



移动的云冈十八窟

本报记者 齐欣 文图

坐落在北京建筑大学大兴校区中的“移动的云冈十八窟”造像，是“基于高精度三维模型的大型石窟类文物等比例复制”技术进行的一次文化遗产价值展现实践。

通过参照文献记载以及对石窟雕刻方法和内容进行分析，科研团队将佛像、菩萨和罗汉人像等半浮雕区域作为重点呈现内容；同时，依精细等级将佛像手部、袈裟纹理变化处、复杂形状装饰品等也作为打印细节的重点。

2月13日的京城雨雪初霁，记者前往北京建筑大学大兴校区，慕名找寻那尊“基于高精度三维模型的大型石窟类文物等比例复制”技术制作的云冈石窟第十八窟造像。第十八窟属著名的“昙曜五窟”，在现存252个洞窟中规模较大、工艺复杂、艺术价值极高。依1:1复制的造像，高17米，宽22米，是世界首例可装配3D打印超大型文物等比例复制工程，不仅展现了文物原貌，还具有耐潮湿、阻燃、防腐和防水等功能，可满足轻质、耐久、方便拆装和长途运输等要求。我们称它为“移动的云冈十八窟”。

全新的阐释实践

早在2005年，北京建筑大学与云冈石窟研究院利用三维激光扫描技术，生成了完整的云冈石窟外立面点云及正射影像图。后续开展的数据采集、处理、存用和展示工作一直延续到现在。

我特意在午后到达，期望在夕阳落下时分，看到柔和的暖光再次“雕刻”造像的美妙瞬间。蓝色苍穹下，众神雍容大度、栩栩如生；那种精美又宏大的场面，令人感到实实在在的震撼，一种伸出手臂、期望与造像轻轻贴合在一起的愿望油然而生。

“移动的云冈十八窟”用了6年时间才最终完成。北京建筑大学师生已经将其视为校园景观的组成部分。同学们描述说，最美的时刻是清晨：“晨曦的光芒从侧面映照在造像上的一刻，这件大型校园雕塑散发出一种跨越历史的美感。此时，既有鸟语花香带来的振奋，又有大佛笃定的眼神赋予宁静和坚定，更有历史时光展现的故事与想象。此刻，就会对探知未来充满了期许。”

如果和文物原作相比，有何异同？我们致电云冈研究院的宁波研究员。他马上拍来了第十八窟的现场照片。宁波是云冈研究院数字化保护中心主任，负责“数字云冈”建设，包括云冈石窟的数字化保护和智慧景区相关内容。进行对比，一下子就可以看出“移动的云冈十八窟”的独特之处——第十八窟的真实空间相对狭小，所以宁波用广角镜头，也只能拍出主要佛像的全貌。而打印的石窟造像则提供了宽阔的阐释和观摩视野。这是因为在打印时，科研工作者经过仔细研判，省略掉了遮挡造像全貌的部分石窟结构，并尽可能地让诸多造像的各个角度细节都展现在人们面前。

1987年，“莫高窟”成为世界遗产；随后，1999年“大足石刻”、2000年“龙门石窟”、2001年“云冈石窟”相继列入《世界遗产名录》。无一例外地，这些位于



左图：整个复制打印过程，经过了由小到大、由局部到整体的试验过程。侯妙乐教授带记者去看校园内保存的一尊云冈第十八窟内东胁侍佛打印造像。这尊1:1打印试验作品高9.5米，同样给人以强烈的视觉震撼，产生对人类艺术创造力的景仰。

右图：一批基于等比例高保真数字化3D打印复制文物作品正在国家博物馆展出。左为安岳石窟毗卢洞“紫竹观音”像，右为杭州西湖飞来峰冷泉溪南岸布袋弥勒及十八罗汉群像。这些展品令参观者仿佛真切置身在原址空间中。

下图：2月15日拍摄的云冈石窟第十八窟内景。洞窟平面为马蹄形，穹隆顶，前壁上开明窗，下辟窟门。窟内主佛身軀高大，顶天立地，占据了洞窟中的大部分空间。



中国的石窟类文化遗产全部符合了世界遗产重要的第(i)项价值标准：是人类创造力和智慧的“巅峰”“突出表现”“杰作”和“宝库”。没有任何文字、图片哪怕是投入巨大的艺术创作，能够完美替代原址、原物观看到那些造像时的感受。但是“移动的云冈十八窟”却以另一种宏大的场面促使人们更准确地感受第(i)项价值；以基于准确数据进行的取舍，描述了原作最精彩、最令人难忘的细节、技艺和令人自豪的成就。

从世界遗产的价值视角来理解，它，全新阐释了第十八窟。

是如何建造的？

2021年12月，国家文物局印发《“十四五”石窟寺保护利用专项规划》。其提出的基本原则：坚持保护为主、坚持传承弘扬、加强对石窟寺历史底蕴、坚持科技支撑、坚持因地制宜并分类施策，几乎都与科研新技术的规模化利用密切相关。与此同时，数字化、信息化及智慧化领域的快速发展，又为文物、文化遗产的保护和传承创造了新途径，提供了实现愿景的技术支撑。

“移动的云冈十八窟”重约40吨，需要面对大体量、高难度、多学科交叉等诸多前瞻性挑战。它是如何建造的？北京建筑大学李爱群副校长是此次超大型石窟等比例高精度模块化复制工程的团队带头人。据他介绍，以等比例尺、高保真复制为研究目标，科研团队汇集了建筑史、建筑艺术、测绘、材料、结构、现代制造、

还有很长的路要跋涉

复制的意义，究竟在哪里？近年来，在传统的文物“科技、历史和艺术”三大价值外，人们新增了对文化遗产视角下“社会价值”和“文化价值”的关注。文物和文化遗产为社会发展提供的文化力，已经远远超出了行业和科研意义上的影响。记者自身经历了“移动的云冈十八窟”带来的感受，也站在国家博物馆的展览现场，观察了人们停留的时间和表情，留意了孩子们与父母的对话。从中可以清晰地感受到，这些等比例复制的场景和作品，同样具有石窟寺特有的表现力和影响力；也一下子就能意识到：这些尝试和努力，有着非常广阔的发展空间。

延伸阅读

监测监控等多学科。利用3D打印技术将大佛的各个部位还原出来时，为了确保真实、完整性要求，关键部位必须和原佛像保持一致，因此科技工作者们进行了分解打印。“每小块平均大概40厘米左右，一共2790块。”北京建筑大学工程实践创新中心高级实验师许东晖说：“每一块，都是一层一层打印的——可不像人们想象的那么快，每一块都需要打印20个小时以上。”最忙碌的时候，共有50台打印机同时开动，用了一个半月左右的时间。然后，再将近3000个小块组装成120余块模型，最后再拼装成一个整体。

土木学院的祝磊老师负责整体骨架的绘制和搭建。他介绍，按照打印件的轮廓订制的骨架，实现了可反复拆卸，同时考虑到了抗震防风等技术问题，使其能抗里氏9级地震。

科研团队在国内外率先提出了针对大型文化遗产的高保真等比例复制“5+1”关键技术：即高精度的三维信息萃取技术、艺术价值表皮分区划分技术、高性能复合材料的研发技术、装配式结构设计研发技术，多维数字化快速成型与制造技术，以及复制全过程安全监测技术。与此同时，团队率先在石窟数据精准采集处理、装配式模块制备连接、高性能复制材料、高精度3D打印与拼接、整体模型可控可调等方面取得系列创新性成果。



多样的3D打印呈现

辞别“移动的云冈十八窟”两天后，我又来到国家博物馆，去看人流熙攘的“中国历代绘画大系成果展”。我绕过了古人留下的书画花鸟和真迹墨宝，直接去看了一个小小的单元。当代人利用最新技术，展示了石窟寺造像与绘画等比例打印的新成果。那里既有来自云冈、敦煌的洞窟和造像，也有生动逼真的安岳石窟毗卢洞“紫竹观音”像和杭州西湖飞来峰冷泉溪南岸布袋弥勒及十八罗汉。其中基于等比例高保真数字化3D打印复制的“紫竹观音”，半结跏趺坐，背倚浮雕的紫竹和柳枝净瓶，头戴镂空花冠；衣裙飘逸，富于动感。南宋年间完成的飞来峰布袋弥勒及十八罗汉摩崖造像，形象传神，有从神坛走入民间的亲切感。

这些展品与“移动的云冈十八窟”显示了截然不同的技术应用方向：一个用于室外，一组则考虑室内；一个更呈现巨大恢弘，另一组则更色彩丰富，细腻传神。北京建筑大学测绘与城市空间信息学院的侯妙乐教授，主要从事文化遗产数字化保护方面研究，也深度参与了十八窟造像的科研工作。建造过程中还有一项经常要想到目标，就是“可移动”。最终成果要满足可拆卸、可调节、防腐蚀、耐久和反复展陈的需求。“对于大型石窟的复制，加工成本、加工周期、重量、耐久性等都是重要的考虑因素。”侯妙乐这样分析。科研团队为“移动的云冈十八窟”设计了积木式装配结构，将整体的石窟模型划分为若干个子模型，并分别打印出来。

表面看来，这些方法简单易行，但实际制作时则会遇到多重制约。首先，模型分割后的大小应满足方便生产制造与容易装配拆卸两种需求；其次，分割时应考虑壳体力学结构与外形；分割后的模型必须满足无破损、无重叠、无缺失的精度，并且摆放角度满足打印需求。除此之外，为了让造像能够经受室外环境的长期考验，需要提高它的耐候性、防水性等一系列性能，同时还要控制重量。

还有很长的路要跋涉

复制的意义，究竟在哪里？近年来，在传统的文物“科技、历史和艺术”三大价值外，人们新增了对文化遗产视角下“社会价值”和“文化价值”的关注。文物和文化遗产为社会发展提供的文化力，已经远远超出了行业和科研意义上的影响。记者自身经历了“移动的云冈十八窟”带来的感受，也站在国家博物馆的展览现场，观察了人们停留的时间和表情，留意了孩子们与父母的对话。从中可以清晰地感受到，这些等比例复制的场景和作品，同样具有石窟寺特有的表现力和影响力；也一下子就能意识到：这些尝试和努力，有着非常广阔的发展空间。

2018年8月至今，“移动的云冈十八窟”已经矗立了4年之久。我去看的时候，已不算是它最好的年华，部分材料出现了破损迹象。短暂的沮丧之后，大家发现，这为下一步的科研提出了新要求。

“世界文化遗产3D打印是世界性研究热点，全世界有许多科学家都在做这件事情。”“移动的云冈十八窟”无论在跨学科的广度、庞大的体量、材料的不断改良次数以及搬迁和后期监测评估方面都积累了经验，并对分类技术和集成技术有了更深入的研究和思考。“通过进一步的探索，可以在许多方面系统地形成可供国内外借鉴的新成果。”

《“十四五”石窟寺保护利用专项规划》推出了“数字石窟”项目：制定石窟寺数据采集、加工、存储和管理方面的标准规范。推动石窟寺壁画、彩塑、雕像、造像、石刻和海外中国石窟寺文物、敦煌文书的数字化采集和展览，建立数字资源共享管理长效机制。“移动的云冈十八窟”只能看作是一个国家全局规划中的小小节点。更多的成果，还需要更多的人、更多的科研团队持续不断地付出……

“你主要在做啥？”向云冈研究院的宁波要现场照片时，记者顺便提问。“文物数字化保护，包括数据采集、处理和存用。”宁波回答得简单明了。“干多久了？”“18年了。”“还要干多久？”“云冈的数字化进程已近20年，估计再有10年，全部的数据采集就能完成！”

依法保护文物和文化遗产 国家文物局、最高人民法院 联合发布典型案例

本报记者 赵晓霞

文物是一个国家、一个民族历史与文化遗产的重要载体和实物见证，坚持依法保护管理，是文物事业发展的重要保障。日前，国家文物局、最高人民法院联合发布依法保护文物和文化遗产典型案例。发布的15件案例中，有的关乎国家重大发展战略的实施或重要文物保护总体规划的落实，有的涉及举世闻名的世界文化遗产、世界自然遗产的保护管理，有的则与日常生活息息相关。

打击文物犯罪 司法保障制度不断完善

数据显示，截至目前，我国拥有56处世界遗产，世界排名第二；各类不可移动文物76万余处，其中全国重点文物保护单位5058处；国有可移动文物1.08亿件（套）。

为了保护文物安全，党的十八大以来，各级人民法院和文物行政部门加强协作，惩治文物犯罪案件1.1万件，追缴涉案文物17万件，一大批案件和违法犯罪分子得到司法审判。国家文物局副局长关强举例说，如辽宁朝阳特大盗掘古文化遗址古墓葬案，主犯姚某被判处死刑，缓期2年执行；此外，还有四川眉山特大盗掘倒卖文物案，主犯王某、梁某被判处有期徒刑10年；河南安阳盗掘殷墟古文化遗址案，主犯宋某、王某分别被判处有期徒刑14年6个月和有期徒刑14年。同时，持续加大对破坏文物行为的惩治力度，依法指导内蒙古、辽宁、黑龙江、山东、河南、湖北、陕西等地执法办案。比如在黑龙江齐齐哈尔东北讲武堂违法建设、山东临沂汉山汉墓群遭破坏等案件办理中，文物行政部门与人民法院加强沟通协调，确保处罚到位、整改到位、追责到位。

与此同时，打击文物犯罪司法保障制度不断完善。2015年，《关于办理妨害文物管理等刑事案件适用法律若干问题的解释》出台，进一步明确了相关定罪量刑标准和适用法律适用问题，案例六就是根据该司法解释，将未被确定为全国重点文物保护单位、省级文物保护单位的古文化遗址、古墓葬纳入刑法保护范围。2018年6月，《涉案文物鉴定评估管理办法》发布，规范涉案文物鉴定机构、人员、程序和工作纪律。2022年8月，《关于办理妨害文物管理等刑事案件若干问题的意见》发布，进一步明确打击文物犯罪中迫切需要解决的法律适用问题。

追索流失海外文物 开启民事诉讼新途径

在发布的15件案例中，福建省大田县吴山乡阳春村民委员会、东埔村民委员会诉奥斯卡·凡·奥沃雷姆等物权保护纠纷案的审理、宣判及相关工作备受海内外关注。该案例系文物物权纠纷引发的涉外民事案件，是民间通过国内民事诉讼追索流失海外文物的开创性案例，在探索涉外文物司法裁判规则、统筹推进国内法治和涉外法治方面具有示范意义。

就此案，关强表示，福建省三明市中级人民法院和福建省高级人民法院先后作出一审和二审判决并生效，有力地伸张了正义，受到包括文博界在内的全社会高度关注和广泛赞许。“此案是我国追索流失海外文物的‘第一案’，开启了通过民事诉讼追索流失海外文物的新途径，具有开创性的示范意义。”

据关强介绍，党的十八大以来，我国文物追索返还国际合作不断扩展深化，文物返还“中国声音”显著提高，流失文物回归取得突破性成果，先后与24个国家签订了防止盗窃、盗掘和非法出境文物的政府间协定，共实现32批次、1800余件（套）流失文物艺术品回国，有力地振奋了民族精神、坚定了文化自信。

链接

福建省大田县吴山乡阳春村民委员会、东埔村民委员会诉奥斯卡·凡·奥沃雷姆等物权保护纠纷案

【基本案情】祖师生信仰是闽南地区重要的宗教信仰。林氏先人在宋代为供奉章公祖师像而建普照堂。普照堂及供奉的章公祖师像属福建省大田县吴山乡阳春村和东埔村集体所有。1995年章公祖师像被盗。

2015年3月，荷兰居民奥斯卡在匈牙利展出一尊中国宋代肉身佛像。两村村民经对比，发现该佛像为被盗的章公祖师像。两村村委向奥斯卡主张返还未果，向荷兰法院起诉被驳回，于2015年12月向福建省三明市中级人民法院起诉。法院依法判决奥斯卡向两村村委返还佛像。二审维持原判。

本案是民间通过国内民事诉讼追索流失海外文物的开创性案例。宣示了我国文物法律的域外适用，首次明确流失海外文物适用被盗时文物所在地法，有力维护了文物流出国利益；彰显了我国坚定维护文化财产国际条约的立场；为阻断我国文物海外流失提供了司法支撑。从文物涉外交易及出境的禁止性规定、案涉佛像作为人类遗骸的文化财产属性等角度，阐明盗赃文物的买卖行为不适用善意取得制度，为当事人通过民事诉讼途径追索海外文物提供强有力的法律支撑。（信息来源：国家文物局）