

内蒙古博物院有家『文物医院』

本报记者 李祉瑶



内蒙古博物院文物保护
部内，工作人员正在清理纺
织品。

(本文配图均由内蒙古
博物院提供)

在内蒙古博物院文物保护部，身穿白大褂的文物修复师手持X射线荧光光谱仪，缓缓贴近征集文物唐代银鍍金马鞍的表面，屏幕上的数据随之跳动，金属元素的含量清晰显现。X射线荧光光谱仪仅用几十秒的时间就摸清了元素组成，堪称文物界的“化验仪”。

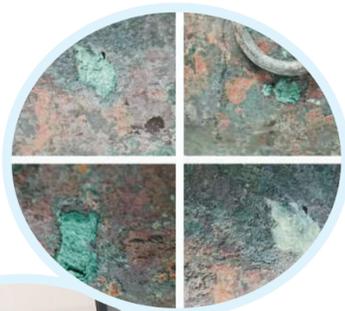
不只“化验仪”，还有“X光片”“显微镜”……这里就是内蒙古博物院专为文物“延年益寿”打造的“文物医院”。

“文物医院”包含无机质文物修复室、有机质文物修复室、文物保护实验室等，配备了多种专业设备。在这里，文物修复师化身“文物医生”，既要懂传统修复技艺，也要掌握现代科学技术。

在文物保护部工作人员的眼中，文物和人一样会“生病”，如青铜器的有害锈、纺织品的糟朽，都是它们的“病症”。他们的工作就是保证这些“老宝贝”的健康，给它们看病治病。

给青铜器治“皮肤病”

青铜器上的有害锈，就好像是一种会扩散的“皮肤病”。“有



上图：内蒙古博物院藏汉代青铜钹表面粉状锈细节图。
左图：金相显微镜。

害锈的损伤不可逆，还会不断侵蚀文物本体，必须尽早确诊干预。”文物修复师指着一个修复完成的战国四山纹青铜镜说，“之前这件文物的表面就存在锈蚀，判断是不是有害锈成为关键。”

什么样的锈蚀才是“有害锈”？文物保护部副部长苏妮汗解释称：“当青铜器中的铜元素与氯离子相遇，在潮湿环境的催化下，铜锈就开始在青铜器表面蔓延，甚至深入器物内部。”有时，即使将表面的锈迹清除，隐藏在孔隙中的氯离子仍会继续“作案”，这种铜锈就是有害锈。

要判断锈蚀是否为有害锈，首先需明确文物本体的基础信息。经过X射线荧光光谱仪的“问诊”，文物表面的化学元素组成得以快速、精准地展现出来——主要成分是铜，还有部分锡铅，属于锡青铜镜，这成了初步诊断文物“病情”的基础信息。

在此基础上，工作人员对铜锈样本进行硝酸银滴定实验，再决定如何开展下一步工作。“自然形成、状态稳定的锈迹也是文物历史信息的一部分，我们要按照最小干预的原则进行修复。”苏妮汗说。

为丝织品查“体质”

文物的不同组成成分，就好像患者的不同“体质”，这是确定文物“治疗方案”的关键。

“这些看似不起眼的残渣，可能藏着重要信息，红外光谱仪能帮我们解开谜团。”在实验室里，文物保护部工作人员拿出一袋出土丝织品的残渣样品介绍，傅里叶红外光谱仪可以通过样品的红外吸收或反射光谱信息，捕捉物质特征，“就像通过不同人的特点锁定身份一样，来判断物质的成分”。

原来，不同纤维纤维具备不同的官能团，对红外光的吸收特性存在差异，这些官能团的吸收反射情况就会在光谱上形成一串形状、位置不同的“小山峰”，即特征峰。把这些特征峰和已知纤维的特征峰对比，就可以初步判断样品的材质。

“但单一设备检测结果不足以定论。”工作人员解释，“有很多不同的物质元素组成相同、分子

结构不同，还需结合其他仪器来交叉验证。”

只有了解了丝织品文物的成分，才能选对不会“刺激”文物的修复材料和养护方式，真正做到“对症下药”，并为确认文物的“体质”提供重要依据。

金属工艺“鉴别镜”

在“文物医院”，金相显微镜也是一件重要工具——可以解读金属文物制作工艺，其主要功能是观察金属材料的微观组织结构。检测时需先对金属样品进行预处理，才能清晰呈现金属文物的晶体形态。

“像青铜器制作中有铸造工艺和锻造工艺，两者的晶体结构不同，通过金相显微镜观察样品截面，就能作出区分。”工作人员介绍，比如，铸造工艺的青铜器，在显微镜下会呈现出不规则的“树枝状”或“块状”晶体，类似冰面凝结出的冰花；锻造工艺的晶体结构则是被“压扁拉长”的条状或纤维状，排列更紧密有序。

除此之外，“文物医院”还在壁画研究修复中应用高光谱成像技术；用高效液相色谱仪分析胶结材料、颜料成分及有机残留物……这些现代科技，为文物修复保护方案的制定实施提供了重要的科学依据。

“修旧如旧、避免二次伤害，是我们文物修复保护工作的理念。”指着近期刚修复完成的瓷碟上的裂痕，文物保护部部长王家隽介绍，“虽然先进技术可以实现肉眼看不见缝隙的拼贴效果，但我们文物修复必须保留这个碎裂的痕迹，这是对其承载历史信息”。

2025年，内蒙古博物院“文物医院”完成近300件（套）馆藏文物的修复养护工作，传统工艺与现代科技相融合，让一件件文物重焕生机。

“我们希望通过‘文物医院’的概念，让大家了解文物保护工作，知道这些古老文物的背后，需要技艺和技术合力守护。”王家隽说，未来，“文物医院”将继续深耕科技修复，同时推进开放展示，让更多人感受到文物保护的魅力。



从2005年起，龙门石窟研究院开始为龙门石窟建立数字化档案，借助激光扫描等技术手段收集文物数据，以数字的形式留存千年石刻群的风貌。

图为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。

新华社记者
李嘉南摄

数字技术赋能 唤醒尘封历史

廖奕楠

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，实现旱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。

当数字技术遇到考古工作，能做的可不止这些。

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。这些技术不仅极大提升了考古工作的精度与效率，推动研究从经验依赖向数据驱动、模型驱动的科学范式转型，更通过精准的空间要素分析与环境要素重建，为深入探究古代人地关系、聚落形态、资源利用与社会结构等问题开辟了新路径，并为文化遗产在数字时代的传承注入了新动能。

激光雷达技术穿透茂密植被，获取高分辨率的数字高程模型

先说数字考古的研究边界，它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。

从记录到展示，让文化遗产“活”起来

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”。

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遭破坏，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。数字孪生技术则通过构建与物理遗产完全同步的虚拟模型，允许在数字空间中进行保护方案模拟、影响评估和虚拟修复，降低了实际干预的风险与成本。

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。

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、学科交叉与文化传承中谱写新篇章。

(作者单位：中国社会科学院考古学与文化遗产保护重点实验室)

让沉默的碎片再“开口”

刘晓华

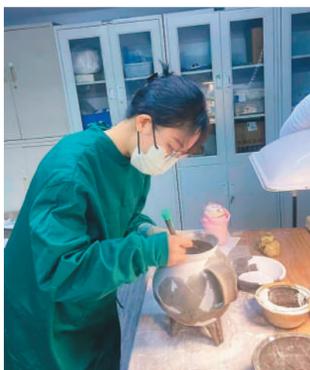
对文物修复来说，出土的文物蕴藏着大量的信息，除了埋藏环境等，最重要的是文物本体的信息，如造型、纹饰、制作痕迹等，在修复过程中就要把一手的资料，忠实地记录下来。

其中，史前文物的修复，以陶器为主，入门容易，想要做“精”很难，这就要依靠老修复师的经验了。陶器胎质较瓷器更脆弱，尤其是史前墓葬出土的陶器，烧制火候较低，遇水化泥，即便经过加固，修复时仍需万分小心。

在对文物修复有了充分的心理准备后，我跟着师父付老师，正式开启了考古修复之路，目前的工作重点在史前文物的修复。

史前陶器本身就是一部沉默的“地书”，其胎土配方，暗示着先民对脚下泥土的熟稔与选择智慧；那些看似朴拙的刻划或彩绘纹样等，则是远古心灵在陶土上的投射。

修复室里，明亮的修复台上安静地躺着一块块破碎的陶片。它们携带着历史的风霜，有些地方甚至脆弱得一触即碎。付老师手持竹签，屏住呼吸，在放大镜下，



刘晓华在为文物进行石膏补缺。

缓缓剥离着那些覆盖其上的历史尘埃——这并不是简单的清洁，而是小心翼翼地为一件深埋于时间深处的器物“松绑”。当陶片初步显露出原本的轮廓与纹理，真正的挑战才刚开始，这如同进行一场“三维拼图”。

付老师躬身伏在案上，戴上老花镜，凑近陶片反复比对、排列，依靠断裂处的弧度、胎土的色泽、器表纹饰的走向，不断尝试在脑海中重建它曾经完整的模样。当那些陶片被重新安放，似乎能触摸到远古工匠手掌的余温与力量，远古工匠的身影在此刻好像与付老师的身影重叠了。

陶器修复，绝非为了完美无缺地重现，器物上无法弥补的空缺，需用石膏进行谨慎填补。这些新生的部分，其色泽与质感都刻意区别于古老的陶体本身。这并非技艺的欠缺，而是一种无声的宣告：修复的痕迹，应成为一段清晰可辨的注脚。确实，我们修复的最终目的，是搭建一座通向理解过去的桥梁，而非用当下的“完美”涂抹掉岁月真实的印痕。

修复史前陶器，是让沉默的碎片重新开口说话。每一次拼接，每一次补缺，都是我们在倾听古老回声。

说回文物修复，这个冷门的工作在几年前随着《我在故宫修文物》等节目的热播进入大众视野，但它其实需要日复一日的专注与耐心，也可以说有些枯燥。

真正沉下心来去热爱这个行业，一代一代地传承传统技艺，守护历史的延续，是我从付老师身上学到的第一件事。

(作者单位：中国社会科学院考古研究所)

工作人员在良渚古城遗址世界遗产检测管理中心利用“良渚遗址5000+”数智应用监测遗址实时状况。

新华社记者
翁忻悦摄

