



中国古代壁画 保护规范研究

王旭东 苏伯民 陈港泉 汪万福 编著



科学出版社

中国古代壁画保护规范研究

王旭东 苏伯民
陈港泉 汪万福 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以《中国文物古迹保护准则》的指导原则为线索，总结了敦煌研究院几代专家学者长期从事古代壁画保护与研究的成果，特别是敦煌研究院与美国 Getty 保护所及日本东京文化财研究所等国外科研机构长期合作研究的大量成果。全书详细阐述了中国古代壁画保护的完整程序，包括现状调查程序与方法、病害机理研究方法、保护修复材料和工艺筛选研究、保护修复方案设计规范研究、保护项目实施规范研究、日常维护与监测规范研究、数字化规程与规范研究、保护规程与规范编制体系，并解释了相关术语。各章内容在详述工作方法和技术要点的基础上，结合敦煌研究院多年从事古代壁画保护工程的实践，给出了翔实的案例讲解。

全书图文并茂，内容翔实，适合从事古代壁画保护及其他文物保护研究的学者阅读、参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国古代壁画保护规范研究/王旭东等编著. —北京: 科学出版社, 2013. 12

ISBN 978-7-03-039248-0

I. ①中… II. ①王… III. ①壁画-文物保护-规范-研究-中国
IV. ①K879.414

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 289253 号

责任编辑: 宋小军 / 责任校对: 宣 慧
责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 谭 硕

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 12 月第一次印刷 印张: 17

字数: 385 000

定价: 150.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

国家文物局重点科研课题“古代壁画保护规范研究”
课题资助出版
(课题编号：20040303)

前 言

古代壁画是历史上人们用于装饰壁面的画，通常用绘制、雕塑及其他造型或工艺手段，在天然或人工壁面上制作。壁画是最古老的绘画形式，按画面支撑体的不同，分为殿堂壁画、石窟壁画和墓葬壁画等。壁画通常由画面层、地仗层和支撑体组成。古代壁画所包含的大量历史信息反映了当时社会条件下生产力发展水平、科学技术水平和人们的创造能力，是最能全面体现历史、艺术、科学价值的文化遗产，是我国最珍贵、观赏性最强的文化遗产之一。

古代壁画保护是指在现代文物保护理念和原则的指导下，以真实、全面地保存古代壁画的历史环境和全部价值信息为目的，进行壁画保存环境监测与控制、制作材料及工艺分析、保护材料与保护技术研发、壁画的数字化保存与展示等各种工程技术。古代壁画保护对象的范围涵盖壁画本体及相依托的支撑体，如崖体、殿堂墙体和与其有关的土遗址等。与文化遗产性质一样，古代壁画具有唯一性、脆弱性和不可再生性，一旦破坏就无法复原。

因复杂的环境因素而产生的病害使古代壁画面临严重损坏的危险，加之壁画本身的脆弱性，使其保护修复工作有极大的困难。我国壁画保护工作经历了从单一的抢救性修复逐步向科学化保护迈进的过程，当前，国家对文物保护投入的力度逐渐加大，保护经费逐年增加，壁画保护任务逐年增大。但是由于没有可遵循的壁画保护标准规范，使得壁画保护工作受到严重的制约，从事壁画保护的人员无章可循，壁画保护工作质量参差不齐，主管部门也缺乏统一的标准来管理这方面的工作。因此，编制一套科学的、可操作性强的壁画保护工作标准和规范，使保护人员有方法和规范可循，将大大提高我国壁画保护的科技水平、工作质量和效率，对壁画的有效保护和长久保存具有非常重要的意义。

鉴于以上原因，国家文物局委托敦煌研究院开展了国家文物局重点科研课题“古代壁画保护规范研究”（课题编号：20040303）。全书内容是在该课题的支持下，系统总结和凝练敦煌研究院古代壁画保护的成果和经验的基础上形成的。

全书分为十一章，主要包括绪论、古代壁画保护程序研究、古代壁画保护相关术语研究、古代壁画保护现状调查程序与方法研究、壁画病害机理研究方法、壁画保护修复材料和工艺筛选研究、古代壁画保护修复方案设计规范研究、保护项目实施规范研究、日常维护与监测规范研究、古代壁画数字化规程与规范研究、古代壁画保护规程与规范编制体系等方面的研究内容。在课题组所有成员的共同努力下，主要取得了三个方面的研究成果：①从古代壁画的保护程序、标准术语、现状调查的程序与方法、病害机理研

究、修复材料与工艺筛选、修复方案编制、保护项目实施，以及壁画数字化等方面展开系统研究，总结了各阶段的研究内容及进展，归纳出了古代壁画各阶段规范化的程序和方法，提出了我国古代壁画保护规范的需求。②结合我国古代壁画保护修复的成功经验，提出了包括总则、基本规定、价值评估、现状调查、病害机理研究、修复材料筛选、保护方案设计，以及项目实施等方面内容的古代壁画保护规程，凝练出了我国古代壁画指导性文件。③提出了我国古代壁画保护所需编制的技术规范，初步形成了我国古代壁画保护规范与标准的框架体系。

撰写本书的目的是为了促进古代壁画保护的科学化和规范化，推广古代壁画保护的相关技术，同时我们也期望能够和广大保护工作者共同分享和探讨古代壁画保护理念和保护经验，为其他类别的文化遗产保护提供借鉴。如果本书能对我国古代壁画保护研究起到积极的推动和促进作用，那将是我们最愿意看到的。

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2012年10月

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、古代壁画保护研究的进展和存在的问题	2
(一) 我国古代壁画保护研究的进展	2
(二) 古代壁画保护规范研究存在的问题	6
二、研究的意义和必要性	7
第二章 古代壁画保护程序研究	9
一、古代壁画保护程序研究的目的及意义	9
二、古代壁画保护程序研究的主要内容	9
(一) 全面调查保护对象	10
(二) 价值评估	10
(三) 壁画保存现状评估	10
(四) 确定壁画保存的理想状态	12
(五) 确定壁画保护的现实目标	12
(六) 壁画保护初步方案比选	12
(七) 壁画保护材料与工艺筛选	13
(八) 保护方案详细设计	13
(九) 壁画保护修复实施	13
(十) 项目验收	14
三、小结	14
第三章 古代壁画保护相关术语研究	15
一、古代壁画保护术语研究的目的及意义	15
二、古代壁画保护术语研究的进展与案例	15
(一) 《中英日壁画修复用语集》	15
(二) 《莫高窟第 85 窟保护项目——图解说明的专有名词》	17
(三) 中国文物古迹保护准则中的术语解释	19
三、古代壁画相关术语的制定	21
(一) 基础术语	21
(二) 病害术语	22
四、小结	32

第四章 古代壁画保护现状调查程序与方法研究	33
一、开展古代壁画保护现状调查的目的及意义	33
二、古代壁画保护现状调查程序与方法的研究进展与实例	33
(一) 价值评估	33
(二) 现状初步调查	38
(三) 环境调查	57
(四) 测绘调查	69
(五) 摄影调查	71
(六) 壁画病害详细调查	72
(七) 壁画制作材料及工艺分析	76
三、小结	82
第五章 壁画病害机理研究方法	83
一、壁画病害机理研究的意义	83
二、壁画病害机理研究方法概述	83
三、研究案例	84
(一) 相关资料的调查	84
(二) 模拟试验	89
(三) 研究结果分析	93
(四) 初步结论	94
四、小结	94
第六章 壁画保护修复材料和工艺筛选研究	95
一、空鼓壁画修复材料与工艺的筛选研究	95
(一) 室内筛选研究	95
(二) 现场试验研究	102
二、起甲壁画保护修复材料与工艺的筛选研究	119
(一) 筛选的原则	119
(二) 修复材料的室内筛选研究	119
(三) 修复材料的现场试验	123
(四) 起甲壁画保护修复效果评价	124
(五) 起甲壁画修复工艺	124
三、壁画脱盐材料筛选与工艺筛选研究	125
(一) 脱盐垫筛选试验	125
(二) 真空支顶脱盐板	127
(三) 脱盐工艺现场试验	127
(四) 空鼓壁画加固脱盐效果评估	133

(五) 脱盐材料含盐量的检测	135
四、酥碱壁画加固及脱盐工艺研究	139
(一) 试验区的选择	139
(二) 试验区病害特征	139
(三) 修复历史	140
(四) 酥碱壁画加固材料	140
(五) 吸水脱盐材料	141
(六) 酥碱壁画修复工艺操作步骤	141
(七) 脱盐效果评价	146
(八) 试验结论	148
五、小结	148
第七章 古代壁画保护修复方案设计规范研究	149
一、古代壁画保护修复方案设计研究现状	149
二、古代壁画保护修复设计规范研究的目的和意义	150
三、古代壁画保护修复方案设计	151
(一) 方案设计的概念	151
(二) 保护修复方案设计的目标	151
(三) 保护修复方案设计的目的和作用	151
(四) 保护修复方案设计的主要内容	152
四、古代壁画保护修复施工设计	153
(一) 保护修复施工设计概念	154
(二) 保护修复施工设计的目标	154
(三) 保护修复施工设计的主要内容	154
五、古代壁画保护修复方案设计案例	155
(一) 布达拉宫壁画保护修复工程项目简介	155
(二) 前人研究成果相关文献	157
(三) 布达拉宫壁画保护修复范围	157
(四) 布达拉宫壁画保护设计依据	157
(五) 布达拉宫壁画保护设计原则	158
(六) 布达拉宫壁画保护施工设计	158
六、小结	165
第八章 保护项目实施规范研究	166
一、古代壁画保护修复项目实施组织机构	166
二、古代壁画保护修复项目实施组织的现状	169
三、古代壁画保护修复项目实施组织研究的目的和意义	170

四、古代壁画保护修复项目实施组织设计编制·····	170
(一) 施工组织设计编制的原则·····	170
(二) 施工组织编制的依据·····	170
(三) 施工组织设计的编制程序·····	170
(四) 施工组织设计的编制内容·····	171
(五) 施工组织设计的动态控制·····	172
五、古代壁画保护修复项目实施过程控制·····	173
(一) 保护修复项目安全控制·····	173
(二) 保护修复项目质量控制·····	174
(三) 保护修复项目成本控制·····	175
(四) 保护修复项目进度控制·····	177
(五) 保护修复项目环境和文明施工管理控制·····	178
(六) 保护修复项目合同和信息档案管理控制·····	179
六、古代壁画保护修复项目竣工验收·····	183
(一) 竣工验收准备工作·····	183
(二) 申请和自评报告·····	183
(三) 竣工验收委员会验收·····	183
七、古代壁画保护修复项目实施案例·····	184
(一) 西藏三大重点文物保护维修工程概况·····	184
(二) 保护修复项目实施程序及方法·····	184
(三) 取得的成果·····	190
(四) 经验总结·····	191
八、小结·····	197
第九章 日常维护与监测规范研究·····	198
一、日常维护与监测规范研究的目的与意义·····	198
二、现状及发展趋势·····	198
三、监测内容·····	199
(一) 文物本体监测·····	199
(二) 环境监测·····	199
四、敦煌莫高窟监测案例·····	200
(一) 文物本体监测·····	200
(二) 洞窟外大环境监测·····	207
(三) 莫高窟洞窟内小环境监测·····	211
五、小结·····	212

第十章 古代壁画数字化规程与规范研究	214
一、古代壁画数字化的目的与意义.....	214
二、壁画数字化程序.....	215
(一) 前期准备工作.....	216
(二) 前期摄影采集.....	230
(三) 后期图像处理.....	234
(四) 数据存储.....	234
三、小结.....	234
第十一章 古代壁画保护规程与规范编制体系	236
一、古代壁画保护规程.....	236
(一) 总则.....	236
(二) 基本规定.....	236
(三) 价值评估.....	237
(四) 现状调查.....	237
(五) 壁画病害机理研究.....	240
(六) 壁画保护修复材料和工艺筛选.....	240
(七) 保护方案编制.....	241
(八) 施工设计.....	241
(九) 工程项目实施.....	241
(十) 竣工报告.....	241
(十一) 工程项目验收.....	242
(十二) 保护修复后的监测.....	242
二、古代壁画保护规范编制体系.....	242
主要参考文献	244
后记	260

第一章 绪 论

壁画是指通过绘制手段，在天然或人工壁面上制作的画，一般作为建筑物的附属部分，是一种具有装饰和美化功能的绘画形式。古代壁画是传统绘画艺术流传至今的实物遗存，其优美而具时代特征的鲜明形象诉说着各历史时期独特的文化内涵，诠释了各时代绚丽多彩的艺术造诣、宗教崇拜和社会形貌等，是人类重要的文化遗存。现存的壁画主要有殿堂壁画、石窟壁画和墓葬壁画三种类型。被称为东方佛教艺术宝库的敦煌莫高窟壁画，是保留至今的石窟壁画的代表。敦煌石窟壁画一般是在洞窟开凿后，在凹凸不平的石壁上先作草泥层地仗，然后作画，但各时代的壁画制作各有其特点。如北魏、西魏、北周时期的壁画地仗，多抹麦草泥两层，不涂底色，直接在比较粗糙的泥壁上施彩作画；唐宋时代壁画地仗泥层一般为三四层，泥层种类增多，除麦草泥层外，还有麻刀、棉花、蒲绒等混合的泥层，在施彩作画之前，一般先在地仗表面涂刷粉层。石窟壁画制作场面宏大，题材内容广博，人物形象生动和谐，从创作思想上体现了外来艺术与中原艺术相结合的格调，表现了由理想天国向世俗社会转化的趋势。墓葬壁画是绘于古代墓室四壁、顶部和墓道两侧的壁画，除了反映各个时期的丧葬习俗，同时也揭示了当时的社会习俗、文化传承、艺术创作水平等，在绘画艺术和历史文化研究领域都有着举足轻重的地位。殿堂壁画则是画在宫殿、厅堂的墙壁上作装饰或叙事用。据史料记载，我国自周代以来，历朝宫殿都有壁画，内容一般有山川景物、文武功臣、神灵怪异等。由于建筑物毁坏，这类壁画都没有完整地保存下来。殷墟宫殿遗址的壁画残块，以及20世纪70年代在陕西咸阳秦都宫殿遗址发现的秦代宫殿壁画是目前所能见到的早期殿堂壁画遗物。

壁画作品多数直接以观者为宣扬对象，也多出自民间画师之手，因而许多壁画是画家将其生活观察和体会化为艺术形象来解释历史和宗教的产物。孕育在美术中的现实因素，往往使杰出的壁画作品具有不朽的价值，给人们以历史的认识与美的感受。某些宗教艺术在宣扬宗教教义的同时，也用艺术形象反映了现实生活的某些侧面，蕴藏着丰富的时代信息。因此古代壁画无论在所赋存的重要价值上，还是在观赏性上，都是重要的历史文化遗产之一。

本书在对我国古代壁画保护研究内容、工作程序和研究成果进行总结和梳理的基础上，对已经成熟的技术和方法进行科学化和规范化，并提出我国古代壁画保护未来需要规范的内容，以便于我国古代壁画保护科技成果的推广和应用，并有效减少因保护不当对古代壁画造成的伤害。

一、古代壁画保护研究的进展和存在的问题

(一) 我国古代壁画保护研究的进展

古代壁画的保护首要任务是确立保护的程序和方法,通过多年的研究和实践,我国的壁画保护工作者亦已探索出一套适合我国古代壁画保护的科学方法和程序,在保护理念、现状调查与病害分类、分析检测手段、病害机理研究、保护加固措施等方面均积累了可观的工作成果,这些保护程序的组成部分也已初步形成相应的学科体系。

1. 保护理念

在文化遗产保护领域,保护理念的形成受到特定文化传统的影响,而保护理念直接指导了保护实践。国际上,目前公认的文化遗产保护理念基本原则的提出首推《威尼斯宪章》,其首次明确提出了“真实性”原则,包括文物与环境统一保护、历史信息全面保护、新构件与原物的可识别等内容,而后真实性原则又在1994年的奈良文件得到进一步阐释。《实施保护世界文化和自然遗产公约的操作指南》增加了对真实性原则的三条具体阐述:最小干预原则、消除隐患原则、保护可逆性原则。国际古迹遗址理事会全体大会第十四届会议于2003年在津巴布韦通过了《壁画保护、修复和保存原则》,为壁画保护、保存和保护修复提供了详细的指导原则。文件提供了基本的和普遍适用的原则和实践,但并未考虑某个地区或国家的特殊问题,因此建议在必要时针对特定地区或国家进一步补充。国际上对文物保护工作经验的总结和实践,特别是对古代壁画保护基本原则的研讨与修正,对中国古代壁画保护工作具有明确的指导意义。1982年11月《中华人民共和国文物保护法》(以下简称《文物保护法》)通过并颁布实施,这是我国第一部关于历史文化遗产保护的法律法规,经2002、2007年两次修订,使得保护方针和原则更加清晰明确,保护内容和措施日臻完善。1985年11月我国正式加入《保护世界文化和自然遗产公约》,此举意味着我国历史文化遗产保护工作与国际接轨,力求按国际标准进一步加强文化遗产保护。2000年10月颁布的《中国文物古迹保护准则》,具体规定了保护的目、原则和修复技术等,说明不排除采用新技术,并重点强调了最小干预原则和可逆性原则。《中国文物古迹保护准则》不仅保留了我国传统的文物保护理念,而且与现代意义上的国际保护标准全面接轨,是我国在遗产保护理念探索方面的里程碑。此后,我国许多大型重要保护项目均按照准则实施,如敦煌研究院与美国盖蒂保护所合作的敦煌莫高窟第85窟保护项目、西藏三大重点文物保护维修工程(布达拉宫、萨迦寺、罗布林卡壁画保护维修)等,均依照《中国文物古迹保护准则》中的保护原则、方法和程序施行,工程质量和效果均较过去有显著提升。

2. 病害分类体系和现状调查

20世纪60年代,我国即已开展有关古代壁画病害的分类和现状调查,但受到当时

物质和技术条件的限制,只能用文字记录和简单的图形标识壁画的保存现状及干预范围,对病害只能做定性调查,没有具体的分类、分析、命名。20世纪80年代开始使用计算机、照相机等数字产品,使壁画病害调查有了突破性的进展。通过用相机拍摄壁画的保存现状,并用计算机专业软件进行壁画病害的数字化,可以较好地掌握壁画的病害类型、程度、面积大小及分布状况。而数码相机与计算机的普及也使得病害现状调查更为全面与深入。近年来大量研究成果的累积,使古代壁画现状调查已形成较为成熟的壁画病害的分类体系和现状调查方法,这主要体现在我国行业标准《古代壁画病害与图示》和《古代壁画现状调查规范》的颁布。

《古代壁画病害与图示》规定了我国古代壁画中常用的相关基础术语,如支撑体、地仗层、颜料层等,不仅定义了这些术语,还给出了相关的病害图示,有助于现状调查工作者,尤其是刚从事文物保护工作的年轻人准确识别病害。《古代壁画现状调查规范》规定了古代壁画现状调查的工作内容、工作程序、调查工作方法和相关格式,将壁画的现状调查分为:壁画价值评估(包括历史、艺术和科学价值),前期调查(了解支撑体结构、壁画病害种类及其分布、影响因素、修复历史等),环境调查(壁画所处气象环境、地质环境、壁画保存小环境等多项环境因素),摄影调查(规定现状调查时所用照相器材及必要的拍摄条件),测绘(包括遗址的平、剖面图等),病害详细调查(绘制壁画病害种类和分布状况在内的现状调查图),以及壁画制作材料与工艺的分析等。这两项标准的出版,规范了我国古代壁画病害研究与调查工作的开展,为病害机理研究与壁画病害的防治奠定了坚实的基础。

3. 分析检测

准确识别病害后,必须继之以病害的分析和诊断作为后续保护措施的依据。近20年来,应用于壁画材质分析的理论、方法和仪器设备已有长足的进步,分析和检测技术日趋成熟,各种现代先进分析仪器,如X射线衍射、红外光谱、X射线荧光分析技术、光纤傅里叶变换中红外线反射光谱技术等已应用于壁画材料、工艺、矿物成分等分析中。目前,壁画的分析和研究已逐步采取微量分析、无损分析和原位分析的各种技术。无损分析技术如光谱分析和拉曼光谱分析等技术,原位分析则有便携式X射线荧光探测、中小型便携式拉曼光谱测定等技术。无损分析已经深入到文物保护的各领域中,如“十一五”期间的国家科技支撑计划课题“文物出土现场保护移动实验室研发”,即把多种无损检测分析设备集成和搭载于移动试验车上,使在田野文物出土现场开展壁画分析检测成为可能。此外,以非侵入性声学技术应用于壁画的探测和绘图解析,以多光谱摄影记录壁画现存色彩信息和表面的凹凸阴影,以及三维数字化、GIS软件的应用等,都为古代壁画的分析检测提供了丰富的技术手段。

4. 监测

我国古代壁画的保护监测是在近半个世纪发展起来的,从过去仰赖直觉判断,到现

在已形成系统化的工作方法。以敦煌莫高窟为代表,20世纪60年代初,莫高窟的研究人员在窟顶首次建立了气象观测站,监测窟区的气温、相对湿度、降雨量、日照、风速、风向和沙尘暴等。在这个时期,也曾简单监测过壁画和岩体,如采用纸条、卡尺等监测壁画和岩体裂隙的变化。20世纪80年代中期,针对莫高窟四个不同层位、不同窟型和大小的洞窟开展了窟内外环境的监测,这是首次对莫高窟洞窟小环境比较全面、系统的监测。20世纪80年代末至今,在国际合作项目中,重新对莫高窟区域大环境及洞窟小环境做长期监测,开展了莫高窟窟区环境监测及评价、莫高窟周边风沙运动规律监测及流沙治理研究、洞窟环境监测及评价、壁画颜料色度监测、岩体裂隙位移监测、洞窟岩体内水汽运移监测、莫高窟区域地质调查等项目。这些监测项目的开展,得以科学地评估莫高窟不同层位的洞窟、开放与不开放洞窟的环境;为研究这些洞窟的壁画病害形成机理,以及壁画的保护修复提供了科学依据。研究人员以莫高窟崖顶气象环境监测为依据,建立了莫高窟风沙危害综合防护体系,有效解决了莫高窟窟前积沙的难题。近年来,除了上述监测,还利用卫星图片开展莫高窟地貌及周边环境监测;大泉河流量和水质监测;莫高窟山顶生物固沙林带及窟前林带灌溉水监测;莫高窟土壤水分监测;壁画病害监测;壁画盐分分析监测;安防监测和游客监测等。

5. 保护修复材料

受自然和社会因素的长期影响,古代壁画通常都存在多种病害。各种病害都需要在调查、分析和试验工作的基础上,制订长期的保护方案,采用经过试验和评估的保护材料进行介入性保护。我国文物保护学者从1956年开始尝试用胶矾水修复起甲壁画。20世纪80年代以后,针对不同类型的病害,文物保护研究人员提出了加固修复不同病害壁画的保护方法和工艺。例如,起甲壁画的修复,先后应用了聚醋酸乙烯乳液、甲基纤维素、明胶、丙烯酸乳液、有机硅改性丙烯酸乳液等材料,而针对潮湿环境下壁画地仗的加固,应用了水合烧料礞石无机胶凝材料。又如,在解决壁画空鼓病害的灌浆材料方面,在西藏殿堂空鼓壁画的保护中,因地制宜做了大量现场试验研究,应用了以一定模数PS为主剂、地仗制作材料为填料的灌浆材料;而在莫高窟第85窟空鼓壁画灌浆中则使用以蛋清为主剂,以澄板土、玻璃微珠、浮石为填充料的轻质灌浆材料,均获得良好效果。近年来,研究人员加强了不同地域、不同病害的针对性修复材料的性能测试和现场试验,以使保护材料与保护工艺满足最大兼容和最小干预的要求。

由盐害导致的酥碱一直是壁画保护人员研究的重点和难点,因为该病害在壁画修复后极易反复发作。针对此问题,“十一五”期间,国家科技支撑计划“大遗址保护关键技术与开发”项目“古代壁画脱盐关键技术研究”课题,以莫高窟第98窟酥碱壁画为研究对象,从环境和壁画盐害机理着手,研发出了新型的脱盐材料和专用工具,形成与之配套的脱盐工艺,初步解决了盐害加固后反复发作的问题。

综上所述,通过研究人员的不断努力和实践,在过去30年中已找到多种适用于各类型壁画病害保护的修复材料与工艺。但有关保护材料(尤其是传统材料)的研究仍需不断深入。

6. 病害机理研究

壁画的科学保护与研究在我国始于20世纪50年代。以莫高窟为例,自1943年起孙儒僩先生多次调查研究了莫高窟的壁画病害,在预防壁画病害方面做了大量的工作;1951年,莫宗江、宿白、赵正之、余鸣谦等专家至莫高窟,调查了包括壁画病害在内的地质灾害,并拟定了莫高窟保护规划;段修业、李云鹤等专家在1988~1990年研究了壁画病害产生机理和壁画修复材料与工艺等问题。

壁画中最常见的病害有空鼓、起甲、酥碱、烟熏、表面污染、地仗脱落、颜料层脱落、裂隙、划痕等。而空鼓、起甲、酥碱是壁画病害中最为严重的三种,通过研究得出,盐害是造成这三种壁画病害的主要原因。经过研究人员长期研究,针对空鼓和起甲病害已经找到了适合的材料和治理方法,但酥碱病害至今没有得到很好的控制,因此,酥碱病害中盐害问题是病害机理研究的难点和热点。目前,对于酥碱病害的机理,研究者们已取得一致意见,认为水盐运移及盐类的重结晶引起的盐害是造成壁画发生酥碱的根本原因。敦煌研究院与日本东京国立文化财研究所于1992年对莫高窟部分洞窟的酥碱病害做了初步研究,认识到壁画酥碱的根本原因在于水进入岩体,溶解了岩体胶结物中的盐,由于窟内特殊的温湿度环境,蒸发时水中的盐缓慢结晶于岩体表层和地仗层中。郭宏、李最雄等从1998年开始进一步研究壁画酥碱病害机理,认为引起这种病害的主要盐分为 Na_2SO_4 和 NaCl ,盐分结晶富集产生的结晶压力及粉化是导致酥碱的主要原因,并指出外部环境(如温湿度变化、水分等)对壁画酥碱病害的发生和发展有很大影响。2005年,陈港泉、苏伯民等开展了壁画地仗酥碱模拟试验研究,查明了壁画酥碱病害发生的起始含盐量,探究了含盐量、盐分类别、相对湿度及高低湿度循环对酥碱病害的影响。在过去的20年中,有关壁画病害的机理研究虽取得了一定的突破,但酥碱壁画病害机理还需进一步深入研究。

7. 保护修复技术

古代壁画是一种多元的艺术,它融绘画、雕塑、工艺美术为一体,具有极其复杂的制作工艺,由于时代的久远,制作材料的老化,使壁画质地较脆弱、极易受自然环境影响,所以其保护修复技术涉及的学科颇为广泛。近年来,在保护领域多学科共同参与的开放合作状态下,我国的古代壁画保护技术逐渐趋于成熟,各类壁画病害修复技术取得长足进展,加固工艺也向规范化、精细化方向发展。

壁画加固修复要解决三方面关键问题:一是寻求最佳的加固修复方案;二是选择适宜的加固修复材料;三是制订一套切实可行的加固修复技术与工艺。20世纪80年代至

今,研究人员已探索出一套完整的壁画修复技术和工艺。壁画病害修复常用的方法有起甲及酥碱修复、灌浆加固、锚杆补强、裂隙填补等,可归纳总结为:起甲壁画修复技术、空鼓壁画灌浆技术、酥碱壁画脱盐与修复技术。由于病害发生机理的多重性,同一壁画加固修复过程中可能同时使用上述几种方法,经过一系列修复加固工艺的实施,通常可以很好地完成壁画的加固修复工作。

从以往和正在开展的研究可以看出,壁画加固修复保护技术有两大趋势:一是材料研究,即研发出能满足不同环境条件和不同病害类型的加固修复材料,且这种材料必须要接近壁画制作材料;二是修复技术和工艺的系统化、科学化和精细化,尤其壁画的珍贵特性要求加固修复过程必须尽量做到不改变文物原有信息。目前全国已有如敦煌石窟、布达拉宫等多处壁画加固修复工作实例,并取得了良好成效。

8. 壁画数字化采集与存储技术

20世纪80年代后,计算机技术的快速发展及其在各个领域的使用推广,计算机图形学、数字图像处理与人工智能等技术的逐渐成熟,为古代珍贵文物的保护、复原与研究提供了新的手段与方法。数字化壁画保护修复工作是将壁画信息永久保存,并能够利用计算机虚拟壁画的修复、辅助进行壁画保护和壁画临摹、虚拟壁画病害的演变过程、实现壁画真实感虚拟展示等,也为壁画的物理保护修复过程提供了充足的科学依据和测试环境,将保护工作的危险性降至最低。

我国的壁画数字化工作开始于敦煌莫高窟。20世纪90年代,敦煌研究院联合浙江大学开展了“濒危珍贵文物信息的计算机存贮与再现研究”,2000年又进一步与美国梅隆基金会决定共同建立“数字敦煌”项目,旨在以数字化手段永久保存壁画的珍贵信息。信息技术及相关数字化设备的发展,带动了文物数字化的存储与展示技术和设备也与时俱进,逐渐从通用型向专业型方向发展,形成了系列化的专门设备,目前文物数字化保存方面的整体化解决方案已显出雏形。在文物的数字化展陈利用技术方面,文物的展示设备逐渐专业化,如面向博物馆临时展示的便携式投影互动设备,以及面向文物展示的手持数字化导游设备等,均是技术专业化的体现。数字博物馆技术的不断发展使得文物展示的效果更加生动、真实、全面,文物的多方面信息可得到很好的集成再现。在应用上,数字化技术对文物展示的辅助作用越来越明显,对于缓解参观时对文物保护带来的破坏、突破实体展览的时空局限等方面有显著的作用。在文物保护的数字化辅助技术方面,发展趋势是由虚拟修复向辅助文物实际修复方向发展,由集中于辅助单项具体保护工作向保护特定阶段乃至全过程发展,由现有数字化技术在文物保护中的简单应用向专业化方向发展等。

(二) 古代壁画保护规范研究存在的问题

我国的古代壁画保护经过近几十年的发展,在保护研究和实践方面已取得长足进