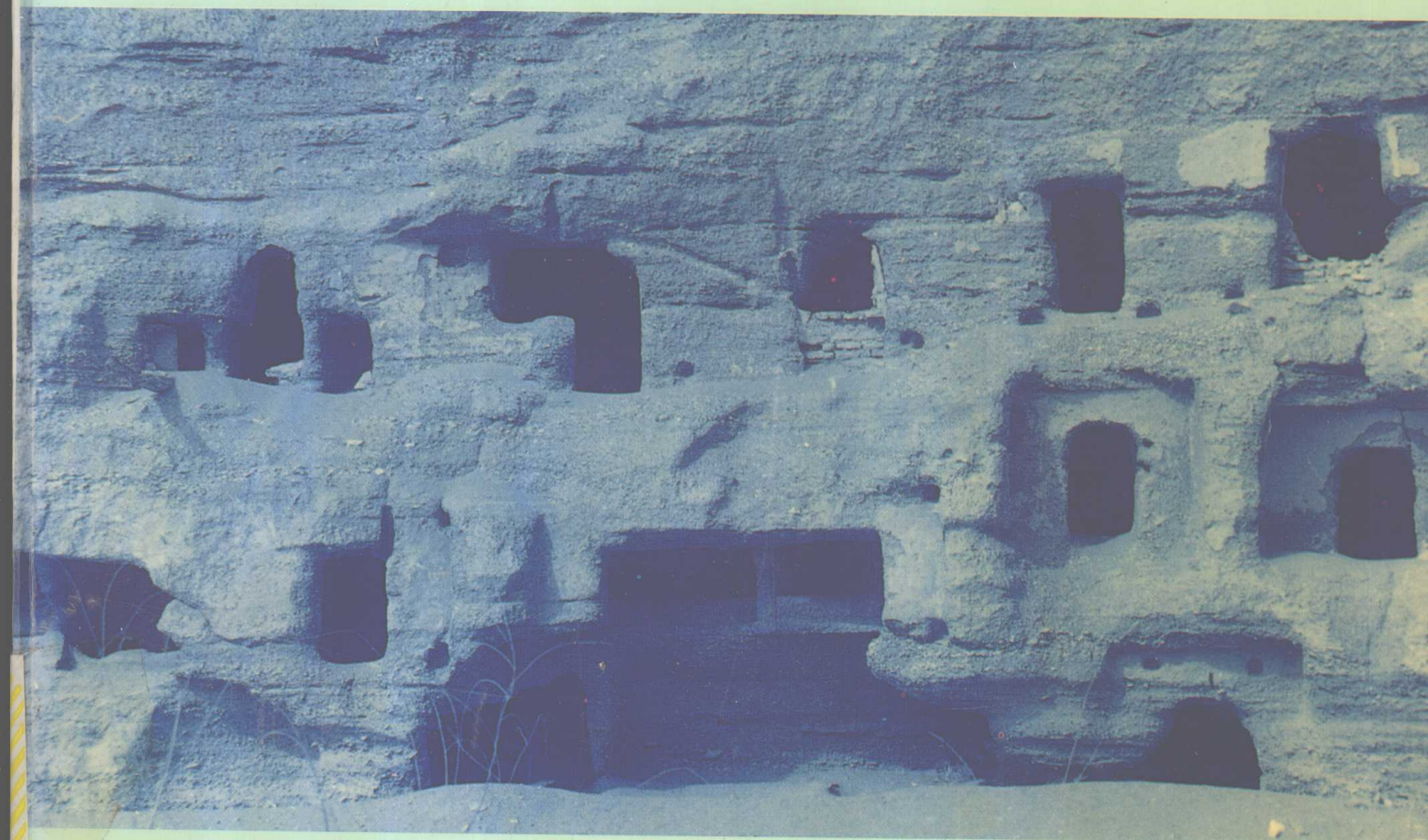


敦煌研究文集

石窟保护篇 · 上



敦煌研究文集

石窟保护篇·上

敦煌研究院 编

江苏工业学院图书馆
藏书章

甘肃民族出版社

(甘)新登字第 02 号

责任编辑:赵兰泉
封面设计:马 强
版式设计:梁尉英
责任校对:梁尉英 李最雄

K870.6-53/2

敦煌研究文集
石窟保护篇·上
敦煌研究院 编

甘肃民族出版社出版发行
(兰州第一新村 81 号)
天水新华印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 27 插页 5 字数 615,000

1993 年 6 月第 1 版 1993 年 6 月第 1 次印刷

印数:1-3,000

ISBN 7-5421-0235-4/Z·5 定价:45.00 元

主 编	段文杰		
副 主 编	樊锦诗	李最雄	梁尉英
英文翻译	王春菁		
摄 影	孙洪才	巨岩云	
绘 图	郦伟堂		
封面题字	段文杰		

石窟保护篇·上 目录

莫高窟保护工作进入新阶段(代序)	段文杰 (1)
敦煌莫高窟的保存、维修和展望	樊锦诗 (4)
莫高窟壁画保护的若干问题	孙儒侗 (13)

一、石窟环境

莫高窟小气候的初步观测	唐玉民 孙儒侗 (21)
观众对洞窟环境影响的实验分析	张拥军 王宝义 付文丽 〔美〕前川信 (34)
敦煌莫高窟窟内温度湿度的观测与分析	王宝义 张拥军 付文丽 薛平 李茹 (43)
敦煌莫高窟的气象观测[1]	〔美〕前川信 (43)
—— (1988年春的温湿度变化)	李 实 张拥军 〔日〕三浦定俊 西浦忠辉 (53)
敦煌莫高窟的气候[2](1989—1991)	〔日〕三浦定俊 西浦忠辉 张拥军 王宝义 屈建军 (61)
敦煌莫高窟气候环境特征	李 实 屈建军 (70)
敦煌壁画病害的环境因素及防治对策的研究	唐玉民 孙儒侗 (76)
敦煌莫高窟的气象(1962—1992)	付文丽 张拥军 王宝义 〔美〕前川信 (92)
光监控带在莫高窟的应用	唐玉民 孙儒侗 (107)
敦煌洞窟地层的工程特性	张虎元 张明泉 曾正中 王旭东 孙毅华 (111)
爆破振动对莫高窟的影响	陈丙午 林学文 陈雪茜 王旭东 (125)
敦煌莫高窟崖顶风沙危害的研究	凌裕泉 屈建军 樊锦诗 李云鹤 〔美〕Neville Agnew 林博明 (134)
敦煌莫高窟顶风沙运动规律的研究	屈建军 张伟民 陆锦华 李云鹤 张兆奇 王旭东 汪万福 〔美〕Neville Agnew 林博明 (146)
敦煌莫高窟顶尼龙网栅栏防沙效应试验研究	屈建军 张伟民 康国定 李云鹤 张兆奇 王旭东 汪万福 (153)
	〔美〕Neville Agnew 林博明

敦煌莫高窟的地质环境.....〔日〕朽津信明 段修业(162)

目 录 · 莫高窟壁画

二、石窟、壁画病害机理

- (1) 杰文男 李最雄 (171)
- (1) 孙儒侗 段修业 (188)
- 炳灵寺、麦积山和庆阳北石窟寺的风化研究 李最雄 (171)
- 莫高窟烟熏壁画清洗机理的探讨 段修业 (188)
- 壁画颜料变色原因及影响因素的研究 唐玉民 孙儒侗 (199)
- 光和湿度对土红、朱砂和铅丹变色的影响
..... 李最雄 〔加拿大〕Stefan Michalski (219)
- 敦煌壁画中胶结材料老化初探 李最雄 (236)
- 榆林窟的病害及其保护 孙儒侗 (249)
- 湿度是铅丹变色的主要因素 盛芬玲 李最雄 樊再轩 (258)
- 敦煌壁画中部分红色颜料的变色及稳定性 李铁朝 向晓梅 (276)
- 莫高窟第 3 窟疱疹状病害的研究 段修业 郭 宏 付文丽 (286)
- 莫高窟第 53 窟壁画酥碱病害的研究 郭 宏 段修业 李军 王军虎 (295)
- 铅丹、朱砂和土红变色研究的新进展 李最雄 樊再轩 盛芬玲 (309)
- 莫高窟壁画中的红色颜料及其变色机理探讨 李最雄 (337)
- 敦煌壁画盐害及其地质背景 张明泉 张虎元 曾正中 李最雄 (356)
- 敦煌石窟群围岩弹性波测试 周仲华 姚增 王旭东 (368)
- 敦煌石窟群围岩弹性波动力学特征 姚增 周仲华 郦伟堂 (376)
- 敦煌莫高窟壁画的盐类风化 〔日〕朽津信明
..... 段修业 (383)

(1983—1985) 莫高窟的病害

(92) 孙儒侗 (美) 王金文 李儒侗 付文丽 段修业 (383)

(107) 孙儒侗 唐玉民 段修业 (383)

(111) 孙儒侗 王旭东 曾正中 张明泉 张虎元 段修业 (383)

(125) 王旭东 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

(134) 李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

(146) 李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

(153) 李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

李儒侗 李儒侗 李儒侗 李儒侗 段修业 (383)

CONTENTS

A New Stage in the Conservation of the Mogao Grottoes

..... Duan Wenjie(1)

Report on the Future Prospects for the Maintenance and Conservation of the Dun-

huang Mogao Grottoes Fan Jinshi(4)

Several Conservation Questions of the Wall—Paintings at the Mogao Grottoes

..... Sun RuJian(13)

Environment of Grotto Sites

Some Preliminary Observations Made on the Micro—climate Around the Mogao

Grottoes, Dunhuang Tang Yumin Sun Rujian(21)

Analysis the Visitors' Effects on Environmental Factors on Mogao Grottoes

..... Zhang Yongjun Fu Wenli Wang Baoyi Shin Meakawa(Getty)(34)

A Study of the Temperature and Relative Humidity in Mogao Caves

..... Wang Baoyi Zhang Yongjun Fu Wenli Xue Ping Li Ru(43)

Report on a Meteorological Observation Made at the Mogao Grottoes, Dun-

huang [1]. —Temperature and Humidity Changes in March and April of 1988

..... Li Shi Zhang Yongjun Sadatoshi Miura Tadateru Nishiura (53)

Climate at Dunhuang Mogao Grottoes[2]. —From 1989 to 1991

..... Sadatoshi Miura Tadateru Nishiura

Zhang Yongjun Wang Baoyi(61)

Micro—climate Conditions at the Mogao Grottoes Li Shi Qu Jianjun(70)

A Study of Some of the Environmental Factors Causing Harm to Wall Paintings at

the Mogao Grottoes, Dunhuang Tang Yuming Sun Rujian(76)

Meteorological at Dunhuang Mogao Grottoes . —From 1962 to 1992

..... Fu Wenli Zhang Yonjun Wang Baoyi Shin Meakawa(92)

Report on the Use of Light Monitor Belts in the Mogao Grottoes, Dunhuang

..... Tang Yuming Sun Rujian(107)

Engineering Properties of Dunhuang Grottoes' Strata

Zhang Huyuan Zhang Mingquan Zeng Zhengzhong Wang Xudong Sun Yixua(111)

The Effect of the Explosive—generated Shock on the Mogao Grottoes

..... Chen Bingwu Lin Xuewen Chen Xueqian Wang Xudong(125)

Research into Wind—blown Sand Damage on the Cliff Top of Mogao Grottoes,

Dunhuang Lin Yuquan Qu Jianjun Fan Jinshi Li Yunhe

Preliminary Study on Wind-blown Sand Regulation of Upper Mogao Grottoes,
Dunhuang

..... Qu Jianjun Zhang Weimin Li Yunhe Zhang Zhaoqi (146)

Wang Xudong Wang Wan fu Neville Agnew Poming Lin
Experimental Research on Nylon Fence off Sand on the Roof of Dunhuang Mogao
Grottoes

..... Qu Jianjun Zhang Weimin Li Yunhe Zhang Zhaoqi (153)

Wang Xudong Wang Wanfu Neville Agnew poming Lin

Geological Environment of the Dunhuang Mogao Grottoes

..... Nobuaki Kuchitsn Duan Xinye(162)

Damage Mechanism

A Study of the Weathering of the Bingling Temple Grottoes, the Maiji Shan Grottoes
and the Qingyang Northern Grottoes Li Zuixiong(171)

A Study into the Cleaning of Man-made Smoke Blackened Wall Paintings at the
Mogao Grottoes, Dunhuang Duan Xiuye(188)

Studies on the Causes of Colors Changes of Wall Paintings at the Mogao Grottoes,
Dunhuang Tang Yumin Sun Rujian(199)

Report on the Effect of Light and Humidity on the Discoloration of Hematite,
Vermilion and Red Lead at the Mogao Grottoes, Dunhuang
..... Li Zuixiong Stefan Michalski(219)

A Preliminary Study of the Ageing of Glue in the Wall Paintings of Mogao Gro-
ttoes, Dunhuang Li Zuixiong(236)

About the Diseases and Protection of Yulin Grottoes Sun Rujian(249)

Humidity, the Prime Factor for Colour Change in Red Lead
..... Sheng Fenling Li Zuixiong Fan Zaixuan(258)

The Stability and Color Changes of Red Lead and Cinnabar in the Wall Paintings
at Mogao Grottoes, Dunhuang Li Tiechao Xiang Xiaomei(276)

Report on Research Work Conducted to Control the "Herpetic Syndrome" in Cave
No. 3 of the Mogao Grottoes, Dunhuang

..... Duan Xiuye Guo Hong Fu Wenli(286)

A Preliminary Study of the Wall Paintings Efflorescence in Cave NO. 53
..... Guo Hong Duan Xiuye Li Jun Wang Junhu(295)

New Developments in the Research of Color Changes in Red Lead, Vermilion
and Hematite Li Zuixiong Fan Zaixuan Sheng Fenling(309)

Studies on the Red Pigments of the Mogao Wall Paintings and Their Discoloration Machanism as Well	Li Zuixiong(337)
The Salts Induced Disease of Wall Paintings in Mogao Grottoes at Dunhuang and Its Geological Background	Zhang Mingquan Zhang Huyuan Zeng Zhenzhong Li Zuixiong (356)
The Elastic Wave Measurement of the Enclosing Rock of Dunhuang Caves	Zhou Zhong hua Yao Zeng Wang Xudong(368)
The Elastic Wave Dynamical Characteristics of the Surrounding Rock of Dun- huang Caves	Zhou Zhong hua Yao Zeng Li Weitang(376)
Salt Crystallization Efflorescence of Wall Paintings at the Mogao Grottoes of Dunhuang	Nobuali kuchitsu Duan Xiuye(383)

莫高窟保护工作进入新阶段

段文杰

莫高窟已有一千六百多年的历史。在明代之前，都是寺院僧侣由于信仰而保护这些天国神灵的。这些国宝能够传到今天，他们是有功的。

明朝封闭嘉峪关之后，莫高窟便被弃置荒漠而无人过问。风雨侵蚀，自然坍塌，无知者的烟熏破坏，盗宝者的有意掠夺，使莫高窟千疮百孔，荒凉破败，祖国文化遗产遭受濒临毁灭的厄难。莫高窟作为文物而被保护起来，那是1944年以后的事。

1944年以后莫高窟的保护工作，大致可以分为三个时期。

一、看守时期。1944年，由于专家学者的大声疾呼，国民党有识之士的积极倡议，在莫高窟成立了国立敦煌艺术研究所，担负起保护和研究的的双重任务。其间虽然也做过一些小修小补的工作，但是由于没有经费，基本上只起到一定的看守作用，至少防止了外国盗宝者的公开劫掠。但，莫高窟坍塌破败的面貌依然如故。

二、石窟加固时期。1949年，敦煌解放的第二天，西北野战军总司令彭德怀“保护敦煌千佛洞”的命令传到了莫高窟，宣布了敦煌文物要保护，敦煌研究所工作要继续。接着新中国第一任文物局局长郑振铎，派来了专家，拨来了专款，立即着手维修摇摇欲坠的唐宋木构建筑，同时制定了全面保护计划，并及时地抢救了早期洞窟。六十年代初，莫高窟列为第一批全国重点文物保护单位。文化部徐平羽副部长率领专家代表团来敦煌文物研究所考察，提出莫高窟全面加固的计划。周总理拨款百万，甘肃省霍副省长挂帅，铁道部工程队承担了施工任务。1963年我国第一次大规模石窟加固工程破土动工。铁道部设计院的工程师们，为了体现古建筑专家梁思成在莫高窟加固方案上批的三句话“有若无，实若虚，大智若愚”，经过反复研究，多次试验，才制成了现在的人工砾岩，体现了“修旧如旧”的精神。尽管在外貌上与原岩面不同，但它坚固、美观，能够承受七级地震，主要洞窟区的安全有了保证。1986年秋万里副总理视察莫高窟时，看了加固工程说：周总理“有远见”。但由于十年浩劫的干扰，加固工程未能全部竣工。

三、科学保护时期。在文化大革命时期，由于莫高窟人反复宣传文物保护法令，并与具有保护文物优良传统的敦煌人民一道使敦煌石窟得以免于浩劫。三中全会、十三大精神和改革开放政策，推动了敦煌文物的保护工作沿着现代化科学保护的方向发展，使莫高窟的保护进入了一个新阶段。

五十年代中，国家已经想到要用现代科学技术治理敦煌壁画病害。但是外国专家的粘结剂配方对我们保密，又提出苛刻的条件。这就逼着我们自己探索，经过反复试验，我们终于成功了。

六七十年代以来，我们抢救了大量行将剥落的壁画，如 161 等窟病害已得到治理；清洗烟熏壁画也成功了，71 窟的初唐壁画已从烟垢中露出当年风采；还有搬迁重层壁画，发现新壁画等等，获得了国家级奖励。

八十年代以来，在过去的基础上，不断探索并采取国内外合作的方针上闯出一条新的道路。如八五年以来和兰化研究院合作，对莫高窟的窟区环境和洞窟小环境做了较深入的研究，并初步地做出了莫高窟环境质量评价。后来又和兰州大学分析测试中心合作，对复杂的壁画颜料变色问题开展了研究，取得了一批较重要的成果。

特别是八九年和美国盖蒂保护研究所及中科院兰州沙漠研究所合作，在莫高窟窟顶的戈壁上建起三千多米长的防沙障，有效地起到了防止流沙侵蚀壁画的作用。另外和美国盖蒂保护研究所合作对莫高窟区的环境和洞窟小环境进行了系统监测，获得一整套重要的环境数据。同时又做了壁画颜料色度监测，薄顶洞窟加固和化学固沙实验，最近又在进行生物治沙实验。

一九〇年又和日本东京文化财研究所就莫高窟 194 窟和 53 窟两个洞窟的环境监测、壁画病害机理研究和修复签订了合作保护研究协议。两年来工作开展顺利，进展较快，对两个洞窟的环境监测已获得一整套数据，对壁画的病害机理已做了初步探讨。特别是每年派两名保护技术人员去东京文化财进行技术培训。

三年来我们和美国盖蒂保护研究所及日本东京文化财研究所的合作是卓有成效的，合作为我院培养了一支素质较高的、年青的文物保护科技队伍，促进了敦煌石窟文物保护蓬勃发展。

另外我们完成了文化部、文物局、甘肃省科委及甘肃省文化厅下达的一批课题，如壁画颜料变色褪色研究、起甲酥碱壁画的机理研究及修复、壁画修复材料的筛选实验、莫高窟第三窟泡疹状病害机理探讨、莫高窟崖顶的化学固沙实验、敦煌莫高窟地层工程地质特征等。发表了数十篇学术论文，得到了国内外文物保护界的关注和兴趣。

近几年来，我们在法律保护、人力保护、设施保护和科学保护等方面有很大进展。在人力保护上成立了警卫队，昼夜巡逻，防止人为破坏和意外灾害。设施保护：香港爱国人士邵逸夫捐赠港币一千万元，在一百多个重要洞窟里安装了玻璃屏风，380 多个洞窟安装了铝合金门，对保护壁画起了很好的作用。科学保护：首先需要现代科学仪器。1986 年万里副总理视察莫高窟时，拨专款一百万元购买科学仪器，现在 X 光衍射仪等已经在莫高窟落户。1987 年国家文物局派文物保护专家来敦煌考察，制订了莫高窟外围保护方案，国家又拨款百余万元安装现代化监测系统。莫高窟的安全将进一步得到保证。

现在我们不仅有了一些科学仪器和现代化设施，更重要的是，一支包括建筑、化学、物理、修复、地质、气象、计算机等方面的研究员、副研究员、工程师、技术员等近 30 人的科技保护队伍，正在实践中逐步成长。我们有能力把祖先创造的民族文化遗产保护好，使它流传万代。

敦煌石窟不仅是我国的国宝，也是全人类珍贵的文化遗产。1987 年敦煌石窟列入联

敦煌莫高窟的保存、维修和展望

樊锦诗

古代敦煌是中西交通的咽喉之地，又是中西文化的交汇之处，举世瞩目的敦煌莫高窟，位于中国甘肃省敦煌市东南 25 公里的鸣沙山下。据唐代圣历元年(689 年)的碑文记载，莫高窟自前秦建元二年(366 年)开凿，至镌碑时已有窟龕一千余个，此后历代续建，亦有塌毁。至今在长 1680 米的山崖上，遗存 4——14 世纪 10 个时代的洞窟 750 余个。其中的 492 个洞窟内共存壁画 45000 余平方米，彩塑 2000 多身。规模宏大的莫高窟，不仅蕴藏着丰富的艺术珍品，而且包涵了中国乃至西域的中世纪传统文化的丰富内容。由于其壁画艺术的宏富辉煌和内容的博大精深，故得到“世界艺术画廊”、“墙壁上的博物馆”、“世界艺术宝库”的誉称。敦煌莫高窟具有珍贵的艺术、历史、科学价值，中华人民共和国定为国家级重点文物保护单位。近年，又被联合国教科文组织遗产委员会批准列入世界文化遗产清单。

敦煌莫高窟开创至今已有 1600 多年。历史留给我们丰富而珍贵的文化遗产，同时也赋予我们不容推卸的保护重任。我们今天应尽全力而保护好它，使它能世代相传下去。敦煌研究院和它的前身敦煌艺术研究所、敦煌文物研究所的研究人员，为了敦煌石窟的今天和明天，展开了艰难而卓有成效的保护工作。本文拟从三个方面阐述敦煌莫高窟的保护工作。

(一) 敦煌莫高窟的保存

千百年来敦煌莫高窟是怎么保存下来的呢？这是现在和今后保护工作首先要弄清的问题。

1.1 自然因素

敦煌莫高窟是建筑、壁画、彩塑三者结合的综合性艺术。每个洞窟按壁画和彩塑所表现的题材内容，构筑成一定的建筑形式。各种建筑形式的洞窟，一般均有主室(后室)、甬道、前室、窟外木窟檐构成。壁画的结构和制作方法由三个部分组成：①开凿洞窟的石壁作为壁画的支撑结构；②在打平的石壁上涂 1 至 2 层掺合草和砂的粗泥层，再敷一层较薄而掺合棉、毛或麻的细泥层，作为绘制壁画的地仗层；③在压平晒干的细泥层上，涂刷一层石灰、石膏之类的白粉，用颜料和黑色描线。这是壁画的主要层位——画面层(颜料层)。绘

画前在地仗层上刷几道胶矾水,以固着颜料。彩塑的结构和制作方法是以前木料搭制骨架,外用芨芨草或芦苇捆扎出大体结构,然后依次敷抹泥层和颜料层,与壁画的结构基本相同,只是材料成份和制作工艺与壁画稍有不同。经分析洞窟地层为酒泉砾石层,为砂泥质及钙质胶结。在窟内干燥的条件下,石质比较牢固,与壁画粘接效果较好。崖面遗留痕迹表明,原来几乎每个洞窟窟外都构造过木窟檐,由于窟檐进深较大,筑有檐墙和窟门,对于防止风沙、雨雪、光照、甚至保持窟内小气候都起了保护作用。

经分析壁画和彩塑的地仗层所采用的材料,洞窟内为麦草泥、麻泥、棉花泥,露天壁画则为白灰泥。麦草泥用土多是窟前的一般粘土,含沙较多。麻泥和棉花泥多用河里沉积的澄板土,含沙较少。泥土中拌和的麦草、麻、棉花、蒲绒、芨芨草、芦苇等纤维材料取之于当地。麦草泥用于地仗层底层,与崖壁粘合强度较高,麻泥、棉花泥铺于地仗表层,不仅拉力强,韧性好、延展性好、收缩小,而且表面光滑,是绘画的好材料。

经分析壁画和彩塑的颜料层所用材料,大多为天然矿物颜料,主要有朱砂、土红、雄黄、石绿、氯铜矿、石膏、青金、白垩(又名方解石)、高岭土、滑石、石膏、云母、墨(又名碳黑)等。此外,还有人造颜料银朱、铅白、铅丹、植物颜料藤黄、胭脂。众所周知,天然矿物颜料性质比较稳定。

敦煌莫高窟地处戈壁沙漠腹地,空气干燥,雨量稀少,温度变化剧烈,是典型的大陆性气候。据记载,年平均降雨量仅30mm左右,而年蒸发量却高达4200mm。窟外最高气温为44.1℃,最低气温为零下27.6℃。在最干燥的时候,常有空气相对湿度为零的记录。但洞窟内的气象环境却表现出完全不同的特点:温度、湿度具有相当的稳定性。据近年来具有代表性的中型唐代洞窟第335窟的监测数据统计,窟内全年温度变化在5—20℃之间,年平均温度为12℃;全年相对湿度变化在6%—40%之间,年平均相对湿度为18.3%。据1990年2、3月份8天中194窟窟内外的温、湿度记录,可以看出昼夜之间,窟外温度有14℃左右,相对湿度有18%左右的较大变化,但窟内的温度和湿度却非常恒定,其日变化值分别小于1.0℃和3%。

莫高窟这种干燥的气候和洞窟内稳定的小气候环境,给壁画和彩塑的保存,提供了良好的自然条件,我们知道,壁画和彩塑颜料层所施的天然矿物颜料本身比较稳定,在干燥和稳定的环境里,一般不易发生化学变化,不易变色和褪色。因此使一些壁画千百年来一直保持鲜艳的色彩。地仗层含有的麦草、麻、棉花、芨芨草、芦苇等有机物质,在干燥的气候条件下,不易腐烂变质,不易霉变,随之使地仗层在稳定的小气候环境里,物理应力比较小,不易脱落,保持了壁画和彩塑的牢固性。总之壁画和彩塑材料本身的稳定,气候干燥,小气候环境的相对稳定,使许多洞窟的壁画和彩塑能比较好地得以保存。

1.2 社会因素

除了上述良好的自然因素外,历史上较好的社会因素,也是敦煌莫高窟得以保存的重要原因。

首先根据文献记载,4—14世纪莫高窟连续开窟造像的10个世纪中,敦煌及河西地区尽管朝代几经更替,兵戈逆乱叠起,但与中原地区相比,相对地说还是比较安全。无论外族屡次入侵,如北魏蠕蠕围困,隋为突厥、土谷浑侵扰,唐代吐蕃、突厥进犯,后梁甘州回

鹞兵逼沙州,宋代党项族入主,等等;还是北周城民李保起事,隋末李轨举兵称王,唐代张护、李通谋反,张议潮起义等等,内战都是些局部性的战乱或骚扰,没有造成全局性灾难性的战事破坏。莫高窟一直处在稳定的社会环境之中。

其次,4—14世纪,敦煌地区的历代统治阶层中多为笃信佛教者,如北朝东阳王元荣,建平公于义,隋唐五代宋的索、李、阴、翟、张、曹氏等世家大族,以至西夏党项族当政者、元蒙西宁王速来蛮,等等,在他们的倡导下,莫高窟开窟造像之风久盛不衰。尽管历史上发生了北魏太武帝太平真君七年(446年),北周武帝建德三年(574年),唐武宗会昌五年(847年),后周世宗显德二年(955年)四次灭佛,沉重地打击了中原地区的佛教教势,并抑制了佛教艺术的发展,但灭佛的劫难未能远及到西北边陲的敦煌,莫高窟的佛教活动仍在继续进行,佛教艺术仍在发展,不断地开窟造像绘制壁画。

再次,4—14世纪期间,莫高窟与他地众多的佛寺一样,长期得到僧人和信徒的保护和修缮。遗迹表明,莫高窟部分北朝洞窟的壁面已被隋代壁画覆盖。唐代亦重视修善。如《张淮深碑》记载建于唐延载二年(695年)的第96窟及其窟檐,唐乾符五年——中和五年(874—885年)又重行修缮;又《唐宗子陇西李氏再修功德记》载,唐乾宁六年(894年)河西节度使凉州司马检校国子祭酒兼御史中承上柱国李明振,重修其祖李太宾于唐大历十一年(776年)建造的第148窟。晚唐(848—906年)对前代洞窟进行重修的现象较为普遍。至五代、宋时期可能因晚唐、五代有一次较大的地震而进行了一次颇为壮观的全面修缮,在崖面上绘制了大面积的露天壁画;建筑了窟外木窟檐,整修了窟前栈道,于今还保存着4座木构窟檐,下层洞窟前建造了一批窟前殿堂;在许多前代洞窟内局部或全部地重新绘制了壁画。西夏天祐民安五年(1094年)的《凉州重修护国寺感应塔碑铭》云:“至于释教,尤所崇奉,近自畿甸,还及荒要,山林溪谷,村落坊聚,佛寺遗址,只椽片瓦,但仿佛自存者,无不必修。”西夏当政者对佛寺遗址保护维修表现在莫高窟,经西夏重修的洞窟达70余个。元至正十一年(1351年)成立《重修皇庆寺记》碑载:“速来蛮西宁王崇尚释教,施金帛彩色、米粮、水植,命工匠重修之”。(此处皇庆寺泛指整个莫高窟。)

(二) 40多年来敦煌莫高窟的维修和保护

2.1 敦煌莫高窟的病害

敦煌莫高窟在千百年漫长岁月之后,石窟及其壁画彩塑所处环境的影响作用,都会破坏这些文物的稳定性。特别需要指出的是:15世纪以后明朝政府封闭嘉峪关,敦煌遂成为边处荒芜之地,千年佛教圣地莫高窟也被弃而人迹罕见,任其自然坍塌,风沙侵蚀,日晒雨淋,偶有偷盗掠夺,时有烟熏毁坏。1944年设立敦煌艺术研究所时,莫高窟已是荒凉破败,满目疮痍,石窟文物病害累累。其病害可概括为11种。

a. 石窟崖体的横向崖边裂隙和纵向垂直裂隙,加之地震,洞窟重叠密集,致使洞窟崩塌。下层局部坍塌的洞窟,又形成上层洞窟的悬空险象,又导致再崩塌的危险。

b. 崖壁裂隙,地仗层与崖壁失去粘结,地仗层各泥层间的脱离、本身的重层壁画,均会导致壁画局部空鼓,有的造成大面积脱落,甚至整壁坠毁。

c. 下层洞窟和上层薄顶洞窟因潮湿、通风不良和可溶性盐类运动而使壁画地仗层酥碱,乃至粉化,严重者连同颜料层一起掉落。

d. 颜料施色过程中用胶不当,使颜料层龟裂,状似鳞甲,甚至起片卷翘脱落,画面出现了无画素面空白

e. 用胶过少,因潮湿或光照而使胶失去粘结作用,进而使颜料层的颜料逐渐粉化脱落。

f. 光照、潮湿或颜料间的相互作用,致使色彩变色或褪色,故而画面色调晦暗,形象模糊,一些壁画作品因此而失去了艺术魅力。

g. 偶然因素引起的局部潮湿而使某些洞窟的壁画生长霉菌,进而使画面产生污点霉斑,改变了画面的原始面貌。

h. 人为的烟火熏燎形成的烟炱,污染画面,甚至使画面完全变黑,无法辨认其内容。

i. 游人涂写和刻划,机械性地损伤画面,破坏壁画艺术形象的完整性。

j. 游人和旅游车辆增多,于是废气、废料随着逐渐增多,如任其发展,大有可能改变莫高窟固有的较好的保护环境,对壁画和彩塑将会形成潜在的破坏作用。

k. 彩塑除地仗层酥碱、颜料层龟裂起甲、颜料粉化脱落、变色和褪色等病害与壁画病害相同外,由于木质骨架的变质乃至糟朽,导致彩塑松动倾斜,甚至解体,四肢断折等病害,严重者坠毁。

2.2 莫高窟的维修保护

40多年来,我们同国内外科研单位和专家合作,不断进行了逐步改进,对敦煌莫高窟进行了以下6个方面的保护维修工作。

a. 石窟危崖加固

石窟崖体纵横裂隙和历史上的地震,造成部分洞窟局部崩塌,又使另一部分洞窟悬空,将有继续崩塌的危险;部分洞窟暴露在外,长期受日光、雨雪、风沙侵蚀。这些都严重危及石窟的安全。经过勘察,采用工程构筑附加构造物的方法进行加固修缮,工程主要措施:
i 以梁柱结构支顶悬空的石窟;ii 以石砌体挡墙支撑有裂隙的崖壁;iii 清除崖壁顶部边沿的悬崖危石。这项工作持续进行的时间较长。最初在50年代,选择了早期洞窟集中且险情严重的区段进行局部试点,取得经验后60年代国家开始巨额投资,对有严重险情的7个区段进行了全面加固修缮。进入80年代,危崖加固工程还在继续,迄今为止,莫高窟壁画和彩塑精华所在的南区大部分崖壁和406个洞窟都得到妥善加固,崖壁和洞窟崩塌的危险得以解除,保证了石窟群的安全,暴露在外的洞窟有了挡墙而免于日光、雨雪、风沙的侵蚀。过去由于崖壁和洞窟崩塌而难于登临的洞窟,现在铺设了栈道和上下通道而畅通无阻,石窟外貌朴实自然,与外部环境风貌融为一体。这项工作今后还将继续进行下去。

b. 病害壁画和彩塑的修复

据调查,莫高窟有各类病害的壁画总计4000多平方米,占壁画总面积的10%,有病害的彩塑共100多身,占彩塑总数的5%,有病害的洞窟共250多个,占有壁画和彩塑洞窟总数的50%以上。大量的病害壁画和彩塑有待修复治理,不然珍贵的艺术品就有毁灭的危险。

首先,抢修了一批行将坠毁的大面积脱落的壁画。对边沿脱离崖壁的壁画,进行了边

沿填塞加固;对中部空鼓而边沿未脱离崖壁的壁画灌浆粘贴加固;对大面积空鼓壁画,采用灌浆粘贴和铆钉加固结合的方法来加固。已修缮的大面积脱落壁画共600多平方米,抢救了第445、444、130、194、159、196、366等窟的精美壁画。

其次,为了修缮最严重的起甲和酥碱的病害壁画,对加固的粘结材料和修复工艺进行了反复试验,在众多的合成树脂材料中,选择了聚乙稀醇和聚醋酸乙烯乳液作为加固材料。这两种材料,在敦煌气候干燥的条件下,具有多种优点,固结性能良好,不仅能达到加固和修复壁画的目的,而且能保持壁画的原貌,自60年代以来,使用上述两种加固材料先后对第161、285、404、159、321、331、361、98、85等数十个洞窟的壁画进行了修复。其中修复起甲壁画1000多平方米,酥碱壁画200多平方米。

再其次,莫高窟有烟熏病害的洞窟29个,壁画1110多平方米,彩塑39身。为使精美的艺术作品再现于今天,筛选弱碱盐碳酸钠作为清洗剂,在实验室试验的基础上,对唐代修建的第71窟烟火熏黑的10多平方米壁画和3身彩塑作了实验性清洗,使已无法辨认的壁画形象和彩塑色彩焕然清晰。经过10多年的观察,清洗试验后的壁画没有异常变化。今后对烟熏壁画的清洗拟作进一步的探讨,并进行大面积的清洗。

最后,60年代以来,对彩塑进行了普遍的检查 and 修缮,病害与壁画相同的彩塑,其修复也与壁画相同,为了抢修已经松动倾斜和躯体解体的2米以上的大型彩塑,分别采用扶正加固和脱胎换骨的工艺措施,经加固整修的第427、412、55窟等一些大型彩塑免于坠毁。

c. 壁画和彩塑颜料剖析

对莫高窟壁画和彩塑颜料的剖析工作,自30年代以来已进行过多次。然而采用较先进的手段,较全面系统地剖析颜料是在80年代开始的。我们通过X射线衍射分析和X射线荧光分析等方法,对白色、红色、蓝色、绿色、棕黑色五种颜料的几百个样品进行了剖析。剖析结果表明莫高窟颜料大多为无机矿物颜料。

白色颜料有:

白垩(又名方解石) $[\text{CaCO}_3]$

高岭土 $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$

滑石 $[\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$

石膏 $[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$

云母 $[\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2]$

红色颜料有:

朱砂(又名辰砂) $[\text{HgS}]$

土红 $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$

雄黄 $[\text{AsS}]$

蓝色颜料有:

石膏 $[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$

青金石 $[(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2]$

绿色颜料有:

石绿(又名孔雀石) $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$