

郑州小双桥遗址石质礼器装饰技法初探*

——涂朱与俏色

林娜¹ 李素婷² 魏书亚¹★

(1. 北京科技大学科技史与文化遗产研究院, 北京市 100083; 2. 河南省文物考古研究院, 河南 郑州市 450099)

关键词: 小双桥遗址; 石质礼器; 装饰技法; 科技分析

摘要: 本文对郑州小双桥遗址出土的三件表面有红色装饰的石质礼器进行了拉曼光谱、热裂解、超景深、偏光显微镜及扫描电镜能谱仪等多种科技分析。结果显示, 两件长方形穿孔石器表面的暗红色系由绿泥石填隙物富集形成, 属商代先民有意利用石料上朱红色斑块或条带进行加工, 是考古发现较早的“俏色”工艺实例, 具有祭祀土地或其他神灵礼器的特殊功能, 并可能存在一器多用的现象。另一件细砂岩磨制的残石器表面有以朱砂描绘的图案, 线条流畅, 或使用类似毛笔的专业工具绘制。这三件石器出土于废弃的祭祀单位, 多呈残断状态, 或与特定祭祀仪式有关。

Keywords: the Xiaoshuangqiao Site; stone ritual artifacts; decorative technique; technological analysis

Abstract: In this article, Raman spectroscopy, pyrolysis, ultrasound depth imaging, polarized light microscopy, and scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS) are used in the multi-technological analysis of three stone ritual artifacts with red surface decorations, which were unearthed from the Xiaoshuangqiao Site in Zhengzhou. The results indicate that the dark red colouration on the surfaces of two perforated rectangular stone artifacts is the result of accumulated chlorite inclusions. The Shang people intentionally worked stones with natural, cinnabar speckles or bands, and thereby produced earlier examples of “qiaose (apt use of natural colouration)” workmanship. The artifacts were used in sacrificial rituals for the earth, or other deities, and a single artifact might function for multiple purposes. The surface of another incomplete fine-grained sandstone grinding tool features patterns drawn with cinnabar. The smooth lines were probably drawn with specialized brush-like tools. The three stone artifacts were unearthed from abandoned ritual sites, and are mostly fragmented. They might be associated with specific sacrificial rituals.

石器是“以石头为原料制作的工具。它是人类最初的主要生产工具。”^[1]因此, 石器可为研究当时社会的经济生活、社会组织以及意识形态等问题提供依据。目前国内已开展了较多的石器研究, 研究的目标和重点各有侧重^[2]。但总体来看, 夏商周时期的石器研究相对薄弱, 尤其是针对夏商周时期石质礼器表面装饰技法的科技复原研究更属空白。

郑州小双桥遗址是我国商代中期的典型都邑性质遗址, 遗址核心区出土的祭祀坑与

礼器遗存揭示出该遗址具有成熟的祭祀体系与礼仪用器制度。本研究拟利用拉曼光谱仪 (Raman Spectrometer)、热裂解气相色谱质谱 (Py-GC-MS)、超景深三维视频显微镜、偏光显微镜 (POM)、扫描电子显微镜及能谱分析仪 (SEM-EDS) 对郑州小双桥遗址出土的三件带有红色装饰的石质礼器进行成分和残留物分析, 判断其红色装饰的成分和呈色机理, 复原商代先民对石质礼器的装饰理念和工艺流程, 进而结合其出土背景, 探讨

* 本文为科技部国家重点研发计划项目“公元前1500年至公元前1000年中华文明早期发展关键阶段核心聚落综合研究”课题“黄河流域商早期都邑综合研究”(编号: 2022YFF0903601)的阶段性成果。

★ 通讯作者。

这类礼器在当时祭祀活动中的特殊功能与象征意义。

1 考古学背景

郑州小双桥遗址位于河南省郑州市西北20千米左右的石佛镇，位于小双桥、岳岗和于庄三村之间。（图1）该遗址自20世纪80年代被发现以来，考古工作者对其开展过多次调查、勘探和大规模发掘，发现了大量的遗迹、遗物，为研究商代中期礼制体系与手工业提供了关键实物资料^[3]。考古资料表明，小双桥遗址的主要文化堆积属于二里岗上层二期，结合碳十四测年数据可知，该遗址的绝对年代为距今3400年前后^[4]。

在遗址中心区的宫殿（宗庙）建筑南侧，发现一个“祭祀场”，其内分布有数十个祭祀坑，发掘者认为这些祭祀坑均形成于祭祀活动结束后^[5]。祭祀坑内出土有祖形器、石磬、彩绘石器和长方形穿孔石器等多种石质礼器。其中，长方形穿孔石器数量最多，也是该遗址石质礼器的主要类型。这类长方形穿孔石器形制统一，多近长方形，器身中部偏上位置有一长方形穿孔，原料多为青灰色沉积砂岩，经琢磨制成，整体制作工

艺精致。从目前已有的考古资料来看，此类长方形穿孔石器在郑州商城及周边地区的商文化遗址中均未发现^[6]。结合其别致的造型、精细的磨制工艺及特殊的出土地点，推测其并非普通农业生产工具，而是作为仲丁伐夷取胜的战利品^[7]。

石质礼器中有三件带有器表装饰，较为特殊。从出土位置、造型和装饰手法分析，它们应为礼仪类用器，在祭祀活动中当具有特殊功能。鉴于此，本文利用多种科技手段对岩石成分和颜料进行分析，此举对理解器物表面图案的呈色机理，探讨石质礼器表面的装饰技法有重要学术意义。

2 样品介绍与分析方法

2.1 样品介绍

样品一（Y1），器物编号95ZXIVH16:2，出土于祭祀坑填土中。青灰色细砂岩，琢磨而成。器物下半部约二分之一处残断，器身通体磨制，正面微鼓，背部相对平直，两侧刃部明显。其中，左刃经二次打磨形成一个小平面，顶端经简单加工处理，但刃部粗钝。中部长方形穿孔系采用单面琢制工艺制作而成。两侧刃部的正、背面均饰宽约2.2厘米的暗红色带状装饰，局部有平行细线状的打磨痕迹。该器物残长14.6、宽11.6、厚1.2厘米，穿孔残长5.2、宽2.6厘米^[8]。（图2，a、b）

样品二（Y2），器物编号95ZXIVT174③:1，出土于IV区探方T174的③层堆积中，该层的年代属于战国时期，为商代遗存被扰动后形成的文化层。青灰色细砂岩。形状不规则，正面微微鼓起，背部近平。大部分残失，穿孔附近有大片剥脱。通体磨制比较精细，两面有比较清晰的竖向平行细线状打磨痕迹。中部穿孔不规则，系双面琢制而成，琢痕明显。右下刃部发现有宽1.1、长3.6厘米的近三角形暗红色装饰。此外，在穿孔周围也发现有

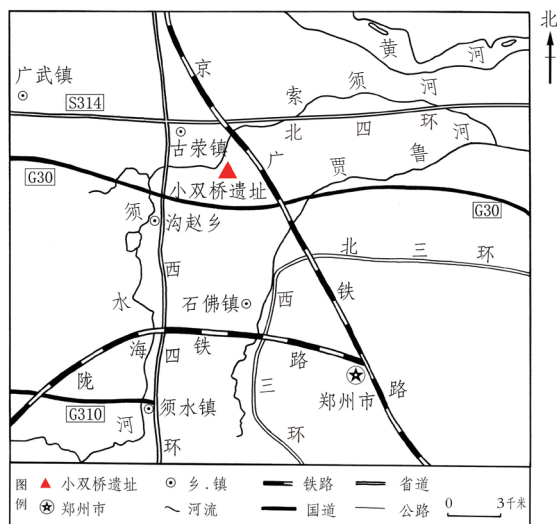


图1 郑州小双桥遗址位置示意图

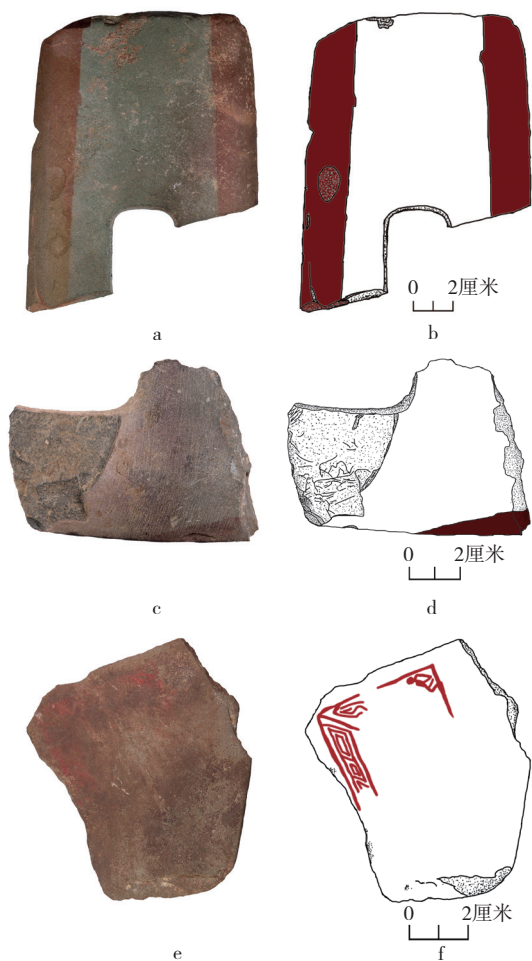


图2 郑州小双桥遗址出土的带装饰石质礼器
a、b. Y1 c、d. Y2 e、f. Y3

不规则的暗红色点状区域，但颜色较浅。该器物残长8.8、宽7.5、厚2.2厘米，孔残长1.5、宽4.9厘米^[9]。（图2，c、d）

样品三（Y3），器物编号96ZXIVH150：1，出土于灰坑中。灰褐色细砂岩。整体形状不规则。通体磨制，局部可见磨制形成的边缘痕迹，器物正面磨制精细光滑，背面由于石质崩裂而凹凸不平。器物在正面左上部有朱红色线条绘制的几何图案，但因颜料脱落，导致图案线条漫漶不清。该器物残长8.6、残宽7.4、厚0.6厘米^[10]。（图2，e、f）

2.2 分析方法

结合样品特点，三件样品均采用了拉曼光谱仪、热裂解气相色谱质谱、超景深三维

视频显微镜进行分析。此外，样品Y1和Y2还采用了扫描电子显微镜能谱分析仪及偏光显微镜观察进行分析。

使用LABRAM-HR高分辨拉曼光谱仪对三个样品红色装饰部位进行无损分析，设备搭配Olympus BX-41显微镜，采用物镜50x的放大倍数。波谱的检测范围为 $100 \sim 3500 \text{ cm}^{-10}$ ，保留至 2500 cm^{-10} ，采集时间30 s，累计3次，以减少误差。

推测三个样品的红色装饰可能是牛血之类的有机颜料，同时为了解其上色工艺中是否使用胶结物，因此在三个样品红色装饰部位均用手术刀刮取少量粉末加入 $3 \mu\text{l}$ 甲基化试剂——四甲基氢氧化铵25%甲醇溶液（TMAH，分析纯，购于阿拉丁）进行热裂解气相色谱质谱实验。实验所用仪器的型号为日本前线实验室（Frontier Lab）的热裂解仪PY-3030D和岛津（Shimadzu）气相色谱质谱仪GC-MS-QP2010Ultra，色谱柱型号为 $\text{UA} \pm 5$ （Frontier Lab，固定相为5%二甲基二苯基聚硅氧烷），长30 cm，内径0.25 mm，膜厚 $0.25 \mu\text{m}$ 。鉴定化合物的质谱库为NIST14和NIST14s。

为了进一步确定红色区域是否为岩石自身矿物成分的差异而导致颜色不同，分别在样品Y1和Y2上含有红色和石器主体色——青灰色的区域取样，即在Y1的边角和Y2的刃部边角各切割下一小块，分别编号为Y1-1和Y2-1。沿剖面方向用环氧树脂包埋镶嵌，干燥后打磨、抛光，使用基恩士HX-900型超景深三维视频显微镜，镜头为VH-Z20R、照明方式为内置光源垂直照明，放大倍数 $20\text{x} \sim 200\text{x}$ 进行观察。Y3样品较薄，将其直接放置于样品台上用超景深三维视频显微镜放大观察其表面纹饰情况。

此外，由于Y1和Y2的红色装饰较为复杂，因此将二者的包埋样品抛光并在表面喷碳

后使用捷克TESCAN公司生产的VEGA 3 XMU扫描电镜和德国BrukerNano公司生产的Gmbh XFlash Detector 610M型能谱仪对其成分进行检测。同时将样品红色和青灰色相交的横截面作为分析面,按照标准矿物薄片制作方法将Y1-1和Y2-1进一步制样,制成样品厚度为30 μm 的矿物薄片,使用德国ZEISS的AXIO IMAGER AI多功能材料偏光显微镜,对二者的矿物成分进行鉴定,确定其颜色成因。

3 结果

3.1 拉曼光谱仪分析

拉曼光谱分析显示, Y1和Y2刃部红色装饰区域的主要拉曼峰与二氧化硅的拉曼特征峰值(130 cm^{-1} 、208 cm^{-1} 、262 cm^{-1} 、354 cm^{-1} 、398 cm^{-1} 、466 cm^{-1})吻合,未检测到与红色装饰相关的特征物质。(图3, a、b)

Y3红色区域的拉曼光谱图显示,其主要拉曼峰为253.3 cm^{-1} 、284.3 cm^{-1} 、341.9 cm^{-1} 与图谱库中朱砂的拉曼特征峰值(252 cm^{-1} 、282 cm^{-1} 、343 cm^{-1})吻合良好。(图3, c)

由此表明该红色颜料为朱砂。热裂解气相色谱质谱分析无法确认是否使用了胶结材料,可能因样品残留量过少所致。

3.2 超景深三维视频显微分析及SEM-EDS分析

显微镜下观察Y1-1和Y2-1样品上的红色区域发现红色区域不是仅出现在石器表面,而是从岩石内部到器物表面整体均呈暗红色。Y1-1横截面上红色和青灰色相接处分界并非如表面那般规则工整,而是呈“之”字形交错,且红色和青灰色区域均分布有石英颗粒。(图4, a) Y2-1横截面上红色和青灰色两部分除了颜色不一致外,其间均夹杂着白色石英颗粒,二者颜色过渡自然,但相接处分界也不太规整。(图4, c)由此,可知这两个样品表面所谓的“红色装饰”是天然形成的,是岩石本身的自然颜色。

为进一步探讨该红色装饰的形成原因,我们对样品横截面处的红色以及青灰色部分分别进行了面扫,面扫范围见图4的b和d,检测结果见表1。Y1-1和Y2-1红色部位(即

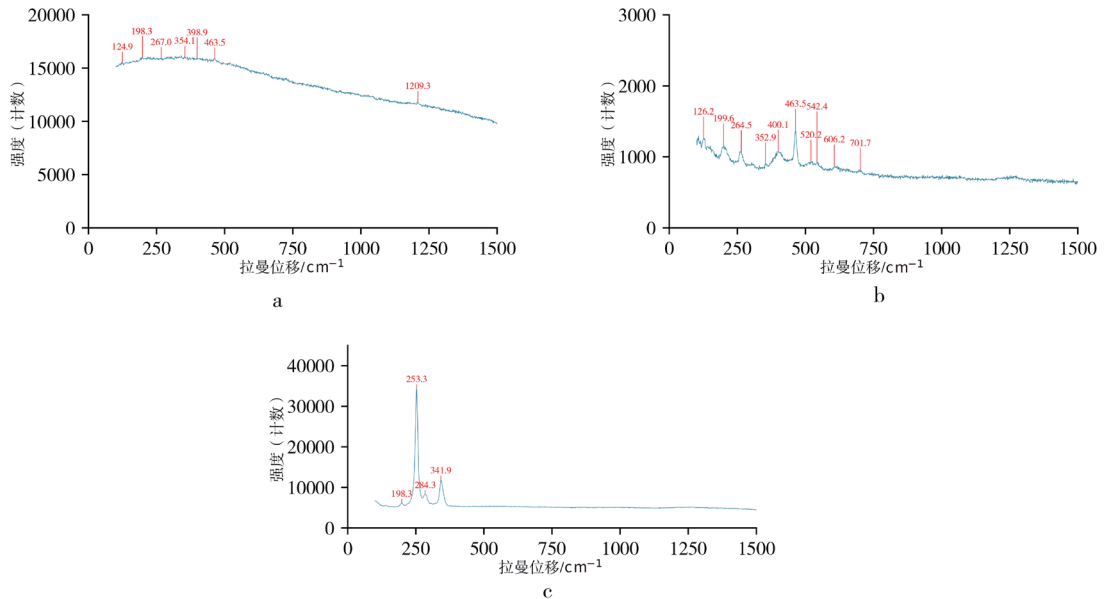


图3 样品红色区域拉曼光谱图
a. Y1 b. Y2 c. Y3

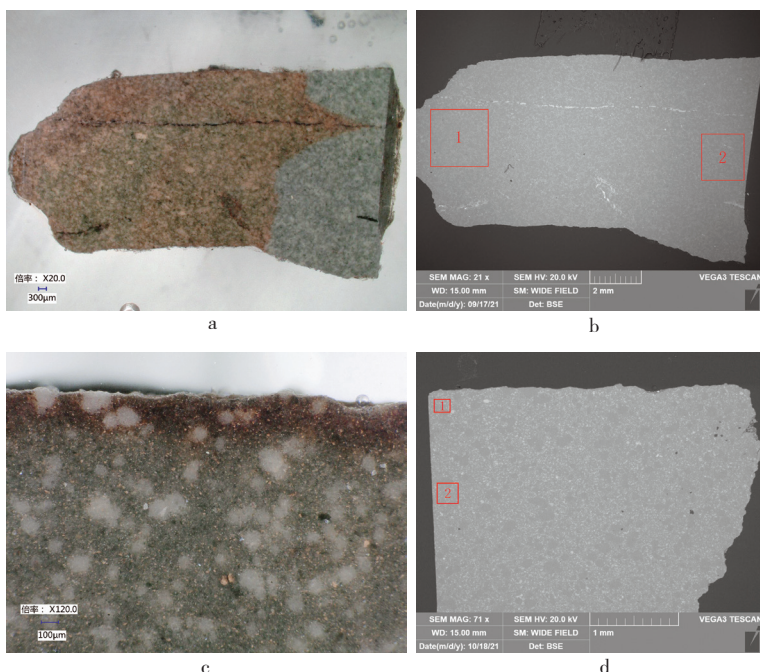


图4 Y1-1和Y2-1横截面超景深照片及SEM图
a、b. Y1-1横截面 c、d. Y2-1横截面

部位1)的铁含量较青灰色部位(即部位2)高。因此,铁元素可能为Y1和Y2红色条带状区域的呈色原因。

3.3 多功能材料偏光显微镜观察

在AXIOIMAGERAI多功能材料偏光显微镜下对Y1-1和Y2-1岩相的黏土矿物、填隙物等结构进行观察、拍照。结果显示,Y1-1和Y2-1成分基本一致。以Y1-1结果为例,其原料为绢云千枚岩,变余泥质结构,斑状构造,推测原岩为粉砂质泥岩。孔隙不发育,见少量构造微缝,岩石重结晶较强,绢云母化、硅化。其主要成分为绢云母、长英质、泥质斑块、绿泥石和铁质等。(图5)从分析结果可以看出Y1-1和Y2-1红色区域的填隙物绿泥石含量较多且分布较为集中,而青灰色部位的绿泥石分布相对比较均匀。(表2)由此,可以间接证明暗红色条带状区域

并非人为涂抹或描绘的装饰性图案。

通过对比Y1-1和Y2-1的显色部位可见,Y1的红色部位基本对称地分布在器物的两边,而样品Y2-1的红色部位分布并不规则,仅集中器物的一边侧刃部和穿孔部位的周边。这一差异的核心原因在于石材原料本身红色部位的自然分布特点,与人为涂抹无关。

4 讨论

4.1 长方形穿孔石器的表面装饰工艺

Y1和Y2这两件长方形穿孔石质礼器被发掘者命名为“长方形穿孔石器”。该类石器仅在郑州小双桥遗址宗庙祭祀区有发现,在郑州地区甚至整个河南地区的商文化遗存中均未见到,同时也不见于河南地区夏文化和龙山文化遗存中,但其形制与山东岳石文化中出土的一种被称为“方

表1 Y1、Y2的SEM归一化化学当量百分比 单位:%

名称	部位	Na	Al	Si	K	Ti	Fe
Y1-1	1	—	23.64	62.51	1.96	1.65	10.25
	2	1.3	24.53	61.05	2.52	2.39	6.36
Y2-1	1	2.34	20.31	62.07	3.78	1.68	9.82
	2	1.8	17.22	68.59	3.37	1.17	7.85

注:“—”表示未检出。

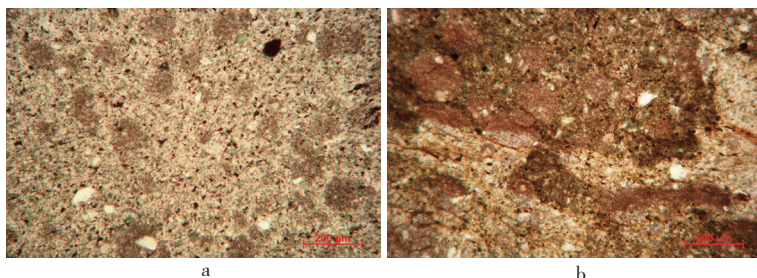


图5 Y1-1岩相照片
a. 青灰色部位 b. 红色部位

表2 Y1-1青灰色和红色部位的岩相结果

名称	主要成分
青灰色	绢云母含量55%，为黏土矿物重结晶而来，显定向
	长英质含量19%，以石英、长石矿物为主，斑点状较均匀分布
	泥质斑块含量21%，黏土矿物富含呈圆斑状，分散分布，重结晶，绢云母化、硅化
	绿泥石含量3%，较均匀分布
	铁质含量2%，呈点状、尘点状，分散分布
红色	绢云母含量52%，为黏土矿物重结晶而来，显定向
	长英质含量18%，以石英、长石矿物为主，斑点状较均匀分布
	泥质斑块含量20%，黏土矿物富含呈圆斑状，分散分布，重结晶，绢云母化、硅化
	绿泥石含量8%，分散分布，局部富集
	铁质含量2%，呈点状、尘点状，分散分布

注：红色部位有一条0.02 mm的泥质构造微缝，为全充填。

孔石鏹”的农具十分接近，且在岳石文化诸遗址中较为常见，被认为是岳石文化的典型器物^[11]。多数学者认为该器物与岳石文化有关，而在小双桥遗址中绝非用作农具。有人认为它很可能是商王朝将其作为征伐东夷的战利品带回向先祖表功^[12]，或认为是岳石文化的战俘在此劳动使用的工具^[13]，也有学者认为是祭祀时使用的礼器“石圭”^[14]。此外，邹衡先生认为这种石器有三面刃，似非单纯用作生产工具，也可能用作武器，有的上面还画有红色条带，更有可能是一种祭祀用品^[15]。从这类器物的出土位置和特殊的形制分析，其作为礼器使用的可能性比较大，可能为祭祀活动举行过程中使用的仪仗。

实验结果表明，Y1和Y2这两件长方形穿孔石器表面的红色并非人工绘制而成，而是石器原料本身的天然颜色。据此，推测小双桥先民可能在发现这种颜色特殊的石料后，先根据石料表面暗红色部位的分布，设计规划石器坯料的形制与加工方案，再利用琢磨技术刻意将暗红色区域留作器物的刃部，以此形成刃部带红的装饰效果。这种依据石料天然色泽的分布特征，以“顺色取材”的思路开展加工，将石料不同颜色区域转化为石器装饰元素的工艺，在后世被称为“俏色”

技法。这两件石器应是目前考古发现中较早的“俏色”工艺实例。

4.2 彩绘石器的表面装饰工艺

Y3从质料、形制和加工工艺来看，均与另外两件石器有较大的区别。发掘者暂将其称为改制石器，而具体是由何种石器改制而成，经过改制后又属于何种石器，均不可辨认。不过其器表和部分边缘磨制平滑，且在正面一侧绘制红色图案。由此推测，其功能很可能和祭祀活动有关，也应该是一件曾用于祭祀的礼器。

前已述及，其绘制图案的红色颜料为矿物颜料朱砂。在超景深显微镜下观察可发现，该器物上的朱砂彩绘线条流畅，转角处有明显方折，中间略有粗细变化，表明绘画者应当有明确的表现内容。虽因年代久远和埋藏环境的影响导致彩绘图案部分模糊不清，但从残存的图案仍可以辨别出带状纹饰中间的装饰元素为菱形或回字形图案。（图6）这类装饰图案和小双桥遗址出土的青铜建筑装饰件侧面装饰的龙纹图案类似^[16]。（图7）这也从另一角度证明该彩绘石器应该是作为祭祀礼器使用的。至于其埋藏的单位是否为普通灰坑，我们初步推测有两种可能。一是祭祀过程中器物被损毁而随意丢弃，则该单位可归为普通灰坑；二是将这件被改制的石器表面绘制了特殊图案后直接用于祭祀，在祭祀活动之后将其埋在了祭祀坑中，则该坑即为举行“瘞埋”仪式的祭祀坑。

5 结论

从小双桥遗址中心区的祭祀遗存可以看出，祭祀活动在当时占有十分重要的地位，且已有明确的分类，如设祭坛祭天、燎祭和瘞埋祭地、利用人牲和兽牲祭祖或奠基等^[17]。长方形穿孔石器和彩绘石器应是当时祭祀活动

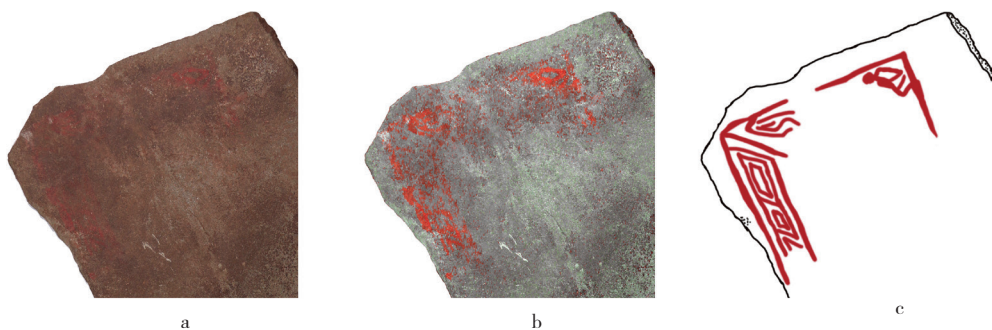


图6 Y3朱砂彩绘图案
a. 照片 b. 调整色相饱和度后照片 c. 人工描绘



图7 小双桥遗址青铜建筑饰件侧面花纹拓片

中经常使用的重要礼仪性用器。本文中的三件特殊礼器均出土于遗址的祭祀区。通过对这三件特殊礼器的分析测试可知，商代中期“俏色”的装饰技法已被运用到了石质礼器的加工中，说明当时有选择性地开采石料和制作石器技术均已十分娴熟，而且对特殊器物的造型和审美也有独特的见解。彩绘石器图案内容很有可能是龙形象的一部分，从一定程度上体现了与此相关的祭祀活动应该具有较高的规格。

[1] 中国大百科全书总编辑委员会，编. 中国大百科全书：考古学. 北京：中国大百科全书出版社，2002：473.

[2] a. 张森水. 管窥新中国旧石器考古学的重大发展. 人类学学报, 1999, (3).
b. 高星, 裴树文. 中国古人类石器技术与生存模式的考古学阐释. 第四纪研究, 2006, (4).
c. 李浩. 中国旧石器时代早、中期石器技术多样性研究的新进展. 人类学学报, 2018, 37 (04).
d. 周振宇. 中国石器实验考古研究概述. 考古, 2020, (6).
e. 吴超明, 宋国定. 中国新石器时代石器工业研究的回顾与思考: 兼及郑州地区仰韶文化石器研究的若干问题. 南方文物, 2021, (5).
f. 张弛. 新石器时代石器的研究 // 中国考古学研究的世纪回顾: 新石器时代考古卷. 北京: 科学出版社, 2008: 81~91.
g. 刘效彬, 李素婷, 杨忆, 等. 郑州小双桥遗址出土长方形穿孔石器的岩相特征. 华夏考古, 2009, (2).
h. 刘莉, 陈星灿, 潘林荣, 等. 破土器、庖厨刀或锄草刀: 长江下游新石器时代及早期青铜时代石器分析之二. 东南文化, 2015, (2).

[3] a. 河南省文物考古研究所. 郑州小双桥: 1990~2000年考古发掘报告. 北京: 科学出版社, 2012.
b. 河南省文物考古研究所, 郑州大学文博学院考古系, 南开大学历史系博物馆专业. 1995年郑州小双桥遗址的发掘. 华夏考古, 1996, (3).
c. 河南省文物考古研究院, 北京大学考古文博学院, 郑州市文物考古研究院. 郑州小双桥遗址2014年ⅣA02区发掘报告. 华夏考古, 2019, (5).
d. 河南省文物考古研究院, 北京大学考古文博学院, 郑州市文物考古研究院. 郑州小双桥遗址2014年ⅡA01区商代遗存的发掘. 华夏考古, 2026, (2).

[4] 同[3] a: 723, 724.

- [5] 同 [3] a: 68~123.
- [6] 同 [3] a: 732.
- [7] 张国硕. 从商文化的东渐看商族起源“东方说”的不合理性. 中原文物, 1997, (4).
- [8] 同 [3]: 474, 475.
- [9] 资料由发掘者提供.
- [10] 同 [3]: 489.
- [11] 任相宏. 岳石文化的农具. 考古, 1995, (10).
- [12] 任相宏. 郑州小双桥出土的岳石文化石器与仲丁征蓝夷. 中原文物, 1997, (3).
- [13] 方酉生. 小双桥遗址为仲丁徵都说商榷. 考古与文物, 2000, (1).
- [14] 表明相. 论郑州市小双桥商代前期祭祀遗址. 中原文物, 1996, (2).
- [15] 邹衡. 郑州小双桥商代遗址墩(器)都说辑补. 考古与文物, 1998, (4).
- [16] 同 [3] a: 19.
- [17] 宋国定. 商代中期祭祀礼仪考: 从郑州小双桥遗址的祭祀遗存谈起 // 夏商周文明研究(六): 2004年安阳殷商文明国际学术研讨会论文集. 北京: 社会科学文献出版社, 2004: 427~433.
- (责任编辑: 宋笑琳)

~~~~~

(上接62页)

- [6] 同 [1]: 833~835.
- [7] a. 同 [1].  
b. 秦文生. 新郑望京楼城址性质初探. 华夏考古, 2012, (4).
- [8] 同 [1]: 69, 385, 713~719, 833~835.
- [9] 赵春燕. 嵩山地区二里头文化时期牛和羊来源勘测: 以二里头遗址与望京楼遗址为例. 华夏考古, 2018, (6).
- [10] BENTLEY R A, PRICE T D, STEPHAN E. Determining the “Local”  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  Rang for Archaeological Skeletons: A Case Study from Neolithic Europe. *Journal of Archaeological Science*, 2004, 31(4).
- [11] 同 [9].
- [12] 袁靖. 论中国新石器时代居民获取肉食资源的方式. 考古学报, 1999, (1).
- [13] 陈相龙, 尤悦, 吴倩. 从家畜饲养方式看新郑望京楼遗址夏商时期农业复杂化进程. 南方文物, 2018, (2).
- [14] a. 同 [1].  
b. 同 [2] c.
- [15] 同 [2] c.
- [16] a. 赵春燕, 李志鹏, 袁靖, 等. 二里头遗址出土动物来源初探: 根据牙釉质的锶同位素比值分析. 考古, 2011, (7).  
b. 赵春燕, 李志鹏, 袁靖. 河南省安阳市殷墟遗址出土马与猪牙釉质的锶同位素比值分析. 南方文物, 2015, (3).
- [17] 同 [2] c.
- [18] 同 [2] c.
- (责任编辑: 连胜男)