

NEWSLETTER

考古科学中心通讯

CENTER FOR ARCHAEOLOGICAL SCIENCE
NEWSLETTER

2024年第2期(总第3期)



四川大学考古科学中心
SICHUAN UNIVERSITY Center for Archaeological Science

<https://cas.scu.edu.cn>

主任致辞

2024 年的最后一天，王学焯老师在甘孜州丹巴罕额依遗址终于看到了自己关于非洲奴隶贸易的文章在 Nature Communications 正式上线，这距离这项研究定稿已过三年。

2024 年的最后一天，我们也改定了今年的第二期（总第 3 期）通讯，距离考古科学中心成立过去了两年。两年时间可谓转瞬即逝，一切付出和奋斗总觉漫长，但回顾这两年考古科学中心所取得的成绩，又感催人奋进，鼓舞着考古科学中心全体同仁踔厉奋发。

在过去两年，依托考古科学中心组建的中国西南山地考古团队入选首批教育部哲学社会科学创新团队，三星堆考古与保护实验室入选省人文社科重点实验室，4 人入选国家级人才，这标志着中心在推动学科交叉融合和创新科研模式上迈出了有组织科研的重要一步。

在过去两年，中心教师新增 6 项国家自然科学基金项目、5 项国家社会科学基金，以“国之大事”重大课题为牵引，带动团队创新能力和协作水平上台阶。中心连续两年资助开放课题 22 项，从长江流域的古稻田到结核分枝杆菌的进化，一批新颖的交叉项目正在孵化。

在过去两年，中心举办 43 期“考古科学论坛”。每周五，一大批国内外青年学者聚集考古科学中心，交流话题涵盖人类起源、现代人起源，农业发生及动植物驯化、物质资料生产及文化交流、人地关系及环境调适等，不仅展现了学术交流的深度，更拓展了国际交流的广度。

在过去两年，考古科学中心聚焦古代人类起源与演化过程、区域史前社会与文明起源、古代工艺与科技、文物保护关键技术等前沿问题，在 Science Advances、Nature Communications、Current Biology 等国际综合性科学期刊及 Antiquity、Journal of Archaeological Science 等考古旗舰期刊发表论文 60 余篇。考古测年实验室观音洞系列测年数据发表，分子考古实验室公布青藏高原、高山古城、海门口、大松山系列古蛋白、古 DNA 遗传数据，考古材料与文物保护实验室在皮央东嘎、三星堆、城坝、江口等遗址开展工作的系列成果影响广泛，地学考古实验室持续在长江流域发力。这些成果得到 Science 官网、人民日报、央视新闻等媒体的报道，受到国内外同行广泛关注。

考古学的发展水平是衡量一个国家文明程度的重要标志。新时代十年以来，习近平总书记高度重视考古和文物工作，强调要建设中国特色、中国风格、中国气派的考古学，更好认识源远流长博大精深的中华文明；要运用科学技术提供的新手段新工具，提高考古工作发现和分析能力，提高历史文化遗产保护能力。

过去的两年，考古科学中心得到学校的大力支持，得到了国家和省有关部门的高度关注和扶持。在即将到来的 2025 年，我们将继续秉持开放合作理念，建实建优考古科学中心实验平台，聚焦考古科学前沿，促进学科交叉融合，推进科研协作协同，为“人类大历史”的研究贡献川大力量。

祝您新年愉快！



四川大学考古科学中心

2024 年 12 月 31 日

CON N I N E N T

目录

- 01
实验平台
- 02
实验项目
- 03
学术交流
- 04
科研成果
- 05
媒体报道
- 06
大事记

01

**EXPERIMENTAL
PLATFORM**

实验平台

EXPERIMENTAL PLATFORM

实验室平台

四川大学考古科学中心以考古文博学院为牵头单位，联合校内分析测试中心、原子核科学技术研究所、化学学院、华西基础医学与法医学院、高分子科学与工程学院、生命科学学院、华西医院、华西口腔医学院、计算机学院、材料科学与工程学院、轻工科学与工程学院、灾后重建与管理学院、水利水电学院、建筑与环境学院、机械工程学院等至少15家二级单位，组建的一个多学科研究平台，规划考古测年实验室、分子考古实验室、考古材料与文物保护实验室、地学考古实验室等四个考古实验室、一个考古资源库。

四川大学新建博物馆一期建筑群中科研楼的第八、九两层（建筑面积 2000 平方米）配置给四川大学考古科学中心使用，装修正在有序进行。



EXPERIMENTAL PLATFORM

实验室平台



部分实验室装修效果图

02

**PROJECTS
FUNDED**

实验项目

PROJECTS FUNDED

实验项目

为充分发挥四川大学考古科学中心作用，促进考古学多学科交叉研究和考古科学成果转化，考古科学中心设立开放课题，资助考古材料溯源，出土文物的科学保护及其技术研发，西南地区生物遗存的多学科研究，古环境、人地关系相关技术研发及数据集成等方向的科研项目。2023-2024 年度开放课题经过工作委员会成员评议，资助重点资助 4 项，一般项目 7 项。



PROJECTS FUNDED

实验项目 (重点项目)

范念念

(四川大学水利水电学院)

贵州盘县大洞旧石器遗址沉积学及考古学综合研究

距今 30 万年是现代人演化和迁徙的重要时期。我国西南地区位于东亚、南亚和东南亚交汇处，是古人类与现代人迁徙扩散“南方路线”的关键节点之一。但西南地区在这一关键时期的旧石器遗址数量相对较少，限制了我们对该地区古人类迁徙、交流以及技术发展的认知。盘县大洞遗址作为西南地区位数不多的旧石器时代中期遗址，因其规模之大，出土遗物之丰富，成为中国南方重要的旧石器遗址，且遗址出土 4 枚人类牙齿化石代表了直立人向早期智人过渡阶段，为解决上述问题具有重要潜力。2024 年该遗址重启发掘，在因此本项目拟选盘县大洞遗址作为研究对象，通过采用沉积学及考古学综合对其研究光释光单颗粒测量方法，为该地区中更新世晚期以来的古人类活动和旧石器文化建立一套完整的高分辨率年代序列。并综合这些遗址的旧石器文化、古环境及古人类学证据，探讨西南地区古人类活动与交流情况，为理解古人类和现代人在东亚的活动史提供新的见解和证据。



冯国英 丁羽帆

(四川大学电子信息学院 四川大学考古科学中心)

用于文物清洗的 DUV 激光非线性频率变换技术研究

随着文物保护意识的增强，传统的清洗方法如机械清理和化学清理因其可能导致的文物损伤和环境污染问题，已难以满足对脆弱精细文物高精度、无损清洗的需求。因此，激光清洗技术作为一种新型、高效的清洗手段，逐渐受到广泛关注，但传统的红外、近红外波段激光已经无法满足人们的使用需求。

本项目聚焦于深紫外 (DUV) 激光在文物清洗中的应用，特别是通过非线性频率变换技术实现的高功率、短波长、窄脉宽的 DUV 激光输出。该技术基于非线性光学原理，通过相位匹配等创新方法，实现了对光波之间非线性相互作用过程的精确操控，从而提高了激光对文物清洗的实用性和清洁效率。

DUV 激光非线性频率变换技术为文物清洗提供了一种高效、无损、环保的新方法，对于保护和传承人类文化遗产具有重要意义。DUV 激光能够精准定位并有效清除文物表面的污染物，包括微米级及更小尺寸的微粒，同时保持文物基体的完整性和原有风貌。该技术不仅适用于石刻、玉石、陶瓷等硬质文物的清洗，还可在服装、绘画等文物艺术品的保护中发挥重要作用。

PROJECTS
FUNDED

实验项目
(重点项目)

雷印杰

(四川大学电子信息学院)

多模态智能文物识别推理研究—以三星堆青铜器为例

本项目以三星堆、金沙等西南考古遗址青铜器文物表面纹饰和图案为研究对象，拟通过多模态大语言模型及多模态数据处理技术，开发高精度的纹饰和图案智能识别系统。通过高分辨率图像采集、三维扫描等技术，获取纹饰与图案的多角度、高清晰度数据，并对数据进行去噪、增强和分割等预处理操作，确保数据质量，同时建立多模态文物数据库；基于深度学习技术，运用多模态预训练模型、专家学习等开发适用于青铜文物纹饰和图案识别的算法，进行多层次特征提取和学习，提升识别的准确性和效率，促进文物研究的客观性和可靠性，支撑文物分类与鉴定。进一步，结合多模态文物数据，实现多模态特征提取、对齐、融合等一系列操作，最终通过多任务一体化学习方法，得到文物更深层次的推理信息（如属于什么遗址、器形及其文化内涵、历史意义等）。最后，建立数字化数据库，系统存储和管理识别得到的纹饰和图案数据，为后续研究和文物保护提供资源支持。通过文物纹饰和图案的分析，探讨其背后的文化内涵和历史背景，揭示古蜀文明的文化特征与技术发展，探索古蜀文明之间、及其与周边文明的文化交流与互动。通过考古学与现代科技的深度融合，提高文物研究的自动化和智能化水平，为考古学、文化遗产研究和保护提供新的视角和方法。

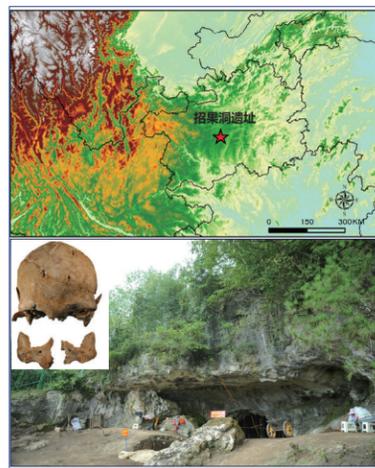
王学焯

(四川大学历史文化学院)

中国西南地区早全新世人类迁移与饮食：贵州招果洞人骨遗存的多同位素分析

旧石器人群的迁移行为与饮食策略研究，对于理解早期人类如何应对气候变化和资源分布挑战，以及这些适应行为如何推动人类生存模式和文化发展的转型至关重要。特别是在晚更新世至早全新世的过渡阶段，气候逐渐变暖，狩猎采集者在定居模式、食物获取策略、工具类型和动植物驯化等方面发生了显著变化，最终推动了新石器时代食物生产的出现。然而，由于旧石器时期人类及动物遗存（如牙齿和骨骼）的保存较差，关于该时期狩猎采集者的迁移和饮食策略的研究一直缺乏直接证据。

本研究拟以贵州招果洞遗址出土的两具人骨遗存为研究对象，探讨早全新世人群的迁移行为和饮食模式。首先，通过高分辨率牙釉质锶同位素和氧同位素分析，结合招果洞周边锶同位素基线图，重建个体的季节性迁移模式；其次，对人类个体和动物的牙本质和骨骼进行碳、氮同位素及单体氨基酸碳氮同位素分析，全面揭示其饮食结构以及对淡水资源的利用程度。通过结合其它考古学证据，本研究将深入探讨早全新世招西南地区人群的资源利用和环境适应策略。



吴畏

(四川大学生命科学院)

原核病原体历史选择压力估测新方法研发及在中国结核分枝杆菌历史传播与演化中的应用

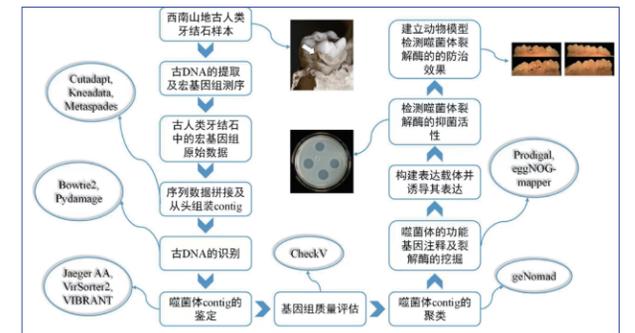
基于基因组数据重建研究对象的演化历史是目前生物考古和病原微生物历史传播和演化研究中的重要内容，但目前主流的定量估计选择压力的方法并不适用于作为大部分传染病病原体的原核单倍体生物，以及缺乏利用大规模基因组数据追溯历史突变率和选择压力的方法。本项目将基于基因组数据，开发通过模拟中性突变过程定量计算选择压力的新群体遗传学方法，以及基于贝叶斯算法和祖先序列重建原理的追溯历史突变率和选择压力变化的新方法。中国作为结核病高负担国家，但目前在中国主要流行的结核分枝杆菌的传播和与中国人人群的共同进化历史不清。本项目将基于超过20000个结核分枝杆菌的全基因组测序数据，利用开发的新方法进一步厘清上述问题，可能对揭示古老病原体和地区人群之间的共同进化历史规律有重要意义，也为基于大规模基因组样本的原核生物演化研究提供新的生物信息学工具。

李雨庆

(口腔疾病防治全国重点实验室(四川大学))

西南山地古人类口腔噬菌体的研究

噬菌体是人体口腔微生物群落的重要成员，对口腔微生态具有重要调节作用，在口腔疾病防治方面具有潜在的应用前景。然而，目前对西南山地古人类牙结石中的噬菌体的了解还很有限。本项目拟分析从西南山地古人类牙结石样本中产生的古DNA序列数据集，组装并重建噬菌体基因组，确定这些噬菌体的分类归属，深入解析噬菌体与宿主的交互关系，建立西南山地古人类口腔噬菌体数据库。利用生物信息学工具对噬菌体进行功能基因注释，挖掘噬菌体裂解酶并探究其序列特征，并对裂解酶进行克隆、表达、纯化，“复活”古人类口腔噬菌体关键功能基因。进一步测试裂解酶对变异链球菌、牙龈卟啉单胞菌以及具核梭杆菌的抑菌活性，通过动物模型检测噬菌体裂解酶对龋病、牙周病的防治效果，实现“古为今用”。



云利兵

(四川大学华西基础医学与法医学院)

基于多维检测的古人遗骨数字化保存及病原特征探析

细菌、螺旋体等多种病原体侵入人体的感染与人类如影相随，留存于骨骼（特别是牙齿）的痕迹和伤病信息、及其与古代群体健康状况的关系是古病理学最具挑战性的研究内容，面向骨骼研究悖论推动的“骨骼病变如何形成”等难题，本项目立足规模化古代人类遗存的骨骼与牙齿，聚焦于已初步分析的病原和生成式AI进展，联合形态学基础测量观察、古病理学检验、CT影像学扫描、三维数字化分析等技术，重点探索龋病及骨损害征象相关的结核等病原体，适时进行必要的分子生物学和微生物学验证分析；同时基于三维数据精准化测量骨骼特征和刻画记录优势，既适时获取骨骼微观结构分析的研究基础数据，也同步完成细致化数据图像档案纳入数字考古资源库（古蜀人骨数据库）。依托多学科交叉研究，旨在从多维度解析疾病特征，进而阐释不同疾病的损害及相关病原，挖掘潜在的医学价值、也利于拓展认识西南地区在特定时代的古人健康和生活方式。

PROJECTS
FUNDED

实验项目
(一般项目)

贺可洋

(四川大学历史文化学院)

成都平原宝墩文化水稻种植方式的生态环境研究

稻作农业的传播和多样化是人类发展史上的重大事件。宝墩文化是中国西南地区稻作农业发源和传播扩散的中心，但长期以来受研究材料和研究指标的限制，围绕宝墩文化的稻作农业种植的是水稻还是陆稻，仍然存在巨大争议，这不仅影响对古代先民生业经济、土地利用方式的理解，也限制了对社会组织结构和区域文明演进过程的认知。针对上述问题，本项目选择了成都平原宝墩遗址稻田遗迹作为研究对象，在高精度年代框架控制下，同步开展孢粉、植硅体和硅藻等微体化石分析，试图建立长江上游新石器时代古稻田的判定标准，揭示水稻的种植方式的差异和生态环境的演变过程。该项目的实施，不仅可以增进对稻作农业传播过程中分化和适应的理解，还可以为全球温室气体排放和区域文明演进研究提供科学支撑。

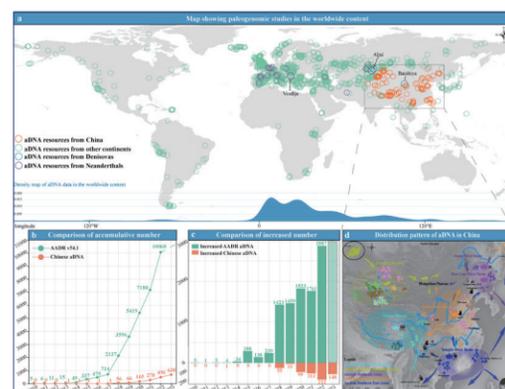


何光林

(四川大学华西医院)

真二倍体古基因组技术的研发与史前社会演化历史的构建

当前人类基因组研究在地域代表性和数据质量上存在不足，特别是在中国，这限制了我们的人群起源、迁徙模式以及与疾病演化关系的深入理解。本课题将利用华西生物银行的四万套高质量基因组数据，结合计算生物学的新工具，首先建立中国人群的特异性高质量单倍型参考面板和真二倍体古基因组资源库。进一步，我们将通过这些资源，全面解析中国古今人群的全基因组遗传系谱，精细重建人群的演化历史。针对古人类结构变异 (SV) 检测的难题，本课题将开发 ArcSV 工具，以提高古基因组 SV 的分型准确性，并利用多遗传标记绘制中国古今人群的古人类渐渗时空图谱及环境适应性图谱。最终，本课题将整合演化、渐渗和生物适应性数据，开发新的局部祖源推断方法，以探索与人类疾病相关的遗传变异的地理和遗传起源，以及其在时空上的演化轨迹。这项研究不仅能够丰富我们对人类历史的理解，也将为遗传性疾病的预防和治疗提供新的视角和策略。



PROJECTS
FUNDED

实验项目
(一般项目)

张桂英 韩芳

(四川大学考古科学中心)

共和盆地全新世中期狩猎采集者的生计策略：基于东果滩遗址细石器遗存出土动物骨骼的 ZooMS 技术分析

共和盆地位于青藏高原东部地区，是史前人群活动的重要区域。以往考古资料研究表明，该区域是细石器狩猎采集者、宗日文化、卡约文化人群等活动的核心区域。2022-2023 年，四川大学考古文博学院与青海省文物考古研究院联合发掘了兴海县东果滩遗址，揭示了多个时期的细石器文化层堆积，发现了丰富的古人类活动遗存，出土了上万件石制品、大量古人类用火遗迹和动物骨骼碎片等文化遗物，为探索全新世中期细石器人群对高原东部的利用方式等问题提供了新材料。

动物骨骼是反映古人类生计策略的重要考古资料，但限于保存条件和后期扰动等因素，绝大部分细石器遗址出土的动物骨骼保存较差，动物考古学研究开展十分有限。因此，本项目拟利用 ZooMS 技术对东果滩遗址出土的动物骨骼碎片进行种属鉴定，以新的分析技术弥补上述研究的不足，进而探讨细石器人群对动物资源的利用方式，探索自然环境、动物种类及其与人的关系。



吴饶

(四川大学生命科学学院)

乐山大佛关键腐蚀微生物绿色防治研究

乐山大佛具有极高的艺术、文化和历史价值。目前，大佛上微生物大量生长，已经造成了严重的生物退化，其上的生态演替遵循“藻-藻-地衣混生-地衣-地衣-苔藓混生-苔藓”的规律。本项目基于高通量测序和培养组学的方法，探究其乐山佛本体表面先锋生物和核心菌群，并以此为靶标，研发一种联合单色光和光敏抑菌涂料结合的安全、高效、持久的微生物光抑制防治策略，旨在绿色、科学地从源头阻断佛体向着更高级别生态阶段发展，为下一步乐山大佛现场病害防治工作提供技术支撑。

03

**ACADEMIC
COMMUNICATION**

学术交流

ACADEMIC COMMUNICATION

学术交流

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第二十七期

“欧亚大陆青铜时代中的三星堆：九十年后的国际省思”国际学术研讨会

12月14日-15日，“欧亚大陆青铜时代中的三星堆：九十年后的国际省思”国际学术研讨会在四川大学博物馆举行。



校党委书记甘霖出席会议并致辞。哈佛大学教授傅罗文在开幕式上致辞，主持三星堆首次考古发掘的原华西协合大学博物馆馆长葛维汉先生外孙 Chris Hoogendyk 视频致辞。四川省委宣传部常务副部长高中伟、副部长张伟，四川省文物局党组书记、局长唐飞，三星堆博物馆景区管理委员会主任范晓华等相关单位负责同志，我校杰出教授霍巍、文科讲席教授李水城，以及来自中国、美国、法国、新西兰、日本、新加坡、加拿大等国高校和四川省、成都市文物考古研究院的专家学者，我校师生代表参加研讨会。副校长刘超主持会议。

甘霖代表学校对研讨会的召开表示祝贺，对各位参会嘉宾表示

欢迎和感谢。他指出，四川大学是三星堆科学考古的开拓者、参与者，是三星堆文明研究的先行者、引领者。一代代川大考古人与国内外同行携手共进，为揭开古蜀文明的神秘面纱、建构中华文明多元一体发展进程、阐释欧亚大陆青铜时代的文化格局作出了重要贡献。新时代新征程，四川大学将继续弘扬前辈先贤的优良传统，坚持守正创新，强化多学科交叉，打造科技考古新优势，加强与国内外兄弟高校、科研机构和专家学者的合作交流，持续围绕三星堆开展有组织的考古发掘、学术研究和人才培养，全力支持三星堆-金沙遗址联合申遗工作，加强文化遗产保护传承，为推进三星堆文明研究国际化进程、繁荣世界文明百花园、推动文明交流互鉴、构建人类命运共同体贡献川大力量。

傅罗文表示，三星堆遗址的发现丰富了人类对中国历史的理解，展示了中国文化魅力。长期以来，四川大学为三星堆考古发掘和优秀考古人才培养作出了重要贡献，希望川大和哈佛大学进一步深化在考古学人才培养和科学研究等方面的合作，共同为保护文化遗产、传承人类智慧、推动文明互鉴贡献力量。

Chris Hoogendyk 在致辞中简要回顾了葛维汉馆长在中国工作生活的经历，介绍了葛维汉历史基金会的基本情况，希望进一步加强与全球学者的合作，为记录历史、传承文明作出贡献。

在现场嘉宾的共同见证下，由甘霖教授担任总主编的《三星堆考古九十年》正式发布。该文集包含霍巍教授主编的《三星堆早期考古发现资料的整理与研究》和彭邦本教授主编的《三星堆研究九十周年成果精粹》两卷。《三星堆早期考古发现资料的整理与研究》是首次对四川大学博物馆收藏的三星堆早期考古发现、考古日记、文献档案、图像资料等进行的全面整理、研究和披露，揭秘了三星堆科学考古“原点”，为今天的三星堆研究和古蜀文明探源提供宝贵的第一手资料；《三星堆研究九十周年成果精粹》从近一个世纪以来几代学人大量的三星堆及古蜀文明研究成果中，精选了17篇涉及不同方面，具有一定代表性、比较重要的经典著述，是对三星堆科学考古九十年三星堆研究学术文脉的一次集中呈现。

会议期间，与会学者围绕全球视野下的三星堆、三星堆早期发掘与中国早期考古学、“大遗址考古”理念下的三星堆遗址考古工作及主要收获、文化交互与三星堆文化的形成、互动网络视角下三星堆的兴衰历程、三星堆青铜容器研究等主题进行了深入研讨。



为充分发挥四川大学考古科学中心、考古学实验教学示范中心聚焦学科前沿、凝聚团队、凝练课题平台作用，促进考古学多学科交叉研究和考古学成果转化。考古科学中心定期开展“考古科学论坛”系列学术活动。截至2024年底已成功举办43期。

论坛总体安排如下表所示：

序号	时间	讲者	报告题目
27	2024年7月4日	邢松	现代人出现与演化的化石证据
28	2024年9月6日	孙群	象牙危局：三星堆祭祀坑古象牙共生微生物群落及其防控
29	2024年9月13日	张燕	人类骨骼考古多学科研究的应用与实践
30	2024年9月20日	黄明	成都平原环境考古的探索与实践
31	2024年9月27日	范念念	河流历史文献记载及地质证据的相互印证
32	2024年10月11日	第宝锋	巴蜀聚落遗址变迁与地理环境响应关系探究
33	2024年10月17日	杨益民	中国早期低温玻璃态材料的发展
34	2024年10月25日	周新郢	中亚地区农业起源、发展及环境适应
35	2024年11月1日	郑喆轩	走进资阳濠溪河：多学科探索6万年前的古代社会
36	2024年11月8日	张璐	寻迹川西：四川金川刘家寨遗址出土动物遗存整理与初步研究
37	2024年11月11日	蒋洪恩	新疆吐鲁番史前及历史时期的农业活动、植物利用与文化交流
38	2024年11月22日	吕鹏	动物考古的现代性
39	2024年11月29日	陈相龙	碳十四测年与中国考古年代学
40	2024年12月3日	刘成	制人之造：民族学和实验考古视角下的人类工具制作技能获取
41	2024年12月6日	沈慧	考古遗址木炭、木材遗存鉴别与分析
42	2024年12月20日	宋吉香	西藏粟作农业起源与发展
43	2024年12月27日	万娇	三星堆遗址月亮湾小城的功能变迁：来自植物考古的证据

2024年7月4日下午，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第二十七期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室举办。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所邢松研究员主讲《现代人出现与演化的化石证据》，四川大学考古科学中心原海兵副教授主持。

历经一个多世纪的深入探索与不懈追求，古人类学界凭借丰富的人类化石资料建立了距今约700万年以来人类演化的大致框架。现代人起源与演化过程是距今30-20万年以来人类历史发展的最为重要的事件之一。这一议题不仅是考古学领域探讨的核心问题，也深深地吸引着社会公众的广泛兴趣与热烈讨论。现代人在骨骼化石形态上较古老型人类有一系列显著变化，如脑容量显著增长、身体结构呈现精细化趋势、生长发育周期逐步延长等，这些特征共同构成了判别其特征的标志性特征集合。这些特征不仅反映出人类生

物适应性的演化轨迹，也为理解现代人的自然选择与文化变迁双重作用提供了宝贵线索。

近来，随着研究技术的不断革新与全球范围内考古遗址的深度研讨，学术界对于现代人出现与演化的认识出现质的飞跃。对于现代人在世界各大洲主要区域的初现时间、迁徙扩散过程中与古老型人类群体的复杂交流模式、以及晚更新世晚期现代人演化呈现的多样性与动态性等均有了较为详尽而深入的理解。报告系统梳理了非洲、欧亚大陆关键区域现代人化石的最新发现，回顾并比较了这些地区现代人出现之前古老型人类化石的证据。通过年代学测定成果、分子生物学分析进展，深入探讨了现代人出现和演化的相关理论。

四川大学考古科学中心原海兵副教授评议指出，此报告深入探讨了现代人出现与演化这一古老而又复杂的科学命题，通过对世界各地发现的化石遗迹进行系统梳理与分析，为我们揭示了现代人出现的时间序列，阐明了现代人演化过程中的诸多关键适应性特征，对于理解人类生物多样性、区域文化发展特性提供了一个新的观察视角。参会师生就人类起源、现代人出现与演化、环境变迁与人类迁徙等问题进行了深入探讨。

2024年9月6日下午，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第二十八期在四川大学望江校区四川大学中国藏学研究所红瓦一楼会议室举办。四川大学生命科学学院孙群教授主讲《象牙危局：三星堆祭祀坑古象牙共生微生物群落及其防控》，四川大学考古科学中心张帆副研究员主持。

“躺了千年，盼望与你相见；看了千遍，守望古蜀桑田。”当三星堆祭祀坑沉睡千年的象牙层展现在世人眼前时，其壮观景象让考古学家们深感震撼。这些出土的古代象牙，不仅承载着丰富的历史信息，还蕴含着深厚的文化意蕴与艺术价值，因此对它们的科学保护和永续利用尤为重要。然而，古象牙的保存并非易事。尤其是在高保湿环境下，微生物腐蚀成为一大威胁，给古象牙长期保存带来巨大挑战。为应对这一难题，对出土古象牙表面及内部微生物群落的研究变得至关重要。孙群教授在此领域进行了深入探索，她细致阐述了从发掘到清理，再到保藏过程中，古象牙上微生物群落的组成变化及其代谢特征，深入分析了这些微生物如何影响古象牙的保存状态。基于这些研究成果，孙群教授进一步提出了微生物防控策略，以及开发高效生物防治剂的重要性。通过消除有害微生物或抑制其生长，可有效延长古象牙保存时间，延续其珍贵的历史、文化和艺术价值。

在古象牙发掘与保护过程中，科研团队采用一系列先进的分子生物学与生物化学方法，全面解析其周际土壤微生物群落及其动态变化，科学评估微生物对古象牙保存的潜在威胁。团队通过扩增子测序、宏基因组及代谢组分析技术，探究了祭祀坑中原位土壤微生物群落的组成及时空变化。这些分析揭示了土壤微生物的多样性，发现了微生物代谢产物（如色素、有机酸等）可能对古象牙造成的腐蚀等潜在风险。特别是燎祭活动显著改变了土壤理化性质，如水分的增加、有机碳含量以及pH值的降低等变化进一步影响了微生物群落结构，导致了草酸等腐蚀性物质增多，进一步加剧了出土象牙腐蚀风险。

在古象牙清理阶段，研究团队发现残留土壤中的微生物组成与原位土壤存在显著差异。特别是微生物硫代谢功能的增强很可能加速了古象牙腐蚀过程。这一发现指示出清理古象牙残留土壤的重要性，提示在古象牙清理过程中需严格控制环境和人为活动带来的微生物群落的影响。团队使用75%乙醇对古象牙进行消毒处理后显著改变了古象牙表面的微生物群落结构，为后续精准的防控策略提供了科学依据。古象牙保藏阶段，通过扩增子测序及生化分析，精确定曲霉和青霉为古象牙上的关键腐蚀微生物，且这些微生物主要源自祭祀坑土壤。针对这些关键微生物，科研团队研发了精准、高效且安

全的微生物抑制剂，旨在从源头上防控微生物腐蚀过程。

综上，关于三星堆古象牙的微生物研究不仅深化了对古象牙周围微生物群落及其影响机制的理解，还为制定古象牙从发掘到保藏全过程的微生物防控策略提供了科学依据和技术支持。这些策略的有效实施将有助于提高古象牙的保存质量，延续其历史、文化和艺术价值。

四川大学考古科学中心张帆副研究员进行了综合评议。他指出，研究团队巧妙地运用了多组学分析及生理生化实验等多种方法，系统地探究了三星堆遗址出土古象牙表面及周际微生物群落的组成、动态变化，以及这些微生物代谢产物对古象牙保存状态的具体影响。且基于这些研究成果，成功研制出高效的微生物抑制剂，对有效防控古象牙上的微生物侵害、制定科学合理的微生物防控策略具有重要意义，为三星堆遗址古象牙的长期保护、保存，发挥科学、艺术、文化价值提供了坚实的技术支撑。参会师生围绕三星堆古象牙保护策略，以及金沙遗址古象牙乃至丝绸等其他文物的保护议题、技术方案等问题进行了交流。

主讲人
邢松 研究员
中国科学院古脊椎动物与古人类研究所

评议人
吕红亮 教授
四川大学考古科学中心

邢松，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所，古人类与旧石器考古研究室，研究员。主要采用形态测量、显微断层扫描、同步辐射等技术开展东亚地区更新世古人类化石形态特征、生长发育、骨骼病理、行为痕迹等研究，在《人类进化杂志》、《美国体质人类学杂志》等期刊发表多篇论文。

07/04
2024

10:00-12:00 AM
四川大学江安校区
文科楼二区518会议室

现代人出现与演化的
化石证据

考古科学论坛（第27期）

四川大学考古科学中心
SICHUAN UNIVERSITY CENTER FOR ARCHAEOLOGICAL SCIENCE

四川大学考古科学中心
SICHUAN UNIVERSITY CENTER FOR ARCHAEOLOGICAL SCIENCE

考古科学论坛（第28期）

象牙危局：
三星堆祭祀坑古象牙
共生微生物群落及其防控

主讲人
孙群 教授
四川大学生命科学学院

评议人
张帆 副研究员
四川大学考古科学中心

孙群，四川大学生命科学学院教授、博士生导师，四川省学术与技术带头人、四川省高层次人才获得者，现任资源微生物与微生物技术四川省重点实验室主任、基因资源与生物安全国际联合研究中心主任。长期从事微生物学和食品生物技术领域教学和科研工作，承担了国家自然科学基金、科技支撑、重大基础研究前期专项、国际科技合作、政府间合作、科技人员服务企业等国家、省部级及横向科研项目50余项，在Nature Communication、PNAS等国内外学术刊物发表论文和专著260篇。

09/06 2024

15:00-17:00 PM
四川大学望江校区
藏研所红瓦一楼会议室

2024年9月13日下午，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第二十九期在四川大学望江校区四川大学中国藏学研究所红瓦一楼会议室举办。四川省文物考古研究院张燕副研究员主讲《人类骨骼考古多学科研究的应用与实践》，四川大学考古科学中心原海兵副教授主持。

人类骨骼考古 (Human Osteoarchaeology) 是一门通过研究考古遗存中的人类骨骼 (含牙齿) 来探索古代人类生活等多方面问题的学科。其主要运用形态学、解剖学、生物学、遗传学等多学科手段，研究人类的起源、演化、体质特征、生活方式、健康状况、社会经济以及人群亲缘关系等命题。随着技术进步，古DNA、同位素、三维成像等技术被引入，研究更加精细深入。这些不仅有助于我们理解古代人类的生活，也为揭示古代社会的发展提供了重要线索。

四川地区由于酸性土壤和湿热气候影响，古代人骨遗骸保存困

难，这给该地人类骨骼考古研究带来了巨大挑战。同时，基层考古机构常面临遗址点分散、工期短、人手短缺等具体问题，人骨标本野外提取和采集需要进一步科学化和规范化。针对现实研究困境，研究团队立足基础资料，以四川崖墓人骨研究项目为例，着重开展了如何判别严重混合人骨遗存的个体鉴定、人口学分析以及室内整理程序规划化等问题。通过将体质人类学与古DNA技术相结合，开展混合个体精确个体鉴定亲缘关系研究。并以崖墓埋葬核心家庭单位为基础进行了深入研究，为复原古代先民健康状况、饮食结构和生活方式等提供了新的观察视角。

除了对四川地区的崖墓开展人骨遗存分析，研究团队还对古代巴人展开了相关研究。针对川东罗家坝遗址第二次主动性考古发掘出土的一百余座巴文化墓葬人骨资料。研究团队介入整个发掘过程，通过多学科研究方法，取得了一系列重要成果。通过人口结构分析，对墓地性质有了较为清晰的判断。同时，通过观察人骨埋葬现象，对一些“特殊葬俗”有了新的认识。将人骨性别构成与年龄结构与随葬器物相对比，揭示了罗家坝先民的性别分工情况。口腔健康状况分析与同位素数据相结合揭示了古巴人人群的饮食结构和生业模式。颅骨形态学、稳定同位素和古DNA等方法相结合揭示了罗家坝古代巴人的迁徙以及与周边人群的交流 and 融合状况等问题。尤其是针对罗家坝M71墓主人开展了性别、年龄、身高、健康状况、肌肉附着点以及饮食结构等个性化问题，不仅为罗家坝遗址的深入研究提供了参考资料，也为深刻理解古代巴人的生活状态和文化交流提供了新的观察视角。

四川大学考古科学中心原海兵副教授进行了综合评议，指出该主题深入探讨了人类骨骼考古在多学科交叉领域的应用与实践，通过整合考古学、人类学、生物力学、遗传学、古病理学、同位素等学科的理论与方法，有效揭示了古代人类的生活模式、健康状况、迁徙路径和社会结构等重要信息。讲座不仅介绍了先进的研究方法 with 理论，还结合具体案例，使听众深刻理解了多学科交叉研究在人类骨骼考古研究中的巨大价值和现实意义。此次讲座内容丰富、实践性强，为相关领域的研究提供了宝贵的思路和方法，值得深入学习。随后，参会师生就案例中的具体研究方法进行了深入的讨论。

2024年9月20日下午，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十期在四川大学望江校区四川大学中国藏学研究所红瓦一楼会议室举办。成都文物考古研究院黄明副研究员主讲《成都平原环境考古探索与实践》，四川大学考古科学中心韩芳助理研究员主持。

讲座伊始，报告人从环境考古持续探索对于解析古代人地关系的重要性入手，重点阐述了环境考古学的古环境重建以及人地关系研究两个重要内容。环境考古学具有学科交叉、研究区域多样以及环境要素影响因素复杂三个显著特点。环境考古研究过程中需要不断探索新的思路、方法，以解决不断出现的新问题。

报告主要围绕成都平原近年环境考古的探索与实践展开。首先，介绍了成都平原第四纪地层及地貌背景基础。随后，以宝墩遗址为例阐述了地貌特征、沉积环境及其与聚落布局的共生关联。并以红桥村遗址为例，阐释了区域古环境调查对于理解遗址分布、遗址规模、性质判别的重要性，并讲述了以多种方法确认古洪水事件探索的具体实践。此外，针对成都平原史前聚落变迁的环境背景，分析了宝墩文化起源、发展，三星堆文化以及十二桥文化时期聚落变迁可能的环境影响因素。

下一步，针对成都平原环境考古的未来发展。讲者认为首先要加强对旧石器时代遗存埋藏性质的深入研究，通过关注其与环境背景及地层序列的关系摸清人类早期占据成都平原的环境背景。第二，在全新世气候背景下，探索成都平原不同区域微观古环境因素与古蜀聚落布局及变迁的关系。总之，研究方法上需要不断突破，思路要不断拓展，特别是针对年代-地层序列匹配等问题开展系统研究，为深入阐释成都平原人类社会发展提供更准确、更全面的数据支持。通过深入了解成都平原古环境变迁，为保护、利用古蜀文明文化遗产提供科学支撑。

四川大学考古科学中心韩芳助理研究员认为，此报告充分展示了环境考古学的多维特征、研究策略和阐释方法。报告以点、线、面三维度为出发点，结合宝墩和红桥村遗址具体案例，阐述了古环境重建与古遗址开发利用的全过程，这为探究古蜀先民在成都平原的环境适应、人地关系提供了新的镜鉴。参会师生就遗址地层测年、成都黏土成因、微观古环境与聚落布局等问题进行了深入探讨和交流。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第29期)

人类骨骼考古多学科研究的应用与实践

主讲人
张燕 副研究员
四川省文物考古研究院

主持人
原海兵 副教授
四川大学考古科学中心

张燕，四川省文物考古研究院副研究员，田野考古发掘领队。主要研究方向为体质人类学、生物考古等。主持或参与多项田野考古发掘工作，负责考古人类遗骸鉴定和研究工作二十余项，先后在《考古与文物》、《四川文物》、《人类学学报》、《第四纪研究》、Frontiers in Earth Science、Journal of Archaeological Science: Reports等国内外期刊发表论文20余篇。

15:00-17:00 PM
09/13 2024
四川大学望江校区
藏研所红瓦一楼会议室

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第30期)

成都平原环境考古的探索与实践

主讲人
黄明 副研究员
成都文物考古研究院

主持人
韩芳 助理研究员
四川大学考古科学中心

黄明，博士，成都文物考古研究院副研究员。主要从事西南地区环境考古和成都平原旧石器时代考古工作。承担和参与四川省社科基金项目、国家重点研发计划项目及国家社科基金项目多项，在 The Holocene, Catena, 第四纪研究、人类学学报等发表论文和简报十余篇。

15:00-17:00 PM
09/20 2024
四川大学望江校区
藏研所红瓦一楼会议室

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十一期

2024年9月27日下午，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十一期在四川大学望江校区四川大学中国藏学研究所红瓦一楼会议室举办。四川大学水利水电学院范念念副教授主讲《河流历史文献记载及地质证据的相互印证》，成都文物考古研究院黄明副研究员主持。

中国丰富的历史文献记录了众多河流相关事件，但这些文本记载可能因记录者认知、主观意识或因自然灾害、战争等突发事件导致资料缺失或失真。现代地质水文勘测技术可验证古史文本记载可靠性。受当前测年技术局限，地质证据的年代精度无法与历史文献记载相匹配，记述细节也多粗略，将文献记录与地质证据相互印证，无论证实或证否都尤为重要。讲者通过古蜀水文传说、都江堰水利工程、郑国渠水利工程、黄河下游湖泊演化、成都南宋末年洪水及江口沉银等具体案例，进行了文献记述与地质证据相互印证科研尝试的阐述。

以古蜀水文传说为例，岷江上游曾形成古堰塞湖为周边先民提供了丰富的鱼类资源供给生业，这可能与“鱼凫”传说相关联。大约4700年前后，古堰塞湖消失，随之造成的资源供给背景改变可能促使部分人群从川西山地迁向成都平原，这可能与古蜀先民由山区向平原迁移的传说存在密切关联。

都江堰内江水系的历史可追溯至两万多年前，远早于李冰父子开凿宝瓶口、修筑都江堰的历史记载，但不可否认早于都江堰工程之前就有先民对宝瓶口区域进行了水道疏浚与改造。郑国渠工程并未建造横跨泾河的拦河大坝，现今横跨于泾河之上的连续土梁是郑国渠水道疏浚过程中淤积物累积堆积而成。黄河下游的大野泽曾因黄河泛滥而严重淤积，尤其是汉武帝时期瓠子决口和五代时期滑州决口均留下深厚的黄泛沉积。滑州决口后，大野泽基本被淤平，水域东北区域逐步发展为梁山泊，这与历史文献记载十分吻合。东汉开始后的千年间，大野泽区域逐步形成稳定的湖相沉积，几乎再无黄泛沉积，这表明王景治河后的八百年间，黄河少有大规模洪水泛滥的记载是有地质证据背景的可信记录。在成都沙河二级阶地发现了南宋末年特大洪水沉积现象，规模较大但罕有相关文献记载，这或许可联系当时宋蒙战争事件，或因战事频繁，人口迁徙导致失去社会记忆所致。彭州江口沉银遗址的考古发掘证实了清初张献忠败亡后所携带金银沉入岷江的历史记载，金银穿透卵石层，且在基岩上留下刻痕，这与清代至民国年间文本记载的八次大洪水历史记录相吻合。

综上可知诸多历史上的水文地质记录与相关文献记载相匹配，记录大体可靠，但水文事件细节需进一步考证。因战乱等突发事件造成的相关河流事件可能因人口迁徙导致社会记忆流散。

成都文物考古研究院黄明副研究员进行了综合评议，他认为此内容丰富、逻辑严谨且极具启发性的报告深入浅出地探讨了河流历史文献记载与现代地质考察得出的沉积现象之间存在的内生关系，通过丰富的案例分析，揭示了地质沉积证据可为解释历史文本记载提供科学实证支持，阐释出文献记载在古地质学研究中的独特价值，历史文本可作为信息牵引指导科学研究，这从文本视角增强了对古今河流变迁历史及其地质影响的理解。参会师生就各案地质分析具体细节进行了深入的探讨。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第31期)

河流历史文献记载 及地质证据的相互印证

主讲人
范念念 副教授
四川大学水利水电学院

主持人
黄明 副研究员
成都文物考古研究院

范念念，四川大学水利水电学院副教授，博士生导师。主要从事河流地貌与泥沙运动的研究与教学工作，注重河流与历史的跨学科研究。主持或参与国家自然科学基金、国家重点研发计划等多项项目，在Nature Communications、Geophysical Research Letters等知名杂志发表论文多篇。

15:00-17:00 PM
四川大学望江校区
藏研所红瓦一楼会议室

09/27 2024

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十二期

该讲座不仅呈现出巴蜀聚落遗址变迁与地理环境响应关系的最新研究成果，还为学术界和公众提供了深入了解巴蜀文明与环境变迁互动关系的新视角，对巴蜀文化的演进规律和天人地互馈机制有了深刻认识和了解。参会师生就研究运用的各种技术进行了深入探讨。

2024年10月11日下午，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十二期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室举办。四川大学灾后重建与管理学院第宝锋教授主讲《巴蜀聚落遗址变迁与地理环境响应关系探究》，四川大学考古科学中心黎海超教授主持。

巴蜀文化作为东亚大陆文明的重要组成部分，其演进次序和文化交流频繁。在新石器时代晚期至东周时期，巴蜀聚落迁移及文化次序还存在很多值得探讨的学术问题。因此，探究巴蜀聚落遗址变迁与地理环境响应之间的关系，不仅有助于揭示巴蜀文化形成、发展的内在规律，也可为理解人类文明与环境互馈机制提供参考。

讲座中，讲者详细阐述了研究的关键问题和技术方法。该主题聚焦巴蜀地区古聚落时空演变规律，旨在通过区域性、年代性的时空比较，揭示聚落迁移及文化变迁内在逻辑。同时，该主题着重于解决巴蜀地区古聚落与环境响应关系及驱动因素，特别是古人对环境变化的应对策略，以全面揭示四川盆地气候变迁与极端环境事件下巴蜀文明与环境的互馈机制。

研究团队采用遗址三维重建、空天地遥感技术、土力学与水力学综合试验、AI技术与数理分析等多种技术、方法解决问题。这些技术不仅为遗址数字化保护和利用提供了有力支持，还大大提升了环境归因分析的精度。

通过遗址空间分析和地理探测，研究表明巴蜀聚落在新石器时代晚期至东周时期逐渐聚集，呈现出明显的时空分异格局。同时，土壤类型、河网密度、坡度等地貌资源因子对聚落分布有显著影响。

此外，古聚落形成和发展规律揭示更加有利于作物生长的地块、土壤资源有利于人群聚集、形成聚落，稻作农业支撑体系是其主要粮食来源。古聚落选择（居址）通常表现出亲水性，且有安全距水距离的特点，这应当归结于利于生产生活用水的同时，又能在洪涝灾害频发时保全居址安全。这些适应策略体现了巴蜀先民对环境要素的深刻理解和生存智慧。

同时，研究表明坡度、河流等因素在传统聚落和现代聚落形成、发展、衰变中均为环境因素中的关键影响因子，人居环境的选择有明显的历史延续性和稳定性。发展与安全的两相权衡是人类聚落变迁永恒的话题，为未来聚落规划和管理提供了历史借鉴和生存经验启示。

四川大学考古科学中心黎海超教授进行了综合评议，

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第32期)

巴蜀聚落遗址变迁与 地理环境响应关系探究

主讲人
第宝锋 教授
四川大学
灾后重建与管理学院

主持人
吕红亮 教授
四川大学
考古科学中心

第宝锋，四川大学教授，四川省学术和技术带头人，四川大学考古科学中心地学考古实验室主任。主要研究兴趣为采用遥感（RS）、地理信息系统（GIS）、机器学习（ML）等技术手段在综合减灾、社区韧性和地学考古领域开展地理学、环境学和考古学交叉探索。主持各类科研项目20余项。已在Natural Communication, Remote Sensing of Environment, Environmental science & technology, Resources, Conservation & Recycling, Landslides等学术期刊上发表论文100余篇，获省部级奖励6项。

14:00-16:00 PM
四川大学江安校区
文科楼二区518会议室

10/11 2024

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十三期

2024年10月17日晚，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十三期在四川大学江安校区文科楼二区负一楼报告厅举办。中国科学院大学人文学院考古学与人类学系杨益民教授主讲《中国早期低温玻璃态材料的发展》，四川大学考古科学中心吕红亮教授主持。

低温玻璃态材料包括低温釉制品和玻璃，釉是覆盖在陶瓷制品表面的玻璃质薄层，种类繁多；玻璃是一种经熔融冷却后基本不结晶的无机固体物质，其原子排列是无规则的网络结构。

低温玻璃态材料的发展历史悠久。早在公元前4250年，尼罗河、两河流域以及印度河流域的古人开始制作釉“石”；公元前4000年左右，釉砂（费昂斯）作为一种古陶瓷制品出现；大致公元前1500年左右，真正的玻璃制品开始大量出现。

在埃及，釉砂被称为“tjehnet”，意为光明和朽，后来釉砂

制品逐渐向西向北传播，影响到意大利、俄罗斯、法国、英国等地。制作工艺上，古代工匠采用施釉法、包埋法、起霜法等上釉方法处理，发展出烧制过程中的温度控制等技术。中国的釉砂最早出现于公元前二千纪中叶的新疆地区；后来，釉砂技术向东传播，大致在公元前1000年左右传入中原地区。传播过程中，釉砂制作工艺和技术实现了本土化，并形成了独具中国特色的釉砂文化，成为西周礼制文化的重要组成部分。

中国玻璃的起源和发展具有鲜明特色。尽管中国早期并未形成大规模的玻璃生产业，但在一些特定的历史时期和特定地域，玻璃制品得到了广泛应用。如战国早期，中国出现了铅钡玻璃和钾玻璃。这些材料在成分、制作工艺和性能上都具有独特之处，体现出中国古代工匠的智慧和技艺。铅钡玻璃制品的兴起与外来蜻蜓眼珠的引入和本土中国紫颜料（一种特殊的玻璃熔块）的发明密切相关。

通过研究早期低温玻璃态材料的起源、发展与传播路径可知，早期玻璃态材料的流传路径涉及印度河谷、中亚、东天山、甘青地区等多地，是反映东西方文化交流与融合的重要物质材料和历史证据。

四川大学考古科学中心吕红亮教授进行评议，他指出该研究详细介绍了中国及西方早期低温玻璃态材料的历史发展进程、种类、制作工艺、考古发现以及传播路线等内容，展示了玻璃态材料在人类文明史中的重要地位，为我们理解古代文明发展和文化交流提供了新的视角，对于推动考古学、材料科学以及相关领域发展具有重要意义，为未来玻璃态材料研究和保护工作提供了宝贵经验和启示。参会师生就中国早期釉砂的生产、中西方早期玻璃的对比等相关问题进行了深度交流。

2024年10月25日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十四期在四川大学望江校区四川大学中国藏学研究所红瓦一楼会议室举办。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所周新郢研究员主讲《中亚地区农业起源、发展及环境适应》，四川大学考古科学中心吕红亮教授主持。

地处亚欧大陆核心地带的中亚地区以其独特的地理背景，孕育了独特的历史与文化。近年来，随着考古学、古环境研究的不断深入，中亚地区农业起源、发展及其与气候的适应性研究逐渐成为学术界关注的焦点。

讲者首先从农业起源的关键时间点、对外交流过程，农业人群及早期文明的气候适应，中亚地区农业文明的发展脉络等讲起，为大家搭建起基本的知识图谱。

西亚新月沃地早在距今一万年左右，人类就成功驯化出小麦，大麦等作物，并且通过欧亚草原通道，小麦和大麦大约在距今5200年左右传入中国。野生小麦从演化到如今我们常见驯化的形态大致经过了二倍体、四倍体及六倍体三个阶段。其中六倍体小麦是现今广泛种植和食用的普通小麦品种，是最早在里海盆地，由四倍体小麦与节节草杂交形成。

研究团队通过在中亚乌兹别克斯坦水热条件较好的河谷地区和相对边缘的山麓地带开展田野工作，在Toda洞穴发现了大量炭化谷物遗存，包括壳大麦、裸大麦、及多种豆类，开心果等，表明中亚地区农业起源可能追溯至距今约9000年前的新石器时代，支持了中亚、西亚等地农业起源的山麓理论。

同时，该报告还指出中亚地区农业系统并非孤立存在，而是与南亚、北亚及东亚地区有着密切交流与互动网络中非常重要且极具特色的一环，这些交流过程不仅促进了农业技术传播、扩散，还推动了东西方文化的交流与融合。

传统观念认为，中亚地区地处亚欧大陆腹地，气候干燥寒冷，农业生产面临诸多挑战。但中亚地区农业人群在长期生产实践中总结出独特的气候适应经验。一方面，他们通过种植耐旱耐寒农作物、利用灌溉技术，提高农业生产的抗灾能力；另一方面，通过调整农业种植结构和生产周期等方式，以适应气候变化对农业生产的影响。阿姆河文明（Bactria-Margiana Archaeological Complex，简称BMAC）是中亚地区一个典型的农业文明体系，研究团队在其中发现了大量农作物遗存（如小麦、大麦、豆类等作物种子）和农业工具（如磨盘、石刀等），通过修建灌溉系统、利用地下水等方式提高农业生产效率与质量，

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十四期

其兴起与发展模式呈现出中亚地区早期文明在气候适应方面的独特智慧。

中亚地区农业起源、发展与气候适应是一个复杂而漫长的过程。这一过程体现出中亚地区农业人群极强的适应性与创造力，他们不仅发展出独特的农业系统与文化、经济形态，还与南亚、北亚及东亚地区人群展开了广泛的交流与互动，这不仅促进了农业技术传播与升级，还推动了文化交流与融合，为中亚地区的繁荣注入了新的发展活力。

四川大学考古科学中心吕红亮教授评议，他指出此报告为大家带来了关于中亚农业起源研究最新的成果和前沿的思考，也为未来的农业起源研究提出了一个新的方向。通过跨学科合作与创新研究方法，我们有望揭开更多关于农业起源的秘密，为人类文明的演进提供更为坚实的考古证据和理论支撑。参会的多位师生就农业起源研究热点地区及多学科方法介入及应用进行了热烈讨论。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛（第33期）

中国早期低温玻璃态材料的发展

主讲人 杨益民 教授
中国科学院大学人文学院

主持人 吕红亮 教授
四川大学考古科学中心

杨益民，中国科学院大学人文学院考古学与人类学系主任、教授。主要研究方向为古代有机残留物分析和硅酸盐材料（包括玻璃、玉器和陶瓷等），致力于运用现代科技方法挖掘古代遗存的潜信息，开展先进谱学分析的文物适用性研究，从而更好地了解古代人类活动和重建古代社会，并为文物保护提供基础信息和技术支撑。在PNAS、Science子刊、Nature子刊、Cell等学术期刊发表数篇论文，多篇论文被Nature选为“研究亮点”或Science“深度报道”。

19:00-21:00 PM
10/17 2024
四川大学江安校区文科楼二区负一楼报告厅

四川大学考古科学中心 考古科学论坛（第34期）

中亚地区农业起源、发展及环境适应

主讲人 周新郢 研究员
中科院古脊椎动物与古人类研究所

主持人 吕红亮 教授
四川大学考古科学中心

周新郢，中科院古脊椎动物与古人类研究所研究员，中科院青年促进会优秀会员，中国第四纪研究会委员，科技考古研究会委员，中国古脊椎动物研究会理事。主要从事农业起源与早期文明交流，陆生植被与生态系统演化研究。以第一/通讯作者在 Nature Plants、Science Bulletin、Journal of Genetics and Genomics、Catena、Quaternary Science review 等期刊发表论文 30 余篇，总引用 3200 余次。

15:00-17:00 PM
10/25 2024
四川大学望江校区藏研所红瓦一楼会议室

ARCHAEOLOGICAL
SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十五期

2024年11月1日,四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十五期在四川大学江安校区文科楼二区517会议室举办。四川省文物考古研究院旧石器考古研究所郑喆轩副研究馆员主讲《走进资阳濠溪河:多学科探索6万年前的古代社会》,四川大学考古科学中心韩芳博士主持。

濠溪河遗址是地处四川省资阳市的一处饱水保存遗址。该遗址发现于2021年,并于2022-2024年开展了系统考古工作。该遗址发现了大量石器、动物与植物遗存,是旧石器时代中期唯一发现有大量植物遗存的遗址,蕴含一系列早期人类复杂行为,为探索现代人起源扩散、早期人类社会图景具有独特及重要价值。

首先,讲者从濠溪河遗址发掘研究背景、地貌、地层、年代、区域调查情况讲起。围绕早期人类对特殊石料及有机材料的认知、选择及加工利用方式,对动植物资源利用的广谱化特征,早期艺术

萌芽,石器技术与早期人类认知能力的发展以及现代人的出现和扩散等重要问题进行了阐述。讲者认为从濠溪河遗址全要素的物质遗存、特殊的石器文化、一系列复杂多样的行为证据以及更新世人群迁徙扩散与文化交流的复杂性都能看出濠溪河遗址在学术上的重要意义和独特价值。

濠溪河遗址考古发掘中贯穿了多学科思维。他指出“考古工作流程应该是以研究为导向的全面系统的科研项目规划和管理过程”。尤其是新区域、新遗址、新材料的调查、发掘及研究对应的是新的科学问题的预判,以及及时有针对性和操作性的具体技术路线的执行,这非常依赖和考验考古项目负责人的综合能力。史前考古的学习与工作需要考虑古环境、古动物、古人类与石器研究“四条腿”并行走路的问题,不仅需要青年学子在学习阶段要“精”更要“博”,在之后的细分领域学习时,也要注重多学科知识及能力的综合培养,以便在具体考古工作中敏锐的发现问题和妥善的解决问题。

四川大学考古科学中心韩芳博士评议,她认为该报告全面探讨了多学科手段对资阳濠溪河遗址进行的综合研究,揭示了6万年前古代人类社会的生活方式和文化特征。研究方法结合了考古学、人类学、地质学等跨学科领域知识,结合出土遗物和生态环境分析,重建了古代人类的生存状态。参会师生与讲者就发掘过程、多学科方法及应用进行了深入探讨。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第35期)

走进资阳濠溪河: 多学科探索6万年前的 古代社会

主讲人
郑喆轩 副研究馆员
四川省文物考古研究院
旧石器考古研究所

主持人
吕红亮 教授
四川大学
考古科学中心

郑喆轩,四川省文物考古研究院旧石器考古研究所所长,副研究馆员。中国考古学会旧石器专业委员会委员,四川省哲社人才。主要研究方向为旧石器时代考古。主持的皮洛遗址获评“全国十大考古新发现”“中国考古新发现”,濠溪河遗址获评“中国考古新发现”。

15:00-17:00 PM
11/01 2024
四川大学江安校区
文科楼二区517会议室

ARCHAEOLOGICAL
SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十六期

2024年11月8日下午,四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十六期在四川大学望江校区四川大学中国藏学研究所红瓦一楼会议室举办。四川省文物考古研究院科技考古中心张璐主讲《寻迹川西:四川金川刘家寨遗址出土动物遗存整理与初步研究》,四川大学考古科学中心张正为主持。

川西北高原处于长江上游和黄河上游两大文化中心区的交错地带,对于探讨新石器时代以来族群迁徙和文化交流具有重要意义。长期以来,鉴于该区域动物考古遗存发现较少,学界对该区域史前人群生业模式、家畜驯养、动物资源利用、骨角器及制骨工艺等方面的认识十分有限。

刘家寨遗址位于四川省阿坝藏族羌族自治州金川县二嘎里乡二嘎里村,地处斯甲河与磨子沟交汇的二级阶地上,海拔约2630米。2011-2012年,四川省文物考古研究院与辖区文物管理所联合抢救性发掘了该遗址,出土的大量动物遗存为研究川西北高原史前环境、生业形态及文化交流与互动提供了重要资料。

动物考古研究通常基于田野考古出土的动物类遗存开展相关研究。研究团队介绍了刘家寨遗址动物遗存出土情况,并对其种属构成、可鉴定标本数、最小个体数、肉量估算、烧骨数量和骨骼破碎程度等进行统计分析,观察和分析了刘家寨遗址出土动物遗存表面存在的大量与人类行为相关的痕迹,解析了人类对动物资源的利用方式。依据判断家养动物的系列标准,如骨骼形态、测量数据、年龄结构及稳定同位素分析等,对遗址出土猪和犬的野生/家养属性进行判断。结合遗址出土石器工具类型以及植物考古研究成果,认为狩猎经济在刘家寨人群生业经济中占有重要地位,同时兼营旱作农业和家畜饲养业。通过与周边区域动物考古已有成果的比较分析,认为刘家寨史前人群家畜饲养业可能与青藏高原东北部关系密切。

四川大学考古科学中心张正为进行评议,他指出该议题通过探讨四川金川刘家寨遗址中出土的动物遗存,为理解该地古代生态和人类活动提供了重要证据。研究团队不仅详细记录了遗存分类与整理过程,还通过研究揭示了动物遗存与当地古人生活方式的关系,对于探索古人利用自然资源方式、适应环境变化模式等具有重要价值。参会师生就川西北高原史前人群、生业传统、文化交流、山地资源利用、骨器制作技术等进行了热烈讨论。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第36期)

寻迹川西: 四川金川刘家寨遗址 出土动物遗存整理与初步研究

主讲人
张璐 馆员
四川省文物考古研究院
科技考古中心

主持人
张正为 助理研究员
四川大学
考古科学中心

张璐,四川省文物考古研究院科技考古中心,馆员。研究方向为动物考古。先后完成金川刘家寨、茂县下关子、宣汉罗家坝、渠县城坝、彭山远景村崖墓和高家坡崖墓等十余处遗址或墓葬出土动物遗存的整理和研究工作。参与或主持多项国家级、省部级和院级科研项目。

15:00-17:00 PM
11/08 2024
四川大学望江校区
藏研所红瓦一楼会议室

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十七期

2024年11月11日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十七期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室举办。中国科学院大学人文学院考古学与人类学系蒋洪恩教授主讲《新疆吐鲁番古代的农业活动、植物利用与文化交流》。四川大学考古科学中心宋吉香副教授主持。

讲座首先从新疆吐鲁番气候、地貌特征及地理位置讲起。吐鲁番盆地青铜至早期铁器时代（约1200BC-200AD）先民以半游牧、半定居为生业模式。通过墓葬中发现的植物种子与食品，可以了解吐鲁番先民的农业活动、谷物加工及其对药用植物的选择和利用。此外，研究团队还基于木材解剖学分析，阐述了吐鲁番先民的葡萄栽培、弓箭制作及钻木取火技术。

历史时期的吐鲁番是丝绸之路上一颗耀眼的明珠。吐鲁番阿斯

塔那墓地出土了较多植物遗存，包含谷物/瓜类种子与果核等，基于植硅体/淀粉粒分析以及精美的出土文书，可了解先民的农业谷物栽培、作物加工及利用、园艺活动与植物利用情况。讲座还基于吐鲁番出土文献结合考古实证，探讨了栽培水稻、芝麻、葡萄、大麻以及“五谷”的种类、收种时间、栽培方式、加工与利用情况。

宋吉香副教授进行总结，强调了文献考证在历史时期植物考古研究中的重要作用。考古科学中心师生就木材鉴定方法、药用植物选择利用、丝绸之路植物交流等问题进行了深入探讨。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛（第37期）

新疆吐鲁番古代的农业活动、植物利用与文化交流

主讲人
蒋洪恩 教授
中国科学院大学人文学院
考古学与人类学系

主持人
宋吉香 副教授
四川大学
考古科学中心

蒋洪恩，中国科学院大学人文学院考古学与人类学系副主任，长聘教授，博士生导师。研究方向为植物考古、植物学史。近年来致力于综合植物遗存与出土文献，研究丝路沿线先民的农业活动、植物利用与其中内含的东西方文化交流信息。现已发表论文100多篇，专著1部，先后主持国家自然科学基金、国家社会科学基金、国家重点研发专项课题等项目。2016年获中国考古学会“青年学者奖（金爵奖）”，2019年获中国科学院“朱李月华优秀教师奖”，2021年获中国科学院大学“唐立新优秀学者奖”，入选爱思唯尔（Elsevier）2019年度“中国高被引学者”。

15:00-17:00 PM
11/11 2024
四川大学江安校区
文科楼二区518会议室

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十八期

中濒危甚至灭绝；另一方面，随着人口数量的增长及人类活动的扩张，野生动物的栖息环境被不断压缩，在物种削减的同时，一些野生动物为求生存甚至开始“主动驯化”，如此现象也为考古学家认识驯化提供了动物“能动性”或“被迫性”方面的新视角。

在讲座的最后，原海兵老师总结认为动物考古学内涵丰富，对于认识古代社会以及动物本身均具有重要意义。而动物考古学者需要具备扎实的考古基础以及卓越的跨学科研究能力，在采用研究方法以及考虑论题时亦需要与时俱进，应该牢记探寻过去的考古学实际上是一门十分前沿的科学。

2024年11月22日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十八期在四川大学江安校区文科楼二区517会议室举办。中国社会科学院（中国历史研究院、中国社会科学院大学）科技考古与文化遗产保护重点实验室吕鹏副研究员主讲《动物考古的现代性》，四川大学考古科学中心原海兵副教授主持。

动物考古学（Zooarchaeology）是以古代动物遗存为研究材料，探索古代人类生业、精神以及与动物关系等多方面论题的研究领域。自20世纪下半叶开始，考古学在理论、方法上获得重大革新，动物考古学也走上了“现代性”道路。

通过分析动物捕获、驯化、屠宰等初期过程，动物考古学对于认识古代的动物种群以及人类社会十分有效。然而考古学家采用的发掘以及分析方法也会在探索动物利用等问题时产生影响。对此，吕鹏老师认为在田野工作中应以严谨的规程采集动物考古学材料，并对其做埋藏学分析。而在实验室工作中则可以将同位素、古DNA分析等多学科研究方法融入到动物考古学研究当中。

人类开发和利用动物资源的技术是动物考古学的研究重心之一，而技术则包括猎捕、驯养、屠宰等多个方面。以猪为例，吕鹏老师以壁画、青铜器、历史文献材料展示了先民对猪的饲养与屠宰技术。而骨骼形态、年龄结构与性别比例则可作为依据判断猪等动物的驯化情况。中国是家养动物驯化起源的中心之一，家猪早在距今9000-8600年前的河南舞阳贾湖遗址就已经出现。而家猪的驯化可能有作为肉食、用以宴飨、杂食动物处理生活废料等多种动因。对于家猪的圈养技术可能早至仰韶文化的半坡阶段，而山东大学王华认为河南邓州八里岗遗址已出现对家猪的阉割行为。史前中原地区养猪业的发展或与环境变化、人口增长、社会分化等多种因素相关，猪在史前社会史曾为重要和主要的动物牺牲。

在介绍了动物资源对于古代人类社会的重大影响后，吕鹏老师将视角转向到另一个动物考古学的“现代性”议题上，即人类对于动物的反作用。事实上，人类目前正在制造自然史上的“第6次生物大灭绝”，而如此破坏行为或起源于10000年前农业起源阶段。一方面，在为人类提供了驯化种群之后，家养动物种群数量激增，而原始牛等野生种已在人类的狩猎行为和领地扩张活动

四川大学考古科学中心 考古科学论坛（第38期）

动物考古的现代性

主讲人
吕鹏 副研究员
中国社会科学院(中国历史研究院、中国社会科学院大学)
科技考古与文化遗产保护重点实验室

主持人
张正为 助理研究员
四川大学
考古科学中心

吕鹏，历史学博士，中国考古学会动物考古专业委员会常务副主任。中国社会科学院（中国历史研究院、中国社会科学院大学）科技考古与文化遗产保护重点实验室科技考古中心副主任，中国社会科学院大学硕士生导师，复旦大学文物与博物馆学系兼职硕士生导师。获得教育部全国优秀博士学位论文、中宣部宣传思想文化青年英才、中国考古学会青年学者金爵奖等荣誉称号。哈佛大学燕京学社访问学者，中国社会科学院培养计划入选者。

16:00-18:00 PM
11/22 2024
四川大学江安校区
文科楼二区517会议室

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第三十九期

2024年11月29日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第三十九期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室举办。中国社会科学院（中国历史研究院、中国社会科学院大学）科技考古与文化遗产保护重点实验室陈相龙副研究员主讲《碳十四测年与中国考古年代学》。四川大学考古科学中心原海兵副教授主持。

讲者首先从考古年代学的重要性讲起。通常历史学研究可以让我们触及几百上千年有案可稽的历史岁月，但考古学可以揭示人类既往几千年、甚至几百万年的久远历史。在几百万年人类漫长的历史长河中，如何准确确定文物年代，一直是考古学、历史学界关注的重点问题。

碳十四测年技术是基于放射性碳素的半衰期原理，通过测量古代遗物中碳十四的残存含量，推算出该遗物停止与自然界碳交换的年代。这种技术自1949年由美国科学家 Libby 等人发明以来，在

全球范围得到广泛应用，成为考古学年代判定的主要手段之一。

中国考古学界对碳十四测年技术的引入、应用始于20世纪50年代。当时，考古学家夏鼐先生敏锐地意识到这一技术对于构建中国史前文化年代序列至关重要，后积极推动在中国的应用。经过多年努力，中国的碳十四测年技术取得了长足进步，从最初的正比气体计数管法到液闪法，再到如今广泛应用的加速器质谱测年法，测试精度不断提高，测试周期大大缩短，为考古遗址、遗物的年代测定提供了可靠的技术支持。

碳十四测年技术在中国考古学中的应用，不仅厘清了不同地域史前时代考古学文化的年代关系，还为中国古代文明起源和发展研究提供了确凿的年代证据。就夏商周断代工程中碳十四测年技术为系列重要遗址和文物年代断定，以及二里头遗址、琉璃河西周墓葬等考古发掘中碳十四测年技术发挥的关键作用进行了案例介绍。在近期连续开展的五期“中华文明探源工程”项目中，碳十四测年技术如何为中原及其周边地区考古学文化谱系研究提供系列数据支持，推动中华文明起源与早期发展综合研究深入进行了重点阐释。

但碳十四测年技术也存在局限。实际应用中，研究人员通常会面对诸多挑战。如大气¹⁴C含量波动、测试样品与大气碳交换不充分、样品埋藏污染以及同位素分馏效应等因素都可能影响测年结果的准确性。具体研究实践中，不仅测年团队需要不断改进测年方法，建立高精度年代校正参考曲线，通过系列样品拟合分析来提高测年结果可靠性，还要结合考古样品背景综合考量数据有效性。

四川大学考古科学中心原海兵副教授进行评议，他指出此次讲座从碳十四测年技术、原理和应用等角度，全面宏观的介绍了中国考古学界引入碳十四测年技术并逐步发挥重要作用的历史过程，通过研究团队扎实有效的工作产出了丰硕成果。相信随着科技的不断进步和考古学研究的日益深入，碳十四测年技术将有有力的支撑中国乃至更大范围的考古学研究。最后，参会师生就碳十四测年技术相关问题进行了深入探讨。

2024年12月3日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第四十期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室举办。美国埃默里大学博士研究生刘成主讲《制人之造：民族学和实验考古视角下的人类工具制作技能获取》，四川大学考古科学中心原海兵副教授主持。

工具制造曾被视为人类区别于其他物种的决定性特征之一。近年来，越来越多的证据表明非人灵长类动物和鸦科动物也具备制造工具的能力，这些新发现挑战了人类在工具制作方面的独特叙事。尽管如此，工具制造在讨论“何以为人”问题时仍至关重要，工具制作技术所形成的生物文化反馈回路一定程度上塑造了人类的心智和身体。制造特定工具的能力并非与生俱来，而是作为社会性物种，人们通过观察和学习其他个体行为而获得。在没有模式参考或技能学习对象时，新个体需多次试错学习方能掌握新技能。这种学习机制从根本上塑造了人类文化形成及演化过程。

围绕工具制造技能获取方式，讲者从民族学和实验考古两个视角呈现了研究案例。第一个案例是耶鲁大学电子人类关系区域档案（eHRAF）世界文化数据库建设及应用，其分析了全球170个涵盖不同生计策略的非工业社会民族志资料，特别关注了各人群的发展背景（developmental contexts）和传播偏差（transmission bias），探索了解人类获取工具制造技能过程的多样性和普遍性。第二个案例研究聚焦石器制作技术，特别是阿舍利手斧技术。尽管当前阿舍利手斧形态变化及其历史意义一直受到学界广泛关注，但仍然存在很多亟待解决的问题。手斧形态变化受多种因素影响，打制技能和概念型模板可能尤为关键。通过将手斧研究融入更广泛的文化复现理论框架开展多学科研究，采集30名接受最长90小时阿舍利晚期风格手斧制作培训的初学者和3名石器打制专家数据，并将实验手斧与英国中更新世Boxgrove遗址阿舍利晚期手斧进行比较，通过主成分分析形态测量数据，结果显示在打制技能影响下，手斧形态的文化复现呈现出不同特点。如手斧横截面修薄比平面形态拉长和修尖更受技能限制，学习难度也更高，这更易在知识传播中遗失或变异，进而影响到后代对手斧

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第四十期

形态变化的掌握，该案例呈现了阿舍利晚期手斧制作技能习得的新收获。

四川大学考古科学中心原海兵副教授进行评议讨论，他指出通过民族学与实验考古双重视角，可以深入探讨人类工具制作技能的多样性与普遍性获取过程，这在讲者以石器制作阿舍利手斧案例中得以集中体现，揭示了石器打制技能与概念型模板在技能学习中的关键作用。此外，参会师生就石器制作阿舍利技术到莫斯特技术演化背后涉及的人类认知能力演化、当代美国实验考古范式转移等问题进行了深入探讨。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛（第39期）

碳十四测年与中国考古年代学

主讲人
陈相龙 副研究员
中国社会科学院(中国历史研究院、中国社会科学院大学)科技考古与文化遗产保护重点实验室

主持人
原海兵 副教授
四川大学考古科学中心

陈相龙，中国社会科学院（中国历史研究院、中国社会科学院大学）科技考古与文化遗产保护重点实验室副研究员、科技考古中心副主任，中国社会科学院大学历史学院副院长，中国考古学会考古年代学专委会秘书、动物考古专委会副秘书长。主要研究方向为稳定同位素生物考古学与碳十四年代学，致力于科技考古与考古学的结合研究。入选国家级青年拔尖人才项目、中国社会科学院青年人才“培远计划”。主持国家社科基金项目、国家社科基金重大项目子课题、中国博士后科学基金、中国社会科学院创新工程项目、“考古中国”夏文化研究年代学等多个国家级和省部级科研项目，作为主要责任人承担科技部重点研发计划“中华文明探源研究”生业课题与年代学课题。以第一作者或独著在《考古》《中国科学：地球科学》、International Journal of Osteoarchaeology等国内外学术刊物上发表学术论文五十余篇。

15:00-17:00 PM
11/29 2024
四川大学江安校区文科楼二区518会议室

四川大学考古科学中心 考古科学论坛（第40期）

制人之造：民族学和实验考古视角下的人类工具制作技能获取

主讲人
刘成 博士研究生
埃默里大学人类学系

主持人
原海兵 副教授
四川大学考古科学中心

刘成，埃默里大学博士候选人。曾任东京大学综合研究博物馆特别研究员、森肯贝格自然研究协会全球学者。主要研究史前欧亚大陆和非洲狩猎采集社会、石器技术以及认知考古、文化演化等。曾在中国、埃塞俄比亚等地参与多项田野考古发掘和室内整理项目。曾受到利基金会、森肯贝格自然研究协会、国际人类行为学学会、日本学术振兴会、美国国家科学基金会等多家机构资助。在SCIE/SSCI/AHCI收录国际期刊发表多篇论文。

10:00-12:00 AM
12/03 2024
四川大学江安校区文科楼二区518会议室

ARCHAEOLOGICAL
SCIENCE FORUM

考古科学论坛第四十一期

2024年12月6日上午，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第四十一期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室顺利举办。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所沈慧副研究员主讲《考古遗址木炭、木材遗存鉴别与分析》，四川大学考古科学中心宋吉香副教授主持。

对考古出土木炭、木材遗存的研究是植物考古研究的重要组成部分，对于重建古环境、了解先民的植被资源利用模式、揭示过往人地关系具有重要意义。讲者首先对木炭、木材遗存的来源进行介绍。木炭是考古遗址中最为常见的一类遗存，常与人类日常用火行为密切相关。而木材遗存的来源则主要为饱水或极端干燥环境下保存的木制器物等。树种鉴定是对木炭、木材遗存进行研究的基础，其主要方法是通过观察木炭、木材样品横、径、斜三个切面上所呈现的不同树木显微结构，并与相关图谱进行对比，进而确定样品的树种。

随后，讲者以研究案例的形式介绍研究团队近年来所取得的研究成果。“竹器主角论”是中国旧石器考古研究中的假说之一，基于这一假说，研究团队对中国西南两处旧石器时代遗址出土木材进行了相关研究。云南甘棠箐遗址出土了丰富的松木遗存显示先民对木材进行了有意识的选择；四川濠溪河遗址中出土木材则多为栎属。两处遗址均未见竹类遗存，表明“竹器主角论”这一假设可能并不成立。位于河北的兴隆遗址是坝上地区一处内涵丰富、延续时间较长的早期农业遗址。针对该遗址出土木炭遗存进行研究显示，先民对遗址周围的林地资源进行了充分地开发；同时，果木类木炭年轮曲率与出土果核展现出的历时性变化显示，坝上先民已对果树资源进行了有意识的管理与维护。

同时，研究团队基于黄土高原、河西走廊及新疆地区诸遗址出土的木炭遗存，对西北地区古植被、史前人地关系进行了综合探讨。黄土高原的史前植被类型是学界长期关注的研究问题，通过木炭遗存对黄土高原进行的植被重建显示，黄土高原不同地区史前植被具有较明显的空间差异，这种差异与水热条件自东南向西北的递减有关。对西北地区进行的综合研究显示，不同人群的薪柴利用均以就近原则为主，如绿洲遗址多利用柽柳属等灌木、山区遗址则选择云杉属、圆柏属等针叶树种，而先民对针叶林的高强度利用也造成了植被退化与环境破坏；在公元前三千纪至两千纪，众多遗址中出土果木类木炭的增加显示该时期先民加强了对果树的管理；而至公元前一千纪，西北地区桑属与李属的大量出现可能指示了园艺栽培的出现。

四川大学考古科学中心宋吉香副教授进行综合评议。宋吉香副教授对沈慧副研究员及其团队的研究进行了肯定，指出以往的植物考古研究多集中于对出土种子、果实类遗存进行分析研究，而对于出土木材、木炭遗存的相关研究在国内开展较少，因而研究团队所进行的工作极大地弥补了此部分的不足；同时，丰富而精彩的研究案例极具启发性，展现了木炭、木材研究对于重建古环境、了解古代人地关系、研究先民植被管理与利用策略等方面所具有的潜力。宋吉香副教授还肯定了研究团队的广阔视野，鼓励在座同学向团队学习，用更加开阔的视野进行学习、思考与研究。在座师生就树种鉴定标准、木炭分析研究方法、灌木类树种鉴定等方面进行了深入探讨。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第41期)

考古遗址木炭、木材遗存鉴别与分析

主讲人
沈慧 副研究员
中国科学院
古脊椎动物与古人类研究所

主持人
宋吉香 副教授
四川大学
考古科学中心

沈慧，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员，中国科学院青年创新促进会会员，主要从事古代植物遗存研究。致力于以木炭/木材等遗存为研究指标，重建古代先民植物资源利用模式，揭示人类早期农业活动与环境相互作用与影响。近年来，基于东亚、中亚等40余处考古遗址植物遗存，在Earth System Science Data、Quaternary Science Reviews、Archaeological and Anthropological Sciences、Nature Plants等发表论文20余篇。

10:00-12:00 AM
12/06 2024
四川大学江安校区
文科楼二区518会议室

ARCHAEOLOGICAL
SCIENCE FORUM

考古科学论坛第四十二期

2024年12月20日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第四十二期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室举办。四川大学考古科学中心宋吉香副研究员主讲《西藏粟作农业起源与发展》，成都文物考古研究院闫雪馆员主持。

粟、黍起源于中国北方地区，并于距今5000多年传入青藏高原，作为起源于低地地区的农作物传入青藏高原高海拔地区，是通过贸易交换而来，还是存在本地种植的可能性？粟类作物在当地生业模式中的作用如何发展演变等问题备受关注。近年来随着西藏考古的发展，西藏地区粟类作物遗存的考古发现也颇为丰富，涵盖了从藏东的卡若遗址、小恩达遗址，到藏东南的拉颇遗址、立定遗址，再到雅鲁藏布江中游的曲贡遗址、昌果沟遗址等多个地点。这些遗址的粟类作物遗存不仅数量可观，而且在时间跨度上也呈现出一定的连续性，为研究西藏粟作农业的起源与发展提供了宝贵的实物资料。讲者综合分析了粒形、杂草生态、文献记载、生态条件等因素，认为西藏东部和雅鲁藏布江中游地区出土的粟类作物遗存存在本地种植的可能性；阿里地区出土粟类作物遗存的性质尚且存疑。

基于这种粟类作物遗存性质的判断，对西藏粟作农业的发展演变过程进行了梳理，认为西藏粟类作物最早出现于藏东和藏东南地区，以卡若遗址为代表，4800-3600cal.BP为单一的粟作农业时期，新近发表的拉颇遗址遗址猪骨aDNA和动植物同位素研究结果，则进一步说明距今4800年前，粟类作物和家猪不仅传入了西藏，而且以一种集约的粟类作物-家猪的农业系统传入；距今3600多年，麦作农业传入西藏；雅鲁藏布江中游地区3500cal.BP-3000cal.BP已经形成了麦作农业和粟作农业并存，且麦作农业为主的农业结构，粟类作物虽然所占比例不高，但在农业结构中所占比例相对稳定。3000cal.BP以后，雅鲁藏布江中游粟类作物的发现出现缺环，未来还需有针对性地开展这一时期的植物考古研究。藏西阿里地区粟类作物遗存出现时间较晚，集中于公元2-3世纪，且出土于高规格遗址和墓葬，初步推测可能仅为少数社会地位较高的人群所享用。雅鲁藏布江

中游3500-3000cal.BP粟类作物遗存表现出的黍的比例提升的现象，可能与这一时期牧业的发展有关。古人类对农业结构进行了调整，提高了耐旱、耐贫瘠、生长期更短的黍的种植比例。这种调整既适应了牧业发展与种植业劳动力需求的矛盾，也体现了古代人类在农业生产中的智慧与灵活性。此外，粟作农业在不同区域出现和延续的时间以及在生业模式中的作用也存在明显差异，可能与不同区域的生态环境和文化传统等因素有关。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛 (第42期)

西藏粟作农业起源与发展

主讲人
宋吉香 副研究员
四川大学
考古科学中心

主持人
闫雪 馆员
成都文物考古研究院

宋吉香，四川大学考古科学中心副研究员，研究方向为植物考古，长期从事中国西部地区植物考古研究。在Archaeological and Anthropological Sciences、Vegetation History and Archaeobotany、《中国藏学》《南方文物》等期刊发表多篇论文，主持或参与多项国家级项目。

15:00-17:00 PM
12/20 2024
四川大学江安校区
文科楼二区518会议室

ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

考古科学论坛第四十三期

2024年12月27日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第四十三期在四川大学江安校区文科楼二区518会议室举办。四川省文物考古研究院万娇研究员主讲《三星堆遗址月亮湾小城的功能变迁：来自植物考古的证据》，四川大学考古科学中心宋吉香副研究员主持。

自2012年起，四川省文物考古研究院对三星堆遗址青关山台地的第二级台地开展了一系列解剖发掘，尤其是T5388发现的大量碳化种子为了解成都平原史前农业结构提供了宝贵资料。

研究表明，青关山台地在大约商周之际的十二桥文化时期，植物遗存（种子）数量与种类（植物组合）相较于宝墩文化和三星堆文化时期发生了显著变化。

水稻是亚洲的主要粮食作物之一，其在中国古代农业结构中占据举足轻重的地位。青关山台地T5388发现的碳化水稻，不仅证实水稻在成都平原的广泛种植，还反映出当时农业技术的进步和农

业生产水平明显提高。同时，粟为辅的农业结构也显示出成都平原古代先民农业生产的多样性和灵活性。

与作物组合变迁伴随的还有器物层面文化面貌的更替。研究团队在青关山台地发现了大量与十二桥文化相对应的陶器、石器、骨器等遗物，这些遗物风格、制作工艺和用途都呈现出与宝墩文化、三星堆文化明显的差异。这种器物等文化面貌的更替，进一步表明在十二桥文化时期青关山台地应该发生了剧烈的社会变革和文化转型。

T5388探方的植物遗存、数据特征不仅揭示出青关山台地使用功能的变化，还为探讨三星堆遗址月亮湾小城、三星堆大城的兴替提供了新的观察视角。三星堆遗址包含的巨大城址是成都平原上少有的大型古代城市聚落，其兴衰与成都平原历史进程紧密相连。通过对比、分析青关山台地的考古资料，研究团队认为十二桥文化时期的剧烈变革可能直接导致月亮湾小城和三星堆大城的衰败。

四川大学考古科学中心宋吉香副研究员进行评议，她指出该报告全面、深入地探讨了三星堆遗址月亮湾小城的功能演变历程，其以小见大，以点带面，管窥全豹，借助植物考古的先进方法和手段，详细分析了月亮湾小城不同历史阶段的农作物种类、分布以及农业生产模式的转化，揭示了成都平原从早期农业聚落到复杂城市功能区的演变以及衰落过程。这些发现不仅丰富了我们古代成都平原农业结构与文化面貌的认识，还为进一步探讨三星堆古蜀王国以及古代社会的发展历程提供了重要依据。参会师生就月亮湾小城变迁等诸多问题进行了深入讨论。

四川大学考古科学中心 考古科学论坛（第43期）

三星堆遗址月亮湾小城的功能变迁： 来自植物考古的证据

主讲人
万娇 研究员
四川省
文物考古研究院

主持人
宋吉香 副研究员
四川大学
考古科学中心

万娇，现任四川省文物考古研究院研究员。2005年南京大学历史学系考古专业毕业，获历史学学士学位，2008年、2015年，分别获北京大学考古文博学院历史学硕士、博士学位。2008年起，在四川省文物考古研究院考古所工作至今，现负责科技考古中心的植物考古实验室工作。出版《从三星堆遗址看成都平原文明进程》等专著，发表学术论文十余篇。

15:00-17:00 PM
四川大学江安校区
文科楼二区518会议室

12/27 2024



04

RESEARCH PROGRESS

科研成果

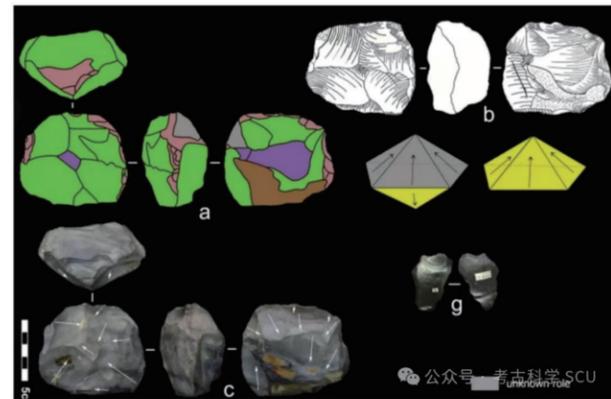
今年下半年，中心科研团队在 Journal of Archaeological Science、Archaeological Research in Asia、Archaeological and Anthropological Sciences、Antiquity、Catena 等重要期刊上发表科研论文 20 余篇。

1. 观音洞遗址石器工业最新研究成果 (Lithic technologies at Guanyindong cave, Southwest China: diversity and innovation during the Chinese Middle Palaeolithic)

四川大学考古科学中心胡越副研究员等在国际知名考古期刊 Archaeological and Anthropological Sciences 上发表题为 Lithic technologies at Guanyindong cave, Southwest China: diversity and innovation during the Chinese Middle Palaeolithic 的研究文章。该研究合作单位还包括美国华盛顿大学、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所以及澳大利亚伍伦贡大学等。



2019年，该团队发现观音洞遗址存在旧石器时代中期最为常见的预制石核技术之一勒瓦娄哇概念打制的石核、石片及工具。该研究的主要研究对象为与该剥片技术有关的数十件石制品，对于其他类型的石制品并未进行深入探讨。本研究在对观音洞遗址出土的 2,211 件石制品进行系统研究的基础上，进一步揭示观音洞遗址丰富多样的旧石器技术内涵。研究发现，除使用勒瓦娄哇概念生产石片外，观音洞古人类还采用了多种不同剥片策略来生产各类石片和相关产品，包括盘状剥片 (Discoidal production)、石片石核 (core-on-flakes)、体积剥片 (Volumetric exploitation) 等。



除了具备多样性和灵活性的剥片技术外，工具修理技术还展现出与权宜工具不同的旧石器中期技术水平。这包括制作精美的尖状修柄工具、平行修理的端刮器、标准的锯齿刃器以及大量阶梯状修理的基纳 (Quina) 刮削器。大部分石片都被加工为工具，且通过 GIUR 及 II 指数显示多数工具加工程度较深，存在反复修理和重复使

用的现象，反映观音洞遗址古人类较强的流动性。

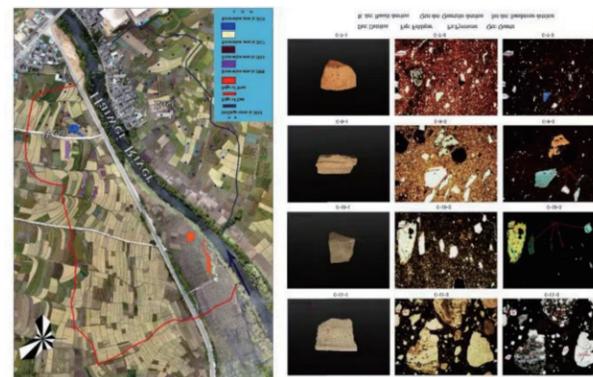
研究得出，勒瓦娄哇概念并非为观音洞遗址唯一代表非洲及旧大陆中期技术特点，其出现也并非孤立的。观音洞古人类在距今 18-8 万年间时就已经掌握了多种剥片手段，并能够对工具进行精致加工，这种多样性和创新性的存在表明，在分析和研究东亚旧石器中期时，我们应保持客观、不带偏见的态度，避免使用单一或笼统的概念进行归纳，应根据具体问题具体分析。

2. 云南剑川盆地海门口遗址出土陶器的岩相学研究 (Primary selection? Petrographic analysis of ceramics excavated from the Jianchuan Basin, Northwest Yunnan Province, China)

四川大学考古科学中心地学考古团队与云南省文物考古研究所国际考古学期刊 Archaeological Research in Asia 发表题为 "Primary selection? Petrographic analysis of ceramics excavated from the Jianchuan Basin, Northwest Yunnan Province, China" 的最新研究成果。文章通过对云南剑川海门口遗址出土的新石器时代至青铜时代陶器遗存的研究，探索早期人类对制陶原料的选择、陶器的生产工艺和文化交流等问题。



云南剑川海门口遗址是中国发现的大型水滨木构干栏式建筑聚落遗址，遗址主要分布于剑湖西南部的海尾河两岸。从已有的考古发掘发现，遗址在海尾河两岸呈现不同的文化面貌，尤其是陶器，虽都以夹砂陶居多，但颜色和质地有很大不同。为更科学的判断海尾河两岸陶器的制作工艺和原料产地，本文使用测年、器物类型学、岩相学分析和 X 射线荧光光谱分析法 (XRF) 等对遗址早期地层出土的陶片进行了多角度研究。通过对陶胎的结构和夹杂物 (羸合料或陶土夹带的颗粒物) 种类的鉴定、陶土元素和遗址地层土壤元素的测试与分析，综合分析结果显示，海尾河西岸 (河西) 早期人类有意识的选择石英颗粒经过初级筛选处理后，将之与黏土汇合作为陶器原料；海尾河东岸 (河东) 可能直接使用夹杂有原生矿物的黏土作为制陶原料。



海门口遗址航拍图 - 出土陶器岩相照片

陶器的成分分析可以为陶器研究增加一个有价值的、互补的视角，在解释陶器的分类、使用、生产工艺和交流上具有重要价值。海门口遗址出土了非常丰富的陶器，这些陶器与滇西北、川西南其它区域陶器存在某些共性，但也有自己独特的风格，对这些陶器进行研究，不仅对理解滇西北新石器时代晚期至青铜时代制陶技术的变化、当地社会环境具有重要参考价值；同时为青藏高原东部早期人类迁徙和文化交流提供了新的证据。

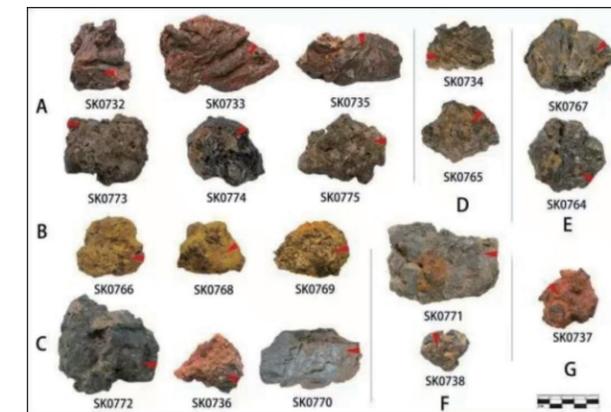
3. 四川蒲江古石山遗址出土炼渣的微观结构与成分分析 (Microstructural and elemental analyses excavated from the Gushishan iron-smelting site, Sichuan province, China)

四川大学考古文博学院、考古科学中心联合成都文物考古研究院、日本爱媛大学以《四川省蒲江县古石山遗址出土炼渣的微观结构与成分分析》为题，在国际科技考古期刊《Archaeometry》发表了古石山汉代冶铁遗址出土冶铁遗物的相关研究。四川大学考古文博学院李映福教授和博士研究生肖航为本文共同第一作者，李玉牛教授为本文通讯作者。成都文物考古研究院马春燕副研究员、日本爱媛大学村上恭通 (Yasuyuki Murakami) 教授、四川大学考古文博学院博士研究生孙天强为本文共同作者。



成都平原的生铁冶炼活动具有悠久的历史，《华阳国志·蜀志》记载“ (赧王) 五年，惠王二十七年，仪与若城成都 置盐、铁、市官并长、丞”。汉武帝时期实行“盐铁专营”制度后，在蜀郡临邛设置铁官，主要负责管理成都平原的冶铁生产活动，并一直延续至东汉时期。近年来，考古工作者在蒲江、邛崃、新都等地调查发现了上百处古代冶铁遗存，并清理了多处汉代冶铁遗址。通过对遗址出土冶炼遗物开展冶金考古研究，有助于深入地认识两汉时期成都平原冶铁生产活动的技术特征及工艺水平，并为研究汉代蜀郡冶铁产业布局及中央王朝对西南边疆的治理政策等问题提供新思路。

古石山遗址位于四川省成都市蒲江县西来镇马湖村。2007年，成都文物考古研究院联合多家单位对遗址进行了试掘，清理炼炉 1 座 (L1)，并出土了大量炼渣、炉壁、矿石、炉砖等冶炼遗物。经碳十四测年，遗址的废弃时间应不晚于东汉时期。



炉渣样品分类及取样位置

本研究将古石山遗址出土的炼渣分为 7 类，并利用金相观察和扫描电镜进行成分检测。通过对 19 件样品的分析，辨别出生铁冶炼渣、耐火材料及少量因炉温偏低形成的低温渣。其中炼渣中氧化钙含量偏低，表明冶炼过程中可能未使用石灰石作为助熔剂，且部分炉渣中的氧化锰含量略高，显示其可能使用了含锰的矿石。作为一处单纯从事生铁冶炼的冶铁遗址，古石山遗址的生产方式及技术特点与相邻区域的许鞋匠、铁牛村冶铁遗址具有一致性；另一方面，遗址中不见铸造、加工等相关遗存，说明汉代成都平原冶铁手工业或为“冶铸分离”的产业模式，也显示了成都平原的冶铁生产活动可能存在统一的技术与组织管理。本研究指出，汉政权在巴蜀地区实行“冶铸分离”的生产模式，有助于强化中央政府对成都平原冶铁业的管理，进而巩固汉朝对巴蜀地区、西南地区的统治和地方社会的稳定。

西南地区早期冶铁技术的出现和发展是我国冶铁手工业考古研究的重要组成部分。本研究通过古石山遗址出土冶炼遗物的研究，进一步揭示了汉代成都平原冶铁生产的技术体系及产业格局，为深入了解巴蜀及西南地区与中原地区间的文化交流、技术传播以及中央政府的西南边地政策等问题具有重要意义。

RESEARCH
PROGRESS

科研成果

4. 贵州大松山古代人群与古代中原人群的互动历史 (Ancient genomes provide insights into the genetic history in the historical era of southwest China)

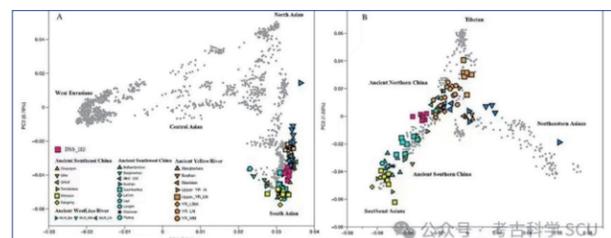
四川大学考古科学中心与贵州省文物考古研究所联合国内多家单位在国际考古期刊《Archaeological and Anthropological Sciences》上发表题为 "Ancient genomes provide insights into the genetic history in the historical era of southwest China" 的研究论文。该研究首次报道了我国西南地区贵州古代人群的古基因组数据，揭示中原地区农耕人群对以大松山遗址为代表的贵州地区古代人群的显著影响，同时表现出与中国西南土著人群的遗传混合。相比之下，生活在贵州地区的现代族群则携带了更多的中国北方遗传成分，表明最近几百年内来自中原地区的遗传影响持续发生。大量短同源序列 (Runs of Homozygosity, ROH) 的出现表明，大松山人群可能是一个具有族外婚习俗的小规模社群。该研究对理解大松山人群来源、贵州历史时期的人群迁移过程以及当时的社会组织结构具有重要意义。



贵州省位于我国西南地区，是历史上南方丝绸之路的必经之地，也是连接我国内陆与西亚、南亚和欧洲之间外贸、文化交流和人口迁徙的关键交汇点。贵州地区以其丰富的民族和语言多样性而著称，包括讲苗瑶语族、壮侗语系和藏缅语族等多种少数民族世代生活于此，反映了该地区复杂的人口历史。

据史料记载，自汉代以来，居住在贵州地区的古代族群就与中原地区农业人群产生互动。在明代，明朝正式建立贵州省，并迁移了大量汉族人群至该地区，与当地的少数民族融合，形成了现代贵州省多民族共居的特征。然而，由于贵州地区气候湿润，人类骨骼遗骸保存状况较差，对该地区史前人群的遗传组成和社会复杂性的了解仍然不足。

2022年，贵州省文物考古研究所牵头，联合多家单位对大松山墓地进行全面发掘，该墓群是贵州已发掘规模最大、延续时间最长的一处墓地，其中以明代墓葬最为丰富，共计1944座，为研究这一时期贵州地区人群的基因遗传提供了宝贵的材料。



通过主成分分析、f₃ 检验、以及 qpAdm 模型构建等多种方法，研究发现明代大松山人群与与其他已发表的西南地区古代人群存在不同的遗传结构。他们除了表现出中国南方古代人群的遗传特征之外，还与我国中原地区黄河流域粟作农业人群存在广泛的遗传关系，这样独特的遗传结构可能与来自中原地区的移民有关，进一步反映了明代该地区的人口迁移和文化交流。对于群体内部的分析发现，大松山个体存在大量短 ROH 序列，说明可能是一个具有族外婚习俗的小规模群体，并不存在族内近亲婚配的现象。

研究也对生活在西南地区的讲藏缅语族、壮侗语系和苗瑶语系的现代人群进行分析，发现相比于明代大松山人群，这些现代族群携带了更多的与中国古代黄河流域的农业人群相关的遗传成分，表明明代以后，来自中原地区的遗传流持续的影响了贵州以及中国西南地区。

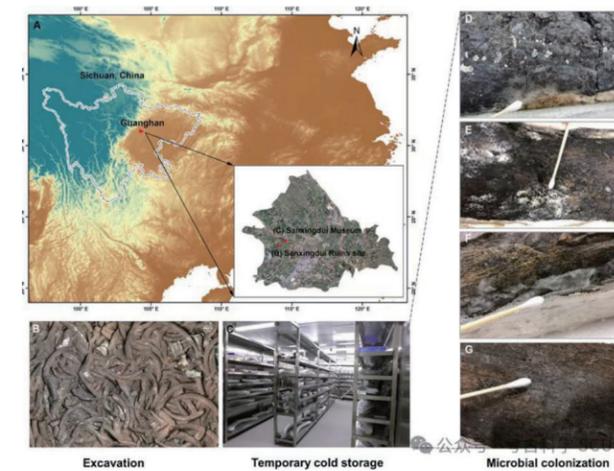
该研究由四川大学考古科学中心张帆、白彬、原海兵、张若静；贵州省文物考古研究所周必素、张兴龙、胡昌国，北京大学考古文博学院宁超、段琛以及内蒙古大学马鹏程共同完成。

5. 三星堆出土古象牙的关键腐蚀微生物及其来源 (Exploring the key deteriorative microorganisms on ancient ivories unearthed from the Sanxingdui Ruins site during temporary cold storage)

四川大学生命科学学院、考古科学中心孙群教授团队在国际期刊 Frontiers in microbiology 发表题为 Exploring the key deteriorative microorganisms on ancient ivories unearthed from the Sanxingdui Ruins site during temporary cold storage 的研究成果。通过对三星堆遗址出土古象牙在低温高湿存储环境中发现的生物腐蚀现象进行研究，确定了出土古象牙的关键腐蚀微生物并追溯其来源，同时探究了乙醇消毒对古象牙微生物群落的影响。



三星堆遗址位于四川省广汉市，是中国西南地区一处具有区域中心地位的大型古文化遗址。2020-2022年，6个新发现“祭祀坑”共出土编号文物近13000件，其中包括大量古象牙。出土古象牙具有重要的历史、文化、艺术价值，文物保护意义重大。然而，出土古象牙经清理后在临时存储的低温高湿环境下出现了微生物病害，威胁到古象牙的长期保存。本文通过高通量测序技术和生化分析方法，确定了出土古象牙表面微生物群落组成及关键腐蚀微生物，并追溯了这些微生物的来源。此外，还评估了乙醇消毒对出土古象牙微生物群落的影响。高通量测序结果显示，被孢霉 (Mortierella)、土赤壳 (Ilyonectria)、青霉 (Penicillium) 和曲霉 (Aspergillus) 是出土古象牙上生长的优势真菌，而假单胞菌 (Pseudomonas)、鞘氨醇菌属 (Sphingopyxis) 和透明球菌属 (Perluclidibaca) 是优势细菌，这些古象牙上定殖的真菌和细菌主要源自“祭祀坑”中古象牙的周际土壤。优势微生物可降解古象牙保湿棉巾上的纤维素成分，从而更易在古象牙上定殖。研发发现采用75%乙醇消毒显著降低了土赤壳 (Ilyonectria)、曲霉 (Aspergillus) 和假单胞菌 (Pseudomonas) 等优势属相对丰度，但被孢霉 (Mortierella) 成为了古象牙上优势属。



研究发现，曲霉 (Aspergillus) 和青霉 (Penicillium) 属真菌是出土古象牙的关键腐蚀微生物，通过有机酸的产生在古象牙微生物腐蚀中发挥了重要作用。“祭祀坑”周际土壤是古象牙上腐蚀微生物的主要来源，对古象牙残留土壤进行清理有助于减少微生物定殖，但人员活动带来的微生物污染也值得关注。用于古象牙保湿棉巾的纤维素成分能被优势真菌降解，有助于真菌定殖和生长，保湿材料将来可考虑使用不含纤维素的材料。乙醇消毒处理会导致古象牙微生物群落组成发生变化，乙醇消毒后的优势微生物可能会对古象牙造成未知的损害风险，这应是后期微生物防控的重要目标。除乙醇等传统消毒外，建议结合多种安全有效的方法对古象牙微生物进行防控。

该研究由四川大学生命科学学院、考古科学中心孙群、原海兵、谭雪梅、劳光杰、周智威、吴饶、吴畏、吕杉等和四川省文物考古研究院谢振斌、王冲、刘建成共同完成。

6. 云南龙腭河遗址的冶金研究 (Reassessing Bronze Age Metallurgy in Upland Southwest China on the Basis of Excavations at Longbohe, Yunnan)

Journal of World Prehistory (《世界史前研究》) 发表了题为 Reassessing Bronze Age Metallurgy in Upland Southwest China on the Basis of Excavations at Longbohe, Yunnan 的研究成果。该成果以云南金平龙腭河遗址为典型案例，系统地复原了龙腭河遗址所代表的冶金生产“操作链”，并以新的视角审视了中国西南山地冶金考古的既有发现，提出了中国西南山地青铜时代冶金“山地传统”的新认识，并在此基础上讨论了青铜时代冶金技术在中国西南山地及大陆东南亚地区的传播年代与路径。

Journal of World Prehistory
https://doi.org/10.1007/s10963-024-09186-w

Reassessing Bronze Age Metallurgy in Upland Southwest China on the Basis of Excavations at Longbohe, Yunnan

Fu Jie¹ · Li Yingfu¹ · Hu Changcheng³ · Wan Yang³ · Yang Fan³ · Zhu Yunsheng⁴ · Vincent C. Pigott⁵ · Charles Higham⁶ · Li Yuniu²

Accepted: 26 June 2024
© The Author(s) 2024

龙腭河遗址位于中越边境地带的云南省红河州金平县的东南缘。2017-2019年，四川大学考古文博学院与云南省文物考古研究所对该遗址进行了数次调查，共发现遗址点12处，古矿洞20余处。2019年，对其中的1、2、3号遗址点进行了发掘，发现炼炉、房址、灰坑、堆料坑等遗迹，出土凹石、石杵、石研磨器、石铸范、陶铸范、坩埚残片等冶金生产工具，其中最为重要的是清理出28座地穴式炼炉。龙腭河遗址年代为公元前1400-500年间，集采、冶、铸一体，是目前中国西南山地及大陆东南亚地区发现年代最早，冶金“操作链”最完整的冶金遗址。

该成果基于龙腭河遗址考古发现提出的“山地冶金传统”，为观察我国西南地区青铜时代冶金与西南山地的青铜文化提供了新视角与新方法。中原地区的冶金考古工作已经表明，商周时期该地区已形成了以官方管控为组织特征，以竖炉冶炼、复合范铸造为技术特征的“中原冶金传统”，而“山地冶金传统”的特征主要包括山地选址、石质矿采工具与加工技术、地穴式炉及耐火技术、双合范和坩埚及其熔铸技术等。

该研究对青铜时代冶金技术在中国西南山地及大陆东南亚地区的传播年代与路径进行了重新审视。多年以来，国际学界围绕该问题争论不休，并逐渐形成了两大理论模型。其一是乔伊丝·怀特 (Joyce White) 领衔的“长时段模式” (long chronology)，基于泰国东北部班清 (Ban Chiang) 遗址的测年数据，提出铜冶金技术在公元前2000-1800年间由南西伯利亚地区的塞伊马-图尔宾诺 (Seima-Turbino) 人群传入中国西北地区，再经由“山地路线”，即青藏高原东麓山地走廊进入云贵高原及东南亚。其二是查尔斯·海厄姆 (Charles Higham) 主导的“短时段模式” (short

RESEARCH
PROGRESS

科研成果

chronology), 基于泰国中北部班农瓦 (Ban Non Wat) 等多个遗址的测年数据, 认为铜冶金技术于公元前 1100-1000 年间由中原地区商王朝经由“沿海路线”, 即岭南地区进入云贵高原及东南亚地区。作者团队通过对中国西南山地及“半月形地带文化传播带”现有材料的分析, 认为“长时段模式”在路径上更为合理, 年代上, 结合吉岔遗址与龙脖河遗址的测年新数据, 认为中国西南山地应在公元前 1600-1400 年间进入青铜时代。此外, 作者团队通过对中国西南山地、大陆东南亚古代冶金遗存的比较分析, 提出的冶金术以伊洛瓦底江、怒江、澜沧江、红河等南北向河流作为通道由中国西南山地进入大陆东南亚的认识, 进一步深化了关于冶金技术传播线路的研究。



冶金术由中国西南山地向大陆东南亚传播的理论路径

文第一作者为四川大学考古文博学院博士研究生付杰, 第二作者为四川大学考古文博学院李映福教授, 通讯作者为四川大学考古文博学院李玉牛副教授。云南省文物考古研究所胡长城副研究员、万杨副研究员、杨帆研究员, 红河自治州朱云生研究员, 宾夕法尼亚大学文森特·皮戈特 (Vincent C. Pigott)、新西兰奥塔戈大学 (University of Otago) 名誉教授查尔斯·海厄姆 (Charles Higham) 为本文共同作者。

该成果发表后, 已引起相关领域学者的关注, 东南亚考古著名学者宾夕法尼亚大学乔伊斯·怀特 (Joyce White) 特地发来祝贺邮件, 法国国家科学研究中心奥利弗·普莱斯 (Oliver Pryce) 来信表达了希望联合中、法、越三国学者合作开展西南山地冶金考古的意愿。

《世界史前研究》(Journal of World Prehistory) 为 SSCI、AHCI 收录期刊, 每年 4 辑, 每辑一般刊载论文 3 篇, 主要收录东亚、东欧等地区的综合性研究成果, 影响因子 3.6, 期刊引用指标列人类学、考古学领域前三。

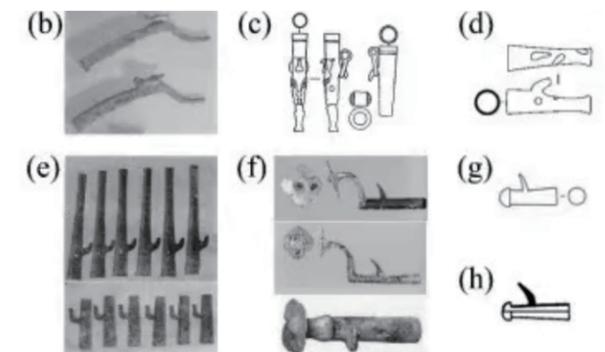
7. 四川彭山大坟包墓地出土东汉鎏金盖弓帽的科技分析与相关 (Scientific Analysis of the Gilt-Bronze Chariot Parasol Component of the Eastern Han Dynasty Excavated from the Dafenbao Cemetery, Pengshan, Sichuan, China)

四川大学文物保护研究团队在国际期刊 Archaeological and Anthropological Sciences 上发表最新研究成果《Scientific Analysis of the Gilt-Bronze Chariot Parasol Component of the Eastern Han Dynasty Excavated from the Dafenbao Cemetery, Pengshan, Sichuan, China》。文章第一作者为四川大学考古文博学院博士研究生梁晨曦, 通讯作者为李玉牛教授。四川省文物考古研究院李万涛副研究员和西藏民族大学余小洪副教授为本文共同作者。



大坟包墓地位于中国四川省眉山市彭山区江口街道, 该墓地发现了大量战国至东汉时期墓葬。大坟包墓地墓葬时代延续长、随葬品组合变化丰富, 体现出了巴蜀地区文明向中华文明统一的进程, 有着重大的学术价值。

盖弓帽用于车盖末端, 起到固定车盖的作用。国内考古发现最早的车盖考古学证据是商代晚期独轮车, 但并未发现车盖痕迹, 最早的车盖发现于西周。车盖一般为伞式或篷式, 伞式车盖与现代使用雨伞结构相似, 由数量不同的伞弓将伞布撑起, 伞弓称为盖弓, 伞布称为盖帷。盖弓中部和尾部通常有小孔, 以备穿绳索将各条盖弓串联起来, 其上再蒙盖帷。



研究团队通过使用超景深三维显微镜、傅里叶红外光谱、扫描电镜、能谱分析和树种分析等研究方法, 推测了大坟包墓地出土盖弓帽的使用方式, 并通过作图模拟, 以直观的方式将东汉时期盖弓帽的一种固定方式进行了展示 (图二)。通过 ART-FTIR 对盖弓帽上绳索进行纤维分析, 初步推测大坟包墓地 11 件盖弓帽上所缠绕绳索为棉线。通过树种分析, 对盖弓帽内残留木质进行鉴定, 证实盖弓为竹子所制, 由于竹弓一般用于伞式车盖, 又由竹制盖弓推测车舆所装为伞式车盖。

该文为大坟包墓地东汉时期盖弓帽的实用性与功能性展开了探讨, 特别是通过三维超景深显微镜与 ATR-FTIR 分析, 首次对我国东汉时期盖弓帽的固定方式与固定材料进行了复原。同时, 证实了该墓地鎏金工艺为水银熔金的火法鎏金工艺, 且鎏金工艺伴随着“压光”工艺的存在, 为东汉时期车马器的使用及鎏金工艺的发展研究提供了重要的新资料。

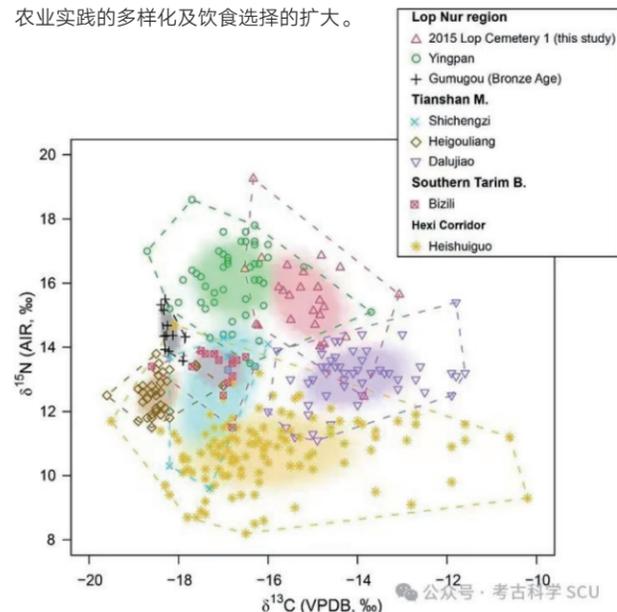
8. 罗布泊地区汉晋时期人群的饮食结构研究 (Diet along the eastern Silk Roads: an isotopic case study of ancient humans and livestock from the Han-Jin Dynasties in the Lop Nur region, northwest China)

四川大学考古科学中心王学焯副研究员等在国际考古期刊 Archaeological and Anthropological Sciences 上发表了题为 Diet along the eastern Silk Roads: an isotopic case study of ancient humans and livestock from the Han-Jin Dynasties in the Lop Nur region, northwest China 的研究成果, 合作者分别来自中国科学院地质与地球物理研究所、吉林大学、新疆大学、新疆文物考古研究所、楼兰博物馆、武汉大学和美国加州大学圣克鲁兹分校等科研院所。该研究通过对新疆塔里木盆地东部罗布泊地区汉晋时期墓葬 (图 1) 出土的人类和动物牙齿遗存进行碳、氮、氧同位素分析, 重建了当时人群的饮食结构。



结果显示, 食草动物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值范围在 10.2‰至 15.5‰之间, 异常偏高, 远高于此前已发表的欧亚草原、河西走廊和新疆北部的食草动物 $\delta^{15}\text{N}$ 值 (< 9‰)。结合当地气候极端干旱的气候环境与人类施肥行为是造成氮同位素异常偏高的可能原因。人类的饮食结构以 C3/C4 混合食物为主, 依赖动物产品。此外, 罗布泊地区保存了大量汉晋时期墓葬, 但墓葬规格明显存在差异。本研究在考虑当时可能存在社会等级分化的基础上, 通过对比不同规格墓葬中人骨遗存的同位素数据, 初步推测“村落人群”比“城郭人群”摄入了更多的粟黍类食物。

本研究中 SIBER 同位素生态位模型 (Stable Isotope Bayesian Ellipses in R) 分析结果表明, 汉晋时期楼兰人群的饮食多样性远高于青铜时代的小河和古墓沟人群, C4 食物消费显著增加 (图 3)。不同时期之间的同位素生态位宽度差异反映了汉晋时期罗布泊地区农业实践的多样化及饮食选择的扩大。



本研究的开展依托于由中国科学院地质与地球物理研究所等五个单位承担的国家科技部科技基础性工作专项“罗布泊自然与文化遗产综合科学考察”科考项目 (2014FY210500)。此外, 本研究还得到了国家自然科学基金项目 (42072210 & 42207508)、中科院地质与地球物理研究所自主部署项目 (IGGCAS-201905) 以及四川大学考古科学中心学科交叉研究青年基金项目的资助。

RESEARCH
PROGRESS

科研成果

9. 西藏西部古代人类的长时段占据的考古新证据
(Long-term prehistoric human occupation in Western Tibet: excavations and surveys at the Xiada Co site)

四川大学考古科学中心助理研究员陈心舟等在考古学期刊 *Antiquity* 发表题为“Long-term prehistoric human occupation in Western Tibet: excavations and surveys at the Xiada Co site”的研究成果。第一作者为四川大学考古文博学院、考古科学中心助理研究员陈心舟，合作作者包括四川大学考古文博学院李梓嫣、徐海伦、张正为、吴京蔓，西藏自治区文物保护研究所馆员赤列次仁，通讯作者为四川大学考古文博学院、考古科学中心教授吕红亮。本研究受到国家文物局专项资金和国家社会科学基金项目(21@WTK002)的支持。

ANTIQUITY 2024, page 1 of 7
<https://doi.org/10.15184/aqy.2024.128>

Project Gallery



Long-term prehistoric human occupation in Western Tibet: excavations and surveys at the Xiada Co site

Xinzhou Chen^{1,2}, Ziyun Li^{1,2}, Hailun Xu^{1,2}, Zhengwei Zhang^{1,2}, Jingman Wu^{1,2}, Tinley Tsring³ & Hongliang Lü^{1,2,*}

¹ Center for Archaeological Sciences, Sichuan University, Chengdu, P.R. China
² Department of Archaeology and Museology, Sichuan University, Chengdu, P.R. China
³ Institute of Cultural Relic Preservation of the Tibet Autonomous Region, Lhasa, P.R. China
* Author for correspondence: scottscu@gmail.com

近年来，学术界对青藏高原早期人类占据历史的研究有了突飞猛进的进展。然而，受限于资料，我们对古代狩猎采集者在全新世早期的聚落模式的了解尚有诸多不足。对于狩猎采集者的一种普遍存在的想象是他们的社会结构简单，其居址遗存在考古学中又难以寻觅。这种假设前提使得我们难以充分理解狩猎采集者的复杂社会行为及其聚落模式。针对这一问题，本文简要报道了西藏自治区文物保护研究所和四川大学考古文博学院于2019-2023年在西藏日土县夏达错遗址联合进行的多年度的考古发掘和调查项目。这一项目提供了关于古代人类长时段占据青藏高原西部的一个考古学例证，发现了目前青藏高原最早的狩猎采集者居址(residential structures)，为研究高海拔地区早期人群的生存方式提供了新的证据和研究角度。

夏达错遗址系1992年文物普查时发现，海拔4360米，位于日土县西部的淡水湖夏达错的湖滨阶地上。该遗址东北岸地表采集的类阿舍利“手斧”曾经引起学术界的广泛关注。2019年联合考古队在西藏西部调查时首次在该遗址发现了原生的文化堆积。随后，经国家文物局批准，西藏自治区文物保护研究所和四川大学考古文博学院对该遗址展开了正式发掘。2020年的探方位于遗址中北部，总共揭露了49平方米。这一年度最重要的发现是一个由黑色沙土构成的方形堆积，堆积中出有大量石器、烧骨和烧石。该遗迹形制特殊且集中出土文化遗物，可能与狩猎采集者的帐篷有关。

2022-2023年，考古队将发掘地点转移到遗址的西部，并于2023年对湖滨阶地展开了系统调查和钻探。遗址西部的发掘总共揭露了200平方米(T3、T4)，发现了三层相互叠压的黑土堆积，显

示了古代人类对该地点长时段、不连续地占据。这些黑土堆积中均出有大量石制品、动物骨骼和少量骨器。其中两个黑土堆积(F2、F3)为范围较明确的不规则长方形，被十余处柱洞所环绕。这些柱洞成组排列，深度相近，均被黑土堆积所叠压。在遗址中还发现了若干处硬面，室内室外均有，可能是人类踩踏面或某种置物设施。2023年度对遗址阶地的系统调查发现了多处文化堆积，这些文化堆积在空间上不连续，面积一般较小。



夏达错遗址历年发掘位置及钻探所见文化堆积位置

夏达错遗址发现了大量文化遗物，其中数量极多的、精美的细石器遗存尤其引人注目。对这批资料的研究尚在进行当中。2020年探方中发现的世界上年代最早的磨制石针已经见诸报道。对该遗址的进一步发掘提供了关于遗址物质文化遗存的更多线索。值得一提的是，我们在对夏达错阶地进行调查时，在东北岸发现了一处出土青铜器和磨光陶的文化堆积，这显示该遗址的史前人类占据时间的下限达到了新石器——青铜时代。这一发现进一步更新了我们对于夏达错遗址年代上下限的认识。2020年探方的年代约在距今9000-8500年左右；新测年数据表明，2022-2023年发掘的遗址西部的居住址的年代约在距今6000年前后。

我们的工作表明，夏达错遗址是一个高海拔、堆积丰富的、长时段占据的露天遗址。此类遗址在青藏高原考古中相当少见。遗址丰富的文化堆积显示了古代人类高海拔适应性策略的延续性。居住遗存的普遍存在促使我们进一步思考古代人类在极端环境下的社会行为和聚落模式。

10. 青藏高原距今3000-2200年前的高海拔绵羊与山羊饲喂
(High-elevation sheep and goat provisioning on the Tibetan Plateau, 3000-2200 BP)

四川大学考古科学中心联合西藏自治区文物保护研究所和美国圣路易斯华盛顿大学等单位，以High-elevation sheep and goat provisioning on the Tibetan Plateau, 3000-2200 BP(《青藏高原

距今3000-2200年前的高海拔绵羊与山羊饲喂》)为题，在国际著名考古学专业期刊 *Antiquity* (《古物》) 在线发表揭示青藏高原史前家羊饲养方式的重要研究成果。

ANTIQUITY 2024, Vol. 98 (401): 1219-1235
<https://doi.org/10.15184/aqy.2024.137>

Research Article

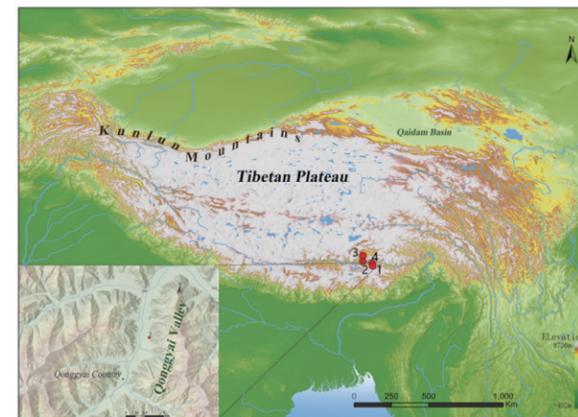


High-elevation sheep and goat provisioning on the Tibetan Plateau, 3000-2200 BP

Zhengwei Zhang^{1,2}, Hongliang Lü^{1,*}, Shargan Wangdue³, Xinzhou Chen^{1,2}, Li Tang⁴, Hailun Xu¹, Jixiang Song¹, Petra Vaiglova^{2,5} & Xinyi Liu^{2,*}

¹ Center for Archaeological Science, Sichuan University, Chengdu, P.R. China
² Department of Anthropology, Washington University in St. Louis, USA
³ Tibetan Autonomous Region Cultural Relic and Conservation Institute, Lhasa, P.R. China
⁴ Max Planck Institute for Geoanthropology, Jena, Germany
⁵ School of Archaeology and Anthropology, Australian National University, Canberra, Australia
* Authors for correspondence: luxinyi@wustl.edu & scottscu@gmail.com

近年来，四川大学考古科学中心青藏高原考古团队一系列研究成果揭示奶制品生产等牧业经济活动对古人长期定居青藏高原十分重要。青藏高原已发表的动物考古研究表明，绵羊与山羊一直是高原古代牧人主要利用的家畜，故，理解古代牧人如何管理家羊是青藏高原史前考古生业研究中的一个核心问题。此前四川大学青藏高原考古团队在高原南部西藏自治区琼结县邦嘎遗址的动物考古研究发现，遗址中家羊的自然死亡率较高，这可能与高原的极端气候有关。高自然死亡率会导致羊群规模增长缓慢，严重影响高原史前牧业的可持续发展。早期高原牧人如何应对这类严峻的环境挑战，是研究者关心的问题。



为了探索这一问题，该研究运用序列稳定碳、氧同位素的方法，分析了邦嘎遗址出土的古代家羊牙齿。大量研究表明，哺乳动物牙齿牙釉质的稳定氧和碳同位素值与动物摄取的食物和饮水密切相关，因此，遵循动物牙釉质生长规律，逐层钻取牙釉质检测的稳定碳、氧同位素值，能追踪该动物个体一定时间内的食物和饮水来源，以此观察古人对动物的管理策略。该方法近年大量运用于非洲、欧洲及欧亚草原地区考古研究，成果丰硕，极大拓展了学界对古代牧人牲畜管理策略的认识。该方法要求对具体研究区域的稳定碳、氧同位素自然背景数据有充分的了解，但邦嘎遗址所在的位置海拔高，且气候受印度洋季风影响明显，降水与植被情况迥异于此该方法主要应用的地区。

所以为了将该方法准确应用到青藏高原南部，本研究首先从邦嘎遗址附近收集、分析了14颗现代成年绵羊和山羊牙釉质样本，结合当地现代家羊的季节性移动、食谱及水源等信息，建立了遗址当地稳定碳、氧同位素的研究基线。

在此基础上，该研究从邦嘎遗址的10颗距今3000-2200年前的绵羊及山羊下颌牙齿牙釉质上，采集了160余份序列样品，检测了其中稳定碳、氧同位素值。结果显示，大部分古代样本的稳定碳同位素值变化幅度小，其中个别动物全年稳定碳同位素值差异极小。由于遗址的位置受印度洋夏季风的明显影响，自然地表中稳定碳同位素值季节差异显著，遗址古代家羊的氧同位素却并未呈现这种模式，这表明地表水可能并非邦嘎古代家羊的主要水源，它们的饮水极可能是由牧人提供的井水等氧同位素季节变化不明显的地下水。

稳定碳同位素数据同样显示出明显的人工控制羊的食物的迹象。邦嘎部分古代家羊可能全年都固定食用某种的C3(碳三)植物，结合邦嘎遗址的植物考古研究，这种C3植物极有可能是青稞(大麦)。邦嘎还有部分家羊曾大量甚至全年食用C4(碳四)植物。邦嘎遗址海拔近4000米，自然环境中鲜见C4类植物。结合遗址及周边的古代与现代植物数据，本研究推测邦嘎古代家羊大量食用的C4植物的来源有二，一种可能是邦嘎或周边同时期其它遗址先民曾种植粟、黍等C4类作物，另一种可能是邦嘎古代家羊曾被带到盐沼等可能生长有耐盐的C4类植物的环境中。考虑到遗址个别古代家羊全年都大量食用了C4类植物，即便盐沼等环境中的野生植物是它们C4食物的主要来源，邦嘎古代牧人也需要有意识地收割、储存这些植物，才能保证全年稳定供应。

总体而言，这项研究的结果表明，在距今3000-2200年前的青藏高原南部高海拔地区，人工控制家羊的饮水和食物来源是维持牧业的关键策略。这种策略与目前已知的古代欧亚地区以及现代青藏高原的家羊管理策略不同。研究和文献记录表明，古代欧亚和现代高原牧人主要通过在不同地点牧场之间的季节性移动(转场)，来维持牲畜全年的食物及饮水。邦嘎遗址所见的这种高人工投入的家羊管理策略，为我们理解史前极端环境中牧业的维持提供了全新的视角。

目前世界上印度洋季风环境区的同类型研究较少，文中发表的现代及古代家羊食草动物牙釉质稳定碳氧同位素数据，对今后该区域内相关研究有重要的参考价值。本文也是吕红亮教授领衔的四川大学青藏高原考古团队近年来发表的第六篇以邦嘎遗址为中心的研究论文，这些成果发表于《考古》、*Science Advances*、*Antiquity*、*Journal of Anthropological Archaeology*、*International Journal of Osteoarchaeology* 等国内外期刊上，从田野考古、陶器分析、植物考古、动物考古和遗传学等角度，详细重建了以邦嘎为代表的高原腹地史前牧人的文化与经济样态。四川大学青藏高原考古团队在邦嘎的考古工作，是青藏高原为数不多的史前遗址深度研究案例，已为国内外学者广泛引用，进一步扩大了我校在青藏高原考古研究中的国际影响力。

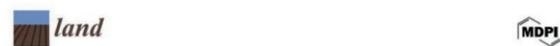
本文第一作者为四川大学考古科学中心专职博士后张正为，通讯作者为四川大学考古科学中心吕红亮、美国圣路易斯华盛顿大学刘歆益，共同作者包括西藏自治区文物保护研究所夏格旺堆、四川大学考古科学中心陈心舟、徐海伦、宋吉香、德国马普学会地球人类学研究所唐莉，以及澳大利亚国立大学Petra Vaiglova。

RESEARCH
PROGRESS

科研成果

11. 全新世早期人类在青藏西部高原的永久占据 (Permanent Human Occupation of the Western Tibetan Plateau in the Early Holocene)

四川大学考古科学中心团队在环境科学与生态学领域的 Land 杂志发表题为“Permanent Human Occupation of the Western Tibetan Plateau in the Early Holocene (全新世早期人类在青藏西部高原的永久占据)”的论文，第一作者为考古科学中心吕红亮教授，共同作者为四川大学考古文博学院2024届毕业研究生李梓嫣(美国圣路易华盛顿大学博士生在读)。论文指出，这一争论的关键首先取决于我们如何理解永久占据以及对考古证据的发掘和理解。该研究认为，在青藏高原极少有某个特定遗址是全年占据的，在讨论永久占据高原的时候，应该将焦点转移到对高原地貌景观的永久占据，而不是单个地点的永久占据。在这个思路下，早期的狩猎采集者对高原地貌的永久性占据是完全可能的，世界上其他高海拔区域也不乏类似的例子。



Article
Permanent Human Occupation of the Western Tibetan Plateau in the Early Holocene

Hongliang Lu^{1,2,*} and Ziyuan Li^{1,2}

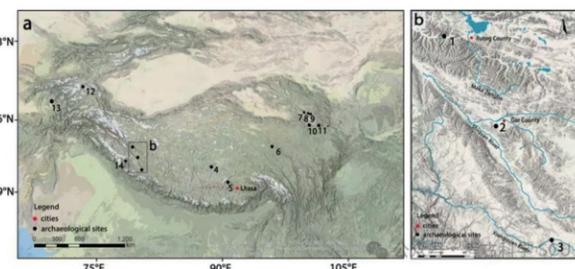
¹ Center for Archaeological Science, Sichuan University, Chengdu 610000, China; 20212100009@stu.scu.edu.cn
² School of Archaeological and Museology, Sichuan University, Chengdu 610000, China
* Correspondence: luhl@scu.edu.cn

Abstract: Archaeological investigations worldwide have focused on when and how humans permanently settled in high-altitude environments. Recent evidence from Xiada Co, Qusonguo, and Dingzhonghuzhuzi in western Tibet, where lithic artifacts and radiocarbon dates with original deposits were first assessed, provides new insights into human activities in this extreme environment during the early Holocene. This paper examines the mobility and land-use patterns of foragers in western Tibet from the perspectives of lithic analysis. Assemblages from three sites suggest homogeneous technologies and raw material use, as well as potential interaction network of hunter-gatherers within the plateau during the early Holocene. It further argues that the material exponents and travel cost models of site location supported permanent occupation of the western Tibetan Plateau in this period.

Keywords: permanent human occupation; hunter-gatherers; Tibetan Plateau; lithic technology

拟和民族考古学类比也表明，这些狩猎采集者群体在低海拔和高海拔区域之间可能存在季节性迁移。学者们认为，这些地点很可能是青藏高原边缘地区发展起来的觅食系统的某些节点，也是向高海拔拓殖的基础。然而，要研究人类何时在青藏高原西部更高海拔的恶劣环境中永久占据，受制于田野工作难度和资料积累，却是一项相当艰巨的任务。

自1992年开展文物普查以来，四川大学和西藏自治区的考古学家在西藏西部极高海拔地区(海拔4000米以上)发现了20多个细石器地点，但其中很少有遗址经过系统发掘和绝对年代测定。2019年，四川大学青藏高原考古团队启动了一项关于西藏西部早期定居考古的项目，复查了十几年前发现的这些地表采集地点，并成功确认了一系列具有原位埋藏的早期遗址。



本文主要报道了在阿里地区夏达措、曲松果和丁仲胡珠调查的成果，并聚焦石器组的技术分析和绝对年代，讨论了全新世早期高原西部狩猎采集者的流动性和土地利用模式。通过对比石器分析发现，上述三个年代在距今10000-8000年前的狩猎采集者遗址的石器具有高度类似的技术特征。综合周边考古证据和旅行成本模型分析，该研究认为全新世早期西藏西部的狩猎采集者已经非常熟悉高原景观，能够从高原不同区域获取关键资源，并可能存在远距离的黑曜石交流网络，具备永久占据高原景观的能力。分布于不同生态龛位中的特定点位可能是狩猎采集者在高原活动留下的不同季节和功能的特定站点。

该研究也指出，这一观点目前具有工作假设的性质，尚需要大量细致的田野调查和发掘工作，从而获得更细致的狩猎采集者在高原的活动图景。近期国内不同团队的工作相继证实了在驯化作物进入之前，高原不同区域的狩猎采集者有着多元的生活方式，其中四川大学青藏高原团队在西藏西部夏达措遗址的田野工作，将为验证这一假设提供关键证据。

过去十年间，人类何时永久占据青藏高原高海拔区域而不再在高低地流动迁徙是考古学界关注的焦点。主流观点认为，人类对青藏高原的永久性占据是在距今3600年左右麦作农业引入后才变得可能。针对这一重大学术问题，四川大学青藏高原考古团队和西藏自治区文研所联合，近年在青藏高原东部、中部及西部开展了一系列田野考古工作，一方面揭示了更早阶段(约5000年前后)在青藏高原东南缘地区新石器时代人群对永久性占据的贡献，另一方面通过雅鲁藏布江中游若干遗址的发掘，澄清了麦作农业在距今3000年前后才成为高原主导性作物。为进一步评估狩猎采集者对永久占据高原的贡献，自2019年起，团队在西藏西部极高海拔地区(海拔4000米以上)开展了密集考古调查和发掘，取得了一系列重要收获。近期，团队先后在Antiquity、Land等杂志发表系列研究成果，对青藏高原西部地区全新世早期狩猎采集者的景观利用和永久占据提出了新观点。

此前十几年间，学术界对高海拔地区土地利用模式的研究主要集中在青藏高原东北部，考古调查揭示了距今14000至6000年前沿湖滨和河岸阶地分布的数十个狩猎采集遗址的踪迹。旅行成本模

12. 等离子体增强化学气相沉积在葡萄牙石灰石上沉积SiOx薄膜：一项实验性研究 (Plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) of SiOx thin films on Portuguese limestone: An experimental study)

四川大学考古科学中心联合国际著名的考古与文博实验室赫拉克勒斯实验室(Hercules Laboratory)和意大利都灵理工大学(Politecnico di Torino)在文化遗产领域国际著名期刊Journal of Cultural Heritage发表关于石质文物保护的实验性研究成果。第一作者为考古科学中心博士后丁羽帆，通讯作者为赫拉克勒斯实验室Nick Schiavon教授。该研究题为“Plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) of SiOx thin films on Portuguese limestone: An experimental study”《等离子体增强化学气相沉积在葡萄牙石灰石上沉积SiOx薄膜：一项实验性研究》，旨在探索了一项石质文物保护新技术的应用效果。

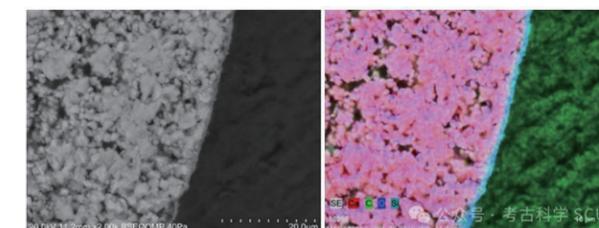


VSI: In honour of Prof. Colombini
Plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) of SiO_x thin films on Portuguese limestone: An experimental study
Yufan Ding^{1,2}, Sabrina Grassini³, Emma Angelini³, Nick Schiavon^{4,*}
¹Hercules Laboratory, University of Evora, Evora, Portugal
²Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino, Turin, Italy
³Center for Archaeological Science, Sichuan University, China

石质文化遗产保护是历史性难题，需满足多方面要求：在提供应对环境和腐蚀性因素抗力的前提下，同时维持石材本身的特性。本研究创新性地将等离子体增强化学气相沉积(PECVD)技术应用到石质材料保护，经由实验室模拟和自然暴露测试，证实了该沉积的微米级SiO_x薄膜具有抵御酸溶侵蚀、减少微生物定植以及维持石材表面亮度的作用。

PECVD技术原理为，反应气体与射频源激发电场作用发生电离并形成电子、离子和活性基团。这些活性基团在样品表面发生化学反应，生成固态薄膜。本研究使用的等离子体沉积器为都灵理工大学材料科学与技术系自行研发并搭建的平行电容等离子反应器(parallel-capacitive plasma)，该仪器可实现低温等离子体生发，适用于脆弱材料与表面的蚀刻与沉积。

该研究中的SiO_x薄膜以四氧乙基硅烷(TEOS)为前驱体，在氩气/氧气混合气氛中，沉积在葡萄牙鲷粒石灰岩块上。使用扫描电镜能谱、傅里叶红外光谱对薄膜进行了表征，发现在实验参数下，石灰岩表面成功行程了厚度为2~6微米的连续薄膜，并且根据等离子体生发能量、前驱体和气氛比例的调整，薄膜不仅含有大量Si-O键，也存在少量Si-OH、Si-C、-CH₃等化学键。



沉积SiO_x薄膜后的石灰岩横切面SEM-EDS图像

之后对拥有沉积SiO_x薄膜的石灰石样品和原始石材进行了人工模拟酸雨侵蚀和微生物培养实验，并通过SEM-EDS、质量损失等方法进行了评估。结果表明，原始石灰岩石块与PH 3.5的硫酸溶液接触后，表面形成了大量硫酸钙晶体，覆有SiO_x薄膜则能隔绝石灰石基底与酸溶液的反应，只有薄膜破损的裂隙中才有少量硫酸钙形成。质量检测发现，覆有沉积薄膜的岩石样本在历经数轮酸溶液侵蚀与纯水冲洗后，质量损失相较于未覆膜岩石样品减少50%~75%，证明SiO_x薄膜能避免石灰石在酸雨中的溶解。微生物培育实验表明，覆膜样品不仅显著减少石材表面微生物数量与浓度，并且能便捷地将已有微生物清洁抹去；未覆膜样品则存在更大量更顽固的微生物群落数量，并且相较于暴露测试前暗淡许多。

覆膜与未覆膜样品进行三个月的自然暴露测试后，使用色度计、光学显微镜、扫描电镜评估SiO_x薄膜的抗老化能力。结果表明：覆膜的石灰石样品显著减少微生物群落的定植，并且很大程度上维持了石材的原有色度亮度，而未覆膜的样品表面有超过三倍的微生物群落数量，并且相较于暴露测试前暗淡许多。

研究初步评估了该沉积薄膜对于石材蒸汽渗透率的影响。发现该微米级SiO_x薄膜对于渗透率的降低仅为5%~14%，相较于树脂类石材保护产品表现更优，能避免岩石内部凝结水的破坏。润湿性测试表明，该薄膜并不提供疏水性能。

研究结果为石质文物保护提供了新思路。随着便携式、非真空等离子体沉积仪器的研发进步，该技术有望应用于户外大型无机质文物保护。

13. 西藏新石器时代标尺性遗址曲贡遗址的新年代框架 (The new chronology and material culture of a second millennium BC Neolithic site in the heartland of the Tibetan Plateau: Qugong re-excavated)

四川大学考古科学中心与西藏自治区文物保护研究所在 Archaeological Research in Asia 联合发表有关西藏新石器时代标尺性遗址曲贡遗址的新年代框架。本文以 “The new chronology and material culture of a second millennium BC Neolithic site in the heartland of the Tibetan Plateau: Qugong re-excavated” 为题, 刊发于考古学期刊 “Archaeological Research in Asia”。第一作者为考古科学中心陈心舟助理研究员, 合作作者包括四川大学考古文博学院徐海伦、西藏自治区文物保护研究所李林辉研究馆员, 通讯作者为考古科学中心吕红亮教授。

曲贡遗址是西藏腹心地带为数不多的经过大规模发掘的史前遗址。1990-1992 年的发掘揭露了 3187.5 平方米。遗址分为三期: 曲贡文化期、曲贡晚期及石室墓期。该遗址早期遗存的文化面貌独特, 陶器群以磨光黑、褐陶及各类几何形纹饰为主。发掘者因此命名了曲贡文化, 将其年代断在公元前 2000/1750-1500BC 左右。这是西藏腹心地带目前见诸报道的年代最早的新石器遗址。长久以来, 曲贡发掘报告中发表的年代和文化遗物都是学术界认识西藏腹地新石器时代遗存最为详实的资料和重要的基点。

2020 年, 为配合遗址保护规划工作, 西藏自治区文物保护研究所与四川大学等对曲贡遗址进行了小规模再次发掘。发掘区紧邻 1990-1992 年发掘区, 两次发掘的地层几乎完全一致, 这为碳十四数据的贝叶斯建模以及年代框架的进一步修正提供了难得的机会。经初步整理, 这批资料的文化面貌特征与《拉萨曲贡》报告中所报道的较为一致。

2020 年的发掘获取了 7 个碳十四测年数据。多年积累的测年数据基本覆盖遗址早期遗存的大多数分布区域。我们结合地层信息, 使用 OxCal 软件建立了贝叶斯模型对碳十四测年数据进行了进一步校准。新的年代模型显示, 根据地层叠压关系划分出的曲贡文化三个主要堆积时期 (四层、三层下开口遗迹、三层) 的年代差别几乎无法区分。重合度较高的各期年代范围表明, 该遗址的曲贡文化堆积可能是在 100 年以内的时间内快速形成的 (1σ: 44 年; 2σ: 89 年)。在新石器人群短暂占据遗址的数百年之后, 以石室墓为主要特征的人群才重新在这一山前地带生活。

曲贡遗址 2020 年发掘区的位置与碳十四数据的平面分布
本文基于这次新发掘所获资料, 使用贝叶斯建模方法, 结合新碳十四测年和地层证据, 提供了曲贡遗址中的早期遗存——即曲贡文化遗存的新年代框架, 该年代框架比传统认为的曲贡文化年代框架更晚、延续时间更短 (约 1400-1300BC)。曲贡文化年代框架的修正对于认识喜马拉雅地区文化因素的传播与文化互动网络具有重要意义。我们的新研究表明, 曲贡文化的新测年使得其不仅仅明确晚于青藏高原东部出土粟、黍的诸新石器遗址, 也晚于南亚西北

部具有相似文化因素的诸新石器 / 青铜时代遗址。本文通过对西藏中部、西部、拉达克、克什米尔、斯瓦特等地公元前第二千纪左右部分陶器因素的详细比较, 认为喜马拉雅地区部分文化因素传播可能具有复杂的面相。

14. 四川城坝遗址冶金考古研究 (Chengba: the Dangqu City of the Han Dynasty in south-west China)

四川大学考古科学中心冶金考古团队与四川省文物考古研究院在国际著名考古学期刊 Antiquity 发表题为 “Chengba: the Dangqu City of the Han Dynasty in south-west China” 的最新研究成果。文章根据四川城坝遗址历年来的考古发现, 探讨了遗址内的各功能分区以及汉代地方郡县的管理形态。通过介绍遗址内最新发现的冶金遗存, 对川东地区汉代冶铁技术特征提出了新认识。

Antiquity 2024 page 1 of 6
<https://doi.org/10.15184/aqy.2024.187>

Project Gallery

Chengba: the Dangqu City of the Han Dynasty in south-west China

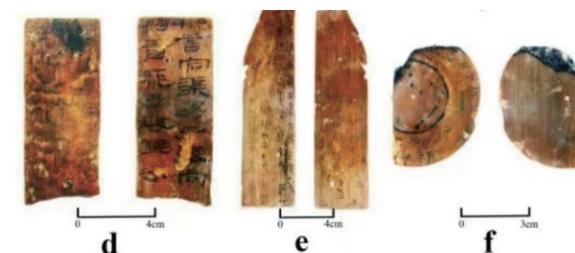
Tianqiang Sun^{1,2}, Fang Liu³, Weidong Chen³, Yingfu Li^{1,2,*} & Yuniu Li^{1,2,*}

¹ Centre for Archaeological Science, Sichuan University, Chengdu, P.R. China
² School of Archaeology and Museology, Sichuan University, Chengdu, P.R. China
³ Sichuan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Chengdu, P.R. China
^{*} Author for correspondence: xiang9723@hotmail.com

城坝遗址位于四川省达州市渠县土溪镇渠江东岸。历年系统性的发掘工作揭露了大量东周至汉晋时期的文化遗存, 其中包括东周秦汉时期的城址、生活聚落、墓葬和冶金遗存等。遗址内出土的高等级巴文化青铜器、汉代铭文瓦当、竹木简牍等一系列重要的遗物均为川东地区首次发现。

城坝遗址坐落于渠江岸边, 向南借长江水系便利的交通可连接川东地区与长江中上游地区, 向北通过米仓道等古道可达汉中平原与中原地区形成联系。根据遗址内出土的印有 “宕渠” 字样的瓦当结合文献记载, 发掘者认为城坝遗址应该是战国时期的 “賈城” 和汉代的 “宕渠城”。城址外发现有墓葬区、制陶区、一般聚落区和津关区等功能分区, 是目前国内发现的唯一一处汉代的津关。

遗址内出土了大量竹木类简牍、式盘等。简牍内容包括书信、爰书、户籍、簿籍、识字课本、九九术表、习字简等。中国目前出土有关户籍记录的竹简较少, 城坝遗址出土的户籍类简牍为了解汉代的户籍制度提供了宝贵的资料。



城坝遗址出土的代表性遗物

根据出土遗物结合碳 14 测年结果, 遗址内冶炼活动的存续时间为西汉晚期至东汉中期。经整理统计, 近年来, 城坝遗址城址区以外共出土了超过两万块炼渣、耐火材料和鼓风机等冶铁遗物, 是川东地区首次大量出土冶铁遗物, 为研究汉代川东地区冶铁技术体系和铁器生产流通提供了新材料、新视角。

遗址内目前已探明的不同功能分区以及大规模冶炼遗物的出土, 说明该遗址在战国晚期至秦汉时期应该是一处重要的城市聚落。城址内部和周边不同的社会功能分区是探讨汉代地方郡县人口规模、居住环境、城市功能和地方行政体系的宝贵资料。

15. 龙王山墓地与新石器时代晚期长江中游丧葬行为的转变 (The Longwangshan cemetery and the change in funerary practices in middle Yangzi during the late Neolithic Age, China)

四川大学考古科学中心团队在国际著名考古学期刊 Archaeological Research in Asia 发表题为 “The Longwangshan cemetery and the change in funerary practices in middle Yangzi during the late Neolithic Age, China” (《龙王山墓地与新石器时代晚期长江中游丧葬行为的转变》) 的最新研究文章。文章根据对龙王山墓地考古材料的分析, 探讨了长江中游新石器时代晚期油子岭文化到屈家岭文化时期丧葬行为的转变过程及其意义。四川大学考古科学中心石涛副教授为本文的第一作者和共同通讯作者, 湖北省文物考古研究院龙永芳为本文的共同通讯作者, 荆门市博物馆周伟为本文共同作者。

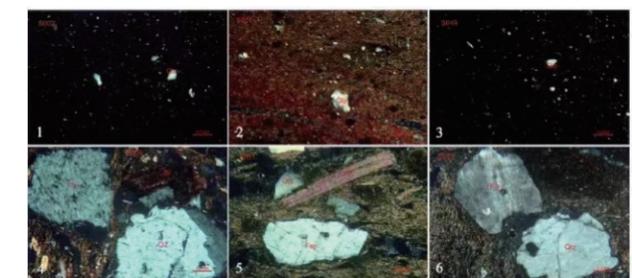


Case report
The Longwangshan cemetery and the change in funerary practices in middle Yangzi during the late Neolithic Age, China
Tao SHI^{a,b,c}, Yongfang LONG^{c,d}, Wei ZHOU^d
^a Centre for Archaeological Science, Sichuan University, Chengdu 610065, China
^b School of Archaeology and Museology, Sichuan University, Chengdu 610065, China
^c Hubei Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Wuhan 430077, China
^d Jingmen Museum, Jingmen 447001, China

文章伊始, 作者提出, 过程考古学对墓葬的研究往往将丧葬行

为直接对应于死者生前的社会组织, 而随着后过程主义考古学对丧葬行为的探讨, 现在对墓葬的研究更加倾向于对丧葬仪式和丧葬行为所反映的生者社会关系的探讨。在具体的墓葬分析上, 位于棺内的空间多被认为是与死者关系更近, 而棺外则被认为是生者举行表演性仪式活动的遗存。长江中游从油子岭文化时期开始, 社会进入了快速发展和复杂化的阶段, 但是, 目前关于这一时间段之内重要墓地, 发表的材料还是不多。龙王山墓地是反映这一时期丧葬行为的重要资料。作者通过对这一墓地所出土材料的分析, 尝试探讨在长江中游社会复杂化过程中, 丧葬行为的变化及其意义。

作者将龙王山墓地分为 3 期, 其中第一期相当于油子岭文化晚期, 第二期相当于油子岭文化到屈家岭文化的过渡阶段, 第三期相当于屈家岭文化时期。这三期的墓葬资料基本反映了一个连续的丧葬行为传统。墓葬的陶器基本可以分为两类, 第一类数量极多, 以鼎、小罐 / 壶、曲腹杯、豆、长颈壶等陶器为主, 大多数为细泥黑陶且器形较小, 制作技术相似, 应该不是日常用器, 而是专门制作的明器。这些器物基本上都分布于墓葬的中部, 应该是在棺内, 是专门给死者地下使用的象征性用具。第二类器物主要包括缸、罐、盆等, 以缸为主, 器形都较大, 多为红陶或灰陶, 各个器物基本上陶质陶色都有一些差异, 制作技术也不同, 应该不是专门化制作的, 而是在丧葬仪式开展过程中由不同的哀悼者带入葬礼现场的。这些器物大多数都放置于棺外, 应该是葬礼过程中公共仪式的遗留。这种缸在中国新石器时代晚期广泛存在, 很可能是葬礼中用于宴饮活动的器具。



从油子岭文化到屈家岭文化, 有两个变化值得注意: 一是越来越多的墓葬开始在棺外随葬第二类遗物; 二是部分更大的墓葬随葬了更多第二类遗物, 尽管第一类器物与墓葬规模一直呈正相关。这也说明了, 尽管从油子岭文化到屈家岭文化, 对死者的供奉一直是展示社会地位或威望的一种方式, 但公共宴饮越来越多地成为一种竞争社会地位或威望的方式。这也反映了, 随着长江中游社会复杂化程度的提高, 当地人群可能不断地通过举办并扩大公共仪式活动的规模来展示并强化自身的社会地位和威望。

16. 新石器晚期珠江流域木本植物资源的开发与利用 (Affluent foragers in the subtropical forest: Arboreal foodstuff exploitation in late Neolithic Pearl River Delta, South China)

四川大学考古科学中心与暨南大学、广东省文物考古研究院、兰州大学等单位在国际期刊 *Journal of Archaeological Science: Reports* 发表论文 *Affluent foragers in the subtropical forest: Arboreal foodstuff exploitation in late Neolithic Pearl River Delta, South China*。该文对广东古椰遗址出土的植物大遗存进行了系统的报道。四川大学考古科学中心马永超助理研究员为论文第一作者，暨南大学李昭讲师为论文通讯作者，共同作者还包括广东省文物考古研究院李岩研究馆员和崔勇研究馆员、兰州大学杨晓燕教授、中国科学院地理科学与资源研究所李泉副研究员、西北大学马志坤教授、中国科学院植物研究所刘长江高级工程师。



Affluent foragers in the subtropical forest: Arboreal foodstuff exploitation in late Neolithic Pearl River Delta, South China
Yongchao Ma^{1,2}, Zhao Li^{3,4}, Quan Li⁵, Zhikun Ma⁶, Changjiang Liu⁷, Yan Li⁸, Yong Cui⁹
Xiaoan Yang¹⁰

研究表明热带和亚热带森林为生活在其中的狩猎-采集者的生存提供了丰富的动植物资源，木本植物是其中的重要组成部分。然而，当前针对我国广阔的亚热带地区的类似研究开展地较少。正是基于此，上述合作团队对广东古椰遗址（距今 5900-5000 年）开展了系统的植物大遗存分析，共发现了来自 33 科的 47438 颗完整的种子、果实。其中，除了克拉莎 (*Cladium jamaicense* subsp. *Chinense*) 等杂草种子外，橄榄 (*Canarium album*)、豆腐柴属 (*Premna* sp.)、破布木 (*Cordia dichotoma*) 的占比居于完整植物种子、果实的前三位。大量的壳斗科 (*Fagaceae*) 碎片的发现则表明其为古椰先民重要的淀粉类食物来源之一。



Fig. 2. Plant remains recovered at Guye sites. a, *Cladium jamaicense* subsp. *Chinense*; b, *Canarium album*; c, *Premna* sp.; d, *Cordia dichotoma*; e, *Fagaceae*; f, fragments of *Lathyrus sativus*; g, *Eleocharis* sp.; h, *Melia andirostris*; i, *Schima superba*; j, *Chloropetalum axillare*; k, *Morella rubra*; l, *Terminalia glaberrima*.

对上述可食用木本植物果实和出土动物遗存的季节性分析显示，古椰先民建立了较完善的生计时间表；自 6 月起就进入了相对繁忙的果实采集及水生动物捕捞时间。因此，在和长江流域的稻作人群交流过程中，古椰先民并未做出生计模式的改变；居住地周围丰富的食物来源、两种生计模式时间安排的冲突可能为最主要的两个原因。此现象表明，狩猎-采集人群接受谷物农业的过程是十分复杂、多样的。

此次对古椰遗址开展的植物考古分析是热带、亚热带狩猎-采集经济研究的一个重要突破，不仅为人类学中的“原始丰裕集食者”的定居化研究提供了宝贵材料，而且将促进未来对华南地区早期农业起源与扩散机制的探讨。

17. 湖北余湾墓揭示楚国青铜箭镞生产模式 (The production of bronze weapons in the Chu state: a case study of bronze arrowheads excavated from the Yuwan cemetery in Hubei, China)

四川大学考古科学中心黎海超教授团队以“*The production of bronze weapons in the Chu state: a case study of bronze arrowheads excavated from the Yuwan cemetery in Hubei, China*”为题，对湖北余湾墓地出土青铜箭镞的制作工艺、合金配比和矿料来源开展了研究，并在此基础上初步讨论了楚国青铜兵器的生产模式。文章发表在 *Archaeological and Anthropological Sciences*。

Archaeological and Anthropological Sciences (2024) 16:152
<https://doi.org/10.1007/s12520-024-02061-x>



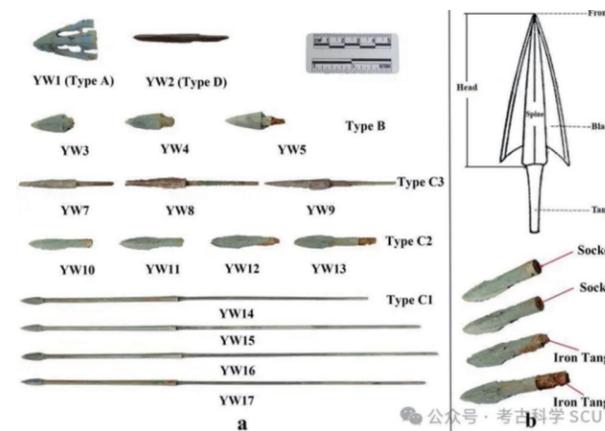
The production of bronze weapons in the Chu state: a case study of bronze arrowheads excavated from the Yuwan cemetery in Hubei, China

Ke Zhang¹, Qiang Li^{2,3}, Bin Bai¹, Jian He¹, Haichao Li^{2,3}

Received: 8 April 2024 / Accepted: 15 August 2024 / Published online: 27 August 2024
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2024

余湾墓地位于湖北荆门市沙洋县曾集镇雷都村一处坡地上，面积约 4 万平方米。2016 年 11 月至 2017 年 3 月，四川大学历史文化学院考古学系对该墓地进行了全面勘探和考古发掘，共清理了 57 座楚墓。共出土箭镞共 16 件，按照镞部的差异可分为 4 种不同的类型，年代分属战国早、中和晚期。

研究团队通过对青铜箭镞的合金配比分析，发现这批箭镞大多都具有较好的机械性能。另外，部分箭镞釜内残存有铈，经扫描电镜能谱分析确认为铁质。同时结合形制特点和文献记载，揭示了青铜箭镞从双翼到三棱形、铈部不断变长和铁铈的出现以及高锡低铅的合金配比都是箭镞杀伤性能提升的体现。金相分析表明箭镞均为铸造成型，制作方式具体可分为一次性浇铸和分铸，分铸法可进一步提高生产效率，便于大规模地批量生产。



余湾墓地出土的青铜箭镞

为了讨论箭镞的生产模式，研究团队在青铜箭镞类型学分析的基础上，开展了微量元素和铅同位素分析。结果表明这批箭镞并非单一批次的产品，意味着战国时期楚国青铜箭镞的生产频率较高。这也可以和考古材料相吻合。与同时期的其他文化相比，楚墓中随葬青铜箭镞的比例要高得多，这种大量将青铜箭镞作为陪葬品的做法无疑会对箭镞的生产效率有更高的要求。另外，战国时期，楚国发生战争的频次和规模进一步扩大，这也必然导致对青铜兵器数量的需求急剧增大。因此，只有高频率、多批次的生产模式和丰富的矿料来源可以满足这种需要。

为了进一步追溯箭镞所用铅料的来源，研究团队将余湾箭镞的铅同位素比值、已发表的楚国青铜器和部分矿山的数据进行对比分析，表明战国时期楚国拥有强大的金属资源供应网络。除了使用楚国境内的金属资源，在占领拥有丰富金属原料的地区，如南岭山区、豫西和江西西北部等，楚国统治者可将当地的金属资源持续运往楚国以进行青铜器的生产。

本文为研究东周时期楚国兵器提供了新的证据和视角，表明楚国青铜兵器的制作工艺、矿料来源和生产模式的复杂性。在后续的工作中，随着科技数据的不断积累和实验考古的展开，相信可以进一步推动楚国兵器的研究。湖南大学张科副教授和我院博士生李强为本文共同第一作者，我院白彬教授和黎海超教授为本文共同通讯作者，我院硕士生何建为本文共同作者。

18. 四川盐源老龙头墓地费昂斯珠饰研究成果揭示盐源地区的文化互动 (Faience beads excavated from Laolongtou cemetery, Yanyuan: new evidence of the cultural exchange between the south-western and north-western parts of China)

四川大学考古科学中心与成都市文物考古研究院等单位在国

际期刊 *Archaeometry* 发表研究性论文 *Faience beads excavated from Laolongtou cemetery, Yanyuan: new evidence of the cultural exchange between the south-western and north-western parts of China*。该研究对四川盐源老龙头墓地出土费昂斯珠饰从工艺技术与文化交流两个层面进行了探讨。四川大学考古科学中心黎海超教授为通讯作者，四川大学考古文博学院硕士研究生刘芸伶为第一作者，共同作者还包括成都市文物考古研究院副院长周志清、副研究员田剑波以及武汉大学历史学院博士后郝晓娟。

Received: 5 March 2024 | Accepted: 9 October 2024
DOI: 10.1111/arcn.13038

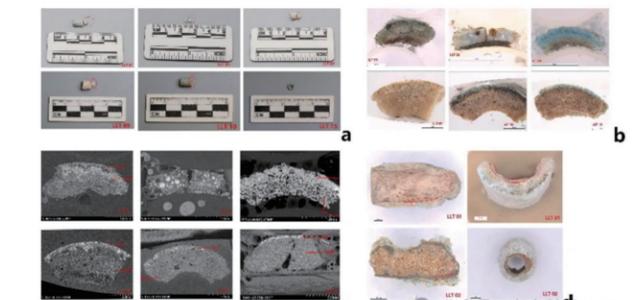
ORIGINAL ARTICLE

Faience beads excavated from Laolongtou cemetery, Yanyuan: new evidence of the cultural exchange between the south-western and north-western parts of China

Yunling Liu^{1,2} | Jianbo Tian³ | Zhiqing Zhou³ | Xiaoxiao Hao⁴ | Haichao Li^{1,2}

该研究对盐源老龙头墓地第四次发掘中出土的十余件战国时期的费昂斯珠饰开展了显微观察、能谱检测等多项分析，为探讨以老龙头墓地为代表的四川盐源地区的对外交流提供了新线索与新角度。

研究根据分析结果基本确定了出土样品大都属于铅钨费昂斯与高钾费昂斯两大类，另有一件样品为钠钾费昂斯。制作技术方面，根据显微图像分析得出样品使用芯撑成型的工艺。此外，识别出珠饰存在包埋施釉与起霜法施釉两种施釉方式。



使用主成分分析法对所得样品能谱数据与既往研究中的费昂斯珠饰能谱数据进行降维与分组，发现老龙头墓地出土样品与陕西新丰、陕北寨头河、成都实业宾馆墓地出土的费昂斯珠饰存在更紧密的关联，这指向了老龙头墓地所代表的盐源地区可能与中国西北地区与巴蜀地区存在关联。这一结果也与相关文献中的记载相吻合。

此外，研究对比宁夏、内蒙古、河北、云南等地与老龙头墓地出土青铜枝型器、铜剑、铜矛、铜钺等器物，认为老龙头墓地出土的青铜器也显示出盐源地区与西北地区、川渝地区、云南甚至东南亚地区存在一定关联。由此进一步认为老龙头墓地所代表的盐源地区在战国时期或为沟通中国西南、西北乃至东南亚地区的一个枢纽。

RESEARCH
PROGRESS

科研成果

19. 构建非洲锶同位素地图追溯跨大西洋奴隶贸易受害者的地理来源 (Strontium isoscape of sub-Saharan Africa allows tracing origins of victims of the transatlantic slave trade)

四川大学考古科学中心王学焯特聘副研究员联合 112 位国际合作者，在国际综合性期刊 Nature Communications 发表了题为“Strontium isoscape of sub-Saharan Africa allows tracing origins of victims of the transatlantic slave trade”的研究论文。王学焯副研究员为第一作者，美国加州大学圣克鲁兹分校 Vicky M. Oelze 副教授为通讯作者。四川大学考古科学中心为第一作者单位，合作单位包括马普进化人类学研究所、哈佛大学、牛津大学及伦敦大学学院等 61 家国际知名科研机构。

nature communications

Explore content About the journal Publish with us

nature > nature communications > articles > article

Article | Open access | Published: 30 December 2024

Strontium isoscape of sub-Saharan Africa allows tracing origins of victims of the transatlantic slave trade

Xueye Wang, Gaëlle Bocksberger, Mimi Arandjelovic, Anthony Agbor, Samuel Angedakin, Floris Aubert, Emmanuel Ayuk Ayimisin, Emma Bailey, Donatienne Barubiyu, Mattia Bessone, René Bobe, Matthieu Bonnet, Renée Boucher, Gregory Brazzola, Simon Brewer, Kevin C. Lee, Susana Carvalho, Rebecca Chancellor, Chloe Cipoletta, Heather Cohen, Sandi B. Copeland, Katherine Corogenes, Ana Maria Costa, Charlotte Coupland, Bryan Curran, Darryl J. de Ruiter, Tobias Deschner, Paula Dieguez, Karsten Dierks, Emmanuel Dilambaka, Dervla Dowd, Andrew Dunn, Villard Ebot Egbé, Manfred Finckh, Barbara Fruth, Liza Gijanto, Yisa Ginath Yuh, Annemarie Goedmakers, Cameron Gokee, Rui Gomes Coelho, Alan H. Goodman, Anne-Céline Granjon, Vaughan Grimes, Cyril C. Grueter, Anne Haour, Daniela Hedwig, Veerle Hermans, B. Adriana Hernandez-Aguilar, Gottfried Hohmann, Inayom Imong, Kathryn J. Jeffery, Sorrel Jones, Jessica Junker, Parag Kadam, Mbangi Kambere, Mohamed Kambi, Ivonne Kienast, Kelly J. Knudson, Kevin E. Langergraber, Vincent Lapeyre, Juan Lapuente, Bradley Larson, Thea Lautenschläger, Petrus le Roux, Vera Leinert, Manuel Ulaná, Amanda Logan, Brynn Lowry, Tina Lüdecke, Giovanna Maretti, Sergio Marroccoli, Rumen Fernandez, Patricia J. McNeill, Amelia C. Meier, Paulina Meller, J. Cameron Monroe, David Morgan, Felix Mulindahabi, Mizuki Murai, Emily Neil, Sonia Nicholl, Protasis Niyigaba, Emmanuelle Normand, Lucy Jayne Ormsby, Orume Diotoh, Liliana Pacheco, Alex Piel, Jodie Preece, Sebastien Regnaud, Francois G. Richard, Michael P. Richards, Aaron Rundus, Crickette Sanz, Volker Sommer, Matt Sponheimer, Teresa E. Steele, Fiona A. Stewart, Nikki Tagg, Luc Roscelin Tédonzong, Alexander Tickle, Lassané Toubgo, Joost van Schijndel, Virginie Vergnes, Nadege Wangué Njomen, Erin G. Wessling, Jacob Willie, Roman M. Wittig, Kyle Yurkiw, Andrew M. Zippin, Klaus Zuberbühler, Hjalmar S. Kühl, Christophe Boesch & Vicky M. Oelze

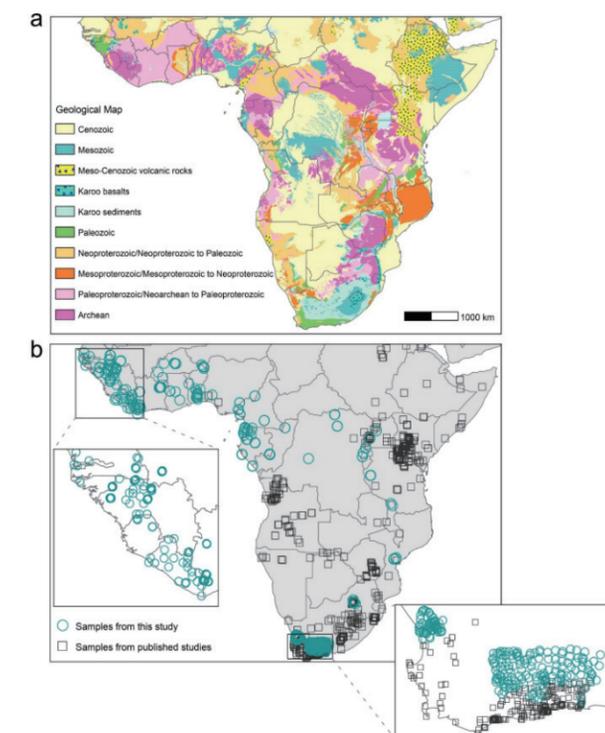
Nature Communications 15, Article number: 10891 (2024) | Cite this article

Metrics

人口迁移在人类文明发展过程中发挥了重要作用，塑造了全球族群和文化格局。15 至 19 世纪的跨大西洋奴隶贸易，是全球史上规模最大的强制性人口迁移事件，贩运了至少 1500 万非洲人至美洲和欧洲，深刻改变了现今非洲、美洲和欧洲的族群结构和政治格局。尽管大量历史文献记录了奴隶贸易的运输规模和港口信息，但被奴役个体的地理来源及生命历程一直难以明确，这也是全球考古学家与历史学家长期关注的难题。

锶同位素分析技术 (87Sr/86Sr) 是追踪人群迁移的重要工具，利用该技术有望解决这一历史难题。现有研究已在美洲奴隶相关的考古遗址中识别出多个与本地值不同的高锶同位素比值个体。然而，由于中西非地区长期的社会动荡、艰苦的野外工作条件以及同位素分析仪器的不足，导致非洲大陆的锶同位素基线数据严重匮乏，限制了现有研究难以精确界定外来个体的来源。

本研究采集并分析了来自非洲 24 个国家的 778 个环境样本 (包括植物、土壤淋滤液及微型动物)，重点覆盖了数据稀缺的西非及中西非地区，其中 16 个国家的锶同位素数据为首次报道。研究团队结合已发表的 2266 条数据，整合 31 个地质与环境变量，采用随机森林回归算法，成功构建了高精度的非洲生物可利用锶同位素基线地图。研究结果显示，影响非洲锶同位素空间分布的主要因素包括大气沉降、地块年代、沉积物黏土含量等。以往研究未充分考虑随机森林模型在缺乏匹配训练数据区域外推时可能存在的不可靠性，本研究通过引入多变量马氏距离图，剔除了超出环境变量范围的区域，显著提高了制图结果的可靠性。



(a) 撒哈拉以南非洲地质图; (b) 环境样本采集点

本研究进一步将构建的锶同位素地图应用于两处与奴隶贸易相关的重要墓葬——美国查尔斯顿的 Anson Street African Burial Ground 和巴西里约热内卢的 Pretos Novos 墓地。通过结合锶、碳、氧同位素数据、古 DNA 及历史文献，本研究显著缩小了这些个体的来源范围。例如，里约热内卢 Pretos Novos 墓地中的部分高锶同位

素值 (87Sr/86Sr > 0.730) 个体来源可精准定位至安哥拉地区。这一研究展示了结合锶同位素与多学科证据在复杂历史背景下溯源个体地理来源的巨大潜力。

本研究不仅为跨大西洋奴隶贸易的考古研究提供了关键支持，还为非洲考古学、生态学、法医学领域的溯源研究开辟了新的技术路径。在生态学中，该地图可用于追踪濒危物种 (如大象和黑猩猩) 的栖息地来源，协助打击非法偷猎与贸易。在法医学中，它为识别非洲移民或其他未知遗骸身份提供了重要工具。此外，锶同位素结合多同位素分析，还能帮助识别每年上干地中海偷渡遇难者身份 (这被认为是二战以来欧洲最大人道主义灾难)，为尊重和维护人道主义基本权利提供科学依据。

四川大学考古科学中心成立以来，与多国知名科研机构展开了深入协作，取得的这一重要研究成果，展现了跨学科与国际协作的卓越成效。本研究显著提升了对埋藏于非洲以外奴隶地理来源的鉴别能力，帮助更多受害者追溯其可能的非洲祖源地，从而揭示出他们个人身份和遗产的关键信息。同时，这一研究旨在促使越来越多的研究者关注殖民时期“没有历史的群体”的身份和文化，具有深远的历史和文化价值。

20. 大人群基因组测序时代背景下线粒体基因组研究新范式及研究进展综述 (Sequencing and characterizing human mitochondrial genomes in the biobank-based genomic research paradigm)

四川大学考古科学中心、四川大学华西医院罕见病研究院的袁慧军教授/何光林副研究员团队，联合广东省毒品实验技术中心 (国家毒品实验室广东分中心) 的刘超院士研究团队，以及重庆医科大学基础医学院的唐任宽教授团队，在《SCIENCE CHINA Life Sciences》上发表了题为“Sequencing and characterizing human mitochondrial genomes in the biobank-based genomic research paradigm”的综述论文。该研究系统地综述了在大规模生物样本库支持下的人类基因组学研究新范式中，人类线粒体 DNA (mtDNA) 研究的最新进展，包括 mtDNA 异质性、母系遗传模式、父系遗传争议、细胞核-线粒体 DNA 片段 (NUMTs)、线粒体 DNA 调控机制、线粒体疾病新机制以及线粒体数据库的构建。研究强调了下一代测序技术 (NGS) 和大规模 mtDNA 数据资源在分析 mtDNA 变异、探索 NUMTs 功能以及理解 mtDNA 在人类进化中的关键作用，并展望了跨学科合作在推动人类遗传学领域研究中的重要性，同时指出了第三代测序技术 (TGS) 和人工智能在基因组研究中的潜力。

SCIENCE CHINA PRESS SCIENCE CHINA Life Sciences

Sequencing and characterizing human mitochondrial genomes in the biobank-based genomic research paradigm

Yitao Luo^{1,2†}, Mengge Wang^{1,3,4†}, Yunhui Liu^{1,2†}, Jianbo Li², Fengxiao Bu^{1,3}, Huijun Yuan^{1,2†}, Renkuan Tang^{2,3}, Chao He^{1,3,4}, Guanglin He^{1,3,4,5*}

¹State of Rare Diseases, West China Hospital of Sichuan University, Sichuan University, Chengdu, 610000, China; ²Department of Forensic Medicine, College of Basic Medicine, Chengde Medical University, Chengde, 400331, China; ³Center for Archaeological Science, Sichuan University, Chengdu, 610000, China; ⁴5-Drug Technology Center of Guangdong Province, Guangzhou, 510230, China

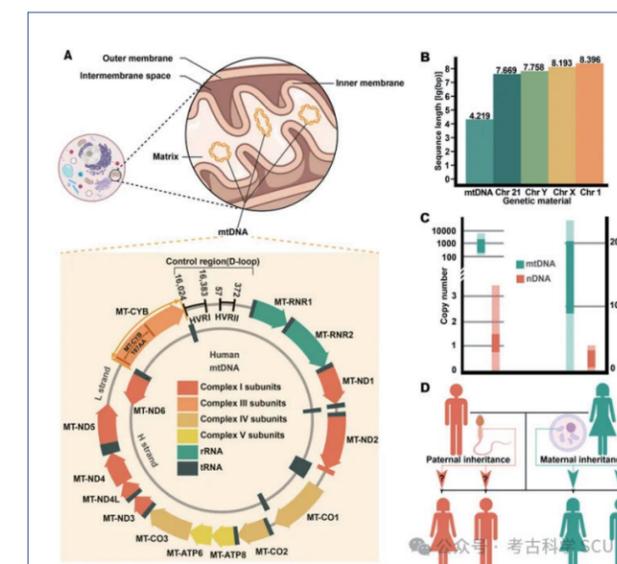
†All authors contributed equally to this work. *Corresponding authors (Mengge Wang, email: Menggewang2021@163.com; Huijun Yuan, email: yunhui201@163.com; Renkuan Tang, email: RenkuanTang2017@163.com; Chao He, email: hecg@scu.edu.cn; Guanglin He, email: guanglinhe@163.com)

RESEARCH
PROGRESS

科研成果

本综述聚焦于 mtDNA 研究的三个激动人心的领域：线粒体异质性的图谱、NUMTs 的分布与影响，以及 mtDNA 的遗传多样性和母系演化历史。随着下一代测序技术 (NGS) 的发展、人类基因组计划的推进以及大样本量生物数据库的建立，我们对 mtDNA 相关科学问题的理解不断得到修正和精进。例如，线粒体异质性在正常人体中的广泛存在及其遗传模式，NUMTs 的分布和产生过程，以及 mtDNA 变异位点在追溯早期人类迁徙和理解地区人类生物适应性中的关键作用。最后，本综述展望了在 TGS 快速发展和基因组数据大量产生的背景下，多学科交叉合作如何将如何深化我们对 mtDNA 在精准医疗、遗传病学和人类演化历史研究中作用的认识，为解决临床医学和人类学中的长期难题提供新的视角和方法。

线粒体是细胞的能量工厂，而 mtDNA 编码了氧化磷酸化系统的关键蛋白，对调节氧化呼吸和生命活动中具有重要的作用。一个细胞中存在多个 mtDNA 拷贝数，而这些 mtDNA 的类型可能不同，被称为线粒体异质性。变异的 mtDNA 可能导致线粒体功能障碍，进而引起多种代谢性和退行性疾病。越来越多的证据表明，线粒体的异质性普遍存在，且对人体的生理功能有复杂的影响。另外，mtDNA 与细胞核 DNA (nDNA) 存在多种互动，而 NUMTs 则是细胞水平遗传物质转移的直接证据。此外，mtDNA 的母系遗传和较高突变率的特性使其成为研究人类起源、迁徙模式的有力工具，有助于回答人类迁徙历史的关键问题。



MtDNA 的结构和遗传特征

MtDNA 对于理解细胞能量代谢、众多人类疾病和进化动态至关重要。与 nDNA 不同，mtDNA 是母系遗传的，具有更高的突变率，并承担着独特的功能，为我们提供了洞察生物学基本过程的独特视角。尽管 mtDNA 的结构简单，但它编码了十四个位于氧化磷酸化系

RESEARCH PROGRESS

科研成果

统 (OXPHOS) 中的关键蛋白, 这些蛋白对于人体代谢中的能量转换至关重要。而这些编码基因的突变可能导致线粒体功能障碍, 从而减少 ATP 产生并增加活性氧物质。这些变化是各种代谢和退行性疾病的特征。mtDNA 在疾病研究中具有广泛的重要性, 既涉及由直接 mtDNA 突变引发的线粒体疾病, 也包括与间接线粒体功能障碍相关的复杂疾病。线粒体疾病 (MDs) 表现出多样的症状和遗传模式, 强调了 mtDNA 在细胞健康中的作用。而异质性的存在增加了疾病表型和遗传的复杂性, 为遗传和临床研究带来挑战。另一方面, mtDNA 也是研究人类起源和迁移模式的强大进化工具, 因为它是母系遗传的, 且没有重组。其较高的突变率已作为分子钟, 在重建系统发育关系和人类人口历史方面发挥了巨大作用。此外, 大规模生物数据库的出现和测序技术的进步促进了 mtDNA 的研究。生物数据库的高质量生物样本, 为全面的 mtDNA 研究提供了必要的遗传材料。同时, NGS 和 TGS 技术使得 mtDNA 的快速、高分辨率测序和分析成为可能, 允许更精确地表征其在不同人群和疾病中的变异。生物银行和先进测序技术的这种协同作用标志着基因组研究范式的转变, 增强了我们对 mtDNA 在健康、疾病和人类历史中作用的理解。

MtDNA 异质性图谱

线粒体 DNA 异质性可以分为长度异质性和序列异质性。长度异质性通常由插入 / 缺失 (InDels) 或复制引起, 会改变 mtDNA 分子的长度; 而序列异质性则涉及同一体内核苷酸序列的变化, 主要是单核苷酸变异 (SNVs)。这些变异可能源于内部因素, 如 DNA 复制不匹配, 或外部因素, 如紫外线、放射性辐射、化学物质和某些病毒。研究表明, 年龄与异质性之间存在相关性, 动物研究也发现了异质性中的性别偏见现象。这些发现引发了关于哪些异质性由遗传获得、哪些异质性与细胞增殖和分化相关, 以及异质性受核 DNA 调控程度等问题的讨论。既往研究确定, 生殖细胞中严重和致病的 mtDNA 突变主要是母系遗传的, 尽管它们也可以是新生发生的。然而, 新发生突变的复发风险较低, 这强调了产前咨询的关键作用。

最近的研究填补了我们对 mtDNA 异质性理解的空白。Gupta 等人分析了英国的 UK Biobank 和美国的 All of Us 数据集中约 30 万人的异质性, 发现异质性 SNVs 随年龄积累并倾向于体细胞起源, 而异质性 InDels 是母系遗传的。此外, 全基因组关联研究揭示了多个核基因参与调控异质性水平。MtDNA 异质性在 MDs 的发病中也至关重要, 其发病机制与 nDNA 变异显著不同。尽管许多 mtDNA 突变位点与 MDs 相关, 但在诊断期间仍需考虑阈值效应。该效应指的是异质性 mtDNA 突变需要达到一个临界水平才能破坏线粒体功能并引发疾病症状, 这一临界水平会显著影响线粒体疾病 (MDs) 的发病及其严重程度。阈值在个体间并不统一, 受突变类型、位置 and 不同组织的能量需求等因素影响。因此, 一些具有高水平异质性突变的个体可能是无症状的, 而其他具有较低水平的个体则表现出症状。了解阈值效应对于准确诊断 MD 并阐明遗传变异与线粒体功能之间的关系至关重要。

研究已将异质性水平与多种疾病联系起来, 包括 2 型糖尿病、中风和高血压。在许多癌症中, 异质性变异累积。异质性的临床表现可能会掩盖遗传基础, 使 MDs 的诊断变得复杂, 并延迟治疗。因此, 了解人群水平的异质性分布和遗传模式是必要的。异质性水平可以相对定义 (突变 mtDNA 与总 mtDNA 的比例) 或绝对定义 (突

变 mtDNA 的数量), 大多数研究关注前者。以前认为, 非同义异质性突变可能存在于健康个体中, 但致病性异质性不应该存在。然而, 这种观点已经改变。一项关键的研究表明, 有 1/192 的个体携带致病性变异而没有明显的临床症状。单细胞测序和大规模人群基因组数据揭示了个体细胞内异质性的动态波动。这些研究表明, 异质性可以在健康个体中被检测到, 因此 MDs 与异质性具有复杂的联系。这种感知范式的转变在很大程度上归功于 NGS 技术的快速发展。最早的 Sanger 测序方法因为其通量低、成本高等局限性, 在

完整的线粒体基因组测序中的应用有限。因此, 早期的 mtDNA 测序主要关注高变区域 I (HVR I: 16024-16383) 和 II (HVR II: 57-372), 忽略了高 GC 含量和二级结构域的区域。这降低了测序分辨率, 阻碍了个体间遗传差异的准确检测以及同一个体内异质性的探索。尽管 NGS 容易出现假阳性或假阴性, 但其高通量特性和扩展的读取范围提高了数据密度, 允许对整个线粒体基因组进行更细致的测序, 并促进了低水平异质性的检测。Guo 等人在母子对中识别了变异的遗传模式和瓶颈效应。随后的研究采用了各种质量控制方法, 逐渐将异质性水平的检测限降低到 1% 甚至 0.5% 以下。值得强调的一个领域是研究低频异质性突变与衰老和生殖障碍的关系。异质性突变与衰老之间的关系虽已得到部分阐明, 但仍有许多复杂机制有待理解。总之, 对 mtDNA 异质性的深入研究不仅有助于我们理解人类遗传多样性, 还能推进精准医学和个性化医疗的发展, 促进早期疾病诊断和预防。虽然需要更多的实验验证, 但目前的研究已为我们的科学探索提供了新的视角。

NUMTs 的模式和功能

在人类的细胞核中, 隐藏着一类特殊的 DNA 序列——NUMTs。它们与 mtDNA 序列高度相似, 却存在于细胞核中。这些序列的发现, 让我们对细胞内部的基因交流有了更深的认识。NUMTs 的起源可以追溯到 1967 年, 当时通过杂交实验首次发现了核基因组中的 mtDNA 样序列。直到 1994 年, Lopez 等人通过测序和比较, 正式将这些片段命名为 NUMTs。一个复杂而引人入胜的问题随之而来: mtDNA 是如何整合到核基因组中的? 线粒体在经历分裂、融合、膨胀、收缩、碎裂和自噬等形态变化过程中, 可能会泄露 mtDNA 到细胞质中, 进而导致 mtDNA 片段转移到核基因组中。一些研究表明, mtDNA 与 nDNA 之间的相互作用可能与 nDNA 双链断裂 (DSBs) 的修复有关。目前普遍认为, NUMT 的形成与非同源末端连接 (NHEJ) 途径密切相关。

准确识别 NUMTs 至关重要, 因为将它们误认为是 mtDNA 异质性可能导致 MDs 的误诊和异质性变异的不可靠解释。区分 NUMTs 和 mtDNA 异质性的方法可以分为湿实验方法和计算分析方法, 两者各有优劣。。湿实验方法, 如线粒体分离和针对 NUMTs 的 PCR 引物设计, 提供直观和准确的结果。然而, 这些技术昂贵且耗时, 可能无法捕获 NUMTs 的全部多样性。因此, 计算方法更常用。早期方法利用基本局部比对搜索工具 (BLAST) 检测和排除与 mtDNA 序列相似的 nDNA 序列。研究人员后来采用了 k-mer 的分布和频率来识别潜在的 NUMTs。当前研究常结合多种生物信息学工具, 创建个性化、高效和灵活的工作流程。然而, 计算方法容易出现假阳性和假阴性, 因此使用统计措施, 如 mtCN、变异等位基因频率和质量评分来验证结果是至关重要的。

NUMTs 在真核生物基因组中普遍存在, 片段长度和数量在不同物种间存在变异。一些 NUMTs 源自整个线粒体基因组, 表明线粒体 DNA 和核 DNA 之间存在复杂的相互作用。最初, NUMTs 被认为是约 20 亿年前古老内共生过程的遗迹。然而, 最新的研究显示, NUMTs 的出现贯穿了整个人类进化过程, 这一发现表明了一个重要的细胞内基因转移途径, 并增强了我们对内共生假说的理解。此外, 大多数 NUMTs 是非功能性的, 主要位于基因组重复区域、调控元件、短散在核元件 (SINEs)、简单重复序列和内含子中。NUMTs 很少发现在编码区域或基因转录起始位点 500 bp 内。这种分布可能源于 DSB 修复的位点特异性或对编码区域的显著选择压力。研究还揭示了基因不耐受评分和 NUMTs 频率之间的负相关性, 表明靠近基因的 NUMTs 可能受到强烈的进化选择压力, 以维持基因结构和功能稳定性。

尽管 NUMTs 主要是非功能性的, 但了解它们在不同人群中的分布和动态变化对于防止 MDs 的误诊以及理解疾病和癌症具有重要意义。NUMTs 的片段长度和数量在不同人群中存在差异, 可能反映了不同遗传背景下的进化历史。一些研究表明, 某些 NUMTs 与肿瘤发生密切相关, 可能表明极端条件, 如癌细胞增殖, 可以触发 NUMT 形成或遗传重排。例如, FUS-DDIT3 基因, 由涉及 NUMT 插入的复杂重排产生, 存在于 90% 的粘液性脂肪肉瘤中, 突出了 NUMTs 的致癌作用。深入研究 NUMTs 对于揭示细胞内基因转移的关键途径、提供内共生理理论的新见解以及理解人类及其祖先的遗传变异和适应进化至关重要。

父系遗传模式的意外发现

传统上, mtDNA 被认为是严格母系遗传的, 即个体从母亲那里继承 mtDNA。然而, 一些研究提出了 mtDNA 可能存在父系遗传的证据。1991 年, Gyllensten 等人基于对近交小鼠品系的实验, 提出了 mtDNA 可能通过父系遗传的观点。随后, 在果蝇、蜜蜂、蝉、鸡、羊和克隆牛中也观察到了类似的发现, 这促使科学家们进一步研究人类 mtDNA 的遗传模式。Luo 等人对多个家族中的多人进行了 mtDNA 测序, 发现高异质性水平的 mtDNA, 并提出了 mtDNA 的双亲传递, 且传递模式类似常染色体显性遗传模式的可能性。这一发现为人类 mtDNA 的父系遗传提供了证据, 但也为理解 MDs 带来潜在的复杂性。然而, 许多研究未能重复这些发现, 导致对该领域的怀疑。Pyle 等人在研究中利用约 120 万倍覆盖深度的三联体 mtDNA 序列数据, 未发现父系传递的证据。随着 NGS 时代 NUMTs 研究的进步, 关于人类 mtDNA 父系遗传的争论逐渐达成共识。作为 nDNA 的一部分, NUMTs 遵循常染色体遗传模式, 这使得早期测序结果复杂化, 并导致了关于父系遗传的错误结论。短读长可能导致组装困难, 降低映射准确性, 并阻碍 NUMTs 的识别。因此, 优化的 NUMTs 检测流程和高覆盖率 WGS 数据, 尤其是来自 PacBio SMRT 或 Oxford Nanopore 技术的数据, 对于区分 NUMTs 和真正的 mtDNA 变异至关重要。

母系进化历史与 mtDNA 的遗传多样性

人类社会新石器时代农业创新以来, 生业模式及从夫居或从母居的定居模式等显著影响了人类群体的父系和母系精细遗传背景及形成模式。进化历史对于理解人类不同语言和民族群体的起源、迁移、混合和遗传多样性模式至关重要。mtDNA, 作为一种古老且母系遗

传的标记, 随着时间的推移积累了足够的突变, 可以用来区分遗传上不同的群体。这些突变的位置和数量可以确定群体间的差异, 从而阐明群体之间的系统发育关系。1987 年, Cann 等人对全球 147 个个体的 370 个 mtDNA 限制位点进行了测序和分析, 揭示了现代人类最近的共同母系祖先, 即“线粒体夏娃”, 起源于非洲的一个小群体。尽管这项研究为现代人类在不同大陆的遗传构成提供了广泛概述, 但缺乏对不同地理区域人群遗传结构的详细了解。HVRs 富含突变, 却只占线粒体基因组的一小部分, 使得局部测序不足以重建详细的系统发育关系并探索人群间的精细尺度的遗传结构。NGS 技术的发展解决了这些挑战, 使我们能够发现并更深入地理解遗传多样性。例如, 早期的靶向测序数据表明, 单一的非洲外迁事件使人类定居澳大利亚和欧亚大陆, 原因在于这些地区三大宏单倍群 (M、N 和 R) 的最近共同祖先时间相似。然而, 全基因组测序揭示了澳大利亚土著人和欧亚人群之间的分化时间存在显著差异, 分别大约在 7 万年前和 3 万年前, 反驳了早期的假设。

完整的 mtDNA 测序还强调了现代人类从非洲沿“南线”迅速迁移到亚洲的过程。随后的研究将这一路线细化, 包括从中国南部到喜马拉雅地区的扩张, 以及从东南亚沿河流系统进入东亚。此外, 对巴基斯坦北部和周边人群的 19,568 个 mtDNA 序列的全基因组测序阐明了 Yamnaya 相关的草原人群对南亚人群的遗传影响, 以及东北亚、日本和美洲土著人群母系祖先之间的深层次联系。多项研究详细描述了人类的迁移历史, 并阐明了通过复杂人群混合过程形成的遗传多样性。例如, 中国西藏藏族人群的全 mtDNA 序列证实了他们的组成包括旧石器时代母系人群和来自黄河流域的新石器时代粟作农业人群, 完善了先前的考古观点, 从母系遗传标记角度证实了汉藏共同起源。同样, 中国南方和东南亚的土著人群都存在古老的遗传成分以及自全新世以来新形成的遗传成分。总的来说, 全基因组测序在回答人类历史方面具有重要的优势。

从进化角度看人类疾病和表型变异

从进化的角度来看, 人类的疾病和表型变异, 是复杂生物系统在适应多变环境的过程中, 由自然选择引发的约束、权衡、错配与冲突共同作用的结果。本文旨在通过研究线粒体 DNA 突变来阐述这一观点。当我们分析定义不同单倍型的突变时, 便引出了一个引人入胜的问题: 这些突变是否导致了功能上的差异, 并进一步影响了个体在特定环境下的适应或疾病? 这些因素如何影响当前人群的地理分布? 一些研究试图回答这个问题。对 mtDNA 编码区的非同义和同义突变的研究表明, ATP6、细胞色素 b 和细胞色素 c 氧化酶 I (在 OXPHOS 中起重要作用的基因) 在不同纬度的人群中表现出显著的功能差异, 表明突变与遗传多样人群分布之间可能存在联系。具体来说, 单倍群 M 和 N 在亚洲占主导地位, 北方单倍群 N 的两个氨基酸变异 (ND3 和 ATP6) 改变了线粒体膜电位和 Ca²⁺ 水平, 影响了耦合效率并增加了产热, 这可能在寒冷环境中提供了适应优势。研究表明, 流行于西伯利亚的单倍群 A、C 和 D 比单倍群 B 和 F 具有更高的基础代谢率。MDs 也显示出独特的分布模式。例如, 与位置 11778 或 14484 的突变相关的 Leber 遗传性视神经病变 (LHON) 在欧洲广泛分布的单倍群 J 中, 比在其他单倍群中具有更高的疾病风险。此外, 在单倍群 U 和 J 的遗传背景下, 位置 16126 和 73 的突变更可能导致年龄相关的黄斑变性和视网膜色素

问题。尽管东亚人群中与单倍型 N9a 相关的心肌梗死风险更高，但它也与糖尿病风险降低相关。在汉族人群中，单倍群 M7b1a1 与较低的 BMI、腰围和腰臀比相关，表明肥胖风险降低。然而，它也导致总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇水平升高。

测序进展、基因组数据库和分析技术

准确识别个体异质性水平、阐明 NUMTs 的形成机制、重塑进化历史以及推进个性化医学和精准治疗，都依赖于生物数据的收集、存储和分析。这向测序技术、数据库和计算方法方面提出了挑战。NGS 带来的范式转变显著增强了我们对上述科学问题的理解，但 NGS 仍然有局限性。区分真正的异质性变异和由 NUMTs 引起的假阳性仍然具有挑战性。例如，PCR 扩增 DNA 样本可能会引入偏差，影响低水平异质性的敏感性。此外，NGS 产生的短读长不利于一次性测序整个线粒体基因组，也不利于识别长 NUMTs 或复杂基因组区域中的变异。这在许多 NUMTs 存在的情况下使得准确映射变得复杂，并可能导致潜在错误。相比之下，TGS 尽管存在一定的局限性，但其提供了更长的读长，无需 PCR 扩增，提高了检测低水平异质性、结构变异和 NUMTs 的准确性。为了充分利用 TGS 技术，必须解决两个迫切需求：建立包含不同语言和民族群体和全面疾病谱的高质量基因组生物数据库，以及开发优化的算法，快速准确地识别异质性和 mtDNA 变异以及 NUMTs。

在基因组时代，处理和分析产生的大量数据成为一个日益严峻的问题。分析如此庞大的数据量需要大量的计算资源和复杂的生物信息学工具。一个关键挑战是比对可变长度的序列，目前已有许多研究开发了多个工具和流程。通常，所有软件程序都进行碱基质量评估、读长比对和异质性水平计算。我们总结了一些当前流行的工具，指出了它们的局限性。例如，MitoBamAnnotator 只接受单端序列输入，可能会错过其他 DNA 链上的异质性数据。尽管 mit-o-matic 具有 Web 和命令行 (CLI) 界面，能够满足多样化的分析需求，但它受到过多参数选项的影响，常常导致次优和不可靠的结果。此外，通过 CLI 使用各种软件的集成流程需要手动配置全面的运行时环境，这提出了重大挑战，并降低了数据传输、分析和解释的效率。

尽管目前的研究在构建高质量生物数据库和开发相应软件方面取得了显著进展，但该领域仍面临众多挑战。这些挑战包括因技术限制而导致的大规模基因组数据中的噪声或信息丢失的解释与管理，以及将遗传信息与复杂的现实环境相结合的难题。人工智能 (AI) 为这些挑战提供了有希望的解决方案。作为 AI 的一个分支，机器学习使计算机能够通过从数据和算法中学习来提高数据处理的效率和准确性，而无需显式编程。这包括用于自动识别数据分布模式的技术，这些技术可以用于预测或决策。深度学习技术在识别复杂数据中的模式和信号方面展现出巨大潜力。例如，Min 等人使用深度学习方法分析人类基因组数据，并成功预测了各种复杂疾病的遗传风险。Angermueller 等人通过深度学习模型分析基因表达数据，准确识别了与特定疾病相关的表达模式。Poplin 等人开发了一种使用深度学习方法的高精度变异检测工具，从高通量测序数据中识别 SNVs 和 InDels，为遗传研究和变异解释提供了有效手段。此外，集成学习方法可以通过组合多个模型来提高预测准确性和鲁棒性。另外，提高算法的可解释性是研究的另一个关键方向。开发能够处理异质数据并考虑遗传信息与现实世界之间相互作用的模型对于解决复杂生

物系统中的问题具有重要的意义。未来，AI 将在解释遗传信息、推进个性化医学和理解人类疾病遗传基础方面发挥越来越重要的作用，而实现这些目标需要计算科学和遗传学之间的跨学科合作。

结论和展望

本综述重新审视了 NGS 技术促进的医学科学和进化基因组学中 mtDNA 研究的最新进展。我们强调了异质性和线粒体功能的影响及其与 MDs 的关联，以及 NUMTs 在挑战传统 mtDNA 遗传观念和增强我们对内共生假说理解中的作用。此外，我们强调大规模人群 mtDNA 研究揭示了人类广泛的迁移路径和对不同环境的适应，塑造了我们当前的母系遗传结构。本文还考察了当代计算工具的特点，并强调这些工具改进了多序列比对，提高了变异识别的准确性，并深化了我们对结构与功能之间关系的理解。这些进展完善了我们对 mtDNA 变异在生物学过程中所扮演角色的知识。最后，我们强调建立一个包含常见和罕见的遗传变异的全面、高质量、可访问的 mtDNA 数据库的重要性。

TGS 技术，因其长读长、单分子测序和高分辨率结构变异检测的能力，对于实现我们的研究目标至关重要。这种方法有助于检测极低水平的异质性，并增强 NUMTs 分布的识别，丰富我们对 MDs 和 mtDNA 遗传模式的理解。此外，TGS 识别 mtDNA 化学修饰的能力可能揭示表观遗传变化，为 TGS 对线粒体功能和细胞代谢的影响提供了见解。这将进一步扩大了我们对 MDs、遗传学和环境因素之间相互作用的理解。

TGS 的广泛应用对于人类泛基因组项目的任务至关重要，该项目旨在绘制所有人类遗传变异，包括不同人群共享的核心基因组、特定个体中发现的附属基因组和每个人特有的唯一基因组。这个项目超越了单参考基因组研究的局限性，使我们能够更全面地捕获遗传变异，特别是罕见变异、结构变异及其对表型的影响。通过比较附属和唯一基因组，我们可以追溯变异的出现和传播，阐明个体如何通过基因的增加、丢失或修改来适应环境变化。这一过程将揭示群体内部复杂的遗传结构，阐明群体间的遗传差异和进化路径，为疾病诊断和个性化医学提供了宝贵的资源。基于泛基因组的跨群体和物种分析可能会揭示重要的细胞核-线粒体的相互作用机制，并促进对内共生和 NUMTs 动态和机制的更深入探索。总之，我们预计未来人类遗传研究的突破将彻底改变医学研究、疾病管理和人类学调查。实现这一目标需要进化基因组学、生物信息学、计算机科学等领域的跨学科合作，以克服样本偏见、数据分析和处理方面的挑战。

综上所述，该研究从如下三个主要的方面阐述了 mtDNA 近年来激动人心的研究：线粒体异质性图谱，NUMTs 的分布与影响，mtDNA 的遗传多样性和母系演化历史。NGS 的发展，人类基因组计划的推进和大样本量的生物数据库的建立不断修正和精进我们对 mtDNA 相关科学问题的理解。并且该研究提出，在 TGS 快速发展和基因组数据大量产生的背景下，多学科（尤其是人工智能领域）的交叉合作，将深化我们对 mtDNA 在精准医疗、遗传病学和人类演化历史研究中的作用的认知，为解决临床医学和人类学中的长期存在的难题提供新的视角和方法。

四川大学考古科学中心 / 四川大学华西医院罕见病研究院袁慧军教授、何光林副研究员和王萌鸽博士、重庆医科大学基础医学院唐任

宽教授为共同通讯作者。重庆医科大学罗林焘硕士研究生、刘运辉硕士研究生，四川大学考古科学中心 / 四川大学华西罕见病研究院何光林副研究员、王萌鸽博士为共同第一作者，相关工作得到国家自然科学基金、四川大学考古科学中心开放课题、国家社会科学基金重大项目、四川大学华西医院 1.3.5 等项目的资助。

21. 基于祖先重组图重建古今人类群体遗传系谱的研究进展及展望 (Advancements and prospects in reconstructing the genetic genealogies of ancient and modern human populations using ancestral recombination graphs)

四川大学考古科学中心、四川大学华西医院罕见病研究院袁慧军 / 何光林研究团队，联合广东省毒品实验技术中心（国家毒品实验室广东分中心）刘超院士研究团队，在《遗传》杂志上发表了题为“基于祖先重组图重建古今人类群体遗传系谱的研究进展及展望”的综述文章。该综述介绍了 ARG 重建的理论基础，并综述了遗传系谱的早期应用与构建 ARG 的方法及其进展，进一步探讨了 ARG 的应用潜力和重建 ARG 面临的挑战与未来展望，旨在加深对 ARG 理论基础和应用场景的理解，推动 ARG 在演化基因组学和医学基因组学中的应用。

遗传 Hereditas (Beijing) 2024 年 10 月, 46(10): 849-859
www.chinagenet.cn

基于祖先重组图重建古今人类群体遗传系谱的研究进展及展望

杨青鑫^{1,2,3}, 王萌鸽^{2,3}, 刘超⁴, 袁慧军², 何光林^{2,3}

1. 昆明医科大学法学院, 昆明 650500
2. 四川大学华西医院罕见病研究院, 成都 610000
3. 四川大学考古科学中心, 成都 610000
4. 广东省毒品实验技术中心(国家毒品实验室广东分中心), 广州 510000

公众号 · 考古科学 SCU

随着古今人群大规模基因组资源的公布、计算生物学工具的革新及大数据挖掘相关算力的提升，基因组学领域正在经历一场革命性的变化。这些进步和变化不仅显著加深了人们对人类起源、迁徙及混合等复杂演化历程的理解，而且也揭示了这些过程对人类疾病健康状态的影响，加速了人们对人类健康和疾病遗传学基础的研究，还为挖掘人类基因组中记载的群体演化历史及疾病遗传学基础的演化轨迹提供了新的途径。祖先重组图 (ancestral recombination graph, ARG) 技术，通过分析全基因组中不同区域的重组事件和共祖特征，重建了基因组片段之间的演化关系。ARG 记录了所研究基因组序列分歧以来的所有共祖和重组事件，并指明了每个基因组位置的完整系谱，是基因组分析的理想数据结构。

本综述主要包括 5 个部分内容：

(1) ARG 重建的理论基础。即使是表面上看似无关的个体，若追溯到足够久远的时间，理论上均可以找到一个共同的祖先。这表明所有现代人类之间存在着潜在的遗传联系。DNA 片段通过特定

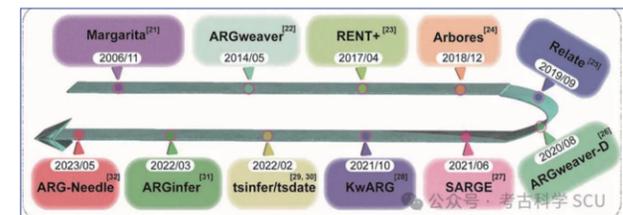
路径传递至共同祖先，从而构成了该基因组位置的局部遗传系谱。

(2) 遗传系谱的早期应用。法医遗传学家利用遗传系谱来识别案件嫌疑人以及失踪人口的身份，破获了一系列诸如金州杀人案 (Golden State Killer) 和鹿皮女孩案 (Buckskin Girl) 等冷案、积案。

(3) 构建 ARG 的方法及其进展。自 Hein 等在 1990 年首次引入基于简约法构建 ARG 以来，目前已经开发了 20 多种方法用于 ARG 的构建，本文选取被研究者们广泛使用的四种方法进行了介绍。

(4) 演化基因组学的应用。演化基因组学的一个核心议题在于如何最有效地表示和分析基因组多样性，以洞察塑造生物演化历史的关键过程、力量和事件。基于 ARG，我们可以筛选自然选择信号，推断等位基因的频率的时空演化轨迹，构建现代和古代人类基因组的统一遗传系谱，识别尼安德特人和丹尼索瓦人的遗传渐渗。

(5) 基因型填补和系谱关联分析。基因型填补 (genotype imputation) 是一种成熟的策略，可以增强基于芯片数据的关联研究的效能，基于 ARG 我们能够识别并利用那些在参考面板 (haplotype reference panel) 之外的遗传变异。



构建 ARG 的方法学进展

总的来说，整合遗传系谱关系和基因组变异数据，不仅对群体和个体遗传学有重要价值，还可以纠正遗传关联研究中罕见和常见变异的地理混杂差异，有力推断潜在的演化事件、过程和参数，如突变时间、自然选择和古代群体之间的接触。此外，树序列可用于整合不同数据源，并构建可随新变异发现而更新的人类基因组变异的参考系谱树序列结构。这种结构结合高效的树序列算法，可以实现多样化的统计遗传操作，包括基因分型、基因型填补和单倍型定相。同时，这种结构还可用于以保护隐私的方式有效地共享数据，即通过根据推断的祖先而不是单个样本来描述数据集。

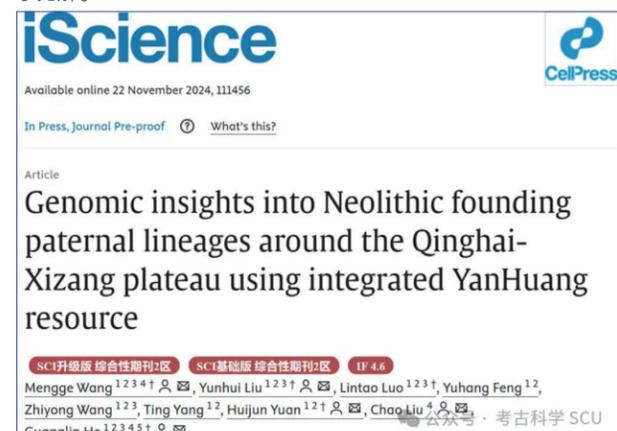
四川大学考古科学中心、四川大学华西医院罕见病研究院袁慧军教授、何光林副研究员，广东省毒品实验技术中心（国家毒品实验室广东分中心）刘超院士为文章共同通讯作者，昆明医科大学法学院硕士研究生杨青鑫和四川大学考古科学中心、四川大学华西医院罕见病研究院王萌鸽博士为文章共同作者。相关工作得到国家自然科学基金、四川大学考古科学中心开放课题、国家社会科学基金重大项目、四川大学华西医院 1.3.5 等项目的资助。

RESEARCH PROGRESS

科研成果

22. 基于炎黄基因组资源揭示青藏高原古今人群丰富的Y染色体多样性及其复杂的父系遗传历史 (Genomic insights into Neolithic founding paternal lineages around the Qinghai-Xizang plateau using integrated YanHuang resource)

四川大学考古科学中心、四川大学华西医院罕见病研究院的袁慧军教授/何光林副研究员团队,联合广东省毒品实验技术中心(国家毒品实验室广东分中心)的刘超院士研究团队,在《iScience》上发表了题为“Genomic insights into Neolithic founding paternal lineages around the Qinghai-Xizang plateau using integrated YanHuang resource”的论文。该研究整合了来自9901个个体的炎黄队列Y染色体数据,揭示了旧石器时代和全新世人口演化事件如何塑造了青藏高原的复杂的父系谱系和丰富的遗传多样性。该工作识别了两个与藏缅语群体相关的父系奠基者谱系,它们在约5000年前经历了星状扩张,并明确了汉藏语系人群之间的迁徙通道及其共享的父系起源,为理解藏缅语群体的演化历史提供了重要的遗传学见解。



演化与遗传演化历史一直是科学家们研究的热点。在东亚这片古老而神秘的土地上,青藏高原的史前居民及现代藏缅语族群,以其独特的高海拔适应能力而闻名。从黄河流域的粟作农民到长江流域的稻作农民,再到多样化的旧石器时代狩猎采集者,这些群体之间的混合与迁移事件,奠定了古代和现代东亚人群在时空上的多样性基础。汉藏语系及人群的起源和传播路径一直是多学科研究的热点,而本研究通过炎黄队列资源,为我们提供了探索这一问题的新视角。通过整合9901名现代及古代个体的Y染色体数据,揭开了青藏高原祖先人群与中国北方粟作农业人群之间的紧密的遗传联系。这项研究不仅揭示了两个与藏缅语族群密切相关的重要父系谱系D-Z31591和O-CTS4658,还强调了高原与中国低地之间的关键迁徙路径,为我们理解东亚地区复杂的人口动态提供了重要线索。

本研究基于炎黄队列的Y染色体基因组资源,整合新检测的Y染色体数据和早期发表的中国人基因组资源,分析了来自38个民族和34个省份的9901个个体的数据。通过整合现代和古代数据,构建了1,297条高分辨率Y染色体数据集,揭示了藏缅语族群在旧

石器时代的共同父系起源。这些祖先群体与东亚低地人群约在6.5万至7.5万年前产生分化,并在随后的演化过程中经历了长达1.9万年的瓶颈效应。

全新世时期,这些群体发生了显著的扩张,形成了两个关键谱系:D-Z31591和O-CTS4658。这两个谱系在约4692至7040年前经历了大规模扩张,与青藏高原及藏羌走廊区域的农业发展与生态环境变化密切相关。D-Z31591谱系在约4692至6663年前迅速扩张,主要集中于藏族人群,并与高原地区粟和大麦农业的传播时间高度一致。

本研究在地理分布广泛的藏缅语人群中鉴定出44个Y染色体单倍群,包括木里藏族、成都藏族、青海藏族、凉山彝族和定结夏尔巴族。单倍群多样性差异显著。

通过Y-STR单倍型分析,研究揭示了藏缅语群体内部及与其他群体间的重要遗传关系。青藏高原藏族群体之间遗传相近,而定结夏尔巴族表现出显著的遗传孤立性,与低地汉族群体的联系更为密切。

结合27个Y-STR和157个Y-SNP标记,本研究构建了MJ网络,揭示了藏缅语族群主要单倍群的分布模式及演化轨迹。AMOVA分析显示,基于157个Y-SNP的组间遗传变异显著高于27个Y-STR,尤其在基于族群分类中,组间变异分别为15.32%和5.41%。

通过对整体炎黄基因组资源的分析,本研究筛选出918例D-Z31591谱系和3,388例O-CTS4658谱系样本。地理分析显示,这些谱系的形成与中国北方俗作农业人群之间的紧密联系,进一步的ADMIXTURE拟合祖源与父系成分之间的关联分析揭示,藏缅语群体核心父系谱系与粟作农业人群相关的东亚高地祖源成分存在显著关联。

本研究采用三种先进的Y-SNP基因分型技术,构建了一个宝贵的高原人群研究相关的遗传资源,解析了古今青藏高原人群丰富的遗传多样性和复杂的起源过程,为法医遗传学和分子人类学研究提供了重要支持。分析结果揭示了Y-STR等位基因变异与明确单倍群之间的强相关性,为从Y-STR单倍型预测单倍群提供了理论框架。

四川大学考古科学中心/四川大学华西罕见病研究院袁慧军教授、何光林副研究员和王萌博士,广东省毒品实验技术中心(国家毒品实验室广东分中心)的刘超院士为共同通讯作者。四川大学考古科学中心/四川大学华西罕见病研究院王萌博士,四川大学考古科学中心/四川大学华西罕见病研究院与重庆医科大学联合培养研究生刘运辉硕士研究生、罗林焘硕士研究生为共同第一作者,相关工作得到国家自然科学基金、四川大学考古科学中心开放课题、国家社会科学基金重大专项、公安部开放课题、四川大学华西医院1.3.5等项目的资助。



05

**MEDIA
REPORTS**

媒体报道

MEDIA REPORTS

媒体报道

MEDIA REPORTS

媒体报道

01



道中华之美 美中华之道

【道中华】考古证据不支持“藏族南来说”

02



— 亿万年轻人的生活方式 —

【封面】复原中国西南山地古代冶金术 川大冶金考古团队取得突破性进展 | 文化中国行

03



【中国网】渠县城坝遗址汉代冶铁技术登上国际考古期刊

04



【四川大学】我校中国西南山地考古团队入选首批教育部哲学社会科学创新团队

05



【科普中国】首次揭示！黄牛如何快速适应青藏高原的极端环境？

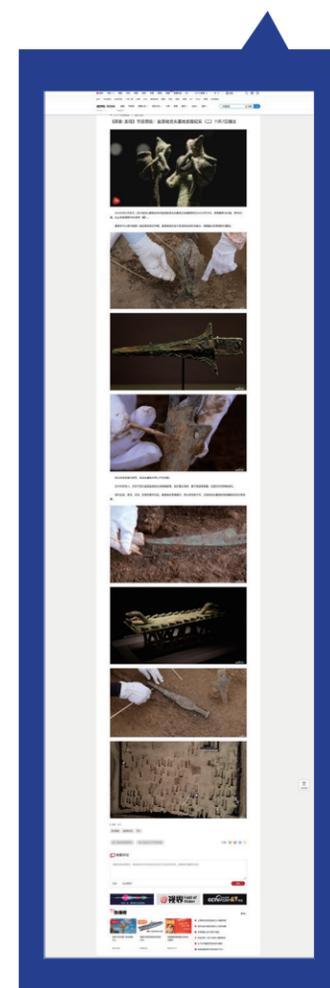
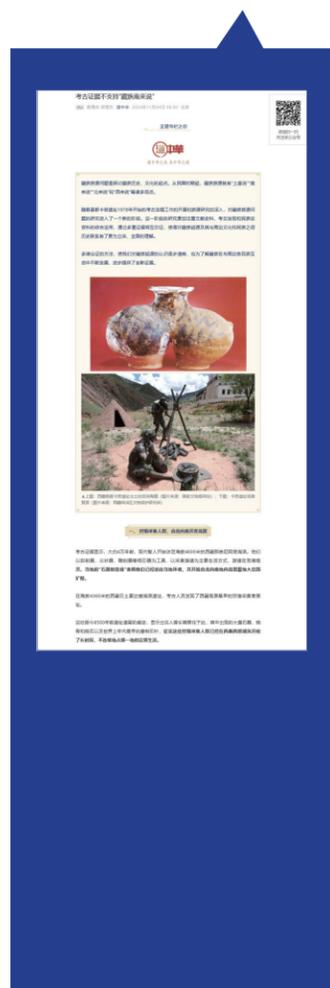
06



2024年11月7日，《探索·发现》《2024考古进行时》第三季《盐源龙头墓地发掘纪实（三）》在CCTV-10科教频道播出。

07

欧亚大陆青铜时代中的三星堆：九十年后的国际省思”国际学术研讨会



- 【红星新闻】纪念三星堆发掘90周年 | 国际考古专家齐聚川大 深入讨论青铜文化 - 四川大学 Sichuan University
- 【四川新闻联播】中外学者齐聚成都 共话国际视野下的三星堆 - 四川大学 Sichuan University
- 【封面新闻】当三星堆遗址考古发掘走过90年 它如何在中国考古史上留下浓墨重彩的一笔? - 四川大学 Sichuan University
- 【学习强国】三星堆国际学术研讨会在成都启幕：九十年考古历程，全球智慧共探新未来 - 四川大学 Sichuan University
- 【川观新闻】“欧亚大陆青铜时代中的三星堆：九十年后的国际省思”国际学术研讨会在四川大学举行 - 四川大学 Sichuan University
- 【新华社】《三星堆考古九十年》新书发布 - 四川大学 Sichuan University
- 【人民网】“欧亚大陆青铜时代中的三星堆：九十年后的国际省思”国际学术研讨会在四川大学举办 - 四川大学 Sichuan University
- 【CGTN】International Symposium on Sanxingdui: Strengthening international cooperation in Sanxingdui research- 四川大学 Sichuan University

06

CHRONICLE OF EVENTS

大事记

CHRONICLE
OF EVENTS

2024 年大事记

2024 年 3 月 4 日 新疆塔里木大学历史学院一行到四川大学考古科学中心实验室参观

2024 年 4 月 20 日 全国哲学社会科学规划办副主任操晓理一行调研四川大学考古科学中心实验室

2024 年 4 月 22 日 辽宁大学考古文博学院金旭东院长一行考察四川大学考古科学中心

2024 年 7 月 3 日 西北工业大学文化遗产研究院一行到四川大学考古科学中心开展教育实践活动

2024 年 8 月 10 日 四川大学考古科学中心发布中心开放课题申请

2024 年 9 月 18 日 青海考古研究所一行参观考察四川大学考古科学中心

2024 年 10 月 31 日 四川大学考古科学中心公示中心开放课题立项课题

2024 年 12 月 17 日 西藏文研所李林辉所长一行参观四川大学考古科学中心





四川大学 考古科学中心
SICHUAN UNIVERSITY Center for Archaeological Science

