

NEWSLETTER

# 考古科学中心通讯 I

CENTER FOR ARCHAEOLOGICAL SCIENCE  
NEWSLETTER

第1期 (总第1期)

第一期 (2023)

总第一期





## 主任致辞

1982年，我校童恩正先生与哈佛大学张光直先生计划在四川大学设立几个当时在中国还没有的考古学实验室，包括碳十四实验室、动植物考古、地质考古，但由于诸多原因，未能成功。40年过去了，全世界的考古学发生了天翻地覆的变化。

从卫星成像到物理、化学和生物分析，越来越多的跨学科成就使考古学更为迷人：高精度AMS测年和贝叶斯统计让考古遗址的年代越来越精确；微量元素溯源让物品的生命史更为生动；古DNA拓宽考古学文化扩散背后的人口迁徙历史；动植物和同位素分析让过去的日常生活更为鲜活。“考古科学”似乎成了一个不再被争论的术语，以“考古科学”为名的杂志（JAS）已成了全世界最大的考古科学研究领域出版商，每年发表的文章以百计；考古学家的论文也频繁的出现于CELL、NATURE、SCIENCE等国际顶级科研期刊，全世界考古学家都在不同程度地与科学有着更紧密的关系。今天中国几乎每一个主动发掘的考古遗址都用上了程度不等的科技手段，我们四川大学的考古学科也有了12个基础的科技考古教学实验室。

这些都显示了考古学和其他科学之间的衔接越来越流畅，考古科学正处于人文社会科学领域跨学科研究的最前沿。考古学也尝试探索越来越宏大的主题：人类如何塑造了我们赖以生存的世界？我们如何应对人类世的挑战？每一次技术革新、每一种动植物的驯化、每一波的人口迁移，都决定了我们今天所处的现代世界。

今天的考古学家，是在人文社会科学和传统的硬科学的交汇之处开展工作。面临着无数可能，也面临着无数挑战。机会是我们有可能会知道的越来越多，挑战则是，我们有可能难以摸到“历史的大象”。我们必须牢记考古学的史学和人文初衷，也要对前沿的科学技术有基本了解。这也是我们成立考古科学中心的初衷：我们希望集合各种背景的学者：包括生物学、化学、物理学、历史学等；我们都有一个共同的目标，那就是彼此学习，共同协作，以前沿科学方法，解决历史问题。与其说我们建设了一个研究机构，不如说我们搭建了一个相互学习、交叉协作的网络。我们期望探索更先进的科学方法，从无机到有机、从孤立的单件文物到规模恢弘的大遗址，去追溯波澜壮阔的历史转变，去实现文物的永久保存和永续利用。总之，我们希望发掘解析中国大地上百万年的人类活动史、万年的文化史、五千年的文明史中更多的信息，也希望中华文明的伟大瑰宝能够在千百年后仍然散发着绚烂的光泽。

能够成为这个科学中心的一员，我和我的同事们都倍感光荣。在这样一个充满活力领域，在有限的学术生涯里，我们会尽力共同探索更好的研究工具，产出更好的研究成果，为这个中心成为一个名副其实的世界知名考古科学中心尽一份力。我代表考古科学中心，对学界、学校，对各级行政主管部门的支持表示感谢，也感谢各位学界前辈、各位领导对于川大考古事业的关心和支持！

A stylized white signature in cursive script, reading '张光直' (Zhang Guangzhi).

四川大学考古科学中心  
2022年11月18日

# CONZENT

## 目录

- 01  
学术委员会
- 02  
工作委员会
- 03  
揭牌仪式
- 04  
实验室简介
- 05  
实验室项目
- 06  
人才培养与条件建设
- 07  
学术活动
- 08  
科研成果
- 09  
大事记

# 01

## ACADEMIC COMMITTEE

---

### 学术委员会

中心实行学术委员会指导下的主任负责制。学术委员会为中心的最高学术决策机构。中心主任、实验室主任联席会议为执行机构。

## 学术委员会主任



霍巍

四川大学杰出教授、考古文博学院教授  
四川大学历史文化学院学术院长  
四川大学博物馆馆长

## 学术委员会成员

按照姓氏首字母排列



陈发虎

中国科学院院士  
中国科学院青藏高原研究所  
研究员



付巧妹

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员  
中国科学院古脊椎动物与古人类研究所分子古生物学实验室主任



甘霖

四川大学历史文化学院教授  
四川大学党委书记



宫本一夫

美国艺术与科学院院士  
四川大学特聘教授  
九州大学人文科学研究院教授



高星

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员  
中国科学院古脊椎动物与古人类研究所古人类研究室主任



李光宪

四川大学高分子研究所所长  
四川大学高分子材料工程国家重点实验室主任



李水城

美国艺术与科学院院士  
四川大学文科讲席教授



梅建军

剑桥大学李约瑟研究所研究员  
剑桥大学李约瑟研究所所长  
德国考古研究院通讯院士



石碧

中国工程院院士  
四川大学碳中和未来技术学院院长



王毅

四川省文物局党组书记  
四川省考古学会名誉会长



王玉忠

中国工程院院士  
四川大学化学学院教授



吴小红

北京大学博雅特聘教授  
国家文物局考古年代学重点科研基地主任



02

WORKING  
COMMITTEE

---

工作委员会

## 工作委员会主任



吕红亮

四川大学考古文博学院教授  
四川大学历史文化学院（旅游学院、考古文博学院）院长  
四川大学考古科学中心主任

## 工作委员会副主任



邹勇

四川大学科学技术发展研究院  
副院长  
兼重大项目与基地管理部部长



安竹

四川大学原子核科学技术研究所  
研究员



张帆

四川大学考古文博学院  
特聘副研究员



吕弋

四川大学化学学院教授  
四川大学分析测试中心主任



第宝锋

四川大学建筑与环境学院教授  
四川大学人事处副处长



原海兵

四川大学考古文博学院副教授  
考古学国家级实验教学示范中心（四川大学）常务副主任

## 工作委员会成员



胡越

四川大学考古文博学院  
特聘副研究员



梁伟波

四川大学华西  
基础医学与法医学院教授  
四川大学华西  
基础医学与法医学院副院长



黎海超

四川大学考古文博学院教授



李兰

四川大学考古文博学院副教授



张卫华

四川大学计算机学院（软件学院、  
智能科学与技术学院）副教授

03

OPENING  
CEREMONY

---

揭牌仪式



## OPENING CEREMONY

### 揭牌仪式



揭牌仪式暨“考古科学新进展”学术论坛

2022年11月18日，四川大学考古科学中心成立仪式通过线上线下相结合的方式在我校国家双创示范基地举行。国家文物局副局长关强、四川大学党委书记甘霖、四川省和德阳市相关单位负责人、中国科学院院士陈发虎、中国社会科学院学部委员陈星灿、北京大学教授吴小红、四川大学杰出教授霍巍等专家学者代表及四川大学相关校领导、相关单位负责人出席成立仪式。

关强在致辞中表示，国家文物局将继续大力支持川大考古学科的发展，希望川大进一步开放合作、固本培元、探索未知，为事业拓新局、为行业育新人、为学术谱新篇，在建设中国考古学学术体系、学科体系、话语体系中作出更大贡献。陈星灿、吴小红和王毅在致辞中对中心的成立表示祝贺，希望中心取得更加丰硕的成果，有力推动我国考古事业发展。

甘霖在讲话中指出，考古科学中心的成立是学校贯彻落实习近平总书记重要讲话精神和党中央决策部署的重要举措，得

到了省委省政府和相关部门的大力支持。中心要始终坚持一流标准，积极承担国家重大任务，产出一流成果、培养一流人才，早日建成在国内名列前茅、具有国际影响力的考古科学中心。切实发挥多学科交叉作用，不断提升实验承载能力和成果产出水平，探索多学科交叉联合创新的有效路径。充分利用区域资源独特优势，聚焦前沿问题研究，深挖古蜀文明等遗珍，形成优势特色和核心竞争力。始终秉持开放合作理念，加强交流合作，打造具有国际影响力的研究基地，为建设中国特色、中国风格、中国气派的考古学贡献川大力量。

会上，与会领导共同为四川大学考古科学中心揭牌。中心由考古测年实验室、分子考古实验室、考古材料与文物保护实验室、地学考古实验室以及囊括海内外超过一万件/套样本的考古资源库组成。重点聚焦古代文明起源与演化过程，区域史前社会与文明起源，古代工艺科技、文物保护关键技术等考古科学前沿问题，开展多学科协同创新，深化国际交流合作，阐释

# SICHUAN UNIVERSITY CENTER FOR ARCHAEOLOGICAL SCIENCE

人类命运共同体的历史渊源。

11月18日，“考古科学新进展”学术论坛在学校国家双创示范基地举行。中国科学院院士、中国科学院青藏高原研究所所长陈发虎，四川省文物考古研究院研究员冉宏林，我校杰出教授霍巍、文科讲席教授李水城、考古文博学院副研究员张帆等专家学者通过线上线下相结合的方式，围绕考古科学前沿领域作学术交流。霍巍主持学术论坛并作总结发言。

陈发虎以“高原人类活动历史第二次科考和史前人类走上高原研究进展”为主题，介绍了地理科学在研究人类生存环境的空间差异、时间演变等主题上与考古学的深层交汇，并聚焦青藏高原第二次科考中十大任务之“人类活动与生存环境安全”的进展情况，通过白石崖溶洞遗址丹尼索瓦人的确认、藏北尼阿底旧石器遗址、青藏高原早期农业扩散与永久定居等若干重要考古发现，勾勒了近年来我国学者对理解青藏高原人类活动和环境变化上取得的重要进展。

李水城以“一个考古学家对考古科学的认识”为主题，从考古学的定义出发，讲述了考古学的诞生、发展过程中自然科学所起到的关键作用。他指出，从达尔文进化论到当下的三星堆遗址等多学科交叉研究、水下考古等多技术手段以及运用“法医技术”追踪人类历史痕迹的专门领域，都是以科学技术的

创新推动为指引的，但考古学要回答的问题本质上还是人文的。

冉宏林以“多学科融合——以三星堆祭祀区考古工作为例”为主题，着眼三星堆研究的最新进展，与大家分享了以“考古+科技”融合类等方式开展多学科考古的经验，并就三星堆祭祀区出土相关案例进行了重点介绍。他指出，三星堆遗址祭祀区新发现的考古工作集中体现了多学科交叉、大团队合作的优势，为新时代中国特色、中国风格、中国气派的考古学的建设摸索出一套较为成熟的科研创新路径。

张帆以“古DNA构建新疆史前人群的遗传起源与迁徙动态”为主题，围绕新疆地理位置、最早的青铜文化等方面，与大家探讨了小河人群来源的几种假说。发现其遗传成分主要来源于欧亚大陆东部地区一支古老的遗传谱系，遗传结构的形成在距今9000年左右，经历了长期的遗传隔绝，最终保持了古老的遗传成分。他还对小河文化人群的牙结石蛋白进行组学分析，对古DNA的研究进行了展望。

霍巍在总结发言中对中心成立的历史背景、时代愿景进行了阐述。川大是我国较早设置考古专业的大学之一，具备较强的考古学科实力和多学科办学优势，历经几代川大人的不懈努力，产出了系列重要成果，培养了大批专业人才。中心是学校深入学习贯彻党的二十

大精神的重要举措，集合了16个相关学院（单位）资源力量正式组建而成。他表示，中心将更加主动更有成效地开展考古工作，重点聚焦古代文明起源与演化过程，区域史前社会与文明起源，古代工艺科技、文物保护关键技术等考古科学前沿问题，开展多学科协同创新，深化国际交流合作，阐释人类命运共同体的历史渊源，为学校推进“双一流”建设特别是新文科建设作出更大贡献。

会后，中心主任吕红亮在接受采访时表示，全世界的考古学发生了天翻地覆的变化，从卫星成像到物理、化学和生物分析，越来越多的跨学科成就使考古学更为迷人，“考古科学”似乎成了一个不再被争论的术语。今天中国几乎每一个主动发掘的考古遗址都用上了程度不等的科技手段，这些都显示了考古学和其他科学之间的衔接越来越流畅，考古科学正处于人文社科领域跨学科研究的最前沿。他表示，中心由考古测年实验室、分子考古实验室、考古材料与文物保护实验室、地学考古实验室以及囊括海内外超过一万件/套样本的考古资源库组成，中心成立后将总体上厘清中国西南地区的文明化进程等前沿问题。

(转载自四川大学新闻网)

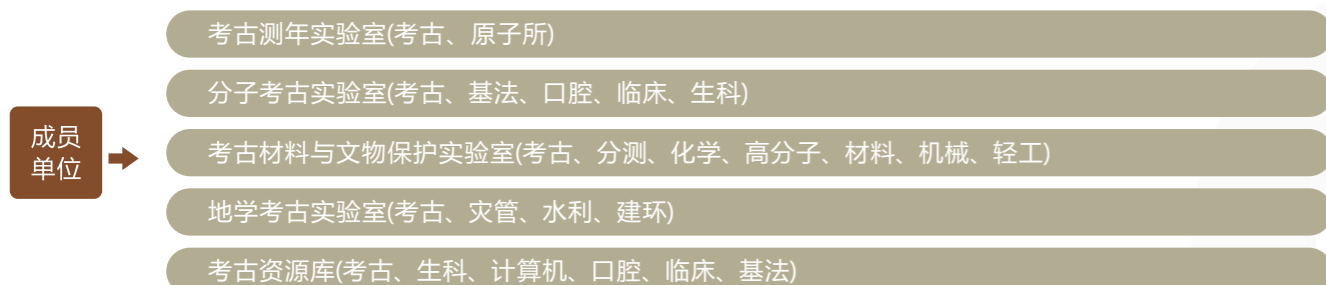
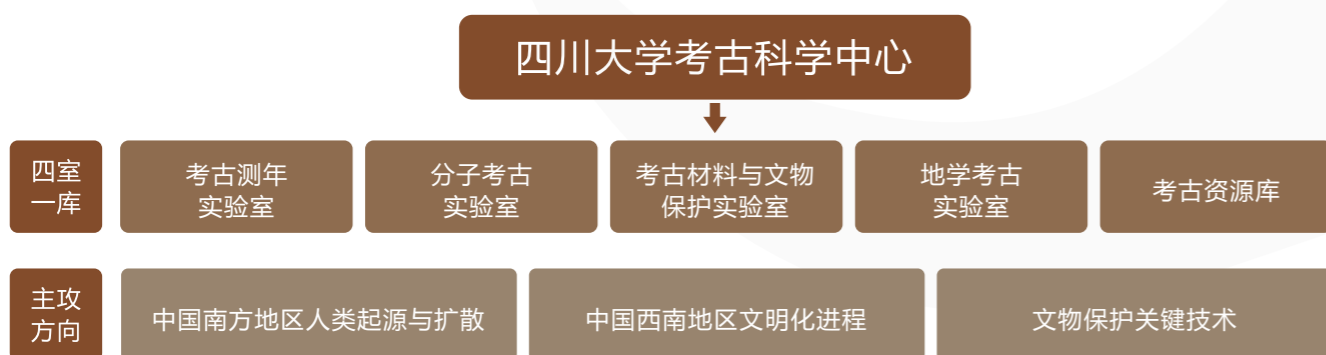
# 04

## INTRODUCTION OF THE LABORATORY

---

### 实验室简介

考古科学中心立足西南地区丰富考古资源，充分发挥我校文理工医地等学科门类齐全的综合优势，多学科交叉融合的引领作用，聚焦考古科学前沿问题，力争在古代人类起源演化过程、古代工艺与科技、早期文明演进中的人地关系、文物保护关键技术研发等领域取得重大突破，建成具有国际影响力的考古科学高地、高层次人才培养中心，引领国内考古科学发展方向。



## ARCHAEOLOGICAL DATING LABORATORY

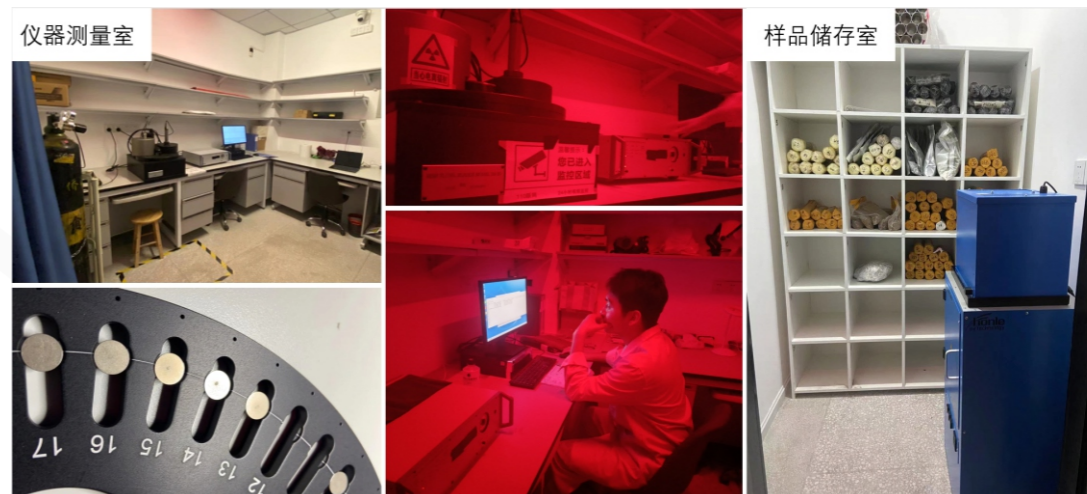
### ① 考古测年实验室

考古测年是确定考古遗址年代信息的重要方法，通过绝对年代数据可以建立史前考古学文化年代框架，为考古和历史研究提供重要基础。

考古测年实验室主要建设光释光和碳十四两个测年平台，光释光测年平台可为旧石器时代遗址提供高分辨率测年结果，碳十四测年平台可以针对5万年以内的考古遗存进行年代判定。

光释光测年：四川大学科学中心拥有较为完备的光释光年代学实验平台。配备有Risø - DA-20 C/D测年仪、Honle太阳模拟器等测年设备，是西南地区唯一以考古学需求为导向、以国际先进测量标准建设的实验室，可为旧石器时代遗址（如稻城皮洛遗址、招果洞遗址提）供高分辨率测年。

碳十四测年：考古科学中心共建单位原子核科学技术研究所（720）所拥有大型加速器质谱仪，通过配置碳十四测年专用小型加速器质谱仪，建成国际测量标准的考古测年实验室，以满足我国西部地区及东南亚、南亚等地考古测年的需求。



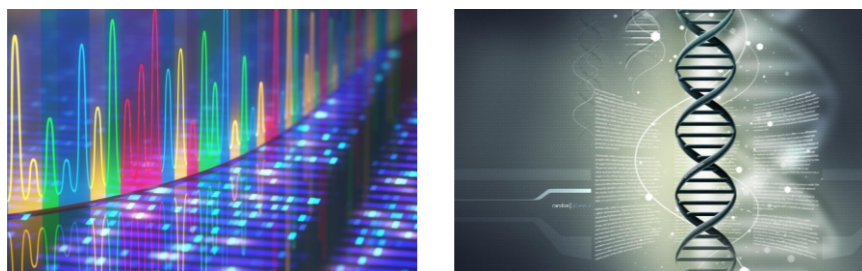
## MOLECULAR ARCHAEOLOGY LABORATORY

### 分子考古实验室 ②



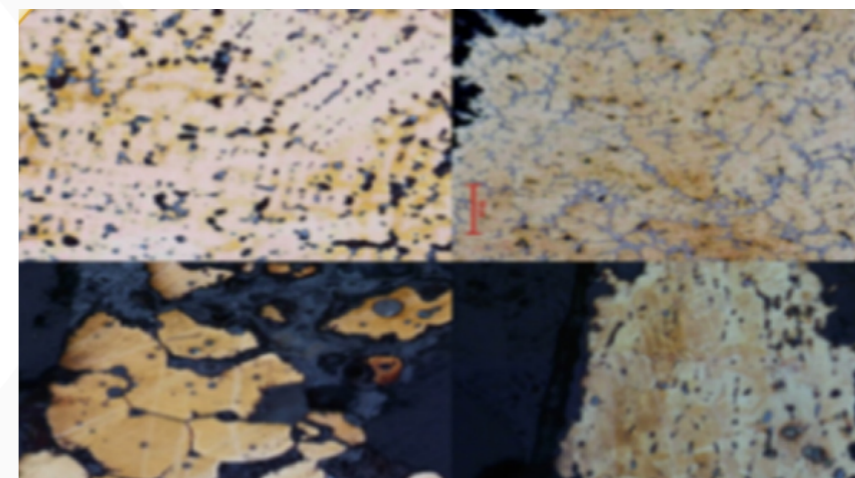
分子考古是利用现代分子生物学技术提取和分析古蛋白、古DNA遗传信息，研究人类起源、族群演化、社会结构的重要手段。分子考古实验室主要建设古DNA和古蛋白两个实验平台。

考古科学中心具备古DNA提取设备与技术，共建单位华西基础医学与法医学院、生命科学学院、华西医院罕见病研究院等，拥有新一代DNA测序、同位素质谱、蛋白组学分析设备。



## ARCHAEOLOGICAL MATERIALS AND CONSERVATION LABORATORY

### ③ 考古材料与文物保护实验室



考古材料研究是通过显微观察、成分测定、生物化学标记物分析，解析文物产地和工艺、生产流通、文化交流的手段，也是开展有效保护的前提。

四川大学考古科学中心拥有金相显微镜、ICP-MS等设备，共建单位分析测试中心、材料科学与工程学院、机械工程学院、化学学院、轻工科学与工程学院、原子核科学技术研究所、高分子科学与工程学院拥有GC-MS、XRD、Micro-CT等设备，整合资源建成综合性考古材料实验室，为文物材质分析与保护提供技术支持。



## GEOARCHAEOLOGY LABORATORY

### ④ 地学考古实验室



地学考古是利用地球科学技术准确定位遗址、获取遗址高分辨率地理地貌及环境信息，是研究古代人类与环境互动关系的重要手段。

地学考古实验室主要建设考古物探与环境考古两个实验平台。

四川大学考古科学中心拥有多套RTK、大型测绘无人机、粒度分析仪等设备，共建单位灾后重建与管理学院、水利水电学院、建筑与环境学院拥有GPR探测设备、岩性鉴定等设备，整合资源建成地学考古实验室，为提升考古遗址勘察准确度、分析重建古代遗址生态环境提供支撑。



## ARCHAEOLOGICAL RESOURCE AND DATA PLATFORM

### ⑤ 考古资源库



考古资源库是指将田野和实验室获得的遗物和研究数据建库保存，拟重点建设西南地区古代人类骨骼、动物、植物、文物标本资源库以及数字资源库。

四川大学考古科学中心依托西南地区考古机构搜集古代人群、动物、植物、石器、铜器等样本超过一万件/套，年代跨度从旧石器时代到明清时期，涵盖川、渝、云、贵、青、藏、晋、陕等地，还包括老挝、斯里兰卡等国家地区的海量考古材料并积累了大量古代动植物研究数据，依托古蜀文明传承与创新工程建立的“古蜀冶金数据库”和“古蜀人骨数据库”积累了一批研究数据。此外，共建单位生命科学学院建有百万量级现代动植物标本库，华西医院拥有海量现代人群健康与遗传数据资源，为动植物考古标本的精确对比、鉴定、系统研究奠定基础。



# 05

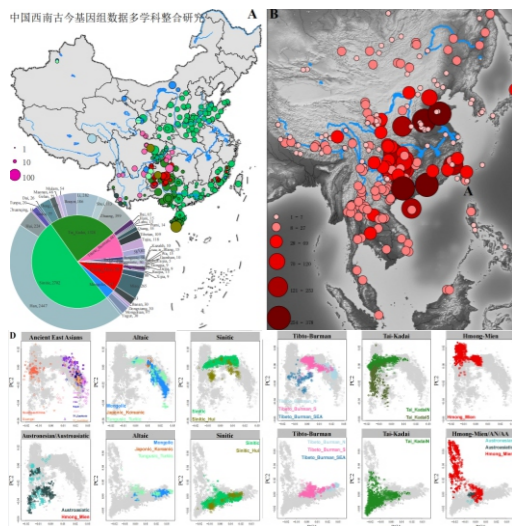
## PROJECTS FUNDED

---

### 实验室项目

2023年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，2023年设立开放课题，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年度开放课题经过第三次主任联席会议评议，资助重点项目4项，一般项目7项。

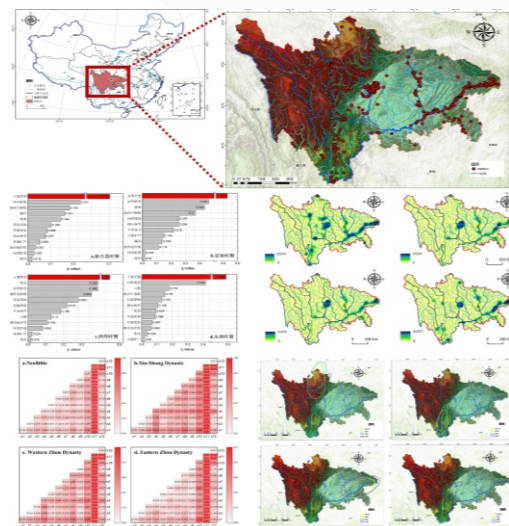
## KEY PROJECTS 重点项目



### 何光林 (四川大学华西医院罕见病研究院)

#### 中国西南古今基因组数据多学科整合研究

人类基因组学研究存在明显的欧洲人群偏倚、非欧洲人群遗传多样性代表性不足且群体特异性基因组数据库缺乏等问题，严重限制了人类基因组学新理论的探索和新技术的研发。为填补人类基因组研究中中国人研究的空白并全面解析各族群的精细遗传背景，构建针对多地域和全民族覆盖的群体特异的高质量全基因组数据成为解决这一重大科学问题的关键方案。我们将基于课题组主持的中国人群万人基因组计划(10K\_CPGDP)和十万例罕见病患者基因组测序计划(GSRD-100KWCH)对中国古今人群进行系统且全面的遗传学研究，基于高通量二代测序数据筛选出具有遗传多样性代表的样本开展中国人广泛基因组群体遗传学研究。本项目旨在建立高质量的中国古今人群全基因组数据库、识别中国人群丰富的基因组多样性和精细遗传结构、探索人群遗传分化的形成机制、解析不同人群的环境适应性机理、重建与古人类遗传互动的模式。基于精细人群背景的解析，我们将进一步甄选东亚人群特异性的、多用途的法医学多遗传标记组合，构建个人识别、亲缘关系鉴定和溯源兼顾的高分辨率法医学体系，建设体系对应的法医基因组学数据库并开发相应的统计推断算法。

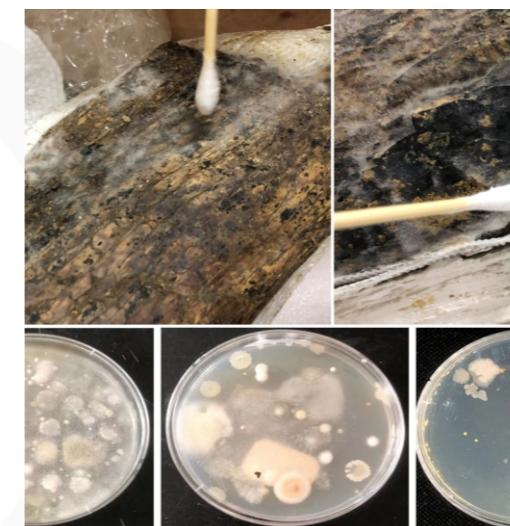


### 第宝锋 (四川大学-香港理工大学 灾后重建与管理学院)

#### 多源信息支撑下的古遗址基础信息库构建与人地关系研究

四川地区是长江水源涵养区和东西文明交融地，其孕育的蜀文化更是一部完整的民族文化地理分布和历史的缩影，是中华文明的重要构成。然而，四川地区的环境考古因所处自然与人文环境的复杂性使其数据集成困难、文明的时空演进及局地人地关系探究难度大，这是导致四川地区古文明研究缺乏客观化的重要归因。本研究围绕“四川地区古遗址基础信息库构建与人地关系研究”的迫切需求，针对四川地区古遗址，依托现有的研究成果及调查发掘实例，开发古陶瓷智能识别技术，结合赋存环境特征构建古遗址数据库和基础地理信息数据库；引入“3S”与机器学习等技术，探究四川地区文化遗址的时空分异格局及影响因素；基于四川地区典型流域，借助历史事件验证人居环境适应性的演化趋势及局地人地关系变化特征。最终厘清四川地区主要遗址演化趋势及影响因素，揭示包括灾害在内影响人居环境适应性的重要因子。成果以期对四川地区古文明推演与人地关系研究提供科学依据和实例参考。

## KEY PROJECTS 重点项目



### 谭雪梅 (四川大学生命科学学院)

#### 三星堆古象牙真菌无损检测技术研发与实体防控应用

三星堆古象牙是中华文化瑰宝，其出土后容易爆发严重微生物病害，真菌在代谢过程中分泌多种有机酸和色素，加速了古象牙的腐蚀。对古象牙关键腐蚀真菌进行在线监测，这对于制定文物防控策略具有重要指导意义，但是，目前还没有专门针对文物真菌无损的检测技术。因此，本项目将以课题组前期已鉴定出的三星堆古象牙上关键腐蚀真菌黑曲霉、青霉和被孢霉为靶标，基于近红外光谱、高光谱，结合三层径向神经网络，对处理后的光谱进行主成分的提取，以光谱的主成份作为径向神经网络的输入节点，进而探讨径向神经网络模型中的径向基隐含层神经元数和径向基网络的宽度常数，得到黑曲霉、青霉和被孢霉的神经网络模型，建立古象牙关键腐蚀真菌黑曲霉、青霉和被孢霉的快速、无损检测技术，进而推广至其他脆弱质文物真菌的在线监测，实现对文物腐蚀真菌实时、高效和精准监测和管理，为后期制定文物保护策略提供强有力的技术支持，这对于延缓文物的衰老具有重要的意义。



### 范念念 (四川大学水利水电学院)

#### 基于释光测年法的贵州旧石器时代洞穴的沉积学与年代学

贵州省地处中国西南部，地形以喀斯特地貌为主要特征。该地区大量的碳酸岩洞穴为古人类提供了良好的栖息和生活场所，具有丰富的古人类化石记录和旧石器文化遗存。由于洞穴遗址沉积环境的复杂性，使得对其年代的判断尤其困难。因为多数洞穴缺乏完整、原生的碳酸盐沉积，阻碍了铀系测年法的应用，同时由于碳十四测年的年代上限仅为5万年，故无法给超过5万年的旧石器时代早期和中期遗址进行定年。因此本研究将以释光测年为基础，系统性的对缺乏绝对年代结果的遗址进行定年，对已有测年结果但无释光年代的遗址重新测定年代。有望能够建立可靠、系统的贵州洞穴遗址的年代框，这将有助于对该地区不同遗址以及与中国其它地区乃至与欧洲、非洲的石器工业进行对比研究，进而探讨东亚地区在这一时期内和西方可能产生的基因和文化交流。同时这几个重要遗址年代的建立将有助于整个西南地区旧石器技术或文化发展序列的建立，从而有助于回答中国西南古人类居住和文化的连续性问题，对中国人类起源和迁徙的研究有重要意义。

## OTHER PROJECTS 一般项目

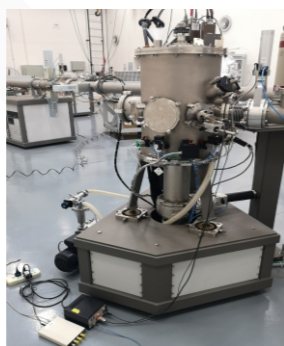
**张卫华** (四川大学计算机学院(软件学院、智能科学与技术学院))

### RTK和超高频RFID数据集成的田野信息记录与应用

考古发掘过程中需要对遗迹、遗物进行绘图、照相、三维信息采集等记录,并且针对遗物还要进行系统的影像以及发掘出土编号、地点、时间、品类、数量等野外信息记录等操作。以较短的外业工作时间准确记录田野发掘信息,保证数据完整可靠,进入室内整理阶段后保证数据可追溯、可还原对于考古学研究至关重要。本课题拟开发一套用于田野考古发掘现场的数据记录系统,以提高野外工作效率。同时,其还可以进一步应用于既存文物的数据管理。该系统由一台边缘计算基站和连接手机的多只定位采集终端、超高频RFID物资查询终端组成,数据基站实现差分定位基准点以及数据通信、数据备份存储功能,定位采集终端向手机拍照软件等提供厘米级高精度三维定位数据,超高频物资查询终端用于发掘物品装袋后的编码入库、转运及入库后的管理和查询工作。

系统设计一种便于手机扫描条形码、二维码以及超高频RFID扫描设备登记的物品存档一体化标签,在现场发掘时方便的登记入库,借助超高频标签的远距离批量读写特性,在转运和库存环节,提供流转监督和查找溯源的功能,提高物品管理效率,避免翻查过程中对发掘物造成损伤。

拟开发的记录设备,借助手机软件降低整套系统的使用成本,可靠保障发掘过程中数据准确性和可靠性同时,提高管理效率。对考古工作的数据集成做好服务。



**安竹** (四川大学原子核科学技术研究所)

### 基于加速器等技术的古代玻璃器分析

项目依托四川大学原子核科学技术研究所(720所)的3 MV串联静电加速器及其相应的离子束分析技术(PIXE检测等),针对斯里兰卡曼泰港遗址以及贵州贵阳大松山墓群出土古代玻璃样品进行成分以及产地的研究。

由于离子束分析等技术具有一次性分析元素范围广、所需样品量少、分析时间短、灵敏度高、可几种分析手段同时使用等优点,因此可用于上述古代玻璃样品的主量、微量元素成分分析,并对样品工艺、产地等问题进行研究,进而对可能存在的玻璃贸易路线进行复原或深入探究。也可借助该技术尝试建立西南地区古代玻璃数据库,以便后续研究。

另外,此前已通过其他科技分析手段获得了上述部分样品的成分数据,在这一项目中则可将既往的数据与此次经离子束分析等检测手段得到的数据相对比,或可摸索出一套适用于中国古代玻璃成分检测的更加高效易行的分析路径。

**李雨庆** (四川大学口腔疾病研究国家重点实验室)

### 西南山地古人群口腔微生物群落结构与功能研究

口腔微生物群落结构与功能的改变与人类的健康息息相关,与人类文明以及社会历史的发展也有紧密联系。研究口腔微生物群落结构和功能,能够为古人类学研究提供新的线索。然而,目前我国古人群口腔微生物群落组成、结构与功能的研究刚刚起步。本研究拟基于申请人前期在口腔微生物群落结构及致病机制研究方面的基础和优势,重点针对西南山地古人群牙结石中的微生物DNA开展研究,综合利用16S rRNA基因扩增及多样性测序、宏基因组测序、微生物基因组测序等技术,在此基础上开展生物信息学分析,结合古人群的饮食特点、年代地域、社会环境、历史事件等,调查西南山地古人群口腔疾病尤其是口腔感染性疾病的流行情况,建立西南地区古人群口腔微生物数据库并对其代表性细菌的致病特征进行深入探究,为我国古人类研究提供新的线索和支撑。

**梁伟波** (四川大学华西基础医学与法医学院)

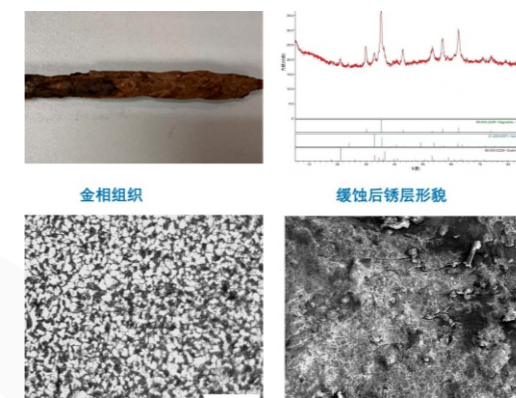
### 基于最小破坏采样法及新型遗传标记的西南地区古代人遗传多样性研究

近年来,古DNA研究能为考古学提供遗传证据进而成为了人类学及考古学领域的热点和前沿。我国西南地区古代人类文化遗存在考古学界占据十分重要的地位,但其古DNA研究仍处于探索阶段。目前,古DNA研究的难点在于古DNA提取方法及测序分析手段的进一步优化。本项目拟在申请人前期对古DNA提取技术的探索及课题组自建全基因组短片段微单倍型数据库基础上进一步优化古DNA研究流程。在最小破坏采样提取法基础上优化提取过程中裂解液和结合液的成分及比例,进一步扩展其保留的DNA短片段范围,形成最小破坏采样且保留最多短片段的优化提取方法。再利用50bp以内的微单倍型遗传标记设计杂交捕获探针文库进行建库、富集、测序,形成可获得短片段内确切单倍型分型的优化测序分析方法,从而进行古人类的遗传多样性分析。本项目拟建立一套针对西南地区古代人DNA研究的整体优化方案,以期对西南地区古代人类文化遗存进一步提供古DNA遗传证据,提高对西南地区古代人遗传多样性的认识。

**孙兰** (四川大学机械工程学院)

### 复合缓蚀剂对铁质文物带锈缓蚀保护作用研究

本项目将从铁质文物腐蚀原因出发,对现有国内外铁质文物的防护工艺技术进行调研总结,深入分析不同成分缓蚀剂和铁基体、铁锈层及复合缓蚀剂之间可能发生的化学反应,选出能稳定化锈层的复合缓蚀剂种类;研究不同含量复合缓蚀剂,分析缓蚀剂对铁质文物锈层的影响,发挥复配各组分良好的协同效应,探寻锈层稳定化机理,优化设计出可行的缓释效果好的复合缓蚀剂配方,对确定缓蚀剂种类和含量具有重要的指导意义。



**吕弋** (四川大学分析测试中心)

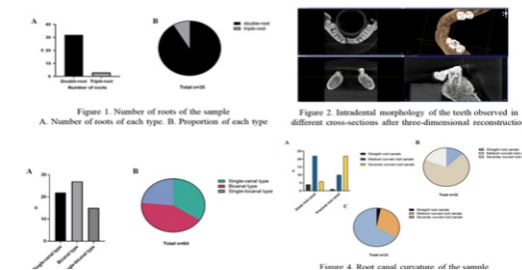
### 三星堆遗址出土绿松石及朱砂的同位素研究

本项目主要是对从三星堆遗址考古出土的绿松石及朱砂进行同位素研究,拟采用钨灯丝扫描电镜、EBSD分析系统、X射线光电子能谱仪、X射线荧光光谱仪、激光拉曼光谱仪电感耦合等离子体质谱仪等仪器。对绿松石进行微观形貌、元素、微量元素、同位素比值的观察和测定,使用仪器进行实验时,要保证绿松石样品无损,通过研究三星堆考古出土绿松石制品的研究,有助于后人认识和了解三星堆先民的审美需求、活动范围、资源获取、产品加工等多方面的生活形态,并在一定程度上反映古人物资交易、文化交流背后的资源策略与绿松石产业链的形成、发展及其对文明进程的影响;对三星堆出土朱砂进行定性分析及同位素分析,探究三星堆出土朱砂的硫、汞同位素值特征,通过与国内主要汞矿、汞同位素的对比讨论三星堆朱砂的矿料来源。

**韩琪** (四川大学华西口腔医学院)

### 四云南武定新村遗址人群下颌牙齿骨髓根管锥形束CT分析

Using cone-beam CT to analyze Root canal morphology of the first molar in the mandible of an ancient population from the Wuding site, Yunnan, China



本课题基于云南武定新村遗址尚存下颌骨骼及牙齿的个体,将现代口腔医学、考古学、古病理学学科优势与现代专业测量技术进行交叉融合,利用锥形束CT扫描,分析其根管的解剖形态。通过运用现代口腔医学方法及设备研究考古出土人类牙齿根管形态,与现代接受CBCT检查的患者及现代样本的根管解剖形态进行对比,研究人类千年来演化过程中根管形态的变化,也为临床根管研究及治疗提供更多的参考。



# 06

## TRAINING PROGRAM AND FACILITY CONSTRUCTION

---

### 人才培养与条件建设

## INTERDISCIPLINARY TRAINING PROGRAM

### 跨学科人才培养

学生姓名	招生专业名称	导师姓名	备注
康路	临床医学	袁慧军	遗传学, 与考古科学交叉
吴饶	微生物学	孙群	微生物学, 与考古科学交叉
向元新	电子信息	雷文强	计算机科学, 与考古科学交叉
杜玮	考古学	李映福	科技考古
马文哲	材料学	白时兵	材料学, 与考古科学交叉
曾潇乐	环境科学与工程	黄成敏	环境学, 与考古科学交叉

## FACILITY CONSTRUCTION

### 设备采购和实验室建设

启动建设以来, 设备采购和实验室建设顺利进行。

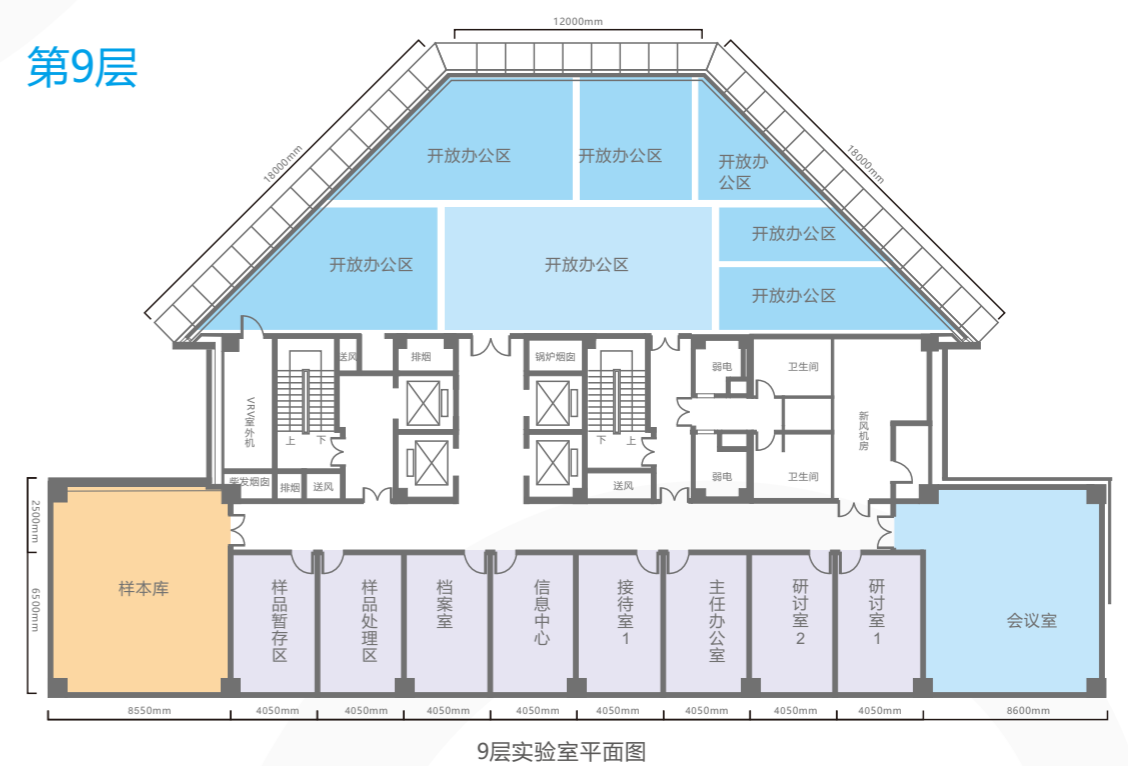
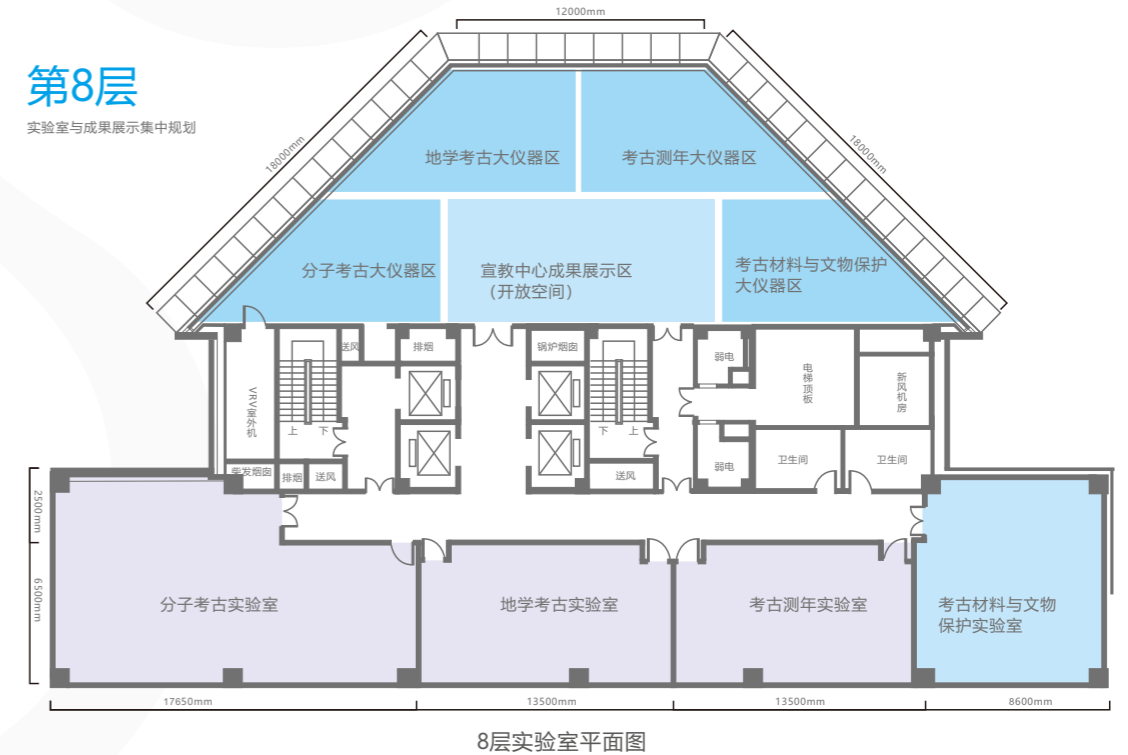
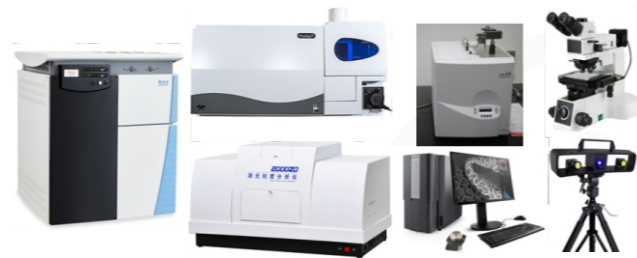
考古科学中心现有同位素质谱仪(Thermo Scientific DELTA Q)、全谱直读型电感耦合等离子体发射光谱仪、X射线荧光分析仪、激光拉曼光谱仪、3D扫描仪、单频GPS接收机、田野测绘软件、地理信息系统、红外光谱仪、紫外可见分光光度计、激光粒度仪、EA3000元素分析仪、旋转蒸发仪、Phenom Pro XI台式扫描电镜、金相样品制备系统及金相显微镜系统、体视显微镜、浮选仪等。

考古科学中心2023年度计划购置考古测年、分子考古、考古材料与文物保护、地学考古等相关实验设备39种61套, 总计1074.5493万元。目前正在分批招标采购中代表性有显微激光共聚焦拉曼光谱仪、X射线显微分析仪、三维数字视频显微镜、倒置材料显微镜、沉积层242种哺乳线粒体DNA捕获试剂盒、人类Y染色体全序捕获试剂盒。

微量离心机、球磨机、考古用低本底计数器、热成像仪、低速精密切割机、考古用岩相精密切割研磨一体机、便携式伽马谱仪、双光源单颗粒装置、片段分析仪系统、

释光测年仪、金相标样组织套装(145样)、金相试样磨抛机、镶嵌机、真空干燥箱、气电窑炉、推拉力计、三摄航拍机、无极变速液晶触屏拉坯机、微机控制电子万能试验机、户外电源、分子杂交炉、实验室超纯水机(200L)、实验室超纯水机、岩石与矿物标本套装(共336种)、医用-86℃冰箱等。

已制定实验室(博物馆科研楼8-9楼)改造装修设计方案, 正待交付。



07

ACADEMIC  
EVENTS

---

学术交流

## CULTURAL RELICS TECHNOLOGY INNOVATION FORUM

### 文物科技创新论坛



2023年6月9日，由国家文物局科技教育司、中国21世纪议程管理中心、四川省文物局共同主办，四川大学考古科学中心承办的第三届“文物科技创新论坛”在成都召开。论坛以“文物保护与价值阐释科技创新成果及应用”为主题，以国家重点研发计划“文化遗产保护利用”专题任务的阶段性研究成果为主要内容，旨在促进研究成果交流、加强沟通合作、激发文物科技创新活力。来自专题任务各项目组、国家文物局重点科研基地和四川省有关单位的150余名代表参加论坛。

国家文物局科技教育司司长、在致辞中说，2019年以来，在科技部的大力支持下，国家重点研发计

划“文化遗产保护利用”专题任务先后启动了36个项目。来自全国文博机构、高校、科研院所的200多个科研团队，在中华文明探源研究、文化遗产风险监测与防控体系构建、石窟寺及墓葬壁画保护关键技术研究、馆藏文物一体化防震及深海考古技术装备研发等领域取得了多项成果和技术突破，推动了我国文物领域科技进步。“十四五”时期，文物科技创新工作将进一步强化统筹规划和科学布局，准确把握应用场景创新、科学技术创新和体制机制创新的内在关系，持续加强基础研究、应用研究和科技成果转化应用，充分发挥科技、人才的基础性和战略性支撑作用，进一步加强文物科技领域最新研究成果的

传播，让先进科学技术为文物保护利用注入源头活水，支撑引领文物事业高质量发展。

论坛聚焦考古与文化遗产价值认知、文物病害评估与保护修复、文化遗产风险监测与防控、文化遗产传承利用关键技术等4个重点方向。来自12个项目组的13位专家分享了项目最新研究成果，分别围绕中华文明探源研究、青藏高原古代人群迁移及气候变化格局、墓葬壁画原位保护关键技术研究、石窟寺岩体稳定性预测与加固技术、石窟岩体渗水精细水文地质模型研究、馆藏文物一体化防震、下马碑遗址早期人类使用颜料和复合工具研究、深海考古专用AUV研发、金属文物耐腐蚀性评估、古建筑裂隙监测传感器研制、纸质文物信息识别与数据库建设、数字文化遗产数据分析及版权保护等方面内容展开交流研讨。论坛以大会报告和海报交流相结合的形式，14个项目组通过学术海报进行了成果展示和交流。中心主任吕红亮教授做了题为《考古、基因与古蛋白：解析5000年以来青藏高原古代人群的迁移与文化变迁》的大会报告。

(转载自国家文物局微信公众号)

## ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

### 考古科学论坛

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。中心开展“考古科学论坛”系列学术活动。目前已成功举办5期。

序号	时间	讲者	意向题目
1	10月20日	贺可洋	气候、农业与人口：基于大数据分析的环境考古研究
2	10月27日	丁羽帆	现代材料分析检测技术和表面处理技术在石质文物考古和保护中的应用
3	11月3日	王学烨	锶同位素考古：原理、方法和应用
4	11月10日	张帆	古DNA:看不见的考古学
5	11月17日	王天艺	“官”字溯源——考古、古文字、建筑史的互证
6	11月24日	刘德成	宁夏盐池张家场古城环境考古新进展
7	12月1日	韩芳	末次冰消期以来西北地区狩猎采集者的技术适应
8	12月8日	马永超	成都平原史前农业形成的初步研究
9	12月15日	胡越	光释光测年与西南旧石器考古
10	12月22日	庞政	汉代美术考古
11	12月29日	孟琦	东天山地区史前晚期文化格局的演变与早期丝绸之路
12	1月5日	焦阳	林场遗址西汉车马坑探析
13	1月12日	陈心舟	陶器社会网络与农牧互动:青藏高原3600-2200BP文化交流图景的计算机模拟研究
14	1月19日	张正为	青藏高原的动物考古探索

## ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

### 考古科学论坛(第1期)

2023年10月20日，由四川大学考古科学中心主办的“考古科学论坛”在四川大学江安校区文科楼二区负一楼报告厅举行。四川大学历史文化学院吕红亮教授主持本次论坛。

贺可洋指出，气候、农业与人口，代表了史前人地关系研究中的三个核心要素，是环境考古学重点关注的研究内容。在探究过去气候事件与人类社会关系时，面临的巨大挑战之一就是如何量化重建气候、农业和人口

的高分辨率时空记录。本研究通过建立中国史前植物考古和考古碳十四数据库，定量重建了中国史前农业结构和人口波动的演化序列，对比不同区域农业、人口演化的时空差异；聚焦6ka和4.2ka两个全新世环境和考古记录耦合的关键时段，结合高分辨率气候环境记录，探究区域气候环境变化对人类社会影响的差异和人类社会的弹性适应机制。

在6000cal BP时期，受暖湿气候、人口压力和农业管理方式等诸多因素影响，中国北方粟作农业发生了转型和扩散，种植模式由黍转为高产的粟，由黄河中下游逐渐扩散到农牧交错带地区。在4.2ka气候变化事件期间，中国史前粟作、稻作农业与人口呈现一种反向发展趋势。适度的干旱和跨欧亚的技术文化交流促进了西北地区粟作农业持续发展和人口繁荣。而寒冷事件叠加洪水频发以及社会矛盾导致了东南部稻作农业衰落和人口减少。

考古科学中心黄成敏教授（建筑与环境学院）进行综合评议，他指出这是将科技考古方法与实证材料结合、以多种角度进行考古研究阐释、进行深度融合后文化解读的典型范例，多学科深度参与的科技考古、传统考古以及考古研究基础之上多学科融合的文化解读是未来研究的新方向，值得继续探究。此外，参会师生就报告中的一些问题进行了深入讨论，共谋多学科交叉考古研究的新路径。

2023年10月27日，由四川大学考古科学中心主办的“考古科学论坛”第2场在四川大学望江校区中国藏学研究所一楼会议室举行。丁羽帆博士主讲题目是《现代材料分析检测技术和表面处理技术在石质文物考古和保护中的应用》，四川大学历史文化学院李映福教授主持。

丁羽帆博士分享了近年来她的部分研究成果，主要讲述了巴塔利亚修道院石质文物研究保护情况，通过展示多种材料分析技术和表面处理技术，对巴塔利亚修道院石灰岩材质建筑材料溯源、劣化机理、清洁和保护研究进行了全面介绍。

巴塔利亚修道院是葡萄牙最具盛名的标志性古迹之一，是联合国教科文组织认定的世界文化遗产。现今面临严重的建筑表面恶化，橙棕色古锈、微生物腐蚀侵害等问题亟待解决。课题组采用岩相学切片观察、X射线衍射分析（XRD）、热重分析（TGA）、X射线荧光分析（XRF）等对修道院建筑所用石灰岩材料进行了溯源及化学矿物学特性研究，成功定位大部分巴塔利亚修道院建造及改建时材料产地，深入分析了这些岩石材料的理化性质，探索了此类建筑风化等的损伤机理，展示出新技术材料分析技术的优势。

该研究还采用四种不同照射模式的激光剥离烧蚀技术处理了修道院石灰岩上的地衣结皮，同时使用X射线衍射分析（XRD）、镶嵌切片、扫描电镜等多种手段比较效果和检测安全性，以得出最适宜的处理方案。

最后，丁羽帆博士介绍了一种等离子沉积覆膜技术保护室外石灰岩文物的方法。经过酸溶液侵蚀、微生物培养、室外曝光等测试，使用傅里叶红外光谱（FTIR）及镶嵌切片扫描电镜能谱观察表征后，证实该薄膜在保护石材免受污染物和微生物等环境侵蚀方面作用明显。研究表明，该薄膜可在石材表面形成耐腐蚀涂层，可保护石材免受酸雨侵害、减缓微生物定殖过程。

## ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

### 考古科学论坛(第2期)

四川大学电子信息学院院长冯国英教授进行了综合评议，她指出利用多种材料分析技术进行石质文物保护研究是一项非常前沿的课题，而且具有重要的应用价值和现实意义，期待后续与考古科学中心进行全面、深入、系统的合作，让业已掌握的激光技术在文物保护过程中发挥更多价值，共同推动中国文物保护事业发展。此外，参会师生聚焦多学科技术在文物保护中的应用等问题进行了深入讨论，探索更多手段助推先进技术从实验室研究走向实际文物保护应用场景。

考古科学论坛

### 气候、农业与人口： 基于大数据分析的环境考古研究

主讲人：贺可洋 副研究员  
评议人：黄成敏 教授

主讲人简介：  
 贺可洋，现任四川大学考古科学中心特聘副研究员。主要从事环境考古方向的研究，通过“多指标微体化石”和“考古大数据量化”的分析方法，开展古生态环境重建、农业起源传播及史前人地关系的研究。目前以第一作者在Quaternary Science Reviews, Earth System Science Data, Journal of Archaeological Science, 《中国科学：地球科学》等期刊发表研究论文10篇，合作发表学术论文13篇，承担国家自然科学基金青年项目等基金2项。

时间：2023年10月20日下午15:30-17:30  
地点：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2期)

### 现代材料分析检测技术和表面处理技术在石质文物考古和保护中的应用

主讲人：丁羽帆 博士  
评议人：冯国英 电子信息学院教授

主讲人简介：  
 丁羽帆，2018年获欧盟玛丽居里奖学金于欧洲从事考古材料学研究，2023年获都灵理工大学材料科学与埃武拉大学地质学双博士学位，现任四川大学考古科学中心专职博士后，主要从事文物劣化机理及文物保护方向的研究。通过材料分析方法与材料表面改性技术，开展石质文物科技考古、石质文物新型清洁保护方法的研究。以第一作者在《Environmental Science and Pollution Research》、《Corrosion and Material Degradation》等期刊发表四篇考古文物保护方向研究论文，会议论文两篇。目前计划开展巴蜀地区石窟寺保护研究。

时间：2023年10月27日上午10:30-12:00  
地点：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

## ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

### 考古科学论坛(第3期)

2023年11月3日,由四川大学考古科学中心主办的“考古科学论坛”第3场在四川大学望江校区中国藏学研究所一楼会议室举行。王学辉副研究员主讲《锶同位素考古:原理、方法和应用》,四川大学考古科学中心主任吕红亮教授主持。

近年来,同位素技术广泛应用于考古学研究,尤其是人骨研究。碳(C)、氮(N)、氧(O)、硫(S)等稳定同位素在自然界中有明显的同位素分馏效应,可揭示饮食

结构或指示气候,锶(Sr)、铅(Pb)等同位素在自然界中分馏效应不明显,多用于示踪研究。特别是锶同位素已成为示踪古人类、动物迁移的关键元素之一,并在法医、古生态、地质、水文、食品等多个领域广泛应用。

王学辉详细介绍了利用锶同位素示踪的原理及方法。重点阐述讲者基于1935个环境样本和生物样本,利用普通克里金插值方法建立中国首幅生物可利用锶同位素地图的研究工作。该项研究不仅整合了既有文献数据,还对具有重要考古遗址的黄河流域、东北及西北地区进行了数据补充,构建的锶同位素地图可为考古学、水文学、古生态学、法医学及食品科学等多个学科领域的示踪、溯源研究提供可靠的数据支撑。讲者还与国际多个团队合作,利用改进版的理加权随机森林回归算法,建立了探索古人类、动物迁徙、人类起源问题极为关键的非洲锶同位素地图。

最后,王学辉用多个生动的例子讲述了锶同位素在考古学中的经典和最新应用。比如探讨南方古猿栖息地的选择,讨论早期人类的交换网络,揭示古代社会结构和组织,动物和植物的驯化对古代社会生活方式产生的影响,人群迁移在古代技术传播中的作用,跨大西洋奴隶贸易考古溯源研究,模拟旧石器时代遗址中马鹿夏季和冬季的活动范围,重建灭绝动物的个人生活史等等。

宋春林副研究员(水利水电学院)进行综合评议,他指出锶同位素在示踪方面具有很强的优势,且不易受到环境或实验操作的影响,与其它同位素结合起来,能解决许多考古学问题,值得深入研究。参会师生就报告中的一些问题进行了深入讨论,重点针对锶同位素地图的可靠性,解决实际考古难题等问题。

2023年11月10日,由四川大学考古科学中心主办的“考古科学论坛”第4场在四川大学望江校区中国藏学研究所一楼会议室举行。张帆副研究员主讲《古DNA:看不见的考古学》,四川大学考古科学中心原海兵副教授主持。

讲者首先从DNA基本概念及遗传特点讲起,尤其是通过单体DNA信息可追溯人群起源。但基于现代人DNA探索古代人类活动历史存在许多问题。灭绝生物遗骸、考古或历史生物遗存DNA可反映人类表型、疾病感染等古代人类信息。囿于保存条件,古DNA提取时会不可避免带入大量土壤微生物DNA分子,且内源古DNA含量低,是研究工作巨大挑战。随着高通量测序技术、捕获技术发展及其在考古中的应用,极大提高了古DNA提取成功率,古DNA研究快速发展。截至2023年,全球已有10000余例古基因组数据发表。

2013年国内发表首例古基因组研究,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所对田园洞人开展古DNA线粒体和21号染色体相关研究。结果表明,相比于现代欧洲人,田园洞人与现代亚洲人遗传关系更近,应是古东亚人群的代表。2020年国内古DNA研究成果卓著。主要有宁超等对中国北方黄河流域、西辽河流域、黑龙江流域古代人群的古基因组研究,其发现黑龙江流域古代人群保持了长期遗传稳定和连续性,而黄河流域龙山文化人群相比于早期仰韶文化人群,遗传上受到更多来自中国南方地区人群的影响;辽河流域红山文化人群是黑龙江流域和黄河流域人群混合形成的新人群,在随后的夏家店文化时期,来自黄河流域及游牧人群的相关血统都影响了西辽河流域古代群体的形成。2021年,张帆等人对新疆塔里木盆地小河文化人群古DNA的研究表明,古老的新疆小河人群在遗传上应是欧亚大陆东部地区两个古老祖先群团的混合结果。与此同时,不同于小河人群物质文化上的多源性,他们在基因遗传上保持了长期稳定,罗布泊严酷的沙漠环境导致小河人群遗传上的长期隔离,但并未阻止与周边人群的文化交往。

最后,针对当前古DNA研究热点及未来发展趋势进行

了阐述。一是以考古学问题为导向开展综合性研究,如古代个体间亲缘关系的鉴定。二是沉积物DNA的研究渐成热点,利用捕获技术对土壤中动物、植物及古人类DNA的提取可反映出当时人类的生活环境及人类活动对生态及物种的多样影响。

四川大学生命科学学院孙群教授进行综合评议,她总结了古DNA研究成果,提出未来研究重点和难点,呼吁多学科一起协作,攻坚克难,让古DNA研究进一步走向深入,走向国际前沿。参会师生就古DNA研究的一些具体问题进行了深入讨论,重点针对古DNA提取、比对数据库、古DNA文化解释等问题进行了交流。

**考古科学论坛**  
(第3期)

## 锶同位素考古:原理、方法和应用

主讲人: 王学辉 副研究员  
评议人: 宋春林 水利水电学院副研究员

主讲人简介:

王学辉,现任四川大学考古科学中心特聘副研究员,主要从事同位素考古研究。博士毕业于中国科学院地质与地球物理研究所第四纪地质学专业,后赴美国加州大学圣克鲁兹分校人类学系从事博士后研究。既往工作是通过地统计学分析方法和机器学习算法分别构建中国和非洲首幅锶同位素地图,并结合人骨多同位素证据探讨古丝绸路上的人群迁移和15-19世纪跨大西洋奴隶贸易溯源研究。目前以第一作者在*Earth-Science Reviews*, *Journal of Archaeological Science*, *Archaeological and Anthropological Sciences*等期刊发表论文7篇,并参与国内外多项国家级基金项目。

时间: 2023年11月3日周五上午9:00-11:00  
地点: 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4期)

## 古DNA:看不见的考古学

主讲人: 张帆副研究员(考古科学中心)  
评议人: 孙群教授(生命科学学院)

主讲人简介:

张帆,现任四川大学考古文博学院特聘副研究员。主要从事分子考古等领域的研究,通过古DNA的方法,追溯古代人群迁徙和混合历史、研究古微生物进化机制、重建古代社会结构及社会组织等。在*Nature*, *iScience*, *Frontiers in Genetics*等期刊发表学术论文十余篇,承担并参与多项国家自然科学基金及其他各级科研项目。

时间: 2023年11月10日上午10:00-12:00  
地点: 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

## ARCHAEOLOGICAL SCIENCE FORUM

### 考古科学论坛第5期

2023年11月17日，四川大学考古科学中心主办“考古科学论坛”第5场在四川大学望江校区中国藏学研究所一楼会议室举行。王天艺副研究员主讲《“宫”字溯源——考古、古文字、建筑史的互证》，四川大学考古科学中心原海兵副教授主持。

讲者以甲骨文“宫”字构型方式辨析出发，认为甲骨文中“宫”字表现的应是具有前后两室的地面式房屋。新石器时代这种前后室房屋流行于黄土高原地区，一般称为“吕字形房址”。此类房屋最早出现于仰韶晚期，是窑洞建筑特有的一种房屋形式，其前后室布局的产生与窑洞建筑的修建方式密切相关。龙山早期“吕字形房屋”的前、后室功能明显分化，前室主要开展日常炊事和生产活动



**考古科学论坛**  
(第5期)

### “宫”字溯源：考古、古文字、建筑史的互证

主讲人：王天艺副研究员（考古文博学院）  
评议人：李世佳副教授（历史文化学院）

**主讲人简介：**  
王天艺，现任四川大学考古文博学院特聘副研究员。主要研究方向为先秦考古，研究兴趣集中于中国早期建筑以及黄土高原文明化进程，通过考察建筑物与人群、环境、社会、文化、技术之间的相互关系，探索其背后反映的人地关系、技术演进、空间结构、社会形态以及文化传统等内容，进而追溯中国传统建筑体系的形成过程及其动力所在。目前以第一作者在《考古》《文物》《考古与文物》等期刊发表学术论文16篇，承担省部级项目2项，教育部重点实验室项目1项。相关研究成果曾获陕西省哲学社会科学优秀成果奖、陕西省高校人文社会科学优秀成果奖等多项奖励。

时间：2023年11月17日上午10:00-12:00  
地点：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

等，具有类似“起居室”的功能；后室则用于就寝，具有类似“卧室”的功能。龙山晚期，大量非窑洞结构的“吕字形房屋”出现在黄土高原地区，前后室布局成为一种跨类型、跨区域、跨文化的建筑理念，并为黄土高原史前先民所认同。

一般来说，文字是社会复杂化到一定阶段的产物，在中国则有着强烈的政治、宗教色彩。甲骨文中，“宫”字主要指统治者宴飨、祭祀、治事或居住的场所。芦山峁、碧村遗址“吕字形房址”大型地面建筑基址的发现表明，在黄土高原龙山晚期社会复杂化背景下，社会上层开始将前后室布局理念用在高等级礼仪建筑实践中，创造出具有前后室布局的大型礼仪建筑。从社会需求、创造文字的能力以及建筑构型来看，象形文字“宫”很可能源自以芦山峁遗址为代表的黄土高原龙山晚期贵族阶层大型地面式前后室房屋为建筑实践模拟后的抽象创造，是指示政治、宗教、礼仪场所的专用字符。

从空间布局及前后室功能分化特征来看，黄土高原的“吕字形房址”基本符合“前堂后室”形制和内涵。芦山峁遗址一号院落考古实证表明，这种理念被应用到群组建筑规划设计中，其中轴对称、前堂后室、左右厢房等布局与西周凤雏甲组院落基址如出一辙，显示出两者密切的传承关系，“前堂后室”布局院落建筑格局的出现至少可提前到距今4300年前后的龙山时代晚期。“前堂后室”布局理念应源于黄土高原龙山时代的古老建筑传统，其后为周人所继承发展，最终成为中国古代建筑规划思想的重要内容传承至今。

综合来看，王天艺认为“前堂后室”布局理念和“宫”字是一种互为表里的关系，前者是后者核心文化内涵，后者是前者的符号化表征。

在讨论“宫”字起源及“前堂后室”布局形成基础上，讲者分享了他对甲骨文中“吕”方、先秦建筑理念的东西差异及汉字起源等问题的一些思考。

四川大学历史文化学院李世佳副教授进行了综合评议，他指出这是将考古学、古文字学及建筑史学进行广泛思考、深度交叉融合研究文字起源的典型实例，其不仅考证了“宫”字的物象来源，更阐释了“宫”字起源背后的动因和机制，论证角度多样、逻辑令人信服，具有极强的学术启发性。

## ARCHAEOLOGICAL SCIENCE WORKSHOP

### 考古科学工作坊

2023年11月20-21日，考古科学工作坊第一期正式开讲。

华盛顿大学（西雅图）人类学系的Ben Marwick教授在四川大学江安校区文科楼518开展以R语言基本操作与考古数据处理的工作坊，为期两天。Ben Marwick教授对参与学生进行一对一实践指导，帮助同学们理解和提高R语言在考古大数据研究中心技巧。工作坊第一期分为以下8个主题：

- 1 Orientation to RStudio and Projects, interacting with the R prompt, assignment, recovering from problems, using scripts  
(熟悉RStudio和项目，包括与R提示符交互，指定任务，处理错误，使用脚本等内容)
- 2 Importing common types of data files, multiple files, and cleaning them, recording data, data type coercion  
(导入常见类型的数据文件、多个文件并对其进行清理、记录数据、数据类型强制等操作)
- 3 Manipulating data using select, filter, mutate and split-apply-combine  
(使用选择、过滤、变异和拆分组合等工具操作数据)
- 4 Visualizing data using histograms, scatterplot, boxplot, barplot, small multiples  
(使用直方图、散点图、箱线图、条形图等来可视化数据)
- 5 Hypothesis testing using chi-square, AVOVA  
(采用卡方检验、方差分析等进行假设检验)
- 6 Exploring and inference from data with PCA and k-means  
(利用主成分分析 (PCA) 和K-均值 (k-means) 对数据进行挖掘和推断)
- 7 Analysing and visualising radiocarbon ages  
(分析和可视化放射性碳测年数据)
- 8 Making maps and doing geographic information science  
(制作地图和分析地理科学信息)



# 08

## RESEARCH PROGRESS

---

### 科研成果

成立一年来，中心科研团队在Science Advances、Journal of Archaeological Science、Archaeological Research in Asia、Asian Perspectives、Antiquity、Archaeological and Anthropologica Sciences 等重要期刊上发表科研论文 20 余篇。



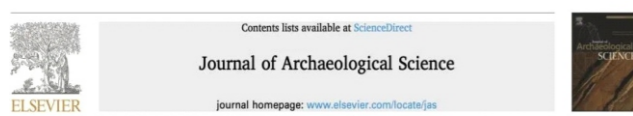
## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

#### 1、中国西南观音洞内沉积物的新年代学

**(New chronology of the deposits from the inner chambers of the Guanyindong cave, southwestern China)**

该论文由四川大学考古科学中心胡越副研究员考古测年团队完成，发表在国际期刊《Journal of Archaeological Science》。



New chronology of the deposits from the inner chambers of the Guanyindong cave, southwestern China

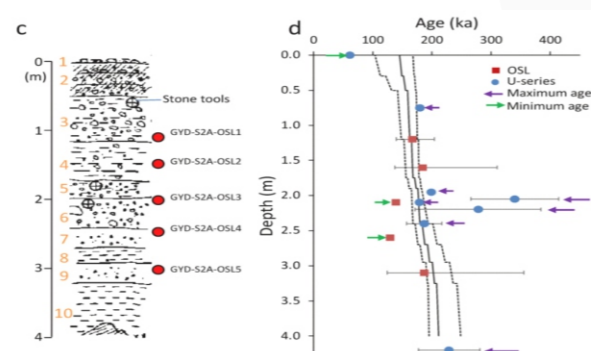
Yue Hu<sup>a,b,c,\*</sup>, Jiafu Zhang<sup>d</sup>, Hongliang Lu<sup>a,b</sup>, Yamei Hou<sup>e,f</sup>, Weiwen Huang<sup>e,f</sup>, Bo Li<sup>g,h</sup>

观音洞遗址位于贵州省黔西市，是我国著名的旧石器时代遗址，在学界享有“北有周口店，南有观音洞”的盛誉。2019年发表于《Nature》杂志的文章利用光释光测年方法得知该遗址石制品的埋藏年代分为两个阶段，分别为距今16-17万及8-9万年。因此将东亚最早的勒瓦娄哇技术制作的时间推至距今17万年。然而这些数据仅来自洞口两处剖面样品，本文在该项研究的基础上，测得观音洞遗址洞内两个发掘剖面的年代，从而为观音洞遗址建立了完整的、可靠的年代框架。

由于洞内沉积物中石英颗粒较暗，接受的石英颗粒少，且含有较多年轻颗粒的混入，无法建立可靠的标准全球增长曲线（SGC），并且传统的年龄模型统计方法也无法给出准确的年龄估算。因此该项研究采用常规单颗粒LnTn与贝叶斯分层年龄模型(BHAM)相结合的方法，不仅避免了由于“截断效应”导致的年代低估，并且在计算过程中充分考虑到单个颗粒的采样位置、信号强度、离散程度、曲线拟合、剂量率异质性等各方面的数据及对应误差，以及通过设定目标群体来辨别样品中存在的异常值，

从而能够更加准确的测量样品的年代。

除此之外，该研究在最终确定年代结果时，还通过OxCal软件将先前的铀系测年数据也纳入到年代的估算中，为剖面提供进一步年龄界限。最终确定Profile 2A的沉积年代为距今24.8-10.4万年，Profile 3的沉积年代为距今25.1-9.2万年。其中包含石制品及化石的年代为距今18.3-10.7万年。



剖面Profile 2A的最终年代结果

#### 2、中国西南地区中更新世晚期观音洞遗址勒瓦娄哇技术的石核证据

**(Evidence of Levallois strategies on cores at Guanyindong cave, Southwest China during the Late Middle Pleistocene)**

该论文由四川大考古科学中心考古测年实验室联合美国华盛顿大学、澳大利亚伍伦贡大学、中科院古脊椎所的专家发表在国际考古期刊《Journal of Archaeological Science: Reports》上。论文第一作者为四川大学考古科学中心胡越副研究员、通讯作者为美国华盛顿大学Ben Marwick教授。



Evidence of Levallois strategies on cores at Guanyindong cave, Southwest China during the Late Middle Pleistocene

Yue Hu<sup>a,b,c,\*</sup>, Ben Marwick<sup>d,e</sup>, Hongliang Lu<sup>a,b</sup>, Yamei Hou<sup>e,f</sup>, Weiwen Huang<sup>e,f</sup>, Bo Li<sup>g,h</sup>

<sup>a</sup> Center for Archaeological Science, Sichuan University, Chengdu 610207, China  
<sup>b</sup> School of Archaeology and Museology, Sichuan University, Chengdu 610207, China  
<sup>c</sup> Center for Archaeological Science, School of Earth, Atmospheric and Life Sciences, University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522, Australia  
<sup>d</sup> Department of Anthropology, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA  
<sup>e</sup> Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origin, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China  
<sup>f</sup> Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China  
<sup>g</sup> ARC Centre of Excellence for Australian Biodiversity and Heritage, University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522, Australia

东亚最早的预制石核技术出现于贵州省毕节市观音洞旧石器遗址，年代为距今17-8万年。之前胡越副研究员在《Nature》发表“Late Middle Pleistocene Levallois stone-tool technology in southwest China”一文报道了该遗址发现了数十件用勒瓦娄哇概念打制的石制品。随后这项结果受到了广泛的关注以及讨论。但因篇幅有限，该文未提供观音洞遗址出土的预制石核及石片的详细信息。本次研究为上述前期研究的重要补充，主要从技术类型学角度全面展示观音洞遗址的勒瓦娄哇概念产品。

研究结果显示，观音洞的勒瓦娄哇石核较好地保留了标准预制石核的整体结构。在石核毛坯的选择上，观音洞的古人类偏向选择适度大小的燧石结核进行下一步的制

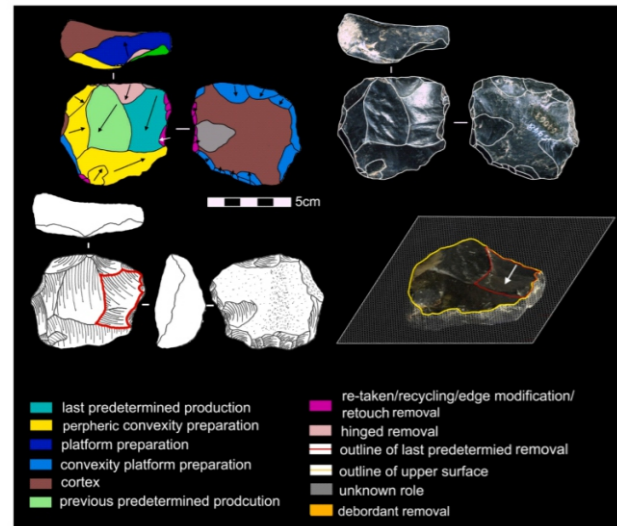
作。随后通过一系列的预制手段（preparations）使得石核呈现明显的两面分层结构。构成这一分层结构的两个平面（预制面、工作面）由一个明显的抽象相交面（intersection plane）分隔。预制面（preparing surface）主要目的为预制工作面（working surface）时提供打击台面（striking platform）。工作面的预制通常通过调整工作面的凸度（convexity）来使得预想石片（predetermined flakes）顺利剥离。观音洞打制者调整工作面凸度的主要方式为向心剥片，约占石核总数的73%。单向、双向和聚汇状的预制方式出现频率较少。当工作面凸度的预制工作完成后，观音洞制作者从与抽象相交面平行或准平行的方向打下预想石片。在剥片方法上，优先剥片法（preferential）与循环剥片法（recurrent）均被使用，其中优先剥片法占主要地位。此类预制工作面凸度以及剥片方法在观音洞的勒瓦娄哇石片上也有所发现。观音洞石器组合中还发现一定量的勒瓦娄哇概念副产品，如débordant石片，该类石片是在调整石核工作面凸度的过程中产生。

为了探讨观音洞遗址勒瓦娄哇石器的特点，除对勒瓦娄哇概念进行技术解读外，还与非洲、欧洲、中东及中国西南的同类型石器工业（Orgnac 3, Kapthurin formation, Skhul, Omo Kibish formation, 贵州盘县大洞遗址）进行了对比研究。研究发现观音洞的勒瓦娄哇石核在石器工业组合占比上与欧洲、非洲的初期勒瓦娄哇组合（Orgnac 3 level 5b-4a, Kapthurin formation, Omo AHS, BNS）相近，但远小于中东Skhul遗址；在技术上，特别是对台面的修理及凸度的预制程度上，整体上不及典型的莫斯特-勒瓦娄哇工业及非洲勒瓦娄哇技术；与地理相邻、年代稍早的盘县大洞遗址相比其数量和制作工业上都较领先。但研究认为以上所述差异都为技术上的量化差

## RESEARCH PROGRESS 科研成果

异，而非本质（即概念上）的区别。

目前围绕该论题，即17-8万年前东亚出现的勒瓦娄哇概念产品是人群的迁徙还是文化的汇聚发展，以及其他其他地区同类技术的差异是人口数量还是环境或其他因素导致还暂无定论。将来的更多工作，如新的考古发现，更细致、可靠的测年，更多的石器技术分析有望能够回答其文化特点及传承问题。有关其的出现是‘随机’还是‘有意’的争论也无法在此阶段得到有效解决，希望将来通过模拟打制实验及更系统、科学的量化对比分析来进行进一步论证。



循环剥片法勒瓦娄哇石核，毛坯为带皮黑色燧石结核，工作面凸度预制方式为向心剥片

### 3、青藏高原5100年以来人类遗传历史 (Human genetic history on the Tibetan Plateau in the last 5,100 years)

该研究成果揭示了5100年来青藏高原人群的演化历史，在著名综合性科学期刊《Science Advances》杂志在线发表，由四川大学考古科学中心吕红亮团队与中国科学院古脊椎动物与古人类研究所付巧妹团队等合作完成。本论文的共同第一作者为原古脊椎所古DNA实验室博士后（现中国农业科学院深圳农业基因组研究所研究员）汪鸿儒、原古脊椎所古DNA实验室博士后（现美国里士满大学助理教授）Melinda A. Yang、四川大学考古科学中心吕红亮教授；论文的通讯作者为中国科学院古脊椎动物与古人类研究所付巧妹研究员。

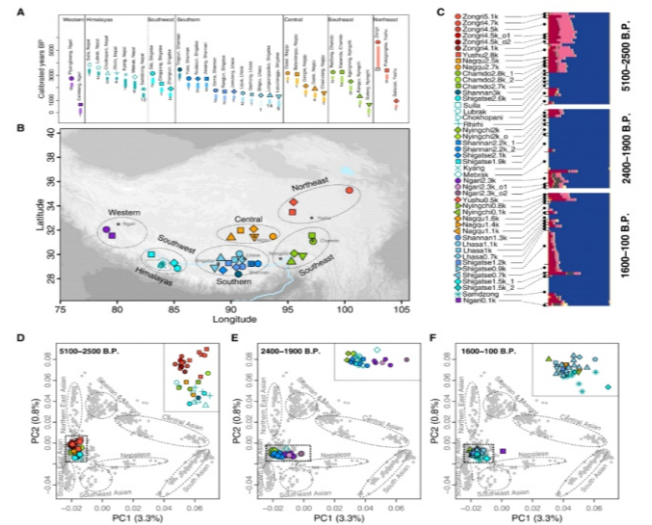


青藏高原平均海拔超过四千米，面积约占全国四分之一，素有“世界屋脊”、“地球第三极”之称，因严酷的气候环境，是地球上人类生存最具挑战的地区之一。如今，青藏高原常驻人口占全国总人口1%，其中藏族约占46%。现代人何时涉足青藏高原并永久定居，及早期西藏古人群与现代西藏人的关系都存在大量争议。其中，现代西藏人的起源，是最引人关注的问题。

为更详细解析文化交流背后的人群关系，国内多个团队联合合作，从青藏高原30余处考古遗址中收集了一百余份古代人类骨骼样本，成功捕获测序了97例高原古人群

样本，开展人类古DNA研究，系统地还原了青藏高原5100年以来人群的遗传演化与交流互动的历史。这项研究中，古基因学者与考古学者密切合作，超越文化因素、文化互动的传统解释框架，以古人DNA的分析直接追溯体现古代人群的来源及迁徙，揭示了青藏高原人群特有遗传成分的来源，及青藏高原不同地区古人群的演化互动过程。

该项研究重要的发现包括：青藏高原古人群特殊的遗传成分，最晚于距今5100年前就已形成，且至今仍保持着相当的连续性；青藏高原古代人群主成分与新石器时代早期中国北方人群的扩张相关；4700年以来，甘青低地的农业人口有向高原的明显迁入；自3000多年前开始，青藏高原南部的雅鲁藏布江流域与喜马拉雅山地区古人群，有着高度的遗传相似性，显示雅鲁藏布江河谷在公元前第一千纪是一条重要的人群迁徙廊道；2700年以来，青藏高原内部不同地区和时期的古人群，遗传成分变化很大，这些变化和青藏高原上曾经存在过的早于吐蕃的政治实体、吐蕃王朝的兴起和衰落有着高度的关联；而西藏西部的阿里地区，自2700年以来，有着丝绸之路沿线人群的基因渗



## RESEARCH PROGRESS 科研成果

透；高原特有的EPAS1基因频率自古至今有着明显的上升，显示出强烈的正向选择。

参与这项工作的单位包括中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、四川大学、西藏自治区文物保护研究所西北大学等。四川大学考古科学中心及考古文博学院原海兵副教授、李帅副教授、杨锋副教授、何元洪博士等参与这项研究工作。

### 4、古蛋白证据揭示奶制品助力古代高原人群占据青藏高原高海拔地区 (Palaeoproteomic evidence reveals dairying supported prehistoric occupation of the highland Tibetan Plateau)

该研究成果揭示了青藏高原古代人群的奶制品消费历史，发表在国际综合性科学期刊《Science Advances》上，由四川大学考古科学中心吕红亮教授团队与西藏自治区文物保护研究所、德国Max Planck学会人类历史科学研究所等机构合作研究完成。四川大学考古科学中心吕红亮教授是论文联合通讯作者，吕红亮教授所指导的四川大学硕士生唐莉为论文第一作者。该研究得到我校承担的国家重点研发计划、国家社科基金重点项目资助。



该项研究首次将古蛋白组学技术应用于青藏高原史前人群的食谱研究中，研究者提取分析了青藏高原15个考古遗址中出土的40具人骨象牙结石样品中的蛋白质信息，发现青藏高原腹地先民至少在3500年前就开始食用奶制

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

品。最早的奶蛋白证据发现于西藏西部，这与该区目前最早的牛羊骨骼年代相仿，表明了奶制品与驯化动物可能同时由高原周边低地传入高海拔地区。人牙结石中的蛋白质证据表明，食用奶制品为强大的文化适应手段，促进了史前人群向高原广阔的非宜耕区扩张，为我们理解高海拔适应机制、史前人地关系及社会发展提供了新的视角。

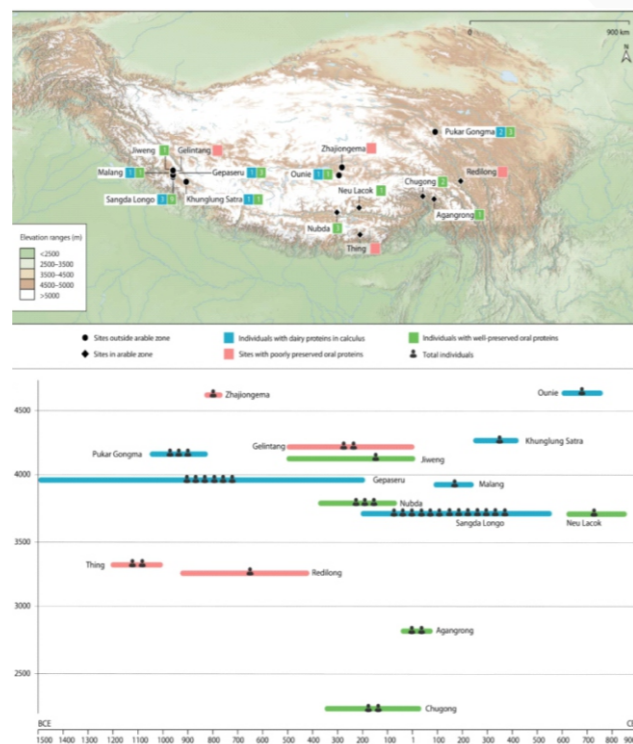
青藏高原素有“第三极”和“世界屋脊”之称，高海拔、低温低氧、及脆弱的生态系统使这里成为全球最恶劣最不宜居的区域之一。基因适应性虽使世居于此的人群在生理上更适应高海拔环境，但如何获取充足且可持续的食物维系长期定居仍是极严峻的挑战。青稞和小米对史前人群拓殖青藏高原的贡献已被广泛讨论，我们对高原支柱经济——牧业，尤其是奶制品的贡献仍不清楚。

追溯古代乳业发展历史极为困难，奶制品通常难以保存，鲜见于考古遗址。虽然动物遗骸和陶器残留物证据常被用于探索史前乳业，但它们通常仅能提供人类食用奶制品的间接证据。古蛋白组学研究通过提取分析古代遗存中蛋白质的氨基酸序列，探索古人类演化与系统发育、古代生业与饮食、疾病与健康等重要课题，不仅能提供古代先民消费奶制品最为直接的证据，还能确定奶制品来源于哪些动物。

研究发现，奶制品为史前高原腹地的“全民食物”。古蛋白证据表明多样化的人群，包括：女性和男性、成人和儿童、精英和平民，均曾食用奶制品。此外，史前牧民曾尝试利用多种动物的奶制品，我们发现了确切的山羊奶和绵羊奶，以及疑似的黄牛和牦牛奶。我们还发现西藏西部早期牧民似乎对山羊奶有着特别的热爱。更有趣的是，该研究还观察到了一个极为鲜明的区域分布模式。所有的奶蛋白都来自于“牧区”——高原西部和中北部，而“农牧区”——高原南部尚未发现任何与乳制品相关的蛋白质。令我们惊讶的是，所有食用奶制品的个体都发现于海

拔3700米以上的遗址，其中近一半个体来自4000米以上的遗址，最高的为4654米。

古蛋白证据表明乳制品在支持史前先民拓殖青藏高原高海拔区域起着极为关键的作用。农业固然很重要，但宜耕区域仅占了高原总面积的近1%，将近70%的土地因为环境过于极端不宜耕种，仅能作为牧场。牛羊等动物能将高山草场资源转化为营养丰富的肉奶资源。可持续、便携、耐储的乳制品，为古代人群提供了重要的食物保障，促进了青藏高原先民向广袤非宜耕草原的扩张。



牙结石样品的地理和时间分布

### 5、古基因组揭示粟作人群由黄河流域到中国西南迁徙历史 (Ancient genomes reveal millet farming-related demic diffusion from the Yellow River into southwest China)

该项研究以四川大学考古科学中心与厦门大学生物人类学福建省哲学社会科学重点实验室为支撑，厦门大学、四川大学、成都文物考古研究院、云南省文物考古研究所等单位组成联合科研团队，用古DNA揭示新石器到青铜时代川滇先民的来源历史。成果发表在Cell Press细胞出版社期刊《Current Biology》。厦门大学陶乐、四川大学原海兵、厦门大学朱孔阳为论文第一作者，四川大学原海兵、厦门大学郭健新和王传超为论文通讯作者，成都文物考古研究院刘祥宇、云南省文物考古研究所闵锐等联合署名。

Current Biology

CellPress

#### Report Ancient genomes reveal millet farming-related demic diffusion from the Yellow River into southwest China

Le Tao,<sup>1,2,3</sup> Haibing Yuan,<sup>1,2,3</sup> Kongyang Zhu,<sup>1,2,3</sup> Xiangyu Liu,<sup>2,3</sup> Jianxin Gao,<sup>4,5</sup> Rui Min,<sup>6</sup> Haifeng He,<sup>1</sup> Doudou Cao,<sup>6</sup> Xiaomin Yang,<sup>1</sup> Zhiqing Zhou,<sup>1</sup> Rui Wang,<sup>1</sup> Deyun Zhao,<sup>1,2,3</sup> Hao Ma,<sup>1</sup> Jian Chen,<sup>1</sup> Jing Zhao,<sup>1</sup> Yingfu Li,<sup>1,2,3</sup> Yuanhong He,<sup>1,2,3</sup> Dehao Suo,<sup>1,2,3</sup> Ruojing Zhang,<sup>1,2,3</sup> Shuai Li,<sup>1,2,3</sup> Lan Li,<sup>1,2,3</sup> Feng Yang,<sup>1,2,3</sup> Haichao Li,<sup>1,2,3</sup> Liang Zhang,<sup>1,2,3</sup> Li Jin,<sup>1,2,3</sup> and Chuan-Chao Wang,<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>

该论文首次报道了中国西南地区新石器时代晚期到青铜时代农业人群的古基因组，揭示了川滇先民主要来自于黄河流域，对理解当地史前人群源流、民族迁徙和融合历史有重要意义。

近年来，分子生物学逐渐开始应用于考古学研究，通过古DNA来分析古代人群遗传结构，探究农业与人群迁徙的关系。中国西南的成都平原、云贵高原自古以来就是人群交流的重要地区。人群迁徙往往伴随生业模式的变化，早在新石器时代中期，该地区就出现了稻粟混合农业。这些混合农业人群源自哪里？与当地现今藏缅语人群有何关系？这些问题一直是学界关注的焦点。古DNA研

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

究或能提供关键线索，但西南地区气候温暖潮湿，不利于古DNA保存。如今国内主要的古DNA研究多集中于北方，少有西南地区的研究案例。该研究应用捕获测序技术突破西南地区古DNA保存较差的技术瓶颈，成功地对新石器时代四川宝墩文化高山古城与青铜时代云南剑川海门口遗址人骨样本进行了古DNA提取、测序和群体遗传分析。

研究团队对89例西南古人样本（含55例新石器时代高山古城遗址样本及34例青铜时代海门口遗址样本）进行古DNA提取、杂交捕获及全基因组测序。经过一系列严格质控，最终得到11例古基因组数据（含5个高山古城及6个海门口个体数据）。这11个数据在主成分分析中明显聚类，在遗传同质性检验中也表现出较高一致性，这说明新石器时代至青铜时代西南地区农业人群的遗传连续性以及遗传组成相对稳定。

在主成分分析中，研究团队发现高山古城、海门口人群与黄河流域古代以粟黍为主要生业模式的农业人群（以下简称黄河农业人群）和青藏高原古人最为相似，反而与地理位置邻近的东南亚人群和华南少数民族有较大差异。f3和f4统计也支持此结果：在与一系列东亚相关人群的检验中，其也表现出与古代黄河流域农业人群最近的遗传关系，青藏高原古人群次之。结合先前报道的青藏高原古人相关研究，可知，同时种植粟黍与水稻的新石器至青铜时代中国西南地区混合农业人群（以下简称西南农业人群）的主要遗传成分应来自黄河流域的农业人群。

确定黄河流域农业人群对西南农业人群的主要遗传贡献后，研究团队进一步对西南农业人群进行了遗传同质性检验。结果表明西南农业人群与黄河流域农业人群尚存一

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

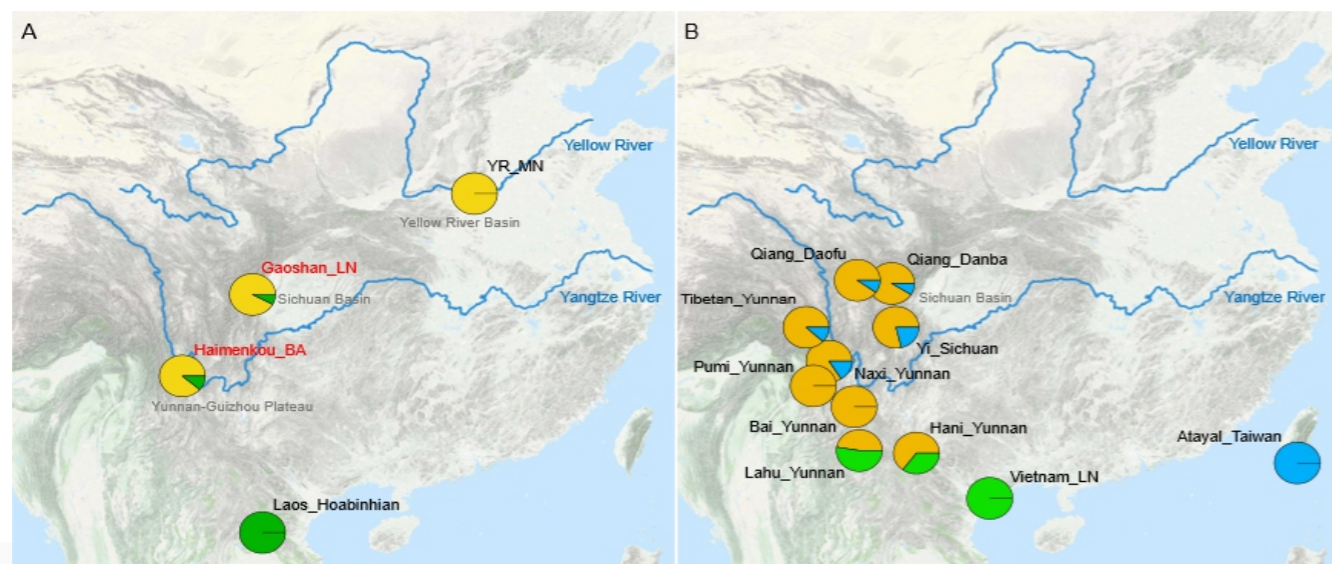
定差异，西南农业人群中还保留了一定的其他遗传成分。在对一系列东亚相关祖先成分进行f4统计分析后，老挝和平文化采集狩猎人群相关遗传成分表现出较为明显的信号。随后祖源建模分析结果表明，西南农业人群应由黄河流域古代粟黍农业人群（约90%）与和平文化采集狩猎人群（约10%）混合形成。其中高山古城人群的黄河农业人群成分较多，约为92.1%；而海门口古人群约为88.7%，呈现出由北至南递减的趋势。

和平文化人群遗传成分主要来源于距今8000~4000年左右，分布于东南亚及中国云南地区的狩猎采集人群，在中国广西宝剑山古样本中也存留有该遗传成分。西南农业人群中的和平文化相关遗传成分很可能源自当地古老采集狩猎人群，随着人群迁徙扩散，在西南地区古代人群中的保留成分日渐衰减。

西南地区现代藏缅语人群，比如羌族、纳西族、彝族、白族、普米族等，还保留有大量高山古城与海门口古

人群相关的遗传成分，一定程度上支持了汉藏语系北方起源说。此外，部分藏缅语人群还受到了华南及东南亚地区壮侗语相关人群的影响，总体呈现出南北混合的遗传特征。

本研究通过高山古城和海门口遗址古人群DNA的研究，揭示了中国西南地区新石器及青铜时代稻粟混合农业人群应主要由黄河流域粟黍人群南下驱动形成的历史进程，这种遗传模式跨越新石器时代晚期至青铜时代，至少持续了一千多年。稻粟混合农业很可能是粟黍人群南迁过程中融汇了华南地区水稻种植技术的环境适应性结果，稻作人群对当时西南地区人群的基因影响并不明显。该地区至少在新石器时代晚期开始人群遗传结构已基本趋于稳定，在以后的三四千年中，不断传承。



(A) 高山古城与海门口古人群的混合模型 (B) 现代云南、四川地区主要藏缅语人群混合模型

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

#### 6、古今基因组证据揭示藏彝走廊藏缅语人群群体演化历史及差异性生物适应性机制

##### (Distinguished biological adaptation architecture aggravated population differentiation of Tibeto-Burman-speaking people inferred from 500 whole-genome data from 39 populations)

《Journal of Genetics and Genomics》在线发表四川大学华西医院罕见病研究院、四川大学考古科学中心何光林副研究团队基于大规模基因组资源揭示藏缅语人群遗传演化历史的研究成果。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等项目的资助。



#### Original research Distinguished biological adaptation architecture aggravated population differentiation of Tibeto-Burman-speaking people inferred from 500 whole-genome data from 39 populations

Yuntao Sun<sup>1,2,3</sup>, Mengge Wang<sup>2,3,4,5</sup>, Qilixia Sun<sup>2,6</sup>, Yan Liu<sup>2,7</sup>, Shuhan Duan<sup>2,8</sup>, Zhiyong Wang<sup>2,9</sup>, Yunyu Zhou<sup>10</sup>, Jun Zhong<sup>8</sup>, Yuguo Huang<sup>3</sup>, Xinyu Huang<sup>1</sup>, Qingxin Yang<sup>9</sup>, Xiangqing Li<sup>2,9</sup>, Haoran Su<sup>2,8</sup>, Yan Cai<sup>2,8,11</sup>, Xiucheng Jiang<sup>2,8</sup>, Jing Chen<sup>2,14</sup>, Jiangwei Yan<sup>14</sup>, Shengjie Nie<sup>9</sup>, Liping Hu<sup>9</sup>, Junbao Yang<sup>7</sup>, Renkuan Tang<sup>6</sup>, Chuan-Chao Wang<sup>12</sup>, Chao Liu<sup>13</sup>, Xiaohui Deng<sup>1</sup>, Libing Yun<sup>1,3</sup>, Guanglin He<sup>2,3</sup>

人类遗传学进入到规模性的基因组学时代，T2T人类完整基因组序列的公布以及人类泛基因组计划等系列研究的发表，使我们更加注重全面捕获人类遗传多样性的全景图、关注人类群体特异性序列及变异。目前，诸多限制阻碍了中国人基因组个体水平的解读及其在精准医疗中的转化应用。例如，缺乏高时空覆盖度的古基因组数据以精细重建群体遗传演化历史；缺乏全民族全地域覆盖的高深

度WGS数据解析详细的人类演化历史；缺乏深度表型相关的人群基因组资源以探究与疾病和健康相关的东亚人群特异性遗传学基础；缺乏与泛基因组及T2T同步发展的计算生物学方法创新，进而促进测序技术在临床及基础研究中的运用。

精细重建全球不同人群的差异性演化历史，全面解析复杂性状的遗传学基础及其演化轨迹，是演化生物学研究的最终目标。藏缅语人群是中国西南及东南亚人群遗传多样性的重要组成部分，广泛分布于“世界屋脊”青藏高原等高海拔地区以及川西、东南亚等中低海拔地区。高海拔地区环境具有寒冷、低压、低氧和强紫外线辐射等特点，而中低海拔地区多为山地，人群常暴露在复杂疾病环境中。藏缅语人群对不同环境的遗传适应是现代适应性演化的经典范例，但其起源、迁徙、演化、混合及对不同生态环境的遗传适应机制十分复杂，亟需运用系统的群体基因组分析方法进行全面解析。

该研究利用全基因组分析检测了川西藏彝语族人群遗传多样性，并通过整合早期其它藏缅语人群数据构建了大规模的藏缅语人群基因组资源库，全面探索了该人群的演化历史和适应不同海拔环境的差异性遗传学基础，为理解藏缅语人群中国北方起源假说、精细遗传亚结构和适应性演化机制提供了新见解。

为了探究高海拔低氧、中海拔山地等不同生态环境的藏缅语人群中是否存在独特的生物适应性，解析其对该人群精细遗传分化的影响，该研究系统地构建了来自东亚和东南亚39个藏缅语人群的基因组数据集，利用经典群体遗传研究和生物适应性解析相关的生物计算方法全面阐述了地理位置不同的藏缅语人群的遗传多样性、混合历史和差异性适应特征。

结果表明，藏缅语人群存在与地理及语族语支分化相

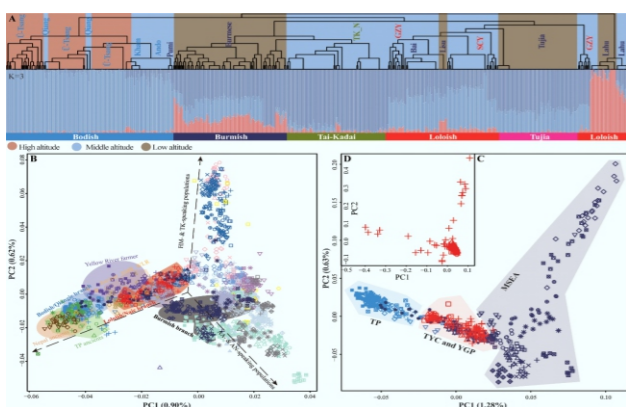
## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

关的差异性遗传亚结构。此外，通过古今基因组整合建模再次证实了藏彝走廊人群与中国北方黄河粟作农业人群之间的关系，支持其中国北方起源假说。

最后，该研究基于不同藏缅语人群的等位基因频率图谱差异及单倍型共享模式的变化，识别到高海拔藏缅语人群低氧诱导因子通路等相关的自然适应信号，解析了藏彝走廊中低海拔人群代谢相关的适应性遗传基础，指出藏缅语人群因差异性自然选择的适应导致了遗传分化。

综上所述，本研究构建了大规模藏缅语人群遗传变异数据集，描绘了该人群的精细遗传图谱，并识别了与地理环境因素(如海拔、经纬度)相关的差异性生物适应信



号，为理解藏缅语人群起源和演化提供遗传学证据，为精准医学队列研究设计奠定遗传学及生物学基础。

#### 7、演化基因组学研究解析壮侗语人群独特的遗传背景及环境适应性机制

**(Extensive genetic admixture between Tai-Kadai-speaking people and their neighbours in the northeastern region of the Yungui Plateau inferred from genome-wide variations)**

为了进一步探索壮族和侗族以及他们与其他人群之间

的遗传关系，四川大学罕见病研究院、四川大学考古科学中心、贵州医科大学法医学院、重庆医科大学基础医学院法医学教研室、中山大学中山医学院法医学院和贵州医科大学基础医学院药理学教研室等单位合作，研究成果发表于《BMC Genomics》。

人云贵高原具有多语言和多民族群体聚居的特点，是

Wang et al. BMC Genomics (2023) 24:317  
https://doi.org/10.1186/s12864-023-09412-3

BMC Genomics

RESEARCH Open Access

#### Extensive genetic admixture between Tai-Kadai-speaking people and their neighbours in the northeastern region of the Yungui Plateau inferred from genome-wide variations

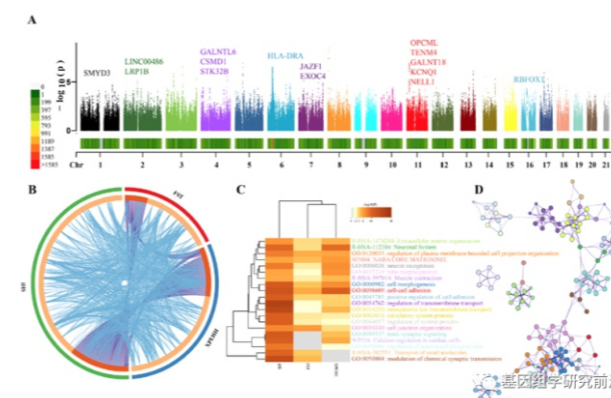
Jiawen Wang<sup>1\*</sup>, Jun Wu<sup>1</sup>, Qitxia Sun<sup>2,3\*</sup>, Qian Wu<sup>4</sup>, Youjing Li<sup>5</sup>, Shuhan Duan<sup>2,6</sup>, Lin Yang<sup>1</sup>, Wenxin Wu<sup>1</sup>, Zheng Wang<sup>1</sup>, Yan Liu<sup>2,6</sup>, Renkuan Tang<sup>7</sup>, Junbao Yang<sup>8</sup>, Chuanchao Wang<sup>9</sup>, Chao Liu<sup>9</sup>, Jianwei Xu<sup>10</sup>, Mengge Wang<sup>11</sup> and Guangjin He<sup>1,11\*</sup>

东亚大陆民族、语言、文化和遗传多样性最丰富的地区之一。壮侗语人群广泛分布在云贵高原、华南和东南亚大陆地区。基因组学研究表明，早期华南地区的壮侗语人群向南迁移可能影响了越南和泰国等东南亚地区壮侗语人群的多样性。最近的研究进一步揭示了，壮侗语人群与南岛语人群之间密切的遗传起源。然而，关于壮侗语人群遗传多样性的混合事件和进化史仍存在一些争议。并且，基于等位基因频率分化和共享单倍型模式的云贵高原贵州壮族和侗族人的精细遗传结构和生物适应性仍然未知。因此，对民族语言多样化的壮侗语人群进行进一步的基因探索，可能会解决由于地理位置的巨大差异而引起的壮侗语人群起源和适应性推断的不确定性。

该研究对云贵高原77个壮族和侗族个体的全基因组SNP数据进行分型，使用聚类模式、等位基因频率分化和共享单倍型模式等统计方法（主成分分析法、

ADMIXTURE、FineSTRUCTURE、f统计、qpAdm/qpWave、ChromoPainter和KEGG/GO富集分析)以深入分析中国西南部壮侗语人群的遗传起源，并探索和确定壮侗语人群的正自然选择信号。

研究发现，壮侗语人群内部具有很强的遗传亲和力，并且与地理位置接近的苗瑶语族和汉族人群存在广泛的基因流动。该研究发现贵州壮侗语人群与讲南岛语的阿美人有密切的遗传关系，为壮侗语人群与南岛语人群具有共同起源这一假说提供了遗传学证据。此外，基于共享单倍型块的精细遗传亚结构分析，研究人员发现壮侗语人群中存在遗传异质性。并且，由于东亚南北祖先之间复杂的群体互动，导致壮族和侗族形成于不同的时间尺度。最后，根据从全基因组SNP数据中筛选出的自然选择信号，研究人员推断了与贵州壮侗语人群中某些临床疾病遗传易感性相关的可能遗传标记，确定了几种与人类免疫系统和神经系统疾病相关的特异性选择候选信号，这可以为遗传风险位



点的等位基因频率分布模式提供进化证据。

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

#### 8、渝东南明代生铁冶炼遗址研究揭示历史晚期的冶铁生产 (Chadiping: A Pig Iron Production Site of the Ming Dynasty in Southeast Chongqing, China)

该论文对重庆茶地坪明代冶铁遗址进行了系统的介绍与研究，在线发表于《Archaeological Research in Asia》，四川大学考古科学中心李映福教授冶金考古团队与重庆市文物考古研究院合作完成。四川大学考古科学中心李映福教授为本文第一作者，李玉牛副教授为本文通讯作者，重庆市文物考古研究院黄伟、牛英彬，英国埃克塞特大学G. Juleff教授为本文共同作者。



Archaeological Research in Asia  
Volume 35, September 2023, 100464



Case report

#### Chadiping: A pig iron production site of the Ming Dynasty in Southeast Chongqing, China

Yingfu Li<sup>a</sup>, Wan Huang<sup>a</sup>, Wei Huang<sup>b</sup>, Tianqiang Sun<sup>a</sup>, Gillian Juleff<sup>c</sup>, Yingbin Niu<sup>b</sup>, Yuniu Li<sup>a,d</sup>

Show more

茶地坪明代冶铁遗址位于重庆市彭水县，遗址东临长江南岸最大支流——乌江。2012年，经重庆市文物考古研究院初步调查，发现炼炉21座。2014年12月，四川大学联合重庆市文物考古研究院对遗址进行了系统发掘。

文章详细介绍了遗址内出土10座炼炉的相对位置和炉体构造，并对出土的矿石、炼渣等冶炼遗物展开了科技分析。根据L2炼炉内填土木炭样本测年与冶炼遗物科技分析结果显示，茶地坪遗址是一处明代中晚期生铁冶炼遗址。遗址内发现的炼炉规格相较于同时期四川境内发现的炼炉较小，以赤铁矿作为原料、木炭为燃料炼制生铁，矿石在投入炼炉前应经过了选矿工序。茶地坪遗址及周边区域未发现任何材质的铸范，表明该遗址的主要功能或为冶炼铁

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

锭等初级材料供给周边区域。该遗址的发现与发掘，是渝东南地区首次发现与冶铁相关的考古学证据，为后续研究重庆地区古代冶铁技术和铁工业发展状况提供了重要实证。



茶地坪遗址出土冶炼相关遗物

#### 9、汉朝西南边境的金属生产中心:中国云南个旧市黑蚂井墓地的冶金考古学研究

##### (A Metal Production Center on the Southwest Frontier of the Han Empire: an archaeometallurgical study of the Heimajing cemetery site in Gejiu, Yunnan, China)

该研究成果以广阔的视野和多学科交叉手段，解读出我国西南地区秦汉时期的铜、铅金属初级产品与中南半岛存在的生产供应链关系。发表于《Asian Perspectives: The Journal of Archaeology for Asia and the Pacific》。该项研究由四川大学考古科学中心李映福教授团队完成，是国家社科基金重大项目“西南地区先秦两汉时期冶金遗址调查与研究”团队在开展“西南地区先秦两汉时期的冶金技术”专题研究中取得的成果。李映福教授为论文第一作者，博士生杨盛研究员为第二作者，韩冬博

士为第三作者，李玉牛副教授为论文通讯作者。个旧市博物馆葛蔓、黄磊为取样分析提供了重要帮助，为论文的共同作者。

##### A Metal Production Center on the Southwest Frontier of the Han Empire: An Archaeometallurgical Study of the Heimajing Cemetery Site in Gejiu, Yunnan Province, China



Li Yingfu, YANG Sheng, HAN Dong, HUANG Lei, YANG Ge, and Li Yuniu

该项成果通过铅同位素比值的数据分析，发现我国西南地区矿料产地与中南半岛出土金属文物存在明确的生产供应链关系，两地之间至少在滇西地区与泰国北部、滇东

南地区与越南北部、黔西地区与柬埔寨中部三个互动的通道上存在青铜原料和产品的跨区域流通情况。这一发现表明早在秦汉王朝管理体制进入该地区之前，我国西南地区与中南半岛诸多青铜文化之间，就已经存在复杂的青铜原料的供应关系，并形成了广泛的、长距离的青铜产品贸易交换网络。

铜、铅科技分析的结果显示出云南个旧地区的黑蚂井墓地出土的冶炼遗物的铅同位素比值数据与越南北部的陶盛遗址、洞舍遗址、鼎乡遗址出土青铜器和铅器的铅同位素比值数据存在联系。其中洞舍遗址出土的铅刀与黑蚂井墓地出土的铅锭的矿料特征数据基本一致，而且该遗址出土的青铜器也含有超1%的砷元素。陶盛和鼎乡遗址出土的青铜器大部分与黑蚂井墓地出土的器物铅同位素比值接近。陶盛遗址、洞舍遗址、鼎乡遗址所处区域在汉代位于交趾郡，汉代个旧地区可以通过河网通道便捷的与交趾郡

地区往来交流，因此个旧黑蚂井地区的生产的金属产品极有可能流通到了交趾郡地区（今越南北部地区）。本项研究的理论、方法及其成果，是开展我国西南与东南亚跨区域考古研究的重要探索。

黑蚂井墓地位于云南个旧市卡房镇东南的黑蚂井村，墓地于1988年首次发现。1989、1994、1995、2010年先后进行了四次考古发掘，共清理43座汉代墓葬，出土大量精美的青铜器具、瓷器和陶器，是研究云南省汉代历史和社会生活的重要资料。有学者根据墓葬形制、出土遗物和大量的汉代钱币，判断黑蚂井墓地时代范围为西汉晚期至新莽时期。

在2010年发掘的M15、M28、M31、M34、M43等5座墓葬出土了铅锭、铜块等冶炼遗物。分析结果表明，样品HMJ03中含有少量不规则铜颗粒，并含有矿石中携带的铁、钙等构成的脉石，主要成分以硅酸铁、硅酸钙为主。样品HMJ06含铜量99%，为铸铜时形成的废料；样品HMJ01为Cu-Pb共熔合金，为铅料和铜料的熔铸混合而成；样品HMJ04为Cu-As-Pb合金；样品HMJ05（青铜箭括）为Cu-Sn-Pb-As合金；样品HMJ02应是本地生产的铅锭。



黑蚂井墓地出土部分铜器

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

#### 10、四川彭山江口遗址出土公元前一千纪至公元前二世纪青铜器的科技分析 (Scientific analysis of bronze objects of the first millennium to the second century BCE excavated from the Jiangkou Site, Pengshan, Sichuan)

该论文在科技考古旗舰期刊《Archaeological and Anthropological Sciences》在线发表，由四川大学考古科学中心李映福教授冶金考古团队与四川省文物考古研究院江口工作站刘志岩研究员、成都文物考古研究院植物考古实验室闫雪娟研究员合作完成。四川大学考古科学中心邱添为第一作者、李玉牛副教授为通讯作者。

Archaeological and Anthropological Sciences (2023) 15:151  
https://doi.org/10.1007/s12520-023-01846-w

##### RESEARCH

##### Scientific analysis of bronze objects of the first millennium to the second century BCE excavated from the Jiangkou Site, Pengshan, Sichuan

Tian Qiu<sup>1</sup> · Zhiyan Liu<sup>2</sup> · Yingfu Li<sup>1,3</sup> · Xue Yan<sup>4</sup> · Yuniu Li<sup>1,3</sup>

Received: 4 June 2023 / Accepted: 22 August 2023  
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2023

江口遗址位于四川彭山岷江河道内，2016年以来四川省文物考古研究院通过围堰的方法对该遗址进行了系统发掘，在2016年至2022年度的5次发掘中共出土了器型完整的先秦青铜兵器、工具104件。研究团队以既往成都平原出土具有明确年代关系的商周铜器材料为基础，通过系统的类型学分析，将江口青铜器分为西周和东周两大阶段，并结合青铜器釜内木柄的C14测年数据，推测其绝对年代上限可至西周早期。

江口青铜器类型丰富、保存完好、时代跨度大，为多维度、长时段研究其工艺特点和原料来源等问题提供了契

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

机。研究团队通过对青铜兵器、工具的合金成分及其釜内残留木柄的分析，讨论了器物的机械性能及其历时性变化规律。同时结合形制特点和文献记载，揭示了器物功用与合金成分之间的联系，推知铸造者可能根据器物的使用特点，有意识地调整青铜器的合金配比。

成都平原商周青铜器的原料来源是近年来学界广泛关注的问题，江口遗址集中发现的大量先秦青铜器为讨论这一问题提供了重要资料。研究者对47件青铜器进行了铅同位素分析，结合大量已发表数据，深入讨论了江口青铜器的铜料来源问题。铅同位素分析表明，江口西周青铜器的铜料来源较为广泛，不仅有中原原料和本地特点原料，同时还发现了6件具有高放射性成因铅特点的青铜器，其铅同位素比值特点与三星堆、金沙遗址出土青铜器相近，具有相似的原料来源，可能反映了存在对早期青铜器重熔再铸的现象。与西周相比，江口东周青铜器的铅同位素数据离散程度较低，分布较集中，可能反映了东周时期更为稳定的原料获取途径。同时，通过与四川现代矿产资源的铅同位素数据对比，显示部分青铜器的原料可能来自于本地。

既往考古资料表明，成都平原晚商至西周时期青铜器的发现主要集中于三星堆、金沙、竹瓦街等遗址，这些遗址点在性质上较为特殊，在位置上均位于成都平原中部、北部地区。江口青铜器的发现与研究，不仅更新了我们成都平原早期青铜器分布地域的认识，填补了该区域早期青铜器研究的空白，同时也通过考古材料，论证了该区域在先秦时期具有重要的政治、军事地位，为研究成都平原先秦时期青铜资源流通与社会格局等问题提供了新材料与新视角。



江口遗址出土部分先秦青铜器

### 11、贵州万山汞矿遗址考古调查与工业遗产研究 (Archaeological Investigation and Industrial Heritage Study of the Wanshan Mercury Mining Site in Guizhou Province, China)

该论文发表于英国工业考古学协会的会刊《Industrial Archaeology Review》I。四川大学考古科学中心李映福教授为论文第一作者，博士研究生马春燕、刘芳、黄琬为共同作者，李玉牛副教授为论文通讯作者。



万山汞矿遗址是研究我国古代金属矿冶及科技史的重要资料，也是我国仅有的几处最具历史考古价值的工业遗产之一，已于2012年列入世界文化遗产后备名录。遗址位于贵州省铜仁市万山区万山镇，曾是世界上最主要的朱砂及汞矿之一，规模仅次于西班牙、意大利矿区，素有“丹砂王国”之称。遗址地表分布面积达2.5平方公里，采掘面积约3.2万平方米，包括仙人洞、黑洞子、云南梯等多个地点。矿洞内保存有古代的石梯、隧道、刻槽、标记、矿柱、巷道、炼炉等采掘及炼汞的遗迹、遗物。遗址地面还分布有湘黔汞矿公司旧址和近现代采矿、选矿、冶炼工厂厂址以及生活设施等建筑。由于矿源枯竭，朱砂采掘和汞冶炼于本世纪初就陷于停产状态。

万山汞矿遗址共发现朱砂采冶及生产相关遗迹36处，其中既有古代的矿冶、聚落、道路及桥梁码头等遗址，也有近代的民居及城墙和近现代的工业遗产建筑群等，年代自唐宋延续至近现代。万山汞矿遗址是我国工业遗产保护与利用的重要案例。围绕朱砂采掘与汞冶炼遗址的保护与

利用规划，实施了矿山本体的加固与保护和部分地下矿洞的利用、沿山体修建玻璃栈道等游览设施，形成了独有的矿山遗址公园景观。万山汞矿遗址以矿冶生产遗存为中心，展示了千年的朱砂采冶发展史与矿业文化。万山作为资源枯竭转型城市，其汞矿工业文化遗产的保护与利用模式，是我国众多资源枯竭城市转型发展的重要探索，具有世界性的意义。

该团队开展的万山朱砂及汞矿冶遗址的调查与工业遗产研究，弥补了中国朱砂及汞手工业考古研究的空白，该英文成果的发表也助于世界了解我国工业遗产保护与利用的现状和基本理论与方法。



利用汞矿生产旧厂房改造的工业遗产展示区

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

#### 12、明代晚期重庆西部的铁工业生产：以冶金遗存为中心 (Iron Production Industry in Western Chongqing During the Late Ming Dynasty: A Perspective from Smelting Related Materials)

该论文由四川大学考古科学中心冶金考古团队与重庆市文物考古研究院合作完成，在国际考古期刊《Asian Perspectives: the Journal of Archaeology for Asia and the Pacific》在线发表。四川大学考古科学中心李玉牛副教授为本文第一作者，硕士研究生邱添为第三作者，博士研究生黄琬为通讯作者，重庆市文物考古研究院孙治刚副研究员、白九江研究员为本文共同作者。

Asian Perspectives

##### Iron Production Industry in Western Chongqing During the Late Ming Dynasty: A Perspective from Smelting Related Materials

Li Yuniu, Sun Zhigang, Qiu Tian, Bai Jiuliang, Huang Wan  
Asian Perspectives  
University of Hawaii Press  
Volume 62, Number 2, 2023  
pp. 184-201  
10.1353/asi.2023.a909234

Article

该项研究对重庆西部走马地区炉堆子等4处明清时期的冶铁遗址及出土冶金相关遗物进行了系统分析，结合相关考古发现和文献记载，对该区域的冶铁技术进行了复原与重建。该遗址是目前重庆西部发现的年代最早、保存最好的生铁冶炼遗存。该研究从手工业考古视角，结合科技分析手段和历史文献，对明清时期走马地区的冶铁业技术体系进行了复原与重建，填补了明清时期重庆西部地区冶铁技术研究的空白。

成渝古道是古代成都往返重庆之间的重要陆路通道，其形成年代至迟在唐宋时期，明、清时期发展为成渝之间

的重要驿道。走马地区位于重庆市九龙坡区走马镇西部，属成渝古道璧山县来凤驿与巴县白市驿之间的必经之地。该区域内手工业遗址群的发现为探讨区域经济发展提供了新线索。

走马地区共发现4处明清时期冶铁遗址，结合出土遗物的年代特征和碳十四测年数据，炉堆子和铁砂子土两处遗址冶金活动的时间可追溯至16至17世纪，高炉厂和碾米沟两处遗址冶金活动的时间为19世纪。通过出土炼渣的金相和成分分析研究，明确了炉堆子和铁砂子土均采用了生铁冶炼技术，并在冶炼过程中，使用了本地的菱铁矿和白云石。遗址中并没有发现锻造或铸造的证据，因此推测遗址中生产出的生铁可能被运输到其他地点进行进一步加工。

文献记载表明，明清时期冶铁业出现了由政府经营向私人经营的转变。该研究中走马地区的4处冶铁遗址未见于官方文献记载，且其冶炼技术并不发达。因此，推测这些冶铁遗址很可能为民营铁工业作坊。



炉堆子炼炉线图及照片

#### 13、重庆奉节白帝城遗址出土最早装填铁雷

##### (The earliest loaded iron bomb excavated from the Baidicheng fort site Chongqing, China)

四川大学考古科学中心李映福教授冶金考古团队与重庆市文物考古研究院合作，对重庆奉节白帝城遗址出土铁雷的制作工艺及其历史背景开展了研究，文章在线发表在《Archaeological Research in Asia》。重庆市文物考古研究院、重庆师范大学邹后曦教授为本文第一作者，四川大学考古科学中心李玉牛教授为本文通讯作者。重庆市文物考古研究院孙治刚副研究员、叶琳副研究员、李大地研究员，英国埃克塞特大学G. Juleff 教授，中心李映福教授，博士研究生黄琬为本文共同作者。



2017年，重庆市文化遗产研究院（现重庆市文物考古研究院）在重庆市奉节县白帝城的子阳城樊家台地点H1、皇殿台地点CM2发现铁雷17件，其中H1出土16件铁雷，CM2出土1件。考古工作者对17件铁雷做了系统检测，其中皇殿台地点发现的1件铁雷（编号CM2④：9）装填有火药。白帝城遗址出土铁雷不仅数量多，保存完好，且出土单位明确，年代清楚，特别是CM2④：9既是世界首次发现的装填火药的铁雷，也是迄今为止世界上发现的年代最早的火药实物，对研究中国早期火药的成分、能量以及火药西传的时代与途径等问题都具有世界性的重大学术

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

意义。

铁火雷出土于子阳城T9的H1，根据发掘情况判断，H1原为蓄水池，宋军投降后或为防止兵器落入元军手中而变成填埋坑。在坑底散乱堆放铁箭镞、铁雷、铜弩机等兵器，上部以石块、泥土掩埋。H1叠压于元代淤积层下，坑内出土南宋时期的白釉瓷碗、青釉缸胎瓷罐等器物。灰坑内共采集5个测年标本（1件动物骨骼，4件木炭）进行碳十四测年结果显示H1的绝对年代在1042-1275AD (2σ)，与考古学判断基本吻合，属于宋末元初时期。

我院冶金考古团队对其中一件铁雷样本（SK0113）进行了全面与深入研究。根据铁雷表面残留的范线痕和过往发现的陶范形制，可以看出铁雷是由两块半圆形陶范合范以铁水一次浇铸而成。根据微观分析结果表明，铁雷厚度约8mm，靠外侧表面有一层约2mm厚的锈蚀层，铁雷外壳为亚共晶白口铸铁，基体为珠光体与莱氏体。铁雷出土单位中液体样本的离子色谱测试结果表明原境中应包含硫元素(SO4<sup>2-</sup>: 0.57mg/mL)。中科院上海光学精密机械研究所对CM2④：9内的填充物进行了拉曼光谱测试，发现了硫、碳、铁的矿物质、石膏，且钾的含量很低。在取出填充物时，我们进行了明火点燃实验。以点燃的火柴靠近样本，样本上方可以观测到明显火星溅射。

蒙古(元)军占领北方后，从1234年至1279年，开始实施占领江淮，统一全国的战略目标。南宋军队在与蒙古军作战过程中渐次退守，逐渐形成守长江上游以固下游防御的体系。宋代白帝城就是这一防御体系的核心。白帝城宋蒙之战是中国宋元史的重大事件，屡见于《元史》《宋季三朝政要》《宋史》等文献，夔州路保卫战始于1234



## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

年，1278年川鄂元军会师白帝城下夔州宋军被迫投降，历时近44年。H1掩埋的年代与这一历史事件的年代基本一致。白帝城作为南宋的最后一道防线，直到四川战区指挥中心四川制置司重庆府投降也未被攻陷，铁火雷的应用在守城战中或许发挥了极大的作用。白帝城宋代遗址的发现，是南宋铁火雷的第一手实物资料，对深入探讨13世纪的军事史、科技史提供了宝贵的资料，具有极其重要的学术意义。

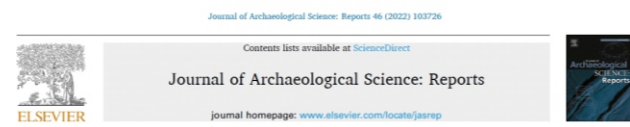


白帝城遗址H1 (上) 主要出土遗物 (下)

#### 14、公元前400-公元600年中国西藏皮央·东嘎遗址出土铜器、金器分析

##### (Analysis of copper-base and gold artifacts from the Phyi Dbang-Dung Kar site in western Tibet, China, 400 BCE-600 CE)

四川大学考古科学中心考古材料与文物保护实验室和西藏考古团队再获重要成果，论文发表于国际著名考古科学期刊《Journal of Archaeological Science: Reports》。论文第一作者为四川大学考古科学中心黎海超教授，通讯作者为李帅副教授。西藏西部的冶金考古是学术界关注的热点问题，尤其是西藏西部出土的青铜器显示出与其他区域的诸多联系，是深入剖析区域间文化互动的切入口。在西藏西部漫长的早期金属时代，来自南亚、北方草原、西南山地等多个区域的文化因素汇集于此，这也为研究高海拔地区文化互动提供了极为典型的案例。黎海超教授团队选取皮央·东嘎遗址各墓地出土的二十余件青铜器及金器样品，进行了全面的科学分析。分析的样品涵盖吉翁墓地、格林塘墓地、卡基墓地、果扎墓地等，通过研究串联起公元前400年公元600年间上千年的青铜器生产和流动图景。



Analysis of copper-base and gold artifacts from the Phyi Dbang-Dung Kar site in western Tibet, China, 400 BCE-600 CE

Haichao Li<sup>a,b,d</sup>, Xingrui Liu<sup>a,b</sup>, Feng Yang<sup>b</sup>, Renjie Ma<sup>c</sup>, Jianfeng Cui<sup>c</sup>, Shuai Li<sup>b,c</sup>, Ming Zhu<sup>b</sup>, Wei Huo<sup>d</sup>, Hongliang Lv<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Archaeometallurgy Research Laboratory, Sichuan University, Chengde 610065, PR China  
<sup>b</sup> School of Archaeology and Museology, Sichuan University, Chengde 610065, PR China  
<sup>c</sup> School of Archaeology and Museology, Peking University, Beijing 100071, China

成果基于考古学分析，结合系统的科技分析手段，从青铜器的风格、技术、原料三个层面讨论青铜的生产与流

动。论文认为，以皮央·东嘎遗址为代表的西藏西部地区，青铜冶金技术表现出极强的延续性，并与南亚地区关联密切。从原料来讲，区别于中原、长江流域、西南地区、北方草原地带，甚至与关联密切的尼泊尔北部桑宗墓地也不一致。种种迹象表明，其原料可能源于当地，或者多种外来原料的混合。以往认为或源于西南地区的铜柄铁剑，根据分析更可能为当地自制。青铜器风格、技术、原料三个层面表现出复杂的流动，为我们理解西藏西部的文化互动模式提供了全新的视角。

近年来，川大西藏考古团队一方面系统开展田野考古工作，同时也始终坚持多学科合作的模式。该成果研究的皮央·东嘎遗址便是近年来川大发掘的重点遗址。遗址位于西藏阿里札达县托林镇东嘎村，处在象泉河河谷中。遗址群内的古代遗存类型多样，包括石窟、佛寺、佛塔、墓葬、居址、岩画等，时间跨度大，早可到早期青铜时代，晚可至16世纪。该遗址在1992年就被发现，之后在1994-2001年先后开展了7次考古调查和发掘工作。2018年至2020年，四川大学考古文博学院联合西藏自治区文物保护研究所等单位对该遗址连续开展三个年度的考古发掘，共发掘墓葬68座，分属于多个墓地，出土各类标本五百余件。

依托于四川大学考古科学中心，多团队对该遗址出土的遗物展开集中攻关。本次开展的青铜器科学分析涉及到主量元素、微量元素、金相组织分析等内容，相关实验在考古科学中心考古材料与文物保护实验室完成，运用了PHENOM XL型SEM-EDS（扫描电子显微镜-能谱仪）、Leeman Prodigy 7型全谱直读电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP-OES）等多类大型分析测试设备。

## RESEARCH PROGRESS

### 科研成果

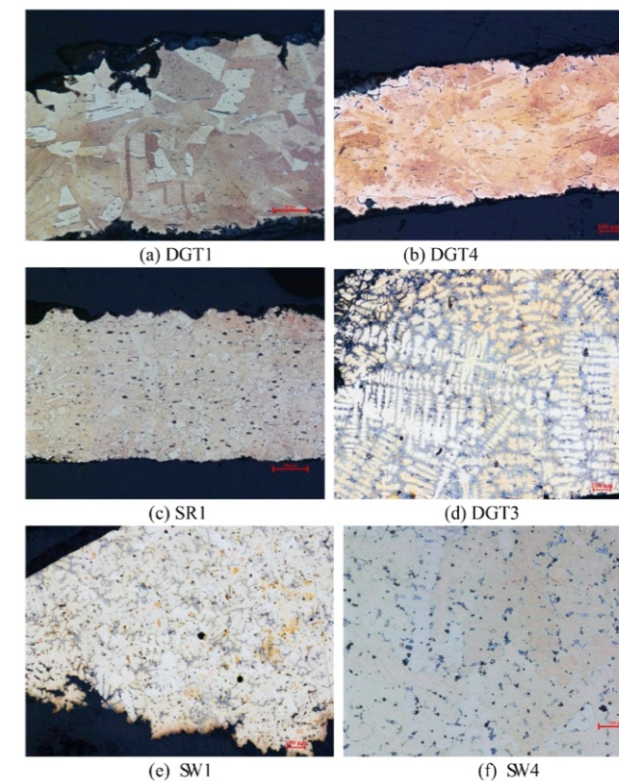


Fig. 4. Metallurgical images of analyzed samples.

## RESEARCH PROGRESS 科研成果

### 15、西太平洋海岸最早新石器定居和海洋适应 (Earliest Neolithic occupation and maritime adaptation on the West Pacific coast)

该项研究由四川大学考古科学中心贺可洋特聘副研究员环境考古团队联合中国科学院地质与地球物理研究所、浙江省文物考古研究所共同完成，论文在国际期刊《Journal of Archaeological Science》上发表。贺可洋特聘副研究员为第一作者和通讯作者，中国科学院地质与地球物理研究所吕厚远研究员为共同通讯作者，浙江省文物考古研究所孙国平研究员、王永磊馆员为共同一作。

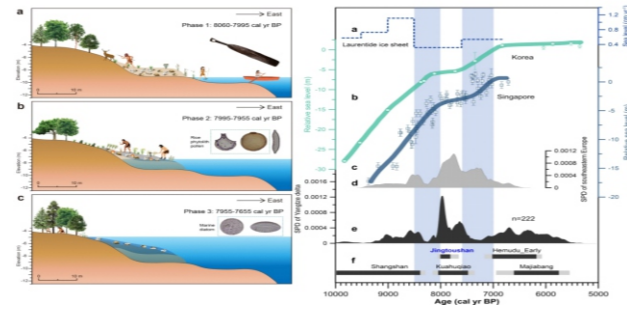


Earliest Neolithic occupation and maritime adaptation on the West Pacific coast

Keyang He<sup>a,b,c,1,\*</sup>, Guoping Sun<sup>a,1</sup>, Yonglei Wang<sup>a,1</sup>, Yunfei Zheng<sup>a</sup>, Jianping Zhang<sup>d,e</sup>, Xiaoshan Yu<sup>a,b</sup>, Caiming Shen<sup>a</sup>, Houyuan Lu<sup>b,f,g,h,i</sup>

该项研究受国家自然科学基金委员会交叉科学部重大项目“海岸带环境变迁与文化文明演替”（T2192950）第一资助。海洋适应，包括贝类利用、工具制造和海上航行等一系列人类行为，在现代人类扩散和生业模式转型中发挥着重要作用。末次冰消期以来，受海平面上升淹没海岸带地区的影响，全世界范围的海洋适应加强，普遍被认为开始于约7000年前，以贝丘遗址的大量出现作为标志。本研究通过与浙江省文物考古研究所合作，在浙江余姚井头山遗址展开详细的年代学、沉积学和微体化石分析（孢粉、植硅体、硅藻），证实井头山遗址为海岸带上人类活动的原生沉积，不仅将海洋适应加强的开始时间向前推进到距今8000年前，也为海岸带地区未来的水下考古工作和史前人地关系研究提供了全新视角。

井头山遗址位于杭州湾南岸的宁绍平原，文化层堆积深埋在现代海平面以下约8 m，是中国沿海埋藏最深的海岸贝丘遗址，也是长三角地区首个贝丘遗址。本研究基于详细的贝叶斯年代分析，将井头山遗址一到三期的文化堆积年代确定为~8060–7655 cal yr BP。综合孢粉、植硅体等微体化石证据，发现伴随着对海洋贝类资源的持续利用，井头山遗址二期存在水稻栽培增强的现象。基于硅藻和沉积学证据重建的区域海平面，从约-8.3上升到约-6.1 m.a.s.l，对应了早全新世海平面上升速度减缓的一个窗口期，同一时期在日本、丹麦、英国等一系列遗址也出现了海洋适应加强的现象；这一海平面相对稳定窗口期的前后，则是早全新世最后两次海平面跃升事件（~8400和~7600 cal yr BP），对应了东南欧的大洪水和长江下游地区的人口衰落及文化间断。



井头山遗址生态环境演变和早全新世海平面变化

09

EVENT  
CALENDAR

---

大事记

## 大事记

2022年  
11月18日

四川大学考古科学中心成立

2023年  
4月17日

考古科学中心第一届第一次主任联席会扩大会议召开

2023年  
5月6日

发布四川大学考古科学中心开放课题  
申请指南（2023年）

2023年  
6月27日

考古科学中心第一届第二次主任联席会议召开

2023年  
10月16日

考古科学中心第一届第三次主任联席会议召开

2023年  
10月20日

“考古科学论坛”开讲

2023年  
11月20日

“考古科学工作坊”开讲

