

文化和自然遗产日 特别报道

# 传统和创新方法协同推进 石窟寺保护『与时间赛跑』



李黎发言。



安岳石窟(图据四川文旅)

## 探测手段适用性低 加固技术难度大

“我国石窟寺数量庞大，且分布范围十分广泛，分布在27个省、自治区、直辖市，按照石窟寺的地理分布情况，可以细分为8个小区。”李黎说。

她从专业的角度分析了石窟寺受损的原因。“石窟寺多依山而建，由于岩体的结构和开凿方式以及自然营力的影响，它的结构面不稳定，且面临长期的风化作用。”除此之外，不同形制的石窟岩体的稳定性也不相同，“中心柱穹顶窟的这种石窟往往较为稳定，但是平顶板、大跨度的石窟，失稳的突发性概率就比较强。”

目前在石窟寺的保护中，石窟岩体多尺度结构的探测仍然是技术难题，众多结构探测手段在石窟岩体结构探测中的适用性不强，探测精度难以满足岩体加固的实际需求；岩体稳定性预测方法与石窟岩体结构演化规律的衔接还不够紧密；大跨度顶板岩体加固难度大且加固效果评价手段不足。

针对上述问题，李黎及其团队进行了岩体的变形失稳机理、稳定性预测监测技术以及加固材料、加固工艺的研究。“最终我们的目标就是要揭示石窟寺岩体耦合失稳机理、完善岩体稳定性预测理论，构建石窟多尺度岩体加固技术体系，并将研究成果分别在干旱地区的庆阳北石窟和潮湿地区的安岳石窟进行应用示范。”李黎说。

## 石窟保护历程十分长远 构建稳定的监测加固体系

在岩体变形破坏模式上，李黎团队根据工程地质的成因类型和工程地质历史的类型，将石窟的岩体变形破坏模式进行区分和分类。“我们针对我国西北和西南地区的主要石窟调查分析，并对石窟的破坏现象进行了综合分类。”

李黎表示：“我们选取了西北地区的庆阳北石窟，以及西南地区四川盆地的安岳石窟，进行了研究示范和实验。”

对示范区石窟岩体损伤劣化的实验研究发现，位于甘肃省的庆阳北石窟劣化主控因素主要是温度劣化和盐析劣化，而地处西南部的安岳石窟，其劣化主控因素是酸雨侵蚀、干湿劣化和盐析劣化。

李黎表示，在前期研究实验基础上，团队进行结构探测设备的研发，利用智能探测平台，可以搭载红外热成像仪、双目相机、三维激光扫描仪等探测仪器，实现智能化、全覆盖的多重病害的探测。

此外在石窟的专项监测方面，李黎及其团队将传统的监测手段和创新的监测技术相结合，运用红外热成像、三维激光扫描、光纤技术以及传统的应变片等技术相结合的方式，对石窟工程地质区、洞窟区和关键块体进行了监测。“我们分别在西北庆阳北石窟和安岳石窟布设了监测点，提出了石窟监测的技术要求，这也是我们这个项目的目标。”

在演讲最后，李黎也对石窟保护行业提出了展望和思考：“石窟寺岩体稳定性问题涉及的学科非常多，但对于其内涵的认识还没有形成坚定的共识，所以石窟特色的岩体失稳理论研究是未来的方向和重点。在技术上，目前用于石窟岩体勘察、监测、加固材料技术非常多，既有传统办法也有新技术，应该兼顾传统和创新方法，协同推进；另外，应在我国石窟保护70多年的成就和经验上，尽快推动构建石窟保护技术体系、提出技术评价指标、建立技术方法的标准规范。”

华西都市报-封面新闻记者 刘可欣 实习生 王邵佳

## 纸质文物如何识别信息？复旦大学教授陈刚从『造纸术』讲起



6月9日，作为2023年文化和自然遗产日的重要组成部分，第三届文物科技创新论坛在成都举行。复旦大学文物与博物馆学系教授陈刚代表故宫博物院牵头组织的“有机质可移动文物价值认知及关键技术研究”项目，就“纸质文物信息识别与数据库建设进展”这一课题进行汇报。

### 有关纸质文物的综合研究还比较缺乏

这场学术报告从中国四大发明“造纸术”开始讲起。在陈刚看来，造纸术不仅对中华文明的发展和传承有重要作用，同时也通过贸易等交流途径对世界产生深远影响。纸张类文物不仅局限于造纸技术本身，同时纸张还是重要的历史、文化和艺术载体。我国大量纸本的书画、古籍等文物的认知是有机质文物价值研究的重要组成部分。

陈刚同样提到，纸张作为有机物，相对来说比较脆弱，但其历史、艺术、科学价值往往较高。关于造纸术的发展和纸质文物的科学认知，虽然有不少个案或者区域性的

研究，但是深入的、整体性的综合研究还比较缺乏。

基于上述问题，陈刚提出了本课题的目标，建立基本信息指标及其识别的成套方法，建成年代序列完整、品种齐全、可开放共享纸张类文物科技标本库，基于数据库平台建成包含文物的来源、年代、形貌等多元信息的纸张类文物数据库，以及重视纸张类文物与文明发展之间的关系。其中，研究纸张工艺和文明发展的关系尤为重要。目前纳入纸张类文物标本库的标本共约500件，分别来源于故宫博物院、甘肃博物馆、甘肃简牍博物馆以及新疆等地。

### 纸张类文物的信息挖掘与文明互鉴研究

关于纸质文物的信息采集和价值认知，陈刚介绍了纸张类文物基本信息采集及识别的方法体系。“现在用于文物的科技分析手段非常多，能够用于纸张类文物的方法也非常多样，这些方法包括我们对纸张本体的认知，也包含了我们对纸张类文物价值的认知。作为研究者，我们将纸张本体，以及书法绘画、古籍善本等纸质文物，分为材料研究和结构研究两部分，确立相应的分析测试方法、数据解析方法和基础数据库。”

陈刚重点介绍了故宫博物院研发的超高分辨大视场三维视频显微镜，以及便携微区三维荧光光谱分析系统等设备的性能特点和应用。特别是对于甘肃天水出土的汉代放马滩地图纸的超高清全景信息采集工作，引起了与会者的关注。

在汇报的后半段，陈刚分享了

纸张类文物价值认知的主要方向。“造纸术的起源、演变和传播包含着各个层次的价值，特别是科学价值；而书画文物、古籍文献的材料和工艺，同样有着丰厚的艺术和历史价值。”

陈刚重点介绍了造纸技术起源、演变相关的研究成果，从汉代的麻纸材料和工艺，讲到唐代硬黄纸的材料和工艺，以及清代宫廷粉蜡笺的工艺，再谈到西北地区纸张类文物的信息挖掘与文明互鉴研究。“造纸技术的演变进程包括时间和空间两个维度，我们可以通过对各个历史时期的纸张类文物的分析，了解造纸术在中华大地的演进过程；同时通过对新疆、甘肃等丝绸之路沿线出土的纸张类文物的研究，挖掘古代文化交汇和民族融合的科学证据，为文明的交流互鉴提供实证材料。”他总结道。

华西都市报-封面新闻记者 罗海韵



石窟寺，精美绝伦。敦煌莫高窟、龙门石窟、云冈石窟、安岳石窟、大足石刻……这些文化历史遗迹是中国乃至世界的瑰宝。但由于长期处于风吹日晒的露天环境中，这些瑰宝也面临着岩体风化、渗水等多种病害，其中不少都是保护难题。

在第七个文化和自然遗产日来临之际，6月9日，第三届文物科技创新论坛在成都举行。中国文化遗产研究院副院长李黎以《石窟寺岩体稳定性预测与加固关键技术研究进展与思考》为题，分析了当前石窟寺存在的问题，以及采取的保护技术和目前取得的研究成果。

陈刚介绍造纸技术起源、演变相关的研究成果。

