

新疆巴里坤石人子沟遗址群出土玻璃珠的成分分析

温 睿¹, 赵志强^{1, 2}, 马 健¹, 王建新¹

1. 西北大学文化遗产研究与保护技术教育部重点实验室, 西北大学文化遗产学院, 陕西 西安 710069
2. 湖南省文物考古研究所, 湖南 长沙 410003

摘 要 巴里坤县位于新疆东部哈密地区, 是连接内地与北疆的重要通道, 巴里坤县境内的石人子沟遗址群是新疆东天山地区的古代游牧民族大型聚落遗址, 其中西沟遗址 M1 墓和石人子沟遗址 M011 墓分别出土了一批战国晚期至西汉早期的古代玻璃珠, 为了解这批玻璃珠的来源, 采用激光剥蚀电感耦合等离子体发射光谱(LA-ICP-AES)和激光拉曼光谱(LRS)方法对这两批玻璃珠样品进行化学成分分析。结果表明, 西沟遗址 M1 墓出土玻璃珠均为钠钙玻璃体系, 以植物灰作为助熔剂, 同时其中七件绿色玻璃珠样品均以铋酸铅作为乳浊剂; 石人子沟遗址 M011 墓出土玻璃珠均为铅钡玻璃体系, 以含铅矿物作为助熔剂。与同时期其他已经发表的玻璃数据进行比较, 显示西沟遗址出土玻璃珠在成分上与美索不达米亚及古埃及钠钙玻璃不同, 推测西沟遗址出土玻璃珠在中亚或新疆地区制作而成; 石人子沟遗址出土玻璃珠的化学组成相对集中, 应在同一地点制作而成, 可能为中原地区传入。本研究证实了新疆巴里坤地区是古代东西方物质文化交流的重要节点, 而游牧民族在玻璃制品传播和交流过程中扮演着重要的角色。

关键词 石人子沟遗址群; 玻璃珠; 激光剥蚀电感耦合等离子体发射光谱; 激光拉曼光谱; 成分分析

中图分类号: K876.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2016)09-2961-05

引 言

新疆地处我国西北部, 是历史上中国与西方物质文化交流的重要区域, 特别是天山南北的廊道体系, 是古代草原丝绸之路和绿洲丝绸之路的贸易通道。近年来, 新疆考古工作取得了长足的进展, 新疆丝绸之路沿线出土了众多古代玻璃珠, 这些玻璃珠的时代主要集中在春秋到两汉时期, 这正是我国玻璃的起源和早期发展的阶段, 也是中国和西方的玻璃制品及制作工艺产生碰撞和交流的时期。由于新疆特殊的地理位置, 这里出土的玻璃珠一直是玻璃研究者关注的重点^[1-3]。但是, 这些研究工作的样品绝大多数来自天山以南的农业遗址, 前人的研究成果主要反映了绿洲丝绸之路上中西方玻璃产品和技术交流的情况。而天山以北的广袤草原是游牧人群活动的主要区域, 游牧人群因为移动迅速、迁徙频繁, 因而在物质文化的交流中往往比农业人群更超前、更包容。之前因为游牧人群的遗址考古工作非常有限, 所以对游牧遗址中出土的玻璃珠研究非常薄弱, 本研究希望在此有所突破。

石人子沟遗址群位于新疆巴里坤县石人子村南的东天山

北麓山前地带, 主要由红山口遗址、石人子沟遗址、西沟遗址、小黑沟遗址、大黑沟遗址组成, 该遗址群内容丰富, 分布有石筑高台、居住遗址、墓葬、岩画等多种类型遗迹, 是东天山地区早期游牧文化聚落遗址^[4]。近年来随着考古研究的深入, 学者们对遗址群的文化内涵及分期等研究有了很大进展, 将遗址群的两类文化遗存划分为石人子沟遗址群一期、二期文化, 族属分别与月氏、匈奴相对应。属于二期文化的西沟遗址 M1 墓和石人子沟遗址 M011 墓(中型墓)出土有战国晚期—西汉的玻璃珠^[5]。选取具有代表性的 15 件样品作为研究对象, 采用激光剥蚀电感耦合等离子体发射光谱(LA-ICP-AES)和激光拉曼光谱(LRS)进行成分和结构分析, 研究这批玻璃珠样品的化学组成和成分特点, 为进一步研究玻璃的来源、制作工艺及游牧民族的物质文化交流提供科学依据。

1 实验部分

1.1 样品

西沟遗址 M1 墓出土均为单色玻璃珠, 颜色有绿色、黄色、蓝色等, 样品编号为 srz-1~srz-11。石人子沟遗址 M011

收稿日期: 2015-07-06, 修订日期: 2015-11-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(51302217, 11575142), 国家社科基金重大项目(14ZDB052)资助

作者简介: 温 睿, 1980 年生, 西北大学文化遗产学院副教授 e-mail: rwen80@163.com; wodechengchi@163.com

墓出土有蜻蜓眼玻璃珠和单色玻璃珠, 样品编号为 srz-12~srz-15, 所有样品概括详见表 1。

1.2 激光剥蚀电感耦合等离子体发射光谱仪器条件(LA-ICP-AES)

LA-ICP-AES 测试在北京大学考古文博学院完成, 激光器为美国 NEW-WAVE 产 UP266 MARCO 型, 激光波长为 266 nm, 激光光斑直径为 610 μm ; ICP-AES 为美国 LEE-MAN-LABS 公司所产, 其中 RF(高频发生器)功率 1.1 kW, 氩气流量 20 $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$, 雾化器压力 30 psig。选取美国康宁博物馆的 Corning-B, Corning-C 和 Corning-D 玻璃为标准样品, 对测试数据进行定量校正, 可使主量元素相对标准偏差小于 1%, 微量元素小于 5%; 使用激光剥蚀技术预先对样品表面进行剥离(剥离厚度约为 100 μm), 检测样品未风化区

域(质地致密, 元素含量均匀稳定), 得到成分数据后进行归一化处理, 保证测量结果的准确性。

1.3 激光拉曼光谱分析(LRS)仪器条件

LRS 测试在中国科学院上海光机所完成, 仪器为英国雷尼绍公司产的 Renishaw inVia 型显微共聚焦拉曼光谱仪。实验参数: 氦离子激光器(488 nm), 额定功率为 19.8 mW, 半导体激光器(785 nm), 额定功率 313 mW, 光栅常数为 12 001 和 1 800 $\text{l} \cdot \text{mm}^{-1}$, 测量误差 $\pm 0.2 \text{ cm}^{-1}$ 。每次测定样品前均采用单晶 Si 标样分别对仪器进行校正, 在本测试中一般采用物镜 100 倍, 扫描时间为 10 s, 信号采集次数 3 次。

1.4 LA-ICP-AES 分析

对这批玻璃珠样品的分析结果详见表 2(两件蜻蜓眼玻璃珠测试了不同颜色部位的成分, 因篇幅仅列出含量高于

表 1 玻璃珠样品描述

Table 1 Description of the analysed glass beads

样品编号	考古学编号	样品描述
srz-1	12XBXM1⑥:lin50	蓝色玻璃珠残片, 不透明, 有气泡
srz-2	12XBXM1⑥:184	黄色玻璃珠残片, 不透明, 有黑色斑点和气泡
srz-3	12XBXM1⑥:169	绿色玻璃珠, 不透明, 有气泡
srz-4	12XBXM1⑥:189	绿色玻璃珠残片, 不透明, 风化严重, 有黑色斑点和气泡
srz-5	12XBXM1⑥:171	绿色玻璃珠, 不透明, 风化严重, 表面有腐蚀坑
srz-6	12XBXM1⑥:116	绿色玻璃珠, 不透明, 风化严重, 腐蚀坑较多
srz-7	12XBXM1⑥:152	绿色玻璃珠残片, 不透明, 风化严重
srz-8	12XBXM1⑥:201	绿色玻璃珠, 不透明, 风化严重
srz-9	12XBXM1⑥:114	蓝色玻璃珠残片, 不透明, 有腐蚀坑, 表面光泽度较好
srz-10	12XBXM1⑥:39	绿色玻璃珠, 不透明, 表面有腐蚀坑
srz-11	12XBXM1⑥:150	蓝色玻璃珠, 不透明, 表面光泽度较好, 保存较好
srz-12	06BSDIVM011-8-1	黑色蜻蜓眼玻璃珠, 表面分布 6 个镶嵌式的白绿色的椭圆形蜻蜓眼, 保存较为完整
srz-13	06BSDIVM011-8-6	蓝色蜻蜓眼玻璃珠, 表面分布 3 个镶嵌式蓝白色椭圆形蜻蜓眼, 风化严重
srz-14	06BSDIVM011-8-7	蓝色玻璃珠, 不透明, 表面有腐蚀坑
srz-15	06BSDIVM011-8-8	蓝色玻璃珠, 不透明, 风化严重

表 2 石人子沟遗址群出土玻璃珠样品的成分数据(Wt%)

Table 2 Results of analysis of the glass beads from Shirenzigou sites by ICP-AES(Wt%)

Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	Sb ₂ O ₃	CuO	PbO	CoO	BaO	SrO
srz-1	63.39	5.89	0.81	2.34	4.53	14.72	7.21	0.04	0.50	0.09	0.15	0.02	0.01	0.15	0.03	0.05
srz-2	60.40	6.54	1.46	3.39	13.38	11.07	2.42	0.03	0.53	0.18	0.01	0.09	0.07	0.07	0.17	0.06
srz-3	62.72	2.98	1.12	1.75	4.71	12.59	5.94	0.03	0.48	0.09	0.67	0.93	6.41	0.00	0.03	0.06
srz-4	63.99	3.05	1.02	1.75	4.20	12.85	6.12	0.03	0.48	0.10	0.48	0.57	5.25	0.00	0.02	0.05
srz-5	63.15	2.93	1.04	1.77	4.11	12.99	6.04	0.03	0.48	0.09	0.59	0.83	5.81	0.00	0.02	0.05
srz-6	63.43	2.95	1.05	1.77	4.10	12.82	5.92	0.03	0.46	0.09	0.58	0.94	5.73	0.00	0.03	0.06
srz-7	63.16	3.11	1.00	1.76	4.00	13.00	6.03	0.03	0.47	0.09	0.53	0.93	5.73	0.00	0.02	0.06
srz-8	63.03	2.78	1.02	1.77	4.02	13.13	6.00	0.03	0.47	0.09	0.54	0.95	6.02	0.00	0.03	0.06
srz-9	65.92	3.87	1.15	2.31	3.90	17.40	4.55	0.06	0.46	0.10	0.01	0.02	0.00	0.10	0.03	0.04
srz-10	64.14	3.00	0.99	1.82	4.15	13.22	6.15	0.03	0.47	0.10	0.44	0.53	4.81	0.00	0.02	0.05
srz-11	60.55	7.52	1.22	2.47	4.81	14.90	7.33	0.04	0.65	0.13	0.05	0.03	0.01	0.13	0.03	0.05
srz-12-black	32.89	2.18	4.53	0.44	0.72	4.32	0.11	0.02	0.18	0.04	0.05	3.56	48.48	0.00	2.40	0.03
srz-12-green	39.89	1.15	0.33	0.39	0.80	6.32	0.00	0.00	0.09	0.02	0.05	1.07	44.80	0.00	4.95	0.08
srz-12-white	31.33	0.65	0.30	0.39	0.87	3.55	0.00	0.01	0.08	0.03	0.06	0.03	51.44	0.00	11.11	0.11
srz-13-blue1	33.43	0.61	0.08	0.17	0.39	6.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.10	0.91	48.27	0.00	9.82	0.17
srz-13-blue2	32.40	0.62	0.19	0.18	0.42	5.46	0.00	0.00	0.02	0.01	0.10	0.94	49.30	0.00	10.28	0.17
srz-14	32.79	0.73	0.18	0.99	0.70	6.43	0.00	0.00	0.02	0.01	0.06	0.56	51.11	0.00	6.25	0.14
srz-15	28.57	0.71	0.15	0.79	0.69	5.52	0.00	0.00	0.02	0.01	0.04	0.54	54.01	0.00	8.71	0.15

0.01%的元素)。

1.5 Raman 光谱分析

根据 LA-ICP-AES 的成分分析结果,发现西沟遗址 M1 墓出土玻璃珠中的 7 件绿色玻璃珠样品均含有锑(Sb)、铅(Pb)特征成分,疑似锑酸铅($\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$)乳浊剂。因此,采用激光拉曼光谱进行分析验证,结果在这 7 件样品的 Raman 谱图中均出现同一晶体特征峰,如图 1 所示。其余样品的 Raman 谱图与 srz-5 一致。通过与 $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ 标准拉曼谱对比^[6],结果发现与 $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ 的特征振动峰吻合,从而验证了前面的推测。

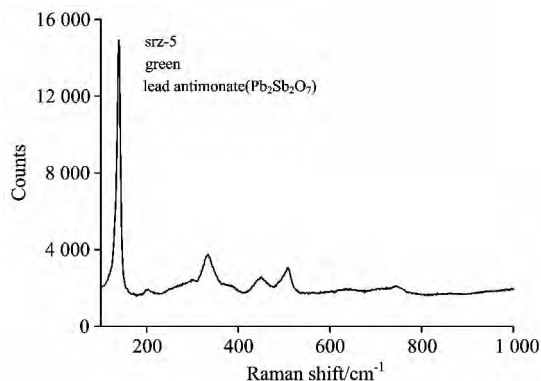


图 1 样品 srz-5 拉曼光谱谱图

Fig 1 Raman spectrogram of glass beads srz-5

2 结果与讨论

2.1 古玻璃成分体系划分

根据表 2 的数据显示,西沟遗址出土玻璃珠样品(srz-1~srz-11) SiO_2 的含量在 60.40%~65.92%之间, Na_2O 的含量 11.07%~17.40%, CaO 的含量为 3.90%~13.38%。石人子沟遗址出土的玻璃珠(srz-12~srz-15) SiO_2 的含量在 28.57%~33.43%之间, Na_2O , K_2O 及 CaO 的含量较低,但 PbO 的含量在 48.27%~54.01%之间,为了能够直观的研究这些玻璃珠化学组成的差别,利用 SPSS 软件对样品进行二元统计分析^[7],结果如图 2 所示,由图 2 可知这批玻璃珠有很明显的差异,西沟遗址出土的这批玻璃珠均属于典型的钠

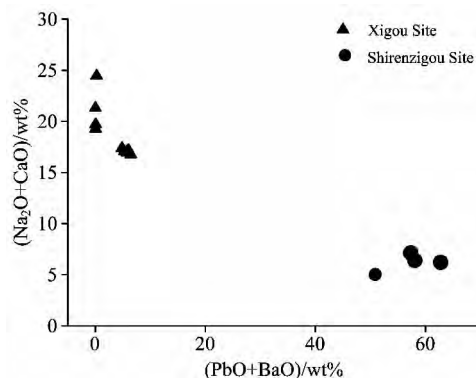


图 2 钠钙玻璃与铅钡玻璃分类散点图

Fig 2 The binary plot of the $(\text{Na}_2\text{O}+\text{CaO})$ and $(\text{PbO}+\text{BaO})$ mass fractions of the glass beads

钙玻璃体系,石人子沟遗址出土玻璃珠为铅钡玻璃体系。

2.2 助熔剂种类

钠钙玻璃根据助熔剂的不同分为:植物灰玻璃和天然碱玻璃,天然碱玻璃主要选用天然泡碱作为助熔剂,而植物灰玻璃主要是选取植物燃烧后的灰烬作为助熔剂,植物灰玻璃中 K_2O 及 MgO 质量分数均大于 1.5%,天然碱玻璃中 K_2O 及 MgO 质量分数则反之^[8],而由表 2 可知西沟遗址出土玻璃珠样品(srz-1~srz-11)中 K_2O 和 MgO 的含量均在 1.5%以上,因此推测西沟遗址出土玻璃珠均以植物灰作为助熔剂。铅钡玻璃作为我国国产的玻璃体系,广泛出现在战国时期以楚地为中心的地区,具有明显的区域特征。中国使用铅矿的历史悠久,早在商、周时期制作青铜器时已有应用铅矿的经验^[9]。铅能降低熔化温度且增加流动性,因此使用铅矿作为国产玻璃的助熔剂也就可以理解。综合表 2 中 srz-12~srz-15 的成分数据可以推测石人子沟遗址出土的玻璃珠是含铅矿物作为助熔剂。

2.3 石人子沟遗址群出土玻璃珠来源

2.3.1 钠钙玻璃来源

作为最早的人造材料之一,古代玻璃的起源历史悠久,早在公元前 4000 年,古埃及和美索不达米亚地区已开始生产釉砂制品^[10],它们是古代玻璃的发源地,生产出西方典型的钠钙体系玻璃。作为比较成熟的玻璃生产体系,古埃及和美索不达米亚地区出土的玻璃化学成分相当稳定,它们的平均化学成分见表 3。

表 3 美索不达米亚地区和古埃及地区出土玻璃珠的平均成分数据

Table 3 Average chemical composition of ancient glasses unearthed at Mesopotamia and Egypt^[11]/(Wt%)

出土地点	MgO	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O
古埃及	4	65	2.5	8	18	2.2
美索不达米亚地区	4.54	65.50	1.75	6.59	15.55	2.11

将西沟遗址出土玻璃珠的化学成分与古埃及和美索不达米亚地区出土古玻璃的平均化学成分相比,发现西沟遗址出土玻璃珠具有较高含量的钾(平均含量为 5.79%),表明此批玻璃珠与同时期西亚、北非玻璃差别很大。同时,通过激光拉曼光谱分析(图 1)证实这批玻璃珠样品中的 7 件绿色玻璃珠都以 $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ 作为乳浊剂,在 17 世纪以前,我国本土制作的 $\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{PbO}-\text{BaO}-\text{SiO}_2$, $\text{PbO}-\text{SiO}_2$ 三种体系的玻璃均未发现锑基乳浊剂^[12-13],而古埃及早在第十八王朝时期(公元前 1550—前 1307 年)已经掌握了锑的使用^[14],后来又使用了锡基乳浊剂,使用乳浊剂是古代西方玻璃制作的一大特征,西沟遗址出土的玻璃珠使用了锑酸铅乳浊剂说明它们不可能来自中原。锑酸铅乳浊剂在西周到春秋时期属于绿洲农业遗址的新疆拜城克孜尔吐尔墓^[15]出土的单色玻璃珠中也有发现,这些玻璃珠借鉴了西方的玻璃制作技术,采用当地原料制备。从制作技术来看,西沟遗址的玻璃珠比较粗糙,远逊于西方的玻璃珠。因此,西沟遗址出土的这批玻璃珠并非来自遥远西方,很有可能是在中亚到新疆这一地区

制作而成,通过较近距离的交流来到了巴里坤地区。

2.3.2 铅钡玻璃来源

大量的考古发现和成分研究支持 PbO-BaO-SiO_2 系古玻璃起源于中国,尤其是以湖北、湖南为代表的楚地,这个区域发现的战国至西汉时期的铅钡玻璃制品数量远远超过同时期其他地区^[15]。因此,大多数学者比较认同铅钡玻璃为楚人发明的观点^[16]。根据目前出土的战国至西汉时期的古代铅钡玻璃制品分布区域来看,新疆只出土了少数铅钡玻璃,并且均被认为是从中原地区传入^[10, 17]。为更好的探讨石人子沟遗址出土的这几件铅钡玻璃的来源,综合目前国内已经发表的战国至西汉时期的古代铅钡玻璃成分数据,选择了其中有代表性的 20 余件玻璃珠(样品包括蜻蜓眼玻璃珠和单色玻璃珠,由于蜻蜓眼本身都有不同颜色,成分测试也包括同一件蜻蜓眼不同颜色部位的数据)进行对比分析^[11]。选择 SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , K_2O , PbO , BaO 等六个氧化物的含量,进行主成分分析,分析结果见图 3(其中第一主成分、第二主成分可以解释所有变量综合信息的 66.6%)。

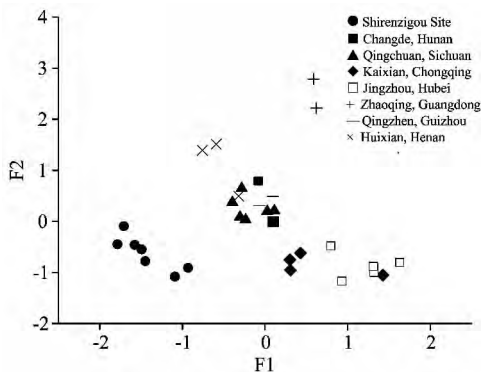


图 3 中国古代铅钡玻璃的主成分分析散点图

Fig 3 The principle component analysis (PCA) of the chemical compositions of the ancient Chinese lead-barium glass beads

由图 3 可以看出,虽然这批玻璃珠均属于铅钡玻璃体系,但不同地区之间的成分差距明显,这表明在不同地区古代匠人制作铅钡玻璃时可能选择不同的原材料或配方。同时也注意到,除个别玻璃成分数据外,同一地区玻璃珠的组成都聚集在一个很小的范围。这说明当时很多地区都能制作铅钡玻璃,并且同一地区铅钡玻璃的生产已经具备一定规模和标准化生产。石人子沟遗址出土的这几件铅钡玻璃化学组成相对集中,应是在同一地点同批生产。干福熹先生^[11]指出铅钡玻璃大量出现在战国中晚期的湖南楚墓,随后在全国有很大范围的流传和扩展,南至两广地区,西南至贵州、四川等地,西北传至青海、甘肃。石人子沟遗址出土的铅钡玻璃在一定程度上验证和扩展了中原地区玻璃制作工艺及产品外传的观点。

3 结 论

采用 LA-ICP-AES 分析西沟遗址 M1 墓和石人子沟遗址 M011 墓出土战国晚至西汉早期的玻璃珠,结果表明这两批玻璃珠样品各具特色,M1 墓出土玻璃珠都属于 $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ 体系,以植物灰作为助熔剂;M011 墓出土玻璃珠属于 PbO-BaO-SiO_2 体系,以含铅矿物作为助熔剂。

通过与同时期其他地区的玻璃数据进行比较,对玻璃珠的来源进行探讨,推测西沟遗址 M1 墓出土玻璃珠并非西亚或北非的舶来品,很有可能在中亚或新疆地区制作而成;而石人子沟遗址 M011 墓出土玻璃珠为中原传入。以上研究说明早在战国晚至西汉早期,巴里坤东天山以北的游牧民族不仅与新疆地区天山以南的农业人群存在物质交流情况,甚至他们也能够得到中原地区制造的蜻蜓眼玻璃珠。需要注意的是,M011 墓属于中型墓,M1 墓属于大型墓,这说明制作精美的玻璃珠只在社会地位相对较高的人群中传播。此外,不同地域、不同风格的玻璃珠出现在同一时期的石人子沟遗址群,说明丝绸之路北线东大门的巴里坤地区是古代不同地区之间物质文化的交融汇通之地,而游牧民族在其中扮演了非常重要的角色。

References

- [1] GAN Fu-xi, LI Qing-hui, GU Dong-hong, et al(干福熹,李青会,顾冬红,等). Journal of Chinese Ceramic Society(硅酸盐学报), 2003, (07): 663.
- [2] Liu S, Li Q H, Gan F X. Journal of Archaeological Science, 2012, (39): 2128.
- [3] CHENG Qian, GUO Jin-long, WANG Bo, et al(成倩,郭金龙,王博,等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2012, 32(7): 1955.
- [4] WANG Jian-xin(王建新). Journal of Northwest University(Philosophy and Social Science Edition)(西北大学学报·哲学社会科学版), 2008, (5): 86.
- [5] WANG Jian-xin, ZHANG Feng, REN Meng, et al(王建新,张凤,任萌,等). Archaeology(考古), 2009, (1): 3.
- [6] Rosi F, Manuali V, Grygar T, et al. Journal of Raman Spectroscopy, 2011, (3): 409.
- [7] CHEN Tie-mei(陈铁梅). Quantitative Archaeology(定量考古学). Beijing: Peking University Press(北京:北京大学出版社), 2005.
- [8] Brill R H. Chemical Analysis of Early Glasses. The Corning Museum of Glass. New York: The Corning Museum of Glass Press, 1999.
- [9] GAN Fu-xi, CHENG Huan-sheng, LI Qing-hui(干福熹,承焕生,李青会). Science China: Technological Science(中国科学:科学技术), 2007, (3): 387.
- [10] AN Jia-yao(安家瑶). A Brief History of Glasswares in China(玻璃器史话). Beijing: Social Sciences Academic Press(北京:社会科学文

献出版社), 2011.

- [11] GAN Fu-xi, AN Jia-yao, HOU De-jun, et al(干福熹, 安家瑶, 后德俊, 等). Development of Chinese Ancient Glass(中国古代玻璃技术的发展). Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers(上海: 科学技术出版社), 2005.
- [12] Brill R H, Martin J H. Scientific Research in Early Chinese Glass. New York: The Corning Museums of Glass Press, 1991.
- [13] Gan F, Brill R H, Tian S. Ancient Glass Research Along the Silk Road. Singapore: Word Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. , 2009.
- [14] Shortland A J. Archaeometry, 2002, 44(4): 517.
- [15] HOU De-jun(后德俊). The Production of Ores, Metals, Lacquer and Glass in Ancient Chu Kingdom(楚国的矿冶、髹漆和玻璃制造). Wuhan: Hubei Scientific and Technical Publisher(武汉: 湖北科学技术出版社), 1995.
- [16] ZHAO Kuang-hua(赵匡华). Studies in the History of Nature Science Notes for Contributors(自然科学史研究), 1991, (2): 145.
- [17] LI Qing-hui, ZHOU Hong-zhi, HUANG Jiao-zhen, et al(李青会, 周虹志, 黄教珍, 等). Jiangnan Archaeology(江汉考古), 2005, (4): 82.

Chemical Analysis of Ancient Glass Beads from Shirenzigou Sites in Balikun County, Xinjiang

WEN Rui¹, ZHAO Zhi-qiang^{1, 2}, MA Jian¹, WANG Jian-xin¹

1. Key Laboratory of Cultural Heritage Research and Conservation (Northwest University), School of Cultural Heritage (Northwest University), Xi'an 710069, China
2. Hunan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Changsha 410003, China

Abstract Balikun County is located in the Hami region of eastern Xinjiang which is the junction point connecting central China and northern Xinjiang. Shirenzigou sites in the Balikun County was a great nomadic tribe settlement in the eastern Tianshan Mountains. The glass beads excavated from the tomb of M011 in the Shirenzigou site and the tomb of M1 in the Xigou site, which can be dated back to late Warring States to the early West Han dynasty (3rd century B. C—1st century B. C). To understand the provenance of these glass beads, the chemical composition of these glass beads were analyzed through the examinations of LA-ICP-AES and LRS. The results showed that the glass beads from the Xigou site were all $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ system; with plant ash as flux, the lead antimonite were used as opacifying agents of seven green glass beads. Meanwhile, the glass beads from the Shirenzigou site were $\text{PbO}-\text{BaO}-\text{SiO}_2$ system, the lead were used as flux. Compared with the contemporaneous glass beads, the result illustrated that the chemical composition of glass beads from the Xigou site were different from the Egyptian or Mesopotamian $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ glass, it was highly plausible that the glass beads were manufactured in the central Asia or Xinjiang region; while the chemical composition of glass beads from the Shirenzigou site were relatively centralized, which showed they were manufactured from the same place, the glass beads from the Shirenzigou site were imported from the central region of China. The study confirmed that the Balikun was an important place for the communication of material culture between the East and the West; meanwhile the nomadic people played a significant role for the spread and communication of glass beads.

Keywords Shirenzigou sites; Glass beads; LA-ICP-AES; LRS; Chemical analysis

(Received Jul. 6, 2015; accepted Nov. 18, 2015)