

四川广汉联合遗址出土玉石器石料的选择策略研究

肖倩¹, 向芳¹, 辛中华², 黄恒旭¹, 何黎松³

- 成都理工大学 沉积地质研究院, 成都 610059;
- 四川省文物考古研究院, 成都 610041;
- 成都理工大学 地球与行星科学学院, 成都 610059

[摘要] 四川广汉联合遗址是成都平原内遗存较丰富、时代延续性较好的古遗址。为研究该遗址中出土玉石器石料的选择策略,对玉石器开展手标本鉴定、显微薄片鉴定、扫描电镜及能谱分析、X 射线荧光光谱和拉曼光谱分析。结果显示,遗址石料类型十分丰富,同时包括沉积岩、岩浆岩和变质岩 3 类岩和极少量的矿石,玉料类型仅可见闪石玉和蛇纹石玉。具体而言,新石器时代以硅质岩和砂岩为主,商周时期以板岩、页岩、砂岩、粉砂岩为主。在石料的认识与利用上,联合遗址的先民能较好利用石料的不同物理性质制作相应功能的石器,但商周时期先民对自然资源的利用程度更高。与同属商周时期的三星堆遗址相比,联合遗址先民由于所处地位弱势,在玉石器选材较次。结合地质资料和水系分布发现,玉石器原料主要来源于岷江上游和岷江流域的龙门山构造带,这说明联合遗址先民或继承了宝墩文化时期的玉石料利用范围,在一定程度上揭示了宝墩文化与三星堆文化的发展演变序列。

[关键词] 玉石器;石料类型;原料来源;选择策略

[分类号] P585;K876.2

[文献标志码] A

Material selection strategy for jade and stone artifacts discovered at Lianhe Site in Guanghan County, Sichuan Province

XIAO Qian¹, XIANG Fang¹, XIN Zhonghua², HUANG Hengxu¹, HE Lisong³

- Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;
- The Sichuan Provincial Cultural Relics and Archaeology Research Institute, Chengdu 610041, China;
- College of Earth and Planetary Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

Abstract: The Lianhe Site in Guanghan County, in the Chengdu Plain of Sichuan Province in China,

[收稿日期] 2023-06-11。

[基金项目] 四川省文物考古研究院项目(AH2021-0320);成都理工大学三星堆科技考古专项计划(No. 21700-000510)。

[第一作者] 肖倩(2000—),女,博士研究生,研究方向:沉积学、考古地质学, E-mail:405660561@qq.com。

[通信作者] 向芳(1974—),女,教授,研究方向:沉积学、岩相古地理、第四纪地质学、考古地质学, E-mail:cdxiangfang@126.com。

[引用格式] 肖倩,向芳,辛中华,等,2024.四川广汉联合遗址出土玉石器石料的选择策略研究[J].成都理工大学学报(自然科学版),51(3):403-417.

Xiao Q, Xiang F, Xin Z H, et al., 2024. Material selection strategy for jade and stone artifacts discovered at Lianhe Site in Guanghan County, Sichuan Province[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 51(3):403-417.

contains a large number of ancient artifacts. In this study, we subjected jade and stone artifacts from the area to manual scrutiny, microscopic examination, scanning electron microscopy, energy spectrum analysis, X-ray fluorescence spectroscopy, and Raman spectroscopy to determine the strategy for material selection for the manufacture of the artifacts unearthed at this site. The results showed that the area contained diverse types of stone materials, including sedimentary rocks, igneous rocks, and metamorphic rocks, as well as a small amount of ores. The types of jade materials were limited to nephrite and serpentine jade. Siliceous rocks and sandstone dominated the region during the Neolithic period, while slate, shale, sandstone, and siltstone were abundant during the Shang-Zhou period. The inhabitants of the Lianhe Site developed stone tools with specific functions by harnessing the different physical properties of the stone materials. By contrast, the inhabitants of the area during the Shang-Zhou period better used the local resources. Compared with those of the Sanxingdui Site in the Shang-Zhou period, the inhabitants of the Lianhe Site were at a disadvantage in terms of the jade and stone materials available to them. Our analysis of the geological data and the distribution of the water system revealed that the raw materials for the jade and stone artifacts mainly came from the tectonic belt of the Longmen Mountain in the upper reaches of the Jian River and the Min River Basin, indicating that the inhabitants of the Lianhe Site had inherited their uses of jade and stone materials from the Baodun culture. This reveals the sequence of evolution of the Baodun and Sanxingdui cultures.

Key words: jade and stone artifacts; types of stone materials; source of raw materials; selection strategy

1 遗址概况

联合遗址位于四川省广汉市新平镇联合村 1 组(现南丰镇阳关村 11 组),地处湔江下游鸭子河北岸约 1.5 km 处,南距三星堆古城遗址约 8 km(图 1),中心地理坐标为东经 $104^{\circ}14'54.84''$,北纬 $31^{\circ}1'1.24''$,海拔高度 458 m。2019 年 10 月



图 1 四川广汉联合遗址地理位置分布图
(据雷雨等,2022 修改)

Fig. 1 Geographical location of the Lianhe Site in Guanghan County of Sichuan Province

至 2020 年 12 月,为配合天府大道北延线(广汉段)建设,四川省文物考古研究院等对联合遗址进行了考古发掘,共完成发掘面积 $8\ 000\ \text{m}^2$,已发掘的遗迹主要有灰坑、墓葬、窑址等数以千计,出土了大量陶器、瓷器、石器等。联合遗址发现了极其丰富的新石器、商周、秦汉、魏晋和唐宋时期的遗存,涵盖了成都平原近 5 000 年连续的区域发展史,是三星堆古城遗址周边首次发现有着完整古蜀文明序列的遗址。

在出土遗物中,玉石器作为先民不可或缺的社会生产与生活工具,为研究该地区新石器时代至商周时期的文化面貌和生产工艺的发展提供了十分宝贵的物质资料。其中,玉石器的岩性鉴定研究一直是考古学研究工作的基础和重要内容,是后续开展玉石器工艺技术和原料来源探究的关键和基本保障。目前,岩性鉴定的研究方法以直接观察和有损显微切片鉴定为主(苏昕,2018;贺成坡等,2021),部分学者还使用拉曼光谱、红外光谱、X 射线荧光光谱等无损分析手段(洪丽娅,2007;杨颖东和陈云洪,2013;鲁昊等,2021;李颖等,2022)。基于联合遗址出土玉石器尚未进行科学性、系统性的检测分析,本文以遗址出土玉石器为研究对象,使用多种检测手段

相结合的方法进行玉石器的岩性鉴定,并通过分析玉石器石料的选择与来源,了解联合遗址先民获取与选择玉石料资源的策略,这对深入研究联合遗址玉石器工业面貌和文明发展程度具有重要意义。

2 联合遗址出土玉石器特征

联合遗址共出土玉石器 388 件,其中石器 382 件、玉器 6 件。本研究中“玉石器”一词包含“石器”和“玉器”两大类,因涉及玉器数量较少,且“玉”本质上属于岩石,故玉器的岩性统一按岩石学标准定名。根据考古工作人员对遗存特征的专业分析,这部分玉石器主要出自 3 个大的发展阶段:

第一阶段为新石器时代,其绝对年代要早于三星堆一期文化(即“宝墩文化”)。研究的玉石器样品来自于 H58(图 2-A),H159,H220,H500,H888 等灰坑遗迹,共 21 件。本阶段未见玉器,器物类型和数量分布见表 1。

第二阶段也是新石器时代,为三星堆一期文化(宝墩文化)。研究的石器样品来自于 H769,共

1 件磨制石器。鉴于这一阶段的石器数量较少,在后面的研究中将第一、二阶段的石器合并讨论。

表 1 联合遗址第一阶段石器器物类型统计

Table 1 Types of stone artifacts unearthed in the first stage of excavation of the Lianhe Site

器形	数量/件	数量占比/%
细石器	9	42.85
石斧	6	28.57
石刀	3	14.29
刮削器	3	14.29

第三阶段为商周时期,这一时期的遗存最为丰富。遗迹包括墓葬、灰坑、沟等,共 1 058 处。研究的玉石器样品来自 H56,H57(图 2-B),H273,H287,H306,H910,H944 等灰坑遗迹,共 366 件。其中石器 360 件,还出现了 6 件玉器。石器包括大量的打制石器和磨制石器,打制的以盘状石器(图 3-A)最多,有的十几件集中出现,磨制石器则更为丰富,有大量的石壁(图 3-B)、石斧(图 3-C)、石铲、石凿、磨石(图 3-D)等。器物类型和数量分布见表 2。

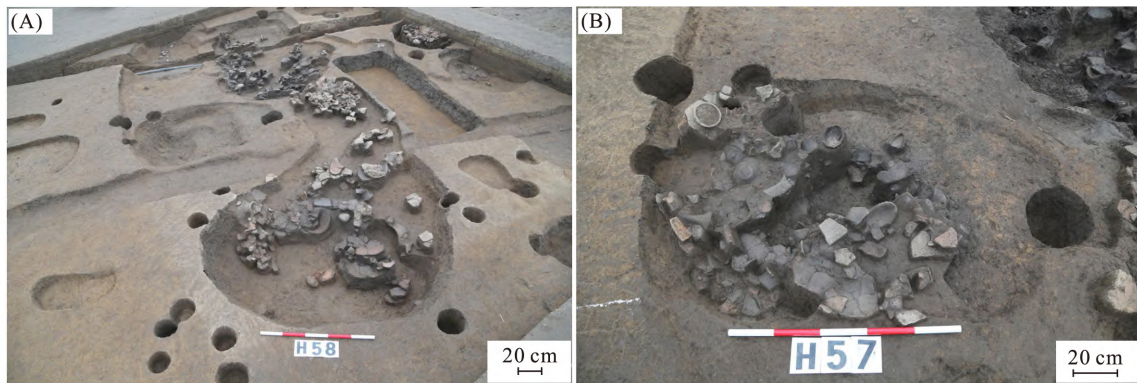


图 2 H58 和 H57 灰坑发掘现场
Fig. 2 Excavation sites of ash pits H58 and H57

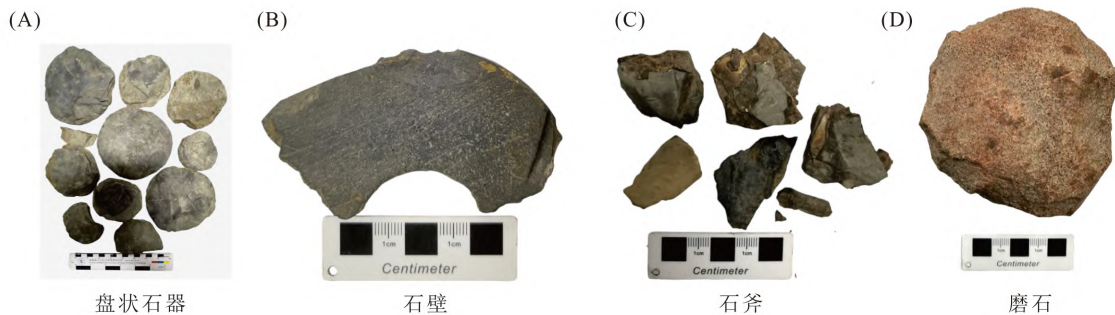


图 3 部分石器照片
Fig. 3 Partial stone artifacts

表 2 联合遗址第三阶段玉石器器物类型统计

Table 2 Types of jade and stone artifacts unearthed in the third stage of excavation of the Lianhe Site

器形	数量/件	数量占比/%	器形	数量/件	数量占比/%
石斧	67	18.31	石片	2	0.55
盘状石器	62	16.94	石璋	2	0.55
未区分器形的石器	48	13.12	石核	1	0.27
石壁	47	12.84	石杵	1	0.27
刮削器	43	11.75	三角石器	1	0.27
石镑	42	11.48	带方孔的石头	1	0.27
石刀	21	5.74	玉斧	1	0.27
磨石	6	1.64	玉璋	1	0.27
石凿	6	1.64	玉片	1	0.27
砍砸器	4	1.10	玉刀	1	0.27
磨制石器	3	0.82	玉璧残器	1	0.27
石锥	3	0.82	锥形玉	1	0.27

3 玉石器石料类型研究

3.1 测试方法

在对所有出土玉石器进行手标本鉴定的基础上,还对部分玉石器进行了拉曼光谱测试和便携式 X 射线荧光光谱仪(简称:pXRF)无损测试。需要

说明的是,受限于玉石器样品的无损性,研究工作不能进行随意取样,故仅对极少量有岩石碎屑的石器样品开展了薄片鉴定、X 射线荧光光谱仪测试(XRF)以及扫描电镜和能谱分析(SEM-EDS)。因手标本鉴定和 pXRF 测试的样品数量较多,此处不再逐一列举,其余方法测试的样品类型见表 3。

表 3 除手标本鉴定、pXRF 测试外的其他测试方法与样品数量统计(单位:件)

Table 3 Methods of testing and the number of samples considered, excluding those that were manually identified and subjected to pXRF testing

石料类型	测试方法			
	薄片鉴定	XRF	扫描电镜和能谱分析	拉曼光谱
页岩	10	10	1	
砂岩	1	1		
粉砂岩	1	1	1	
泥岩	2	2		
斜长角闪岩	1	1	1	1
板岩	1	1		
片麻岩				1
中性喷出岩			1	1
酸性喷出岩			1	1
黑曜岩				1
蛇纹岩			1	2
透闪(片)岩				2
赤铁矿				1
合计	16	16	6	10

薄片鉴定在成都理工大学沉积地质专业实验室完成,采用日本尼康 LV100POL 型偏光显微镜,配置 50W 卤素灯,共鉴定完成 16 件薄片。扫描电镜及能谱分析在成都理工大学油气藏地质及开发工程全国重点实验室完成,测试仪器为美国 FEI 公司制造的 Quanta250 FEG 场发射环境扫描电子显微镜(精度为 1.2 nm)和英国牛津公司制造的 INCAx-max20 能谱仪(精度 ≤ 129 ev),工作电压为 20 kV,共分析 6 件样品。X 射线荧光光谱仪测试在青岛斯八达分析测试有限公司完成,测试仪器为日本理学 ZSX Primus II 型 X 射线荧光光谱仪,功率为 4 kW,共测试 16 件样品。拉曼光谱测试在四川省文物考古院完成,测试仪器为 HORIBA France SAS 公司生产的 La-

bRAM Soleil Raman Microscope,共测试 10 件样品。便携式 X 射线荧光光谱仪测试在四川省文物考古院完成,使用仪器为美国赛默飞尼通光谱仪(Thermo scientific Niton)XL3t GOLDD+,共测试 112 件样品。

3.2 岩性鉴定结果

岩性的鉴定依据宏微观特征、能谱特征、化学成分含量和拉曼图谱(表 4、图 4~6)。通过对可取样测试的样品开展多种检测手段获得玉石器较准确的石料类型,以此为基础,对大部分只能进行手标本鉴定和便携式 X 射线荧光光谱仪无损测试的玉石器样品的鉴定结果进行对比和校正,最终获得联合遗址出土玉石器的石料类型,汇总信息如下。

表 4 部分石器的 XRF 测试结果(质量分数/%)
Table 4 Results of XRF test of certain stone artifacts

出土编号	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
2019SGXLH273 : 3	0.79	1.42	15.25	60.96	0.35	2.64	0.65	0.84	0.85	7.83
2020SGXLH867 : 17	0.98	1.57	15.72	64.40	0.71	3.25	0.72	0.90	0.07	6.22
2019SGXLH196 : 5	0.96	1.48	16.42	65.44	0.57	2.96	0.56	0.88	0.05	6.33
2020SGXLH817 : 2	0.94	1.80	19.80	57.67	0.83	4.09	0.64	0.92	0.06	6.74
2020SGXLH528 : 1	3.24	4.69	16.40	49.37	0.29	1.23	8.27	1.19	0.20	12.84
2020SGXLTN04W05③ : 1	0.84	1.71	15.44	60.64	0.59	3.16	0.69	0.87	0.42	8.18

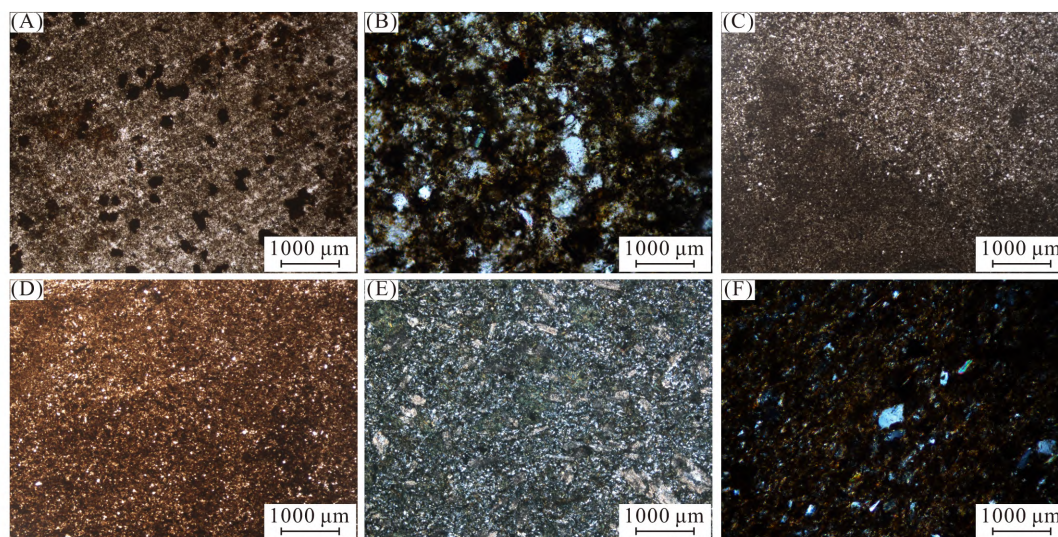


图 4 部分石器的显微薄片特征

Fig. 4 Characteristics of thin microscopic sections of certain stone artifacts

(A)页岩样品 2019SGXLH273 : 3,近平行分布的纹层,泥质为主,见粉砂、铁质斑块、炭屑;
(B)砂岩样品 2020SGXLH867 : 17,砂为主,成分为石英、长石、云母等;(C)粉砂岩样品 2019SGXLH196 : 5,粉砂为主,见微细砂、泥质、有机质、铁质;(D)泥岩样品 2020SGXLH817 : 2,泥质为主,见粉砂、有机质等;(E)斜长角闪岩样品 2020SGXLH528 : 1,变余辉绿结构,见黄绿色-蓝绿色的柱状角闪石和呈聚片双晶的斜长石;(F)板岩样品 2020SGXLTN04W05③ : 1,见石英、长石、白云母、岩屑和定向分布的绢云母等。

其中:B,E,F 为正交偏光下的照片;A,C,D 为单偏光下的照片。上述样品的化学成分见表 4

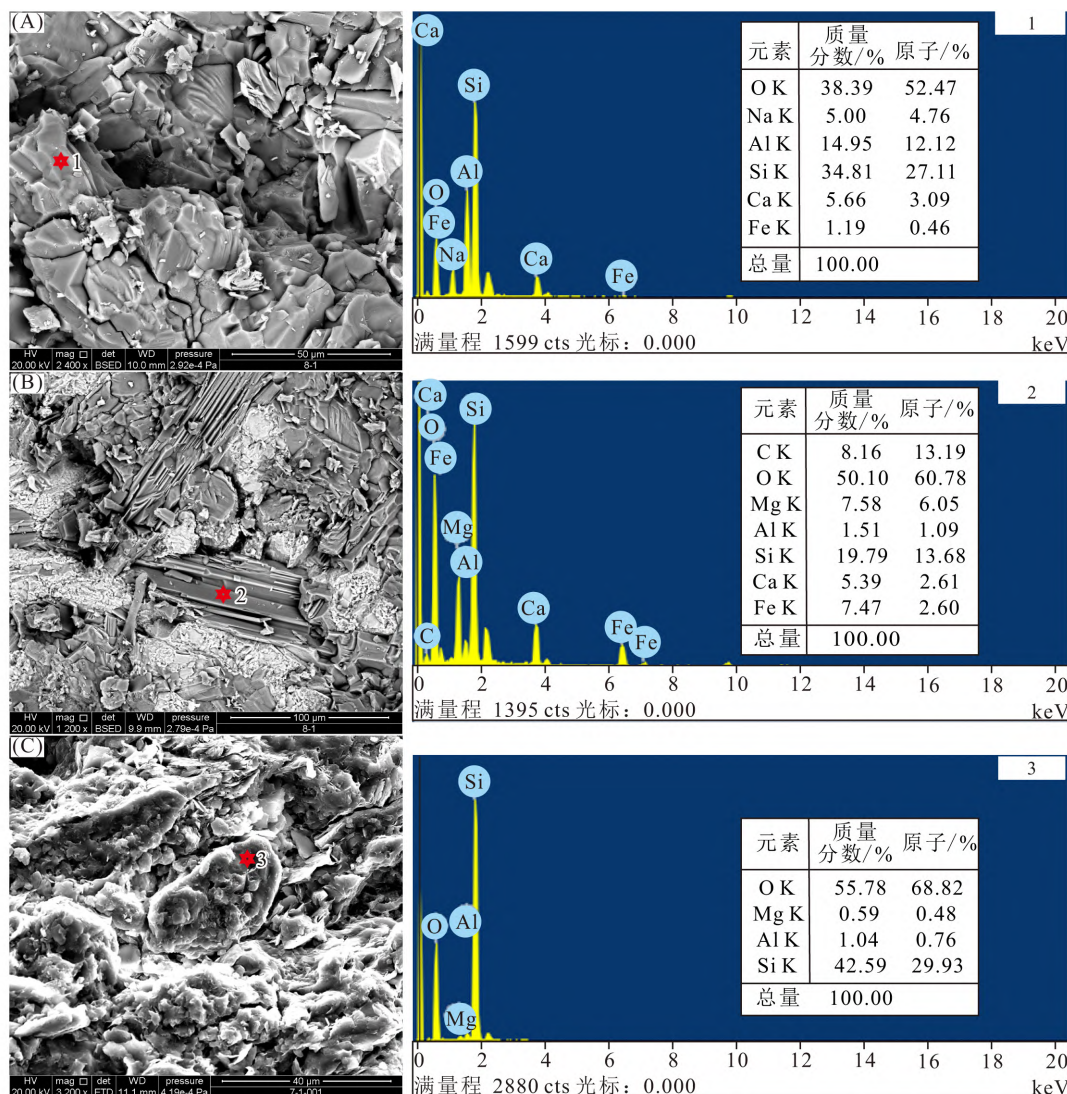


图 5 部分石器的扫描电镜和能谱特征

Fig. 5 Scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive spectrometry (EDS) characteristics of stone artifacts

(A)和(B)为斜长角闪岩样品 2020SGXLH528 : 1,红色星号 1 处矿物结合能谱测试结果为斜长石,红色星号 2 为晶形完好的长柱状角闪石;(C)为粉砂岩样品 2020SGXLG27 : 1,红色星号 3 为石英,晶型差,次棱角状,还可见碎屑黏土矿物等

测试结果显示,联合遗址第一、二阶段(新石器时代)石器的岩性分布如下(表 5):沉积岩类见硅质岩(含燧石)、砂岩和粉砂岩。硅质岩(含燧石)有 9 件,数量占比 40.90%;砂岩有 5 件,数量占比 22.72%;粉砂岩有 1 件,数量占 4.55%;岩浆岩类见辉绿岩、黑曜岩、凝灰岩和花岗闪长岩,均为 1 件,数量各占 4.55%;变质岩类见片麻岩和千枚岩,片麻岩有 2 件,数量占比 9.08%,千枚岩有 1 件,数量占比 4.55%。其中,砂岩石料的颜色分布见浅灰色、灰白色和灰黑色。

第三阶段(商周时期)石器的岩性分布如下

(表 6):沉积岩大类含页岩、砂岩、粉砂岩、硅质岩(含燧石)、泥岩,共 185 件,数量占比 51.39%。其中,石料为砂岩的石器共 45 件,颜色分布有灰色、灰白色、灰黑色、灰绿色、灰黄色、棕色、棕黄色、褐色—卡其色、红色等,红色砂岩石料仅可见 3 件;石料为泥岩的石器共 25 件,颜色分布有灰色、灰黑色、灰黄色和灰绿色。变质岩大类含板岩、石英岩、(斜长)角闪(片)岩、蛇纹(片)岩、千枚岩、透闪(片)岩、辉石片岩、片麻岩、糜棱岩、片岩,共 114 件,数量占比 31.67%。其中有 5 件石器因为颗粒过细难以进行详细定名,只能定为变质岩这种大类名称。岩浆岩

大类含辉绿(玢)岩、凝灰岩、玄武岩、酸性喷出岩(含流纹岩)、中性喷出岩(含安山岩)、辉石岩、辉长岩、闪长岩、花岗岩,共 60 件,数量占比 16.66%。

石料为流纹岩的石器共 4 件,为灰白色、浅灰色和棕色。除 3 类岩外,还有 1 件赤铁矿。剩余 6 件玉器的玉料类型为蛇纹(片)岩和透闪(片)岩(表 7)。

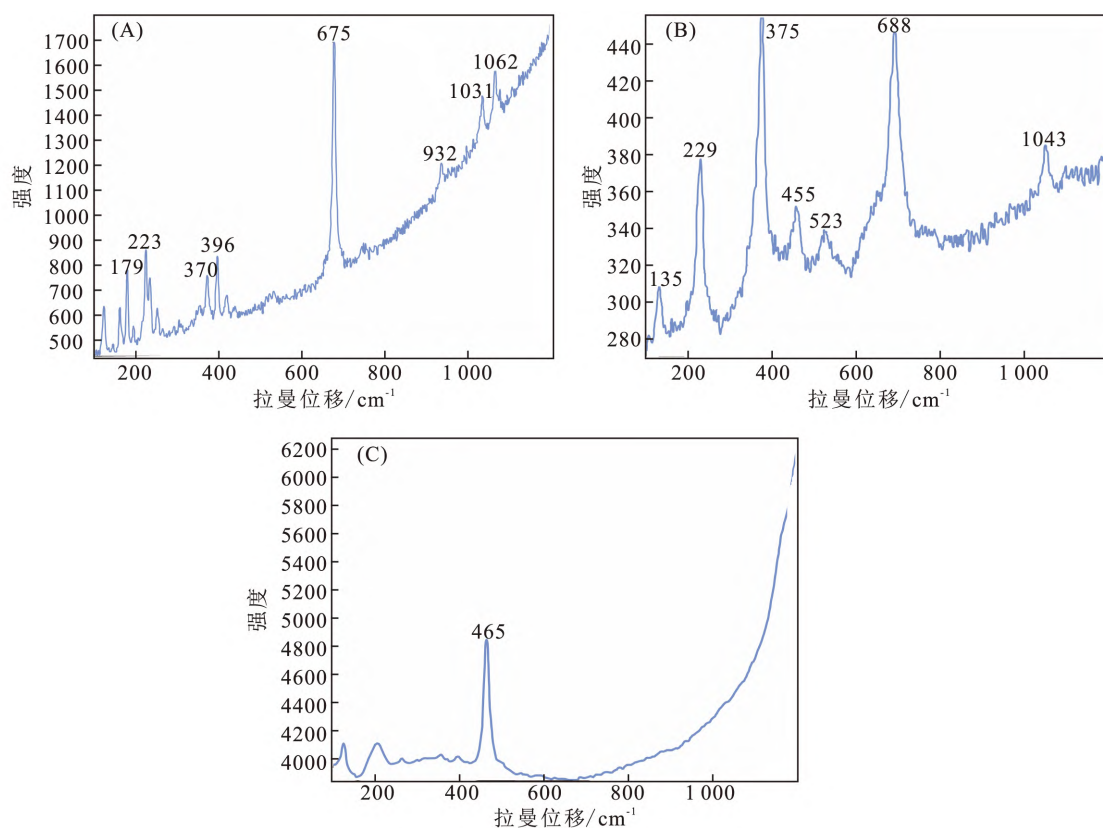


图 6 部分玉石器中矿物的拉曼光谱特征

Fig. 6 Raman spectroscopic characteristics of stone artifacts

(A)透闪岩样品 2020SGXLH867 : 7 中透闪石矿物的光谱图,在 179 cm^{-1} , 223 cm^{-1} , 675 cm^{-1} , 1 062 cm^{-1} 等处出现明显的拉曼特征吸收峰;(B)蛇纹岩样品 2020SGXLH1147 : 1 中蛇纹石矿物的光谱图,在 135 cm^{-1} , 229 cm^{-1} , 375 cm^{-1} , 688 cm^{-1} 等处出现明显的拉曼特征吸收峰;
(C)黑曜岩样品 2020SGXLH888 : 8 中石英矿物的光谱图,在 465 cm^{-1} 处出现明显的拉曼特征吸收峰

表 5 第一、二阶段石器岩性与器形分布统计

Table 5 Lithology and distribution of different types of stone artifacts unearthed in the first and second stages of excavation

岩性	器形					合计	数量占比/%	岩石大类
	细石器	石斧	石刀	刮削器	磨制石器			
硅质岩(含燧石)	7			1	1	9	40.90	沉积岩(15 件)68.18%
砂岩		3	1	1		5	22.72	
粉砂岩	1					1	4.55	
辉绿岩			1			1	4.55	
黑曜岩	1					1	4.55	
凝灰岩		1				1	4.55	岩浆岩(4 件)18.18%
花岗闪长岩				1		1	4.55	
片麻岩		2				2	9.08	变质岩(3 件)13.64%
千枚岩			1			1	4.55	
合计	9	6	3	3	1	22	100.00	

表 6 第三阶段石器的岩性和器形分布统计

Table 6 Lithology and distribution of different types of stone artifacts in the third stage of excavation

岩性	器形															数量占比 / %	岩石大类	
	石斧	盘状石器	石器	石壁	刮削器	石铍	石刀	磨石	石凿	砍砸器	石锥	石片	石璋	石杵	石核			合计
页岩	6	14	10	11	9	5	1									56	15.56	积岩 (185 件) 51.39%
砂岩	12	9	5	1	4	5	2	4	1		2					45	12.50	
粉砂岩	4	10	2	10	2	1	2									31	8.61	
硅质岩(含燧石)	8		4		4	8	3		1							28	7.78	
泥岩	4	7	6	5	2						1					25	6.94	
板岩	3	15	10	14	13		4					2	2			63	17.50	变质岩 (114 件) 31.67%
石英岩	6	1	2		1	1	2							1		14	3.89	
(斜长)角闪(片)岩	2		2	1	2	1	1		2	1						12	3.34	
蛇纹(片)岩		2	2	3												7	1.94	
千枚岩		2	1	1			1		1	1						7	1.94	
变质岩	3		1			1										5	1.39	
透闪(片)岩			1			1										2	0.55	
辉石片岩						1										1	0.28	
片麻岩						1										1	0.28	
糜棱岩	1															1	0.28	
片岩	1															1	0.28	
辉绿(玢)岩	5	1	4		1	2		1		2				1		17	4.72	岩浆岩 (60 件) 16.66%
凝灰岩	2		1			10			1							14	3.89	
玄武岩	5			1	4	3	1									14	3.89	
酸性喷出岩(含流纹岩)	3					4										7	1.94	
中性喷出岩(含安山岩)	2					1										3	0.83	
辉石岩					1	1										2	0.55	
辉长岩			1													1	0.28	
闪长岩		1														1	0.28	
花岗岩			1													1	0.28	
赤铁矿						1										1	0.28	矿石 (1 件) 0.28%
合计	67	62	53	47	43	42	21	6	6	4	3	2	2	1	1	360	100.0	

注:器形为石器中含 3 件磨制石器、1 件三角石器和 1 件带方孔的石头。

表 7 第三阶段玉器的岩性和器形数量统计

Table 7 Lithology and distribution of different types of jade artifacts in the third stage of excavation

岩性	器形						合计
	锥形玉	玉片	玉刀	玉斧	玉璋	玉璧残器	
蛇纹(片)岩			1		1	1	3
透闪(片)岩	1	1		1			3
合计	1	1	1	1	1	1	6

4 玉石器石料的选择策略

4.1 新石器时代石器石料特征

联合遗址中新石器时代的石料类型共9种(表5),主要为沉积岩大类,少量岩浆岩和变质岩。第一阶段出土石器的石料以硅质岩(含燧石)和砂岩最为常见,数量共占63.62%,其余石料类型零星可见。器形以细石器居多,其次是石斧、石刀和刮削器。细石器主要使用硅质岩,燧石是最常见的一种硅质岩。石斧使用的石料以砂岩和片麻岩为主,还可见凝灰岩;石刀使用的石料可见砂岩、辉绿岩和千枚岩各1件;刮削器使用硅质岩、砂岩和花岗闪长岩各1件。

第二阶段中见1件硅质岩,其硬度较高、颗粒细腻且均匀,符合磨制石器的石料要求。

4.2 商周时期的玉石器石料特征

联合遗址中商周时期的玉石料类型共25种(表6、表7),石料以板岩的使用位居首位,数量占比17.50%。3类岩中对沉积岩类石料的使用最为频繁,以页岩和砂岩的数量最多。玉器和石器的器物类型共计21种,大量可见石斧、盘状石器、石壁、刮削器、石镞等,还含部分未区分器形的(磨制)石器。石斧以砂岩和硅质岩为主,石壁和盘状石器均以板岩、页岩和粉砂岩为主;刮削器与石镞都使用了硅质岩、砂岩、粉砂岩、辉绿(玢)岩、玄武岩、石英岩、(斜长)角闪(片)岩、辉石岩等硬度相对较高的石料类型,不同的是,刮削器还较多使用了板岩、页岩、泥岩等硬度相对较低的石料类型。

与新石器时代相比,商周时期出土的器物类

型中未见细石器,但新增加了玉斧、玉璋、石壁、盘状石器、石镞、砍砸器等玉器和石器类型。从石料类型看,部分石料继续沿用,部分石料增加或减少。继续沿用的石料有7种,包括砂岩、粉砂岩、硅质岩、千枚岩、片麻岩、辉绿(玢)岩、凝灰岩;新利用的石料达18种,商周时期开始使用页岩、泥岩等硬度较低的沉积岩,板岩、石英岩、斜长角闪岩、糜棱岩、片岩等变质岩,以及玄武岩、闪长岩、花岗岩等坚硬耐磨的岩浆岩类石料。除3类岩外,还发现1件赤铁矿制作的石镞以及使用蛇纹岩、透闪岩为材料的少量玉器。减少使用的石料是花岗闪长岩和黑曜岩。

统计分析表明,商周时期出土的石器数量是新石器时代的16倍,使用的石料类型是3倍。而且较武汉盘龙城遗址、济南大辛庄遗址等同为商周时期遗址出土石器而言(钱益汇等,2006;苏昕,2018),联合遗址内使用石料类型更为丰富,多达25种,表明当时联合遗址内的石器工业规模庞大,石器是比较重要的生产和生活用具,同时也反映了石料来源地岩石类型的丰富以及先民对自然资源利用程度较高。

另外,与同属商周时期的三星堆遗址中出土的玉器类型对比(鲁昊等,2021),同样为透闪岩(闪石玉)和蛇纹岩(蛇纹石玉)制作的玉器,三星堆遗址中占鉴定玉石器总数的78.57%(表8),而联合遗址的366件玉石器中,玉器仅6件,数量占比1.64%。由此可见,三星堆遗址作为古蜀国的一个重要都城遗址,上乘优质的玉器优先选作王族或贵族宗教、祭祀活动的礼仪性用器,而联合遗址

表8 三星堆遗址玉石器的石料类型及数量统计(数据来源于鲁昊等,2021)

Table 8 Types and numbers of jade and stone artifacts at the Sanxingdui Site

遗址名称	石料类型	件数	数量占比/%	岩石大类
三星堆遗址	闪石玉	263	72.25	变质岩
	蛇纹石玉	23	6.32	
	板岩	18	4.95	
	石英岩	7	1.92	
	大理岩	2	0.55	
	砂岩	26	7.14	沉积岩
	灰岩	5	1.37	
	黑曜石	9	2.47	岩浆岩
	透辉石	8	2.20	其他
	绿松石(镶于青铜器上)	2	0.55	
	玛瑙	1	0.28	
合计		364	100.00	

作为三星堆都城遗址周围的一个聚落,由于地位低在玉器制作和选材上则次之,主要使用更为常见的岩石原料以制作石器为主。表明商周时期先民对玉石材料有一定辨别能力,并且能够根据不同等级要求和用途,选择对应的玉石料制作玉石器。

4.3 石料与石器相关性讨论

在以往认知中,石器材料和功能往往具有一定关联性。联合遗址中新石器时代出土数量最多的细石器主要以硅质岩为石料,其质地致密坚硬,性脆,破碎后有尖锐的断口,可用于切割,适合打制出细石器。此外,石斧、石锛和石凿等具有砍伐、敲击、锤砸的功能,要求利用的石料硬度较大(崔岩勤,2018)。商周时期出土数量较多的石斧、石锛和石凿均大量使用砂岩和硅质岩,石斧还常使用石英岩、辉绿岩和玄武岩。辉绿岩的摩氏硬度一般在 6.5 以上,石英岩的硬度可以达到 7,物理性质表现为坚硬耐磨,因此非常适合制作石斧这类工具。石锛还使用了玄武岩、赤铁矿等,石凿还使用了千枚岩等,这些岩石的相对硬度较大,其岩性特点与对应石器的功能相吻合。而刮削器、石片等石器边刃锋利,适合切割和刮削。在联合遗址中,刮削器使用数量最多的是板岩和页岩,石片全部使用板岩。板岩和页岩具有明显的成层性,容易沿其板理面或页理面剥离成片,可能便于制作刮削器和石片。以上说明在新石器时代人们已对部分石料的性质有了一定了解,到商周时期先民对石料的认知度和利用率更高,能够较好认识大部分石料的物理性质,并结合石料特性和石器功能开展石器生产。

刮削器的石料选择中除板岩最多外,还有大部分为页岩、砂岩、粉砂岩、硅质岩、泥岩等沉积岩,可见沉积岩类石料的利用较频繁。这一情况不仅出现在刮削器的石料使用中,出土数量较多的石斧、石壁、盘状石器对沉积岩的使用也很广泛。根据统计可知,全部 388 件玉石器的材料使用中沉积岩类数量占比 51.55%,说明先民对沉积岩有着充分的认识与利用。资料早有记载,古人曾采用火烧-骤冷法获得沉积岩岩片,成为早期人类制造磨制石器的主要原材料(宋豫秦,2000)。此外,和变质岩、岩浆岩相比,沉积岩分布更为广泛常见,获取较容易,作为石器材料也相对更为方便。先民对变质岩的使用率也较高,数量占比

31.70%,这与部分变质岩质地坚硬、粒度较细有关,同时也与源区变质岩分布较广有密切关系。

值得注意的是,石斧制作还使用了页岩、泥岩、板岩等硬度低、易破碎的岩石。不止如此,部分石刀也使用了页岩。石刀作为最常见的从事刺割、锯切等生产活动的使用工具,一般用于加工中等硬度的物质,而页岩的组成成分主要为黏土矿物,脆性大,其石料特性显然不太适合制作这类工具。因此,从这点来看,部分器物的功能或者器型的定名上,还存在一定疑问。但整体上看,联合遗址先民已基本掌握主要石料的特性,会根据石器功能利用相应的石料资源为自己的生产生活提供便利。

4.4 玉石料的来源分析

寻找玉石料的来源有助于深入了解先民获取与选择玉石料的资源策略。联合遗址位于成都平原东北部,遗址附近河流纵横,南临湔江的下游鸭子河,西北部山区是该区域内多数河流的发源地(范念念,2008;宿波,2015),河流从源区搬运来的砾石可成为最便于直接使用的玉石料来源。除河滩砾石外,玉石料的来源也可来自源区风化岩块或开采的基岩。从地理位置看,湔江上游的龙门山构造带是距离联合遗址最近且可以被湔江流域内河流搬运至联合遗址附近的玉石料来源地。

通过区域地质调查报告可知(李远图,1975),湔江上一中游地区的岩石地层分布主要有(图 7):晋宁—澄江期岩浆岩侵入于元古界黄水河群中,是龙门山构造带中段“彭灌杂岩”的主要组成部分,以斜长花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩、辉长岩、辉石岩等为主;元古界黄水河群(P_{thn})呈较大的长三角状捕虏体,顺南北向出露于“彭灌杂岩”的北东段,在彭州白水河—大宝山一带可见(图 7),以变质流纹岩、安山岩、变质凝灰岩、斜长角闪岩、长英质片麻岩、石墨片岩和石英(片)岩为主;震旦系苏雄组(Z_s)主要分布于彭州白水河一带(图 7),呈北东—南西向展布,以安山岩和凝灰岩为主,夹流纹岩及凝灰熔岩;泥盆系(D)分布于“彭灌杂岩”和“宝兴杂岩”的南北两侧,南侧受断裂破坏呈长条状分布,主要发育灰岩、白云岩;石炭系(C)零星分布于彭州天台山地区(图 7),发育灰岩、泥灰岩;二叠系(P)在彭州地区多形成飞来峰,岩性见灰岩、泥质灰岩夹燧石条带及页岩;三叠系(T)位于映秀断裂南东侧,如彭州通济场、海窝子等地(图 7),岩性主要为长石及岩屑砂岩、粉

砂岩、页岩、泥岩、灰岩等;侏罗系(J)为 1 套内陆河湖相红色碎屑岩构造,分布广,主要发育砾岩、砂岩、粉砂岩和泥岩;白垩系(K)分布于桂花场附近(图 7),以砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩为主。岷江流域出露的地层除了晋宁—澄江期岩浆岩、元古

界黄水河群、泥盆系、二叠系、三叠系等外,都江堰虹口—龙溪—映秀北东一带的震旦系苏雄组(Zs)内可见有玄武岩分布(林茂炳等,1996);分布于茂县九顶山一带的志留系茂县群(Sm)以千枚岩、板岩为主(图 7)。

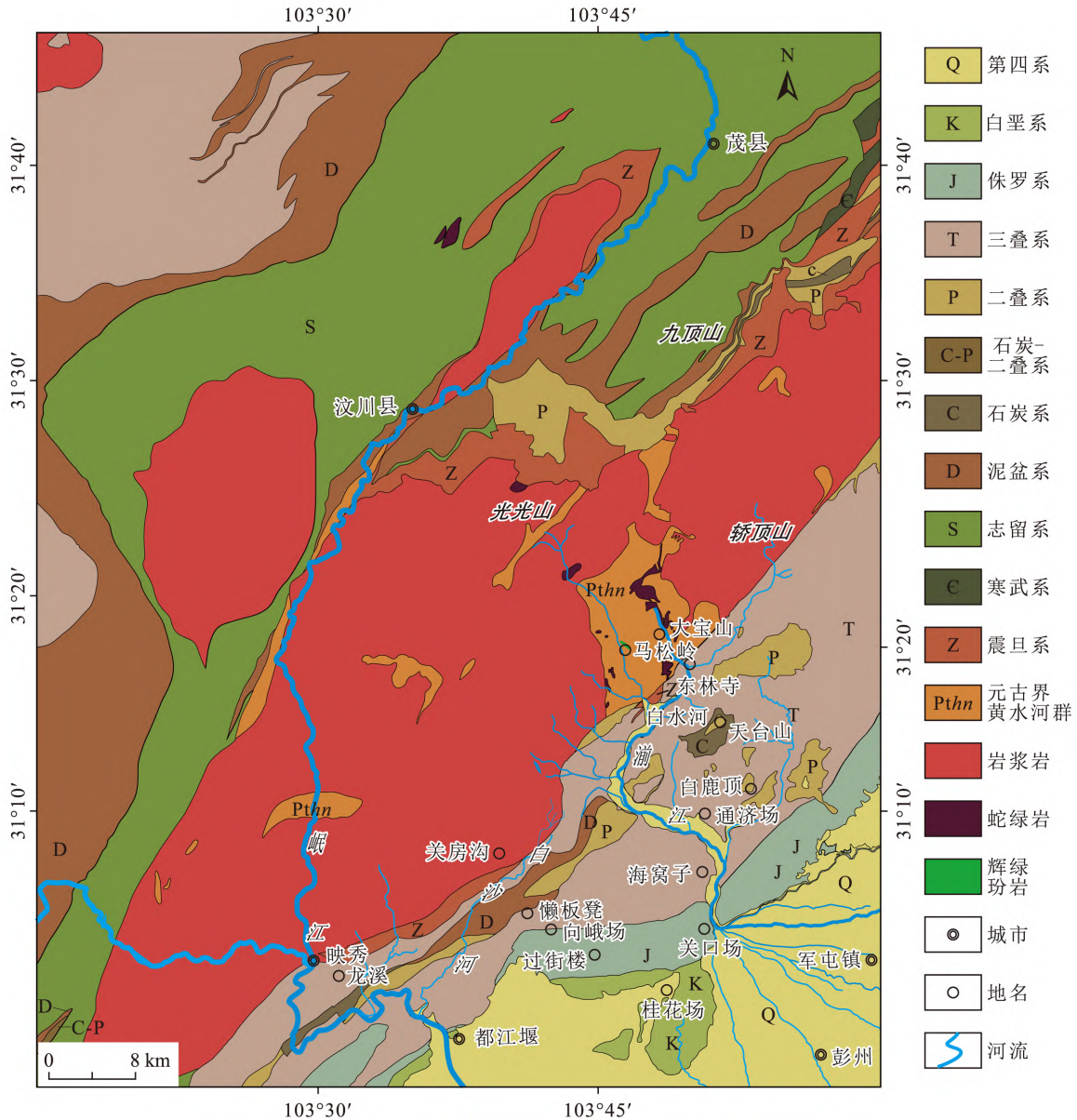


图 7 联合遗址周围主要岩性分布图(据李远图,1975 资料修改)
Fig. 7 Distribution of the main lithology of the Lianhe Site

从岩性特征看,联合遗址石器的制作以沉积岩类石料为主。页岩主要出露于岷江上游分布的三叠系地层,二叠系地层有少量出露(林茂炳等,1996),应为页岩石料的来源。前期鉴定中已将燧石归入硅质岩石料,均未见脉石英,故硅质岩石料最有可能来自二叠系灰岩中的燧石结核。岷江流

域内出露泥岩、砂岩、粉砂岩的地层主要有白垩系、侏罗系和三叠系(林茂炳等,1996)。侏罗系和白垩系的砂岩、泥岩以棕黄—棕红色、紫红、砖红色最为常见,分布范围较广,如彭州桂花场、过街楼、向峨场等地(林茂炳等,1996)(图 7)。从石器颜色上看,极少量的砖红色砂岩石料应来自侏罗

系或白垩系地层,其余颜色的砂岩和泥岩石料可来自侏罗系和三叠系地层。

变质岩类玉石料的使用也较为丰富。片麻岩、石英岩、(斜长)角闪(片)岩、片岩等变质岩普遍出露于彭州白水河地区的元古界黄水河群地层(林茂炳等,1996),白水河地区还可见蛇纹岩、糜棱岩出露(王国芝等,1994;王国芝和王道永,1994)。通过岷江水系的运输,这些变质岩体可十分便利地出现在遗址附近,故片麻岩、石英岩、(斜长)角闪(片)岩、片岩、蛇纹岩、糜棱岩等变质岩类石料应来自白水河地区。千枚岩和透闪岩未见于岷江流域。离遗址最近的浅变质带分布在岷江流域内的茂县九顶山地区,由绢云千枚岩、绢云石英千枚岩等中—古生代浅变质岩组成(李远图,1975),这表明千枚岩石料最有可能来自茂县九顶山地区。同时,据前人研究,同属岷江流域的四川汶川地区产有“龙溪玉”,属透闪石质玉(王春云,1993;白洞洲等,2022;付宛璐等,2023),可为透闪岩提供原料来源。此外,岷江流域仅在汶川县光光山一带出露有较少的凝灰质板岩,而岷江流域内茂县九顶山地区出露有丰富的绢云板岩、砂质板岩、炭质石英板岩,考虑到岷江流域板岩出露有限,难以满足遗址内大量板岩石料的需求,故除岷江流域外,板岩石料还可能来自岷江流域。

岩浆岩类石料的使用相对较少。辉绿(玢)岩可见于大宝山地区马松岭附近的辉绿岩和辉绿玢岩脉体中(李远图,1975),花岗闪长岩、闪长岩、辉长岩、辉石岩等广泛出露于彭灌杂岩内(马永旺等,1996),凝灰岩和安山岩等可见于彭州白水河一带的震旦系苏雄组(李远图,1975),因此,辉绿(玢)岩、花岗闪长岩、闪长岩、辉长岩、辉石岩、凝灰岩和安山岩等岩浆岩类石料可来自上述地区,可通过岷江水系的搬运到达遗址附近。基于前人调查研究(李远图,1975;林茂炳等,1996;宋谢炎等,2002;徐速,2013),峨眉山玄武岩离遗址距离较远,搬运难度较大,而岷江流域内并未发现有玄武岩出露,玄武岩仅见于岷江流域的虹口—龙溪—映秀一带的苏雄组中,遗址中的玄武岩和流纹岩石料构成典型的双峰式火山岩组合,该组合常见于龙门山构造带的苏雄组中。因而,推测玄武岩石料最有可能来源于岷江流域的虹口—龙溪—映秀一带。另外,黑曜岩石料在现有的地质资料中,并没有找到对应的岩性分布区域。

除 3 类岩外,遗址内石料还可见赤铁矿石。据古籍记载彭州地区产有赤铁矿,主要产于二叠系上统龙潭组底部铝质页岩中(四川省彭县志编纂委员会,1989),这可以为赤铁矿提供来源。

从石料颜色上分析,白水河一带的流纹岩几乎全为紫红色、紫灰色,而石器中的流纹岩石料仅可见浅灰色、灰白色和棕色。而浅灰色流纹岩在都江堰关房沟一带可见,通过白沙河可带入岷江流域,这说明先民们并没有选择使用距离遗址更近的岷江流域白水河一带的紫红色流纹岩,而选择了相对更远的关房沟一带的浅灰色流纹岩。不仅如此,上文也提到在龙门山构造带前缘广泛分布有侏罗系和白垩系的棕黄—棕红色、紫红、砖红色砂岩和泥岩,但石料使用中仅可见极少量红色砂岩,未见红色泥岩。先民们对石料的选择似乎在有意避免使用偏红色的石料,这或许是因为商周时期存在严格的用色等级制度(余雯蔚和周武忠,2007)。《礼记·檀弓》记载(戴圣和张博,2019):“夏后氏尚黑”“殷人尚白”“周人尚赤”。由此可见,周朝以红色为正色,应为帝王专用之色。联合遗址作为一个规模相对较小的聚落,根据等级制度不能使用偏红色类石料。还有一种可能是埋藏数千年的玉石器会受到地下水侵蚀和埋藏环境中其他作用的影响,造成其表面发生颜色的变化(刘志勇等,2008)。另外,除红色类砂泥岩和流纹岩外,二叠系灰岩同样分布面积较广,易于取材,但实际上遗址中石器并未使用这一石料类型。这可能是因为灰岩质地较软,摩氏硬度为 2~4,前人由此认为灰岩一般不用为石器原料(胡松梅,1992),但联合遗址先民是否也是从硬度方面考虑石器原料的选用问题有待进一步考证。

综上所述,联合遗址玉石器石料绝大部分来自岷江上游的龙门山构造带,这些石料可以通过流水作用以砾石的形式从上游搬运到联合遗址附近,便于先民认识和使用。同时,先民也可以沿岷江而上,开采石料进行使用,比如页岩这种易破碎的岩石,作为砾石进行搬运的可能性是非常小的,制成盘状石器和石壁的页岩,最大可能是原地开采后加工而成,而非使用砾石加工而成。此外,还有一些玉石器的石料类型,如千枚岩、透闪岩和玄武岩等来自于岷江流域的物源区;针对赤铁矿、黑曜岩石料较为详细的原料来源地,还需要进一步的研究才能解决。

从文化分期上看,联合遗址第三阶段为商周时期,属三星堆主体文化。在这一文化时期内,先民使用的大部分石料来源于湔江流域,少部分石料(如:千枚岩、玄武岩、透闪岩)还来自岷江流域。岷江流域集中分布有宝墩古城遗址、郫县古城遗址、鱼凫村遗址等宝墩文化时期的代表性遗址(江章华等,2009),是宝墩文化的发源地。联合遗址玉石器原料的利用范围已跨域岷江和湔江,这或许表明联合遗址先民当时受到2种文化的影响,不仅拥有三星堆文化的新特征,从湔江上游地区获取玉石料资源,还保留了部分宝墩文化的原有特征,继续从岷江流域开采玉石料资源。也就说明,三星堆文化是宝墩文化的一种继承和发展,两者紧密相连。这一观点从出土器物的造型特点上也可得到证实,三星堆文化中大多器物形制在宝墩文化中都能找到原型(江章华等,2009;许丹阳,2021;宋竹喧,2023)。因此,可以推测宝墩文化发展到晚期时文化衰落,受外来文化的冲击,主体特征被取代,仅剩部分特点留存然后被三星堆文化所吸收。三星堆文化逐渐孕育、形成和发展的过程不但伴随着聚落城址从岷江流域至湔江流域的迁移,更伴随着先民对原有器物形制和玉石料利用范围等文化特征的继承。

5 结论

综上所述,通过对联合遗址出土玉石器的石料类型研究获得如下认识:

a. 联合遗址出土石器的石料类型十分丰富,同时包括3类岩石和极少量的矿石,但不同时期利用的石料类型有所差异。新石器时代对硅质石料的利用较高,并且主要用于生产细石器。与新石器时代相比,商周时期所用石料的种类和比例显著增加,应用领域广泛,表明从新石器时代发展至商周时期先民对石料的选择更加多样,对石料的认识水平、范围和开发程度也不断提高。

b. 与部分不同地域但同时期的遗址相比,联合遗址内商周时期使用石料类型更为多样,说明当时联合遗址先民对自然资源的认识程度更高且石料来源地资源丰富;与同地域同时期的三星堆遗址相比,联合遗址较三星堆遗址在玉器制作和选材上要次之,主要使用更为常见的岩石原料以制作石器为主,表明先民对玉石料已有一定认识,并存在明显的等级制度和对玉器的使用制度。

c. 在石料使用上,联合遗址每一种石器都表现出对石料的类型有一定选择性,体现出石器功能与石料物理性质的基本统一,表明先民对石料性质具有较好地认识。此外鉴于沉积岩的分布更广泛、获取更便利,联合遗址先民对沉积岩的认识和使用也更为充分。

d. 结合地质资料和岩性组合特征的分析,湔江上游的龙门山构造带是联合遗址玉石器石料的主要产地。先民可使用湔江下游河道中的砾石或沿湔江溯源开采玉石料进行使用。另外,还可发现部分玉石料如玄武岩、透闪岩、千枚岩等来自岷江流域的物源区,故玉石器的石料来源为以就近取材为主、辅以远距离择料。

e. 岷江流域内玉石料资源的利用反映了联合遗址先民有到更远的岷江流域获取玉石料的能力,在一定程度上表明先民或保留了宝墩文化时期玉石料的利用范围,即三星堆文化对宝墩文化部分文化特征的继承,揭示了古蜀文明的发展演化历程。

[参 考 文 献]

- 白洞洲,张跃峰,丘志力,等,2022. 四川汶川“龙溪玉”的宝石学特征及成因初探[J]. 宝石和宝石学杂志(中英文),24(3):1-9.
- Bai D Z,Zhang Y F,Qiu Z L,*et al.*,2022. A preliminary study on the gemological characteristic and formation of “Longxi Yu” in Wenchuan,Sichuan Province[J]. *Journal of Gems & Gemmology*,24(3):1-9. (in Chinese)
- 崔岩勤,2018. 赤峰地区夏家店下层文化遗址出土石器探析[J]. 赤峰学院学报(汉文哲学社会科学版),39(2):34-40.
- Cui Y Q,2018. Analyze on stone in lower Xiajiadian culture in Chifeng[J]. *Journal of Chifeng University (Soc. Sci)*,39(2):34-40. (in Chinese)
- 戴圣(编著),张博(编译),2019. 礼记[M]. 沈阳:万卷出版公司:61.
- 范念念,2008. 历史时期的地震导致岷、沱江变迁[C]//河流开发、保护与水资源可持续利用——第六届中国水论坛论文集. 北京:中国水利水电出版社:1073-1076.
- 付宛璐,鲁昊,柴璐,等,2023. 龙溪玉的光谱学特征及颜色成因[J]. 光谱学与光谱分析,43(5):1408-1412.
- Fu W L,Lu H,Chai J,*et al.*,2023. Spectroscopic characteristics of Longxi nephrite from Sichuan and its color genesis[J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*,

- 43(5):1408-1412. (in Chinese)
- 贺成坡,李英华,韦璇,等,2021. 湖北石首市走马岭遗址石器原料溯源分析[J]. 四川文物,220(6):43-51.
- He C P, Li Y H, Wei X, *et al.*, 2021. Analysis on the provenance of lithic materials at Zoumaling Site, Shishou City, Hubei Province[J]. Sichuan Cultural Relics, 220(6):43-51. (in Chinese)
- 洪丽娅,2007. 杭州半山战国墓出土玉石器材质研究[J]. 东方博物,24(3):62-76.
- Hong L Y, 2007. A study on the materiality of jade and stone objects excavated from the tombs of Warring States Period at Banshan, Hangzhou[J]. Cultural Relics of the East, 24(3):62-76. (in Chinese)
- 胡松梅,1992. 略谈我国旧石器时代石器原料的选择与岩性的关系[J]. 考古与文物, (2):40-46.
- 江章华,王毅,张擎,2009. 成都平原早期城址及其考古学文化初论[J]. 成都考古研究, (1):63-87.
- 雷雨,冉宏林,罗泽云,等,2022. 四川天府大道北延线(德阳段)新石器时代晚期至商周时期遗址调查简报[J]. 四川文物,221(1):17-25.
- Lei Y, Ran H L, Luo Z Y, *et al.*, 2022. Brief report of archaeological survey at late Neolithic and Shang-Zhou sites along the north extension of Tianfu avenue (Deyang Section), Sichuan Province[J]. Sichuan Cultural Relics, 221(1):17-25. (in Chinese)
- 李颖,周振宇,杨益民,等,2022. 广西邕宁顶蛳山遗址出土黑色石料材质的光谱无损分析[J]. 光谱学与光谱分析,42(1):253-257.
- Li Y, Zhou Z Y, Yang Y M, *et al.*, 2022. A study on materiality of black stone excavated from the Dingsishan assemblage in Yongning county, Guangxi[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 42(1):253-257. (in Chinese)
- 李远图,1975. 茂汶幅(H-48-2)灌县幅(H-48-8)1/20万区域地质调查报告[R]. 新津:四川省地质局第2区测队.
- 林茂炳,苟宗海,王国芝,等,1996. 龙门山中段地质[M]. 成都:成都科技大学出版社:8-53.
- Lin M B, Gou Z H, Wang G Z, *et al.*, 1996. Geology in the Middle Sector of Longmen Mountains[M]. Chengdu: Chengdu University of Science and Technology Press:8-53. (in Chinese)
- 刘志勇,干福熹,承焕生,等,2008. 蛇纹石质古玉器的无损分析研究[J]. 自然科学史研究,27(3):370-377.
- Liu Z Y, Gan F X, Cheng H S, *et al.*, 2008. The non-destructive analysis of ancient jade artifacts with serpentine mineral composition[J]. Studies in the History of Natural Sciences, 27(3):370-377. (in Chinese)
- 鲁昊,付宛璐,柴璐,等,2021. 三星堆遗址出土玉石器的成分检测及相关问题分析[J]. 故宫博物院院刊, 233(9):123-142+147.
- Lu H, Fu W L, Chai J, *et al.*, 2021. A test report on the formulae of the jade and stone objects unearthed at the Sanxingdui Ruin Site and other related issues[J]. Palace Museum Journal, 233(9):123-142+147. (in Chinese)
- 马永旺,王国芝,胡新伟,1996. “彭灌杂岩”推覆体的构造变形特征[J]. 四川地质学报,16(2):110-114.
- Ma Y W, Wang G Z, Hu X W, 1996. Tectonic deformation of Pengguan complex as a nappe[J]. Acta Geologica Sichuan, 16(2):110-114. (in Chinese)
- 钱益汇,方辉,于海广,等,2006. 大辛庄商代石器原料来源和开发战略分析[J]. 第四纪研究,26(4):612-620.
- Qian Y H, Fang H, Yu H G, *et al.*, 2006. Resource and exploitation strategy of raw artifact stone materials at the Shang Dynasty Daxinzhuang Site, Jinan[J]. Quaternary Sciences, 26(4):612-620. (in Chinese)
- 四川省彭县志编纂委员会,1989. 彭县志[M]. 成都:四川人民出版社:122.
- 宋谢炎,侯增谦,汪云亮,等,2002. 峨眉山玄武岩的地幔热柱成因[J]. 矿物岩石,22(4):27-32.
- Song X Y, Hou Z Q, Wang Y L, *et al.*, 2002. The mantle plume features of Emeishan basalts[J]. Mineralogy and Petrology, 22(4):27-32. (in Chinese)
- 周昆叔,宋豫秦,2000. 环境考古研究(第二辑)[M]. 北京:科学出版社:195-197.
- Zhou S K, Song Y Q, 2000. Environmental Archaeology Research (Series II) [M]. Beijing: Science Press: 195-197. (in Chinese)
- 宋竹喧,2023. 宝墩文化研究[D]. 昆明:云南大学档案馆:66-74.
- Song Z X, 2023. Study of Baodun Culture[D]. Kunming: The Archive of Yunnan University:66-74. (in Chinese)
- 宿波,2015. 澜江堤防水毁原因分析与应对初探[J]. 中华建设科技, (4):201-203.
- Su B, 2015. Jian River dike cause analysis and countermeasures of flood damage[J]. Construction Technology of China, (4):201-203. (in Chinese)
- 苏昕,2018. 盘龙城石器原料来源与开发的初步探索[J]. 江汉考古,158(5):162-168.
- Su X, 2018. Initial exploration into the origins and raw materials of the stone artifacts from Panlongcheng [J]. Jiangnan Archaeology, 158(5):162-168. (in Chinese)
- 王春云,1993. 龙溪软玉矿床地质及物化特征[J]. 矿产与地质,7(3):201-205.
- 王国芝,王道永,1994. 龙门山中段白水河群糜棱岩带的变

- 形变质特征[J]. 成都理工学院学报, 21(3): 39—45.
- Wang G Z, Wang D Y, 1994. Metamorphism-deformation characteristics of the mylonite zone in the Baishuihe group, the middle Longmen mountains, Sichuan[J]. Journal of Chengdu Institute of Technology, 21(3): 39—45. (in Chinese)
- 王国芝, 王道永, 林茂炳, 1994. 四川彭县白水河地区蛇纹岩的地质特征[J]. 矿物岩石, 14(2): 26—32.
- Wang G Z, Wang D Y, Lin M B, 1994. Geological characteristics of serpentine in Baishuihe, Sichuan Province[J]. Mineralogy and Petrology, 14(2): 26—32. (in Chinese)
- 许丹阳, 2021. 三星堆文化研究四十年[J]. 中国文化研究, (2): 51—62.
- Xu D Y, 2021. A review of the research on Sangxingdui Culture in the past forty years[J]. Chinese Culture Research, (2): 51—62. (in Chinese)
- 徐速, 2013. 龙门山中段基性-超基性岩类地质特征及成因探讨[D]. 成都: 成都理工大学档案馆: 10—86.
- Xu S, 2013. Geological Characteristics and Genesis of Basic-ultrabasic Rocks in the Middle of the Longmen Mountain[D]. Chengdu: The Archive of Chengdu University of Technology: 10—86. (in Chinese)
- 杨颖东, 陈云洪, 2013. 成都市新都区新繁镇同盟村遗址 M7 出土玉石器分析研究[J]. 南方民族考古, (1): 251—261.
- Yang Y D, Chen Y H, 2013. Analysis and research on the jade and stone objects unearthed from tomb M7 in Tongmeng Village Site, xinfan Town, Xindu District, Chengdu City[J]. Southern Ethnology and Archaeology, (1): 251—261. (in Chinese)
- 余雯蔚, 周武忠, 2007. 五色观与中国传统用色现象[J]. 艺术百家, 23(5): 138—140.
- Yu W W, Zhou W Z, 2007. Five-color theory and the phenomenon of traditional Chinese colors[J]. Hundred Schools in Art, 23(5): 138—140. (in Chinese)
- (责任编辑: 魏 巍)
-
- (上接第 402 页)
- 单玄龙, 热西提·亚力坤, 刘培, 等, 2023. 珠江口盆地西江主洼珠琼运动的沉积响应及构造意义[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 53(2): 329—342.
- Shan X L, Re X T · Ya L K, Liu P, *et al.*, 2023. Sedimentary response and tectonic significance of Zhuqiong movement in Xijiang main sag, Pearl River Mouth Basin[J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 53(2): 329—342. (in Chinese)
- 吴宇翔, 柳保军, 丁琳, 等, 2022. 珠江口盆地西江凹陷南部文昌组层序地层及沉积体系研究[J]. 海洋地质与第四纪地质, 42(1): 146—158.
- Wu Y X, Liu B J, Ding L, *et al.*, 2022. Study on sequence stratigraphy and sedimentary systems of the Wenchang Formation in the southern Xijiang depression of the Pearl River Mouth Basin[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 42(1): 146—158. (in Chinese)
- 杨计海, 杨希冰, 游君君, 等, 2019. 珠江口盆地珠三坳陷油气成藏规律及勘探方向[J]. 石油学报, 40(增刊 1): 11—25.
- Yang J H, Yang X B, You J J, *et al.*, 2019. Hydrocarbon accumulation law and exploration direction in zhu III depression, Pearl River Mouth Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 40(S1): 11—25. (in Chinese)
- 张功成, 朱伟林, 米立军, 等, 2010. “源热共控论”: 来自南海海域油气田“外油内气”环带有序分布的新认识[J]. 沉积学报, 28(5): 987—1005.
- Zhang G C, Zhu W L, Mi L J, *et al.*, 2010. The theory of hydrocarbon generation controlled by source rock and heat form circle distribution of outside-oil fields and inside-gas field in South China Sea[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 28(5): 987—1005. (in Chinese)
- 张宁宁, 王青, 王建军, 等, 2018. 近 20 年世界油气新发现特征与勘探趋势展望[J]. 中国石油勘探, 23(1): 44—53.
- Zhang N N, Wang Q, Wang J J, *et al.*, 2018. Characteristics of oil and gas discoveries in recent 20 years and future exploration in the world[J]. China Petroleum Exploration, 23(1): 44—53. (in Chinese)
- 中国石油勘探开发研究院实验中心, 中国石化江汉油田分公司勘探开发研究院, 2003. SY/T 5477—2003, 碎屑岩成岩阶段划分[S].
- Petroleum Geology Research and Laboratory Center, PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Jiangnan Oilfield Company, SINOPEC, 2003. SY/T 5477—2003, The Division of Diagenetic Stages in Clastic Rocks[S]. (in Chinese)
- Taylor T R, Giles M R, Hathon L A, *et al.*, 2010. Sandstone diagenesis and reservoir quality prediction: Model, myths, and reality[J]. AAPG Bulletin, 94(8): 1093—1132.
- (责任编辑: 魏 巍)