

重庆大足宝顶山千手观音的贴金材料分析研究

胡东波¹, 薛铁宁¹, 王金华², 张红燕¹

(1. 北京大学文化遗产保护与研究中心, 北京 100871; 中国文化遗产研究院, 北京 100029)

摘要: 为研究重庆大足宝顶山千手观音的贴金材料及其保存状况, 应用红外光谱分析、加速器质谱碳十四年代测定、X 荧光能谱分析、扫描电镜分析等多种分析方法, 对千手观音造像的贴金、金胶样品进行了综合分析。结果表明: 表面现存的 0 层及其以上贴金层均为清代以后所妆贴; 金胶存在一定程度的老化, 但腐蚀劣变情况并不严重, 但吸水后会膨胀; 千手观音表面贴金采用了在金胶中加入 HgS 以衬托金色的传统工艺。研究成果可为今后造像保护工作的展开提供一定的科学依据。

关键词: 千手观音; 成分分析; 贴金; 金胶

中图分类号: K879.27 **文献标识码:** A

0 引言

大足石刻分布于重庆市大足县西南、西北、东北的山区, 始凿于公元 650 年(唐永徽元年), 兴盛于公元 9 世纪末至 13 世纪中叶, 后延续至明清两代, 是我国晚期石窟的杰出代表之一, 1999 年 12 月被列入《世界文化遗产名录》。

宝顶山大佛湾山谷南面崖壁第 8 号龕内的千手千眼观音菩萨是大足石刻最负盛名的造像之一。据记载, 造像最初雕凿于南宋淳熙至淳佑年间, 后经过重修并多次通体妆金。清代修建木构建筑大悲阁, 解放后重修此阁^[1]。

千手观音造像表面贴金脱落破损严重, 且各层保存状况不一, 极大地影响了造像的外观与审美价值。为了更好地开展保护修复工作, 对造像各层贴金及金胶进行分析, 从而系统地了解过去多次贴金所采用的材料、工艺和病害原因, 为制定相关保护方案提供依据, 以期最大限度地保存文物的历史文化科学价值。

1 实验样品与分析方法

1.1 实验样品

通过现场观察发现, 在多层贴金下有一层红色金胶漆遍布整组造像, 该层表面贴金大部分已经脱落, 但漆本身质地较厚, 与造像基体贴合紧密, 保存状况良好, 且特征明显, 易区分于其他各层金胶。因此在此次分析研究中将该红色金胶漆层定为基准

层, 即 0 层金胶。以此为基准, 其上第一层为 +1 层金胶, 向上依次为 +2、+3、+4 层金胶; 其下另有一层为 -1 层金胶(图 1, 见彩版第 4 页图 24)。各层金胶表面附着的贴金层分别对应相同的序号。

在右二弟子像裙摆处, 从上至下依次揭取右侧各层贴金样品(样品 1)。在左二弟子左腿边, 从上至下依次揭取左侧各层贴金样品(样品 2)。

1.2 实验仪器及分析方法

1) 各层贴金及金胶的形貌观察。用镊子和手术刀在显微镜下依序逐层分离左右两侧多层贴金样品, 观察各层贴金与金胶的形貌特征, 拍照记录。

仪器型号: 日本 Olympus B202 体视显微镜

2) 各层金胶的红外光谱分析。在显微镜下用钢针挑取各层金胶样品微量, 置于金刚石载物片中压薄, 放入红外光路, 选取测试点进行红外光谱分析, 以检验千手观音表面多次贴金所使用的金胶为何种材料, 了解其老化、腐蚀情况。

仪器型号: 美国 Nicolet Magna-IR750 傅立叶变换红外光谱仪。测试条件: KBr 分束器, 扫描范围, 中红外 4000-650 cm^{-1} , 分辨率 4 cm^{-1} 。

操作单位: 北京大学化学系分析测试中心

3) 多层贴金断面的扫描电镜分析。从样品 2 中选取未分离的多层贴金样品, 注入树脂, 打磨断面至平整, 选取三处进行线扫描, 以了解多层贴金结构及断面元素分布情况。

收稿日期: 2007-12-19; 修回日期: 2008-03-24

作者简介: 胡东波(1963-), 男, 1998 年毕业于波兰哥白尼大学文物保护学院, 博士, 北京大学文博学院, 副教授, E-mail: hudongbo@pku.edu.cn

仪器型号:美国 FEI Quanta600F 扫描电镜。测试条件:HFV 0.64mm, WD 10.0mm, Mag 200x, HV 20.0kV, Spot 3.0。

操作单位:中国国家博物馆文物保护实验室

4) 各层贴金的 X 荧光能谱分析。用双面胶带从金胶表面粘取各层贴金少量,置于载玻片上进行 X 荧光能谱分析,了解贴金的元素组成及相对含量。

仪器型号:日本 HORIBA XGT-5000 X 射线分析显微镜,美国贝尔德 Quan X 荧光能谱仪。测试条件:电压 30kV, 电流自动, 铑靶, 大气环境; 电压 28kV, 电流自动, 滤光片 Pd 厚, 最大能量 20keV, 大气环境。电压 48kV, 电流自动, 滤光片 Cu 厚, 最大能量 40keV, 准直器 3.5mm, 大气环境。

操作单位:中国国家博物馆文物保护实验室, 北京大学文物保护实验室

5) 金胶的 X 光衍射分析。剥离出左 3 层金胶层,置于载玻片上进行 X 光衍射分析,了解内含矿物的种类及相对含量。

仪器型号:日本 RIGAKU 公司 D/MAX-RA12KW 旋转阳极 X 射线衍射仪管电压 40kV, 管电流 100mA。测试条件:X 射线 CuK α (0.15418nm), 石墨弯晶单色器, 管电压 40kV, 管电流 100mA, 扫描速度 8°/min。

操作单位:北京大学科技园微构分析测试中心

6) 基准层(0 层)金胶的年代测定。分离出样品 2 中的 0 层金胶,用纯净水擦洗表面以清除附着的污染物与贴金。对该样品进行加速器质谱(AMS)碳十四测年,判断该层贴金完成的大致年代。

操作单位:北京大学科技考古实验室

7) 金胶膜吸水膨胀实验。检验金胶漆膜是否存在吸水膨胀,粗略地测定其膨胀率,并探讨漆膜吸水膨胀对于千手观音造像表面贴金保护的影响。

2 实验结果与讨论

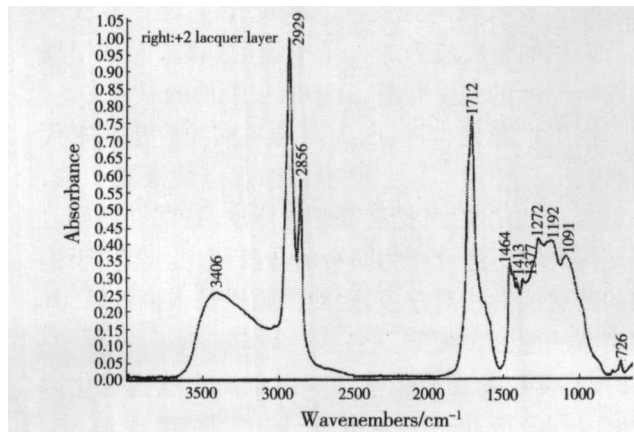


图2 右 +2 层金胶红外光谱

Fig.2 Infrared spectrum for the right +2 adhesive layer

2.1 各层贴金及金胶的形貌观察

通过显微观察可知,宝顶山千手观音造像现存表面贴金及金胶大致有六层,本文中由上至下依次定为 +4、+3、+2、+1、0、-1 层。

造像现存最外层贴金及金胶的保存状况,左右两侧差异明显:右 +4 层金胶脱落情况严重,其表面贴金十分少见。左 +4 层金胶及贴金保留较多,只是贴金表面有污物附着。因此大面积曝露于外的右 +3 层贴金大量脱落,而左 +3 层贴金则保存完整。左右两侧 +3 层金胶均较厚,棕色偏红,保存状况接近。

+2、+1、0 层贴金与金胶形貌特征与保存情况左右两侧基本保持一致。

+2 层贴金色泽较为暗沉,保存情况较好,分离时有一部分粘连在上层金胶的下表面。+2 层金胶颜色偏深,背面沾有较多的白色矿物颗粒与杂质。

+1 层贴金颗粒细密,金色纯正光亮,少有脱落,保存状况是各层中最好的。+1 层金胶很薄,棕色,有透明质感。金胶表面污物杂质很少。

0 层贴金脱落情况十分严重。0 层金胶分两层,上层为朱红色,下层为深棕色,两层之间没有贴金。在金胶表面滴上乙醇后,朱红色部分呈微粒状脱离底下的深棕色部分。

-1 层贴金保存情况良好且左右一致。右 -1 层金胶厚而均匀,与地仗层粘接十分紧密,但未发现双层结构。左 -1 层金胶分为两层。左 -1 层金胶样品背面均匀地附着一层白色物质,在 0 层与 -1 层之间也有存在,湿水后松软,用刀易刮下,应为石膏。

2.2 各层金胶的红外光谱分析

左右两侧具有代表性的金胶层红外分析结果见图 2~5,各层金胶红外吸收峰比较见表 1。

2.2.1 红外光谱分析结果与金胶材料分析结果见图 2~5 所示。

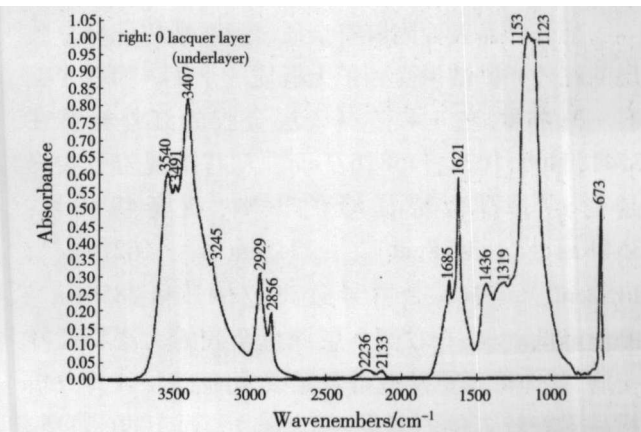


图3 右 0 层金胶下层深棕色部分红外光谱

Fig.3 Infrared spectrum for the under part of right 0 adhesive layer

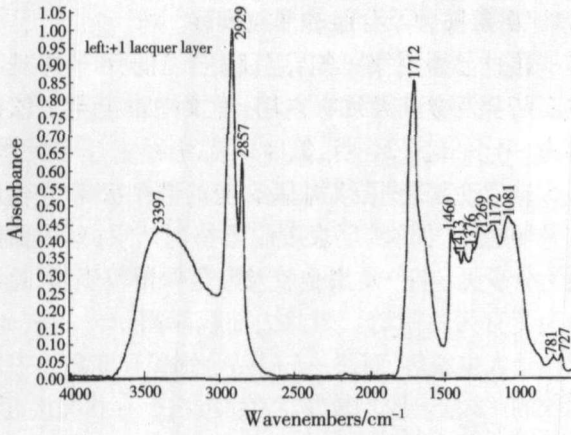


图 4 左 +1 层金胶红外光谱

Fig. 4 Infrared spectrum for the left +1 adhesive layer

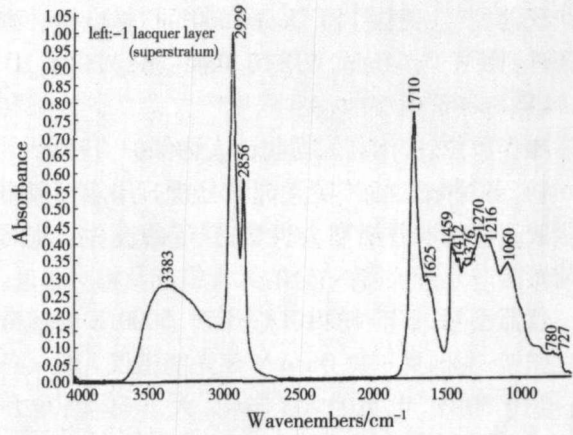


图 5 左 -1 层金胶上层部分红外光谱

Fig. 5 Infrared spectrum for the upper part of left -1 adhesive layer

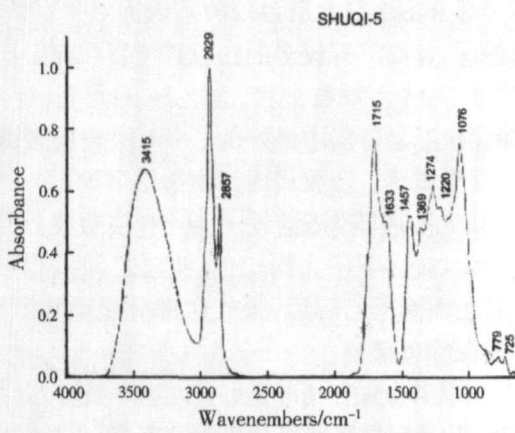


图 6 现代熟漆红外光谱图

Fig. 6 Infrared spectrum for modern lacquer with tung oil

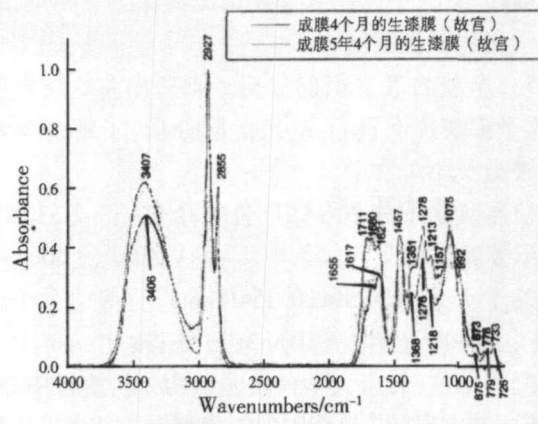


图 7 现代生漆红外光谱图

Fig. 7 Infrared spectrum for modern raw lacquer

从图 2~5 结果看,各层金胶的主要吸收峰为: 3400cm^{-1} 左右的 $-\text{OH}$ 吸收峰, $3000 - 2800\text{cm}^{-1}$ 的 $-\text{CH}_3, -\text{CH}_2-$ 碳氢伸缩振动, 1715cm^{-1} 左右的 $\text{C}=\text{O}$ 伸缩振动, 1457cm^{-1} 左右 $-\text{CH}_3$ 碳氢弯曲振动, 以及 $1370, 1274, 780, 728\text{cm}^{-1}$ 左右的吸收峰, 与现代熟漆的特征吸收峰基本一致(图 6)。

部分样品表面附着有杂质、污物, 所以部分金胶层的红外光谱结果受到了无机质的干扰。如右 +4、右 +3、右 0、左 +4、左 +2 层金胶的红外光谱在 $3541, 3406, 1623, 1158, 671\text{cm}^{-1}$ 左右出现若干尖峰是受到了石膏特征峰的影响, 石膏特征峰: $3544\text{cm}^{-1}, 3408\text{cm}^{-1}, 3245\text{cm}^{-1}, 1621\text{cm}^{-1}, 1152\text{cm}^{-1}, 673\text{cm}^{-1}$, 并导致 2927cm^{-1} 和 2855cm^{-1} 峰值降低。其中, 右侧 0 层深色金胶的大漆特征峰极弱, 整体峰形更接近石膏光谱, 可能该层红外分析样品附着较多的石膏颗粒(图 3)。而 $1080, 1115, 1048\text{cm}^{-1}$ 等峰的出现则是受到石英、硅酸盐或硫酸盐的影响, 较为典型的为左 1 层(图 4)。

除受石膏影响严重的右 0 层深色样品外, 其它各层金胶的 1712cm^{-1} 峰均强过 1622cm^{-1} 峰, 而在现代生漆的 1712cm^{-1} 峰不显著(图 7)。 1712cm^{-1} 吸收峰的频率与强度与桐油含量有关。由于桐油 1745cm^{-1} 特征吸收峰较强, 加入桐油后, 大漆 1712cm^{-1} 吸收峰与之发生重叠, 从而超过了 1622cm^{-1} 吸收峰的强度^[2]。因此千手观音多次贴金所采用的金胶应为加入了桐油的熟漆, 而且根据 1712cm^{-1} 峰的强度判断, 其中所加桐油的量较多。

据王世襄先生考证, 大漆调入桐油应是在宋代以后被广泛使用^[3]。在漆中调油可以使漆膜变软, 并延缓其硬化速度, 提高漆膜光泽度, 这些性能的改善使得大漆更适合作为贴金的金胶使用。但由于桐油的耐腐蚀性相对较差, 因此漆膜中调入桐油后, 其耐腐蚀的能力会降低。

2.2.2 金胶漆膜老化情况 对于出土漆膜老化因素的研究指出, 在老化降解严重的漆膜中, 1580cm^{-1} 和 1410cm^{-1} 左右的羧酸盐不对称和对称吸收峰很强, $-\text{CH}_2-$ 含量降低^[4]。康葆强用不同保

存状况的古代漆膜建立了红外光谱的变化序列,按不同光谱特征与老化劣变程度将漆膜分为四类,以帮助鉴定、评价大漆的保存状况^[5]。除了大漆特征峰的减弱消失外,1610-1550cm⁻¹及1420-1390cm⁻¹羧酸盐不对称与对称伸缩振动峰的出现表示漆膜存在相当程度的老化劣变,1315cm⁻¹峰的出现和消失也与漆膜老化程度有一定关系。

各层金胶分析结果中都出现了 1410cm⁻¹羧

酸盐吸收峰,但不存在 1580cm⁻¹峰。根据康葆强提出的变化序列,各层金胶漆膜的保存情况基本介于第一类与第二类漆膜之间,即各层金胶都存在一定的老化劣变,但腐蚀劣变程度并不严重,可以认为大漆分子结构基本没有遭到破坏。各层红外吸收峰的比较见表1。其中,由于右0层金胶深色部分的红外光谱也重受到石膏影响,在此不作讨论。

表1 各层金胶红外吸收峰比较

Table 1 Contrast of infrared absorption peaks of adhesive layers

金胶层位	-CH ₂ - 相对含量 ¹⁾	C=O 相对含量 ²⁾	羧酸盐吸收峰 1410cm ⁻¹	1315cm ⁻¹
左+4	降低	增加	开始出现	存在
左+3	相当	相当	开始出现	开始出现
左+2	降低	增加	明显	存在
左+1	相当	略有增加	明显	不存在
左0(红)	降低	增加	明显	存在
左0(棕)	略有降低	增加	未出现	不可分辨
左-1(上)	相当	相当	明显	不存在
左-1(下)	相当	略有降低	出现	开始出现
右+4	降低	相当	出现	不可分辨
右+3	相当	增加	明显	不可分辨
右+2	相当	略有增加	明显	不存在
右+1	相当	增加	明显	存在
右0(红)	相当	略有增加	明显	不存在
右-1	相当	相当	明显	存在

注:1)比较各层金胶与现代熟漆红外光谱中 3000~2800cm⁻¹峰值,2)比较各层金胶与现代熟漆红外光谱中 1712cm⁻¹左右峰值

2.3 多层贴金断面扫描电镜分析

扫描电镜分析范围包括 -1 ~ +3 层贴金及金胶; -1 层金胶下有白色颗粒状物质(图 8,9,见

彩版第4页图 25,26)。对样品 A、B、C 三处进行线扫描,其中 A 处结果见图 10~13。

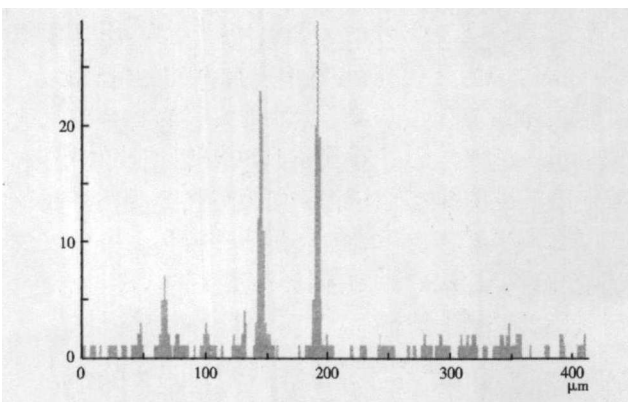


图10 线扫描 A 处 Au 分布
Fig. 10 Au of scanning beam A

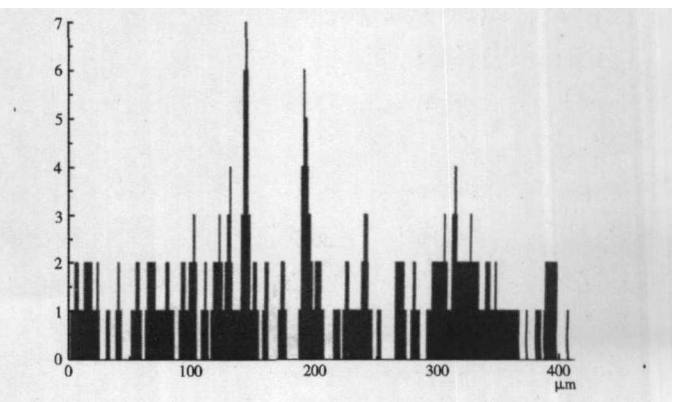


图11 线扫描 A 处 Cu 分布
Fig. 11 Cu of scanning beam A

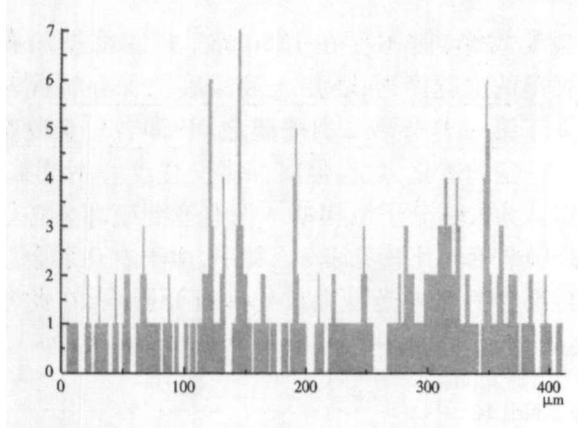


图 12 线扫描 A 处 Hg 分布
Fig. 12 Hg of scanning beam A

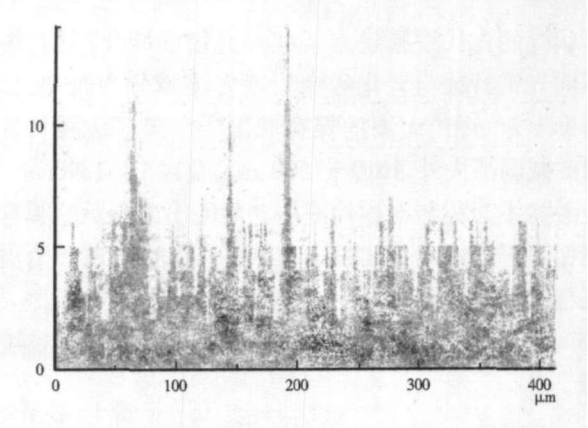


图 13 线扫描 A 处 Ag 分布
Fig. 13 Ag of scanning beam A

A、B、C 三处线扫描结果中出现的 Au 峰和 C 的低谷,分别对应 +3、+2 和 +1 层贴金所在的位置,但均未出现 0 层贴金,仅 B 处出现明显的 -1 层贴金;位于最表层的 +3 层贴金处的 Au 峰值明显低于 +2、+1。该结果与显微观察结果相一致,即 0 层贴金严重脱落,+1、+2 层贴金保存较为完好。由于该样品的 +4 层金胶已经不存在,+3 层贴金长期裸露于外,因此有一定程度的脱落。

各层贴金的组成成分中含有少量的 Ag、Cu、Hg 元素,B 处线扫描结果未将 Cu 元素计算入内,而 C 处未将 Ag 元素计算入内,并非此处不含以上元素。且各处分布并不均匀。其中 A 处线扫描结果为 +1、+2、+3 层贴金含有 Ag;+1、+2 层含有 Cu 与少量 Hg。B 处线扫描结果为 +3、+2、+1、-1 层贴金均含 Ag,除 +1 层金外,其它各层几乎不含 Hg。C 处线扫描结果为 +3、+2、+1 层金均含有 Cu,各

层金中几乎不含 Hg。

+3 层金胶,0 层金胶上层,-1 层金胶下层的内部出现显著的 Hg 与 S 峰。从样品断面显微照片上,可以明显看出这几层金胶的颜色偏红,且其中含有亮红色的颗粒状物质。为确认该物质,对左 3 层金胶层进行了 X 光衍射分析,确认矿物成分为辰砂和金,未检测出其它矿物。通过探访当地老贴金艺人,证实当地贴金时在金胶中加入 HgS,这样既可以衬托金的成色,并帮助检验金胶漆是否上得均匀而无遗漏。

C 处线扫描 280 μm 以下 C 元素含量骤减,280 ~ 300 μm、300 ~ 330 μm 出现显著的 Ca、S、O 峰,表明在 0 层与 -1 层金胶之间夹杂有 CaSO₄。

2.4 各层贴金成分的 X 荧光能谱分析结果

2.4.1 国家博物馆实验室分析结果 分析结果见表 2 所示。

表 2 各层贴金中 Au、Fe、Cu、Hg 元素的相对含量
Table 2 XRF result of each gilding including Au, Fe, Cu, Hg (%)

	Au	Fe	Cu	Hg		Au	Fe	Cu	Hg
右 -1	60.50	35.84	/	3.66	左 -1	93.09	6.91	/	/
						93.97	4.77	1.26	/
右 0	60.54	39.46	/	/	左 0	82.85	4.64	1.61	10.90
						85.77	5.28	1.51	7.45
右 +1	93.59	6.41	/	/	左 +1	92.87	5.45	1.69	/
	80.90	6.05	/	13.05					
右 +2	93.63	6.37	/	/	左 +2	92.44	7.56	/	/
	94.64	5.36	/	/					
右 +3	81.75	5.52		12.72	左 +3	83.40	4.92	/	11.67
右 +4	81.73	18.27	/	/	左 +4	88.39	11.61	/	/

2.4.2 北京大学实验室分析结果 分析结果见表 3 所示。

表3 各层贴金中 Au、Cu、Ag、Fe 四种元素的相对含量
Table 3 XRF result of each gilding including Au, Cu, Ag, Fe (%)

	Au	Cu	Fe	Ag		Au	Cu	Fe	Ag
右-1	83.9	3.92	12.2	0.00	左-1	96.3	1.47	1.87	[0.36]
右0	66.0	7.0	27.0	0.00	左0	90.2	1.02	8.15	0.66
右+1	95.2	1.74	1.33	1.78	左+1	95.0	2.21	1.19	1.62
右+2	93.3	2.34	3.37	[0.36]	左+2	97.15	1.35	0.92	0.58
右+3	91.9	1.75	4.41	1.95	左+3	95.0	1.41	1.87	1.76
右+4	94.0	1.4	3.12	1.46	左+4	87.0	1.93	10.90	[0.17]

注:表中数据结果加[],表示该元素很大程度上不存在。

在相同条件下测试空白胶带的背景值,以检验 胶带对于分析结果的干扰,结果见表4所示。

表4 空白胶带元素成分相对含量(仅以 Au、Fe、Ag、Cu 计算)
Table 4 XRF result of blank adhesive tape(only Au, Fe, Ag, Cu) (%)

Element	Normalized	Peak(cps/mA)	Background(cps/mA)
Au	[6.4]	0	1
Cu	[4.9]	0	0
Fe	87.4	2	0
Ag	[1.3]	0	0

注:表中数据结果加[],表示该元素很大程度上不存在。

由于空白胶带中含有 Fe,考虑到会影响贴金成分的分析结果,因此排除贴金中的 Fe 元素,重新计算元素的相对含量,结果见表5所示。

表5 各层贴金中 Au、Cu、Ag 三种元素的相对含量
Table 5 XRF result of each gilding including Au, Cu, Ag (%)

	Au	Cu	Ag		Au	Cu	Ag
右-1	95.9	4.06	0.00	左-1	98.2	1.47	[0.37]
右0	92.2	7.8	0.00	左0	98.2	1.04	0.77
右+1	96.4	1.74	1.82	左+1	96.1	2.21	1.65
右+2	97.26	2.36	[0.38]	左+2	98.06	1.35	0.59
右+3	96.1	1.76	2.11	左+3	96.8	1.41	1.82
右+4	97.0	1.41	1.55	左+4	97.8	1.99	[0.21]

注:表中数据结果加[],表示该元素很大程度上不存在。

2.4.3 实验结果讨论 若不将贴金与金胶分离,直接进行贴金成分分析,则结果中 Hg 含量相当高(见表2右+1层第二组数据)。结合扫描电镜和衍射分析分析结果可知,Hg 含量较高的-1,0,+3层贴金所对应的金胶层内均含有 HgS。因此,结果中出现含量高的 Hg 应属于金胶中的 HgS,而贴金层本身不含或含极少量的 Hg。为减少金胶中 HgS 对贴金成分分析结果的影响,用双面胶将贴金与金胶分离后进行分析。

相同测试条件下,空白胶带中的 Fe 相对含量很高。右-1层0层及贴金样品量太少,胶带中所含的 Fe 足以对分析结果影响显著,导致各元素相对含量与其它各层贴金相差较大,该组数据不能真实反映贴

金成分的实际情况。除了空白胶带背景值之外,也可能受到表面的环境污染物成分影响。因此分析结果中的 Fe 含量比贴金成分中实际的 Fe 含量高。

在排除 Fe 的条件下,重新计算 Au、Ag、Cu 的相对含量。结果显示各层样品的 Au 相对含量基本在90%以上。千手观音像的各次贴金,都使用了纯度非常高的金箔。各层贴金中都含有少量 Cu 元素。右-1层与0层的 Cu 含量与其它各层的含量偏差较大,可能与取样点位置特殊有关。两侧的0层与-1层金基本不含 Ag,而+1,+3层都含有 Ag。

在分析贴金金箔的成分时,我们采用了两种不同的仪器进行分析。由于样品较小,采用 X 射线显微镜

可以更准确地分析所需要测试部分的数据,分析结果见表 1。使用 QuanX 荧光能谱仪分析时,采用直径 3.5mm 准直器,仪器经金标样标定后,可以较准确地分析金箔样品在一定范围内的平均值,分析结果见表 3、5。如果扣除 Fe 的影响,两种分析结果均显示出千手观音历次贴金中采用了纯度很高的金箔。

2.5 基准层(0 层)金胶的年代测定

实验测得 0 层金胶漆的碳十四年代为 160 ± 35 BP,实验所用碳十四半衰期为 5568 年, BP 为距 1950 年的年代。校正结果见图 14,在 95.4% 的置信度内,该层金胶的年代在公元 1660 至 1890 年间的可能性为 77.8%。金胶漆根据重庆大足当地经验丰富的金髹师傅讲述,通常为当年采集的新鲜大漆,陈年大漆活性降低无法使用。因此,金胶样品的测年结果可以代表该层贴金妆贴的时间。由此可

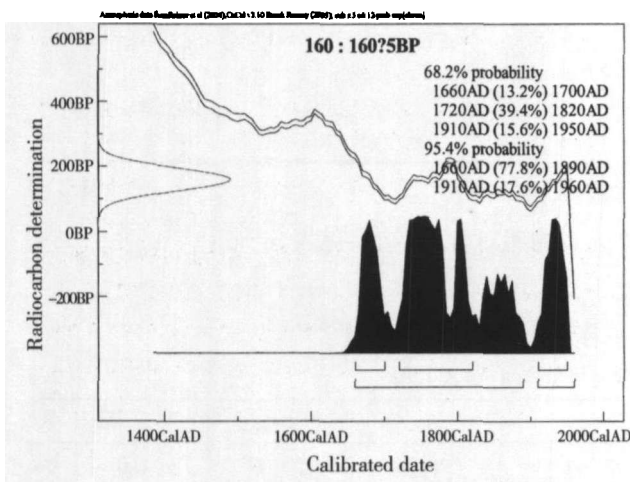


图 14 OxCal 年代校正结果

Fig. 14 The result of calibrated date by Oxcal

知,千手观音造像现存的 0 层及其以上多层贴金,应为清代以后所妆贴。

2.6 金胶漆膜吸水膨胀实验

2.6.1 实验方法 取一块完整漆膜,平置于载玻片上,调整显微镜(Olympus B202)焦距至成像清晰,拍照记录。滴加纯净水使漆膜充分吸水。保持显微镜焦距及放大倍数不变,拍摄漆膜相同部位吸水后的对比照片。

在 Photoshop 软件中打开漆膜吸水前的照片,根据漆膜上的贴金位置寻找特征明显的两点,分别读出这两点在图中的坐标值 $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$ 。计算两点之间的直线距离(像素值): $D^2 = (X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2$ 。再打开漆膜吸水后的照片(图 3.1.2),根据贴金位置特征找到相应的两点,分别读出这两点在图中的坐标值 $(X_1', Y_1'), (X_2', Y_2')$ 。计算两点之间的直线距离(像素值): $D'^2 = (X_1' - X_2')^2 + (Y_1' - Y_2')^2$ 。最后求算膨胀率: $\text{膨胀率} = (D' - D) / D$ 。

2.6.2 实验结果与讨论 漆膜具有吸水性,其吸水能力主要归因于干燥过程中由亲水基团所构成的孔洞^[6]。漆膜降解形成酮、羧酸、醛等可挥发性物质,使得孔洞增加,而且降解后分子中极性键(尤其是羟基和羧酸)的增加使其吸水性增强^[7]。

实验结果表明,金胶漆膜吸水后存在一定程度的膨胀,膨胀率大约在 0.4% ~ 0.8% 之间。相同方向上的膨胀率接近,而不同方向的膨胀率有一定的差距。1、3 组取样点位于左下至右上的对角线两端,2、4 组取样点位于右下至左上的对角线两端。

表 6 金胶漆膜吸水膨胀率

Table 6 Water - absorbing expanding rate of adhesive layer

测试组	吸水前距离(像素值)	吸水后距离(像素值)	膨胀率/%
1	241	243	0.8
2	239	240	0.4
3	261	263	0.7
4	221	222	0.5

大足石刻地区环境湿度高,因此千手观音造像表面的金胶漆膜会吸收环境中的水分以及岩石基体的渗水,从而引起自身膨胀。由于吸水程度及先后顺序、金胶厚度及老化腐蚀情况不同,同层金胶不同位置以及各层金胶的吸水膨胀存在一定差异,可能导致金胶层的不平和相互脱离。一旦环境湿度降低,漆膜又会因为失水干缩而发生翘曲。随着环境湿度的变化,漆膜反复吸水膨胀、失水干缩,必然会加速表面贴金的脱落与破坏。而且在吸湿状态下,

漆膜的降解也会加剧。

3 结论

1) 宝顶山千手观音造像现存表面贴金及金胶大致有六层。左右两侧最外层贴金及金胶的脱落状况不同,导致了造像右侧表面斑驳暗沉而左侧较光亮的外观差异。分析结果显示,左右两侧所用贴金材料相同,造成上述差异的具体原因有待进一步研究,外界环境因素以及贴金手法的影响应该纳入考

量范围。

2) 各层金胶红外特征峰与现代熟漆大致相同, 1712cm^{-1} 羰基吸收峰普遍较强, 表明多次贴金均使用加入桐油的熟漆作为金胶。羧酸盐吸收峰的出现说明金胶存在一定程度的老化, 但腐蚀劣变情况并不严重。

3) 在 -1, 0, +3 层金胶内含有 HgS, 而贴金层本身不含或含有极少量 Hg。千手观音表面贴金采用了在金胶中加入 HgS 以衬托金色的传统工艺。

4) 千手观音多次贴金所使用的金箔纯度很高, 含金量在 90% 以上。此外, 各层贴金中还含有少量 Cu、Ag 等元素。

5) 千手观音造像开凿于南宋, 后代曾经过多次整体贴金装饰。其表面现存的 0 层及其以上贴金层均为清代以后所妆贴。

6) 金胶漆膜吸水后发生膨胀, 膨胀率约在 0.4% ~ 0.8%。

本次分析研究结果显示, 千手观音表面各次贴金所采用的原料、工艺与相关文献记载以及大足当地贴金师傅口述的情况大致相同。在制定千手观音保护方案时, 应尽可能地使用原材料与原工艺进行修复, 以维护文物的原真性。

参考文献:

[1] 四川省社会科学院. 大足石刻研究[M]. 成都: 四川省社会科学院出版社, 包 1985:471.

Sichuan Academy of Social Sciences. Research on Dazu Stone Carvings [M]. Chengdu: Sichuan Academy of Social Sciences Press, 1985:471.

- [2] 郑家宝, 等. 古代漆器的红外光谱[J]. 复旦学报(自然科学版), 1992, (3):345-349.
ZHENG Jia - bao, et al. Infrared spectra of ancient lacquer objects [J]. J Fudan Univ (Nat Sci), 1992, (3):345-349.
- [3] 王世襄. 髹饰录解说[M]. 北京: 文物出版社, 1983:36.
WANG Shi - xiang. Annotation on Xiushilu (Introduction to lacquer painting) [M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House, 1983:36.
- [4] 胡东波. 出土古代漆膜老化因素的探讨[J]. 文物世界, 2003, (2):33.
HU Dong - bo. On the aging factors of ancient lacquers [J]. World of Antiquity, 2003, (2):33.
- [5] 康葆强. 出土古代漆器的髹饰工艺、保存状况与腐蚀因素研究[D]. 北京大学硕士论文, 2005:74.
KANG Bao - qiang. A research on the lacquer painting craft and the conservation and corrosion of ancient lacquer. Peking University Master Thesis (in press), 2005:74.
- [6] 张飞龙, 李 钢. 生漆的组成结构与其性能的关系研究[J]. 中国生漆, 2000, (3):36.
ZHANG Fei - long, LI Gang. A research on the construction and performance of raw lacquer [J]. J Chin Lacq, 2000, (3):36.
- [7] 胡继高, 胡东波. 出土中国古代漆膜干缩翘曲分析及在修复粘接中问题的讨论[J]. 文物保护与考古科学, 2002, (2):22.
HU Ji - gao, HU Dong - bo. A research on the protection of water-logged lacquer films [J]. Sci Conserv Archaeol, 2002, 12 (2): 19-25.

An analytical study of gilding and adhesive materials on the One - thousand - hand Buddha at Dazu Grotto, Baoding Mountain, Chongqing

HU Dong - bo, XUE Yi - ning, WANG Jin - hua, ZHANG Hong - yan

(Department of Archaeology and Museology, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Infrared spectroscopy, AMS ^{14}C dating, X - ray fluorescence and scanning electron microscopy were used to understand the gilding and adhesive materials and state of preservation of the one - thousand - hand Buddha statue at Dazu Grotto, at Baoding mountain, Chongqing. Analysis suggested that remaining gilding layers above layer 0 were all applied as decorative layers after the Qing Dynasty. The gilding adhesive had aged to a certain extent but erosion and deterioration was not severe as long as it was swelled with water. HgS had been mixed with the gilding adhesive to enhance the gold color, which is a traditional technique. The research results provided scientific information that will aid future statue conservation

Key words: One - thousand - hand Buddha; Component analysis; Gilding; Gilding adhesive

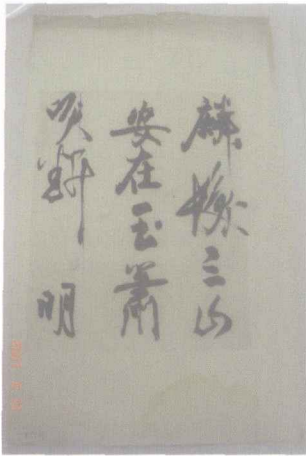


图 22 处理前作品
Fig.22 Arts before restoration

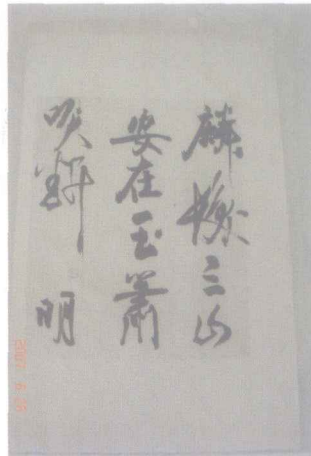


图 23 处理后作品
Fig.23 Arts after restoration

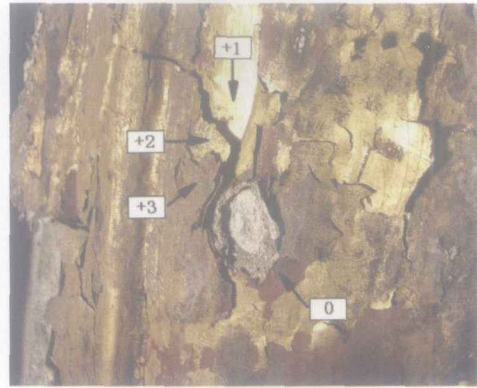


图 24 千手观音右侧贴金层取样点
Fig.24 The right side sampling point

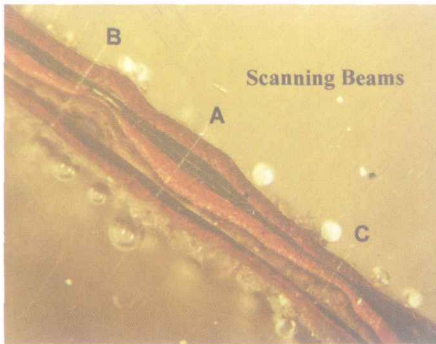


图 25 多层贴金断面显微照片
Fig.25 Micrograph of the section of gilding and adhesive layers

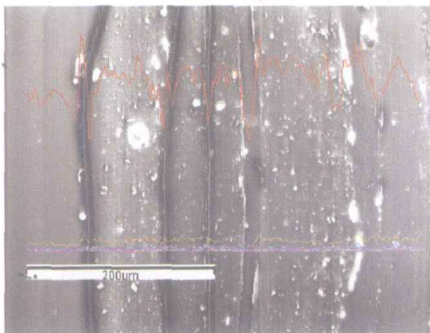


图 26 线扫描 A 处扫描电镜照片
Fig.26 The SEM image of scanning beam A



图 27 蓬莱古船 2005 年发掘现场
Fig.27 The site of Penglai tow ancient boat in 2005



试块 1 试块 2 试块 3 试块 4



试块 5 试块 6 试块 7 试块 8 试块 9

图 28 试块在培养液中共培养后的扫描电镜观察
Fig.28 The SEM picture of wooden artifacts