

LONGYOU
WENBO

2017·4

隴右
文博



主办：甘肃省博物馆

礼县出土汉代青铜器铺首衔环成型工艺

——青铜器的功能对技术选择的影响

□刘彦琪(北京大学中国考古学研究中心 北京大学考古文博学院)

宋培 任军润 王刚(礼县博物馆)

内容提要:本文对甘肃礼县出土几件汉代青铜器进行了观察研究。对这些青铜器上铺首衔环部位结构差异的原因进行了分析和研究,探讨它们使用模具的方法及不同的提环成型工艺。由于青铜技术的复杂性,本研究仅选择铺首衔环这个局部作为研究对象,以此讨论青铜器的使用方式和功能对铸工选择青铜器制作技术的影响,以及其它的技术和非技术因素又如何使铸工在器物制作过程中作变通处理。

关键词:礼县;青铜器;铺首衔环;范铸;技术选择

礼县博物馆收藏有几件汉代青铜器,均出土于礼县。由于青铜技术的复杂性,我们仅选取其铺首衔环作为重点研究对象,对该部位结构差异的原因进行分析和研究,探讨它们使用模具的方法及不同的提环成型工艺,进而讨论青铜器的使用方式和功能对铸工选择青铜器制作技术的影响,以及其它的技术和非技术因素又如何使铸工在器物制作过程中进行变通处理。

一、器物概况

铜盆(馆藏号 1525) 1992年礼县永兴乡龙槐村出土。高11.7厘米,口径27.4厘米,重1.58千克,容积约2.5升。铺首周围有范线残留,大部分范线已被打磨,但从打磨痕迹位置仍可判断范线走向,靠近铺首的弦纹经铸后修整,形态不甚规则,

异于器物其它部位整齐的弦纹形态。铺首鼻部穿孔与环之间间隙较小,提环有开口(封三-1)。

铜盆(馆藏号 1522) 1992年礼县燕河乡东台村出土。高10.2厘米,口径28.2厘米,重1.54千克,容积约2.4升。铺首鼻部穿孔与环之间间隙较小,提环有开口。该器物铺首周围的范线清晰可辨,呈倒梯形状,可见器物铸型采用了铺首分范嵌入主体范的结构(封三-2)。

铜钊 1 1993年礼县城关镇东台村出土。高40厘米,容积约7.5升。壁较厚。两侧有铺首提环。铺首鼻部穿孔呈规则圆形,提环有开口(封三-3)。

铜钊 2 1993年礼县城关镇东台村出土。高39厘米,容积约8升。壁极薄,两侧有铺首提环。从侧面观察器物,可见铺首鼻部较为单薄,穿孔较



照1 方壶铺首部位局部侧视图



照2 a型范^[2]



照3 b型范^[4]



照4 I型铺首衔环模^[6]



照5 II型铺首衔环模^[8]

大,穿孔与铜环截面尺寸相差较大,铺首鼻部穿孔呈规则圆形,提环无开口(封三-4)。

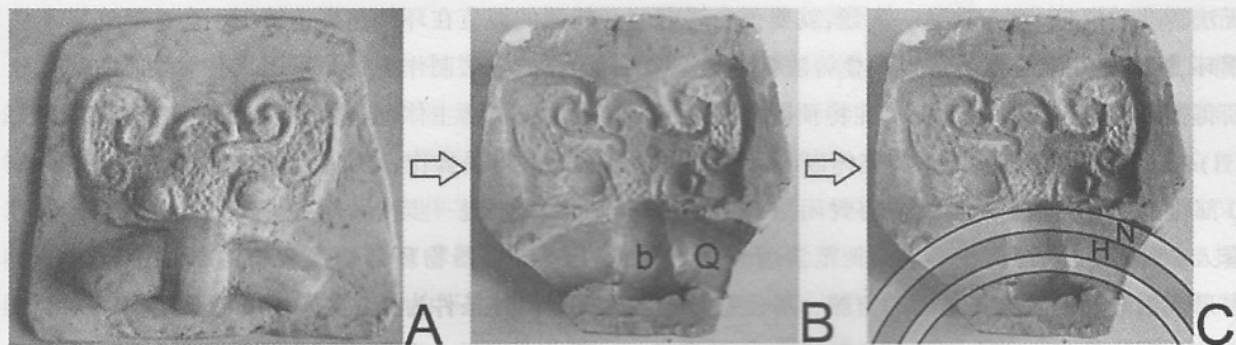
综合上述观察,可知规律如下:较小的器物普遍装配纤细的开口环,提环与铺首兽鼻穿孔之间的间隙较小;较大器物多装配粗大的封闭圆环,提环与铺首兽鼻之间的间隙较大(照1)。不同的提环结构,意味着提环所采用的成型工艺不同,进而使得铺首的成型亦有不同工艺。

二、制作工艺分析

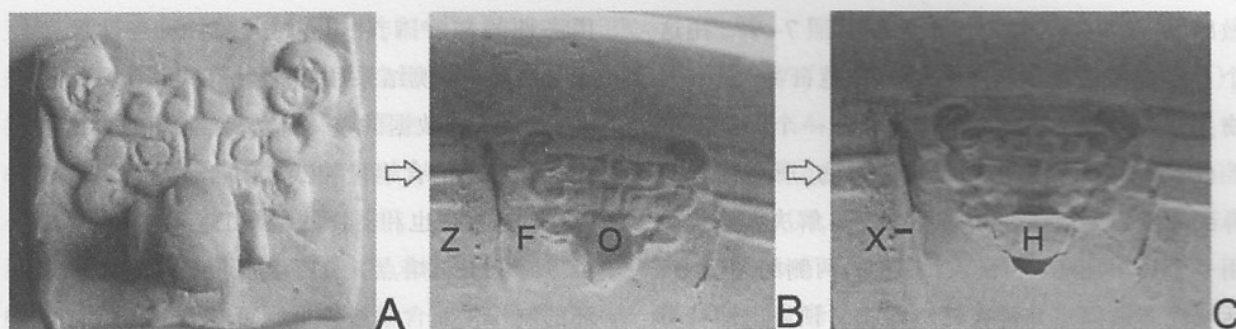
这些器物出土时并无相关陶范同时出土,但我们可以结合器物上呈现的工艺信息和考古资料中的实物证据综合分析礼县出土这批器物的制作工艺。首先与山西侯马铸铜遗址出土铺首衔环模、范进行分析比对。

山西侯马铸铜遗址出土铺首衔环范的第一种类型(标本编号ⅡT24H24:13),范高4厘米,上宽4.5厘米,下宽1.7厘米^[1]。我们将其命名为a型范

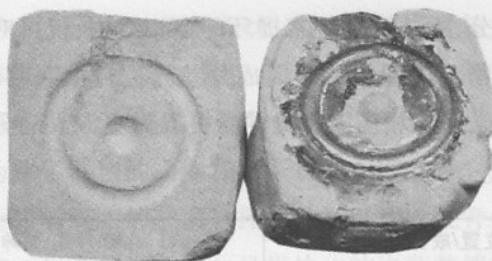
(照2)。陶范呈倒梯形,其外形轮廓与礼县铜盆铺首部位周围倒梯形范线形状一致(封三-2),范上有衔环的鼻及放环的凹槽。如果将铸造好的圆环嵌入此部位铸造器物,铸成器物的铺首部位穿孔和铜环之间将没有间隙,铜环无法自由活动。侯马铸铜遗址出土铺首衔环范的第二种类型(标本编号ⅡT19③:10),范高、宽各3.5厘米。鼻部部位横置一活块芯。范上无榫卯及合范记号,应为嵌入主体范使用^[3]。铺首装饰的尺寸比a型范小,我们将其命名为b型范(照3)。侯马铸铜遗址出土铺首衔环模的第一种类型(标本编号ⅡT81H126:27),高6.7厘米,上宽8厘米,下宽5.5厘米。环从鼻中穿过^[5]。我们将其命名为I型铺首衔环模(照4)。侯马铸铜遗址出土铺首衔环模的第二种类型(标本编号ⅡT47H125:5),高5.4厘米,上宽6.5厘米,下宽3.3厘米^[7]。鼻两侧衔环未做出,仅有短短的凸起。铺首装饰部位尺寸远小于I型铺首衔环模,我们



照 6 I 型铺首衔环模、a 型铺首衔环范与闭合提环间的对应关系



照 7 II 型铺首模、b 型铺首范与开口提环间的对应关系



照 8 双合范铸造闭合提环

将其命名为 II 型铺首模(照 5)。这两种不同的铺首模,代表着不同的用法和制作技术。铺首模之间较大的尺寸差异说明它们用于不同体量、不同功能的器物。I 型铺首衔环模可以翻制出 a 型铺首衔环范(照 2),II 型铺首衔环模可以翻制出 b 型铺首范(照 3)。

我们回到礼县出土器物进行仔细观察,铜盆(馆藏号 1522)铺首的兽鼻穿孔两侧可见两道范线(封三-2),说明铸型采用了活块泥芯预留穿孔,穿

孔形状呈略不规则半圆形,其成因是泥活块芯嵌入芯座时发生了塑性变形。铜钁 2 铺首鼻部两侧没有嵌入活块芯形成的范线,鼻部穿孔形状为较规侧的圆形(封三-4),其成因是包裹泥范的铜环具有规则的圆形截面。礼县出土汉代青铜器上铺首衔环的制作与侯马铸铜遗址出土遗物使用的技术类似。基于以上对侯马铸铜遗址出土铺首衔环模、范的分析以及对礼县出土青铜器铺首衔环部位的观察,我们制作出两种结构不同的铺首模型,通过模拟实验复原铺首部位的制作工艺。

我们复原出礼县出土铜钁 2 的 I 型铺首和铜盆(馆藏号 1525)的 II 型铺首模(照 6-A、照 7-A)。两模的装饰风格与侯马出土东周陶模截然不同,但其基本结构是极为类似的。铜钁 2 的 I 型铺首衔环模有部分环从鼻中穿过(照 6-A)。I 型铺首模(照 6-A)可以翻制出 a 型泥范(照 6-B),b 部为兽鼻部位型腔。如果我们直接用这样的铸型结构铸造铺首衔环,铺首与拉环之间即为浑铸的整体,

无法转动和拉起。要解决这一问题,就要预先铸出铜环,铜环采用双合范铸造或用叠铸法批量成型,所得铜环为闭合结构(照 8),在将预铸出的铜环(H)表面包裹泥范(N),再将其整体嵌入照 6-B 的 Q 部位型腔,铸造器物时便可将封闭结构的拉环套入鼻部穿孔,铸后将铜环表面泥范清理干净,即可形成铜环和铺首穿孔之间的空隙,可使铜环自由转动和拉动(照 6-C)。

铜盆(馆藏号 1525)的 II 型铺首衔环模的环未做出,鼻部两侧仅有微小凸起结构(照 7-A)。用这个 II 型铺首模翻制出 b 型铺首分范(F)再嵌入器物主体范(Z)(照 7-B),鼻钮部位为一个凹陷的型腔(O),如果用这样的铸型铸造器物,所得铺首的鼻部为实心无穿孔,无法安装拉环。解决办法是使用一个活块泥芯(H)嵌入型腔(O)两侧的芯座上,活块泥芯被固定并可在铸造器物时预留出铺首鼻部的穿孔(照 7-C)。因此,II 型铺首衔环模鼻部两侧的凸起,是为了在翻制出的铺首范上预留芯座。而照 7-C 所示 X 为铺首分范与器物主体范之间的接缝,即为封三-2 所示 1522 号铜盆铺首周围范线的成因,而活块芯 H 与铺首分范之间的接缝,即可形成前文所述兽鼻穿孔两侧的范线。器物铸造后,将兽鼻内的泥芯清除,即可形成穿孔。然后使用硬度较低易于折弯的青铜圆棍,在圆形截面的模具上弯折出提环,这样的提环为开口结构,打开开口,将环穿进铺首兽鼻的穿孔内再将圆环开口对接,即完成器物的制造。

综上所述,容积较大的器物需要使用较粗的闭合环,因此在铸型制作阶段需要使用 I 型铺首衔环模翻制 a 型铺首衔环范,且容积较小的器物通常使用较细的开口环,因此在铸型制作阶段需要使用 II 型铺首模翻制 b 型铺首衔环范、嵌入主体范与配置活块芯。另外,对于小型的器物,其铺首衔环部位的体量也较小,铺首鼻部结构细小,如果使用如同铜钁 2 的 I 型铺首模相同方法制作铺首衔环,会因 b、Q 部位型腔太小而无法成功预留

超薄的泥范在环外包裹,铸工不会选择这样不易操作的方法制作器物。采用带有活块芯的铺首分范嵌入器物主体范,整铸器物后再装配开口铜环,显然更容易操作,是更合理的技术。

我们进一步使用便携式 X 射线荧光光谱仪对上述各个器物环部锈层较薄的部位进行无损检测。具体条件为:Niton XL3t 600 型便携式 X 射线荧光光谱仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司),采用 Au 靶高性能微型 X 射线做激发源,探测器使用高性能 Si-PIN,热电(Pelier)制冷,自动保存数据与谱图。检测结果显示,器物与铜环皆采用青铜材料制作,从数据的整体趋势看,铜环的含铅量较高,开口环的含锡量较低,闭合环的含锡量较高(表)。这可能也和器物的制作工艺有关,高含铅量可以降低材料熔点并提高金属液流动性,便于铜环的制作,而含锡量较低则可有效的降低青铜材料的硬度,这样的金属配比更适合开口铜环的折弯、装配与接口对合。本文所研究器物之环较完整,仅采用了便携 XRF 无损分析了提环腐蚀产物的成分,无法取样观察提环的金相结构,仅可对同一器物不同部位的金属成分差异进行大致判断,希望未来有相应资源的同行可以做更深入的分析研究。

位置/成分	铜	锡	铅	砷
1522 号盆提环	75.9%	7.7%	22.6%	
1522 号盆底部	79.4%	4.1%	12.8%	
1522 号盆口沿	69.7%	3.8%	8.6%	12.01%
1525 号盆腹部	76.2%	12.1%	10.5%	
1525 号盆提环	82.1%	3.7%	13.1%	
1525 号盆腹部	54.4%	17.9%	20.1%	5.88%
钁 1 口沿	77.0%	6.0%	11.5%	3.62%
钁 1 圈足	72.6%	5.6%	16.5%	
钁 1 提环	64.3%	3.3%	27.3%	
钁 2 提环	60.6%	22.4%	13.1%	
钁 2 口沿	81.8%	7.15%	3.7%	4.6%

表 影响金属性能的主要金属成分的 XRF 检测数据

三、结语

通过对甘肃礼县出土几件青铜器上铺首衔环的制作工艺的分析,我们可以看到器物的造型结构等细节的差异与青铜器制作技术的相关性。从器物的造型结构可以判断器物的制作工艺;反之,器物的制作技术在很大程度上决定了器物的造型结构。从以上分析可见,模具结构的不同,代表着不同的铸型结构和不同的制作技术。也就是说从器物生产的第一个步骤,也就是模具的设计制造开始,就需要将器物的功能、制作器物的材料考虑进去。不同器物的用法和功能,会影响铸工使用怎样的技术去制作器物。大件的器物需要盛装较重的物体,就需要强度较高并且闭合结构的提环;较小的容器不会有较大的装载负担,只需要配置容易加工的开口提环,相应的也要求将模具设计成所需的结构和型式。

一些器物也会出现不符合上述规律的特例,然而,看似偶然的结构特征,在很大程度上也是模块化手工生产之下铸工有意而为的技术选择。如铜钁1(封三-3),器物较大,用来盛装容量较大的液体,应该如铜钁2(封三-4)那样使用闭合提环增加机械强度,但是这件器物却使用了开口环。这是因为除了器物的功能和制作材料,还有其它因素也会影响铸工的技术选择,尤其对于汉代青铜的制作,生产数量巨大并且模块化的嵌范整铸技术已经应用成熟。正如前文所示,铺首衔环的制作使用了独立的铺首衔环活块模,如果铸工手边恰好

只有现成的Ⅱ型模具(照7),而铸工为了高效完工,并未重新制作更符合器物功能的Ⅰ型铺首模具(照6),那么制作出的钁就只能将开口提环装配到铺首鼻部穿孔,而为了器物使用过程中不会发生提环的变形,则需要增加提环的截面尺寸,这又意味着铜环折弯成形的难度增加,因此需要选择含锡量较低的青铜金属加工铜环,正如上表所列数据显示,通过降低硬度减小加工难度。

注释

[1]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(上),第179页,文物出版社,1993年。

[2]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(下),图版一〇六:4,文物出版社,1993年。

[3]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(上),第182页,文物出版社,1993年。

[4]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(下),图版一〇七:6,文物出版社,1993年。

[5]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(上),第179页,文物出版社,1993年。

[6]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(下),图版一〇七:2,文物出版社,1993年。

[7]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(上),第182页,文物出版社,1993年。

[8]山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》(下),图版一〇七:3,文物出版社,1993年。