

说起考古，不少人想到的是一把铁铲、一把刷子、一个卷尺、一台显微镜……然而，随着科技的发展，考古早已不是我们想象中的模样。从高分辨率遥感、无人机航拍、无人机激光雷达等空间信息采集技术，到实景三维重建、地理信息系统、人工智能与大数据分析，数字技术手段已全面渗透至考古调查、发掘、阐释、保护与展示的全链条。那么，当考古遇上科技，将会碰撞出什么样的火花？那些出土的千年文物，又如何为我们“讲述”古老的故事？

激光雷达+考古 获取高分辨率数字模型

如今数字考古的研究边界，正随着技术集群的创新与设备的迭代而不断拓展。

在数据采集层面，已形成“卫星遥感—无人机航拍—地面扫描与摄影”的多层级技术体系。高分辨率卫星遥感影像可用于大范围遗址普查与景观分析；无人机凭借其灵活、低成本的优势，成为田野考古获取地表数据的核心设备，不仅用于可见光摄影测量，更可搭载多光谱、热红外、激光雷达、磁力仪等传感器，实现针对不同埋藏环境和遗迹性质的探测。例如，激光雷达技术能穿透茂密植被，获取高分辨率的数字高程模型，在采集树木覆盖下的考古遗址地表信息方面具有很大优势。

在数据处理与分析层面，地理信息系统作为空间数据集成与管理的基础平台，不仅用于存储、查询与展示各类考古空间信息，更可进行距离分析、可视域分析、水文分析、预测建模等深度空间分析，为解读古代人类行为与空间环境的关系提供量化解析与数据支撑。

与此同时，人工智能与机器学习正在为考古研究注入新的智能。比如，机器学习算法就被用于古蜀道沿线滑坡易发性评估，构建数据驱动的文化遗产风险预警模型；人工智能则在文物碎片虚拟拼接、器物纹饰自动识别、考古文本信息抽取等方面展现出巨大潜力。

借助无人机遥感与早期影像，有学者揭示了甘肃疏勒河流域古城址“依水而居”的分布模式，深化了对干旱区古代人地适应策略的认识；在江汉平原史前治水研究中，通过无人机拍摄与三维重建，厘清了先民利用地形、修建水坝及沟渠系统，实现早涝保收的水利管理模式；良渚古城外围水利系统的发现与模拟，同样得益于高分辨率遥感影像与GIS空间分析……这是数字技术赋能古代人地关系研究的生动注脚。

AI+考古： 复原风貌描摹历史痕迹

在四川省文物考古研究院，研究人员正借助人工智能技术对破碎陶片分期断代。由中国科学院院士、浙江大学数学高等研究院专家所带领的AI研究团队，与四川省考古院、成都考古院等，共同开展宝墩陶片考古的AI探索与研究。收集了史前城址——宝墩古城遗址一至三期典型遗址高山、紫竹、芒城、鱼凫村中出土的陶片，构建数字AI陶片模型。早在4000多年前，宝墩先民就在陶器上装饰绳纹、水波纹等纹样。



龙门石窟研究院工作人员在万佛洞前查看数字化复原后的造像。 新华社发

AI模型目前能成功判断出破碎程度较高、信息量较少的普通陶片的分期，判断分期依据从标形器进一步拓展到零星出土的破碎陶片，为考古快速、简便分期断代提供新工具。

四川省文物考古研究院研究员万娇介绍，这个数据模型建立在考古类型学的基础上，对海量陶片进行分析，然后提取它的陶质、陶色、纹饰等一系列特征，核心的就是数字陶片集，形成大量陶片数据，这个数据库里面会记录每一片陶片的简要信息，提供给深度学习算法，进行计算。

新疆克孜尔石窟第161窟AI修复还原了壁画。在这个比敦煌莫高窟还要早接近一个世纪的石窟里，探元计划将AI大模型、太赫兹时域光谱技术、X射线荧光光谱结合，弥合时间裂痕，让破损严重、烟熏遮挡的1700多年前的艺术壁画瑰宝穿越时空重现眼前：塔里木河的亿万星辰，穹顶绘就的龟兹古国风貌……当徐徐壁画长卷再展，灿烂的中华文明近在眼前。

建模+考古： 时空折叠重构历史现场

数字考古的研究成果，同样服务于文化遗产的可持续保护、管理、阐释与传承，赋能文化遗产在数字时代的“活化”。眼下，数字建模手段成了再现历史文明的好帮手。考古与数字科技结合，涌现出大量文物、古建筑的“数字档案”。

在记录与存档方面，三维重建技术可全方位、高精度地记录考古现场，出土文物及不可移动遗产的几何形态与纹理信息，生成的数字模型不仅是研究的基础资料，更是应对自然损毁等挑战的数字档案，为未来可能的重建或虚拟修复保留

了可信的数据源。

“三维建模技术助力中国—肯尼亚旧石器联合考古”项目入选《世界互联网大会文化遗产数字化案例集(2025)》。据了解，自项目启动以来，中方团队分享相关技术与设备，助力肯尼亚用数字化记录遗址文物，推动了文化遗产的保护。

在保护与管理方面，基于实景三维、物联网传感器和GIS平台构建的遗产监测管理系统，可实现对大型遗址、历史建筑、石窟寺等的本体状况、周边环境及游客活动的动态与精细化监测，为预防性保护和科学管理决策提供实时数据支持。

在阐释、展示与传播方面，数字技术改变了文化遗产的叙事与体验方式。虚拟现实、增强现实、混合现实、人工智能等技术，能够打破时空局限，重建已消失的历史场景，或将数字信息叠加于现实遗产之上，提供沉浸式、交互式的深度体验。例如，“数字敦煌”资源库让全球观众可以在线高清漫游洞窟；全息舞台等新型展示方式，使文物故事得以生动讲述、广泛传播。

2025年，天津大学建筑学院团队启动了对晋祠的首次毫米级测绘工作，目前已完成对晋祠建筑群中奉圣寺初步测绘。以无人机、摄影测量和三维激光扫描等技术，为晋祠打造精度达毫米级“数字档案”。让中国现存最早的皇家祭祀园林，从斗拱梁柱到琉璃纹样，都有了在数据世界里永久无损保存的可能。

天津大学建筑学院副教授朱蕾介绍，这样一个建筑，我们大概采集了21亿个点的数字。把这些关键数据保留下来，变成了非常干净去噪后的古建筑相关信息图纸，使古老手工艺的工艺特征能够保留下来。

去年，三星堆公布首次发布大型青铜器铸造中的“芯骨—条形芯

撑”技术，确定了三星堆青铜器在商代晚期形成以分铸为核心，兼用浑铸、锻造的创新铸造技术体系，这是这种技术首次在国内同期遗址中被系统性确认。通过微观CT扫描、高精度三维建模，先民青铜铸造的“神工”得以被破解。

四川省文物考古研究院三星堆遗址工作站站长冉宏林介绍，我们逛庙会看到那种彩灯，实际上内部有骨架，尤其是形制越复杂、体量越大的彩灯，它可能有一根主心骨，有很多朝各个方向的支撑。比如说在三星堆博物馆展出的三号坑发现的一件戴尖帽的小立人像，它就是使用“芯骨—条形芯撑”的技术。将这件小立人像进行CT扫描，发现它内部有很明显的“芯骨—条形芯撑”痕迹，三星堆发现的好几棵神树有明确的这种芯骨。

探源+考古： 追溯来处叩响历史之门

中华文明“探源”工程在科技的助力下，取得了多项成果。去年，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所团队与陕西省考古研究院等单位，对来自石峁遗址、周边遗址及晋南地区共169例古代人骨样本展开核基因组研究，为理解中国早期国家的形成发展过程提供了社会组织范本，打开了理解中国早期文明格局、人群动态与复杂社会形成过程的窗口。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副所长付巧妹介绍，研究表明，石峁人群的主体人群是源于陕北本地仰韶晚期人群，显示出清晰的遗传连续性。从基因层面上实证石峁文化深厚本土根基，在少数个体中，检测到了来自北方草原地区裕民成分相关人群，以及南方沿海稻作农业人群遗传成分，客观印证了中华文明自起源起，就具有多元一体、兼收并蓄的宏大格局。

比都江堰早了两千五百年，比大禹治水早了一千年，中国最早的大型水利系统——良渚水利系统的考古，是中华五千年文明史又一个重要实证。利用卫星图像和高程模型技术，良渚古城区域1:500比例的线划图上制作的数字高程模型将良渚古城东南部外侧若干段长方形结构体关系清晰呈现。目前，良渚考古确认的水坝已达30条。良渚文化的演进过程也日渐清晰。千年时光里，它经历了利用山前地貌建设散点式聚落，到规划建设水利系统，再到构筑良渚古城三个发展阶段，揭示了一个存在于新石器晚期、以稻作农业为经济支撑，存在社会分化和统一信仰体系的早期区域性国家形态。

据人民日报、央视

相关链接

数字考古正从“技术导向”转向“问题导向”

值得关注的是，数字考古研究中所涉及的各项技术并非炫技的工具，其核心在于通过最新技术的应用解决关键的考古学问题。当前，数字考古正从“技术导向”转向“问题导向”，更加注重利用空间信息分析和可视化手段，揭示古代社会与自然环境之间的互动机制，深化对文明起

源、发展与演变规律的认识。

如果将中国数字考古的研究与发展置于全球视野中观察，国际数字考古领域同样经历了从技术导向到问题驱动的转变。早期研究侧重于技术方法的应用，而当前的研究更强调利用各类技术解决具体的考古学问题。在前沿技术探索上，无论是人工

智能用于器物识别与碎片拼接，还是机器学习用于遗址预测与风险分析，全球学术界都在积极尝试。

未来，随着数字技术的发展，中国数字考古将在技术融合、学科交叉与文化遗产中谱写新篇章。

据人民日报