

# 四川屏山县万寿寺壁塑制作工艺与材料分析研究

赵 凡<sup>1</sup> 谢振斌<sup>1</sup> 姚 雪<sup>2</sup>

(1. 四川省文物考古研究院, 四川成都, 610041; 2. 西北大学文化遗产学院, 陕西西安, 710069)

**摘要** 为配合向家坝水电站修建, 屏山县万寿寺壁塑采取了异地搬迁保护, 现已分块切割揭取移至室内进行保护修复。通过近一年的前期研究, 利用肉眼和显微观察查明了壁塑的制作工艺特点, 采用XRF、XRD、FTIR、土的颗粒分析、烧失量法等手段相互补充验证的方法分析了壁塑的制作材料组成。结果表明, 该壁塑由壁画与彩塑两部分组成, 基本结构由里向外依次为支撑体或骨架、粗泥层、细泥层、颜料层或贴金层。粗泥层由紫色土和稻草秸秆组成, 细泥层由沙、石灰、细粒土和棉纤维组成。颜料层中白色颜料为石膏类矿物, 绿色颜料为氯铜矿, 红色颜料为朱砂, 蓝色颜料有可能为有机颜料, 黑色颜料为墨, 白粉层主要为生石膏。贴金层由金箔层和金胶层组成, 通过分析验证了金箔层主要成分为金、金胶层主要成分为大漆的推测, 同时发现金胶层中朱砂为有意添加。该研究结果为下一步的病害分析和后期的保护修复提供了依据。

**关键词** 万寿寺 壁画彩塑 制作工艺 制作材料 贴金层 分析

## 引 言

壁塑也称影壁或隐壁, 是一种集彩塑和壁画于一体的艺术表现形式, 明清以来被广泛运用于建筑装饰。屏山县万寿寺壁塑作为佛教殿堂内的建筑装饰艺术, 以彩塑为主体突出佛、菩萨、力士等佛教人物形象的庄严神圣, 以壁画为烘托表现佛国世界的静谧肃穆, 尤其部分彩塑表面饰以金箔, 整幅壁塑布局合理、造型逼真、色彩艳丽、金碧辉煌, 大大彰显了万寿寺古建筑的艺术价值。同时该壁塑作为明代西南少数民族地区土司辖理时期仅有的几处宗教建筑艺术形式, 相对数量众多的同时期北方地区壁画彩塑而言具有独特的地域性特征。

为了配合向家坝水电站修建, 2012年9月该壁塑经主管部门批准采取了异地搬迁保护, 现已分块切割揭取移至室内进行保护修复。在保护修复前期研究中, 利用肉眼和显微观察查明了壁塑的结构特点, 在此基础上针对粗泥层和细泥层、颜料层、贴金层的不同材料特征, 综合采用X射线荧光(XRF)、X射线衍射(XRD)、傅立叶变换红外光谱(FTIR)、土的颗粒分析、烧失量法等多种分析测试手段相互补充验证的方法分析了壁塑制作材料的组成及特点。作为壁塑保护修复的前期工作, 不仅为下一步的病害成因分析提供了参考, 而且为后期保护修复材料和工艺的选择提供了依据。

## 1 壁塑概况

屏山县万寿寺又名万福寺，位于屏山县城东1km处，背倚锦屏山，前临金沙江。寺院占地面积1000多平方米，主体建筑为沿中轴线依次排列的山门、大雄宝殿和观音殿，两侧翼为厢房，顺山坡地形而上组成院落组群<sup>[1]</sup>。壁塑位于观音殿西墙内壁中上部，长约9m，高约3m。长期以来受各种自然和人为因素的破坏，壁塑整体保存状况差，总面积60%左右已经缺失，现存壁塑残损严重，残缺、裂隙、空鼓、颜料层和贴金层起甲或脱落、烟熏污物覆盖等病害发育严重。据统计现存壁塑约12.3m<sup>2</sup>，身高0.6m以上的彩塑15尊（图1）。壁塑南段中下部和中段上部两处保存相对较好，尤其南段中下部彩塑造型生动、表面贴金，制作工艺考究，为本次保护修复的重点。



图1 壁塑切割搬迁前全貌

由于万寿寺位于向家坝水电站水库淹没区，2012年9月经主管部门批准，我院对该壁塑进行异地搬迁保护，现已分块切割揭取移至室内进行保护修复。切割揭取操作：首先以最小程度破坏画面信息和整体结构为原则确定分割线，整幅壁塑分为13块，其中对于保存较好的南段中下部壁塑未做分割。然后对壁塑正面进行临时加固处理，沿分割线将每块壁塑连同后背支撑体（木板墙）一同切割，逐块缓慢吊装转移至底部铺有缓冲层的木框套箱内，正面朝上水平放置。最后对套箱内的壁塑表面及四周依次铺设隔离层（宣纸+聚乙烯布）和缓冲层（棉絮），封箱后再向套箱内部空隙注入聚氨酯泡沫固定。

## 2 制作工艺分析

### 2.1 基本结构特征

壁塑因残缺严重断面及内部骨架多处裸露，加之切割揭取使得局部断面和后背结构清晰显露，通过肉眼直接观察和显微仪器微观观察即可了解该壁塑的基本结构特征。整体上该壁塑由壁画和彩塑两部分组成，两者基本结构一致，但细部结构有差异。壁画部分由里向外依次为支撑体（木墙板+划痕）、地仗层（粗泥层、细泥层）、颜料层（含白粉层），彩塑部分由内向外依次为支撑体（木墙板+锚钉、骨架）、泥胎层（粗泥层、细泥层）、颜料层或贴金层（含白粉层）（图2）。

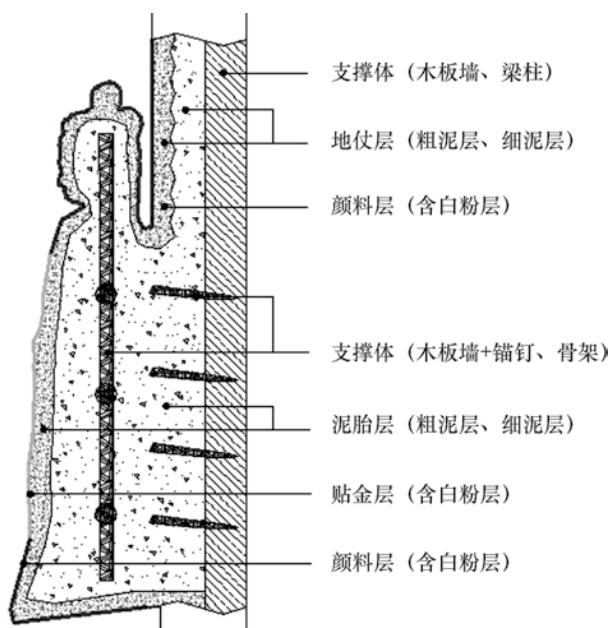


图2 壁塑基本结构示意图

位置发现有颜料重层现象，即在底层绿色颜料层之上用白粉层打底后重新绘彩，说明壁画局部经过后期重绘（图4）。



图3 壁画支撑体表面刀痕

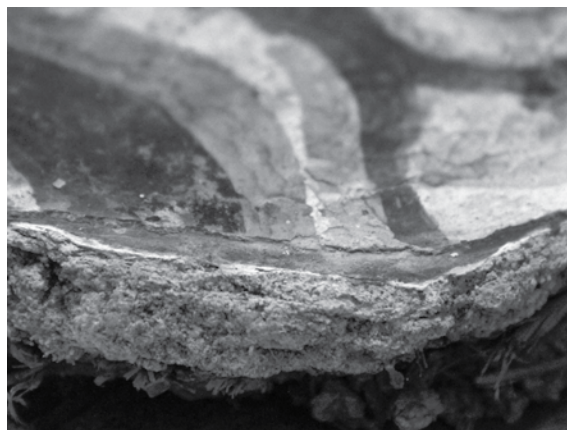


图4 壁画颜料层重层现象

## 2.2 壁画制作工艺分析

壁画支撑体为古建筑的木墙板和梁柱，支撑体表面多有人为砍划出的刀痕来增大地仗层与支撑体间附着力（图3）。地仗层结构简单，由里向外依次为粗泥层、细泥层，两者厚度较均匀，一般粗泥层厚4~6cm，细泥层厚约1cm，在木墙板与梁柱连接处地仗层随形而有所增厚。颜料层断面通过微观观察，发现其底部常有白粉层打底，白粉层均匀性较差，厚度一般为80~300um。颜料层在壁画表面均有分布，以白、绿、红、蓝、黑等颜色为主，各色颜料层厚度差异较大，厚度一般为50~200um。部分颜料层表面发现有半透明状涂层，涂层分布无明显规律且呈流滴状，初步推断应为后期人为污染形成的油污。此外壁塑南段上部壁画云海

## 2.3 彩塑制作工艺分析

彩塑支撑体由古建筑木墙板和自身内部骨架两部分组成，一方面木墙板作为彩塑后背的整体承载结构，并在彩塑受力集中处分布有长约10cm的方头铁钉或竹钉作为泥胎层与支撑体间的连接构件（图5）；另一方面骨架作为彩塑自身的支撑结构，由木骨架、芦苇束、稻草束、麻绳等组成，一般大型彩塑躯干、四肢、头部等主体部分骨架多采用榫卯连接外裹稻草束的方木，小型彩塑主体部分骨架也有直接采用稻草束或芦苇束，手指、脚趾、头饰等细部凸出处骨架多采用麻绳（图6~图8）。彩塑泥胎层与壁画地仗层作用大致相同，其结构分为两类：一类为粗泥层+细泥层结构，主要位于彩塑主体部分方木骨架外层，部分小型彩塑主体部分稻草束或芦苇束骨架外层亦是如



此,厚度根据彩塑身体结构和形态而异,一般粗泥层厚3~10 cm,细泥层厚1~2 cm;另一类为细泥层结构,主要位于彩塑细部凸出处麻绳骨架外层,部分位置无骨架而直接用细泥层堆塑成,一般厚1~3 cm。彩塑颜料层或贴金层断面微观观察发现底部也常有白粉层打底,其特征与壁画相同。贴金层大多分布于彩塑人物的衣饰和阁楼的屋脊、檐口的表面,显微观察发现局部贴金层为2层,每层均由金胶层和金箔层组成,一般金胶层厚80~150  $\mu\text{m}$ ,金箔层厚20~30  $\mu\text{m}$ (图9、图10)。颜料层主要分布于彩塑人物的面部、四肢等肌肤裸露处和头饰表面,以白、黑、橘红色为主,各色颜料层厚度差异较大,厚度一般为50~150  $\mu\text{m}$ ,未发现重层现象。



图5 彩塑支撑体上竹钉



图6 彩塑方木骨架



图7 彩塑稻草束骨架



图8 彩塑麻绳骨架

### 3 制作材料分析

壁塑支撑体制作材料简单易辨,本次工作重点分别针对粗泥层和细泥层、颜料层、贴金层的不同材料特征,综合采用XRF、XRD、FTIR、土的颗粒分析、烧失量法等多种分析测试手段相互补充验证的方法对其材料组成及特点进行了分析。

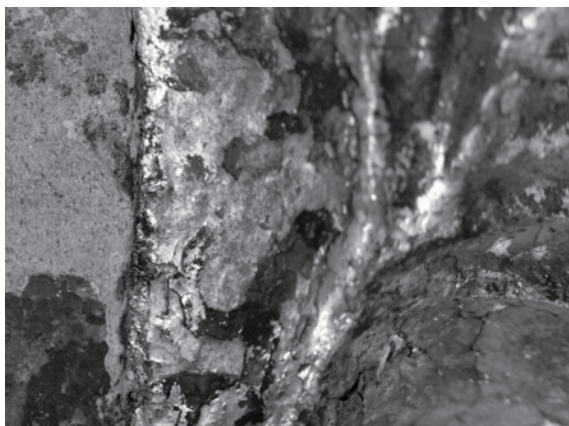


图9 彩塑贴金层表面形貌

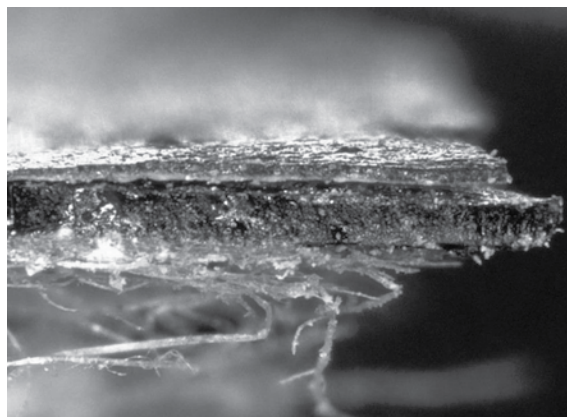


图10 彩塑贴金层剖面形貌

### 3.1 粗泥层和细泥层分析

#### 3.1.1 样品介绍

粗泥层和细泥层样品取自壁塑切割揭取前现场掉落残块，分别选择了壁画与彩塑中具有代表性的粗泥层和细泥层样品各一个。通过肉眼和显微观察发现，粗泥层样品呈紫红色，主要为当地风化程度较低的紫色土，土中夹杂少量砾石和稻草秸秆，分散均匀性较差，砾石最大粒径可达1cm，稻草秸秆长约5~8cm。细泥层呈灰白色，明显可见细小砂粒，其中夹杂少量棉纤维，呈丝状分散均匀。

#### 3.1.2 分析方法

粗泥层和细泥层样品均由无机颗粒和植物纤维两部分组成。对于无机颗粒，采用XRD物相分析来了解主要矿物成分及含量，并通过颗粒分析试验了解土的颗粒组成分布。对于植物纤维，由于已知材料种类为稻草秸秆或棉纤维，为了简便、快速测定其相对含量，参考各类土壤有机质含量测定方法，根据样品材料特点采用550℃烧失量法进行测试<sup>[2, 3]</sup>。

#### 3.1.3 无机颗粒的XRD分析

取壁画粗泥层和细泥层样品各一小块，研磨和过筛后压片法制样，采用日本理学公司的D/max-2500型X射线衍射仪进行试验，结果利用K值法进行半定量分析。仪器测试条件完全在计算机控制下进行，一般工作条件DS/SS 1°，RS 0.15~0.3mm，扫描速度4°~8°/min $2\theta$ ，取样间隔（step）0.02°，管压35~40kv，管流100~150mA。扫描范围：一般黏土矿物为10°~70°，含结晶水盐类及黏土为5°~60° $2\theta$ 。

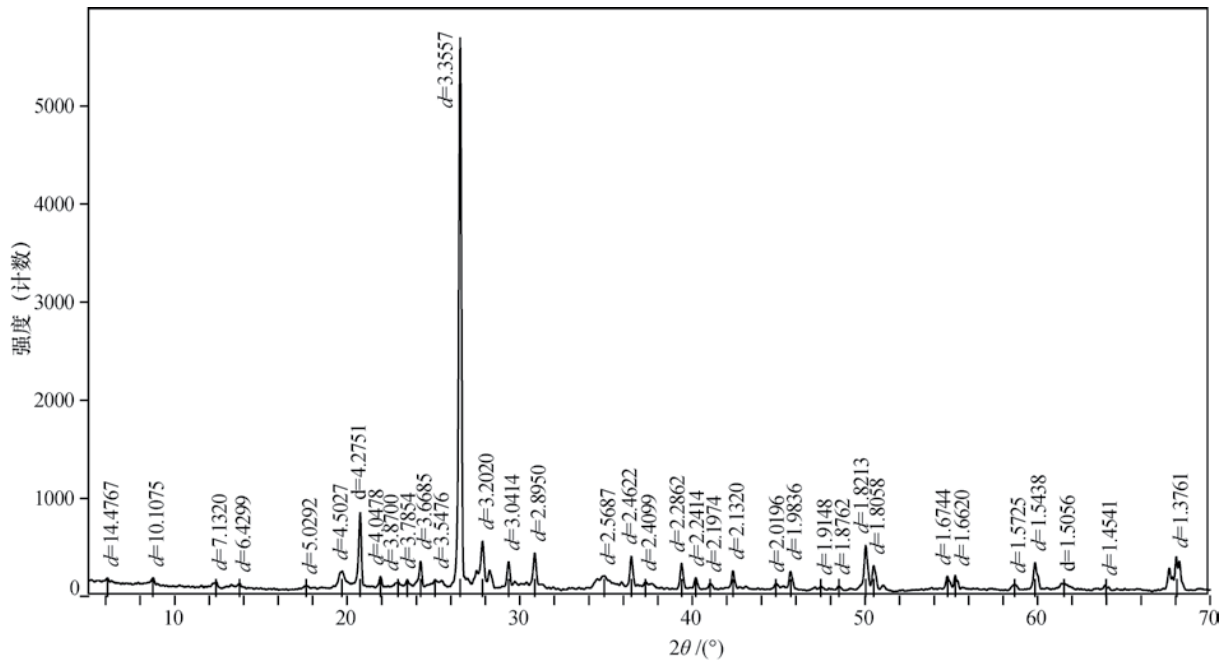


图11 粗泥层样品XRD谱图

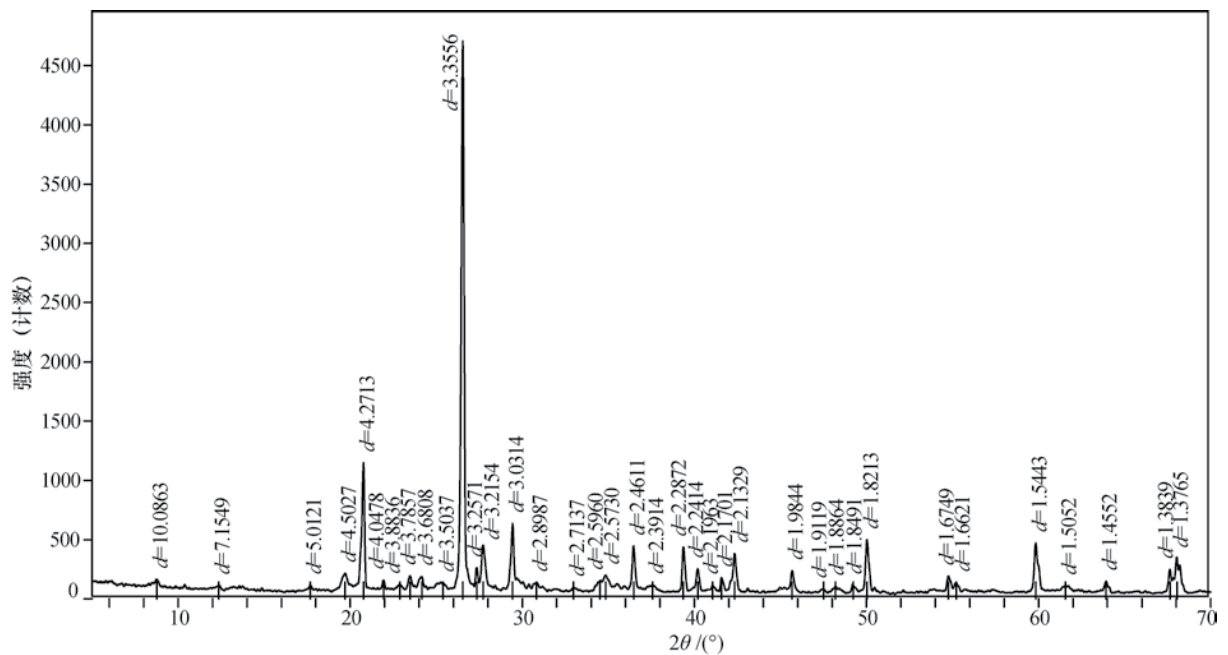


图12 细泥层样品XRD谱图

表1 粗泥层和细泥层样品XRD半定量分析结果

(单位: %)

主要矿物	绢云母	钠长石	方解石	石英	绿泥石	白云石	钾长石
粗泥层	2.1	12.4	4.9	64.6	3.2	7.4	5.4
细泥层	3.0	10.3	17.0	66.8	2.8		

分析结果（图11、图12和表1）表明，粗泥层的主要矿物成分为石英、钠长石，次要成分为白云石、钾长石和方解石，还有少量绿泥石、绢云母等黏土矿物。总体上主要矿物成分类型和比例与当地风化程度较低的紫色土基本一致。细泥层的主要矿物成分为石英、方解石、钠长石，还有少量绿泥石、绢云母等黏土矿物。其中，方解石含量17.0%，相对粗泥层明显偏高，同时颜色呈灰白色，由此判断细泥层中应添加有石灰。

### 3.1.4 无机颗粒的颗粒分析

参考《土工试验方法标准》（GB/T 50123-1999），根据无机颗粒粒径特点取壁画和彩塑的粗泥层、细泥层样品各500g。首先将样品置于盛水容器中充分搅拌使粗细颗粒完全分离，并浮选剔除其中稻草秸秆或棉花纤维。然后按照《土工试验方法标准》7.1.5节中试验步骤要求，依次对粗粒土采用筛析法、细粒土采用密度计法进行试验操作。最后整理试验结果（表2），绘制样品颗粒大小分布曲线图（图13）。

表2 粗泥层和细泥层样品颗粒分析结果

粒径范围/mm	细砾				砂粒			粉粒	黏粒
	20~10	10~5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005
壁画粗泥层	1.2	2.4	4.1	3.6	4.6	7.2	20.7	46.7	9.5
彩塑粗泥层	2.9	2.9	1.6	1.1	3.1	5.6	16.4	52.6	13.8
壁画细泥层	0	0	3.7	6.1	13.3	21.4	22.1	15.9	17.5
彩塑细泥层	0	0	2.2	3.5	10.2	22.2	31.1	17.4	13.4

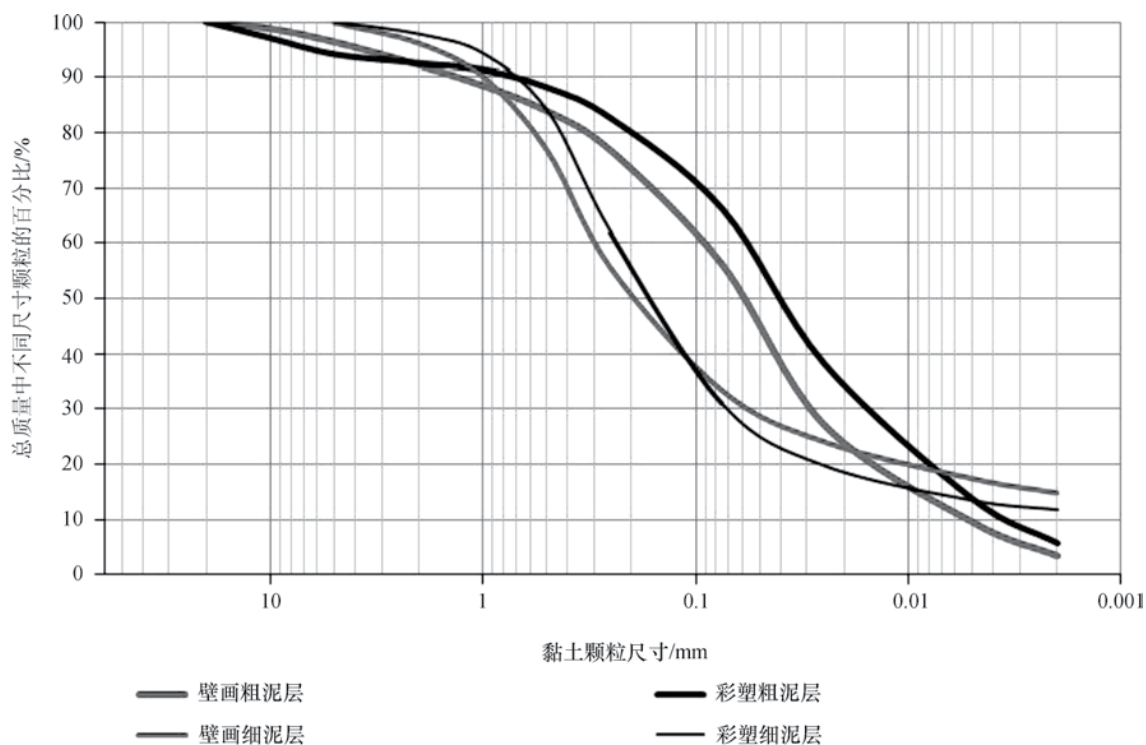


图13 粗泥层和细泥层样品颗粒大小分布曲线图

试验结果表明,壁画和彩塑的粗细泥层的无机颗粒粒径组成基本一致。粗泥层以粉粒和砂粒为主,黏粒和细砾次之,级配良好。粒径小于0.075mm的颗粒占总质量50%以上,为粉粒和黏性土<sup>[4]</sup>。细砾粒组颗粒约占总质量8%,最大粒径可达10mm以上,说明粗泥层中土未经严格筛选,土中夹杂少量细小砾石。细泥层以砂粒为主,粉粒和黏粒次之,细砾极少,级配不良。粒径大于0.075mm的颗粒占总质量70%以上,为粉砂<sup>[4]</sup>。砂粒粒组颗粒约占总质量60%,主要粒径范围为0.5~0.075mm,说明细泥层中含有大量砂粒,该结果与XRD分析中细泥层石英含量偏高相吻合。同时粉粒和黏粒粒组颗粒占总质量30%以上,说明细泥层中也含有部分细粒土,与XRD分析中细泥层中有一定黏土矿物相一致。据此可以推断,细泥层中无机颗粒主要为河沙、石灰、细粒土的三元组合。

### 3.1.5 植物纤维的含量分析

取壁画和彩塑的粗泥层、细泥层样品各三组,每组称重约20g。碾散后置于已知质量坩锅中,在105℃烘箱中烘干12h后取出,立即放入干燥器中冷却后称重。再将坩锅转移到马弗炉中,升温至550℃灼烧5h后取出,干燥器中冷却后称量。根据烧失量与烧失前质量的比值计算植物纤维的含量(表3)。

表3 粗泥层和细泥层样品植物纤维含量分析结果

		植物纤维含量/%			平均值	标准差
		1#	2#	3#		
粗泥层	壁画	0.63	1.85	0.72	1.07	0.56
	彩塑	1.72	0.62	0.71	1.02	0.50
细泥层	壁画	1.28	1.54	1.43	1.42	0.11
	彩塑	1.32	1.74	1.55	1.54	0.17

分析结果表明,粗泥层中主要植物纤维稻草秸秆的含量1%左右,分散均匀性较差。细泥层中主要植物纤维棉纤维的含量1.5%左右,分散较均匀。

### 3.1.6 小结

综上所述,粗泥层、细泥层中均含有无机颗粒和植物纤维。粗泥层中无机颗粒为当地风化程度较低的紫色土,土未经严格筛选夹杂少量细小砾石,植物纤维为稻草秸秆,含量在1%左右,分散均匀性较差。细泥层中无机颗粒主要为河沙、石灰、细粒土的三元组合,植物纤维为棉纤维,含量在1.5%左右,分散较均匀。

## 3.2 颜料层分析

### 3.2.1 样品介绍

颜料层样品取自壁塑切割揭取前现场掉落残块表层,根据色彩保存现状,分别选择白、绿、红、蓝、黑等几种代表性颜色的颜料层(含白粉层)为分析样品,共8组(表4)。分析测试前颜料层样品需要清除表面附着的灰尘,白粉层样品需要完全揭除表层颜料使底层白粉层出露。同时通过肉眼和显微观察,对样品表面形貌特征进行了描述。



表4 颜料层和白粉层样品清单

编号	种类	颜色	形貌特征描述
PWBY-1	颜料层	白色	表面粗糙, 呈鳞片状, 局部有凹坑和微孔隙, 结构松散
PWBY-2	颜料层	绿色	表面较平整, 颗粒较粗
PWBY-3	颜料层	深红色	表面较平整, 颗粒较细
PWBY-4	颜料层	橘红色	表面较平整, 颗粒较细, 夹杂细小白色颗粒
PWBY-5	颜料层	深蓝色	表面平整, 颗粒细小、均匀
PWBY-6	颜料层	浅蓝色	表面平整, 颗粒细小、均匀, 夹杂细小白色颗粒
PWBY-7	颜料层	黑色	表面较平整, 颗粒细小、均匀, 结构致密
PWBB-1	白粉层	灰白色	表面粗糙, 呈絮状, 颗粒均匀性差, 结构松散

### 3.2.2 分析方法

为了查明颜料层中各色颜料和白粉层成分, 参考我国古代壁画彩塑颜料分析研究方法<sup>[5]</sup>, 先利用XRF元素分析法对样品的主要颜料种类进行初步推断, 然后采用XRD物相分析法进一步对样品的主要显色成分进行分析判定, 最后综合确定了样品颜料种类。

### 3.2.3 颜料层的XRF分析

将颜料层和白粉层样品正面朝上放置平整, 采用美国NITON公司的NITON XL3t型便携式X荧光光谱分析仪对样品进行原位无损测试, 将测试样品谱图与下部白粉层谱图叠加减去底色干扰后分析得出主要元素种类, 据此初步推断主要颜料种类。测试条件: 矿物模式, 电压40KV, 电流自动调节(一般为5mA)(表5)。

表5 颜料层和白粉层样品XRF分析结果

编号	颜色	主要元素种类	颜料种类初步推断
PWBY-1	白色	Ca、Pb	方解石、石膏类矿物、含铅白色颜料
PWBY-2	绿色	Cu、Pb	石绿、氯铜矿
PWBY-3	深红色	Hg、Fe、Ca	朱砂、铁红
PWBY-4	橘红色	Hg、Pb	朱砂、铅丹
PWBY-5	深蓝色	Pb、Fe	未知
PWBY-6	浅蓝色	Pb、Cu、Ag、Ca	石青、青金石
PWBY-7	黑色	Fe、Ag、Ca	铁黑
PWBB-1	灰白色	Ca	方解石、石膏类矿物

### 3.2.4 颜料层的XRD分析

刮取颜料层和白粉层样品表面粉末, 研磨和过筛后压片法制样, 采用日本理学公司的D/max-2500型X射线衍射仪进行试验, 分析测试样品衍射谱图得出主要物相(图14~图21和表6), 根据颜料呈色特点判定样品的显色成分。测试条件与粗泥层和细泥层的XRD分析一致。

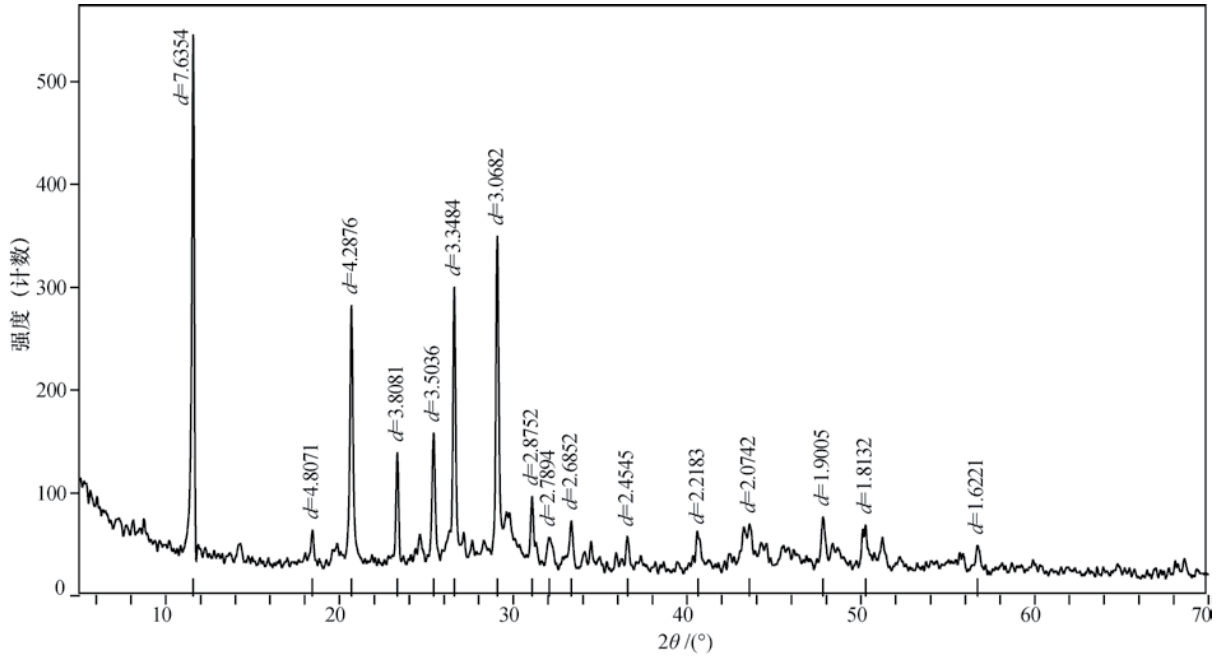


图14 样品PWBY-1 XRD谱图

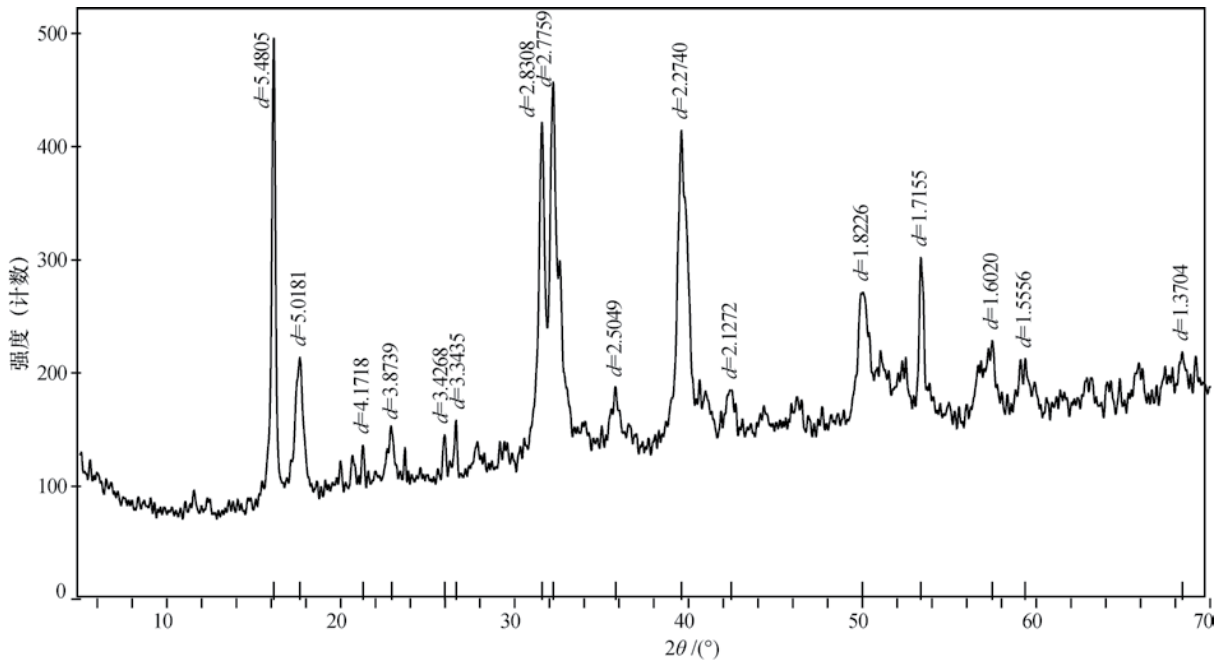


图15 样品PWBY-2 XRD谱图

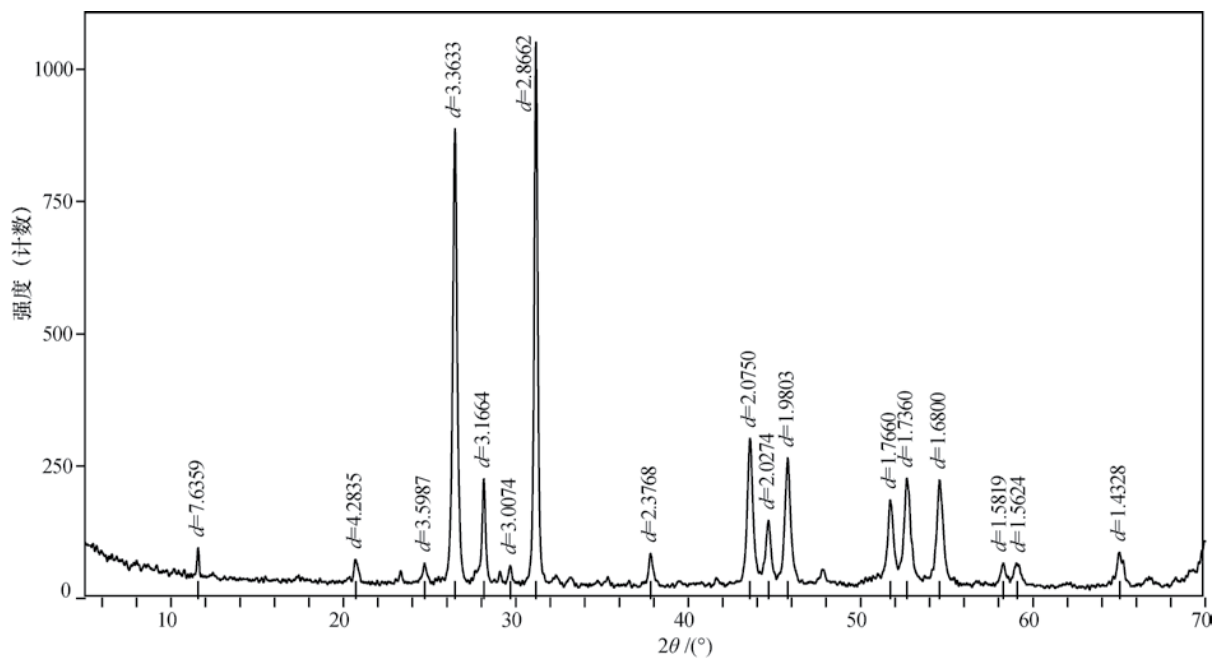


图16 样品PWBY-3 XRD谱图

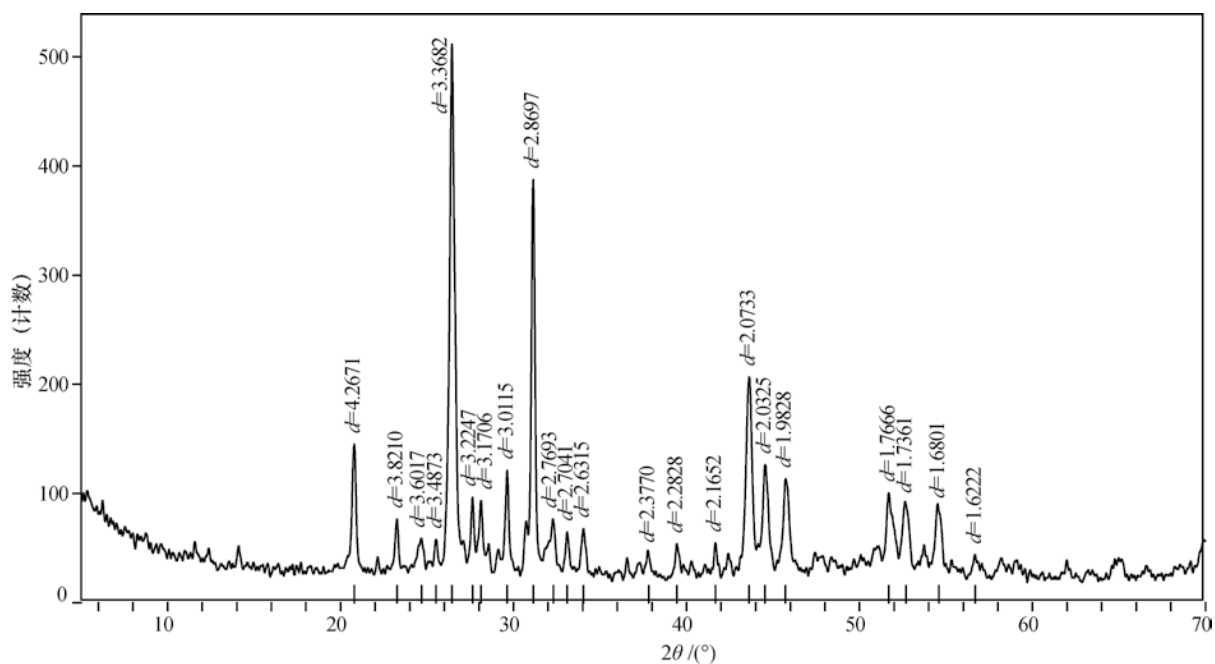


图17 样品PWBY-4 XRD谱图

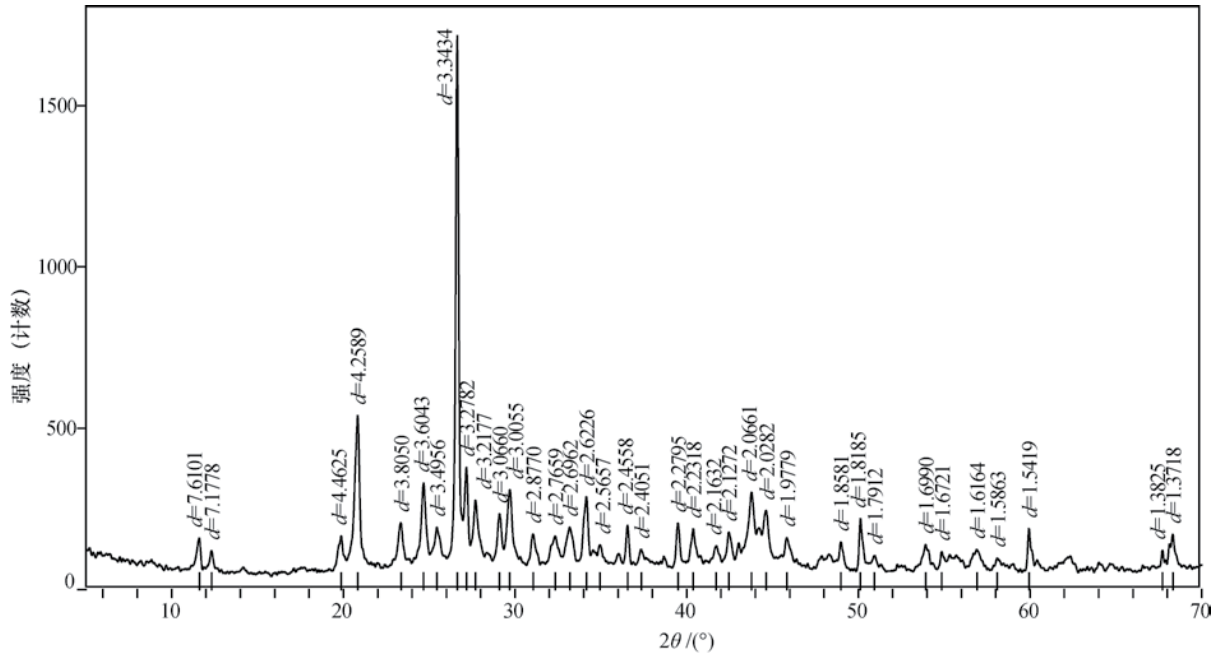


图18 样品PWBY-5 XRD谱图

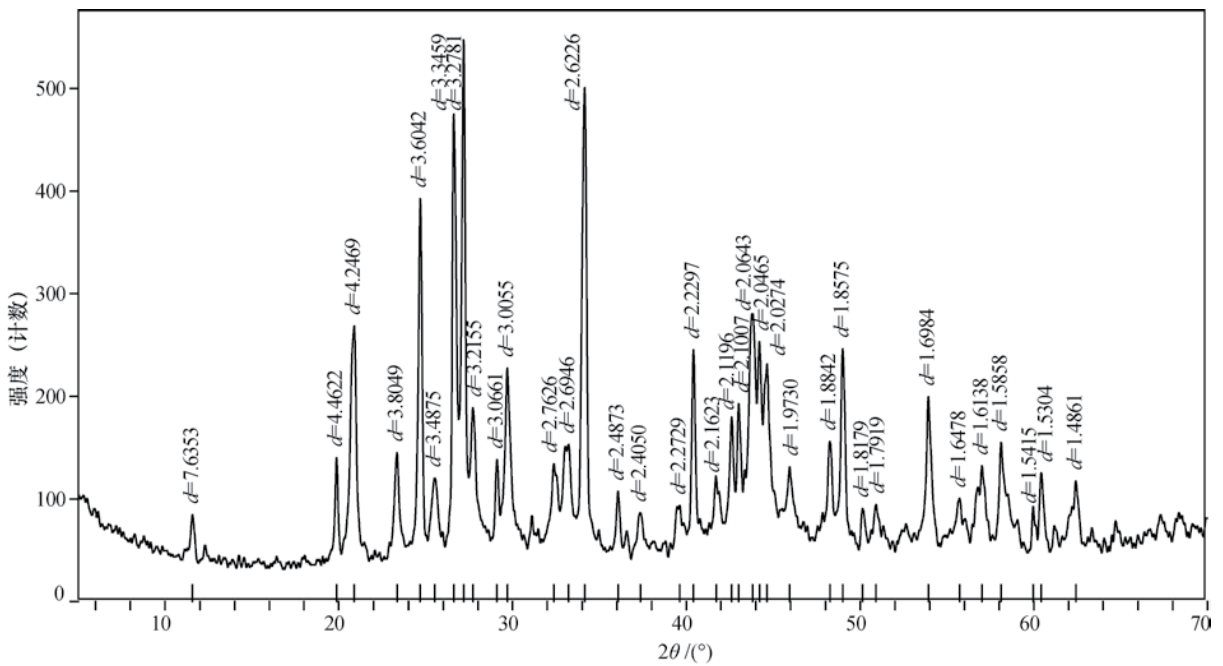


图19 样品PWBY-6 XRD谱图



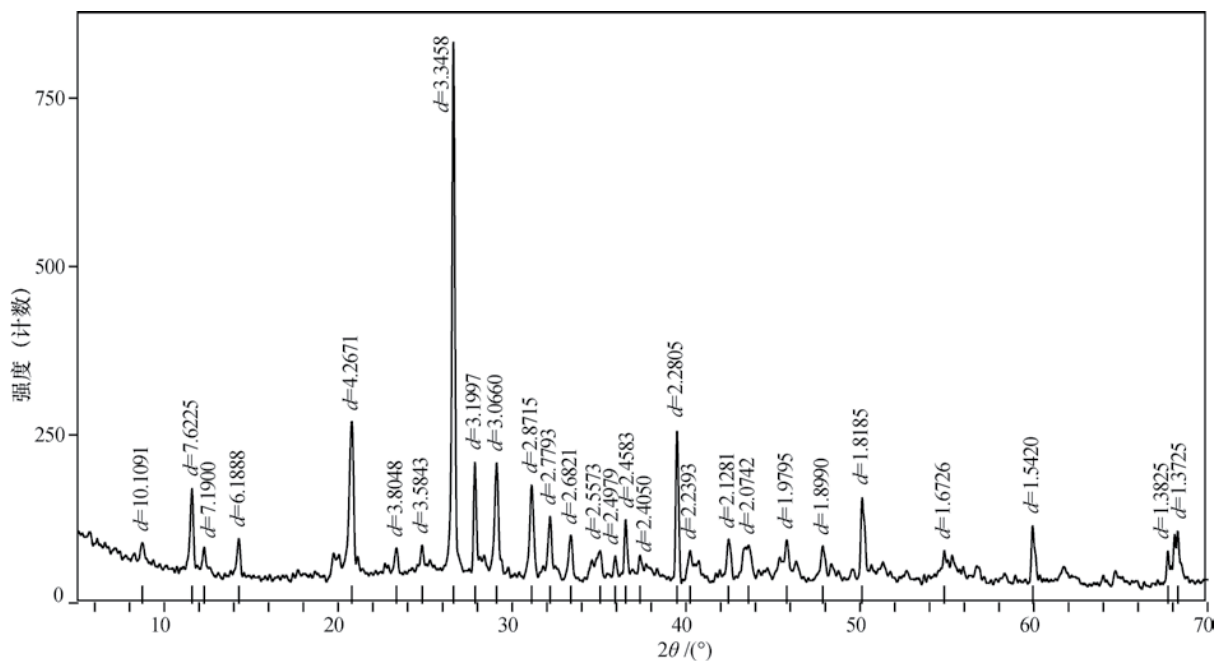


图20 样品PWBY-7 XRD谱图

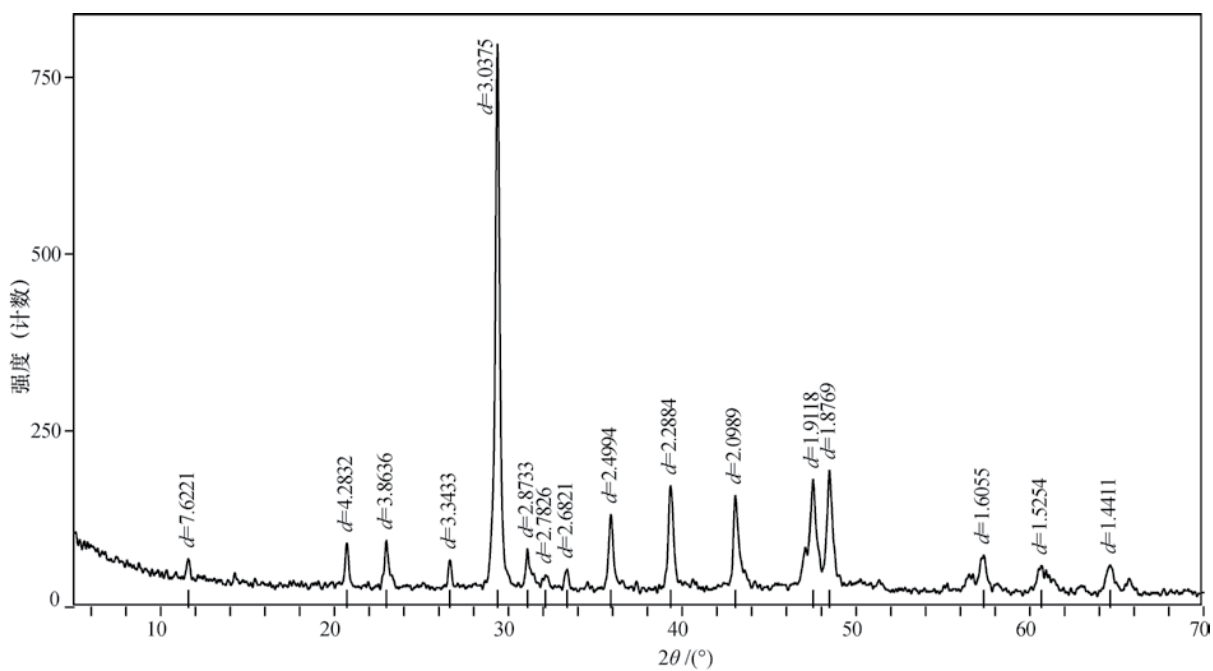


图21 样品PWBB-1 XRD谱图

表6 颜料层和白粉层样品XRD分析结果

编号	颜色	主要物相	显色成分
PWBY-1	白色	生石膏、硬石膏、石英	石膏类矿物
PWBY-2	绿色	氯铜矿、石英	氯铜矿
PWBY-3	深红色	朱砂、生石膏	朱砂
PWBY-4	橘红色	朱砂、硫酸铅矿	朱砂
PWBY-5	深蓝色	石英、硫酸铅矿、生石膏	未知
PWBY-6	浅蓝色	水白铅矿、硫酸铅矿、石英、生石膏	未知
PWBY-7	黑色	石英、钠长石、生石膏	未知
PWBB-1	灰白色	生石膏、石英、方解石	生石膏、方解石

### 3.2.5 小结

颜料层样品的XRF和XRD分析结果基本吻合，两者相互佐证大致确定了几种代表性颜色颜料层和白粉层的种类。白色颜料为石膏类矿物。绿色颜料为氯铜矿，其中检出少量石英应为细泥层干扰所致。红色颜料主要为朱砂，其中深红色检出少量生石膏应为白粉层干扰所致，橘红色检出少量硫酸铅矿推测可能为调色而有意添加。蓝色颜料未能检出无机显色成分，根据壁塑时代特征推测有可能为有机颜料，具体种类待进一步分析。黑色颜料未检出无机显色成分，根据微观形貌特征结合经验判断为墨。白粉层主要为生石膏，而方解石含量很少，可能为细泥层干扰所致。

## 3.3 贴金层分析

### 3.3.1 样品介绍

贴金层样品取自壁塑中彩塑表层贴金脱落处，选择结构特征具有代表性的金箔层与金胶层作为分析样品。分析测试前清洗样品表层的金箔层表面灰尘、油污等覆盖物，刮除底层金胶层后背残留的细泥层和白粉层。通过肉眼观察发现，样品表层的金箔层表面大部分贴覆金箔呈金黄色片层状，局部有金胶层溢出呈黑褐色膜状。样品底层的金胶层呈红褐色膜状。

### 3.3.2 分析方法

根据贴金层结构和形貌特征，结合古代贴金工艺相关研究成果，初步推测金箔层主要成分为金，金胶层主要成分为大漆。为了验证推测结果，金箔层采用XRF元素分析对主要元素进行测试，金胶层在借鉴古代漆膜分析鉴定研究的基础上选用傅里叶变换红外光谱分析对是否含有大漆的主要成分（漆酚）进行了测试<sup>[6]</sup>，并利用XRD分析了贴金层样品中的主要矿物成分。

### 3.3.3 金箔层的XRF分析

将贴金层样品表层的金箔层朝上放置平整，选择金箔层分布集中的两处为待测区域，采用美国NITON公司的NITON XL3t型便携式X荧光光谱分析仪对样品进行原位无损测试，分析谱图得出主要元素种类。测试条件：金属模式，电压40kV，电流自动调节（一般为5mA）。

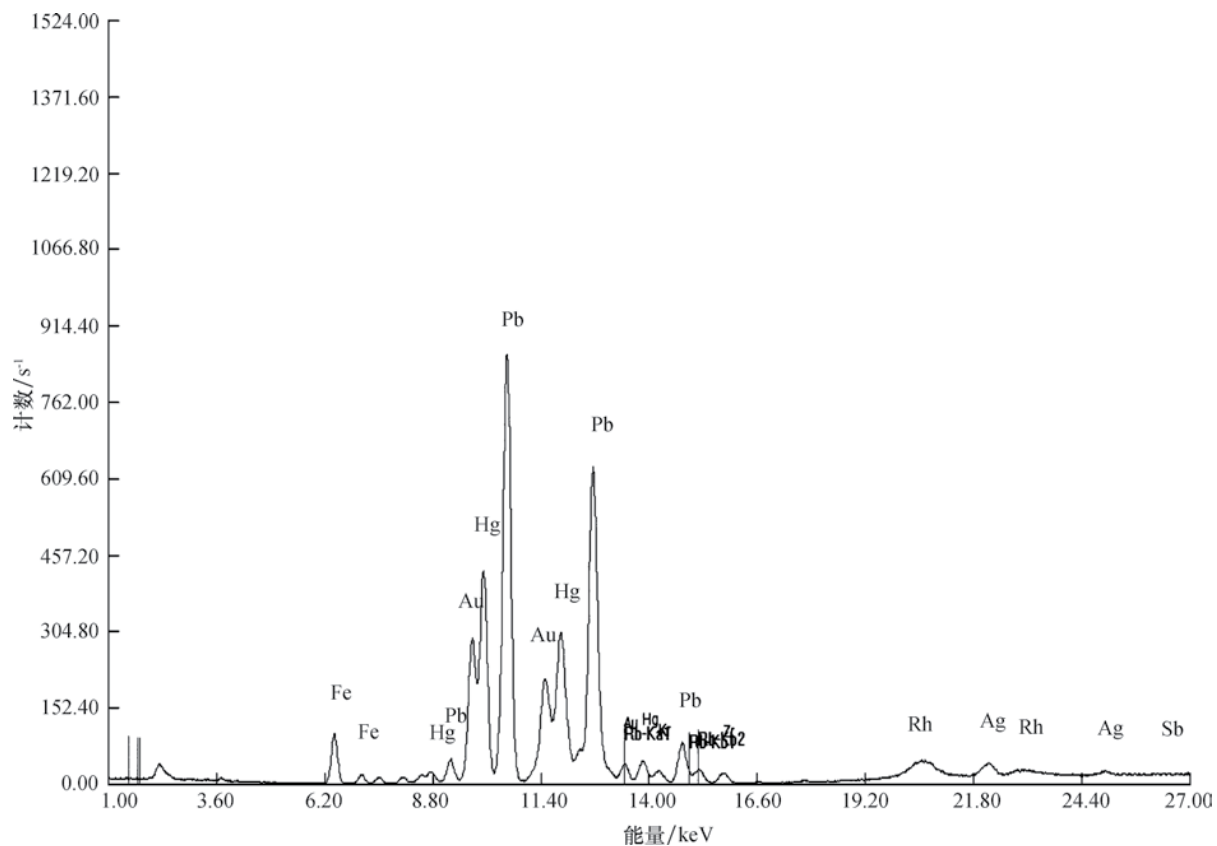


图22 金箔层XRF谱图-1

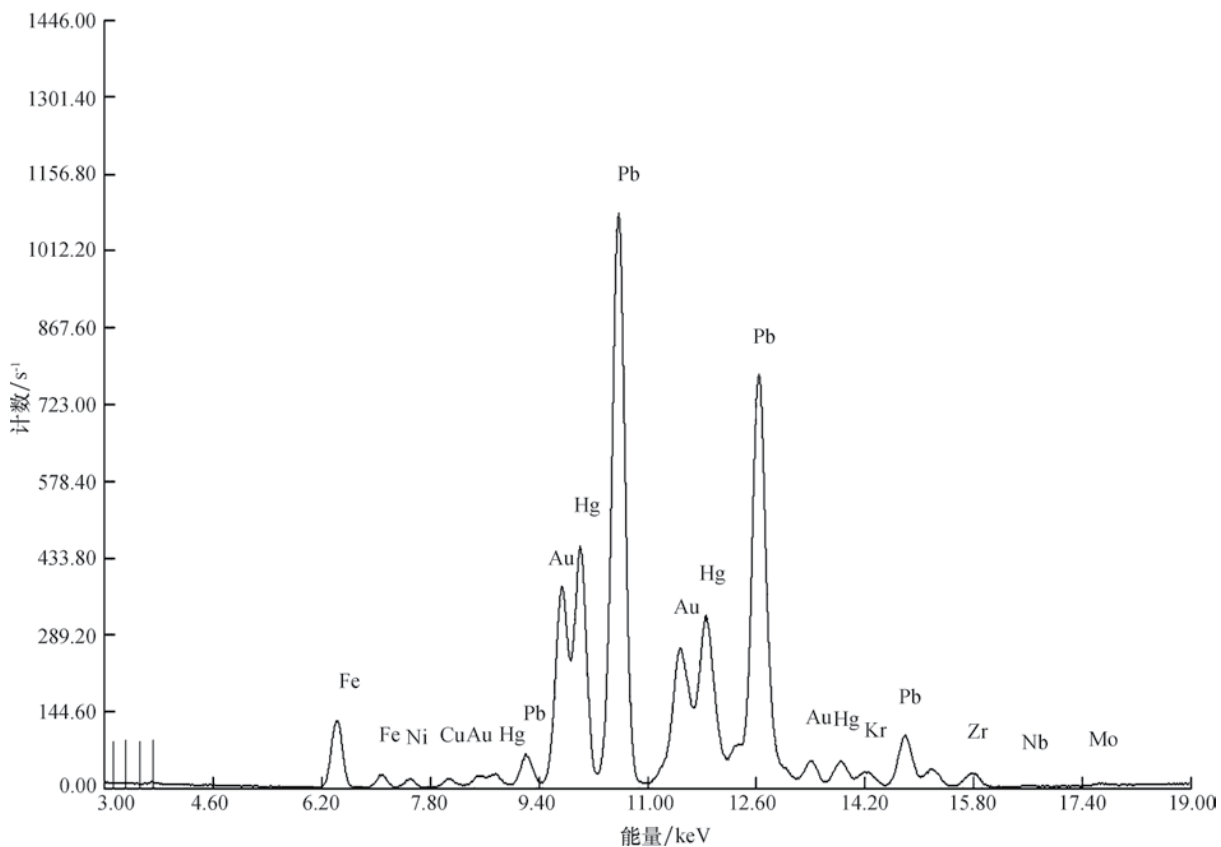


图23 金箔层XRF谱图-2

由金箔层XRF谱图(图22、图23)分析可知:金箔层中主要元素为Pb、Au、Hg,其中Au元素的大量出现验证了金箔层主要成分为金的推测。同时由于测试样品局部有金胶层溢出,Hg和Pb元素应为金胶层中成分干扰所致。传统贴金工艺中的金胶漆常加入HgS以养溢金色和方便施工<sup>[7、8]</sup>,据此推测Hg元素应为金胶层中有意添加的HgS,Pb元素的作用有待进一步分析研究。

### 3.3.4 金胶层的FTIR分析

选择贴金层样品的表面金胶层和背面金胶层为待测区域,采用美国Thermo Fisher公司的NICOLET 6700型傅里叶变换红外光谱仪进行测试。由于样品特殊,利用衰减全反射光谱进行样品的反射率测试。仪器检测范围:4000~670 $\text{cm}^{-1}$ 。分辨率:4 $\text{cm}^{-1}$ 。

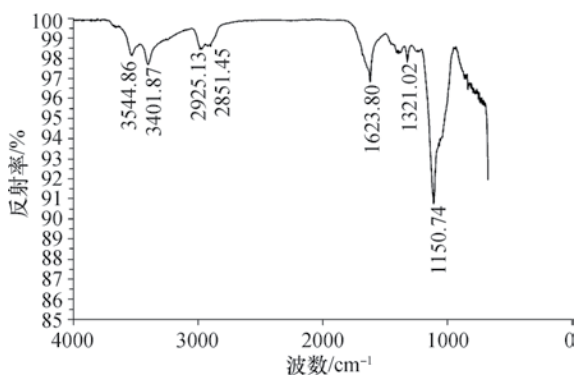


图24 表面金胶层红外光谱图

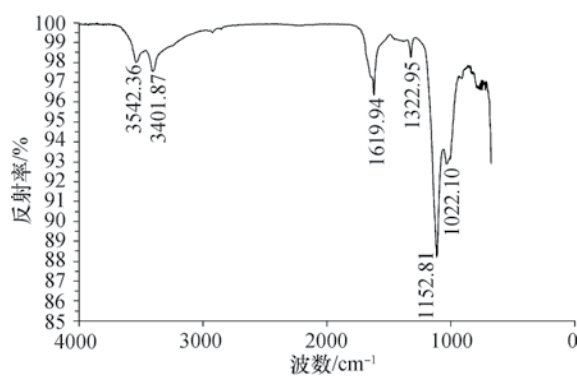


图25 背面金胶层红外光谱图

由金胶层红外光谱图(图24、图25)分析可知:谱图中明显出现3400 $\text{cm}^{-1}$ 左右的-OH吸收峰,2925 $\text{cm}^{-1}$ 和2850 $\text{cm}^{-1}$ 附近的亚甲基(CH<sub>2</sub>-)不对称伸缩振动峰和对称伸缩振动峰,1622 $\text{cm}^{-1}$ 附近的CH=CH吸收峰,这些特征峰与漆酚的主要吸收峰基本一致<sup>[9]</sup>,由此可以验证金胶层主要成分为大漆的推测。同时谱图中3541 $\text{cm}^{-1}$ 、1152 $\text{cm}^{-1}$ 附近石膏特征峰明显<sup>[10]</sup>,且样品背面金胶层比正面金胶层更为显著,推测石膏的检出应为样品后背白粉层干扰所致。此外谱图中未检出桐油在1745 $\text{cm}^{-1}$ 附近的C=O显著特征吸收峰<sup>[11]</sup>,初步推断金胶层中未加入桐油。

### 3.3.5 贴金层的XRD分析

将贴金层样品碾磨成粉末,过筛后压片法制样,采用日本理学公司的D/max-2500型X射线衍射仪进行试验,分析测试样品衍射谱图得出主要物相。测试条件与粗泥层和细泥层的XRD分析一致。

由贴金层的XRD谱图(图26)分析可知,样品中主要物相为石英、金、朱砂、生石膏,与XRF和FTIR分析结果吻合,进一步佐证了前两者分析的正确性。其中金为金箔层中主要成分,朱砂为金胶层中有意添加,生石膏为样品后背白粉层干扰所致。石英在样品中大量出现,据相关分析研究,可能是金胶层中添加朱砂时混入的杂质或添加灰骨作打底漆用<sup>[12、13]</sup>,其具体作用还待进一步研究。

### 3.3.6 小结

通过XRF、FTIR和XRD综合分析验证了金箔层主要成分为金、金胶层主要成为大漆的推测,此外分析得出金胶层中朱砂为有意添加,初步推断金胶层中未加入桐油。



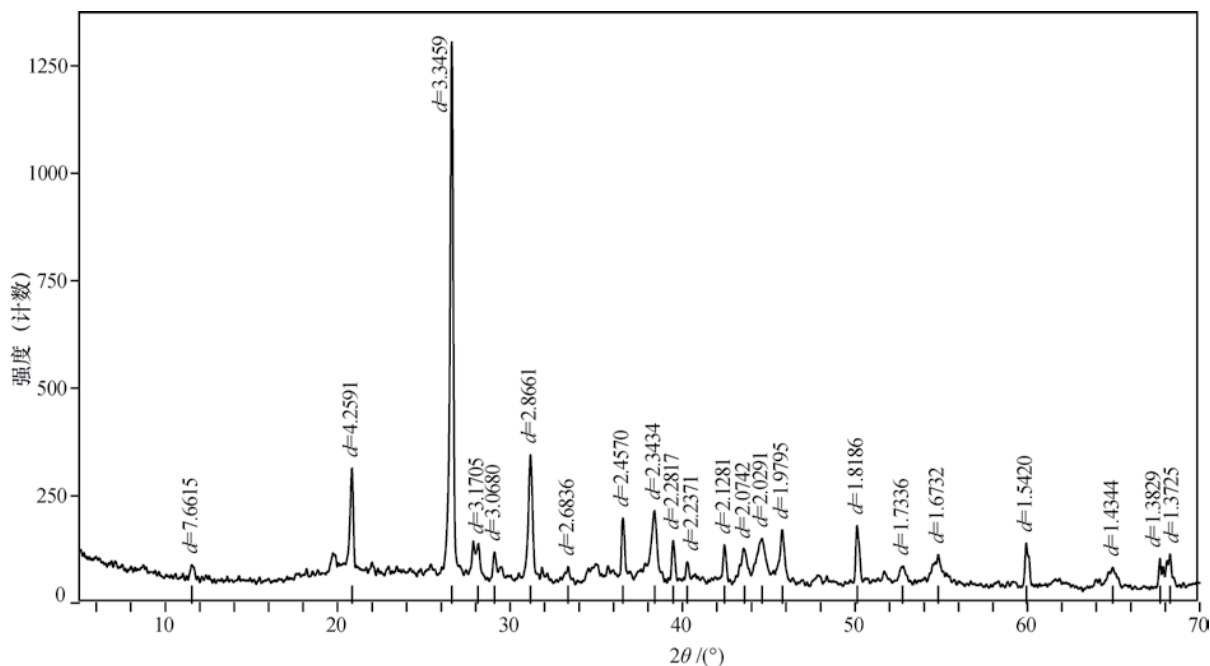


图26 贴金层的XRD谱图

## 4 结 论

(1) 屏山县万寿寺壁塑由壁画与彩塑两部分组成, 两者基本结构一致, 细部结构有差异。壁画部分由里向外依次为支撑体(木墙板+划痕)、地仗层(粗泥层、细泥层)、颜料层(含白粉层), 彩塑部分由内向外依次为支撑体(木墙板+锚钉、骨架)、泥胎层(粗泥层、细泥层)、颜料层或贴金层(含白粉层)。整体上壁塑的结构特征和制作工艺具有自身特殊性。

(2) 粗泥层、细泥层均含有无机颗粒和植物纤维。粗泥层中无机颗粒为当地风化程度较低的紫色土, 土未经严格筛选夹杂少量细小砾石, 稻草秸秆含量在1%左右。细泥层中无机颗粒主要为河沙、石灰、细粒土的三元组合, 棉纤维含量1.5%左右。粗泥层选材较为随意, 细泥层工艺考究。

(3) 颜料层中白色颜料为石膏类矿物, 绿色颜料为氯铜矿, 红色颜料主要为朱砂, 蓝色颜料可能为有机颜料, 黑色颜料为墨, 白粉层主要为生石膏。贴金层局部有重层现象, 每层均由金箔层和金胶层组成。通过分析验证了金箔层主要成分为金、金胶层主要成分为大漆的推测, 同时分析得出金胶层中朱砂为有意添加, 初步推断金胶层中未加入桐油。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 丁天锡. 屏山县万寿寺与万寿观. 四川文物, 1986, (3): 24-25.
- [ 2 ] 李静. 土壤有机质测定方法对比分析. 绿色科技, 2012, (5): 203-204.
- [ 3 ] 钱宝, 刘凌, 肖潇. 土壤有机质测定方法对比分析. 河海大学学报(自然科学版), 2011, 39(1): 34-38.
- [ 4 ] 《工程地质手册》编委会. 工程地质手册(第四版). 北京: 中国建筑工业出版社, 2007: 24.
- [ 5 ] 李最雄. 丝绸之路石窟壁画彩塑保护. 北京: 科学出版社, 2005: 27-49.

- 
- [ 6 ] 吴双成.浅谈中国古代漆膜研究现状及相关问题.中国文物科学研究, 2010, ( 3 ): 55-59.
- [ 7 ] 王世襄.髹饰录解说.北京: 文物出版社, 1983: 77.
- [ 8 ] 何豪亮, 陶世智.漆艺髹饰学.福州: 福建美术出版社, 1990: 78.
- [ 9 ] 余仲元, 李勇富, 郭明高.中国生漆的红外光谱研究.中国生漆, 1989, ( 3 ): 1-8.
- [ 10 ] 胡东波, 薛铁宁, 王金华, 等.重庆大足宝顶山千手观音的贴金材料分析研究.文物保护与考古科学, 2008, 20 ( 3 ): 44-50.
- [ 11 ] 郑佳宝, 单伟芳, 张炜, 等.古代漆器的红外光谱.复旦学报(自然科学版), 1992, 31 ( 3 ): 345-349.
- [ 12 ] 孙机.关于汉代漆器的几个问题.文物, 2004, ( 12 ): 48-56.
- [ 13 ] 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.文物保护与考古科学, 2007, 19 ( 3 ): 44-46.