

科技博物馆少数民族建筑数字可视化 科普展示构成研究

王楠楠 孙建刚

(大连民族学院土木工程学院, 大连 116600)

[摘 要] 以少数民族建筑调研为基础, 以具有典型特色的少数民族建筑为研究对象, 利用可视化技术建立了少数民族建筑可视化科普展示系统, 构建具有三维特征少数民族建筑数字展示、数字保护及逆向设计功能的科普教育平台, 为少数民族建筑的保护与开发提供技术支撑。

[关键词] 科技博物馆 少数民族建筑 数字化技术 虚拟现实技术

[中图分类号] G26 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357(2012)S2-0028-07

Research on the Establishment of Digital and Visual Popular Science Display for the Buildings of the Minority People in Science and Technology Museums

Wang Nannan Sun Jiangang

(Civil Engineering School, Dalian Nationalities University, Dalian 116600)

Abstract: The visual popular science display system of the buildings of the minority people is based on the research of the typical architectures of the building of the minority people and visual technology. This system has the characteristics of three-dimensional digital display, the educational function and inverse design, providing technological support for the minority's architectures conservation and development.

Keywords: science and technology museum; buildings of the minority; digital technology; virtual reality technology

CLC Numbers: G26 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357(2012)S2-0028-07

民族建筑来源于田野, 来自于山间, 来自于大自然, 来自于民族兄弟姐妹们的汗水^[1]。它是历史和文化的真实写照, 是中华民族建筑文化遗产的精髓, 也是唯一的不可替代、不

可再生、不能重现的宝贵财富。但这悠久灿烂的建筑文化遗产正在由于大自然的侵蚀和人为的破坏以及建筑保护手段的落后而面临着即将消失的窘境。如何保护、传承和数字

收稿日期: 2011-12-22

作者简介: 王楠楠, 大连民族学院土木建筑工程学院讲师, 研究方向为民族建筑信息化保护, Email: apinan@sohu.com;
孙建刚, 教授, 博士生导师, 大连民族学院土木建筑工程学院院长, Email: sjg@dlnu.edu.cn。

留存民族特色风貌（历史名城、村镇、历史街区），挖掘和研究民族建筑历史、文化、艺术和价值，以及民族建筑遗产保护与资源保护、防灾减灾，都是民族建筑需要解决的重要问题。

在博物馆文化发展的今天，还没有哪一个博物馆将少数民族建筑的展出作为展览的重心、将少数民族建筑展示在大家的眼前；即便在博物馆中有展示，现有的科普展示也都是以照片为主，形式比较单一，吸引不了参观者的眼球。这样，创造一种新的少数民族建筑科普展示形式，就显得尤为重要。科技博物馆少数民族建筑数字可视化科普展示系统采用数字化技术，可以完整地将具有文物遗产价值的建筑由计算机保存起来，并可进行工程原貌的逆向设计和维护维修设计，从而为民族建筑的保护提供信息化的技术手段。

1 少数民族建筑可视化科普展示系统

为了建立科普展示平台，体现其科普的性质，我们将少数民族建筑数字可视化科普展示系统分为以下几个主要的技术部分来研究。

对于前期的研究成果，我们将利用现代信息技术，利用公共地理信息平台 Google Earth 对民族建筑进行不同精度的数字保护。首先，对不同民族建筑的地理信息进行收集和整理，结合地理信息系统（Geographic Information System，简记 GIS），标定典型民族建筑的地理分布。在地理信息系统和卫星遥感图像的基础上，对民族建筑进行实际测量，然后根据不同精度进行数字整理和还原。对于公开发布的地理信息平台，在其上构建低精度的民族建筑模型。在民族建筑的建筑细节和流程上，采用高精度模型进行建模，并在模型中增加时间片，使得民族建筑可以在空间和时间上得以再现和还原。低精度的民族建筑模型用于民族特色的宣传，弘扬民族文化。高精度的模型用于民族建筑体系、建造模型、工艺技术等的具体研究。运用 3S 技术与三维激光扫描技术，建立少数民族传统建筑三维数据与信息库，对其原始数据进行采集与信息加

工，并对空间数据与图形进行存储、分析，利用三维建模与虚拟现实技术对建筑形态进行表达。最终建立的民族建筑可视化科普展示系统，将少数民族建筑的信息存储在数据库中，方便查询与修改。

少数民族建筑展示平台，系指由矢量特征和属性特征固化建筑的图层和属性，构成少数民族建筑特征二维演示和三维展示的数字可视化系统。其系统构成如图 1 所示。

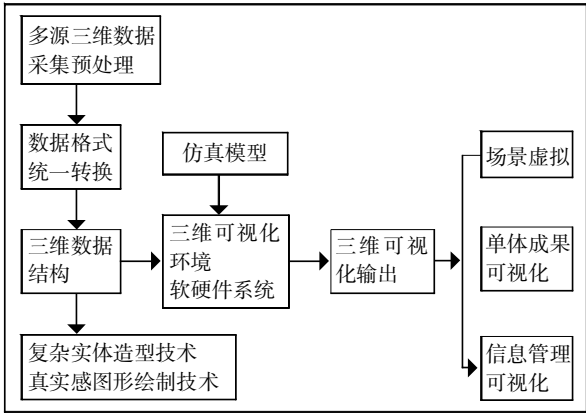


图 1 少数民族建筑数字可视化方案

2 少数民族建筑可视化科普展示内容与形式

2.1 展示内容

由于少数民族建筑具有多样的属性，可视化科普展示的内容可以从少数民族建筑单体的空间展示、建筑构件展示、建筑群体空间展示和建筑地理分布展示等方面来考虑。

(1) 少数民族建筑单体的空间展示及建筑构件展示。单体建筑是相对于建筑群而言，建筑群中每一个独立的建筑物均可称为单体建筑。在展示内容上采用少数民族建筑单体的空间展示及建筑构件展示，可以将单体民族建筑的具体信息展示出来。结合三维激光扫描技术，更可以将该建筑单体的具体地理信息及建筑信息真实地保存下来。

(2) 少数民族建筑群体空间展示。由于少数民族建筑还具有群体性，采用群体空间展示方式更容易体现出建筑的特点。在我们现在的城市规划中，经常利用建筑群体空间展示出来的建筑特点及文化的传承这一体系，来对城市进行设计及改造，群体空间的展示更能体现出

民族的文化及建筑的特点。

(3) 少数民族建筑地理分布展示。由于中国城市化进程的加快,中国民居住宅的更新步伐也在加快,标定少数民族建筑的地理分布,可以保证在发展经济的同时,本着保护各民族文化成果的原则,就地取材、因材施教,促进民族建筑文化的不断发展与进步。

2.2 展示形式

(1) 少数民族单体虚拟建筑。少数民族建筑种类多,不能在现有的博物馆中将 56 个民族的典型建筑都用实物表现出来,所以应设计一种仿佛置身于其中的虚拟民族建筑,体现真实的建筑属性,比如大小、高低、内容陈设等。这些可以利用虚拟现实技术,将虚拟建筑展示出来。每一个建筑都会提供真实的地理数据、建筑属性数据、施工工艺等。这样可以让大家不用走出博物馆,就能真实地体验不同民族的建筑风情以及它的施工工艺。

(2) 少数民族建筑虚拟博物馆。除了建设少数民族虚拟建筑数据库以外,还可以建设一个建筑虚拟博物馆。可以把在真实博物馆中所涉及的博物馆设计、游览路线等都在虚拟博物馆中体现出来。比如卢浮宫,就构架了一个虚拟卢浮宫,将其所有的展馆及展览的物品利用虚拟现实技术展示出来。利用网络,让全世界的人都可以参观少数民族建筑虚拟博物馆。

(3) 地球民族建筑群。由于 Google 地球的开放性,允许利用其支持的软件在谷歌地球上建模。这样,我们可以将民族建筑的地理信息发布在谷歌地球上,并为民族建筑建立低精度模型。这主要是为了让参观者知道民族建筑的地理分布及建筑特征。

3 少数民族建筑可视化技术方案及应用

3.1 公共地理信息平台

我们对民族建筑进行低精度的数字保护。首先,对不同民族建筑的地理信息进行收集和整理,并结合 Google Earth 标定典型民族建筑的地理分布。在地理信息系统和卫星遥感图像的

基础上,对民族建筑进行实际测量,在公共发布的地理信息平台上构建低精度的民族建筑模型。利用 Google Earth 的开放性,将低精度的民族建筑模型用于民族特色的宣传、弘扬民族文化。

3.2 基于地理信息系统的低精度民族建筑建模

根据掌握的民族建筑资料找到民族建筑所在的地理位置,利用地理信息系统和相关平台对地理位置的地形和地貌进行数字处理,建立模型。图 2 所示为中国著名民族建筑鼓楼的卫星遥感图片。



(a) 卫星遥感图片



(b) 精确锁定建筑的地理位置

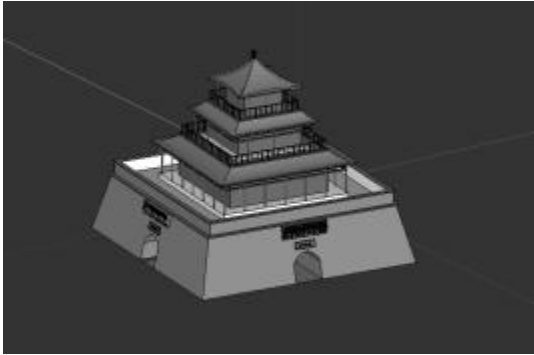
图 2 民族建筑的地理位置确定

确定坐标后,设计建筑的整体结构,采集建筑的图片,利用基本图形,对建筑进行数字建模。如图 3 所示,采集照片后,通过对其结构进行测量并建模。

制作完相应的民族建筑数字模型后,将材质和相应的设计予以精细化,然后如图 4 所示,将民族建筑数字模型与地理信息系统相融合,使得人们可以更加直接地了解建筑及其周边环境。



(a) 建筑图片和材质的图像采集



(b) 建立的民族数字建筑模型

图 3 民族建筑的数字采集和建模



图 4 民族建筑数字模型与地理信息系统的融合

3.3 少数民族建筑信息采集技术

用三维激光扫描仪采集三维特征少数民族建筑的空间和纹理数据，将所有视点的三维数据整合在同一坐标系内，并生成三维网格，通过纹理映射提供真三维、真尺寸、真纹理的数

字化模型。

对于空洞数据填补、多视点三维数据配准两个关键问题分别有以下解决方法：（1）空洞数据填补问题，当空洞出现在平面区域内，采用线性插值的方法填补空洞数据，如三维特征少数民族建筑孔洞；（2）多视点三维数据配准问题，由于三维特征少数民族建筑模型的获取需要设置多个视点，各视点测得的三维数据相对于视点本身是局部坐标系，故只有将各视点获取的三维数据拼合在同一坐标系，方可得到三维特征少数民族建筑的完整数据描述，拟采用基于“大地测量”测站点的拼接方法完成。

对真实尺寸的民族建筑建立标准模型底图，还原真实尺寸。对古老的没有建筑底图的民族建筑来说，我们就要进行实地的勘测，运用全站仪、水准仪等测绘仪器，利用三维激光扫描仪，采用基于“大地测量”测站点的拼接要求，进行分站式扫描获得三维点云数据。扫描得到的“点云”成果是包含点的三维坐标及颜色属性的点集合。我们采用了直接量测点云模型上少数民族建筑的相关数据、切片软件经拟合、正摄投影图匹配照片颜色信息后，导入其他软件进行“描摹”等方法构成二维线画图。并结合 CAD 技术构成图形库，依据其构成特点，采用工艺技术分析的反向设计方法，实现其数字保护。这种三维激光扫描技术将快速准确地采集、记录建筑群、建筑单体和细部构造的三维空间坐标点，并基于点云数据、匹配高清晰照片，将点云数据导入专门的数据处理软件中，如南方 CAJSS，进行后期的加工处理、连点成线，按照传统古建筑测绘的方法绘制成图（如图 5 至图 8 所示）。

在对底图的处理上，首先要懂得读图。对于已绘制出的标准底图，需要看清楚图纸、了解图纸的结构，看清楚需要做的是哪一部分、该部分里都有哪些空间、每个空间都是什么功能的空间，并找出我们所需要的；然后将不需要的标注与细节清除，禁止留下模型的外框图，以便将导入 MAX 里的参考元素精简到最少，这样导入 MAX 的过程也会更快些。储

存好经过处理的 CAD 底图后，规范命名，以便于模型建立过程的应用。整个底图处理工作就此完成。

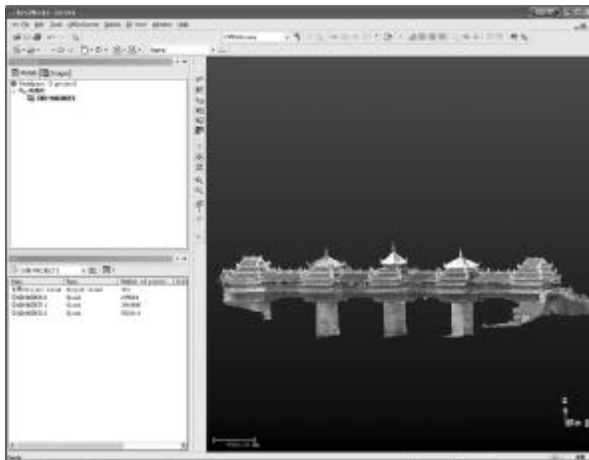


图 5 广西三江侗族风雨桥三维点云扫描数据

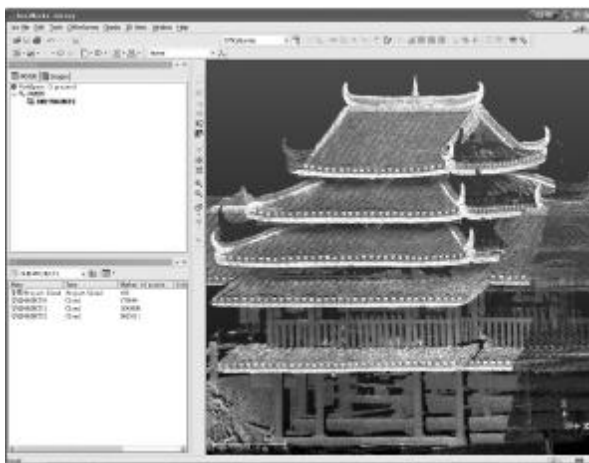


图 6 风雨桥局部三维点云扫描数据

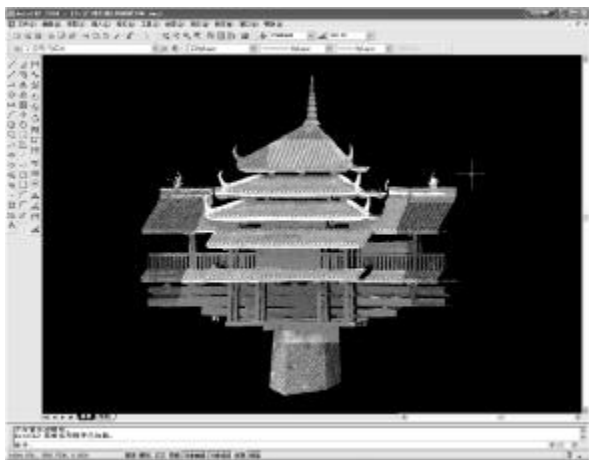


图 7 风雨桥导入 CAD 格式数据

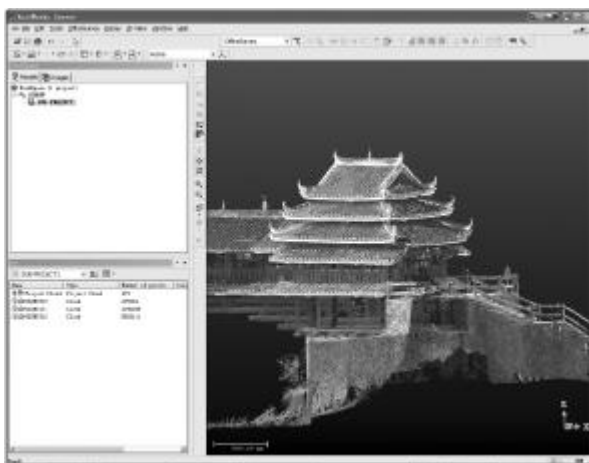


图 8 风雨桥局部三维点云扫描数据

3.4 建立少数民族建筑信息表征的数据库技术及图形库技术

3.4.1 数据库技术

民族建筑与文化遗产的保护，无不需要有科学的记录档案作为基础。一套完备的民族建筑科学记录档案，应由文字记录和图形图像资料两个部分组成。为获取这些资料，传统的方法是通过查阅文献资料、调查访问、测量与绘图、摄影与摄像等多项实地勘察工作来综合完成^[9]。

三维特征少数民族建筑空间数据库，采用栅格数据和矢量数据构成。栅格数据主要包括激光扫描影像图、三维特征少数民族建筑平面图、3D 模型。矢量数据则以单个地学实体为独立单元，利用点、线、面等几何要素精确表达三维特征少数民族建筑的边界和内部体元；要素间的拓扑关系由数据结构显式存储，可实现三维特征少数民族建筑内部要素间拓扑关系的快速检索和查询。少数民族建筑属性数据采用数据库技术建立，包括空间数据相应的属性，如少数民族建筑面积、材质、尺寸、工艺，以及其他属性信息，如文献资料信息、历史文化信息等。

少数民族建筑信息是空间位置信息与属性信息的有机结合，一个完善的少数民族建筑数据库必须以这两种信息源为基础，分别建立空间数据库和属性数据库。前者由激光三维扫描影像图、少数民族建筑平面图以及 3D 模型等空间数据组成；后者由空间数据的属性数据、历史文献统计数据以及与少数民族建筑构成

相关的,如材质、构件类型和尺寸等属性信息组成。同时应利用已有的数据库,完成相应的维护分析和逆向设计。相应的数据库如下。

(1) 少数民族建筑空间数据库。主要由栅格数据和矢量数据组成。栅格数据主要包括激光扫描影像图、建筑平面图、3D 模型。矢量数据则以单个地学实体为独立单元,利用点、线、面等几何要素精确表达少数民族建筑的边界和内部体元;要素间的拓扑关系由数据结构显式存储,可实现少数民族建筑内部要素间拓扑关系的快速检索和查询。主要包括由激光扫描得到的点云数据、少数民族建筑线化图、剖面与平面等。

(2) 少数民族建筑属性数据库。根据少数民族建筑保护工作的实际需要,本研究涉及的属性很多。其中包括空间数据相应的属性,如少数民族建筑面积、材质、尺寸及社会历史情况等,以及其他属性信息,如文献资料信息、历史文化信息等。

(3) 空间分析方法库。主要完成对少数民族建筑构成、设计技术或法式分析与剖视,担负少数民族建筑复原方案的确定与实现,是整个系统的重要核心。具体来说就是在虚拟环境中,根据已建立的数字化文档,对历史少数民族建筑要素进行比较,对少数民族建筑营造法式进行专业分析,并将这些数据与历史数据进行结合,建立少数民族建筑逆向设计方法体系。

3.4.2 高精度建模图形库

对民族建筑的建筑细节和流程,采用高精度模型进行建模,并在模型中增加时间片,使得民族建筑可以在空间和时间上得以再现和还原。运用 3S 技术与三维激光扫描技术,建立少数民族传统建筑三维数据与信息库,并对其原始数据进行采集与信息加工、对空间数据与图形进行存储分析,同时利用三维建模与虚拟现实技术对建筑形态进行表达。最终建立的民族建筑可视化科普展示系统少数民族建筑的信息将存储在数据库中,方便查询与修改。高精度的模型用于民族建筑体系、模型和防震减灾的具体研究。制作高精度的模型时,应结合网络技术、VR 技术等构成具

有网络远程三维数字化、可视化演示的少数民族建筑历史文化演进的科普教育平台。它具有民族建筑的工艺构造和历史文化传承的汉语与多民族语言的解说功能、数据与图形的添加与修改功能、民族建筑的逆向设计功能和汉语与多民族语言的宣传教育功能。

3.4.3 对民族建筑模型进行立体建模

对民族建筑的高精度建模,将采用三维建模软件。我们在实际的操作中,采用了 Autodesk 公司开发的基于 PC 系统的三维动画渲染和制作软件 3D Studio Max。具体实现过程如下:CAD 数据处理与导入、以 CAD 图纸信息为基础进行建模、对 3D 模型进行场景优化为后期导入 VRP 服务、搭配设置场景灯光,达到我们所需要的环境氛围后,对场景中所有材质贴图进行烘焙,以求符合 VRP 的场景要求。

3.4.4 模型优化

在对民族建筑进行建模的过程中发现,对于可以在网络上进行展示的立体图形,在建模中对模型优化有特殊的要求。具体说来就是在模型构建的同时,不但要考虑保持模型的真实感,同时也要进行适当的优化处理,确保在计算机中运行顺畅。以下几种优化措施:(1) 模型的个数是一个影响文件大小、运行速度的很大因素,因此,应将使用相同贴图的物体附加到一起;(2) 做面片树的时候可以选择建立 Plante、Editable mesh 或画矩形框后加 Uvmmap 的方法,但绝不能使用画矩形框后挤出为 0 的方法;(3) 正确使用 Line,Line 必须设置为可渲染的,并且转化为可编辑多边形,才能在 VRP 中显示;(4) 单面窗:画矩形,然后转化成可编辑多边形,选择边框,shift+ 移动,使窗具有厚度;(5) 建筑围栏:用透明贴图,将贴图复制到透明通道,进入该通道,勾选 alpha;(6) 用放样法建立曲线形状模型时,注意在步数和逼真度上寻求平衡点;(7) 室外地面也不能用挤出为 0 的方法建模。

3.5 基于网络技术、VR 技术的民族建筑三维演进科普平台构成

根据前面的研究,少数民族建筑的各种信息,都将以一种可视化的、基于网络的三维科普

展示平台展现出来,即借助于第三方的虚拟现实系统开发平台,将这些民族建筑信息以可视化的方式在网络上展现出来。平台构成如下所示。

三维可视化系统最基本的功能是实现对场景的漫游。在本系统中,漫游方式共有 4 种:预定义路径漫游、选择路径漫游、定点漫游和自定义路径漫游。

制作民族建筑虚拟展示平台时,我们利用了虚拟现实技术。虚拟现实(Virtual Reality,简称 VR,又译作灵境、幻真)是近年来出现的高新技术,也称灵境技术或人工环境。虚拟现实是利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界,提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟,让使用者如同身历其境一般,可以及时、没有限制地观察三度空间内的事物。我们对多个民族建筑进行了试验,如果单独利用底层开发工具包的话,对民族建筑进行建模的工作量巨大,所以我们利用了已有的虚拟现实平台工具软件 VRP(VR-Platform)。

先将以上已烘焙的模型导入 VRP 中进行优化处理,仿真模拟、人机交互等一系列工作

算得上是整个项目的最后一道工序,也是最重要的工作。用户在将烘焙后的场景导入 VRP 编辑器之后,通常需要为该场景创建一个合适的二维界面。平台中的界面大致分为三维与二维两个部分,三维界面主要为用户提供漫游与观察,而二维界面则提供人机交互平台。丰富的人机交互功能会使虚拟仿真内容更紧凑、结构更清晰、使用更便捷、信息提取更直观;而一个人性化的二维界面 UI 设计更能让人赏心悦目。二维界面的设计不仅需要扎实的平面作图基础,更需要新颖、亲近的设计理念。

由于模型信息的庞大,应对模型进行多民族语言的解释。为此我们采用了 SQL Server 数据库,利用 VRP 提供的数据库接口将民族建筑信息从数据库中导入到展示的模型中(如图 9 所示)。

4 结语

本研究项目对少数民族建筑可视化科普展示系统的构成、技术方案、展示内容和形式等进行了研究。开展具有三维特征少数民族建筑的数字化,研究虚拟现实的三维可视化网络科普教育展示,实现数字化少数民族建筑信息系统,构建具有三维特征少数民族建筑数字展示、数字保护及逆向设计功能科普教育平台,是一项保护少数民族文化传承的现代科学技术研究,可形成少数民族建筑文化传播的示范基地,对推动我国少数民族地区文化传承和保护具有重大意义,对推进少数民族地区的经济发展具亦有现实作用。

参考文献

- [1] 姬旭明. 民族建筑文化遗产的价值[J]. 建筑视界: 城市住宅, 2010(9): 108-110.
- [2] 隋惠权, 刘玉彬, 孙建刚, 蒋根. 民族建筑数字化研究[J]. 大连民族学院学报, 2009, 11(5): 447-449.

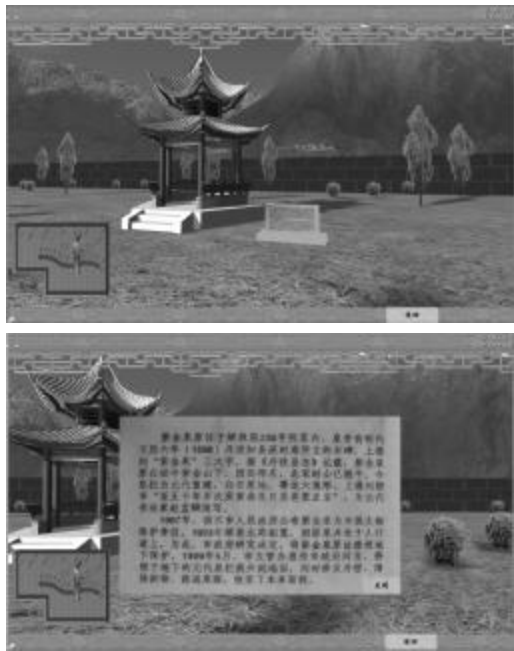


图 9 调用数据库进行民族建筑说明