



北齐徐显秀墓

壁画保护修复研究

汪万福 武光文 赵林毅 裴强强
武发思 郑秀清 刘 涛 李 铁

著

北齐徐显秀墓

壁画保护修复研究

汪万福 武光文 赵林毅 裴强强 著
武发思 郑秀清 刘 涛 李 铁



文物出版社

图书在版编目(CIP)数据

北齐徐显秀墓壁画保护修复研究 / 汪万福等著. —
北京: 文物出版社, 2016.12
ISBN 978-7-5010-4412-2

I. ①北… II. ①汪… III. ①墓室壁画—文物保护—
研究—太原市—北齐②墓室壁画—文物修整—研究—太原
市—北齐 IV. ①K879.414

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第239027号

北齐徐显秀墓壁画保护修复研究

著 者: 汪万福 武光文 赵林毅 裴强强
武发思 郑秀清 刘 涛 李 铁

责任编辑: 杨新改

封面设计: 李 红

责任印制: 张道奇

出版发行: 文物出版社

社 址: 北京市东直门内北小街2号楼

网 址: <http://www.wenwu.com>

邮 箱: web@wenwu.com

经 销: 新华书店

制版印刷: 北京图文天地制版印刷有限公司

开 本: 889×1194 1/16

印 张: 25.5

版 次: 2016年12月第1版

印 次: 2016年12月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5010-4412-2

定 价: 560.00元

本书版权独家所有, 非经授权, 不得复制翻印

内容简介

本书针对徐显秀墓壁画原址保护面临的诸多问题，以《中国文物古迹保护准则》为指导，在全面评估保存现状及其价值的基础上，系统研究了徐显秀墓原址保护尤其是墓葬赋存环境、墓室结构稳定性和壁画病害特征等因素间的关联性。全书通过对徐显秀墓文物价值的认知、墓葬环境研究、壁画制作材料与工艺研究、壁画病害机理研究、修复材料与加固工艺筛选、墓室结构失稳研究、墓道土体锚固与裂隙注浆、植物根系对墓室结构影响及有害生物综合防治等系列研究和现场试验，形成了徐显秀墓的保护研究方法和保护技术。

该书集中体现了文物保护工程中科学研究贯穿于工程实践全过程的重要特点，为实现重要墓葬壁画原址保护进行了有益探索，同时拓展了同类遗址保护研究的方法与技术，有利于提升我国墓室壁画保护技术的科学化和规范化。

本书可供高等院校和科研院所中考古、文化遗产保护、环境、生物、土壤和结构工程等领域的广大师生和科研工作者参考。





序

我国的古墓葬分布很广，历年来发掘出土了大量历史价值较高的珍贵文物，尤其是墓葬壁画，这是探讨不同时代、不同地区和社会阶层之间埋葬习俗以及所属时代社会生活状况的重要实物资料。太原徐显秀墓就是其中的重要一处，“它是迄今为止保存最完好的南北朝时期壁画墓，彩绘壁画保存完整，气势恢宏壮观，形象生动写实，色彩斑斓如新，画家对造型的把握，对色彩和线条的控制运用令人惊叹，是中国美术史上的杰作，代表了当时绘画的最高水平，蕴含了大量的历史文化信息。”这是“全国十大考古新发现”获奖评审词的评价。

古墓葬壁画的原址保护，至今仍是世界难题，影响因素多，保护管理难。能做到良好的长期保存，又能长久对外开放展示的案例，少之又少。相反，保护失败的教训却不少。尤其在南方高温、潮湿多雨，地下水位高的地区，埋藏在地下的古墓葬环境，对壁画的保存十分不利，会造成壁画的浸泡、塌落、酥碱、空鼓、起甲等多种病害。在这种情况下，往往选择拆迁异地保存，原址回填。徐显秀墓虽然地处北方，但甬道与墓室壁画以砖墙为载体，上抹1~2厘米的白灰地仗层便制作壁画，而墓道、过洞、天井的壁画是在土墙上刷白灰水，在厚度仅1毫米的白灰层上直接作画，由此可见其保护的难度。以敦煌研究院为首的保护修复技术团队在保护修复工程中，坚持不改变文物原状及真实性、完整性、最小干预等原则，经过反复试验、论证和多角度多层面研究，对墓葬存在的沉降、变形等问题，壁画的起甲、空鼓、龟裂、颜料粉化、酥碱、植物根系破坏、鼠穴及生物危害等诸方面病害，进行详细深入的分析研究，并提出最佳的解决方案。在加固材料方面，通过筛选研究，选用低黏度、黏性适宜、无眩光、无变色、耐老化、透气性好并具有兼容性、可再处理性的优质材料。历时两年四个月的维修工程，经验收，质量合格，工艺成熟，技术参数翔实，资料记录完整，取得了可喜成果。被评为2012年度全国十佳文物维修工程。因此，徐显秀墓保护工程的圆满竣工，并在此基础上总结相关成果的编辑出版，是值得庆贺的好事。

当然，这些成绩的取得，还有多方面的因素，首先是太原北齐壁画博物馆的大力支持、配合；其次，从墓葬开始考古发掘到实施原址保护的过程中，国内一些著名高校、科研机构都参与研究、评估和试验、保护工作。各级领导与专家多次亲临现场，解决困难与问题，指导工作，使整个工程得以顺利推进。“全国十大考古新发现”、“全国重点文物保护单位”、“全国田野考古奖”等称号的取得，都是大家齐心协力、共同努力的结果。

《北齐徐显秀墓壁画保护修复研究》一书是汪万福博士和他的敦煌研究院同事以及徐显秀壁画墓原址保护研究团队，从2007年至今针对这一课题潜心研究的成果。本书以中国文物古迹保护

准则为指导,在全面评估徐显秀墓壁画价值的基础上,系统介绍国外在壁画墓原址保护领域的研究现状和发展趋势的同时,凸显我国文化遗产保护科技工作者在古墓葬原址保护理论体系方面的积极探索和工程实践。本书从墓葬环境研究入手,在分析墓葬赋存区域气候环境特征的基础上,重点研究由于降雨入渗导致土壤水分运移对墓葬遗址及墓葬壁画的影响,提出治水的关键技术;研究墓葬营建工艺,分析墓葬壁画结构、制作材料与工艺,以及壁画病害类型与成因机理,并结合室内模拟试验与现场试验,筛选出恰当的修复加固材料与加固工艺,为壁画科学保护提供理论依据和技术支撑;在墓道和墓室结构的加固研究中,经过多种加固方案的对比研究,通过专家咨询论证确定最佳方案,解决了墓道和墓室结构失稳等结构性隐患,对盗洞、墓道台阶及新墓葬的保护理念和处理措施非常值得借鉴;对空气微生物时空分布、群落结构以及壁画菌害成因进行了深入研究,并针对性地制定病害生物的防治措施;将探地雷达等无损检测技术运用到空鼓壁画的检测和灌浆加固效果的评价,以及墓葬周边与墓道土体植物根系的探测与评估,具有较好的推广应用前景;监测预警体系的初步构建,不仅在墓葬日常监测与保养维护中扮演着重要角色,而且在壁画墓预防性保护、遗址科学管理与可持续发展中将发挥重要作用。可见,研究工作与保护工程的并驾齐驱甚至深度融合是此专著的主要特色,在文物保护现场发现问题,应用现代科技手段分析问题,并通过工程措施解决问题,同时总结经验和不足,供其他保护工作者参考借鉴。这对于文物保护工作而言将会是一个良性发展模式,值得效法。

但是,我们的前程还任重道远,要充分估计到壁画墓葬保护与展示开放的复杂性与艰巨性,尤其是今后的管理与监测显得十分重要。我们已有前车之鉴,就以日本的高松塚墓葬保护为例,此墓葬壁画的时代,相当于我国的唐代,发现时色彩亮丽,制作精美,文化价值很高,采用了原址保护方案;其控制温湿度、防止污染气体等设备在当时是十分先进的,因此在几十年间都是成功的,曾是日本文物保护界的骄傲,也是各国同行考察的必看项目。但是到2005年,高松塚墓内的壁画因无法抑制表面霉菌的繁殖、颜料褪色等病害,最终放弃原址保护,随后进行古墓葬解体维修工程,此事例震惊了文物保护界。在当前,我们对墓葬壁画的小环境控制尚未完善的情况下,对壁画的健康状况就要做长期、细致的监测工作,同时要解决好保持温湿度稳定及通风调节等措施,还要防止因开放参观、观众带入的污染物与有害气体。总之,我们不能掉以轻心,要尽全力保护好这份珍贵遗产。

我希望本书的出版能够起到抛砖引玉的作用,使相关读者获得有益帮助,并进一步推动我国考古发掘现场的文物保护工作。也希望作者与他的研究团队能够继续坚持长期的保护研究与现场保护实践,在今后的工作中取得更大成绩,为不断丰富中国特色的文化遗产保护理论体系做出应有的贡献。

中国文化遗产研究院

黄克忠

2015年大暑于北京

前 言

中华文明上下五千年，源远流长，留下了不同历史时期各具特色的优秀文化遗产，壁画墓就是其中的重要类型之一。目前我国已经发掘的自秦汉至明清时期的壁画墓有300多座。受自然环境、保存条件、保护技术等因素制约，20世纪70年代以前，我国对于发掘清理的壁画墓，主要采取封存回填式保护。70~80年代，在陕西、甘肃、河南、河北、山西、吉林等多个省份都开展了较多古墓考古发掘工作，大多采取对壁画揭取搬迁进行异地保护的方式。这种回填或搬迁异地的保护措施，使大量出土珍贵壁画得到了抢救性保护，但遗产本身信息的真实性与完整性未能得到充分体现。到20世纪90年代初，随着科技的发展，考古发掘与文物保护技术有了较大提高，特别是保护理念的不断更新，使壁画墓保护进入到探索原址保护发展的新阶段，并取得一定成效。

《国际古迹保护与修复宪章（威尼斯宪章）》、《中华人民共和国文物保护法》、《中国文物古迹保护准则》等国际宪章、国内准则、法规都明确指出：“古迹不能与其所见证的历史和其产生的环境分离”，“建设工程选址，应当尽可能避开不可移动文物”，“必须原址保护，必须在发生了不可抗拒的自然灾害或因国家重大建设工程的需要，使迁移保护成为唯一有效手段时，才可原状迁移、异地保护”。在这个层面上，原址保护是国际宪章及相关法律法规对不可移动文物保护的基本原则和要求，且这一理念在实践中被越来越多的业内人士所接受。在国际宪章、国内相关法律法规的指导下，在文化遗产保护进入新常态和保护研究持续发展更新的背景下，有必要对壁画墓原址保护进行不断的探索和实践。

墓葬遗址原址保护面临的主要问题是环境控制不力、地下水作用和结构性破坏等，就徐显秀墓而言，在制约其原址保护的诸多因素中，解决墓室结构稳定和控制环境是其中的关键，对于墓葬壁画活动性破坏源的控制和根除尤为重要，对墓葬本身的结构形变、墓道和墓室的结构失稳，甚至坍塌区域的控制修缮是从宏观上保全墓葬壁画的重要途径。基于上述考量，借鉴前人在墓葬壁画保护方面的成功经验，研究团队从对徐显秀墓及其壁画价值认知开始，就墓葬所处地质环境特征、气候条件、土壤特性与水分状况、墓室结构的稳定性、墓道锚固、壁画保护修复、环境监测与控制等多角度出发，在综合研究的基础上，通过工程实施，有效地保护了墓葬及其壁画，并总结出一套适合墓室壁画原址保护的程序和技术方法。

本书共十一章，是在全面系统地记述和总结墓葬壁画保护修复技术和成果的基础上形成，是墓葬壁画原址保护技术和经验的总结。第一章绪论，介绍了遗址的环境及项目实施背景；第二章阐释北齐徐显秀墓及壁画的文物价值；第三章墓葬环境研究，重点论述徐显秀墓所在地的环境特

征,分析环境因素对墓室结构及壁画的影响;第四章墓葬营建工艺及主要病害成因,全面分析了威胁墓室结构及壁画稳定性的主要因素;第五至七章重点从壁画保护、墓室及墓道结构加固措施、遗址地生物病害及防治等方面的研究入手,揭示了影响墓室结构、壁画稳定性的主要因素、采取的技术措施及解决方案,属于本书的核心内容;第八章为探地雷达在徐显秀墓保护中的应用,探索了探地雷达技术在壁画空鼓病害的探测及灌浆加固效果评价以及在墓道两侧土体中植物根系探测方面的应用;第九至十一章重点从工程设计和实施的角度介绍了项目设计思路与理念、项目实施过程和主要技术措施,全面记录了工程实施的全过程。全书集中体现了文物保护工程中科学研究贯穿于工程实践全过程的重要特点,尤其是在文物保护国际宪章和法律、法规的大框架下,为如何实现原址保护做了较多有益的探索,不仅有效地保护了墓室壁画,同时拓展了同类遗址保护研究的方法与思路,有利于提升墓室壁画保护进一步向科学化和规范化的方向发展。

由于墓室类型与结构的多样性及保存环境的复杂性,本书仅仅是我们对徐显秀墓进行原址保护的研究探索和技术总结。作者衷心希望能同国内外同行一道共同探讨壁画墓原址保护的有效途径,希望本书能得到专家同行的批评指正,以利于我们在今后的研究和工程实践中不断补充和完善,以不断提升我国墓室壁画保护的整体水平。

目 录

序 / 黄克忠	i
前言	xi
第一章 绪论	1
第一节 自然概况	1
(一) 地理位置	1
(二) 气候环境	2
(三) 地质地貌	2
(四) 土壤	2
(五) 水系	2
(六) 植被状况	3
第二节 徐显秀墓的发现及保护现状	3
第二章 壁画研究	11
第三章 墓葬环境研究	25
第一节 区域气候环境特征	25
第二节 墓葬微环境监测与分析	28
第三节 墓葬土体的分层特性	38
第四节 降雨入渗对墓葬的影响	47
第四章 墓葬营建工艺及主要病害成因	57
第一节 墓葬营建工艺	57
第二节 壁画制作材料分析	59
(一) 颜料分析	59
(二) 地仗制作材料分析	61

第三节 壁画病害类型及成因分析.....	62
(一) 墓道、过洞和天井壁画.....	62
(二) 甬道及墓室壁画.....	64
(三) 壁画颜色变化.....	67
第四节 墓葬土体变形破坏.....	68
第五节 甬道和墓室青砖砌体残损破坏.....	72
(一) 结构.....	72
(二) 病害类型及分布.....	72
(三) 病害产生机理.....	72
第六节 小结.....	72
第五章 保护修复材料与工艺研究.....	75
第一节 修复材料筛选的一般原则.....	75
第二节 修复材料物性指数测定.....	75
第三节 壁画修复材料及工艺.....	81
(一) 起甲壁画修复材料及工艺.....	81
(二) 空鼓壁画灌浆材料及工艺.....	86
(三) 酥碱壁画修复材料及工艺.....	88
第四节 土体锚固与裂隙注浆技术研究.....	91
(一) 墓道锚固区土体基本试验.....	91
(二) 墓道两侧土体裂隙变形监测.....	101
(三) 注浆材料的强度特征.....	101
(四) 锚固试验.....	106
第六章 墓道、墓室结构加固研究.....	114
第一节 墓道加固.....	114
(一) 影响土体稳定的因素.....	114
(二) 剖面的选择.....	115
(三) 稳定性计算及分析.....	116
(四) 锚杆布置图.....	117
(五) 锚孔注浆时的安全防范措施.....	118
(六) 锚杆的选用.....	118
第二节 墓室局部沉降坍塌的保护.....	120
(一) 墓室概况.....	120

(二) 研究方案.....	120
(三) 方案比选与强度验算.....	124
(四) 研究结论.....	127
第三节 盗洞、墓道台阶及新墓葬的保护.....	127
(一) 墓室盗洞的处理.....	127
(二) 墓道台阶的保护.....	127
(三) 墓道西侧新墓葬的保护.....	127
第七章 墓葬微生物监测与病害生物防治研究.....	132
第一节 引言.....	132
(一) 古代壁画的微生物退化.....	132
(二) 微生物参与的颜料色变机理研究.....	135
第二节 研究方法与技术.....	136
(一) 样品采集.....	136
(二) 可培养微生物计数与分离纯化.....	139
(三) 基于分子技术的菌种鉴定.....	140
(四) 壁画菌害样品 SEM 分析.....	141
(五) 壁画菌害样品克隆文库构建.....	141
(六) 统计分析.....	142
第三节 可培养微生物群落组成与结构特征.....	142
(一) 空气与壁画可培养细菌群落.....	142
(二) 空气与壁画可培养真菌群落.....	145
第四节 壁画真菌分子克隆文库构建与菌害成因分析.....	150
(一) 菌害壁画扫描电镜分析.....	150
(二) 阳性克隆的筛选及测序比对.....	150
(三) 系统发生树构建.....	151
(四) 群落组成与结构特征比较.....	151
(五) 真菌区环境温度与相对湿度变化.....	151
第五节 病害生物综合防治试验.....	153
(一) 试验材料.....	153
(二) 抢救性防护杀菌剂筛选.....	153
(三) 前期除草试验研究.....	155
第六节 小结.....	156

第八章 探地雷达在徐显秀墓保护中的应用	163
第一节 壁画空鼓病害的探测及灌浆加固效果的评价	163
(一) 检测原理及仪器分辨率	163
(二) 壁画空鼓病害范围的检测	166
(三) 空鼓壁画灌浆加固效果的评价	173
第二节 封土堆周边与墓道两侧土体中树木根系的探测	181
(一) 探测原理	181
(二) 探测区域	181
(三) 介电常数的测定	182
(四) 数据处理方法	184
(五) 结果与分析	184
(六) 初步结论与展望	190
第九章 保护工程设计研究	196
第一节 设计依据	196
第二节 设计原则	196
第三节 工程规模与计划进度	196
第四节 材料与工艺	198
(一) 壁画保护修复	198
(二) 土体锚固与裂隙注浆	199
(三) 青砖砌补	202
第五节 施工管理	204
(一) 施工机具选择与安置	204
(二) 组织机构及劳动力计划	204
(三) 施工顺序	205
(四) 质量保证体系	205
(五) 安全保证措施	207
(六) 文明施工, 环境保护	210
(七) 保险措施	210
(八) 原始材料整理及归档要求	210
第十章 保护工程实施	212
第一节 壁画保护修复工程	212

(一) 起甲壁画.....	212
(二) 地仗残损壁画.....	214
(三) 裂隙壁画.....	217
(四) 酥碱壁画.....	219
(五) 空鼓壁画.....	220
(六) 照壁背部加固及画面防护层揭取.....	222
第二节 土体锚固工程.....	222
(一) 土层锚杆及注浆材料.....	222
(二) 土体锚固工艺.....	222
第三节 土体裂隙注浆加固工程.....	225
(一) 注浆与表面修补材料.....	226
(二) 注浆加固工艺.....	226
第四节 墓室保护加固工程.....	226
第五节 小结.....	230
第十一章 徐显秀墓监测预警体系设计与初步构建.....	327
第一节 监测预警体系建设的意义与目标.....	327
(一) 意义.....	327
(二) 目标.....	327
第二节 指导思想、设计原则及编制依据.....	327
(一) 指导思想.....	327
(二) 设计原则.....	328
(三) 编制依据.....	328
第三节 监测内容及方法.....	328
(一) 区域环境监测.....	329
(二) 墓室微环境监测.....	330
(三) 壁画监测.....	332
(四) 文物载体监测.....	333
(五) 游客监测.....	334
(六) 展陈监测.....	335
(七) 工作人员监测及墓室管理.....	335
第四节 监测预警体系结构.....	335
第五节 运行保障机制及制度.....	337

附录

附录一 北齐徐显秀墓壁画保护修复研究大事记..... 338

附录二 国家文物局《关于山西太原北齐徐显秀墓保护展示概念设计方案的批复》..... 342

附录三 国家文物局办公室函件《关于徐显秀墓壁画馆设计方案的意见》..... 344

附录四 国家文物局《关于徐显秀墓保护方案的批复》..... 346

附录五 山西省文物局《关于同意徐显秀墓保护方案补充设计的批复》..... 348

附录六 国家文物局《关于徐显秀墓壁画馆设计方案的批复》..... 349

附录七 山西省文物局《关于徐显秀墓壁画馆设计方案的批复》..... 351

附录八 山西太原王家峰北齐徐显秀墓保护工程阶段评估会专家意见 352

附录九 太原北齐徐显秀墓文物保护专家研讨会会议纪要..... 354

附录一〇 山西太原王家峰北齐徐显秀墓保护工程竣工验收专家意见 356

后记 357

彩版目录

- 彩版一 领导、专家检查指导工作
- 彩版二 保护修复工作现场
- 彩版三 保护修复工作现场
- 彩版四 保护修复工作现场
- 彩版五 锚固试验现场
- 彩版六 工程检查与自检
- 彩版七 工程中期专家现场调研
- 彩版八 竣工验收专家现场调研
- 彩版九 竣工验收专家合影
- 彩版一〇 墓道顶部修复前后对比
- 彩版一一 墓道东壁壁画修复前后对比
- 彩版一二 墓道东壁壁画修复前后对比
- 彩版一三 墓道东壁壁画修复前后对比
- 彩版一四 墓道西壁壁画修复前后对比
- 彩版一五 墓道西壁壁画修复前后对比
- 彩版一六 墓道新坟、天井壁画修复前后对比
- 彩版一七 甬道砖体修复前后对比
- 彩版一八 甬道东壁壁画修复前后对比
- 彩版一九 甬道西壁壁画修复前后对比
- 彩版二〇 甬道西壁壁画修复前后对比
- 彩版二一 墓室北壁壁画修复前后对比
- 彩版二二 墓室东壁壁画修复前后对比
- 彩版二三 墓室东壁壁画修复前后对比