

# 湖北随州叶家山西周墓地 M28 出土铜锭相关问题研究\*

郁永彬 陈建立 常怀颖 陈坤龙 黄凤春 李玲 梅建军

(北京 100871) (北京 100710) (湖北 武汉 430077) (北京 100871)

**摘要:**随州叶家山墓地 M28 出土的两件铜锭,不仅形状不同,而且埋藏位置颇为讲究。本文利用金相显微镜、扫描电镜能谱仪、多接收双聚焦等离子质谱仪和电感耦合等离子体原子发射光谱仪对这两件铜锭的金相、成分、铅同位素比值和微量元素含量进行了检测分析,初步揭示出其重要的技术特征;二者均为  $\alpha+(\alpha+\text{Cu}_2\text{O})$  亚共晶组织,为纯铜制品,但是不是同一批铜料制成,与已知的长江流域铜矿冶遗址未有直接的联系。文章还结合古代青铜器铭文有关内容的记载,对这两件铜锭的文化内涵进行了初步探讨,对深化认识西周时期金属物料流通机制和器用制度具有重要意义。

**关键词:**西周;叶家山;曾国;铜锭

中图分类号:K871.3

文献识别号:A

文章编号:1001-0327(2016)05-0100-08

## 一、引言

叶家山M28是西周早期的一代曾侯墓,出土铜、陶、玉、原始瓷、漆木等质地器物约600余件,其中有多件青铜器带“曾侯”和“曾侯谏”铭文<sup>[1]</sup>。出土的两件铜锭,一为圆形,一为方形,是全国西周墓地考古中极重要的一次发现。商周铜锭在冶铸遗址、窖藏、灰坑和墓葬中均有出土,形状有圆形、长方形、菱形、铲形和不规则块状等。就其性质目前主要有两种看法:一是作为称量货币,二是作为铸铜原料<sup>[2]</sup>,这两种情况看似均有可能。然M28出土的两件铜锭形状不同,有着怎样的技术特征?这两件铜锭原料是否来自同一地区?尤其是跟邻近的长江流域铜矿带着怎样的关系?另外,这两件铜锭随葬在曾侯墓中,且与铜礼器共存,是否具有特殊的文化内涵?鉴此,本文采用多种手段对这两件铜锭进行检测分析,并结合文献内容进行综合讨论,以推动对上

述问题的深入理解和认识。

## 二、样品与实验结果

两件铜锭(圆铜锭M28:160、方铜锭M28:161)均出土于墓室北二层台东部(图一)。保存完整,表面附着锈色。正面粗糙,有细小的蜂窝状气孔,背面光滑平整,密度较大。圆铜锭直径29.5、边沿厚1.8厘米,重2865克;方



图一 铜锭出土位置照片  
(《江汉考古》2013年第3期彩版四图1)

作者:郁永彬、陈建立,北京大学考古文博学院。



图二 圆铜锭 M28:160(注释[1]图版三〇)



图三 方铜锭 M28:161(注释[1]图版三一)

表一 两件铜锭样品的 SEM-EDS 分析结果

器物	编号	测试部位	化学组成 Wt%					备注	
			Cu	Pb	Ag	As	O		其他
圆铜锭	M28:160	基体(平均)	96.6				3.4	图六	
		铜氧化物	92.9				7.1		
		银颗粒	12.8		87.2				
方铜锭	M28:161	基体(平均)	96.9					3.1	图七
		铅铋相 1	12.2	75.7		12.1			
		铅铋相 2	12.6	77.3		10.0			
		铅硒颗粒	40.4	35.7		5.2		Se:10.2 Te:8.4	

表二 两件铜锭的铅同位素比值分析结果

器名	编号	分析结果					矢量值	
		207Pb/206Pb	208Pb/206Pb	206Pb/204Pb	207Pb/204Pb	208Pb/204Pb	V1	V2
圆铜锭	M28:160	0.886	2.161	17.562	15.566	37.951	53.89	34.42
方铜锭	M28:161	0.920	2.208	16.771	15.424	37.034	44.05	25.25

注:铅同位素矢量V1和V2系根据崔剑锋、吴小红著《铅同位素考古研究》一书第三章第二节所用方法计算得出<sup>[3]</sup>。

铜锭长36.3、宽14.1~14.6、厚1.2~2.3厘米,重2960克(图二、三)。分析样品均取自铜锭边缘的凸瘤状处,剖面可见较多气孔。

本文对样品分别进行了金相组织观察、合金成分分析、铅同位素比值测定以及微量元素分析。金相组织观察所用仪器为北京科技大学冶金与材料史研究所的莱卡(Leica)DM4000M金相显微镜,结果见图四和图五;夹杂物和特殊相的成分分析所用仪器为北京科技大学分析测试中心的ZEISS EVO18高分辨扫描电镜及其配备的BRUKER X Flash Detector 5010型X射线能谱仪(SEM-EDS),结果见表一、图六和图七;铅同位素比值分析所用仪器

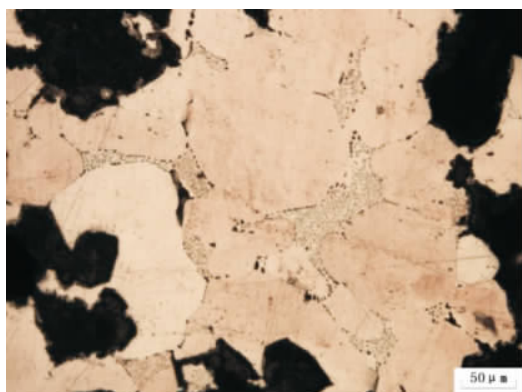
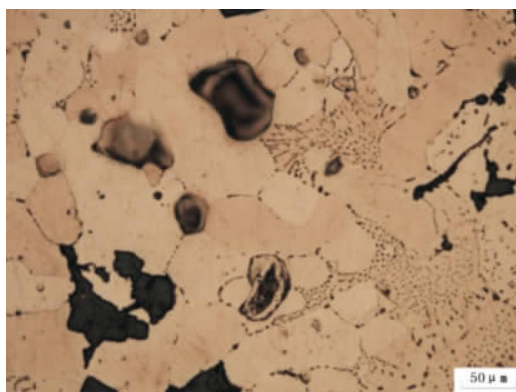
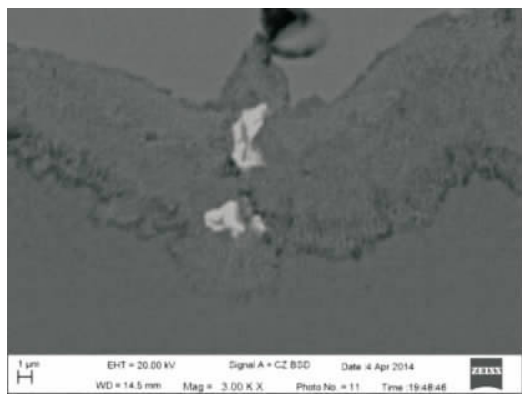
为北京大学地空学院的VG Axiom型多接收双聚焦等离子质谱仪(MC-ICP-MS),结果见表二;微量元素分析所用仪器为北京大学考古文博学院的Prodigy SPEC型电感耦合等离子体原子发射光谱(ICP-AES),结果见表三。

检测结果表明,两件铜锭均为纯铜制品,圆铜锭和方铜锭含铜分别为96.6%和96.9%,含氧分别为3.4%和3.1%,含氧是由于 $\alpha+(\alpha+\text{Cu}_2\text{O})$ 亚共晶组织的存在;金相观察仅见晶界和部分晶内有细小灰黑色点状、条带状的 $\text{Cu}_2\text{O}$ (图四、图五);背散射电子图像显示圆铜锭基体内有少量不规则状银颗粒,直径约在1~3 $\mu\text{m}$ 之间(图六),方铜锭基体内有少量铅

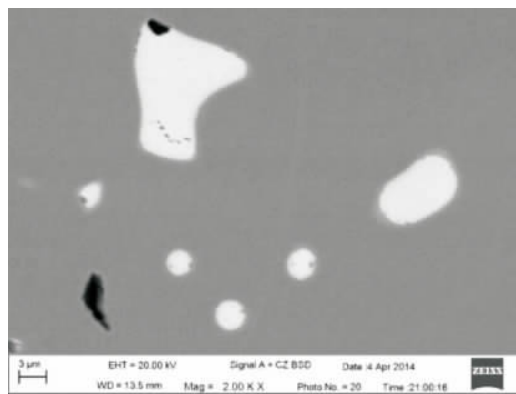
表三

两件铜锭的化学元素组成分析结果

器名	编号	分析结果(ppm)										
		Sn	Pb	Fe	Ni	As	Zn	Sb	Se	Te	Ag	Bi
圆铜锭	M28:160	90.03	2.32	34.89	15.15	24.16	0.51	15.90	10.77	44.65	10.04	31.30
方铜锭	M28:161	14.90	93.84	28.25	5.31	14.42	3.26	19.40	6.71	53.18	10.45	21.67

图四 圆铜锭 (M28:160) 的金相组织 (Cu 和 Cu<sub>2</sub>O 亚共晶组织, 点状灰黑色相为 Cu<sub>2</sub>O)图五 方铜锭(M28:161)的金相组织(Cu 和 Cu<sub>2</sub>O 亚共晶组织, 点状、条带状灰黑色相为 Cu<sub>2</sub>O)

图六 圆铜锭(M28:160)的背散射电子像 (灰白色相为银颗粒)



图七 方铜锭(M28:161)的背散射电子像 (白色相为铅砷相)

砷颗粒和铅砷颗粒, 直径约在1~10 $\mu$ m之间 (图七); 两件铜锭的铅同位素比值均为高比值特征铅, 但比值结果有所差异, 两件铜锭的锡、铅、镍、锌等微量元素含量均有所差异。

### 三、相关问题探讨

#### 1. 关于铜锭的成分

铜料是商周时期最为重要的资源之一,

在当时社会中具有重要作用, 在商周时期重要铸铜作坊或炼铜遗址中多有发现, 因此对铜料的成分进行系统分析无疑具有重要意义。

北方地区的殷墟和周原遗址的铸铜作坊出土一些铜锭类遗物, 成分分析表明这些铜料含有较多杂质元素。安阳殷墟历年考古发掘的青铜器铸造遗址有多处, 如苗圃北地、孝民屯西地、薛家庄南地和小屯东北地等<sup>[4]</sup>, 其中苗

圃北地铸铜遗址出土有铜锭、铜块等。经检测的1件长方形铜块，重约46.7克，含铜97.2%、锡2.7%，为铜锡合金<sup>[5]</sup>。周原地区的召李和上康出土两件圆饼状铜锭，召李铜锭直径30.9厘米，厚约2厘米，重约4990克，上康铜锭直径23.9厘米，重约4654克。分析表明，召李铜锭含铜97.6%、铁0.6%、硫0.6%，为纯铜锭，但含铁和硫较高，应是冶炼的直接产品；上康铜锭含铜97.0%、铅2.3%，为低铅青铜锭，基体中夹杂有铅颗粒<sup>[6]</sup>。周公庙和孔头沟铸铜遗址出土了一些红铜块，经分析发现有纯铜块和粗铜块，可能是铜锭残块<sup>[7]</sup>。西周晚期的云塘——齐镇建筑基址的铜器残块经检测普遍为含铁量较高的粗铜<sup>[8]</sup>。这些铸铜遗址出土的熔炼渣中也普遍发现纯铜块或纯铜颗粒，这些铜块可能直接来自纯铜锭，也可能是粗铜锭经过精炼而成。可见商晚期至西周时期，经分析的殷墟和周原两大青铜器铸造中心出土铜锭、铜饼或铜块的纯度均不甚高，可能多为未经精炼的粗铜制品。

长江中下游地区的一些冶铸遗址亦发现不少铜锭或铜块，经过精炼者也不多。安徽铜陵木鱼山遗址发现西周时期菱形铜锭数十千克，经检测的3件铜锭中有2件含铁约2%，1件含铁高达9.5%<sup>[9]</sup>，这些铁含量较高的铜锭可能是炼好的粗铜直接铸成的。铜陵师姑墩遗址出土一些两周时期的纯铜和粗铜块，有的铜块含少量铅，它们可能直接来自铜锭，也可能是经精炼的粗铜<sup>[10]</sup>。吴越地区的句容、金坛等地土墩墓出土的青铜块“大都含有较大比重的铅和微量的锑”<sup>[11]</sup>。湖北铜绿山古矿区中，铜锭或与铜锭性质接近的遗物，在考古发掘中也曾有发现。春秋时期的大冶铜绿山遗址3#炉缸西侧出土铜块一块，4#炉缸底部残留粗铜一块，经检测含铜分别为93.3%和94.0%<sup>[12]</sup>。湖北大冶湖边出土圆饼状铜锭10余块，每块重约1.5千克，其中1块经检测含铜为91.9%<sup>[13]</sup>，也应是冶炼的粗铜。仅有湖北大冶茅陈垸遗址出土两周时期的凿形器为纯铜制品，在氧化气氛下重熔精炼过，可能兼有铸铜原料和称量货币的性质<sup>[14]</sup>。由此可知，长江中下游地区冶铸遗址出土铜锭多为直接冶炼的产物，经过精炼的证据较少。

叶家山M28出土两件铜锭可能经过精炼。粗铜在重熔精炼时能降低铁和硫等杂质元素的含量，经扫描电镜能谱成分分析，叶家山M28出土的两件铜锭材质均为红铜，铜含量达99%以上（去除氧），两件铜锭基体中均未发现硫或铁的夹杂物，另外，Cu与Cu<sub>2</sub>O亚共晶组织的存在，表明这两件铜锭可能是在氧化气氛下重熔精炼的。值得注意



图八 扶风庄白召李村出土的圆饼状铜锭（引自《周原出土青铜器》）



图九 扶风法门上康村出土的圆饼状铜锭（引自《周原出土青铜器》）

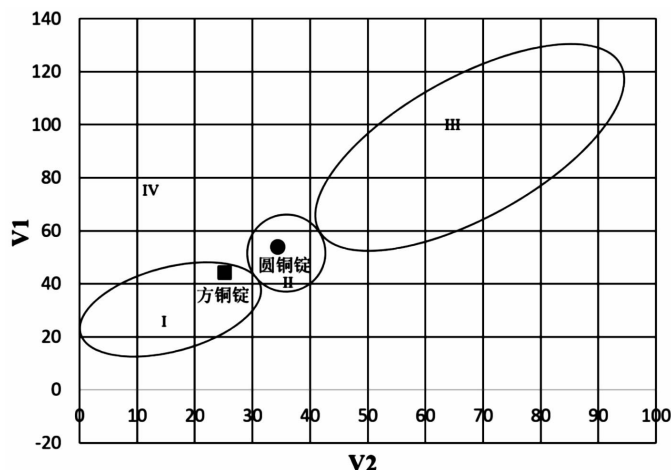


图一〇 大冶铜绿山遗址4#炉缸底部粗铜块（引自《铜绿山古矿冶遗址》图版）

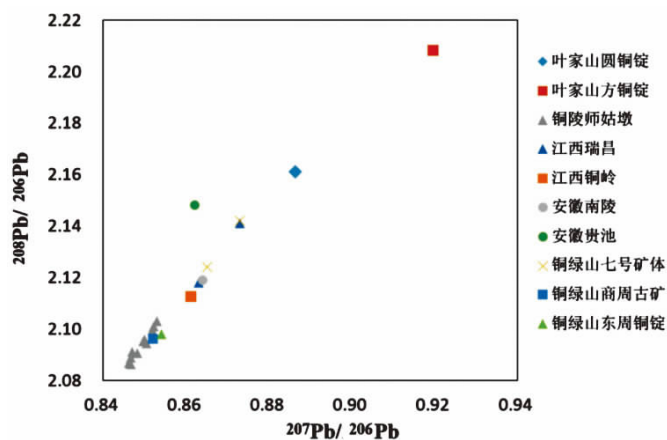


图一一 大冶湖边采集的圆铜锭（引自《铜绿山古矿冶遗址》图版）

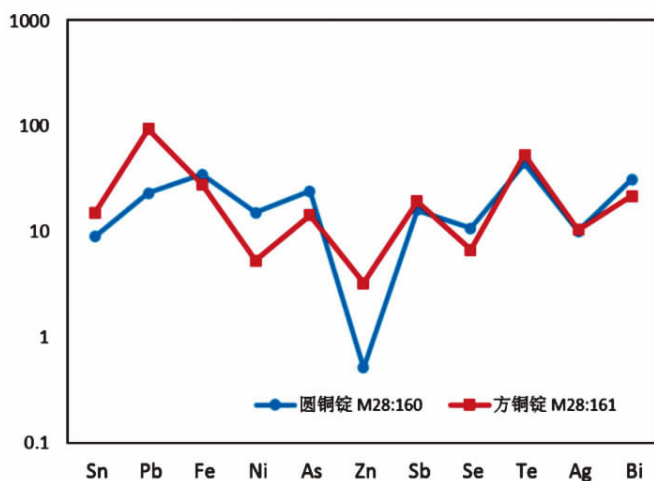




图一 二 叶家山 M28 出土铜锭的铅同位素 V 矢量填图



图一 三 叶家山铜锭与部分商周冶炼遗物的铅同位素比值散点图



图一 四 叶家山铜锭微量元素含量折线图

的是,背散射电子像显示,圆铜锭含有少量银颗粒(图六),而方铜锭则含有一定量的铅铋相(图七),表明这两件铜锭可能不是同一批铜料制成。

总之,从成分分析结果而言,叶家山墓地出土铜锭似为有意精炼的结果,与长江中下游地区冶铸遗址和北方地区铸铜作坊出土未经精炼的铜锭与铜块有一定差别,这是否具有更多的文化与技术内涵,值得进一步研究。

## 2.关于铜锭的产地

为探讨叶家山M28出土铜锭矿料利用特征,本文结合铅同位素比值和微量元素分析做了进一步研究。结果表明,圆铜锭和方铜锭的铅同位素比值均为普通铅。本文首先对这两件铜锭铅同位素数据进行了V矢量填图(图一 二),此法“消除了成矿时间的影响,提高了数据的分辨率,同时能够在二维平面上处理三维数据,通过使用计算得到的铅同位素V1、V2,可以在较高分辨率的情况下将具有不同铅同位素特征的地质体明晰地反应出来”<sup>[15]</sup>。根据与朱炳泉等利用铅同位素矢量绘制的中国大陆矿石、新生代火山岩与中生代花岗岩V1-V2图解相比较<sup>[16]</sup>,图上I区为扬子省、II区为扬子省和华夏省边界扬子省一端,III区为华夏省,IV区为华北省。由此可见,叶家山M28出土的圆铜锭落在II区扬子省和华夏省边界扬子省一端内,方锭落在I区扬子省内,两件铜锭的铅同位素比值呈现不同的特征。其次,通过与长江流域不同地区矿冶遗址出土冶炼遗物的铅同位素比值相比较,如图一 三所示,两件铜锭与安徽南陵、贵池、

铜陵师姑墩、江西瑞昌、铜岭和湖北大冶铜绿山出土商周时期冶炼遗物的铅同位素比值均未有叠合,表明这两件铜锭与现有铅同位素检测的长江流域铜矿冶遗物似乎没有直接的联系,但诸如大冶湖边采集的圆铜锭尚未见铅同位素比值分析结果的公布,未能做进一步对比,究其来源,有待进一步研究。

微量元素分析结果表明,两件铜锭所含的铅、镍、砷、锌、硒、铋等元素含量均有所差异(图一四),尤其是铅、镍和锌元素含量有较明显的差异。圆铜锭含铅为23ppm、含镍15ppm、含锌为1ppm;方铜锭含铅94ppm、含镍5ppm、含锌为3ppm。有学者指出,铜矿冶炼或铜料熔炼所使用的不同工艺对产品的微量元素的含量均有一定程度的影响<sup>[17]</sup>,但不管M28出土的两件铜锭微量元素含量差异程度有多大,由于其基体中的夹杂颗粒不同,以及其铅同位素比值所显示的不同特征,可以肯定的是这两件铜锭不是同一批铜料制成,但也不能排除它们均来自一个大的铜矿区。

### 3.关于铜锭的文化内涵

圆铜锭M28:160和方铜锭M28:161均出自曾侯墓葬,并且与铜礼容器(食器)共置一处,其可能具有的文化内涵值得注意。前述分析已指出,这两件铜锭为精炼制作,并且不是同一批铜料制成。同时,这两件铜锭也不是铸造叶家山铜器所使用的原料(叶家山铜器矿料利用特征将另文讨论),可能是通过某种途径流通到曾国的,因而更具研究意义。凡国栋认为,“从自然属性上看,铜锭天然具有作为铜料的功能;从社会属性上看,铜锭还具有称量货币的职能”<sup>[18]</sup>。叶家山M28所出土的铜锭可能具有特定的文化内涵。

在古代,金属物料流通主要有三种方式,一是赏赐,二是贡赋,三是战争掠夺<sup>[19]</sup>,但也可能存在馈赠、交易等其他方式<sup>[20]</sup>。

将铜料作为赏赐品进行赏赐,在金文中称为“赐金”。“赐金”在商代时期的甲骨和金文中似未见记载,西周早期赐金活动开始逐渐流行,至西周中期达到高峰,西周晚期以降

总体数量有所下降,是两周时期具有特色的赏赐品<sup>[21]</sup>。西周金文记载周王赐金的例子较少,大多是贵族赏赐下属的。与叶家山M28年代接近的西周早中期金文中,有数篇金文记载有赐金活动。利簋铭文云“…王…锡右史利金,用乍旌公宝尊彝”,记载右史利自叙其受赐作簋之事<sup>[22]</sup>,这是目前发现西周最早的周王赐金铭文铜器。除此之外,禽簋(集成04041)、师觶鼎(集成02723)、翏方鼎(集成02725、02726)、小子生尊(集成06001)也记载了王赏赐金的活动。西周早期效父簋铭中有“休王赐效父三,用作厥宝尊彝”(集成03822、03823)<sup>[23]</sup>。唐兰认为甲骨文和金文中丁字“●”是饼形的金属锭的象形,效父簋铭文中的“三”是吕,为金属名称,像两块饼形金属锭,并指出金文中早期的“金”、“勺(钧)”都从“三”即是旁证<sup>[24]</sup>,可备一说。从上述铭文材料可见,西周武王时期“赐金”活动即已出现。

据前贤研究,西周“赐金”实物包括具有一定呈色的饼金。西周早中期之际的柞伯簋铭“王则畀柞白赤金十钹”<sup>[25]</sup>。李学勤<sup>[26]</sup>、王龙正<sup>[27]</sup>等推测为王赐十块饼金,李学勤还认为西周的金钹有规定的成色和质量<sup>[28]</sup>,王龙正则指出这里的金就是红铜<sup>[29]</sup>。若这种说法成立,则西周早期“王赐金”中可能包括具有一定呈色的饼金。

由此可见,叶家山M28出土两件铜锭均为饼状,并且出自曾侯墓葬,埋藏位置也颇为讲究,其作为“王赐金”的因素是应该考虑的。

当然,这两件铜锭也不排除是通过其他方式流通到曾国。铜料是商周时期重要的贡赋品类。周代文献中屡有所见,如《诗·鲁颂·泂水》:“憬彼淮夷,来献其琛,元龟象齿,大赂南金”。叶家山M28墓主为一代曾侯,其墓中随葬作为贡赋品的铜料也是可以理解的。

铜料的另一个重要来源是战利品。作为战争劫掠“金”的记载,在西周金文中也比较常见,西周早中期的铭文中也有所反映,比如仲偃父鼎铭文说:“仲偃父伐南淮夷,孚吉金”(集成02734),师寰簋铭文有:“征淮夷,…俘

吉金”(《全集》5.69);贞卣也有“员俘金,用作旅彝”的(集成05387.1、05387.2)。周初经略南土,曾国与南淮夷或有战事,从战争中掠获铜料作为战利品随葬以彰显军功,也是常情。

此外,作为“贖賻”所赠,甚至仅仅只是作为商业交易而来的“稀罕物”随葬,M28随葬铜锭皆有可能。从目前的材料尚无法对上述各种可能做出定论,具体情况亦需要结合更多的考古学材料加以论证。

总体而言,这两件铜锭可能具有特殊的文化内涵,其作为“礼制器物”与铜容器共置一处。这一特殊随葬方式对认识西周时期金属物料流通机制和器用制度具有重要意义,这使得关于西周时期金属物料流通的链条之研究也变得更加复杂。但无论如何,叶家山M28随葬的两件铜锭的科技分析与检测,都会对西周时期金属物料流通的链条之研究提供全新的线索和启示。

## 四、结语

本文通过多种手段对叶家山墓地M28出土圆铜锭和方铜锭进行了检测分析,初步揭示出其重要的技术特征和文化内涵。首先,这两件铜锭均为精炼制作,铜含量超过99%(去除氧);其次,这两件铜锭均为 $\alpha+(\alpha+\text{Cu}_2\text{O})$ 亚共晶组织,但却不是同一批铜料制成,圆铜锭基体内有少量不规则状银颗粒,方铜锭基体内有少量铅砷颗粒和铅硒颗粒;第三,圆铜锭铜料来自铅同位素地球化学省的扬子省和华夏省边界的扬子省一端,方铜锭铜料来自扬子省,两件铜锭与已知的长江流域铜矿冶遗址的冶炼产品没有直接的联系。另外,文章还结合青铜器有关铭文内容的记载推测,这两件铜锭可能具有特殊的文化内涵,其作为“礼制器物”与铜容器共置一处。这一特殊随葬方式对认识西周时期金属物料流通机制和器用制度具有重要意义。

附记: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、中国社会科学院考古研究所、北京科

技大学冶金与材料史研究所等单位关于叶家山墓地出土金属文物综合研究的成果之一。研究工作得到这些单位诸多老师的指导与帮助,在此致以诚挚感谢!

\*本文得到国家社科基金重大项目随州叶家山西周曾国墓地考古发掘报告(14ZDB051)的资助。

注释:

[1]湖北省文物考古研究所,随州市博物馆:《湖北随州叶家山M28发掘报告》,《江汉考古》2013年第4期,第3~57页。

[2]凡国栋:《叶家山M28出土铜锭研究》,湖北省博物馆、湖北省文物考古研究所编《叶家山西周墓地国际学术研讨会会议论文》2013年12月,第30~48页。

[3]崔剑锋、吴小红:《铅同位素考古研究——以中国云南和越南出土青铜器为例》,文物出版社,2008年,第35页。

[4]中国社会科学院考古研究所:《殷墟的发现与研究》,文物出版社,2001年,第83~93页。

[5]韩汝玢、柯俊:《中国科学技术史·矿冶卷》,科学出版社,2007年,第221页。

[6]杨军昌:《陕西关中地区先周和西周早期铜器的技术分析与比较研究》,北京科技大学博士学位论文,2002年,第96页。

[7]周文丽、陈建立、雷兴山、徐天进、种建荣、王占奎:《周原遗址李家铸铜作坊出土冶铸遗物的分析》,陈建立、刘煜编:《商周青铜器的陶范铸造技术研究》,文物出版社,2011年,第192~235页。

[8]周文丽、陈建立、杨军昌、韩汝玢等:《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,第96~103页。

[9]陈荣、赵匡华:《先秦时期铜陵地区的硫铜矿冶炼研究》,《自然科学史研究》,1994年第2期,第139~144页。

[10]王开、陈建立、朔知:《安徽省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,第91~104页。

[11]刘兴:《谈镇江地区出土青铜器的特色》,《文物资料丛刊》第5期,文物出版社,1981年,第112~116页。

[12]黄石市博物馆:《铜绿山古矿冶遗址》,文物出版社,1999年,第215~233页;黄石市博物馆:《湖北铜绿山春秋时期炼铜遗址发掘简报》,《文物》1981年第8期,第30~39页。

[13]黄石市博物馆:《铜绿山古矿冶遗址》,文物出版社,1999年,第215~233页;黄石市博物馆:《湖北铜绿山春秋时期炼铜遗址发掘简报》,《文物》1981年第8期,第30~39页。

[14]李建西、李延祥:《铜料名称“镛铅”考》,《江汉考古》2010年第2期,第124~130页。

[15]崔剑锋、吴小红:《铅同位素考古研究——以中国云南和越南出土青铜器为例》,文物出版社,2008年,第34

页。

[16]朱炳泉:《地球科学中同位素体系理论与应用·兼论中国大陆壳幔演变》科学出版社,1998年。

[17]Pernicka, E. Trace element fingerprinting of ancient copper: a guide to technology or provenance, in S.M.M. Young, A. M. Pollard, P. Budd & R.A. Ixer (eds.) Metals in Antiquity (British Archaeological Reports International Series 792), 1999: 163~171. Oxford: Archaeopress.

[18]凡国栋:《叶家山M28出土铜锭研究》,湖北省博物馆、湖北省文物考古研究所编《叶家山西周墓地国际学术研讨会会议论文》2013年12月,第30~48页。

[19]中国社会科学院考古研究所:《中国考古学·两周卷》,中国社会科学出版社,2004年,第174~175页。

[20]裘士京:《江南铜研究—中国古代青铜器铜源的探索》,黄山书社,2002年,第72~93页。

[21]杨伯峻:《春秋左传注》,中华书局,2000年7月,第377页。

[22]临潼县文化馆:《陕西临潼发现武王征商簋》,《文物》1977年第8期,第1~11页。

[23]中国社会科学院考古研究所:《殷周金文集成》1~18册,中华书局,1984~1994年。(简称集成,其后数字为总序号,以下引用不再说明)。

[24]唐兰:《殷虚文字记》,中华书局,1981年,第104~108页。

[25]王龙正、姜涛、袁俊杰:《新发现的柞伯簋及其铭文考释》,《文物》1998年第9期,第53~58页。

[26]李学勤:《柞伯簋铭文考释》,《文物》1998年第11期,第67~79页。

[27]王龙正、姜涛、袁俊杰:《新发现的柞伯簋及其铭文考释》,《文物》1998年第9期,第53~58页。

[28]李学勤:《柞伯簋铭文考释》,《文物》1998年第11期,第67~79页。

[29]王龙正、姜涛、袁俊杰:《新发现的柞伯簋及其铭文考释》,《文物》1998年第9期,第53~58页。

## Comprehensive Analysis of the Copper ingots Excavated From the No.M28 Tomb of Yejiashan Cemetery, Suizhou County, Hubei Province

Yu Yongbin, Chang Huaiying, Chen Kunlong, Huang Fengchun, Li Ling, Mei Jianjun, Chen Jianli  
(Beijing 100083) (Beijing 100710) (Wuhan 430077) (Beijing 100871)

Abstract: Two copper ingots were excavated from the No.M28 tomb of the Yejiashan cemetery, Suizhou County. The shapes of these two ingots are different, and they were also placed in very different locations suggesting a likely variation in their function. The metallographic microstructure, chemical compositions, lead isotope ratios, and trace element contents were examined and analyzed by metallographic microscope, SEM-EDS, MC-ICP-MS and ICP-AES. The results indicate that both of the ingots were made from  $\alpha + (\alpha + \text{Cu}_2\text{O})$  hypoeutectic pure copper. The provenance of the two ingots may be different, and the chemical signals does not match any mining sites in the Yangtze River Basin known to date. This paper further discussed the natural and cultural connotation of these two ingots, which are of great significance in recognizing the circulation system of metal material in Western Zhou.

Keywords: Yejiashan Cemetery of Western Zhou Dynasty, Zeng State, Tomb No.M28, copper ingots

(责任编辑、校对:蔡丹)