



中国古代壁画艺术与数字化应用研究

——以四川地区佛寺壁画为例

李雅梅 著



高等教育出版社



中国古代壁画艺术与数字化应用研究

——以四川地区佛寺壁画为例

李雅梅 著

高等教育出版社·北京

中国古代壁画艺术与数字化应用研究：
以四川地区佛寺壁画为例

Zhongguo Gudai Bihua Yishu Yu Shuzihua Yingyong Yanjiu

Yi Sichuan Diqu Fosi Bihua Wei Li

图书在版编目（CIP）数据

中国古代壁画艺术与数字化应用研究：以四川地区
佛寺壁画为例 / 李雅梅著. -- 北京：高等教育出版社，
2017.5

ISBN 978-7-04-047066-6

I. ①中… II. ①李… III. ①数字化-应用-壁画-
文物保护-研究-中国-古代 IV. ①K879.414-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 000530 号

策划编辑 邵小莉 责任编辑 邵小莉 封面设计 李小璐 版式设计 李小璐
责任校对 张小镝 责任印制 田甜

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 北京信彩瑞禾印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 19.25
字 数 420千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

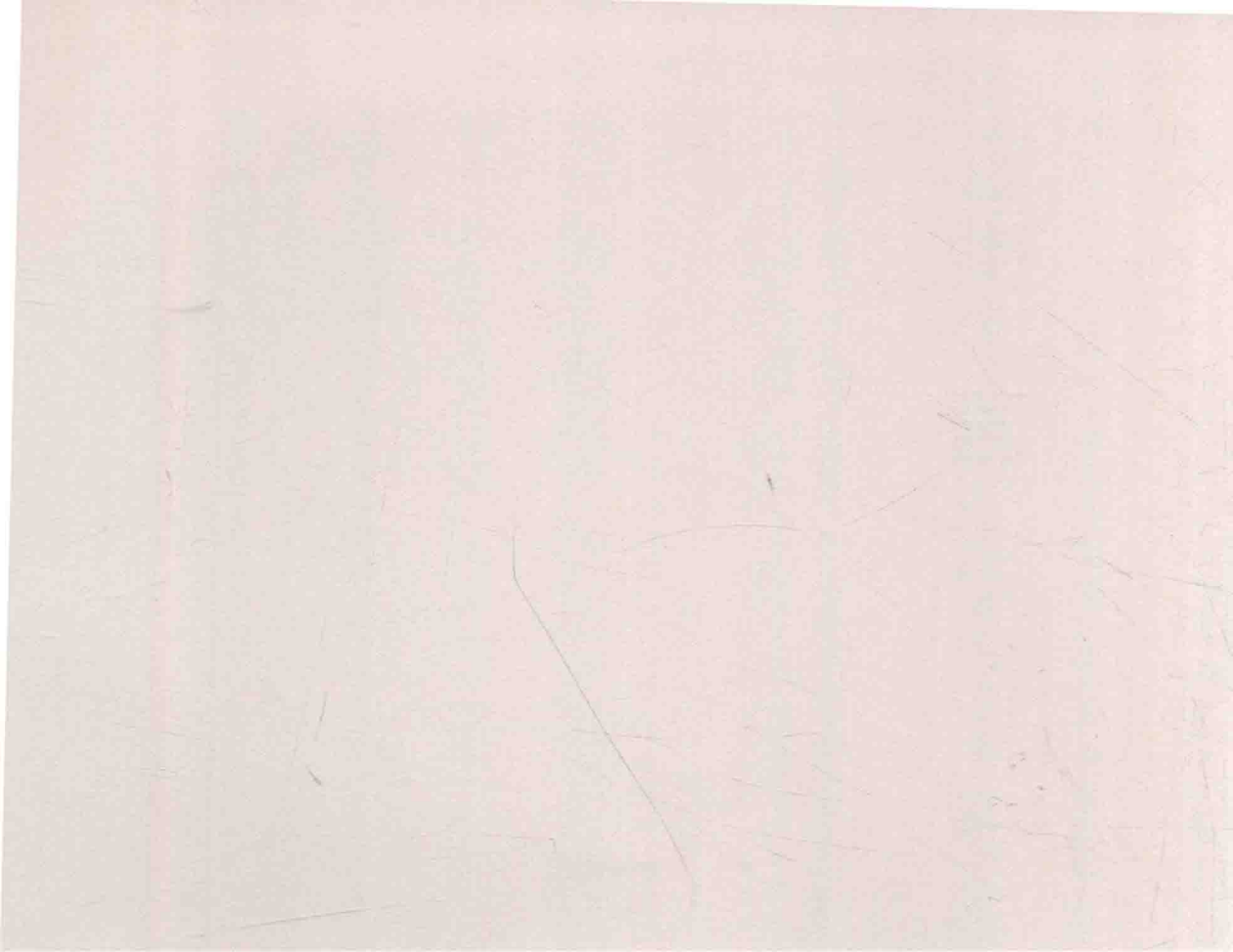
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2017年5月第1版
印 次 2017年5月第1次印刷
定 价 45.00元

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 47066-00

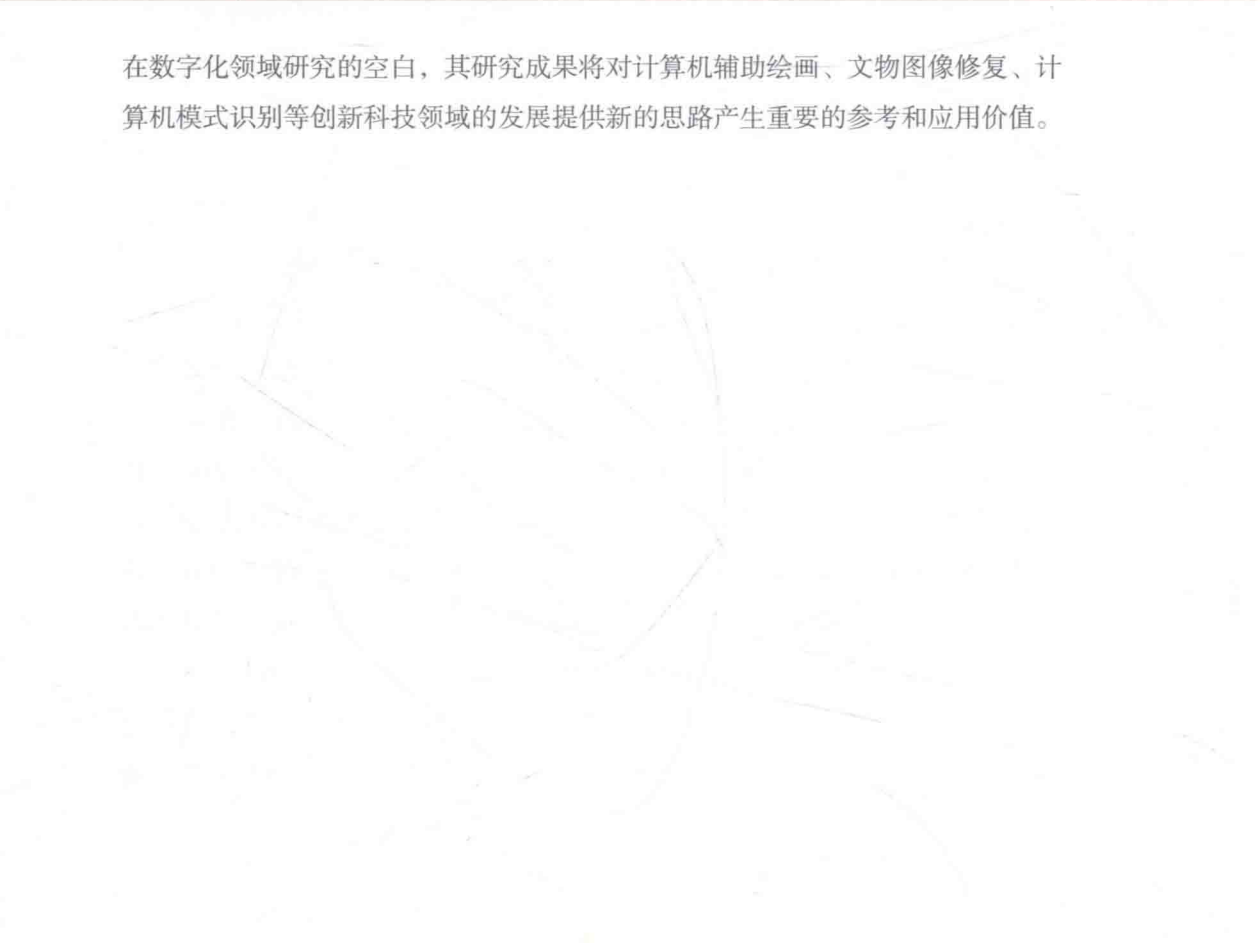
该书为教育部人文社会科学研究规划基金项目（批准号：15YJA760019），重庆大学中央高校基本科研专项项目（批准号：CDJKXB13001、CDJSK05XK08）的阶段性成果。发明专利：一种基于提取颜色特征的古代壁画分类识别方法（专利号：201610846844.7）。

前 言

随着社会的进步与科技的发展，学科与学科之间不再简单地局限于某一特定领域的研究，多学科之间的交叉与融合已经成为未来科学技术发展的必然趋势。当计算机学科与艺术学科发生碰撞时会产生新的实践成果，使艺术学科向着更深层次或者更高的研究水平发展。与此同时，也可以扩展计算机领域的实际应用范围，为计算机学科开拓更加广阔的研究前景。目前艺术学科的发展已经不仅局限于架上绘画、装置艺术和行为艺术等，虚拟实现技术与模式识别技术的出现为艺术学科的研究开启了一扇窗户，它带领人们进入到另一个全新的思维空间当中，去探索新的理论、创造新的方法、突破新的瓶颈。本书的研究内容由三个部分组成：一是四川地区古代佛寺壁画艺术研究；二是古代壁画虚拟修复与复原技术研究；三是古代壁画自动识别系统研究。三个部分的内容均以古代壁画研究为主线，贯穿于几个相互独立的研究内容之间，使之彼此渗透又自然衔接，并以此为基点产生新的研究内容。本书中古代壁画的数字化应用研究是一项科学性、技术性和理论性很强的课题，它将填补我国四川地区古代壁画



在数字化领域研究的空白，其研究成果将对计算机辅助绘画、文物图像修复、计算机模式识别等创新科技领域的发展提供新的思路产生重要的参考和应用价值。



目 录

绪 言 1

第一节 交叉学科研究概述 1

第二节 四川地区古代佛寺壁画艺术研究 8

第三节 计算机数字图像处理与模式识别研究 13

参考文献 22

第一章 四川地区古代佛寺壁画艺术研究 25

第一节 四川地区古代佛寺壁画绘制的历史背景 26

第二节 新津观音寺壁画艺术研究 28

第三节 蓬溪宝梵寺壁画艺术研究 36

第四节 广元剑阁觉苑寺壁画艺术研究 42

第五节 沥粉贴金技法及其图纹研究 63

参考文献 68

附：四川地区佛寺壁画选录 74

第二章 古代壁画图像虚拟修复技术研究 111

第一节 图像处理概述 111

第二节 国内外研究现状 114

第三节 基于 Photoshop 实现的古代壁画虚拟复原研究 120

第四节 基于 MATLAB 和 Qt Creator 实现的古代壁画虚拟修复研究 161

第五节 Photoshop 和 MATLAB、Qt Creator 修复结果对比研究 171

参考文献 194

第三章 古代壁画分类识别系统研究 203

第一节 模式识别概述 203

第二节 模式识别与色彩空间模型 212

第三节	古代壁画数据库系统	224
第四节	四川地区古代佛寺壁画分类识别系统研究	229
第五节	全国古代壁画分类识别系统研究	259
第六节	古代壁画图像相似度检索研究	273
参考文献		281
附录		287
后记		289

绪 言

在科学与技术高速发展的今天，如何将计算机科技应用于传统文化艺术的研究中，以推动艺术学以及其他相关学科的创新与发展，是我们必须要面对的课题^[1]。本书以四川地区古代佛寺壁画艺术研究为学术支撑，以计算机图像处理和模式识别为技术手段，帮助艺术学科解决采用传统研究方式无法解决的难题，同时针对探索中出现的瓶颈问题提出新的思路和方法，以加快我国传统文化艺术研究的数字化进程，并使之达到国内该领域研究的领先水平。

第一节 交叉学科研究概述

一、总体框架和主要特色

本书共分为三个组成部分：（1）四川地区古代佛寺壁画艺术研究；（2）古代壁画虚拟修复与复原技术研究；（3）古代壁画模式识别系统研究。这三个部分的研究内容具有很强的独立性，但是又相互交叉，衔接成为一个整体。三部分的成

果既适用于本学科研究领域，同时对另外两个学科领域的研究又具有一定的促进和推动作用。（图0-1）



图0-1 本书的总体研究框架

（一）研究的总体框架

（1）四川地区古代佛寺壁画艺术研究。①从四川地区古代佛寺壁画中保存最完好、绘制最精美的新津观音寺壁画、蓬溪宝梵寺壁画、广元剑阁觉苑寺壁画入手，以点带面展开深入的研究；②从地理、政治、经济、宗教、文化、绘画以及审美等角度入手，分析佛寺壁画产生、发展乃至消亡的重要历史成因；③对壁画的造型、色彩、画面构筑以及制作技法等进行多方面全方位的综合研究；④剖析壁画的视觉元素、空间布局与色彩组构方式等，根据不同的绘制内容和表现形式采用全然不同的研究方案；⑤对壁画崇高不凡的艺术价值和精神蕴涵进行探析，挖掘古代四川地区的宗教信仰、思想观念和意识形态等。

（2）古代壁画的虚拟修复与复原技术研究。①收集高清拍摄的古代壁画图片资料并建立数据库；②对古代壁画使用的绘画颜料与制作技法进行深入的调查和分析；③运用Photoshop软件对壁画图像进行造型修复、色彩修复、造型补绘和恢复原貌等研究；④运用MATLAB和Qt Creator软件对古代壁画进行划痕修复、破损修复等研究；⑤将两种修复方法分别应用于四川地区壁画和敦煌壁画的虚拟修复当中，并对不同的修复结果展开对比和分析。本研究在对原壁画不造成任何人为损坏的情况下，以虚拟的形式为古代壁画提供了修复的实践成果，为古代文物的数字化保护提供了新的思路和方法^[2]。

（3）古代壁画模式识别系统研究。①提取古代壁画的色彩特征作为计算机识别判断的依据；②选择最佳算法并设计分类器进行识别研究；③实现四川地区古代佛寺壁画自动识别系统；④实现全国古代壁画自动识别系统；⑤设计可视化界面显示识别和相似度匹配的结果。古代壁画识别系统的建立，可以为壁画的自动识别提供现代化的工具和手段，帮助艺术研究者和爱好者对壁画进行快速查询，节省劳动时间，提高工作效率。若对识别的结果不满意，可以返回重新开

始，直到达到满意的结果^[3]。(图0-2、图0-3)

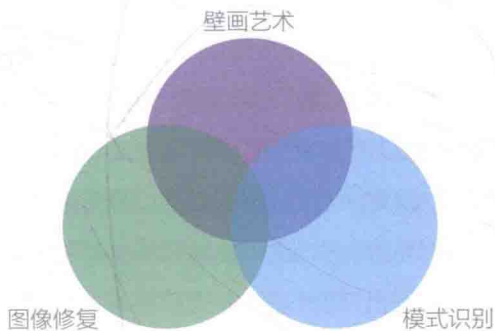


图0-2 壁画研究学科交叉示意图

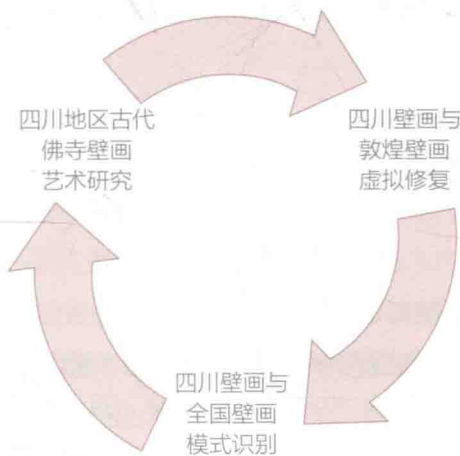


图0-3 本书研究的结构循环图

(二) 研究的主要特色

(1) 凸显四川地区地域文化特色。本研究以川东和川北地区的古代佛寺壁画为重点展开讨论，在地理位置与人文环境上占据了得天独厚的优势，便于利用周边一切可以利用的自然、人力、物力等条件和资源。本研究从历史、艺术、美学、文学等综合角度出发，摒弃以往仅从单一角度进行研究的现状，综合研究四川地区古代佛寺壁画的艺术特色，充分发挥地域性研究的重要特色，多角度全方位地对四川地区古代佛寺壁画进行综合性的研究。

(2) 注重特色性与前沿性研究。本研究从艺术的角度出发对四川地区古代佛寺壁画进行形式美感、画面构筑、绘制技法(形、色、质)等方面的分析，揭示壁画独特的艺术价值和人文内涵。研究还通过对壁画艺术特征的提取，剖析其形成、发展、衰落背后深刻的历史成因，挖掘视觉现象背后所隐藏的本质。计算机

图像处理和模式识别研究是在前期艺术研究的基础之上展开的,总体框架上将特色研究与前沿性研究相结合,使之呈现出一脉相承的关系,共同构建地方历史文化的创新性研究平台^[4]。

(3) 实现多种学科的交叉与融合。本研究涉及的学科有:艺术学、计算机科学、文物保护学等,真正意义上实现了多学科的交叉与融合。研究不仅从艺术与考古学的角度出发对古代壁画进行理论性的研究,最为重要的是以计算机数字图像处理为技术手段,对古代壁画进行虚拟修复和恢复原貌的研究,探讨文物保护科技研究领域存在的一些问题,同时还将计算机模式识别技术与艺术研究有机结合,建立了四川地区古代佛寺壁画和全国古代壁画的自动识别系统,缩短了艺术研究的周期,促进了我国传统文化艺术研究的创新与发展,并使之达到更高的研究水平。

二、研究的价值和意义

(一) 研究价值

四川地区古代佛寺壁画是我国优秀传统文化的重要组成部分,主要代表有:新津观音寺壁画、广元剑阁觉苑寺壁画、蓬溪宝梵寺壁画、新繁龙藏寺壁画、广汉龙居寺壁画等,具有数量多、分布广、精品多、艺术价值高等特点。这些壁画绘制技艺之精湛,表现内容之丰富,在全国佛教美术中享有盛誉,具有重要的艺术研究价值。四川地区古代佛寺壁画主要绘制于明代,它就像落日的余晖,在我国古代石窟壁画和墓室壁画走向衰亡的时候,依然散发出美丽的光辉,是我国群星璀璨的壁画艺术史上极为闪亮的明珠。然而,由于年代久远、气候变化、环境污染、人为破坏等客观原因,留存至今的这些珍贵壁画目前正遭受着褪色、变色、开裂、剥落等自然侵蚀的威胁。四川地区古代佛寺壁画的数字化应用研究可以及时抢救这些正在濒临消失的珍贵文物的重要信息,使当前的壁画信息能够得以永久性地保存,为今后的可持续性研究提供详细可靠的数字资料信息,为壁画文物的保存与保护提供相应的技术支持。四川地区古代佛寺壁画的数字化应用研究分为以下几个部分:(1)对古代佛寺壁画进行数字资料采集,建立壁画图像数据库;(2)对壁画进行虚拟修复、残缺补绘与色彩复原研究,最终还原古老壁画的本来面貌;(3)提取古代壁画的色彩特征进行模式识别研究,实现古代壁画的自动识别系统。本研究采用数字化的方式解决了过去文物保护研究领域亟须解

决的一些难题,将壁画文物保存与修复的风险降至最低。研究加快了壁画文物保护的数字化进程,促进了古代壁画的保存、保护与可持续性研究,将古代壁画的研究工作提升到一个新的阶段。本书选择古代壁画的数字化保护作为研究的切入点同时又兼顾其他方面,是站在一个崭新的高度来构建富有特色的理论体系,具有重要的学术价值和现实意义。近年来,随着城市建设和工业化进程的加快,生态破坏和环境污染加剧了壁画文物的风化、变色和剥落,我们的研究还将为这些珍贵的壁画提供准确的数字资料信息,针对壁画的剥落现状制定切实可行的修复方案,以延续传统优秀文化艺术的生命。另外,四川地区古代佛寺壁画在地理上位置上连为一体,研究还将对佛寺壁画集中的地区起到带动地方经济、文化、艺术以及旅游业发展的重要作用。

(二) 研究意义

四川地区古代自然文化艺术遗存极为丰富,从远古时期的恐龙化石到商代的青铜礼器,从东汉的画像石到唐宋时期的石刻艺术,从汉代的摩崖造像到明代的佛寺壁画,这些无一不是震惊世界的宏大手笔。四川地区自古就具有悠久的历史 and 深厚的文化积淀,在自然环境与人文艺术方面皆具有得天独厚的优势。本书在艺术方面的研究立足于四川地区,以古代佛寺壁画为切入点展开,在地理位置上占据的优势有利于将研究尽快铺开,并深入到各个具体的研究环节。四川地区古代佛寺壁画艺术研究有利于我们进一步了解古代蜀地的政治、经济、文化、民俗、信仰等具体情况,挖掘艺术作品中所蕴含的历史价值、艺术价值与人文价值。本研究发挥自身的特色,从历史、考古、美学、文学等角度出发,多角度全方位地对四川地区古代佛寺壁画进行全面的、综合的研究,并对其独特的艺术价值进行定位,挖掘更深层次的美学思想和艺术内涵。在艺术研究的同时本研究还以计算机技术为辅助手段,对四川地区古代佛寺壁画进行数字图像处理和模式识别等方面的研究,在交叉学科的研究当中去产生新的实践成果。同时多学科交叉研究在整体构架上呈现出一脉相承的关系,它们共同构建了一种全新的学术研究体系。因此,四川地区古代壁画艺术与数字化应用研究具有重要的学术价值和现实的意义^[5]。

三、主要贡献

(1) 根据实地拍摄的图片资料和收集的文献资料,对四川地区古代佛寺壁画

的历史背景、形式技法、艺术价值、文化内涵等展开具体而深入的研究。

(2) 针对四川地区古代佛寺壁画的造型特征、色彩特征、技法特性、布局特征、审美特征以及象征意义等展开多角度全方位的研究。

(3) 对四川壁画和敦煌壁画进行数字图像处理,运用Photoshop、MATLAB和Qt Creator软件对古代壁画进行虚拟修复研究,并恢复古老壁画本来的面貌。

(4) 建立四川地区古代壁画和全国古代壁画图像数据库,并对四川壁画和全国壁画进行特征提取、特征选择、分类器设计以及界面设计等研究,实现古代壁画的自动识别系统。

(5) 古代壁画数字化应用研究立足于艺术研究的高度,首次提出古代壁画数字化保护的方案,对其进行图像修复和模式识别的研究,并编写程序实现算法,改变传统壁画研究的固有思维模式。

(6) 本研究具有很强的创新性、前瞻性和实用性,它是艺术学、计算机科学和文物保护学在学科交叉领域的一次重要探索,具有开拓性的意义。

四、研究开展的条件

(一) 相关研究课题

2010年—2015年,作者作为项目负责人先后承担以下研究课题:2010年主持重庆市社会科学基金青年项目“巴蜀地区明代壁画艺术研究”(2010QNRW49);2012年主持重庆大学“中央高校基本科研专项重点项目:壁画文物的数字化保护与复原技术研究”(CQDXWL-2012-Z013);2013年主持重庆大学“中央高校基本科研专项跨学科重大项目:巴蜀地区壁画艺术与计算机识别应用研究”(CDJKXB13001);2013年主持“重庆市社会科学基金面上项目:巴蜀地区古代壁画的计算机复原技术研究”(2013YBYS101);2015年主持重庆大学“中央高校基本科研专项跨学科重点项目:西南地区古代佛寺壁画的数字化保护研究”(CDJSK05XK08);2015年主持“教育部人文社会科学研究规划基金项目:西南地区佛寺壁画的数字化保护”(15YJA760019)。

(二) 研究的支撑条件

(1) 本研究得到了四川省文物局、新津县文管所、新津县宗教局、广汉文管所、蓬溪县文管所、剑阁县文管所以及博物馆等单位的大力支持,四川地区壁画

研究使用的图片均为现场拍摄的第一手资料,资料的齐备为研究工作的顺利开展提供了重要的保证。

(2) 重庆大学具有良好的学术研究环境,重庆大学图书馆是西部地区最大的现代化高校图书馆之一,拥有纸质文献330万册(其中古籍2332册,民国文献23213册),电子图书160万种,中文电子期刊10700余种,外文电子期刊20800余种,学位论文250万篇,检索数据库12个(包括SCI、SSCI、EI、ISTP、CSCD、CSSCI等),专业全文数据库34个。同时重庆大学图书馆艺术分馆还拥有1万多册艺术类珍贵藏书。这些丰富的资源为课题的研究提供了良好的资料条件。

(3) 重庆大学艺术学院现有美术学、设计学和音乐舞蹈学三个一级学科硕士学位授权点,拥有由教育部投资设立的数字艺术教学实验中心,拥有三维扫描仪、激光雕刻机、快速成型加工中心和高端计算机服务中心等一大批硬件实验设备与实验中心,并建立了数字图像实验室、影像编辑中心、CNGI综合实验室等。重庆大学计算机学院是我国高校最早开展计算机研究的基地之一,拥有“211工程”和“985工程”等重点建设学科和计算机科学与技术、软件工程两个一级博士学位授权点,学院设有计算智能与信息安全、模式识别与信息处理、软件及应用技术、智能技术与服务等研究所,配备有很好的硬件实验环境。重庆大学凭借综合性大学的办学优势,为艺术学科和计算机学科搭建了良好的学科交叉研究平台,这是本研究得以进行的基本前提和重要保障。

五、本书与前期专著的区别

2013年5月,作者出版的专著《南宋川南墓葬石刻艺术与计算机图像识别应用》获重庆市社会科学类优秀成果奖二等奖(证书编号:201408045)^[6]。本专著与前专著的区别:(1) 艺术研究。本书研究与前期专著研究的对象不同、方法不同、切入点不同、思路不同。(2) 古代壁画虚拟修复是本书新增加的研究内容,其成果将对壁画文物的实际修复和数字化保护提供重要参考。本书研究除了四川地区佛寺壁画以外,还增加了相当数量的敦煌壁画虚拟修复效果图,以充实研究的内容并扩展其应用的范围。(3) 模式识别研究。本书研究和前专著研究应用的技术不同、实现的手段不同、探索的途径不同,因此产生的技术成果也全然不同。前期专著模式识别的核心技术是模板匹配,本书模式识别的核心技术是特征提取和分类决策。由于古代壁画的视觉特征主要集中于色彩的表现,因此本书研究摒弃了识别效果不佳的形状特征和纹理特征,重点研究基于色彩的特性提取

方法，并将研究成果应用于全国古代壁画的识别当中，经多次实验取得了令人满意的准确率。本书研究建立在前专著研究经验的基础之上，是对前专著研究的提高、扩展和升华，具有重要的学术意义和推广应用的价值。（图0-4）

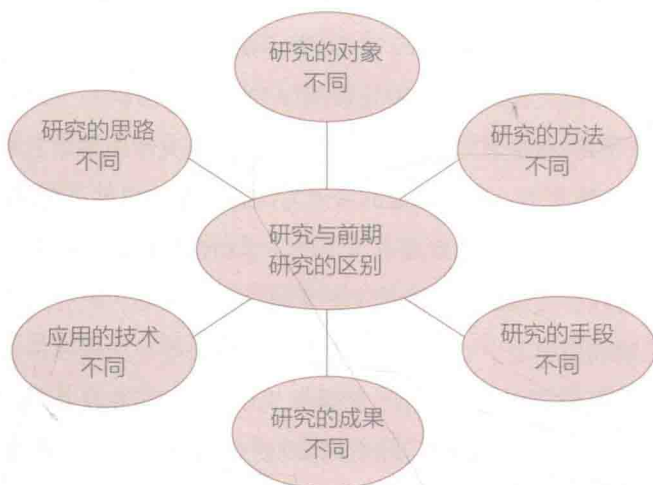


图0-4 本书研究与前期专著研究的区别

第二节 四川地区古代佛寺壁画艺术研究

一、研究的价值和意义

（一）研究价值

四川地区古代佛寺壁画艺术研究的学术价值体现为：（1）研究所用图片均为现场实拍的第一手资料，解决了过去研究中由于图片资料缺乏，视角单一，无法运用图像学方法对其进行比较研究的现状，将四川地区佛寺壁画与全国壁画进行横向和纵向的比较，剖析壁画作品形成、发展、繁荣乃至消亡等现象背后隐藏的深刻的历史成因；（2）四川地区古代佛寺壁画是我国壁画艺术史上不可多得的实物形象资料，对它的研究有利于我们了解古代蜀地的政治、经济、文化、民俗等具体情况，反之我们又可以通过这些具体情况来揭示蕴涵于作品中的文化价值与美学价值；（3）研究涉及绘画艺术、工艺美术、历史文化、社会信仰以及民俗民风等，通过对壁画艺术造型、色彩配置、画面构成、制作技法、材料应用等的探讨，挖掘视觉图像背后所潜在的艺术魅力和精神蕴涵，从而获得更多思考和探