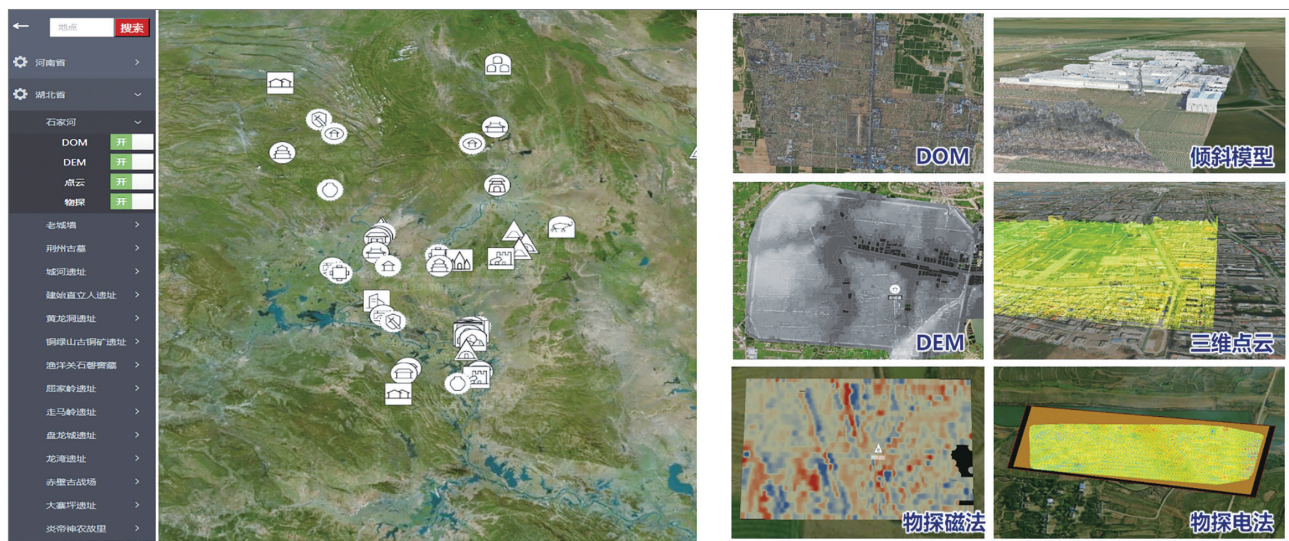


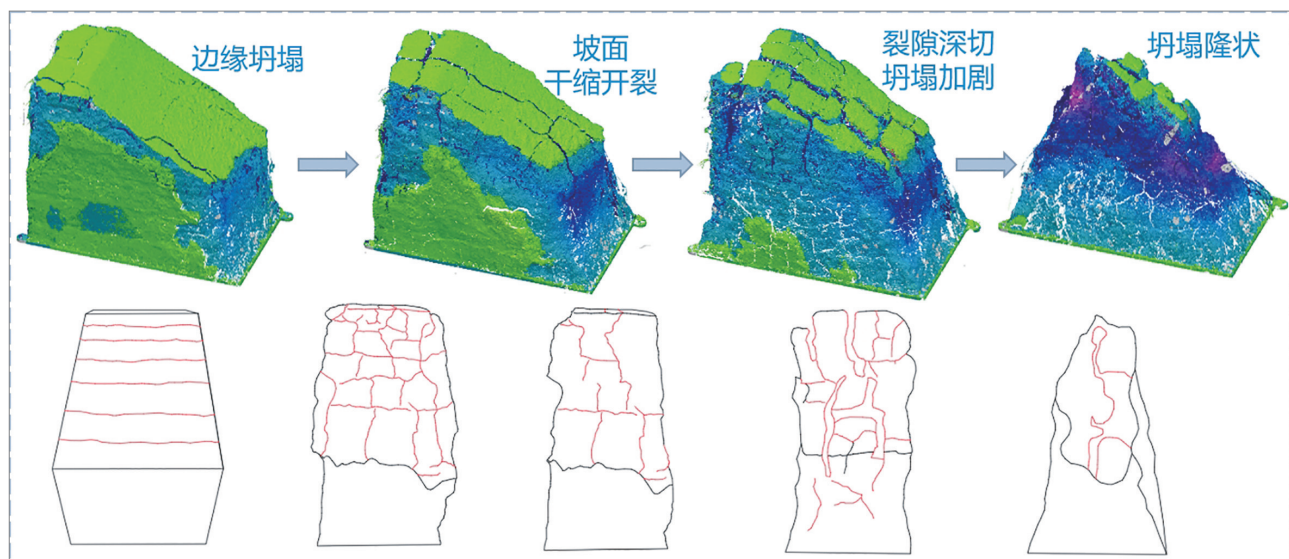
以科技创新支撑文物事业高质量发展

日前，作为2024年文化和自然遗产日主场城市重点配套活动，国家文物局科技教育司在辽宁大学组织开展文物科技创新学术交流活动，这也是相关活动连续第4年举办。活动以近年来国家重点研发计划相关项目的研究成果为主要内容，邀请来自16个项目组的专家学者作主题报告，会场周边还设置了包含32张主题海报的交流区。

据国家文物局科技教育司负责同志介绍，本次活动的亮点之一，是交流内容中新增了“十四五”国家重点研发计划“文化科技与现代服务业”重点专项的阶段性研究成果。该专项于2022年启动，截至目前已连续两批部署实施21个项目，与“十三五”国家重点研发计划相关项目一起，重点围绕文物的“防、保、研、管、用”等典型应用场景，在考古科学研究和技术创新应用、文物保护技术、文物资源管理与风险防控、文物传承利用与场景创新等4个方面开展了基础研究、关键技术攻关和应用示范，全面体现了我国文物科技创新工作的最新进展。



“天地联合田野考古调查关键技术”项目组开发了天地联合考古空间数据库，包含各类遥感影像、激光点云、电法、磁法物探等多源数据。



“多场耦合下土遗址劣化过程及保护技术研究”项目组通过在实验室内加载仿真环境，对潮湿环境土遗址的风化模式开展了模拟实验。

科技创新助力考古，不断增强历史自信

习近平总书记指出，考古学界要会同经济、法律、政治、文化、社会、生态、科技、医学等领域研究人员，做好出土文物和遗址的研究阐释工作。随着信息科学、材料科学、生物科学等关键技术应用，考古工作逐渐实现了从空间到遗址，从遗址到遗物，从宏观到微观，从单一到多元的全方位、全时段、全体系的覆盖。

作为国家支持的重大科研项目，中华文明探源工程以田野考古为基础，通过多学科联合攻关，对中华文明起源与早期发展进行多角度、多层次、全方位综合研究和科学论证，工程阶段性进展成为本次学术交流活动关注的焦点。中国社会科学院考古研究所研究员常怀颖介绍，“在项目执行专家组统一部署下，不同科研团队围绕29处核心遗址，在新技术支撑下取得田野考古收获。”他表示：“工程的进展一是重点遗址的关键时间节点探索有了新的认识，尝试采用不同测年技术探索古代遗址绝对年代，对关键遗址的兴废时间有了较大突破。二是不同遗址所在区域的基本环境特征及主要环境变化过程存在显著的差异。三是在中华文明起源与早期发展阶段，生业经济模式存在明显区域差异，在文明化进程中存在不同的区域演变模式。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，不同区域文明的物质文化成就有明区差异，但集中的专门化和规模化生产是各区域社会复杂化的共同特征。”

准确的探测是顺利开展考古工作的基础，遥感技术在助力考古精细化和信息化方面的作用受到高度关注。如何实现遥感考古装备的集成创新，提高遗迹识别准确度，成为目前重要的研究方向。复旦大学教授王辉就遥感考古探测关键技术及应用作主题交流，他表示：“项目组研制的新型考古探测装备实现浅埋藏、弱信号遗迹的高效探测；遥感考古综合分析系统集成遥感地球物理考古数据，实现穿址、壕沟等遗迹的高精度自动分类与提取。我们还依托环境可控的遥感考古探测试验平台系统开展了关键技术及装备试验。以上技术应用于不同环境典型遗址，将推动遥感考古调查向规范化、体系化的方向发展。”

北京大学教授陈建立来自“十四五”国家重点研发计划“中国古代金属物料产地溯源方法研究”项目组，他分享了项目实施一年多以来的研究进展。陈建立说：“金属物料溯源研究从多个维度展开，要构建综合的研究方法体系，揭示技术与资源的关系、物料流通网络演化规律，更关键的是要探讨早期国家资源管理的相关问题。”在列举了一系列研究案例后，他总结说：“金属物料溯源研究亟需完善溯源指标变化规律等关键理论问题，未来我们将着重关注金属物料溯源指标的提取、阐释与数据库建设等技术问题，构建中国古代金属物料溯源方法体系。”

科技创新铺就符合国情的文物保护之路

文物保护要靠科技。只有全面认识我国主要文物类型的基本特征，才能构建具有中国特色的文物保护利用理论体系，推动文物保护技术的精细化和系统化；只有解决文物保护中的科学技术瓶颈问题，才能突破关键领域的核心技术，更加有效地实现对文物本体及其历史、艺术、科学信息的永

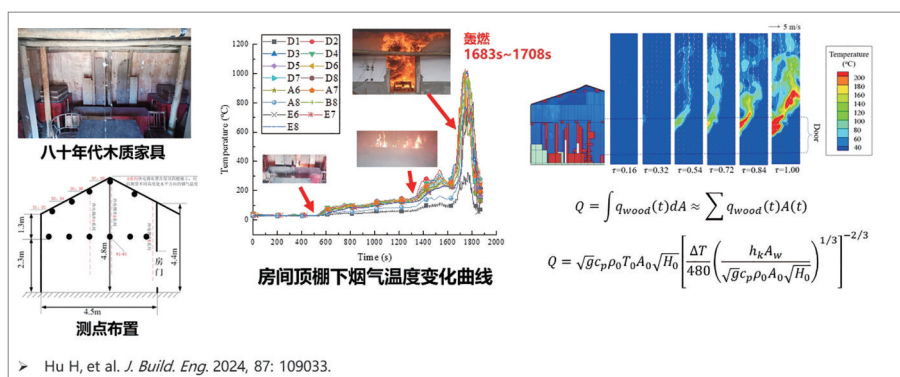
久保存和永续利用。本次交流活动，各位专家学者以多种多样的文物类型为出发点，共同描绘多学科交叉融合的中国特色文物保护技术创新图景。

纸张酸化是古籍类文物的常见病害，现有纸张脱酸技术普遍不以效率见长，面对数量巨大的近现代古籍时显得力不从心。南京博物院研究馆员张金萍长期从事纸质文物保护工作，她带来题为“纸质文物规模化脱酸关键技术研究”的主题分享。该研究以整本图书的规模化脱酸为目标，根据纸张特性分类设计脱酸液，提升了纸张脱酸的有效性和可靠性。“我们综合基于批量图书纸张特性的脱酸液匹配技术、静态浸渍下整本图书的自动分页技术和真空干燥中的快速干燥、多级冷凝回收技术，形成规模化脱酸工艺技术方案与装备研制方案。设计脱酸工艺信息采集、装备自动运行及安全控制系统，试制集无水液相和整体脱酸多功能于一体的系统样机，并在实际环境中进行了系统样机的脱酸验证。”张金萍说。

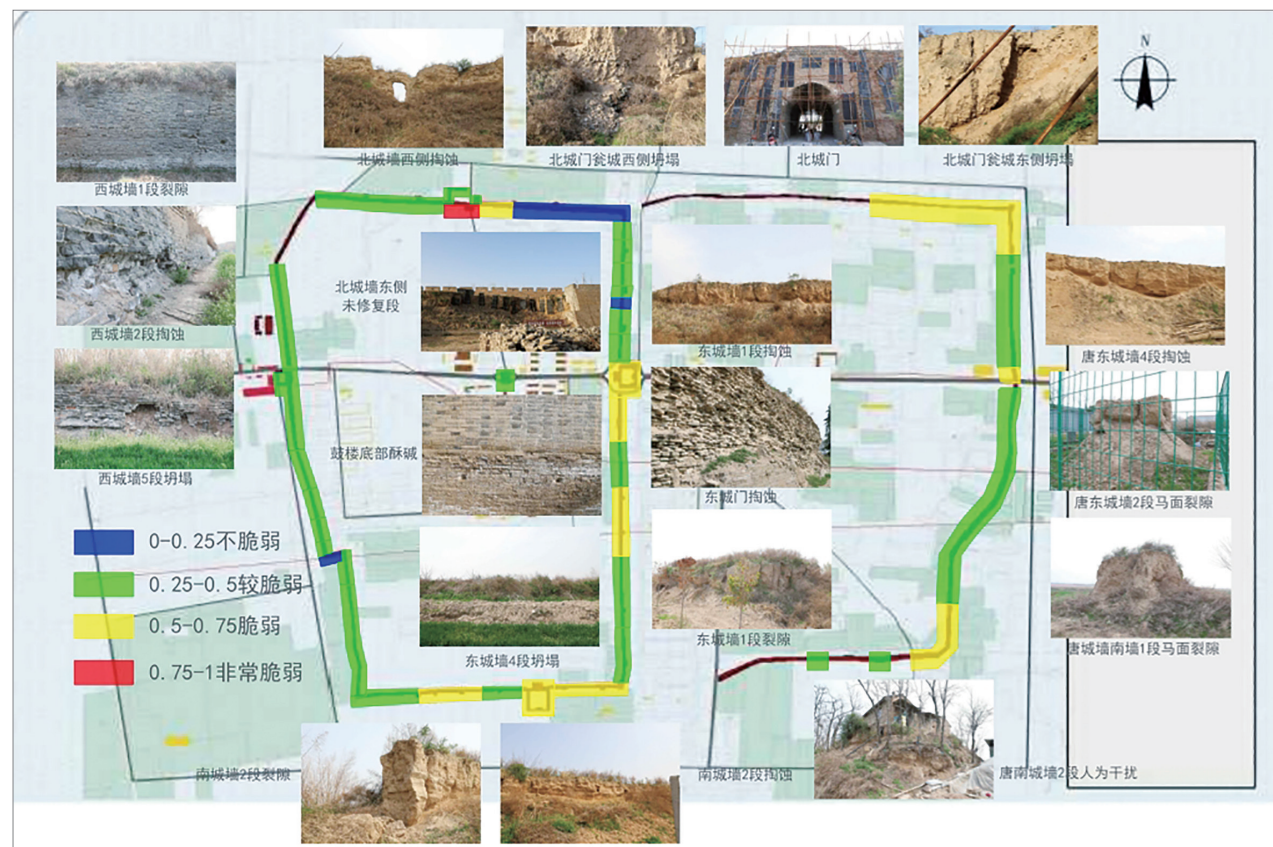
皮革与纸张同属有机质文物类型，却具有截然不同的病害特征和劣化机理，从而提出了截然不同的保护需求。中国丝绸博物馆研究馆员周旻介绍了皮革制文物劣化机理研究的最新进展。“我们选取羟脯氨酸含量和表面水分含量为皮革制文物劣化、糟朽程度量化评估指标，从皮革制文物表面和博物馆空气中识别出3种细菌、6种真菌等病害微生物，制备了高度复原古代鞣制工艺的9种模拟样品，为劣化机理研究打下基础。”她说，“在此基础上初步建立无损的微量鞣剂鉴定方法体系和皮革降解产物检测体系，初步判断出不同组分对胶原纤维的配位与迁移影响规律，构建了干燥和饱水环境下胶原纤维网络形态模型，从微观层面阐明皮革制文物劣化机理。”

贝叶经是我国南方少数民族记录文字的重要载体，但长期以来贝叶经保护研究不足，这一现状有望通过“贝叶经保护修复关键技术及应用示范”项目得到改变。来自项目牵头单位中国文化遗产研究院的研究馆员王珊重点介绍了该研究的最新进展：“我们在贝叶年代和植物种属鉴别、增韧加固技术和材料、墨迹与色料稳固技术和材料、清洗技术与装置、修复粘剂等方面取得了阶段性成果。”

敦煌研究院副研究员王彦武将视线投向土遗址保护，针对我国土遗址保存类型多样、赋存环境复杂、材质脆弱的特征，该项目选取干旱区（瓜州锁阳城）、湿润区（西安秦东陵）、潮湿区（广汉三星堆）为典型研究对象，开展多场



“文物建筑火灾蔓延机理与评估预警关键技术研究”项目组在对火灾蔓延机理、规律和突变行为的研究基础上，建立了基于特征事件识别的火灾发展过程分析方法。



“不可移动文物自然灾害风险评估与应急处置研究”项目组根据评估指标计算出蒲州古城城墙洪涝灾害的风险等级，并在暴雨实际到来时展现出较高的吻合度。

耦合下土遗址风化机理与防控技术研究。他表示：“我们依托多场耦合环境模拟实验室开展足尺模拟试验，揭示了土遗址浅表层渐进式发育破坏机制，厘清土遗址浅表层受水、热、盐、力作用下发育特征和损伤速率，提出了露天环境下不同干旱程度土遗址的风化速率。在此基础上，我们研发了适合不同保存环境条件的化学渗透加固、生物矿化、软覆盖和保护棚的成套防风化技术。”

与王彦武将各类环境的土遗址纳入考量不同，故宫博物院研究员牛翎带来的报告聚焦于明清官式建筑地下管沟类隐蔽部位这一个点上，介绍了针对该类部位现状评估方法研究进展。“地下管沟类隐蔽部位环境复杂、探测难度大，对其损伤状态和使用状态的感知和评估，是解决古建筑所面临系统性安全问题、提升预防性保护全面性的重要抓手。”他指出，“目前通行的各类探测方法在古建筑地下管沟类应用效果受限，我们针对明清官式建筑地下管沟构造特征和内部工况，研发了多套机器人系统，形成整套探测技术以及基于采集数据、智能判断的评估方法，在故宫多个区域实现了成功应用。”

科技创新为文物安全筑起“防火墙”

文物安全是文物保护的红线、底线和生命线，大量室外不可移动文物面临着长期多物理场耦合作用下的结构失稳，以及火灾、雷击、洪水等突发灾害的威胁。以人防为主的检查、巡查体系不可能做到面面俱到，建立不可移动文物现状评估与风险防范技术体系，以卫星遥感、无人机、大数据等科技手段支撑文物安全监测，已经成为提高文物防护能力的必由之路。

继去年就馆藏文物防震作主题报告之后，中国航空规划设计研究总院有限公司高级工程师葛家琪连续第二年参加学术交流活动，谈到了砖石质古塔结构稳定性评估技术的研究进展。他介绍：“砖石质古塔历经长期多物理场耦合作用，通常呈现出倾斜变形、材料老化、界面开裂等损伤状态，对结构稳定性产生严重威胁，亟需开发结构稳定性评估技术及性能提升措施。”该项目重点针对直波碉楼等全国重点文物保护单位开展工作，构建起离体分析模型，预测地基沉降导致塔体损伤演化至失稳倒塌的全过程。“我们针对砖石质古建筑界面性能检测困难、损伤多发的现象，提出一种界面性能识别方法，为后续相似形制的古建筑检测、稳定性评估和性能提升方案的设计提供了理论支撑。”他补充道。

中国文化遗产研究院研究员孙延志更加关注自然灾害带来的风险，他作了题为“不可移动文物自然灾害风险评估与应急处置研究”的报告：“我们以不可移动文物自然灾害监测预警与防范需求出发，构建了适用于地震、洪涝及大风等主要自然灾害的多尺度风险评估方法。基于‘致灾因子-文物环境-文物本体’三要素，提出了‘天-空-地’协同的信息获取技术体系，自然灾害风险图构建方法和多层次、多尺度风险监测技术适宜性评价方法，初步建立了一套由风险评估、监测、预防和应急管理组成的不可移动文物自然灾害风险管理体系。”

火灾是木结构古建筑损毁的重要原因，文物建筑失火的新闻为我们敲响警钟。应急管理部沈阳消防研究所研究员丁宏军将研究目标聚焦到古村落建筑群里，他系统分析了防火间距、防火分隔缺失等历史原因和现代生活用电、旅游开发等新活动给古村落带来的双重火灾危险。在深入认识古村落火灾蔓延机理的基础上，丁宏军给出了古村落火灾防控的几条具体建议：“那就是‘维持原貌、最小干预、专用火灾防控标准、专用消防设施、预防为主、人防加技防’等5项原则和‘结构性火灾防控、控制可燃物、消防设施防控、全生命周期管理’等4个要素。”

同样以传统村落为研究对象，浙江省建筑设计研究院有限公司高级工程师张喆将村落的活态利用纳入对保护技术适宜性的考量之中。该项目基于“人地互动关系”的基本原理，建构了符合传统村落多样性特征的价值认知理论和价值原型。“从平衡保护与发展需求的角度，我们建立了面向传

统村落价值要素的保护修复和改造更新方法体系。”她说，“另一方面，从传统文化资源的当代传承与创造性转化角度，我们建立了传统村落文化资源活化利用的评价体系，形成文化资源要素与当代社会兼容、与现代产业融合发展的评价方法，提出以村民为主体的文化附加型产业发展策略。”

预防性保护理论广泛应用于不可移动文物，而馆藏可移动文物的需求与之相较，既有相异也有相通。上海博物馆研究馆员徐方圆就对馆藏文物预防性保护中的风险管理体系作出了深入论述。他的研究聚焦于藏品的储存、陈列、运输等3类保存场景。“基于我国馆藏文物预防性保护的现状，我们归纳出文物本体、环境因素、保存空间和防护措施等4个一级风险指标，以及向下细分的12个二级指标和36个三级指标。基于此提出的‘全国-区域-博物馆’三层构架、双向反馈的风险管理体系，已经得到了实践的验证。”他谈到。

科技创新助推文物“活起来”

文物发挥着以史育人的重要作用。为深入阐释文物中蕴含的历史、艺术和科学价值，文物的展览和展示呈现出智能化水平不断提升、不同技术深度融合的趋势，引领文物展示向更具现代感和吸引力的方向发展，向公众提供更加多样化的文物内容供给。

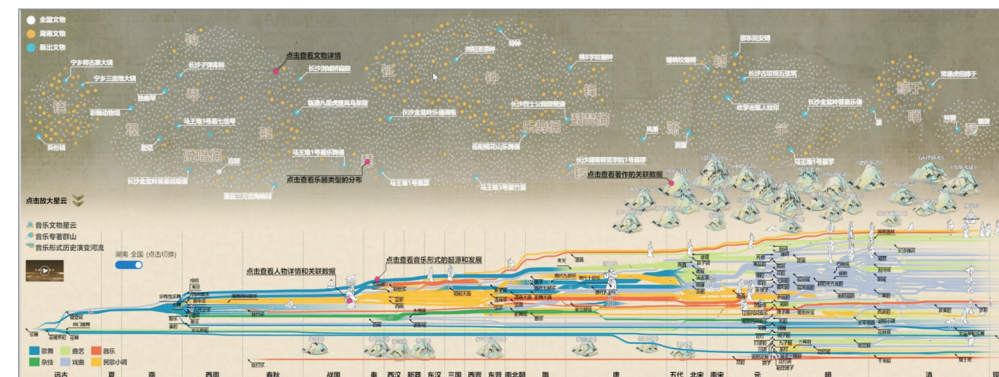
高效而准确的文物信息采集，是开展后续活化利用的必要基础。高光谱遥感技术受到广泛关注，但这类设备在采集效率、信息源种类、重建质量和安全性等方面仍有优化空间。中国科学院空天信息创新研究院研究员张立福带来了文物数字资源快速高效采集关键技术及装备研发方面的最新进展。他说：“在深入开展需求调研的基础上，我们研发了便携式文物彩色三维扫描软硬件系统、文物高精度结构与纹理信息采集技术与设备，构建了文物数字资源快速采集技术体系。我对高光谱分析技术在文物数字化方面的应用前景很有信心。”

湖南博物院研究馆员陈叙良结合“听·见湖湘——湖南音乐与文物故事展”的策展思路，讲述了文物知识图谱赋能展览展示创新的实践与思考。他表示：“要采用‘需求驱动-理论构建-技术突破-迭代示范’的思路，以体系化思维统筹基础理论、关键技术与应用示范。在基础研究方面，要建立符合中国文物特点与业务需求的文物知识体系，构建文物知识概念参考模型、分类受控词表和标准规范体系，建立文物领域知识生产协同与持续集成演化方法。在关键技术研发方面，要突破文物知识图谱构建的共性关键技术难点，紧密围绕博物馆知识供给和服务需求实现技术突破。”在这一思路的指引下，项目理论模型和技术成果表现出了较高的适用性和可推广性。

中国丝绸博物馆副研究员龙博介绍了世界丝绸互动地图关键技术的研发思路和示范中的故事。“我们开展了世界范围内丝绸遗产的时空分布现状和规律研究，构建起跨地域、跨机构、跨语言的世界丝绸互动地图。通过即时交互、可成长、可进化的知识服务技术，将信息规律与研究成果进行可视化展示。”他讲道：“我们开发的门户网站‘锦绣平台’汇聚了来自99个国家的12915条丝绸相关数据，提供数据资源管理、时空可视化、知识图谱三大模块，支撑了知识成果的可视化表达。”

党的十八大以来，广大文物科技工作者牢固树立文物保护要依靠科技的发展理念，改善文物科技创新生态，持之以恒加强基础研究，加快推进急需技术攻关和应用，加强人才培养和跨学科合作，推动了文物保护利用提质增效。活动特邀专家、中国国家博物馆研究员铁付德在总结发言中提到：“文物行业从经验走向科学，从定性走向定量。需求牵引、夯实基础、学科交叉、渗透合作、标准规范、装备研发等工作成果累累，当今的文物保护科技已处于一个划时代的时期。”

面向未来，投身文物科技事业的 researchers 们将进一步以科技创新为引领，以体制机制创新为驱动，以资源要素配置创新为途径，以新质生产力支撑文物事业高质量发展。（科宣）



“基于知识图谱的文物知识组织和服务关键技术研发与示范”项目组对中国音乐史进行全景式展现，带领观众感受展线文物之外更加博大精深的中华优秀传统文化。