

西汉早期柿园墓四神云气图壁画保护研究(一)

——历史与现状调查

铁付德

(北京科技大学冶金与材料史研究所,北京 100083)

摘要:壁画保护研究,多集中在正面的保护以及揭取方法和材料的选用。对壁画揭取选用材料性能的系统研究甚少,而对已揭取壁画的破坏与保护的研究更少。已揭取壁画的破坏包含壁画原有的破坏和揭取所用材料蜕变引发的破坏。已揭取壁画具有结构体系的复杂性和破坏类型的多样性,其破坏类型往往是交织在一起的。对此类壁画的保护修复应建立在全面调查、系统研究的理论框架上。其研究内容涉及多学科以及多类型材料和方法的综合运用,其调查内容,也须从壁画制作工艺、材料、环境、破坏类型、原有保护材料以及材料相互作用等方面界定。本工作对西汉早期柿园墓四神云气图壁画的历史状况和现状进行了全面调查。调查结果无疑对后续的研究、对认识壁画的破坏形式和性质具有重要的作用,更有助于实施对古代壁画的科学保护和修复。

关键词:古代壁画;揭取;破坏;调查;保护;修复

中图分类号: C264, K876 **文献标识码:** A

1 前言

人类在岩石和壁面上作画已有很长的历史,古代壁画艺术是人类最早的文明形式之一,同样壁画艺术也是世界上分布最广年代最早的艺术形式之一。无论是地上建筑中的壁画,还是地下墓葬中的壁画,其制作和构造都由三部分构成,即壁画的支撑体(墙壁或岩体),地仗层(也称灰泥层),颜料层(或称绘画层)。^[1]其中任何一部分发生变化,都会对壁画的整体结构产生影响从而引起壁画的破坏。虽然壁画的制作材料和工艺随地域和民族的不同有所差异,然而其主体构造和组成材料却是相近的,因此不同地域和种类之间壁画的破坏类型存在相似或相同的特征。同时这种破坏与壁画所处环境有最直接的关系,当壁画原有环境已经不能保证壁画本身安全存在的情况下,壁画通常被揭取并转移到新的支撑层上。因此古代壁画的保护和修复包含以下三个主要内容:研究古代壁画的构造、组成材料和制作工艺;建立壁画破坏类型与组成材料性能和环境影响因素之间的关系;探索古代壁画的揭取技术和揭取选用材料,以及壁画的保存环境控制。

世界范围内曾出现过大量的壁画揭取,壁画揭

取对壁画本身造成的破坏已逐渐显现,这种破坏一是来自壁画揭取过程中对方法、材料的错误和不适当的应用,二是来自壁画揭取后在不适当的保存陈列环境中材料的老化,这种类型的破坏日趋严重。由于缺乏对此类壁画破坏类型的认识和缺少对此类壁画保护修复的经验,世界上许多博物馆已面临这一越来越严重的问题。因此,已揭取壁画的破坏和保护研究,近年来,已经突现为一个国际性的难题,国际文化遗产保护领域面临着这样一种严峻的挑战^[2]。

已揭取壁画的破坏包含壁画原有的破坏和这种破坏的续变状态,也包含了由于壁画揭取所用方法和材料蜕变引发的破坏。壁画的这两种破坏一是与原有内在材料的蜕变有关,二是与后用外来材料的蜕变有关,而这两种破坏都与保存环境存在密切的联系。对于已揭取的壁画,由于原有和外来材料通过覆盖、填充、渗透、粘接等手段,以一定的物理或化学方式结合在一起,因此,已揭取壁画存在的两种破坏往往是交织在一起的。无疑,已揭取壁画的材料构成和组合体系变得更为复杂,在这个体系中,除了原有和外来材料与环境的联系外,突出存在着材料与材料的相互的直接作用和间接作用。因此,已揭

收稿日期:2003-07-01;修回日期:2003-10-09

作者简介:铁付德(1959—),男,1982年毕业于中南工业大学物理化学专业,副研究员,北京市海淀区学院路30号,100083, E-mail: Jiun_ma@sina.com

取壁画的保护不仅要研究壁画原有的材料和蜕变破坏,也要研究引入材料及其蜕变对壁画造成的破坏,更重要的是要研究内在材料和引入材料的相互作用,以及这种作用对壁画整体结构的稳定性带来的影响,进而研究对这些破坏影响因素的平衡和消除方法,最终实现对已揭取壁画的保护和修复。

由于已揭取壁画结构体系的复杂性和破坏类型的多样性,对此类壁画的保护修复应建立在系统研究思想、整体平衡观念的理论框架上。其研究内容涉及到多种学科以及多种类型材料和方法的综合运用。对研究对象的调查研究内容,也须从壁画制作工艺、材料、环境、破坏类型、原有保护材料以及材料与材料的相互作用等方面界定。

本研究以1991年揭取的西汉早期柿园墓四神云气图壁画所出现的破坏为对象,通过对其材料、破坏类型、保存环境和原有保护历史的综合调查,探索壁画破坏的原因,在现代技术和材料基础上,研究此类壁画保护和修复的技术、材料和方法,最终实施对该壁画的保护修复,并为同类壁画的保护和修复提供借鉴。本文从多方面展开对四神云气图壁画的历史背景、保存现状和破坏类型的调查,从方法学上,这种调查类似于医学中对病人病史和病历的调查,无疑,这种调查结果对后续研究提供了基础,对壁画病变破坏的对症保护修复,具有重要意义和作用。

2 四神云气图壁画^[3]

汉代是中国封建社会的兴盛时期,无论政治经济都达到了空前繁荣。汉代的梁国,尤其在西汉时期,是诸侯王中的大国,占据当时“天下膏腴之地”。西汉梁国的国王梁孝王刘武,公元前168年从淮阳徙都睢阳,死后葬在芒砀山。芒砀山群周围湖泊沼泽相连,树木茂密,河流纵横,是往来东西的交通要道。历史上许多重要战争、战役曾发生在这里。留下许多传奇故事和名胜古迹。梁孝王之后历经八代八王,100余年,一直到西汉末年,皆选择在芒砀山厚葬。芒砀山遂成为中国罕见的规模宏大、结构复杂的西汉梁国王陵区。出土各类珍贵文物多达两万余件,为研究汉代梁国的历史、汉代诸侯王陵的埋葬制度提供了极有价值的实物资料。

“四神云气图”壁画发现在河南省芒砀山西汉早期(公元前2世纪)梁国王陵区柿园墓,柿园墓所在山头位于保安山东南部的余坡,山顶表面平坦,荆棘丛生,表面以下是很薄的页岩,两米以下页岩与石灰岩相间,五米以下页岩逐渐消失,全部为石灰岩。1986年5月村民开山采石发现此墓,1986年7月商

丘市文化局组织对墓室进行抢救性清理、绘图和拍照。1987年4月经国家文物局和河南省文物局批准,由原商丘地区文化局和永城县文物管理委员会联合进行发掘。柿园汉墓的发掘是芒砀山汉代梁国王陵墓地的重大考古发现。1986年被河南省公布为省级文物保护单位,1991年度被评为中国十大考古新发现之一,1996年被公布为国家级重点文物保护单位。

柿园汉墓由墓道、甬道、主室、巷道和侧室组成,主室顶部、南壁、西壁和门道口两侧绘有彩色壁画。其中主室顶部壁画保存最为完整,发现时色彩如新。壁画长5.14m,宽3.27m,面积16.8m²。壁画的主要内容为龙、白虎、朱雀、怪兽、灵芝及云气纹等组成的图案(图1,见彩版插页3)。在众多的壁画遗存中,墓室壁画很少,西汉时期的更少,因此该壁画即成为年代最早、墓葬级别最高的墓葬壁画珍品,历史、艺术价值极高。1986年村民进入主室后,将主室顶部壁画中间碰掉一块。1987年进行了拍照和绘图,1991年5月由中央工艺美术学院进行临摹,1992年由河南省古代建筑研究所进行揭取,1994年移交河南省博物馆,1997年入选河南博物院陈列。

3 壁画的历史状况^[4]

3.1 壁画揭取前的保存环境

四神云气图壁画原位于柿园墓主室墓顶,墓室周围岩体构造裂隙相当发育,地表降水沿裂隙下渗严重。当时的测定结果表明,墓室深处相对湿度为98%~99%RH,墓门口壁画处相对湿度为96%RH,墓门口顶部壁画处含水率为3.2%,门口北侧为3.5%,南侧5.2%,南壁下部为14.8%。测定时间是8、9月份。壁画上有人为刻画、捅捣痕迹,人为点燃橡胶和蜡烛照明使大量炭黑附着于画面,导致画面色泽暗淡。地仗层画面严重龟裂,这种龟裂可能产生于漫长岁月内湿度的干湿交替,地仗材料中不含任何纤维材料也是引起龟裂的一种因素。龟裂的进一步发展引起脱落。脱落也可能与山体周围的开山炸石产生的振动有关。墓室内霉斑分布较广,然而画面上霉斑较少。壁画揭取前的环境是恶劣的,病害十分严重。经国内专家考察,一致认为该壁画应揭取易地保护。

3.2 壁画制作工艺分析

壁画依附在墓室岩体上,由于岩体是凸凹不平的,因而泥层的厚度极不一致,大部分地方只有2~3mm厚,岩体有缺陷处泥层厚度达数厘米。据X-射线衍射仪分析,地仗层是由黄土和沙子组成,泥沙

体积比为 3:2, 不含任何纤维性物质, 由碳酸钙 CaCO_3 较高判定其中加入了一定量的石灰。经分析地仗层砂泥不是由附近山上的泥土所制。对颜料的分析判定红色为朱砂 HgS , 白色为白云母 $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_5\text{O}_{10})(\text{OH})_2$, 绿色为孔雀石 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, 黑色为辰砂加等量的孔雀石混合构成。

3.3 四神云气图壁画原有保护及材料调查

采用聚醋酸乙烯乳液临时回贴即将脱落的画面。画面共分割成 5 块, 最边沿一块为 $3.27\text{m} \times 0.80\text{m}$, 其余为 $3.27\text{m} \times 1.13\text{m}$ 。清扫画面, 毛刷效果不佳, 气吹作用不大, 因而画面没有恢复到刚开启墓门时的色彩。画面加固材料采用了 5% 聚乙烯醇缩丁醛乙醇溶液喷涂三道。每道后皆用红外灯烘干。贴布时, 在有裂缝处先贴一层布条, 然后按分块线整个贴一层脱脂纱布, 贴布采用加防腐剂的淀粉浆糊。揭取操作参见文献[4]。地仗层空洞和裂缝采用原墓砂泥经聚醋酸乙烯乳液调成糊状填补。再用比填洞更稀的泥糊在画块背面涂抹一层, 厚度约 1-2mm, 作用是平整背面, 便于打玻璃钢背衬, 也防止环氧树脂浆液渗透到画面上。背衬打好后, 揭去纱布, 用聚乙烯醇缩丁醛溶液调制的泥糊修补破洞裂缝及残破处。背衬为三层脱脂纱布加环氧树脂常温固化组成的玻璃钢背衬。承托框架为 $3.2\text{cm} \times 3.8\text{cm}$ 规格木制框架, 木龙骨间距为 30cm, 木龙骨与玻璃钢背衬采用加填料的环氧树脂常温固化粘合。上述分割画块固定在木制网格状框架上。后期修整接缝, 最后再喷涂一次聚乙烯醇缩丁醛溶液。

4 壁画的保存现状

4.1 壁画的保存及陈列环境

壁画陈列于河南博物院《古代文化之光》基本陈列第四展厅。展厅温湿度夏季(空调状况下) $21 \pm 3^\circ\text{C}$ 、 $(60 \pm 5)\% \text{RH}$ 。展厅温湿度冬季(供暖情况下) $23 \pm 3^\circ\text{C}$ 、 $(33 \pm 5)\% \text{RH}$ 。固定壁画的展柜高 5.8m, 宽 7.12m, 厚 0.83m, 壁画位于展柜后背。壁画展柜上、下及侧面部位采用木质材料, 正面采用 5 块玻璃拼接。壁画展柜正面玻璃拼接缝无密封, 壁画展柜后部无封闭措施, 壁画后背玻璃钢层及木龙骨层作为后背的一部分直接暴露展厅环境。顶部灯光通过玻璃和滤除紫外线薄膜向下辐照。日光灯照明总功率为 240 瓦左右, 后期经建议有所降低。柜内温湿度与展厅温湿度相差不大。但柜内湿度在不同的季节时段内波动较大, 范围在 26%-65% RH。揭取下来的壁画曾存于库房环境, 环境相对湿度 60% 左右。

4.2 壁画的破坏类型

壁画外表面绘彩层有局部起翘脱落现象, 展柜底部时有脱落物。绘彩层有变形、开裂现象, 裂隙清晰可见, 壁画表面局部有鱼鳞纹规则排列。壁画色彩有褪变现象。壁画表面绘彩层局部有白色材料流挂。壁画表面绘彩层局部有网格纹显现, 网格纹与后背木龙骨网格对应。灰泥层有龟裂、变形和分层现象。左上角、右下角各有一穿透性开裂(图 2、3, 见彩版插页 3), 贯穿绘彩、灰泥和环氧玻璃钢层。开裂周围变形严重, 开裂处可见壁画绘彩层、地仗层和环氧玻璃钢的复合断口。壁画正面分割缝拼接处开裂, 拼接处可见固态填充物存在。壁画反面拼接缝有纸质填充物存在(图 4, 见彩版插页 4)。从壁画表面可见后背木龙骨部位弯曲变形向前顶地仗层凸起的痕迹。后背木质龙骨与环氧玻璃钢层整体弯曲变形严重。与壁画变形方向一致。变形方向 A: 每一独立块纵向向中心线下凹, 纵向边沿上翘, 顶视呈一圆弧状。变形方向 B: 每一独立块水平方向中心线下凹, 上、下边沿上翘。壁画木质龙骨托架与陈列用支撑方木框架之间用角钢和铁丝固定。角钢有松脱现象, 固定用铁丝有滑脱现象(图 5, 见彩版插页 4)。

5 调查结果分析及对后续研究的启示

调查结果显示, 四神云气图壁画的体系和破坏具有多样性和复杂性。然而, 除常见的破坏类型外, 还存在一些典型特征。

四神云气图壁画原处墓室, 曾经长期经历较高的相对湿度环境, 导致壁画基体含水量较高。因此, 理论上壁画的构造材料均处于膨胀的松弛状态。当壁画揭取后极易在新的环境中失水干燥而导致壁画的开裂。实际上, 壁画后来经历的库房环境和陈列环境的相对湿度远比墓室低得多, 最低值仅有 28% RH, 与壁画保护安全湿度标准相差较大。

壁画表面存在聚乙烯醇缩丁醛(PVB)加固材料, 由于这种加固材料的渗透性较差^[5], 揭取加固时采用的 4 次 5% 浓度没有形成由低到高的浓度梯度, 且每次加固后均用红外灯烘烤形成的固化面阻止了进一步渗透, 尽管壁画地仗层较薄, 仅有 4mm 左右, 实际上加固深度不够从而在表面导致 PVB 的积聚。后续研究中对壁画表面以及剖面的扫描电镜观察证实了这一推论。由于壁画表面加固材料的积聚, 壁画正面将更多地显示出 PVB 的性质(图 6)。

壁画背面存在约 1mm 厚的棉纤维增强的环氧树脂(玻璃钢)后背, 与表面 PVB 层将地仗层夹在中间, 形成典型的复合材料层面结构(图 7)。这一结

构具有如下特点,表面由 PVB、颜料和部分地仗层组成一混合层,由于 PVB 的引入,此层更多地显示出 PVB 的性质。中部为原始地仗层,与前后两面相比,由于此层内聚力较低,极易从此层造成分层脱离,后续研究证实地仗层中存在分层现象。壁画后背的玻璃钢层,性脆,显刚性,并且环氧树脂固化时的收缩和残余应力的存在,极易引起应力集中导致壁画的弯曲和开裂。加之此层与后背的木龙骨框架采用网格状连结,壁画有龙骨处与无龙骨处的应力分布差异很大,这种差异体现在壁画正面可见木龙骨变形向前顶地仗层凸起的网格状痕迹,网格状痕迹与后背木龙骨框架网格相对应。



图 6 壁画表面的 PVB 二次电子像 SEM20kV×200

Fig.6 Second electron image of PVB on face of wall painting

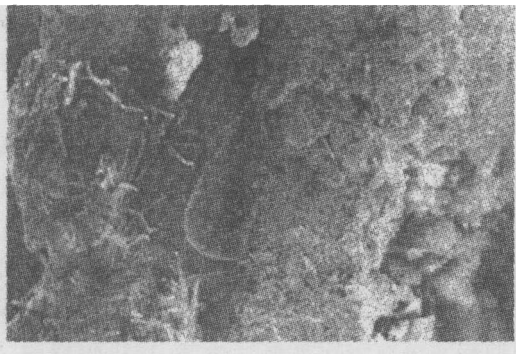


图 7 壁画的层状结构 SEM 二次电子像 SEM20kV×500 左侧为纤维增强环氧树脂/右侧为地仗层

Fig.7 Second electron image of SEM of section of wall painting (left) cotton fibres reinforced epoxy resin/(right) plaster

壁画表面显示出开裂、起翘等多种类型的破坏,这种破坏一是来自壁画保存环境相对湿度不稳定,二是来自壁画后背支撑系统力学性质的不稳定。因此,要消除壁画的有害影响因素,必须研究对后背变

形支撑体与壁画的安全分离。由于壁画原有保护未采用过渡层,这对分离造成极大困难。又由于壁画的地仗层较薄,分离的难度和风险极高。

壁画体系的这些特征提示,在后续的研究中应加大对壁画系统的材料力学研究。探索壁画与变形支撑体的分离方法和工具。筛选新型稳定的壁画支撑体的材料和施工工艺。对壁画陈列环境进行有效的科学控制。

6 结 论

壁画表面积聚的 PVB 改变壁画表面的性质。壁画玻璃钢后背和木龙骨支撑体为湿度敏感材料,力学性质不稳定。壁画保存陈列环境湿度变化范围过宽引发破坏。壁画表面的大部分破坏与壁画支撑体的弯曲变形有关。地仗层较薄且无过渡层存在将是壁画与变形支撑体分离的主要困难。壁画系统的材料力学研究应作为本项目的理论基础。壁画原有支撑体的分离与新支撑体的设计和筛选,成为本项目的技术关键。后续研究,将围绕这一结论展开。

参考文献:

- [1] 段修业.对莫高窟壁画制作材料的认识[J].敦煌研究,1988,(3):41-59.
DUAN Xiuye. Investigation to materials of wall paintings from Mogao Grottoes [J]. Dunhuang Res, 1988,(3):41-59.
- [2] Isabelle Brajer. The transfer of wall paintings based on Danish experience [M]. London: Archetype Publication Ltd. 2002.
- [3] 阎根齐主编.芒砀山西汉梁王墓地[M].北京:文物出版社,2001.1-11.
YAN Genqi. Prince of the state of Liang's Mausoleums of the Western Han Dynasty at mount Mangdang [M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House,2001.1-11.
- [4] 陈进良.柿园汉墓壁画揭取报告[A].见:阎根齐主编.芒砀山西汉梁王墓地[M](附录一).北京:文物出版社,2001.317-325.
CHEN Jinliang. Report of transfer of wall painting from Western Han tomb at Shiyuan[A]. In:YAN Genqi ed. Prince of the state of Liang's Mausoleums of the Western Han dynasty at mount Mangdang (addenda 1)[M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House,2001.317-325.
- [5] 袁传勋. PVAc 和 PVB 改性硅溶胶加固保护陶质文物的研究[J].文物保护与考古科学 2003,15(1):12-21.
YUAN Chuaxun. Study on PVAc and PVB modified silica sols used as reinforcing materials for cultural relics of pottery[J]. Sci conserv archaeol, 2003, 15(1):12-21.

Conservation and restoration of wall paintings of early Western Han Dynasty (1)

—Investigation of conservation history and actuality

TIE Fu - de

(Institute of Historical Metallurgy and Materials, USTB, Beijing 100083, China)

Abstract: More studies have been concentrated on conservation methods and materials for the face of wall paintings. It was lack of the studies on the types and causes of damages to transferred wall paintings that baffled their conservation. The types and causes of damages were complex and diversified. Therefore their conservation was very difficult. The concept of systematic investigation and study must be established in conservation and restoration. In this work, comprehensive investigation were carried out to know more about conservation methods and materials of the wall painting transferred from Shiyuan Tomb of early Western Han Dynasty. This investigation will be important to know the types and causes of damages to this wall painting. That will also be helpful to the implementation of conservation and restoration.

Key words: Ancient wall paintings; Transfer; Damage; Investigation; Conservation; Repair

·文 摘·

一种基于 EPR(电子顺磁共振)光谱的大理石产地研究方法

NCSR “Demokritos”考古实验室已对 EPR(电子顺磁共振)技术应用于大理石进行了 15 年的研究,积累了大量的资料和经验。此次的实验样品为来自希腊东内海数个大理石产地的几种白色大理石,总计 422 个样品。其中 278 个来自 Penteli, 28 个为 Hymettus, 49 个为 Proconnessus, 61 个为 Naxos, 21 个为 Paros。实验使用了 3 个范围的光谱: Mn^{2+} “六重奏”范围、 $g = 2.0000$ 附近范围和低场范围。MGS(最大晶粒度)用实体显微镜直接观察新鲜断面测得。每两种大理石 EPR 结果的单独峰都有部分重叠,所以必须联合 2-3 个参数才能区分。这些参数包括: Mn^{2+} 含量;第一 Mn^{2+} 组低场交叠;第五 Mn 低场峰宽度;白云石含量; $g = 2.0044/2.0037/1.9998$ 峰; $g = 14.25/5.9/2.9$ 峰; $g = 4.3$ 峰; $g = 2.7$ 峰。在使用箱式图研究数据后, Penteli, Naxos, Hymettus 和 Proconnessus 采石场已经作到互相完全区分开。但仍有三组重叠: Naxos 产地的 Melanes 和 Apollon 两种产品; Paros 和 Proconnessus 两种产地; Paros 和 Hymettus 两种产地。对于第一组重叠,考察 Melanes 缺失 2.0037 峰和 Apollon 缺失 2.0044 峰。第二组重叠,由 MGS 首先提供弱区分,宽度提高分离度,做纵坐标,用 $Mn^{2+} - 100 * (g = 1.9998 \text{ 的峰高})$ 做横坐标看散布情况。第三组重叠,由 $Mn^{2+} - 10 * (g = 2.0044)$ 做纵坐标,宽度 - $5 * \log(g = 1.9998)$ 做横坐标看散布情况。由此即可充分判断这几种大理石的产地。

潘小伦摘编自《Archaeometry》2002, 44 (1): 1-21



1 初态

2 甲醇脱水后

3 定型后

图3 文物处理后的外观变化

Fig.3 The outlook change of cultural relics after treated



图1 四神云气图壁画全貌

Fig.1 Panorama of the wall painting



图2 壁画左上角的孔洞

Fig.2 Hole in the top-left of wall painting



图3 壁画右下角的裂缝

Fig.3 Crack in down-right of wall painting



图 4 壁画接缝内充填的纸屑
Fig.4 Wastepaper in joint of wall paintings



图 5 壁画固定件的松脱
Fig.5 Unstuck fixity



图 1 修复前 (左) 后 (右) 双鼻壶
Fig.1 Before restoration (left) and after restoration (right) vessel

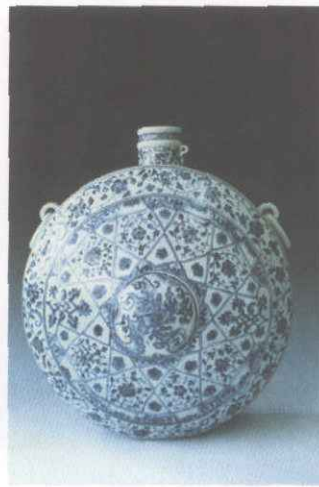


图 2 修复前 (左) 后 (右) 的宣德青花扁瓶
Fig.2 Before restoration (left) and after restoration (right) blue-glazed vessel in Xuande period