

安徽寿县南朱家大圩战国墓出土 青铜器的材质与铅资源分析^{*}

◆ 蔡波涛

(安徽省文物考古研究所)

◆ 刘知柔

(北京科技大学科技史与文化遗产研究院)

◆ 张 吉

(北京科技大学科技史与文化遗产研究院)

◆ 刘思然

(通信作者 北京科技大学科技史与文化遗产研究院)

摘 要: 寿县南朱家大圩墓地出土的部分青铜器具有较为鲜明的战国早中期时代特征,东津 M15 出土兵器为锡青铜材质,铅同位素比值多为南岭型;小宋家台子 M58 出土礼容器为铅锡青铜,铅料呈现中原铅与南岭铅混熔并用的特征。西圈与南朱家大圩出土金属器共同展现了下蔡故城铸铜技术与资源的历时变迁,反映江淮西部地区在金属广域流通网络中的枢纽地位。

关键词: 寿县; 战国墓; 青铜器; 铅同位素

中图分类号: K876.4 **文献标志码:** A

Abstract: Bronzes unearthed from the South Zhujiadawei cemetery in Shouxian county have distinctive characteristics dating back to the early and middle Warring States period. The weapons unearthed from M15 in Dongjin were made of tin bronze, and the lead isotope ratios mainly belong to Nanling type; The ritual vessels unearthed from M58 of Xiaosongjiataizi cemetery were lead-tin bronze, and used the lead material mixture from the Central Plain and Southern China. The metal artifacts unearthed in Xijuan and South Zhujiadawei jointly show the diachronic changes of bronze casting technology and metal resources in the ancient city of Xiakai, reflecting the pivotal position of the central Anhui in the metal circulation network.

Keywords: Shouxian County; Warring States tombs; bronze artifacts; lead isotope ratios

安徽寿县古城西南部分布有大量春秋晚期至战国墓葬,自20世纪50年代在寿县西门发现蔡昭侯墓以后^①,历年在西圈附近农田水利及工程建设取土过程中陆续发现中小型墓葬及青铜器^②。2019年安徽省文物考古研究所等单位在西圈以南的南朱家大圩发掘战国墓葬61座,其中战国早

中期墓葬有助于补充蔡都下蔡与楚都寿春之间年代缺环,具有较高研究价值^③。2024年安徽省文物考古研究所与北京科技大学合作,对南朱家大圩及相关地点出土的12件青铜器进行取样分析,以了解战国早期前后江淮地区青铜器的材质与资源特征。

^{*} 本文得到国家社会科学基金“基于铸铜遗存的江淮地区商代青铜手工业考古研究”(项目编号: 22BKG042)及“战国至两汉错金银铜器工艺研究”(项目编号: 20CKG015)资助。

一、南朱家大圩战国墓的年代

南朱家大圩墓地已发表资料的五座墓葬，分布于定湖大道（以下简称“定湖”）及东津大道（简称“东津”）两个发掘区。东津M15随葬器物较为丰富，年代特征也最清晰。东津M15:3硬釉陶三足麻布纹小罐常见于长江下游地区，类似器物主要见于无锡邱承墩M7^④、绍兴皋埠秦家山2000M^⑤、樟树国字山M1^⑥等典型的战国中期墓葬（图一）。类似M15细长援内的戈戟多见于战国中期，目前较早的实例如浙川徐家岭M1^⑦、新蔡葛陵M1^⑧，年代上限为战国早期偏晚阶段。M15:7燕尾形矛骹上端有状浅浮雕“W”锯齿纹装饰，类似的燕尾矛也见于寿县北郊陆郢村^⑨等地，与浙东地区“越王不光”等战国早中期之际的玉石矛装饰风格相似^⑩；长沙子弹库M1385及烈博M336楚墓所出战国中期燕尾矛器身较为瘦长^⑪，当为此类矛的晚期形态。据此判断东津M15大致为战国早中期之际，绝对年代约为公元前4世纪初。

两座南北向墓的年代也均不早于战国早期。东津M28所出圈足陶壶多见于战国早中期，陶豆柄部较直、陶盆斜腹特征也具有较晚意味。定湖M21出土戈鏃有立体鸟饰，颈饰鳞状羽纹，身饰“S”状云纹，类似的戈鏃也见于六安九里沟墓地^⑫；楚地铜戈配立体鸟饰鏃的做法自战国初年开始流行，可能受到中原晋地影响。“公戈”铭铜戈据形制可大致判断为春秋晚期楚系铜器，国属

则尚难确证。

综上可将寿县古城周边西圈^⑬、南朱家大圩、小宋家台子^⑭等地东周铜器墓大致分为三个阶段。寿县西门内蔡昭侯墓属第一阶段，年代为春秋晚期偏晚；西圈M6、M2等为第二阶段，年代为春秋之际至战国早期偏早，西圈M25的绝对年代已晚于楚灭蔡的公元前447年；南朱家大圩东津M15、小宋家台子M58为第三阶段（图二），年代为战国早期偏晚至中期偏早。

二、南朱家大圩出土青铜器的材质

本次对寿县南朱家大圩及小宋家台子出土的7件青铜器进行成分分析。利用北京大学考古文博学院Hitachi TM3030超景深台式电子显微镜联用能谱分析主量元素成分，结果见表一。利用北京科技大学科技史与文化遗产研究院莱卡DM4500光学显微镜对样品进行显微金相观察，显微组织金相照片见图三。

江淮地区春秋晚期至战国早期青铜器的成分分析研究不多。陈代玉分析寿县西圈M25出土铜铃、车害、箭镞等铜器均为铅锡青铜^⑮；孙淑畅分析寿县蔡侯墓出土各类铜器为铅锡青铜，舒城九里墩墓出土的两件铜器材质则为锡青铜^⑯。

本次分析的南朱家大圩墓地六件铜戈均为锡青铜材质，铅含量在1%以内。定湖M21:4公戈锡含量高达20%以上，属高锡青铜材质，显微金相组织中可见（ $\alpha + \delta$ ）共析体大量勾连成网状，枝晶结构规整。东津M15所出戈、戟的锡含量集中



1. 寿县东津 M15



2. 绍兴皋埠秦家山



3. 樟树国字山 M1

图一 战国时期麻布纹三足小罐

在16%~17%附近,材质较为相似;其中的细长援戟质地轻薄,或为专为下葬所制的明器,但材质中却并未添加大量的铅以节省贵重的铜、锡料,暗示本阶段下蔡铸铜作坊掌握的金属原料较为充裕。

本次分析小宋家台子M58出土的小型越式鼎为铅锡青铜材质,锡含量在8%以内,铅含量高达10%以上。显微金相组织中可见枝晶间存在大量铅颗粒及硫化物夹杂。

三、寿县出土战国早期青铜器的铅资源

本次对寿县南朱家大圩及小宋家台子出土的10件青铜器进行铅同位素比值分析。利用天津科荟测试技术有限公司Neptune Plus型MC-ICP-MS测定样品的铅同位素比值,测试方法参考GB/T 31231-2014, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 相对误差不高于0.05%,结果见表一。

为便于讨论分析,本文将 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 在0.860至0.875间比值记为A类,0.875至0.895间为C类,0.840至0.860为B类;以春秋中晚期两类常见铅料比值的连线 $l_0: y=1.6162x+0.7288$ 为参考线^⑩,落于直线附近者记作下标0类,在直线下方者为1类,偏处直线上方者分别记作2、3、4……类。春秋晚期至战国初年,常见于中原及海岱地区的比值多集中于 C_0 区域,战国早中期常见于晋周地区的比值多集中于 C_2



图二 寿县小宋家台子M58出土小越式鼎及匕



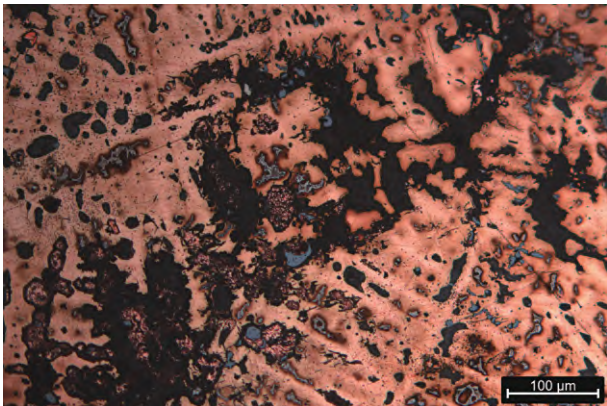
1. 定湖 M21:4 公戈 上阑



2. 东津 M15:7-1 长援戈 胡残处



3. 东津 M15:9 戈 援残处



4. 小宋家台子 M58:1 鼎 外底铸缝

图三 寿县出土部分东周青铜器显微金相照片(200×)

表一 寿县部分东周墓葬出土金属器成分及铅同位素比值

地点	器物号	器物名	实验室 编号	分析 部位	元素质量分数/%					铅同位素比值			数据 来源
					Cu	Sn	Pb	As	Fe	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	
南朱家大圩定湖大道	DM21:4	“公” 戈	232201	上阑	77.9	20.7	0.3		0.1	18.395	15.689	38.858	本文
南朱家大圩东津大道	DM15:5	燕尾矛								18.173	15.654	38.619	
	DM15:6	矛	232202							17.288	15.494	37.808	
	DM15:7	长援戈	232203	内断处	82.3	15.9	0.6	0.4					
	DM15:7-1	长援戈	232204	残胡	80.5	17.1	0.9	0.5	0.1	18.545	15.721	38.952	
	DM15:9	戈	232205	援残处	80.3	16.9	0.8	0.5	0.1	18.487	15.708	38.902	
	DM15:11	长援戈	232206	内下侧	80.6	16.8	0.7	0.4	0.1				
	DM15:12	长援戈	232207	内残处	81.0	16.8	0.6	0.4	0.1	18.535	15.718	38.942	
小宋家台子	DM15:13	燕尾矛								18.400	15.694	38.821	
	DM15:16	短胡戈								18.545	15.721	38.952	
	M58:1	小附耳鼎	232208	底铸缝	77.6	8.0	11.1	0.6	0.1	18.054	15.631	38.595	
西圈定湖大道	M58:2	匕								17.666	15.547	38.277	
	M6	铅锡残块								18.617	15.718	38.962	
西圈	M6	铅残块								17.447	15.522	37.808	
	M25:226	车曹		残处	68.1	17.3	13.5			17.812	15.643	38.610	
	M25:224	铃		残处	75.7	18.6	5.7			17.969	15.647	38.559	
	M25:121	铃		残处	76.8	19.2	2.5			18.228	15.665	38.666	
	M25:199	铍		残处	72.5	15.7	10.8			18.404	15.694	38.796	
	M25:74	铍		边缘	75.4	18.0	6.0			17.980	15.648	38.564	
	M25:69-1	铅片饰		残片			92.5			18.535	15.707	38.888	
	M25:210-2	锡片饰		残片		98.0				18.471	15.709	38.837	

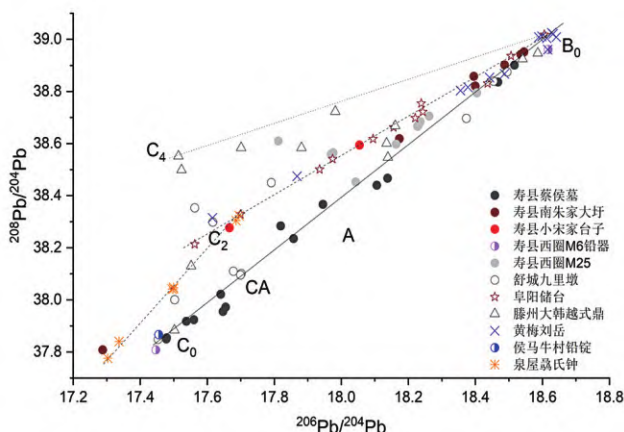
区域^⑮；近年研究表明常见于吴越徐泗地区的比值多集中于C₄区域^⑯。

在淮水中游地区，自春秋晚期蔡迁于下蔡，各阶段青铜器群利用的铅料随时代有序演变。孙淑畅分析安徽博物院藏蔡昭侯墓部分青铜器，比值分布于C₀及B₀两端元之间^⑰；张吉分析寿县西圈定湖大道M6出土的铅块为C₀类中原铅，铅锡块则为B₀类南岭铅^⑱。陈代玉分析西圈M25的青铜器与锡铅器的铅同位素比值则与上述器群发生明显变化，西圈M25大多数锡器及锡铅器仍为B₀类比值，但青铜器则已多分布于C₂-B₀及C₄-B₀等混熔线上，指示C₂、C₄等新兴铅料在器群中有一定程度的利用。寿县南朱家大圩青铜兵器由于均为锡青铜材质，比值大多偏离C₂、C₄等纯铅端元较远，而集中于B₀端元附近，与西圈M25器群比值范围部分重合。年代较此更晚的小宋家台子M58鼎、匕，已与阜阳储台^⑲、黄梅刘岳^⑳等战国中期器群类似，比值较为固定地分布于C₂-B₀的混熔线上（图四^㉑）。

东津M15:6戟矛的铅同位素比值较为特殊，与彘羌钟的比值最为接近，应是利用了战国早期中原地区的金属物料。M15:6戟矛的²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb为17.3，²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb为37.8，已不在C类常见比值范围之内，而较可能是C₂类普通铅与H类异常铅混合的比值。目前与此比值特征最为相近的器群是日本泉屋博古馆所藏彘羌编钟^㉒，平尾良光测定此套编钟的铅同位素比值^㉓，其中C₂端包括长铭钟及部分短铭钟，H端则均为短铭钟，器群比值大致处于一条直线之上，近似两端元混熔情形^㉔。彘羌钟铭与公元前403年三晋伐齐有关，近年相关史事又得到《清华简·系年》印证。东津M15:6矛的比值与丙组彘羌钟比值近同，指示铜矛的金属物料很可能来自中原韩地，年代可能也与彘氏钟相近，约在公元前400年。

四、总结

寿县南朱家大圩墓地出土的部分青铜器具具有较为鲜明的战国早中期时代特征，能够与蔡昭侯墓、西圈M6、M25共同构成下蔡故城铸铜业



图四 寿县东周墓出土金属器铅同位素比值及相关比较

技术与资源的完整年代序列。春秋晚期至战国初年，以蔡昭侯墓、西圈M6为代表的器群主要利用中原C₀类铅与南岭铅；战国早期的西圈M25仍然大量利用南岭铅锡物料，并已开始出现C₂类铅，还可能因混熔而少量利用越地的C₄类铅；至战国中期的西圈M25，则已基本过渡至中原C₂类与南岭铅并用的格局。类似的资源变迁过程在中原韩魏郑、楚东国及泗上诸国基本同步发生^㉕，而寿县周边对中原、长江中游、长江下游多种金属物料的共同利用，反映江淮中部地区在金属广域流通网络中的枢纽地位。

在战国早期，楚、越等国对准水流域着力经营，推动南方金属物料的大量北上。以西圈M25为代表的中型贵族墓中大量随葬锡质及锡铅合金器物，指征南方锡料在江淮地区的大量消费。但也应注意到，锡器及铅锡器本身并无优异的实用价值，其存在往往依附于本地发达的铸铜作坊。寿县周边历年发现大量锡铅材质的车马器、丧葬用器，展现了不完全同于吴越、晋、楚的铸铜产品结构，而与曲阜、随州等延续自春秋的中小型诸侯国都邑有较多相似之处^㉖。在南方楚、越掌握并分配贵重金属物料，中原晋、郑形成中心性铸铜作坊的同时，以蔡国、曾国为代表的南土姬姓封国铸铜手工业规模与形态如何随时代变化，将是认识战国社会变革、南方地区华夏化进程的重要切入角度。

注 释:

① 安徽省文物管理委员会、安徽省博物馆:《寿县蔡侯墓出土遗物》,科学出版社,1956年。

② 安徽省文物考古研究所、寿县文物局:《寿县西圈发现的墓葬》,《东南文化》2005年第6期;安徽省文物考古研究所、安徽博物院:《安徽寿县定湖大道M6发掘简报》,《考古》2020年第2期。

③ 武汉大学长江文明考古研究院、安徽省文物考古研究所、寿县文物保护中心:《安徽寿县南朱家大圩战国墓发掘简报》,《东南文化》2023年第3期。

④ 南京博物院、江苏省考古研究所、无锡市锡山区文物管理委员会:《鸿山越墓发掘报告》,文物出版社,2007年。

⑤ 绍兴县文化发展中心编:《越地遗珍——绍兴县文物藏品鉴赏》,西泠印社出版社,2007年,第76页;金东海:《绍兴出土战国泥质陶器刍议》,浙江省博物馆编:《东方博物》第四十辑,浙江大学出版社,2011年,第113~115页。

⑥ 江西省文物考古研究院、中国社会科学院考古研究所国字山考古队、樟树市博物馆:《江西樟树市国字山战国墓》,《考古》2022年第7期。

⑦ 河南省文物考古研究所、南阳市文物考古研究所、淅川县博物馆:《淅川和尚岭与徐家岭楚墓》,大象出版社,2004年。

⑧ 河南省文物考古研究所编著:《新蔡葛陵楚墓》,大象出版社,2003年。

⑨ 寿县文化广电新闻出版局编著:《璀璨寿春:寿县文化遗产精粹》,安徽美术出版社,2011年,第30页。

⑩ 绍兴县文物保护管理所:《浙江绍兴凤凰山战国木椁墓》,《文物》2002年第2期;王士伦:《记浙江发现的铜铉、釉陶钟和越王石矛》,《考古》1965年第5期。

⑪ 湖南省博物馆编著:《长沙楚墓》,文物出版社,2000年。

⑫ 皖西博物馆编著:《皖西博物馆文物撷珍》,文物出版社,2013年,第65页。

⑬ 西圈M25出土蔡侯产铭铜戈,资料参见蔡波涛、张钟云:《考古寿春城之二 西圈墓冢》,《大众考古》2021年第9期;国家文物局主编:《2018中国重要考古发现》,文物出版社,2019年,第77~81页。

⑭ 蔡波涛:《寿县小宋家台子北战国至南朝墓地》,中国考古学会著:《中国考古学年鉴2022》,中国社会科学出版社,2023年,第330~331页。

⑮ Chen Daiyu, et al., The prestigious tin-lead horse fittings in the Warring States period: evidence from funerary artefacts of a Warring States tomb at Shouxian, Anhui. *Archaeometry*. Vol.63, No.6, pp.1290-1305, 2021.

⑯ 孙淑畅:《江淮地区周代铜器生产与资源流通研究》,安徽大学硕士学位论文,2024年。

⑰ 张吉、何汉生、徐征等:《江苏镇江孙家村遗址出土青铜器及铸铜遗物的分析研究》,《江汉考古》2022年

第5期。

⑱ 张吉、陈建立:《东周青铜器铅同位素比值的初步研究》,《南方文物》2017年第2期。

⑲ 张吉、王坚梁、游晓蕾等:《简论上虞银山铅矿与战国越文化区铅资源的开发流通》,《南方文物》2025年第1期。

⑳ 孙淑畅:《江淮地区周代铜器生产与资源流通研究》,安徽大学硕士学位论文,2024年。

㉑ 张吉:《东周青铜器的资源与技术研究——以江淮地区为中心》,北京大学博士学位论文,2020年。

㉒ Luo Zhe. et al., Diversified manufacturing processes and multiple mineral sources: Features of Warring States bronze vessels excavated from Chutai Cemetery M1, Anhui Province. *Science China Technological Sciences*. Vol.66, No.8, pp.2297-2307, 2023.

㉓ 张吉、凡国栋、蔺诗芮等:《湖北黄梅刘岳墓地M1出土青铜器的科学分析研究》,《江汉考古》2021年第4期。

㉔ Chase W. T., et. al., Lead isotope ratios, in Eastern Zhou ritual bronzes from the Arthur M. Sackler collections, Jenny F., Published by the Arthur M. Sackler Foundation in association with the Arthur M. Sackler Gallery, *Smithsonian Institution*, 1995, pp.489-492.

㉕ 中国国家博物馆编:《海外藏中国古代文物精粹 日本泉屋博古馆藏卷》,安徽美术出版社,2016年,第214~227页。

㉖ [日]平尾良光、[日]鈴木浩子:《泉屋博古館が所蔵する中国古代青銅器の鉛同位体比》,《泉屋博古館紀要》第十五卷抜刷,平成十年(1999年),第25~46页。

㉗ 张吉:《东周青铜器的资源与技术研究——以江淮地区为中心》,北京大学博士学位论文,2020年。

㉘ 张吉、韩炳华、崔剑锋等:《长治分水岭墓地出土战国器物研究三题》,北京大学考古文博学院、北京大学中国考古学研究中心编:《考古学研究》(十四),科学出版社,2022年,第112~141页。

㉙ 曲阜东周墓及车马坑资料参考董文斌等:《山东曲阜杏坛学校东周墓地2018年发掘收获》,国家文物局主编:《2018中国重要考古发现》,文物出版社,2019年,第82~85页;徐敏:《山东南部出土东周车马器的科学分析及修复研究》,广西民族大学硕士学位论文,2023年。随州东周墓及车马坑资料参考湖北省文物考古研究所、随州市博物馆:《湖北随州市文峰塔东周墓地》,《考古》2014年第7期;湖北省文物考古研究所、北京大学考古文博学院、随州市博物馆等:《湖北随州市枣树林春秋曾国贵族墓地》,《考古》2020年第7期。

(责任编辑:张 微)