

文章编号:1005-1538(2019)02-0086-08

陕西咸阳出土东汉陶器表面彩绘成分研究

梁嘉放, 丁 岩

(陕西省考古研究院, 陕西西安 710054)

摘要:为掌握陕西省咸阳市渭城区周陵镇费家村南两座东汉墓葬 M17 和 M19 出土 15 件陶器表面彩绘成分及保存现状,通过 XRF, XRD, FTIR 和 SEM-EDS 等分析仪器进行检测。经分析检测发现:M17 出土 6 件陶器表面使用铅丹作为颜料,部分铅丹已转化为白色碳酸铅(PbCO_3)。M19 出土陶器表面分别使用朱砂和铁红颜料,同时确定在部分器物表面使用了髹漆工艺。在 M19 出土的 3 件器物口沿处发现二氧化锡层,通过扫描电镜能谱分析和文献研究,确定其应为单质锡氧化而来,且使用锡汞齐方法镀锡,为进一步认识和理解这批器物提供了基础。

关键词:彩绘陶;髹漆陶;二氧化锡;铅丹;朱砂

中图分类号: K871.42; K876.43 **文献标识码:** A

0 引言

2015 年 11 月至 2016 年 5 月,陕西省考古研究院在位于陕西咸阳渭城区费家村南侧区域的汉代遗址进行了考古发掘,发现 13 座东汉墓葬,分布集中,排列规律,形制一致,随葬品呈现延续的特征,发掘者推测这些墓葬很可能属于同一个家族(发掘资料待刊,陕西省考古研究院)。尽管这些墓葬盗扰严重,但是其中的 M17、M19 出土陶器仍较为丰富,保留的信息也较多。M17 出土陶器 28 件,陶质均为泥质灰陶,器类有壶、罐、奩、灶、釜、甑、井、案、耳杯、勺、魁、猪、狗、鸡等。M19 出土陶器 68 件,陶质分泥质灰陶和泥质红陶两种,器类有鼎、壶、罐、奩、灶、釜、盆、井、案、盘、碗、耳杯、勺、魁、狗、鸡、虎子等。从形制、质地、使用痕迹等方面分析,这批陶器应为丧葬用的明器。通过便携 X 射线荧光光谱仪

(XRF)对彩绘层进行初步元素成分调查后,确定其中 15 件陶器作为研究对象。

1 样品信息

为进一步确定 M17、M19 出土陶器表面彩绘颜料(表 1)种类和是否使用髹漆工艺,对陶器或陶片表面装饰层进行无损和取样分析。通过 Bruker®Tracer III 便携式 XRF 对所有器物表面颜色进行普查和分类,对于 XRF 测试结果相同的彩绘,挑选代表器物,并在破损边缘取样。

经过调查, M17 出土陶器内壁均施橘色彩绘;而 M19 出土陶器装饰手法多样,挑选代表性样品进行研究,具体为:1) M17-14 陶器橘色彩绘层;2) M19-22 红色和 M19-30 的暗红色彩绘层;3) M19-3, M19-12 和 M19-22 器物口沿白色涂层;4) M19-12 和 M19-14 的髹漆层。

表 1 选取的 15 件彩绘陶器信息

Table 1 Name and description of polychrome ceramics unearthed from Tomb M17 & M19

序号	编号	名称	彩绘描述
1	M17-9	陶勺	肩部及部分手柄橘色
2	M17-10	耳杯	内壁橘色
3	M17-13	陶钵	内壁一周橘色,外壁有一橘色带
4	M17-14	陶勺	内壁肩部及部分手柄橘色
5	M17-15	陶耳杯	内壁橘色
6	M17-17	陶耳杯	内壁橘色

收稿日期:2016-07-13;修回日期:2018-12-10

作者简介:梁嘉放(1983—),女,2010 年硕士毕业于美国加州大学洛杉矶分校盖蒂保护研究所,副研究员,研究方向为彩绘文物及保护,
E-mail: liangjiafang@yahoo.com

(续表)

序号	编号	名称	彩绘描述
7	M19-3	陶钵	内壁红色彩绘,口沿白色,外壁红色线条状彩绘(髹漆)
8	M19-4	陶钵	内壁近口沿红色彩绘明显,外壁近口沿有两条红色彩绘线条(髹漆)
9	M19-9	陶耳杯	内壁红色彩绘,外壁有少量红彩(髹漆)
10	M19-11	陶器盖	表面红彩,背面无彩
11	M19-12	陶鼎	内壁红色彩绘,口沿少量白色,外壁靠上部分有一圈红色彩绘线条,足部有红彩(髹漆)
12	M19-14	陶奁盖	表面红色点状彩绘,背面黑色无彩(髹漆)
13	M19-20	陶虎	头部,胸部,身体部分,尾部都有红色彩绘线条
14	M19-22	陶钵	内壁红色彩绘,口沿白色,外壁红色线条状彩绘
15	M19-30	陶钵	内壁暗红色彩绘,外壁近口沿处有一圈红色彩绘

15 件样品通过 X 射线衍射 (XRD) 确定颜料化学成分;彩绘样品经过树脂包埋,打磨断面,在显微镜下观察其施彩工艺,利用扫描电镜能谱仪 (SEM-EDS) 对断面进行拍照和元素测试;显微红外光谱仪 (FTIR) 帮助分析样品中有机物成分。

2 分析检测

2.1 仪器型号和测试条件

1) XRF 仪器型号。Bruker® Tracer III 便携式 XRF。仪器的 X 射线激发管为钨管,硅探头。测试条件:电压 40 kV,电流 18 μA,真空,30 s。

2) XRD 仪器型号。Rigaku SmartLab 9 kW, 45 kV, 200 mA, 15.000 0 °/min。

3) 断面显微分析 (Cross-section) 及 SEM-EDS 仪器型号。Keyence VHX-600E 数码显微镜系统,标配镜头,最大放大倍数 200 倍。取彩绘样品,树脂包埋,打磨抛光。莱卡 Leica DM2700,全波段光源,配 Leica DMC 2900 照相机。扫描电镜 ZEISS EVO 25,能谱仪 OXFORD X-Max20,工作电压 20 kV,60 s。

4) FTIR 分析仪器。Nicolet iN10 FI-IR Microscope。检测方法:反射法直接测定样品选定点的红外光谱,金镜为背景,MCT/A 检测器。

2.2 实验结果

2.2.1 XRF 分析结果 M17-14 陶器表面橘色彩绘呈色元素为 Pb (图 1); M19-22 陶器红色颜料的呈色元素为 Hg (图 2), M19-30 陶器暗红色呈色元素为 Fe (图 3)。M19-3 陶钵, M19-12 陶鼎, M19-22 陶钵 (图 4) 口沿上白色装饰层中 Sn 是唯一可能呈色元素。M19-12 表面红色部分呈色元素为 Hg (图 5), 褐色底未测得有效呈色元素;

M19-14 褐色髹漆层未检测到有效呈色元素。

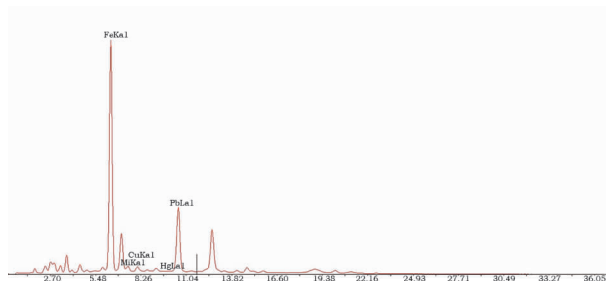


图 1 M17-14 表面橘色 XRF 谱图
Fig. 1 XRF spectrum of orange color on M17-14

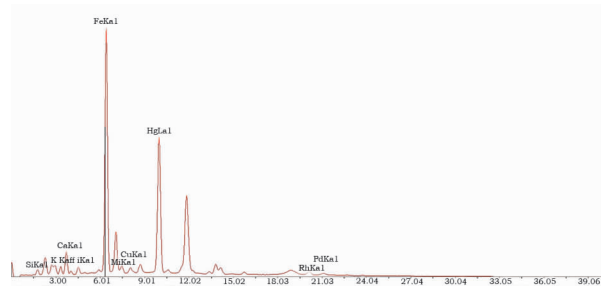


图 2 M19-22 表面红色 XRF 谱图
Fig. 2 XRF spectrum of red color on M19-22

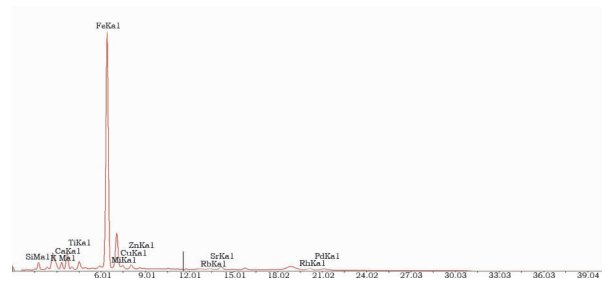


图 3 M19-30 表面红色 XRF 谱图
Fig. 3 XRF spectrum of red color on M19-30

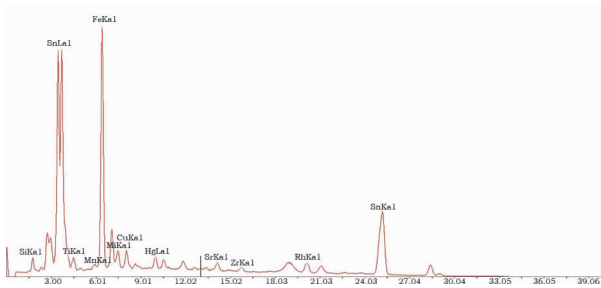


图 4 M19-22 口沿白色 XRF 谱图
Fig. 4 XRF spectrum of white material on the rim of M19-22

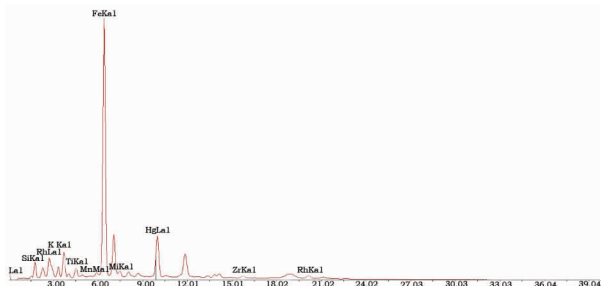


图 5 M19-12 红色髹漆 XRF 谱图
Fig. 5 XRF spectrum of red lacquer on M19-12

2.2.2 XRD 实验结果 陶器颜料的 XRD 实验结果如表 2 所示。

表 2 XRD 结果			
Table 2 XRD results			
器物编号	颜色	XRD 结果	矿物名
M17-14	橘色	Pb_3O_4 , PbCO_3 , SiO_2 , CaCO_3	铅丹, 铅白, 石英, 方解石
M19-22	红色	HgS , SiO_2 , CaCO_3 , $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$, $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{Al}$, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	朱砂, 方解石, 钠长石, 伊利石, 高岭土
M19-30	暗红色	Fe_2O_3 , $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$, SiO_2	赤铁矿, 钠长石
M19-3, M19-12, M19-22	白色	SnO_2 , SiO_2 , $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	氧化锡, 石英, 钠长石
M19-12	红色髹漆层	HgS , SiO_2	朱砂, 石英
M19-14	黑色髹漆层	SiO_2 , $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$, CaCO_3	石英, 钠长石, 方解石

2.2.3 FTIR 实验结果 M17-14 样品未测得有机物成分。M19 样品中, 只有 M19-22 红色颜料层, 在红外光谱图中 2930 cm^{-1} 和 2860 cm^{-1} 处有 C-H 伸缩振动吸收谱带。说明有少量有机物残留, 但 FTIR 无法确定有机物种类。未来需要采取其他分析手段进一步的测试。M19-30 样品未测得有效吸收峰。

M19-12 和 M19-14 漆皮样品红外结果基本相

同(图 6)。 $2000\sim1800\text{ cm}^{-1}$, $1200\sim980\text{ cm}^{-1}$, $810\sim870\text{ cm}^{-1}$ 谱带表明含有结晶 SiO_2 ; 2931 cm^{-1} 和 2870 cm^{-1} 处的 C-H 吸收的表明可能含有机物; 2520 cm^{-1} , 1440 cm^{-1} , 和 875 cm^{-1} 谱峰表明可能含有碳酸钙; 3620 cm^{-1} , $1050\sim770\text{ cm}^{-1}$ 谱带表明可能含有羟基硅酸盐类。根据已发表的古代漆膜红外光谱数据^[1-5], 可以确定是使用了大漆作为装饰材料。

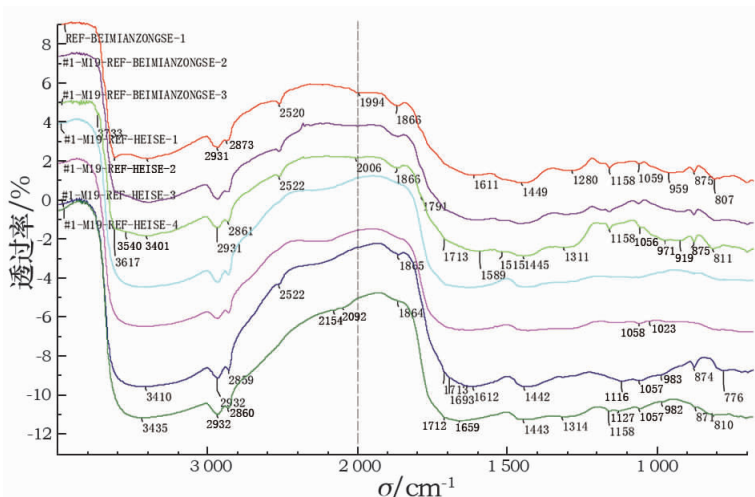


图 6 漆皮的红外吸收光谱图
Fig. 6 FTIR spectra of lacquer piece

2.2.4 断面显微分析及 SEM - EDS 结果 M17 - 14 橘色、M19 - 22 红色和 M19 - 30 暗红色能谱结果证实了 XRD 的结论,均为直接绘于陶器表面。M19 - 12 红色漆膜上表面为红色(能谱结果: Hg, S, N, C, O),厚度约为 68 μm ,背面为褐色(能谱结果: C, N, O),厚度约为 48 μm ,这说明在髹漆过程中,首先在陶器表面刷一层褐色生漆,再在其表面绘涂朱色(朱砂);M19 - 14 黑色漆膜(能谱结果:

Fe, Al, Si, Mg, Ca, C, O),厚度约为 92 μm ,断面可以看到无机填料(表 3)。M19 - 3, M19 - 12 和 M19 - 22 口沿处白色装饰层,厚度约为 90 μm 。电镜照片显示其断面分上下两层,界限明显。断面能谱结果显示两层物质基本一致,含锡(Sn),碳(C),氮(N),氧(O),硅(Si)。从 M19 - 12 样品还可以看到,白色在红色之上,说明口沿的装饰是最后一道工序。

表 3 M19 陶器表面彩绘、髹漆断面及扫描电镜能谱分析结果
Table 3 Cross - section microphotos & SEM - EDS results

描述	断面显微照片	SEM 照片	EDS 结果
M19 - 12 红漆皮			红色面: Hg, S, N, C, O; 褐色面: C, N, O
M19 - 14 黑漆层			Al, Si, Mg, Ca, C, O
M19 - 12 口沿白色层 (带有红色)			白色层: Sn, C, N, O 红色层: Hg, S, Sn, C, O
M19 - 22 口沿白色			两层均为: Sn, Si, N, C, O

3 讨 论

1) M17 - 14 铅丹颜料和其中的 PbCO_3 。在扫描电镜下, M17 - 14 铅丹(Pb_3O_4) 颜料矿物颗粒不规则、结晶度差,边缘不明显,可以判断其为人工合成颜料。其中夹杂 PbCO_3 , 但 PbCO_3 分布不均,量少,说明两者并非有意混合。白色 PbCO_3 应为铅丹的变色产物。这批陶器的埋藏环境湿度较大,出土时表面附着土潮湿。这样的高湿环境促使部分铅丹转变成白色的碳酸铅(PbCO_3)^[6-7]。GIOVANNONI 等^[7]提出铅白(PbCO_3)在中性基质上,即使在高湿条件下,其化学性质稳定,不会进一步转变成黑色 PbO_2 。只有在高湿并且碱性条件下, PbCO_3 才会进一步转化成黑褐色 PbO_2 。所以,这批陶器表面铅丹继续变白甚至变黑的可能不大,但应该通过控制环境湿度和光照,对其进行储藏,避免表面彩绘进一步变色。

2) M19 - 22 朱砂和 M19 - 30 铁红附着强度比

较。M19 出土的陶器大部分以朱砂作为颜料, XRF 分析中,在朱砂颜料中同时测得 Fe, Pb, Ca 等元素的谱峰,这些元素存在于自然辰砂矿物中^[8],说明陶器表面所用朱砂颜料是自然矿物经研磨制成。陶鼎 M19 - 30 表面红色颜料为铁红。由于出土于同一墓葬,保存环境相同,从与陶器表面贴切程度看,铁红颜料层与陶器本体结合程度比朱砂好,虽然颜料层很薄,但基本没有脱落。

3) 髹漆陶器和漆器。M19 - 12 和 M19 - 14 确定为髹漆陶。根据目前发表的考古资料,西安地区出土的髹漆陶主要来自两汉时期的墓葬,除了本研究涉及的髹漆陶外,在西安长安区也发现了类似的髹漆陶器。考古出土髹漆陶器最早的实例是江苏吴江梅堰良渚文化出土的漆绘黑陶罐^[9],之后是山东滕州前掌大墓地出土了一件商周时期的“漆衣陶壶”^[10],在成都西周中晚期至春秋时代的十二桥遗址^[11]、安徽六安城北战国楚墓^[12]出土了大量漆陶残片。中原地区史前漆器发现不多,集中出土于山

西襄汾陶寺龙山文化遗址,夏代漆器也不多见,主要出土于二里头遗址,到了商代,漆树被大量种植,髹漆工艺被广泛地应用。在郑州商城、安阳殷墟遗址都有发现,也是在这一时期,漆器的胎骨除木胎以外,出现了陶胎和青铜胎,在安阳殷墟就出土了 10 片漆绘陶片^[13]。两周至春秋时期漆器有了突破性的发展,且集中在黄河中下游地区,陕西的宝鸡石鼓山墓地、长安普渡村墓和张家坡墓均发现了漆皮痕迹或完整的漆器,到了战国时期,漆器发展达到鼎盛时期,中原漆器主要集中出土在山东、山西和河南^[14]。秦人漆器主要集中在西垂陵园、雍城陵园和秦始皇陵园,主要为木胎漆器,这些漆器出自秦人的制漆作坊^[15],唯有秦始皇陵出土的兵马俑属于陶胎表面髹漆^[16]。到了西汉时期,陶胎漆器集中出现于四川、江苏和安徽等地,东汉时期陶胎漆器却常常发现于北方^[17]。

综合以上的考古资料,可以发现,漆器在北方中原地区的出现是随着政治经济中心的建立而产生的。尤其是周、秦、汉时期的长安,既是政治中心,又是文化发展中心,它掌握着先进的髹漆和制陶工艺。从出土器物的性质来看,髹漆陶器还是主要作为明器陪葬使用。起初只有帝王才可以拥有,后逐渐平民化。

表 4 M19 出土陶器口沿白色涂层 EDS 结果
Table 4 EDS results of separated layers of SnO₂ (%)

谱图	C	N	O	Mg	Si	Sn
谱图 1	13.47	3.34	35.90	0.33	—	46.97
谱图 2	5.03	2.56	44.35	0.97	1.24	45.87

根据已有考古发现,“锡涂陶”主要出土于长沙马王堆汉墓^[19-20]和子弹库 17 号楚墓^[21],存在的时间从战国至西汉,是与本研究最为相近的一类陶器。“锡涂陶”的名字也是根据马王堆一、三号汉墓遣策所记载而来。李建毛先生^[21]认为,马王堆汉墓遣策中所谓“锡涂”是镀锡的意思。镀锡可以用两种方法实现:沉浸法热镀和锡汞齐。王宜飞^[22]在沉浸法热镀锡实验中发现,将陶器浸入熔融的锡液后取出,表面中无法得到光滑均一的锡涂层,且其与陶胎的结合度非常差,极易剥落。王宜飞发现马王堆汉墓出土的锡涂陶使用的是贴锡工艺,锡皮的含锡量最高可达 87.86%,出土的贴锡层主要成分还是单质锡。这与本研究的陶器表面二氧化锡涂层完全不同。既然本研究的陶器口沿装饰层,最初也是单质锡,但为何经过两千年的埋藏,出现了和马王堆汉墓

4) 陶器口沿二氧化锡层和锡涂陶工艺比较。从图 7 可以看出,本研究的二氧化锡层不是传统彩绘工艺,即原始工艺不是将二氧化锡作为白色颜料直接涂于陶器口沿。其上下分层的结构,与青铜表面镀锡层氧化后的结构非常类似^[18]。能谱结果显示上下两层的含锡量均在 45%~47% (表 4),化学成分基本一致。因此,镀锡的可能性很大。所以,陶器口沿最初呈现的是金属锡的银色。

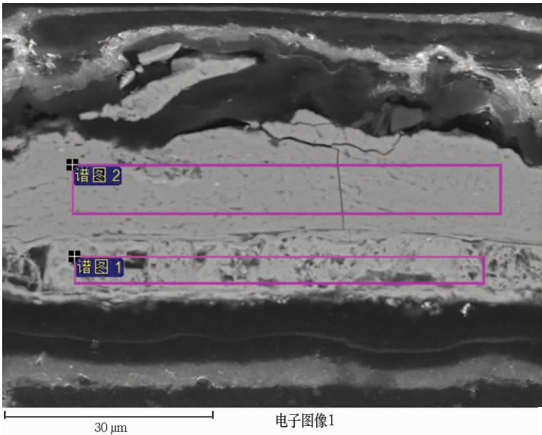


图 7 陶器口沿 SnO₂ 分层的 SEM 图
Fig. 7 SEM image of separated layers of SnO₂ on the rim of ceramic from Tomb M19

锡涂陶完全不同的保存现状。笔者认为,可能的原因是锡涂工艺不同或埋藏环境不同造成腐蚀程度不同。

既然热镀法无法实现陶器镀锡,那么锡汞齐的方法可能是本研究的陶器口沿镀锡的方法。当然,这需要复制实验予以支持。本次 EDS 分析二氧化锡层时未发现汞元素。马清林等^[23]在青铜戈镀锡工艺研究中发现,锡汞齐镀锡和热镀一样需要加热,而且需要更高的温度和更长的时间,同时认为汞的存在与否不能作为判断锡汞齐工艺的唯一标准。所以,在以后的陶器镀锡复制实验中,需要关注汞元素是否可以作为判断标准。

本研究发现的陶器口沿二氧化锡层与陶器胎体结合非常紧密,这与山东沂源地区出土战国彩绘陶器表面的锡涂层类似^[24]。值得一提的是,在显微镜

察过程中发现在二氧化锡层下方,紧贴陶器表面有一层黑色物质(图8),疑似有机物残留。

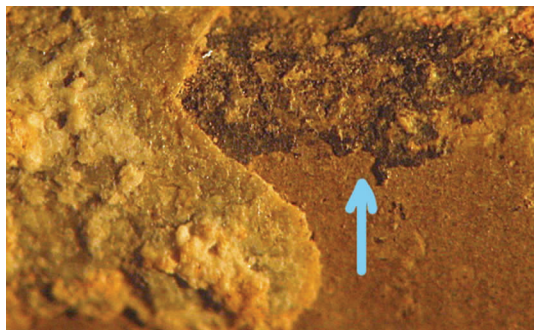


图8 氧化锡层下方的黑色物质

Fig.8 Black substance under SnO_2 layer

锡的使用表明 M19 墓主人的身份高于 M17,或生前富裕。从出现时间来说,咸阳费家村南出土的锡涂陶晚于山东沂源地区出土的锡涂陶;从工艺分布的角度,通过本研究揭示了锡涂陶在中原地区同样存在。

4 结 论

1) 咸阳渭城区周陵镇费家村南东汉 M17 号墓出土陶器表面橘色颜料为铅丹,已经有部分变色,生成白色碳酸铅。

2) M19-22 陶器表面红色颜料为朱砂;M19-30 陶器表面暗红色颜料为铁红;M19-12 陶器表面红色髹漆层,上表面使用朱砂,背面为生漆;M19-14 表面为黑褐色髹漆层。同一墓葬出土的陶器表面使用不同的施彩工艺和原料,说明制陶作坊有可能不同。但也不排除同一作坊,即可以生产传统的彩绘陶器,也可以对陶器进行髹漆装饰。

3) M19-3, M19-12 和 M19-22 口沿处的白色装饰层化学成分为二氧化锡。扫描电镜能谱分析确定此二氧化锡有明显分层现象,但两层化学成分基本一致。这样的结构是单质锡经过氧化后生成 SnO_2 腐蚀产物的形貌。已发表的实验表明,热镀法无法在陶器表面形成均一、稳定的涂层,因此,本研究的陶器口沿最可能使用了锡汞齐的镀锡方法。

4) M17 出土的陶器表面铅丹颜料已发生变色反应,建议保存在温度 $22\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度 55%,无紫外、低照度的展陈环境或同等温湿度暗室库房中,避免铅丹进一步变色。

参考文献:

[1] 李强,李伟东,罗宏杰,等. 西安汉墓出土漆陶器的科学研究

[J]. 自然杂志,2016,38(1):15-22.

LI Qiang, LI Weidong, LUO Hongjie, *et al.* A scientific study on the lacquered potteries excavated from the Han dynasty tombs in Xi'an[J]. Chinese Journal of Nature,2016,38(1):15-22.

[2] 张炜,单伟芳,郭时清. 汉代漆器的剖析[J]. 文物保护与考古科学,1995,7(2):2-36.

ZHANG Wei, SHAN Weifang, GUO Shiqing. Analysis of Chinese lacquer wares from Han Dynasty[J]. Sciences of Conservation and Archaeology,1995,7(2):2-36.

[3] 金普军,王昌燧,郑一新,等. 安徽巢湖放王岗出土西汉漆器漆膜测试分析[J]. 文物保护与考古科学,2007,19(3):44-49.

JIN Pujun, WANG Changsui, ZHENG Yixin, *et al.* Research on the lacquered techniques adopted by the urushiware excavated from the Fangwanggang Site in Anhui of West Han Dynasty[J]. Sciences of Conservation and Archaeology,2007,19(3):44-49.

[4] 胡克良,李银德,杨嘉玲,等. 徐州西汉陶漆的红外光谱分析[J]. 光谱学与光谱分析,1994,14(5):33-34.

HU Keliang, LI Yinde, YANG Jialing, *et al.* FTIR analysis of lacquer layer on ceramics dated to Western Han Dynasty in Xu Zhou[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis,1994,14(5):33-34.

[5] 梁嘉放,黄晓娟,王利民. 山西大同帝庙窖藏贴金彩绘铜造像表面装饰层的调查研究[J]. 文物保护与考古科学,2014,26(2):28-36.

LIANG Jiafang, HUANG Xiaojuan, WANG Limin. Scientific research of surface decoration technique of bronze buddha statues excavated from Guandi Temple, Datong, Shanxi Province[J]. Sciences of Conservation and Archaeology,2014,26(2):28-36.

[6] 李最雄. 莫高窟壁画中的红色颜料及其变色机理探讨[J]. 敦煌研究,1992(3):41-54.

LI Zuixiong. A study on the red pigments in the Mogao frescoes and the mechanism of their discoloration[J]. Dunhuang Research,1992(3):41-54.

[7] GIOVANNONI S. Studies and developments concerning the problem of altered lead pigments in wall painting[J]. Studies in Conservation,1990,35(1):33-51.

[8] NÖLLER R. Cinnabar reviewed; characterization of the red pigment and its reactions[J]. Studies in Conservation,2015,60(2):79-87.

[9] 陈玉寅. 江苏吴江梅堰新石器时代遗址[J]. 考古,1963(6):313.

CHEN Yuyin. Mei Yan Neolithic Site in Wujiang, Jiangsu Province[J]. Archaeology,1963(6):313.

[10] 梁中和,贾笑冰,王吉怀,等. 山东滕州市前掌大商周墓地 1998 年发掘简报[J]. 考古,2000(7):27.

LIANG Zhonghe, JIA Xiaobing, WANG Jihuai, *et al.* Archaeological report on Qianzhangda Cemetery Site excavated in 1998, Tengzhou city, Shandong[J]. Archaeology,2000(7):27.

[11] 杨颖东,何秋菊,周志清,等. 成都十二桥遗址新一村一期出土漆彩绘陶的分析研究[J]. 文物保护与考古科学,2014,26(2):9-15.

YANG Yingdong, HE Qiuju, ZHOU Zhiqing, *et al.* Analysis and research on lacquer painted pottery objects unearthed from the Xinyicun Site, Shierqiao, Chengdu[J]. Sciences of Conservation

- and Archaeology, 2014, **26**(2): 9 – 15.
- [12] 楮金华. 安徽省六安县城北楚墓[J]. 文物, 1993(6): 29 – 40.
CHU Jinhua. Tomb of Chu state excavated in north of Liuan county, Anhui Province[J]. Cultural Relics, 1993(6): 29 – 40.
- [13] 韩香花. 史前至夏商时期中原地区手工业研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2010: 160 – 165.
HAN Xianghua. On the handicraft in Central Plains from prehistoric to Xia and Shang periods[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2010: 160 – 165.
- [14] 吴文清. 两周中原与楚文化视野下的器物工艺比较研究[D]. 太原: 山西大学, 2011: 61 – 85.
WU Wenqing. Comparison of implements workmanship in the perspective of central plains culture and Chu Culture in Zhou China[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2011: 61 – 85.
- [15] 朱学文. 从考古资料看秦漆器胎骨及制作工艺[J]. 西北农林科技大学学报, 2012, **12**(4): 150 – 153.
ZHU Xuewen. A study on Qin's Lacquer Taigu and its fabrication process based on archaeological material[J]. Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition), 2012, **12**(4): 150 – 153.
- [16] 秦俑彩绘保护技术研究课题组. 秦始皇兵马俑漆底彩绘保护技术研究[J]. 中国生漆, 2005, **24**(7): 7 – 16.
Research group of polychrome terracotta excavated in mausoleum of Emperor Qin Shihuang. Research on protection technology of painted bottom of Qin Shihuang Terracotta Army[J]. Journal of Chinese Lacquer, 2005, **24**(7): 7 – 16.
- [17] 王京燕, 畅红霞. 关于汉代的陶胎漆器[J]. 文物世界, 2010(4): 29 – 32.
WANG Jingyan, CHANG Hongxia. Study of lacquered ceramics from Han Dynasty[J]. World of Antiquity, 2010(4): 29 – 32.
- [18] 孙淑云, 李晓岑, 姚智辉, 等. 中国青铜器表面镀锡技术研究[J]. 文物保护与考古科学, 2008, **20**(增刊): 41 – 52.
SUN Shuyun, LI Xiaocen, YAO Zhihui, et al. A study of tining techniques on surfaces of Chinese bronzes[J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2008, **20**(Suppl): 41 – 52.
- [19] 湖南省博物馆. 长沙马王堆一号汉墓发掘报告[M]. 北京: 文物出版社, 1972.
Hunan Provincial Museum. Archaeological report of No. 1 Tomb of Mawangdui, Han Dynasty, Changsha[M]. Beijing: Wenwu Press, 1972.
- [20] 湖南省博物馆. 长沙马王堆二号、三号汉墓发掘报告[M]. 北京: 文物出版社, 2004.
Hunan Provincial Museum. Archaeological report of No. 2&3 Tomb of Mawangdui, Han Dynasty, Changsha[M]. Beijing: Wenwu Press, 2004.
- [21] 李建毛. 长沙楚汉墓出土锡涂陶的考察[J]. 考古, 1998(3): 71 – 75.
LI Jianmao. Study on tinned ceramics from Chu Tomb, Han Dynasty, Changsha[J]. Archaeology, 1998(3): 71 – 75.
- [22] 王宜飞. 马王堆汉墓锡涂陶制作工艺研究[C]//中国文物保护技术协会第七次学术年会论文集, 2012: 393 – 403.
WANG Yifei. Technical study on ceramics with tin coating unearthed in Mawangdui Han Dynasty tomb[C]//Symposium of 7th annual meeting by Conservation of Cultural Relics Association, 2012: 393 – 403.
- [23] 马清林, 大卫·斯科特. 甘肃灵台白草坡西周早期青铜戈镀锡技术研究[J]. 文物, 2014(4): 85 – 96.
MA Qinglin, SCOTT D. Technical study on Tin – plating on bronze Ge excavated in Baicaopo Western Zhou Tomb, Lingtai, Gansu Province[J]. Cultural Relics, 2014(4): 85 – 96.
- [24] 鲁晓珂, 李伟东, 李强, 等. 山东青州和沂源地区出土彩绘陶器的测试分析[J]. 文物保护与考古科学, 2014, **26**(2): 2 – 7.
LU Xiaoke, LI Weidong, LI Qiang, et al. Analysis of painted potteries unearthed from the Qingzhou and Yiyuan districts in Shandong Province[J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2014, **26**(2): 2 – 7.

Compositional and technical study of polychrome layers on Eastern Han ceramics excavated from Xianyang

LIANG Jiafang, DING Yan

(*Shaanxi Provincial Institute of Archaeology, Xi'an 710054, China*)

Abstract: In order to investigate materials and the states of preservation of polychrome layers on fifteen ceramics unearthed from Tombs M17 and M19 of the Eastern Han Dynasty at Feijiacun Village in Xianyang, Shaanxi Province, we conducted analyses using a variety of methods, including X-ray fluorescence (XRF), X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared (FTIR) spectrometry and scanning electron microscopy – energy dispersive spectrometry (SEM – EDS). The results show that 1) red lead was used as a pigment on six ceramics unearthed from Tomb M17, the presence of lead carbonate (PbCO_3) in the red lead pigment indicating that discoloration of some of the red lead have occurred due to the burial environment; 2) cinnabar and iron oxide were used as pigments on ceramics unearthed from Tomb M19, and five ceramics thereof were decorated with lacquer; and 3) as determined by SEM, the rim of three ceramics from Tomb M19 has a tin oxide layer resulting from oxidation of the original metallic tin; and according to literature research, tin amalgam is a possible decorating method for rims of the ceramics in our study. The results may provide a basis for further understandings of the ceramics.

Key words: Polychrome ceramic; Lacquered ceramics; Tin oxide; Red lead; Cinnabar

(责任编辑 马江丽)