

“结构复杂、造型精巧的青铜神坛，有“千里眼”“顺风耳”之誉的青铜纵目面具，高大宏伟、堪称奇观的青铜神树……在三星堆遗址出土的各种繁复而精美的文物中，充满想象力和创造力的青铜器可谓独树一帜。这些青铜器到底来自何方，又采用了怎样的铸造方式呢？”

11月16日，在四川广汉举行的“三星堆遗址考古多学科综合研究成果研讨会”上，20个科研机构、大学院校和科技公司的代表分享了关于考古发掘、文物保护、多学科研究、科技手段运用、设施设备创新等领域的最新成果。

其中，围绕三星堆遗址出土的青铜文物，到场的专家学者从科技分析、铸造工艺分析、产地来源等方面入手，分享了目前在三星堆青铜器研究中的阶段性成果。



北京科技大学教授陈坤龙在现场做分享。李雨心摄

三星堆青铜器在哪儿铸造？ 专家称可能存在多个铸造地

三星堆祭祀坑中出土的数量较大、造型风格各异、内涵丰富的青铜器，为研究三星堆文化、青铜时代古蜀文明，乃至殷商时期中原地区和长江流域青铜文化之间的交流提供了宝贵的实物资料。那么，在这些跨越了数千年历史长河的青铜器中，暗藏了怎样的谜语呢？研讨会上，北京科技大学教授陈坤龙介绍了三星堆遗址祭祀坑出土青铜器科技分析阶段性成果。

据介绍，随着三星堆祭祀区发掘工作的重启，陈坤龙带领的北京科技大学冶金考古团队，对三星堆一、二号坑出土青铜器残留泥芯进行岩相观察、化学成分分析，以期对三星堆青铜器铸造地等相关问题探讨。

“泥芯分析显示，三星堆青铜器面具/人像、神树、其他非容器等本地风格特征器物泥芯与容器类器物泥芯在化学成分及显微结构上均存在较大差异。”陈坤龙说，这种差异性据推测与产地不同相关，“三星堆青铜器应存在多个铸造地，本地风格器物与容器类器物铸造地不同。”

青铜器铸造有何独到之处？ 三星堆有独特的制泥芯技术

上海博物馆的青铜器修复技艺在全国享有盛誉，研讨会上，上海博物馆文物保护科技中心副主任、研究馆员丁忠明分享了三星堆遗址出土青铜文物铸造工艺分析阶段性研究成果。

在接受华西都市报、封面新闻记者采访时，丁忠明表示，上海博物馆研究团队通过X-ray CT成像技术，研究了三星堆遗址出土的12件青铜器制作工艺，并与中原同时期青铜器制作工艺作比较研究，“我们发现，三星堆与中原青铜器的铸造技术既有相似的共性，也有鲜明的个性。”

其中，两者相似的共性有三

点，分别是陶范法铸造、金属垫片及定位泥芯撑技术、铸接技术。“但三星堆青铜有鲜明的个性，表现为一是盲芯中普遍存在细长的长方体木条，是三星堆独特制泥芯技术的反映；二是普遍使用了以青铜合金为原料的铸接技术。”

丁忠明现场展示，三星堆遗址出土的两只较大铜鸟腹内及龙头内的泥盲芯中，均设置有细木条。“有意为之的木条应是为了制作湿态泥芯时的工艺方法。在目前检测的大量中原商周青铜器盲芯中，未见用有机物作为芯骨的工艺技术。泥芯内部结构的差异，反映出三星堆独特的制泥芯技术，暂且称其为‘泥芯核’。”而具有这些独特技术的青铜器，丁忠明更倾向于应为本地制作的。

青铜器、玉石器来源何方？ 彭州铜矿与部分青铜器有关

在关于三星堆青铜器的诸多谜团中，关于青铜器的产地问题也颇受关注。现场，成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室教授王运生，谈到了三星堆遗址出土玉石器及青铜器产地来源研究成果。

“我们团队通过相关区域示踪调查与取样鉴定，分析了大宝山矿区岩石的微量元素、稀土元素含量，研究三星堆大玉料、代表性玉石与玉料产地靶区的岩石的相关性。”王运生说，结果表明，三星堆大玉料与彭州蛇纹石的相关性较高。“两件大玉料原岩均属于超基性岩中产出的蛇纹石。根据检测报告分析显示：两件大玉料和红岩蛇纹石样品的化学成分较为接近。”

在此基础上，王运生教授及其团队还对彭州铜矿进行调查取样与地球化学测试分析，研究其与三星堆青铜器的关联性。“通过微量元素示踪法表明，彭州铜矿与三星堆部分青铜器关联性较大。”

华西都市报-封面新闻记者 李雨心
本版图片除署名外均据新华社

聚焦三星堆遗址考古多学科综合研究成果研讨会



青铜鸟足神像。



青铜纵目面具。

实验复原、电磁探测 科技助力三星堆考古研究

11月16日，在“三星堆遗址考古多学科综合研究成果研讨会”上，四川大学考古文博学院黎海超教授，从祭祀区行为过程实验复原、三星堆手工业技术实验复原等角度，分享了“三星堆遗址祭祀区实验考古研究”。黎海超着重讲述了三星堆六号坑木箱焚烧实验。这个实验通过复原祭祀坑与木箱模拟古代先民焚烧木箱时的情景，探讨木箱焚烧的场景问题，包括“木箱焚烧在坑内还是坑外”“如何引燃、用何燃料”“朱砂受火是否保留下来”“焚烧季节、温度、风向的关系”等。

该实验初步发现木箱的焚烧效果与风向、风力关系密切，明显受到自然环境的影响；木箱焚烧过程中的声音、火焰、烟雾存在视觉、听觉和嗅觉等感官冲击，焚烧行为对当时现场人们所造成的感受需特别关注；木箱上的朱砂经明火焚烧难以保存，朱砂与木箱的关系值得进一步探索。

而电子科技大学的周军从关键问题、技术路线、研究内容、探测成果等角度，分享了“三星堆遗址祭祀坑电磁探测阶段性成果”。周军介绍，“研究采用了方法研究和物理模拟试验相结合的方式，厘清了地下金属器物的响应规律和‘异常’识别标志，优化了多频电磁探测数据的高分辨反演方法，实现了祭祀坑及邻区的高精度电磁成像。”

根据电磁反演成像结果，K3-K8祭祀坑中的器物具



青铜鸟足神像局部。



青铜扭头跪坐人像。

有明显的分类埋藏特征，金属器物主要集中埋藏于K3、K8和K7三个祭祀坑。“上述研究工作为考古发掘提供了有力的科技支撑，同时也为类似环境的考古探测提供了良好示范。”周军说。

华西都市报-封面新闻记者 荀超

三星堆“考古黑科技”： 3D软猬甲保护现场文物安全提取

三星堆考古发掘是对科技考古的一次检验与巡礼。11月16日，在“三星堆遗址考古多学科综合研究成果研讨会”上，多家单位就“考古黑科技”进行了展示。

陕西十月文物保护有限公司代表介绍了三星堆考古发掘、文物保护与现场展示数字技术研究成果，包括祭祀坑发掘多阶段“CT分层”三维扫描数据成果，即高精度遗迹三维自动化采集装置，通过远程入坑，可全方位采集遗迹的层面三维数据、影像及坐标，特点是

远程遥控、精准移动及防碰撞设计。尤其提到“3D软猬甲”——三星堆考古发掘现场文物安全提取预防性保护新应用。3D软猬甲的内层硅胶具有良好的弹性，与文物精准贴合，又能避免材料残留而造成的污染损伤；外层聚酰胺能对拟提取器物实行原位加固与固型，有效避免提取和转移过程中对文物表面纹饰和装饰产生损伤。

重庆声光电智联电子有限公司代表分享道，该公司建成了多功能考古综合发掘平台，研发和集成了一整套考古领域重大前沿技术装备，拓展了预防性保护理念的使用情境，完善了田野考古文物应急保护和信息提取方式

方法，推动了传统考古、数字化考古和实验室考古的融合发展。形成了多学科协同作战的考古新模式，众多科技考古装备首次应用到考古发掘中，是践行“中国特色、中国风格、中国气派的考古学”的一次有力实践。

海尔集团的代表分享了他们研发的有机文物智能保护柜、考古舱空气智慧调控系统等专利，考古舱空气智慧调控系统可蒸发冷却降温，温度控制在18-20℃，新风电极加湿，湿度不低于80%，满足了三星堆发掘现场“低温高湿”的环境需求。

华西都市报-封面新闻记者 吴德玉