

WENHUA YICHAN
SHUZHUA ZHANSI YANJIU

文化遗产数字化展示研究

赵云 王少华 严绍军 王喆 著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

文化遗产数字化展示研究/赵云等著. —武汉:中国地质大学出版社,2016. 6
ISBN 978-7-5625-3588-1

I. ①文…

II. ①赵…

III. ①数字技术-应用-文化遗产-保护-研究

IV. ①G264-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 122858 号

文化遗产数字化展示研究

赵 云 王少华 严绍军 王 喆 著

责任编辑:彭 琳

责任校对:周 旭

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮编:430074

电 话:(027)67883511

传 真:(027)67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

Http://www.cugp.cug.edu.cn

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:352 千字 印张:13.75

版次:2016 年 6 月第 1 版

印次:2016 年 6 月第 1 次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司

印数:1—500 册

ISBN 978-7-5625-3588-1

定价:48.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

序

面向信息化社会,我们往往欣然、自然地接受其对生活的有益改变,却又常常消极、甚至有些抵触地应对其对行业的影响。尤其是在文博^①行业,这样一个总是与历史悠久或传统深远的事物打交道的领域,我们常常可以看到在信息化的道路上踌躇不前甚至走一步退两步的现象。客观原因之一,是因为缺乏丰富多彩的数字化信息,以及度身定制的网络平台,从而难以实施信息化,就像没有好的演员和舞台,根本无法演好一出戏。

中国文化遗产研究院近年来围绕文物数字化、信息化进行了一些探索,包括三维扫描测绘、建模分析、GIS应用、网络平台建设、信息系统研发等,其中投入最多、用力最勤、持续时间最长的,正是赵云同志所在的世界文化遗产中心负责的中国世界文化遗产监测总平台项目。这个总平台是中国文化遗产研究院(简称文研院)根据国家文物局的要求而主导建设的。在这个平台建设的初始,赵云曾与我谈起,希望能实现中国世界文化遗产地的数字化展示模块的研发。但经过调研发现,尽管我国的文化遗产数字化工作取得了一些技术突破和颇具影响力的成果,但总体上相对于国际水平或国内其他行业仍然明显滞后。主要问题是:缺乏系统梳理和技术性指导,导致在实践中文化遗产数字化展示项目往往存在着遗产价值表达失真或阐释不清的问题;文化内涵传播教育效果不理想,技术手段与文化遗产在数字化展示应用中多是“两张皮”,并不能够有效融合到一起。

因此,文研院决定不仓促启动监测总平台的数字化展示模块建设,而是首先开展课题研究,摸清楚国内外文化遗产数字化展示现状与发展趋势,再结合中国国情反观我们的数字化展示工作。这里所说的“国情”,既包含中国的世界文化遗产特质,也包含我们对世界文化遗产地的管理。为此,我们在原聘专家团队之外,又邀请了文物数字化实践经验比较丰富的湖北省海达文化遗产保护科技研究院进行合作,以便研究过程更实在、更接地气,成果更符合信息化条件下的诸项要求,更具有时代气息。

本书展现了该研究成果的主要内容。前半部分基于大量国内外最新资料,从国外和国内经典案例、相关国际组织机构和国际学术会议等角度进行梳理,对文化遗产数字化手段进行了汇总,并对数字化展示的优势、每种技术的特点和对比,以及未来数字化展示技术的发展方向进行了分析。后半部分,提出了文化遗产数字化展示设计要点和 workflows,从线上展示和线下展示等方面对数字化展示进行了策略和实例探讨,并针对共性展示内容的技术手段如何选择、不同类型遗产的数字化展示方法如何确定、数字化展示方式与传统手段的结合运用等方面提出了应用思路。

总体而言,经过两年的努力,这项研究达到了预期目标,即厘清了国内外文化遗产数字化

^① “文博”一般是指事业单位(博物馆、文物馆、档案光等)招聘的一个职位门类,其专业要求一般为考古学、博物馆学、档案学、历史学中国古代史方向。

展示现状和发展趋势,初步提出了符合中国遗产地特点的数字化手段,包括互联网展示、移动应用展示、现场数字体验展示等,从而为数字化更好地服务于遗产地的阐释与展示提供了重要的参考。

更难能可贵的是,赵云同志从多年来从事文化遗产保护规划和世界遗产申报文件编制工作的经验出发,将数字化技术与文物保护的工作程序、不可移动文物类型的特点很好地对应起来。这是一项被密切关注的围绕遗产价值的需求研究,有效避免了那种单纯的炫技术、玩概念、“为数字化而数字化”的倾向,是一项“华而实”的科研成果。虽然这是一个集体成果,但是赵云同志对文化遗产(文物)工作的感受和认识、对数字技术的理解、对文化遗产数字化展示特殊性的把握,都在其中有鲜明的体现。

我认为本书的撰写是文研院近年大力倡导和坚持实用型(应用型)研究的又一重要成果,不仅具有一定的前瞻性,而且在发挥文研院的多学科优势方面具有积极的示范意义。

从某种意义上说,赵云同志是文研院培养起来的人才。我们“培养人”的基本方法是压担子、加任务、高标准、严要求。“赵云们”是有幸的,他们恰逢国家文物事业快速发展的好时机,借助文研院的平台,接触到了一批行业影响大、学科价值大、实施难度大、社会关注度高的好项目,为其施展才华、创造佳绩提供了广阔天地。当然,“赵云们”也注定要成为“爱拼才会赢”的一辈,他们必须付出比别人更多的努力和辛苦。国家“十二五”期间,文研院培养出了新的一批政治素质高、业务基础好、工作作风优、科研成果多的青年才俊,赵云同志是其中的典型代表。通过本书,最让我欣慰的是看到了赵云同志扎实的科学研究训练和严谨求实的学术精神,以及对文化遗产事业的热爱。所以,我由衷地为她点赞,并乐于向读者推荐她的著作。



2016年11月9日清晨于巴黎

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 研究背景	(1)
第二节 研究目的与意义	(1)
第三节 研究的主要内容、思路和方法	(2)
第二章 国内外文化遗产数字化展示现状与发展趋势	(4)
第一节 国内现状研究	(4)
第二节 国外现状研究	(40)
第三节 国际组织机构现状研究	(91)
第四节 国际会议近年技术发展方向研究	(95)
第五节 分析与总结	(113)
第六节 发展趋势	(147)
第三章 文化遗产数字化展示策略与技术应用研究	(163)
第一节 数字化展示设计要点	(163)
第二节 数字化展示工作流程	(170)
第三节 数字化展示技术应用研究	(173)
第四章 个案分析研究——红河哈尼梯田文化景观	(188)
第一节 遗产概况	(188)
第二节 现状分析	(192)
第三节 需求分析	(196)
主要参考文献	(209)

第一章 绪论

第一节 研究背景

随着计算机技术、通信技术、交互技术、互联网技术的飞速发展,数字化成为文化遗产发展的重要方向之一。文化遗产的数字化展示,不仅是实现文化遗产保护与传承的重要手段,更是实现公众文化资源共享、满足人民精神文化生活的重要途径。

首先,当前迅猛发展的新技术不断驱动着文化遗产的信息化变革,渗透到文化遗产的展示、传播、保护、传承等方面。这些新技术通过计算机、外接设备与网络环境,对文化遗产相关的文字、图像、音视频和三维数据进行数字化的保存、检索、展示,建立网上数字博物馆和现场数字体验馆,为文化遗产的传承提供了崭新的应用模式。

其次,利用数字技术可以实现对文化遗产资料的数字化存储,形成“永久保存”的数字档案。不仅可以作为文化遗产保护的重要基础资料,同时也可作为后续阐释与展示的重要来源。

再次,新技术的发展使文化遗产的展示、传播行为产生了本质的变化,更加注重文化遗产背后历史文化内涵的展示与表达。一方面通过数字博物馆对文化遗产信息进行浏览和学习;另一方面可以在大型虚拟环境中身临其境地漫游与体验,同时还能够通过各种交互方式与虚拟环境或虚拟环境中的虚拟人交流互动。

可见,文化遗产的数字化展示是文化遗产保护、传播、传承的重要手段。然而,通过梳理我国在文化遗产数字化展示方面的研究发现:我国的文化遗产数字化展示尚处于初步发展阶段,应用示范与推广仍较为缺乏。在科研方面,国内外尚没有系统的、针对性的研究成果,业内亦无相关的行业标准来作为研究或行动的参考。

第二节 研究目的与意义

一、研究目的

此次研究通过对国内外文化遗产数字化展示现状的梳理,总结归纳出了各种类型遗产地的数字化展示特征、展示技术,找出了更加符合各类遗产地特点的数字化手段,包括互联网展示、移动应用展示、现场数字体验展示等,并将其作为一种有普遍运用价值的成果去推广,其最终目的是为了能够更好地服务于遗产地的阐释与展示。

二、研究意义

文化遗产蕴含着丰富的历史文化价值,作为社会教育与文化传播的重要核心,在普及历史文化知识,提高公众历史文化认知水平等方面发挥着重要作用。随着互联网技术的不断发展,以及各种迅猛发展的数字技术,运用互联网新媒体平台与文化遗产信息进行深度融合,利用各种虚拟化技术、计算机图形技术,使用户在欣赏文化遗产自然风貌的同时深层面地了解人文的内涵,达到与受众情感上的“心灵沟通”,成为文化遗产监测、展示与保护体系下的重要方向。

由于国内对文化遗产数字化展示这一块的研究甚少,缺乏系统的梳理和技术性指导,导致文化遗产展示往往存在着文化价值表达的失真、阐释不清等问题,表现在文化内涵的传播过程缺乏有效的认知和体验形式,技术手段与文化内涵在数字化展示应用中仍旧是“两张皮”,并不能够有效地融合到一起。

因此,有必要通过对国内外文化遗产地数字化展示特征的总结与归纳,探索出一套规律和方法,针对不同种遗产的特征、特点,提炼出一套数字化展示的方法体系,特别是针对不同遗产类型、不同遗产要素,以及遗产后面承载的不同文化内涵、内容,进行归纳、总结,得出相对应的数字化展示路线和技术手段。

本书致力于解决数字化手段和文化历史这“两张皮”相融合的问题,探讨文化遗产领域的数字化应用,为遗产数字化标准、规范的制定提供参考,为当下的遗产数字化展示工作带来实用的借鉴价值。

第三节 研究的主要内容、思路和方法

一、研究的主要内容

基于对国内外文化遗产数字化展示的关注,通过收集国际会议和国际机构对遗产地展示数字化技术的研究趋势,以及梳理亚洲、欧洲、非洲、拉丁美洲、北美洲、大洋洲共六大洲 21 个国家的文化遗产数字化展示方法和内容,结合国内实际案例经验,试图从宏观和微观角度,研究不同遗产类型、不同文化内涵的遗产本体、遗产的自然环境、遗产的各种要素、遗产的价值及内容的展示策略,提出适合中国国情的数字化展示策略和方法。

以红河哈尼梯田文化景观、广西花山岩画为典型案例,展开调研,进行剖析,试图从个性揭示一般共性。同时希望能够发挥以小见大的作用,为之后的文化遗产数字化展示工作建立初步的框架,提供思路和经验。

二、研究思路和方法

文化遗产数字化展示研究是一项集文化历史与信息科学为一体的跨学科、综合性研究,涉及范围广、问题复杂。本书立足于数据分析的基本研究方法,以分析国内外遗产数字化案例为中心,以研究数字化展示技术手段为主线,吸收、借鉴已有成果,深入实地调研,取得第一手资料,并融合历史学、文化学、计算机信息科学等诸多学科理论,进行综合性研究。

在最后两个案例的分析中,通过“现状与需求”和“标杆借鉴与跨学科研究”双管齐下、相辅相成的工作方法,对红河哈尼梯田文化景观进行深入细致的剖析,制定个性化数字化展示设计,以研究数字化展示与开发典型案例过程中所涉及的相关问题,实现对中国文化遗产数字化展示提供建设借鉴的目的。

本书是中国文化遗产研究院与湖北省海达文化遗产保护科技研究院合作课题《中国世界文化遗产数字化展示研究》的主要成果之一。课题研究和书稿撰写过程中,冯辽、叶雪峰、黄璐参加了资料搜集和整理工作,贡献了宝贵的时间和专业知识,在此向他们表示最诚挚的感谢。本书得以成书,必须感谢刘曙光先生多年来对我的激励,以及文研院世界文化遗产中心各位同事的关心和支持。还要特别感谢胡锤、王金华、沈阳 3 位研究员从各自专业领域给予的大力指导。

第二章 国内外文化遗产数字化展示现状与发展趋势

本章基于大量国内外最新资料,通过统计分析来归纳、总结出数字化展示技术的运用规律。研究资料涉及7类国际组织机构、5类国际学术会议、六大洲21个国家和国内10多个经典案例。通过研究案例运用的技术手段,分析展示内容与展示手段之间的应用关系,作为今后我国文化遗产的数字化展示的参考。此外,还对数字化展示的优势、每种技术的详细分析、技术手段之间的优劣性对比、共性展示内容的技术手段如何选择、针对不同人群的展示如何运用、现阶段数字化展示中存在的问题与建议以及未来数字化展示技术的发展方向进行了分析。

以虚拟现实体验技术、多媒体集成技术、人机交互技术为代表的数字技术推动了展示方式的发展,科技与艺术的融合越发紧密,数字化必将引领文化遗产发展的变革。数字化的展示方式突破了以文字、图像、视频为主要表现形式的传统表达方式,改变了人类的交流方式,展示方式已经不只是信息的简单传播、简单陈列,而是转化为信息的互动与体验。现代化的数字技术通过各种设备与软、硬件的综合应用,对文化遗产的保护和展示具有重要意义。如三维立体扫描、虚拟影像、数字存储系统、电子书和数字博物馆等都是随着现代技术的发展而出现的产物。而对于文化遗产数字化展示和虚拟体验的研究也深入到了数字存储、在线展示、虚拟体验和游戏等领域。

下面将对国内外目前主要的文化遗产数字化展示与虚拟体验的实现方法及其相关工作进行介绍,便于我们形成新的认识。本书从全球视野,立体全面地纵观国内外文化遗产的数字化保护体系,并对每一个体系中文化遗产的类型特点、技术应用进行统计分析,从分析数据中研究其中的规律本质和现存问题,为现今中国文化遗产的数字化保护方式提供可行依据,为制定合理的保护策略提供参考。

第一节 国内现状研究

我国在文化遗产数字化保护上的工作总体来说是相对落后的。虽然我国也取得了一些技术突破和颇具影响力的成果,但是整体上与国际先进水平之间还存在较大的差距。在对我国文化遗产的数字化展示现状研究中,依据各种文化遗产类型所展示的重点及其技术手段的不

同,按照石窟寺、古建筑、古遗址、遗产运河、文化线路、文化景观、人类口述和非物质遗产、记忆遗产等进行分类,每一类选择有代表性的文化遗产项目,对其数字化的展示方法、技术水平、展示效果等方面的内容进行梳理,从而为后续中国各类文化遗产的数字化展示工作提供参考和依据。

一、石窟寺

(一)莫高窟

莫高窟,亦称千佛洞,坐落在河西走廊西端的敦煌。它始建于十六国的前秦时期,历经十六国、北朝、隋、唐、五代、西夏、元等历代的兴建,形成巨大的规模,有洞窟 735 个,壁画 4.5 万 m²、泥质彩塑 2 415 尊,是世界上现存规模最大、内容最丰富的佛教艺术圣地。

1961 年,莫高窟被中华人民共和国国务院公布为第一批全国重点文物保护单位之一。1987 年,莫高窟被列为世界文化遗产。莫高窟数字化展示案例的简要介绍如表 2-1 所示。

表 2-1 莫高窟案例简要介绍

项目	内容
国家/机构	中国
案例名称	敦煌莫高窟
技术手段	数字摄影测量、全景、网络、三维激光扫描、虚拟复原、虚拟修复、数字博物馆、增强现实、虚拟交互、立体电影、球幕
应用/特点	壁画的数字化存储、虚拟复原、数字化修复、网络和现场的多媒体互动展示

1. 敦煌莫高窟数字化处理

莫高窟窟内的彩塑和壁画都是使用泥土、木材、麦草等材料制成。随着旅游业发展,游客数量增加,彩塑和壁画的保护面临巨大压力。此外,洞窟还受到地震等自然灾害的威胁,而文化遗产数字化技术的应用则弥补了物理保护的不足。数字化让敦煌石窟在一定意义上得以“永久保存”(图 2-1)。

通过数字化成果,可以领略莫高窟的样貌。数字化的成果可以支持美术、考古等研究工作,在莫高窟游客中心能呈现莫高窟数字实景,甚至还可以让公众通过网络欣赏灿烂的敦煌佛教艺术。

和其他文物相比,敦煌石窟壁画的数字化面临诸多难题,如空间狭窄且形制不一、壁面曲率不同,普通技术很难保证视觉效果上的不变形和线条的连贯性。

将壁画完整、真实地搬上屏幕要经过一个复杂的过程(图 2-2)。首先,要设计详细的数字摄影采集方案。然后,按照方案使用定制轨道、摄影车、摄影框等专业设备,逐行、逐格地进行摄影采集。在此过程中,图像色彩、清晰度都受到严格控制,以保证采集质量。最后,运用独特的十字拼接法,将上千幅原始图像拼接成一幅完整的图像。

在设计方案时先要综合考虑洞窟大小、形状及损坏程度和难度系数,对方案进行科学论



图 2-1 利用三维重建技术复原的石窟彩塑



图 2-2 莫高窟第 61 窟数字化前期采集现场

证;拍摄时必须采用恒温冷光源,确保将洞窟受到的人为影响降到最低。

拍摄壁画和拼接都要避免任何的主观创作,要对时间、效率和精度有精准的把握,最大限度地呈现原作。在拼接时,由于图像的中心区域像素精度最高,边缘会有畸变,拼接小组要通过多次重合来校准图像。

同时,这一过程还需要投入大量人力。以一个 $80\sim 100\text{m}^2$ 的中型洞窟为例,摄影采集组需要 4~5 人,拼接的小组需要 5~6 人,总共加起来是 10 个人一组,完成全部工作任务需要 3

个月。项目的摄影组和拼接组各有 6 个,每幅图像都要通过现场验收才算合格。第 61 窟的五台山全图,全部完成时拍了 4 000 多张照片,内存达 40 多个 G。

经过数字摄影采集方案设计及定制轨道、摄影车、摄影框等专用设备逐行、逐格地进行摄影采集,莫高窟数字化工程将上千张甚至更多的原始图像拼接成一幅完整的图像。洞窟外,敦煌研究院数字中心的工作人员对采集设备传回的图像进行拼接。电脑屏幕上,壁画全貌一览无余,壁画明亮柔和,线条清晰流畅,画面如潮水般荡漾开来。将显示尺寸调节到最大,细细端详,衣衫质地清晰可见,人物表情生动至极。通过全景式高清数字化采集和计算机二维、三维合成的方式全方位记录,展示了洞窟的所有信息,包括窟顶和地面,使这一珍贵世界遗产得以走出石窟,“容颜永驻”。

敦煌研究院计划建立数字敦煌资源库,根据用户的不同需求加以利用。在敦煌研究院的网站已展示石窟全景浏览,开发出数字化衍生品产业链,如壁画高保真精品、雕塑 3D 打印精品、动漫成品等各类文化产品。

2. 敦煌壁画多媒体复原

浙江大学国家重点实验室(CAD&CG)的敦煌艺术数字化保护技术研究,自 1997 年起已经取得了多方面的研究成果,提出了壁画临摹技术和壁画色彩渐变技术,开发并实现了敦煌莫高窟虚拟参观旅游系统、敦煌壁画辅助临摹与修复系统及计算机辅助石窟保护修复系统。同时开展了“民间表演艺术的数字化抢救与开发的关键技术研究”以及一系列基于书法和国画的书写识别和鉴定项目,申请了计算机辅助进行书法作品真伪鉴别的方法等专利。

敦煌研究院与浙江大学合作建设国家自然科学基金委的“敦煌壁画多媒体复原”项目,共同致力于敦煌莫高窟壁画、彩塑、石窟外景及建筑结构的数字化展示和虚拟漫游系统的建设,力求数字壁画的采集、保存、处理和展示达到精度高、色彩逼真的效果,这不仅是实现数字敦煌的基础,也是数字壁画应用的基础。该项目历时数年,通过多媒体与智能技术的集成对人类形象思维的过程进行模拟,从而解决了传统的只能通过符号化的一维信息进行信息传递而导致的形象信息缺失的问题。此外,通过计算机辅助完成了对壁画的虚拟复原,并且利用计算机模拟技术对各种破损情况的发生和演变过程进行模拟,根据该过程预计出将来可能的变化趋势,为敦煌壁画的下一步保护工作提供了科学参考;同时,通过数字摄影测量技术分析了文物的纹理图像并获取其几何空间关系,结合结构光获取技术与三维激光扫描技术对石窟进行了三维数字化和信息获取;最后,通过数据处理进行壁画图像的色彩矫正、几何矫正与拼接,并实现了现实环境和各类物体的三维重建和整体校准。

3. 敦煌学数字博物馆网站

兰州大学依托数字博物馆项目进行文化遗产保护教育和研究,建立了名为“兰州大学敦煌学数字博物馆”的站点,以雕塑、壁画、内景、彩塑为分类提供了部分图片和介绍资料,并且提供了 124 条展项,对敦煌洞窟中的重要经变、故事等进行了介绍。

4. 数字敦煌虚拟交互展示

由中国科学院计算机研究所、武汉大学、浙江大学联手公关的“数字敦煌”工程,包括虚拟现实、增强现实、交互现实三大部分(图 2-3、图 2-4)。三维模型和场景可以认为是虚拟现实部分,软件系统中对三维模型进行的各种操作与分析可以理解为增强现实部分,而交互现实部分的目的是使游客与虚拟数据之间产生更多的互动。



图 2-3 敦煌莫高窟数字模型



图 2-4 第 285 窟纹理重建结果

此外,为了解决旅游与文物保护之间的矛盾,敦煌研究院历时多年,投入 3 亿多元,打造了以“数字敦煌”为核心的莫高窟数字展示中心(图 2-5),采用“实地游览+数字体验”的模式,一方面可以限制参观人流量,另一方面还可以带给观众更奇妙的体验。

莫高窟数字展示中心,既缩短了游客在洞窟滞留的时间,减轻了洞窟长时间开放对文物保护产生的压力,使洞窟得以“休养生息、延年益寿”,同时又将精美的壁画、彩塑“搬”出洞窟,帮助游客更好地欣赏和体验敦煌文化艺术,破解了有效保护与合理利用的难题,使敦煌莫高窟成为国内外首个通过数字化应用保护和利用文化遗产的典范。目前壁画数字化展示正在研究如何打造出 3D^① 效果。

① 3D 是 three-dimensional 的简称,中文指三维立体图形。



图 2-5 敦煌莫高窟数字展示中心

被称为敦煌大片的两部电影分别是《千年莫高》和《梦幻佛宫》(图 2-6、图 2-7)。《千年莫高》用极富美感的镜头语言介绍了莫高窟的诞生历史。《梦幻佛宫》通过新的 8K 技术^①,配上音乐、解说和字幕,在 20min 内展示了 7 个洞窟的彩塑和壁画,是世界上第一部以文化遗产为题材的超高清环幕电影。游客由过去的直接进洞参观,改为先在数字展示中心观看两部电影,对莫高窟的文化有了一定的了解后,再乘坐摆渡车进入莫高窟参观洞窟。



图 2-6 数字展示中心《千年莫高》高清电影

① 8K 技术指具有 8K 超清分辨率的视频技术,其分辨率达 7 680×4 320。



图 2-7 数字展示中心《梦幻佛宫》数字球幕

在影院中,游客可以“进入”平常很少看见的 285、225、45 等洞窟,360°立体观看佛像,近距离接触莫高窟壁画。影片中佛像的鼻子、眼睛、造型、服装、色彩等复原效果接近完美,这些是在洞窟中看不到的。通过影片可以让游客更加真切地感受佛教文化。

莫高窟的旅游体验将发生革命性变化:所有游客必须通过网络、电话等形式预约;实地参观前,游客将观看数字电影,游客在洞窟内的时间会减少到 60min 左右。游客对洞窟影响将极大降低,但他们获取的信息却会大大增加。据测算,莫高窟数字展示中心开放后,莫高窟的日最大承载量将由目前的 3 000 人次提升至 6 000 人次。

(二) 龙门石窟

龙门石窟是中国石刻艺术宝库之一,是世界文化遗产、全国重点文物保护单位、国家 5A 级旅游景区,位于洛阳市南郊伊河两岸的龙门山与香山上。

表 2-2 龙门石窟数字化展示案例简要介绍

项目	内容
国家/机构	中国
案例名称	龙门石窟
技术手段	三维激光扫描、虚拟复原、全景、变形监测、信息系统、景区管理
应用/特点	石窟石刻的数字化存储、虚拟复原、监测、信息管理和景区管理

2006 年,“石窟三维数字化技术标准”项目启动,龙门石窟研究院联合北京大学根据在龙

门石窟擂鼓台区域的实践经验,对石窟类对象的三维数字化问题建立了技术标准,并根据该标准指导整个龙门石窟的三维数字化工作。从2009年起,龙门石窟三维数字化工程全面启动。目前正在进行的龙门石窟三维数字化工程,主要包含如下6个子项目:

- (1)龙门石窟高精度三维数据获取及处理;
- (2)开发文物三维信息管理系统;
- (3)研究文物腐蚀风化变形等监测技术;
- (4)虚拟复原龙门石窟;
- (5)数字展示龙门石窟;
- (6)石窟三维数字化技术标准的制定。

1. 龙门石窟数字化

北京大学与龙门石窟研究院开展了龙门石窟数字化的保护工作,根据场景的不同尺寸和对扫描模型精度的不同要求,选择不同类型的扫描仪实现了龙门石窟擂鼓台区外立面、洞窟、圆雕大佛像、洞窟中的小佛像、饰物三维模型的建立,通过三维模型投射出二维图像的方法来制作精确线图,同时利用数字技术进行文物的拼接修复(图2-8~图2-10)。

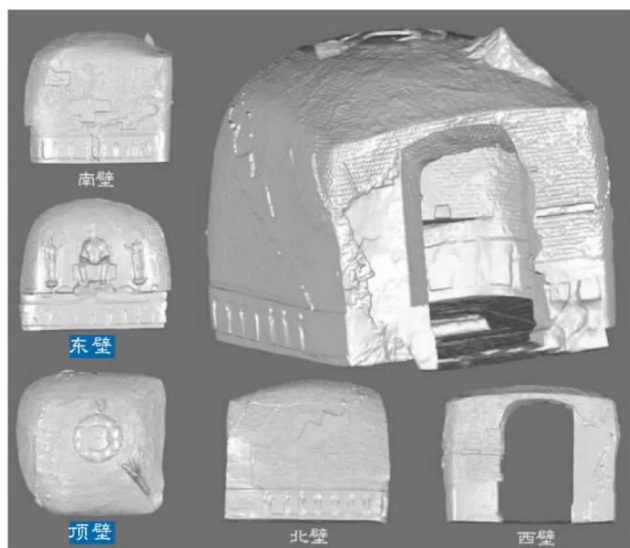


图 2-8 龙门石窟三维几何模型

2. 龙门石窟虚拟复原

从2005年起,龙门石窟研究院与北京大学等单位对龙门石窟所有洞窟进行了三维扫描和建模,对三维数字化技术在石窟保护、记录、测绘展示中的应用进行了卓有成效的探索。其采用三维数字化技术进行数字考古,建立了完整的龙门石窟三维档案,实现了龙门石窟流散文物与现存文物的虚拟复原及重建。

从2005年至今完成了龙门石窟东山石窟和西山奉山寺以南区域重要洞窟的扫描工作,并将三维数字化技术成功地应用到龙门石窟擂鼓台区考古报告中;制作了龙门石窟全景的三维展示片;完成了奉先寺和宾阳中洞的大场景扫描和虚拟展示工作,使参观者无需亲身前往,即



图 2-9 龙门石窟三维数据管理系统

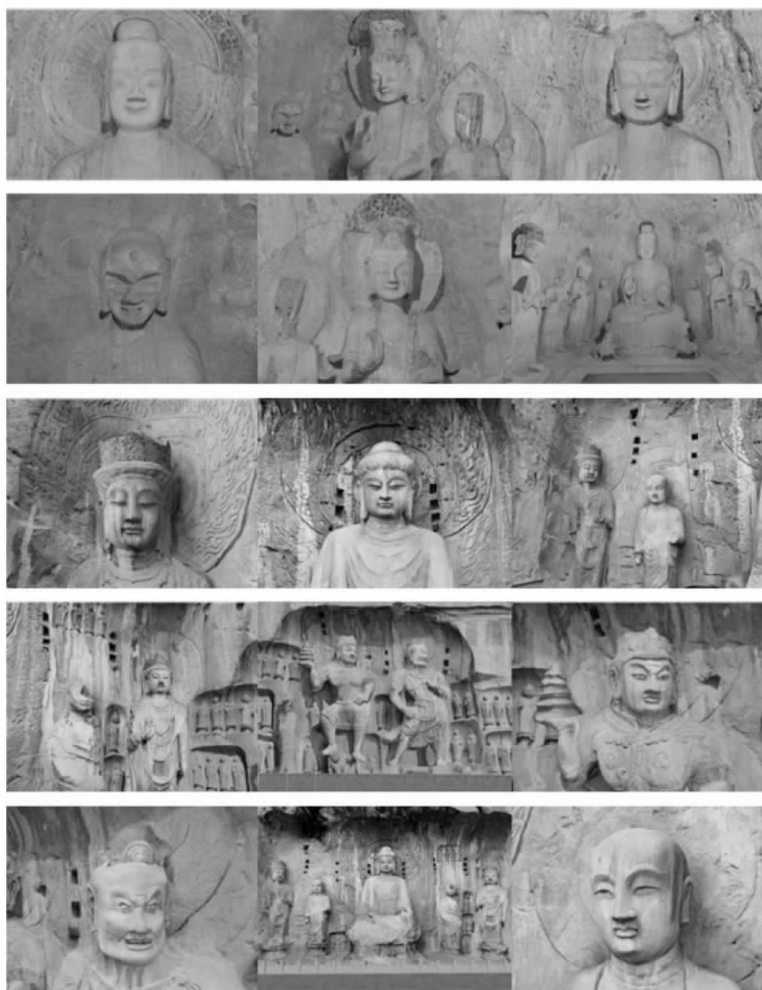


图 2-10 龙门石窟带纹理的三维模型