

河北康保兴隆遗址 2025 年考古新发现

兴隆遗址位于河北省张家口市康保县照阳河镇，地处蒙古高原东南边缘，地貌景观由高低起伏的丘陵、山地缓坡构成。2018 年至 2025 年，中国国家博物馆与河北省文物考古研究院、张家口市文物考古研究所、康保县文物保护管理所组成联合考古队在遗址开展了七个年度的发掘工作。

为进一步摸清遗址新石器时代聚落布局以及旧—新石器过渡时期人类露天营地遗存的分布情况，2025 年，联合考古队在遗址周边展开调查、勘探，并对遗址继续发掘，取得以下重要收获。

确认新的地点——第 2 地点

前期调查曾在遗址南部 1 公里的山前坡地上采集到细石叶和陶片，但未见文化堆积。2025 年夏季因山洪冲刷，在一条冲沟断面上暴露出较厚灰土层，清理冲沟两侧地层后发现两座半地穴式房址，其中 F1 活动面出土裕民文化典型的麻点纹圈底罐，进而确认这是与兴隆遗址共存的一处地点。为了表示区分，将此前发掘区编为第 1 地点，该地点命名为第 2 地点。经过复查，确认第 1 地点面积约 6 万平方米，第 2 地点约 4 万平方米。

该地点所在山体与第 1 地点前后相属，房址修建在近南北向山体的东侧坡地上，勘探表明第 2 地点文化层较薄，房址也较浅，与第 1 地点的堆积对比鲜明，两地点的开发利用程度差异显著。

此外，在第 2 地点试掘区偏东、近赛圪达沟西岸，还发现了一处露天石器加工场，面积在 100 平方米以上，地表遍布石核、石片、锤击工具及众多不同制作阶段的石器废料。第 2 地点的确认修正了前期对兴隆聚落面积、人口规模以及人类活动范围的认识。

揭露旧—新石器时代过渡期的复杂营地遗存

该期遗存主要位于第 1 地点南部自然沟 G5 底部，G5 为一条山谷间西高东低走向的自然沟，形成于晚更新世末期，至辽金时期逐渐淤平。

2021 年至 2024 年，联合考古队对该区域进行持续发掘，在 G5⑥层发现了原位保存的火塘、骨石堆等人类露天营地遗存，确认 G5⑤、⑥层为旧—新石器过渡时期（以下简称“过渡期”）遗存。另外在 G5 底部偏北处发现打破 G5⑥层的自然冲沟 G7，走向与 G5 基本一致，G7①层填土表面清理出 4 座火塘。G5⑥层营地遗存沿 G7 南岸一直向东南延伸。

2025 年，沿 G5 东向分布区域布设了一条 30 米×4 米的东西向探沟 TG4，揭露了 G5⑥层一处细石器加工场，为细石叶、细石核、石片、碎屑等细石器修整副产品的富集区，出露面积约 5 平方米，并继续向探沟南壁延伸。伴出较多石块、动物骨骼以及磨制石环等，仅第 1 个水平操作层（h1）就发现各类石制品 310 余件，极大扩充了遗址过渡期文化内涵，填补了坝上地区这一时期的空白。

此外，在细石器加工场西部约 50 米处，也即 G5 的上游，继续清理 2024 年末完整发掘部分。在 G7 南部的 G5⑥层内发现一处较规整的人工堆石遗迹，面积约 7.5 平方米，厚约 5~22 厘米，由大小不均的石块堆砌而成，石块排列较有规律，整体较平整，略高出地面。从遗迹位置判断，或许是先民为方便在 G7 岸边汲水而修筑的固定台面，石块缝隙夹杂少量动物骨骼也指示其功能的多样性，可能是溺水处置猎物的场地或先民搭建帐篷的生活台面。总之，人工堆砌的台面显示先民流动性降低，意味着这里可能已脱离临时营地属性。

G5 底部遗迹形式多样，不仅时代早晚有别，同层遗迹还表现出分组布局的现象，说明露天营地存在明确的功能分区。为进一步探索各组遗存的共时性，选择动物骨骼进行了碳-14 年代测定，火塘 2 叠压于 G7①层表，其中样品距今 1 万年左右，与 G5⑤b 层年代契合，应代表 G7 废弃和火塘的使用年代；G7②层是 G7 最下层填土，年代距今约 1.1 万年，与 G5⑥层年代相当，应代表 G7 使用期或废弃之初的年代。G5⑥层的早期露天营地遗存应是狩猎采集人群在 G7 南岸河滩活动所形成，直至 G7 填平消失，该地貌单元仍存在于火塘 2 和 G5⑤b、⑤a 层为代表的晚期营地遗存。

综合来看，兴隆旧—新石器过渡营地遗存可分成早、晚两期，早期以 G5⑥层为代表，晚期以 G5⑤a、⑤b 层以及叠压在 G7 之上的火塘为代表。G5⑤a、⑤b 层未发现明确活动

面，遗物中除细石叶、细石核以外，出现了不见于 G5⑥层的磨棒、压印短折线纹的陶片，这类不便携器物的出现反映人群流动性较此前降低，也为北部坡地上新石器时代定居生活的开启奠定了基础。

发现裕民文化室外灶和窖穴

2025 年，在 T0909 和 T0910 两个探方的③层下清理出一组 5 个保存较好的室外灶群，其中两个灶坑打破了一座废弃房址。5 个室外灶均为浅坑状，直径 0.4~0.8 米，内为一定厚度的红烧土，其中 4 个灶坑（SWZ2-3、SWZ5-6）呈西南—东北向一字型排列的整齐布局，灶址中心点间距 3.85 米，等距分布表现出较强人为规划性。室外灶周围地表散布有农业生产与加工工具，包括磨盘、磨棒、石铲、石斧等。

这组室外灶西北方向约 7 米处，发现了一座特殊灰坑 H22。H22 开口呈不规则圆形，口径 1.2~1.47 米，深 1.83 米，坑口向下渐收为圆角长方形，坑内填土分为 3 层。其中 H22②层内靠近坑壁处出土一完整人头骨，可能与祭祀活动有关。H22③层厚 1~1.36 米，填土为较纯净的灰土，该层浮选出炭化谷物，还发现少量鱼类、孢子等动物骨骼，该灰坑最初可能作为储存食物的窖穴挖建。H22②、③层出土骨骼年代为 7800~7700BP，属于遗址新石器时代第二期。以往浮选分析显示，自兴隆新石器第一期到三期，粟黍在先民生业经济中的比重持续增加（邱振威等：《河北康保县兴隆遗址 2018~2019 年植物遗存浮选结果及分析》，《考古》2023 年第 1 期），该灰坑的发现说明在二期时旱作农业得到一定发展。

兴隆遗址此前发掘的裕民文化遗迹以房址为主，有少量室外灶和零星墓葬。2025 年发现的成组室外灶和 H22，位于遗址聚落核心区的西北部，接近山体基岩的空旷地带，也是遗址中的高地，这一组遗迹层位一致，空间表现相对聚集，初步判断具备功能关联性，可能与某种仪式化行为有关。

聚落布局日益清晰

2025 年，第 1 地点清理裕民文化房址 8 座，分布于聚落南部、东部与西北部边缘。房址口部呈圆形或圆角方形，有半地穴式房址，也有深度超 1 米的地穴式房址，多经过原址改扩建。大多房址活动面上有石板灶或支石灶，遗物也比较丰富，有陶器、石器、骨角器等生产生活用具和少量装饰品。

F30A 和 F30B 为一组对原房址重复利用的典型例证。F30A 叠压于 F30B 之上，平面近圆形，面积约 26.7 平方米，为半地穴式房址，只见 1 个活动面，其上有浅坑灶。F30B 为圆形地穴式房址，面积约 20 平方米，在此房址内分辨出 3 个活动面，都带有浅坑灶，代表了房址的 3 个利用时期，在东北处发现的窄长门道，从早到晚历经 3 个使用阶段，有加长加宽的演变趋势。

当 F30B 废弃以后，房址及门道均被填满，其低凹的圆形轮廓在地表依稀可辨，后期 F30A 在原址依托其原本结构向东北侧扩建，可见两者共用大部分墙体。早期房址受坑口塌陷等因素导致形变，后者必须进行翻修、扩建，从而形成遗址常见的早晚两期房址“套叠”现象，呈现出晚期房址较早期面积大、深度浅的特征。

意义

兴隆遗址过渡期露天营地遗存为华北北部地区首次发现，填补了区域史前文化发现的空白。第 1 地点房址、窖穴和成组室外灶的发现，充实了裕民文化遗迹类型，使聚落布局更为清晰，为理解兴隆先民的行为模式和思想意识提供了新材料；第 2 地点的确认拓展了对坝上地区史前人群的活动范围、社会组织规模的认识。

从过渡期营地到新石器定居聚落的演变，充分展现了全新世初期以来，随着气候环境的逐步好转，兴隆先民从高度移动性的狩猎采集向定居与混合生业经济转变的图景，为研究华北旧—新石器过渡、中国旱作农业起源和早期农业社会形成提供了关键案例。

（中国国家博物馆 河北省文物考古研究院 张家口市文物考古研究所 康保县文物保护管理所 执笔：李延士 梁乐诺 邱振威 庄丽娜）

在微遗物中寻找线索

青铜冶金术的出现是人类历史上重要的技术变革，对早期文明与国家的形成具有深远影响。中国考古学界围绕夏商周青铜冶技术与资源格局的研究已持续近百年，通过系统调查与发掘，确认了数量可观的矿冶遗址，并在冶金、矿业、材料与地质等多学科交叉支撑下，依托对冶金遗存的多种科学分析，逐步重建古代冶金活动过程，形成了先秦青铜冶技术演进的基本框架。但既有研究范式长期受到宏观冶金遗存“发现数量有限、保存状况不佳、生产链条环节缺失”的约束，难以实现对工艺流程与组织方式的可量化重建，使得先秦冶技术谱系的细化与跨区域比较研究在近年来面临明显瓶颈，制约了对冶金术在中华文明形成与早期发展中关键作用的深入阐释。

为突破上述瓶颈，本研究将目光投向了冶金微遗物。冶金微遗物指在古代冶金生产活动中产生的微小尺寸遗物，它们的直径通常在 1 厘米以下，在常规考古发掘过程中不易被识别。冶金微遗物的分布范围较宏观冶金遗存更加广泛，并且包含大量与冶金活动相关的信息。对冶金微遗物开展研究可以有效补充宏观冶金遗存研究中易被忽略的关键信息，识别碎渣取铜、粗铜精炼等以往不易辨识的技术环节。

郑州商城作为早商时期规模最大、规格最高的都邑性遗址，其铸铜作坊的发现具有里程碑式的意义。近年来，在郑州商城内城中部的创新街小学（北校区）改扩建项目发掘过程中，考古人员发现了明确的商代铸铜遗存，这也是目前郑州商城内城范围内唯一一处经过正式考古发掘确认的冶铸作坊遗址。在该遗址区出土了炉壁残块、铜矿石及陶范碎片等类型丰富的宏观冶金遗存。但各类遗物的数量很少，仅依靠这些材料难以完整复原当时的冶金生产过程。这表明，部分冶金活动可能并未在宏观尺度上完整保存，而是以微观碎屑的形式残留在地层之中。考古发掘工作显示，创新街小学（北校区）改扩建项目遗址点出土的微遗物数量庞大，可达数十万颗。但这些冶金微遗物的类型未知，人工分选不仅需要大量的时间成本和经济成本，且主观性强、准确率低。如何从大量未知微遗物中快速精准地筛选出冶金样品，并通过分析这些样品重建郑州商城北校区遗址的冶金生产操作链，是本研究所要解决的重要问题。

让算法接手智能分选

传统的微遗物识别方法是通过显微镜观察、便携式 X 射线荧光光谱分析（pXRF）、扫描电子显微镜能谱（SEM-EDS）等进行分析。但上述方法的操作流程复杂，所需要的经济成本、时间成本高，不适用于大量未知类别微遗物的鉴定。冶金微遗物的高效、准确识别和收集亟须一种低成本、高效率的方法，能够快速精准地从大量未知微遗物中筛选出与冶金活动相关的冶金渣、矿石碎屑等微小的冶金遗存。

光纤反射光谱（FORS）技术的波长区间通常在 350~2500 纳米之间，覆盖了从近紫外（350~400 纳米）到可见光（400~760 纳米），再到近红外（760~2500 纳米）的波长范围。该技术不仅是一种无损检测技术，还具有灵敏度高、检测迅速以及数据采集方便等优点。但 FORS 光谱数据维度高，且特征峰不明显，不同类型的微遗物 FORS 光谱特征峰重叠严重，直接人工解谱较为困难，需借助计算机的方法进行处理。目前已有许多使用有监督机器学习算法对各种材料的反射光谱数据进行快速分类识别的案例。但有监督机器学习方法需要大量已知数据，当研究对象是大量外观相似且类别未知的微遗物样品时，有监督机器学习方法则不再适用。

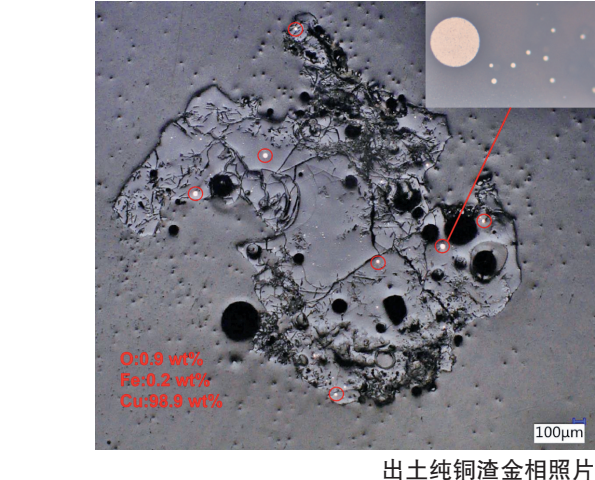
基于上述问题和困境，本研究开发了一种基于微遗物 FORS 光谱的无监督深度学习聚类 Sa-VaDE 模型（基于光谱角损失的变分深度嵌入自编码器），该模型是变分自编码器（VAE）的变体，首先通过一维卷积构成的编码器提取数据特征，然后对其隐空间进行改造，主要是在隐空间中加入高斯混合分布，并且在损失函数构成中加入光谱角损失，用以捕捉不同光谱间的差异信息。此外，为了使模型能够有效执行聚类任务，还在完整模型训练前引入了预训练模块初步提取光谱特征。该模型可以在没有预先标记数据的情况下提取数据特征，并根据提取的特征将数据进行分组，从而实现对冶金微遗物快速且准确地识别。

将训练好的 Sa-VaDE 模型应用于郑州商城遗址创新街小学（北校区）改扩建项目遗址点出土的微遗物 FORS 光谱数据上，不仅快速精准识别出了相关冶金微遗物，也为进一步研究郑州商城创新街小学（北校区）改扩建项目遗址点的冶金操作内涵、重建早商时期完整的冶金生产操作链提供了关键证据。

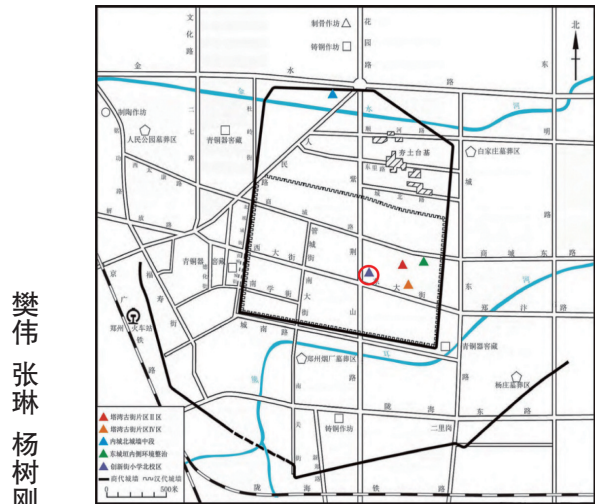
本研究按照随机取样原则，对郑州商城创新街小学（北校区）改扩建项目商代灰坑中发掘出土的 2776 个类别未知的微遗物进行了 FORS 光谱数据采集，并使用 Sa-VaDE 模型对这些数据进行预测，结果显示 Sa-VaDE 模型可以将这些未知数据分成几个不同的聚类簇，并且成功从这些未知微遗物样品中识别出 263 件疑似冶金微遗物样品，后续使用金相显微镜及 SEM-EDS 方法对 263 个疑似冶金微遗物样品进行了验证，确认其中 200 件样品为真实冶金微遗物，包含 118 件铜合金及其锈蚀物、32 件坩埚碎片、18 件铜冶金渣、22 件高温“烧疏物”、6 件矿石碎片以及受地层扰动混入的 4 件铁渣微遗物。模型精确率为 76%，验证了该方法在冶金微遗物识别方面的有效性和便捷性。

微遗物里的大发现

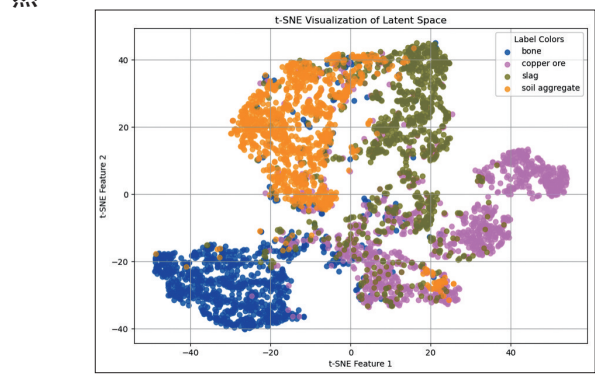
高通量“智”选方法，让我们得以快速准确地了解郑州商城从前发生的冶金活动。本研究首先构建了一个包含铜矿石碎屑、冶金渣、土壤颗粒、骨骼碎屑、木炭等多种类的微遗物 FORS 光谱数据集，已采集 FORS 光谱数据约 5500 条。并且在此基础上构建了考古微遗物 FORS 光谱数据库，该数据库目前已收录铜矿石碎屑、冶金渣、土壤颗粒、骨骼碎屑共计 3963 条 FORS 光谱数据。此外，该数据库可通过 AI Agent 调用查看，同时导入了约 300 条青铜器锈蚀物和锈蚀模拟样品的 FORS 光



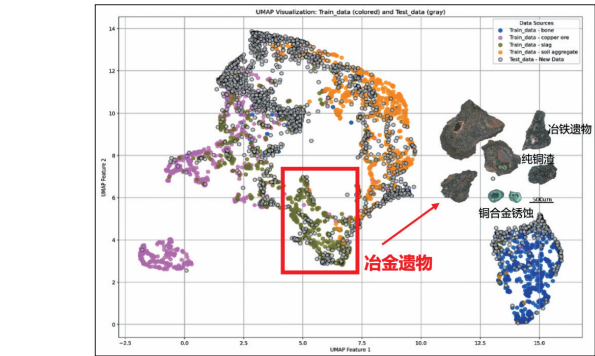
出土纯铜渣金相照片



郑州商城创新街小学（北校区）改扩建项目发掘区地理位置



Sa-VaDE 模型在训练集上的 t-SNE 可视化结果



Sa-VaDE 模型在创新街小学北校区未知微遗物上的预测效果

谱数据，为未来将该模型拓展应用于青铜器保存状况评估与保护奠定了数据基础。

其次，本研究还有一个十分重要的发现，即采用 Sa-VaDE 模型找出的 18 件铜冶金渣中发现了 6 件纯铜渣，这些纯铜渣中的铜颗粒大都呈球状，弥散分布在样品基质内，铜颗粒中铜含量均在 96% 以上，且均不含锡铅等合金元素，有些仅含少量的氧和铁元素。这些纯铜渣与青铜器铸造环节无直接关联。就现有研究而言，学界普遍认为先秦时期矿石冶炼大多在矿石原料开采地或矿源附近地区进行初步冶炼，之后将铜物料等运到各个城址的铸铜作坊进行精炼和铸造。而将这 6 颗纯铜渣与出土的铜矿石相关联，推测创新街小学北校区遗址点不仅生产青铜器，还可能接收和处理了铜矿石，将铜矿石在商城内直接冶炼为金属铜后进行青铜器铸造，从而构成了从矿石冶炼、金属获取到青铜器铸造的完整冶铸生产链条。这一发现修正了学界关于郑州商城仅承担铸造功能的以往认知。

最后，这些纯铜渣还为郑州商城铜物料来源提供了关键材料。自 20 世纪 20 年代安阳殷墟发掘开始，考古学家就在关注金属资源相对贫乏的华北地区是否从长江中游地区获取金属物料，供应本地大规模的青铜器生产。学界在近 30 年来已通过青铜器的铅同位素比值分析对该问题进行了系统探讨，但结论仍不明确，其中的核心瓶颈在于长江中游的鄂东南—九瑞矿集区虽有明确的商代早期铜矿采冶证据，但其所产纯铜的 Pb 含量极低，进入青铜器后其铅同位素指纹会被合金物料掩盖，导致铅同位素比值无法直接指示青铜器中铜料的来源。本研究基于 Sa-VaDE 模型成功筛选出的纯铜渣中 Sn、Pb 含量低于 0.02%，与单位出土的合金化渣差异显著。该类冶金渣为纯铜冶炼或精炼过程中产生的废弃物，不受外加合金物料的影响，可为铜料产地研究提供直接的地球化学证据。与商代各地区冶铜遗址出土冶炼渣的对比分析显示，郑州商城出土纯铜渣的铅同位素特征与中条山矿区、关中平原及秦沂山脉等地区出土商代冶炼渣特征差异明显，而与长江中游瑞昌铜岭遗址冶炼渣相符。上述发现为商代二里岗时期中原地区铜物料的长距离供应网络提供了重要线索。

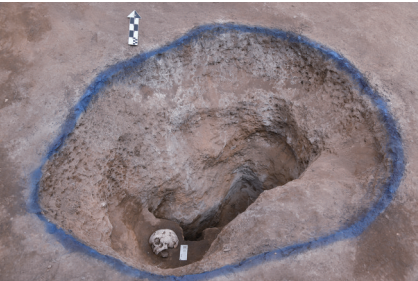
价值展望与结语

本研究通过建立基于 FORS 光谱的无监督深度学习 Sa-VaDE 模型，为冶金考古研究提供了新的技术路径，不仅提升了微遗物识别与分析的效率和精度，更为理解早商时期郑州商城遗址的冶金技术发展、区域资源流通及社会复杂化进程提供了新的证据和方法。研究表明冶金微遗物在重建古代冶金操作链方面具有重要价值，不仅能够识别冶炼、铸造、碎渣取铜等以往较难发现的技术环节，也能够复原宏观遗存保存较差的冶金遗址的冶金活动生产链条。

（作者单位：河南省文物考古研究院 北京科技大学科技史与文化遗产研究院）



成组室外灶和灰坑 H22 位置关系示意图(上为西)



2025KXH22



H22 灰化物



2025KXTG1F1(镜向北)



2025KXF30A、30B(镜向北)



加工废料



G5 底部遗存(上为北)



G5 底部细石器加工场(镜向东南)及石制品