

浙江湖州昆山遗址商代铜器 铅同位素分析

吴晓桐(中国人民大学历史学院 讲 师)
谈金卓(中国科学技术大学科技考古实验室 博士研究生)
方向明(浙江省文物考古研究所 研究员)
刘建安(浙江省文物考古研究所 副研究员)
闫凯凯(浙江省文物考古研究所 副研究员)
金正耀(中国科学技术大学科技考古实验室 教 授)

一 概 况

中国大约从公元前 2000 年进入青铜时代^[1],但全国各地普遍出现青铜器是在公元前 1500 年之后的商代阶段^[2]。商代各地青铜器的矿料产地和资源流通始终是考古学和科技史研究的重点课题。铅同位素方法为建立各地青铜器之间的联系提供了一种有效的指纹信息,在商周青铜器矿料产地和流通研究中起到了关键作用^[3]。近 40 年的铅同位素考古研究表明,商周时期的金属资源流通网络已十分发达,不同地域和风格的青铜器很可能使用了相同的矿料资源^[4]。这一方面改变了以往“就近取材”的普遍认识,另一方面为研究各地青铜文化之间的关系提供了重要线索。

浙江地处中国东南沿海,位于长江下游南侧,夏商时期为越人的分布区域,在此基础上形成了东周时期的越国。浙江是原始瓷的起源地之一,原始瓷和印纹陶数量庞大,技术先进,甚至可能供应了中原王朝。相比于原始瓷,学界对

浙江早期青铜器的关注较少。浙江地区目前发现最早的青铜器属于商代,数量较少且分布零散,大多缺少明确的地层,年代存在争议。近年来,浙江北部湖州昆山、余杭跳头、小古城等遗址发现了时代明确的商代青铜器、石范等遗物,为研究浙江青铜器的起源提供了重要资料^[5]。

昆山遗址位于浙江省湖州市吴兴区八里店镇昆山村,距湖州市中心约 2.5 公里,北距太湖 8.3 公里。遗址面积约 100 万平方米,时代从崧泽文化一直延续到唐宋时期,其中新石器时代和商周时期的文化遗存是遗址的主体。近年,昆山遗址发现了商代的大型干栏式建筑基址、高台建筑等重要遗迹,出土的卜骨、卜甲、铜尊、铜鼎、铜铙、陶鬲、有领玉璧、玉琮等遗物深受中原地区影响,也表明了昆山遗址的重要地位,很可能是本地区夏商周时期的一个中心聚落遗址^[6]。

为探索浙江地区青铜技术的起源及其与中原地区青铜文化的关系,中国科学技术大学科技考古实验室与浙江省文物考古研究所合

作开展了湖州昆山遗址出土商代铜器的矿料来源研究。主要方法为铅同位素比值分析法,即利用铜器的铅同位素比值与各地矿山和铜器铅同位素数据进行对比来判断矿料来源,并进一步研究技术传播、文化交流、贸易交换等问题。

二 样本信息

本研究分析了昆山遗址出土和采集的铜器样本共 17 件(图一),另有 1 件铜铤出土自昆山遗址附近的南浔遗址。昆山商代铜器包括尊、鬲等容器,矛、剑等兵器,铤、削等工具,还有乐器铙等。其中 11 件为历年采集样本,另有

6 件为 2004 年以来科学发掘出土的铜器,有明确地层,可以判定属于商代晚期。大部分样本的资料已在《昆山》考古报告中公布。

三 实验方法

(一)成分分析

昆山遗址出土和采集的铜器大多收藏于博物馆,不能进行破坏性采样,本研究利用手持式 X 射线荧光仪(p-XRF)对铜器表面进行了成分分析。所用仪器为美国布鲁克公司生产,型号为 Tracer 5I,内置古代青铜标样校正曲线。该设备采用铑靶(Rh)作为 X 射线源靶材,仪器工作时选取古代青铜模式,气氛为空气,辐照到样品表面的 X 射线的焦斑直径为 5 毫米。为保证数据的稳定性,对部分样本选取多个部位进行测试。

(二)铅同位素分析

用手术刀片在铜器样本不明显处刮取少量锈蚀产物进行铅同位素分析。由于铜器的铅含量远高于埋藏环境,所以铜器锈蚀产物的铅同位素比值几乎不受土壤等杂质的影响,具有与铜器金属本体一致的铅同位素组成。根据手持式 X 射线荧光仪测定的铅含量,对铅含量在 1% 以上的铜器锈蚀产物利用电解沉积法提铅;对铅含量在 1% 以下的铜器锈蚀产物利用离子交换法提铅。提铅实验在中国科学技术大学科技考古实验室完成。然后利用中国科学技术大学壳幔物质与环境中国科学院重点实验室的电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)测定提取铅溶液的铅浓度。之后将溶液的铅浓度统一配至 250ppb,利用中国科学技术大学金属稳定同位素实验室的多接收电感耦合等离子体质谱仪(MC-ICP-MS)测定溶液的铅同位素比值,仪器型号



图一 湖州昆山遗址部分商代铜器

1. 把手(HPC : 137) 2. 铤(HPC : 133) 3、4. 削(HPC : 135、126) 5. 铲(04HP I K1 : 2) 6~8. 铤(HPC : 128、127、129) 9. 剑(HPC : 136) 10. 矛(2017T1310⑥ : 4) 11. 钺(戈)残片(04HP I TE008② : 2) 12. 尊(HPC : 132) 13. 鬲(HPC : 131) 14. 残片(04HP I T003② : 1) 15、16. 铙(HPC : 134、2017T5022③ : 1)

为 Neptune plus。测试过程中穿插测定国际铅同位素标准样本 NBS-981。18 件铜器样本 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的最大测试误差分别为 0.0005、0.0004 和 0.0009。

四 分析结果

(一) 铜器合金类型

受锈蚀产物的影响, 利用手持式 XRF 对青铜器表面进行分析仅能获取青铜器大致的合金类型。以铅、锡含量 1% 为界, 初步判断, 湖州昆山商代铜器的合金类型以铅锡青铜为主, 共 12 件, 占 66.7%; 锡青铜 3 件, 占 16.7%; 红铜 2 件, 占 11.1%; 铅青铜 1 件, 占 5.6%。其中, 连珠纹铙 (HPC : 134)、把手 (HPC : 137) 和铎 (HPC : 128) 为锡青铜; 铜尊 (HPC : 132) 为铅青铜; 红铜分别为铜剑 (HPC : 136) 和铜矛 (2017T1310⑥ : 4)。其余铜器均为铅锡青铜。

昆山铜器中红铜较少, 青铜是主要的合金类型。昆山青铜器的合金成分与同时期中原和长江中游地区基本一致, 合金技术已较为成熟。铅青铜和铅锡青铜中的铅属于工匠特意加入的元素。加铅增强铜液的流动性, 适用于容器和繁缛纹饰的铸造。铅青铜技术是在二里头文化四期发展成熟的, 之后成为商周青铜器的重要技术特征^[7]。昆山青铜器普遍加铅的特征是在夏商王朝青铜合金技术影响下产生的, 不同于同时期欧亚草原的锡青铜技术。

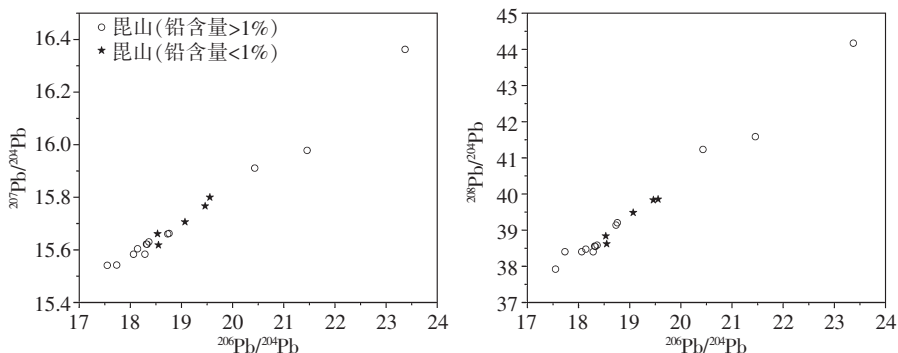
(二) 铅同位素比值

18 件湖州商代铜器的铅同位素比值变化较大, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为 17.551~23.372 (表一), 超出了绝大部分矿山的的变化范围, 表明昆山铜器矿料来源并不单一 (图二)。以 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值 19 为界, 分为高放射成因铅 (异常铅) 和普通铅两种。

铜器铅同位素比值指示的物料类型 (铜料或者铅料) 主要由铜器铅含量来判断。如果铅含量普遍较高, 青铜器中的铅则是工匠加入的合金元素, 铜料的铅同位素信号被铅料覆盖, 铅同位素比值指征了铅料的来源。一般来说, 铜器铅含量高于 1%, 铜器中的铅就有可能合金元素; 如果铅含量低于 1%, 铅很可能是铜料中带入的杂质元素。昆山遗址以铅锡青铜为主, 铅同位素主要指示了铅料来源; 少量红铜器和锡青铜器的铅同位素比值指示了铜料来源。

表一 昆山铜器合金类型与铅同位素数据

序号	实验编号	名称	出土编号	合金类型	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
1	PS-3	铎	2015HS II T303②: 1	Cu-Pb-Sn	18.063	15.583	38.404
2	PS-1	矛	2017T1311⑦: 2	Cu-Pb-Sn	18.363	15.630	38.586
3	PS-16	铲	04HP I K1: 2	Cu-Pb-Sn	18.143	15.604	38.474
4	PS-14	残片	04HP I TE008②: 2	Cu-Pb-Sn	23.372	16.362	44.172
5	PS-5	尊	HPC: 132	Cu-Pb	18.286	15.584	38.402
6	PS-13	铙	HPC: 134	Cu-Sn	19.463	15.767	39.835
7	PS-12	剑	HPC: 136	Cu	18.550	15.619	38.622
8	PS-9	鬲	HPC: 131	Cu-Pb-Sn	17.734	15.542	38.403
9	PS-16	把手	HPC: 137	Cu-Sn	19.069	15.706	39.486
10	PS-17	削	HPC: 135	Cu-Pb-Sn	17.551	15.541	37.921
11	PS-15	铎	HPC: 129	Cu-Pb-Sn	18.733	15.661	39.139
12	PS-11	铎	HPC: 128	Cu-Sn	18.532	15.661	38.839
13	PS-10	铎	HPC: 127	Cu-Pb-Sn	21.456	15.979	41.586
14	PS-8	削	HPC: 126	Cu-Pb-Sn	18.315	15.622	38.558
15	PS-7	残片	04HP I T003②: 1	Cu-Pb-Sn	18.758	15.663	39.204
16	PS-6	铎	HPC: 133	Cu-Pb-Sn	18.328	15.621	38.548
17	PS-2	矛	2017T1310⑥: 4	Cu	19.555	15.800	39.856
18	PS-4	铙	2017T5022③: 1	Cu-Pb-Sn	20.432	15.911	41.231



图二
昆山铜器铅同位素含量图

6件铜器具有高放射成因铅特征($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}>19$),占总数的33.3%。其中铅锡青铜3件,包括云雷纹铜钺(戈)残片、云雷纹铜铙残片和铜铙;锡青铜2件,包括连珠纹铜铙残片和铜把手;红铜1件,为铜矛。3件铅锡青铜器的铅同位素组成反映了铅料来源,锡青铜和红铜的铅同位素组成反映了铜料来源,也可能反映了铜料与铅料的混合。虽然都属于高放射成因铅,但是铅锡青铜的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值要明显高于红铜和锡青铜器物。

普通铅铜器中有10件 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值在18~19之间,占总数的55.6%。除了1件锡青铜铙和1件红铜剑,其余8件青铜器的铅同位素组成均反映了铅料来源,其中6件的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值集中在18.0~18.5之间,可能具有相同的来源;2件的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值分别为18.733(HPC:129铙)和18.758(04HP I T003②:1残片),可能另有来源。

普通铅铜器中另有2件 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值处于17~18之间。这两件均为铅锡青铜,分别为HPC:131铜鬲($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.734$)和HPC:135铜削($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.551$)。

五 讨 论

(一)矿料来源

长江中下游地区是我国重要的铜、铅等有色金属矿产地。浙江铅锌矿资源丰富,主要分布于浙西山地^[8];江苏宁镇地区铅锌矿和铜矿较为丰富^[9];安徽铜陵、南陵、枞阳一带是长江下游重要的铜矿带,同时也盛产铅矿^[10];鄂东南

赣西北大冶—瑞昌一带拥有丰富的铜、铅矿产^[11],赣北还拥有锡矿资源^[12]。长江中下游地区矿山的开采时代也较早,鄂东南的阳新大路铺^[13]和大冶蟹子地^[14]发现了石家河文化时期到商周时期的铜器、矿石和冶炼遗物;近期,李延祥团队在湖北阳新发现了商周时期炼铅遗址^[15];江西瑞昌铜岭铜矿的开采年代早至中商时期,并且发现了商文化的陶器^[16];安徽铜陵师姑墩^[17]、夏家墩、神墩^[18]等遗址发现了商周时期的铜、铅矿石和冶铸遗物;枞阳汤家墩^[19]、陈家山^[20]等遗址发现商代的炼渣、陶范、矿石、炉壁等冶炼遗物;镇江多次发现西周时期的青铜块,其中含有30%~50%的铅^[21]。这都说明长江中下游铜、铅金属资源开采时代较早,供给了本地甚至中原等地的青铜生产。

余杭跳头和小古城遗址发现商代石范,证明浙江在商代必然存在铜器生产。铜铙、削刀等器物是长江以南地区的特色产品,很可能为本地铸造。因此,研究昆山遗址商代铜器的矿料产地,首先应该考虑是否来自浙江及附近地区的矿山。

浙西北^[22]、铜陵^[23]、瑞昌^[24]等地矿石的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值集中于18.0~18.5,属于扬子板块铅同位素比值特征^[25],也被日本学者称为华南铅^[26]。瑞昌铜岭铜矿冶炼遗址发现的商代铜矿石铅同位素比值变化范围较大,部分矿石的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值高于19,具有较高的放射性成因铅特征^[27]。但是 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值没有明显的升高,表明这类铜矿中放射成因钍铅含量较低。宁镇地区的铅矿铅同位素组成与长江中下游其他主

要矿产地不同,²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 比值明显偏低,集中于 17~18 之间^[28],具有华北铅的特征。

将昆山遗址铜器与浙西北、宁镇、铜陵、瑞昌等地铜、铅矿石和古代冶炼遗物的铅同位素比值范围进行对比(图三),可以明显发现昆山遗址 6 件铜器的高放射成因铅不同于长江下游铜、铅矿产的铅同位素组成,故而排除原料来源于这些地区的可能性。昆山遗址的普通铅中以 ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 比值在 18~19 之间的华南铅为主,与浙西北、铜陵、瑞昌等地矿产的重合度较高,矿料很可能是这些地区所产。另外 2 例普通铅青铜器具有华北铅的特征,处于宁镇地区铅矿的分布范围内,不排除产自这一地区的可能性。但是目前尚未发现宁镇地区铅矿在商代的开采证据,该地以往发现的周代青铜块并不一定是本地所产,也有可能是从外地流通来的青铜原料。而华北地区铅矿在商代已得到大规模开采,从二里头文化时期至汉代的青铜器中常见此类铅同位素组成^[29]。因此,研究浙江商代青铜器的矿料来源不仅要对比附近地区矿山,还应对比同时期黄河、长江流域青铜器的铅同位素组成。

(二)商代青铜矿料资源在浙江地区的流通

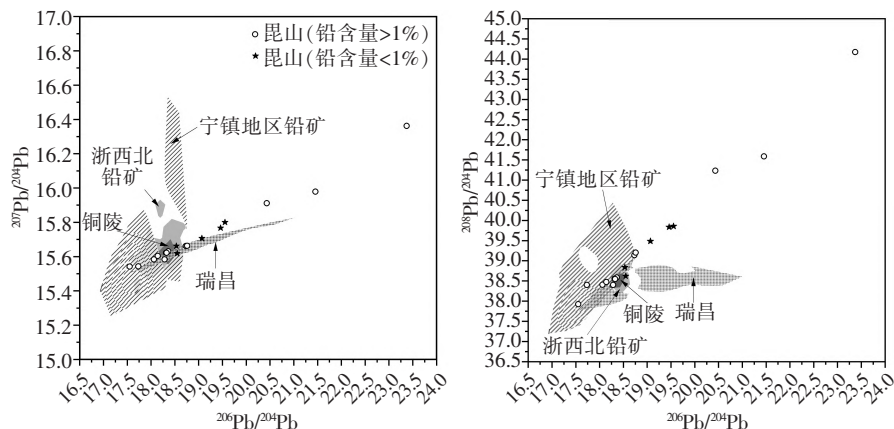
目前已经积累了大量商代各地各阶段青铜器的铅同位素数据,为研究湖州昆山遗址铜器与其他地区青铜器之间的关系提供了参考。本研究选取了中原晚商文化分布区的安阳殷墟遗址^[30]、安阳辛店遗址^[31]、济南刘家庄遗址^[32]、信

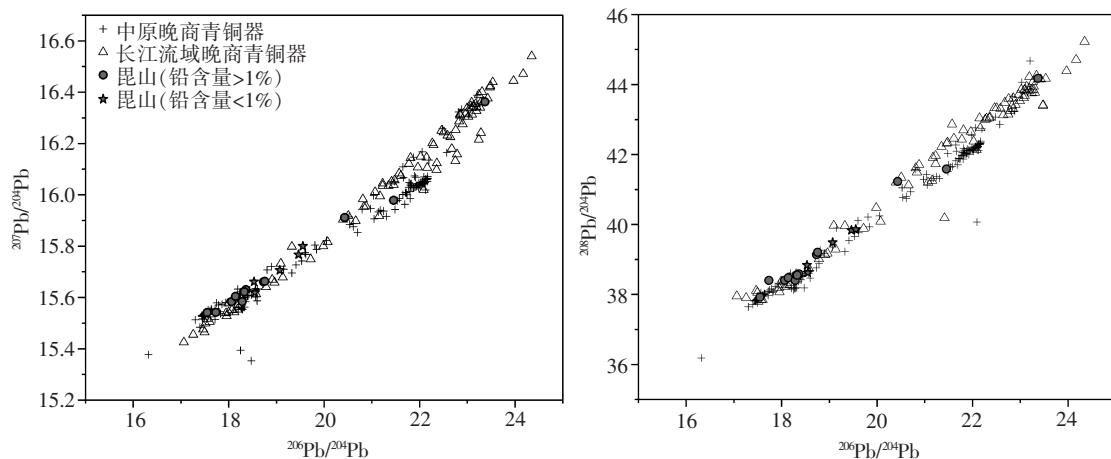
阳罗山天湖遗址^[33]和正阳关楼遗址^[34]的青铜器铅同位素数据,以及长江流域晚商时期广汉三星堆^[35]、新干大洋洲^[36]和湖南宁乡等地^[37]的青铜器数据进行对比。

大量的商代青铜器具有高放射成因铅同位素特征。昆山遗址 6 件高放射成因铅铜器的铅同位素比值均落入中原和长江流域商代青铜器的同位素范围,且具有相同的斜率。学术界对于这种高放射成因铅信号指示的金属物料类型和来源争论不已^[38]。目前最新的研究显示这种矿料可能位于豫西^[39],这里是商文化的核心区,距离夏商都城很近,矿产资源被大规模开采利用是较为合理的。学术界之所以对高放射成因铅金属资源产地的争论较大,主要是因为具有这种铅同位素组成的铅矿数量极少,同位素地球化学专家对此都感到惊叹^[40]。

由于一些铜矿富含铀或钍,导致铜矿的铅同位素比值偏高,形成了高放射成因铅铜矿^[41]。再者,很多商代的土著文化青铜器也含有高放射成因铅同位素组成^[42]。由此,有学者认为商代的高放射成因铅是多来源的^[43]。实际上,河西走廊^[44]、中条山^[45]、会理拉拉^[46]等高放射成因铅铜矿只是在某一个铅同位素比值上偏高,整体的铅同位素组成均与商代青铜器存在较大差异。更重要的是,铅是夏商周青铜器的主要合金元素之一,商代含有高放射成因铅的青铜器多半属于铅锡青铜或铅青铜^[47]。殷墟早年发掘出土了两块铅锭,经铅同位素比值测定为高放射成

图三
昆山铜器和矿石对比





图四 昆山铜器和各地青铜器对比

因铅^[48]。因此,商代青铜器的高放射成因铅主要指示的应该是铅料来源,一些低铅青铜器所含高放射成因铅也不能排除是铸造过程中污染所形成的。含高放射成因铅的铅矿数量极少,较为接近的只有密西西比型(MVT)铅矿。滇东北是中国目前发现最大的密西西比型(MVT)铅矿分布区,而且确实发现了高放射成因铅矿^[49],基于此才形成了盛行30余年的“西南说”。即使目前否定了滇东北是商代高放射成因铅金属资源的产地,但高放射成因铅铅矿十分稀少仍然是客观事实。由此来看,商代各地均开采高放射成因铅金属资源的可能性极低。商代各地青铜器中几乎同时存在又同时消失的高放射成因铅金属资源应该是单一产地,其在长时间内得到大规模开采,并由商王朝管控和调配,成为商代青铜器矿料的主要供应地。

因此,昆山6件高放射成因铅铜器的矿料产地应该和其他地区商代青铜器是相同的。这6件铜器中包含2件大铜铙残片。大铜铙属于晚商时期典型的南方青铜器,普遍出土于江西、湖南、安徽、浙江等地区,而不见于中原商文化分布地域^[50]。这说明昆山两件铜铙很可能产于浙江本地,但其所用矿料却来自中原商文化。

除了高放射成因铅同位素特征的铜器,昆山普通铅铜器也与商代中原地区青铜器的铅

同位素组成一致(图四)。中原晚商普通铅同位素组成青铜器的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值主要分布于17~19之间,涵盖了昆山普通铅铜器的铅同位素范围,且二者存在很好的重叠性。考虑到昆山高放射成因铅矿料来自商文化,普通铅矿料来自商文化的可能性也很大。虽前已述及昆山普通铅矿料与长江中下游铜、铅矿石基本一致,但这并不代表昆山的矿料就直接来自于这些矿产地。从高放射成因铅的发现来看,商王朝严密管控着青铜资源的开采和流通。因此,即使南方土著族群拥有铸铜的能力,甚至三星堆、大洋洲和宁乡铜器还显示出高超的铸造技术,但铸铜所需的金属物料却受到商王朝制约。一般来说,在社会组织水平较低的青铜文化中,冶铸合一或冶铸邻近是常态,冶铸遗址的产品主要用于贸易交换,这是经济规律下的自然选择,例如河西走廊的西城驿等遗址^[51]。只有在国家层级的社会中,冶铸分离现象才较为普遍,比如夏商王朝的都城都有大型铸铜作坊,产品主要供应王室和贵族,矿产地并非在都城附近,金属物料是在矿山冶炼完成后以金属锭的形式运输到都城进行铸造^[52]。昆山遗址地处太湖平原,距离铜、铅矿产地较远,青铜制品较少,青铜铸造业在经济中所占比重较低。因此,昆山商代人群铸造青铜器所用的矿料资源很可能是通过交换方式从外地获取的。昆山青铜

器和江西吴城、湖南宁乡、四川三星堆等遗址出土的商代青铜器一样,虽然具有明显的地域特征,很可能是本地的产品,但矿料则主要来自商王朝的青铜资源流通网络。

(三)从铅同位素考察昆山铜器的年代

昆山铜器大多为残器,且缺少地层依据,其具体年代不能确定,只能统归于商周时期。在南方地区,即使是完整的青铜器,年代也多有争议,因为其形制和纹饰演变规律与中原地区并不完全一致。比如,安吉县三官乡周家湾出土的青铜器,包括鼎、觚、爵^[53]。简报和一些学者将其时代定为商代晚期^[54],但有些学者认为它们均属于春秋早期^[55];还有的学者认为这批器物的年代并不一致,觚的年代为商代晚期,其他器物的时代为春秋时期^[56]。类似有关南方早期青铜器年代的争论较为常见。因此,确定浙江商周青铜器的年代是深入研究青铜文化发展的重要前提。

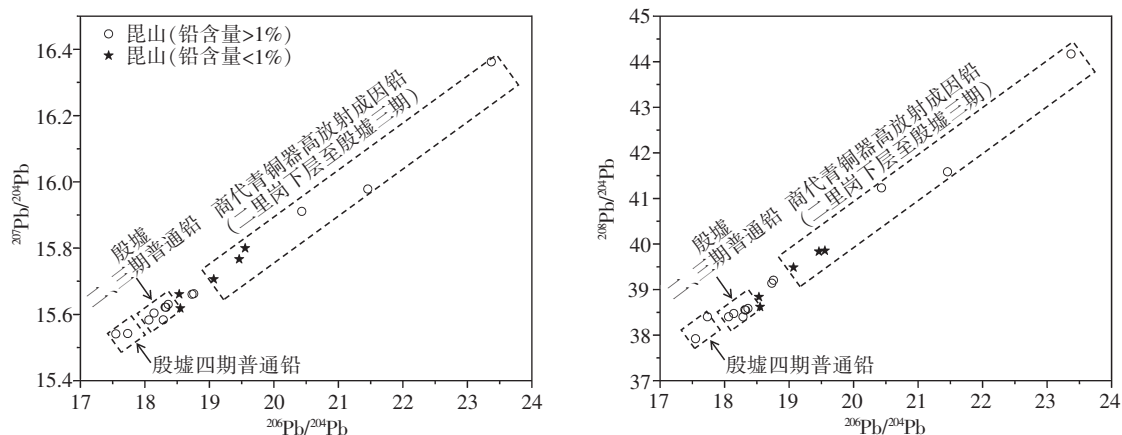
研究显示,黄河、长江流域商周时期的青铜器铅同位素比值具有明显的阶段性变化规律(图五),殷墟一至三期青铜器普遍存在高放射成因铅($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}>19$),殷墟一、二期是高放射成因铅的使用高峰,比例高达80%以上^[57]。以往认为殷墟三期高放射成因铅金属资源的使用比例下降到40%^[58],但最近对安阳辛店和济南刘家庄的分析显示,殷墟三期的高放射成因铅比例依然高达70%^[59];殷墟二、三期还存在一

定数量的普通铅青铜器, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值集中于18~18.5;殷墟四期至西周早期青铜器转变为普通铅,高放射成因铅基本不见,青铜器 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值集中在17.4~17.8^[60]。这种同位素信号变化规律为确定昆山遗址铜器的年代提供了重要参考。由此来看,昆山遗址铜器中高放射成因铅铜器的年代应该不会晚于殷墟三期。另外,昆山 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值在18~19之间的普通铅铜器与殷墟二、三期普通铅铜器铅同位素组成相同(图五)。仅有2件铜器与殷墟四期至西周早期青铜器铅同位素比值较为接近。据此可以推测,昆山遗址铜器的主体年代应相当于殷墟二、三期。

(四)从资源角度考察浙江商代青铜器出现的背景

浙江商代青铜器集中发现于苕溪区域,除昆山遗址外,重要的发现还有长兴小浦上草楼出土的铜簠、铜铙^[61],安吉三官周家湾出土的铜鼎、铜觚^[62],余杭石澜徐家畝出土的铜铙^[63]等。近期发现石范等铸铜遗物的余杭小古城和跳头遗址也位于这一区域。可以说,苕溪流域是浙江早期青铜文明的中心,也是商文化和浙江关联最为密切的区域。

同时,昆山所处的东苕溪流域也是夏商周时期最重要的原始瓷产地之一^[64]。东苕溪流经的区域是西部高大的天目山脉与东部水乡的过渡地带,低山起伏,河湖纵横,既有山间制瓷



图五 昆山和殷墟铅同位素含量对比图

的瓷土、燃料之利,也有舟楫运输之便,制瓷条件相当优越。先秦时期窑址主要分布于东苕溪中游两岸,已发现商代窑址30余处,可划分成两大窑址群:一是以德清龙山为中心的原始瓷窑址群,规模大、数量多,从夏商时期一直延续到春秋战国时期,是主体窑址群;一是以湖州青山为中心的青山窑址群,数量相对较少,时代主要集中在商代。东苕溪已形成独立的窑区而不再依托于遗址,且已有相当的规模,说明制瓷业已作为一个独立的手工业门类存在。有的窑址分布面积大、堆积层厚,还发现了目前最早的龙窑,产品种类丰富,产量已达到相当的规模^[65]。

中原地区从早商到晚商都发现了一些原始瓷,多作为贵重物品出于贵族墓葬中。殷墟二、三期的原始瓷与浙江地区同时期原始瓷交集最多^[66]。殷墟二、三期的原始瓷主要见于殷墟、武安赵窑、邢台郭村、邢台大桃花、邢台坂上、济南大辛庄等遗址。数量不多,主要有豆、小罐两种。豆敛口、浅弧腹,豆柄较高;小罐直口、短颈、折肩、深弧腹,浅灰略泛青色胎;釉层较薄,均为素面。无论器形还是胎、釉均与浙江地区十分相似。此外,安阳刘家庄M32:4和殷墟妇好墓M5:139两件印纹硬陶,器形、纹饰亦与东南地区一致。郑建明认为,这一时期中原地区的原始瓷极有可能是由东南地区进贡给商王朝的特产^[67]。牛世山也认为,殷墟原始瓷并非本地所产,而是来自南方^[68]。黎海超、耿庆刚明确指出,殷墟的原始瓷可能来自于浙北的德清南山等商代窑址^[69]。秦超超和曹峻则复原了晚商时期浙北原始瓷向中原运输的路线:从浙北出发,首先向北到达沿江地带,自沿江地带一路经高邮湖、洪泽湖入淮河,另一路可出江入海北上至淮河口,进入淮河后再沿泗水到达鲁西南地区,最后经由鲁西南运输至殷墟^[70]。

虽然目前没有科技分析数据表明中原地区的商代原始瓷一定产自东苕溪流域^[71],但原始瓷是研究晚商时期中原与浙北关系的重要线索。铜器铅同位素分析显示,昆山青铜器所

用金属矿料主要相当于殷墟二、三期,与原始瓷的研究结果高度一致。因此,可以合理推测,青铜矿料和原始瓷是商王朝与东苕溪流域商代族群之间贸易交换的资源和产品。浙北地区之所以在商代晚期相对集中地出现了青铜器,与其原始瓷业生产和贸易的兴盛密切相关。在与商王朝贸易过程中,土著人群掌握了青铜铸造技术,并通过贸易换取了青铜矿料,至此真正开启了本地的青铜时代。

六 结 语

30多年的研究表明,商代已存在一个范围包括黄河、长江流域的金属资源流通网络,在这个网络内各地青铜器具有相同的铅同位素组成和同步的变化规律。商王朝很可能主导了青铜资源的开采和分配。昆山铜器的铅同位素研究表明,浙江地区同样处于商代的金属资源流通网络之中,浙江本地青铜铸造技术的产生与商文化的传播密切相关。商代青铜资源流通的动力和机制仍需要进一步研究。浙北东苕溪流域商代原始瓷业发达,很可能供应了中原商文化的消费,因此贸易交换可能是商代高放射成因铅等青铜矿料流通到昆山等遗址的主要方式。

附记:本研究得到国家重点研发计划“中华文明起源进程中的生业、资源与技术研究”(2020YFC1521606)资助。荷兰莱顿大学考古学院博士生帮助绘制数据图。湖州市博物馆金媛媛在取样过程中提供了帮助,谨致谢忱。

- [1] 白云翔《中国的早期铜器与青铜器的起源》,《东南文化》2002年第7期。
- [2] 许宏《东亚青铜潮——前甲骨文时代的千年变局》,生活·读书·新知三联书店,2021年。
- [3] 金正耀《铅同位素示踪方法应用于考古研究的进展》,《地球学报》2003年第6期。
- [4] 金正耀《中国铅同位素考古》,中国科学技术大学出版社,2008年。
- [5] 浙江省文物考古研究所等《昆山》,文物出版社,2006年。

- [6] 同[5]。
- [7] 金正耀《二里头青铜器的自然科学研究与夏文明探索》,《文物》2000年第1期。
- [8] 浙江省地质矿产局《浙江省区域地质志》,《浙江通志·地质勘查志》第六十一卷,浙江人民出版社,2019年。
- [9] 黄震、黄建平《江苏省重要矿产区域成矿规律研究》,中国地质大学出版社,2017年。
- [10] 安徽省地质测绘技术院《安徽省矿产资源与地质环境图集》,中国地图出版社,2017年。
- [11] 应立娟等《中国铜矿成矿规律概要》,《地质学报》2014年第12期。
- [12] 夏庆霖等《中国锡矿床时空分布特征与潜力评价》,《地学前缘》2018年第3期。
- [13] 湖北省文物考古研究所等《阳新大路铺》,文物出版社,2013年。
- [14] 湖北省文物考古研究所等《湖北大冶蟹子地遗址2009年发掘报告》,《江汉考古》2014年第4期。
- [15] 李延祥等《湖北阳新炼铅遗址群调查与初步研究》,《江汉考古》2021年第2期。
- [16] 刘诗中、卢本珊《江西铜岭铜矿遗址的发掘与研究》,《考古学报》1998年第4期。
- [17] 安徽省文物考古研究所《安徽铜陵县师姑墩遗址发掘简报》,《考古》2013年第6期;王开等《安徽铜陵县师姑墩遗址出土青铜冶铸遗物的相关问题》,《考古》2013年第7期;郁永彬等《皖南地区早期冶铜技术研究的新收获》,《考古》2015年第5期。
- [18] 安徽省文物考古研究所等《安徽铜陵夏家墩、神墩遗址发掘简报》,《江汉考古》2015年第6期。
- [19] 安徽省文物考古研究所《安徽枞阳县汤家墩遗址发掘简报》,《中原文物》2004年第4期。
- [20] 李延祥等《安徽枞阳陈家山遗址青铜渣初步研究》,《考古与文物》2021年第2期。
- [21] 刘兴《谈镇江地区出土青铜器的特色》,《文物资料丛刊》(5),文物出版社,1981年。
- [22] Hsu Y-K *et al.*, A Geochemical Characterization of Lead Ores in China: An Isotope Database for Provenancing Archaeological Materials, *PLoS ONE* 2019, 14(4).
- [23] 崔春鹏等《安徽铜陵夏家墩遗址出土青铜冶金遗物科学研究》,《考古》2020年第11期;安徽省文物考古研究所等《铜陵师姑墩——夏商周遗址考古发掘与研究》,第728~734页,文物出版社,2020年。
- [24] 邹桂森《江西瑞昌铜岭遗址商代冶金考古综合性研究》,北京科技大学博士学位论文,2019年。
- [25] 朱炳泉《地球化学省与地球化学急变带》,科学出版社,2001年。
- [26] Mabuchi H *et al.*, Lead Isotope Approach to the Understanding of Early Japanese Bronze Culture, *Archaeometry*, 1985(27).
- [27] 同[24]。
- [28] 同[22]。
- [29] 同[4]。
- [30] 金正耀《中国铅同位素考古》,中国科学技术大学出版社,2008年;Tian J H *et al.*, An Elemental and Lead-isotopic Study on Bronze Helmets from Royal Tomb No.1004 in Yin Ruins, *Archaeometry*, 2010, 52(6).
- [31] 辛店遗址青铜器铅同位素数据将另文发表。
- [32] 王庆铸等《济南市刘家庄遗址出土商代青铜器的铅同位素分析》,《考古》2021年第7期。
- [33] 肖梦娅等《信阳罗山天湖墓地出土青铜器的检测分析及相关问题初探》,《华夏考古》2016年第2期。
- [34] 刘群等《正阳门楼墓地出土商代铜器的检测及相关问题研究》,《有色金属(冶炼部分)》2016年第5期。
- [35] 金正耀等《广汉三星堆遗址坑青铜器的铅同位素比值研究》,《文物》1995年第2期。
- [36] 金正耀等《江西新干大洋洲商墓青铜器的铅同位素比值研究》,《考古》1994年第8期。
- [37] 马江波等《湖南宁乡县炭河里遗址出土青铜器的科学分析》,《考古》2016年第7期;马江波等《湖南宁乡出土商代大型铜甗初探——兼谈圆肩铜甗的年代与产地》,《四川文物》2018年第6期;马江波等《湖南益阳商代青铜角形器的科学分析与相关问题探讨》,《有色金属(冶炼部分)》2019年第5期。
- [38] Jin Z *et al.*, Revisiting Lead Isotope Data in Shang and Western Zhou Bronzes, *Antiquity*, 2017, 91(360).
- [39] 金正耀《“何以河南”之问与中国科技考古新方向》,《历史研究》2020年第5期;金锐等《商代青铜器高放射成因铅矿来源的调查研究》,《南方文物》2020年第6期。
- [40] 朱炳泉、常向阳《评“商代青铜器高放射性成因铅”的发现》,《古代文明》(第1卷),文物出版社,2002年。
- [41] Liu R *et al.*, Beyond Ritual Bronzes: Identifying Multiple Sources of Highly Radiogenic Lead Across Chinese History, *Entific Reports*, 2018, 8(1).

- [42] Chen K *et al.*, Hanzhong Bronzes and Highly Radiogenic Lead in Shang Period China, *Journal of Archaeological Science*, 2019, 101.
- [43] 彭子成等《赣鄂豫地区商代青铜器和部分铜铅矿料来源的初探》,《自然科学史研究》1999年第3期。
- [44] Chen G *et al.*, Lead Isotopic Analyses of Copper Ores in the Early Bronze Age Central Hexi Corridor, North-west China, *Archaeometry*, 2020.
- [45] 徐文忻等《中条山铜矿床同位素地球化学研究》,《地球学报》2005年第26卷增刊。
- [46] 赵涵等《四川省拉拉铜矿床地球化学特征》,《矿物学报》2009年第S1期。
- [47] 金正耀《论商代青铜器中的高放射成因铅》,《考古学集刊》第15集,文物出版社,2004年。
- [48] 同[47]。
- [49] 李泽琴等《川滇密西西比河谷型铅锌矿床成矿物质来源研究:铅同位素证据》,《中国矿物岩石地球化学学会第十届学术年会论文集》,2005年。
- [50] 刘海霞《南方地区出土的青铜大铎研究》,陕西师范大学硕士学位论文,2011年。
- [51] 陈国科等《甘肃张掖市西城驿遗址》,《考古》2014年第7期。
- [52] 岳占伟、刘煜《殷墟铸铜遗址综述》,《三代考古》(二),科学出版社,2006年。
- [53] 匡得鳌《浙江安吉出土商代铜器》,《文物》1986年第2期。
- [54] 郑小炉《吴越和百越地区周代青铜器研究》,第187页,吉林大学博士学位论文,2004年;高至喜《论中国南方出土的商代青铜器》,《商周青铜器与楚文化研究》,岳麓书社,1999年。
- [55] 俞珊瑛《浙江出土青铜器研究》,《东方博物》第三十六集,浙江大学出版社,2010年。
- [56] 马今洪《试论浙江安吉三官乡土墩墓出土青铜器》,《吴越和百越地区出土青铜器研究》,(香港)两木出版社,1997年。
- [57] 金正耀等《中国两大流域青铜文明之间的联系》,《中国商文化国际学术讨论会论文集》,中国大百科全书出版社,1998年。
- [58] 同[57]。
- [59] 同[31];同[32]。
- [60] 同[4]。
- [61] 浙江省文物管理委员会《浙江长兴县出土的两件铜器》,《文物》1960年第7期。
- [62] 同[53]。
- [63] 王士伦《记浙江发现的铜铎、釉陶钟和越王石矛》,《考古》1965年第5期。
- [64] 郑建明《商代原始瓷分区与分期略论》,《东南文化》2012年第2期。
- [65] 浙江省文物考古研究所等《浙江东茗溪中游商代原始瓷窑址群》,《考古》2011年第7期;浙江省文物考古研究所等《浙江湖州南山商代原始瓷窑址发掘简报》,《文物》2012年第11期。
- [66] 同[64]。
- [67] 同[64]。
- [68] 牛世山《殷墟出土的硬陶、原始瓷和釉陶——附论中原和北方地区商代原始瓷的来源》,《考古》2016年第8期。
- [69] 黎海超、耿庆刚《黄河流域商时期印纹硬陶和原始瓷器产地研究——以郑州商城和殷墟为中心》,《江汉考古》2017年第4期。
- [70] 秦超超、曹峻《试论夏商时期原始瓷的运输路线》,《南方文物》2016年第2期。
- [71] 李文静等《安阳殷墟出土原始瓷的产地与工艺》,《华夏考古》2021年第3期。

(责任编辑:杨冠华)