

基于数字化背景的文物保护策略探讨

李秀丽

渠县文物保护和利用中心（渠县历史博物馆），四川 达州 635000

DOI:10.61369/HASS.2025080022

摘 要： 文物作为人类文明的物质寄托载体，其保护工作是传承历史文脉、维系文化身份认同的核心环节。在数字化技术快速发展的背景下，传统文物保护模式面临信息留存不完整、修复存在高风险、传播范围较狭窄等挑战，数字化技术为应对这些问题开辟了全新途径。本文聚焦数字化背景下的文物保护展开相关研究，从文物信息搜集、数字资源管理、技术应用试验、资源活化利用以及多维保障体系五个维度，全面探究具体的保护策略，目的是实现数字化手段与传统保护理念的融合，提高文物保护的科学性、安全性与长久性，为新时代文物保护工作提供理论借鉴。

关 键 词： 数字化；文物保护；信息采集；数字资源管理；保护策略

Discussion on Cultural Relics Protection Strategies in the Digital Context

Li Xiuli

Quxian Center for Cultural Relics Protection and Utilization (Quxian Museum of History), Dazhou, Sichuan 635000

Abstract： As the material carrier of human civilization, the protection of cultural relics is a core link in inheriting historical context and maintaining cultural identity. Against the backdrop of the rapid development of digital technology, traditional cultural relics protection models face challenges such as incomplete information preservation, high risks in restoration, and narrow scope of dissemination. Digital technology has opened up new avenues to address these issues. This paper focuses on research related to cultural relics protection in the digital context, and comprehensively explores specific protection strategies from five dimensions: cultural relics information collection, digital resource management, technology application testing, resource activation and utilization, and a multi-dimensional support system. The aim is to realize the integration of digital methods with traditional protection concepts, enhance the scientificity, safety, and sustainability of cultural relics protection, and provide theoretical references for cultural relics protection work in the new era.

Keywords： digitalization; cultural relics protection; information collection; digital resource management; protection strategies

引言

文物就像历史演进的“活化石”，载有民族记忆与文化密码，其保护质量直接关乎文化遗产的传承效率。传统文物保护以实体修复、物理防护为主要方法，经过长期实践探索，已形成成熟体系，但因技术水平局限，难以实现文物信息的全面留存；同时，实体文物的展出及研究工作受地域、环境限制，难以满足公众对文化遗产的多元需求。伴随大数据、人工智能、三维扫描、虚拟现实等数字化技术的涌现，文物保护迈入“数字赋能”的新阶段。数字化技术不仅能突破物理空间禁锢，实现文物信息的长期留存与广泛传播，还可借助虚拟模拟、动态监测等方式降低实体文物保护风险，为文物保护注入新动能。本文聚焦数字化背景下文物保护的实际需求，从技术应用与管理机制范畴，归纳并制定具体保护策略，以期引导文物保护工作从“被动修复”转向“主动预防”、从“单一保护”转向“保护与活化兼顾”。

一、文物信息的数字化全面采集策略

对文物信息进行数字化采集是数字化保护的基石，其核心目标是全面、精准地采集文物的形态、材质、纹理及隐藏信息，为

后续管理、修复及利用提供数据支撑。该环节需遵循“全维度、高精度、低干扰”原则，具体实施策略如下：

（一）三维高精度形态采集

针对不同类型文物，需选取适配的三维扫描技术：对于大型

遗址或建筑构件，采用地面激光扫描技术，通过高密度点云采集构建文物空间结构模型。扫描期间需控制环境光照与振动干扰，多次扫描后借助点云拼接技术优化模型精度；对于陶瓷、玉器中小型器物，采用手持激光扫描或结构光扫描技术，重点抓取器物的微小纹理与尺寸规格，避免扫描设备与文物直接接触造成损害；对于纺织品、纸张等脆弱文物，采用非接触蓝光扫描技术，通过低能量光源降低对文物材质的负面影响，同时借助多次扫描叠加提升模型完整性。

（二）多模态材质与隐藏信息采集

采用多光谱成像、红外成像、紫外成像等技术，捕捉肉眼无法识别的文物潜藏信息：运用多光谱成像技术分析壁画或书画的颜料层结构，查明后期修补痕迹与颜料褪色规律，采集时需根据文物材质调整光谱波段；借助红外成像技术读取青铜器、甲骨上模糊的文字记载或书画底稿，清晰呈现文物的历史修改痕迹；凭借紫外成像技术检测文物表面的裂纹、虫蛀等病害，为后续修复工作提供病害分布数据；针对文物材质的化学构成，可通过 X 射线荧光光谱技术开展非破坏性成分检测，记录文物材质数据，为修复材料选择提供依据^[1]。

（三）信息采集的标准化流程构建

建立统一的数字化采集标准，规范采集流程：明确不同类型文物的采集参数，确保采集数据具备兼容性与复用性；制定采集流程操作规范，涵盖文物预处理（如清洁、固定）、设备校准、数据检验等阶段，避免因操作失误导致数据偏差；构建采集数据元数据体系，记录采集时间、设备型号、操作人员信息、环境参数等内容，保障数据可追溯性。

二、实现文物数字资源安全存储与智能管理的策略

文物数字资源是数字化保护的核心资产，其存储安全性与管理高效性直接影响数字化保护成效。需从存储架构、管理系统、安全防护三个层面构建策略，实现数字资源的长期留存与便捷利用。

（一）分布式与异地备份结合的存储架构

采用“本地存储+云端存储+异地备份”的三级存储体系：本地存储采用高稳定性磁盘阵列，存放日常访问频率高的数字资源，并设置冗余备份机制，防止硬件故障导致数据丢失；云端存储依托经认证的安全资质云服务平台，存放大量低频次访问数据，利用云平台弹性扩展能力适应数据量增长需求；异地备份选取地理间隔较远的备份中心，定期同步核心数字资源，抵御地震、火灾等自然灾害对本地及云端数据的同步破坏。

（二）基于元数据的智能管理系统搭建

搭建文物数字资源管理系统，实现数据高效检索与管理：设计标准化元数据库，涵盖文物基础信息，支持多维度检索；引入人工智能技术实现数据智能分类与关联，例如通过图像识别技术自动标注文物纹饰、器型特征，借助语义分析技术关联文物相关历史文献数据，提升数据管理智能化水平；增加数据版本管理功能，记录数字资源修改历史，支持版本回溯，保障数据准确性与

可追溯性。

（三）全生命周期的数字资源安全防护

建立数字资源全生命周期安全防护机制：数据传输阶段，采用 SSL/TLS 等加密传输协议，防止数据被窃取或篡改；数据存储阶段，对敏感数据进行加密处理，并设置分级访问权限（如管理人员、研究人员、公众分别享有不同权限）；数据运用阶段，采用数字水印技术标注资源归属，防止未授权复制与传播；定期开展数字资源完整性校验，及时发现并修复数据损坏问题，同时制定安全应急预案，应对数据泄露、系统故障等突发情况^[2]。

三、应用数字化技术开展文物修复与动态监测的策略

数字化技术通过虚拟模拟与实时监测手段，降低实体文物修复风险，提升保护主动性与精准度，是传统修复途径的重要补充。

（一）基于虚拟模拟的文物修复策略

采用虚拟修复技术为实体修复提供科学依据：借助文物三维数字模型，构建文物病害数字仿真模型，模拟裂纹、腐蚀等病害的后续发展趋势，分析病害成因；在虚拟环境中设计多套修复方案，通过数值模拟预测不同方案的修复效果，对比筛选最优方案；将虚拟修复方案转化为实体修复操作指南，明确修复步骤、材料选择与工艺参数，降低实体修复盲目性；对于已损坏文物，可采用虚拟拼接技术，结合文物形态特征与历史资料，在数字环境中重构文物完整形态，为实体拼接提供参考，降低碎片拼接损伤概率。

（二）文物动态监测的数字化策略

构建“传感器+数据平台+预警系统”的数字化监测体系，实现文物实时守护：针对文物保存环境，在文物展柜或库房内布置温湿度传感器、有害气体传感器、光照传感器，实时采集环境数据并传输至数字监测平台。平台通过数据分析判断环境参数是否超出安全阈值（如书画保存适宜温度为 15-25℃，相对湿度为 50%-60%），若超出阈值则立即触发预警，通知管理人员及时调整环境；针对文物结构安全，在古建筑、石窟造像等大型文物及脆弱文物上安装振动、应力传感器，监测文物结构微小变形与振动状态，通过数字平台实时分析监测数据，预测结构潜在风险，提前实施加固措施；采用视频监控与 AI 识别技术，对文物展出及研究过程进行实时监督，识别异常行为并及时拦截记录，避免人为因素对文物造成破坏^[3]。

四、文物数字资源活化运用及公众参与引导手段

数字化保护不仅要实现文物“安全留存”，更需推动文物“活态传承”。通过资源活化利用吸引公众参与，形成“保护-传播-参与”的良性循环。

（一）数字资源的多元化展示策略

依托数字技术打造多场景文物展示空间：搭建线上数字博物馆，以三维模型、全景影像、高清图片等形式，为公众提供沉浸

式观赏体验,支持用户通过电脑、手机等终端随时随地访问,突破实体博物馆地域与时间限制;开发虚拟现实(VR)与增强现实(AR)展示项目,例如在文物遗址现场通过AR技术叠加展示文物历史场景,让公众直观体验文物历史风貌;采用数字投影技术打造文物主题展览,通过动态投影呈现文物细节与历史背景,增强展览趣味性与互动性。

(二) 公众参与的引导与激励策略

设计多样化公众参与项目,提升公众对文物保护的认知与参与度:开发文物数字修复互动游戏,让公众在虚拟场景中体验文物修复过程,同时普及文物保护知识;搭建公众协同参与的文物数字标注平台,邀请历史爱好者、学者对文物细节特征(如纹饰含义、铭文解读)进行标注完善,平台审核通过后,将优质标注纳入文物数字资源库,为研究提供参考;开展文物保护线上科普活动,邀请专家分享数字化保护技术与案例,解答公众疑问;建立公众反馈机制,通过数字平台收集公众对文物保护工作的建议,引导公众参与文物保护监督,营造全社会共同参与的氛围^[4]。

(三) 数字资源的学术共享策略

推动文物数字资源合理开放,支持学术研究开展:建立分级共享模式,将文物基础影像、三维模型等非敏感数字资源免费向公众开放,将材质分析数据、修复方案等核心研究数据向高校、科研机构开放。开放过程中需明确知识产权归属与使用规范,保护文物数字资源合法权益;搭建文物数字化研究平台,整合文物数字资源、历史文献、研究成果等数据,为研究者提供数据检索、分析工具,促进跨学科、跨地域学术合作,推动文物保护研究深化。

五、数字化文物保护的多维保障体系构建策略

数字化文物保护可谓一项系统工程,要从人才、资金、技术这三方面搭建保障体系,保证策略成功落地实施。

(一) 复合型人才培养保障

培育既懂得文物保护知识又掌握数字技术能力的复合型人才:从高校的层面出发,增设文物保护与数字化技术交叉学科,课程设置涉及文物学、考古学、历史学、计算机科学、数字图像处理等相关内容,造就专业人才;就职业培训这一维度而言,定

期召集文物保护相关人员参加数字化技术培训,带动现有人员技术水平提升;制订人才激励机制,通过职称评定倾斜、薪酬津贴等途径,吸引数字技术领域的专业人才融入文物保护行业,同时推进文物保护专家与数字技术专家携手合作,组建跨领域的研究团队。

(二) 多元化资金保障

构建“政府牵头、社会参与、市场驱动”的多元化资金投入模式:加大政府财政资金的投放,设立专门的数字化文物保护基金,重点支撑重大文物保护项目的数字化建设;动员社会资本参与项目,采用捐赠、合作等方式,吸引企业、基金会、个人向数字化保护项目注入资金,例如和科技企业合作开发文物数字展示相关产品,实现“保护与产业”的良性关联互动;探寻市场化的运作模式,对文物数字资源活化利用项目实施市场化操作,把所得收益投入到数字化保护工作中,实现资金的良性流转^[5]。

(三) 技术创新与迭代保障

紧盯前沿技术走向,促进数字化保护技术的创新运用:加强文物保护机构与科研院所、科技企业的技术合作,着手开展数字化保护关键技术研究,冲破技术壁垒;构建技术评估与迭代体系,定期评估目前数字化技术的应用实际效果,及时采用成熟的新技术,提升数字化保护的技术层级;留意数字化技术相关的伦理风险,在技术应用期间坚守文物保护的伦理界限,保证技术服务贴合文物保护的核心目标。

六、结束语

数字化技术为文物保护提供了全新思路与手段,其价值不仅体现在实现文物信息永久留存与安全保护,更在于通过技术赋能,推动文物保护从“被动应对”转向“主动预防”、从“专业领域”转向“公众参与”、从“单一保护”转向“保护与活化并重”。本文提出的“采集-管理-应用-活化-保障”五位一体策略,覆盖数字化文物保护全流程,强调技术应用与管理机制协同,旨在为实践提供系统性参考。未来,随着技术持续迭代与机制不断完善,数字化文物保护需进一步平衡“技术理性”与“人文关怀”,在精准保护文物物理形态的同时,深入挖掘文物历史文化价值,真正实现文化遗产的永续传承。

参考文献

- [1] 申林,李子萱.活化IP:数字化赋能革命文物保护传承新路径研究[J].河北师范大学学报(哲学社会科学版),2025,48(4):54-63.
- [2] 林泽杭,陈绘竹,于太盟.基于三星堆数字博物馆的数字化文物保护应用路径[J].丝网印刷,2025(7):127-130.
- [3] 帅海浪,王俊杰,胡艺海.数字化在文物保护中的运用[J].文化产业,2025(20):55-57.
- [4] 赵秋霞.数字化技术在不可移动文物保护中的实践研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)社会科学,2025(9):045-048.
- [5] 贾子艺.数字化时代博物馆文物保护和传承路径研究[J].中国民族博览,2025(1):256-258.