

数字时代：世界文化遗产地敦煌莫高窟 遗产保护和信息资源组织与管理*

□ 夏生平 张元林 / 敦煌研究院信息资料中心 敦煌 736200

摘要：敦煌莫高窟是属于世界性的文化遗产，有着极为丰富而独特的资源。在数字时代，文化遗产数字化是信息化时代的必然发展方向。数字网络技术、信息技术在对莫高窟文化遗产进行有效的保护、对石窟文物信息进行永久性的存储等方面发挥了重要的作用。同时，对这些文化遗产资源进行科学有效的组织和管理，目前主要采取对外合作方式：与美国梅隆基金会实施“国际敦煌档案”，与大英图书馆等多家单位进行“国际敦煌项目（IDP）”，并建立“敦煌数字图像数据库”等，都为未来实施的“数字敦煌”奠定基础。落实数字敦煌的过程便是应用现代数字信息技术改进传统管理方法，增强对石窟壁画的保护研究和改进敦煌学研究工作形式的一项技术革新的实践，对于推动莫高窟遗址的管理保护和国际敦煌学的研究将发挥重大的作用。

关键词：文化遗产，敦煌莫高窟，信息资源，国际敦煌项目，数字敦煌

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2011.09.009

自然的、物质文化和无形文化遗产是整个人类共有的财富，是人类生存环境、文明进步的历史见证，体现了人类文化多样性的丰富内涵，也是传承人类文明的重要载体。文化遗产是其重要组成部分。文化遗产是不可再生的资源，保护文化遗产，实际是保护一个国家和民族的凝聚力、向心力，是对历史的负责。正如国家主席胡锦涛在讲话中提到那样，“加强世界遗产保护已成为国际社会刻不容缓的任务。这是历史赋予我们的崇高责任，也是实现人类文明延续和可持续发展的必然要求”^[1]。第28届世界遗产委员会2004年在苏州召开，对中

国文化遗产保护工作给予高度评价。北京故宫、承德避暑山庄和甘肃敦煌莫高窟等世界遗产的保护都取得了显著成效^[2]。利用多媒体数字化技术能够使文化遗产得到保护和传承；同时，数字化的传播使得公众更容易接受和欣赏到优秀灿烂的历史文化遗产。

由于数字化信息技术的发展，目前几乎所有种类的文化遗产都可进行数字化，以从另一个角度进行保存、再现和推广；同时，其发展程度也已经成为评价一个国家信息基础设施的重要标志之一。因此，以国家政策为主导、以公共资金启动文化遗产数字化建设是非常必要的。

1 世界文化遗产地： 敦煌莫高窟的文化遗产资源

敦煌莫高窟可称之为古代丝绸之路上最为璀璨的明珠，建于公元四世纪—十四世纪，历经北凉、北魏、西魏、北周、隋、唐、五代、宋、西夏、元等朝代的不间断的开凿。目前，保存洞窟总数735个，保存完整的有492个洞窟。南区主要洞窟有492个，北区洞窟243个（另有5个洞窟已经编号），形成南北长1680米的石窟群^[3]。保存壁画45000平方米、2000多身彩塑、5座唐宋木构窟檐、窟前寺塔以及藏经洞发现的近5万多件文献和艺术

*本文系国家教育部人文社会科学重点研究基地重大项目《敦煌法华艺术史研究》（课题编号2007JJD770098）系列成果之一。

品, 具有戈壁沙漠间绿洲的环境特征^[4]。(见图1)

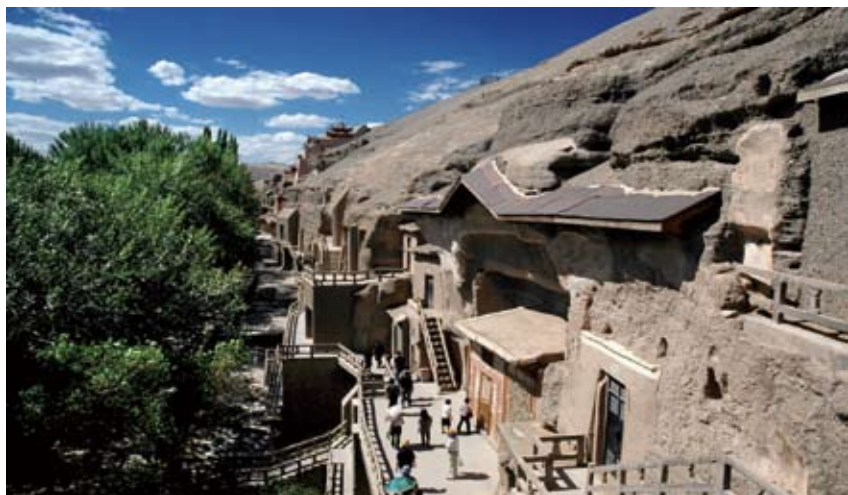


图1 敦煌莫高窟外景

集壁画、彩塑、建筑于一身的莫高窟, 是世界现存规模最大、连续营造时间最长、内容最丰富的石窟长廊和佛教艺术殿堂, 享有“东方美术馆”之美誉, 也是我国绵延最久、内涵丰富、艺术精湛、保存良好、影响最大的石窟群。

敦煌莫高窟和藏经洞出土文物具有丰富性、多元性和世界性, 不仅记录了中古时期敦煌、河西走廊和西域地方的历史、地理, 还涉及当时的佛教、道教、摩尼教、景教等宗教信仰, 保存了丰富生动的中外艺术形象, 展示了中古时期广阔的经济、文化、科技等社会生活场景, 反映了一千多年间艺术的流传及演变。她既展现了中原汉族文化, 也有鲜卑、吐蕃、回鹘、羌、蒙古、吐谷浑等北方各民族的文化, 既涵盖中亚粟特、南亚印度、西亚波斯、伊斯兰文化, 也包含有欧洲希腊罗马文化, 是世界四大文明交汇地方之一。由于其独特的价值, 1987年它被联合国教科文组织列入中国首批《世界文化遗产名录》。

总之, 敦煌莫高窟以其绵长的

历史、丰厚的遗产、巨大的信息、珍贵的价值, 无论在国内还是世界上都产生了巨大影响, 成为中华民族优秀传统文化艺术的象征。由于其承载的极为丰富的文化遗产资源和其独特性, 上世纪初的1900年敦煌莫高窟藏经洞的偶然发现, 在国内外产生极大的影响, 成为19世纪末最大的考古发现之一。在世界人文学科领域兴起了以博大精深的藏经洞出土文献和莫高窟石窟等资源为研究对象的热潮, 由此形成一门国际性显学“敦煌学”。为此, 并

产生敦煌文献的大量的研究成果, 这些都是莫高窟不可分割的重要资源。正如中国吐鲁番学会副会长兼秘书长柴剑虹说: 莫高窟是敦煌学的发祥地, 应该成为全世界最权威、最完备、结构最科学, 而且使用最方便的敦煌资料中心, 这也是保护敦煌事业能均衡、持续、有效发展的重要条件。

2 敦煌莫高窟的遗产保护以及所面临的问题

敦煌研究院是由国家设立的对敦煌石窟(包括莫高窟、榆林窟和西千佛洞)进行保护、管理和研究的综合性学术机构。它不仅承担着对世界文化遗产地敦煌莫高窟、国家重点文物保护单位榆林窟和西千佛洞的保护、管理职能, 是目前世界上最大的对敦煌文物进行科学保护、研究、弘扬和管理的专业实体, 同时也肩负着收藏、研究、传播和展示灿烂敦煌艺术以及价值的责任。在数字化时代来临之际, 敦煌研究院更要与时俱进, 采用新技术、新方法, 在更广阔范围内, 更有效地宣传推广敦煌文化。(见图2)



图2 1908年法国人伯希和拍摄的敦煌莫高窟外景

由于石窟文物本身的特殊性、脆弱性,以及受到地理环境、自身条件、旅游开发等因素的制约与影响,敦煌石窟面临着多种病害的侵蚀,有效地保护、研究与开发这些珍贵稀有的文物资源显得非常迫切与重要(见图3)。保护不仅限于保护石窟本体,还

包括保护与她共存的环境;不局限于技术层面,而是还有科学管理;保护技术不是单项学科所能承担的,还需要多项学科交叉支撑;并且,保护除了加固和修复,还有日常维护和预防。更重要的是,除了保护,敦煌文化和遗产还需要进一步研究和弘扬。

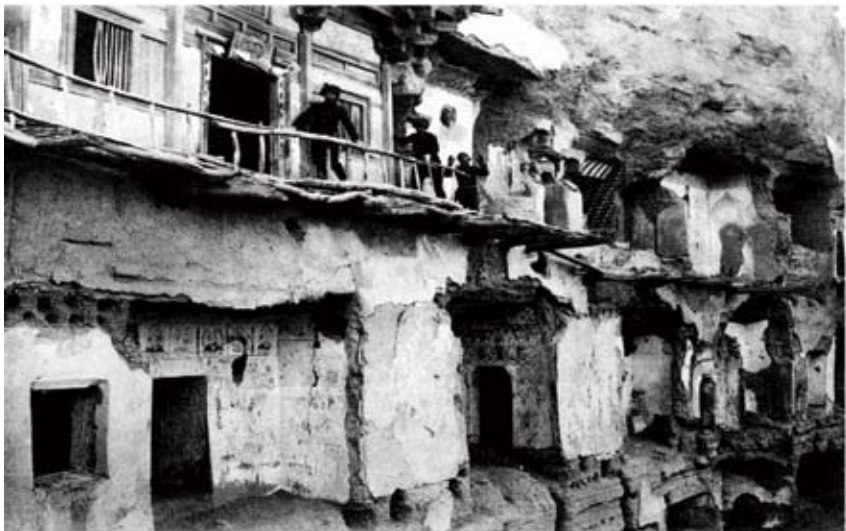


图3 1908年法国人伯希和拍摄的敦煌莫高窟外景

3 信息技术对文物实施科学保护

计算机技术和网络技术为文物的保护提供了崭新的思路和良好的手段,采用信息技术对文物实施数字化保存,可以最大程度地弥补因文物不可抗拒的衰变或消失而带来的缺憾。在当前,使用最新的数字化技术来保护古代的世界文化遗产,正在成为全球文化遗产传承与保护的重要手段之一,其发展程度已经成为评价一个国家信息基础设施的重要标志之一。

如何永久地、高保真地保存敦煌石窟壁画、彩塑这份人类珍贵

的文化遗产,成为久久困扰敦煌研究院的难题,也成为我院孜孜不倦地追寻的目标。由于计算机技术的发展,20世纪80年代,我院开始了尝试利用先进的摄影技术和数字技术,记录存储敦煌石窟艺术的探索。进入20世纪90年代以后,我院与国内外大专院校、科研院所合作,共同开展了数字储存技术的研究。

数字信息技术的应用体现在石窟寺保护、石窟管理的各个方面,如石窟文物信息保护、保护现状的调查、保护研究跟踪、保护技术数字模拟以及洞窟虚拟实景漫游、石窟展览和旅游品开发等,其最终目的是以数字石窟遗址建设为代表的

数字信息技术高度和全面应用^[5]。随着数字信息技术应用的不断深化,石窟遗址的管理保护将飞跃至一个新的台阶。

敦煌研究院首先在长期的敦煌石窟壁画保护研究中充分利用信息技术带来的益处,尤其是体会到计算机图像等新技术对壁画信息保护工作的重要意义。敦煌研究院展开广泛技术合作,取得瞩目的成绩。

1993年至1996年,在甘肃省科委的支持下,以敦煌研究院为主要承担单位,实施了“敦煌壁画计算机存贮与管理系统研究”科研课题^[6]。该项目的实施,不仅获得了初步经验,还探索了利用计算机进行复杂文物信息获取和保存的技术路线,取得了预期的效果。结果表明使用计算机技术保存珍贵的敦煌壁画是一项极具发展前景的技术。

在各级组织的关注和鼎力支持下,“濒危珍贵文物的计算机存贮与再现系统研究”课题得以设立,该项目也被立为国家科委的“九五”科技攻关课题。同期,国家“863”项目提供了40万人民币资助,实施了“曙光天演Power PC workstation在文物保护中的应用”课题^[7]。随后设立“多媒体及智能技术集成与艺术复原”项目,由浙江大学和敦煌研究院合作进行,内容包括敦煌莫高窟洞窟壁画虚拟漫游、壁画色彩演变模拟及复原、石窟三维虚拟漫游、敦煌风格图案创作等,主要是图像处理与探索技术用于艺术的辅助探索等深层次的研究^[8],“敦煌壁画数字化和国际数字敦煌档案项目的合作研究”^[9]。(见图4)

目前, 我院已经具备承担石窟壁画数字化工作的能力。这项成果得到海量高清图片, 为保存人类珍贵世界文化遗产迈出了关键的一步^[10]。目前此内容世界范围内已经有敦煌研究院和美国梅隆基金会合作建立的《敦煌电子档案》, “ArtStor”下的“国际敦煌档案”可以查阅。

敦煌研究院期望通过高质量壁画数字图像的制作, 能够永久记录和保存这一珍贵文化财富。最先进的摄影技术抓住了石窟艺术中的许多精妙细节, 包括在自然光中看不清楚的细节。摄影和拼接过程中所运用的技术, 使我们能够看到洞窟内被背屏或中心柱等阻碍视线的建筑所遮挡的壁画。另外, 对相机移动的准确控制, 提高了图像的质量和清晰度。运用先进的记录石窟平面和立体图像的技术, 将极大地提高敦煌研究院详尽准确记录文物之能力, 能更好地、高质量地保护好文物。此外, 敦煌研究院的工作人员正在得到美国西北大学专家关于摄影、图像数字化和处理数字图像的技术培训, 以便今后能担负起运用这些先进技术记录和保存敦煌石窟全部信息的重任。这为全面推进敦煌壁画数字化工作奠定了坚实基础, 也为实现“数字化敦煌”积累宝贵的经验。(见图5)

通过上述实践的进行, 研究院将“数字化敦煌”作为未来一项重要工作内容, 也必将为敦煌文化的推广发挥关键作用。主要利用先进的工程测绘、三维扫描、数字摄影、三维建模与图像处理技术, 实现敦煌石窟的建筑结构、壁画与彩塑信息的高精度获取与保存。数字化敦煌的目标就是在计算机里建立敦煌石窟数字模型, 为敦煌文物的



图4 敦煌莫高窟第428窟洞窟内景 时代: 北周



图5 敦煌莫高窟第285窟洞窟内景 时代: 西魏

信息保存共享、保护修复、考古研究、参观鉴赏与开发利用等提供准确的数字化素材。

(1) 数字化的敦煌石窟文物是计算机辅助敦煌保护、研究及考古的基础

根据敦煌文物对象的不同特征与用途, 敦煌石窟数字化工作分为石窟建筑结构测量、高精度壁画图像获取、三维彩塑形状扫描与表现色彩纹理生成三大方面^[12]。

数字化的敦煌壁画信息不仅保存了壁画原始信息, 同时也反映了壁画保护的现状, 反映了壁画当前的状态, 所以数字化的敦煌壁画图像不仅成为第一手的壁画信息资料, 为保存和研究提供基础性的信息, 也为制定壁画保护的措施和研究壁画变化的原因提供了可靠的依据, 是壁画保护的重要档案资料。我们与美国西北大学合作采用覆盖式拍摄和先进的Quick Time虚拟现

实两种方式, 分别用数字技术记录敦煌石窟艺术的全部信息。覆盖式拍摄可以获得高分辨率的壁画图像, 拍摄方法是用平行于壁面移动的数码相机, 依次对洞窟壁画分幅拍摄, 然后把单幅数字图像拼接成整壁壁画图像, 并通过相关的专业软件处理, 保证图像色彩和几何比例的准确性^[13]。

现在, 我们利用三维激光扫描技术获取点云, 并通过数据配准完成数据坐标系的统一, 并将点云数据导入到Microstation系统, 根据数据的几何特征和点云强度勾勒出洞窟结构和塑像线描图, 又通过点云数据确定壁画的三维位置, 依据拼接图像勾勒出壁画物象的线特征, 并且在考古测绘图上按照分幅的图幅大小插入标有坐标数据的网格线, 便于后期整理成图, 并计算出图像的准确位置和实际大小^[14]。采用上述技术绘制的考古测绘图, 不仅精度高, 而且提高了工作效率, 从而准确、科学地记录了敦煌石窟艺术的全部信息。

(2) 采用计算机辅助修复壁画技术的研究

采用计算机辅助修复壁画技术的研究, 旨在克服传统修复性临摹方法的局限性和困难, 通过面向壁画保护研究与临摹复制的数字化研究应用, 让其保护临摹的方法与技术跨上新台阶。主要从两个方面解决传统修复性临摹中的一些问题: 计算机生成线描图, 计算机辅助敦煌壁画着色^[15]。在过去壁画的复制、客观临摹方面也积累了成功经验, 利用覆盖式拍摄图像拼接技术所获得的高清晰、高精度的图像资料, 为美术临摹工作的线描稿起稿提供了技术支持, 提高了美术临摹工作的速度、效率, 减轻了临摹工

作强度。(见图6)

保护措施跟踪采用数字技

术可以很方便地收集壁画修复前后以及相当一段时间内的壁画图



图6 敦煌莫高窟第61窟五台山图局部 时代: 五代

像信息, 形成系列的对比研究数据, 用于评估保护措施以及方法的有效性和时效性, 对于系统地总结保护材料、方法等无疑有着重要的现实意义。在石窟保护方面的数字技术, 目前我们采用覆盖式拍摄所获得的高分辨率的壁画图像已经应用于敦煌石窟的保护、研究和弘扬工作中。在保护方面, 高分辨率的敦煌石窟艺术图像用于对洞窟壁画保护必须采取的现状调查, 精确地记录不同类型的壁画病害信息; 为评估壁画修复效果和日常监测、调查洞窟壁画保存状况而提供依据^[16]。

数字化壁画保护修复工作能够将壁画信息永久保护, 并能够利用计算机对壁画进行虚拟修复、辅助进行壁画保护、辅助进行壁画临摹、对壁画病害过程进行虚拟演变、实现壁画真实虚拟展示等工作。数字化壁画保护修复为壁画的物理保护修复过程提供了充足的

科学依据和测试环境, 将保护工作的危险性降至最低^[17]。保护研究模拟技术采用针对壁画病害以及壁画颜色变化的研究, 基于数字化壁画图像的计算机模拟可以提供形象直观的变化过程, 可以帮助制定具体的修复工作方法, 避免对壁画造成直接破坏。还有像洞窟照明设计, 由于洞窟自然照明条件很差, 因此, 今后将计划在洞窟内设置照明设备, 计算机模拟可以提供不同照明设计的方案, 做到科学有序开展工作。

在以上研究的基础上, 随着数字技术的不断发展, 我们也不断地探索和改进壁画数字存储技术。首先, 引入色彩管理系统, 使图像从拍摄、信息采集、图像拼接与处理、图像显示及打印输出等各个环节实现色彩一致和统一, 并保证色彩还原得准确; 其次, 由于硬件性能的提高和软件的升级, 图像信息采集精度由75DPI提高到150DPI,

提高了壁画数字化获取图像的精度；第三，后期图像拼接处理，由纯手动拼接提高为自动与手动相结合的方式；第四，随着信息采集所使用的轨道和拍摄机架等设施的不断改进，提高了信息采集的准确率；第五，所有的数据采用不同的介质进行数据备份，确保数据安全^[18]。

（3）数字化技术在旅游接待和游客管理方面发挥作用

为旅游者做石窟的虚拟介绍，有计划发展各种多功能的多媒体展示设备、电子触摸屏以及电子化向导等，建起虚拟洞窟实景漫游系统，既向游客生动展现石窟的全貌和洞窟壁画，又减轻众多参观者所引起的石窟温度与湿度的升高等所造成的对石窟的损坏^[19]。综合使用数字笔画图像制作虚拟洞窟漫游、多媒体展播节目、多媒体展示等为游客提供数字高科技服务。数字展示的重点是，将所获得精选石窟的数码影像应用到媒体库中，从而使人们能够自由、互动地探索拍摄下来的洞窟内容。数字展示的内容将包括全面诠释敦煌地理、历史变迁、佛教的传播和莫高窟开凿的历史及其发展等全面信息的主题展播；虚拟莫高窟和景区漫游；以及多媒体和电子辅助的综合展示演播等三大内容。在这方面我院专业技术人员刘刚等已经做过多方面的技术探索^[20]。

4 敦煌莫高窟信息资源的组织与管理

文化遗产数字化是信息化时代的必然发展方向。借助数字网络技术，敦煌石窟壁画以及藏经洞文献等资料得以虚拟再现或再建，并可

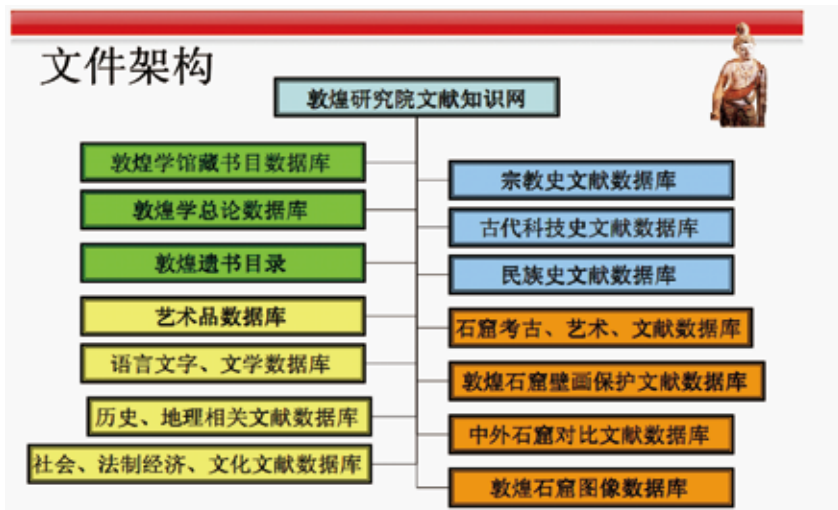


图7 敦煌研究院信息资源库

使研究人员不受时间、空间限制方便地查阅、比对和校勘，必将极大促进敦煌学的研究和敦煌文化的推广。

国内项目主要大多是在建设中：我院施萍婷等学者负责建设“敦煌遗书数据库”，该数据库应用程序主要涵盖敦煌遗书的基本信息，包括遗书收藏地、统一编号、名称、标志、分类号、对应号、题记、说明、文本等检索内容。该数据库收录法藏、英藏、北图藏约2万件左右，仅占到全部遗书的50%左右^[21]。方广钊组织开发的“敦煌遗书编目索引数据库”^[22]现正在建设中。马德先生组织申请的院级课题“敦煌历史文献数据库”，目前已经征集的录文约200万字，这些录文经过整理后编入数据库^[23]。但是这些数据库正在建设中，目前无法推广使用。由敦煌研究院正在建设的“敦煌学信息资源库”，部分资源可以使用（见图7）。冯培红《敦煌写本研究、遗书修复及数字化国际研讨会综述》^[24]以及杨学勇《敦煌学数字化的探索与问题》^[25]介绍了国内数据库的建设情况。江涛、杨学勇^[26]对国内敦煌学

数字化现状以及建设工程存在的问题作了评价。

目前，我院和美国梅隆基金会合作建立了“ArtStor”下的“国际敦煌档案”^[27]，和英国大英图书馆等多馆合作建立了“国际敦煌项目”^[28]。

4.1 国际敦煌档案

敦煌研究院、世界各地博物馆和图书馆，与安德鲁·W·梅隆在通力合作，为中国敦煌石窟的壁画及其相关艺术、文献制作高质量的数字图像，并将其并入一个学术性的电子档案——“国际敦煌档案”。敦煌研究院、梅隆基金会以及其他参加者，期望这个开拓性项目能够促进记录和保存敦煌石窟艺术的工作，并进一步推动全世界学术和艺术的发展^[29]。

敦煌研究院和国外一些收藏敦煌资料的单位授权梅隆基金会制作梅隆国际敦煌档案。这是一部学术性的电子档案，将为文物保护及其他专业的学者提供重要的信息资源。目前，敦煌莫高窟藏经洞出土的大量古代写本、绢画、纸画等资

料流散于世界各地的图书馆和博物馆。我们正在运用最先进的技术对这些流散的资料进行数字化处理,并通过学术电子档案将它们重新与敦煌石窟艺术联接起来。除敦煌研究院外,世界上还有一些单位和个人向此电子档案提供图像,其中有英国牛津大学博德利安图书馆、大英图书馆、大英博物馆、法国国家图书馆和法国国家吉美亚洲艺术博物馆、美国新泽西州罗氏收藏资料等^[31]。

档案可让用户将图像的具体细节拉近放大,进行仔细研究。由于图像的分辨率极高,用户可以看到诸如绢画织物的经纬线和绘画实物上彩绘线描技法的细节。用户也可以浏览石窟内景的拼接全景,得到身临其境的感觉,然后通过拉近放大,看到本来看不到的画面。档案还可以让学者在电脑显示屏上同时对分散在各地的敦煌图像进行比较和研究。这种联接方法的一大优势是它能使学者们对同一个主题的不同表达方式进行比较,这是其他方法很难做到的。学者还可以使用档案的检索器寻找和检索各类资料,并得到每一幅图像的具体信息,如年代、定名、修复程度、现状和制作材料等。另外,还有让学者在观看图像时可以在显示屏上作出注释的辅助功能。这套汉英两种文字的档案将来可供世界各地(包括中国)的教育、学术和文化工作者使用。档案仅向诸如图书馆、博物馆、提供图像单位等机构开放,而使用单位必须签署把使用严格限于学术和教育用途的协议。向档案提供资料的每个单位的版权将在档案中清楚地标明,而档案将运用先进技术进行电子监控,以确保图像的正当使用。用户单位需要

缴纳少量的、用于支付档案部分经费的使用费^[32]。(参见图8)

从目前的技术发展和应用研究



图左: 绢画全图



图右: 绢画局部

图8 敦煌莫高窟藏经洞出土绢画艺术品

时代: 五代

能适应壁画保护和记录的需求,而简单的摄影和录像又难免发生失真等问题,新的数字技术正好弥补这些缺陷。它的真实录入、易于传播和无损复制等特点,将是永久性完整保存珍贵文物信息的最佳手段,利用数字化存储,保存敦煌莫高窟的历史信息与全部价值。

多年我院与美国梅隆基金会、西北大学合作,成功地开展了敦煌壁画数字化储存关键技术的研究和数字档案储存,开拓了保护和保存敦煌壁画历史信息 and 全部价值的新途径。目前已经完成敦煌莫高窟70多个洞窟的数字化存储,未来将完成敦煌莫高窟全部洞窟的数字化存储^[33]。

4.2 国际敦煌项目 (IDP)

1900年,封闭近千年的藏经洞重现世间,促使我们对丝绸之路交相辉映的四大文明的原有知识进行彻底重估。藏经洞中包括

看,数字技术无疑是永久性、无损害保护敦煌遗产的最佳手段。传统的实地临摹在速度和质量上已经不

数万件写卷、世界上最早有纪年的印本书籍和数百幅精美的绢画,是世界上最早最大的纸本档案,也是中世纪艺术的地下宝藏。中国境内丝绸之路其他遗址也出土了许多重要的文物、绘画以及超过二十种语言文字的写本,这些文物文献流散在世界各地,学者难以利用。这批庞大的文物文献始终是各收藏机构面临的重大挑战,目前尚有大量未被编目以及亟待修复的文物文献。

这些数量巨大的手写文献真迹,多半又是孤本和绝本。而这些珍贵文物约有3.6万件流失在海外。英国、法国、俄罗斯、日本、印度、德国、瑞典、美国、丹麦等多个国家的收藏机构都保存有数量不等的敦煌文献^[34]。(参见图9)

目前中国、英国、法国、俄罗斯等主要的敦煌文献收藏国家,通过数字技术将敦煌遗书加

工成电子文献,既可以实现这一文化遗产的永久无损保存,又可以借助互联网络实现对敦煌文献整合的梦想。从1900年敦煌藏经洞发现至今,全球范围内敦煌遗书的整理和刊布工作还没有完成,甚至目前还没有一个学者目睹过全部的敦煌文献。与此同时,由于各国收藏和保护机构条件的差异,再加上敦煌文物本身的脆弱性,许多敦煌文献已经出现了劣化迹象。同时,这一技术还可以让敦煌资料效益最大化,发挥纸质载体难以达到的效果,让世界范围内的学者更加充分地进行敦煌学研究。正如美国大都会博物馆吴欣博士说的那样,“敦煌文书的出现改变了中国历史研究的情况,学者可以通过文书复原历史原貌”^[35]。

1993年,中国国家图书馆、大英图书馆、法国国家图书馆、俄罗斯科学院东方学研究所圣彼得堡分所、柏林国家图书馆等几大收藏机构的专家学者汇聚英国萨塞克斯,倡议成立国际合作组织,促进敦煌文献的保护与研究。第二年国际敦煌项目(The International Dunhuang Project,简称IDP)正式成立,秘书处设在大英图书馆。国际敦煌项目(IDP)的成立为世界敦煌文献收藏机构共商解决藏品保护和编目的问题,构建了一个合作交流的平台^[36]。各收藏机构还倡议共同建立一个完整的网上数据库,目录数据与高质量的数字化图像相链接,并附有其他相关信息,使各国学者能充分利用藏品。敦煌研究院作为成员单位之一,与英国国家图书馆合作建设国际敦煌学项目(IDP),利用高精度数字摄



图9 世界各地收藏藏经洞文物概览

影技术,将我院和甘肃省境内所藏的敦煌藏经洞出土文献约八百多件全部制作成数字档案,上传至敦煌学项目(IDP)数据库,达到信息资源共享^[37]。过去十年我们欣喜地看到,IDP的规模逐步扩大,不断走向成功。随着中国、俄罗斯、日本中心的相继建立以及与世界其他机构的广泛合作,IDP目前已经成为最大、最成功的专

业数字图书馆项目之一。IDP现在可向世界范围内互联网用户免费提供超过50000幅的绘画、文物、历史照片、写卷图像,并且每天不断增加新的数据^[38]。截至2009年12月1日,IDP数据库已经发布了25170幅高清晰文献图像,并且这一数字高速增长,仅2009年1-10月,数据库便上传文献图像36583幅^[39]。(参见图10)



图10 敦煌莫高窟藏经洞出土文献

因此,建立信息资源库是保存和延续发展民族文献遗产的最佳手段,所有的珍贵资料都可以经过数字化处理后,将原件保存在更适宜的环境中,数字化的资源可以实现原件的复制,并不影

响一般意义上的查阅和文献的保存。这样就解决了现实中资源利用和保存的局限性。

4.3 敦煌艺术图像数据库

目前, 我院图片档案资料拍摄的胶片底片已达4.2万张之多, 人工检索的工作量越来越大, 检索效率不高, 加之胶片的保存受到各种环境条件很大的限制, 同时研究、出版等很多工作的需求, 必须重复冲洗胶片, 这些都在一定程度上缩短了胶片的保存寿命。由此, 建立全新的艺术图像数据库势在必行, 不仅可满足多方面的需求, 减少短时间高频次拍摄, 建立快捷高效的检索和查询方式, 还方便了研究工作开展。

数据库中不断充实和增加的图像资料, 能够提供多方面的对比信息, 包括不同壁画间的对比, 以及同一壁画不同时段的变化对比, 使得图像信息更为丰富。(参见图11)

2007年我院数字中心建立图像数据库, 该数据库采用了MySQL, 它是一个开源的、多用户、多线程的SQL数据库, 同样适用于多种操作系统, 是目前市场上运行最快、最稳定的SQL数据库之一。该数据库语言编程采用PHP, PHP是一种

嵌入在html并由服务器解释的脚本语言。它可以用于管理动态内容、支持数据库、处理会话跟踪, 甚至构建整个电子商务站点。它支持许多流行的数据库, 包括MySQL、PostgreSQL、Oracle、Sybase、Informix和Microsoft SQL Server, 适用于多种操作平台, 如Linux、Unix、Windows等^[40]。该课题面向敦煌艺术首次提出了一套拍摄、胶片选择、后期制作的工作技术规范; 在先进成熟的图片库编辑与发稿系统基础上, 研发了“敦煌艺术图像数据库”, 包含佛传、飞天、供养人、服饰、图案、瑞像、经变画、山水画、音乐等9个专题共1309张图片, 系统具有一定的访问安全控制功能; 课题面向研究、出版及展览要求, 建立了经典壁画专题数据库, 具有重要学术意义和应用价值^[41]。

同时, 该中心利用哈苏X5、易迈康848扫描仪, 对我院保存的自20世纪50年代至今拍摄的4000余张传统底片数字化扫描, 初步建立了影像资源数据库^[42]。

数据库中不断充实和增加的图像资料, 能够提供多方面的信息对比, 包括不同壁画间的对比, 以及同一壁画不同时段的变化对比, 使得图像信息更为丰富。数字化技术的应用将是开创永久性无损保存敦煌石窟艺术信息的新手段, 为敦煌石窟的保护和修复工作提供有效的图像依据^[43]。

一个好的数据库必须具备一定的规模和良好的质量, 才能向用户开放和服务。图像必须经过拍摄、扫描、拼接处理、上传图像、编辑、标引等一系列工作。数据库中图像的获取, 由数字中心资深的摄影师分专题进行拍摄, 拍摄前期、中期、后期底片的处理已制定出了一套技术标准。敦煌艺术图像数据库知识产权的维护是一个重要问题, 尤其在数字化的时代, 互联网信息的极速增加和信息被拷贝及传播是很容易的事情。为了保护数据库中内容的版权问题, 采取极为行之有效的方法, 如实名注册、提出需求、图片上加注“敦煌研究院”水印等措施^[44]。



图11 敦煌莫高窟第45窟壁画局部 时代: 盛唐

5 未来开展的工作

数字摄影技术与扫描技术、数据库技术与网络技术的日臻成熟,为解决这些问题提供了技术保障。我院开始整合各类型文献、图像资源,提出了建设“数字敦煌”的宏伟目标。

敦煌石窟壁画的数字化是我们目前正在做的事,也将是必须持续进行并需要不断深化和完善的工作。壁画信息的数字化包括壁画的数字图像、壁画的三维空间变化以及有关壁画的所有信息的整合等三部分,是构成“数字敦煌”的核心,也将是数字莫高窟实践的基础。这里面所涉及的可研究的东西很多,现在的技术还相当不完善,包括数据的采集、表达、存贮以及数据的安全和保护等方面需要深入的研究。我们于2010年6月24—25日,在敦煌莫高窟召开了“敦煌壁画数字资源库系统国际咨询会”,对敦煌壁画数字化、数字化标准以及如何长期保存数字资源等进行了

论证^[45]。在这方面应该建立广泛的国内外、不同技术研究领域间和同行之间的交流与合作,如吸收国外基金会的介入,建立同国外研究单位、院校和公司的合作,同国内相关科研单位和院校建立合作,建立同行之间的广泛技术交流等。

同时,还开展了“敦煌莫高窟环境演化与石窟保护研究”、“敦煌莫高窟及周边地区环境演化科普教育”等项目,我们通过这些项目,把认识文物和文物生存环境对文物保护的重要性提升到一个新的高度,同时也希望唤起全社会树立保护环境、保护人类珍贵遗产的意识。

“全球情报系统(GIS)”是一个计算机工具,可以存储、处理并分析空间数据。它可以储存各种资料,如线路的位置、易受损的古建筑等;同时还可以分析并显示出哪些线路距离古建筑较近;可以参考数千种不同的数据及地貌。在GIS的帮助下,可以分析敦煌的游客流量及流向;识别当前面临破坏

的区域并给出几个可行的解决方案供选择。

采用全数字摄影测量技术,加强莫高窟保护和修复,搞清楚这些遗产及其载体——崖面特征、地貌、变化及灾害状况,通过对立面地理空间数据的分析、描述,为文物的维护、修复提供真实、详尽的科学依据,就显得非常重要^[46]。

因此,可以说“数字敦煌”的建设,将是信息技术、网络技术应用在莫高窟遗址“保护、管理、研究和弘扬”实践中的一个终极目标,将最大限度整合敦煌研究院已拥有的各种资源,应用现代数字信息技术改进传统管理方法,增强对石窟壁画的预防性保护和促进敦煌学研究工作,对于推动莫高窟世界文化遗产管理和国际敦煌学的研究将发挥重要的作用,让莫高窟灿烂的世界文化遗产人人共享。

参考文献

- [1] 胡锦涛.世界遗产大会贺辞[N].人民日报(海外版),2004-6-28(4).
- [2] 陈述彭,黄彤.世界遗产保护与开发的思考[J].地理研究,2005(4):389-498.
- [3] 潘云鹤,樊锦诗.敦煌真实与虚拟[M].杭州:浙江大学出版社,2003:23.
- [4] 樊锦诗.基于世界文化遗产价值世界文化遗产地的管理与监测——以敦煌莫高窟为例[J].敦煌研究,2006(6):1-5.
- [5] 樊锦诗.敦煌石窟保护与展示工作中的数字技术应用[J].敦煌研究,2009(6):1-3.
- [6][7][8][9][10][11] 李景雄.敦煌石窟保护工作六十年[J].敦煌研究,2004(3):10-26.
- [12] 潘云鹤,樊锦诗.敦煌真实与虚拟[M].杭州:浙江大学出版社,2003:101.
- [13][14] 樊锦诗.敦煌石窟保护与展示工作中的数字技术应用[J].敦煌研究,2009(6):1-3.
- [15][17] 潘云鹤,鲁东明.古代敦煌壁画的数字化保护与修复[J].系统仿真学,2003(3):310-314.
- [18] 樊锦诗.敦煌石窟保护与展示工作中的数字技术应用[J].敦煌研究,2009(6):1-3.
- [19] BOWEN W G,樊锦诗.中美合作研制敦煌数字图像档案[J].敦煌研究,2002(4):9-10.
- [20] 刘刚,郑新.敦煌石窟壁画大型数字展示技术选择[J].敦煌研究,2005(5):107-111.

- [21] 邵惠莉,沈君子. 敦煌艺术数据库的开发与应用[M]// 敦煌研究院. 2000年敦煌学国际学术讨论会文集——纪念敦煌藏经洞发现暨敦煌学百年(历史文化卷上),甘肃民族出版社,2003:536-544.
- [22] 方广铝. 敦煌遗书编目所用数据库及数据资料[M]// 郝春文. 敦煌学知识库国际学术研讨会论文集. 上海世纪出版股份有限公司,上海古籍出版社,2006.
- [23] 马德. 敦煌历史文献(敦煌史料)数据库编纂设想[M]// 郝春文. 敦煌学知识库国际学术研讨会论文集. 上海:上海古籍出版社,2006.
- [24] 冯培红. 敦煌写本研究、遗书修复及数字化国际研讨会综述[J]. 敦煌学辑刊,2003(2):162-168.
- [25] 杨学勇. 敦煌学数字化的探索与问题[J]. 情报杂志,2008(3):145-149.
- [26] 江涛,杨学勇. 敦煌学数字化的现状及评价[J]. 图书与情报,2008(6):115-118.
- [27] [OL]. [2011-01-15]. <http://www.artstor.org/index.shtml>.
- [28] 国际敦煌项目 (IDP) [OL]. [2011-01-15]. <http://idp.nlc.gov.cn/>.
- [29] 樊锦诗. 敦煌石窟保护与展示工作中的数字技术应用[J]. 敦煌研究,2009(6):1-3.
- [30][31][32] BOWEN W G,樊锦诗. 樊锦诗中美合作研制敦煌数字图像档案[J]. 敦煌研究,2002(4):9-10.
- [33] 樊锦诗. 基于世界文化遗产价值世界文化遗产地的管理与监测——以敦煌莫高窟为例[J]. 敦煌研究,2008(6):1-5.
- [34] 夏生平. 近二十年来敦煌文献的收藏、整理与刊布[J]. 敦煌研究,2008(5):51-58.
- [35] 蔡伟. 俄罗斯敦煌文物的家底[J]. 三联生活周刊,2007(11):60.
- [36] 魏泓,林世田,译. 数字敦煌 泽被士林——纪念国际敦煌项目(IDP)成立十周年[J]. 国家图书馆学刊,2005,52(2):34-38.
- [37] 樊锦诗. 敦煌石窟保护与展示工作中的数字技术应用[J]. 敦煌研究,2009(6):1-3.
- [38] 同[36]
- [39] 刘波. 国际敦煌项目 (IDP) 与敦煌西域文献数字化国际合作[J]. 数字图书馆论坛,2010(1-2):42-49.
- [40] 吴健,俞天秀,张若识. 敦煌艺术图像数据库的建设[J]. 敦煌研究,2008(6):68-70.
- [41] 我院举行院级课题“敦煌艺术图像数据库研发”专家验收会[OL]. [2011-01-15]. <http://www.dha.ac.cn/0276/index.htm>.
- [42] 樊锦诗. 敦煌石窟保护与展示工作中的数字技术应用[J]. 敦煌研究,2009(6):1-3.
- [43] 刘刚,鲁东明. 敦煌壁画的数字化[J]. 敦煌研究,2003(4):102-104.
- [44] 同[40]
- [45] “敦煌壁画数字资源库系统”国际咨询会召开[OL]. [2011-01-15]. <http://www.dha.ac.cn/0314/index.htm>.
- [46] 李丑荣,苗天宝,李永生,等. 全数字摄影测量技术在莫高窟崖面保护中的应用[J]. 遥感技术与应用,2004(5).

作者简介

夏生平 (1969-), 敦煌研究院信息资料中心副主任, 主要从事敦煌学和信息资源管理研究。E-mail: xiashengp@hotmail.com
 张元林, 博士, 主要从事敦煌学和信息资源管理研究。E-mail: zhang660823@sina.com

Digital Age: World Culture Inheritance Dunhuang Mogao Caves Inheritance Protection and Information Resource Organization and Management

Xia Shengping, Zhang Yuanlin / Dunhuang Academy Information Center, Dunhuang, 736200

Abstract: Mogao Caves of Dunhuang belong to the worldwide cultural heritage, which possess very rich characteristic resources. In this digital time, it is the inevitable development direction in information age that the cultural heritage should be digitalized. The work we urgently need to do is using the digital network technology as well as the information technology to effectively protect the Mogao Caves cultural heritage, to permanently storage the grottoes relics, and meanwhile, to scientifically and effectively organize and manage these cultural heritage resources. At present, we take some external cooperation to lay a foundation for "Digital Dunhuang", which includes the following aspects: to establish "the international Dunhuang file" in cooperation with the American Mellon Foundation; to carry on "the International Dunhuang Project (IDP)" with the British Library and many other units, and we have created a "Dunhuang image database" and so on. Archiving digital Dunhuang is a process with technical innovations, which helps us to improve traditional management methods, enhance grottoes protection and improve the work style in Dunhuang study. It will play a vital role in promoting protection and management of Maogao Caves and international academic research in Dunhuang.

Keywords: Cultural heritage, Dunhuang Mogao Caves, Information resource, International Dunhuang Project, Digital Dunhuang

(收稿日期: 2011-04-14)