

引子

甘肃天水市东南,西秦岭林海深处,麦积山孤峰突起。远望崖壁,窟龕密如蜂房;近观窟龕,泥塑秀丽生动。有着1600多年历史的麦积山石窟,与甘肃敦煌莫高窟、山西大同云冈石窟、河南洛阳龙门石窟并称为“中国四大石窟”。习近平主席在二〇二五年新年贺词中指出,“麦积山石窟‘东方微笑’跨越千年”。2024年9月,习近平总书记在水

考察时,来到麦积山石窟。总书记强调,我国四大石窟是中华文明的瑰宝,都具有重要的历史价值、文化价值。他希望文物工作者赓续“莫高精神”,潜心为国护宝,为传承创新中华优秀传统文化、增强中华文化影响力作出更大贡献。集建筑、雕塑、壁画、书法等艺术于一体,我国现存以四大石窟为代表的石窟寺近6000处,分布广、规模大、体系完整。石窟寺

大多暴露于野外,对气候、环境等变化较为敏感。历经岁月沧桑,石窟寺结构失稳、岩体风化、裂隙渗水等病害多发,加强保护刻不容缓。新时代以来,国家发展文物保护事业,贯彻落实保护第一、加强管理、挖掘价值、有效利用、让文物活起来的工作要求。《关于加强石窟寺保护利用工作的指导意见》《“十四五”石窟寺保护利用专项规划》等文件近年来相继出台,我国石窟寺本体保护修缮、载

体加固与环境治理、数字化保存与监测等方面的探索实践卓有成效,融“价值阐释—监测预警—环境控制—灾害治理—保护修复”于一体的石窟寺综合保护理念成为共识,石窟寺保护利用水平显著提升,重要石窟寺重大险情基本消除。近日,记者走进四大石窟,倾听文物工作者潜心为国护宝的生动故事,领悟文化遗产保护传承的中国智慧。

人民眼·文化遗产保护传承

记者走进莫高窟、云冈石窟、龙门石窟、麦积山石窟,实地探访文化遗产保护传承——

匠心守护四大石窟

本报记者 王锦涛 付明丽 毕京津

探微观、“治未病”

技术手段不断精进,匠心坚守始终如一

夜色渐浓,李天晓才走出实验室。他是敦煌研究院保护研究所的一名90后研究人员。

冬天的敦煌,风硬天寒,李天晓将棉衣拉链拉到顶。一抬头,月如玉盘,四周的云彩在月光映射下,影影绰绰,仿佛显微镜下一团微生物。

主攻文物微生物病害防治的李天晓,一人职就给自己定了规矩——天黑再下班。

“功夫下不到,成果不出来。”李天晓常用老前辈、敦煌研究院保护研究所原副所长李云鹤的故事激励自己。

李云鹤1956年参加工作,60多年来,修复了4000多平方米壁画、500多身彩塑。20世纪60年代,莫高窟第161窟窟窿壁画起甲,一旦空气快速流动,壁画便如雪片般脱落,修复任务落到李云鹤肩上。

窟内昏暗,他就在地上铺满白纸,反射窟外阳光;没有设备,他就用火炉和锅加热,观察修复材料性能。用什么工具除尘破坏最小,用什么材料粘连强度最大,用什么方式按压留痕最少,李云鹤一一摸索,总结完善修复技艺。他每天修复0.1平方米,整整用了两年,最终将第161窟修复完成。对此,敦煌研究院名誉院长樊锦诗评价:“不是‘焕然一新’,而是‘起死回生’。”

文物“起死回生”,离不开技术创新。从当年的物理修复,到如今的生物修复,技术的“变”,换来文物的“不变”。

“过去,石窟寺壁画变黑,科研人员多认为是光照、湿度、酸碱性等环境因素变化所致。随着研究深入,我们发现微生物也是‘捣蛋鬼’。”李天晓说,莫高窟地处沙漠腹地,环境恶劣,但并非微生物的“生存禁地”。

“我们利用传统中药研发出抗菌材料,通过熏蒸防治微生物,避免涂、刷等防治手段对文物造成潜在破坏。”提起自己的工作,李天晓颇为自豪。

微生物不是只会“添乱”,合理利用,也能化身帮手。

2024年10月,云冈研究院引入微生物矿化加固技术修复文物,目前已取得室内试验成功。“窟内文物出现表层粉化等问题,传统的无机修复材料存在加固强度较低、易老化变色等不足。”云冈研究院文物保护实验室负责人乔尚孝说,借助微生物矿化加固技术,即通过微生物生长繁殖和代谢活动,诱导矿物质沉淀,粉化砂体便可“长”成坚硬岩体。

石窟含万象,壁画映千秋。壁画的神韵和艺术价值,与色彩息息相关,但色彩最易受损。龙门石窟宾阳中洞藻井的彩绘脱落严重,已斑驳难辨。颜料是什么?色彩怎样分布?技术赋能,助力研究人员复原千年前的绚丽色彩。

“我们利用X射线荧光仪等,对藻井不同位置的脱落颜料残渣取样分析、鉴别成分。”龙门石窟研究院石窟保护研究与遗产检测中心副主任马朝龙介绍,借助科技手段,最终还原了建造之初的装饰工艺,成功为藻井“上妆”。

麦积山石窟素有“东方雕塑陈列馆”的美誉,泥塑缘何历经千年不朽?奥秘就藏在其内部。过去囿于技术,只能对破损的文物进行研究。现在,采用内窥镜探查等多种手段,可为塑像做“彩超”。

“内部结构看得清清楚楚。”麦积山石窟艺术研究所副所长张铭说,塑像时,工匠用木材作骨架,同时使用了铁条。这些铁条更易塑形,且不易损坏,保存更长久,“科技赋予我们‘透视’的眼睛,让我们得以与古代工匠隔空‘对话’。”

如今,文物保护进入新阶段,要从抢救性保护向预防性保护转变,就必须搞清文物劣化的深层机理。

深居瀚海的莫高窟,自然条件复杂多变,给保护工作带来诸多挑战。2020年,

我国文物保护领域首个多场耦合环境模拟实验室在敦煌研究院建成运营。从零下30摄氏度到零上60摄氏度的温度,从10%到90%的相对湿度,再到一年四季风、雨、雪、日照等各种气候条件的模拟……实验室中,多种环境都可人为定义。

“以干旱环境土遗址为例,模拟一个年周期仅需一个多月。”敦煌研究院保护研究所副研究员张博表示,这意味着,在实验室就能“预知”文物病害发育走向,对文物病害机理研究、预防性保护和保护工艺研发等有重要作用,实现“治未病”。

留真颜、复原貌

以“数”为媒,再现传承千年的文化瑰宝

过去10余年,安慧莉说她只干了一件事——为莫高窟“拍照”。

作为敦煌研究院文物数字化研究所副研究员,安慧莉说的“拍照”,不是简单地按快门,而是将壁画、塑像等文物数字化,即通过高精度摄影摄像技术,生成数字图像,为文物建立数字孪生世界。这项工作,听着科技感满满,实则枯燥辛苦。

“洞窟阴冷,夏天也要穿棉袄。”安慧莉说,窟内本就狭窄,进窟后,组装仪器、铺设轨道,人穿得臃肿,既得保证拍摄精度,又得避免伤害文物,在寸寸间隙挪,要十分专注和小心。采集数字化数据,还不能长时间影响游客参观。为赶工期,大伙儿总在前一晚就把次日的午饭准备好,工作间隙,席地而坐啃两口。饭菜凉了,大家互开玩笑,说吃的是“冰镇大餐”。

工作环境艰苦,要求也高。实现数字化有“三难”:整窟数据获取难、全面数据处理难、超大数据可视化难。

以云冈石窟第13窟为例,其主造像高达13.5米,主窟加上37个附属洞窟,共有各类造像近3000个。云冈研究院与国内顶尖测绘团队合作,全站仪、大型扫描仪、数码相机等齐上阵,算力与算法考验,最终得到精度优于0.5毫米、数据量达500GB的超高精度整窟三维模型。

“这么高的精度有必要吗?”记者问。

“还不够!”云冈研究院数字化保护中心主任宁波打开手机相册,展示了两张第33窟胁侍菩萨及弟子像的照片,一张摄于20世纪30年代,一张摄于2007年。两相比较发现,几十年间,一些原本清晰的造像细节已风化模糊。“再过100年,云冈石窟会是什么样?如果不追求精度,对照图片进行研究或修复时,石窟就会失真。”宁波说。

“采集的照片都是局部,完整的壁画和塑像图片靠拼接。”安慧莉告诉记者,拼接完全是人工操作,误差须控制在1毫米内,就连人物的发丝,也要“无缝对接”。每天盯着屏幕,一点点修正,看得眼睛生疼,颈椎僵硬。早些年,她偶尔会觉得工作高度重复,没有成就感。

直到2014年,活化利用敦煌文物数字资源的《梦幻佛宫》大型球幕电影上线,震撼了包括她在内的很多人。置身影厅,宛若游于洞窟,每一尊塑像、每一幅壁画,就连人物唇角笑意的深浅,都分毫不差。看着熟悉的洞窟在眼前“复原”,安慧莉有种说不出的激动,“这部20分钟的电影对莫高窟7个经典洞窟进行了全方位展示。我们的努力,就是观众眼中的敦煌。”

“数字化工作之初,一年只能拍2到3个洞窟。”安慧莉说,随着技术成熟,现在一年可以拍20多个洞窟,拼接10多万张图片。截至目前,敦煌研究院数字化保护团队已完成莫高窟295个洞窟的壁画数字化采集,186个洞窟的图像拼接处理;完成7处大遗址、45身彩塑的三维重建,以及212个洞窟空间结构的三维激光扫描。

数字化不仅让文物永久保存,永续利用成为可能,还推动了流散海外文物的数字化回归。

《文昭皇后礼佛图》是龙门石窟宾阳中洞东壁上的浮雕,创作于北魏年间;后被盗凿破坏,一部分流散海外,一部分几

经辗转,现由龙门石窟研究院收藏。龙门石窟研究院文物保管展示与文献资料中心工作人员张国锋介绍,研究院相继采集了宾阳中洞浮雕残壁、院藏礼佛图碎块和现藏海外博物馆浮雕碎块的三维数据,再对照历史照片,通过计算机精准拼接,实现数据重聚和造型还原。

千余年前,古人开窟造像。千余年后,今人以“数”为媒,再现传承千年的文化瑰宝。

综合治、统一管

文化遗产的整体性、系统性保护水平持续提升

解决文物病害,起初是1个窟檐修建工程,经过全面勘察,又多了8项附加工程。这事发生在五华洞。云冈石窟第9窟至第13窟,因造像、壁画雍容华贵、雕饰绮丽,被誉为“五华洞”。洞前的窟檐建筑,历史上毁于火灾,洞窟崖壁造像常年遭风雨侵蚀。

“窟檐是洞窟前依山建造的外檐,可保护窟内壁画塑像等免遭风吹雨打、阳光暴晒。”云冈研究院文化遗产保护与监测中心副主任闫宏彬说,为配合五华洞窟檐修建工程,云冈研究院(彼时名为“云冈石窟研究院”)委托中国文化遗产研究院对五华洞开展全面勘察,发现了列柱风化、危岩体等问题。

“这些病害已严重威胁到文物本体安全和游客安全,考虑到窟檐完工后,不再具备施工条件,必须进行系统性治理。”闫宏彬回忆,2012年,五华洞系列保护工程启动,先后实施了洞窟危岩体加固、彩塑壁画修复、保护性窟檐修建等工程,2015年工程竣工,系统性解决了五华洞文物病害。

让石窟寺焕发恒久光彩,有赖于系统性保护水平持续提升,既要从小文物本身及其所处的微环境入手,也要从更广阔的空间着眼。

莫高窟地处大漠戈壁,过去沙尘堆积让李云鹤苦不堪言。“年轻时,我的主要工作就是清沙。”他说,天天清、天天有,就像《西游记》里的米山和面山,总也清不完。

从被动清沙转向主动治沙。数十年来,莫高窟的保护工作者从修建土坯防沙墙,到草方格固沙、生物治沙、尼龙网挡沙……逐渐为莫高窟构建起以“固”为主、“阻、输、导”结合的综合防沙治沙科学体系。窟区积沙量从20世纪80年代的约3000立方米,降至如今的不足100立方米。

我国石窟寺分布广泛,对石窟寺的保护,大都是一个文物点配设一个保护机构,管理相对独立。以甘肃为例,大小石窟寺有205处,管理水平参差不齐。敦煌研究院历经几代人努力,探索出了一整套科学保护、规范管理、创新利用的模式,相比之下,其他一些石窟寺的保护机构却面临专业人才匮乏、研究滞后等困境。

如何从各管一摊到系统性保护?2017年,甘肃探索整合石窟寺保护管理

机构,将麦积山石窟艺术研究所、炳灵寺文物保护研究所、北石窟寺文物保护研究所等3家石窟寺保护管理机构,建制划入敦煌研究院。

“依托敦煌研究院,我们所的研究项目数量翻了一番。”麦积山石窟艺术研究所副所长岳永强说,2000年至2017年,研究所一共才10个研究项目;2017年并入至今,已有20个研究项目。

针对下辖管理的麦积山石窟等6处石窟寺,敦煌研究院累计完成本体保护修缮、崖体加固治理、环境整治提升等130余项工程,让这些石窟寺的保护状况得到根本改善。

莫高窟翩跹起舞的“飞天”,云冈石窟笑意盈盈的“乐天”,龙门石窟“秀骨清像”“褒衣博带”的造像,麦积山石窟闻名于世的“东方微笑”泥塑……美轮美奂的四大石窟,吸引众多游人前来一睹真容。以云冈石窟为例,2024年国庆假期,近32万人进入景区,每天进出车辆1.6万余辆。

石窟景区集文化遗产地和景区于一身,如何平衡好文物保护与旅游发展的关系?

云冈研究院院长杭侃坦言,过去,云冈石窟在管理上存在“九龙治水”,权责交织等问题,谁都在管,谁都管不到位。现在搭建起云冈研究院智慧大数据综合管理平台,将监测管理、预测预警、应急指挥等信息聚合在一个平台,统筹协调更灵活。

目前,云冈石窟景区日最大承载量为4.6万余人,瞬时最大承载量为1.4万余人。“有了智慧大数据综合管理平台,我们通过数据分析,可以及时调整票务策略,合理调控游客流量,科学安排游览路线。”杭侃说。统筹保护与发展的关系,做好顶层设计尤为关键。

2022年,由云冈研究院组织编制的《云冈历史文化长廊旅游规划》通过验收。在近期规划中,将以云冈石窟为重点,打造约120平方公里的旅游带,沿途串联起30余处文保单位。

“这将为云冈石窟提供更大的缓冲空间,让文物‘休息好’,让游客体验好。”杭侃表示。

著信史、述古今

守传统文化之正,创时代表达之新

张铭有项宏愿,把麦积山石窟从崖壁“搬”到纸面上。

历经10余朝刀刻斧凿的麦积山石窟,一凿一刻背后,无不蕴藏历史记忆。然而,一直以来,麦积山石窟有粗略简介——窟龕221个、造像1万余身、壁画近1000平方米——却无详细档案。2019年,张铭和团队决定为麦积山石窟“著史立说”,编写石窟考古报告。

麦积山石窟考古报告计划编写28卷。作为考古报告的绘图员,金鹏负责描绘佛像和窟龕的考古线图,他说:“这



云冈研究院数字化保护中心工作人员对第36窟进行数字化扫描。云冈研究院供图

张铭(左)和同事在麦积山石窟核对考古报告文字记录。贾灏摄

技术人员正在修复龙门石窟宾阳中洞窟顶裂隙。范子龙摄

一画,就准备画一辈子。”

编写考古报告,需要对麦积山及周边地区开展区域系统考古调查。2023年12月,张铭带着团队成员在山岭峭壁间跑了3天,才完成航测任务。当时,雪后初霁,气温低至零下10摄氏度。

编写考古报告,相当于为麦积山石窟进行一次“基因编码”,不容丝毫大意。“拍摄了6000多张照片,只选出20多张。”张铭说,考古报告选取照片,需准确反映文物遗存的真实状态,对于拍摄角度、光线等均有要求,挑选极为严格。

为减少进入石窟和接触造像的次数,团队应用数字化技术,给洞窟建立三维模型,拍摄高精度照片后,对着照片研究;为精准判断造像制作年代,提取塑像中的芦苇、麦草等植物,进行碳十四测年……目前,麦积山石窟第一卷考古报告初稿已出炉,完整系统地记录了第74窟至第78窟

的文物遗存信息和科技考古的最新成果。

四大石窟是中华文明的瑰宝,在创造性转化和创新性发展中,如何把它们呵护好、弘扬好、发展好?

在云冈研究院数字化保护中心展示大厅,将模型信息输入3D打印机,一座“迷你版”洞窟随即出现。“我们还能做更大的!”宁波说,2017年,等比例3D打印的第3窟西后室,落地山东青岛云冈石窟展览馆。复制出的石窟整体长17.9米、宽13.6米,其中主佛高10米,实现了超大体量浮雕石窟等比例复制。相关展览2天吸引超过10万人参观。次年夏天,从青岛到云冈石窟参观的游客量,同比增长超一倍。

目前,云冈石窟已完成第3窟、第12窟、第18窟等比例3D打印。无论北京、上海,还是纽约、东京,石窟展览所到之处,场场爆满。技术加持下,云冈石窟“走”上“云端”,“走”向世界。

敦煌研究院也在不断探索,推动莫高窟“走出去”。

前几天,敦煌研究院创办的“莫高学堂”在深圳南头古城落成,意在构筑一个由改革开放窗口通往敦煌历史古迹的时空隧道;2024年11月,一场“走出来的敦煌壁画”服装秀在上海中华艺术宫外举行,18名敦煌使者身着敦煌研究院历年多年专业复原的服饰,为观众献上一场跨越千年的视觉盛宴;2024年巴黎奥运会开幕当天,敦煌研究院莫高窟官方账号“同步”对外披露了一批与运动有关的壁画资料……

“守传统文化之正,创时代表达之新。”敦煌研究院院长苏伯民表示,敦煌是古老的,也是青春的,将通过创新形式、丰富载体,唤起更多人对敦煌的向往之心,让古老石窟焕发时代光彩。(本报记者银燕参与采访)



游客在雪后的莫高窟参观。

张晓亮摄