

韩城大禹庙藻井画脱酸与加固保护研究

汪娟丽, 李玉虎, 曹 静, 赖祖琴

(陕西师范大学材料科学与工程学院历史文化遗产保护教育部工程研究中心, 陕西西安 710119)

摘要: 韩城大禹庙始建于1301年, 1579年重建, 其佛龕顶部藻井画共168格, 内容为花鸟人物, 色彩饱和, 具有很高的历史文化价值。近年来由于自然环境的影响, 藻井画出现了大面积剥离、脱落、污染、起翘、鼓泡、撕裂、脆化等病害, 使该批藻井画濒临自毁, 如不及时抢救修复, 将永远消失。为此, 在对其病害进行调研的基础上, 研究了藻井画脱酸和颜料加固的方法和材料。通过实验对模拟纸样进行处理, 测试了脱酸加固前后、老化前后, 纸张的抗张强度、耐折度等各物理性能。结果表明, 脱酸加固剂能够在保持藻井画的原貌、色泽、质感的情况下, 使保护后的藻井画各物理性能有较大提高, 大大延长了藻井画的保存寿命。研究结果可为韩城大禹庙藻井画的修复、提供科学依据。

关键词: 藻井画; 脱酸; 加固

中图分类号: K854.3 **文献标识码:** A

0 引言

韩城大禹庙在韩城市东北3公里的周原村。原名大夏禹王庙, 简称大禹庙, 是祭祀夏禹的庙宇。《尚书·禹贡》载:“导河积石, 至于龙门。”韩城市东北自龙门沿黄河一带, 为夏禹建祠庙者甚多。周原村大禹庙, 据献殿前檐石柱上题刻记载, 始建于元大德五年(1301年), 明万历七年(1579年)重建。现存主要建筑有献殿和正殿。献殿长11.14m, 宽6m, 单檐硬山顶, 五架梁结构。面阔三间, 左右设有山墙, 属后期重修。殿外檐下圆檩彩画通体, 额柱直接架于檐柱

上, 柱径较大。额柱与檐柱相接处, 均设有如意纹雀替, 固定木件, 美化整体。正殿长12.2m, 宽6.76m。五架梁结构, 单檐歇山顶。面阔3间, 殿内全部作神龕, 龕为木作砖基, 制作精致, 有浮雕透雕和绘画, 龕顶作藻井, 出檐为一排, 龕内五排, 每排28格, 一共有168幅图画。藻井全部都是彩色绘画, 内容为花鸟人物, 绘画技法为工笔粉彩, 色彩绚丽, 线条细腻, 生动形象, 栩栩如生, 具有极高的艺术价值^[1]。由于自然环境的影响, 韩城藻井画发生了大面积剥离、脱落、污染、起翘、发黄、脆化等病害, 保存现状不容乐观(图1), 严重影响了藻井画的长期保存和展陈。



图1 藻井画病害现状

Fig. 1 Diseases of the ceiling paintings

通过前期调研, 发现造成上述病害的原因主要是藻井画纸张纤维降解酸化、温湿度变化、建筑漏雨、裱贴材料的降解等。由于上述外界不良的环境

因素长期共同作用, 使得藻井画纸张纤维断裂、粉化、机械强度下降, 同时使得纤维的化学组成发生变化, 改变了纸张的本来面貌, 使纸张发黄脆化严重^[2]。

收稿日期: 2015-08-11; 修回日期: 2016-01-15

作者简介: 汪娟丽(1981—), 女, 2012年博士毕业于陕西师范大学材料学专业, 助理研究员, 研究方向为文化遗产保护, E-mail: wangjuanli@snnu.edu.cn

因此对藻井画的保护一是对藻井画纸张进行脱酸;二是对藻井画纸张进行加固,提高纸张本身强度。

目前国内外对纸张进行加固的方法很多,其中高分子树脂加固法是近年来对纸质文物进行加固与保护研究热点之一^[3,4]。加固树脂渗透到纸张纤维之间达到纤维内部或包覆在纤维表面,并将断裂的纤维通过树脂交联固化,增强了纸质文物的机械强度,抑制或减缓了水的侵蚀,起到了对纸质文物的保护作用。其中含氟聚合物优异的耐老化性、耐候性、耐玷污性、耐热性等已经得到公认^[5,6]。本研究采用水性氟渗透到纸张纤维内部,包覆在纤维上,提高纤维的强度并能对颜料层起到加固作用,同时不影响传统的修裱工艺。

目前,纸质档案脱酸的方法主要有液相脱酸和气相脱酸两种。液相脱酸是采用碱性水溶液或碱性

有机溶液脱酸的方法;气相脱酸是采用碱性蒸气脱酸的方法^[7]。本研究采用有机溶剂脱酸方法,采用磷钨酸丙酮溶液、氢氧化钡乙醇溶液对藻井画进行脱酸处理^[8,9]。脱酸剂在纸张纤维以有机溶剂渗透磷钨酸与过量的碱土金属的氢氧化物,形成微量沉淀,能使纸张保持中性,过量的碱土金属氢氧化物对空气中的酸性有害气体具有强力缓冲作用。

在修复过程中发现,藻井画表面颜料在纸张上的附着力很差,遇水很容易发生脱落、扩散、洇化现象(图2)。因此本实验采用先对藻井画颜料进行预加固,然后对其进行脱酸处理。这样既解决了藻井画表面颜料遇水洇化,又解决了纸张酸度高的问题。为了解脱酸加固剂的性能及效果,本实验制作了藻井画纸张的模拟样品,对其进行脱酸加固前后、老化前后,纸张的抗张强度、耐折度、色差等各物理性能测试。



图2 藻井画表面颜料脱落、扩散现象

Fig. 2 Loss and diffusion of the pigment on the ceiling paintings surface

1 实验样品和方法

1.1 实验材料与试剂

德国产 3310pH 计、DC - MI T135B 型电脑测控耐折度仪(长江造纸仪器有限公司)、J - KZ1000 型摆锤式抗张试验机(长江造纸仪器有限公司)、切纸刀(长江造纸仪器有限公司)、AL104 电子天平(METTLER TOLEDO)、VS - 450 分光光度计(美国 X - Rite)。

朱砂、石绿(中央美术学院附中颜料厂即北京金碧斋美术颜料厂)、明胶(天津市天力化学试剂有限公司)、水性氟乳液(大连振邦氟涂料股份有限公司)、磷钨酸(国药集团化学试剂有限公司)、氢氧化钡(国药集团化学试剂有限公司)、乙醇(国药集团化学试剂有限公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 酸化纸张模拟样品的制作 将宣纸 6 张(100cm × 100cm)表面均匀涂刷胶矾水(质量分数为 3% 的矾水与 3% 明胶水溶液按照质量比为 1:1 共混),自然晾干后,放入干热老化箱中在 105℃ 的温度下,干热老化 72h,使其酸化后即得酸化纸张模拟样品。采用德国产 3310pH 计对纸张模拟样品进

行酸度测定其 pH 值平均为 4.34,接近藻井画纸张的酸度。

1.2.2 预加固模拟样品制作 分别称取 4g 的红色颜料、绿色颜料,加入 3% 明胶水溶液 8g 混合均匀,涂刷在上述酸化纸张上,晾干即得颜料预加固模拟样品。

1.2.3 酸化纸张模拟样品脱酸处理 取上述酸化纸张模拟样品待用,用精细喷雾器在酸化纸张模拟样品上喷 1% 磷钨酸丙酮溶液,待溶剂挥发后,喷 2 遍 1% 氢氧化钡乙醇溶液,自然晾干。

1.2.4 纸张模拟样品加固 取颜料预加固模拟样品,用棉球蘸取适量 1% 的水性氟乙醇溶液对其均匀地涂刷一遍,晾干后即得加固纸样。

1.2.5 纸张模拟样品加固脱酸 取酸化纸张模拟样品,采用 1.2.4 中的方法进行处理,晾干后,再采用 1.2.3 中的方法处理纸张模拟样品,晾干后即得加固脱酸模拟样品。

1.3 纸张模拟样品老化实验及纸张各物理性能测试

将部分酸化纸样模拟样品、脱酸处理模拟样品、水性氟加固纸样模拟样品、加固脱酸处理模拟样品分别放入干热老化箱中在 105℃ 的温度下,干热老

化72h,测定老化后的4种纸样的抗张强度、耐折度和酸度,并与未老化的4种纸样的抗张强度、耐折度和酸度进行比较。

1.3.1 颜色变化 对文物保护单位来说,过大的颜色变化有悖于“保持文物原貌”的基本原则^[10]。因此,采用1976年CIE $L^*a^*b^*$ 色坐标体系来评价脱酸前后颜色变化、加固颜色变化以及加固老化前后颜色变化,色差值按下式计算:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

式中, ΔE 为色差值, ΔL^* 为明亮度差, Δa^* 为红绿色度差, Δb^* 为黄蓝色度差。 ΔE 值越大说明颜色改变越大,反之则说明颜色改变越小^[11,12]。本实验采用VS-450分光光度计对脱酸、加固、老化前后模拟样品颜色变化进行测试。测试条件:照明光源采用D65标准光源;测量时间<2s;每个样品测量2次,取其平均值。

1.3.2 附着力变化 附着力是指加固剂和基体表面牢固粘结的能力表现。附着力小,容易和基体剥离而失去保护加固的作用。所以附着力是高分子材料加固保护性能检测中重要的指标之一。分别称取8g的红色颜料、绿色颜料,加入3%明胶水溶液16g混合均匀,涂刷在马口铁片上,晾干。其中部分作为未加固样品,部分样品用棉球蘸取适量1%的水性氟

乙醇溶液对其均匀地涂刷一遍,进行加固,晾干后,按《漆膜附着力测定法》(GB 1720—79(89))十字划格法测试未加固与加固样品及干热老化(105℃的温度下,干热老化72h)前后颜料的附着力。

1.3.3 颜料耐水性检测 用镊子夹住脱脂棉,蘸取适量的加固剂对不同颜色颜料的纸样进行加固保护,将已加固的试样和未加固的试样垂直挂起,然后将样品浸在100mL蒸馏水中,使其完全润湿,然后取出,晾干观察其现象。

1.3.4 酸度测定 采用德国产3310pH计对纸张脱酸后模拟样品的酸度进行无损检测。

1.3.5 抗张强度与耐折度的测定 将规格为15mm×200mm的纸张脱酸加固模拟样品置于抗张强度与耐折度仪上,分别按国标GB/T 453—2002进行纸样的抗张强度测定,按国标GB/T 2679.5—1995进行试样的耐折度测定,试样的测试取10个有效数据,求平均值。

2 结果与讨论

2.1 模拟样品颜色变化

由表1可以看出,经过脱酸加固保护后,颜料的颜色无明显变化,符合“保持文物原貌”的基本原则,满足文物保护要求。

表1 加固前后色差变化

Table 1 Color change before and after reinforcement

样品编号	红色				绿色			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
空白样品	43.56	45.67	25.83	-	68.07	-30.89	10.65	-
加固后	43.47	45.74	28.13	0.66	67.94	-31.05	11.17	0.33
空白样品	44.83	44.51	25.75	-	66.04	-32.35	11.55	-
脱酸处理后	45.24	44.25	28.32	0.80	65.87	-32.37	11.99	0.14
空白样品	46.06	40.09	25.94	-	66.99	-23.65	10.78	-
加固脱酸处理后	45.68	39.58	25.37	0.86	66.24	-23.62	10.99	0.51
加固后未老化	44.16	40.46	20.72	-	71.43	-27.87	10.95	-
加固后老化后	45.01	40.04	22.19	1.01	69.27	-26.01	9.58	2.94
脱酸处理未老化	44.70	39.62	20.70	-	62.76	-28.36	10.50	-
脱酸处理老化后	45.38	39.96	22.55	1.19	65.20	-28.58	11.44	2.95
加固脱酸处理后未老化	43.23	40.20	24.57	-	63.85	-29.67	11.03	-
加固脱酸处理后老化后	43.40	39.02	23.29	1.23	64.49	-27.24	9.58	2.90

2.2 模拟样品附着力测试

实验结果表明(表2),模拟样通过水性氟预加固后颜料的附着力明显提高,是由于加固剂在颜料

表面成膜,对颜料起到加固保护作用;另一方面,加固剂可以渗透到纸张中填充纸张纤维孔隙的同时也使纸张表面的颜料颗粒之间的空隙也有所填充。

表2 预加固前后颜料附着力测试结果

Table 2 Paint adhesion test results before and after the pre-reinforcement

样品名称	未加固红色颜料	加固红色颜料	未加固绿色颜料	加固绿色颜料
老化前	2级	0级	3级	2级
老化后	3级	1级	4级	2级

2.3 模拟样品颜料耐水性检测

从图3可以明显地看出,水性氟加固剂处理过的纸张模拟样品遇水颜色没有脱落,而未处理的试

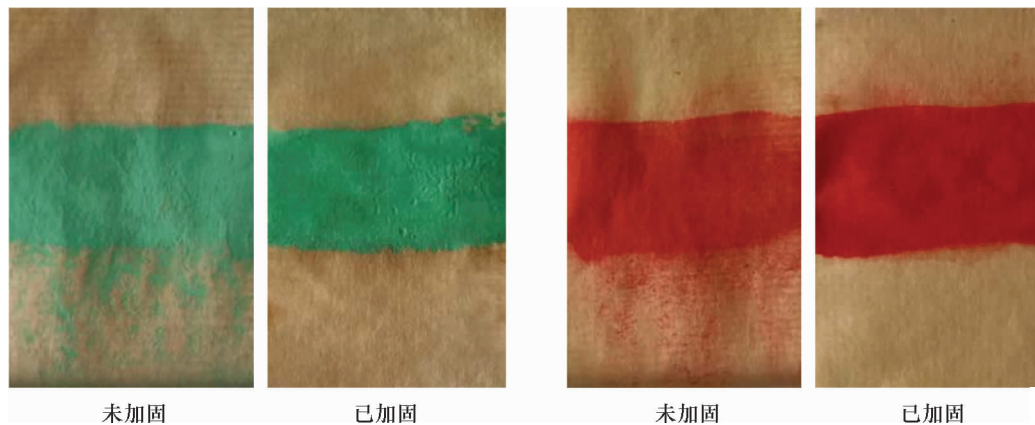


图3 加固前、后颜料的耐水性测试

Fig. 3 Water resistance test results of the pigment before and after reinforced

2.4 模拟样品老化前后各物理性能变化

从表3可以看出经脱酸处理后,纸张的pH明显提高,脱酸处理后纸张的抗张强度也大大地得到了提高,表明脱酸剂在纸张中形成磷酸钡沉淀,而过量的氢氧化钡与空气中的二氧化碳缓慢形成碳酸

钡沉淀,两种沉淀形成一种强力缓冲层,使纸张保持在pH 7.5~8.0,两种沉淀起到对颜料、纸张的保护作用。同时经过加固脱酸处理后纸张的耐老化性能明显提高。说明采用水性氟加固剂及无机沉淀脱酸对韩城大禹庙藻井画进行加固和脱酸是可行的。

钡沉淀,两种沉淀形成一种强力缓冲层,使纸张保持在pH 7.5~8.0,两种沉淀起到对颜料、纸张的保护作用。同时经过加固脱酸处理后纸张的耐老化性能明显提高。说明采用水性氟加固剂及无机沉淀脱酸对韩城大禹庙藻井画进行加固和脱酸是可行的。

表3 纸张模拟样品处理前后各物理性能测试结果

Table 3 The physical properties test results of the paper before and after reinforced

样品名称		抗张强度/N		耐折度(双折次)4.9		pH
		纵向	横向	纵向	横向	
空白样品	未老化纸样	21.53	16.76	4	3	4.25
	老化后纸样	14.26	10.43	0	0	2.56
加固处理样品	未老化纸样	27.82	19.05	7	5	7.61
	老化后纸样	25.29	16.56	5	3	7.32
脱酸处理样品	未老化纸样	25.73	17.02	4	2	8.05
	老化后纸样	21.66	15.83	2	1	7.92
加固脱酸处理样品	未老化纸样	34.09	26.67	9	7	8.12
	老化后纸样	32.86	24.58	7	5	7.96

3 藻井画修复工艺与修复效果

修复步骤共9个^[13-18]:

1) 预加固。前期从现场揭取下来的藻井画在对局部进行清洗、脱酸试验时,发现颜料在纸张表面的附着力非常差,因此在清洗、脱酸前首先对颜料层有必要进行预加固。用棉球蘸取适量1%的水性氟乙醇溶液对彩绘进行预加固,晾干后,再加固一遍。加固后的彩绘在污染物清洗、裱贴修复过程中颜料遇水不致脱落、洇化,对颜料起

到加固作用。

2) 揭取。韩城大禹庙藻井画是在纸张上绘制好图案以后,再将其裱贴在木板上的。由于建筑漏雨及裱贴胶粘剂的老化,纸张与木板附着力较弱,出现了严重脱落,针对该种现象,采用传统工艺对其揭取,即用温水浸润毛巾,拧干,展平热敷在藻井画的表面,让热气多闷画面使糨糊溶解、粘结强度降低,逐渐分离,用刀锋沿着边缘轻轻制出0.1~0.2cm的坡度,从脱落的地方揭取下来。

3) 清洗。韩城大禹庙藻井画污渍主要有水

渍、灰尘,在对画面进行清洗的过程中,研究设计了采用层析蒸馏水吸附去污的工艺。具体操作为将预加固的彩绘藻井画面朝上平铺于案,对于发脆糟污的可先铺一张助纸(正面光滑,反面粗糙)正面朝上刷湿,再将预加固的彩绘藻井画放上并喷湿,再盖上同样略大于画身的护纸,背面朝上,用排刷排实。这样就形成画身夹在两张垫纸中间,再在垫纸上平铺层析纸喷湿排实,通过潮湿层析纸与画面的充分接触,吸附画面上的污染物,即可达到清洗画面的效果。根据污渍的程度,可反复更换层析纸。

4) 脱酸加固。用精细喷雾器在藻井画纸张上喷1%磷钨酸丙酮溶液,待溶剂挥发后,喷2遍1%氢氧化钡乙醇溶液,形成磷钨酸钡沉淀。过量的氢氧化钡与空气中的二氧化碳缓慢形成碳酸钡沉淀。两种沉淀形成一种强力缓冲层,同时两种沉淀对颜料、纸张起到加固作用。

5) 拼接。对于藻井画裂为几片的,可先找一张略大于藻井画的助纸(正面光滑,背面粗糙),正面朝上平铺于案桌,刷湿让其背面紧贴于案,等待10min让其正面处于半干状态,再将碎块正面朝上平铺在助纸上,再用镊子仔细地将碎片拼好,这

时因画面脆弱不能直接往藻井画上刷水,应用喷雾器先将画面喷潮,这样碎片就不会移动,再盖上同样略大于画身的护纸(正面光滑,背面粗糙),背面朝上,顺着纸张纤维方向或裂纹方向用排刷排实。

6) 回位裱贴修复。拼好后再盖上同样略大于画身的护纸,背面朝上,用排刷排实。这样就形成画身夹在两张垫纸中间。然后用双手将画身连同垫纸翻转过来。等30min后,再慢慢地掀开画身背面的助纸,这时如果画身较湿,可刷上宣纸吸水,然后开始揭取助纸,刷上稀糨糊(在配制原有淀粉裱贴糨糊时,其中加入霉敌防霉剂)。再刷上命纸,用排刷排实,补洞(如果画面有残缺、破损,须用染色成与藻井画纸张相同颜色后再刷上托纸)。最后翻转过来,将原先护画的护纸慢慢掀起,晾干即可。

7) 上墙挣平。

8) 全色。

9) 下墙方裁。

从藻井画修复前后对比照片(图4)可以看出,脱酸加固处理后,不影响传统修裱工艺,在最大程度上保持了藻井画原来的颜色。



修复前



修复后

图4 藻井画修复效果

Fig. 4 Repairing effect of the ceiling paintings

4 结 语

通过本研究所述的对藻井画先预加固后脱酸处理的修复工艺,以及预加固脱酸处理前后,模拟样色差、颜料附着力、耐水性、老化前后各物理性能的试验分析结果、实际应用效果表明,加固脱酸后能够在基本保持纸质文物原貌、色泽、质感的情况下,不仅降低了纸张的酸性,提高了纸张各物理性能,大大延

长了藻井画的保存寿命。

参考文献:

- [1] 解镜怡. 追寻韩城传统建筑彩作的原生态——以市境内七个点的考察研究为据[D]. 西安:西安美术学院,2013.
XIE Jing-yi. Vernacular colored drawing for Hancheng city as primary phase——with seven points in city research[D]. Xi'an: Xi'an Academy of Fine Arts,2013.
- [2] 张晓梅,卞景,韩秀琴. 清代档案纸张保存状况及劣变原因分

- 析[J]. 档案学通讯, 2012(4): 70-75.
- ZHANG Xiao - mei, BIAN Jing, HAN Xiu - qin. Analysis of the conservation status and deterioration causes of Qing dynasty archive [J]. Archives Science Study, 2012(4): 70-75.
- [3] 徐方圆, 邱建辉, 孙振乾, 等. 含氟聚合物加固保护纸质档案研究[J]. 文物保护与考古科学, 2004, 16(4): 1-5.
- XU Fang - yuan, QIU Jian - hui, SUN Zhen - qian, *et al.* Study on the protection and reinforcement of paper based relic by fluorine polymer[J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2004, 16(4): 1-5.
- [4] 欧秀花. 水性氟碳乳液加固保护纸质档案档案管理的可行性研究[J]. 档案管理, 2014(3): 42-44.
- OU Xiu - hua. Research on the feasibility for conservation and reinforcement of paper archives by fluorine polymer[J]. Archives Management, 2014(3): 42-44.
- [5] Diane Van Der Reyden. Recent scientific research in paper conservation[J]. JAIC 1992, 31(1): 117-138.
- [6] HU Jie, LIU Bai - ling, WANG Di - qiang. The structures and properties of fluoropolymers and their application in coatings[J]. Polymer Bulletin, 2003(1): 63-70.
- [7] 奚三彩. 纸质文物脱酸与加固方法的综述[J]. 文物保护与考古科学, 2008, 20(增刊): 85-94.
- XI San - cai. The summary of deacidification and consolidation of paper cultural relics[J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2008, 20(Suppl): 85.
- [8] Sequeira S, Casanova C, Cabrit E J. Deacidification of paper using dispersions of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [J]. Journal of Cultural Heritage, 2006(7): 264-272.
- [9] 田育星, 王秋喜. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 脱酸原理及操作[J]. 陕西档案, 2004(3): 38-39.
- TIAN Yu - xing, WANG Qiu - xi. Principle and operation of deacidification using $\text{Ba}(\text{OH})_2$ [J]. Shanxi Archives, 2004(3): 38-39.
- [10] 王丽琴, 杨璐, 梁国正. 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 Li - qin, YANG Lu, LIANG Guo - zheng. Study on light fastness of relic protection material of modified acrylic resin[J]. Engineering Plastics Application, 2006, 34(9): 60-63.
- [11] 孙秀如. 中国人肉眼对表色色差鉴别的实验研究[J]. 心理学报, 1996, 28(1): 9-14.
- SUN Xiu - ru. Discrimination of color difference of surface [J]. Acta Psychologica Sinica, 1996, 28(1): 9-14.
- [12] 何韵旺. 色彩基础[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2009.
- HE Yun - wang. Color foundation [M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2009.
- [13] 王立伟. 古书画修复揭裱中应重视的几个环节[J]. 辽宁省博物馆馆刊, 2013(00): 189-192.
- WANG Li - wei. Liaoning several glued links of ancient calligraphy and paper painting in the restoration and mounting process [J]. Liaoning Provincial Museum Journal, 2013(00): 189-192.
- [14] 何伟俊, 张金萍, 陈潇俐. 传统书画装裱修复工艺的科学化探讨——以南京博物院为例[J]. 东南文化, 2014(2): 25-30.
- HE Wei - jun, ZHANG Jin - ping, CHEN Xiao - li. Exploring scientification of traditional painting and calligraphy technique: an example of Nanjing museum [J]. Southeast Culture, 2014(2): 25-30.
- [15] 李新秦. 博物馆古旧书画的修复(一)[J]. 中国文物科学研究, 2009(3): 86-90.
- LI Xin - qin. Restoration of the ancient painting and calligraphy in museum (1) [J]. China Cultural Heritage Scientific Research, 2009(3): 86-90.
- [16] 李郑. 浅谈中国古旧字画修复方法[J]. 中国文物科学研究, 2011(1): 88-89.
- LI Zheng. The restoration methods of Chinese ancient calligraphy and paper painting [J]. China Cultural Heritage Scientific Research, 2011(1): 88-89.
- [17] 周玉世. 中国书画传统修复技艺与现代科技的结合[N]. 中国文物报, 2015-2-20(3).
- ZHOU Yu - shi. The combination of traditional Chinese painting and calligraphy mounting techniques and modern technology [N]. Weekly of China's Cultural Relics, 2015-2-20(3).
- [18] 谢俭华. 湖南省博物馆馆藏水陆画的保护修复[J]. 湖南博物馆馆刊, 2010(7): 613-621.
- XIE Jian - hua. The preservation and restoration of religious ceremony paintings in the collection of Hunan Provincial Museum [J]. Hunan Provincial Museum Journal, 2010(7): 613-621.

Research on the de – acidification and reinforcement of the ceiling paintings at the Dayu temple, Hancheng city

WANG Juan – li, LI Yu – hu, CAO Jing, LAI Zu – qin

(*Engineering Research Center of Historical and Cultural Heritage Protection, Ministry of Education,
Shaanxi Normal University, Xi' an 710119, China*)

Abstract: Hancheng Dayu temple was built in 1301 and rebuilt in 1579. The top of the caisson shrine was painted with a total of 168 painted cells. The colors of the painted flowers and birds are very bright. The paintings have high historical and cultural value. In recent years, due to environmental effects, a large area of the painting suffered from severe deterioration including peeling, pollution, warping, bubbling, tearing, embrittlement and other diseases. The caisson itself was in danger of destruction. Without rescue repair, the caisson painting might disappear forever. Based on research and disease analysis, de – acidification and pigment reinforcement methods using appropriate conservation materials were developed. A simulation paper was treated and the intensity and folding endurance characteristics of the simulated paper sample before and after reinforcement, aging and de – acidification were tested. The results showed that the de – acidification agent is capable of maintaining the original appearance of the caisson drawing; that the color and texture of the case, and that the protection of the physical properties of each caisson drawing was improved greatly after the treatment. The de – acidification and reinforcement greatly extended the life of the caisson. This research provides a scientific basis for repairing the painted Hancheng Dayu Temple caisson.

Key words: Ceiling paintings; De – acidification; Reinforcement

(责任编辑 谢 燕)