

科技赋能,文物保护传承质效齐升

本报记者 连晓芳

近年来,全国文博系统主动拥抱物联网、大数据、三维建模、人工智能等前沿技术,构建起“预防—修复—传播”全链条科技保护体系,推动文物保护从经验驱动迈向数据智治,让文物在科技赋能下重焕新生,实现“延年益寿”与活态传承的双重跨越。5月24日,第二十六个全国科技活动周如期而至,活动以“奋进‘十五五’科技谱新篇”为主题,聚焦科技创新成果转化与科普惠民,为全社会搭建起感知科技魅力、见证创新力量的平台。在文博领域,科技活动周成为集中展示文物保护利用创新成果的重要窗口,全方位展现技术赋能文化遗产传承发展的探索实践。

视点纵横

文博深一度

筑牢预防性保护“防护网”

文物保护,防大于治。面对自然侵蚀、环境变化、人为活动等多重威胁,各地文博机构依托物联网与大数据技术,搭建起全方位、智能化的文物监测预警平台,为文物装上“智慧感知神经”。

敦煌研究院依托监测预警体系,通过传感器、物联网、大数据分析及人工智能等技术,实现了对敦煌石窟洞窟内部温湿度、二氧化碳浓度等关键环境参数的实时监测,为洞窟内珍贵的壁画、彩塑等筑起了一道科技保护防线。作为“数字故宫”建设的最新成果,故宫博物院数字孪生应用服务平台依托故宫博物院近20年的二维、三维数据积累,运用摄影测量、激光扫描和实时渲染等前沿技术,构建了高精度、多层级的数字故宫模型,实现了对古建筑沉降、古树健康、展厅温湿度等数据的实时监测,成为文物预防性保护的重要工具。保护良渚的土遗址曾是一道世界性难题。良渚遗址用科技筑起了一道“数字防护网”——依托遥感和物联网技术,对162平方公里保护区内的遗址点进行动态管控,精准识别雨水侵蚀、干湿循环等自然风险与人为活动影响,为大遗址长效保护提供科学支撑。

从石窟寺到古建筑,从野外遗址到馆藏文物,物联网感知、大数据

分析、智能预警等技术的深度应用,让文物保护告别被动抢修,迈入主动预防、精准管护的新阶段。

激活文物修复新引擎

文物修复是与时间赛跑、与病害博弈的精细工程,传统修复依赖经验、耗时漫长,而现代科技为文物“诊疗”提供了精准高效的硬核工具。无损检测技术如同文物“CT机”,中子成像、X射线荧光光谱等技术可透过文物表层,在不造成损伤的前提下清晰呈现其内部结构、材质成分与病害分布。故宫博物院与科研团队合作,通过中子源能量分辨成像谱仪,采用中子三维成像技术,对一件腐蚀严重的汉代铁质书刀实现无损表征,精准解析了其内部结构与腐蚀程度,系统揭示了汉代铁质书刀的制作工艺与保存现状。

随着科技手段深度应用于文物修复,修复工作实现了效率与精度的双重飞跃。三星堆遗址二号祭祀坑发掘出的一号神树于1986年出土时碎裂为2479块,经近10年研究修复才恢复原貌。青海乌兰县沟一号墓发现的唐吐蕃金冠出土时发生严重劣化腐蚀,局部成粉末状,考古工作者融合传统技艺与现代科技,利用X光成像及中子成像技术,经过近两年的修复,精准复原王冠本体与2582颗冕旒珠饰编串结构,成功恢复王冠原貌。

从精密检测到智能修复,科技让文物修复从经验手艺升级为精准科学,让千年瑰宝得以延续生命、重现光彩。

搭建数字文化传播新矩阵

保护是基础,展示传承是目的。数字技术打破文物展陈的时空限制,让藏在深宫、埋于地下的文物走出库房,以鲜活姿态走进大众视野,实现活态传承与全民共享。

河南博物院推出三维虚拟云展览,观众足不出户即可360度观赏文物;内蒙古博物院启动“数智赋能 探馆中国”,通过线上线下联动,展示数智技术在推动中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展方面的做法,实现文化事业与公益事业交融互促、协同发展;湖南省博物馆以创建“全球领先的数字博物馆”为目标,联合有关科技单位打造数字文博大平台山海App,携手甘肃省博物馆、南昌汉代海昏侯国遗址博物馆等超60家机构入驻,汇聚超3万件数字文物展品。山海App支持中、英、法、日、韩等语言,助力我国文化遗产保护成果走向世界。

从数字档案到虚拟展览,从沉浸式体验到文创开发,科技打通了文物保护与文化传播的壁垒,让文化遗产在数字时代薪火相传、焕发新生。

文博茶话会

以科技力量护文脉本真

刘海红

长久以来,我国文物保护多靠人工巡检、经验研判,隐蔽病害难察觉、潜在风险难预判。如今,数智技术与文博事业深度融合,如同为文保工作装上“智慧眼”、配上“CT机”、插上传播“翅膀”,为文脉永续传承搭建起科学“诊疗”体系。

科技赋能,重构文物保护实践路径。现代技术打破了传统文保的认知与技术局限,让文物保护更精准、更精细、更前置。空天地一体化探测为陕西西安大唐塔做全方位“数字体检”,精准厘清古建结构、肌理与隐蔽损伤;物联网感知网络为浙江泰顺古廊桥布设全天候监测体系,实时捕捉温湿度、形变、荷载等信息;电力保障、智能稳压系统为内蒙古基层文物保护筑牢安全底线,推动现代电网建设与文化遗产保护双轨并行……还有AI算法、数字孪生技术,让病害识别、风险模拟、修复推演高效精准,推动文物保护实现主动预防、精准施家、高效复原。

数字活化,拓宽文脉传播边界。依托数字化手段,历史遗存不再局限于展览展示,虚拟复刻、云端展演、沉浸式交互等创新形式,让文物转化为可感、可看、可互动的文化体验,让千年文明走出遗址现场、走进大众生活,让更多人跨越时空限制参与文化遗产传承传播。

同时,也必须认识到,科技是守护文明的工具,文化是科技创新

的内核。在科技赋能下,做好文物保护传承创新工作,必须坚守“保护优先、内容为本”原则,摒弃技术堆砌与特效炫技的形式主义,以文化内涵引领创新方向,以最小干预原则守住保护底线,让技术真正服务于文脉传承。

推进文物数字化,既要善用数智技术的赋能优势,深耕科学保护、精准修复与广泛传播,让技术为文物“续命”、为传承赋能,也要以守正创新的姿态,借技术迭代守护文明本真。

案例

数字化手段让国博展陈更生动

本报记者 刘源隆

单一文物的深度数字化解读、不可移动文物的沉浸式体验、科学数据与艺术的跨界融合……近年来,中国国家博物馆积极探索科技赋能文博的创新路径,不断通过数字化手段让文物“活”起来,在数字展陈领域形成了诸多具有示范意义的案例。

正在中国国家博物馆展出的“数说犀尊”展览,自2023年开展以来就人气火爆。西汉错金银云纹铜犀尊是国博馆藏代表性文物,具有高度的历史价值、文化价值、审美价值和科技价值。中国国家博物馆研究馆员、策展人朱晓云介绍,展览对犀尊的出土经历、功能特点、铸造和装饰工艺、造型美学等进行了全方位解读。

这场展览的最大特色在于数字化手段的深度运用。文保工作者借助X光探伤、X射线荧光成像等检测技术,让观众看到肉眼无法观察到的犀尊内部构造和材质肌理;犀尊表面繁复华丽的错金银纹饰,也在数字技术的放大下得以呈现。展览还综合运用高清三维扫描、增强现实、红外感应等技术,直观呈现文物细节,再现文物采集、应用场景等,通过对人、物、环境的融合分析实现智能管理。同时,通过互动设备将数字展厅与陈列原文物的“古代中国”展厅联动起来,让观众的视野从一个展览延伸到多个展览。

石窟寺作为我国古代文化遗产的重要组成部分,是中华民族历史长河中的璀璨明珠。2026年3月,国博巡展“华彩万象——石窟艺术沉浸式体验”在北京海淀三山五园文化艺术中心开幕。展览以数字科技赋能石窟寺保护传承与活化利用,引领观众深入感悟石窟艺术在漫长历史进程中形成的独特风貌与多元价值。中国国家博物馆研究馆员、策展人胡妍介绍,该展览创新运用数字建模、AI算法等技术手段打造沉浸式观展环境,不仅打开了石窟艺术全新解析和观赏的视角,也在技术和感知层面突破了不可移动文物展示的基础模式。

2025年7月,中国国家博物馆携手瑞士驻华大使馆、瑞士洛桑联邦理工学院推出“宇宙考古:时空探索”展览,通过“仪器和技术:绘制宇宙”“大数据的星空”“可持续的太空”“未来:行星之旅”4个部分,将宇宙中真实、分散、抽象的数据,以数字装置、互动体验、动态雕塑和前瞻性设计等形式呈现。交互装置《动态宇宙》让观众手握控制器在27个数量级的宇宙尺度间自由穿梭;《宇宙碰撞》借助碟形顶投影等技术让螺旋星云结构、星系碰撞过程可视化呈现;影像作品《光的考古学》带领观众穿越至138亿年前神秘的宇宙起点……中国国家博物馆副研究馆员、策展人高露说,这些展品既包含对人类与地球、宇宙关系的思考,又展现了对宇宙数据和图像的可视化研究,展示出当代科学研究跨国界、跨学科高度协作的丰硕成果。



龙门石窟研究院石窟保护研究与遗产监测团队在工作。 龙门石窟研究院供图



泰顺古廊桥监测系统 本报记者 刘海红 摄



“宇宙考古:时空探索”展览现场 本报记者 卢旭 摄

科技助力,龙门石窟保护工作屡获殊荣

本报记者 张莹莹 通讯员 王青茹

近日,2026年度中国青年五四奖章集体名单揭晓,龙门石窟研究院石窟保护研究与遗产监测团队上榜。这是本年度全国文博领域唯一获此殊荣的集体。这支拥有52人的团队,35周岁以下青年占比超七成。

“我国石窟数量众多、分布广泛,地质构造各不相同,无法套用统一的保护技术,只能一点点突破。”石窟保护研究与遗产监测团队负责人马朝龙说。

36岁的刘轶是该团队中的优秀青年代表。她的工作就是每天进洞窟一点一点清理造像表面的尘垢。“力气大了,可能伤到彩绘。力气小了,又清不干净。”刘轶说,为找到最合适的力度,她在实验室反复试验,手上磨出了厚茧。

刘轶全程参与了奉先寺保护工程。她和同事对9尊大型造像做病害调查和无损检测。借助高精度检测设备,他们有意外发现——卢舍那大佛面部有金银元素和彩绘痕迹,普贤菩萨的眼珠是天然琉璃。最终,这项成果入选“2022全国十大文博年度影响力保护工程”。

在莲花洞保养维护中,团队创新导排水与3D打印修复技术,形成的“龙门方案”获联合国教科文组织亚太地区文化遗产保护优秀案例奖。

如今,团队建起“检测—分析—评估—修复”全链条平台,完成了85项重大科研项目,承担了3项国家自然科学基金项目、5项省级重点项目。

如果说刘轶是给石刻“看病”的医生,39岁的张国铎就是让石刻“说话”的人。凭借对数字媒体技术的专业积累,张国铎于2022年加入团队。“过去人们只能远远看洞窟,现在通过数字技术,可以让石刻走出洞窟。”他说。

其实从2021年开始,团队就启动了三维数字化资源库建设,围绕龙门石窟代表性洞窟采集数据,通过高精度扫描等构建数字资源档案。“万一出现不可抗力导致石窟受损,我们的数字资源就是最可靠的‘备份’。”张国铎说。

面对龙门石窟浅浮雕风化和水蚀严重的情况,团队和武汉大学等合作,对微浮雕进行数字化保护,目前已完成重点洞窟的高精度数字化采集,给340件院藏拓本建立了数字档案,还通过三维数字技术让13件海外流失文物实现“数据回归”,14件(局部)流散文物实现虚拟复原。

“95后”侯怡负责团队的宣传工作。她介绍,2022年起,团队开始做“云上龙门”系列直播,先后与云冈石窟等8家单位合作,请专家给观众讲石窟的历史和艺术。7季直播开展下来,“云上龙门”入选全国文博社教百强案例。2025年8月,龙门国际传播中心成立,团队后续在海外社交媒体开通了多语种账号;今年春节前后还推出了《龙门十象》《我在龙门修文物》系列短视频。

夕阳西下,伊水静静流淌。奉先寺的精准修复、数字化档案的建立、VR(虚拟现实)体验和国际传播……这群年轻人立足文物保护、紧跟时代,用科技守护千年瑰宝,也用青春延续着中华文脉。