

K879.414
2009.5

西藏布达拉宫 壁画保护修复工程报告

李最雄 汪万福 王旭东 陈 锦 强巴格桑

编著



文物出版社

北京·2008

封面设计 娄 婕

责任印制 张道奇

责任编辑 杨新改

图书在版编目 (CIP) 数据

西藏布达拉宫壁画保护修复工程报告 / 李最雄等 编著.

—北京: 文物出版社, 2008. 9

ISBN 978-7-5010-2470-4

I. 西… II. 李… III. ①布达拉宫—壁画—文物保护②布达拉宫—壁画—文物修复 IV. K879.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 059153 号

西藏布达拉宫壁画保护修复工程报告

李最雄 汪万福 王旭东 编著
陈 锦 强巴格桑

*

文 物 出 版 社 出 版 发 行

(北京东直门内北小街2号楼)

<http://www.wenwu.com>

E-mail: web@wenwu.com

北京达利天成印刷装订有限责任公司印刷

新 华 书 店 经 销

787×1092 1/16 印张: 26.25 插页: 4

2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

ISBN 978-7-5010-2470-4 定价: 198.00 元

Report on Wall Painting Conservation and Restoration Project of Potala Palace, Tibet

Compiled by

Li Zuixiong Wang Wanfu Wang Xudong
Chen Jin Chamba Kelsang

Cultural Relics Press

Beijing • 2008

序 一

布达拉宫是我国多民族国家建筑艺术的瑰宝，具有重大的历史、艺术和科学价值，因而早已被国务院公布为全国重点文物保护单位，并已列入了世界文化遗产的名录，十分珍贵。

为了保护这一建筑艺术瑰宝，20 世纪 80 年代，在国家经济并不富裕的情况下，就由中央政府拨付巨额并派出各方面专家，对布达拉宫进行了近代历史上第一次大规模抢救性的保护维修工程，保证了文物的安全。但由于西藏古建筑基本上是石、土、木混合结构，多种因素均可导致和促使文物病害的发生与扩展。针对存在的问题，党中央、国务院在第四次西藏工作座谈会上，把西藏三大重点文物保护维修工程——布达拉宫、罗布林卡、萨迦寺维修工程确定为重点援藏项目之一，并将布达拉宫二期维修工程壁画的保护修复作为维修工程的重要内容。党中央对西藏的亲切关怀，体现了对西藏优秀传统文化的尊重和高度重视，具有十分重大的现实意义和深远的历史意义。

布达拉宫的壁画，是这一宫殿建筑群重要的组成部分，它的保护维修更具有科学技术的要求。为了保证这一具有特殊技术要求的壁画保护工程维修项目圆满完成，国家文物局和西藏自治区人民政府以议标的方式，委托我国目前壁画保护技术高超、经验最为丰富的敦煌研究院来承担。敦煌研究院按照国家文物局“在西藏三大重点文物保护维修工程中要加大科技含量，重视基础研究和新材料、新工艺的研究与推广应用”的指示精神，在充分调查研究评估的基础上，把解决壁画空鼓病害作为保护西藏壁画的突破口，经过几年反复的室内、现场试验研究，筛选出治理空鼓病害壁画的灌浆加固材料和加固工艺。通过与建设单位、工程监理单位等多方的积极友好合作，按照《中华人民共和国文物保护法》和《中国文物古迹保护准则》的要求，完成了近 2000m² 病害壁画的保护修复。

在壁画保护修复过程中，敦煌研究院重视新技术的引进与推广应用，特别是在壁画病害的监测与灌浆效果评估方面尤为重视。如采用美国 Everest VIT 工业内窥镜有限公司生产的 XL PRO 型内窥镜探测壁画空鼓部位的真实状况，采用瑞典 MALÅ GeoScience 公司研发的 RAMAC/GPR 高频探地雷达检测壁画空鼓程度和评估灌浆效果等。

人才是一切工作的基础，如何培养和拥有一支西藏当地的壁画保护修复队伍是目前急需解决的首要任务，该项目把人才培养也作为重要内容之一。这种结合工程项目的实施来培养人才的做法是十分宝贵的，特别在传统工艺的继承与创新方面具有积极意义。这种培养人才的方法是非常重要和值得推广的。

布达拉宫壁画保护修复工程是一个具有挑战性和创新性的文物保护修复项目。项目的成功实施，是西藏寺院壁画保护修复的科学范例，将对西藏寺院壁画乃至整个西部地区的寺院壁画保护产生深远影响，具有明显的指导意义。工程不仅很好地贯彻执行了《中华人民共和国文物保护法》和《中国文物古迹保护准则》的要求，而且经过了前期实验研究和工程实施两个阶段，在灌浆材料、工艺流程、监测技术手段等方面均取得突破性进展，是我国文物保护技术领域的原创性成果，对我国乃至国际文物保护技术的发展和文物保护理论的完善均具有积极意义。

敦煌研究院的同志知我半个多世纪来与研究院结下的深厚感情，在 20 世纪 80、90 年代布达拉宫抢险加固维修工程中就参加了工作，多次进藏，与布达拉宫和许多寺庙的建筑、文物也结下了深厚的感情。因而，在这部图文并茂、内容丰富的《西藏布达拉宫壁画保护修复工程报告》即将出版之际，特嘱我为序。于是恭书了以上简短情况和意见，权以充之，并借以为此书出版之祝贺。

羅哲文

2008 年 4 月于北京

序 二

西藏是一片美丽而又神奇的土地，在这片土地上，聪慧而淳朴的人民创造了辉煌灿烂的历史与文化，至今保存了众多具有珍贵价值的文化遗产。位于拉萨市西北玛布日山（红山）上的布达拉宫始建于7世纪上半叶，松赞干布迎娶文成公主时，17世纪中叶扩建，此后经历3个多世纪的不断修建，形成了今天的规模。布达拉宫是西藏地区现存规模最大、保存最完整的官堡式建筑群，有着极高的历史、艺术和科学价值。作为中国古代建筑艺术的典范、宗教艺术的宝库、汉藏艺术交流融合的结晶，1961年被国务院公布为第一批全国重点文物保护单位，1994年被联合国教科文组织世界遗产委员会列入“世界文化遗产名录”。

1959年，西藏实行民主改革以后，党和国家、西藏自治区人民政府高度重视布达拉宫的维修和保护，经常拨给专项保护维修经费。1989~1995年国家拨出巨款对布达拉宫开展了一次大规模的维修和保护工程。1999年，在全国文物外事工作会议上，时任国家文物局局长的张文彬先生对我说，希望敦煌研究院能为西藏的文物保护事业作出贡献。2001年6月，中共中央、国务院在北京召开第四次西藏工作座谈会，将西藏三大重点文物保护工程，即布达拉宫、罗布林卡、萨迦寺保护维修工程确定为重点援藏项目，委托我院承担三大重点文物保护工程中的壁画保护修复任务。敦煌研究院作为国内最早开展壁画修复和保护工作的单位，虽然在壁画保护中积累了一定的经验和技巧，取得了一些成果，也拥有一批经验丰富的壁画保护科研人员和熟练掌握壁画修复技艺的高级技工，但西藏布达拉宫的壁画与敦煌壁画的制作材料、保存环境和病害类型大相径庭，所以保护修复布达拉宫的壁画，对我们而言是一项全新的课题，我们深感任务的艰巨。此外，西藏地处高原缺氧地区，对于长期生活在海拔较低地区的人而言，能在西藏地区正常生活就属不易，现在要历经数年去承担巨大的壁画保护任务，对我们赴藏工作人员的健康来说也是一种挑战。

西藏文化是我国多民族文化不可或缺的重要组成部分，敦煌研究院把保护好西藏珍贵的文化遗产作为自己的神圣使命和职责。接受任务以后，我院高度重视，成立了以我为组长的西藏三大重点文物保护维修工程领导小组，做出了周密的部署和计划，抽调了资深的壁画保护专家和熟练的技术人员组成了西藏壁画保护修复工程的工作班子，制定了严格的工作程序与管理办法。为了确保工作人员在高原缺氧地区顺利完成任务，给每个去藏工作

人员购买了人身意外保险,对工作人员生活、医疗等方面做出了细致的安排。

为了保证完成这一国家重点壁画保护维修工程,首先,从2001年底到2003年初,投入了大量的人力、物力和财力,开展了一系列的前期准备工作,通过文物保存现状调查、壁画病害分析研究、修复材料筛选、修复工艺改进、实验室模拟试验、现场试验等多个环节的工作,最终找到了适合布达拉宫壁画维修保护的修复技术、修复材料和修复工艺。

在此基础上,于2003年5月至2007年8月,在西藏三大重点文物保护维修工程领导小组办公室、自治区文物局、布达拉宫管理处、布达拉宫维修工程指挥部以及工程监理等单位的大力支持和积极配合下,依据《中华人民共和国文物保护法》和国家文物局批准的《西藏布达拉宫壁画保护修复方案》,以高度负责、一丝不苟的精神,完成了布达拉宫的红宫、白宫及其附属建筑的22个殿堂1800多平方米空鼓、起甲、污染、裂隙等病害壁画的保护修复工作。空鼓是布达拉宫壁画主要的严重病害,如东大殿西壁有一块空鼓、破损严重的壁画,修复技术人员为了确保保护工作万无一失,利用内窥镜探明壁画空鼓内部的破损状况,将内部碎石去除,采用除尘、纱布表面防护、小块壁画切割、表面软化、滴渗、灌浆、回贴、支顶等综合措施,使破损严重的壁画得到有效保护。应用探地雷达对壁画空鼓程度及灌浆加固效果进行检测。同时,为了确保工程质量与工程进度,主管领导和专家多次亲临现场指导,及时解决工程实施过程中的新情况、新问题。由于我院高度重视,技术人员的精心施工,我们的壁画保护修复工作得到了广泛的认可和赞誉。

经过五年多我们与藏族同胞的密切合作,不仅成功地完成了布达拉宫国家重点壁画保护工程任务,而且与藏族同胞建立了深厚的感情,结下了深厚的友谊。在工程项目的实施过程中,使我们开阔了视野,拓展了我们壁画保护的领域,锻炼了我们的文物保护队伍,也为布达拉宫培养文物保护人才,尽了我們一点微薄之力。

工程完成后,我院集结了此项工程的文字、图纸、影像等资料,撰写完成了《布达拉宫壁画保护修复工程报告》。报告不仅客观介绍了布达拉宫壁画保护维修工程,而且总结了针对布达拉宫壁画自身特点而形成的壁画保护修复技术、修复材料和修复技艺,以及配合此次工程所取得的研究成果和成功经验,我认为这是敦煌研究院和藏族同胞几年来辛勤工作的结晶。希望以此能为西藏人民和全国人民交上一份满意的答卷。也诚恳地希望同仁们对我们的保护工程提出宝贵的意见。

值此报告出版之际,谨此为序。

樊锦诗

2008年6月于莫高窟

前 言

西藏三大重点文物保护维修工程——布达拉宫、罗布林卡、萨迦寺维修工程是党中央、国务院在第四次西藏工作座谈会上确定的 117 个重点援藏项目之一，是继 1989 ~ 1994 年国家财政安排拨款专项对布达拉宫进行第一期维修后，在西藏古建筑、壁画保护维修史上投资最多、规模最大的文物保护维修工程。

为了确保工程的顺利实施，加强对工程的组织领导和管理工作，由国家发展与改革委员会、财政部、文化部、国家民委、国家文物局、国家宗教局及西藏自治区人民政府组成“省（部）级领导联席会”，负责处理三大重点文物保护维修工程重大事项并及时向国务院报告工程进展情况。设立了由西藏自治区党委、政府和国家文物局领导以及国家发展与改革委员会社会发展司、财政部教科文司，西藏自治区党委宣传部，西藏自治区人民政府办公厅、发展与改革委员会、财政厅、文化厅、民宗委、公安厅、建设厅、文物局、消防总队等部门负责人组成的“西藏三大重点文物保护维修工程领导小组”，领导小组负责领导工程的组织实施，按计划完成任务，确保工程质量，并向中央有关部门汇报工作。该领导小组下设办公室，作为三大工程的项目法人单位，具体负责工程的组织实施，向工程领导小组报告工作。同时分别设立了布达拉宫、罗布林卡、萨迦寺三个工程指挥部，负责工程现场施工质量、管理及文物搬迁保护等相关工作，向工程办公室报告工作。敦煌研究院也成立了“敦煌研究院西藏三大重点文物保护维修工程壁画保护修复项目领导小组”，领导小组下设办公室，具体负责日常事务。全国政协委员、敦煌研究院院长樊锦诗研究员任组长，副院长李最雄研究员任副组长兼项目总负责。

为了确实有效地做好布达拉宫二期维修工程中的壁画保护修复工作，我们在总结几十年来敦煌研究院在石窟壁画修复的成功经验和教训的基础上，对布达拉宫第一期维修工程中壁画修复工作进行了认真的总结和分析，本着对文物高度负责的精神，在慎之又慎的前提下，加大了对文物保存现状的调查与评估力度。2000、2001 年，敦煌研究院先后三次选派由壁画保护修复、考古、环境、摄影、测绘等方面的专家和技术人员组成的专家组，对布达拉宫所有殿堂壁画保存状况进行了详细调查。调查结果表明，20 个殿堂有各种病害壁画的面积为 1722.68m^2 ，约占布达拉宫壁画总面积的 70%，其中空鼓壁画占病害壁画总面积的 75%。因此，布达拉宫壁画修复工作的重点是治理壁画空鼓

病害。遵照国家文物局“在西藏三大重点文物保护维修工程中要加大科技含量,重视基础研究和新材料、新工艺的研究与推广应用”的指示精神,敦煌研究院向国家文物局申报并获批了“西藏萨迦寺、布达拉宫和罗布林卡壁画保护修复研究”课题(合同编号 200101)。课题包括壁画保存现状调查评估、病害机理综合分析、修复材料与工艺筛选等几个方面的研究工作。

2001 年 9 月,在现状调查和对西藏壁画制作材料分析研究的基础上,针对布达拉宫壁画空鼓病害的特点,我们在敦煌莫高窟室内模拟制作了西藏壁画支撑体块石、夯土和轻质墙三种墙体,根据对壁画地仗材料、结构、制作工艺调查分析测试的结果,复制壁画地仗试块,并人为造成空鼓等病害,对灌浆材料、工艺、方法进行全面系统的筛选实验。按照灌浆材料应具备无毒、无味、无腐蚀、比重小、透气性好、收缩率小、强度可调、初凝和终凝速度适中、流动性以及可灌性好等特点的要求,筛选出以 PS(高模数的硅酸钾)为主剂、粉煤灰掺加适量壁画地仗材料(红阿嘎和白阿嘎)做填料、氟硅酸钠为固化剂的无机灌浆材料。这种灌浆材料具有很好的兼容性,灌浆材料的强度可通过调整主剂 PS 的浓度和水灰比来控制,保证灌浆材料的强度接近或略低于壁画地仗强度,满足了可再处理的原则。2002 年 4 月在敦煌莫高窟由甘肃省文物局组织的专家评估会上,专家组认为:“课题组在调查、分析、检测、研究的基础上,提出空鼓壁画的治理是当前最迫切需要解决的问题,符合实际,根据病害调查结果,初步确定空鼓壁画的修复保护应尽最大可能采取就地灌浆加固的方法,在建筑必须落架大修的条件下才采用揭取—加固—回贴的方法的原则是正确的。筛选的灌浆材料及其相关施工工艺可行,根据西藏壁画的制作材料及工艺所制作的试验模型和设计的模拟灌浆试验、获得的测试数据基本上符合西藏壁画的实际情况,方法科学,效果良好,可以进入现场试验,并在试验中进一步完善材料配方及操作工艺,以利实际施工。”同时,专家组还对现场环境因素对灌浆材料及施工工艺的影响、灌浆材料的强度与壁画地仗强度的关系、灌浆效果检测等实施中的问题给予重视并提出了很好的建议。根据专家组的建议,2002 年 8 月,敦煌研究院与布达拉宫维修工程指挥部协商,选定布达拉宫无量寿佛殿和东大殿为空鼓壁画现场灌浆加固试验点。2003 年 4 月 28~30 日,由西藏三大重点文物保护维修工程领导小组办公室和敦煌研究院邀请区内外的相关专业的专家,在西藏拉萨举行了布达拉宫空鼓壁画保护加固现场实验评估会。与会专家认为:“根据现场试验结果,筛选出的以 PS 为主剂的 F 试块配方的灌浆材料,除其他性能指标能满足要求外,在强度上与布达拉宫墙体接近,适合该处空鼓壁画的灌浆加固,现场灌浆试验结果良好。灌浆前采用 PS 对软土层渗透加固,提高地仗与墙体疏松部位软土层强度的施工工艺与步骤,有利于保证或提高灌浆加固的质量。采用灌浆和锚固相结合的方法,不仅提高了地仗与墙体的黏结力,而且增强了壁画的整体稳定性。同时,建议环境温度是影响灌浆效果的

主要因素之一,必须选择适宜的季节施工,以确保灌浆材料的凝固和干燥。在块石墙上凿锚孔难度很大,应尽量可能利用无损检测技术探测块石砌缝,以便将锚孔开凿于砌缝。对于疏松土层空鼓壁画的加固,应进一步优化施工工艺。”随后,根据专家现场评估意见,又组织专业技术人员对 PS - F 系列灌浆材料进行了深入研究,并确定为灌浆材料。通过室内模拟实验与现场试验相结合的方法,我们不仅筛选出了针对西藏空鼓病害壁画治理的新型灌浆加固材料,而且总结出了一套空鼓病害壁画修复加固的科学而系统的施工工艺,即:1) 除尘,2) 用探地雷达检测空鼓范围及空鼓程度,3) 钻注浆孔,4) 用内窥镜观察空鼓壁画内部状况并清除碎石等,5) 埋设注浆管,6) 灌浆,7) 支顶,8) 锚杆补强,9) 用探地雷达检测灌浆效果,10) 封堵裂缝及注浆孔,11) 补色。同时,对西藏起甲壁画修复材料及工艺、烟熏壁画清洗剂及工艺、石灰涂层清洗剂及工艺、油漆涂层清洗剂及工艺等,都进行了室内模拟实验与现场筛选实验。

在前期可行性实验研究通过专家评估并建议可以进入现场施工的前提下,布达拉宫壁画保护维修项目于2003年5月在东大殿正式开工。同年7月28日,西藏布达拉宫二期维修壁画保护修复工程合同正式签署(合同编号藏文保工办画字 AH - 001),这标志着布达拉宫壁画保护修复工程全面开工。按照国家文物局批准的“全国重点文物保护单位西藏布达拉宫壁画保护修复方案”的要求,敦煌研究院在每个单项工程实施前,首先按照《中华人民共和国文物保护法》(2002年)、《中华人民共和国文物保护法实施条例》、《文物保护工程管理办法》、《中国文物古迹保护准则》(2002年)、《中华人民共和国建筑法》以及国际文物保护宪章等的要求和具体规定,会同布达拉宫维修工程指挥部对需要修复的病害壁画面积进行二次核实。在此基础上,根据不同病害的严重程度,制定详细的施工设计,确定施工技术路线和施工管理。在保护实施过程中严格遵循技术规范和已确定的施工程序。前期实验解决了壁画病害的共性问题,而对单个殿堂还需做进一步的现场试验研究。在保护实施过程中,根据壁画的具体情况,针对各自的病害特征、环境因素和现场的试验数据,及时调整修复材料适宜的配比和工艺,确认对壁画无损坏、与原材料兼容的情况下再进行使用。在具体修复过程中,根据病害类型、严重程度以及所处的位置,确定合理的修复程序和技术路线,同时建立完整的保护修复档案,为今后的壁画保护及研究提供真实、详尽、规范的信息资料,保证了修复程序的科学性和合理性。施工过程中,在施工现场由专人负责,合理分工,出现问题及时商讨,必要时组织专家评估,确保了壁画文物的安全。

壁画保护修复工程中,处理好壁画保护与古建维修的关系是重要环节之一。在布达拉宫壁画保护修复工程中,由于布达拉宫维修工程指挥部与敦煌研究院、苏州香山 - 拉萨古建联营体均树立了以保护文物为目的的维修理念,使这一问题得到较好的解决。具体工序是:对建筑需要大修或墙体裂隙灌浆的工程实施点,古建部门首先报告指挥部,

指挥部及时通知敦煌研究院进行三方现场勘察分析,对可能影响到壁画安全的部位先由壁画修复方进行壁画的支顶防护,或者先对壁画进行保护修复,随后进行建筑方面的工程实施。敦煌研究院在壁画保护修复过程中,如果遇到对墙体稳定性持怀疑的施工点,也及时报告指挥部,由指挥部协调三方协商解决。对施工中的重大问题及时上报工程办公室,由工程办公室统一协调解决。由于在工程实施中,树立了统一领导,文物安全第一,加强合作与沟通的施工理念,不仅使文物得到及时有效的保护,而且施工方亦赢得了质量与效益双丰收。

安全重于泰山,文物安全是做好一切文物工作的基础。布达拉宫是土木结构建筑,多数宫殿内存有价值连城的经书、唐卡、佛像等重要文物,做好消防、防盗等安全工作是布达拉宫维修过程中的主要任务。为了做好此项工作,敦煌研究院从如下几个方面着手。一是建立健全各项规章制度。在全面落实布达拉宫各项管理制度的同时,敦煌研究院项目组制定了“施工现场内文保措施”、“施工现场消防保卫管理制度”、“施工现场安全生产管理制度”、“安全员职责”等规章制度,确保施工的安全。二是加强文物安全宣传教育,提高对文物安全重要性的认识。从开始进场,项目组就对所有人员进行安全教育,重点学习了《中华人民共和国文物保护法》(2002年)、《消防法》、《安全生产条例》以及西藏自治区人民政府、布达拉宫管理处等有关文物安全方面的一系列规定。三是加强现场管理,配备消防等专业设备。在布达拉宫壁画保护修复现场,为了满足游客参观与信教群众朝拜的需要,在施工过程中许多殿堂都是开放的,这样增加了施工单位的工作难度。敦煌研究院在现场设置醒目的警示牌,增加灭火器,施工脚手架不仅全部安装安全防护网,而且全部用彩条布封护,架板全铺棉毯,保证文物和游人安全。四是建立时查制度。配备的现场安全员,在每日开工与收工时对电灯、电线等均需详细检查,并做好安全记录,同时对指挥部与消防大队提出的问题及时整改,做到万无一失。由于各项制度健全,措施落实到位,在施工期间没有发生一起文物和人身安全事故。

单项工程竣工验收是壁画保护修复工程终验的一个必需而又十分关键的环节。其基本的工作程序是在单项工程完工后,由敦煌研究院组织相关专业技术人员进行自检合格后,正式向布达拉宫维修工程指挥部提出验收申请,指挥部再组织相关技术人员、管理人员以及宫殿僧人进行初验,对工程量进行核实。对初验提出的问题敦煌研究院进行补充完善、整改,初验通过后由指挥部在敦煌研究院提交的申请上签注意见,同意进行竣工验收。最后,工程办根据指挥部提出的意见,按照项目合同约定,组织由西藏三大重点文物维修工程领导小组办公室、布达拉宫维修工程指挥部、中咨监理公司西藏三大文物工程监理办公室等单位的相关技术与管理人员组成的验收组进行验收,苏州香山—拉萨古建联营体、敦煌研究院的部分代表也列席验收会。验收的一般程序是:验收会由工

程办主持,首先由敦煌研究院项目负责人对工程概况,工程特点及解决的主要问题,修复材料的性能、配比,修复工艺流程,技术难点,修复前后对比及组织施工等进行详细的汇报,对验收组提出的问题进行解答。其次,验收组按照国家文物局批准的《布达拉宫壁画保护修复方案》及由敦煌研究院会同西藏三大重点文物保护维修工程领导小组办公室拟定的“西藏三大重点文物保护维修工程空鼓和起甲病害壁画保护修复技术规范(暂行)”的标准与要求,对修复效果进行检查和评估,对验收组提出的问题由敦煌研究院技术负责人现场解答,最终形成验收意见。验收结果也是按合同支付工程进度款的唯一依据。从2003年5月至2007年6月,我们共完成布达拉宫红宫、白宫、附属建筑等22处殿堂、门厅、回廊的病害壁画1807.49m²的保护修复任务。该工程于2007年7月通过国家文物局组织的专家组的终验,这标志着迄今为止由敦煌研究院所承担的工程量最大、技术含量高、施工条件极其复杂的文物保护维修工程——布达拉宫二期维修壁画保护修复工程的竣工。

壁画空鼓病害的检测及其对灌浆效果的科学评价一直是文物保护技术领域的一大瓶颈。这两项技术在布达拉宫二期维修工程壁画保护修复项目中均有所突破。一项是采用美国韦林意威特(Everest VIT)工业内窥镜有限公司生产的XL PRO型内窥镜,探测壁画空鼓部位的真实状况,以制定适宜的空鼓壁画灌浆回贴加固的工艺及方法。另一项技术是采用瑞典MALÅ GeoScience公司研发的RAMAC/GPR高频探地雷达对灌浆效果进行检测。高频探地雷达可检测壁画空鼓范围,并根据不同深度的雷达切片图像来评估空鼓的严重程度。实施灌浆后,探地雷达的检测可定量标示出浆液结石体在空鼓区充填的部位,并与灌浆前的空鼓形成明显对比,以评价灌浆效果。

培养一支西藏当地的壁画保护修复队伍也是该项工程的重要内容之一。在布达拉宫壁画保护修复工程实施过程中,布达拉宫管理处先后选派5名工作人员和4名临时人员参与壁画现状调查、灌浆加固等工作,其中1名在敦煌莫高窟参加了由敦煌研究院、兰州大学、美国盖蒂(Getty)保护研究所和英国伦敦大学考陶尔德(Courtauld)艺术学院壁画保护系共同举办的“壁画保护研究生班”的学习,课程内容包括壁画保护理论、壁画价值评估方法、壁画的调查分析与评估方法、壁画制作材料与工艺、保护现场实践等,采用课堂授课与现场实习操作相结合的授课方式。壁画保护修复人才的培养,为进一步做好布达拉宫壁画的日常维修与管理奠定了基础。当然,由于西藏文物保护技术人才严重不足,在重视与高等院校联合培养高层次人才的同时,加大对目前文物战线从事一线技术与管理工作人员的培训也是解决人才匮乏的途径之一。

布达拉宫壁画保护修复工程的顺利实施,得到了国家发展与改革委员会、国家文物局、西藏自治区、西藏三大重点文物保护维修工程领导小组办公室、布达拉宫指挥部及敦煌研究院等单位的关怀与大力支持,国家文物局局长单霁翔、副局长童明康,西藏自

治区党委书记张庆黎、政府副主席加热·洛桑丹增，工程办常务副主任陈锦及副主任常兴照、朗杰，敦煌研究院院长樊锦诗、党委书记兼副院长纪新民等领导多次亲临现场视察，协调解决工程实施中存在的问题。特别需要指出的是在工程实施的每个环节中，布达拉宫维修工程指挥部指挥长强巴格桑、副指挥长丁长征等自始至终深入一线，检查指导工作，协调解决存在的突出问题。所有这些是工程能够保质保量顺利完成的组织保障。

布达拉宫壁画保护修复工程是一个具有挑战性和里程碑式的文物保护修复项目。项目的成功实施，是西藏寺院壁画保护修复的科学典型，将对西藏寺院壁画乃至整个西部地区的寺院壁画保护产生深远影响，具有明显的指导意义。该项工程不仅很好地贯彻执行了《中国文物古迹保护准则》的要求，而且经过了前期实验研究和工程实施两个阶段，前后花费六年时间，在灌浆材料、工艺流程、监测技术手段等方面均取得突破性进展，是我国文物保护技术领域的原创性成果，对我国乃至国际文物保护技术的发展和文物保护理论的完善具有积极意义。

保护研究篇

目 录

序一	罗哲文 (i)
序二	樊锦诗 (iii)
前言	(xv)

保护研究篇

第一章 项目背景	(3)
第二章 价值评估	(5)
第三章 现状调查	(10)
第一节 文物赋存环境特征	(10)
(一) 西藏气候环境特征	(10)
(二) 拉萨地区区域气候环境特征	(11)
(三) 殿堂微环境特征	(12)
第二节 壁画病害类型	(17)
(一) 空鼓壁画	(18)
(二) 起甲壁画	(19)
(三) 酥碱壁画	(19)
(四) 壁画画面污染	(19)
(五) 烟熏壁画	(20)
(六) 壁画大面积脱落	(21)
(七) 壁画裂隙	(21)
第三节 壁画制作材料分析	(21)
(一) 壁画地仗支撑体与地仗材料分析	(21)
(二) 颜料分析	(28)
(三) 胶结材料分析	(35)
第四节 壁画制作工艺	(35)

第五节 壁画病害机理分析	(36)
(一) 空鼓病害产生的主要原因	(36)
(二) 起甲病害产生的主要原因	(37)
第四章 前期实验研究	(39)
第一节 空鼓壁画修复材料及工艺研究	(39)
一 PS-F 系列灌浆材料	(39)
二 空鼓壁画灌浆材料的筛选	(57)
(一) 阿嘎土的物理化学性质	(57)
(二) 墙体复制	(62)
(三) 壁画地仗复制	(63)
(四) 灌浆材料的筛选实验	(65)
三 布达拉宫空鼓壁画现场灌浆加固试验	(75)
(一) 无量寿佛殿北壁壁画试验区现状	(75)
(二) 东大殿西壁壁画试验区	(76)
(三) 空鼓壁画灌浆加固材料	(76)
(四) 室内灌浆材料筛选补充实验	(77)
(五) 现场灌浆加固试验	(80)
(六) 小结	(87)
(七) 问题讨论	(87)
四 空鼓壁画修复工艺	(87)
第二节 灌浆材料的进一步研究	(88)
(一) 壁画地仗层的强度	(89)
(二) 灌浆材料的强度	(91)
(三) 浆液的凝结时间	(94)
(四) 灌浆材料的收缩性	(95)
(五) 灌浆材料的耐候性	(95)
第三节 起甲壁画修复材料及工艺研究	(96)
(一) 起甲壁画修复材料筛选	(96)
(二) 起甲壁画修复工艺	(103)
(三) 起甲壁画修复现场试验	(104)
第四节 烟熏壁画修复材料及工艺研究	(105)
(一) 烟熏壁画清洗材料筛选	(106)
(二) 烟熏壁画清洗工艺	(106)