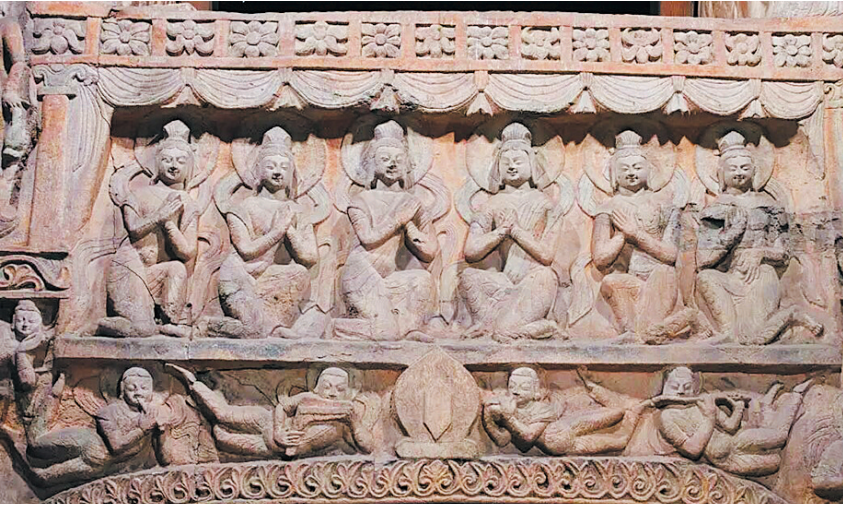


数字密钥 解锁千年石窟的“生命指纹”

——《云冈石窟第7、8窟三维高光谱数据采集》项目荣膺世界互联网大会全球典范纪录

本报记者 赵永宏



第7窟后室南壁明窗与窟门之间供养天人像，俗称“云冈六美人”

当云冈石窟的千年造像在高光谱镜头下显露岁月痕迹，文物保护工作者得以“透视”石壁深处的风化密码；当人们戴着VR设备漫步于云冈石窟数字化展厅，数字技术正以前所未有的方式，唤醒沉睡的文化遗产。2026年盛夏，一份来自世界文化遗产云冈石窟的科技回响，在世界互联网的舞台上激起了璀璨浪花。

7月22日，2026年世界互联网大会数字丝路发展论坛在陕西西安举行。在其中“数智时代的文化遗产保护与传承论坛”上，《世界互联网大会文化遗产数字化案例集（2026）》正式发布。云冈研究院申报的《解密千年石窟的“指纹”——云冈石窟第7、8窟三维高光谱数据采集》项目上榜，这是山西省5个相关入选项目之一。

云冈研究院相关负责人表示，入选项目凭借其开创性的技术融合与深远的保护价值，从全球近200项顶尖申报案例中脱颖而出，成功入选文化遗产保护类优秀案例。这不仅是我省5个上榜项目中的耀眼之星，更是对大同这座历史文化名城在数字时代锐意革新、守护文明根脉的最高礼赞。

从“肉眼观察”到“光谱透视”：一场石窟保护的静默革命

世界文化遗产云冈石窟，开凿于北魏时期，距今已逾1500年。其第7、8窟位于石窟群中部，是云冈石窟中期洞窟最早开凿的一组双窟，窟内四壁采用中国传统的对称均衡的构图理念，分层分栏布龕雕像，窟顶雕平基藻井，将中国建筑艺术与佛教造像有机融合，新颖独特。

第7窟后室南壁的供养天人像，俗称“云冈六美人”尤为引人注目，充分展现了北魏雕刻艺术的高超水平。第8窟后室明窗西侧的合掌露齿菩萨，其独特的艺术感染力令人叹为观止。两窟还融合了希腊式立柱、印度健陀罗佛像与中原传统建筑元素，印证了丝绸之路的文化交融。

然而，岁月与自然侵蚀如影随形。长期以来，石窟保护始终存在数字化文物全息档案缺失、大型立体文物光谱采集技术瓶颈、多模态数据孤岛严重等短板。云冈研究院摒弃传统单一几何测绘数字化路径，创新构建以自研三维高光谱设备、多模态数据融合、光谱智能解析为核心的大型立体石窟全息数字化保护新模式，形成一套适配石质文物、可行业复用的三维高光谱数字化保护方案，为全国石窟寺及大型不可移动立体文物智慧保护提供了标杆范式。

三维之“形”：通过毫米级精度的三维扫描，洞窟内每一处雕刻的起伏、每一道裂隙的走向、每一片剥落的边缘，都被转化为可测量、可分析的数字模型。这不仅是记录，更为病害治理提供了分毫不差的“数字蓝图”。

光谱之“魂”：高光谱相机则如同拥有“透视眼”，通过捕捉岩石表面反射的数百个连续波段的光谱信息，能够精准识别岩石矿物成分、盐分分布、水渍渗透范围，乃至肉眼完全不可见的早期病害迹象。那些附着于造像衣纹间的“可疑分子”，都在光谱数据下无所遁形，被一一标注出“身份”与“坐标”。

二者的结合，使得云冈石窟的文保工作者能够从宏观的窟龕形制，直达微

观的矿物原料，在虚拟空间中为第7、8窟“复制”出一对拥有完整“生命体征”的数字孪生体。一位文保工作者坦言，这不仅是静态的视觉记录，更是动态的、可交互的健康监测平台，这便是项目命名为千年石窟“指纹”的深意所在：如同指纹之于个体，每一块岩石、每一层彩绘都有其独特的光谱特征，而这份特征，正是科学诊断病灶、预判病害演变的终极密钥。

项目以云冈石窟7、8窟造像与壁画为对象，融合三维激光扫描与高精度高光谱成像技术开展复合数字化采集。项目方案说明，石窟石雕历经千年风化，表层颜料大面积褪色、空鼓剥落，大量修复痕迹，底层彩绘肉眼无法分辨。三维扫描构建毫米级石窟整体模型，精准记录造像形体、裂隙、岩体形变；高光谱成像解析颜料矿物成分、分层绘制痕迹，识别近现代修复补色、原始彩绘残痕，形成石窟专属“数字指纹”。两类数据融合至统一数字平台，可精准定位病害点位、测算颜料残缺面积，建立长期监测数据库，逐年对比风化退化趋势。采集全程无损无接触，避免强光、触碰对石窟脆弱彩绘造成二次伤害，生成的多源数据支撑石窟修复方案设计、北魏造像工艺研究，为大型石刻石窟多维度高精度数字化建档提供成熟技术路线。

从“地方实践”到“全球坐标”：数字丝路中的中国智慧

此次案例征集由世界互联网大会文化遗产数字化专业委员会发起，其权威性与国际视野不言而喻。在来自13个国家和地区的45项最终入选案例中，云冈项目凭借其“技术精准性”与“保护实效性”的高度统一，集中展现了全球文化遗产数字化实践的新进展、新成效，为全球范围内的相关工作提供了宝贵实践参考，赢得了全球评审专家的高度认可。

科学思维的范式转移：云冈项目将石窟保护从“经验驱动”推向“数据驱动”的新阶段。借助高光谱数据，文保人员可以在不接触文物本体的前提下，远程推演不同温湿度条件下岩体内部的变化，为预防性保护划定科学红线。

多学科融合的示范性：该项目成功架设了考古学、地质学、材料科学与信息科学之间的桥梁，为同类不可移动文物的数字化保护提供了一套可复制、可推广的技术路线。

数字人文的国际共鸣：在世界互联网大会这一聚焦数字未来与文明交流的平台上，云冈的数字化项目诠释

了“科技向善”的力量——当最前沿的算法与最古老的匠魂相遇，所激发的不仅是文化遗产的永生，更是全人类对共同记忆的尊重与守望。

这亦是一次数字丝绸之路上的文化共鸣。作为丝绸之路的重要石窟寺遗存，云冈石窟的数字化探索，为沿线饱受风化、地震、气候变化威胁的众多石质文化遗产提供了弥足珍贵的“中国方案”。正如云冈研究院数字化中心主任宁波所言，在数字化时代，文明的守护不再受限于地理隔阂与物质条件，科技之光足以穿透时空，让千年微笑历久弥新。

从“一窟之变”到“全域之兴”：大同文化遗产数字化的宏大叙事

第7、8窟项目入选，是我市乃至山西省系统推进文化遗产数字化战略的生动注脚。近年来，我市以云冈研究院为代表，持续深耕“数字云冈”工程，将高精度数字化采集从试点洞窟向全域石窟群辐射，逐步建立起覆盖“石窟本体——赋能环境——周边景观”的全要素数字信息库。

云冈研究院相关负责人表示，这份数字资产的价值，远不止于保护。其为学术研究赋能，为佛教美术史、古代工程技艺、环境变迁研究提供了前所未有的原始档案。为展示利用拓宽空间，基于精准数据的3D打印复制窟、VR沉浸式漫游、可交互的病害演化动画，让不可移动的石窟文物“走进”国内外各大展览与线上平台，真正实现了“让文物活起来”。为预防性保护立标，项目所积累的数据采集标准、病害标注规范与动态监测流程，为全国石窟寺系统性保护提供了“云冈经验”。

“这份荣誉是对过往探索的肯定，更是对未来使命的鞭策。云冈石窟第7、8窟三维高光谱数据采集项目，恰似一把精心打磨的数字密钥，解密的不仅是岩石的‘指纹’，更是中华文明绵延不绝的基因密码。”云冈研究院相关负责人表示。

数字无声，却可镌刻永恒；科技有温，足以唤醒千年。此次入选世界互联网大会案例集，不仅是一份来自国际社会的权威认可，更是一封向全世界发出的邀请——邀请更多有识之士共同参与这场古老文明与当代科技的美妙对话。在数字丝路的广阔图景下，大同这座承载着民族融合记忆的千年古都，正以科技为笔，以数据为墨，在全球文化遗产保护的宏伟画卷上，书写属于新时代的璀璨华章。

韩国多所高校学者赴云冈石窟调研交流



韩国高校学者在云冈石窟参观调研

本报讯 7月24日，来自韩国首尔大学、成均馆大学、西江大学、启明大学、仁川大学、公州大学、汉阳大学、蔚山大学等多所高校及研究机构的26名学者赴云冈石窟参观考察，围绕石窟营造、造像艺术、历史文化内涵及文化遗产保护等内容开展实地调研。考察团成员学科背景多元，研究领域涵盖历史学、美术史、考古学、哲学、文学、地理学、人类学及文化遗产研究等。

来访学者长期从事东亚历史、佛教艺术、文化交流及相关人文社会科学领域的教学与研究，其中多位学者持续关注云冈石窟、北魏历史、佛教艺术及石窟寺文化。此次考察旨在通过实地参

观与学术交流，进一步深化对云冈石窟历史文化内涵、造像艺术特征及文化遗产保护工作的认识。

考察团先后参观了云冈石窟东、中、西部窟区的代表性洞窟，对洞窟形制、佛龕布局、造像组合、佛像服饰、雕刻技法及艺术风格等进行了细致考察。参观过程中，学者们结合各自研究领域，就不同阶段的石窟营造特点、北魏造像艺术的发展以及多元文化因素在云冈艺术中的融合表现进行了深入交流。学者们表示，云冈石窟规模宏大、内涵丰富，集中展现了北魏时期佛教艺术发展的重要成就，不仅是研究北魏历史、平城文化及佛教传播的重要实物资料，也为探讨中古时期不同区域间的文化联系与中外文明交流互鉴提供了珍贵依据。此次实地考察使学者们对云冈石窟的历史文化内涵与艺术价值有了更加系统、直观的认识。

考察团还重点了解了云冈石窟保护工作。通过现场参观和交流，学者们详细了解了云冈研究院坚持保护第一，在石窟本体保护、监测管理、科学研究和价值阐释等方面开展的工作，以及云冈石窟保护管理的系统化、专业化和精细化实践。

此次参观考察体现了韩国学界对云冈石窟及其历史文化价值的持续关注，也为中韩学者围绕北魏历史、佛教艺术和石窟寺文化等领域开展学术交流提供了良好契机。云冈研究院将继续加强与国内外高校及科研机构之间的联系与合作，积极拓展国际学术交流渠道，推动云冈石窟相关研究不断深入，进一步提升中华优秀传统文化的国际影响力。（朴基完）

足不出村“游”云冈

本报记者 赵喜洋

近日，云冈研究院相关工作人员走进广灵县作疃镇宋窑村，开展“文化下乡 智慧云冈”主题文化惠民活动。活动以VR全景影像为载体，为乡村少年儿童带来一场沉浸式石窟文化科普体验。

活动现场设置了VR体验专区，集中展示云冈石窟第18窟、第9窟、第10窟的全景数字资源。驻村工作队员围绕云冈石窟的开凿背景、艺术特色与历史价值展开讲解，为孩子们梳理北魏石窟艺术的发展脉络。工作人员从数字化保护视角，为乡村孩子“科普”云冈石窟的数字化成果，深入浅出地

讲解VR全景影像的技术原理，让抽象的科技知识变得生动易懂。

活动中，孩子们依次佩戴VR设备，足不出村便“踏入”千年洞窟，近距离观摩造像纹理与洞窟形制，沉浸式感受北魏石刻艺术的恢弘与精妙。驻村工作队员表示，新鲜的体验形式充分调动了孩子们的探索热情，在互动与体验中，大家对云冈石窟的认知更加立体，也对家乡的世界文化遗产充满了自豪感。

此次活动以科技赋能文化传播，是云冈研究院助力乡村文化振兴、传承弘扬石窟文化的务实举措。

《遇见云冈》

云冈石窟的木构窟檐

本报记者 赵小霞

云冈院史馆分布着发现、认识、保护、创新四大展区，藏有近300幅历史照片、220余件实物。每一幅照片都有故事，每一件实物都是历史的见证——它们本身就是为石窟群做注脚的。想要真正读懂云冈石窟，院史馆是不可绕过的一站。跟着《遇见云冈》的镜头，让我们从文献档案与实物遗存的互证中，看见一个更加立体鲜活的云冈。

走进石窟群，大多数游客的目光会不自觉地被第5窟至第13窟前的窟檐攫住。但在院史馆的老照片里，它们曾经不是这般模样——有的屋顶坍塌漏了天光，有的干脆只剩断壁残柱。从“残檐断壁”到“飞檐连廊”，屋檐下的故事，值得慢慢讲。

第5、6窟前，两座四层五间式的木构阁楼并肩而立，飞檐翘角直指苍穹，朱红立柱在北方干燥的风里泛着温润的光泽。这是清顺治八年（1651）宣大总兵佟养量主持修建的“大佛阁”，370多年来几经修缮，骨架未动，风骨犹存。走近仰观，檐下斗拱层叠交错，每一朵都严丝合缝——没有一根铁钉，全凭榫卯咬合。它撑起的不仅是整座建筑的重量，更是身后整面砂岩崖壁的命运。

若没有这座阁楼，第5窟的造像不会是今天这般模样。步入窟内，光线被木窗筛成柔和的暖黄，空气清爽而稳定。正是这座木构窟檐终年遮蔽风雨、调节温湿度，才使窟内的彩绘与雕刻成为云冈保存最为完好的一批。站在佛像脚下抬头上望，胁侍菩萨衣带上的朱砂红、绿彩依然清晰可辨，仿佛北魏画工昨日才刚刚搁笔。屋檐从不言语，但它确是这些色彩跨越一千五百年的真正理由。

向西而行，第7、8窟的木构楼阁同样依山而起。硬山式单坡屋顶，上下三层，倚着北壁与前室三墙架筑而成，像是直接从崖石中生长出来的一般。第8窟的楼阁是1993年依照第7窟清代形制仿建的——木料是新选的，榫卯却是老法子，不用一颗铁钉，全凭木头与木头彼此咬合。远远望去，两座

楼阁一左一右，如同两位沉默的卫士，将北魏的石头牢牢护在身后。

继续向前，第9至13窟——“五华洞”前的景象最为震撼。五座保护性窟檐首尾相连，北魏风格的屋顶出檐深远，将整段崖面严严实实地拢在荫蔽之中。这里曾是云冈最令人揪心的地方：历史上北魏、辽金时期曾建有宏大木构，后来尽毁于兵燹，洞窟从此长期裸露。第12窟“音乐窟”内，那些手持琵琶、箏篥、排箫的伎乐天浮雕，日复一日承受着日晒雨淋，彩绘一层一层剥落。2012年启动、2014年至2015年陆续完工的五华洞保护性窟檐工程，参照北魏建筑样式，为五华洞重建了窟檐。新屋顶落成的那一天起，雨水便再也触不到那些伎乐天的面庞。

事实上，北魏开窟之初，每个大窟之前本都有木构建筑。《水经注》载“武州川水又东南流，水侧有石，祇洹舍并诸窟室，比尼尼所居也。其水又东转迺灵岩南，凿石开山，因岩结构，真容巨壮，世法所稀，山堂水殿，烟寺相望，林渊锦镜，缀目新眺。”——1500多年前，这里的屋檐曾连成一片，楼阁凌空，香烟自檐下升起，与山间云雾交融在一起。后来朝代更迭、战火频仍，那些木构一座接一座消失，石头直接袒露在天光之下，日晒、雨侵、冻融，一磨便是数百年。

如今漫步于石窟群前，从东端第5窟的阁楼一路望向西端五华洞的窟檐，你会渐渐明白：这些屋顶从来不只是建筑，它们是一封封写给时间的信。每一根柱子、每一片瓦，都在对北魏的石头说出同一句话——“我来替你挡着。”



关注大同日报视频号看更多精彩内容

云冈石窟档案与时代同行

本报记者 赵永宏



云冈研究院文献资料中心在景区内举办以“档案与时代同行”为主题的档案知识宣传活动

如果说，石窟是雕刻在石头上的史诗，那么档案，便是谱写这部史诗的“隐形手稿”。在数字技术重塑文脉的今天，我们如何让这部史诗绽放异彩？带着这个疑问，记者走进了云冈石窟档案室。这里没有佛像的庄严凝视，却藏着比岩体更为坚固的文明基因——一场关于守护与创新的探访，就此展开。

聚源——为文明留存底稿

云冈学脉，始于金石、成于存档。从金代古碑、清代考据，到伊东忠太、梁思成、宿白等中外学者勘察手稿，先贤的研究遗存，奠定了云冈学最早的学术

根基。从1961年入选全国首批重点文保单位，到2021年云冈研究院成立，一代代档案人逐窟勘测、逐件整编，历经几十年接续积淀，归集形成400余万页全维度档案资源。跨世纪环境监测数据、文保工程档案、线装孤本、外文善本、百年影像底片尽数留存。在与岁月赛跑中，为千年石窟完整留存了珍贵的文明基因底稿。

守脉——让历史昭示当下

档案从不是沉睡的故纸堆，而是石窟科学保护的硬核依据。面对危岩体加固、风化治理等重点保护工作，数

十年连续监测数据、原始病害记录，成为文物精准施治、科学修复的依据。云冈研究院创新构建“一线采集、系统整编、实战赋能”工作闭环，将碎片化史料串联成完整文保信息链条，努力破解世界文化遗产“保护与档案脱节”的行业痛点。让历史存档指导当下修复、支撑科研深耕，真正实现以档护物、以档续脉。

破局——数字重塑 赓续文脉

针对底片粘连、图纸脆化、老资料濒危等世界性档案难题，云冈石窟启动大规模数字抢救行动——云冈学基础文献研究资料数字化项目，实现历史性突破。

一期攻坚完成200万页档案数字化、OCR识别与人工精校，静态文献转为可检索、可分析的结构化数据；二期深度攻坚历史照片、胶片、录像带，标准化生成300DPI高清原片、PDF、MP4数字资产，完成老旧档案的文明重塑。全部成果统一汇入云冈环境监测系统、云冈石窟数字资源管理平台“云冈云”。

云冈石窟第38-45窟 7月30日全面恢复开放

为进一步提升云冈石窟科学化保护水平，我院于5月11日至7月29日进行“云冈石窟第38-45窟数字化保护项目”，现已全部完成外业工作。第38-45窟于7月30日

依托分级权限管控，实现一键检索、云端调阅。数字副本替代原件使用，从根源杜绝实体损耗；珍贵孤本打破时空桎梏，实现多人同步共享。云冈档案，完成从“库房封存”到“全域活用”的历史性跨越，成为石窟永续守护中至关重要的一环。

引航——数据引擎 驱动未来

数字化不是终点，而是智慧传承的全新起点。云冈研究院将逐步引入数字人文、知识图谱、人工智能技术，对海量档案进行深度解读、关联挖掘、智能分类。推动档案从简单资料存储，升级为知识挖掘、学术赋能的智慧引擎，实现从“被动保管”到“主动赋能”的质变，为世界文化遗产档案智慧化转型开辟全新路径。

以档案守千年文脉，以创新赴时代新程。一代代云冈档案人默默坚守、笃行不怠。以笔墨定格岁月，以数字重塑文明，让千年云冈，与时代同行，向未来永续！

正式恢复对外开放，游客可正常参观游览。

云冈研究院
2026年7月30日