

网络

数字媒体技术在生物多样性 数字博物馆中的应用研究

吴丽华 何书前 冯建平 ◎ 等著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

海口市重点科技计划项目（2010017）资助
海南师范大学学术著作出版项目资助

网络数字媒体技术在 生物多样性数字博物馆 中的应用研究

Research of network digital media technology and
its Applications in Biodiversity Digital Museum

吴丽华 何书前 冯建平 蒋文娟 邓正杰 著

國防工業出版社

内 容 简 介

本书以最新的数字媒体形式对海南丰富的自然生态物种资源和藏品进行采集、处理、显示和管理,在兼容现有的国家数字博物馆采集规范基础上,增加最新的国际多媒体编码规范与标准、全景图像和三维图形数据,并具有良好的扩展性。通过对海南生态资源多样性数字博物馆的生态物种资源进行二维/三维数字数据采集,结合原有博物馆中文本、图片和视频等信息,完善现有的相关生态物种或藏品的数字媒体数据资源,为生态资源的科学管理、保护与利用提供有力的技术支持和参考意义。

本书适合于从事博物馆和文物保护机构的工程技术人员、管理人员、科研人员和大专院校博物馆专业师生阅读,也可供信息科学类数字博物馆研发人员和关注生物数字资源建设的爱好者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

网络数字媒体技术在生物多样性数字博物馆中的应用研究/吴丽华等著. —北京:国防工业出版社, 2013.7

ISBN 978-7-118-08932-5

I. ①网… II. ①吴… III. ①计算机网络—多媒体技术—应用—生物多样性—博物馆—研究 IV. ①Q16-28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第182606号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880×1023 1/32 印张 6 1/2 字数 182 千字

2013年7月第1版第1次印刷 印数 1—2000 册 定价 49.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 88540777

发行邮购:(010) 88540776

发行传真:(010) 88540755

发行业务:(010) 88540717

前 言

博物馆作为人类文明记忆、传承、创新的重要基地，不仅要记录过去，还承担着反映现代和未来发展的重要职责。它是反映城市文化、加强社会教育、改善民众生活、促进社会发展的积极力量。数字生态博物馆是在信息时代背景下出现的一种文化遗产开发利用的新模式，是计算机科学、博物馆学和传播学等多学科融合的信息服务系统。当前，数字生态博物馆逐渐成为我国博物馆体系的重要组成部分，加快发展生态博物馆、社区博物馆、数字博物馆，对于创新博物馆文化的展现方式，提高博物馆文化的服务能力，满足公众文化需求的多样化，具有十分重要的意义。本书以海南生物多样性数字博物馆建设为例介绍相应的技术研究。

海南省有着得天独厚的自然生态环境，地域广、资源丰富。用数字化形式再现生态物种资源和生物博物馆标本藏品，实现人机交互漫游功能的多样化资源平台，符合海南省政府提出海南“生态省”建设目标和发展方向。本书研究成果——海南省生态多样性数字博物馆是在网络信息时代背景下出现的一种文化遗产开发利用的新模式。它是收集、保护、展示海南各种重要生态物种资源的重要场所，是实施我省素质教育，宣传海南省丰富的生态物种资源的重要平台。

本书以海南省为研究区域，将网络三维虚拟技术、基于图像的几何建模技术等应用于海南生物资源的收集、保护和展示研究中，并且选择“海南省生物多样性博物馆”作为切入点，进行“海南数字生物资源博物馆”的研究与设计。交互 360° 全景虚拟漫游技术是一个非常充满活力、具有很大发展潜力的实用技术。本书研究以三维全景漫游

系统和全景拼图技术作为基础,介绍了利用鱼镜头和单电数码相机拍摄全景图进行有效拼接的技术,并将全景图与漫游结合起来,改变了原来网上单调、交互性差的二维平面展示,实现了三维实景环境与浏览者交互的全景漫游系统。随着全景虚拟漫游技术的开发与普及,全景漫游系统实现手段将会更加丰富,越来越多的网站会使用虚拟漫游技术开发生态旅游网站。研究成果提供给用户进行虚拟参观和漫游,极大地扩展了传统博物馆展示的内容和场景,这样不仅有利于馆藏物品的管理与保护,同时实现了更广泛范围内的资源共享,为游客的游览过程加入了更多更新的交互式体验。

本书从二维图像中恢复出物体或场景的三维几何信息,研究海南独特生态资源三维几何模型数据的建模方法和可视化方式,给出构建海南生态资源 Web 3D 模型数据库的技术框架。研究成果运用先进的虚拟网络三维互动技术,将海南省生态多样性博物馆的生态物种或者场景逼真地展示在互联网上。其研究意义在于:第一,建立了海南独特生态资源三维模型数据库及音视频数据库,为设计开发海南 Web 3D 数字生态博物馆平台系统提供了支持和数据基础;第二,在国内首次提出和定制了《基于 Web 3D 技术的海南生态物种图像信息的采集标准和采集方案》,将为生态物种的数字化图像信息采集起到借鉴和参考作用,对利用信息化手段保护、管理和展示海南独特的生态资源具有重要的现实意义。

根据海南生物多样性博物馆的信息资源的采集、检索和展示功能的应用需求,本书研究的主要内容包括以下几点。

(1) 在海南生态资源多样性特征分析基础上,兼容国家数字图书馆采集标准的同时,研究现有国际多媒体编码规范与标准,扩展全景图像和三维图形建模数据采集部分,提出了海南数字博物馆中生态物种或藏品数字信息的采集规范和参考方案。

(2) 利用网络三维虚拟互动技术,基于图像的图形建模技术、音视频压缩编码技术,根据海南生态物种或藏品的特点,建立海南生物多样性资源(Hainan Natural Ecological Heritage Resources)三维模拟库,即 Hainan NEHR-3D 模拟库。

(3) 基于三维网页虚拟互动技术, 设计和开发了海南三维互动 Web 3D 数字生态资源博物馆系统平台。

(4) 基于内容多媒体检索技术, 研究生态数字博物馆中的多媒体搜索引擎及应用, 包括对文本、图像和三维模型等生态物种或藏品数据的检索。

(5) 通过多媒体数据的加密与数字水印技术相结合, 研究并提出海南生态物种或藏品的 Web 3D 数字化藏品安全方案。

本书是由海口市重点科技计划项目(2010017)、科技部国际合作项目(2012DFA11270)、海南省自然科学基金项目(611128, 612122, 613164)和海南师范大学学术著作出版基金等项目资助。项目研究是在海南师范大学数字媒体技术研究所的众多研究基础上开展的。本书第1章和第3章由吴丽华撰写, 第2章、第5章、第7章和附录部分由何书前撰写, 第4章由冯建平撰写, 第6章由邓正杰撰写, 第8章由蒋文娟撰写, 全书由吴丽华统稿。本书能够顺利完成, 感谢海南师范大学信息学院的领导与同事们给予的帮助和支持; 感谢国防工业出版社冯晨和崔艳阳为本书的编辑出版所做的工作, 借此书正式出版之际, 一并致以诚挚的谢意。

感谢阅读本书的读者们! 由于海南生态资源物种资源复杂多样, 同时网络三维虚拟技术也在不断地发展与变化之中, 本书只是作者及研究所人员研究工作的一个新的起点, 深入的研究工作我们还在继续。尽管我们的研究工作基于前人的研究基础之上, 但仍感到研究的深度与广度不够, 错漏之处也在所难免。书中不足之处, 敬请读者批评指正。

吴丽华

于海南师范大学 数字媒体技术研究所

Lihuawu63@163.com

2013年3月25日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 数字博物馆国内外发展现状	1
1.2.1 数字博物馆的兴起和发展	1
1.2.2 中国数字博物馆的发展	3
1.2.3 中国生态博物馆的建设	4
1.2.4 海南旅游数字博物馆	7
1.3 数字博物馆概述	8
1.3.1 数字博物馆的定义	8
1.3.2 数字博物馆的特点	8
1.3.3 数字博物馆的功能和应用需求	9
1.3.4 数字博物馆未来发展趋势	10
1.4 海南生物资源的总体特征	12
1.4.1 生物多样性概述	12
1.4.2 中国生物多样性的特点	13
1.4.3 海南岛生物多样性的特点	13
1.4.4 海南生物多样性现状分析	14
1.4.5 海南生物多样性保护情况	15
1.4.6 海南生物多样性博物馆介绍	16
1.5 项目研究内容及框架	19
1.6 项目研究的选题意义和应用价值	20
1.6.1 研究选题意义	20
1.6.2 应用推广价值	22
参考文献	22

第2章 海南生物多样性数字博物馆信息化标准	24
2.1 引言	24
2.2 博物馆信息化标准体系	25
2.3 博物馆信息化的国家标准与规范	27
2.4 海南数字博物馆采集规范	28
2.4.1 博物馆藏品数字媒体数据编号与存储	28
2.4.2 博物馆物种对象二维图像技术规范	30
2.5 视频拍摄录制规范及上报规范	33
2.5.1 视频录像拍摄编辑规范	34
2.5.2 VCD、DVD 视频光盘制作规范	36
2.5.3 视频录像上报规范	37
2.5.4 测试要求	37
2.6 三维模型数据采集规范	38
2.6.1 三维扫描系统规格要求	38
2.6.2 模型精度要求	38
2.6.3 模型贴图要求	38
参考文献	39
第3章 基于网络的数字博物馆实现关键技术	40
3.1 引言	40
3.2 基于图像的三维虚拟技术	40
3.3 三维全景技术	42
3.3.1 三维全景概述	42
3.3.2 三维全景技术的特点	43
3.3.3 360° 全景图的实现方法	43
3.3.4 三维全景技术的应用领域	44
3.3.5 三维全景实例展示——旅游景区	46
3.4 WEB 3D 实现技术	48
3.4.1 VRML 简述	48
3.4.2 建模技术	49
3.4.3 显示技术	50

3.4.4	场景交互技术	50
3.4.5	WEB 3D 展示流程和工具软件	51
3.5	基于内容的多媒体信息检索技术	53
3.5.1	基于内容的信息检索概述	53
3.5.2	多媒体信息检索工作流程	55
3.5.3	元数据技术与 MPEG-7 格式标准	57
3.6	三维模型检索技术概述	58
3.7	数字水印和水印嵌入加密技术	60
	参考文献	61
第 4 章	基于图像的三维图像重构与建模方法	63
4.1	引言	63
4.2	传统的几何建模技术	63
4.3	基于图像的建模技术	64
4.4	生态资源三维图像数据重构与建模方法	65
4.4.1	海南生态资源数据特性分析	66
4.4.2	采集单幅二维图像	66
4.4.3	图像预处理	67
4.4.4	图像的分形特征计算	67
4.4.5	三维图像的几何建模与重构	69
4.4.6	数字媒体制作与三维模型可视化	70
4.4.7	WEB 3D 数据存储处理与转换	70
4.5	数字展区的三维全景漫游制作	71
4.5.1	图像采集	73
4.5.2	360° 全景图拼接	75
4.5.3	构建 360° 全景漫游系统	76
4.6	三维全景数字展区的实例展示	78
4.7	总结	83
	参考文献	83
第 5 章	视频数据采集、处理与显示方法	85
5.1	数字视频资源描述和特征	85

5.2	数字视频资源分类	86
5.3	数字视频资源的处理方法	90
5.3.1	采集	90
5.3.2	编辑处理	90
5.4	数字视频资源数据的建设标准	91
5.4.1	标准选订原则	91
5.4.2	推荐标准	93
5.5	常用的输入输出设备	93
5.5.1	数码摄像机	93
5.5.2	照明设备	94
5.5.3	监视工具	94
5.5.4	显示器	94
5.6	数字音频资源加工软件平台	94
5.6.1	音频编辑系统	94
5.6.2	编码器	95
5.7	数字音频、视频资源实时采集操作	95
5.7.1	幅度问题	95
5.7.2	设定增益结构	96
5.7.3	光线和光源	96
5.7.4	色彩与白平衡	97
5.7.5	镜头的编排	97
5.7.6	采集的外部环境	97
5.7.7	计算机非线性编辑系统的组成	98
5.7.8	影像存储格式与规格的批量处理	99
5.7.9	数字化注意事项	100
5.8	数字视频资源采集处理实例	100
5.8.1	拍摄三维视频	101
5.8.2	制作三维视频	102
	参考文献	109
第 6 章	基于立体视觉的三维图形数据采集与处理	110
6.1	引言	110

6.2 基于立体视觉的三维建模原理	111
6.2.1 相机标定	113
6.2.2 三维数据采集	115
6.2.3 多次采集的数据拼接	116
6.2.4 模型数据后处理	116
6.3 三维图形数据采集的软硬件环境	118
6.3.1 三维扫描仪的配备	118
6.3.2 操作主机的配备和连接	118
6.4 操作主机的安装和设置	119
6.4.1 软件安装	119
6.4.2 系统设置	120
6.5 扫描和标定的具体操作过程	122
6.5.1 扫描前准备	122
6.5.2 标定前准备	123
6.5.3 标定具体步骤	124
6.5.4 标定结果分析	128
6.6 扫描及后处理	128
6.7 常见故障的排除方法	131
参考文献	132
第7章 数字博物馆图像和三维模型的检索	133
7.1 基于内容的图像检索技术概述	133
7.1.1 颜色特征	134
7.1.2 纹理特征	137
7.1.3 形状特征的提取	140
7.2 基于三维生物模型形状分布的检索方法	140
7.2.1 提取随机点	140
7.2.2 构建直方图	141
7.3 相似性度量方法	141
7.3.1 视觉相似性模型	141
7.3.2 距离度量模型	142

7.4 检索结果的评价准则	143
7.4.1 查准率和查全率	143
7.4.2 命中准确率	143
参考文献	144
第 8 章 数字展品的数据安全方案	145
8.1 引言	145
8.2 数字水印技术概述	145
8.3 典型的数字水印算法	147
8.3.1 空域水印算法	147
8.3.2 变换域水印算法	147
8.4 数字水印的基本框架	149
8.5 数字展品的安全需求分析	150
8.6 数字展品的安全解决方案	151
8.6.1 图像数字水印及实现算法	151
8.6.2 Flash 动画的 logo 图像信息隐藏	155
8.7 总结	159
参考文献	160
附录 A 《动物资源》数据采集与处理标准规范	161
A.1 共性描述规范制定原则和方法	161
A.2 共性描述规范	162
A.3 种质资源共性描述规范	165
附录 B 《植物资源》数据采集与处理标准规范	172
B.1 适用范围	172
B.2 引用标准/规范	173
B.3 定义和术语	173
B.4 目标	174
B.5 信息数据的内容	175
B.6 计算机软硬件环境	188
B.7 数据录入和上报	189
附录 C 数据库管理系统建设项目与设备标配清单	192

第1章 绪 论

1.1 引 言

数字博物馆（虚拟博物馆）在 20 世纪 90 年代开始兴起，一些信息科技大国和重视传统文化的国家都非常重视数字博物馆的建设和推广工作。数字博物馆创新了博物馆文化传播的内容、形式和手段，它将分散收藏的文物信息以生动、交互、现代化的手段集中展示出来，实现了文物信息的资源共享、有效利用和科学管理，为不同用户提供数字化的展览展示、文化交流、科学研究、教育培训和游戏娱乐等服务。数字博物馆不仅包括丰富的数字化资源库，而且充分利用图像、音频、视频、地图和动画技术，设计出具有高度亲和力的用户界面，促进资源整合和技术交流。

数字博物馆是运用虚拟现实技术、三维图形图像技术、计算机网络技术、立体显示系统、互动娱乐技术、特种视效技术，将现实存在的实体博物馆以三维立体的方式完整呈现于网络上的博物馆。它将整个博物馆环境制成三维模型，参观者能在虚拟的博物馆中随意游览，观看馆内各种藏品的三维仿真展示，查看各种藏品的相关信息资料，通过数据库检索可以查阅馆内各类藏品的统计信息。数字博物馆把枯燥的数据变成鲜活的模型，使实体博物馆的职能得以充分实现。从而引领博物馆进入公众可参与交互的新时代，引发观众浓厚的兴趣，从而达到科普的目的。

1.2 数字博物馆国内外发展现状

1.2.1 数字博物馆的兴起和发展

数字博物馆又称虚拟博物馆，它通过数字技术、网络技术和交互

式多媒体、虚拟现实技术等，将传统实物博物馆所拥有的职能通过数字化的形式在网络上再现，并且在技术和实现的手段上大大扩展了传统博物馆的展览、演示、归档和管理等各项职能。数字博物馆是随着信息技术的发展而逐渐兴起的一种新型的博物馆建构模式，它将海量的博物馆资源数字化，并提供给用户进行虚拟参观和漫游，从而极大地扩展了传统博物馆展示的内容和场景，这样不仅有利于馆藏物品的管理与保护，同时实现了更广泛范围内的资源共享，为游客的游览过程加入了更多更新的交互式体验。

虚拟现实技术（Virtual Reality, VR）是 20 世纪 90 年代为科学界和工程界所关注的技术，是多媒体技术广泛应用后兴起的更高层次的计算机用户接口技术。它利用计算机生成一种模拟环境，通过多种传感设备使用户融入该环境中，实现用户与该环境直接进行自然交互。虚拟现实技术是数字博物馆实现的关键技术，具有沉浸感（Immersion）、交互性（Interaction）和想象性（Imagination）三大特性，这就决定了基于虚拟现实技术的展示形式一定比单纯的图片加文字信息的展示方式更加形象生动，且具有更明显的交互感。

随着计算机技术以及网络信息技术的进步，自 20 世纪 90 年代起，世界各国博物馆均开始了数字化建设的进程。美国国会图书馆自 1990 年开始推动“American Memory”计划，进行图书馆内文献、手稿、照片、录音、影片等藏品的数字化整合，并编辑成历史文化传承的主题产品。欧盟赞助法国信息与自动化研究院进行“Aquarelle”计划，支持欧洲各国博物馆与相关机构通过网络共享各自的数字典藏，进行文化传承，数字化的建立为欧洲文化遗产网络推动欧洲在非物质文化遗产保护方面发挥积极作用^[11]。日本最著名的数字博物馆计划是由 IBM 东京研究所与日本民族学博物馆合作的“全球数字博物馆”计划，主要是支持网络环境中数字典藏资料的检索，同时支持互动式的网络浏览、编辑，尤以博物馆教育为重点。这使得各个博物馆成为日本有形文化财产和无形文化财产保护、研究和教育的基地。

中国博物馆学会于 2003 年 11 月 28 日成立了数字化专业委员会，国家文物局已经将数字博物馆的研究正式立项，即“中国数字博物馆

工程”。2001 年 11 月，教育部启动了“大学数字博物馆建设工程”项目，重点支持北京航空航天大学、山东大学、复旦大学、四川大学等 18 所有特色的大学博物馆进行数字化改造，现已取得阶段性成果。目前，我国数字博物馆建设还处于起步阶段，主要进行实体博物馆的信息化建设，重点工作在于利用计算机技术收集、整理、保存、加工和展示各类文物信息，在应用软件开发和局部信息基础设施建设方面也取得了一定的进展。有影响的项目主要有虚拟故宫、数字敦煌以及上海博物馆、南京博物院等文博机构的信息化工程。

1.2.2 中国数字博物馆的发展

我国数字博物馆建设从 20 世纪 90 年代起步，逐步进入快速发展阶段。

近年来，中国在数字博物馆建设方面取得了可喜的成绩：从“博物馆数字化”“博物馆上网”到“数字化博物馆”“数字博物馆”，从启动“大学数字博物馆建设工程”“中国数字博物馆工程”到“北京中医药数字博物馆”“北京数字博物馆平台”“中国数字科技馆”的开通运行，一批数字博物馆、数字科技馆突破时间和空间的限制，方便快捷地为社会公众提供公益性信息资源服务，成为了展示中华历史文化的新舞台。

目前，随着以“文物调查及数据库管理系统建设项目”、“数字故宫”等为代表的一大批文博信息化项目的开展，数字博物馆的应用得到很大发展：国家文物局颁布了博物馆藏品信息指标体系规范；山西、辽宁、河南、甘肃四省 300 多家文博单位完成了 38 万多件珍贵藏品数据采集，故宫、上海博物馆等单位也完成了 10 万件以上的文物数据采集；全国有近 200 家博物馆建立了互联网站；几十家博物馆建立了内部局域网并使用了各种版本的藏品信息管理软件、图书资料管理软件和办公自动化系统；故宫、首都博物馆、上海博物馆、南京博物馆、金沙遗址博物馆、敦煌博物馆等单位充分利用信息技术在馆内进行辅助展示，并开展了三维数据采集和利用；一批深入解读遗产价值的数字文化产品，如故宫、圆明园等广泛传播，并取得良好效益。如图 1.1 所示。

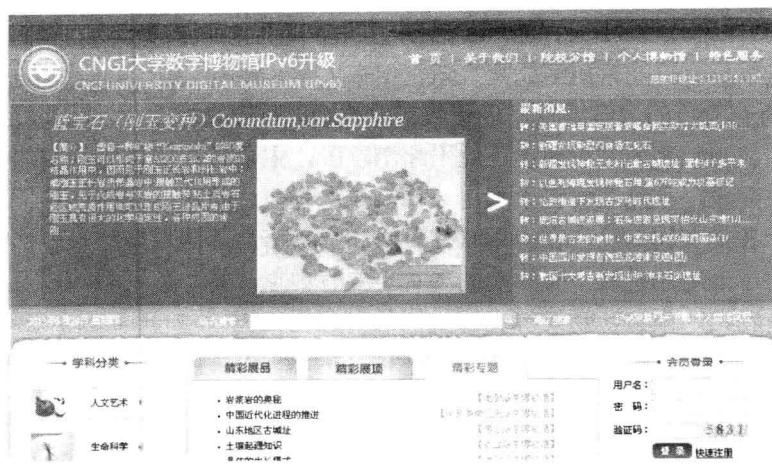


图 1.1 中国大学数字博物馆的首页

1.2.3 中国生态博物馆的建设

生态博物馆产生于 20 世纪 70 年代，是对自然环境、人文环境，物质遗产、非物质遗产进行整体保护、原地保护和居民自己保护，从而使人、物与环境处于固有的生态关系中，并和谐发展的一种博物馆新理念和新方法。

近年来，生态博物馆、社区博物馆、数字博物馆等类型的博物馆逐渐兴起，博物馆已不再仅限于过去所形成的传统框架，而是积极创建和拓展出更广阔的空间和更广阔的领域，进一步拉近了与社会公众的距离，亲和力和影响力显著增强。目前全世界的生态博物馆已发展到 300 多座。表 1.1 给出了生态博物馆与传统博物馆之间的区别。

我国对生态博物馆的研究始于 20 世纪 80 年代中期，1986 年《中国博物馆》杂志集中介绍了国际生态博物馆运动的有关成果。20 世纪 90 年代中期开始推向实践建设。之后，来自人类学、民俗学、博物馆学等多学科的学者对生态博物馆的研究从观望状态转入了与实践结合的学术研究阶段。国内学者对生态博物馆的操作模式、社区参与机制、旅游开发、保护与开发的博弈、生态博物馆理想与现实的对接等问题进行了较为深入的探讨。

1995 年，中国第一座生态博物馆梭嘎苗族生态博物馆建立。经过

表 1.1 生态博物馆与传统博物馆的区别

属性	传统博物馆	生态博物馆
范围	静态的独立建筑或者建筑群	整个特定的社区——社区的自然人和文化遗产被原状地、动态地保护在其原生环境之中
主体	专家学者	经过培训，由社区居民亲自记录社区发展档案
功能	保护和收藏文物	资源保护中心——用以保存自然和文化遗产
	教育	“镜子”和“学校”——用于社区居民立足现在、借鉴过去、掌握未来
		“展柜”——向外来参观者（消费者）充分展示自身文化艺术，宣扬文化多元主义和人权价值观
		“实验室”——了解和研究当地居民的过去以及未来发展
服务对象	本地居民、外来公众	社区居民、外来大众、研究目的的学者、专业机构
展示内容	多具有文物价值的经过历史沉淀的具体实物遗存	社区中的一切资源，包括文化和自然的。文化不仅仅是有文物价值的实物遗存，还有传统的风俗等一系列非物质文化遗产
展示方式	静态、孤立地陈列于博物馆架上，脱离原生环境	时间和空间、静态和动态有机结合； 原状地、动态地、鲜活地保护于原生环境中

10 余年的发展，贵州、云南、广西、内蒙古等地建立了约 30 座生态博物馆，为西部地区文化遗产保护和博物馆发展开辟了一条崭新的道路。目前，在东中部一些文化遗产资源丰富、经济基础较好的地区，也开始了生态博物馆建设的探索，通过寻求城市化、新农村建设中文化遗产保护和博物馆工作的有机结合，走出一条有别于我国东部生态博物馆的建设道路。如浙江安吉生态博物馆，就为经济社会转型时期的东部地区乃至全国范围内生态博物馆的建设，提供了良好的经验借鉴。

从 20 世纪 90 年代至今，中国先后建立了贵州生态博物馆群、广西“1+10”民族生态博物馆群、内蒙古达茂旗敖伦苏木生态博物馆和云南西双版纳布朗族生态博物馆等地方特色生态博物馆，如图 1.2、图 1.3 所示。这些生态博物馆建设大多选择了民族文化丰厚，但居民生活却极为贫困的落后地区，它们的建设往往承担着社区发展和文化遗产保护双重重任。这些生态博物馆的构成主要是一个信息资料中心，以及开放性的社区活体保存和展示中心，并通过旅游开发提高社区居民