

试析西周早期社会青铜工业生产机制

——以湖北随州叶家山墓地出土铜器为中心

郁永彬 (景德镇陶瓷大学艺术文博学院)
陈建立 (北京大学考古文博学院)
梅建军 (英国剑桥大学李约瑟研究所)
陈坤龙 (北京科技大学科技史与文化遗产研究院)
常怀颖 (中国社会科学院考古研究所)
黄凤春 (湖北省文物考古研究所)

西周青铜工业生产一直是学界关注的重要问题,其是王室集中管理,还是诸侯国独立运作,学界对此争讼不已^[1]。实际上,青铜器的铸造涉及矿石开采、冶炼、贸易活动、交通运输等诸多方面,对其矿料来源进行研究,能反映冶金技术的起源及当时社会政治、文化、方国地理、经济贸易、交通运输及生产组织、社会结构等多方面、深层次的问题^[2]。在社会生产力较低的情况下,青铜器规模化生产需要耗费大量的人力和物力,其对应的青铜工业生产组织则是西周社会架构及政治、经济和文化面貌的直接反映。《关于叶家山铅同位素比值研究的几个问题》认为,西周早期周王室对青铜物料资源进行了集中管控和配置,在周王室统筹下开展青铜冶铸生产并分配给各诸侯国,是这一时期青铜工业生产的主要形式^[3]。这一模式是否成立需建立在对西周青铜工业面貌深层次认

识的基础上,而各地区青铜文化发展的面貌、铸造与合金技术体系的特征、青铜器原料利用的规律和青铜器铸造作坊的分布,是深入理解该模式的关键。鉴于此,本文拟以湖北随州叶家山墓地出土铜器为中心,从青铜器纹饰风格、合金类型与原料利用等方面,结合相关田野考古新发现与研究新结果,对西周早期青铜工业生产机制做进一步讨论,以期深刻认识西周社会金属物料流通暨青铜工业生产组织架构。

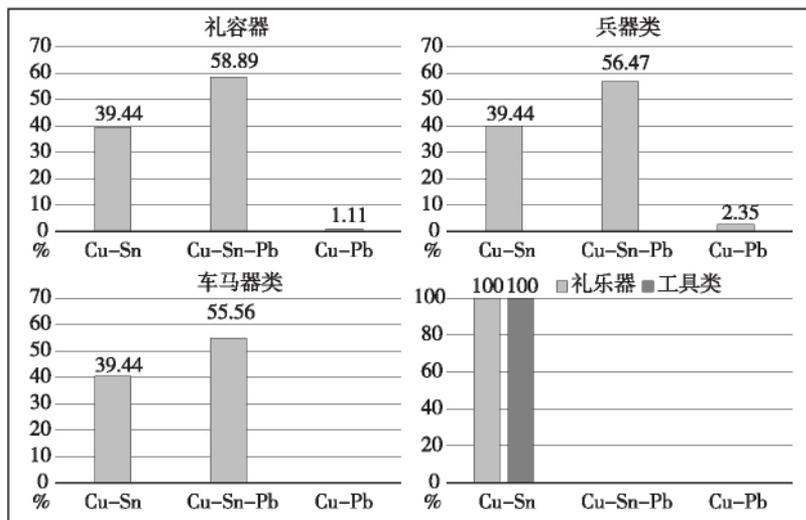
一 合金工艺分析

商代晚期逐步形成的铜锡铅合金配比规律在西周早期得到进一步加强,合金元素含量更趋稳定,这一特征在叶家山铜器中体现得较为明显。经分析的299件叶家山铜器(容器180件、兵器85、车马器27、乐器5、工具2),

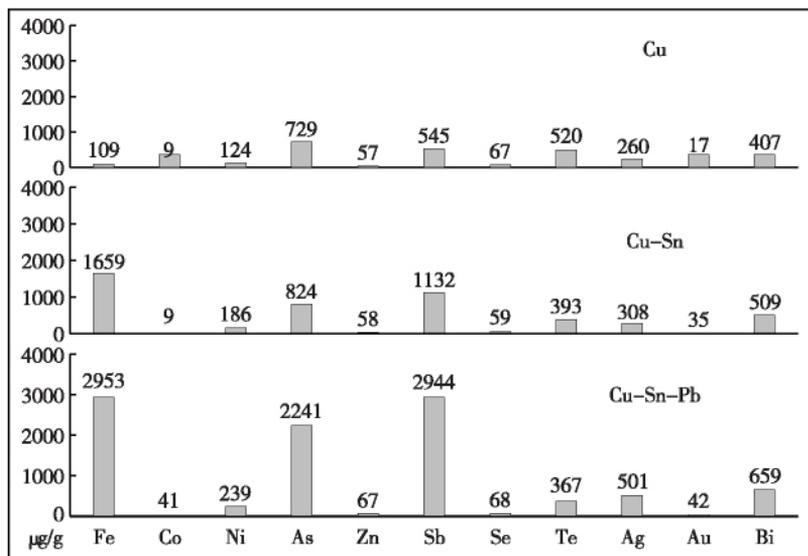
均为铜锡铅合金(图一), 确认了锡青铜(Cu-Sn, 123件)、铅锡青铜(Cu-Sn-Pb, 173件)和铅青铜(Cu-Pb, 3件)三种比较重要的材质类型。其中, 铅锡青铜(Cu-Sn-Pb)和锡青铜(Cu-Sn)在叶家山青铜器中占据主导地位, 占比分别为56.8%、41.1%。总体看来, 叶家山乐器和工具均为锡青铜, 容器、兵器和车马器中铅锡青铜的数量最多, 其次为锡青铜, 铅青铜占比较小^[4]。

叶家山铜器与王畿地区以及其他诸侯国地区铜器材质构成基本趋于一致。洛阳北窑铜器以锡、铅作为主要合金元素, 就兵器和车马器各自合金类型占比与合金元素含量来看, 叶家山铜器与北窑铜器的情况较为接近^[5]。关中地区窖藏、墓葬或遗址出土的铜器材质构成以铜锡铅为主, 铸

铜遗址出土的铜块或铜器材质构成有两类, 西周早期的以锡青铜和铅锡青铜为主, 西周中晚期的以锡青铜为主^[6]。晋南天马一曲村遗址和晋侯墓地铜器材质构成均以铜锡铅类型为主, 部分兵器和车马器与叶家山的材质相同^[7]; 横水墓地铜器的材质构成与叶家山铜器稍有不同, 其以锡青铜为主, 且含铅器物的铅含量明显低于叶家山铜器^[8]。前掌大墓地铜器材质构成以铅锡青铜为主, 锡青铜次之, 铅青铜较少, 但前掌大墓地铜器中铅锡青



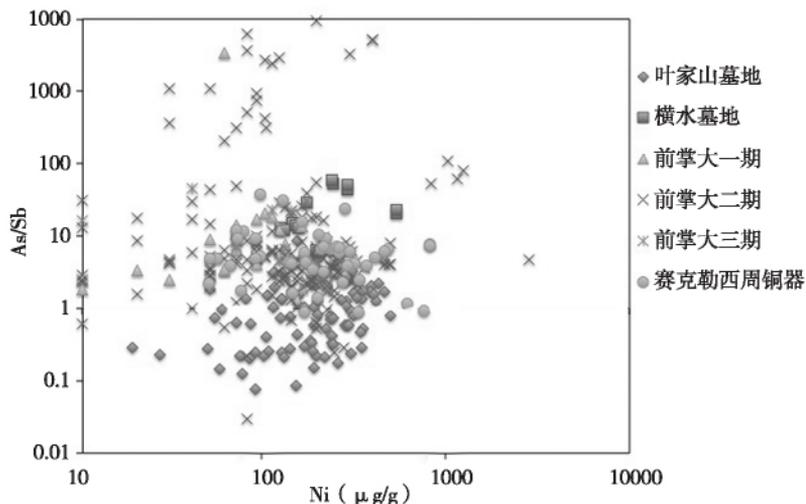
图一 叶家山铜器不同器类的材质构成对比



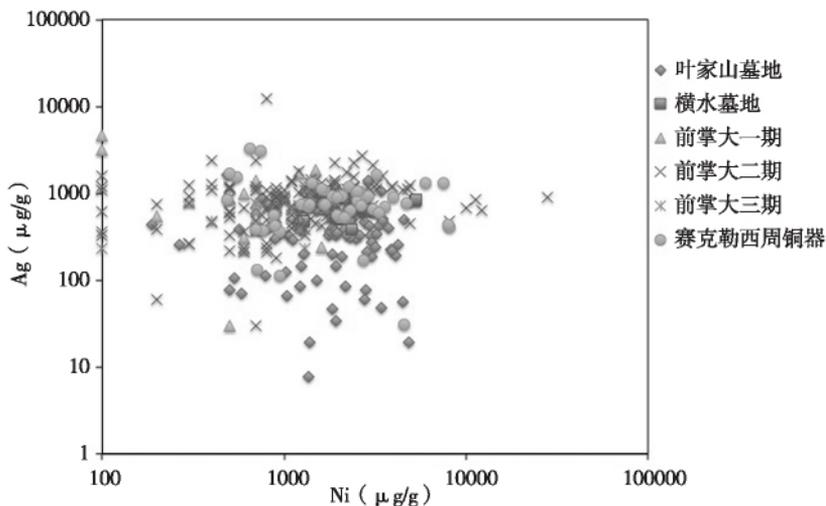
图二 叶家山不同材质中少量及微量元素含量比较

铜比例稍高, 铜器的锡含量普遍较高; 铅含量分布相对离散, 呈无规律性^[9]。琉璃河墓地经分析的铜器多为兵器和车马器, 材质构成以铜锡铅为主, 各合金类型占比和合金元素含量与叶家山铜器较为接近^[10]。

比较发现, 西周时期各地青铜器材质构成大同小异。叶家山铜器与王畿地区及其他诸侯国铜器相同, 成分配比均为铜、锡、铅系统, 并且对成分与合金性能的关系有一定认识。值得注意的是, 各合金类型占比与合金元素含量或



图三 叶家山与其他地区西周铜器微量元素 Ni-As/Sb 散点图



图四 叶家山与其他地区西周铜器微量元素 Ni-Ag 散点图

有所不同,即便是同组器物,如叶家山“曾侯谏”圆鼎均为铅锡青铜,其合金元素含量也有所差异^[1]。造成这种差异的原因是多方面的,似不能体现区域性的特征。叶家山墓地年代大致在成王至昭王晚期,铜器合金体系与王畿地区铜器高度一致,这种一致性源于其处于相同时代的同一青铜文化圈内。

二 微量元素分析

微量元素研究是古代青铜器科学分析的重要内容,主要集中在两个方面:即青铜器矿料产源和群组划分研究,并均已取得较多研究

结果。本工作利用电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)测试了90件叶家山铜器样品的微量元素,包括78件铜器本体、8件补铸材料、4件铜锭,结果见注释4附录F。通过分析发现,不同材质中微量元素含量差别明显(图二),红铜材质各类微量元素的总平均含量为2844 $\mu\text{g/g}$,其中砷、锑、碲和铋等元素的含量相对较高,其他各种元素的含量均较低。锡青铜微量元素的总平均含量为5186 $\mu\text{g/g}$,此类材质较红铜的铁和锑有明显增加。铅锡青铜微量元素的总平均含量在3类材质中最高,达到10131 $\mu\text{g/g}$,此类材质的铁、砷和锑较锡青铜和红铜又有明显增加;其中铁的平均含量达2953 $\mu\text{g/g}$,砷的平均含量达2241 $\mu\text{g/g}$,锑的平均含量达2944 $\mu\text{g/g}$,其他

种类微量元素的平均含量差异不大。总体而言,从红铜到锡青铜再到铅锡青铜,铁、砷、锑和银四种元素含量依次增加,锌、硒两种元素含量几乎未有变化,钴、镍、碲、金和铋含量变化幅度不大,表明锡和铅的引入对铁、砷、锑和银四种微量元素含量影响较为明显;其中,锡的引入对铁、砷含量影响明显,铅的引入对铁、砷和锑含量影响明显。

基于对叶家山青铜器微量元素组成特征以及各合金类型与其微量元素分配规律的认识,本文利用受添加合金料影响较小的镍(Ni)和银(Ag)元素的绝对含量,以及均受

影响的砷(As)、锑(Sb)元素含量的比值,通过散点作图解析叶家山铜器与其他地区西周铜器微量元素的组成特征。与叶家山铜器进行比较的有西周横水墓地^[12]、商末周初时期前掌大墓地铜器^[13]以及美国赛克勒博物馆藏西周铜器^[14]。使用 Ni-As/Sb 和 Ni-Ag 等几组微量元素含量或相对比值作散点图(图三、四)。如图三、四所示,叶家山铜器、前掌大铜器、横水铜器和赛克勒博物馆藏铜器微量元素散点重合较多,其受添加合金料影响较小的微量元素分配规律大体相同,表明这些遗址或墓地铜器矿料利用主体是一致的,即暗示叶家山与其他地区西周铜器在青铜技术方面存在某种联系。

三 铅同位素分析

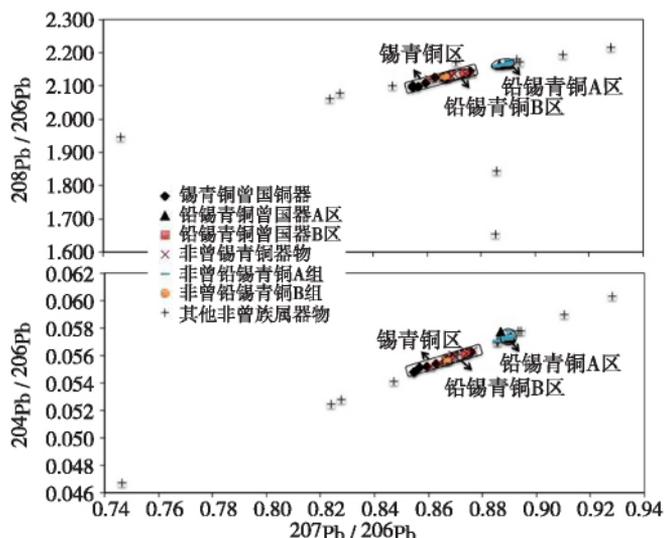
铅同位素研究是探讨青铜物料流通和原料产地的重要方法^[15]。本文选择 47 件叶家山带

铭标准器,并结合其他地区西周遗址或墓地铜器铅同位素数据,着重讨论西周青铜物料管理、使用和流通等相关问题。这些青铜器既包括“曾”“曾侯”或“侯”等铭文铜器,亦包括 20 多种其他方国或族属铜器。为便于讨论,以下将带“曾”“曾侯”或“侯”等铭文的铜器称为曾器,其余统称为非曾器,包括其他方国、族属以及日名和不明族属的铜器。叶家山曾国铜器均属于普通铅同位素组成范围(附表一),铅锡青铜的铅同位素指示铅料信息,锡青铜的铅同位素主要指示铜料信息^[16]。由图五结合附表一可知,叶家山曾国铜器铅同位素比值散点分布于三个区域,即锡青铜区、铅锡青铜 A 区和 B 区,其中铅锡青铜 B 区与锡青铜区重合。对于非曾器而言,部分器物与曾器铅同位素比值散点区域叠合,其他非曾器铅同位素比值散点分布于这三个区域之外^[17]。

叶家山曾器与非曾器矿料利用信息值得

表一 叶家山带铭标准器的铅同位素比值特征

铅锡青铜曾器 A 组		铅锡青铜曾器 B 组		锡青铜曾国铜器	
曾侯谏鼎	M65 : 44	曾侯谏乍媿簋	M2 : 8	曾侯谏作媿尊	M28 : 174
曾侯谏盘	M28 : 163	曾侯谏乍媿簋	M2 : 9	曾侯玠簋	M111 : 60
曾侯谏簋	M65 : 49	非曾铅锡青铜 B 组		曾侯谏作媿卣	M28 : 167
非曾铅锡青铜 A 组		叔送肇鼎	M15 : 3	玠乍列考南公簋	M111 : 67
师乍父葵方鼎	M1 : 02	其他非曾族属器物 锡青铜和铅锡青铜均有		曾侯甌	M28 : 159
叔桑父簋	M4 : 3			曾侯玠簋	M111 : 59
守父乙解	M27 : 8	 乙爵	M1 : 010	曾侯谏作媿壶	M28 : 178
疑父方座簋	M27 : 17	 父葵觚	M1 : 013	曾侯方鼎	M27 : 26
束祖乙卣	M46 : 12	亚嬭簋	M3 : 9	非曾锡青铜器物	
伯作彝簋	M55 : 8	戈父癸簋	M27 : 28	鱼伯彭尊	M27 : 14
戈父丁解	M86 : 9	鸟父丁爵	M46 : 13	伯生盃	M27 : 15
冉爵	M92 : 19	九一六白方鼎	M50 : 13	亚禽父丙解	M46 : 11
乍父庚宝彝鼎	M107 : 3	 父乙尊	M55 : 4	冉父乙尊	M46 : 16
祖辛大鼎	M111 : 84	亚離父癸簋	M65 : 53	束父巳分档鼎	M65 : 51
乍父辛卣	M111 : 112	叔乍彝卣	M86 : 8	中乍彝卣	M86 : 7
祖己爵	M126 : 6	冉父庚鼎	M92 : 33	姜母乍父辛簋	M92 : 22
乍父庚宝彝卣	M126 : 8	山父丁盃	M111 : 127	庚丙册卣	M126 : 10
				戈父癸尊	M126 : 18



图五 叶家山墓地出土带铭标准器的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 关系图

关注。由图五结合表一可知,三个区域内的器物均有曾器和非曾器,其中与锡青铜曾器铅同位素比值重叠的非曾器都是锡青铜,与铅锡青铜曾器重叠的非曾器都是铅锡青铜,这表明分布在锡青铜区的曾器和非曾器使用铜料相同,分布在铅锡青铜区的曾器和非曾器使用铅料相同,铅锡青铜器物分布于两个区域,说明它们的铅料可能有不同的来源。这三个区域外的非曾器与曾器铅同位素比值散点未有叠合,这部分器物锡青铜和铅锡青铜均有,但不管其是哪一种合金类型,它们使用的矿料与曾国铜器均不相同。

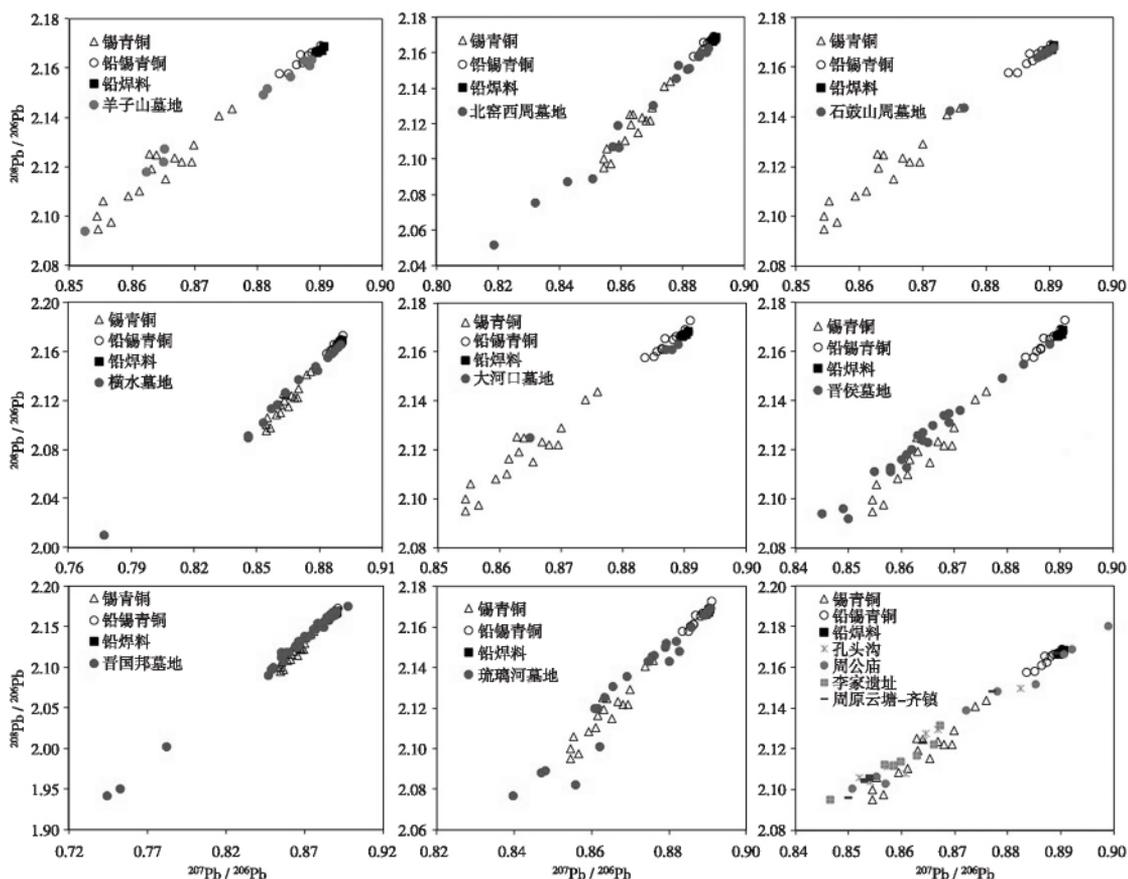
由此可见,叶家山曾器与非曾器之间青铜技术联系密切。图五所示锡青铜区、铅锡青铜A、B区中曾器和非曾器使用矿料相同,如果这些曾器和非曾器在一个作坊里制作,说明同一作坊使用稳定矿源为多个族群制作产品;如果在不同作坊里制作,说明同一处矿源为多个作坊供料。这三个区域外的非曾器与曾器矿料不同,如果它们在同一个作坊里制作,说明同一作坊有多渠道的矿料来源,同时为多个族群制作产品;如果在不同作坊里制作,则说明西周时期,存在多个作坊,而且每个作坊都可能拥有独立的矿源渠道。

这些非曾器各自代表不同的族群,这些族

群铜器与曾器共同随葬在叶家山墓地(表一),其背后体现了西周早期青铜物料流通方面的信息,其既有青铜料的流通,又包括青铜器物的流通。锡青铜区、铅锡青铜A区和B区域内非曾器(图五),尽管与曾器矿料相同,但由于它们在其他族群的铜器,不管其铸造地位于何处,与曾器有何联系,其均有可能是通过某种途径流通到曾国的,如亚禽父丙觶 M46:11、束祖乙卣 M46:12、冉爵 M92:19、鱼伯彭尊 M27:14 和庚丙卣尊 M126:10 等,其中亚禽地望在今河南驻马店闰楼^[18],其族属铜器出现在叶家山墓地,两者之间的

联系可见一斑。三个区域外的其他非曾器物,不管其铸造地位于何处,其通过某种途径流通到曾国更易于理解,如 M1:010 乙爵、M3:6 亚嬭簋和 M55:4 父乙尊等。部分非曾器以组合的方式埋葬在叶家山墓地中,表明有部分西周铜器可能是以成器组合的方式流通的,如亚嬭鼎簋、鱼伯彭尊卣和庚丙卣尊卣组器等。

叶家山曾国铜器与其他地区西周铜器铅同位素的比较对深入认识这一时期青铜工业生产具有重要意义。用于比较的铜器材料,既有来自王畿地区的,也有来自各地方国的,还包括铸铜遗址出土铜块,具有很好的代表性^[19]。将叶家山曾器铅同位素比值分别与其他地区西周铜器铅同位素比值数据散点作图,如图六所示,叶家山曾器铅同位素比值,与随州羊子山墓地、宝鸡石鼓山墓地、洛阳北窑墓地西周铜器铅同位素比值散点重叠度较高,与北京琉璃河墓地^[20]、山西晋侯墓地^[21]、晋国邦墓区^[22]、横水墓地^[23]、大河口墓地^[24]、陕西周原周公庙、孔头沟、李家铸铜遗址和云塘—齐镇建筑基址^[25]出土铜器或铜块铅同位素比值有一定程度的重叠,这表明西周时期大多数遗址或墓地出土青铜器制作使用的原料均有一部分是相同的,其为探讨西周青铜物料管理、流通和使用等奠

图六 叶家山曾器与其他地区西周铜器 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 关系图

定了基础。

叶家山与其他地区遗址或墓地青铜料利用的比较结果,折射出西周青铜工业生产组织方面的信息。以上分析表明,西周时期多数遗址或墓地铜器原料部分可能有相同的来源;若如此,就会引发新的学术问题,如西周时期,是不同的诸侯国在同一矿源地采矿、冶炼、自作青铜器?还是周王室统一采矿、冶炼、制作青铜器配置给各诸侯国?或是周王室直接把矿料赐给诸侯国,由其自作青铜器?

四 叶家山与其他地区青铜文化的联系

西周青铜文化内涵丰富,各地区之间联系密切、交流互动频繁。“新建立的西周王朝,在所占领的土地上实施分封,使得周王朝在其控制地域内的文化居于主导地位,各诸侯国青铜

文化基本面貌相同”^[26]。各地青铜文化在发展过程中,与中原地区保持共性的基础上,开始不同程度地出现一些区域性特征,这些区域性特征的形成则伴随着技术、文化、物料甚至工匠的交互流通。

叶家山青铜器与西周王畿地区青铜文化有着密切联系,其既有文化技术上的联系,也不乏成器直接流通。叶家山铜器,尤其是部分带“曾侯”铭文容器与周原、镐京和洛邑地区同类器物制作工艺近同,在大小、形制和纹饰方面亦相近。洛阳北窑铸铜遗址地处西周王畿之内,遗址出土的陶范等铸铜遗物反映着西周早期王畿地区的铸造技术,其T3灰坑中出土的鼎外范(T3H84:1)上腹部饰一周云雷纹、涡纹和龙纹组成的纹饰带,与叶家山“曾侯谏”圆鼎上腹部纹饰带近同^[27],而且叶家山墓地出土方



图七 不同墓地或遗址出土的青铜圆鼎

1. 叶家山“曾侯谏”圆鼎 2. 羊子山 M4:13 噩侯鼎 3. 赛克勒 V-119 圆鼎 4. 琉璃河 M251:17 父乙鼎 5. 竹园沟 BZM7:3 丰公鼎 6. 北窑 T3H84:1 圆鼎外范

鼎腹部凤鸟纹、铜甗足上部兽面纹、圆鼎颈部四目瓣纹、涡纹、蝉翼纹、尊腹部兽面纹、簋颈部和腹部饕餮纹、尊腹部夔纹、觥下腹部雷纹等,在北窑铸铜遗址陶范上都能找到相应纹饰^[28];部分叶家山兵器,如三角援戈、两穿戟等,在宝鸡和洛阳等地区十分常见,制作工艺相同,即显示诸侯国地区与王畿地区青铜文化的直接联系。

叶家山青铜器与王畿地区以外的其他诸侯国青铜文化联系密切,其不仅体现在文化技术的相似性上,也表现在成器的交流上。叶家山墓地出土较多其他族属铜器,这些铜器与曾器在技术上存在诸多相同之处,即已表明曾国与这些族群或方国有着直接或间接的青铜技术和文化联系。曾侯墓出土的“曾侯谏作宝彝”圆鼎、“曾侯作田壶”、虎纹戈与宝鸡竹园沟“鱼

季”墓出土的圆鼎 M4:11、父乙壶 M4:8、式戈 M4:109 形制、纹饰近似,渊源至深^[29]。叶家山墓地出土的 5 件“曾国谏”圆鼎大小、形制、纹饰类似琉璃河墓地 M251:17 父乙鼎,竹园沟墓地 M13 的父辛鼎、M7 的 BZM7:3 丰公鼎,羊子山墓地的 M4:13 噩侯鼎、M4:5 尊彝鼎,赛克勒博物馆图录 V-119 圆鼎等年代相近的铜器(图七);此外,这些墓地之间还有较多器物在形制和纹饰上近同。技术层面上,诸侯国铜器均采用以铅锡青铜和锡青铜为主导、块范铸造的技术体系。可见,叶家山曾国与其他诸侯国青铜文化之间的联系或以王畿地区为媒介,或直接发生;它们在铜器组合、纹饰和风格等方面保持高度一致性,这种一致性也源于其处于相同时代的同一青铜文化圈内。

五 西周青铜工业生产组织

叶家山铜器分析结果为研究西周青铜工业生产组织提供了重要资料。西周时期青铜原料流通是普遍的、常态化的社会行为,青铜器物的大范围流通亦是明确的,是当时社会生产生活中最重要的物流实体,为深化认识西周早期周王室对青铜物料资源进行集中管控与配置提供了支撑材料。从整体上认识和把握西周青铜工业发展的脉络和规律,需注重以下问题。

首先,西周早期各诸侯国青铜文化与王畿地区青铜文化面貌基本一致。“诸侯国青铜器和周王朝的相比,很多在器形、纹饰和工艺上看不出明显特点,共同性是主要的,由于地域性的不同,差异也是有的”^[30]。随州出土过商代铜器,其形制、纹饰类似盘龙城二期^[31]。叶家山墓地年代大致在成王至昭王晚期,跨度约五六十年,在这样短的时间内,在没有土著青铜文化积淀的情况下,很难形成独立完备的青铜工业体系和具有地方特色的铜器风格。叶家山曾国铜器原料利用、合金系统、部分铜器成型与加工工艺,以及铜器组合、纹饰、形制和器用制度等基本与姬周保持一致,其可能是成器输送的结果。然而,叶家山墓地出土青铜器来源复杂,文化内涵丰富,既包括王室分配(王室掌控的作坊铸造),也有地方生产(诸侯或族群掌握的作坊)及“分器”或从其他方国或族群流入的器物。

其次,从考古出土和各地青铜文化比较来看,尽管西周早期王室管控的铸铜中心集中生产青铜器,但是不少王畿和诸侯国地区可能有铸铜能力甚至铸铜活动。目前,经发掘的西周早期铸铜遗址有洛阳北窑铸铜遗址和关中周公庙铸铜作坊。其中洛阳北窑地处西周王畿之内,铸铜遗址面积达10余万平方米^[32],出土的陶范等铸铜遗物反映着西周早期王畿地区的铸造技术。此外,在不少地区发现有零星的西周早期铸铜遗物,如陕西丰镐遗址发现了少量铸铜遗物^[33],长安张家坡西周早期居址中出土

了陶范、芯和浇口等^[34],马王村西周早期灰坑H10中出土了若干陶范残块^[35],北京琉璃河遗址F10、F11区西周早期居址中发现有容器范等^[36]。这表明部分王畿和诸侯国地区有铸铜能力甚至铸铜活动。需要指出的是,西周早期王室管控的铜器铸造中心可能不止一个,由于受到铸铜工匠技术储备和金属原料占有量等因素影响,即便铭文内容、纹饰风格相同的组合器物,其工艺细节上也可能有所差异。

第三,各区域青铜文化系统是由封国集团构建的,并与王畿地区的青铜文化系统互动交流。西周早期,周王朝在淮汉地区分封了多个诸侯国,叶家山曾国作为一个区域性的封国中心,与其他封国及族邑共同组成一个封国集团,屏藩周王室对江汉地区的统治。以叶家山铜器群技术、文化特征为代表的周文化系统领衔构建了这一地区的青铜文化系统,随着时间推移,江汉区域青铜文化兼容并蓄、融合发展,与王畿地区的青铜文化逐步双向互动交流。其他地区的情形大致相似,如晋南天马一曲村晋国为周初封国,张天恩认为横水偃国和大河口霸国均应属晋国的采邑^[37],其构成了一个封国集团共同维护周王室对晋南的统治。李伯谦注意到西周晋国青铜文化与宗周存在差异,西周早期晋国青铜器的面貌与宗周基本保持一致^[38]。各地由于土著文化势力的强弱不同,导致区域青铜文化发展有所差异,但总的发展规律和趋势是相似的。

第四,西周中期以降,周王室对青铜物料资源的管控力降低,各地青铜文化在与土著文化融合发展的过程中,区域性特征逐步增强。曹玮从西周礼制的角度^[39],李朝远对青铜器上所见西周中期的社会变迁^[40],罗森(Jessica Rawson)从艺术史角度对西周铜器的研究^[41],均认为西周青铜文化在中期前后,发生了显著变化,毕经纬进一步指出这种变化是质变^[42]。笔者认为这种变化主要体现在周王室对青铜物料资源的控制力上,西周中期前后,不少地区可能已开始规模不等地铸造铜器,在土著文化的影响下,各地不同程度地开始出现一些区域性

特征,这些特征形成的背后伴随着技术、文化、物料甚至工匠的交互流通,如随枣地区各时期铜器的变化已明确体现在青铜技术与文化等方面^[43]。

六 结 语

本文从合金工艺、微量元素、铅同位素和青铜文化特征等方面,结合相关田野考古新发现和最新研究结果,对西周时期青铜工业生产的技术特征和组织机制进行深入阐释。结果表明,叶家山铜器与王畿地区及其他诸侯国铜器合金均为铜锡铅系统,并且对成分与合金性能的关系有一定的认识;微量元素和铅同位素分析均显示,西周遗址或墓地铜器原料利用主体是一致的;不同遗址或墓地铜器,在组合、纹饰和风格等方面保持高度一致性。这些均为西周早期周王室对青铜物料资源进行集中管控与配置的支撑依据,在周王室统筹下开展青铜冶铸生产并分配给各诸侯国,可能是这一时期青铜工业生产体系的主要形式。这一认识仍需要青铜器考古类型学、金文和古文献方面的系统梳理,需要有青铜矿冶遗址、铸造遗址等方面的调查、发掘与整理,需要有青铜器、铜锭等冶铸遗物的检测分析,也需要有大数据的科学统计与解释。

附记:本文写作得到国家社科基金项目“随州叶家山西周曾国墓地考古发掘报告”(编号14ZDB051)、“先秦时期中原与边疆地区冶金手工业考古资料整理与研究”(17ZDA219)和国家文物局“文物保护科技优秀青年研究计划”(2014226)的资助。本文是湖北省博物馆、湖北省文物考古研究所、随州市博物馆、北京大学考古文博学院、北京科技大学科技史与文化遗产研究院、中国社会科学院考古研究所等单位关于随州叶家山墓地出土金属文物综合研究的成果之一。研究工作得到上述单位诸多老师的指导与帮助,在此致以诚挚谢意。

[1] 俞伟超《长江流域青铜文化发展新思考》,

《长江流域青铜文化研究》,科学出版社,2002年; [日]松丸道雄《西周青铜器制作的背景——周金文研究序章》,《日本考古学研究者·中国考古学研究论文集》,(日)株式会社东方书店,1990年; Virginia C. Kane, *The Independent Bronze Industries in the South of China Contemporary with the Shang and Western Zhou Dynasties*, *Archives of Asian Art*, 28, 1974-75; Jessica Rawson, *Western Zhou Archaeology, The Cambridge History of Ancient China, from the Origins of Civilization to 221 B.C. Chapter six*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

- [2] 中国社会科学院考古研究所《湖北铜绿山古铜矿》,《考古学报》1982年第1期。
- [3] 郁永彬等《关于叶家山青铜器铅同位素比值研究的几个问题》,《南方文物》2016年第1期。
- [4] 郁永彬《湖北随州叶家山墓地出土西周青铜器的科学分析研究》,北京科技大学博士学位论文,2015年。
- [5] 北京钢铁学院中国冶金史编写组等《洛阳北窑西周墓青铜兵器、生产工具和车马器的化学成分分析》,《洛阳北窑西周墓》,文物出版社,1999年;何堂坤《洛阳北窑青铜器合金成分分析》,《黄盛璋先生八秩华诞纪念文集》,中国教育文化出版社,2005年。
- [6] 苏荣誉等《虢国墓地青铜器铸造工艺考察和金属器物检测》,《宝鸡虢国墓地》,文物出版社,1988年;杨军昌《陕西关中地区先周和西周早期铜器的技术分析比较研究》,北京科技大学博士学位论文,2002年;周文丽《周原地区西周时期铸铜遗物的初步研究》,北京大学硕士学位论文,2008年。
- [7] 杨颖亮《晋侯墓地出土青铜器的合金成分、显微结构和铅同位素比值研究》,北京大学硕士学位论文,2005年;赵国华、陈荣《天马一曲村遗址青铜器样品检测报告》,《天马一曲村(1980~1989)》,科学出版社,2000年。
- [8] 宋建忠、南普恒《绛县横水西周墓地青铜器科技研究》,科学出版社,2012年;陈建立《中国古代金属冶铸文明新探》,科学出版社,2014年。
- [9] 赵春燕《前掌大墓地出土铜器的化学组成分析与研究》,《滕州前掌大墓地》,文物出版社,2005年;王鑫光等《滕州前掌大墓地“于屯”村 M308出土铜器的科学分析》,《中国文物科学研究》2014年第1期。
- [10] 张利洁《琉璃河燕国墓地出土铜器的技术研究》,北京科技大学硕士学位论文,2001年;张利洁等

- 《北京琉璃河燕国墓地出土铜器的成分和金相研究》,《文物》2005年第6期。
- [11] 郁永彬等《随州叶家山西周墓地 M65 出土铜器的金相实验研究》,《江汉考古》2014年第5期。
- [12] 宋建忠、南普恒《绛县横水西周墓地青铜器科技研究》,科学出版社,2012年。
- [13] 赵春燕《前掌大墓地出土铜器的化学组成分析与研究》,《滕州前掌大墓地》,文物出版社,2005年。
- [14] Jessica Rawson, *Western Zhou ritual bronzes from the Arthur M. Sackler collections*, Washington D. C., 1990: 104.
- [15] 金正耀《中国铅同位素考古》,中国科学技术大学出版社,2008年。
- [16] 同[3]。
- [17] 为概念清晰方便讨论,本文将分布在锡青铜区的曾器称为锡青铜曾器,非曾器称为非曾锡青铜器物;铅锡青铜有 A 区和 B 区,分布在铅锡青铜 A 区的曾器称为铅锡青铜曾器 A 组,非曾器称为非曾铅锡青铜 A 组;分布在铅锡青铜 B 区的曾器称为铅锡青铜曾器 B 组,非曾器称为非曾铅锡青铜 B 组;这三个区域之外的非曾器称为其他非曾族属器物,其即有锡青铜又有铅锡青铜。
- [18] 李维明《豫南及邻境地区青铜文化》,线装书局,2009年。
- [19] 用于比较的材料包括两部分,分别是已发表的西周青铜器铅同位素比值数据和本文新测部分西周铜器数据,已发表数据有琉璃河墓地、晋侯墓地、晋国邦墓区、横水墓地、大河口墓地铜器以及周原云塘—齐镇建筑基址铜块数据等;课题组新测待发表数据有羊子山墓地、北窑墓地铜器以及周原周公庙、孔头沟和李家铸铜遗址铜器或铜块数据;石鼓山墓地铜器数据为课题组老师提供。
- [20] 同[10]。
- [21] 杨颖亮《晋侯墓地出土青铜器的合金成分、显微结构和铅同位素比值研究》,北京大学硕士学位论文,2005年。
- [22] 金正耀等《天马—曲村遗址西周墓地青铜器的铅同位素比值》,《天马—曲村(1980~1989)》,科学出版社,2000年。
- [23] 同[12]。
- [24] 同[12]。
- [25] 周文丽等《云塘、奇镇西周建筑基址出土残铜块和炉渣的分析》,《考古与文物》2009年第6期。
- [26] 李伯谦《中国青铜文化的发展阶段与分区系统》,《中国青铜文化结构体系研究》,科学出版社,1998年。
- [27] 湖北省文物考古研究所等《湖北随州叶家山 M65 发掘简报》,《江汉考古》2011年第3期。
- [28] 叶万松《我国西周前期青铜铸造工艺之研究》,《考古》1984年第7期;洛阳市文物工作队《1975~1979年洛阳北窑西周铸铜遗址的发掘》,《考古》1983年第5期;洛阳博物馆《洛阳北窑村西周遗址 1974 年度发掘简报》,《文物》1981年第7期。
- [29] 湖北省文物考古研究所等《湖北随州叶家山 M65 发掘简报》,《江汉考古》2011年第3期。
- [30] 李学勤《西周时期的诸侯国青铜器》,《中国社会科学院研究生院学报》1985年第6期。
- [31] 王世振《湖北随县发现商代青铜器》,《文物》1981年第8期。
- [32] 洛阳市文物工作队《1975~1979年洛阳北窑西周铸铜遗址的发掘》,《考古》1983年第5期。
- [33] 胡谦盈《周文化及相关遗存的发掘与研究》,科学出版社,2010年。
- [34] 中国社会科学院考古研究所《沔西发掘报告》,文物出版社,1963年。
- [35] 中国社会科学院考古研究所沔西发掘队《陕西长安、零县调查与试掘简报》,《考古》1962年第6期。
- [36] 北京大学考古学系等《1995年琉璃河周代居址发掘简报》,《文物》1996年第6期。
- [37] 张天恩《晋南已发现的西周国族初析》,《考古与文物》2010年第1期。
- [38] 同[26]。
- [39] 李朝远《青铜器上所见西周中期的社会变迁》,《学术月刊》1994年第11期。
- [40] 曹玮《从青铜器的演化试论西周前后期之交的礼制变化》,《周原遗址与西周铜器研究》,科学出版社,2004年。
- [41] Jessica Rawson, *Western Zhou ritual bronzes from the Arthur M. Sackler collections*, Washington D. C., 1990: 104; Jessica Rawson, *Western Zhou Archaeology, The Cambridge History of Ancient China, from the Origins of Civilization to 221 B.C. Chapters six*, Cambridge University Press, 1999.
- [42] 毕经纬《海岱地区商周青铜器研究》,陕西师范大学博士学位论文,2013年。
- [43] 同[4]。

(责任编辑:杨冠华)

附表一 叶家山墓地带铭青器铅同位素分析结果

器名	出土号	实验号	$^{207}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	合金类型	备注
簋	M2 : 8	43310	0.8737	2.1402	17.798	15.551	38.095	Cu - Sn - Pb	曾侯谏作媿
簋	M2 : 9	43311	0.8671	2.1278	17.967	15.578	38.230	Cu - Sn - Pb	曾侯谏作媿
带盖方鼎	M27 : 26	43346	0.8759	2.1440	17.770	15.565	38.093	Cu - Sn - Pb	曾侯方鼎
甗	M28 : 159	43426 - 2	0.8628	2.1250	18.064	15.586	38.392	Cu - Sn	曾侯甗
尊	M28 : 174	43438	0.8545	2.0949	18.240	15.588	38.210	Cu - Sn	曾侯谏作媿尊
卣	M28 : 167	43434	0.8566	2.0976	18.134	15.538	38.046	Cu - Sn	曾侯谏作媿卣
壶	M28 : 178	43440	0.8739	2.1410	17.814	15.568	38.136	Cu - Sn	曾侯谏作媿器
盘	M28 : 163	43430 - 2	0.8894	2.1668	17.469	15.538	37.854	Cu - Sn - Pb	曾侯谏盘
鼎	M65 : 44	43392	0.8869	2.1655	17.315	15.321	37.408	Cu - Sn - Pb	曾侯谏鼎
簋(带匕)	M65 : 49	43395	0.8902	2.1691	17.475	15.556	37.905	Cu - Sn - Pb	曾侯谏簋
簋	M111 : 59	43457 - 1	0.8668	2.1230	17.953	15.562	38.121	Cu - Sn	曾侯玃簋
簋	M111 : 60	43458	0.8545	2.1000	18.262	15.604	38.350	Cu - Sn	曾侯玃簋
簋	M111 : 67	43459	0.8594	2.1080	18.119	15.571	38.198	Cu - Sn	玃乍列考南公宝尊彝
方鼎	M1 : 02	43272	0.8905	2.1683	17.442	15.533	37.820	Cu - Sn - Pb	师乍父葵宝尊彝
爵	M1 : 010	43278	0.8471	2.0997	18.470	15.646	38.785	Cu - Sn	乙爵
觚	M1 : 013	43280	0.9280	2.2172	16.585	15.392	36.775	Cu - Sn - Pb	父葵觚
簋	M3 : 9	43316 - 1	0.8934	2.1817	17.297	15.453	37.738	Cu - Sn - Pb	亚嬭簋
簋	M4 : 3	43318	0.8855	2.1600	17.536	15.527	37.877	Cu - Sn - Pb	叔桑父簋
鼎	M15 : 3	43508	0.8665	2.1285	17.980	15.579	38.269	Cu - Sn - Pb	叔逯肇鼎
尊	M27 : 14	43339	0.8765	2.1409	17.749	15.557	37.998	Cu - Sn	鱼伯彭尊
盃	M27 : 15	43513	0.8608	2.1193	18.129	15.606	38.420	Cu - Sn	伯生盃
方座簋	M27 : 17	43341 - 2	0.8898	2.1671	17.459	15.535	37.834	Cu - Sn - Pb	疑父方座簋
簋	M27 : 28	43348	0.9104	2.1960	16.956	15.436	37.234	Cu - Sn	戈父癸簋
解	M27 : 8	43511	0.8907	2.1686	17.421	15.518	37.777	Cu - Sn - Pb	守父乙解
解	M46 : 11	43356	0.8639	2.1252	18.041	15.586	38.341	Cu - Sn	亚禽父丙解
提梁卣盖	M46 : 12	43357	0.8897	2.1676	17.477	15.549	37.886	Cu - Sn - Pb	束祖乙卣
爵	M46 : 13	43514	0.8853	1.6544	17.545	15.533	29.027	Cu - Sn - Pb	鸟父丁爵
尊	M46 : 16	43358	0.8674	2.1246	17.919	15.543	38.073	Cu - Sn	冉父己尊
方鼎	M50 : 13	43517	0.8857	1.8452	17.540	15.534	32.365	Cu - Sn - Pb	九一六白方鼎

续附表

器名	出土号	实验号	$^{207}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	合金类型	备注
尊	M55 : 4	43518	0.7465	1.9461	21.408	15.981	41.660	Cu - Sn - Pb	𠄎父乙尊
簋	M55 : 8	43520	0.8899	2.1667	17.436	15.517	37.778	Cu - Sn - Pb	伯作彝簋
分裆鼎	M65 : 51	43523	0.8661	2.1269	17.989	15.580	38.261	Cu - Sn	束父巳
簋	M65 : 53	43524	0.8278	2.0783	18.946	15.684	39.376	Cu - Sn	亚离父癸簋
提梁卣	M86 : 7	43539 - 1	0.8740	2.1382	17.814	15.569	38.092	Cu - Sn	中乍彝卣
提梁卣	M86 : 8	43540	0.8943	2.1727	17.309	15.479	37.608	Cu - Sn	叔乍彝卣
解	M86 : 9	43541	0.8898	2.1655	17.435	15.514	37.755	Cu - Sn	戈父丁解
爵	M92 : 19	43544	0.8884	2.1645	17.481	15.530	37.838	Cu - Sn - Pb	冉爵
簋	M92 : 22	43547	0.8699	2.1381	17.881	15.555	38.230	Cu - Sn	姜母乍父辛
鼎	M92 : 33	43549	0.8239	2.0632	19.055	15.700	39.317	Cu - Sn	冉父庚鼎
鼎	M107 : 3	43551 - 2	0.8902	2.1773	17.302	15.403	37.671	Cu - Sn - Pb	乍父庚宝彝
提梁卣	M111 : 112	43488	0.8902	2.1646	17.403	15.492	37.672	Cu - Sn - Pb	乍父辛卣
盃	M111 : 127	43602	0.8707	2.1732	17.844	15.536	38.778	Cu - Sn	山父丁盃
大圆鼎	M111 : 84	43462 - 1	0.8890	2.1651	17.459	15.521	37.801	Cu - Sn - Pb	祖辛鼎
提梁卣	M126 : 10	43574	0.8690	2.1320	17.847	15.509	38.050	Cu - Sn	(庚+更)卣
尊	M126 : 18	43579	0.8672	2.1266	17.949	15.566	38.170	Cu - Sn	戈父癸尊
爵	M126 : 6	43570	0.8865	2.1614	17.531	15.541	37.891	Cu - Sn - Pb	祖己爵
提梁卣	M126 : 8	43572	0.8877	2.1636	17.453	15.493	37.761	Cu - Sn - Pb	乍父庚宝彝