

河南叶县余庄遗址是中原地区已发现的规模较大的龙山文化环境聚落遗址，总面积达125万平方米，是探索豫中地区龙山时期聚落形态、早期礼制文明起源与社会复杂化进程的核心遗址，具有重要的学术价值。

长期以来，田野考古勘探以洛阳铲人工钻探为核心手段，该方式在点位地层判定上具备较高准确性，但面对百万平方米级的大型遗址，存在明显的应用短板：一是点状勘探模式难以连续、完整地呈现地下文化层与遗迹的空间分布，存在“以点带面”的偏差；二是全域普查式钻探需投入大量人力与时间成本，工作周期长，难以快速锁定核心遗址分布区，无法高效支撑大型遗址的整体聚落格局研究。

地球物理勘探技术凭借无损、连续、大范围覆盖的优势，可快速获取地下地层的连续性剖面，弥补传统钻探的短板。但在田野考古实操中，物探数据解译高度依赖技术人员的专业经验，地层信号异常存在天然的多解性，例如灰坑松散堆积与古河道淤积层的信号特征高度相似，单纯依靠人工经验判读，易出现误判、漏判，难以直接服务于考古勘探的精准决策。

为破解上述难点，2025年团队在余庄遗址西北部核心区开展联合攻关，核心思路是依托物探技术实现地下地层的大范围无损探测，以人工智能算法优化物探信号解译流程，建立物探信号与真实考古地层的映射关系，探索一套适配大型史前聚落遗址的高效、精准勘探技术路径，推动考古勘探从“全域盲探”向“靶向预测”转型。

遗址概况与技术路线

本次工作集中于余庄遗址核心区西北部，该区域地势较高，前期考古工作已探明分布有近万平方米的龙山时期大型夯土基址及池苑遗迹，文化遗存密集，地层堆积序列复杂，是研究遗址聚落功能布局的核心区域，也具备开展多技术联合勘探的典型条件。

整体工作严格遵循《田野考古工作规程》，按照“物探先行、AI预测、钻探验证、闭环迭代”的原则推进，在工作区内划分多个作业区块，有序完成全流程勘探作业。

技术流程

本次工作构建了“地球物理探测—人工智能解析—考古验证优化”三位一体的闭环工作体系，形成了完整、可复制的技术链条，具体分为四个核心环节：

数据采集：采用250MHz地质雷达与微动测深系统，采集地下0-4米深度的电磁波反射振幅与横波速度结构等物性参数，获取连续的地下地层剖面数据，完成标准化的噪声去除、校正等预处理工作。

地层标定：在物探信号异常区布设控制性钻探点，通过洛阳铲少量钻探获取确切的文化层深度、堆积序列与包含物信息，以此作为AI模型学习的标准和依据，完成物探信号与真实地层的对应标定。

智能解析：以标定的钻探数据为基础，整合物探多维度信号特征，运用随机森林算法构建文化层预测模型，输出全区文化层分布概率、埋藏深度范围，同步评估预测结果的置信度，最终生成文化层分布三维可视化模型，为下一步发掘提供了直观、清晰、准确的指引。

应用迭代：以模型预测成果指导探沟布设与考古发掘，将发掘验证获取的真实地层数据，补充至标定数据集开展增量训练，实现模型精度的持续优化，形成完整的工作闭环。

勘探成果的人工智能模型预测与考古验证

传统物探存在多解性，其解译依赖专业人员识别同相轴错断、波速异常等信号特征，本次工作在此基础上，通过人工智能算法实现了信号特征的深度提取与量化预判，经考古发掘验证，预测成果具备较高的田野应用价值。

物探异常的初步判识

前期物探作业成果显示，地下各类考古遗迹均呈现出差异化的物性信号特征：地质雷达剖面中，部分测线的拱形反射特征与墓葬、窑穴等坑状遗迹高度契合，特定测线的倾斜层状反射清晰揭示了壕沟的边界轮廓；微动剖面中的低速异常区，与灰坑等松散文化堆积区高度吻合。

上述结果证实，本次选用的两类物探技术，可有效捕捉龙山文化遗存的物性差异，具备遗址勘探的技术基础。但受区域沉积环境影响，不同类型堆积易出现相似的信号特征，仅依靠人工解

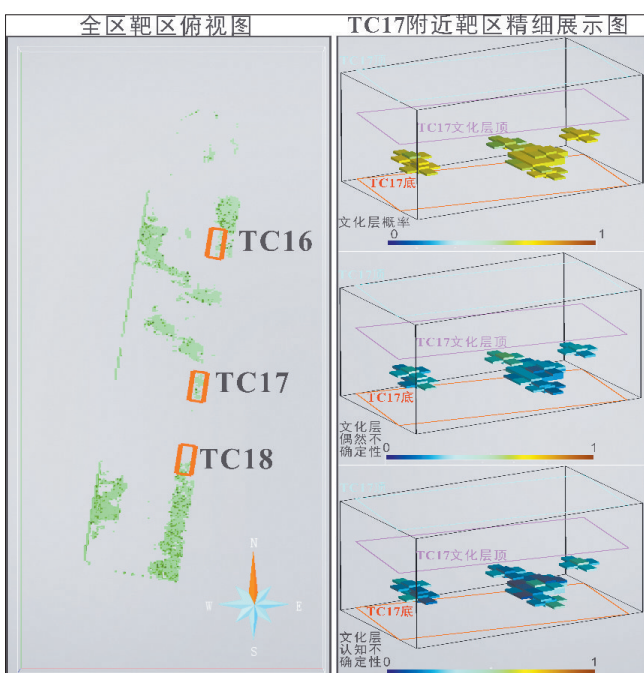


图1 AI建模结果与TG177相关信息叠加展示图

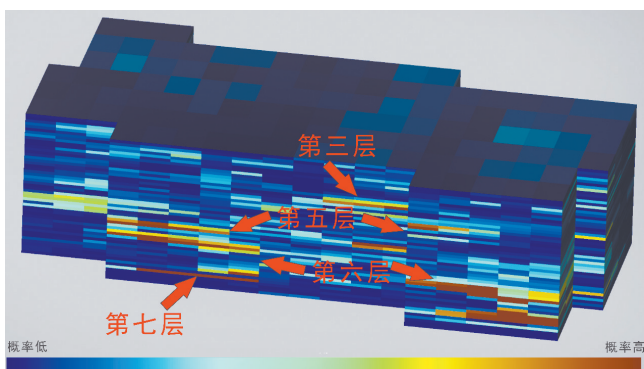


图2 T17中预测为炭粒、铁锰结核颗粒、陶片层的概率

在余庄遗址考古中的应用与突破 人工智能解析地球物理数据

吴伟华 赵冀韬 张智强

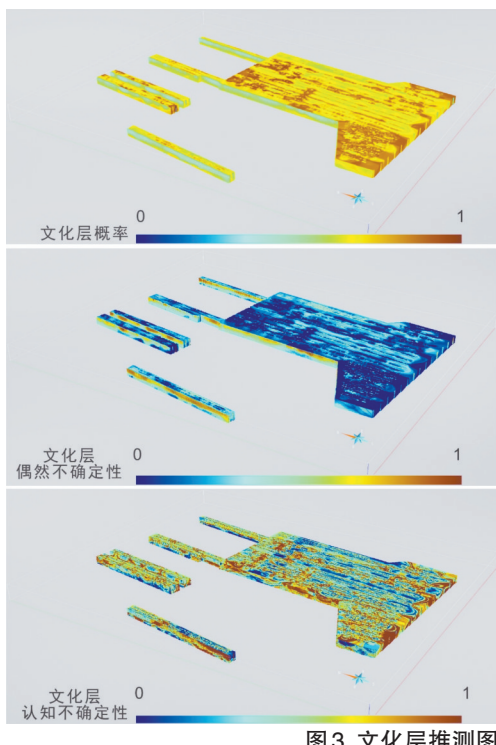


图3 文化层推测图

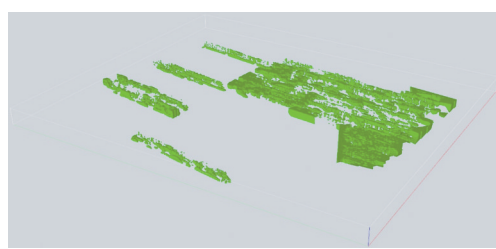


图4 文化层靶区图

译难以精准区分，必须通过智能模型完成精细化甄别。

模型预测成果的考古验证

以A地块为核心试验区，基于模型输出的文化层分布概率、预测置信度两项核心指标，划分了高、中、低三类置信度的文化层靶区，并针对性布设TG16、TG17、TG18三条探沟开展考古发掘验证。综合验证结果表明，该智能模型不仅可精准圈定文化层的平面分布范围，在高置信度区域，对文化层的埋藏深度、堆积层数的预测，也完全满足田野考古勘探的实操要求。以TG17探沟为例，人工智能解析预测验证结果如下：

模型预测该区域文化层分布概率高、不确定性低，为连续多层文化堆积，并进一步精细区分了不同包含物的文化层分层。发掘结果显示，该探沟内发现了龙山时期至汉代共9层文化堆积，清理出大量红烧土、陶片及灰坑遗迹，与模型预测的连续多层文化堆积高度吻合。

对新勘探区域的人工智能预测下一步工作靶区 依据上述原理和流程，建立了新勘探区域的数据解析和预测有无文化层预测，如图3所示：第一个图是文化层有无概率分布，颜色越红，代表是文化层的概率越大；第二个图是文化层预测的偶然不确定性，颜色越红，代表偶然不确定性越大；第三个图是文化层预测的认知不确定性，颜色越红，代表认知不确定性越大。

基于上述预测结果，圈定的高概率、低不确定性的文化层靶区如图4。

综合验证结果表明，该智能模型不仅可精准圈定文化层的平面分布范围，在高置信度区域，对文化层的埋藏深度、堆积层数的预测，也完全满足田野考古勘探的实操要求。

本次工作的创新

本次工作的创新和突破，是首次将人工智能技术联合地球物理勘探应用于考古发掘，构建了面向龙山文化遗址的“人工智能地球物理考古勘探解析模型”，形成了一套可复用、可迭代的智能化勘探工作体系，主要创新点体现在四个方面：一是通过人工智能技术的应用，打通了从原始物探数据到勘探靶区划定的全流程自动化处理体系，实现了物探数据的标准化、规范化处理，提高了物探技术的考古应用可信度；二是突破了传统物探“是/否”的定性判断模式，新增了预测置信度评估机制，可明确提示考古人员不同区域预测结果的可靠程度，为勘探方案制定提供了分层级的决策依据；三是建立了闭环主动学习模式，支持“边发掘、边学习、边优化”，随着考古验证数据的持续补充，模型精度可实现迭代提升，适应性不断增强；四是初步构建了龙山文化遗址地球物理特征数据库，填补了区域史前遗址物探基础数据的空白，为跨区域、跨遗址的同类型研究奠定了数据基础。

讨论与展望

本次余庄遗址的实践证实，“物探探测+AI解析+考古验证”的技术路径，在大型史前聚落遗址考古中展现出显著的应用优势，基本认识如下：第一，人工智能解析地球物理数据的方法，可有效破解物探信号多解性的行业痛点，精准辅助圈定文化层的潜在分布区域与埋藏深度，实现考古勘探的“靶向定位”；第二，在地层标定数据充分的条件下，AI模型可进一步实现文化层内部的精细分层识别，为聚落堆积过程研究提供精细化的数据支撑；第三，本次构建的“人工智能地球物理考古勘探解析模型”，具备可复用、可迭代的特性，为科技考古提供了通用的智能化工具；第四，本次初步构建的龙山文化地球物理特征数据库，为深化龙山文化聚落形成研究，提供了全新的科学视角。

从实践效果来看，该技术路径可将有限的钻探力量集中于模型判定的高概率区域，将传统“普查式勘探”转变为“靶向式验证”，大幅节约了人力与时间成本，显著提升了大型遗址考古勘探的工作效率与科学性。

本次工作仍存在一定局限。受项目实施条件限制，本次仅采用了探地雷达、微动探测两类物探方法，数据维度有待进一步丰富；在部分受后期扰动强烈的边缘区域，标定样本数量有限，模型识别精度仍有提升空间。此外，TG16探沟出现的深度预测偏差也提示我们，区域考古地层学的先验知识，是约束AI模型、提升预测精度的核心基础，未来的模型优化必须深度融合考古学研究成果，而非单纯的技术堆砌。

未来工作中，将进一步扩大勘探覆盖范围，引入高密度电法等多元物探技术，丰富地层物性数据维度；持续补充豫中地区不同类型龙山文化遗址的标定数据，完善区域地层物探特征数据库，提升模型的跨遗址适配性；同时深度融合考古地层学、聚落考古的研究成果，优化模型约束条件，提升复杂堆积场景下的识别精度，持续推动田野考古从经验驱动向数据智能驱动迈进。

【作者单位：河南省文物考古研究院 隆洲（北京）文化科技有限公司 河北地质大学地球科学学院】

河南新密曲梁遗址公众考古实践

汤淑妙 杨菁

曲梁遗址位于河南省新密市曲梁乡曲梁村北，遗址面积27万平方米，有环壕、夯土等重要遗迹，文化内涵丰富，推测为溱水流域夏商时期中心聚落。2013年，曲梁遗址被公布为全国重点文物保护单位，此次发掘是北京联合大学与郑州市文物考古研究院联合考古队实施的长期考古发掘项目。

“探源商邑·城迹共生”曲梁公众考古实践，是社区考古理念在地化应用的一次探索。活动充分利用遗址与曲梁村在地理上相邻的天然优势，以“在地性”为纽带，面向在地居民开展公众考古体验。作为长期考古发掘项目，公众考古将构建针对雇工等多元群体的长期跟踪式参与机制，通过分阶段、渐进式介入，深化公众与历史的情感联结，唤起文化遗产守护意识。“城”既指现今家园，也象征夏商时期古老聚落；“迹”指考古遗迹；“共”强调多群体参与；“生”喻指文化生命力的延续。活动设计了面向未成年公众的“考古基地体验活动”和面向成年公众的“雇工采访”环节。

考古基地体验活动

活动前，公众考古组设置了考古知识课堂。课程共两节：第一节《从曲梁遗址看真实考古学》以家乡遗址为切入点，打破“考古等于盗墓”的误解，普及文物保护法律意识，介绍成为考古工作者所需具备的条件；第二节《我们在曲梁挖什么？》系统讲解探方发掘、遗迹清理等流程，配合遗址实地照片，重点介绍不同器物的类型与特征。课堂上，无论成人还是孩子都表现出浓厚兴趣，形成了“讲一问一答”闭环。

内容设计 在知识课堂基础上，公众考古组设计了系列体验活动，包括：认识考古工具、文物连连看、洛阳铲勘探体验、考古现场模拟课、趣味知识问答、陶器修复体验、文物绘图入门、拓片技艺体验、文物摄影学习、标本室参观。各环节相互关联、层层递进。公众先认识手铲、毛刷等工具，再通过模拟探方进行发掘体验，随后进入室内学习陶器修复、绘图、拓片、摄影等技能，最后，标本室参观作为收尾环节，带领公众近距离观察曲梁遗址出土遗存。这是曲梁出土文物面向公众的首次亮相，对孩子来说，参观标本室如推开与曲梁先民对话的窗，满足其对考古的好奇与敬畏，让他们一睹文物真颜；对雇工而言，邀请他们见证亲手发掘的文物从破碎陶片经整理、修复到完整呈现的动态过程，以此见证自己参与发掘的成果被系统记录、科学阐释。这一完整的体验链，在“探源商邑·城迹共生”曲梁公众考古活动中得到系统体现，逐步引导公众完成从认知、认同到使命感的情感升华。

形式设计 在活动形式上，公众考古组设计了“曲梁公众考古集章卡”，公众每完成一项体验即可获得一枚定制贴纸，贴纸图案结合各环节内容与曲梁“小狗木头”形象进行创意设计，融考古逻辑于童趣表达之中。根据集齐贴纸的数量，公众可兑换各种纪念品。集章卡背面附有曲梁遗址简介，从其面积之“大”、历史之“久”、遗存之“丰”三个方面，阐明它作为全国重点文物保护单位的重要地位。从单点体验到系统认知，从个人参与到社区共享，最终在贴纸集满的时刻，实现从“我”到“我们”的情感跃迁。集章过程本身构成了一条可视化的参与路径，将十项活动有机串联，使碎片化的体验凝结为整体的具象成果，让“考古”从概念转化为公众可触摸、可收藏、可讲述的记忆。

雇工采访：从“务工者”到“文化传承人”的身份转变

针对参与发掘工作的雇工，构建了涵盖发掘前、发掘中、发掘后三个阶段的提问架构，从发掘前的认知状况与参与动机，到发掘过程中的体验感受与态度转变，再到发掘结束后的身份认同与情感投射，对雇工的成长与变化进行记录。以下以雇工李德永的访谈为例呈现认知转变，对曲梁遗址、对考古的认识变化——从“旁观者”到“亲历者”，从“听故事的人”到“讲故事的人”。

李德永，曲梁村本地人，曾担任新密市政协委员，参与发掘已逾半年。前期工作态度不严谨，后期主动学习，已能独立识别简单遗迹，其转变历程清晰地验证了考古实践对个体认知结构的深度重塑。

发掘前，他曾拾获石斧并自发保存，这种无意识的保存行为，折射出民间对“老物件”的朴素重视。关于1988年北京大学在曲梁的发掘，他表示仅听说过，并未实地接触，反映出早期考古工作与村民日常生活之间存在一定距离。对于参与动机，他明确表示：“我其实也是想趁着农闲干点活，挣点钱补贴家用。”这一回直面了雇工参与由经济驱动的普遍现实。发掘过程中，李德永坦言最初对考古队细致收集陶片的行为“总觉得有点小题大做”，然而，随着亲身参与勘探、辨识夯土、学习陶器辨认后，他的态度发生显著转变：“我理解你们干考古的不容易和意义，也知道小陶片里面藏着大历史。”发掘结束后，参观标本室让他“心里可高兴”，尤其是针对城墙的发现，他格外强调：“这是咱的功劳，最起码咱们见到城墙了。”言语中流露出强烈的参与成就感。他进一步说：“现在村里人问起曲梁城墙，我都能讲出个一二三来。”这种由亲历催生的地方叙事能力，正悄然重构着村民与乡土历史的关系。

这种成就感进一步升华为对家乡的深层认同与自豪。他明确表示，参与发掘使他对他曲梁这片土地的历史



雇工子女拍照留念



课堂现场



采访雇工



集章卡正面

感到“更加骄傲”。当被邀请未来继续参与时，他毫不犹豫地回答：“必须来，肯定参加。”此外，他还提到村民对工地的关注，常有人询问他工地的发掘情况，表明考古工作已渗入村庄的日常话题，激发了社区对自身历史的好奇。

未来：构建可持续发展的乡镇公众考古

此次实践实现了双重“首次”：既是北京联合大学首次开展的考古遗址公众考古实践，也是曲梁村民第一次深度参与的考古互动体验。依托曲梁遗址对本地社区独特的文化亲缘性优势，将考古现场转化为情感共鸣的发生地。这不仅是高校与乡土的一次相遇，更是一场双向赋能的范式突破，高校以学术资源反哺乡土，村民以在地智慧滋养考古，共同推动文化遗产由“静态保护”迈向“活态传承”。

对于参与遗址发掘的雇工，此次活动打破其对考古发掘的刻板印象。前期在工地发掘的经历与交流，让他们在实践中重新认识、理解考古，接受文物法规普及与文化遗产价值传递。这种亲历者身份认同，加深公众与历史的联结，唤起守护文明根脉的责任意识。对于孩子们，考古基地成可触摸的“第二课堂”。他们接触到课本外的“家乡史”，在参与勘探打孔、触摸陶片时，建立对故土文化的具象认识。这种沉浸式集章体验，点燃了他们对历史的兴趣，塑造新一代的文化自信，让他们成为文化薪火接续者与地方遗产守护者。

然而，在收获之余，公众考古组也发现一定不足。问卷调查显示，近六成孩子“从未参观过博物馆”，近半数对本地遗址“仅听说过名字”；不少家庭受生计压力所限，难以为孩子提供持续参与文化实践的机会，“从未参与过公众考古活动”成为常见回答。另外，一部分孩子为接受更好教育选择到城市求学，导致参与本次活动的孩子数量受限，也体现出文化资源分配不均对公众考古覆盖面的现实制约。

因此，曲梁公众考古不能止步于此，必须构建起常态化、可嵌入日常生活的参与机制。未来，曲梁公众考古组将继续扎根曲梁土地，以“巡回课堂+移动展板”为载体，将考古现场转化为流动的文化课堂，走进曲梁周边乡镇小学；逐步将受众扩大至全体村民及周边乡镇居民，结合农时、嵌入节庆、融入赶集与村晚。同时，采访范围拓展至曲梁镇多元群体并分层定制访谈提纲；另外，针对曲梁孩子，通过建立“曲梁考古志愿者种子库”，培育在地讲解员与小馆长，使文化传承持续内生、代际赓续，真正实现人与遗迹的“共生”。曲梁公众考古以“双向互动”为核心要素，以“可持续性”为初心，秉持“城迹共生”的理念，在田野与课堂之间搭建认知的桥梁，在遗址与生活之中培育共生的土壤。致力于使曲梁的考古实践成为村民可感知、可了解、可参与的文化事件，推动曲梁从遗址所在地转变为文化发展地，为乡村全面振兴规划中的文化实践样板提供助力。

【作者单位：北京联合大学应用文理学院】

MicroWise 元智系统

数智保护文脉 元智赋能新生

文化遗产全链数智解决方案提供商

科技保护

环境调控、环境监测、本体监测、馆藏设施、文物运输监测、文物展柜、文物保护实验室装备...

智慧管理

藏品管理、资产管理、人员管理、客流监测、数字资源管理...

智慧服务

数字化采集、数字化展陈、智慧导览、咨询服务、熏蒸消杀服务、展柜换气率评测服务...

西安元智系统技术有限公司

电话：13572270596 (张总) 座机：029-88246388

邮箱：info@microwise-system.com 网址：www.microwise-system.com

地址：西安市高新区锦业路69号创业研发园E座4F