

■ 文物修复

《能断金刚经》的颜料检测分析

乔纪娟



能断金刚经首页(左)及第1页(右)

《能断金刚经》为清中期写本,是以金、银、珍珠、玛瑙、绿松石、螺等七色宝物书写的蒙文经书。该经文字体清晰工整、品相完好,且材质独特、流传甚少,因此具有很高的版本、学术和鉴赏价值。由于七珍版《能断金刚经》极其珍贵,难以取样,故国内外对七珍版《能断金刚经》上颜料的 research 较少。美国大都会博物馆2007年翻修时发现了超过1000件来自印度的《贝叶经》,利用偏光显微镜和X荧光对其其中三件的颜料进行了分析,发现黑色为炭黑,蓝色为靛蓝,黄色是雌黄,红色为朱砂,白色是碳酸钙,绿色用靛蓝和雌黄混合而成。印度国家博物馆的研究者对收集于奥里萨邦的手稿(18世纪末至19世纪初)上的颜料进行了分析,发现红色为朱砂,蓝色为靛蓝,黑色为炭黑,黄色为雌黄,白色为高岭土,绿色为靛蓝和雌黄混合而成,红紫色则认为是由靛蓝、朱砂和高岭土组成,也可能混有氧化铁颜料(Fe_2O_3)用于调色。国内相关研究开展较少,中国国家博物馆和西藏博物馆对“薄伽梵歌及注释”和0738号《贝叶经》上出现的白色覆盖物进行了分析检测,结果为高岭土,认为是防止贝叶之间粘连而人为添加的。此外,未见其他国内研究者对文献进行颜料相关的科学分析。

鄂尔多斯博物馆采用手持式X射线荧光光谱仪(pXRF)和激光共聚焦拉曼光谱仪(LRS)两种无损分析方法,对馆藏七珍版《能断金刚经》的颜料成分进行了系统分析,部分位置采用便携式显微镜通过表面形貌进一步确认,为其制作工艺研究和修复保护提供科学依据。

选取《能断金刚经》上不同颜色位置,包括首页图案及不同页经文,进行样品检测。

仪器选用手持式X射线荧光光谱仪(pXRF):仪器型号 ThermoFisher Niton XL3c,激发源为高性能微型X射线管,银靶,管电压最大50kV,管电流最大200 μA ,测试时间65s,检测面积为3或8mm直径的圆斑,测量模式为矿石铜锌或土壤模式。

激光共聚焦拉曼光谱仪(LRS):仪器型号 HORIBA Scientific XploRA PLUS,配置研究级显微镜,物镜为奥林巴斯50倍长焦物镜,NA值0.5,工作距离10.6mm。激发光源为532nm或785nm固体激光器,为防止激光对文物造成损伤,调节功率衰减片使得物镜出口功率小于1mW,且检测时间不超过60s;光栅为1200g/mm,光谱范围为100–2000/4000 cm^{-1} 。测定前采用单晶硅标准样品进行光谱仪校正。

便携式显微镜:仪器型号 Anyty 3R–MSV500,采用4个白色LED环形照明光源,放大倍数60–80倍,分辨率设置为1280×960。

经过对《能断金刚经》上21处位置进行XRF检测,检测值经过归一化,保留小数点后两位,部分样品采用土壤模式检测以判断是否含有汞元素,此模式下不检测的元素归为Bal;其他样品位置采用矿石铜锌模式检测。实验中,选取相应颜色点进行原位的拉曼检测,以下对各颜料部位进行简要分析。

●黑色颜料 黑色颜料拉曼特征峰虽然较弱,但可以分辨出1331.0 cm^{-1} (vs)和1587.8 cm^{-1} (vs)两处宽峰,能够归结为无定形碳,也就是炭黑的特征峰。在首页佛像头部黑色的XRF结果中能够发现含量明显的铅和金元素,推测在黑色颜料层下具有金粉及铅白的底层,而样品中的经文背底黑色,XRF结果中未见明显具有致色可能的元素,符合炭黑的元素特征。同时,在很多检测位置都可以测到比较明显的磷元素,推测所用炭黑可能来自象牙黑(ivory black)或骨灰黑。

●金色颜料 金色经文具有明显的金元素存在,而且砷、铁、铅、铜等有可能组成黄色颜料的元素含量极低,同时拉曼光谱未采集到金色颜料的特征峰,与金属没有拉曼信号的特点吻合。结合金色经文的表面状况,未见金箔会产生的明亮反光,可以推断采用了金粉进行绘制和书写。

●蓝色及淡蓝色颜料 蓝色及淡蓝色颜料的XRF结果未显示较高含量的铜,可以排除含铜类矿物颜料的可能。拉曼光谱可以检测

到545.3 cm^{-1} (vs)及545.4 cm^{-1} (vs)特征峰,为天然群青(青金石)或合成群青的最强拉曼峰,同时XRF结果中较高含量的硅、铝、硫元素,也进一步确定蓝色颜料为群青。人工合成群青于1824年前后在法国出现,1828年开始大量制造,很快就被广泛用于欧洲的艺术创作,晚清时欧洲合成群青传到国内。结合此文物的实际背景,可以认为采用了青金石作为蓝色颜料。淡蓝色的拉曼光谱中还出现了1053.7 cm^{-1} (vs)白铅矿(PbCO_3)的特征峰,也就是使用了白铅矿与青金石进行调色。

●绿色颜料 古代绿色颜料通常为含铜的矿物,尽管经文处只能够测到少量的铜元素,但是在拉曼检测时能够检测到明显的孔雀石($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$)颗粒,拉曼峰176.7 cm^{-1} (s),260 cm^{-1} (m),429.8 cm^{-1} (vs),532.6 cm^{-1} (s),719.8 cm^{-1} (m),848.1 cm^{-1} (m),1053.8(m),1363.4 cm^{-1} (s),1489.7 cm^{-1} (vs),3305.0 cm^{-1} (s),3375.1 cm^{-1} (vs)与孔雀石特征峰相吻合。

●白色颜料 在白色经文处的拉曼检测结果能够发现白铅矿1054.6 cm^{-1} (vs)和碳酸钙1088.0 cm^{-1} (vs)的特征峰,第2页和第8页经文样品的XRF结果也能看到比较明显的铅和钙元素,其中铅的含量高于钙,应为两种白色颜料混合调制得到。

●橙色颜料 铅丹(Pb_3O_4)是古代极为常用的橙色颜料,拉曼峰121.7 cm^{-1} (vs),151.1 cm^{-1} (m),224.9 cm^{-1} (w),312.2 cm^{-1} (w),391.8 cm^{-1} (w),550.6 cm^{-1} (vs)符合其特征峰,同时XRF中较高含量的铅也证明了这点。此外,在橙色位置还检测出反常的较高含量的铜元素,例如第7页经文橙色部分铜含量为3.76%,为所有检测位置中最高的,通过其表面形貌观察,表面具有明亮的细小片状物,很有可能加入了铜箔碎片进行书写。

●红色及浅粉色颜料 红色及淡粉色位置的XRF检测结果显示均含有一定量的汞元素,配合拉曼峰253.4 cm^{-1} (s),344.0 cm^{-1} (m)和253.6 cm^{-1} (vs),343.6 cm^{-1} (m),能够确定红色颜料为朱砂(HgS)。淡粉中还发现了1055.2 cm^{-1} (vs)和1088.8 cm^{-1} (vs)的特征峰,应该使用了白铅矿和碳酸钙进行调色。

●紫色颜料 中国古代拥有独特的紫色颜料汉紫($\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$),但是经过XRF检测并不含铜,因此可以排除这种可能。紫色还有可能是红色和蓝色相互混合而成,经检测,此位置汞含量较高,拉曼光谱也可以测到253.4 cm^{-1} (vs)和344.0 cm^{-1} (m)的朱砂特征峰,同时还检测到544.7 cm^{-1} (vs)的青金石谱峰,结合表面形貌观察,可以发现红色和蓝色颜料的存在,因此,紫色应该是由朱砂和青金石混合得到。

●银灰及银白色颜料 银灰色经文处,拉曼光谱中278.2 cm^{-1} (s),381.1 cm^{-1} (m),711.7 cm^{-1} (m),1086.4 cm^{-1} (vs),1123.1 cm^{-1} (m)为碳酸钙特征峰,1336.1 cm^{-1} (vs)和1585.9 cm^{-1} (vs)为炭黑特征峰,XRF结果中铅含量很低,所以银灰色很有可能使用了碳酸钙与炭黑进行混合。银白色经文处,拉曼光谱156.0 cm^{-1} (m),279.6 cm^{-1} (s),713.1 cm^{-1} (m),1086.0 cm^{-1} (vs),1125.7 cm^{-1} (m)可以归属为碳酸钙,253.4 cm^{-1} (vs),341.7 cm^{-1} (s)归属为朱砂,XRF检测结果中也发现含汞,所以银白色的下层很有可能存在朱砂。此外,表面形貌观察,银白色有明显的反光现象,使用的碳酸钙可能为碎礞。

本次实验采用X射线荧光光谱仪和激光共聚焦拉曼光谱仪,结合便携式显微镜,对鄂尔多斯博物馆馆藏七珍版《能断金刚经》的颜料成分进行了科学分析,证实了炭黑、金、青金石、孔雀石、铅丹、铜、朱砂、白铅矿、碳酸钙等古代矿物颜料的存在,同时发现紫色为朱砂和青金石调和而成,炭黑可能为象牙黑或骨灰黑,碳酸钙可能来源于碎礞,与采用佛教传统珍宝进行绘制书写的记录相吻合。分析结果为制作工艺方面的研究提供了科学依据,也为其有针对性的保护工作提供了参考。

(作者单位:鄂尔多斯市图书馆)

大同华严寺薄伽教藏殿平基述略

白雪松

大同华严寺,坐落于大同古城西南隅,1961年被国务院公布为全国重点文物保护单位。寺院内薄伽教藏殿始建于辽重熙七年(1038年),面阔五间(25.6米),进深八椽(18.41米),占地面积约525平方米。殿内顶部满铺平基(俗称天花板),使得殿内形成了封闭与连续的顶部界面,内槽平基较外槽高一华栱,实际观感并不明显。451块平基被纵横交错的平基枋、椽、贴分隔,平基板置于其上,板上和框条上施以彩饰。内槽自中心柱以后的全部空间几乎由藻井所占据,其余部分及外槽部分则为形状不一的平基。长方形平基主要施于外檐铺作里转及内檐铺作正上方,仰视为环绕内槽与外槽,另外当心间两道四椽枋的外侧也施长方形平基。四个角枋分隔处以及三组藻井四角,均施三角形平基,使得顶面完整规制。其他位置则布置较为均质的矩形平基。矩形平基根据位置的不同,其尺寸也各不相同。平基方格内的图案构成各异,内容丰富、完整,均清晰可辨。

薄伽教藏殿平基彩画内容大致可分为人物、花卉、龙纹及无彩画。人物平基绘制的结构比例合乎人体的黄金分割线,达到了现代人的审美标准。彩画造型准确,面部既贴近生活,亦庄重稳健。衣着服饰以青、红、绿等色妆染,同时,借助其自身的舞动充分体现形象的立体感。通过面部表情的细微变化以及其肢体语言的表达,将每个人物的个性特征表现得栩栩如生,呼之欲出。人物分为迦陵频伽、飞天两类。集中分布在藻井左右两侧,共十八块。

迦陵频伽平基共八块,风格大同小异,均为人面羽身的女性。其中编号348位于北藻井东北角,表现为头系攒珠带,面庞圆润,耳垂较大下垂至颈部,早期应有耳饰,后期补绘已看不到。细眉长目朱唇,双手上扬向尾部屈伸,腕配带饰、金环。袒胸佩饰攒珠项圈,腰间系束带,腿部足部向后倾斜成飞翔状,花叶尾分节处长拖分为宝相花、莲花,飘带挽于肩臂随身形飘舞,周身饰宝相花、莲花,三五角不等叶片点缀,整体色彩为红、绿、黄、蓝四色,古朴沉稳。花卉处颜料层脱落严重,人物清晰颜色鲜艳应为后人补绘。

其他七块与348类似,均表现为头系花带,圆脸朱唇面容清秀,双手上扬于头顶,拈花碗笑,腕部佩戴金环,上身赤裸,胸前戴孔雀环形佩饰,腰间系束带下为半裙,腿遍绫羽四爪足部为鸟状惟妙惟肖,鸟翅舒展分三层有序叠加,花叶尾由宽至细分四节长拖于身后,叶纹中央饰宝象花纹,体态优美婀娜,飘带挽于肩臂随身形摆动,身周饰宝象花,以不规则叶片点缀。绘有迦陵频伽的平基相对于其他平基色彩更为艳丽,虽然题材较为古老但从颜料的材质及色彩的饱和度看年代不会很早,应为后世补绘。仅有编号348色泽古朴、厚重,人物眉眼绘制细致,较有年代感,应早于其他几块。

飞天平基共十块。422、423、440其头顶扎髻耳下垂散发,面容肃静,细眉细目,眉上绘须,极具少数民族风情,胸前火红宝珠配饰,上体修长完全赤裸,一手持宝珠,一手前伸拈莲花,腰间系墨绿束带,身穿长裤裸足屈腿翘腰呈舞蹈状,帔帛宽大环绕周身,周身花卉缠绕。她们怡然自得地轻歌曼舞、旋绕飞翔。虽造型相似,但在细节上略有不同,有很明显的后期补绘的痕迹。其中422细长的眉毛上有一条粗长浓重的眉毛,明显的眼皮位置隐约还有一双细长的双眼,鼻头上方有两片卷曲的胡须,像是两张脸叠加的效果。422与423飞天的长裤与薄伽教藏内塑像中的中铺主尊右侧普贤菩萨像前的胁侍菩萨穿的裤裙十分相似,上身袒露腹部微微隆起,胯上系护巾于小腹处结带挽花下垂,裤脚垂垂叶边,应为同一时期。而440略有不同,头饰白色珍珠及腹部有黑色的束腰,应为后期补绘,但在三块平基中有一个共同特点,即在莲花花蕊处都有沥粉贴金,这种绘画手法在辽金盛极一时,应是当时保留下的遗迹。

353、354为头系花带,面容清秀双臂微屈上扬托宝盘,上身赤裸佩戴花珠璎珞,腰系束带下长裙及裸足,身披帔帛随身形舞动,周身饰折枝宝相花;其中354面相更为饱满,颜色更朴素。374、439手托莲花宝盘,下身为长裙裸足,其中439颜料层脱落严重,露出了之前绘制的底色。眉毛两对,一对短而弯,颜色较为浓重;一对较粗、较长且颜色为棕黑色,包括在唇部周围的若影若现的胡须。375、376、438表现形式与传统飞天略有差异,身材更为圆润,有晚唐时期女性的风貌。她手中持花或盘,肢体丰腴,裸足踏花,手持花卉宝物等,营造了歌舞升平的佛国世界,呈停滯怱怱状。

殿内花卉平基集中表现为辽夏金装饰纹样中常见的牡丹、菊花、莲花。其圆光的网目纹和花卉纹具有独特的造型风格和样式,网目纹的绘制法,与《营造法式》记载相近。在辽代彩画遗存中,网目纹是彩画的重要组成部分,并处于显著的位置,是辽建筑彩画纹饰的一个典型特征。花卉纹加入了一些卷草及杂花,使其更加生活化,手法随意,接近于写生样式,用叶片的走势构成纹样的骨式,组织精致、细密、烦琐。花卉平基共401块,大致可分为以下几类。

一是散状花卉,在一板之上杂绘团花若干朵,上分别绘有牡丹花、宝相花、莲花、菊花等,周围配枝叶,奔放随意贴近写实风格。同种花类形制不一,正面侧面均有,数量不等。牡丹花花头肥短,复层花瓣,花瓣边缘有云出瓣,花形丰满。荷花三层两层不等,瓣尖而饱满,上下排列有序紧簇。菊花自花心绽放,单层、复层花瓣表现不一,花瓣呈同一方向旋转成团。整体散状的花卉颜色较单一,主要以红、黄、蓝为主,色泽古朴,采用晕染手法,勾线填色。枝条由粗至细,有卷有直错落于花团四周。叶片表现不一,尖角圆角各不相同,草及叶子形状不一但都不勾边,为早期的没骨画法。散状花卉主要分布在外槽及后槽,分布广、数量多。

二是圆光花卉平基,该类型平基主要表现为平基以圆光为主体,圆光内中央簇拥区别折枝或缠枝花卉的风格,自然写意,花卉数量不等,少则一朵,多则六七。圆光外或满铺花卉或在岔角绘制花卉、祥云,



飞天平基(编号422)



人面羽身的女性迦陵频伽平基(编号348)



采用后代建筑彩画的龙纹平基



散状花卉平基



弧线形网目纹为圆光的花卉平基

花卉四周以枝叶点缀。有圆光的花卉设色更为艳丽、厚重。主要分布在内槽当心间、南北次间藻井前缘与前槽的北尽间,数量不多但都很精致,具有明显时代特征。三是以弧线形的网目纹为圆光,略有变化的网目纹,为尖角状顺时针旋转,形似凤凰的尾部羽毛。叉角饰花卉及绿叶,方光为团花,虽分辨不出花的种类,但花瓣饱满,中央花蕊为金黄色,周饰绿叶。主要分布在南北次间藻井前缘。四是以菱形方格的网目纹为圆光,叉角饰花卉及绿叶,花卉大小相间,主次分明。方光中央一朵白色花,周围环绕六朵粉、蓝花,周饰绿叶。整个用色不是纯色,红中掺杂着黄,蓝色中又泛着红色,使得整个平基颜色虽多但很和谐。数量较少,主要分布在内槽当心间藻井前缘。五是以蓝、绿相间的双层弧线形网目纹为圆光,顺时针环绕。方光内绘为中央一朵,周围环绕五六朵不等的一样大小的花,周饰绿色叶片,叶间有细枝。岔角饰彩色花卉及绿叶,花卉的绘制细致饱满,颜色以红白蓝为主,花瓣中心着色较深,边缘较浅,晕染并不明显。数量较多,主要分布于前槽南北次间及当心间。六是以蓝、绿相间的双层弧线形网目纹为圆光,顺时针环绕。方光内中央一朵,周围环绕五朵,花的绘制风格较为写实。岔角为五彩祥云纹。风格与前面几种不同,颜色更为浓重艳丽,亮蓝色使用更像晚清彩画的风格,年代晚于前几种平基。主要集中分布在外槽南北次间。

由于佛教长期受到封建阶级的推崇,所以佛寺的建筑装饰也充斥着龙的形象。殿内龙纹平基共十六块,形制与清则例井口天花一致,主要分布于前槽当心间,主佛正前方最显眼的地方。表现形式大同小异,圆光为蓝绿相间的双层网目纹顺时针旋转,内绘团龙,金身白角,龙口大张,利牙长舌,四爪尖利,胸腹隆起,鳞甲鬃毛排列有序,周身火焰与祥云环绕,圆光外为彩色祥云岔角,规制整齐。从色泽及图案的风格上可以看出为清代晚期的特征。这些图案多采用勾填着色,有明显的墨线痕迹,有些则采用后代建筑彩画的专有技法,如叠晕、退晕等。

薄伽教藏殿平基始装应与始建同期。根据华严寺内现存各碑刻中关于重修华严寺的碑文及建筑学家梁思成、刘敦桢先生的记载与早期的各类调查报告等现有资料查询,通过与老照片进行对比,大殿平基及彩画历代均经修葺,平基又是古建筑中经常被更换的构件,其上的彩画也经常重绘或改绘。从目前保存的状态来看,个别因年代久远,或大修前殿顶漏水造成颜料层脱落,污渍浸染等原因存在一些病害。区域性的图案保存位置配合感并不完整,从辽金时期始建之初留存的各类彩画,延至明清补装重绘后所展现的彩绘风格之变,再经近代落架维修后的重归焕新,也能体会到历史的痕迹和厚重感。华严寺自辽中叶以来就是大同的代表性建筑,大殿内的附属文物及彩画艺术具有鲜明的时代性与地区性,为研究辽金时期的文化提供了重要的实物资料。

(作者单位:大同市辽金文化艺术博物院)

科技保护

环境监控、本体监测、预警评估

科学管理

资产管理、人员管理、咨询服务

创新服务

科技文创、定位导览、数字化采集

官方网站

官方微信

MicroWise system 元智系统

西安元智系统科技有限责任公司

MicroWise System Co., Ltd.

联系人:张总 1357220596

座机:029-88346362

官网:www.microwise-system.com

邮箱:info@microwise-system.com

天禹 TIANYU

博物馆展览陈列

华夏文明

展览

中国历史

策展与设计 · 施工与布展 · 维护与保障

总机: 010 6403-3939

总 部: 北京市东城区东四北大街107号 科林大厦 B座 5层

邮 编: 100007

业务合作: 13811280043 13811815934

维保服务: 010-64043939 13811259340

邮 箱: tianyu@tywhjt.com.cn

网 址: www.tywhjt.com.cn

关注天禹公众号