三维叙事体系，探索出适配基层文博场馆、可复制推广的古籍数字化活化新模式。

从律法条令到市井人生：双馆讲述秦代故事

项目采用“一址两馆”布局，以睡虎地考古遗址为核心，分设律法馆与人物馆两大展区。律法馆聚焦秦代法治文化，依托律文智能查询、身高刑责体感互动、穴盗司法案例复原等数字展项，将晦涩的秦代律法条文、司法勘验流程与基层治理体系，转化为直观可交互的沉浸式体验，生动展现秦代法治文明的严谨与先进。人物馆聚焦古籍背后鲜活个体，以秦吏“喜”、戍卒“黑夫”“惊”的真实生平为核心，通过投影沙盘、十二时辰沉浸式剧场、天地联动交互、家书数字展陈等形式，还原秦代基层理政日常、戍边实景与家国情怀，让冰冷的古籍文字兼具温度与生命力。双馆联动打造弧幕沙盘、民俗折幕剧场、互动评价系统等特色场景，完整呈现秦代疆域变迁、制度革新与市井民生风貌。

项目突破单一文物展示局限，实现法治价值、人物情感、时代图景的立体融合；立足基层场馆实际，以成熟轻量化数字技术精准赋能文化叙事，低成本、高效率破解古籍活化传播难题，行业适配性与推广价值突出。

数据背后的文化破圈与县域活力

项目自 2025 年 11 月开放运营以来，展馆日均客流从开放前不足 10 人提升至 150 人以上，单日峰值突破 800 人次，累计接待观众近 3 万人次，各类专项参观 130 批次，观众停留体验效果远超同级县域展馆。线上 AI 简书互动参与量达 43 万次，线下互动设备使用率超 85%，有效降低古籍解读门槛，观众对秦简文化价值认同度从 37% 提升至 91%，真正实现“见物、见人、见史”的核心效果。项目获人民日报、新华社等国家级媒体报道 50 余次，全网传播量超 184 亿次，让县域国宝文物走向全国、辐射海外。同时，搭建分层研学体系，累计接待中小学、高校、公检法系统研学团体 60 余批次，针对不同群体定制专属课程，兼顾青少年美育普法、高校学术研究与公职人员法治教育，充分释放古籍社会育人价值。



喜的十二时辰

长效运营机制与国际影响力提升路径

未来，项目将持续深耕古籍数字化活化领域，坚持数字赋能、内涵深挖、文旅融合、长效运营。数字建设上，搭建云端简牍数字资源库，完成高清存档与多语种译介，打造全域共享线上展厅，打破线下展陈时空限制。研学教育上，优化全年龄段分层课程体系，常态化开展秦简文化进校园、进社区、进机关活动，构建系统化遗产教育矩阵。品牌升级上，全力推进世界记忆遗产申报，对标国际标准完善资料，开展跨文明法治对比研究，提升中华法治文明国际影响力。国际传播上，筹备秦简文化国际论坛，制作多语种传播内容，深化国际文化交流。同时，建立完善内容更新、版权管理、多元经费保障机制，稳妥应对运营与技术迭代风险，持续打磨可复制、可推广的基层古籍数字化活化标杆，助力中华优秀传统文化长效传承、走向世界。



014 「黑神话：悟空」遇见山西——古建数字艺术展

申报机构

新华网股份有限公司

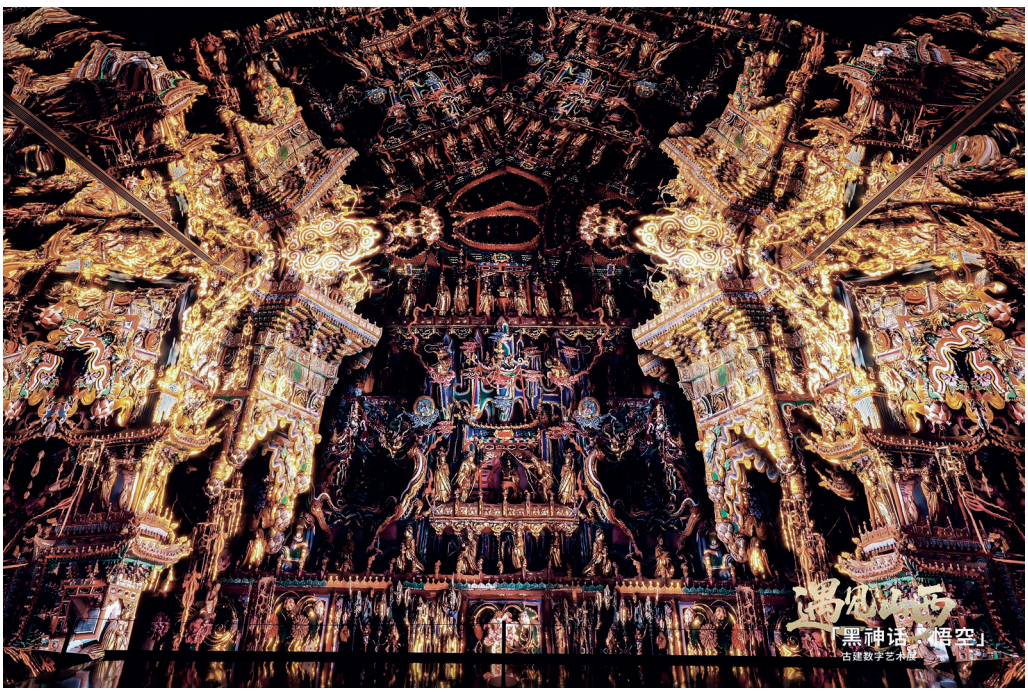
其他参与机构

新华通讯社山西分社；杭州游科互动科技有限公司；山西鹏飞集团

本案例聚焦沉浸式展示与交互式体验技术应用，依托《黑神话：悟空》官方正版授权，打造“游戏 + 古建”双 IP 融合数字艺术展。项目依托头部数字 IP 流量与成熟数字技术，推动山西古建资源与游戏数字资产深度融合，以沉浸式交互展陈兼顾文物保护与文化活化，打破文博资源与年轻大众的沟通壁垒，探索文化遗产创新性转化与发展的全新路径。

不可移动文物的观赏难题与传播瓶颈

山西是全国古建筑资源宝库，古建存量大、类型全、价值高，但大量古建地处偏远、承载有限、管控严格，长期存在公众“进不去、看不明、看不全”的观赏难题。传统古建展示以图文陈列、实景观光为主，形式单一、专业性强，对青年群体吸引力弱，存在明显传播代际隔阂，古建文化难以破圈普及。同时，热门 IP 实景引流造成瞬时客流激增，给文物本体保护带来巨大压力，保护与开放的矛盾日益突出。多数数字文博展陈存在“重技术、轻内容”的问题，视觉效果丰富但文化内涵薄弱，难以实现文化价值深度传递。



展厅：晋筑探秘（第五空间 小西天）

项目依托正版数字资产与古建学术资料，坚持内容为本、技术为用，实现技术赋能与内容深耕双向统一。

游戏科技如何“复刻”千年古建

项目创新构建“IP 授权—数字资产—沉浸场域—互动体验”四位一体建设体系。

底层依托游戏科学正版授权素材，整合原画建模、场景数据、动画分镜等优质数字资源，

确保数字内容兼具艺术表现力与文化准确性。中层联动古建研究机构与学术专家，完成山西十余处珍贵古建高精度数字化复刻，运用光影映射、裸眼 3D、数字动画等技术还原古建肌理、彩画细节与历史风貌，将学术研究成果转化为可视化的沉浸式体验内容。应用层打造两千余平方米沉浸式展区，集成光影秀、空间音频、大屏互动、虚拟现实等多元体验形式，搭建五大主题展区，形成从历史背景到建筑解析、从游戏场景到文化内涵的完整观展叙事动线。项目遵循“IP 共创融合—空间搭建—全域运营”阶梯式落地路径，稳步完成技术集成、场景打造与常态化运营，实现游戏叙事与古建文化深度融合。



「黑神话：悟空」遇见山西——古建数字艺术展序厅

模式上，打破取景地被动引流的浅层模式，开创游戏 IP 与古建文化双向赋能、深度共创的全新范式，以年轻化叙事破解古建传播固化难题。体验上，首创游戏 NPC 全程导览模式，以通俗视角解读斗拱、梁架、彩塑等古建专业知识，大幅降低认知门槛，同步展示游戏创作幕后内容，丰富数字文博文化内涵。技术上，依托超长沉浸式光影展演，还原古建四季更迭、朝夕变换与历史叠影，呈现出实体场景无法实现的艺术叙事效果。项目凝练形成“头部 IP 授权共创、轻量化科普叙事、轻资产办展”的可复制路径，可为全国文博数字化活化、文旅深度融合提供通用落地范式。

沉浸式展览的运营实效与文化传播价值

项目落地太原古县城，成功打造“为展赴城、因文兴旅”的文旅新场景，联动政府、文旅企业、学术机构、社会资本构建完整产业链条，推动区域文旅从传统观光向深度文化体验、数字文创消费升级。项目以趣味互动、沉浸式叙事普及古建知识，构建常态化文博科普体系，推动数字艺术、游戏设计与文博领域跨界协作，持续激活区域文化消费活力，为新时代文化遗产活化利用与文旅高质量发展提供可落地、可推广的示范样板。

保护层面，完成多处偏远古建高精度数字化存档与场景复刻，沉淀优质数字资产，以数字展演分流实景客流，有效缓解文物承载压力，实现本体保护与活态传播双向兼顾。

传播层面，依托顶级 IP 全球影响力与全媒体矩阵实现全域破圈，精准吸引大量年轻受众，显著提升山西古建文化知名度与覆盖面，沉浸式体验有效延长观展时长，传播深度与科普效果远超传统展陈。



展厅：晋筑探秘（第二空间 玉皇庙）

长效运营与全国巡展蓝图

未来，项目将持续深耕“游戏 + 文博”融合赛道。内容端结合观众反馈持续升级展陈体系，

优化光影效果与交互体验，提升展陈质感与文化表达精度；产业端深耕文创开发、主题活动、学术沙龙等多元业态，延伸 IP 产业链，持续释放文旅赋能效能；传播端依托全媒体矩阵稳步推进全国巡展，扩大模式辐射范围。同时建立全维度风险防控体系，严格规范 IP 版权与古建数字资产授权管理，搭建模块化内容更新机制，常态化开展社群运营，规避内容老化、热度衰减与版权侵权等风险。项目将持续深化跨领域协同合作，打磨标准化、可复制的文博数字化活化样板，引领数字时代文化遗产创新传承与文旅产业高质量发展。



艺术典藏数字共享与活化传播应用体系

015

申报机构

浙江美术馆

本案例由浙江美术馆主导建设，依托浙江数字化改革优势，打造全国首个跨省际美术典藏数字共享应用体系。

项目聚焦数字化治理、跨域共享、普惠服务、活化利用等核心需求，搭建一体化全流程“藏品云”数字服务体系，打通省际、馆际数据壁垒，重构典藏管理与公共服务模式，实现美术资源精准管控、高效流转、全民共享，获评2024年文化和旅游数字化创新示范十佳案例。

美术馆行业的“数据孤岛”困局

当前，全国美术馆行业数字化建设存在明显短板：基层美术馆藏品储量有限、独立办展能力不足，馆际借展查询繁琐、审批流程低效；多数场馆依赖手工台账管理，藏品盘库、资源统计、业务审批效率偏低；各地美术馆建设标准不一、数据互不联通，长期存在数据孤岛，跨区域藏品共享、联合策展、学术交流阻力较大，大量优质美术典藏长期封存库房，公共美育与文化服务价值难以释放。

项目聚焦数字化治理、跨域共享、普惠服务、活化利用核心需求，搭建一体化全流程服务体系，助力公共文化服务均等化发展。

“藏品云”打通地区间壁垒

项目依托云计算、大数据、人工智能等数字技术，构建分层级、全闭环的技术与运营体系，形成“一张网、一平台、跨终端、多场景”的行业服务新模式。项目采用成熟稳定



藏品云应用功能之一：典藏大脑

的 J2EE 架构与 B/S 开发结构，融合多维数据算法、智能分析、安全数据交换技术，搭建高兼容、可迭代的技术支撑体系。平台打造三大核心端口，“典藏大脑”大数据平台统一数字化标准，聚合全国场馆藏品资源，实现在线查询、跨馆互借，破解基层办展资源短板；“数字驾驶舱”实现藏品数据可视化监测、智能研判与精准监管，提升行业数字化治理水平；“悦藏”小程序及多终端矩阵，构建大小屏联动模式，面向行业、管理部门、公众提供分层分类精准服务。

项目坚持技术建设与制度规范双向并行，牵头出台国内首部《公共美术馆数字化服务规范》行业标准，补齐行业制度空白。相较于传统模式，项目实现多维创新突破，技术上构建藏品全生命周期数字化管理体系，智能激活封存艺术资源；模式上打破地域壁垒，首创跨省域场馆协同共享机制；治理上以标准化建设引领行业规范化升级；应用上覆盖办公科研、公众美育、文创开发多元场景，实现专业治理与普惠服务双向赋能，形成可复制、可推广的美术馆数字化转型成熟范式。

跨域共享的实践成效与公共文化服务价值

平台吸引全国多省份美术馆入驻，归集数万件典藏数字资源，实现藏品数据云上流转、跨域共享。平台全面替代传统手工台账，以数字化流转替代线下库房跑动，大幅提升藏品管理、借展审批、出入库运维效率，重构行业业务流程，推动全国美术馆数字化转型



藏品云应用功能之二：数字驾驶舱

升级。依托平台共享资源，各地累计落地特色主题展览数十场，多项展览获评全国优秀展览项目，有效盘活闲置典藏资源，彻底解决基层办展资源匮乏难题。

公共服务层面，平台依托多终端矩阵常态化开展云展览、线上策展等服务，落地“流动美术馆”“美育村”特色公教项目，拓宽艺术美育覆盖面，助力城乡公共文化服务均等化，多项成果获评全国优秀公教项目。平台开放合规数字资源与版权授权，赋能文创开发、学术研究与美育教学，让封存艺术藏品实现活态传承与多元价值转化，充分释放优质美术典藏的公共服务效能与当代文化价值。

技术深耕与生态升级蓝图

未来，项目将持续深化技术迭代、场景拓展与生态升级，巩固全国美术馆数字化标杆地位。技术层面，搭建“藏品 + 空间”双数字基座，推进场馆数字孪生建设，研发 AI 策展助手，实现智能展陈模拟、在线策展等功能，提升智慧运营水平。应用层面，开发 AI 智能问答系统，搭建观众导览、意见收集、服务优化闭环机制，全面升级公众美育体验。同时，深化馆校合作，搭建高校策展工作坊，培育青年艺术人才，持续产出优质展览成果。项目将持续扩容数字资源、完善行业标准、深化跨区域协同共享，培育智能赋能、普惠共享的数字化新模式，持续释放艺术典藏公共价值，引领全国美术馆行业规范化、智慧化高质量发展。



藏品云应用功能之三：“悦藏”小程序



从“数字分身”到“吴语回响”——AIGC+ 方言技术驱动的非遗数字展示实践

016

申报机构

科大讯飞（苏州）科技有限公司

其他参与机构

苏州市非物质文化遗产保护管理办公室；讯飞输入法

本案例聚焦 AIGC、智能语音、三维建模等数字技术，赋能苏州方言非遗数字化保存、创新展示与活态传播。苏州吴方言作为中古汉语活化石，承载千年江南文脉，是昆曲、苏绣等非遗技艺的核心载体。

项目依托前沿人工智能技术，构建非遗全链条数字化活化体系，破解方言濒危、展陈固化、数字保护碎片化等难题，打造技术赋能、大众参与、产业联动的非遗活态传承新生态。

非遗数字化的“声形割裂”困局

当前，方言传承面临严重断层危机，年轻群体学习渠道匮乏、使用频次锐减，苏州方言作为昆曲、苏绣等非遗技艺的核心载体，其文化生态正持续萎缩。传统非遗保护静态展陈形式单一、互动性弱，难以传递方言与非遗技艺的独特魅力。数字化建设普遍存在“声



AI 方言应用非遗讲解



幻化空间 AIGC 文创智造舱

形割裂”问题，三维建模重形态留存、语音技术重声效传播，技术融合度低，数字成果缺乏生命力。传统口传教学、人工讲解效率有限，难以实现规模化普惠传播，文旅体验、内容生产与 IP 消费相互脱节，无法形成可持续活化闭环。

项目依托科大讯飞核心技术优势，创新构建“AIGC+AI 方言技术 +3D 数字资产 + 多元场景应用”融合框架，打造软硬一体、全链路的非遗数字化解决方案，推动非遗从静态存档转向活态 IP 运营。

AIGC 如何为非遗打造“能听会说”的数字分身

项目集成四大自研算法，实现人脸三维重建、模型拓扑优化、角色自动拟合、AIGC 风格化生成，首创“3D 高精扫描 +AIGC 轻量生成”双路径内容生产模式，既保障非遗数字资产高保真还原，又大幅降低大众创作门槛。项目分阶段稳步落地：2018 年启动苏州方言技术专项研发，迭代方言识别与合成模型；2023 年联合苏州博物馆打造 AI 方言艺术展，推出方言画境、人机昆曲对唱、方言益智教学等沉浸式展项，让观众在互动中感受吴方言的声韵之美；2024 年落地 AIGC 文创智造舱，实现极速扫描、全自动建模出件，打通数字体验到实体文创消费闭环，同步推进非遗数字化存档、公益传播与普惠应用。

项目率先完成 AI 方言语音与 3D 建模深度融合，为非遗打造“能听会说”的数字分身，解决行业长期声形割裂难题；打破静态存档思维，构建“技术赋能、人机协同、大众共创、产业落地”全链条体系；推动观众从被动观赏转为主动创作，以趣味互动、文创定制拉近青年群体与非遗文化的距离；覆盖艺术展览、短视频推广、工具普惠、文旅消费、学术研究等多元场景，形成可复制、可推广的文化科技融合新模式，为全国方言非遗数字化活化提供标杆范式。

沉浸式展演与 AIGC 文创的双重实效

保护层面，完成苏州 26 大类近百件非遗精品高精度数字化留存，建成完整非遗数字资产库，依托超 800 万人次公益互动沉淀海量方言语料，持续优化 AI 模型，夯实方言非遗数字化保护基础。

传播层面，AI 方言非遗短片全网曝光超 7100 万，登上同城热搜，获得多家官方媒体报道；线下 AI 方言艺术展接待观众超 40 万人次，入选城市品牌传播十大案例，有效破解非遗传播代际壁垒，实现年轻群体破圈传播。



回响·AI 方言艺术展

产业层面，AIGC 文创智造舱已在全国六大城市落地运营，形成轻量化、可复制的文旅商业新模式。讯飞输入法苏州方言功能常态化普惠大众，成为方言科普与校园教学的实用工具。项目获得联合国教科文组织等 15 项权威荣誉，联动文博机构、高校、艺术团队、科技企业构建协同创新体系，推动非遗从单一展览转向全场景传播、从公益科普转向可持续产业赋能。

技术深耕与非遗 IP 生态蓝图

未来，项目将持续深化技术迭代、IP 孵化与场景拓展。技术层面，深耕方言 AIGC 能力升级，研发方言情感合成、跨模态内容生成功能，开放离线应用与大模型标准化接口，优化数字人交互体验。内容层面，推进全域非遗数字化存档，打造方言非遗虚拟人，建立规范化 IP 授权机制，推动非遗数字 IP 融入城市公共服务。产业层面，升级 AIGC 文创孵化体系，搭建非遗纹样资源库与共创平台，打通创作、生产、销售全闭环，拓宽文旅应用场景。同时，建立专家审校、隐私保护、版权管控三重机制，严控内容质量与数据安全，稳步推进模式规模化复制，持续擦亮文化科技融合非遗活化标杆品牌，助力中华优秀传统文化创新性发展。