

数字技术，让文物“触手可及”

刘乐艺 王 聪

在距离山西云冈石窟900多公里之外的山东青岛城市传媒广场，云冈石窟第3窟以3D打印的形式与观众见面；在四川三星堆博物馆新馆，游客通过VR技术跟随青铜大立人俯瞰鸭子河畔的三星堆遗址；在线上打开敦煌“数字藏经洞”，可以毫米级高精度地观察敦煌藏经洞文物……

当前，数字技术正在文博领域扮演起日益重要的角色——不仅深度融入文物的考古发掘、保护修复，还通过沉浸式体验和互动式展示，使观众能更直观、生动地感受中华文化的深厚底蕴与独特魅力，进一步拓展了文物保护的广度和深度。

技术修复，让古迹“重焕新生”

在重庆市宝顶山大佛湾，600余名演职人员手捧孔明灯，将其缓缓放飞至夜空，漫天的灯火如繁星闪烁，照亮了崖壁上历经千年的唐宋石刻……在2025年央视春晚的重庆分会场，大足石刻以其独特的文化魅力惊艳亮相。

始建于初唐的大足石刻历经千年风雨，为何依然神采奕奕？大足石刻研究院院长蒋思维表示，近年来，数字化技术已广泛用于大足石刻病害勘查研究、保护工程施工等过程，极大提升了文物保护的科技含量。

相关技术修复人员借助三维激光扫描和倾斜摄影测量技术，全面采集文物数据信息，精准记录需要修复的位置和尺寸。针对文物内部的修复需求，X射线探伤、地质雷达、红外热成像等数字探测技术的应用，也让文物内部的残缺细节得以清晰呈现。

大足石刻研究院还利用图形图像处理等技术，开展文物虚拟修复工作。据了解，这种虚拟修复不仅能最大程度地避免实际修复中的多次返工，还能在正式修复前为大足石刻科学保护修复提供最佳方案。

数字技术的介入，不仅让文物“重焕新生”，更让它们“走得更远”。

“石窟寺的数字化永生，是以我们这个时代的技术和使命感，向中华民族千百年来生生不息的传承致敬。”浙江大学文化遗产研究院副院长李志荣教授介绍，浙江大学科研团队历经20余年的探索，通过自主研发全球领先的3D高保真数字测量与重建技术，成功实现了对中国多个代表性龕像的等比例复制。

早在2017年，浙大科研团队就与云冈研究院合作，成功利用3D打印技术复原了云冈石窟第3窟西后室；2019年，团队再次取得突破，研发出“积木式”云冈石窟第12窟等比例3D复制品。这些复制品由高分子材料制成，表面喷涂专门调制的云冈砂岩质感涂层，不仅外观逼真，还可拆卸、拼装、运输。据统计，自2010年以来，浙大科研团队运用3D高保真数字测量与重建技术，已完成220项文物数字化考古调查工作。

“高精度扫描、3D打印、数字图像处理、大数据与云计算以及人工智能等技术，已成为现代文物修复的重要依托手段。”浙江大学艺术与考古学院教授郑霞告诉笔者，数字技术在文物修复领域正发挥着越来越重要的作用，与传统修复方法相比，数字技术通过高精度扫描和数据分析，能够在一定程度上减少主观判断导致的误差，对文物进行非接触式的检测也能够减少修复过程中对文物本体的损伤。

互动体验，让展展“动感十足”

白山巍峨，松水东流，春节假期期间，笔者走进吉林省博物院，一场别开生面的智慧导览之旅正在开展。在“白山松水的记忆——吉林省历史文化陈列”展厅，AR（增强现实）眼镜智慧导览以文物为核心，将历史文化、地域文化与当下生活紧密相连，通过“故事化”的知识解读，为观众带来沉浸式的观展体验。

为了让不同年龄层和专业背景的观众都能获得最佳体验，AR眼镜智慧导览特别设计了青少年版、普及版和专家版三种模式。笔者在“文明曙光”展区首先体验了青少年版，画面中卡通史前人类形象跃然眼前，知识介绍趣味盎然，三维立体动画如同3D电影，笔者仿佛置身于那个时代，与史前人类一起狩猎、采集，感受历史的脉动。

接着，在“汉唐古韵”展区，笔者切换到普及版，只见青铜器上的纹饰似乎在流动，陶俑的姿态栩栩如生，仿佛在讲述那个时代的辉煌与荣耀。通过手机扫描，笔



▲观众在河北省石家庄市鹿泉区“奇遇三星堆”展览上拍照。陈其保摄（新华社发）



▼在“寻境敦煌——数字敦煌沉浸展”，游客借助VR设备沉浸式游览莫高窟第285窟虚拟场景。新华社记者 郎兵兵摄



▼云冈研究院数字化保护中心工作人员在云冈石窟第10窟进行数据采集。新华社记者 詹彦摄



▼在大足石刻宝顶山景区，大批游客前来参观。黄舒摄（人民视觉）

者还看到了文物的动态复原效果，再配以人工智能生成的多语言讲解，让历史知识变得更加直观和易懂。

在三星堆博物馆新馆，VR（虚拟现实）沉浸式体验项目也为观众带来了全新体验。“寻觅三星堆——祭祀坑考古发掘现场”的VR沉浸式体验项目借助先进的LBE（多人大空间VR）技术，1:1重构建复原了遗址区保护大棚、考古发掘方舱、象牙库房等数字孪生场景。

据了解，整个体验项目时长30分钟，分为四个部分。序幕“青铜之路”，通过金面具等文物陈列场景，让观众了解三星堆遗址的基本情况；接着是“博物馆奇妙夜”，“复活”的青铜大立人带领观众登上青铜馆和新馆顶部，俯瞰三星堆遗址区、三星堆博物馆园区和鸭子河，以飞行视角纵览三星堆周边状况；然后是“祭祀坑探秘”，引

导观众深入了解祭祀坑文物埋藏、提取、实验分析等考古研究成果；最后是“飞跃三星堆遗址”，观众可“驾驶”一叶黄金面具，在三星堆古城、马牧河等虚拟复原的历史场景中穿梭，见证沧海桑田的变幻。

郑霞表示，数字技术应用的核心目标是促进文物内涵的挖掘，使文物及其承载的信息更清晰生动地呈现，从而为观众打造深度的文化体验。中国国家博物馆推出的数智人“艾雯雯”，便是以更加亲切和现代化的形式拉近观众与文物的距离。

近日，在中国国家博物馆的古代中国展厅，身着素雅长裙的“艾雯雯”正微笑着向观众介绍文物。据介绍，“艾雯雯”利用语音合成技术和实时3D语音驱动技术，将文本合成为音频并实时驱动她的表情和肢体动作。她

不仅能清晰解读文物故事，还能与观众进行自然语言交互，回答各种问题，提供个性化的服务和建议。

在互动过程中，“艾雯雯”可以通过VR技术等，让观众看到文物的三维立体图像。例如，观众可以通过手势控制，让“艾雯雯”展示文物的不同角度，或者通过语音指令，让“艾雯雯”讲述文物的制作工艺。不仅如此，“艾雯雯”还拥有超强的自学习、自适应能力，能够不断更新、丰富自己的知识库。

中国国家博物馆相关负责人表示，依托国家博物馆143万余件馆藏文物，逾4000万全媒体矩阵稳定受众群体，“艾雯雯”将在线上线下展示中华文明优秀成果。下一步，国家博物馆有望与国家智慧教育等相关平台合作，为广大公众，特别是青少年提供丰富云端文化资源。

“未来，在数字技术的支持下，博物馆将更加以观众为中心，从对观众的单向输出，转变为与观众双向互动，在此过程中，观众在展览中的参与度会进一步提高，不仅成为展览的互动者，也会成为内容的共创者。”郑霞说。

在线资源，让文物“走出深闺”

依靠数字技术，越来越多的文物正“走出深闺”，融入大众的日常生活。

2024年8月，由芒果数智打造的“山海”APP正式上线，这座没有围墙的博物馆，如同一座跨越时空的文化宝库，汇聚了海量的数字馆藏。从石器时代的古朴石陶，到秦汉时期的雄浑文物，再到明清时代的精美瓷器，历史的脉络在这里清晰可见。

打开“山海”APP，用户可以360度无死角地旋转文物，把每一处细节都看得清清楚楚。更神奇的是，借助AI互动功能，“沉默”的文物仿佛一下子“活”了过来，进而“开口说话”。例如，当用户想了解一件汉代青铜鼎时，“山海”APP不仅会展示鼎上那些精美绝伦的纹饰，还会通过动画把古代工匠铸造它的过程一一呈现。

值得一提的是，“山海”APP还藏着一个“宝藏功能”——个性化博物馆。用户可以根据自己的兴趣，打造一个专属的“私人博物馆”，把自己喜欢的文物一键收藏，并且还能把个性化博物馆转发给家人和朋友，邀请他们一起欣赏“私人”馆藏，听取这些文物背后的故事。

在APP之外，游戏与文博资源的结合也为文化体验带来了新的可能。

敦煌古老而神秘的故事和艺术宝藏一直吸引着络绎不绝的游客。眼下，人们不必长途跋涉，就能亲身体验敦煌的魅力。由国家文物局指导、敦煌研究院与腾讯联合打造的超时空参与式博物馆“数字藏经洞”，运用高清数字照扫、全局动态光照、云游戏等游戏技术，生动复现藏经洞及其百年前室藏6万余卷珍贵文物的历史场景，数字资产规模超过36G，画面精度达到4K影视级画质。

项目采用云游戏技术，使用户可以突破手机性能的限制，实现“零门槛”参与。每个用户都可以成为“数字国宝守护者”，一键“穿越”至晚唐、北宋、清末等历史时期。从洞窟的开凿到封藏万卷，再到文物流散和再次聚首，用户可以与历史人物互动，完成各种任务，解锁文物背后的故事。

比如，以敦煌遗书《归义军衙府酒破历》为故事主线的游戏设计，巧妙地赋予了6个用户角色与8个NPC（非玩家角色）自然流畅的动作与表情，使他们栩栩如生。通过游戏化的背包、手记等交互设置以及激励机制，结合游戏化的叙事和风格化的场景，玩家将沿着游戏的指引，逐步揭开《归义军衙府酒破历》被一分为三的背景，随着探索的深入，玩家不仅将亲历那段风云变幻的历史，还将亲手将这份珍贵文献拼凑完整。

腾讯游戏“数字藏经洞”主策划薛晓黎在接受采访时表示，在文物细节呈现和用户体验方面，数字藏经洞实现了“高精复现”和“超写实”复现。该项目首次将数字世界中以毫米级高精度1:1复刻了敦煌莫高窟第16窟和第17窟，使得数字世界的洞窟与真实世界几乎一模一样。

专家指出，展望未来，数字技术将更好促进文物“走出深闺”，其应用将更多基于文物数字资源的共创与传播。比如，公众可以对文物的纹饰进行拓展式AI辅助设计，也可以在虚拟策展平台上构建自己的展览，或者创作个性化的文物主题短视频，再借助社交媒体将这些共创内容发布，从而吸引更多多人关注分享，使文物真正融入大众的日常生活之中。

“语料创新技术与应用探索沙龙活动”“多模态大模型应用研讨会”“AI赋能下的开发流程蜕变”……走进位于徐汇西岸的模速空间创新生态社区，一张被各类主题沙龙、行业交流活动挤得满满当当的“排片表”格外引人注目。

忙碌的“排片表”背后是上海徐汇区逐步升温的大模型发展热潮，和逐步完善的人工智能产业链、生态链。作为全国首个大模型创新生态社区，模速空间自2023年9月揭牌至今，已吸引了百余家大模型企业入驻，规模仍在不断扩大。

走进“算力运营商”上海无问芯穹智能科技有限公司（以下简称“无问芯穹”），研发人员正在为近期发布的端侧全模态理解模型做开源的最后准备工作。前不久，无问芯穹宣布完成近5亿元A轮融资，创造了国内人工智能基础设施层最大单笔融资纪录。

人工智能大模型的训练推理需要大量的算力支持，但市场上现存的异构芯片常常难以混合使用，不仅让AI基础设施的构建困难重重，也是当前大模型行业“算力荒”的重要原因之一。

“无问芯穹利用多元异构和软硬协同的核心技术优势，打造了一种连接‘M种模型’和‘N种芯片’的基础设施新范式。”无问芯

穹品牌公关总监王媛解释道，“我们构建了一个适应中国国情的大模型操作系统，多种芯片编程语言、芯片框架、兼容接口进行统一，通过算子和算法优化，实现异构芯片的大规模混合训练，提升大模型运行效率。好比此前多家芯片各说各的方言，我们让大家都说‘普通话’，相当于将算力放大了至少2至3倍。”

刚刚一岁多的模速空间，元气满满，每天都在“拔节生长”。在模速空间运营方、上海大模型生态发展有限公司董事长杨晶晶看来，模速空间正在形成串点成链、聚能成势的“飞轮效应”。

“2023年刚启动时，社区只有1万平方米，现已扩展至近6万平方米，吸引了超过100家大模型企业入驻，带动200余家大模型企业加速集聚到徐汇区。从底层算力到赋能

上海徐汇区大模型产业加速发展

人工智能引燃“模都”

百业，模速空间着力打造创新策源尖峰、产业集聚高原、国际交流廊道。”杨晶晶说。

模速空间快速构建了一条浓缩的大模型生态产业链。算力层有无问芯穹、仪电智算等，数据层有库帕思、上海人工智能实验室开源数据平台OpenDataLab等，基础大模型有商汤、MiniMax、阶跃星辰等，应用层有教育大模型作业帮、能源大模型达卯智能等，平台社区有开放传神等，还有大语料数据库等基础设施也落户模速空间。

而在数公里外的漕河泾开发区，人工智能产业已跑通研发到市场“最后一公里”，爆发出可见可见的新质生产力。

赛伟医疗科技（上海）有限公司是一家长期专注AI技术赋能眼科设备研发的企业，2014年创立于硅谷，管理和研发总部位于上海，2024年刚刚入驻漕河泾开发区。目前，

赛伟旗下如意OCT产品已打入欧美发达国家，受到世界级眼科专家的青睐，部分产品售价达到国际顶尖品牌同类产品的2至3倍。

“赛伟率先在扫频OCT（光学相干断层扫描）设备上融入大量AI算法，通过AI赋能眼科医疗器械产品线，实现了6倍于传统高端设备的扫描深度和40倍的成像体积。”赛伟证券事务代表王雪丁说，“AI的加持，不仅可以帮助临床医生更加精准诊断，还助力全球眼科专家实现前沿学术领域的突破。”

在赛伟创始人之一、留美博士李冰看来，入驻漕河泾开发区正是看重这里完善的人工智能产业生态圈，“不论是技术、人才，还是政企服务，在漕河泾都能轻松找到。”

如今的漕河泾开发区有人工智能相关企业500多家，上海四分之一的人工智能重点企业汇聚于此，带动营收额超过1000亿元。

漕河泾开发区总公司党委副书记方银儿说，人工智能产业“创新力”变“生产力”的关键要素之一，是搭建广泛丰富的市场应用场景，“比如在漕河泾，企业可以通过AI园区管理、AI医学诊疗、AI数字文创、AI智能网联车等应用场景，在应用中实现技术的迭代和进步，加速项目落地开花。”

当前，徐汇区内已汇聚上海人工智能实验室、上海创智学院、上海科学智能研究院、期智研究院、电信AI研究院等顶尖科研机构 and 新型研发机构，以及微软、腾讯、商汤科技、米哈游等技术创新生态企业。截至2024年12月，上海完成备案上线的60款大模型中，34个来自徐汇区，占比超过50%。

“当前是人工智能产业发展关键时期，徐汇积极推动人工智能产业科技创新、应用落地和生态建设，服务支持人工智能企业在徐汇加快发展。”上海市徐汇区委书记曹立强表示，将全力落实上海市委“加快建成全国人工智能高地”的要求，依托模速空间、数链空间、上海创智学院等重大布局，抓好垂类大模型和“人工智能+”应用，链接好算力、语料、资本等要素支持，广邀创新创业人才，打造“雨林式”生态。

（据新华社电 记者姚玉洁、程思琪、杨有宗）