

文章编号: 1005-1538(2008)03-0059-05

· 文物修复研究 ·

陕西杨家湾出土西汉彩绘兵马俑的修复保护研究

汪娟丽, 李玉虎, 邢慧萍, 张 慧

(陕西师范大学教育部陕西历史文化遗产保护工程研究中心, 陕西西安 710062)

摘要: 陕西咸阳杨家湾出土的西汉彩绘兵马俑出现大面积严重风化褪色现象及彩绘层严重脱落、起翘, 应尽快采取抢救性保护措施对其进行保护。在系统分析了该批彩绘兵马俑的病害种类及其产生原因后, 通过 XRD、SEM-EDS 和 Micro FT-IR 对其彩绘颜料成分进行了分析。此基础上, 制定了一个系统的修复方案, 选取了合适的修复工艺及修复保护剂。结果表明, 三乙氧基硅烷缩合而成的树脂胶材料对彩绘层进行回帖后, 其强度有了明显的增强。经过自行研制的 RFC 显现加固剂处理后的彩绘颜色显现出了其古朴清晰的原貌, 且颜料附着力增强。

关键词: 西汉; 彩绘兵马俑; 显现加固; RFC 显色剂

中图分类号: K875.8 **文献标识码:** A

0 引言

1965年8月24号, 在陕西咸阳杨家湾出土的西汉彩绘兵马俑, 规模宏大, 号称“三千人马”。共清理出步兵俑 1965 件, 骑兵俑 583 套, 盾牌 1170 件^[1]。该批兵马俑是陕西地区至今发现汉代的制工最精、彩绘最鲜艳、造型最优美、保存最完好的一批陶俑, 它为研究我国汉代的军制、战阵、兵种之间的协同配合及雕塑艺术、人物服饰、埋葬制度提供了丰富的实物资料。

出土的陶俑面部表情丰富, 服饰装束各异, 色彩鲜艳多彩, 彩绘艺术是该批兵马俑最重要的艺术特征。但是出土 40 多年来, 在自然环境中不断地受到空气中粉尘、二氧化碳及其它污染气体的腐蚀, 这批彩绘兵马俑出现大面积严重风化褪色现象, 原有图形与色彩消失殆尽。同时彩绘层发生了严重脱落, 显得斑驳腐朽, 不堪一击。如果不及时采取挽救措施, 恐怕将会永远看不到当年鲜艳的彩绘兵马俑的风貌。

对于上述严重情况我们从文物实际出发, 研究出一套科学有效的保护方法, 分析了病害原因, 对胶粘剂的选择, 显色加固剂的选择, 保护原理, 保护程序等都做了全面深入的研究。

1 彩绘兵马俑病害及其产生原因

该批彩绘兵马俑的病害有三种: 风化褪色、彩绘层起翘脱落、肢体断裂脱落。风化褪色是西汉兵马俑严重的病害, 有的严重褪色、模糊不清, 无法辨认。经反复分析研究, 其原因有以下几种:

(1) 胶料在地下两千余年高湿绝氧的环境中, 严重膨胀, 出土后收缩, 形成密布的微米级微孔。

(2) 无机颜料在地下两千余年高湿绝氧的环境中, 形成结晶水合物, 出土后失水风化游离出颜料层, 形成密布的失色粉状物。上述两种原因形成了对光的空隙(空气)-间隔(粒子)散射界面, 导致颜色模糊不清。

(3) 彩绘颜料、胶料层中的无机颜料结晶水合物在出土后失水风化, 导致胶料表面疏松, 易与陶胎表面脱离出现起翘。

(4) 出土后的胶料出现老化现象, 大部分粘结的马腿、俑肢等严重断裂。

2 彩绘陶俑颜料的采集和成分分析

这批彩绘陶俑颜色有黑、白、红、棕红、绿、黄、汉紫、桔红。除棕红和桔红两种颜色在马身上有较大面积附着外, 还有黑、白和红三种颜色在彩绘陶俑身上大量附着。其余颜料均为图案与花纹, 由于花纹细

收稿日期: 2007-07-25; 修回日期: 2008-01-28

作者简介: 汪娟丽(19 一), 女, 有机化学专业研究生, 主要从事文物保护研究, 电话: 029-85308976, E-mail: HJT1225@stu.snnu.edu.cn

致,颜料附着面积很小,不能因为采集颜料而损坏图案花纹,这就使得颜料的采集非常困难。为了安全无

损采集颜料,我们采集脱落、起翘的彩绘层进行 XRD 和 SEM-EDS 成分分析,分析结果见表 1 和图 1~4。

表 1 彩绘颜料成分分析结果

Table 1 XRD and SEM-EDS results for colored pigments

样品名称	取样位置	分析方法	显色颜料物相
棕红	马体棕红色	XRD SEM-EDS	朱砂
绿色	陶俑战袍绿色条纹	XRD SEM-EDS	群青
白色	陶俑白色战袍	XRD SEM-EDS	铅白
黑色	陶俑盔甲	XRD SEM-EDS	碳黑
红色	陶俑红色战袍	XRD SEM-EDS	朱砂

由 XRD 分析结果可知,彩绘颜料全部使用的是无机矿物颜料,应用无机矿物颜料彩绘时,由于其自身不具备任何粘结能力,绘画时在颜料中必须加胶结材料。为了判别颜料中的胶结

材料,用德国的 Micro FT-IR 红外光谱仪,波数范围为 $400-4000\text{cm}^{-1}$,采用 KBr 压片,对颜料样品进行了 Micro FT-IR 分析,分析结果见图 5 所示。

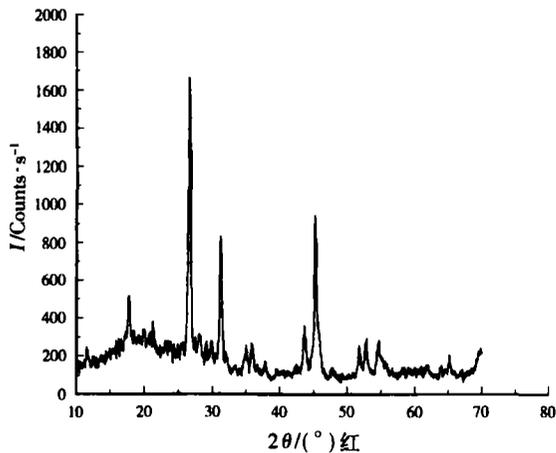


图 1 红色颜料的 XRD 谱图

Fig. 1 The result of XRD analysis of red pigment

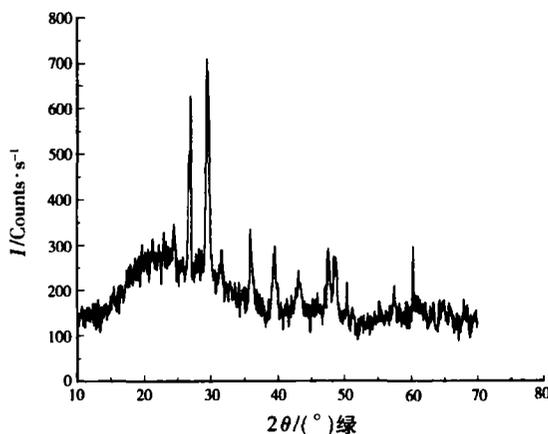


图 2 绿色颜料的 XRD 谱图

Fig. 2 The result of XRD analysis of green pigment

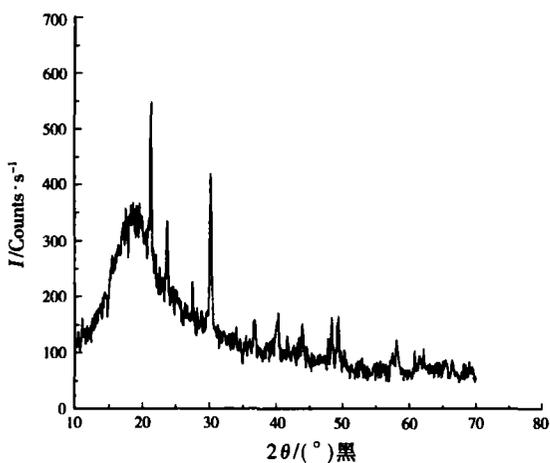


图 3 黑色颜料的 XRD 谱图

Fig. 3 The result of XRD analysis of black pigment

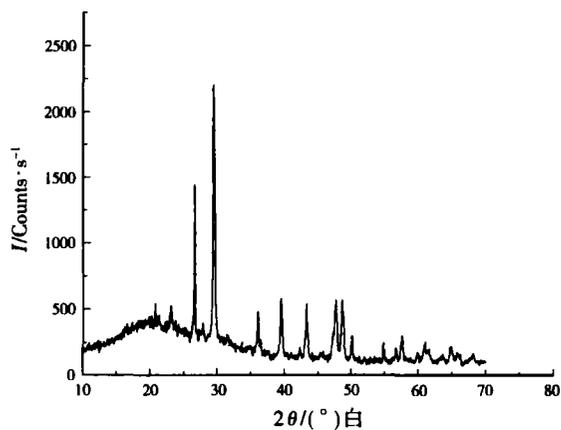


图 4 白色颜料的 XRD 谱图

Fig. 4 The result of XRD analysis of white pigment

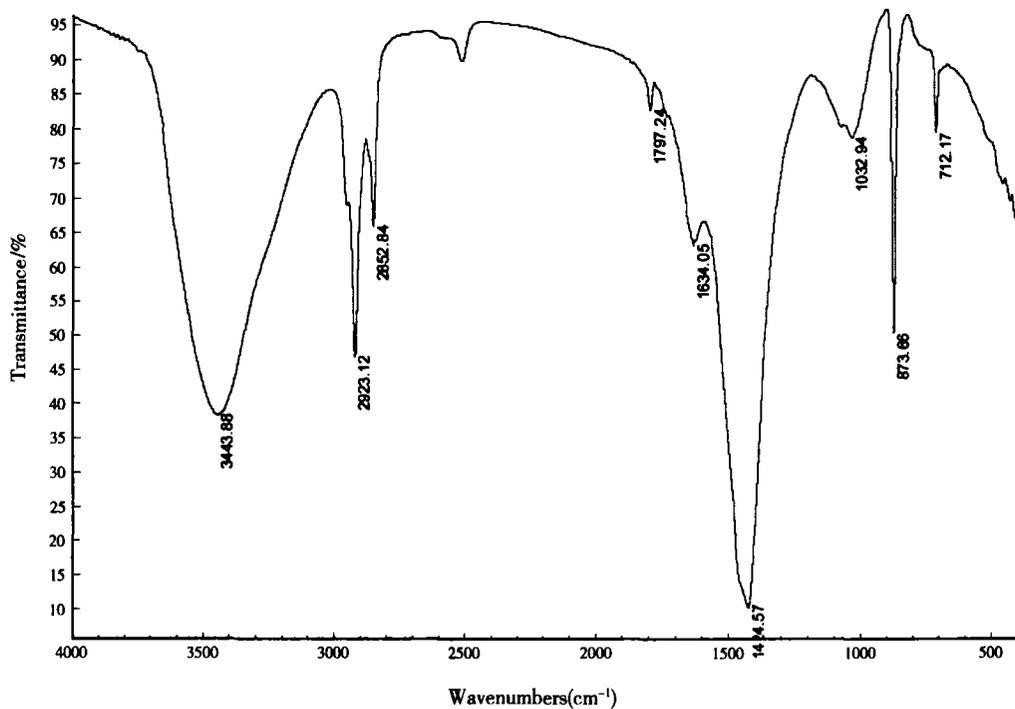


图5 样品的 Micro FT-IR 图谱
Fig.5 Micro FT-IR spectrum of sample

为了尽可能不对彩绘层产生破坏作用,所取颜料样品量较少,颜料样品与胶呈混合状态,FT-IR 分析图谱上仅反映出样品中存在有机物质的吸收峰,这些吸收峰应属胶结材料的,例如 3443cm^{-1} 左右的缔合羟基($\nu\text{O}-\text{H}$)宽带强吸收峰,以及 2923 、 2852cm^{-1} 处饱和脂肪烃($\nu\text{C}-\text{H}$)典型吸收峰,说明该颜料中可能存在有机粘合剂。但无法进一步准确判定属何种胶结材料。

3 彩绘陶俑的保护研究

西汉兵马俑彩绘属于颜料-胶料彩绘,我们经过一系列的工艺流程对其进行修复。修复的过程分为:

彩绘的清洁→脱落彩绘的回贴→彩绘的显现加固→彩绘陶俑的拼对粘接修补。

3.1 彩绘陶俑表面泥土的清除

彩绘兵马俑一直置于文物库房,表面彩绘层上已有大量的尘土,使得整批兵马俑显得灰头灰脑。在修复前必须对其进行清洁。我们首先用羊毛刷轻轻地拂去表面的尘土,用洗耳球轻轻地吹去用毛刷刷不到的灰尘。有的彩绘层上还有少许出土时遗留在上面的泥土,需用竹签轻轻剥离表面的泥土,并及时用毛刷刷去剥离下来的浮土,竹签一定要持平轻刮,不能留划痕。最后,用少量的丙酮清洗表面。

3.2 彩绘陶俑脱落彩绘层的回贴

西汉兵马俑彩绘是颜料、胶料及黏土混合后涂

在烧制好的陶俑的表面,由于长时间受地下潮湿环境的作用,颜料中的胶结材料已老化,出土脱水后彩绘颜料极易起翘脱落。我们发现有的彩绘与俑体基本上发生了脱离,只要轻轻一碰就会发生碎裂;彩绘边缘发生了起翘、空鼓现象。为了最大限度地保护彩绘画面的完整性,有必要对彩绘进行回贴。

我们用由三乙氧基硅烷缩合而成的耐水、防潮、耐大气老化的树脂胶(自制),加入癸二酸二酯类抗氧、抗风化稳定剂,混合具有杀菌作用的纳米银与二氧化钛,用乙酸乙酯稀释适量,采用边缘注射法注胶。用针将稀薄的胶液注射到起翘彩绘的下面,然后用脱脂棉轻轻地压住起翘部分 1-2 分钟,彩绘就可以回贴到陶体上(图 6、7,见彩版第 6 页图 30~31)。

3.3 彩绘陶俑的拼对粘接修补

70 年代对该批兵马俑进行修复、粘结的胶料出现老化现象,大部分粘结的马腿、俑肢等已严重断裂,需清洗、重新粘结修复。我们根据断裂残俑的肢体特征分别制作固定夹具,主要用来将马腿、俑肢,和从腰部断裂的残俑固定好,以便我们用手术刀结合专用清洗剂去除前人修复后残留在断茬口上的胶粘剂。

3.3.1 断肢残臂的表面处理 粘接表面处理是对开胶、断裂处用丙酮与乙酸乙酯混合溶液清洗干净,洗去浮尘。对于原来用其它粘合剂粘过重新断裂的

断肢,清洁时最好能除去残留在粘合面上的粘合剂,适当地将粘接表面粗糙化可提高胶接强度。

3.3.2 胶粘剂的配置、涂胶及粘接断面的设计 根据分析,选用胶粘剂为三乙氧基硅烷缩合而成的耐水、防潮、耐大气老化的树脂。将肢体的粉末残渣用粉碎机粉碎至1000目以上,与该胶粘剂混合使粘接部位和俑体颜色协调一致。在断裂处中心钻口径为0.3cm、深1.5cm小孔,填充胶料,并插入经过防腐处理过的竹签,以增强粘接强度,然后进行无缝粘接,粘结后陶马可去掉原铁架,稳定站立(图8,9,见彩版第6页图32~33)。

3.4 彩绘陶俑的显现加固

这批兵马俑在出土时色彩鲜艳,轮廓分明。但是兵马俑彩绘出土后经过一段时间,表面的颜色都已经风化褪色,为了很好地保护彩绘陶俑的鲜艳,采用自己研制的RFC对风化褪色的古代壁画、文物彩绘、建筑彩画进行恢复,并用保护剂进行恢复加固。该恢复剂是由聚氟乙烯、三氟氯乙烯与乙烯基醚的共聚物等耐久抗腐蚀材料与癸二酸二(1,2,2,6,6-五甲基-4-哌啶基)酯与亚磷酸三(壬基苯基)酯等液态抗氧、抗风化材料组成的混合物。用脱脂棉蘸取显色剂,然后在已经清洁后的彩绘陶俑上面进行均匀涂刷1~2遍,晾干。经过显现加固后的彩绘颜色比较鲜艳(图10、11、12,见彩版第6页图34~36),同时比较古朴,对彩绘层也有较好的加固作用。

4 结论

(1) RFC显现加固剂恢复保护褪色文物彩绘的实质过程是用液态抗氧、抗风化、光稳定材料与抗腐蚀、耐候的有机氟材料的混合物以固态渗入褪色文物彩绘颜料、胶料的微孔,消除了空气、空隙-粒子

界面,消除了对光的散射现象,恢复、保护了其原有色彩、图形、文字。

(2) 这批彩绘兵马俑的彩绘层的颜料、胶料膜在地下高湿绝氧的环境中吸水膨胀,出土后失水干燥收缩龟裂、起翘脱落,选择三乙氧基硅烷缩合而成的耐水、防潮、耐大气老化的树脂胶材料进行回帖,回帖后彩绘层的强度都有了明显的增强。

(3) 选用自制的耐老化、抗腐蚀、渗透性好的显色加固剂。该恢复剂是由聚氟乙烯、三氟氯乙烯与乙烯基醚的共聚物等耐久抗腐蚀材料与癸二酸二(1,2,2,6,6-五甲基-4-哌啶基)酯与亚磷酸三(壬基苯基)酯等液态抗氧、抗风化材料组成的混合物。经过显现加固后的彩绘颜色比较鲜艳,同时显现出了其古朴清晰的原貌。

参考文献:

- [1] 刘晓华. 稀世珍宝-西汉彩绘指挥俑[J]. 丝绸之路, 1999.
LIU Xiao-huan. Rare treasures - colored command pottery from Westhan Dynasty[J]. Silk Road, 1999.
- [2] 郑利平, 王丽琴, 等. 汉阳陵彩绘陶俑颜料成分分析及其病因探讨[J]. 考古与文物, 2000, 20(3): 80-84.
ZHENG Li-ping, WANG Li-qin, et al. A color pigment constituents analysis and causes discussion of the Han Dynasty's Yangling tombs colored pottery figurine[J]. Archaeol Cult Relics, 2000, 20(3): 80-84.
- [3] 郭宏, 黄槐武. 广西富川百柱庙建筑彩绘的保护修复研究[J]. 文物保护与考古科学, 2003, 15(4): 32-36.
GUO Hong, HUANG Huai-wu. Research on protection and restoration of colored paintings in Baizhu temple, Fuchuan, Guangxi province[J]. Sci Conserv Archaeol, 2003, 15(4): 32-36.
- [4] 王惠贞, 董鲜艳, 李涛. 西汉初期粉彩陶俑的保护研究[J]. 文物保护与考古科学, 2005, 17(4): 39-43.
WANG Hui-zhen, DONG Xian-yan, LI Tao. The protection of coloured pottery from Westhan Dynasty[J]. Sci Conserv Archaeol, 2005, 17(4): 39-43.

Restoration and conservation study of colored terra - cotta pottery excavated from Yangjiawan village, Shaanxi

WANG Juan-li, LI Yu-hu, XING Hui-ping, ZHANG Hui

(Ministry of Education Engineering Research Center for Historical Cultural Heritage Conservation of Shaanxi Province, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Western Han Dynasty terra - cotta figurines excavated from the northern highland of Yangjiawan, a village in Shaanxi, have decayed seriously. Weathering, color - fading, and paint detachment were observed. Rescue conservation should be taken as soon as possible for the protection. In this paper, the types and causes of the decay

were discussed. Meanwhile, the pigment compositions were analyzed with XRD, SEM – EDS, and Micro FT – IR. Based on the research, a systematic restoration plan was designed with suitable conservation techniques and protective reagents. Our results revealed that paint layer glued back with polymerized triethoxysilane resin showed great improvement of attachment. Painted colors clearly showed its old appearance and could be attached better to the pottery body after being treated with RFC, a reagent designed by ourselves.

Key words: West Han Dynasty; Colored terra – cotta pottery; Appearance and reinforcement – RFC

· 通 讯 ·

秦俑及彩绘文物保护与研究国际学术研究会 会议第一轮通知

为了促进我国文物保护事业的发展,加强彩绘文物保护与研究领域的国际间学术联系,进一步深化彩绘文物保护领域的国际合作,由国际古迹遗址理事会(ICOMOS)、陕西省文物局主办,秦始皇兵马俑博物馆、慕尼黑工业大学、陶质彩绘文物保护国家文物局重点科研基地承办的秦俑及彩绘文物保护与研究国际学术研讨会拟定于2009年3月在陕西省西安市召开。欢迎您或您单位相关专业人员赐稿并派员参加本次研讨会。

大会议题

1. 秦俑彩绘
2. 彩绘文物保护修复
3. 中国古代彩绘
4. 欧洲古代彩绘
5. 世界其它地域古代彩绘

会议安排

会期5天,2009年3月23日~2009年3月27日,研讨会2天,会后考察3天。

参会人员费用

参会人员住宿费用自理(约为300-500元标准间),每人会务费800元。

大会工作语言

汉语、英语。大会提供中英文同声传译。

论文征集

作者可就大会以上相关议题提交一篇300-500字的摘要(应附相应的英文摘要),并在摘要页首附上文章标题、作者姓名、通讯地址、电子邮箱、电话以及传真号码等信息。于2008年8月1日前,将会议回执和论文摘要共同反馈(提交方式见回执)。论文摘要经学术委员会评审通过后,将通知作者提交论文全文。

* 您的论文如被接受并作为大会发言,您的会议会务费和住宿费将由大会支付。

论文集

会议将收录所有提交被录用的论文,结集出版(中英文)。

《文物保护与考古科学》编辑部转发



图 30 彩绘陶俑回贴前
Fig.30 Colored pottery figurine unstuck



图 31 彩绘陶俑回贴后
Fig.31 Colored pottery figurine stuck



图 32 未粘结修复的彩绘陶马肢体
Fig.32 Colored pottery horse unstuck



图 33 粘结修复后的彩绘陶马肢体
Fig.33 Colored pottery horse stuck



图 34 未保护处理的彩绘陶俑
Fig.34 Colored pottery figurine untreated



图 35 保护处理后的彩绘陶俑
Fig.35 Colored pottery figurine treated



图 36 未保护与保护处理后的步兵俑站立在一起的对比效果
Fig.36 Untreated and treated colored pottery figurine standing with the contrast