

随州文峰塔 M1 青铜器铸造技术研究

张昌平

(湖北 武汉 430072)

摘要 通过对随州文峰塔 M1(曾侯與墓)出土鼎、编钟等青铜礼乐器残片或残部的观察,可以发现过去未曾注意的特殊工艺现象。在升鼎中,口沿内设盲芯,以避免口沿较器壁厚大而形成的冷却不均匀问题;升鼎底角设垫片,鼎足先铸而非焊接。在 2 号青铜钟的旋部上面,发现一些炭块和较多缩孔,均系该部位外凸而造成浇铸时铜液流动不畅所形成,炭块的存在还说明熔铜系采用内燃式。

关键词 曾侯與墓,青铜礼乐器,铸造技术,口部盲芯,浇铸与熔铜

中图分类号:K871.3

文献标识码:A

文章编号:1001-0327(2014)04-0085-06

2009 年在随州文峰塔曾国墓地发现有两座高等级贵族墓葬,其中 M1 出土有镈鼎、升鼎、鬲以及大型编钟等青铜礼乐器^[1]。M1 墓葬的规模和青铜器的体量,显示出该墓可能属于曾国最高等级贵族。M1 编钟和鬲的铭文都显示作者者为曾侯與,曾侯與应该为墓主。该套编钟铭文记载了吴楚之战的史实,说明铸钟的年代当距此不远,再根据曾侯與青铜器出现在曾侯乙墓中的情况,M1 年代确定在吴楚战争到曾侯乙下葬之间,因此发掘简报将 M1 的年代定在春秋晚期,是非常合理的。文峰塔墓地是义地岗墓地的一部分,2012 年这里曾经发现曾侯丙等春秋之际前后曾国墓葬,早些年,在东风油库等墓区也有重要发现。M1 是近年来多次发现曾侯墓的又一例,其学术价值自不待言。

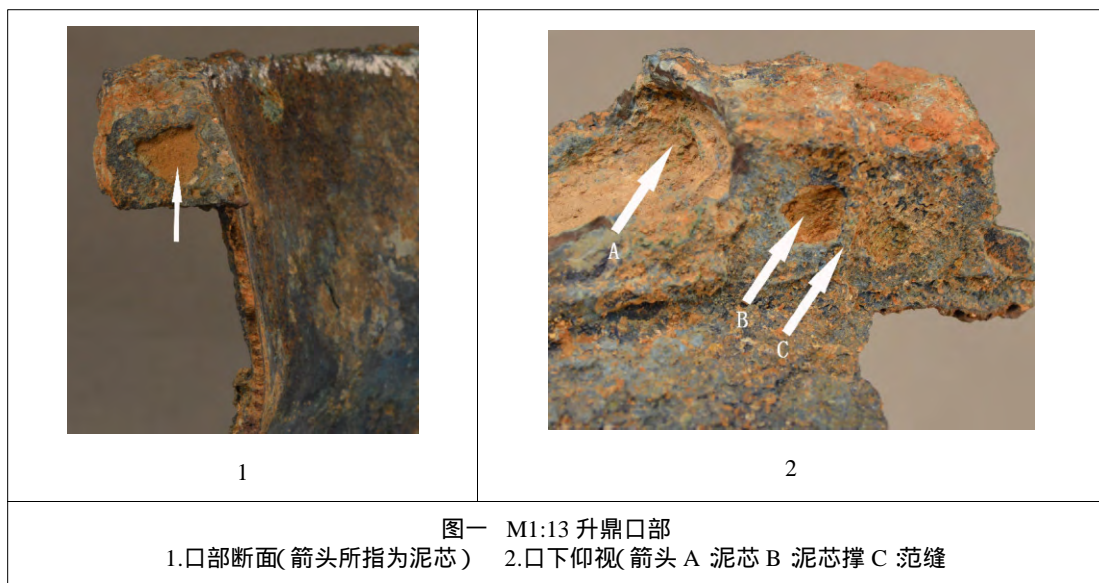
M1 曾遭施工建设破坏,青铜器残损较严重。不过,破碎的青铜器却显露出完整器未曾揭示的一些重要的铸造信息。以下从器物成形和熔铸技术两个方面阐述这些铸造技术。

有楚系青铜器的一般特征,青铜器的铸造技术也是如此^[2]。文峰塔 M1 青铜器可观察到的铸造技术,也与过去所见同时期楚系青铜器一致。在铸型技术上,M1 鼎底均设圆形底范,高顺沿足内侧三分外范,都是春秋中期以来普遍的技术取向。所有容器的足、耳等附件,一概采用分铸或焊接的连接技术,如 M1:11 镈鼎的足、耳均为先铸等等,M1:13 升鼎的双耳、爬兽均为焊接,缶钮为先铸,这些连接方式,也一如同时期同类青铜器。M1:13 鼎外腹壁可以看到为焊接爬兽所预留的榫头凸起,这一时期的焊接多采用铅锡等低温材料,升鼎爬兽从器体脱落,正是低温焊接不甚牢固的结果。

不过,M1:11 镈鼎和 M1:13 升鼎均见一些特殊的工艺形式,值得注意。

鼎口沿中设置泥芯,是过去未曾发现的重要现象。我们知道,在较厚的足、耳内设置泥芯,以避免青铜在浇铸后的冷却过程中与较薄的器壁产生不同的应力缺陷,这种盲芯技术自殷墟文化第二期以来广泛应用^[3]。春秋中期及其后,器足、耳多采取分铸,其内仍然传统地设置泥芯。M1 镈鼎与升鼎的耳、足和爬兽等附件,均见泥芯范土,是这一大的技术背景的反

研究表明,春秋中期及其后曾国青铜器具
作者:张昌平,武汉大学历史学院。



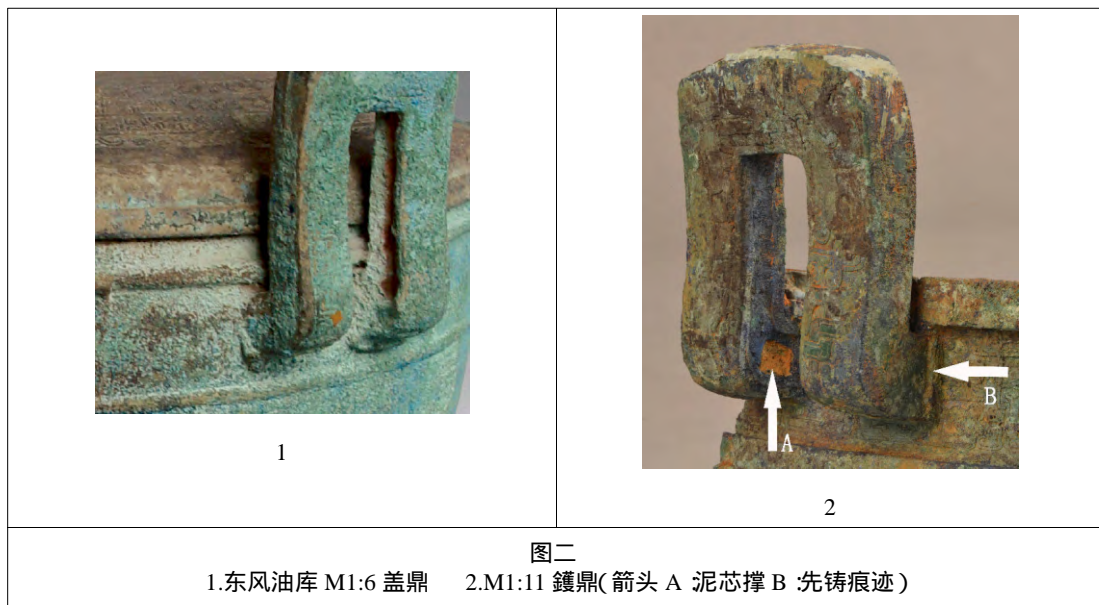
图一 M1:13 升鼎口部
1.口部断面(箭头所指为泥芯) 2.口下仰视(箭头 A 泥芯 B 泥芯撑 C 范缝)

映。特殊的是，M1:13 升鼎的口部残片，口沿断面内包裹有浅黄色泥芯(图一，1)。在该鼎位置不同的断面，芯土呈现为不规则方形、三角形等不同的形状，显示这种泥芯在鼎口中的分布不甚均匀。M1:13 升鼎口沿上宽 2.1、下宽 2.4、厚 2.15 厘米，而口沿之下的器壁厚度只有 0.3~0.4 厘米。M1:11 钺鼎口沿内也设有类似泥芯，其口沿上宽 1.9~2、下宽 1.68、厚 1.9 厘米，口沿之下的器壁厚 0.43~0.52 厘米。上述两件鼎形体较大，钺鼎和升鼎口径分别约为 56、44 厘米，口沿与器壁的厚度差别较大，因此在口沿设置泥芯的技术背景，应该是和当时一般青铜器足、耳泥芯的相同。带泥芯的足、耳一般都会自带泥芯撑，M1:13 鼎靠近外范合范处的口沿侧，也可见边长约 0.7 厘米的方形泥芯撑孔(图一，2)。

在商、西周时期的立耳鼎中，鼎腹内芯范附带有耳孔处的泥芯，因此耳孔处往往是内大外小。这样的处理，耳孔的芯范与耳内泥芯是隔绝、不连接的，如侧视耳孔处，可见有青铜器壁封闭。西周晚期附耳鼎开始流行后，耳部的合范难度加大。简化的处理方式，是让耳孔处的泥芯与耳内泥芯相连，这样，耳孔处不再封闭，而是可见耳内芯范，例如年代相近的东风油库 M1:6 盖鼎(图二，1)。这样的技术方式单

独制作一只器耳，只需要两块外范和一块芯范。而如果封闭耳孔，则需要多加一块芯范，并需设置耳内泥芯的芯撑。M1:11 钺鼎为先铸的附耳，耳孔处的器壁却是封闭的(图二，2)，在春秋之际前后的鼎耳中少见。该鼎耳高 14.58、中部宽 10.5、厚 2.98~3.27、耳孔宽 3.8 厘米。器耳整体庄重而厚实，耳孔内侧见有两条竖向平行的范线，是耳孔处设置独立的芯范所形成的合范痕迹。鼎耳顶部残破处露出黄色芯土，而在耳孔接近器腹处则见两两相对应的方形芯撑，芯撑边长约 1.0 厘米。附耳耳孔处以青铜的器壁隔离两处泥芯，当然使得外观较为美观，但这样的处理，如前所述会增加耳部合范技术难度，可能只是高等级青铜器所做的技术选择。

与作为炊器的钺鼎等不同，楚文化中的升鼎只是盛器。其足、耳等一般是以铅锡等低温焊接方式连接到器体，这样做无需顾忌因炊煮等高温致使足、耳脱落。包括曾侯乙墓等曾国升鼎^[4]、年代相近的浙川和尚岭楚墓出土升鼎^[5]，足、耳均为铅锡焊接。此次发现的 M1:13 升鼎，蹄足先铸，而后与器身铸接(图三，A)连接方式与相近时期同类器不同，却与同时期的钺鼎相同。先铸铸接的方式更加牢固但技术难度较大，M1 升鼎的技术选择是否与 M1:11



鑊鼎附耳技术一样，是基于社会等级的考虑，目前还难以明确。

M1:13 升鼎发现的垫片也是一个难以理解的现象。该鼎和 M1:11 鑊鼎都较厚重，但在完整的器壁处难以观察到垫片。在该鼎接近蹄足一侧的腹、底转角处，在残断处可见一块垫片(图三，B)，垫片为不甚规则的方形，长宽在 0.5~0.7 厘米间，厚约 0.2 厘米。从技术角度来说，鼎腹、底转角处器壁较厚，难以起到垫片间隔、支撑外范和芯范的作用，因此过去从未见垫片出现在这个位置。推测可能因为浇铸时铜液的冲击力导致垫片发生位移，才出现在鼎的底角。问题在于，M1:13 鼎器壁厚度多在 0.3~0.4 厘米之间，器壁厚度明显大于目前所见的垫片厚度。厚重的器体何以设置较薄的垫片？薄的垫片是怎么铸出厚重的器体？东周时期厚重的器物都难见垫片，是否和垫片较薄相关？

—
—

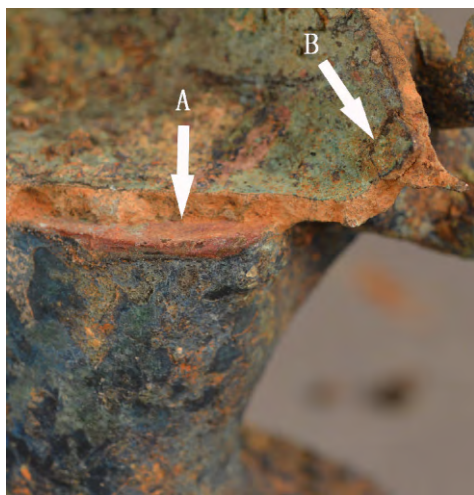
M1 出土的曾侯與编钟是此次重要的发现，其长铭记载有吴楚战争等重要史实，已引起学术界的高度关注。劫余编钟均为形制相同的甬钟，如简报所言，其中形制较完整或器

形可辨者 8 件，另有 4 件碎片可能属于两个个体。8 件较完整者根据体量可分为三组，两件大型编钟为一组及两组较小的编钟，这三组钟的铭文内容也各有所差异，推测全套曾侯與编钟当包括 3 组或以上。春战之际前后编钟每组的成编数量多在 8~14 件不等，再参照同时期楚系高等级贵族编钟的数量，曾侯與三组编钟的件数应该在 30~40 件之间。这是继曾侯乙墓、擂鼓墩 M2 编钟之后，这一时期曾侯一级的另一套大型编钟。

M1 编钟各件甬钟形制相同，钟体各部位形制规整，纹饰清晰，铭文笔画流畅且字体修长，器表脱范光洁，除了甬部到钲角之间的范线之外，钟表几乎不见铸造痕迹，这些情况说明这套编钟的制作工艺水平较高。观察细部，钲部纹饰区域在钟体两侧分布高度不一，篆部不同纹带都略向鼓部下垂。如此细微的不规整之处，可能与纹饰范作的背景相关。观察各钟腔体内部，在钲角和钲间均见多条调音槽，调音槽深度不大，但都延伸较长，其中两件大型甬钟较长的调音槽长度超过 40 厘米。M1:2 钟在与甬部对应处的舞部之下，有一直径 8.5、深约 0.2 厘米的凹坑。值得注意的是这种凹坑表面是用青铜封闭，也就是说，钟体芯范

与甬部范芯并不相通。这种凹坑在其他甬钟内部均见,并且在曾侯乙墓出土的甬钟腔体内也都可以看到^[6]。从铎到甬钟的带甬系列器中,春秋早期及以前铎和钟的甬部泥芯均是直通钟内腔体,但其后开始隔断,如文峰塔M1、曾侯乙墓甬钟等,其腔体内相应地内凹,应该是出于某些技术因素的考虑。

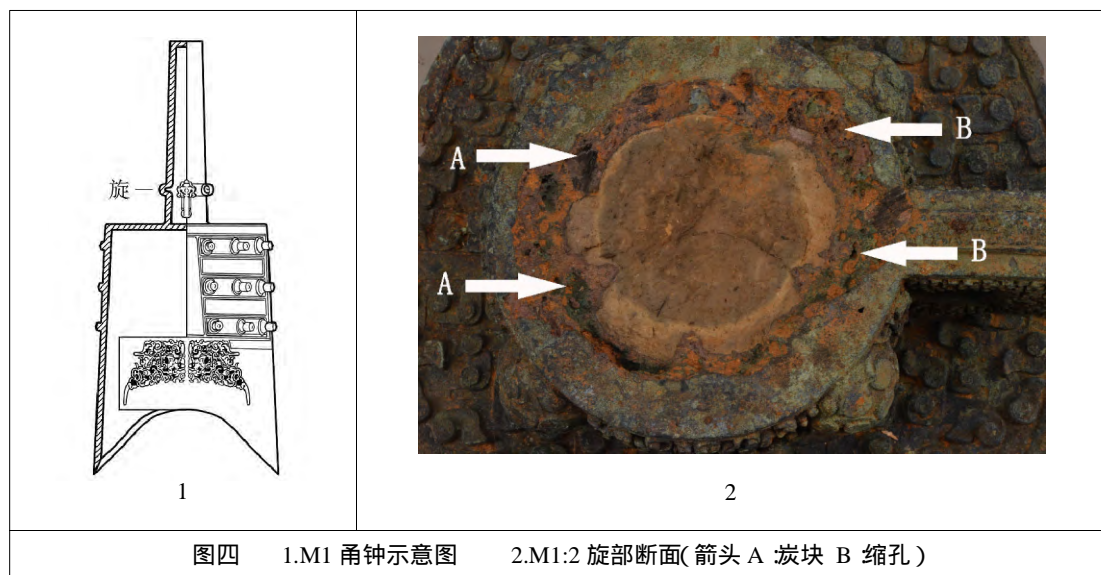
M1:2 甬部残断、钟体残为多块碎片,这些残断处显示较多工艺现象。甬部残断处位于旋(图四,1)的上端,断面露出外围的铜壁和其内的芯范(图四,2)。芯范直径约 8.5 厘米,范土有两种不同的颜色,中央颜色较深的部分直径约 5 厘米,是甬部芯范;外周颜色较浅的部分宽约一厘米,是旋部芯范。芯范这样的结构,是旋部突起、直径较甬部大的缘故,旋部芯范较大,可以使旋部的青铜厚度与甬部保持一致。我们过去的考古报告往往在剖面图中将钟的旋部芯范等齐于甬部,当然是因为无法了解其内结构造成的。旋部的弯突在合范时由外范和



图三 M1:13 升鼎足腹结合部(箭头 A: 铸接痕迹 B: 垫片)

内芯配合形成,这会对浇注形成一定影响。M1:2 钟旋部茬口的金属部分,夹杂着 5 处黑色木炭炭块和一些炭屑,炭块长宽约为 2 厘米,其旁还分布有较密集的缩孔。推测这些现象是因为在旋部空间发生转折,浇注时铜液流动不畅,既产生较多气孔,又滞留有炭块。

密集缩孔的情况在 M1:2 甬部残片断面同样存在。该部位器壁厚约 1.5 厘米,在长 4 厘米的范围内,分布着 0.2 厘米以上的缩孔约 17



图四 1.M1 甬钟示意图 2.M1:2 旋部断面(箭头 A: 炭块 B: 缩孔)



1

2

图五 M1 钟体断面
1.M1:9 2.M1:2

个,其中最大缩孔直径约1.2厘米,另外还有更多更小的缩孔(图五,2)。在缩孔处也可以观察到炭屑痕迹。此处密集的缩孔在断面延续长度大于10厘米,但缩孔在M1:2钟体的分布并不普遍。如图所示,与缩孔密集处相邻,则是青铜致密处。这样缩孔与致密相间的情况,在M1:2钟残片中可见数处。

较小的钟体碎片断面不见M1:2那种缩孔情况。M1:9是一件较小甬钟的残片,钲部厚0.6厘米,其断面致密(图五,1)。

缩孔在大、小不同的钟体上情况不同,在同一器体上分布的区域不同,其形成机制还难以理解。

钟体青铜内残留木炭块、屑是一个值得重视的现象。巴纳(Noel Barnard)很早就关注中国古代青铜器浇注时的溶铜方式,提出溶铜

坩埚是放置在窑炉内进行外加热的假设,但他也未排除直接在坩埚内加炭进行内加热的可能^[7]。M1:2钟体夹炭的现象说明这些炭块、炭屑是溶铜时尚未完全燃烧的残留,无疑说明当时的溶铜是采用了内加热方式。

文峰塔M1青铜器铸造工艺上述特殊现象,对理解春秋晚期高等级青铜器提供了很好的材料。有些首次发现的工艺现象,如大型鼎口沿内设置泥芯、厚重的器体设较薄的垫片、铸件中夹带炭块等,是否在春秋战国时期青铜器中普遍存在,还需要在今后的工艺研究中加以关注。

附记 此项研究系与湖北省文物考古研究所合作完成,工作中得到院文清、陈丽新、黄建勋、后加升、左迟、李洋、李雪婷、段姝杉等大力支持,特此致谢!

注释：

[1]湖北省文物考古研究所等《随州文峰塔 M1(曾侯與墓)、M2 发掘简报》,见本刊本期。

[2]张昌平《曾国青铜器研究》第四章,文物出版社,2009年。

[3]张昌平、刘煜、岳占伟、何毓灵《二里冈文化至殷墟文化时期青铜器范型技术的发展》《考古》2010年第8期。

[4]张昌平《曾国青铜器研究》附表8,文物出版社,2009年。

[5]黄克映、李京华《浙川和尚岭、徐家岭楚墓青铜器铸造技术》,河南省文物考古研究所等著《浙川和尚岭与徐家岭楚墓》附录二,大象出版社,2004年。

[6]湖北省博物馆《曾侯乙墓》第91页、图版三十五,文物出版社,1989年。

[7]Noel Barnard, Bronze Casting and Bronze Alloys in Ancient China, pp61-66. The Australian National University and Monumenta Serica, 1961.

A Study on Smelting Technique of the Bronzes Excavated from Tomb M1 of Wenfengta Site in Suizhou

Zhang Changping

(Wuhan, 430072)

Abstract: Based on an observation of bronze fragments excavated from Tomb M1 (the tomb of Marquis Yu of Zeng) of Wenfengta Site, several particular smelting techniques never observed in the past will be discussed in this paper. These particular techniques were present in the rim, bottom corners and legs of the Sheng Ding. In the rim, a strip of metal was added to avoid the issues that inhomogeneous cooling during casting might cause. Moreover, shim was set on the bottom corners of Shen Ding, and the legs were cast before the rest of the vessel. A few charcoals were found in the suspended portion of Bell No. 2, which indicates the irregular flow of molten bronze in this part of the bell during smelting. Meanwhile, the charcoals also indicate that internal combustion was adopted in bronze smelting.

Keywords: the tomb of Marquis Yu of Zeng, ritual bronzes, smelting technique, metal strip in the rim of a vessel, smelting and molten bronze

(责任编辑、校对:陈丽新)