

doi:10.3969/j.issn.1007-7545.2024.01.019

秦国东周青铜器矿料来源研究

张睿祥^{1,2}, 欧秀花¹, 朱思齐¹

(1. 天水师范学院 文物保护技术系, 甘肃 天水 741001;

2. 安徽大学 历史学院, 合肥 230071)

摘要:甘肃东部及关中地区是秦文化遗址分布的密集区,这一地区发现的秦国青铜器对于研究其风格、冶铸技术、矿料来源等问题具有重要的价值。对已发表的礼县、凤翔、陇县、陈仓、秦陵等地秦国青铜器铅同位素数据进行整理分析。结果表明:春秋时期,秦国青铜器矿料特征相近,主要来自大冶铜绿山、皖南沿江及小秦岭一带。春秋早、中、晚期表现出明显的交替,这一变化与中原及汉淮地区趋于同步。战国晚期秦陵出土青铜器的矿源不同于秦国其它遗址,这一时期矿料来源地与小秦岭一带关系密切。研究结论揭示了东周时期秦国与南方地区的楚国、曾国在青铜资源流通方面的交流互动。

关键词:秦国青铜器;铅同位素;历时性变化;矿料来源

中图分类号:K876.41

文献标志码:A

文章编号:1007-7545(2024)01-0154-06

Study on Circulation of Metal Resource of Qin State Bronzes

ZHANG Ruixiang^{1,2}, OU Xiuhua¹, ZHU Siqi¹

(1. Department of Cultural Relics Protection Technology, Tianshui Normal University, Tianshui 741001, Gansu, China;

2. School of History, Anhui University, Hefei 230071, China)

Abstract: Qin cultural sites mainly locate in the eastern Gansu and Guanzhong regions, and the Qin State bronzes found in these areas are of great value for the study on artifact styles, manufacturing techniques and raw material sources. The published lead isotope data of Qin State bronzes from Lixian county, Longxian county, Fengxiang county, Chencang district and the Mausoleum of the First Qin Emperor were collected and analyzed. The results show that during the Spring and Autumn period, the raw materials of Qin State bronzes have similar mineral characteristics, and mainly derive from the area around Tonglu Mountain in Daye, the southern Anhui and Xiaoqinling Mountain. The minerals used by Qin people in the early, middle, and late Spring and Autumn period show an obvious diachronic changes, and this change tends to be synchronized with that of the Central Plains and the Han-Huai region. In the late Warring States period, the ore source of bronze from the Mausoleum of the First Qin Emperor is different from that of bronzes from other Qin sites, and the provenance of the raw mineral has a close relationship with the Xiaoqinling Mountain. The conclusion reveals the exchange and interaction in bronze resources between Qin State and Chu State, Zeng State during the Eastern Zhou period.

Key words: Qin State bronzes; lead isotopes; diachronic changes; ore sources

秦人源自东方,兴起于西戎环伺的天水地区^[1]。在与戎族长期的斗争中,秦人不断发迹壮大。西周

末年,秦襄公因勤王有功,被周平王封为诸侯,并赐岐山以西之地。这一事件是秦人发展历程中的转折

收稿日期:2023-08-29

基金项目:2022年甘肃省高等学校创新基金项目(2022A-110)

作者简介:张睿祥(1984-),男,讲师

点,它标志着秦人在周代政治舞台上有一席之地。自此之后 500 多年的时间里,秦人挥师东进,逐鹿关中,横扫六合,深刻影响了周代政治局势的发展。直至公元前 221 年,秦王嬴政建立了中国历史上第一个统一的中央集权的国家。秦国国祚虽然短暂(公元前 221 年至公元前 207 年),但它在政治、经济、文化、军事等方面的改革,对之后的历代王朝影响深远。考古发现表明^[2],我国渭河流域的甘肃东部及关中平原是秦文化遗存密集分布的地区。考古工作者在甘谷、礼县、清水、陇县、凤翔、咸阳等地发现两周时期与秦人活动相关的城址、墓葬、祭祀多处遗址,这些遗存勾勒出了秦人东进的历史进程,深化了人们对秦人文化面貌、发展轨迹等方面的认识。

以往学者在秦国青铜器的科技分析方面积累了丰富的数据。贾腊江等^[3-4]、凌雪等^[5]测试了礼县、凤翔、陇县、陈仓出土的部分秦国青铜器的铅同位素和微量元素;邵安定^[6]测试了秦始皇帝陵园水禽坑出土的青铜水禽的铅同位素和微量元素。这些被测试的青铜器,年代从西周晚期至战国晚期,跨越时间长,其所属遗址均有比较明确清晰的考古学背景。因此,有助于对科技检测数据的考古学阐释,探究秦人青铜资源利用的情况。本文拟对已发表的秦国青铜器的铅同位素数据进行梳理并分析解读,揭示秦青铜器矿料资源流通的历时性变化、生产流通状况,有助于人们从青铜资源流通的视角认识秦文化与楚文化及周边文化的互动关系。

1 矿料的历时性变化

利用铅同位素数据探讨青铜资源生产流通的问题时,首先要考虑青铜样品的铅含量^[7]。对于铅同位素数据所反映的原料类型,目前学界没有共识。由于锡矿石中的铅含量低于铜矿石和铅矿石,从锡料中引入的铅一般可以忽略不计,并认为不会改变合金的铅同位素^[8-9]。因此,铅同位素数据主要指征铜料或铅料的来源。一些学者认为,如果铅含量在 0.005%~4%,铅应该来自铜料中的铅杂质^[8],而其他学者提出 1%的铅含量也有可能是有意添加的合金成分^[10]。鉴于国内学者常以铅含量 2%为阈值讨论青铜样品铅同位素的相关问题,本文也采用 2%这一常规阈值。基于此标准,已发表的 76 个秦国青铜器铅同位素数据,除 12 件未做合金成分分析,余者 44 件为铅锡青铜,20 件为锡青铜,分别指示铅料和铜料的来源。其中,秦陵水禽坑出土青铜器的铅同位素数据均指示铜料的来源,其它秦国遗址青铜

器的铅同位素数据主要指示铅料的来源。将梳理的秦国青铜器的铅同位素数据,以铅含量 2%为标准分为两组,绘制²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb—²⁰⁸Pb/²⁰⁶Pb散点图(图 1)。从图 1 可看出,礼县、凤翔、陇县、陈仓出土秦国青铜器的铅同位素数据分布在斜率相近的直线两侧,指示铜料和铅料的铅同位素数据没有明显区分,表明它们可能使用了成矿特征相近的铜铅共生矿。秦陵青铜水禽的铅同位素数据分布在 A 区,与秦国其它遗址出土青铜器的铅同位素数据分布范围表现出明显的差异。这表明,秦陵青铜水禽的矿料与其它遗址青铜器的可能有所不同。

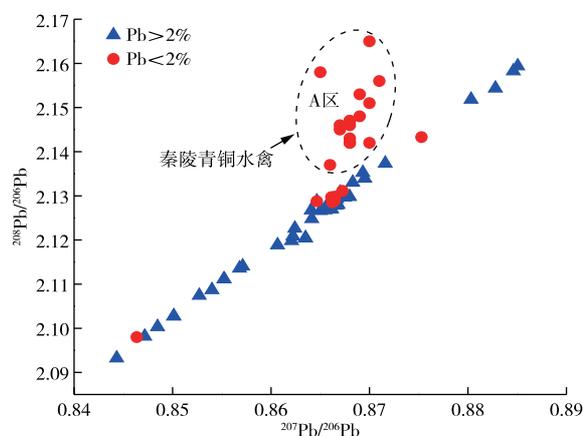


图 1 秦国各遗址青铜器铅同位素比值分布图
Fig. 1 Distribution map of lead isotope ratio of bronzes from different sites of Qin State

为了进一步揭示秦人自西周晚期至战国青铜矿料资源的利用情况,我们依据时代区分青铜样品的铅同位素数据,并作²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb—²⁰⁸Pb/²⁰⁶Pb散点图(图 2)。从图 2(a)可以看出,秦人利用的矿料随时代交替呈现出较为清晰的变化。西周晚期,铅同位素数据分布分散。春秋早期,铅同位素数据分布在较为集中的区域,春秋中期相对分散,而至春秋晚期,铅同位素数据重新聚集分布在春秋早期铅同位素分布的区域。战国时期,秦国青铜器的铅同位素数据偏少,除了凤翔八旗屯油库铜敦的 2 个数据(分别取自铜敦的器盖及口沿)外,其余均来自秦陵水禽陪葬坑。凤翔铜敦的 2 个数据分布在图 2(a)的左下角,不同于秦陵水禽铅同位素分布的 A 区。考虑到不同遗址不同时代青铜器铅同位素数量的不均衡可能会对结果造成一定的影响,我们重新选择了数据量较为丰富的陇县边家庄青铜器的铅同位素。陇县边家庄是春秋时期周余民的贵族墓地,出土青铜器的器形和纹饰的风格都属秦式,该时代涵盖了春秋早、中、晚

三期,因此,我们能够观察到春秋秦国青铜器铅同位素比值随时代有着更细致的变化。结合东周时期青铜矿料使用兴替的大致规律来分析^[11],从图2(b)可知,秦人在春秋早、晚期利用A类矿料($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}=2.11\sim 2.13$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}=0.85\sim 0.87$),这类矿料在春秋早期的中原、汉淮及沂泗广袤的地域范围大量使

用,秦国对A类矿料的利用与同时期的其它地区诸侯国趋同。春秋中期秦人使用B类矿料($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}=2.09\sim 2.11$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}=0.84\sim 0.86$),同样,这类矿料也在春秋中期开始流行使用于江汉至淮泗地区,这表明矿料类型的更替变化也影响到秦人对青铜资源的利用。

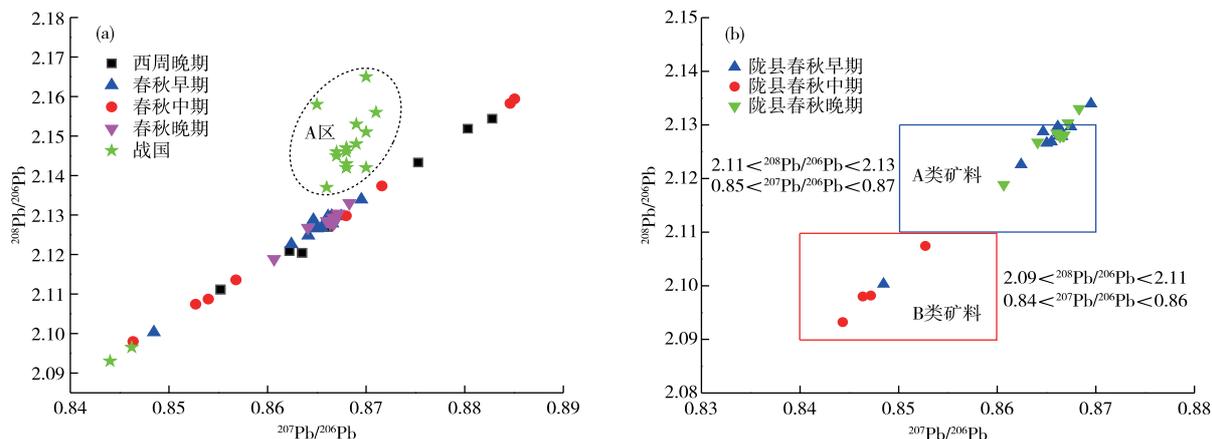


图2 秦国青铜器矿料的历时性变化

Fig. 2 Diachronic changes of raw materials of Qin State bronzes

2 秦国青铜器与楚国、曾国青铜器铅同位素数据比较

秦国在向东扩展的过程中,秦文化与中原文化、楚文化等不同类型的地域文化不断融合,对其兼收并蓄、择善而用,逐渐形成了自身特色的文化。关中地区秦墓中常出土中原式及楚式青铜器,说明秦国与这些地区存在青铜资源的互动交流。地质矿产调查及考古资料表明,楚文化影响地域范围所在的长江中下游地区是矽卡岩型铜铁矿床的密集分布区,这一地区的矿料至商代晚期这里的铜料便被扬越土著居民开采使用。西周初年,周王室在江汉地区设置随、申、吕、蓼、邓、唐等国“汉阳诸姬”,作为周代的安全屏障,守卫铜料运输路线的畅通。大抵自春秋中期以来,楚国陆续兼并周边的小国,占领此地后,获得了铜矿的开采权。随着楚国势力的扩张,对周边地区青铜矿料的利用产生过重要的影响^[12]。

基于这样的历史学和考古学背景,我们选择了湖南长沙出土楚国铜镜和蚁鼻钱的铅同位素数据^[13-14],以及随州擂鼓墩出土的曾国青铜器的铅同位素数据^[15],与秦国青铜器铅同位素数据进行对比研究,结果如图3所示。尽管前文中图2(a)显示,秦陵青铜水禽所用的矿料与陇县、凤翔、陈仓等秦国其它遗址存在差异,但从图3可知,铀铅比值图中,秦国青铜器和

曾国、楚国青铜器的铅同位素数据重叠分布在同一区域,表明秦国东周青铜器矿料来源地与长江中下游地区关系密切,它们可能有相似的矿源。然而,钍铅比值图显示,礼县、凤翔、陇县、陈仓的铅同位素数据位于秦陵、曾国和楚国青铜器铅同位素数据分布区域的下方,说明它们使用矿料存在一定差异,但这种差异主要体现在钍铅比上,而在铀铅比上几乎没有区别,因此,它们可能使用了来自同一矿区内的不同矿山的矿料。

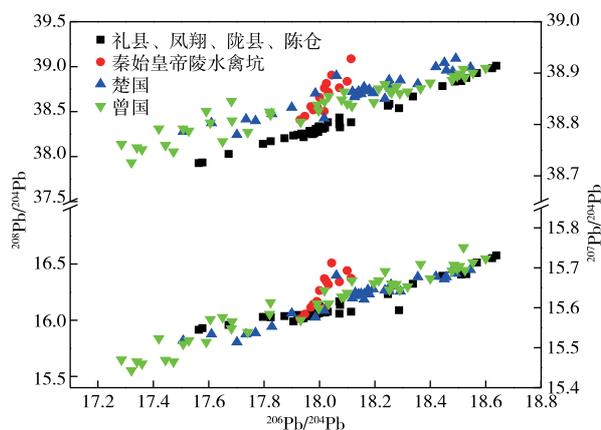


图3 秦国青铜器铅同位素与楚国、曾国青铜器铅同位素对比

Fig. 3 Comparison of lead isotope ratios of Qin State bronzes with bronzes from Chu State and Zeng States

3 矿料来源

秦国境内铅资源分布广泛,储量丰富,其中,甘肃西秦岭地区的西和县至成县境内,规模不等的铅锌矿床组成的西成铅锌矿带是我国第二大铅锌矿带^[16]。考虑到地质资源、交通运输及铅同位素数据对比结果等诸多方面,一些学者认为,秦人就地获取青铜资源,使用的铅料可能来自西秦岭一带^[3]。HSU 等^[17]学者则指出,春秋时期秦国青铜器的矿料存在多个来源,长江中下游地区和小秦岭都是需要重点考虑的地区。此外,依据前文讨论,春秋时期秦国青铜器使用了为 A、B 两类矿料,其中 A 类矿源可能代表了大冶四方塘,而 B 类矿料最可能的来源是鄂东南的大冶铜绿山,但也不排除部分矿料来自皖南沿江地区的南陵一带、河南西南的内乡附近^[11]。以往的研究,一方面显示出学界对秦国青铜

器矿源存在不同的认识,另一方面也为我们探索矿料来源提供了思路。

为探究秦国青铜器的潜在矿源,我们对这些铅同位素数据进行进一步分析。根据中国铅同位素地球化学省理论^[18],秦国青铜器的铅同位素数据主要落在华夏板块($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 18.3$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 15.5$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 38.4$)和扬子板块($17.5 < ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 18.2$, $15.33 < ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 15.6$, $37.5 < ^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 39.0$),表明其矿料可能来自这两个地球化学省区域。基于大致地域空间范围的确定,同时结合相关考古学背景,选择甘肃东南及陕西西部(西秦岭)、河南西南部(小秦岭)、湖北大冶铜绿山及皖南沿江地区现代矿山矿石及冶炼遗物的铅同位素数据与秦国青铜器的进行对比。采用 Origin 软件绘制铅同位素数据 2D 核密度分布图进行分析,结果见图 4。

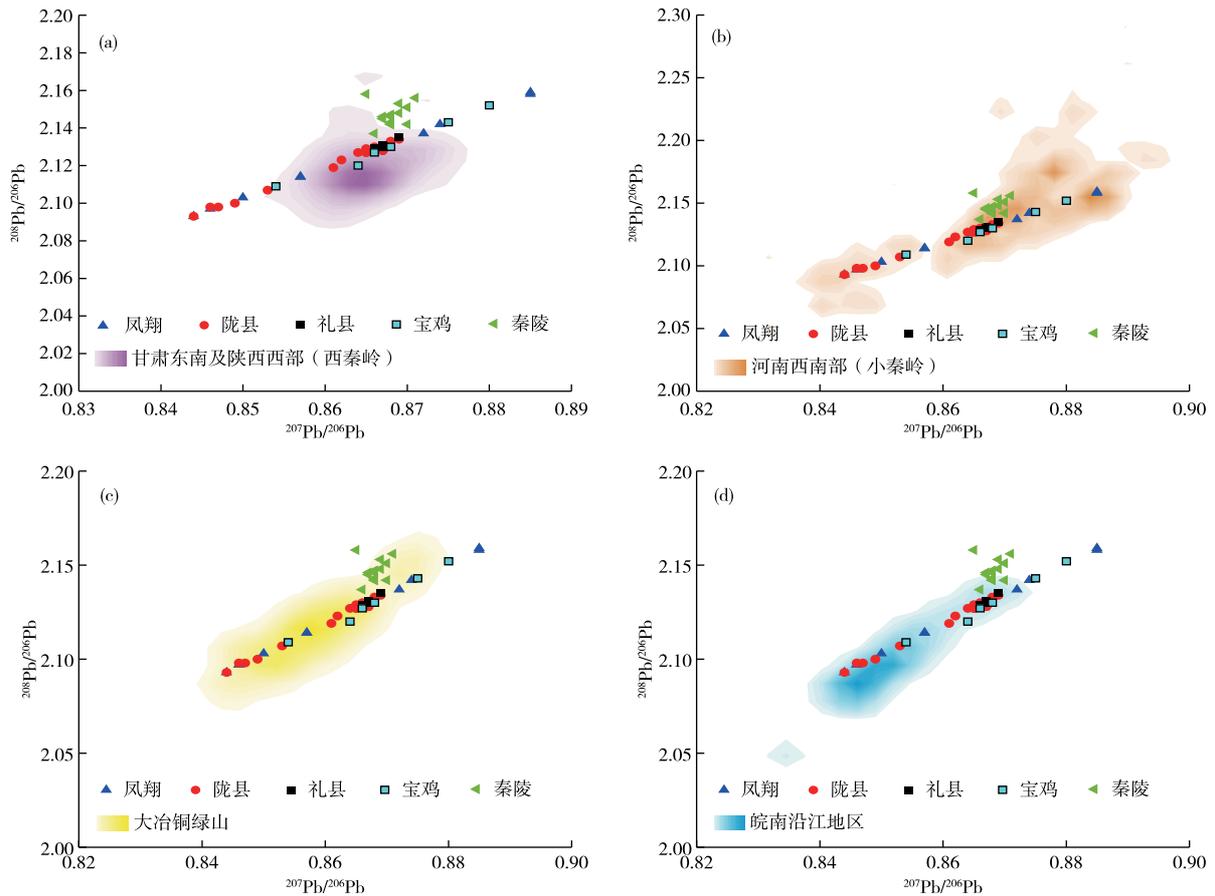


图 4 秦国青铜器与各地区矿料铅同位素数据核密度比较图
 Fig. 4 Kernel density diagram comparing lead isotopes of Qin State bronzes with lead ores from various regions

虽然各地区普通铅的铅同位素数据存在重叠效应,但矿料铅同位素的分布和核密度中心仍存在差

异。由图 4 可知,秦国青铜器铅同位素的分布与西秦岭地区的差异较为明显,秦国青铜器矿料来自这

一地区的可能性较小。春秋时期秦国青铜器的铅同位素数据与小秦岭、大冶铜绿山附近矿区及皖南沿江地区核密度分布区域均有较好的重合,而战国时期秦国青铜器的铅同位素数据分布仅与小秦岭地区重合,并且核密度数据中心均有较多吻合。因此,春秋时期秦国青铜器的矿料来源与长江中游地区关系密切,而战国青铜器的矿料最有可能来自小秦岭一带的矿区。这一结论揭示了重要的考古学意义,即在青铜资源的利用方面,秦人似乎没有就近开发利用其境内的矿料,而与长江中游一带的曾、楚形成了较为稳定的青铜资源流通网络,揭示了东周时期西北的秦与南方诸侯国之间在青铜文化方面的互动。同时,秦国青铜矿料的来源,与同时期其它地区诸侯国也趋于一致,这充分反映出青铜器作为礼器在国家政治统治中的重要作用。

4 结束语

秦国受周王室分封虽晚,但在东周历史的演进中扮演了重要角色。秦国青铜文化受到来自周、楚等不同地域文化的影响,形成了独具特色的秦式青铜器。秦国青铜矿料的流通反映了秦与其他地区的交流互动,通过对礼县、凤翔、陇县、陈仓、秦陵等地遗址发现的秦国青铜器铅同位素数据的整理分析,可得出以下结论:

1) 礼县、凤翔、陇县、陈仓出土的青铜器铅同位素数据主要指征铅料来源,这些遗址出土的青铜器采用了成矿特征相近的矿料。秦陵水禽陪葬坑出土的青铜器指征铜料来源,其所用矿料与礼县、凤翔、陇县、陈仓等遗址的存在一定差异。

2) 秦国东周青铜器矿料呈现出随时代更替变化的规律,春秋早期秦人使用 A 类矿料,至中期开始使用 B 类矿料,这与中原、汉淮地区的矿料变化较为一致。战国青铜器铅同位素来源单一,数据量偏少,今后的研究应加强对这一时期秦国青铜器的科技检测。

3) 秦国春秋青铜器矿料主要来自大冶铜绿山、皖南沿江一带及小秦岭,而战国时期秦国青铜器矿料最有可能来自于小秦岭一带,这反映出东周时期秦国与曾、楚在青铜资源流通方面的互动。

参考文献

[1] 雍际春. 嬴秦非戎族新考[J]. 中国史研究, 2022(2): 5-19.
YONG J C. Newly investigation of the Non-Rong of the Qin people [J]. Journal of Chinese Historical

- Studies, 2022(2): 5-19.
- [2] 陈洪. 秦文化的考古学研究[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 30-34.
CHEN H. Archaeological study of Qin culture[M]. Beijing: Science Press, 2016: 30-34.
- [3] 贾腊江, 姚远, 赵丛苍. 秦早期青铜器中铅料矿源分析[J]. 自然科学史研究, 2015(1): 97-104.
JIA L J, YAO Y, ZHAO C C. Mineral sources of lead aggregate about early Qin bronze wares[J]. Studies in the History of Natural Sciences, 2015(1): 97-104.
- [4] 贾腊江. 秦早期青铜器科技考古学研究[D]. 西安: 西北大学, 2010: 92-97.
JIA L J. A study on archaeometry of Qin early period bronzes[D]. Xi'an: Northwest University, 2010: 92-97.
- [5] 凌雪, 贾腊江, 柳小明, 等. 春秋时期秦青铜器微量元素的激光剥蚀等离子体质谱[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2012, 48(1): 8-14.
LING X, JIA L J, LIU X M, et al. Trace elements in Qin bronzes from the Spring and Autumn Period determined by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 2012, 48(1): 8-14.
- [6] 邵安定. 秦始皇帝陵园出土彩绘青铜水禽制作工艺及相关问题研究[M]. 北京: 科学出版社, 2019: 143-154.
SHAO A D. Painted bronze waterfowl unearthed from the Mausoleum of the First Emperor of Qin: their manufacturing techniques and related issues[M]. Beijing: Science Press, 2019: 143-154.
- [7] GALE N, STOS-GALE Z A. Bronze Age copper sources in the Mediterranean: a new approach [J]. Science, 1982, 216(4541): 11-19.
- [8] GALE N, STOS-GALE Z. Lead isotope analyses applied to provenience studies//Modern analytical methods in art and archaeology: volume chemical analysis [M]. Wiley, New York, Chichester, 2000: 503-584.
- [9] MOLOFSKY L, KILLICK D J, DUCEA M N, et al. A novel approach to lead isotope provenience studies of tin and bronze; applications to South African, Botswanan and Romanian artefacts[J]. Journal of Archaeological Science, 2014(50): 440-450.
- [10] 秦颖, 王昌燧, 朱继平, 等. 青铜器铅同位素指示意义的范铸实验研究[J]. 文物保护与考古科学, 2004(2): 36-38.
QIN Y, WANG C S, ZHU J P, et al. Molding experiment on indicating meaning of lead isotopes in bronzes[J]. Sciences of Conservation and Archaeology, 2004(2): 36-39
- [11] 张吉, 陈建立. 东周青铜器铅同位素比值的初步研究[J].

- 南方文物,2017(2):94-102.
- ZHANG J, CHEN J L. A preliminary study on the lead isotope ratios of Eastern Zhou bronzes [J]. *Culture Relics in Southern China*, 2017(2):94-102.
- [12] WANG X T, YANG Y D, WANG T Y, et al. Subdivision of culture and resources; raw material transformation and cultural exchange reflected by bronze poleaxes from the Warring States sites in the Chengdu Plain[J]. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2022 (14): 121. DOI: 10. 1007/s12520-022-01579-2.
- [13] LUO Z, FAN A C, JIN Z Y, et al. Scientific analysis and research on the Warring States bronze mirrors unearthed from Changsha Chu cemetery, Hunan province, China[J]. *Archaeometry*, 2022(3):1-15.
- [14] 金正耀, CHASE W T, 马渊久夫, 等. 战国古币的铅同位素比值研究: 兼说同时期广东岭南之铅[J]. *文物*, 1993(8):80-89.
- JIN Z Y, CHASE W T, MABUCHI H, et al. Study on lead isotope ratios of ancient coins in Warring States Period[J]. *Culture Relics*, 1993(8):80-89.
- [15] JIN Z Y. The analysis of lead isotope ratios for bronze artefacts[R]//HIRAO Y. The scientific investigation on the changes of the ancient east Asian bronze artefacts. Tokyo Research Institute for Cultural Properties, 1999.
- [16] 谈应范, 谢洪春. 甘肃西成铅锌矿田秦岭型铅锌矿床地质特征及找矿方向[J]. *甘肃冶金*, 2008(4):39-42.
- TAN Y F, XIE H C. Gansu Xicheng lead-zinc mine field Qinling lead-zinc mine bed geological feature and prospecting direction[J]. *Gansu Metallurgy*, 2008(4):39-42.
- [17] HSU Y K, SABATINI B J. A geochemical characterization of lead ores in China: an isotope database for provenancing archaeological materials[J]. *PLoS One*, 2019, 14(4): e0215973. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0215973.
- [18] 朱炳泉. 地球科学中的同位素体系理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 1998:227-230.
- ZHU B Q. The theory and application of isotopic systems in earth science[M]. Beijing: Science Press, 1998:227-230.