

NANSONG CHUANNAN MUZANG
SHIKEYISHU
YU JISUANJI
TUXIANG SHIBIE YINGYONG

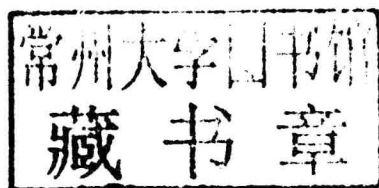
南宋川南墓葬石刻艺术与 计算机图像识别应用

李雅梅 著



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

李雅梅 著



南宋川南墓葬石刻艺术与 计算机图像识别应用

NANSONG CHUANNAN MUZANG
SHIKE YISHU
YU JISUANJI
TUXIANG SHIBIE YINGYONG

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

南宋川南墓葬石刻艺术与计算机图像识别应用 / 李

雅梅著. —重庆: 重庆大学出版社, 2011.6

ISBN 978-7-5624-5964-4

I. ①南… II. ①李… III. ①图像识别—应用—陵前

石刻—四川省—南宋 IV. ①K877.45-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第017145号

南宋川南墓葬石刻艺术与计算机图像识别应用
Nansong Chuanan Muzang Shike Yishu yu Jisuanji Tuxiang Shibie Yingyong

李雅梅 著

策划编辑: 张菱芷

责任编辑: 李桂英 张志敏 版式设计: 张菱芷

责任校对: 夏宇 责任印制: 赵晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人: 邓晓益

社址: 重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编: 400030

电话: (023) 65102378 65105781

传真: (023) 65103686 65105565

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 10 字数: 200千

2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5624-5964-4 定价: 48.00元

本书如有印刷、装订等质量问题, 本社负责调换

版权所有, 请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书, 违者必究

— 前 言 —

南宋时期,四川南部地区墓葬石刻艺术表现内容丰富、雕刻精美、造型独特、构图巧妙,在我国历代墓葬中极为罕见。这些规模庞大的石刻艺术群,自发掘以来就享誉国内外文物界,是研究中国古代石刻艺术不可多得的实物形象资料。目前我国在川南地区南宋墓葬石刻艺术方面的研究极度缺乏,本书通过实地调查与相关文献的比较、分析,对其中最具艺术特色的花鸟兽石刻和侍者石刻进行了深入的剖析与探讨,探索这些石刻艺术作品的形式美感、风格特征、艺术构思以及象征意义等,挖掘更深层次的精神内涵与艺术价值。

同时本书将计算机图像识别技术应用到南宋时期川南地区墓葬(以下简称南宋川南墓葬)石刻艺术的研究当中,建立了石刻数字图像库、特征库和识别库,是将石刻艺术具体应用到模式识别领域进行研究的初次尝试。南宋川南墓葬石刻自动识别系统的实现,为艺术领域的研究者提供了一个科学的识别手段,大大节省了劳动时间,提高了图像识别的精度,具有一定的实用价值。它的研究成果不仅停留在南宋川南墓葬石刻艺术这一特定领域,对我国历代石刻艺术识别系统的开发也都具有通用的意义,对我国传统视觉艺术中绘画艺术和工艺美术等识别系统的研究具有重要的参考价值。

本书第一章,重点讨论本书的研究目的和意义,综述南宋川南墓葬石刻艺术研究和计算机相关领域的研究现状,分析南宋川南墓葬石刻图像的代表特征,讨论石刻图像识别的具体方法,最后对研究的技术路线、创新点以及本书的主要内容等进行简要论述。第二章,深入分析南宋川南墓葬花鸟兽石刻的艺术特征,并将其进行纵向和横向的比较,探讨南宋川南墓葬花鸟兽石刻的造型特征、审美特征以及人文特征等,进一步揭示出其深层次的文化内涵和象征意义。第三章,通过对南宋川南墓葬石刻中侍者石刻形象艺术特征的分析与纵向横向比较,探讨南宋川南墓葬侍者石刻的艺术特征、风格特征与地域特征,对其中独具特色的“椅子”造型、服饰以及艺术构思等进行探索性的研究。第四章,在南宋川南墓葬石刻图像识别应用的研究中,首先提出基于形态学变换等技术的南宋川南墓葬石刻图像预处理的方法;其次,对墓葬石刻图像的具体特征提出具有针对性的特征提取与选择方案;再次,对图像识别技术的重点环节模板匹配方法进行研究,并实现了南宋川南墓葬石刻图像的自动识别系统。最后,通过试验对南宋川南墓葬石刻图像识别系统进行改进,并验证识别系统的有效性。第五章,设计系统界面以显示识别结果,应用统计学的方法,通过问卷调查的方式,对系统识别与人工识别的准确率、相关系数及识别的效率进行比较与分析,进一步验证识别系统的有效性。

目 录

Contents

第一章 绪 论 001

第一节 研究的价值和意义 001

第二节 研究的背景 003

一、南宋川南墓葬石刻艺术 003

二、计算机领域相关研究现状 006

第三节 南宋川南墓葬石刻图像识别应用的研究 012

一、模式识别概述 013

二、石刻图像特征分析与分类 013

三、石刻图像识别采用的方法 014

四、研究的路线与创新点 016

第二章 南宋川南墓葬花鸟兽石刻艺术研究 017

第一节 南宋川南墓葬花鸟兽石刻特征分析 017

一、花卉 017

二、鸟禽和兽类 019

第二节 南宋川南墓葬花鸟兽石刻特征比较 022

一、历代墓葬中的花鸟画 022

二、南宋川南墓葬花鸟兽石刻与金朝墓葬花鸟兽 砖雕	025
三、南宋四川地区墓葬中的花鸟兽石刻	037
第三节 南宋川南墓葬花鸟兽石刻的艺术风格与审美特征	040
一、生意盎然	040
二、精致典雅	041
三、传神妙趣	041
四、禅境与心境	042
第四节 南宋川南墓葬花鸟兽石刻的地域特征与人文风貌	042
一、平淡的思想观念——花卉石刻	042
二、尚“诤”的审美追求——兽类石刻	044
三、完满的生命意向——鸟禽石刻	045
第五节 南宋川南墓葬花鸟兽石刻的象征意义	046
一、自然的再现	047
二、文化的表征	047
三、生命的重构	049
附：宋金时期花鸟画砖雕石刻一览表	050

第三章 南宋川南墓葬侍者石刻艺术研究..... 055

第一节 南宋川南墓葬侍者石刻特征分析	055
一、侍者石刻特征分析	055
二、“妇女启门”石刻特征分析	065
第二节 南宋川南墓葬侍者石刻特征比较	068
一、“启门”图源考	069
二、南宋川南墓葬侍者石刻与金朝墓葬侍者砖雕	070
三、四川地区墓葬中的侍者石刻	078
第三节 南宋川南墓葬侍者石刻的艺术风格与审美特征	081

一、南宋川南墓葬侍者石刻的艺术特征	081
二、南宋川南墓葬“妇女启门”石刻的审美特征	084
三、侍者石刻中的“椅子”造型	085
第四节 南宋川南墓葬石刻侍者服饰研究	087
一、男侍服饰	087
二、侍女服饰	088
三、等级观念和地域特色	090
第五节 南宋川南墓葬石刻的艺术构思	091
一、画境、诗境与禅境	091
二、假门后的“未尽之意”	092
三、“空”椅的难解之疑	092
附：宋金时期墓葬雕刻中的侍者形象一览表	093
宋金墓葬“妇女启门”图一览表	095

第四章 南宋川南墓葬石刻的计算机图像识别应用

098

第一节 基于形态学变换等技术的南宋川南墓葬石刻图像识别的预处理方法	098
一、基于形态学的南宋川南墓葬石刻图像识别和预处理方法的研究	098
二、形态学在南宋川南墓葬石刻图像识别预处理中的应用和仿真实验	100
三、实验结果分析	105
第二节 南宋川南墓葬石刻图像特征提取方法研究	105
一、南宋川南墓葬石刻图像识别系统结构与特征解析	106
二、南宋川南墓葬石刻图像特征分析	107
三、南宋川南墓葬石刻图像特征提取方法	111
第三节 基于模板匹配南宋川南墓葬石刻图像识别方法研究	112

一、图像匹配方法概述	112
二、南宋川南墓葬石刻图像模板匹配的方法	113
三、南宋川南墓葬石刻图像模板匹配的步骤与 流程	115
四、南宋川南墓葬石刻图像模板匹配中的关键问题	117
五、实验结果分析	119

第五章 系统实现..... 121

第一节 系统界面	121
一、系统框架	121
二、界面显示	121
第二节 系统验证	125
一、系统性能指标评价	125
二、系统性能评价测试	125
三、系统的局限性	131
第三节 总结与展望	133

附 录

135

参考文献..... 140

后 记

151

第一章 绪 论

当今人类共同面临着传承与进步的问题，如何在高速发展的技术进步中坚持民族文化传统，弘扬民族文化精神，是各个国家都必须面临的课题。中国悠久的历史文化是中华民族生存与发展的强大凝聚力，在当今社会的数字化进程中，我们有责任保持并发扬我国优秀的文化艺术传统，将现代科学技术与传统文化艺术相结合，促进我国传统文化艺术的创新与发展，并促进我国在该领域的研究达到世界领先的水平。本书的研究以艺术学为学术支撑，以计算机图像处理与模式识别为技术手段，进行南宋川南墓葬石刻艺术与图像识别应用的研究。

第一节 研究的价值和意义

2002年至2003年，四川南部地区考古发掘出南宋时期的墓葬石刻艺术群，主要分布在川南地区泸县境内，遍及周围的19个乡镇，其分布范围广、规模大、数量多，在历史上极为罕见。这些石室墓葬石刻浮雕艺术群，表现内容丰富，雕刻精美绝伦，给人以强烈的震撼力，在我国考古界引起轰动，被列入2003年年度全国重大考古发现。南宋川南墓葬石刻艺术群艺术特色鲜明、造型严谨、立意巧妙，表现的是极富四川地区生活特色的画面，其内容和表现的范围涵盖了宋代社会生活的各个领域与阶层，是我们了解南宋时期川南地区社会生活与民俗风情的绝佳历史资料，反映了宋代繁荣的社会经济状况与大众的审美取向，是我国优秀文化的重要组成部分，是我们了解南宋时期川南地区历史、文化与民俗文化生活的形象资料，具有不可估量的艺术研究价值^[1]。南宋川南墓葬石刻艺术主要表现内容有：妇女启门图、侍者图、花卉图、鸟禽图^[2-3]。

针对南宋川南墓葬石刻的重要艺术特征，本书主要从艺术与识别应用两个方面进行研究。艺术研究方面：从独具特色的花鸟兽和侍者石刻入手，进行全方面、多角度的分析与探讨，通过对其造型特征、雕刻特征、形式技法等的深入分析和纵向横向的比较，剖析南宋川南墓葬石刻形成和发展背后的深刻的历史成因，以探索这些石刻作品的艺术风格、

审美表现、人文特色以及文化内涵等,挖掘其更深层次的艺术价值与思想意义。艺术部分的研究针对石刻图像中存在的多种艺术特征,进行深入的分析与比较,为计算机特征提取与识别应用研究奠定基础。识别应用方面:人们总是希望计算机能够像人一样全面的认识图像和理解图像,有效的分析与识别图像所描绘的具体内容,但是计算机在这一点上很难取得突破。因为人的视觉除了具有大小不变性、位置无关性以及相对稳定性等各种优点以外,更为重要的是人对图像的理解还包含着人的知识与经验,目前计算机尚无法完全解决这些问题。尤其是在专业性较强的研究领域,很难取得突破性的进展。本书研究内容是建立在艺术领域前期研究成果的基础之上,将艺术领域研究的重要成果与计算机模式识别技术相结合,从南宋川南墓葬石刻图像中提取最具有代表性与唯一性的特征,分阶段逐步深入进行研究,最后实现石刻图像的自动识别系统,并通过实验证明了该方法的有效性。南宋川南墓葬石刻图像识别应用研究立足于高度的艺术领域研究,应用计算机科技中的模式识别技术,解决以往研究中仅靠人工识别图像,效率低和准确率不高的问题,而具有实用的意义。本研究是首次在艺术领域建立石刻数字图像库,拓展了计算机数字图像处理和模式识别技术应用的范围,填补了国内计算机图像处理和模式识别技术在石刻艺术领域研究的空白,具有开拓性意义。南宋川南墓葬石刻图像识别库的建立,可以为艺术研究者提供一个科学的识别标准,有利于研究者对南宋川南墓葬石刻艺术进行横向和纵向的比较,加速艺术研究的速度,缩短艺术研究的周期,使之尽快达到更高的艺术研究水平。它的研究成果不仅停留在南宋川南墓葬石刻艺术这一特定领域,还将对整个四川地区的石刻艺术,乃至全国历代石刻艺术识别系统的开发具有普遍的、通用的意义。由此推而广之,这一识别技术极有可能应用于文物鉴定和考古发掘的领域中。另外,南宋川南墓葬石刻图像识别应用的研究,对石刻文物的保护还具有重要的应用价值。案例:2003年3月19日,四川南部地区泸县境内,公安机关在破获一起刑事犯罪案件时,无意中破获了一桩国际文物盗窃大案,称之为“3.19事件”。这起盗窃案件中犯罪分子共窃取川南地区石刻文物685块,装载超长卡车5辆,重量为50吨。根据《国际统一私法协会关于被盗或者非法出口文物的公约》规定,凡是被盗文物,只要能够拿出充分的文字、图片以及其他详细资料作证明,通过国际文物鉴定专家、公安部门与司法部门的联合认证以后,文物可以归还原主。南宋川南墓葬石刻图像识别应用研究的成果可以运用到石刻文物的保护当中,南宋川南墓葬石刻图像特征库的建立,可以为这些珍贵的文物留下详实的特征数据资料,作为海关检测或文物鉴定的重要依据,保护国家文物不致流失。出土石刻由于受到环境污染、风化、氧化等不良因素的影响,正在以前所未有的速度遭受破坏和损坏,图像库和识别库储存的相关内容,可以作为重要的原始依据,为这些石刻文物留下科学的标准数字资料。针对以上情况,南宋川南墓葬石刻艺术与图像识别应用的研究,具有重要的价值和现实的意义。

第二节 研究的背景

南宋川南墓葬石刻在艺术领域的研究,主要从南宋川南墓葬石刻的艺术表现、国内石刻艺术领域研究的现状、南宋川南墓葬石刻艺术的研究现状和南宋川南墓葬石刻艺术研究课题四个方面来进行。计算机图像识别应用领域的研究,综述了近年来数字图像处理技术在艺术品仿真、鉴定、虚拟复原、虚拟展示等方面的研究成果,分析了它们所采用的方法、技术以及研究的程度等。针对当今计算机模式识别技术在各大应用领域的研究,重点综述了生物识别、医学图像识别、航空模型识别、雷达图像识别、车牌识别和笔迹识别等领域的研究情况,揭示出模式识别技术在国内艺术领域的研究还处于空白的现状。

一、南宋川南墓葬石刻艺术

1. 南宋川南墓葬石刻的艺术特征

南宋川南墓葬石刻艺术造型特色主要表现为以下几个方面。妇女启门石刻:取材于南宋时期的社会生活,构图严谨,造型生动,姿势优雅,人物面部造型端庄恬静,特色明确,外形简洁概括,内部刻画准确、洗练,写实中富有装饰的意味;侍者石刻:造型以写实为主,并富有写意的意味,人物比例匀称,神态端庄,表情含蓄,姿势各不相同,充满了生活的情趣;花卉石刻:构图饱满,造型准确,雕刻工整精细、富丽典雅、充满了和谐的韵律与宋代社会的理性之美;鸟禽石刻:构图巧妙,造型优美,姿势生动,表现出非同寻常的构成意识;兽类石刻:造型以写实为主兼以适当的夸张,雕刻活灵活现,将瞬间即逝的精彩动作表现得精细入微,令人拍案叫绝。

南宋川南墓葬石刻艺术风格具有鲜明的时代特征,主要表现为:雕刻技法采用高浮雕、低浮雕与线刻结合的方式,线条清晰流畅,雕刻工整细腻,技艺鬼斧神工;具有中国传统线描艺术中的铁线描、兰叶描、钉头鼠尾描、高古游丝描等“十八描”的艺术特色,是我国博大精深的线描艺术在传统石刻艺术中的具体表现;注重对自然精细入微的观察,善于客观的表现真实事物,是宋代“写生赵昌”艺术表现风格的继承与发挥;将华美富丽与清新典雅的艺术风格具体应用到石刻艺术的表现中,富有“黄荃富贵”的余韵;写实与写意结合,通过巧妙含蓄的方式暗示人物存在的环境,给人以轻松灵动的艺术感受,与北方砖雕“雕缛满眼”的艺术风格形成强烈的对比;石刻的构成形式与雕饰纹样富有浓郁的装饰意味,是宋代写实艺术风格与工艺美术表现风格相结合的典范。

南宋川南墓葬石刻艺术富有浓郁的地域审美特征,主要表现为:人物发髻的雕刻样式中:软脚花冠、平头幞头、女将军头盔等,具有川南地区的本土文化特色,不同于其他

地区的发髻造型；人物服饰雕刻风格简洁明快，清新典雅，体现出宋代理学思想所提倡的“平静淡泊”的审美观念；石刻中潜在的道德力量，远远高于石刻画面内容所呈现的形式美感，体现出宋代理学“存天理，灭人欲”的核心思想；瑞兽石刻以游戏、表演、杂耍、攀爬、嬉戏等姿势为主，给人以轻松愉快的审美感受，表现出川南民众滑稽、幽默、诙谐等艺术审美取向；石刻“椅子”造型简洁美观，观察方法与艺术表现手法别具一格，表达出一种全新的思维方式与艺术理念，以一种非自然的、意象的艺术表现形式，将人们的视觉带入新的审美领域。

南宋川南墓葬石刻艺术文化内涵丰富，主要表现为：牡丹花有“富贵花”与“百花王”之称，唐宋时期人们以牡丹比喻官居一品，仕途腾达，象征吉祥富贵、幸福美满等含义；莲花为“花中君子”，古人以莲花的高洁来比喻人品的清高，用“清莲”与“清廉”的谐音来借喻为官的清正与廉洁。莲蓬有比喻“莲生贵子”之意；狮子因其在百兽中的地位，被借以象征人世的权势与富贵，“狮”与“师”谐音象征“太师”与“少师”，人们借“狮”借喻人官运亨通，飞黄腾达；凤与孔雀是象征吉祥的瑞鸟，是封建礼仪与文明的象征。在墓葬中双凤、双孔雀还具有生命延续之意；鹿与兔具有象征长寿之意。瑞鹿口中所衔的“仙草”和玉兔所捣之“药”，具有令人长生不老和死而复生的功能，寓意墓主人在仙国世界中享受着千秋万载不老不死的永恒生命。

2. 国内石刻艺术领域的研究现状

国内考古界重要期刊杂志有：《文物》《考古》《考古学报》《文物参考资料》等。自20世纪50年代以来，登载了大量关于宋代石刻文物的考古发掘简报，四川地区宋代石刻文物发掘简报有：《南宋虞公著夫妻合葬墓》《四川荣昌沙坝子宋墓》《重庆大足龙水镇光明村磨儿坡宋墓清理简报》《四川都江堰市青城山建福宫遗址试掘》《四川广元宋墓石刻》等。同一时期，北方广大地区流行砖雕艺术，其主要发掘简报有：《山西襄汾金墓清理简报》《甘肃临夏金代砖雕墓》《侯马65H4M102金墓壁画》《山西侯马金墓发掘简报》《山西稷山马村4号金墓》《陕西孝义下土京和梁家庄金元墓发掘简报》等。这些简报仅从考古的角度记录了发掘现场墓室的形制、规格，以及出土文物的尺寸、样式、摆放位置等，研究角度较为单一，对文化艺术以及审美方面的研究丝毫没有涉及，但是这些发掘报告在文字与图片方面对出土文物作了详实的记录，有利于我们对南宋川南墓葬石刻艺术进行横向的比较与研究。

石刻在艺术领域的研究主要围绕佛教题材的表现内容展开，主要著作有：宫大中著《龙门石窟艺术》，李治国编《云冈石窟》，大足石刻艺术博物馆编《大足石刻》，王士伦、赵振汉著《西湖石窟探胜》，税中跃编《乐山大佛》，李芝岗编著《中华石狮雕刻艺术》，王大有著《龙凤文化源流》，李涛主编《佛教与佛教艺术》，王伯敏编《中国美

术通史》，阎文儒著《中国石窟艺术总论》等；论文有：龙红《论大足石刻的特殊意义》《论中国石窟的设计意匠》《论大足石刻的“虚”“实”对比》等。以上文献或是对某一地区的石刻艺术进行专门的研究，或是对历代石刻艺术进行综合性的概述，但对于石刻艺术在表现本土文化特色、反映世俗生活内容、体现民俗民风等方面的功能几乎还没有研究者提及。

从历史与文学的角度对石刻艺术进行的研究，文献数量相对缺乏，这方面的著作目前仅有：朱存明著《汉画像的象征世界》、刘宗超著《汉代造型艺术极其精神》等；论文：唐长寿《四川汉墓画像中的死亡与生命》，全涛、邹英都《西王母龙虎座造型源于西方》，屈川《川南“都掌蛮”岩画研究》等。总体来说，这些石刻艺术的研究内容与川南地区石刻艺术并没有直接的关联。另外，关于四川地区历史文化研究的著作有：胡昭羲著《四川书院史》，童恩正著《古代的巴蜀》，杨伟立著《前蜀后蜀史》；论文：蔡方鹿《巴蜀文化研究》，李世荣《宋元时期蜀南社会经济的发展及其条件》等。他们对四川地区的政治、经济、文学等进行了较为全面的研究。这些文献的研究内容虽然不涉及石刻艺术，但是，对了解南宋时期川南地区的历史文化背景具有一定的作用。

3. 南宋川南墓葬石刻艺术的研究现状

目前我国在南宋川南墓葬石刻艺术领域的研究极度缺乏，报刊仅有：《四川画报》（2003年第4期），《成都日报》（2002年10月），《成都晚报》（2002年10月），《四川日报》（2002年10月）等，对南宋川南墓葬石刻艺术以简报的形式进行了考古性质的发表；著作仅有：四川省文物考古研究所与泸州市博物馆等单位联合出版的《泸县宋墓》一书，对川南地区泸县墓葬石刻进行了较为全面的考古研究，但其内容主要是针对墓葬石刻的分布情况、墓室的构造等，对石刻的造型特色、艺术风格等方面的研究丝毫没有涉及；论文仅有：2004年《泸州文物特刊》登载过一篇谢荔的《四川泸州宋代石室墓石刻艺术研究》，此外，还有高文的《四川汉代石棺画像概论》，高文、高成英的《四川出土十一具汉代画像石棺图释》，谢荔的《泸州博物馆收汉代画像石棺考释》，明文秀的《泸州画像石棺研究》等几篇为数不多的论文，偶尔涉及了川南石棺画像的雕刻技法，但是研究的内容主要还是从考古与图释的角度出发，对石刻艺术的风格特征、审美内涵、形式技法等根本没有提及。因此，至今为止，川南地区南宋墓葬石刻在艺术方面的研究还是一块空白，因此有待于我们进行全面深入的发掘、开拓。

4. 南宋川南墓葬石刻艺术的研究课题

2005年笔者作为主研人员参与重庆大学艺术学院张春新教授主持的国家“十五”艺术科学规划课题：“四川南部地区南宋墓葬石刻艺术研究”（05BF063）；2007年作为项目负责人主持重庆大学青年教师基金项目：“四川南部地区石刻艺术研究”；2008年作为项

目负责人主持重庆大学青年骨干教师创新能力培育基金重点项目：“石刻文物识别系统研究”。在过去的几年中，作者对南宋川南墓葬石刻艺术的研究主要体现在以下两个方面：对南宋川南墓葬石刻艺术进行横向和纵向的比较，剖析这些石刻艺术形成和发展背后隐藏的深刻的历史成因；通过对南宋川南墓葬石刻艺术造型特征、形式技法等的分析，对其艺术价值、风格表现、地域审美特征等进行全方位、多角度的剖析与探讨，探索南宋川南墓葬石刻艺术更深层次的人文内涵。

二、计算机领域相关研究现状

近年来，随着计算机图形学与图像处理技术的发展，国内外学者开始将计算机图像处理技术应用于艺术领域的研究当中，其贡献主要体现在艺术品仿真、鉴定、虚拟复原、虚拟展示等方面。与此同时，计算机模式识别技术也开始在各大应用领域展开研究，主要在生物识别、医学图像识别、航空模型识别、车牌识别、笔迹识别等领域取得了较好的研究成果。

1. 图像处理技术应用于艺术领域的研究

近20年来，人们对绘画作品中各种艺术效果的计算机模拟与实现进行了大量的研究，首先以水彩画、水粉画、铅笔画、钢笔画、油画与抽象画等艺术品类的仿真研究成果最为突出，其次，在中国传统艺术的仿真中，剪纸效果仿真、织物图案仿真和线条风格仿真的研究也取得了一定的进展。另外，水墨画的仿真得到了越来越多研究者的青睐，主要表现在毛笔的仿真、宣纸的仿真、水墨扩散效果的仿真等方面，目前国内外已有比较成熟的仿真软件问世。

（1）艺术作品仿真

研究人员对绘画作品中各种艺术效果的计算机模拟与实现进行了大量的研究，其中以水彩画、水粉画、铅笔画、钢笔画、油画与抽象画等艺术品类的仿真研究成果最为突出，目前国内外已有比较成熟的仿真软件问世。1991年，水彩画仿真的最初探索者Small提出应用细胞自动机理论来仿真水彩画的艺术效果。1997年，Cassidy等人分析总结了水彩画艺术的多种效果，在水彩画模型中引入了一个更为复杂的浅水流动模型和一种更为可靠的渲染手段，并同时依据色彩模型设计颜料层的光混合算法，实现了比以往更加真实的水彩画仿真效果，其仿真体系的核心组成部分为：浅水层、颜料沉淀层和毛细作用层^[4]。2003年，山西大学计算机科学与技术系李茹等人 在建立一个三维头像的过程中，通过笔刷单元、颜料模拟、颜料扩散、整体控制等计算机手段，实现了用户自定义三维头像的颜色、位置、角度、光源、质感以及水粉画效果的强弱程度等，经处理后的水粉画色彩丰富，随机变化较明显，给人以一种手绘水粉画的感觉^[5]。1992年，西方学者对钢笔画的计算机生

成提出了仿真的四要素：笔画、纹理、色彩、轮廓。其中笔画由不同长度和宽度的曲线段组成，纹理由不同密度的笔划集合组成，整体或局部图像的灰度决定钢笔画的色调，轮廓指区分绘画实体与周围背景的边界线段的集合。构造了交互式的钢笔画渲染系统，用户只需要通过鼠标就可以完成一幅钢笔画的创作。1994年，浙江大学CAD实验室提出了一种多重绘制的钢笔画仿真模型，这种模型采用多重绘制的协调、参数空间的纹理铺陈、基于色调的表现控制等技术来实现钢笔画艺术效果的模拟，并在建筑图的设计中取得较好的仿真效果^[6-7]。2003年，NanLi等提出了基于图像特征的铅笔画生成方法，通过分析一幅图像不同区域的纹理特征，产生一幅与之对应的铅笔画风格艺术作品。2002年，Doug Decarlo等人根据抽象画的艺术特点提出了一种将照片抽象化的非真实感渲染算法，该方法按照一定的颜色阈值将照片分割成若干区域，然后每个区域分别采用该区域的颜色平均值进行渲染，最终生成具有抽象风格的艺术作品^[8-9]。2005年，浙江大学CAD实验室提出了一种快速获得3D浮雕效果的算法，这种算法可以直接从2D的绘画图像中得到浮雕效果。该算法将图像看成2D网格，图像上的颜色作为加在该网格上的高度场，图像上每个点对应3D模型中的一个采样点，进而进行三角化和绘制，通过调节和修改绘制效果得到具有浮雕效果的艺术图片^[10]。除此以外，国内外学者还对油画、炭笔画、版画、插图等绘画作品的艺术风格进行了仿真探索，并提出了相应的仿真模型。

2005年，广西师范大学张显全等人通过分析手工剪纸动物图案的构成纹样和造型元素，用计算机构成剪纸纹样库，实现了计算机辅助生成剪纸形象的系统。用户在创作剪纸作品时只需要构造出剪纸动物形象的轮廓，再在纹样库中选出适当的纹样嵌入到剪纸轮廓内指定的位置上，即可以完成一张剪纸作品^[11]。2005年，浙江大学计算机科学与技术学院韩红芳、鲁东明等人，针对图案在织物上视觉效果的模拟问题，提出了一种织物真实感图案绘制的算法，该方法以纹理合成技术为基础，采用多样图对的方式表示织物特性，通过类比的方法获得织物图案的仿真，取得了较好的视觉效果^[12]。2006年，曲阜师范大学计算机学院孙玉红等人根据线条中笔画的形状特征，运用平面形状演化理论对线条和笔画的形状进行平滑，再对宽度进行调整，最后得到不同风格的线条画。该方法是先输入一幅线条画，提取笔画，再根据笔画弯曲的形状确定特征点，然后根据局部曲率对笔画的形状进行平滑或增强处理，同时对笔画的宽度进行相应的调整，最后组合笔画生成新风格的线条画作品。这种线条风格转换不需要任何样本，而且能够控制转换的程度，提高了线条风格转换的自由度，而表现的线条风格有：简洁、粗犷、精细、弯曲、夸张、变形等^[13]。

应用计算机模拟中国传统书法和绘画的艺术效果，在国内已经开始了初步的探索。以计算机为技术手段模拟毛笔的特殊效果，绘制传统书画用笔的中锋、侧峰、飞白、渗透等艺术效果已受到越来越多研究者的关注。1986年，MIT多媒体实验室的Steve Strass Mann

对毛笔进行了建模研究,把笔刷看成笔毛的一维数组,笔刷的运动路径和笔刷自身正交。此后其他研究者对笔毛或笔道的几何模型进行了研究,基本上分为:基于轮廓的笔道建模和基于平板笔刷的毛笔建模两种思路。在基于轮廓的笔道建模中,笔道由一系列首尾相连的样条曲线组成,用户可以拖动控制点来改变笔道的形状;基于平板笔刷的方法把毛笔建模成一个二维笔刷,该笔刷具有不同的形状、大小和模式,拖动不同的笔刷可以产生特定的笔道。除了几何建模以外,国内外研究者还从物理的角度对毛笔进行仿真研究,提出了不同的仿真模型,大大提高了仿真的精度,如3D毛笔模型等^[14-18]。除了毛笔仿真以外,研究者们还对国画材料中的宣纸进行了建模研究,使水墨画的仿真艺术效果得到进一步提高。1991年,Guo和Kunil首次提出纸纤维结构的模型,Guo用显微镜观察到纸纤维结构由随机分布的网络组成,把模型分成若干小区域,每个区域中的平均纤维网络分布相同,而区域内部网络分布随机变化,建成宣纸随机分布的网络。1999年,Lee Jintae考虑了宣纸的纹理,并将其建模成随机分布的纸纤维网络和规划分布的纸纤维网络,提出了纸纤维结构模型的扩散算法,实现了宣纸的仿真^[19-20]。仅从毛笔建模的角度进行仿真研究很难达到理想的扩散效果,一些研究者借鉴水彩画与西画的仿真方法,实现了水墨画扩散效果的仿真。2002年,焦景山等人在考虑水墨画自身艺术特点的基础上,参考水彩画浅水流动模型,提出了由二维纸纤维结构构建的流体仿真模型,模拟了水墨画的扩散效果。Lee Jintae在建立的纸纤维结构基上,提出了“波动”理论描述水墨粒子在宣纸上的流动,以及最终扩散效果由粒子浓度来决定。Qing zhang等提出了应用2D细胞自动机计算模型来模拟水墨粒子的扩散行为。Sheng Wenhua等提出了基于物理肌理的水墨扩散模型,描述不同绘画材料之间的相互作用和水墨粒子的流动过程^[21-22]。

(2) 艺术品鉴定

荷兰马斯特里奇大学的研究人员开发研制出一套名为“真迹(Authentic)”的电脑系统,能够帮助艺术家鉴定艺术作品的真伪。这一系统通过扫描的幻灯片或者X光片,可以分析出画家创作的色彩、笔触或材料等特征,进而归纳出画家艺术创作的手法,从而进行绘画作品真伪的鉴别。美国新罕布什尔州达特茅斯学院由哈尼·法雷德领导的研究小组也开发出鉴别名人字画真伪的电脑技术。该技术利用电脑数字分析将艺术家所特有的使用画笔、钢笔和铅笔的风格记录下来,这些风格被组合在一起就可以产生某位大师创作风格的“电子签名”,进而判断艺术作品的真伪。西安理工大学姚弘奕在硕士论文中针对艺术品鉴别的要求,对罐状艺术品提出了鉴别处理的方法,并应用小波多尺度分解模型对罐状图像的纹理进行分解,提取艺术品纹理的统计特征和方向测度特征作为鉴别的主要特征,并在实验中证明是可行的^[23]。

（3）艺术品虚拟复原

计算机技术的发展为古代艺术作品的虚拟复原提供了现代化的科学手段。古代艺术品经过几千年的风化与人为破坏，很多已经残破不全，先进的计算机技术使古代艺术品的虚拟逼真还原成为可能。美国布朗大学SHAPE实验室进行了陶罐虚拟拼接和复原的研究。维也纳技术大学模式识别与图像处理小组帮助考古工作者对轴对称的陶罐碎片进行了快速的分类与复原。国内在古代艺术品复原方面的工作也开始展开，西北大学计算机学院在我国古代艺术品复原方面提出了多种方法：李春龙提出了基于光滑样条曲线拟合的轴对称陶罐碎片母线的计算方法，并在实际应用中取得了一定的效果；张献颖提出了艺术品碎片的三种模型，即实体模型、表面数据模型、曲面模型，提出了用矩和傅里叶描述符描述空间曲线、空间三角网络曲面的边界提取方法和曲面拼接的策略；杨洛斌提出了三维曲面轮廓曲线提取算法、基于相似矩阵的形状匹配算法和合并曲面轮廓曲线的方法，实现了兵马俑碎片拼合系统等^[24-26]。

（4）艺术品虚拟展示

浙江大学计算机学院CAD实验室在敦煌壁画的虚拟展示上进行了研究，主要体现在以下几个方面：刘洋等人提出多媒体集成虚拟展示模型，在实时交互中将多媒体播放嵌入到虚拟场景中，增强了多媒体和虚拟环境的融合程度。通过多媒体集成虚拟展示，丰富了敦煌第285窟的表现形式；石宜辉等人根据敦煌彩塑的自身形态、位置、尺寸等特征，以及当前计算机的运算能力，把彩塑漫游的方法归结为3D建模和IBR漫游两大类，利用三维扫描和数字摄影获得的彩塑信息经过模型简化、纹理生成、计算IBR中间图像等处理步骤，得到漫游时使用的模型数据，将模型数据直接应用在漫游系统中，增强了阴影等真实感效果，实现了敦煌石窟彩塑虚拟漫游系统。另外，潘云鹤、鲁东明等人还提出了智能化壁画临摹辅助系统，系统主要功能包括：为艺术家提供修复性临摹所需要的线描图参考样本，避免采用传统方式进行耗时的线描图绘制；艺术家可以利用计算机得到大部分甚至全部的线描图，利用计算机进行重复性的试验创作；交互式的壁画构图元素为艺术家修复严重缺失部分壁画提供了类比搜索引擎，为确定修复策略提供辅助；计算机辅助着色不仅可以给艺术家修复提供虚拟的配色方案，还可以为文物保护单位提供颜色演变过程的模拟效果等^[27-30]。

2. 计算机模式识别技术的研究现状

目前模式识别技术已经广泛应用于生物识别、医学图像识别、航空模型识别、车牌识别、笔迹识别等领域的研究中，并取得了一定的研究成果。

（1）生物识别技术

生物识别技术是采集样本进行特征提取，再根据样本所具有的独特性，用一种算法为