

Analysis of Eastern Zhou Bronzes Unearthed at Dubei Cemetery

山东昌乐都北墓地出土东周青铜器的分析研究

郝导华 Hao Daohua

山东省文物考古研究院, 济南, 250012

张吉 (通讯作者) Zhang Ji

北京大学考古文博学院, 北京, 100871

杜晓军 Du Xiaojun

潍坊市博物馆, 潍坊, 261061

黄宝玲 Huang Baoling

北京大学地球与空间科学学院, 北京, 100871

陈建立 Chen Jianli

北京大学考古文博学院, 北京, 100871

内容提要:

昌乐都北东周墓地出土的鼎、敦、舟等铜容器, 文化属性鲜明, 时代集中于春秋晚期至战国早期。都北M33等春秋晚期墓出土的陶鼎、敦是齐地较早的仿铜陶礼器。都北墓地青铜容器均为含Sn 10%~12%的铅锡青铜, M34及M60青铜器的铅料与同期中原及鲁中南地区一致。M33鼎泥芯中的CaO含量较低, 可见较多植物来源的碎屑, 显示春秋时期海岱北部与江淮、吴越等东南沿海地区的制范技术存在关联。这些综合研究有助于全面认识东周齐地青铜器的组合、材质与资源特征。

关键词:

都北墓地 东周 齐国 青铜器 工艺

Abstract: Bronze vessels unearthed at the Dubei cemetery in Changle county, Shandong province, such as *ding*, *dui* and *zhou*, have distinct cultural features and are mostly dated to the late Spring and Autumn and early Warring States period. The pottery *ding* and *dui* from tomb M33 and other late Spring and Autumn tombs are early forms of Qi pottery ritual vessels that are in imitation of bronze prototypes. Dubei bronze vessels are all made of a Pb-Sn alloy and the Sn content is 10–12%. The lead materials in bronzes from M34 and M60 are identical to contemporaneous vessels from the Central Plains and the central and southern Shandong. Clay remnants in the M33 *ding* have low CaO content and a lot of plant fragments, indicating the association of mould-making techniques between northern Haidai region and the coastal areas in southeast China, such as the Jianghuai and the Wu and Yue regions. The above comprehensive analysis is helpful for understanding the combination, materials and resources of Eastern Zhou bronzes from the Qi region.

Key Words: Dubei Cemetery; Eastern Zhou; Qi state; bronze; technique

都北遗址位于山东省潍坊市昌乐县朱刘街道办事处都昌社区都北村东约 700 米，遗址总面积约 23 万平方米。2016 年因潍（坊）日（照）高速公路连接线工程项目，山东省文物考古研究院联合潍坊市博物馆及昌乐县博物馆，对都北遗址进行了抢救性发掘。本次发掘中发现了东周、汉、魏晋、宋明等各个时期的灰坑、墓葬等遗迹，其中晚期墓葬被盗严重，东周时期墓葬则大部分保存完好，出土了青铜器、陶器等大量珍贵文物^[1]。

都北墓地位于东周齐国腹地地区，随葬器物组合完整，时代及国属等性质明确，是近年较重要的齐文化考古发现。基地的考古资料正在有序整理，M53 及 M60 两座墓葬已先期发表简报^[2]。本文主要介绍 M33、M34 等墓葬出土的青铜器及共出陶器，并对青铜器的成分、铅料来源及铸造工艺进行简要分析。

一 都北出土青铜礼容器的时代

1. 都北 M33、M34 的鼎与敦

都北 M33 随葬陶平盖鼎（图一：1）、陶平底敦（图一：2）、铜舟（图一：3）各一件。陶鼎、敦外表有残存锡衣，其上施绘纹饰，表明均为仿铜陶礼器。M34 随葬铜平盖鼎（图二：1）、三足敦（图二：2）各一件。

都北 M34 的年代特征较为清晰，大致为春秋晚期早段。M34 平盖鼎腹部较浅，三足间距较大，纹饰近似新泰周家庄 M18 平盖鼎^[3]，形制则与临朐杨善同类鼎最为接近^[4]。杨善所出公子土折壶，是春秋晚期偏早阶段齐器的标准器；其他如平盖鼎、敦、壶诸器，根



1



2



3



4

图一 M33 出土器物

1. 陶鼎 (M33: 3) 2. 陶敦 (M33: 1) 3. 铜舟 (M33: 2) 4. 铜戈 (M33: 4)

据各自的器形演变规律判断,时代亦与之基本相当^[5]。M34 三足敦器身宽扁,三盖钮靠外而与三蹄足大致上下相对,明显晚于长清仙人台 M5 敦^[6]、滕州薛故城 M140 敦^[7],而与河南淇县宋庄 M4 敦形制相近^[8],是此类敦较晚的实例。M34 戈(图二:3)胡底及援端呈弧状,时代晚于春秋中期。

都北 M33 的年代与 M34 相近。M33 陶平盖鼎的器形与 M34 相似,而腹部略深,更接近仙人台 M5 平盖鼎。陶敦束颈平底,器体较扁,模仿的对象应当是淄川磁村 M01 这样的四环钮盖平底敦^[9],绝对年代大致为春秋晚期早段。M33 所出铜戈(图一:4)也与磁村 M01 戈形制相近。由上述讨论,M33 出土的陶鼎、敦可早至春秋晚期之初,是目前齐文化区较早的仿铜陶礼器,具有较高的研究价值。

2. 都北M60饰乳丁纹的敦与舟

都北 M60 随葬一敦一舟(图三)。M60:5 铜敦与 M60:6 铜舟具有相近的装饰风格,外壁饰乳丁纹,器盖与器身设相等数量的小蹄足,是典型的春秋晚期至战国初期阶段齐文化青铜器。

东周齐地的铜敦,根据形态可划分为平底敦、三足敦、有柄敦(盖豆)和环钮敦等四大类,自铭皆为敦^[10]。彭裕商已指出,平底敦由西周的盆



1



2



3

图二 M34出土铜器
1.鼎(M34:3) 2.敦(M34:4) 3.戈(M34:5)



1



2

图三 都北M60出土铜器
1.敦 (M60:5) 2.舟 (M60:6)

有序发展而来,至春秋中晚期逐渐孳生出三足敦、环钮敦等器形^[11]。冯峰对海岱地区铜敦进一步细化认识,判断齐地平底敦中有捉手盖的较早,四环钮盖的较晚,后者与盖面设三环钮的三足敦共存;盖面设三枚足形钮、通体饰乳丁纹的另一类三足敦,则年代更晚,多与有柄敦共存^[12]。

铜敦的诸多形态特征中,器口特征易被忽视,但对分类却具有重要意义。根据器口及盖器扣合方式的差异,可将春秋中期至战国中期齐地铜敦可分为两大类:A类为盖器直接扣合,以器口沿承盖,为加强稳定性常在器盖外缘加卡口;B类为器口沿向内缩出子口承盖,器口沿顶端不承盖。A类主要包括平底敦和乳丁纹三足敦两类,B类则包括三环钮盖三足敦、有柄敦、环钮敦等三类。

表一 海岱北部及周邻地区公元前6至前4世纪部分敦盖器扣合方式比较

	A类盖与器直接扣合,器盖缘常加卡口			B类器身缩出子口承盖,器盖不设卡口		
	AI 四钮盖 平底敦	AII 四钮盖 三蹄足敦	AIII 三足盖 三蹄足敦	Ba 三钮盖 三蹄足敦	Bb 有柄敦 (盖豆)	Bc 三钮盖 三蹄足敦
春秋 中期	齐侯敦 仙人台 M5			仙人台 M5		
春秋 晚期	磁村 M01	甘子堡 M2	杨善 1963 荆公孙敦 都北 M60	都北 M34	可忌作仲媯敦	
战国 早期			穆家庄 M8102 磁村 M03 左家洼 1985		穆家庄 M8102 磁村 M03 左家洼 1985 郎家庄 M1K8	左家洼 1985 郎家庄 M1K8
战国 中期			东夏庄 M5 (陶)		东夏庄 M5 相家庄 M6	陈侯因甯敦 东夏庄 M5 相家庄 M6

注:河北怀来甘子堡M2敦与平山穆家庄M8102敦虽非出于齐地,仍按风格作为齐器排比

将海岱地区春秋中期晚段至战国中期部分敦类按器形特征整理入表一。A类敦的早晚承继关系较为明确,由捉手盖平底敦经由四钮盖平底敦(AI)、四钮盖三足敦(AII)变为三足盖三足敦(AIII),式别变化清晰,一直保持器盖设卡口、盖器简单扣合的器口特征。AI类实例如河北易县出齐侯敦、山东长清仙人台M5敦、淄川磁村M02敦及M01敦、龙口和平村敦等^[13]。AII类如河北怀来甘子堡M2敦^[14]。AIII类实例如山东临朐杨善、淄川磁村

M03、新泰周家庄 M69^[15]、临淄褚家庄^[16]、济南左家洼^[17]、邹平殷家^[18]、平度岔道口^[19]、青岛河南庄 M1^[20]、栖霞杨家圈^[21]及河北平山穆家庄 M8102^[22]等所出敦；乳丁纹装饰与此式敦形成较为稳定的伴生关系。

B类敦下的各子类尚难确定演化关系，暂视为不同的型，各自在一定时段流行。春秋中期晚段至晚期早段，Ba类三足敦最先流行；春秋晚期晚段至战国早中期，Bb类有柄敦持续流行；战国早中期，Bc类环钮敦最晚流行，并常与Bb类有柄敦共出，实例如临淄郎家庄 M1^[23]、尧王 M1^[24]等。这一阶段三晋两周地区的敦类也经历了三足型敦—有柄敦（盖豆）—对称型敦的基本发展过程，与齐地大体相似，只是少见齐地最常见的环钮形敦，而多见对称圈足敦及三足敦。

由上述比较可以发现，两类敦在春秋晚期至战国早期有着各自独立的发展脉络，不相混淆。A类敦在海岱北部延续时间较长，沿袭了通体乳丁纹的装饰风格，是齐文化的典型器类，或反映姜姓齐国晚期阶段较为守旧的礼制面貌；B类敦则与周边各文化区基本同步演变，体现更浓厚的时代共性。

战国早期晚段起，齐地B类敦逐渐成为主流形制。田齐墓中青铜敦组合主要由B类的环钮敦和高柄敦（盖豆）构成，A类敦仅在仿铜陶礼器中还可见少量的素面三足敦和零星的乳丁纹三足敦，如临淄东夏庄 M5:44 敦^[25]。乳丁纹装饰在趋于衰微的同时，也开始扩散用于B类敦，如临淄永流 M5 敦及相家庄 M6 敦^[26]，这表明春秋晚期以来A、B两类敦在器口设计上的对立差异已渐消弭。春秋晚期至战国早期阶段，乳丁纹舟也如乳丁纹敦一样不做子口，弧盖直接扣于器肩；但到了战国中期，乳丁纹铜舟已完全消失，临淄永流 M5、东夏庄 M5 等墓的乳丁纹陶舟也普遍设子口承盖。

3. 都北M40的铜舟与陶圈足罐

都北 M40 随葬一件铜舟及成组日用陶器（图四）^[27]，陶器组合包括4件鬲、3件豆、2件盂、1件罐及2件圈足罐。铜舟（图四：6）素面椭圆口，短轴正中设环耳，侈口鼓肩，弧腹小平底。结合陶器及铜器形制判断，该墓大致为春秋晚期。

陶圈足罐是东周时期齐地较有特色的器类，由折肩罐与圈足组成。此类器物春秋中期即已出现于临淄周边，如章丘宁家埠 M5^[28]、临淄两醇 M2095^[29]，春秋晚期分布地域进一步向东、西扩展，实例如平阴张沟^[30]、长岛王沟 M3 等^[31]。圈足罐一般与鬲、盂、豆（或其中的两类）构成基本的饮饌组合，也可与小罐共置，作为鬲、盂、豆、罐的增繁形式，如临朐西朱封 M205^[32]。昌乐都北 M40 及 M45 均随葬两件圈足罐，其中 M40 随葬铜容器及复数件陶鬲，是目前所见随葬圈足罐的春秋齐墓中等级最高的一座。

二 昌乐都北墓地出土青铜器的合金成分与铅料来源

2019年山东省文物考古研究院与北京大学考古文博学院合作，对昌乐都北墓地出土青铜器及相关样品进行多项科学分析研究。本次共对11件青铜器进行成分分析，对6件青铜器进行铅同位素比值分析。

成分分析使用北京大学考古文博学院科技考古实验室 Hitachi TM3030 超景深电子显微镜观察样品形貌，以联用能谱仪测定成分。样品采集时间为90秒，结果见表二。铅同位



1



2



3



4



5



6

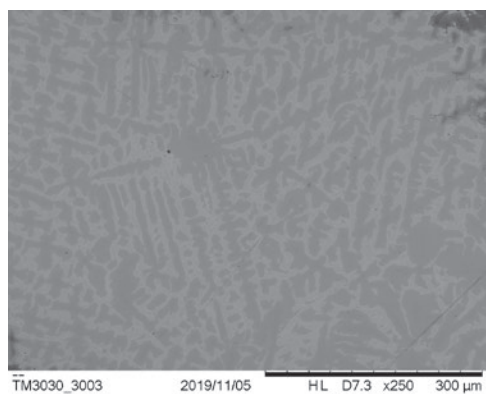
图四 都北M40出土器物

1.陶鬲 (M40 : 10) 2.陶盂 (M40 : 11) 3.陶豆 (M40 : 19) 4.陶圈足罐 (M40 : 5) 5.陶罐 (M40 : 18)
6.铜舟 (M40 : 13)

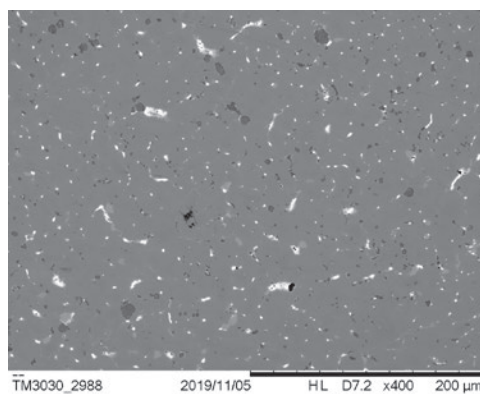
素比值在北京大学考古文博学院科技考古实验室完成样品前处理,在北京大学地球与空间学院造山带与地壳演化教育部重点实验室的VG Axiom型多接受双聚焦等离子质谱仪(MC-ICP-MS)上完成质谱测定,结果见表三。

1. 合金成分

都北墓地青铜器的材质以铅锡青铜为主,仅M37铜剑为高锡青铜(图五)。青铜容器的



图五 都北M37:1扁茎剑刃残处背散射电子像 (250×)



图六 都北M34:4铜敦耳铸缝背散射电子像 (400×)

锡含量较为适中,均集中在10%–12%间。容器铆铸及补铸样品皆为高锡的铅锡青铜。兵器样品大多锈蚀严重,M36残剑的锡含量仅7%,远低于一般兵器,或为—件明器。

都北M34:4三足敦材质相对特殊,基体不同部位均含有少量As,含Fe量更高达1%以上,背散射电子像中可见大量暗色富铁相(图六)。这些材质特征暗示器物所用的铜料未经反复精炼。

表二 昌乐都北墓地出土青铜器成分分析结果

实验室 编号	器物号	器物名	取样部位	质量分数 / %							
				O	S	Fe	Cu	Sn	Pb	As	Si
262401	M33:2	舟	盖内补铸	0.4			76.0	21.0	2.7		
262402	M33:4	戈	胡底	0.8	0.4	0.2	81.4	14.5	2.8		
262403	M34:3	平盖鼎	耳铸缝	0.3	0.1	0.1	85.0	11.5	3.1		
262404-1	M34:4	三足敦	底铸缝	0.5	0.6	1.3	82.4	10.9	3.4	0.9	
262404-2			耳铸缝	0.7	0.4	1.2	82.1	11.0	3.6	0.9	
262405	M34:5	戈	铸缝	12.1	0.8	0.4	13.1	22.9	46.2	2.9	1.5
262406	M34:6	残戈	断裂处	17.2	0.1		46.8	30.6	4.7		0.6
262407	M36:3	残剑	残处	1.0		0.1	88.4	7.2	3.3		
262408	M37:1	扁茎剑	刃残处	0.4			79.9	19.6	0.1		
262409-1	M38:1	舟	盖口沿残处	2.1	0.2		79.9	9.8	8.1		
262409-2			内壁耳铸铆	0.6			79.7	17.8	1.9		
262411	M60:5	三足敦	底足铸缝	1.0			80.4	10.3	8.0		0.3
262412	M60:6	舟	底铸缝	0.7	0.1		85.5	11.9	1.8		

注: 阴影栏O含量高于2%, 锈蚀较为严重, 不用于定量讨论

2. 铅同位素比值

昌乐都北青铜器的铅同位素比值范围较为集中, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 处于0.865–0.889之间,均属普通铅。张吉曾将 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 在普通铅范围内划分为三个区间,0.860–0.875间记为A类,0.840–0.860间记为B类;0.875–0.890间记为C类^[33];则都北M36、M38铜器的比值属于A类,M34、M60均属于C类。

C类比值具有明确的时代意义,在中原及海岱地区不早于春秋中期之末。目前海岱南部地区最早见于春秋中晚期之际的滕州薛故城M152,而更早于此的薛故城M140、徐楼M1则均不见使用^[34]。都北M34的比值表明齐地春秋晚期也开始利用C类铅料,与中原及泗水流

域青铜器的铅资源一致；M60的比值则进一步证实此类资源在齐地能够延续至春战之际^[35]。

A类比值在中原地区多见于春秋早期，此后各阶段仍有使用。都北M38及M36的分析结果暗示海岱北部地区青铜器可能在春秋中晚期仍在少量利用A类铅料。美国赛克勒美术馆所藏V-113提链壶，是典型的战国齐器，其比值与都北M36:3剑基本相同^[36]，或指示此类铅料继续使用至战国中期。

表三 昌乐都北墓地出土青铜器铅同位素比值分析结果

分析编号	器物号	器物名	分析部位	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
191034	M34:3	平盖鼎	耳铸缝	0.8771	2.1466	17.755	15.572	38.113
191035	M34:4	三足敦	底铸缝	0.8809	2.1510	17.643	15.542	37.950
201151	M36:3	残剑	残断处	0.8687	2.1401	18.028	15.661	38.582
191036	M38:1	环钮盖舟	盖口沿	0.8659	2.1255	18.003	15.590	38.266
191037	M60:5	三足敦	底足铸缝	0.8885	2.1646	17.474	15.526	37.825
191038	M60:6	四足盖舟	底铸缝	0.8883	2.1640	17.483	15.535	37.851

三 都北墓地出土部分青铜器的铸造工艺观察

1. 铸造特征

都北M34:3平盖鼎的附耳及三足先铸，嵌范后铸接于器身。在鼎外壁可观察到一道连贯的铸缝，由前腹正中延至后足根，可知铸造时设两块腹范，而不用底范，分范方式较为特殊。M34:4与M60:5三足敦也仅设两块腹范(图七)，器钮与小蹄足浑铸而成。两件敦的底部均有一只足位于环耳下方，使三足与两环耳构成四点配列，从而与底部正中的范线错开。



图七 铜敦(M60:5)外底铸缝

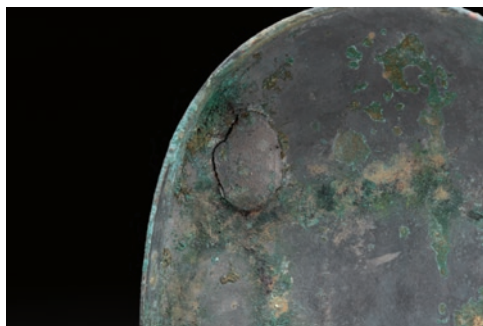
都北M34:3鼎内底可见六道大致等距的铸缝(图八)，与两鼎耳的连线基本平行，未知其功能与原因。

2. 补铸痕迹

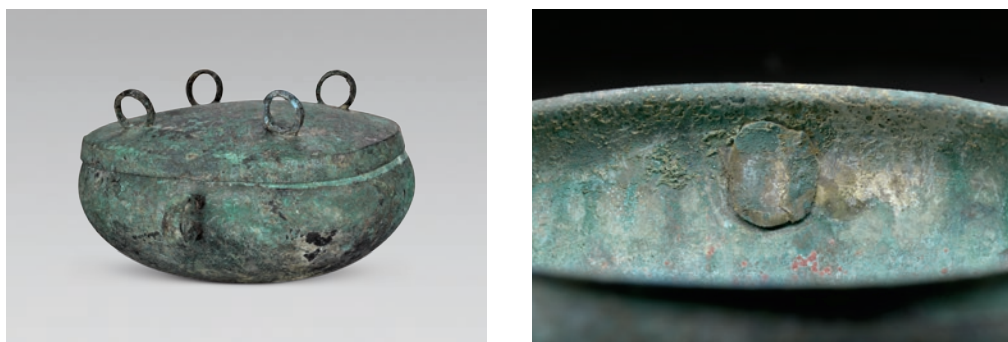
都北M33:2舟盖内经过补铸，可见圆



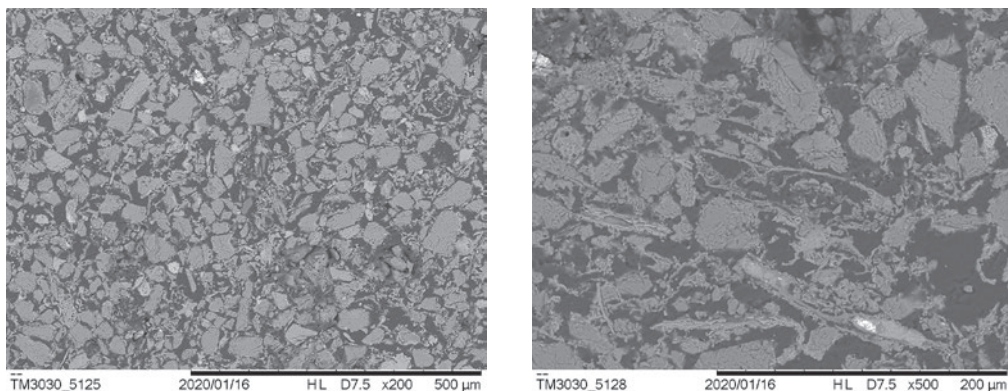
图八 铜鼎(M34:3)内底平行铸缝



图九 铜舟(M33:2)盖补铸痕迹



图一〇 铜舟 (M38:1) 及其内壁器耳铆铸痕迹



图一一 M34:3平盖鼎耳内泥芯背散射电子像(左200×, 右500×)

疤状痕迹(图九)。都北 M38:1 舟器内一侧可见圆形铆铸痕(图一〇), 其外对应一枚环耳。环耳与器身间的两个接触点旁均有黑色铆铸材料痕迹。铜舟通常为浑铸成型, 此器耳部却需铆铸, 可能是环耳脱落后又修补所致。

这些补铸料普遍采用高锡青铜, M33:2 舟盖内补铸块含 Sn 高达 21%。M38:1 舟耳内铆铸块含 Sn 为 18%, 基体含 Sn 量则仅为 10%, 可知补铸时有意识地选择了低熔点的高锡合金, 以便浇铸操作。

3. 泥芯材质

本次分析了都北 M34:3 平盖鼎耳内泥芯的材质, 并作简单显微观察。都北 M34:3 鼎泥芯具有高 Ca、P 的材质特征, 与滕州大韩 M208 大鼎等部分海岱地区青铜器相当接近(表四)。海岱地区另一些青铜器, 泥芯材质则有所不同, 如沂水纪王崮 K1 鼎的 CaO、 P_2O_5 含量就很低, CaO 含量仅 1%。湖北随州文峰塔 M29 曾国墓出有一件齐式提链壶, 圈足泥芯的成分具有高 P、低 Ca 的特征, 表明春秋齐器泥芯的 CaO 含量波动较大^[37]。目前一般认为泥芯中 CaO 含量的高低与制范选用黄土的质地有关, 一定程度上能够反映青铜器铸造地的南北差异。海岱北部地区东周青铜器的泥芯分析数据尚少, 有待进一步积累。

都北 M34:3 鼎泥芯的显微结构与中原地区的东周陶范存在一定差别。此鼎泥芯的孔隙率较高(图一一左), 并可观察到大量碎屑状物相, 可能来自制范芯时掺入的植物残体(图一一右)。这些特征有别于新郑、侯马等地出土的陶范^[38], 而与江淮及吴越地区陶范和青铜器泥芯较为相似^[39], 或反映两区域间存在制范技术的互动。

表四 部分东周时期海岱风格青铜器泥芯成分分析结果(质量分数)/%

器物号	器物名	部位	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
都北 M34:3	平盖鼎	耳内	69.4	12.0	4.1	6.6	1.7	2.8	2.1	0.6	0.5
纪王崮 K1:3	立耳鼎	足内	71.5	13.1	5.7	1.0	1.5	3.6	2.4	0.9	0.1
文峰塔 M29:27	提链壶	圈足内	73.1	13.6	2.9	1.2	1.2	2.8	2.5	0.8	1.5
大韩 M208:4	立耳鼎	足内	69.8	11.5	3.8	7.2	1.5	2.5	2.5	0.7	0.4

四 总结

都北墓地自春秋中晚期延续至战国早中期,年代连贯,历时较长,涵盖了公元前5世纪齐文化考古材料较为缺乏的阶段。都北出土的鼎、敦、舟等铜容器及共出陶器,组合完整,文化特征鲜明,为齐国青铜器的综合研究及海岱地区东周考古研究提供了宝贵的新材料。

都北墓地青铜容器均为铅锡青铜材质,锡含量稳定适中;铅料与同时期中原及鲁南地区基本一致。都北 M34 鼎耳泥芯具有较高的磷含量,微观物相中含有较多植物碎屑,或反映齐地与江淮地区存在制范芯技术的互动。海岱北部东周青铜器的科技研究较为匮乏,都北墓地出土青铜器的相关分析工作能够部分填补空白,有利于梳理齐国青铜器的技术特征,完善东周时期各主要文化区铸铜业资源与技术的时空框架。

附记:本文得到国家社科基金一般项目“沂水纪王崮春秋墓资料整理与研究”(项目编号:17BKG021)资助。

注释:

- [1] 杜晓军、郝导华:《山东昌乐发掘都北遗址》,《中国文物报》2017年1月13日,第8版。
- [2] 山东省文物考古研究院等:《海岱考古》第十一辑,科学出版社,2018年,第335-345页。
- [3] 山东省文物考古研究所、新泰市博物馆:《新泰周家庄东周墓地》,文物出版社,2014年,第187-188页。
- [4] 齐文涛:《概述近年来山东出土的商周青铜器》,《文物》1972年第5期。
- [5] 王恩田:《东周齐国铜器的分期与年代》,中国考古学会编《中国考古学会第九次年会论文集》,文物出版社,1997年,第286页。
- [6] 山东大学历史文化学院考古系:《长清仙人台五号墓发掘简报》,《文物》1998年第9期。
- [7][34] 张吉、孙波、郝导华等:《山东滕州薛国故城出土部分青铜器的时代及科学分析研究》,《中国国家博物馆馆刊》2020年第10期。
- [8] 河南省文物考古研究院:《河南淇县宋庄东周墓地 M4 发掘简报》,《华夏考古》2015年第4期。
- [9] 淄博市博物馆:《山东淄博磁村发现四座春秋墓葬》,《考古》1991年第6期。
- [10] 平底敦实例如易县出齐侯敦,乳丁纹三足敦实例如胶南出荆公孙敦,有柄敦实例如临淄白兔丘出可忌作仲姑敦,环钮敦实例如陈侯因敦。见张龙海:《山东临淄出土一件有铭铜豆》,《考古》1990年第11期;王景东:《山东胶南县发现荆公孙敦》,《考古》1989年第6期。
- [11] 彭裕商:《东周青铜盆、盂、敦研究》,《考古学报》2008年第2期。
- [12] 冯峰:《鲍子鼎与鲍子铸》,《中国国家博物馆馆刊》2014年第7期。
- [13] 中国社会科学院考古研究所等:《龙口归城——胶东半岛地区青铜时代国家形成过程的考古学研究(公元前1000—前500年)》,科学出版社,2018年,第791-800页,图版78。此类敦还见于昌邑石湾店、青岛安乐村等地,分布范围与春秋晚期早段齐国疆域基本相当。
- [14] 贺勇、刘建中:《河北怀来甘子堡发现的春秋墓群》,《文物春秋》1993年第2期。

- [15] 山东省文物考古研究所、新泰市博物馆：《新泰周家庄东周墓地》，文物出版社，2014年，第410页。
- [16] 中国青铜器全集编辑委员会：《中国青铜器全集·东周3》，文物出版社，2005年，第14页。
- [17] 济南市文化局文物处、历城区文化局：《山东济南市左家洼出土战国青铜器》，《考古》1995年第3期。
- [18] 滨州市文物局编《滨州文物通览》，齐鲁书社，2014年，第280-282页。
- [19] 李秀兰：《山东平度出土七件青铜器》，《考古与文物》1994年第4期。
- [20] 青岛市文物保护考古研究所编《青岛考古二》，科学出版社，2015年，第69-70页。
- [21] 杨子范、王思礼：《山东栖霞战国墓》，《考古》1963年第8期。简报作“鼎”，结合描述当为乳丁纹三足敦。
- [22] 河北省文物研究所：《战国中山国灵寿城——1975-1993年考古发掘报告》，文物出版社，2005年，第281-283页。
- [23] 山东省博物馆：《临淄郎家庄一号东周殉人墓》，《考古学报》1977年第1期。
- [24] 临淄区文物管理局：《山东淄博市临淄区尧王战国墓的发掘》，《考古》2017年第4期。
- [25] 山东省文物考古研究所：《临淄齐墓（第一集）》，文物出版社，2007年。
- [26] 山东省文物考古研究院等：《海岱考古》第十一辑，科学出版社，2018年，第50-51页。
- [27] 都北M40中还出土部分铅器，惜锈蚀严重难以确定类别。
- [28] 山东省文物考古研究所：《济青高级公路章丘工段考古发掘报告集》，齐鲁书社，1993年，第62页。
- [29] 山东省文物考古研究院：《临淄齐墓（第二集）》，文物出版社，2018年，第225-226页。
- [30] 中国文物报社编《发现中国：2006年100个重要考古新发现》，学苑出版社，2007年，第156页。
- [31] 烟台市文物管理委员会：《山东长岛王沟东周墓群》，《考古学报》1993年第1期。
- [32] 中国社会科学院考古研究所等：《临朐西朱封山东龙山文化墓葬的发掘与研究》，文物出版社，2018年，第225-226页。报告中称“豆形器”。
- [33] 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。
- [35] 美国赛克勒美术馆藏V-289提铎壶，即与都北M60两器比值基本相同，其时代亦为春秋之际前后。
- [36] Chase W. T., et. al., "Lead Isotope Ratios," in Jenny F., *Eastern Zhou Ritual Bronzes from the Arthur M. Sackler Collections*, Smithsonian Institution, 1995, pp.489-492.
- [37] 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。数据使用经湖北省文物考古研究所惠允。
- [38] Liu Siran, Wang K., Cai Q., et al., "Microscopic Study of Chinese Bronze Casting Moulds from the Eastern Zhou Period." *Journal of Archaeological Science*, 40 (2013), pp.2402-2414.
- [39] 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，第285-288页。

(责任编辑 冯 峰)