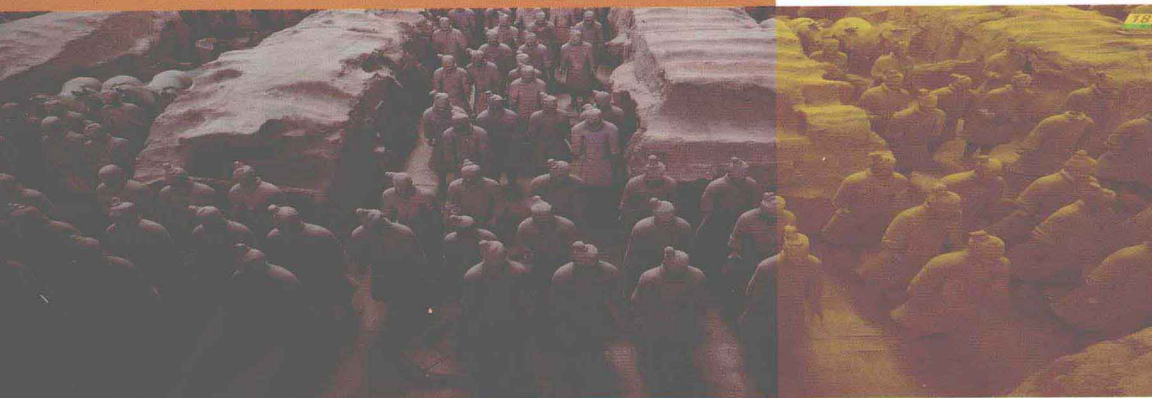


新一代信息科学与技术丛书

# 文化遗产 数字化保护技术及应用

Digital Preservation Technology and  
Its Applications for Cultural Heritage

周明全 耿国华 武仲科



新一代信息科学与技术丛书

Digital Preservation Technology and Its Applications for

# 文化遗产数字化保护技术及应用

Wenhua Yichan Shuzihua Baohu Jishu ji Yingyong

周明全 耿国华 武仲科



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 图书在版编目(CIP)数据

文化遗产数字化保护技术及应用/周明全, 耿国华, 武仲科著.

—北京: 高等教育出版社, 2011. 9

ISBN 978-7-04-031878-4

I. ①文… II. ①周…②耿…③武… III. ①数字技术-应用-文  
化遗产-保护 IV. ①G269.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 163439 号

策划编辑 陈红英  
责任校对 杨凤玲

责任编辑 陈红英  
责任印制 刘思涵

封面设计 张楠

版式设计 王艳红

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100120  
印刷 北京人卫印刷厂  
开本 787mm×1092mm 1/16  
印张 18.5  
字数 350 千字  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
版次 2011 年 9 月第 1 版  
印次 2011 年 9 月第 1 次印刷  
定价 45.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究  
物料号 31878-00

# 序

在人类进入新世纪以来,全球化步伐不断加快,科学技术日新月异,国际合作广泛深入,世界各国正日益联结一起,人类命运互联互通、紧密相依。借助于科技的力量,人类在许多方面取得了巨大的成就,与我们的前辈相比,在自然面前,人类似乎已显得足够强大。然而,我们又不得不承认,关乎人类的前途命运,甚至生死攸关的世界性难题在不断增多,需要我们共同面对、合作解决。文明的进步是一个历史接续与不断创造的过程,在长期的历史进程中,人类以灵活多样的活动形式,留下了珍贵的精神遗产和丰富的文化遗迹。解决人类共同面对的问题,我们可以从前人那里吸收经验、借鉴智慧、寻求灵感,因此,如何对文化遗产进行保护、整理、开发与利用,是一个重要的时代课题。数字化文化遗产的保护是一个很好的思路 and 手段,具有广阔的应用前景和重要的文化意义。

中国是一个历史悠久的国家,被誉为“世界四大文明古国”之一。在几千年有文字记载的历史长河中,中国人民创造了博大精深的中华文明,留下了数量众多、内涵丰富、价值独特的文化遗存。运用数字化技术进行古代遗存发现、保存及展示,是迫切的和必要的。北京师范大学积极发扬历史学科优势,大力发展以计算机科学与技术为代表的新兴学科,推动学科交叉,培育综合优势,在数字化文物保护、古籍整理、考古学和计算机科学方面开展了一系列的研究工作,取得了一批研究成果。周明全教授和他的团队积十余年的努力,综合运用数字化技术、图像处理技术、图形学技术、虚拟现实技术,为文化遗产保护探索了新的方法,研制了新的工具,开展了国际交流,取得了显著的成绩。此书是他们工作的总结、研究的心得、技术的推广。希望此书的出版为从事数字化文化遗产研究的科技人员提供一个良好的交流平台,并为考古学、文物保护、数学、信息科学、博物馆学、建筑学、艺术等学科的研究人员在数字化文化遗产保护方面的工作提供有益的参考。

愿我国的数字化文化遗产事业越做越好!

是为序。

钟秉林

2011年7月

# 前言

告别了石器时代、青铜器时代、农业时代和工业时代,我们进入了一个全新的信息时代。互联网将世界联系在一起,我们不再感受“烽火连三月,家书抵万金”,再也不用“日日思君不见君”。新的文明应是华夏文明的延续,在信息时代如何用信息技术保护中华优秀传统文化,传承中华文明之根,是时代赋予我们的责任和使命。我们要对历史负责,因为中华优秀传统文化是中华文明的见证;我们要对人类文明负责,因为中华优秀传统文化是世界文化遗产的重要组成部分,我们要发扬中华文化,无逊于世界文明;我们要对未来负责,因为保护中华优秀传统文化是中华文明的延续,我们要对得起子孙后代。

基于这一共识,国内文物工作者与计算机工作者共同努力,一批对中华文明情有独钟的信息时代弄潮儿,开创了文化遗产数字化保护这一先河。

本书总结了作者 16 年从事文化遗产数字化保护的研究和实践,融入了作者对文化遗产数字化保护的理解,介绍文化遗产数字化与保护过程中所使用的信息技术,从数据获取到建立用户需要的各种表示模型和操作,到虚拟修复和数字化管理、WEB 检索,再到数字博物馆展示技术,等等,并给出实际的应用案例。全书分 4 部分:第一部分概述,包括第 1 章绪论;第二部分基本技术,包括第 2 章数字化保护技术基础和第 3 章数字化管理技术基础;第三部分专题技术层,包括第 4 章刚体文物的虚拟复原技术、第 5 章字画虚拟复原技术、第 6 章古建筑物的虚拟复原技术、第 7 章二维图像三维重建技术、第 8 章遗址场景重构与绘制技术和第 9 章数字博物馆技术;第四部分应用实例层,包括第 10 章文化遗产数字化保护技术应用实例,介绍了秦始皇陵兵马俑一号坑第三次发掘的数字化和大唐芙蓉园数字化虚拟展示。

本书具有如下特色:

## 1. 交叉研究突出,科学体系相对完整

参考国内外考古学、信息学的研究成果,形成文化遗产数字化生存的基础体系与应用体系,反映交叉学科研究的前沿进展。

## 2. 技术覆盖面宽,应用指导作用强

覆盖了对遗址文物的采集获取、存储表示、加工处理、虚拟展示的数字化生存技术全过程,所述研究均来自高层次实证研究的支撑,源自多年文物遗产数字化保护的实践,具有示范指导作用。

感谢税午阳、王茹、王学松、邓擎琼、祝轩、朱晓冬、刘军等博士生以及张婧、呼艳硕士生在整理编写工作中所做出的努力。衷心感谢文化遗产研究与保护技术教育部重点实验室(西北大学)、文化遗产数字化保护与虚拟现实北京市重点实验室(北京师范大学)的鼎力帮助及与我们多年合作致力于文化遗产数字化保护的故宫博物院、秦始皇兵马俑博物馆、陕西省考古研究院的同行们。特别感谢高等教育出版社陈红英编辑在策划和编辑中所给予的指导和帮助。

由于作者水平有限,不足之处在所难免,望广大读者多多指点,共同为发展文化遗产数字化保护事业做出贡献。

周明全

2011年6月

# 目录

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 第 1 章 | 绪论              | 1  |
| 1.1   | 文化遗产数字化保护概述     | 1  |
| 1.2   | 文化遗产数字化保护的意义与价值 | 2  |
| 1.3   | 文化遗产数字化保护的對象    | 4  |
| 1.4   | 文化遗产数字化保护的狀況    | 4  |
| 1.4.1 | 国外文化遗产数字化保护狀況   | 5  |
| 1.4.2 | 我国文化遗产数字化保护狀況   | 6  |
| 1.5   | 文化遗产数字化保护的策略与要求 | 7  |
| 1.6   | 文化遗产数字化保护的研究内容  | 8  |
|       | 参考文献            | 9  |
| 第 2 章 | 数字化保护技术基础       | 11 |
| 2.1   | 文物和文化遗址的表示模型    | 11 |
| 2.1.1 | 点云模型            | 11 |
| 2.1.2 | 多边形(或三角形)网格模型   | 12 |
| 2.1.3 | 曲面表示            | 13 |
| 2.1.4 | CSG 树表示         | 16 |
| 2.1.5 | 过程造型            | 16 |
| 2.2   | 3D 几何处理技术       | 22 |
| 2.2.1 | 点云模型            | 22 |
| 2.2.2 | 网格模型处理          | 26 |
| 2.2.3 | 体素模型数据处理        | 32 |
| 2.2.4 | 参数曲面模型          | 35 |
| 2.2.5 | 隐式曲面            | 36 |
| 2.3   | 绘制技术            | 37 |
| 2.3.1 | 三角片网格绘制技术       | 37 |
| 2.3.2 | 点云模型绘制技术        | 39 |

|            |                          |           |
|------------|--------------------------|-----------|
| 2.3.3      | 体绘制技术 .....              | 41        |
| 2.4        | 动画与仿真技术 .....            | 43        |
| 2.4.1      | 基于物理的动画仿真技术 .....        | 43        |
| 2.4.2      | 角色动画 .....               | 44        |
| 2.4.3      | 群体动画 .....               | 45        |
| 2.5        | 三维模型内容检索技术 .....         | 48        |
|            | 参考文献 .....               | 53        |
| <b>第3章</b> | <b>数字化管理基础 .....</b>     | <b>60</b> |
| 3.1        | 数字化辅助调查 .....            | 60        |
| 3.1.1      | 数字化辅助调查的研究内容 .....       | 61        |
| 3.1.2      | 数字化辅助调查的功能 .....         | 62        |
| 3.1.3      | 关键技术 .....               | 64        |
| 3.2        | 数字化环境考古 .....            | 68        |
| 3.2.1      | 数字化环境考古的概念 .....         | 68        |
| 3.2.2      | 数字化环境考古的流程 .....         | 69        |
| 3.2.3      | 典型应用分析 .....             | 69        |
| 3.3        | 动态环境监测 .....             | 71        |
| 3.3.1      | 动态环境监测的应用现状 .....        | 71        |
| 3.3.2      | 动态环境监测的目标与流程 .....       | 72        |
| 3.3.3      | 典型应用分析 .....             | 74        |
| 3.4        | 遗址空间信息系统应用实例 .....       | 75        |
| 3.4.1      | 需求分析 .....               | 75        |
| 3.4.2      | 框架结构 .....               | 76        |
| 3.4.3      | 关键技术 .....               | 78        |
| 3.4.4      | 系统功能 .....               | 83        |
| 3.5        | 总结与展望 .....              | 89        |
|            | 参考文献 .....               | 90        |
| <b>第4章</b> | <b>刚体文物的虚拟复原技术 .....</b> | <b>92</b> |
| 4.1        | 文物数字化 .....              | 92        |
| 4.2        | 文物碎片分类技术 .....           | 94        |
| 4.2.1      | 基于灰度共生矩阵的方法 .....        | 96        |
| 4.2.2      | 基于 Gabor 变换的方法 .....     | 98        |
| 4.2.3      | 基于瓷片图像特征的分类方法 .....      | 100       |
| 4.3        | 空间轮廓曲线的表示 .....          | 102       |



|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 4.3.1 链码 .....                  | 102        |
| 4.3.2 样条 .....                  | 103        |
| 4.3.3 多边形逼近 .....               | 103        |
| 4.3.4 基于尺度空间的特征点提取技术 .....      | 104        |
| 4.3.5 基于各种不变量的空间曲线表示 .....      | 104        |
| 4.4 基于断裂线拼接的修复方法 .....          | 108        |
| 4.4.1 破碎文物复原的基本原理 .....         | 108        |
| 4.4.2 文物碎片断裂线的提取 .....          | 109        |
| 4.4.3 特征轮廓线的去噪 .....            | 113        |
| 4.4.4 文物碎片的匹配 .....             | 114        |
| 4.4.5 文物碎片的拼接 .....             | 122        |
| 4.4.6 曲面裂缝的修补 .....             | 127        |
| 4.5 模型孔洞的修补 .....               | 127        |
| 4.5.1 孔洞边界投影及内部点的插入 .....       | 128        |
| 4.5.2 基于 RBF 的孔洞修补技术 .....      | 129        |
| 4.5.3 基于移动最小二乘法的孔洞修补技术 .....    | 131        |
| 4.6 旋转体的复原 .....                | 132        |
| 4.6.1 工作流程 .....                | 134        |
| 4.6.2 基于旋转对称性的碎片复原 .....        | 135        |
| 参考文献 .....                      | 143        |
| <b>第 5 章 字画虚拟复原技术</b> .....     | <b>150</b> |
| 5.1 字画修复的问题 .....               | 150        |
| 5.2 污损字画图像的修复 .....             | 152        |
| 5.2.1 图像去噪 .....                | 153        |
| 5.2.2 图像增强 .....                | 154        |
| 5.3 破损字画图像的复原 .....             | 157        |
| 5.3.1 破损区域识别 .....              | 158        |
| 5.3.2 破损区域复原 .....              | 160        |
| 参考文献 .....                      | 170        |
| <b>第 6 章 古代建筑物的虚拟复原技术</b> ..... | <b>172</b> |
| 6.1 古建筑的分类与构成特点 .....           | 172        |
| 6.1.1 古建筑的分类 .....              | 172        |
| 6.1.2 不同时期古建筑的构成特点 .....        | 173        |
| 6.2 古建筑数据采集与测量技术 .....          | 177        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 6.2.1 实测方法 .....             | 178        |
| 6.2.2 摄影测量技术 .....           | 180        |
| 6.2.3 三维数据采集技术 .....         | 181        |
| 6.3 古建筑三维重建的主要方法 .....       | 181        |
| 6.3.1 基于二维工程图的三维建模 .....     | 182        |
| 6.3.2 参数化的三维重建 .....         | 184        |
| 6.3.3 基于点云数据的三维重建 .....      | 185        |
| 6.3.4 解析曲面建模 .....           | 188        |
| 6.3.5 基于二维照片的三维重建技术 .....    | 194        |
| 参考文献 .....                   | 195        |
| <b>第7章 二维图像的三维重建技术</b> ..... | <b>200</b> |
| 7.1 立体匹配 .....               | 200        |
| 7.1.1 特征提取 .....             | 200        |
| 7.1.2 特征匹配 .....             | 203        |
| 7.2 摄像机标定 .....              | 206        |
| 7.2.1 传统摄像机标定法 .....         | 206        |
| 7.2.2 摄像机自标定法 .....          | 209        |
| 7.3 基于二维图像的三维重建方法 .....      | 209        |
| 7.3.1 本质矩阵的获取 .....          | 210        |
| 7.3.2 摄像机外参的获取与符号的判断 .....   | 211        |
| 7.3.3 空间点的三角剖分 .....         | 212        |
| 7.3.4 纹理映射 .....             | 213        |
| 7.4 基于二维图像的三维重建实例 .....      | 214        |
| 7.4.1 点云数据的生成实例 .....        | 214        |
| 7.4.2 网格数据的生成实例 .....        | 216        |
| 7.4.3 纹理映射实例 .....           | 217        |
| 参考文献 .....                   | 218        |
| <b>第8章 遗址场景重构与绘制技术</b> ..... | <b>219</b> |
| 8.1 三维古遗址重建 .....            | 219        |
| 8.1.1 数据采集 .....             | 220        |
| 8.1.2 地形场景重建 .....           | 221        |
| 8.1.3 遗址主体重建 .....           | 224        |
| 8.1.4 文物和其他物体的建模 .....       | 228        |
| 8.1.5 模型的无缝集成 .....          | 229        |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 8.2 绘制技术 .....                           | 230        |
| 8.2.1 文物老化效果模拟 .....                     | 230        |
| 8.2.2 老化效果模拟技术 .....                     | 230        |
| 8.2.3 基于 $\gamma$ -ton 技术的文物老化效果模拟 ..... | 231        |
| 8.2.4 基于置换贴图的文物老化效果模拟 .....              | 234        |
| 8.3 场景的可视化 .....                         | 236        |
| 8.3.1 场景管理 .....                         | 237        |
| 8.3.2 LOD 技术 .....                       | 238        |
| 8.3.3 IBR 技术 .....                       | 240        |
| 8.3.4 实时消隐技术 .....                       | 241        |
| 8.3.5 基于硬件加速的绘制方法 .....                  | 242        |
| 参考文献 .....                               | 243        |
| <b>第9章 数字博物馆技术</b> .....                 | <b>246</b> |
| 9.1 数字博物馆基础 .....                        | 247        |
| 9.1.1 设计原则及技术 .....                      | 248        |
| 9.1.2 开发模式 .....                         | 248        |
| 9.1.3 软硬件体系及框架 .....                     | 249        |
| 9.1.4 软件4层结构 .....                       | 252        |
| 9.1.5 藏品数据库及管理 .....                     | 252        |
| 9.2 藏品数字化标准及规范 .....                     | 255        |
| 9.2.1 内容分类与指标体系 .....                    | 255        |
| 9.2.2 数字化藏品的元数据规范 .....                  | 257        |
| 9.2.3 媒体素材库的内容标准 .....                   | 258        |
| 9.3 数字博物馆虚拟展示 .....                      | 263        |
| 9.3.1 藏品的二维展示技术 .....                    | 263        |
| 9.3.2 藏品的三维展示技术 .....                    | 263        |
| 9.4 数字博物馆检索技术 .....                      | 265        |
| 9.4.1 分类及关键字检索 .....                     | 265        |
| 9.4.2 基于语义的检索技术 .....                    | 265        |
| 9.4.3 基于内容的图像检索 .....                    | 266        |
| 9.4.4 基于内容的视频检索 .....                    | 266        |
| 9.4.5 基于内容的三维模型检索 .....                  | 267        |
| 9.5 数字化藏品版权保护 .....                      | 268        |
| 9.5.1 数字水印技术 .....                       | 268        |

---

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 9.5.2 图像数字水印技术 .....                | 270        |
| 9.5.3 三维数字水印技术 .....                | 271        |
| 参考文献 .....                          | 273        |
| <b>第 10 章 文化遗产数字化保护技术应用实例 .....</b> | <b>274</b> |
| 10.1 秦始皇陵兵马俑一号坑第三次发掘的数字化 .....      | 274        |
| 10.1.1 陶俑碎片拼接及虚拟复原 .....            | 275        |
| 10.1.2 原始发掘现场的重建与展示 .....           | 278        |
| 10.2 大唐芙蓉园数字化虚拟展示 .....             | 280        |

# 第1章 绪论

中国是一个历史悠久的文明古国,中华民族创造了博大精深的古代文化,留下了数量众多、内涵丰富的文化遗存、遗址。这些遗存、遗址蕴含着中华民族特有的精神价值、思维方式和想象力,体现着中华民族的生命力和创造力,是全人类文明的瑰宝。保护文化遗产,保持民族文化的传承,是连接民族情感纽带的重要文化基础,也是维护世界文化多样性和创造性、促进人类共同发展的前提。用传统的搬迁和复制方法很难完整、真实、生动地再现这些文化遗产的原貌。人工智能、虚拟现实、多媒体、宽带网络与数据库等先进数字化信息技术的发展为遗产保护提供了有效手段。如何运用这些技术延续历史文明,推进文化遗产的保护,实现文化遗产数字化保护,是考古学家和计算机科学工作者要解决的难题,也是当代科学的重要任务。

## 1.1 文化遗产数字化保护概述

### 1. 文化遗产的概念

1972年11月,联合国教科文组织在《保护世界自然和文化遗产公约》中正式提出文化遗产的概念,明确指出,文化遗产是全人类文明历史的精华,是极其罕见和不可再生、不可复制的,不仅属于其所在国家,而且属于整个人类。文化遗产包括文物、建筑群和遗址,之后又引入文化景观和口述及非物质文化遗产。

### 2. 世界文化遗产的分类

图1-1描述了世界文化遗产的分类体系。其中,物质文化遗产指具有历史、艺术和科学价值的文物;不可移动文物是固定的,如建筑空间、自然空间,包括古遗址、古墓群、古建筑、石窟、石刻、壁画等;可移动的文物指历史上各个时代的重要实物、艺术品、文献、手稿、图书资料、动植物标本等。非物质文化遗产是无空间规定的,也称无形遗产,是指各民族人民世代相承的、与群众生活密切相关的各种传统文化表现形式和文化空间,如民俗活动、表演艺术、传统知识和技能,以及与之相关的手工制品等。本书内容主要侧重于物质文化遗产方面。

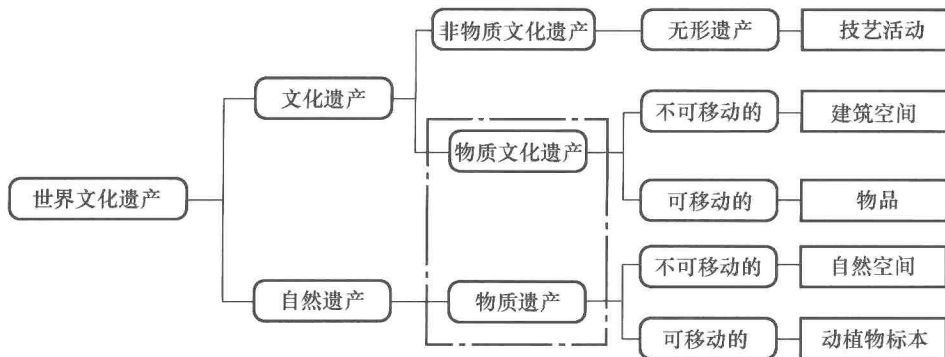


图 1-1 世界文化遗产分类

### 3. 文化遗产数字化的含义

利用当代测绘遥感和计算机虚拟现实技术,以数字化方式将文化遗产的全部动产和不动产真实、完整地存储到计算机网络,实现真三维数字存档,供保护、修复、复原以及考古研究和文化交流使用。

### 4. 文化遗产的数字化应用

图 1-2 概括了文化遗产的数字化应用层次。

- (1) 数字化存档是文化遗产得以传承的根本。
- (2) 保护与修复再现了文化遗产的光彩。
- (3) 考古研究深掘文化遗产的内涵。
- (4) 文化交流与传播很好地弘扬了民族文化。

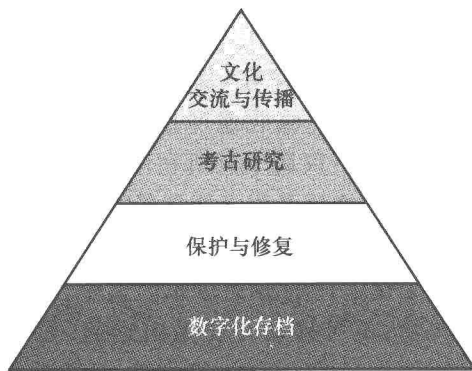


图 1-2 文化遗产的数字化应用层次

## 1.2 文化遗产数字化保护的意义与价值

文化遗产蕴藏着人类的文明和智慧,其历史高度、文化厚度和自然生命积淀

为人类自身创造的历程,保护文化遗产就是通过唤醒人们保护自然与文化遗产的自觉意识,以达到保护人类自身历史和创造的目的。中国是世界文化遗产大国,拥有 40 万处文物古迹保护点,有 6 000 多处为国家级,省、自治区、直辖市级文物保护单位,其中国家级 1 271 处。自 1987 年世界遗产委员会第 11 届会议批准中国的故宫等 6 处遗产列入《世界遗产名录》,至 2007 年 6 月,中国已有 35 项文化遗产和自然景观列入《世界遗产名录》,其中文化遗产 24 项,自然遗产 6 项,文化和自然双重遗产 4 项,文化景观 1 项,还有 35 项正在申遗。全国拥有 518 项人类口述和非物质遗产(李德仁,2008)。五千年的文明史留下了灿若繁星的宝贵文物,多以陶器、瓷器、铜器、陶俑的形式出现,经历了千百年的风化侵蚀、战火和历史变迁,尤其是现代社会经济高速发展,人类活动频繁,这些文化遗产遭到或正在遭到前所未有的冲击和破坏,文物中的相当一部分已残缺或成为碎片,人为破坏因素直接导致了文物无法实体复原。如龙门石窟文物流散海外,无法观览到一个完整的龙门石窟遗产,再如两次浩劫使圆明园成为一片废墟,人们无法观赏圆明园的宏伟与秀丽。如何应用现代科学技术有效地继承并保护这些珍贵的文化遗产,使人类文明得到较好的传承,已经成为人类社会必须共同面对的问题。

信息技术具有大容量存储、高速度计算、多媒体呈现、远距离传输等特点,运用现代信息技术保护文化遗产是一个必要且行之有效的办法。利用计算机图形学、图像处理、虚拟现实等信息领域的新技术,结合传统的文物保护与修复工作,将破损文物按原始形状复原出来再现其原貌,是计算机工作者义不容辞的任务,也是时代赋予的历史使命。在文化遗产保护中引入数字化技术,是文化遗产保护领域的一场技术革命,将改变文化遗产保护的傳統技术与手段,甚至会影响考古工作者的思维方式和 workflows。

很多文化遗产本身是一个整体,按传统的保护方法,应放在博物馆中陈列。但是文物一旦脱离了它原始的环境,便造成了整体观念的分离,对文物本身的特性而言是一种损害。博物馆或相关保护机构可以利用多媒体、虚拟现实等数字化技术和设备,重造“体验型博物馆”,让观众通过遥感器在虚拟的文化遗产空间漫游,了解文化遗产的整体效果,复原和再现一个全面而完整的意义空间,从而充分发挥文化遗产的教育作用。

文化遗产数字化的直接技术包括:

- (1) 文化遗产保护中高保真、全息存取等技术。
- (2) 文化遗产分类、信息化存储、建立资源性的符号库和素材数据库的数字化技术。
- (3) 虚拟博物馆、虚拟文物遗址再现与文物修复,文化空间与过程的数字模拟及再现技术。
- (4) 利用虚拟技术对传统手工艺的生活方式、使用方式、消费方式、流通方

式、传播方式、传承方式进行再现的技术。

#### (5) 文化遗产数字展示与传播的模式和技术。

目前计算机技术在考古学上的应用大多局限于展示层面,深层次、实质性的考古辅助系统还不多见。在文化遗产数字化保护方面,虽已有大量的研究和实践工作基础,仍需深入研究解决计算机在考古学应用中的关键技术,为考古学者创造性工作提供实质性的帮助,急需解决计算机辅助数字考古过程的支撑技术和方法,具体如下所示。

(1) 遗址、场景、遗物快速建模、模拟和绘制问题,以支持文物专家推理、预测、发现、认知、提出问题以及验证假说等创造性工作。

(2) 刚性三维物体匹配、拼接问题,提供复原方案,辅助文物工作者的文物修复过程。

(3) 精确文物模型和场景的虚拟展示技术,以支持文物和遗址的展示、测量和传播等。

(4) 文物遗址资料数字化,提供考古过程的线划图、剖面图及定量尺寸标注等资料生成支持工具,实现考古发掘报告资料图示的自动生成。

### 1.3 文化遗产数字化保护的對象

文化遗产数字化保护的對象包括物质文化遗产和非物质文化遗产。

1972年,联合国教科文组织在《保护世界自然和文化遗产公约》中具体指明了物质文化遗产保护的主要范围和对象:

(1) 文物。从历史、艺术或科学角度看,有突出的普遍价值的建筑物、碑雕和碑画,具有考古性质成分或结构的铭文、窟洞及联合体。

(2) 建筑群。从历史、艺术或科学角度看,在建筑式样、分布均匀或与环境景色结合方面,具有突出的普遍价值的单立或连接的建筑群。

(3) 遗址。从历史、审美、人种学或人类学角度看,具有突出的普遍价值的人类工程或自然与人联合工程以及考古地址等遗址。

2003年10月通过的《保护非物质文化遗产国际公约》指明,非物质文化遗产是指以非物质形态存在的与群众生活密切相关、世代相承的传统文化表现形式,包括口头传承、传统表演艺术、民俗活动、礼仪与节庆、有关自然界和宇宙的民间传统知识和实践、传统手工艺技能等与其表现形式相关的文化空间。

### 1.4 文化遗产数字化保护的状况

20世纪90年代以来,以虚拟现实为代表的数字化技术得到了长足的发展,



并在保护文化遗产方面显露了引人注目的效果,构建了以技术为中心的技术性保护理论,形成以技术为中心的专业分工,为文化遗产的保护提供强有力的保障,给文化遗产保护事业开辟了新的途径。同时,文化遗产作为信息产品汇入全球市场,受到经济规律的支配和消费文化的影响,因此文化遗产的数字化工作也成为各国政府和学者普遍重视的问题。

### 1.4.1 国外文化遗产数字化保护状况

目前,国外在文化遗产数字化保护方面已经有相当成熟的理论与技术支持,一些多媒体、虚拟技术或图形学方面的会议都开设了文化遗产专题,而一些数字图像与视觉艺术的国际会议也都包含了大量将多媒体与虚拟现实技术用于数字化文物的内容,同时还开展了大量文物相关的项目和研究。与此同时,很多学校也开始设置文化遗产数字化保护的相关研究机构,展开一系列的网络技术、数字技术、文化遗产数字化保护的研究,并与世界其他国家的文化单位合作,寻求用数字技术、网络技术有效保存世界遗产的方式。

#### 1. 欧洲地区

欧盟资助的 3D MURALE 项目提出了一整套古遗址保护重建的方法并将之应用于土耳其 Sagalassos 遗址,该方案包括文物的数据采集和记录、多媒体数据库、虚拟重建、可视化古代遗迹及文物,通过数据库中的资料并结合出土文物的三维模型重建古遗址(Cosmas,2002)。为文化遗产的数字化保护提供了新的多媒体技术以记录、分类、保护和恢复古代的器物、建筑及遗址。

2004 年在比利时举行的第五届虚拟现实、考古学和智能文化遗产会议(VAST)上设立了 Avatar 和虚拟人专题,讨论了在虚拟古代场景人的行为(Pablo,2004)群体行为(Ryder,2004)以及在虚拟的古代文化遗址中体验历史事件发生过程(Gaitatzes,2004)等主题。

#### 2. 美国

##### 1) 数字图书馆

美国印第安纳大学筹建的传统音乐档案馆,利用数字技术保护历史档案;美国内布拉斯加大学人文科学数字研究中心建设的惠特曼文本数字资料库,开始将数字技术用于文献保护;哥伦比亚大学视觉媒体中心开展一系列文化遗产数字化收集、网络课程的开设、艺术品的虚拟展示等教学实践;美国斯坦福大学、华盛顿大学与 Cyberware 公司合作的数字化米开朗基罗项目;芝加哥大学、西安大略湖大学的 Sulman 木乃伊工程。

##### 2) 开发利用世界上其他古老文明的遗产,作为展现最新技术的内容载体

数字考古领域最有影响的工作是 1990 年开始的美国斯坦福大学的数字米开朗基罗项目(Leovy et al,2001),之后是美国斯坦福大学的 Forma Urbis Romae