

大数据与人工智能在寺庙文物保护创新实践中的运用探究

黄钰

(北京联合大学, 北京市, 100191)

摘 要: 数字化技术正以前所未有的方式重塑寺庙文物保护格局。本文系统阐述了寺庙文物在大数据与人工智能下进行保护的重要意义、技术路径与策略路径, 从信息精准记录、价值深度挖掘到展示方式创新, 探讨了三维激光扫描、多视图重建等技术如何实现文物的数字永存。通过构建数字资源平台、创新展示利用、革新管理运营、建立预防性保护体系和强化文化教育功能, 为寺庙文物保护提供了系统化解决方案, 推动文化遗产由静态保护走向动态传承, 实现文物价值的当代激活与可持续发展。

关键词: 大数据与人工智能; 寺庙文物; 文化遗产; 预防性保护; 文化传承

引言

伴随数字技术的迅猛发展, 寺庙文物保护工作正迎来范式转变的历史契机。作为民族文化基因与精神家园的物质载体, 寺庙文物承载着丰富的历史信息与艺术价值, 然而岁月侵蚀与环境变迁使其保护面临前所未有的挑战。本研究以北京市海淀区北京植物园内十方普觉寺(又名卧佛寺)内寺庙文物的保护为背景, 通过对数字化技术在寺庙文物保护与创新发展上的运用, 来阐述构建寺庙文物数字化保护的理论框架与实践体系, 预期通过技术与文化的深度融合, 实现文物保护从静态守护到动态传承的转变, 为文化遗产的永续利用与创新提供新的思路与方法。

一、寺庙文物数字化保护的重要意义

(一) 实现文物信息的精准记录与永久保存

寺庙文物作为历史文化遗产的重要载体, 往往因年代久远而面临不同程度的损坏与退化风险。数字化技术的应用为这些珍贵文物提供了全新的保护路径。通过三维激光扫描、多视图三维重建等先进技术, 文物工作者能够捕捉并记录寺庙文物的几何形态、表面纹理与色彩信息。

如十方普觉寺中的铜质实心卧像, 头朝西南, 面向南, 其体型之庞大及其不规则形状很难依靠纯手工来测量精准数据, 此时可以通过使用 Geostar 等系列软件进行数字三维佛像建模, 且对数字佛像模型试行修补, 进一步实现佛像的动态数据连接, 测量其身长 5.3 米、高 1.6 米、重约 54 吨, 精度可达毫米甚至微米级, 远超传统记录方式。这种高精度的数字化记录不仅为文物修复提供了科学依据, 更实现了文物信息的永久保存。即使原文物因环境因素继续退化, 其完整的数字信息依然能够以原始状态留存, 为后世研究与欣赏提供宝贵资料。此外, 通过建立动态数据库, 追踪记录文物在不同时期的状态变化, 形成数据对比系统, 能够为预防性保护策略的制定提供有力支持, 使文物保护工作从被动修复转向主动预防, 有效延缓文物退化进程。

(二) 促进文物价值的深度挖掘与系统研究

数字化技术突破了传统文物研究的局限性,为寺庙文物的价值挖掘与系统研究开辟了全新途径。这种革新,首先体现在研究视角的拓展上,通过光电扫描、红外热成像等技术手段,研究人员能够穿透表层,揭示肉眼难以察觉的文物特征。十方普觉寺的保护与修缮实践证明,运用显微观察与多光谱技术能够精确分析寺内珍贵铜卧佛的铸造工艺与彩绘技术,植物园文物队与总后物理所联合进行的检测证明铜卧佛确为实心铸造,这一研究成果揭示了元代高超的冶炼技术,为了解古代工艺提供关键线索。其次,数字技术促进了研究资源的整合与知识生产模式的变革。通过对寺内御笔碑文、楹联、造像等文物进行数字化采集整理,可建立系统化数据库,实现历代帝王(如明代英宗、宪宗、武宗、世宗、神宗以及清代雍正、乾隆等)与寺院关系的综合研究。数字平台的建设还打破了学科壁垒,促进考古学、建筑学、佛教艺术等多领域专家对十方普觉寺“两佛并卧”现象和唐代檀香木卧佛去向之谜等关键问题的协同研究。

(三) 推动文物展示与传播方式的创新变革

数字化技术的运用彻底改变了寺庙文物的展示与传播模式,使静态文物焕发出新的生命力。在十方普觉寺的展示形式上,VR(virtual reality,虚拟现实)展示、AR(augmented reality,增强现实)应用、全景漫游等技术可以创造沉浸式的体验环境,使观众能够突破时空限制,亲历文物的历史场景。例如,通过数字重建可展示寺院从唐代初建时中路山门殿至卧佛殿,到后来东西两院和藏经楼扩建的完整历史发展过程,让静态建筑“活”起来。在传播范围上,数字技术打破了地域限制,使文物价值得以全球共享。通过制作铜卧佛的精确数字模型及3D打印复制品,可让这一“世界独一无二”的佛教艺术珍品走向世界;同时通过数字技术可以虚拟重建已消失的唐代檀香木卧佛,实现“一木一铜,两佛并卧”历史场景的数字再现。在受众群体上,数字化拓展了文物传播的边界,通过移动应用、社交媒体等现代传播渠道,使传统文化更易为年轻一代接受。数字化不仅能提升文物展示的吸引力与互动性,还能为文化创意产业提供丰富的素材,通过文创产品、数字游戏等形式,将文物价值转化为公众能够感知、理解并喜爱的文化产品,促进文化遗产的活态传承与创新发展。

	传统模式	数字化技术模式
文物展示形式	静态地呈现所见	突破时空限制, VR/AR 全景漫游、互动式体验
文物传播范围	小距离范围内传播	打破地域限制, 通过数字化技术实现全球共享
文物受众群体	亲临现场的游客	拓宽文物受众边界, 实现各年龄段均有吸睛点

表1 数字化技术与传统模式的对比

二、十方普觉寺概述

(一) 地理空间位置

十方普觉寺位于北京市海淀区西北山的寿牛山南、香山东的北京植物园内,是三山五园内寺庙的重要保护对象。十方普觉寺坐北朝南,分三路布局。中路有“同参密藏”牌坊、功

德池、钟鼓楼、山门殿、天王殿、三世佛殿、卧佛殿、藏经楼，东西两侧有伽蓝殿及祖师殿等。东路院为寺僧起居处，有大斋堂、大禅堂、霁用轩、清凉馆、祖师院等6进院落。西路5进院落，包括3座行宫院。故东西两路有“三宫六院”之称。寺院殿堂布局沿袭唐代伽蓝七堂的法式，在北京一带非常少见。

（二）历史沿革

据《顺天府志》记载，“十方普觉寺……在玉泉山西南，寺创于唐，名兜率。”^[1]十方普觉寺最早始于唐贞观年间，命名为“兜率寺”，为佛教中梵文“知足”之意。由于唐代寺内就有檀木雕成的卧佛，后来元代又在寺内铸造了一尊巨大的释迦牟尼佛涅槃铜像，故又称“卧佛寺”，经元英宗扩建后，十方普觉寺逐渐成为皇家专属寺庙。明代在元的基础上又进一步修缮，正统年间改名“寿安寺”，“寿安”寓意着能够获得长寿和安泰，表达了统治者对国家长治久安的美好愿望。明代多位皇帝都曾亲临，至此寺院达到鼎盛时期。清雍正年间，世宗御赐名“十方普觉寺”，十方指的是东、南、西、北、东南、西南、西北、东北、上、下十个方位，代表着佛法无边，“普觉”为佛法的智慧普遍众生，名称沿用至今。清乾隆四十八年（1783年），十方普觉寺重修，增建琉璃牌坊和行宫院。

（三）建国以来的修缮与保护

1955年，十方普觉寺进行全面修缮。1957年10月28日，十方普觉寺被北京市人民政府公布为北京市第一批市级文物保护单位。2001年6月25日，十方普觉寺被中华人民共和国国务院公布为第五批全国重点文物保护单位。2019年，十方普觉寺进行保护性修缮工程，因此寺庙内的铜质佛像、石碑、琉璃牌坊、钟鼓楼建筑等文物得到很好地保护。

三、寺庙文物数字化保护的技术路径

按照文物种类的不同，其平面文物和立体文物的保护与修缮方式也不尽相同。平面文物大多是针对古建筑上的彩绘、壁画以及任雕塑人物服装、唐卡等，平面文物的数字化主要采用扫描和拍摄的方法，形成二维影像数据资料。而立体文物种类繁多，包含彩塑、碑刻、雕刻、玉器、瓷器等等，寺庙内的佛像就属于立体文物板块，对其数据测量相对较难，传统的方式就是拍摄照片或通过测绘生成图纸而来，随着三维激光扫描技术的成熟，该技术被广泛应用于文化遗产（古建筑、古遗址、古寺庙等）保护项目，能够快速、准确地记录和生成文物保护所需的数据资料。计算机技术的进步颠覆了传统技术手段，基于图像三维重建技术的出现，使数字化工作进入了新的发展阶段^[2]。

（一）信息采集技术：从二维记录到立体重现

数字化保护的第一步是进行高质量的信息采集，这一环节的技术革新使寺庙文物的数字化记录从平面走向立体。近年来，三维信息获取技术已形成较为完善的技术体系，不同场景可选择不同的采集方法。对于大型寺庙建筑和石窟，飞行时间测距法具有较大的测量范围和

^[1] 《顺天府志》卷17《京师志》，清光绪十五年重印本：1109。

^[2] 刘亚文. 利用数码相机进行房产测量与建筑物的精细三维重建 [D]. 武汉：武汉大学，2004。

稳定性,适合进行整体轮廓的采集,如福建渐山李氏家庙,采用三维激光扫描与无人机倾斜摄影联合建模,通过特征点匹配算法融合多源数据,构建室内外完整三维模型,相对中误差仅5毫米,并用于3D打印实体模型展示。此方法可应用至十方普觉寺的建筑测绘与修复,如十方普觉寺中轴线上的天王殿、三世佛殿、卧佛殿以及东西两侧的伽蓝殿和行宫院的激光三维扫描工作可设立多个站点进行数据采集,为寺院建筑群的三维模型建立基本结构。对于精细雕塑和小型文物,结构光扫描技术则能提供更高的精度,特别是高精度的结构光扫描仪可对精细石雕进行微痕分析,精度可达 $\pm 1\mu\text{m}$ 。多视图三维重建技术因其设备简单、操作便捷,可以成为十方普觉寺文物数字化的重要手段,通过拍摄大量高清照片,实现对卧佛殿内的巨大铜佛和已经消失的唐代檀香木卧佛的虚拟重建,为探究“两佛并卧”之谜提供新的研究视角。

(二) 数据处理技术:从海量数据到精准模型

从寺庙文物采集的原始数据到可用的数字模型,需要一系列复杂的数据处理技术。对于十方普觉寺这类大型寺庙文物,其数据量通常达到数TB级别,常规处理方法难以应对。为解决这一难题,研究人员开发了分布式计算框架,通过将寺院建筑群图像数据分块处理,显著提高计算效率。数据处理的重要环节还包括几何重建和纹理映射,前者将离散点云转化为连续表面模型,后者则将高清图像精确映射到三维模型上。在十方普觉寺卧佛的数字化修复项目中,通过严格的数据处理流程,可实现卧佛周身采用的金髻彩绘和罩金髻装饰工艺的数字化复原、卧佛卧姿与面部表情的系统化分析、铜质构造的多维度检测分析以及历经七百年的彩绘保存状况的精确记录,最终呈现出这一“世界独一无二”文物的原貌。针对特定文物类型,数据处理技术也展现出专业化趋势,如皇家题字碑文处理注重字迹还原,三世佛殿内的倒座观音造像处理关注雕塑曲面特征,伽蓝七堂布局处理则需要整体结构分析。

(三) 展示应用技术:从静态复制到交互体验

寺庙文物数字化的终极目标是通过创新展示技术实现文物价值的有效传播。三维打印技术为数字文物的物质化提供了可能,十方普觉寺铜卧佛的复制项目可作为一个示范案例,研究团队可将这尊长5.3米、高1.6米的巨型卧佛分割为多个模块进行打印,创造出可移动的高精度复制品,让这一珍贵文物“走出”寺院,为更多观众所见。除物质复制外,虚拟现实技术(VR)为文物展示带来了沉浸式体验,可开发十方普觉寺的VR体验项目,让游客通过VR眼镜穿越至不同朝代,体验从唐代建寺到元代铸造铜卧佛,再到明清两朝皇帝朝圣的历史场景。增强现实技术则在不改变原有文物的基础上,通过叠加数字信息丰富参观体验,如十方普觉寺的AR导览可使游客直观理解唐代伽蓝七堂制度的建筑特点和皇家寺院的等级标志—黄色琉璃瓦顶与七吻兽。最新的数字展示不再局限于单一技术,而是融合多种媒体形式,创造出丰富的叙事体验。^[1]

四、寺庙文物数字化保护的策略路径

^[1] 黄丽明.数字化技术在福建土楼文昌楼文物保护中的应用[J].文物鉴定与鉴赏,2025,(05):31-34.

（一）构建数字资源平台，实现文物信息的系统管理

数字资源平台作为寺庙文物数字化保护的基础设施，需要在标准化基础上实现信息的科学管理。寺庙文物具有独特性和多样性，针对这些特点制定数字化采集与处理规范至关重要。

^[1]十方普觉寺文物数字化工作中严格规范了数据采集的精度、格式及命名等方面，确保了数据质量满足保护与研究需求。数字资源管理系统需具备多层次功能设计，支持分布式数据共享与权限分级访问，同时整合图像知识挖掘、智能分析等功能，形成动态更新的知识库体系。

“数字十方普觉寺”资源库通过互联网向公众展示寺内元代铜铸卧佛像等珍贵文物的高清数字内容及寺院全景漫游，打破了地域限制，实现了文物信息的广泛共享。数字资源平台还需注重安全保障体系建设，通过数据备份机制、权限管理及安全审计系统确保文物数字资源安全，同时利用区块链技术保障数字资源的真实性与可追溯性，防止数据被非法篡改或使用。构建数字资源平台不仅是技术工程，更是文化工程，需要文物、信息技术、管理等多领域专家协作，才能确保平台的科学性、实用性和可持续性，为寺庙文物的长久保存与活化利用奠定坚实基础。

（二）创新展示利用方式，激活文物的多元文化价值

创新展示是激活寺庙文物多元价值的关键途径。数字技术为文物展示开辟了全新空间，从实体展示到线上展示再到移动端展示，多层次展示体系正逐步形成。十方普觉寺数字展厅通过数字技术重现历史布局，呈现寺院“伽蓝七堂”的建筑特色和皇家寺院的文化内涵；而“数字十方普觉寺”平台则借助网络向全球观众展示千年古刹的艺术瑰宝，极大扩展了文物影响力。文物数字资源的创造性转化是价值激活的重要环节，通过深入挖掘文物的历史、艺术和科学价值，可开发具有时代特色的文创产品。北京植物园可以以十方普觉寺的历史名人诗赋展等数字展览为基础，开发了系列的文创产品，使古老寺院文化焕发新活力，多维度文物数字体验空间的构建正成为一种新的文化传播趋势，十方普觉寺可以通过VR技术重现元代铜铸卧佛铸造过程和明清皇帝祭拜场景，让观众穿越时空，亲历皇家祈福朝圣历程，来创造沉浸式文物体验。数字资源与教育、旅游、文创等产业的深度融合正拓展文物价值实现路径，十方普觉寺正结合数字技术与旅游产业开发了系列数字化文旅产品，如腊梅迎春会、祈福文化节等活动，形成了保护、研究、展示、利用的良性循环。^[2]

（三）革新管理运营模式，构建文物保护的长效机制

寺庙文物数字化保护需要创新管理运营模式，确保保护工作的可持续性。数字化管理平台的建立能显著提升文物资源管理效率，寺庙档案数字化管理系统实现了从收集、整理到利用的全流程数字化管理，大大提高了管理效能与服务水平。^[3]文物数字化保护作为系统工程，需要构建多元参与的合作机制。十方普觉寺与多家科研院所的跨界合作充分发挥了各方在数

^[1]翟晶晶. 博物馆文物数字化保护对策——以河北博物院为例[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2025, (04): 64-67.

^[2]王煜纬. 浅析数字化对承天寺塔的保护与发展[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2025, (04): 29-32.

^[3]张赅, 邢卫红. 革命纪念馆纸质文物的数字化保护利用研究[J]. 造纸科学与技术, 2025, 44(02): 103-108.

字技术与文物研究领域的优势,推动了十方普觉寺文物的数字化保护。创新投融资模式是文物保护可持续发展的经济基础,十方普觉寺数字化保护项目通过政府引导、市场运作、社会参与的多元融资模式得以顺利实施,为寺院历史原貌的恢复提供了经济支持。人才培养与技术创新是长效机制的核心支撑,文物数字化保护需要既懂文物又懂技术的复合型人才。通过建立系统培训体系、搭建创新平台,培养专业队伍,为文物数字化保护提供人才保障。革新管理运营模式不仅需要观念更新,更需要体制机制创新,只有构建系统、科学、高效的运营管理体系,才能实现文物保护与数字技术的深度融合,形成可持续发展的长效机制。

(四) 建立预防性保护体系,实现文物的智能监测与预警

预防性保护是寺庙文物保护的前瞻性措施,数字技术为其提供了精准解决方案。多参数环境监测系统的构建是预防性保护的基础,通过部署传感器网络全面监测文物周边环境因素。十方普觉寺保护工作中安装的环境监测系统实时监测卧佛殿内部温湿度变化,为铜铸卧佛的保护决策提供了科学依据。基于数字孪生技术的病害分析系统能通过定期数字采集与基准数据比对,精确识别文物表面病害。应用数字对比技术对十方普觉寺三世佛殿和卧佛殿建筑表面风化速度进行长期监测,使保护干预更加精准有效。数据驱动的保护决策机制将海量监测数据转化为科学决策依据,十方普觉寺铜铸卧佛数字化保护项目通过分析佛像保存条件、现状评估等数据编制《文物数字化保护项目一勘察报告》,为预防性保护措施提供了有力支持。远程监管与智能响应机制极大地提高了管理效率,十方普觉寺数字化保护项目建立的远程监控系统能实时查看文物保存状态并根据环境变化自动调整保护措施。预防性保护体系的建立将文物保护从被动修复转向主动预防,通过数字技术实现文物全生命周期的动态监测与预警,大大降低了文物损毁风险,提高了保护效率,为文物的长久保存创造了有利条件,实现了从“治己病”到“治未病”的转变。^[1]

(五) 强化文化教育功能,深化公众参与和文化认同

寺庙文物数字化保护的终极目标是促进文化传承与认同,通过强化教育功能与公众参与实现这一目标。分层次数字教育资源的开发能满足不同受众需求,北京植物园的“十方普觉寺历史名人诗赋展”针对不同观众设计多层次展示内容,既包含学术解析也通过现代科技展示数字化文物调查成果,增强了教育效果。互动式文化体验平台突破了传统单向传播模式,永乐宫壁画数字展通过裸眼 3D 效果直观呈现古代壁画艺术魅力,十方普觉寺卧佛数字展通过裸眼 3D 效果直观呈现元代铜铸工艺的精湛技术,十方普觉寺 VR 体验项目则可以让游客亲历明清皇帝祭拜场景,形成沉浸式体验,增强了观众的文化参与感。数字文化志愿服务开创了公众参与文物保护的新途径,“数字文物守护者”计划招募志愿者参与文物定期数字记录与监测,形成广泛的社会参与机制,既降低了数字化成本,又增强了公众的文化认同感。创新文化遗产数字传承模式将保护延伸至非物质文化遗产领域,数字媒体记录佛教音乐、宗教仪式、

^[1]谷彤彤,田飞.民间建筑类文物的数字化保护推广平台研究——以河南巩义石窟寺为例[J].湖南包装,2024,39(02):124-127.

传统工艺等非物质文化遗产,并通过网络平台广泛传播,使活态文化得以系统保存。强化文化教育功能使文物保护从专业领域走向公共领域,从技术手段转变为文化实践,真正实现文物保护与文化遗产的有机统一,形成全社会共同保护文化遗产的良好氛围。^[1]

结束语

数字技术与寺庙文物的深度融合,不仅是技术革新,更是文化遗产的创新实践。通过构建完整的数字化保护生态系统,我们正实现从文物的物理存续走向文化的精神传承。未来,数字化保护应进一步向智能化、系统化和普惠化方向发展,一方面利用人工智能、大数据等新技术提升保护效能,另一方面通过多元参与机制扩大文化传播半径,使文物保护成为公共文化建设的重要环节。当数字记忆与历史记忆交织融合,寺庙文物将突破时空界限,以更加鲜活的姿态走进公众视野,焕发出历久弥新的文化魅力,实现文化遗产在数字时代的创造性转化与创新性发展,为构建人类命运共同体贡献中国智慧。

参考文献

- [1] 黄丽明. 数字化技术在福建土楼文昌楼文物保护中的应用[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2025, (05): 31-34.
- [2] 瞿晶晶. 博物馆文物数字化保护对策——以河北博物院为例[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2025, (04): 64-67.
- [3] 王煜纬. 浅析数字化对承天寺塔的保护与发展[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2025, (04): 29-32.
- [4] 张颖, 邢卫红. 革命纪念馆纸质文物的数字化保护利用研究[J]. 造纸科学与技术, 2025, 44(02): 103-108.
- [5] 谷彤彤, 田飞. 民间建筑类文物的数字化保护推广平台研究——以河南巩义石窟寺为例[J]. 湖南包装, 2024, 39(02): 124-127.
- [6] 刘玮. 山西古代壁画的数字化修复与保护研究——以阳曲县寺庙壁画为例[J]. 中国民族博览, 2020, (16): 169-170.
- [7] 费孝通. 乡土中国[M]. 北京: 北京大学出版社, 2005.
- [8] 王园园, 陈睿. 古壁画数字化修复方法研究[J]. 西部皮革, 2019(17): 130.
- [9] 单霁翔. 城市文化遗产保护与文化城市建设[J]. 城市规划, 2007, No. 233(05).
- [10] 毛俊芝, 郝斌, 赵剑, 董丽芳. 承德避暑山庄及周围寺庙石刻碑文档案资源数字化保护对策研究[J]. 旅游管理研究, 2017, (06): 61-64.
- [11] 祁姿妤. 数字化技术之剑[J]. 美术观察, 2017, (03): 25.
- [12] 赵海亭. 山西古代壁画及其保护路径思考[J]. 美术文献, 2019, No. 148(02).
- [13] 李曼. 山西大云院《维摩诘经变》壁画图像研究及数字展示[D]. 太原理工大学, 2023(02).
- [14] 樊锦诗. 敦煌石窟保护与展示工作中的数字技术应用[J]. 敦煌研究, 2009, No. 118(06).
- [15] 李真瑞. 山西寺庙壁画数字化保护现状与优化策略研究[J]. 大观(论坛), 2025, (07).

^[1] 刘玮. 山西古代壁画的数字化修复与保护研究——以阳曲县寺庙壁画为例[J]. 中国民族博览, 2020, (16): 169-170.

Exploring the Application of Big Data and Artificial Intelligence in Innovative Practices for Temple Cultural Relic Preservation

Huang Yu

(Beijing Union University, Beijing, 100191)

Abstract: Digital technology is reshaping the landscape of temple cultural relic preservation in unprecedented ways. This paper systematically elaborates on the significance, technical paths, and strategic approaches of utilizing big data and artificial intelligence for temple cultural relic protection. It discusses how technologies such as three-dimensional laser scanning and multi-view reconstruction can achieve the digital eternity of cultural relics through precise information recording, deep value mining, and innovative display methods. By constructing a digital resource platform, innovating display and utilization, reforming management and operation, establishing a preventive conservation system, and strengthening cultural education functions, this study provides a systematic solution for temple cultural relic preservation. It promotes the transition from static to dynamic heritage preservation, realizing the contemporary activation and sustainable development of cultural relic values.

Keywords: Big Data and Artificial Intelligence; Temple Cultural Relics; Cultural Heritage; Preventive Conservation; Cultural Inheritance