

“第一次看太震撼了!没想到能那么高、那么大。”在青岛西海岸新区城市传媒广场6楼,市民李女士看到逼真得像从云冈石窟“搬来”的佛像后不禁发出感慨。而这些令李女士惊叹的造像既不是简单的复刻品,也不是“借调”的临时展品,这是使用3D打印技术1:1复制还原的山西大同云冈石窟第3窟。

# 咋就从大同来了青岛?『阿弥陀佛』自己都说神奇

一比一高清还原,世界首次3D打印云冈石窟造像背后故事多

文/片 记者 杨雪 徐润杰

## 青岛也有“云冈石窟”

云冈石窟位于山西省大同市武周山南麓,依山开凿,气势恢宏,是中国第一个皇家营造的石窟,代表了公元5至6世纪中国佛教艺术的巅峰。现存主要洞窟45个,第3窟则是云冈最大的石窟。

位于城市传媒广场的云冈石窟艺术馆看似与普通展馆无异,实则暗藏玄机。走进展厅,穿过拱形门,一座大佛映入眼帘。复制窟整体长17.9米、宽13.6米、高10米,是世界上首次使用3D打印技术实现的大体量文物复制工程。主尊阿弥陀佛高10米,呈倚坐状,面部圆润丰满,神态超然。左手侧为观世音菩萨,右手侧为大势至菩萨。两侧菩萨高约6米,头戴宝冠,精美庄严。“我们的复制窟是按照第3窟完全1:1还原的,连造像对面石壁上的石鹰,我们也进行还原,你去现场看看是有这个的。”青岛传媒发展有限公司副总经理史洪泽介绍,窟内既有气势宏大、雕刻精美的造像,也有完整的石窟形制,同时还还原了石窟历经千年风化的痕迹,让市民在异地依然可以“身临其境”,领略石窟艺术、古代建筑之精美。

## 3D打印“以假乱真”

将如此规模的造像“搬进”商场里,这样大体量的项目是如何实现的呢?史洪泽介绍,这个项目从开始到最终落地历时两年,由云冈石窟研究院数字化研究室、浙江大学文化遗产研究院数字化团队以及美科图像(深圳)科技有限公司共同协作完成。其中,前期的文物数据采集及建模工作由云冈石窟研究院和浙江大学联合完成,采用了三维激光扫描技术与多图像三维重建相结合的工作方法,高保真地重建了云冈石窟第3窟的彩色三维模型。

石窟的三维模型建立后,接下来就要将数字化的东西最终落地为实物。为此,史洪泽专门联系了美科图像(深圳)科技有限公司,工厂为本次项目自主研发了20台2.8米高的专用3D打印机,将数据处理之后,24小时不停运转,总共历时一年打印完成。由于第3窟体量之大,3D打印的材料共分成842块,之后被运输到城市传媒广场。在这里,云冈石窟研究院的艺术家们搭起钢架,耗时3个月,将这842块3D打印的“零件”经过机械拼装、泡沫填充、拼缝处理等工艺形成了原尺寸、高保真的石窟复制品。

用3D打印的材料已经对原文物本体的细节、材质、纹理实现了高精度还原。但如何做到逼真,甚至“以假乱真”?云冈石窟所在地的砂岩有独特的颗粒感,复制品要体现出这种质感,必须加上后期的喷砂上色。为体现石质的质感,项目参与



842块3D打印的材料经机械拼装、泡沫填充、拼缝处理等工艺形成了高保真的石窟复制品。

人员到云冈石窟现场,将当地的石头采集打碎后,作为原材料涂抹在复制佛像表面,做到了逼真的黄砂岩质感。此外,云冈石窟研究院的艺术家还通过人工上色的方式完成细节,色彩还原度达90%以上。

## 历经波折复制成功

提起成功复制的第3窟,云冈石窟研究院数字化研究室主任宁波十分欣喜,“这是我们云冈做的第一个复制窟。”宁波表示,由于几年前无论从技术还是经验上,都不够成熟,因此在复制上也遇到了不小的阻力。第3窟又是云冈最大的一个窟,数据采集以及落地等各方面的工程量十分巨大。

3D打印的第一步是测绘扫描。当时,数字激光扫描仪器的扫描精度已经可以达到0.03厘米,但对于宁波的团队来说还远远不够。“云冈石窟的佛像属高浮雕,有空间深度感,尤其是特殊区域,比如佛像的耳朵,立体感特别强,对扫描测绘的要求更高。”针对现实情况,宁波团队最终采用三维激光扫描技术和多图像三维重建技术相结合的技术路线。“三维激光扫描就是在文物上捕捉尽可能多的点,点越多越密,绘制的文物越精确。多图像三维重建则是对文物进行立体呈现,如同用照相机从多个角度来拍照,最后拼合成三维空间。”两项技术的联合让数据尽可能还原文物原貌,三维采样点间距小于2毫米,整体三维重建误差小于5毫米。

除了前期数据采集和建模方面遇到的难题,史洪泽说,3D打印也是阻力重重。当时联系的美科图像(深圳)科技有限公司在听到要

打印如此大规模的文物项目时,直接表示现有的机器设备无法实现这么大工程项目的打印。项目数据有了,模型有了,难道就要“夭折”在落地为实物这一步吗?就在史洪泽发愁时,一周之后他又收到了深圳3D打印公司的电话。对方表示,经过他们研究,这样的3D打印机的制作也不是无法解决的难题,“既然现有机器无法实现,那我们就自己造一个吧”。至此,3D打印机器的难题也迎刃而解。

## “世界首次”为何在青岛

作为不可移动文物,在过去,想要领略云冈石窟的风采,游客只能亲自去到山西大同。但3D打印复制云冈石窟项目则可以很好解决不可移动文物的异地展览问题,通过1:1精准复制,让各个窟成功“分身”,游客在家门口就能近距离感受气势恢宏的石窟造像。文化瑰宝“来到”家门口也为学生研学提供新机会。据了解,青岛市西海岸新区新华书店以云冈石窟艺术馆为依托打造研学基地,自成立以来共接待国内外研学学生6万多人次、各类学校120余所,为学生提供了了解石窟艺术以及3D打印技术的良好空间。

谈起世界首个3D打印石窟缘何落地青岛,史洪泽表示,其实项目方青岛出版集团与云冈石窟研究院结缘已久。中国第一套《云冈石窟全集》就是由青岛出版集团和云冈石窟研究院联合编纂出版的。该著作出版工程历时近7年,共20卷,用图12710张,收录造像59265身,编号洞窟45个。

书籍出版后,青岛出版集团与云冈石窟研究院达成良好合作。在得知研究院想要将数字化的石窟

真正落地时,青岛出版集团便积极推动起来。“任何一项技术在纸上是很难拓展的,而我们为复制文物落地提供了一个空间,把纸面上的文化保护项目真正落实到实体。刚好云冈石窟和浙江大学提供数据和模型,我们提供落地展出的空间,又找了深圳的3D打印工厂,整个项目就此成型运作了起来。”史洪泽说。

## 让文物活起来,走出去

中华民族上下五千余年的历史,为我们留下丰富的文化宝藏。但历经千年风霜,不少文物瑰宝也正不可避免地消逝在历史长河当中。为什么要带领团队开始文物的数字化探索?宁波举了个例子,“假如有一天云冈石窟遇到不可抗力的灾难,有些文物可能就在这场灾难中不可逆地损毁了。但如果我们在它完好时就已经为各个窟建立了数字化档案,那这些数据就能为洞窟的修复提供依据和帮助。”

此外,历经1500多年的风化,云冈石窟许多石像已不是当年的样貌。而外部气候、环境造成的部分佛像局部受损,对文物也是不可逆的破坏。下一个1500年它们是否存在、变成什么样子,我们无从知晓,但将文物的数据采集后保留下来,再通过技术将实体进行复制,就可以将这些文物留给子孙后代,让千年古佛在科技的助力下焕发新生,将中华优秀传统文化代代传承下去。

“云冈石窟共有252个洞窟,从2014年文物数字化保护项目开始到今年,基本已为一半数量的洞窟建立了数字化档案,剩余部分计划在2030年全部完成。”宁波介绍。

作为云冈石窟研究院成功复制的首个窟,第3窟的成功落地只是一个开始。在此之后,云冈石窟又成功打印出20米高、位于室外的第18窟以及可移动的第12窟“音乐窟”。与前两座窟有所不同,第12窟“音乐窟”的成功复制真正实现了让云冈石窟行走世界的美好夙愿。宁波表示,这次对“音乐窟”的复制,使用了“积木式”的新技术和制作方法,这些“积木块”总重量约2吨,8辆标准集装箱车就可装得下,这种即走即搭展的方式,让整个“音乐窟”活了起来。目前,“音乐窟”已经在深圳、浙江大学等多地展出。今明两年,云冈石窟研究院团队计划将复制窟带到国外去展览,让石窟文化、文物瑰宝真正行走世界。



3D打印成的主尊阿弥陀佛面部丰满,神态超然。