

第三届“文物科技创新论坛”摘要



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。现摘编论坛发言如下:

中国社会科学院考古研究所所长、研究员 陈星灿: 中华文明起源与早期发展的最新研究进展

核心遗址田野考古工作取得突破。中华文明探源研究的工作总方针是以田野考古工作为中心,以多学科联合攻关方式开展研究。项目第五阶段(2020—2024年)开展以来,项目组不同团队持续围绕辽宁建平牛河梁、山西兴县碧村、襄汾陶寺、陕西神木石峁、延安芦山峁、河南新密新砦、偃师二里头、山东章丘焦家、四川新津宝墩、大邑高山、广汉三星堆、湖北天门石家河、沙洋城河、湖南澧县鸡叫城、孙家岗、安徽含山凌家滩、浙江余杭良渚、江苏常州寺墩等遗址,开展系统的田野工作,取得了重大进展。

测年技术取得重要突破。项目组突破常规检测方法,采用贝叶斯统计和核密度估计法对测年结果进行分析,综合分析考古遗存年代,对重点遗址的关键时间节点探索有了新的认识,尤其是在石峁与三星堆遗址的测年工作中取得了重要突破。

四川大学考古科学中心主任、教授 吕红亮:

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

青藏高原素有“第三极”“世界屋脊”之称,高海拔、低温低氧使这里成为人类生存最有挑战区域之一。因此,探究人类何时涉足青藏高原并永久定居、如何适应高原环境,高原内外文化和人群如何互动交流等,一直是国际学界关注的前沿课题。本研究从多学科交叉前提下的考古学视角,介绍最近项目开展的两项工作:

一是对青藏高原古人群展开大规模、系统性古基因组研究,直接呈现出青藏高原5000年以来人群

兰州大学资源环境学院青年研究员 吴旻:

青藏高原东缘全新世气候变化格局及影响

全新世气候和环境变化深刻影响了史前人类社会的发展和文明演化。自新石器时代以来,青藏高原东缘一直是南北向文化交流的重要通道,但是农业出现在青藏高原东北部和青藏高原东南缘的时间存在显著差异,这种差异是否是气候环境变化有关尚不清楚,相关区域亦缺乏气候环境和农业活动对史前人类定居和人类活动影响的研究。基于此,本报告将着重介绍针对两个区域古环境研究的重要成果。研究汇总了青藏高原东北部和云南地区具有精确年代限制和指标意义明确的湿度记录,以及考古遗址中基于人和动物骨骼、农作物遗存测试

敦煌研究院院长、研究馆员 苏伯民:

墓葬壁画原位保护关键技术研究

本项目聚焦墓葬壁画原位保护中的重大技术需求,以不同类型墓葬壁画为对象,开展了以下研究,并在河南打虎亭汉墓、江苏南唐二陵等2处墓葬完成相关技术应用示范:

一是阐明打虎亭汉墓、南唐二陵等2处墓葬壁画制作材料及工艺特征,揭示微生物病害、盐霜及已施用的保护材料老化等3种典型病害形成机理。

二是研发智能移动式辐照灭菌装置及空气灭菌装置、具有自灭菌功能的壁画保护材料及绿色环保

中国文化遗产研究院副院长、研究馆员 李黎:

石窟寺岩体稳定性预测与加固关键技术研究进展与思考

围绕石窟寺岩体失稳机理、岩体稳定性评估和监测、加固材料和技术,开展机理研究、技术研发以及示范应用,并选取甘肃庆阳北石窟寺、四川安岳石窟窟窿洞开展示范应用。

一是对石窟寺岩体多尺度结构进行探测技术集成、研发和应用,并通过室内试验、数值模拟等手段揭示了石窟寺岩体变形时效规律。

二是开展石窟寺岩体稳定性评估与监测关键技术研发,在北石窟寺和安岳石窟实施多尺度、多元数据

古环境研究取得进展。古环境研究团队进一步揭示了不同遗址所在区域的基本环境特征及主要的环境变化过程存在显著的差异。

文明起源生业经济模式研究深入推进。距今7000年以来,生业经济表现出明显的区域差异,并在文明化进程中有不同的演进模式。中原及北方地区显示出明确以粟为主,黍、大豆、水稻为补充的混合型农业生产体系;陶寺、二里头等重要都邑性遗址中,出现了果实类经济作物,这与同时出现的牛羊类次级消费品如奶制品、毛织品等相对应。

手工业经济专门化是各地区文明起源进程中的主要表现。因资源、技术差异,有不同体现,但集中性的专门化和规模化生产是各区域社会复杂化的共同特征,而跨区域资源技术的整合是龙山到二里头阶段逐步形成更为广域复杂社会的重要原因和表现。

浙江大学航空航天学院副教授 王宗荣:

用于古建筑本体裂隙监测的柔性压力传感器与物联网系统

裂隙是极为常见的破坏文物本体稳定性的病害之一。目前,现有的监测裂隙的手段,存在需要打孔、预埋、无法实时连续测量、外设体积庞大、有碍观瞻及设备昂贵等各种问题。本研究针对以上难题,提出了质轻、无损安装及实时连续监测的裂隙传感器及物联网系统,为文物裂隙的监测提供一种新的解决思路和方法。

裂隙传感器由高灵敏度的柔性压力传感器和低刚度系数微型弹簧构筑而成,将裂隙演变转化为压力进而接触电阻的变化从而达到监测效果。基于TPU传统弹性体的柔性压力传感器,玻璃化转变温度过低,在测试环境下属于高弹态,分子间链段可运动的空间大,易产生蠕变。由此本文设计了具有高玻璃化转变温度的PEI多活性位点微米纤维作为基体,作为复合材料刚性支撑基体不易松弛而发生蠕变,在其表面原位接枝生长聚吡咯半导体纳米微球结构,形成接枝共聚

复旦大学文物与博物馆学系教授 陈刚:

纸质文物信息识别与数据库建设进展

造纸术是中国的伟大发明,纸张是重要的历史、文化和艺术载体,对于现存大量纸本的书画、古籍等文物的认知是有机质文物价值认知研究的重要组成部分。以往由于缺乏实证资源、科学数据不足,难以对造纸术和纸张利用的发展史进行系统总结和价值认知研究。

在国家重点研发计划的支持下,项目组经过三年研究,初步建立了数量较为充足、年代序列完整、代表性充分、标准统一、可共享的标本库和数据库。在这一过程中,形成了以无损和微损分析技术为主的纸质文物基本信息及其识别成套技术,研发了诸如超高清显微观察系统等设备,提升了对于纸质文物的认知技术水平。在此基础上,研发的纸质文物科技数据库系统,在

天津大学智能与计算学部教授 万亮:

数字文化遗产数据的智能化分析利用及全流程版权保护初探

本项目围绕让数字文化遗产“长久活下去,生动活起来”的目标,重点面向不可移动文物(以石窟壁画为代表)和可移动文物(以青铜器为代表的)数字化表示,构建起“加工-保存-增强-利用”四个环节在内的技术体系,针对当前数字文化遗产数据面临的“实际利用率低、不敢共享”等现实难题探索可行的解决方案。

复旦大学文物与博物馆学系教授 王金华:

潮湿环境砂岩质石窟岩体渗水病害精细水文地质模型研究——以大足石刻、乐山大佛为例

渗水病害是我国石窟寺存在的最为普遍、危害最为严重的病害类型之一,尤其在高温高湿环境条件下的川渝石窟,渗水病害对石窟文物的侵蚀破坏更为显著。由于石窟岩体渗水病害渗流现象微弱,渗流通道狭窄,渗流网络复杂,现有的水文地质学理论及勘察评估技术难以对川渝石窟狭窄渗流通道、地层渗流作出精确的评估,无法支撑

最小干预原则下的精准治理,以乐山大佛、大足石刻为代表的川渝石窟渗水病害顽疾多年来未能得到有效治理。

国家重点研发计划项目“砂岩质石窟岩体裂隙渗流精细探测与防治关键技术研究”聚焦川渝石窟渗水病害特点与防治工作的迫切需求,开展文物保护工程精细水文地质学理论、方法、技术探索性研究,既具有理论意义,

中国航空规划设计研究总院有限公司研究员级高级工程师 葛家琪: 馆藏文物一体化防震关键技术研究

国内外历次强震造成了馆藏文物大量损毁,且普遍存在“馆舍不坏、文物震损,采取措施、文物仍震损”等突出问题,造成不可逆的重大损失。本项目通过开展地震动传递至文物本体的耦合系统多学科交叉研究,基于震害风险调查完成地震震害对馆藏文物的界定,建立风险

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员 杨石霞:

科学技术方法揭示泥河湾盆地下马碑遗址早期人类使用颜料和复合工具的证据

下马碑遗址位于泥河湾盆地东南缘的蔚县东北部,2013年考古发掘揭露一处原地埋藏的古人类活动面。通过系统的光释光、碳十四测年确定遗址形成于距今4.1~3.9万年。通过拉曼光谱、X射线荧光光谱、扫描电镜能谱和岩石磁学等多种手段分析,确定颜料加工遗迹区内的沉积物富集赤铁矿,并确认赤铁矿(赭石)小块表面有明显的反复摩擦痕迹。电镜扫描被染红的长条形石

中国科学院深海科学与工程研究所工程师 徐高飞:

深海考古专用AUV关键技术研发与应用

海洋占据了地球表面最为广阔的空间,是人类文明传播、交流和发展的场所。在漫长的历史演进过程中,受技术条件和变幻莫测的海洋气象条件影响,有大量船只不幸在海上沉没,船舶本身连同运载的货物一起散落海底,沉睡千年。这些散落在海底的文物,蕴含了丰富的历史、文化和当时的技术发展水平等信息,对人类文明和经济社会发展状况的分析具有重要意义,有必要进行深入研究。受限于探

北京大学考古文博学院副教授 胡刚:

金属文物耐蚀性评估电化学原位无损检测技术

以青铜和铁质文物为代表的金属文物是一类重要的文化遗产。但这些金属文物材质化学性质活泼,在自然环境中容易腐蚀劣化,文物耐蚀性质的评估是做好这类材质文物保护的重要环节。金属材料在自然环境中腐蚀主要为电化学腐蚀过程,其电化学性质的检测是评估文物保存状态的基本参数。

金属文物表面一般都覆盖有较厚锈层,且

表面粗糙不平整,因此现有的电化学测试方法难以实现带锈原位检测。根据电化学三电极测试体系要求,本研究通过系列设计改进,包括凝胶体系、笔式探头等设计,不断改进提升探头对带锈金属表面电化学参数探测的灵敏度和稳定性,并实现便携、原位、无损检测。通过本探头的设计,将极化曲线、交流阻抗、电化学噪声等多项测试方法,应用于金属文物带锈原

浙江大学航空航天学院副教授 王宗荣:

用于古建筑本体裂隙监测的柔性压力传感器与物联网系统

裂隙是极为常见的破坏文物本体稳定性的病害之一。目前,现有的监测裂隙的手段,存在需要打孔、预埋、无法实时连续测量、外设体积庞大、有碍观瞻及设备昂贵等各种问题。本研究针对以上难题,提出了质轻、无损安装及实时连续监测的裂隙传感器及物联网系统,为文物裂隙的监测提供一种新的解决思路和方法。

裂隙传感器由高灵敏度的柔性压力传感器和低刚度系数微型弹簧构筑而成,将裂

复旦大学文物与博物馆学系教授 陈刚:

纸质文物信息识别与数据库建设进展

造纸术是中国的伟大发明,纸张是重要的历史、文化和艺术载体,对于现存大量纸本的书画、古籍等文物的认知是有机质文物价值认知研究的重要组成部分。以往由于缺乏实证资源、科学数据不足,难以对造纸术和纸张利用的发展史进行系统总结和价值认知研究。

在国家重点研发计划的支持下,项目组经

天津大学智能与计算学部教授 万亮:

数字文化遗产数据的智能化分析利用及全流程版权保护初探

本项目围绕让数字文化遗产“长久活下去,生动活起来”的目标,重点面向不可移动文物(以石窟壁画为代表)和可移动文物(以青铜器为代表的)数字化表示,构建起“加工-保存-增强-利用”四个环节在内的技术体系,针对当前数字文化遗产数据面临的“实际利用率低、不敢共享”等现实难题探索可行的解决方案。

复旦大学文物与博物馆学系教授 王金华:

潮湿环境砂岩质石窟岩体渗水病害精细水文地质模型研究——以大足石刻、乐山大佛为例

渗水病害是我国石窟寺存在的最为普遍、危害最为严重的病害类型之一,尤其在高温高湿环境条件下的川渝石窟,渗水病害对石窟文物的侵蚀破坏更为显著。由于石窟岩体渗水病害渗流现象微弱,渗流通道狭窄,渗流网络复杂,现有的水文地质学理论及勘察评估技术难以对川渝石窟狭窄渗流通道、地层渗流作出精确的评估,无法支撑

评估方法;开展“馆舍结构+展藏柜+文物”一体化模型振动台试验,提出安全性指标和一体化设计方法,形成系列自主知识产权的防震措施、文物防震”等突出问题,造成不可逆的重大损失。本项目通过开展地震动传递至文物本体的耦合系统多学科交叉研究,基于震害风险调查完成地震震害对馆藏文物的界定,建立风险

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员 杨石霞:

科学技术方法揭示泥河湾盆地下马碑遗址早期人类使用颜料和复合工具的证据

下马碑遗址位于泥河湾盆地东南缘的蔚县东北部,2013年考古发掘揭露一处原地埋藏的古人类活动面。通过系统的光释光、碳十四测年确定遗址形成于距今4.1~3.9万年。通过拉曼光谱、X射线荧光光谱、扫描电镜能谱和岩石磁学等多种手段分析,确定颜料加工遗迹区内的沉积物富集赤铁矿,并确认赤铁矿(赭石)小块表面有明显的反复摩擦痕迹。电镜扫描被染红的长条形石

研究将东亚早期人类加工颜料的历史提

中国科学院深海科学与工程研究所工程师 徐高飞:

深海考古专用AUV关键技术研发与应用

海洋占据了地球表面最为广阔的空间,是人类文明传播、交流和发展的场所。在漫长的历史演进过程中,受技术条件和变幻莫测的海洋气象条件影响,有大量船只不幸在海上沉没,船舶本身连同运载的货物一起散落海底,沉睡千年。这些散落在海底的文物,蕴含了丰富的历史、文化和当时的技术发展水平等信息,对人类文明和经济社会发展状况的分析具有重要意义,有必要进行深入研究。受限于探

测手段的不足,目前深海考古工作仍处于起步阶段,还有广阔的深海区域和大量的潜在海底文物等待人们去探索和发现。在国家重点研发计划支持下,水下考古探测关键技术研发项目设立了深海考古专用AUV关键技术研发及平台研制课题,研制一台作业深度达到一公里的探测装备,服务深海考古探测工作。

经过近三年的研发,项目组基本完成了深海考古专用AUV的关键技术研发和平

北京大学考古文博学院副教授 胡刚:

金属文物耐蚀性评估电化学原位无损检测技术

以青铜和铁质文物为代表的金属文物是一类重要的文化遗产。但这些金属文物材质化学性质活泼,在自然环境中容易腐蚀劣化,文物耐蚀性质的评估是做好这类材质文物保护的重要环节。金属材料在自然环境中腐蚀主要为电化学腐蚀过程,其电化学性质的检测是评估文物保存状态的基本参数。

金属文物表面一般都覆盖有较厚锈层,且

表面粗糙不平整,因此现有的电化学测试方法难以实现带锈原位检测。根据电化学三电极测试体系要求,本研究通过系列设计改进,包括凝胶体系、笔式探头等设计,不断改进提升探头对带锈金属表面电化学参数探测的灵敏度和稳定性,并实现便携、原位、无损检测。通过本探头的设计,将极化曲线、交流阻抗、电化学噪声等多项测试方法,应用于金属文物带锈原

浙江大学航空航天学院副教授 王宗荣:

用于古建筑本体裂隙监测的柔性压力传感器与物联网系统

裂隙是极为常见的破坏文物本体稳定性的病害之一。目前,现有的监测裂隙的手段,存在需要打孔、预埋、无法实时连续测量、外设体积庞大、有碍观瞻及设备昂贵等各种问题。本研究针对以上难题,提出了质轻、无损安装及实时连续监测的裂隙传感器及物联网系统,为文物裂隙的监测提供一种新的解决思路和方法。

裂隙传感器由高灵敏度的柔性压力传感器和低刚度系数微型弹簧构筑而成,将裂

复旦大学文物与博物馆学系教授 陈刚:

纸质文物信息识别与数据库建设进展

造纸术是中国的伟大发明,纸张是重要的历史、文化和艺术载体,对于现存大量纸本的书画、古籍等文物的认知是有机质文物价值认知研究的重要组成部分。以往由于缺乏实证资源、科学数据不足,难以对造纸术和纸张利用的发展史进行系统总结和价值认知研究。

在国家重点研发计划的支持下,项目组经

天津大学智能与计算学部教授 万亮:

数字文化遗产数据的智能化分析利用及全流程版权保护初探

本项目围绕让数字文化遗产“长久活下去,生动活起来”的目标,重点面向不可移动文物(以石窟壁画为代表)和可移动文物(以青铜器为代表的)数字化表示,构建起“加工-保存-增强-利用”四个环节在内的技术体系,针对当前数字文化遗产数据面临的“实际利用率低、不敢共享”等现实难题探索可行的解决方案。

复旦大学文物与博物馆学系教授 王金华:

潮湿环境砂岩质石窟岩体渗水病害精细水文地质模型研究——以大足石刻、乐山大佛为例

渗水病害是我国石窟寺存在的最为普遍、危害最为严重的病害类型之一,尤其在高温高湿环境条件下的川渝石窟,渗水病害对石窟文物的侵蚀破坏更为显著。由于石窟岩体渗水病害渗流现象微弱,渗流通道狭窄,渗流网络复杂,现有的水文地质学理论及勘察评估技术难以对川渝石窟狭窄渗流通道、地层渗流作出精确的评估,无法支撑

最小干预原则下的精准治理,以乐山大佛、大足石刻为代表的川渝石窟渗水病害顽疾多年来未能得到有效治理。

国家重点研发计划项目“砂岩质石窟岩体裂隙渗流精细探测与防治关键技术研究”聚焦川渝石窟渗水病害特点与防治工作的迫切需求,开展文物保护工程精细水文地质学理论、方法、技术探索性研究,既具有理论意义,

(整理:赵昉 杨亚鹏 刘易寒)

示范组装线;集成成果及成套技术在甘肃省博物馆、秦始皇帝陵博物院、西安碑林博物馆等开展示范应用,并在甘孜藏族自治州民族博物馆中经历了泸定6.8级地震的考验和验证;形成馆藏文物风险评估、安全设计与措施装置集成应用的一体化防震系统解决方案。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员 杨石霞:

科学技术方法揭示泥河湾盆地下马碑遗址早期人类使用颜料和复合工具的证据

下马碑遗址位于泥河湾盆地东南缘的蔚县东北部,2013年考古发掘揭露一处原地埋藏的古人类活动面。通过系统的光释光、碳十四测年确定遗址形成于距今4.1~3.9万年。通过拉曼光谱、X射线荧光光谱、扫描电镜能谱和岩石磁学等多种手段分析,确定颜料加工遗迹区内的沉积物富集赤铁矿,并确认赤铁矿(赭石)小块表面有明显的反复摩擦痕迹。电镜扫描被染红的长条形石

中国科学院深海科学与工程研究所工程师 徐高飞:

深海考古专用AUV关键技术研发与应用

海洋占据了地球表面最为广阔的空间,是人类文明传播、交流和发展的场所。在漫长的历史演进过程中,受技术条件和变幻莫测的海洋气象条件影响,有大量船只不幸在海上沉没,船舶本身连同运载的货物一起散落海底,沉睡千年。这些散落在海底的文物,蕴含了丰富的历史、文化和当时的技术发展水平等信息,对人类文明和经济社会发展状况的分析具有重要意义,有必要进行深入研究。受限于探

测手段的不足,目前深海考古工作仍处于起步阶段,还有广阔的深海区域和大量的潜在海底文物等待人们去探索和发现。在国家重点研发计划支持下,水下考古探测关键技术研发项目设立了深海考古专用AUV关键技术研发及平台研制课题,研制一台作业深度达到一公里的探测装备,服务深海考古探测工作。

经过近三年的研发,项目组基本完成了深海考古专用AUV的关键技术研发和平

北京大学考古文博学院副教授 胡刚:

金属文物耐蚀性评估电化学原位无损检测技术

以青铜和铁质文物为代表的金属文物是一类重要的文化遗产。但这些金属文物材质化学性质活泼,在自然环境中容易腐蚀劣化,文物耐蚀性质的评估是做好这类材质文物保护的重要环节。金属材料在自然环境中腐蚀主要为电化学腐蚀过程,其电化学性质的检测是评估文物保存状态的基本参数。

金属文物表面一般都覆盖有较厚锈层,且

表面粗糙不平整,因此现有的电化学测试方法难以实现带锈原位检测。根据电化学三电极测试体系要求,本研究通过系列设计改进,包括凝胶体系、笔式探头等设计,不断改进提升探头对带锈金属表面电化学参数探测的灵敏度和稳定性,并实现便携、原位、无损检测。通过本探头的设计,将极化曲线、交流阻抗、电化学噪声等多项测试方法,应用于金属文物带锈原

浙江大学航空航天学院副教授 王宗荣:

用于古建筑本体裂隙监测的柔性压力传感器与物联网系统

裂隙是极为常见的破坏文物本体稳定性的病害之一。目前,现有的监测裂隙的手段,存在需要打孔、预埋、无法实时连续测量、外设体积庞大、有碍观瞻及设备昂贵等各种问题。本研究针对以上难题,提出了质轻、无损安装及实时连续监测的裂隙传感器及物联网系统,为文物裂隙的监测提供一种新的解决思路和方法。

裂隙传感器由高灵敏度的柔性压力传感器和低刚度系数微型弹簧构筑而成,将裂

复旦大学文物与博物馆学系教授 陈刚:

纸质文物信息识别与数据库建设进展

造纸术是中国的伟大发明,纸张是重要的历史、文化和艺术载体,对于现存大量纸本的书画、古籍等文物的认知是有机质文物价值认知研究的重要组成部分。以往由于缺乏实证资源、科学数据不足,难以对造纸术和纸张利用的发展史进行系统总结和价值认知研究。

在国家重点研发计划的支持下,项目组经

天津大学智能与计算学部教授 万亮:

数字文化遗产数据的智能化分析利用及全流程版权保护初探

本项目围绕让数字文化遗产“长久活下去,生动活起来”的目标,重点面向不可移动文物(以石窟壁画为代表)和可移动文物(以青铜器为代表的)数字化表示,构建起“加工-保存-增强-利用”四个环节在内的技术体系,针对当前数字文化遗产数据面临的“实际利用率低、不敢共享”等现实难题探索可行的解决方案。

复旦大学文物与博物馆学系教授 王金华:

潮湿环境砂岩质石窟岩体渗水病害精细水文地质模型研究——以大足石刻、乐山大佛为例

渗水病害是我国石窟寺存在的最为普遍、危害最为严重的病害类型之一,尤其在高温高湿环境条件下的川渝石窟,渗水病害对石窟文物的侵蚀破坏更为显著。由于石窟岩体渗水病害渗流现象微弱,渗流通道狭窄,渗流网络复杂,现有的水文地质学理论及勘察评估技术难以对川渝石窟狭窄渗流通道、地层渗流作出精确的评估,无法支撑

最小干预原则下的精准治理,以乐山大佛、大足石刻为代表的川渝石窟渗水病害顽疾多年来未能得到有效治理。

国家重点研发计划项目“砂岩质石窟岩体裂隙渗流精细探测与防治关键技术研究”聚焦川渝石窟渗水病害特点与防治工作的迫切需求,开展文物保护工程精细水文地质学理论、方法、技术探索性研究,既具有理论意义,

(整理:赵昉 杨亚鹏 刘易寒)