

文章编号:1005-1538(2019)02-0014-08

## 潮湿彩绘陶加固材料对比研究及应用

范陶峰,张慧,杨隽永  
(南京博物院,江苏南京 210016)

**摘要:**针对考古出土的彩绘陶存在脆弱易毁、难以保存的问题,选择明胶和水性氟碳作为潮湿彩绘陶片的加固材料,采用不同浓度的加固材料对4种颜色彩绘陶片进行加固,并对加固前后的强度、色差以及光泽度进行检测和对比,结果表明较为理想的浓度选择为明胶在1%左右,水性氟碳浓度在20%左右。同时,对有底层和无底层两种类型的彩绘陶片进行加固对比实验,发现经明胶加固及老化后,有底层试样的色差和光泽度变化比无底层试样小;经水性氟碳加固后,有底层试样的色差和光泽度变化比无底层试样小,但老化后,则相反。在实践应用时,选用这两种材料对盱眙出土的一组潮湿彩绘陶进行了抢救性加固保护,都取得理想的效果。

**关键词:**潮湿;彩绘陶;加固;明胶;水性氟碳

**中图分类号:**K879.49   **文献标识码:**A

### 0 引言

彩绘陶是陶器烧制完成后在其表面进行绘彩的一种陶器装饰艺术。主要的色彩有红、白、黑、黄、赭等,常以炭黑打黑底、丹砂或铅丹打红底、白粘土打白底,个别以生漆打底;其施彩方法通常在黑底上绘红黄白彩、红底上绘黑白黄彩、白底上绘红黑彩;由于彩绘是经加工后再绘上去,不再烧制,因此彩绘部分极易磨损脱落,不易留存。由于彩绘陶形式独具特色,其社会作用从早期主要用于陶器纹样和美饰生活,到后期逐渐发展为装饰礼器和冥器,它是史前人类社会地位等级的一种象征<sup>[1-2]</sup>。相关研究得出,彩绘陶绘制方法大致有四类:一是用矿物质颜料直接在胎体上绘制图案;二是在陶体表面先施陶衣,再在其上用矿物质颜料绘制图案;三是在陶质胎体上用单色矿物质颜料层打底,然后绘彩;四是在胎体上涂刷生漆底层,再在其上施彩绘<sup>[3-4]</sup>。

国内在彩绘陶保护研究有较多报道,万俐等对徐州狮子山出土的彩绘陶俑采用氟橡胶作为保护材料<sup>[5]</sup>,宗时珍针对出土的饱水彩绘陶器选用氟树脂作为保护材料<sup>[6]</sup>。容波等为有效加固秦俑彩绘,以2-羟基甲基丙烯酸乙酯为单体,用1 MeV,2.0 mA,60 kGy电子束辐照有效地加固了秦

俑彩绘层<sup>[7]</sup>。王丽琴等采用紫外线吸收剂UV326对B72进行改性,表明改性材料能够有效延缓B72变黄,具有更好的耐光老化<sup>[8]</sup>。赵静对彩绘加固材料分子结构层面的研究解析其耐老化性能<sup>[9]</sup>。报道对已经干燥的彩绘陶进行加固保护方面的研究相对较多<sup>[10-12]</sup>,而对出土的潮湿彩绘陶的加固研究则相对较少。课题组主要根据考古出土文物保护的需要,选择一种传统材料(明胶)和一种现代合成材料(水性氟碳)在潮湿彩绘陶抢救性保护方面做对比研究。

### 1 实验部分

#### 1.1 实验材料

明胶、水性氟碳、陶片、颜料(血朱、朱砂、炭黑、克孜尔黄)、防霉剂等。

#### 1.2 制作彩绘陶模拟样品

根据出土的彩绘陶的状况,制成2种类型的彩绘陶:1)无底层的彩绘陶,颜料直接绘制在陶片表面;2)有底层的彩绘陶,首先在陶片表面涂刷一底层(碳酸钙+明胶,明胶溶液浓度为质量比1%),然后在底层上涂刷颜料。

根据出土彩绘陶常见的颜色,选用了朱砂(含胶)、血朱、克孜尔黄(氧化铁黄)、炭黑(含胶)。

收稿日期:2016-12-26;修回日期:2017-09-07

基金项目:江苏省科技厅社会发展面上项目资助(BE2018740)

作者简介:范陶峰(1980—),2006年毕业于陕西师范大学有机化学专业,研究方向为无机文物保护。副研究馆员,E-mail:fantaofeng316@sohu.com

- 1) 颜料浆液配制。将无胶颜料用浓度为1%的明胶溶液调制,调制完成后放在试剂瓶内。
- 2) 彩绘陶片的绘制。采用毛笔蘸取颜料浆液涂刷在陶片(有底层、无底层)表面,要求色泽均匀。
- 3) 干燥。涂刷完成的陶片置于空气中自然干燥。
- 4) 老化。因为彩绘陶出土时,彩绘层的胶粘物已经基本老化,因此,将制得的彩绘陶片进行适当的老化,以达到相似效果。老化方法主要采用的是高温,使胶结物加速老化。将彩陶片置于烘箱内,温度设置为100℃,老化72 h。
- 5) 老化完成后,将彩陶片取出备用。
- 6) 在进行加固前,将彩陶片完全喷湿。

### 1.3 实验内容

**1.3.1 加固实验** 选用不同浓度的明胶溶液和水性氟碳乳液对潮湿的彩绘陶片进行加固,陶片通过加固并干燥以后,对其加固前后的外观进行对比,以选择适宜的加固浓度。

明胶溶液的浓度为质量百分比:0.5%、1.0%、2.0%;水性氟碳与水的配制比例为1:3、1:4、1:6、1:8,即体积百分比:25%、20%、14%、11%。为防止陶片发霉,在加固剂中加入了浓度为3%的防霉剂,主要成分为异噻唑酮化合物。

加固时,采用滴管在彩绘板(潮湿)表面滴加加固液,每块实验板滴加的加固材料的量相同。

由于潮湿的彩绘陶表面强度很弱,且在潮湿状态时无法进行相关的检测,因此,做检测时一般针对干燥后的试样。主要包括色差、光泽度。彩绘的强度以手触摸为准,只要彩绘层不脱落,即可表示加固材料对彩绘是有加固作用的。

**1.3.2 老化实验** 包括耐干热老化和氙灯光照老化实验。干热老化实验条件为:老化温度为100℃,在老化箱内持续老化72 h;氙灯老化条件为:采用日光和黑暗周期循环方式,228/60循环,即光照228 min,黑暗60 min;光强为0.55 W/m<sup>2</sup>;光照时,黑板温度89℃,箱内温度62℃,相对湿度50%;黑暗时,箱内温度38℃,相对湿度95%。氙灯老化持续进行5 d。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同浓度明胶溶液加固及干热老化前后对彩绘陶片外观的影响

从图1~2可以看出,3种浓度明胶溶液加固试样后,随着明胶浓度的提高,4种颜料试样出现色差

增大的现象,而进行干热老化后,浓度越大,出现的色差基本呈现增大的趋势。

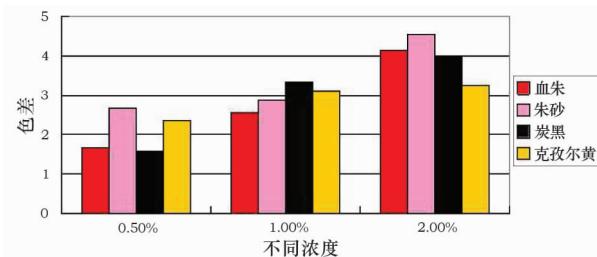


图1 不同浓度明胶加固前后色差对比

Fig. 1 Contrast of color difference before and after reinforcement with different concentrations of gelatin

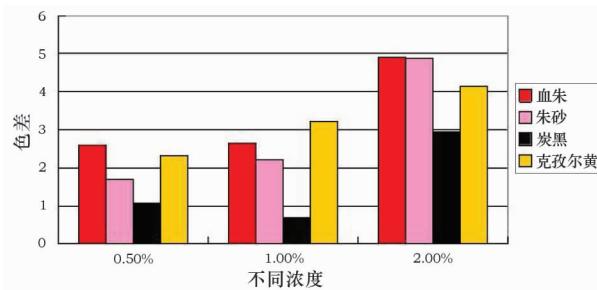


图2 不同浓度明胶加固在干热老化前后色差对比

Fig. 2 Contrast of color difference before and after dry - heat aging

从图3~4可以看到,3种浓度明胶加固的试样光泽变化都比较小,试样经干热老化后,表面光泽度出现降低。通过对比,血朱、炭黑试样随着浓度增大,老化前后色差变化增大;而朱砂试样在老化后色差变化随着浓度增大而减少。

通过上述实验对比,浓度为0.5%加固的试样色差和光泽度变化最小;浓度为1%的其次,浓度为2%的试样在老化前后的色差和光泽度变化最为明显,尤其是血朱试样。但从加固后的强度来看,经浓度0.5%加固的试样强度比浓度为1.0%、2.0%的试样要稍弱,因此,加固浓度宜选择1.0%。

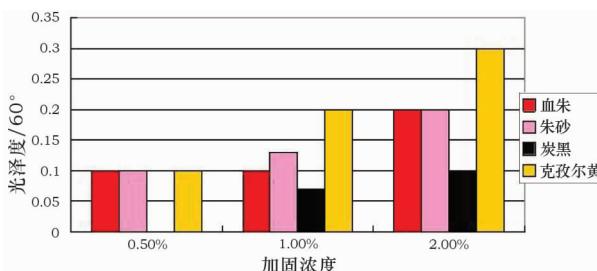


图3 不同浓度明胶加固前后的光泽度变化

Fig. 3 Changes of glossiness before and after reinforcement with different concentrations of gelatin

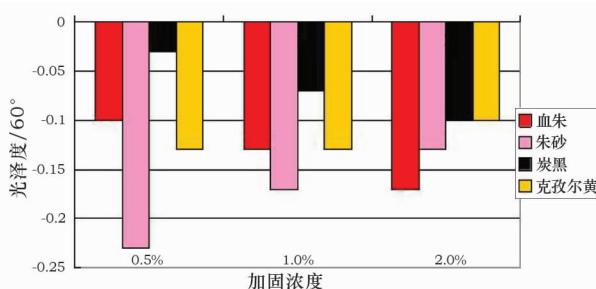


图4 不同浓度明胶加固干热老化前后的光泽度变化

**Fig.4** Changes of glossiness before and after dry - heat aging

## 2.2 不同浓度水性氟碳加固及干热老化前后对彩绘陶片外观的影响

从图5~6可以看到，水性氟碳浓度越小，试样总体色差变化就越小。其中，浓度为25%加固的试样色差值都接近5，加固前后色度变化最大；4种浓度加固试样，克孜尔黄色差最大，炭黑、朱砂色差较小。从干热老化后的结果来看，浓度为25%的所有试样色差变化最大；其余3种浓度中，炭黑色差变化最小；而血朱和朱砂的色差变化也都小于3。

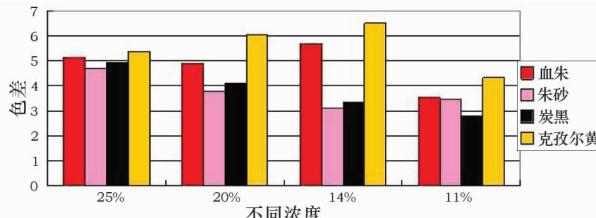


图5 不同浓度水性氟碳加固前后的色差对比

**Fig.5** Contrast of color difference before and after reinforcement by different concentrations of waterborne fluorocarbon

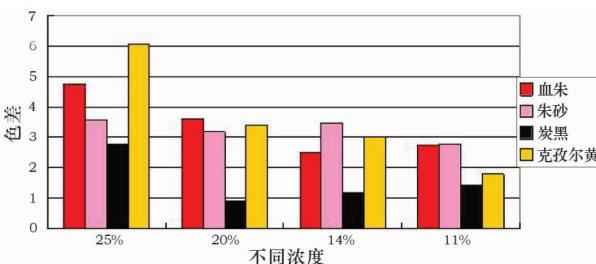


图6 不同浓度水性氟碳加固在干热老化前后的色差对比

**Fig.6** Contrast of color difference before and after dry - heat aging

从图7~8可以看到，经过氟碳加固的试样光泽度变化明显，血朱、朱砂、克孜尔黄呈现随着浓度减小，光泽度增加的趋势；四种不同浓度加固试样，炭黑的光泽度变化差异不大，均在20左右。从老化结

果来看，炭黑试样在浓度较小时，出现的光泽度变化大，其他试样的光泽度变化没有明显的变化规律。

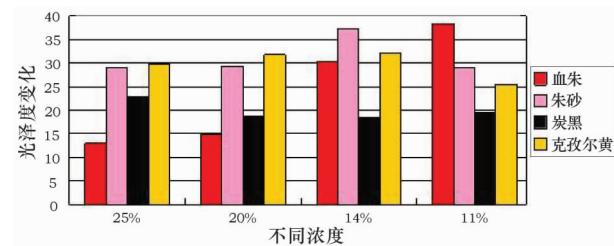


图7 不同浓度水性氟碳加固前后的光泽度变化

**Fig.7** Changes of glossiness before and after reinforcement with different concentrations of waterborne fluorocarbon

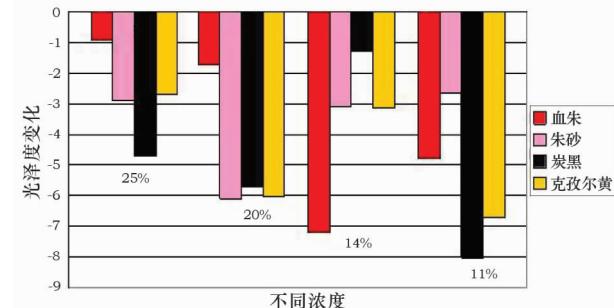


图8 不同浓度水性氟碳加固干热老化前后的光泽度变化

**Fig.8** Changes of glossiness before and after dry - heat aging

从水性氟碳加固实验结果对比，不同颜料经过不同浓度水性氟碳加固后的色差变化趋势不是一致的，因此对不同颜料选择何种浓度时具有可选择性。同时，经浓度14%、11%水性氟碳加固的试样强度比浓度为25%、20%的试样要稍弱。且根据老化后的数据选择，加固浓度宜选择20%。

通过上面两组实验，可选择浓度为1%的明胶溶液和浓度为20%的水性氟碳乳液作为潮湿彩绘陶试样的加固材料。

## 2.3 两种加固材料对不同试样的加固效果评估

在制作试样时，考虑到出土的彩绘陶的多样性，特别是有的彩绘有底层，而有的彩绘是直接绘制在陶器表面。因此，试验样品也制作了两种类型，一种为有底层的彩绘试样，另一种则没有底层。通过质量浓度为1%的明胶溶液和体积浓度为20%的水性氟碳乳液对这两种试样进行加固，并通过氙灯老化，检测测试样的色差及光泽度，并进行对比。

从图9~12可以看到，有底层试样在明胶加固前后及老化前后色差变化均要小于无底层试样；经水性氟碳加固的无底层试样，加固前后色差变化比

有底层试样大,但在老化后出现色差的变化小。

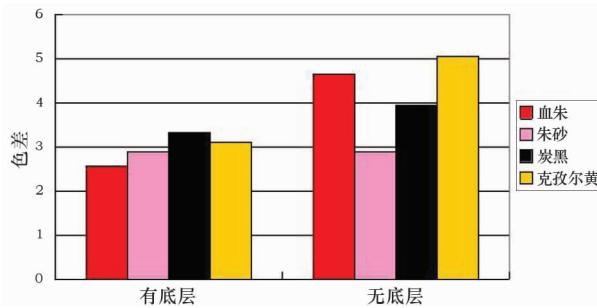


图9 两种试样在明胶加固前后的色差对比

**Fig. 9** Contrast of color difference of two types of samples before and after reinforcement with gelatin

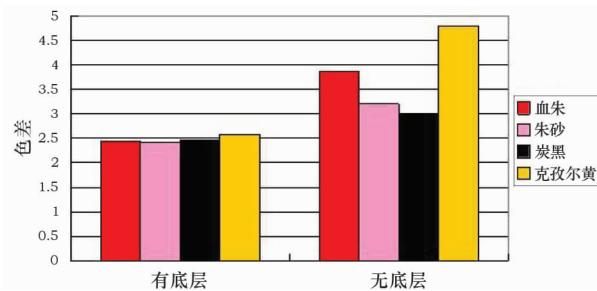


图10 两种试样在明胶加固氙灯老化前后的色差对比

**Fig. 10** Contrast of color difference of two types of samples before and after Xenon lamp aging

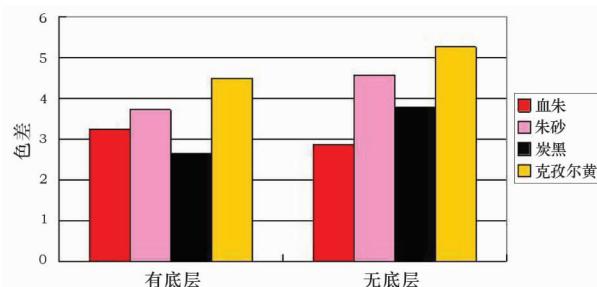


图11 两种试样在水性氟碳加固前后的色差对比

**Fig. 11** Contrast of color difference of two types of samples before and after reinforcement with waterborne fluorocarbon

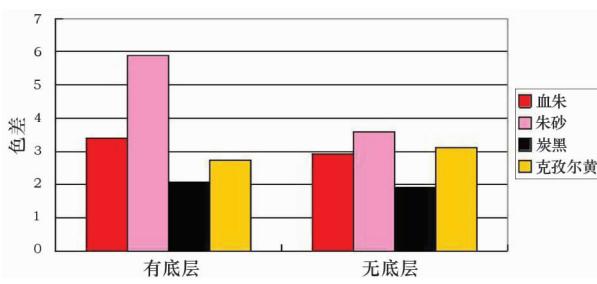


图12 两种试样经水性氟碳加固氙灯老化前后的色差对比

**Fig. 12** Contrast of color difference of two types of samples before and after Xenon lamp aging

从图13~16可以看到,无底层试样经过明胶加固和氙灯老化前后的光泽度变化均大于有底层试样;无底层试样经过水性氟碳加固后,光泽度变化比有底层试样明显,但是经氙灯老化后朱砂、炭黑、克孜尔黄试样的光泽度变化比有底层试样的小。

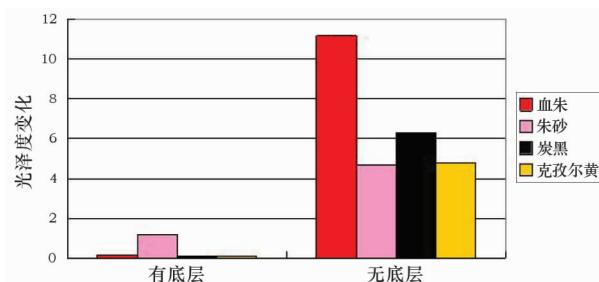


图13 两种试样在明胶加固前后光泽度变化对比

**Fig. 13** Changes of glossiness of two types of samples before and after reinforcement with gelatin

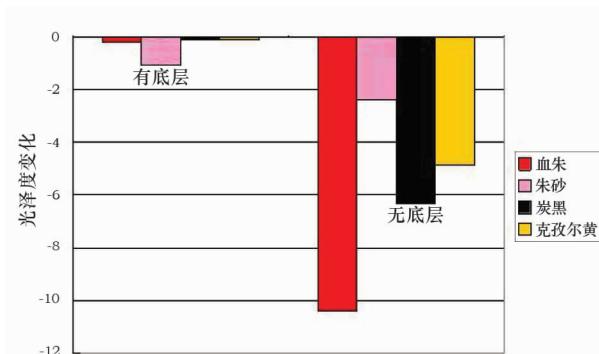


图14 两种试样在明胶加固氙灯老化后光泽度变化对比

**Fig. 14** Changes of glossiness of two types of samples before and after Xenon lamp aging

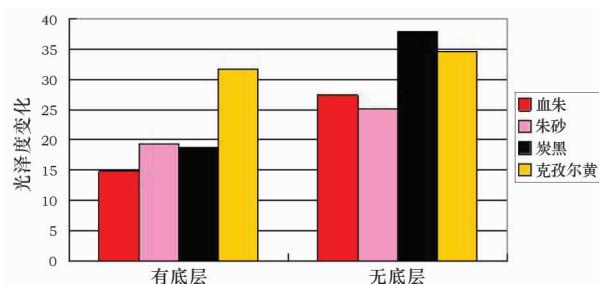


图15 两种试样在水性氟碳加固后光泽度变化对比

**Fig. 15** Changes of glossiness of two types of samples before and after reinforcement with waterborne fluorocarbon

通过这部分试验结果可以得知,有底层试样和无底层试样在明胶和水性氟碳加固并老化后,其外观变化是不同的。经过明胶加固的试样(有底层、无底层)色差和光泽度变化较小,在老化后出现的变化趋势基本是有底层试样的变化要小于无底层试

样;而经水性氟碳加固的试样(有底层、无底层)色差和光泽度变化较大,但经老化后出现无底层试样的变化小于有底层试样。

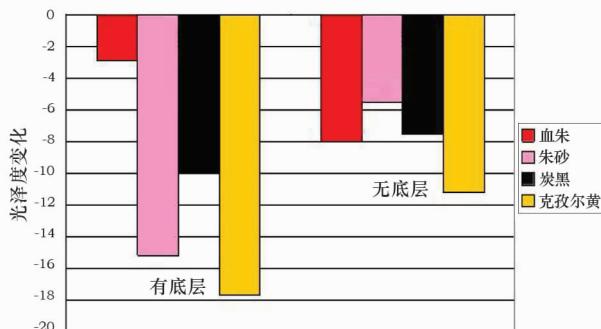


图16 两种试样在水性氟碳加固氙灯老化后光泽度变化对比

Fig. 16 Changes of glossiness of two types of samples before and after Xenon lamp aging

## 2.4 结果和讨论

**2.4.1 加固材料成膜机理的不同,导致实验陶片外观变化不同** 明胶本身具有吸水和支撑骨架的作用。在溶于水后,明胶微粒相互吸引和交织,形成叠叠层层的网状结构。覆盖于彩绘板后,潮湿的彩绘板内的水填充到明胶凝胶空隙中,并在彩绘板表面凝聚,随着水分挥发干燥成膜。因此,膜层孔隙率相对较大,在彩绘板表面的色差和光泽度变化相对较小;实验用的单组份水性氟碳漆是由CF113与乙烯基醚酯等单体直接聚合成的乳液,添加填料和助剂,使用水作为分散剂。涂到潮湿彩绘板表面后,水在挥发过程中,乳液粒子互相挤压聚集成膜。因此,膜层孔隙率相对较小,彩绘板色差和光泽度变化相对较大,并在浓度大的时候有眩光。

**2.4.2 加固材料的老化机理不同导致实验陶片外观变化不同** 明胶属于天然高分子材料,低浓度明胶膜层在长时间热氧老化和光老化作用下会发生降解作用。降解后,明胶膜层中的分子内氢键发生断裂,明胶成膜的网状结构发生坍塌和缺陷,但由于没有发色基团的产生,老化后没有出现明显变黄而导致陶片彩绘板明显变色;水性氟碳属于合成的高分子材料,由于高分子材料中引入氟元素,碳氟键键能强,使得氟材料具有特别优越的各项性能。但由于水性氟碳材料在制备过程中加入了助剂和填料,在热氧老化和光老化作用后,助剂和填料率先发生降解,使得膜层出现了变色或光泽度变化较大,并导致彩绘陶片的外观变化较为明显。

### 2.4.3 彩绘底层不同导致外观变化的原因探析

在实验中,陶片采用完全相同的规格和制作工艺,同一批烧制,陶片的各项性能指标基本相同。底层是由碳酸钙和明胶制成,在其加固前的老化过程中,底层中的明胶已经被局部老化。随后在喷湿并进行加固过程中,部分明胶溶液和水性氟碳乳液进入到底层或陶片基层中,填充在底层和陶片基体之间。因此,加固材料使用相同量的情况下,相对于无底层的陶片,有底层的彩绘陶片在彩绘表面留存的加固材料的量要少。因此,彩绘陶片的外观会出现不同的现象。也可以简单理解为底层对加固材料的吸附作用,减少了彩绘层表面的色差和光泽变化。至于为何经水性氟碳加固的无底层试样在老化后出现的色差和光泽度变化小于有底层试样,有待于进一步研究和探讨。

## 3 潮湿彩绘陶的加固应用案例

实验室实验的彩绘陶片为自行定制的试样,与考古出土的陶片有差异。因此,有必要对考古出土的彩绘陶片进行实际应用,以印证加固材料的适用性。

盱眙博物馆考古出土一组彩绘陶,出土后即用保鲜膜进行封存,以防止彩绘陶迅速干燥而失去彩绘层。但是,通过保鲜膜保护不是长久之计。因此,最好采用加固潮湿彩绘陶的方法,让陶器自然干燥的同时,彩绘层得到加固,不脱落。

### 3.1 彩绘陶保护前状况

出土的彩绘陶有3件,其中两件已经破碎,另外一件相对比较完整。3件器物出土后用宣纸和保鲜膜包裹,保持潮湿状态。3件彩绘陶彩绘的制作方法为:在烧制好的素陶表面首先涂覆了一层薄薄的生漆,待生漆层干后,再在生漆层上进行彩绘。彩陶保护前的现状见表1。

### 3.2 实施保护前的准备工作

1) 实施保护前,把器物保存在高湿箱内,保持陶片的高含水率。

2) 将陶器表面覆盖的宣纸进行轻轻剥除,小心宣纸将彩绘层带下。

3) 部分陶片表面有淤泥,可用软质的竹签或牛角刀将其慢慢剥去。

### 3.3 彩绘陶保护

进行彩绘陶器的保护时,选用了两种材料:浓度为1%的明胶溶液,水性氟碳乳液(与水的体积比1:4)。在两种材料中都含有浓度为3‰的防霉剂。

表1 出土潮湿彩绘陶保护前状态

Table 1 Appearance of unearthed wet painted pottery before conservation



1) 采用滴管吸取保护剂,在陶片表面轻轻滴加,保护剂基本铺满陶片为准。

2) 待保护材料逐渐渗透至陶片内部之后,再次滴加保护材料。保护材料在陶片表面滴加3次。

3) 经滴加保护剂的陶片置于室内环境,让其逐步干燥,并随时观察陶片上彩绘是否出现脱落、掉色、起翘现象,如有问题,及时处理。

### 3.4 彩绘陶保护后现状

1) 经过水性氟碳乳液加固,干燥后经过修复的陶器(图17~19)。



图17 保护修复后的彩陶(I)

Fig. 17 Painted pottery (I) after conservation and restoration



图 18 保护修复后的彩陶(Ⅱ)

**Fig.18** Painted pottery (Ⅱ) after conservation and restoration

2) 经过明胶溶液加固,干燥后的彩陶(图 19)。



图 19 保护后的彩陶(Ⅲ)

**Fig.19** Painted pottery (Ⅲ) after conservation

彩绘陶经过加固后,在室温环境中自行干燥,彩绘层得到有效加固,没有出现卷曲、起翘、剥落的状况。在自然环境中长期保存后,未出现变色、发霉等状况,基本处于稳定状态。

#### 4 结 论

低浓度的明胶水溶液和水性氟碳乳液均可以满足考古现场彩绘陶的加固的要求,易配制,易操作,无须大量的设备和工具;在实际应用时,明胶需要在60 °C水溶液中溶解,并尽可能当天使用完毕;而水性氟碳通过常温水复配即可,并可连续长时间使用。

实验通过不同浓度明胶溶液和水性氟碳乳液用于潮湿彩绘陶片的加固实验。从加固前后、老化前后彩绘层强度及外观的对比,选择质量浓度为1%的明胶溶液和体积浓度为20%的水性氟碳乳液作

为潮湿彩绘陶片的加固剂。选择在该浓度下对有、无底层的彩绘陶片进行对比实验,发现经明胶加固及老化后,有底层试样的色差和光泽度比无底层试样小;经水性氟碳加固后,有底层试样的色差和光泽度变化比无底层试样小,但老化后,则相反。在实践应用时,发现两种材料都可用于潮湿彩绘陶的加固,加固效果明显。

#### 参 考 文 献:

- [1] 冯先铭. 中国陶瓷 [M]. 上海:上海古籍出版社,1994;10.  
FENG Xianming. China ceramics [M]. Shanghai: Shanghai Classics Publishing House, 1994;10.
- [2] 马清林. 中国文物分析鉴别与科学保护 [M]. 北京:科学出版社,2001;204.  
MA Qinglin. Scientific identification and conservation of China heritage [M]. Beijing: Science Press, 2001;204.
- [3] 王国栋. 试论中国史前彩陶的起源 [J]. 考古与文物, 2005(2): 37 - 42.  
WANG Guodong. Study on the origin of the Chinese prehistoric pottery [J]. Archaeology and Cultural Relics, 2005(2);37 - 42.
- [4] 张玉新. 河姆渡与其他地区“彩绘陶”艺术图案(图形)、色彩的比较研究 [J]. 宁波大学学报(人文科学版), 2011, 24 (5): 117 - 121.  
ZHANG Yuxin. Comparative study on “the painted pottery” art design (graphics), color between Hemudu Site and other regions in China [J]. Journal of Ningbo University (Liberal Arts Edition), 2011, 24 (5):117 - 121.
- [5] 万俐,徐飞,范陶峰,等. 徐州狮子山汉楚王陵彩绘陶俑的保护研究 [J]. 文博, 2009 (6):125 - 135.  
WAN Li, XU Fei, FAN Taofeng, et al. The study in conservation about the painted pottery figurine unearthed in Shizhi Mountain of Xuzhou [J]. Relics and Museology, 2009 (6);125 - 135.
- [6] 宗时珍,赵晓伟,盛储彬. 出土饱水彩绘陶器保护研究 [J]. 东南文化, 2008(1):84 - 90.  
ZONG Shizhen, ZHAO Xiaowei, SHENG Chubin. Study on the conservation of unearthed wet colored pottery [J]. Southeast Culture, 2008(1);84 - 90.
- [7] 容波,张志军,周铁,等. 用电子束辐照加固秦俑彩绘 [J]. 文物保护与考古科学, 2002, 14(2):1 - 8.  
RONG Bo, ZHANG Zhijun, ZHOU Tie, et al. Consolidation of painting layers on Qin Terracotta by electron beam radiation [J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2002, 14(2):1 - 8.
- [8] 王丽琴,杨璐,党高潮,等. 改性 B72 文物保护材料耐光老化性能研究 [J]. 西北大学学报(自然科学版), 2006, 36 (5): 761 - 764.  
WANG Liqin, YANG Lu, DANG Gaochao, et al. A study on the anti - photoaging property of the modified B72 as a relic protection material [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2006, 36 (5):761 - 764.
- [9] 王丽琴,杨璐,梁国正,等. 改性丙烯酸树脂文物保护材料耐光性能研究 [J]. 工程塑料应用, 2006, 34(9):60 - 63.

- WANG Liqin, YANG Lu, LIANG Guozheng, et al. Study on light fastness of relic protection material of modified acrylic resin [J]. Engineering Plastics Application, 2006, 34(9): 60–63.
- [10] 董兵海,王世敏,许祖勋,等.纳米 SiO<sub>2</sub>/聚丙烯酸酯复合乳液加固保护陶质文物的研究[J].涂料工业,2005,35(12):9–11.
- DONG Binghai, WANG Shimin, XU Zuxun, et al. Study on nano SiO<sub>2</sub>/polyacrylate hybrid emulsion for protection and reinforcement of ceramic relics[J]. Paint & Coatings Industry, 2005, 35(12): 9–11.
- [11] 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 Chuanxun. Study on PVAc and PVB modified silica sols used as reinforcing materials for the cultural relic of pottery [J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2003, 15(1): 12–21.
- [12] 和玲,姜宝莲,梁国正.含氟聚合物用于陕西户县出土新石器彩陶的保护研究[J].文物保护与考古科学,2003,15(3):35–39.
- HE Ling, JIANG Baolian, LIANG Guozheng. Fluorinated polymers for the conservation of painted pottery in Neolithic Age[J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2003, 15(3): 35–39.

## Comparison and application of reinforcement materials used for wet painted pottery

FAN Taofeng, ZHANG Hui, YANG Juanyong

(Nanjing Museum, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** Unearthed painted pottery is fragile and thus difficult to preserve. In our study, gelatin and waterborne fluorocarbon were selected as reinforcement materials for wet painted pottery. Painted pottery shards having four kinds of color were reinforced using different concentrations of these materials. The strength, color and glossiness of the changes were tested and compared. The results show that the ideal concentration of gelatin is around 1%, and that of the waterborne fluorocarbon is around 20%. Experiments comparing reinforcements were implemented on two types of painted pottery (with and without a bottom layer) as well. It is found that 1) for gelatin, the appearance changes of the painted pottery with a bottom layer are relatively smaller than those without a bottom layer after reinforcement and aging; 2) for waterborne fluorocarbon, the appearance changes are similar after reinforcement only, but the results are reversed after aging. In a practical application, we used gelatin and waterborne fluorocarbon to reinforce three pieces of wet painted pottery unearthed from Xuyi County and achieved effective results.

**Key words:** Wet; Painted pottery; Reinforcement; Gelatin; Waterborne fluorocarbon

(责任编辑 谢 燕)