



云冈石窟数字化技术绽放光彩

——2025云冈数字化保护与创新学术研讨会侧记

本报记者 赵永宏



5月24日，“2025云冈数字化保护与创新学术研讨会”在我市隆重开幕。本次会议由云冈研究院与国际摄影测量与遥感学会（ISPRS）联合主办，中国测绘学会、国际数字地球学会中国国家委员会、云冈学研究国家文物局重点科研基地、石窟寺保护与传承山西省重点实验室及大同云冈数字科技有限公司共同协办。

影响深远的云冈石窟“朋友圈”

国内教授阵容强大。出席本次研

讨会的国内嘉宾有国际欧亚科学院院士、中国工程院院士、莫干山地信实验室主任、原自然资源部国家基础地理信息中心主任陈军；中国工程院原一局局长谢冰玉；北京大学数字人文研究中心主任王军教授；北京大学苏祺教授；浙江大学文化遗产研究院副院长、艺术与考古图像数据实验室副主任刁常宇教授；中山大学南昌研究院副院长、中山大学光电材料与技术国家重点实验室余向阳教授；北京建筑大学重点实验室空间信息学院副院长侯妙乐教授等。

国外专家堪称一流。出席本次研讨会的国外专家有国际摄影测量与遥感学会、联合国全球地理空间信息管理学术网、多伦多都会大学、国际古迹遗址理事会、卡尔顿大学、挪威科技大学、意大利佛罗伦萨大学、斯坦福大学、意大利国家研究中心、罗马萨皮恩扎大学、罗马中央修复学院、挪威地理信息协会、国际地图制图协会的专家教授。

文博嘉宾云集云冈。文化遗产研究院古文献研究室、敦煌研究院文物数字化研究所、圆明园管理处文物考古研究中心、龙门石窟研究院信息资料中心、大足石刻研究院文物数字化研究中心等国内文博行业嘉宾也为云冈数字技术带来真知灼见。

云冈研究院党委书记刘建勇在2025云冈数字化保护与创新学术研讨会上致辞。云冈研究院院长杭侃作主旨发言。研讨会由云冈研究院党委委员、副院长闫丁主持。

刘建勇在致辞中分享了云冈研究院的数字化保护经验。他特别指出：三维激光扫描、3D打印、VR、MR、人工智能等数字化技术为云冈石窟的活化利用和永续传承提供了创新方法与路径。云冈石窟的数字化解决方案，已为文化遗产的高质量发展贡献了具有借鉴意义的“云冈范式”，助力人类文明瑰宝在数字时代重放异彩。

山西省文物局党组成员、副局长白冰雪在开幕式讲话中，充分肯定了云冈

研究院近年来在数字化保护领域取得的显著成果。同时，他指出，云冈石窟数字化保护正面临新的机遇与挑战，希望以此为契机，携手各方力量，共同推动文化遗产保护从“静态保存”向“活态传承”的跨越式发展，书写数字文明与人类遗产交相辉映的新篇章。

聚焦前沿：精彩纷呈的学术报告

研讨会上，国内外文化遗产数字化保护研究领域的顶尖专家学者围绕“云冈石窟数字化成果”“文化遗产数字化前沿技术应用”及“数字化保护与传承的经验”等核心议题展开了深入探讨。

国际摄影测量与遥感学会代表从国际视角展望了数字技术赋能文化遗产保护的广阔前景，强调本次会议为促进该领域的国际交流与合作提供了宝贵平台，将有力推动云冈文化的国际传播与融合发展。

在学术报告环节，陈军、李松年、杭侃、丁小胜等15位中外专家发表了精彩的主旨演讲。报告内容涵盖实景三维云冈建设、数字孪生、数字化考古、数字化保护技术研究等多个前沿方向和领域，集中展示了国内外文化遗产数字化保护与创新技术的最新研究成果和宝贵实践经验。

跨界对话：共议“数字永生”

学术报告后，研讨会特别组织了一



研讨会部分参会教授

场主题为“数字永生：数字技术赋能下的文化遗产传承”圆桌讨论。讨论由李松年教授主持，陈军、刘莉、宁波、刁常宇等7位嘉宾参与。讨论聚焦当前“数字化技术的瓶颈与解决方案”“可持续发展模式”“公众参与路径”等关键议题，展开了富有建设性的跨界对话。

据了解，云冈研究院20多年来深耕数字化领域，形成了“科学记录、融合应用、智能发展”的理念；与国内外合作伙伴一起，通过高精度三维激光扫描技术、近景摄影测量、多光谱等技术，破解高浮雕石窟采集难题，目前已完成云冈石窟80%的洞窟采集，预计2030年左右全面完成；依托云冈多场景数据体系建设的云冈石窟数字资源平台——“云冈云”，为文物保护、云冈学术研究、公众教育、旅游服务和人工智能应用等提供数据保障；人工智能修复技术让文物从“抢救性保护”转向“预防性传承”成为可能；数字云冈先进计算中心、5G双域专网等重要核心基础设施建设，为数据的安全管理与使用保驾护航；虚拟现实（VR）与增强现实（AR）数字化核心技术的运用，为石窟的展示与文化旅游提供了新的方式。通过对数字化技术的深度探索、研究与应用，云冈石窟的保护与研究已迈入智能化、可持续发展阶段。

本次研讨会的成功举办，不仅为云冈石窟的数字化保护工作注入了新思路，也为全球文化遗产的科技化传承树立了重要标杆。未来，云冈研究院将继续携手国内外合作伙伴，以创新技术守护千年文明瑰宝，让文化遗产在数字时代永续传承，焕发新生。

跨越山河 贯通古今

——“万年：明代的城防与边防”展览掠影

本报记者 冯桢



展览现场

5月23日，由大同市文物局、云冈研究院、南京城墙保护管理中心主办的“万年：明代的城防与边防”展在云冈博物馆启幕。本次展览聚焦明代都城南京、大同府城、云冈堡城，通过串联起明朝的城防与边防，展现明代城市与长城防御体系的营建思想与营造成就，重现了明代城防与边防的恢弘图景。通过城墙砖、卫所文书、火器模型等百余件展品，诉说着筑城者的匠心、戍边者的坚守与王朝统治者的治世理想。这些遗产不仅是历史的见证，更蕴含着“以守为攻、以和为贵”的

治理哲学——长城内外互市通商，江南水关连通漕运，卫所制度融合多元族群，体现明代对“守土安民”的深刻理解。

南京，是明王朝的肇基之地。洪武年间，朱元璋“高筑墙、广积粮”，以四重城垣构建起固若金汤的都城防御体系。京城城墙全长35.267公里，砖石砌筑、依山傍水，瓮城、藏兵洞、水关涵闸等设计，无不体现“攻守兼备”的军事智慧。秀丽又雄壮的城墙，规定着都城的边界，象征着城市的威严，凝聚着大明王朝的辉煌，也在后世一代代的改建之

中，传承着我们延续至今的中华文明。土甲马天下的大同镇，作为明代九边重镇之首，被视为“京师之藩屏，中原之保障”。作为明代边防核心，大同镇城以“凤凰单展翅”布局闻名。明代大同镇有“七十二城堡”之说，防御体系十分完善，见证了长城防御体系的巅峰。空心敌台设计兼具驻军、仓储与瞭望功能，革新了长城防御功能。

云冈堡依托北魏石窟群而建，既是军事堡垒，也是互市通商与多元族群融合的节点；既是军事防御的关键，更是文化交流的枢纽。

从都城城墙防御的营建到卫所镇守制度的创立，从空心敌台的创新到火器铸造的革新，从烽火传讯的精密到军民屯田的坚韧，明代城防与边防体系是中华文明在军事防御、城市规划与边疆治理的智慧结晶。在这绵密的体系中，南京、大同、云冈，看似千里之遥，实则血脉相连。

南京和大同都是首批国家历史文化名城，都是中国大古都，两地遍布的文化遗产，都承载着中华儿女的基因和血脉，蕴藏着中国人民的卓越智慧和共同记忆，诠释着中华民族的价值追求和精神脊梁，是中华文明连续性、创新性、统一性、包容性、和平性的有力见证。

本次展览展出的云冈堡遗址，就在云冈石窟的山巅，这座依托北魏石窟群而建的军事堡垒，既是“高筑墙”战略的

真实体现，更是“广积粮”智慧的立体诠释。诚如云冈研究院院长杭侃所言：明代戍边将士在云冈筑堡屯田，将军事防御与民生保障融入这片圣地，恰是中华民族“多元一体”格局的生动缩影。作为世界文化遗产云冈石窟的守护者，我们深知其独特价值不仅在于北魏佛教艺术的辉煌，更在于中华文明交融史的承载。

时至今日，明代的城防与边防体系仍颇具启示。其因地制宜的规划思想，为现代城市空间设计提供借鉴；军民协同的管理模式，启发边疆治理中“安全与发展”的平衡之道；长城作为文明纽带的意义，在全球化时代更彰显出超越疆域的文化价值。

文明脉络，千年赓续；历史遗珍，永世流芳。希望通过此次展览，致敬古人“金城汤池”的营造成就，更要呼吁珍视文化遗产，传承中华文明兼容并蓄、创新求变的智慧，让历史上的王朝屏障转化为今日联通世界的文化桥梁。以本次展览为契机，汲取明代城防智慧，挖掘城墙文化内涵，共同谱写文化遗产保护与历史文化传播融合发展的全新篇章；以本次展览为新的起点，开展更多跨越山河、贯通古今的交流合作；以“云冈学”、长城国家文化公园和博物馆之城三大建设为重要内容，持续深耕文旅消费赛道，全力建设城市文明、打造“文化之城”。

再识云冈石窟乐器图像(下)

赵昆雨

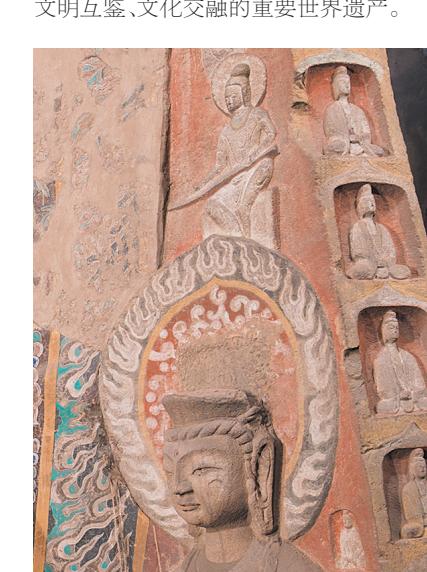
云冈中期（471—494），源于西方的佛教石窟艺术开始走向中国化，洞窟中出现了大量的中国传统乐器如琴、笙、吹叶等。本期洞窟乐器雕刻数量总计460余件，占整个云冈乐器数量的70%之多。中期12个主要洞窟中，未完工的第3窟没有乐器雕刻属正常，但偌大的第5窟富丽堂皇，飞天烂漫，居然没有一件乐器雕刻，实是不可思议。第13窟最上层天宫伎乐列龛集中出现数件莫名其妙的乐器雕刻，第1龛乐伎竖立架于肩上的琴状物，不知为何物；第7龛雕一鼓，鼓面圆大而薄，伎者左手轻捏把持，右手摊掌击奏，权当是手鼓吧；第8龛雕饰格状花纹的乐器似笙似角；第12龛乐器似螺似笳，也让人想起陈旸《乐书》中所绘鲜卑人擅用的笳逻回……，这些违背常规的乐器雕刻，难道是工匠不解乐器结构而表现出的似是而非？

第6窟现存乐器雕刻130余件，居云冈之首无疑，唯其窟制高大，造像浩繁栉比，乐伎形象多居于高端而不为人瞩，“音乐窟”之美誉遂为第12窟据有，每论及云冈乐舞雕刻事物，多以第12窟为举，事实上第12窟乐器雕刻总量不及第6窟之一半。第12窟属具前后室建构的佛殿窟，前室东西宽7.2米，进深4.1米，窟高6.65米，在云冈中期洞窟中只略高于第1、2窟，但前室北壁、明窗、窟门楣及窟顶集中雕刻了各种形式的乐伎形象，击鼓吹角、箫笛琴瑟、琵琶铙铜钹，如是妙乐，扑面相迎，光彩夺目，尽显无奈。

第12窟现存乐伎51身（含3身不持乐器的吹指、弹指、拍掌伎），共计18种47件乐器雕刻，分别为五弦、琵琶、竖箜篌、筚篥、琴、笙、排箫、横笛、筚篥、箫、排箫、法螺、埙、鼓、鼙、齐鼓、鼙鼓、毛员鼓、都县鼓。北壁上层天宫伎乐由14个并列尖拱龛构成，诸栏楯间各一高发髻乐伎持乐演奏，若说他们囿于天宫内，动作拘谨呆板，那么北壁明窗三条斜边浅浮雕的17身乐伎组合或跪或立，或低首或侧目，则姿态多变，动感十足，自由奔放，其演奏曲风之激昂、之热烈可以想见。窟顶南向呈扇形分布7身高浮雕伎乐天（其中最西侧乐伎于北魏开窟时意外凿毁，有趣的是，工匠不知出于何意将乐伎的半只脚留在壁面上而未全部铲除，由此证实南壁弹指伎当初处于中央C位）与北壁乐人相呼应，这组伎乐天身高近1.4米，是云冈体形最大的乐伎雕刻。他们上接窟顶，下连窟壁，集护法、供养、支撑、装饰等作用于一身，构思奇妙。居中的弹指伎头戴圆顶帽，帽后有冠披，双脚交叉而立，两手合掌侧举弹指。其余几身乐伎各持埙、筚篥、琵琶、腰鼓等乐器，有的头梳逆发形，有的卷发，他们吸腿迅起，姿态古拙，具有鲜明的北方少数民族性格特点。

云冈晚期洞窟（494—525）乐器雕刻90余件，数量不多，种类也少，但其创造的新形式、新题材非常独特，反映了音乐与时代与人与信仰的紧密关系。第38窟是本期重要代表性洞窟之一，窟内北壁龛基方形题铭两侧各有一幅檀倒伎乐图，这是反映现实生活的俗乐题材，伎人在檀倒或仰面旋转、或摆腿倒冲，“突倒投而跟絆，譬陨绝而复联”，动作迅敏惊险。檀竿旁雕刻三层乐师持奏筚篥、腰鼓、排箫等乐助兴。整个画面极富有人间现实生活的情趣。檀倒伎屡见于平城地区北魏墓葬中，究其原因，应是古人基于对童子的崇拜与信仰，予表演檀倒伎的假童以禳鬼驱疫的力量，妥死者之魂，慰生者之望，祈愿死者进入冥界后无灾无殃。第38窟开窟动机明确，系吴忠伟为亡子吴天恩福所造，含有北魏墓葬文化因素，此处的檀倒伎图像自然表达了驱魔镇邪、以乐却灾、往生西方的愿望。该窟东、西两壁最下层竖条形题铭石两侧各雕两株音乐树，分别表现西方净土世界中的七宝音乐树和弥勒菩萨兜率天净土世界中的音乐树，藉此愿死者能解生死之苦，获常住佛国净土之乐。在古人看来树是连接天地、沟通人神的介物，可以引领亡者的灵魂升至天堂。一个洞窟中同时出现弥勒净土与西方净土，正是北魏此期佛教思想发展过程中弥勒信仰与弥陀信仰共崇的特点。

魏晋南北朝音乐文化，上承秦汉传统礼乐文明，下启隋唐乐舞乐华会盛世，是中古音乐多元发展过程中极其重要的环节，而北魏又是中外各民族音乐文化融合与改造的关键期。北魏148年的历史中，将近一个世纪属于平城时代，开凿于此期间的大型皇室工程——云冈石窟，是了解北魏音乐发展史的珍贵文物遗迹，也是见证这一历史阶段各民族文明互鉴、文化交融的重要世界遗产。



疑似辽代补刻乐伎（第11窟中柱南面）

“遇见云冈 数字公益艺术展”在香港开幕



本报讯（记者 赵喜洋）5月27日，“遇見云冈 数字公益艺术展”在香港西九龙文化区（西九龙站）拉开帷幕。此次展览由中国文物保护基金会、云冈研究院联合主办。中国对外文化集团有限公司、紫荆杂志社联合承办，中国对外演出有限公司、北京中创文旅集团、遇見博物馆协办。

闫丁在致辞中表示，云冈石窟是中华民族的艺术瑰宝，运用数字技术展示其魅力，能让古老文化在新时代焕发出

新的光彩。展览共展出近50件数字艺术展品，包括42件装裱照片与4件高精3D打印复刻佛像，全方位展现云冈石窟的历史魅力与艺术价值。其中，“真容巨壮”篇章以高清图片和VR虚拟现实技术为核心，呈现昙曜五窟的非凡气势及其对我国后世石窟艺术发展产生的深远影响。“穷诸丽巧”篇章通过复原洞窟和相关介绍，突出北魏孝文帝时期的中期石窟逐渐本土化、细腻化的特征，展现北魏统治者对佛教信仰的深刻理解和对中原文化的吸收与融合。“法相绵延”篇章着眼云冈石窟晚期，通过佛像和菩萨造像展示该时期造像艺术全面中国化、世俗化的发展特点。“古韵薪传”则以云冈第16窟及16-1附属窟为代表，讲述中国文物保护基金会对石窟的数字化保护故事，生动诠释一代代人对文物保护的薪火相传。本次展览聚焦云冈石窟早中期洞窟，自“真容巨壮”“穷

诸丽巧”至“法相绵延”“古韵薪传”四大展区串联云冈艺术的演进脉络。通过3D复原、虚拟现实（VR）等技术手段，将深藏于山西大同崖壁间的千年艺术瑰宝转化为可观看、可感知、可移动、可传承的数字文化体验。观众不仅可以近距离观察复原洞窟内的浮雕细节，也可通过VR设备沉浸式感受北魏盛期的恢弘气象，还能通过扫描展签上的二维码全景探索对应展品并了解补充信息，在虚拟与现实交织中触摸千年前的匠心传承。

此次展览为云冈石窟在香港的首次展览，并采用全公益运营模式，观众可免费观展体验。从北魏平城到香江之畔，这场数字艺术展不仅重现了古代丝绸之路的文化盛景，更架起了当代文明对话的新通道。通过科技赋能与文化创意的深度融合，云冈石窟所承载的历史记忆与艺术价值，正以更具时代感的方式走向世界舞台。